

令和5年度 花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうち  
スギ材の需要拡大対策のうち  
花粉症対策木材の活用に向けた技術開発事業

単板積層材を用いた横架材及び水平構面の開発  
－国産ハイブリッド LVL の開発および  
長尺国産 LVL を面材とした水平構面の開発－

実績報告書

令和7年 3月

一般社団法人全国 LVL 協会

## 目次

1. はじめに	-- P01
2. 国産ハイブリッドLVL開発	
2. 1 目的	-- P03
2. 2 実施体制	-- P04
2. 3 実施内容	-- P05
2. 3. 1 ハイブリッドLVLの製造	-- P06
2. 3. 2 LVLラミナの性能検証	-- P09
2. 3. 3 ハイブリッドLVLの性能検証	-- P26
2. 4 まとめ	-- P164
3. 長尺LVL床版開発	
3. 1 目的	-- P165
3. 2 実施体制	-- P166
3. 3 実施内容	-- P167
3. 3. 1 試験	-- P168
3. 3. 2 結果	-- P171
3. 3. 3 まとめ	-- P177
3. 3. 4 試験詳細	-- P178
3. 3. 5 (案) 水平構面マニュアル	-- P262
3. 4 まとめ	-- P275
4. まとめと今後の課題	-- P276

## 1. はじめに

### ・国産スギ利用ハイブリッドLVL開発

近年、木造建築に使用される部材の国産材比率が大きく向上しているものの、強度を要する横架材においては外国産の原料が約 9 割を占めている。国産材は外国産材に比べて強度的に不利となることが課題ではあるが、昨今は国際情勢等による高強度樹種の供給停止により国産材への代替が急務となっている。

一般的に、構造用 LVL の横架材利用においては、熱板プレスで一次接着した LVL 原板を二次接着して主に縦使いで使用するが、現行の LVL の日本農林規格 (JAS) においては、非等厚の原板や異なる強度等級の原板を二次接着して使用することは認められていない。しかし、構造用集成材のように外層にカラマツ等による高強度 LVL、内層にスギによる低強度 LVL を二次接着して平使いで利用できれば、強度的に有利な断面構成となり、資源面や性能面において効率的な国産材活用が可能になる。また、将来的には、集成材ラミナと同様に LVL のラミナが流通できるようになれば、横架材における国産材比率の向上に大きく貢献できる。

R6 年度では、梁せい 150、300、450 の 3 種類の試験体を製作し、森林総合研究所の実大引張試験機及び圧縮試験機を使用して、ハイブリッド LVL の引張・圧縮試験を行った。また、スギ LVL ラミナの各強度性能試験を行った。

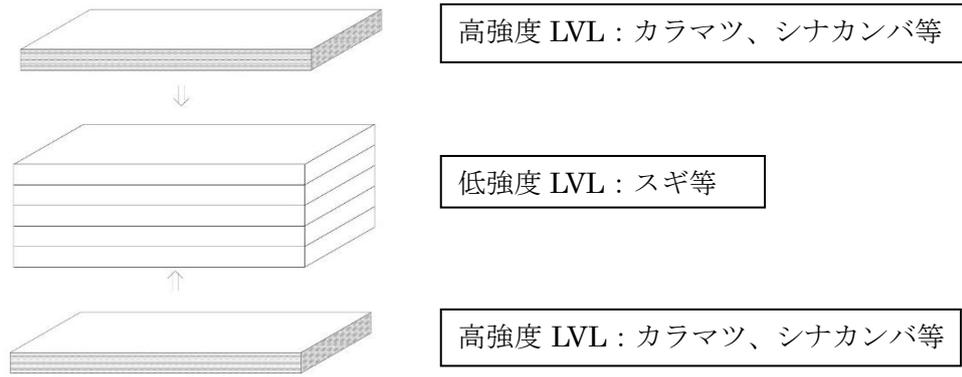


図1 ハイブリッド LVL 横架材 (イメージ)

・国産 LVL を使用した厚板床板の開発

中大規模木造建築の水平構面において、厚さ 180mm 以上の CLT または 28mm の構造用合板を使うことが多い。しかし、中大規模建築では必要とされる積載荷重が住宅より大きくなることから構造用合板を使う場合は、小梁を多く入れる必要があり、材積が増えるのが現実である。CLT を使う場合は、材積が多くなることでコストアップや施工性の問題が残ってしまう。この問題を解決できるのが、幅広長尺で厚 40mm から厚 75mm 程度の LVL 床板である。LVL は幅 910~1200mm×長 4~12M が製造可能であり、両方の間で上記の問題点を解決する。厚物合板で成功と同じ様に、一般化させることを目指しており、中大規模木造建築において、一般材として普及することを目的にする。今まで、全国 LVL 協会の技術部会 構造利用委員会では、材料の要素試験や接合部の要素試験を持続的に進めてきており、単年度で成果を出せる準備をしてきている。図2は、実際 LVL 床版を使った物件事例を紹介しており、流山おおぐろの小学校では、厚 75mm×幅 1200mm×長さ 12m 弱の LVL 床版を床と屋根で採用された。ノルウェーのミョサタワーでは、厚さ 31mm の LVL を用いた床パネルが採用された。

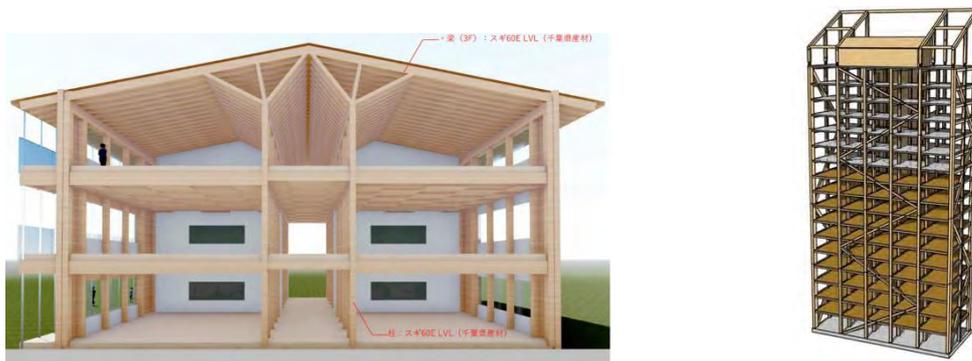


図2 構造用単板積層材を床版として採用した建築例  
(左：流山おおぐろの小学校、右：ノルウェーのミョサタワー)

