

平成 30 年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業  
(新たな高圧ガス設備等耐震設計基準・耐震性能評価方法の  
検討に向けた調査研究)

報 告 書

平成 31 年 3 月

高圧ガス保安協会

## まえがき

1995年兵庫県南部地震以後、大規模地震が頻発し、地震活動が活発化しています。大都市直下で発生した1995年兵庫県南部地震や日本海溝沿いで発生した2011年東北地方太平洋沖地震では、未曾有の激甚災害が発生したことは言うまでもありません。また、近い将来、南海トラフ巨大地震や首都直下地震の発生確率が高いとの見解が示されており、特に大規模地震に対する国土強靱化が我が国の喫緊の課題となっています。

国土強靱化において、我が国のエネルギー基盤の根幹を支えている高圧ガス関連設備の耐震性確保は極めて重要であり、安全、安心なエネルギー供給のために大規模地震に対する耐震性向上の意識が高まっています。

こうした情勢を踏まえ、当高圧ガス保安協会では、経済産業省からの委託事業として平成25年度より高圧ガス設備等耐震設計基準（耐震告示）の見直しについて調査研究を実施してまいりましたが、これまでの成果を踏まえ、耐震告示がサイトスペシフィックな性能規定型基準へと改正が行われたところであります（平成30年11月14日公布、平成31年9月1日施行予定）。耐震告示の性能規定化に当たっては、サイトスペシフィックな耐震設計方法の明確化が必要であり、本報告書は新たな高圧ガス設備等耐震設計基準・耐震性能評価方法の検討に向けた調査研究として、地震動予測や耐震設計の例示検討を行った結果について取りまとめたものです。また、本報告書では、2011年東北地方太平洋沖地震のように想定以上の地震や津波に対する防災・減災対策の検討結果も取りまとめました。本調査研究成果が高圧ガス設備の大規模地震に対する保安向上に供することができれば幸いです。

なお、本調査では有識者による委員会ならびにワーキングを設置し、指導、助言を得て調査を進めてまいりました。本委員会ならびにワーキング活動に当たっては、ご多忙のところ、熱心に取り組んでいただいた委員長、主査及び委員の方々、ならびに関係機関および業界からの献身的なご協力をいただき、心からお礼申し上げる次第であります。

平成31年3月

高圧ガス保安協会

**新たな高圧ガス設備等耐震設計基準・耐震性能評価方法の検討に向けた  
調査研究委員会 委員名簿**

[委員長]

安田 進 東京電機大学 名誉教授  
レジリエントスマートシティ研究所 プロジェクト研究教授

[委員]

小林 英男 東京工業大学 名誉教授  
小林 信之 青山学院大学 名誉教授  
久田 嘉章 工学院大学 建築学部 まちづくり学科 教授  
古関 潤一 東京大学 大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 教授  
渡邊 鉄也 埼玉大学大学院 理工学研究科 人間支援・生産科学部門 教授  
盛川 仁 東京工業大学 環境・社会理工学院 教授  
古屋 治 東京電機大学 理工学部 電子・機械工学系 教授  
出澤 晃一 神奈川県 暮らし安全防災局 工業保安課 主査  
中条 孝之 三重県 防災対策部 消防・保安課 主幹  
稲葉 忠 (有限会社プラント地震防災アソシエイツ 取締役)  
池田 雅俊 株式会社プラント耐震設計システムズ 代表取締役社長  
安藤 文雄 E&S コンサルタント 安藤 代表  
堀野 聡 川崎重工業株式会社 エネルギー・環境プラントカンパニー  
低温プラント総括部 水素プロジェクト部 水素プロジェクト課 担当課長  
田附 英幸 株式会社 IHI 資源・エネルギー・環境事業領域 プロセスプラント SBU  
タンクプロジェクト部 エンジニアリンググループ 主幹  
市川 雄策 千代田化工建設株式会社 ChAS・デジタルテクノロジー事業本部  
プラント診断部 耐震・防災セクション 配管グループ グループリーダー  
注) 敬称略、順不同

[オブザーバー]

経済産業省産業保安グループ高圧ガス保安室、総務省消防庁危険物保安室  
石油連盟、石油化学工業協会、一般社団法人日本化学工業協会、日本 LP ガス協会、  
一般社団法人日本産業・医療ガス協会、一般社団法人日本鉄鋼連盟、一般社団法人日本ガス協会

**サイトスペシフィックの設計方法の明確化ワーキング 委員名簿**

[主査]

盛川 仁 東京工業大学 環境・社会理工学院 教授

[委員]

古屋 治 東京電機大学 理工学部 電子・機械工学系 教授  
糸井 達哉 東京大学 大学院工学系研究科 レジリエンス工学研究センター 准教授  
因幡 和晃 東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授  
後藤 浩之 京都大学 防災研究所 地震災害研究部門 耐震基礎研究分野 准教授  
飯山かほり 東京工業大学 環境・社会理工学院 助教  
大友 敬三 一般財団法人電力中央研究所 研究アドバイザー  
上野 高志 東洋エンジニアリング株式会社 エンジニアリング・技術統括本部  
土木・建築エンジニアリング部  
坂井 公俊 公益財団法人鉄道総合技術研究所 鉄道地震工学研究センター  
地震動力学研究室 主任研究員  
藤田 豊 清水建設株式会社 原子力・火力本部 上席エンジニア

注) 敬称略、順不同

# 目次

	ページ
<b>第 I 章 調査概要</b> .....	I-1
1. 調査目的 .....	I-2
2. 調査内容 .....	I-2
2.1 サイトスペシフィックの設計方法の明確化 .....	I-2
2.2 防災・減災対策 .....	I-2
3. 調査期間 .....	I-3
4. 調査方法 .....	I-3
<b>第 II 章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その 1：他分野の動向調査）</b> .....	II-1
1. 検討概要 .....	II-2
2. サイトスペシフィックによる耐震設計規定の調査 .....	II-3
2.1 道路橋示方書・同解説 .....	II-6
2.2 港湾の施設の技術上の基準・同解説 .....	II-6
2.3 鉄道構造物等設計標準・同解説 .....	II-7
2.4 水道施設耐震工法指針・解説 .....	II-7
2.5 大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案） .....	II-8
2.6 鉱業上使用する工作物等の技術指針を定める省令の技術指針（内規） .....	II-8
2.7 建築基準法施行令 第 81 号・平成 12 年建設省告示 第 1461 号 （超高層建築物の構造計算） .....	II-9
2.8 超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動 対策について .....	II-9
2.9 LNG 地下式貯槽指針 .....	II-9
2.10 製造設備等耐震設計指針 .....	II-10
2.11 LNG 地下タンク躯体の構造性能照査指針 .....	II-10
2.12 危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示 （総務省）消防関係法令 自治省告示第 99 号 .....	II-10
2.13 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-2015 .....	II-11
<b>第 III 章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その 2：地震動予測の例示）</b> .....	III-1
1. 検討概要 .....	III-2
2. 検討条件 .....	III-2

3. 堺・高石地区の地震動予測の例示	III-3
3.1 地震動評価地点	III-3
3.2 想定地震の設定	III-4
3.3 想定地震の断層モデルの設定	III-8
3.4 地震動予測手法	III-19
3.5 地震動予測結果	III-29
4. 四日市地区の地震動予測の例示	III-46
4.1 地震動評価地点	III-46
4.2 想定地震の設定	III-47
4.3 想定地震の断層モデルの設定	III-49
4.4 地震動予測手法	III-56
4.5 地震動予測結果	III-71
5. 川崎地区の地震動予測の例示	III-80
5.1 地震動評価地点	III-80
5.2 想定地震の設定	III-81
5.3 想定地震の断層モデルの設定	III-83
5.4 地震動予測手法	III-92
5.5 地震動予測結果	III-100
参考文献	III-106

<b>第IV章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その3：耐震設計の例示）</b>	IV-1
1. 検討概要	IV-2
2. 検討条件	IV-3
2.1 対象設備	IV-3
2.2 地盤	IV-4
2.3 設計用地震動	IV-6
3. 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示	IV-10
3.1 解析モデル	IV-10
3.2 耐震性照査	IV-13
4. 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽単体モデル）による耐震設計の例示	IV-23
4.1 解析モデル	IV-23
4.2 貯槽の耐震性照査	IV-24
4.3 杭の耐震性照査	IV-30

5.	3次元 FEM 有効応力解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示	IV-37
5.1	解析モデル	IV-37
5.2	液状化挙動特性の把握	IV-37
5.3	耐震性照査	IV-43
6.	SR モデル動的非線形解析による耐震設計の例示	IV-53
6.1	解析モデル	IV-53
6.2	貯槽の耐震性照査	IV-60
6.3	杭の耐震性照査	IV-61
7.	1自由度系質点モデル（基礎固定モデル）動的非線形解析による耐震設計の例示	IV-64
7.1	貯槽の耐震性照査	IV-64
7.2	杭の耐震性照査	IV-64
8.	簡便法による耐震設計の例示	IV-65
8.1	簡便法の概要	IV-65
8.2	耐震性照査	IV-65
	参考文献	IV-67
<b>第V章</b>	<b>防災・減災対策</b>	<b>V-1</b>
1.	検討概要	V-2
2.	検討方法	V-2
3.	調査結果	V-2
3.1	他分野(土木・建築分野)における危機耐性等の調査	V-2
3.2	危機耐性・モニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果の再整理	V-2
3.3	津波に関する調査研究成果（平成 24～26 年度）	V-3
3.4	関連分野における津波対策の動向調査	V-4
4.	危害予防規定に追加する事項（案）	V-5
<b>第VI章</b>	<b>まとめ</b>	<b>VI-1</b>
1.	サイトスペシフィックの設計方法の明確化	VI-2
1.1	他分野の動向調査	VI-2
1.2	地震動予測の例示	VI-2
1.3	耐震設計の例示	VI-2

1.4	今後の課題	VI-4
2.	防災・減災対策	VI-5
2.1	防災・減災対策に関する調査	VI-5
2.2	危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）	VI-6
2.3	今後の課題	VI-6
別添 1	大規模な地震に係る防災及び減災対策に関すること 対応策の例示（案）	
別添 2	危害予防規程に追加する事項の対応表（改正省令・平成 24 年度案）	
別添 3	大規模な地震に係る防災及び減災対策に関することとして危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）	
別添 4	津波対策として危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）	
参考資料 1	危害予防規定に関する省令改正（抜粋）	
参考資料 2	高圧ガス保安法における危機耐性に関する既存の例	
参考資料 3	他分野（土木・建築分野）における危機耐性、リアルタイム把握、モニタリング技術に関する調査	
参考資料 4	危機耐性・モニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果（平成 29 年度調査研究）の再整理調査概要	
参考資料 5	平成 24 年度 経済産業省委託 石油精製業保安対策事業（高圧ガス取扱施設における地震・津波等の対応に関する調査）（2）津波対策として新たに危害予防規程において定める事項の具体的対応策の検討 報告書(抜粋)	
参考資料 6	平成 26 年度 石油精製業保安対策事業（高圧ガス取扱施設における地震・津波時の対応に関する調査）（2）津波の波力、設備の浮力、漂流物の影響等の評価手法の検討 報告書(抜粋)	
参考資料 7	平成 25 年 7 月 30 日（第 3 期 第 4 回）高圧ガス規格委員会資料 危害予防規定の指針（案）（抜粋）	
参考資料 8	各分野の危害予防規程等	
参考資料 9	地盤の液状化関連規定について	

## 第 I 章 調査概要



## 1. 調査目的

東日本大震災の被害状況や平成25年5月から内閣府より南海トラフ及び首都直下地震の被害想定が提示されるなど、国民の大規模地震に対する危機意識が高まるとともに、早急な耐震性の確保に向けた対策が求められている。

こうした状況を踏まえ、「将来予想される地震動と現行基準の見直し検討」、「現行耐震設計基準に基づく高圧ガス設備の耐震性能、破壊モード及び裕度の評価」、「高圧ガス設備等耐震設計基準のあり方」、「高圧ガス設備等耐震設計基準の想定地震対応」及び「高圧ガス設備等耐震設計基準の性能規定化」の調査研究を実施してきた。一連の調査研究を通じて、高圧ガス設備を設置する各地点において予想される地震動（以下、サイトスペシフィック地震動という）を用いてサイトスペシフィックに耐震設計することが合理的であることが認識され、仕様規定である高圧ガス設備等耐震設計基準（以下、耐震告示という）の性能規定化への改正が行われた（平成30年11月14日公布、平成31年9月1日施行予定）。

耐震告示の性能規定化に当たり、耐震設計の自由度が増して多様化や合理化、新技術が迅速に導入可能となる等のメリットが生じるが、これら性能規定化のメリットを活かすには、最新の知見に基づく耐震設計方法の明確化が必要である。また、2011年東北地方太平洋沖地震のように想定以上の地震や津波が発生する可能性が排除できず、高圧ガス設備が損傷を受けることを前提とした防災、減災対策の検討も必要である。

本事業においては、今後想定される大規模地震に対する高圧ガス設備等の耐震性向上に向け、耐震設計方法の明確化、防災・減災対策に関する調査研究を推進する。

## 2. 調査内容

### 2.1 サイトスペシフィックの設計方法の明確化

耐震告示の性能規定化を踏まえ、今後のサイトスペシフィックの設計方法の明確化を検討するため、以下の調査を行う。

- ①耐震告示の性能規定化を踏まえ、サイトスペシフィックによる耐震設計を行うため、他分野の規制基準の動向を調査の上、高圧ガス設備に適用可能な手法の検討を行う。また、手法の例示作成に当たり想定される適当な地震動を適用し、必要となる調査及び解析等を行い高圧ガス設備の耐震設計の例示を行う（球形貯槽の設計モデルについては、平成29年度調査研究を参考とする）。

### 2.2 防災・減災対策

防災・減災対策に関し、他分野の動向も調査の上、以下の検討を行う。

- ①想定を超える地震動を受けて高圧ガス設備が損傷した場合の危機耐性や、損傷状態のリアルタイム把握や設備継続使用の可否の意思決定を支援するモニタリング技術について、現状把握及び課題を調査する。
- ②2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、平成24年度から平成26年度の3カ年にわたって実施した津波に関する調査研究成果について、防災・減災対策のための活用方法について

て検討する。

### 3. 調査期間

平成 30 年 7 月 25 日（委託契約締結日）～平成 31 年 3 月 22 日

### 4. 調査方法

本調査では、以下に示すとおり有識者による委員会及びワーキングを設置し、指導、助言を得て調査を行った。同委員会及び同ワーキングの委員名簿は既掲のとおりである。同委員会及び同ワーキングの開催実績を表4-1、表4-2に示す。

新たな高圧ガス設備等耐震設計基準・耐震性能評価方法の検討に向けた調査研究委員会  
└ サイトスペシフィックの設計方法の明確化ワーキング

表 4-1 「新たな高圧ガス設備等耐震設計基準・耐震性能評価方法の検討に向けた調査研究委員会」の開催実績

回	開催日	開催場所
第 1 回	平成 30 年 9 月 12 日(水)	高圧ガス保安協会 会議室
第 2 回	平成 30 年 12 月 21 日(金)	高圧ガス保安協会 会議室
第 3 回	平成 31 年 1 月 22 日(火)	高圧ガス保安協会 会議室
第 4 回	平成 31 年 3 月 8 日(金)	高圧ガス保安協会 会議室

表 4-2 「サイトスペシフィックの設計方法の明確化ワーキング」の開催実績

回	開催日	開催場所
第 1 回	平成 30 年 9 月 12 日(水)	高圧ガス保安協会 会議室
第 2 回	平成 30 年 12 月 12 日(水)	高圧ガス保安協会 会議室
第 3 回	平成 31 年 1 月 16 日(水)	高圧ガス保安協会 会議室
第 4 回	平成 31 年 2 月 20 日(水)	高圧ガス保安協会 会議室

## 第Ⅱ章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化

### （その1：他分野の動向調査）

## 1. 検討概要

耐震告示の性能規定化を踏まえ、今後のサイトスペシフィックの設計方法の明確化を検討するため、他分野の土木・建築分野の設計基準等を対象に、サイトスペシフィックによる耐震設計規定を調査し、高圧ガス設備に適用可能な手法の検討を行った。調査対象とした土木・建築分野の設計基準等を以下に示す。

- ① (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V 耐震設計編、平成 29 年 11 月
- ② (公社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成 30 年 5 月
- ③ (公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説、耐震設計、平成 24 年 9 月
- ④ (公社)日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説、2009 年版、平成 21 年 12 月
- ⑤ 国土交通省河川局：大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)、平成 17 年 3 月  
(国土交通省 国土技術政策総合研究所：大規模地震に対するダム耐震性能照査に関する資料、国土技術政策総合研究所資料、第 244 号、平成 17 年 3 月)
- ⑥ 経済産業省：鉱業上使用する工作物等の技術指針を定める省令の技術指針(内規)、20121115 商局第 4 号、平成 24 年 11 月 30 日制定  
(集積場管理対策研究会：集積場管理対策研究会報告書、平成 24 年 6 月)
- ⑦ 建築基準法施行令 第 81 号・平成 12 年建設省告示第 1461 号(超高層建築物の構造計算)
- ⑧ 超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について、国住指第 1111 号、2016 年 6 月
- ⑨ (一社)日本ガス協会：LNG 地下式貯槽指針、平成 24 年 4 月
- ⑩ (一社)日本ガス協会：製造設備等耐震設計指針、平成 24 年 3 月
- ⑪ (公社)土木学会：LNG 地下タンク躯体の構造性能照査指針、コクリートライブラリー98、平成 11 年 12 月
- ⑫ 危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示(総務省)消防関係法令 自治省告示第 99 号
- ⑬ 原子力発電所耐震設計技術指針、JEAG 4601-2015、平成 28 年 3 月

## 2. サイトスペシフィックによる耐震設計規定の調査

土木・建築分野の既掲 13 の設計基準等を対象に、サイトスペシフィックによる耐震設計規定について調査した。設計用の地震動として、サイトスペシフィック地震動は、例示基準である「高圧ガス保安協会：高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準（レベル 1）、KHKS 0861（2018）、平成 30 年 6 月 6 日制定」（以下、KHKS 0861 という）では規定されておらず、「高圧ガス保安協会：高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準（レベル 2）、KHKS 0862（2018）、平成 30 年 6 月 6 日制定」（以下、KHKS 0862 という）で規定されており、本検討では地震動はレベル 2 地震動を対象に調査を行った。

調査結果の概要を表 2-1 に示す。同表は、サイトスペシフィックの観点から、対象地震動、構造物の要求性能、対象地震、地震動評価手法、地震動設定位置、地域係数、耐震設計法、特記事項について、各設計基準等の耐震設計規定を整理したものである。また、KHKS 0862 と土木・建築分野の設計基準等の耐震設計規定を比較し、主に地震動について特記すべき事項を以下に取りまとめた。

表2-1(1) サイトスペシフィックによる耐震設計規定の調査概要

番号	分野	耐震設計基準等	対象地震動	構造物の要求性能	対象地震	地震動評価手法	地震動設定位置	地域係数	耐震設計法	特記事項
—	高圧ガス	高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準 (レベル2) KHKS 0862	【レベル2地震動】 耐震設計構造物の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するもの ・サイトスペシフィック地震動 ・当面の間、地域別地震動によってもよい	耐震設計構造物が保有すべき耐震性能は、レベル2地震動並びに当該地震動に係る地盤の液化化及び流動化に対して、重要度 I a及び I の耐震設計構造物の気密性が保持されること	設置場所周辺での過去の地震に関する地震学的情報や、活断層等の地質学的情報等に基づき設置場所地点において最大級の強さの地震動をもたらし得る地震を対象とし、かつ耐震設計構造物の動特性を総合的に考慮した上で選定	【サイトスペシフィック地震動】 ・強震動予測手法 ・理論的方法、半経験的方法、経験的方法 ・適切な位相特性を設定した複数波を用いるなど不確定性を考慮 ・国の機関及び地域防災計画の想定地震等の利用可能な資料の活用 ・伏在断層による地震動 (M6.5) を下限値として設定 【地域別地震動】 ・基準応答倍率 (応答スペクトル) の設定	【地域別地震動】 第1種地盤 (第三紀以前の地盤) 第2種地盤 (洪積層地盤) 第3種地盤 (第1種、第2種及び第4種地盤以外の地盤) 第4種地盤 (埋土又は沖積層の厚さが25m以上の地盤) ※時刻歴応答解析法で工学的基盤での地震動設定規定あり	【地域別地震動】 補正係数あり	動的解析 静的解析	(特になし)
①	道路橋	道路橋示方書・同解説	【レベル2地震動】 橋の設計供用期間中に発生することは極めて稀であるが一旦生じると橋に及ぼす影響が甚大であると考えられる地震動	極めて稀にしか発生しない最大級の地震への耐荷性能 【性能1】 ・橋としての荷重を支持する能力の低下が生じているものの橋としての落橋等の致命的ではない状態 【性能2】 ・性能1に加えて、直後に橋に求められる荷重を支持する能力を速やかに確保できる状態	プレート境界型の大規模な地震 (タイプ I )	応答スペクトルの設定	I 種地盤 (0.2 > TG) II 種地盤 (0.6 > TG ≥ 0.2) III 種地盤 (TG ≥ 0.6) ※TG: 地盤の基本固有周期 (s)	補正係数あり	動的解析 静的解析	・1923年関東地震に東京付周辺で生じたと推定された地震動レベル ・2011年東北地方太平洋沖地震 ・北海道の太平洋沖の地震及びその連動 ・東海・東南海・南海・日向灘地震とその連動 ・1995年兵庫県南部地震 ・2016年熊本地震 ・2004年新潟県中越地震等
				内陸直下型地震 (タイプ II )	応答スペクトルの設定	※TG: 地盤の基本固有周期 (s)	補正係数あり			
②	港湾施設	港湾の施設の技術上の基準・同解説	【レベル2地震動】 当該地点で生じると推定される最大級の強さを持つ地震動	【偶発作用 (レベル2地震動、等) に対する要求性能】 ・施設の発揮すべき機能や重要度に応じて、使用性、修復性、安全性のいずれかの性能を選択 ・使用性: 想定される作用に対して損傷が生じないか、または損傷の程度がわずかな修復により速やかに所要の機能が発揮できる範囲に留まる ・修復性: 想定される作用に対して損傷の程度が、軽微な修復により短期間のうちに所要の機能が発揮できる範囲に留まる ・安全性: 想定される作用に対してある程度の損傷が発生するものの、損傷の程度が施設として致命的とならず、人命等の安全確保に重大な影響が生じない範囲	以下の地震を考慮して地震を選定 ・過去に大きな被害をもたらした地震の再来 ・活断層の活動による地震 ・地震学的あるいは地質学的観点から発生が懸念されるその他の地震 ・国の機関の想定地震 ・地域防災計画の想定地震 ・M6.5の直下地震	強震動波形計算 ・修正経験的グリーン関数法 ・経験的グリーン関数法	工学的基盤 ・岩盤 ・標準貫入試験値が50以上の砂質土層 ・一軸圧縮強さが650kN/m <sup>2</sup> 以上の粘性土層 ・せん断波速度が300m/s以上の土層	(記載なし)	動的解析 静的解析	埋設パイプラインや沈埋トンネルなどのように比較的延長の大きい施設では、地震動の空間的変動を適切に考慮する
③	鉄道構造物	鉄道構造物等設計標準・同解説	【設計地震動: L2地震動】 建設地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動として、活断層の調査および対象地震の選定に基づき、震源となる活断層と建設地点を特定して、地震動の算定により設定	【安全性 (構造物としての安全性)】 ・L2地震動に対して、構造物の全体系が破壊しない	過去の地震に関する地震学的情報や、活断層等の地質学的情報と構造物の動特性等を総合的に考慮した上で選定 ・過去の被害地震 (2011年東北地方太平洋沖地震など) ・活断層による地震	地震動予測手法 ・半経験的方法 (最も適用性が高い)	・せん断波速度0.4km/s以上の比較的強固な連続地層 ・上層とのせん断波速度の差が十分に大きく下層との差が小さい	(記載なし)	動的解析 (静的解析も可)	震源断層の破壊過程等に多くの不確定要因が含まれるため、不確定性やばらつきをすべて包含する形で安全性が確保されることが望ましい  下限地震動 非超過確率90%で包絡した地震動レベル
					伏在断層による地震 (M6.5、直下)	応答スペクトルの設定	せん断波速度0.4km/s程度の基盤面	考慮しない		
					【詳細な検討を必要としない場合】	応答スペクトルの設定	せん断波速度0.4km/s程度の基盤面	考慮しない		
④	水道施設	水道施設耐震工法指針・解説	【入力地震動: 地震動レベル2】 発生確率は低いが大規模な地震動レベル	【重要度ランクA】 ・人命に重大な影響を与えないこと ・個々の施設に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること 【重要度ランクB】 ・個々の施設には構造的損傷があっても、水道システム全体としての機能を保てること ・早期の復旧が可能なこと	(記載なし)	震源断層を想定した地震動評価手法 ・経験的手法 ・半経験的手法 ・ハイブリッド法	地表面 工学的基盤面	(記載なし)	動的解析 静的解析	震度法、応答変位法、動的解析による照査のうち、動的解析の場合 1995年兵庫県南部地震において近傍の観測記録の非超過確率90%および70%に該当するレベル
					同じ地盤条件の震度6強～震度7の記録	地表面	(記載なし)			
					応答スペクトルの設定 (1997年版指針)	I 種地盤 (0.2 > TG) II 種地盤 (0.6 > TG ≥ 0.2) III 種地盤 (TG ≥ 0.6) ※TG: 地盤の固有周期 (s)	地域別補正係数			
⑤	ダム	大規模地震に対するダム耐震性能照査指針 (案)	【レベル2地震動】 ダム地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動	・地震時に損傷が生じたとしても、ダムの貯水機能が維持されるとともに、生じた損傷が修復可能な範囲にとどまること ・貯機能が維持されることは、制御できない貯水の流出が生じないこと ・修復可能な範囲にとどまることは、適用可能な技術でかつ妥当な経費および気乾の範囲でダムの継続使用を可能とする範囲にとどまること	あらかじめダム地点周辺において過去に発生した地震に関する情報や周辺に分布する活断層やプレート境界等の情報について文献資料等により十分な調査を行い、その結果に基づき、当該ダムにも大きな影響を及ぼす可能性のある地震を選定	想定地震による地震動推定 ・距離減衰式 ・半経験的手法 ・理論的手法 ダム地点またはその近傍で過去に実際に観測された大の地震動 照査用下限加速度応答スペクトルを有する地震動	ダムの堤体と接する部分の基礎地盤	(記載なし)	動的解析	(特になし)  (特になし)  活断層が地表面に現れていない場合を想定
⑥	鉱業工作物	鉱業上使用する工作物等の技術指針を定める省令の技術指針 (内規)	【レベル2地震動】 最も大きな影響を及ぼす可能性のある地震動	下流の重要構造物等に重大な被害を生じさせないこととし、そのような被害に至らない集積場の滑りや変形を許容する範囲	過去に発生した地震に関する情報や周辺に分布する活断層やプレート境界等の情報について、文献資料等により十分な調査を行い、その結果に基づき最も大きな影響を及ぼす可能性のある内陸型及び海洋型の双方について検討	経験的手法など	(記載なし)	(記載なし)	動的解析	以下の要件の全てを満たす集積場 ・基礎堤より高く積まれた内盛り式スライム集積所 ・浸潤水位が集積面より10mで浅又は飽和状態にある集積場 ・集積量が5万m <sup>3</sup> 以上の集積場 フィルダムや河川堤防等の土木構造物の分野で用いられている、レベル2地震動に対する耐震評価手法を参照しつつ評価
⑦	超高層建築物	建築基準法施行令第81号・平成12年建設省告示第1461号 (超高層建築物の構造計算)	【建築物に作用する地震動】 極めて稀に発生する地震動	建築物が倒壊、崩壊等しないことを確かめる	(記載なし)	応答スペクトルの設定 敷地の周辺における断層、震源からの距離その他地震動に対する影響及び建築物への効果を適切に考慮して定める地震動	せん断波速度0.4km/s以上の解放工学的基盤	補正係数あり  (記載なし)	動的解析	継続時間は60秒以上

表2-1(2) サイトスペシフィックによる耐震設計規定の調査概要

番号	分野	耐震設計基準等	対象地震動	構造物の要求性能	対象地震	地震動評価手法	地震動設定位置	地域係数	耐震設計法	特記事項	
⑧	超高層建築物等 (免震構造を含む)	超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について	【建築物に作用する地震動】 極めて稀に発生する地震動に追加する長周期地震動	【新築の場合】 ・建築物が倒壊、崩壊等しないことを確かめる ・家具の転倒・移動防止対策に対する設計上の措置 ・長時間の繰返しの累積変形の影響を考慮した安全性の検証 【既存の場合】 ・必要に応じて、新築の場合と同等の安全性の検証及び補強等の措置を講じることが望ましい	南海トラフ沿いの巨大地震(M8~9クラス)	応答スペクトルの設定 (経験的手法に基づいて設定)  基盤振動と策定手法と同等以上に適切に建設地で発生すると想定される長周期地震動を推定できると認められる策定手法	せん断波速度0.4km/s以上の解放工学的基盤	特定地域のみ (関東、静岡、中京、大阪)	動的解析	時刻歴波形も提示	
										0.1~10秒の周期成分を含み、継続時間が500秒以上の地震動	
⑨	LNG地下貯槽	LNG地下貯槽指針	【レベル2地震動】	・基地の外部の人身と設備の安全を損なわない 【躯体の目標性能】 ・液及び数の外部漏洩に対する所定の抵抗性を有する ・変形が残留しても、屋根及びメンブレンの目標性能を損なわない ・地震後に周辺地下水が躯体内に浸透しても、メンブレン及び保冷の目標性能を損なわない 【屋根の目標性能】 ・変形が残留しても、所定の気密性が保持される 【メンブレンの目標性能】 ・変形が残留しても、所定の液密性及び気密性が保持される 【保冷の目標性能】 ・断熱性能が低下しても、気化ガスの安定した処理が可能である ・変形が残留しても、メンブレンの目標性能を損なわない 【盛土の目標性能】 ・変形が生じても崩壊せず、躯体に有害な影響を与えず、液の流出を防止できる	当該貯槽を建設する位置近傍に大きな地震動を与える可能性のある活断層が存在する、あるいは不明と判断される場合 当該貯槽を建設する位置近傍に大きな地震動を与える可能性のある活断層が存在しない場合	・当該活断層に関する情報を用いた断層解析(断層モデルによる方法) (以下の方法でも可) ・経験的手法 ・半経験的手法(経験的グリーン関数法)	工学的基盤	地域別に算定 (応答スペクトルを設定する場合)	準動的解析 (応答スペクトル法) 動的解析	時刻歴波形に用いる入力地震波は、既往の地震の観測記録の位相を用いて加速度応答スペクトルに適合した模擬地震波を用いても良い。	
					当該貯槽を建設する位置近傍に大きな地震動を与える可能性のある活断層が存在する場合					・当該活断層に関する情報を用いた断層解析(断層モデルによる方法) (以下の方法でも可) ・応答スペクトルの設定 ・経験的手法 ・半経験的手法(経験的グリーン関数法)	地域別に算定 (応答スペクトルを設定する場合)
⑩	ガス製造設備	製造設備等耐震設計指針	【レベル2地震動】	塔槽類等、配管系及びその基礎が保有すべき耐震性能は、レベル2地震動に係る設計地震動及び地盤の液状化に対し、変形等が残留しても当該設備内のガスの気密性が保持されること	(記載なし)	・震度、加速度 ・速度応答スペクトル	第1種地盤: 第3紀以前の地盤 第2種地盤: 洪積層地盤 第3種地盤: 第1種、第2種及び第3種地盤以外の地盤 第4種地盤: 埋土又は沖積層の厚さが25m以上の地盤	地域係数 地域特性係数	静的解析	(特になし)	
					設備が設置されている地点近傍に大きな地震動を生じさせる可能性のある活断層が存在すると判定される場合					・当該活断層に関する情報を用いた断層解析(断層モデルによる方法)、ただしM6.5程度の直下地震による地震動の大きさを下回らない	(記載なし)
⑪	LNG地下タンク	LNG地下タンク躯体の構造性能照査指針	【レベル2地震動】 供用期間中の発生確率を考慮して当該地点に強い地震動を生じる可能性のある想定地震に対して評価した地震動	【耐震性能2(レベル2L)】 ・基地内外の人身と設備の安全を損なわない ・基地外の日常活動が制約されるような危険を生じない ・発電・ガス製造機能に重大な支障を与えない ・耐久性の著しい低下はない 【耐震性能3(レベル2H)】 ・基地外の人身安全を損なわない ・基地内の人身安全に重大な影響を与えない ・基地外の日常活動が長期に制約されるような直接的な危険を生じない ・発電・ガス製造機能への支障は除去することが可能 ・耐久性の著しい低下はない	プレート境界を震源とする巨大地震 地点近傍の活断層に起因する地震	加速度応答スペクトルに適合する地震波	基盤面	地点補正係数	準動的解析 動的解析	・レベル2地震動を、不確実性を考慮して、予測される平均的な地震動の大きさをレベル2L地震動、平均±標準偏差の地震動の大きさをレベル2H地震動とする考え方もある。 ・確率論的手法による地震動との関係を考慮	
					当該地点の地震観測記録(経験的手法や経験的グリーン関数法で評価してもよい)	(記載なし)					(記載なし)
⑫	消防施設	危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示(総務省)消防関係法令 自治省告示第99号	【設計水平震度】	(不明)	(記載なし)	応答スペクトルの設定 (長周期地震動を踏まえた補正係数を考慮)	一種地盤: 第三紀以前の地盤(岩盤)又は岩盤までの洪積層の厚さが10m未満の地盤 二種地盤: 岩盤までの洪積層の厚さが10m以上の地盤又は岩盤までの沖積層の厚さが10m未満の地盤 三種地盤: 岩盤までの沖積層の厚さが10m以上25m未満であつて、かつ、耐震設計上支持力を無視する必要があると認められる土層の厚さが5m未満の地盤 四種地盤: その他の地盤	地域別補正係数	静的解析	特定屋外貯蔵タンクの場合	
⑬	原子力発電所	原子力発電所耐震設計技術指針 JEA4601-2015	【基準地震動】 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的知見から施設の供用期間中に施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定する地震動	【Sクラス】 ・基準地震動による地震力に対してその安全機能が維持できる ・弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐える 【Bクラス、Cクラス】 ・静的地震力に耐える	震源を特定して策定する地震動	経験的な方法 断層モデルによる手法 ・経験的グリーン関数法 or 統計的グリーン関数法 ・ハイブリッド法で妥当性検討	地震基盤からせん断波速度0.7km/s程度までの解放基盤表面	(記載なし)	動的解析 (静的地震力も別途考慮)	工学的判断により不確かさを適切に考慮	
					震源を特定せず策定する地震動					応答スペクトルの設定	工学的判断により不確かさを適切に考慮
											最新の知見に照らし合わせて地震動レベルの妥当性を個別に確認

## 第Ⅲ章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化

### (その2：地震動予測の例示)



## 1. 検討概要

耐震告示の性能規定化を踏まえ、今後のサイトスペシフィックの設計方法の明確化を検討するため、地震動予測の例示を行った。コンビナート地区を対象にし、地域特性の差異を確認するため、関西地区、中部地区、関東地区の3地点において地震動予測を行い、種々の地震動予測手法に従って設計用地震動を計算、例示した。求めた設計用地震動のうちの1波は、次章「第IV章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その3：耐震設計の例示）」で適用する。

なお、本検討は次節2.に示す検討条件下での一例示であり、高圧ガス設備の実際の耐震設計に当たっては、各サイト毎の条件に応じて設計用地震動を適切に計算する必要がある。

## 2. 検討条件

地震動予測の例示に関する主な検討条件は、以下のとおりである。検討ケースを表2-1に示す。

- ①地震動予測手法として、経験的手法（距離減衰式）、半経験的手法（経験的・統計的グリーン関数法による半経験的手法）、ハイブリッド法（半経験的手法+理論的手法）を適用する。
- ②対象地点は、関西地区、中部地区、関東地区からそれぞれコンビナート地区（堺・高石地区、四日市地区、京浜地区）とし、経験的グリーン関数による波形合成法を適用するため、コンビナート地区近傍の地震観測地点（防災科学技術研究所のK-NET観測点）を対象地点とする。
- ③対象地震は、プレート境界地震、プレート内地震、陸域活断層地震を基本とする。陸域活断層地震は、地震が発生した場合に対象地点に最も影響の大きい活断層を対象とする。
- ④伏在断層地震に対する検討は、経験的手法（距離減衰式）を適用し、堺・高石地区の1地点に対して実施する。M6.5を想定し、対象地点周辺のある範囲（断層の大きさ等から判断）に一樣に断層を配置して地震動を計算し、地震動のレベル（上位5%、25%等）を提示する。
- ⑤地震動は、基本的に工学的基盤における地震動として予測、計算する。経験的グリーン関数による波形合成法については、適用する地震観測記録は地表であるため、工学的基盤に引き戻す必要がある。この場合、表層地盤モデルは防災科学技術研究所からの公表地盤モデルを用いることとし、その下層に $V_s=0.4\text{km/s}$ の工学的基盤があると仮定した仮想地盤として引き戻し計算を行う。また、減衰定数は一律2%とする。なお、実際には地震観測点の地盤調査を行い、 $V_s=0.4\text{km/s}$ 相当の工学的基盤の深さやその深さまでの地盤構造等を確認する必要がある。

表 2-1 検討ケース

対象地点	経験的手法	半経験的手法		ハイブリッド法
		経験的グリーン関数による波形合成法	統計的グリーン関数による波形合成法	
コンビナート地区 (地震観測地点)	距離減衰式	経験的グリーン関数による波形合成法	統計的グリーン関数による波形合成法	半経験的手法 + 理論的手法
堺・高石地区	○●△▲	○●△	—	○△ ・三次元差分法
四日市地区	○●△	○●△	△ ・経験的 G 法と比較	—
京浜地区	○●△	○●	△	—

注) ○：プレート境界地震、●：プレート内地震、△：陸域活断層地震、▲：伏在断層地震

### 3. 堺・高石地区の地震動予測の例示

#### 3.1 地震動評価地点

地震動評価地点は、対象地点（堺・高石）の近傍の地震観測点とする。具体的には、防災科学技術研究所の K-NET 観測点 OSK006（K-NET 堺）とする。OSK006 の位置は、大阪府堺市堺区山本町 4-7（三宝公園内）で、東経 135.4710、北緯 34.5894（世界測地系）である。地震動評価地点（OSK006）の位置を図 3-1 に示す。

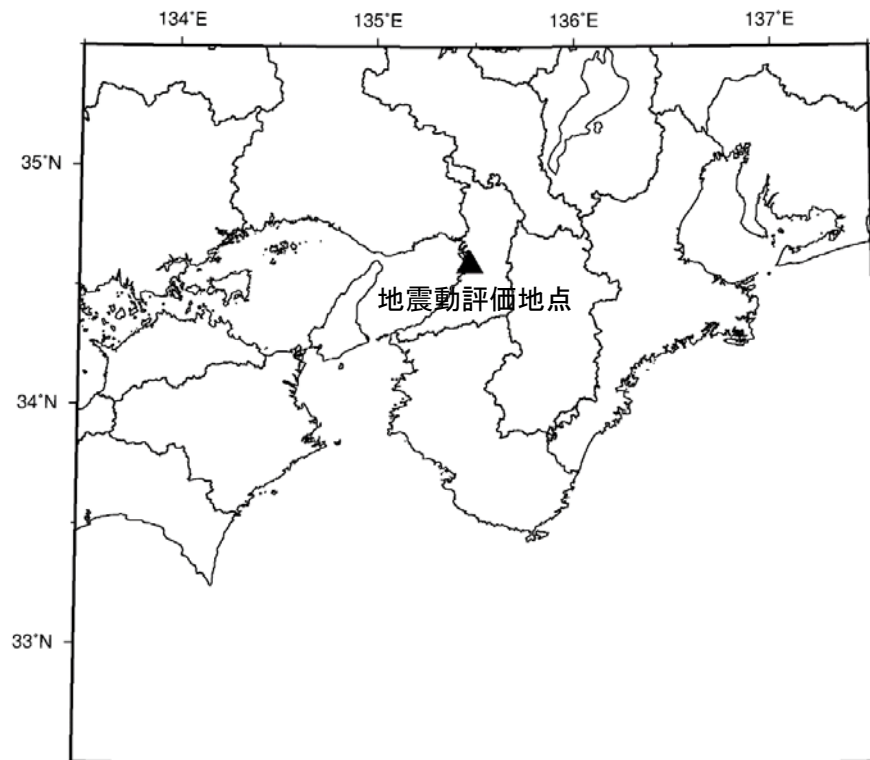


図 3-1 地震動評価地点（OSK006）

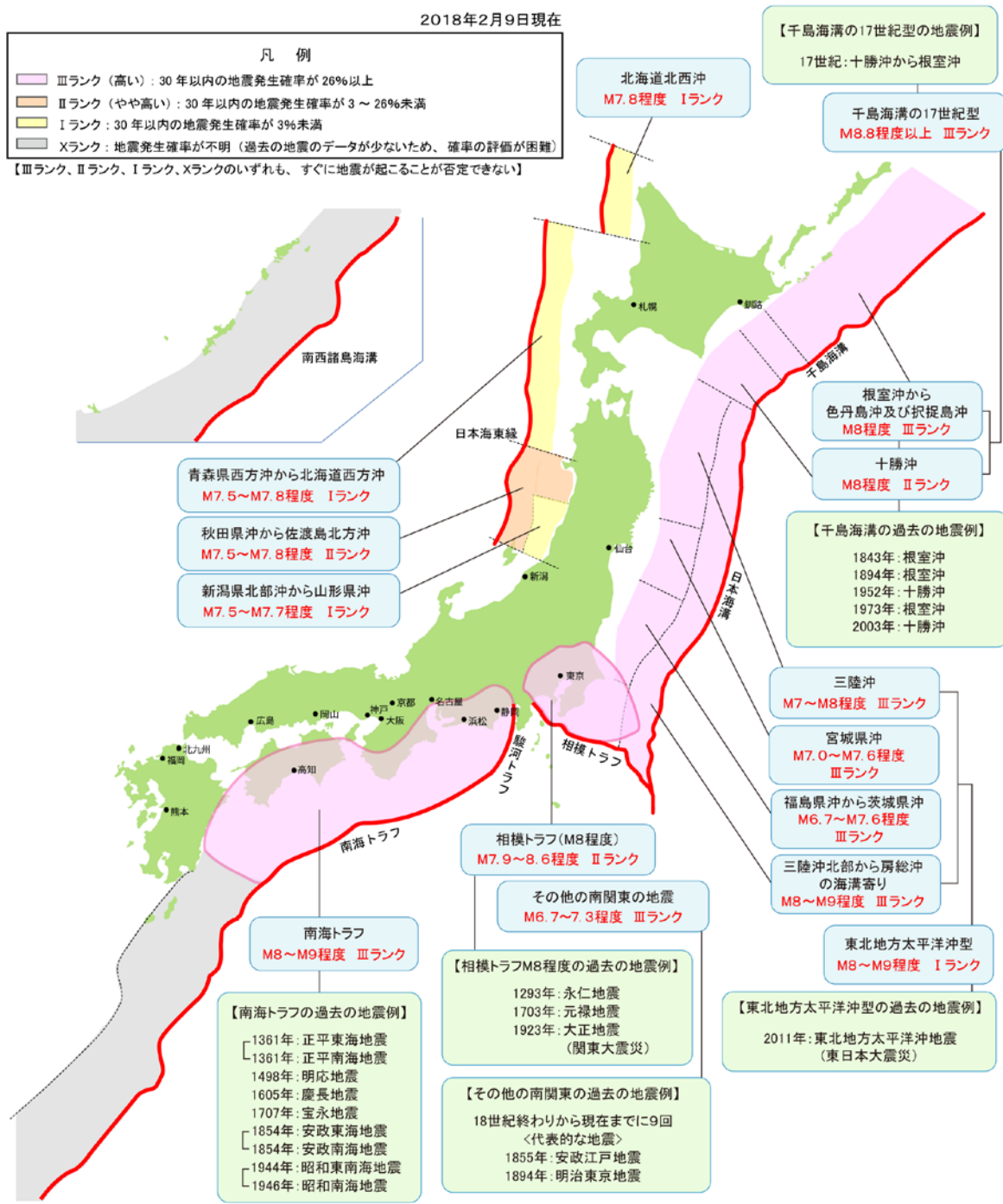
### 3.2 想定地震の設定

地震動評価地点における想定地震を、プレート境界地震、プレート内地震、陸域活断層地震の3つの地震タイプ別に設定する。地震調査研究推進本部で長期評価された海溝型地震および主要活断層帯の位置を図3-2および図3-3にそれぞれ示す。

プレート境界地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きいフィリピン海プレートのプレート境界で発生する南海トラフの地震（南海トラフの地震とよぶ）とする。

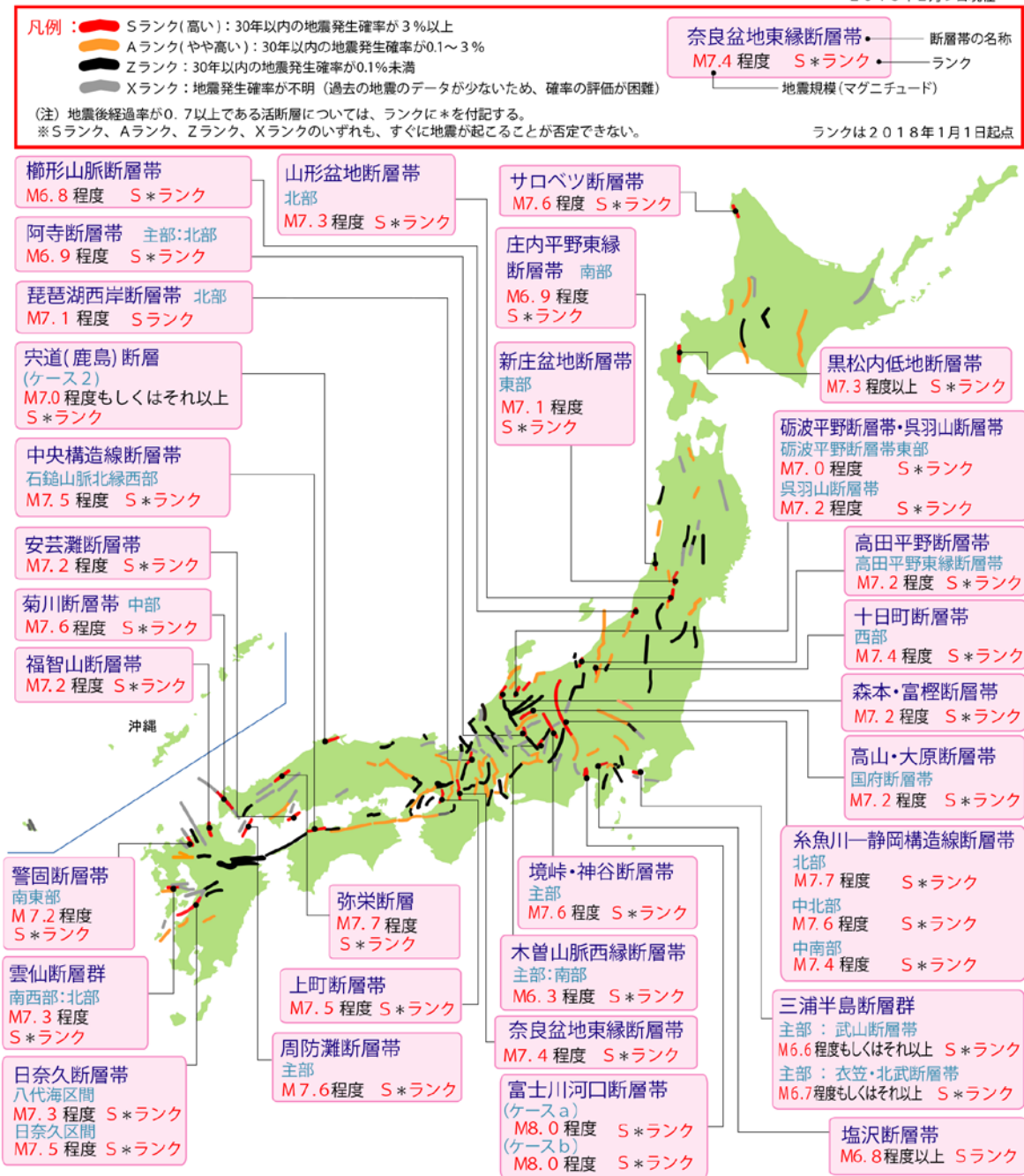
プレート内地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きいフィリピン海プレートのプレート内で発生する地震（フィリピン海プレートのプレート内地震とよぶ）とする。

陸域活断層地震の想定地震は、地震動評価地点の周辺の活断層のうち、最も影響の大きい地震を選定した。まず、地表の活断層の位置と地震規模（気象庁マグニチュード）を、地震調査研究推進本部による活断層の長期評価に基づいてモデル化した。このとき、モーメントマグニチュード  $M_w$  は、武村(1990)に基づいて気象庁マグニチュード  $M_j$  より算定した ( $M_w=0.78M_j+1.08$ )。つぎに、既往の地震動予測式として、司・翠川(1999)を用いて地震動評価地点の地震動の最大値を算定した。司・翠川(1999)式は、地表の最大加速度および工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度が算定されるが、ここでは最大加速度を  $1/1.4$  倍した岩盤相当の最大加速度と、工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度を地震動の最大値とした。検討対象としたのは、地震動評価地点に近い上町断層帯、六甲・淡路断層帯主部、大阪湾断層帯、有馬-高槻断層帯の4つの活断層とした。地震動評価地点と周辺の活断層の位置を図3-4に示す。また、地震動評価地点で算定した地震動の最大値を表3-1に示す。表より、地震動評価地点に最も影響の大きい活断層は上町断層帯であり、上町断層帯に発生する地震を陸域活断層地震の想定地震（上町断層帯に発生する地震とよぶ）とする。



○ ランク分けに関わらず、日本ではどの場所においても、地震による強い揺れに見舞われるおそれがあります。

図 3-2 地震調査研究推進本部によって長期評価された海溝型地震  
([https://www.jishin.go.jp/evaluation/long\\_term\\_evaluation/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/))



○ ランク分けに関わらず、日本ではどの場所においても、地震による強い揺れに見舞われるおそれがあります。

図 3-3 地震調査研究推進本部によって長期評価された主要活断層帯  
 (https://www.jishin.go.jp/evaluation/long\_term\_evaluation/)

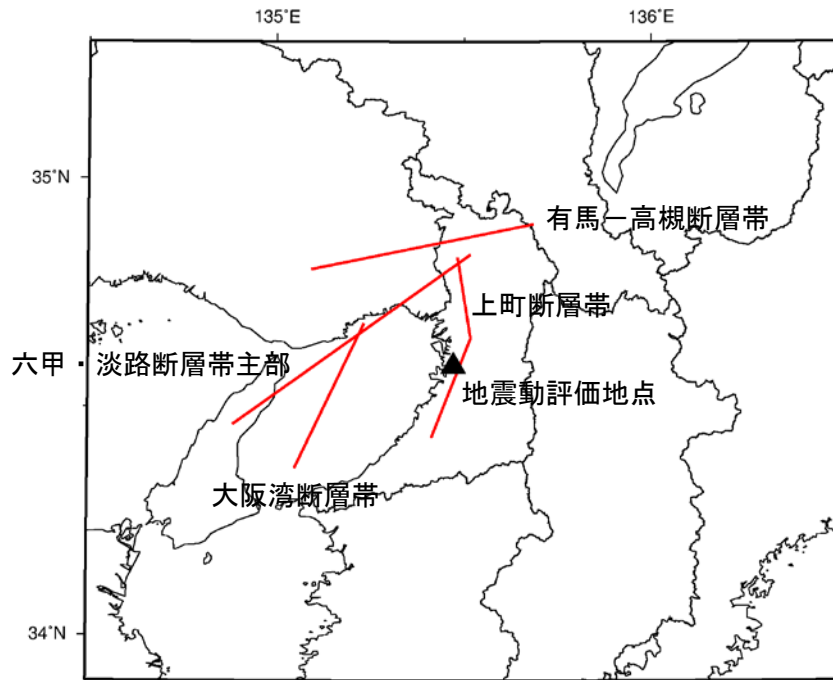


図 3-4 地震動評価地点と周辺の活断層の位置

表 3-1 地震動評価地点で算定した活断層による地震動の最大値の一覧

断層	$M_J$	$M_w$	最短距離 (km)	上端深さ (km)	中心深さ (km)	岩盤 最大加速度 (cm/s/s)	工学的基盤 最大速度 (cm/s)
上町断層帯	7.5	6.9	1.4	0	7.5	517.3	58.8
六甲・淡路断層帯	7.9	7.2	19.6	0	7.5	262.6	24.4
大阪湾断層帯	7.5	6.9	24.2	0	7.5	188.2	15.3
有馬-高槻断層帯	7.7	7.1	39.6	0	7.5	143.1	12.1

※ $M_w=0.78M_J+1.08$ とした。岩盤最大加速度は司・翠川(1999)式より算定される値の1/1.4倍とした。

### 3.3 想定地震の断層モデルの設定

前項で設定した想定地震に対して、断層モデルを設定する。

#### (1) 南海トラフの地震

地震調査研究推進本部による南海トラフの地震の長期評価では、1707年宝永地震、1854年安政東海地震、1854年安政南海地震、1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震などの、過去に発生した地震から、マグニチュード9クラスの地震までが含まれている。また、防災対策のための地震被害想定として、中央防災会議(2003)では宝永地震タイプの地震を、内閣府(2012)ではマグニチュード9クラスの地震の地震動を評価している。一方、長周期地震動対策として、国土交通省(2016)では宝永地震タイプの地震に対する地震動評価を行っている。本検討では、耐震設計という観点から、過去に発生した地震のなかで最も地震規模の大きい宝永地震タイプを南海トラフの地震として想定し、その断層モデルを設定する。

宝永地震タイプを対象とした断層モデルとして、中央防災会議(2003)、国土交通省(2016)、および宮腰・他(2018)がある。中央防災会議(2003)は防災対策のための断層モデルで、プレート境界の深度などが最新の知見のものではない。国土交通省(2016)は、プレート境界の深度などの最新の知見は反映しているが、経験的手法で用いるためのモデルであり、半経験的手法では用いられていない。宮腰・他(2018)は、愛知県設計用入力地震動研究協議会において建築物の設計用地震動の作成のための断層モデルで、本検討の目的に合致する。本検討では、南海トラフの地震の断層モデルとして、宮腰・他(2018)による断層モデルを用いることとし、図 3-5 および表 3-2 に断層モデルと断層パラメータを示す。

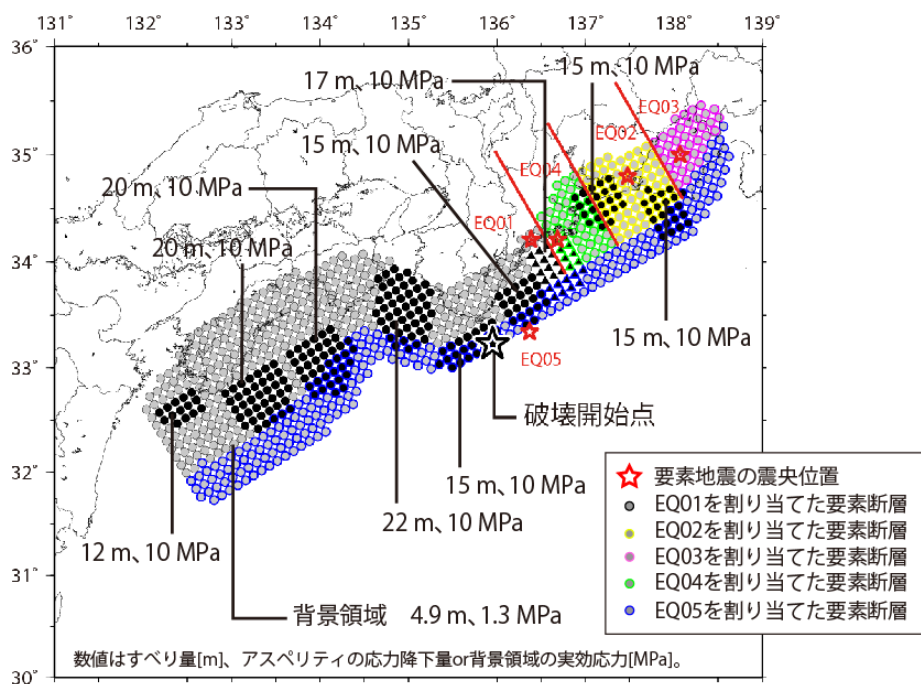


図 3-5 南海トラフの地震（宝永地震タイプ）の断層モデルと断層パラメータ（宮腰・他，2018）

表 3-2 南海トラフの地震（宝永地震タイプ）の断層パラメータ（宮腰・他，2018）

断層面積	地震 モーメント	平均 応力低下量	短周期 レベル	アスペリティの 面積	アスペリティの 応力低下量	アスペリティの 平均すべり量	背景領域の すべり量	背景領域の 実効応力
S	$M_0$	$\Delta\sigma$	A	$S_{asp}$	$\Delta\sigma_{asp}$	$D_{asp}$	$D_{back}$	$\sigma_{back}$
[km <sup>2</sup> ]	[Nm]	[MPa]	[dyne*cm/s <sup>2</sup> ]	[km <sup>2</sup> ]	[MPa]	[m]	[m]	[MPa]
短周期レベルを内陸地震の式の1倍にした場合								
83772	3.05E+22	3.07	1.66E+20	25753	10.0	17.8	4.9	1.3

※ $\mu=4.10 \times 10^{10}$ [N/m<sup>2</sup>]、 $\beta=3.82$ [km/s]とした。



## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

フィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデルのパラメータは、新井・他(2015)に基づいて設定する。新井・他(2015)に基づくプレート内地震の特性化震源モデルの設定手順を図 3-6 に示す。図より、地震モーメント（または地震規模）およびアスペリティの位置を設定することで、断層モデルのパラメータを設定することができる。

地震規模は、地震調査研究推進本部の確率論的地震動予測地図 2017 年版に基づいて、地震動評価地点に近い南海トラフの領域におけるフィリピン海プレートのプレート内地震の最大規模と同じ気象庁マグニチュード  $M_J8.0$  とした。本検討では、気象庁マグニチュードとモーメントマグニチュードが等しいとし、モーメントマグニチュード  $M_w8.0$  を与条件として、図 3-6 に示す設定手順に従って断層パラメータを設定した。このとき、震源域における S 波速度を  $4.0\text{km/s}$ 、密度を  $3.0\text{g/cm}^3$  とした。設定した断層パラメータを表 3-3 に示す。なお、表より巨視的断層面は  $83\text{km}$  四方となるが、 $4\text{km}$  四方の要素断層でモデル化するため、実際の計算に用いる断層モデルは断層長さ  $84\text{km}$ 、断層幅  $84\text{km}$  とした。巨視的断層面の位置は、確率論的地震動予測地図 2017 年版において想定している気象庁マグニチュード  $M_J7.6$  以上の地震の断層面（断層長さ  $80\text{km}$ 、断層幅  $80\text{km}$ 、図 3-7）を参考に、地震動評価地点に近い位置に配置した。アスペリティは、個数を 4 つとし、断層長さ方向は均等に、断層幅方向は中央に配置した。破壊開始点は、アスペリティの東側の下端とした。破壊伝播速度は S 波速度の  $0.72$  倍（Geller, 1976）の  $2.88\text{km/s}$  とした。設定した断層モデルを図 3-8 に示す。

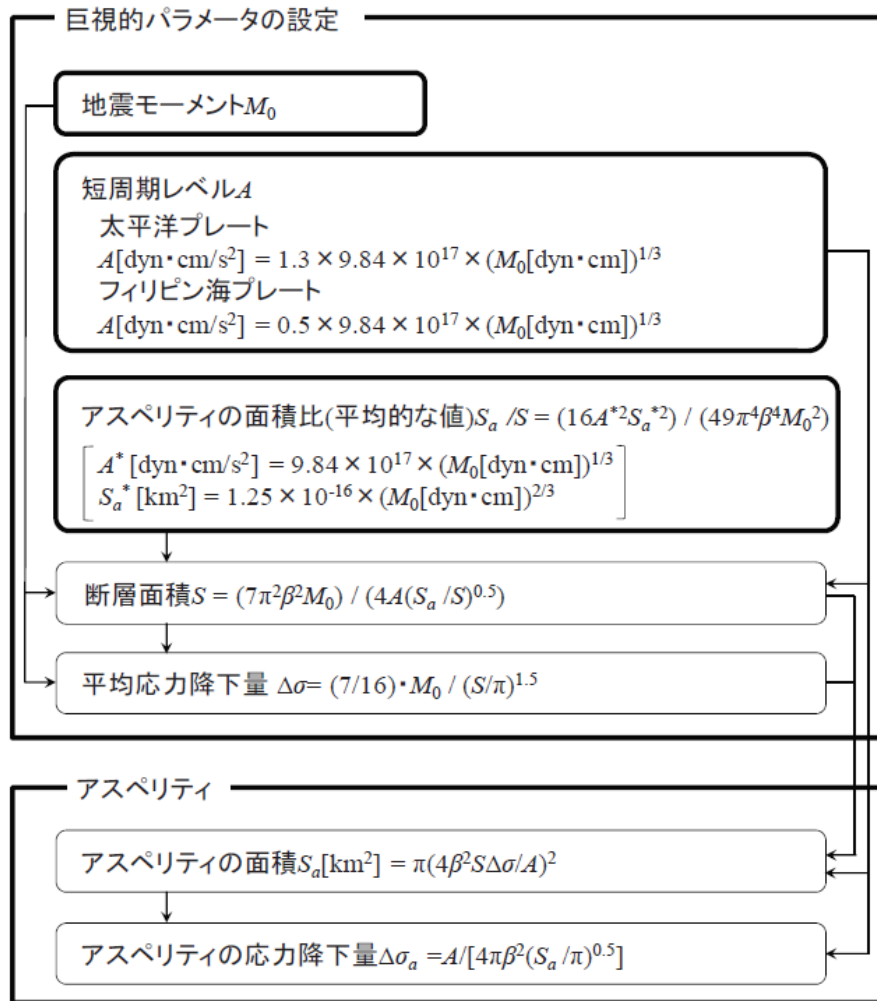


図 16 プレートによる短周期レベルの違いを考慮した  
 スラブ内地震の断層パラメータ設定方法のフロー

図 3-6 プレート内地震の特性化震源モデルの設定手順 (新井・他, 2015)

表 3-3 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E136.853° N33.865°
走向	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	214
傾斜角	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	19
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	16.9
断層長さ	L	km	$L=S^{0.5}$	83
断層幅	W	km	$W=L$	83
断層面積	S	km <sup>2</sup>	$S=(7\pi^2\beta^2M_0)/(4A(Sa/S)^{0.5})$	6829
密度	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	設定	3.00
S波速度	$\beta$	km/s	設定	4.00
剛性率	$\mu$	N/m <sup>2</sup>	$\mu=\rho\beta^2$	4.80E+10
気象庁マグニチュード	$M_J$	-	設定	8.0
モーメントマグニチュード	$M_W$	-	$M_W=M_J$	8.0
地震モーメント	$M_0$	Nm	$M_0=10^{(1.5*M_w+9.1)}$	1.26E+21
短周期レベル(面積比計算用)	$A^*$	Nm/s <sup>2</sup>	$A^*=9.48*10^{10}*(M_0*10^7)^{1/3}$ (笹谷・他, 2006)	2.29E+20
アスペリティ面積(面積比計算用)	$Sa^*$	km <sup>2</sup>	$Sa^*=1.25*10^{-16}*(M_0*10^7)^{2/3}$ (笹谷・他, 2006)	676
短周期レベル(フィリピン海プレート)	A	Nm/s <sup>2</sup>	$A=0.5*A^*$	1.14E+20
平均すべり量	D	m	$D=M_0/(\mu S)$	3.84
応力降下量	$\Delta\sigma$	MPa	$\Delta\sigma=(7/16)M_0/(S/\pi)^{1.5}$	5.43
アスペリティ面積比	$Sa/S$	-	$Sa/S=16*(9.84*1.25*10^7)^2/(49\pi^4\beta^4)$	0.20
破壊伝播速度	$V_r$	km/s	$V_r=0.72\beta$ (Geller,1976)	2.88
Q値	Q	-	川瀬・松尾(2004)	114f <sup>0.69</sup>
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	$S_a$	km <sup>2</sup>	$S_a=(Sa/S)*S$	1353
地震モーメント	$M_{0a}$	Nm	$M_{0a}=\mu Sa D_a$	4.99E+20
応力降下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	$\Delta\sigma_a=(Sa/S)*S$	27.43
平均すべり量	$D_a$	m	$D_a=\gamma_0 D$ ( $\gamma_0=2.0$ )	7.68
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	$S_{ai}$	km <sup>2</sup>	$S_{ai}=Sa/4$	338
地震モーメント	$M_{0ai}$	Nm	$M_{0ai}=M_{0a}/4$	1.25E+20
応力降下量	$\Delta\sigma_{ai}$	MPa	$\Delta\sigma_{ai}=\Delta\sigma_a$	27.4
平均すべり量	$D_{ai}$	m	$D_{ai}=M_{0ai}/(\mu S_{ai})$	7.68
<b>背景領域</b>				
面積	$S_b$	km <sup>2</sup>	$S_b=S-S_a$	5476
地震モーメント	$M_{0b}$	Nm	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	7.60E+20
実効応力	$\sigma\beta$	MPa	$\sigma\beta=(D_b/W_b)(\pi^{0.5}/D_a)*r*\Sigma(r_i/r)^3\Delta\sigma_a$ , $r=(Sa/\pi)^{0.5}$	2.3
平均すべり量	$D_b$	m	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	2.89

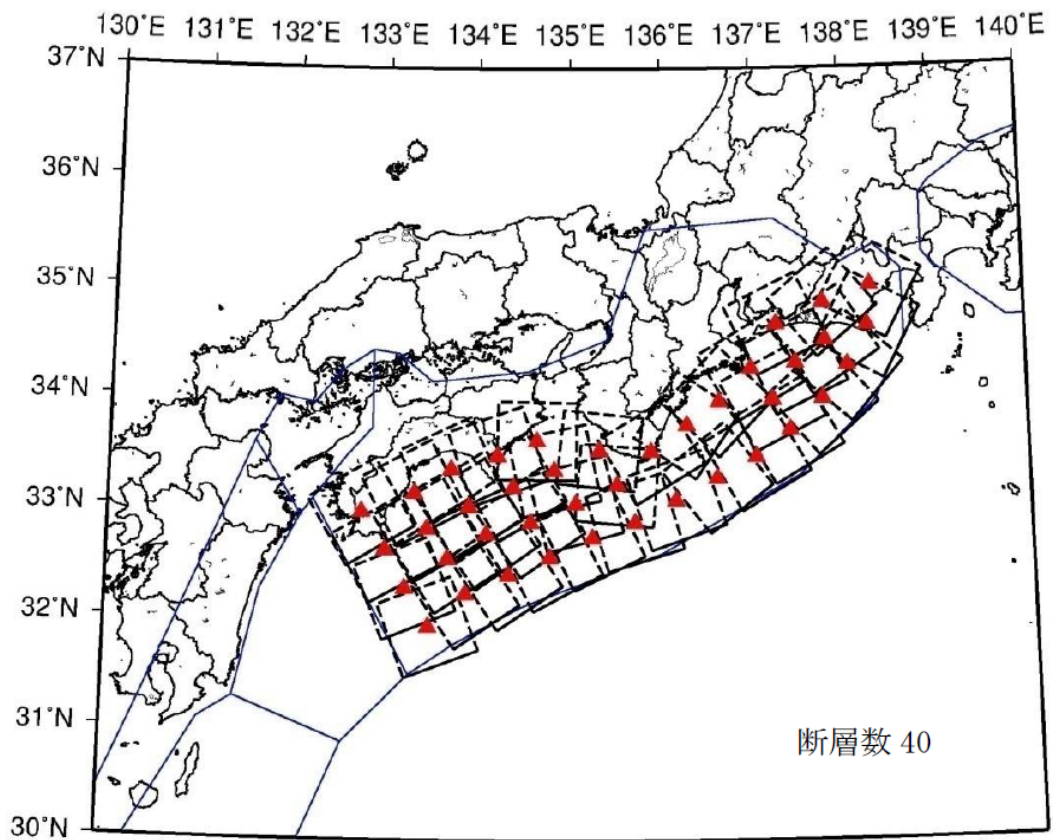


図 5.2.3-11 南海トラフ沿いの  $M \geq 7.6$  の地震の断層面 (▲: 断層中心)  
 (プレート間地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内地震の  
 断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)

図 3-7 地震調査研究推進本部による M7.6 以上の南海トラフの地震の断層面  
 (地震調査研究推進本部, 2014c)

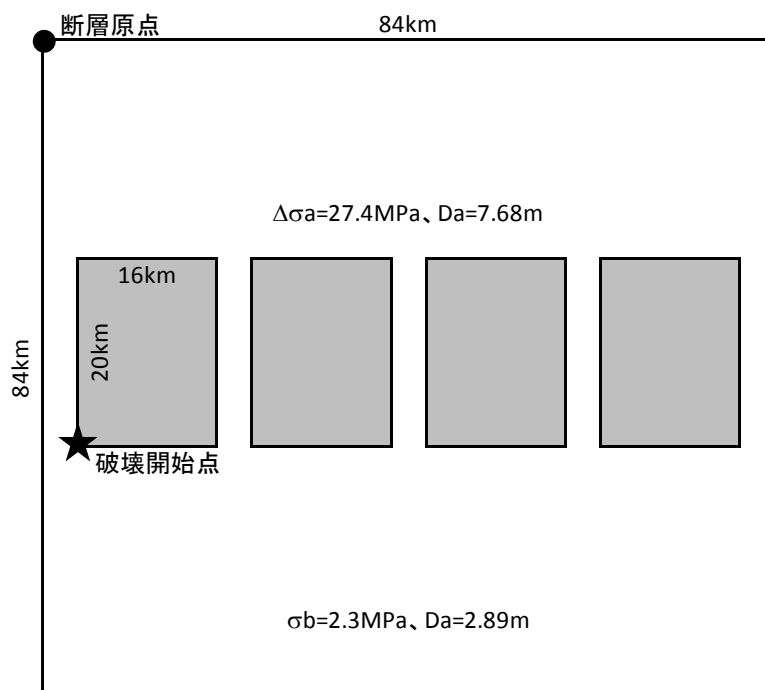
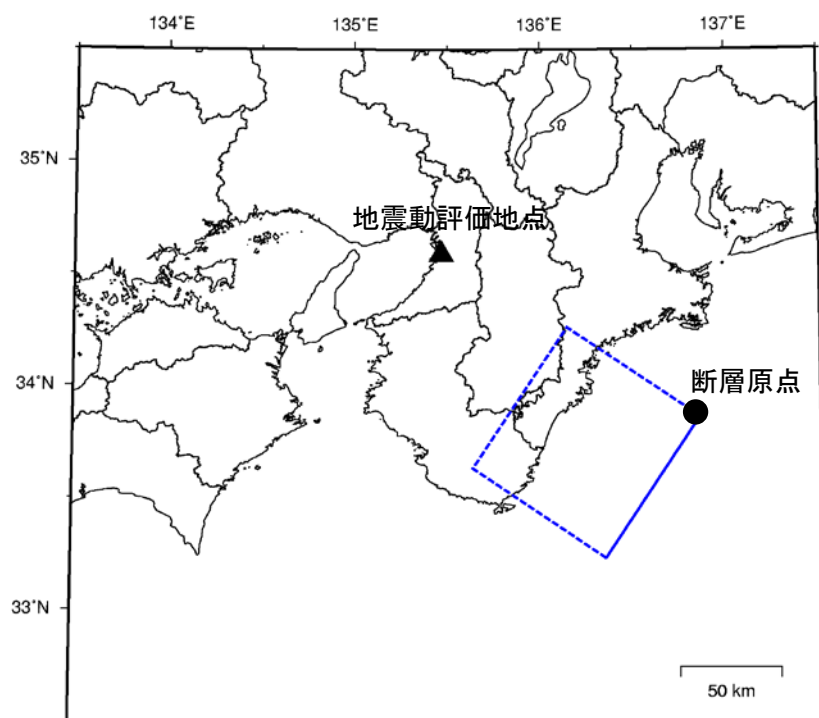


図 3-8 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデル

### (3) 上町断層帯に発生する地震

上町断層帯に発生する地震の断層モデルのパラメータは、壇・他(2015)に基づいて設定する。壇・他(2015)は、長大な逆断層の内陸地震の断層モデルのパラメータの設定方法を提案しているものであり、長大な活断層だけでなく、活断層長さが 50km 程度でも適用可能であるため、本検討で用いることとした。壇・他(2015)による断層パラメータの設定手順を図 3-9 に示す。図より、与条件は、活断層長さ、傾斜角、地震発生層深さである。

上町断層帯の断層モデルに関する既往文献として、上町断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部, 2004b）に基づく断層モデル（地震調査研究推進本部, 2009）と文部科学省・京都大学防災研究所(2013)による断層モデルがある。本検討では、基本的には、文部科学省・京都大学防災研究所(2013)の断層モデルを参考に設定するが、断層モデルが曲面となっていることから、必要に応じて地震調査研究推進本部(2009)も参考に設定することとした。まず、活断層長さおよび傾斜角は、文部科学省・京都大学防災研究所(2013)の断層モデルの断層長さと同じ 48km および傾斜角 60 度とした。地表の活断層の位置については、詳細な位置は異なるが、全体としての位置はそれほど異なることから、地震調査研究推進本部(2009)による屈曲ありの断層モデルを参考に設定する。具体的には、北側と南側の 2 つの矩形断層でモデル化することとして、地表の屈曲点と北側と南側の走行は地震調査研究推進本部(2009)と同じとした。活断層長さは、北側を 20km、南側を 28km とした。地震発生層の上端深さを 2km、震源断層幅を 20km とした。これらを与条件として、図 3-9 に示す設定手順に従って断層パラメータを設定した。このとき、震源域における媒質は、文部科学省・京都大学防災研究所(2013)と同じ、S 波速度を 3.46km/s、密度を 2.7g/cm<sup>3</sup> とした。設定した断層パラメータを表 3-4 に示す。アスペリティは 2 個とし、同じ面積のアスペリティを北側と南側の断層面の中央に 1 つずつ配置した。破壊開始点は、北側のアスペリティの中央下端とした。破壊伝播速度は S 波速度の 0.72 倍（Geller, 1976）の 2.5km/s とした。設定した断層モデルを図 3-10 に示す。

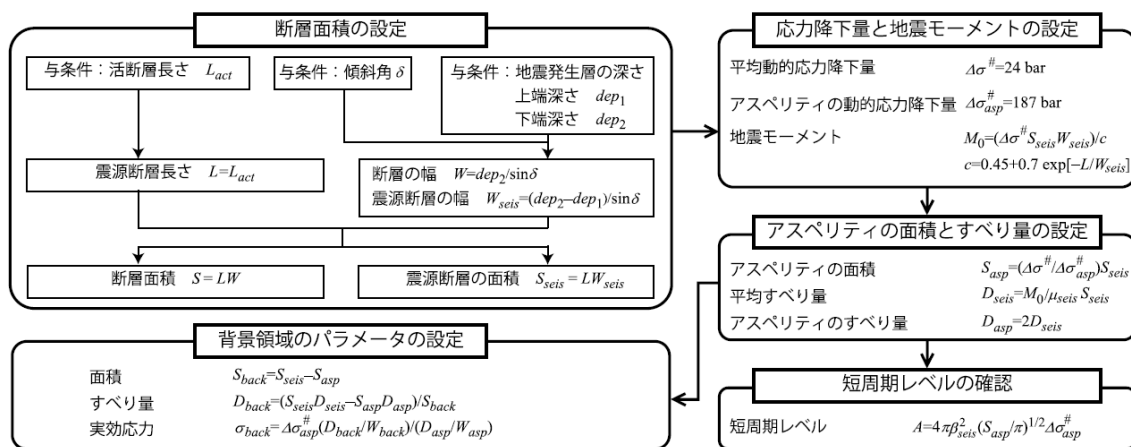


図 5 長大な逆断層による内陸地震の強震動予測用の断層パラメータ算定手順

図 3-9 逆断層の断層モデルのパラメータの設定手順（壇・他, 2015）

表 3-4 設定した上町断層帯に発生する地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E135.529° N34.649°
走向(北断層)	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	350.8
走向(南断層)	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	201.8
傾斜角	-	deg	文科省・京大防災研を参考に設定	60
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	2.00
活断層長さ	Lact	km	文科省・京大防災研を参考に設定	48
震源断層長さ	L	km	文科省・京大防災研を参考に設定	48
断層幅	W	km	文科省・京大防災研を参考に設定	22
震源断層幅	Wseis	km	文科省・京大防災研を参考に設定	20
震源断層面積	Sseis	km <sup>2</sup>	Sseis=L*Wseis	960
密度	ρ	g/cm <sup>3</sup>	文科省・京大防災研を参考に設定	2.70
S波速度	β	km/s	文科省・京大防災研を参考に設定	3.46
剛性率	μ	N/m <sup>2</sup>	μ=ρβ <sup>2</sup>	3.23E+10
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	-	M <sub>w</sub> =(logM <sub>0</sub> -9.1)/1.5	7.2
地震モーメント	M <sub>0</sub>	Nm	M <sub>0</sub> =Δσ#*Sseis*Wseis/c	8.97E+19
形状係数	c	-	c=0.45+0.7*EXP[-L/Wseis]	0.51
短周期レベル	A	Nm/s <sup>2</sup>	A=4*π*β <sup>2</sup> *(Sa/π) <sup>0.5</sup> *Δσa#	1.76E+19
平均すべり量	D	m	D=M <sub>0</sub> /(μS)	2.89
応力降下量	Δσ#	MPa	壇・他(2015)	2.40
アスペリティ面積比	Sa/S	-	Sa/S=Δσ/Δσa	0.13
破壊伝播速度	V <sub>r</sub>	km/s	V <sub>r</sub> =0.72β (Geller,1976)	2.5
Q値	Q	-	川瀬・松尾(2004)	204f <sup>0.65</sup>
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	Sa	km <sup>2</sup>	Sa=(Sa/S)*S	123
地震モーメント	M <sub>0a</sub>	Nm	M <sub>0a</sub> =μSaDa	2.30E+19
応力降下量	Δσa	MPa	壇・他(2015)	18.70
平均すべり量	Da	m	Da=γ <sub>D</sub> D (γ <sub>D</sub> =2.0)	5.78
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	Sai	km <sup>2</sup>	Sai=Sa/2	62
地震モーメント	M <sub>0ai</sub>	Nm	M <sub>0ai</sub> =M <sub>0a</sub> /2	1.15E+19
応力降下量	Δσai	MPa	Δσai=Δσa	18.70
平均すべり量	Dai	m	Dai=M <sub>0ai</sub> /(μSai)	5.78
<b>背景領域</b>				
面積	Sb	km <sup>2</sup>	Sb=S-Sa	837
地震モーメント	M <sub>0b</sub>	Nm	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>	6.67E+19
実効応力	σβ	MPa	σb=(Db/Wb)(π <sup>0.5</sup> /Da)*r*Σ(ri/r) <sup>3</sup> Δσa, r=(Sa/π) <sup>0.5</sup>	5.8
平均すべり量	Db	m	Db=M <sub>0b</sub> /(μSb)	2.47

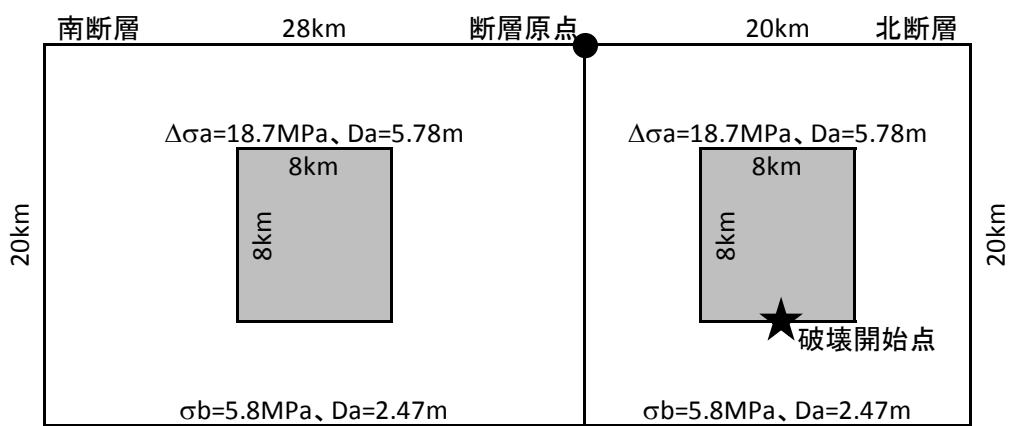
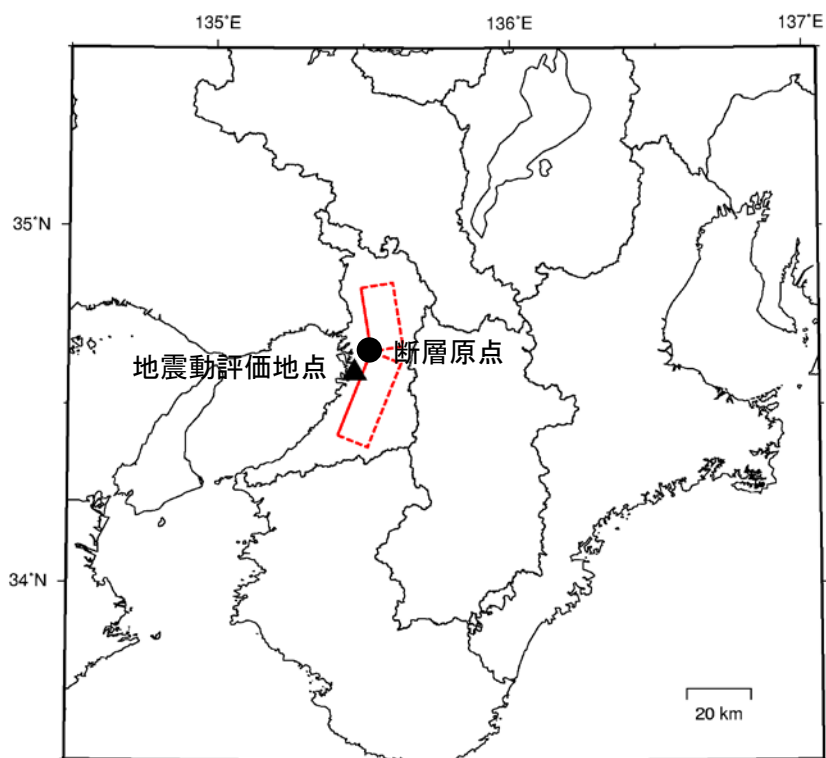


図 3-10 設定した上町断層帯に発生する地震の断層モデル



(4) 伏在断層に発生する地震

伏在断層に発生する地震については、Mw6.5 として断層モデルを設定する。以下に示す Somerville et al.(1999)による Mw と断層面積 S との関係式を用いて、Mw から断層面積を算定し、断層長さ L と断層幅 W が等しいとすると、L=W=20km となる。

$$S[\text{km}^2]=2.23 \times 10^{-15} \times M_0 [\text{dyne-cm}]^{2/3}$$

断層モデルの走向と傾斜角は、地震動評価地点周辺の地震環境を考慮して、上町断層帯に発生する地震の断層モデルを参考に、走向は 0 度、傾斜角は 45 度（東側隆起の逆断層）とした。断層上端深さは 3km とした。

伏在断層に発生する地震の断層モデルは、図 3-11 に示す松島・他(2003)のモデル化を参考に、断層面の中心位置を地震動評価地点の周囲 50km 四方に 5km 間隔で 121 の断層モデルを配置した。

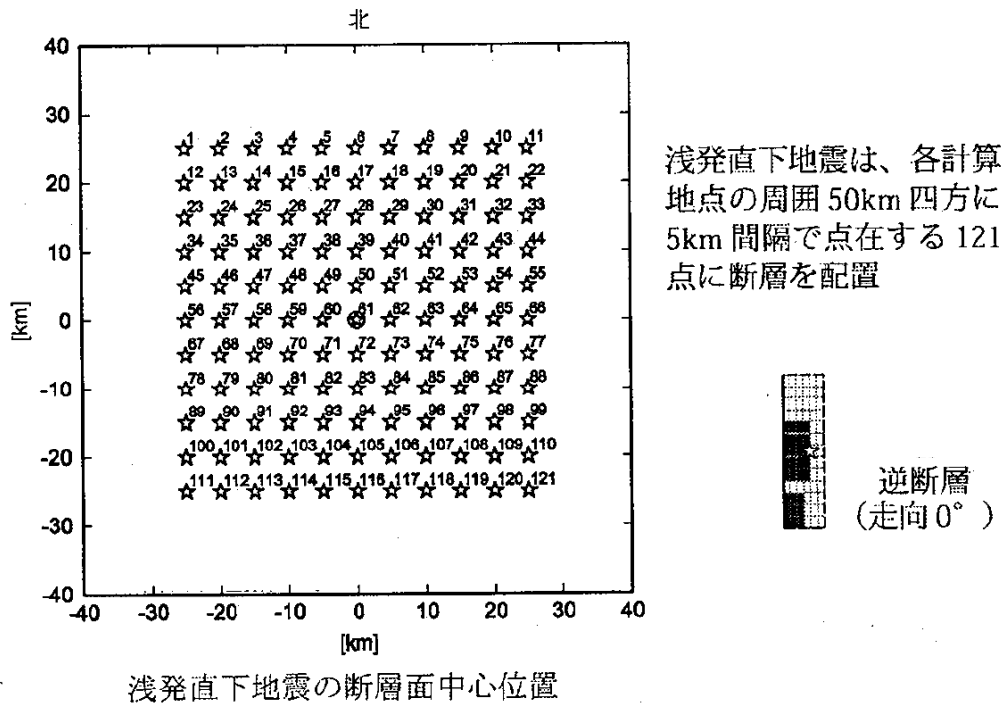


図 3-11 伏在断層に発生する地震の断層モデルの配置（松島・他(2003)を編集）

### 3.4 地震動予測手法

想定地震に対して適用する地震動予測手法を表 3-5 に示す。以下では、各地震動予測手法の概要を示す。

表 3-5 想定地震に対して適用する地震動予測手法

地震タイプ	想定地震	経験的 手法	半経験的 手法	ハイブ リッド法	備考 (要素地震)
プレート間	南海トラフ の地震	○	○ (EGF)	○ (EGF+FDM)	宮腰・他(2018)
プレート内	フィリピン海 プレート	○	○ (EGF)	—	宮腰・他(2018)
陸域活断層	上町断層帯	○	○ (EGF)	○ (EGF+FDM)	活断層周辺の 内陸地震
陸域	伏在断層	○	—	—	

※EGF：経験的グリーン関数法、FDM：三次元差分法

### (1) 経験的手法

経験的手法として、Morikawa and Fujiwara (2013)を用いる。これは、日本全国の多数の地震観測記録を用いて、地震タイプ別に構築された応答スペクトルの地震動予測式である。この地震動予測式は、東北地方太平洋沖地震の観測記録も用いており、マグニチュード9クラスの地震まで適用可能である。Morikawa and Fujiwara (2013)による地震動予測式を以下に示す。

$$\log_{10} Y = a(M - 16)^2 + b_k X - \log_{10}(X + d \times 10^{eM}) + c_k + G + AI + Z$$

$$G = p_s \log_{10}[\min(V_{S30}, V_{S0})/V_0] + p_d \log_{10}[\max(D_{1400}, D_{l0})/D_0]$$

$$AI = \gamma X_{vr}(H - 30)$$

ここで、 $Y$  は最大加速度 PGA、最大速度 PGV または減衰 5%の加速度応答スペクトル  $S_a(h=0.05)$ 、 $X$  は断層最短距離 (km)、 $X_{vr}$  は火山フロントからの距離 (km)、 $M$  はモーメントマグニチュード ( $M$  が 8.2 以上の場合は 8.2)、 $H$  は震源深さ (km)、 $V_{S30}$  は深さ 30m までの平均 S 波速度 (m/s)、 $D_{1400}$  は  $V_s=1400\text{m/s}$  の層上面深さであり、その他は係数である。係数のうち、 $b_k$  と  $c_k$  は地震タイプ別 (内陸地殻内地震、プレート間地震、プレート内地震)、 $\gamma$  は地域別 (東日本と西日本) に求められている。また、 $Z$  はフィリピン海プレートのプレート内地震に対する補正係数 (森川・藤原, 2015) である。なお、後述するが、Morikawa and Fujiwara (2013) では、陸域活断層地震の震源近傍で、かつ深部地盤が深い場合に、周期 1 秒付近が大きくなる傾向がある。

地震動評価地点 (OSK006) の地震動の計算条件は以下の通りとした。地盤条件は、AVS30 を 400 m/s とした。また、 $V_s=1400\text{m/s}$  の層の深さ  $D_{1400}$  は、J-SHIS による深部地盤モデルの地震動評価地点の深さである 1400m とした。なお、フィリピン海プレートのプレート内地震に対しては、森川・藤原(2015)による補正を行う。経験的手法の評価条件として、南海トラフの地震は Mw8.7 および断層最短距離  $X=88.5\text{km}$ 、フィリピン海プレートのプレート内地震は Mw8.0 および断層最短距離  $X=86.3\text{km}$ 、上町断層帯に発生する地震は Mw7.2 および断層最短距離  $X=3.2\text{km}$  とした。

## (2) 半経験的手法

半経験的手法として、中小地震の観測記録を用いた経験的グリーン関数法 (Dan et al., 1989) を用いる。

中小地震の断層パラメータは次のように設定した。南海トラフの地震に用いる中小地震は、宮腰・他(2018)で用いている地震のうち、OSK006で観測記録がある2000年10月31日の地震 ( $M_J5.7$ ) とし、断層パラメータは宮腰・他(2018)による値とした。この地震は、フィリピン海プレートのプレート内地震であるため、媒質補正 (S波速度  $4.41\text{km/s}$ 、密度  $3.2\text{g/cm}^3$   $\Rightarrow$  S波速度  $3.82\text{km/s}$ 、密度  $2.8\text{g/cm}^3$ ) を行ったうえで、地震動を計算する。フィリピン海プレートのプレート内地震に用いる中小地震は、南海トラフの地震で用いた中小地震と同じ2000年10月31日の地震 ( $M_J5.7$ ) とし、断層パラメータは宮腰・他(2018)による値とした。この場合も、媒質補正 (S波速度  $4.41\text{km/s}$ 、密度  $3.2\text{g/cm}^3$   $\Rightarrow$  S波速度  $4.0\text{km/s}$ 、密度  $3.0\text{g/cm}^3$ ) を行ったうえで、地震動を計算する。上町断層帯に発生する地震に用いる中小地震は、上町断層帯の周辺で発生した陸域浅部の地震のうち2013年12月15日の地震 ( $M_J3.8$ ) とした。断層パラメータは、地震モーメントをF-netの値 ( $3.35 \times 10^{14}\text{Nm}$ ) とし、OSK006の観測記録を表現できるように応力降下量を  $15\text{MPa}$  とした。選定した中小地震の震源位置を図3-12に、断層パラメータを表3-6に示す。また、選定した中小地震のOSK006における観測記録 (加速度波形、フーリエ振幅スペクトル、減衰5%擬似速度応答スペクトル) を、2000年10月31日の地震に対して図3-13に、2013年12月15日の地震に対して図3-14に、それぞれ示す。図より、2つの地震の観測記録の長周期側は5秒までは信頼できると判断した。

ここで用いている観測記録は地表であるため、工学的基盤に引き戻すための地盤モデルを設定する。地盤モデルは、防災科学技術研究所から公表されているOSK006の表層20mの地盤モデルの下層に  $V_s=0.4\text{km/s}$  の工学的基盤があると仮定して設定した。また、減衰定数は一律2%とした。本来ならば、地震観測点の地盤調査を行い、 $V_s=0.4\text{km/s}$  相当の工学的基盤の深さやその深さまでの地盤構造等を確認する必要があるが、本検討の目的が地震動予測の例示であることから、仮想地盤として設定した。設定した工学的基盤以浅の地盤モデルを表3-7に示す。

なお、経験的グリーン関数法は、地震動評価地点における地震動特性 (とくに地盤特性や伝播特性) を観測記録に含まれているとして直接反映できる手法であり、深部地盤のモデル化が不要になるなど、現時点では実用的に優れた手法の一つである。したがって、地震動の計算に用いる中小地震の観測記録の選択とその地震の震源パラメータの評価を適切に行うことが重要であり、留意する必要がある。なお、陸域活断層地震の震源近傍では、1995年兵庫県南部地震のように指向性の周期1秒程度のキラーパルスが観測される場合があるが、半経験的手法では用いる中小地震によって評価できない場合があることに注意が必要である。図3-14より、上町断層帯に発生する地震に用いる中小地震の記録は、周期0.3秒付近が卓越しており、周期1秒前後が卓越するような地震ではなく、この特徴が想定地震の地震動評価にも影響を与えると考えられる。

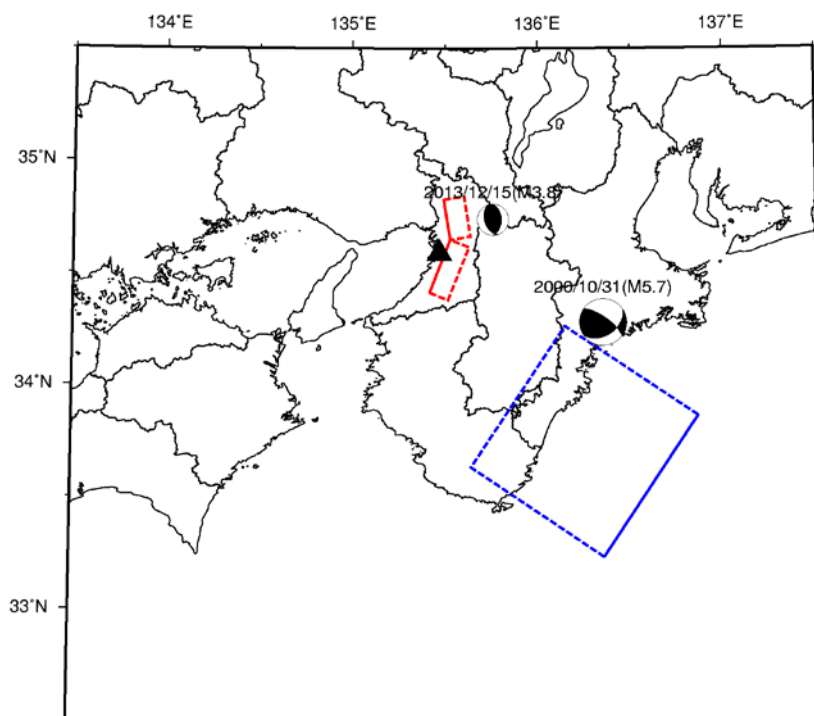


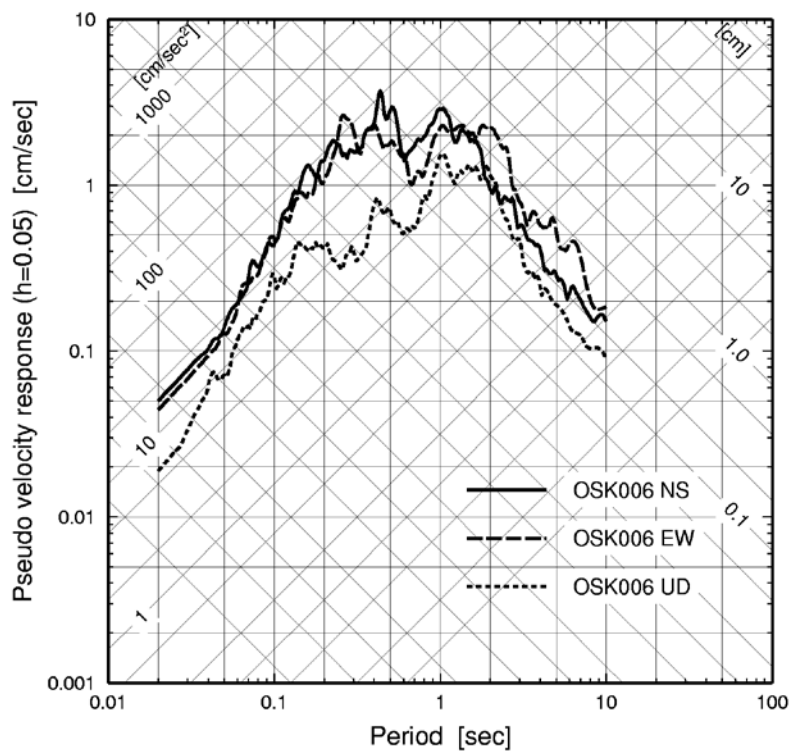
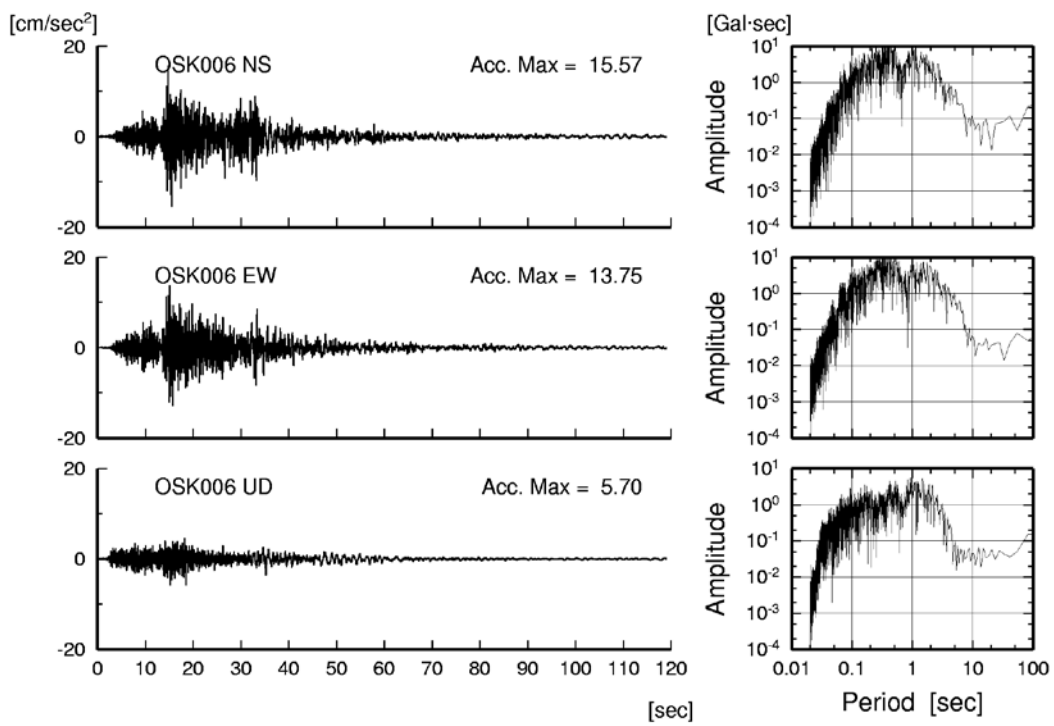
図 3-12 計算に用いる中小地震の震源位置と地震動評価地点

表 3-6 計算に用いる中小地震の断層パラメータ

発震時	東経	北緯	深さ	気象庁 マグニ チュード	モーメント マグニ チュード	地震 モーメント	応力 降下量
	[°]	[°]	[km]			[Nm]	[MPa]
2000年10月31日	136.4	34.2	38	5.7	5.4	$1.70 \times 10^{17}$	41.3
2013年12月15日	135.758	34.739	13.9	3.8	3.6	$3.35 \times 10^{14}$	15.0

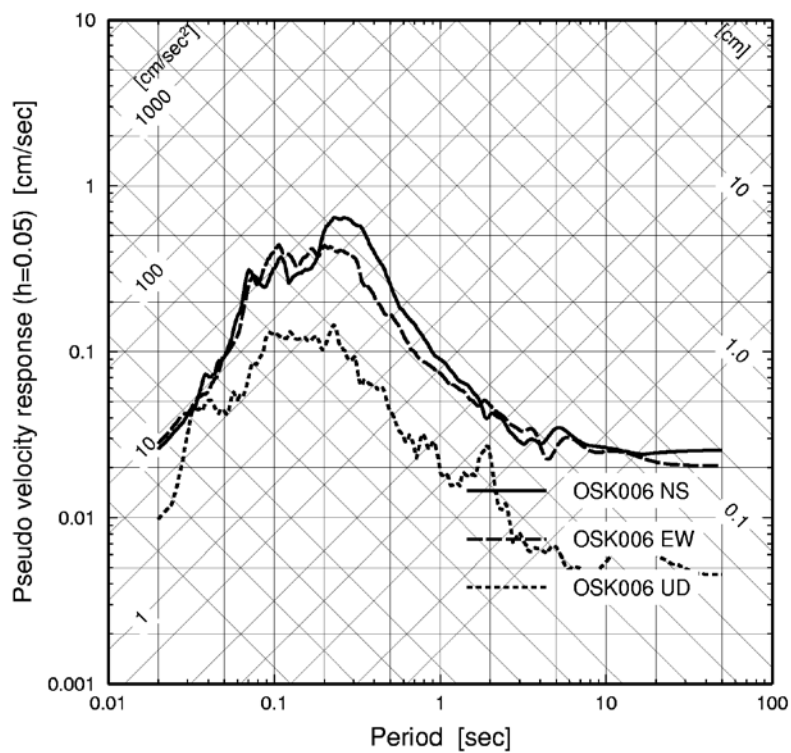
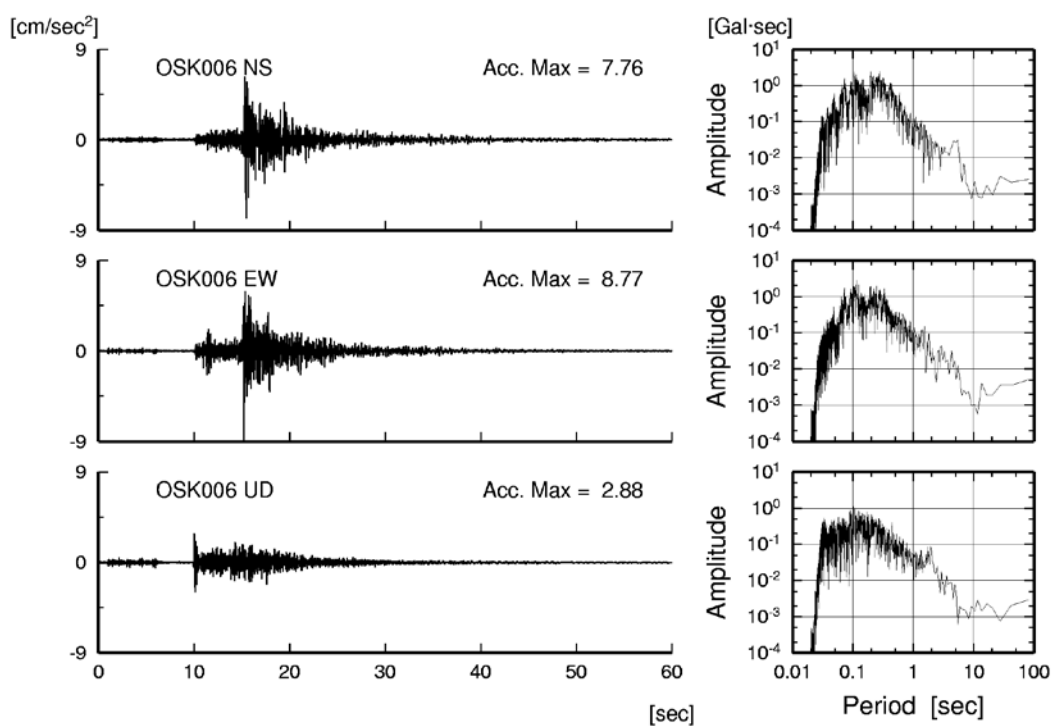
※2000年10月31日の地震の媒質は $\mu=6.22 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 、 $\beta=4.41 \text{ km/s}$ とした。

※2013年12月15日の地震の媒質は $\mu=3.23 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 、 $\beta=3.46 \text{ km/s}$ とした。



OSK006 2000/10/31 01:43 (M5.7)

図 3-13 2000 年 10 月 31 日の地震に対する OSK006 の観測記録



OSK006 2013/12/15 00:13 (M3.8)

図 3-14 2013 年 12 月 15 日の地震に対する OSK006 の観測記録

表 3-7 地震動評価地点（OSK006）で設定した工学的基盤以浅の地盤モデル

番号	上面深さ [m]	層厚 [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	減衰定数	備考
1	0	1.0	110	230	1.33	0.02	観測点位置
2	1	1.0	110	920	1.69	0.02	
3	2	1.0	110	920	1.67	0.02	
4	3	1.0	110	920	1.67	0.02	
5	4	1.0	110	920	1.64	0.02	
6	5	1.0	110	920	1.66	0.02	
7	6	1.0	190	1600	1.76	0.02	
8	7	1.0	190	1600	1.74	0.02	
9	8	1.0	190	1600	1.63	0.02	
10	9	1.0	190	1600	1.51	0.02	
11	10	1.0	190	1600	1.58	0.02	
12	11	1.0	190	1600	1.71	0.02	
13	12	1.0	290	1600	1.81	0.02	
14	13	1.0	290	1600	1.79	0.02	
15	14	1.0	290	1600	1.81	0.02	
16	15	1.0	290	1600	1.81	0.02	
17	16	1.0	290	1600	1.82	0.02	
18	17	1.0	290	1600	2.09	0.02	
19	18	1.0	290	1600	2.05	0.02	
20	19	1.0	290	1600	1.99	0.02	
21	20	—	400	1600	2.00		工学的基盤



### (3) ハイブリッド法

ハイブリッド法として、経験的グリーン関数法による地震動評価結果と三次元差分法による地震動評価結果を、マッチングフィルタによって合成するハイブリッド合成法を用いる。マッチングフィルタは、接続周期  $T_c$  で 0.5 となるコサイン型フィルタ ( $-90^\circ \sim 90^\circ$ ) で、 $T_c/1.4 \sim T_c/0.6$  の周期幅で 1 から 0 に減衰するものとした。ここで、接続周期は、経験的グリーン関数法に用いる観測記録の長周期側の信頼できる周期などを考慮して、適切に設定する必要がある。本検討では、図 3-13 および図 3-14 に示した観測記録の長周期側の信頼周期から、接続周期を 5 秒に設定した。図 3-15 に、本検討で用いた接続周期を 5 秒とした場合のマッチングフィルタを示す。参考として、地震調査研究推進本部による陸域活断層地震に対する震源断層を特定した地震動予測地図では、統計的グリーン関数法と三次元差分法によるハイブリッド合成法で地震動予測を行っているが、そこでの接続周期は 1 秒としている。

三次元差分法の計算には J-SHIS による深部地盤の三次元地盤モデルを用いる。南海トラフの地震に対する J-SHIS の三次元地盤モデルの深さ分布および解析領域を図 3-16 に、上町断層帯に発生する地震の解析領域における J-SHIS の三次元地盤モデルの深さ分布を図 3-17 に、それぞれ示す。地下構造モデルは S 波速度が 600m/s の層を最上層として作成した。グリッド間隔は、周期 4 秒程度まで計算精度を確保できるように 500m とした。すべり速度時間関数は中村・宮武(2000)を用いた。

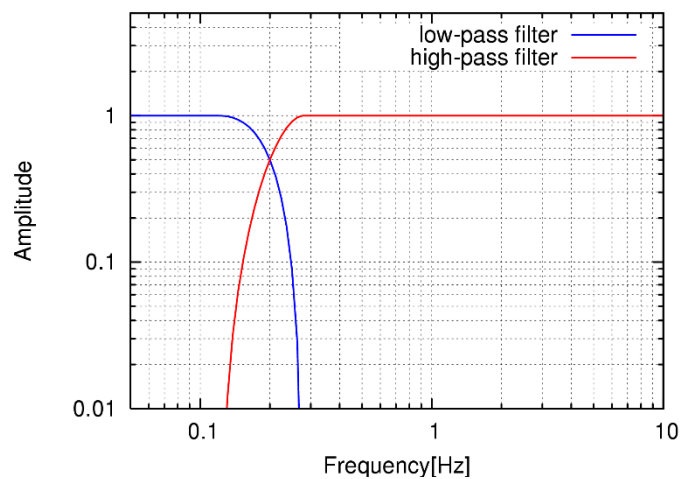


図 3-15 本検討で用いたハイブリッド合成法に用いるマッチングフィルタ（接続周期 5 秒）

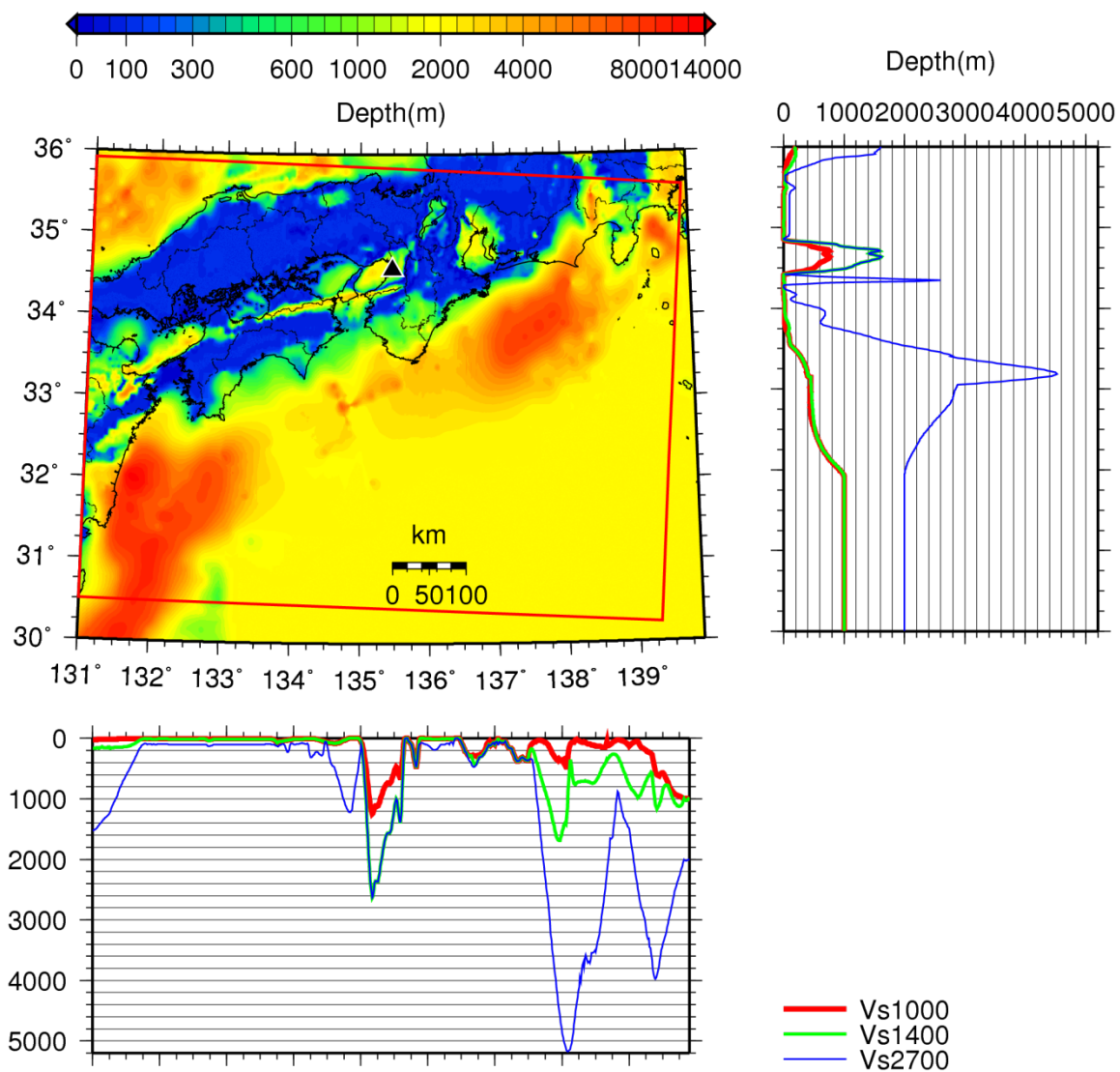


図 3-16 南海トラフの地震の計算に用いた J-SHIS による三次元地盤モデルの境界面（深部地盤構造）の深さ分布と解析領域（左上図の赤枠）（▲は地震動評価地点）

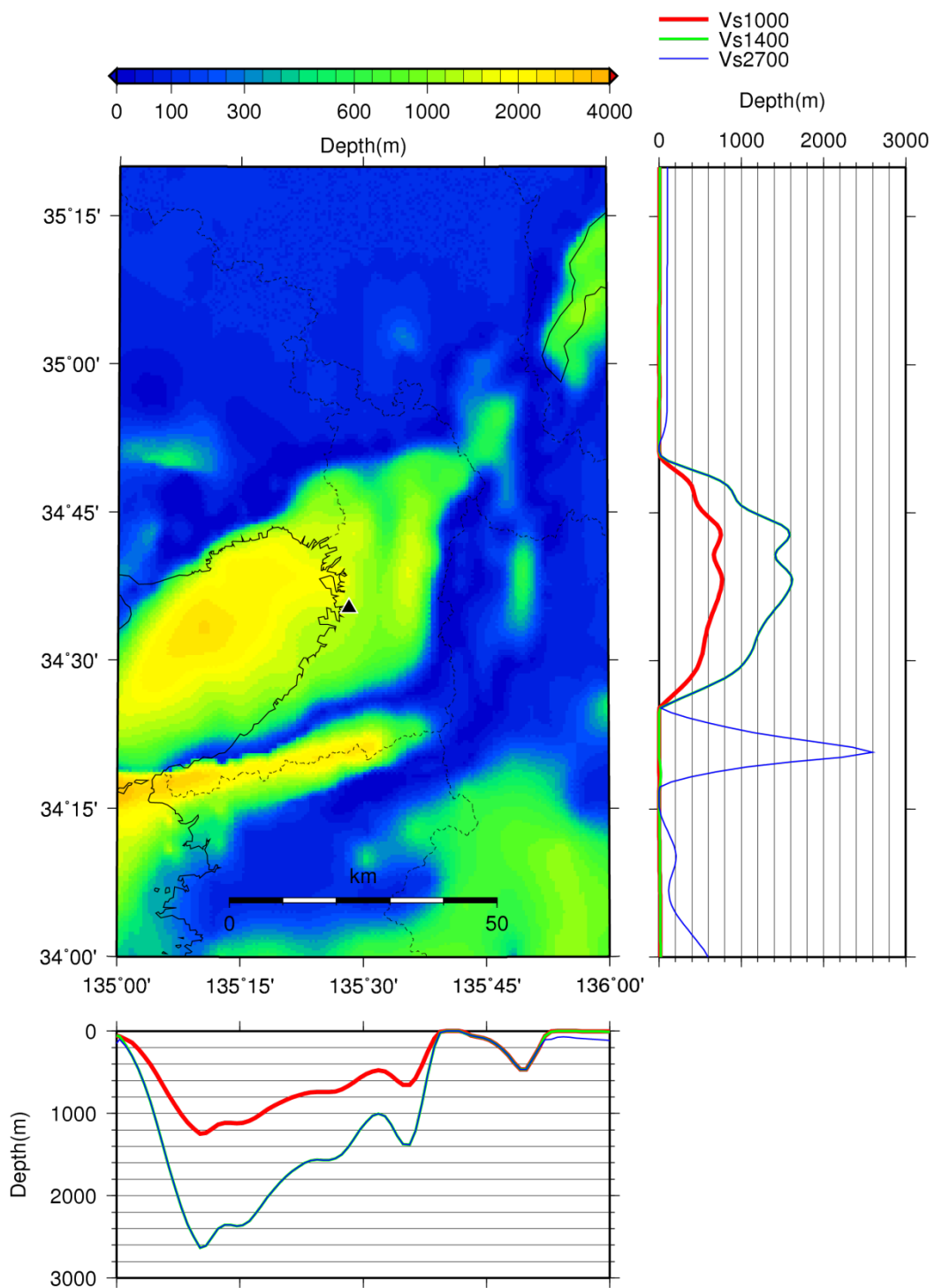


図3-17 上町断層帯に発生する地震の計算に用いた解析領域におけるJ-SHISによる三次元地盤モデルの境界面（深部地盤構造）の深さ分布（▲は地震動評価地点）

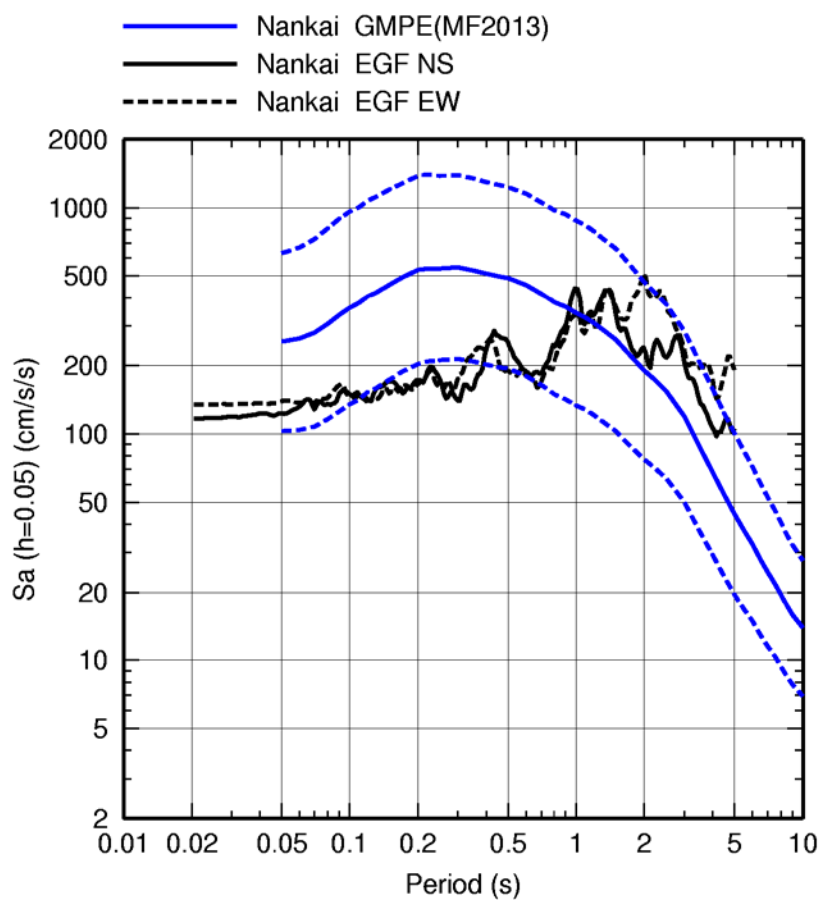
### 3.5 地震動予測結果

#### (1) 南海トラフの地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法およびハイブリッド法による地震動の加速度応答スペクトルを図 3-18 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 3-19 に、ハイブリッド法による地震動の加速度波形と速度波形を図 3-20 に、それぞれ示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動およびハイブリッド法による短周期の地震動は表 3-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

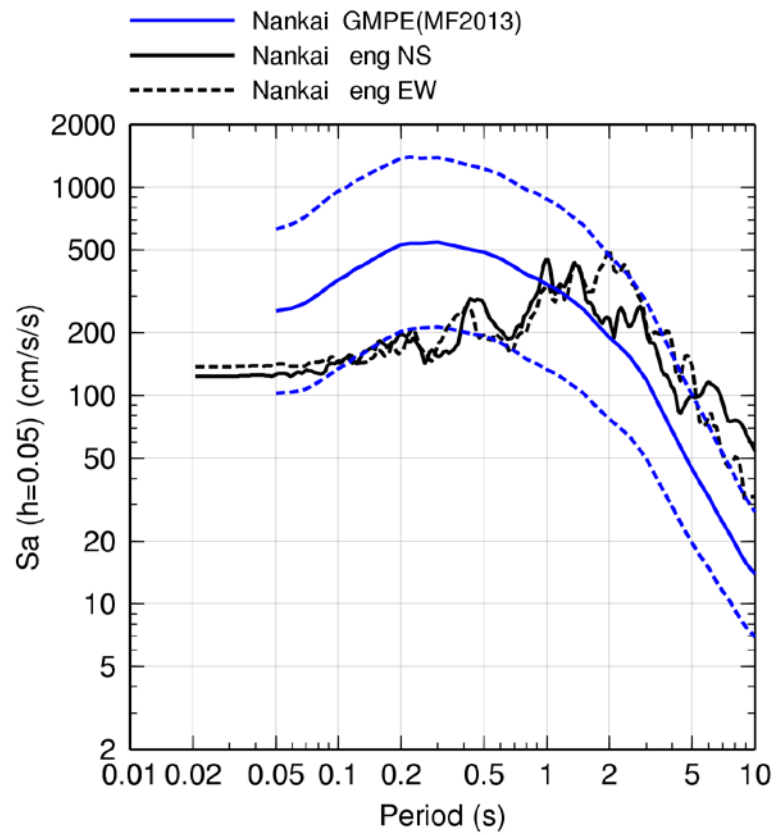
図 3-18 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 1 秒程度以下では経験的グリーン関数法が小さく、周期 1 秒程度以上では同程度または経験的グリーン関数法が大きいが、概ね地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。地震動予測式（平均値）とハイブリッド法の地震動予測結果を比較すると、周期 5 秒以上では同程度またはハイブリッド法が大きいが、概ね地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

なお、経験的グリーン関数法、差分法、およびそれらのハイブリッド法による地震動を比較して図 3-21 に示す。図より、接続周期およびハイブリッド合成の適用性を確認できる。



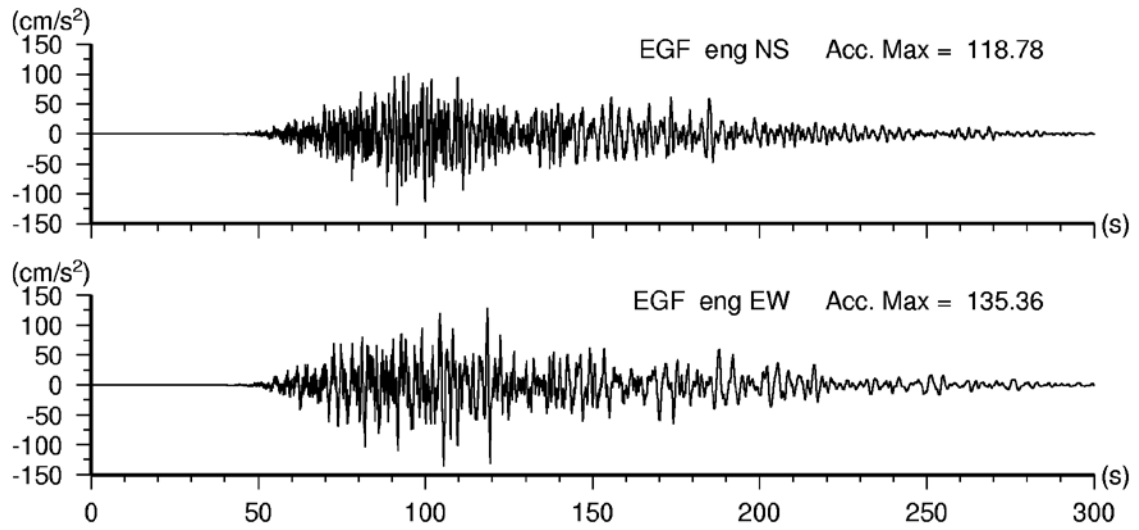
(a) 経験的グリーン関数法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 3-18 南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル

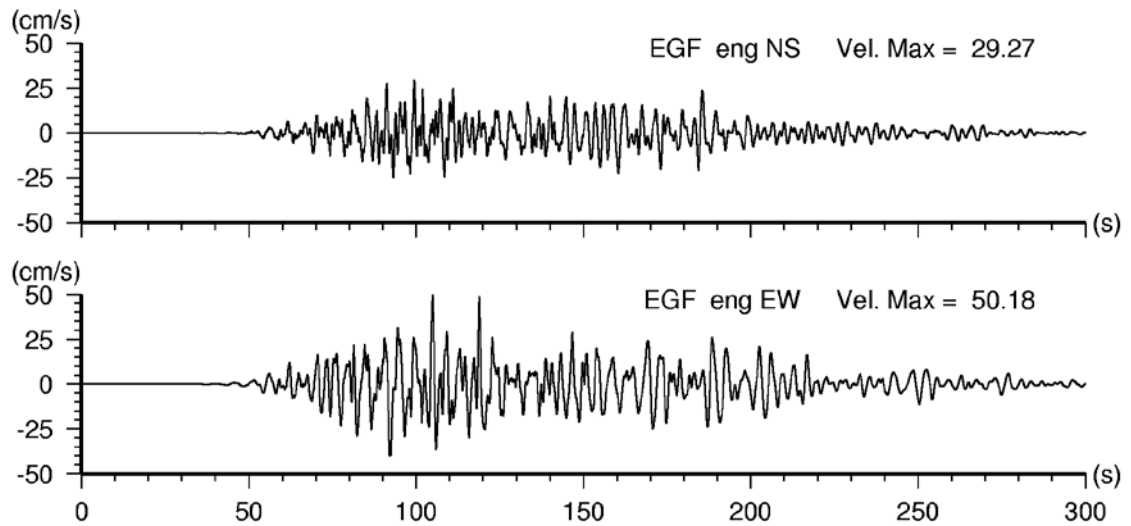


(b) ハイブリッド法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 3-18 南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル (つづき)

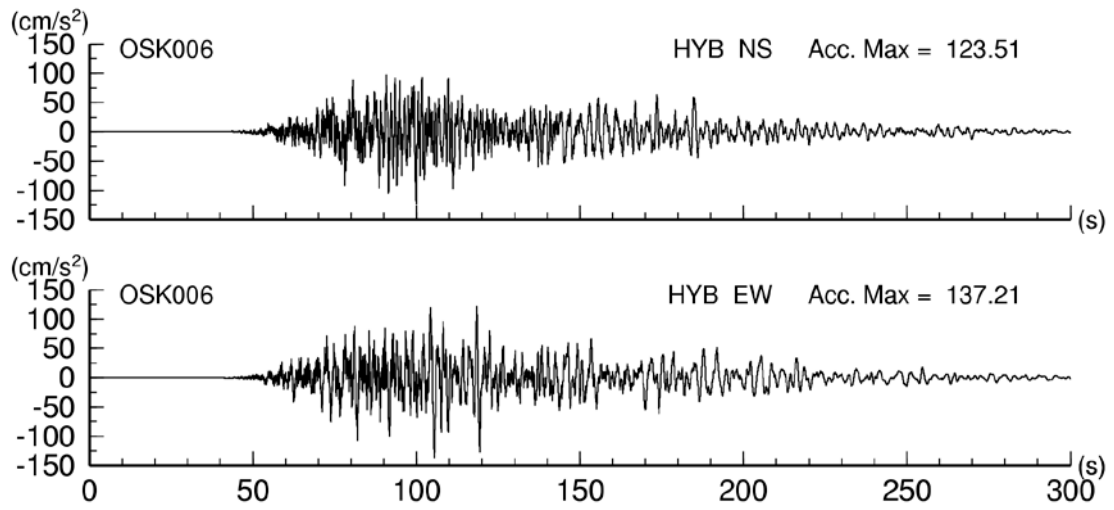


(a) 加速度波形

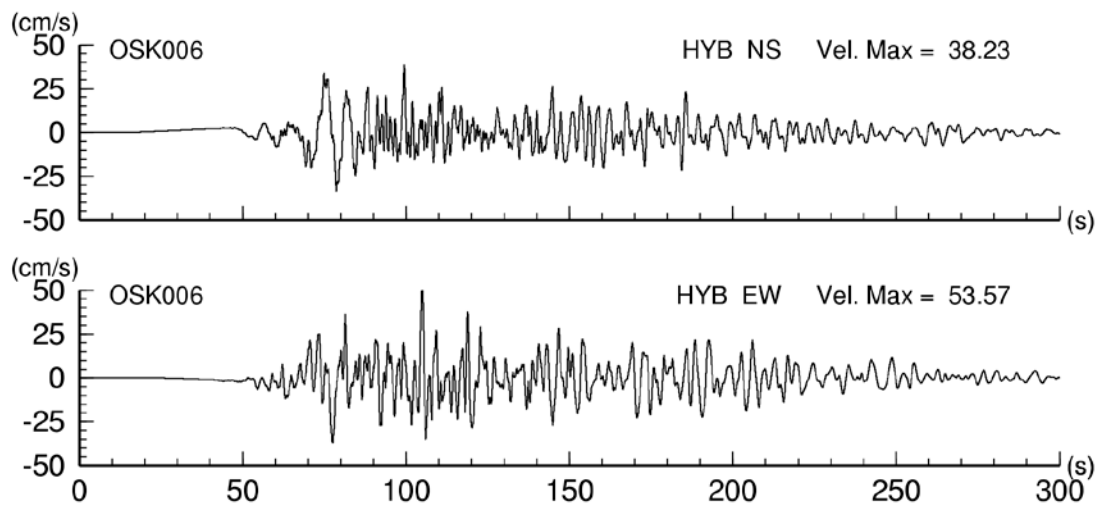


(b) 速度波形

図 3-19 経験的グリーン関数法による南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の  
加速度波形と速度波形



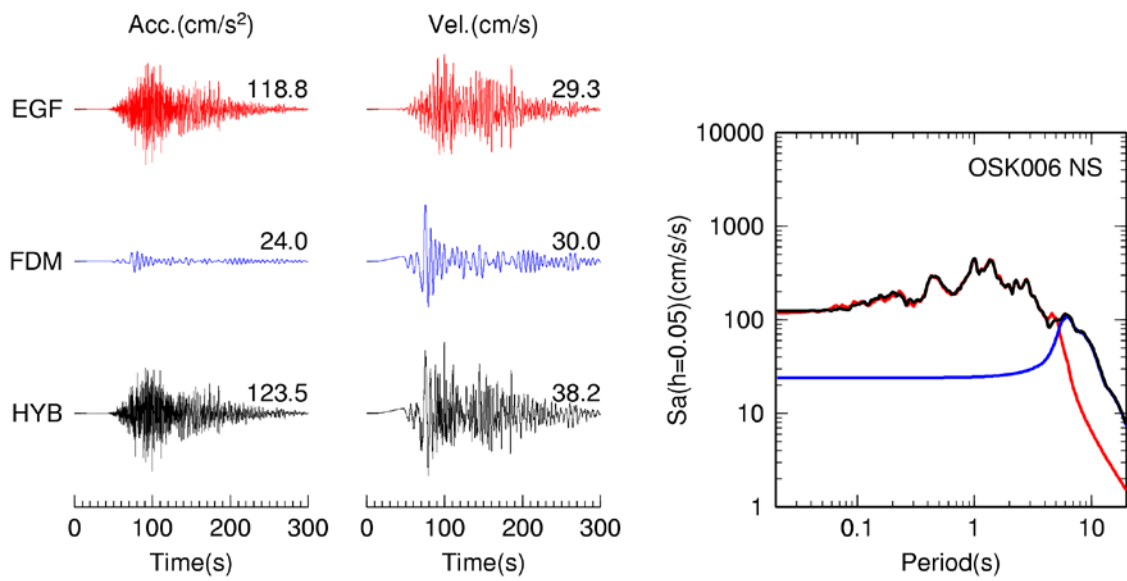
(a) 加速度波形



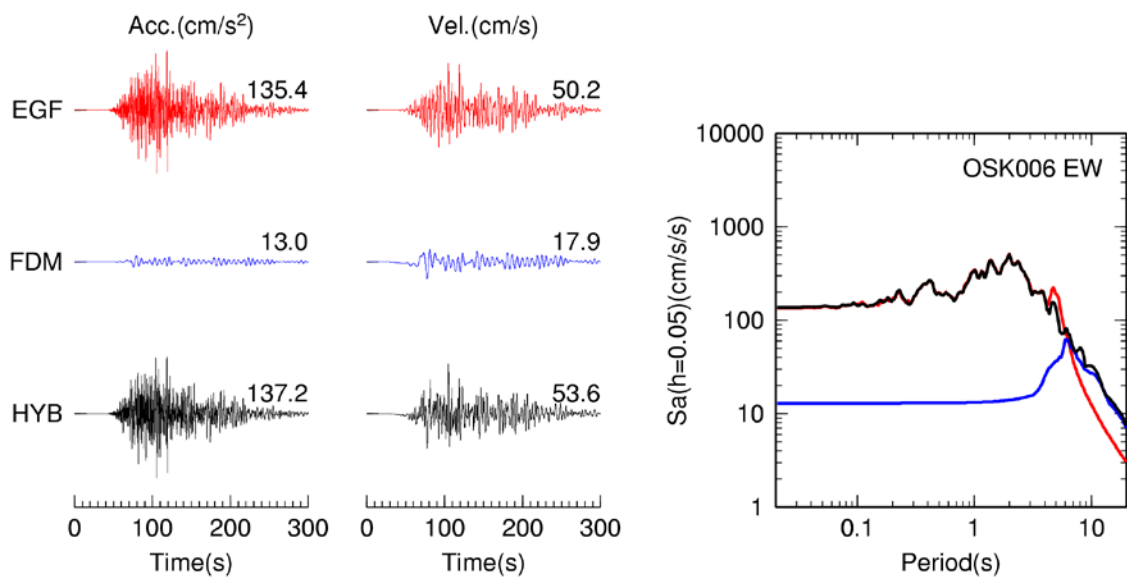
(b) 速度波形

図 3-20 ハイブリッド法による南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の  
加速度波形と速度波形





(a) NS 成分



(b) EW 成分

図 3-21 南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の経験的グリーン関数法、差分法、ハイブリッド法（接続周期 5 秒）による計算波形の比較  
 (赤：経験的グリーン関数法（フィルター前）、青：差分法（ローパスフィルター後）、黒：ハイブリッド法)

## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 3-22 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 3-23 に示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 3-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

図 3-22 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.5 秒程度以下では経験的グリーン関数法が小さく、周期 1 秒程度以上では同程度または経験的グリーン関数法が大きいが、概ね地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

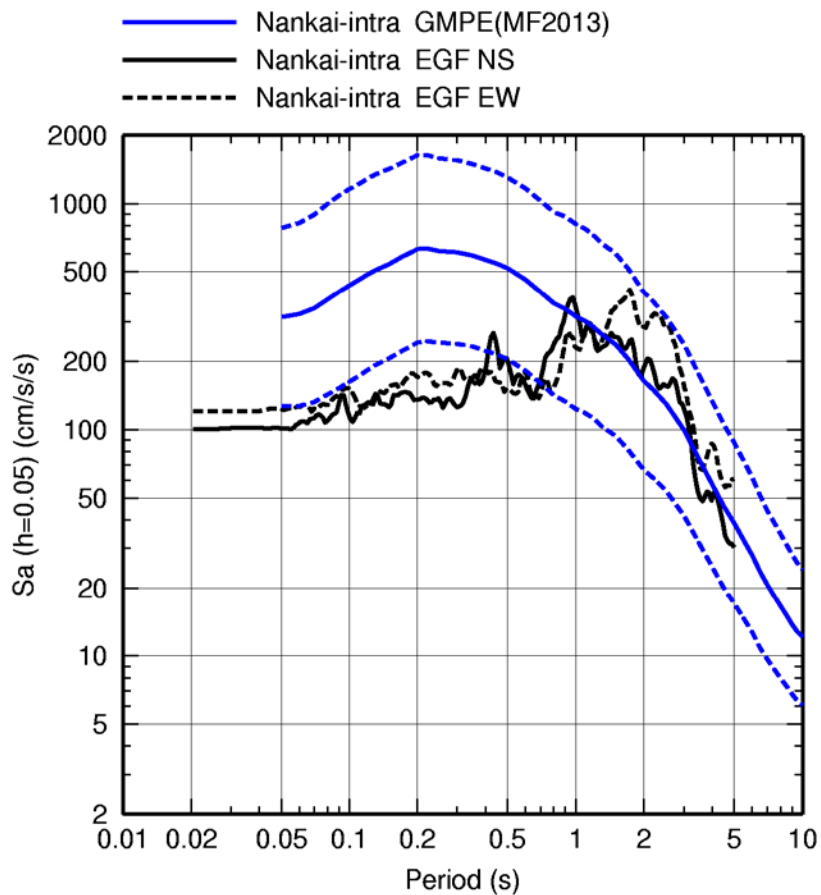
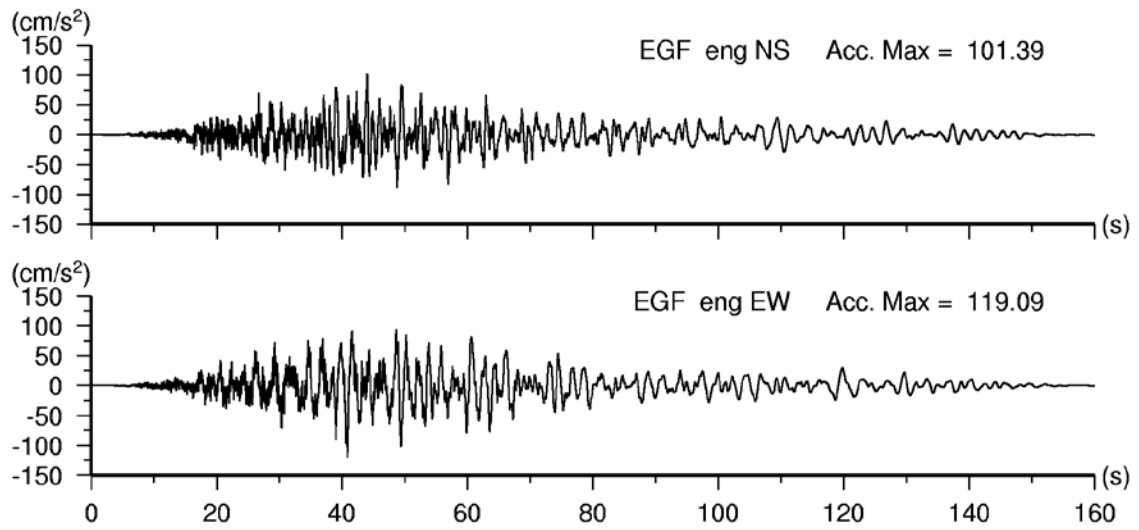
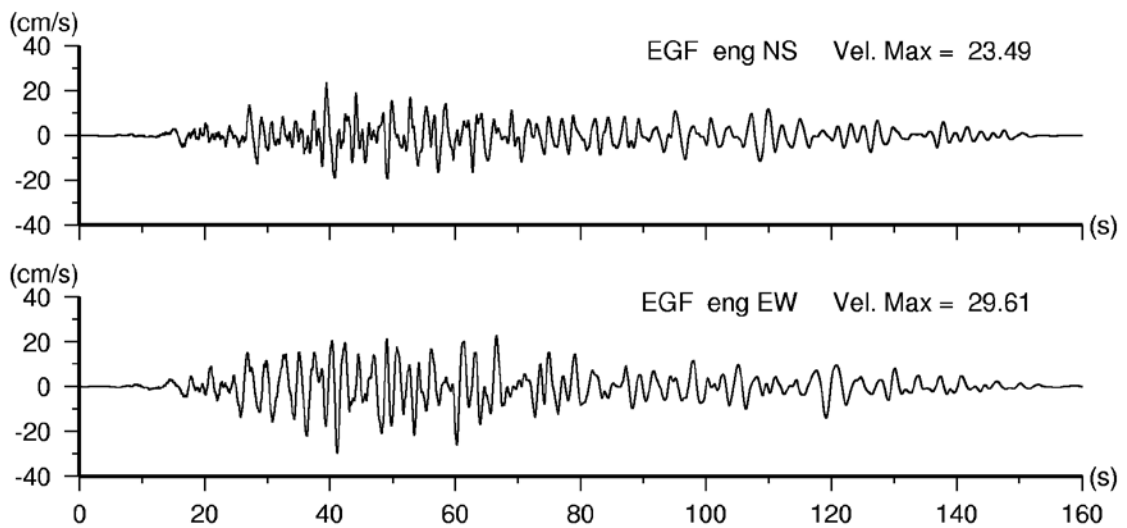


図 3-22 フィリピン海プレートのプレート内地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

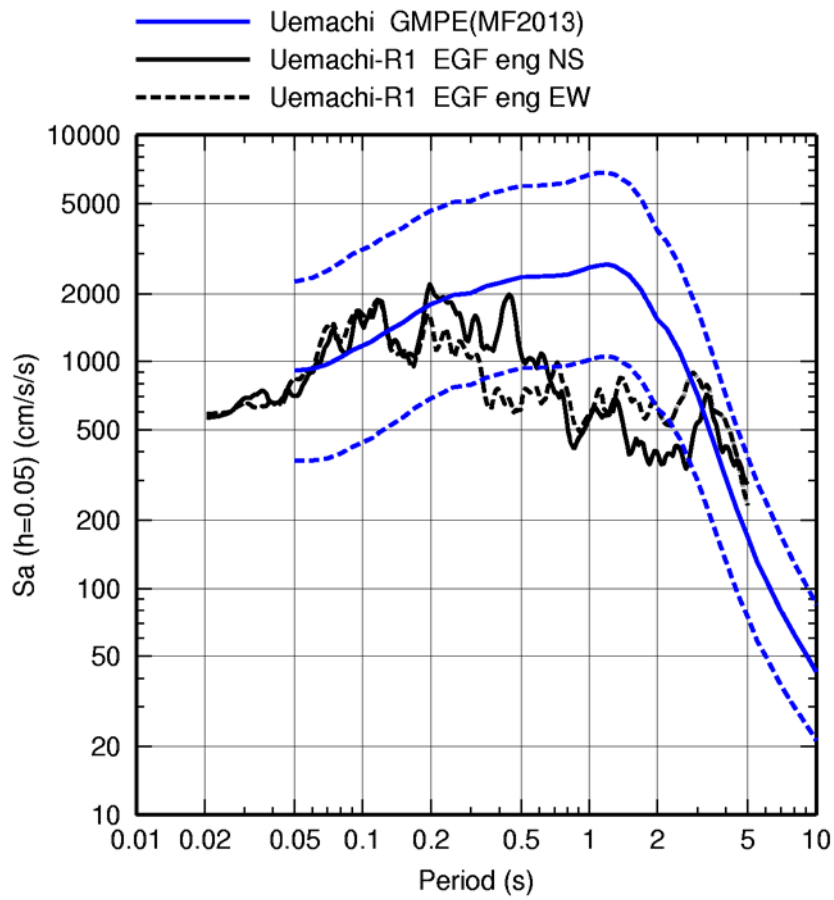
図 3-23 経験的グリーン関数法によるフィリピン海プレートのプレート内地震の工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形

### (3) 上町断層帯に発生する地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法、ハイブリッド法による地震動の加速度応答スペクトルを図 3-24 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 3-25 に、ハイブリッド法による地震動の加速度波形と速度波形を図 3-26 に、それぞれ示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動およびハイブリッド法による短周期の地震動は表 3-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

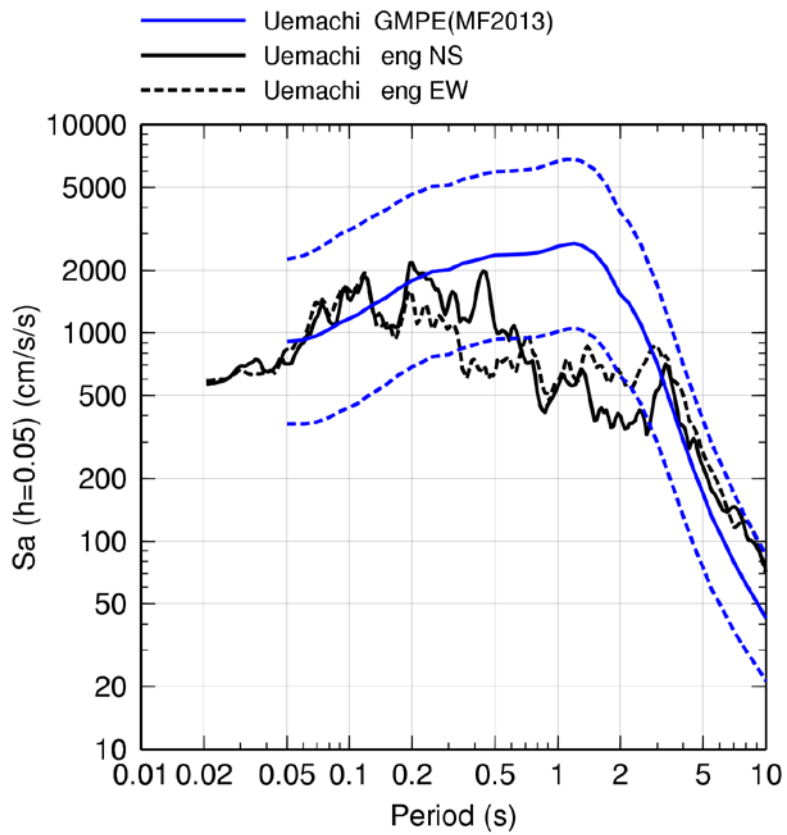
図 3-24 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.2 秒程度以下および周期 3 秒程度以上では同程度であるが、周期 0.5 秒から周期 2 秒程度では経験的グリーン関数法が小さい。周期 0.5 秒から周期 2 秒程度で両者に差があるのは、地震動予測式として用いた Morikawa and Fujiwara (2013)では、陸域活断層地震の震源近傍で、かつ深部地盤が深い場合に、周期 1 秒付近が大きくなる傾向があること、本検討で経験的グリーン関数法に用いた中小地震の観測記録では周期 1 秒付近が卓越していなかったことが挙げられる。つぎに、地震動予測式（平均値）とハイブリッド法の地震動予測結果を比較すると、周期 5 秒以上では同程度またはハイブリッド法がやや大きい、地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

