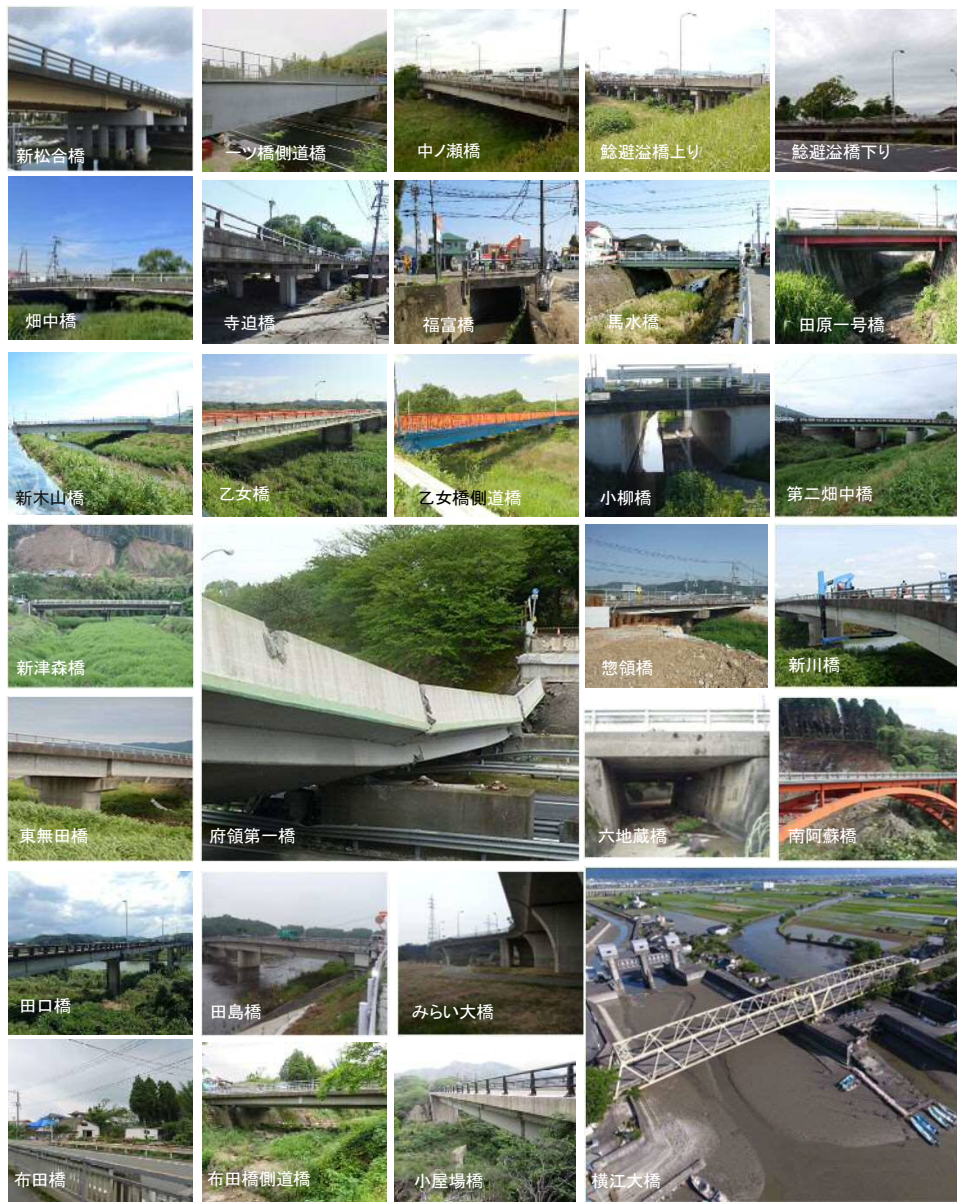


熊本地震での経験を踏まえた橋梁災害復旧のまとめ(災害査定編)



【目次】

- 熊本地震での経験を踏まえた橋梁災害復旧の概要 --- P.1 ~ 8
- 損傷項目別の整理 ----- P.9 ~ 12
- 橋梁別の整理 ----- P.13 ~ 24
- 橋梁被災カルテ ----- P.25 ~ 62

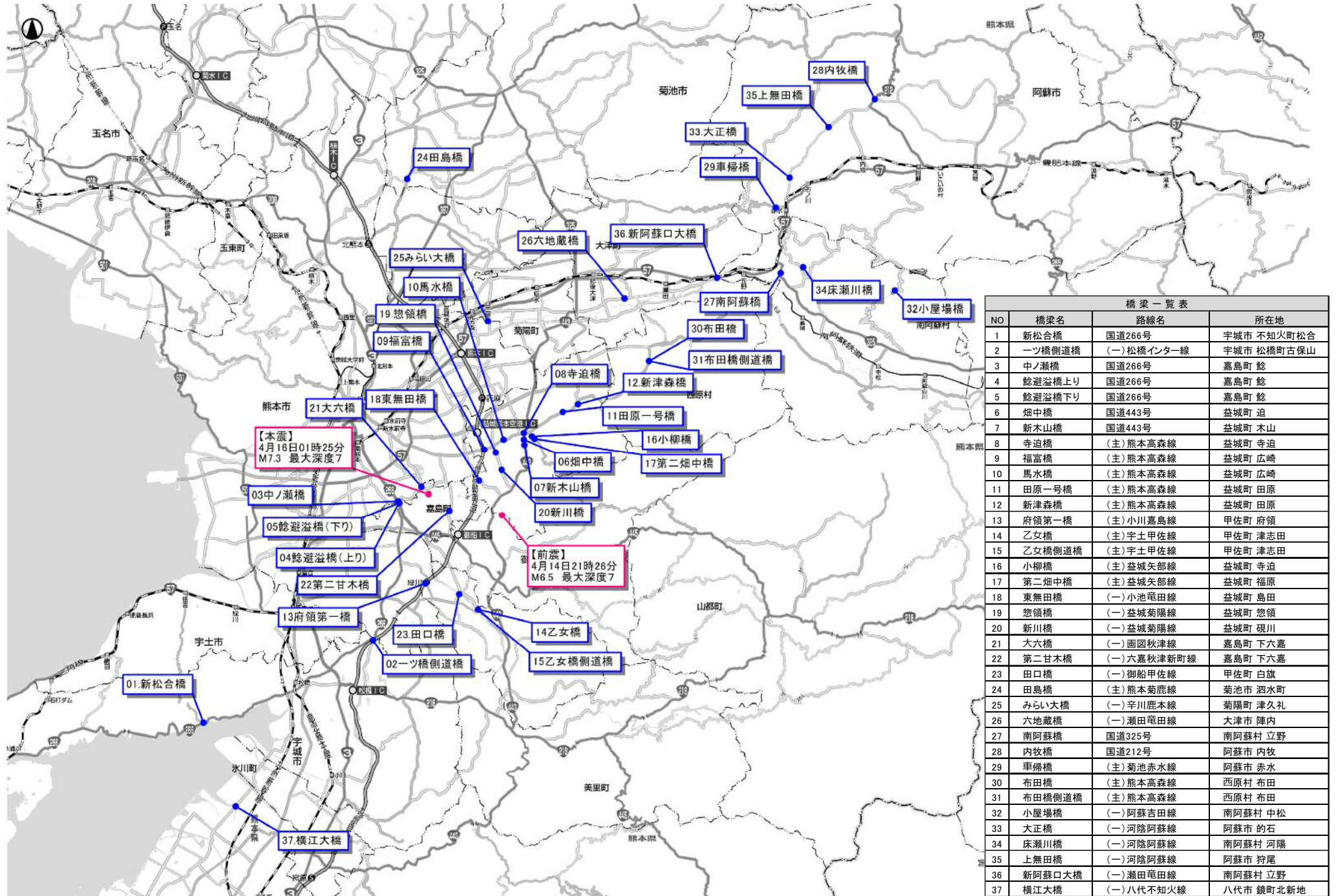
平成30年3月

熊本県 土木部 道路都市局道路整備課

(被災橋梁37橋の橋梁全景写真)

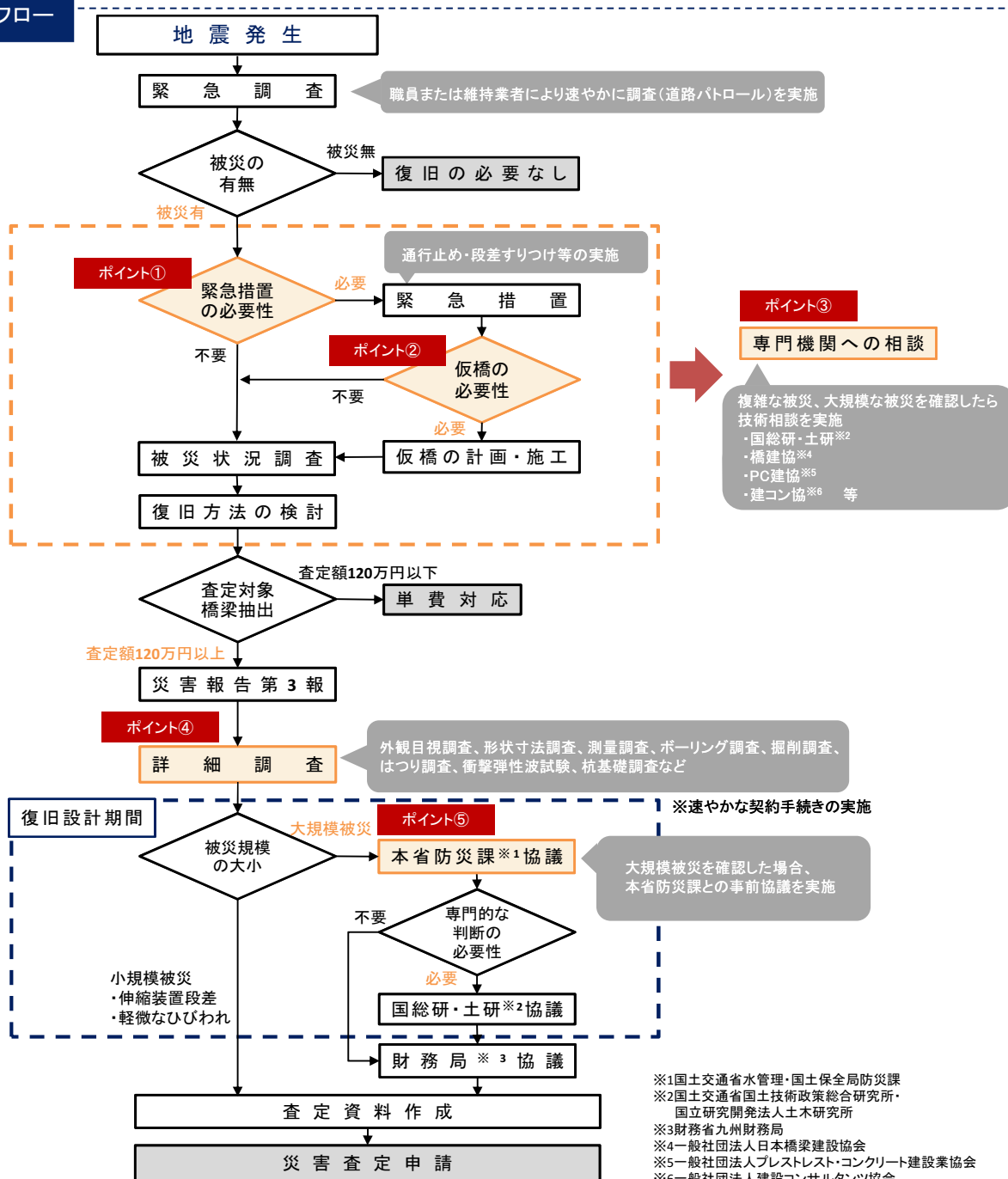
熊本地震での経験を踏まえた橋梁災害復旧の概要

■ 橋梁一覧 位置図	2
■ 災害査定申請に向けてのポイント	3
■ 被災・調査・復旧内容①	4
■ 被災・調査・復旧内容②	5
■ 被災メカニズムと復旧対策	6
■ 関係機関協議と災害査定額	7
■ 熊本地震における橋梁災害復旧対応に関する検証	8



橋梁一覧表			
NO	橋梁名	路線名	所在地
1	新松合橋	国道266号	宇城市 不知火町松合
2	一ツ橋側道橋	(一)松橋インター線	宇城市 松橋町古保山
3	中ノ瀬橋	国道266号	嘉島町 鯉
4	鯉避溢橋上り	国道266号	嘉島町 鯉
5	鯉避溢橋下り	国道266号	嘉島町 鯉
6	畑中橋	国道443号	益城町 迫
7	新木山橋	国道443号	益城町 木山
8	寺迫橋	(主)熊本高森線	益城町 寺迫
9	福富橋	(主)熊本高森線	益城町 広崎
10	馬水橋	(主)熊本高森線	益城町 広崎
11	田原一号橋	(主)熊本高森線	益城町 田原
12	新津森橋	(主)熊本高森線	益城町 田原
13	府領第一橋	(主)小川嘉島線	甲佐町 府領
14	乙女橋	(主)宇土甲佐線	甲佐町 津志田
15	乙女橋側道橋	(主)宇土甲佐線	甲佐町 津志田
16	小柳橋	(主)益城矢部線	益城町 寺迫
17	第二畑中橋	(主)益城矢部線	益城町 福原
18	東無田橋	(一)小池竜田線	益城町 島田
19	惣領橋	(一)益城菊陽線	益城町 惣領
20	新川橋	(一)益城菊陽線	益城町 硯川
21	大六橋	(一)画図秋津線	嘉島町 下六嘉
22	第二甘木橋	(一)六嘉秋津新町線	嘉島町 下六嘉
23	田口橋	(一)御船甲佐線	甲佐町 白旗
24	田島橋	(主)熊本菊鹿線	菊池市 泗水町
25	みらい大橋	(一)辛川鹿本線	菊陽町 津久礼
26	六地藏橋	(一)瀬田竜田線	大津市 陣内
27	南阿蘇橋	国道325号	南阿蘇村 立野
28	内牧橋	国道212号	阿蘇市 内牧
29	車帰橋	(主)菊池赤水線	阿蘇市 赤水
30	布田橋	(主)熊本高森線	西原村 布田
31	布田橋側道橋	(主)熊本高森線	西原村 布田
32	小屋場橋	(一)阿蘇吉田線	南阿蘇村 中松
33	大正橋	(一)河陰阿蘇線	阿蘇市 の石
34	床瀬川橋	(一)河陰阿蘇線	南阿蘇村 河陽
35	上無田橋	(一)河陰阿蘇線	阿蘇市 狩尾
36	新阿蘇口大橋	(一)瀬田竜田線	南阿蘇村 立野
37	横江大橋	(一)八代不知火線	八代市 鏡町北新地

実施フロー



着目点

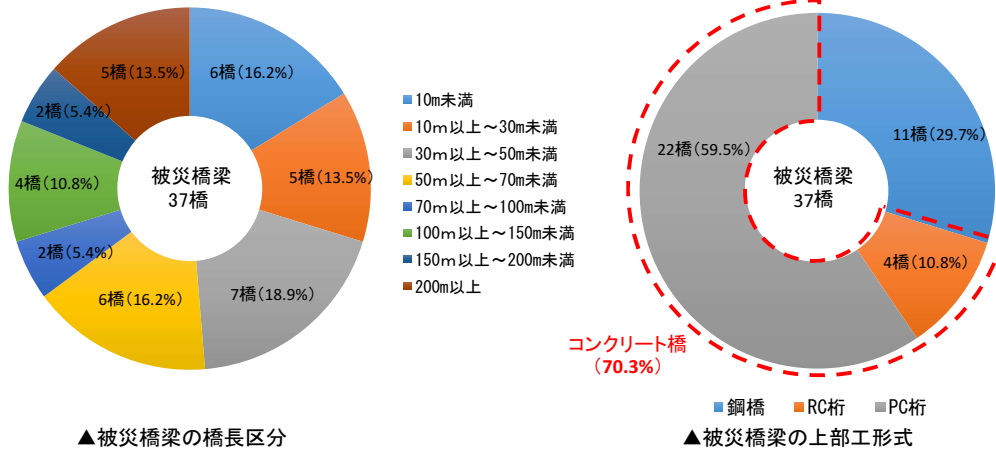
- ポイント① 緊急措置（通行止め、応急対策）の必要性**
- <通行止めの判断>
- ・落橋や下部工の大きな沈下等明らかに供用不可の場合。
 - ・路面に10cm以上の段差が生じた場合→一旦通行止めの上、応急対策も実施する。
- <応急対策>
- ・支承損傷による段差や桁移動→荷重支持部材（サドル材）による段差や横ずれの防止や路面高さの調整（段差すりつけ）を行う。
 - ・橋台背面の沈下による段差 →路面高さの調整（段差すりつけ）を行う。
※40cm程度の段差まで実績あり。
- ポイント② 仮橋の必要性の判断と設置の手続き**
- <仮橋の必要性の判断時期>
- ・被災後2週間を目安に本省防災課※1と協議を行い、速やかに仮橋の施工に着手する。
- <必要性の判断基準>
- ・重要路線上の橋梁で、通行止めによる迂回距離が長くなり、社会的影響が大きくなるもの。
 - 下部工の被災で施工時に通行止めが必要となる可能性があれば積極的に検討する。
- ポイント③ 技術的な判断が求められる橋梁**
- 複雑な被災、大規模な被災を確認したらできるだけ早く、国総研・土研※2、橋建協※4、PC建協※5、建コン協※6等へ相談する。
- 相談すべき内容
- ・供用の可否……被災橋梁の供用の可否について助言を求める。
 - ・今後の対応策……実施すべき詳細調査や復旧方針に関する助言を求める。
- 相談を検討すべき被災
- ・大きな上部工移動
 - ・下部工の傾斜・沈下・移動
 - ・落橋
 - ・特殊橋梁（アーチ橋・トラス橋等）の被災
- ポイント④ 被災状況の詳細な把握と復旧設計に向けた詳細調査**
- 詳細調査における留意事項
- ・被災状況は、現地調査、各種試験や掘削調査等による事実の積み重ねにより把握する。（計算や解析による損傷の想定だけでは技術的な根拠とはならない。）
- 被災項目による具体例
- <上下部工の移動について>
- ・測量調査……相対的な移動量、移動方向を調査する。（竣工時の位置と地震後の位置を比較し、被災メカニズムを把握する。）
- <下部工の沈下・移動・傾斜について>
- ・測量調査……沈下量、相対的な移動量、傾斜角度を調査する。
 - ・定点観測……沈下進行状況を観測する。
 - ・ボーリング調査……支持層の位置、液状化地盤の有無、被災前後の地層の変化を調査する。（下部工再構築等、基礎の新規施工が必要な場合は、既存のボーリング結果があっても、地震後の変状を考慮し調査を実施する。）
 - ・掘削調査……不可視部の被災状況を目視確認する。
※橋台傾斜角1.0°程度でも不可視部損傷の事例あり。
 - ・杭基礎調査……衝撃弾性波試験、鉛直磁気探査により杭基礎の被災状況を確認する。
- 河川橋における留意事項
- ・河川橋の被災の場合、調査時期と出水期が重なると河川内での調査が困難となる。
 - 地震発生後、早い段階で詳細調査が必要となる橋梁を把握し、早期に実施する。
 - 河川管理者と協議し、必要最小限での調査等、短期間で完了する調査手法を選定する。
- ポイント⑤ 本省防災課との事前協議が必要となる橋梁**
- 大規模被災を確認した場合、災害査定申請に向けて手戻りを防ぐため、本省防災課と協議を行う。
- <協議が必要となる場合>
- ・事前に復旧方針について確認が必要な場合
 - ・被災状況が複雑で原形復旧が困難な場合
※下部工の沈下・移動・傾斜、落橋、大きな上部工移動、斜面崩壊等を確認した場合に協議実施の事例あり。