## 2. 1 目的

本年度では、LVLの日本農林規格（JAS）へ改正するため、データ収集として、国産スギを利用したハイブリッドLVLの実大引張試験、実大圧縮試験を行った。森林総合試験所に所有する試験機を使用し、梁せい150、300、450の3種類で、各8体で行った。また、スギLVLのラミナの各試験データを収集するため、北海道林産試験場より実施を行った。

## 2. 2 実施体制

表 2. 2-1 に示す LVL 協会技術部会の JAS 改正委員会において試験計画・実施・検討を行った。

表 2. 2-1 JAS 改正委員会構成員

1.	委員長	宇都宮大学	中島史郎	地域デザイン科学部建築都市デザイン学科教授
2.	委員	森林総合研究所	宮本康太	複合化研究室 室長
3.		森林総合研究所	平松 靖	複合材料研究領域 領域長
4.		森林総合研究所	井道 裕史	材料接合研究室 室長
5.		日本合板検査会	板垣 悟	認証部長
6.		木質建材評価サービス	小関真琴	代表
7.		北海道立総合研究機構 林産試験場	大橋義徳	技術部 生産技術G 研究主幹
8.		北海道立総合研究機構 林産試験場	古田直之	技術部 生産技術G 主査
9.		北海道大学	高梨隆也	森林科学分野木材工学研究室 助教
	会員会社			
10.		株式会社オロチ	清水淳一	品質保証部 部長
11.		株式会社オロチ	滝田哲也	品質管理部 次長
12.		株式会社キヤテック	西村圭史	品質管理課 次長
13.		株式会社ウッドワン	菅田啓子	技術開発部 課長
14.		株式会社ウッドワン	泉谷龍彦	技術開発部 係長
15.		ファーストプライウッド株式会社	齋藤寛之	製造部 生産本部長
16.		ファーストプライウッド株式会社	白山友樹	製造部 工場長
17.		ファーストプライウッド株式会社	焦 凝	管理部
18.		ファーストプライウッド株式会社	久保 光	品質管理課
19.		株式会社ザイエンス	茂山知己	技術開発部 マネジャー
20.		株式会社 オーシカ	田中博史	中央研究所 グループ長
21.		光洋産業株式会社	嶋秀二	KR化成品部
22.		石巻合板工業株式会社	阿部勝浩	製造部管理チーム 次長
23.		石巻合板工業株式会社	野田和成	企画課 課長
	オブザーバー			
24.		林野庁林政部木材産業課	立花紀之	木材専門官
25.		林野庁林政部木材産業課	森口幹太	建築用木材企画係長
26.		木構造振興株式会社	平原章雄	常務取締役
27.		農林水産消費安全技術センター	中田すなお	規格調査部 規格調査課
28.		農林水産消費安全技術センター	今村正輝	規格調査部 規格調査課
	事務局			
29.		全国LVL協会	平沼孝太	事務局長
30.			李 元羽	技術部長
31.			成田敏基	技術課長
32.			崔 華暉	

## 2. 3 実施内容

2. 3. 1	ハイブリッドLVLの製造	P06
2. 3. 2	LVLラミナの性能検証	P09
2. 3. 3	ハイブリッドLVLの性能検証	P26

### 2. 3. 1 ハイブリッドLVLの製造

外層にカラマツ LVL (120E 以上)、内層にスギ LVL (90E 以上) を積層したハイブリッド型 LVL を作成した。積層数と梁せい (h) は 5 プライ=150mm、10 プライ=300mm、15 プライ=450mm の 3 種類とした。梁幅は 120mm の 1 種類とした。いずれのタイプも積層数に占めるカラマツ LVL の割合は 40%とした。一次接着の状態 (ラミナと称する、厚さ 30mm) で打撃ヤング係数を測定し、上下のラミナのヤング係数が対象となるように組み合わせた。一次接着はフェノール樹脂、二次接着はレゾルシノール樹脂を用いて積層した。作業の様子を写真 2. 3. 1-1 にラミナのヤング係数区分と組み合わせパターンを図 2. 3. 1-1~2. 3. 1-2 に示す。

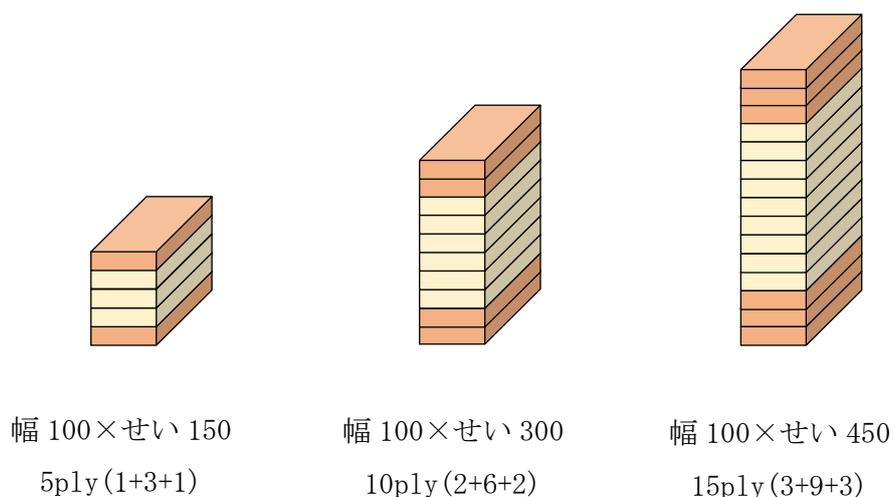


図 2. 3. 1-1 ハイブリッド LVL の構成

h450	No-1	No-2	No-3	No-4	No-5	No-6	No-7	No-8
1	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5
2	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5
3	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5
4	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
5	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
6	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
7	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
8	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
9	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
10	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
11	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
12	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
13	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5
14	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5
15	12	13	13	13.5	13.5	14	14	14.5

h300	No-1	No-2	No-3	No-4	No-5	No-6	No-7	No-8
1	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5
2	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5
3	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
4	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
5	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
6	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
7	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
8	9.5	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
9	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5
10	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5

h150	No-1	No-2	No-3	No-4	No-5	No-6	No-7	No-8
1	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5
2	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
3	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
4	10	10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11
5	12	12.5	13	13	13.5	13.5	14	14.5

図 2.3.1-2 ハイブリッドLVLのヤング係数構成

【LVL ラミナの打撃ヤング係数の測定】



【2次接着前】



【ハイブリッド LVL の組合せ】

【プレス作業】



写真 2.3.1-1 ハイブリッド LVL の製造作業の様子

### 2.3.2 LVL ラミナの性能検証

スギ LVL ラミナは、(株) キーテックにおいて製造した。スギ LVL 原板から、図 2.3.2-1 に示す通り、厚さ 30mm×幅 105mm×長さ 7000mm のラミナを採材し、引張試験体、曲げ試験体（平使いおよび縦使い）、水平せん断試験体（平使いおよび縦使い）、圧縮試験体を採取した。