また、経験的グリーン関数法、差分法、およびそれらのハイブリッド法による地震動を比較して図 3-27 に示す。図より、接続周期およびハイブリッド合成の適用性を確認できる。



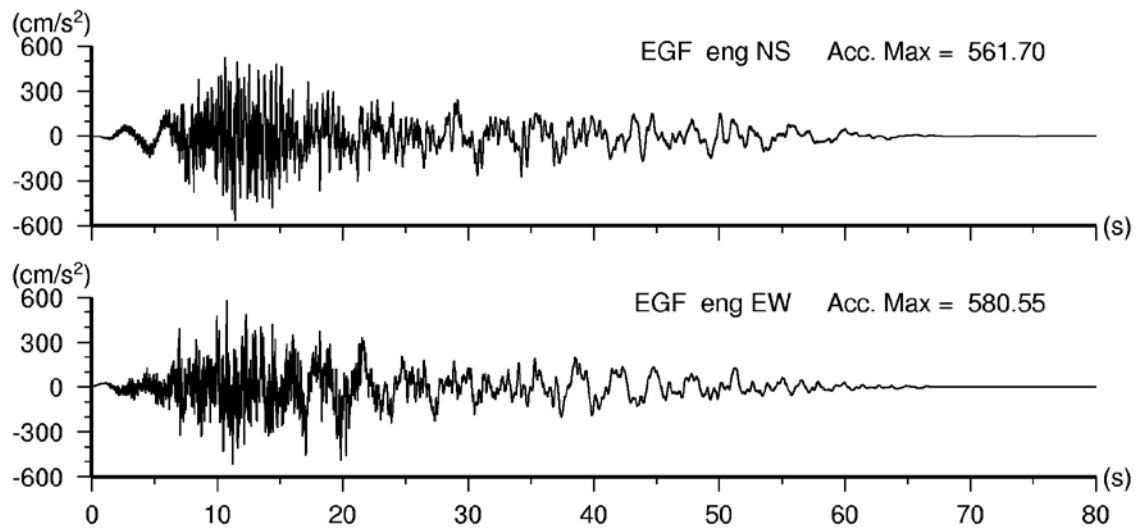
(a) 経験的グリーン関数法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 3-24 上町断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル

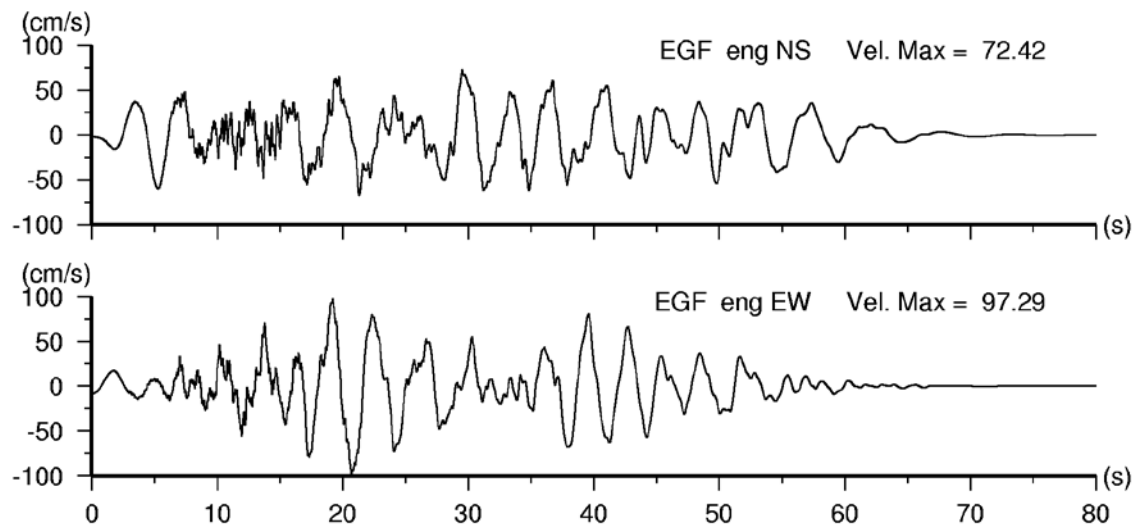


(b) ハイブリッド法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 3-24 上町断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル (つづき)

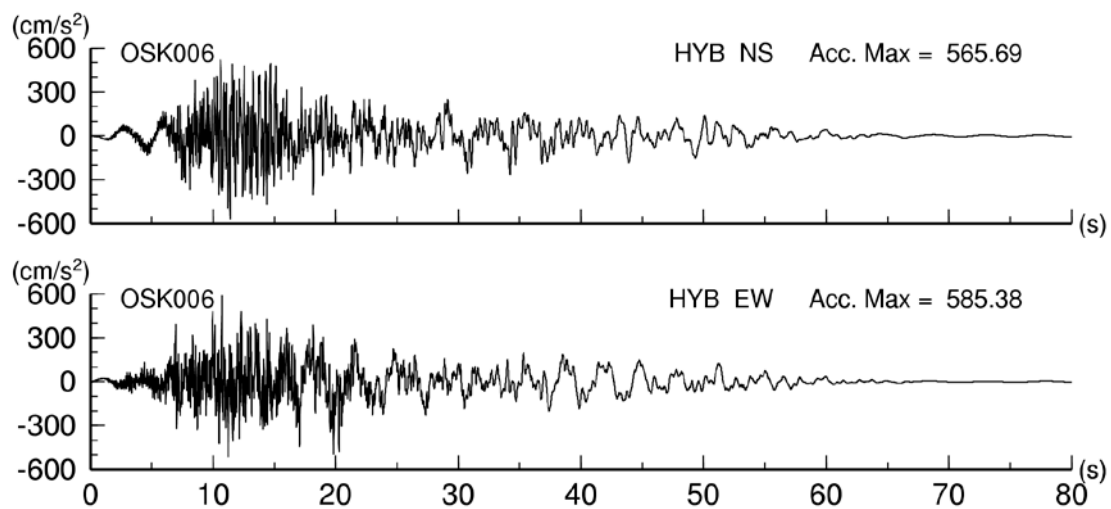


(a) 加速度波形

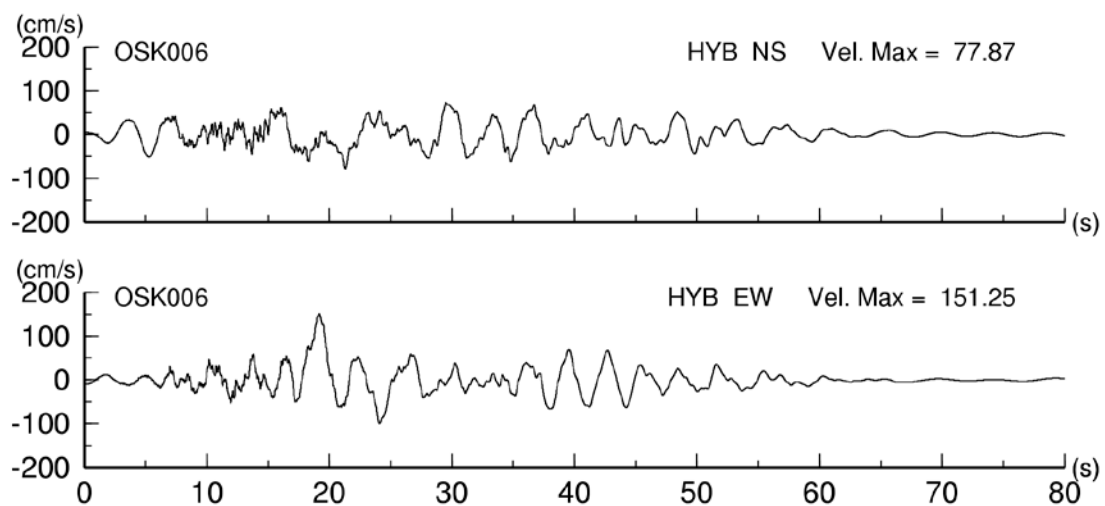


(b) 速度波形

図 3-25 経験的グリーン関数法による上町断層帯に発生する地震の  
工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形



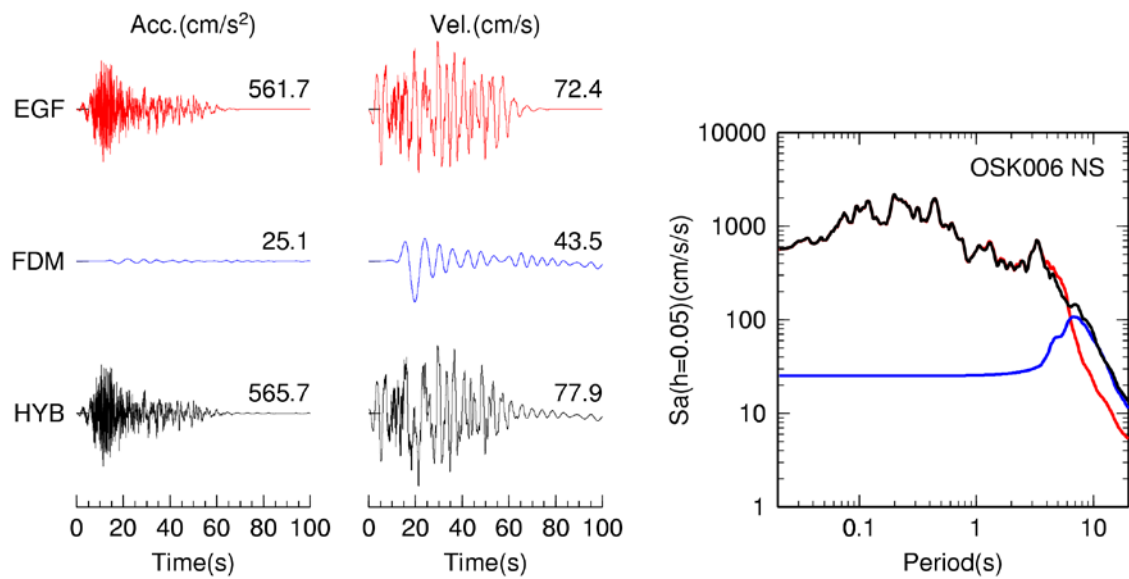
(a) 加速度波形



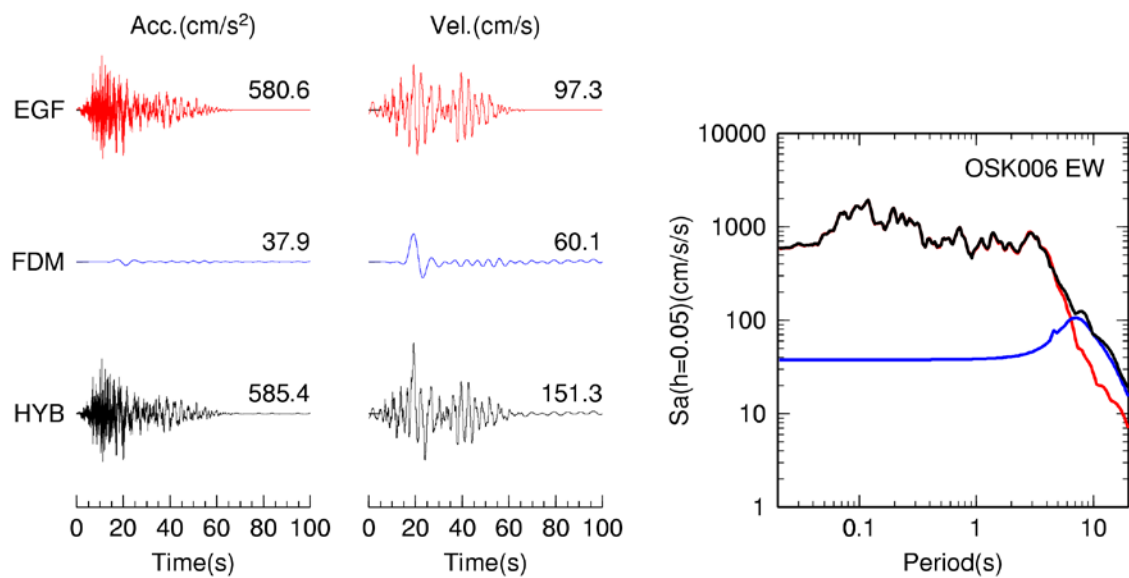
(b) 速度波形

図 3-26 ハイブリッド法による上町断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の  
加速度波形と速度波形





(a) NS 成分



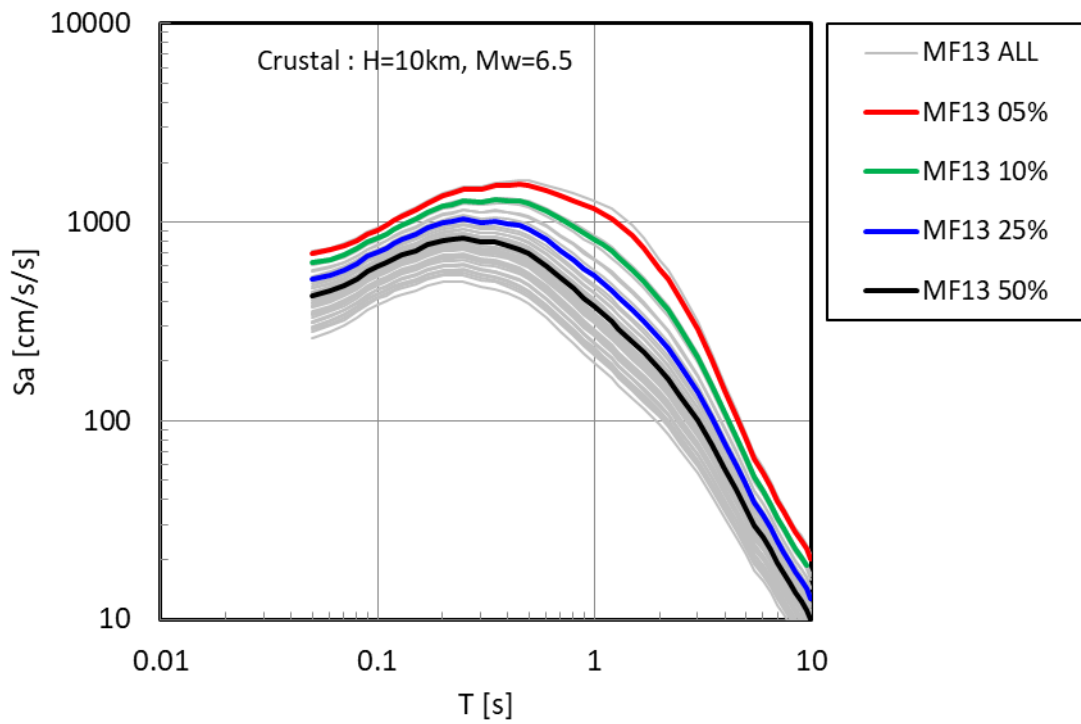
(b) EW 成分

図 3-27 上町断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の経験的グリーン関数法、差分法、ハイブリッド法（接続周期 5 秒）による計算波形の比較  
 (赤：経験的グリーン関数法（フィルター前）、青：差分法（ローパスフィルター後）、黒：ハイブリッド法)

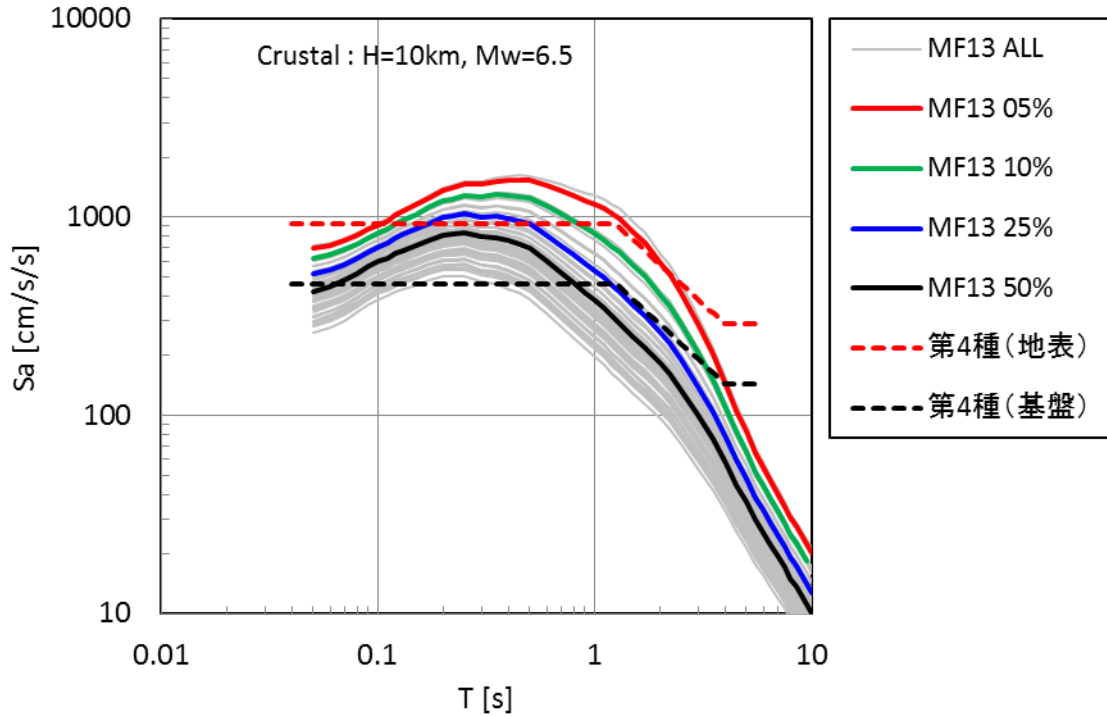
#### (4) 伏在断層に発生する地震

伏在断層に発生する地震について設定した 121 の断層モデルに対して、Morikawa and Fujiwara (2013)による地震動予測結果を図 3-26 に示す。図には、121 の断層モデルに対する地震動予測結果を灰色の実線で示し、地震動予測結果の上位 5%のレベル(断層最短距離 4.2km)を赤線で、地震動予測結果の上位 10%のレベル(断層最短距離 6.5km)を緑線で、地震動予測結果の上位 25%のレベル(断層最短距離 10.7km)を青線で、地震動予測結果の上位 50%のレベル(断層最短距離 15.4km)を黒線で、それぞれ示す。ここで示した上位 5%、10%、25%、50%のレベルの断層中心位置と地震動計算地点との位置関係および断層最短距離を図 3-27 に示す。図より、上位の各レベルの断層中心の位置が視覚的に理解することができる。

また、参考として、図 3-26(b)には、高圧ガス設備等の耐震告示による地震動と比較して示す。ここで、耐震告示による地震動は、A 地区の第 4 種地盤とし、地表および基盤(地表の 1/2)を示した。



(a) 工学的基盤の地震動



(b) 耐震告示の地震動 (A 地区、第 4 種地盤、基盤) との比較

図 3-26 伏在断層に発生する地震の工学的基盤における地震動

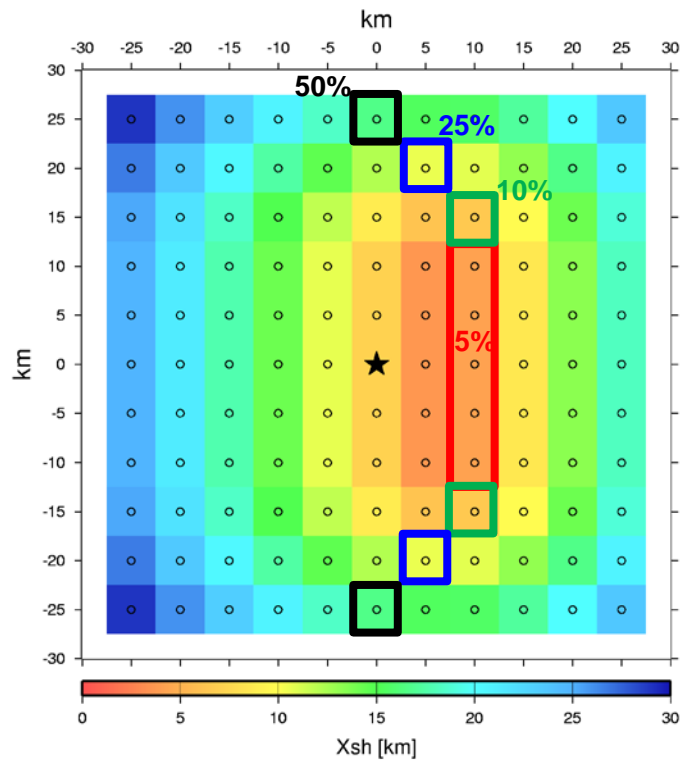


図 3-27 伏在断層に発生する地震からの断層最短距離の分布図と地震動レベルが上位 5%、10%、25%、50%となる断層面の中心位置  
 (★：地震動評価地点、○：断層面の中心位置)

#### 4. 四日市地区の地震動予測の例示

##### 4.1 地震動評価地点

地震動評価地点は、対象地点（四日市）の近傍の地震観測点とする。具体的には、防災科学技術研究所の K-NET 観測点 MIE003（K-NET 四日市）とする。MIE003 の位置は、三重県四日市市新浜町 17-23 で、東経 136.6357、北緯 34.9704（世界測地系）である。地震動評価地点（MIE003）の位置を図 4-1 に示す。

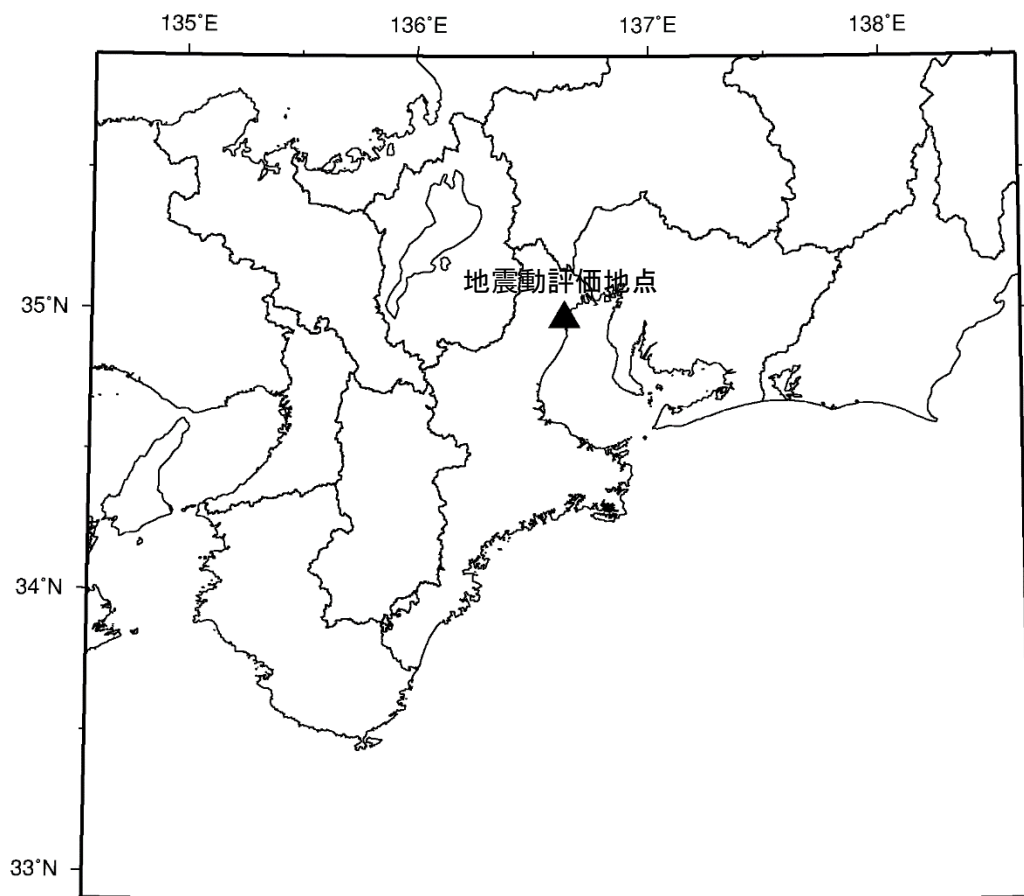


図 4-1 地震動評価地点（MIE003）

## 4.2 想定地震の設定

地震動評価地点における想定地震を、プレート境界地震、プレート内地震、陸域活断層地震の3つの地震タイプ別に設定する。地震調査研究推進本部で長期評価された海溝型地震および主要活断層帯の位置は図3-2および図3-3を参照されたい。

プレート境界地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きいフィリピン海プレートのプレート境界で発生する南海トラフの地震（南海トラフの地震とよぶ）とする。

プレート内地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きいフィリピン海プレートのプレート内で発生する地震（フィリピン海プレートのプレート内地震とよぶ）とする。

陸域活断層地震の想定地震は、地震動評価地点の周辺の活断層のうち、最も影響の大きい地震を選定した。まず、地表の活断層の位置と地震規模（気象庁マグニチュード）を、地震調査研究推進本部による活断層の長期評価に基づいてモデル化した。このとき、モーメントマグニチュード  $M_w$  は、武村(1990)に基づいて気象庁マグニチュード  $M_j$  より算定した ( $M_w=0.78M_j+1.08$ )。つぎに、既往の地震動予測式として、司・翠川(1999)を用いて地震動評価地点の地震動の最大値を算定した。司・翠川(1999)式は、地表の最大加速度および工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度が算定されるが、ここでは最大加速度を  $1/1.4$  倍した岩盤相当の最大加速度と、工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度を地震動の最大値とした。検討対象としたのは、地震動評価地点に近い養老-桑名-四日市断層帯、伊勢湾断層帯主部北部、白子-野間断層、鈴鹿東縁断層帯、布引山地東縁断層帯東部、布引山地東縁断層帯西部の6つの活断層とした。地震動評価地点と周辺の活断層の位置を図4-2に示す。また、地震動評価地点で算定した地震動の最大値を表4-1に示す。表より、地震動評価地点に最も影響の大きい活断層は養老-桑名-四日市断層帯であり、養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震を陸域活断層地震の想定地震（養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震とよぶ）とする。



図 4-2 地震動評価地点と周辺の活断層の位置

表 4-1 地震動評価地点で算定した活断層による地震動の最大値の一覧

断層	$M_J$	$M_w$	最短距離 (km)	上端深さ (km)	中心深さ (km)	岩盤 最大加速度 (cm/s/s)	工学的基盤 最大速度 (cm/s)
養老-桑名-四日市断層帯	7.8	7.2	0.5	0	7.5	555.2	70.4
伊勢湾断層帯主部北部	7.2	6.7	8.5	0	7.5	318.4	27.5
布引山地東縁断層帯東部	7.6	7	11.6	0	7.5	315.5	29.1
鈴鹿東縁断層帯	7.6	7	20.0	0	7.5	230.9	19.9
布引山地東縁断層帯西部	7.4	6.9	20.9	0	7.5	210.0	17.4
白子-野間断層	7.0	6.5	22.6	0	7.5	147.2	10.5

※ $M_w=0.78M_J+1.08$  (武村, 1990)とした。岩盤最大加速度は司・翠川(1999)式より算定される値の1/1.4倍した。

### 4.3 想定地震の断層モデルの設定

前項で設定した想定地震に対して、断層モデルを設定する。

#### (1) 南海トラフの地震

宝永地震タイプを対象とした断層モデルは、3.3節(1)で設定した断層モデルと同じ、宮腰・他(2018)による断層モデルとした。詳細は、3.3節(1)を参照されたい。図4-3および表4-2に断層モデルと断層パラメータを示す。

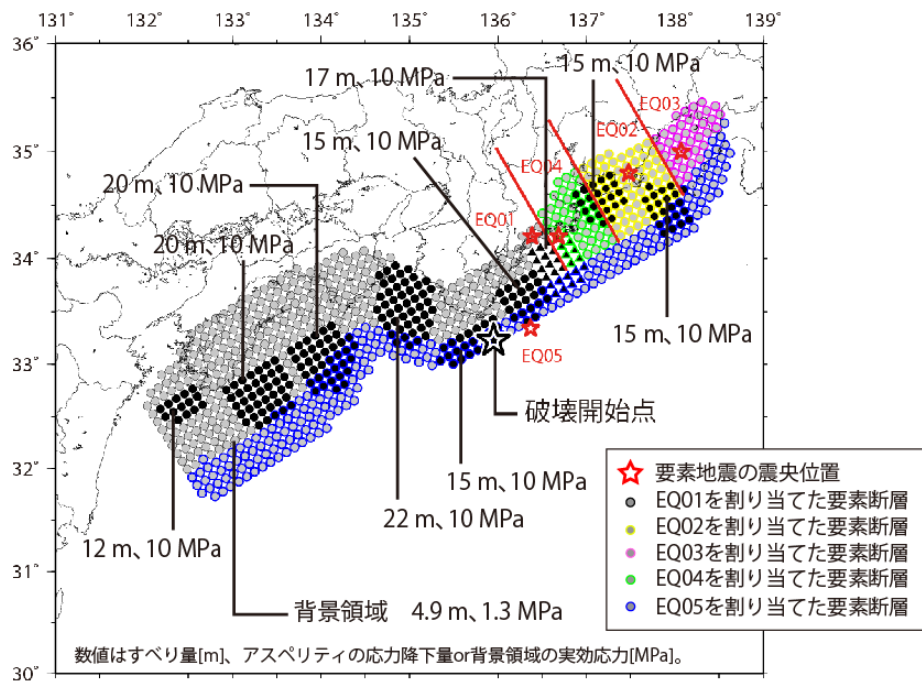


図 4-3 南海トラフの地震(宝永地震タイプ)の断層モデルと断層パラメータ(宮腰・他, 2018)

表 4-2 南海トラフの地震(宝永地震タイプ)の断層パラメータ(宮腰・他, 2018)

断層面積	地震モーメント	平均応力降下量	短周期レベル	アスペリティの面積	アスペリティの応力降下量	アスペリティの平均すべり量	背景領域のすべり量	背景領域の実効応力
S	$M_0$	$\Delta\sigma$	A	$S_{asp}$	$\Delta\sigma_{asp}$	$D_{asp}$	$D_{back}$	$\sigma_{back}$
[ $\text{km}^2$ ]	[Nm]	[MPa]	[ $\text{dyne}\cdot\text{cm}/\text{s}^2$ ]	[ $\text{km}^2$ ]	[MPa]	[m]	[m]	[MPa]
短周期レベルを内陸地震の式の1倍にした場合								
83772	3.05E+22	3.07	1.66E+20	25753	10.0	17.8	4.9	1.3

※ $\mu=4.10\times 10^{10}$ [N/m<sup>2</sup>],  $\beta=3.82$ [km/s]とした。



## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

フィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデルは、3.3節(2)と同様に設定する。具体的には、地震規模をモーメントマグニチュード  $M_w 8.0$  とし、新井・他(2015)に基づいて断層パラメータを設定する。このとき、震源域におけるS波速度を  $4.0\text{km/s}$ 、密度を  $3.0\text{g/cm}^3$  とした。新井・他(2015)に基づくプレート内地震の特性化震源モデルの設定手順は図 3-6 を参照されたい。設定した断層パラメータを表 4-3 に示す。なお、表より巨視的断層面は  $83\text{km}$  四方となるが、 $4\text{km}$  四方の要素断層でモデル化するため、実際の計算に用いる断層モデルは断層長さ  $84\text{km}$ 、断層幅  $84\text{km}$  とした。巨視的断層面の位置は、確率論的地震動予測地図 2017 年版において想定している気象庁マグニチュード  $M_J 7.6$  以上の地震の断層面(断層長さ  $80\text{km}$ 、断層幅  $80\text{km}$ 、図 3-7)を参考に、地震動評価地点に近い位置に配置した。アスペリティは、個数を4つとし、断層長さ方向は均等に、断層幅方向は中央に配置した。破壊開始点は、アスペリティの東側の下端とした。破壊伝播速度はS波速度の  $0.72$  倍(Geller, 1976)の  $2.88\text{km/s}$  とした。設定した断層モデルを図 4-4 に示す。

表 4-3 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E137.570° N34.143°
走向	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	240
傾斜角	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	13
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	19.0
断層長さ	L	km	$L=S^{0.5}$	83
断層幅	W	km	$W=L$	83
断層面積	S	km <sup>2</sup>	$S=(7\pi^2\beta^2M_0)/(4A(Sa/S)^{0.5})$	6829
密度	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	設定	3.00
S波速度	$\beta$	km/s	設定	4.00
剛性率	$\mu$	N/m <sup>2</sup>	$\mu=\rho\beta^2$	4.80E+10
気象庁マグニチュード	$M_J$	-	設定	8.0
モーメントマグニチュード	$M_W$	-	$M_W=M_J$	8.0
地震モーメント	$M_0$	Nm	$M_0=10^{(1.5*M_W+9.1)}$	1.26E+21
短周期レベル(面積比計算用)	$A^*$	Nm/s <sup>2</sup>	$A^*=9.48*10^{10}*(M_0*10^7)^{1/3}$ (笹谷・他, 2006)	2.29E+20
アスペリティ面積(面積比計算用)	$Sa^*$	km <sup>2</sup>	$Sa^*=1.25*10^{-16}*(M_0*10^7)^{2/3}$ (笹谷・他, 2006)	676
短周期レベル(フィリピン海プレート)	A	Nm/s <sup>2</sup>	$A=0.5*A^*$	1.14E+20
平均すべり量	D	m	$D=M_0/(\mu S)$	3.84
応力降下量	$\Delta\sigma$	MPa	$\Delta\sigma=(7/16)M_0/(S/\pi)^{1.5}$	5.43
アスペリティ面積比	$Sa/S$	-	$Sa/S=16*(9.84*1.25*10^7)^2/(49\pi^4\beta^4)$	0.20
破壊伝播速度	$V_r$	km/s	$V_r=0.72\beta$ (Geller,1976)	2.88
Q値	Q	-	川瀬・松尾(2004)	114 <sup>0.69</sup>
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	$S_a$	km <sup>2</sup>	$S_a=(Sa/S)*S$	1353
地震モーメント	$M_{0a}$	Nm	$M_{0a}=\mu Sa D_a$	4.99E+20
応力降下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	$\Delta\sigma_a=(Sa/S)*S$	27.43
平均すべり量	$D_a$	m	$D_a=\gamma_0 D$ ( $\gamma_0=2.0$ )	7.68
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	$S_{ai}$	km <sup>2</sup>	$S_{ai}=Sa/4$	338
地震モーメント	$M_{0ai}$	Nm	$M_{0ai}=M_{0a}/4$	1.25E+20
応力降下量	$\Delta\sigma_{ai}$	MPa	$\Delta\sigma_{ai}=\Delta\sigma_a$	27.4
平均すべり量	$D_{ai}$	m	$D_{ai}=M_{0ai}/(\mu S_{ai})$	7.68
<b>背景領域</b>				
面積	$S_b$	km <sup>2</sup>	$S_b=S-S_a$	5476
地震モーメント	$M_{0b}$	Nm	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	7.60E+20
実効応力	$\sigma\beta$	MPa	$\sigma\beta=(D_b/W_b)(\pi^{0.5}/D_a)*r*\Sigma(r_i/r)^3\Delta\sigma_a$ , $r=(Sa/\pi)^{0.5}$	2.3
平均すべり量	$D_b$	m	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	2.89

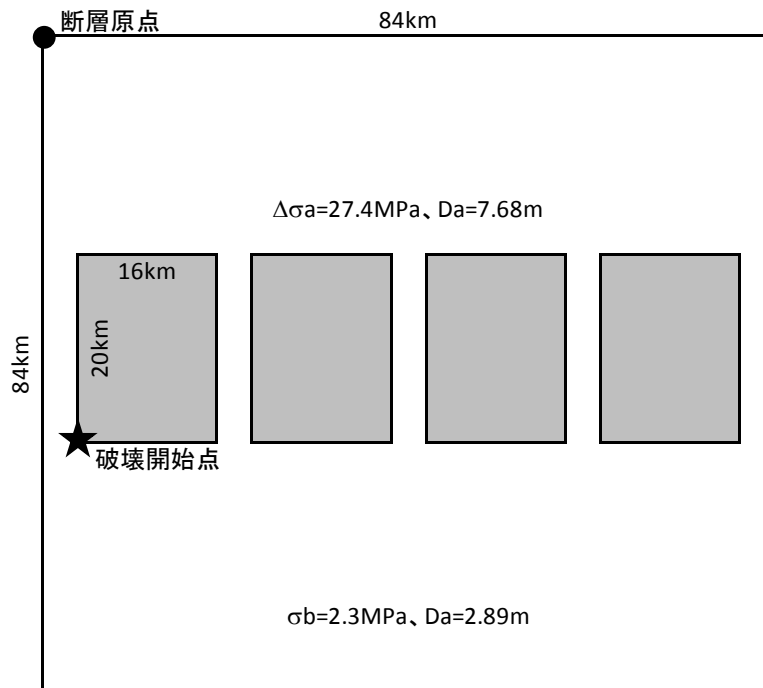
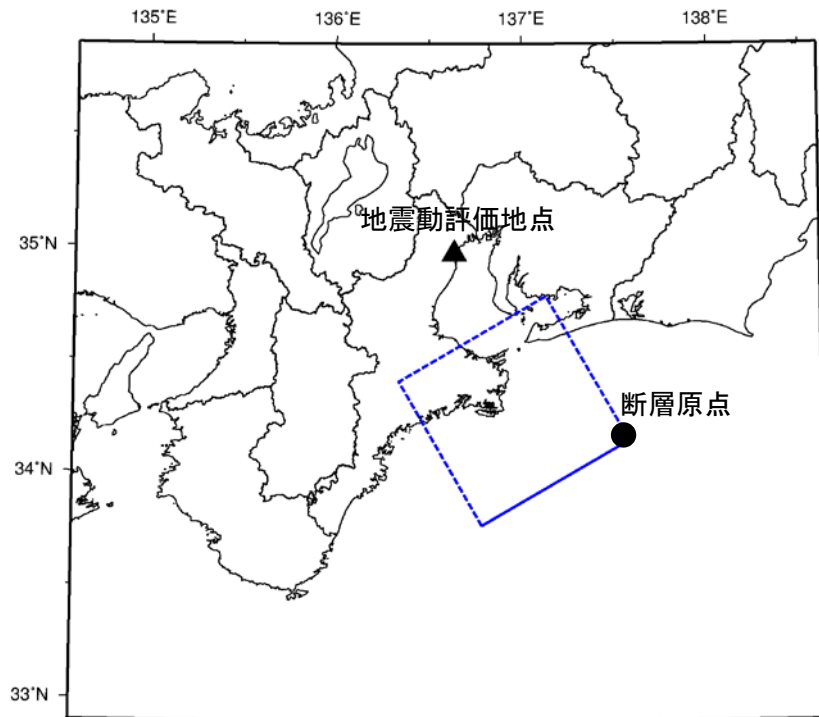


図 4-4 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデル

### (3) 養老－桑名－四日市断層帯に発生する地震

養老－桑名－四日市断層帯に発生する地震の断層モデルのパラメータは、壇・他(2015)に基づいて設定する。壇・他(2015)の設定方法の詳細は 3.3 節(3)の図 3-9 を参照されたい。

養老－桑名－四日市断層帯に発生する地震の断層モデルに関する既往文献として、養老－桑名－四日市断層帯の長期評価(地震調査研究推進本部, 2001b)に基づく断層モデル(地震調査研究推進本部, 2009)と中央防災会議(2006)による断層モデルがある。中央防災会議(2006)の断層モデルは、養老－桑名－四日市断層帯の長期評価の情報に独自の判断を加えて設定されているため、基本的な情報は、地震調査研究推進本部(2009)と異ならないと考えられる。そこで、本検討では、地震調査研究推進本部(2009)の断層モデルを参考に巨視的断層面を設定する。まず、活断層長さは、北側の断層(北断層) 40km、南側の断層(南断層) 20km の合計 60km とし、傾斜角は 30 度とする。地表の活断層の位置および震源断層の位置は地震調査研究推進本部(2009)の断層モデルを参考に設定する。地震発生層の上端深さを 2km、震源断層幅を 18km とした。これらを与条件として、図 3-9 に示す設定手順に従って断層パラメータを設定した。このとき、震源域における媒質は、S 波速度を 3.46km/s、密度を 2.7g/cm<sup>3</sup>とした。設定した断層パラメータを表 4-4 に示す。アスペリティは 3 個とし、同じ面積のアスペリティを北断層に 2 つ、南断層に 1 つ配置した。破壊開始点は、南断層のアスペリティの中央下端とした。破壊伝播速度は S 波速度の 0.72 倍 (Geller, 1976) の 2.5km/s とした。設定した断層モデルを図 4-5 に示す。

表 4-4 設定した養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E136.641° N35.066°
走向(北断層)	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	334.0
走向(南断層)	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	203.0
傾斜角	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	30
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	2.00
活断層長さ	Lact	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	60
震源断層長さ	L	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	60
断層幅	W	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	19
震源断層幅	Wseis	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	18
震源断層面積	Sseis	km <sup>2</sup>	Sseis=L*Wseis	1080
密度	ρ	g/cm <sup>3</sup>	設定	2.70
S波速度	β	km/s	設定	3.46
剛性率	μ	N/m <sup>2</sup>	μ=ρβ <sup>2</sup>	3.23E+10
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	-	M <sub>w</sub> =(logM <sub>0</sub> -9.1)/1.5	7.3
地震モーメント	M <sub>0</sub>	Nm	M <sub>0</sub> =Δσ#*Sseis*Wseis/c	9.82E+19
形状係数	c	-	c=0.45+0.7*EXP[-L/Wseis]	0.47
短周期レベル	A	Nm/s <sup>2</sup>	A=4*π*β <sup>2</sup> *(Sa/π) <sup>0.5</sup> *Δσa#	1.87E+19
平均すべり量	D	m	D=M <sub>0</sub> /(μS)	2.81
応力降下量	Δσ#	MPa	壇・他(2015)	2.40
アスペリティ面積比	Sa/S	-	Sa/S=Δσ/Δσa	0.13
破壊伝播速度	V <sub>r</sub>	km/s	V <sub>r</sub> =0.72β (Geller,1976)	2.5
Q値	Q	-	川瀬・松尾(2004)	204f <sup>0.65</sup>
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	Sa	km <sup>2</sup>	Sa=(Sa/S)*S	139
地震モーメント	M <sub>0a</sub>	Nm	M <sub>0a</sub> =μSaDa	2.52E+19
応力降下量	Δσa	MPa	壇・他(2015)	18.70
平均すべり量	Da	m	Da=γ <sub>D</sub> D (γ <sub>D</sub> =2.0)	5.63
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	Sai	km <sup>2</sup>	Sai=Sa/3	46
地震モーメント	M <sub>0ai</sub>	Nm	M <sub>0ai</sub> =M <sub>0a</sub> /3	8.40E+18
応力降下量	Δσai	MPa	Δσai=Δσa	18.70
平均すべり量	Dai	m	Dai=M <sub>0ai</sub> /(μSai)	5.63
<b>背景領域</b>				
面積	Sb	km <sup>2</sup>	Sb=S-Sa	941
地震モーメント	M <sub>0b</sub>	Nm	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>	7.30E+19
実効応力	σ <sub>b</sub>	MPa	σ <sub>b</sub> =(Db/Wb)(π <sup>0.5</sup> /Da)*r*Σ(r <sub>i</sub> /r) <sup>3</sup> Δσa, r=(Sa/π) <sup>0.5</sup>	2.9
平均すべり量	Db	m	Db=M <sub>0b</sub> /(μSb)	2.40

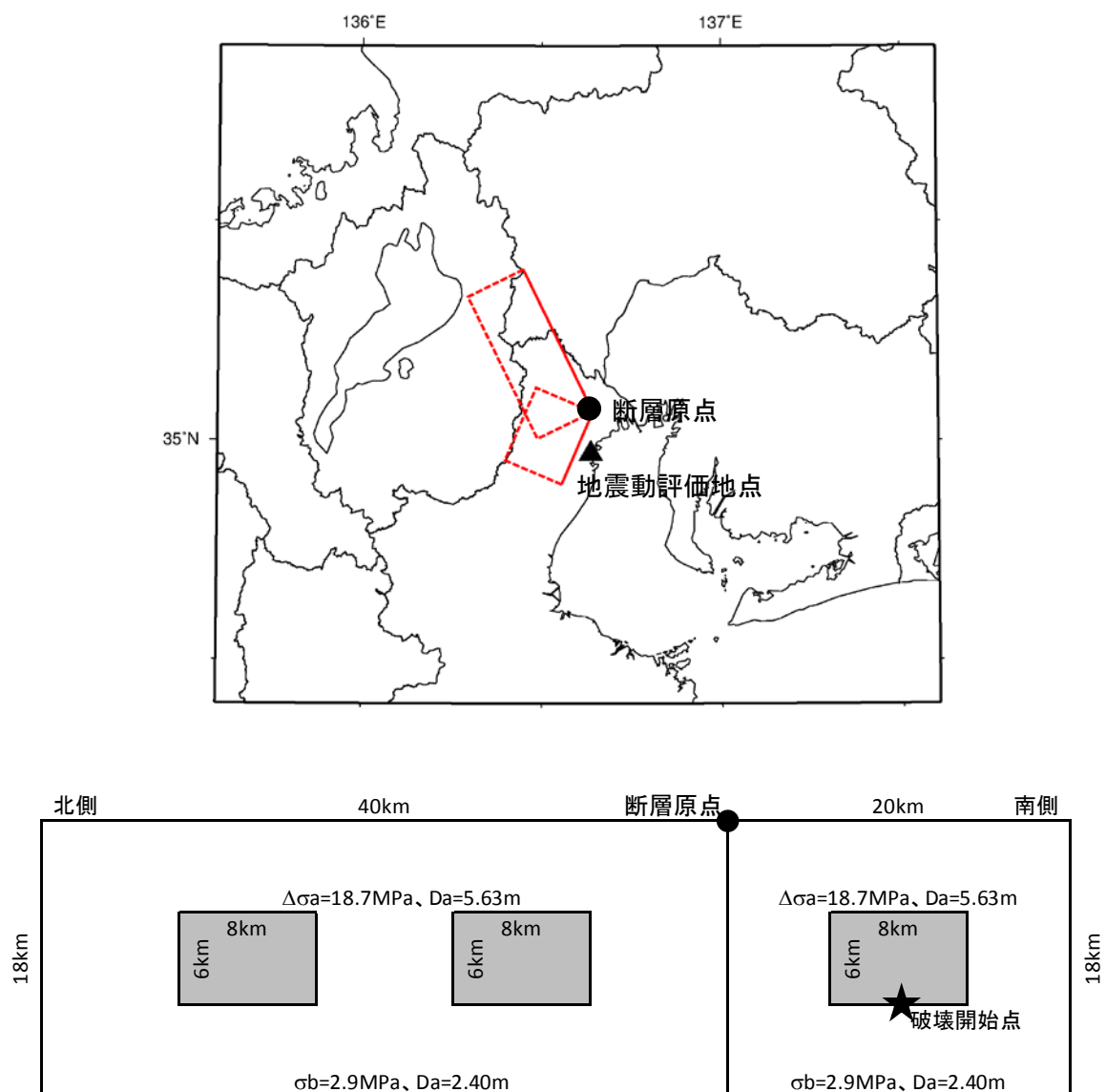


図 4-5 設定した養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の断層モデル

#### 4.4 地震動予測手法

想定地震に対して適用する地震動予測手法を表 4-5 に示す。以下では、各地震動予測手法の概要を示す。

表 4-5 想定地震に対して適用する地震動予測手法

地震タイプ	想定地震	経験的手法	半経験的手法 1	半経験的手法 2	備考 (要素地震)
プレート間	南海トラフの地震	○	○ (EGF)	—	宮腰・他(2018)
プレート内	フィリピン海プレート	○	○ (EGF)	—	宮腰・他(2018)
陸域活断層	養老-桑名-四日市断層帯	○	○ (EGF)	○ (SGF)	活断層周辺の 内陸地震

※EGF：経験的グリーン関数法、SGF：統計的グリーン関数法

##### (1) 経験的手法

経験的手法として、Morikawa and Fujiwara (2013)を用いる。Morikawa and Fujiwara (2013)による地震動予測式の詳細は 3.4(1)を参照されたい。

地震動評価地点 (MIE003) の地震動の計算条件は以下の通りとした。地盤条件は、AVS30 を 400 m/s とした。また、 $V_s=1400\text{m/s}$  の層の深さ D1400 は、J-SHIS による深部地盤モデルの地震動評価地点の深さである 1500m とした。なお、フィリピン海プレートのプレート内地震に対しては、森川・藤原(2015)による補正を行う。経験的手法の評価条件として、南海トラフの地震は  $M_w8.7$  および断層最短距離  $X=39.7\text{km}$ 、フィリピン海プレートのプレート内地震は  $M_w8.0$  および断層最短距離  $X=55.5\text{km}$ 、養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震は  $M_w7.3$  および断層最短距離  $X=4.2\text{km}$  とした。

## (2) 半経験的手法（経験的グリーン関数法）

半経験的手法として、中小地震の観測記録を用いた経験的グリーン関数法 (Dan et al., 1989) を用いる。

中小地震の断層パラメータは次のように設定した。南海トラフの地震に用いる中小地震は、宮腰・他(2018)で用いている5つの地震とした。具体的には、2000年10月31日の地震 ( $M_J5.7$ )、2001年2月23日の地震 ( $M_J5.0$ )、2001年4月3日の地震 ( $M_J5.2$ )、2004年1月6日の地震 ( $M_J5.4$ )、2016年4月1日の地震 ( $M_J6.5$ ) の5つの地震とし、断層パラメータは宮腰・他(2018)による値とした。なお、2016年4月1日の地震以外は、フィリピン海プレートのプレート内地震であるため、媒質補正 (S波速度  $4.41\text{km/s}$ 、密度  $3.2\text{g/cm}^3 \Rightarrow$  S波速度  $3.82\text{km/s}$ 、密度  $2.8\text{g/cm}^3$ ) を行ったうえで、地震動を計算する。フィリピン海プレートのプレート内地震に用いる中小地震は、南海トラフの地震で用いた中小地震のうち、断層面の水平投影面に震央位置がある2004年1月6日の地震 ( $M_J5.4$ ) とし、断層パラメータは宮腰・他(2018)による値とした。この場合も、媒質補正 (S波速度  $4.41\text{km/s}$ 、密度  $3.2\text{g/cm}^3 \Rightarrow$  S波速度  $4.0\text{km/s}$ 、密度  $3.0\text{g/cm}^3$ ) を行ったうえで、地震動を計算する。養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震に用いる中小地震は、養老-桑名-四日市断層帯の周辺で発生した陸域浅部の地震のうち1998年4月22日 ( $M_J5.5$ ) とした。断層パラメータは、地震モーメントを F-net の値 ( $6.74 \times 10^{16} \text{ Nm}$ ) とし、応力降下量は観測記録より  $6.0\text{MPa}$  とした。選定した中小地震の震源位置を図4-6に、断層パラメータを表4-6に示す。また、選定した中小地震の MIE003 における観測記録 (加速度波形、フーリエ振幅スペクトル、減衰5%擬似速度応答スペクトル) を、1998年4月22日の地震に対して図4-7に、2000年10月31日の地震に対して図4-8に、2001年2月23日の地震に対して図4-9に、2001年4月3日の地震に対して図4-10に、2004年1月6日の地震に対して図4-11に、2016年4月1日の地震に対して図4-12に、それぞれ示す。図より、それぞれの地震の観測記録の長周期側は5秒までは信頼できると判断した。

ここで用いている観測記録は地表であるため、工学的基盤に引き戻すための地盤モデルを設定する。地盤モデルは、防災科学技術研究所から公表されている MIE003 の表層  $20\text{m}$  の地盤モデルの下層に  $V_s=0.4\text{km/s}$  の工学的基盤があると仮定して設定した。また、減衰定数は一律2%とした。本来ならば、地震観測点の地盤調査を行い、 $V_s=0.4\text{km/s}$  相当の工学的基盤の深さやその深さまでの地盤構造等を確認する必要があるが、本検討の目的が地震動予測の例示であることから、仮想地盤として設定した。設定した工学的基盤以浅の地盤モデルを表4-7に示す。



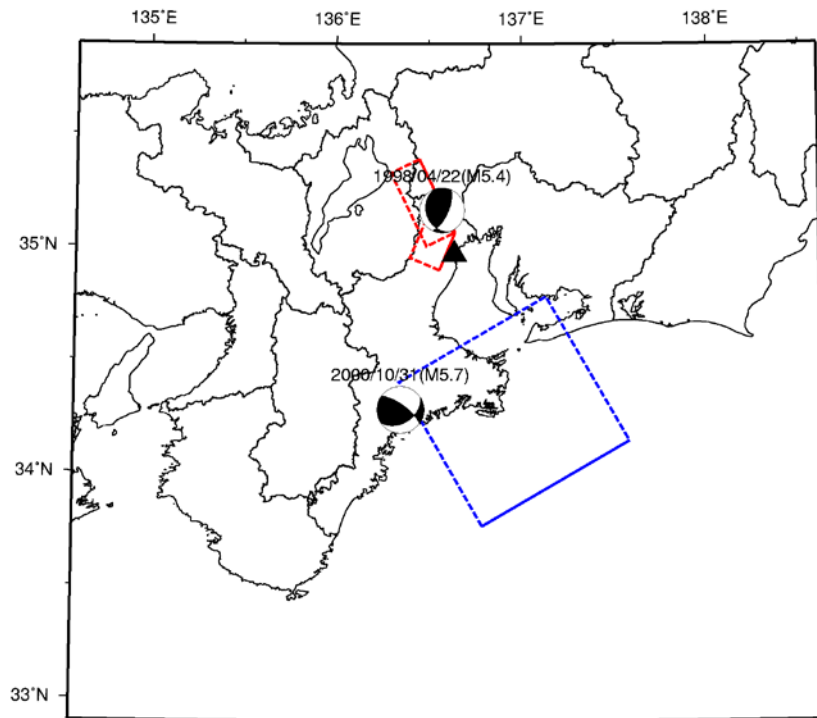


図 4-6 計算に用いる中小地震の震源位置と地震動評価地点

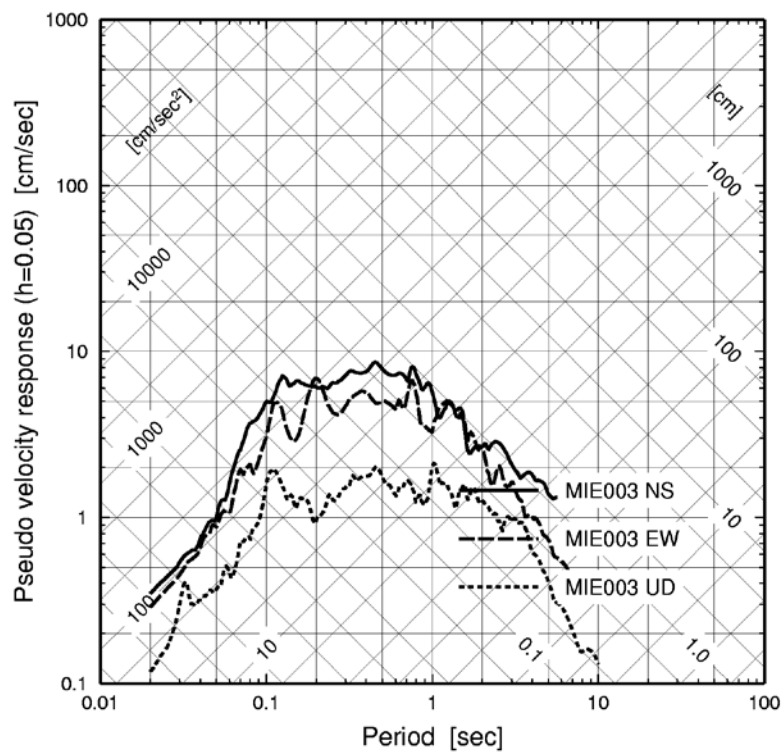
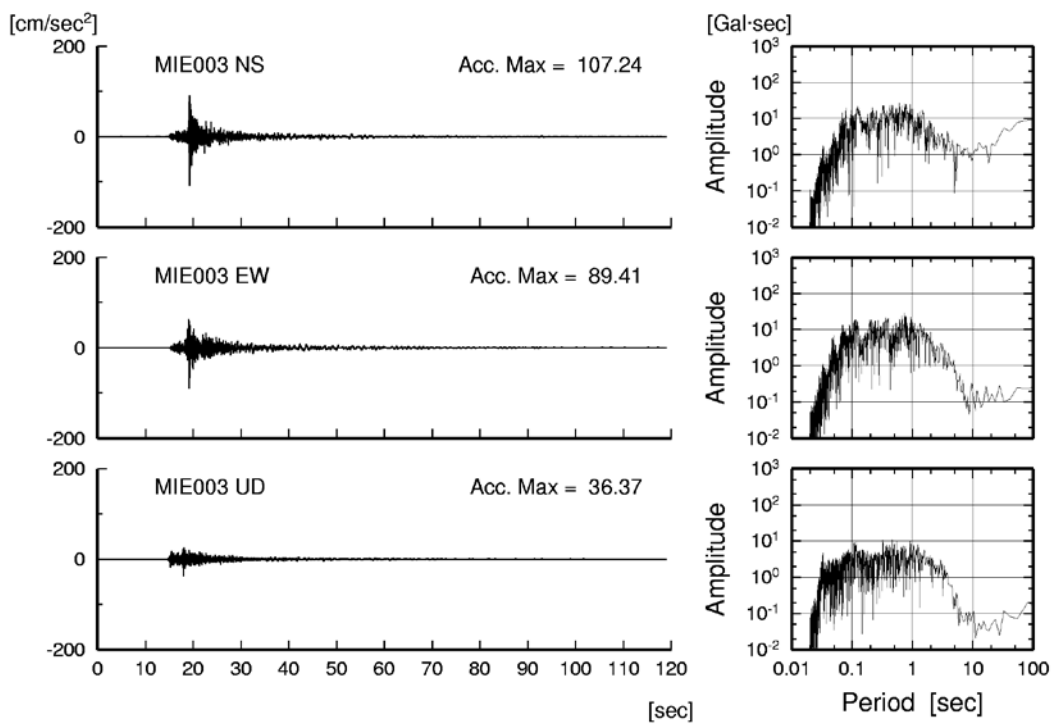
表 4-6 計算に用いる中小地震の断層パラメータ

発震時	東経	北緯	深さ	気象庁 マグニ チュード	モーメント マグニ チュード	地震 モーメント	応力 降下量
	[°]	[°]	[km]			[Nm]	[MPa]
1998年4月22日	136.6	35.2	5	5.5	5.2	$6.74 \times 10^{16}$	6.0
2000年10月31日	136.4	34.2	38	5.7	5.4	$1.70 \times 10^{17}$	41.3
2001年2月23日	137.5	34.8	32	5.0	4.9	$2.43 \times 10^{16}$	60.0
2001年4月3日	138.1	35.0	35	5.2	5.2	$8.17 \times 10^{16}$	22.2
2004年1月6日	136.7	34.2	40	5.4	5.2	$6.74 \times 10^{16}$	10.0
2016年4月1日	136.3832	33.3233	14	6.5	5.8	$4.90 \times 10^{17}$	36.5

※1998年4月22日の地震の媒質は $\mu=3.23 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>、 $\beta=3.46$ km/sとした。

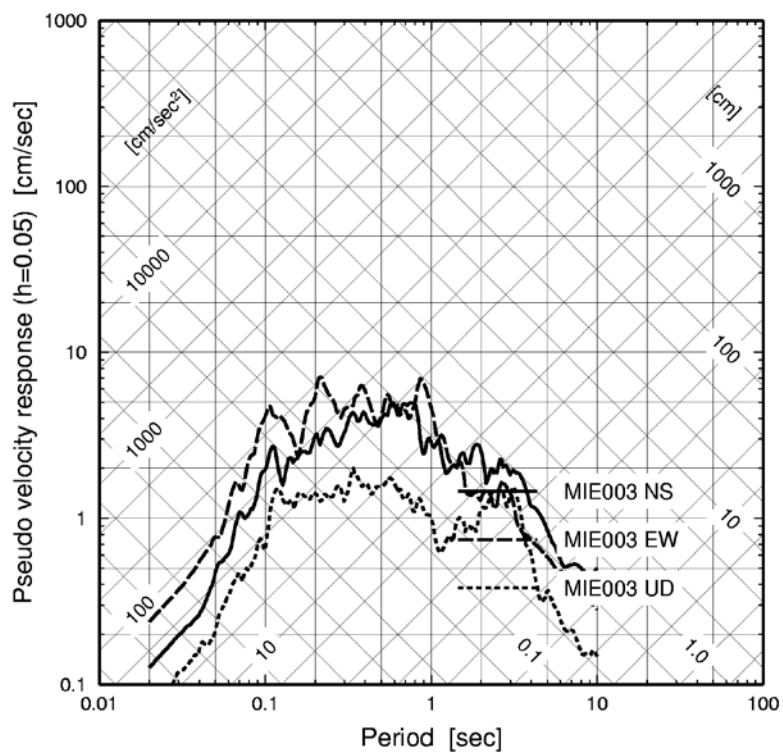
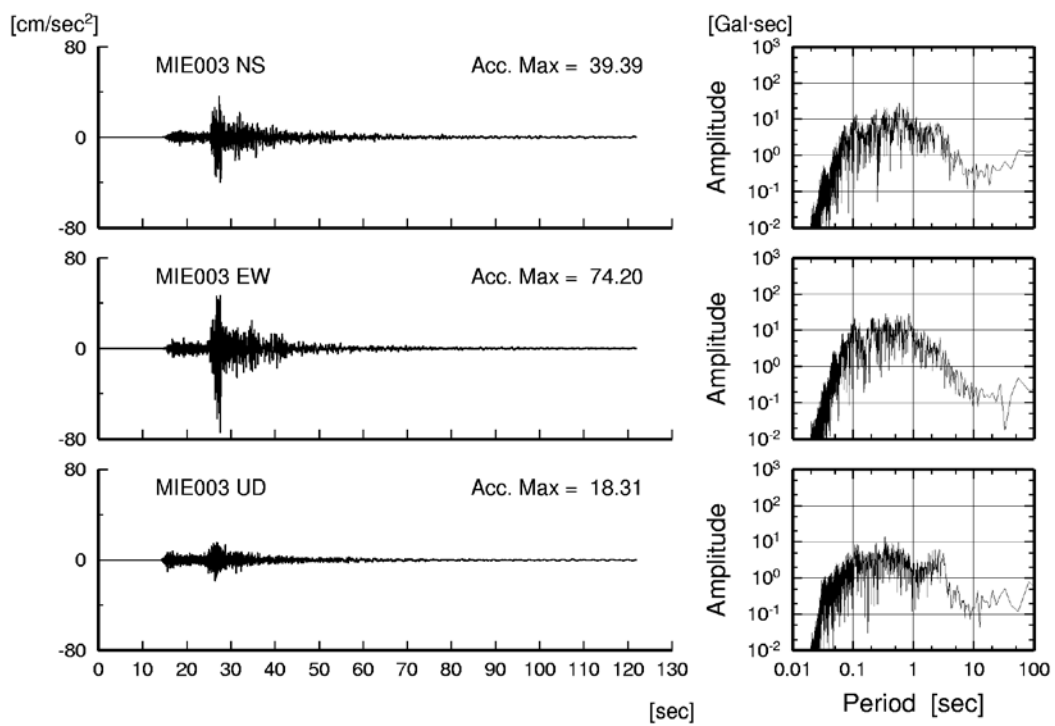
※2000年～2004年の地震の媒質は $\mu=6.22 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>、 $\beta=4.41$ km/sとした。

※2016年4月1日の地震の媒質は $\mu=4.10 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>、 $\beta=3.82$ km/sとした。



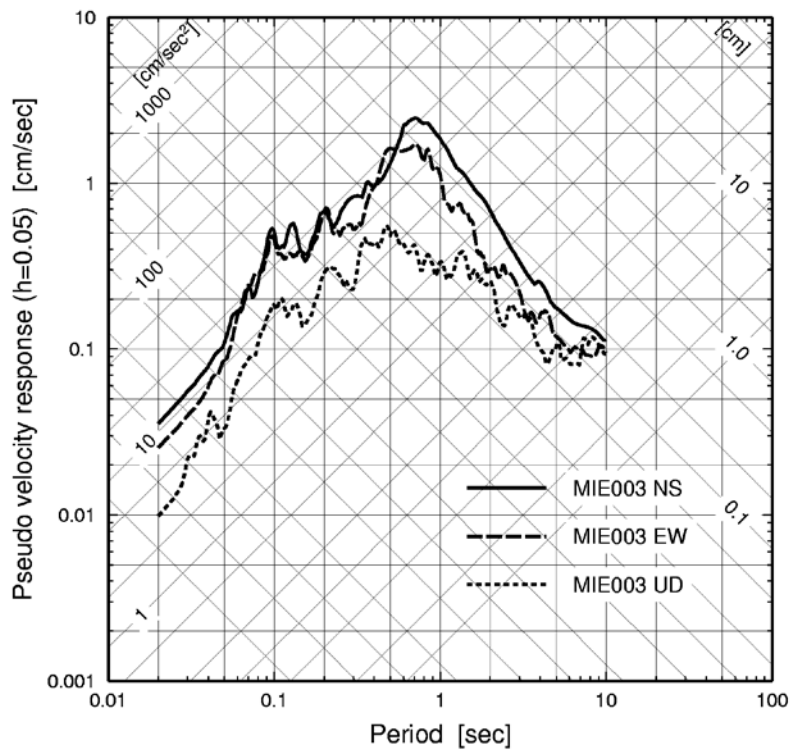
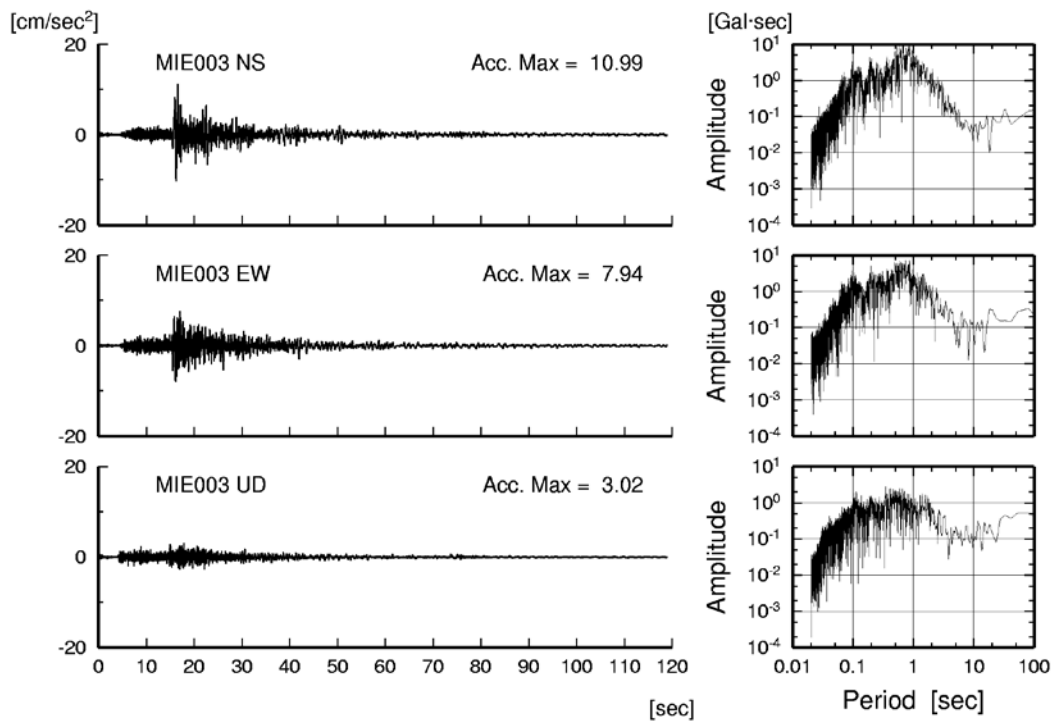
MIE003 1998/04/44 20:32 (M5.5)

図 4-7 1998 年 4 月 22 日の地震に対する MIE003 の観測記録



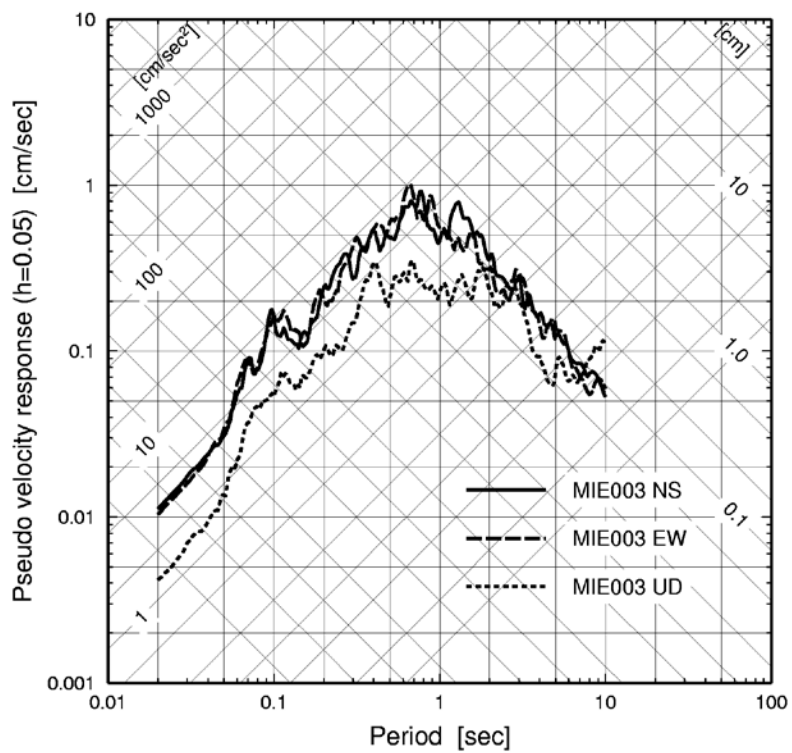
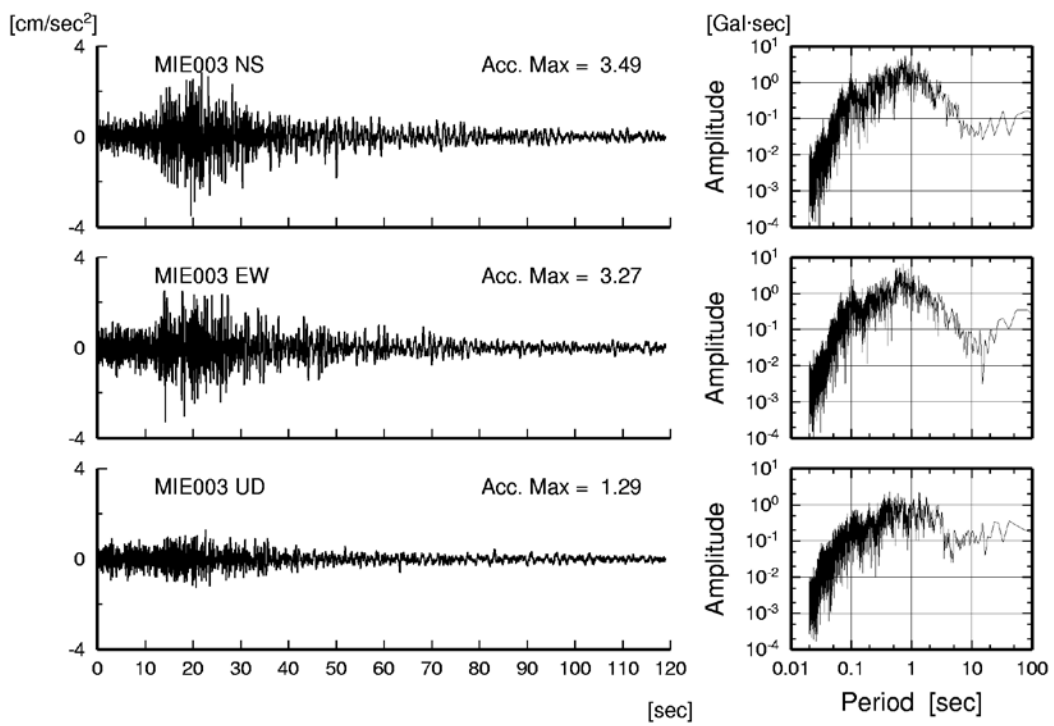
MIE003 2000/10/31 01:43 (M5.7)

図 4-8 2000 年 10 月 31 日の地震に対する MIE003 の観測記録



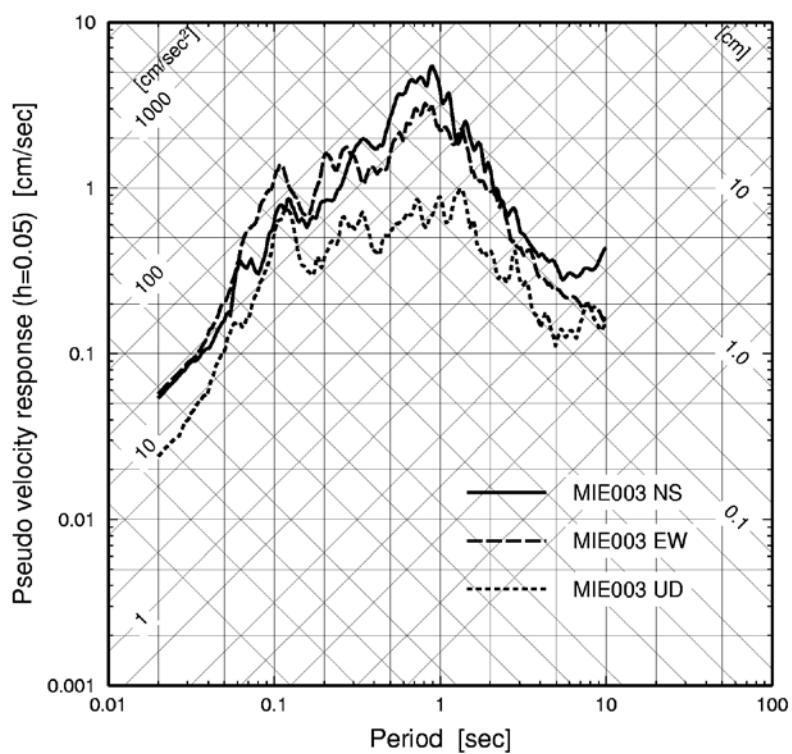
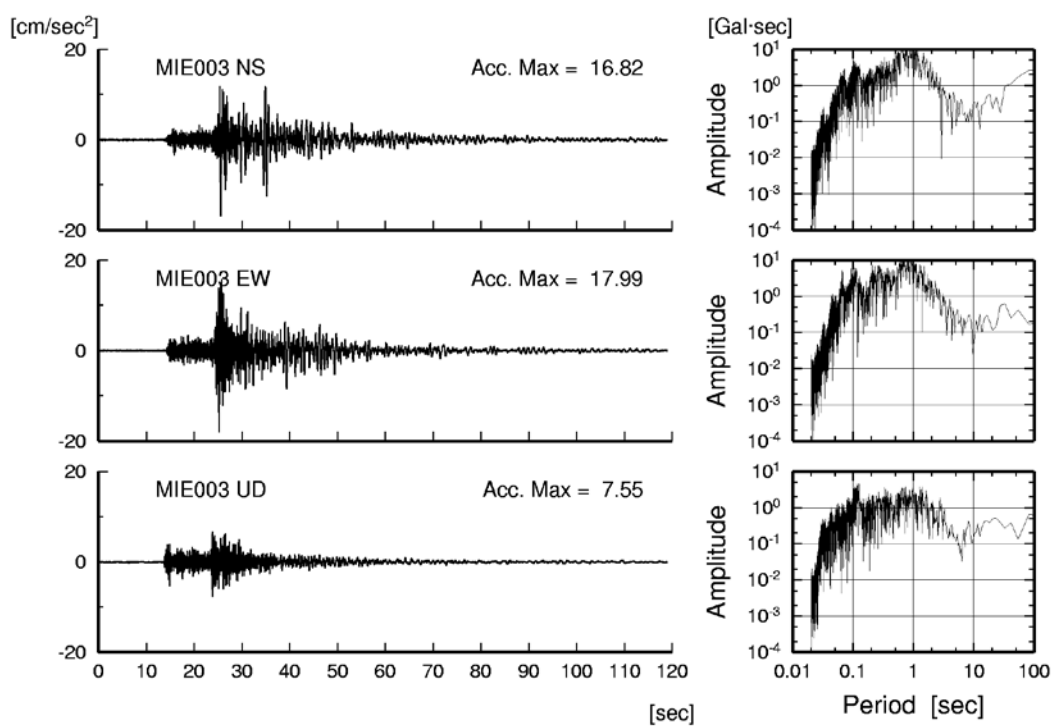
MIE003 2001/02/23 07:23 (M5.0)

図 4-9 2001 年 2 月 23 日の地震に対する MIE003 の観測記録



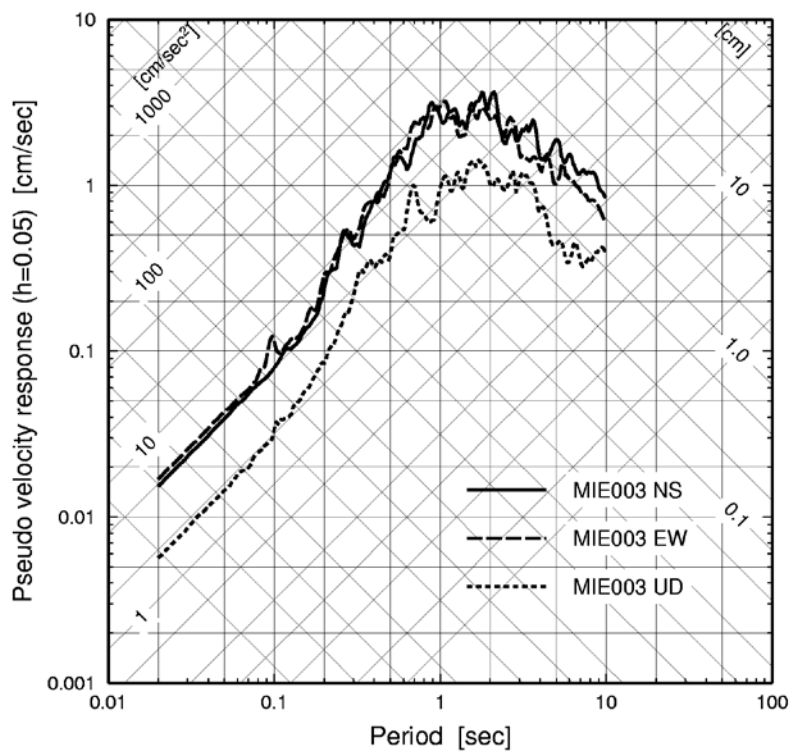
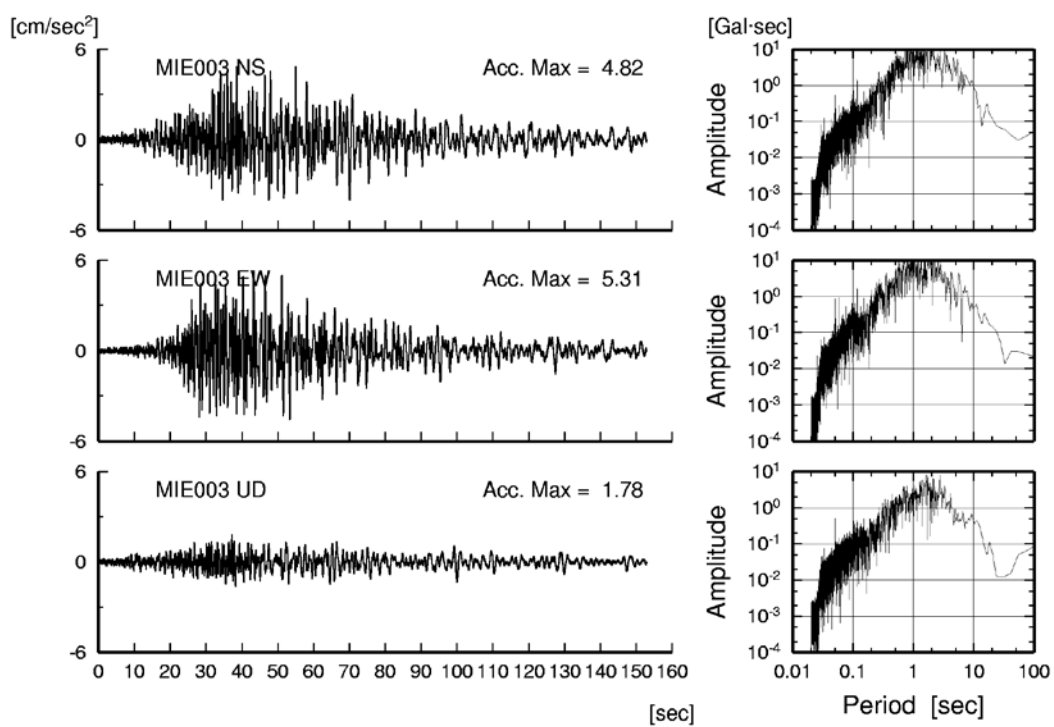
MIE003 2001/04/03 23:57 (M5.2)

図 4-10 2001 年 4 月 3 日の地震に対する MIE003 の観測記録



MIE003 2004/01/06 14:50 (M5.4)

図 4-11 2004 年 1 月 6 日の地震に対する MIE003 の観測記録



MIE003 2016/04/01 11:39 (M6.5)

図 4-12 2016 年 4 月 1 日の地震に対する MIE003 の観測記録

表 4-7 地震動評価地点（MIE003）で設定した工学的基盤以浅の地盤モデル

番号	上面深さ [m]	層厚 [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	減衰定数	備考
1	0	1.0	130	480	1.62	0.02	観測点位置
2	1	1.0	130	480	1.88	0.02	
3	2	1.0	130	480	2.08	0.02	
4	3	1.0	190	1570	2.17	0.02	
5	4	1.0	190	1570	2.10	0.02	
6	5	1.0	190	1570	2.00	0.02	
7	6	1.0	190	1570	1.93	0.02	
8	7	1.0	190	1570	1.76	0.02	
9	8	1.0	190	1570	1.80	0.02	
10	9	1.0	190	1570	2.16	0.02	
11	10	1.0	190	1570	2.05	0.02	
12	11	1.0	190	1570	1.81	0.02	
13	12	1.0	190	1570	1.77	0.02	
14	13	1.0	270	1570	1.97	0.02	
15	14	1.0	270	1570	2.05	0.02	
16	15	1.0	270	1570	2.09	0.02	
17	16	1.0	270	1570	2.09	0.02	
18	17	1.0	270	1570	2.01	0.02	
19	18	1.0	270	1570	1.86	0.02	
20	19	1.0	270	1570	1.75	0.02	
21	20	—	400	1570	2.00		工学的基盤



### (3) 半経験的手法（統計的グリーン関数法）

統計的グリーン関数法は、要素断層の時刻歴波形としてフーリエスペクトルのモデルと位相特性を与えた模擬波を用いて大地震の地震動を計算する手法である。

ここでは、Boore (1983)に基づいて、地震基盤の加速度フーリエスペクトル  $A_s$  を以下の式で与える。

$$A_s(f) = \frac{F}{4\pi\rho_s\beta_s^3} \cdot \frac{M_{0s}(2\pi f)^2}{1+(f/f_{cs})^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+(f/f_{max})^m}} \times \frac{1}{r} \exp\left(-\frac{\pi f r_s}{Q(f) \cdot \beta_s}\right) \times 2$$

ここで、 $s$  は要素断層に関する添え字であり、 $F$  は SH 波または SV 波の放射特性（ラディエーションパターン）、 $\rho_s$  ( $\text{kg/m}^3$ ) 及び  $\beta_s$  ( $\text{m/s}$ ) は要素断層における媒質の密度及び S 波速度、 $M_{0s}$  ( $\text{Nm}$ ) は地震モーメント、 $f_{cs}$  ( $\text{Hz}$ ) は臨界振動数、 $f_{max}$  ( $\text{Hz}$ ) は高周波遮断振動数、 $r_s$  ( $\text{m}$ ) は震源から対象とする地点までの距離、 $Q(f)$  は伝播経路全体の平均の  $Q$  値である。最終項は、自由表面の影響を考慮したものである。ここで、放射係数は、釜江・他(1990)を参考として振動数依存性を考慮し、0.5Hz 以下では理論値、5Hz 以上の高振動数領域では Boore and Boatwright(1984) による等方的な値とし、0.5～5Hz の遷移領域では放射係数が両対数軸で直線的に変化するものとする。

また、位相の包絡関数として、次式で示す Boore (1983)の経時特性モデルを用いて、地震基盤での時刻歴波形を計算する。

$$E(t) = C \cdot t^b e^{-ct} H(t)$$

ここで、

$$b = -p \cdot \ln q / [1 + p(\ln p - 1)]$$

$$c = b / (pT_w)$$

$$C = [e / (pT_w)]^b$$

である。 $T_w$  は  $T_c$ （コーナー周期）の 2 倍であり、 $q$  は 0.05 であり、 $p$  は 0.2 とする。

地震動評価位置が工学的基盤であるため、地震基盤から工学的基盤までの地盤増幅を評価する。この地盤増幅の評価方法として以下のものがある。本検討では、これらのうち、2 つの手法について検討する。

- ・ 地震基盤の媒質と工学的基盤の媒質の違いによるインピーダンス比を乗じる

( $\rho_{sb}$  および  $\beta_{sb}$  は地震基盤の密度および S 波速度、 $\rho$  および  $\beta$  は工学的基盤における媒質の密度および S 波速度)

$$\sqrt{\frac{\rho_{sb}\beta_{sb}}{\rho\beta}}$$

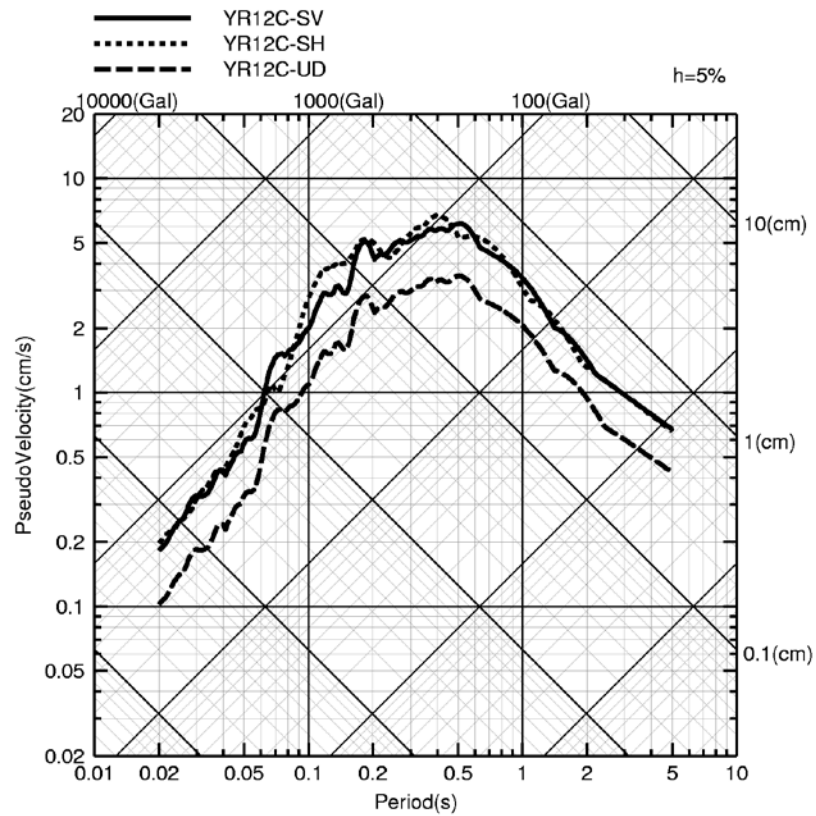
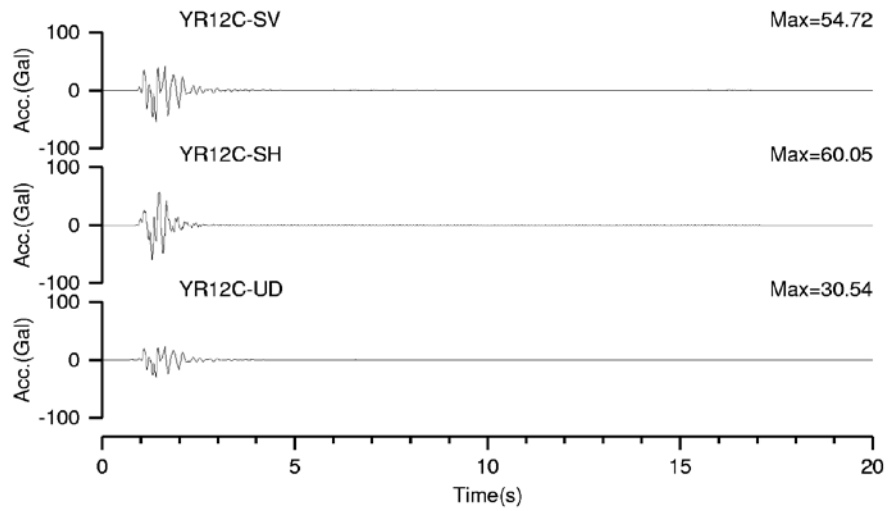
- ・ 地震基盤から工学的基盤の地盤構造を設定し、次元重複反射理論等により、工学的基盤の地震波を評価する
- ・ 地震観測記録などから評価された経験的なサイト増幅特性を乗じる

養老―桑名―四日市断層帯に発生する地震の地震動予測に用いる地震基盤における統計的グリーン関数の算定のためのパラメータを表 4-8 に示す。ここで、断層長さ $l$ と断層幅 $b$ は、要素断層と同じ 2km とし、応力降下量は断層全体の静的応力降下量と同じ 2.4MPa とする。震源距離は断層中心位置から地震動評価地点までの距離とし、 $Q$  値は川瀬・松尾(2004)を参考に  $Q = 204f^{0.65}$  とする。高周波遮断振動数  $f_{max}$  は鶴来・他(1997)を参考に 6Hz とし、高周波遮断フィルターの定数は、佐藤・他(1994)を参考に  $m = 4.2$  とする。地震基盤のせん断波速度および密度は、経験的サイト増幅特性を算定している佐藤・巽(2002)を参考に、2.79 km/s および 2.5 t/m<sup>3</sup> とする。表に示したパラメータに基づいて算定した地震基盤における統計的グリーン関数を図 4-13 に示す。

つぎに、地震基盤から工学的基盤までの地盤増幅について検討する。インピーダンス比による地盤増幅は、地震基盤における密度と S 波速度 (2.5t/m<sup>3</sup>と 2.79km/s)、および工学的基盤の密度と S 波速度 (2.0t/m<sup>3</sup>と 0.4km/s) より、先述した式より求める。経験的サイト増幅特性は佐藤・巽(2002)による MIE003 における値とした。佐藤・巽(2002)では、IWT009 を基準観測点 (地震基盤相当) として、そことの相対的な増幅特性として評価されている。このとき、IWT009 で設定した地震基盤の S 波速度が 2.79km/s である。この経験的サイト増幅特性は、MIE003 の地表記録を用いていることから、地震基盤から地表までの地盤増幅となっていることに注意が必要である。また、解析条件より、適用できる周期範囲は 0.25 秒～5 秒 (0.2Hz～4Hz) である。インピーダンス比による地盤増幅と、経験的サイト増幅特性を比較して図 4-14 に示す。図より、周期 0.5 秒～2 秒付近では経験的サイト増幅特性が大きくなっている。これより、その周期帯では、インピーダンス比による地震増幅を用いた場合より想定地震の地震動予測の結果が大きくなることが予想される。以降の検討では、工学的基盤で地震動予測を行うこと、周期 0.5 秒よりも短周期も対象とすることから、インピーダンス比による地盤増幅を用いて地震動予測を行うこととする。

表 4-8 養老一桑名一四日市断層帯に用いる地震基盤における  
統計的グリーン関数の算定のためのパラメータ

項目	単位	YR12	備考
せん断波速度 $\beta$	(km/s)	3.46	要素断層に同じ
密度 $\rho$	(t/m <sup>3</sup> )	2.70	要素断層に同じ
剛性率 $\mu$	(N/m <sup>2</sup> )	3.23E+10	
Q値		204 $f^{0.65}$	川瀬・松尾(2004)
断層長さ $L_{small}$	(km)	2.0000	要素断層に同じ
断層幅 $W_{small}$	(km)	2.0000	要素断層に同じ
等価半径 $R_{small}$	(km)	1.1284	
応力降下量 $\Delta\sigma_{small}$	(MPa)	2.40	断層全体の静的応力降下量に同じ
平均すべり量 $D_{small}$	(m)	0.0610	( $M_0$ から逆算した参考値)
地震モーメント $M_{0small}$	(N・m)	7.88E+15	円形クラック式
短周期レベル $A_{small}$	(N・m/s <sup>2</sup> )	4.07E+17	(参考値)
震源距離 $\chi_{small}$	(km)	7.48	断層中心からの距離
高周波遮断振動数 $f_{max}$	(Hz)	6.0	鶴来・他(1997)
高周波遮断フィルター定数 $m$		4.20	
高周波遮断フィルター定数 $n$		0.50	関数形 $F(f) = 1 / \{1 + (f/f_{max})^m\}^n$
せん断波速度(地震基盤) $\beta_s$	(km/s)	2.79	佐藤・巽(2002)
密度(地震基盤) $\rho_s$	(t/m <sup>3</sup> )	2.50	佐藤・巽(2002)
経時特性		Boore(1983)	



YR12C-Kiban

図 4-13 養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の地震動予測に用いる地震基盤における統計的グリーン関数

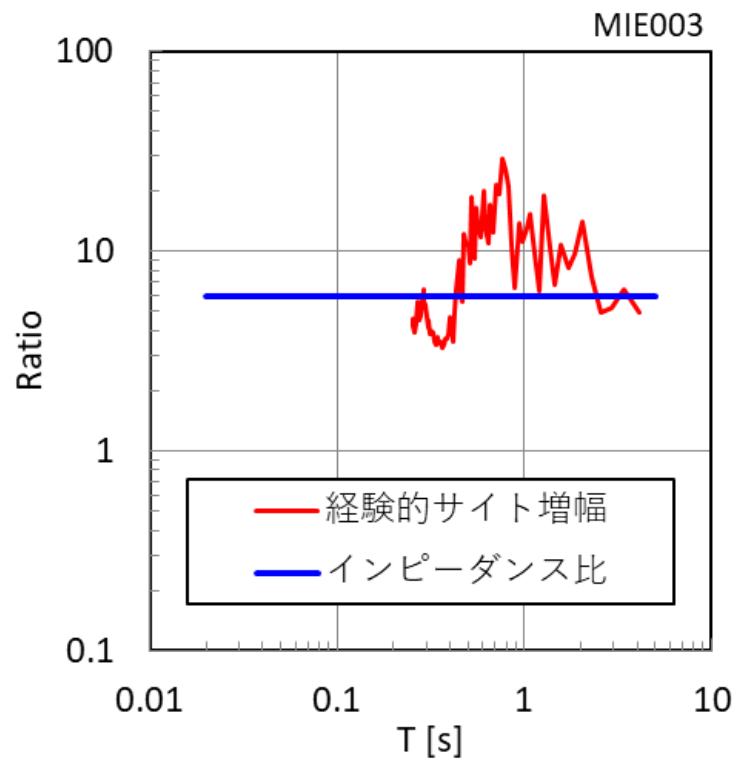


図 4-14 佐藤・巽(2002)による MIE003 の経験的サイト増幅特性とインピーダンス比による地盤増幅特性の比較

## 4.5 地震動予測結果

### (1) 南海トラフの地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 4-15 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 4-16 に示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 4-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

図 4-15 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.1 秒から周期 0.5 秒では経験的グリーン関数法がやや小さく、それ以外の周期帯では同程度または経験的グリーン関数法が大きい。概ね地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

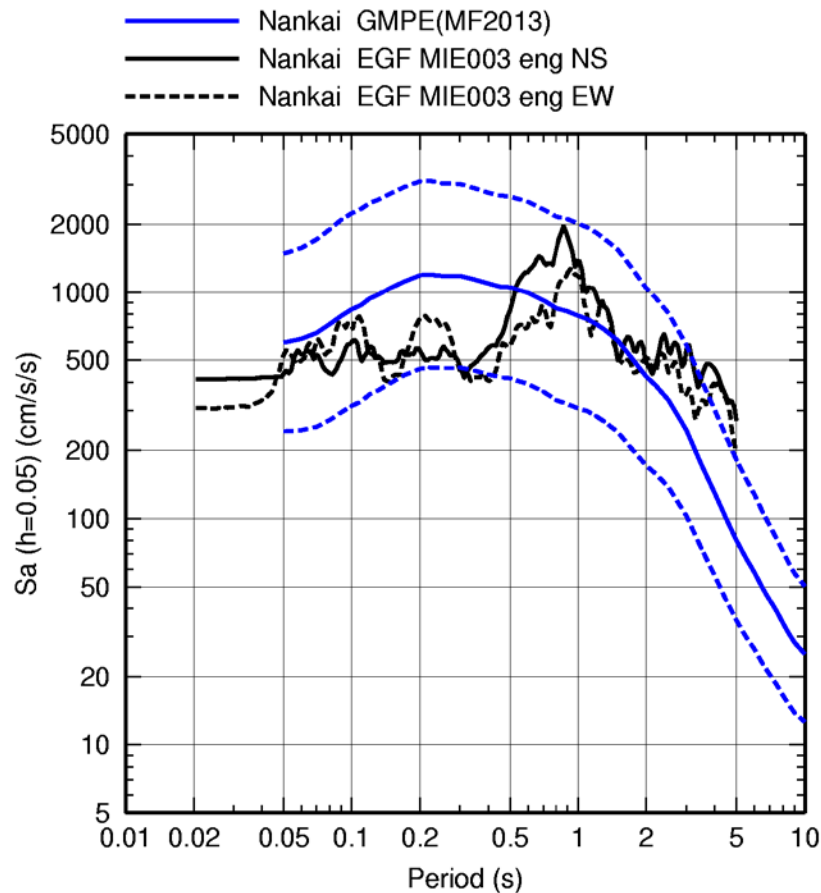
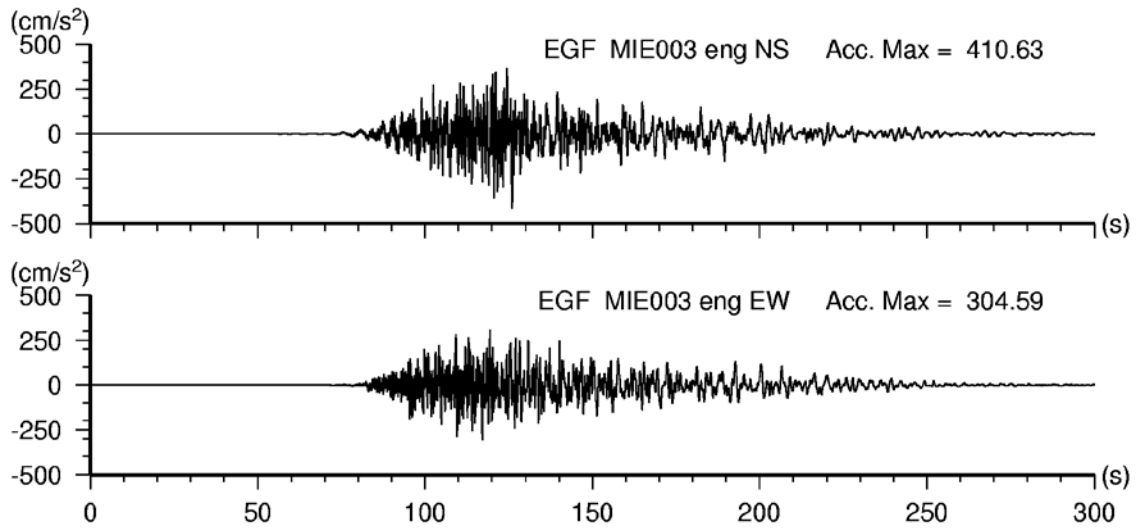
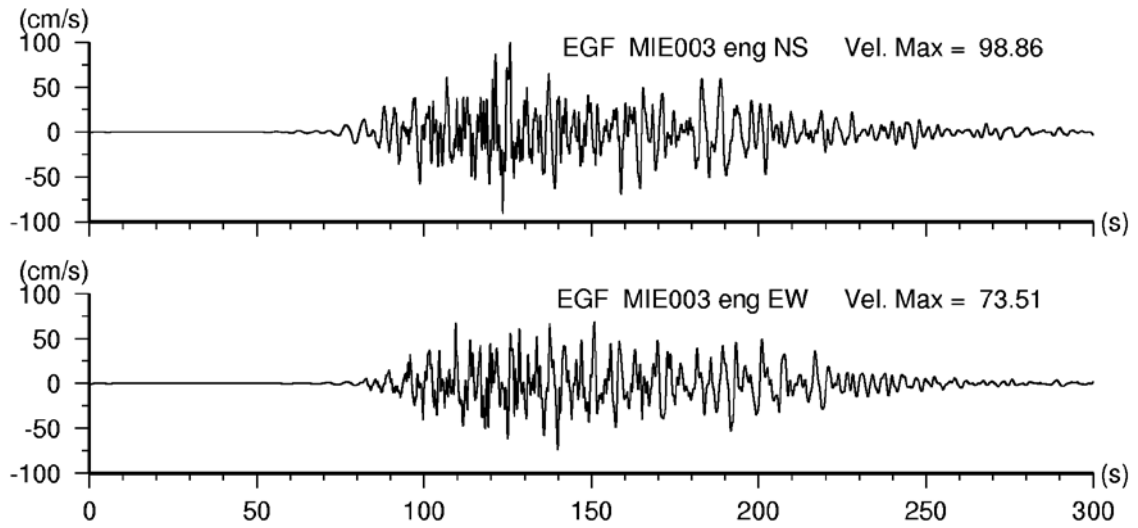


図 4-15 南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

図 4-16 経験的グリーン関数法による南海トラフの地震の工学的基盤の地震動の  
加速度波形と速度波形

## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 4-17 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 4-18 に示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 4-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

図 4-17 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.5 秒程度以下では同程度または経験的グリーン関数法がやや小さく、周期 0.5 秒程度以上では同程度または経験的グリーン関数法がやや大きい、概ね地震動予測式の平均値 ± 標準偏差の範囲内である。

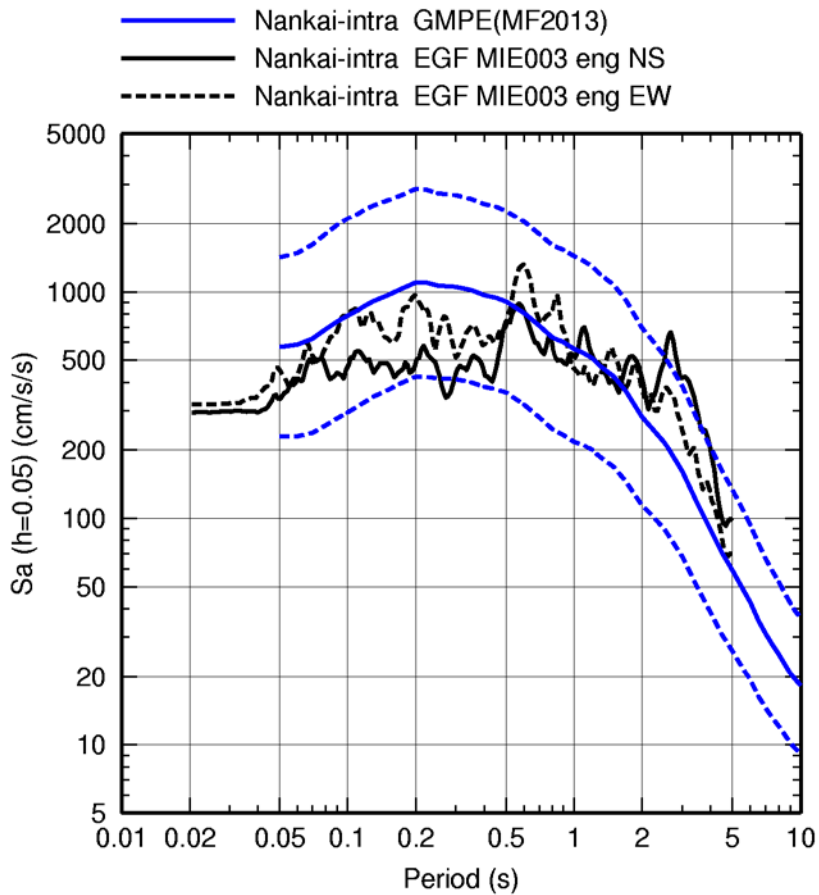
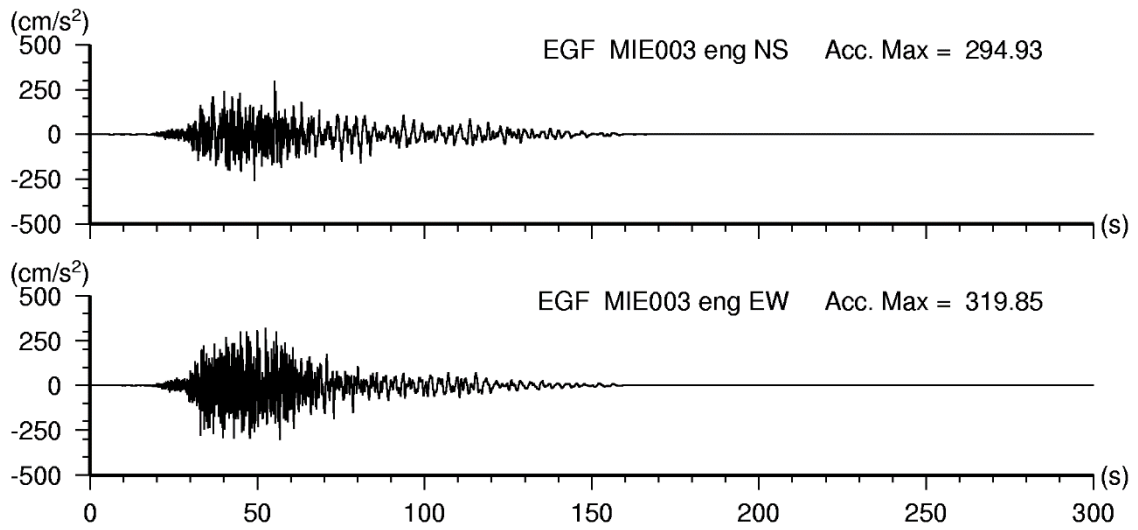
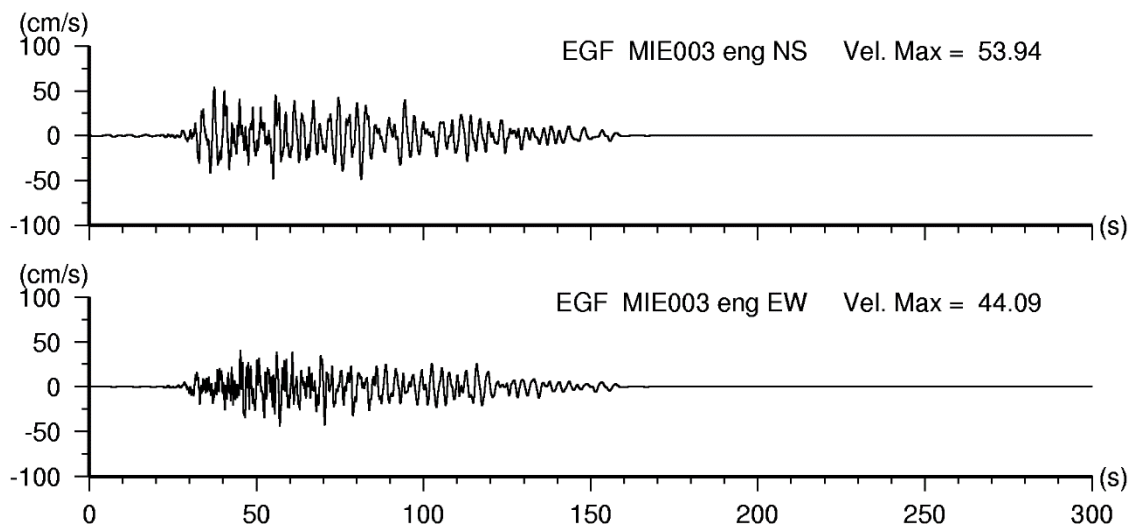


図 4-17 フィリピン海プレートのプレート内地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル





(a) 加速度波形



(b) 速度波形

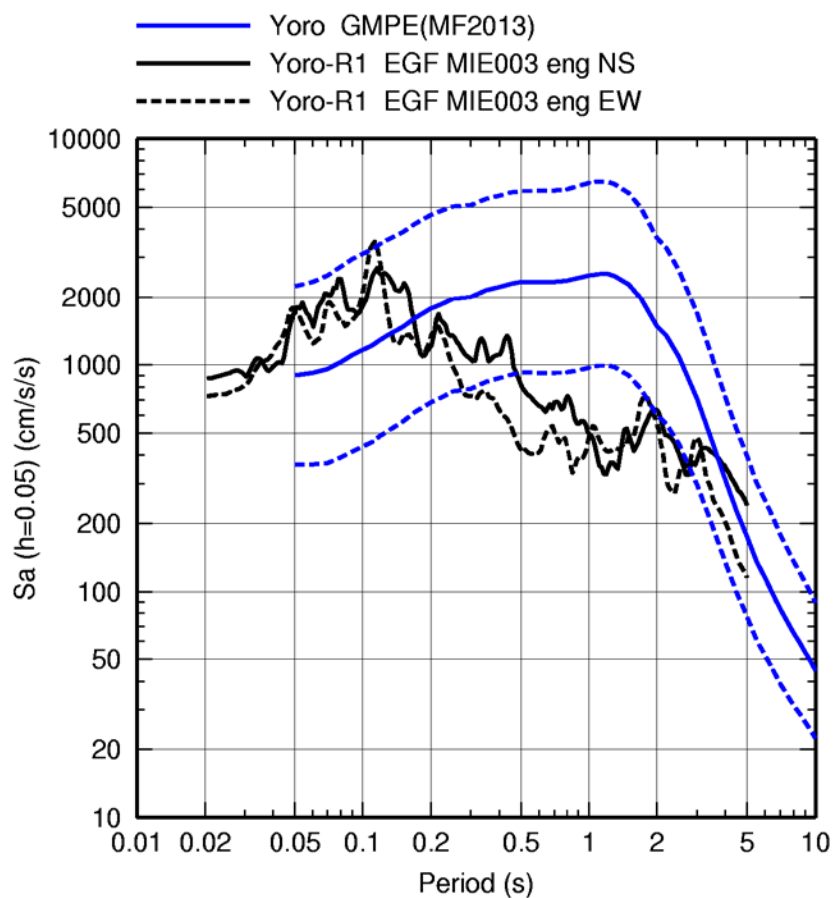
図 4-18 経験的グリーン関数法によるフィリピン海プレートのプレート内地震の  
工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形

### (3) 養老－桑名－四日市断層帯に発生する地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 4-19 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 4-20 に、統計的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 4-21 に、それぞれ示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 4-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。また、統計的グリーン関数法による地震動は、地震基盤から工学的基盤までの地盤増幅をインピーダンス比で求めた場合の結果とした。

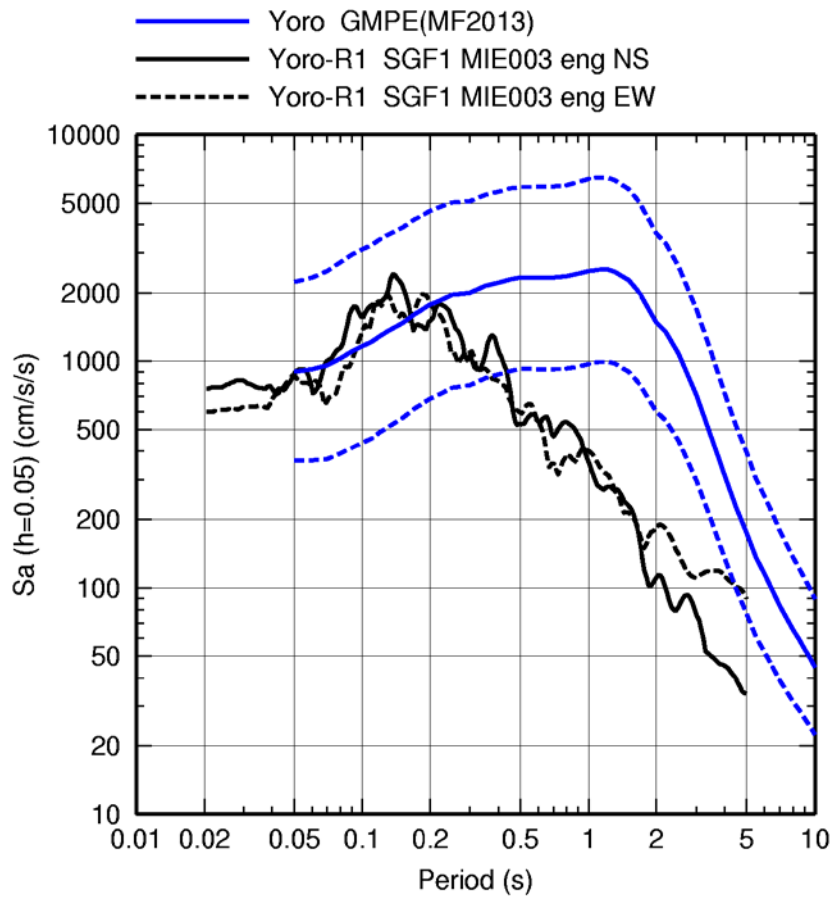
図 4-19(a)より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.2 秒程度以下では経験的グリーン関数法がやや大きく、周期 0.5 秒から周期 2 秒程度では経験的グリーン関数法が小さく、周期 2 秒程度以上では同程度である。周期 0.5 秒から周期 2 秒程度で差があるのは、上町断層帯に発生する地震の地震動予測結果と同様の理由によると考えられる。

図 4-19(b)より、地震動予測式（平均値）と統計的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.2 秒程度以下では同程度、周期 0.5 秒程度以上では統計的グリーン関数法が小さい。統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 1 秒程度以上で違いが見られる。これは、統計的グリーン関数法が主要動のみを対象としているのに対して、経験的グリーン関数法では中小地震の観測記録に表面波などの長周期成分も含んでいるため、とくに長周期帯域で差が出たものと考えられる。実際、図 4-20 と図 4-21 の地震動予測結果の波形では、継続時間の違いが見てとれる。



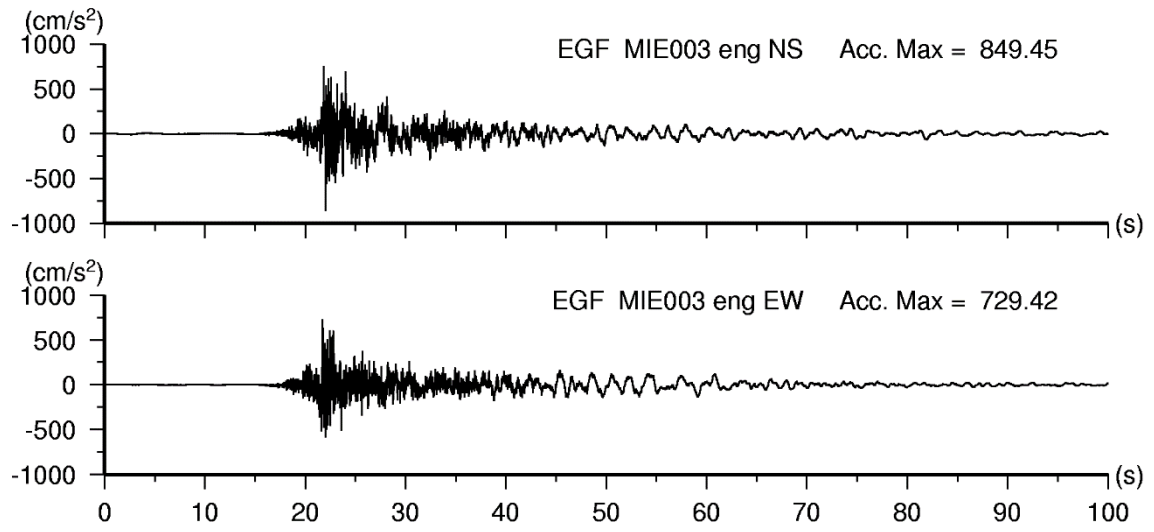
(a) 経験的グリーン関数法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 4-19 養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の  
加速度応答スペクトル

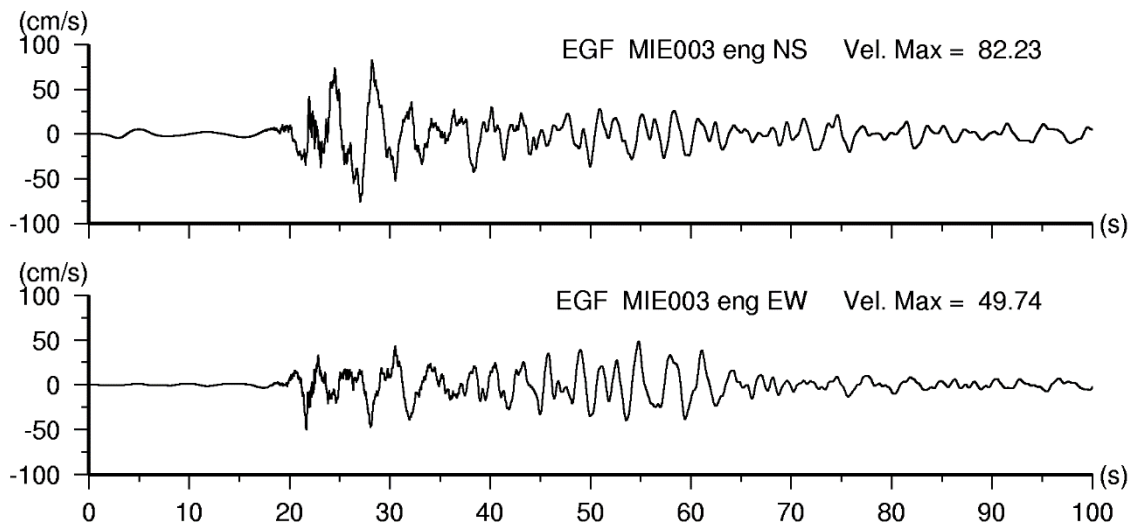


(b) 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と地震動予測式との比較

図 4-19 養老—桑名—四日市断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の  
加速度応答スペクトル (つづき)

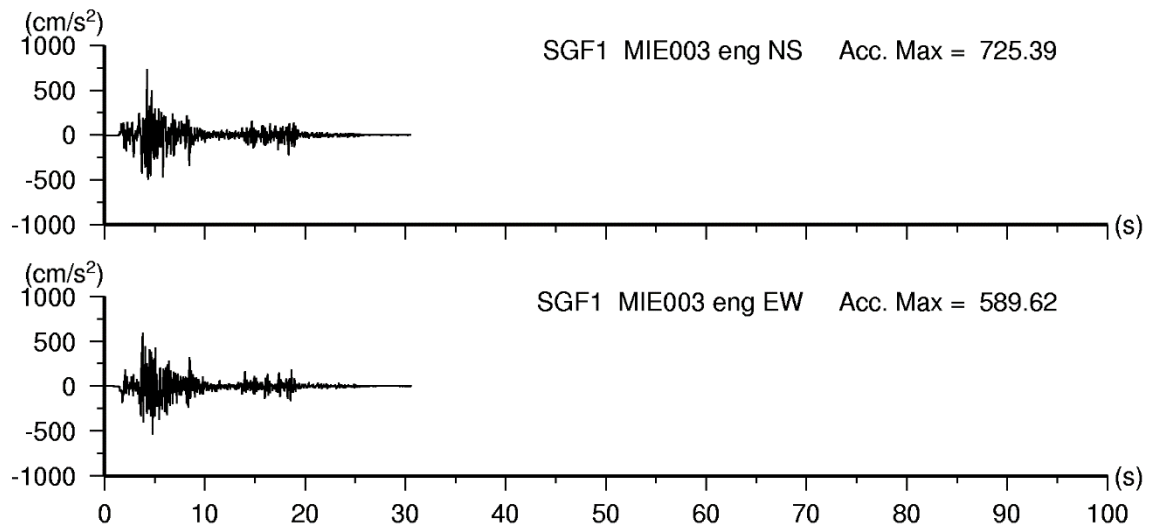


(a) 加速度波形

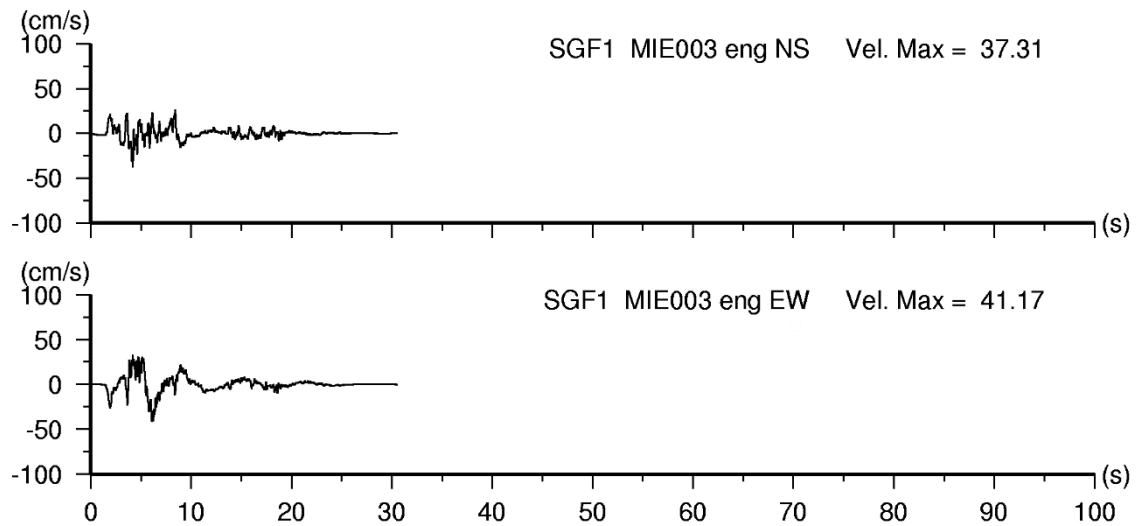


(b) 速度波形

図 4-20 経験的グリーン関数法による養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

図 4-21 統計的グリーン関数法による養老-桑名-四日市断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形

## 5. 京浜地区の地震動予測の例示

### 5.1 地震動評価地点

地震動評価地点は、対象地点（京浜地区）の近傍の地震観測点とする。具体的には、防災科学技術研究所の K-NET 観測点 KNG001（K-NET 川崎）とする。KNG001 の位置は、神奈川県川崎市川崎区宮前町 8-13 で、東経 139.7062、北緯 35.5291（世界測地系）である。地震動評価地点（KNG001）の位置を図 5-1 に示す。

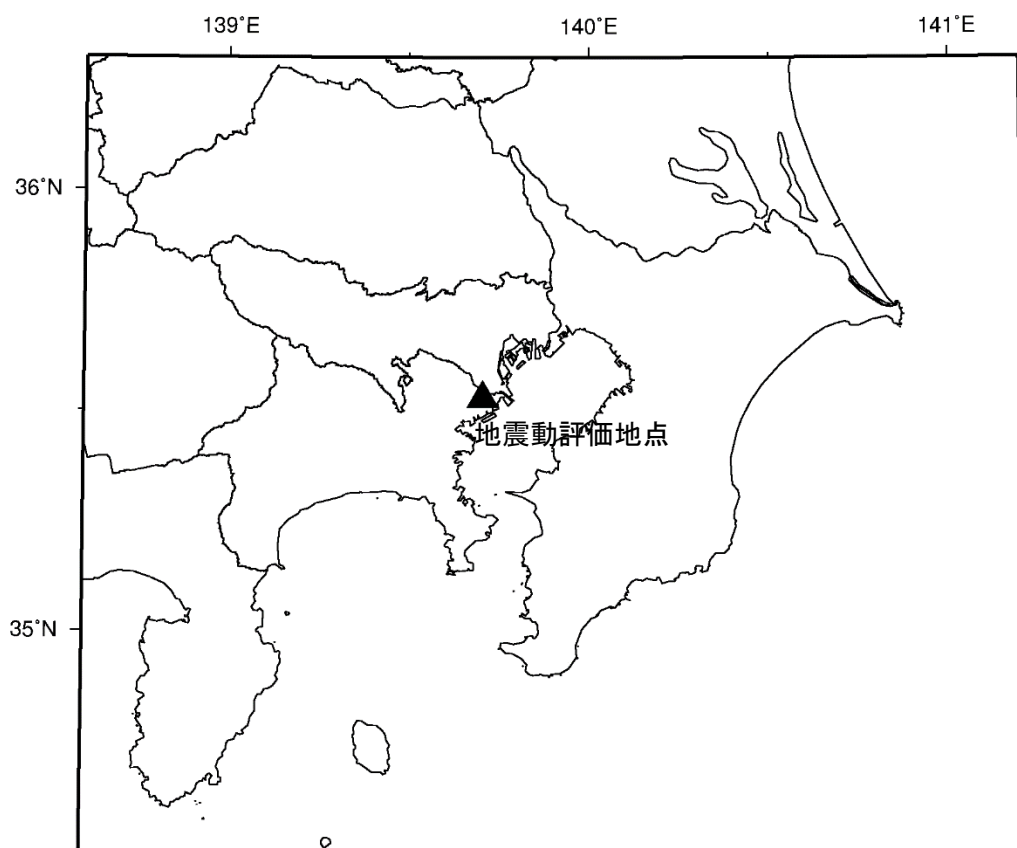


図 5-1 地震動評価地点（KNG001）

## 5.2 想定地震の設定

地震動評価地点における想定地震を、プレート境界地震、プレート内地震、陸域活断層地震の3つの地震タイプ別に設定する。地震調査研究推進本部で長期評価された海溝型地震および主要活断層帯の位置は図 3-2 および図 3-3 を参照されたい。

プレート境界地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きい南関東のフィリピン海プレートのプレート境界で発生する相模トラフの地震（相模トラフの地震とよぶ）とする。

プレート内地震の想定地震は、地震動評価地点に影響の大きい南関東のフィリピン海プレートのプレート内で発生する地震（フィリピン海プレートのプレート内地震とよぶ）とする。

陸域活断層地震の想定地震は、地震動評価地点の周辺の活断層のうち、最も影響の大きい地震を選定した。まず、地表の活断層の位置と地震規模（気象庁マグニチュード）を、地震調査研究推進本部による活断層の長期評価に基づいてモデル化した。このとき、モーメントマグニチュード  $M_w$  は、武村(1990)に基づいて気象庁マグニチュード  $M_j$  より算定した ( $M_w=0.78M_j+1.08$ )。つぎに、既往の地震動予測式として、司・翠川(1999)を用いて地震動評価地点の地震動の最大値を算定した。司・翠川(1999)式は、地表の最大加速度および工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度が算定されるが、ここでは最大加速度を  $1/1.4$  倍した岩盤相当の最大加速度と、工学的基盤 ( $V_s=600\text{m/s}$ ) の最大速度を地震動の最大値とした。検討対象としたのは、地震動評価地点に近い立川断層帯、三浦半島断層群主部の衣笠・北武断層帯と武山断層帯、深谷断層帯、綾瀬川断層帯の伊奈—川口区間と鴻巣—伊奈区間、伊勢原断層の7つの活断層とした。地震動評価地点と周辺の活断層の位置を図 5-2 に示す。また、地震動評価地点で算定した地震動の最大値を表 5-1 に示す。表より、地震動評価地点に最も影響の大きい活断層は立川断層帯であり、立川断層帯に発生する地震を陸域活断層地震の想定地震（立川断層帯に発生する地震とよぶ）とする。





図 5-2 地震動評価地点と周辺の活断層の位置

表 5-1 地震動評価地点で算定した活断層による地震動の最大値の一覧

断層	$M_J$	$M_w$	最短距離 (km)	上端深さ (km)	中心深さ (km)	岩盤 最大加速度 (cm/s/s)	工学的基盤 最大速度 (cm/s)
立川断層帯	7.4	6.9	27.8	0	7.5	168.4	13.6
三浦半島断層群主部 衣笠・北武断層帯	—	6.7	31.1	0	7.5	130.4	9.8
深谷断層帯	7.9	7.2	60.8	0	7.5	99.1	8.6
綾瀬川断層 伊奈-川口区間	7.0	6.5	34.8	0	7.5	98.3	6.9
三浦半島断層群主部 武山断層帯	—	6.5	35.1	0	7.5	97.4	6.8
綾瀬川断層 鴻巣-伊奈区間	7.0	6.5	49.0	0	7.5	67.6	4.8
伊勢原断層	6.6	6.2	39.1	0	7.5	65.4	4.2

※ $M_w=0.78M_J+1.08$  (武村, 1990) とした。岩盤最大加速度は司・翠川(1999)式より算定される値の1/1.4倍した。

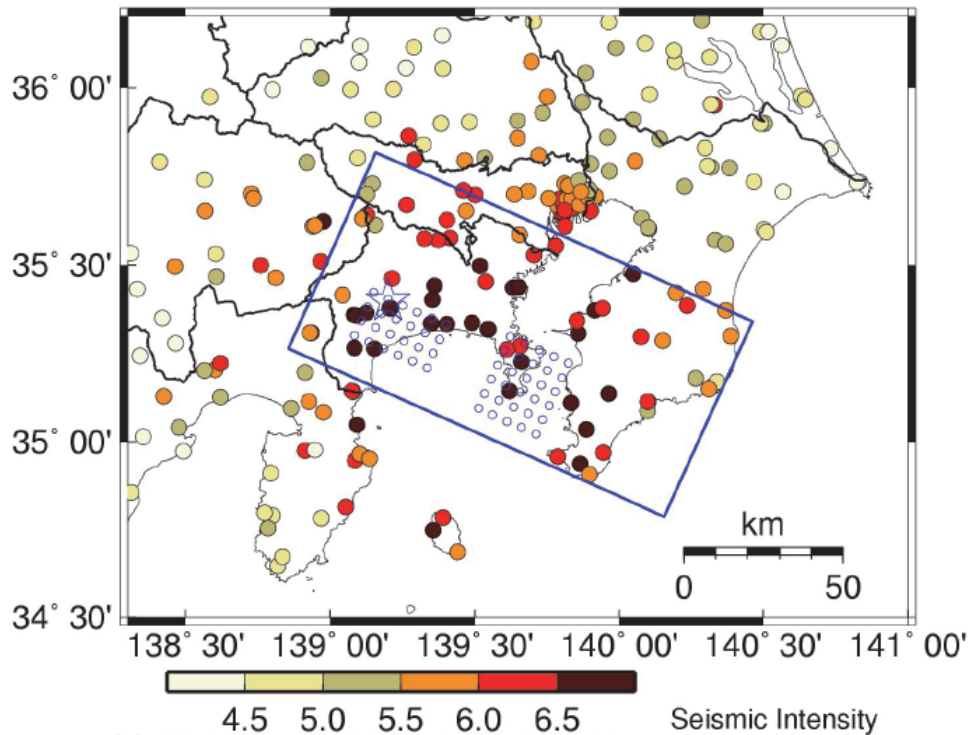
### 5.3 想定地震の断層モデルの設定

前項で設定した想定地震に対して、断層モデルを設定する。

#### (1) 相模トラフの地震

地震調査研究推進本部(2014a)による相模トラフ沿いの地震の長期評価では、それまで、1707年の元禄型関東地震と1923年の大正型関東地震が繰返し発生するとしていたものを、2つのタイプに類型化するのが困難であるとして、2つのタイプの地震を含むM7.9～M8.6までの多様なパターンの地震が発生するように改訂された。また、改訂された相模トラフ沿いの地震の長期評価に基づいて、地震調査研究推進本部(2016)により長周期地震動予測地図が公表された。そこでは、大正型関東地震と元禄型関東地震の2つのタイプの地震に対する結果が示された。一方、内閣府(2015)では、防災対策のための被害想定のために、相模トラフ沿いのプレート間地震の地震動を評価している。そこでも、大正型関東地震と元禄型関東地震の2つのタイプの地震を対象としている。ここで、大正型関東地震の震源域は地震動評価地点の直下に位置し、その震源域は元禄型関東地震とも共通であること、1923年関東地震は少ないながらも地震観測記録が残されており、その震源特性がある程度把握されていること、対象構造物の周期帯域が比較的短周期であることから、本検討では、大正型関東地震を相模トラフの地震として想定し、その断層モデルを設定する。

大正型関東地震を対象とした断層モデルは数多く提案されているが、最新の知見が反映されていると考えられ、半経験的手法を用いて特性化震源モデルを提案している佐藤(2016a)による断層モデルを用いることとする。佐藤(2016a)による断層モデルを図5-3に、断層パラメータを表5-2に示す。



(b) Without consideration of nonlinear effects

Fig.4 Estimated instrumental seismic intensity. Blue small circles denote the centers of elements for two strong motion generation areas

図 5-3 相模トラフの地震の断層モデル (佐藤, 2016a)

表 5-2 相模トラフの地震の断層パラメータ (佐藤, 2016a)

Table 1 Fault parameters

SMGA1(west)				SMGA2(east)				Background	
Length	Width	$M_0$	$\Delta\sigma$	Length	Width	$M_0$	$\Delta\sigma$	$M_0$	$\Delta\sigma$
km	km	Nm	MPa	km	km	Nm	MPa	Nm	Mpa
30.0	20.0	1.24E+20	14.5	25.0	30.0	1.73E+21	21.8	7.03E+20	2.9

## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

フィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデルは、3.3 節(2)と同様に新井・他(2015)に基づいて設定する。

地震規模は、地震調査研究推進本部の確率論的地震動予測地図 2017 年版に基づいて、地震動評価地点に近い南関東の領域におけるフィリピン海プレートのプレート内地震の最大規模と同じ気象庁マグニチュード  $M_J7.3$  とした。本検討では、気象庁マグニチュードとモーメントマグニチュードが等しいとし、モーメントマグニチュード  $M_w7.3$  を与条件として、図 3-6 に示す設定手順に従って断層パラメータを設定した。このとき、震源域における S 波速度を  $4.0\text{km/s}$ 、密度を  $3.0\text{g/cm}^3$  とした。なお、 $M_w7.3$  は、内閣府(2015)による首都直下の M7 クラスの地震として想定したフィリピン海プレート内の地震の地震規模と同じ値である。設定した断層パラメータを表 5-3 に示す。なお、表より巨視的断層面は  $37\text{km}$  四方となるが、 $4\text{km}$  四方の要素断層でモデル化するため、実際の計算に用いる断層モデルは断層長さ  $40\text{km}$ 、断層幅  $40\text{km}$  とした。巨視的断層面の位置は、確率論的地震動予測地図 2017 年版において想定している気象庁マグニチュード  $M_J7.1\sim 7.3$  の地震の断層面（断層長さ  $28\text{km}$ 、断層幅  $32\text{km}$ 、図 5-4）を参考に、地震動評価地点に近い位置に配置した。アスペリティは、個数を 2 つとし、断層長さ方向は均等に、断層幅方向は中央に配置した。破壊開始点は、アスペリティの北西側の下端とした。破壊伝播速度は S 波速度の  $0.72$  倍（Geller, 1976）の  $2.88\text{km/s}$  とした。設定した断層モデルを図 5-5 に示す。

表 5-3 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E139.513° N35.596°
走向	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	122
傾斜角	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	90
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	23.0
断層長さ	L	km	$L=S^{0.5}$	37
断層幅	W	km	$W=L$	37
断層面積	S	km <sup>2</sup>	$S=(7\pi^2\beta^2M_0)/(4A(Sa/S)^{0.5})$	1363
密度	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	設定	3.00
S波速度	$\beta$	km/s	設定	4.00
剛性率	$\mu$	N/m <sup>2</sup>	$\mu=\rho\beta^2$	4.80E+10
気象庁マグニチュード	$M_J$	-	設定	7.3
モーメントマグニチュード	$M_W$	-	$M_W=M_J$	7.3
地震モーメント	$M_0$	Nm	$M_0=10^{(1.5*M_W+9.1)}$	1.12E+20
短周期レベル(面積比計算用)	$A^*$	Nm/s <sup>2</sup>	$A^*=9.48*10^{10}*(M_0*10^7)^{1/3}$ (笹谷・他, 2006)	1.02E+20
アスペリティ面積(面積比計算用)	$Sa^*$	km <sup>2</sup>	$Sa^*=1.25*10^{-16}*(M_0*10^7)^{2/3}$ (笹谷・他, 2006)	135
短周期レベル(フィリピン海プレート)	A	Nm/s <sup>2</sup>	$A=0.5*A^*$	5.11E+19
平均すべり量	D	m	$D=M_0/(\mu S)$	1.72
応力降下量	$\Delta\sigma$	MPa	$\Delta\sigma=(7/16)M_0/(S/\pi)^{1.5}$	5.43
アスペリティ面積比	$Sa/S$	-	$Sa/S=16*(9.84*1.25*10^7)^2/(49\pi^4\beta^4)$	0.20
破壊伝播速度	$V_r$	km/s	$V_r=0.72\beta$ (Geller,1976)	2.88
Q値	Q	-	佐藤(2016b)	$107f^{0.51}$
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	$S_a$	km <sup>2</sup>	$S_a=(Sa/S)*S$	270
地震モーメント	$M_{0a}$	Nm	$M_{0a}=\mu Sa D_a$	4.45E+19
応力降下量	$\Delta\sigma_a$	MPa	$\Delta\sigma_a=(Sa/S)*S$	27.43
平均すべり量	$D_a$	m	$D_a=\gamma_0 D$ ( $\gamma_0=2.0$ )	3.43
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	$S_{ai}$	km <sup>2</sup>	$S_{ai}=Sa/2$	135
地震モーメント	$M_{0ai}$	Nm	$M_{0ai}=M_{0a}/2$	2.22E+19
応力降下量	$\Delta\sigma_{ai}$	MPa	$\Delta\sigma_{ai}=\Delta\sigma_a$	27.4
平均すべり量	$D_{ai}$	m	$D_{ai}=M_{0ai}/(\mu S_{ai})$	3.43
<b>背景領域</b>				
面積	$S_b$	km <sup>2</sup>	$S_b=S-S_a$	1093
地震モーメント	$M_{0b}$	Nm	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	6.77E+19
実効応力	$\sigma\beta$	MPa	$\sigma\beta=(D_b/W_b)(\pi^{0.5}/D_a)*r*\Sigma(r_i/r)^3\Delta\sigma_a$ , $r=(Sa/\pi)^{0.5}$	3.3
平均すべり量	$D_b$	m	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	1.29

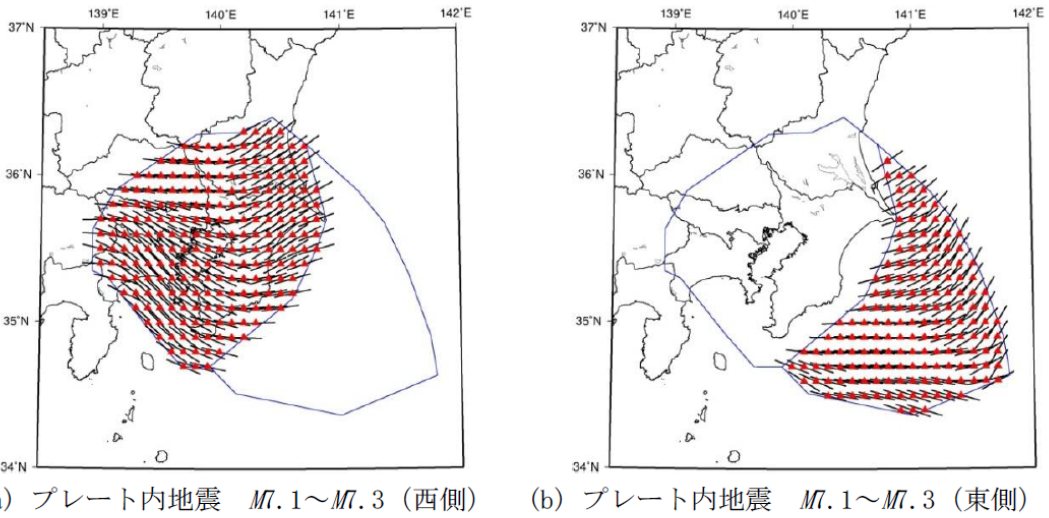


図 5.2.3-10 南関東の  $M \geq 7.1$  のプレート内地震の断層面 (▲ : 断層中心)  
 (断層上端がプレート上面に沿うように配置)

図 5-4 地震調査研究推進本部による南関東の  $M7.1 \sim 7.3$  のフィリピン海プレートの  
 プレート内地震の断層面 (地震調査研究推進本部, 2014)

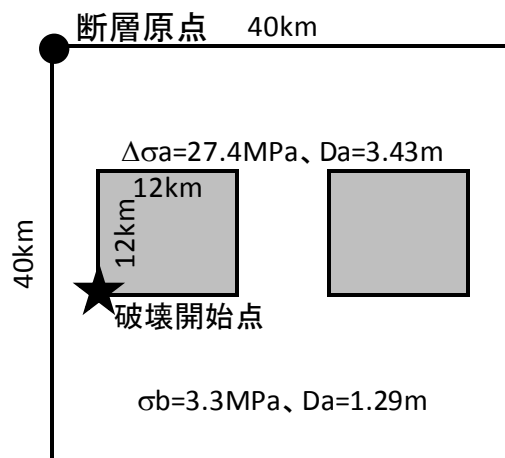
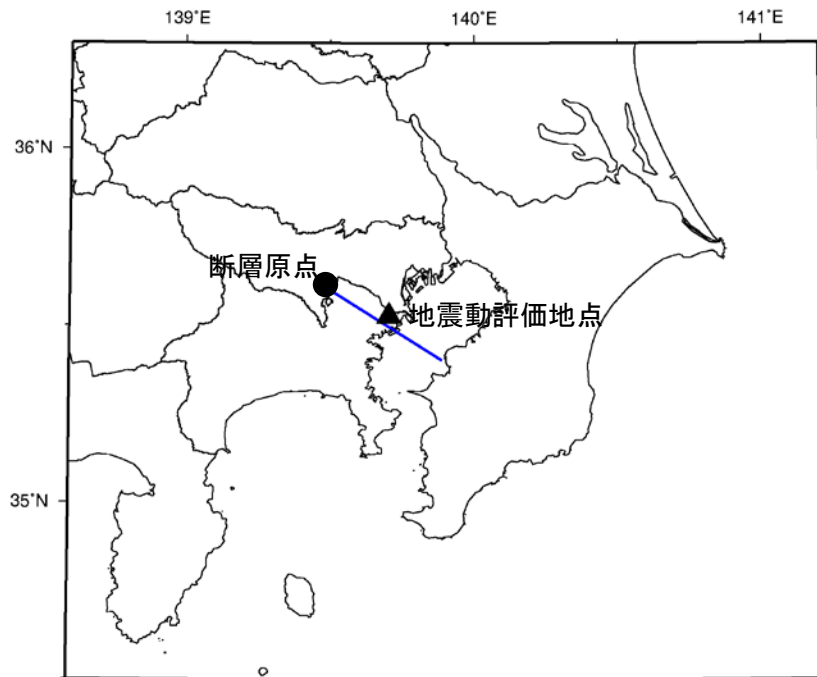


図 5-5 設定したフィリピン海プレートのプレート内地震の断層モデル

### (3) 立川断層帯に発生する地震

立川断層帯に発生する地震の断層モデルのパラメータは、壇・他(2015)に基づいて設定する。壇・他(2015)の設定方法の詳細は 3.3 節(3)の図 3-9 を参照されたい。

立川断層帯の断層モデルに関する既往文献として、立川断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部, 2003）に基づく断層モデル（地震調査研究推進本部, 2018）と内閣府(2015)による断層モデルがある。なお、関東地域の活断層については、地震調査研究推進本部(2015a)によって地域評価を導入して再評価されたが、立川断層帯の長期評価は改訂されず、現行の評価が踏襲されたが、断層モデルは改めて設定された（地震調査研究推進本部, 2018）。本検討では、巨視的断層面は、地震調査研究推進本部(2018)を参考に設定することとした。まず、活断層長さは 34km、傾斜角は 80 度とした。地表の活断層の位置については、地震調査研究推進本部(2003)によるとした。地震発生層の上端深さは 2km、震源断層幅は 18km とした。これらを与条件として、図 3-9 に示す設定手順に従って断層パラメータを設定した。このとき、震源域の媒質は、S 波速度を 3.46km/s、密度を 2.7g/cm<sup>3</sup>とした。設定した断層パラメータを表 5-4 に示す。アスペリティは 2 個とし、同じ面積のアスペリティを断層面の長さ方向に均等に配置した。破壊開始点は、北西側のアスペリティの中央下端とした。破壊伝播速度は S 波速度の 0.72 倍（Geller, 1976）の 2.5km/s とした。設定した断層モデルを図 5-6 に示す。



