

## スギ大径材の利用方法と利用技術に関する研究 平成 27 年度～令和 2 年度（単県）

### 目次

要 旨	-2-
はじめに	-2-
第 1 章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その 1）	-3-
－ 幅広・厚板を用いた根太レス工法による床構面のせん断耐力の検証 －	
1. はじめに	-3-
2. 試験方法	-4-
3. 結果と考察	-4-
第 2 章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その 2）	-6-
－ 釘の仕様の違いによる床構面のせん断耐力の検証 －	
1. はじめに	-6-
2. 試験方法	-6-
3. 結果と考察	-7-
第 3 章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その 3）	-8-
－ 板幅の仕様の違いによる床構面のせん断強度の検証 －	
1. はじめに	-8-
2. 試験方法	-8-
3. 結果と考察	-9-
第 4 章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その 4）	-10-
－ 床構面に設置したメタルプレートコネクタ（MPC）の効果検証 －	
1. はじめに	-10-
2. 試験方法	-12-
3. 結果と考察	-13-
第 5 章 スギ間柱を活用した枠組壁工法用耐力壁の強度性能評価について（その 1）	-15-
－ 枠組材をすべてスギ間柱とした場合のせん断耐力の検証 －	
1. はじめに	-15-
2. 試験方法	-15-
3. 結果と考察	-16-
第 6 章 スギ間柱を活用した枠組壁工法用耐力壁の強度性能評価について（その 2）	-18-
－ 枠組材のうちスタッド（たて枠）のみスギ間柱とした場合のせん断耐力の検証 －	
1. はじめに	-18-
2. 試験方法	-18-
3. 結果と考察	-19-
第 7 章 まとめ	-21-

熊本県林業研究・研修センター研究報告 No.48-5

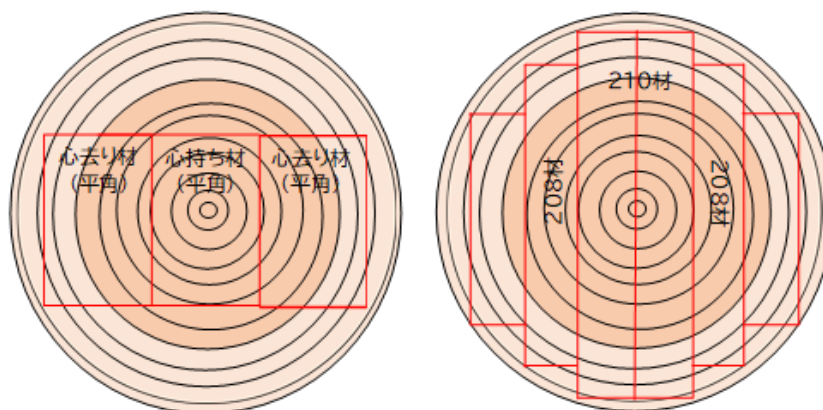
スギ大径材の利用方法と利用技術に関する研究

平成 27 年度～令和 2 年度（単県）

荒木 博章  
池田 元吉  
徳丸 善浩

要 旨

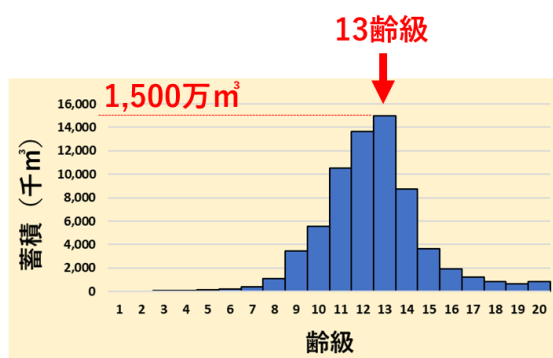
近年、森林資源の充実に伴い入手が容易となった大径材からは、これまでの小中径材では物理的に採取することができなかつた様々な木取りも可能である（図－1 参照）。本研究ではスギを対象樹種とし、大径材の利点を活かした木取りにより採取が可能な面材と枠組材の活用について検討した。具体的には、幅広・厚板を面材に利用した床構面と、木造軸組工法住宅に多く使われている断面寸法 45mm×90mm の間柱（以下、「スギ間柱」という。）を枠組材に利用した枠組壁工法を想定した耐力壁（以下、「枠組壁工法用耐力壁」という。）について、面内せん断試験を実施した。その結果、いずれの場合についても実用的に必要な強度を有していることを確認した。



図－1 大径丸太から製材可能な木取りの例

はじめに

現在、わが国では森林資源の充実に伴い森林の高齢級化が進行している。熊本県においても同様の状況にあり、最新の統計資料によるとスギの資源構成は 13 齢級（61～65 年生）がピークで、その蓄積量も 1,500 万 m<sup>3</sup> に達している（図－2 参照）。そのため、木材市場に供給される原木丸太の大径化が進んでいる。日本農林規格（JAS）では、末口径が 30cm 以上の丸太を「大の素材」としているが、すでに市場では 40cm を超えるスギ丸太も多く見受けられ



図－2 熊本県におけるスギの資源構成

る。

このように充実した森林資源を有効に活用することが課題であり、一つの解決方法として大径材から得られる製材品を、その最大用途である建築部材（柱、梁、床、壁など）として利用することが重要であると考えた。

本研究では、以上のような現状と課題に対して、スギ大径材の有効活用を想定した床構面と枠組壁工法用耐力壁に関し、その実用性について検討した。床構面については、釘の長さとは幅広・厚板の寸法（主に幅に着目）を検討し、各々で面内せん断試験を実施して強度性能を評価するとともに、強度性能の向上を意図して装着したメタルプレートコネクタ（MPC）を併用した床構面についても評価した。枠組壁工法用耐力壁については、枠組材をすべてスギ間柱としたものと、スタッド（たて枠）のみスギ間柱としその他を SPF（一般的に枠組壁工法に用いられる北米産の針葉樹の略称）としたものにおいて強度性能を評価した（写真－1 参照）。



写真－1 面内せん断試験の様子（左側：床構面、右側：枠組壁工法用耐力壁）

## 第1章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その1）

### － 幅広・厚板を用いた根太レス工法による床構面のせん断耐力の検証 －

#### 1. はじめに

大径材からは多様な木取りによる製材が可能であり、平角等の角材とともに幅広かつ厚さのある板材の製造が期待される。特に、大径材の樹皮に近い部位では高い強度性能<sup>1)</sup>とともに節の少ない材面品質の高い板材の製材が期待できる。また、板材の厚さを見込んで鉛直荷重への耐力を負担させて根太を省略する、いわゆる根太レス工法は施工性の向上を図ることができ、さ

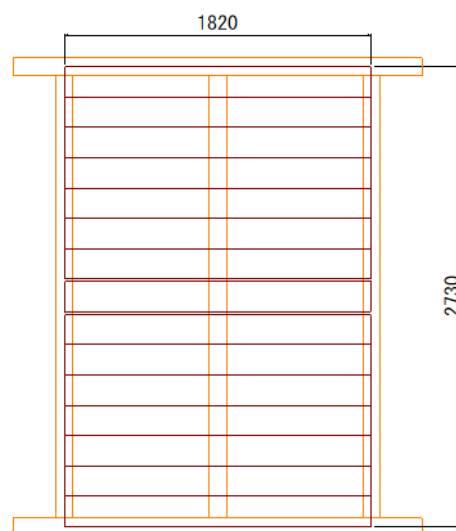


写真－2 「現し」の例

らに天井仕上げを省略して板材を「現し」として美観をそのまま活かすことも可能であり、大径材由来の製品を活かせる工法と思われる（写真－2参照）。一方、最近の木造住宅の高耐力化の傾向に伴い、耐力壁のみならず床・屋根構面に対しても水平耐力が期待されている。そこで、ここでは根太レス工法の一例について面内せん断試験を実施し、期待される耐力について検証した。

## 2. 試験方法

使用した部材は桁材に断面寸法  $105 \times 150\text{mm}$  のスギ乾燥製材品、面材（板材）に働き幅  $182\text{mm}$ 、厚さ  $27\text{mm}$ 、長さ  $1.82\text{m}$  のスギ乾燥板材（本ざね加工あり）を加力方向に平行になるように配した。これを直行する桁材（3本）の通りにあわせて CN90 釘を板材毎に 2本ずつ、ピッチ  $90\text{mm}$  程度で直張りした。仕口は大入れ蟻掛け、試験体幅×高さは  $1.82 \times 2.73\text{m}$ （図－3参照）、試験体数は4である。試験方法と性能の評価は図書<sup>1)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。つまり、試験体を面内せん断試験機に設置し、試験体下部を固定したうえで上部の一端を水平方向に押し引きする。従って、試験体は平行四辺形にゆがみ、試験体の垂直方向の高さを半径として回転し、弧を描くことになるが、半径に比べ動く距離は極めて短いため、弧長と弦長の差は無視して水平移動としている。初めは押し引き（1回ずつ繰返し）の幅を小さく、徐々に幅を大きくしていき、所定のところまでいくと最後は大きく引いて終了する。このときの変位（動く幅）はせん断変形角で決められており、rad（ラジアン）で表わされる。1rad は円の半径と等しい弧の長さを有する角度のことで、繰返しは  $1/450\text{rad}$ 、 $1/300\text{rad}$ 、 $1/200\text{rad}$ 、 $1/150\text{rad}$ 、 $1/100\text{rad}$ 、 $1/75\text{rad}$ 、 $1/50\text{rad}$  の正負交換時に行うこととされている。その後は、繰返しはせずに引き続け、荷重が最大荷重の8割まで低下するか、しない場合は  $1/15\text{rad}$  に達するまで変形させて試験を終了する。今回は後者であった。