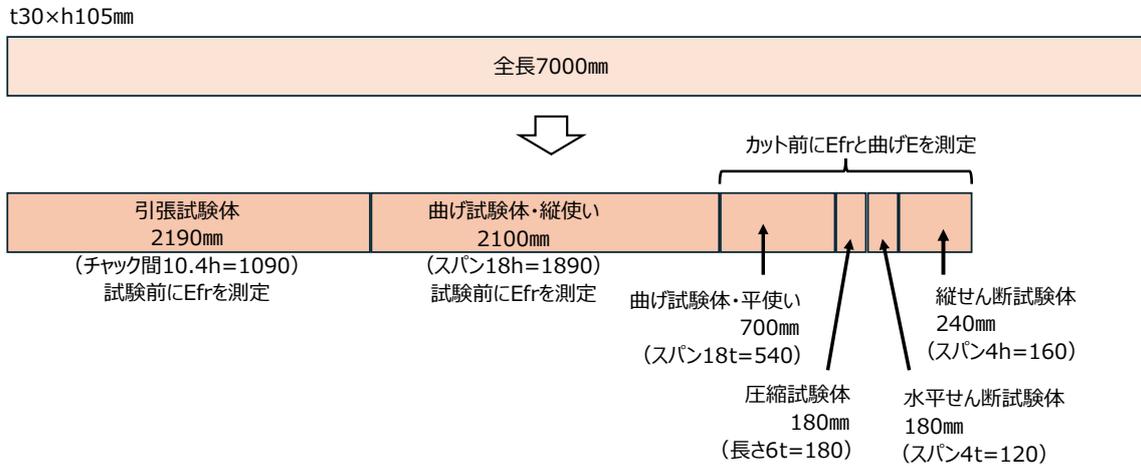


図 2.3.2-1 各試験体の採取位置

#### 2.3.2.1 ラミナの曲げ試験

##### 試験方法

製造したスギ LVL ラミナについて、平使いおよび縦使い方向の曲げ試験を実施した。試験体寸法は、平使い方向が 30×105×700mm、縦使い方向が 30×105×2100mm とし、試験体数は各 30 体とした。曲げ試験は、平使い方向は、スパンを厚さの 21 倍（630mm）とした 3 等分点 4 点曲げ方式、縦使い方向は、スパンを梁せいの 18 倍（1890mm）とした 4 点曲げ方式で実施した。試験機には、エー・アンド・デイ製テンシロン（RTD-2410：最大荷重容量 100kN）を用いた。曲げ試験の様子を写真 2.3.2-1 に示す。クロスヘッド移動速度は平使いが 3mm/min、縦使いが 7mm/min とした。材長中央部下面にてレーザー変位計を用いて全たわみ(δt)を測定した。以下の式により見かけの曲げヤング係数 (E<sub>m</sub>)および曲げ強度 (σ<sub>b</sub>)を算出した。試験終了後、全乾法により含水率を測定した。

$$E_m = \frac{a(3L^2 - 4a^2)\Delta P}{4bh^3\Delta\delta_t}$$

$$\sigma_b = \frac{3aP_{\max}}{bh^2}$$

ここで、*a*(mm)：支点から荷重点までの距離（平使い 210mm、縦使い 735 mm）、*L*(mm)：支点間スパン（平使い 630mm、縦使い 1890 mm）、 $\Delta P$ (N)：比例域における上限荷重と下限荷重の差、*b*(mm)：試験体幅、*h*(mm)：試験体材せい、 $\Delta\delta_t$ (mm)： $\Delta P$  に対応する支点間たわみ、*l*(mm)：荷重点間中央変位測定区間、*P*<sub>max</sub>(N)：最大荷重

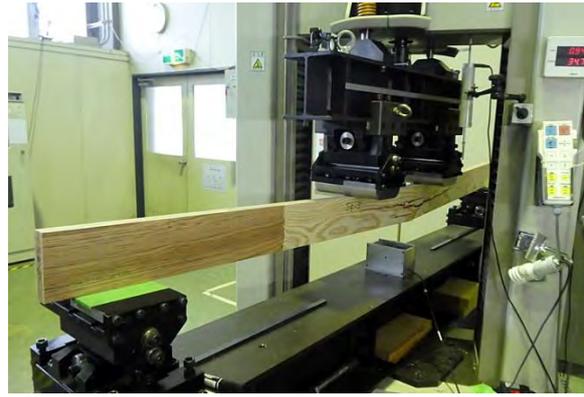
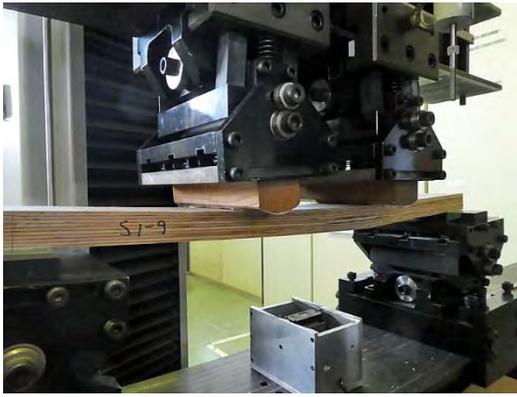


写真 2.3.2-1 LVL の曲げ試験の様子（左：平使い、右：縦使い）

### 試験結果

LVL ラミナの曲げ試験結果を表 2.3.2-1 に示す。また、密度とヤング係数の関係を図 2.3.2-2 に、密度と曲げ強さの関係を図 2.3.2-3 に示す。これらの結果には、参考として R5 年度に測定したカラマツ LVL の値を併記した。

スギ LVL の曲げヤング係数の平均値は、平使いで  $10.7 \text{ (kN/mm}^2\text{)}$ 、縦使いで  $10.6 \text{ (kN/mm}^2\text{)}$  となった。スギ LVL の曲げ強さの平均値は、平使いで  $52.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ 、縦使いで  $46.6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$  となった。

曲げ試験時の荷重-変位曲線の一部を図 2.3.2-4 に、曲げ試験時の破壊形態の様子を写真 2.3.2-2 に示す。平使い、縦使いともに、スギよりもカラマツの方が脆性的な破壊を示した。本試験方法は、LVL の JAS による曲げ評価方法とはやや異なるが、JAS の基準に当てはめると、スギが「100E-375F<sub>HV</sub>」、カラマツが「120E-385F<sub>HV</sub>」の区分に適合する結果となった。なお、表 2.3.2-1 には、含水率補正を行った場合のヤング係数と曲げ強さを併記したが、曲げ性能の JAS の区分は、上記の結果と同じであった。