表 5-4 設定した立川断層帯に発生する地震の断層パラメータ

断層パラメータ	記号	単位	設定方法	設定値
断層位置(断層原点)	-	-	地震調査研究推進本部を参考に設定	E139.453° N35.669°
走向	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	315.0
傾斜角	-	deg	地震調査研究推進本部を参考に設定	80
断層上端深さ	-	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	2.00
活断層長さ	Lact	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	34
震源断層長さ	L	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	34
断層幅	W	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	20
震源断層幅	Wseis	km	地震調査研究推進本部を参考に設定	18
震源断層面積	Sseis	km <sup>2</sup>	Sseis=L*Wseis	612
密度	ρ	g/cm <sup>3</sup>	設定	2.70
S波速度	β	km/s	設定	3.46
剛性率	μ	N/m <sup>2</sup>	μ=ρβ <sup>2</sup>	3.23E+10
モーメントマグニチュード	M <sub>w</sub>	-	M <sub>w</sub> =(logM <sub>0</sub> -9.1)/1.5	7.1
地震モーメント	M <sub>0</sub>	Nm	M <sub>0</sub> =Δσ#*Sseis*Wseis/c	4.76E+19
形状係数	c	-	c=0.45+0.7*EXP[-L/Wseis]	0.56
短周期レベル	A	Nm/s <sup>2</sup>	A=4*π*β <sup>2</sup> *(Sa/π) <sup>0.5</sup> *Δσa#	1.41E+19
平均すべり量	D	m	D=M <sub>0</sub> /(μS)	2.40
応力降下量	Δσ#	MPa	壇・他(2015)	2.40
アスペリティ面積比	Sa/S	-	Sa/S=Δσ/Δσa	0.13
破壊伝播速度	V <sub>r</sub>	km/s	V <sub>r</sub> =0.72β (Geller,1976)	2.5
Q値	Q	-	川瀬・松尾(2004)	243f <sup>0.69</sup>
<b>アスペリティ全体</b>				
面積	Sa	km <sup>2</sup>	Sa=(Sa/S)*S	79
地震モーメント	M <sub>0a</sub>	Nm	M <sub>0a</sub> =μSaDa	1.22E+19
応力降下量	Δσa	MPa	壇・他(2015)	18.70
平均すべり量	Da	m	Da=γ <sub>0</sub> D (γ <sub>0</sub> =2.0)	4.81
<b>アスペリティ1つあたり</b>				
面積	Sai	km <sup>2</sup>	Sai=Sa/2	39
地震モーメント	M <sub>0ai</sub>	Nm	M <sub>0ai</sub> =M <sub>0a</sub> /2	6.10E+18
応力降下量	Δσai	MPa	Δσai=Δσa	18.70
平均すべり量	Dai	m	Dai=M <sub>0ai</sub> /(μSai)	4.81
<b>背景領域</b>				
面積	Sb	km <sup>2</sup>	Sb=S-Sa	533
地震モーメント	M <sub>0b</sub>	Nm	M <sub>0b</sub> =M <sub>0</sub> -M <sub>0a</sub>	3.54E+19
実効応力	σ <sub>b</sub>	MPa	σ <sub>b</sub> =(Db/Wb)(π <sup>0.5</sup> /Da)*r*Σ(ri/r) <sup>3</sup> Δσa, r=(Sa/π) <sup>0.5</sup>	2.5
平均すべり量	Db	m	Db=M <sub>0b</sub> /(μSb)	2.05

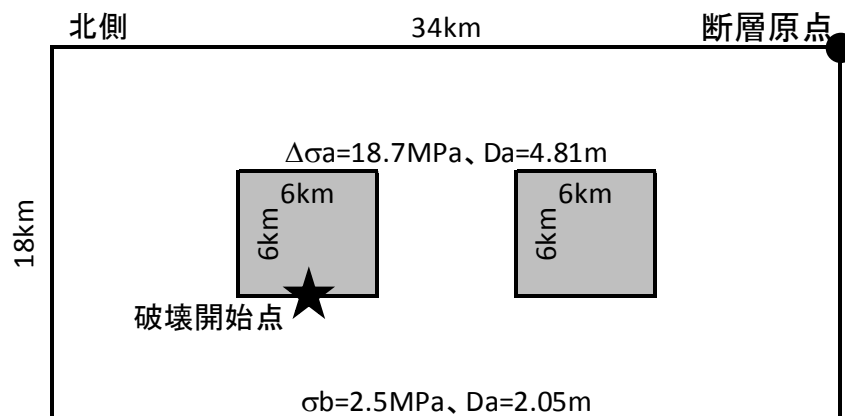


図 5-6 設定した立川断層帯に発生する地震の断層モデル

## 5.4 地震動予測手法

想定地震に対して適用する地震動予測手法を表 5-5 に示す。以下では、各地震動予測手法の概要を示す。

表 5-5 想定地震に対して適用する地震動予測手法

地震タイプ	想定地震	経験的手法	半経験的手法 1	半経験的手法 2	備考 (要素地震)
プレート間	相模トラフの地震	○	○ (EGF)	—	佐藤(2014)
プレート内	フィリピン海プレート	○	○ (EGF)	—	佐藤(2016b)
陸域活断層	立川断層帯	○	—	○ (SGF)	—

※EGF：経験的グリーン関数法、SGF：統計的グリーン関数法

### (1) 経験的手法

経験的手法として、Morikawa and Fujiwara (2013)を用いる。Morikawa and Fujiwara (2013)による地震動予測式の詳細は 3.4(1)を参照されたい。

地震動評価地点 (KNG001) の地震動の計算条件は以下の通りとした。地盤条件は、AVS30 を 400 m/s とした。また、 $V_s=1400\text{m/s}$  の層の深さ D1400 は、J-SHIS による深部地盤モデルの地震動評価地点の深さである 1600m とした。なお、フィリピン海プレートのプレート内地震に対しては、森川・藤原(2015)による補正を行う。経験的手法の評価条件として、相模トラフの地震は  $M_w7.9$  および断層最短距離  $X=19.0\text{km}$ 、フィリピン海プレートのプレート内地震は  $M_w7.3$  および断層最短距離  $X=23.2\text{km}$ 、立川断層帯に発生する地震は  $M_w7.1$  および断層最短距離  $X=27.8\text{km}$  とした。

## (2) 半経験的手法

半経験的手法として、相模トラフの地震と南関東のフィリピン海プレート内地震に対しては、中小地震の観測記録を用いた経験的グリーン関数法 (Dan et al., 1989) を用いる。また、立川断層帯に発生する地震に対しては、適切な中小地震の観測記録がないことから、統計的グリーン関数法を用いる。

中小地震の断層パラメータは次のように設定した。相模トラフの地震に用いる中小地震は、震源域に近い 2007 年 10 月 1 日の地震 ( $M_J4.9$ ) とし、断層パラメータは佐藤(2014)による値とした。南関東のフィリピン海プレートのプレート内地震に用いる中小地震は、2012 年 5 月 29 日の地震 ( $M_J5.2$ ) とし、断層パラメータは佐藤(2016b)による値とした。選定した中小地震の震源位置を図 5-7 に、断層パラメータを表 5-6 に示す。また、選定した中小地震の KNG001 における観測記録 (加速度波形、フーリエ振幅スペクトル、減衰 5% 擬似速度応答スペクトル) を、2007 年 10 月 1 日の地震に対して図 5-8 に、2012 年 5 月 19 日の地震に対して図 5-9 に、それぞれ示す。図より、2 つの地震の観測記録の長周期側は 5 秒までは信頼できると判断した。

ここで用いている観測記録は地表であるため、工学的基盤に引き戻すための地盤モデルを設定する。地盤モデルは、防災科学技術研究所から公表されている KNG001 の表層 20m の地盤モデルの下層に  $V_s=0.4\text{km/s}$  の工学的基盤があると仮定して設定した。また、減衰定数は一律 2% とした。本来ならば、地震観測点の地盤調査を行い、 $V_s=0.4\text{km/s}$  相当の工学的基盤の深さやその深さまでの地盤構造等を確認する必要があるが、本検討の目的が地震動予測の例示であることから、仮想地盤として設定した。設定した工学的基盤以浅の地盤モデルを表 5-7 に示す。

統計的グリーン関数法は、4.4(3)に示す方法とした。地震基盤における統計的グリーン関数を算定するためのパラメータを表 5-8 に、地震基盤における統計的グリーン関数を図 5-10 に示す。なお、地震基盤から工学的基盤までの地盤増幅は、媒質の違いによるインピーダンス比に基づいて評価した。

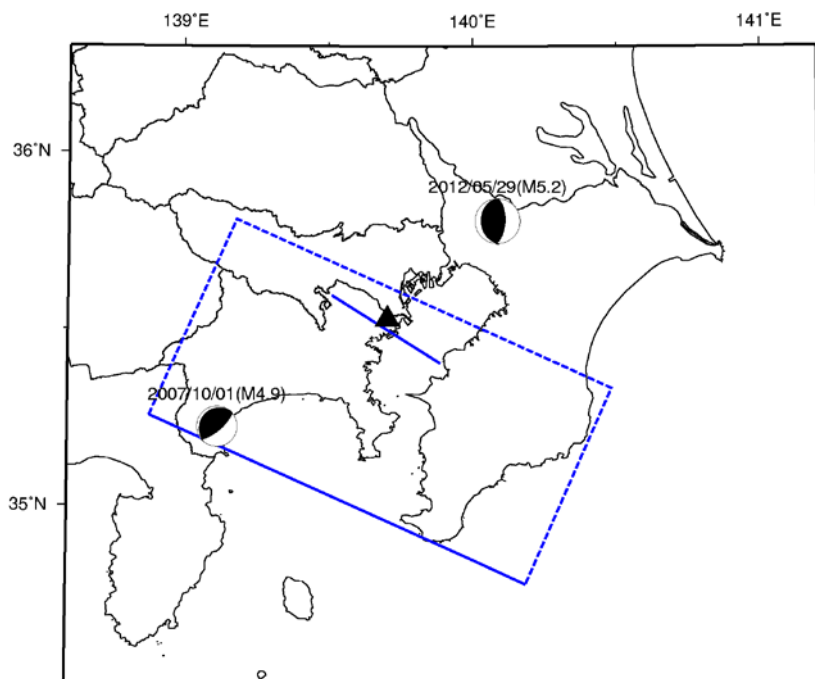


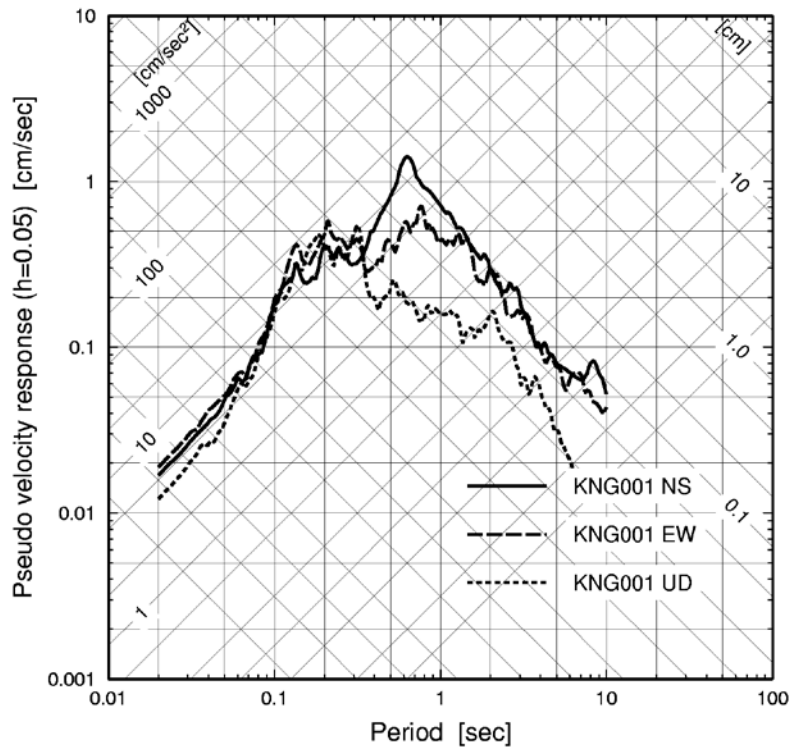
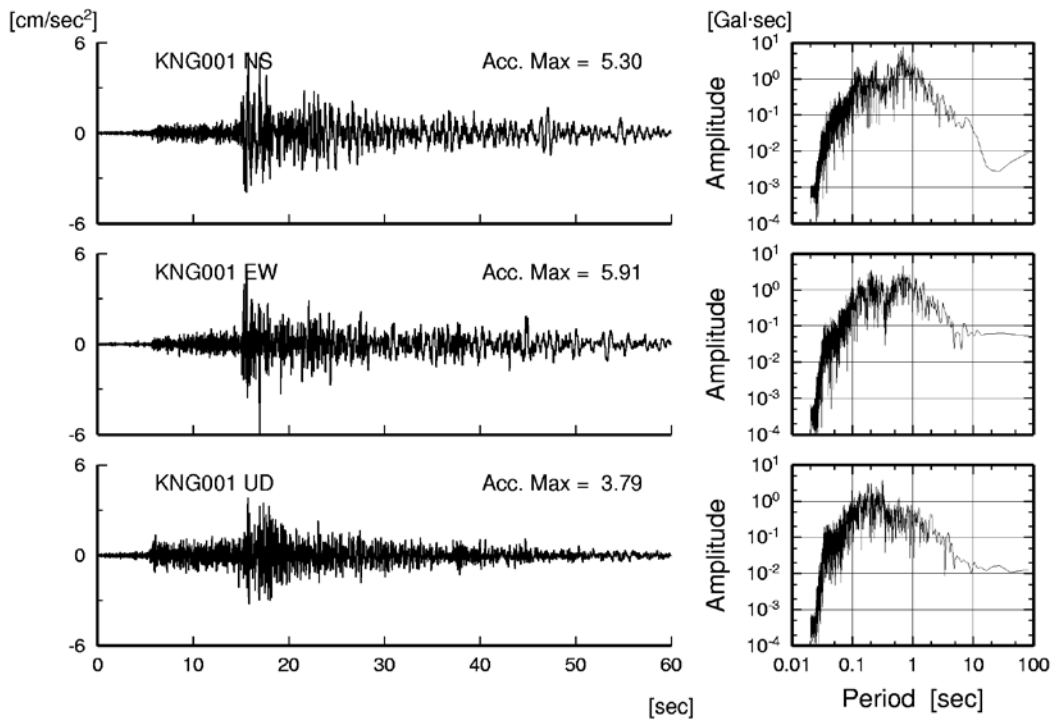
図 5-7 計算に用いる中小地震の震源位置と地震動評価地点

表 5-6 計算に用いる中小地震の断層パラメータ

発震時	東経	北緯	深さ	気象庁 マグニ チュード	モーメント マグニ チュード	地震 モーメント	応力 降下量
	[°]	[°]	[km]			[Nm]	[MPa]
2007年10月1日	139.1185	35.2255	12.9	4.9	4.7	$1.37 \times 10^{16}$	3.5
2012年5月29日	140.0870	35.8060	64.0	5.2	5.2	$8.58 \times 10^{16}$	10.2

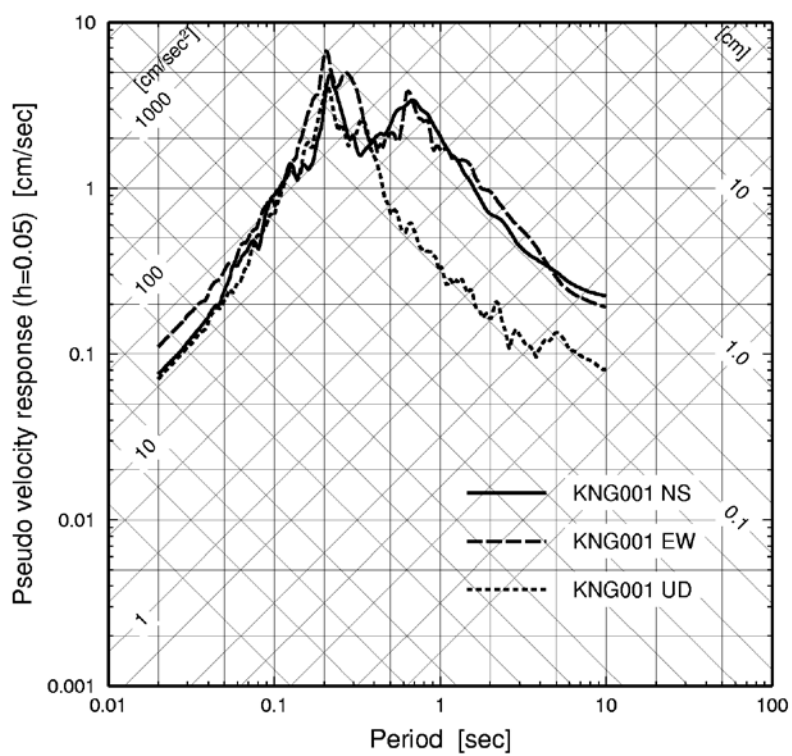
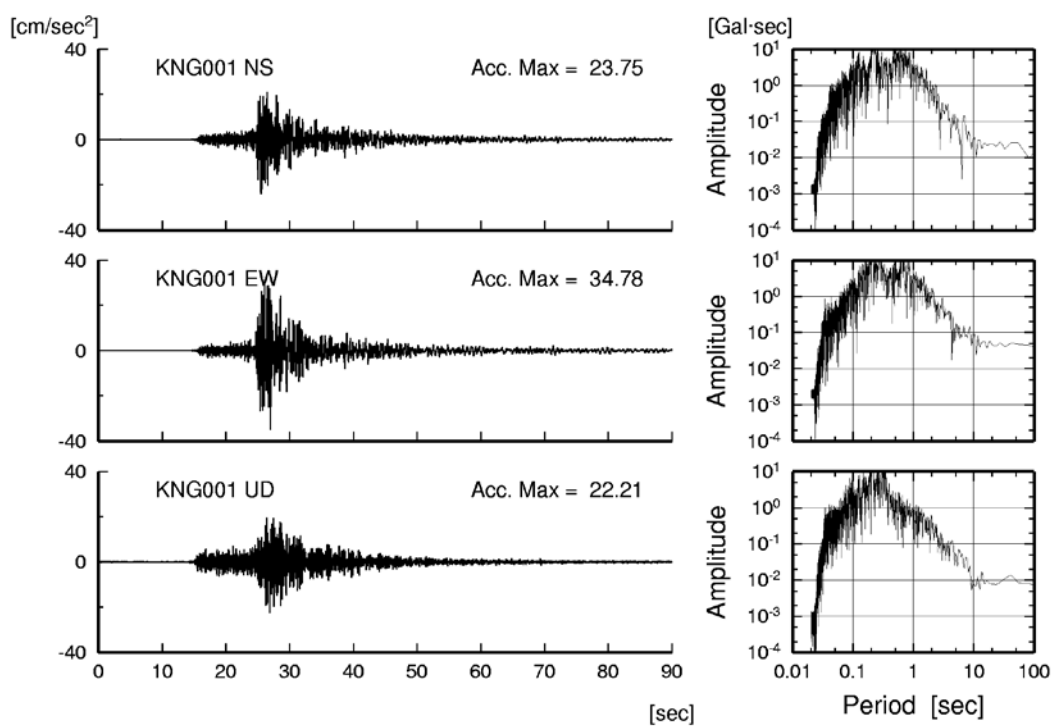
※プレート間地震の媒質は $\mu=3.31 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>、 $\beta=3.5$ km/sとした。

※スラブ内地震の媒質は $\mu=4.80 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>、 $\beta=4.0$ km/sとした。



KNG001 2007/10/01 02:21 (M4.9)

図 5-8 2007 年 10 月 1 日の地震に対する KNG001 の観測記録



KNG001 2012/05/29 01:36 (M5.2)

図 5-9 2012 年 5 月 29 日の地震に対する KNG001 の観測記録

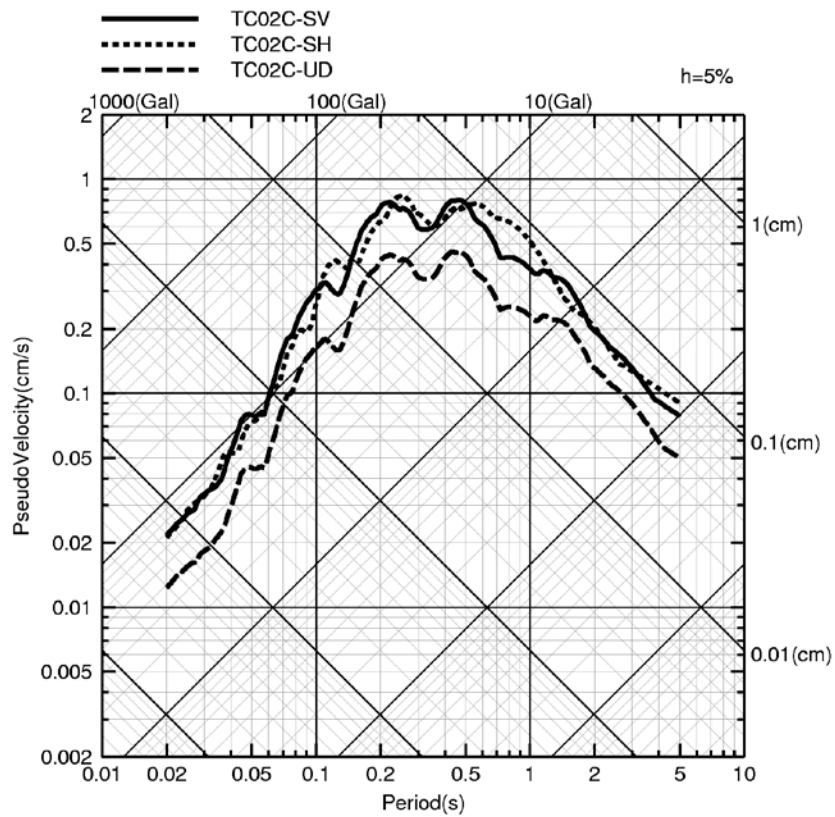
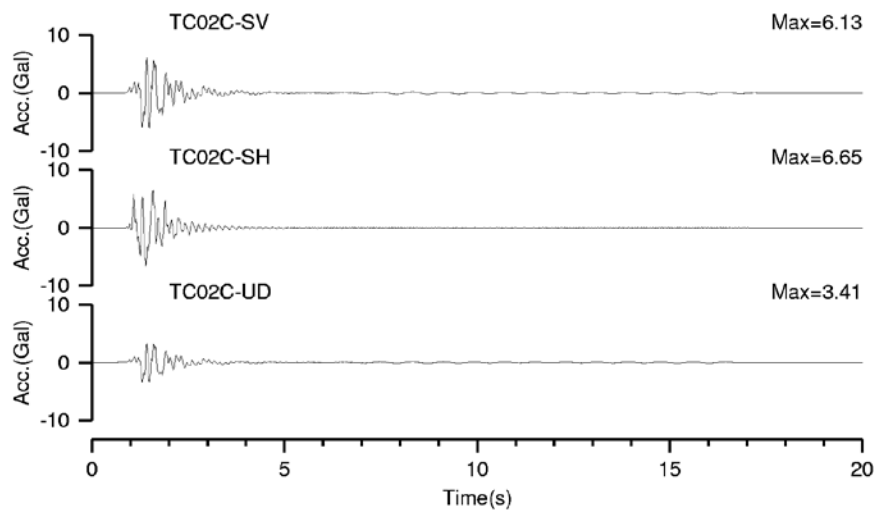
表 5-7 地震動評価地点（KNG001）で設定した工学的基盤以浅の地盤モデル

番号	上面深さ [m]	層厚 [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	減衰定数	備考
1	0	1.0	130	1020	1.57	0.02	観測点位置
2	1	1.0	130	1020	1.57	0.02	
3	2	1.0	130	1020	1.67	0.02	
4	3	1.0	70	1020	1.70	0.02	
5	4	1.0	70	1020	1.73	0.02	
6	5	1.0	70	1020	1.72	0.02	
7	6	1.0	195	1020	1.97	0.02	
8	7	1.0	195	1240	1.79	0.02	
9	8	1.0	135	1240	1.66	0.02	
10	9	1.0	135	1240	1.64	0.02	
11	10	1.0	135	1240	1.64	0.02	
12	11	1.0	135	1240	1.63	0.02	
13	12	1.0	135	1240	1.63	0.02	
14	13	1.0	135	1240	1.62	0.02	
15	14	1.0	135	1240	1.61	0.02	
16	15	1.0	135	1240	1.63	0.02	
17	16	1.0	135	1240	1.64	0.02	
18	17	1.0	170	1240	1.68	0.02	
19	18	1.0	170	1240	1.72	0.02	
20	19	1.0	170	1240	1.76	0.02	
21	20	—	400	1240	2.00		工学的基盤



表 5-8 立川断層帯に用いる地震基盤における統計的グリーン関数の算定のためのパラメータ

項目	単位	TC02	備考
せん断波速度 $\beta$	(km/s)	3.46	要素断層に同じ
密度 $\rho$	(t/m <sup>3</sup> )	2.70	要素断層に同じ
剛性率 $\mu$	(N/m <sup>2</sup> )	3.23E+10	
Q値		243 $f^{0.69}$	川瀬・松尾(2004)
断層長さ $L_{small}$	(km)	2.0000	要素断層に同じ
断層幅 $W_{small}$	(km)	2.0000	要素断層に同じ
等価半径 $R_{small}$	(km)	1.1284	
応力降下量 $\Delta\sigma_{small}$	(MPa)	2.40	断層全体の静的応力降下量に同じ
平均すべり量 $D_{small}$	(m)	0.0610	( $M_0$ から逆算した参考値)
地震モーメント $M_{0small}$	(N・m)	7.88E+15	円形クラック式
短周期レベル $A_{small}$	(N・m/s <sup>2</sup> )	4.07E+17	(参考値)
震源距離 $\chi_{small}$	(km)	46.29	断層中心からの距離
高周波遮断振動数 $f_{max}$	(Hz)	6.0	鶴来・他(1997)
高周波遮断フィルター定数 $m$		4.20	
高周波遮断フィルター定数 $n$		0.50	関数形 $F(f) = 1 / \{1 + (f/f_{max})^m\}^n$
せん断波速度(地震基盤) $\beta_s$	(km/s)	2.79	佐藤・巽(2002)
密度(地震基盤) $\rho_s$	(t/m <sup>3</sup> )	2.50	佐藤・巽(2002)
経時特性		Boore(1983)	



TC02C-Kiban

図 5-10 立川断層帯に発生する地震の地震動予測に用いる地震基盤における統計的グリーン関数

## 5.5 地震動予測結果

### (1) 相模トラフの地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 5-11 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 5-12 に示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 5-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

図 5-11 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、一部の周期帯で経験的グリーン関数法が大きい場合や小さい場合があるが、概ね全周期帯で地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

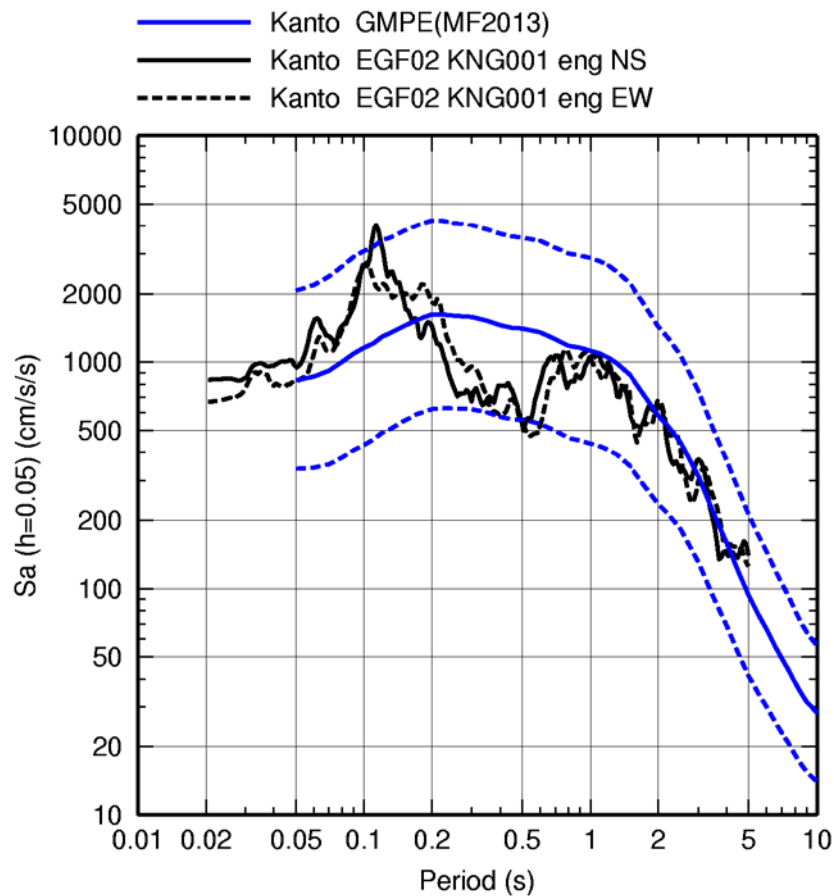
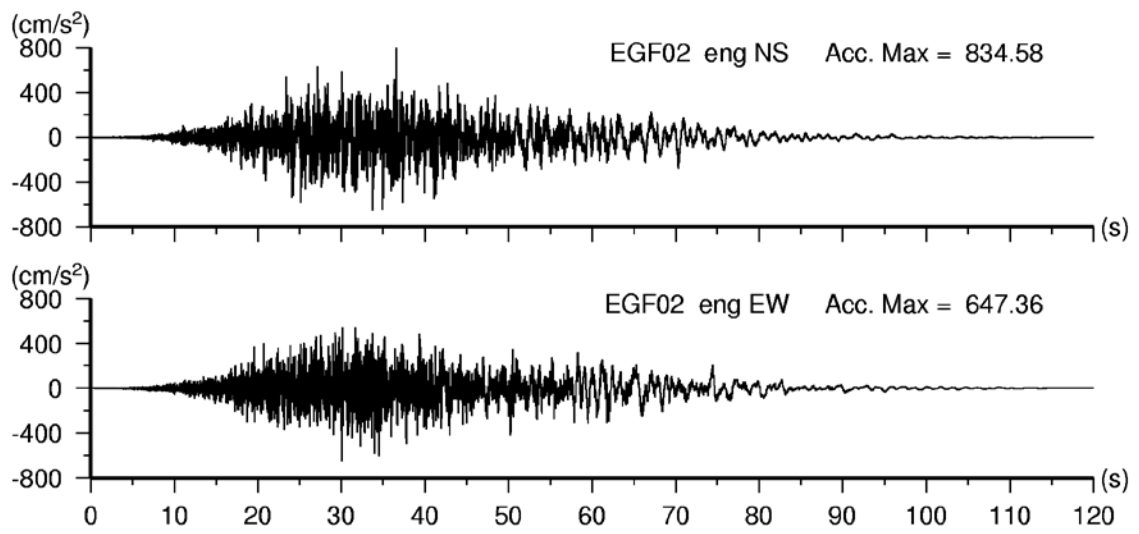
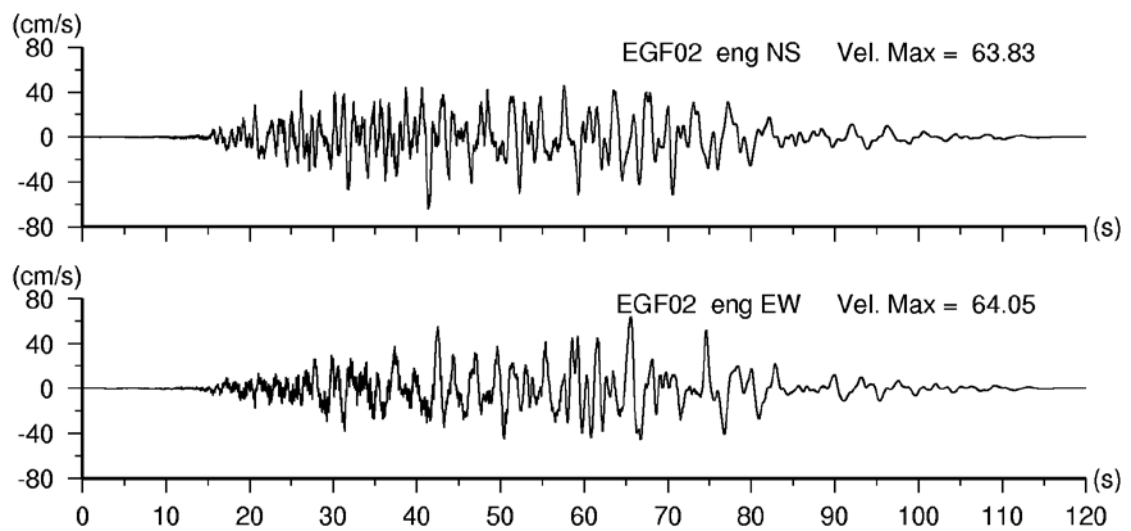


図 5-11 相模トラフの地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

図 5-12 経験的グリーン関数法による相模トラフの地震の工学的基盤の地震動の  
加速度波形と速度波形

## (2) フィリピン海プレートのプレート内地震

地震動予測結果として、地震動予測式、経験的グリーン関数法による地震動の加速度応答スペクトルを図 5-13 に、経験的グリーン関数法による地震動の加速度波形と速度波形を図 5-14 に示す。なお、経験的グリーン関数法による地震動は表 5-7 に示した地盤モデルを用いて工学的基盤に引き戻した地震動である。

図 5-13 より、地震動予測式（平均値）と経験的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.2 秒程度以下では経験的グリーン関数法が大きく、周期 0.5 秒程度以上では経験的グリーン関数法が小さいが、概ね地震動予測式の平均値±標準偏差の範囲内である。

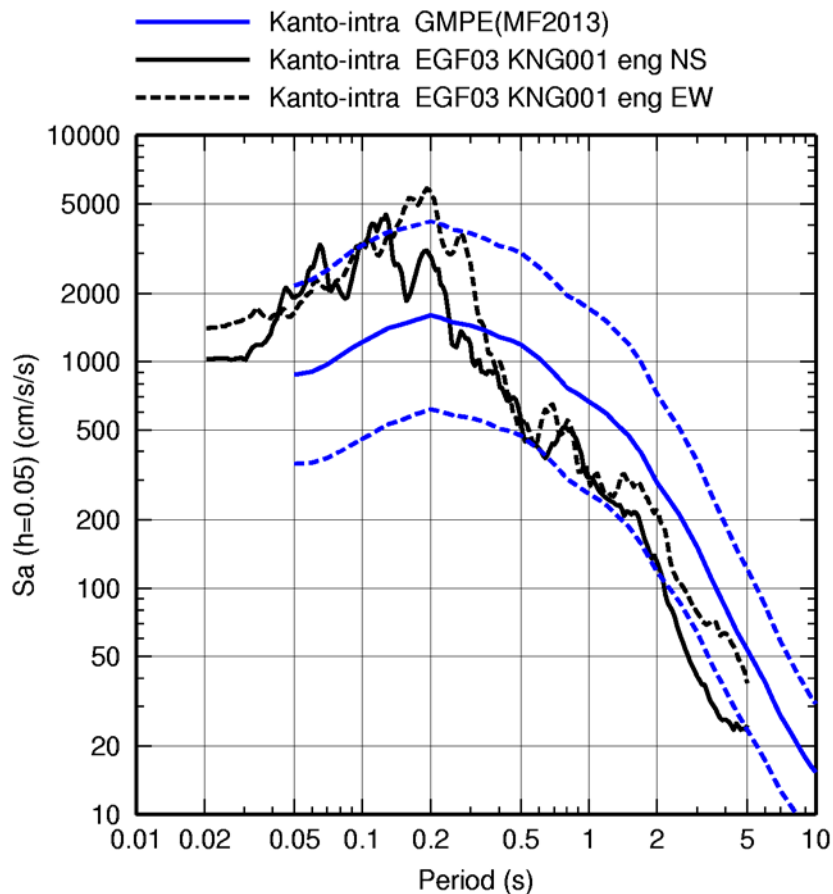
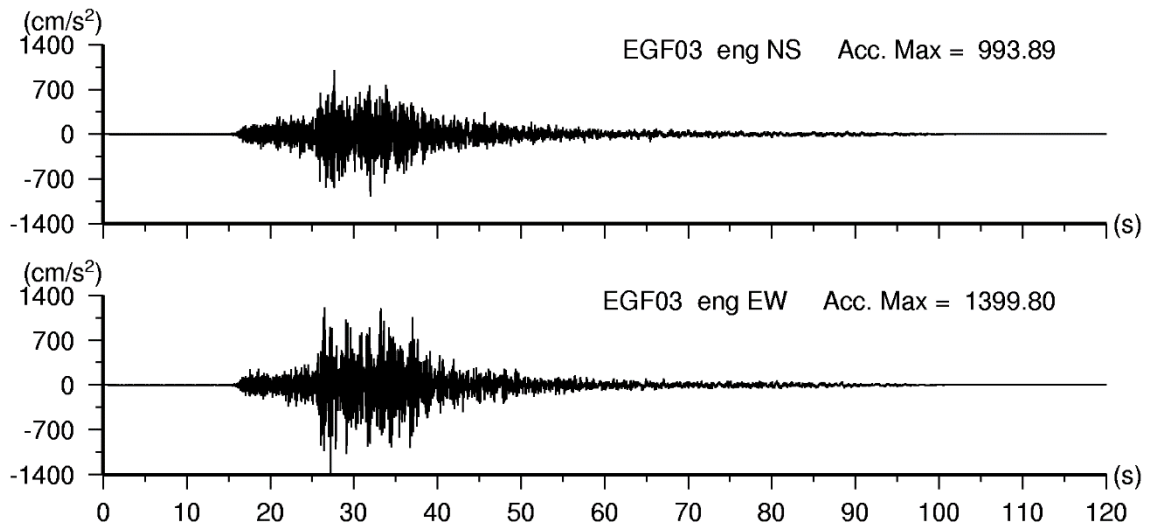
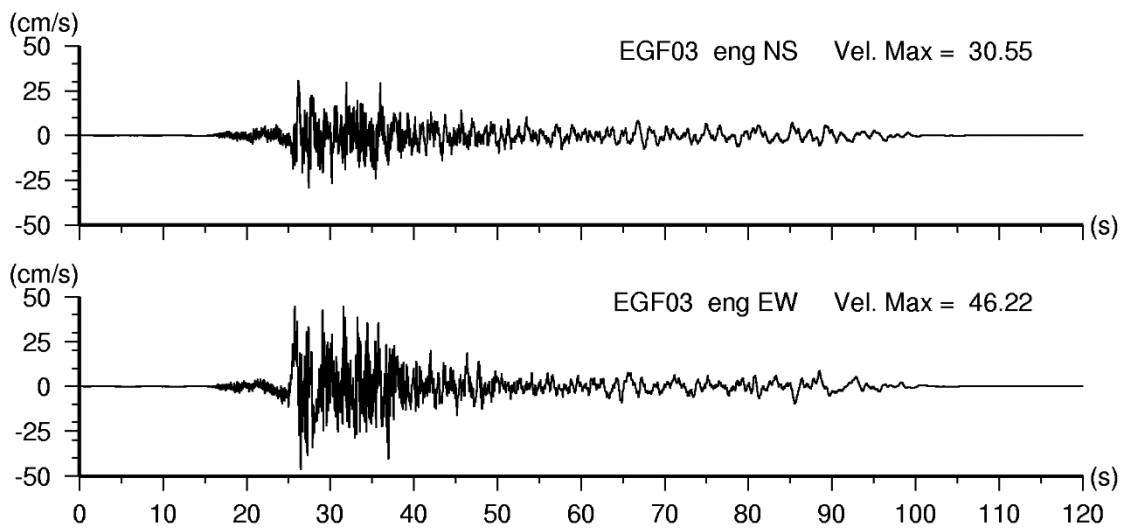


図 5-13 フィリピン海プレートのプレート内地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

図 5-14 経験的グリーン関数法によるフィリピン海プレートのプレート内地震の工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形

### (3) 立川断層帯に発生する地震

地震動予測結果として、地震動予測式、統計的グリーン関数法による工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトルを図 5-15 に、統計的グリーン関数法による工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形を図 5-16 に示す。

図 5-15 より、地震動予測式（平均値）と統計的グリーン関数法の地震動予測結果を比較すると、周期 0.3 秒程度以下では同程度であるが、周期 0.5 秒程度以上では統計的グリーン関数法が小さい。これは、統計的グリーン関数法では主要動のみを対象としていることと、地盤増幅を地盤の媒質のインピーダンス比で評価しているため、関東平野の三次元地下構造の特徴が十分に反映されていない可能性がある。

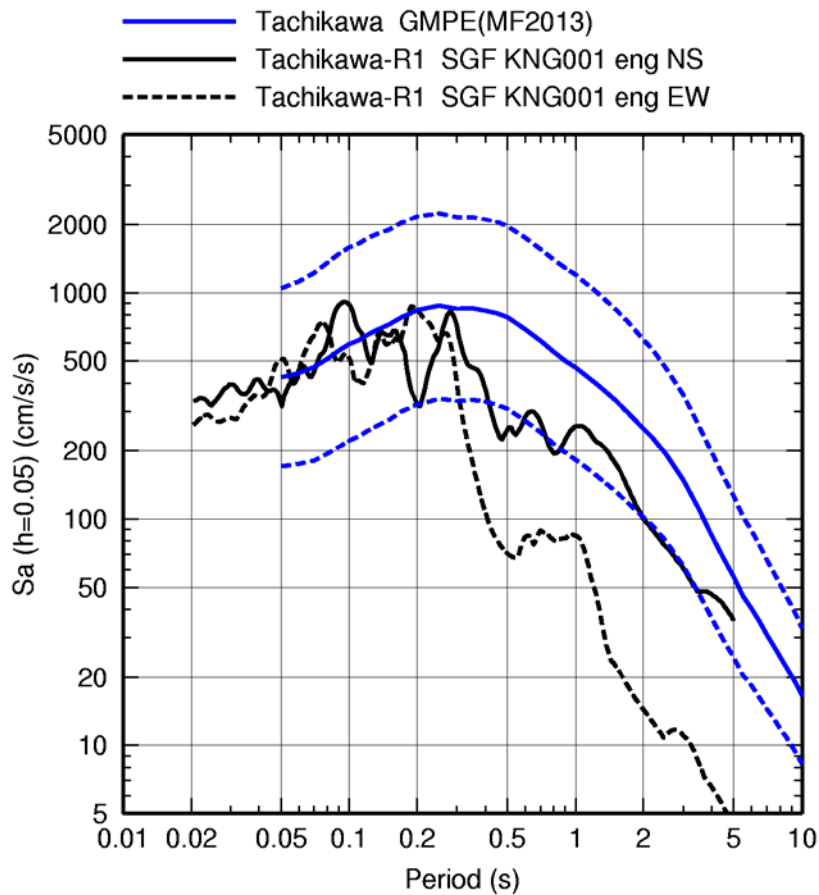
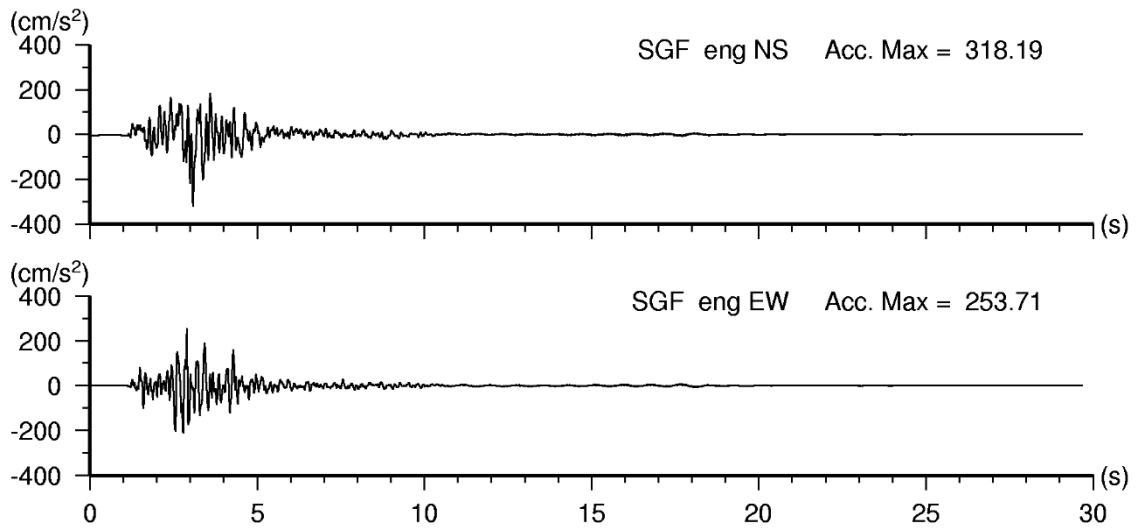
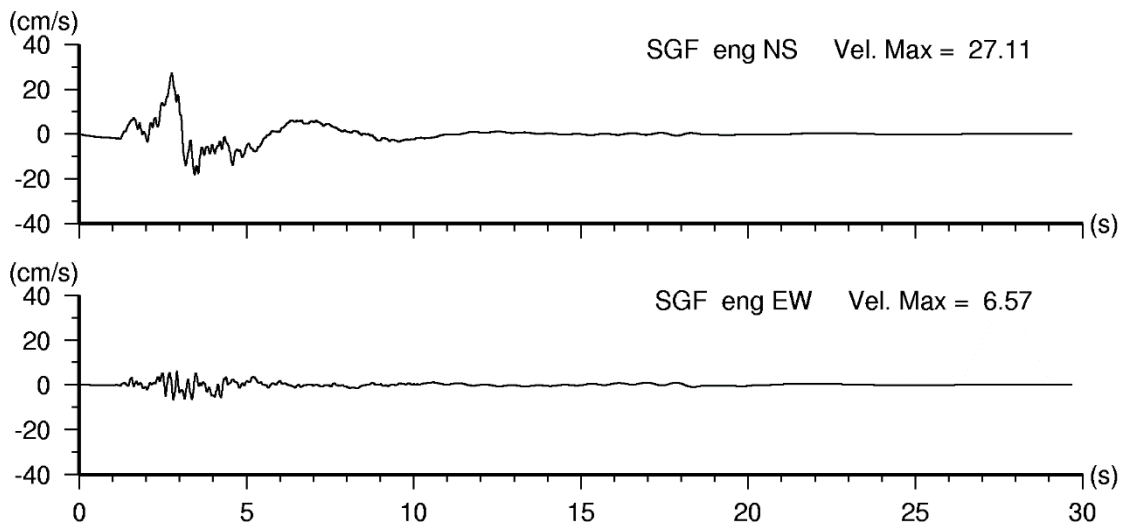


図 5-15 立川断層帯に発生する地震の工学的基盤の地震動の加速度応答スペクトル



(a) 加速度波形



(b) 速度波形

図 5-16 統計的グリーン関数法による立川断層帯に発生する地震の  
工学的基盤の地震動の加速度波形と速度波形



## 参考文献

- 新井健介・壇 一男・石井 透・花村正樹・藤原広行・森川信之 (2015) : 強震動予測のためのスラブ内地震の断層パラメータ設定方法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第 80 巻, 第 716 号, pp.1537-1547.
- Boore, D. M. (1983) : Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.73, pp.1865-1894.
- Boore, D. M. and J. Boatwright (1984) : Average body-wave radiation coefficients, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.74, pp.1615-1621.
- 中央防災会議 (2003) : 東南海、南海地震等に関する専門調査会 (第 16 回) 東南海、南海地震の強震動と津波の高さ (案) 図表集, 平成 15 年 12 月 16 日.
- 中央防災会議 (2006) : 東南海、南海地震等に関する専門調査会 (第 26 回) 中部圏・近畿圏の内陸地震の震度分布等の検討資料集, 平成 18 年 12 月 7 日.
- Dan, K., T. Watanabe, and T. Tanaka (1989) : A semi-empirical method to synthesize earthquake ground motions based on approximate far-field shear-wave displacement, *Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of the Architectural Institute of Japan)*, No. 396, pp.27-36.
- 壇 一男・入江紀嘉・具典淑・島津奈緒未・鳥田晴彦 (2015) : 長大な逆断層による内陸地震の断層モデルのパラメータの設定方法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第 80 巻, 第 707 号, pp.47-57.
- Geller, R.J. (1976) : Scaling relations for earthquake source parameters and magnitudes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 66, 1501-1523.
- 地震調査研究推進本部 (2001a) : 有馬-高槻断層帯の評価, 平成 13 年 6 月 13 日.
- 地震調査研究推進本部 (2001b) : 養老-桑名-四日市断層帯の評価, 平成 13 年 11 月 14 日.
- 地震調査研究推進本部 (2002a) : 伊勢湾断層帯の評価, 平成 14 年 5 月 8 日.
- 地震調査研究推進本部 (2002b) : 三浦半島断層群の評価, 平成 14 年 10 月 9 日.
- 地震調査研究推進本部 (2003) : 立川断層帯の評価, 平成 15 年 8 月 7 日.
- 地震調査研究推進本部 (2004a) : 伊勢原断層の評価, 平成 16 年 3 月 10 日.
- 地震調査研究推進本部 (2004b) : 上町断層帯の長期評価について, 平成 16 年 3 月 10 日.
- 地震調査研究推進本部 (2004c) : 布引山地東縁断層帯の長期評価について, 平成 16 年 4 月 14 日.
- 地震調査研究推進本部 (2005a) : 大阪湾断層帯の長期評価について, 平成 17 年 1 月 12 日.
- 地震調査研究推進本部 (2005b) : 六甲・淡路断層帯の長期評価について, 平成 17 年 1 月 12 日.
- 地震調査研究推進本部 (2009) : 全国地震動予測地図, 平成 21 年 7 月 21 日.
- 地震調査研究推進本部 (2014a) : 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)について, 平成 26 年 4 月 25 日.
- 地震調査研究推進本部 (2014b) : 全国地震動予測地図 2014 年版～全国の地震動ハザードを概

- 観して～, 平成 26 年 12 月 19 日.
- 地震調査研究推進本部 (2015a): 関東地域の活断層の長期評価 (第一版), 平成 27 年 4 月 24 日.
- 地震調査研究推進本部 (2015b): 深谷断層帯・綾瀬川断層 (関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯) の長期評価 (一部改訂), 平成 27 年 4 月 24 日.
- 地震調査研究推進本部 (2015c): 全国地震動予測地図 2017 年版, 平成 27 年 4 月 27 日.
- 地震調査研究推進本部 (2016): 長周期地震動評価 2016 年試作版—相模トラフ巨大地震の検討—, 平成 28 年 10 月 12 日.
- 釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長 (1990): 地域的な震源スケーリング則を用いた大地震 (M7 級) のための設計用地震動予測, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 416 号, pp.57-70.
- 川瀬 博・松尾秀典 (2004): K-NET, KiK-net, JMA, 震度計観測網による強震記録から分離したサイト増幅特性と S 波速度構造との対応, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 第 4 号, pp.126-145.
- 国土交通省 (2016): 超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について, [http://www.mlit.go.jp/report/press/house05\\_hh\\_000620.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/house05_hh_000620.html), 2016.
- 内閣府 (2012): 南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告.
- 内閣府 (2015): 首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書, 首都直下地震モデル検討会, 平成 25 年 12 月.
- 松島信一・渡邊基史・森川和彦・藤川 智・佐藤俊明・壇 一男・福和伸夫・久保哲夫 (2003): 愛知県名古屋市を対象とした設計用地震動策定のための強震動予測 (その 2) 想定した内陸地震による強震動予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, 構造 II, pp.157-158.
- 宮腰淳一・壇 一男・石井やよい・小穴温子・福和伸夫・護雅史・西澤崇雄・梅村健次・千賀英樹・高橋広人 (2018): 東海地域における南海トラフの地震による設計用入力地震動について, 第 15 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.3102-3111.
- 文部科学省・京都大学防災研究所 (2013): 上町断層帯における重点的な調査観測 平成 22～24 年度 成果報告, 平成 25 年 3 月.
- Morikawa, N. and H. Fujiwara (2013): A New Ground Motion Prediction Equation for Japan Applicable up to M9 Mega-Earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.8, No.5, pp.878-888.
- 森川信之・藤原広行 (2015): 海溝型プレート内地震のための地震動予測式の補正項に関する検討, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, SSS25-14.
- 佐藤智美 (2014): 相模トラフ沿いの中規模地震の観測記録に基づく表面波と散乱波を考慮した統計的グリーン関数生成方法, 日本建築学会構造系論文集, 第 705 号, pp.1589-1599.
- 佐藤智美 (2016a): 改良統計的グリーン関数法に基づく 1923 年関東地震の強震動生成域と強震動の推定, 日本建築学会構造系論文集, 第 719 号, pp.39-49.
- 佐藤智美 (2016b): 経験的グリーン関数法に基づく 1855 年安政江戸地震の広帯域震源モデル

- と首都圏及び広域での強震動の推定, 日本建築学会構造系論文集, 第 727 号, pp.1423-1433.
- 佐藤智美・川瀬 博・佐藤俊明 (1994) : ボアホール観測記録を用いた表層地盤同定手法による工学的基盤波の推定及びその統計的経時特性, 日本建築学会構造系論文集, 第 461 号, pp.19-28.
- 佐藤智美・巽 誉樹 (2002) : 全国の強震記録に基づく内陸地震と海溝性地震の震源・伝播・サイト促成, 日本建築学会構造系論文集, 第 556 号, pp.15-24.
- 笹谷 努・森川信之・前田宜浩 (2006) : スラブ内地震の震源特性, 北海道大学地球物理学研究報告, 69, pp.123-134.
- Somerville, P.G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada (1999) : Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seismological Research Letters*, 70, pp.59-80.
- 司 宏俊・翠川三郎 (1999) : 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 523 号, pp.63-70.
- 武村雅之 (1990) : 日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, *地震*, 第 2 輯, 第 43 卷, pp.257-265.
- 鶴来雅人・香川敬生・入倉孝次郎・古和田明 (1997) : 近畿地方で発生する地震の  $f_{max}$  に関する基礎的検討, *地球惑星科学関連学会合同大会予稿集*, p.103.

## 第IV章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化

### (その3 : 耐震設計の例示)

## 1. 検討概要

耐震告示の性能規定化を踏まえ、今後のサイトスペシフィックの設計方法の明確化を検討するため、耐震設計の例示を行った。耐震設計の例示に関する検討方針は、以下のとおりである。

- ①耐震設計グレード（難易度）を考慮し、下記(1)～(6)の耐震設計の例示を行う。地盤の液化化については(3)以外、基本的に考慮しないこととする。
  - (1) 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示
  - (2) 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽単体モデル）による耐震設計の例示
  - (3) 3次元 FEM 有効応力解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示
  - (4) SR モデル動的非線形解析による耐震設計の例示
  - (5) 1自由度系質点モデル（基礎固定モデル）動的非線形解析による耐震設計の例示
  - (6) 簡便法による耐震設計の例示
- ②対象とする高圧ガス設備は、平成 29 年度調査研究で扱った仮想の球形貯槽（タイロッドブレース）とする。また、地盤は同調査研究で想定した仮想の緩い地盤とする。本球形貯槽は、耐震告示及び「高圧ガス保安協会：高圧ガス設備等耐震設計指針（2012）、改訂新版、平成 27 年 9 月」（以下、KHK 耐震指針という）に準拠して設計された高圧ガス設備である。
- ③前章「第Ⅲ章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その 2：地震動予測の例示）」で求めた設計用地震動のうち任意に 1 波選定し、既に設計済みの球形貯槽に対して、耐震性を照査するという位置付けとする。設計用地震動の設定（選定）手順を含め、それを用いた本来の耐震設計としての例示は次のステップで検討する（今後の課題とする）。
- ④対象とする球形貯槽の設計条件（設計震度）との整合性から、コンビナート 3 地区のうち、堺・高石地区近傍における地震動を 1 波選定し、各解析に適用する。地震動予測手法のうち、経験的グリーン関数法による半経験的手法がサイト特性をより反映した手法であり、対象とする球形貯槽の周期特性を勘案し、選定する地震波は経験的グリーン関数法による半経験的手法から得られた地震動とする。ただし、簡便法による耐震設計の例示では、経験的手法（距離減衰式）から得られた地震動を適用する。なお、水平地震動を対象とし、鉛直地震動は考慮しないこととする。

## 2. 検討条件

### 2.1 対象設備

対象とする高圧ガス設備は、平成 29 年度調査研究で扱った仮想の球形貯槽（タイロッドブレース）とする。球形貯槽の主要寸法等を以下に示す。また、球形貯槽を支持する基礎の構造概要を図 2.1-1 に示す。

#### 【主要寸法等】

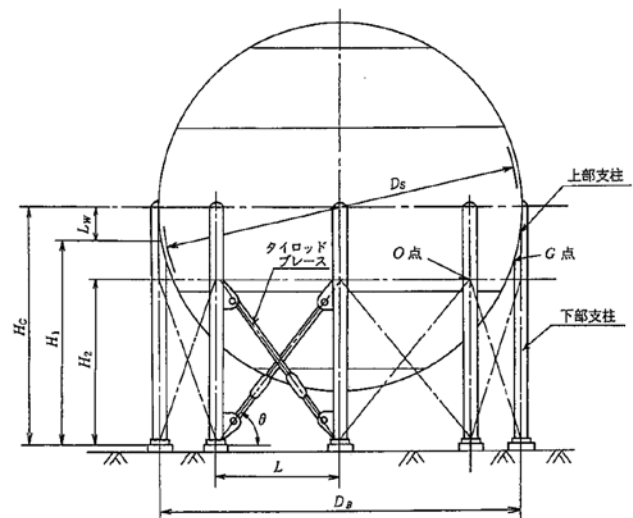
貯蔵物	可燃性ガス
貯蔵能力	1000m <sup>3</sup>
球内径 (D <sub>S</sub> )	12410mm
支柱本数 (n)	8本
支柱の中心からなる 円の直径 (D <sub>B</sub> )	12410mm
ベースプレート下面から球殻の 中心までの高さ (H <sub>C</sub> )	8000mm
支柱の有効長さ (H <sub>1</sub> )	7206mm
ベースプレート下面からベース取付 位置までの高さ (H <sub>2</sub> )	6000mm

#### 【主要部材の寸法・材質】

球殻	—	SPV490Q
上部支柱	406.4 <sup>φ</sup> ×9.5 <sup>t</sup>	SPV490Q
下部支柱	406.4 <sup>φ</sup> ×9.5 <sup>t</sup>	STK400
ブレース	70 <sup>φ</sup>	SS400

#### 【耐震設計仕様】

重要度 I	$\beta_1=0.8$
地域区分 A 地区	$\beta_2=0.8$
地盤種別 第 4 種地盤	$\beta_3=2.0$
地表面水平震度（レベル 2 地震動）	$K_H = 0.15\mu_k \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = 0.384$
設計修正水平震度（レベル 2 地震動）	$K_{MH} = \beta_5 K_H = 0.922$



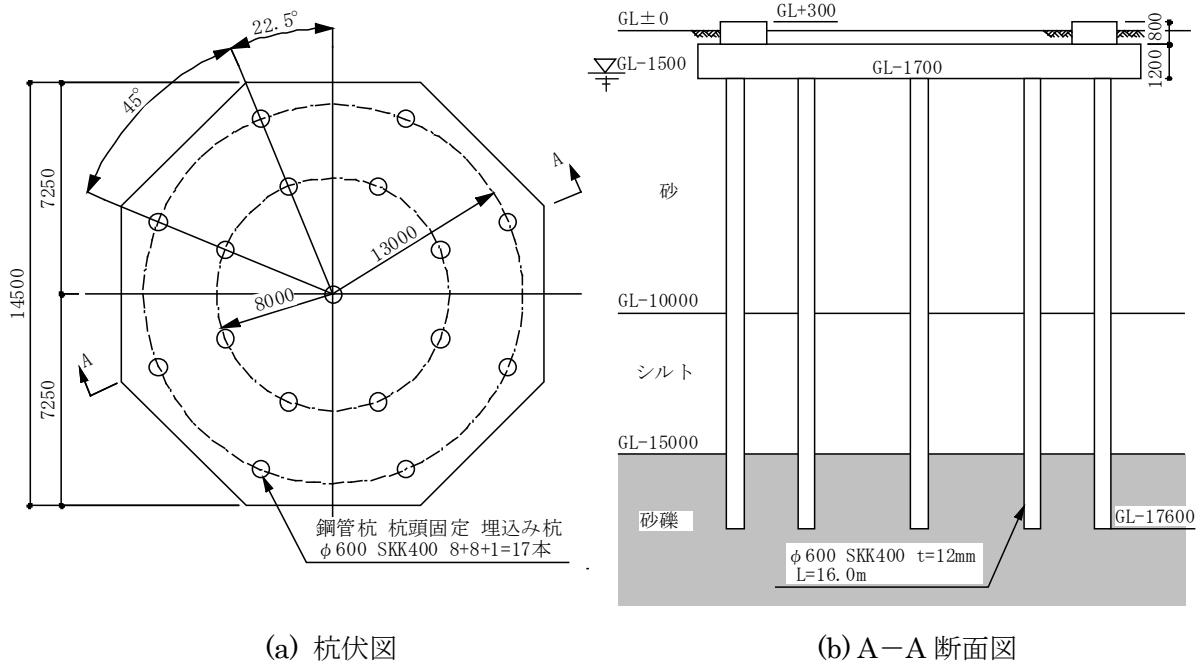


図 2.1-1 基礎の構造概要

## 2.2 地盤

地盤は平成 29 年度調査研究で想定した仮定の緩い地盤とし、その地盤定数を表 2.2-1 に、地盤のせん断剛性及び減衰定数のひずみ依存性を図 2.2-1 に示す。地盤のせん断剛性及び減衰定数のひずみ依存性は既往の安田・山口 (1985) の室内試験結果をベースに、今回は修正 R-O モデルで表現したものを採用する。また、砂礫については線形弾性として取り扱う。

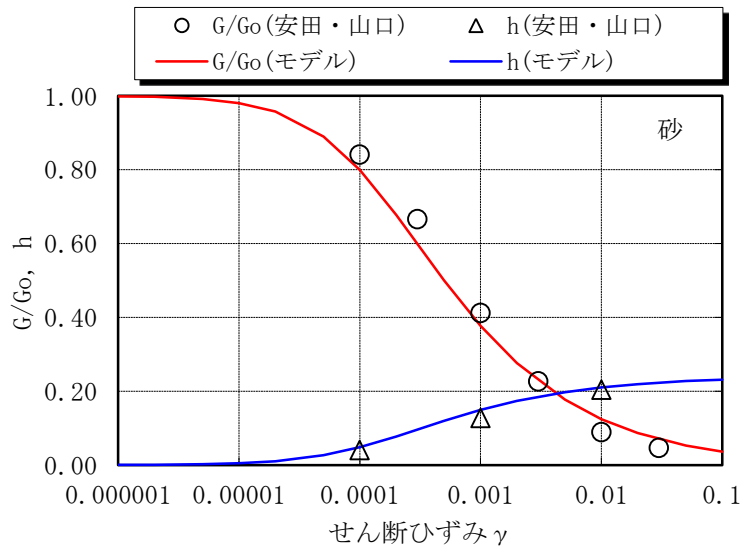
なお、実際の耐震設計においては、現地試験結果や現地で採取したコアサンプルによる室内試験結果から地盤条件を決定することが望ましい。

表 2.2-1 地盤定数

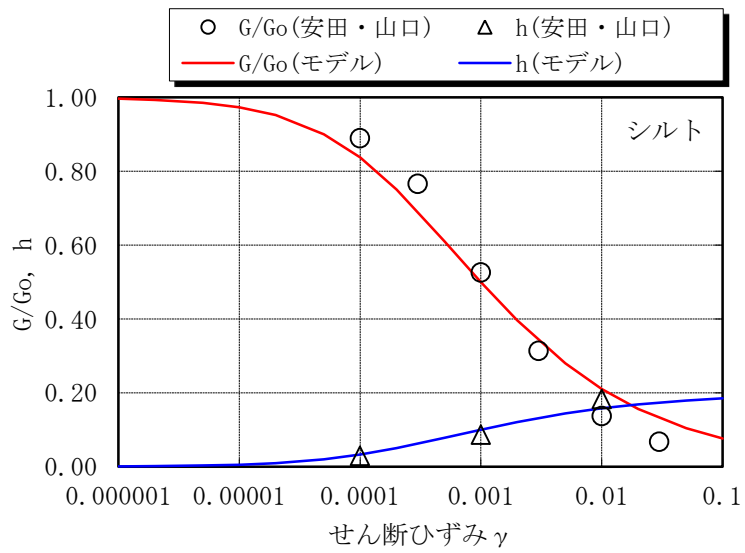
GL (m)	地層名	層厚 (m)	N 値	Vs (m/s)	$\rho_t$ (t/m <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	E <sub>0</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	v
0								
-1.5	砂(1)	1.5	7	153	1.80	4310	12060	0.400
-10	砂(2)	8.5	7	153	2.00	4770	14120	0.480
-15	シルト	5.0	2	126	1.70	2760	8220	0.490
-25	砂礫	10.0	45	285	2.10	17400	50460	0.450
	工学的基盤		50	300	2.10	19280	55910	0.450

注 1) せん断波速度 Vs は「(公社)日本道路公団：道路橋示方書・同解説、V 耐震設計編、平成 29 年 11 月」(以下、道路橋示方書という)の式による。

注 2) 地下水位は GL-1.5m とする。



(a) 砂



(b) シルト

図 2.2-1 砂及びシルトのせん断剛性及び減衰定数のひずみ依存性

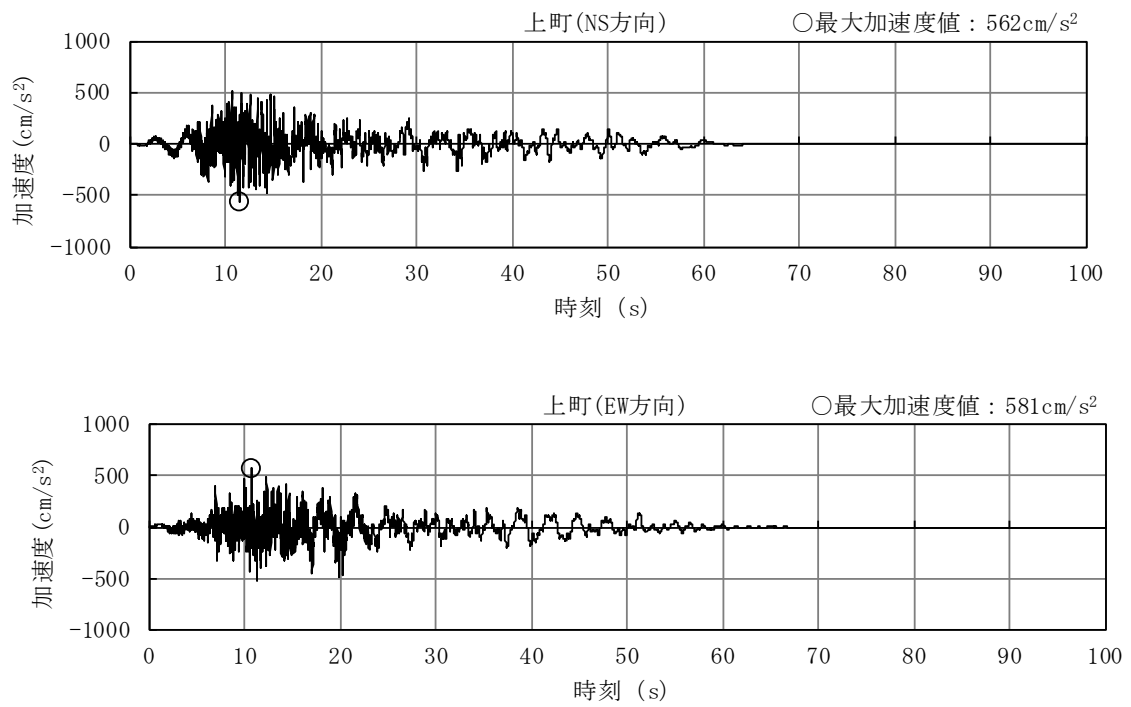


### 2.3 設計用地震動

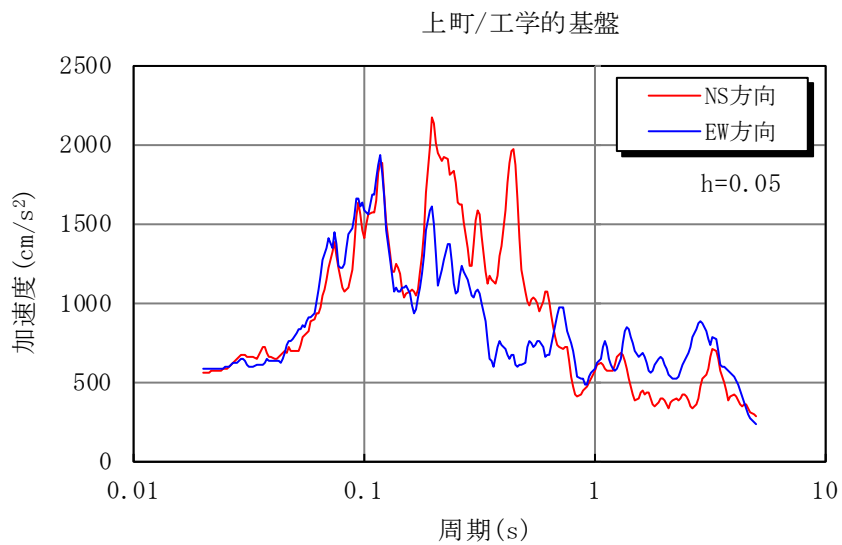
各解析による耐震設計の例示では、設計用地震動は「第Ⅲ章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化（その2：地震動予測の例示）」で、堺・高石地区における経験的グリーン関数法による半経験的手法から得られた地震動を適用する。南海トラフの地震、フィリピン海プレートのプレート内地震、上町断層帯に発生する地震の予測地震動のうち、最も大きな上町断層帯に発生する地震の地震動を設計用地震動とする。

図 2.3-1 に上町断層帯に発生する地震の地震動の加速度波形と加速度応答スペクトルを示す。工学的基盤の地震動であり、球形貯槽－杭基礎－地盤連成系モデルによる3次元 FEM 動的非線形解析、有効応力解析では、この地震動を入力地震動として直接適用する。一方、球形貯槽単体モデルによる3次元 FEM 動的非線形解析、SR モデルによる動的非線形解析、1自由度系質点モデル（基礎固定モデル）による動的非線形解析では、地表面での地震動を入力地震動とするが、地表面での地震動は地盤の動的非線形解析により算定する。地盤の動的非線形解析を行って得られた地表面での加速度波形と加速度応答スペクトルを図 2.3-2 に示す。なお、各動的非線形解析では、入力地震動の継続時間を70秒までとして適用する。

また、簡便法による耐震設計の例示では、堺・高石地区の上町断層帯に発生する地震の Morikawa and Fujiwara (2013) による距離減衰式から得られた地震動（加速度応答スペクトル）を適用する。図 2.3-3 にその加速度応答スペクトルを示す。

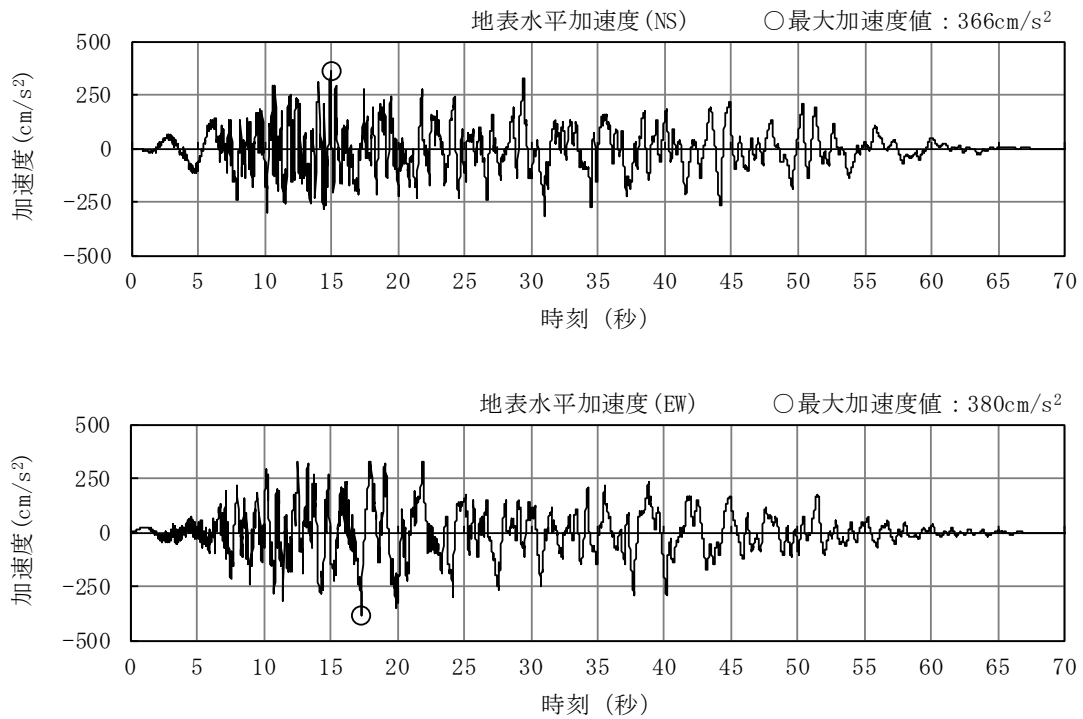


(a) 加速度波形

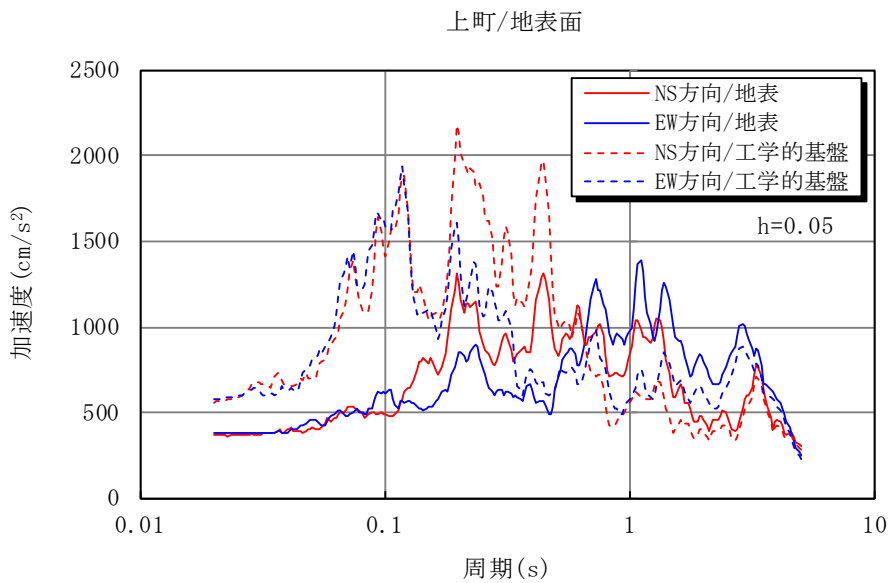


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-1 工学的基盤における加速度波形と加速度応答スペクトル  
(上町断層帯に発生する地震の地震動、経験的グリーン関数法による半経験的手法)



(a) 加速度波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 地表面の加速度波形と加速度応答スペクトル  
(上町断層帯に発生する地震の地震動、経験的グリーン関数法による半経験的手法)

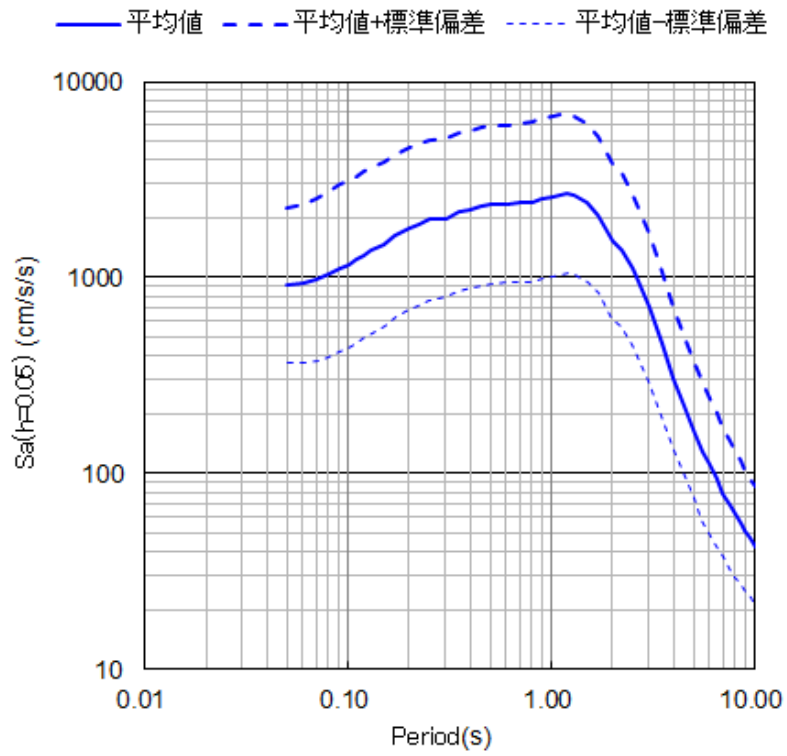


図 2.3-3 工学的基盤における加速度応答スペクトル  
 (上町断層帯に発生する地震の地震動、Morikawa and Fujiwara (2013) による距離減衰式)

### 3. 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示

#### 3.1 解析モデル

球形貯槽－杭基礎－地盤連成系モデルを図 3.1-1 に示す。同図の連成系モデルでは NS 方向をモデル座標の X 方向、EW 方向をモデル座標の Y 方向としている。地盤モデル全体のサイズは、76.5m (NS) ×76.5m (EW) ×25.0m (深さ) とし、各地層には図 2.2-1 に示したせん断剛性及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。杭基礎モデルは、基礎スラブをシェル要素で、鋼管杭を梁要素で表現する。球形貯槽モデルは、球殻をシェル要素で、支柱をはり要素で、タイロッドブレースをロッド要素で表現する。支柱には図 3.1-2 に示す曲げモーメント－曲率関係の非線形性を、タイロッドブレースには図 3.1-3 に示す軸力－変位関係の非線形性を、杭には図 3.1-4 に示す曲げモーメント－曲率関係の非線形性を考慮する。曲げモーメント－曲率関係は軸力変動を考慮し、同図には軸力  $N=0$  の場合の関係を示した。また、球殻の直径が小さく、充満度が 90% と高い球形貯槽であることを考慮して、内容液は有効質量を対象に固定質量として球殻全面に付与する。

なお、本例示ではモデル地盤として平行成層を仮定しているが、実際の耐震設計では複数のボーリング調査に基づき、地盤モデルを作成することが望ましい。

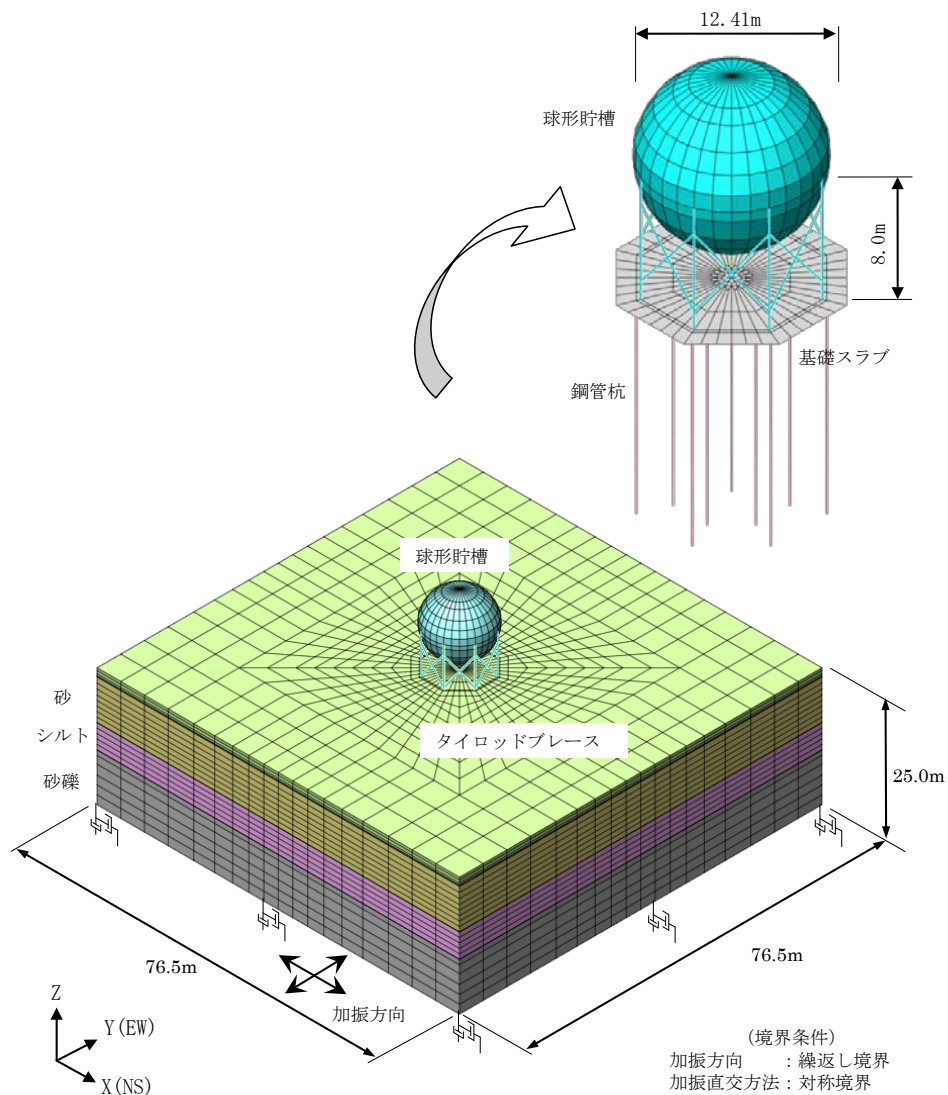
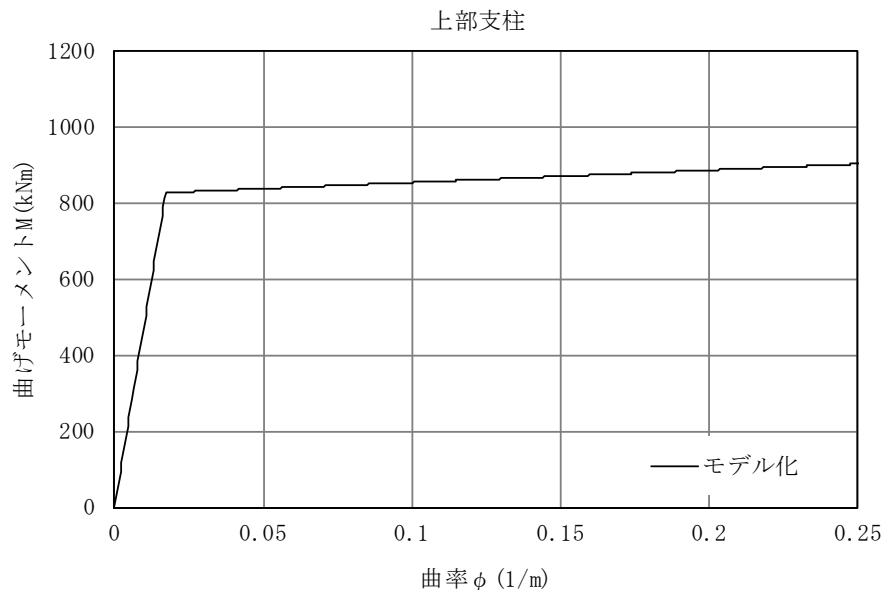
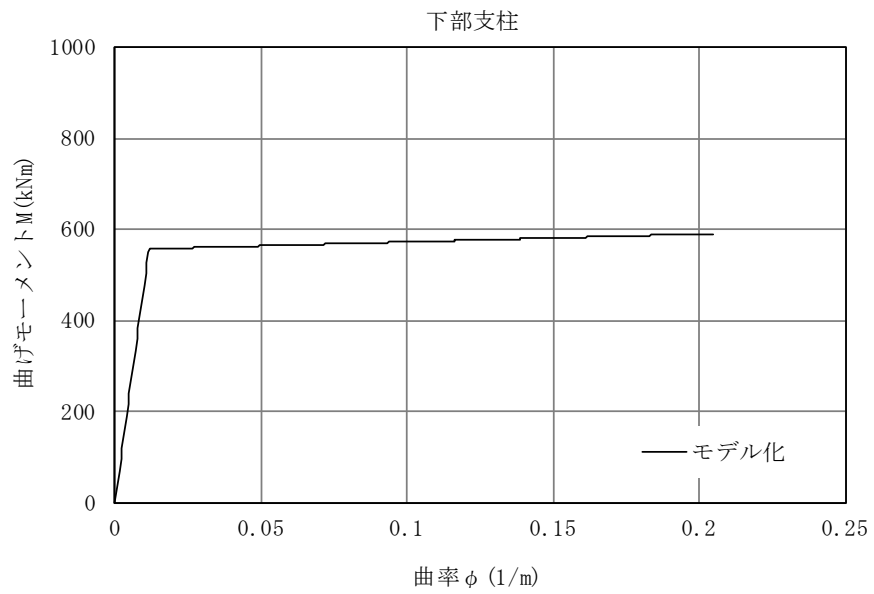


図 3.1-1 球形貯槽－杭基礎－地盤連成系モデル



(a) 上部支柱



(b) 下部支柱

図 3.1-2 支柱の曲げモーメントー曲率関係

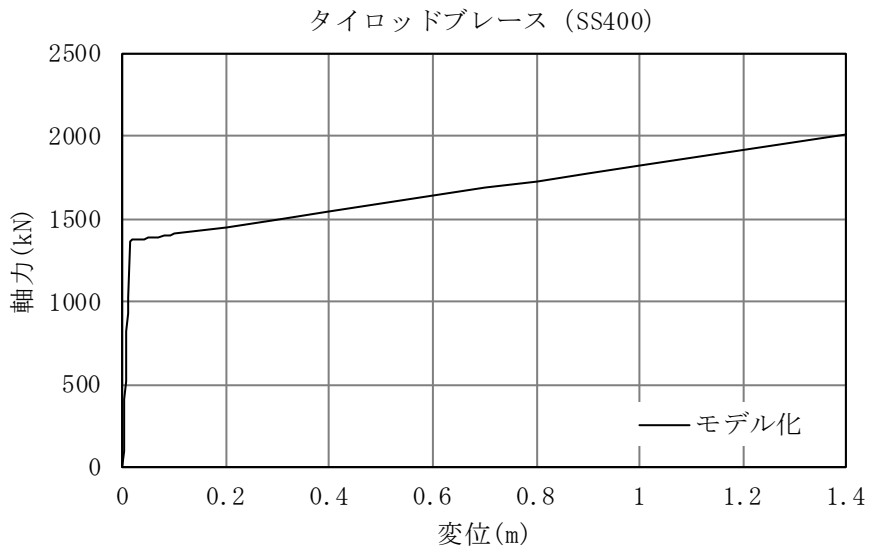


図 3.1-3 タイロッドブレースの軸力-変位関係

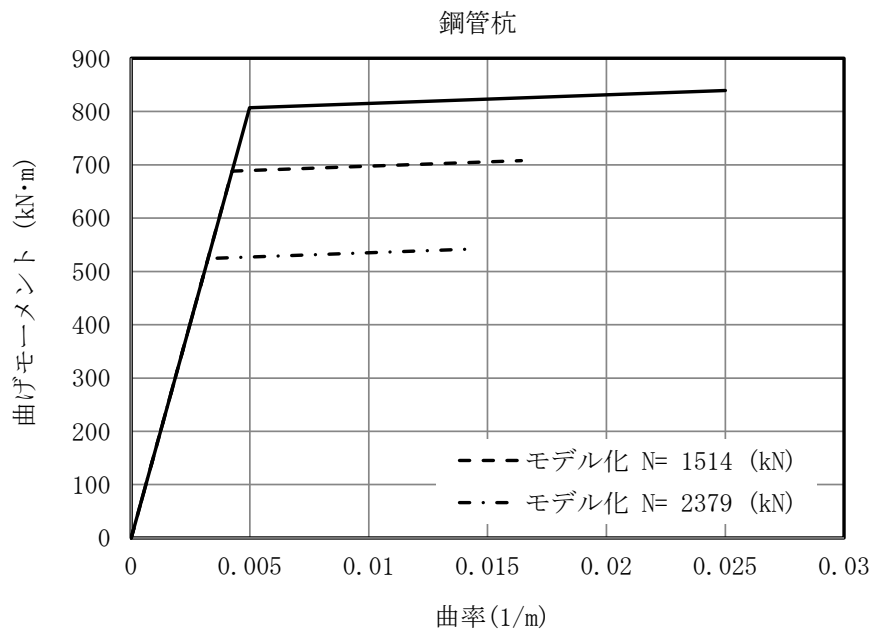


図 3.1-4 杭の曲げモーメント-曲率関係

### 3.2 耐震性照査

3次元 FEM 動的非線形解析から得られた最大加速度、最大相対変位、最大せん断ひずみ、球殻の最大面内応力、タイロッドブレースの最大軸力、軸力-変位関係、上下部支柱の曲げモーメント-曲率関係、杭の最大曲げモーメント及び最大せん断力、曲げモーメント-曲率関係を図 3.2-1～図 3.2-9 に示す。曲げモーメント  $M$ -曲率  $\phi$  関係における解析結果は、二軸曲げを考慮し、合成曲げモーメントとして表示した。X 軸及び Y 軸周りの曲率  $\phi_x$ 、 $\phi_y$  の二乗和の平方根の時刻歴最大を曲率  $\phi$  とし、その時刻における軸力  $N$  を考慮した  $M$ - $\phi$  関係より合成曲げモーメント  $M$  を算定した。 $M$ - $\phi$  関係における解析結果は、以後、同様の結果を示す。

球殻及び支柱は弾性範囲内で、座屈が生じやすい下部支柱の圧縮応力度は最大  $155\text{N/mm}^2$  で、座屈を考慮した許容圧縮応力度  $f_c=203\text{N/mm}^2$  (「(社)日本建築学会：鋼構造設計規準、平成 17 年 9 月」、以下、鋼構造設計規準という) 以下に十分納まっていることから、下部支柱には座屈は生じない。なお、球殻の応力評価については、解析上メッシュ分割数の制限もあり、実際の耐震設計ではより詳細な検討が必要である(平成 27 年度調査研究参照)。タイロッドブレースは概ね弾性範囲内であり、一部の部材でわずかに塑性化している程度で、塑性率は許容塑性率  $\mu_{pa}=1.8$  (KHKS0862) を大幅に下回っている。地盤のせん断ひずみは砂層で 1.5%程度になり、杭の断面力のうち杭頭は弾性範囲内に収まっている。一方、支持層とシルトの層境界では中央の 1 本の杭が塑性に入っているが、許容塑性率  $\mu_{pa}=1.5$  (KHK 耐震指針) 以下となっている。その他の杭は弾性範囲内に収まっている。これより、球形貯槽及びそれを支持する杭の応答は許容値以下となっている。

また、球殻の重心位置の加速度波形を図 3.2-10 に示す。球殻の重心位置を含め、地表面、工学的基盤の各位置での最大加速度を整理すると表 3.2-1 のようになる。同表には参考として、本球形貯槽の設計水平震度を併せて示す。工学的基盤で最大加速度が約  $600\text{ cm/s}^2$  といった大きな地震動に対しても、地盤の非線形応答特性により地震動の増幅が抑制されたものと考えられ、上記のように球形貯槽及び杭の応答は許容値以下となっている。

表 3.2-1 各位置の最大加速度

位置	X(NS)方向の 最大加速度( $\text{cm/s}^2$ )	Y(EW)方向の 最大加速度( $\text{cm/s}^2$ )	参考：設計水平震度
球殻重心	982	548	0.922
地表面	366	380	0.384
工学的基盤	562	581	0.192



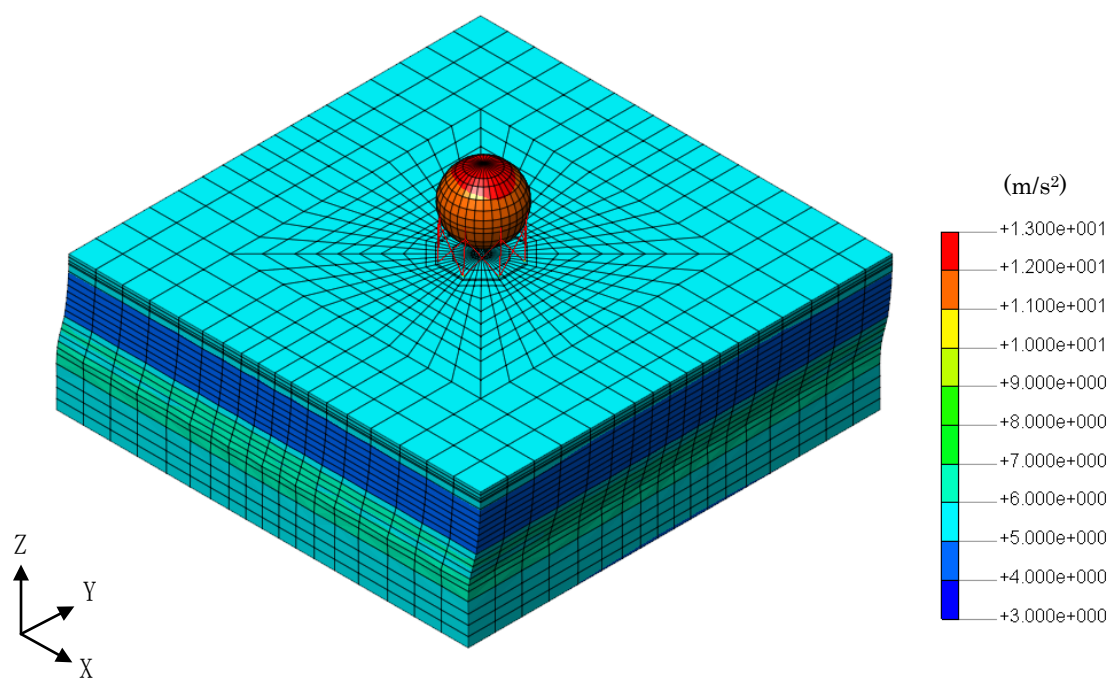


图 3.2-1 最大加速度

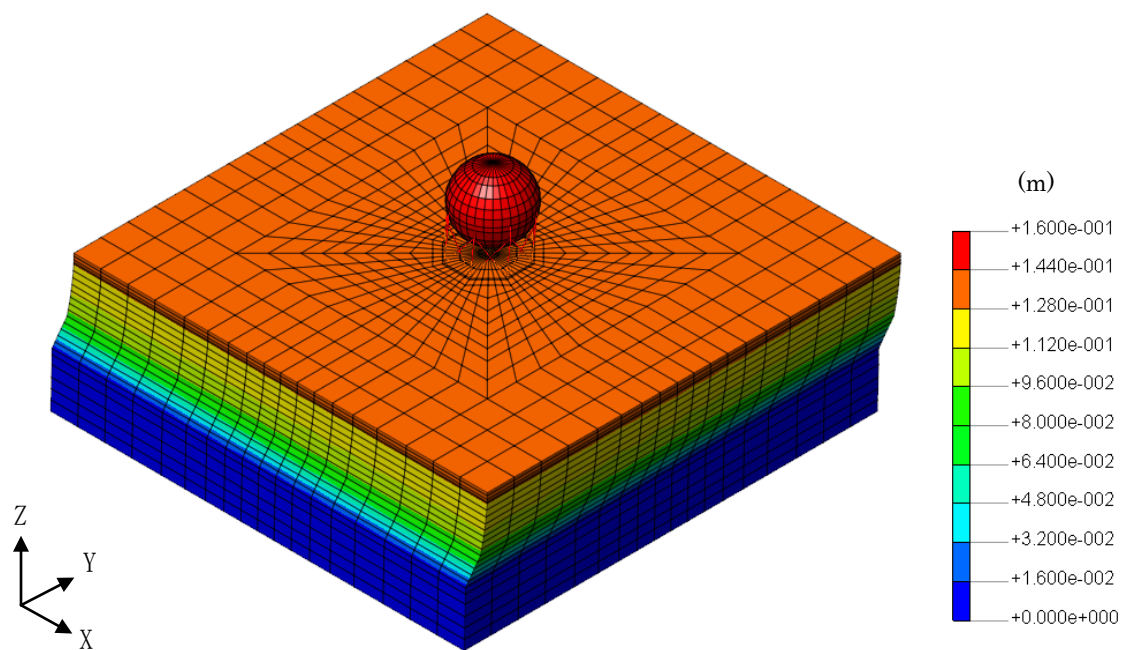


图 3.2-2 最大相对变位

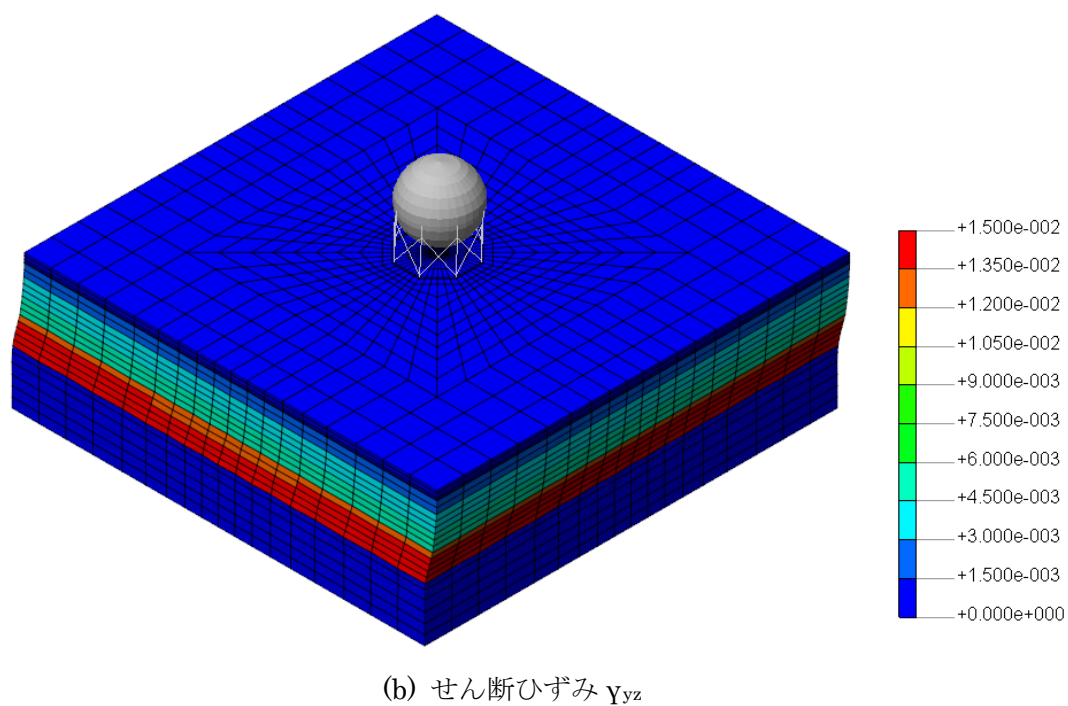
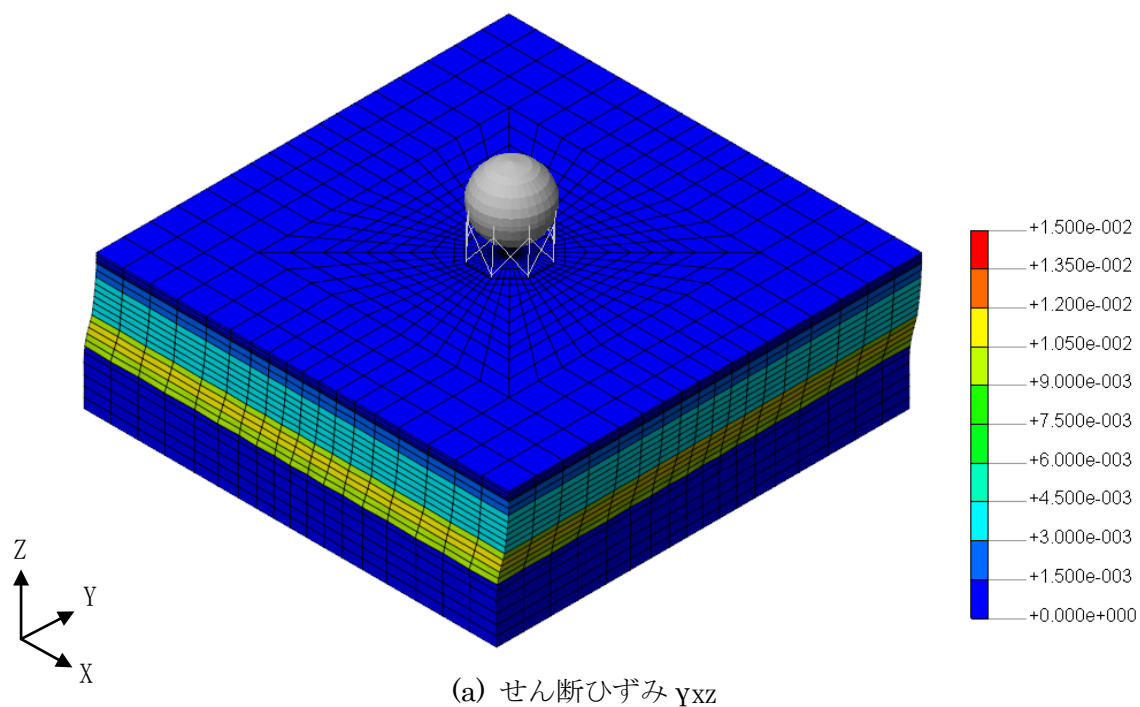


図 3.2-3 最大せん断ひずみ

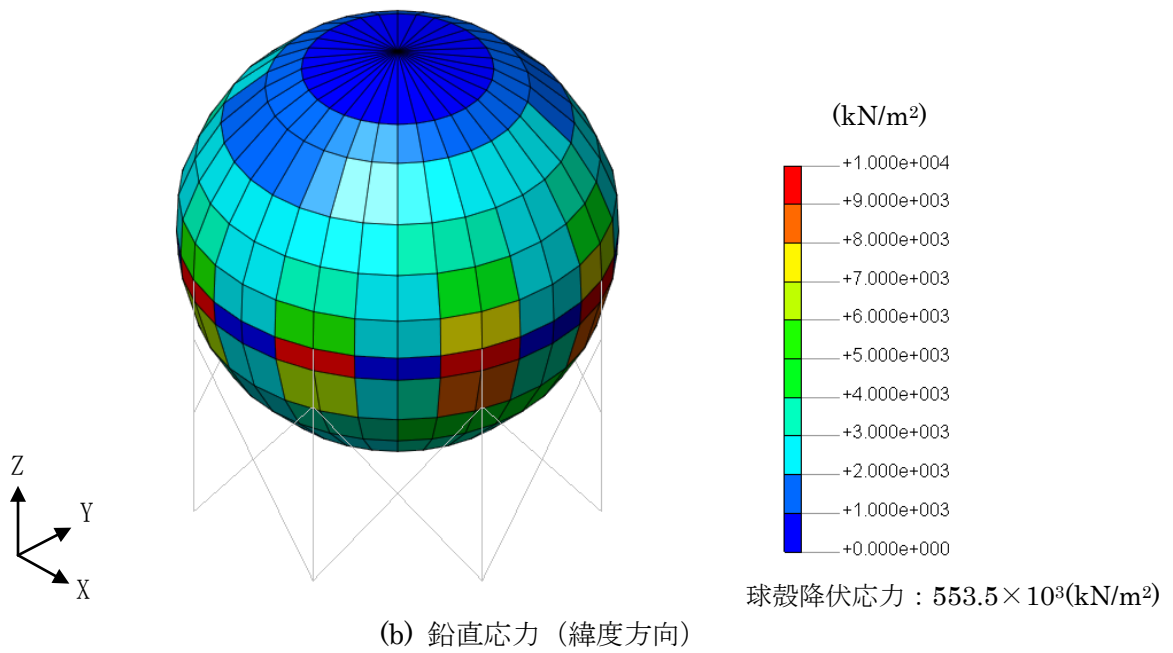
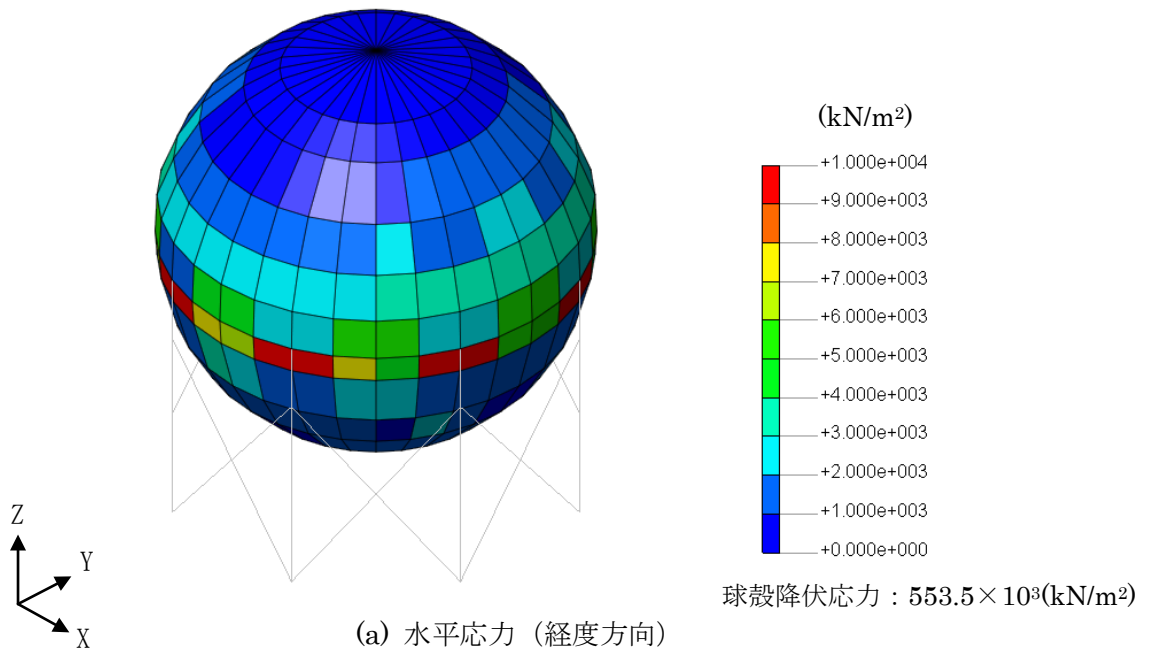


図 3.2-4 球殻の最大面内応力

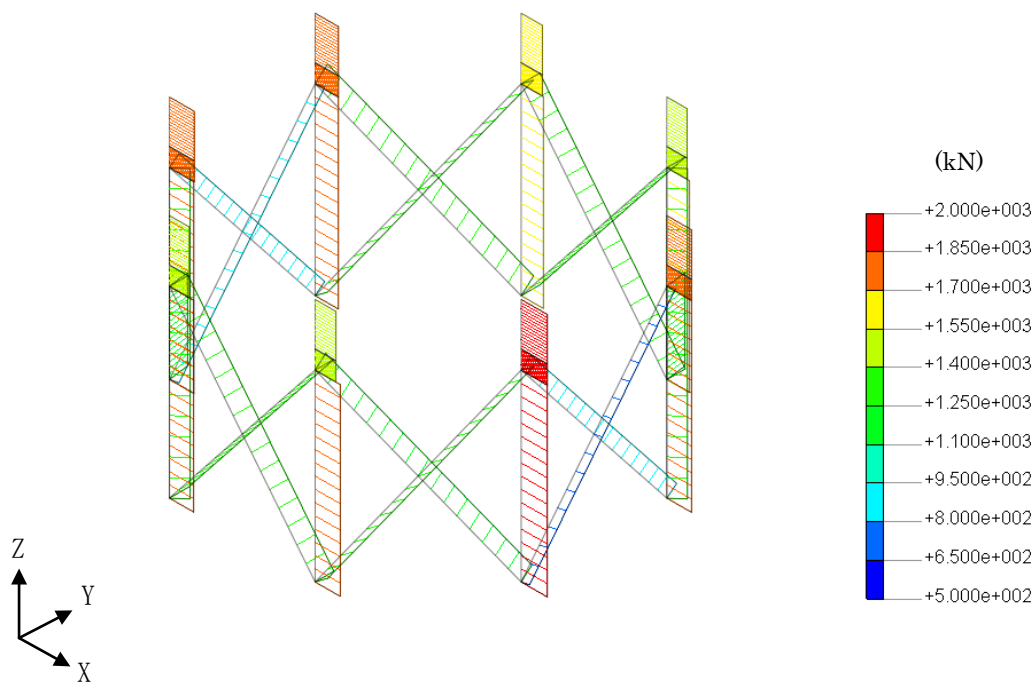


図 3.2-5 タイロッドブレースの最大軸力

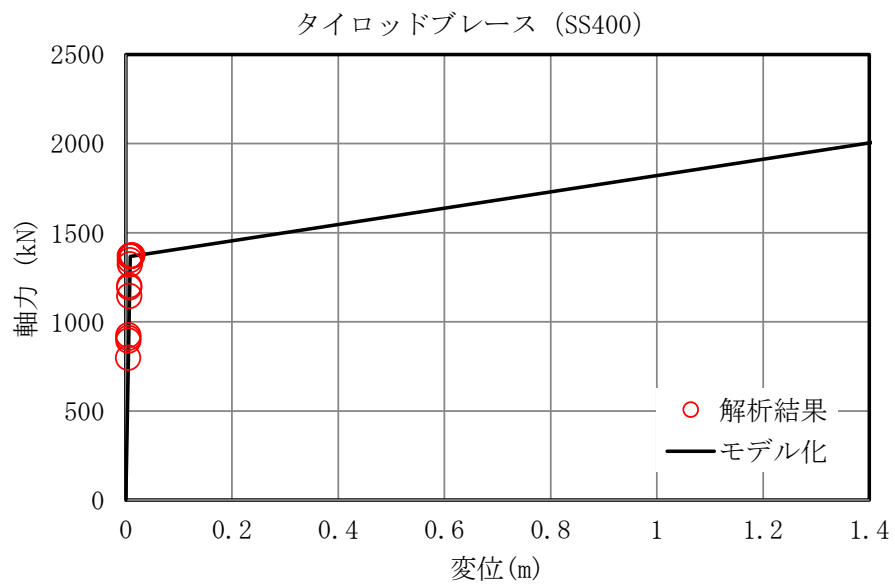
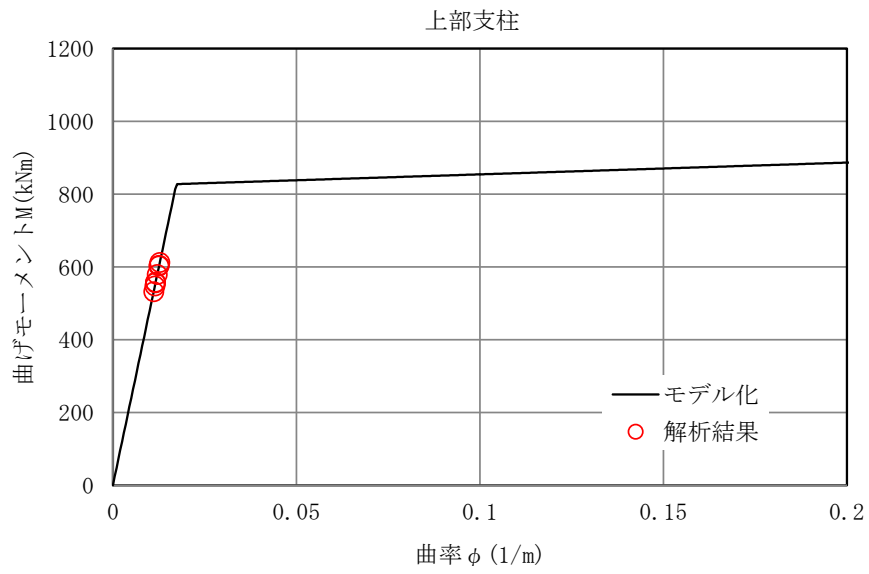
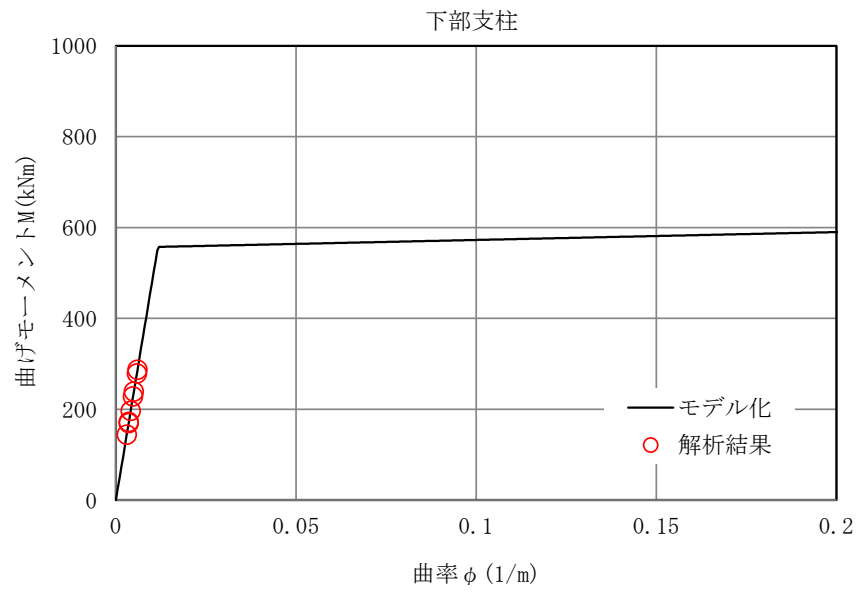


図 3.2-6 タイロッドブレースの軸力-変位関係

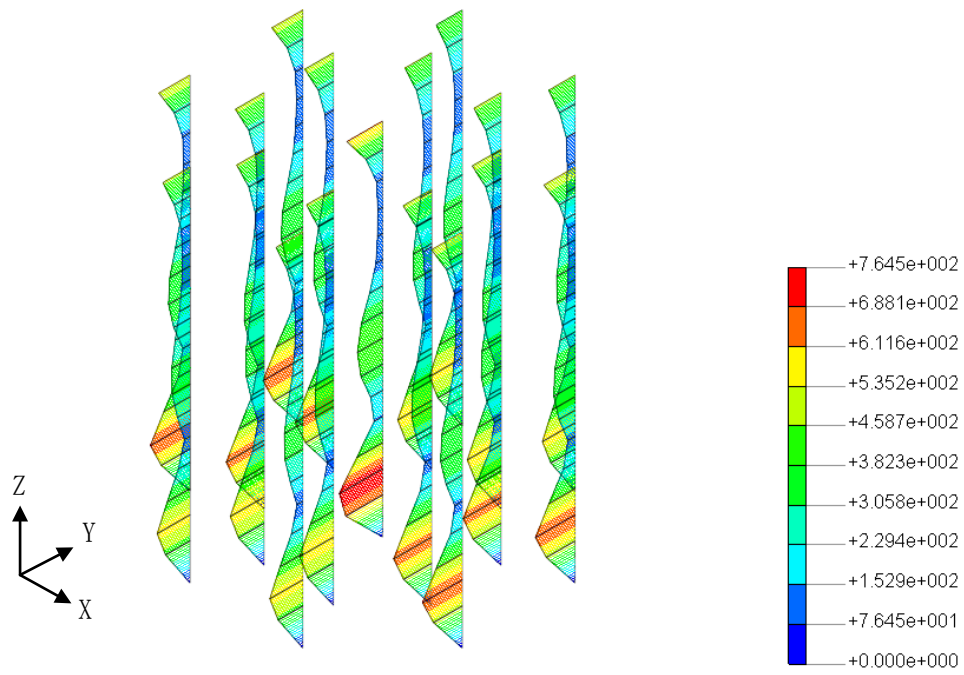


(a) 上部支柱

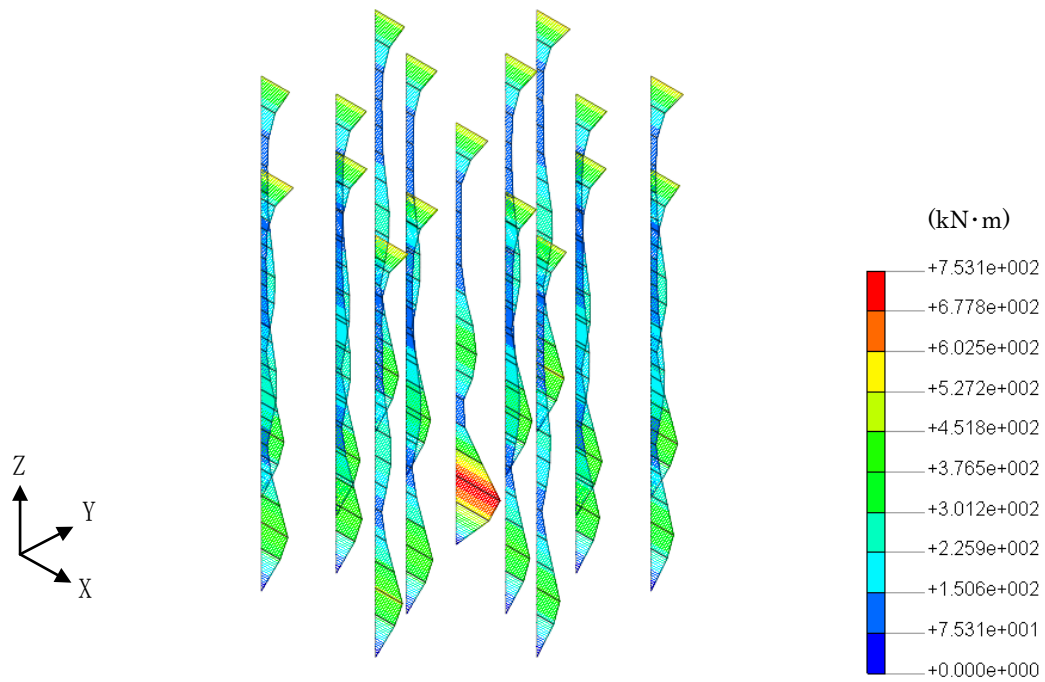


(b) 下部支柱

図 3.2-7 支柱の曲げモーメントー曲率関係

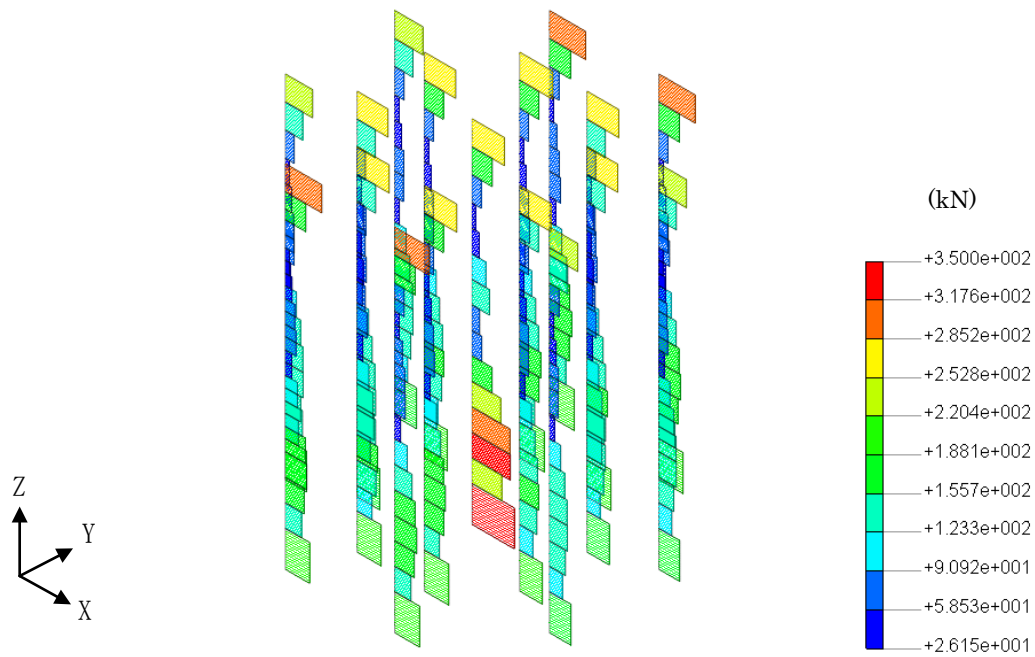


(a) 曲げモーメント  $M_x$

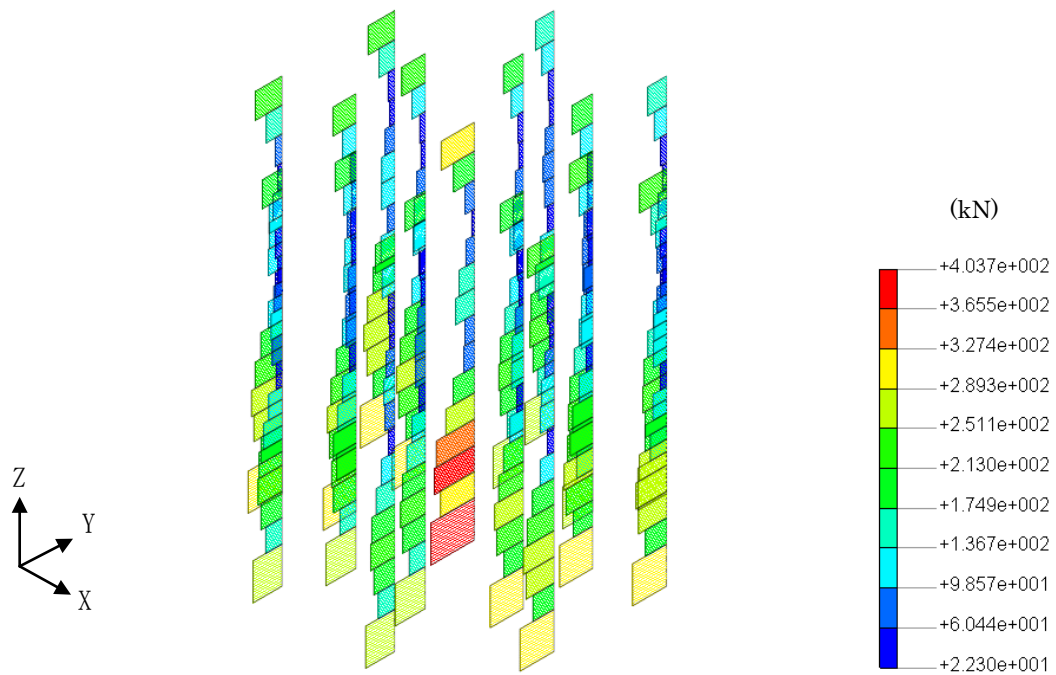


(b) 曲げモーメント  $M_y$

図 3.2-8(1) 杭の最大断面力

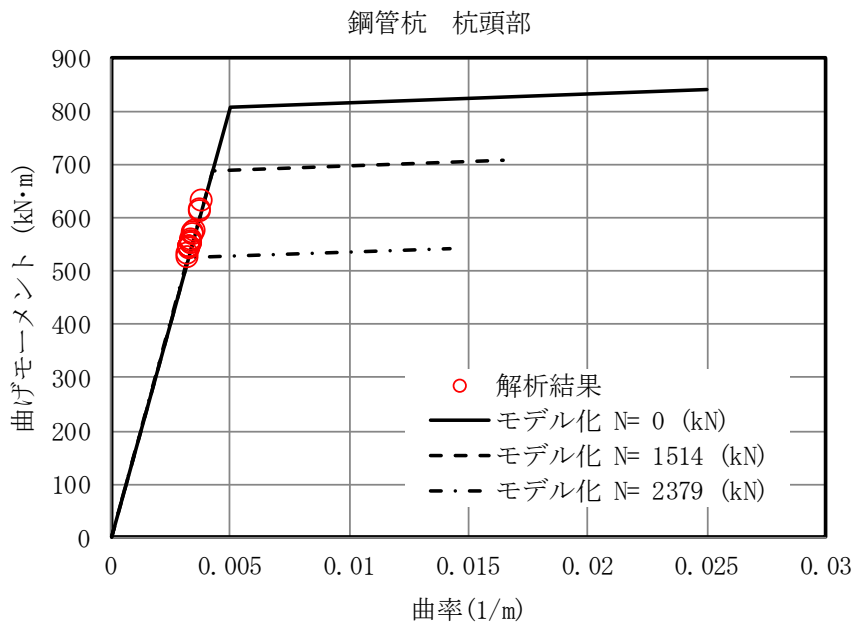


(c) せん断力  $F_x$

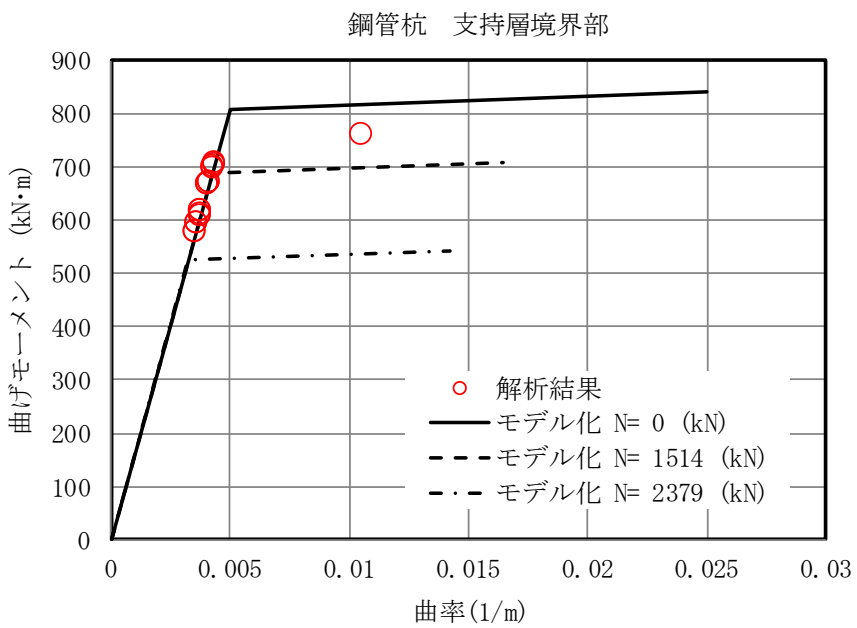


(d) せん断力  $F_y$

図 3.2-8(2) 杭の最大断面力



(a) 杭頭部



(b) 支持層とシルトの層境界

図 3.2-9 杭の曲げモーメントー曲率関係



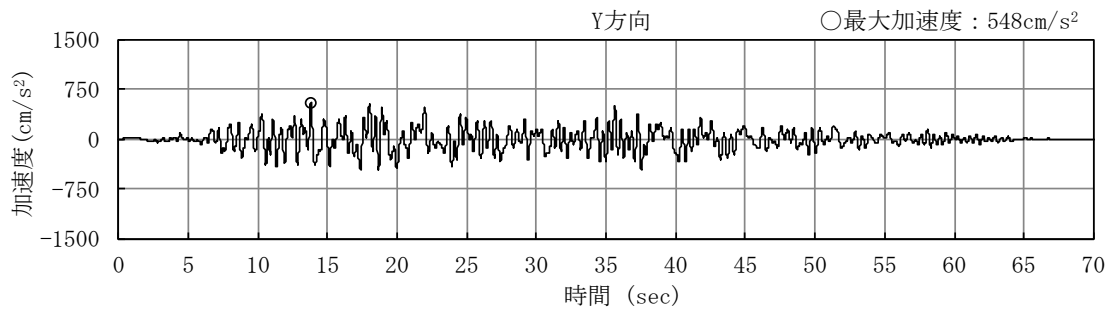
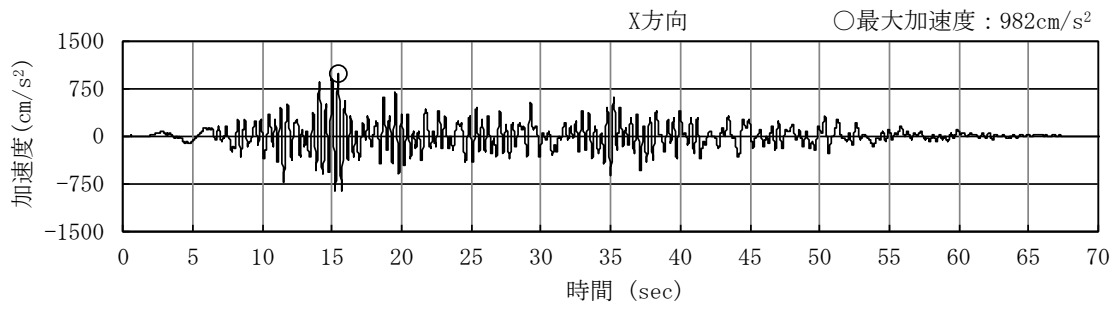


図 3.2-10 球殻の重心位置の加速度波形

#### 4. 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽単体モデル）による耐震設計の例示

##### 4.1 解析モデル

球形貯槽単体の解析モデルを図 4.1-1 に示す。球形貯槽－杭基礎－地盤連成系モデルの貯槽モデルと同様であり、解析モデルの詳細は既述のとおりである。

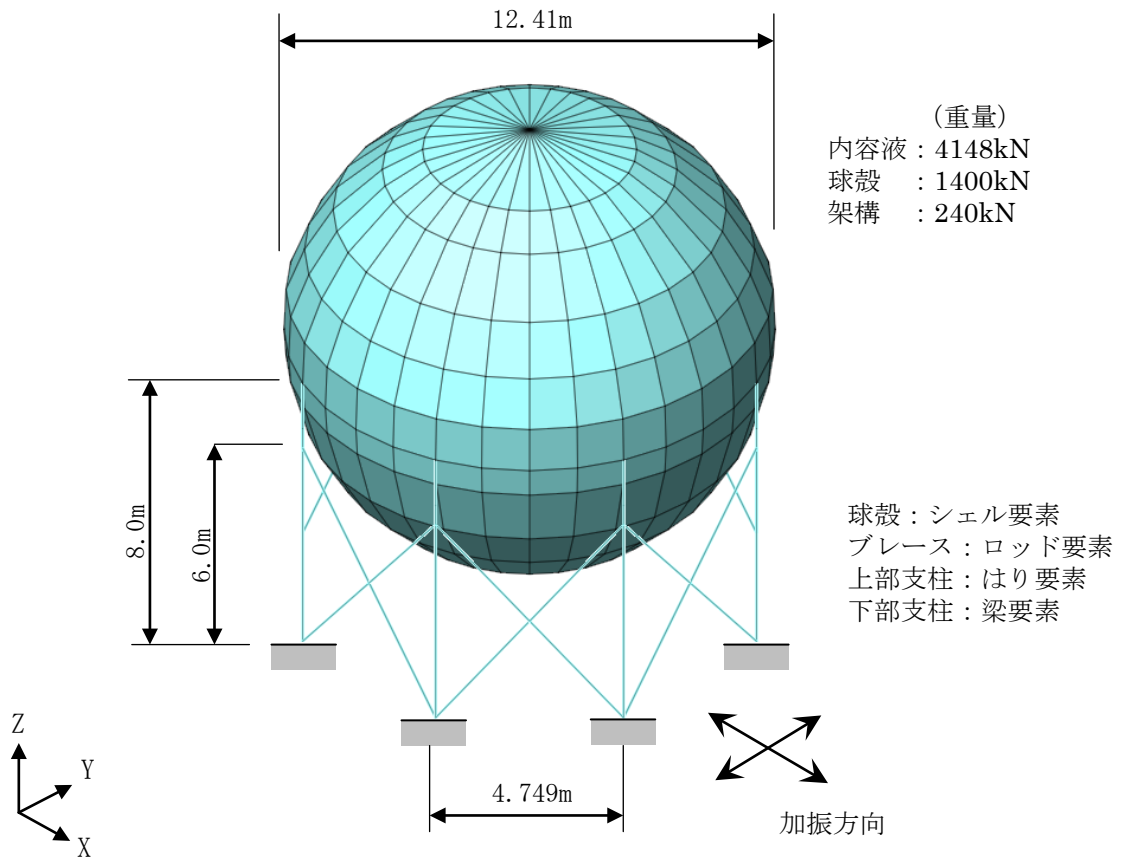


図 4.1-1 球形貯槽単体モデル

## 4.2 貯槽の耐震性照査

3次元 FEM 動的非線形解析から得られた最大加速度、最大相対変位、球殻の最大面内応力、タイロッドブレースの最大軸力、軸力-変位関係、上下部支柱の曲げモーメント-曲率関係を図 4.2-1～図 4.2-6 に示す。

球形貯槽単体モデルの解析結果は、球形貯槽-杭基礎-地盤連成系モデルと類似の解析結果になっている。これは平成 29 年度調査研究で示したように、杭本数の少ない当該球形貯槽では杭周辺からの波動逸散効果が少なく、杭基礎-地盤系の動的相互作用の影響が現れにくいことによるものと考えられる。

連成系モデルの解析結果と同様であるが、球殻及び支柱は弾性範囲内で、座屈が生じやすい下部支柱の圧縮応力度は最大  $139\text{N/mm}^2$  で、座屈を考慮した許容圧縮応力度  $f_c=203\text{N/mm}^2$  (鋼構造設計規準) 以下に十分納まっていることから、下部支柱には座屈は生じない。なお、球殻の応力評価については、解析上メッシュ分割数の制限もあり、実際の耐震設計ではより詳細な検討が必要である(平成 27 年度調査研究参照)。タイロッドブレースは概ね弾性範囲内であり、一部の部材でわずかに塑性化している程度で、塑性率は許容塑性率  $\mu_{pa}=1.8$  を大幅に下回っている。これより、球形貯槽の応答は許容値以下となっている。

また、球殻の重心位置の加速度波形を図 4.2-7 に示す。最大加速度は X 方向で  $1068\text{cm/s}^2$ 、Y 方向で  $631\text{cm/s}^2$  となっている。連成系モデルの最大加速度は X 方向で  $982\text{cm/s}^2$ 、Y 方向で  $548\text{cm/s}^2$  であり、連成系モデルより多少大き目ではあるが、類似の応答になっている。

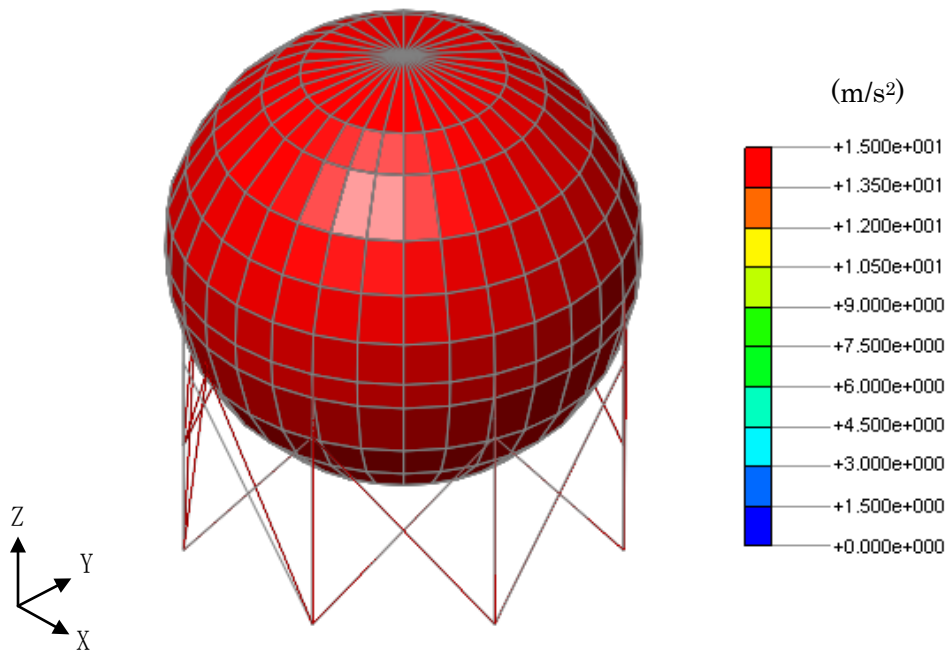


图 4.2-1 最大加速度

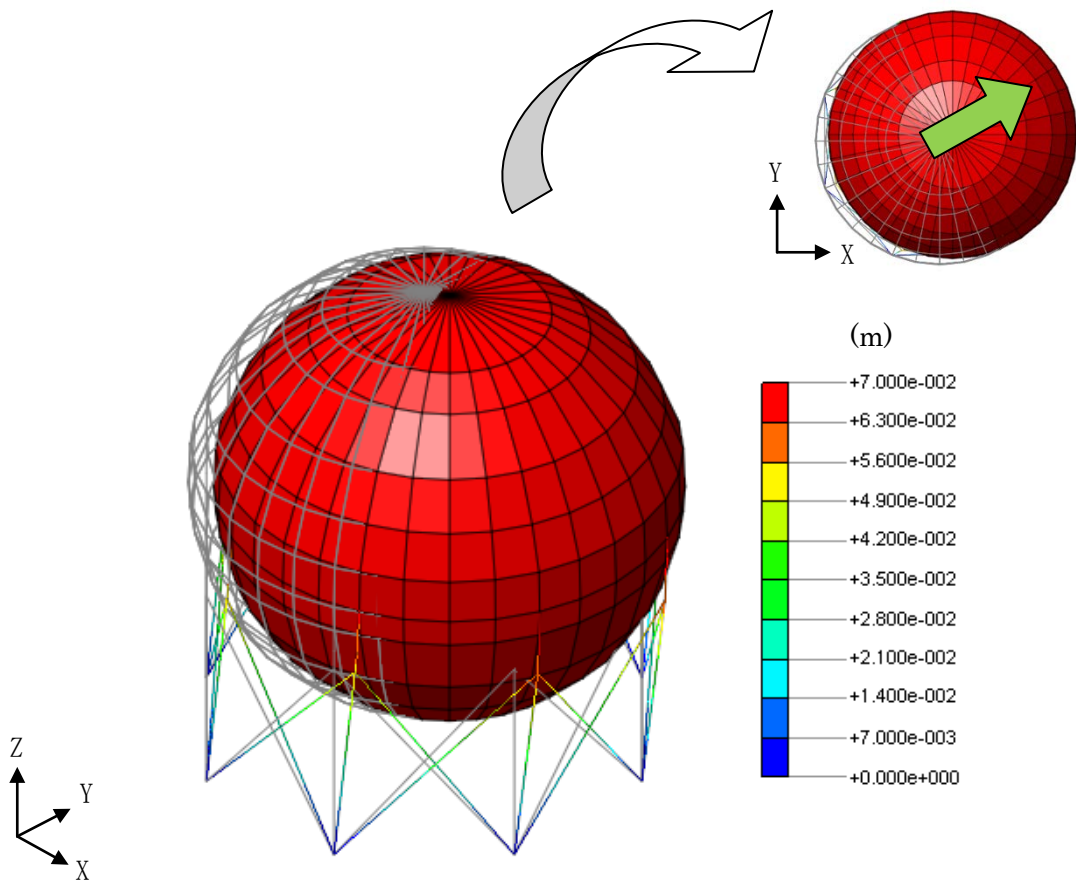


图 4.2-2 最大相对变位

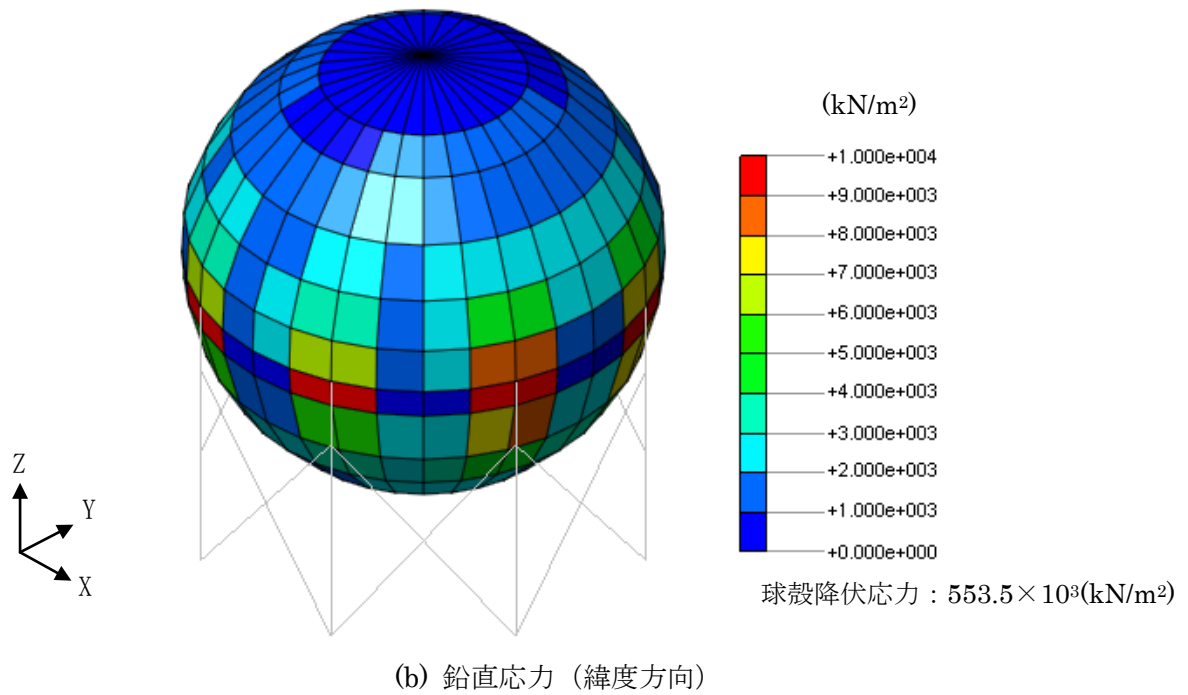
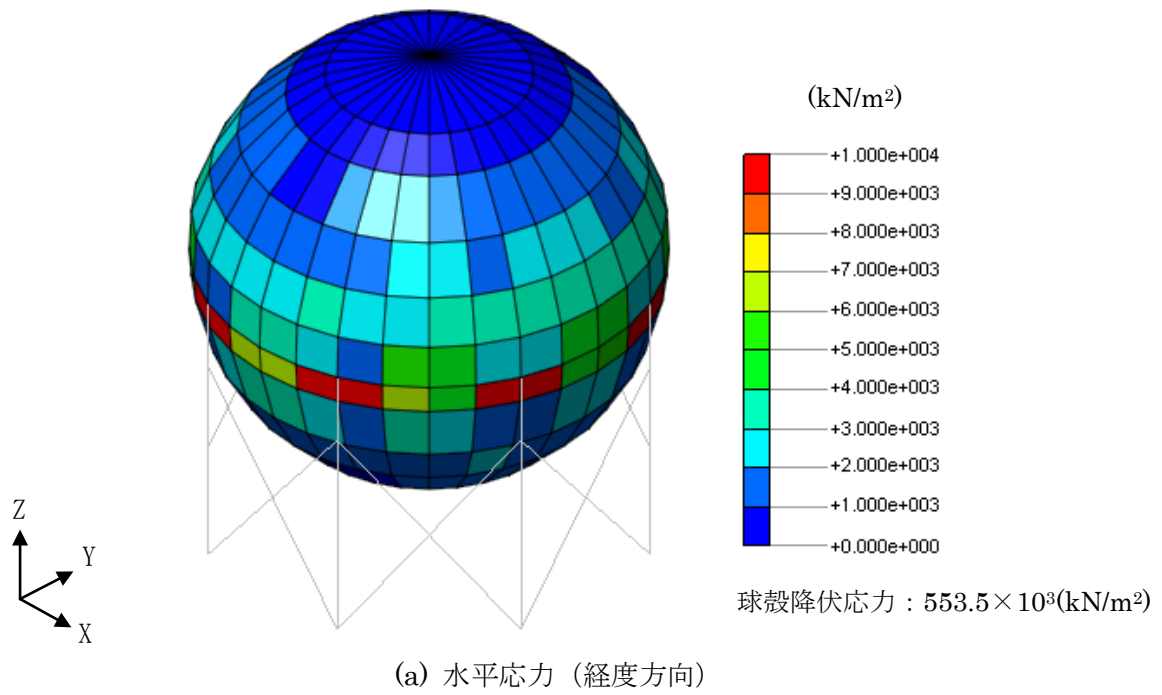