図－3 試験体の概要

## 3. 結果と考察

荷重とみかけのせん断変形角曲線を図－4に示す。また、図－4より作成した包絡線（図－5参照）より算出した各特性値について表－1に示す。特性値はすべての試験体で  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となり、短期基準せん断耐力は  $1.59\text{kN/m}$  であった。この値は図書<sup>2)</sup>にある床水平構面の仕様を参考にする、落とし込み根太+ $15\text{mm}$  板材張りの場合 ( $0.76\text{kN/m}$ ) よりも高く、転ばし根太+ $12\text{mm}$  合板張りの場合 ( $1.96\text{kN/m}$ ) より多少低い程度のせん断耐力を発揮していると考えられる。

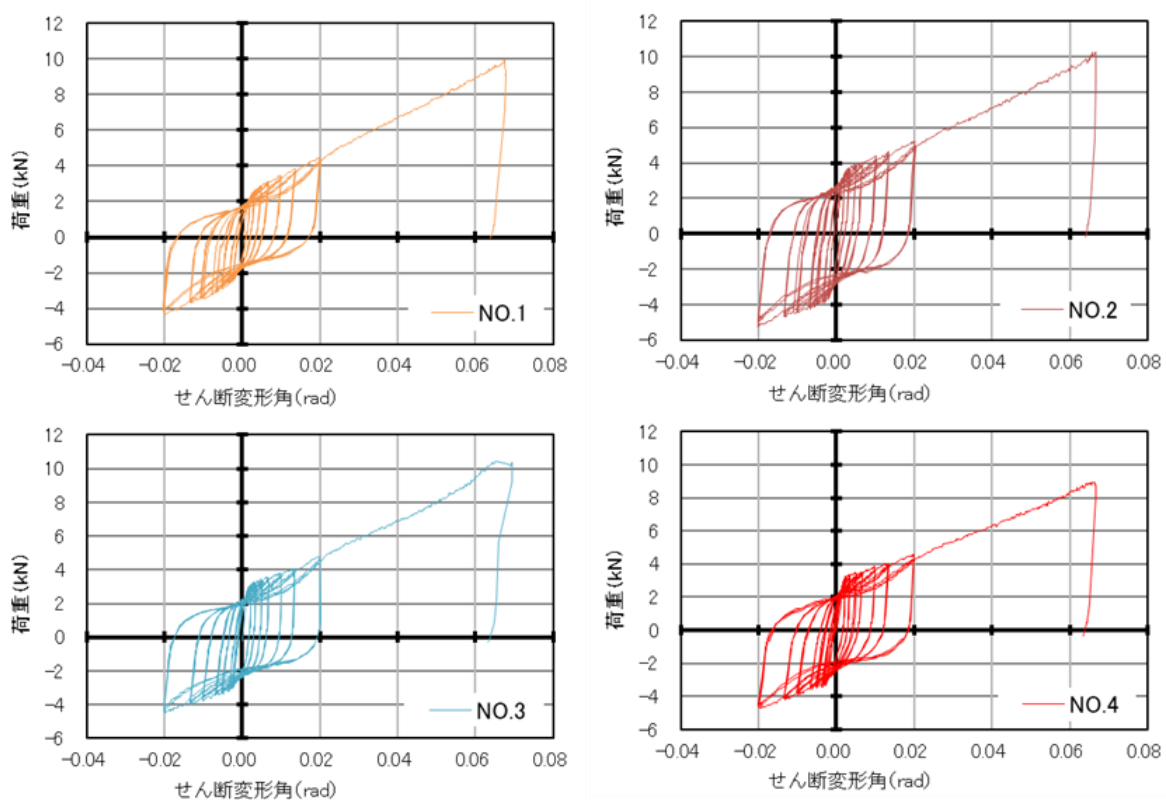


図-4 荷重-せん断変形角曲線

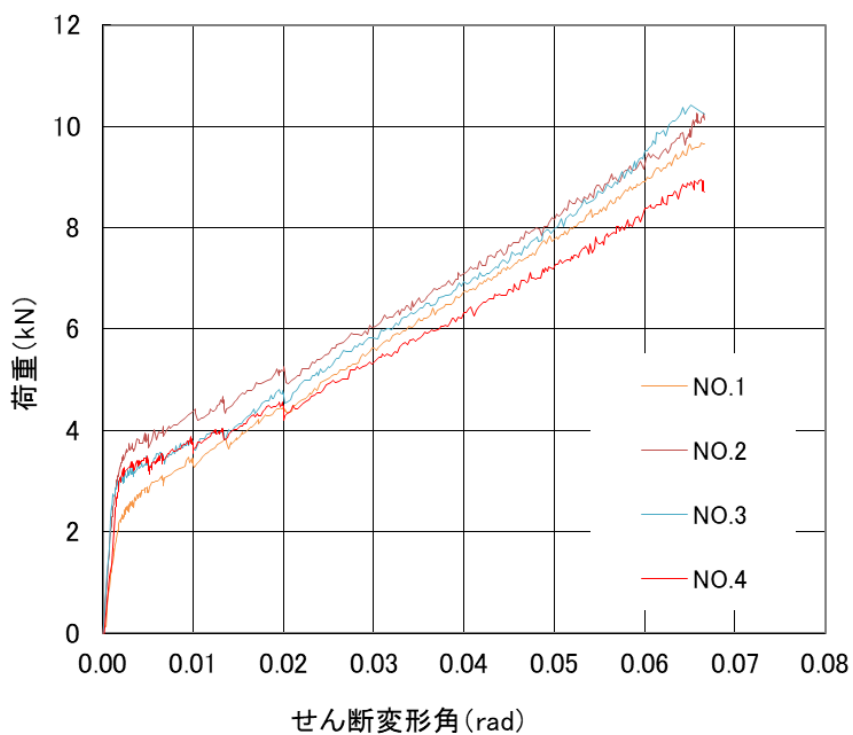


図-5 包絡線

表－1 各特性値

試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										
	最大荷重 Pmax kN	最大荷重 Pmax kN/m	初期剛性 K kN/m	終局耐力 Pu kN/m	構造特性 係数 Ds —	降伏耐力 Py kN/m	$P_u \times (0.2/D_s)$ kN/m	$2/3P_{max}$ kN/m	みかけのせん断変形角 1/120時荷重 $P_{1/120}$ kN/m	短期基準 せん断耐力 $P_0$ kN/m	床倍率 換算値  低減係数 $\alpha=1$ で算出
NO.1	9.68	5.3	126	4.4	0.595	2.42	1.48	3.55	1.77	1.59	0.8
NO.2	10.25	5.6	194	4.3	0.443	2.46	1.92	3.76	2.27		
NO.3	10.43	5.7	115	5.2	0.721	3.03	1.45	3.82	1.98		
NO.4	8.96	4.9	218	3.6	0.375	2.14	1.91	3.28	2.00		
					平均値	2.51	1.69	3.60	2.00		
					標準偏差	0.37	0.26	0.24	0.20		
					変動係数	0.15	0.15	0.07	0.10		
					50%下限値 (kN)	2.37	1.59	3.51	1.93		

## 第2章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その2）

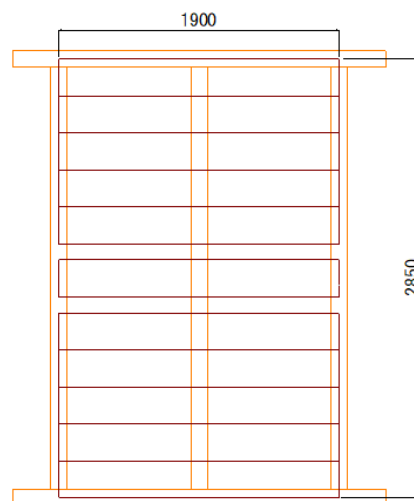
### － 釘の仕様の違いによる床構面のせん断耐力の検証 －

#### 1. はじめに

第1章では、大径材から製材可能な幅広かつ厚さのある板材で、板材の厚さを見込んで鉛直荷重への耐力を負担させて根太を省略する、いわゆる根太レス工法の水平耐力に関して検証した。ここでは、せん断性能に対する釘の仕様の影響について検証した。

#### 2. 試験方法

作製した面内せん断試験体（図－6参照）は桁材を断面寸法  $105 \times 105\text{mm}$  のスギ乾燥製材品で構成し、仕口は大入れ蟻掛けとした。試験体幅×高さは  $1.9 \times 2.85\text{m}$ 、面材（板材）はさね加工していない幅  $240\text{mm}$ 、厚さ  $30\text{mm}$ 、長さ  $1.9\text{m}$  のスギ乾燥材で構成し、加力方向に平行になるように配置した。なお、板材の配置は上部加力桁及び下部固定桁から配置し、余寸は構面中央で調整した。また、板材間の摩擦の影響を極力除いて評価するために、 $1\text{mm}$  程度の隙間を開けて配置した。これを直交する桁材（3本）の通りにあわせて釘打ちした。板材それぞれに幅方向では縁距離を  $30\text{mm}$ 、釘間隔を  $60\text{mm}$  としたため、板材1枚につき釘4本を配したことになる。なお、両木口からの端距離は  $20\text{mm}$  とした。使用した釘は CN75（長さ  $76.2 \pm 2.4\text{mm}$ 、胴部径  $3.76 \pm 0.10\text{mm}$ ）と



図－6 試験体の概要

CN90（長さ  $88.9 \pm 2.4\text{mm}$ 、胴部径  $4.11 \pm 0.10\text{mm}$ ）とした。試験体数は各1体である。試験方法と性能の評価は図書<sup>2)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には、第1章と同様である。

### 3. 結果と考察

荷重とみかけのせん断変形角曲線を図-7に示す。また、図-7より作成した包絡線（図-8参照）より算出した各特性値について表-2に示す。CN75とCN90の各特性値を比較すると、すべてにおいて後の方が前者よりも高く、最も差がみられたのは降伏耐力で13%程度高い値となった。短期基準せん断耐力（試験体数=1かつ低減係数を考慮していないため参考値として示す）は両者とも $P_u \times (0.2/D_s)$ で決定し、後の方が5%程度高くなった。これらの差は釘のせん断耐力及び桁材への打ち込み深さの違いの影響によるものと考えられる。一方、図書<sup>3)</sup>にある床水平構面の仕様を参考にすると、どちらの仕様も第1章の結果と考察と同様に落とし込み根太+15mm 板材張りの場合(0.76 kN/m)よりも高く、転ばし根太+12mm 合板張りの場合(1.96 kN/m)より多少低い程度のせん断耐力を発揮していると考えられる。よって、施工性や釘のコストを考慮すると、実用的にはCN75の仕様でも十分な性能を期待できると考えられる。