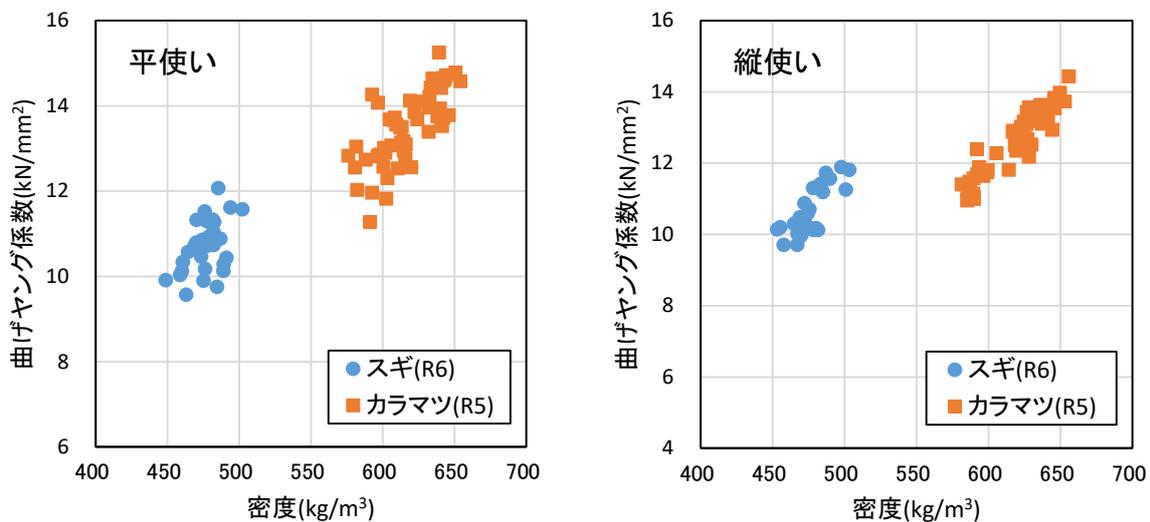


図 2.3.2-2 密度とヤング係数の関係

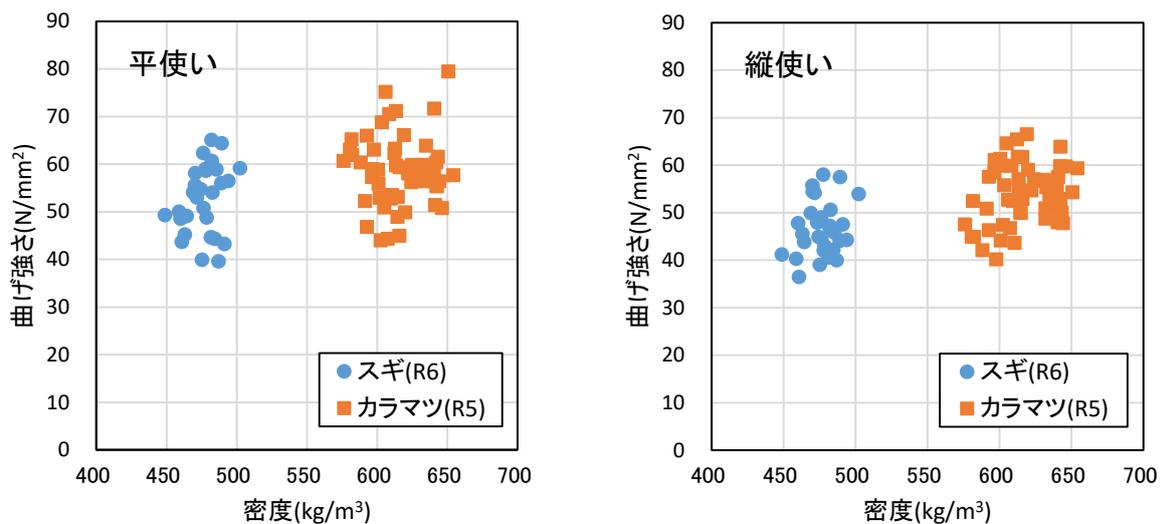


図 2.3.2-3 密度と曲げ強さの関係

表 2.3.2-1 LVL ラミナの曲げ試験結果

方向	樹種		密度 (kg/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )	含水率 (%)	ヤング係数 <sup>※1</sup> (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ <sup>※2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )
平使い	スギ (R6)	Ave	477	10.71	52.8	10.5	10.79	53.6
		Max	502	12.08	65.1	11.2	12.23	65.3
		Min	449	9.57	39.7	10.0	9.64	40.1
		CV	2.5	5.8	13.3	3.1	5.8	13.2
	カラマツ (R5)	Ave	617	13.48	58.6	8.3	13.14	55.7
		Max	654	15.26	79.5	9.1	14.82	76.9
		Min	576	11.28	44.0	7.7	10.98	41.6
		CV	3.3	6.4	12.6	4.4	6.5	12.7
縦使い	スギ (R6)	Ave	475	10.58	46.6	11.0	10.74	48.0
		Max	503	11.89	58.1	11.7	12.03	59.3
		Min	453	9.71	36.5	10.4	9.88	37.7
		CV	2.6	6.05	12.1	3.7	5.7	11.6
	カラマツ (R5)	Ave	608	12.61	53.9	8.6	12.33	51.6
		Max	656	14.44	66.5	9.7	14.01	63.5
		Min	581	10.96	40.2	7.7	10.72	38.2
		CV	3.5	7.29	11.7	6.3	6.8	10.9