図 4.2-3 球殻の最大面内応力

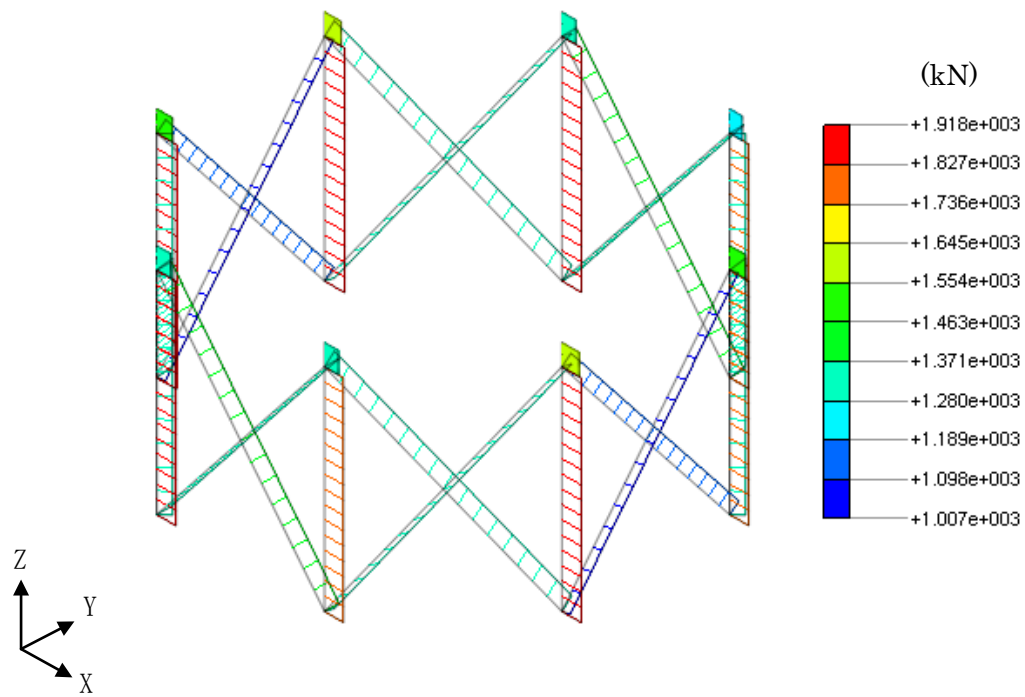


図 4.2-4 タイロッドブレースの最大軸力

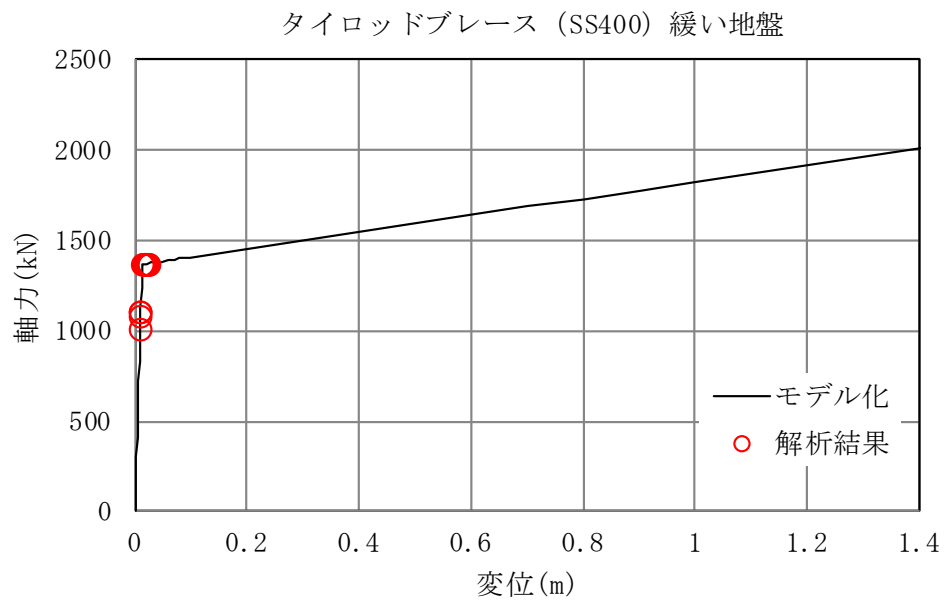
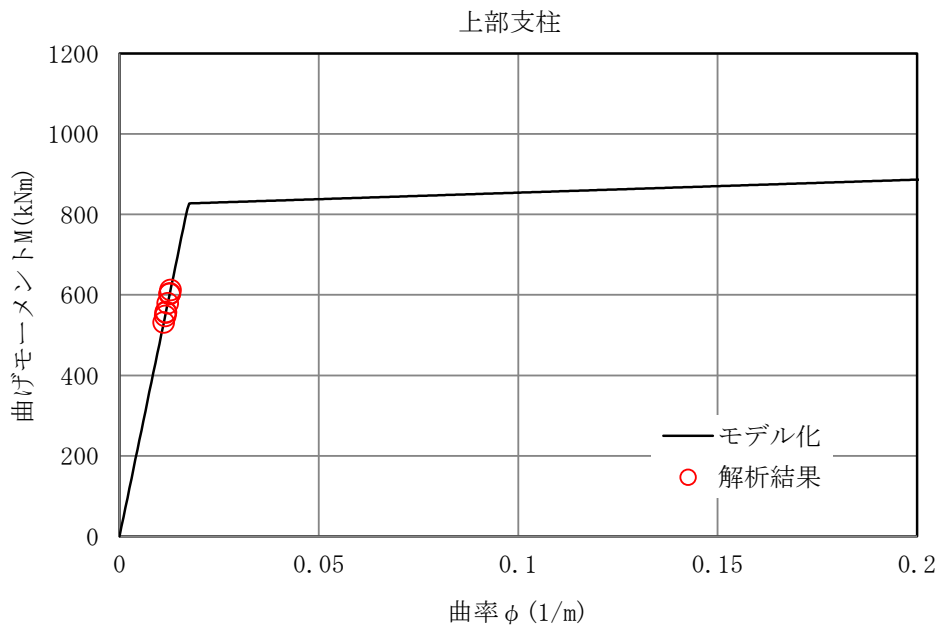
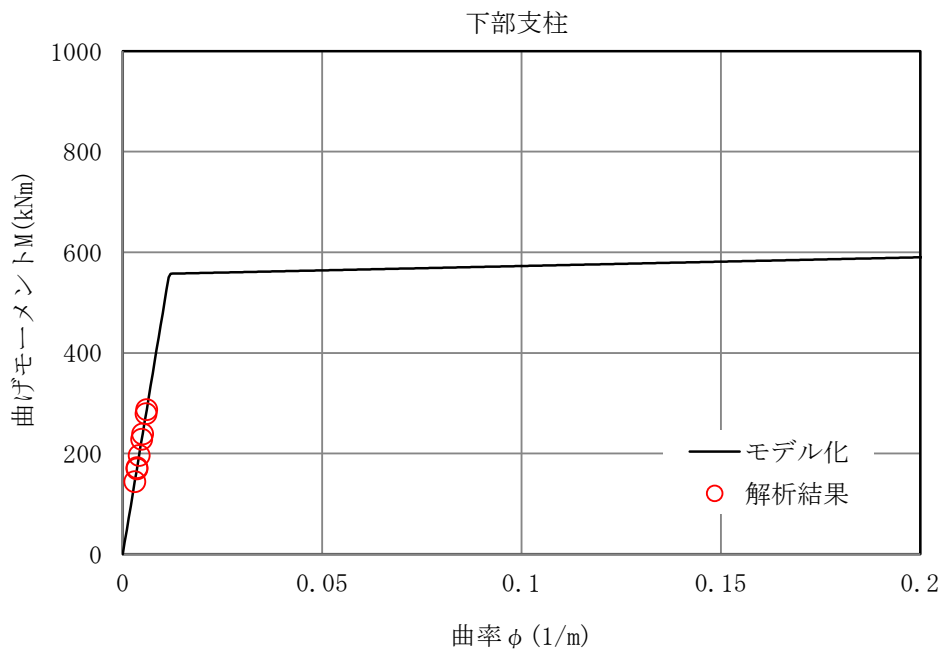


図 4.2-5 タイロッドブレースの軸力-変位関係



(a) 上部支柱



(b) 下部支柱

図 4.2-6 支柱の曲げモーメントー曲率関係

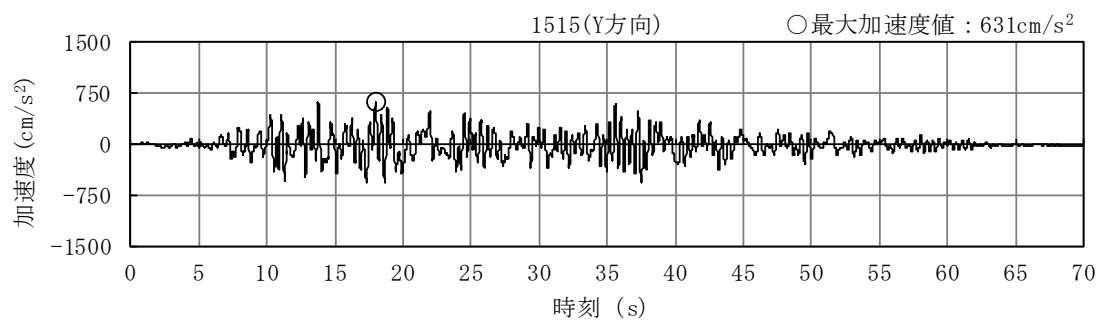
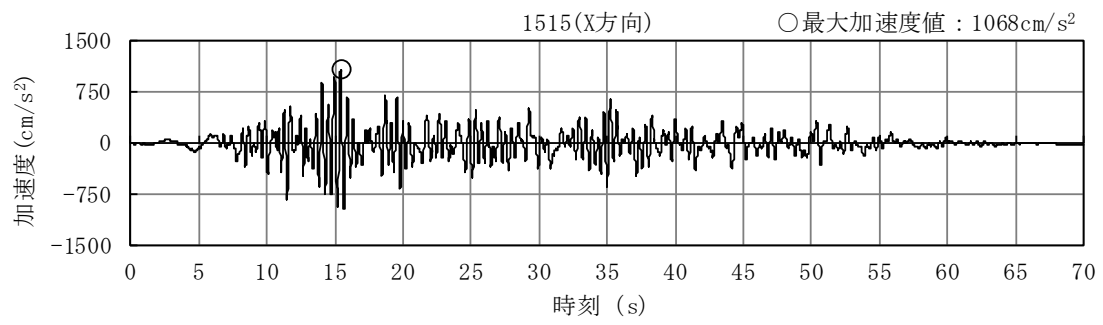


図 4.2-7 球殻の重心位置の加速度波形



### 4.3 杭の耐震性照査

#### (1) 杭に加わる外力

杭に加わる外力の概念を図 4.3-1 に示す。球形貯槽単体の地震応答解析で得られた地震力は下部支柱の反力（球形貯槽の慣性力）の他に、基礎の地震力（基礎の慣性力）と地盤変位に伴う地盤外力を加える必要がある。

球形貯槽単体の基礎位置における慣性力として、時刻歴柱脚反力（柱脚水平力）を図 4.3-2 に、杭軸力を算定するための時刻歴転倒モーメントを図 4.3-3 に、地盤外力として、自由地盤の最大変位を図 4.3-4 に示す。柱脚水平力は X 方向及び Y 方向の 2 方向存在するため、時刻歴水平力の二乗和平方根で任意方向の柱脚水平力に置換し、その最大値発生時刻の柱脚水平力と 2 方向の時刻歴転倒モーメントから算定される杭軸力を地震力とする。地盤変位も同様に、X 方向及び Y 方向の 2 方向存在するため、時刻歴地盤変位の二乗和平方根で任意方向の地盤変位に置換し、その最大変位（杭先端に対する最大相対変位）を用いる。

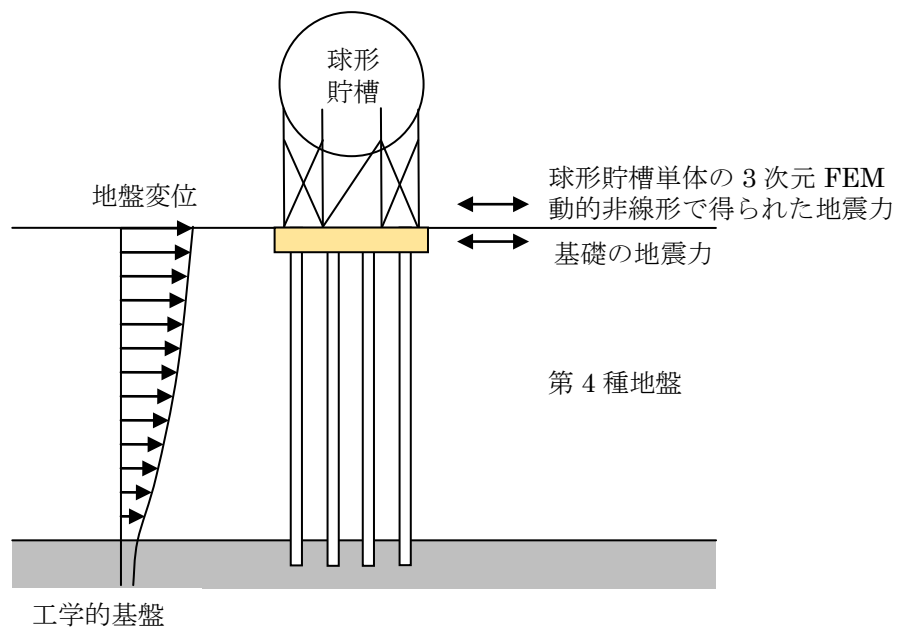


図 4.3-1 杭に加わる外力の概念

表 4.3-1 杭断面力算定のための外力・評価値

項目	外力・評価値	発生時刻	備考
球形貯槽の柱脚反力	276.4(kN)	15.42(s)	球形貯槽単体の 3 次元 FEM 動的 非線形解析結果
地震時の杭軸力(圧縮)	-1073.7(kN)	15.42(s)	同上
基礎自重	5409(kN)	—	平成 29 年度調査研究
地表面の加速度	170cm/s <sup>2</sup>	15.42(s)	地盤の動的非線形解析結果
基礎水平力	938.3(kN)	15.42(s)	換算震度と基礎自重から算定
地盤変形	図 4.3-4 参照	—	自由地盤の動的非線形解析結果

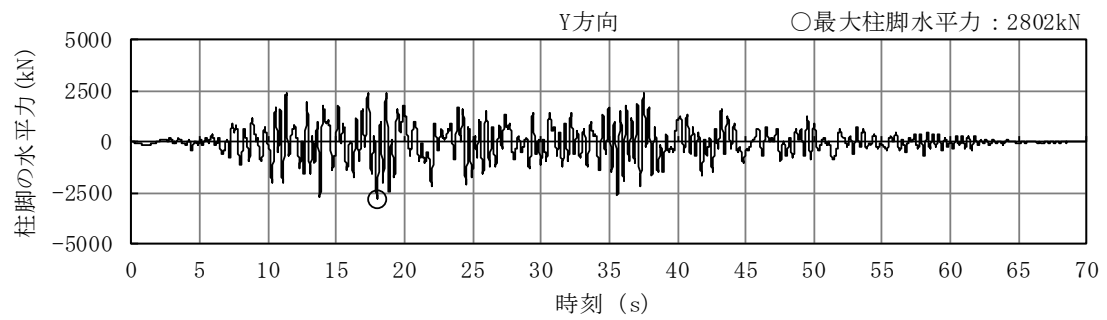
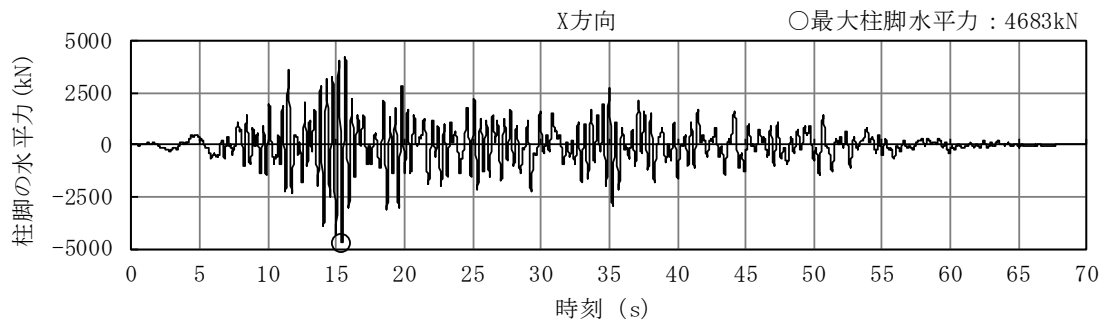


図 4.3-2 球形貯槽単体の基礎位置における時刻歴柱脚水平力

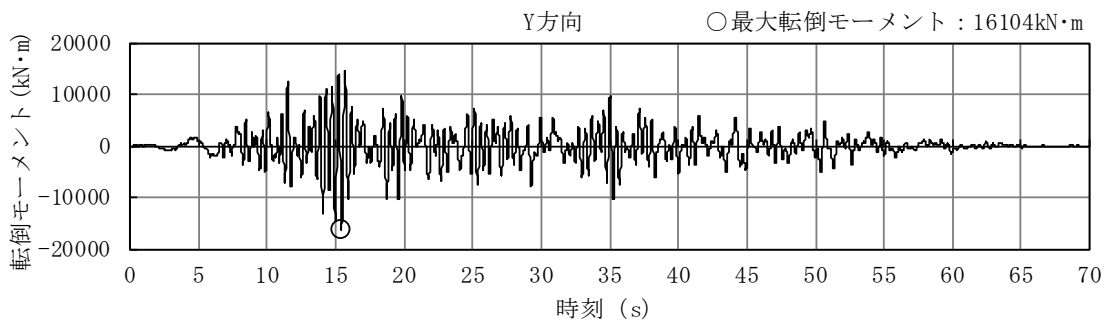
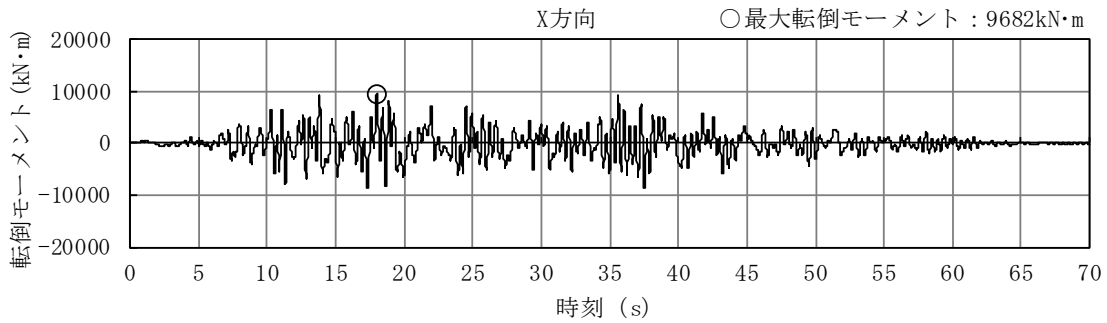


図 4.3-3 球形貯槽単体の基礎位置における時刻歴転倒モーメント

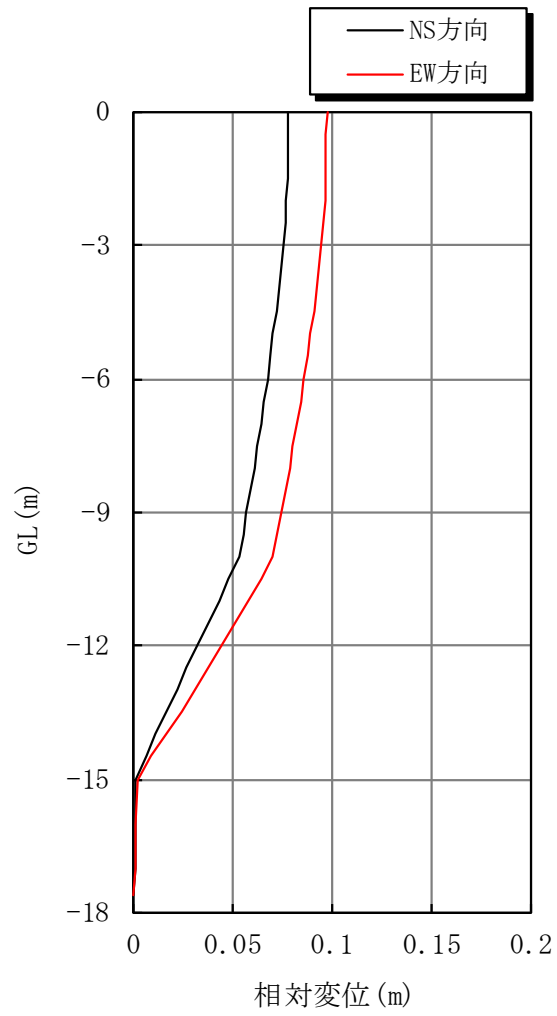


図 4.3-4 杭に加わる自由地盤の最大変位

## (2) 杭の応力解析・耐震性

杭の断面力を算定するために、杭1本を取り出して応力解析を行う。解析モデルは図4.3-6に示す梁-地盤ばね系モデルとする。杭周辺の水平地盤ばねは、「(社)日本建築学会：建築基礎構造設計指針、2001年10月」(以下、建築基礎指針)から算定される水平地盤反力係数 $k_h$ からばね位置の節点支配面積を乗じて算定することができる。ここで、 $k_h$ は下式により算定される初期水平地盤反力係数 $k_{h0}$ と図4.3-5に示す地震時の杭応答変位に応じた補正係数 $\kappa$ を乗じたものである。

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot B^{-3/4}$$

記号 $k_{h0}$ ：基準水平地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)

$\alpha$ ：評価法によって決まる定数 (m<sup>-1</sup>)

$\xi$ ：群杭の影響を考慮した係数で(6.6.8)式による。単杭の場合は、 $\xi=1.0$ とする。

$E_0$ ：変形係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$B$ ：無次元化杭径(杭径をcmで表した無次元数値；例えば、杭径50cmは50とする。)

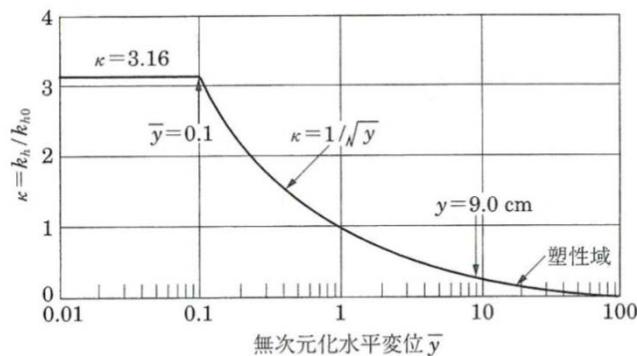


図 4.3-5 水平地盤反力係数 $k_h$ と杭の水平変位 $y$ の関係

表 4.3-2 水平地盤反力係数 $k_h$

GL (m)	地層名	層厚 (m)	N 値	$E_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	補正係数 $\kappa$	$k_{h0}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
0.0							
-1.5	砂(1)	1.5	7	4900	80	18183	5455
-10.0	砂(2)	8.5	7	4900	80	18183	5455
-15.0	シルト	5.0	2	1400	60	3896	1169
-25.0	砂礫	10.0	45	31500	80	116893	35068

注)  $E_0$ は建築基礎指針に基づき 700N とする。

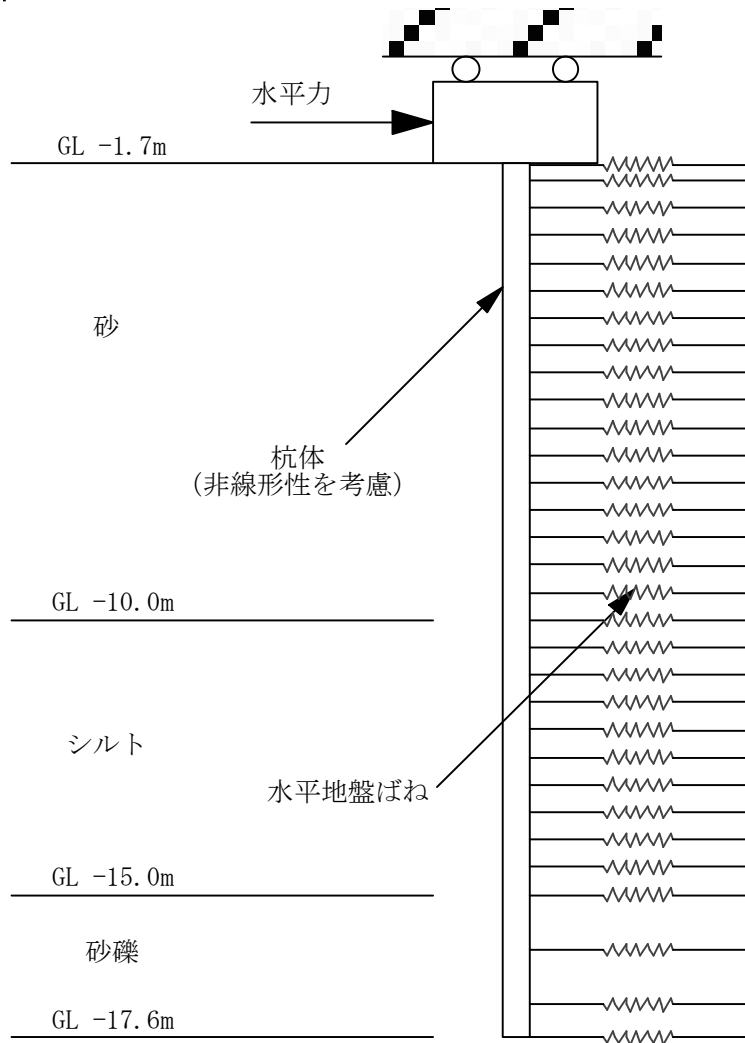


図 4.3-6 梁-地盤ばね系モデル

梁-地盤ばね系モデルの地盤ばねには、水平地盤ばねのみを用いたモデルと水平地盤ばね+せん断ばねを用いたモデルの2種類がある。ここで用いるせん断ばねは、「(一社)日本電気協会：乾式キャスク使用済燃料中間建屋の基礎構造の設計に関する技術規程、JEAC4616-2009、平成21年」で示す方法で算定している。この2種類のモデルを用いた応力解析による杭の断面力を図4.3-7に示す。杭頭の曲げモーメントは概ね700kN・mで、球形貯槽-杭基礎-地盤連成系モデルによる杭頭曲げモーメントと類似の結果を与えている。ただし、支持層とシルトの層境界の曲げモーメント及びせん断力は、球形貯槽-杭基礎-地盤連成系モデルによる杭の断面力に比べて小さくなっており、地盤剛性の大きく異なる地層境界を有する場合、梁-地盤ばね系モデルでは適用に際して留意する必要がある。

また、杭の曲げモーメント-曲率関係に解析結果をプロットしたものを図4.3-8に示す。杭は弾性範囲に収まっており、杭の応答は許容値以下となっている。

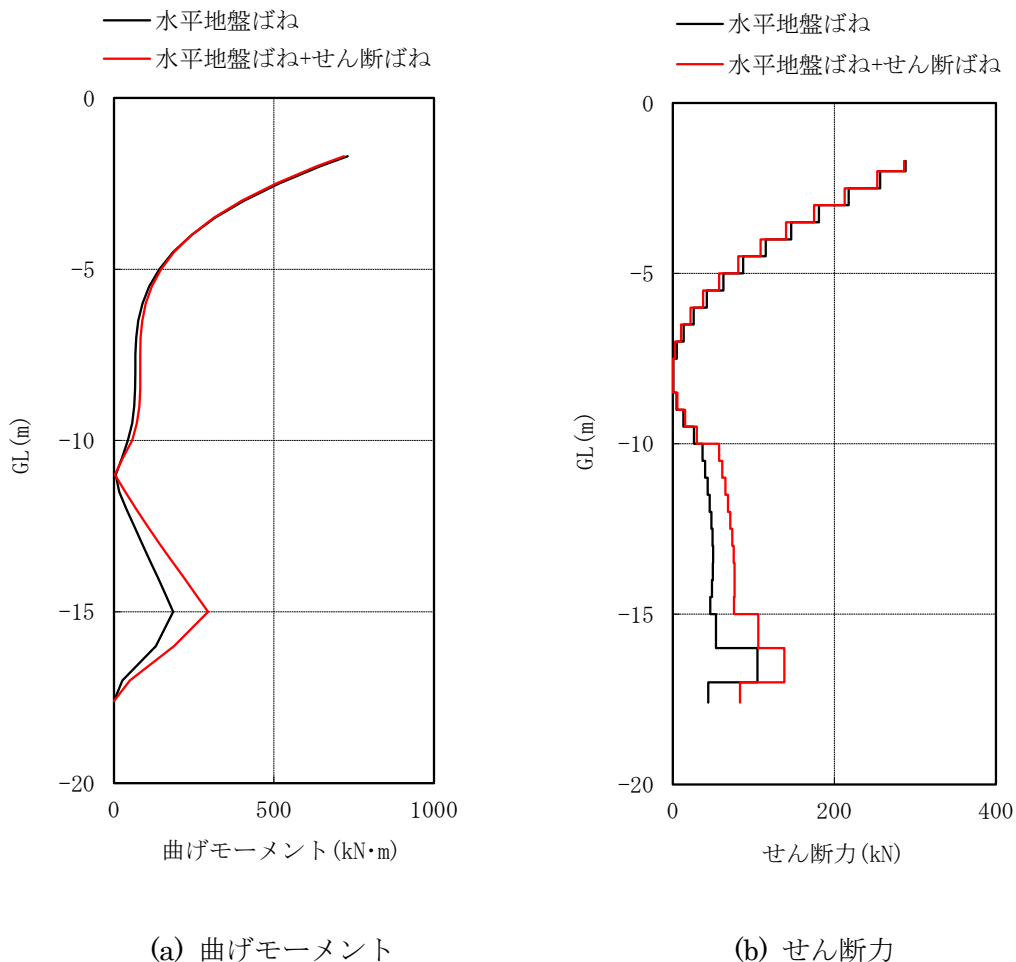


図 4.3-7 杭の断面力

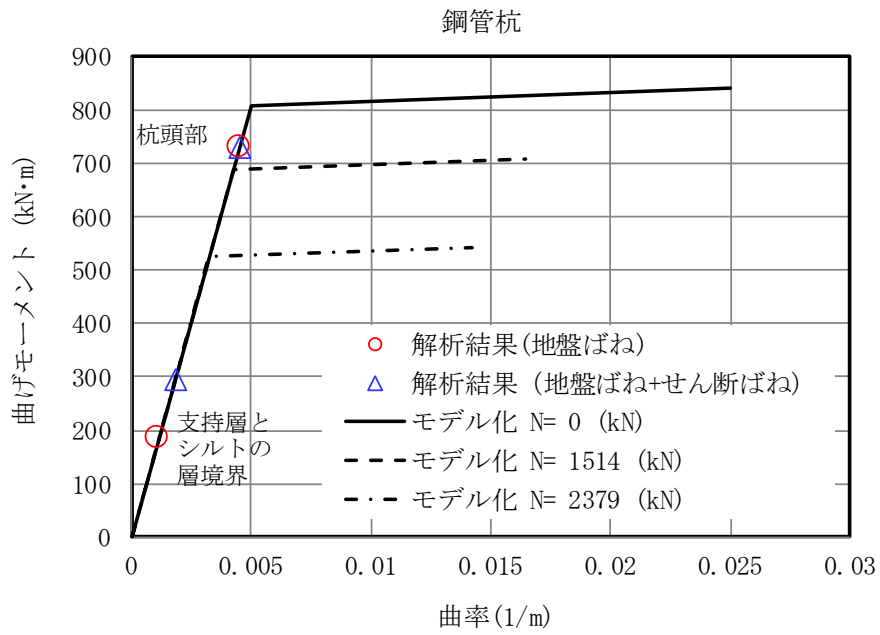


図 4.3-8 杭の曲げモーメントー曲率関係 (杭頭部、支持層とシルトの層境界)

## 5. 3次元 FEM 有効応力解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示

### 5.1 解析モデル

地盤の液状化を考慮した 3次元 FEM 有効応力解析の解析モデルは、3次元 FEM 動的非線形解析と同様であり、解析モデルの詳細は既述のとおりである。

### 5.2 液状化挙動特性の把握

球形貯槽－杭基礎－地盤連成系のフルモデルによる 3次元 FEM 有効応力解析に先立ち、地盤の基本的な液状化挙動特性を把握するため、土柱モデルの有効応力解析を実施した。

#### (1) 地盤モデル・定数

有効応力解析のための地盤モデルについて、せん断剛性及び減衰定数のひずみ依存性は既掲図 2.2-1 の修正 R-O モデルを、過剰間隙水圧の上昇は福武・松岡（1989）の提案による Bowl モデルを用いる。ここでは液状化試験結果の代用として、龍岡等（1980）の提案式を用いて、地盤の液状化を考慮した有効応力解析に用いる砂層の液状化パラメータを表 5.2-1 のように設定している。龍岡等（1980）の提案式と液状化パラメータから評価される要素シミュレーション結果を比較したものを図 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 砂層の液状化パラメータ（Bowl モデル）

GL (m)	地層名	A	B	C	D	$\frac{C_s}{(1+e_0)}$	$\frac{C_c}{(1+e_0)}$	XI
0								
-1.5	砂(1)	—	—	—	—	—	—	—
-10	砂(2)	-0.12	1.4	8.0	40	0.006	0.0062	0.135
-15	シルト	—	—	—	—	—	—	—
-25	砂礫							

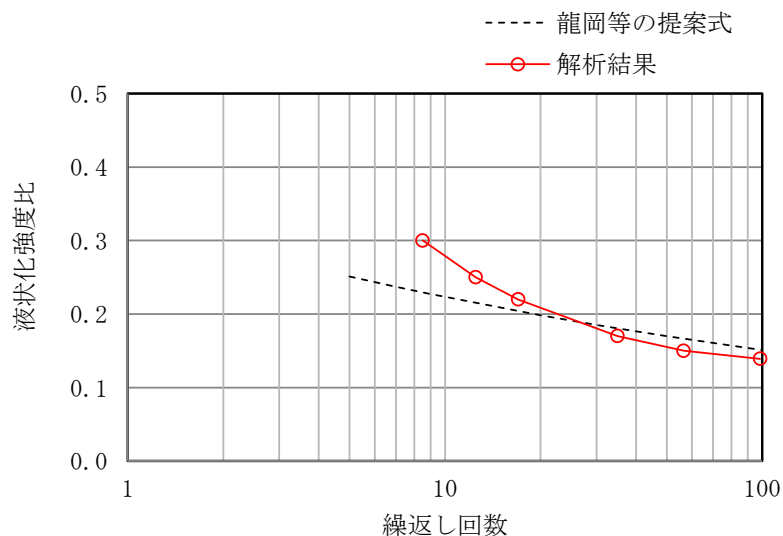


図 5.2-1 砂層の液状化試験結果（龍岡等の提案式）と要素シミュレーション結果の比較



## (2) 液状化挙動特性

土柱モデルの有効応力解析から得られた最大応答値分布、地表面の加速度波形及び相対変位波形、過剰間隙水圧比、せん断応力-せん断ひずみ関係を図 5.2-2～図 5.2-9 に示す。

最大応答値分布では、砂層において加速度は大幅に低減する傾向が見られ、相対変位は大幅に増幅する傾向が見られる。砂層のせん断ひずみが NS 方向で 11%、EW 方向で 15% と大きく、過剰間隙水圧比は 1.0 近傍に達しており、砂層で液状化が生じたことによるものと考えられる。また、時刻歴の過剰間隙水圧比では、比較的早い時刻で 1.0 に達するとともに、せん断応力-せん断ひずみ関係では、その時刻あたりから砂層のせん断ひずみが急激に大きくなっており、砂層が液状化現象を示していることがわかる。

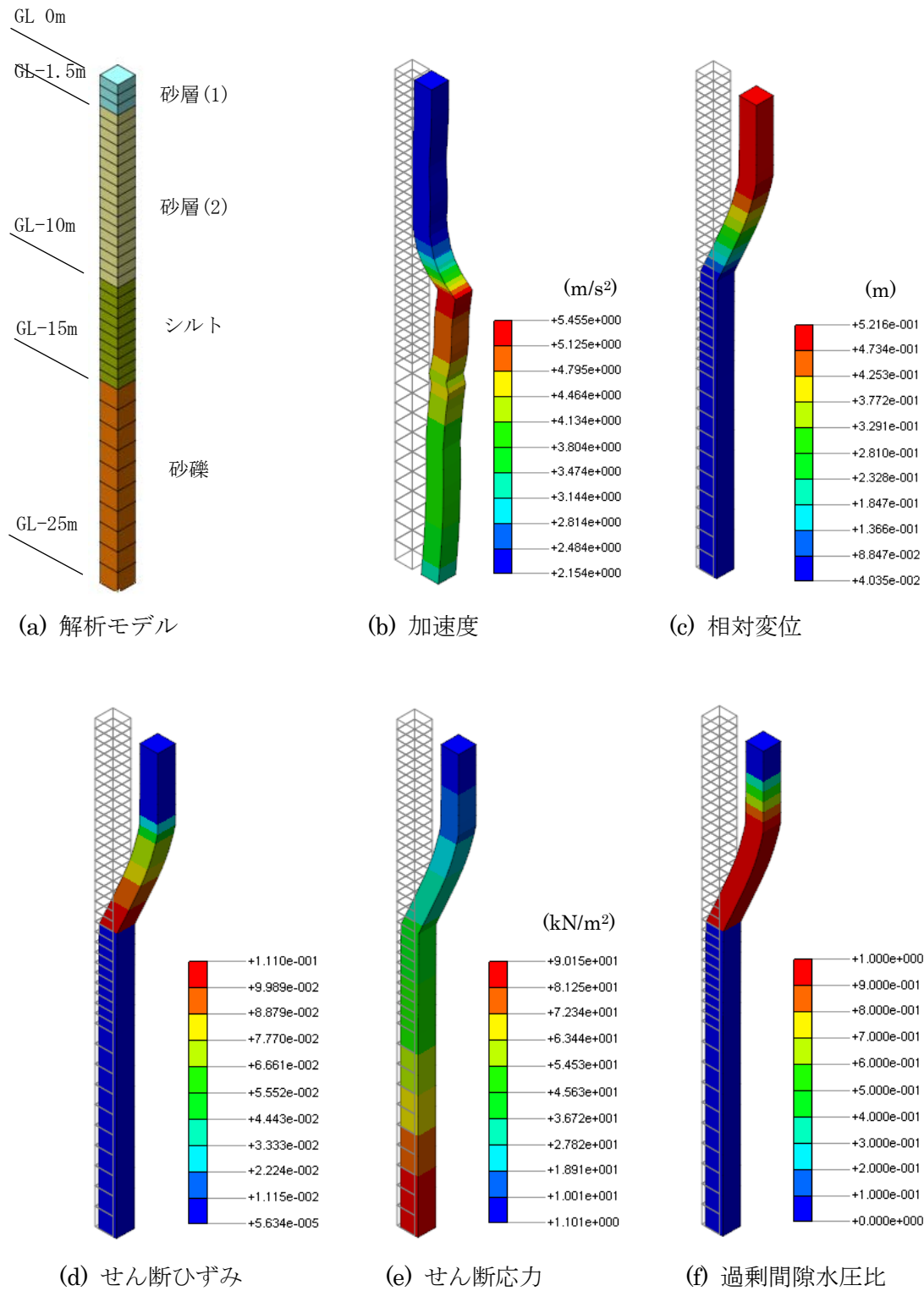


図 5.2-2 土柱モデルの最大応答値分布 (有効力解析、NS 方向)

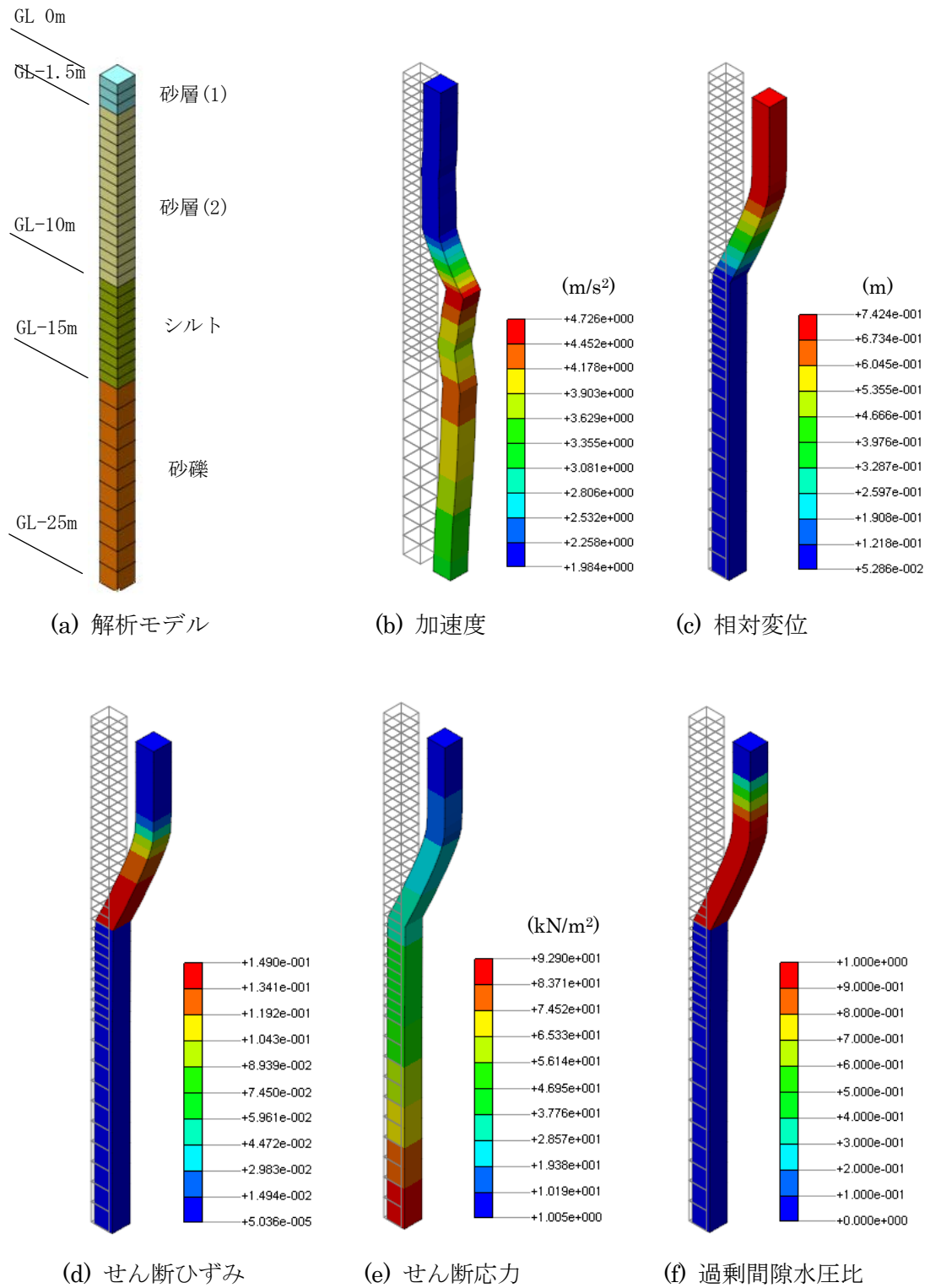


図 5.2-3 土柱モデルの最大応答値分布 (有効力解析、EW 方向)

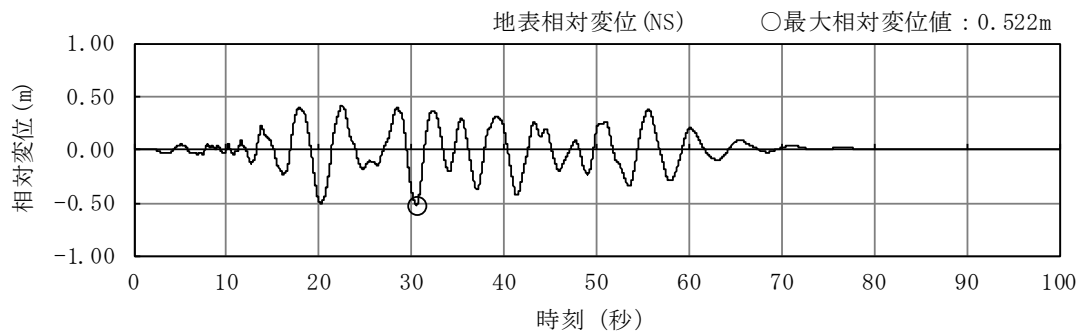
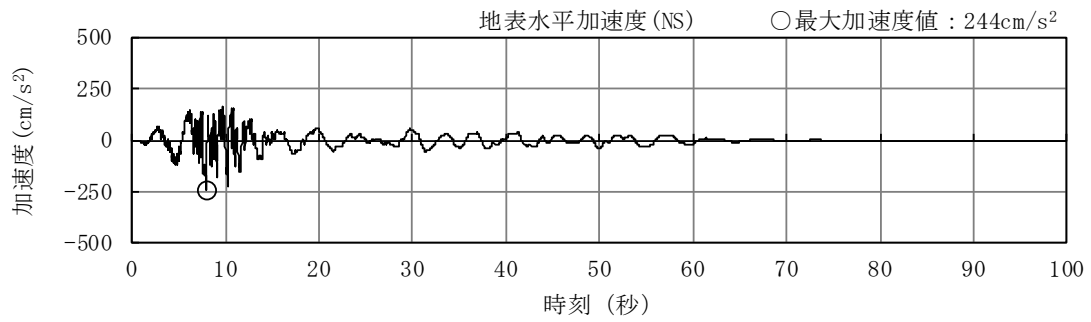


図 5.2-4 地表の加速度波形及び相対変位波形 (有効応力解析、NS 方向)

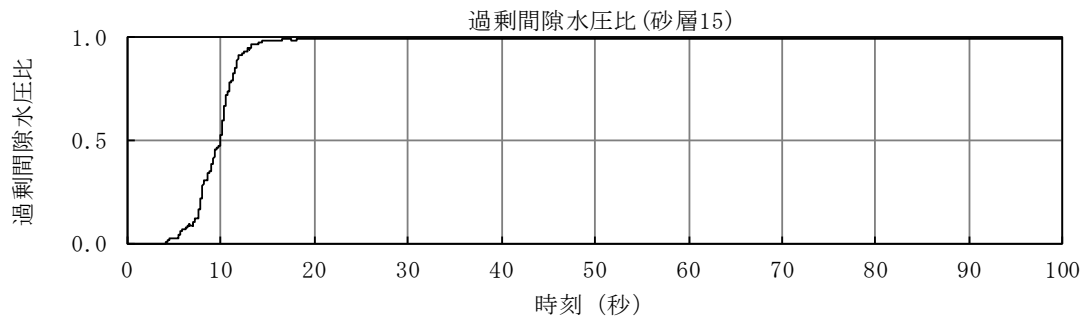


図 5.2-5 過剰間隙水圧比 (有効応力解析、NS 方向)

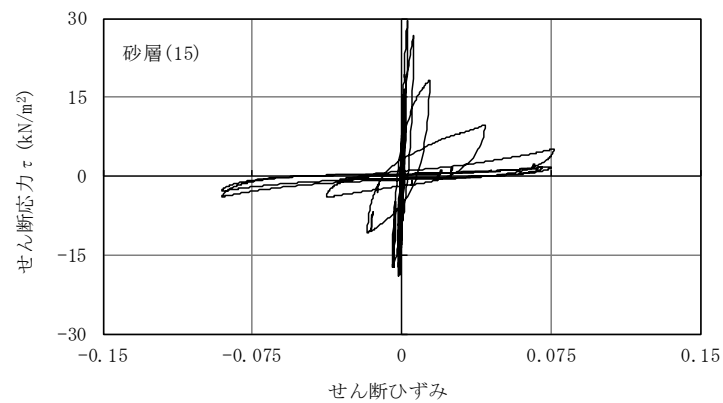


図 5.2-6 せん断応力-せん断ひずみ関係 (有効応力解析、NS 方向)

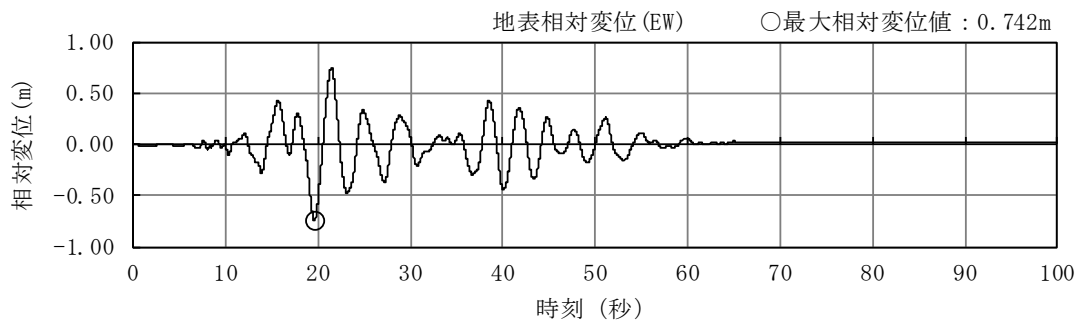
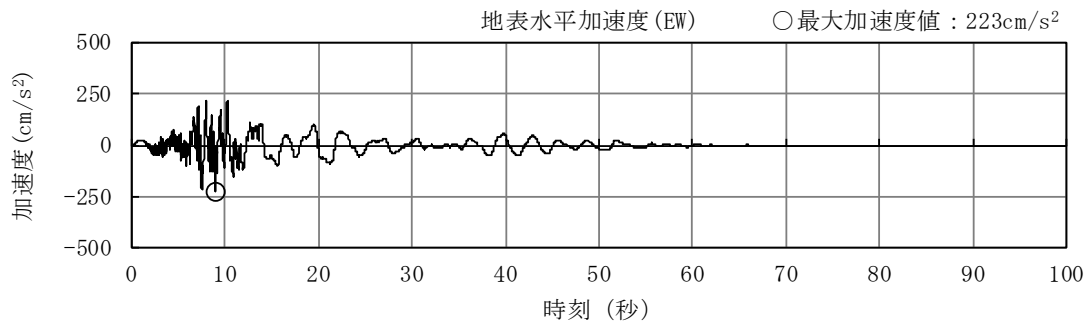


図 5.2-7 地表面の加速度波形及び相対変位波形 (有効応力解析、EW 方向)

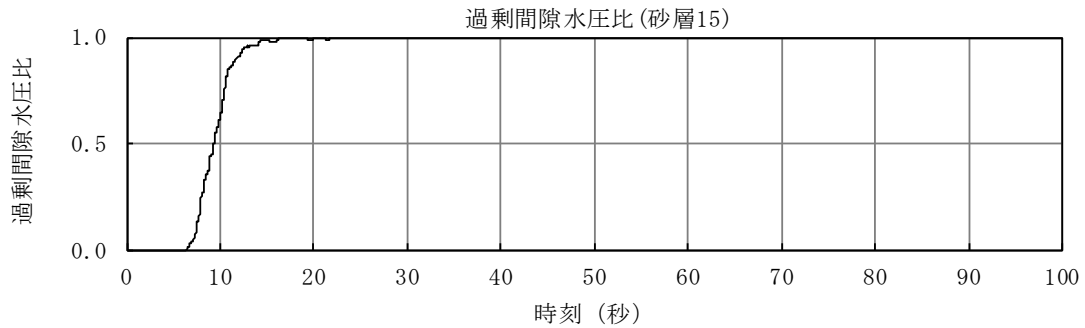


図 5.2-8 過剰間隙水圧比 (有効応力解析、EW 方向)

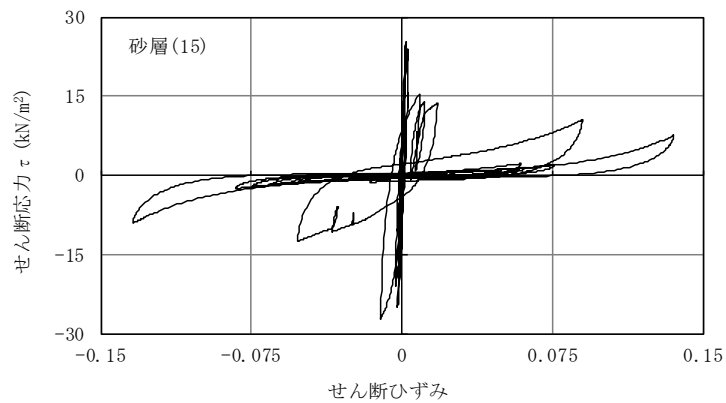


図 5.2-9 せん断応力-せん断ひずみ関係 (有効応力解析、EW 方向)

### 5.3 耐震性照査

3次元 FEM 有効応力解析から得られた最大加速度、最大相対変位、最大せん断ひずみ、球殻の最大面内応力、タイロッドブレースの最大軸力、軸力-変位関係、上下部支柱の曲げモーメント-曲率関係、杭の最大曲げモーメント及び最大せん断力、曲げモーメント-曲率関係を図 5.3-1～図 5.3-9 に示す。

地下水以深の砂層は液状化を生じ、地表面の最大加速度及び最大相対変位等は、前節の土柱モデルの最大応答値と類似になっている。砂層の液状化により、球形貯槽の応答加速度が低減し、球殻の最大面内応力、タイロッドブレースの最大軸力、上下部支柱の最大曲げモーメントや最大せん断力は、既述の液状化しない解析結果の 1/10～1/3 程度に大幅に低減している。下部支柱の圧縮応力度は最大 130 N/mm<sup>2</sup>で、座屈を考慮した許容圧縮応力度  $f_c=203\text{N/mm}^2$  (鋼構造設計規準) 以下に十分納まっていることから、下部支柱には座屈は生じない結果となっている。一方で、砂層の液状化に伴う変位の大幅な増幅により、球形貯槽を支持する杭の発生断面力は増大し、杭頭部は破壊に至っている。

また、球殻の重心位置の加速度波形を図 5.3-10 に示す。砂層の液状化の影響を受けて、球殻の重心位置の最大加速度は X 方向で 294cm/s<sup>2</sup>、Y 方向で 269cm/s<sup>2</sup>とかなり小さくなっている。既述の液状化しない解析結果は、X 方向で 982cm/s<sup>2</sup>、Y 方向で 548cm/s<sup>2</sup>であり、1/3～1/2 に低減している。

なお、地盤が液状化する場合には、球形貯槽に接続する配管の変位と球形貯槽の相対変位が大きくなり、地盤変位や不同沈下が配管の耐震性に影響を与えられ、注意が必要である。

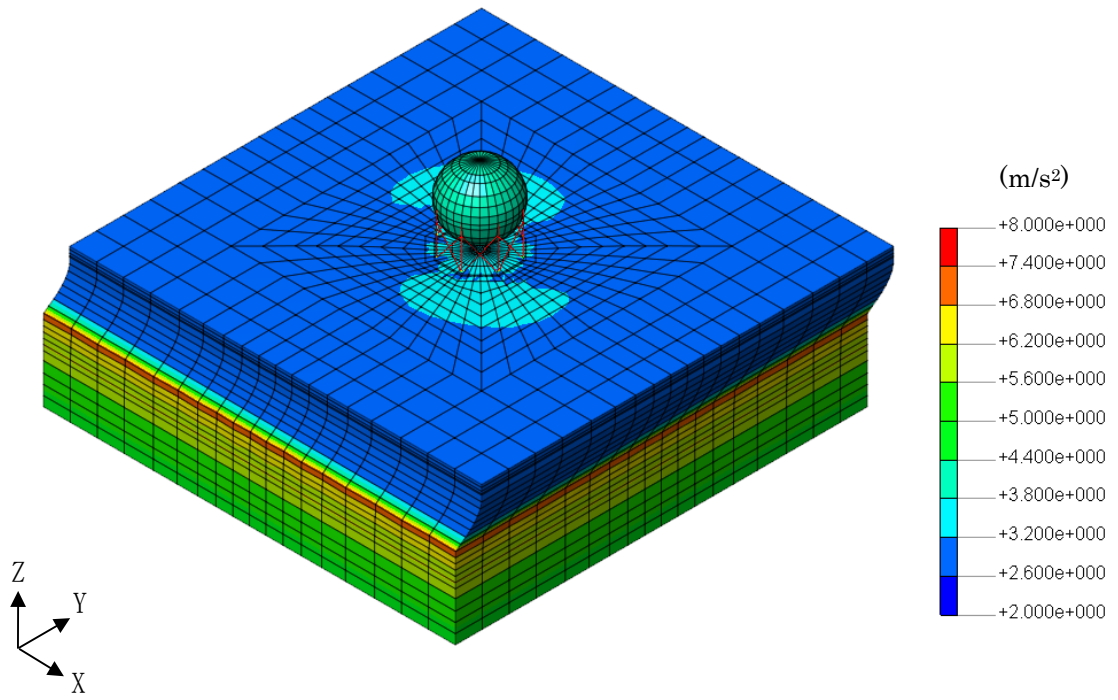


图 5.3-1 最大加速度

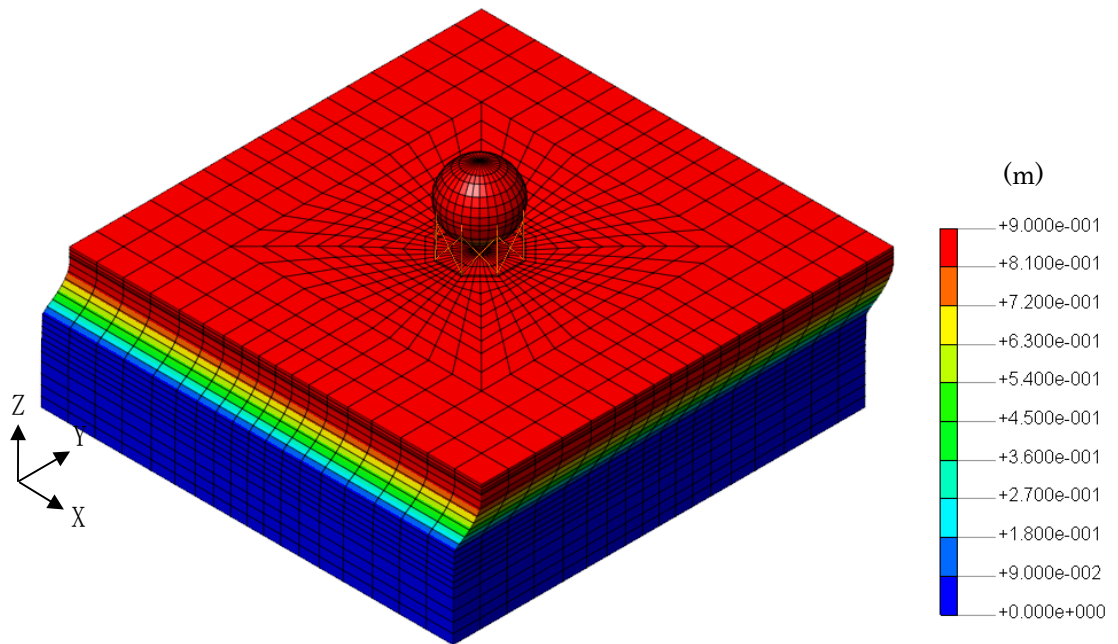
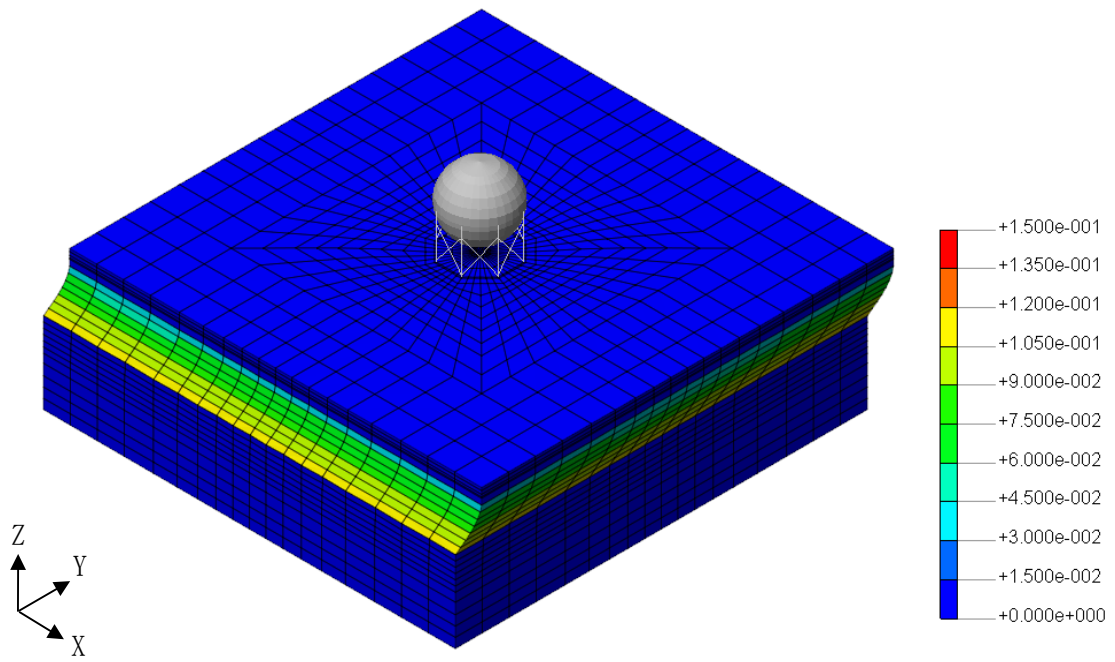
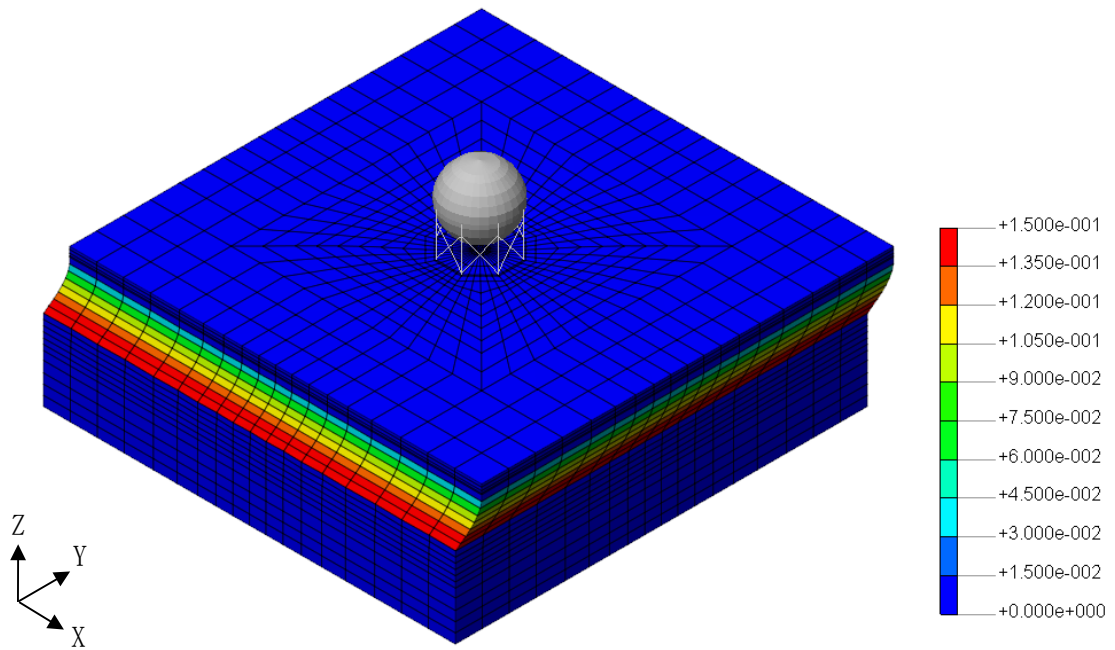


图 5.3-2 最大相对变位



(a) せん断ひずみ  $\gamma_{xz}$



(b) せん断ひずみ  $\gamma_{yz}$

図 5.3-3 最大せん断ひずみ



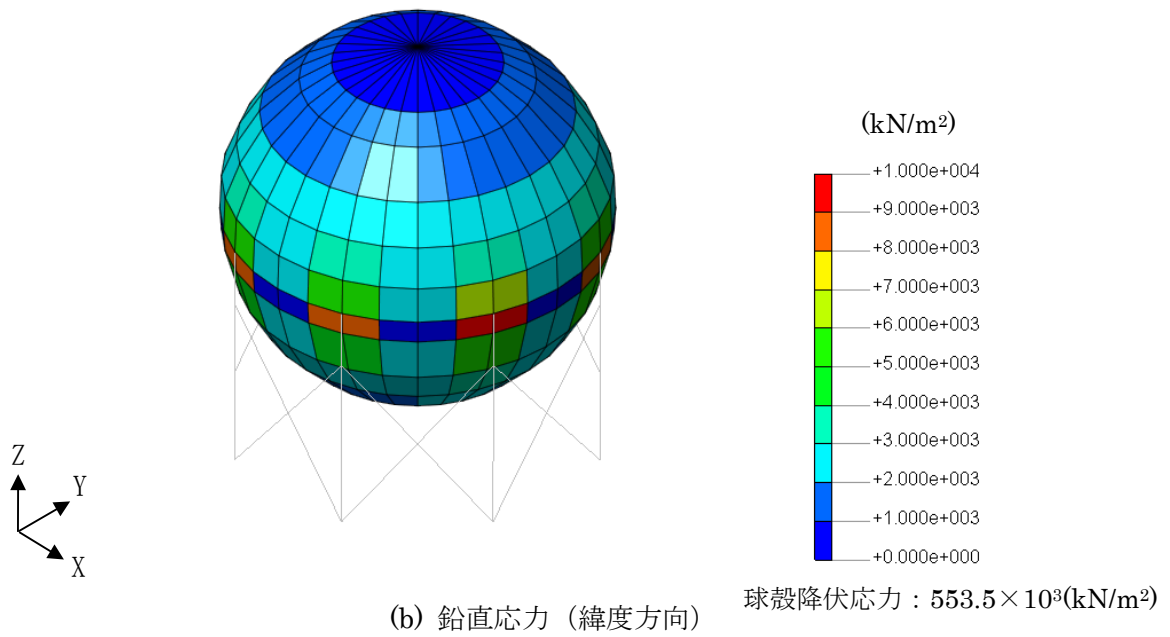
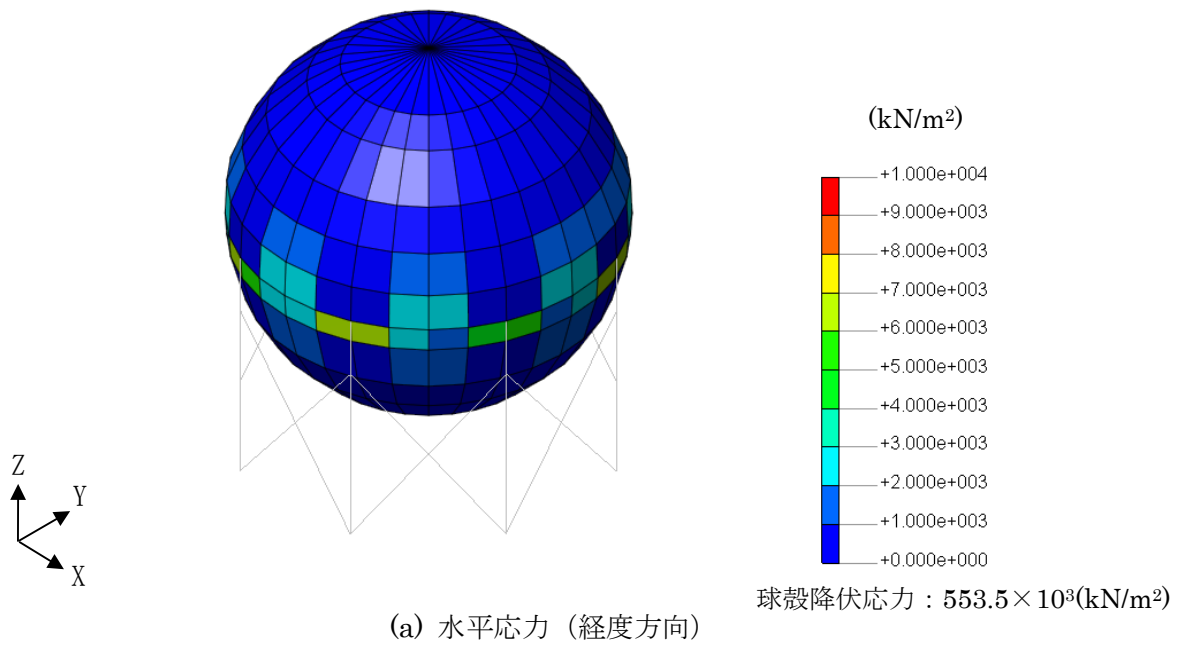


図 5.3-4 球殻の最大面内応力

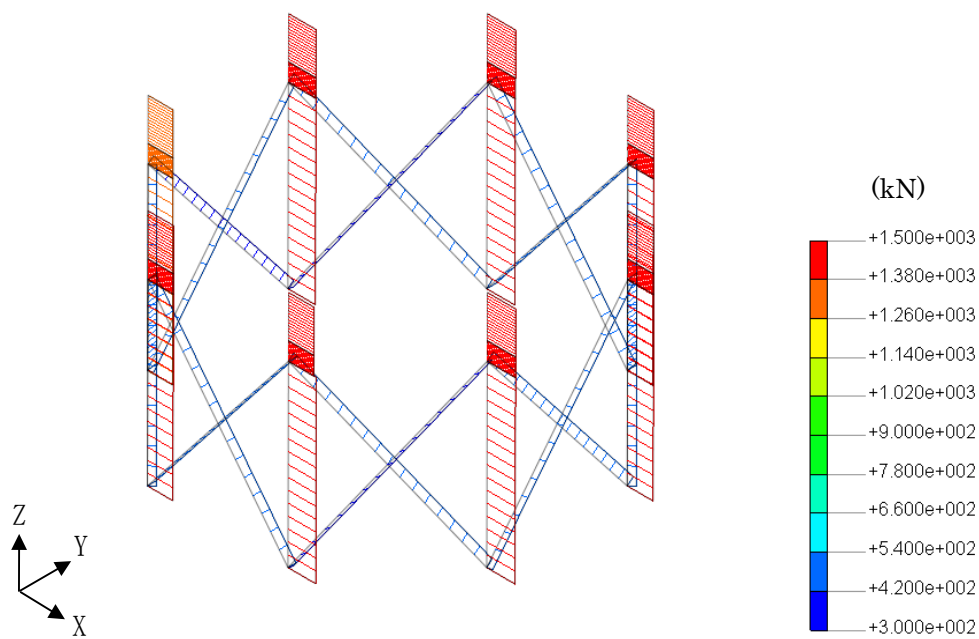


図 5.3-5 タイロッドブレースの最大軸力

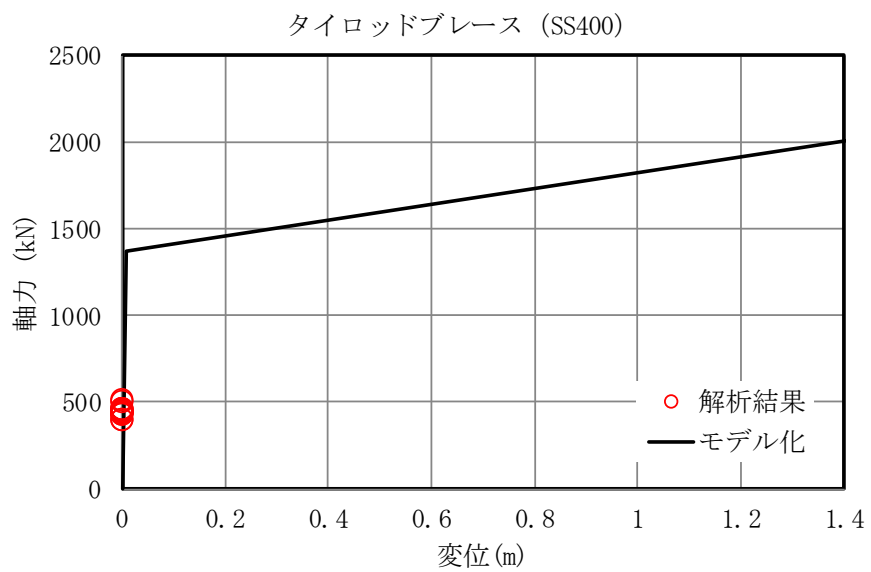
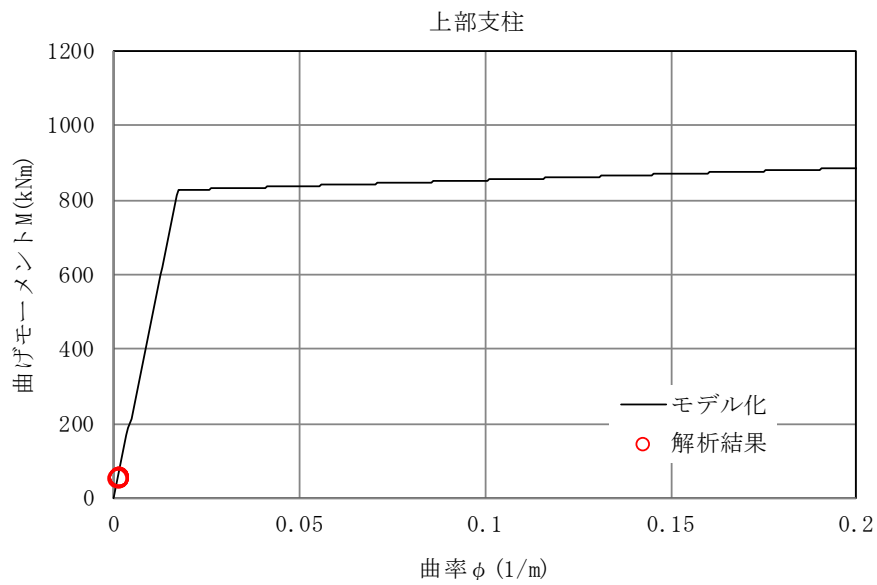
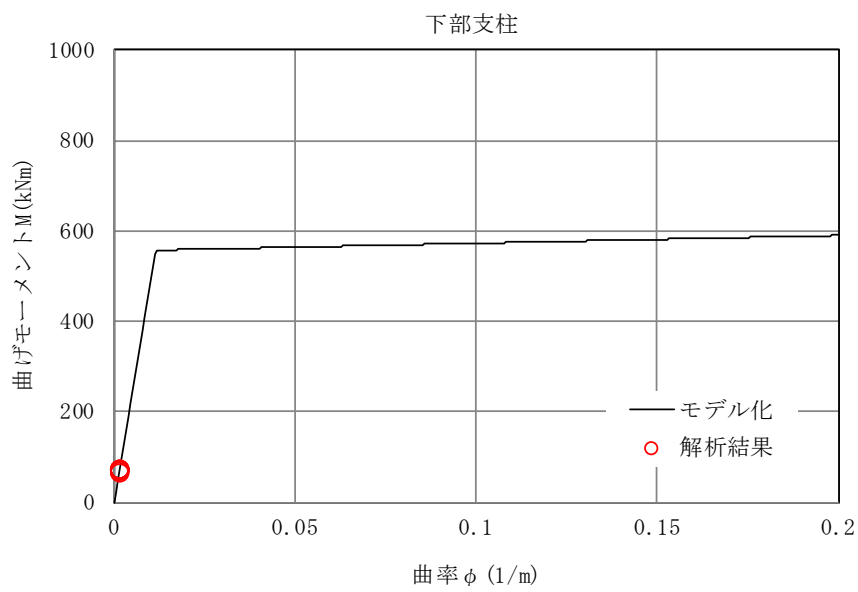


図 5.3-6 タイロッドブレースの軸力-変位関係

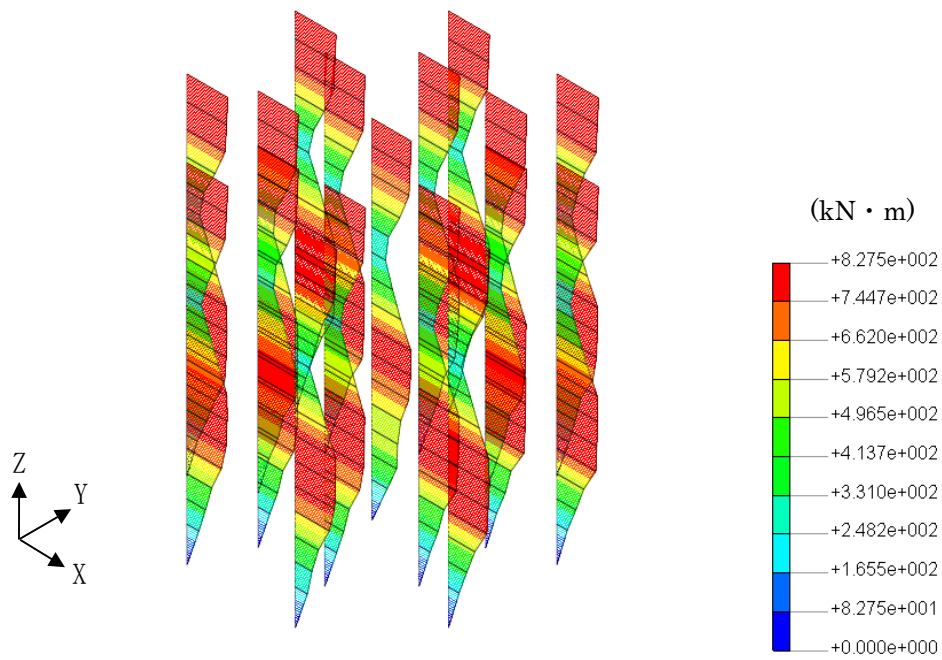


(a) 上部支柱

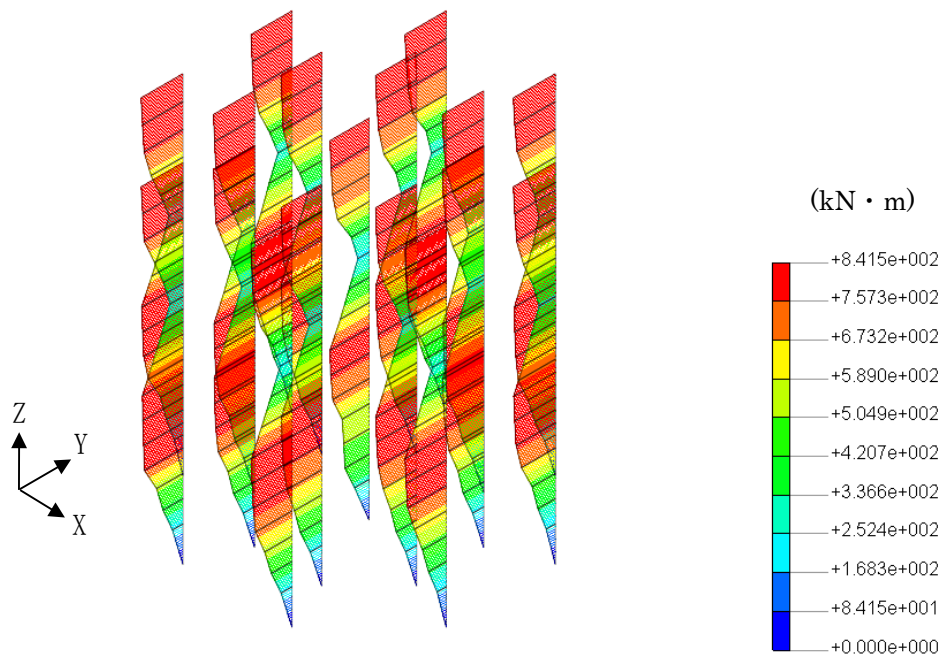


(b) 下部支柱

図 5.3-7 支柱の曲げモーメントー曲率関係

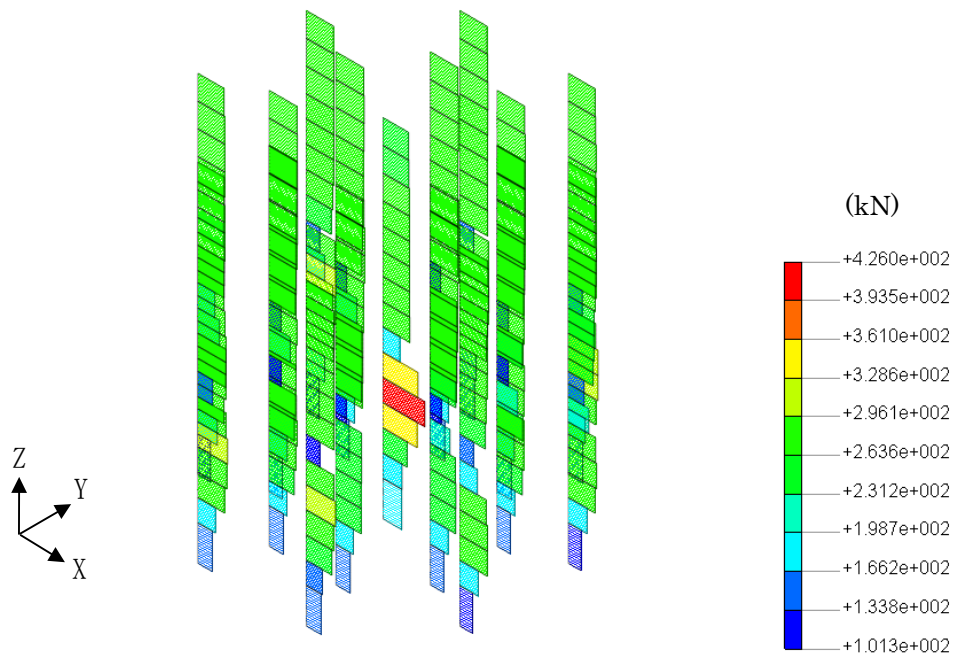


(a) 曲げモーメント  $M_y$

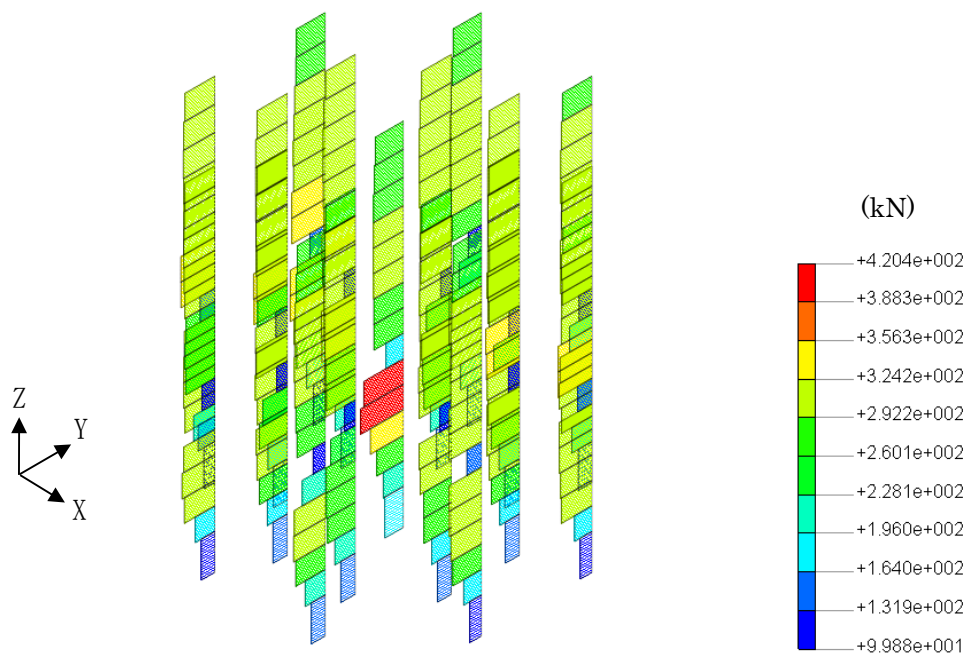


(b) 曲げモーメント  $M_z$

図 5.3-8(1) 杭の最大断面力

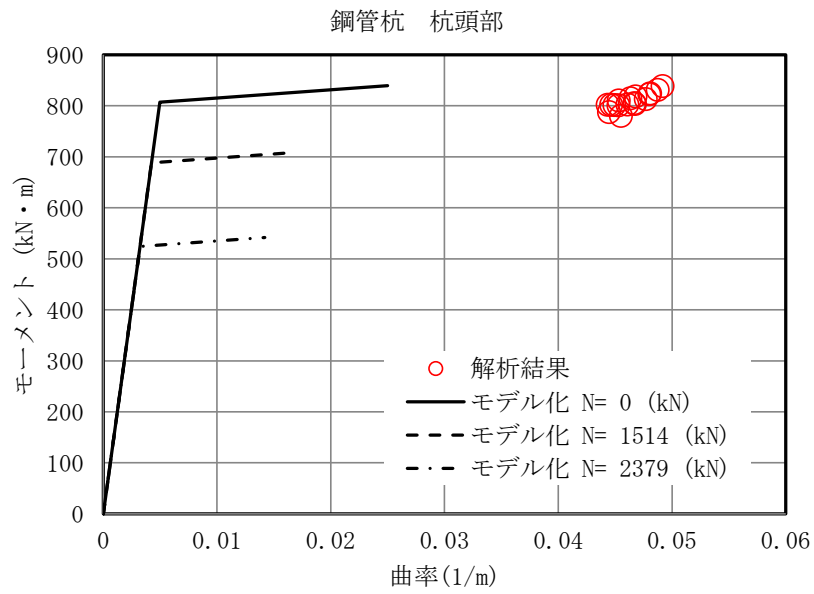


(a) 応答せん断力  $F_y$

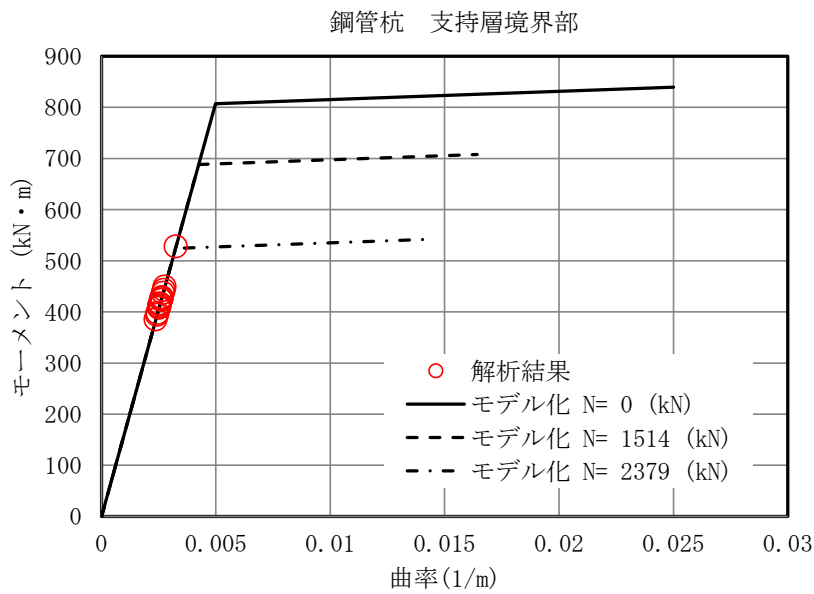


(b) 応答せん断力  $F_z$

図 5.3-8(2) 杭の最大断面力



(a) 杭頭部



(b) シルトと砂の層境界

図 5.3-9 杭の曲げモーメントー曲率関係

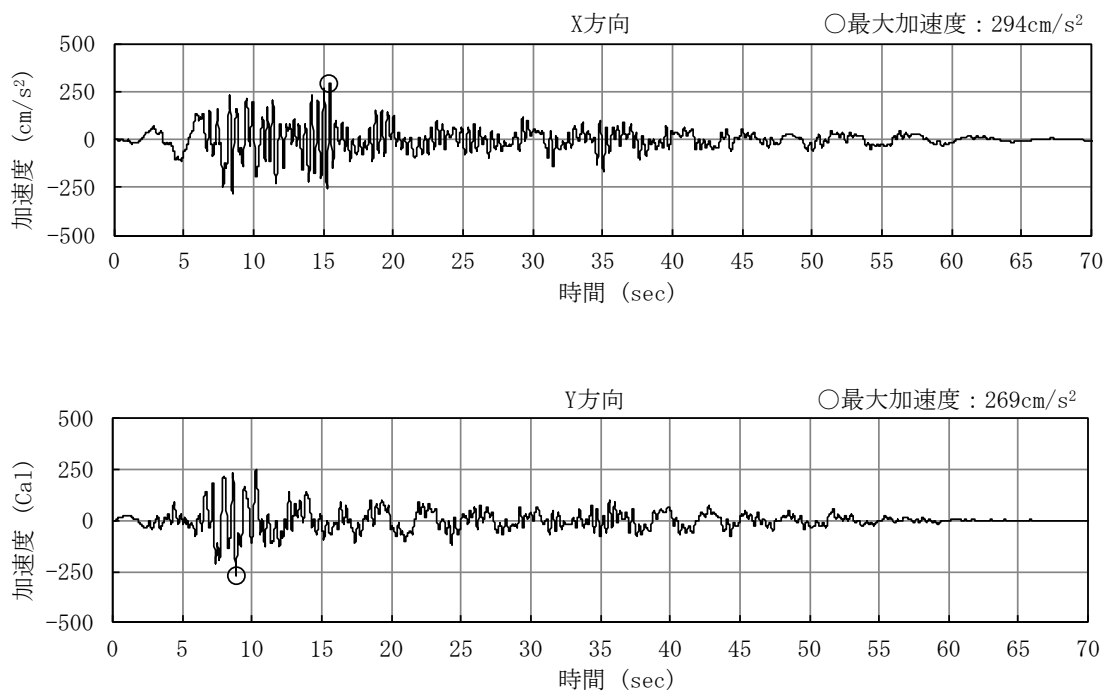


図 5.3-10 球殻の重心位置の加速度波形

## 6. SRモデル動的非線形解析による耐震設計の例示

### 6.1 解析モデル

#### (1) 振動方程式

単純なSRモデルは図6.1-1のように表せる。すなわち地盤の相対変位を  $y_g$ 、スウェイ成分を  $y_0$ 、ロッキング成分による上部構造相対変位を  $y_R$ 、上部構造のみのせん断変形（水平変位）成分を  $y_T$  とし、記号  $\dot{\quad}$ 、 $\ddot{\quad}$  をそれぞれ速度、加速度とすれば、上部構造の並進方向の力のつり合い、基礎の並進方向の力のつり合い、およびモーメントのつり合いから次の3式が成り立つ。

$$M_1(\ddot{y}_g + \ddot{y}_0 + \ddot{y}_\theta + \ddot{y}_T) + C_1 \dot{y}_T + K_1 y_T = 0,$$

$$M_0(\ddot{y}_g + \ddot{y}_0) - C_1 \dot{y}_T + C_0 \dot{y}_0 - K_1 y_T + K_0 y_0 = 0,$$

$$M_1(\ddot{y}_g + \ddot{y}_0 + \ddot{y}_\theta + \ddot{y}_T) + (I_1 + I_0)\ddot{\theta} + C_\theta \dot{\theta} + K_\theta \theta = 0.$$

ただし、 $M_1$ 、 $M_0$ 、 $I_1$ 、 $I_0$ 、 $\theta$  はそれぞれ上部構造質量、基礎部質量、上部構造の慣性質量、基礎部の回転質量、回転角を表す。下図内(a)を考慮し上式を整理すれば、次式を得る。

$$[M]\{\ddot{Y}\} + [C]\{\dot{Y}\} + [K]\{Y\} = -[M]\{\ddot{Y}_g\}$$

ただし、

$$[M] = \begin{bmatrix} M_1 & 0 & 0 \\ 0 & M_0 & 0 \\ 0 & 0 & I_1 + I_0 \end{bmatrix}, \quad [C] = \begin{bmatrix} C_1 & -C_1 & -C_1 H \\ -C_1 & C_1 + C_0 & C_1 H \\ -C_1 H & C_1 H & C_1 H^2 + C_\theta \end{bmatrix},$$

$$[K] = \begin{bmatrix} K_1 & -K_1 & -K_1 H \\ -K_1 & K_1 + K_0 & K_1 H \\ -K_1 H & K_1 H & K_1 H^2 + K_\theta \end{bmatrix}, \quad \{Y\} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_0 \\ \theta \end{Bmatrix}, \quad \{Y_g\} = \begin{Bmatrix} y_g \\ y_g \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

である。動的解析では Newmark  $\beta$  法 ( $\beta = 0.25$ ) を適用する。

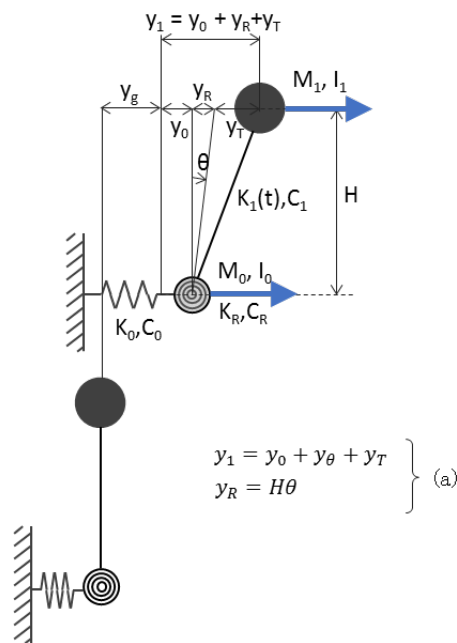


図 6.1-1 SRモデル概要



## (2) 地盤パラメータの設定

SRモデルの地盤パラメータであるスウェイばね（図 6.1-1 の  $K_0$ 、 $C_0$ ）およびロッキングばね（同図  $K_R$ 、 $C_R$ ）は、次の方法に従い設定する。

### a. スウェイばね

①スウェイばねの簡易作成法には、建築基礎指針の方法、Francis（1964）の式による方法等がある。ここでは、杭頭に注目していることから建築基礎指針の方法を採用する。

②建築基礎指針では、次式に示すように  $N$  値等に応じた基準水平地盤反力係数  $k_{h0}$  を設定し、弾性支承上の梁の考え方に基づき林・Chang の式により杭の応力や変位を求め、単杭の地盤ばねを求めることができる。本検討では、変形係数  $E_0$  は  $700N$  とし算出する。ここで、一般的な値として  $1/\beta = 3m$  とする。

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot B_n^{-3/4} \quad (1)$$

$k_{h0}$  : 基準水平地盤反力係数（水平変位量が  $1cm$  時の水平地盤反力係数、 $kN/m^3$ ）

$\alpha$  : 評価法によって決まる定数 ( $m^{-1}$ )

粘性土： $\alpha=80$ 、砂質土： $80$ （ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数）

$\xi$  : 群杭の影響を考慮した係数

$R/B$ （杭中心間隔  $m$ /杭径  $m$ ） $\leq 6$  の場合： $\xi=0.15 \times R/B + 0.1$

$R/B$ （杭中心間隔  $m$ /杭径  $m$ ） $> 6$  の場合： $\xi=1.0$

$E_0$  : 変形係数（地盤の動的非線形解析からの設定、 $kN/m^2$ ）

$B_n$  : 無次元化杭径（杭径を  $cm$  で表した無次元数値、例えば杭径  $50cm$  は  $50$  とする）

③杭は「長い杭」で弾性体とし、杭頭固定条件を与えれば杭頭水平剛性  $K_s$  は次式で求めることができる。水平地盤反力係数  $k_h$  は、基準水平地盤反力係数  $k_{h0}$  を初期値として SR モデルによる動的非線形解析を実施し、スウェイばねの最大水平応答変位  $y$ （無次元化水平変位  $\bar{y}$  : 水平変位量を  $cm$  単位で表した上での無次元量）を求め、図 6.1-2 に示すように収れん計算により求める。

$$K_s = N \cdot k_h B / \beta \quad (2)$$

$K_s$  : 杭頭水平剛性 ( $kN/m$ )

$N$  : 杭本数

$k_h$  : 水平地盤反力係数 ( $kN/m^3$ )

$B$  : 杭径 ( $m$ )

$\beta$  : 特性値 ( $m^{-1}$ )、 $= (k_h B / 4E_p I_p)^{1/4}$

$E_p$  : 杭のヤング係数 ( $kN/m^2$ )、 $I_p$  : 杭の断面二次モーメント ( $m^4$ )

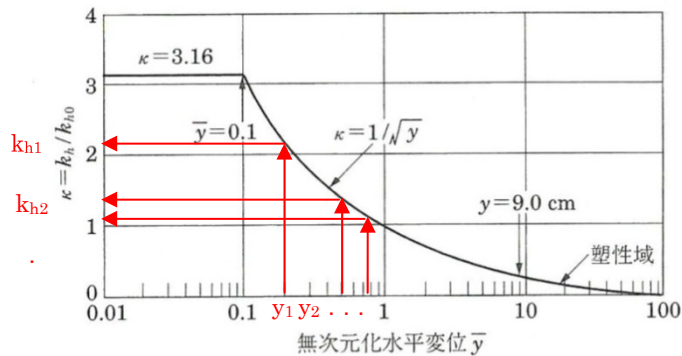
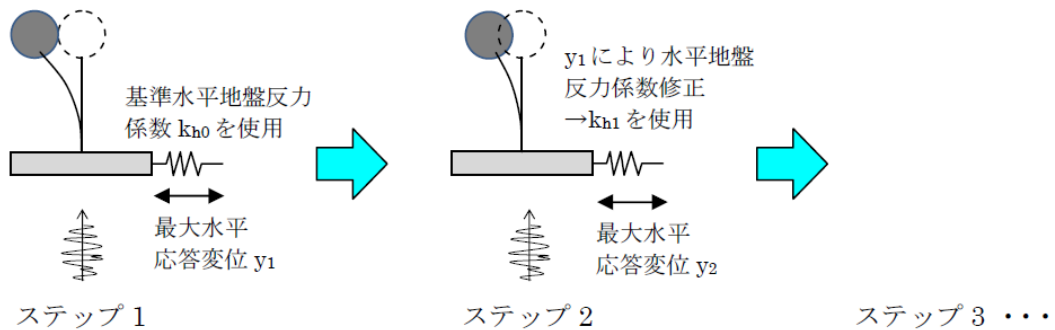


図 6.6.9 水平地盤反力係数と杭水平変位量関係 (塑性化変位=9.0 cm の例)



注) 建築基礎指針より引用。

図6.1-2 水平地盤反力係数 $k_h$ の取れん

④減衰係数  $C$  は杭頭変位を考慮して、地表から  $1/\beta$  の範囲の地盤を対象に、取れんした地盤定数から次式で評価する。この時、群杭効果は小さいとして群杭係数は 1.0 とする。次式は、Gazetas 等 (1984) による方法を参考にしたものである。

$$C = 1.57\rho\beta(V_{Ls} + V_s)N/\beta \quad (3)$$

$C$  : 減衰係数 (kNs/m)

$\rho$  : 密度 (t/m<sup>3</sup>)

$B$  : 杭径 (m)

$V_{Ls}$  :  $1/\beta$  の範囲の Lysmer の波動速度 (m/s) 、 $= (3.4V_s) / \{\pi(1-\nu)\}$

$\nu$  : ポアソン比

$V_s$  :  $1/\beta$  の範囲のせん断波速度 (m/s)

$N$  : 杭本数

$\beta$  : 特性値、 $= (k_h B / 4E_p I_p)^{1/4}$

$K_h$  : 水平地盤反力係数 (kN/m<sup>3</sup>)

$E_p$  : 杭のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)、 $I_p$  : 杭の断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

b. ロッキングばね

①Randolf 等 (1978) による杭周上下地盤ばねと杭先端上下地盤ばねを用いて単杭の杭頭での上下ばねを求め、杭配置を考慮して群杭基礎の回転地盤ばねを算定する。

②Randolf 等 (1978) による杭周上下地盤ばねは、次式で表現される。各層のせん断剛性は、等価 (低下) 剛性  $G$  (有効ひずみ換算係数  $\eta=0.65$  考慮) から算出する。また、ポアソン比  $\nu$  については、各層とも 0.50 とする (道路橋示方書)。

$$S_v = 2\pi G_e / \log_e(2r_m/B) \quad (4)$$

$S_v$  : 杭周上下地盤ばね (kN/m<sup>2</sup>)

$r_m=2.5L(1-\nu_e)$

$B$  : 杭径 (m)

$L$  : 工学的基盤までの杭長 (支持層貫通部を除いた杭長、m)

$G_e$  : 表層地盤の平均せん断剛性 (kN/m<sup>2</sup>)、 $G_e=1/L\sum G_i H_i$

$\nu_e$  : 表層地盤の平均ポアソン比、 $\nu_e=1/L\sum \nu_i H_i=0.50$

$G_i$  :  $i$  層のせん断剛性 (kN/m<sup>2</sup>)、 $\nu_i$  :  $i$  層のポアソン比 (=0.50)

$H_i$  :  $i$  層の層厚 (m)

一方、杭先端の上下地盤ばねは、次式で表現される。支持層のせん断剛性  $G_b$  は、せん断波速度  $V_s=300$ m/s として算出する (道路橋示方書)。また、支持層のポアソン比  $\nu_b=0.50$  とする。

$$k_b = \frac{3\pi}{8} \frac{\pi G_b B}{2(1-\nu_b)} \quad (5)$$

$k_b$  : 杭先端の上下地盤ばね (kN/m)

$G_b$  : 支持層のせん断剛性 (kN/m<sup>2</sup>)

$\nu_b$  : 支持層のポアソン比 (=0.50)

これより、単杭杭頭の上下地盤ばねは、次式で表現される。

$$K_{vs} = E_p A_p \beta_s \frac{E_p A_p \beta_s (1 - e^{-2\beta_s L}) + k_b (1 + e^{-2\beta_s L})}{E_p A_p \beta_s (1 + e^{-2\beta_s L}) + k_b (1 - e^{-2\beta_s L})} \quad (6)$$

$K_{vs}$  : 単杭杭頭の上下地盤ばね (kN/m)

$E_p$  : 杭のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$A_p$  : 杭の断面積 (m<sup>2</sup>)

$\beta_s^2=S_v/E_p A_p$

群杭基礎の回転地盤ばねは、杭配置から各杭の座標を用いて、次式で算定する。群杭によるばね値の低減は行わないこととし、群杭係数  $\beta_R=1.0$  とする。

$$K_{RG} = \beta_R \sum K_{vs} x_i^2 \quad (7)$$

$K_{RG}$  : 群杭基礎の回転地盤ばね (kNm/rad)

$\beta_R$  : 群杭係数 (=1.0)

$x_i$  : 回転中心を原点とした杭位置の座標 (m)

③回転方向の地盤減衰係数は、表層地盤より杭の支持層の影響が大きいと考え、近似的に支持層の地盤定数のみを用いて設定することとし、また、安全側に表層地盤の1次固有振動数  $f_g$  の2倍に対する値として、次式より減衰係数  $C_{RG}$  を算定する。表層地盤の1次固有振動数  $f_g$  は、各層の等価(低下)剛性  $G$  (有効ひずみ換算係数  $\eta=0.65$  考慮) から平均せん断波速度  $V_e$  を算出し、1/4波長則から算定する。

$$C_{RG} = h_b K_{RG} / (2\pi f_g) \quad (8)$$

$C_{RG}$  : 回転方向の地盤減衰係数 (kNms/rad)

$h_b$  : 支持層の減衰定数 (=0.02)

$f_g$  : 表層地盤の1次固有振動数 (Hz)

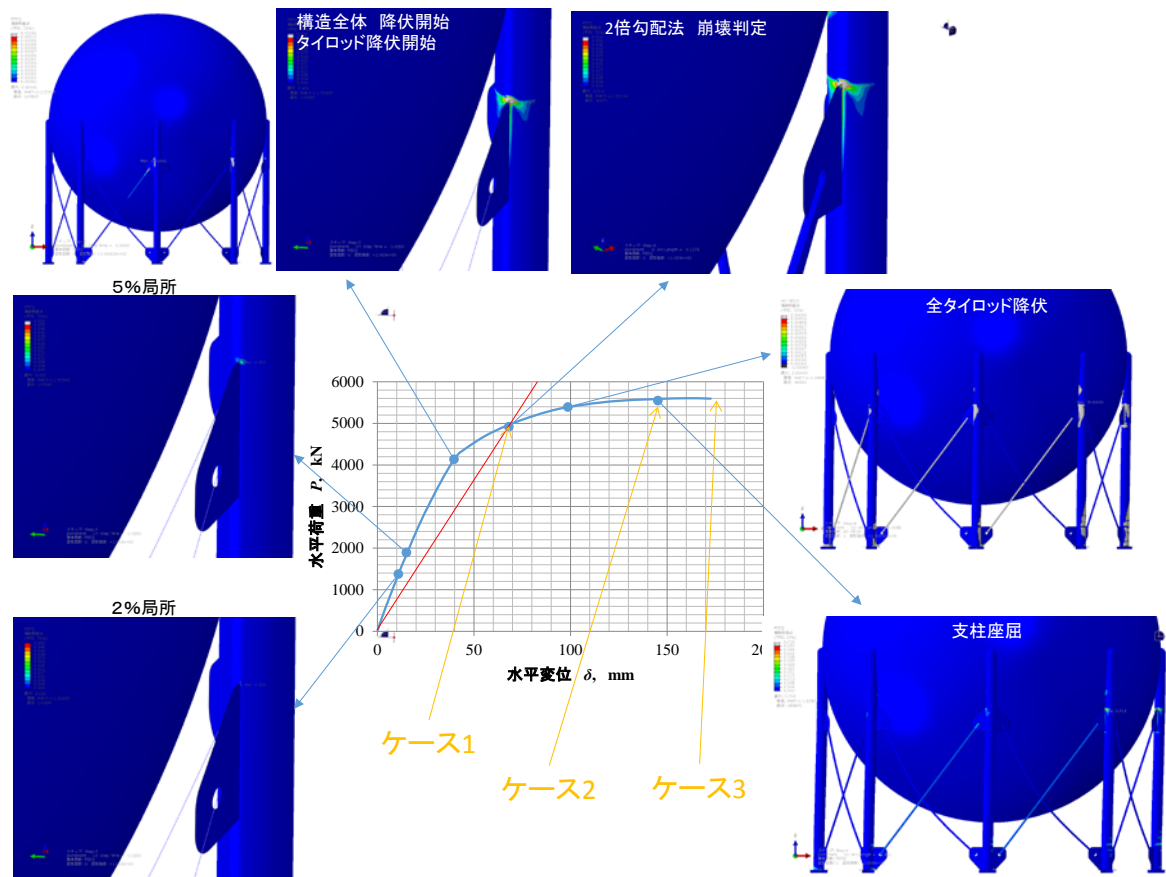
上述の通り、SRモデル解析ではパラメータ設定に先立ち地盤の応答計算を行う必要があり、その結果から得られた表層地盤のパラメータを利用し、スウェイばねの剛性係数および減衰係数の取れん計算により応答を算定する。

### (3) 構造パラメータの設定

上部構造(球形貯槽)の水平荷重  $P$ —水平変位  $\delta$  関係を、球殻と支柱をシェル要素、タイロッドブレースをロッド要素でモデル化した3次元FEM静的非線形解析(プッシュオーバー解析)を実施して求めた。詳細は平成27年度調査研究を参照されたいが、プッシュオーバー解析から得られた  $P$ — $\delta$  曲線を図6.1-3に示す。

この  $P$ — $\delta$  曲線に基づき、図6.1-4に示すバイリニアモデルを想定し、球形貯槽の非線形特性を設定した。降伏変位は4.2cmである。また、平成27年度調査研究では、球形貯槽が破壊に至るケース1~3の限界変位について検討したが、ケース1(部材限界)の限界変位は6.8cmである。球形貯槽の構造パラメータの詳細については、平成29年度調査研究を参照されたい。

なお、本検討において必要となる各種入力情報からSRモデル解析の全体手順までをまとめたフロー(平成29年度調査研究の例)を次々頁に示す。



- 注) ・ケース 1: 構造部材が限界状態に達した場合の限界変位 (部材限界)  
 ・ケース 2: 部材接合部のひずみ集中により破壊が生じないと仮定した場合の限界変位 (構造限界)  
 ・ケース 3: 最大荷重点を終局限界状態とした場合の限界変位 (耐力限界)

図 6.1-3 球形貯槽 (タイロッドブレース) の水平荷重 P-水平変位  $\delta$  曲線と塑性ひずみ分布 (平成 27 年度調査研究)

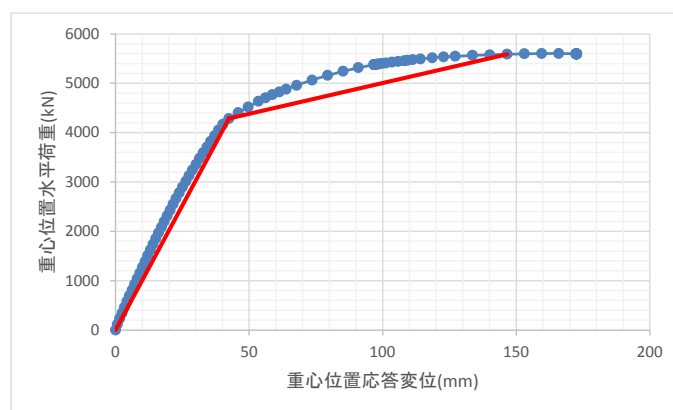
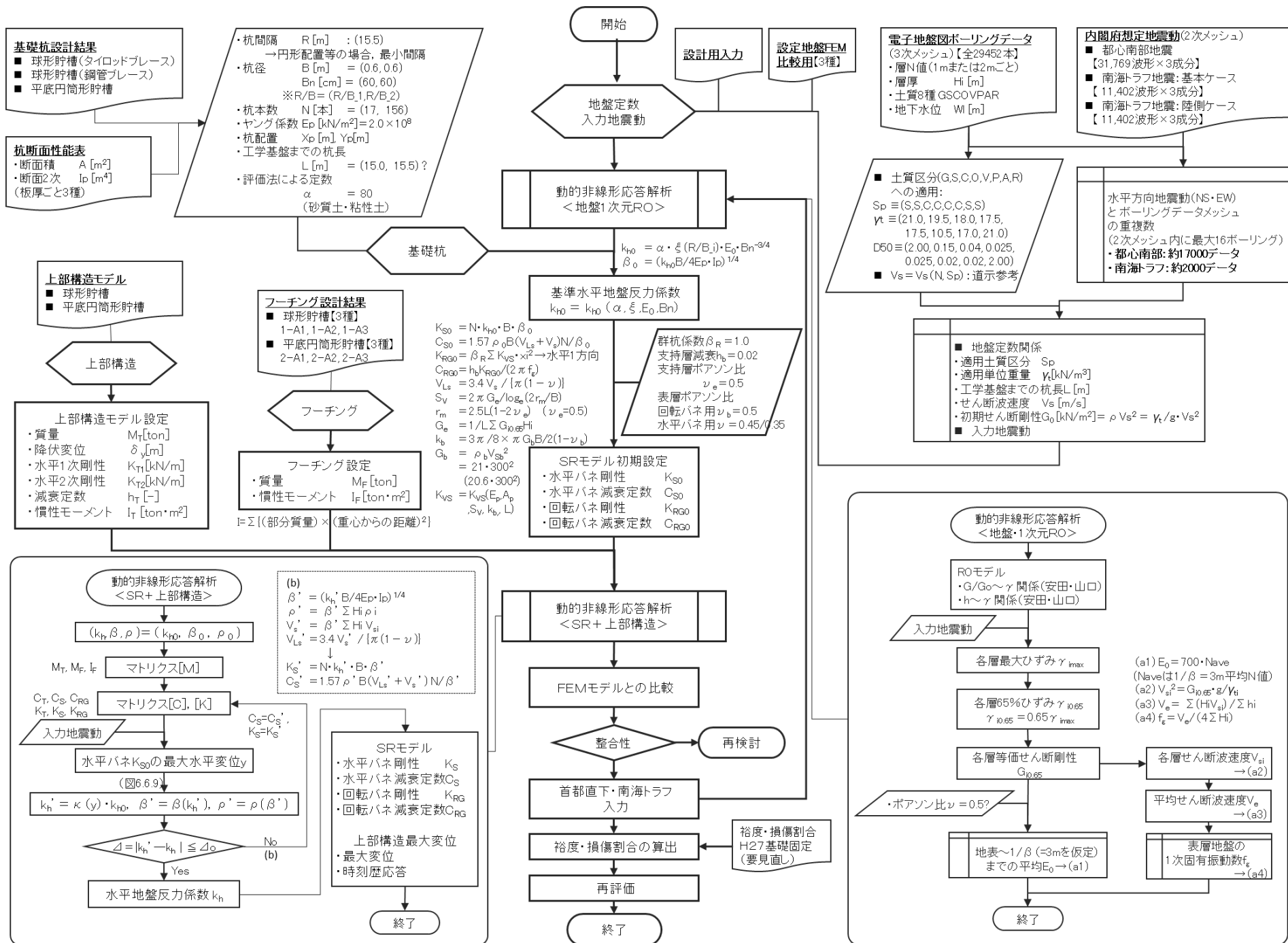


図 6.1-4 球形貯槽 (タイロッドブレース) の非線形特性 (バイリニアモデル)



## 6.2 貯槽の耐震性照査

SRモデルによる動的非線形解析結果を表6.2-1に示す。NS、EW成分の地表面加速度波形を用いてN090E(=EW成分)、N075E、N060E、…、N000E(=NS成分)、N015W、N030W、…、N075Wの12方位の波形を合成し、動的非線形解析を実施した。同表には、球形貯槽の最大応答を入力波形の方位ごとに取りまとめており、各欄の意味は以下のとおりである。記号は図6.1-1に示すパラメータに対応しており、「 $\ddot{\phantom{y}}$ 」は時間に関する2階微分を表し、球形貯槽の中心高さ $H=8.0\text{m}$ としている。また、NS方向入力とEW方向入力に対する球形貯槽の応答波形を図6.2-1、図6.2-2に示す。

- ①入力方位：工学的基盤面での入力波形の方位(対象サイトにおいて推定されたNS、EW方向の波形から合成)。
- ②地表入力最大加速度( $y_g''$ )：地盤の非線形応答解析によって得られた地表面での絶対加速度波形( $y_g''$ ；この波形をSRモデルに入力している)の最大値。
- ③上部構造物最大加速度( $y_g''+y_1''$ )：上部構造物の絶対加速度応答( $y_g''+y_1''$ )の最大値
- ④基礎最大水平変位( $y_0$ )：地表面に対する基礎部分の相対応答変位( $y_0$ ；基礎部分のスウェイによる変位)の最大値
- ⑤上部構造物最大変位( $y_T$ )：基礎部分に対する上部構造物の相対応答変位(ロッキングの影響を除いた変位； $y_T=y_1-y_0-\theta^*H=y_1-y_0-y_R$ )の最大値
- ⑥上部構造物最大回転変位( $y_R$ )：基礎のロッキングにともなって生ずる上部構造物の水平方向の変位( $y_R=\theta^*H$ )の最大値

これより、

- ①SRモデルによる動的非線形解析結果は、加速度応答は多少大きめではあるが、3次元FEM動的非線形解析結果と概ね整合している。ただし、球形貯槽の塑性化がより進展した場合は差異が大きくなる可能性もある。
- ②球形貯槽の最大応答は、NS方向入力のケースが最も大きく、EW方向入力のケースが最も小さい。
- ③本球形貯槽の降伏変位は4.2cmであり、最も大きな応答を与えたNS方向入力のケースの最大変位は4.36cmで、降伏変位を超えて塑性変位が生じているものの僅かである。また、本球形貯槽の限界変位(部材限界)は6.8cmで、球形貯槽の最大変位4.36cmは限界変位(部材限界)以下となっている。

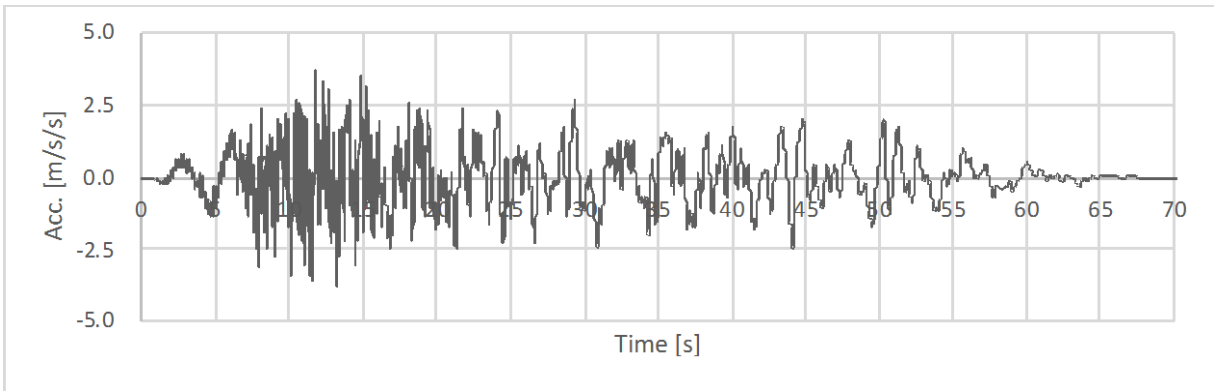
表 6.2-1 SR モデルによる動的非線形解析結果

入力方位	地表入力 最大加速度	球形貯槽 最大加速度	基礎最大 水平変位	球形貯槽 最大変位	球形貯槽最 大回転変位	限界変位 (部材限界)	判定
	$y_g''$ [Gal]	$y_g''+y_1''$ [Gal]	$y_0$ [cm]	$y_T$ [cm]	$y_R$ [cm]	$\delta_u$ [cm]	
N090E(EW)	431.1	534.0	0.60	2.12	0.02	< 6.8	OK
N075E	399.5	576.8	0.58	2.35	0.02	< 6.8	OK
N060E	402.9	690.8	0.63	2.90	0.02	< 6.8	OK
N045E	389.1	763.1	0.72	3.17	0.02	< 6.8	OK
N030E	389.1	850.9	0.74	3.55	0.03	< 6.8	OK
N015E	382.1	1023.4	0.79	4.14	0.03	< 6.8	OK
N000E(NS)	373.7	1102.7	0.85	4.36	0.03	< 6.8	OK
N015W	414.2	1076.0	0.98	4.15	0.03	< 6.8	OK
N030W	423.8	969.6	1.05	3.83	0.03	< 6.8	OK
N045W	468.2	850.4	1.04	3.67	0.03	< 6.8	OK
N060W	489.5	753.4	0.93	3.26	0.02	< 6.8	OK
N075W	477.3	633.6	0.75	2.66	0.02	< 6.8	OK

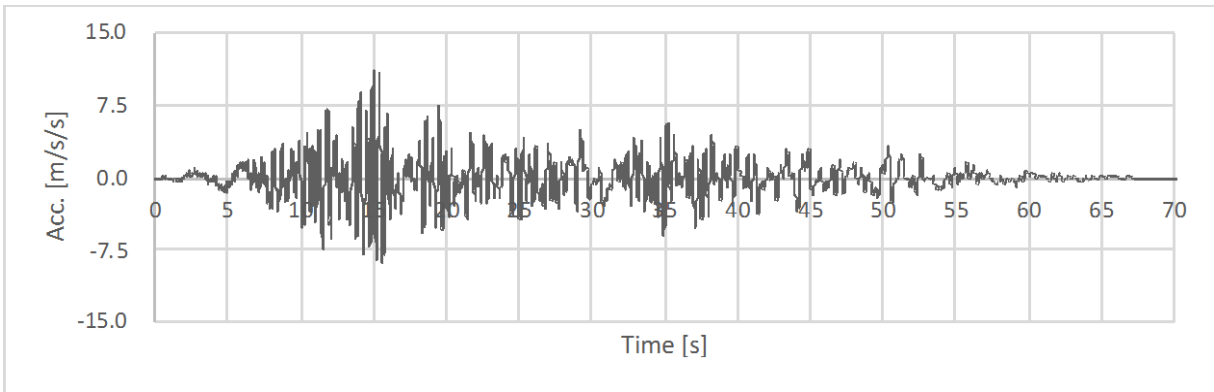
### 6.3 杭の耐震性照査

杭の耐震性照査は、「4.3 杭の耐震性照査」と同様に実施するものとする。

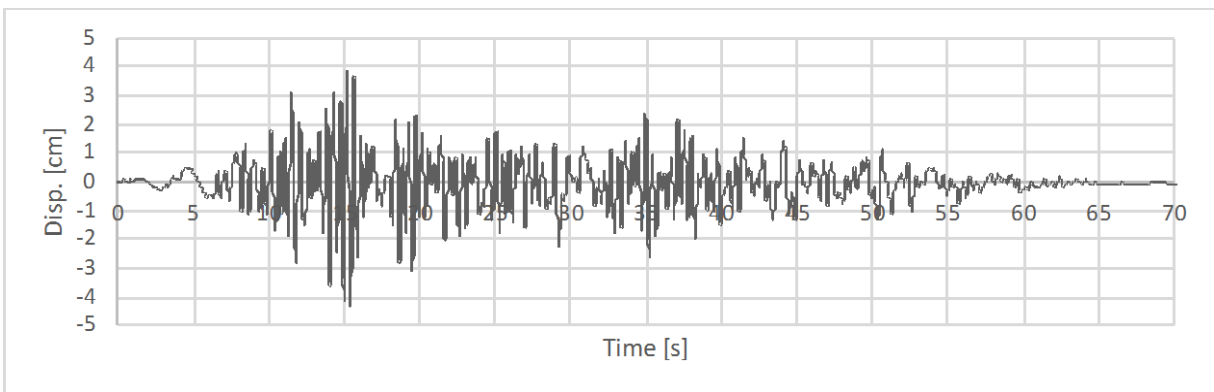




(a) 地表入力加速度波形( $y_g''$ )

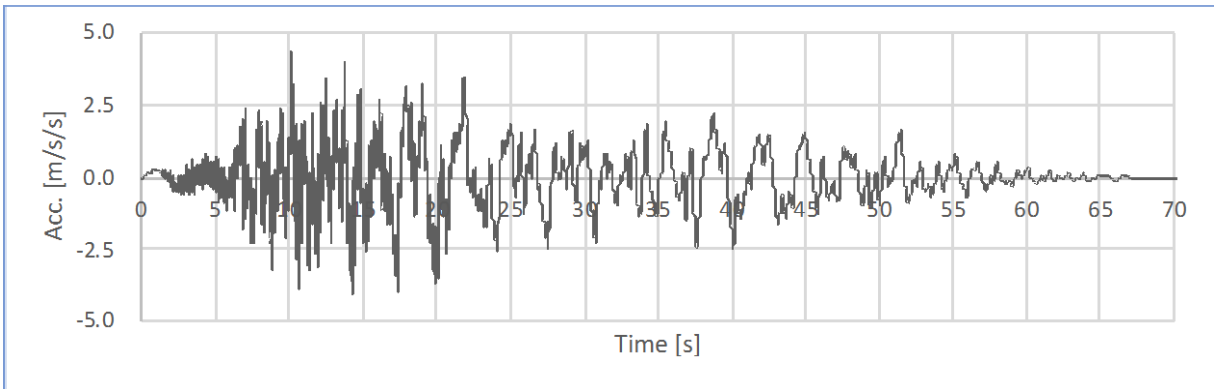


(b) 球形貯槽絶対加速度応答波形( $y_g''+y_1''$ )

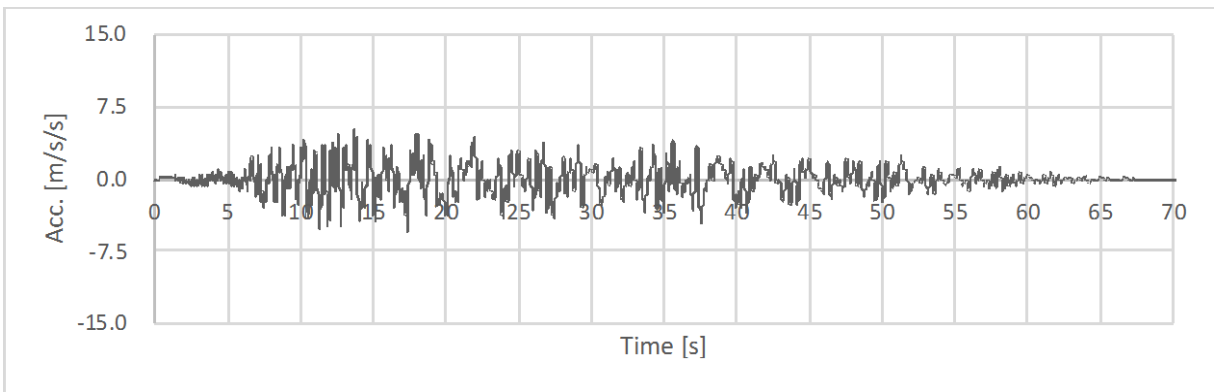


(c) 基礎に対する球形貯槽の相対応答変位( $y_T=y_1-y_0-\theta H$ )

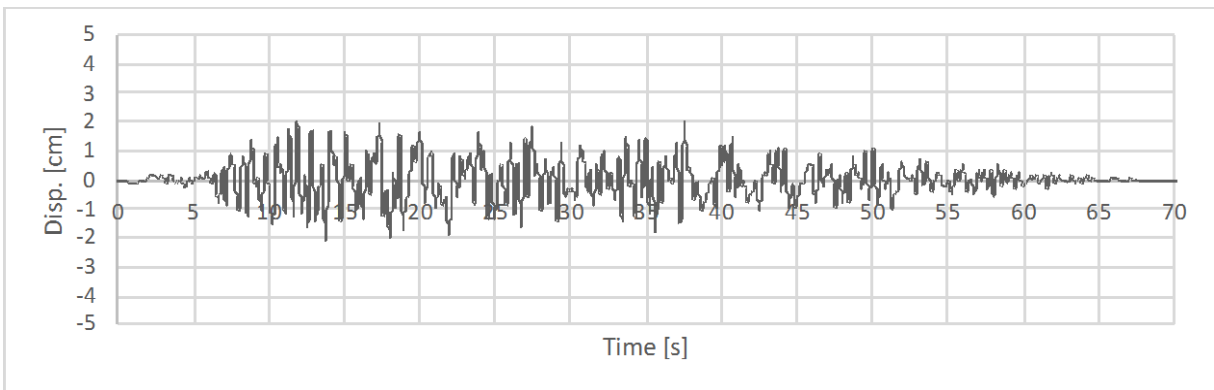
図 6.2-1 球形貯槽の応答波形 (NS 方向入力)



(a) 地表入力加速度波形( $y_g''$ )



(b) 球形貯槽絶対加速度応答波形( $y_g''+y_1''$ )



(c) 基礎に対する球形貯槽の相対応答変位( $y_1=y_1-y_0-\theta H$ )

図 6.2-2 球形貯槽の応答波形 (EW 方向入力)

## 7. 1 自由度系質点モデル（基礎固定モデル）動的非線形解析による耐震設計の例示

### 7.1 貯槽の耐震性照査

1 自由度系質点モデル（基礎固定モデル）は、SR モデルの上部構造（球形貯槽）モデルと同様である。1 自由度系質点モデル（基礎固定モデル）による動的非線形解析結果を表 7.1-1 に示す。SR モデルによる動的非線形解析と同様、NS、EW 成分の地表面加速度波形を用いて N090E (= EW 成分)、N075E、N060E、・・・、N000E (= NS 成分)、N015W、N030W、・・・、N075W の 12 方位の波形を合成し、動的非線形解析を実施した。

これより、

- ①1 自由度系質点モデル（基礎固定モデル）による動的非線形解析結果は、球形貯槽の加速度応答は多少小さめで、変位応答は多少大きめではあるが、SR モデルによる動的非線形解析結果と概ね整合している。ただし、球形貯槽の塑性化がより進展した場合は差異が大きくなる可能性もある。
- ②球形貯槽の最大変位は、NS 方向入力のケースが最も大きく、4.94cm である。本球形貯槽の降伏変位は 4.2cm であり、降伏変位を超えて塑性変位が生じているものの僅かである。また、本球形貯槽の限界変位（部材限界）は 6.8cm で、球形貯槽の最大変位 4.94cm は限界変位（部材限界）以下となっている。

表 7.1-1 1 自由度系質点モデル（基礎固定モデル）による動的非線形解析結果

入力方位	地表入力 最大加速度	球形貯槽 最大加速度	球形貯槽 最大変位	限界変位 (部材限界)	判定
	$y_g$ " [Gal]	$y_g$ " $+y_1$ " [Gal]	$y_T$ [cm]	$\delta_u$ [cm]	
N090E(EW)	431.1	607.5	2.35	< 6.8	OK
N075E	399.5	561.3	2.44	< 6.8	OK
N060E	402.9	684.7	2.93	< 6.8	OK
N045E	389.1	832.6	3.22	< 6.8	OK
N030E	389.1	898.0	3.65	< 6.8	OK
N015E	382.1	1018.9	4.49	< 6.8	OK
N000E(NS)	373.7	1031.8	4.94	< 6.8	OK
N015W	414.2	1022.0	4.92	< 6.8	OK
N030W	423.8	1035.0	4.62	< 6.8	OK
N045W	468.2	1011.4	4.21	< 6.8	OK
N060W	489.5	880.0	3.56	< 6.8	OK
N075W	477.3	739.2	3.01	< 6.8	OK

### 7.2 杭の耐震性照査

杭の耐震性照査は、「4.3 杭の耐震性照査」と同様に実施するものとする。

## 8. 簡便法による耐震設計の例示

### 8.1 簡便法の概要

簡便法の概要は、以下のとおりである。

本項で述べる簡便法は、基本的に動的解析を行わず、可能な限り簡単な手法の組合せで耐震設計を行うことを目指す。そのため、KHKS 0862 に規定されている高圧ガス設備の静的な耐震設計手法を援用する。KHKS 0862 の規定は本来サイトスペシフィック地震動を念頭においた設計手法ではないため、単純にその規定を当てはめることは適切ではない。特に地表面増幅係数は地盤の非線形性を含む動的応答特性を考慮して決定されたものではない。

次項では、KHKS 0862 の規定に準拠して静的手法を適用することで、耐震性の照査を行う例を示す。しかし、手法そのものが本来有する上記の適用限界には十分配慮すべきであり、安易な適用は厳に慎まれねばならない。

- ①最も簡便な地震動予測手法である経験的手法（距離減衰式）により得られた工学的基盤の加速度応答スペクトルを適用する。
- ②地表面の加速度応答スペクトルは、KHKS 0862 に準拠して、地表面増幅係数を乗じて設定する。あるいは、地表面の加速度応答スペクトルは、地盤の動的非線形解析を実施して設定することも可能である。
- ③地表面の加速度応答スペクトルを適用し、高圧ガス設備の固有周期から設計修正水平震度を設定し、KHKS 0862 に準拠して高圧ガス設備の耐震設計を行う。

### 8.2 耐震性照査

堺・高石地区の上町断層帯に発生する地震について、Morikawa and Fujiwara (2013) による距離減衰式から得られた工学的基盤での加速度応答スペクトル（図 8.2-1 参照）を適用し、地表面増幅係数 2.0（第 4 種地盤）を乗じて地表面の加速度応答スペクトルを設定した。本球形貯槽の固有周期は 0.427s で、設計修正水平震度  $K_{MH}=4.54$ （平均値）、11.48（平均値+標準偏差）となる。

$K_{MH}=4.54$ 、11.48 は、本球形貯槽の設計修正水平震度 0.922 に比べて大幅に大きな値となっている。地表面の加速度応答スペクトルを地盤の動的非線形解析を実施して設定すれば、より合理的に  $K_{MH}$  の値が設定できるものと考えられる。

今、 $K_{MH}=4.54$  として本球形貯槽の耐震性を照査する。照査結果を表 8.2-1 に示すが、支柱及びタイロッドブレースとも許容値を大幅に超える結果となっている。また、本球形貯槽のプッシュオーバー解析から得られた水平荷重  $P$ —水平変位  $\delta$  関係を図 8.2-2 に再掲するが、以下に示すように球形貯槽に作用する水平荷重  $P=20,062\text{kN}$  ( $=W$  (球形貯槽の重量)  $\times K_{MH}=4,419 \times 4.54=20,062\text{kN}$ ) となって最大荷重を大幅に超え、 $P$ — $\delta$  関係からも許容値を大幅に超える結果となっている。

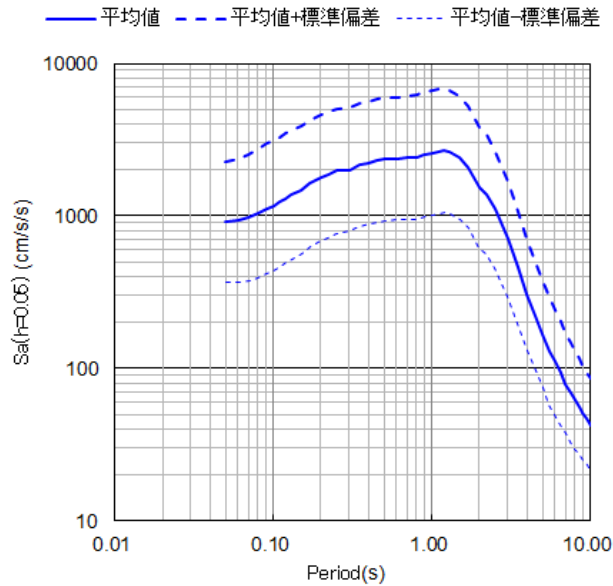


図 8.2-1 工学的基盤における加速度応答スペクトル（上町断層帯に発生する地震の地震動、Morikawa and Fujiwara（2013）による距離減衰式；第三章の図 3-24 の青線と同じ）

表 8.2-1 球形貯槽の耐震性照査結果

損傷モード	C	$K_y$	$K_{MH}$	$\mu_p$	$\mu_{pa}$	判定
上部支柱の損傷						
①圧縮座屈あるいは降伏、曲げ降伏	2	1.456	4.54	1.09	>1.000	NG
②せん断降伏	2	1.470	4.54	1.07	>1.000	NG
③圧縮、曲げ及びせん断応力の組合せ 応力による降伏	2	1.006	4.54	2.42	>1.000	NG
下部支柱の損傷						
①圧縮座屈あるいは降伏、曲げ降伏	2	0.531	4.54	9.01	>1.000	NG
タイロッドブレースの損傷						
①引張降伏	1	0.439	4.54	26.49	>1.000	NG

注) C：損傷モードの特性に応じて決まる値

$K_y$ ：各損傷モードの降伏震度、 $K_{MH}$ ：設計水平修正震度

$\mu_p$ ：各損傷モードの応答塑性率、 $K_{MH} \leq K_y$  の時は  $\mu_p = 0$ 、 $\mu_p = 1/4C \{ (K_{MH}/K_y)^2 - 1 \}$

$\mu_{pa}$ ：各損傷モード毎に定まる許容塑性率

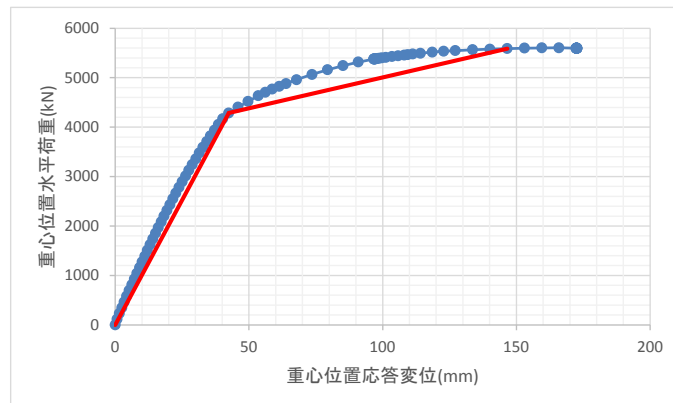


図 8.2-2 球形貯槽（タイロッドブレース）の水平荷重 P—水平変位  $\delta$  関係

## 参考文献

安田進、山口勇：種々の不攪乱土における動的変形特性、第 20 回土質工学研究発表会、1985.

福武毅芳、松岡元：任意方向単純せん断におけるダイレイタンスの統一的解釈、土木学会論文集、No.412/III-12、1989.

FUMIO TATSOKA, SUSUMU YASUDA, TOSHIO IWASAKI and KENICHI TOKIDA :  
NORMALIZED DYNAMIC UNDRAINED STRENGTH OF SANDS SUBJECTED TO  
CYCLIC AND RANDAM LOADING, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.20, No.3,  
Sept. 1980.

(一社)日本建築学会：建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計、2007.

Francis, A. J. : Analysis of Pile Groups with Flexural Resistance, J. Soil Mech. and  
Foundations Div., ASCE, Vol.90, No.Sm3, pp.1-32, 1964.

Gazetas, G. and Dobry, R. : Horizontal Response of Piles in Layered Soils, J. Geotech.  
Engrg. Div., ASCE, Vol.110, pp.20-40, 1984.

Randorf, M. F. and Wroth, C. P. : Analysis of Deformation of Vertically Loaded Piles, J.  
Geotech. Engrg. Div., ASCE, Vol.104, pp.1465-1488, 1978.