熊本地震での経験を踏まえた橋梁災害復旧の概要

No.	橋梁名	査定額 (千円)	橋長 (m)	幅員 (m)	径間 数	架設年次 (西暦)	上部工 形式	協議回数		災害 査定日	被災内容								調査内容						復旧内容													
								国総研 ・土研	防災課		橋面の 損傷	上部工 の損傷	主桁の 損傷	支承 損傷	下部工 の損傷	橋台の 沈下	橋脚の 沈下	落橋	その他	近接 目視	測量 調査	地質 調査	杭基礎 調査	試掘 調査	その他	橋面の 補修	上部工 補修	桁 移動	支承 補修	橋梁 架替え	上部工 架替え	下部工 補修	下部工 再構築	その他				
1	新松合橋	7,845	37.0	8.4	2	1971	鋼橋	-	-	7月25日	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	一ツ橋側道橋	23,583	40.8	3.5	1	2003	PC桁	-	2	8月31日	○	-	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	○		
3	中ノ瀬橋	61,631	146.1	20.6	4	1987	PC桁	-	-	9月8日	○	○	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
4	鯉避溢橋上り	18,680	120.5	10.2	14	1988	PC桁	-	-	9月1日	-	-	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
5	鯉避溢橋下り	30,112	119.8	10.5	7	1987	PC桁	-	-	9月1日	○	○	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
6	畑中橋	44,171	25.0	10.8	2	1967	PC桁	-	-	8月30日	○	-	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
7	新木山橋	2,367	42.3	14.8	1	2002	PC桁	-	-	7月12日	-	○	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-		
8	寺迫橋	315,619	56.0	10.3	4	1972	PC桁	-	1	12月20日	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	○	○	-	-	○	-	○	-	○	-	-	○		
9	福富橋	69,993	8.7	15.2	1	1964	PC桁	-	-	12月1日	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○		
10	馬水橋	2,467	14.6	11.9	1	1965	PC桁	-	-	7月27日	○	○	-	-	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-		
11	田原一号橋	3,913	9.1	10.7	1	1956	PC桁	-	-	7月12日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-		
12	新津森橋	74,548	38.9	9.7	2	1984	PC桁	-	-	9月6日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	○	-	-	○	-	-		
13	府領第一橋	339,317	61.4	8.5	3	1974	PC桁	1	4	12月6日	-	-	-	○	○	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	○	○	-	-		
14	乙女橋	248,896	275.0	11.5	8	1965	PC桁	-	-	9月6日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
15	乙女橋側道橋	123,849	275.0	2.4	8	1980	鋼橋	-	-	9月6日	○	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-		
16	小柳橋	1,393	4.6	12.5	1	1995	RC桁	-	-	7月12日	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-		
17	第二畑中橋	49,633	36.7	6.7	3	1964	鋼橋	-	-	9月6日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-		
18	東無田橋	608,190	78.6	11.0	2	1992	PC桁	-	2	12月6日	○	○	-	○	-	○	-	-	○	○	-	-	○	-	○	○	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-		
19	惣領橋	263,921	33.3	10.7	2	1988	PC桁	2	2	12月1日	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	○	○	-	-		
20	新川橋	652,721	64.1	10.8	2	1991	PC桁	1	3	12月6日	○	○	-	○	○	○	-	-	○	○	○	-	○	-	○	○	-	○	-	-	-	-	○	○	-	○		
21	大六橋	57,822	174.0	10.8	6	1986	PC桁	-	-	9月6日	○	-	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-		
22	第二甘木橋	5,305	4.0	12.3	1	(不明)	RC桁	-	-	9月7日	-	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-			
23	田口橋	703,625	260.8	5.3	8	1968	PC桁	-	8	12月12日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○		
24	田島橋	2,700	89.0	10.8	2	2009	PC桁	-	-	10月6日	-	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
25	みらい大橋	21,323	660.0	15.3	25	1999	PC桁	-	-	9月7日	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
26	六地藏橋	9,384	6.0	10.2	1	1965	RC桁	-	-	9月7日	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
27	南阿蘇橋	222,262	110.0	9.0	3	1971	鋼橋	-	3	12月7日	○	-	-	○	○	-	-	-	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○		
28	内牧橋	9,150	49.0	10.4	2	1970	鋼橋	-	-	10月15日	○	○	○	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-		
29	車帰橋	313,376	55.1	12.4	1	2004	鋼橋	-	2	12月7日	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	-	-	○	-	○	-	-	-	-	○	○	-	○	○	○	○		
30	布田橋	11,812	23.0	7.8	1	1974	鋼橋	-	-	9月1日	○	-	-	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
31	布田橋側道橋	10,860	27.4	2.8	1	1988	PC桁	-	-	9月1日	○	-	○	○	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	-	-		
32	小屋場橋	19,804	58.2	7.7	1	1975	鋼橋	-	-	9月6日	○	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
33	大正橋	748,470	63.3	12.7	1	1996	鋼橋	1	3	12月15日	○	○	-	○	○	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	○	○	-	-	○	-	-	○	-	○	○		
34	床瀬川橋	46,116	19.5	10.8	1	1991	PC桁	-	-	10月19日	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	○	-	-	○	-	-		
35	上無田橋	6,260	4.1	6.6	1	(不明)	RC桁	-	-	9月6日	○	○	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-		
36	新阿蘇口大橋	236,334	213.0	8.7	3	2014	鋼橋	-	2	11月14日	○	○	-	○	○	-	-	-	○	○	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	○	-	-	○	-	○		
37	横江大橋	1,298,973	200.0	8.0	4	1979	鋼橋	4	7	10月12日	○	○	-	○	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○			

被災橋梁概要

- 災害査定申請を行った被災橋梁は、熊本県全管理橋梁数3615橋の内、37橋であった。
- 橋長区分では、橋梁規模に関わらず被災していた。
- 上部工形式では、PC桁とRC桁を合わせたコンクリート橋が7割を占めた。



調査内容

- 被災の有無を確認するため、37橋全てにおいて近接目視調査を実施した。
- 調査目的に応じて測量調査や地質調査、掘削調査等の詳細調査を実施した。
- 震災特有の調査として、不可視部の調査(鉛直磁気探査、掘削調査等)や地盤変動調査(動態観測等)を実施した。

調査項目	主な調査目的	橋梁数	
近接目視調査	損傷の有無、状況の確認	37橋	
配筋調査	鉄筋探査,レーダ	4橋	
	はつり調査	3橋	
測量調査	平面	13橋	
	縦断、横断	12橋	
	3D測量	1橋	
	橋梁全体、周辺地盤の移動量の計測調査、設計に必要な情報収集		
定点観測	下部工の地震後の沈下状況の確認	3橋	
地質調査	標準貫入試験	7橋	
	孔内水平載荷試験	5橋	
	室内土質試験	5橋	
	動態観測	地震後の地盤移動の確認	1橋
杭基礎調査	弾性波試験	弾性反射波による、下部工や基礎の損傷や深さの確認	3橋
	ボーリング調査	基礎の被災状況を確認	1橋
	鉛直磁気探査	磁気探査による下部工損傷状況の確認	1橋
亀裂調査	磁粉深傷試験	鋼部材の亀裂有無の確認	1橋
掘削調査	土中部の損傷状況や沈下状況の目視確認	5橋	

被災内容

- 多くの橋梁に共通する内容として、橋面の損傷、支承損傷、橋台の損傷を確認した。
- 震災特有の損傷として桁移動、下部工の移動、落橋などを確認した。

被災項目	主な被災内容	橋梁数	
上部工の被災	橋面の損傷	伸縮装置の段差・開き、高欄防護柵の変形欠損、地覆の剥離・鉄筋露出	32橋
	主桁の損傷	主桁のひび割れ、主桁の剥離・鉄筋露出、主桁の変形欠損、塗膜割れ	10橋
	主桁の移動	主桁の移動	12橋
	遊間の異常	遊間異常	13橋
	横桁の損傷	横桁の剥離・鉄筋露出、横桁のひびわれ	8橋
	床版の損傷	床版の剥離・鉄筋露出、床版のひびわれ	10橋
	支承の損傷	支承の破断、沓座モルタルの欠損・うき、アンカーボルトの変形・欠損、ピンチプレート損傷	29橋
	落橋防止の損傷	落橋防止構造の変形、落橋防止構造の脱落、アンカー筋の変形・破断、せん断ストッパーの移動・破断	7橋
	下部工の被災	橋台の損傷	橋台背面の沈下、壁脚の剥離・鉄筋露出、胸壁の剥離・鉄筋露出、胸壁のひびわれ、ウイングの損傷
橋台の移動		橋台の沈下・移動・傾斜	9橋
橋脚の損傷		梁の剥離・鉄筋露出、梁のひびわれ、柱のひびわれ	4橋
橋脚の移動		橋脚の沈下・移動・傾斜	3橋
その他	落橋	落橋	1橋
	その他	ロッキングピア倒壊、制振装置の損傷、アーチ支柱の損傷、液状化法面・護岸の損傷	7橋

復旧内容

- 多くの橋梁に共通する内容として、橋面の補修、支承の補修、橋台のひびわれ補修、断面修復が挙げられる。
- 震災特有の復旧として桁移動、支承補修(取替)、下部工再構築、上部工架替えなどを計画した。

復旧項目	主な復旧内容	橋梁数		
上部工の対策	橋面の補修	舗装補修	舗装打換え、段差すりつけ	11橋
		伸縮装置補修	伸縮装置取替え、目地材設置	25橋
		高欄・防護柵補修	部分取替え	4橋
		地覆補修	断面修復	11橋
	主桁補修	断面修復、ひびわれ補修、部分塗装塗替え、当板補修	9橋	
	桁移動	桁移動	11橋	
	横桁補修	断面修復、ひびわれ補修、増設、打替え	7橋	
	床版補修	断面修復、ひびわれ補修	8橋	
	支承補修	モルタル復旧、台座復旧、防錆処置、アンカーバー設置、再設置、断面修復、ピンチプレート補修、アンカーボルト補修	20橋	
	支承取替え	支承取替え	11橋	
下部工の対策	落橋防止補修	落橋防止復旧、せん断ストッパー復旧、縁端拡幅	6橋	
	上部工架替え	上部工架替え	3橋	
	橋台補修	断面修復、胸壁打替え、壁脚打替え、ひびわれ補修、目地の設置、ボーリンググラウト	20橋	
	橋脚補修	断面修復、ひびわれ補修、RC巻立て補強、炭素繊維巻立て補強、フーチング補強	6橋	
その他	基礎補強	増杭	1橋	
	下部工再構築	橋台再構築、橋台拡幅、橋脚再構築	7橋	
	法面・護岸補修	復旧	5橋	
その他	軽量盛土対策、地盤改良、旧橋撤去、制震ダンパー復旧、上部工改良、埋土処理、アーチ支柱部位置調整、アーチ支柱部ボルト補修、アーチ基部ボルト補修、ボックスカルバート化	8橋		

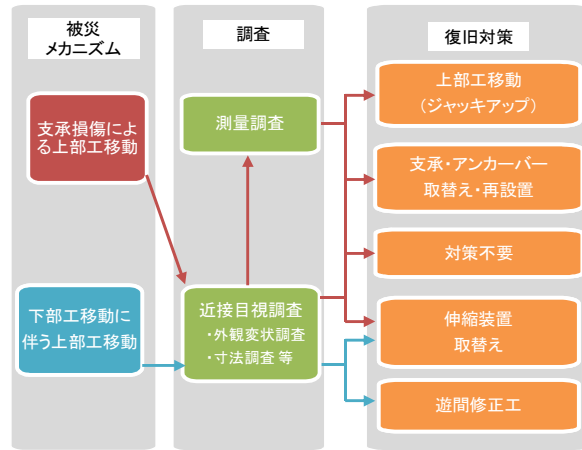
■技術的判断が難しい被災(上部工移動、下部工の沈下・移動・傾斜)の復旧対策までの実施体系

上部工の移動

■上部工移動

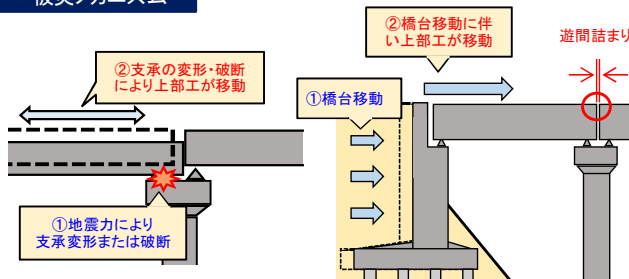
上部工移動における被災メカニズムは、支承損傷による上部工移動と、下部工移動に伴う上部工移動の2種類に分類できる。詳細調査では近接目視調査後、測量調査により上下部工の相対的な移動量の測定が重要である。調査結果によっては、支承取替えやジャッキアップによる上部工移動などの大規模な対策が必要となる。

復旧対策までの体系ツリー



▲上部工移動体系ツリー

被災メカニズム



▲支承損傷による上部工移動

▲下部工移動に伴う上部工移動

ポイント: 測量調査の重要性

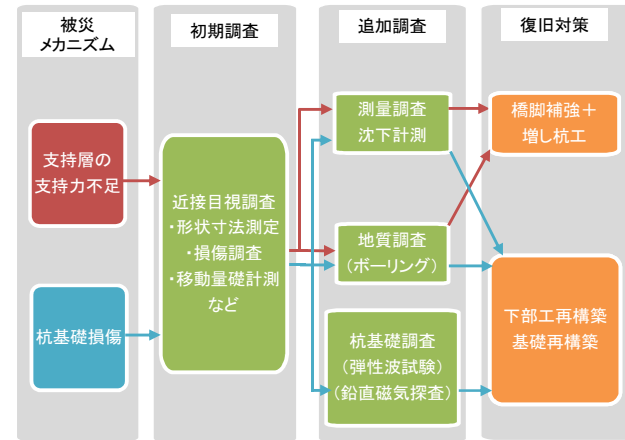
上部工移動を確認した場合は、速やかな測量調査の実施が必要である。上下部工の相対的な移動量を把握し、被災メカニズムを明確にする必要がある。また竣工当時の測量結果があれば、橋梁全体の移動方向を把握することができる。

下部工の沈下・移動・傾斜

■橋脚沈下

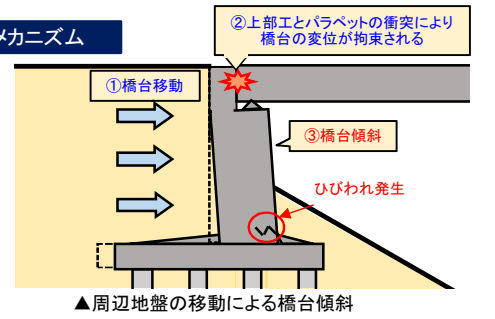
橋脚の沈下における被災メカニズムは、支持層の支持力不足、杭基礎損傷の2種類に分類できる。詳細調査では初期調査後、測量調査による下部工の移動・傾斜量の把握や地質調査による支持層の支持力確認、杭基礎調査による杭の健全性の評価が重要となる。調査結果によっては、増し杭工や下部工・基礎の再構築などの大規模な対策が必要となる。

復旧対策までの体系ツリー

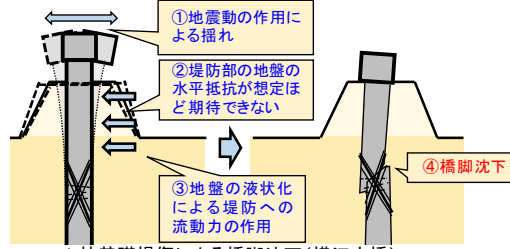


▲橋脚沈下体系ツリー

被災メカニズム



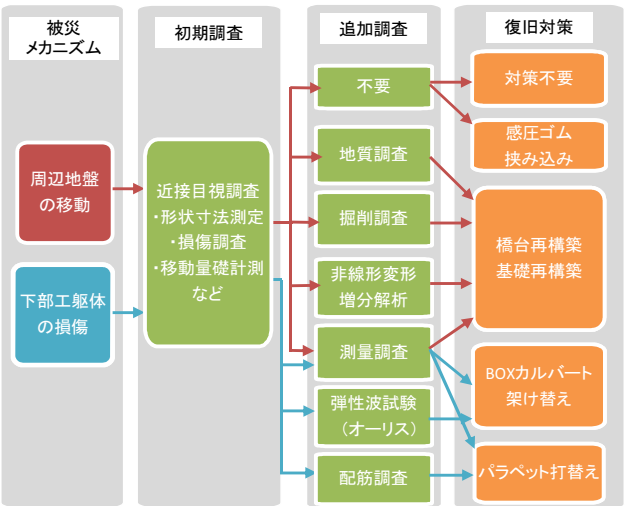
▲周辺地盤の移動による橋台傾斜



▲杭基礎損傷による橋脚沈下(横江大橋)