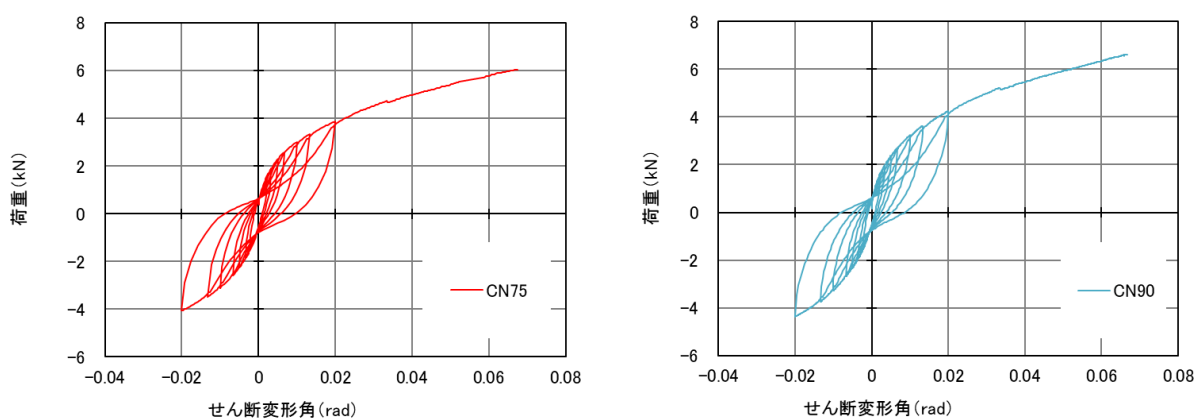


図-7 荷重—せん断変形角曲線

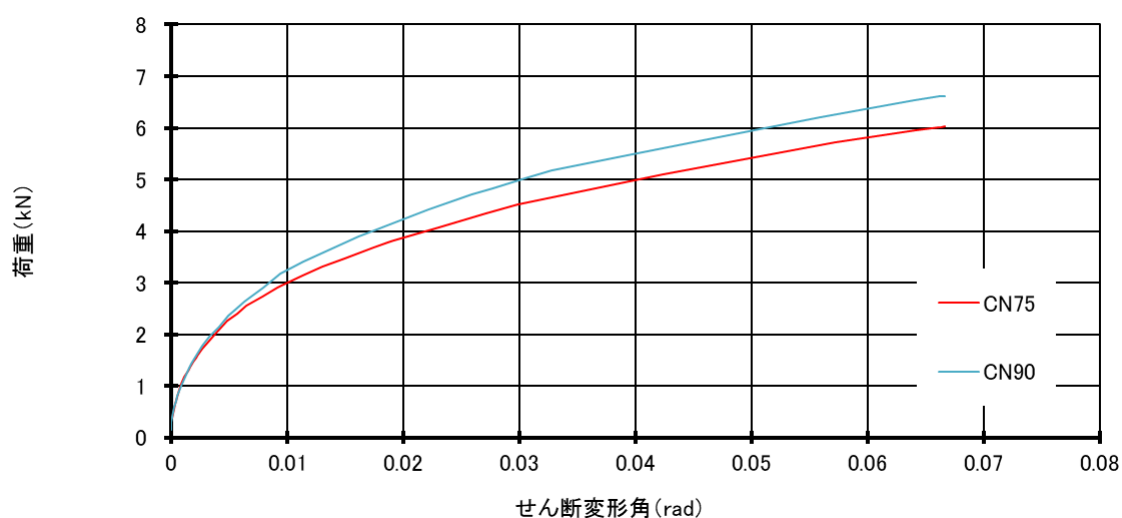


図-8 包絡線

表－2 各特性値

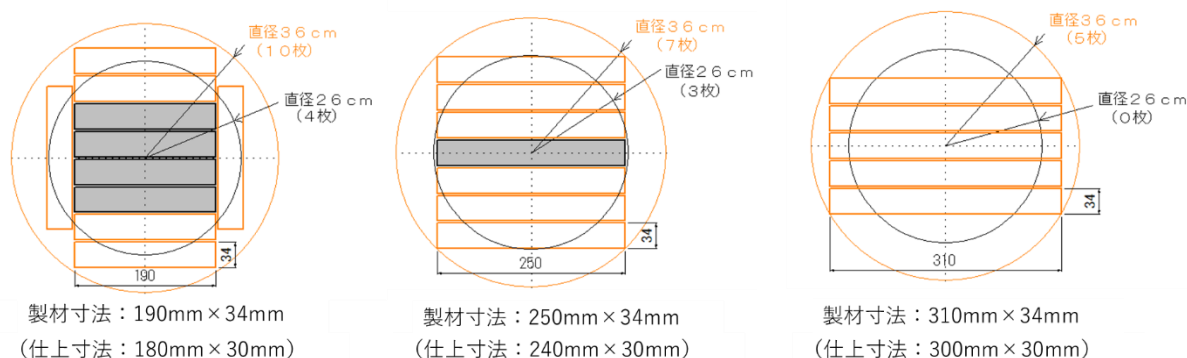
試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										床倍率 換算値  低減係数 $\alpha=1$ で算出
	最大荷重 Pmax kN	最大荷重 Pmax kN/m	初期剛性 K kN/m	終局耐力 Pu kN/m	構造特性 係数 Ds —	降伏耐力 Py kN/m	Pu × (0.2/Ds) kN/m	2/3Pmax kN/m	みかけのせん 断変形角 1/120時荷重 P <sub>1/120</sub> kN/m	短期基準 せん断耐力 P <sub>0</sub> kN/m	
CN75	6.03	3.2	157	2.7	0.381	1.59	1.39	2.12	1.47	1.39	0.71
CN90	6.62	3.5	158	2.9	0.404	1.80	1.46	2.32	1.57	1.46	0.74
CN90/CN75	1.10	1.10	1.01	1.11	1.06	1.13	1.05	1.10	1.07	1.05	1.04

### 第3章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その3）

#### － 板幅の仕様の違いによる床構面のせん断強度の検証 －

##### 1. はじめに

第1章では、大径材から製材可能な幅広かつ厚さのある板材で、さね加工した働き幅 182mm 板材について、板材の厚さを見込んで鉛直荷重への耐力を負担させて根太を省略する、いわゆる根太レス工法の水平耐力に関して検証した。また、第2章では、使用する釘の仕様の影響について検証した。これらの検証結果を踏まえ、ここでは、厚さを 30mm とし、板幅 180mm、240mm、300mm の 3 パターンについて、板幅の仕様が面内せん断耐力に及ぼす影響を検証した。ちなみに、厚さ×幅が 30×180mm の幅広・厚板は、たとえば末口径 26cm の中径材では 4 枚しか採取できないが、末口径 36cm の大径材からは効率よく 10 枚採取することが可能である。また、30×240mm の幅広・厚板では同様に 1 枚と 7 枚となる。そして、30×300mm の幅広・厚板にいたっては中径材からの採取は物理的に不可能であるが、末口径 36cm の大径材からは 5 枚 採取可能である（図－9 参照）。



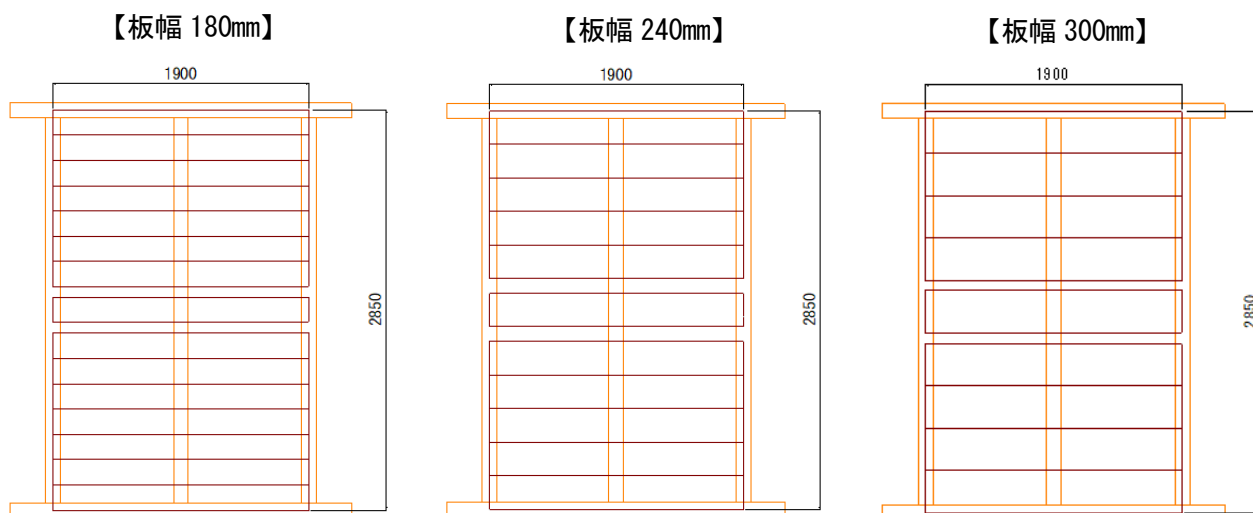
図－9 幅広・厚板の木取例

##### 2. 試験方法

作製した面内せん断試験体（図－10 参照）は桁材を断面寸法 105×105mm のスギ乾燥製材品で構成し、仕口は大入れ蟻掛けとした。試験体幅×高さは 1.9×2.85m、面材（板材）はさね加工していない板幅 180mm、240mm、300mm、厚さ 30mm、長さ 1.9m のスギ乾燥材で構成し、加力方向に平行になるように配置した。なお、板材の配置は上部加力桁及び下部固定桁から配置し、余寸は構面中央で調整した。また、板材間の摩擦の影響を極力除いて評価するために、1mm 程度の隙間を開けて配置した。こ