## 第V章 防災・減災対策

## 1. 検討概要

平成 30 年 11 月 14 日に各省令改正が行われ、新たに地震・津波対策について危害予防規程に定める規定が追加された（参考資料 1）。今後、事業者は省令で定める事項について危害予防規程に定めることが必要とされる。本事業では、危害予防規程の防災・減災に関する事項についての理解を図るため、事業者が危害予防規程を制定するうえで参考となる事項や例について検討し、危害予防規程に追加する事項（案）を作成した。

## 2. 検討方法

地震対策としては、平成 29 年の調査事業において危機耐性等に関して実施した危機耐性に関するアンケートの結果を再整理するとともに、他分野（土木・建築分野）をレビューし、危機耐性、リアルタイム把握、モニタリング技術について、現状把握及び課題を調査し、参考となる例を検討した。

津波対策としては、平成 24 年度から平成 26 年度の 3 カ年にわたって実施した津波に関する調査研究成果の活用方法について検討を行った。なお、2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、高圧ガス設備の類似施設である危険物施設に対する津波対策の現状等を調査した上で検討した。

## 3. 調査結果

### 3.1 他分野(土木・建築分野)における危機耐性等の調査

高圧ガス保安法において、危機耐性に該当すると考えられるものは、危害予防規程、緊急遮断弁、地震防災遮断弁、保安距離、保安区画、防液堤等がある（参考資料 2）。

他分野（土木・建築分野）における危機耐性、リアルタイム把握及びモニタリング技術について現状把握及び課題を調査した（参考資料 3）。調査結果の概要は以下のとおりである。

#### （1）危機耐性

「危機耐性」とは「設計で考慮された外力を越える外力に対しても対応能力や機能を持つこと」であり、東日本大震災以降に導入された新しい概念である。危機耐性向上のための対策事例は現時点では未だ限られているが、鉄道、港湾、道路などの分野では既に危機耐性の概念が取り入れられ、その具現化に向けた取り組みがはじまっている。危機耐性を具現化するためには、想定外の外力と応答への対策として採用する機構は、必ず機能するものでなければならない。そのためには、機構としては簡素であることが望ましい。

#### （2）リアルタイム把握及びモニタリング技術

土木・建築分野では、構造ヘルスマニタリングの研究が活発に進められてきており、近年では多種多様なモニタリング技術・手法が確立され、目的や予算に応じた方法の選択が可能となっている。

高圧ガス施設においても、既にいくつかの事業所などで導入されている地震計と連動して設備を停止するシステムなどの、地震発生時に対象設備の状況をリアルタイムかつ簡便に把握できる体制を事前に整えておくことは有効である。また、最大値計測や傾斜計測等に対する適用



性は高く、地震後の設備の運転再開判断などにも活用できると考えられる。実用にあたっては、必ずしも専門知識を持たない管理者であっても利用できるものであるとよい。

高圧ガス設備の地震時の状況・状態の変化を把握するためには、常時あるいは健全時の状態についても把握しておく必要がある。特に地震波の常時観測は、事業所の地盤特性の把握やサイトスペシフィック地震動の推定にも有効であると考えられる。

以上の調査結果を踏まえて、高圧ガス設備に対する大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する対応策の例示案として、より具体的に整理したものを別添1にまとめた。別添1は、防災及び減災対策の具体的手順として、危機耐性の概念を導入やモニタリングによるリアルタイムの状況把握などの新たな概念の導入や高度かつ専門的な内容を含む例を示したものである。

### 3.2 危機耐性・モニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果の再整理

平成29年度の調査事業において危機耐性等に関して実施した危機耐性に関するアンケートの結果を再整理した(参考資料4)。アンケート調査結果の再整理とした結果、以下のとおりであった。

- ①業種によって危機耐性・モニタリングへの取り組みの差が大きい。
- ②「何もしていない」という回答の中では、「耐震に対する危機耐性の考え方はまだ普及しておらず」といった意見もあり、危機耐性の概念やその導入の意義を広く理解してもらうことが必要であると考えられる。
- ③「想定を超えた地震に対する構造的な耐震補強や倒壊の想定を考慮したレイアウト設計等は既設設備には対応が難しい状況である」といった意見もあり、危機耐性への取り組みの普及に向けては、大きな課題であると考えられる。

また、具体的な例としては以下のようなものがあつた。

- ・基準値以上の地震が発生した際の自動停止システム、緊急脱圧システム、安全基準策定
- ・被害を最小限にとどめるため、遮断弁による区画の最小化
- ・BCPの策定(災害対策、巨大地震想定に対するリスク評価と強靱化補強工事等)
- ・防災体制の整備(防災訓練、シナリオレス訓練、防災マニュアル、防災戦略図、資機材増設)
- ・地震計、ガス検知器、監視カメラの設置
- ・地震後の目視点検、再稼働前の気密試験、耐圧試験、非破壊試験等
- ・浮屋根式タンクのスロッシング等による損傷可能性をリアルタイムで表示する監視システムの開発導入

### 3.3 津波に関する調査研究成果(平成24~26年度)

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により生じた災害(以下「東日本大震災」という。)においては、一部の高圧ガス設備で火災・爆発等が発生し、社会的に大きく扱

われた事故が発生したほか、津波浸水区域で、様々な高圧ガス設備や容器の損壊、流出等が発生した。そのため、東日本大震災による高圧ガス施設等の地震・津波による被害の調査・分析に基づき、総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会において今後の高圧ガス分野における地震・津波対策について検討が行われ、「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について」（以下「高圧ガス部会報告書」という。）が取りまとめられ、平成 24 年 4 月 27 日に公表された。この方向性に基づき、具体的な方策、基準等の検討や、事業者による取り組みの促進といった対策の具体化を推進していく必要があるといったことから、高圧ガス設備における地震及び津波に対する保安の向上を図るため、新たに危害予防規程において定める事項の具体的対応策の例示を取りまとめることを目的に、平成 24 年度から平成 26 年度の石油精製業保安対策事業（高圧ガス取扱施設における地震・津波等の対応に関する調査）において、「津波対策として新たに危害予防規程において定める事項の具体的対応策の検討報告書（参考資料 5）」（以下、「平成 24 年度報告書」という）及び「津波の波力、設備の浮力、漂流物の影響等の評価手法の検討報告書（参考資料 6）」（以下、「平成 26 年度報告書」という）が取りまとめられた。

平成 24 年度報告書においては、それまでは、事業所における地震津波への対策について危害予防規程に具体的に定められていなかったが、津波対策として、以下に示す大きく 5 つについて危害予防規程に規定すべき項目及び具体的対応策が例示されている。

- 1 情報の伝達等
- 2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定
- 3 津波による高圧ガス製造施設の被害予防対策
- 4 流出容器等の回収
- 5 教育訓練

また、高圧ガス保安協会の高圧ガス規格委員会では、危害規定に定める事項について事業者が定める際の参考となるものとして危害予防規程の指針 KHKS1800 シリーズを制定しており、平成 24 年度報告書をもとにして作成した見直し案（参考資料 7）について平成 25 年 3 月 29 日に開催した委員会において検討している。

平成 24 年度報告書及び平成 26 年度報告書において、被害想定については「津波の影響（波力、浮力等）による被害の評価方法の検討結果が出るまでの間であっても、過去の津波被害を踏まえて被害を類推し、できる限りの対応を行うものとする。」となっている。津波の影響（波力、浮力等）による被害の評価方法の検討結果では、たて置円筒形貯槽、球形貯槽及び横置円筒形貯槽の評価に FEMA 式を適用可能（ただし、横置円筒形貯槽については留意事項はあり。）としているが、平底円筒形貯槽については FEMA 式が適用できない可能性もあると提言している。

### 3.4 関連分野における津波対策の動向調査

他分野においても、高圧ガス保安法の危害予防規程と同等の位置づけとして表 1 に示すようなものがある。

表1 各分野における災害の防止を定める規程

高圧ガス保安法	危害予防規程
石油コンビナート等災害防止法	防災規定、共同防災規定
火薬類取締法	危害予防規程
電気事業法	保安規程
ガス事業法	保安規程
石油パイプライン事業法	保安規程
消防法	予防規程

各分野の危害予防規程等の規定（参考資料 8）のうち、現在、地震・津波についての対策を明記しているものとしては、省令改正(平成 24 年総務省令第 49 号)で消防法の予防規定に「地震が発生した場合及び地震に伴う津波が発生し、又は発生するおそれがある場合における施設及び設備に対する点検、応急措置等に関すること。」が追加されている。また、当該事項として予防規程に盛り込むべき主な事項が通達（消防危第 197 号 平成 24 年 8 月 21 日危険物施設の地震・津波対策に係る予防規程の策定について）で示されている。この通達において、屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションを実施するとされており、「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」を消防庁が提供している。

また、石油コンビナート等災害防止法についても通達（平成 24 年 3 月 30 日付消防特第 63 号「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について（通知）」）により地震・津波対策に関しての助言がなされ、防災規程・共同防災規定の作成にあたって、参考とされている指針と概説がその後通達（平成 26 年 10 月 23 日付消防特第 221 号「防災規程及び共同防災規程の作成指針と概説等について（通知）」）で改正されている。

#### 4. 危害予防規程に追加する事項（案）

省令改正により危害予防規程に追加が必要な事項と平成 24 年度報告書で示されている追加事項（案）の対応を別添 2 に示す。別添 2 において、「本事業にて検討」と記載の項目は新たに追加が必要な項目であり、項目を追加したものである。

3.の調査結果を踏まえて、平成 24 年度報告書の追加事項（案）の精査と新たに追加が必要な事項について検討を行い、別添 3「大規模な地震に係る防災及び減災対策に関することとして危害予防規程に規程すべき項目と具体的対応策の例示（案）」及び別添 4「津波対策として危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）」を作成した。

別添 3 及び別添 4 は、第一種製造者が大規模地震防災・減災対策及び津波対策に関する事項を危害予防規程に定めるにあたって、参考となる事項を例として挙げたものである。別添 3 の「1.4 地震に対する事前及び事後対策」については、防災及び減災対策が有効かつ実行可能と考えられる特定の事業所（第一種製造者のうち、一日に処理することができるガスの容積（処理能力）が 100 万 m<sup>3</sup>（貯槽を設置して専ら高圧ガスの充てんを行う場合にあっては 200 万

m<sup>3</sup>) 以上の事業所) 向けとしてとしているが、それ以外の事業所における対策を妨げるものではない。また、具体的な対応策の例として別添1を参考に取り上げているが、前述のとおり、内容が高度かつ専門的であり、これまでの耐震設計とは異なる概念も取り入れていることから、周知が必要であると思われる。

## 第VI章 まとめ

## 1. サイトスペシフィックの設計方法の明確化

耐震告示の性能規定化を踏まえ、今後のサイトスペシフィックの設計方法の明確化を検討するため、他分野の動向調査、地震動予測の例示、耐震設計の例示を行った。以下に、検討概要をまとめ、今後の課題を示した。

### 1.1 他分野の動向調査

土木・建築分野の 13 の設計基準等を対象に、サイトスペシフィックによる耐震設計規定について調査した。

サイトスペシフィックの観点から、対象地震動、構造物の要求性能、対象地震、地震動評価手法、地盤条件（地震動評価位置）、地域係数、特記事項、耐震設計法（動的・静的）について耐震設計規定を整理した。また、KHKS 0862 と土木・建築分野の設計基準等の耐震設計規定を比較し、主に地震動について特記すべき事項を取りまとめた。

### 1.2 地震動予測の例示

コンビナート地区を対象に、種々の地震動予測手法に従って設計用地震動を計算、例示した。

地域特性の差異を確認するため、関西地区、中部地区、関東地区からそれぞれ堺・高石地区、四日市地区、京浜地区の 3 コンビナート地区を対象とし、近傍の地震観測地点で地震動予測を行った。地震動予測手法としては、経験的手法（距離減衰式）、半経験的手法（経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法）、ハイブリッド法（半経験的手法＋三次元差分法）を適用した。

対象地震は、プレート境界地震、プレート内地震、陸域活断層地震を基本とし、陸域活断層地震は地震が発生した場合に対象地点に最も影響の大きい活断層を対象として、地震動を計算した。また、伏在断層地震も対象とし、経験的手法（距離減衰式）を適用し、堺・高石地区の 1 地点に対して M6.5 を想定し、対象地点周辺のある範囲（断層の大きさ等から判断）に一樣に断層を配置して地震動を計算した。

なお、本検討はある条件下での一例示であり、高圧ガス設備の実際の耐震設計に当たっては、各サイト毎の条件に応じて設計用地震動を適切に計算する必要がある。

### 1.3 耐震設計の例示

平成 29 年度調査研究で扱った仮想の球形貯槽（タイロッドブレース）を対象とし、堺・高石地区近傍で上町断層帯に発生する地震について、半経験的手法（経験的グリーン関数法）ならびに経験的手法（距離減衰式）により得られた設計用地震動を適用し、下記(1)～(6)の耐震設計の例示を行った。本球形貯槽は、耐震告示及び KHK 耐震指針に準拠して設計された高圧ガス設備であり、耐震設計の例示は、既に設計済みの球形貯槽に対して、耐震性を照査するという位置付けとして実施した。なお、本球形貯槽の地表面水平震度は 0.384、設計修正水平震度は 0.922 である。

(1) 3 次元 FEM 動的非線形解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示

- (2) 3次元 FEM 動的非線形解析（貯槽単体モデル）による耐震設計の例示
- (3) 3次元 FEM 有効応力解析（貯槽－基礎－地盤連成系モデル）による耐震設計の例示
- (4) SR モデル動的非線形解析による耐震設計の例示
- (5) 1自由度系質点モデル（基礎固定モデル）動的非線形解析による耐震設計の例示
- (6) 簡便法による耐震設計の例示

各耐震設計の例示の概要は、以下のとおりである。

- ① 貯槽－基礎－地盤連成系モデルによる 3次元 FEM 動的非線形解析は、最も精緻な耐震設計手法である。本手法による耐震設計の例示によれば、工学的基盤で最大加速度が約 600  $\text{cm/s}^2$  といった大規模地震動に対しても、地盤の非線形性により地震動増幅が抑制され、貯槽や杭の応答は許容値以下となっている。また、球殻、支柱、タイロッドブレース、杭は一部塑性化するものの、概ね弾性範囲で設計裕度が生じており、精緻な動的解析を適用することでより合理的な耐震設計が可能になる結果となっている。

以上の結果は、サイトスペシフィック地震動を用いた耐震設計の例示として、よくその特徴を示している例示であると考えられる。

- ② 貯槽単体モデルによる 3次元 FEM 動的非線形解析結果は、貯槽－基礎－地盤連成系モデルより多少大きめの応答となるものの、概ね類似の解析結果になっている。また、同様に 1自由度系質点モデル（基礎固定モデル）による動的非線形解析は、SR モデルと類似の解析結果になっている。これは平成 29 年度調査研究で示したように、杭本数の少ない当該球形貯槽では杭周辺からの波動逸散効果が少なく、杭基礎－地盤系の動的相互作用の影響が現れにくいことによるものと考えられる。

いずれの手法による耐震設計の例示においても、貯槽や杭の応答は許容値以下となっている。しかし、杭本数が多い、例えば平底円筒形貯槽の場合には、杭基礎－地盤系の動的相互作用の影響が現れ、連成系モデルによる耐震性照査結果とは異なる結果となる可能性があると考えられる。

以上、本耐震設計の例示は、杭基礎－地盤系の動的相互作用の影響が現れにくい高圧ガス設備の場合によくその特徴を示している例示であると考えられる。

- ③ 3次元 FEM 有効応力解析による耐震設計の例示によれば、地盤の液状化により、地表面や球殻重心位置の加速度応答は大幅に低減し、球殻、支柱、タイロッドブレースの断面力も大幅に低減する結果となっている。一方で、地盤の液状化に伴う変位の大幅な増幅により、球形貯槽を支持する杭の発生断面力は増大し、杭頭部は破壊に至っている。なお、液状化地盤では貯槽と配管等の周辺設備との相対変位が大きくなり、不同沈下も発生することが見込まれるため、周辺設備の耐震性にも配慮が必要である。

液状化地盤における基礎の耐震性については、今後別途詳細に検討する必要があると考えられる。また、本 3次元 FEM 有効応力解析手法は極めて高度な解析手法であり、地盤

の液状化を考慮したより簡便な手法による耐震設計の例示が必要と考えられる。

- ④ SR モデルによる動的非線形解析結果は、3次元 FEM 動的非線形解析結果より多少大きめの応答となるものの、概ね類似の解析結果となり、貯槽の応答は許容値以下となっている。

SR モデルのような簡易モデルによる動的非線形解析で 3次元 FEM 動的非線形解析結果を概ね模擬できるといった点で、本手法による耐震設計の例示は、耐震設計グレード（難易度）を考慮した場合の例示の一つとして、よくその特徴を示している。

- ⑤ 簡便法により、経験的手法（距離減衰式）から得られた工学的基盤での加速度応答スペクトルを基本にして、設計修正水平震度を設定した。設計修正水平震度は本球形貯槽の設計修正水平震度の 5～10 倍程度の大きな値となり、貯槽の応答が許容値を大幅に超える結果となっている。

簡便法を適用した場合、安全側ではあるが合理的とは言えない耐震設計となるといった点で、本耐震設計の例示は、耐震設計グレード（難易度）を考慮した場合の例示の一つとして、よくその特徴を示していると考えられる。なお、地表面の加速度応答スペクトルを地盤の動的非線形解析を実施して設定すれば、より合理的に設計修正水平震度の値が設定できるものと考えられる。

#### 1.4 今後の課題

##### ①全般について

本耐震設計の例示は、予測地震動を任意に 1 波選定し、既に設計済みの球形貯槽に対して、耐震性を照査するという位置付けとして実施したものである。設計用地震動の考え方や設定（選定）手順を含め、設計フローを構築し、それを用いた本来の耐震設計としての例示を実施する必要がある。

他分野の動向調査、地震動予測の例示を含め、本検討に係る一連の成果は、今後、例示基準等の見直しに反映することが望まれる。

##### ②地震動予測の例示について

地震動予測手法のうち、経験的グリーン関数法による半経験的手法がサイト特性をよく反映した手法であると考えられる。本手法を適用するためには、地震観測記録が必要であり、本検討では対象コンビナート地区近傍の K-NET 観測点での地震観測記録を用いた。より合理的なサイトスペシフィック地震動を設定するために、対象高圧ガス設備サイトにおいて地震観測が継続的に行われることが望まれる。

伏在断層に発生する地震の地震動予測については、一例示であり、高圧ガス設備の耐震設計において今後汎用的な最低限考慮すべき地震動を設定するためには、適用する距離減衰式や断層モデルを変化させる等、伏在断層に発生する地震についてより詳細な検討が必要である。



その他、以下の課題が挙げられる。

- ・設計用地震動の設定位置（工学的基盤面か地表面か）
- ・設計用地震動設定における高圧ガス設備の重要度の扱い（地震動に反映させるか耐震性能に反映させるか）
- ・経験的手法（距離減衰式）を適用して得られるスペクトルから地震動（スペクトル適合波）を作成するための原種波形の検討
- ・長周期地震動（平底円筒形貯槽設計用の第2設計地震動の見直し等）の検討

### ③耐震設計の例示について

本耐震設計の例示は、球形貯槽（タイロッドブレース）を対象としたが、その他の高圧ガス設備を対象とした例示も行うことが望ましい。とりわけ杭本数が多く杭基礎―地盤系の動的相互作用の影響が現れやすい、例えば平底円筒形貯槽の耐震設計の例示を行うことが望ましい。

また、液状化地盤における基礎の耐震性については、今後別途詳細に検討する必要があると考えられ、さらに、本例示で適用した3次元FEM有効応力解析手法は極めて高度な解析手法であることから、地盤の液状化を考慮したより簡便な手法による耐震設計の例示も必要と考えられる。なお、地盤の液状化の検討に当たっては、最新の知見を反映する必要がある（参考資料9参照）。

### ④その他

例示基準KHKS0862では許容塑性率が規定されているが、以下の観点からの再検討が必要である。KHKS0862では、許容塑性率は高圧ガス設備の各部材毎に規定され、部材毎の塑性率評価に基づいて耐震性能が評価されている。これに対し、SRモデルのような単純化された（FEMではない）モデルによる動的非線形解析では、構造全体系での応答の評価に基づいて耐震性能を判断しなくてはならない。これらを踏まえ、今後も塑性率評価に基づいて耐震性能の評価を行うのかも含めて、レベル2耐震性能評価規定の再検討が必要と考えられる。

## 2. 防災・減災対策

### 2.1 防災・減災対策に関する調査

平成30年11月14日に各省令改正が行われ、新たに地震・津波対策について危害予防規程に定める規定が追加されたことから、今後、事業者は省令で定める事項について危害予防規程に定めることが必要とされる。本事業では、危害予防規程の大規模地震防災・減災対策及び津波対策に関する事項についての理解を図るため、以下の調査を行った。

#### ①地震対策

平成29年の調査事業において危機耐性等に関して実施した危機耐性に関するアンケートの結果を再整理するとともに、他分野（土木・建築分野）をレビューし、危機耐性、リアルタイム把握、モニタリング技術について、現状把握及び課題に関する調査した。

## ②津波対策

平成24年度から平成26年度の3カ年にわたって実施した津波に関する調査研究成果の活用方法について調査を行った。また、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、高圧ガス設備の類似施設である危険物施設に対する津波対策の現状等を調査した。

## 2.2 危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）

2.1の調査結果を基に、事業者が危害予防規程を制定するうえで参考となる事項や例について検討し、別添3「大規模な地震に係る防災及び減災対策に関することとして危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）」及び別添4「津波対策として危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）」を作成した。

別添3及び別添4は、第一種製造者が大規模地震防災・減災対策及び津波対策に関する事項を危害予防規程に定めるにあたって、参考となる事項を例として挙げたものである。地震に対する事前及び事後対策については、防災及び減災対策が有効かつ実行可能と考えられる特定の事業所（第一種製造者のうち、一日に処理することができるガスの容積（処理能力）が100万 $\text{m}^3$ （貯槽を設置して専ら高圧ガスの充てんを行う場合にあっては200万 $\text{m}^3$ ）以上の事業所）向けとしてとしているが、それ以外の事業所における対策を妨げるものではない。また、具体的な対応策の参考例として別添1「大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する対応策の例示案」を示した。別添1の地震に対する事前及び事後対策の内容は高度かつ専門的であり、これまでの耐震設計とは異なる概念も取り入れていることから、周知が必要であると思われる。

## 2.3 今後の課題

高圧ガス設備等の耐震設計では、耐震設計構造物の重要度を入力地震動で考慮し、許容値は重要度によらない設計基準体系が採用されてきた。一方、地震の防災・減災対策を考える上では、自然現象としての地震そのものに対して構造物の挙動を評価する必要があることから、入力地震動の考え方が設計時と異なる。耐震設計と地震防災・減災対策は密接な関係があることから、地震動の考え方については検討が必要である。

高圧ガス設備等に想定される地震動は、地震動予測分野の新たな知見や新たな断層の発見などにより、設計時または防災・減災対策検討時に想定した地震動から変化する可能性がある。設計または防災・減災対策において、耐震性能向上を目的として部材強度を増加（例えば、断面積の増加など）させる場合、構造上の制約、周辺状況の制約、非常に大きな地震動が想定される等の理由により、強度増加が困難または合理的でない場合がある。このような場合においては、建築・土木構造物などで多く採用されている免震・制震等による地震による揺れの軽減対策が有効または合理的と考えられる。免震・制震構造は、耐震設計基準でも適用は認められている一方、詳細規定がないことからこれまで採用されたケースはほとんどない。建築・土木構造物や他の機械構造物での適用例などを調査し、高圧ガス設備への適用に向けた検討が必要である。

別添1 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する  
対応策の例示案

## 1. 危機対応と危機耐性

大規模地震によって事業所や製造設備に被害が発生した場合、被害が周囲に拡大しないように対応を行う必要がある。地震発生後に行う対応を「危機対応」と呼ぶこととする。

一方、危機対応を行うためには当該事業所においてどのような被害が発生し得るかを地震が発生するまでに想定し、それに対応可能な対策を実施しなくてはならない。これを広い意味での「事前対策」と呼ぶ。一般には、どのような地震外力（地震動だけでなく液状化等の地盤変状や津波等の地震にともなう種々の現象を含む）が作用するかを想定した上で事前対策を実施することになるが、想定には限界があり、実際に地震が発生した場合、それが想定を超える規模の地震外力となることもあり得る。想定を超える地震外力が製造設備等に作用した場合、何らかの被害が発生することが予想される。想定外の地震外力を想定することは本質的に不可能であるが、想定外の地震外力によって発生する被害を想定することは可能である。そのため、設計や対策を実施する際に、たとえ想定を超える地震外力によって被害が発生したとしても、その被害が周囲に拡大せず破滅的（catastrophic）な状況に陥らないような能力や機能を当該事業所に具足させておくことが有用である。このような想定外の地震外力に対する対応能力や機能のことを「危機耐性」と呼ぶこととする。なお、「破滅的な状態」とは施設の被害によって人命保護や公共の安全確保等、極めて基本的な安全目標の達成さえも困難となる状態を意味する。

地震発生後に行われる「危機対応」は必ずしも想定外の地震外力を受けた場合にのみ行うものではなく、想定内の地震外力を受けた際にも事前に決めた手順にしたがって実施されるべきものであり、「危機耐性」の概念とは独立した概念である。また、両者ともソフト的およびハード的な対策が行われることが期待される。

適切な危機対応を行い得るよう事前対策を十分に行うことはもちろんであるが、事業所における危機耐性を向上させることは事前対策のなかでも特に重要な対策のひとつとして位置づける。

## 2. 大規模な地震に係る防災及び減災対策の基本方針

大規模な地震に係る防災及び減災対策の基本方針を以下のように定める。なお、対策の対象事業所において津波を受けることが予想される場合、「津波対策として危害予防規定に規定すべき項目」もあわせて参照すること。

- （耐震性能の向上）適切な地震外力の想定のもとで事業所内の構造物や人員等の挙動を推定し、地震外力によって被害が生じないように事前に必要な対策を行う。
- （危機耐性の向上）想定を超える大規模な地震が発生し、事業所内の製造設備や構造物が想定を超える大きな地震外力をうけたことにより、これらの設備等になんらかの被害が生じた場合であっても、事業所内外へ被害が拡大せず、破滅的な状況に陥らないこと。

大規模な地震に係る防災および減災のための方策の具体的手順は次項以降に示す。次項以降に記載した手順（ステップ）を全て実施する必要はなく、事業所ごとの防災対策の方針を精査のうえ、事業所の責任において当該事業所において必要と考えられる手順を適宜取舍選択して採用すべきものである。また、事業所によっては、これらの手順のいくつかを同時並行に実施したり、次項に述べる危機耐性向上のための手順もあわせて実施することが有用な場合もあることに留意して対策計画を立案すべきものである。

## 2.1 耐震性能の向上のための手順

当該事業所においてどのような地震外力をうけるかを想定した上で、事業所内の製造設備や構造物等がどのような応答を示すか、事業所内の人員がどのような行動をとるか等を推定し、当該事業所の地震外力に対する「真の実力」を明確にする。そのうえで、想定された地震外力のもとで被害が生じないように構造物等の耐震改修、人員の訓練、近隣住民との協力体制の構築、地震発生後の行動規範の制定などを行う。

このためには、以下の手順を参考に対策を実施する。

- [i] **（作用の想定）**地震によって当該事業所がうけるであろう地震外力の作用を適切に想定する。
- [ii] **（応答の想定）**想定される地震外力の作用によって製造設備等の個々の構造物がどのような挙動を示すかを推定する。また、想定を超える地震外力を受けた際の構造物の挙動をあわせて想定する。
- [iii] **（被災シナリオの作成）**想定される地震外力をうけた場合に製造設備等を構成する構造物のどこでどのような被害が発生し、製造設備がシステムとしてどのように被害の連鎖を生じ得るかという被災シナリオを作成する。
- [iv] **（弱点の発見）**作成された被災シナリオから、当該事業所における弱点となる部分はどこかを同定し、被害を最小限にとどめることができる適切な対策とその優先順位を決定する。
- [v] **（被害防止対策の実施）**想定される地震外力の作用によって製造設備等に被害が発生しないよう、構造物の耐震改修等の対策を実施する。
- [vi] **（危機対応策の策定）**作成された被災シナリオにおいて、想定される地震外力のもとでなんらかの被害を許容する場合には、地震発生後に製造設備等に被害が発生した際にどのように対応するか、危機対応活動を策定する。
- [vii] **（被災シナリオの再構築）**弱点の改修等にもなつて被災シナリオは変化する。そのため、[iii] → [vii]のループを繰り返して、現実にあわせた対策をすすめる。必要に応じて、想定にかかわる[i]、[ii]、[viii]のいずれかまたは全てに立ち戻つて想定の高精度化や高精度化をすすめ、対策に反映する。
- [viii] **（モニタリングの実施）**製造設備等の常時の挙動を測定・監視し、測定記録に基づいてそれらの動特性をモデル化し、構造物等の弱点の発見 [iv] に利活用する。地震時には設備等の挙動をリアルタイムに把握し、それに基づく被災判定や危機対応を支援する。

## 2.2 危機耐性向上のための手順

具体的には、たとえ貯槽や配管類が地震外力によって破壊されても内容物等が外部に漏洩しない、あるいは漏洩しても爆発や有害物質の周囲への拡散といった重大な事態に発展しない、等を確実に実現することを意味する。

このためには、以下の手順を参考に対策を実施する。必ずしも以下に記載した手順（ステップ）を全て実施する必要はなく、事業所ごとに必要と考えられる手法を適宜取捨選択して採用することが適切である。また、事業所によっては、以下の手順のいくつかを同時並行に実施したり、前項の耐震性能の向上のための手順もあわせて実施することが有用な場合もあると考えられる。

- [I] **（被災シナリオの作成）**想定を超える地震外力をうけた場合に製造設備等を構成する構造物のどこでどのような被害が発生し、製造設備がシステムとしてどのように被害の連鎖を生じ得るかという被災シナリオを作成する。
- [II] **（弱点の発見）**作成された被災シナリオから、当該事業所における弱点となる部分が

どこかを同定し、被害を最小限にとどめることができる適切な対策とその優先順位を決定する。

- [III] **（危機耐性の向上）** 想定を超える地震外力をうけた際の危機耐性を高めるための対策を行う。すなわち、被災シナリオをもとに被害が事業所内外に拡大しないよう弱点となる部分を中心として危機耐性を向上させるよう改修、補修等を実施する。
- [IV] **（危機対応策の策定）** 想定を超える地震動によって製造設備等に被害が発生した場合にどのように対応するかを危機対応活動を策定する。
- [V] **（被災シナリオの再構築）** 危機耐性の向上にともなって被災シナリオは変化する。そのため、[I] → [V] のループを繰り返して、現実にあわせた対策をすすめる。
- [V] **（モニタリングの実施）** 地震時には設備等の挙動をリアルタイムに把握し、それに基づく被災判定や危機対応を支援する。

### 3. 耐震性能および危機耐性向上のための方法の例示

大規模な地震によって事業所が想定された、あるいは想定を超える地震外力をうけた際に、どのような被害が発生し得るかを平時において詳細に調査、検討し、対策を実施することが重要である。当該事業所がもつ「真の」耐震性能を正しく把握するために、当該事業所がどのような地震外力をうけ得るか、を想定する。そのうえで、事業所内の製造設備等を構成する個々の構造物が大規模な地震による想定された、あるいは想定を超える地震外力をうけたときにどのような挙動を示すかを予測したうえで、多数の構造物が連携してひとつのシステムとして機能している事業所全体の被災シナリオを作成する。被災シナリオの作成には「耐震ウォークダウン」のような調査手法を用いることができる。被災シナリオに基づいて耐震性能および危機耐性の向上のための具体的な対策を進める。これは事業所ごとの判断に基づいて適切な対策や手法を取捨選択することが望ましい。

以下に、2. 節に掲げた項目ごとに事業所の耐震性能および危機耐性を高めるための方法を例示する。各項目の後ろの[ ]内のローマ数字は2.1 項および2.2 項の対応する項目の番号を示している。

なお、「地震外力」とは、地震による地震動だけでなく液状化による地盤変状や津波等の地震にともなう種々の現象を含む構造物に対する作用を意味するものとする。

#### 1) （作用の想定）← [i]

地震によって当該事業所がうけるであろう地震外力の作用を適切に想定する。なお、当該事業所において津波による影響を受けることが予想される場合には、「津波対策として危害予防規定に規定すべき項目」をあわせて参照のこと。

##### (a) （文献等の調査）

当該事業所周辺に存在する活断層、過去に発生した地震の震源、規模等について歴史地震まで遡って調査する。また、敷地内において、過去の地震において断層変位による変位の痕跡が残っていないか、液状化等の地盤変状の発生についての記録の有無、地盤変状の痕跡が残っていないかどうか、等を調査する。

##### (b) （地震動の空間分布特性の調査）

事業所の敷地が広い場合、あるいは敷地が広くなくても地下の地質構造が変化に富むことが予想される場合には敷地内での地震動が場所によって大きく異なる場合が考えられる(これを地震動の空間変動と呼ぶ)。このような地震動の空間変動分布を事前に予測しておくことが有用である。

そのためには、ボーリング、PS 検層、微動探査、重力探査等の種々の物理探査

手法により地盤構造の空間変動（地下の地層の傾斜や不整形構造等）をモデル化したうえで、適切な解析手法により地盤震動の空間変動を予測する。特に重要な構造物周辺を中心として敷地内の複数の地点で長期間にわたる地震観測を実施し、地震動の空間変動をモニタして解析結果の検証を行うことが望ましい。

敷地内の地震動の空間変動特性の予測には以下のような手法を用いることができる。

- （理論的手法）1次元重複反射理論によって地盤の応答特性を理論的に求める。
- （数値的手法）2次元または3次元の有限要素法や差分法を用いて数値的に求める。
- （経験的手法）ボーリング孔に地震計を設置した鉛直アレー観測や水平方向に地震計を展開したアレー観測を行い、観測記録に基づいて地盤の周波数応答関数や空間変動特性を求める。
- （ハイブリッド手法）経験的手法と理論的または数値的手法を組み合わせることでより高い精度で地盤の周波数応答関数や空間変動特性を推定する。

**(c) (サイトスペシフィック地震動の推定)**

地震動は地震によって大きく異なるため、対象とする事業所周辺に大きな影響を及ぼすと考えられる地震を複数選択する。前項の調査結果を勘案して構造物の場所における地震動（サイトスペシフィック地震動）を複数作成し、被害の予測に用いる。地震の性質によって、影響をうける構造様式が異なると考えられるため、構造様式ごとに検討すべき地震が異なることに注意する。

サイトスペシフィック地震動の作成方法は高圧ガス設備の耐震設計において用いられるものに準ずるものとする。

事業所周辺に活断層やプレート境界がなく、大きな地震の発生を予測しにくい場合においても、高圧ガス設備の耐震設計の場合と同様に当該事業所直下で、かつ、地表面に断層がギリギリ現われない程度程度の深さ（上部地殻内、コンラッド面の深さ 15km 程度以浅）で発生するM6.5 程度の地震による地震動を想定する。

**(d) (液状化等の地盤変状の発生リスクの調査)**

事業所内に地下水位が高く、十分に締っていない砂地盤などがある場合、地震時に液状化等の地盤変状が発生するリスクが高い。そのため、敷地内で地盤変状が発生しやすい場所を同定しておくことが重要である。

重要構造物の基礎周辺の地盤変状のリスクは構造物への影響が大きいため詳細な調査が望まれる。また、製造設備とは直接関係しない場所や構造物であっても、災害時の避難や二次災害を防止するための緊急対応活動等で利用される敷地内道路等についても地盤変状のリスクについて調査が必要である。

敷地内の特に重要な個所においては地下水位や地盤のN 値等をボーリングによって調査し、有効応力解析等の高度な解析手法を適用して地盤変状を定量的に推定しておくことは有効である。一方、敷地内全域の液状化危険度を簡易に推定するためには、液状化抵抗率(FL 値)等の指標も利用可能である。

**2) (応答の想定) ← [ii]**

想定される地震外力の作用によって製造設備等の個々の構造物がどのような挙動を示す

かを推定する。また、想定を超える地震外力を受けた際の構造物の挙動をあわせて想定する。

**(a) (文献等の調査)**

製造設備の個々の構造様式に応じて、過去の地震等による被害事例、実験、解析結果等を調査し、同様の構造様式、規模の構造物に発生した被害から当該構造物の被害を予測する。

**(b) (構造物の動特性の同定)**

事業所内の個々の構造物が地震外力をうけた時にどのような挙動を示すかという動的応答特性について検討する。すなわち、個々の構造物の入出力関係(地盤震動入力に対する応答特性)を適切に同定する。

動特性の同定にあたっては、以下の方法を用いることができる。

- (理論的手法) 設計図書、設計図書がない場合には実構造物の寸法や材料の計測結果等に基づいて、次項で述べる理論的方法を用いて数理モデルを作成する。
- (経験的手法) 地盤上および構造物上で(構造物の規模や構造様式に応じて複数箇所)、入出力関係の常時モニタを実施し、応答特性にかかるデータを蓄積する。その際、構造様式に応じて適切と考えられる物理量(加速度、速度、変位、ひずみ、層間変形角等)をモニタする。入力特性のバリエーション(周波数特性の違いや地震動の振幅の大小)が広いほど高い精度で構造物の動特性を同定可能となるため、長期間にわたってデータを蓄積することが有効である。

なお、モニタリングによって得られる記録は地盤、構造物のいずれについても、ほとんどの場合、弾性域における応答に留まると考えられる。長期間のデータの蓄積により、ごく稀な大きな地震動を経験することで非線形応答特性のモデル化に必要な情報が得られることも期待できる。しかし、そのような記録が得られるまでは、大きな地震動が入力された場合の地盤や構造物の塑性化に対して、実験や理論的手法等に基づいて適切な非線形・弾塑性応答をモデル化する必要がある。

**(c) (構造物の動特性のモデル化)**

構造物の動特性のモデル化にあたっては、以下のような手法を用いることができ、費用対効果を勘案して適切と考えられる手法を採用する。

- (理論的手法) 構造物の物理的諸元に基づいて有限要素解析などに適用可能な詳細な数値モデルを作成する。
- (簡易な理論的手法) 構造物の動特性を適切に表現できる簡易な数理モデルを作成する。簡易なモデルは解析が容易である反面、解析結果が実構造物の単純化のあり方に大きく依存する。単純化にあたっては被害を予測するという目的に合致するように、現象の本質を正しく反映したモデルを注意深く作成しなくてはならない。
- (経験的手法) 実構造物における測定結果に基づいて入出力関係の数理モデルを作成する。測定結果から得られた入出力関係を用いて構造物の動特性を規定するパラメータを同定した上で動特性のモデル化を行うことができる。一方、構造物の物理特性を考慮せずに、入出力関係のみを直接結び付ける深層学習等の手法を採用することも可能である。

**(d) (構造物の動特性の最適化)**



設計値（または動特性モデルから想定される値）と実構造物における測定値との比較をすることで構造物の動特性モデルのパラメータ等をより適切な値に補正（または修正）する。構造物の地震時挙動をより精度よく予測するためには、多くの測定記録の蓄積が有効である。

**(e) (被害の判定規準の設定)**

以上の手順によって得られたサイトスペシフィック地震動および構造物の動特性モデルを用いて個々の構造物が地震時にどのような挙動を示すかを推定する。被害の有無の判断にあたっては、被害発生の状態を適切に定義することが重要である。構造様式および動特性モデルの特性にあわせて応力、変位、塑性率等の適切な物理量の閾値を設定し、被災判定を行う。被災判定には以下に示す判断の詳細レベルが考えられる。構造様式や構造物の重要度等に応じて適切な詳細レベルで被災判定を行うことが望ましい。

- (二値判定) 被害の有無のみを判定する。
- (被災レベル判定) 被災レベルの大小をいくつかの段階にわけて判定する。
- (被災個所判定) 対象構造物のどの部分がどのように破壊(または損傷)するかを推定するとともに、被害形態に応じて被災レベルを判定する。

**3) (被災シナリオの作成) ← [iii] [I]**

想定される、または想定を超える地震外力をうけた場合に製造設備等の構造物のどこでどのような被害が発生し、製造設備がシステムとしてどのように被害の連鎖を生じ得るかという被災シナリオを作成する。

**(a) (個々の構造物の被害形態の列挙)**

何らかの理由により想定内の地震動にたいして十分な対策を行うことができずある程度の被害を許容する場合や、想定を超える地震動をうけた場合に、製造設備等の個々の構造物においてどのような被害が発生し得るかを、構造物の動特性のモデルに基づいて推定する。さらに、その被害によって発生し得る事象を列挙する。

**(b) (想定される危機対応活動の列挙)**

多数の構造物が互いに連携をしながらシステムとして機能しているような場合、個々の構造物等の被害が他の構造物の機能や安全性、また当該事業所における危機対応活動に対して大きな影響を及ぼすことにより、思わぬ二次災害につながる可能性がある。個々の構造物の被害だけではなく、被災後にどのような活動が期待されるのか、その活動にあたって何が必要となるか（資材の運搬に必要な道路や危機対応活動に必要な特殊車両等）も可能な限り列挙する。

**(c) 被災シナリオの作成に際して、考慮すべき事象を可能な限り想定しておくことが重要である。そのために以下のような手法が利用できる。**

- 過去の被害事例の調査。
- 他事業所における同様の検討内容の調査、情報共有。
- 複数の異なる専門分野の技術者によるブレインストーミング(KJ法等の採用)。

**(d) (複数のシナリオの作成)**

一般に、地震の性質（震源特性や伝播経路特性等の違い）によって被害の様態や被害を受ける構造物が異なることが考えられる。そのため複数の被災シナリオを想定することが必要である。

複数の異なるタイプの想定地震のもとで、上で列挙した種々の事象を考慮しながら

ら複数の被災シナリオを作成する。想定される事象が多岐にわたる場合には、たとえばイベントツリーを作成してどのような現象が発生し、どのような終局状態が想定されるかをシステムティックに検討することができる。

#### 4) (弱点の発見) ← [iv] [III]

作成された被災シナリオから、当該事業所における弱点となる部分がどこかを同定し、被害を最小限にとどめることができる適切な対策とその優先順位を決定する。ここで、被害のきっかけとなる事象を「弱点」とよぶこととする。

##### (a) (弱点の同定)

複数のシナリオの中で特に鍵となる事象に着目し、当該事業所における地震に対する弱点の抽出を行う。鍵となる事象とは、シナリオの上流に位置し、かつ複数のシナリオに共通して現われる事象が候補となる。

##### (b) (対策の優先順位の決定)

弱点となる事象を解消（または改善）することによって被災シナリオがどのように変化するかを検討する。これにより、対策による費用対効果の高い事象を抽出することができる。このような検討に基づいて、必要な対策の優先度を判断する。

#### 5) (被害防止対策の実施) ← [v]

想定される地震外力の作用によって製造設備等に被害が発生しないよう、構造物の耐震改修等の対策を実施する。

取りうる対策には以下のものが考えられる。

##### (a) (構造物の直接的な補強)

対象とする弱点が構造物の強度に起因する場合は、想定される地震動に対して構造物そのものが十分な耐力を有するように改修（または補修）する。

しかし、設備の運用上または費用等の制約により容易には改修をおこなうことができない場合には、次に示す何らかの間接的な手法によって補完することで耐震性能の向上をはかることもできる。

##### (b) (直接的な構造物の補強ができない場合の対策)

対象とする弱点を直接的な補強によって解消できない場合、何らかの間接的な手法を用いて補完し、対策する。例えば、以下のような対策が考えられる。

- 配管類や配管と貯槽のとりつけ部分のように構造物そのものを直接、補強することによって耐震化することには限界がある構造物の場合、既に多くの事業所において導入されている緊急遮断弁の設置などによって内容物が漏洩量を制限するようにする。
- 対象とする弱点がどのような物理量にもっとも強く依存するかを構造物の動特性モデル等に基づいて検討した上で、弱点部分において被害と相関が高いの物理量を常時モニタリングする。その際、対象とする物理量の値と被害レベル、被害形態等の関係を明らかにしておくことが重要である。被害形態と対応するように当該物理量の閾値を設定したうえで、物理量の閾値ごとにどのような事象が発生しうるか、というシナリオを作成しておく。それによって、地震発生時にモニタされた物理量から即時に適切なシナリオを選択して確実な危機対応を行う。
- 被害を受けた後の事業所内の人員の行動規範等を事前に決定し、平時において

定期的に訓練を行う。

#### 6) (危機耐性の向上) ← [III]

被災シナリオをもとに被害が事業所内外に拡大しないよう弱点となる部分を中心として危機耐性を向上させるよう改修、補修等を実施する。

想定を超える強震外力を事業所が受けた場合、当初、想定された被災シナリオとはまったく異なる事象が発生することも考えられる。想定を超える地震外力による被害の拡大を防止するためには、想定外の地震外力によって発生する事象を可能な限り想定範囲内にとどめるための工夫が必要である。

耐震性能の向上の対策をおこなう過程で事業所内の弱点を明確化して被災シナリオを作成していることを前提とすると、想定外の地震外力を受けた場合にも弱点が弱点として挙動することで被災シナリオが想定外のものとならないようにすることが期待できる。

そのために以下のような対策が考えられる。

- 想定外の地震外力を当該事業所が受けた場合には、何らかの被害が生じる可能性が高いことを事業所内の人員、事業所外の住民等に周知するためのルールや方法を策定しておく。
- 想定外の事象が生じて電力等を喪失した場合にあっても装置を安全に停止させることができるよう、パッシブな自動停止機構を導入する。
- 事業所内外へ被害が拡大しないためには、たとえ貯槽や配管類が破壊されても内容物等が外部に流出しないように対策を行う。以下にその例を挙げる。
  - 貯槽の脚や架台が倒壊したとしても、貯槽本体が損傷をしなければ内容物の漏洩は生じない。そこで、配管類の緊急遮断弁による内容物の確保のみならず、貯槽本体の倒壊方向や倒壊過程を制御することで貯槽本体が致命的な損傷をうけないような対策を施す。
  - 万一、貯槽本体の損傷により内容物が漏洩した場合でも、耐震性の高い防液堤を用いることによって内容物が周囲に拡散しないようにする、といったことが考えられる。また、有害物質の拡散の有無を定量的に判断できるように事業所の敷地境界付近で有害物質の濃度等を常時モニタしておく。
- 想定外の地震外力によって当初想定されている弱点以外の部分が被災しないように、構造物全体系の構成に留意する<sup>1</sup>。
- 高圧ガス施設では、圧力容器等の機器に比べて支持構造物等の非耐圧部材の強度が相対的に低い場合、部材接合部分等の構造不連続部分に高い応力が発生する場合、配管系が周囲から外力を受ける場合等において、支持構造物、部材接合部分、配管系等は構造物全体系における弱点となりえるが、これらの弱点のなかでも破壊する場所を特定できるように、構造物を構築する。
- 弱点を重点的にモニタすることで、全体の挙動を予測できるようにする。すなわち、弱点に損傷がなければ全体も健全である、という判断ができるものと考えて、最小限のモニタリングによって事業所内のシステム全体の挙動を直ちに判断できるよう

---

<sup>1</sup>高圧ガス施設には機器の破壊を防止するために爆風や爆圧を逃がすための爆発扉等が設けられることがあるが、これと同様の考え方を地震時の構造物全体系の挙動に対して導入することを念頭に置いている。すなわち、想定外の地震動による破壊カ所を特定することで構造全体系の破壊過程を制御しようとするものである。

にする。

- 弱点の破壊等により被災した場合に、被災した構造物等がその後の防災活動等を妨害しないように破壊の過程を制御する。以下にその例を挙げる。
  - 被災した構造物による道路閉塞が生じないように倒壊方向を制御する。
  - 構造物が倒壊する際に、危険物を含む別の構造物や重要な情報通信設備等を破壊しないように、倒壊過程を制御する。または、なんらかの防護工を設置する。

#### 7) (危機対応策の策定) ← [vi] [IV]

作成された被災シナリオの中で被害を許容する場合や、想定を超える地震動によって製造設備等に被害が発生した場合にどのように対応するか危機対応活動を策定する。

当該事業所において想定される地震動ごとに被災シナリオが作成されるが、実際の地震発生時には現場の人員（技術者や作業員等）には全体の事象を俯瞰することはできない。このことによって危機対応に遅れを生ずる場合があり、その後の二次災害等につながるリスクを有している。このような問題を回避するためには、以下のような対策が考えられる。

- (中央集約型対応) 地震外力や被災状況に関する情報を集約して最高責任者が意思決定をする。そのためには、情報伝達システムや指揮系統の明確化が必要となる。
- (現場分散型対応) 現場にいる人員にとっては目の前の事象が全てであり、それに全力で対応することが当面の目標となる。そのため、被災シナリオにおいて特定の部署で発生するであろう事象を個別に抽出し、その部署の担当者に期待される対応を単純化しておくとともに、常時の訓練を行っておくことが必要である。
- (判断の優先順位) 現場における判断と中央の判断が異なる場合、どちらを優先して対応を進めるか、を事業所ごとに方針を決定しておくことが必要である。さもなくば、現場が混乱してますます対応に遅れが生ずるリスクが増す。

大規模な地震が発生して、実際に被災するまで現実にどのような事象が発生するかはわからない。しかし、事前に作成した被災シナリオに基づいてできる限り最適な対応を行うことが求められる。そのためには以下のような準備が考えられる。

- (訓練) 事業所内の人員が異常時にどのような行動をとるべきかの規範を明確にし、常時に定期的に訓練を実施する。訓練は必ずしも設備を停止するような大規模なものではなく、図上訓練のようなものを担当部署ごとに実施する、といった方法も有効である。
- (整備) 常時に利用せず、緊急時のみに利用することが想定されている装置等が必要なときに確実に動作するためには常時のメンテナンスが必要である。異常時のみに用いられる装置等は必要なときに忘れられるリスクが高いため、できる限り、常時の装置を緊急時にも転用できるような仕組みを工夫することが有効である。
- (自動処理) 大規模な地震時には、複数の個所が同時多発的に異常に至ることが考えられる。このような場合には、現場の判断と対応には限界があるため、モニタリングデータを活用して自動化できる部分は自動化して、担当者の負担を軽減することは有効である。

危険物等を取り扱う構造物等では、大きな地震動を受けると同時に運転等を停止して安全な状態を移行しなくてはならない場合がある。そのような場合、運転員等

の判断を待たずに換震器（地震計）の記録に基づいて自動的に運転等を停止するようなシステムの導入は有効である。

このような自動処理を活用することによって、担当者は冷静に対応ができる余裕を持つことができると期待される。

ただし、自動処理には、一般に、第一種と第二種の過誤による誤作動が含まれることに注意して、保守的または積極的な対応アルゴリズムを事業所ごと、担当部署ごとの目的にあわせて検討することが重要である。

- （危機対応支援） 現実に発生した事象が事前に準備した複数のシナリオのうちどのシナリオに近いのかを判断することができればその後の危機対応をスムーズに進めることができる可能性がある。種々のモニタリングデータをもとに適切と考えられるシナリオを選択して自動的に提示するといった支援は有効と考えられる。
- （冗長化） 事業所内の多くのシステムが電力に依存しているため、電力の喪失にもなって全ての機能が失われると制御不能に陥るリスクがある。製造設備等のためだけでなく危機対応に必要な電力まで含めて自家発電等によって確保しておくことが期待される。

#### 8) （被災シナリオの再構築） ← [vii] [V]

弱点の改修等にもなって被災シナリオは変化する。そのため、[iii] → [vii] または [I] → [V] のループを繰り返して、現実にあわせた対策をすすめる。必要に応じて、想定にかかわる [i]、 [ii]、 [viii]、 [VI] のいずれかまたは全てに立ち戻って想定的高度化や高精度化をすすめ、対策に反映する。

#### 9) （モニタリングの実施） ← [viii] [VI]

製造設備等の常時の挙動を測定し、測定記録に基づいてそれらの動特性をモデル化し、構造物等の弱点の同定に利用する。地震時には設備等の挙動をリアルタイムに把握し、それに基づく被災判定や危機対応を支援する。

目的に応じて適切なモニタリング記録を組み合わせる。

##### (a) （サイトスペシフィック地震動の想定）

少なくとも事業所の敷地内の構造物による地盤震動の影響が少ないと思われる地表面に地震観測点を設置して、長期間にわたって地震動を観測する。得られた記録は、半経験的グリーン関数法を用いて当該事業所において精度の高いサイトスペシフィック地震動を推定するために利用することができる。

##### (b) （地震動の地盤増幅特性の推定）

ボーリング孔に地震計を埋めて、地表面における地震計とあわせて地震観測を行うことで（これを鉛直アレー観測という）、事業所の地盤における地震動の増幅特性を推定するために記録 を利用することができる。これにより、より高い精度で当該事業所の地震動特性をモデル化できる。

##### (c) （地震動の空間変動特性の推定）

事業所の敷地が広い場合、広くなくても地下の地質構造が変化に富んでいることが予想される場合は、敷地内の異なる場所ごとに地震動が大きく異なることがある。敷地内の複数個所に地表面または鉛直アレーによる地震観測を実施することで当該事業所において地震時に揺れやすい場所、揺れにくい場所を推定することができる。鉛直アレー観測を複数地点で実施すると、敷地内における地震動の 3 次元の空間変

動特性を得ることができる。

**(d) (地下水位、気象状態等のモニタ)**

事業所が液状化の発生可能性のある場所や地滑りの危険がある場所に立地する場合、地下水位や雨量等の気象データをモニタすることは有用である。液状化リスクの季節変動等を勘案することにより、より適切な危機対応を策定することが可能となる。

**(e) (構造物の動特性の推定)**

地下を含む地盤および構造物上の 1 つ以上の個所で同時に地震観測を継続することで、構造物の動特性のモデル化のための記録を得ることができる。地震時に当該構造物がどのような振動をするかを動特性を規定するパラメータを同定することで数理モデルを構築することができる。また、構造物の入出力関係を深層学習等の手法を利用して直接、モデル化することも可能である。

対象とする構造物の規模が大きい場合には、振動特性を同定しやすい場所を適切に選んで複数の地震計を設置することでより高い精度で構造物の数理モデルを構築できる。

**(f) (システムの健全度のリアルタイムモニタ)**

モニタすべき物理量は地震による振動とは限らず、製造設備内の内容物の容量、流量等多岐にわたる。事業所における製造設備等の相互の関係を考慮した上で、製造設備全体のシステムが正しく機能しているかどうかを種々の物理量をモニタすることによってリアルタイムに知ることは有用である。

**(g) (弱点のモニタ)**

被災シナリオを作成することで弱点の抽出が可能となるが、弱点となる部分を重点的にモニタすることで、システム全体の健全度を判定することに有効である。当該弱点における破壊状態がどのような物理量と高い相関関係にあるかを勘案して適切な物理量をモニタする。

**(h) (危機対応の自動化)**

常時にはモニタリングシステムは通常システムの健全度の確認および、事前対策としての構造物等の動特性のモデル化のために利用される。しかし、地震等の緊急時にはシステムの緊急停止等の自動処理のトリガとして利用することができる。また、大規模な地震の場合は、多くの異常が検出されるために現場において対応の優先順位が決定できなくなることが考えられる。そのような場合には、モニタされたデータをもとに緊急対応支援を行うよう事前に準備をしておくことが可能である。

**(i) (モニタリングシステムの冗長化)**

事業所内の各所から得られるモニタデータに基づいて、危機対応を行う場合、重要なデータのエラー、誤表示が誤った意思決定を引き起こす可能性がある。そのため、電源の冗長化やモニタリングシステムの冗長化などを行うことで危機対応をスムーズに実施できるようにすることが有効である。

別添 2 危害予防規程に追加する事項の対応表  
(改正省令・平成 24 年度案)

<p>一般高圧ガス保安規則の省令改正 (危害予防規程の届出等) 第63条の追加規定</p>	<p>危害予防規程に規定すべき項目 (案) 平成24年度報告書の内容に項目を追記</p>	<p>具体例 (案)</p>
<p>第63条第2項第7号 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関すること。</p>	<p>1 大規模な地震に係る防災及び減災対策 1.1 地震に対する基本方針、緊急時の体制の確立 1.2 緊急措置訓練、避難訓練等の実施 1.3 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認 1.4 地震に対する事前及び事後対策の実施 (特定の事業所向け) 1.5 その他必要な教育訓練等の実施</p>	<p>本事業にて検討</p>
<p>第63条第9項 津波防災地域づくりに関する法律(平成二十三年法律第百二十三号)第八条第一項の規定により津波浸水想定(同項に規定する「津波浸水想定」をいう。以下同じ。)が設定された区域内にある事業所に係る法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、第二項各号に掲げるもののほか、当該津波浸水想定に応じた次の各号に掲げる事項の細目とする。</p>	<p>津波対策として危害予防規程に規定すべき項目 2.1 津波浸水予測 国、都道府県が検討及び公表している津波の規模、浸水範囲等を踏まえた事業所の津波浸水予測</p>	<p>平成24年度報告書の具体例を精査</p>
<p>第63条第9項第1号 津波に関する警報が発令された場合における当該警報の伝達方法、避難場所、避難の経路その他の避難に関すること。</p>	<p>1 情報の伝達等 1.1 情報の入手方法 津波警報等の各種情報の入手手段の確保 1.2 情報の処理及び事業所内外の従業員、協力会社社員等への伝達方法等 a) 緊急時の対応組織 b) 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置 c) 情報の伝達方法、伝達経路 d) 情報の伝達が困難な場合の措置</p>	<p>平成24年度報告書の具体例を精査</p>



	<p>e) 津波警報等発令時の帰宅制限等について</p> <p>f) 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置</p> <p>g) その他</p> <p>3.3 事業所内外の全従業員の津波からの避難</p> <p>a) 浸水予測に応じた避難場所</p> <p>b) 浸水予測に応じた避難経路</p> <p>c) 避難指示の伝達方法</p> <p>d) 食料及び避難場所での必需品の確保</p>	
<p>第63条第9項第2号</p> <p>津波に関する警報が発令された場合における作業の速やかな停止、設備の安全な停止並びに避難時間の確保に係る判断基準、手順及び権限に関すること。</p>	<p>3 津波による高圧ガス製造施設の被害予防対策</p> <p>3.2 緊急停止措置等</p> <p>3.1 a)及びb)の措置及び高圧ガス設備の緊急停止措置等に係る従業員の安全な避難を大前提とした手順等を確立</p> <p>a) 緊急措置等の責任者及び不在時の代理者の権限の明確化</p> <p>b) 判断基準</p> <p>c) 操作手順</p>	<p>平成 24 年度報告書の具体例を精査</p>
<p>第63条第9項第3号</p> <p>津波に関する防災に係る必要な教育、訓練及び広報に関すること。</p>	<p>5 教育訓練</p> <p>5.1 地震・津波に対する心構え、緊急時の体制等</p> <p>5.2 緊急措置訓練</p> <p>5.3 避難訓練</p> <p>5.4 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認</p> <p>5.5 関係事業所等と協力した容器回収訓練</p> <p>5.6 その他必要な教育訓練</p>	<p>平成 24 年度報告書の具体例を精査</p>
<p>第63条第9項第4号</p>	<p>2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定</p>	<p>平成 24 年度</p>

<p>津波による製造設備又は貯蔵設備の破損又は流出による事業所内及び周辺地域において想定される被害並びに当該被害が及ぶと想定される地域を管轄する都道府県知事及び市町村長に対する当該被害の想定に係る情報提供に関すること(当該事業所の所在地における津波浸水想定が三メートルを超える場合に限る。)</p>	<p>2.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定 2.1 の津波浸水予測等を活用し、また、過去に発生した震災による被害状況を参考とした想定</p> <p>2.3 都道府県等への情報提供 a) 評価をした被害想定等の情報についての都道府県及び市町村への提供のための措置 b) 近隣住民への被害想定に関する情報提供</p>	<p>報告書の具体例を精査</p>
<p>第63条第9項第5号 充填容器等(高圧ガスを燃料として使用する車両に固定した燃料装置用容器を除く。以下この号において同じ。)の事業所からの流出防止を図るための措置並びに流出した充填容器等の回収方針に関すること(当該事業所の所在地における津波浸水想定が一メートル(車両に固定した容器に係る事項にあつては、二メートル)を超える場合に限る。)</p>	<p>3.1 高圧ガス製造施設の安全確保 b) 容器、タンクローリ等の安全確保 津波浸水による容器の事業所外への流出防止対策、タンクローリの事業所外への流出防止、安全な場所への待避等の措置</p> <p>4 流出容器等の回収 津波浸水により事業所外へ流出した容器等の回収に係る措置 a) 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制 b) 協力体制(流出容器の対処方法)の周知(通常時及び発災後)</p>	<p>平成24年度報告書の具体例を精査</p>
<p>第63条第9項第6号 津波に関する警報が発令された場合における緊急遮断装置、防消火設備、通報設備、防液堤その他の保安に関する設備等の作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における対応策に関すること。</p>	<p>3.1 高圧ガス製造施設の安全確保 a) 高圧ガス設備の安全確保 1) 津波浸水による被害を防ぐための措置 2) 津波による浸水のおそれがある状況において、津波到達までの限られた時間で製造・入出荷設備を完全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置 3) 保安に係る設備に関する措置 事業者は、以下の保安に係る設備等に関する作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における対応策</p>	<p>平成24年度報告書に具体例が有り、具体例を精査</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 緊急遮断装置</li> <li>b) 防消火設備</li> <li>c) 通報設備</li> <li>d) 防液堤</li> <li>e) その他</li> </ul>	
<p>第63条第9項第7号</p> <p>津波による被害を受けた製造施設の保安確保の方法に関すること。</p>	<p>4 津波後の製造施設の保安の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 津波後の製造施設の被害状況の確認</li> <li>b) 被害を受けた設備の応急措置</li> </ul>	本事業にて検討
<p>第63条第10項</p> <p>津波防災地域づくりに関する法律第八条第一項の規定による津波浸水想定の設定の際、当該想定が設定された区域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第一種製造者は、当該設定があつた日から一年以内に、前項に規定する事項の細目について、法第二十六条第一項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。</p>	検討不要*	検討不要

別添 3 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関することとして  
危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）

## 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関することとして 危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）

大規模な地震への防災及び減災対策として、危害予防規程に規定すべき項目及び項目に応じた対応策等の例示を以下に示す。これまでは、事業所における大規模地震への対策について危害予防規程では具体的に定められていなかったが、東日本大震災における被害状況や南海トラフ地震や首都直下地震等の大規模地震の発生が危惧されていることを踏まえて基準が改正されたことに伴い、事業者による取組みの促進といった対策の具体化を推進するものである。

なお、危害予防規程の策定に際しては、他の法律等に基づいて要求される同様の規制、政府が公表する防災対策等の指針等、地方自治体の地域防災計画等で要求される事項との整合を考慮して策定しなければならない点には、特に注意が必要である。

### 1 大規模な地震に係る防災及び減災対策

#### 1.1 地震に対する基本方針、緊急時の体制の確立

#### 1.2 緊急措置訓練、避難訓練等の実施

#### 1.3 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認

#### 1.4 地震に対する事前及び事後対策の実施（特定の事業所向け）

#### 1.5 その他必要な教育訓練等の実施

（解説）

大規模な地震に係る防災及び減災対策において、大規模な地震の発生に伴い強い地震動を感知または事前に予測された段階で、設備を安全に停止することが基本となる。

そのためには、大規模な地震の発生に伴う強い地震動を受けた場合の設備の停止手順を明確にしておく。また、強い地震動等により製造施設において漏えい等の被害が発生した場合の作業手順及び被害拡大の防護策をあらかじめ定めておくことや、発災時に適切な対応が取れるよう、平時から体制を整えておくことが重要である。

設備の緊急停止の措置は、計器室からの遠隔操作や現場での手動操作などがあり、事業所の規模、設備の種類等によって異なるので、各事業所の実状に沿ってその手段を考える必要がある。なお、地震後の安全性が確認されるまでは、緊急停止した設備の運転開始の作業は行ってはならない。

また、緊急措置訓練等を定期的実施し、防災活動等の習熟を図るとともに、訓練結果等に応じて措置内容等の見直しを行うものとする。なお、夜間、休日等の事業所内の従業員（来訪者、協力会社社員を含む。）が少なくなる時期や定期修理時等のような多数の作業者が入構している場合を考慮した訓練も行うものとする。

なお、移動式製造設備により製造を行う事業者は、移動式製造設備の移動中及び移動先も含めた防災及び減災対策を検討する必要がある。

さらに、特定の事業所（第一種製造者のうち、一日に処理することができるガスの容積（処理能力）が100万 $m^3$ （貯槽を設置して専ら高圧ガスの充てんを行う場合にあっては200万 $m^3$ ）以上の事業所）については、大規模な地震に対する事前及び事後対策の実行計画を定めるものとする。

（具体例）

- 1) 地震に対する基本方針、緊急時の体制の確立 a) 事業所所在地周辺で発生が想定される主な大規模地震に関する情報収集
- b) 地震等発生時における行動基準の策定
- c) 事業所の緊急時の防災体制と役割等の周知徹底
- 2) 緊急措置訓練、避難訓練等の実施
  - a) 地震発生時における情報周知訓練、製造装置の緊急停止措置訓練 b) 地震発生時における避難訓練、避難完了確認訓練、安否確認訓練
  - c) 関係事業所、行政機関、近隣住民等と協力した防災訓練、避難訓練

- 3) 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認
- a) 事業所敷地内に避難場所を設けた場合の食糧や必需品の確保状況等の確認
  - b) 消費期限等に伴う食糧等の更新
- 4) 地震に対する事前及び事後対策の実施
- 地震に対する事前及び事後対策に関する実行計画を定める。地震に対する事前及び事後対策の内容は、別添1「大規模な地震に係る防災及び減災対策に関すること 対応策の例示」を参考にできる。
- 5) その他必要な教育訓練等の実施
- a) 事業所の被災状況の関係行政機関への通報訓練
  - b) 事業所の被災状況の近隣住民への情報周知訓練
  - c) 地震や津波の終息後における製造装置の被害状況確認訓練
  - d) 保安に係る設備等に関する作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における措置
- 保安に係る設備等に対して以下の例を参考に地震対策を講じる。また、これらの設備類の機能が失われた場合の影響や、その対策についても検討しておく必要がある。
- i. 緊急遮断装置、防消火設備、通報設備、防液堤、電気設備、計装設備の耐震性能のチェック及び必要な耐震性能の強化もしくは代替手段の確保及び作業手順の確立
  - ii. 制御室、電気室、非常対策本部設置場所の耐震性能の向上（建屋の耐震化）
  - iii. 事業所全停電に備えて非常用発電機の設置及び計装用蓄電池のバックアップ能力の強化
  - iv. 消防車両が地震後に通行可能な道路等の整備、可搬式消火ポンプ配備
  - v. 通報設備の健全性のチェックと代替手段の確保
  - vi. その他高圧ガス設備を安全に維持するために最低限必要な設備（保安用不活性ガス供給設備、非常用電源、冷却・防火用ポンプ等）の機能確保

## 最後に

国民の生活に不可欠な高圧ガスの製造、供給等を行う高圧ガス製造事業者は、大規模地震への対策の検討を行うことに加え、大規模地震後の被災地域への高圧ガス供給等の復旧計画に対しても配慮することが期待される。ただし、これは高圧ガス保安法で規制、要求される事項ではない。

大規模地震が起これば、高圧ガス製造事業者も被災者であり、一事業者単独で復旧計画等を立てることは困難なことが予想されるので、地方自治体、高圧ガス関係業界等と連携して検討しておくことが望まれる。

想定される大規模地震への対策として、あらかじめできることを可能な範囲で検討しておき、継続的に見直していくことが重要と考える。

## 別添 4 津波対策として危害予防規程に規定すべき項目と具体的対応策の例示（案）

## 津波対策として危害予防規程に規定すべき項目と 具体的対応策の例示（案）

津波への対策として、危害予防規程に規定すべき項目及び項目に応じた対応策等の例示を以下に示す。これまでは、事業所における津波への対策について危害予防規程では具体的に定められていなかったが、東日本大震災における被害状況を踏まえて基準が改正されたことに伴い、事業者による取組みの促進といった対策の具体化を推進するものである。

なお、危害予防規程の策定に際しては、他の法律等に基づいて要求される同様の規制、地方自治体の地域防災計画等で要求される事項との整合を考慮して策定しなければならない点には、特に注意が必要である。

### 1 情報の伝達等

#### 1.1 情報の入手方法

##### 津波警報等の各種情報の入手手段の確保

（情報の入手手段の例）

情報の入手手段として次のようなツールがあるが、非常時における確実な情報の入手のために、複数の手段を確保しておく必要がある。

- a) 地震津波警報機
- b) 防災放送
- c) テレビ（含む緊急警報放送）、ラジオ（含む緊急警報放送、緊急告知 FM ラジオ）
- d) 携帯電話、緊急速報メール（エリアメール）
- e) インターネットサイト
- f) 広報車（消防等）
- g) MCA 無線
- h) 衛星電話

（解説）

#### 1 津波警報等について

気象庁が発表する津波警報・注意報の種類は表 1 のとおり。



表1 津波警報・注意報の種類（気象庁 HP より）

種類	発表基準	発表される津波の高さ		想定される被害と取るべき行動
		数値での発表 (津波の高さ予想の区分)	巨大地震の場合の発表	
大津波警報	予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合。	10m超 (10m<予想高さ)	巨大	木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれます。 沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
		10m (5m<予想高さ≤10m)		
		5m (3m<予想高さ≤5m)		
津波警報	予想される津波の高さが高いところで1mを超え、3m以下の場合。	3m (1m<予想高さ≤3m)	高い	標高の低いところでは津波が襲い、浸水被害が発生します。人は津波による流れに巻き込まれます。 沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
津波注意報	予想される津波の高さが高いところで0.2m以上、1m以下の場合であって、津波による災害のおそれがある場合。	1m (0.2m≤予想高さ≤1m)	(表記しない)	海の中では人は速い流れに巻き込まれ、また、養殖いかだが流失し小型船舶が転覆します。 海の中にいる人はただちに海から上がって、海岸から離れてください。

## 2 多重化について

地震の揺れが強い場合には停電や通信機能の途絶等が考えられるので、各手段の特性を鑑みて、複数の手段を組み合わせることで確保しておく必要がある。（例えば、携帯電話等でも、異なる通信会社のものを採用する等の工夫が考えられる。）

## 3 予備電源の確保

停電時の対応として、予備電源（簡易発電機・充電器、バッテリー、乾電池等）の確保は重要である。情報入手手段について定期的に機能維持状況を確認するとともに、予備電源についても定期的に確認を行い、必要な整備、更新、補充等を行っておく必要がある。

## 4 地方自治体からの情報提供

地方自治体が提供する災害情報については、緊急速報メール等を導入するケースが増えており、自事業所管轄の自治体の状況を確認し、有効に活用されたい。

## 5 その他

- a) 消防機関等と連携し、ホットラインを設置するようなことも考えられる。
- b) 情報の入手手段により、自動的に受信するもの、受信行動を起こさないと受信しないもの等があるので、非常時の情報入手行動についても、採用した手段に応じてあらかじめ決めておく必要がある。
- c) c) インターネットサイト等、多様な情報源からの情報は有効に活用できるものであると同時に、デマや誤情報に注意が必要である。

## 1.2 情報の処理及び事業所内外の従業員、協力会社社員等への伝達方法等

津波警報等の各種情報の処理並びに事業所内外の関係者への伝達方法等に関する措置

- a) 緊急時の対応組織
- b) 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置
- c) 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等
- d) 情報の伝達が困難な場合等の措置について
- e) 津波警報等発令時の帰宅制限等について
- f) 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置
- g) その他

(解説)

1 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置

大規模事業所では、入出門の管理システムを導入している例が多くなっている。

2 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等

構内放送、無線、広報車の出動等によるほか、携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等が考えられる。また、視覚的方法として、旗、発煙筒等の手段も考えられるが、事業所内の全ての人間に情報の伝達が行えるよう配慮することとし、地震による停電、設備の破損等を踏まえた予備電源の確保、耐震化対策、多重化等を十分に考慮しなければならない。

あらかじめ定めた言葉、合図等により、取るべき行動、避難場所等を伝達するものとする。

上記の内容については、事業所内に掲示するとともに非常時の行動マニュアル（ポケットサイズ）として従業員等に配布、携行させておくようなことも考えられる。

3 情報の伝達が困難な場合等の措置について

情報の伝達が行われなかった、又は何らかの理由により情報を受け取れなかった場合を想定し、地震発生時等に取りべき行動をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

4 津波警報等発令時の帰宅制限等について

緊急時の対応組織の責任者が、得られた情報から従業員等の帰宅可否を判断することとし、帰宅時の津波による被災を防止する。また、帰宅者には、最新の情報及び安全情報を書面で配布する等の安全確保に配慮するとともに、帰宅者の数を正確に把握しておく必要がある。

5 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等は、事業所外の従業員に対して有効ではあるが、通信状況等を考えれば大きな不安がある。このため、情報の伝達が困難な場合等の措置に準じて、地震発生時等に取りべき行動（事業所を目指すのか、公共の避難場所等の安全な場所を目指すのか等）をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

## 2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

### 2.1 津波浸水予測

国、都道府県等が検討及び公表している津波の規模、浸水範囲等を踏まえた自事業所の浸水予測

(解説)

1 津波浸水予測

津波浸水予測に関しては、国又は都道府県等が検討及び公表している資料等を活用する。

2 浸水予測の参考となる資料の提供元

a) 内閣府

1) 地震・津波対策

<http://www.bousai.go.jp/jishin/index.html>

2) 南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定公表について

[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough\\_info.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_info.html)

b) 国土交通省

1) 津波防災地域づくりに関する法律について

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/tsunamibousai.html>

[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough\\_info.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_info.html)

2) 国土地理院

<http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html>

任意の地点での標高がわかる Web 地図（試験公開中）

c) 都道府県

都道府県が検討及び公表している津波浸水予測については、次のとおりである（平成 30 年 11 月時点で確認されたもののみ記載）。なお、市町村レベルでより詳細な津波浸水予測を検討及び公表している場合もあるため、それらも併せて活用されたい。

- ・北海道 : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/tunamisinnsuiyosokuzu.htm>
- ・青森県 : <https://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-sinsuisoutei.html>
- ・岩手県 : <http://www.pref.iwate.jp/kasensabou/kasen/fukkyuu/008327.html>（「津波防災地域づくりに関する法律」に基づく、津波浸水想定ではないが公表されている情報）
- ・宮城県 : <https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kikitaisaku/ks-sanzihigai-sinsuiyosokumap-top.html>（「津波防災地域づくりに関する法律」に基づく、津波浸水想定ではないが公表されている情報）
- ・秋田県 : [https://www.bousai-akita.jp/pages/?article\\_id=293](https://www.bousai-akita.jp/pages/?article_id=293)
- ・山形県 : <https://www.pref.yamagata.jp/ou/kankyoenergy/020072/kochibou/tsunamisinnsuih28.html>
- ・福島県 :
- ・茨城県 : <http://www.pref.ibaraki.jp/doboku/kasen/coast/035100.html>
- ・栃木県 : （内陸県）
- ・群馬県 : （内陸県）
- ・埼玉県 : （内陸県）
- ・千葉県 : <https://www.pref.chiba.lg.jp/kendosei/tsunami-press.html>
- ・東京都 :
- ・神奈川県 : <http://www.pref.kanagawa.jp/docs/jy2/cnt/f532320/>
- ・新潟県 : <http://www.pref.niigata.lg.jp/bosaikikaku/h29tsunami.html>
- ・富山県 : [http://www.pref.toyama.jp/cms\\_sec/1004/kj00017580.html](http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1004/kj00017580.html)
- ・石川県 : [http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri\\_g/tsunami\\_info.html](http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri_g/tsunami_info.html)  
<http://www.pref.ishikawa.jp/bousai/tsunami/index.html>
- ・福井県 : <http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tunami-soutei.html>（「津波防災地域づくりに関する法律」に基づく、津波浸水想定ではないが公表されている情報）
- ・山梨県 : （内陸県）
- ・長野県 : （内陸県）
- ・岐阜県 : <https://www.pref.gifu.lg.jp/kurashi/bosai/bosai-taisaku/11115/tsunami.html>
- ・静岡県 : <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/4higaisoutei/tiikidukurihou.html>
- ・愛知県 : <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kasen/0000077984.html>
- ・三重県 : <http://www.pref.mie.lg.jp/D1BOUSAI/88911000001.htm>
- ・滋賀県 : （内陸県）
- ・京都府 : <https://www.pref.kyoto.jp/kikikanri/news/2803tsunamisotei.html>
- ・大阪府 : [http://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/keikaku\\_higaisoutei/tunami\\_soutei.html](http://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/keikaku_higaisoutei/tunami_soutei.html)
- ・兵庫県 : <https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk37/nantorashinsuisouteizu.html>
- ・奈良県 : （内陸県）
- ・和歌山県 : [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/082500/tsunami\\_keikai.html](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/082500/tsunami_keikai.html)

- ・ 鳥取県 : [https://www.pref.shimane.lg.jp/bousai\\_info/bousai/bousai/bosai\\_shiryo/tsunamishinsui\\_souteizu\\_H29.html](https://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bousai/bosai_shiryo/tsunamishinsui_souteizu_H29.html)
- ・ 島根県 : <https://www.pref.tottori.lg.jp/274286.htm>
- ・ 岡山県 : <http://www.pref.okayama.jp/page/329011.html>
- ・ 広島県 : <http://www.takashio.pref.hiroshima.lg.jp/portal/top.aspx>
- ・ 山口県 : <http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/tsunami-soutei.html>
- ・ 徳島県 : <https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2012121000010/>
- ・ 香川県 : [https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2\\_2/dir2\\_2\\_6/w5s9fz160205134305.shtml](https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir2/dir2_2/dir2_2_6/w5s9fz160205134305.shtml)
- ・ 愛媛県 : <https://www.pref.ehime.jp/bosai/higaisoutei/shinsuisoutei.html>
- ・ 高知県 : <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170201/tsunamimap.html>
- ・ 福岡県 : <http://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/tsunami.html>
- ・ 佐賀県 : <http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00312186/index.html>
- ・ 長崎県 : <http://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/machidukuri/kowan-kuko/kouwan-kowan-kuko/292248.html>
- ・ 熊本県 : [http://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_229.html](http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_229.html)
- ・ 大分県 : <https://www.pref.oita.jp/soshiki/18700/tsunamisinsui.html>
- ・ 宮崎県 : <https://www.pref.miyazaki.lg.jp/kiki-kikikanri/kurashi/bosai/page00150.html>
- ・ 鹿児島県 : <http://www.pref.kagoshima.jp/ah07/bosai/sonae/sonae/tsunami.html>
- ・ 沖縄県 : [https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/kaibo/h27tunami/h27tunami\\_a.html](https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/kaibo/h27tunami/h27tunami_a.html)[https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/kaibo/h27tunami/h27tunami\\_b.html](https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/kaibo/h27tunami/h27tunami_b.html)

d) その他

- 1) 津波痕跡データベース(東北大学 原子力安全基盤機構)

<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/>

- 2) 東北地方太平洋沖地震津波情報(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ)

<http://www.coastal.jp/ttjt/>

## 2.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

### 2.1 の津波浸水予測等を活用し、また、過去に発生した震災による被害状況を参考とした想定

(被害想定の実施について)

#### 1 対象事業者

「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について 総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会 平成 24 年 4 月」(以下「地震・津波対策報告書」という。)においては、想定浸水深が 3m 以上となる事業者に対応を求めている。

#### 2 前提条件

高圧ガス製造施設に押し寄せる津波の浸水深、方向、瓦礫等の流出物、製造施設の劣化状況等によって高圧ガス製造施設が被る被害は異なる。被害想定的前提条件を一律に規定することは困難であるため、前提条件については各事業者が定める。

この場合、前提条件の考え方としては、次のような例が考えられる。

- a) 高圧ガス製造施設(事業所)の全壊
- b) 動機器、配管等の損傷(比較的少量の漏洩、小規模な火災、流出等)
- c) 貯槽等の損傷(大量漏洩、大火災、爆発、流出等)
- d) 容器、タンクローリ等の流出
- e) 浸水のみ
- f) その他 a)~e)の組み合わせ

#### 3 被害想定

上記 2 の前提条件の下、地域防災計画、避難場所の整備等(地方自治体が行う津波対策)の参考となるよう被害想定を行う。

(解説)

2.1 の津波浸水予測及び過去に発生した津波被害等を参考に、自事業所の高圧ガス製造施設に対する被害想定及び自事業所外近隣地域への被害想定を実施する。この場合、コンビナート事業所など高圧ガス製造施設以外の危険物施設が多数設置されている場合は、危険物施設等が被害を受けた場合の高圧ガス製造施設の影響について検討を行う必要がある。

#### 1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深 3m 以上となる事業者に対応を求めている。しかし、想定浸水深 3m 未満の事業者被害が生じないことを保証するものではない。

#### 2 前提条件及び被害想定

被害想定情報が地方自治体の地域防災計画等に反映されることから、前提条件や被害想定に関しては、地域全体の問題として地方自治体と事業者との間で調整して行うことが望まれる。

被害想定に関しては、次の 3~5 に示すように詳細な被害想定を行うか、又は事業所周辺(広域避難場所、住民の避難経路、主要幹線道路等)への影響評価を大まかに行うことでも足りるものとする。

#### 3 高圧ガス製造施設の被害

津波の影響(波力、浮力等)による高圧ガス製造施設の被害の評価方法等については、過去の津波による被害実態等を踏まえ、事業者が自ら定めた前提条件に関する高圧ガス製造施設の被害を類推する。

また、困難ではあるが、地震動による影響を受けた後に津波による影響も受けることも勘案して被害の類推を行うこ

とが望まれる。

参考資料：平成26年度石油精製業保安対策事業（高圧ガス取扱施設における地震・津波時の対応に関する調査）（2）津波の波力、設備の浮力、漂流物の影響等の評価手法の検討 報告書 ([http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2015fy/000127.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000127.pdf))

#### 4 被害（災害）の分類

津波による被害には関わらず、高圧ガス製造施設に起こりうる代表的な災害を分類すると、おおよそ次のようなものが考えられる。

- a) 配管、圧力容器等からのガスの漏洩
- b) 可燃性ガスによる火災、爆発
- c) 可燃性液体による火災
- d) 毒性ガスによる障害
- e) 圧力容器の内圧上昇による破裂
- f) 高圧ガス設備の流出

#### 5 被害想定

高圧ガス製造施設が津波（地震）による被害を受け、内容物の流出等の現象が発生することによって、上記4のような災害が発生する。内容物の流出等の現象が仮に発生したとして危害範囲がどの程度に及ぶ可能性があるのかを調べるのが被害想定評価である。

以下に、被害想定評価に係る着眼点を示す。

##### 5.1 漏洩、拡散

###### a) 可燃性物質の場合

漏洩、拡散した可燃性物質に着火しないことを目安として、限界濃度を可燃性物質の爆発下限界とする。

気体の場合は、拡散による危険到達距離を求め、液体の場合は、防液堤内等に拡がった面源からの蒸発量を推算した上で拡散による危険到達距離を求める。

###### b) 有害性物質の場合

漏洩、拡散自体の考え方は上記a)の場合と同様であるが、個々の物質ごとの有害性に応じて適正な限界濃度を定めることが望ましい。

##### 5.2 火災

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火すれば火災が生じる。火災による被害想定評価で重要な事項は、漏洩した液体に着火し、液面上で燃焼を継続する液面火災及び BLEVE の発生等に伴い形成されるファイヤーボールの輻射強度の評価である。

輻射強度とそれによる被害との関係については、種々の研究報告があるが、参考に表3を示す。

表3 輻射強度と被害の関係

強度の項目	kcal/m <sup>2</sup> hr
人が長期間暴露されて安全な強度	1,080
10～20秒間で苦痛を感じずる強度	4,000
10～20秒間で火傷となる強度	7,000
約15分間に木材繊維などの発火する強度	10,000～20,000

参考文献 コンビナート保安・防災技術指針 —化学工場における地震対策— 本編 高圧ガス保安協会

##### 5.3 爆発

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火した場合に、単なる燃焼にとどまらずに爆発に至る場合がある。爆発による被害想定評価で重要な事項は、爆発によって生じる爆風圧の評価である。

高圧ガス保安法においては、コンビナート等保安規則における保安距離が爆風圧を考慮して算定されているが、その際、許容される爆風圧を  $125\text{g}/\text{cm}^2$  としている。(事業所周辺に対し、人的被害を与えないこと及び軽微なものを除く物的被害を与えない爆風圧)

## 2.3 都道府県等への情報提供

### a) 評価をした被害想定等の情報についての都道府県及び市町村への提供のための措置

### b) 近隣住民への被害想定に関する情報提供

(情報提供の例)

評価した被害想定による事業所周辺への影響及び周辺への影響を最小限に食い止めるための低減対策等

(解説)

#### 1 地方自治体への情報提供

事業者は、評価した被害想定を基に被害の低減対策及び被害拡大防止対策を講じるほか、その被害想定による事業所周辺への影響及び周辺への影響を最小限に食い止めるための低減対策等の内容について、事業所を管轄する都道府県、市町村等の地方自治体に情報提供する。

地方自治体においては、これらの情報を地域防災計画、避難場所、避難経路の整備等、地域の津波対策に反映することが必要である。

また、事業者が被害想定等の情報提供をした地方自治体から、避難場所の整備や避難経路の指定等の津波対策を策定する際に必要な容器等の流出抑制等の措置を求められた場合は、できる限りの措置を講じるものとする。

なお、津波の影響（波力、浮力等）による被害の評価方法の検討結果が出るまでの間であっても、過去の津波被害を踏まえて被害を類推し、できる限りの対応を行うものとする。

#### 2 周辺住民への情報提供

事業者が評価した被害想定による事業所周辺への影響及び低減対策等の内容について、周辺住民や自治会から避難場所や避難経路の確保のために要請があった場合は、これらの情報を提供する。

なお、事業者は周辺住民や自治会と日頃から連携を密にし、事業所に起因する混乱を招くことのないよう適切な情報提供を行う。

### 3 津波による高圧ガス製造施設の被害予防対策

#### 3.1 高圧ガス製造施設の安全確保

##### a) 高圧ガス設備の安全確保

- 1) 津波浸水による被害を防ぐための措置
- 2) 津波による浸水のおそれがある状況において、津波到達までの限られた時間で製造・入出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置
- 3) 以下の保安に係る設備等に関する作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における対応策
  - a) 緊急遮断装置
  - b) 防消火設備
  - c) 通報設備
  - d) 防液堤
  - e) その他

(解説)

津波による被害が想定される事業者は、津波警報を受けた場合、地震動は小さくとも、あるいは人体に感じない場合も直ちに浸水想定に応じた津波対策を講じる必要がある。津波到来のおそれがある状況においては、各事業所で働く全ての人の安全の確保を第一に置いて設備の安全な停止と高圧ガスの漏洩等の災害を未然に防止することが最重要である。また、原料やユーティリティーを相互に融通し合っているコンビナート地区等に於いては一つの事業所の対応に限定せずに近隣事業所を含むコンビナート地区全体としての津波対策について共同で検討することが望まれる。対策の立案に当たっては、事業所で働いている従業員が少ない休日、夜間の想定も含めることと立案した緊急対応措置の定期的な訓練が不可欠となる。

津波対策を検討するに当たっての考慮すべき事項は次のようなものがある。

##### 1 津波浸水による被害を防ぐための措置

津波浸水予測図を踏まえた事業所内及び周囲地域の的確な浸水レベル分布を予測して人の安全確保と設備への影響を低減させる対策を講じておく。

###### 1.1 人の安全確保の対策

人命確保対策として高所避難場所を確保し、緊急避難場所、経路等を明示する。

定期的な地震津波想定避難訓練を実施しておく。訓練時に津波の怖さについて十分に教育しておくことが重要で、例えば 50cm 程度の津波でも人は立つことはできず、また、自動車、空のコンテナなども流されるほどの非常に強い破壊力を持っていることをしっかり認識させておく。

###### 1.2 設備への影響低減の対策

浸水が予想される区域に設置されている保安上クリティカルな設備類に対して以下の例を参考に浸水対策を講じる。また、これらの設備類の機能が失われた場合の影響や、その対策についても検討しておく必要がある。

- a) 電気設備の防水性能のチェックと必要な防水性能の強化
- b) 制御室、電気室の水密性の向上（開口部の上部への移設や閉止）
- c) 事業所全停電に備えて非常用発電機の設置及び計装用蓄電池のバックアップ能力の強化
- d) 消防車両の高台避難、可搬式消火ポンプ配備
- e) 重要な制御システムや電気設備のうち可能なものは、極力上層部へ移設
- f) 非常対策本部を最上階に移設し非常食や飲料水の確保
- g) 配管や装置類の基礎の健全性のチェックと補強



- h) 計装設備の防水性能等の強化
- i) 防液堤の耐震性能等の強化
- j) その他高圧ガス設備を安全に維持するために最低限必要な設備（保安用不活性ガス供給設備、非常用電源、冷却・防火用ポンプ等）の機能確保

## 2 製造・出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置

### 2.1 製造・出荷設備に対する措置

多くの津波は、大きな地震に伴う揺れの後に発生するものであり、津波到来前の地震動を感知した段階で従業員等の安全を確保した後、避難誘導、設備を安全に停止し、避難することが津波被害予防対策の基本である。第一波の津波の到達前に、可能な限り設備が安全な状態となるよう事前に想定された津波に対する設備の停止手順と避難開始の基準を明確にする。地震動は小さく、あるいは人体に感じない場合も、津波警報が発表された場合は直ちに津波対策を講じる必要がある。

設備の緊急停止の措置は、計器室からの遠隔操作や現場での手動操作などがあり、事業所の規模、設備の種類等によって異なるので、各事業所の実状に沿ってその手段を考える。

津波警報が解除されるまでは、緊急停止した設備の運転開始の作業は行ってはならない。

### 2.2 荷役中の船舶に対する措置

荷役作業の事前打ち合わせに於いて、事業所の荷役作業責任者は、船舶側の荷役責任者と津波等の緊急時の連絡体制、緊急停止、離棧方法に関する十分な確認を行う。

津波に関する情報を入手した場合、すみやかに船舶に伝達するとともに荷役作業を中止する。

津波到達時間を考慮し、可能であればローディングアームを切り離し、船舶を港外避難させる。荷役中の船舶を短時間で離棧させる設備例としては、クイックリリースフック等が設置されている。

## b) 容器、タンクローリ等の安全確保

### 津波浸水による容器の事業所外への流出防止対策、タンクローリの事業所外への流出防止、安全な場所への退避等の措置

(容器等の流出防止対策の具体例)

#### 1 対象事業者

地震・津波対策報告書においては、想定浸水深が 1m 以上の事業者に対しては高圧ガス容器について、2m 以上の事業者に対してはタンクローリについて、対応を求めている。

#### 2 全般

事業所入り口の扉、門等を閉止する。

#### 3 容器の流出防止対策

全ての高圧ガス容器の流出を防ぐことは困難ではあるが、流出を最小限にとどめるには、次のような対策が考えられる。

##### 3.1 容器の固定

- a) チェーン掛けや、角リング等を用い容器を固定する。
- b) ケージへと収納する。

##### 3.2 容器置場

- a) 容器置場内の容器を上記の方法により固定する。
- b) 容器置場の入り口に扉、シャッター等が設置されている場合は、閉止する。

##### 3.3 充填中の容器

直ちに充填作業を中止し、充填ラインの元弁を閉止する。また、可能な範囲で容器弁の閉止及び容器の固定を行う。

### 3.4 容器貯蔵場所等のレイアウト

津波の到達、流入方向等を勘案し、容器置場等の容器貯蔵場所への津波の波力による影響を少しでも減少させるよう事業所内の各施設のレイアウトを配慮する。

## 4 タンクローリの流出防止対策

### 4.1 入構中のローリ

事業所内に留め置く、この場合、事業所内の比較的津波の影響を受けにくい場所とし、可能であれば事業所の地盤面に強靱なロープ又はチェーン等により固定を行うことも考慮されたい。

また、あらかじめ計画等（地方自治体及び周辺の高圧ガス事業所等と連携が必要）した事業所近隣の安全な場所へ避難させるということも考えられる。

### 4.2 構外のローリ

あらかじめ計画等（地方自治体及び周辺事業所等と連携が必要）した、移動経路最寄りの安全な場所（高圧ガス製造事業所等（自事業所を含む。））へ退避する。

（解説）

## 1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深が 1m 以上の事業者に対しては高圧ガス容器について、2m 以上の事業者に対してはタンクローリについて、対応を求めている。しかし、これら以外の事業者に被害が生じないことを保証するものではない。

## 2 容器の流出防止対策

### 2.1 容器の固定

転倒、転落防止措置を徹底する。津波に関わらず、一般に転倒、転落防止措置としてとられているチェーン掛けや角リング等を用いた容器の固定は、津波対策としても一定の効果があるものと考えられる。ただし、これまでに用いられていたものでは、津波に対しては強度不足の場合があることが確認されている。そこで、具体的な方法については、一般社団法人日本産業・医療ガス協会（JIMGA）にて、検討、作成した「充てん工場の地震対策指針」等を参考にされたい。

また、民生用 LP ガスに関して「LP ガス災害対策マニュアル 平成 25 年 3 月（予定） 経済産業省 高圧ガス保安協会」がまとめられており、これらも必要に応じ活用されたい。

### 2.2 容器置場

容器置場が閉止可能な構造（例えば、入り口を除く 3 方向が換気等に必要の開口部を除き閉鎖されており、かつ、入り口も扉等により閉止できる構造）である場合には、入り口の扉等を閉止することで流出防止に一定の効果があるものと考えられる。

なお、入り口の扉等については、扉や通常のシャッターのように津波の波力を直接受けるものとするかグリルシャッターのように格子構造で津波の波力を直接受けないものとするかが考えられるが、津波浸水予測に基づく浸水深等に応じて検討することが必要である。

また、容器置場は地盤面から 1m 以上嵩上げされ設置されるのが一般的であり、このような場合、想定浸水深と容器置場床面の高さとの差が 1m 未満であれば、流出防災対策が取られているものと考えられる。2.3 充填中の容器

可能な範囲で容器弁の閉止及び容器の固定を行うことが望ましいが、従業員の避難を最優先としなければならない。

## 2.4 容器貯蔵場所等のレイアウト

レイアウト変更については、既存施設が対応するには困難な場合が殆どである。従って、設備の新設時又は移設等で対応が可能な場合に考慮されたい。

## 3 タンクローリの流出防止対策等

事業所近隣の安全な場所への退避については、交通事情が不明な状態で事業所外にタンクローリを退避させることは却って危険となる。実施に際しては十分に注意しなければならない。

## 3.2 緊急停止措置等

3.1 a)及び b)の措置及び高圧ガス設備の緊急停止措置等に係る従業員の安全な避難を大前提とした手順等の確立

a) 緊急措置等の責任者及び不在時の代理者の権限の明確化

b) 判断基準

c) 操作手順

(解説)

### 1 設備の緊急停止基準と停止後の措置の考え方

以下に一般的な緊急停止のケースについて記述する。なお、緊急停止に係るシステムの一部が喪失する様な場合も想定し、その場合の操作手順等についても検討しなければならない。

#### 1.1 大規模事業所で計器室から遠隔操作するケース

- a) 設定加速度以上の場合に計器室から信号を送って自動的に緊急停止する安全システム（インターロック）として地震計と連動する自動停止タイプと緊急停止スイッチを押して停止する手動タイプがある。また、貯槽等の緊急遮断弁を遠隔操作するタイプもある。
- b) 緊急停止操作には、緊急遮断弁閉止、緊急移液、フレアスタックへの脱圧等の停止操作が含まれる。
- c) 緊急停止操作のステップは、まず緊急停止一次操作として、計器室から遠隔の自動又は手動停止スイッチにより製造設備や出荷設備等を緊急停止操作した後に、緊急停止二次操作として現場での手動弁の閉止操作等の操作を行い、その後緊急停止三次操作として停止状態を監視する。緊急停止一次操作は速やかに実施（5分以内）されるが、緊急停止二次操作は現場での手動操作であるため最短でも 20～30 分を要する作業となる。従って、緊急停止二次操作までの完了時間は、事業所毎の一次操作時間、二次操作時間を基に算出しておく必要がある。
- d) 津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。
- e) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止二次操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。
- f) 荷役中の大型船舶の緊急離棧には、現場の緊急操作以外にタグボートが必要であることから、タグボート確保の時間とそのタグボート乗員の避難を考慮する必要があるが、津波到達時間までに緊急離散できないケースへの対応（係留強化など）についても十分に検討しておく。

#### 1.2 比較的規模の小さい事業所で現場で緊急停止操作するケース

- a) 事業所に設備毎の現場における緊急停止操作の方法をマニュアル化しておく。特に、緊急時の現場における誤操作を防止する為に、緊急操作する機器のスイッチへの機器名表示、バルブ類への機番、開閉方向を明確に表示し、また読みやすい緊急停止手順を表示しておく。
- b) 緊急停止操作の完了時間を把握し、津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を

第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。

- c) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。

## 2 津波の第一波到達時間を考慮した緊急停止措置

- a) 近年発生した津波の第一波到達時間は、地震発生後 4~80 分であり、地震発生場所によって異なる。近年の津波発生地震 26 例（表 4）において津波警報から津波第一波の到達時間（ $\beta_2$ ：表 3）を分析してみると 15 分以内のケースが 35%、15~30 分のケースが 35%を占めている。また、15 分以内のケースのうち、警報から津波対応までの時間的余裕が全くない 5 分以内のケースは 23%となっている。

表 3 津波警報から津波第一波到達までの時間

$\beta_2$ (min)	n 件数	%
( $\beta_2 < 5$ )	(6)	(23)
$\beta_2 < 15$	9	35
$15 \leq \beta_2 < 30$	9	35
$30 \leq \beta_2 < 70$	6	23
$B_2 \geq 70$	2	7
Total	26	100

- b) 上記より基本的な考え方は、事業所への津波の第一波到達時間に対して緊急停止操作のどのステップまで人の安全を確保しながら実施できるか、ということになる。従って、短時間で確実な対応が可能となるよう従業員の役割を明確にした上で従業員に周知し、定期的な訓練を行うことが重要となる。例えば、津波に対する緊急停止措置の範囲は、大きく 3 ケースに分けて考えることができる。

CASE - 1（津波の第一波到達時間 $\geq$ 60 分）

- 1) 緊急停止一、二次操作を行う。
- 2) その後、避難場所に安全に避難する。

CASE - 2（津波の第一波到達時間 $\geq$ 30 分）

- 1) 緊急停止一次操作を行う。
- 2) 直ちに避難場所に安全に避難する。

CASE - 3（津波の第一波到達時間 $<$ 30 分）

- 1) 僅かな時間にできる操作のみ実施し、直ちに避難場所に安全に避難する。

なお、人命を最優先とし、津波到達までの時間の別に実施可能な操作を予め検討しておくこと。

表 4 近年発生した津波

地震	発生日時 T1	M	津波警報 発表時刻 T2	第一波 到達時刻 T3	津波警報から 第一波到達ま での時間 $\beta_2$ (T2-T3) min
北海道東方沖の地震	1980年02月23日 14:51	6.8	23日15:10	23日15:29	19
三陸沖の地震	1981年01月19日 03:17	7.0	19日03:25	19日03:45	20
浦河沖地震	1982年03月21日 11:32	7.1	21日11:45	21日11:36	0
日本海中部地震	1983年05月26日 11:59	7.7	26日12:14	26日12:07	0

青森県西方沖の地震	1983年06月21日 15:25	7.1	21日15:37	21日15:40	3
択捉島南東沖の地震	1984年03月24日 18:43	6.8	24日18:57	24日19:31	34
日向灘の地震	1984年08月07日 04:06	7.1	07日04:14	07日04:16	2
三陸沖の地震	1989年11月02日 03:25	7.1	02日03:34	02日03:40	6
北海道南西沖地震	1993年07月12日 22:17	7.8	12日22:22	12日22:24	3
北海道東方沖地震	1994年10月04日 22:22	8.2	04日22:28	04日22:38	10
三陸はるか沖地震	1994年12月28日 21:19	7.6	28日21:23	28日21:48	25
奄美大島近海の地震	1995年10月19日 11:41	6.7	19日11:49	19日12:56	67
日向灘の地震	1996年10月19日 23:44	6.9	19日23:49	20日00:10	21
石垣島南方沖の地震	1998年05月04日 08:30	7.7	04日08:39	04日11:12	153
石垣島近海の地震	2002年03月26日 12:45	7.0	26日12:54	26日13:11	17
十勝沖地震	2003年09月26日 04:50	8.0	26日04:56	26日05:05	9
三重県南東沖の地震	2004年09月05日 23:57	7.4	06日00:01	06日00:17	16
千島列島東方の地震	2006年11月15日 20:14	7.9	15日20:29	15日21:34	65
千島列島東方の地震	2007年01月13日 13:23	8.2	13日13:36	13日14:39	63
沖縄本島近海の地震	2010年02月27日 05:31	7.2	27日05:33	27日05:52	19
父島近海の地震	2010年12月22日 02:19	7.4	22日02:28	22日02:44	16
東北地方太平洋沖地震	2011年03月11日 14:46	9.0	11日14:49	11日15:50 JX仙台.	61
(茨城沖)	2011年03月11日 15:15		11日15:14 大津波警報	11日15:32 鹿島コンビ	17
イリアンジャンの地震	1996年02月17日 14:59	8.1	17日17:30	17日19:00	65
台湾付近の地震	2002年03月31日 15:52	7.0	31日16:02	31日16:05	3
チリ中部沿岸の地震	2010年02月27日 15:34	8.8	28日09:33	28日12:43	190

参考文献 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集

平成23年9月28日

中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会

東北地方太平洋沖地震 茨城沖のデータはKHKにて追記

### 3.3 事業所内外の全従業員の津波からの避難

- a) 浸水予測に応じた避難場所の指定
- b) 浸水予測に応じた避難経路の指定
- c) 避難指示の伝達方法
- d) 食料及び避難場所での必需品の確保

(解説)

#### 1 事業所内外の全従業員の津波からの避難

事業所は、従業員、協力会社社員（全従業員）に対して、以下の事項などを考慮し、津波浸水時の避難場所及び避難経路をあらかじめ周知する。また、避難場所には食料その他必需品を備蓄する。

#### 2 浸水予測に応じた避難場所の指定

##### 2.1 事業所内の場合

- a) 避難場所は、予想される津波高さや被害状況に応じて複数の耐震構造の建屋を選定する。
- b) 自社内に安全に避難する場所がない事業所では、近隣の事業所と「津波避難協定」を締結し、近隣の事業所の避難場所を利用する例もある。

##### 2.2 事業所外の場合

- a) 事業所外での避難場所は、地方自治体の地域防災計画や石災法の防災計画にある情報で定められる。外出者は無理に帰社せず近くの避難場所を利用する。
- b) 緊急時の一時避難場所として高台といった自然地形等を利用する。

#### 3 浸水予測に応じた避難経路の指定

- a) 津波到達時間が短い地域では、5分程度で避難が完了するよう、また、液状化、火災等による通行不可も考慮し複数の経路を選定する。

※津波到達までに時間がなく、指定された避難場所まで移動できない場合は、所内で一番高いところ（堅固な架構等）に避難せざるをえない。

- b) 事業所内のマップに部場毎の避難場所及び経路を明記する。液状化が予想される地域は地図に危険区域も明記する。
- c) 全従業員にハンドブック等を携帯させ、来客へは入構受付時に配布するなど避難場所及び経路を周知する例がある。協力会社員へは別途説明会を開催する例がある。
- d) 構造物等の倒壊等により避難が妨げられる恐れがある箇所を把握し、避難経路を設定する。
- e) 事業所内には避難誘導標識等を整備する。
- f) 事業所内に、海拔と浸水予測深さを明示した看板を取り付けておくと、全従業員及び来客に普段から職場の危険度を周知することができる。



#### 4 避難指示の伝達方法

##### 4.1 事業所内の場合

避難指示を全従業員へ伝達できるよう構内放送設備等を備え、防災管理者等により指示する。

※停電時に備え保安電力により使用可能であることが望ましい。

##### 4.2 事業所外の場合

- a) 事業所外の従業員への避難指示の伝達方法は、特に決めていないのが現状である。  
※従業員の安否については、安否確認システムにより携帯電話にメールを発信するなどの方法がある。
- b) 連絡がつかない場合に備え、あらかじめ災害伝言ダイヤルの使用方法を確認しておく。

## 5 食料及び避難場所での必需品の確保

避難場所には災害発生を想定した以下に示すような必需品等を備蓄し、維持する。備蓄倉庫は高所に設置することが望ましい。

### 5.1 生活に必要なもの

- a) 生命維持：食料、飲料水（3日分<sup>注</sup>）が適当）  
注）首都直下地震帰宅困難者等対策協議会 最終報告
- b) 防寒、保温：毛布、衣類、ストーブ、携帯カイロ、断熱シート
- c) 通信手段：項目1.1情報の入手方法 参照
- d) 電源等：電池、自家発電設備、燃料（LPガス、灯油、まき等）
- e) 照明器具：懐中電灯、非常用LEDライト、
- f) 衛生、治療：電池、医薬品、トイレ
- g) その他：カセットコンロ、手動携帯電話充電器

### 5.2 保安措置に必要なもの

- a) 防護、救助：軍手、ヘルメット、ライフジャケット、
- b) 移動手段：簡易組立式ボート

## 4 津波後の製造施設の保安の確保

- a) 津波後の製造施設の被害状況の確認
- b) 被害を受けた設備の応急措置

（解説）

### 1 津波後の製造施設の保安の確保

津波後、製造施設の被害状況を確認し、状況に応じた適切な応急措置を行う。

#### 1.1 被害状況の確認

被害の程度は、浸水状況によって大きく異なることが考えられる。過去の津波による被害状況や2.2の被害想定の結果などを参考に、浸水深等に応じた被害状況の確認方法をあらかじめ定めておく。確認項目としては以下のようなものが考えられる。

- a) 浸水深
- b) 漂流物の影響
- c) 漏えいの有無
- d) 設備の停止状況

#### 1.2 応急措置

被害を受けた設備について、被害の拡大を防止するための適切な応急措置を考えられる被害ごとにあらかじめ検討しておき、応急措置に必要な資材は適切な場所に準備しておく。なお、複数の設備が被害を受けることが考えられる事業所においては、優先度をあらかじめ検討しておき、高いものから応急措置を講じる。

## 5 流出容器等の回収

津波浸水により事業所外へ流出した容器等の回収に係る措置

- a) 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制
- b) 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

（解説）

### 1 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制

流出した容器は、容器所有者が回収し、処分するのが原則である。しかし、大津波を伴う震災が発生した場合は、内容物・所有者不明の容器が流出する可能性が高く、所有者が単独で回収するのは困難である。

東日本大震災では、販売事業者、都道府県、容器使用者、地域の高圧ガス関係団体などの関係者が一体となって体制を構築し役割を果たすことで迅速に容器回収が行われた。災害時に備え、事前に協定を締結するなど、協力体制の構築を検討するとよい。なお、現在の震災廃棄物の処理の流れを図1に示す。

内容物不明、毒性ガスといった一般では処置できない容器については「デバルバー」などの専用回収装置が必要となるので、製造会社経由で連絡をとり処置を依頼する。震災後では処理までに時間がかかることが想定されるので、周囲を立入禁止にでき、必要により散水冷却できるような場所への保管が望ましい。

また、重機（パワーショベルなど）による瓦礫撤去作業を行う場合は、その他の瓦礫に混ざった状態で掘みあげられることで、容器破壊、漏洩（着火・爆発）も起こりうるため、作業者に容器の塗装色一覧表（図2に示すようなガス種と容器塗色の対比表）を渡し、重機による回収を見合わせ地方自治体や高圧ガス製造事業者に連絡すること等を徹底しておく。容器所有者や協力体制にある事業者は、流出容器回収に係る以下に示す実作業を行う。

- 1.1 流出容器からのガス漏えいにより発災した場合は状況に応じた一次対応（消火、除害、避難誘導等）
- 1.2 容器回収のための立入りの可否に関する情報の確保
- 1.3 回収に出動する体制の確立（数名のチーム編成）
- 1.4 容器の台帳管理
- 1.5 残ガス、容器の処分
  - a) 流出した容器に対する注意喚起、広報
  - b) 瓦礫の中に混在した容器の安全な回収、取扱い
  - c) 回収容器の運搬
  - d) 容器の仮置場の確保
  - e) 容器所有者の確認、連絡、引渡し
  - f) 容器内の残ガス廃棄等の処理
  - g) 所有者不明容器のくず化処分

### 2 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

津波被災地区のある充填所では、充填済み・空容器ともに、ほぼ全数が流出し、空容器は海面上に浮かんで遠方まで到達している。また、他の瓦礫に絡まって港などの海底に沈んでいるケースもある。容器にはラベルが貼ってあり、内容物の性質と充填会社の住所・電話が記載されているので、容器発見者は、容器所有者や県協会等に連絡して処置を依頼することになる。

都道府県等は、流出した容器による災害を防止するため、ウェブサイトや書面により以下に示す事項について注意喚起を行い、容器発見の連絡を受ける体制、通信手段を確保する必要がある。図3及び図4に注意喚起文書の例を示す。

- a) 容器を発見した際の注意事項（可燃性・毒性、容器の取扱い、所有者への連絡）
- b) 瓦礫撤去作業中の容器保管方法（容器破損の危険性、瓦礫と区別した通風のよい場所での一次保管等）
- c) 立入禁止区域等の情報



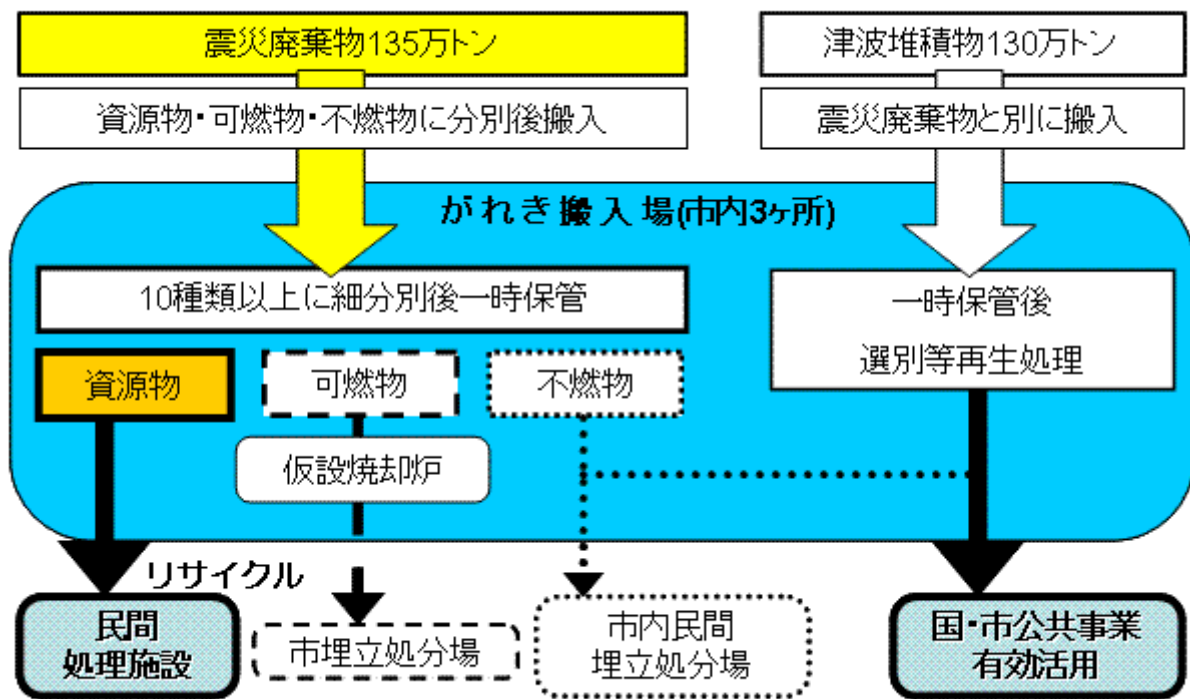


図1 震災廃棄物の処理の流れ（仙台市の例）



図2 ガス種と容器塗色

## 一般の方へ

現在、東日本大震災により一般家庭や事業所から高圧ガス容器(LPガス、毒性ガス、その他可燃性ガス)が多数流出しています。

- (1) 流出した高圧ガス容器は、ガス漏れしている可能性が十分に考えられますので、路上などで高圧ガス容器を発見した場合は、一般の方は、容器に近寄ったり、触れないようにしてください。
- (2) また、ガレキの中に高圧ガス容器が紛れている可能性が十分考えられますので、ガレキ撤去作業などの際に高圧ガス容器を発見した場合は、乱暴に取り扱うことは止め、他のガレキと区分して保管するようお願いいたします。
- (3) なお、高圧ガス充填所等から流出した高圧ガス容器の中には、空气中に漏れ出すと発火(爆発)する恐れのあるものや、一部毒性による健康障害を与える恐れがあり大変危険ですので、慎重な取扱いをしてください。  
可燃性ガスにあっては「燃」、毒性ガスにあっては「毒」と容器の外面に記載されています。

※高圧ガス容器を発見したら、容器所有者まで連絡ください。

LPG容器は容器の外面に容器所有者の名称及び電話番号が明示されています。また、LPG容器以外の高圧ガス容器については、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号が刻印されています。高圧ガス容器を発見した場合は、容器所有者に連絡してください。

- ・一般高圧ガスの容器所有者登録記号番号(東北圏域分)

→容器所有者が分からない場合のお問い合わせ先

○容器全般	○LPG容器	○一般高圧ガス容器
宮城県総務部消防課産業保安班	社団法人宮城県エルピーガス協会	宮城県高圧ガス保安協会



高圧ガス容器の刻印

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かっ色
その他の高圧ガス	ねずみ色

高圧ガス容器の塗色一覧

相談窓口の設置について

図3 注意喚起文書(宮城県の例)

### 津波、水害で流出した高圧ガス容器に注意してください

#### 高圧ガス保安協会情報調査部

東日本大震災では、高圧ガス容器(ボンベ)が津波により多数流出しています。同様に、台風、水害などでも流出容器が確認されています。いずれも、高圧ガス関係者により精力的に回収が行われていますが、回収しきれず所在不明となっている高圧ガス容器があります。

このため、被災地及び周辺地域において、がれき処理、廃棄物処理、後片付けなどに携わる皆様(ボランティア活動者を含む)及び漁業、海洋作業に携わる皆様は、がれき、浮遊物などの中に高圧ガス容器が混入している恐れがありますので、下記について十分注意して作業に当たってください。

- ① 地震、津波、台風、洪水、土砂崩れなどでがれき処理、廃棄物処理、後片付けなどを行う際は、がれき、浮遊物などの中に混入している高圧ガス容器(ボンベ)に十分気を付けてください。高圧ガス容器は、取り扱いを誤れば、火災、破裂などを引き起こすので非常に危険です。
- ② 大人の皆様から子供たちに対し、がれきの中から出てきた高圧ガス容器で遊んだり、触ったり、いたずらしないよう、繰り返し注意してください。
- ③ 容器バルブの付いた流出容器は、ガスが残っていると考えられますので、乱暴に取り扱わないでください。発見された高圧ガス容器は、他のがれきなどと区分し、付近に火気が無く、通風の良い場所に一時保管するとともに、容器に表示されている氏名等に連絡して、その指示に従ってください。
- ④ 高圧ガス容器は、家庭用のLPガス(液化石油ガス)容器、医療用の酸素ガス容器、産業用のアセチレンガス容器などさまざまな型式があります。中には、毒性ガス、可燃性ガス、空気に触れただけで火災を起こす特殊高圧ガスなど危険なガスが入っている容器もあります。写真1は、可燃性のアセチレンガス容器(新品)の例です。

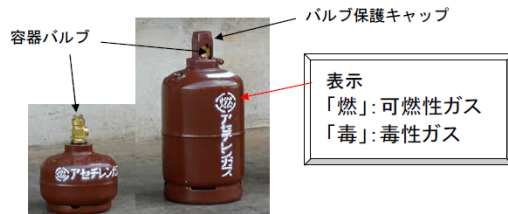


写真1 アセチレンガス容器(新品)の例(左2kg型、右4kg型)

- ⑤ 真っ赤に錆びている容器、容器バルブが損傷している容器、ガス名が分らない容器などは特に注意が必要です(写真2参照)。

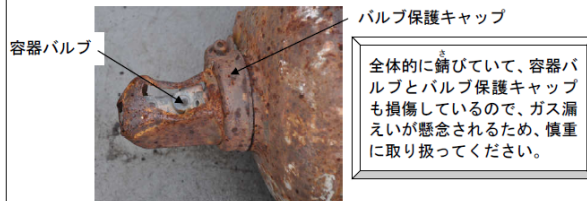


写真2 回収されたアセチレンガス容器の例

- ⑥ 高圧ガス容器の切断、溶断、穴開け、容器バルブの取り外しなどは絶対に行わないでください。爆発、破裂して死亡事故が発生しています。
- ⑦ 高圧ガス容器は、建設重機(ブルドーザー、油圧ショベルなど)で挟んだり、つかんだりすれば容易に破壊、破裂します。重機を使ったがれきなどの処理の際には、混入している高圧ガス容器に十分な注意が必要です。
- ⑧ 高圧ガス容器は、大きな衝撃を与えると破壊、破裂することがあります。がれきなどの処理の際にツルハン、ハンマーなどで衝撃を与えないように注意してください。
- ⑨ 高圧ガス容器から漏えい、火災などを発見した場合は、安全な場所に避難するとともに、警察署、消防署、地方自治体などに緊急通報してください。

#### ○問い合わせ先

- ① 高圧ガス容器を発見した場合は、容器の所有者に連絡してください。容器の外面に容器所有者(又は管理業務受託者)の氏名、名称、住所及び電話番号が明示されています。
- ② LPガス以外のガスを充填する容器において、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号(ABC記号1文字+3桁の数字)が刻印されている場合は、容器所有者登録申請受付窓口団体、又は高圧ガス保安協会機器検査事業部容器所有者登録事務担当にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/activities/inspection\\_certification/other\\_survice/dl/group.pdf](http://www.khk.or.jp/activities/inspection_certification/other_survice/dl/group.pdf))
- ③ 氏名等が判明しない高圧ガス容器が発見された場合は、LPガスを除く全てのガスの容器については、地方高圧ガス容器管理委員会(又はその支部)にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri\\_iinkai.pdf](http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri_iinkai.pdf))  
LPガス容器については、都道府県エルピーガス協会にお問い合わせください。
- ④ 地方自治体の高圧ガス担当は、保安、消防、防災、環境などの部門となります。

図4 注意喚起文書(高圧ガス保安協会の例)

## 6 教育訓練

### 6.1 津波に対する心構え、緊急時の体制等

### 6.2 緊急措置訓練

### 6.3 避難訓練

### 6.4 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認

### 6.5 関係事業所等と協力した容器回収訓練

### 6.6 その他必要な教育訓練

(教育訓練の例)

教育訓練項目として次のようなものが考えられる。

- a) 津波に関する基礎知識、地震等発生時における行動基準、事業所の緊急時の防災体制と役割等の周知徹底
- b) 津波警報発令時における情報周知訓練、製造装置の緊急停止措置訓練、防潮堤閉鎖訓練、容器等流出防止措置訓練
- c) 津波警報発令時における指定避難場所への避難誘導・避難訓練、避難完了確認訓練、安否確認訓練
- d) 事業所敷地内に避難場所を設けた場合の食糧や必需品の確保状況等の確認
- e) 関係事業所や関係団体等と協力した流出容器等の回収訓練及び残ガス回収訓練
- f) その他必要な教育訓練
  - 1) 事業所の被災状況の地方自治体への通報訓練 2) 地震や津波の終息後における製造装置の被害状況確認訓練

(解説)

津波による被害を最小限にとどめるため、上記のような教育訓練を定期的を実施し、防災活動等の習熟を図るとともに、訓練結果等に応じて措置内容等の見直しを行うものとする。

なお、夜間、休日等の事業所内の従業員（来訪者、協力会社社員を含む。）が少なくなる時期や定期修理時等のような多数の作業者が入構している場合を考慮した訓練も行うものとする。

## 最後に

国民の生活に不可欠な高圧ガスの製造、供給等を行う高圧ガス製造事業者は、地震・津波への対策の検討を行うことに加え、地震・津波後の被災地域への高圧ガス供給等の復旧計画に対しても配慮することが期待される。ただし、これは高圧ガス保安法で規制、要求される事項ではない。

地震・津波が起これば、高圧ガス製造事業者も被災者であり、一事業者単独で復旧計画等を立てることは困難なことが予想されるので、地方自治体、高圧ガス関係業界等と連携して検討しておくことが望まれる。

想定される地震・津波への対策として、あらかじめできることを可能な範囲で検討しておき、継続的に見直していくことが重要と考える。

## 収集文献

以下の文献を収集し、報告書作成にあたり参考とした。

1. (公社)土木学会：第73回年次学術講演会講演概要集、平成30年8月。
2. (一社)機械学会 機械力学 計測工学部門：Dynamic and Design Conference 2017 講演論文集、平成30年8月。
3. (公社)土木学会：2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震の被害調査速報会資料、平成30年9月。
4. (公社)土木学会：第18回地震災害マネジメントセミナー「大都市に潜む震災要因と求められる対策」資料、平成30年11月。
5. (公社)日本地震工学会：第15回日本地震工学シンポジウム講演概要集、平成30年12月。
6. (公社)日本地震工学会：シンポジウム「現代都市の複合システムにおける性能設計と耐震性能評価」資料、平成31年3月。
7. (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V 耐震設計編、IV 下部構造編、平成29年11月。
8. (公社)日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説、2009年版、平成21年12月。
9. (公社)土木学会：2016年熊本地震被害調査報告書、平成29年12月。
10. (公社)土木学会：社会インフラメンテナンス工学、I 総論編、II 工学編、III 部門別編、平成27年12月、平成28年9月。
11. (公社)地盤工学会、(一社)日本応用地質学会、(公社)日本地震工学会：活断層がわかる本、2016年9月。

## 参考資料 1 危害予防規定に関する省令改正（抜粋）

改正省令 一般高圧ガス保安規則（抜粋）

一般高圧ガス保安規則（昭和四十一年通商産業省令第五十三号）

（危害予防規程の届出等）

第六十三条

[略]

2 法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、次の各2 法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、次の各号に掲げる事項の細目とする。号に掲げる事項の細目とする。

一～六 [略]

七 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関すること。

八～十二 [略]

3～8 [略]

9 津波防災地域づくりに関する法律（平成二十三年法律第二百二十三号）第八条第一項の規定により津波浸水想定（同項に規定する「津波浸水想定」をいう。以下同じ。）が設定された区域内にある事業所に係る法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、第二項各号に掲げるもののほか、当該津波浸水想定に応じた次の各号に掲げる事項の細目とする。

一 津波に関する警報が発令された場合における当該警報の伝達方法、避難場所、避難の経路その他の避難に関すること。

二 津波に関する警報が発令された場合における作業の速やかな停止、設備の安全な停止並びに避難時間の確保に係る判断基準、手順及び権限に関すること。

三 津波に関する防災に係る必要な教育、訓練及び広報に関すること。

四 津波による製造設備又は貯蔵設備の破損又は流出による事業所内及び周辺地域において想定される被害並びに当該被害が及ぶと想定される地域を管轄する都道府県知事及び市町村長に対する当該被害の想定に係る情報提供に関すること（当該事業所の所在地における津波浸水想定が三メートルを超える場合に限る。）。

五 充填容器等（高圧ガスを燃料として使用する車両に固定した燃料装置用容器を除く。以下この号において同じ。）の事業所からの流出防止を図るための措置並びに流出した充填容器等の回収方針に関すること（当該事業所の所在地における津波浸水想定が一メートル（車両に固定した容器に係る事項にあつては、二メートル）を超える場合に限る。）。

六 津波に関する警報が発令された場合における緊急遮断装置、防消火設備、通報設備、防液堤その他の保安に関する設備等の作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における対応策に関すること。

七 津波による被害を受けた製造施設の保安確保の方法に関すること。

10 津波防災地域づくりに関する法律第八条第一項の規定による津波浸水想定の設定の際、当該想定が設定された区域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第一種製造者は、当該設定があつた日から一年以内に、前項に規定する事項の細目について、法第二十六条第一項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。

## 参考資料 2 高圧ガス保安法における危機耐性に関する既存の例

高圧ガス保安法において、危機耐性に該当すると考えられるものは、危害予防規程、地震防災遮断弁、緊急遮断弁、保安距離、保安区画、防液堤等があり、それぞれ以下のように規定されている。

なお、コンビナートにおける地震に対する保安対策（耐震設計、保安設備、保安管理体制等）の在り方は、「コンビナート保安・防災技術指針KHK E007-1974」にまとめられており、参考とされている。

### ①危害予防規程

<b>高圧ガス保安法 第 26 条</b>			
一般高圧ガス 保安規則 第 63 条	液化石油ガス 保安規則 第 61 条	コンビナート等 保安規則 第 22 条	冷凍 保安規則 第 35 条
参考規程類			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 危害予防規程の指針 KHKS 1800 (2016)</li> <li>・ 地震防災規程の指針 KHKS1802 (2016)</li> <li>・ 南海トラフ地震防災規程の指針 KHKS1803 (2016)</li> <li>・ 日本海溝・千島海溝周辺海溝地震防災規程の指針 KHKS1804 (2016)</li> </ul>			

### 【法】

#### 【高圧ガス保安法第 26 条】

(危害予防規程)

第二十六条 第一種製造者は、経済産業省令で定める事項について記載した危害予防規程を定め、経済産業省令で定めるところにより、都道府県知事に届け出なければならない。これを変更したときも、同様とする。

2 都道府県知事は、公共の安全の維持又は災害の発生の防止のため必要があると認めるときは、危害予防規程の変更を命ずることができる。

3 第一種製造者及びその従業者は、危害予防規程を守らなければならない。

4 都道府県知事は、第一種製造者又はその従業者が危害予防規程を守っていない場合において、公共の安全の維持又は災害の発生の防止のため必要があると認めるときは、第一種製造者に対し、当該危害予防規程を守るべきこと又はその従業者に当該危害予防規程を守らせるため必要な措置をとるべきことを命じ、又は勧告することができる。

### 【省令】

#### 【一般高圧ガス保安規則（危害予防規程の届出等）第 63 条】

法第 26 条第 1 項の規定により届出をしようとする第 1 種製造者は、様式第 32 の危害予防規程届書に危害予防規程（変更のときは、変更の明細を記載した書面）を添えて、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に



提出しなければならない。

2 法第 26 条第 1 項の経済産業省令で定める事項は、次の各号に掲げる事項の細目とする。

- 一 法第 8 条第 1 号の経済産業省令で定める技術上の基準及び同条第 2 号の経済産業省令で定める技術上の基準に関する事。
- 二 保安管理体制並びに保安統括者、保安技術管理者、保安係員、保安主任者、及び保安企画推進員の行うべき職務の範囲に関する事。
- 三 製造設備の安全な運転及び操作に関する事（第 1 号に掲げるものを除く。）。
- 四 製造施設の保安に係る巡視及び点検に関する事（第 1 号に掲げるものを除く。）。
- 五 製造施設の新増設に係る工事及び修理作業の管理に関する事（第 1 号に掲げるものを除く。）。
- 六 製造施設が危険な状態となったときの措置及びその訓練方法に関する事。

#### 七 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する事。

- 八 協力会社の作業の管理に関する事。
- 九 従業者に対する当該危害予防規程の周知方法及び当該危害予防規程に違反した者に対する措置に関する事。
- 十 保安に係る記録に関する事。
- 十一 危害予防規程の作成及び変更の手続きに関する事。
- 十二 前各号に掲げるもののほか災害の発生の防止のために必要な事項に関する事。

\*コンビナート等保安規則は、上記に「製造施設を新設し、又は変更する場合の安全審査に関する事。」追記されている。

3 大規模地震対策特別措置法第 2 条第 4 号に規定する地震防災対策強化地域（以下「強化地域」という。）内にある事業所（略）に係る法第 26 条第 1 項の経済産業省令で定める事項は、前項各号に掲げるもののほか、次の各号に掲げる事項の細目とする。

- 一 大規模地震対策特別措置法第 2 条第 3 号に規定する地震予知情報及び同条第 13 号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関する事。
- 二 警戒宣言が発せられた場合における避難の勧告又は指示に関する事。
- 三 警戒宣言が発せられた場合における防災要員の確保に関する事。
- 四 警戒宣言が発せられた場合における防火設備、通報設備、防液堤その他保安に係る設備の整備及び点検に関する事。
- 五 警戒宣言が発せられた場合における製造設備等の整備、点検、運転に関する事。
- 六 その他地震災害の発生の防止又は軽減を図るための措置に関する事。
- 七 地震防災に係る教育、訓練及び広報に関する事。

4 大規模地震対策特別措置法第 3 条第 1 項の規定による強化地域の指定の際、当該強化地域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第一種製造者は、当該指定があつた日から 6 月以内に前項に掲げる事項の細目について、法第 26 条第 1 項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。

5 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（略）第 3 条第 1 項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域内にある事業所は（略）に係る法第 26 条第 1 項の経済産業省

令で定める事項は、第2項各号に掲げるもののほか、次の各号に掲げる事項の細目とする。

- 一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関する事。
- 二 南海トラフ地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関する事。
- 6 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第3条第1項の規定による南海トラフ地震防災対策推進地域の指定の際、当該南海トラフ地震防災対策推進地域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第1種製造事業所は、当該指定があつた日から6月以内に、前項に規定する事項の細目について、法第26条第1項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。
- 7 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法(略)第3条第1項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域内にある事業所(略)に係る法第26条第1項の経済産業省令で定める事項は、第2項各号に掲げるもののほか、次の各号に掲げる事項の細目とする。
  - 一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関する事。
  - 二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関する事。
- 8 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第一種製造者は、当該指定があつた日から六月以内に、前項に規定する事項の細目について、法第二十六条第一項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。
- 9 津波防災地域づくりに関する法律(平成二十三年法律第二百二十三号)第八条第一項の規定により津波浸水想定(同項に規定する「津波浸水想定」をいう。以下同じ。)が設定された区域内にある事業所に係る法第二十六条第一項の経済産業省令で定める事項は、第二項各号に掲げるもののほか、当該津波浸水想定に応じた次の各号に掲げる事項の細目とする。
  - 一 津波に関する警報が発令された場合における当該警報の伝達方法、避難場所、避難の経路その他の避難に関する事。
  - 二 津波に関する警報が発令された場合における作業の速やかな停止、設備の安全な停止並びに避難時間の確保に係る判断基準、手順及び権限に関する事。
  - 三 津波に関する防災に係る必要な教育、訓練及び広報に関する事。
  - 四 津波による製造設備又は貯蔵設備の破損又は流出による事業所内及び周辺地域において想定される被害並びに当該被害が及ぶと想定される地域を管轄する都道府県知事及び市町村長に対する当該被害の想定に係る情報提供に関する事(当該事業所の所在地における津波浸水想定が三メートルを超える場合に限る。)
  - 五 充填容器等(高圧ガスを燃料として使用する車両に固定した燃料装置用容器を除く。以下この号において同じ。)の事業所からの流出防止を図るための措置並びに流出した充填容器等の回収方針に関する事(当該事業所の所在地における津波浸水想定が一メートル(車両に固定した容器に係る事項にあつては、二メートル)を超える場合に限る。)
  - 六 津波に関する警報が発令された場合における緊急遮断装置、防消火設備、通報設備、防液堤その他の保安に関する設備等の作業手順及び当該設備等の機能が喪失した場合における対応策に関する事。

七 津波による被害を受けた製造施設の保安確保の方法に関すること。
10 津波防災地域づくりに関する法律第八条第一項の規定による津波浸水想定の設定の際、当該想定が設定された区域内において高圧ガスの製造を行う事業所を現に管理している第一種製造者は、当該設定があつた日から一年以内に、前項に規定する事項の細目について、法第二十六条第一項の規定により、事業所の所在地を管轄する都道府県知事に提出しなければならない。

【参考規程類】

一般高圧ガス保安規則第 63 条	参考規程類
第 2 項	危害予防規程の指針 KHKS1800-1 (2016)、KHKS1800-2 (2016) 第 2 項第七号は未対応
第 3 項 第 4 項	地震防災規程の指針 KHKS1802-1 (2016)、KHKS1802-2 (2016)
第 5 項、第 6 項	南海トラフ地震防災規程の指針 KHKS1803-1 (2016)、KHKS1803-2 (2016)
第 7 項、第 8 項	日本海溝・千島海溝周辺海溝地震防災規程の指針 KHKS1804-1 (2016)、KHKS1804-2 (2016)
第 9 項、第 10 項	なし

②地震防災遮断弁

経済産業省告示第二百二十号 高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示

(定義) 第 1 条

八 地震防災設備地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための設備であつて、次の

いずれかの性能を有するもの

イ 地震時に高圧ガス設備等の運転の停止、原材料の供給の遮断等を行い、当該高圧ガス設備内の高圧ガスの状態が危険側へ推移することを防止すること

ロ 関連する耐震設計構造物が耐震性能を喪失した場合に、地震による被害の発生及び拡大の防止を図ること

KHKS-0861(2018) 高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準

2 用語の定義

(14) 地震防災設備

地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための設備であつて、次のいずれかの性能を有するもの。

① 地震時に高圧ガス設備等の運転の停止、原材料の供給の遮断等を行い、当該高圧ガス設備内の高圧ガスの状態が危険側へ推移することを防止すること。

② 関連する耐震設計構造物が耐震性能を喪失した場合に、地震による被害の発生及び拡大の防止を図ること。

### (15) 地震防災遮断弁

地震時及び地震後の地震災害の発生並びに拡大を防止するための設備のうち地震に際して遮断機能を有する弁をいう。

ここでいう地震に際して遮断機能を有する弁とは、緊急遮断装置に係る遮断弁、調整弁その他の地震の際速やかに遮断が可能な弁をいう。(液化石油ガス保安規則第6条第1項第25号、一般高圧ガス保安規則第6条第1項第24号、コンビナート等保安規則第5条第1項第43号で規定するバルブのうち、貯槽直近に設けたバルブはこれに該当しないこととする。)

なお、液化石油ガス保安規則若しくは一般高圧ガス保安規則適用事業所において、可燃性ガス、第1種毒性ガス、第2種毒性ガス、第3種毒性ガス又は酸素の液化ガスの貯槽に取り付けられた配管(当該液化ガスの受入れのみに用いられるものに限る。)の元弁の直近に接続される逆止弁若しくは設備の通常の運転時(設備本来の運転状態をいうものであり、試験運転時等その期間が短時間に限られるものはこれに含まれない。)に常に閉止状態にある弁であって、地震時における遮断効果があるものについては地震防災遮断弁とみなす。

### ③緊急遮断弁

#### 一般高圧ガス保安規則関係例示基準

##### 19. ガスが漏えいした際に速やかに遮断する措置(緊急遮断装置等)

規則関係条項	第6条第1項第25号、第6条の2第1項・第2項第6号、第7条第1項第1号、第7条の2第1項第7号、第7条の3第1項第1号・第2項第1号、第8条第3項第2号、第22条柱書・第1号・第2号・第3号・第4号、第55条第1項第18号
--------	--

可燃性ガス、毒性ガス又は酸素の液化ガスの貯槽(内容積が5,000ℓ未満の貯槽を除く。)、第6条の2第2項第6号に規定するコールド・エバポレータの貯槽、第8条第3項第2号の酸素の移動式製造設備の容器及び特殊高圧ガスの貯蔵設備に取り付けた配管に講じるガスが漏えいした際に速やかに遮断する措置は、次の各号に掲げる基準によるものとする。

1. ガスが漏えいした際に速やかに遮断する措置とは緊急遮断装置(ガスを受け入れるためのみに用いられる配管にあつては逆止弁をもって替えることができる。)とし、緊急遮断装置又は逆止弁の取付け位置は、次の各号の基準によるものとする。
  - 1.1 貯槽の元弁の外側のできる限り貯槽に近い位置又は貯槽の内部に設けるものとし、貯槽の元弁と兼用しないこと。
  - 1.2 貯槽の沈下又は浮上、配管の熱膨張、地震及びその他の外力の影響を考慮すること。
  - 1.3 容器にあつては、容器のバルブを兼用し、又はその近傍に取り付けること。
2. 緊急遮断装置の遮断の操作機構は、次の各号に適合するものとする。

- 2.1 緊急遮断装置の操作機構には、遮断弁の構造に応じて、液圧、気圧、電気（いずれも停電時等において保安電力等により使用できるものとする。）又はバネ等を動力源として用いること。
- 2.2 緊急遮断装置の遮断操作を行う位置は、当該貯槽から5 m以上離れた位置（防液堤を設けてある場合にあつては、その外側）であり、かつ、予想されるガスの大量流出に対し十分安全な場所にあること。

また、上記の位置のほか、周辺の状況に応じて遮断操作を行う機構を設ける場合は、当該緊急遮断装置の遮断操作を速やかに行うことができるような位置とする。
- 2.3 遮断操作は、簡単であるとともに確実、かつ、速やかに行うことができるものであること。
3. 緊急遮断装置の遮断性能等は、次の各号の基準によるものとする。
  - 3.1 緊急遮断装置を製造し、又は修理した場合は、製造者又は修理施工者において、日本工業規格B 2003(1994)バルブ検査通則の定めによる弁座の漏れ検査を行い、漏れ量が当該日本工業規格で定める許容量を超えないこと。
  - 3.2 取り付けられた状態の緊急遮断装置について、1年に1回以上弁座の漏れ検査及び作動検査を行い、漏れ量が保安上支障のない量（設置場所、ガスの種類、温度、圧力等を考慮し、当該緊急遮断装置の作動時に保安上許容できる漏れ量をいう。）以下であること及び円滑、かつ、確実に開閉を行うことができる作動機能を有することを確認すること。
4. 緊急遮断装置の開閉状態を示すシグナルランプ等の標示を設ける場合は、当該貯槽又は容器内のガスの送出し又は受入れに係る計器室内等に設けるものとする。
5. 緊急遮断装置又は逆止弁は、その遮断により、当該遮断装置又は逆止弁及び接続する配管においてウォーターハンマーを生じないような措置を講じておくものとする。

#### ④保安距離、保安区画

コンビナート等保安規則（昭和六十一年通商産業省令第八十八号）

##### 第五条第一項第二号

二 可燃性ガスの製造施設は、その貯蔵設備（地盤面下に埋設されたジメチルエーテルの貯蔵設備であつて、経済産業大臣が保安距離（保安物件に対し、五十メートル又は次に掲げる算式により得られた距離（可燃性ガス低温貯槽について当該得られた距離が液化石油ガス保安規則（昭和四十一年通商産業省令第五十二号）第六条第一項第二号若しくは第八条第一項第一号又は一般高圧ガス保安規則（昭和四十一年通商産業省令第五十三号）第六条第一項第二号の規定の例による距離（第一種保安物件に対するものに限る。）に満たない場合にあつては、当該規定の例による距離）のいずれか大なるものに等しい距離以上の距離をいう。以下この号において同じ。）を有することと同等の安全性を有するものとして認めた措置を講じているものを除く。）及び処理設備（経済産業大臣が定めるものを除く。）の外側から、保安

距離（液化石油ガス岩盤貯槽にあつては、水封機能により気密性を有する部分に囲まれた空間に通じる金属製の配管（以下「金属管」という。）を設けた坑（以下「配管竪坑」という。）の内面から保安物件に対し五十メートル以上の距離）を有すること。ただし、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じている場合は、この限りでない。

$$X = 0.480 \sqrt[3]{(K \cdot W)}$$

この式において、X、K及びWは、それぞれ次の数値を表すものとする。

X 有しなければならない距離（単位 メートル）の数値

K ガスの種類及び常用の温度の区分に応じて別表第二に掲げる数値

W 貯蔵設備又は処理設備の区分に応じて次に掲げる数値

貯蔵設備 液化ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位 トン）の数値の平方根の数値（貯蔵能力が一トン未満のものにあつては、貯蔵能力（単位 トン）の数値）、圧縮ガスの貯蔵設備にあつては貯蔵能力（単位 立方メートル）を当該ガスの常用の温度及び圧力におけるガスの質量（単位 トン）に換算して得られた数値の平方根の数値（換算して得られた数値が一未満のものにあつては、当該換算して得られた数値）

処理設備 処理設備内にあるガスの質量（単位 トン）の数値

#### 備考

- 1 貯蔵設備内に二以上のガスがある場合においては、それぞれのガスの量（単位 トン）の合計量の平方根の数値にそれぞれのガスの量の当該合計量に対する割合を乗じて得た数値に、それぞれのガスに係るKを乗じて得た数値の合計により、Xを算出するものとする。
- 2 処理設備内に二以上のガスがある場合においては、それぞれのガスについてK・Wを算出し、その数値の合計により、Xを算出するものとする。

九 特定製造事業所の敷地のうち通路、空地等により区画されている区域であつて高圧ガス設備が設置されているものは、保安区画（面積が二万平方メートル以下（面積の計算方法は別に経済産業大臣が定める。）のものに限る。）に区分すること。ただし、高圧ガスの製造の工程上密接な関連を有する高圧ガス設備が設置されている土地の区域であつて、当該区域を二以上の保安区画に区分することにより当該高圧ガス設備に係る保安の確保に支障を及ぼすこととなると経済産業大臣が認めた場合にあつては、この限りでない。

十 保安区画内の高圧ガス設備（配管を除き、当該高圧ガス設備と同一の製造施設に属する可燃性ガスのガス設備を含む。以下この号において同じ。）は、次の基準に適合するものであること。ただし、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じている場合は、この限りでない。

イ その外面（液化石油ガス岩盤貯槽にあつては、配管竪坑の内面）から、当該保安区画に隣接する保安区画内にある高圧ガス設備に対し、三十メートル以上の距離を有すること。

ロ その燃焼熱量の数値（当該高圧ガス設備に係る貯蔵設備及び処理設備についての第二号の算式中のK・Wの合計に4.18605×10<sup>3</sup>を乗じて得られた値をいう。以下この

条において同じ。)は、二・五テラジュール以下であること。

## ⑤防液堤

### 一般高圧ガス保安規則関係例示基準

#### 5. 液化ガスの流出を防止するための措置

規則関係条項	第6条第1項第7号、第6条の2第1項・第2項第1号、第7条第1項第1号、第7条の3第1項第1号・第2項第1号、第22条柱書・第1号・第2号・第4号
--------	---

貯蔵能力が1,000t以上の可燃性ガス若しくは酸素の液化ガスの貯槽又は貯蔵能力が5t以上の毒性ガスの液化ガスの貯槽の周囲に設ける流出を防止するための措置とは、第1号に掲げる措置又は第2号に掲げる防液堤を設置することとする。

##### 1. 次に掲げるいずれかの措置

- 1.1 貯槽の底部が地盤面下にある、かつ、周囲がピット状構造となっているものであって、その容量が2.2に規定する容量以上であるもの（雨水のたまり等により容量が減少することのないものに限る。）
- 1.2 地盤面下に設置された貯槽であって、その貯槽内の液化ガスが全部流出した場合に、その液面が地盤面より常に低くなる構造のもの
- 1.3 貯槽の周囲に十分な保安用空地を確保することができる場合であって、貯槽から漏えいした液化ガスが滞留しないように地盤面を傾斜させ、安全な誘導溝により流出した液化ガスを導きためるように構築したピット状構造物（ピット状構造物にためた液化ガスをポンプ等を含む移送設備により、安全な位置に移送できる措置を講じたものに限る。）
- 1.4 二重殻構造の貯槽であって、外槽が内槽の常用の温度において同等以上の耐圧強度を有し、かつ、二重殻の間のガスを吸引して漏えいしたガスを検知できるもので、内蔵した緊急遮断装置を設けたもの

##### 2. 防液堤

###### 2.1 機能

貯槽内の液化ガスが液体の状態で漏えいした場合、これを貯槽の周囲の限られた範囲を越えて他へ流出することを防止できるものであること。

###### 2.2 容量

防液堤の容量は、貯槽の貯蔵能力に相当する容積（以下「貯蔵能力相当容積」という。）以上の容積とする。ただし、次の表の各号に掲げる貯槽については、それぞれ当該各号において定める容量以上の容量とすることができる。

貯槽の種類	容量
(1) 酸素の液化ガスの貯槽	貯蔵能力相当容積の60%

<p>(2) 2基以上の貯槽を集合防液堤内に設置した当該貯槽（貯槽ごとに間仕切りを設けた場合に限る。ただし、可燃性ガス以外の毒性ガスであって同一密閉建屋内に設けられた貯槽にあつては、この限りでない。）</p>	<p>当該貯槽中最大のものの貯蔵能力相当容積((1)に該当する貯槽にあつては、(1)に示す容積。以下この号において同じ。)に他の貯槽の貯蔵能力相当容積の合計の10%を加えたもの</p>
<p>備考 貯槽の種類欄(2)に掲げる貯槽の防液堤の間仕切りとは、(2)に掲げる貯槽に係る容量に集合防液堤内に設置された貯槽の貯蔵能力相当容積の合計に対する一の貯槽の貯蔵能力相当容積の割合を乗じて得た容量に応じて設けるものに限るものとする。</p> <p>なお、間仕切りの高さは防液堤本堤より10cm下げること。</p>	

2.3 2.2 の容量（酸素の貯槽に対するものを除く。）は、2.2 の基準にかかわらず、当該液化ガスの種類及び貯槽内の圧力の区分に応じて気化する液化ガスの容積を貯蔵能力相当容積から減じた容積（2.2 の基準による容積に次の表に掲げる貯槽内の圧力に応じた比率を乗じて得た容積とする。）とすることができる。この場合、当該貯槽内の圧力の数値に幅がある場合は、表中の低い方の圧力の区分に対する数値をとるものとする。

貯槽内の圧力 エチレン	0.2以上 0.6未満 90%	0.6以上 1.1未満 80%	1.1以上 1.8未満 70%	1.8以上 60%
貯槽内の圧力 エタン	0.2以上 0.5未満 90%	0.5以上 1.0未満 80%	1.0以上 1.6未満 70%	1.6以上 60%
貯槽内の圧力 プロピレン	0.2以上 0.45未満 90%	0.45以上 0.8未満 80%	0.8以上 1.3未満 70%	1.3以上 60%
貯槽内の圧力 プロパン	0.2以上 0.4未満 90%	0.4以上 0.7未満 80%	0.7以上 1.1未満 70%	1.1以上 60%
貯槽内の圧力 ブタン、ブチン ブタジエン	0.1以上 0.25未満 90%	0.25以上 80%		
貯槽内の圧力 アンモニア	0.7以上 2.1未満 90%	2.1以上 80%		
貯槽内の圧力 クロルメチル	0.2以上 0.45未満 90%	0.45以上 80%		
貯槽内の圧力	0.35以上	1.1以上	2.2以上	



硫化水素	1.1未満 90%	2.2未満 80%	70%	
貯槽内の圧力	0.35以上			
塩素	90%			
備考 (1) 圧力の単位は MPaとする。 (2) 上の表に掲げるガス以外のガスにあつては、貯槽内の圧力に応じた当該ガスの気化率を100%から減じた数値とする。				

## 2.4 構造

防液堤の構造は、次の各号の基準に適合するものとする。

- (1) 防液堤の材料は、鉄筋コンクリート、鉄骨・鉄筋コンクリート、金属、土又はこれらの組合せによること。
- (2) 鉄筋コンクリート、鉄骨・鉄筋コンクリートは、水密性コンクリートを使用し、割れの発生を防ぐように、配筋、打ち継目及び伸縮継目又は伸縮継手の間隔、配置等を定めること。
- (3) 金属は、当該ガスに侵されないもの又は防食、防錆の措置を講じたものであり、かつ、大気圧下における液化ガスの気化温度において十分なじん性を有するものであること。
- (4) 土盛りは、水平に対し45°以下の勾配として、容易に崩れることがないように十分に締め固めたもので、降雨等により流出しないようにその表面をコンクリート等により保護し、土盛りの頂部における幅は、30cm以上とすること。
- (5) 防液堤は液密なものであること。
- (6) 毒性ガスの貯槽に係る防液堤の高さは、防液堤内における貯槽等の保全及び防災活動に支障のない範囲において防液堤内にたまる液の表面積ができる限り小さくなるように定めること。
- (7) 防液堤は、その高さに相当する当該ガスの液頭圧に耐えるものであること。
- (8) 防液堤の周囲には、昇降のための階段、はしご又は土砂の盛り上げ等による出入口を周長50mにつき1箇所、全周については2箇所以上を分散して設けること。
- (9) 配管の貫通部は、間隙からの漏えい防止及び防食の措置を講ずること。
- (10) 防液堤内の滞水を外部に排出するための措置を講ずること。この場合、排水の措置は、防液堤外において排水及び遮断の操作が行えるものであり、排水時以外は閉止してあること。
- (11) 集合防液堤内に可燃性ガスの貯槽と支燃性ガス又は毒性ガスの貯槽を組み合わせた配置をしないこと。ただし、ガスが可燃性ガスであり、かつ、毒性ガスであるものであつて、集合防液堤内に同一の当該ガスの貯槽がある場合にあつては、この限りでない。
- (12) 貯槽を建物内に設置した場合にあつては、建物は防液堤と組み合わせた構造とし、建物と防液

堤との接合は、ガスが建物の外部に漏えいしにくい構造とすること。

参考資料 3 他分野（土木・建築分野）における危機耐性、リアルタイム把握、モニタリング技術に関する調査

# 1 土木・建築分野におけるモニタリング／リアルタイム損傷判定に関する現状調査

## 1.1 技術開発の背景

土木・建築分野では現在、構造ヘルスマニタリングの研究開発に力を入れており、実用化も進んできている。都市部に甚大な被害をもたらした 1994 年ノースリッジ地震、1995 年兵庫県南部地震は、建築構造の分野でヘルスマニタリング（以下、SHM）への関心が高まる大きなきっかけとなった（例えば<sup>1)</sup>）。他方、高度経済成長期に集中的に整備された社会資本ストック、あるいは家屋類が今後急速に老朽化することが懸念され、戦略的な維持管理・更新が求められている（例えば<sup>2)</sup>）。こうした社会的背景から、構造物の健全性を監視するシステムを導入する機運が高まっていったことは想像に難くない。

このような中、追い討ちをかけるように 2011 年東北地方太平洋沖地震が発生した。東北地方の津波被害に関しては言うまでもないが、震源から 400km 以上離れた首都圏でもインフラ系の弱点が改めて浮き彫りになった。脆弱なインフラは大量の帰宅困難者を生み、大きな問題となった。2012 年に策定された帰宅困難者ガイドライン<sup>3)</sup>では発災後から混乱収拾時にかけての従業員等の一斉帰宅抑制のフローの例が示されており、従業員が施設に留まれるか否かの判断を企業が（目安として 3 時間程度以内）に行うものと提示されている。このことは、災害発生時には建物の安全性評価を何らかの形で行うことが今後標準化される方向性を示唆するものであるが、実際近年では大学機関や各種企業で SHM の研究開発が進み、技術の多くが実用化されている<sup>4)-23)</sup>。

また、2010 年代半ばにはモニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）<sup>24)</sup>が組織された。RAIMS は、道路管理者のニーズに合致した最先端のモニタリングシステムの早期実用化を目指し、道路・高速道路の管理者、ゼネコン、建設コンサルタント、電気・通信メーカー、センサ・設備メーカーと各分野の専門家が参加する組合であり、研究開発が進められている<sup>25)</sup>。さらに 2014 年 7 月からは 2m 以上の橋梁に対して 5 年に 1 度の点検が義務づけられるなど、点検を補完・高度化するためのモニタリングにも期待が高まっている。

こうした近年のモニタリング技術に関しては、例えば国土交通省・社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会資料<sup>26),27)</sup>、平成 30 年度土木研究所講演会発表資料<sup>28)</sup>などが参考となる。同資料は、モニタリング技術に関する取組み 31 事例を収集し、その特徴ごとに分類、まとめたものである。主に局所的な損傷のモニタリングを目的としたものが取り上げられており、即時利用可能な技術例として紹介されている。

## 1.2 リアルタイム把握・モニタリングシステムの概観

ここでは土木・建築分野における主な取り組みについての文献調査を行なうが、モニタリング、リアルタイム損傷判定の方法・方法論はターゲットに応じて幅広く、様々な技術が混在している。そこで、測定・評価対象の範囲と解像度に応じて体系的に整理することを試みる。ここでいう「範囲」とは、測定対象の空間的な領域の大きさを、「解像度」とは、推定・評価の精度や細やかさを指す。双方は一般にトレードオフの関係にあるといえよう。すなわち、広域的な評価（マクロな視点）と局所的な評価（ミクロな視点）とを比較すれば当然ながら後者の解像度が高いはずである。前者には、例えばある地域での被災度をメッシュごとに判定するようなものが含まれ、後者には、例えば構造物の局所的なひび割れを判定するようなものなどが挙げられる。当然ながら、これらの長所・短所を補間するような中間的な方法（準局所的）も数多く存在し、目的や資源に応じた使い分けが必要となる。

文献調査に基づき、土木・建築分野におけるリアルタイム・モニタリングシステムを図1のように概観する。同図にあるとおり、リアルタイム・モニタリングシステムで対象とする的要因は地震のみならず、風雨（暴風、台風や豪雨など）、交通振動、あるいは気温変化などがあるが、ここでは、当初目的に沿って地震を対象に絞る。測定対象、システムやセンサの例、測定内容、構造物などの状態を評価するための特性値などはケースバイケースで多岐にわたるが、各種文献調査で取り上げられていた主なものをピックアップし、例として図に示している。

リアルタイム・モニタリングシステムの流れは解像度の違いによらず図のようにまとめられる。ただし、広域的な評価（マクロな視点）に相当する技術をより左側に、局所的な評価（ミクロな視点）に相当する技術を右側に配置している。その中間に相当する技術を、本報告書では仮に「準・局所的な評価」と表現する。

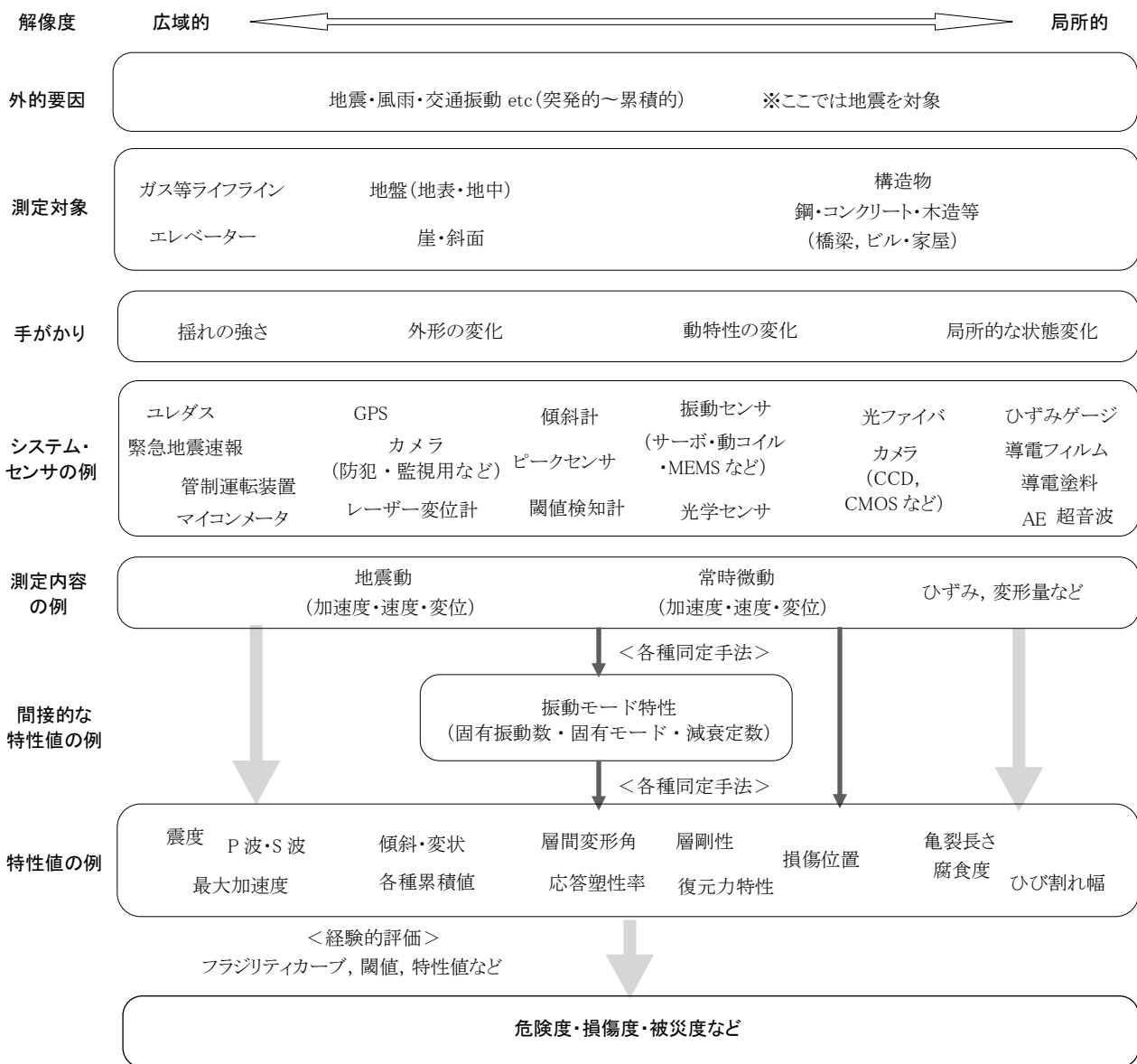


図1 土木・建築分野におけるリアルタイム把握・モニタリングシステムの概観

範囲・解像度の違いはあるが、土木・建築分野のモニタリング、リアルタイム損傷判定における測定形態・対象、対象外力はほとんどが以下に集約される。今回調査対象も例外ではない。