■橋台沈下・移動・傾斜

橋台の移動・傾斜・沈下における被災メカニズムは、周辺地盤の移動によって生じた場合、下部工躯体の損傷による場合の2種類に分類できる。詳細調査では初期調査後、地質調査による周辺地盤状況の確認や掘削調査による橋台前面の不可視部の損傷状況確認が重要となる。調査結果によっては、橋台・基礎の再構築などの大規模な対策が必要となる。



▲橋台沈下・移動・傾斜体系ツリー

ポイント: 掘削調査(不可視部の目視確認)の重要性

橋台の傾斜など、地中部の被災状況を確認する際には、速やかな掘削調査による目視確認の実施が必要である。

橋台の傾斜(1.8° ~ 4.8°)を確認した2橋梁の橋台、基礎工の被災状況の確認については、当初解析のみで進めていたが、国総研・土研から「事実を積重ねることが重要である」と助言を受け、掘削調査を実施した。調査の結果、堅壁、フーチングに大きなひびわれ等の被災があり、解析結果との相関が確認できたことから、基礎工杭頭部の塑性化による橋台、基礎工の再利用は困難と判断した。



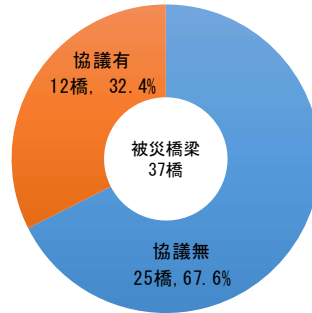
▲写真 掘削調査状況

本省防災課事前協議

- 事前協議は被災橋梁37橋の内、12橋で実施した。
- 被災状況が複雑で復旧方針の妥当性等について、確認が必要な橋梁を対象とした。

▼本省防災課事前協議を行った橋梁

橋梁名	主な被災内容	協議回数
一ツ橋側道橋	桁の移動	2回
寺迫橋	桁の移動、橋台損傷	1回
府領第一橋	落橋	4回
東無田橋	橋台の傾斜	2回
惣領橋	橋脚の沈下	2回
新川橋	橋台の傾斜	3回
田口橋	桁の移動、橋脚損傷	8回
南阿蘇橋	制震装置損傷、斜面崩壊	3回
車帰橋	橋台の傾斜	2回
大正橋	橋台の移動	3回
新阿蘇口大橋	斜面崩壊	2回
横江大橋	橋脚基礎の沈下	6回



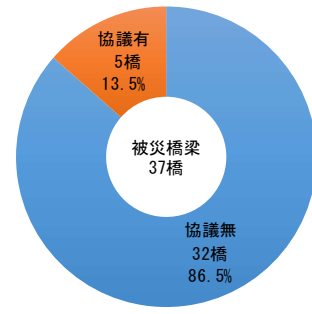
▲協議を行った橋梁の割合

国総研・土研協議

- 協議は被災橋梁37橋の内、5橋で実施した。
- 被災メカニズムの特定、詳細調査の内容等について、技術的な相談や妥当性の確認を行った。
- 被災直後の現地視察にも同行し、供用の可否や今後の対策について助言を受けた。

▼国総研・土研協議を行った橋梁

橋梁名	主な被災内容	協議回数
府領第一橋	落橋	1回
惣領橋	橋脚の沈下	2回
新川橋	橋台の傾斜	1回
南阿蘇橋	制震装置損傷、斜面崩壊	1回
横江大橋	橋脚基礎の沈下	4回



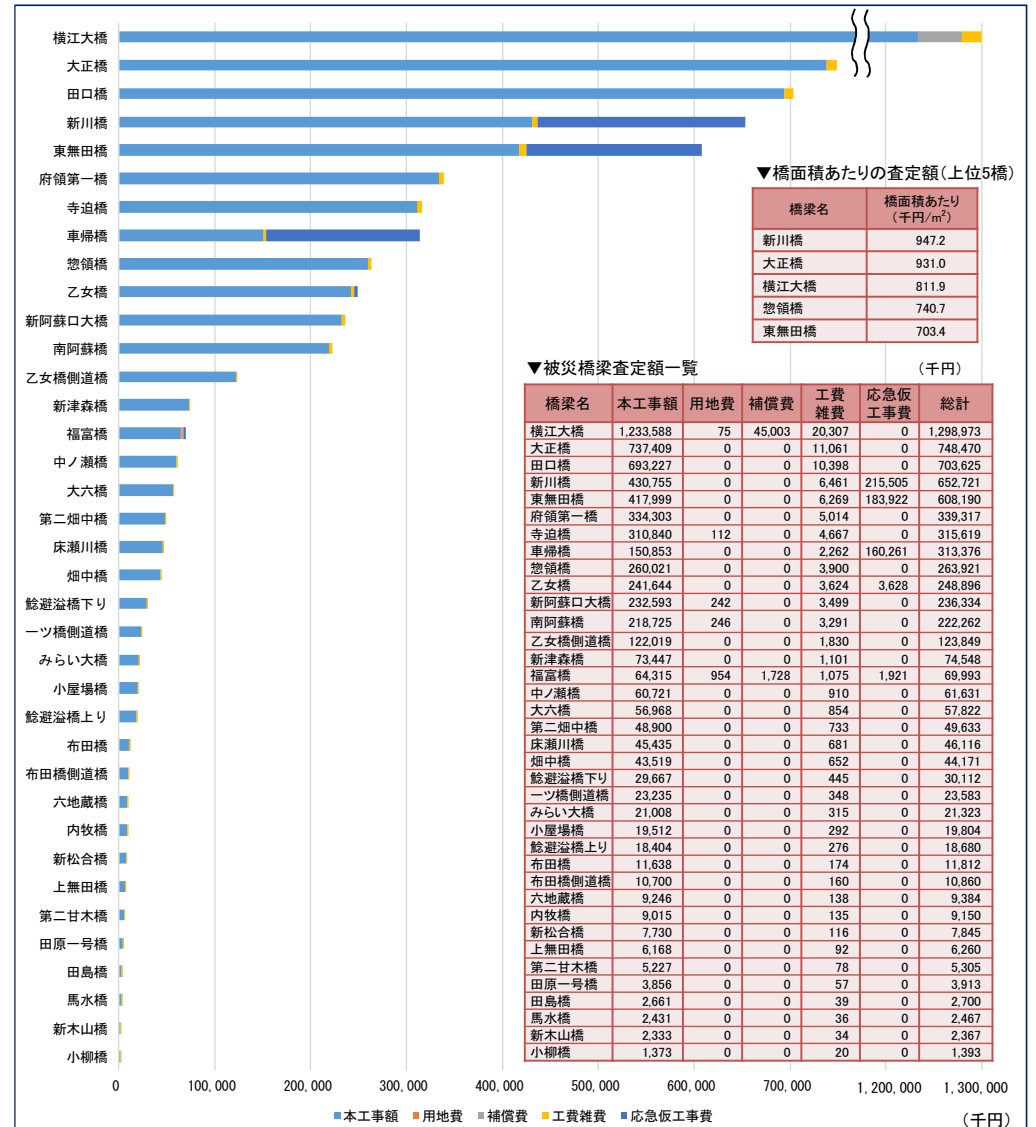
▲協議を行った橋梁の割合

▼震災直後に現地視察した橋梁

調査時期	橋梁名	主な被災内容	調査結果
4/20	畑中橋	桁の移動	供用について特に問題ない
	惣領橋	橋脚の沈下	原因究明のため調査が必要
	奥阿蘇大橋	—	健全である
4/21	乙女橋	桁の移動	車両を通すには、対策が必要
	田口橋	桁の移動	交通解放は非常に難しい
	沖野避溢橋	—	橋梁本体は健全
4/22	森崎橋、森崎橋左折橋、森崎橋側道橋	—	供用について特に問題ない
	メロディー橋	—	供用について特に問題ない
	宇城小川跨線橋	—	供用について特に問題ない
	床瀬川橋	支承破壊	支承に応急対策が必要
4/27	大正橋 他	橋台の移動	下部工の耐力が不十分
	大正橋 他	—	※自主調査
5/25	大正橋 他	—	※自主調査
5/26	木山川橋、惣領橋、秋津川橋、横江大橋、白鷺橋他	—	※自主調査

災害査定額

- 被災橋梁37橋の災害査定額の総額は、約67億円であった。
- 横江大橋は災害査定額が約13億円と最も高く、総額の19%を占めている。
- 災害査定額が1億円を超えた橋梁は13橋あり、その内11橋が本省防災課と事前協議を実施したものであった。
- 新川橋と大正橋は、橋台再構築など大規模な復旧内容であるため、橋面積あたりの災害査定額が高額となった。



被災状況把握段階

評価できる事項

- 職員、地元業者による迅速な被災状況調査
 - ・職員による道路パトロールで被災状況や橋梁周辺の迂回路を迅速に調査できた。
 - ・地元業者に道路維持修繕業務を年間契約していたため、機動力を生かし、被災状況や通行可否状況の把握、軽微な応急復旧が迅速にできた。
- 応急仮(本)工事の実施
 - ・本省防災課と協議し、仮橋や仮棧橋を早期に設置できた。
- 災害時応援協定の活用
 - ・技術的な判断が困難であった橋梁について、専門機関に供用の可否や今後の対応策について助言を受けた。
 - ・建設業協会、道路保全協会、防災交通安全施設・橋梁補修協会と災害応援協定を締結していたため、被災状況調査を依頼し対応することができた。

災害査定段階

- 専門機関との連携
 - ・本省防災課や国総研・土研との協議を行い、被災メカニズムの解明や復旧設計のための助言を受けた。
- 災害査定申請
 - ・年内（被災後8ヶ月以内）に37橋全ての災害査定を申請することができた。

課題

- 被災状況調査の体制
 - ・職員だけでは人員が不足し、十分な被災状況の調査ができなかった。
 - ・橋梁は専門性が高く、道路パトロールの中では限界があり、橋面上の点検調査しかなかった。
 - ・職員だけでは橋梁に関する専門的な知識が不足し、損傷度や危険度の判断が難しかった。
 - ・橋面上から損傷が確認できない支承など橋梁細部の被災状況を調査することは困難であった。
 - ・橋梁点検車を使用する点検は実施できなかった。
 - ・外観目視で被災が確認できない場合など、橋梁の専門家の見解を得るかどうかの判断に苦慮した。
- 応急仮工事の適用時期
 - ・震災後数ヶ月後に不可視部の詳細調査により、通行止めが必要と判断された橋梁について、応急仮工事の申請が必要となった。
- 災害応援協定の運用
 - ・外観目視で被災が確認できない場合など、橋梁の専門家の見解を得るかどうかの判断に苦慮した。
 - ・橋梁に関して、地元建設業協会の調査のみで十分かどうか判断に苦慮した。
 - ・振興局によって詳細調査を依頼する協会にばらつきがあった。

- 災害時における詳細調査の実施
 - ・原因究明の過程において、追加調査の発生により時間を要した橋梁があった。
 - ・河川内の調査では出水期と時期が重なり、調査が困難であった。
- 災害査定制度の理解不足
 - ・災害復旧事業に関する制度やルールについて、調査設計を行うコンサルタントの知識が浅い面もあり、復旧工法の決定に時間を要した。
 - ・複雑な被災箇所は、被災原因究明の調査、復旧工法の比較検討や設計資料作成に時間を要したため、災害査定申請が終盤に集中した。
 - ・災害査定申請では、調査検討に時間的制約があるため、詰め切れていない点も多く、実施の際に多数の設計変更が生じる恐れがある。

改善の方向性

- 専門性を考慮した体制等の再検討
 - ・緊急時の人員確保、点検調査体制、点検内容、予算確保等の仕組みづくりを検討する。
 - ・技術的な判断に困った場合は、速やかに国総研・土研など専門機関に相談する。
 - ・橋梁の専門家による被災状況調査等の災害対応を迅速に実施できるように、橋建協、PC建協と災害応援協定の締結を検討する。
- 応急仮工事の判断基準
 - ・下部工の被災（沈下・傾斜等）を受けた橋梁は、詳細調査後に被災度が深刻で供用不可となる可能性があるため、応急仮工事の積極的な適用を検討する。
 - ・被災地の実情や被災度の判断に困った場合は、速やかに本省防災課に相談する。
- 災害査定時応援協定の充実・強化
 - ・各協会と持続的継続的な協力関係を築くために、定期的な意見交換会の実施を検討する。
 - ・各協会への協力依頼の内容や範囲等のルールづくりを検討する。
 - ・橋梁の専門家による被災状況調査等の災害対応を迅速に実施できるように、橋建協、PC建協と災害応援協定の締結を検討する。
- 原因究明の早期実現
 - ・被災原因の究明や被災度合いの軽重の判断には、事実を積重ねることが重要であるため、必要な試験や調査は速やかに実施する。
(例)：上下部工の移動一測量調査
下部工の沈下・移動・傾斜
→地質調査、杭基礎調査、掘削調査
- 災害復旧設計の制度向上
 - ・建設当時のボーリング結果があっても、下部工の再構築等が必要な場合、地震後の変状を考慮しボーリング調査を実施する。
 - ・コンサルタントの災害復旧に関する制度やルールの知識を深めてもらうため、コンサルタント協会に研修や講習などの勉強会開催の依頼を検討する。
 - ・災害査定は申請主義であることを再認識し、申請漏れや申請時の検討不足とならないよう、設計精度を向上させる。

損傷項目別の整理

国総研・土研や本省防災課と協議を行った橋梁の中で共通してみられた損傷(上部工の移動)や技術的な判断が難しかった損傷(下部工の沈下・移動・傾斜)について、その損傷メカニズムや実施した調査、復旧対策について整理した。

- 上部工移動・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
- 橋脚沈下・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
- 橋台沈下・移動・傾斜・・・・・・・・ 12

■上部工移動

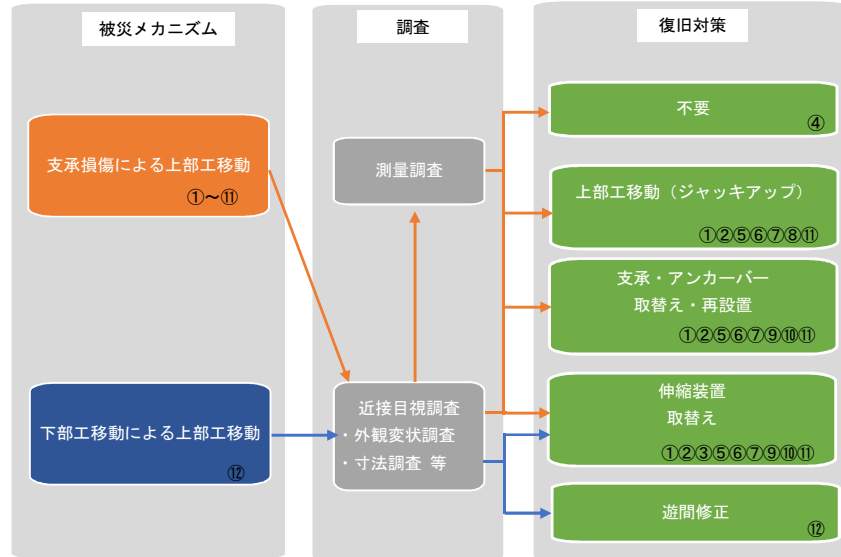
■被災橋梁概要

被災橋梁37橋の内、桁移動が確認された橋梁は以下の12橋であった。以下に損傷状況、橋梁概要について示す。それぞれの被災メカニズムによる調査内容、復旧方針について取りまとめる。

■ 支承損傷による上部工移動
■ 下部工移動による上部工移動

橋梁名	橋長	幅員	斜角	最大移動量	上部工形式	橋台形式	竣工年
① 一ツ橋側道橋	40.8	3.5	90°	505mm	中路式単純鋼床版桁	逆T式橋台	H15
② 畑中橋	25.0	10.8	75°	230mm	プレテン単純桁橋	逆T式橋台	S49
③ 寺迫橋	56.0	10.3	85°	200mm	PCプレテン単純T桁橋	逆T式橋台	S47
④ 田原一号橋	9.1	10.7	62°	60mm	PCプレテン単純ホロー桁橋	重力式橋台	S31
⑤ 新津森橋	28.9	9.7	65°	70mm	PCプレテン単純T桁橋	ラーメン式橋台	S59
⑥ 乙女橋	275.0	11.5	90°	650mm	PCポステン単純T桁橋	逆T式橋台	S40
⑦ 乙女橋側道橋	275.0	2.4	90°	630mm	鋼床版単純桁橋	逆T式橋台	S55
⑧ 第二畑中橋	36.7	6.7	52°	22mm	単純H鋼桁	逆T式橋台	S39
⑨ 田口橋	260.3	5.3	90°	340mm	PCポステン単純T桁橋	逆T式橋台	S43
⑩ 布田橋	23.0	7.8	90°	桁遊間無し	鋼単純桁橋	重力式橋台	S49
⑩ 布田側道橋	27.4	2.8	90°	300mm	PCポステン単純T桁橋	重力式橋台	S63
⑪ 床瀬川橋	19.5	10.8	70°	80mm	PCプレテン単純T桁橋	逆T式橋台	H3
⑫ 内牧橋	49.0	10.4	78°	18mm	鋼単純合成板桁	重力式橋台	S45