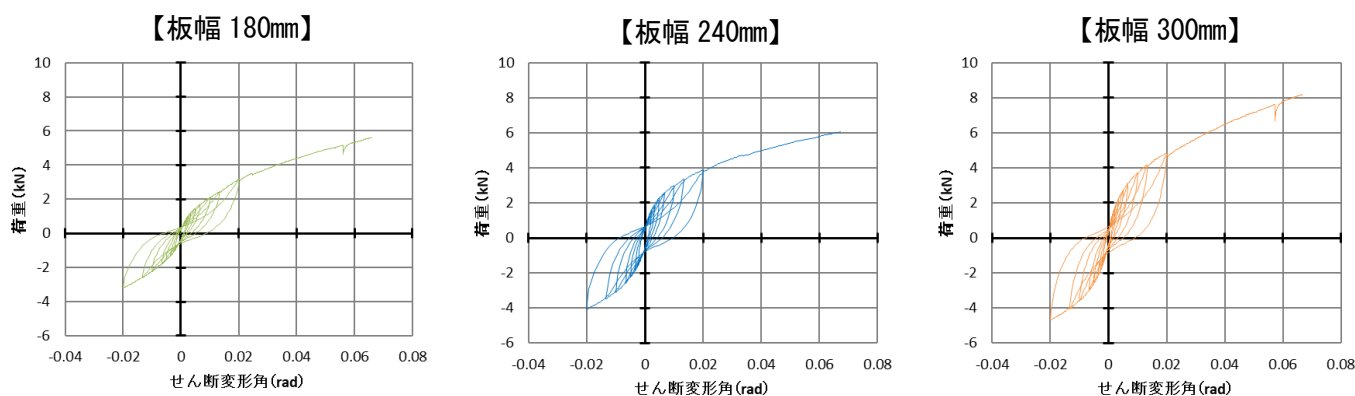
れを直交する桁材（3 本）の通りにあわせて釘打ちした。板材それぞれに幅方向では縁距離を 30mm、釘間隔を 60mm とした。なお、両木口からの端距離は 20mm とした。使用した釘は CN75 とした。試験体数は各 1 体である。試験方法と性能の評価は図書<sup>1)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には、第 1 章と同様である。



図－10 試験体の概要

### 3. 結果と考察

荷重とみかけのせん断変形角曲線を図－11に示す。また、図－11より作成した包絡線（図－12参照）より算出した各特性値について表－3に示す。特性値はすべての試験体で  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となった。短期基準せん断耐力（試験体数=1 かつ低減係数を考慮していないため参考値として示す）はそれぞれ、0.95kN/m、1.35kN/m、1.68kN/m となり、板幅が広くなるのに応じて強度性能が高くなった。一方、図書<sup>2)</sup>にある床水平構面の仕様を参考にすると、落とし込み根太+15mm 厚、180mm 幅以上の板材張りの場合（0.76 kN/m）に比べ、板幅 180mm の場合は 1.2 倍、板幅 240mm の場合は約 1.8 倍、板幅 300mm の場合は約 2.2 倍のせん断耐力を発揮していると考えられる。



図－11 荷重－せん断変形曲線

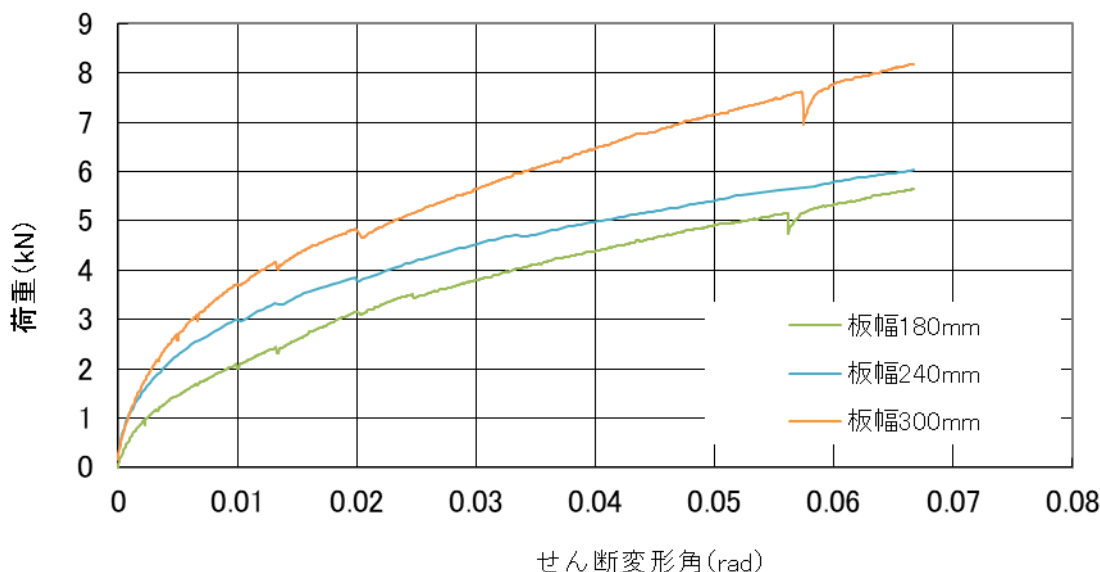


図-1 2 包絡線

表-3 各特性値

試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										
	最大荷重	最大荷重	初期剛性	終局耐力	構造特性係数	降伏耐力	$P_u \times (0.2/D_s)$	$2/3P_{max}$	みかけのせん断変形角 1/120時荷重	短期基準 せん断耐力	床倍率 換算値
	$P_{max}$ kN	$P_{max}$ kN/m	K kN/m	$P_u$ kN/m	$D_s$ —	$P_y$ kN/m	kN/m	kN/m	$P_{1/120}$ kN/m	$P_0$ kN/m	低減係数 $\alpha=1$ で算出
180	5.64	3.0	87	2.5	0.529	1.54	0.95	1.98	1.01	0.95	0.48
240	6.03	3.2	148	2.7	0.394	1.59	1.35	2.12	1.47	1.35	0.69
300	8.18	4.3	179	3.5	0.412	2.05	1.68	2.87	1.81	1.68	0.85

#### 第4章 スギ大径材から得られる幅広・厚板を利用した床構面の強度性能評価について（その4）

##### — 床構面に設置したメタルプレートコネクタ（MPC）の効果検証 —

###### 1. はじめに

第1章から第3章までに、幅広・厚板を用いた床構面のせん断耐力は既存の水平構面の仕様と比較しても十分であることを検証した。ここでは試験体の変形時の挙動、つまり面内せん断試験時に発生した板材や釘の通りのズレ（写真-3参照）を考慮して、板材毎のせん断変形を抑えるために上下の板材どうしをMPCで結合する方法によりせん断性能の向上を検証した。

なお、試験実施前に、要素実験として小試験体を用いた接合部せん断試験を行いMPCの設置方法を検討した。その結果、図-1 3に示すとおり、縦76mm×横152mmのMPCを横方向が継目と平行になるように設置（Vタイプ）した方が縦方向を継ぎ目と平行にする（Hタイプ）よりも初期のせん断耐力が高かった。この結果から、本試験ではMPCの横方向が継ぎ目と平行になるように設置した。

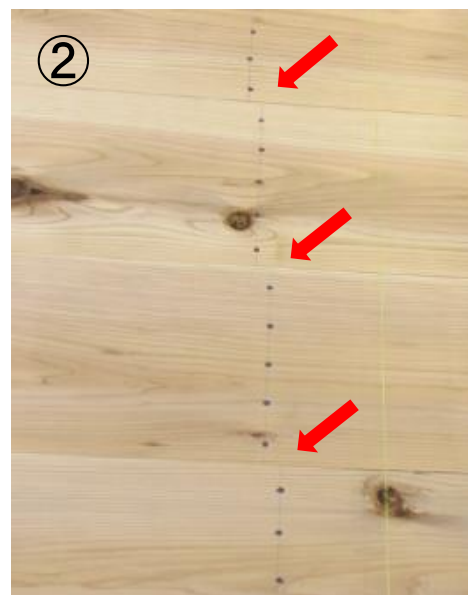
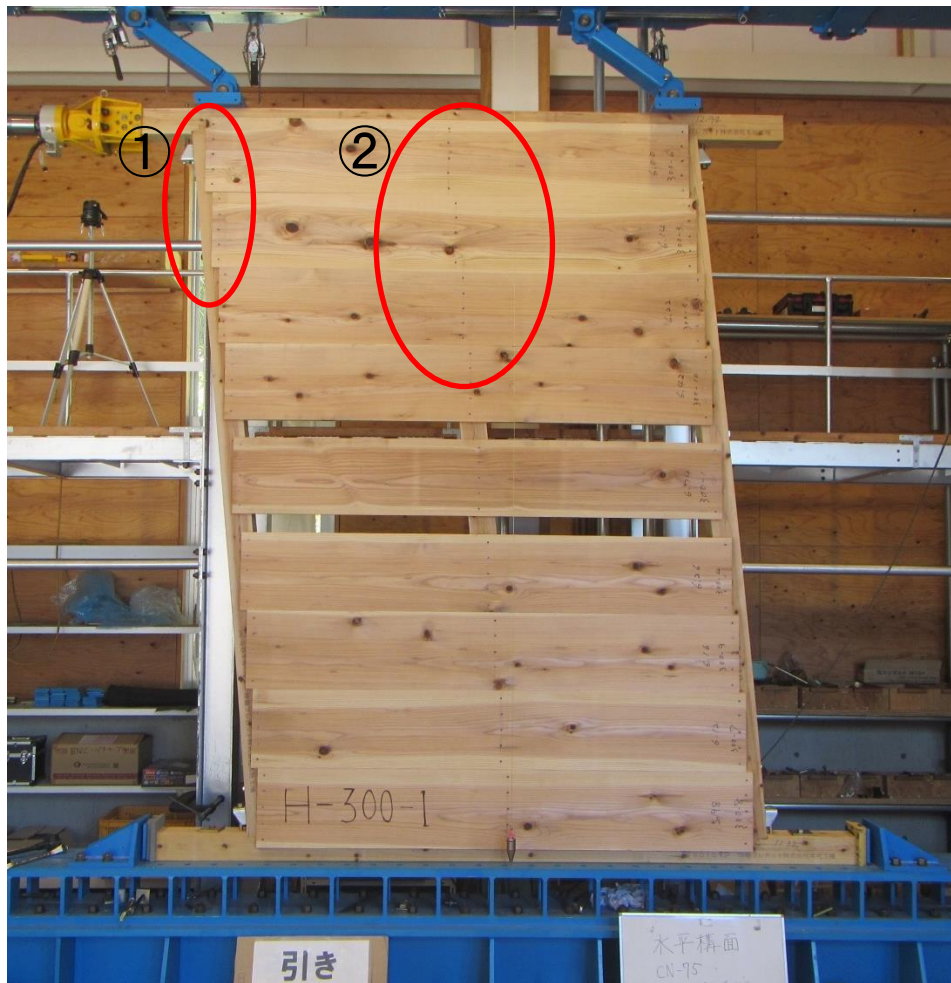