#### (a) 測定の形態

測定形態としては大きく以下の2つに分けられる<sup>例えは26)</sup>。

- ・常時監視 : 各種センサーやカメラ等を構造物やその周辺に設置する方法。
- ・定期監視 : センサーやカメラ等を設定した車両等移動体を利用する方法。

事例としては前者が多い。設置対象、場所、コストに応じて選択は可能である。

#### (b) 測定の対象物

測定対象としては大きくは以下の2つに分けられる。

- ・構造物 : 構造物自体の変位や異常を監視する方法。(ライフライン、構造物内設備含む) 変位、加速度、ひずみ等を計測、これを利用し構造物の状態を推定・評価する。
- ・地盤 : 地盤の変形や外力強さを監視する方法。  
構造物への入力強さと相関が高いため構造物被害度合を間接的に評価できる。

#### (c) 対象となる外力

測定対象物に作用する主な外力としては、地震動、風(向・速さ)、波浪(高さ)、雨(量)、交通荷重などが挙げられる。本調査では主に地震動を対象として整理を行う。

### 1.3 関連技術に関する動向

#### (1) 広域的な評価を対象としたシステム・技術事例

モニタリングに基づく広域的なリアルタイム防災システムの代表的な取り組みとしては、1992年に稼働が開始された世界最初の早期地震検知警報システム UrEDAS(ユレダス)<sup>29)</sup>が挙げられる(現在は警報地震計 FREQL(フレックル)にバージョンアップされている)。兵庫県南部地震を契機として高感度地震計の整備が全国的に進められ、2004年から緊急地震速報(気象庁)の試験運用が一部開始された。現在では防災科学研究所 Hi-net, K-NET, KiK-net, F-net, あるいは気象庁震度計を代表とした機器が全国的に整備・利用されている。また、緊急地震速報から得られた情報は、防災への様々な取り組みにも直接的・間接的に活用されている<sup>例えは30),31)</sup>。

さらに近年、災害発生時の迅速な初動体制の確立と災害対応を行うため、地震、津波、豪雨等を対象とした高精度なリアルタイム被害推定・状況把握システムの構築も試みられている<sup>32),33)</sup>。これは、1)観測データや地下構造・建物・人口モデルを駆使したリアルタイム被害推定、2)被害推定・状況把握システム及び各情報を自治体の災害対応等に活かす利活用システム、3)高分解能な構造物の被害推定技術、4)衛星観測データから被害情報を抽出するシステム、5)インフラ施設の迅速な状況把握と意思決定を支援するシステム、6)火山ガス等のリアルタイムモニタリング技術、の開発をその目的としており、地震による被害を250mメッシュ単位で推定、地震発生後1分以内に情報発信を行う全国概観版のリアルタイム被害推定・状況把握システム(一部地域で50mメッシュ単位の地域詳細版システム)を目指すものである。今後信頼性の高いシステムが構築されれば、これらの情報が防災に活用されるであろう。

広域的な評価は、被害が生じる可能性について迅速かつ網羅的に判断できる点が一つの特長といえよう。例えば、制御(運転制御、ライフライン設備供給など)・回復(元の状態に戻すこと)が比較的容易な構造システムへの適用性は高い。緊急地震速報の利用あるいは類似したシステムの事例、広域を対象としたシステムを表1に整理する<sup>34)</sup>。他方、既述のように評価対象の範囲と解像度(推定精度や細やかさ)は一般にトレードオフの関係にあり、広域を対象とした被害評価はその解像度は限られる。

が、比較的多く挙げられる。こうしたひび割れや亀裂の進展，鋼材のやせ細りの監視は重要であり，画像処理的技術の活用などにも今後大きな期待が寄せられている<sup>42)</sup>。一方，全般的な課題としては，構造物全体のうち損傷しやすい箇所が明確でない場合は，測定・評価対象の絞り込みが必要

表 1 広域的な評価を対象としたシステム・技術の事例

システムや技術 (提供元)	制御・測定対象	測定内容・手がかり	備考
ユレダス	鉄道	地震波と電気信号の伝播速度の差を利用	地震波到着前の判断
管制制御システム	エレベーター	地震波を直接検知 (P 波・S 波)	
マイコンメータ	ガス	制御用地震センサ	システムが簡便
SUPREME (東京ガス)	ガス	高密度地震計から強度収集・被害推定	地震発生後 10 分で即時推定
—	津波・地盤変位	ビデオカメラ (コンビニ, 放送局などに設置)	非接触型センシング
(NTT インフラネット)	落石・崩壊危険斜面	CCD カメラ・赤外線カメラ	非接触型センシング
(防災科研)	発電所・工場・プラント	緊急地震速報から震度, 余裕時間, 最大加速度等を予測	
リアルタイム地震対応システム (竹中工務店)	館内緊急放送・エレベーター	緊急地震速報+高精度な建物応答予測を活用	

となることが挙げられる。上述したように，調査，実験，あるいは数値解析などにより，周辺環境，構造物の特性を事前によく把握した上で，センサ配置計画を立てることが求められる。

## (2) 局所評価を対象としたシステム・技術の事例

上述のような広域・広範囲を対象とした被害評価と対照的なシステム・技術として，構造物の局所的な状態 (損傷等) を把握・評価しようとするものが挙げられる。構造物の局所的な状態変化の評価対象は，例えば文献 24 で紹介されている測定項目の中に挙げられているように，①コンクリート構造物：ひび割れ，段差，浮き，剥離，鉄筋露出，抜け落ち，漏水，沈下，変形，遊離石灰，異常たわみほか，②鋼構造物：破断，変形・欠損，亀裂，腐食，防食機能の劣化，定着部の異常ほか，③土構造・地盤：亀裂，沈下，はらみ出し，陥没，空洞，洗掘，地表移動，地盤傾斜，間隙水圧ほか，④その他構造物 (舗装，付属構造物)，などがあり，多くが材質固有の状態変化である。その状態変化を把握するためには，構造物のおかれた環境，構造物の形状や材質，あるいは動特性などを踏まえ，それぞれに適した方法を採用することが肝要となる。

局所評価を対象とした取り組み事例の一部を表 2 に列挙する<sup>35)-41)</sup>。コンクリート部材の健全性は「ひび割れ」による評価事例が，また鋼部材では「亀裂」を評価対象とした事例が，比較的多く挙げられる。こうしたひび割れや亀裂の進展，鋼材のやせ細りの監視は重要であり，画像処理的技術の活用などにも今後大きな期待が寄せられている<sup>42)</sup>。一方，全般的な課題としては，構造物全体のうち損傷しやすい箇所が明確でない場合は，測定・評価対象の絞り込みが必要となることが挙げ

表 2 局所的な評価を対象としたシステム・技術の事例

システム・技術提供元または文献	評価対象	測定内容・手がかり	備考
鉄道総合研究所	RC 構造物のひび割れ	導電塗料の破断の有無	
藤本ほか 1995	鋼部材の亀裂	導電フィルム、導電塗料による電気抵抗の変化	室内実験ベース
圓ほか 2006	RC 構造物のひび割れ	ひび割れ等損傷が生じやすい位置にスマート AE センサを設置	センサ上でのデータ処理による転送データ量の大幅削減
JFE テクノリサーチ	鋼部材の亀裂長さ	疲労予亀裂を入れた薄板（センサー）の利用	疲労亀裂
富士通研究所	橋梁内部の損傷	床版上のジャイロセンサによる振動データ	振動データ図形化（カオス理論）→図形数値化（トポロジカルデータ解析）→異常度・変化度（DeepLearning）
伊藤ほか RAIMS	RC 構造物のひび割れ	カメラの画像データによる判読	市販カメラの利用・二時期の比較
国交省資料 <sup>26)</sup>	栈橋上部工の腐食	埋設センサにより鉄筋の電気科学的特性値をモニタ	データのばらつき、センサ・ケーブル類の耐久性に課題
同上	既設アンカー緊張力	荷重計による緊張力の計測	雷・落石による故障、斜面全体評価に課題
同上	橋梁床版ひずみ	光ファイバの曲がり度合いによる赤外線強度の変化を利用	コストが高いため測定対象の絞り込みが必要
同上	法面の位置ずれ	GPS センサ	センサに対する積雪対策が必要

られる。上述したように、調査、実験、あるいは数値解析などにより、周辺環境、構造物の特性を事前によく把握した上で、センサ配置計画を立てることが求められる。

### （3）準・局所評価を対象としたシステム・技術の事例

上述では、広域的な評価あるいは局所的な評価を対象としたシステム・技術の事例を取り上げた。各構造物の損傷評価、危険度評価を考えた場合、広域的な評価システムでは分解能が低いことからより詳細な評価が必要となる。他方、局所的なモニタリングは測定あるいは監視ターゲットが限定されるため、すべての構造物に一律に適用することはコストの面で不利となる。このため、構造物にセンサを配置して構造物全体としての安全性をグローバルに同定しようとする試みは非常に多い。

方法は多岐にわたるため全てに言及することは難しいが、文献から概観したものは、図1の中央部にとりまとめたとおりである。図1左項目に示す“手がかり”としては「動特性の変化」に着目したものが主であり、“システム・センサの例”としては傾斜計やピークセンサ、カメラ、レーザー変位計など直接的なものもあるが、振動センサを利用して地震動あるいは常時微動を測定する方法に関しては、非常に多くの研究がある。地震動を対象とする場合は、大振幅領域での構造物応答を同定できる点で有利であるが突発的な地震動の記録を得るためにはセンサを対象構造物に常時設



置しておく必要がある。他方、常時微動を対象とする場合は、ポータブルセンサを利用することでいつでも測定できることが大きな利点であるが、小振幅時の情報のみしか得られない。

文献調査によれば、図1に示すように、センサで測定した地震動、あるいは常時微動記録を利用して、間接的あるいは直接的に何らかの損傷指標となるような特性値を求める、という流れが主流のようである。このような所謂構造パラメータ同定、損傷同定は「システム同定」の一環であり、特に建築分野におけるシステム同定に関する研究は1970年代頃より盛んに行われるようになった。センサを利用したシステム同定は、その多くが動特性に着目しており、センサには主に加速度計、速度計、変位計（あるいはひずみ計）などが利用されるケースが多い。ただし、センサから得られた応答から構造パラメータや損傷状態をどのような方法から同定するかに関しては、時間領域同定法であるAR、ARX、ARMAX、部分空間法などを利用した方法が最もポピュラーであるが（例えば43）-61）、ニューラルネットワークを利用した方法<sup>62）-65）</sup>、周波数領域同定法を利用した方法<sup>66）-69）</sup>、感度マトリクスに着目した方法<sup>70）</sup>、確率統計学的方法<sup>71）-73）</sup>など多様なアプローチがあり、目的に応じた選択が必要となる。（当然ながら同定誤差があるため、その程度を把握する研究も行われている（例えば74）。）

また、センサから得られた応答からどのような構造パラメータや損傷指標を同定するかに関しては、大きく分けると1)振動モード特性（固有振動数、モード形状、減衰定数）を同定してからこれを構造の変化や損傷と結びつけようとする方法（例えば75）-83）、2)剛性など構造パラメータの変化や変位を直接的に同定する方法、がある。前者に関しては、固有振動数は観測から容易に得られること、剛性低下に対する感度が振動モード特性の中で最も高いことから、これを捉えようとするアプローチは多い（例えば84）-92）。ただし、固有振動数は構造物全体の振動特性を代表する値であるため、より局所的な損傷同定に繋げることを目的として、モード形状を同定する事例も多い（例えば93）-98）。ただし、振動モード特性は経年変化が確認されているため、注意が必要である（例えば99）、100）。後者に関しては、層剛性やその変化を直接求める方法（例えば101）-103）、変位計測から層間変位を直接求める方法（例えば104）-107）、が挙げられる。実際は導入あるいは利用できるセンサの数が限定される場合が多いことを踏まえ、実用化の観点から少ないセンサからの情報を利用して全層剛性を補間により求めようとする試みもある<sup>108）-112）</sup>。上述から得られた構造パラメータや変位の情報を元に、実際の損傷レベルと繋げることが必要となる。あるいは、時刻歴応答から非線形性の度合いを簡便に評価するための評価指標が検討されている（例えば104）113）-120）。

なお、こうしたシステムを実現するためのセンシングシステムの構築に関する研究も多く<sup>121）-127）</sup>、センサの開発やそれを利用した構造同定（例えば128）、132）、センサ同士の通信に工夫するに関する研究<sup>133）</sup>なども行われてきているが、3.1節で述べたように、国内でも多くのセンシングシステムが建物等に導入され、実用化している。

#### 1.4 関連技術に関する課題

上述のとおり、現在までに適用されている多くの技術は広域的な視点のものから局所的な視点のものまで幅広い。より広域的なシステムでは、例えば最大加速度を直接用いた損傷可能性判定などのより簡便かつ直接的な評価が行われる。当然ながら、このような場合は対象物の解像度は低いいため、個別の構造物の被害評価の信頼性は必ずしも高くない点の一つの課題といえよう。逆に、局所損傷を評価したい場合は、評価ターゲットを絞る必要がある。すなわち、個別構造物であれば局所的な位置に当初からフォーカスしておく必要があるため、構造物の弱点（損傷を受けやすい箇所など）を明らかにしておく必要があるだろう。このことを踏まえれば、想定と異なる箇所への被害・損傷への対応は、一つの課題となる。これらの中に位置づけられる準局所的な被害評価においては、個別構造物にフォーカスした多岐多様な研究が行われている。システム同定技術が応用されたこれ

らの方法では、個別の構造物のおおよその被害を把握するには優位性が非常に高い。ただし、同定対象ごとに評価精度、あるいは損傷への感度が異なることに注意が必要である。また、システム同定結果をどのように活用するか、すなわち、対象に応じて損傷指標をどのように設定するかが現状の課題であろう。

## 2 土木・建築分野における危機耐性に関する現状調査

### 2.1 危機耐性とは

2011年東北地方太平洋沖地震の発生を受け、耐震設計における「想定外」の巨大地震への対応についての議論が進んでいる。この中で、「危機耐性」という新たな概念が導入された。「危機耐性」では、“設計で考慮された外力を越える外力に対しても耐性を持つことを要求する”<sup>134)</sup>。すなわち、設計で考慮された外力を越えるような規模の地震が発生し、事業所や製造設備が設計想定を超える地震外力を受けることを事前に考慮した上で、想定を超える外力を受けたときの事業所や製造設備の状態を想像し、これらが最終的に破滅的な状況に至らない措置をとることが要求される。

### 2.2 危機耐性向上のための対策例

高圧ガス保安法における設備安全性に係る規程や対象としては、危害予防規程、地震防災遮断弁、緊急遮断弁、保安距離、保安区画、防液堤、などが挙げられる。地震防災遮断弁は耐震設計構造物が“耐震性能を喪失した場合”の被害発生および拡大防止を図ることを目的としたもの、緊急遮断弁は“ガスが漏洩した際”の装置、防液堤は“貯槽内の液化ガスが液体の状態で漏えい”した場合の対策、であり、危機耐性の範疇か否かは明言できないものの思想としてはそれに近く、ハード対策としても位置付けられそうである。保安距離および保安区画では、平たく言えば貯蔵設備から保安物件までの距離を定めることで、ガス漏えい時に周囲への影響を抑制することを目的としたものである。このように、現在の規程ではガス（気体や液体）の漏えいを踏まえた対策を講じるよう明記されている。これに対して、想定外の地震外力が生じることについては特に定められていない。耐震設計では、想定した外力に対する詳細な応答をFEM解析等から検討されているが、損傷後のシナリオまでは追っていないのが実情である。

「危機耐性」は新しい概念であり、危機耐性向上のための対策事例は現時点では未だ限られているが、特に公共性の高い鉄道構造物の設計においては想定以上の地震が発生しても構造物あるいはシステムとして破滅的な状況に陥らないように設計する必要があるとして、2012年9月改訂の鉄道構造物等耐震設計標準同解説・耐震設計で概念がいち早く導入され<sup>135), 136)</sup>、具体的な研究や実験が進められている<sup>137), 138), 139), 140), 141), 142), 143)</sup>。また、港湾構造物の岸壁に対しても、想定外の地震時に生じ得る事象への対策が提案されている<sup>144)</sup>。道路橋に関しては、道路橋示方書V耐震設計編に示される「桁かかり長」が、想定される地震動に対する耐震対策として設けるものではあるものの、落橋を防止するための落橋防止ケーブルがその機能を喪った後の事象を想定した措置であることから、危機耐性的な対策に類似する対策とも言える。近年では、橋脚基礎に損傷が生じることを前提とした上で、敢えて弱点を設けることで、損傷時の機構を明確化するような試みも見られる<sup>146)</sup>。その他、危機耐性を念頭においたいくつかの研究が進められている<sup>147), 148)</sup>。原子力発電所の危機耐性へのアプローチとしては、津波水位の観測（モニタリング）や浸水機器の代替品の設置などが例として提案されている。

表4には、既に提案されている対策事例を示した。構造物の耐震設計では、考えられる大規模入力を合理的に想定した上で、構造物の破壊、倒壊、あるいは鉄道であれば脱線、を回避するような対策が考えられている。

表 4 他分野における危機耐性向上のための対策事例

技術提案元	対象構造	具体的な対策とその目的	備考
鉄道総合技術研究所	鉄道ラーメン高架	倒壊方向制御（ラーメン橋脚の天端下面・脚横にブロックを設置することで倒壊方向を制御）	現在実験が進められている
同上	同上	柱の自重補償機構（ラーメン橋脚の一部を上部構造と縁切り。脚が損壊した場合でもその一部の柱脚で上部構造を支持，落橋を回避）	現在実験が進められている
同上	鉄道の軌道	逸脱防止ガード（万が一脱線した場合に大きく逸脱することを防止）	-
港湾技術研究所	岸壁 (港湾構造物)	耐震スロープの設置（岸壁上部工にヒンジで固定され背後側はフリーとなっているスロープ。常時はフラット，地震時に段差が生じた場合，スロープとして機能）	-

### 2.3 危機体制に関する現状の課題

上述のように，危機体制は未だ新しい概念であることから，対策事例が非常に限られている。当然ながら殆ど経験がない事象への対策となるため，今後生じるであろう現象を具体的に想定することは容易ではなく，そのため避難対応あるいは構造物が危機的状況に陥らないような物理的対策の具体化そのものが，大きな課題である。

分野や地域を超えて既往の災害事例も参考にしながらも，一方で数値シミュレーションを駆使して様々な災害シナリオを考えることで，合理的かつ具体的に対策を検討していくことが重要と考える。

## 3 高圧ガス設備に対する適用可能性

### 3.1 モニタリング／リアルタイム損傷判定に関する適用可能性

高圧ガス設備に対しては、設計段階で詳細な動的挙動を評価しているが、外力作用時に対象設備の状況をリアルタイムかつ簡便に把握できる体制を事前に整えておくことは有効である。BCP（事業継続計画）といった観点からも、被害の度合いを速やかに把握・共有できることは意義深い。前章で紹介した文献調査によれば、近年では多種多様なモニタリング技術・手法が確立されてきており、目的や予算に応じた方法の選択が可能となっている。

文献調査から、モニタリング技術を広域的な評価に相当するものから局所的な評価に相当するものまでの解像度に着目して図1に整理したが、構造物としての高圧ガス設備の安全性評価は主に変位に着目したものであることから、第1段階の評価としては準・局所的な評価の方法の中の最大値計測や傾斜計測等に対する適用性は高いと考えられる。ただし、設備の安全性評価の項目や指標については、対象に応じて詳細に検討する必要がある。また、設備の状況・状態の変化を把握するためには、常時あるいは健全時の状態についても把握しておく必要があるだろう。システムの実用化にあたっては、経済性かつ実用性を備えたものであることが望ましい。経済性の面では初期費用の安価なもの、簡便なシステムであること、データ負荷が小さいことなどが挙げられ、実用性の面では、必ずしも専門知識を持たない管理者であっても利用できることなどが要件となるであろう。

### 3.2 危機耐性向上に関する適用可能性

前章で紹介したように、鉄道・港湾の分野においては、生じる確率的には非常に低いが想定を超える事象が生じてしまった場合に、その構造形態の変化を想像し、次に起こりうる変化を想定することで、壊滅的な被害を免れるための具体的な対策事例が考えられている。対策としては表4にあるように単純で簡素な機構が考えられているが、これは所謂最後の砦として確実に機能する機構の形態に求められる特質ともいえるであろう。

高圧ガス設備では、構造物系、配管系ともに想定した外力に対する詳細な応答は数値解析から追うことが可能であるが<sup>例えば 150)</sup>、今後は数値実験に基づき構造物・設備ごとに設計上許容される損傷形態を超えた後の動的挙動までを明らかにし、可能性のある破壊形態や弱点を具体的に把握することで、具体的な被災シナリオの作成につなげることが望ましい。例えば、球形タンクにおいてタンクを支持するブレースがどのように破壊されて倒壊に至るか、ということが想定されるのであれば、その次に起こる事象を考え、致命的な被害を及ぼさないような2次的な対策を考え得る。なお、想定外の外力と応答への対策として採用する機構は、必ず機能するものでなければならない。そのためには、機構としては簡素であることが望ましい。

### 3.3 総括

防災・減災対策に関する本調査を通して、危機耐性向上とその対策についてのヒントが得られる。危機耐性については、その目的・方法について意識共有を図る必要がある。そのためには、目的・方法をより具体化して示すことが重要であろう。危機耐性を考えるにあたり、まず想定すべき項目としては、作用外力とそれによる構造物応答が挙げられる。過去の教訓を活かすならば、設計上想定する外力への対策は当然のことながら、想定を超える外力と応答が可能性として生じ得ることをも念頭においた上で、被害発生後どのような経緯を辿りその被害が拡大していくか、シナリオを作成しておくことが肝要といえる。このシナリオ化により、設備の弱点をより具体的に把握することができるであろう。あるいは敢えて弱点となる箇所を作っておくなどの選択肢もあろう。事前

に設備の現状把握のための調査を行い，必要に応じて耐震改修の実施，危機耐性を高めるための対策を施しておくことが肝要である。

他方，被害を最小限に止めるためには被害の即時把握と即時対応が不可欠である。被害の即時把握，すなわち設備の状態・安全性評価にあたり，上述した構造物や設備の動的挙動をモニタリングする技術は有望であり，その活用・応用が推奨される。

なお，これらを踏まえて，高圧ガス設備に対する大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する対応策の例示案としてより具体的に整理したものを，付録として添付する。より具体的な内容については同付録を参照されたい。

## 参考文献

- 1) 中村充:建築構造物のヘルスマonitoring, 計測自動制御学会 計測と制御, 第 41 巻, 第 11 号, 2002.
- 2) 国土交通省:[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02\\_01.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html)
- 3) 首都直下地震帰宅困難者等対策協議会:首都直下地震帰宅困難者等対策協議会 事業所における帰宅困難者対策ガイドライン(平成 24 年 9 月), 2012.
- 4) 戸田建設:地震モニタリングシステム「ユレかんち」, [https://www.toda.co.jp/tech/earthquake/earthquake\\_13.html](https://www.toda.co.jp/tech/earthquake/earthquake_13.html).
- 5) 戸田建設:建物モニタリング診断システム『ビルメディカルシステム(R)』, <https://kensetsu.ipros.jp/product/detail/2000396082/>, 2018.
- 6) 三井住友建設:「橋梁地震時モニタリングシステム」を開発し, 実橋での試験運用を開始, <https://www.smcon.co.jp/topics/2014/05017987/>, 2014.
- 7) 三井住友建設:E-ディフェンフェンスで地震時建物損傷評価システムを震動検証実験し実用化へ, !事業継続計画(BCP)の一環として本社と全国の支店に設置一, <https://www.smcon.co.jp/topics/2017/060919352/>, 2017.
- 8) 鹿島建設:鹿島のリアルタイム防災システム「RDMS」商用ビルに初適用, <https://www.kajima.co.jp/news/press/200609/11a1fo-j.htm>, 2006.
- 9) 大類哲:建物被災度判定システムの実建物群への適用, 日本地震工学会誌, 第 16 号, pp.36-39, 2012.
- 10) 清水建設:安震モニタリング SP, <https://www.shimz.co.jp/solution/tech174/>.
- 11) 新居藍, 欄木龍大, 長島一郎, 篠崎洋三, 木村雄一, 青野英志:建物における地震・風観測モニタリングシステムの開発と適用, -東北地方太平洋沖地震において実証された有用性-, 大成建設技術センター報, 第 44 号, pp.07-1 - 07-4, 2011.
- 12) 大成建設, 横河電機, 長野日本無線, 東京大学:MEMS センサを用いた構造物モニタリングシステム「T-iAlerts(R) Structure」を開発, [https://www.taisei.co.jp/about\\_us/release/2017/1439259129288.html](https://www.taisei.co.jp/about_us/release/2017/1439259129288.html), 2017.
- 13) 石川裕治, 竹本健一, 宮崎早苗:災害対策ソリューションへの取り組み, リアルタイム橋梁遠隔監視システムの開発, NTT 技術ジャーナル, pp.21-26, 2006.
- 14) 大林組, 日本電気, ジャスト:大林組, NEC, ジャストが地震後の建物の損傷度合いを検知する安価な構造ヘルスマonitoringシステムを開発, <http://www.nec.co.jp/press/ja/1008/2601.html>, 2010.
- 15) 中村充, 圓幸史朗, 石川理子, 三浦耕太:地震時における建物被災度の即時推定技術, 大林組研究所報, No.78, 2014.
- 16) 日建設計:構造ヘルスマonitoringシステム, 開発者に聞く., <http://www.nikken.co.jp/ja/news/2014509.html>, 2014.
- 17) イーグローバレッジ:耐震性能モニタリングシステム, <https://www.e-globaledge.com/products/disaster/>.
- 18) オムロン:バッテリー駆動による長期稼働を実現した「ワイヤレスモニタリングシステム」を発売, <https://www.omron.co.jp/press/2018/03/c0315.html>, 2018.
- 19) ミサワホーム, ミサワホーム総合研究所, KDDI:被災度判定計「GAINET」を発売, [https://www.misawa.co.jp/corporate/news\\_release/2015/0422\\_2/](https://www.misawa.co.jp/corporate/news_release/2015/0422_2/), 2015.
- 20) 富士電機:建物構造ヘルスマonitoring, <https://www.fujielectric.co.jp/products/shm/>.
- 21) Y. Suzuki, N. Koshika, A. Yamada, S. Orui and K. Shimizu:Real-time Building Damage Estimation System based on Observed Building Response, Proc. of the 14 th World Conference on Earthquake Engineering, 2008.
- 22) 建設 IT ワールド: 8 階は異常なし!地震による建物損傷をリアルタイムに判定, <http://ieiri-lab.jp/it/2012/06/Structural-Monitoring.html>, 2012.
- 23) 佐々木栄一, 山田均, 勝地弘:道路橋の遠隔リアルタイムモニタリング・状況診断システムの開発と適用, 横浜国立大学大学院工学研究院, 第一期グループ研究, 2008-2010.
- 24) RAIMS:<http://www.raims.or.jp/raims/>
- 25) 石田雅博, 宇佐美惣, 武澤永純:インフラモニタリングシステムの早期実現に向けて ~「モニタリングシステム技術研究組合【RAIMS】」の始動~, 土木技術資料 57-3, 2015.
- 26) 国土交通省:第1回 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会, 資料3 モニタリング技術の現状と課題, [www.mlit.go.jp/common/001016261.pdf](http://www.mlit.go.jp/common/001016261.pdf), 2013.
- 27) 国土交通省:第3回 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会, 資料2-3 モニタリング技術に関する海外事例について, [www.mlit.go.jp/common/001031990.pdf](http://www.mlit.go.jp/common/001031990.pdf), 2014.
- 28) 金澤文彦:平成 30 年度土木研究所講演会 発表資料, 道路橋維持管理におけるモニタリング技術の活用, <https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/event/2018/1011/pdf/kouen2.pdf>, 2018.

<広域的評価>

- 29) 早期地震検知警報システム：UrEDAS(ユレダス)，FREQ(フレックル)  
[http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/gyoumu\\_ure.html](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/gyoumu_ure.html)
- 30) 防災科学技術研究所:発電所・工場・プラント向け防災システムの開発・研究，高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト総括成果報告書，pp.121-126，2008.
- 31) 竹中工務店：リアルタイム地震対応システム，<http://www.takenaka.co.jp/solution/needs/earthquake/service48/index.html>
- 32) 中村洋光:リアルタイム被害推定・状況把握・利活用システムの開発，SIP 防災シンポジウム 2017 発表資料，2017.
- 33) 藤原広行:災害情報収集システム及びリアルタイム被害推定システムの研究開発，SIP 防災シンポジウム 2017 発表資料，2017.
- 34) 山崎文雄:特集「リアルタイム地震防災」，リアルタイム地震防災 -10 年間の進歩と今後の動向-，建築防災，pp.1-6，2006.
- <局所的評価>
- 35) 鉄道総合技術研究所：既設構造物のモニタリングシステムの開発，<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd43/rd4310/rd43100128.html>.
- 36) 藤本由紀夫，新宅英司，金成燦，高本大世:構造モニタリングによる疲労損傷の感知と予知，日本造船学会論文，pp.523-，1995.
- 37) 圓幸史朗，池ヶ谷靖，中村充，柳瀬高仁:スマートセンサと無線ネットワークを用いた構造ヘルスマニタリングシステムの開発，日本地震工学会論文集，第7巻，第6号，pp.17-30，2007.
- 38) JFE テクノロジー:鋼構造物の疲労損傷モニタリング，[https://www.jfe-tec.co.jp/jfetec-news/k\\_news/news/50.html](https://www.jfe-tec.co.jp/jfetec-news/k_news/news/50.html).
- 39) 富士通研究所:AI 技術により，橋梁内部の損傷度合いの推定に成功，<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2017/08/28.html>，2017.
- 40) 伊礼貴幸:静止画像による RC 床版のひび割れモニタリングの合理化，モニタリングシステム技術研究組合 平成 29 年度 RAIMS 活動報告会，pp.47-55，2017.
- 41) 科学技術振興機構:道路橋の損傷を瞬時に計測するシステムの開発に成功，科学技術振興機構報 第 623 号，2009.
- 42) 小林彬:国際画像機器展 2014 特別招待講演，社会インフラ維持管理のための画像処理技術の可能性と期待，<https://www.adcom-media.co.jp/report-ite/2015/03/25/20610/>，2015.
- <準局所的評価>
- 43) P. J. Fanning, E.P. Carden:Auto-Regression and Statistical Process Control Techniques Applied to Damage Indication in Telecommunication Masts, Key Engineering Materials, 204-205, pp.251-260, 2001.
- 44) C. G. Koh, L. M. See, T. Balendra:Estimation of structural parameters in time domain, A substructure approach, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.20(8), pp.787-801, 1991.
- 45) H. Soon, C. R. Farrar:Damage diagnosis using time series analysis of vibration signals, Smart Materials and Structures, Vol.10(3), pp.446-451, 2001.
- 46) H. Zheng, A. Mita:Localized Damage Detection of Structures Subject to Multiple Ambient Excitations Using Two Distance Measures for Autoregressive Models, Structural Health Monitoring, Vol.8(3), pp.207-222, 2009.
- 47) H. Zheng, A. Mita:Damage indicator defined as the distance between ARMA models for structural health monitoring, Structural Control and Health Monitoring, Vol.15(7), pp.992-1005, 2008.
- 48) K. K. Nair, A. S. Kiremidjian, K. H. Law:Time series-based damage detection and localization algorithm with application to the ASCE benchmark structure, J. Sound and Vibration, Vol.291(1-2), pp.349-368, 2006.
- 49) S. G. Mattson, S. M. Pandit:Statistical moment of autoregressive model residuals for damage localisation, Mechanical Systems and Signal Processing, Vol.20(3), pp.627-645, 2006.
- 50) Z. Xing, A. Mita:Locating the damaged storey of a building using distance measures of low-order AR models, International Journal of Smart Structures and Systems, Vol.6(9), pp.991-1005, 2010.
- 51) 斎藤知生:モード解析型多入力多出力 ARX モデルを用いた高層建物のシステム同定，日本建築学会構造系論文集，第 508 号，pp.47-54，1998.



- 52) M. Shiraishi, A. Mita:Decentralized SHM method based on substructure parameter identification, Proc. of SPIE, Sensors and Smart Structure Technologies for Civil Mechanical, and Aerospace Systems 2011, Vol.7981, San Diego, USA, 2011.
- 53) 前田朋宏, 吉富信太, 竹脇出:限定された地震観測記録とARX モデルを用いた建物の剛性・減衰同定法, 日本建築学会構造系論文集, 第76巻, 第666号, pp.1415-1423, 2011.
- 54) パラメ C. B. Yun, H. J. Lee:Substructural identification for damage estimation of structures, Structural Safety, Vol.19(1), pp.121-140, 1997.
- 55) Z. Xing, A. Mita:A substructure approach to local damage detection of shear structure, Structural Control and Health Monitoring, Vol.19(2), pp.309-318, 2012.
- 56) L. Mei, A. Mita, J. Zhou:An improved substructural damage detection approach of shear structure based on ARMAX model residual, Structural Control and Health Monitoring, Volume 23, pp.218-236, 2015.
- 57) 金澤健司:常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その2) --ARMAMA モデルによるスペクトル解析法--, 電力中央研究所 研究報告書, U01031, 2001.
- 58) 金澤健司:常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その3) --ARMAMA モデルによる振動モード同定と多層建物の構造同定--, 電力中央研究所 研究報告書, U01046, 2001.
- 59) 金澤健司:常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その5)-ARMA モデルに基づくクロススペクトルの漸化的アルゴリズムの構築-, 電力中央研究所 研究報告書, N11039, 2011.
- 60) M. Shiraishi, A. Mita:Decentralized Structural Parameter Identification Using Kalman Filter Algorithm, 5th World Conference on Structural Control and Monitoring, Tokyo, Japan, No.84, 2010.
- 61) C. S. Huang, H. L. Lin:Modal identification of structures from ambient vibration, free vibration, and seismic response data via a subspace approach, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, pp.1857-1878, Vol.30(12), 2001.
- 62) C. B. Yun, E. Y. Bahng:Substructural identification using neural networks, Computers and Structures, Vol.77(2000), pp.41-52, 2000.
- 63) M. Nakamura, S. F. Masri, A. G. Chassiakos and T. K. Caughey:A method for non-parametric damage detection through the use of neural networks, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.27(9), pp.997-1010, 1998.
- 64) 横山功一, 原田隆郎, 黒田聡, A.K.M. Rafiquzzaman:ニューラルネットワークを用いた橋脚の地震時リアルタイム損傷判定法に関する検討, 日本地震工学会論文集, 第7巻, 第5号, pp.31-44, 2007.
- 65) 中村充, Sami F. Masri:ニューラルネットワークを用いた損傷検出に関する研究, 日本建築学会構造工学論文集, 第43B号, pp.531-539, 1997.
- 66) R. Brinker, L. Zhang, and P. Andersen:Modal identification of output-only systems using frequency domain decomposition, Smart Material and Structures, pp.441-445, Vol.10, 2001.
- 67) A. T. Zimmerman, M. Shiraishi, R. A. Swartz, J. P. Lynch:Automated Parameter Estimation by Parallel Processing within Wireless Monitoring Systems, J. Infrastructure Systems, Vol.14(1), pp.102-113, 2008.
- 68) 池田芳樹, 鈴木芳隆, 鈴木康嗣, 安達直人, 野澤貴:常時微動応答のパワースペクトル密度関数行列の特異値分解を用いた実建物の損傷検知, 日本建築学会技術報告集, Vol.16(32), pp.69-74, 2010.
- 69) 飯山かほり, 栗田哲, 源栄正人, 千葉一樹, 平松大樹, 三辻和也:多点同時微動計測に基づく大破した9階建て SRC 造建物のモード特性の同定, 日本地震工学会論文集, 第12巻, 第5号, pp.225-242, 2012.
- 70) エスコバール・S・ホセ・アルベルト, ロペス・パティス・オスカル, 菅原まりも:センシティビティ・マトリックスによる鉄筋コンクリート構造物の損傷解析, 日本建築学会構造系論文集, 第508号, pp.93-100, 1998.
- 71) K. Worden, G. Manson, N. R. J. Fieller:Damage detection using outlier analysis, J. Sound and Vibration, Vol.229(3), pp.647-667, 2000.
- 72) T. Saito, S. Mase, and K. Morita:A probabilistic approach to structural damage estimation, Structural Control and Health Monitoring, Vol.12, No.3-4, pp.283-299, 2005.
- 73) 塩田寿美子, 遠藤龍司, 登坂宣好:フィルタ理論に基づくフレーム構造物の損傷同定解析, 日本建築学会構造系論文集, 第605号, pp. 95-102, 2006.

- 74) 斎藤知生, 神田順: 構造物のシステム同定における推定値の確率論的誤差評価, 日本建築学会構造系論文集, 第 534 号, pp.41-48, 2000.
- 75) 武藤治子, 青木孝義, 湯浅昇, 師橋憲貴: 日本大学生産工学部 5 号館の常時微動測定に基づく振動モードの同定, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.67-68, 2005.
- 76) 吉元怜毅, 三田彰, 森田高市: 振動モードとセンサ特性を考慮した構造物の並列処理型損傷同定, 日本建築学会構造工学論文集, 第 48B 号, pp.487-492, 2002.
- 77) 森田泰弘, 脇山善夫, 渡壁守正, 岩田善裕, 石原直, 稲井慎介, 石田琢志: 東北地方太平洋沖地震を経た体育館の復旧工事後の振動特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.601-602, 2013.
- 78) 金澤健司: 常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その 1) --クロススペクトル推定法による構造物の振動モード同定--, 電力中央研究所 研究報告書, U99008, 1999.
- 79) 白石理人, 三田彰: 分散型カルマンフィルタによるモード特性同定, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.125-126, 2010.
- 80) 鈴木康嗣, 安達直人, 池浦友則, 野澤貴, 日下彰宏: 起振機試験と常時微動測定に基づく擬似地震時損傷を与えた RC 造建物の動特性変化の推定, 日本建築学会技術報告集, Vol.16(32), pp.101-106, 2010.
- 81) 飛田潤, 福和伸夫, 平田悠貴, 長江拓也: 普及型強震計による高層建物の応答特性と損傷のモニタリング, 日本建築学会構造工学論文集, Vol.56, pp.229-236, 2010.
- 82) 日下彰宏, 鈴木康嗣, 安達直人, 岩本賢治, 中島正愛: 建物の水平加振時の上下振動成分データを利用した鉄骨梁端部の破断検知, 日本建築学会構造系論文集, 第 77 巻 第 680 号, pp.1501-1509, 2012.
- 83) 森田高市, 鹿嶋俊英: 2011 年東北地方太平洋沖地震前後の SRC 造建築物の地盤・建物相互作用系動特性の変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.585-586, 2013.
- 84) 小林寛, 運上茂樹: 道路橋の地震時被災度判定システムに関する基礎的研究, 土木学会 リアルタイム災害情報検知とその利用に関するシンポジウム論文集, pp.161-164, 2004.
- 85) 上半文昭, 目黒公郎: 非線形構造解析を活用した地震時早期被害把握システムの提案, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第 55 回 第 1 部門 A, I-A20, 2000.
- 86) 上林宏敏, 永野正行, 肥田剛典, 田沼毅彦, 金子知宣, 保井美敏, 山本健史: 微動観測に基づく超高層鉄筋コンクリート建物の強震時における動特性変化量推定の可能性(その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.587-588, 2013.
- 87) 仁田佳宏, 西谷章: 各層を単位とするサブシステムの同定に基づく剛性のヘルスマニタリング, 日本建築学会構造系論文集, 第 573 号, pp.75-79, 2003.
- 88) 増田博雄, 金澤健司, 岡田将敏, 矢花修一, 宮住勝彦: 常時微動記録による低層鉄筋コンクリート造建物の損傷検出実験(その 1 損傷に伴う固有振動数の変化の検出), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.77-78, 2007.
- 89) 増田博雄, 金澤健司, 矢花修一, 宮住勝彦: 常時微動記録による低層鉄筋コンクリート造建物の損傷検出実験(その 2 損傷に伴う固有モードの変化の検出), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.267-268, 2008.
- 90) 濱本卓司, 森田高市, 勅使川原正臣: 複数モードの固有振動数変化を用いた多層建築物の層損傷検出, 日本建築学会構造系論文集, 第 560 号, pp.93-100, 2002.
- 91) 鈴木康嗣, 安達直人, 野澤貴, 池浦友則, 日下彰宏: 起振機試験と常時微動測定に基づく鉄骨梁に擬似地震時損傷を与えた実建物の損傷推定, 日本建築学会技術報告集, Vol.16(33), pp.473-478, 2010.
- 92) 金子知宣, 永野正行, 上林宏敏, 肥田剛典, 田沼毅彦: 微動観測に基づく超高層鉄筋コンクリート建物の強震時における動特性変化量推定の可能性(その 1) 微動観測概要と固有周期の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.587-588, 2013.
- 93) 近藤一平, 濱本卓司: 振動台実験のランダム応答データを用いた多層建築物の損傷検出, 日本建築学会構造系論文集, 第 473 号, pp.67-74, 1995.
- 94) 濱本卓司, 井上太: 並列モデル同定を用いた多層建築物の部材損傷検出, 日本建築学会構造系論文集, 第 75 巻, 第 655 号, pp.1661-1670, 2010.
- 95) 濱本卓司, 近藤一平: 鉛直・水平方向探索を用いた偏心を有する多層建築物の二段階損傷検出, 日本建築学会構造系論文集, 第 519 号, pp.21-28, 1999.

- 96) 増田博雄, 金澤健司, 矢花修一, 宮住勝彦: 常時微動記録による低層鉄筋コンクリート造建物の損傷検出実験(その 3 損傷に伴うモード層剛性の変化の検出), 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.689-690, 2009.
- 97) 池田芳樹: モード情報との整合性を考慮したせん断振動型建物の層剛性の同定, 日本建築学会構造系論文集, 第 74 巻 第 646 号, pp.2237-2243, 2009.
- 98) 飯山かほり, 栗田哲, 源栄正人, 千葉一樹, 櫻田佑太, 三辻和也: 2011 年東北地方太平洋沖地震で損傷した鉄筋コンクリート造3階建て建物のモード特性と損傷階の推定, 日本地震工学会論文集, 第 12 巻, 第 5 号, pp.207-224, 2012.
- 99) 金澤健司: 常時微動計測に基づく構造物の損傷探査法(その 4) -長期連続振動モニタリングによる振動特性の経時変化に関する分析-, 電力中央研究所 研究報告書, N05025, 2005.
- 100) 阿部勝也, 荒川利治: 実測データに基づく高層建物の構造ヘルスマニタリング, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.73-74, 2013.
- 101) 中村充, 竹脇出, 安井謙, 上谷宏二: 限定された地震観測記録を用いた建築物の剛性と減衰の同時同定, 日本建築学会構造系論文集, 第 528 号, pp.75-82, 2000.
- 102) 池田義人, 遠藤龍司, 登坂宣: 1次振動モードを観測量とした射影フィルタによるフレームモデルの逆解析, 日本計算工学会論文集, Paper No. 20180003, 2018.
- 103) 濱本卓司, 森田高市, 相馬澄子: 逐次最小二乗法による多層建築物の地震損傷追跡, 日本建築学会構造系論文集, 第 603 号, pp. 39-46, 2006.
- 104) 畑田朋彦, 高橋元一, 鈴木康嗣, 松谷巖, 金川清, 仁田佳宏, 西谷章: 起振機加振試験による非接触型センサを利用した実建物の層間変位計測, 日本建築学会構造系論文集, 第 75 巻, 第 653 号, pp.1257-1264, 2010.
- 105) 畑田朋彦, 片村立太, 萩原一, 高橋元一, 仁田佳宏, 西谷章: 層間変位計測に基づいた損傷評価法の実大建物震動台実験データを用いた検証, 日本建築学会構造系論文集, 第 78 巻, 第 686 号, pp.703-711, 2013.
- 106) 畑田朋彦, 片村立太, 萩原一, 高橋元一, 仁田佳宏, 西谷章: 層間変位計測に基づいた損傷評価法の実大建物震動台実験データを用いた検証, 日本建築学会構造系論文集, 第 78 巻, 第 686 号, pp.03-711, 2013.
- 107) 吉田献一, 松下剛史, 西井宏安, 後藤和弘: リジリエンスの向上を目指した構造ヘルスマニタリング技術開発(その 1) システム概要と層間変位算出精度, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.93-94, 2014.
- 108) 岡田敬一: 2ヶ所のセンサにより得られた地震記録を用いた建物全層応答推定手法の提案, 清水建設研究報告, 第 93 号, 2016.
- 109) 岡田敬一, 片岡俊一: 鉄骨造建物の常時微動特性と地震観測データによる全層応答推定, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.117-118, 2013.
- 110) 岡田敬一, 片岡俊一: 観測データによる建物全層の地震応答推定に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.539-540, 2012.
- 111) 池田芳樹, 久田嘉章: 限られた階の地震観測記録を用いた建物全階の応答推定, 日本地震工学会論文集, Vol.13(2013), pp.38-54, 2013.
- 112) 品川 祐志, 三田 彰: 1台の加速度センサのみを用いた建築構造物の振動応答推定手法, 日本建築学会技術報告集, Vol.19(42), pp.461-464, 2013.
- 113) 中村充, 安井謙: 微動測定に基づく地震被災鉄骨建物の層損傷評価, 日本建築学会構造系論文集, 第 517 号, pp.61-68, 1999.
- 114) 茜 絢也, 松本裕史, 楠浩一, 田才晃: 加速度計を用いて作成した建物の性能曲線の精度検証, 日本コンクリート工学会コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, 2007.
- 115) M. Kurata, X. Li, K. Fujita, M. Yamaguchi: Piezoelectric dynamic strain monitoring for detecting local seismic damage in steel buildings, Smart Materials and Structures, Vol.22(11), pp.868-876, 2013.
- 116) 川村学, 楠浩一, 山下美帆, 服部勇樹, 日向大樹, ディアズ ミゲル, 田才晃: 加速度計を用いた実構造物の性能曲線算出法に関する研究 1 質点系構造物の場合, 日本建築学会構造系論文集, 第 688 号, pp.1061-1069, 2013.
- 117) 楠浩一, 山下美帆, 服部勇樹, 日向大樹, 田才晃: 加速度計を用いた実構造物の性能曲線算出におけるロッキング除去方法に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 708 号, pp.253-260, 2015.
- 118) 楠浩一, 勅使河原正巨: リアルタイム残余耐震性能判定装置の開発のための加速度積分法, 日本建築学会構造系論文集, 第 569 号, pp.119-126, 2003.

- 119) 楠浩一, 日向大樹, 服部勇樹, 田才晃:加速度計を用いた実構造物の性能曲線算出法に関する研究 多質点系構造物の場合, 日本建築学会構造系論文集, 第 699 号, pp.613-620, 2014.
- 120) 日向大樹, 楠浩一, 田才晃, 川村学:残余耐震性能判定のための Wavelet 変換を用いた加速度計測値から算出する性能曲線の精度に関する研究, 日本コンクリート工学会 コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, 2013.
- 121) B. F. Spencer Jr., M. Ruiz-Sandoval, N. Kurata:Smart sensing technology, Opportunities and challenges, Structural Control and Health Monitoring, Vol.11, pp.349-368, 2004.
- 122) J. P. Lynch:An overview of wireless structural health monitoring for civil structures, The Philosophical Transactions of the Royal Society, Series, Vol.365, pp.345-372, 2007.
- 123) J. P. Lynch, K. J. Loh:A Summary Review of Wireless Sensors and Sensor Networks for Structural Health Monitoring, The shock and Vibration Digest, Vol.38(2), pp.91-128, 2006.
- 124) J. P. Lynch, Y. Wang, K. Loh, J. H. Yi, C. B. Yun:Performance monitoring of the Geumdang Bridge using a dense network of high-resolution wireless sensors, Smart Materials and Structures, Vol.15(6), pp.1561-1575. 2006.
- 125) 石川健一郎, 三田彰,:構造ヘルスマモニタリング向けスマートセンサネットワーク用高精度時刻同期システム, 日本地震工学会論文集, 第 8 巻, 第 2 号, 2008.
- 126) T. Nagayama, B. F. Spencer Jr., J. A. Rice:Autonomous Decentralized Structural Health Monitoring using Smart Sensors, Structural Control and Health Monitoring, Vol.16(7-8), pp.842-859, 2009.
- 127) M. Kurata, J. Kim, J. P. Lynch, G. W. van der Linden, H. Sedarat, E. Thometz, P. Hipley, L.-H. Sheng:Internet-Enabled Wireless Structural Monitoring Systems, Development and Permanent Deployment at the New Carquinez Suspension Bridge, J. Struct., Vol. 139, Issue 10, 2013.
- 128) 長井望, 三田彰, 矢向高弘, 佐藤忠信:構造ヘルスマモニタリング用ワイヤレスセンサに関する研究, 日本地震工学会論文集, 第 3 巻, 第 4 号, 2003.
- 129) 早野洋史, 三田彰:FBG ハイブリッドセンサの提案とその活用による構造損傷検知手法に関する研究, 日本地震工学会論文集, 第 6 巻, 第 1 号, 2006.
- 130) 長山智則, B. F. Spencer Jr., 藤野陽三:スマートセンサを用いた多点構造振動計測のためのミドルウェア開発, 土木学会論文集A, Vol.65, No.2, pp.523-535, 2009.
- 131) 白石理人, :ワイヤレスセンシングシステムによる分散型構造モニタリング, 第 11 回建設ロボットシンポジウム論文集, pp.135-140, 2008.
- 132) 白石理人, :センサネットワークに向く分散型構造同定手法, 第 57 回理論応用力学講演会論文集, pp.273-274, 2008.
- 133) Y. Gao, B. F. Spencer Jr., M. Ruiz-Sandoval:Distributed computing strategy for structural health monitoring, Structural Control and Health Monitoring, Vol.13, pp.488-507, 2006.

#### <危機耐性>

- 134) 本田利器, 秋山充良, 片岡正次郎, 高橋良和, 野津厚, 室野剛隆:「危機耐性」を考慮した耐震設計体系 -試案構築にむけての考察-, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.4 (地震工学論文集 第 35 巻), pp.L459-L472, 2016.
- 135) 室野剛隆:改訂された鉄道の耐震標準と今後の課題 ~耐震設計と危機耐性~, Soil Plus 耐震解析セミナー2014, 基調講演, 2014.
- 136) 室野剛隆:危機耐性の導入と耐震設計のバランス, 鉄道の耐震設計標準の改訂と今後の課題, 土木学会 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム, 2013.
- 137) 田中浩平, 室野剛隆, 齊藤正人, 坂井公俊, 豊岡亮洋:想定外地震に対する危機耐性の評価法の開発, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, GO01-01-01, pp.1-10, 2018.
- 138) 豊岡亮洋, 室野剛隆, 田中浩平:部材消失モデルを用いた構造物の地震時冗長性の定量評価法, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, OS4-01-02, pp.832-841, 2018.
- 139) 豊岡亮洋, 室野剛隆, 齊藤正人:高架橋の危機耐性を向上させる倒壊方向制御構造の振動台実験, 鉄道総研報告, 第 32 巻, 第 9 号, pp.47-53, 2018.
- 140) 西村隆義:危機耐性に優れた橋梁の自重補償機構の提案と実構造への実装, 京都大学博士論文, 2017.

- 141) 土井達也, 豊岡亮洋, 室野剛隆, 西村隆義: 自重補償機構を設置した鉄道ラーメン高架橋の設計例, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, GO01-02-01, pp.351-360, 2018.
- 142) 柳川秀明: 軌道における地震時の新幹線脱線対策, 第 210 回鉄道総研月例発表会講演集, 2008.
- 143) 梶谷泰史, 加藤博之, 浅野浩二: 車両逸脱防止L型ガイドの開発, JR EAST Technical Review, No.29, pp.27-30, 2009.
- 144) 野津厚, 室野剛隆, 本山紘希, 本田利器: 鉄道・港湾構造物の設計指針と「危機耐性」, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.4 (地震工学論文集 第 35 巻), pp.L448-L458, 2016.
- 145) 風間基樹, 森友宏, 加村晃良, 山口輝大, 仙頭紀明: 設計想定と異なる事象に対する基礎地盤の耐震性能評価戦略について, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, OS4-01-04, pp.852-861, 2018.
- 146) 五島健斗, 植村佳大, 高橋良和: 設計基準外事象に対して基部ヒンジ機能を保証する有メナーゼヒンジ RC 柱の実験的検討, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, OS4-01-07, pp.875-884, 2018.
- 147) 五十子幸樹: 設計想定と異なる地震外乱により誘発される構造物過大変位の制御法, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, OS4-01-05, pp.862-868, 2018.
- 148) 石橋寛樹, 市川義高, 山口大貴, 石垣直光, 末崎将司, 秋山充良, 本田利器: レジリエンスの向上を目的とした摩擦振子型免震機構を有する RC 柱の開発, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, OS4-01-06, pp.869-874, 2018.
- 149) 吉田郁政: 原子力発電所の耐震・耐津波性能へのあるべき姿 -新たな耐震・耐津波設計への提案-, (2)危機耐性, , 土木学会主催シンポジウム 東日本大震災から 2 年, 2013.
- 150) 稲葉忠: 配管系の耐震設計・耐震性改善と技術者の育成, 検査技術, Vol.13, No.10, pp.56-68, 2008.

参考資料 4 危機耐性・モニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果（平成 29 年度調査研究）の再整理調査概要

## 1. 検討概要

平成 29 年度調査研究では、耐震告示の性能規定化を進める上で、大臣認定プログラム制度の継続可否等、適切なプログラム制度のあり方について検討するため、関係機関や事業者へアンケート調査（ヒアリング調査）を行った。

当該アンケート調査では、地震に対する高圧ガス設備等の危機耐性やモニタリングへの取り組み状況について併せて調査を行っている。ここでは、その調査結果を再整理した結果を示す。

## 2. アンケート調査の概要

### (1) 対象関係機関・事業者

アンケート調査を行った対象関係機関や事業者は、以下のとおりである。このうち、危機耐性やモニタリングへの取り組み状況については、③、④の事業所に対してアンケート調査を行った。

①製造の許可をする都道府県（4 県）：神奈川県、三重県、千葉県、山口県

②特定設備検査機関（1 機関）：高圧ガス保安協会機器検査事業部

③製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所（7 団体加盟事業所）：

石油連盟、石油化学工業協会、一般社団法人日本化学工業協会、日本 LP ガス協会、  
一般社団法人日本産業・医療ガス協会、一般社団法人日本ガス協会、  
一般社団法人日本鉄鋼連盟

④耐震設計設備の設計を行う認定プログラム保有事業所（24 社 26 事業所）：

JFE エンジニアリング株式会社、株式会社しろみず、月島機械株式会社、  
住友重機械プロセス機器株式会社、住友ケミカルエンジニアリング株式会社、  
日立造船株式会社、JX エンジニアリング株式会社、株式会社トクヤマ、  
三井造船株式会社(3 事業所)、千代田化工建設株式会社、東洋エンジニアリング株式会社、  
日揮株式会社、日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社、木村化工機株式会社  
トーヨーカネツ株式会社、宇部興産機械株式会社、株式会社 IHI、株式会社石井鉄工所  
三菱化工機株式会社、三菱重工業株式会社、新興プランテック株式会社、  
川崎重工業株式会社、大陽日酸株式会社、株式会社 Pvex

### (2) 調査内容

危機耐性やモニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査内容は、以下のとおりである。

4) (6) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

事業所において（製造事業所からの依頼又は独自で）、地震に対する高圧ガス設備等の危機耐性（従来の設計段階で想定を上回る地震動が作用した場合においても、構造物が単体又はシステムとして、壊滅的な状況に陥らないような性質をいう。）について、実際どのように対応しているか又、今後どのように対応するか、検討していることがあれば差し支えない程度で教えて下さい。

（回答欄）

- (1) (依頼または独自に) 何もしていない
- (2) (依頼されたもしくは独自に) 現在実施 (内容)
- (3) (依頼されたもしくは独自に) 今後検討予定 (内容)

5) (7) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

事業所において（製造事業所からの依頼又は独自で）、現在地震に対しての高圧ガス設備等のモニタリング（被災後の設備の使用性すなわち地震後の設備（単体）の再稼働の可否に関する措置等のため）を行っていますか。

（回答欄）

- (1) (依頼または独自に) 行っていない
- (2) (依頼または独自に) 行っている：差し支えない程度で、どのようなことか、教えて下さい。

### 3. アンケート調査結果の再整理

危機耐性やモニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果（抜粋）を添付資料に示す。

#### (1) 危機耐性

平成 29 年度調査研究では、危機耐性への取り組み状況に関するアンケート調査結果を以下のとおり分析している。

①業種によるところもあるが、「何もしていない」という回答が多い（下記）。

石油連盟 (0/8)、石油化学工業協会 (10/31)、一般社団法人日本化学工業協会 (14/18)、日本 LP ガス協会 (5/11)、一般社団法人日本産業・医療ガス協会 (2/3)、一般社団法人日本ガス協会 (2/5)、認定プログラム保有事業所 (9/19)

注) ( ) : (何もしていない事業所数/回答した全事業所数) を示す。

②実施されている場合には、以下のような取り組みが行われている。

- ・要求されている設計加速度やそれ以上の加速度で自主的に耐震評価・補強を実施
- ・基準値以上の地震が発生した際の自動停止システム、緊急脱圧システム、安全基準策定
- ・被害を最小限にとどめるため、遮断弁による区画の最小化
- ・BCP の策定（災害対策、巨大地震想定に対するリスク評価と強靱化補強工事等）



- ・防災体制の整備（防災訓練、シナリオレス訓練、防災マニュアル、防災戦略図、資機材増設）

アンケート調査結果の再整理として、

- ①業種によって危機耐性への取り組みの差が大きい。
- ②「何もしていない」という回答の中では、「耐震に対する危機耐性の考え方はまだ普及しておらず」といった意見もあり、危機耐性の概念やその導入の意義を広く理解してもらうことが必要ではないかと考えられる。
- ③「想定を超えた地震に対する構造的な耐震補強や倒壊の想定を考慮したレイアウト設計等は既設設備には対応が難しい状況である」といった意見もあり、危機耐性への取り組みの普及に向けては、大きな課題であると考えられる。

## (2) モニタリング

平成 29 年度調査研究では、モニタリングへの取り組み状況に関するアンケート調査結果を以下のとおり分析している。

- ①危機耐性への取り組み状況と同様、またより多く、「何もしていない」という回答が多い（下記）。

石油連盟 (0/8)、石油化学工業協会 (22/31)、一般社団法人日本化学工業協会 (14/18)、日本 LP ガス協会 (10/11)、一般社団法人日本産業・医療ガス協会 (2/3)、一般社団法人日本ガス協会 (3/5)、認定プログラム保有事業所 (18/19)

注) ( ) : (何もしていない事業所数/回答した全事業所数) を示す。

- ②実施されている場合には、以下のような取り組みが行われている。

- ・地震計、ガス検知器、監視カメラの設置
- ・地震後の目視点検、再稼働前の気密試験、耐圧試験、非破壊試験等
- ・浮屋根式タンクのスロッシングによる等による損傷可能性をリアルタイムで表示する監視システムの開発導入

アンケート調査結果の再整理として、

- ①業種によってモニタリングへの取り組みの差が大きい。
- ②詳細は不明であるが、「配管ラック基礎を対象としたレーザーによる 3 次元測定（モニタリング）を実施している」といった興味深い回答もあった。

Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業（石油連盟） 8社

4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

(1) 何もしていない

(2) 現在実施（内容）

- ・地震計の設置、地震の大きさに応じた装置停止基準の策定、基準値以上の地震が発生した場合の自動停止システムの導入
- ・プラント内を速やかに脱圧する等の安全措置基準の策定
- ・プラントを停止する際の緊急脱圧システムの構築
- ・高圧ガス耐震基準設備重要度Ⅰ・Ⅰaの設備について、20140519 商局第1号「既存の高圧ガス設備の耐震性向上対策について」および、その別添資料の考え方に基づいた評価と補強工事を進めている。
- ・設備の重要度に応じ、巨大地震想定(南海トラフ、首都直下型など)に対するリスク評価と強靱化補強工事を進め、企業としてのBCPの確立を進めている。

(3) 今後検討予定（内容）

- ・巨大地震発生時のリスク想定とBCPへの反映の取組みを継続していく予定。

5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

(1) 行っていない

(2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えてください。

- ・地震計の設置
- ・ガス等の漏洩を検知するガス検知器の設置
- ・テレビカメラの設置
- ・地震終息後の設備の異常有無の目視点検、必要に応じて整備・修理や開放点検の実施
- ・再稼働前のテスト（気密テスト、試運転等）の実施

Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所（石油化学工業協会） 31社

4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

(1) 何もしていない（10社）

- ・耐震に対する危機耐性の考え方はまだ普及しておらず、想定を超えた地震に対する構造的な耐震補強や倒壊の想定を考慮したレイアウト設計などは既設設備には対応が難しい状況である。

また、化学プラントは道路、橋、鉄道などの構造物と比較しても設備の復旧に備えた資材や予備機、予備品の十分な確保は現実的ではない。

(2) 現在実施（内容）（17社）

- ・既存の高圧ガス設備の耐震性については、現在の耐震基準に基づいて耐震性能評価を実施し、適合していない設備については、耐震性能向上対策を計画立案して、実施している。
- ・球形タンクについては耐震評価に基づき、基礎の補強、地盤改良をすすめている。機器、基礎の耐力が不足する機器の場合は、タンクの液位制限等で対応してゆく。
- ・既存高圧ガス設備（重要度の高い機器、配管等）は最新の耐震告示による耐震性評価を実施し、強度不足が懸念されるものについて補強等を計画している。
- ・製造所周辺の山崎断層帯主部の地震と同程度を想定し、地表面での水平最大加速度400galの耐震評価を完了、配管の耐震補強やその他の主要部の対策は2017年度を完了予定としている。
- ・高圧ガス耐震基準設備重要度Ⅰ・Ⅰaの設備について、20140519 商局第1号「既存の高圧ガス設備の耐震性向上対策について」および、その別添資料の考え方に基づいた評価と補強工事を進めている。
- ・設備の重要度に応じ、巨大地震想定(南海トラフ、首都直下型など)に対するリスク評価と強化補強工事を進め、企業としてのBCPの確立を進めている。
- ・神奈川県は、国の耐震告示に加え、県独自に終局強度設計（保有耐力評価法）を導入しレベル2耐震性能を評価しており、これに従い対応している。
- ・高圧ガス耐震基準設備重要度Ⅰ・Ⅰaの設備について、20140519 商局第1号「既存の高圧ガス設備の耐震性向上対策について」および、その別添資料の考え方に基づいた評価と補強工事を進めている。
- ・既設配管が耐震告示を満たしているのか調査を完了し、満たしていない部分の改善計画を実施中である。
- ・保有する2基の球形タンクについて以下の対応を実施。1 基目：レベル2耐震性を満足するまで液面を下げて運用(H29年5月以降)、2 基目：特A基準による劣化更新(H29年4月実施)
- ・社内設備のうち、万一の際の環境影響（漏洩など）が大きい設備を抽出・順位付けし、優先度や設備の状況に応じ、補強や配管との縁切り（可とう管を挿入など）などを実施している。
- ・告示や通達で耐震評価及び補強の対象となる設備はないが、自主的な取組みとして、沸点が40℃以下の液化ガスを保有する設備を危険度が高いと想定し、当該液化ガスが存在する機器・基礎・架構、配管について耐震評価を実施した。
- ・高圧ガス配管系の耐震診断を実施している。
- ・レベルⅡ地震動で評価、対応している。
- ・ハード面では、地震防災遮断弁の設置、感震装置による設備の自動停止、ソフト面ではバックアップ用消火用水エンジンポンプの増設及び防災体制の充実（シナリオレス訓練の実施、防災戦略図の作成、活用、資機材の増設等）

- ・各高圧ガス球形タンクには、地震緊急遮断弁を設けており、日常点検や定期検査を確実に実施することにより、地震による設備や配管破損時の高圧ガスの大量漏洩リスクを抑制している。また、部署毎に大地震発生時の緊急対応マニュアルを部署毎に定めると共に、地震対応の定期的な訓練を実施することにより、地震発生時の設備の確認や一時措置等の行動が確実に取れる様にしている。
- ・一部、事業所として重要度の高いと位置づけられる設備については、告示で定める設計震度よりも大きい震度を採用して設計することもある。また、告示とは別に行政独自に耐震設計基準を定めている場合は、それに準拠して設計を行っている。(例：神奈川県では設計地震動の算定に、地区補正係数を設定している)

### ■(3) 今後検討予定(内容)(10社)

- ・「既存配管系耐震診断法のガイド」(H27年3月、高圧ガス保安協会)に従った耐震ウォークダウンを計画中である。
- ・巨大地震発生時のリスク想定とBCPへの反映の取組みを継続していく予定。
- ・当該液化ガスが存在する機器・基礎・架構、配管について耐震評価を実施した。評価結果に基づき、補強対応を実施する。
- ・保安リスクの高い設備(貯蔵物質や貯蔵量で判断)やBCPの観点から重要な設備は事業所の所在地で想定される地震動が発生しても、気密性能維持もしくは塑性変形を伴う重篤な損傷が発生しないように必要に応じ補強等を行う予定である。現在、その前段階の評価を取進め中である。
- ・高圧ガス球形タンクでは、耐震補強工事に併せて地震防災遮断弁を当該タンクと同一基礎に設置する様に変更することで、配管破損時の高圧ガスの大量漏洩リスク低減対策を計画中。(一部タンクは工事实施中)
- ・地震発生時、貯槽受払い用緊急遮断弁の弁操作を遠隔操作又は地震計と連動させ自動的に作動できるよう検討している。
- ・先般KHK殿で開催された「耐震設計講座」において考え方の説明があった「サイトスペシフィック地震動」で再評価し、必要であれば液状化対策や配管ルートの見直し等を実施していく計画を企画する。近く更新予定(2019年完工予定)の液体アンモニアタンクの船出荷・受入用のローディングアームは、緊急離脱装置付タイプを設置する予定である。
- ・より詳細な解析技術等を設計に反映させる(進化する技術、特に解析手法を進化に応じて取り入れる)。
- ・被害を最小限にとどめるため、重要度Ia、Iの設備を優先に遮断弁による区画の最小化等の見直しを順次実施。

## 5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

### ■(1) 行っていない(22社)

### ■(2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えて下さい。(8社)

- ・地震後に、パトロール、目視検査などにより再稼働可否をチェックしている。
- ・再稼働の際は社内の安全規則に従って、点検、補修、検査（気密・耐圧・非破壊検査）などの項目を盛り込んだ「事前安全評価」を実施することを決めている。
- ・地震計の設置、ガス等の漏洩を検知するガス検知器の設置、監視テレビカメラの設置、地震終息後の設備の異常有無の目視点検、必要に応じて整備・修理や開放点検の実施、再稼働前のテスト（気密テスト、試運転等）の実施また、地震時に浮屋根タンクのスロッシング等による損傷可能性をリアルタイムで表示する監視システムを開発・導入している。
- ・震度3以上を確認した場合、目視検査を基本としたチェックリストを用いて機器の状況確認を実施している。
- ・地震発生後の各設備の点検ポイントをまとめた設備点検マニュアルを作成し、被災後に設備保全担当部署の設備技術部だけではなく、製造課のメンバーも協力して迅速に設備の点検が出来る様にしている。
- ・基礎の不同沈下状況（定期自主検査の範囲）

### Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所（一般社団法人日本化学工業協会） 18社

#### 4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

##### ■ (1) 何もしていない (14社)

##### ■ (2) 現在実施 (内容) (4社)

- ・支持架台はレベルⅡ地震動においても倒壊しない事を前提に新耐震設計を実施。
- ・ハード面では緊急遮断弁の設置（高圧ガス、危険物、毒劇物等）及び設備・施設の耐震診断と耐震補強、ソフト面では、地震計連動型の遮断弁作動システム（事業所内に設置した複数の地震計の一定数が基準の地震強度を検知した場合に緊急遮断弁が作動するシステム）また、各種防災マニュアル(BCP、災害対策等)の整備とアクションプランに基づく改善対策の実施。
- ・耐震告示では、弊社国内工場はレベルⅠ耐震性能であるが、自主的に350galの震度に対してレベルⅡの耐震性能を満足するよう対応している。
- ・工場の感震器で150ガル以上を検知した場合は、各生産工程の重要設備に付帯する地震対策弁（大型危険物タンクの受け払い弁等）が感震器に連動して作動するとともに、全用役が停止するシステムとなっている。

##### ■ (3) 今後検討予定 (内容) (3社)

- ・設備の耐震性の調査を行いたい。
- ・BCP対応の中で、必要により検討。
- ・耐震補強を計画的に実施していく予定。

#### 5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

■ (1) 行っていない (14 社)

- ・被災後の目視によるチェックは実施。

■ (2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えて下さい。(4 社)

- ・各種防災マニュアル (BCP、災害対策等) の整備と並行して、地震直後の安全停止機能に加えて「地震後の設備 (単体) の再稼働の可否に関する措置」に必要となる対応について、課題の洗い出しを実施している。
- ・社内関係文書において地震発生後のチェック事項や被災程度に応じた対応内容等について設定されている。
- ・地震及び津波後の早期復旧計画 (復旧業務、必要な要員数、支援要請部署等) を各製品や業務ごとに策定している。

Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所 (日本 LP ガス協会) 11 社

4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

■ (1) 何もしていない (5 社)

■ (2) 現在実施 (内容) (5 社)

- ・平底円筒タンク及び球形タンク共に近い将来発生が想定されている南海トラフ地震においても漏洩しないための耐震補強を実施済みです。但し、上記を満足するために自主管理液面を設定・運用している。
- ・地震計にて震動 5 以上を検知にて、設備自動停止。
- ・球形タンクおよび低温タンク耐震評価実施。
- ・危害予防規程関連要領 (地震発生時の措置、ガス漏洩時の緊急措置) 等によるソフト対応により、災害拡大防止を図る。
- ・貯槽の杭について、どの程度の地震力に耐えられるか調査した。
- ・感震計で 80gal 以上を観測したとき、地震防災遮断弁を自動的に閉止するシステムを導入していることから、大量ガス漏洩等のリスク低減に繋がっている。

■ (3) 今後検討予定 (内容) (1 社)

- ・地震動による津波浸水に備え、事務室並びに計器室の高所化 (1 階→2 階) への対応を計画。

5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

■ (1) 行っていない (10 社)

■ (2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えて下さい。(1 社)

- ・配管ラック基礎を対象としたレーザーによる 3 次元測定 (モニタリング) を実施している。

Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所 (日本産業・医療ガス協会) 3 社

4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

- (1) 何もしていない (2社)
- (2) 現在実施 (内容) (1社)
  - ・客先の過重要求があれば、その内容に対応している。
  - ・場合によって、耐震告示での安全率を変更している。
- (3) 今後検討予定 (内容)

5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

- (1) 行っていない (2社)
- (2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えてください。(1社)
  - ・客先の要求に応じて非破壊検査等の事後確認を行っている。

Ⅲ. 製造の許可及び特定設備検査を申請する製造事業所（一般社団法人日本ガス協会） 5社

4) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

- (1) 何もしていない (2社)
- (2) 現在実施 (内容) (2社)
  - ・ガス事業法（『製造設備等耐震設計指針(JGA)』等）に準じて実施。
  - ・ガス事業法適用の設備について適宜、想定地震に対する耐震診断等を継続的に実施。
- (3) 今後検討予定 (内容)

5) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

- (1) 行っていない (3社)
- (2) 行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えてください。

Ⅳ. 耐震設備の設計を行う認定プログラム保有事業所 19事業所

6) 地震に対する高圧ガス設備等の「危機耐性」について

- (1) 依頼または独自に何もしていない (9社)
- (2) 依頼された、もしくは独自に現在実施 (内容) (8社)
  - ・客先より高圧ガス保安法で定める地震係数よりも厳しい係数にて耐震計算を実施。
  - ・近い将来発生が予想されている大地震を前に、内閣府等で公表されている入力地震波等を工学的基盤面に入力後、設備に発生する加速度型応答スペクトルを予想、レベル2耐震検討（塑性率評価法）にて貯槽等の耐震性をチェックしている。
  - ・プログラム内で係数を入力し従来の地震係数を上げて計算を行う。
  - ・ST, SP, 平底, ST では、客先から地震波形を提示いただき、時刻歴応答解析による耐震評価を行うことが考えられる。また、東日本大震災の後、新設する LNG 基地においては津波対策として、重要な設備の嵩上げ対応が要求されるようになった。球形貯槽では強度が不足していた場合、支柱補強などの補強工事を実施した例がある。平底貯槽では強度が不足していた場合、液位を下げての運用を推奨したことはある。

- ・弊社が納めた設備・機器に対し、震度6強クラスの地震が生じた場合にどのような影響・損傷が想定されるか？また、予め補強するとすればどういった提案が出来るか？について相談を依頼され、実際に補強を行った事例がある。(製造事業所ではない)
- ・塑性率評価法又は弾塑性解析による二倍勾配法評価を行い、耐震設計構造物の耐力を確認し、不足している場合は補強案を提示している。
- ・社内の設備のうち、万一の際の環境影響(漏洩など)が大きい設備を抽出・順位付けし、優先度や設備の状況に応じ、補強や配管との縁切り(可とう管を挿入など)などを実施している。
- ・客先から依頼を受け、従来の設計より大きな地表面の設計水平震度を指定して耐震計算した実績有り。なお、設計方法はSEISMIT-TWを採用した。
- (3) 依頼された、もしくは独自に今後検討予定(内容)(1社)
- ・危機耐性をレベル2耐震性能評価との解釈前提で、現在保有している認定プログラム(TW)に関しては、軽微変更による認定範囲の拡大(レベル1からレベル2耐震性能評価への拡大)に向け作業中。

#### 7) 地震に対する高圧ガス設備等の「モニタリング」について

- (1) 依頼または独自に行ったことはない。(18社)
- (2) 依頼または独自に行っている；差し支えない程度で、どのようなことか、教えてください。(1社)
- ・2011年の東日本大震災に既設の基礎ボルトが伸びてしまった装置が有り、補強検討した実績有り。



参考資料5 平成24年度 経済産業省委託 石油精製業保安対策事業（高圧ガス取扱施設における地震・津波等の対応に関する調査）（2）津波対策として新たに危害予防規程において定める事項の具体的対応策の検討 報告書（抜粋）

## 具体的対応策の例示

地震・津波への対策として、危害予防規程に規定すべき項目及び項目に応じた対応策等の例示を以下に示す。これまでは、事業所における地震・津波への対策について危害予防規程では具体的に定められていなかったが、東日本大震災における被害状況を踏まえ、津波浸水予測等を基に具体的な方策、基準等の検討や、事業者による取組みの促進といった対策の具体化を推進するものである。

なお、危害予防規程の策定に際しては、他の法律等に基づいて要求される同様の規制、地方自治体の地域防災計画等で要求される事項との整合を考慮して策定しなければならない点には、特に注意が必要である。

### 1 情報の伝達等

#### 1.1 情報の入手方法

##### 津波警報等の各種情報の入手手段の確保

(情報の入手手段の例)

情報の入手手段として次のようなツールがあるが、非常時における確実な情報の入手のために、複数の手段を確保しておく必要がある。

- a) 地震津波警報機
- b) 防災放送
- c) テレビ（含む緊急警報放送）、ラジオ（含む緊急警報放送、緊急告知 FM ラジオ）
- d) 携帯電話、緊急速報メール（エリアメール）
- e) インターネットサイト
- f) 広報車（消防等）
- g) MCA 無線
- h) 衛星電話

(解説)

#### 1 津波警報等について

気象庁が発表する津波警報・注意報の種類は表 1 のとおり。なお、平成 25 年 3 月 7 日より津波警報・注意報の発表方法や表現が変更になる。その概要は表 2 のとおり。

表 1 津波警報・注意報の種類（気象庁 HP より）

種 類		解 説	発表される津波の高さ
津波警報	大津波	高いところで3m程度以上の津波が予想されますので、厳重に警戒してください。	3m、4m、6m、8m、10m以上
	津 波	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1m、2m
津波注意報		高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5m

表2 リーフレット「津波警報が変わります」(抜粋)(気象庁HPより)

津波警報・注意報の分類と、とるべき行動

	予想される津波の高さ		とるべき行動	想定される被害
	数値での発表 (発表基準)	巨大地震の 場合の表現		
大津波警報	10m超 (10m<高さ)	巨大	<p>沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。津波は繰り返し襲ってくるので、津波警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。</p> <p>ここなら安心と思わず、より高い場所を目指して避難しましょう!</p>  <p>津波防災啓発ビデオ「津波からにげる」(気象庁)の1シーン</p>	<p>木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。</p>  <p>(10mを超える津波により木造家屋が流失)</p>
	10m (5m<高さ≤10m)			
	5m (3m<高さ≤5m)			
津波警報	3m (1m<高さ≤3m)	高い	 <p>津波防災啓発ビデオ「津波からにげる」(気象庁)の1シーン</p>	<p>標高の低いところでは津波が襲い、浸水被害が発生する。人は津波による流れに巻き込まれる。</p>  <p>豊頃町提供 (2003年)</p>
津波注意報	1m (20cm≤高さ≤1m)	(表記しない)	<p>海の中にいる人は、ただちに海から上がって、海岸から離れてください。津波注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近付いたりしないでください。</p> 	<p>海の中では人は速い流れに巻き込まれる。養殖いかだが流失し小型船舶が転覆する。</p> 

2 多重化について

地震の揺れが強い場合には停電や通信機能の途絶等が考えられるので、各手段の特性を鑑みて、複数の手段を組み合わせることで確保しておく必要がある。(例えば、携帯電話等でも、異なる通信会社のものを採用する等の工夫が考えられる。)

3 予備電源の確保

停電時の対応として、予備電源(簡易発電機・充電器、バッテリー、乾電池等)の確保は重要である。情報入手手段について定期的に機能維持状況を確認するとともに、予備電源についても定期的に確認を行い、必要な整備、更新、補充等を行っておく必要がある。

4 地方自治体からの情報提供

地方自治体が提供する災害情報については、緊急速報メール等を導入するケースが増えており、自事業所管轄の自治体の状況を確認し、有効に活用されたい。

5 その他

- a) 消防機関等と連携し、ホットラインを設置するようなことも考えられる。
- b) 情報の入手手段により、自動的に受信するもの、受信行動を起こさないと受信しないもの等があるので、非常時の情報入手行動についても、採用した手段に応じてあらかじめ定めておく必要がある。
- c) インターネットサイト等、多様な情報源からの情報は有効に活用できるものであると同時に、デマや誤情報に注意が必要である。

## 1.2 情報の処理及び事業所内外の従業員、協力会社社員等への伝達方法等 津波警報等の各種情報の処理並びに事業所内外の関係者への伝達方法等に関する措置

(あらかじめ定めておくべき事項、措置等の例)

- a) 緊急時の対応組織
- b) 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置
- c) 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等
- d) 情報の伝達が困難な場合等の措置について
- e) 津波警報等発令時の帰宅制限等について
- f) 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

(解説)

- 1 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置

大規模事業所では、入出門の管理システムを導入している例が多くなっている。

- 2 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等

構内放送、無線、広報車の出動等によるほか、携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等が考えられる。また、視覚的方法として、旗、発煙筒等の手段も考えられるが、事業所内の全ての人間に情報の伝達が行えるよう配慮することとし、地震による停電、設備の破損等を踏まえた予備電源の確保、耐震化対策、多重化等を十分に考慮しなければならない。

あらかじめ定めた言葉、合図等により、取るべき行動、避難場所等を伝達するものとする。

上記の内容については、事業所内に掲示するとともに非常時の行動マニュアル（ポケットサイズ）として従業員等に配布、携行させておくようなことも考えられる。

- 3 情報の伝達が困難な場合等の措置について

情報の伝達が行われなかった、又は何らかの理由により情報を受け取れなかった場合を想定し、地震発生時等に取りべき行動をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

- 4 津波警報等発令時の帰宅制限等について

緊急時の対応組織の責任者が、得られた情報から従業員等の帰宅可否を判断することとし、帰宅時の津波による被災を防止する。また、帰宅者には、最新の情報及び安全情報を書面で配布する等の安全確保に配慮するとともに、帰宅者の数を正確に把握しておく必要がある。

- 5 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等は、事業所外の従業員に対して有効ではあるが、通信状況等を考えれば大きな不安がある。このため、情報の伝達が困難な場合等の措置に準じて、地震発生時等に取りべき行動（事業所を目指すのか、公共の避難場所等の安全な場所を目指すのか等）をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

## 2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

### 2.1 津波浸水予測

国、都道府県等が検討及び公表している津波の規模、浸水範囲等を踏まえた自事業所の浸水予測

(解説)

#### 1 津波浸水予測

津波浸水予測に関しては、国又は都道府県等が検討及び公表している資料等を活用して把握する。その際には、公表されている浸水予測及び自事業所周辺の標高等も考慮する。

#### 2 浸水予測の参考となる資料の提供元

##### a) 内閣府

###### 1) 地震・津波対策

<http://www.bousai.go.jp/5jishin/index.html>

###### 2) 南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定公表について

[http://www.bousai.go.jp/nankaitrough\\_info.html](http://www.bousai.go.jp/nankaitrough_info.html)

##### b) 国土交通省 国土地理院

<http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html>

任意の地点での標高がわかる Web 地図 (試験公開中)

##### c) 都道府県

都道府県が検討及び公表している津波浸水予測については、次のとおりである (アンケート結果より、現時点で確認されたもののみ記載)。なお、市町村レベルでより詳細な津波浸水予測を検討及び公表している場合もあるため、それらも併せて活用されたい。

また、南海トラフ等に対応した津波浸水予測については、検討中の都道府県もあるので注意されたい。

・北海道 :

・青森県 : <http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-yosoku.html>

・岩手県 : 検討中 (公表時期未定)

・宮城県 : [http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/jishin\\_chishiki/tunami/yosokuzutop.htm](http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/jishin_chishiki/tunami/yosokuzutop.htm)

・秋田県 :

・山形県 :

・福島県 : [http://www.cms.pref.fukushima.jp/pcp\\_portal/PortalServlet?DISPLAY\\_](http://www.cms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_)

ID=DIRECT&NEXT\_DISPLAY\_ID=U000004&CONTENTS\_ID=19543

・茨城県 : <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/doboku/01class/class06/tsunami/index.html>

・栃木県 : (内陸県)

・群馬県 : (内陸県)

・埼玉県 : (内陸県)

・千葉県 : <http://www.bousai.pref.chiba.lg.jp/portal/>

・東京都 :

・神奈川県 : <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f360944/>

・新潟県 :

・富山県 : [http://www.pref.toyama.jp/cms\\_sec/1004/kj00011669-002-01.html](http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1004/kj00011669-002-01.html)

・石川県 : [http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri\\_g/tsunami\\_info.html](http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri_g/tsunami_info.html)

- ・ 福井県 : [http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tunami-soutei.html](http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tsunami-soutei.html)
  - ・ 山梨県 : (内陸県)
  - ・ 長野県 : (内陸県)
  - ・ 岐阜県 : (内陸県)
  - ・ 静岡県 : 検討中 (H25.6 公表目処)
  - ・ 愛知県 : ホームページへは未掲載 (H14 にまとめた予測資料を、愛知県自治センターの情報コーナーに提供 予  
測資料については、現在見直し中)
  - ・ 三重県 : <http://www.pref.mie.lg.jp/D1BOUSAI/tsunami/top.htm>
  - ・ 滋賀県 : (内陸県)
  - ・ 京都府 :
  - ・ 大阪府 :
  - ・ 兵庫県 :
  - ・ 奈良県 : (内陸県)
  - ・ 和歌山県 :
  - ・ 鳥取県 : <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=31298>
  - ・ 島根県 : <http://web-gis.pref.shimane.lg.jp/tsunami/>
  - ・ 岡山県 :
  - ・ 広島県 : <http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/> (広島県防災 Web から高潮・津波浸水想定区域図に)
  - ・ 山口県 : <http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/jisin-tunamiikai.html> (近日中)
  - ・ 徳島県 :
  - ・ 香川県 :
  - ・ 愛媛県 :
  - ・ 高知県 :
  - ・ 福岡県 :
  - ・ 佐賀県 :
  - ・ 長崎県 :
  - ・ 熊本県 : 検討中 (H24 年度末公表予定)
  - ・ 大分県 : <http://www.pref.oita.jp/soshiki/13550/tsunamishinsuiyosokutyousa.html>
  - ・ 宮崎県 : 検討中
  - ・ 鹿児島県 :
  - ・ 沖縄県 : <http://www.pref.okinawa.jp/kaigannbousai/con11/index.html>  
<http://www.dc.ogb.go.jp/bousai/bousaimap-1.htm>
- d) その他
- 1) 津波痕跡データベース(東北大学 原子力安全基盤機構)  
<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/>
  - 2) 東北地方太平洋沖地震津波情報(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ)  
<http://www.coastal.jp/ttjt/>

## 2.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

### 2.1 の津波浸水予測等を活用し、また、過去に発生した震災による被害状況を参考とした想定

(被害想定の実施について)

#### 1 対象事業者

「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について 総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会 平成 24 年 4 月」(以下「地震・津波対策報告書」という。)においては、想定浸水深が 3m 以上となる事業者に対応を求めている。

#### 2 前提条件

高圧ガス製造施設に押し寄せる津波の浸水深、方向、瓦礫等の流出物、製造施設の劣化状況等によって高圧ガス製造施設が被る被害は異なる。被害想定的前提条件を一律に規定することは困難であるため、前提条件については各事業者が定める。

この場合、前提条件の考え方としては、次のような例が考えられる。

- a) 高圧ガス製造施設(事業所)の全壊
- b) 動機器、配管等の損傷(比較的少量の漏洩、小規模な火災、流出等)
- c) 貯槽等の損傷(大量漏洩、大火災、爆発、流出等)
- d) 容器、タンクローリ等の流出
- e) 浸水のみ
- f) その他 a)~e)の組み合わせ

#### 3 被害想定

上記 2 の前提条件の下、地域防災計画、避難場所の整備等(地方自治体が行う津波対策)の参考となるよう被害想定を行う。

(解説)

2.1 の津波浸水予測及び過去に発生した津波被害等を参考に、自事業所の高圧ガス製造施設に対する被害想定及び自事業所外近隣地域への被害想定を実施する。この場合、コンビナート事業所など高圧ガス製造施設以外の危険物施設が多数設置されている場合は、危険物施設等が被害を受けた場合の高圧ガス製造施設の影響について検討を行う必要がある。

#### 1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深 3m 以上となる事業者に対応を求めている。しかし、想定浸水深 3m 未満の事業者に被害が生じないことを保証するものではない。

#### 2 前提条件及び被害想定

被害想定情報が地方自治体の地域防災計画等に反映されることから、前提条件や被害想定に関しては、地域全体の問題として地方自治体と事業者との間で調整して行うことが望まれる。

被害想定に関しては、次の 3~5 に示すように詳細な被害想定を行うか、又は事業所周辺(広域避難場所、住民の避難経路、主要幹線道路等)への影響評価を大まかに行うことでも足りるものとする。

#### 3 高圧ガス製造施設の被害

津波の影響(波力、浮力等)による高圧ガス製造施設の被害の評価方法等については、現在、検討が行われているところである。これらの検討結果が示されるまでは、過去の津波による被害実態等を踏まえ、事業者が自ら定めた前提条件に関する高圧ガス製造施設の被害を類推する。

また、困難ではあるが、地震動による影響を受けた後に津波による影響も受けることも勘案して被害の類推を行うことが望まれる。

#### 4 被害（災害）の分類

津波による被害には関わらず、高圧ガス製造施設に起こりうる代表的な災害を分類すると、おおよそ次のようなものが考えられる。

- a) 配管、圧力容器等からのガスの漏洩
- b) 可燃性ガスによる火災、爆発
- c) 可燃性液体による火災
- d) 毒性ガスによる障害
- e) 圧力容器の内圧上昇による破裂
- f) 高圧ガス設備の流出

#### 5 被害想定

高圧ガス製造施設が津波（地震）による被害を受け、内容物の流出等の現象が発生することによって、上記4のような災害が発生する。内容物の流出等の現象が仮に発生したとして危害範囲がどの程度に及ぶ可能性があるのかを調べるのが被害想定評価である。

以下に、被害想定評価に係る着眼点を示す。

##### 5.1 漏洩、拡散

###### a) 可燃性物質の場合

漏洩、拡散した可燃性物質に着火しないことを目安として、限界濃度を可燃性物質の爆発下限界とする。

気体の場合は、拡散による危険到達距離を求め、液体の場合は、防液堤内等に拡がった面源からの蒸発量を推算した上で拡散による危険到達距離を求める。

###### b) 有害性物質の場合

漏洩、拡散自体の考え方は上記 a) の場合と同様であるが、限界濃度の考え方は、許容濃度値を一つの目安とするが、高圧ガス保安法における許容濃度値は、米国の ACGIH（米国産業衛生専門家会議）の勧告値（TLV-TWA）を採用しており、この勧告値は、労働安全衛生の分野において用いられる値であって、慢性毒性の観点に立ったものである。従って、非常時の一時的な現象で生ずる限界濃度としてこの値を採用するのは必ずしも妥当でないため、刺激性のない人間が覚知しにくい物質等を除き、個々の物質ごとに適正な限界濃度を定めることが望ましい。

##### 5.2 火災

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火すれば火災が生じる。火災による被害想定評価で重要な事項は、漏洩した液体に着火し、液面上で燃焼を継続する液面火災及び BLEVE の発生等に伴い形成されるファイヤーボールの輻射強度の評価である。

輻射強度とそれによる被害との関係については、種々の研究報告があるが、参考に表 3 を示す。

表 3 輻射強度と被害の関係

強度の項目	kcal/m <sup>2</sup> hr
人が長期間暴露されて安全な強度	1,080
10～20 秒間で苦痛を感じる強度	4,000
10～20 秒間で火傷となる強度	7,000
約 15 分間に木材繊維などの発火する強度	10,000～20,000

参考文献 コンビナート保安・防災技術指針 —化学工場における地震対策— 本編 高圧ガス保安協会



### 5.3 爆発

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火した場合に、単なる燃焼にとどまらずに爆発に至る場合がある。爆発による被害想定評価で重要な事項は、爆発によって生じる爆風圧の評価である。

高圧ガス保安法においては、コンビナート等保安規則における保安距離が爆風圧を考慮して算定されているが、その際、許容される爆風圧を  $125\text{g/cm}^2$  としている。(事業所周辺に対し、人的被害を与えないこと及び軽微なものを除く物的被害を与えない爆風圧)

## 2.3 都道府県等への情報提供

- a) 評価をした被害想定等の情報についての都道府県等への提供のための措置
- b) 近隣住民への被害想定に関する情報提供

(情報提供の例)

評価した被害想定による事業所周辺への影響及び周辺への影響を最小限に食い止めるための低減対策等

(解説)

#### 1 地方自治体への情報提供

事業者は、評価した被害想定を基に被害の低減対策及び被害拡大防止対策を講じるほか、その被害想定による事業所周辺への影響及び周辺への影響を最小限に食い止めるための低減対策等の内容について、事業所を管轄する都道府県、市町村等の地方自治体に情報提供する。

地方自治体においては、これらの情報を地域防災計画、避難場所、避難経路の整備等、地域の津波対策に反映することが必要である。

また、事業者が被害想定等の情報提供をした地方自治体から、避難場所の整備や避難経路の指定等の津波対策を策定する際に必要な容器等の流出抑制等の措置を求められた場合は、できる限りの措置を講じるものとする。

なお、津波の影響（波力、浮力等）による被害の評価方法の検討結果が出るまでの間であっても、過去の津波被害を踏まえて被害を類推し、できる限りの対応を行うものとする。

#### 2 周辺住民への情報提供

事業者が評価した被害想定による事業所周辺への影響及び低減対策等の内容について、周辺住民や自治会から避難場所や避難経路の確保のために要請があった場合は、これらの情報を提供する。

なお、事業者は周辺住民や自治会と日頃から連携を密にし、事業所に起因する混乱を招くことのないよう適切な情報提供を行う。

## 3 津波による高圧ガス製造施設の被害予防対策

### 3.1 高圧ガス製造施設の安全確保

#### a) 高圧ガス設備の安全確保

- 1) 津波浸水による被害を防ぐための措置
- 2) 津波による浸水のおそれがある状況において、津波到達までの限られた時間で製造・入出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置

(解説)

津波による被害が想定される事業者は、津波警報を受けた場合、地震動は小さくとも、あるいは人体に感じない場合も直ちに浸水想定に応じた津波対策を講じる必要がある。津波到来のおそれがある状況においては、各事業所で働く全ての人の安全の確保を第一に置いて設備の安全な停止と高圧ガスの漏洩等の災害を未然に防止することが最重要である。また、原料やユーティリティを相互に融通し合っているコンビナート地区等に於いては一つの事業所の

対応に限定せずに近隣事業所を含むコンビナート地区全体としての津波対策について共同で検討することが望まれる。対策の立案に当たっては、事業所で働いている従業員が少ない休日、夜間の想定も含めることと立案した緊急対応措置の定期的な訓練が不可欠となる。

津波対策を検討するに当たっての考慮すべき事項は次のようなものがある。

#### 1 津波浸水による被害を防ぐための措置

津波浸水予測図を踏まえた事業所内及び周囲地域の的確な浸水レベル分布を予測して人の安全確保と設備への影響を低減させる対策を講じておく。

##### 1.1 人の安全確保の対策

人命確保対策として高所避難場所を確保し、緊急避難場所、経路等を明示する。

定期的な地震津波想定避難訓練を実施しておく。訓練時に津波の怖さについて十分に教育しておくことが重要で、例えば 50cm 程度の津波でも人は立つことはできず、また、自動車、空のコンテナなども流されるほどの非常に強い破壊力を持っていることをしっかり認識させておく。

##### 1.2 設備への影響低減の対策

浸水が予想される区域に設置されている保安上クリティカルな設備類に対して以下の例を参考に浸水対策を講じる。また、これらの設備類の機能が失われた場合の影響や、その対策についても検討しておく必要がある。

- a) 電気設備の防水性能のチェックと必要な防水性能の強化
- b) 制御室、電気室の水密性の向上（開口部の上部への移設や閉止）
- c) 事業所全停電に備えて非常用発電機の設置及び計装用蓄電池のバックアップ能力の強化
- d) 消防車両の高台避難、可搬式消火ポンプ配備
- e) 重要な制御システムや電気設備のうち可能なものは、極力上層部へ移設
- f) 非常対策本部を最上階に移設し非常食や飲料水の確保
- g) 配管や装置類の基礎の健全性のチェックと補強
- h) 計装設備の防水性能等の強化
- i) その他高圧ガス設備を安全に維持するために最低限必要な設備（保安用不活性ガス供給設備、非常用電源、冷却・防火用ポンプ等）の機能確保

#### 2 製造・入出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置

##### 2.1 製造・出荷設備に対する措置

多くの津波は、大きな地震に伴う揺れの後に発生するものであり、津波到来前の地震動を感知した段階で従業員等の安全を確保した後、避難誘導、設備を安全に停止し、避難することが津波被害予防対策の基本である。第一波の津波の到達前に、可能な限り設備が安全な状態となるよう事前に想定された津波に対する設備の停止手順と避難開始の基準を明確にする。地震動は小さく、あるいは人体に感じない場合も、津波警報が発表された場合は直ちに津波対策を講じる必要がある。

設備の緊急停止の措置は、計器室からの遠隔操作や現場での手動操作などがあり、事業所の規模、設備の種類等によって異なるので、各事業所の実状に沿ってその手段を考える。

津波警報が解除されるまでは、緊急停止した設備の運転開始の作業は行ってはならない。

##### 2.2 荷役中の船舶に対する措置

荷役作業の事前打ち合わせに於いて、事業所の荷役作業責任者は、船舶側の荷役責任者と津波等の緊急時の連絡体制、緊急停止、離棧方法に関する十分な確認を行う。

津波に関する情報を入手した場合、すみやかに船舶に伝達するとともに荷役作業を中止する。

津波到達時間を考慮し、可能であればローディングアームを切り離し、船舶を港外避難させる。荷役中の船舶

を短時間で離れさせる設備例としては、クイックリリースフック等が設置されている。

## b) 容器、タンクローリ等の安全確保

### 津波浸水による容器の事業所外への流出防止対策、タンクローリの事業所外への流出防止、安全な場所への退避等の措置

(容器等の流出防止対策の具体例)

#### 1 対象事業者

地震・津波対策報告書においては、想定浸水深が1m以上の事業者に対しては高圧ガス容器について、2m以上の事業者に対してはタンクローリについて、対応を求めている。

#### 2 全般

事業所入り口の扉、門等を閉止する。

#### 3 容器の流出防止対策

全ての高圧ガス容器の流出を防ぐことは困難ではあるが、流出を最小限にとどめるには、次のような対策が考えられる。

##### 3.1 容器の固定

a) チェーン掛けや、角リング等を用い容器を固定する。

b) ケージへと収納する。

##### 3.2 容器置場

a) 容器置場内の容器を上記の方法により固定する。

b) 容器置場の入り口に扉、シャッター等が設置されている場合は、閉止する。

##### 3.3 充填中の容器

直ちに充填作業を中止し、充填ラインの元弁を閉止する。また、可能な範囲で容器弁の閉止及び容器の固定を行う。

##### 3.4 容器貯蔵場所等のレイアウト

津波の到達、流入方向等を勘案し、容器置場等の容器貯蔵場所への津波の波力による影響を少しでも減少させるよう事業所内の各施設のレイアウトを配慮する。

#### 4 タンクローリの流出防止対策

##### 4.1 入構中のローリ

事業所内に留め置く、この場合、事業所内の比較的津波の影響を受けにくい場所とし、可能であれば事業所の地盤面に強靱なロープ又はチェーン等により固定を行うことも考慮されたい。

また、あらかじめ計画等（地方自治体及び周辺の高圧ガス事業所等と連携が必要）した事業所近隣の安全な場所へ避難させるということも考えられる。

##### 4.2 構外のローリ

あらかじめ計画等（地方自治体及び周辺事業所等と連携が必要）した、移動経路最寄りの安全な場所（高圧ガス製造事業所等（自事業所を含む。））へ退避する。

(解説)

#### 1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深が1m以上の事業者に対しては高圧ガス容器について、2m以上の事業者に対してはタンクローリについて、対応を求めている。しかし、これら以外の事業者に被害が生じないことを保証するものではない。

## 2 容器の流出防止対策

### 2.1 容器の固定

転倒、転落防止措置を徹底する。津波に関わらず、一般に転倒、転落防止措置としてとられているチェーン掛けや角リング等を用いた容器の固定は、津波対策としても一定の効果があるものと考えられる。ただし、これまでに用いられていたものでは、津波に対しては強度不足の場合があることが確認されている。そこで、具体的な方法については、一般社団法人日本産業・医療ガス協会（JIMGA）にて、検討、作成した「充てん工場の地震対策指針」等を参考にされたい。

また、民生用 LP ガスに関して「LP ガス災害対策マニュアル 平成 25 年 3 月（予定） 経済産業省 高圧ガス保安協会」がまとめられており、これらも必要に応じ活用されたい。

### 2.2 容器置場

容器置場が閉止可能な構造（例えば、入り口を除く 3 方向が換気等に必要な開口部を除き閉鎖されており、かつ、入り口も扉等により閉止できる構造）である場合には、入り口の扉等を閉止することで流出防止に一定の効果があるものと考えられる。

なお、入り口の扉等については、扉や通常のシャッターのように津波の波力を直接受けるものとするかグリルシャッターのように格子構造で津波の波力を直接受けけないものとするかが考えられるが、津波浸水予測に基づく浸水深等に応じて検討することが必要である。

また、容器置場は地盤面から 1m 以上嵩上げされ設置されるのが一般的であり、このような場合、想定浸水深と容器置場床面の高さとの差が 1m 未満であれば、流出防災対策が取られているものと考えられることができる。

### 2.3 充填中の容器

可能な範囲で容器弁の閉止及び容器の固定を行うことが望ましいが、従業員の避難を最優先としなければならない。

### 2.4 容器貯蔵場所等のレイアウト

レイアウト変更については、既存施設が対応するには困難な場合が殆どである。従って、設備の新設時又は移設等で対応が可能な場合に考慮されたい。

## 3 タンクローリの流出防止対策等

事業所近隣の安全な場所への退避については、交通事情が不明な状態で事業所外にタンクローリを退避させることは却って危険となる。実施に際しては十分に注意しなければならない。

## 3.2 緊急停止措置等

3.1 a)及び b)の措置及び高圧ガス設備の緊急停止措置等に係る従業員の安全な避難を大前提とした手順等の確立

- a) 緊急措置等の責任者及び不在時の代理者の権限の明確化
- b) 判断基準
- c) 操作手順

(解説)

### 1 設備の緊急停止基準と停止後の措置の考え方

以下に一般的な緊急停止のケースについて記述する。なお、緊急停止に係るシステムの一部が喪失する様な場合も想定し、その場合の操作手順等についても検討しなければならない。

#### 1.1 大規模事業所で計器室から遠隔操作するケース

- a) 設定加速度以上の場合に計器室から信号を送って自動的に緊急停止する安全システム（インターロック）として地震計と連動する自動停止タイプと緊急停止スイッチを押して停止する手動タイプがある。また、貯槽等の緊急遮断弁を遠隔操作するタイプもある。
- b) 緊急停止操作には、緊急遮断弁閉止、緊急移液、フレアスタックへの脱圧等の停止操作が含まれる。
- c) 緊急停止操作のステップは、まず緊急停止一次操作として、計器室から遠隔の自動又は手動停止スイッチにより製造設備や出荷設備等を緊急停止操作した後に、緊急停止二次操作として現場での手動弁の閉止操作等の操作を行い、その後緊急停止三次操作として停止状態を監視する。緊急停止一次操作は速やかに実施（5分以内）されるが、緊急停止二次操作は現場での手動操作であるため最短でも20～30分を要する作業となる。従って、緊急停止二次操作までの完了時間は、事業所毎の一次操作時間、二次操作時間を基に算出しておく必要がある。
- d) 津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。
- e) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止二次操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。
- f) 荷役中の大型船舶の緊急離棧には、現場の緊急操作以外にタグボートが必要であることから、タグボート確保の時間とそのタグボート乗員の避難を考慮する必要があるが、津波到達時間までに緊急離散できないケースへの対応（係留強化など）についても十分に検討しておく。

#### 1.2 比較的規模の小さい事業所で現場で緊急停止操作するケース

- a) 事業所にて設備毎の現場における緊急停止操作の方法をマニュアル化しておく。特に、緊急時の現場における誤操作を防止する為に、緊急操作する機器のスイッチへの機器名表示、バルブ類への機番、開閉方向を明確に表示し、また読みやすい緊急停止手順を表示しておく。
- b) 緊急停止操作の完了時間を把握し、津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。
- c) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。

### 2 津波の第一波到達時間を考慮した緊急停止措置

- a) 近年発生した津波の第一波到達時間は、地震発生後4～80分であり、地震発生場所によって異なる。近年の津波発生地震26例（表4）において津波警報から津波第一波の到達時間（ $\beta$ ：表3）を分析してみると15分以内のケースが35%、15～30分のケースが35%を占めている。また、15分以内のケースのうち、警報から津

波対応までの時間的余裕が全くない5分以内のケースは23%となっている。

表3 津波警報から津波第一波到達までの時間

$\beta 2(\text{min})$	n 件数	%
$(\beta 2 < 5)$	(6)	(23)
$\beta 2 < 15$	9	35
$15 \leq \beta 2 < 30$	9	35
$30 \leq \beta 2 < 70$	6	23
$B2 \geq 70$	2	7
Total	26	100

b) 上記より基本的な考え方は、事業所への津波の第一波到達時間に対して緊急停止操作のどのステップまで人の安全を確保しながら実施できるか、ということになる。従って、短時間で確実な対応が可能となるよう従業員の役割を明確にした上で従業員に周知し、定期的な訓練を行うことが重要となる。

例えば、津波に対する緊急停止措置の範囲は、大きく3ケースに分けて考えることができる。

CASE - 1 (津波の第一波到達時間 $\geq 60$ 分)

- 1) 緊急停止一、二次操作を行う。
- 2) その後、避難場所に安全に避難する。

CASE - 2 (津波の第一波到達時間 $\geq 30$ 分)

- 1) 緊急停止一次操作を行う。
- 2) 直ちに避難場所に安全に避難する。

CASE - 3 (津波の第一波到達時間 $< 30$ 分)

- 1) 僅かな時間にできる操作のみ実施し、直ちに避難場所に安全に避難する。

なお、人命を最優先とし、津波到達までの時間の別の実施可能な操作を予め検討しておくこと。

表4 近年発生した津波

地震	発生日時 T1	M	津波警報 発表時刻 T2	第一波 到達時刻 T3	津波警報から 第一波到達ま での時間 $\beta 2$ (T2-T3) min
北海道東方沖の地震	1980年02月23日 14:51	6.8	23日15:10	23日15:29	19
三陸沖の地震	1981年01月19日 03:17	7.0	19日03:25	19日03:45	20
浦河沖地震	1982年03月21日 11:32	7.1	21日11:45	21日11:36	0
日本海中部地震	1983年05月26日 11:59	7.7	26日12:14	26日12:07	0
青森県西方沖の地震	1983年06月21日 15:25	7.1	21日15:37	21日15:40	3

択捉島南東沖の地震	1984年03月24日 18:43	6.8	24日18:57	24日19:31	34
日向灘の地震	1984年08月07日 04:06	7.1	07日04:14	07日04:16	2
三陸沖の地震	1989年11月02日 03:25	7.1	02日03:34	02日03:40	6
北海道南西沖地震	1993年07月12日 22:17	7.8	12日22:22	12日22:24	3
北海道東方沖地震	1994年10月04日 22:22	8.2	04日22:28	04日22:38	10
三陸はるか沖地震	1994年12月28日 21:19	7.6	28日21:23	28日21:48	25
奄美大島近海の地震	1995年10月19日 11:41	6.7	19日11:49	19日12:56	67
日向灘の地震	1996年10月19日 23:44	6.9	19日23:49	20日00:10	21
石垣島南方沖の地震	1998年05月04日 08:30	7.7	04日08:39	04日11:12	153
石垣島近海の地震	2002年03月26日 12:45	7.0	26日12:54	26日13:11	17
十勝沖地震	2003年09月26日 04:50	8.0	26日04:56	26日05:05	9
三重県南東沖の地震	2004年09月05日 23:57	7.4	06日00:01	06日00:17	16
千島列島東方の地震	2006年11月15日 20:14	7.9	15日20:29	15日21:34	65
千島列島東方の地震	2007年01月13日 13:23	8.2	13日13:36	13日14:39	63
沖縄本島近海の地震	2010年02月27日 05:31	7.2	27日05:33	27日05:52	19
父島近海の地震	2010年12月22日 02:19	7.4	22日02:28	22日02:44	16
東北地方太平洋沖地震	2011年03月11日 14:46	9.0	11日14:49	11日15:50 JX仙台.	61
(茨城沖)	2011年03月11日 15:15		11日15:14 大津波警報	11日15:32 鹿島コンビ	17
イリアンジャンの地震	1996年02月17日 14:59	8.1	17日17:30	17日19:00	65
台湾付近の地震	2002年03月31日	7.0	31日16:02	31日16:05	3

	15:52				
チリ中部沿岸の地震	2010年02月27日 15:34	8.8	28日09:33	28日12:43	190

参考文献 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集

平成23年9月28日

中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会

東北地方太平洋沖地震 茨城沖のデータはKHKにて追記

### 3.3 事業所内外の全従業員の津波からの避難

- a) 浸水予測に応じた避難場所の指定
- b) 浸水予測に応じた避難経路の指定
- c) 避難指示の伝達方法
- d) 食料及び避難場所での必需品の確保

(解説)

#### 1 事業所内外の全従業員の津波からの避難

事業所は、従業員、協力会社社員（全従業員）に対して、以下の事項などを考慮し、津波浸水時の避難場所及び避難経路をあらかじめ周知する。また、避難場所には食料その他必需品を備蓄する。

#### 2 浸水予測に応じた避難場所の指定

##### 2.1 事業所内の場合

- a) 避難場所は、予想される津波高さや被害状況に応じて複数の耐震構造の建屋を選定する。
- b) 自社内に安全に避難する場所がない事業所では、近隣の事業所と「津波避難協定」を締結し、近隣の事業所の避難場所を利用する例もある。

##### 2.2 事業所外の場合

- a) 事業所外での避難場所は、地方自治体の地域防災計画や石災法の防災計画にある情報で定められる。外出者は無理に帰社せず近くの避難場所を利用する。
- b) 緊急時の一時避難場所として高台といった自然地形等を利用する。

#### 3 浸水予測に応じた避難経路の指定

- a) 津波到達時間が短い地域では、5分程度で避難が完了するよう、また、液状化、火災等による通行不可も考慮し複数の経路を選定する。

※津波到達までに時間がなく、指定された避難場所まで移動できない場合は、所内で一番高いところ（堅固な架構等）に避難せざるをえない。

- b) 事業所内のマップに部場毎の避難場所及び経路を明記する。液状化が予想される地域は地図に危険区域も明記する。
- c) 全従業員にハンドブック等を携帯させ、来客へは入構受付時に配布するなど避難場所及び経路を周知する例がある。協力会社員へは別途説明会を開催する例がある。
- d) 構造物等の倒壊等により避難が妨げられる恐れがある箇所を把握し、避難経路を設定する。
- e) 事業所内には避難誘導標識等を整備する。



- f) 事業所内に、海拔と浸水予測深さを明示した看板を取り付けておくと、全従業員及び来客に普段から職場の危険度を周知することができる。



#### 4 避難指示の伝達方法

##### 4.1 事業所内の場合

避難指示を全従業員へ伝達できるよう構内放送設備等を備え、防災管理者等により指示する。

※停電時に備え保安電力により使用可能であることが望ましい。

##### 4.2 事業所外の場合

- a) 事業所外の従業員への避難指示の伝達方法は、特に決めていないのが現状である。

※従業員の安否については、安否確認システムにより携帯電話にメールを発信するなどの方法がある。

- b) 連絡がつかない場合に備え、あらかじめ災害伝言ダイヤルの使用方法を確認しておく。

#### 5 食料及び避難場所での必需品の確保

避難場所には災害発生を想定した以下に示すような必需品等を備蓄し、維持する。備蓄倉庫は高所に設置することが望ましい。

##### 5.1 生活に必要なもの

###### a) 生命維持

: 食料、飲料水（3日分<sup>注)</sup>が適当)

注) 首都直下地震帰宅困難者等対策協議会 最終報告

- b) 防寒、保温：毛布、衣類、ストーブ、携帯カイロ、断熱シート

###### c) 通信手段

: 項目1.1情報の入手方法 参照

###### d) 電源等

: 電池、自家発電設備、燃料（LPガス、灯油、まき等）

###### e) 照明器具

: 懐中電灯、非常用LEDライト、

###### f) 衛生、治療

: 電池、医薬品、トイレ

###### g) その他

: カセットコンロ、手動携帯電話充電器

##### 5.2 保安措置に必要なもの

###### a) 防護、救助

: 軍手、ヘルメット、ライフジャケット、

###### b) 移動手段

: 簡易組立式ポート

## 4 流出容器等の回収

津波浸水により事業所外へ流出した容器等の回収に係る措置

- a) 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制
- b) 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

（解説）

### 1 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制

流出した容器は、容器所有者が回収し、処分するのが原則である。しかし、大津波を伴う震災が発生した場合は、内容物・所有者不明の容器が流出する可能性が高く、所有者が単独で回収するのは困難である。

東日本大震災では、販売事業者、都道府県、容器使用者、地域の高圧ガス関係団体などの関係者が一体となって体制を構築し役割を果たすことで迅速に容器回収が行われた。災害時に備え、事前に協定を締結するなど、協力体制の構築を検討するとよい。なお、現在の震災廃棄物の処理の流れを図1に示す。

内容物不明、毒性ガスといった一般では処置できない容器については「デバルバー」などの専用回収装置が必要となるので、製造会社経由で連絡をとり処置を依頼する。震災後では処理までに時間がかかることが想定されるので、周囲を立入禁止にでき、必要により散水冷却できるような場所への保管が望ましい。

また、重機（パワーショベルなど）による瓦礫撤去作業を行う場合は、その他の瓦礫に混ざった状態で掴みあげられることで、容器破壊、漏洩（着火・爆発）も起こりうるため、作業者に容器の塗装色一覧表（図2に示すようなガス種と容器塗色の対比表）を渡して、重機による回収を見合わせ地方自治体や高圧ガス製造事業者と連絡すること等を徹底しておく。

容器所有者や協力体制にある事業者は、流出容器回収に係る以下に示す実作業を行う。

- 1.1 流出容器からのガス漏えいにより発災した場合は状況に応じた一次対応（消火、除害、避難誘導等）
- 1.2 容器回収のための立入りの可否に関する情報の確保
- 1.3 回収に出動する体制の確立（数名のチーム編成）
- 1.4 容器の台帳管理
- 1.5 残ガス、容器の処分
  - a) 流出した容器に対する注意喚起、広報
  - b) 瓦礫の中に混在した容器の安全な回収、取扱い
  - c) 回収容器の運搬
  - d) 容器の仮置場の確保
  - e) 容器所有者の確認、連絡、引渡し
  - f) 容器内の残ガス廃棄等の処理
  - g) 所有者不明容器のくず化処分

### 2 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

津波被災地区のある充填所では、充填済み・空容器ともに、ほぼ全数が流出し、空容器は海面上に浮かんで遠方まで到達している。また、他の瓦礫に絡まって港などの海底に沈んでいるケースもある。容器にはラベルが貼ってあり、内容物の性質と充填会社の住所・電話が記載されているので、容器発見者は、容器所有者や県協会等に連絡して処置を依頼することになる。

都道府県等は、流出した容器による災害を防止するため、ウェブサイトや書面により以下に示す事項について注意喚起を行い、容器発見の連絡を受ける体制、通信手段を確保する必要がある。図3及び図4に注意喚起文書の例を示す。

- a) 容器を発見した際の注意事項（可燃性・毒性、容器の取扱い、所有者への連絡）

- b) 瓦礫撤去作業中の容器保管方法（容器破損の危険性、瓦礫と区別した通風のよい場所での一次保管等）
- c) 立入禁止区域等の情報

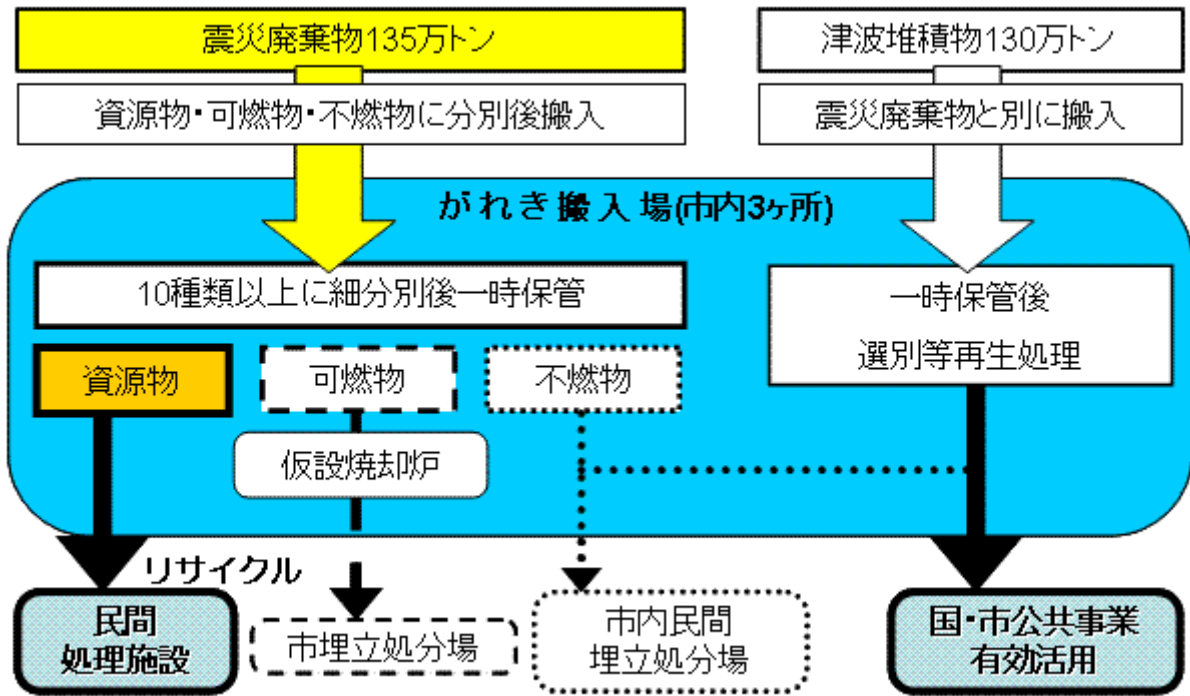


図1 震災廃棄物の処理の流れ（仙台市の例）

『色々な高压ガス容器』



図2 ガス種と容器塗色

## 一般の方へ

現在、東日本大震災により一般家庭や事業所から高圧ガス容器(LPガス、毒性ガス、その他可燃性ガス)が多数流出しています。

- (1) 流出した高圧ガス容器は、ガス漏れしている可能性が十分に考えられますので、路上などで高圧ガス容器を発見した場合は、一般の方は、容器に近寄り、触れないようにしてください。
  - (2) また、ガレキの中に高圧ガス容器が紛れている可能性が十分考えられますので、ガレキ撤去作業などの際に高圧ガス容器を発見した場合は、乱暴に取り扱うことは止め、他のガレキと区分して保管するようお願いいたします。
  - (3) なお、高圧ガス充填所等から流出した高圧ガス容器の中には、空气中に漏れ出すと発火(爆発)する恐れのあるものや、一部毒性による健康障害を与える恐れがあり大変危険ですので、慎重な取扱いをしてください。
- 可燃性ガスにあっては「燃」、毒性ガスにあっては「毒」と容器の外面に記載されています。

※高圧ガス容器を発見したら、容器所有者まで連絡ください。

LPガス容器は容器の外面に容器所有者の名称及び電話番号が明示されています。また、LPガス容器以外の一般高圧ガス容器については、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号が刻印されています。高圧ガス容器を発見した場合は、容器所有者に連絡してください。

- [一般高圧ガスの容器所有者登録記号番号\(東北圏域分\)](#)

→容器所有者が分からない場合のお問い合わせ先

○容器全般	○LPガス容器	○一般高圧ガス容器
宮城県総務部消防課産業保安班	社団法人宮城県エルピーガス協会	宮城県高圧ガス保安協会



高圧ガス容器の刻印

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かっ色
その他の高圧ガス	ねずみ色

高圧ガス容器の塗色一覧

相談窓口の設置について

図3 注意喚起文書（宮城県の例）

### 津波、水害で流出した高圧ガス容器に注意してください

#### 高圧ガス保安協会情報調査部

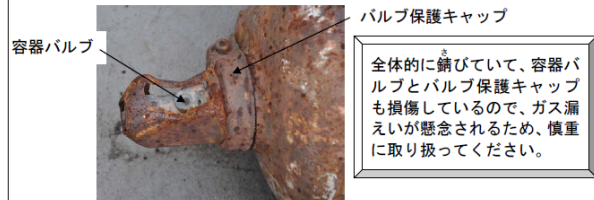
東日本大震災では、高圧ガス容器(ポンベ)が津波により多数流出しています。同様に、台風、水害などでも流出容器が確認されています。いずれも、高圧ガス関係者により精力的に回収が行われていますが、回収しきれずに所在不明となっている高圧ガス容器があります。

このため、被災地及び周辺地域において、がれき処理、廃棄物処理、後片付けなどに携わる皆様(ボランティア活動者を含む)及び漁業、海洋作業に携わる皆様は、がれき、浮遊物などの中に高圧ガス容器が混入している恐れがありますので、下記について十分注意して作業に当たってください。

- ① 地震、津波、台風、洪水、土砂崩れなどでがれき処理、廃棄物処理、後片付けなどを行う際は、がれき、浮遊物などの中に混入している高圧ガス容器(ポンベ)に十分気を付けてください。高圧ガス容器は、取り扱いを誤れば、火災、破裂などを引き起こすので非常に危険です。
- ② 大人の皆様から子供たちに対し、がれきの中から出てきた高圧ガス容器で遊んだり、触ったり、いたずらしないよう、繰り返し注意してください。
- ③ 容器バルブの付いた流出容器は、ガスが残っていると考えられますので、乱暴に取り扱わないでください。発見された高圧ガス容器は、他のがれきなどと区分し、付近に火気が無く、通風の良い場所に一時保管するとともに、容器に表示されている氏名等に連絡して、その指示に従ってください。
- ④ 高圧ガス容器は、家庭用のLPガス(液化石油ガス)容器、医療用の酸素ガス容器、産業用のアセチレンガス容器などさまざまな型式があります。中には、毒性ガス、可燃性ガス、空気に触れただけで火災を起こす特殊高圧ガスなど危険なガスが入っている容器もあります。写真1は、可燃性のアセチレンガス容器(新品)の例です。



- ⑤ 真っ赤に錆びている容器、容器バルブが損傷している容器、ガス名が分からない容器などは特に注意が必要です(写真2参照)。



- ⑥ 高圧ガス容器の切断、溶断、穴開け、容器バルブの取り外しなどは絶対に行わないでください。爆発、破裂して死亡事故が発生しています。
- ⑦ 高圧ガス容器は、建設重機(ブルドーザー、油圧ショベルなど)で挟んだり、つかんだりすれば容易に破壊、破裂します。重機を使ったがれきなどの処理の際には、混入している高圧ガス容器に十分な注意が必要です。
- ⑧ 高圧ガス容器は、大きな衝撃を与えると破壊、破裂することがあります。がれきなどの処理の際にツルハシ、ハンマーなどで衝撃を与えないように注意してください。
- ⑨ 高圧ガス容器から漏えい、火災などを発見した場合は、安全な場所に避難するとともに、警察署、消防署、地方自治体などに緊急通報してください。

- 問い合わせ先
- ① 高圧ガス容器を発見した場合は、容器の所有者に連絡してください。容器の外面に容器所有者(又は管理業務受託者)の氏名、名称、住所及び電話番号が明示されています。
  - ② LPガス以外のガスを充填する容器において、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号(ABC記号1文字+3桁の数字)が刻印されている場合は、容器所有者登録申請受付窓口団体、又は高圧ガス保安協会機器検査事業部容器所有者登録事務担当にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/activities/inspection\\_certification/other\\_survice/dl/group.pdf](http://www.khk.or.jp/activities/inspection_certification/other_survice/dl/group.pdf))
  - ③ 氏名等が判明しない高圧ガス容器が発見された場合は、LPガスを除く全てのガスの容器については、地方高圧ガス容器管理委員会(又はその支部)にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri\\_inikai.pdf](http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri_inikai.pdf))
  - ④ LPガス容器については、都道府県エルピーガス協会にお問い合わせください。
  - ④ 地方自治体の高圧ガス担当は、保安、消防、防災、環境などの部門となります。

図4 注意喚起文書（高圧ガス保安協会の例）

## 5 教育訓練

### 5.1 地震・津波に対する心構え、緊急時の体制等

### 5.2 緊急措置訓練

### 5.3 避難訓練

### 5.4 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認

### 5.5 関係事業所等と協力した容器回収訓練

### 5.6 その他必要な教育訓練

#### (教育訓練の例)

教育訓練項目として次のようなものが考えられる。

- a) 地震や津波に関する基礎知識、地震等発生時における行動基準、事業所の緊急時の防災体制と役割等の周知徹底
- b) 地震発生時や津波警報発令時における情報周知訓練、製造装置の緊急停止措置訓練、防潮堤閉鎖訓練、容器等流出防止措置訓練
- c) 津波警報発令時における指定避難場所への避難誘導・避難訓練、避難完了確認訓練、安否確認訓練
- d) 事業所敷地内に避難場所を設けた場合の食糧や必需品の確保状況等の確認
- e) 関係事業所や関係団体等と協力した流出容器等の回収訓練及び残ガス回収訓練
- f) その他必要な教育訓練
  - 1) 事業所の被災状況の地方自治体への通報訓練
  - 2) 地震や津波の終息後における製造装置の被害状況確認訓練

#### (解説)

津波による被害を最小限にとどめるため、上記のような教育訓練を定期的実施し、防災活動等の習熟を図るとともに、訓練結果等に応じて措置内容等の見直しを行うものとする。

なお、夜間、休日等の事業所内の従業員（来訪者、協力会社社員を含む。）が少なくなる時期や定期修理時等のような多数の作業者が入構している場合を考慮した訓練も行うものとする。

## 最後に

国民の生活に不可欠な高圧ガスの製造、供給等を行う高圧ガス製造事業者は、地震・津波への対策の検討を行うことに加え、地震・津波後の被災地域への高圧ガス供給等の復旧計画に対しても配慮することが期待される。ただし、これは高圧ガス保安法で規制、要求される事項ではない。

地震・津波が起これば、高圧ガス製造事業者も被災者であり、一事業者単独で復旧計画等を立てることは困難なことが予想されるので、地方自治体、高圧ガス関係業界等と連携し、事業継続計画（BCP）等について検討しておくことが望まれる。

想定される地震・津波への対策として、あらかじめできることを可能な範囲で検討しておくことが重要と考える。

参考資料 6 平成 26 年度 石油精製業保安対策事業（高压ガス取扱施設における地震・津波時の対応に関する調査）  
（2）津波の波力、設備の浮力、漂流物の影響等の  
評価手法の検討 報告書（抜粋）

## 10 まとめ

平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては、液化石油ガス用横置円筒形貯槽5基が流出し、液化酸素用たて置円筒形貯槽1基が倒壊、また他の液化酸素用たて置円筒形貯槽1基が傾斜する被害が生じていたことが本委託事業の調査で確認した。

これらの被災した貯槽をモデルとして、津波の波力、設備の浮力等に対するFEMA式及び津波避難ビル等の構造上の用件の解説による評価手法の検討を行った。

### 10.1 FEMA式等の津波荷重算定式の妥当性の検証

今回の実験は、計測時間に沿ってすべてのフェーズでFEMA式のベースとなっている抗力式との比較をするとともに、最大浸水深となる時の諸元（ハザードマップや平面2次元解析で通常得られる情報）を用いてFEMA式等を適用する場合に、荷重を妥当に評価できるか否かという視点で検討を行った。

#### 10.1.1 水理模型実験について

たて置円筒形貯槽、球形貯槽、平底円筒形貯槽及び横置円筒形貯槽（昨年度実施）を対象に水理模型実験を行った。ただし、対象とする貯槽の規模が大きく異なり、実験水路を有効に活用するためには、貯槽の種別によって実験縮尺を変える必要があった。

模型種類別の縮尺と対象津波（目標浸水深）を以下に示す。

表 10.1 模型種類別の縮尺と目標浸水深

模型種別	縮尺	実験条件	ケース	貯留水位(m)	目標浸水深(m)		模型種別	縮尺	実験条件	ケース	貯留水位(m)	目標浸水深(m)	
					実機	模型						実機	模型
たて置円筒形	1/20	模型なし (進行波実験)	A-1-1	0.45	3.0	0.15	平底円筒形 (接地型)	1/70	模型なし (進行波実験)	C-1-1	0.20	5.0	0.07
			A-1-2	0.76	5.0	0.25				C-1-2	0.40	10.0	0.14
		模型あり	A-2-1	0.45	3.0	0.15			模型あり	C-2-1	0.20	5.0	0.07
			A-2-2	0.76	5.0	0.25				C-2-2	0.40	10.0	0.14
球形	1/50	模型なし (進行波実験)	B-1-1	0.28	5.0	0.10	平底円筒形 (高床式)	1/70	模型なし (進行波実験)	D-1-1	0.20	5.0	0.07
			B-1-2	0.58	10.0	0.20				D-1-2	0.40	10.0	0.14
			B-1-3	0.85	15.0	0.30				模型あり	D-2-1	0.20	5.0
		模型あり	B-2-1	0.28	5.0	0.10			D-2-2		0.40	10.0	0.14
			B-2-2	0.58	10.0	0.20			模型なし (進行波実験)		E-1-1	0.45	3.0
			B-2-3	0.85	15.0	0.30				E-1-2	0.90	5.0	0.25
横置貯槽 (平成25年度実施)	1/20	模型あり	E-2-1	0.45	3.0	0.15	横置貯槽 (平成25年度実施)	1/20	模型あり	E-2-1	0.45	3.0	0.15
			E-2-2	0.90	5.0	0.25				E-2-2	0.90	5.0	0.25

### 10. 1. 2 予備実験結果及び数値シミュレーションによる再現

予備実験として模型を設置しない状態で造波し、目標とする最大浸水深を確保できる入射波条件を検討した。なお、予備実験において模型設置位置(X=7m)で計測された浸水深及び流速は、FEMA式等の荷重評価式を適用する際の入力条件とする。

数値シミュレーションは、止水ゲートの数値的な移動や偏水防止板縮流部の再現によりその3次元効果を反映できており、貯槽模型の上流側(X=6.5m)及び設置位置(X=7m)では水位・流速を良好に再現できている。

### 10. 1. 3 圧力、水平力・鉛直力の計測結果及び数値シミュレーションによる再現

圧力、水平力・鉛直力の計測結果及び数値シミュレーションによる再現結果の概要を次に示す。

表 10.2 実験結果の概要

貯槽の種類	実験結果の概要	
たて置円筒形貯槽	水平力	衝撃的な力は作用せず、水位上昇に伴い水平力も増大し、最大水平力は水位上昇中若しくは高水深時に発生する。
	鉛直力	作用初期は下面のせん断剥離により模型下部は負圧となる。そのため、鉛直下向きの力が作用する。流速低下後、上向きに切り替わるが浮力よりは小さい。
	シミュレーション結果	解析の方が途中から若干に大きくなっている。これは、実験進行波の再現度合、模型支持部の変形とこれによる流れの剥離点の変化によるものと思われる。
球型貯槽	水平力	衝撃的な力は作用せず、水位上昇に伴い水平力も増大し、最大水平力は高水深時に発生する。
	鉛直力	下面は負圧になる。剥離の発生位置が安定せず、実験毎のばらつきが大きい。条件によっては強い下向きの力が発生するケースが確認された。
	シミュレーション結果	実験結果にバラツキがあり、現象が非常に不安定となっている時刻は、解析の方が途中から若干大きくなっている。これは、実験で渦の剥離等、生成された細かな渦は解析の計算メッシュで十分分解できないことによるものと考えられる。
平底円筒形貯槽 (接地型)	水平力	衝撃的な力は作用せず、水位上昇に伴い水平力も増大し、最大水平力は高水深時に発生する。
	鉛直力	概ね浸水深に対応した浮力が作用する。
	シミュレーション結果	実験結果と良く一致している。
平底円筒形貯槽	水平力	接地型とほぼ同じ傾向である。



(高床式)		下面が空いている分、接地型よりも小さく推移する。
	鉛直力	概ね浸水深に対応した浮力が作用する。
	シミュレーション結果	水平力は実験結果を良好に再現しているが、鉛直力はやや大きい。解析の水位が実験結果と比べて若干に大きくなっているため、その分は浮力として作用して、鉛直力が大きくなると考えられる。
横置円筒形貯槽	水平力	津波衝突直後と水位上昇後に水平力のピークが発生する。水平力の最大値は、衝突時よりも後のピークの方が上回る。
	鉛直力	津波が衝突する際に、水平力に匹敵する鉛直力（上向き）が衝撃的に作用する。

#### 10. 1. 4 FEMA 式の検証

##### (1) 水平力

予備実験時の最大浸水深とその時刻の流速を用いて、FEMA式(流体力)による評価を行った。

その結果、たて置円筒形貯槽、球形貯槽、横置円筒形貯槽に対しては、概ね良好に水平荷重を評価できることが確認できた。したがって、これらのタイプについては、適切な安全率を見込むことにより、設計に使用することが可能と考えられる。

平底円筒形貯槽（接地型、高床式）に対しては、FEMA式(流体力)は最大水平力を過小評価する結果となった。ただし、今回の実験は水路実験のため、模型の遮蔽効果による水位上昇も含まれており、周辺状況の条件が異なるため、適用にあたっては3次元シミュレーションを併用するなど慎重に検討する必要がある。なお、平底円筒形貯槽(接地型)については、消防庁からも評価式が提案されている。

##### (2) 鉛直力

鉛直力については、「静水浮力」（上向き）、「衝突時の衝撃力」（上向き）、「圧力低下による力」（下向き）のバランスにより決定される。

圧力低下による下向きの力は、たて置円筒形貯槽及び球形貯槽で、作用初期に発生する。

たて置円筒形貯槽、球形貯槽、平底円筒形貯槽（接地型、高床式）については、衝撃力がそれほど大きくなりえないため、計測荷重は、静水浮力の最大値を下回っている。したがって、上向きの力は、たて置円筒形貯槽、球形貯槽、平底円筒形貯槽(接地型、高床式)では、最大浸水深時の静水浮力より大きくなることはなく、想定浸水深による浮力を考慮することで、設計に使用することが可能と考えられる。

横置円筒形貯槽については、作用初期に下から上方向に突き上げる荷重が発生し、静水浮力を大きく上回る。衝撃荷重による検討が必要である。なお、津波の来襲方向に対する貯槽の設置角度を変えることにより、大幅に緩和される可能性がある。

次に貯槽の種類毎に各種評価式の結果概要をまとめて示す。

表 10.3 各種評価式の結果概要

貯槽の種類	各種評価式	
たて置円筒形貯槽	水平力	FEMA式(流体力)で時々刻々算出した値は観測結果と良好に一致している。入射津波の条件によっては、瞬間的には最大浸水深時の諸元(浸水深・流速)を用いて算出したFEMA式(流体力)を上回るタイミングもあるが、FEMA式は概ね妥当である。なお、抗力係数は、有限長の円柱(0.75)を採用した。
	鉛直力	作用初期は負圧となる。 水位の上昇に伴い、徐々に正圧となるが、鉛直上向きの力は静水浮力の最大値よりは小さい。鉛直力は浮力を考慮すれば良い。
球型貯槽	水平力	水位が球の中心よりも低い段階では抗力係数を円柱の値(0.75)を使用した。完全水没後に球の抗力係数0.4とした。 FEMA式(流体力)は時々刻々の水平力をほぼ評価できている。 入射津波の条件によっては、瞬間的には最大浸水深時の諸元(浸水深・流速)を用いて算出したFEMA式(流体力)を上回るタイミングもあるが、FEMA式は概ね妥当である。
	鉛直力	鉛直上向きの力は静水浮力の最大値よりも小さい。 鉛直力は浮力を考慮すれば良い。
平底円筒形貯槽 (接地型)	水平力	模型設置による前面側での水位上昇が起こり、時々刻々のFEMA式での算定値よりも、計測荷重が上回っている。 ※水路実験のため、模型の遮蔽効果による水位上昇も含まれており、周辺状況の条件が異なるため、適用にあたっては3次元シミュレーションを併用するなど慎重に検討する必要がある。
	鉛直力	貯槽が基礎面に密着している場合には浮力は発生しない。 発生した場合もほぼ静水浮力と一致する。
平底円筒形貯槽 (高床式)	水平力	接地型とほぼ同じ傾向である。 下面が空いている分、接地型よりも小さく推移する。 ※ 水路実験のため、模型の遮蔽効果による水位上昇も含まれており、周辺状況の条件が異なるため、適用にあたっては3次元シミュレーションを併用するなど慎重に検討する必要がある。
	鉛直力	貯槽下部を通過する流れの流速により圧力が低下するため、鉛直力は静水浮力よりも小さく推移する。 鉛直力は浮力を考慮すれば良い。
横置円筒形貯槽	水平力	作用初期から、大きな荷重が作用するが、水平成分に限ってFEMA式(流体力)と比較すると、最大流速と最大浸水深で算定した値は概ね妥当な評価をしており、衝撃力まで考慮すれば安全側となる。

	鉛直力	<p>津波が衝突する際に、水平力に匹敵する鉛直力(上向き)が作用する。静水浮力を大きく上回るため、対応が必要である。</p> <p>なお、本実験の条件では、貯槽側面から津波が来襲するため、位相差なく衝突荷重が作用しているが、貯槽の向きが流れ方向に対して90°回転して設置した場合には、荷重は大幅に低減される可能性がある。</p>
--	-----	--

#### 10. 1. 5 津波避難ビルガイドライン式(水平力)

同算定式は、建物等の壁面への荷重を算定する式であるため、津波の来襲面に対して、表面の曲率が大きいたて置円筒形貯槽、球形貯槽、横置円筒形貯槽については、水深係数1.5であっても概ね水平荷重の最大値を上回っている(たて置円筒形貯槽のH=3mのケースではわずかに下回った)。また、水深係数3.0では過大な評価となっている。

平底円筒形貯槽(接地型、高床式)に対しては、曲率が小さく壁面として荷重を受けるため、今回の実験条件(フルード数)においては、水深係数1.5では最大荷重を下回る結果となった。ただし、水路実験のため、遮蔽による実験上の水位の上昇もあることに注意が必要である。なお、水深係数3.0では過大となる。

#### 10. 1. 6 消防庁の式

円筒形の接地型タンクに作用する津波力(水平力・鉛直力)を評価する式が提案されている。同式は、タンク周囲の水位変化を考慮して圧力を積分して算出するものである。

平底円筒形貯槽(接地型)を対象に同式を適用した結果、水平力は、FEMA式(流体力)の時刻歴とほぼオーダーが一致した。また、鉛直力は前後の水位差が考慮されている分だけ、静水浮力より小さめに推移することが確認された。

実験結果との比較では、鉛直力については計測荷重を評価できているが、水平力についてはFEMA式(流体力)と同様に過小評価となっている。

なお、実験(平面水槽)で検証されている評価式であり、水路実験で行った本実験とは条件が異なっている。

## 10. 1. 7 貯槽等の破壊モードの検討について

### (1) たて置円筒形貯槽

基礎ボルトの各部の強さに達する津波の最大浸水深を求め、それにより各部の強さを評価した。

破壊に対する各部の強さは、材料の引張り破壊に対しては短期許容応力、材料のせん断破壊に対しては材料の引張り短期許容応力の $1/\sqrt{3}$ 倍、コンクリートのコーン破壊に対する強さは各種合成構造設計指針・同解説に従った許容引張力を用いた。

計算の結果、コンクリートのコーン破壊と基礎ボルトの引張り破壊が最も厳しく、最大浸水深(計算値) 3.3m となる。以下、基礎ボルトのねじ山のせん断破壊で最大浸水深 4.3m、ダブルナットを合わせたねじ山のせん断破壊で最大浸水深 4.7m、基礎ボルトのせん断破壊で最大浸水深 5.0m、ダブルナットと座金を合わせたせん断破壊で最大浸水深 5.5m の順となる。

### (2) 球形貯槽

基礎ボルトの各部の強さに達する津波の最大浸水深を求め、それにより各部の強さを評価した。

破壊に対する各部の強さは、材料の引張り破壊に対しては短期許容応力、材料のせん断破壊に対しては材料の引張り短期許容応力の $1/\sqrt{3}$ 倍、コンクリートのコーン破壊に対する強さは各種合成構造設計指針・同解説に従った許容引張力を用いた。

計算の結果、ボルトの引張りに対する破壊が最も厳しく、最大浸水深 8.4m となる。以下、基礎ボルトのねじ山のせん断破壊で最大浸水深 11.2m、基礎コンクリートのコーン破壊で最大浸水深 11.9m、ダブルナットを合わせたねじ山のせん断破壊で最大浸水深 12.5m の順となる。

### (3) 平底円筒形貯槽

基礎ボルトの各部の強さに達する津波の最大浸水深を求め、それにより各部の強さを評価した。

破壊に対する各部の強さは、材料の引張り破壊に対しては短期許容応力、材料のせん断破壊に対しては材料の引張り短期許容応力の $1/\sqrt{3}$ 倍、コンクリートのコーン破壊に対する強さは各種合成構造設計指針・同解説に従った許容引張力を用いた。

計算の結果、ボルトの引張りに対する破壊が最も厳しく、最大浸水深 7.4m となる。以下、基礎コンクリートのコーン破壊で最大浸水深 8.2m、基礎ボルトのねじ山のせん断破壊で最大浸水深 8.9m、ダブルナットを合わせたねじ山のせん断破壊で最大浸水深 9.6m の順となる。

## 10. 2 基準調査

### 10. 2. 1 国内の基準調査

地震に対する防災対策等については、①「大規模地震対策特別措置法」、②「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」及び③「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」に規定されており、そのうち、津波については、上記②及び③に規定されている。

「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」及び「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」については、高圧ガス保安法令、石油コンビナート災害防止法、消防法令、電気事業法令、原子力規制法等、ガス事業法令に引用されているが、津波の波力、設備の浮力等の評価手法については規定されていない。

消防庁では消防法令等により、「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールの提供について」（平成24年8月1日消防危第184号）において、危険物屋外タンク所有者等が津波対策を定めるとき、屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションを行い、浮き上がり安全率、滑動安全率を把握し、具体的な被害予測を行った上で津波対策を定めることと規定している。

国土交通省では建築基準法令等により、「津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法等を定める件」（平成23年12月27日国土交通省告示第1318号）に示されている。この告示において、津波の波圧式の計算方法が示されているが、それを用いた構造の性能評価方法は明確には規定されていない。

港湾施設に関しては、上記の国土交通省告示の津波の波圧式をもとに、いくつかの種類の構造の性能評価基準のガイドラインを定めている。

鉄道等その他分野においては、構造物の津波に対する評価方法は規定されていない。

### 10. 2. 2 海外の基準調査

アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁(FEMA)が津波の避難施設の設計ガイドラインを示している。また、アメリカ土木学会(ASCE)は、現在、津波力の計算方法を米国土木学会基準 ASCE/SEI 7に定める方向で作業中であり、これをもとに FEMA のガイドラインが改定される予定である。

欧州においては、欧州規格(Eurocodes)に津波を含む水の流れによる力の評価式が示されているが、これを用いた構造物の性能評価方法は、明確には規定されていない。欧州各国は、これを自国の規格に反映させる義務を負っているため、欧州各国の規格もほぼ同様と考えられる。

### 10.3 提言

FEMA 式は、本来津波避難ビルなど下部に空間のない構造物に作用する水平津波力を評価することを想定した式である。本実験では、津波の波力、設備の浮力等に関する評価に適用できる可能性のある FEMA 式について、水理模型実験等を実施して、計測値、計算値等を用いて当該評価式を比較検討するとともに、流速と水深の各最大値（ハザードマップや 2 次元シミュレーションで通常得られる情報）を用いた FEMA 式を適用することによって妥当な評価ができるか、検討を行った。

#### (1) たて置円筒形貯槽、球形貯槽

たて置円筒形貯槽及び球形貯槽に対しては、良好に水平荷重を評価できる。入射津波の条件によっては、瞬間的には FEMA 式(流体力)を上回るタイミングもあるが、適切に貯槽の安全性を見込むことにより、FEMA 式を設計に活用できることが可能であると考えられる。

#### (2) 平底円筒形貯槽（接地型、高床式）

平底円筒形貯槽（接地型、高床式）に対しては、FEMA 式は最大水平力を過小評価する結果となったため、今回の実験のみでは FEMA 式を本貯槽の設計に適用するにあたっては十分には評価できていない。特に、接地型については消防庁が提案している円筒形屋外タンクの評価式の適用性も確認したが、今回の実験では十分には検証できていない。

なお、今回の実験は水路実験のため、模型を設置することにより模型の前面に水位上昇が発生しており、模型の設置状況が実際の条件と異なるため、適用するにあたっては水理模型実験のみならず 3 次元シミュレーション等も併せて実施し検討する必要がある。

#### (3) 横置円筒形貯槽

今回の実験は津波に対して本貯槽の受圧面積が最大となる状態で実施したが、津波の来襲方向に対して貯槽の長軸が平行若しくは斜め方向となる条件については実施していない。

横置円筒形貯槽に対しては、力の水平成分について最大浸水深時の諸元(水深・流速)で評価することで、計測値が FEMA 値(流体力)を瞬間的には上回るタイミングがあるものの概ね妥当な評価ができており、適切に貯槽の安全性を見込むことにより、FEMA 式を適用することが可能と考えられる。

しかし、波が貯槽に到達する初期に、流体力の水平成分と同程度の大きさの鉛直成分が地盤面方向に発生し、その後浮力により貯槽が浮き上がる向きの鉛直成分に変化する。そのため、発生する荷重の作用方向に留意が必要である。

#### (4) まとめ

上記の条件を考慮すると、高压ガス貯槽類に対する津波の波力、設備の浮力等の評価手法、試算方法等として活用するにあたって、たて置円筒形貯槽及び球形貯槽に対しては十分本評価手法を適用できる可能性がある。

平底円筒形貯槽（接地型、高床式）の評価については、今後、水路壁の影響を考慮してより幅の広い水路又は平面水槽による検証実験を実施するとともに、3 次元シミュレーション

等により更に検証を行うことが望まれる。

横置円筒形貯槽に対しては、波が貯槽に到達する初期に流体力の水平成分に匹敵する大きさの鉛直成分が発生するため、津波の流体力の鉛直成分の方向に留意すれば十分本評価手法を適用できる可能性がある。

FEMA 式については次のとおりである。

表 10.4 FEMA による津波特性量の簡易計算式

津波の特性量	式
最大浸水深	$h_{max} = R - z$
最大流速	$u_{max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R \cdot (1 - \frac{z}{R})}$
水深と流速二乗の積の最大値	$(hu^2)_{max} = g \cdot R^2 \cdot (0.125 - 0.235 \cdot \frac{z}{R} + 0.11 \cdot (\frac{z}{R})^2)$

表 10.5 FEMA による津波力式

名称	式
静水力	$F_h = b \cdot \rho \cdot g \cdot h_{max} \cdot (y_2 - y_1) - \frac{1}{2} \cdot b \cdot \rho \cdot g \cdot (y_2^2 - y_1^2)$
浮力	$F_b = \rho_s \cdot g \cdot V$
流体力	$F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho_s \cdot C_d \cdot B \cdot (hu^2)_{max} \cdot \frac{D}{h}$
衝撃力	$F_s = 1.5 \cdot F_d$
浮遊物の衝突力	$F_i = 1.3 \cdot u_{max} \cdot \sqrt{k \cdot m \cdot (1 + c)}$