■復旧対策までの体系ツリー

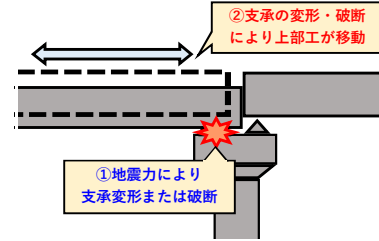


上部工移動における被災メカニズムは、支承損傷による上部工移動と、下部工移動に伴う上部工移動の2種類に分類できる。詳細調査では近接目視調査後、測量調査により上下部工の相対的な移動量の測定が重要である。調査結果によっては、支承取替えやジャッキアップによる上部工移動などの大規模な対策が必要となる。

■被災メカニズム

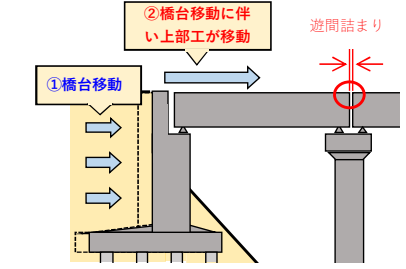
支承損傷による上部工移動

設計荷重を上回る地震力が支承に作用したことで、支承やアンカーボルトが破断し、上部工移動が生じた。



下部工移動による上部工移動

地震力により地盤とともに下部工が移動し、それにより上部工移動が生じた。

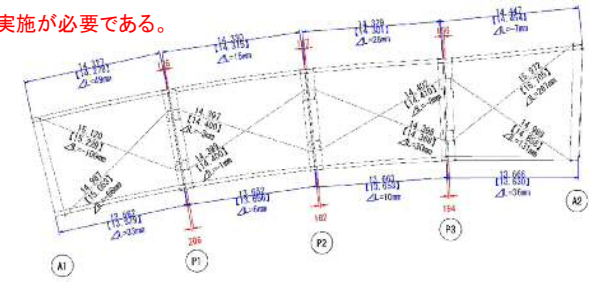


■詳細調査内容

★上部工移動を確認した場合は、速やかな測量調査の実施が必要である。

【測量調査】

- 上下部工の移動量を構造単位で把握することを目的に調査を行い、伸縮遊間や桁遊間の異常、上下部工同士の相対変位(ずれ)を確認する。
- 竣工当時の測量結果があれば、橋梁全体の移動方向を把握することができる。

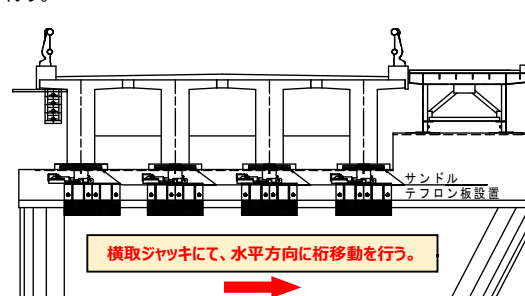


平面変位図 (例：寺迫橋平面図)

■復旧対策内容

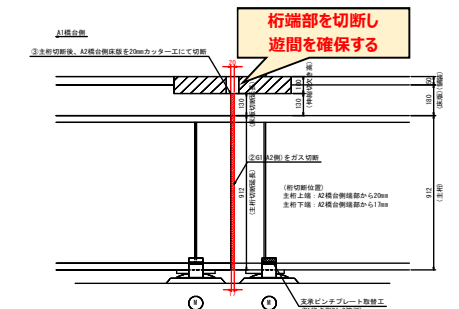
【上部工移動】 支承損傷による上部工移動

上部工を元の位置に戻すためジャッキアップし、高さの調整、水平方向への移動を行う。その際、支承の再設置や取替えも同時に行う。



【遊間修正工】 下部工移動による上部工移動

桁の移動により遊間異常が生じたため、桁端部を切断改良し、遊間を確保する。



■橋脚沈下

■被災橋梁概要

被災橋梁37橋の内、橋脚の沈下が確認された橋梁が以下の2橋であった。本資料は橋脚の沈下に対する調査、復旧対策の内容を体系化したものである。

- 支持層の支持力不足による被災
- 杭基礎損傷による被災

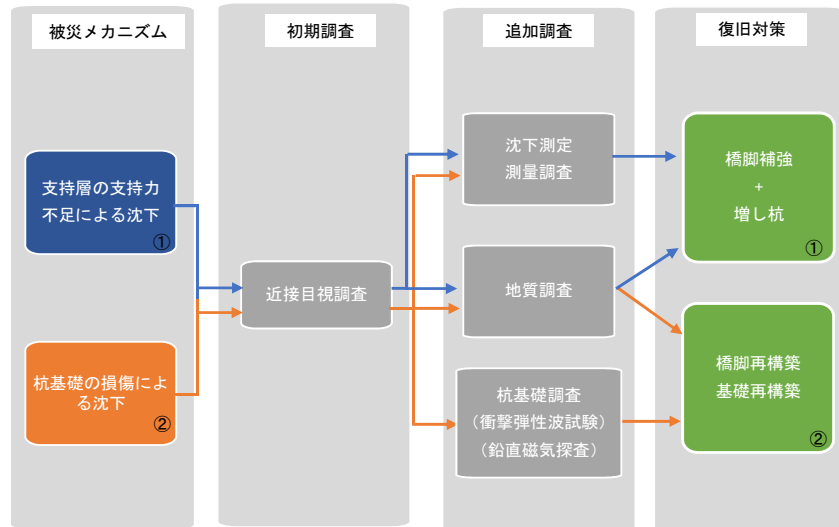
	橋梁名	橋長	幅員	斜角	沈下量	上部工形式	橋脚形式	橋脚基礎形式	竣工年
①	惣領橋	33.3	16.0	85°	371mm	PCプレテン単純T桁橋	張出式橋脚	PHC杭	S63
②	横江大橋	200.0	8.0	90°	2500mm	下路式鋼トラス橋	T型柱円式	PCウェル	S54

橋脚沈下が生じた橋梁については、その原因によっては今後さらなる沈下進行が想定され、さらに橋の健全性にも大きな影響を与えるため、すぐに沈下計測を行う必要があった。

惣領橋では既往のボーリング結果があったが、橋脚の支持力再確認のため、ボーリング調査を実施し、地震後は先端支持力が期待できない状態と判断した。

横江大橋では、既往のボーリング結果は確認できず、ボーリング調査を実施したところ、支持層は健全であった。そこで衝撃弾性波試験・鉛直磁気探査により、杭の長さ、杭基礎の健全性を調査したところ、杭の途中に損傷が生じている可能性が高いと判断した。

■災害査定までの体系ツリー

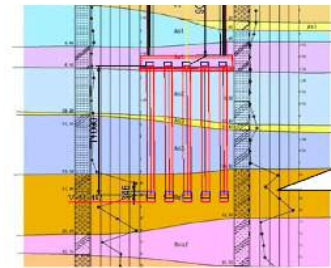


橋脚の沈下における被災メカニズムは、支持層の支持力不足、杭基礎損傷の2種類に分類できる。詳細調査では初期調査後、測量調査による下部工の移動・傾斜量の把握や地質調査による支持層の支持力確認、杭基礎調査による杭の健全性の評価が重要となる。調査結果によっては、増し杭工や橋脚・基礎の再構築などの大規模な対策が必要となる。

■被災メカニズム(事例)

惣領橋

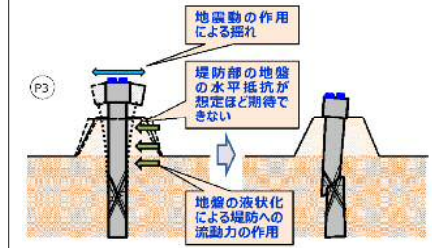
橋脚の支持層(Dg1)は、同一層内でも礫の分布(N値)にバラつきがあり、杭先端は特に礫が少なく緩い箇所に位置するため、先端支持力が小さく、また他の下部工比へ杭長が短く、周面摩擦も小さいため沈下した。



支持層(Dg1層)は、同一層内でも礫の分布(N値)にバラつきがあり、杭先端が特に礫が少なく緩い箇所に位置するため、先端支持力が期待できない。

横江大橋

沈下した橋脚は、鏡川と鮫鱈川に挟まれた堤防部に設置されている。幅の狭い堤防地盤であり、地盤が液状化し、水平抵抗が小さくなることで、杭が損傷して沈下した。



■詳細調査内容

【沈下測定】

同基準点を長期間測量することで、震災後に橋脚の沈下が進行しているかを確認し、沈下要因や下部工の再利用に関する判断材料とする。

【ボーリング調査】

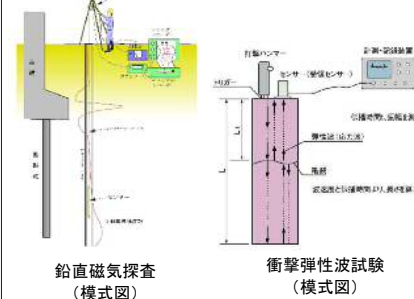
支持層の深さやそのN値を確認する。

【衝撃弾性波試験】

基礎損傷の有無や、杭基礎の深さ(長さ)を計測する。

【鉛直磁気探査】

ボーリングにより探査孔を掘削し、コイル(センサ)を挿入し、得られた信号(磁気波形)をもとに、杭基礎の損傷有無と損傷箇所を確認する。



■復旧対策内容

惣領橋

- ・RC巻立て補強 ・沓座嵩上げ・増杭

【復旧方針】

・既設杭の先端支持力が小さいため、マイクロパイル工法を用いて、増杭による基礎補強工を計画した。

・沈下復旧は沓座を嵩上げての復旧となるため、上部工の慣性力が高くなる。それにより復旧前よりも橋脚に作用する曲げモーメントが大きくなるため、RC巻立て補強を計画した。

横江大橋

- ・橋脚再構築

【緊急工事】

P3 橋脚の急激な沈下を防止するために仮支持材を設置した。

【応急本工事】

上流側、下流側に、供用及び工事用の仮栈橋を設置した。

【本復旧工】

沈下したP3橋脚の復旧は、上部工横取り案との経済比較により、新しい橋脚をラーメン構造形式で原位置に再構築する。

【改良復旧工(合併施行)】

P3橋脚の再構築は、原形復旧ではLv1地震対応となるが、今回は耐震性能向上を目的として、Lv2地震対応の改良復旧(合併施行)を計画した。

PCウェル φ3000 → φ3500
原形復旧 改良復旧(合併施行)

■橋台沈下・移動・傾斜

■被災橋梁概要

被災橋梁37橋の内、橋台の沈下・移動・傾斜が確認された橋梁は8橋であった。その被災状況や橋梁概要を以下に示す。

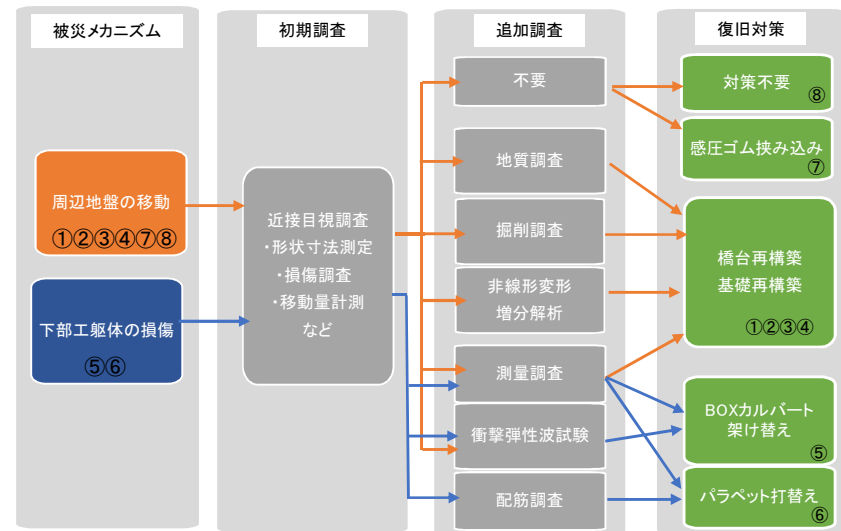
- 周辺地盤の移動による被災
- 下部工躯体損傷による被災

橋梁名	橋長	幅員	斜角	最大傾斜角	最大沈下量	最大移動量	橋台形式	橋台基礎形式	竣工年
① 東無田橋	78.6	11.0	80°	1.8°	-	-	逆T式橋台	鋼管杭φ600	H4
② 新川橋	64.1	10.8	75°	4.1°	-	-	逆T式橋台	鋼管杭φ600	H3
③ 車帰橋	55.1	12.4	77°	-	800mm	-	逆T式橋台	場所打ち杭φ1200	H16
④ 大正橋	63.3	12.7	60°	-	-	3800mm	逆T式橋台	鋼管杭φ800	H8
⑤ 福富橋	8.7	15.2	60°	-	350mm	-	重力式橋台	杭基礎	S39
⑥ 馬水橋	14.6	11.9	78°	-	50mm	-	重力式橋台	杭基礎	S40
⑦ 六地藏橋	6.0	10.2	80°	-	60mm	-	重力式橋台	不明	S40
⑧ 内牧橋	49.0	10.4	78°	-	-	18mm	重力式橋台	直接基礎	S45

周辺地盤の移動による被災の中でも、被災規模が大きかった橋梁は、東無田橋、新川橋、車帰橋、大正橋である。この4橋に共通する点として、杭基礎であること、竣工が比較的新しい橋梁であることがいえる。また橋台の沈下・傾斜・移動が生じた全ての橋梁が斜橋であった。

下部工の被災による沈下が発生した2橋は、どちらも竣工年が古く、小規模の橋梁であった。

■復旧対策までの体系ツリー

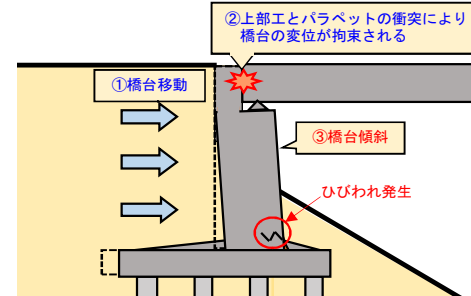


橋台の沈下・移動・傾斜における被災メカニズムは、周辺地盤の移動によって生じた場合、下部工躯体の損傷による場合の2種類に分類できる。詳細調査では初期調査後、地質調査による周辺地盤状況の確認や掘削調査による橋台前面の不可視部の損傷状況確認が重要となる。調査結果によっては、橋台・基礎の再構築などの大規模な対策が必要となる。

■被災メカニズム

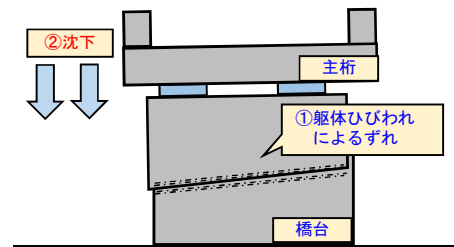
周辺地盤の側方移動

橋梁周辺の軟弱地盤等が地震により側方移動し、橋台が前面側に押し出されることで、上部工とパラペットが衝突後、橋台の変位が拘束され、躯体に傾斜が生じた。



下部工躯体の損傷

地震時の慣性力により橋台が損傷し、傾斜・沈下した。



■詳細調査内容及び解析

【測量調査】

上部工の移動、下部工との相対変位、橋台の沈下、移動量を確認する。

【衝撃弾性波試験】

基礎の損傷有無の確認や、杭基礎の深さ(長さ)を計測する。

【掘削調査】

橋台前面を試掘し、堅壁およびフーチングのひび割れ等の損傷を確認する。

【非線形変形増分解析】

被災状況から入力条件を再現し、杭基礎の残存耐力や下部工の変形状態を解析により把握する。

■ポイント: 掘削調査(不可視部の目視確認)の重要性

橋台の傾斜など、地中部の被災状況を確認する際には速やかな掘削調査による目視確認の実施が必要

【熊本地震における事例】

橋台の傾斜(1.8° ~ 4.8°)を確認した2橋梁は、掘削調査を実施した結果、堅壁、フーチングに大きなひびわれ等の損傷があり、非線形変形増分解析結果との相関が確認できたことから、基礎工杭頭部の塑性化による橋台・基礎工の再利用は困難と判断した。

■復旧対策内容

【橋台再構築】

周辺地盤の側方移動

下部工躯体の損傷

橋台の損傷が著しく再利用困難と判断される場合は、橋台の再構築を計画する。ただし、小規模の橋梁においては、構造改良(BOX化等)が安価となる場合がある。

【感圧ゴム挟み込み】

周辺地盤の側方移動

下部工の一部で沈下・傾斜が確認された場合、支承と桁に隙間が生じた箇所に感圧ゴム※を挟み込み、車両通行に伴う振動や騒音を抑制する。(右写真参照)



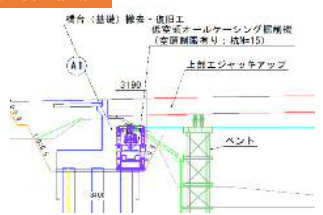
六地藏橋の施工例

※感圧ゴム(感圧硬化ゴム)・・・圧力を加えると硬化する性質を持ったゴム

【杭基礎の再構築】

周辺地盤の側方移動

杭基礎の施工に際し、桁下位置の空頭制限下での施工となるため、「低空頭オールケーシング掘削機」を採用し、上部工の横取り移動を不要とする計画とした。



【パラペット打替え】

下部工躯体の損傷

測量調査や配筋調査から、下部工の沈下・傾斜の原因が、パラペットのひびわれであった場合は、下部工の沈下・傾斜による橋面の段差解消のため、パラペット打替えを計画する。

橋 梁 別 の 整 理

本省防災課と協議を行った11橋(被災状況が複雑、高度な技術が必要な被災を受けた橋梁)について、その損傷メカニズムや実施した調査、復旧対策について整理した。

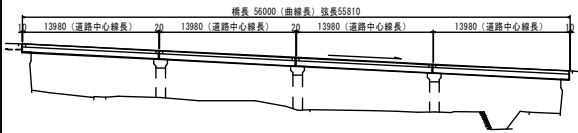
■ 寺迫橋……………	14	■ 南阿蘇橋……………	20
■ 府領第一橋……………	15	■ 車帰橋……………	21
■ 東無田橋……………	16	■ 大正橋……………	22
■ 惣領橋……………	17	■ 新阿蘇口大橋……………	23
■ 新川橋……………	18	■ 横江大橋……………	24
■ 田口橋……………	19		