写真-3 試験終了時の床構面の状況（変形時の挙動）

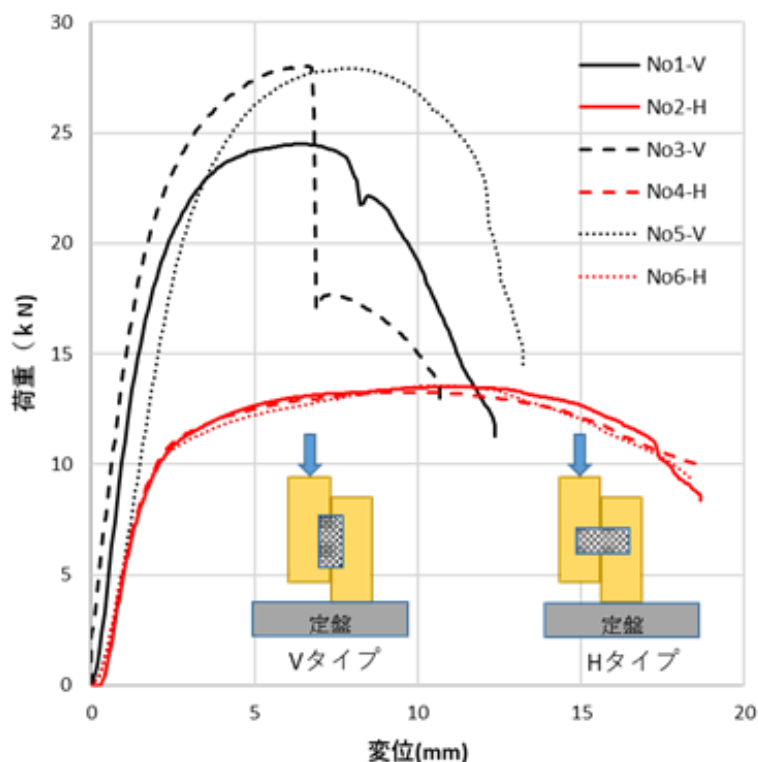


図-13 荷重-変形曲線

## 2. 試験方法

作製した面内せん断試験体は桁材を断面寸法  $105 \times 105 \text{mm}$  のスギ乾燥製材品で構成し、仕口は大入れ蟻掛けとした。試験体幅×高さは  $1.9 \times 2.85 \text{m}$ 、面材（板材）はさね加工していない幅  $240 \text{mm}$ 、厚さ  $30 \text{mm}$ 、長さ  $1.9 \text{m}$  のスギ乾燥材で構成し、加力方向に平行になるように配置した。なお、板材の配置は上部加力桁及び下部固定桁から配置し、余寸は構面中央で調整した。また、板材間の摩擦の影響を極力除いて評価するために、 $1 \text{mm}$  程度の隙間を開けて配置した。これを直交する桁材（3本）の通りにあわせて釘打ちした。板材それぞれに幅方向では縁距離を  $30 \text{mm}$ 、釘間隔を  $60 \text{mm}$  とした。なお、両木口からの端距離は  $20 \text{mm}$  とした。使用した釘は CN75 とした。ここで、せん断性能の向上を意図し、試験体の上下に配置した板材各1枚ずつの継目の両端部及び中央部のそれぞれ3箇所を MPC（写真-4 参照）で結合した。前述のとおり要素実験の結果からここでは縦  $76 \text{mm}$  × 横  $152 \text{mm}$  の MPC を継目と平行になるように設置した（写真-5 及び図-14 参照）。試験体数は1体である。試験方法と性能の評価は図書<sup>1)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には、第1章と同様である。

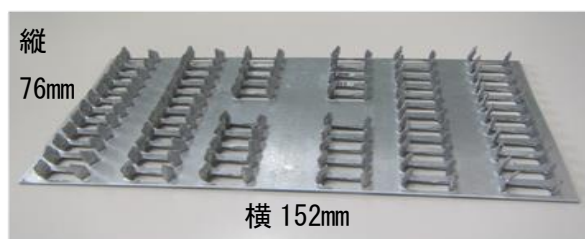
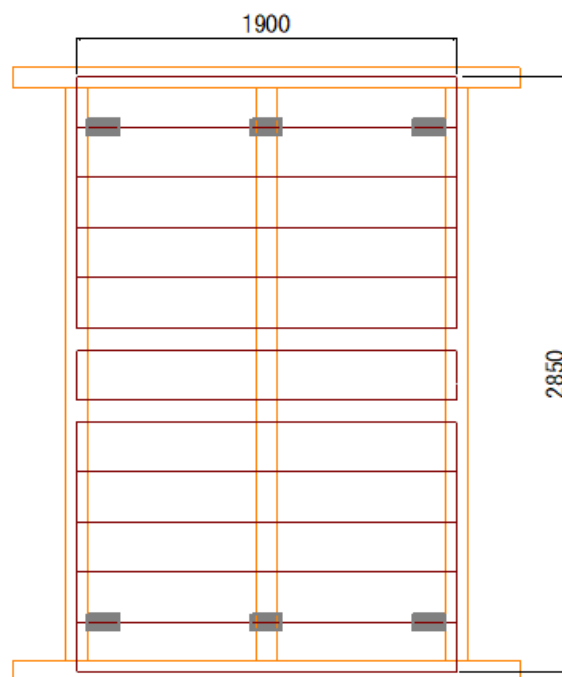


写真-4 MPC

作製した面内せん断試験体は桁材を断面寸法  $105 \times 105 \text{mm}$  のスギ乾燥製材品で構成し、仕口は大入れ蟻掛けとした。試験体幅×高さは  $1.9 \times 2.85 \text{m}$ 、面材（板材）はさね加工していない幅  $240 \text{mm}$ 、厚さ  $30 \text{mm}$ 、長さ  $1.9 \text{m}$  のスギ乾燥材で構成し、加力方向に平行になるように配置した。なお、板材の配置は上部加力桁及び下部固定桁から配置し、余寸は構面中央で調整した。また、板材間の摩擦の影響を極力除いて評価するために、 $1 \text{mm}$  程度の隙間を開けて配置した。これを直交する桁材（3本）の通りにあわせて釘打ちした。板材それぞれに幅方向では縁距離を  $30 \text{mm}$ 、釘間隔を  $60 \text{mm}$  とした。なお、両木口からの端距離は  $20 \text{mm}$  とした。使用した釘は CN75 とした。ここで、せん断性能の向上を意図し、試験体の上下に配置した板材各1枚ずつの継目の両端部及び中央部のそれぞれ3箇所を MPC（写真-4 参照）で結合した。前述のとおり要素実験の結果からここでは縦  $76 \text{mm}$  × 横  $152 \text{mm}$  の MPC を継目と平行になるように設置した（写真-5 及び図-14 参照）。試験体数は1体である。試験方法と性能の評価は図書<sup>1)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には、第1章と同様である。



写真－５ MPC 設置状況



図－１４ MPC 設置状況

### 3. 結果と考察

荷重とみかけのせん断変形角曲線を図－１５に示す。図－１６は、比較のために MPC 以外は全く同じ仕様の床構面の荷重とみかけのせん断変形角曲線を示す。また、図－１５及び図－１６より作成した包絡線（図－１７参照）より算出した各特性値について表－４に示す。特性値はすべての試験体で  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となった。短期基準せん断耐力（試験体数=1 かつ低減係数を考慮していないため参考値として示す）はそれぞれ、 $1.50\text{kN/m}$ 、 $1.35\text{kN/m}$  となり、MPC を設置したことによりせん断耐力が 10%程度向上した。また、第 3 章で検証した  $300\text{mm}$  幅と比較すると、 $300\text{mm}$  幅の方が MPC で補強（今回は 6 箇所）した場合よりもせん断剛性が高かった（10%程度）ことから、板幅を広くすることが効果的にせん断耐力の向上に寄与することが示唆された。