表 10.6 FEMA 式中の記号の意味及び単位

記号	項目	単位
$F_h$	壁に加わる静水力	N
$F_b$	浮力	N
$F_d$	流体力	N
$F_s$	衝撃力	N
$F_i$	浮遊物の衝突力	N
$\rho_s$	浮遊物を考慮した氾濫水の密度	kg/m <sup>3</sup>
$g$	重力加速度	m/s <sup>2</sup>
$h_{max}$	最大浸水深	m
$V$	氾濫水に沈んだ建物内の空隙部分の体積	m <sup>3</sup>
$C_d$	形状抵抗係数	-
$B$	構造物の幅	m
$h$	水深	m
$u$	速度	m/s
$c$	ハイドロ質量係数	-
$u_{max}$	最大流速	m/s
$k$	漂流物の剛性	N/m
$m$	漂流物の質量	kg
$R^*$	予想される遡上高	m
$R$	安全率を考慮した遡上高	m
$z$	構造物基礎の標高	m
$D$	構造物の津波に接している高さ	m
$y_2$	横置円筒形貯槽の地上から上端までの高さ	m
$y_1$	横置円筒形貯槽の地上から下端までの高さ	m

参考資料 7 平成 25 年 7 月 30 日（第 3 期 第 4 回）  
高圧ガス規格委員会資料  
危害予防規定の指針（案）（抜粋）

資料 34  
(第 3 期 第 4 回)  
高圧ガス規格委員会  
平成 25 年 7 月 30 日

# KHKS



## 第一種製造者 一般の事業所用 危害予防規程の指針

KHKS 1800-2(2013)

平成 25 年\*\*月\*\*日 制定

高圧ガス保安協会

2013

## 序文

この指針は、高圧ガス保安法(以下「法」という。)に基づく危害予防規程に関し、第一種製造者が制定する際の参考となる事項を示すことによって、危害予防規程の理解及び制定の能率向上などを目的としている。

従って、各事業者は、この指針を参考に各事業所の実状や実態に則した危害予防規程とするよう、自らの責任において必要な見直し、追加等を行った上で制定又は変更しなければならない。

## 1 適用範囲

この指針は、第一種製造者のうち、一日に処理することができるガスの容積(処理能力)が 100 万 m<sup>3</sup>(貯槽を設置して専ら高圧ガスの充てんを行う場合にあっては 200 万 m<sup>3</sup>)未満である事業所(すなわち、保安企画推進員及び保安主任者の選任が不要な事業所であり、これを「一般の事業所」という。)を対象とする。

なお、処理能力には、保安用不活性ガス以外の不活性ガス及び空気の容積の 3/4 並びに保安用不活性ガスの容積は、算入しない。

## 2 用語の定義

この指針で用いる用語の定義は、コンビナート等保安規則、一般高圧ガス保安規則及び液化石油ガス保安規則において使用する用語の例によるほか、次による。

### 2.1

#### 保安規則等

一般高圧ガス保安規則、液化石油ガス保安規則、コンビナート等保安規則、容器保安規則、特定設備検査規則及びこれらに基づく告示、例示基準及び高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について(内規)(平成 19 年 7 月 1 日付け 平成 19・06・18 原院第 2 号)。

### 2.2

#### 特別規程

法により制定することが義務づけられた規程等。

### 2.3

#### 規定類

会社又は事業所が制定した規定、規則、基準、規格等。

### 2.4

#### 協力会社

製造、工事、輸送等に関連する作業を行う請負会社、外注会社等。

### 2.5

#### 異常状態

異常の原因、程度及び被害の状況により区分される 2.5.1～2.5.4 の不調、故障、事故及び災害を総称したものの。

#### 2.5.1

##### 不調

正常でない乱れた状態であるが、運転を停止することなく、正常に戻しうる状態。

#### 2.5.2

**故障**

設備を正常な手順により停止して、補修等の措置を要するが、人員に損傷なく、また、その設備以外には損害を及ぼさない状態。

**2.5.3****事故**

破壊、漏えい、火災又は爆発等が起こり、緊急措置を必要とし、設備に若干の損害を生ずるが、事業所自らの措置により、人身に損傷なく、かつ、第三者に脅威を及ぼさない状態。

**2.5.4****災害**

大きい事故又は自然災害等により人身、設備等に損傷を及ぼし、第三者に脅威を与え、あるいは外部に援助を要請するような状態。

**3 危害予防規程の目的等****3.1 目的**

法に基づき、当該事業所の保安維持に必要な事項を定め、もって人的及び物的損傷を防止し、公共安全を確保することを目的とする。

**3.2 位置付け**

危害予防規程は、当該事業所の特別規程として明確に位置付ける。

**3.3 保安教育計画との関連**

危害予防規程は、別に定める保安教育計画と一体のものとする。なお、危害予防規程と不可分の関係にある保安教育計画についても当該事業所の特別規程として位置付ける。

**3.4 危害予防規程に掲げるべき事項**

一般高圧ガス保安規則第 63 条第 2 項、液化石油ガス保安規則第 61 条第 2 項及びコンビナート等保安規則第 22 条第 2 項に定められた事項とその細目に対応するこの指針の項目等を表 1 に示す。

表 1－保安規則の規定事項と対応する箇条等

保安規則に定められた事項	この指針のうち該当する項目
(1)法第 8 条の第 1 号及び第 2 号の技術上の基準に関する事項	第 1 号は 7.1 第 2 号は 6
(2)保安管理体制並びに保安統括者等の職務の範囲に関する事。こと。	保安管理体制は 4 保安統括者等の職務は 5
(3)製造設備の安全な運転及び操作に関する事。こと。	6
(4)製造施設の保安に係る巡視及び点検に関する事。こと。	6.2.3
(5)製造施設の新増設に係る工事及び修理作業の管理に関する事。こと。	7.5
(6)製造施設が危険な状態になったときの措置及び訓練方法	8
(7)協力会社の作業の管理に関する事。こと。	10
(8)危害予防規程の周知方法及び違反した者の措置	9
(9)製造施設を新設し、又は変更する場合の安全審査に関する事。こと。 (コンビナート等保安規則適用事業所のみ)	7.6
(10)保安に係る記録に関する事。こと。	4.4、5.3.2、5.3.4、6.2.3、6.3、6.5、7.3、7.4、8.4、9.1、11.3
(11)危害予防規程の作成及び変更の手続きに関する事。こと。	11
(12)前各号に掲げるもののほか災害の発生防止に関する必要事項	7 その他

保安規則に定められた事項	この指針のうち該当する項目
(13)地震・津波対策に関すること。	12

## 4 保安管理体制

### 4.1 保安管理組織

#### 4.1.1 事業所内の組織

保安管理の組織は原則として、次のように定める。

- a) 保安統括者は、保安管理の全般を統括する最高責任者とする。
  - b) 保安技術管理者は、技術事項全般を統括管理する。
  - c) 保安係員は、それぞれ所管の製造施設の区分の保安管理を分担する。
- a)～c)の関係は、組織図を作成して明確に定める。

なお、保安管理組織図の例を附属書 A に示す。

#### 4.1.2 事業所外の組織との関連

事業所の保安管理組織と、本社又は親会社、協力会社又は関係事業所の保安管理組織との関連を明確にする。

#### 4.1.3 保安統括者等の選任

経営者は、事業所長を保安統括者として、また、副所長又は同相当者をその代理者として任命する。

事業所の規模が大きく、かつ、事業所長が保安技術管理者になれない場合は、事業所の技術事項全般を統括管理できる者を保安技術管理者及びその代理者として任命する。

事業所長は保安規則等に定められた製造施設の区分の長を、また、交替制により運転を行う場合は直長を、又はそれらの相当者を、保安係員及びその代理者として任命する。

保安係員及びその代理者の数は、事業所の規模、勤務体制及び不在の実情により定め、保安管理上十分な数とする。

保安技術管理者、保安係員及びそれらの代理者は製造保安責任者免状を有し、かつ、保安に関する十分な知識及び経験を有するものとする。

## 4.2 保安に関する協定

### 4.2.1 事業所外との協定

コンビナート製造事業所との相互援助協定、移動に係る高圧ガス地域防災協議会に関する協定、地方自治体等との災害防止に関する協定等を、必要に応じて協定する。

### 4.2.2 労働組合との協定

労働争議及び事故・災害の発生時における保安に関する体制を明確にするため、労働組合と必要な事項について協定する。

### 4.2.3 協力会社との協定

事故・災害の発生時の防災体制に協力会社の応援を求める場合には、協力会社と必要な事項について協定する。

## 4.3 規定類の管理

### 4.3.1 関連する規定類

危害予防規程の細部を明らかにするため、関連する規定類を十分に整備する。また、規定類相互の関連、対象者及び重点を明確にする。

### 4.3.2 制定の方法等

## KHKS 1800-2(2010)

規定類は標準化して作成し、管理責任者を定めて必要の都度改正整備する。また、作成、制定、変更等に関する決裁の方法を明確に定める。

### 4.4 保安管理の記録

保安に関する必要事項は、それぞれの責任者が記録し、保安技術の向上に資する。

重要な記録は、関係する責任者の検印を受け、保存期間及び廃棄に関する事項を定めて保存する。

### 4.5 保安査察

本社又は親会社の経営者は、定期的に事業所の保安状況を査察し、保安統括者等の意見を聞き、保安確保に関し指導する。

## 5 保安統括者等の職務

### 5.1 保安統括者及び代理者の職務

事業所全般の保安に関する業務を統括管理する。

本社又は親会社の経営者に対し、事業所の保安に関する報告及び提案を行い、その指示を受ける。

代理者は、保安統括者が旅行、疾病その他の事故によってその職務を行うことができない場合に、その職務を代行する。

### 5.2 保安技術管理者及び代理者の職務

保安技術管理者は、保安に関する技術的事項全般を統括管理し、保安統括者を補佐し、保安係員を指揮する。また、保安教育を実施する。

代理者は、保安技術管理者が旅行、疾病その他の事故によってその職務を行うことができない場合に、その職務を代行する。

### 5.3 保安係員及び代理者の職務

保安係員は、保安に関する技術的事項を管理し、部下を直接指揮監督する。

代理者は、保安係員が旅行、疾病その他の事故によってその職務を行うことができない場合に、その職務を代行する。

保安係員及びその代理者の所管の製造施設に関する具体的職務は、次のように定める。

#### 5.3.1 製造施設及び製造の方法の管理

製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法が保安規則等で定められた技術上の基準及び規定類で定められた基準に適合するように監督する。

#### 5.3.2 製造設備の運転管理

運転基準類の作成に関し助言を行い、部下に周知させる。

安全な運転及び操作を行うよう部下を訓練し、監督する。

運転管理について記録し、必要なものは保存する。

#### 5.3.3 製造施設の維持及び管理

製造のための設備、保安設備、測定機器等に関する管理基準の作成に関し助言を行い、正常な機能を維持する。

工事及び修理に際しては、基準に従い保安を確認する。

#### 5.3.4 製造施設の巡視点検及び検査

製造施設の巡視点検及び定期自主検査を、基準に従って実施又は監督し、かつ、記録する。また、その結果に基づく措置を行う。

都道府県知事等が行う保安検査に立会い、必要な対策を行う。

### 5.3.5 協力会社の保安管理

協力会社の作業基準の作成及び保安管理について指導する。

### 5.3.6 異常状態に対する措置

異常状態に対する措置基準の作成に関し助言を行い、措置基準を関係者に周知させる。また、異常状態が発生した場合に、応急措置及び対策を実施する。

### 5.3.7 保安教育の計画及び実施

保安教育計画の作成に関し助言を行い、実施計画を作成する。

関係者に対し、所管の施設に関する保安教育訓練を実施する。

## 6 運転、操作等に関する保安管理

### 6.1 運転及びその管理を行う者

保安係員は運転を管理し、部下の運転及び操作を監督する。

保安上重要な運転及び操作は熟練者が行い、また、未経験者が従事するときは、熟練者が直接監督する。

運転操作員が欠員するときの補勤に関する措置を定める。

### 6.2 運転、操作等に関する規定類の作成及び実施

#### 6.2.1 作成及び整備

規定類は可能な限り標準化して作成し、関係者に周知させる。

規定類はプロセス又は設備の変更等に応じ改訂整備する。

#### 6.2.2 運転基準

正常な運転、始動及び停止、停電、通常行わない作業、特別危険な作業等に関する運転基準を定める。また、運転基準において、用役不足、過負荷、低負荷等に際しての運転限界を定める。

#### 6.2.3 巡視点検基準

製造施設及び製造の方法についての巡視点検の基準を定める。

巡視点検基準に従って、製造設備の使用開始時及び使用終了時に、かつ、1日に1回以上高圧ガスの種類及び製造設備の態様に応じて頻繁に施設を巡視点検して保安の確認を行い、その結果を記録し、必要な対策をとる。

#### 6.2.4 清掃基準

設備の補修、工事等の前後における系内のパージ清掃の基準を定める。

パージ清掃の実施は、全系列と設備の区分ごとに分けて行い、保安を確認する。

#### 6.2.5 用役等の管理基準

電気、水、蒸気、不活性ガス、制御用空気等の用役は基準を定めて管理する。

#### 6.2.6 充てん、移動、導管等の管理基準

充てん及び容器取扱いに関する作業基準並びにタンク車、タンクローリ、バラ積容器積載車等による移動に関する管理基準を定め実施する。

導管を設置している場合は、巡視点検等の管理基準を定め実施する。

### 6.3 交替勤務の引継

交替勤務を行うときは、勤務の引継に際し、関係者立会いのもとに各直の運転操作員が対面引継を実施する。また、必要な引継事項は記録する。

### 6.4 夜間及び休日の運転開始及び運転停止

夜間及び休日における施設の計画的な運転開始及び運転停止は、原則として、平日の保安体制と同様な



体制を確保した場合に限り実施する。

## 6.5 運転、操作等の記録

運転、充電、移動等製造に関する保安上必要な事項を記録し関係者に閲覧し、期間を定めて保存する。

## 7 施設に関する保安管理

### 7.1 法令に定められた製造施設の技術基準

保安係員は法第8条第1号に定められた製造施設の技術基準に関し、所管の製造施設が保安規則等に適合するよう監督する。

その内容は次の各項に示す事項を網羅するものとする。

#### 7.1.1 製造施設の位置及び距離並びに建造物の構造等

製造施設の保安距離、設備間距離等

計器室、障壁、防液堤等の建造物の構造、材料の種類等

#### 7.1.2 製造設備の構造等

定置式製造設備、貯槽、導管、移動式製造設備、ポンプを使用しないタンクローリ及びタンク車についての機能、構造、材料の種類等

#### 7.1.3 保安設備、測定機器等

安全弁、破裂板、除害、緊急遮断、防爆、防消火、散水、保安電力、非常照明、ガス漏えい検知警報、静電気除去、不活性ガス等に関する保安設備及び温度計、圧力計、流量計等測定機器の位置、機能、構造、数量等

これらの設備の取扱いは定められた基準に従って行い、常に正しく作動するよう維持する。

### 7.2 設備管理の規定類の作成及び実施

設備管理の規定類は、次のような内容を網羅するものを作成し、常に整備して関係者に周知させる。

保全工事管理、定期自主検査、保安設備の取扱い、測定機器取扱い、火気取扱い、工具防具取扱い、立入制限等

### 7.3 設備管理の記録

施設の履歴、保全等に関する必要事項は記録し、重要な記録は保安統括者等の検印を受け保存する。

### 7.4 施設の検査

定期自主検査に関する検査方法、検査頻度及び検査個所の選定方法は、検査基準として具体的に定め、保安係員が実施又は監督し、必要な対策を行う。その結果は記録する。

都道府県知事等が行う保安検査に際しては、検査方法等について事前に都道府県知事等の承認を得るとともに、保安係員等関係者が立会い、その指示に基づいて対策を行う。

### 7.5 工事を行うときの保安管理

施設の補修工事を行うときは、保安管理基準を保安規則等に従って定め、あらかじめ計画を立て関係者と協議し、次のように措置する。

#### 7.5.1 工事責任者

工事全般に関する責任者を定め、関係者に対し、引火、爆発、ガス中毒又は酸欠に関する教育を行い、責任者の監視の下で工事を行う。

#### 7.5.2 工事前後の保安措置

保安係員は、工事着手前にパージ清掃その他の保安措置を確認し、また、工事完了及び運転開始に際しても保安措置を確認する。

### 7.5.3 設備内作業に関する保安措置

設備内で作業を行う場合は、系内を完全に空気置換し、ガス中毒及び酸欠の防止を確保する。

### 7.6 施設を新增設するときの保安管理

施設を新增設するときは、保安係員を早い時期に決定し、運転基準、設備管理基準等を定め、かつ、プロセスの保安に関する重点を明確にして、関係者に周知させる。

コンビナート等保安規則適用の事業所にあつては、施設を新增設し、又は変更する場合において、施設で取り扱う物質、製造施設を構成する設備、プロセス等についてヒューマンファクター、管理等も含めた安全性解析等の安全審査を具体的に定め実施する。

## 8 異常状態に対する措置

### 8.1 不調・故障に対する措置

運転又は用役が不調又は故障のときの発見方法、処置、対策及び関係者への通報連絡に関する措置基準を定め、関係者を教育訓練する。また、その原因を調査し、対策を検討する。

### 8.2 事故・災害に対する措置

各種の事故・災害を想定し、高圧ガスの種類及び事故・災害の程度に対応する応急措置、防災活動、事業所内外の関係者への通報連絡、退避の方法及び指揮、原因の調査及び対策等に関する措置基準を定め、関係者を教育訓練する。

### 8.3 人身事故に対する措置

人身事故が発生したときの救急体制を定め、救急箱、担架、保護具及びその他作業場の状況に応じて必要な救急設備及び用具を配備し、関係者を教育訓練する。

### 8.4 異常状態に関する記録

異常の状況、時期、措置、対策等を記録し保存する。また、その結果を検討し、保安技術の向上に資する。

### 8.5 関係事業所、協力会社等との関連

事故・災害の発生時における関係事業所、協力会社等への通報連絡及び共同防災に関し必要事項を定め、関係者を教育訓練する。

## 9 保安教育及び規定類の周知

### 9.1 保安教育の計画及び実施

当該事業所の制定した保安教育計画に基づき、関係する従業員に対し、保安意識の高揚、必要な規定類の周知徹底、保安技術の向上、異常状態に対する措置等について教育及び訓練を行う。

実施した結果は記録し活用する。

### 9.2 危害予防規程及び規定類の周知及び活用

危害予防規程は関係する従業員に教育して周知徹底させ、規定類は対象者別に必要な規定を重点に教育訓練し活用する。

### 9.3 事故・災害対策訓練

事故・災害の発生に備え、事業所内防災訓練、関係事業所との合同防災訓練及び夜間休日の防災訓練を定期的に計画し、実施する。

### 9.4 改善提案等

広く従業員に対し、保安に関する改善提案、表彰の制度等を実施し、保安意識の高揚と保安レベルの向

上を図る。

## 9.5 危害予防規程等に違反した者の措置

危害予防規程及び規定類に違反した者があった場合は、教育及び訓練を繰り返し実施する等の措置を定める。

## 10 協力会社の保安管理

### 10.1 管理監督の方法

協力会社の保安上の責任範囲を具体的に定め、保安係員は協力会社の作業基準の作成を指導し、その従業員が基準を遵守するよう監督する。また、事業所の規定類のうち協力会社に必要なものを抜粋して与え、遵守するよう監督する。

### 10.2 保安教育

協力会社の従業員には、保安教育計画に従い教育を実施し、また、協力会社の行う教育を指導し、保安を確保する。

## 11 危害予防規程の制定及び変更

### 11.1 作成、制定及び変更の方法

危害予防規程は、保安統括者又は事業所長が関係者と協議して作成し、経営者が制定する。また、変更する時も同様に行う。

### 11.2 届出

経営者は、制定又は変更した危害予防規程を都道府県知事に届け出る。

### 11.3 経過の記録

危害予防規程の制定及び変更の経過を明らかにするため、次の事項を危害予防規程に記録する。

- a) 制定又は変更年月日
- b) 届出受理番号及び届出受理年月日

## 12 地震・津波に対する措置

### 12.1 情報の伝達等

#### 12.1.1 情報の入手方法

事業者は、地震・津波警報等の各種情報の入手手段を確保する。非常時における確実な情報の入手のために、複数の手段や予備電源を確保する。

#### 12.1.2 情報の処理及び事業所内外の従業員、協力会社社員等への伝達方法等

事業者は、次に掲げる事項について、規定類に定める。

- a) 緊急時の対応組織
- b) 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置
- c) 情報の伝達方法、伝達経路
- d) 情報の伝達が困難な場合の措置
- e) 津波警報等発令時の帰宅制限等について
- f) 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

### 12.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

### 12.2.1 津波浸水予測

事業者は、国、都道府県が検討及び公表している津波の規模、浸水範囲等を踏まえ、事業所の津波浸水予測を行う。

### 12.2.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

事業者は、津波浸水予測等を活用し、また、過去に発生した震災による被害状況を参考とし、高圧ガス製造施設の被害想定を行う。

### 12.2.3 都道府県への情報提供

- a) 評価をした被害想定等の情報についての都道府県等への提供のための措置
- b) 近隣住民への被害想定に関する情報提供

## 12.3 津波による高圧ガス製造施設の被害予防対策

### 12.3.1 高圧ガス製造施設の安全確保

事業者は、津波浸水予測に応じて、高圧ガス製造施設の安全確保のために、次に示す津波対策を講じる。

#### a) 高圧ガス設備の安全確保

1) 津波浸水による被害を防ぐための措置

2) 津波による浸水のおそれがある状況において、津波到達までの限られた時間で製造・入出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置

#### b) 容器、タンクローリ等の安全確保

津波浸水による容器の事業所外への流出防止対策、タンクローリの事業所外への流出防止、安全な場所への待避等の措置

### 12.3.2 緊急停止措置等

事業者は、次に示す高圧ガス設備の緊急停止措置等に係る従業員の安全な避難を大前提とした手順等を確立する。

- a) 緊急措置等の責任者及び不在時の代理者の権限の明確化
- b) 判断基準
- c) 操作手順

### 12.3.3 事業所内外の全従業員の津波からの避難

事業者は、従業員、協力会社社員（全従業員）に対して、次に示す内容を定め、あらかじめ周知する。

- a) 浸水予測に応じた避難場所
- b) 浸水予測に応じた避難経路
- c) 避難指示の伝達方法
- b) 食料及び避難場所での必需品の確保

## 12.4 流出容器等の回収

事業者は、津波浸水により事業所外へ流出した容器等の回収に係る措置を講じる。

- a) 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制
- b) 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

## 12.5 教育訓練

事業者は、次に示す教育訓練を定期的実施し、防災活動等の習熟を図るとともに、訓練結果等に応じて措置内容等の見直しを行う。

- a) 地震・津波に対する心構え、緊急時の体制等
- b) 緊急措置訓練
- c) 避難訓練
- d) 事業所内避難場所での食糧・必需品の確保確認
- e) 関係事業所等と協力した容器回収訓練
- f) その他必要な教育訓練

**附属書 A**  
**(参考)**  
**保安管理組織図の例**

**A.1 保安管理組織について**

保安統括者等保安に関する責任者は、事業所の高圧ガスの処理能力、種類、業態等を考慮し、法に従って選任しなければならない。

保安管理組織図の例を、**図 A.1** に示す。

**A.2 保安担当者等について**

保安係員は製造担当部門に配置するが、事業所の規模により、保安技術管理者と保安係員との間に責任者が必要な場合、製造担当部門以外に設備担当部門等がある場合又は**図 A.1** の④に該当する場合は、法には定めてないが保安担当者を選任して、事業所内の責任を明確にすることが望ましい。また、規模の大きい事業所は、法には定めてないが保安に関するスタッフとして保安推進者を選任することが望ましい。

①一般の事業所のうち②③④該当以外の事業所

②一般則65条2項、液石則63条2項及び  
コンビ則24条2項該当事業所

③一般則64条2項1号、3号、4号及び5号  
液石則62条2項及びコンビ則23条  
2項1号、3号、4号及び5号該当事業所

④一般則64条2項2号及びコンビ則  
23条2項2号該当事業所

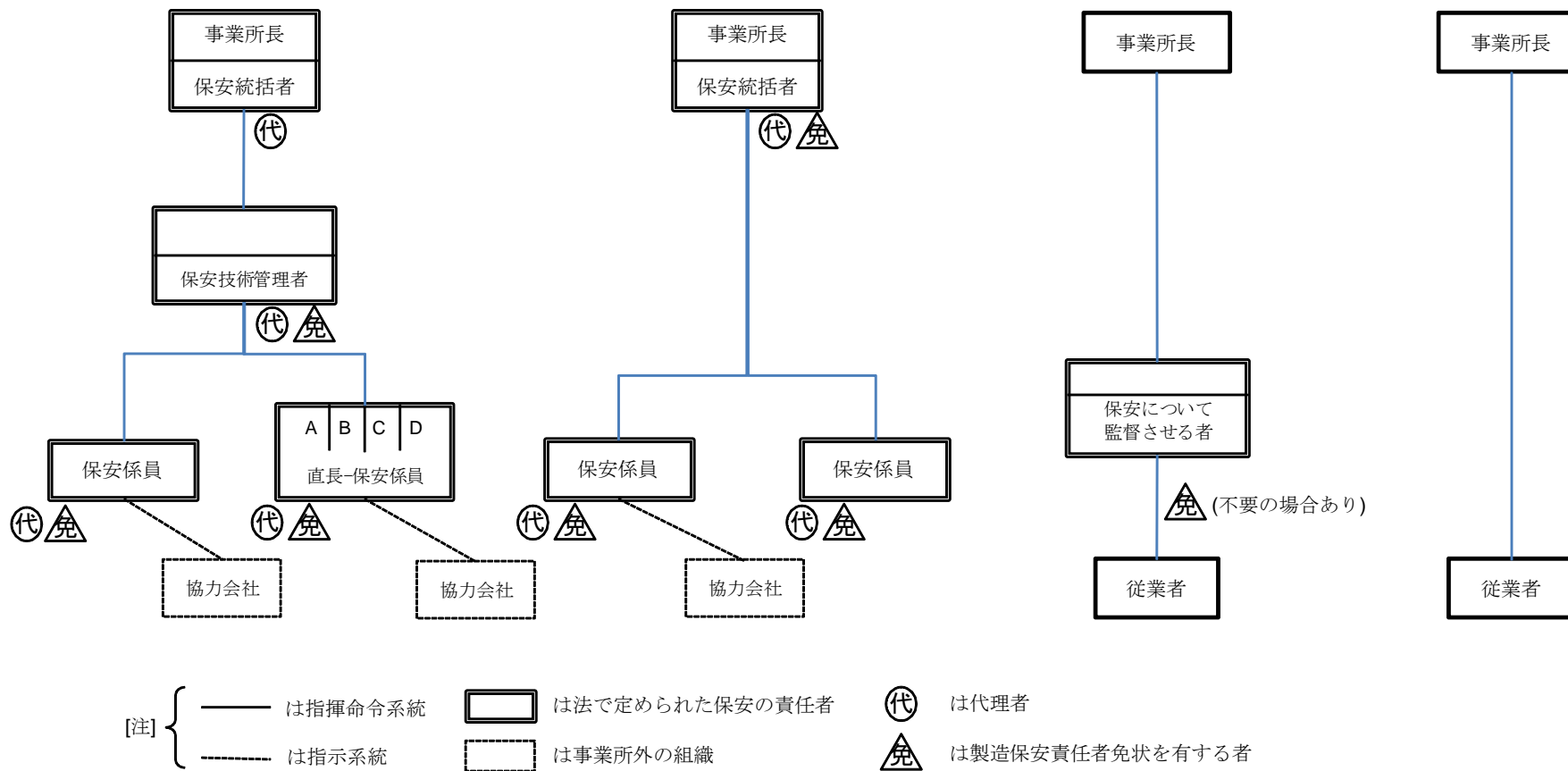


図 A.1—保安管理組織図(例)

# 第一種製造者 一般の事業所用 危害予防規程の指針

## 解 説

### 1 制定の趣旨

第一種製造者は、経済産業省令で定める事項について記載した危害予防規程を定め、経済産業省令で定めるところにより都道府県知事に届け出なければならないが、第一種製造者及びその従業者は、危害予防規程を守らなければならないこととなっている。(法第 26 条)

そこで、高圧ガス保安協会では、第一種製造者が危害予防規程を定める際の参考となるよう 第一種製造者 一般の事業所用 危害予防規程の規範 を昭和 51 年に制定した。同規範は、その後数回の見直しが行われ現在に至っていたが、平成 18 年に高圧ガス保安協会の技術基準体系が大きく見直されたことから、今回、これを廃止し、第一種製造者 一般の事業所用 危害予防規程の指針 として新たに制定した。

なお、制定に際しては次の事項に留意した。

- a) 原則、従来規範の内容を踏襲し、内容の大幅な見直しは行わない。
- b) 構成を JIS Z 8301 規格票の様式及び作成方法に準拠させる。

### 2 危害予防規程に関する基本的な考え方

- a) 経営者又は事業所長は、事業所の保安に関する最終の責任が自らにあることを銘記し、危害予防規程については自ら参画して創意と工夫を盛り込み作成するものとする。また、その周知及び活用を積極的に推進する。
- b) 危害予防規程は、この指針を参考にして作成するが、法の主旨を損うことなく、事業所の規模、高圧ガスの種類、業種及び製造の方法に適合するように作成する。
- c) 危害予防規程の内容としては、保安管理が保安確保の重点であるとの観点から、ソフト面を主体として、保安管理体制、保安管理の方法、責任と権限等について大綱を簡潔に記述する。
- d) 保安に関連する規定類については、危害予防規程の各条項中に、別に制定した関連する規定類の名称、記号等を記載し、相互の関連を明確にする。  
規定類は、学会、業界その他団体の作成する標準類を、事業所の規定類として活用することができる。  
なお、従業者個々の創意工夫、経験等が汲み上げられて規定類に反映されることが重要である。
- e) 事業所の社内規定を法上の危害予防規程として届け出る場合、当該社内規定が法定の要件を満たしていれば危害予防規程とすることができる。
- f) 事故・災害を未然に防止するには、地震等の自然災害を含めた事故・災害を想定してその措置対策を基  
準化し、訓練することが極めて重要である。

### 3 4.3 規定類の管理について

保安関係の規定類は原則として、経営者又は事業所長が決裁して制定するべきものである。しかし、重要な度合いにより保安技術管理者等に決裁の権限を委任する場合がある。この場合は、特に規定類の個々につき決裁者を明確にするものとする。

規定類は関係責任者の知らないうちに変更されていたり、又はその内容が実情に適合しないまま放置さ



れるようなことのないようにする。

現場従業者等を対象とする規定類は、重要なもののみを分かりやすくまとめた専用の規定集等を作成し常時携帯させることが望ましい。

#### 4 4.5 保安査察について

保安査察は本社又は親会社の経営者が保安に関して自ら臨む姿勢を示し、保安状況の確認・評価を通して保安の向上を図ることを目的として行う。

ただし、事業所が多数ある場合等により本社又は親会社の経営者による保安査察の実施が困難な場合には、本社の保安部門により実施することとなるが、保安査察の結果を本社又は親会社の経営者に報告し、指示を受ける等、保安査察の意義を損わないようにする。

#### 5 5.3.1 製造施設及び製造の方法の管理について

保安係員が保安規則等に定められた技術上の基準に適合するように監督するためには、定められた事項に関して都道府県知事の許可なくして変更されることのないように監督することが必要である。

#### 6 5.3.4 製造施設の巡視点検及び検査、7.4 施設の検査について

定期自主検査を事業所の責任のもとに協力会社を実施させる場合は、第三者機関が認定した検査会社又は的確な検査ができる者として事業所が選定した検査会社を実施させるものとする。この場合、保安係員は検査の実施を監督しなければならない。

#### 7 7.6 施設を新增設するときの保安管理の安全審査について

安全審査の実施に当たっては、対象施設、プロセス、取扱い物質等の特性を考慮して、適切な安全性解析手法を選択する必要がある。高圧ガス製造事業所等の施設の安全審査における安全性解析手法は数多く公表されており、それぞれ特徴があり、評価の目的によって使い分け、また、場合によっては複数の手法を組み合わせる必要がある。

解説表 1 に代表的な手法について、その概要を示す。

解説表 1ーシステム工学的手法の概要

	手法	目的	特徴
論 理 図 解 析	特性要因図 (魚の骨)	事故解析 事故想定分析 要因と対策	○要因を分類し、担当部門や階層別に対策を考えるのに便利 ・要因相互の因果関係不明確 (例)労災事故の分析
	FTA	事故解析 事故想定分析 要因と対策	○要因相互の因果関係や、各要因の事故に対する寄与の度合いを知るのに便利 ○事故発生確率の推定も可能 ○事故の波及伝播経路(排水、配管、配線など)の明確なシステム向き ・大規模な災害や材料欠陥、誤操作を含む事故解析は容易でない (例)排水異常、インターロックミスの解析
	ETA	事故解析 事故想定分析 波及効果と対策	○小規模のトラブルの波及拡大過程を解析するのに便利 ○一つの引金事象が事故、災害に拡大する確率の推定も可能 ・事故災害の全ての要因を網羅するものではない (例)タンクからの漏出事象拡大の追及
要 素 解	HAZOP	状態変位の解析	○システムの状態変位に対して、構成要素のかかわり方を知るのに便利 ○FTAの頂上事象の選定に便利 ・二つ以上の事象の組合せ(例えば複合事象による事故)は考えない

	手法	目的	特徴
析	What-if	想定事象の解析	○機器故障や誤操作などの影響を考えるのに便利 ○複数の事象の組合せを想定することもできる ・システム化されていないので網羅性はない
	FMEA	故障影響解析	○重要なシステムを構成する部品の管理方針を考えるのに便利 ○FTAの際に、頂上事象に関係する構成基本事象の選択に便利 ・個々の部品や故障モード相互の関係はわからない

## 8 10 協力会社の保安管理について

協力会社の保安管理は、本質的には、協力会社の管理者自らが部下の従業者を教育及び監督して、保安を確保するべきものである。

しかし、それだけでは不十分である。従って事業所の保安係員等が基準の作成を指導し、かつ、基準の遵守を監督する必要がある。

休日又は土曜日における協力会社の行う工事等は、特に注意して監督しなければならない。

### 9 12.1.1 情報の入手方法

情報の入手手段として次のようなツールがあるが、非常時における確実な情報の入手のために、複数の手段を確保しておく必要がある。

- a) 地震津波警報機
- b) 防災放送
- c) テレビ（含む緊急警報放送）、ラジオ（含む緊急警報放送、緊急告知 FM ラジオ）
- d) 携帯電話、緊急速報メール（エリアメール）
- e) インターネットサイト
- f) 広報車（消防等）
- g) MCA 無線
- h) 衛星電話

### 9.1 津波警報等について

気象庁が発表する津波警報・注意報の種類は解説表 2 のとおり。なお、平成 25 年 3 月 7 日より津波警報・注意報の発表方法や表現が変更になる。その概要は解説表 3 のとおり。

解説表 2－津波警報・注意報の種類（気象庁 HP より）

種類	解説	発表される津波の高さ	
津波警報	大津波	高いところで3m程度以上の津波が予想されますので、厳重に警戒してください。	3m, 4m, 6m, 8m, 10m以上
	津波	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1m, 2m
津波注意報	高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5m	

解説表 3-リーフレット「津波警報が変わります」(抜粋)(気象庁 HP より)

津波警報・注意報の分類と、とるべき行動				
	予想される津波の高さ		とるべき行動	想定される被害
	数値での発表 (発表基準)	巨大地震の 場合の表現		
大津波警報	10m超 (10m<高さ)	巨大	<p>沿岸部や川沿いにいる人は、ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。津波は繰り返し襲ってくるので、津波警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。</p> <p>ここなら安心と思わず、より高い場所を目指して避難しましょう!</p>  <p>津波防災啓発ビデオ「津波からにげる」(気象庁)のシーン</p>	<p>木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。</p>  <p>(10mを超える津波により木造家屋が流失)</p>
	10m (5m<高さ≤10m)			
	5m (3m<高さ≤5m)			
津波警報	3m (1m<高さ≤3m)	高い	<p>海の中にいる人は、ただちに海から上がって、海岸から離れてください。津波注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近付いたりしないでください。</p> 	<p>標高の低いところでは津波が強い、浸水被害が発生する。人は津波による流れに巻き込まれる。</p>  <p>豊頃町提供 (2003年)</p>
津波注意報	1m (20cm<高さ≤1m)	(表記しない)	<p>海の中にいる人は、ただちに海から上がって、海岸から離れてください。津波注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近付いたりしないでください。</p> 	<p>海の中では人は強い流れに巻き込まれる。養殖いかだが流失し小型船舶が転覆する。</p> 

## 9.2 多重化について

地震の揺れが強い場合には停電や通信機能の途絶等が考えられるので、各手段の特性を鑑みて、複数の手段を組み合わせることで確保しておく必要がある。(例えば、携帯電話等でも、異なる通信会社のものを採用する等の工夫が考えられる。)

## 9.3 予備電源の確保

停電時の対応として、予備電源(簡易発電機・充電器、バッテリー、乾電池等)の確保は重要である。情報入手手段について定期的に機能維持状況を確認するとともに、予備電源についても定期的に確認を行い、必要な整備、更新、補充等を行っておく必要がある。

## 9.4 地方自治体からの情報提供

地方自治体が提供する災害情報については、緊急速報メール等を導入するケースが増えており、自事業所管轄の自治体の状況を確認し、有効に活用されたい。

## 9.5 その他

- 消防機関等と連携し、ホットラインを設置するようなことも考えられる。
- 情報の入手手段により、自動的に受信するもの、受信行動を起こさないと受信しないもの等があるので、非常時の情報入手行動についても、採用した手段に応じてあらかじめ決めておく必要がある。
- インターネットサイト等、多様な情報源からの情報は有効に活用できるものであると同時に、デマや

誤情報に注意が必要である。

## 10 12.1.2 情報処理及び事業所内の従業員、協力会社社員等への伝達方法等

あらかじめ定めておくべき事項、措置等の例を次に示す。

- a) 緊急時の対応組織
- b) 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置
- c) 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等
- d) 情報の伝達が困難な場合等の措置について
- e) 津波警報等発令時の帰宅制限等について
- f) 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

### 10.1 事業所内の従業員、入構中の協力会社社員、来訪者等の数、従事場所等を把握する措置

大規模事業所では、入出門の管理システムを導入している例が多くなっている。

### 10.2 情報の伝達方法（構内放送、無線、広報車の出動等）、伝達経路等

構内放送、無線、広報車の出動等によるほか、携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等が考えられる。また、視覚的方法として、旗、発煙筒等の手段も考えられるが、事業所内の全ての人に情報の伝達が行えるよう配慮することとし、地震による停電、設備の破損等を踏まえた予備電源の確保、耐震化対策、多重化等を十分に考慮しなければならない。

あらかじめ定めた言葉、合図等により、取るべき行動、避難場所等を伝達するものとする。

上記の内容については、事業所内に掲示するとともに非常時の行動マニュアル（ポケットサイズ）として従業員等に配布、携行させておくようなことも考えられる。

### 10.3 情報の伝達が困難な場合等の措置について

情報の伝達が行われなかった、又は何らかの理由により情報を受け取れなかった場合を想定し、地震発生時等に取りるべき行動をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

### 10.4 津波警報等発令時の帰宅制限等について

緊急時の対応組織の責任者が、得られた情報から従業員等の帰宅可否を判断することとし、帰宅時の津波による被災を防止する。また、帰宅者には、最新の情報及び安全情報を書面で配布する等の安全確保に配慮するとともに、帰宅者の数を正確に把握しておく必要がある。

### 10.5 事業所外の従業員、通勤途上の従業員に対する措置

携帯電話のメールを活用した一斉情報発信等は、事業所外の従業員に対して有効ではあるが、通信状況等を考えれば大きな不安がある。このため、情報の伝達が困難な場合等の措置に準じて、地震発生時等に取りるべき行動（事業所を目指すのか、公共の避難場所等の安全な場所を目指すのか等）をあらかじめ定め、従業員等に周知しておく必要がある。

## 11 12.2.1 津波浸水予測

津波浸水予測に関しては、国又は都道府県等が検討及び公表している資料等を活用して把握する。その際には、公表されている浸水予測及び自事業所周辺の標高等も考慮する。

### 11.1 浸水予測の参考となる資料の提供元

- a) 内閣府
  - 1) 地震・津波対策

<http://www.bousai.go.jp/5jishin/index.html>

2) 南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定公表について

[http://www.bousai.go.jp/nankaitrough\\_info.html](http://www.bousai.go.jp/nankaitrough_info.html)

b) 国土交通省 国土地理院

<http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html>

任意の地点での標高がわかる Web 地図 (試験公開中)

c) 都道府県

都道府県が検討及び公表している津波浸水予測については、次のとおりである (アンケート結果より、現時点で確認されたもののみ記載)。なお、市町村レベルでより詳細な津波浸水予測を検討及び公表している場合もあるため、それらも併せて活用されたい。

また、南海トラフ等に対応した津波浸水予測については、検討中の都道府県もあるので注意されたい。

1) 北海道 :

2) 青森県 : <http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-yosoku.html>

3) 岩手県 : 検討中 (公表時期未定)

4) 宮城県 : [http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/jishin\\_chishiki/tunami/yosokuzutop.htm](http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/jishin_chishiki/tunami/yosokuzutop.htm)

5) 秋田県 :

6) 山形県 :

7) 福島県 : [http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp\\_portal/PortalServlet?DISPLAY\\_](http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_)

[ID=DIRECT&NEXT\\_DISPLAY\\_ID=U000004&CONTENTS\\_ID=19543](http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=19543)

8) 茨城県 : <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/doboku/01class/class06/tsunami/index.html>

9) 栃木県 : (内陸県)

10) 群馬県 : (内陸県)

11) 埼玉県 : (内陸県)

12) 千葉県 : <http://www.bousai.pref.chiba.lg.jp/portal/>

13) 東京都 :

14) 神奈川県 : <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f360944/>

15) 新潟県 :

16) 富山県 : [http://www.pref.toyama.jp/cms\\_sec/1004/kj00011669-002-01.html](http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1004/kj00011669-002-01.html)

17) 石川県 : [http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri\\_g/tsunami\\_info.html](http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/kikikanri_g/tsunami_info.html)

18) 福井県 : <http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tunami-soutei.html>

19) 山梨県 : (内陸県)

20) 長野県 : (内陸県)

21) 岐阜県 : (内陸県)

22) 静岡県 : 検討中 (H25.6 公表目処)

23) 愛知県 : ホームページへは未掲載 (H14 にまとめた予測資料を、愛知県自治センターの情報コーナーに提供 予測資料については、現在見直し中)

24) 三重県 : <http://www.pref.mie.lg.jp/D1BOUSAI/tsunami/top.htm>

25) 滋賀県 : (内陸県)

26) 京都府 :

27) 大阪府 :

28) 兵庫県 :

29) 奈良県 : (内陸県)

30) 和歌山県 :

31) 鳥取県 : <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=31298>

32) 島根県 : <http://web-gis.pref.shimane.lg.jp/tsunami/>

33) 岡山県 :

34) 広島県 : <http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/> (広島県防災 Web から高潮・津波浸水想定区域図に)

35) 山口県 : <http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/jisin-tunamiikai.html> (近日中)

36) 徳島県 :

37) 香川県 :

38) 愛媛県 :

39) 高知県 :

40) 福岡県 :

41) 佐賀県 :

42) 長崎県 :

43) 熊本県 : 検討中 (H24 年度末公表予定)

44) 大分県 : <http://www.pref.oita.jp/soshiki/13550/tsunamishinsuiyosokutyousa.html>

45) 宮崎県 : 検討中

46) 鹿児島県 :

47) 沖縄県 : <http://www.pref.okinawa.jp/kaigannbousai/con11/index.html>  
<http://www.dc.ogb.go.jp/bousai/bousaimap-1.htm>

#### d) その他

1) 津波痕跡データベース(東北大学 原子力安全基盤機構)

<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/>

2) 東北地方太平洋沖地震津波情報 (東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ)

<http://www.coastal.jp/tjt/>

## 12 12.2.2 津波による高圧ガス製造施設の被害想定

津波浸水予測及び過去に発生した津波被害等を参考に、自事業所の高圧ガス製造施設に対する被害想定及び自事業所外近隣地域への被害想定を実施する。この場合、コンビナート事業所など高圧ガス製造施設以外の危険物施設が多数設置されている場合は、危険物施設等が被害を受けた場合の高圧ガス製造施設の影響について検討を行う必要がある。

### 12.1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深 3m 以上となる事業者に対応を求めている。しかし、想定浸水深 3m 未満の事業者に被害が生じないことを保証するものではない。

### 12.2 前提条件及び被害想定

被害想定が地方自治体の地域防災計画等に反映されることから、前提条件や被害想定に関しては、地域全体の問題として地方自治体と事業者との間で調整して行うことが望まれる。

### 12.2.1 前提条件

高圧ガス製造施設に押し寄せる津波の浸水深、方向、瓦礫等の流出物、製造施設の劣化状況等によって高圧ガス製造施設が被る被害は異なる。被害想定的前提条件を一律に規定することは困難であるため、前提条件については各事業者が定める。

この場合、前提条件の考え方としては、次のような例が考えられる。

- a) 高圧ガス製造施設（事業所）の全壊
- b) 動機器、配管等の損傷（比較的少量の漏洩、小規模な火災、流出等）
- c) 貯槽等の損傷（大量漏洩、大火災、爆発、流出等）
- d) 容器、タンクローリ等の流出
- e) 浸水のみ
- f) その他 a)～e)の組み合わせ

被害想定に関しては、次の 12.3～12.5 に示すように詳細な被害想定を行うか、又は事業所周辺（広域避難場所、住民の避難経路、主要幹線道路等）への影響評価を大まかに行うことでも足りるものとする。

### 12.3 高圧ガス製造施設の被害

津波の影響（波力、浮力等）による高圧ガス製造施設の被害の評価方法等については、現在、検討が行われているところである。これらの検討結果が示されるまでは、過去の津波による被害実態等を踏まえ、事業者が自ら定めた前提条件に関する高圧ガス製造施設の被害を類推する。

また、困難ではあるが、地震動による影響を受けた後に津波による影響も受けることも勘案して被害の類推を行うことが望まれる。

### 12.4 被害（災害）の分類

津波による被害には関わらず、高圧ガス製造施設に起こりうる代表的な災害を分類すると、おおよそ次のようなものが考えられる。

- a) 配管、圧力容器等からのガスの漏洩
- b) 可燃性ガスによる火災、爆発
- c) 可燃性液体による火災
- d) 毒性ガスによる障害
- e) 圧力容器の内圧上昇による破裂
- f) 高圧ガス設備の流出

### 12.5 被害想定

高圧ガス製造施設が津波（地震）による被害を受け、内容物の流出等の現象が発生することによって、上記 12.4 のような災害が発生する。内容物の流出等の現象が仮に発生したとして危害範囲がどの程度に及ぶ可能性があるのかを調べるのが被害想定評価である。

以下に、被害想定評価に係る着眼点を示す。

#### 12.5.1 漏洩、拡散

##### a) 可燃性物質の場合

漏洩、拡散した可燃性物質に着火しないことを目安として、限界濃度を可燃性物質の爆発下限界とする。

気体の場合は、拡散による危険到達距離を求め、液体の場合は、防液堤内等に拡がった面源からの蒸発量を推算した上で拡散による危険到達距離を求める。

#### b) 有害性物質の場合

漏洩、拡散自体の考え方は上記 a) の場合と同様であるが、限界濃度の考え方は、許容濃度値を一つの目安とするが、高圧ガス保安法における許容濃度値は、米国の ACGIH（米国産業衛生専門家会議）の勧告値（TLV-TWA）を採用しており、この勧告値は、労働安全衛生の分野において用いられる値であって、慢性毒性の観点に立ったものである。従って、非常時の一時的な現象で生ずる限界濃度としてこの値を採用するのは必ずしも妥当でないため、刺激性のない人間が覚知しにくい物質等を除き、個々の物質ごとに適正な限界濃度を定めることが望ましい。

### 12.5.2 火災

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火すれば火災が生じる。火災による被害想定評価で重要な事項は、漏洩した液体に着火し、液面上で燃焼を継続する液面火災及び BLEVE の発生等に伴い形成されるファイヤーボールの輻射強度の評価である。

輻射強度とそれによる被害との関係については、種々の研究報告があるが、参考に解説表 4 を示す。

解説表 4—輻射強度と被害の関係

強度の項目	kcal/m <sup>2</sup> hr
人が長期間暴露されて安全な強度	1,080
10～20 秒間で苦痛を感じずる強度	4,000
10～20 秒間で火傷となる強度	7,000
約 15 分間に木材繊維などの発火する強度	10,000～20,000

参考文献 コンビナート保安・防災技術指針 —化学工場における地震対策— 本編 高圧ガス保安協会

### 12.5.3 爆発

可燃性物質が漏洩、拡散し、何らかの火源によって着火した場合に、単なる燃焼にとどまらずに爆発に至る場合がある。爆発による被害想定評価で重要な事項は、爆発によって生じる爆風圧の評価である。高圧ガス保安法においては、コンビナート等保安規則における保安距離が爆風圧を考慮して算定されているが、その際、許容される爆風圧を 125g/cm<sup>2</sup>としている。（事業所周辺に対し、人的被害を与えないこと及び軽微なものを除く物的被害を与えない爆風圧）

## 13 12.2.3 都道府県への情報提供

### 13.1 地方自治体への情報提供

事業者は、評価した被害想定を基に被害の低減対策及び被害拡大防止対策を講じるほか、その被害想定による事業所周辺への影響及び周辺への影響を最小限に食い止めるための低減対策等の内容について、事業所を管轄する都道府県、市町村等の地方自治体に情報提供する。

地方自治体においては、これらの情報を地域防災計画、避難場所、避難経路の整備等、地域の津波対策に反映することが必要である。

また、事業者が被害想定等の情報提供をした地方自治体から、避難場所の整備や避難経路の指定等の津波対策を策定する際に必要な容器等の流出抑制等の措置を求められた場合は、できる限りの措置を講じるものとする。



なお、津波の影響（波力、浮力等）による被害の評価方法の検討結果が出るまでの間であっても、過去の津波被害を踏まえて被害を類推し、できる限りの対応を行うものとする。

### 13.2 周辺住民への情報提供

事業者が評価した被害想定による事業所周辺への影響及び低減対策等の内容について、周辺住民や自治会から避難場所や避難経路の確保のために要請があった場合は、これらの情報を提供する。

なお、事業者は周辺住民や自治会と日頃から連携を密にし、事業所に起因する混乱を招くことのないよう適切な情報提供を行う。

## 14 12.3.1 a) 高圧ガス設備の安全確保

津波による被害が想定される事業者は、津波警報を受けた場合、地震動は小さくとも、あるいは人体に感じない場合も直ちに浸水想定に応じた津波対策を講じる必要がある。津波到来のおそれがある状況においては、各事業所で働く全ての人の安全の確保を第一に置いて設備の安全な停止と高圧ガスの漏洩等の災害を未然に防止することが最重要である。また、原料やユーティリティーを相互に融通し合っているコンビナート地区等に於いては一つの事業所の対応に限定せずに近隣事業所を含むコンビナート地区全体としての津波対策について共同で検討することが望まれる。対策の立案に当たっては、事業所で働いている従業員が少ない休日、夜間の想定も含めることと立案した緊急対応措置の定期的な訓練が不可欠となる。

### 14.1 津波浸水による被害を防ぐための措置

津波浸水予測図を踏まえた事業所内及び周囲地域の的確な浸水レベル分布を予測して人の安全確保と設備への影響を低減させる対策を講じておく。

#### 14.1.1 人の安全確保の対策

人命確保対策として高所避難場所を確保し、緊急避難場所、経路等を明示する。

定期的な地震津波想定避難訓練を実施しておく。訓練時に津波の怖さについて十分に教育しておくことが重要で、例えば 50cm 程度の津波でも人は立つことはできず、また、自動車、空のコンテナなども流されるほどの非常に強い破壊力を持っていることをしっかり認識させておく。

#### 14.1.2 設備への影響低減の対策

浸水が予想される区域に設置されている保安上クリティカルな設備類に対して以下の例を参考に浸水対策を講じる。また、これらの設備類の機能が失われた場合の影響や、その対策についても検討しておく必要がある。

- a) 電気設備の防水性能のチェックと必要な防水性能の強化
- b) 制御室、電気室の水密性の向上（開口部の上部への移設や閉止）
- c) 事業所全停電に備えて非常用発電機の設置及び計装用蓄電池のバックアップ能力の強化
- d) 消防車両の高台避難、可搬式消火ポンプ配備
- e) 重要な制御システムや電気設備のうち可能なものは、極力上層部へ移設
- f) 非常対策本部を最上階に移設し非常食や飲料水の確保
- g) 配管や装置類の基礎の健全性のチェックと補強
- h) 計装設備の防水性能等の強化
- i) その他高圧ガス設備を安全に維持するために最低限必要な設備（保安用不活性ガス供給設備、非常用電源、冷却・防火用ポンプ等）の機能確保

### 14.2 製造・入出荷設備を安全に停止又は漏洩等の被害を最小限にする等の措置

#### 14.2.1 製造・出荷設備に対する措置

多くの津波は、大きな地震に伴う揺れの後に発生するものであり、津波到来前の地震動を感知した段階で従業員等の安全を確保した後、避難誘導、設備を安全に停止し、避難することが津波被害予防対策の基本である。第一波の津波の到達前に、可能な限り設備が安全な状態となるよう事前に想定された津波に対する設備の停止手順と避難開始の基準を明確にする。地震動は小さく、あるいは人体に感じない場合も、津波警報が発表された場合は直ちに津波対策を講じる必要がある。

設備の緊急停止の措置は、計器室からの遠隔操作や現場での手動操作などがあり、事業所の規模、設備の種類等によって異なるので、各事業所の実状に沿ってその手段を考える。

津波警報が解除されるまでは、緊急停止した設備の運転開始の作業は行ってはならない。

#### 14.2.2 荷役中の船舶に対する措置

荷役作業の事前打ち合わせに於いて、事業所の荷役作業責任者は、船舶側の荷役責任者と津波等の緊急時の連絡体制、緊急停止、離棧方法に関する十分な確認を行う。

津波に関する情報を入手した場合、すみやかに船舶に伝達するとともに荷役作業を中止する。

津波到達時間を考慮し、可能であればローディングアームを切り離し、船舶を港外避難させる。荷役中の船舶を短時間で離棧させる設備例としては、クイックリリースフック等が設置されている。

### 14.3 12.3.1 b) 容器、タンクローリ等の安全確保

#### 14.3.1 対象事業者

地震・津波対策報告書では、想定浸水深が1m以上の事業者に対しては高圧ガス容器について、2m以上の事業者に対してはタンクローリについて、対応を求めている。しかし、これら以外の事業者に被害が生じないことを保証するものではない。

#### 14.3.2 容器の流出防止対策

##### 14.3.2.1 容器の固定

転倒、転落防止措置を徹底する。津波に関わらず、一般に転倒、転落防止措置としてとられているチェーン掛けや角リング等を用いた容器の固定は、津波対策としても一定の効果があるものと考えられる。ただし、これまでに用いられていたものでは、津波に対しては強度不足の場合があることが確認されている。そこで、具体的な方法については、一般社団法人日本産業・医療ガス協会（JIMGA）にて、検討、作成した「充てん工場の地震対策指針」等を参考にされたい。

また、民生用LPガスに関して「LPガス災害対策マニュアル 平成25年3月（予定） 経済産業省 高圧ガス保安協会」がまとめられており、これらも必要に応じ活用されたい。

##### 14.3.2.2 容器置場

容器置場が閉止可能な構造（例えば、入り口を除く3方向が換気等に必要な開口部を除き閉鎖されており、かつ、入り口も扉等により閉止できる構造）である場合には、入り口の扉等を閉止することで流出防止に一定の効果があるものと考えられる。

なお、入り口の扉等については、扉や通常のシャッターのように津波の波力を直接受けるものとするかグリルシャッターのように格子構造で津波の波力を直接受けないものとするかが考えられるが、津波浸水予測に基づく浸水深等に応じて検討することが必要である。

また、容器置場は地盤面から1m以上嵩上げされ設置されるのが一般的であり、このような場合、想定浸水深と容器置場床面の高さとの差が1m未満であれば、流出防災対策が取られているものと考えられることができる。

### 14.3.2.3 充填中の容器

可能な範囲で容器弁の閉止及び容器の固定を行うことが望ましいが、従業員の避難を最優先としなければならない。

### 14.3.2.4 容器貯蔵場所等のレイアウト

レイアウト変更については、既存施設が対応するには困難な場合が殆どである。従って、設備の新設時又は移設等に対応が可能な場合に考慮されたい。

### 14.3.3 タンクローリの流出防止対策等

事業所近隣の安全な場所への退避については、交通事情が不明な状態で事業所外にタンクローリを退避させることは却って危険となる。実施に際しては十分に注意しなければならない。

## 15 12.3.2 緊急停止措置等

### 15.1 設備の緊急停止基準と停止後の措置の考え方

以下に一般的な緊急停止のケースについて記述する。なお、緊急停止に係るシステムの一部が喪失する様な場合も想定し、その場合の操作手順等についても検討しなければならない。

#### 15.1.1 大規模事業所で計器室から遠隔操作するケース

- a) 設定加速度以上の場合に計器室から信号を送って自動的に緊急停止する安全システム（インターロック）として地震計と連動する自動停止タイプと緊急停止スイッチを押して停止する手動タイプがある。また、貯槽等の緊急遮断弁を遠隔操作するタイプもある。
- b) 緊急停止操作には、緊急遮断弁閉止、緊急移液、フレアスタックへの脱圧等の停止操作が含まれる。
- c) 緊急停止操作のステップは、まず緊急停止一次操作として、計器室から遠隔の自動又は手動停止スイッチにより製造設備や出荷設備等を緊急停止操作した後に、緊急停止二次操作として現場での手動弁の閉止操作等の操作を行い、その後緊急停止三次操作として停止状態を監視する。緊急停止一次操作は速やかに実施（5分以内）されるが、緊急停止二次操作は現場での手動操作であるため最短でも20～30分を要する作業となる。従って、緊急停止二次操作までの完了時間は、事業所毎の一次操作時間、二次操作時間を基に算出しておく必要がある。
- d) 津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。
- e) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止二次操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。
- f) 荷役中の大型船舶の緊急離棧には、現場の緊急操作以外にタグボートが必要であることから、タグボート確保の時間とそのタグボート乗員の避難を考慮する必要があるが、津波到達時間までに緊急離散できないケースへの対応（係留強化など）についても十分に検討しておく。

#### 15.1.2 比較的規模の小さい事業所で現場で緊急停止操作するケース

- a) 事業所にて設備毎の現場における緊急停止操作の方法をマニュアル化しておく。特に、緊急時の現場における誤操作を防止する為に、緊急操作する機器のスイッチへの機器名表示、バルブ類への機番、開閉方向を明確に表示し、また読みやすい緊急停止手順を表示しておく。
- b) 緊急停止操作の完了時間を把握し、津波時の緊急停止基準は津波の第一波の到達時間に応じて、人の安全を第一に置いて、その実施する緊急停止操作のステップを決める必要がある。
- c) 到達時間まで余裕が無い場合は、現場での緊急停止操作や停止状態の監視や確認を行わず、速やかに

避難する。緊急避難が必要な場合に持ち場を放棄しても責任は問わないことを明文化しておく。

## 15.2 津波の第一波到達時間を考慮した緊急停止措置

a) 近年発生した津波の第一波到達時間は、地震発生後 4～80 分であり、地震発生場所によって異なる。近年の津波発生地震 26 例（解説表 6）において津波警報から津波第一波の到達時間（ $\beta_2$ ：解説表 5）を分析してみると 15 分以内のケースが 35%、15～30 分のケースが 35%を占めている。また、15 分以内のケースのうち、警報から津波対応までの時間的余裕が全くない 5 分以内のケースは 23%となっている。

解説表 5－津波警報から津波第一波到達までの時間

$\beta_2(\text{min})$	n 件数	%
$(\beta_2 < 5)$	(6)	(23)
$\beta_2 < 15$	9	35
$15 \leq \beta_2 < 30$	9	35
$30 \leq \beta_2 < 70$	6	23
$\beta_2 \geq 70$	2	7
Total	26	10

b) 上記より基本的な考え方は、事業所への津波の第一波到達時間に対して緊急停止操作のどのステップまで人の安全を確保しながら実施できるか、ということになる。従って、短時間で確実な対応が可能となるよう従業員の役割を明確にした上で従業員に周知し、定期的な訓練を行うことが重要となる。

例えば、津波に対する緊急停止措置の範囲は、大きく 3 ケースに分けて考えることができる。

### CASE - 1（津波の第一波到達時間 $\geq 60$ 分）

- 1) 緊急停止一、二次操作を行う。
- 2) その後、避難場所に安全に避難する。

### CASE - 2（津波の第一波到達時間 $\geq 30$ 分）

- 1) 緊急停止一次操作を行う。
- 2) 直ちに避難場所に安全に避難する。

### CASE - 3（津波の第一波到達時間 $< 30$ 分）

- 1) 僅かな時間にできる操作のみ実施し、直ちに避難場所に安全に避難する。

なお、人命を最優先とし、津波到達までの時間の別の実施可能な操作を予め検討しておくこと。

解説表 6－近年発生した津波

地震	発生日時 $T_1$	M	津波警報 発表時刻 $T_2$	第一波 到達時刻 $T_3$	津波警報から 第一波到達ま での時間 $\beta_2$ ( $T_2 - T_3$ ) min
北海道東方沖の地震	1980年02月23日 14:51	6.8	23日15:10	23日15:29	19
三陸沖の地震	1981年01月19日 03:17	7.0	19日03:25	19日03:45	20
浦河沖地震	1982年03月21日 11:32	7.1	21日11:45	21日11:36	0

地震	発生日時 T1	M	津波警報 発表時刻 T2	第一波 到達時刻 T3	津波警報から 第一波到達ま での時間 $\beta_2$ (T2-T3) min
日本海中部地震	1983年05月26日 11:59	7.7	26日12:14	26日12:07	0
青森県西方沖の地震	1983年06月21日 15:25	7.1	21日15:37	21日15:40	3
択捉島南東沖の地震	1984年03月24日 18:43	6.8	24日18:57	24日19:31	34
日向灘の地震	1984年08月07日 04:06	7.1	07日04:14	07日04:16	2
三陸沖の地震	1989年11月02日 03:25	7.1	02日03:34	02日03:40	6
北海道南西沖地震	1993年07月12日 22:17	7.8	12日22:22	12日22:24	3
北海道東方沖地震	1994年10月04日 22:22	8.2	04日22:28	04日22:38	10
三陸はるか沖地震	1994年12月28日 21:19	7.6	28日21:23	28日21:48	25
奄美大島近海の地震	1995年10月19日 11:41	6.7	19日11:49	19日12:56	67
日向灘の地震	1996年10月19日 23:44	6.9	19日23:49	20日00:10	21
石垣島南方沖の地震	1998年05月04日 08:30	7.7	04日08:39	04日11:12	153
石垣島近海の地震	2002年03月26日 12:45	7.0	26日12:54	26日13:11	17
十勝沖地震	2003年09月26日 04:50	8.0	26日04:56	26日05:05	9
三重県南東沖の地震	2004年09月05日 23:57	7.4	06日00:01	06日00:17	16
千島列島東方の地震	2006年11月15日 20:14	7.9	15日20:29	15日21:34	65
千島列島東方の地震	2007年01月13日 13:23	8.2	13日13:36	13日14:39	63
沖縄本島近海の地震	2010年02月27日 05:31	7.2	27日05:33	27日05:52	19

地震	発生日時 T1	M	津波警報 発表時刻 T2	第一波 到達時刻 T3	津波警報から 第一波到達ま での時間 $\beta$ (T2-T3) min
父島近海の地震	2010年12月22日 02:19	7.4	22日02:28	22日02:44	16
東北地方太平洋沖地震	2011年03月11日 14:46	9.0	11日14:49	11日15:50 JX仙台	61
(茨城沖)	2011年03月11日 15:15		11日15:14 大 津波警報	11日15:32 鹿島コンビ	17
イリアンジャンの地震	1996年02月17日 14:59	8.1	17日17:30	17日19:00	65
台湾付近の地震	2002年03月31日 15:52	7.0	31日16:02	31日16:05	3
チリ中部沿岸の地震	2010年02月27日 15:34	8.8	28日09:33	28日12:43	190

参考文献 東北地方太平洋沖地震を教訓にした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集

平成23年9月28日

中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会

東北地方太平洋沖地震 茨城沖のデータはKHKにて追記

### 16 12.3.3 事業所内外の全従業員の津波からの避難

#### 16.1 事業所内外の全従業員の津波からの避難

事業所は、従業員、協力会社社員（全従業員）に対して、以下の事項などを考慮し、津波浸水時の避難場所及び避難経路をあらかじめ周知する。また、避難場所には食料その他必需品を備蓄する。

#### 16.2 浸水予測に応じた避難場所の指定

##### 16.2.1 事業所内の場合

- 避難場所は、予想される津波高さや被害状況に応じて複数の耐震構造の建屋を選定する。
- 自社内に安全に避難する場所がない事業所では、近隣の事業所と「津波避難協定」を締結し、近隣の事業所の避難場所を利用する例もある。

##### 16.2.2 事業所外の場合

- 事業所外での避難場所は、地方自治体の地域防災計画や石災法の防災計画にある情報で定められる。外出者は無理に帰社せず近くの避難場所を利用する。
- 緊急時の一時避難場所として高台といった自然地形等を利用する。

#### 16.3 浸水予測に応じた避難経路の指定

- 津波到達時間が短い地域では、5分程度で避難が完了するよう、また、液状化、火災等による通行不可も考慮し複数の経路を選定する。

※津波到達までに時間がなく、指定された避難場所まで移動できない場合は、所内で一番高いところ（堅固な架構等）に避難せざるをえない。

b) 事業所内のマップに部場毎の避難場所及び経路を明記する。液状化が予想される地域は地図に危険区域も明記する。

c) 全従業員にハンドブック等を携帯させ、来客へは入構受付時に配布するなど避難場所及び経路を周知する例がある。協力会社員へは別途説明会を開催する例がある。

d) 構造物等の倒壊等により避難が妨げられる恐れがある箇所を把握し、避難経路を設定する。

e) 事業所内には避難誘導標識等を整備する。

f) 事業所内に、海拔と浸水予測深さを明示した看板を取り付けておくと、全従業員及び来客に普段から職場の危険度を周知することができる。

## 16.4 避難指示の伝達方法

### 16.4.1 事業所内の場合

避難指示を全従業員へ伝達できるよう構内放送設備等を備え、防災管理者等により指示する。

※停電時に備え保安電力により使用可能であることが望ましい。

### 16.4.2 事業所外の場合

a) 事業所外の従業員への避難指示の伝達方法は、特に決めていないのが現状である。

※従業員の安否については、安否確認システムにより携帯電話にメールを発信するなどの方法がある。

b) 連絡がつかない場合に備え、あらかじめ災害伝言ダイヤルの使用方法を確認しておく。

## 16.5 食料及び避難場所での必需品の確保

避難場所には災害発生を想定した以下に示すような必需品等を備蓄し、維持する。備蓄倉庫は高所に設置することが望ましい。

### 16.5.1 生活に必要なもの

a) 生命維持

：食料、飲料水（3日分<sup>注</sup>）が適当）

注）首都直下地震帰宅困難者等対策協議会 最終報告

b) 防寒、保温：毛布、衣類、ストーブ、携帯カイロ、断熱シート

c) 通信手段

：項目1.1情報の入手方法 参照

d) 電源等

：電池、自家発電設備、燃料（LPガス、灯油、まき等）

e) 照明器具

：懐中電灯、非常用LEDライト、

f) 衛生、治療

：電池、医薬品、トイレ

g) その他

：カセットコンロ、手動携帯電話充電器

### 16.5.2 保安措置に必要なもの

a) 防護、救助

：軍手、ヘルメット、ライフジャケット、

b) 移動手段

：簡易組立式ボート

## 17.12.4 流出容器等の回収

### 17.1 都道府県、関係団体、関係事業所等との協力体制

流出した容器は、容器所有者が回収し、処分するのが原則である。しかし、大津波を伴う震災が発生した場合は、内容物・所有者不明の容器が流出する可能性が高く、所有者が単独で回収するのは困難である。

東日本大震災では、販売事業者、都道府県、容器使用者、地域の高圧ガス関係団体などの関係者が一体となって体制を構築し役割を果たすことで迅速に容器回収が行われた。災害時に備え、事前に協定を締結するなど、協力体制の構築を検討するとよい。なお、現在の震災廃棄物の処理の流れを解説図1に示す。

内容物不明、毒性ガスといった一般では処置できない容器については「デバルバー」などの専用回収装置が必要となるので、製造会社経由で連絡をとり処置を依頼する。震災後では処理までに時間がかかることが想定されるので、周囲を立入禁止にでき、必要により散水冷却できるような場所への保管が望ましい。

また、重機（パワーショベルなど）による瓦礫撤去作業を行う場合は、その他の瓦礫に混ざった状態で掴みあげられることで、容器破壊、漏洩（着火・爆発）も起こりうるため、作業者に容器の塗装色一覧表（解説図2に示すようなガス種と容器塗色の対比表）を渡して、重機による回収を見合わせ地方自治体や高圧ガス製造事業者と連絡すること等を徹底しておく。

容器所有者や協力体制にある事業者は、流出容器回収に係る以下に示す実作業を行う。

- a) 流出容器からのガス漏えいにより発災した場合は状況に応じた一次対応（消火、除害、避難誘導等）
- b) 容器回収のための立入りの可否に関する情報の確保
- c) 回収に出動する体制の確立（数名のチーム編成）
- d) 容器の台帳管理
- e) 残ガス、容器の処分
  - 1) 流出した容器に対する注意喚起、広報
  - 2) 瓦礫の中に混在した容器の安全な回収、取扱い
  - 3) 回収容器の運搬
  - 4) 容器の仮置場の確保
  - 5) 容器所有者の確認、連絡、引渡し
  - 6) 容器内の残ガス廃棄等の処理
  - 7) 所有者不明容器のくず化処分

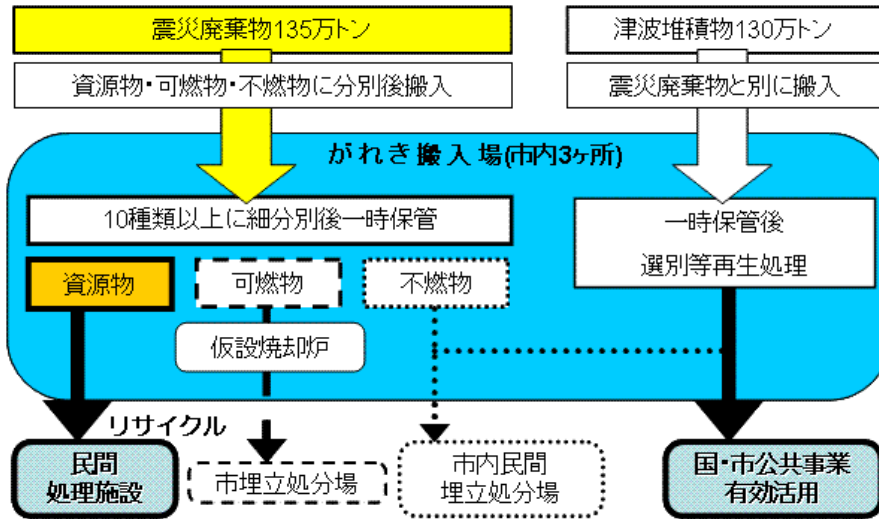
### 17.2 協力体制（流出容器の対処方法）の周知（通常時及び発災後）

津波被災地区のある充填所では、充填済み・空容器ともに、ほぼ全数が流出し、空容器は海面上に浮かんで遠方まで到達している。また、他の瓦礫に絡まって港などの海底に沈んでいるケースもある。容器にはラベルが貼ってあり、内容物の性質と充填会社の住所・電話が記載されているので、容器発見者は、容器所有者や県協会等に連絡して処置を依頼することになる。

都道府県等は、流出した容器による災害を防止するため、ウェブサイトや書面により以下に示す事項について注意喚起を行い、容器発見の連絡を受ける体制、通信手段を確保する必要がある。解説図3及び解説図4に注意喚起文書の例を示す。

- a) 容器を発見した際の注意事項（可燃性・毒性、容器の取扱い、所有者への連絡）
- b) 瓦礫撤去作業中の容器保管方法（容器破損の危険性、瓦礫と区別した通風のよい場所での一次保管等）
- c) 立入禁止区域等の情報





解説図 1－震災廃棄物の処理の流れ（仙台市の例）



解説図 2－ガス種と容器塗色

一般の方へ

現在、東日本大震災により一般家庭や事業所から高圧ガス容器(LPガス、毒性ガス、その他可燃性ガス)が多数流出しています。

- (1) 流出した高圧ガス容器は、ガス漏れしている可能性が十分に考えられますので、路上などで高圧ガス容器を発見した場合は、一般の方は、容器に近寄ったり、触れないようにしてください。
- (2) また、ガレキの中に高圧ガス容器が紛れている可能性が十分に考えられますので、ガレキ撤去作業などの際に高圧ガス容器を発見した場合は、乱暴に取り扱うことは止め、他のガレキと区分して保管するようお願いいたします。
- (3) なお、高圧ガス充填所等から流出した高圧ガス容器の中には、空气中に漏れ出すと発火(爆発)する恐れのあるものや、一部毒性による健康障害を与える恐れがあり大変危険ですので、慎重な取扱いをしてください。  
可燃性ガスにあっては「燃」、毒性ガスにあっては「毒」と容器の外面に記載されています。

※高圧ガス容器を発見したら、容器所有者まで連絡ください。

LPガスは容器の外面に容器所有者の名称及び電話番号が明示されています。また、LPガス容器以外の高圧ガス容器については、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号が刻印されています。高圧ガス容器を発見した場合は、容器所有者に連絡してください。

・一般高圧ガスの容器所有者登録記号番号(東北圏域分)

→容器所有者が分からない場合のお問い合わせ先

○容器全般 宮城県総務部消防課産業保安班 電話:022-211-2378	○LPガス容器 社団法人宮城県エルピーガス協会 電話:022-262-0321	○一般高圧ガス容器 宮城県高圧ガス保安協会 電話:022-221-5077
--	---	---



高圧ガス容器の刻印

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かっ色
その他の高圧ガス	ねずみ色

高圧ガス容器の塗色一覧

相談窓口の設置について

解説図3－注意喚起文書（宮城県の例）

## 津波、水害で流出した高圧ガス容器に注意してください

高圧ガス保安協会情報調査部

東日本大震災では、高圧ガス容器（ボンベ）が津波により多数流出しています。同様に、台風、水害などでも流出容器が確認されています。いずれも、高圧ガス関係者により精力的に回収が行われていますが、回収しきれず所在不明となっている高圧ガス容器があります。

このため、被災地及び周辺地域において、がれき処理、廃棄物処理、後片付けなどに携わる皆様（ボランティア活動者を含む）及び漁業、海洋作業に携わる皆様は、がれき、浮遊物などの中に高圧ガス容器が混入している恐れがありますので、下記について十分注意して作業に当たってください。

- ① 地震、津波、台風、洪水、土砂崩れなどでがれき処理、廃棄物処理、後片付けなどを行う際は、がれき、浮遊物などの中に混入している高圧ガス容器（ボンベ）に十分気を付けてください。高圧ガス容器は、取り扱いを誤れば、火災、破裂などを引き起こすので非常に危険です。
- ② 大人の皆様から子供たちに対し、がれきの中から出てきた高圧ガス容器で遊んだり、触ったり、いたずらしないよう、繰り返し注意してください。
- ③ 容器バルブの付いた流出容器は、ガスが残っていると考えられますので、乱暴に取り扱わないでください。発見された高圧ガス容器は、他のがれきなどと区分し、付近に火気が無く、通風の良い場所に一時保管するとともに、容器に表示されている氏名等に連絡して、その指示に従ってください。
- ④ 高圧ガス容器は、家庭用の LP ガス（液化石油ガス）容器、医療用の酸素ガス容器、産業用のアセチレンガス容器などさまざまな型式があります。中には、毒性ガス、可燃性ガス、空気に触れただけで火災を起こす特殊高圧ガスなど危険なガスが入っている容器もあります。写真 1 は、可燃性のアセチレンガス容器（新品）の例です。

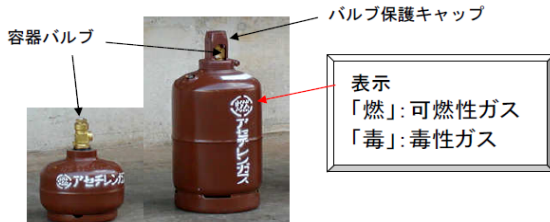


写真 1 アセチレンガス容器（新品）の例（左 2kg 型、右 4kg 型）

- ⑤ 真っ赤に錆びている容器、容器バルブが損傷している容器、ガス名が分らない容器などは特に注意が必要です（写真 2 参照）。

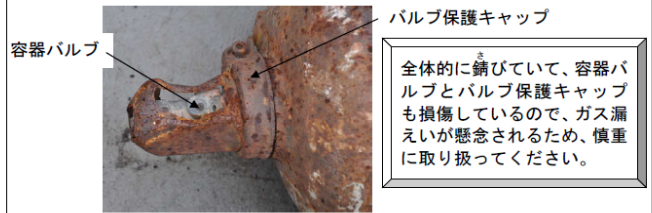


写真 2 回収されたアセチレンガス容器の例

- ⑥ 高圧ガス容器の切断、溶断、穴開け、容器バルブの取り外しなどは絶対に行わないでください。爆発、破裂して死亡事故が発生しています。
- ⑦ 高圧ガス容器は、建設重機（ブルドーザー、油圧ショベルなど）で挟んだり、つかんだりすれば容易に破壊、破裂します。重機を使ったがれきなどの処理の際には、混入している高圧ガス容器に十分な注意が必要です。
- ⑧ 高圧ガス容器は、大きな衝撃を与えると破壊、破裂することがあります。がれきなどの処理の際にツルハン、ハンマーなどで衝撃を与えないように注意してください。
- ⑨ 高圧ガス容器から漏えい、火災などを発見した場合は、安全な場所に避難するとともに、警察署、消防署、地方自治体などに緊急通報してください。

### 〇問い合わせ先

- ① 高圧ガス容器を発見した場合は、容器の所有者に連絡してください。容器の外表面に容器所有者（又は管理業務受託者）の氏名、名称、住所及び電話番号が明示されています。
- ② LP ガス以外のガスを充填する容器において、容器の肩のところに容器所有者の登録記号番号（ABC記号 1 文字 + 3 桁の数字）が刻印されている場合は、容器所有者登録申請受付窓口団体、又は高圧ガス保安協会機器検査事業部容器所有者登録事務担当にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/activities/inspection\\_certification/other\\_survice/dl/group.pdf](http://www.khk.or.jp/activities/inspection_certification/other_survice/dl/group.pdf))
- ③ 氏名等が判明しない高圧ガス容器が発見された場合は、LP ガスを除く全てのガスの容器については、地方高圧ガス容器管理委員会（又はその支部）にお問い合わせください。  
([http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri\\_iinkai.pdf](http://www.khk.or.jp/information/others/dl/kanri_iinkai.pdf))  
LP ガス容器については、都道府県エルピーガス協会にお問い合わせください。
- ④ 地方自治体の高圧ガス担当は、保安、消防、防災、環境などの部門となります。

## 解説図4－注意喚起文書（高圧ガス保安協会の例）

### 18 12.5 教育訓練

教育訓練項目として次のようなものが考えられる。

- a) 地震や津波に関する基礎知識、地震等発生時における行動基準、事業所の緊急時の防災体制と役割等の周知徹底
- b) 地震発生時や津波警報発令時における情報周知訓練、製造装置の緊急停止措置訓練、防潮堤閉鎖訓練、容器等流出防止措置訓練
- c) 津波警報発令時における指定避難場所への避難誘導・避難訓練、避難完了確認訓練、安否確認訓練
- d) 事業所敷地内に避難場所を設けた場合の食糧や必需品の確保状況等の確認
- e) 関係事業所や関係団体等と協力した流出容器等の回収訓練及び残ガス回収訓練
- f) その他必要な教育訓練
  - 1) 事業所の被災状況の地方自治体への通報訓練
  - 2) 地震や津波の終息後における製造装置の被害状況確認訓練

津波による被害を最小限にとどめるため、上記のような教育訓練を定期的実施し、防災活動等の習熟を図るとともに、訓練結果等に応じて措置内容等の見直しを行うものとする。

なお、夜間、休日等の事業所内の従業員（来訪者、協力会社社員を含む。）が少なくなる時期や定期修理時等のような多数の作業者が入構している場合を考慮した訓練も行うものとする。

## 参考資料 8 各分野の危害予防規程等

## ガス事業法施行規則（昭和四十五年通商産業省令第九十七号）

（保安規程）

第二十四条 法第二十四条第一項の保安規程は、次の事項（特定ガス発生設備においてガスを発生させ、導管によりこれを供給する小売供給を行う者にあつては、当該供給に係る第七号及び第八号の事項を除く。）について定めるものとする。

- 一 ガス工作物の工事、維持又は運用に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。
  - 二 ガス主任技術者が旅行、疾病その他事故によつてその職務を行うことができない場合に、その職務を代行する者に関すること。
  - 三 ガス工作物の工事、維持又は運用に従事する者に対する保安教育に関すること。
  - 四 ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安のための巡視、点検及び検査に関すること（第八号に掲げるものを除く。）。
  - 五 ガス工作物の運転又は操作に関すること。
  - 六 導管の工事の方法に関すること。
  - 七 導管の工事現場の責任者の条件その他導管の工事現場における保安監督体制に関すること。
  - 八 導管の周囲においてガス工作物の工事以外の工事が行われる場合における当該導管の維持及び運用に関する保安に関すること。
  - 九 災害その他非常の場合にとるべき措置に関すること。
  - 十 ガス工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての記録に関すること。
  - 十一 ガス工作物の工事、維持又は運用に従事する者であつて保安規程に違反した者に対する措置に関すること。
  - 十二 その他ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項に関すること。
- 2 大規模地震対策特別措置法（昭和五十三年法律第七十三号）第二条第四号に規定する地震防災対策強化地域（以下「強化地域」という。）内にガス工作物を設置するガス小売事業者（同法第六条第一項に規定する者を除く。次項において同じ。）にあつては、前項各号に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
- 一 大規模地震対策特別措置法第二条第三号に規定する地震予知情報及び同条第十三号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関すること。
  - 二 警戒宣言が発せられた場合における防災に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。
  - 三 警戒宣言が発せられた場合における保安要員の確保に関すること。
  - 四 警戒宣言が発せられた場合におけるガス工作物の巡視、点検及び検査並びに運転又は操作に関すること。
  - 五 警戒宣言が発せられた場合における防災に関する設備及び資材の確保、点検及び整備に関すること。
  - 六 警戒宣言が発せられた場合に地震防災に関しとるべき措置に係る教育、訓練及び広報に関すること。
  - 七 その他地震災害の発生の防止又は軽減を図るための措置に関すること。
- 3 大規模地震対策特別措置法第三条第一項の規定による強化地域の指定の際、現に当該強化地域内においてガス工作物を設置しているガス小売事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第二十四条第二項の規定による届出をしなければならない。
- 4 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十四年法律第九十二号）第三条第一項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域内にガス工作物を設置するガス小売事業者（同法第五条第一項に規定する者を除き、同法第二条第二項に規定する南海トラフ地震（以下「南海トラフ地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第四条第一項に規定する南海トラフ地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）にあつては、第一項各号に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
- 一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 南海トラフ地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。
- 5 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による南海トラフ地震防災対策推進地域の指定の際、現に当該南海トラフ地震防災対策推進地域内においてガス工作物を設置しているガス小売事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に、保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第二十四条第二項の規定による届出をしなければならない。
- 6 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十六年法律第二十七号）第三条第一項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域内にガス工作物を設置するガス小売事業者（同法第六条第一項に規定する者を除き、同法第二条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震（以下「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第五条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）にあつては、第一項各号に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
- 一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。

- 7 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域の指定の際、現に当該日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域内においてガス工作物を設置しているガス小売事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に、保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第二十四条第二項の規定による届出をしなければならない。
- 8 電気事業法（昭和三十九年法律第七十号）が適用されるガス工作物を設置するガス小売事業者にあつては、当該ガス工作物に係る第一項から前項までに掲げる事項について保安規程に定めないことができる。
- 第二十五条 法第二十四条第一項の規定による届出をしようとする者は、様式第十八の保安規程届出書を提出しなければならない。
- 2 法第二十四条第二項の規定による届出をしようとする者は、様式第十九の保安規程変更届出書に変更を必要とする理由を記載した書類を添えて提出しなければならない。

## 電気事業法施行規則（平成七年通商産業省令第七十七号）

（保安規程）

- 第五十条 法第四十二条第一項の保安規程は、次の各号に掲げる事業用電気工作物の種類ごとに定めるものとする。
- 一 事業用電気工作物であつて、一般送配電事業、送電事業又は発電事業（法第三十八条第四項第四号に掲げる事業に限る。）の用に供するもの
- 二 事業用電気工作物であつて、前号に掲げるもの以外のもの
- 2 前項第一号に掲げる事業用電気工作物を設置する者は、法第四十二条第一項の保安規程において、次の各号に掲げる事項を定めるものとする。
- 一 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のための関係法令及び保安規程の遵守のための体制（経営責任者の関与を含む。）に関すること。
- 二 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者の職務及び組織に関すること（次号に掲げるものを除く。）。
- 三 主任技術者の職務の範囲及びその内容並びに主任技術者が保安の監督を行う上で必要となる権限及び組織上の位置付けに関すること。
- 四 事業用電気工作物の工事、維持又は運用を行う者に対する保安教育に関することであつて次に掲げるもの
- イ 関係法令及び保安規程の遵守に関すること。
- ロ 保安のための技術に関すること。
- ハ 保安教育の計画的な実施及び改善に関すること。
- 五 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安を計画的に実施し、及び改善するための措置であつて次に掲げるもの（前号に掲げるものを除く。）
- イ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての方針及び体制に関すること。
- ロ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての計画に関すること。
- ハ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての実施に関すること。
- ニ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての評価に関すること。
- ホ 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての改善に関すること。
- 六 発電用の事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安のために必要な文書の作成、変更、承認及び保存の手順に関すること。
- 七 前号に規定する文書についての保安規程上の位置付けに関すること。
- 八 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する保安についての適正な記録に関すること。
- 九 事業用電気工作物の保安のための巡視、点検及び検査に関すること。
- 十 事業用電気工作物の運転又は操作に関すること。
- 十一 発電用の事業用電気工作物の保安に係る外部からの物品又は役務の調達の内容及びその重要度に応じた管理に関すること。
- 十二 発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。
- 十三 災害その他非常の場合に採るべき措置に関すること。
- 十四 保安規程の定期的な点検及びその必要な改善に関すること。
- 十五 その他事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項
- 3 第一項第二号に掲げる事業用電気工作物を設置する者は、法第四十二条第一項の保安規程において、次の各号に掲げる事項を定めるものとする。ただし、鉱山保安法（昭和二十四年法律第七十号）、鉄道営業法（明治三十三年法律第六十五号）、軌道法（大正十年法律第七十六号）又は鉄道事業法（昭和六十一年法律第九十二号）が適用され又は準用される自家用電気工作物については発電所、変電所及び送電線路に係る次の事項について定めることをもって足りる。
- 一 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。
- 二 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に従事する者に対する保安教育に関すること。
- 三 事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安のための巡視、点検及び検査に関すること。

- 四 事業用電気工作物の運転又は操作に関すること。
- 五 発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。
- 六 災害その他非常の場合に採るべき措置に関すること。
- 七 事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安についての記録に関すること。
- 八 事業用電気工作物（使用前自主検査、溶接事業者検査若しくは定期事業者検査（以下「法定事業者検査」と総称する。）又は法第五十一条の二第一項若しくは第二項の確認（以下「使用前自己確認」という。）を実施するものに限る。）の法定事業者検査又は使用前自己確認に係る実施体制及び記録の保存に関すること。
- 九 その他事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項
- 4 大規模地震対策特別措置法（昭和五十二年法律第七十三号）第二条第四号に規定する地震防災対策強化地域（以下「強化地域」という。）内に法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置する電気事業者（大規模地震対策特別措置法第六条第一項に規定する者を除く。次項において同じ。）にあつては、前二項に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
  - 一 大規模地震対策特別措置法第二条第三号に規定する地震予知情報及び同条第十三号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関すること。
  - 二 警戒宣言が発せられた場合における防災に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。
  - 三 警戒宣言が発せられた場合における保安要員の確保に関すること。
  - 四 警戒宣言が発せられた場合における電気工作物の巡視、点検及び検査に関すること。
  - 五 警戒宣言が発せられた場合における防災に関する設備及び資材の確保、点検及び整備に関すること。
  - 六 警戒宣言が発せられた場合に地震防災に関し採るべき措置に係る教育、訓練及び広報に関すること。
  - 七 その他地震災害の発生防止又は軽減を図るための措置に関すること。
- 5 大規模地震対策特別措置法第三条第一項の規定による強化地域の指定の際、現に当該強化地域内において法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置している電気事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第四十二条第二項の規定による届出をしなければならない。
- 6 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十四年法律第九十二号）第三条第一項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域内に法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置する電気事業者（南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第五条第一項に規定する者を除き、同法第二条第二項に規定する南海トラフ地震（以下「南海トラフ地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第四条第一項に規定する南海トラフ地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）にあつては、第二項及び第三項に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
  - 一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 南海トラフ地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。
- 7 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による南海トラフ地震防災対策推進地域の指定の際、現に当該南海トラフ地震防災対策推進地域内において法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置している電気事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に、保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第四十二条第二項の規定による届出をしなければならない。
- 8 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十六年法律第二十七号）第三条第一項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域内に法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置する電気事業者（日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第六条第一項に規定する者を除き、同法第二条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震（以下「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第五条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）にあつては、第二項及び第三項に掲げる事項のほか、次の各号に掲げる事項について保安規程に定めるものとする。
  - 一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。
- 9 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域の指定の際、現に当該日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域内において法第三十八条第四項各号に掲げる事業の用に供する電気工作物を設置している電気事業者は、当該指定のあつた日から六月以内に、保安規程において前項に掲げる事項について定め、法第四十二条第二項の規定による届出をしなければならない

## 火薬類取締法施行規則（昭和二十五年通商産業省令第八十八号）

（危害予防規程）

第六条 法第二十八条第一項の経済産業省令で定める事項は、次の各号に掲げる事項の細目とする。

- 一 法第七条第一号の経済産業省令で定める技術上の基準及び同条第二号の経済産業省令で定める技術上の基準に関すること。
- 二 保安管理体制並びに火薬類製造保安責任者及び火薬類製造副保安責任者の行うべき職務の範囲に関すること。
- 三 安全な製造作業に関すること（第一号に掲げるものを除く。）。
- 四 製造施設の保安に係る巡視及び点検に関すること（第一号に掲げるものを除く。）。
- 五 製造施設の新増設に係る工事及び修理作業の管理に関すること（第一号に掲げるものを除く。）。
- 五の二 安定度試験の実施に関すること。
- 六 製造施設が危険な状態となつたときの措置及びその訓練方法に関すること。
- 七 協力会社の作業の管理に関すること。
- 八 従業者に対する当該危害予防規程の周知方法及び当該危害予防規程に違反した者に対する措置に関すること。
- 九 保安に係る記録に関すること。
- 十 危害予防規程の作成及び変更の手續に関すること。
- 十一 前各号に掲げるもののほか、災害の発生の防止のために必要な事項に関すること。
- 2 大規模地震対策特別措置法（昭和五十三年法律第七十三号）第二条第四号に規定する地震防災対策強化地域（以下「強化地域」という。）内にある製造所（同法第六条第一項に規定する者が設置している製造所を除く。次項において同じ。）にあつては、前項各号に掲げる事項の細目のほか、次の各号に掲げる事項の細目について危害予防規程に定めるものとする。
  - 一 大規模地震対策特別措置法第二条第三号に規定する地震予知情報及び同条第十三号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関する事項
  - 二 警戒宣言が発せられた場合における避難の勧告又は指示に関する事項
  - 三 警戒宣言が発せられた場合における防災要員の確保に関する事項
  - 四 警戒宣言が発せられた場合における消防火設備その他保安に係る設備の整備及び点検に関する事項
  - 五 警戒宣言が発せられた場合における製造設備等の整備、点検、停止に関する事項
  - 六 その他地震災害の発生の防止又は軽減を図るための措置に関する事項
  - 七 地震防災に係る教育、訓練及び広報に関する事項
- 3 大規模地震対策特別措置法第三条第一項の規定による強化地域の指定の際、当該強化地域内において火薬類の製造を行う製造所を現に管理している製造業者は、当該指定があつた日から六月以内に、前項に掲げる事項の細目について法第二十八条第一項の規定による認可を申請しなければならない。
- 4 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十四年法律第九十二号）第三条第一項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域内にある製造所（同法第五条第一項に規定する者が設置している製造所を除き、同法第二条第二項に規定する南海トラフ地震（以下「南海トラフ地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第四条第一項に規定する南海トラフ地震防災対策推進基本計画で定める者が設置している事業所に限る。次項において同じ。）にあつては、第一項各号に掲げる事項の細目のほか、次の各号に掲げる事項の細目について危害予防規程に定めるものとする。
  - 一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 南海トラフ地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。
- 5 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による南海トラフ地震防災対策推進地域の指定の際、当該南海トラフ地震防災対策推進地域内において火薬類の製造を行う製造所を現に管理している製造業者は、当該指定があつた日から六月以内に、前項に規定する事項の細目について法第二十八条第一項の規定による認可を申請しなければならない。
- 6 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十六年法律第二十七号）第三条第一項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域内にある製造所（同法第六条第一項に規定する者が設置している製造所を除き、同法第二条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震（以下「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第五条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画で定める者が設置している事業所に限る。次項において同じ。）にあつては、第一項各号に掲げる事項の細目のほか、次の各号に掲げる事項の細目について危害予防規程に定めるものとする。
  - 一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
  - 二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練並びに地震防災上必要な教育及び広報に関すること。
- 7 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法第三条第一項の規定による日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域の指定の際、当該日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域内において火薬類の製造を行う製造所を現に管理している製造業者は、当該指定があつた日から六月以内に、前項に規定する事項の細目について法第二十八条第一項の規定による認可を申請しなければならない。
- 8 法第二十八条第一項の規定による危害予防規程の認可を受けようとする者は、様式第二の危害予防規程（変更）認可

申請書に危害予防規程（変更のときは、当該変更の概要を記載した書面）を添えて、製造所の所在地を管轄する産業保安監督部長に提出しなければならない。

9 法第二十八条第二項の規定による届出をしようとする製造業者は、様式第三の危害予防規程変更届に当該変更の概要を記載した書面を添えて、製造所の所在地を管轄する産業保安監督部長に提出しなければならない。

## 昭和四十七年通商産業省・運輸省・自治省令第一号 石油パイプライン事業の事業用施設の保安に関する省令

（保安規程）

第二条 法第二十七条第一項の主務省令で定める事項は、次のとおりとする。

- 一 事業用施設についての保安に関する業務を管理する者の職務および組織に関すること。
- 二 保安技術者が旅行、疾病その他事故によってその職務を行なうことができない場合にその職務を代行する者に関すること。
- 三 化学消防自動車の設置その他自衛消防組織に関すること。
- 四 事業用施設についての保安に係る作業に従事する者に対する保安教育に関すること。
- 五 事業用施設についての保安のための巡視、点検および検査に関すること（第十号に掲げるものを除く。）。
- 六 事業用施設の運転または操作に関すること。
- 七 事業用施設に係る石油の取扱い作業の基準に関すること。
- 八 事業用施設の補修等の方法に関すること。
- 九 導管の工事現場の責任者の条件その他導管の工事現場における保安監督体制に関すること。
- 十 導管の周囲において事業用施設の工事以外の工事が行なわれる場合における当該導管についての保安に関すること。
- 十一 災害その他の非常の場合にとるべき措置に関すること。
- 十二 事業用施設についての保安に関する記録に関すること。
- 十三 事業用施設の位置および構造を明示した書類および図面の整備に関すること。
- 十四 事業用施設についての保安に係る作業に従事する者であつて保安規程に違反した者に対する措置に関すること。
- 十五 前各号に掲げるもののほか、事業用施設についての保安に関し必要な事項

第三条 法第二十七条第一項の規定により保安規程の認可を受けようとする者は、様式第一の保安規程認可申請書を主務大臣に提出しなければならない。

2 法第二十七条第一項の規定により保安規程の変更の認可を受けようとする者は、様式第二の保安規程変更認可申請書に次に掲げる書類を添えて主務大臣に提出しなければならない。

- 一 変更を必要とする理由を記載した書類
- 二 変更しようとする部分を明らかにした現行の保安規程

## 危険物の規制に関する規則（昭和三十四年総理府令第五十五号）

第九章 予防規程

（予防規程に定めなければならない事項）

第六十条の二 法第十四条の二第一項に規定する総務省令で定める事項は、次項、第四項又は第六項に定める場合を除き、次のとおりとする。

- 一 危険物の保安に関する業務を管理する者の職務及び組織に関すること。
- 二 危険物保安監督者が、旅行、疾病その他の事故によってその職務を行うことができない場合にその職務を代行する者に関すること。
- 三 化学消防自動車の設置その他自衛の消防組織に関すること。
- 四 危険物の保安に係る作業に従事する者に対する保安教育に関すること。
- 五 危険物の保安のための巡視、点検及び検査に関すること（第十号に掲げるものを除く。）。
- 六 危険物施設の運転又は操作に関すること。
- 七 危険物の取扱い作業の基準に関すること。
- 八 補修等の方法に関すること。
- 八の二 施設の工事における火気の使用若しくは取扱いの管理又は危険物等の管理等安全管理に関すること。
- 八の三 製造所及び一般取扱所にあつては、危険物の取扱工程又は設備等の変更に伴う危険要因の把握及び当該危険要因に対する対策に関すること。
- 八の四 顧客に自ら給油等をさせる給油取扱所にあつては、顧客に対する監視その他保安のための措置に関すること。
- 九 移送取扱所にあつては、配管の工事現場の責任者の条件その他配管の工事現場における保安監督体制に関すること。
- 十 移送取扱所にあつては、配管の周囲において移送取扱所の施設の工事以外の工事をを行う場合における当該配管の保安に関すること。



十一 災害その他の非常の場合に取るべき措置に関する事。

十一の二 地震が発生した場合及び地震に伴う津波が発生し、又は発生するおそれがある場合における施設及び設備に対する点検、応急措置等に関する事。

十二 危険物の保安に関する記録に関する事。

十三 製造所等の位置、構造及び設備を明示した書類及び図面の整備に関する事。

十四 前各号に掲げるもののほか、危険物の保安に関し必要な事項

2 大規模地震対策特別措置法（昭和五十三年法律第七十三号）第三条第一項の規定により地震防災対策強化地域として指定された地域（以下「強化地域」という。）に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者（同法第六条第一項に規定する者を除く。次項において同じ。）が定める予防規程に係る法第十四条の二第一項に規定する総務省令で定める事項は、前項各号に掲げる事項のほか、次のとおりとする。

一 大規模地震対策特別措置法第二条第三号に規定する地震予知情報及び同条第十三号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関する事。

二 警戒宣言が発せられた場合における避難に関する事。

三 警戒宣言が発せられた場合における自衛の消防組織に関する事。

四 警戒宣言が発せられた場合における施設及び設備の整備及び点検その他地震による被害の発生防止又は軽減を図るための応急対策に関する事。

五 大規模な地震に係る防災訓練に関する事。

六 大規模な地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報に関する事。

3 強化地域の指定の際現に当該地域に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者は、当該指定があつた日から六月以内に、当該製造所等に係る予防規程に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。

4 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十四年法律第九十二号）第三条第一項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域（次項において「推進地域」という。）に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者（同法第五条第一項に規定する者を除き、同法第二条第二項に規定する南海トラフ地震（以下「南海トラフ地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第四条第一項に規定する南海トラフ地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）が定める予防規程に係る法第十四条の二第一項に規定する総務省令で定める事項は、第一項各号に掲げる事項のほか、次のとおりとする。

一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関する事。

二 南海トラフ地震に係る防災訓練に関する事。

三 南海トラフ地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報に関する事。

5 推進地域の指定の際現に当該地域に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者は、当該指定があつた日から六月以内に、当該製造所等に係る予防規程に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。

6 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十六年法律第二十七号）第三条第一項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域（次項において「推進地域」という。）に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者（同法第六条第一項に規定する者を除き、同法第二条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震（以下「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第五条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画で定める者に限る。次項において同じ。）が定める予防規程に係る法第十四条の二第一項に規定する総務省令で定める事項は、第一項各号に掲げる事項のほか、次のとおりとする。

一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関する事。

二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練に関する事。

三 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報に関する事。

7 推進地域の指定の際現に当該地域に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者は、当該指定があつた日から六月以内に、当該製造所等に係る予防規程に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。

（予防規程を定めなければならない製造所等から除かれるもの）

第六十一条 令第三十七条の総務省令で定める製造所等は、第九条の二に規定する製造所等及び第二十八条に規定する自家用の給油取扱所のうち屋内給油取扱所以外のものとする。

（予防規程の認可の申請）

第六十二条 法第十四条の二第一項の規定による予防規程の認可を受けようとする者は、別記様式第二十六の申請書に当該認可を受けようとする予防規程を添えて市町村長等に提出しなければならない。

2 前項の申請書の提出部数は、二部とする。

## 消防防第 28 号平成 24 年 1 月 31 日東日本大震災を踏まえた危険物施設の地震・津波対策の推進について

### 第 1 危険物施設の地震対策について

地震の揺れにより危険物施設の配管や建築物等において破損等が発生していることを踏まえ、危険物施設の所有者等は、危険物施設ごとに、当該施設の配管や建築物等の耐震性能、技術基準の適合状況及び当該施設周辺の液状化の可能性等を確認し（以下「再確認」という。）、再確認の結果に応じて必要な措置を講ずる必要があること。なお、再確認を実施する際には、別紙1に掲げる事項に留意する必要があること。

## 第2 危険物施設の津波対策について

### 1 危険物施設に共通する事項について

津波により施設全体が損壊・流失する被害が発生していることを踏まえ、危険物施設の所有者等は、津波警報発令時や津波が発生するおそれのある状況等における緊急時の対応に関する検証（以下「検証」という。）を施設ごとに実施し、検証の結果に応じて避難時の対応や緊急停止措置等の対応に関する必要な事項を予防規程等（予防規程を定めなければならない危険物施設以外の危険物施設にあっては、当該危険物施設の所有者等が作成した保安マニュアル等とする。以下同じ。）に規定する必要があること。この場合、危険物施設の所有者等は次に掲げる事項に留意した検証を行う必要があること。

なお、今後、規則第60条の2（予防規程に定めなければならない事項）に津波が発生するおそれのある状況等における措置等に関する事項を追加することを予定しており、危険物施設の所有者等が当該事項を予防規程に定める際の留意事項については、追って通知する予定であること。

#### （1）検証を実施する必要がある危険物施設について

検証を実施する必要がある危険物施設は、津波が発生した場合に浸水するおそれのある地域に所在する全ての危険物施設とすること。

#### （2）危険物施設の所有者等が検証を実施する際の留意事項について

危険物施設の所有者等が検証を実施する際には、次に掲げる事項に留意する必要があること。

ア 東日本大震災を踏まえて地方公共団体等で作成される津波浸水想定区域図等を活用し、危険物施設の設置場所及び周辺の地理的特徴や津波被害の危険性等について把握すること。

イ 従業員等の避難について、避難経路、避難場所、避難方法等の確認を行うとともに、従業員等への周知徹底を図ること。

ウ 津波警報が発令されたことや津波が発生するおそれのある状況であることを、津波襲来の切迫性も含めて従業員等へ伝達する方法を検証し、従業員等へ当該方法の周知徹底を図ること。

エ 津波警報発令時や津波が発生するおそれのある状況において、施設の緊急停止の方法、手順について確認すること。また、地震に伴って停電が発生する可能性があることを考慮し、施設が停電した場合における緊急停止の方法、手順についても併せて確認すること。この際、施設の緊急停止に伴い危険物を取り扱う装置等での異常反応や圧力上昇等により火災流出等の事故が発生することがないように、施設における危険物の貯蔵・取扱いの工程（プロセス）に鑑み、緊急停止の適切性も含めた検証を実施すること。

オ 避難や緊急停止の方法の確認に併せて、緊急停止等の実施体制を明確にすること。特に、津波が発生するおそれのある状況においては、緊急停止等に対応できる時間が限られていることから、短時間で効果的に行えるよう従業員の役割を明確にすること。この場合において、夜間や休日など、従業員等の少ない時間帯における実施体制についても併せて確認すること。

#### （3）危険物施設の従業員に対する検証の結果の周知等について

危険物施設の所有者等は、（2）を踏まえて実施した検証の結果を当該施設の従業員等へ周知し、津波が発生するおそれのある状況を想定した訓練を実施する必要があること。

### 2 屋外タンク貯蔵所に関する事項について

津波による屋外貯蔵タンクの被害について検証した結果、既往の津波波力算出式を用いたシミュレーションの有効性が確認されたことから、1の検証を行う場合は、屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションを実施することにより具体的な被害予測を行うこと。なお、屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールについては、追って消防庁から提供する予定であること。

## 第3 その他

1 第1の再確認及び第2、1の検証については、立入検査等の機会を活用して再確認等の状況を確認し、必要な地震・津波対策が講じられていない場合は速やかに対策を講ずるよう指導されたいこと。

2 容量が1,000キロリットル以上1万キロリットル未満の屋外タンク貯蔵所については、危険物を取り扱う配管への緊急遮断弁の設置に係る技術上の基準を規定することを予定しており、その運用等については追って通知する予定であ

ること。

別紙1 (該当箇所のみ抜粋)

危険物施設の所有者等における配管や建築物等の耐震性能等の再確認に係る留意事項について

危険物施設の所有者等における配管や建築物等の耐震性能等の確認（以下「再確認」という。）については、次に掲げる事項に留意し、実施する必要があること。この際、再確認の結果に応じて必要な対策を検討し、講ずる必要があること。

なお、再確認を実施する際には、「建築設備耐震設計・施工指針」（日本建築センター発行）や「官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説」（建築保全センター発行）等の資料を参考にすることにより効果的な確認が行えるものであること。

1 危険物施設に共通する留意事項

- (1) 建築物等が設計上の耐震性能を有していること。
- (2) 施設の設置場所が地震時に地盤沈下や液状化が発生するおそれのない場所かどうか、確認すること。地盤沈下等が発生するおそれのある場合には、被害を最小限に抑えるための対策について検討すること。  
なお、確認にあたっては、既存の情報を活用するとともに、周辺地域の地盤に関する情報等も参考にすること。
- (3) 配管が設計上の耐震性能を有していること。また、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかについても併せて確認すること。
- (4) 配管に可とう管継手を使用している場合には、当該継手が有効な位置に設置されているかどうか確認すること。
- (5) 配管の支持物が設計上の耐震性能を有していること。
- (6) 支持物による配管の固定状況を確認し、地震時に支持物から配管が外れないよう、必要に応じて対策を講ずること。
- (7) 地震により水平方向への地盤のずれが生じ、配管の支持物に直近のバルブ等が接触し、配管が破断する可能性があることから、配管の支持物の直近に水抜きバルブ等が設けられていないかどうか確認すること。
- (8) ポンプ設備が設けられている場合は、ポンプ設備と基礎との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。

2 施設形態別の留意事項

(1) 屋内貯蔵所

- ア 貯蔵倉庫の架台が設計上の耐震性能を有していること。
- イ 架台と基礎との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。
- ウ 架台に貯蔵された容器の落下防止対策が有効に講じられているか確認すること

(2) 屋外タンク貯蔵所

- ア 平成6年省令附則第5条第2項第1号に定める地盤の液状化に係る基準に適合した特定屋外タンク貯蔵所のうち、タンクの設置場所が河川の流路付近であるもの、又は当該場所がかつて河川の流路又は流路付近であったものについては、ボーリング調査結果及び告示第74条に規定する液状化指数について確認すること。
- イ 告示第4条の21の3に規定する特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根については、次の(ア)から(ウ)に定める基準に係る適合状況について確認すること。なお、すでに当該基準に適合しているものについてはこの限りでない。
  - (ア) 外周浮き部分に生じる応力に関する事項（告示第4条の21の4）
  - (イ) 浮き機能に関する事項（告示第4条の22第1項第1号イ）
  - (ウ) 溶接部の溶接方法に関する事項（告示第4条の22第1項第1号ハ）確認にあたっては、過去の補修に伴う浮き屋根重量の増加等の影響を反映すること。また、確認の結果、上記(ア)から(ウ)の基準のいずれかを満たしていない浮き屋根については、出来る限り早期にこれらの基準に適合するよう、平成17年省令附則第3条第1号に基づき市町村長等に届け出た工事に関する計画の見直しを検討すること。
- ウ 告示第4条の21の3に規定する特定屋外貯蔵タンク以外の一枚板構造の浮き屋根については、上記イ(イ)に定める基準に係る適合状況について確認すること。確認にあたっては、過去の補修に伴う浮き屋根重量の増加等の影響を反映し、確認の結果、基準を満たしていない浮き屋根については、速やかに基準に適合するための改修を行うこと。なお、当該浮き屋根においても、上記イ(ア)及び(ウ)に定める基準に係る適合状況について評価することが望ましいこと。
- エ 浮き蓋付特定屋外タンク貯蔵所については、「危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令」（平成23年政令第405号）等において定められた浮き蓋付屋外タンク貯蔵所の技術上の基準への適合状況を早急に確認する必要があること。浮き蓋の耐震性能を満たしていないことが確認された場合には、出来る限り早期に浮き蓋の耐震基準に適合するよう工事に関する計画を策定し改修を進める必要があること。

(3) 屋内タンク貯蔵所

・屋内貯蔵タンクと基礎との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。

(4) 屋外貯蔵所

- ア 危険物容器を貯蔵する架台が設計上の耐震性能を有していること。
- イ 架台と基礎との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。
- ウ 架台に貯蔵された容器の落下防止対策が有効に講じられているか確認すること。

(5) 給油取扱所

- ア 防火塀が設計上の耐震性能を有していること。
- イ 固定給油設備等とアイランド（基礎）との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。

(6) 移送取扱所

1の危険物施設に共通する留意事項のうち、(3)から(7)の配管に関する事項によること。

(7) 一般取扱所

- ア 危険物を取り扱う設備等が設計上の耐震性能を有していること。
- イ 20号タンクと基礎との固定状況について、腐食等劣化により耐震強度が低下していないかも含めて確認すること。  
20号タンクの架台が設けられている場合には、架台の設計上の耐震性能及び固定状況を確認すること。
- ウ 20号防油堤が設計上の耐震性能を有していること。

## 消防危第197号平成24年8月21日 危険物施設の地震・津波対策に係る予防規程の策定について

### 第1 危険物施設に共通する津波対策

#### 1 津波対策を記載する必要がある製造所等

今回追加された事項については、地方公共団体等が作成する津波浸水想定区域図等において、津波による浸水が想定された地域に所在する製造所等の所有者、管理者又は占有者（以下「所有者等」という。）が定める予防規程に記載すること。

なお、地方公共団体等において津波浸水想定区域図等が見直された場合は、対象となる製造所等についてもその都度見直すこと。

#### 2 予防規程に盛り込むべき主な事項

地震に伴う津波が発生し、又は発生するおそれがある場合における施設及び設備に対する点検、応急措置等に関する事項として予防規程に盛り込むべき主な事項は以下のとおりであること。

なお、予防規程の策定に当たっては、製造所等の実態に即して必要な対策を具体化しながらこれを明確に規定するよう作業を進めることが重要である。

また、その詳細を予防規程とは別のマニュアルに記載し、予防規程の中で当該マニュアルを引用することも可能であること。

##### (1) 従業員等への連絡方法

設備の破損、停電、浸水等により通常使用している通信機器等が使用できない場合も考慮した上、津波警報が発令されたことや津波が発生するおそれのある状況であることを、津波襲来の切迫性も含めて従業員等へ伝達する方法

##### (2) 従業員等の安全確保等に係る対応

地盤の液状化、構造物の破損、収容人員等を考慮した従業員等の避難経路、避難場所、避難方法等

##### (3) 施設の緊急停止の方法、手順等

ア 設備の破損、停電、浸水が発生した場合の対応

イ 津波襲来までの時間に応じた対応

ウ 施設の緊急停止に伴い危険物を取り扱う装置等での異常反応や圧力上昇等により火災流出等の事故が発生することがないように、施設における危険物の貯蔵・取扱いの工程（プロセス）に応じた対応

エ 緊急停止に係る設備機能が作動しない又は操作できない場合の対応

##### (4) 施設の緊急停止等の実施体制

ア 緊急停止等に対応できる時間が限られていることを考慮した、短時間で効果的に行うための判断基準、権限及び従業員の役割

イ 夜間や休日など、従業員等の少ない時間帯における実施体制

- (5) 従業員への教育及び訓練
  - (1) から (4) までについての従業員への教育及び定期的な訓練
- (6) 入構者に対する周知
  - 従業員以外の入構者に対する避難に係る事項の周知

### 3 その他

大規模地震対策特別措置法（昭和53年法律第73号）第3条第1項の規定により地震防災対策強化地域として指定された地域、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成14年法律第92号）第3条第1項の規定により東南海・南海地震防災対策推進地域として指定された地域又は日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成16年法律第27号）第3条第1項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域に所在する製造所等の所有者等が定める予防規程についても、2の内容について改めて確認を行うとともに、必要に応じて予防規程の変更について検討すること。

## 第2 屋外タンク貯蔵所に係る津波対策

### 1 津波被害シミュレーションの実施

津波による屋外貯蔵タンクの被害形態は、津波浸水深、タンクの自重、タンクの内径、貯蔵危険物の重量等の状況により異なることから、屋外タンク貯蔵所の所有者等は、それぞれの状況を踏まえ具体的な被害予測を行った上で、屋外タンク貯蔵所の津波対策に関する事項について予防規程に定める必要があること。この被害予測の実施に当たっては、消防庁ホームページにおいて提供している屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールを活用すること。当該ツールの使用方法については、「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールの提供について」（平成24年8月1日付け消防危第184号）の別添「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツールに係る利用マニュアル」を参照すること。

### 2 予防規程に盛り込むべき事項

東日本大震災による屋外タンク貯蔵所の被害事例を分析した結果、タンク底板から3メートル以上の津波浸水被害を受けた屋外貯蔵タンクの付属配管の多くが破損したことが明らかとなったことから、予防規程には第1、2の内容に加え、以下の項目を盛り込むこと。

#### (1) 特定屋外タンク貯蔵所

津波により特定屋外貯蔵タンクの付属配管が破損した場合は、タンク内に貯蔵された危険物が配管の破損箇所から流出するおそれが高いことから、タンク底板から3メートル以上の津波浸水が想定された特定屋外貯蔵タンクにあっては、配管を通じた当該タンクからの危険物の流出を防止する措置について予防規程に定める必要があること。

当該措置については、以下のいずれかによることが適当である。

ア 津波が到達する時間及び従業員等の避難を考慮した上で、休日・夜間を問わずに従業員がタンク元弁を手動で閉止できる体制を構築すること。この場合においては、従業員等への連絡方法、弁の閉止作業に伴う他の施設への影響及び弁の閉止に要する時間等について具体的な検討が必要であること。

イ 配管とタンクとの結合部分の直近に予備動力源が確保された遠隔操作によって閉鎖する機能を有する弁（緊急遮断弁等）を設置すること。この場合においては、従業員等への連絡方法、弁の閉止作業に伴う他の施設への影響及び弁の閉止に要する時間等について具体的な検討が必要であるとともに、地震時における予備動力源の信頼性について十分な検討が必要であること。

なお、配管とタンクとの結合部分の直近にタンク内の危険物が配管に逆流することを防止する弁（逆流弁）が設けられている場合や、屋外貯蔵タンクの屋根上から危険物の受入れ及び払出しを行う等配管が最高液面高さよりも上部に設けられている場合のように、津波により配管が破損した場合においても、タンクに貯蔵された危険物が当該破損箇所から流出するおそれがない場合については、ア及びイの対策は不要であること。

また、津波浸水の想定がタンク底板から3メートル未満となる特定屋外貯蔵タンクにあっては、津波により配管が破損するおそれが低いことから、危険物の流出を最小限にとどめることは必要であるものの、原則として上記ア及びイの対策までは要しないものであること。

#### (2) 特定屋外タンク貯蔵所以外の屋外タンク貯蔵所

容量が千キロリットル未満の屋外貯蔵タンクにあっては、津波によりタンク本体が移動等の被害を受けるおそれが高いことから、所有者等は、津波被害シミュレーションの結果を踏まえ、可能な限り危険物の流出を最小限にとどめるための具体的な対策について検証を行い、予防規程に定めること。

## 昭和五十一年自治省令第十七号 石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令

(防災規程)

第二十六条 法第十八条第一項の防災規程には、次に掲げる事項を定めなければならない。

- 一 防災管理者、副防災管理者及び防災要員の職務に関すること。
- 二 防災管理者、副防災管理者又は防災要員が、旅行又は疾病その他の事故のためその職務を行うことができない場合に

その職務を代行する者に関すること。

- 三 防災要員の配置及び防災資機材等の備付けに関すること。
  - 四 自衛防災組織の編成に関すること。
  - 五 防災要員に対する防災教育の実施に関すること。
  - 六 自衛防災組織の防災訓練の実施に関すること。
  - 七 防災のための施設、設備又は資機材等の整備状況及び整備計画に関すること。
  - 八 特定防災施設等及び防災資機材等の点検に関すること。
  - 九 出火、石油等の漏えいその他の異常な現象が発生した場合における特定事業所の事業実施の統括管理者による消防機関への通報に関すること。
  - 十 災害が発生し、又は発生するおそれがある場合における自衛防災組織の防災活動に関すること。
  - 十一 特定事業所の主要な施設又は設備を明示した書類又は図面の整備に関すること。
  - 十二 防災に関する業務を行う者の職務及び組織に関すること。
  - 十三 災害の現場において市町村長（特別区の存する区域においては、都知事。）又はその委任を受けた市町村（特別区の存する区域においては、都。）の職員から特定事業所の事業実施の統括管理者に対し要求があつた場合における情報提供が適切に行われるための体制に関すること。
  - 十四 防災規程に違反した防災管理者、副防災管理者又は防災要員に対する措置に関すること。
  - 十五 前各号に掲げるもののほか、特定事業所における災害の発生又は拡大の防止のため自衛防災組織が行うべき業務に関し必要な事項
- 2 特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な自衛防災組織の業務（以下「自衛防災業務」という。）の一部が当該特定事業所の所在する特別防災区域の特定事業者以外の者に委託されている場合においては、当該特定事業所の防災規程に、前項各号に掲げる事項のほか、当該自衛防災業務の受託者の氏名及び住所（法人にあつては、名称及び主たる事務所の所在地）並びに当該受託者の行う自衛防災業務の範囲及び実施方法を定めなければならない。
  - 3 大規模地震対策特別措置法（昭和三十二年法律第七十三号）第三条第一項の規定により地震防災対策強化地域として指定された地域（以下「強化地域」という。）に所在する特定事業所（同法第六条第一項に規定する者が設置するものを除く。次項において同じ。）の防災規程には、第一項各号に掲げる事項のほか、次に掲げる事項を定めなければならない。
    - 一 大規模地震対策特別措置法第二条第三号に規定する地震予知情報及び同条第十三号に規定する警戒宣言（以下「警戒宣言」という。）の伝達に関すること。
    - 二 警戒宣言が発せられた場合における避難に関すること。
    - 三 警戒宣言が発せられた場合における防災のための施設、設備又は資機材等の整備及び点検その他地震による被害の発生の防止又は軽減を図るための応急対策に関すること。
    - 四 大規模な地震に係る防災訓練の実施に関すること。
    - 五 大規模な地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること。
  - 4 強化地域の指定の際現に当該地域に所在する特定事業所の防災規程については、当該指定のあつた日から六月以内に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。
  - 5 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十四年法律第九十二号）第三条第一項の規定により南海トラフ地震防災対策推進地域として指定された地域（次項において「推進地域」という。）に所在する特定事業所（同法第五条第一項に規定する者が設置するものを除き、同法第二条第二項に規定する南海トラフ地震（以下「南海トラフ地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第四条第一項に規定する南海トラフ地震防災対策推進基本計画で定める者が設置するものに限る。次項において同じ。）の防災規程には、第一項各号に掲げる事項のほか、次に掲げる事項を定めなければならない。
    - 一 南海トラフ地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
    - 二 南海トラフ地震に係る防災訓練の実施に関すること。
    - 三 南海トラフ地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること。
  - 6 推進地域の指定の際現に当該地域に所在する特定事業所の防災規程については、当該指定のあつた日から六月以内に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。
  - 7 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成十六年法律第二十七号）第三条第一項の規定により日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定された地域（次項において「推進地域」という。）に所在する特定事業所（同法第六条第一項に規定する者が設置するものを除き、同法第二条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震（以下「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震」という。）に伴い発生する津波に係る地震防災対策を講ずべき者として同法第五条第一項に規定する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進基本計画で定める者が設置するものに限る。次項において同じ。）の防災規程には、第一項各号に掲げる事項のほか、次に掲げる事項を定めなければならない。
    - 一 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること。
    - 二 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練の実施に関すること。

三 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること。

8 推進地域の指定の際現に当該地域に所在する特定事業所の防災規程については、当該指定のあつた日から六月以内に、前項各号に掲げる事項を定めるものとする。

9 法第十八条第一項の規定による届出は、当該防災規程を定め、又はこれを変更した日から七日以内に、様式第七による届出書によつてしなければならない。

(共同防災規程)

第二十八条 法第十九条第二項の共同防災規程には、次に掲げる事項を定めなければならない。

一 共同防災組織を指揮し、監督する者の職務に関すること。

二 防災要員の職務に関すること。

三 共同防災組織を指揮し、監督する者又は防災要員が旅行又は疾病その他の事故のためその職務を行うことができない場合にその職務を代行する者に関すること。

四 防災要員の配置及び防災資機材等の備付けに関すること。

五 共同防災組織の編成に関すること。

六 防災要員に対する防災教育の実施に関すること。

七 共同防災組織の防災訓練の実施に関すること。

八 共同防災組織及び構成事業所の防災のための施設、設備又は資機材等の整備状況及び整備計画に関すること。

九 防災資機材等の点検に関すること。

十 災害が発生し、又は発生するおそれがある場合における共同防災組織の防災活動に関すること。

十一 構成事業所の各施設地区内の主要な施設又は設備を明示した書類又は図面の整備に関すること。

十二 共同防災組織とその構成事業所の自衛防災組織との防災活動に関する連絡調整等の関係に関すること。

十三 構成事業所の防災に関する業務を行う者の職務及び組織に関すること。

十四 共同防災規程に違反した防災要員に対する措置に関すること。

十五 前各号に掲げるもののほか、共同防災組織が行うべき業務並びに防災要員及び防災資機材等に関し必要な事項

2 共同防災組織を設置している特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な当該共同防災組織の業務（以下「共同防災業務」という。）の全部又は一部が当該特定事業所の所在する特別防災区域の特定事業者以外の者に委託されている場合においては、当該共同防災組織に係る共同防災規程に、前項各号に掲げる事項のほか、当該共同防災業務の受託者の氏名及び住所（法人にあつては、名称及び主たる事務所の所在地）並びに当該受託者の行う共同防災業務の範囲及び実施方法を定めなければならない。

## 消防特第 63 号平成 24 年 3 月 30 日 特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について

東日本大震災では、石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所において、危険物施設等の火災、漏えい、破損等が発生し、また、特定防災施設等及び防災資機材等の破損や流失等が生じました。特定防災施設等及び防災資機材等は特定事業所内の火災、漏えい等の災害の拡大防止のため備え付けられているものであり、地震又は津波が発生した後においても、その機能の維持が求められるものです。

消防庁では、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会」を開催し、東日本大震災による特定防災施設等及び防災資機材等の被害状況を調査し、地震対策及び津波対策について検討を行いました。検討結果を踏まえ、特定防災施設等及び防災資機材等の地震対策及び津波対策について下記のとおり取りまとめましたので、貴職におかれましては、このことに留意され、特定事業者に対し、特定防災施設等及び防災資機材等の地震対策及び津波対策の充実が図られるよう適切な御指導をお願いするとともに、貴道府県内の関係市町村に対してもこの旨周知されるようお願いいたします。

なお、本通知は、消防組織法（昭和 22 年法律第 226 号）第 37 条の規定に基づく助言として発出するものであることを申し添えます。

### 記

#### 第 1 地震対策及び津波対策に関する事項

##### 1 地震対策の基本的な考え方

地震対策については、2つのレベルの地震の想定に対し、それぞれ次に掲げる措置を講ずること。

###### (1) 発生頻度の高い地震

発生頻度が高い地震に対しては、特定防災施設等、防災資機材等及び特定通路等の防災活動上重要な通路（以下「施設・資機材等」という。）の機能が維持されること。ただし、あらかじめ応急措置を準備しておき、当該応急措置により直ちに機能を回復できるのであれば、軽微な損傷の発生はさしつかえないこと。

###### (2) 甚大な被害をもたらす発生頻度が低い地震

甚大な被害をもたらす発生頻度が低い地震に対しては、機能が維持されなくてもやむを得ないが、地震後も継続して危険物等の貯蔵等が行われることとなることから、応急措置又は代替措置により、被害が発生する前と同程度の機能を速やかに回復することができるように、機能回復のための計画を策定しておくこと。

## 2 津波対策の基本的な考え方

津波対策については、災害対策基本法（昭和36年11月15日法律第223号）第2条第8号に規定する防災基本計画「第3編 津波災害対策編」に示されている2つのレベルの津波の想定に対し、それぞれ次に掲げる措置を講ずること。

### (1) 最大クラスの津波に比べ発生頻度が高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波

「最大クラスの津波に比べ発生頻度が高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」に対しては、大津波警報、津波警報及び津波注意報が解除され、瓦礫や汚泥等が除去され特定事業所内に入ることが可能となった後、施設・資機材等を直ちに復旧できるようにするために、施設・設備等の浸水対策を講ずるとともに、応急措置の準備をしておくこと。

### (2) 発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波

「発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波」に対しては、応急措置又は代替措置により、速やかに被害が発生する前と同程度の機能を回復することができるように機能回復のための計画を策定しておくこと。

## 3 施設・資機材等別の対策例

施設・資機材等別の地震対策及び津波対策の具体的対策例を別紙に示す。

## 第2 地震対策及び津波対策の実施に関する事項

### 1 被害発生の評価に用いる地震及び津波

特定事業者は、施設・資機材等の被害発生の評価に際して、中央防災会議及び地震調査研究推進本部の資料や防災計画等を参考に、特定事業所の施設・資機材等に係る被害発生の評価に用いる地震及び津波を「第1 地震対策及び津波対策に関する事項」の地震及び津波の区分ごとに抽出すること。

なお、石油コンビナート等防災本部において、各石油コンビナート等特別防災区域の実態を踏まえ、特定事業者が抽出した施設・資機材等に係る被害発生の評価に用いる地震及び津波を統一することが望まれるものであること。

### 2 地震及び津波による施設・資機材等の被害発生の評価

特定事業者は、特定事業所において講じられている各種地震対策及び津波対策を考慮の上、「1 被害発生の評価に用いる地震及び津波」で抽出された地震及び津波について、地震にあつては地震動（震度）、津波にあつては浸水深（地盤面からの津波高さ）を用いて、特定事業所に設置されている施設・資機材等に係る被害発生の評価を行うこと。

### 3 地震対策及び津波対策の実施

特定事業者は、特定事業所に設置されている施設・資機材等について、「2 地震及び津波による施設・資機材等の被害発生の評価」の結果を踏まえ「第1 地震対策及び津波対策に関する事項」に従い地震対策及び津波対策を実施すること。

### 4 被害発生の評価並びに地震対策及び津波対策の実施の確認

特定事業者において施設・資機材等に係る被害発生の評価が行われ、この結果を踏まえて地震対策及び津波対策が実施されていることについて、消防機関が立入検査等の機会を活用し確認することが望まれるものであること。

## 第3 応急措置等実施時の留意事項

地震又は津波により生じた施設・資機材等の機能を回復するための応急措置や流出油等防止堤内滞水の排水作業等を行う際は、火災や漏えい等の災害発生危険性を考慮しつつ、応急措置等を行う者の安全を最優先し措置等を実施すること。

## 第4 評価結果と異なる被害発生への対応

「第2 地震対策及び津波対策の実施に関する事項」により、被害発生の評価を行い、被害が発生しない評価結果となった場合においても、評価結果と異なり被害が発生することも考えられることから、応急措置又は代替措置により、施設・資機材等の機能を速やかに回復することができるように機能回復のための計画を策定することが望まれるものであること。

別紙

### 施設・資機材等の地震対策及び津波対策例

#### 1 応急措置等

##### (1) 流出油等防止堤

土嚢等の応急措置用資機材を事前に準備する。

##### (2) 消火用屋外給水施設



配管の環状化や水源の複数化等による被害の局限化を図ることを検討するとともに補修バンドや当て板等の応急措置用資機材を事前に準備する。加圧送水設備等の電気系統が浸水するおそれがある場合には、加圧送水設備等の高台設置等の浸水防止や電気系統の防水化等を実施する。

(3) 非常通報設備

ア 停電

停電が発生するおそれがある場合には、非常電源設備等や電源を内蔵した可搬式設備等を設置する。

イ 回線断線

通信回線等断線のおそれがある場合には、無線設備を設置する。

ウ 通信回線輻輳

通信回線が輻輳するおそれがある場合には、消防機関との直通回線、災害時優先電話や無線設備を設置する。

エ 浸水

浸水するおそれのある場合には、設備の高所設置、設備の防水化、可搬式の設備を用意し移動させる。なお、可搬式設備の持ち出しを行う際には、従業員の安全を最優先し、設備の持ち出し方法等について特定事業者において事前に定めておく。

(4) 特定通路等の防災活動上重要な通路

迂回可能な通路配置とするとともに、鉄板や砕石等の応急措置用資機材を事前に準備する。応急措置計画は、重機や人員等の調達方法、津波による堆積物の除去方法を事前に検討し定めておく。

(5) 消防自動車及びその他の防災資機材等

浸水がない場所を保管場所とする、若しくは保管場所を高くする。または、津波警報等発令時に高所へ移動させる方法等について定めておく。

(6) オイルフェンス

通常時の使用を優先考慮し、保管場所を津波による影響の少ない場所とすることが可能であるか検討し、可能な場合は保管場所を移動する。

2 代替措置

(1) 消火用屋外給水施設

消防車両等を用いた代替方を定めておく。

(2) 消防自動車及びその他の防災資機材等

他の地域の自衛防災組織等と任意で設置している消防自動車等の貸与や応援について、事前に協定を締結する等の代替車両等の調達方法について定めておく。

(3) オイルフェンス

オイルフェンスが破損し不足した場合の調達等の方法について計画を定めておく。

(4) オイルフェンス展張船、油回収船等

代替とすることができる船舶の確保について定めておく。

(5) 特定通路等の防災活動上重要な通路

準備した応急措置用資機材等が不足した場合に備え、調達方法について定めておく。

## 消防特第 221 号平成 26 年 10 月 23 日「防災規程及び共同防災規程の作成指針と概説等について」の一部改正について

特定事業所が作成する防災規程及び共同防災規程については、「防災規程及び共同防災規程の作成指針と概説等について」（平成 19 年 3 月 20 日付け消防特第 34 号、以下「第 34 号通知」という。）を参考とし指導いただいているところで

す。今般、石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令の一部を改正する省令（平成 26 年総務省令第 79 号）が平成 26 年 10 月 14 日に公布され、災害の現場において市町村長（特別区の存する区域においては、都知事。）又はその委任を受けた市町村（特別区の存する区域においては、都。）の職員から特定事業所の事業実施の統括管理者に対し要求があった場合における情報提供が適切に行われるための体制に関することが、防災規程に定めなければならない事項として新たに追加されたことにより、下記のとおり第 34 号通知の一部を修正しました。

また、併せて、「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成 24 年 3 月 30 日付け消防特第 63 号）や「異常現象の発生時における迅速な通報の確保について」（平成 24 年 3 月 30 日付け消防特第 62 号）等、第 34 号通知以降に発出した通知等（以下「既発の通知等」という。）を踏まえた見直しを行いました。

各都道府県消防防災主管部長におかれましては、貴都道府県内の市町村（消防の事務を処理する一部事務組合等を含む。）に対しても、この旨周知していただきますようお願いいたします。

なお、本通知は、消防組織法（昭和 22 年法律第 226 号）第 37 条の規定に基づく助言として発出するものであることを申し添えます。

記

- 1 今般の省令改正により防災規程に定めなければならない事項として新たに追加された事項について
 

災害の現場において市町村長（特別区の存する区域においては、都知事。）又はその委任を受けた市町村（特別区の存する区域においては、都。）の職員から特定事業所の事業実施の統括管理者に対し要求があった場合における情報提供が適切に行われるための体制に関することについて、「防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを自衛防災組織に備え付ける場合）」及び「防災規程作成指針及び概説」に新たに「第8章 災害の現場における情報提供」を追加したこと（別紙1及び別紙3）。
- 2 既発の通知等を踏まえた見直しについて
  - (1) 特定防災施設等及び防災資機材等の地震対策、津波対策の推進について
 

「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成24年3月30日付け消防特第63号）等に規定する特定防災施設等及び防災資機材等の応急対策等に関することについて、「防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを自衛防災組織に備え付ける場合）」、「共同防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを備え付けるために設置した共同防災組織の場合）」、「防災規程作成指針及び概説」及び「共同防災規程作成指針及び概説」の「第4章 防災のための施設、設備、資機材等の整備」に、新たに追加したこと（別紙1、別紙2、別紙3及び別紙4）。
  - (2) 異常現象の発生時における迅速な通報の確保等について
 

「異常現象の発生時における迅速な通報の確保について」（平成24年3月30日付け消防特第62号）に規定する異常現象の迅速な通報確保の方策を踏まえ、「防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを自衛防災組織に備え付ける場合）」及び「防災規程作成指針及び概説」の「第7章 異常現象に対する措置」の内容の見直しを行ったこと（別紙1及び別紙3）。
  - (3) 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の改正等に伴う文言の修正について
 

東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の一部を改正する法律（平成25年法律第87号）の施行により「東南海・南海地震」が「南海トラフ地震」に改められたこと等を踏まえ、「防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを自衛防災組織に備え付ける場合）」及び「防災規程作成指針及び概説」の文言の修正等を行ったこと（別紙1及び別紙3）。

別紙1

防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを自衛防災組織に備え付ける場合）

<p>防災規程作成指針 第1章 総則 1 目的 石油コンビナート等災害防止法（以下「法」という。）第18条第1項の規定に基づき、〇〇事業所（以下「事業所」という。）の自衛防災組織が行うべき業務に関して必要な事項を定め、災害の発生又は拡大の防止を図ることを目的とすること。 2 用語の定義 用語の定義は、法、消防法、高圧ガス保安法等及び事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めること。 3 適用範囲 防災規程は、合同事業所等を含めた事業所全域及び当該事業所に勤務する者、出入りする関係者等すべてに適用されることを明確にすること。 4 遵守義務 防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）、防災要員及び防災要員を補助する要員（以下「防災要員等」という。）は、この規程を遵守するとともに、事業所に勤務する者、出入りする関係者等にも周知させるよう定めること。 5 他規程との関係 この規程のほか、事業所において火災、その他の災害を防止するため、他の法令の規定により定められた規程があ</p>	<p>防災規程作成指針の概説 第1章 総則 1 目的 特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な業務について、その基準を定めておくことにより、平常時においては災害の発生を防止し、また災害が発生した場合に被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるようにしておくためである。 2 用語の定義 法、消防法、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法並びに事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めることができる。 3 適用範囲 一の事業所は、業務効率等により分社化、事業提携等が進められている場合であっても、一体的に事業活動が行われている施設の総体によって認定すべきである。このことから、非常時における緊急停止権その他の緊急措置権が主たる事業者に一元的に帰属されている合同事業所においても適用範囲となるものである。 4 遵守義務□ 規程適用の人的対象は、主として法で定める防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）、防災要員及び防災要員を補助する要員であるが、事業所内の災害に対して一体的に活動する必要があるため、事業所</p>
---	--

<p>り、内容が網羅されている場合は、これを準用できるものとする。</p> <p>6 細則への委任 この規程の実施に関して、必要な細則を定め委任することができる。</p> <p>7 規程の改廃等 この規程及びこれに基づく準用規定並びに細則の制定及び改廃を行うときは、次の者を参画させるよう定めること。</p> <p>(1) 防災管理者 (2) 副防災管理者 (3) 防火管理者 (4) 防災要員のうちから特定事業者が予め指名する者 (5) 危険物保安監督者のうちから特定事業者が予め指名する者 (6) その他、特定事業者が予め指名する者</p>	<p>内に勤務する者、出入りする関係者等すべてに対しても周知させるよう努めるものとする。</p> <p>5 他規程との関係 事業所の防災管理に関して、別に規程等の定めがある場合は、関係事項について内容を明示することによって、本規程の運用上これを準用できる。</p> <p>6 細則への委任 本規程の実施にあたり具体的計画等が必要な場合、細則を定めて実施要領等を明確にするものとする。</p> <p>7 規程の改廃等□ 防災規程は、事業所の実態及び社会情勢等を踏まえて見直しをすることが必要である。適用範囲が事業所内外の関係者に及ぶこと等、その性格上、関係者の意見を尊重する必要があると考えられる。このことから、規程の改廃のみならず、実務上必要となる準用規定並びに細則についても改正等に当たって参画すべき者を予め定め、実施の円滑と実行を期そうとするものである。</p> <p>なお、具体的作成に当たっては、各事業所の実態に応じて参画者を定めることが適当である。</p>
<p>第2章 自衛防災組織</p> <p>1 自衛防災組織の組織等</p> <p>(1) 自衛防災組織の名称 自衛防災組織の名称を定めること。</p> <p>(2) 自衛防災組織の編成 防災に関する業務を行う者の組織は、消防法第12条の7に規定する危険物保安統括管理者、高圧ガス保安法第27条の2に規定する高圧ガス製造保安統括者、労働安全衛生法第10条に規定する統括安全衛生管理者及び他法令の規定による防災に関する者を含めることとし、事業所における総合的なものとして定め、組織内における各々の業務内容を含めた責任体制を、組織図、編成表等により明確にすること。</p> <p>(3) 共同防災組織等との関係 共同防災組織を設置している場合は、共同防災組織及び関係事業所等との関係を明確にすること。</p> <p>(4) 自衛防災組織の強化 特定事業者の指導監督責任を明確にするとともに、自衛防災組織を強化するための規定を定めること。</p> <p>2 防災資機材等及び防災要員等の配置</p> <p>(1) 防災資機材等 防災資機材等は、災害が発生した場合、迅速かつ確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等で明示すること。</p> <p>(2) 防災要員 防災要員は、非常時に直ちに有効な防災活動が実施できる者を配置できるよう定めること。</p> <p>(3) 防災要員を補助する要員 防災要員で迅速かつ確に移動及び設定を行うことが困難な場合は、防災要員を補助する要員を配置できるよう定めること。</p> <p>3 自衛防災組織の業務の外部委託 自衛防災組織の業務の一部を外部委託する場合、次のことを明確にすること。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること（法人にあつ</p>	<p>第2章 自衛防災組織</p> <p>1 自衛防災組織の組織等</p> <p>(1) 自衛防災組織の名称 自衛防災組織には、災害活動時における指揮運営の必要性から、必ず名称を定めること。</p> <p>(2) 自衛防災組織の編成 組織編成は、組織図又は編成表で具体的なものとし、防災管理者等の氏名、所属、勤務方法、引継交替要領及び防災資機材等の種類、数量、配置場所等を記入するものとする。</p> <p>また、他法令の規程により保安業務を行う者は、関係法令により各種の資格を有して保安業務（消防法の消防計画に基づく自衛消防組織、予防規程に基づく予防管理組織及び高圧ガス保安法に基づく保安管理組織等）を行っていることから、防災という同一目的を遂行するため、協力関係及び各々の業務内容を定めるものとする。</p> <p>(3) 共同防災組織等との関係 共同防災組織を設置している場合は、自衛防災組織と共同防災組織及び本社、協力会社との関係は、災害が発生した場合に、有機的な連携が図れるよう組織図等で表し明確にしておく必要がある。</p> <p>(4) 自衛防災組織の強化 特定事業者は、特定事業所の防災責任と自衛防災組織を強化するための指導監督責任を有している。このことから、定期的に防災管理者等の意見を聞くことや視察を行うこと等、具体的な方策を明記した規程を定めるものとする。</p> <p>2 防災資機材等及び防災要員等の配置</p> <p>(1) 防災資機材等 防災資機材等（大型化学消防車等の消防車両、大容量泡放水砲及び大容量泡放水砲用防災資機材等（以下「大容量泡放水砲等」という。）、大容量泡放水砲用泡消火薬剤、資機材を移動・設置及びホースを展張するために必要な資機材、オイルフェンス、オイルフェンス展張船、油回収船、泡消火薬剤、可搬式放水銃、耐熱服並びに空気呼吸器</p>

<p>ては、名称及び事務所の所在地)</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること</p> <p>① 委託業務の具体的な内容</p> <p>② 自衛防災組織と委託を受けて自衛防災組織の業務に従事する者（以下「受託者」という。）の関係および連携要領</p> <p>③ 受託者の業務の実施要領</p> <p>ア 平常時の場合</p> <p>イ 災害発生時の場合</p> <p>④ 受託者に対する教育・訓練の実施に関すること</p> <p>ア 教育・訓練の意義と責任について</p> <p>イ 教育・訓練計画の作成について</p>	<p>等）は、災害に即応できるよう配置するとともに、配置図等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 防災要員</p> <p>防災要員にあっても、災害に即応できる者を配置するとともに、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>(3) 防災要員を補助する要員</p> <p>防災要員を補助する要員にあっても、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>3 自衛防災組織の業務の外部委託</p> <p>自衛防災組織の業務の一部を外部委託する場合は、受託者の契約範囲を再確認するとともに、契約範囲の漏れを防止し、受託者の業務を明確にして防災業務の適切な実施を確保する必要がある。</p> <p>また、複数の受託者や再委託者がいる場合は、受託者の業務並びに再委託の内容についても明確にする必要がある。</p> <p>消防機関においては、委託の状況を的確に把握し、特定事業所における防災業務の実施に対して適切な指導を行うためにも、必要事項を記載させる必要がある。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること</p> <p>個人、法人及び再委託者が複数いる場合には、別紙等を作成し氏名及び住所等を明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること</p> <p>委託業務の内容については、受託者の業務の具体的な内容を明確にするとともに、当該受託者が委託者の指示、指揮命令の下に連携して自衛防災組織の業務を実施するよう定めること。</p> <p>また、受託者の平常時と災害発生時の業務内容及び教育・訓練についても明確に定めること。</p>
<p>第3章 防災管理者等の職務</p> <p>1 防災管理者等の職務</p> <p>(1) 防災管理者の職務</p> <p>事業所全般の防災に関する事項を統括し、防災上必要な事項の決定、指示、措置等を行うとともに、防災要員等を指揮監督する等の必要な職務を定めること。</p> <p>(2) 副防災管理者の職務</p> <p>防災管理者を補佐する必要な職務を定めること。また、防災管理者不在の場合、事業所内に常駐してその職務を代行すべき事を明確にすること。</p> <p>(3) 防災要員等の職務</p> <p>防災管理者、副防災管理者の指揮命令を忠実に遵守すると共に防災要員を補助する要員及び事業所内の職員等と協力し、災害の発生又は拡大防止を行うための職務を定めること。</p> <p>また、指揮者を必要とする場合は指揮者、大容量泡放水砲等を用いて行う防災活動を統括する者（以下「統括者」という。）を指定し、その者に防災要員等を指揮監督させる規定を定めること。</p> <p>2 防災管理者等の代行</p> <p>防災管理者、副防災管理者、指揮者である防災要員、統括者及び指揮者以外の防災要員が、何らかの理由によりその職務を行うことができない場合について、その職務代行者を予め指名するとともに、その者に対する権限委譲規定を定めること。</p>	<p>第3章 防災管理者等の職務</p> <p>1 防災管理者等の職務</p> <p>(1) 防災管理者の職務</p> <p>防災管理者は、当該特定事業所における実務上の防災責務を、特定事業者から選任された実行者であり、事業所内の設備の緊急停止、緊急措置等に必要な決定、指示、措置等を行うものである。このことから、事業所全体を統括管理できる者すなわち所長、工場長等の職にあるものとする。</p> <p>(2) 副防災管理者の職務</p> <p>副防災管理者は、防災管理者の補佐及び防災管理者が不在の際にその職務を代行するものであり、第1種事業所において選任されなければならない。防災管理者の代行となることから、事業所全体の防災業務を統括しうる立場と能力を有する者が選任される必要がある。すなわち、事業所全体の設備に係る緊急停止権、緊急措置権等を有する必要がある。</p> <p>また、副防災管理者が同一勤務時間内に複数名指定されている場合は、副防災管理者の優先順位を定める必要がある。</p> <p>(3) 防災要員等の職務</p> <p>大型化学消防車等を用いて防災活動を行う防災要員の中から、指揮者を指定する。また、大容量泡放水砲等を用いて防災活動を行う防災要員等の中から、統括者を指定する。指定された指揮者及び統括者は、防災要員等を指揮監</p>