Ave：平均値、Max：最大値、Min：最小値、CV：変動係数

※1：含水率補正後（標準含水率10%に対し、含水率1%あたり1.5%）

※2：含水率補正後（標準含水率10%に対し、含水率1%あたり3.0%）

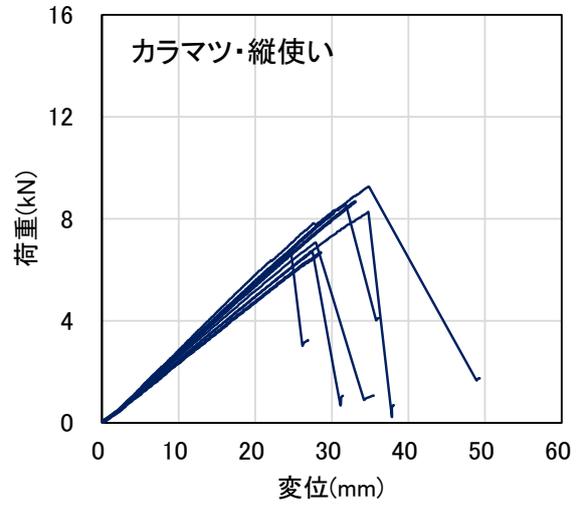
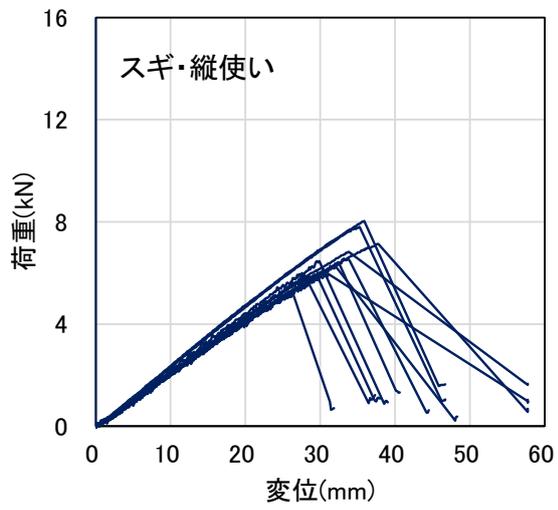
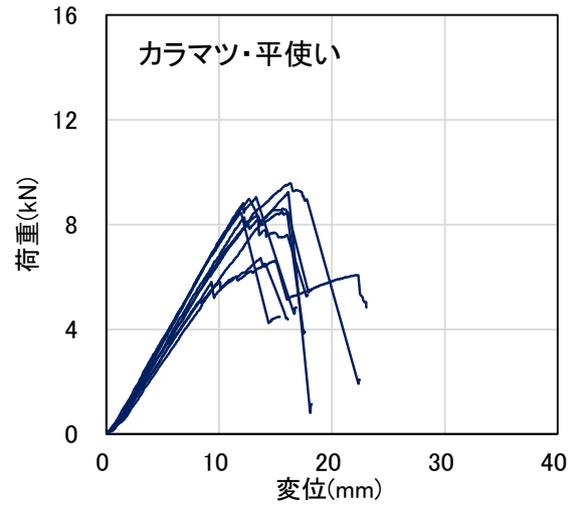
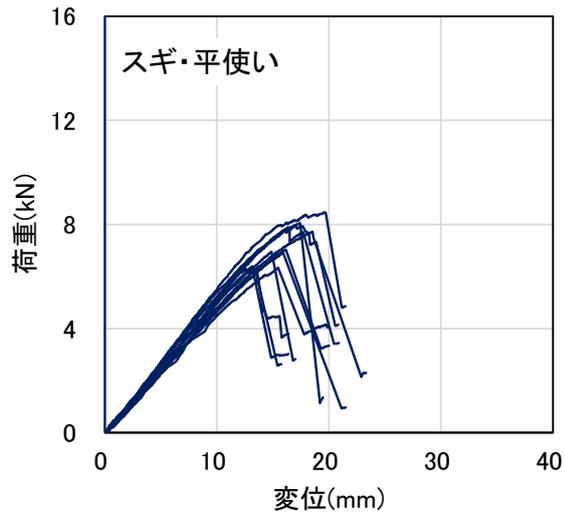
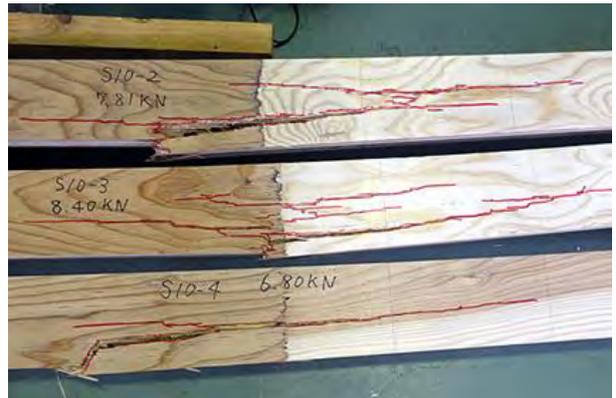
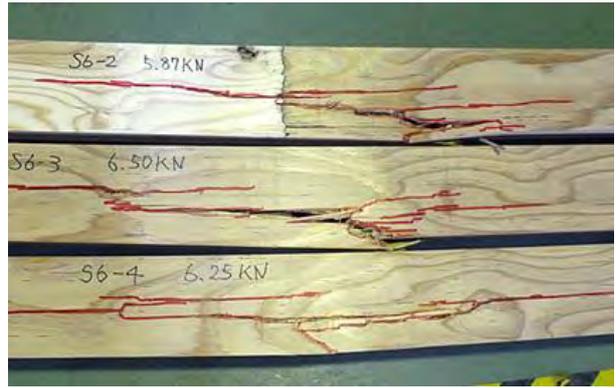
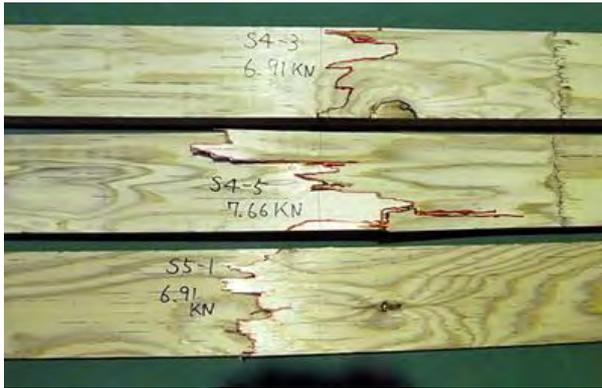


図 2.3.2-4 曲げ試験時の荷重-変位曲線



平使い

縦使い

写真 2.3.2-2 曲げ試験体の破壊の様子

### 2.3.2.2 ラミナの引張試験

#### 試験方法

引張試験体について、引張試験の実施前に縦振動法によるヤング係数の測定を行い、動的ヤング係数 ( $E_{fr}$ ) を求めた。試験体寸法は、 $30 \times 105 \times 2190\text{mm}$  とし、試験体数は 30 体とした。