■ 寺迫橋の被災および復旧整理

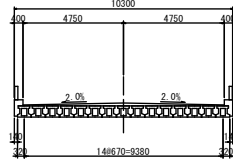
■ 橋梁概要

橋長： 56.0 m 全幅員： 10.3 m 竣工：1972年(S47) 設計：S39道示
 上部工形式：PC単純プレテンT桁橋 下部工：逆T式橋台、ラーメン式橋脚

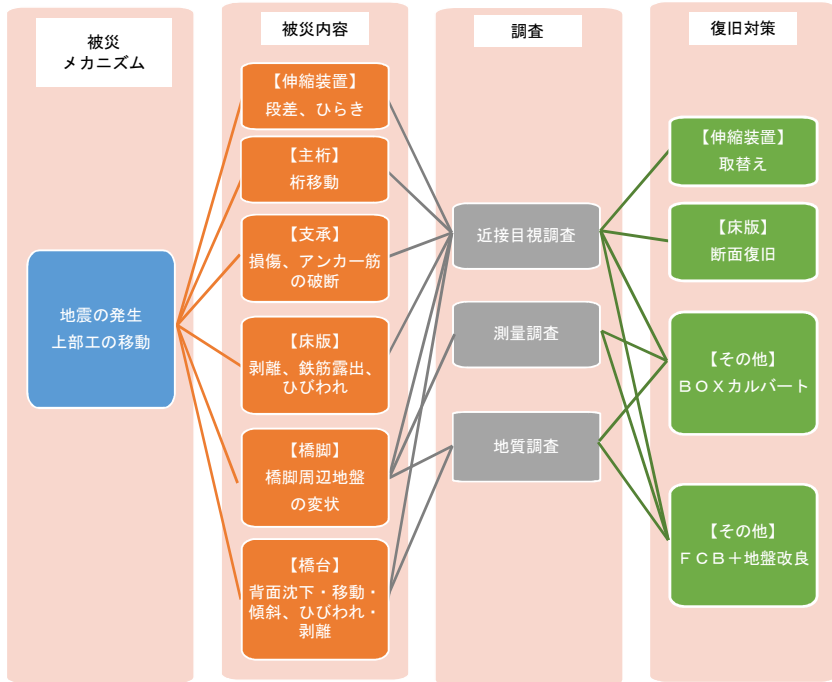
側面図



断面図



■ 災害査定までの体系ツリー



本震発生後、**上部工が移動**(橋軸方向ではA1橋台側、橋軸直角方向では曲線外側に移動)したことにより、上部工の橋軸方向のずれや下部工に大規模な損傷等が発生した。**測量調査**によりA1-P1、P3-A2間での**上下部工の移動量が大きく**、原形復旧のためには橋台の再構築により、全面通行止めを伴う工事が必要となり、別途仮橋を設置しなければならないため、代案として**FCB+B+地盤改良による橋梁埋設**及び河川部・町道部のBOXカルバート架設による復旧を計画した。

■ 被災メカニズム、被災状況

【被災メカニズム】

設計荷重を上回る地震力が支承に作用したことで、支承やアンカーバーが破断し、上部工が全体的に橋軸方向でA1橋台側、橋軸直角方向で左側(曲線外側)に移動した。



【被災状況】



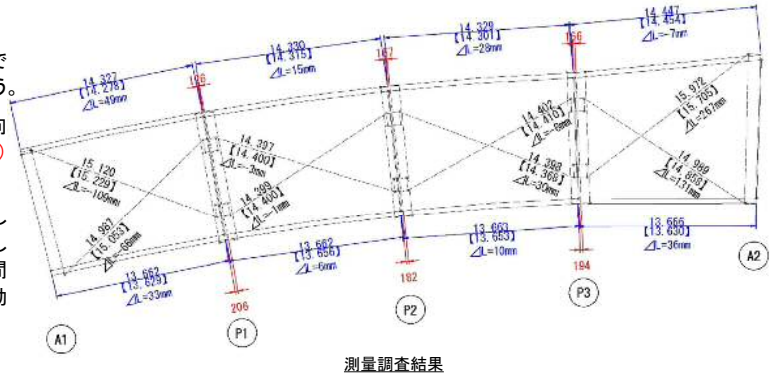
上部工の橋軸方向のずれ

ウイング部の大規模損傷

■ 詳細調査項目及び結果

【測量調査】

- 上下部工の移動量を構造単位で把握することを目的に調査を行う。
- 遊間や桁遊間の異常、橋軸方向の**上下部のずれ(最大で200mm)**を確認した。
- P3~A2間は最も下部工が移動しており、A2橋台が起点側に移動した可能性があり、逆にP1~P3間では移動が起こらず、橋脚の移動はなかったと判断した。



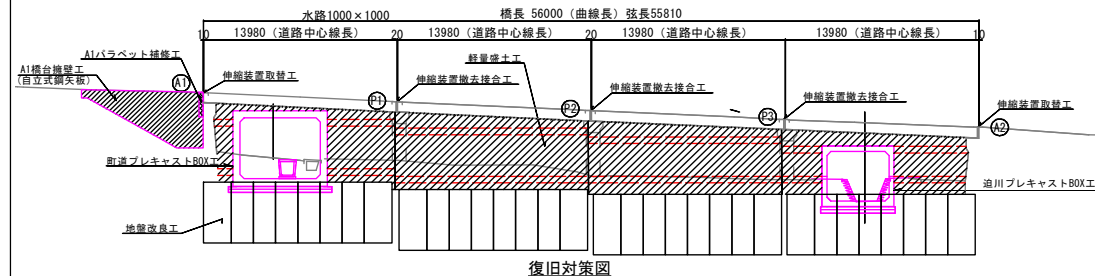
■ 復旧対策内容

【主な復旧項目】

- FCB+地盤改良による橋梁埋設
- BOXカルバート架設(河川部、町道部)

【橋梁埋設案の採用理由】

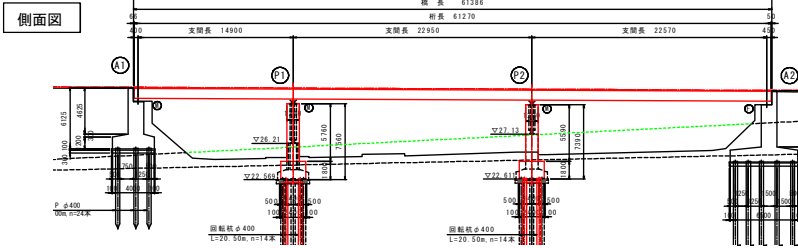
- 原形復旧のためには、全面通行止めの必要があり、仮橋を設置しなければならないため。
- 原形復旧より**経済的であるため**。
- FCBによる橋梁埋設の実績があり、施工に問題がないため。



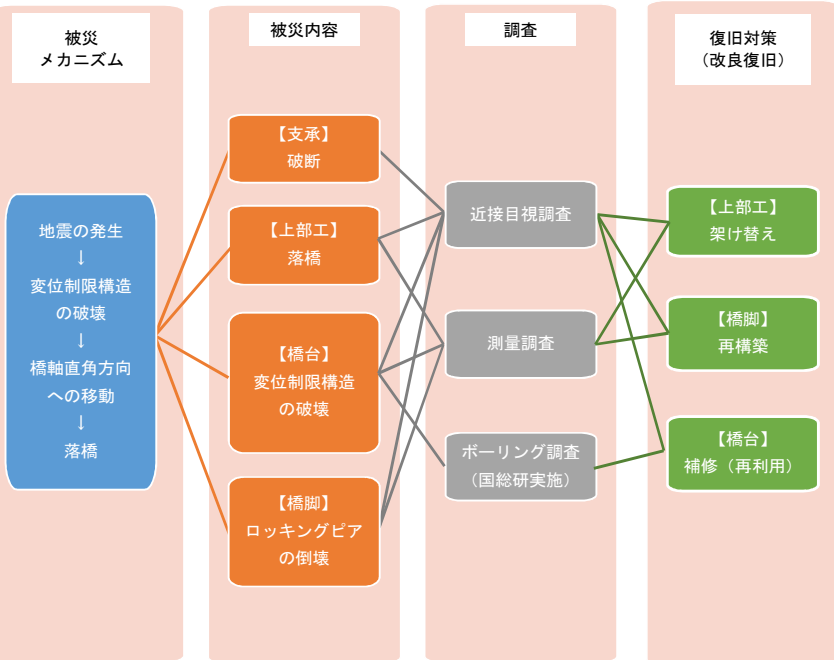
府領第一橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長： 61.4 m 全幅員： 8.5 m 竣工：1974年(S49) 設計：S47道示
 上部工形式：連続PC中空床版
 下部工形式：逆T式橋台、ロッキングピア、PC杭、RC杭



■災害査定までの体系ツリー

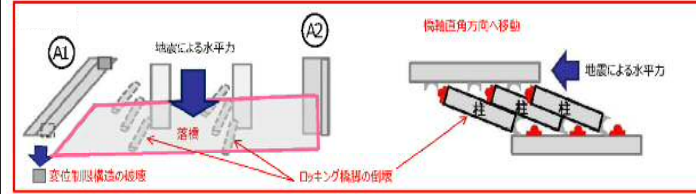


本震発生後、橋台部の**変位制限構造が破壊**され、上部工が直角方向へ移動したため、**ロッキングピアが倒壊**し、**落橋**に至った。近接目視調査のほか詳細設計に必要な測量調査を実施した。原形復旧を基本とした復旧方針であるが、上部工については、高速道路上であるため**施工上の制約が大きく**、軽量で**既設下部構造が利用可能な鋼連続鋼床版**での復旧を計画した。橋台については、原形復旧による補修を計画した。また橋脚の杭基礎については、既設杭基礎ではなく、Lv2地震対応での改良復旧を計画し、狭小ヤードで施工可能な回転杭を採用した。

■被災メカニズム

【被災メカニズム】

- 大きな地震力によりA1橋台部に設置されていた**変位制限構造が破壊**され、水平方向の地震力に対して抵抗できない**ロッキングピア**が上部工の橋軸直角方向への移動により、**鉛直支持を失い落橋**した。



落橋状況

■被災状況

【橋台】



A1橋台

変位制限構造(RC壁)がせん断破壊していることを確認した。

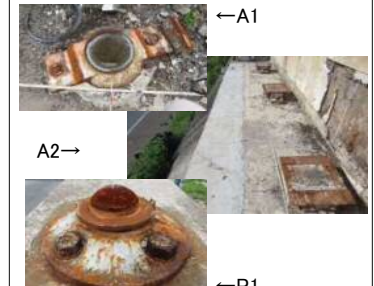
【橋脚】



P1橋脚

橋脚は、支承部より破壊されており、P1橋脚では一部コンクリート部材が欠損した。

【支承】



←P1
すべての支承が全損した。

■復旧対策内容

【災害復旧(原形復旧)】

- 上部工形式：鋼3径間連続鋼床版**鋼床版**桁 (上部工の軽量化による**既設基礎の利用**)
- 橋脚形式：単柱式RC橋脚 (水平力が支持可能な橋脚構造)

単柱式RC橋脚 (原形復旧相当)
 ・水平力が支持可能な橋脚構造

鋼床版**鋼床版**桁 (原形復旧相当)
 ・軽量のため下部構造の変更が必要ない
 ・トラッククレーンにより短期に架設可能

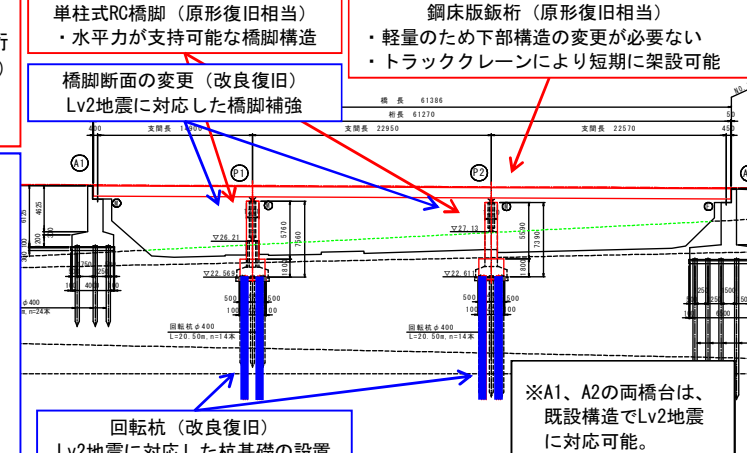
橋脚断面の変更 (改良復旧)
 Lv2地震に対応した橋脚補強

【改良復旧】

- 基礎形式：回転杭の設置
- 橋脚補強：橋脚断面の変更 (Lv2地震に対応可能な復旧)

【改良の必要性】

- 再度同程度の地震が発生した場合九州自動車道の通行止めによる社会的損出、通行車両の安全確保への対応
- 地震規模に対応した改良は、高速道路上であるため、**施工上の制約が大きく災害復旧と同時に進行**必要がある。



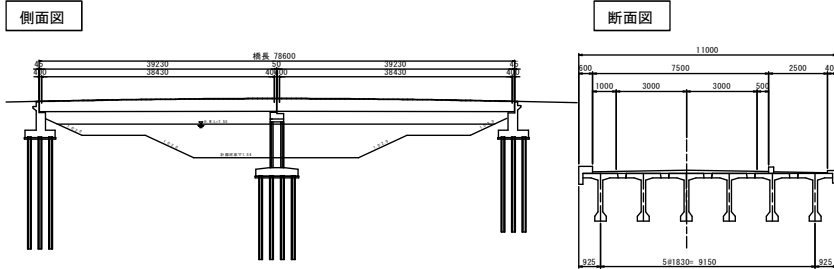
回転杭 (改良復旧)
 Lv2地震に対応した杭基礎の設置

※A1、A2の両橋台は、既設構造でLv2地震に対応可能。

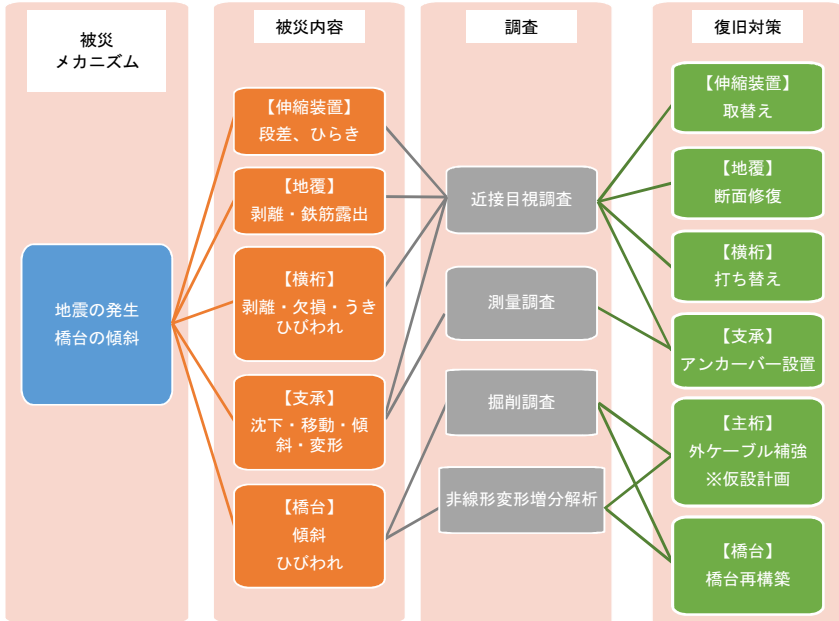
■東無田橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長：78.6 m 全幅員：11.0 m 竣工：1992年(H4) 設計：S55道示
 上部工形式：PCポステン単純T桁 下部工：逆T式橋台、張出式橋脚、鋼管杭φ600



■災害査定までの体系ツリー

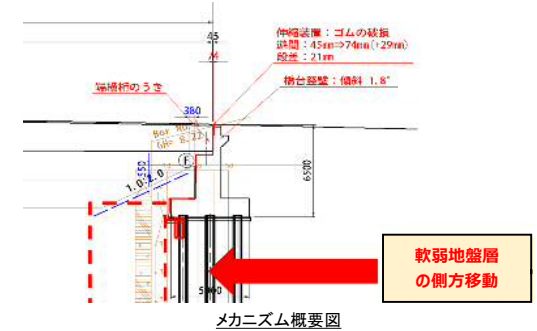


本震発生後、橋台背面の軟弱地盤層が側方移動したことにより橋台が傾斜したため、躯体にひびわれが生じた。近接目視調査や測量調査だけでは、被災状況の確認が不十分であると国総研・土研より助言を受け、橋台基礎の健全性確認のため掘削調査を実施した。その際、出水期の調査となったため、河川協議の上、調査を短期間で行うことに対応した。調査結果を基に解析を行い、基礎全体の挙動を確認したところ、杭頭部が塑性化していると判断したため、復旧対策として橋台再構築を計画した。また、ベッタウンと市街地を結ぶ、通勤・生活に欠かせない重要な路線であるため、本省防災課との協議の上、応急仮復旧として仮橋の設置を申請した。

■被災メカニズム

【被災メカニズム】

- 地震によりフーチング下の軟弱地盤層が側方移動し、堤防盛土が川表側へ大きく移動する。
- 軟弱地盤層の側方移動により杭基礎の上部が前面側に押し出される。
- 杭頭部が押し出されることにより、橋台の躯体も前面側へ押し出され、橋台パラペットが桁と衝突する。
- 橋台パラペットと桁の衝突により橋台上部の変位が拘束され、躯体に傾斜が生じる（縦壁、フーチングに引張応力が働きひび割れが発生）