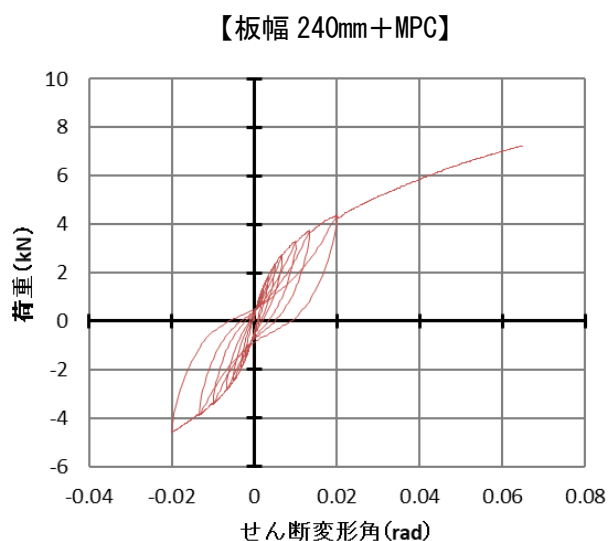


図-15 荷重-せん断変形角曲線 (MPCあり)

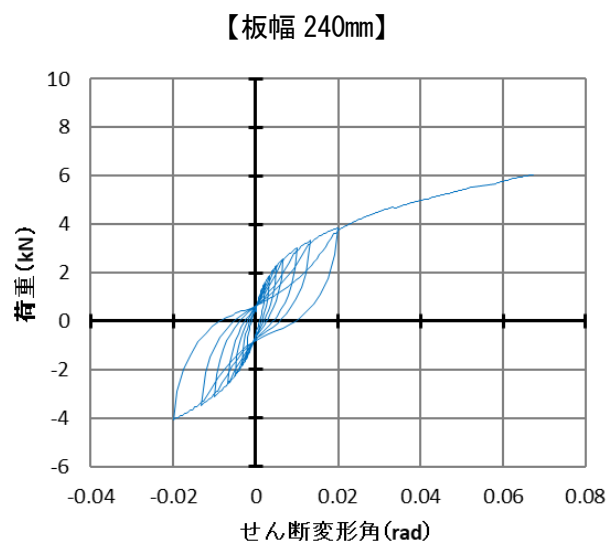


図-16 荷重-せん断変形角曲線 (MPCなし)

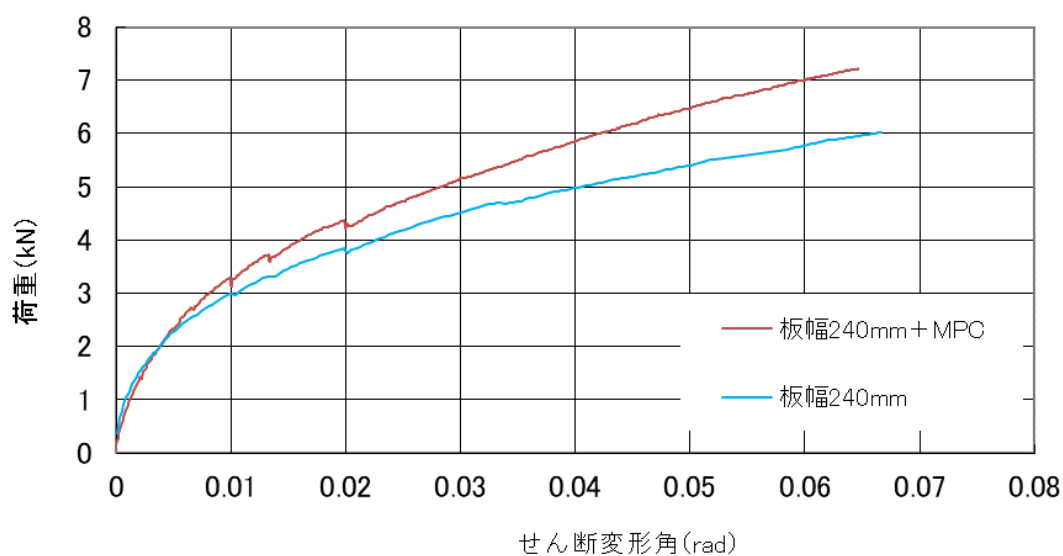


図-17 包絡線

表-4 各特性値

試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										
	最大荷重	最大荷重	初期剛性	終局耐力	構造特性係数	降伏耐力	$P_u \times (0.2/D_s)$	$2/3P_{max}$	みかけのせん断変形角 1/120時荷重	短期基準 せん断耐力	床倍率 換算値
	$P_{max}$ kN	$P_{max}$ kN/m	K kN/m	$P_u$ kN/m	$D_s$ -	$P_y$ kN/m	kN/m	kN/m	$P_{1/120}$ kN/m	$P_0$ kN/m	低減係数 $\alpha=1$ で算出
240MPC	7.23	3.8	162	3.1	0.415	1.81	1.50	2.54	1.59	1.50	0.76
240	6.03	3.2	148	2.7	0.394	1.59	1.35	2.12	1.47	1.35	0.69
300	8.18	4.3	179	3.5	0.412	2.05	1.68	2.87	1.81	1.68	0.85
240MPC/240	1.20	1.19	1.09	1.15	1.05	1.14	1.11	1.20	1.08	1.11	1.10
240MPC/300	0.88	0.88	0.91	0.89	1.01	0.88	0.89	0.89	0.88	0.89	0.89

## 第5章 スギ間柱を活用した枠組壁工法用耐力壁の強度性能評価について（その1）

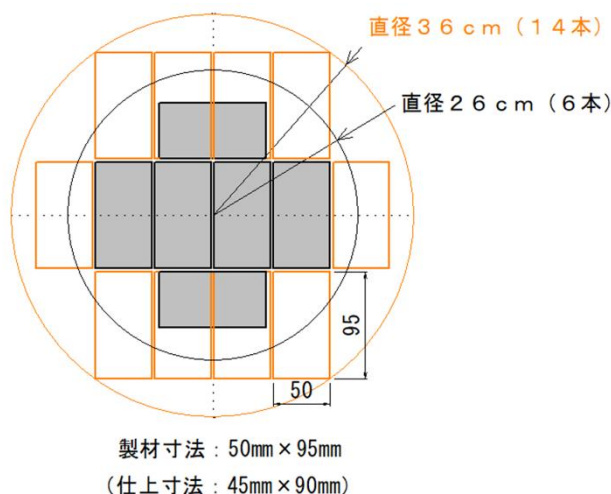
### － 枠組材をすべてスギ間柱とした場合のせん断耐力の検証 －

#### 1. はじめに

枠組壁工法建築物にはほぼ枠組壁工法構造用製材の JAS 製品が使われているが、同 JAS では寸法型式と規定寸法が定められており、在来軸組工法用の製材品とは異なる寸法である。一方、国内では在来軸組工法向け製材品を生産している製材工場が大部分を占めている。国内の製材工場にて例えば厚さ 38mm×幅 89mm の 204 材を生産する場合、仮に曲がり・節等の影響で規格に適合しないために再加工する際にも、寸法が異なるために削り代が大きくなる等の理由で歩止りが大きく低下するなど採算性を著しく低下させる恐れがある。そこで、在来軸組工法向け製材品の寸法をベースとして枠組壁工法用の製材として使用可能であれば、国内の製材工場でも取り組みやすくなると考えられる。

ここでは 204 材の断面寸法に近く、在来軸組工法用の製材品として比較的多く流通している断面寸法 45mm×90mm のスギ間柱を枠組材に流用して枠組壁工法用耐力壁のせん断耐力を検証した。

参考までにスギ間柱を中径材及び大径材から採取する場合を比較すると、直径 26cm の中径材では 6 本であるのに対し、直径 36cm の大径材からは 14 本採取することが可能である（図－18 参照）。



図－18 スギ間柱の木取例

#### 2. 試験方法

作製した面内せん断試験体（図－19 参照）はスタッド（たて枠）、上下枠及び受材全ての枠材をスギ間柱の乾燥製材品で構成した。試験体幅×高さは 1.86×2.41m、面材は厚さ 12mm のスギ構造用合板とし、合板どうしの各継目部分に枠材の厚さ方向の中心線がくるように配置した。合板の四周を CN50 釘を用いて 100mm の間隔で枠組材及び合板継目部分の受材に打ち付けた。釘打ちは自動釘打ち機を使用し釘頭が合板にめり込まないように注意した。合板の縁距離は 10mm とした（合板継目部分では受材の縁距離は 12.5mm、写真－6 及び図－20 参照）。試験体数は 2 である。なお、比較対象として枠組壁工法耐力壁として既に使用されている SPF2×4 材を使用した面内せん断試験体 1 体を作製した。試験体

幅×高さは 1.82×2.41m。この場合も合板の四周を CN50 釘を用いて 100mm の間隔で枠組材及び合板継目部分の受材に打ち付けた。合板の縁距離は 10mm とした（合板継目部分では受材の縁距離は 9mm）。試験方法と性能の評価は図書 1) を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には第 1 章と同様であるが、耐力壁の場合には、押し引きの繰返しを 3 回行う。また、最後は繰返しせずに引き続け、荷重が最大荷重の 8 割まで低下するか、しない場合は 1/15rad に達するまで変形させて試験を終了した。今回は前者であった。