引張試験は、宮崎県木材利用技術センターの実大引張試験機を用い、「構造用木材の強度試験マニュアル」に従って実施した。チャック間距離は  $1090\text{mm}$  (材幅の約 10.4 倍) とし、試験開始から最大荷重に達するまでの時間は 2~3 分程度となるように引張速度を調整した。また、試験体両面の中央部に変位計を設置し、標点間における伸びを測定した。試験の様子を写真 2.3.2-3 に示す。以下の式により、引張強度および引張ヤング係数を算出した。

$$F_t = \frac{P_{\max}}{A}$$

$$E_t = \frac{L(F_2 - F_1)}{A(W_2 - W_1)}$$

ここで、 $F_t(\text{N}/\text{mm}^2)$  : 引張強度、 $P_{\max}(\text{N})$  : 最大荷重、 $A(\text{mm}^2)$  : 試験体の断面積、 $L(\text{mm})$  : 標点距離 (ここでは  $504\text{mm}$ )、 $E_t(\text{kN}/\text{mm}^2)$  : 引張ヤング係数、 $F_2 - F_1(\text{N})$  : 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分、 $W_2 - W_1(\text{mm})$  :  $F_2 - F_1$  に対応する変形の増分



写真 2.3.2-3 引張試験の様子

#### 試験結果

LVL ラミナの引張試験結果を表 2.3.2-2 に示す。密度と  $E_t$  の関係を図 2.3.2-5 に、密度と引張強度の関係を図 2.3.2-6 に、 $E_t$  と引張強度の関係を図 2.3.2-7 に、 $E_{fr}$  と引張強度の関係を図 2.3.2-8 に示す。参考として R5 年度に測定したカラマツ LVL の値を併記した。「構造用木材の強度試験マニュアル」<sup>1)</sup> では、縦引張強度の寸法による調整は、次式の  $k_1$  を乗じて標準寸法が  $150\text{mm}$  の時の値に調整されている。

$$k_1 = \left(\frac{h_t}{h_s}\right)^{0.2}$$

ここで、 $h_t$  : 試験体断面の長辺、 $h_s$  : 標準寸法( $150\text{mm}$ )

表 2.3.2-2 には、本試験結果に  $k_1$  を乗じた引張強度を併記した。また、引張試験時の荷重-変位曲線の一部を図 2.3.2-9 に、引張試験時の破壊形態の様子を写真 2.3.2-4 に示す。

スギ LVL の引張強度の平均値は  $33.8(\text{N}/\text{mm}^2)$  となり、既往の研究<sup>2)</sup>におけるスギ LVL の引張強度  $28.8(\text{N}/\text{mm}^2)$  よりもやや高い値であった。LVL の密度と  $E_t$  および密度と引張強度の相関は低か

ったが、 $E_t$ および $E_{fr}$ と引張強度の間には比較的高い相関が認められた。

表 2.3.2-2 LVL ラミナの引張試験結果

樹種		密度 (kg/m <sup>3</sup> )	$E_{fr}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	$E_t$ (kN/mm <sup>2</sup> )	$F_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_t$ (寸法調整) (N/mm <sup>2</sup> )
スギ (R6)	Ave	480	11.15	10.52	33.8	31.5
	Max	504	11.84	11.28	41.3	38.4
	Min	458	10.30	10.09	26.8	25.0
	CV	2.2	3.5	2.54	11.0	11.0
カラマツ (R5)	Ave	621	13.86	-	39.6	36.9
	Max	664	15.40	-	50.9	47.4
	Min	583	12.03	-	30.0	28.0
	CV	3.1	6.2	-	11.3	11.3