■詳細調査項目及び結果

【測量調査】

- 上部工の移動(最大46mm)
- 橋台の移動(最大269mm)
- 橋台の傾斜(最大1.8°)
- 橋脚の沈下、移動、傾斜は無し

【掘削調査】

- 縦壁に約30mmのひび割れ
- フーチングに約150mmのひび割れ



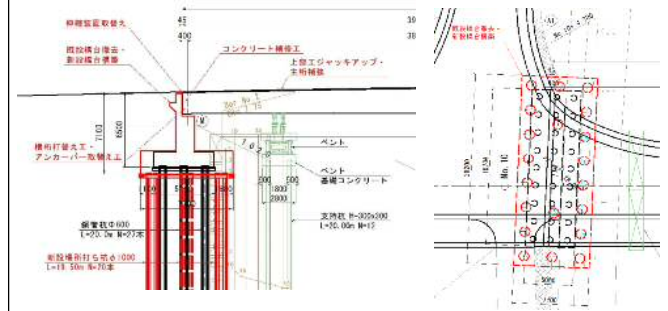
【非線形変形増分解析】

地盤と構造物の非線形性を考慮した解析モデルに対して、地震荷重を静的に漸増荷重として荷重と変位の関係を得ることで、破壊過程の確認や保有耐力の算定などを行う手法である。本橋においては、解析結果と掘削調査により確認した下部工躯体の損傷状態を照合することで、杭頭部が塑性化していると判断した。

■復旧対策内容

【橋台再構築】

橋台の復旧対策の検討は、既設部材の再利用を考慮し他案と、橋台を撤去、再構築する案を比較した結果、施工の確実性、経済性に優れた「橋台再構築」を採用した。橋台の再構築は、パラペット、縦壁、フーチングを撤去し、基礎を含めて再構築する。既設杭は存置する。



【杭基礎の施工】

杭基礎の施工に際し、桁下位置の空頭制限下での施工となるため、「低空頭オールケーシング掘削機」を採用し、上部工の横取り移動を不要とする計画とした。

【仮設計画】

橋台再構築にあたり、上部工をベントで仮受けする計画とした。ただし、支点位置の移動による上部工照査の結果、補強対策が必要と判断したため、桁端部をPCケーブルにて補強する。

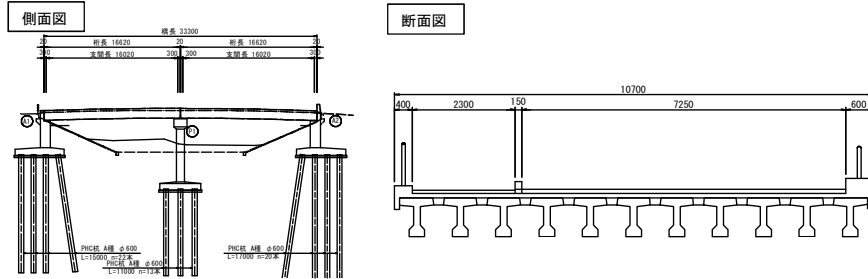
【迂回路計画】

ベッタウンと市街地を結ぶ、通勤・生活に欠かせない重要な路線であり、通行止めによる迂回距離が長くなるため、迂回路及び仮橋の設置を計画した。

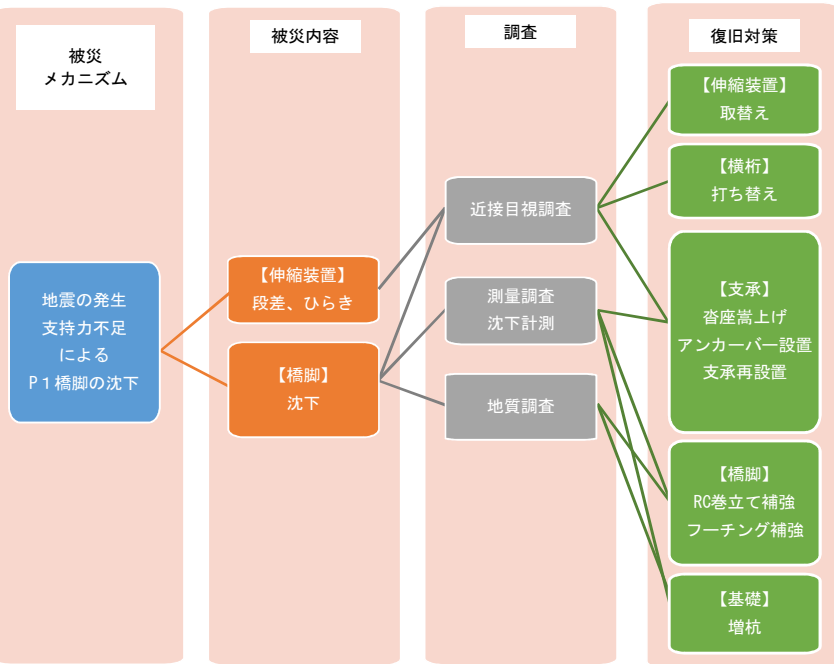
■惣領橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長： 33.3 m 全幅員： 10.7 m 竣工： 1988年(S63)9月 設計： S53道示
 上部工形式： PCプレテン単純T桁 下部工： 逆T式橋台、張出式橋脚、PHC杭



■災害査定までの体系ツリー



本震発生後、P1橋脚の沈下により橋面の段差、桁のひらき等の変状が発生した。近接目視調査のほか、沈下要因確認のための地質調査と、地震後の沈下の進行状況を確認するための沈下計測を実施した。土研・国総研との協議結果を踏まえ、橋脚基礎の支持力が不足していることから、復旧対策として、マイクロパイル工法を用いた増杭(基礎補強工)の他、沈下した橋脚のRC巻立て補強やフーチング補強、桁高復旧のため沓座嵩上げや支承の再設置を計画した。

■被災メカニズム、被災状況

【P1橋脚沈下の要因】

- 橋脚の支持層(Dg1)は、同一層内でも礫の分布(N値)にバラつきがあり、杭先端に特に礫が少なく緩い箇所に位置するため、先端支持力が期待できない。
- 他の下部工に比べ、杭長さが短く、杭の支持機構として先端支持が卓越した当該基礎では、支持力不足が想定される。

支持層(Dg1層)は、同一層内でも礫の分布(N値)にバラつきがあり、杭先端が特に礫が少なく緩い箇所に位置するため、先端支持力が期待できない。

P1橋脚の沈下

■詳細調査項目及び結果

【沈下計測】

- 橋脚支点部の定点(6点:地覆・梁天端・上下流)で実施
- 約5ヶ月間の測量により橋脚梁天端で376mm~309mmの沈下 → 緩やかな沈下の進行を確認
- 平板測量にて、下部工の水平移動がないことを確認
- 水準測量より、橋脚のみが目立った沈下を確認し、橋脚直角方向に0.6%の勾配(橋軸方向はほぼ水平)を確認

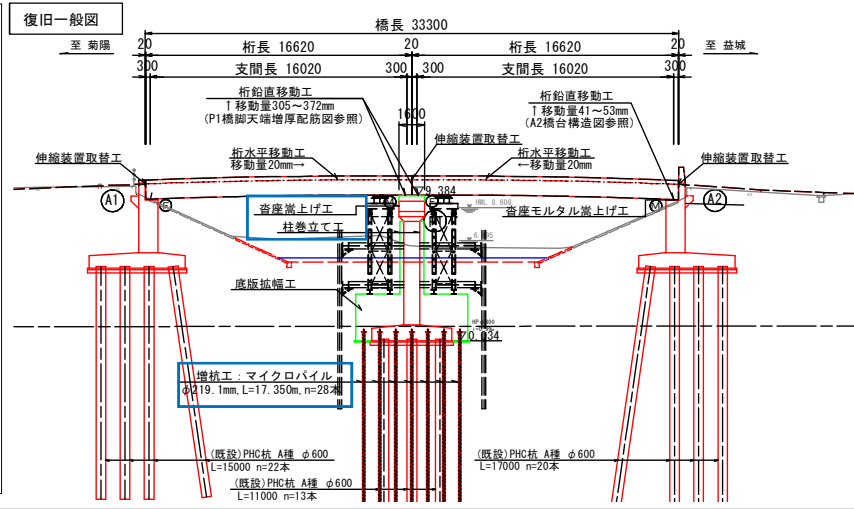
【地質調査】

既往のボーリング結果が確認できたが、沈下要因の解明のため、新たにボーリング調査を実施

- 支持層(Dg1)でN値30未満の緩い層を確認
- 孔内水平載荷試験でE=150Nの強度低下の傾向を確認
- 粘性土層の過密圧状態を確認
- 深度20m区間で液化化抵抗率FL値が1未満の層を確認

■復旧対策内容

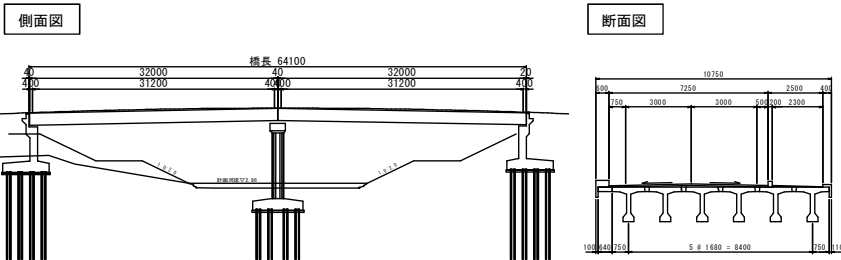
- 【主な復旧工法】**
- RC巻立て補強工
 - 増杭工
 - 沓座嵩上げ工
- 【復旧方針】**
- 既設杭の先端支持力が小さいため、マイクロパイル工法を用いた基礎補強工を行う。
 - 沈下復旧は、沓座を嵩上げて復旧する際に、上部工の慣性力が高くなるため、段落とし部にRC巻立て補強を行う。



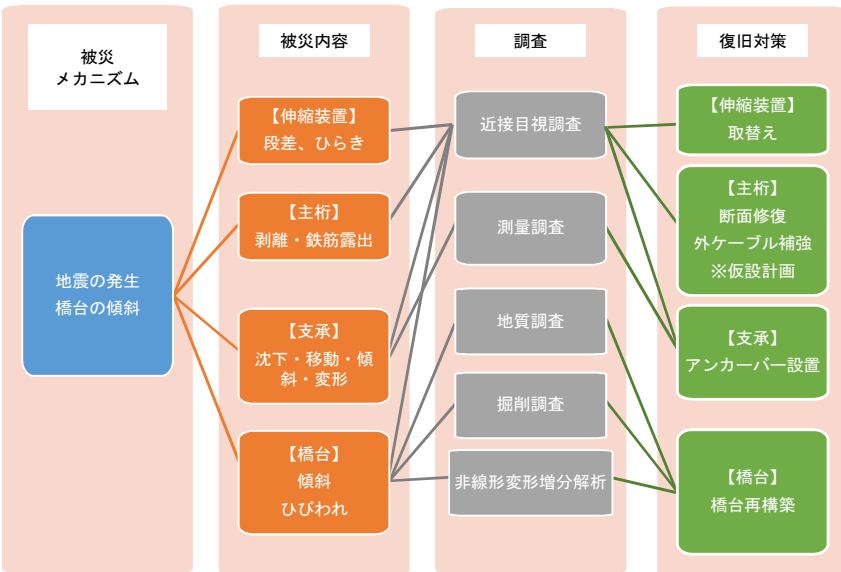
■新川橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長： 64.1 m 全幅員： 10.8 m 竣工： 1991年(H3) 設計： S55道示
 上部工形式： PCポステン単純T桁 下部工： 逆T式橋台、張出式橋脚、鋼管杭φ600



■災害査定までの体系ツリー

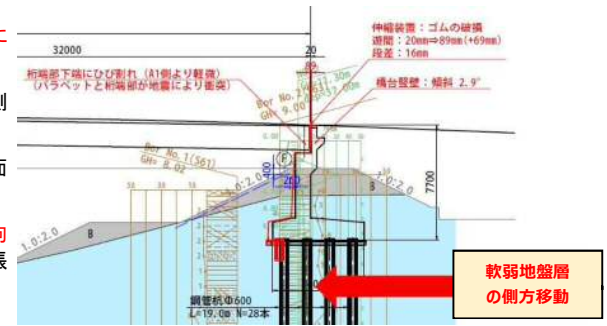


本震発生後、橋台背面の軟弱地盤層が側方移動したことにより橋台が傾斜したため、躯体にひびわれが生じた。近接目視調査や地質調査だけでは、被災状況の確認が不十分であると国総研・土研より助言を受け、橋台基礎の健全性確認のため掘削調査を実施した。その際、出水期の調査となったため、河川協議の上、調査を短期間で行うことに対応した。調査結果を基に解析を行い、基礎全体の挙動を確認したところ、杭頭部が塑性化していると判断したため、復旧対策として橋台再構築を計画した。また、熊本市圏東部の物流など経済活動を支えるとともに、復旧復興に欠かせない重要な路線であるため、本省防災課との協議の上、応急仮復旧として仮橋の設置を申請した。

■被災メカニズム

【被災メカニズム】

- 地震によりフォーチング下の軟弱地盤層の側方移動により、橋台堤防盛土が川表側へ大きく移動する。
- 軟弱地盤層の側方移動により杭基礎の上部が前面側に押し出される。
- 杭頭部が押し出されることにより、橋台の躯体も前面側へ押し出され、橋台パラペットが桁と衝突する。
- 橋台パラペットと桁の衝突により橋台上部の変位が拘束され、躯体に傾斜が生じる(堅壁、フォーチングに引張応力が働きひび割れが発生)



■詳細調査項目及び結果

【測量調査】

- 上部工の移動(最大32mm)
- 橋台の移動(最大374mm)
- 橋台の傾斜(最大4.1°)
- 橋脚には、沈下、移動、傾斜は無し

【掘削調査】

- 堅壁に最大50.0mmのひび割れ
- フォーチングで最大100.0mmのひび割れ



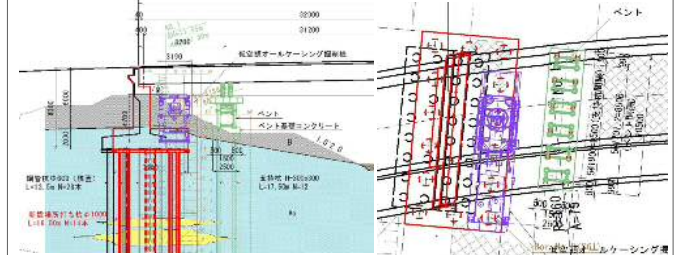
【非線形変形増分解析】

地盤や構造物の非線形性を考慮した解析モデルに対して、地震荷重を静的に漸増載荷して荷重と変位の関係を得ることで、破壊過程の確認や保有耐力の算定などを行う手法である。本橋においては、解析結果と掘削調査により確認した下部工躯体の損傷状態を照合することで、杭頭部が塑性化していると判断した。

■復旧対策内容

【橋台再構築】

橋台の復旧対策の検討は、既設部材の再利用を考慮し他案と、橋台を撤去、再構築する案を比較した結果、施工の確実性、経済性に優れる「橋台再構築」を採用した。橋台の再構築は、パラペット、堅壁、フォーチングを撤去し、基礎を含めて再構築する。既設杭は存置する。



【杭基礎の施工】

杭基礎の施工に際し、桁下位置の空頭制限下での施工となるため、「低空頭オールケーシング掘削機」を採用し、上部工の横取り移動を不要とする計画とした。

【仮設計画】

橋台再構築にあたり、上部工をベントで仮受けする計画とした。ただし、支点位置の移動による上部工照査の結果、補強対策が必要と判断されたため、桁端部をPCケーブルにて補強する。

【迂回路計画】

熊本市圏東部の物流など経済活動を支えるとともに、復旧復興に欠かせない重要な路線であり、通行止めによる迂回距離が長くなるため、迂回路及び仮橋の設置を計画した。

■田口橋の被災および復旧整理

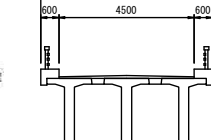
■橋梁概要

橋長：260.8 m 全幅員：5.3 m 竣工：1968年(S43) 設計：S39道示
 上部工形式：PC単純ポステンT桁 下部工：逆T式橋台、張出式小判型橋脚、H鋼杭、ケーソン基礎

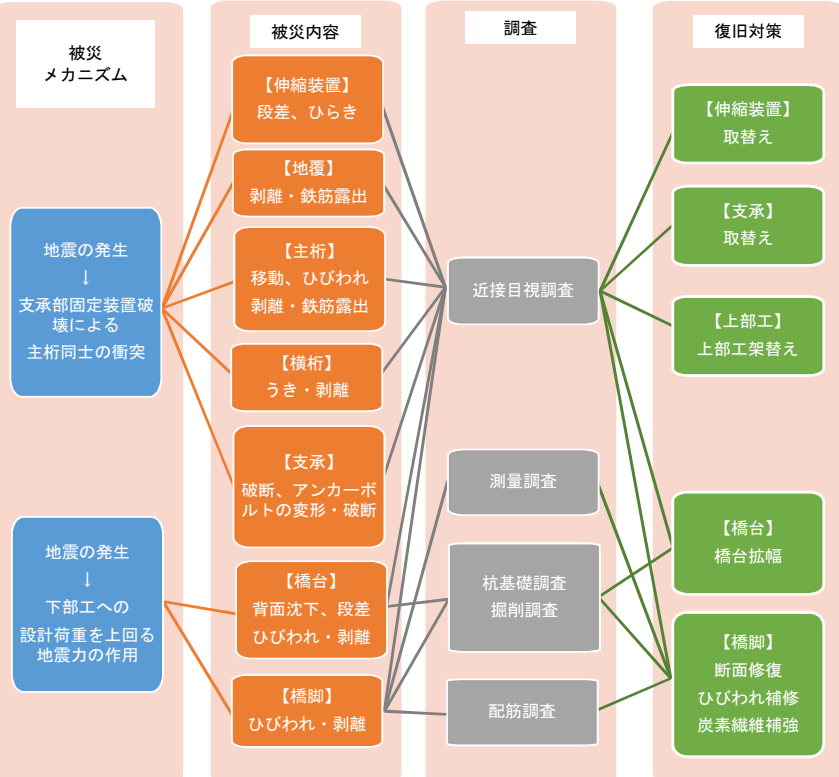
側面図



断面図



■災害査定までの体系ツリー

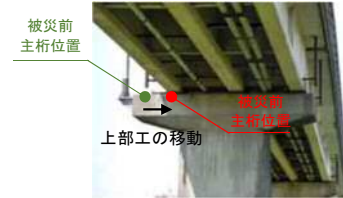


本震発生後、支承の**固定装置が破壊**されたことにより**桁移動**が生じたため、主桁同士が衝突し、主桁の損傷等が発生した。また**設計荷重を上回る地震力の作用**により、**橋脚段落とし部にひび割れ**も生じた。近接目視調査のほかに、下部工で詳細な調査（**杭基礎、掘削、配筋調査**）を行い、下部工は使用可能であると判断した。本省防災課との協議により、交通混雑の解消や、再度震災が発生した際に隣接する橋梁を補完する等の理由から、改良復旧事業を適用した。復旧内容として、**既設下部工の補強**、幅員の拡張、**上部工の架替え**（鋼床版箱桁）、桁の連続化及び落橋防止構造の設置を計画した。