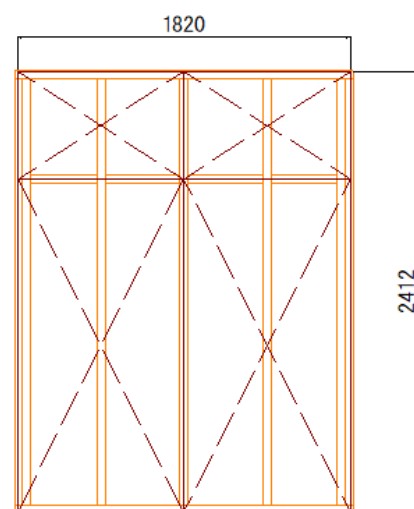


図-19 試験体の概要

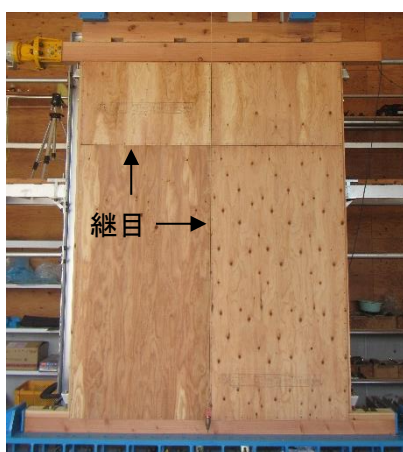


写真-6 合板継目

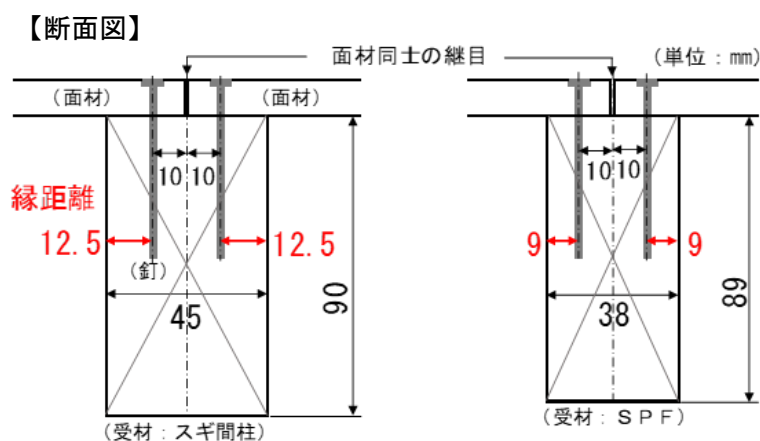


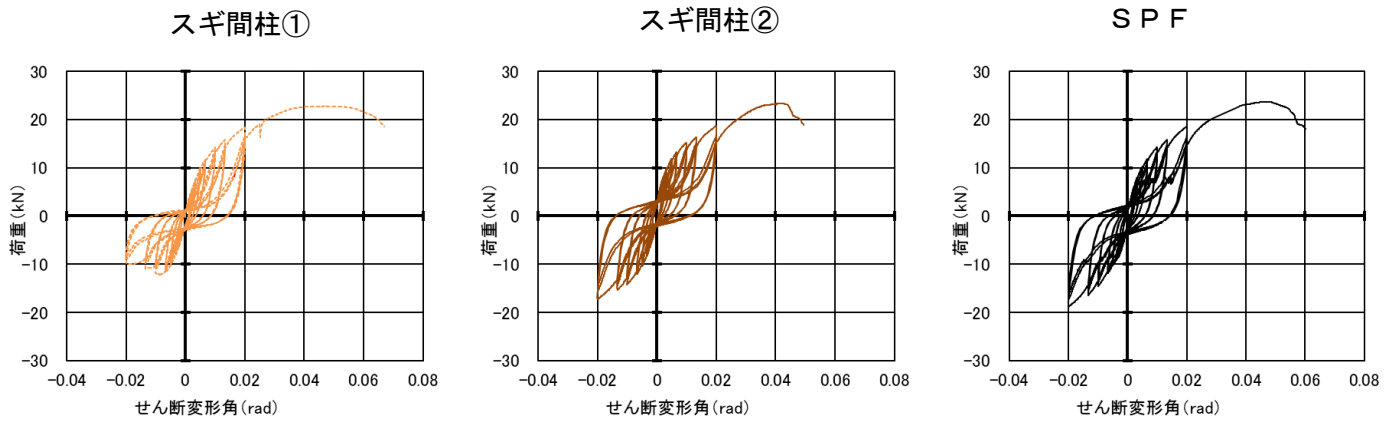
図-20 縁距離について

### 3. 結果と考察

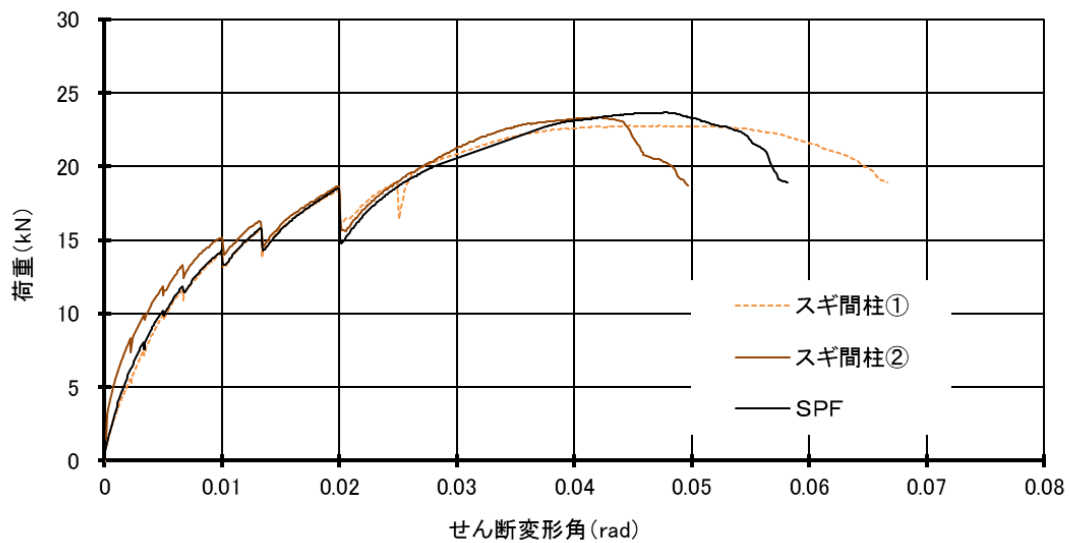
荷重とみかけのせん断変形角曲線を図-21に示す。図中右端のグラフは比較対象とした SPF 試験体の荷重とみかけのせん断変形角曲線を示す。また、図-21より作成した包絡線（図-22参照）より算出した各特性値について表-5に示す。スギ間柱の試験体では、特性値のうち  $P_y$ （降伏耐力）が最小のものと  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となったものが 1 体ずつあった。比較対象とした SPF の試験体では  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となった。短期基準せん断耐力（試験体数=2 または 1 かつ低減係数を考慮していないため参考値として示す）はスギ間柱では 6.88kN/m と 6.73kN/m、SPF は 6.41kN/m となり、若干スギ間柱のせん断耐力が優れていることが示唆された。一般的にスギは SPF に比べ強度性能が劣っているためにスギ間柱のせん断耐力が劣ることも予想されたが、今回の結果はスギ間柱の場合に合板継目において合板及び受材の縁距離が 12.5mm と SPF の 9mm と比べて広く取れることから釘の保持力がせん断耐力の向上に有効に働いたためと推察される。



参考までに試験体の破損状況を写真－7に示す。試験体の随所に釘の引きぬけと釘が面材にめり込む現象（パンチングアウト）が生じた。



図－2 1 荷重－せん断変形曲線



図－2 2 包絡線

表－5 各特性値

試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										床倍率 換算値  低減係数 $\alpha=1$ で算出
	最大荷重	最大荷重	初期剛性	終局耐力	構造特性 係数	降伏耐力	$P_u \times (0.2/D_s)$	$2/3P_{max}$	みかけのせん 断変形角 1/120時荷重	短期基準 せん断耐力	
	$P_{max}$ kN	$P_{max}$ kN/m	K kN/m	$P_u$ kN/m	$D_s$ —	$P_y$ kN/m	kN/m	kN/m	$P_{1/120}$ kN/m	$P_0$ kN/m	
スギ間柱①	22.77	12.5	869	11.4	0.330	6.88	6.89	8.34	7.08	6.88	3.51
スギ間柱②	23.33	12.8	1149	11.0	0.326	6.98	6.73	8.54	7.80	6.73	3.43
SPF	23.67	13.0	874	11.4	0.355	7.04	6.41	8.67	7.18	6.41	3.27



写真－7 枠組壁工法用耐力壁の破損状況

## 第6章 スギ間柱を活用した枠組壁工法用耐力壁の強度性能評価について（その2）

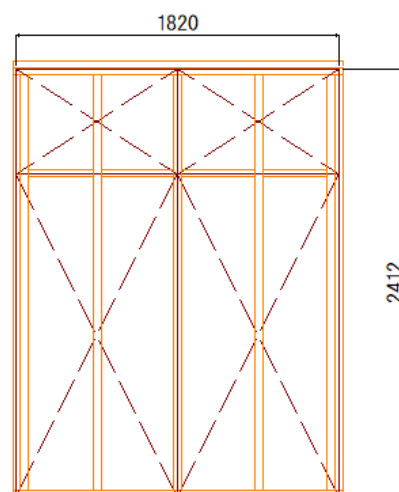
### － 枠組材のうちスタッド（たて枠）のみスギ間柱とした場合のせん断耐力の検証 －

#### 1. はじめに

第5章では、枠組材にすべてスギ間柱を使用した枠組壁工法用耐力壁で面内せん断試験を実施し既存のその強度性能を検証した。ここではスタッドのみスギ間柱とした枠組壁工法用耐力壁で面内せん断試験しそのせん断耐力を検証した。

#### 2. 試験方法

作製した面内せん断試験体（図－23参照）はスタッド（たて枠）にスギ間柱（断面寸法 45mm×90mm）の乾燥材、その他の上下枠、頭つなぎ及び受材を SPF2×4 材で構成した。試験体幅×高さは 1.86×2.41m、面材は厚さ 12m のスギ構造用合板とし、合板どうしの各継目部分に枠材の厚さ方向の中心線がくるように配置した。合板の四周を CN50 釘を用いて 100mm の間隔で枠組材及び合板継目部分の受材に打ち付けた。縁距離は 10mm とした（合板継目部分では縁距離 12.5mm または 9mm）。試験体数は 3 である。なお、第5章の枠組壁工法耐力壁として既に使用されている SPF2×4 材を使用した面内せん断試験体 1 体の試験結果を比較対象とした。試験方法と性能の評価は図書<sup>1)</sup>を参考にした。加力方法は無載荷式（柱脚固定式）で実施した。具体的には第5章と同様である。