Ave：平均値、Max：最大値、Min：最小値、CV：変動係数

$E_{fr}$ ：打撃ヤング係数、 $E_t$ ：引張ヤング係数、 $F_t$ ：引張強度

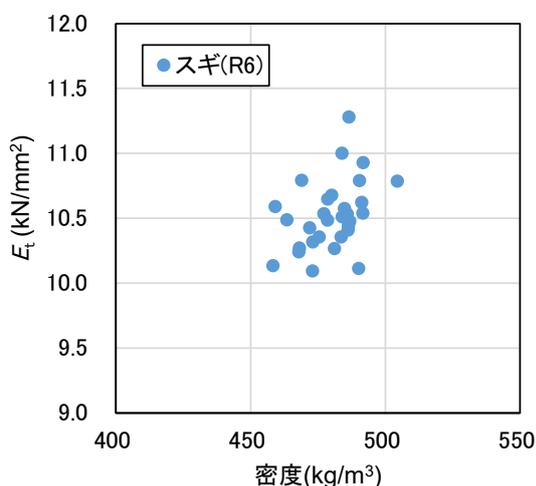


図 2.3.2-5 密度と $E_t$ の関係

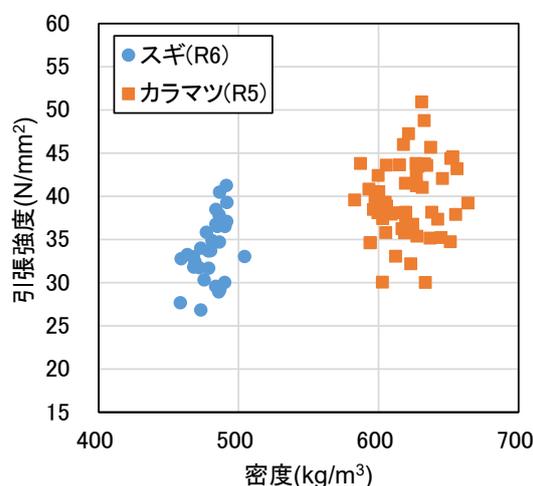


図 2.3.2-6 密度と引張強度の関係

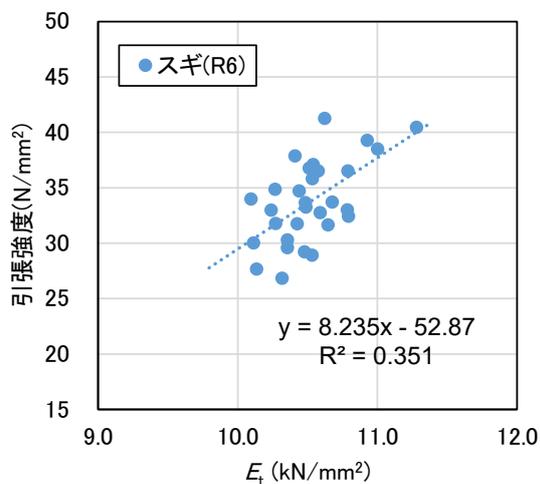


図 2.3.2-7  $E_t$ と引張強度の関係

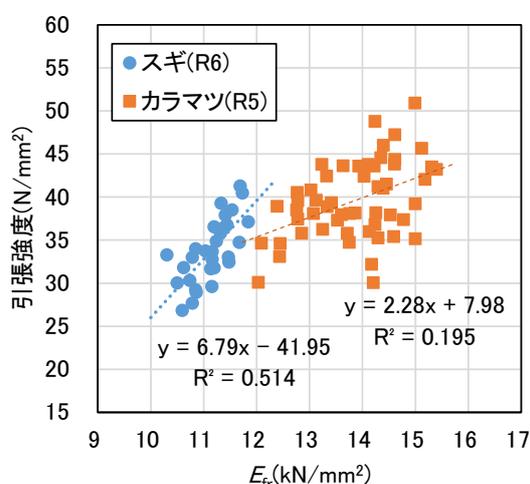


図 2.3.2-8  $E_{fr}$ と引張強度の関係



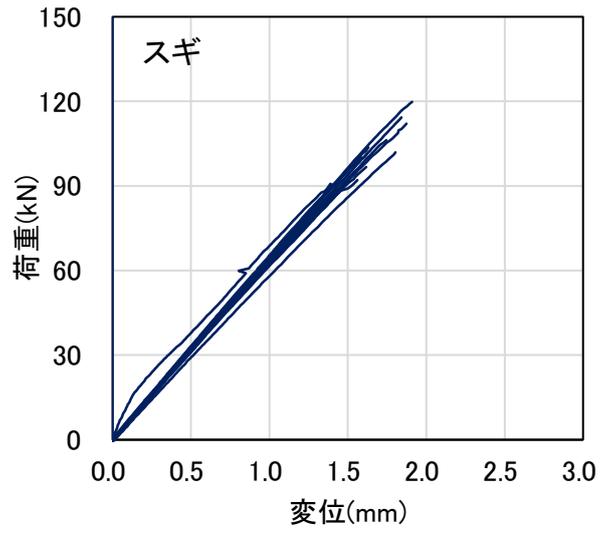


図 2.3.2-9 引張試験時の荷重-変位曲線

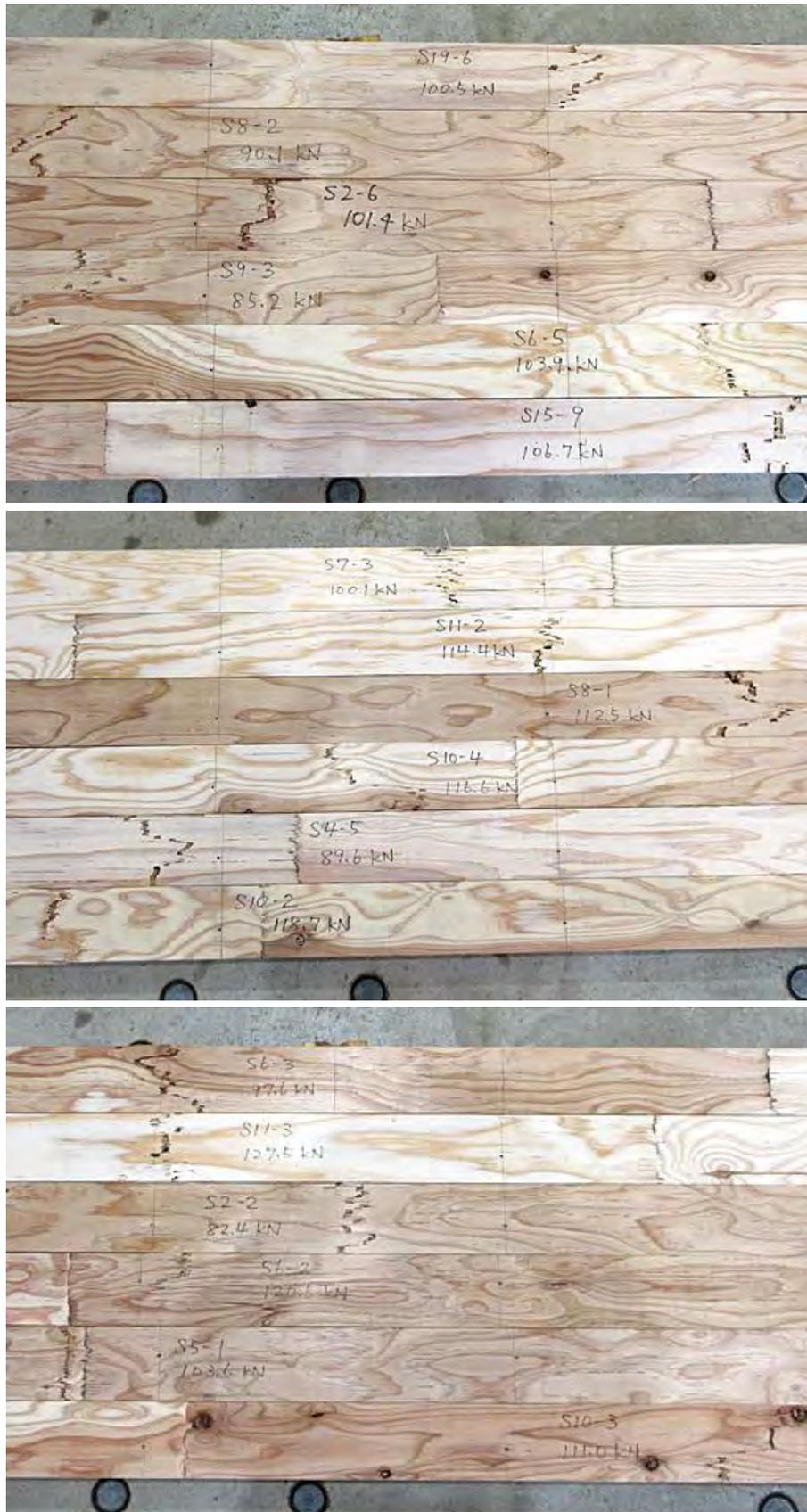


写真 2.3.2-4 引張試験時の破壊の様子



### 2.3.2.3 ラミナのせん断試験

#### 試験方法

スギ LVL ラミナについて、平使いおよび縦使い方向の水平せん断試験を実施した。試験体寸法は、平使い方向が 30×105×180mm、縦使い方向が 30×40×240mm とし、試験体数は 30 体とした。試験は、スパンを厚さの 4 倍（平使い 120mm、縦使い 160mm）とし、中央集中荷重方式で実施し、以下の式によりせん断強さを算出した。

$$\tau = \frac{3P_{\max}}{4bh}$$

ここで、 $\tau(\text{mm}^2)$ ：せん断強さ、 $b(\text{mm})$ ：試験体の幅、 $h(\text{mm})$ ：試験体の厚さ、 $P_{\max}(\text{N})$ ：最大荷重である。水平せん断試験の様子を写真 2.3.2-5 に示す。試験終了後、全乾法により含水率を測定した。