■被災メカニズム、被災状況

【被災メカニズム】

設計荷重を上回る地震力が支承部に集中し、支承の固定装置が破壊されたことで、上部工移動が生じた。主な被災内容としては、主桁同士の衝突による桁端の欠損、橋脚段落とし部のひびわれ等である。



【被災状況】



支承破断



主桁欠損



橋面の段差



橋脚段落とし部ひびわれ

■詳細調査項目及び結果

【配筋調査】

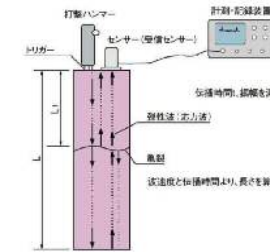
橋脚段落とし部のひびわれ部の鉄筋に損傷は見られなかった。

【杭基礎調査】

衝撃弾性波試験によって橋脚橋台の杭基礎の健全性が高いことを確認した。

【掘削調査】

掘削調査により橋台基部を目視で確認したところ、損傷は見られなかった。



衝撃弾性波試験模式図



掘削調査状況

■復旧対策内容

田口橋は以下の理由により改良復旧事業による復旧を計画した

- 幅員が狭いことによる**交通混雑を解消**し、復旧復興に向け大型車両の増加に対応できる。
- S39年道示適用で架設後、補修補強が実施されておらず、**再度災害防止**を基本方針として、H24年道示を適用し改良することで**隣接する橋梁（緊急輸送道路）を補完**することが期待される。

【改良設計】

- 3年以内に工事完了するため、河川でも通年施工可能な**送り出し工法**および**架設桁撤去工法**を採用。
- H24道路橋示方書のLv2地震動に対応した**ゴム支承**に交換する。
- 桁の連続化及び落橋防止構造を設置**することで、桁衝突のリスク低減や落橋の防止を図る。
- 橋脚段落とし部に**炭素繊維補強**することで基部先行型の破壊形態とさせる。
- 幅員拡幅に伴う**橋台拡幅**。

【迂回路計画】

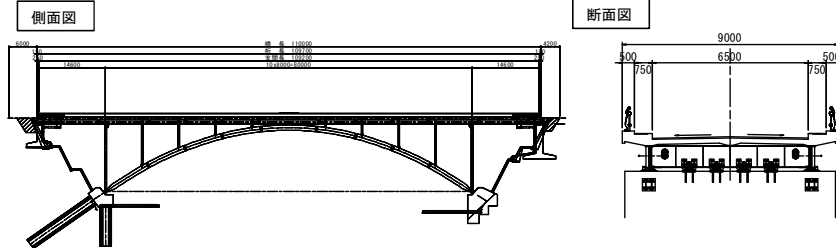
田口橋の施工では、以下の理由で迂回路仮橋が必要となった。

- 自動車交通量約6,300台・通学路として利用されており、**交通に著しい支障を及ぼす**。
- 上部工の架替えが必要かつ、施工期間の制約があるため、**復旧に長い期間を要する**。
- 迂回路道路距離は3.4kmあり、**適当な迂回路がない**。

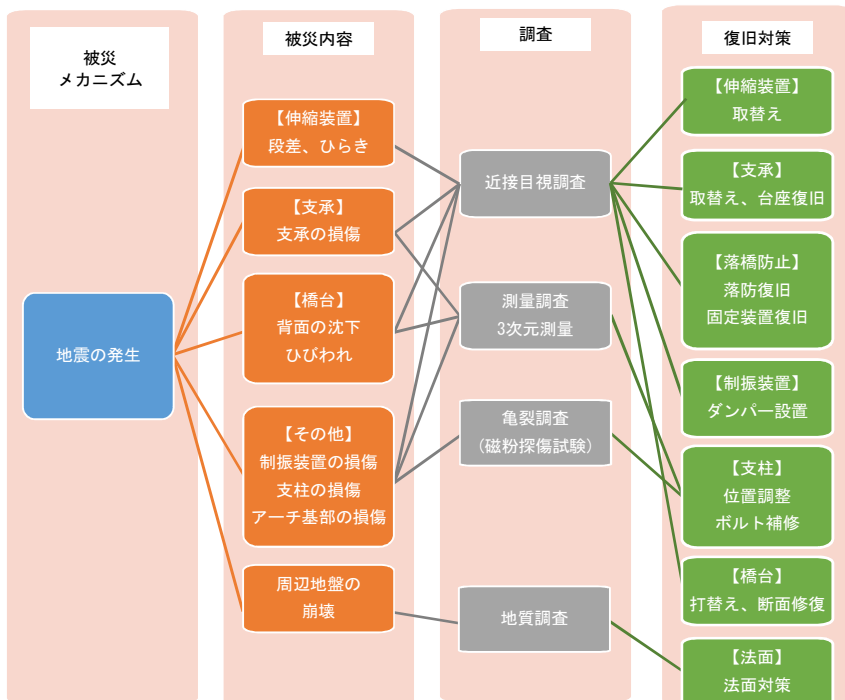
■南阿蘇橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長：110.0 m 全幅員：9.0 m 竣工：1964年(S39) 設計：S39道示
 上部工形式：上路式2ヒンジ鋼アーチ(逆ローゼ)
 下部工形式：逆T式橋台、アーチアバット、直接基礎、深礎杭



■災害査定までの体系ツリー



本震発生後、設計荷重を上回る地震が発生したため、支承、アーチ基部、**制振装置等が被災**した。近接目視調査のほかに、橋梁全体の移動量を確認するため、**3次元測量**により変形や移動方向を計測した。関係機関との協議により、原形復旧を基本とした復旧を計画する中で、制振装置や落橋防止構造等、橋台周りの対策については、被災要因を踏まえ、**部材の配置位置を再検討**した。なお本橋の周辺地盤は、斜面崩壊が多く見受けられることから、別途地質調査及び法面対策工も計画した。

■被災メカニズム、被災概要

【被災メカニズム①】

橋軸方向と直角方向の力が同時に作用したことにより、制震ダンパー取付け部のせん断破壊が生じた。



【被災メカニズム②】

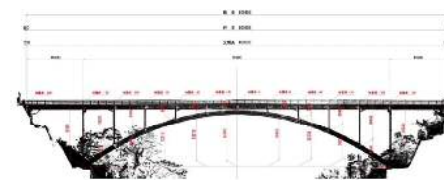
設計荷重を上回る地震力がアーチ基部に作用したことで、支柱基部のボルトが破断した。また上部工が移動したことにより橋台と上部工が衝突し、バラベットの損傷が生じた。



■詳細調査項目及び結果

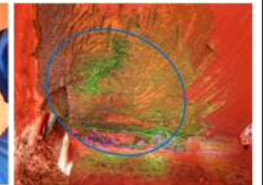
【3次元測量】

地震により上部工が移動したが、補剛桁は最終的に当初の位置に戻っていることを確認した。ただし支柱には残留変位が発生していることを確認した。



【磁粉探傷試験】

表層部の欠陥箇所を磁束によって検出する方法であり、主桁側面部等、近接目視および触診できない箇所でも調査を実施したところ、地震による亀裂の進展はないものと判断した。

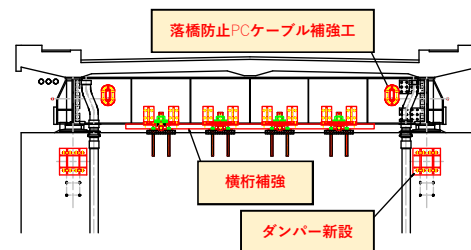


■復旧対策内容

【制震ダンパー設置工】

復旧方針

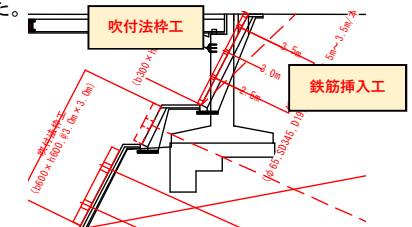
取付位置について、補剛桁の横側に設置する場合、橋台から突起を設ける必要があり、熊本地震で被災したような橋座部のせん断破壊が問題となる。よって、代替復旧案として桁下に制震ダンパーを設置すること方針とした。



【法面対策工】

復旧方針

地質調査より、大規模な地すべり発生する可能性が低いことから、大規模な地すべり対策は不要であるが、橋台周辺部の推定ゆるみ範囲に、トップリング等の変形が生じ、橋台基礎が損傷する可能性があるため、ゆるみ進行や小崩壊を抑止する必要がある。復旧対策としては、吹付法枠工及び鉄筋挿入工を計画した。

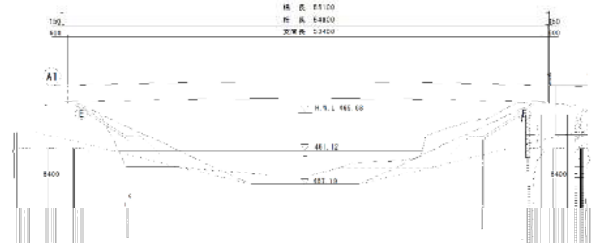


■車帰橋の被災および復旧整理

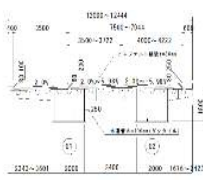
■橋梁概要

橋長：55.1 m 全幅員：12.4 m 竣工：2004年(H16) 設計：H8道示
 上部工形式：鋼単純鋼床版箱桁 下部工：逆T式橋台、場所打ち杭φ1200

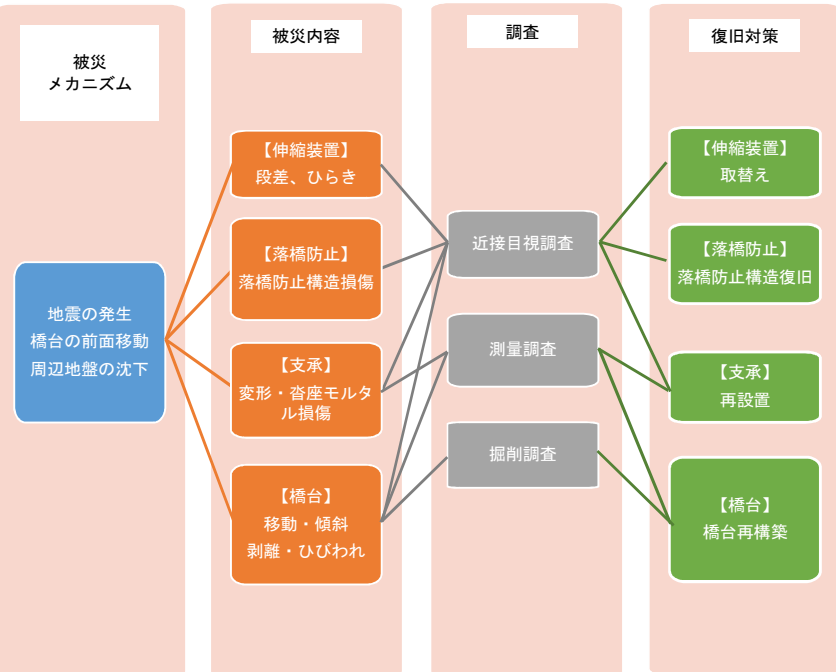
側面図



断面図



■災害査定までの体系ツリー



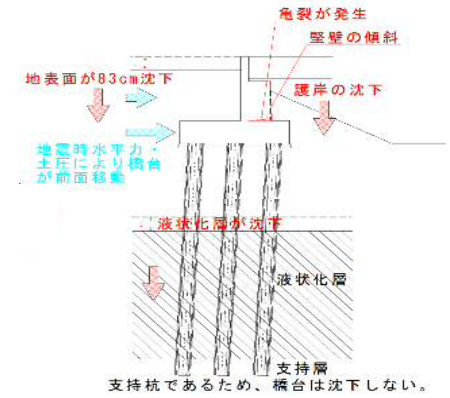
本震発生後、周辺地盤の移動に伴い橋台が前面に移動したことにより、パラペットと桁が衝突し、支承の変形や落橋防止構造の損傷等が生じた。橋台土中部の被災状況を確認するため掘削調査を行い、橋台基部の亀裂等の損傷を確認した。被災状況から基礎の杭頭変位・残留傾斜を算出したところ、許容値を満足しなかったため、下部工再構築を計画した。また本省防災課との協議の上、応急仮復旧として仮橋の設置を行った。

■被災メカニズム、被災状況

【被災メカニズム】

橋梁周辺地盤が地震により側方移動し、橋台が前面に移動したことにより、上部工とパラペットが衝突後、橋台の変位が拘束され、躯体に傾斜が生じた。(堅壁に引っ張り応力が働き、ひび割れが発生)

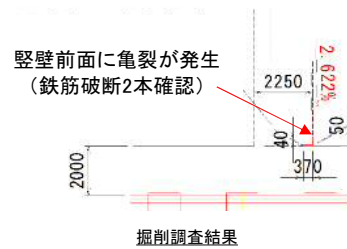
【被災状況】



■詳細調査項目及び結果

【掘削調査結果】

- A1橋台前面側
 - ・ 堅壁前面に40~50mmの亀裂
 - ・ 前面・側面鉄筋2本破断
 - ・ フーチングに亀裂や傾斜・変形は無し
- A2橋台前面側
 - ・ 堅壁前面に18mmの亀裂
 - ・ フーチングに亀裂や傾斜・変形無し



橋台基部の亀裂状況

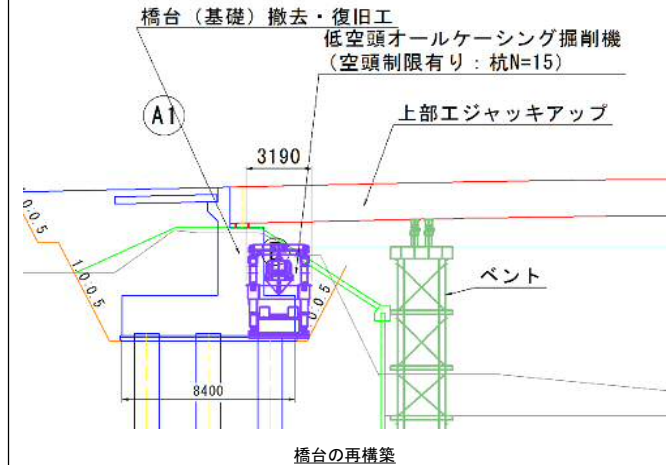
■復旧対策内容

【主な復旧項目】

- ・ 橋台再構築
- ・ 支承再設置
- ・ 落橋防止構造復旧

【橋台再構築】

下部工躯体については、桁の接触によりパラペットに損傷が確認され、掘削調査の結果、堅壁の亀裂を確認した。また、計算による照査においても、杭頭変位・残留傾斜が許容値を満足していないため、基礎の新規構築が必要となった。場所打ち杭の施工では、桁下の狭い空間でも施工可能な工法(低空頭オールケーシング掘削機)を用いた工法を採用することで、上部工を一時撤去する工法より、経済性に優れた案となった。

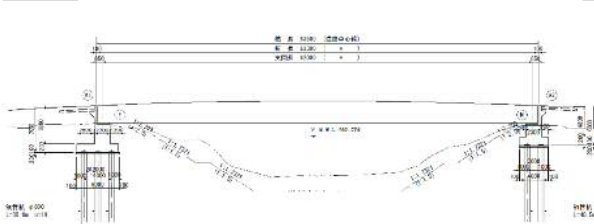


■大正橋の被災および復旧整理

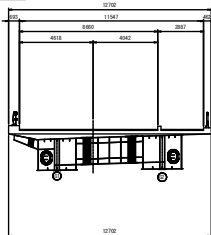
■橋梁概要

橋長：63.3 m 全幅員：12.7 m 竣工：1996年(H8) 設計：H6道示
 上部工形式：単純非合成箱桁 下部工：逆T式橋台、鋼管杭φ800

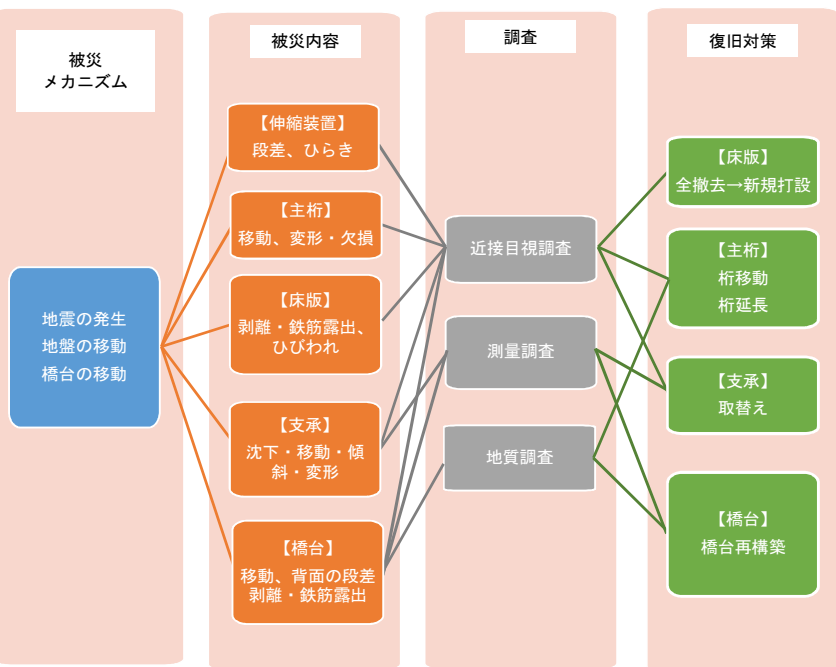
側面図



断面図



■災害査定までの体系ツリー



本震発生後、周辺地盤の**大規模な移動により面橋台が移動**し、主桁と衝突することにより、躯体が大きく損傷し、また支承や上部工にも移動や変形が発生した。**測量調査**により周辺の移動状況を調査した結果、**杭頭と杭下端の中心軸がずれている状態**であり、基礎の支持機能としての健全性は確保されていないため、**既設杭を使用不可**と判断した。施工性および経済性を検討の上、**橋長を延長**し、既設下部工に影響しない位置に**新規下部工を設置**する案を採用した。