<p>また、補助要員を置いている場合には、同様に予め代行者の指名をすること。</p>	<p>督するとともに、事業所の防災管理者の指揮のもとで防災活動を行う。</p> <p>また、防災要員等の具体的な職務として次の事項を定める必要がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 特定防災施設等の点検</li> <li>② 防災資機材等の点検</li> <li>③ 初期消火活動及び防災資機材を活用した防災活動</li> <li>④ その他事業所内における火気取扱い等一般予防業務</li> </ol> <p>また、防災要員等は、非常時に直ちに有効な消防活動を実施しうる能力及び体制を有する者である。そのため、次の要件を満たす必要がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 災害の応急措置に関して必要な知識・技能及び体力を有すること。</li> <li>② 設備等の緊急措置に係る要員でないこと。</li> <li>③ 事業所内の設備の位置、消防設備等の配置、使用方法及び通路の状況に精通していること。</li> <li>④ おおむね 10 分以内に災害現場に到着できる体制にあること。</li> </ol> <p>上記の事項の他、指揮者及び機関員以外の防災要員等は、通常業務と兼任することが可能であるが、通常の業務を特別な作業を経ることなく中止することが可能な者とする。</p> <p>なお、指揮者、機関員以外の防災要員等であっても、防災上直ちに行動を取る必要があるため、防災資機材等の常置場所から概ね 1km 程度の範囲に居ることが望ましい。</p> <p>2 防災管理者等の代行</p> <p>防災管理者、副防災管理者及び防災要員の代行者については、昼夜、休日等ごとに具体的に定め、欠員が生じないようにすること。</p> <p>また、代行者を指定するに当たり次の事項について留意すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 第 1 種事業所の防災管理者の代行は、副防災管理者が行うとともに、権限委譲について定めること。</li> <li>(2) 副防災管理者の代行は、予め指名した別の副防災管理者が行うものとする。</li> <li>(3) 指揮者、統括者、機関員及び防災要員の代行は、予め指名した防災要員とする。ただし、指揮者、機関員となる防災要員が常時専従であることに配慮する必要がある。また、補助要員を置いている場合には、予め代行者の指名を定める必要がある。</li> <li>(4) 第 2 種事業所においても相当量の石油等その他毒劇物等の物質を扱っているため、災害が発生した場合に、特別防災区域内の事業所間で相互に影響を及ぼすことが考えられる。このため、防災管理者不在時の職務代行者を予め指名しておくことが望ましい。</li> </ol>
<p>第 4 章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 特定防災施設等と防災資機材等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は、各施設・資機材について、その種類ごとに整備状況及び整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災のための施設等</p> <p>事業所に設置されている特定防災施設等及び防災資機材等以外の施設、設備、資機材等についても整備状況及び整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p>	<p>第 4 章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 特定防災施設等及び防災資機材等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は、常に適切に点検し維持・管理されていることが必要である。突発的な故障を除き、法に規定されている構造等に関する基準に適合するよう予め種類ごとに整備状況、耐用年数及び使用状況を考慮した整備計画を樹立しておくよう定める必要がある。</p> <p>2 防災のための施設等</p> <p>特定事業所における防災活動は、特定防災施設、防災資</p>

<p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等  特定事業所の被害発生の評価に基づき、必要な応急対策等を定めること。</p>	<p>機材等のみによるものではないことから、これら以外の防災に関する施設、設備、資機材等を把握し整備状況及び整備計画を樹立しておくよう定める必要がある。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等  特定防災施設等及び防災資機材等は特定事業所内の火災、漏えい等の拡大防止のために備え付けているものであり、地震や津波が発生した後においても、その機能の維持が求められる。また、消火用屋外給水施設、流出防油堤等はその多くが高度成長期に整備され長期間経過しており、地震時等においてもその機能を発揮する耐災害性の確保が重要となっている。応急対策等における留意事項にあつては、「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成24年3月30日消防特第63号）、「石油コンビナート等の大規模な災害時に係る防災対策の充実強化等について」（平成25年3月28日消防特第47号）における「石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究会報告書」及び「石油コンビナート等における防災施設等の応急対策等に関する留意事項について」（平成26年3月31日消防特第49号・消防危第84号）を参考とすること。</p>
<p>第5章 特定防災施設等の点検  1 点検基準  特定防災施設等を適正に維持管理するため、特定防災施設等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること。</p> <p>(1) 点検実施責任者及び点検実施者  (2) 点検項目  (3) 点検方法  (4) 点検周期  (5) 点検結果  2 結果に基づく措置  点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p> <p>3 記録の保存  点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 特定防災施設等の工事管理  特定防災施設等の設置、改修及び補修等の工事を行う場合の必要な諸手続方法、工事中の代替措置等防災上の管理等について定めること。</p>	<p>第5章 特定防災施設等の点検  1 点検基準  特定防災施設等ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 防災管理者を点検実施責任者とし、各特定防災施設等ごとに点検実施者を定める。</p> <p>(2) 点検の項目及び方法については、石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令第15条第1項各号の点検の実施方法を定める告示により定めのあるもののほか点検基準を定め実施する。</p> <p>(3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし次により実施する。</p> <p>① 外観点検は、特定防災施設等の損傷等の有無、その他主として外観から判別できる漏洩、腐食劣化、作動、変形、損傷、脱落、異常音又は操作上障害となる物がないかどうか等を点検するものとする。</p> <p>② 機能点検は、特定防災施設等の機能について外観から又は簡易な操作により判別できる作動状況、バルブの開閉状況等について点検するものとする。</p> <p>③ 総合点検は、特定防災施設等の全部又は一部を作動させ判別できる給水量、圧力、音量等について点検するものとする。なお、機能点検及び総合点検に際しては、極力模擬火災等の消火訓練を兼ねて行い、できる限り防災要員全員が操作要領を把握するよう配慮すること。</p> <p>(4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的の実施する。</p> <p>(5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置  点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかな改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p>

	<p>3 記録の保存 点検記録は、特定防災施設等の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は防災管理者の検印を受け、3年以上保存するよう定めておく必要がある。</p> <p>4 特定防災施設等の工事管理 特定防災施設等の設置、改修等の工事を行う場合の必要な手続き方法、工事の管理方法並びに消防機関への連絡方法を定め、その機能に支障を生じることとなる場合は、緊急時における代替措置がとれるように定めておく必要がある。</p>
<p>第6章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準 防災資機材等を適正に維持管理するため、防災資機材等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること。</p> <p>(1) 点検実施責任者及び点検実施者 (2) 点検項目 (3) 点検方法 (4) 点検周期 (5) 点検結果</p> <p>2 結果に基づく措置 点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p> <p>3 記録の保存 点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置 防災資機材等の故障、整備等により使用できない場合における代替措置及び消防機関へ連絡すべき事を明確にしておくこと。</p>	<p>第6章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準 防災資機材等の種類ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 防災管理者を点検実施責任者とし、その種類ごとに点検実施者を定める。 (2) 点検の項目及び方法については、防災資機材等の種類ごとに異なることから、その種類ごとに明確な点検基準を定め実施する。 (3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし次により実施する。 ① 外観点検は、外観から判別できる漏洩、腐食劣化、変形、損傷、脱落、異常音等の点検を実施するものとする。 ② 機能点検は、防災資機材等について外観から又は簡易な操作により判別できる規格圧力での規格放水量の測定、泡消火薬剤の変質等の点検を実施するものとする。 ③ 総合点検は、防災資機材等の全部若しくは一部を使用し、総合的な点検を行う。 また、泡消火薬剤については、薬剤の物性（比重、pH、粘度、流動性、沈降性）及び安定性（発泡倍率、還元時間）等について点検を実施するものとする。 (4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的実施する。 (5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置 点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかな改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p> <p>3 記録の保存 点検記録は、防災資機材等の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は防災管理者の検印を受け、3年以上保存するものとする。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置 防災資機材等が故障、整備等により使用できない場合、原則的には代替品を準備する必要がある。ただし、他の事業所等による緊急応援態勢や他の防災資機材等の保有状況を勘案して、防災体制の確保が十分</p>

	<p>であると客観的に認められる場合はこの限りではない。この場合、隣接事業所等の自衛防災組織への出場依頼等及びこれらのことについて、期間、防災資機材等の種類、台数等を予め消防機関に連絡する必要がある。</p>
<p>第7章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害に対する通報等</p> <p>出火、石油等の漏えい、その他の異常な現象が発生した場合の消防機関への通報体制並びに共同防災組織及び関係事業所への連絡が、迅速、正確にできるよう具体的に定めること。また、通報と応急措置の役割分担が明確となっていない場合は、両方の措置を確実に実施できる体制を確保すること。</p> <p>(1) 異常現象に該当する事案を明示し、事案の発生または発生の疑いも含めて消防機関へ通報しなければならないことを定めること。</p> <p>(2) 異常現象が発見された場合に、事業実施の統括管理者から消防機関等へ通報される体制が明確に記載されていること。</p> <p>① 通報担当部署及び通報担当者を明確にすること。</p> <p>② 夜間、休日における通報担当部署及び通報担当者を明確にすること。</p> <p>③ 通報担当者が不在の場合の代行者を明確にすること。</p> <p>(3) 石油コンビナート等防災計画に沿った通報体制となっていること。</p> <p>2 防災要員等への出場指示等</p> <p>異常現象が発生し又は発生する恐れがある場合の防災要員等の出場等について定めること。</p> <p>(1) 防災要員等への出場指示の伝達方法、集合方法及び集合場所等について定めること。</p> <p>(2) 防災要員等への出場指示の担当部署を明確にして、出場が遅滞なく的確にされるよう定めること。</p> <p>(3) 防災要員等の災害出場等について遵守すべき事項を定めること。</p> <p>3 自衛防災組織の活動</p> <p>石油コンビナート等防災計画で想定される災害種別ごとに、その発生及び拡大防止のための防災活動を定めること。また、防災活動に際し、共同防災組織との指揮命令系統を明確にしておくこと。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応を定めること。</p> <p>(2) 大容量泡放水砲等を用いて防災活動を行う防災要員等の、移動準備、移動、設定、消火活動時の指揮命令系統を明確にすること。</p> <p>(3) 公設消防隊の現場到着時の対応を定めること。</p> <p>(4) 防災資機材の調達方法について定めること。</p> <p>(5) 防災資機材等が事故又は故障した場合の対応を定めること。</p> <p>4 書類等の整備</p> <p>非常の場合に直ちに活用できるように、次の各号に掲げる書類及び図面の整備並びに保管方法・場所について定めること。</p> <p>(1) 事業所の施設の配置図</p> <p>(2) 特定防災施設等の配置図、構造及び機能を明示した書類</p> <p>(3) 防災資機材等の関係書類</p> <p>(4) その他、必要な書類及び図面</p>	<p>第7章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害に対する通報等</p> <p>(1) 異常現象に該当する事案を明示して周知、徹底を図り、異常現象（疑いを含む）と認められるもの全てを直ちに通報することを定める必要がある。この場合の「疑いを含む」とは、消防機関によって二次的緊急通報の要否を客観的に判断することが必要と考えられているためである。</p> <p>(2) 異常現象の発見に伴う消防機関への通報体制及び事業所内の通報体制を具体的に定めておく必要がある。</p> <p>事業実施の統括管理者から消防機関等へ通報する体制、通報担当部署や通報担当者を定め、異常現象を発見した者は直ちに当該通報担当部署へ連絡を行い、通報担当部署から消防機関等へ通報する体制等を明確に定めるほか、消防機関に通報されるまでに事業所内でいくつかの部署を経由することにより通報が遅れることを踏まえ、発見者が直ちに消防機関へ通報する等迅速な通報が確保される体制も定める必要がある。また、夜間、休日の通報担当部署及び通報担当者並びに通報担当者が不在の場合の代行者も明確に定めておく必要がある。</p> <p>なお、異常現象と認識しているのにもかかわらず、情報収集を行った後に通報することとなっている場合は、異常現象を認識した時点で通報する体制とすること。また、従業員（協力会社の従業員を含む。）が異常現象の判断に迷うことにより通報が遅れることや、消防機関に通報されるまでに事業所内でいくつかの部署を経由することにより通報が遅れることの無いようにすること。</p> <p>この他、通報体制の構築に係る詳細については、「異常現象の発生時における迅速な通報の確保について」（平成24年3月30日消防特第62号）における別紙1「異常現象発生時における通報ガイドライン」を参考とすること。</p> <p>(3) 非常通報設備による通報要領及び関係機関への連絡系統は、石油コンビナート等防災計画に沿った通報体制とする必要がある。</p> <p>2 防災要員等への出場指示等</p> <p>(1) 事業所によっては、防災要員等が分散して就業していることもあることから、災害に即応するため、防災要員等への出場指示の伝達方法、集合方法及び集合場所等を定めておく必要がある。</p> <p>(2) 出場指示を行う担当部署を定め、出場指示の伝達が確実に行なわれ出場が遅滞なくできるよう定める必要がある。</p> <p>(3) 防災要員等が確実に災害出場するため次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>① 指揮者、統括者及びその他の防災要員等は、装置の運転状況、構内の工事状況等防災活動上必要な事項を常に把握しておくこと。</p> <p>② 機関担当の防災要員等には、防災資機材等の操作に熟達させるとともに、防災資機材等や消防車等の積載器具の整備・点検を実施させること。</p> <p>③ 防災要員等が持ち場を離れる時は、行き先を明確にしておくこと。また、行き先が長距離、長時間に及ぶ等によ</p>



<p>① 法及び関係法令で規定された届出、検査等に関する書類が整備されていること。  ア 書類・図面管理の責任者及び部署を明確にすること。  イ 異常現象発生時に公設消防隊が活用できるものとする  こと。  ② 各施設地区の配置状況図並びに石油及び高圧ガスの品名、貯蔵・取扱量等が把握されていること。</p>	<p>り、出場に支障が生じる恐れがある場合は、代行者への引継を確実にすること。  ④ 引継交替を行う場合は、勤務の引継に際し、各直の防災要員等が対面引継を行うこと。また、必要な引継事項は記録簿を作成し、確実に引継を行うこと。  3 自衛防災組織の活動  自衛防災組織の活動の中で「想定される災害種別ごとに」とあるのは、火災と流出油災害の場合では、自衛防災組織の防災活動が異なることは当然であり、各々の区分ごとに防災活動の体制を定めるものとする。  大容量泡放水砲を活用した防災活動については、「石油コンビナート等災害防止法の一部を改正する法律等の運用について」（平成18年3月23日消防特第31号）第四に基づく警防計画及び警防活動計画を作成し付属書として添付する必要がある。なお、警防計画等には、導入される大容量泡放水砲等の適合性等について確認できる資料が添付されている必要がある。  (1) 人的被害が発生した場合の対応についても定める必要がある。  (2) 大容量泡放水砲等を用いた防災活動は、複数の資機材により構成されていること及び防災活動に係わる防災要員等の人数が多くなることから、移動準備、移動、設定、消火活動時の指揮命令系統を明確に定めておく必要がある。  (3) 公設消防隊の現場到着時の報告要領及び報告内容について定める必要がある。  (4) 災害が拡大し、防災活動が長時間に及ぶ場合に備えるため、資機材の要請、運搬等の調達方法について定めるものとする。  (5) 防災資機材等が事故又は故障した場合の代替措置や対応要領を定める必要がある。  4 書類等の整備  災害が発生した場合において、被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるよう、また平素から防災要員等に徹底させておくために、必要な図面等を保管場所に備えておくよう明確に定める必要がある。</p>
<p>第8章 災害の現場における情報提供  1 情報提供の体制  災害の現場において市町村長（特別区の存する区域においては、都知事。）又はその委任を受けた市町村（特別区の存する区域においては、都。）の職員（先着消防隊等）から事業実施の統括管理者に要求があった場合に、迅速かつ適切に情報提供が行われる体制(手順を含む。)が明確に記載されていること。  (1) 情報提供担当部署及び情報提供担当者を明確にすること。  (2) 夜間、休日における情報提供担当部署及び情報提供担当者を明確にすること。  (3) 情報提供担当者が不在の場合の代行者を明確にすること。  (4) 情報提供担当部署及び情報提供担当者に迅速かつ適切に集約されるよう、事業所内の連絡体制を構築すること。</p>	<p>第8章 災害の現場における情報提供  1 情報提供の体制  災害が発生した場合、災害の拡大防止及び早期の鎮圧、さらには、二次災害防止のため、特定事業所における情報提供は必要不可欠であることから、事業所の実情に応じ、要求があった場合に情報集約する手順を定め、迅速かつ適切に先着消防隊等に必要な情報を伝える体制を具体的に構築する必要がある。情報提供者は一義的には事業実施の統括管理者であるが、情報提供が迅速かつ適切に行われることを事業実施の統括管理者が確認できる場合においては、情報提供担当者に行わせることができる。  また、夜間、休日の情報提供担当部署及び情報提供担当者並びに情報提供担当者が不在の場合の代行者も明確に定めておく必要がある。  加えて、消防隊が応急対策を行うため必要となる情報が、情報提供担当部署及び情報提供担当者にもその後も引き</p>

<p>2 情報提供の内容 前記体制にて情報提供が必要になると考えられる情報をあらかじめ定めておくことが望ましい。</p>	<p>続き迅速かつ適切に集約されるよう、事業所内の連絡体制を構築するとともに、その手順を定めること。その際、事業所内で必要以上に多くの部署を経由すること等により、情報提供担当部署及び情報提供担当者への情報集約が遅れることの無いよう留意すること。</p> <p>2 情報提供の内容 災害の現場において、消防隊が応急対策を行うため必要となる情報を事前に想定して定めておくことが望ましい。応急対策を行うため説明が必要となる情報としては次のようなものが考えられるが、その事業所の特性に応じて説明すべき情報を検討する必要がある。</p> <p>(1) 要救助者の有無、発災場所の位置や周辺施設の状況 (2) プラントの温度や圧力（通常時、発災時） (3) 取扱物質や中間生成物の情報 (4) 消防活動上配慮が必要な情報（可燃性物質・毒劇物・放射性物質等の情報、注水の可否の情報等） (5) 主な貯蔵取扱施設や防災施設の位置や概要等 (6) 有害物質の漏えいや飛散物質による外部への影響の可能性</p>
<p>第9章 防災教育 1 防災教育の実施 教育の実施責任者を定め教育計画を作成し、防災要員等に次の教育を行うよう定めること。</p> <p>(1) 防災意識の高揚 (2) 関係法令及び諸規程の周知徹底 (3) 防災資機材等の内容と取扱方法 (4) 特定防災施設等の内容と取扱方法 (5) 危険物施設等の位置、構造、設備の状況 (6) 取扱い危険物等の性質及び性状 (7) その他必要な事項</p> <p>2 記録の保存 教育記録は、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第9章 防災教育 1 防災教育の実施 特定事業所における災害の発生並びに拡大を防止するため、社会情勢に応じた事業所の防災体制の強化等防災意識の高揚を図り、関係する法令や諸規定について教育するとともに、特定防災施設等及び防災資機材等に精通させ、事業所内の危険物、高圧ガス施設等の位置、構造、設備の状況や危険物等の種類ごとに、その物性、危険性及び取扱い上の注意事項について教育を行うものとする。</p> <p>(1) 防災意識の高揚 ① 公共の安全確保の重要性 ② 防災保安に対する社会情勢 ③ 異常現象が事業所に及ぼす影響 ④ 災害事例を踏まえた教訓 ⑤ 防災体制、保安管理の強化</p> <p>(2) 関係法令及び諸規程の周知徹底 ① 関係法令等のうちの必要事項 ② 各種法令により作成される関係規程のうち必要事項</p> <p>(3) 防災資機材等の内容と取扱方法 ① 防災資機材等の種類、数量、配置場所、性能 ② 取扱手順や注意事項等</p> <p>(4) 特定防災施設等の内容と取扱方法 ① 大容量泡放水砲用屋外給水施設及び消防車用屋外給水施設の位置、構造、性能 ② 流出油等防止堤の位置、構造 ③ 取扱手順や注意事項等</p> <p>(5) 危険物施設等の位置、構造、設備の状況 ① 危険物施設の位置、構造、設備の概要 ② 高圧ガス施設の位置、構造、設備の概要 ③ 上記以外の施設等の位置、構造、設備の概要</p> <p>(6) 取扱い危険物等の性質及び性状 ① 事業所において製造、貯蔵又は取扱う危険物並びに高圧ガス等の性質 ② 漏洩、噴出、拡散、火災、爆発、装置等の破損、異常反応等に対する危険性</p> <p>(7) その他必要な事項には、事業所において必要となる教</p>

	<p>育について記載するものとする。</p> <p>2 記録の保存 実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第10章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施 訓練の実施責任者を定めて訓練計画を作成し、自衛防災組織が次の訓練を行うよう定めること。</p> <p>(1) 緊急停止・措置訓練 (2) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練 (3) 通報、連絡、参集及び出場訓練 (4) 避難訓練 (5) 上記(1)(2)(3)(4)等を複合した総合訓練 (6) 公設消防隊、共同防災組織との連携訓練 (7) その他必要な訓練</p> <p>2 記録の保存 訓練記録は、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第10章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>(1) 緊急停止・措置訓練 発災施設・機器の緊急停止操作の手順、迅速性、的確性等についての確認訓練（施設責任者の指示に基づく停止、指示の的確性、停止操作手順、操作完了確認と報告等）</p> <p>(2) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練は、次により実施する。</p> <p>① ホース延長訓練、ポンプ操法、大容量泡放水砲等の操法、放水訓練又は泡放射訓練 ② 車両の積載品取扱訓練 ③ 資機材の不調、故障時の措置訓練</p> <p>(3) 通報、連絡、参集及び出場訓練は、次により実施する。</p> <p>① 事業所内の通報訓練 ② 共同防災組織等及び関係事業所間の通報訓練 ③ 通報から出場までの訓練</p> <p>(4) 避難訓練 事業所内に勤務する者及び出入りする関係者等を避難させる訓練</p> <p>(5) 上記(1)(2)(3)(4)等を複合した総合訓練を実施すること。</p> <p>(6) 公設消防隊や共同防災組織との連携訓練を実施すること。</p> <p>(7) その他必要な訓練 防災訓練はその一部を省略し又は総合する等重点的に行っても良いが、部分訓練から順次総合訓練に移行し、習熟を図ることが望ましい。</p> <p>その他、夜間及び休日における部分訓練又は総合訓練、共同防災組織や隣接事業所あるいは関係事業所間における運転停止訓練等についても訓練実施計画を樹立し行うものとする。</p> <p>2 記録の保存 実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第11章 大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に所在する事業所 事業所の所在する位置が、大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に該当する場合には、次の事項を定めること。</p> <p>1 地震予知情報及び警戒宣言の伝達に関すること 2 警戒宣言が発せられた場合の避難に関すること 3 警戒宣言が発せられた場合の対応 4 大規模地震に係る防災訓練の実施に関すること 5 大規模な地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</p>	<p>第11章 大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に所在する事業所 大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に所在する事業所は、地震予知情報及び警戒宣言の発令等を適切に伝達、対応することにより、被害を最小限に抑えることが可能である。そのため、大規模地震に対する危機管理意識を高めるとともに、万が一、同時多発的な災害が発生した場合においても、適切な対応が取れるよう次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>なお、この章の作成にあたっては、「東海地震の地震防災対策強化地域に係る地震防災応急計画及び地震防災規程作成の手引について」（昭和54年12月21日消防庁震災対策指導室長内かん）及び「東海地震の地震防災対策強化地域に係る地震防災応急計画及び地震防災規程作成の手引の一部修正について」（平成15年12月12日消防第242号）も参考とすること。</p>

	<p>1 地震予知情報及び警戒宣言の伝達に関すること</p> <p>(1) 地震観測情報、注意情報、予知情報及び警戒宣言発令に対して受信体制・伝達方法を明確にすること。</p> <p>(2) 警戒宣言の解除及び伝達に関して定めること。</p> <p>2 警戒宣言が発せられた場合の避難に関すること</p> <p>(1) 避難に際しての組織編成及び任務を明確に定めること。</p> <p>(2) 来客等に対する避難場所の伝達について定めること。</p> <p>(3) 事業所内の集合場所について定めること。</p> <p>(4) 避難場所（避難が遅れた場合の事業所内の避難場所を含む。）及び避難方法を適正に定めること。</p> <p>(5) 避難経路図を備え付けること。</p> <p>3 警戒宣言が発せられた場合の対応</p> <p>(1) 警戒体制の構築に関して、次の事項を定めること。</p> <p>① 警戒本部の設置及び体制の整備</p> <p>② 応急対策の内容と伝達要領</p> <p>(2) 応急対策要員の動員に関して、次の事項を定めること。</p> <p>① 応急対策要員の動員方法</p> <p>② 応急対策要員の勤務方法（長期間を想定したもの）</p> <p>(3) 応急対策の実施に関すること。</p> <p>① 地震観測情報、注意情報、予知情報及び警戒宣言ごとの応急対策の内容。</p> <p>（各担当毎に、施設の整備方法、資機材の確認と点検要領、事前対策等を具体的に記述すること。）</p> <p>② 任務と責任の明確化</p> <p>(4) 応急対策後の待機及び勤務の実施に関して定めること。</p> <p>4 大規模地震に係る防災訓練の実施に関すること</p> <p>(1) 情報収集・伝達に関する訓練の実施を定めていること。</p> <p>(2) 大規模地震を想定した、同時多発的な災害への対応に関すること。</p> <p>(3) 前(1)、(2)等を複合した訓練及び共同防災組織、公設消防隊等との連携訓練</p> <p>5 大規模な地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</p> <p>(1) 教育に関して次のことを定めること。</p> <p>① 年間計画での実施回数</p> <p>② 予想される地震動等に関する知識</p> <p>③ 地震及び津波に関する一般的な知識</p> <p>④ 地震が発生した場合に具体的にとるべき行動に関する知識</p> <p>⑤ 従業員等が果たすべき役割に関する事項</p> <p>⑥ 地震防災対策として現在講じられている対策に関する知識</p> <p>⑦ 地震対策として今後取り組む必要のある課題</p> <p>(2) 広報に関して次のことを定めること。</p> <p>① 地震が発生した場合に、出火防止、協力会社の従業員等が協力して行う救助活動、自動車運行の自粛等、防災上とるべき行動に関する知識</p> <p>② 正確な情報の入手方法</p> <p>③ 防災関係機関が講ずる災害応急対策等の内容</p> <p>④ 各地域における避難対象地区に関する知識</p> <p>⑤ 各地域における避難地及び避難路に関する知識</p>
--	--

<p>第12章 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所</p> <p>1 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること</p> <p>2 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練の実施に関すること</p> <p>3 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</p>	<p>第12章 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所</p> <p>南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所は、地震に伴い発生する津波の襲撃されるが、早期に津波の発生危険を伝達し適切に避難等することにより、被害を最小限に抑えることが可能である。そのため、予め計画をたてることで、迅速・的確な行動が確保できるよう次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>なお、この章の作成にあたっては、「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法に基づく南海トラフ地震防災対策計画の作成について」（平成26年6月27日消防予第263号・消防危第177号・消防特第128号・消防災第205号）における別紙「南海トラフ地震防災規程の作成例」及び「南海トラフ地震防災対策計画及び南海トラフ地震防災規程作成の手引について」（平成26年6月27日消防災第204号）も参考とすること。</p> <p>1 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること</p> <p>(1) 事業所内に勤務する者、出入りする関係者等に対して、津波の発生危険の伝達方法を明確にすること。</p> <p>(2) 避難に際しての組織編成及び任務を明確に定めること。</p> <p>(3) 来客等に対する避難場所の伝達について定めること。</p> <p>(4) 事業所内の集合場所について定めること。</p> <p>(5) 避難場所（避難が遅れた場合の事業所内の避難場所を含む。）及び避難方法を適正に定めること。</p> <p>(6) 避難経路図を備え付けること。</p> <p>2 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練の実施に関すること</p> <p>(1) 情報収集・伝達に関する訓練の実施を定めていること。</p> <p>(2) 津波からの避難に関する訓練の実施を定めていること。</p> <p>(3) 前(1)、(2)を統合した総合訓練の実施を定めていること。</p> <p>(4) 訓練の実施回数及び地方公共団体、関係機関が実施する訓練への参加について定めていること。</p> <p>3 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</p> <p>(1) 教育に関して次のことを定めること。</p> <p>① 年間計画での実施回数</p> <p>② 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生すると予想される地震動及び津波に関する知識</p> <p>③ 地震及び津波に関する一般的な知識</p> <p>④ 地震が発生した場合に具体的にとるべき行動に関する知識</p> <p>⑤ 従業員等が果たすべき役割</p> <p>⑥ 地震防災対策として現在講じられている対策に関する</p>
--	--

	<p>知識</p> <p>⑦ 地震対策として今後取り組む必要のある課題</p> <p>(2) 広報に関して次のことを定めること。</p> <p>① 地震が発生した場合に、出火防止、協力会社の従業員等が協力して行う救助活動、自動車運行の自粛等、防災上とるべき行動に関する知識</p> <p>② 正確な情報の入手方法</p> <p>③ 防災関係機関が講ずる災害応急対策等の内容</p> <p>④ 各地域における避難対象地域に関する知識</p> <p>⑤ 各地域における避難場所及び避難経路に関する知識</p>
<p>第13章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>防災規程に違反したものに対する措置について定めること。</p> <p>(1) 違反者に対する具体的な措置が規定されていること。(防災に関する再教育・社内規程に照らした処分等)</p> <p>① 措置基準を定めていること。</p> <p>② 違反の程度により措置のランク付けがされていること。</p> <p>2 表彰</p> <p>防災業務に対しての功労が認められる者に対しての表彰について定めること。</p> <p>3 届出</p> <p>細則の制定や改廃、防災管理者、副防災管理者及び防災要員等の変更については、その都度、届出するよう明記すること。</p> <p>附則</p> <p>この防災規程は〇〇年〇〇月〇〇日から施行する。</p>	<p>第13章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>防災管理者、副防災管理者及び防災要員等が防災規程に違反した場合は、その程度により罷免、もしくは教育及び訓練を繰り返し実施する等の措置を定めること。</p> <p>2 表彰</p> <p>防災要員等及び従業員に対し、防災資機材等の改善提案又は防災活動に功労が認められた場合は表彰を行い、防災意識の高揚と防災保安の向上を図るよう定めるものとする。</p> <p>3 届出</p> <p>細則の制定や改廃、防災管理者、副防災管理者及び防災要員等の変更については、その都度、届出するよう定めること。</p>
別紙2	
共同防災規程作成指針及び概説（大容量泡放射システムを備え付けるために設置した共同防災組織の場合）	
<p>共同防災規程作成指針</p> <p>第1章 総則</p> <p>1 目的</p> <p>石油コンビナート等災害防止法（以下「法」という。）第19条第2項の規定に基づき、別表で定める事業所（以下「構成事業所」という。）で構成される共同の防災組織（以下「共同防災組織」という。）が行うべき業務について、必要な事項を定め、構成事業所における災害の発生並びに拡大の防止及び共同防災組織の効率的運用を図ることを目的とすること。</p> <p>2 用語の定義</p> <p>法、消防法、高圧ガス保安法等及び共同防災組織が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めること。</p> <p>3 適用範囲</p> <p>この規程は、構成事業所の施設及びその全域について適用されることを明記するとともに、共同防災に関する構成事業所間の契約に関連する事項も併せて明記すること。</p> <p>4 遵守義務</p> <p>構成事業所の防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）、構成事業所の従業員より選出された防災要員（以下「共同防災要員」という。）及び共同防災要員を補助する要員は、この規程を遵守するとともに、構成事業所に勤務する者、出入りする関係者等にも周知さ</p>	<p>共同防災規程作成指針の概説</p> <p>第1章 総則</p> <p>1 目的</p> <p>特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な業務について、その基準を定めておくことにより、平常時においては防災資機材に係る防災教育・訓練、日常点検や整備等の業務、また災害が発生した場合に被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を定めておくことにより、共同防災組織が行うべき業務を的確に実施することができるようにしておくためである。</p> <p>2 用語の定義</p> <p>法、消防法、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法並びに事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めることができる。</p> <p>3 適用範囲</p> <p>共同防災組織は、構成事業所が一体となって活動することで、その効果が期待されることとなる。また、共同防災要員が構成事業所内での活動を行うことから、共同防災に関する契約事項も併せて明記するものである。</p> <p>4 遵守義務</p> <p>規程適用の人的対象は、主として構成事業所の防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）、共同防災要員及び共同防災要員を補助する要員であるが、</p>

<p>せるよう定めること。</p> <p>5 他規程との関係 この規程は、構成事業所の防災規程との整合を図ること。</p> <p>6 細則への委任 この規程の実施に関して、必要な細則を定め委任することができること。</p> <p>7 規程の改廃等 この規程及びこれに基づく準用規定並びに細則の制定及び改廃を行うときは、各構成事業所の実態に応じて参画者を定めること。</p>	<p>構成事業所内の災害に対して一体的に活動する必要があるため、構成事業所内に勤務する者及び出入りする関係者等すべてに対しても周知させるよう努めるものとする。</p> <p>5 他規程との関係 この規程は共同防災組織に関するものであるので、構成事業所における防災規程との調整を図り、相互に齟齬のないよう注意する必要がある。</p> <p>6 細則への委任 本規程の実施にあたり具体的計画等が必要な場合、細則を定めて実施要領等を明確にするものとする。</p> <p>7 規程の改廃等 共同防災規程は、事業所の実態及び社会情勢等を踏まえて見直しをすることが必要である。適用範囲が構成事業所全般に及ぶこと等、その性格上、関係者の意見を尊重する必要があると考えられる。このことから、規程の改廃のみならず、実務上必要となる準用規定並びに細則についても改正等に当たって参画すべき者を予め定め、実施の円滑と実行を期そうとするものである。 なお、具体的作成に当たっては、各構成事業所の実態に応じて参画者を定めることが適当である。</p>
<p>第2章 共同防災組織</p> <p>1 共同防災組織の組織等</p> <p>(1) 共同防災組織の名称 共同防災組織の名称を定めること。</p> <p>(2) 共同防災組織本部の位置 共同防災組織を代表する事業者、事業所（以下「代表事業所」という。）の本部の位置、場所等を定めること。</p> <p>(3) 共同防災組織の編成 共同防災要員及び共同防災要員を補助する要員で構成し、組織図、編成表等により組織の機能を明確にすること。</p> <p>(4) 各構成事業所の自衛防災組織等との関係 各構成事業所の自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との関係を明確にすること。</p> <p>(5) 共同防災組織の指揮命令 共同防災組織が構成事業所において行う防災活動に対する、指揮命令系統を定めること。</p> <p>2 防災資機材等及び共同防災要員等の配置</p> <p>(1) 防災資機材等 防災資機材等は、災害が発生した場合、迅速かつ的確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等で明示すること。</p> <p>(2) 共同防災要員 共同防災要員は、非常時に直ちに有効な防災活動が実施できる者を配置できるように定めること。</p> <p>(3) 共同防災要員を補助する要員 共同防災要員で迅速かつ的確に移動及び設定を行うことが困難な場合は、共同防災要員を補助する要員を配置できるように定めること。</p> <p>3 共同防災組織の業務の外部委託 共同防災組織の業務の一部を外部委託する場合、次のことを明確にすること。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること（法人にあつ</p>	<p>第2章 共同防災組織</p> <p>1 共同防災組織の組織等</p> <p>(1) 共同防災組織の名称 共同防災組織には、災害活動時における指揮運営の必要性から、必ず名称を定めること。</p> <p>(2) 共同防災組織本部の位置 構成事業所の状況に応じて検討する必要がある。当該地域における構成事業所の業態、規模、相互間の走行距離、交通事情、危険物等の分布状況等を勘案して効率的なものとする。</p> <p>(3) 共同防災組織の編成 組織編成は、組織図又は編成表で具体的なものとし、各構成事業所の防災管理者等の氏名、所属、勤務方法、引継交替要領及び防災資機材等の種類、数量、配置場所等を記入するものとする。</p> <p>(4) 各構成事業所の自衛防災組織等との関係 各構成事業所の自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との関係は、災害が発生した場合に、有機的な連携が図れるよう組織図等で表し明確にしておく必要がある。 これは、従来の共同防災組織はおおむね5キロメートル程度の範囲を目処としていたが、大容量泡放水砲等を備え付けることができる共同防災組織は一の特別防災区域内に所在する特定事業所全部が対象とされたことによるものである。</p> <p>(5) 共同防災組織の指揮命令 共同防災組織が構成事業所において行う防災活動に対する、指揮命令系統を組織図等で表し明確にしておく必要がある。</p> <p>2 防災資機材等及び共同防災要員等の配置</p> <p>(1) 防災資機材等 防災資機材等（大容量泡放水砲及び大容量泡放水砲用防災資機材等（以下「大容量泡放水砲等」という。））、大容量泡放水砲用泡消火薬剤、可搬式放水銃等、資機材を移動・設置及びホースを展開するために必要な資機材）は、</p>

<p>ては、名称及び主たる事務所の所在地)</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること</p> <p>① 委託業務の具体的な内容</p> <p>② 共同防災組織と委託を受けて共同防災組織の業務に従事する者（以下「受託者」という。）の関係および連携要領</p> <p>③ 受託者の業務の実施要領</p> <p>ア 平常時の場合</p> <p>イ 災害発生時の場合</p> <p>④ 受託者に対する教育・訓練の実施に関すること</p> <p>ア 教育・訓練の意義と責任について</p> <p>イ 教育・訓練計画の作成について</p>	<p>災害が発生した場合、迅速かつ的確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 共同防災要員</p> <p>共同防災要員にあっても、災害に即応できる者を配置するとともに、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>(3) 共同防災要員を補助する要員</p> <p>共同防災要員を補助する要員にあっても、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>3 共同防災組織の業務の外部委託</p> <p>共同防災組織の業務の一部を外部委託する場合は、受託者の契約範囲を再確認するとともに、契約範囲の漏れを防止し、受託者の業務を明確にして防災業務の適切な実施を確保する必要がある。</p> <p>また、複数の受託者や再委託者がいる場合は、受託者の業務並びに再委託の内容についても明確にする必要がある。</p> <p>消防機関においては、委託の状況を的確に把握し、各構成事業所における防災業務の実施に対して適切な指導を行うためにも、必要事項を記載させる必要がある。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること</p> <p>個人、法人及び再委託者が複数いる場合には、別紙等を作成し氏名及び住所等を明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること</p> <p>委託業務の内容については、受託者の業務の具体的な内容を明確にするとともに、当該受託者が委託者の指示、指揮命令の下に連携して共同防災組織の業務を実施するよう定めること。</p> <p>また、受託者の平常時と災害発生時の業務内容及び教育・訓練についても明確に定めること。</p>
<p>第3章 代表者等の職務</p> <p>1 代表者等の職務</p> <p>(1) 代表事業所の防災管理者の職務</p> <p>① 共同防災組織を代表する事業所の防災管理者（以下「代表者」という。）を定めること。</p> <p>② 代表者は、共同防災組織とその活動状況について、定期的に各構成事業所の防災管理者及び共同防災要員から意見を聞き又は視察を行う等により、組織の強化、運営管理について定めること。</p> <p>(2) 共同防災要員の職務</p> <p>① 大容量泡放水砲等を用いて行う防災活動を統括する者（以下「統括者」という。）を指定して共同防災要員及び共同防災要員を補助する要員を指揮監督させること。</p> <p>② 代表者等の指揮命令を遵守すると共に構成事業所の自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織と連携、協力し、災害の発生又は拡大防止活動及びその他必要とする業務に関する職務について定めること。</p> <p>2 代表者等の代行</p> <p>代表者及び共同防災要員が、何らかの理由によりその職務を行うことができない場合について、その職務代行者を予め指名するとともに、その者に対する権限委譲規定を定めること。</p>	<p>第3章 代表者等の職務</p> <p>1 代表者等の職務</p> <p>(1) 代表事業所の防災管理者の職務</p> <p>代表者は、構成事業所における防災活動が円滑に行えるよう、平常時、緊急時ともに連絡調整を図り、定期的に構成事業所の防災管理者等から意見を聞く等して、組織の強化、適切な運営管理に努めなければならない。</p> <p>(2) 共同防災要員の職務</p> <p>大容量泡放水砲等を用いて防災活動を行う共同防災要員の中から、統括者を指定する。指定された統括者は、災害が発生した構成事業所に出場し、共同防災要員及び共同防災要員を補助する要員を指揮監督するとともに、当該事業所の防災管理者の指揮のもとで防災活動を行う。</p> <p>また、共同防災要員の具体的な職務として次の事項を定める必要がある。</p> <p>① 防災資機材を活用した防災活動</p> <p>② 防災資機材等の点検</p> <p>なお、共同防災要員は、非常時に直ちに有効な消防活動を実施しうる能力を有し、かつ体制であること。そのため、次の要件を満たす必要がある。</p> <p>① 災害の応急措置に関して必要な知識・技能及び体力を有すること。</p> <p>② 設備等の緊急措置に係る要員でないこと。</p> <p>③ 構成事業所内の設備の位置、消防設備等の配置、使用</p>



	<p>方法及び通路の状況に精通していること。          自衛防災組織と同様、共同防災要員は、通常業務と兼任することが可能であるが、通常の業務を特別な作業を経ることなく中止することが可能な者とする。</p> <p>2 代表者等の代行          代表者及び共同防災要員の代行者については、昼夜、休日等ごとに具体的に定め、欠員が生じないようにすること。          (1) 代表者が事故ある時の代行者を、構成事業所の防災管理者又は代表事業所の副防災管理者等から予め指名しておくとともに、権限委譲について定めること。          (2) 統括者、共同防災要員の代行は、予め指名した共同防災要員とする。          また、共同防災要員を補助する要員を置いている場合には、予め代行者の指名をする必要がある。</p>
<p>第4章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 防災のための施設・設備          防災のための施設・設備は、その種類ごとに整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災資機材等          防災資機材等は、その種類ごとに整備状況を把握し、整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等          特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等の充実を図ること。</p>	<p>第4章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 防災のための施設・設備          共同防災組織を設置する各特定事業所に設置されている、防災のための施設・設備（防災資機材等を常置しておくための建物、大容量泡放水砲用泡消火薬剤を備蓄しておく容器等及びその施設に備え付けられている通信設備等）の整備状況を把握し、その種類ごとに整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災資機材等          防災資機材等は、常に適切に点検し維持・管理されることが必要である。突発的な故障を除き、法に規定されている構造等に関する基準に適合するよう予め種類ごとに整備状況を把握し、耐用年数及び使用状況を考慮した整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等          特定防災施設等及び防災資機材等は特定事業所内の火災、漏えい等の拡大防止のために備え付けているものであり、地震や津波が発生した後においても、その機能の維持が求められる。応急対策等における留意事項にあっては、「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成24年3月30日消防特第63号）を参考とすること。</p>
<p>第5章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準          防災資機材等を適正に維持管理するため、防災資機材等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること。          (1) 点検実施責任者及び点検実施者          (2) 点検項目          (3) 点検方法          (4) 点検周期          (5) 点検結果</p> <p>2 結果に基づく措置          点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p> <p>3 記録の保存          点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置          防災資機材等の故障、整備等により使用できない場合に</p>	<p>第5章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準          防災資機材等の種類ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項について定める必要がある。          (1) 代表者を点検実施責任者としその種類ごとに点検実施者を定める。          (2) 点検の項目及び方法については、防災資機材等の種類ごとに異なることから、その種類ごとに明確な点検基準を定め実施する。          (3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし、次により実施する。          ① 外観点検は、外観から判別できる漏洩、腐食劣化、変形、損傷、脱落、異常音等の点検を実施するものとする。          ② 機能点検は、防災資機材等について外観から又は簡易な操作により判別できる規格圧力での規格放水量の測定、泡消火薬剤の変質等の点検を実施するもの</p>

<p>おける代替措置及び消防機関へ連絡すべき事を明確にしておくこと。</p>	<p>とする。</p> <p>③ 総合点検は、防災資機材等の全部若しくは一部を使用し、総合的な点検を行う。 また、泡消火薬剤については、薬剤の物性（比重、pH、粘度、流動性、沈降性）及び安定性（発泡倍率、還元時間）等について点検を実施するものとする。</p> <p>(4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的実施する。</p> <p>(5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置 点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかに改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p> <p>3 記録の保存 点検記録は、防災資機材の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は代表者の検印を受け、3年以上保存するものとする。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置 防災資機材等が故障、整備等により使用できない場合、原則的には代替品を準備する必要がある。ただし、他の事業所等による緊急応援態勢や他の防災資機材等の保有状況を勘案して、防災体制の確保が十分であると客観的に認められる場合はこの限りではない。この場合、隣接共同（広域共同）防災組織への出場依頼等及びこれらのことについて、期間、防災資機材等の種類、台数等を予め消防機関に連絡する必要がある。</p>
<p>第6章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害通報の受信 構成事業所での異常現象発生時の受信および連絡部署を明確にすると共に、受信・連絡方法を定めること。</p> <p>2 共同防災組織へのお場指示等 次の事項に関して定めること。</p> <p>(1) 構成事業所からの異常現象発生のお通報を受理したときのお場体制、方法について。</p> <p>(2) 共同防災要員及び共同防災要員を補助する要員（以下「防災要員等」という。）への連絡方法等</p> <p>① 防災要員等が参集するために必要な事項を定めること。</p> <p>② 防災要員等へのお場指示の担当部署を明確にして、お場が遅滞なく的確にされるよう定めること。</p> <p>③ 防災要員等への伝達方法を明確にすること。</p> <p>(3) 防災要員等の災害お場等について遵守すべき事項を定めること。</p> <p>3 共同防災組織の活動 石油コンビナート等防災計画で想定される災害種別ごとに、その発生及び拡大防止のための防災活動を定めること。また、防災活動に際し、構成事業所の自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との指揮命令系統を明確にしておくこと。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応を定めること。</p> <p>(2) 移動準備、移動、設定、消火活動時の指揮命令系統を明確にすること。</p>	<p>第6章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害通報の受信 異常現象の発見に伴う構成事業所からの連絡体制について、受信部署、方法を明確にして、連絡に支障がないよう定める必要がある。</p> <p>2 共同防災組織へのお場指示等 共同防災組織へのお場指示について、次の事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 共同防災組織の構成によっては、防災要員等が分散して就業していることもあることから、災害に即応するため、防災要員等へのお場体制の方法を定めておく必要がある。</p> <p>(2) お場指示を行う担当部署を定め、お場指示の伝達が確実に行なわれお場が遅滞なくできるよう伝達方法、集合方法及び集合場所等を定めておく必要がある。</p> <p>(3) 防災要員等が確実に災害お場するため次に掲げる事項について定める必要がある。</p> <p>① 統括者及びその他の防災要員等は、構成事業所の工事状況等防災活動上必要な事項を常に把握しておくこと。</p> <p>② 機関担当の防災要員等には、防災資機材等の操作に熟達させるとともに、防災資機材等の整備・点検を実施させること。</p> <p>③ 防災要員等が持ち場を離れる時は、行き先を明確にしておくこと。また、行き先が長距離、長時間に及ぶ等により、お場に支障が生じる恐れがある場合は、代行者への引継が確実に行われるよう定めること。</p>

<p>(3) 公設消防隊の現場到着時の対応を定めること。  (4) 防災資機材等の輸送について定めること。  (5) 防災資機材等が事故又は故障した場合の対応を定めること。</p> <p>4 連絡調整等  構成事業所の各自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定めること。</p> <p>5 書類等の整備  非常の場合に直ちに活用できるように、次の各号に掲げる書類及び図面の整備並びに保管方法・場所について定めること。</p> <p>(1) 構成事業所の施設の配置図  (2) 構成事業所の特定防災施設等の配置図、構造及び機能を明示した書類  (3) その他、必要な書類及び図面</p> <p>① 法及び関係法令で規定された届出、検査等に関する書類が整備されていること。  ② 書類・図面管理の責任者及び部署を明確にすること。  ③ 各施設地区の配置状況図並びに石油及び高圧ガスの品名、貯蔵・取扱量等概要が把握されていること。</p>	<p>④ 引継交替を行う場合は、勤務の引継に際し、各直の防災要員等が対面引継を行うこと。また、必要な引継事項は記録簿を作成し、確実に引継を行うこと。</p> <p>3 共同防災組織の活動  共同防災組織の活動の中で「想定される災害種別ごとに」とあるのは、火災と流出油災害の場合では、共同防災組織の防災活動が異なることは当然であり、各々の区分ごとに防災活動の体制を定めるものとする。</p> <p>共同防災組織の防災活動については、「石油コンビナート等災害防止法の一部を改正する法律等の運用について」（平成18年3月23日消防特第31号）第四に基づく警防計画及び警防活動計画を作成し付属書として添付する必要がある。なお、警防計画等には、導入される大容量泡放水砲等の適合性等について確認できる資料が添付されている必要がある。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応についても定める必要がある。  (2) 大容量泡放水砲等を用いた防災活動は、複数の資機材により構成されていること及び防災活動に係わる防災要員等の人数が多くなることから、移動準備、移動、設定、消火活動時の指揮命令系統を明確に定めておく必要がある。  (3) 公設消防隊の現場到着時の報告要領及び報告内容について定める必要がある。  (4) 防災資機材等の輸送については、移動方法及び2以上の移動経路を明確に定めること。また、新たな道路が整備された場合には移動経路の修正が必要となることから、修正を実施する時期を定め、常に迅速かつ的確な輸送ができるように努める必要がある。  (5) 防災資機材等が事故又は故障した場合の代替措置や対応要領を定める必要がある。</p> <p>4 連絡調整等  構成事業所の各自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定める必要がある。</p> <p>5 書類等の整備  災害が発生した場合において、被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるように、また平素から防災要員等に徹底させておくために、必要な図面等を保管場所に備えておくよう明確に定める必要がある。</p>
<p>第7章 防災教育  1 防災教育の実施  教育の実施責任者を定め教育計画を作成し、共同防災要員等に次の教育を行うよう定めること。</p> <p>(1) 防災資機材等の内容と取扱方法  (2) 構成事業所の特定防災施設の内容と取扱方法  (3) 防災意識の高揚  (4) 関係法令及び諸規程の周知徹底  (5) 構成事業所の危険物施設等の位置、構造、設備の状況  (6) 構成事業所の取扱い危険物等の性質及び性状  (7) その他必要な事項</p> <p>2 記録の保存  教育記録を作成し、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第7章 防災教育  1 防災教育の実施  各構成事業所における災害の発生並びに拡大を防止するため、次の事項について教育を行うものとする。</p> <p>(1) 防災資機材等の内容と取扱方法  ① 防災資機材等の種類、数量、配置場所、性能  ② 取扱手順や注意事項等  (2) 特定防災施設等の内容と取扱方法  ① 大容量泡放水砲用屋外給水施設及び消防車用屋外給水施設の位置、構造、性能  ② 流出油等防止堤の位置、構造  ③ 取扱手順や注意事項等  (3) 防災意識の高揚  ① 公共の安全確保の重要性  ② 防災保安に対する社会情勢</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ 異常現象が事業所に及ぼす影響</li> <li>④ 災害事例を踏まえた教訓</li> <li>⑤ 防災体制、保安管理の強化</li> <li>(4) 関係法令及び諸規程の周知徹底</li> <li>① 関係法令等のうちの必要事項</li> <li>② 各種法令により作成される関係規程のうち必要事項</li> <li>(5) 構成事業所の危険物施設等の位置、構造、設備の状況</li> <li>① 危険物施設の位置、構造、設備の概要</li> <li>② 高圧ガス施設の位置、構造、設備の概要</li> <li>③ 上記以外の施設等の位置、構造、設備の概要</li> <li>(6) 構成事業所の取扱い危険物等の性質及び性状</li> <li>① 構成事業所において製造、貯蔵又は取扱う危険物並びに高圧ガス等の性質の概要</li> <li>② 漏洩、噴出、拡散、火災、爆発、装置等の破損、異常反応等に対する危険性</li> <li>(7) その他必要な事項には、共同防災組織において必要となる教育について記載するものとする。</li> <li>2 記録の保存 実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</li> </ul>
<p>第8章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>訓練の実施責任者を定めて訓練計画を作成し、共同防災組織が次の訓練を行うよう定めること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練</li> <li>(2) 通報、連絡、参集及び出場訓練</li> <li>(3) 上記(1)(2)等を複合した総合訓練</li> <li>(4) 公設消防隊、自衛防災組織、従来（既存）の共同防災組織との連携訓練</li> <li>(5) その他必要な訓練</li> </ul> <p>2 記録の保存</p> <p>訓練記録を作成し、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第8章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>防災訓練は、防災要員等が防災資機材等を活用した訓練を実施すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練は、次により実施する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① ホース延長訓練、大容量泡放水砲等の操法、放水訓練又は泡放射訓練</li> <li>② 資機材の不調、故障時の措置訓練</li> </ul> </li> <li>(2) 通報、連絡、参集及び出場訓練は、次により実施する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 代表事業所、防災資機材等を常置する事業所への通報訓練</li> <li>② 防災要員等の参集訓練</li> <li>③ 通報から出場までの訓練（移動準備作業を含む）</li> </ul> </li> <li>(3) 上記(1)(2)等を複合した総合訓練を実施すること。</li> <li>(4) 公設消防隊や自衛防災組織及び従来（既存）の共同防災組織との連携訓練を実施すること。</li> <li>(5) 防災訓練はその一部を省略し、または、総合する等重点的に行っても良いが、部分訓練から順次総合訓練に移行し、習熟を図ることが望ましい。 その他、夜間及び休日における部分訓練又は総合訓練についても訓練実施計画を樹立し行うものとする。 なお、上記の防災訓練は、防災資機材等を常置する事業所の防災要員等だけでなく防災資機材等を常置していない事業所の防災要員等が防災資機材等を常置する事業所へ行って防災資機材等を活用した訓練を実施すること。また、防災資機材等を常置していない事業所に防災資機材等を移動し、その事業所で訓練を行うよう計画すること。</li> </ul> <p>2 記録の保存</p> <p>実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第9章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>共同防災規程に違反したものに対する措置について定め</p>	<p>第9章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>代表者及び防災要員等が共同防災規程に違反した場合</p>

<p>ること。</p> <p>(1) 違反者に対する具体的な措置が規定されていること。 (防災に関する再教育・社内規程に照らした処分等)</p> <p>① 措置基準を定めていること。</p> <p>② 違反の程度により措置のランク付けがされていること。</p> <p>2 表彰 防災業務に対しての功労が認められる者に対しての表彰について定めること。</p> <p>3 届出 細則の制定、改廃、代表者及び防災要員等の変更については、その都度、届出するよう明記すること。</p> <p>附則 この共同防災規程は〇〇年〇〇月〇〇日から施行する。</p>	<p>は、その程度により罷免、もしくは教育及び訓練を繰り返し実施する等の措置を定めること。</p> <p>2 表彰 防災要員等に対し、防災資機材等の改善提案又は防災活動に功労が認められた場合は表彰を行い、防災意識の高揚と防災保安の向上を図るよう定めるものとする。</p> <p>3 届出 細則の制定、改廃、代表者及び防災要員等の変更については、その都度、届出するよう定めること。</p>
---	---

別紙3

防災規程作成指針及び概説

<p>防災規程作成指針</p> <p>第1章 総則</p> <p>1 目的 石油コンビナート等災害防止法（以下「法」という。）第18条第1項の規定に基づき、〇〇事業所（以下「事業所」という。）の自衛防災組織が行うべき業務に関して必要な事項を定め、災害の発生並びに拡大の防止を図ることを目的とすること。</p> <p>2 用語の定義 用語の定義は、法、消防法、高圧ガス保安法等及び事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めること。</p> <p>3 適用範囲 防災規程は、合同事業所等を含めた事業所全域及び当該事業所に勤務する者、出入りする関係者等すべてに適用されることを明確にすること。</p> <p>4 遵守義務 防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）及び防災要員は、この規程を遵守するとともに、事業所に勤務する者、出入りする関係者等にも周知させるよう定めること。</p> <p>5 他規程との関係 この規程のほか、事業所において火災、その他の災害を防止するため、他の法令の規定により定められた規程があり、内容が網羅されている場合は、これを準用できるものとする。</p> <p>6 細則への委任 この規程の実施に関して、必要な細則を定め委任することができること。</p> <p>7 規程の改廃等 この規程及びこれに基づく準用規定並びに細則の制定及び改廃を行うときは、次の者を参画させるよう定めること。</p> <p>(1) 防災管理者 (2) 副防災管理者 (3) 防火管理者 (4) 防災要員のうちから特定事業者が予め指名する者 (5) 危険物保安監督者のうちから特定事業者が予め指名する</p>	<p>防災規程作成指針の概説</p> <p>第1章 総則</p> <p>1 目的□ 特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な業務について、その基準を定めておくことにより、平常時においては災害の発生を防止し、また災害が発生した場合に被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるようにしておくためである。</p> <p>2 用語の定義 法、消防法、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法並びに事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じて定めることができる。</p> <p>3 適用範囲 一の事業所は、業務効率等により分社化、事業提携等が進められている場合であっても、一体的に事業活動が行われている施設の総体によって認定すべきである。このことから、非常時における緊急停止権その他の緊急措置権が主たる事業者に一元的に帰属されている合同事業所においても適用範囲となるものである。</p> <p>4 遵守義務 規程適用の人的対象は、主として法で定める防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）及び防災要員であるが、事業所内の災害に対して一体的に活動する必要があるため、事業所内に勤務する者、出入りする関係者等すべてに対しても周知させるよう努めるものとする。</p> <p>5 他規程との関係 事業所の防災管理に関して、別に規程等の定めがある場合は、関係事項について内容を明示することによって、本規程の運用上これを準用できる。</p> <p>6 細則への委任 本規程の実施にあたり具体的計画等が必要な場合、細則を定めて実施要領等を明確にするものとする。</p> <p>7 規程の改廃等 防災規程は、事業所の実態及び社会情勢等を踏まえて見直しをすることが必要である。適用範囲が事業所内外の関係者に及ぶこと等、その性格上、関係者の意見を尊重する</p>
---	---

<p>る者 (6) その他、特定事業者が予め指名する者</p>	<p>必要があると考えられる。このことから、規程の改廃のみならず、実務上必要となる準用規定並びに細則についても改正等に当たって参画すべき者を予め定め、実施の円滑と実行を期そうとするものである。 なお、具体的作成に当たっては、各事業所の実態に応じて参画者を定めることが適当である。</p>
<p>第2章 自衛防災組織 1 自衛防災組織の組織等 (1) 自衛防災組織の名称 自衛防災組織の名称を定めること。 (2) 自衛防災組織の編成 防災に関する業務を行う者の組織は、消防法第12条の7に規定する危険物保安統括管理者、高圧ガス保安法第27条の2に規定する高圧ガス製造保安統括者、労働安全衛生法第10条に規定する統括安全衛生管理者及び他法令の規定による防災に関する者を含めることとし、事業所における総合的なものとして定め、組織内における各々の業務内容を含めた責任体制を、組織図、編成表等により明確にすること。 (3) 共同防災組織等との関係 共同防災組織を設置している場合は、共同防災組織及び関係事業所等との関係を明確にすること。 (4) 自衛防災組織の強化 特定事業者の指導監督責任を明確にするとともに、自衛防災組織を強化するための規定を定めること。 2 防災資機材等及び防災要員の配置 (1) 防災資機材等 防災資機材等は、災害が発生した場合、迅速かつ確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等で明示すること。 (2) 防災要員 防災要員は、非常時に直ちに有効な防災活動が実施できる者を配置できるよう定めること。 3 自衛防災組織の業務の外部委託 自衛防災組織の業務の一部を外部委託する場合、次のことを明確にすること。 (1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること（法人にあっては、名称及び事務所の所在地） (2) 委託業務内容に関すること ① 委託業務の具体的な内容 ② 自衛防災組織と委託を受けて自衛防災組織の業務に従事する者（以下「受託者」という。）の関係および連携要領 ③ 受託者の業務の実施要領 ア 平常時の場合 イ 災害発生時の場合 (4) 受託者に対する教育・訓練の実施に関すること ア 教育・訓練の意義と責任について イ 教育・訓練計画の作成について</p>	<p>第2章 自衛防災組織 1 自衛防災組織の組織等 (1) 自衛防災組織の名称 自衛防災組織には、災害活動時における指揮運営の必要性から、必ず名称を定めること。 (2) 自衛防災組織の編成 組織編成は、組織図又は編成表で具体的なものとし、防災管理者等の氏名、所属、勤務方法、引継交替要領及び防災資機材等の種類、数量、配置場所等を記入するものとする。 また、他法令の規程により保安業務を行う者は、関係法令により各種の資格を有して保安業務（消防法の消防計画に基づく自衛消防組織、予防規程に基づく予防管理組織及び高圧ガス保安法に基づく保安管理組織等）を行っていることから、防災という同一目的を遂行するため、協力関係及び各々の業務内容を定めるものとする。 (3) 共同防災組織等との関係 共同防災組織を設置している場合は、自衛防災組織と共同防災組織及び本社、協力会社との関係は、災害が発生した場合に、有機的な連携が図れるよう組織図等で表し明確にしておく必要がある。 (4) 自衛防災組織の強化 特定事業者は、特定事業所の防災責任と自衛防災組織を強化するための指導監督責任を有している。このことから、定期的に防災管理者等の意見を聞くことや視察を行うこと等、具体的な方策を明記した規程を定めるものとする。 2 防災資機材等及び防災要員の配置 (1) 防災資機材等 防災資機材等（大型化学車等の消防車両、オイルフェンス、オイルフェンス展張船、油回収船、泡消火薬剤、可搬式放水銃、耐熱服並びに空気呼吸器等）は、災害に即応できるよう配置するとともに、配置図等を用いて明確にしておく必要がある。 (2) 防災要員 防災要員にあっても、災害に即応できる者を配置するとともに、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。 3 自衛防災組織の業務の外部委託 自衛防災組織の業務の一部を外部委託する場合は、受託者の契約範囲を再確認するとともに、契約範囲の漏れを防止し、受託者の業務を明確にして防災業務の適切な実施を確保する必要がある。 また、複数の受託者や再委託者がいる場合は、受託者の業務並びに再委託の内容についても明確にする必要がある。 消防機関においては、委託の状況を的確に把握し、特定事業所における防災業務の実施に対して適切な指導を行う</p>

	<p>ためにも、必要事項を記載させる必要がある。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること 個人、法人及び再委託者が複数いる場合には、別紙等を作成し氏名及び住所等を明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること 委託業務の内容については、受託者の業務の具体的な内容を明確にするとともに、当該受託者が委託者の指示、指揮命令の下に連携して自衛防災組織の業務を実施するよう定めること。 また、受託者の平常時と災害発生時の業務内容及び教育・訓練についても明確に定めること。</p>
<p>第3章 防災管理者等の職務</p> <p>1 防災管理者等の職務</p> <p>(1) 防災管理者の職務 事業所全般の防災に関する事項を統括し、防災上必要な事項の決定、指示、措置等を行うとともに、防災要員を指揮監督する等の必要な職務を定めること。</p> <p>(2) 副防災管理者の職務 防災管理者を補佐する必要な職務を定めること。また、防災管理者不在の場合、事業所内に常駐してその職務を代行すべき事を明確にすること。</p> <p>(3) 防災要員の職務 防災管理者、副防災管理者の指揮命令を忠実に遵守すると共に事業所内の職員等と協力し、災害の発生又は拡大防止を行うための職務を定めること。 また、指揮者を必要とする場合は指揮者を指定し、その者に防災要員を指揮監督させる規定を定めること。</p> <p>2 防災管理者等の代行 防災管理者、副防災管理者、指揮者である防災要員及び指揮者以外の防災要員が、何らかの理由によりその職務を行うことができない場合について、その職務代行者を予め指名するとともに、その者に対する権限委譲規定を定めること。</p>	<p>第3章 防災管理者等の職務</p> <p>1 防災管理者等の職務</p> <p>(1) 防災管理者の職務 防災管理者は、当該特定事業所における実務上の防災責務を、特定事業者から選任された実行者であり、事業所内の設備の緊急停止、緊急措置等に必要な決定、指示、措置等を行うものである。このことから、事業所全体を統括管理できる者すなわち所長、工場長等の職にあるものとする。</p> <p>(2) 副防災管理者の職務 副防災管理者は、防災管理者の補佐及び防災管理者が不在の際にその職務を代行するものであり、第1種事業所において選任されなければならない。防災管理者の代行となることから、事業所全体の防災業務を統括しうる立場と能力を有する者が選任される必要がある。すなわち、事業所全体の設備に係る緊急停止権、緊急措置権等を有する必要がある。 また、副防災管理者が同一勤務時間内に複数名指定されている場合は、副防災管理者の優先順位を定める必要がある。</p> <p>(3) 防災要員の職務 防災要員の中から、指揮者を指定する。指定された指揮者は、防災要員を指揮監督するとともに、事業所の防災管理者の指揮のもとで防災活動を行う。 また、防災要員の具体的な職務として次の事項を定める必要がある。</p> <p>① 特定防災施設等の点検</p> <p>② 防災資機材等の点検</p> <p>③ 初期消火活動及び防災資機材を活用した防災活動</p> <p>④ その他事業所内における火気取扱い等一般予防業務 また、防災要員は、非常時に直ちに有効な消防活動を実施しうる能力及び体制を有する者である。そのため、次の要件を満たす必要がある。</p> <p>① 災害の応急措置に関して必要な知識・技能及び体力を有すること。</p> <p>② 設備等の緊急措置に係る要員でないこと。</p> <p>③ 事業所内の設備の位置、消防設備等の配置、使用方法及び通路の状況に精通していること。</p> <p>④ おおむね10分以内に災害現場に到着できる体制にあること。</p> <p>上記の事項の他、指揮者及び機関員以外の防災要員は、通常業務と兼任することが可能であるが、通常の業務を特別な作業を経ることなく中止することが可能な者とする。 なお、指揮者、機関員以外の防災要員であっても、防災</p>

	<p>上直ちに行動を取る必要があるため、防災資機材等の常置場所から概ね 1km 程度の範囲に居ることが望ましい。</p> <p>2 防災管理者等の代行</p> <p>防災管理者、副防災管理者及び防災要員の代行者については、昼夜、休日等ごとに具体的に定め、欠員が生じないようにすること。</p> <p>また、代行者を指定するに当たり次の事項について留意すること。</p> <p>(1) 第 1 種事業所の防災管理者の代行は、副防災管理者が行うとともに、権限委譲について定めること。</p> <p>(2) 副防災管理者の代行は、予め指名した別の副防災管理者が行うものとする。</p> <p>(3) 指揮者、機関員及び防災要員の代行は、予め指名した防災要員とする。ただし、指揮者、機関員となる防災要員が常時専従であることに配慮する必要がある。</p> <p>(4) 第 2 種事業所においても相当量の石油等その他毒劇物等の物質を扱っているため、災害が発生した場合に、特別防災区域内の事業所間で相互に影響を及ぼすことが考えられる。このため、防災管理者不在時の職務代行者を予め指名しておくことが望ましい。</p>
<p>第 4 章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 特定防災施設等と防災資機材等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は、各施設・資機材について、その種類ごとに整備状況及び整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災のための施設等</p> <p>事業所に設置されている特定防災施設等及び防災資機材等以外の施設、設備、資機材等についても整備状況及び整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等</p> <p>特定事業所の被害発生の評価に基づき、必要な応急対策等を定めること。</p>	<p>第 4 章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 特定防災施設等及び防災資機材等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は、常に適切に点検し維持・管理されていることが必要である。突発的な故障を除き、法に規定されている構造等に関する基準に適合するよう予め種類ごとに整備状況、耐用年数及び使用状況を考慮した整備計画を樹立しておくよう定める必要がある。</p> <p>2 防災のための施設等</p> <p>特定事業所における防災活動は、特定防災施設、防災資機材等のみによるものではないことから、これら以外の防災に関する施設、設備、資機材等を把握し整備状況及び整備計画を樹立しておくよう定める必要がある。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は特定事業所内の火災、漏えい等の拡大防止のために備え付けているものであり、地震や津波が発生した後においても、その機能の維持が求められる。また、消火用屋外給水施設、流出防油堤等は多くの高度成長期に整備され長期間経過しており、地震時等においてもその機能を発揮する耐災害性の確保が重要となっている。応急対策等における留意事項にあつては、「特定防災施設等及び防災資機材に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成 24 年 3 月 30 日消防特第 63 号）、「石油コンビナート等の大規模な災害時に係る防災対策の充実強化等について」（平成 25 年 3 月 28 日消防特第 47 号）における「石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究会報告書」及び「石油コンビナート等における防災施設等の応急対策等に関する留意事項について」（平成 26 年 3 月 31 日消防特第 49 号・消防危第 84 号）を参考とすること。</p>
<p>第 5 章 特定防災施設等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>特定防災施設等を適正に維持管理するため、特定防災施設等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること</p>	<p>第 5 章 特定防災施設等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>特定防災施設等ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項を定める必要</p>



<p>と。</p> <p>(1) 点検実施責任者及び点検実施者</p> <p>(2) 点検項目</p> <p>(3) 点検方法</p> <p>(4) 点検周期</p> <p>(5) 点検結果</p> <p>2 結果に基づく措置</p> <p>点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p> <p>3 記録の保存</p> <p>点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 特定防災施設等の工事管理</p> <p>特定防災施設等の設置、改修及び補修等の工事を行う場合の必要な諸手続方法、工事中の代替措置等防災上の管理等について定めること。</p>	<p>がある。</p> <p>(1) 防災管理者を点検実施責任者とし、各特定防災施設等ごとに点検実施者を定める。</p> <p>(2) 点検の項目及び方法については、石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令第15条第1項各号の点検の実施方法を定める告示により定めのあるもののほか点検基準を定め実施する。</p> <p>(3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし次により実施する。</p> <p>① 外観点検は、特定防災施設等の損傷等の有無、その他主として外観から判別できる漏洩、腐食劣化、作動、変形、損傷、脱落、異常音又は操作上障害となる物がないかどうか等を点検するものとする。</p> <p>② 機能点検は、特定防災施設等の機能について外観から又は簡易な操作により判別できる作動状況、バルブの開閉状況等について点検するものとする。</p> <p>③ 総合点検は、特定防災施設等の全部又は一部を作動させ判別できる給水量、圧力、音量等について点検するものとする。</p> <p>なお、機能点検及び総合点検に際しては、極力模擬火災等の消火訓練を兼ねて行い、できる限り防災要員全員が操作要領を把握するよう配慮すること。</p> <p>(4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的実施する。</p> <p>(5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置</p> <p>点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかな改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p> <p>3 記録の保存</p> <p>点検記録は、特定防災施設等の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は防災管理者の検印を受け、3年以上保存するよう定めておく必要がある。</p> <p>4 特定防災施設等の工事管理</p> <p>特定防災施設等の設置、改修等の工事を行う場合の必要な手続き方法、工事の管理方法並びに消防機関への連絡方法を定め、その機能に支障を生じることとなる場合は、緊急時における代替措置がとれるように定めておく必要がある。</p>
<p>第6章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>防災資機材等を適正に維持管理するため、防災資機材等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること。</p> <p>(1) 点検実施責任者及び点検実施者</p> <p>(2) 点検項目</p> <p>(3) 点検方法</p> <p>(4) 点検周期</p> <p>(5) 点検結果</p> <p>2 結果に基づく措置</p> <p>点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p>	<p>第6章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>防災資機材等の種類ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 防災管理者を点検実施責任者とし、その種類ごとに点検実施者を定める。</p> <p>(2) 点検の項目及び方法については、防災資機材等の種類ごとに異なることから、その種類ごとに明確な点検基準を定め実施する。</p> <p>(3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし次により実施する。</p> <p>① 外観点検は、外観から判別できる漏洩、腐食劣化、変形、損傷、脱落、異常音等の点検を実施するものとする。</p>

<p>3 記録の保存 点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置 防災資機材等の故障、整備等により使用できない場合における代替措置及び消防機関へ連絡すべき事を明確にしておくこと。</p>	<p>② 機能点検は、防災資機材等について外観から又は簡易な操作により判別できる規格圧力での規格放水量の測定、泡消火薬剤の変質等の点検を実施するものとする。</p> <p>③ 総合点検は、防災資機材等の全部若しくは一部を使用し、総合的な点検を行う。 また、泡消火薬剤については、薬剤の物性（比重、pH、粘度、流動性、沈降性）及び安定性（発泡倍率、還元時間）等について点検を実施するものとする。</p> <p>(4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的実施する。</p> <p>(5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置 点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかな改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p> <p>3 記録の保存 点検記録は、防災資機材等の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は防災管理者の検印を受け、3年以上保存するものとする。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置 防災資機材等が故障、整備等により使用できない場合、原則的には代替品を準備する必要がある。ただし、他の事業所等による緊急応援態勢や他の防災資機材等の保有状況を勘案して、防災体制の確保が十分であると客観的に認められる場合はこの限りではない。この場合、隣接事業所等の自衛防災組織への出場依頼等及びこれらのことについて、期間、防災資機材等の種類、台数等を予め消防機関に連絡する必要がある。</p>
<p>第7章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害に対する通報等 出火、石油等の漏えい、その他の異常な現象が発生した場合の消防機関への通報体制並びに共同防災組織及び関係事業所への連絡が、迅速、正確にできるよう具体的に定めること。また、通報と応急措置の役割分担が明確となっていない場合は、両方の措置を確実に実施できる体制を確保すること。</p> <p>(1) 異常現象に該当する事案を明示し、事案の発生または発生の疑いも含めて消防機関へ通報しなければならないことを定めること。</p> <p>(2) 異常現象が発見された場合に、事業実施の統括管理者から消防機関等へ通報される体制が明確に記載されていること。</p> <p>① 通報担当部署及び通報担当者を明確にすること。</p> <p>② 夜間、休日における通報担当部署及び通報担当者を明確にすること。</p> <p>③ 通報担当者が不在の場合の代行者を明確にすること。</p> <p>(3) 石油コンビナート等防災計画に沿った通報体制となっていること。</p> <p>2 防災要員へのお出向指示等 異常現象が発生し又は発生する恐れがある場合の防災要員のお出向等について定めること。</p> <p>(1) 防災要員へのお出向指示の伝達方法、集合方法及び集合</p>	<p>第7章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害に対する通報等 (1) 異常現象に該当する事案を明示して周知、徹底を図り、異常現象（疑いを含む）と認められるもの全てを直ちに通報することを定める必要がある。この場合の「疑いを含む」とは、消防機関によって二次的緊急通報の要否を客観的に判断することが必要と考えられているためである。</p> <p>(2) 異常現象の発見に伴う消防機関への通報体制及び事業所内の通報体制を具体的に定めておく必要がある。 事業実施の統括管理者から消防機関等へ通報する体制、通報担当部署や通報担当者を定め、異常現象を発見した者は直ちに当該通報担当部署へ連絡を行い、通報担当部署から消防機関等へ通報する体制等を明確に定めるほか、消防機関に通報されるまでに事業所内でいくつかの部署を経由することにより通報が遅れることを踏まえ、発見者が直ちに消防機関へ通報する等迅速な通報が確保される体制も定める必要がある。また、夜間、休日の通報担当部署及び通報担当者並びに通報担当者が不在の場合の代行者も明確に定めておく必要がある。 なお、異常現象と認識しているのにもかかわらず、情報収集を行った後に通報することとなっている場合は、異常現象を認識した時点で通報する体制とすること。また、従業員（協力会社の従業員を含む。）が異常現象の判断に迷うことにより通報が遅れることや、消防機関に通報される</p>

<p>場所等について定めること。</p> <p>(2) 防災要員への出場指示の担当部署を明確にして、出場が遅滞なく的確にされるよう定めること。</p> <p>(3) 防災要員の災害出場等について遵守すべき事項を定めること。</p> <p>3 自衛防災組織の活動</p> <p>石油コンビナート等防災計画で想定される災害種別ごとに、その発生及び拡大防止のための防災活動を定めること。また、防災活動に際し、共同防災組織との指揮命令系統を明確にしておくこと。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応を定めること。</p> <p>(2) 公設消防隊が到着時の対応を定めること。</p> <p>(3) 防災資機材の調達方法について定めること。</p> <p>(4) 防災資機材等が事故又は故障した場合の対応を定めること。</p> <p>4 書類等の整備</p> <p>非常の場合に直ちに活用できるように、次の各号に掲げる書類及び図面の整備並びに保管方法・場所について定めること。</p> <p>(1) 事業所の施設の配置図</p> <p>(2) 特定防災施設等の配置図、構造及び機能を明示した書類</p> <p>(3) 防災資機材等の関係書類</p> <p>(4) その他、必要な書類及び図面</p> <p>① 法及び関係法令で規定された届出、検査等に関する書類が整備されていること。</p> <p>ア 書類・図面管理の責任者及び部署を明確にすること。</p> <p>イ 異常現象発生時に公設消防隊が活用できるものとする</p> <p>② 各施設地区の配置状況図並びに石油及び高圧ガスの品名、貯蔵・取扱量等が把握されていること。</p>	<p>までに事業所内でいくつかの部署を経由することにより通報が遅れることの無いようにすること。</p> <p>この他、通報体制の構築に係る詳細については、「異常現象の発生時における迅速な通報の確保について」（平成24年3月30日消防特第62号）における別紙1「異常現象発生時における通報ガイドライン」を参考とすること。</p> <p>(3) 非常通報設備による通報要領及び関係機関への連絡系統は、石油コンビナート等防災計画に沿った通報体制とする必要がある。</p> <p>2 防災要員への出場指示等</p> <p>(1) 事業所によっては、防災要員が分散して就業していることもあることから、災害に即応するため、防災要員への出場指示の伝達方法、集合方法及び集合場所等を定めておく必要がある。</p> <p>(2) 出場指示を行う担当部署を定め、出場指示の伝達が確実に行なわれ出場が遅滞なくできるよう定める必要がある。</p> <p>(3) 防災要員が確実に災害出場するため次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>① 指揮者及びその他の防災要員は、装置の運転状況、構内の工事状況等防災活動上必要な事項を常に把握しておくこと。</p> <p>② 機関担当の防災要員には、車両の操作に熟達させるとともに、消防車等の積載器具の整備・点検を実施させること。</p> <p>③ 防災要員が持ち場を離れる時は、行き先を明確にしておくこと。また、行き先が長距離、長時間に及ぶ等により、出場に支障が生じる恐れがある場合は、代行者への引継を確実にすること。</p> <p>④ 引継交替を行う場合は、勤務の引継に際し、各直の防災要員が対面引継を行うこと。また、必要な引継事項は記録簿を作成し、確実に引継を行うこと。</p> <p>3 自衛防災組織の活動</p> <p>自衛防災組織の活動の中で「想定される災害種別ごとに」とあるのは、火災と流出油災害の場合では、自衛防災組織の防災活動が異なることは当然であり、各々の区分ごとに防災活動の体制を定めるものとする。</p> <p>また、活動に際しての、指揮命令系統、人的被害の発生、公設消防隊との関連等に関する留意事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応についても定める必要がある。</p> <p>(2) 公設消防隊が到着時の報告要領及び報告内容についても定める必要がある。</p> <p>(3) 災害が拡大し、防災活動が長時間に及ぶ場合に備えるため、資機材の要請、運搬等の調達方法について定めるものとする。</p> <p>(4) 防災資機材等が事故又は故障した場合の代替措置や対応要領を定める必要がある</p> <p>4 書類等の整備</p> <p>災害が発生した場合において、被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるように、また平素から防災要員に徹底させておくために、必要な図面等を保管場所に備えておくよう明確に定める必要がある。</p>
---	---

<p>第8章 災害の現場における情報提供</p> <p>1 情報提供の体制</p> <p>災害の現場において市町村長（特別区の存する区域においては、都知事。）又はその委任を受けた市町村（特別区の存する区域においては、都。）の職員（先着消防隊等）から事業実施の統括管理者に要求があった場合に、迅速かつ適切に情報提供が行われる体制(手順を含む。)が明確に記載されていること。</p> <p>(1) 情報提供担当部署及び情報提供担当者を明確にすること。</p> <p>(2) 夜間、休日における情報提供担当部署及び情報提供担当者を明確にすること。</p> <p>(3) 情報提供担当者が不在の場合の代行者を明確にすること。</p> <p>(4) 情報提供担当部署及び情報提供担当者に迅速かつ適切に集約されるよう、事業所内の連絡体制を構築すること。</p> <p>2 情報提供の内容</p> <p>前記体制にて情報提供が必要になると考えられる情報をあらかじめ定めておくことが望ましい。</p>	<p>第8章 災害の現場における情報提供</p> <p>1 情報提供の体制</p> <p>災害が発生した場合、災害の拡大防止及び早期の鎮圧、さらには、二次災害防止のため、特定事業所における情報提供は必要不可欠であることから、事業所の実情に応じ、要求があった場合に情報集約する手順を定め、迅速かつ適切に先着消防隊等に必要な情報を伝える体制を具体的に構築する必要がある。情報提供者は一義的には事業実施の統括管理者であるが、情報提供が迅速かつ適切に行われることを事業実施の統括管理者が確認できる場合においては、情報提供担当者に行わせることができる。</p> <p>また、夜間、休日の情報提供担当部署及び情報提供担当者並びに情報提供担当者が不在の場合の代行者も明確に定めておく必要がある。加えて、消防隊が応急対策を行うため必要となる情報が、情報提供担当部署及び情報提供担当者にその後も引き続き迅速かつ適切に集約されるよう、事業所内の連絡体制を構築するとともに、その手順を定めること。その際、事業所内で必要以上に多くの部署を経由すること等により、情報提供担当部署及び情報提供担当者への情報集約が遅れることの無いよう留意すること。</p> <p>2 情報提供の内容</p> <p>災害の現場において、消防隊が応急対策を行うため必要となる情報を事前に想定して定めておくことが望ましい。応急対策を行うため説明が必要となる情報としては次のようなものが考えられるが、その事業所の特性に応じて説明すべき情報を検討する必要がある。</p> <p>(1) 要救助者の有無、発災場所の位置や周辺施設の状況</p> <p>(2) プラントの温度や圧力（通常時、発災時）</p> <p>(3) 取扱物質や中間生成物の情報</p> <p>(4) 消防活動上配慮が必要な情報（可燃性物質・毒劇物・放射性物質等の情報、注水の可否の情報等）</p> <p>(5) 主な貯蔵取扱施設や防災施設の位置や概要等</p> <p>(6) 有害物質の漏えいや飛散物質による外部への影響の可能性</p>
<p>第9章 防災教育</p> <p>1 防災教育の実施</p> <p>教育の実施責任者を定め教育計画を作成し、防災要員等に次の教育を行うよう定めること。</p> <p>(1) 防災意識の高揚</p> <p>(2) 関係法令及び諸規程の周知徹底</p> <p>(3) 特定防災施設等及び防災資機材等の内容と取扱方法</p> <p>(4) 危険物施設等の位置、構造、設備の状況</p> <p>(5) 取扱い危険物等の性質及び性状</p> <p>(6) その他必要な事項</p> <p>2 記録の保存</p> <p>教育記録は、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第9章 防災教育</p> <p>1 防災教育の実施</p> <p>特定事業所における災害の発生並びに拡大を防止するため、社会情勢に応じた事業所の防災体制の強化等防災意識の高揚を図り、関係する法令や諸規定について教育するとともに、特定防災施設等及び防災資機材等に精通させ、事業所内の危険物、高圧ガス施設等の位置、構造、設備の状況や危険物等の種類ごとに、その物性、危険性及び取扱い上の注意事項について教育を行うものとする。</p> <p>(1) 防災意識の高揚</p> <p>① 公共の安全確保の重要性</p> <p>② 防災保安に対する社会情勢</p> <p>③ 異常現象が事業所に及ぼす影響</p> <p>④ 災害事例を踏まえた教訓</p> <p>⑤ 防災体制、保安管理の強化</p> <p>(2) 関係法令及び諸規程の周知徹底</p> <p>① 関係法令等のうちの必要事項</p> <p>② 各種法令により作成される関係規程のうち必要事項</p> <p>(3) 特定防災施設等及び防災資機材等の内容と取扱方法</p> <p>① 特定防災施設等及び防災資機材等の種類、数量、配置場所</p>

	<p>② 取扱手順や注意事項等</p> <p>(4) 危険物施設等の位置、構造、設備の状況</p> <p>① 危険物施設の位置、構造、設備の概要</p> <p>② 高圧ガス施設の位置、構造、設備の概要</p> <p>③ 上記以外の施設等の位置、構造、設備の概要</p> <p>(5) 取扱い危険物等の性質及び性状</p> <p>① 事業所において製造、貯蔵又は取扱う危険物並びに高圧ガス等の性質</p> <p>② 漏洩、噴出、拡散、火災、爆発、装置等の破損、異常反応等に対する危険性</p> <p>(6) その他必要な事項には、事業所において必要となる教育について記載するものとする。</p> <p>2 記録の保存 実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第10章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>訓練の実施責任者を定めて訓練計画を作成し、自衛防災組織が次の訓練を行うよう定めること。</p> <p>(1) 緊急停止・措置訓練</p> <p>(2) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練</p> <p>(3) 通報、連絡、参集及び出場訓練</p> <p>(4) 避難訓練</p> <p>(5) 上記(1)(2)(3)(4)等を複合した総合訓練</p> <p>(6) 公設消防隊、共同防災組織との連携訓練</p> <p>(7) その他必要な訓練</p> <p>2 記録の保存</p> <p>訓練記録は、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第10章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>(1) 緊急停止・措置訓練 発災施設・機器の緊急停止操作の手順、迅速性、的確性等についての確認訓練（施設責任者の指示に基づく停止、指示の的確性、停止操作手順、操作完了確認と報告等）</p> <p>(2) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練は、次により実施する。</p> <p>① ホース延長訓練、ポンプ操法、放水訓練又は泡放射訓練</p> <p>② 車両の積載品取扱訓練</p> <p>③ 資機材の不調、故障時の措置訓練</p> <p>(3) 通報、連絡、参集及び出場訓練は、次により実施する。</p> <p>① 事業所内の通報訓練</p> <p>② 共同防災組織及び関係事業所間の通報訓練</p> <p>③ 通報から出場までの訓練</p> <p>(4) 避難訓練 事業所内に勤務する者及び出入りする関係者等を避難させる訓練</p> <p>(5) 上記(1)(2)(3)(4)等を複合した総合訓練を実施すること。</p> <p>(6) 公設消防隊や共同防災組織との連携訓練を実施すること。</p> <p>(7) その他必要な訓練 防災訓練はその一部を省略し又は総合する等重点的に行っても良いが、部分訓練から順次総合訓練に移行し、習熟を図ることが望ましい。 その他、夜間及び休日における部分訓練又は総合訓練、共同防災組織や隣接事業所あるいは関係事業所間における運転停止訓練等についても訓練実施計画を樹立し行うものとする。</p> <p>2 記録の保存 実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第11章 大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に所在する事業所</p> <p>事業所の所在する位置が、大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に該当する場合には、次の事項を定めること。</p>	<p>第11章 大規模地震対策特別措置法「強化地域」に所在する事業所</p> <p>大規模地震対策特別措置法の「強化地域」に所在する事業所は、地震予知情報及び警戒宣言の発令等を適切に伝達、対応することにより、被害を最小限に抑えることが可</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>1 地震予知情報及び警戒宣言の伝達に関すること</li> <li>2 警戒宣言が発せられた場合の避難に関すること</li> <li>3 警戒宣言が発せられた場合の対応</li> <li>4 大規模地震に係る防災訓練の実施に関すること</li> <li>5 大規模な地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</li> </ul>	<p>能である。そのため、大規模地震に対する危機管理意識を高めるとともに、万が一、同時多発的な災害が発生した場合においても、適切な対応が取れるよう次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>なお、この章の作成にあたっては、「東海地震の地震防災対策強化地域に係る地震防災応急計画及び地震防災規程作成の手引について」（昭和54年12月21日消防庁震災対策指導室長内かん）及び「東海地震の地震防災対策強化地域に係る地震防災応急計画及び地震防災規程作成の手引の一部修正について」（平成15年12月12日消防第242号）も参考とすること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 地震予知情報及び警戒宣言の伝達に関すること <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 地震観測情報、注意情報、予知情報及び警戒宣言発令に対して受信体制・伝達方法を明確にすること。</li> <li>(2) 警戒宣言の解除及び伝達に関して定めること。</li> </ul> </li> <li>2 警戒宣言が発せられた場合の避難に関すること <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 避難に際しての組織編成及び任務を明確に定めること。</li> <li>(2) 来客等に対する避難場所の伝達について定めること。</li> <li>(3) 事業所内の集合場所について定めること。</li> <li>(4) 避難場所（避難が遅れた場合の事業所内の避難場所を含む。）及び避難方法を適正に定めること。</li> <li>(5) 避難経路図を備え付けること。</li> </ul> </li> <li>3 警戒宣言が発せられた場合の対応 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 警戒体制の構築に関して、次の事項を定めること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 警戒本部の設置及び体制の整備</li> <li>② 応急対策の内容と伝達要領</li> </ul> </li> <li>(2) 応急対策要員の動員に関して、次の事項を定めること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 応急対策要員の動員方法</li> <li>② 応急対策要員の勤務方法（長期間を想定したもの）</li> <li>③ 応急対策の実施に関すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 地震観測情報、注意情報、予知情報及び警戒宣言ごとの応急対策の内容。 （各担当毎に、施設の整備方法、資機材の確認と点検要領、事前対策等を具体的に記述すること。）</li> <li>② 任務と責任の明確化</li> </ul> </li> <li>④ 応急対策後の待機及び勤務の実施に関して定めること。</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>4 大規模地震に係る防災訓練の実施に関すること <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 情報収集・伝達に関する訓練の実施を定めていること。</li> <li>(2) 大規模地震を想定した、同時多発的な災害への対応に関すること。</li> <li>(3) 前(1)、(2)等を複合した訓練及び共同防災組織、公設消防隊等との連携訓練</li> </ul> </li> <li>5 大規模な地震による被害の発生防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 教育に関して次のことを定めること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 年間計画での実施回数</li> <li>② 予想される地震動等に関する知識</li> <li>③ 地震及び津波に関する一般的な知識</li> <li>④ 地震が発生した場合に具体的に取るべき行動に関する知識</li> <li>⑤ 従業員等が果たすべき役割に関する事項</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
--	--

	<p>⑥ 地震防災対策として現在講じられている対策に関する知識</p> <p>⑦ 地震対策として今後取り組む必要のある課題</p> <p>(2) 広報に関して次のことを定めること。</p> <p>① 地震が発生した場合に、出火防止、協力会社の従業員等が協力して行う救助活動、自動車運行の自粛等、防災上とるべき行動に関する知識</p> <p>② 正確な情報の入手方法</p> <p>③ 防災関係機関が講ずる災害応急対策等の内容</p> <p>④ 各地域における避難対象地区に関する知識</p> <p>⑤ 各地域における避難地及び避難路に関する知識</p>
<p>第12章 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所</p> <p>1 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること</p> <p>2 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練の実施に関すること</p> <p>3 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教育及び広報の実施に関すること</p>	<p>第12章 南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所</p> <p>南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する地震防災対策の推進に関する特別措置法の「推進地域」に所在する事業所は、地震に伴い発生する津波の襲来が予想されるが、早期に津波の発生危険を伝達し適切に避難等することにより、被害を最小限に抑えることが可能である。そのため、予め計画をたてることで、迅速・的確な行動が確保できるよう次に掲げる事項を定める必要がある。</p> <p>なお、この章の作成にあたっては、「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法に基づく南海トラフ地震防災対策計画の作成について」（平成26年6月27日消防予第263号・消防危第177号・消防特第128号・消防災第205号）における別紙「南海トラフ地震防災規程の作成例」及び「南海トラフ地震防災対策計画及び南海トラフ地震防災規程作成の手引について」（平成26年6月27日消防災第204号）も参考とすること。</p> <p>1 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生する津波からの円滑な避難の確保に関すること</p> <p>(1) 事業所内に勤務する者、出入りする関係者等に対して、津波の発生危険の伝達方法を明確にすること。</p> <p>(2) 避難に際しての組織編成及び任務を明確に定めること。</p> <p>(3) 来客等に対する避難場所の伝達について定めること。</p> <p>(4) 事業所内の集合場所について定めること。</p> <p>(5) 避難場所（避難が遅れた場合の事業所内の避難場所を含む。）及び避難方法を適正に定めること。</p> <p>(6) 避難経路図を備え付けること。</p> <p>2 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る防災訓練の実施に関すること</p> <p>(1) 情報収集・伝達に関する訓練の実施を定めていること。</p> <p>(2) 津波からの避難に関する訓練の実施を定めていること。</p> <p>(3) 前(1)、(2)を統合した総合訓練の実施を定めていること。</p> <p>(4) 訓練の実施回数及び地方公共団体、関係機関が実施する訓練への参加について定めていること。</p> <p>3 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震による被害の発生の防止又は軽減を図るために必要な教</p>

	<p>育及び広報の実施に関すること</p> <p>(1) 教育に関して次のことを定めること。</p> <p>① 年間計画での実施回数</p> <p>② 南海トラフ地震及び日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に伴い発生すると予想される地震動及び津波に関する知識</p> <p>③ 地震及び津波に関する一般的な知識</p> <p>④ 地震が発生した場合に具体的にとるべき行動に関する知識</p> <p>⑤ 従業員等が果たすべき役割</p> <p>⑥ 地震防災対策として現在講じられている対策に関する知識</p> <p>⑦ 地震対策として今後取り組む必要のある課題</p> <p>(2) 広報に関して次のことを定めること。</p> <p>① 地震が発生した場合に、出火防止、協力会社の従業員等が協力して行う救助活動、自動車運行の自粛等、防災上とるべき行動に関する知識</p> <p>② 正確な情報の入手方法</p> <p>③ 防災関係機関が講ずる災害応急対策等の内容</p> <p>④ 各地域における避難対象地域に関する知識</p> <p>⑤ 各地域における避難場所及び避難経路に関する知識</p>
<p>第13章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>防災規程に違反したものに対する措置について定めること。</p> <p>(1) 違反者に対する具体的な措置が規定されていること。 (防災に関する再教育・社内規程に照らした処分等)</p> <p>① 措置基準を定めていること。</p> <p>② 違反の程度により措置のランク付けがされていること。</p> <p>2 表彰</p> <p>防災業務に対しての功労が認められる者に対しての表彰について定めること。</p> <p>3 届出</p> <p>細則の制定や改廃、防災管理者、副防災管理者及び防災要員の変更については、その都度、届出するよう明記すること。</p> <p>附則</p> <p>この防災規程は〇〇年〇〇月〇〇日から施行する。</p>	<p>第13章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置</p> <p>防災管理者、副防災管理者及び防災要員が防災規程に違反した場合は、その程度により防災要員等を罷免、もしくは教育及び訓練を繰り返し実施する等の措置を定めること。</p> <p>2 表彰</p> <p>防災要員及び従業員に対し、防災資機材等の改善提案又は防災活動に功労が認められた場合は表彰を行い、防災意識の高揚と防災保安の向上を図るよう定めるものとする。</p> <p>3 届出</p> <p>細則の制定や改廃、防災管理者、副防災管理者及び防災要員の変更については、その都度、届出するよう定めること。</p>
<p>共同防災規程作成指針及び概説</p> <p style="text-align: right;">別紙4</p>	
<p>第1章 総則</p> <p>1 目的</p> <p>石油コンビナート等災害防止法（以下「法」という。）第19条第2項の規定に基づき、別表で定める事業所（以下「構成事業所」という。）で構成される共同の防災組織（以下「共同防災組織」という。）が行うべき業務について、必要な事項を定め、構成事業所における災害の発生並びに拡大の防止及び共同防災組織の効率的運用を図ることを目的とすること。</p> <p>2 用語の定義</p> <p>法、消防法、高圧ガス保安法等及び共同防災組織が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、</p>	<p>第1章 総則</p> <p>1 目的</p> <p>特定事業所における災害の発生又は拡大を防止するために必要な業務について、その基準を定めておくことにより、平常時においては災害の発生を防止し、また災害が発生した場合に被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるようにしておくためである。</p> <p>2 用語の定義</p> <p>法、消防法、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法並びに事業所が制定した規程、規則等において使用する用語の例によるほか、必要に応じ定めることが</p>



<p>必要に応じて定めること。</p> <p>3 適用範囲 この規程は、構成事業所の施設及びその全域について適用されることを明記するとともに、共同防災に関する構成事業所間の契約に関連する事項も併せて明記すること。</p> <p>4 遵守義務 構成事業所の防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）及び防災要員は、この規程を遵守するとともに、構成事業所に勤務する者、出入りする関係者等にも周知させるよう定めること。</p> <p>5 他規程との関係 この規程は、構成事業所の防災規程との整合を図ること。また、火災、その他の災害を防止するための他の法令により定められた規程があり、内容が網羅されている場合は、これを準用できるものとする。</p> <p>6 細則への委任 この規程の実施に関して、必要な細則を定め委任することができること。</p> <p>7 規程の改廃等 この規程及びこれに基づく準用規定並びに細則の制定及び改廃を行うときは、各構成事業所の実態に応じて参画者を定めること。</p>	<p>できる。</p> <p>3 適用範囲 共同防災組織は、構成事業所が一体となって活動することで、その効果が期待されることとなる。 また、防災要員が構成事業所内での活動を行うことから、共同防災に関する契約事項も併せて明記するものである。</p> <p>4 遵守義務 規程適用の人的対象は、主として構成事業所の防災管理者、副防災管理者（第1種事業所に限る。以下同じ。）及び防災要員であるが、構成事業所内の災害に対して一体的に活動する必要があるため、構成事業所内に勤務する者及び出入りする関係者等すべてに対しても周知させるよう努めるものとする。</p> <p>5 他規程との関係 この規程は共同防災組織に関するものであるため、構成事業所における防災規程との調整を図り、相互に齟齬のないよう注意する必要がある。 また、別に規程等の定めがある場合は、関係事項について内容を明示することによって、本規程の運用上これを準用できる。</p> <p>6 細則への委任 本規程の実施にあたり具体的計画等が必要な場合、細則を定めて実施要領等を明確にするものとする。</p> <p>7 規程の改廃等 共同防災規程は、事業所の実態及び社会情勢等を踏まえて見直しをすることが必要である。適用範囲が構成事業所全般に及ぶこと等、その性格上、関係者の意見を尊重する必要があると考えられる。このことから、規程の改廃のみならず、実務上必要となる準用規定並びに細則についても改正等に当たって参画すべき者を予め定め、実施の円滑と実行を期そうとするものである。 なお、具体的作成に当たっては、各構成事業所の実態に応じて参画者を定めることが適当である。</p>
<p>第2章 共同防災組織</p> <p>1 共同防災組織の組織等</p> <p>(1) 共同防災組織の名称 共同防災組織の名称を定めること。</p> <p>(2) 共同防災組織本部の位置 共同防災組織を代表する事業者、事業所（以下「代表事業所」という。）の本部の位置、場所等を定めること。</p> <p>(3) 共同防災組織の編成 各構成事業所の従業員より選出された防災要員（以下「共同防災要員」という。）で構成し、組織図、編成表等により組織の機能を明確にすること。</p> <p>(4) 自衛防災組織等との関係 各構成事業所の自衛防災組織との関係を明確にすること。 また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水等を備え付けるために設置した共同防災組織との関係を明確にすること。</p> <p>(5) 共同防災組織の指揮命令 共同防災組織が構成事業所において行う防災活動に対する、指揮命令系統を定めること。</p>	<p>第2章 共同防災組織</p> <p>1 共同防災組織の組織等</p> <p>(1) 共同防災組織の名称 共同防災組織には、災害活動時における指揮運営の必要性から、必ず名称を定めること。</p> <p>(2) 共同防災組織本部の位置 構成事業所の状況に応じて検討する必要がある。おおむね直径5km程度の範囲を目途として、当該地域における構成事業所の業態、規模、相互間の走行距離、交通事情、危険物等の分布状況等を勘案して効率的なものとする。</p> <p>(3) 共同防災組織の編成 組織編成は、組織図又は編成表で具体的なものとし、各構成事業所の防災管理者等の氏名、所属、勤務方法、引継交替要領及び防災資機材等の種類、数量、配置場所等を記入するものとする。</p> <p>(4) 各構成事業所の自衛防災組織との関係 各構成事業所の自衛防災組織と共同防災組織との関係は、災害が発生した場合に、有機的な連携が図れるよう組織図等で表し明確にしておく必要がある。 また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設</p>

<p>2 防災資機材等及び共同防災要員の配置</p> <p>(1) 防災資機材等      防災資機材等は、災害が発生した場合、迅速かつ確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等で明示すること。</p> <p>(2) 共同防災要員      共同防災要員は、非常時に直ちに有効な防災活動が実施できる者を配置できるよう定めること。</p> <p>3 共同防災組織の業務の外部委託      共同防災組織の業務の一部を外部委託する場合、次のことを明確にすること。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること（法人にあつては、名称及び主たる事務所の所在地）</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること</p> <p>① 委託業務の具体的な内容</p> <p>② 共同防災組織と委託を受けて共同防災組織の業務に従事する者（以下「受託者」という。）の関係および連携要領</p> <p>③ 受託者の業務の実施要領</p> <p>ア 平常時の場合</p> <p>イ 災害発生時の場合</p> <p>④ 受託者に対する教育・訓練の実施に関すること</p> <p>ア 教育・訓練の意義と責任について</p> <p>イ 教育・訓練計画の作成について</p>	<p>置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との関係を明確にする必要がある。</p> <p>(5) 共同防災組織の指揮命令      共同防災組織が構成事業所において行う防災活動に対する、指揮命令系統を組織図等で表し明確にしておく必要がある。</p> <p>2 防災資機材等及び共同防災要員の配置</p> <p>(1) 防災資機材等      防災資機材等（大型化学車等の消防車両、オイルフェンス、オイルフェンス展張船、油回収船、消火薬剤、可搬式放水銃、耐熱服、空気呼吸器等）は、災害が発生した場合、迅速かつ確に使用できる場所に保管配備するとともに、配置図等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 共同防災要員      共同防災要員にあつても、災害に即応できる者を配置するとともに、配置表や勤務表等を用いて明確にしておく必要がある。</p> <p>3 共同防災組織の業務の外部委託      共同防災組織の業務の一部を外部委託する場合は、受託者の契約範囲を再確認するとともに、契約範囲の漏れを防止し、受託者の業務を明確にして防災業務の適切な実施を確保する必要がある。</p> <p>また、複数の受託者や再委託者がいる場合は、受託者の業務並びに再委託の内容についても明確にする必要がある。</p> <p>消防機関においては、委託の状況を的確に把握し、各構成事業所における防災業務の実施に対して適切な指導を行うためにも、必要事項を記載させる必要がある。</p> <p>(1) 業務委託先の氏名及び住所に関すること      個人、法人及び再委託者が複数いる場合には、別紙等を作成し氏名及び住所等を明確にしておく必要がある。</p> <p>(2) 委託業務内容に関すること      委託業務の内容については、受託者の業務の具体的な内容を明確にするとともに、当該受託者が委託者の指示、指揮命令の下に連携して共同防災組織の業務を実施するよう定めること。</p> <p>また、受託者の平常時と災害発生時の業務内容及び教育・訓練についても明確に定めること。</p>
<p>第3章 代表者等の職務</p> <p>1 代表者等の職務</p> <p>(1) 代表事業所の防災管理者の職務</p> <p>① 共同防災組織を代表する事業所の防災管理者（以下「代表者」という。）を定めること。</p> <p>② 代表者は、共同防災組織とその活動状況について、定期的に各構成事業所の防災管理者及び共同防災要員から意見を聞き又は視察を行う等により、組織の強化、運営管理について定めること。</p> <p>(2) 共同防災要員の職務</p> <p>① 指揮者を指定して共同防災要員を指揮監督させること。</p> <p>② 代表者等の指揮命令を遵守すると共に構成事業所の自衛防災組織と連携、協力し、災害の発生又は拡大防止活動及びその他必要とする業務に関する職務について定めること。</p>	<p>第3章 代表者等の職務</p> <p>1 代表者等の職務</p> <p>(1) 代表事業所の防災管理者の職務      代表者は、構成事業所における防災活動が円滑に行えるよう、平常時、緊急時ともに連絡調整を図り、定期的に構成事業所の防災管理者等から意見を聞く等して、組織の強化、適切な運営管理に努めなければならない。</p> <p>(2) 共同防災要員の職務      共同防災要員の中から、指揮者を指定する。指定された指揮者は、災害が発生した構成事業所に出場し、共同防災要員を指揮監督するとともに、当該事業所の防災管理者の指揮のもとで防災活動を行う。</p> <p>また、共同防災要員の具体的な職務として次の事項を定める必要がある。</p> <p>① 防災資機材を活用した防災活動</p> <p>② 防災資機材等の点検</p>

<p>また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織と連携、協力し、災害の発生又は拡大防止活動及びその他必要とする業務に関する職務について定めること。</p> <p>2 代表者等の代行</p> <p>代表者および共同防災要員が、何らかの理由によりその職務を行うことができない場合について、その職務代行者を予め指名するとともに、その者に対する権限委譲規定を定めること。</p>	<p>なお、共同防災要員は、非常時に直ちに有効な消防活動を実施しうる能力を有し、かつ体制であること。そのため、次の要件を満たす必要がある。</p> <p>① 災害の応急措置に関して必要な知識・技能及び体力を有すること。</p> <p>② 設備等の緊急措置に係る要員でないこと。</p> <p>③ 構成事業所内の設備の位置、消防設備等の配置、使用方法及び通路の状況に精通していること。</p> <p>自衛防災組織と同様、指揮者及び機関員以外の共同防災要員は、通常業務と兼任することが可能であるが、通常の業務を特別な作業を経ることなく中止することが可能な者とする。</p> <p>ただし、指揮者、機関員以外の共同防災要員は、防災上直ちに行動を取る必要があるため、防災資機材等の常置場所から概ね1km程度の範囲にすることが望ましい。</p> <p>2 代表者等の代行</p> <p>代表者及び共同防災要員の代行者については、昼夜、休日等ごとに具体的に定め、欠員が生じないようにすること。</p> <p>(1) 代表者が事故ある時の代行を、構成事業所の防災管理者又は代表事業所の副防災管理者等から予め指名しておくとともに、権限委譲について定めること。</p> <p>(2) 指揮者、機関員である共同防災要員の代行は、予め指名した共同防災要員とする。ただし、指揮者、機関員となる共同防災要員が常時専従であることに配慮する必要がある。</p> <p>(3) 共同防災要員の代行は、防災、保安に関して十分な知識及び経験を有する者のうちから予め指名した者とする。</p>
<p>第4章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 防災のための施設・設備</p> <p>防災のための施設・設備は、その種類ごとに整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災資機材等</p> <p>防災資機材等は、その種類ごとに整備状況を把握し、整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等の充実を図ること。</p>	<p>第4章 防災のための施設、設備、資機材等の整備</p> <p>1 防災のための施設・設備</p> <p>共同防災組織を設置する各特定事業所に設置されている、防災のための施設・設備（防災資機材等を常置しておくための建物及びその施設に備え付けられている通信設備等）の整備状況を把握し、その種類ごとに整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>2 防災資機材等</p> <p>防災資機材等は、常に適切に点検し維持・管理されることが必要である。突発的な故障を除き、法に規定されている構造等に関する基準に適合するよう予め種類ごとに整備状況を把握し、耐用年数及び使用状況を考慮した整備計画を定めるとともに点検し維持管理すること。</p> <p>3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震及び津波に対する応急対策等</p> <p>特定防災施設等及び防災資機材等は特定事業所内の火災、漏えい等の拡大防止のために備え付けているものであり、地震や津波が発生した後においても、その機能の維持が求められる。応急対策等における留意事項にあっては、「特定防災施設等及び防災資機材等に係る地震対策及び津波対策の推進について」（平成24年3月30日消防特第63号）を参考とすること。</p>
<p>第5章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>防災資機材等を適正に維持管理するため、防災資機材等の種類ごとに点検基準を定め、これを遵守させること。</p> <p>(1) 点検実施責任者及び点検実施者</p>	<p>第5章 防災資機材等の点検</p> <p>1 点検基準</p> <p>防災資機材等の種類ごとに点検基準を定めるとともに、点検実施に際しては次に掲げる事項について定める必要がある。</p>

<p>(2) 点検項目  (3) 点検方法  (4) 点検周期  (5) 点検結果</p> <p>2 結果に基づく措置  点検の結果、不備、欠陥を発見したときの連絡体制、応急措置、改善方法及び消防機関への連絡について定めること。</p> <p>3 記録の保存  点検の結果及び措置の状況を記録し、3年以上保存するよう定めること。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置  防災資機材等の故障、整備等により使用できない場合における代替措置及び消防機関へ連絡すべき事を明確にしておくこと。</p>	<p>(1) 代表者を点検実施責任者としその種類ごとに点検実施者を定める。</p> <p>(2) 点検の項目及び方法については、防災資機材等の種類ごとに異なることから、その種類ごとに明確な点検基準を定め実施する。</p> <p>(3) 点検の方法は、外観、機能及び総合点検とし、次により実施する。  ① 外観点検は、外観から判別できる漏洩、腐食劣化、変形、損傷、脱落、異常音等の点検を実施するものとする。  ② 機能点検は、防災資機材等について外観から又は簡易な操作により判別できる規格圧力での規格放水量の測定、泡消火薬剤の変質等の点検を実施するものとする。  ③ 総合点検は、防災資機材等の全部若しくは一部を使用し、総合的な点検を行う。  また、泡消火薬剤については、薬剤の物性（比重、pH、粘度、流動性、沈降性）及び安定性（発泡倍率、還元時間）等について点検を実施するものとする。  (4) 点検周期は、外観点検、機能点検、総合点検ごとに周期を定め定期的に実施する。  (5) 点検結果は、○×等の表示を用いるとともに凡例で表示の意味を示し明確に表示する。</p> <p>2 結果に基づく措置  点検の結果、不備、欠陥を発見した場合、直ちに応急措置を行って機能の維持を図ると共に、速やかに改修並びに消防機関への連絡が行われるよう、事前に定めておく必要がある。</p> <p>3 記録の保存  点検記録は、防災資機材の履歴、保全等に関する必要事項、法定点検を含みすべて記録し、重要な記録は代表者の検印を受け、3年以上保存するものとする。</p> <p>4 防災資機材等の代替措置  防災資機材等が故障、整備等により使用できない場合、原則的には代替品を準備する必要がある。ただし、他の事業所等による緊急応援態勢や他の防災資機材等の保有状況を勘案して、防災体制の確保が十分であると客観的に認められる場合はこの限りではない。この場合、隣接事業所等の自衛（共同）防災組織への出場依頼等及びこれらのことについて、期間、防災資機材等の種類、台数等を予め消防機関に連絡する必要がある。</p>
<p>第6章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害通報の受信  構成事業所での異常現象発生時の受信および連絡部署を明確にすると共に、受信・連絡方法を定めること。</p> <p>2 共同防災組織へのお場指示等  次の事項に関して定めること。</p> <p>(1) 構成事業所からの異常現象発生時の通報を受理したときのお場体制、方法について。</p> <p>(2) 共同防災要員への連絡方法等</p> <p>① 共同防災要員が参集するために必要な事項を定めること。</p> <p>② 共同防災要員へのお場指示の担当部署を明確にして、お場が遅滞なく的確にされるよう定めること。</p>	<p>第6章 異常現象に対する措置</p> <p>1 災害通報の受信  異常現象の発見に伴う構成事業所からの連絡体制について、受信部署、方法を明確にして、連絡に支障がないよう定める必要がある。</p> <p>2 共同防災組織へのお場指示等  共同防災組織へのお場指示について、次の事項を定める必要がある。</p> <p>(1) 共同防災組織の構成によっては、共同防災要員が分散して就業していることから、災害に即応するため、共同防災要員へのお場体制の方法を定めておく必要がある。</p> <p>(2) お場指示を行う担当部署を定め、お場指示の伝達が確</p>

<p>③ 共同防災要員への伝達方法等を明確にすること。</p> <p>(3) 共同防災要員の災害出場等について遵守すべき事項を定めること。</p> <p>3 共同防災組織の活動</p> <p>石油コンビナート等防災計画で想定される災害種別ごとに、その発生及び拡大防止のための防災活動を定めること。また、防災活動に際し、構成事業所の自衛防災組織との指揮命令系統を明確にしておくこと。</p> <p>また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との指揮命令系統を明確にしておくこと。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応を定めること。</p> <p>(2) 公設消防隊の現場到着時の対応を定めること。</p> <p>(3) 防災資機材等が事故又は故障した場合の対応を定めること。</p> <p>4 連絡調整等</p> <p>構成事業所の各自衛防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定めること。</p> <p>また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定めること。</p> <p>5 書類等の整備</p> <p>非常の場合に直ちに活用できるように、次の各号に掲げる書類及び図面の整備並びに保管方法・場所について定めること。</p> <p>(1) 構成事業所の施設の配置図</p> <p>(2) 構成事業所の特定防災施設等の配置図、構造及び機能を明示した書類</p> <p>(3) その他、必要な書類及び図面</p> <p>① 法及び関係法令で規定された届出、検査等に関する書類が整備されていること。</p> <p>② 書類・図面管理の責任者及び部署を明確にすること。</p> <p>③ 各施設地区の配置状況図並びに石油及び高圧ガスの品名、貯蔵・取扱量等概要が把握されていること。</p>	<p>実に行なわれ出場が遅滞なくできるような伝達方法、集合方法及び集合場所等を定めておく必要がある。</p> <p>(3) 共同防災要員が確実に災害出場するため次に掲げる事項について定める必要がある。</p> <p>① 指揮者及びその他の共同防災要員は、構成事業所の工事状況等防災活動上必要な事項を常に把握しておくこと。</p> <p>② 機関担当の共同防災要員には、車両の操作に熟達させるとともに、消防車等の積載器具の整備・点検を実施させること。</p> <p>③ 共同防災要員が持ち場を離れる時は、行き先を明確にしておくこと。また、行き先が長距離、長時間に及ぶ等により、出場に支障が生じる恐れがある場合は、代行者への引継が確実に行われるよう定めること。</p> <p>④ 引継交替を行う場合は、勤務の引継に際し、各直の共同防災要員が対面引継を行うこと。また、必要な引継事項は記録簿を作成し、確実に引継を行うこと。</p> <p>3 共同防災組織の活動</p> <p>共同防災組織の活動の中で「想定される災害種別ごとに」とあるのは、火災と流出油災害の場合では、共同防災組織の防災活動が異なることは当然であり、各々の区分ごとに防災活動の体制を定めるものとする。</p> <p>(1) 人的被害が発生した場合の対応についても定める必要がある。</p> <p>(2) 公設消防隊の現場到着時の報告要領及び報告内容について定める必要がある。</p> <p>(3) 防災資機材等が事故又は故障した場合の代替措置や対応要領を定める必要がある。</p> <p>4 連絡調整等</p> <p>構成事業所の各自衛防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定める必要がある。</p> <p>また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との連絡体制、指揮命令系統の調整及び資料相互提供等について定める必要がある。</p> <p>5 書類等の整備</p> <p>災害が発生した場合において、被害を最小限に止めるために必要な緊急措置を、迅速かつ的確に実施することができるように、また平素から共同防災要員に徹底させておくために、必要な図面等を保管場所に備えておくよう明確に定める必要がある。</p>
<p>第7章 防災教育</p> <p>1 防災教育の実施</p> <p>教育の実施責任者を定め教育計画を作成し、共同防災要員に次の教育を行うよう定めること。</p> <p>(1) 防災意識の高揚</p> <p>(2) 関係法令及び諸規程の周知徹底</p> <p>(3) 構成事業所の特定防災施設等及び防災資機材等の内容と取扱方法</p> <p>(4) 構成事業所の危険物施設等の位置、構造、設備の状況</p> <p>(5) 構成事業所の取扱い危険物等の性質及び性状</p> <p>(6) その他必要な事項</p> <p>2 記録の保存</p> <p>教育記録を作成し、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第7章 防災教育</p> <p>1 防災教育の実施</p> <p>各構成事業所における災害の発生並びに拡大を防止するため、共同防災組織として防災体制の強化等防災意識の高揚を図り、関係する法令や諸規定について教育するとともに、特定防災施設等及び防災資機材等に精通させ、構成事業所内の危険物、高圧ガス施設等の位置、構造、設備の状況や危険物等の種類ごとに、その物性、危険性及び取扱い上の注意事項について教育を行うものとする。</p> <p>(1) 防災意識の高揚</p> <p>① 公共の安全確保の重要性</p> <p>② 防災保安に対する社会情勢</p> <p>③ 異常現象が事業所に及ぼす影響</p>

	<p>④ 災害事例を踏まえた教訓</p> <p>⑤ 防災体制、保安管理の強化</p> <p>(2) 関係法令及び諸規程の周知徹底</p> <p>① 関係法令等うちの必要事項</p> <p>② 各種法令により作成される関係規程のうち必要事項</p> <p>(3) 構成事業所の特定防災施設等及び防災資機材等の内容と取扱方法</p> <p>① 特定防災施設等及び防災資機材等の種類、数量、配置場所</p> <p>② 取扱手順や注意事項等</p> <p>(4) 構成事業所の危険物施設等の位置、構造、設備の状況</p> <p>① 危険物施設の位置、構造、設備の概要</p> <p>② 高圧ガス施設の位置、構造、設備の概要</p> <p>③ 上記以外の施設等の位置、構造、設備の概要</p> <p>(5) 構成事業所の取扱い危険物等の性質及び性状</p> <p>① 構成事業所において製造、貯蔵又は取扱う危険物並びに高圧ガス等の性質の概要</p> <p>② 漏洩、噴出、拡散、火災、爆発、装置等の破損、異常反応等に対する危険性</p> <p>(6) その他必要な事項には、共同防災組織において必要となる教育について記載するものとする。</p> <p>2 記録の保存</p> <p>実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>
<p>第8章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>訓練の実施責任者を定めて訓練計画を作成し、共同防災組織が次の訓練を行うよう定めること。</p> <p>(1) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練</p> <p>(2) 通報、連絡、参集及び出場訓練</p> <p>(3) 上記(1)(2)等を複合した総合訓練</p> <p>(4) 公設消防隊、自衛防災組織等との連携訓練また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるために共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との連携訓練</p> <p>(5) その他必要な訓練</p> <p>2 記録の保存</p> <p>訓練記録を作成し、3年以上保存するよう定めること。</p>	<p>第8章 防災訓練</p> <p>1 防災訓練の実施</p> <p>防災訓練は、共同防災要員が防災資機材等を活用した訓練を実施すること。</p> <p>(1) 特定防災施設、防災資機材等の取扱訓練は、次により実施する。</p> <p>① ホース延長訓練、ポンプ操法、放水訓練又は泡放射訓練</p> <p>② 車両の積載品取扱訓練</p> <p>③ 資機材の不調、故障時の措置訓練</p> <p>(2) 通報、連絡、参集及び出場訓練は、次により実施する。</p> <p>① 事業所内の通報訓練</p> <p>② 共同防災組織及び関係事業所間の通報訓練</p> <p>③ 通報から出場までの訓練</p> <p>(3) 上記(1)(2)等を複合した総合訓練を実施すること。</p> <p>(4) 公設消防隊や自衛防災組織との連携訓練を実施すること。</p> <p>また、構成事業所の自衛防災組織の全部又は一部が、大容量泡放水砲等を備え付けるための共同防災組織を別に設置している場合には、当該大容量泡放水砲等を備え付けるために設置した共同防災組織との連携訓練を実施すること。</p> <p>(5) 防災訓練はその一部を省略し、または、総合する等重点的に行っても良いが、部分訓練から順次総合訓練に移行し、習熟を図ることが望ましい。</p> <p>その他、夜間及び休日における部分訓練又は総合訓練についても訓練実施計画を樹立し行うものとする。</p> <p>2 記録の保存</p> <p>実施した内容等必要な事項は必ず記録し、3年以上保存するよう定めるものとする。</p>

<p>第9章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置 共同防災規程に違反したものに対する措置について定めること。</p> <p>(1) 違反者に対する具体的な措置が規定されていること。 (防災に関する再教育・社内規程に照らした処分等)</p> <p>① 措置基準を定めていること。</p> <p>② 違反の程度により措置のランク付けがされていること。</p> <p>2 表彰 防災業務に対しての功労が認められる者に対しての表彰について定めること。</p> <p>3 届出 細則の制定、改廃、代表者及び共同防災要員の変更については、その都度、届出するよう明記すること。</p> <p>附則 この共同防災規程は ○○年○○月○○日から施行する。</p>	<p>第9章 雑則</p> <p>1 違反者に対する措置 代表者及び共同防災要員が共同防災規程に違反した場合は、その程度により罷免、もしくは教育及び訓練を繰り返して実施する等の措置を定めること。</p> <p>2 表彰 共同防災要員等に対し、防災資機材等の改善提案又は防災活動に功労が認められた場合は表彰を行い、防災意識の高揚と防災保安の向上を図るよう定めるものとする。</p> <p>3 届出 細則の制定、改廃、代表者及び共同防災要員の変更については、その都度、届出するよう定めること。</p>
--	--

### その他文献

- ・ 予防規程の改正に伴う効果的な津波対策等のあり方に関する検討報告書、平成25年3月、危険物保安技術協会
- ・ 消防危第162号消防危第162号消防危第162号 防油堤の構造等に関する運用基準について
- ・ 石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究報告書、平成25年3月、石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究会
- ・ 石油コンビナートの防災アセスメント指針、平成25年3月、消防庁特殊災害室

## 参考資料 9 : 地盤の液状化関連規定について



## 1. 地盤の液状化関連規定の比較

KHKS 0861、KHKS 0862 は、耐震告示、KHK 耐震指針に準じて、平成 30 年 6 月 6 日に制定された。

KHKS 0861、KHKS 0862 において、地盤の液状化関連規定は「(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V 耐震設計編、平成 8 年 12 月」(以下、道路橋示方書(1996)という)、「同、平成 14 年 3 月」(以下、道路橋示方書(2002)という)の規定に準じている。同示方書はその後、平成 24 年、最新は平成 29 年に改定されている(それぞれ以下、道路橋示方書(2012)、道路橋示方書(2017)という)。

KHKS 0861、KHKS 0862 の地盤の液状化関連規定について、最新の道路橋示方書(2017)の規定との比較を行う。対象土層、液状化判定、設計水平震度、土質定数の低減、地盤の流動化に関する液状化関連規定を抜粋し(適宜、表記を修正)、比較した結果を表 1-1 に示す。主な相違点等は以下のとおりである。

- ①液状化関連規定のみならず、耐震設計基準全般に係わる相違点として、道路橋示方書(2017)では、レベル 2 地震動がタイプ I (プレート境界型地震を想定した地震動) と、タイプ II (内陸直下型地震を想定した地震動) に種分けされている。また、地盤種別が KHKS 0861、KHKS 0862 では第 1 種～第 4 種地盤の 4 種別に対し、道路橋示方書(2017)では I 種～III 種地盤の 3 種別となっている。さらに、KHKS 0861、KHKS 0862 では、設計水平震度が耐震設計構造物の重要度によって異なる値となっている。
- ②動的せん断強度比  $R$  について、道路橋示方書(2017)では、粒度の影響の評価方法(粒度の影響を考慮した補正  $N$  値  $N_a$ ) について見直しが行われている。
- ③レベル 1 地震動の設計水平震度について、KHKS 0861 の第 3 種、第 4 種地盤と道路橋示方書(2017) の II 種、III 種地盤とを比較すると、前者が 0.15～0.30 に対して後者は 0.15、0.18 であり、KHKS 0861 の設計水平震度は大きい。
- ④レベル 2 地震動の設計水平震度について、KHKS 0862 の第 3 種、第 4 種地盤と道路橋示方書(2017) の II 種、III 種地盤とを比較すると、前者が 0.48 (重要度 I)、0.60 (重要度 I<sub>a</sub>) に対して後者のタイプ II では 0.70、0.60 である。KHKS 0862 の設計水平震度は、重要度 I<sub>a</sub> では II 種地盤で下回るものの大差ないが、重要度 I では設計水平震度は小さい。なお、KHKS 0862 において、レベル 2 耐震性能評価の対象は重要度 I<sub>a</sub>、I の高圧ガス設備である。
- ⑤同様に、道路橋示方書(2017) のタイプ I との比較では、KHKS 0862 の設計水平震度が 0.48 (重要度 I)、0.60 (重要度 I<sub>a</sub>) に対して道路橋示方書(2017) では 0.45、0.40 で、KHKS 0862 の設計水平震度は大きい。しかしながら、KHKS 0862 では、動的せん断強度比  $R$  の地震動特性による補正係数  $C_w$  を 1.0～2.0 としており、繰返し三軸強度比  $R_L$  が 0.20～0.25 以上では、道路橋示方書(2017) の設計水平震度は見かけ上 KHKS 0862 の重要度 I<sub>a</sub> の設計水平震度 0.60 を上回る。また、地域別補正係数について、KHKS 0861、KHKS 0862 では 0.7、0.8、1.0 に対し、道路橋示方書(2017) では 0.8、1.0、1.2 となっており、道路橋示方書(2017) の設計水平震度は大きめの値となる。

表 1-1 地盤の液状化関連規定の比較

KHKS 0861・KHKS 0862 (耐震告示・KHK 耐震指針・道路橋示方書 (1996、2002))	道路橋示方書 (2017)
<p>1. 対象土層</p>	
<p>地震時に液状化するおそれのある地盤とは、次のすべてに該当する砂質土又は礫質土の地盤（粘土含有率が20%を超える地盤を除く。）をいう。</p> <p>①地下水位が現地盤面から10m以内にあり、かつ現地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層</p> <p>②細粒分含有率<math>FC</math>が35%以下の土層、または<math>FC</math>が35%を超えても塑性指数<math>I_P</math>が15以下の土層</p> <p>③平均粒径 <math>D_{50}</math>が 10mm 以下で、かつ 10%粒径 <math>D_{10}</math>が 1mm 以下である土層</p> <p>④次式で示す <math>F_L</math>値が 1.0 以下である土層</p> $F_L = \frac{R}{L}$	<p>沖積層の土層で以下の①～③の条件全てに該当する場合には、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行わなければならない。</p> <p>①地下水位が現地盤面から10m以内にあり、かつ、現地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層</p> <p>②細粒分含有率<math>FC</math>が35%以下の土層又は<math>FC</math>が35%を超えても塑性指数<math>I_P</math>が15以下の土層</p> <p>③50%粒径 <math>D_{50}</math>が 10mm 以下で、かつ、10%粒径 <math>D_{10}</math>が 1mm 以下である土層</p>
<p>2. 液状化判定</p>	
<p>次式で示す <math>F_L</math>値が 1.0 以下である土層</p> $F_L = \frac{R}{L}$ <p>①動的せん断強度比 <math>R</math></p> $R = C_w R_L$ <p>(レベル 1 地震動の場合)</p> $C_w = 1.0$ <p>(レベル 2 地震動の場合)</p> $C_w = 1.0 \sim 2.0 \quad \left[ \begin{array}{ll} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{array} \right]$	<p>液状化に対する抵抗率 <math>F_L</math>をレベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して次式により算出し、この値が 1.0 以下の土層については橋に影響を与える液状化が生じると判定する。</p> $F_L = R/L$ <p>①動的せん断強度比 <math>R</math></p> $R = C_w R_L$ <p>(レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動 (タイプ I) の場合)</p> $C_w = 1.0$ <p>(レベル 2 地震動 (タイプ II) の場合)</p> $C_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{\frac{N_a}{1.7}} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{\frac{N_a}{1.7}} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

$$N_a = \begin{cases} C_1 \cdot N_1 + C_2 & (\text{砂質土}) \\ \left\{ 1 - 0.36 \log_{10} \left( \frac{D_{50}}{2} \right) \right\} N_1 & (\text{礫質土}) \end{cases}$$

$$N_1 = \frac{1.7N}{\frac{\sigma'_v}{98} + 0.7}$$

$$C_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (Fc + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ (Fc/20) - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$C_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (Fc - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

ここに、 $C_w$ ：地震動特性による補正係数

$R_L$ ：繰返し三軸強度比

$N$ ：標準貫入試験から得られる地盤の $N$ 値

$N_1$ ：有効上載圧98kN/m<sup>2</sup>相当に換算した $N$ 値

$N_a$ ：粒度の影響を考慮した補正 $N$ 値

$\sigma'_v$ ：設計深度における有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$C_1, C_2$ ：細粒分含有率による $N$ 値の補正係数

$FC$ ：細粒分含有率 (%)

$D_{50}$ ：平均粒径

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{(0.85N_a) + 2.1} / 1.7 & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{N_a} / 1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

$$N_a = \begin{cases} c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 & (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases}$$

$$N_1 = 170N(\sigma_{vb}' + 70)$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases}$$

ここに、 $C_w$ ：地震動特性による補正係数

$R_L$ ：繰返し三軸強度比

$N$ ：標準貫入試験から得られる $N$ 値

$N_1$ ：有効上載圧100kN/m<sup>2</sup>相当に換算した $N$ 値

$N_a$ ：粒度の影響を考慮した補正 $N$ 値

$\sigma_{vb}'$ ：標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$c_{FC}$ ：細粒分含有率による $N$ 値の補正係数

$FC$ ：細粒分含有率 (%) (粒径75 $\mu$ m以下の土粒子の通過質量百分率)

$D_{50}$ ：50%粒径

②地震時せん断応力比  $L$

$$L = r_d K_H \frac{\sigma_v}{\sigma'_v}$$

$$r_d = 1.0 - 0.015\chi$$

ここに、 $r_d$ ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

$K_H$ ：地表面における水平震度

$\sigma_v$ ：設計深度における全上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_v$ ：設計深度における有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\chi$ ：地表面からの深さ (m)

②地震時せん断応力比  $L$

$$L = \gamma_d k_{hgL} \sigma_v / \sigma'_v$$

$$\gamma_d = 1.0 - 0.015x$$

$$k_{hgL} = c_z k_{hgL0}$$

ここに、 $\gamma_d$ ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

$k_{hgL}$ ：液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度（四捨五入により  
小数点以下2桁とする）

$c_z$ ：地域別補正係数

$k_{hgL0}$ ：液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値

$\sigma_v$ ：地表面からの深さ  $x$  における全上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_v$ ：地表面からの深さ  $x$  における有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$x$ ：地表面からの深さ (m)

3. 設計水平震度

表 地表面における水平震度  $K_H$

地盤種別	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動	
		タイプ I	タイプ II
第 1 種地盤	0.11、0.14、0.17、0.21	(0.21)、(0.27)、0.34、0.42	
第 2 種地盤	0.15、0.20、0.24、0.30	(0.30)、(0.39)、0.48、0.60	
第 3 種地盤	0.15、0.20、0.24、0.30	(0.30)、(0.39)、0.48、0.60	
第 4 種地盤	0.15、0.20、0.24、0.30	(0.30)、(0.39)、0.48、0.60	

注 1) 地域に基づく係数  $\beta_2=1.0$  とする。

注 2) 順に耐震設計構造物の重要度 III、II、I、I<sub>a</sub> の水平震度  $K_H$  を示す。

なお、レベル 2 耐震性能評価の対象は重要度 I<sub>a</sub>、I の高圧ガス設備である。

表 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値  $k_{hgL0}$

地盤種別	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動	
		タイプ I	タイプ II
I 種地盤	0.12	0.50	0.80
II 種地盤	0.15	0.45	0.70
III 種地盤	0.18	0.40	0.60

#### 4. 土質定数の低減

(係数  $D_E$  を乗じて低減させる耐震設計上の土質定数は、地盤反力係数、地盤反力度の上限值とする。)

表 土質定数の低減係数  $D_E$

$F_L$ の範囲	深度 $x$ (m)	地盤の動的せん断強度比 $R$	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

係数  $D_E$  を乗じて低減させる耐震設計上の土質定数は、地盤反力係数、地盤反力度の上限值及び最大周面摩擦力度とする。

表 耐震設計上の土質定数の低減係数  $D_E$

$F_L$ の範囲	地表面からの 深さ $x$ (m)	動的せん断強度比 $R$	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

#### 5. 地盤の流動化

流動化の判定、流動力の算出について、掲載略。

同 左 (道路橋示方書 (2002) より改定なし)

## 2. 地盤の液状化判定結果の比較例

参考として、「第IV章 サイトスペシフィックの設計方法の明確化(その3:耐震設計の例示)」で適用した上町断層帯で発生する地震の堺・高石地区での予測地震動(NS成分)に対し、砂層厚10mの「緩い地盤」( $N$ 値7、 $FC=0\%$ )、「中密地盤」( $N$ 値14、 $FC=25\%$ のシルト混じり砂を想定)の液状化判定を行った。

地震時せん断応力比 $L$ は、地盤の動的非線形解析(全応力解析)より算定し、動的せん断強度比 $R$ は、KHKS 0862(耐震告示・KHK耐震指針・道路橋示方書(1996、2002))と道路橋示方書(2017)により算定して、両耐震設計基準による液状化判定結果の比較を行った。

液状化判定結果の比較を表2-1、表2-2に示す。これより、KHKS 0862に対して道路橋示方書(2017)の $F_L$ 値は大きめの値となっている。 $N$ 値が7で小さく $FC=0\%$ の「緩い地盤」では、両者にほとんど差異は認められないが、 $N$ 値が14で大きく $FC=25\%$ の「中密地盤」では、道路橋示方書(2017)の $F_L$ 値は大きくなっている。本比較例では、 $N$ 値7または14の一定地盤について検討したが、換算 $N$ 値 $N_I$ が一定地盤についての比較は、他の文献(例えば、谷本俊輔：地盤の液状化、基礎工2018.4)に示されているとおりである。

表 2-1 「緩い地盤」の液状化判定結果の比較

(1) KHKS 0862 (耐震告示・KHK 耐震指針・道路橋示方書 (1996、2002)) による液状化判定結果

深さ (m)	地層名	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )	層厚 (m)	$\sigma v'$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\tau \max$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\frac{\tau \max}{\sigma z'}$	N値	FC (%)	c1	c2	Na	RL	Cw (レベル2)	Cw・RL	液状化判定 F1
0.00																
-0.50	砂層(1)	17.7	17.70	0.50	4.43	1.65	0.373	7	0							
-1.00		17.7	17.70	0.50	13.28	4.95	0.373	7	0							
-1.50		17.7	17.70	0.50	22.13	8.24	0.372	7	0							
-2.00	砂層(2)	19.6	9.80	0.50	29.00	11.59	0.400	7	0	1.00	0.00	12	0.234	1.442	0.337	0.844
-2.50		19.6	9.80	0.50	33.90	15.03	0.443	7	0	1.00	0.00	11	0.228	1.423	0.325	0.732
-3.00		19.6	9.80	0.50	38.80	18.32	0.472	7	0	1.00	0.00	11	0.223	1.406	0.313	0.664
-3.50		19.6	9.80	0.50	43.70	21.42	0.490	7	0	1.00	0.00	10	0.218	1.389	0.303	0.618
-4.00		19.6	9.80	0.50	48.60	24.32	0.501	7	0	1.00	0.00	10	0.213	1.374	0.293	0.586
-4.50		19.6	9.80	0.50	53.50	27.03	0.505	7	0	1.00	0.00	10	0.209	1.360	0.284	0.563
-5.00		19.6	9.80	0.50	58.40	29.54	0.506	7	0	1.00	0.00	9	0.205	1.346	0.276	0.546
-5.50		19.6	9.80	0.50	63.30	31.85	0.503	7	0	1.00	0.00	9	0.201	1.334	0.268	0.533
-6.00		19.6	9.80	0.50	68.20	33.95	0.498	7	0	1.00	0.00	9	0.198	1.322	0.261	0.524
-6.50		19.6	9.80	0.50	73.10	36.00	0.493	7	0	1.00	0.00	8	0.194	1.310	0.254	0.516
-7.00		19.6	9.80	0.50	78.00	38.40	0.492	7	0	1.00	0.00	8	0.191	1.300	0.248	0.504
-7.50		19.6	9.80	0.50	82.90	40.75	0.492	7	0	1.00	0.00	8	0.188	1.289	0.242	0.492
-8.00		19.6	9.80	0.50	87.80	43.04	0.490	7	0	1.00	0.00	7	0.185	1.280	0.236	0.482
-8.50		19.6	9.80	0.50	92.70	45.25	0.488	7	0	1.00	0.00	7	0.182	1.270	0.231	0.473
-9.00		19.6	9.80	0.50	97.60	47.41	0.486	7	0	1.00	0.00	7	0.179	1.261	0.226	0.465
-9.50	19.6	9.80	0.50	102.50	49.50	0.483	7	0	1.00	0.00	7	0.177	1.253	0.221	0.458	
-10.00	19.6	9.80	0.50	107.40	51.54	0.480	7	0	1.00	0.00	7	0.174	1.245	0.217	0.452	

注記： (1)地下水位T.M.S.L.-1.5mとする。

(2) 道路橋示方書 (2017) による液状化判定結果

深さ (m)	地層名	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )	層厚 (m)	$\sigma v'$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\tau \max$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\frac{\tau \max}{\sigma z'}$	N値	FC (%)	D50 (mm)	タイプII		$C_{FC}$	N1	Na	RL	Cw (レベル2)	Cw・RL	液状化判定 F1
											c1	c2							
0.00																			
-0.50	砂層(1)	17.7	17.70	0.50	4.43	1.65	0.373	7	0	1									
-1.00		17.7	17.70	0.50	13.28	4.95	0.373	7	0	1									
-1.50		17.7	17.70	0.50	22.13	8.24	0.372	7	0	1									
-2.00	砂層(2)	19.6	9.80	0.50	29.00	11.59	0.400	7	0	1	1.00	0.00	1.00	12.02	12	0.237	1.453	0.345	0.864
-2.50		19.6	9.80	0.50	33.90	15.03	0.443	7	0	1	1.00	0.00	1.00	11.45	11	0.233	1.438	0.335	0.755
-3.00		19.6	9.80	0.50	38.80	18.32	0.472	7	0	1	1.00	0.00	1.00	10.94	11	0.228	1.424	0.325	0.689
-3.50		19.6	9.80	0.50	43.70	21.42	0.490	7	0	1	1.00	0.00	1.00	10.47	10	0.224	1.410	0.316	0.646
-4.00		19.6	9.80	0.50	48.60	24.32	0.501	7	0	1	1.00	0.00	1.00	10.03	10	0.221	1.398	0.308	0.616
-4.50		19.6	9.80	0.50	53.50	27.03	0.505	7	0	1	1.00	0.00	1.00	9.64	10	0.217	1.386	0.301	0.595
-5.00		19.6	9.80	0.50	58.40	29.54	0.506	7	0	1	1.00	0.00	1.00	9.27	9	0.214	1.375	0.294	0.581
-5.50		19.6	9.80	0.50	63.30	31.85	0.503	7	0	1	1.00	0.00	1.00	8.93	9	0.211	1.365	0.287	0.571
-6.00		19.6	9.80	0.50	68.20	33.95	0.498	7	0	1	1.00	0.00	1.00	8.61	9	0.208	1.355	0.281	0.565
-6.50		19.6	9.80	0.50	73.10	36.00	0.493	7	0	1	1.00	0.00	1.00	8.32	8	0.205	1.346	0.276	0.560
-7.00		19.6	9.80	0.50	78.00	38.40	0.492	7	0	1	1.00	0.00	1.00	8.04	8	0.202	1.337	0.270	0.549
-7.50		19.6	9.80	0.50	82.90	40.75	0.492	7	0	1	1.00	0.00	1.00	7.78	8	0.200	1.329	0.265	0.540
-8.00		19.6	9.80	0.50	87.80	43.04	0.490	7	0	1	1.00	0.00	1.00	7.54	8	0.197	1.321	0.261	0.532
-8.50		19.6	9.80	0.50	92.70	45.25	0.488	7	0	1	1.00	0.00	1.00	7.31	7	0.195	1.314	0.256	0.525
-9.00		19.6	9.80	0.50	97.60	47.41	0.486	7	0	1	1.00	0.00	1.00	7.10	7	0.193	1.307	0.252	0.519
-9.50	19.6	9.80	0.50	102.50	49.50	0.483	7	0	1	1.00	0.00	1.00	6.90	7	0.191	1.300	0.248	0.514	
-10.00	19.6	9.80	0.50	107.40	51.54	0.480	7	0	1	1.00	0.00	1.00	6.71	7	0.189	1.294	0.244	0.509	

注記： (1)地下水位T.M.S.L.-1.5mとする。

表 2-2 「中密地盤」の液状化判定結果の比較

(1) KHKS 0862 (耐震告示・KHK 耐震指針・道路橋示方書 (1996、2002)) による液状化判定結果

深さ (m)	地層名	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )	層厚 (m)	$\sigma v'$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\tau \max$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\frac{\tau \max}{\sigma z'}$	N値	FC (%)	c1	c2	Na	RL	Cw (レベル2)	Cw・RL	液状化判定 F1
0.00																
-0.50	砂層(1)	17.7	17.70	0.50	4.43	1.65	0.373	14	25							
-1.00		17.7	17.70	0.50	13.28	4.95	0.373	14	25							
-1.50		17.7	17.70	0.50	22.13	8.24	0.372	14	25							
-2.00	砂層(2)	19.6	9.80	0.50	29.00	11.59	0.400	14	25	1.30	0.83	32	1.077	2.000	2.154	5.391
-2.50		19.6	9.80	0.50	33.90	15.03	0.443	14	25	1.30	0.83	30	0.844	2.000	1.687	3.805
-3.00		19.6	9.80	0.50	38.80	18.32	0.472	14	25	1.30	0.83	29	0.685	2.000	1.369	2.901
-3.50		19.6	9.80	0.50	43.70	21.42	0.490	14	25	1.30	0.83	28	0.575	2.000	1.150	2.346
-4.00		19.6	9.80	0.50	48.60	24.32	0.501	14	25	1.30	0.83	27	0.498	2.000	0.996	1.991
-4.50		19.6	9.80	0.50	53.50	27.03	0.505	14	25	1.30	0.83	26	0.444	2.000	0.888	1.757
-5.00		19.6	9.80	0.50	58.40	29.54	0.506	14	25	1.30	0.83	25	0.405	2.000	0.810	1.601
-5.50		19.6	9.80	0.50	63.30	31.85	0.503	14	25	1.30	0.83	24	0.377	1.913	0.721	1.433
-6.00		19.6	9.80	0.50	68.20	33.95	0.498	14	25	1.30	0.83	23	0.356	1.844	0.656	1.318
-6.50		19.6	9.80	0.50	73.10	36.00	0.493	14	25	1.30	0.83	22	0.340	1.792	0.609	1.237
-7.00		19.6	9.80	0.50	78.00	38.40	0.492	14	25	1.30	0.83	22	0.328	1.752	0.574	1.166
-7.50		19.6	9.80	0.50	82.90	40.75	0.492	14	25	1.30	0.83	21	0.318	1.720	0.547	1.113
-8.00		19.6	9.80	0.50	87.80	43.04	0.490	14	25	1.30	0.83	20	0.310	1.694	0.525	1.072
-8.50		19.6	9.80	0.50	92.70	45.25	0.488	14	25	1.30	0.83	20	0.304	1.672	0.507	1.039
-9.00		19.6	9.80	0.50	97.60	47.41	0.486	14	25	1.30	0.83	19	0.298	1.653	0.492	1.014
-9.50	19.6	9.80	0.50	102.50	49.50	0.483	14	25	1.30	0.83	19	0.293	1.636	0.479	0.992	
-10.00	19.6	9.80	0.50	107.40	51.54	0.480	14	25	1.30	0.83	18	0.288	1.622	0.468	0.974	

注記： (1) 地下水位T.M.S.L. -1.5mとする。

(2) 道路橋示方書 (2017) による液状化判定結果

深さ (m)	地層名	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )	層厚 (m)	$\sigma v'$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\tau \max$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\frac{\tau \max}{\sigma z'}$	N値	FC (%)	D50 (mm)	タイプII		$C_{Fc}$	N1	Na	RL	Cw (レベル2)	Cw・RL	液状化判定 F1
											c1	c2							
0.00																			
-0.50	砂層(1)	17.7	17.70	0.50	4.43	1.65	0.373	14	25	1									
-1.00		17.7	17.70	0.50	13.28	4.95	0.373	14	25	1									
-1.50		17.7	17.70	0.50	22.13	8.24	0.372	14	25	1									
-2.00	砂層(2)	19.6	9.80	0.50	29.00	11.59	0.400	14	25	1	1.30	0.83	1.50	24.04	37	2.687	2.000	5.375	13.451
-2.50		19.6	9.80	0.50	33.90	15.03	0.443	14	25	1	1.30	0.83	1.50	22.91	36	2.021	2.000	4.041	9.113
-3.00		19.6	9.80	0.50	38.80	18.32	0.472	14	25	1	1.30	0.83	1.50	21.88	34	1.552	2.000	3.104	6.575
-3.50		19.6	9.80	0.50	43.70	21.42	0.490	14	25	1	1.30	0.83	1.50	20.93	33	1.219	2.000	2.438	4.975
-4.00		19.6	9.80	0.50	48.60	24.32	0.501	14	25	1	1.30	0.83	1.50	20.07	31	0.980	2.000	1.961	3.918
-4.50		19.6	9.80	0.50	53.50	27.03	0.505	14	25	1	1.30	0.83	1.50	19.27	30	0.808	2.000	1.616	3.197
-5.00		19.6	9.80	0.50	58.40	29.54	0.506	14	25	1	1.30	0.83	1.50	18.54	29	0.682	2.000	1.364	2.696
-5.50		19.6	9.80	0.50	63.30	31.85	0.503	14	25	1	1.30	0.83	1.50	17.85	28	0.589	2.000	1.179	2.342
-6.00		19.6	9.80	0.50	68.20	33.95	0.498	14	25	1	1.30	0.83	1.50	17.22	27	0.521	2.000	1.041	2.091
-6.50		19.6	9.80	0.50	73.10	36.00	0.493	14	25	1	1.30	0.83	1.50	16.63	26	0.469	2.000	0.938	1.905
-7.00		19.6	9.80	0.50	78.00	38.40	0.492	14	25	1	1.30	0.83	1.50	16.08	25	0.430	2.000	0.861	1.748
-7.50		19.6	9.80	0.50	82.90	40.75	0.492	14	25	1	1.30	0.83	1.50	15.57	25	0.401	2.000	0.801	1.630
-8.00		19.6	9.80	0.50	87.80	43.04	0.490	14	25	1	1.30	0.83	1.50	15.08	24	0.378	1.917	0.724	1.478
-8.50		19.6	9.80	0.50	92.70	45.25	0.488	14	25	1	1.30	0.83	1.50	14.63	23	0.360	1.858	0.669	1.371
-9.00		19.6	9.80	0.50	97.60	47.41	0.486	14	25	1	1.30	0.83	1.50	14.20	23	0.346	1.812	0.627	1.290
-9.50	19.6	9.80	0.50	102.50	49.50	0.483	14	25	1	1.30	0.83	1.50	13.80	22	0.335	1.774	0.594	1.229	
-10.00	19.6	9.80	0.50	107.40	51.54	0.480	14	25	1	1.30	0.83	1.50	13.42	21	0.325	1.744	0.567	1.182	

注記： (1) 地下水位T.M.S.L. -1.5mとする。