図－23 試験体の概要

### 3. 結果と考察

荷重とみかけのせん断変形角曲線を図-24に示す。図中右下のグラフは比較対象とした SPF 試験体の荷重とみかけのせん断変形角曲線を示す。また、図-24より作成した包絡線（図-25参照）より算出した各特性値について表-6に示す。スギ間柱をスタッドとした試験体では、特性値のうち  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小であった。比較対象とした SPF の試験体でも  $P_u \times (0.2/D_s)$  が最小となった。短期基準せん断耐力はスギ間柱では  $5.96\text{kN/m}$  であり、SPF の  $6.41\text{kN/m}$  を下回る結果となったことから、SPFの方がせん断耐力は優れていることが示唆された。なお、壁倍率（耐力壁の強度を表わす指標で、 $1\text{m}$  当たりの基準耐力が  $1.96\text{kN}$  であることを壁倍率  $1.0$  と定義されている）は  $3.04$  倍と算出された。これは、建築基準法施行規則にある仕様規定における壁倍率  $3.0$  倍を超えていることから、スギ間柱をスタッドとして使用することは実用的に問題ないと考えられる。

なお、スギ間柱スタッド3試験体のうち1体について（図-24、25中のスギ間柱スタッド②）、試験体を作製した際に、組立作業が不慣れだったため合板の継目部分（横方向）において釘が枠材に打ち込まれておらず釘の飛び出しが  $20$  本中  $6$  本程度見られた。釘の引き抜きによる面材等試験体へのダメージを懸念して手直しは行わずそのままの状態での試験に供した。その結果、他の2試験体に比べて試験終了時において当該継目部分の破損が顕著であった（写真-8参照）。このことが、図-25に示す包絡線にも表れているように、急激な荷重の低下をまねいたものと推察された。



（裏側）

写真-8 継目部分の破損状況

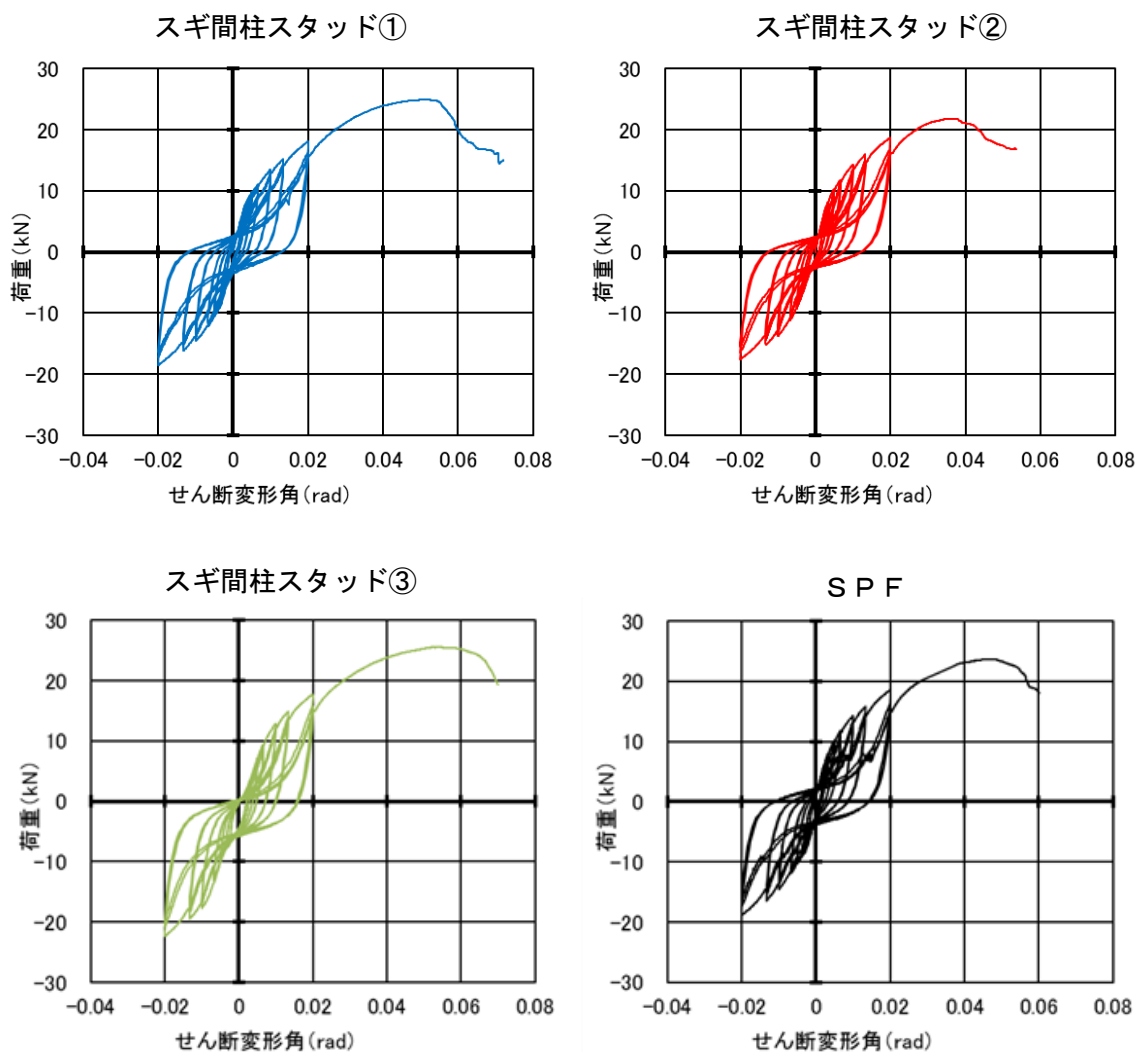


図-24 荷重-せん断変形角曲線

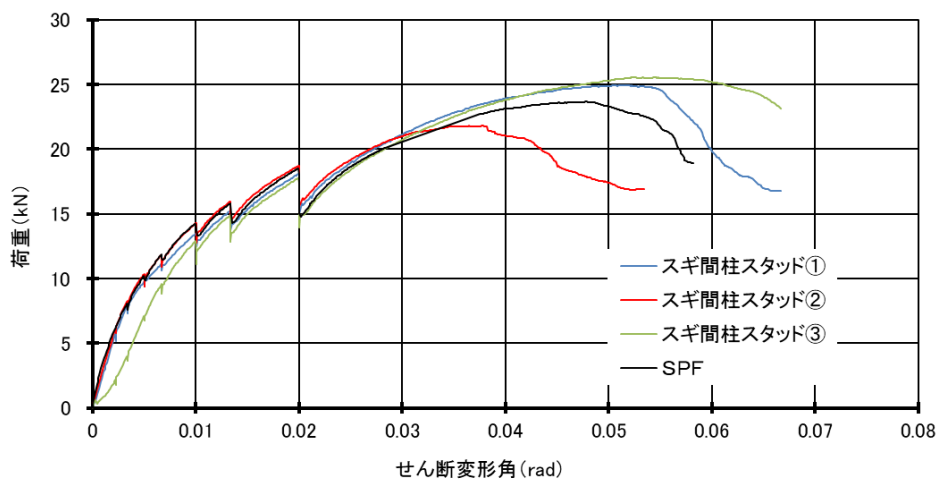


図-25 包絡線

表—6 各特性値

試験体番号	以下の特性値は、試験体幅で除したもの										床倍率 換算値  低減係数 $\alpha=1$ で算出
	最大荷重 Pmax kN	最大荷重 Pmax kN/m	初期剛性 K kN/m	終局耐力 Pu kN/m	構造特性 係数 Ds —	降伏耐力 Py kN/m	Pu × (0.2/Ds) kN/m	2/3Pmax kN/m	みかけのせん 断変形角 1/120時荷重 P <sub>1/120</sub> kN/m	短期基準 せん断耐力 P <sub>0</sub> kN/m	
スギ間柱スタッド①	24.96	13.7	806	11.9	0.375	6.77	6.35	9.14	6.73	5.96	3.04
スギ間柱スタッド②	21.81	12.0	907	10.6	0.364	6.59	5.82	7.99	7.19		
スギ間柱スタッド③	25.55	14.0	654	12.4	0.407	7.20	6.08	9.36	6.26		
					平均値	6.85	6.08	8.83	6.73		
					標準偏差	0.31	0.27	0.74	0.47		
					変動係数	0.05	0.04	0.08	0.07		
					50%下限値(kN)	6.71	5.96	8.48	6.51		
SPF	23.67	13.0	874	11.4	0.355	7.04	6.41	8.67	7.18	6.41	3.27

### 第7章 まとめ

高齢級化する森林資源の有効活用の観点から、スギ大径材の利用方法及び利用技術に関する研究に取り組んだ。具体的には、大径材になって生産できるサイズの部材、あるいはより効率的に生産できると考えられる部材を利用した床構面及び枠組壁工法用耐力壁の強度性能を検証した。その結果、いずれについても実用的な強度を有していることを確認した。

特に床構面については、根太なしのいわゆる根太レス直張りとしたことから、これを2階床とした場合、1階の天井板を見せる「現し」として板の美観を活かすことにつながると同時に、施工の省略化になると考えられる。

なお、枠組壁工法用耐力壁を想定したスギ間柱を活用した耐力壁については、建築基準法の強度性能を満たしているとしても、現時点においては断面寸法45mm×90mmのスギ間柱は枠組壁工法用の部材としては使用できない（建築基準法に規定される枠組壁工法用のJASに規定されていない）。しかし、今回の検証結果については、同法施行規則第8条の3の規定に基づく大臣認定を受けるとした場合の基礎資料として良い参考になるものと考えられる。

### 引用文献

- 1) 森林総合研究所：大径材の使い方 丸太段階で強度特性を予測して目指す、要求性能に応じた製材品の安定供給（2021年3月5日）、17-18
- 2) 財団法人日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度）①、298-302
- 3) 財団法人日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度）①、79-81