■被災メカニズム、被災状況

【被災メカニズム】

橋梁周辺の地盤が地震により大規模移動し、橋台が前面に押し出されることで、上部工と支承本体が断裂、パラペットや主桁が損傷した。



A1橋台側

【被災状況】



主桁変形

床版損傷

橋台損傷

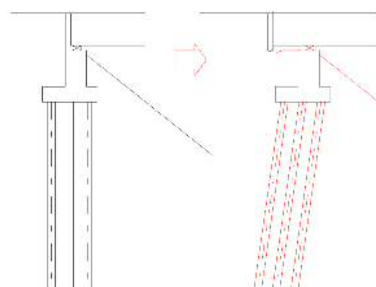
支承損傷

■詳細調査項目及び結果

【測量調査結果】

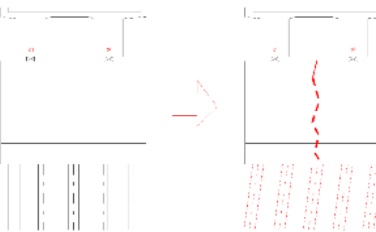
- A1橋台の移動：3.835m(橋軸方向)
- A2橋台の移動：0.996m(直角方向)

周辺地盤、橋台の移動状況より各橋台は以下の状況であると判断した。



A1橋台の移動

杭頭と杭下端の中心軸がずれている状態であり、基礎の支持機能としての健全性は確保されていない



A2橋台の移動

■復旧対策内容

【橋台再構築】

現地調査により、橋台と地盤全体が大幅に移動し、杭基礎の変形により支持機能が失われていると判断し、橋台の復旧は、再構築とした。

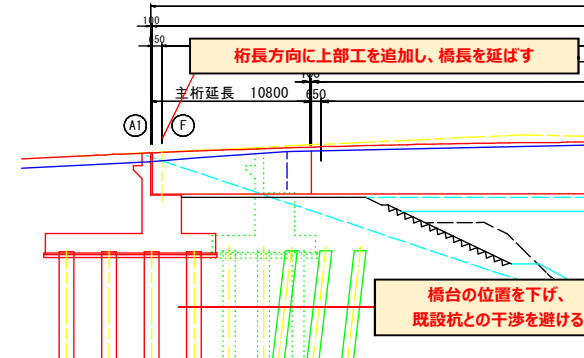
A1橋台の再構築は、既設下部工の**背面に配置**することで、**既設杭基礎の撤去を不要**とした。

【上部工の延伸】

A1橋台位置を下げるため、橋長の変更および上部工の改良が必要となる。上部工の改良については、既設桁長を延長する案と、上部工を新設する案と比較し、経済性に優位な**「既設桁を延長する案」**を採用した。

【仮設方法】

上部工の撤去・設置については、渇水期の流量を検討し、コルゲート管による流下能力の確保と盛土(土提)による施工ヤードの確保を計画した。また既設床版は、クレーン仮設検討より軽量化が必要なため、撤去し新設する。

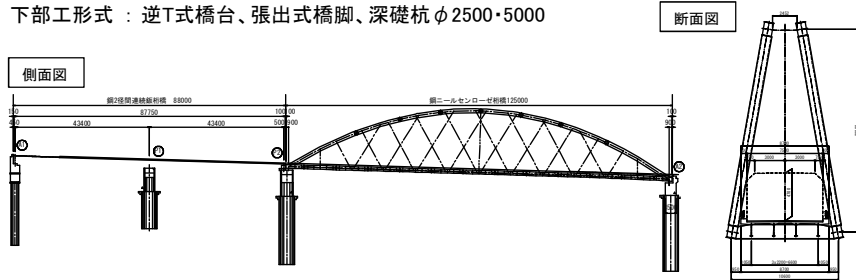


A1橋台の再構築

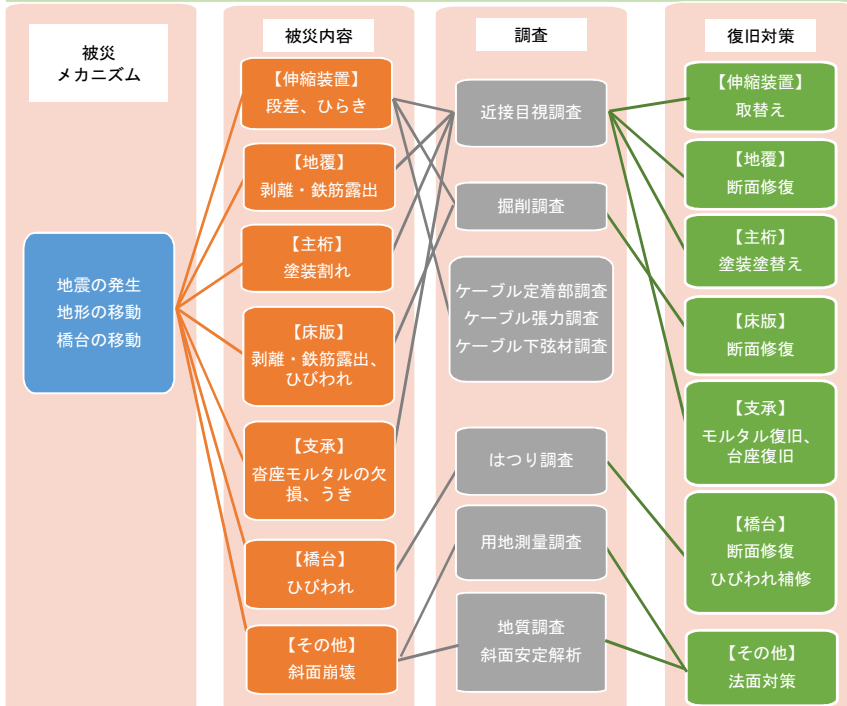
■新阿蘇口大橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長： 213 m 全幅員： 8.7 m 竣工： 2014年(H26) 設計： H14道示
 上部工形式： 鋼2径間連続钣桁+鋼ニールセンローゼ桁
 下部工形式： 逆T式橋台、張出式橋脚、深礎杭φ2500・5000



■災害査定までの体系ツリー



本震発生後、地震による直角方向の慣性力による衝撃が主桁からパラペットに作用したことで、パラペットのひびわれや主桁の塗膜割れが生じた。またP2及びA2周辺では**斜面崩壊による地すべり**が発生した。近接目視調査の他、背面盛土の健全性のための掘削調査や斜面状況確認のため、地質調査を行った。調査の結果、橋梁部は損傷箇所のみ原形復旧としたが、斜面崩壊箇所については**今後不安定化する可能性があるため、鉄筋挿入工、吹付法砕工**を計画した。

■被災メカニズム、被災概要

【被災メカニズム①】

地震による衝撃がパラペットに作用したことで主桁や伸縮装置に変位が生じた。



パラペット損傷状況

【被災メカニズム②】

垂直補剛材に作用した繰返し荷重により、塗膜割れが発生した。



塗膜割れ状況

【被災メカニズム③】

熊本地震によって地盤が緩んだ斜面に豪雨による雨水が浸透したことによって斜面崩壊が生じた。



斜面崩壊状況

■詳細調査項目及び結果

【はつり調査】

A1、A2橋台のひびわれについて内部鉄筋の健全性を確認するため、ひびわれ幅の大きいところで、はつり調査を実施した。結果としてひびわれは鉄筋位置まで達していなかった。

【ケーブル健全性評価】

ケーブルの健全性の評価のため、ケーブルの定着部、張力、下弦材の調査を行った。張力の状況やアーチ橋全体の变形傾向から、補修の必要は無いと判断した。

【斜面安定解析】

斜面勾配が急峻であることから、地質調査が困難であったため斜面安定解析を用いて斜面安定性を評価した。結果としては、安全率1.00を下回る斜面は見られなかった。

【掘削試験】

舗装に55mmの段差が生じていることから、下層の軽量盛土の沈下状況を確認した。結果としては、下層に沈下やずれは見られなかった。



掘削調査状況



ケーブル調査状況

■復旧対策内容

【主な復旧項目】

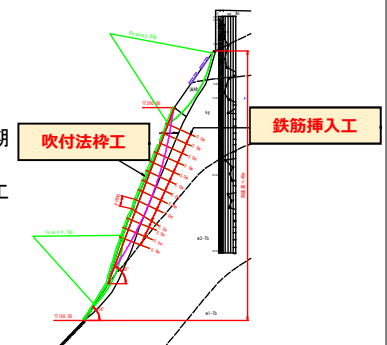
- ・部分塗装塗替え
- ・断面修復工
- ・法面对策工

【法面对策工】

新阿蘇口大橋斜面は、白川により浸食された攻撃斜面であり、急崖を呈している。地質は先阿蘇火山岩類を基盤岩とし、その上位には未固結の旧期崖錐堆積物や新期崖錐堆積物が分布する。

長期的な安定が確保できず緩み層厚2.0mを想定する。斜面对策工は安定性、施工性及び経済性の総合的に優れた「吹付砕工+鉄筋挿入工」を選定する。

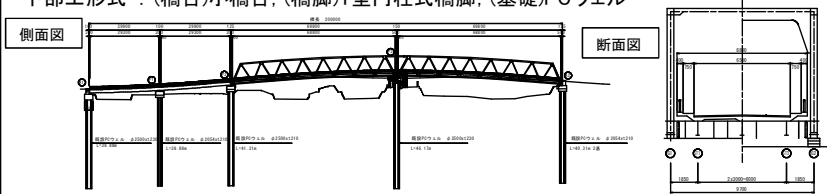
- ・吹付法砕工 — (F300-1500×1500)
- ・枠内処理工 — モルタル吹付 (t=8cm)
- ・枠間隔(鉄筋挿入工間隔) — @1.50m
- ・削孔径 — Φ90mm



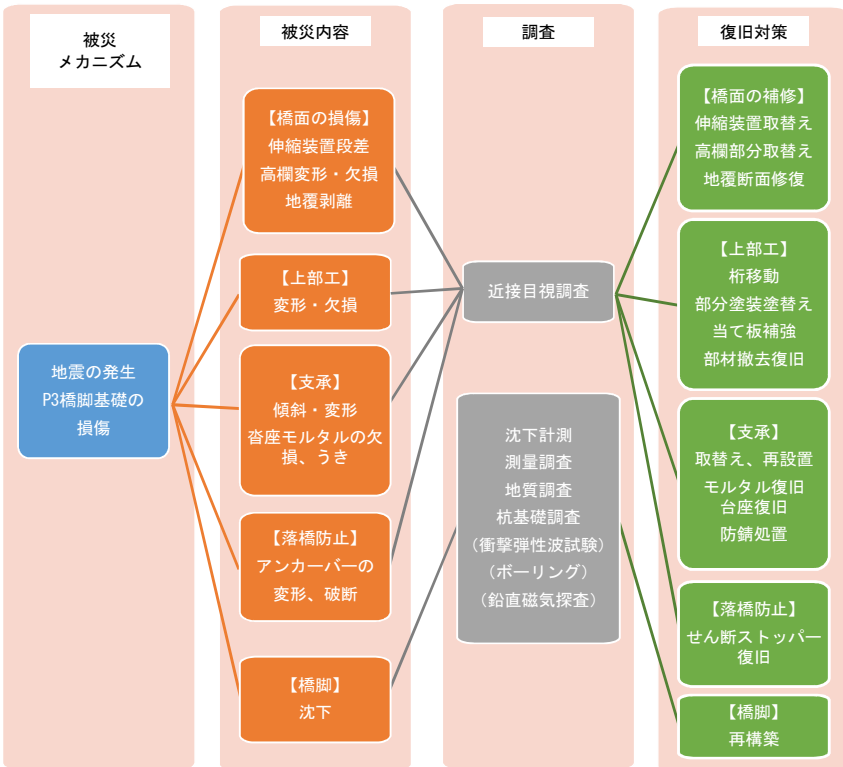
■横江大橋の被災および復旧整理

■橋梁概要

橋長：200.0 m 全幅員：8.0 m 竣工：1979年(S54) 設計：S47道示
 上部工形式：(取付橋A1-P2)鋼単純合成桁+（本橋P2-A2）下路式鋼トラス
 下部工形式：(橋台)小橋台、(橋脚)T型円柱式橋脚、(基礎)PCウェル



■災害査定までの体系ツリー

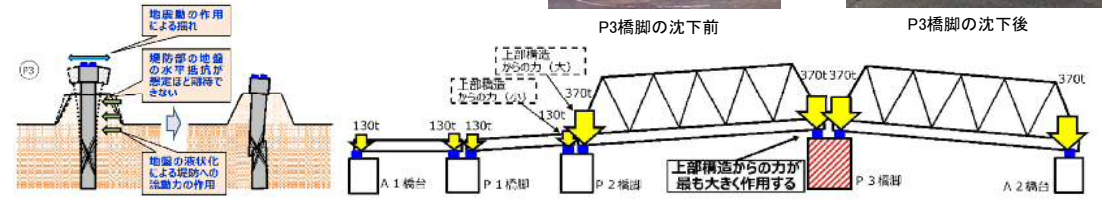


本震発生後、P3橋脚の沈下により、橋面、上部工、支承、落橋防止構造、橋脚に変状が発生した。近接目視調査のほかに、沈下要因の把握のため、**ボーリング調査**、**衝撃弾性波試験**、**鉛直磁気探査**を実施した。国総研・土研との協議結果を踏まえ、**P3橋脚基礎は再利用困難**と判断したため、**橋脚再構築**を復旧方針とした。また復旧に合わせてPCウェルを増径することでP3橋脚のみ先行してLv2地震動に対応させる(合併施行)。なおP3橋脚沈下に付随した損傷箇所については、原形復旧を計画している。

■被災メカニズム、被災状況

【被災メカニズム】

- P3橋脚は他の橋脚と比較して**上部構造からの力が最も大きく作用する**。
- P3橋脚は、鏡川と鮫鯨川に挟まれた堤防部に設置されている。幅の狭い堤防地盤であり、**地盤が液状化し、水平抵抗が小さくなることで、杭が損傷して沈下した**。



■詳細調査項目及び結果

【沈下計測】

各橋台・橋脚について沈下計測を行い、沈下量を測定したところ、P3橋脚のみ**約2～3cmの沈下**が確認できた。

【ボーリング調査】

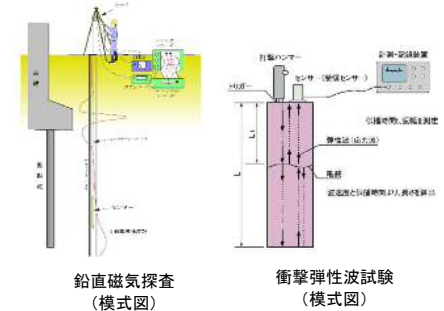
底板コンクリートが健全であること、杭先端位置は竣工図と一致しており、支持層(N値50以上)に根入れされていることが確認できた。よって、**地盤の破壊や底板コンクリート等の施工不良による被災ではない**と判断した。

【衝撃弾性波試験】

杭基礎が橋脚天端から10m付近(8.23～17.59m)で破損している可能性がある**と判断した**。

【鉛直磁気探査】

橋脚天端から4.96m～21.20mの区間は特に波形が乱れており、杭の破損によりロッドの接合部がずれ、反応したものと判断した。



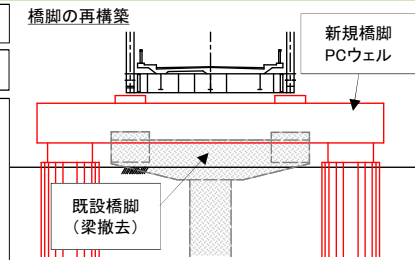
■復旧対策内容

【緊急工事】 通行止め、P3橋脚過沈下防止対策として、仮支持材を設置した。

【応急本工事】 上流側と下流側に供用及び工用用仮橋を設置した。

【本復旧工】 以下①～④順で復旧計画した。

- ① 沈下した**上部工(トラス橋)**を元の高さまでジャッキアップにて戻す。
- ② 既設P3橋脚の一部を撤去し、**新規橋脚(PCウェル)**を再構築する(右図)。
- ③ トラス橋の支取替、当て板補強、部材撤去復旧を行う。
- ④ 桁部損傷箇所の原形復旧後、橋面の補修を行う。



【改良復旧工(合併施行)】 P3橋脚の再構築はLv1地震動対応が原形復旧となるが、横江大橋は**緊急輸送道路**であり、**震災前からLv2地震動対応の対策が必要であったこと**、再構築する橋脚はPCウェル工法であり、**復旧後の追加耐震補強対策は特殊な工法で高価**なため、本復旧にあわせてP3橋脚のみをLv2地震動対応として、PCウェル径をφ3000からφ3500に増径する合併施行とすることで、より経済的なLv2地震動対応を可能にした。