写真 2.3.2-5 LVL の水平せん断試験の様子

#### 試験結果

LVL ラミナのせん断試験結果を表 2.3.2-3 に示す。また、密度とせん断強さの関係を図 2.3.2-10 に示す。参考として R5 年度に測定したカラマツ LVL の値を併記した。さらに、表 2.3.2-3 には曲げ試験と同様に、含水率補正を行った場合のせん断強さについても併記した。また、試験時の荷重-変位曲線の事例を図 2.3.2-11 に、試験時の破壊形態の事例を写真 2.3.2-6 に示す。

せん断強さの平均値は、平使いではスギが 5.8 (N/mm<sup>2</sup>)、カラマツが 8.4 (N/mm<sup>2</sup>)、縦使いではスギが 5.7 (N/mm<sup>2</sup>)、カラマツが 8.6 (N/mm<sup>2</sup>)となり、いずれの方向においてもスギはカラマツの約 7 割程度の値であった。破壊形態は、平使いでは、全体の約 2/3 がせん断破壊となったが、縦使いでは相対的に曲げ破壊の割合が高く、特にスギ LVL においては 30 体中 29 体が曲げ破壊であった。

表 2.3.2-3 LVL ラミナのせん断試験結果

方向	樹種		密度 (kg/m <sup>3</sup> )	せん断強さ (N/mm <sup>2</sup> )	破壊形態 (S/B)	含水率 (%)	せん断強さ <sup>※1</sup> (N/mm <sup>2</sup> )
平使い	スギ (R6)	Ave	480	5.78	(20/10)	9.2	5.64
		Max	505	7.01		9.5	6.84
		Min	453	5.04		8.7	4.94
		CV	2.8	7.8		2.3	8.0
	カラマツ (R5)	Ave	622	8.42	(40/14)	8.6	8.06
		Max	658	9.55		9.6	9.04
		Min	568	7.34		7.7	6.98
		CV	3.7	5.6		5.3	5.9
縦使い	スギ (R6)	Ave	479	5.73	(1/29)	9.3	5.62
		Max	505	6.22		9.8	6.16
		Min	444	5.22		8.7	5.12
		CV	2.9	5.3		2.6	5.6
	カラマツ (R5)	Ave	622	8.59	(26/25)	9.0	8.34
		Max	691	9.85		10.0	9.47
		Min	572	6.23		8.4	6.08
		CV	3.8	8.6		5.1	8.6

Ave：平均値、Max：最大値、Min：最小値、CV：変動係数

S：せん断破壊、B：曲げ破壊

※1：含水率補正後（標準含水率10%に対し、含水率1%あたり3.0%）

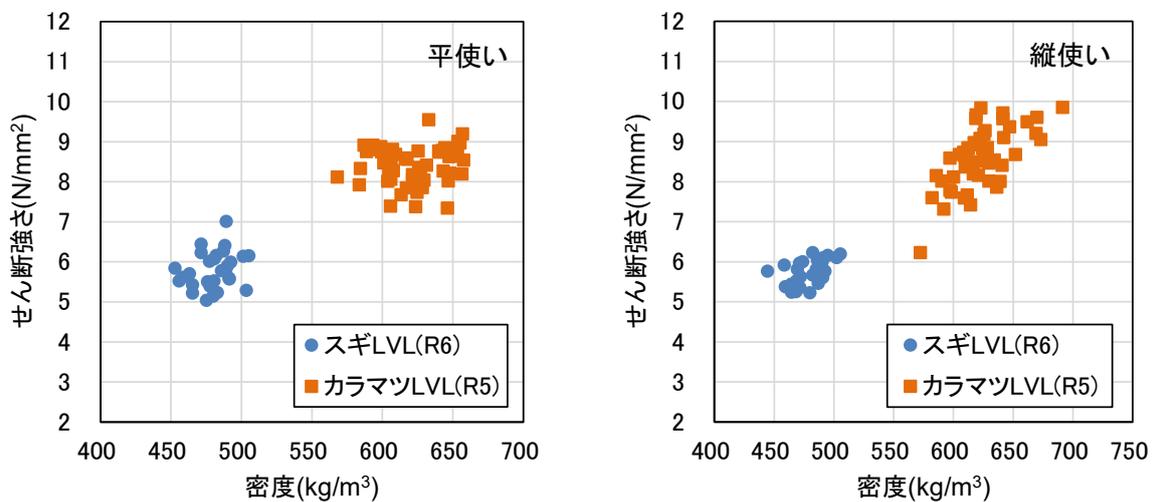


図 2.3.2-10 密度とせん断強さの関係

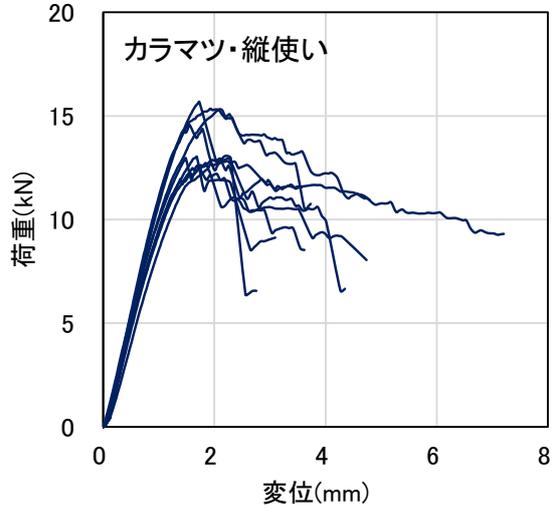
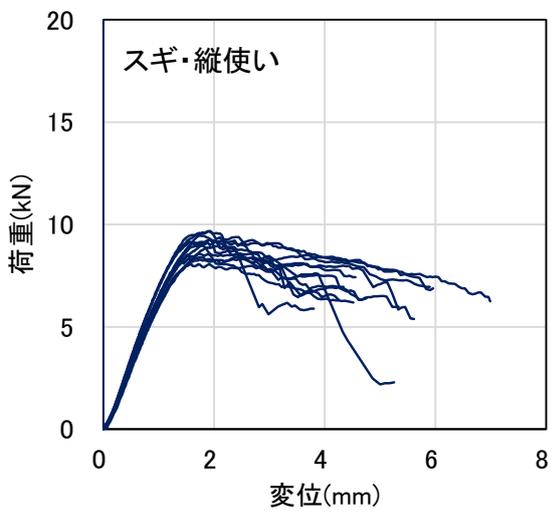
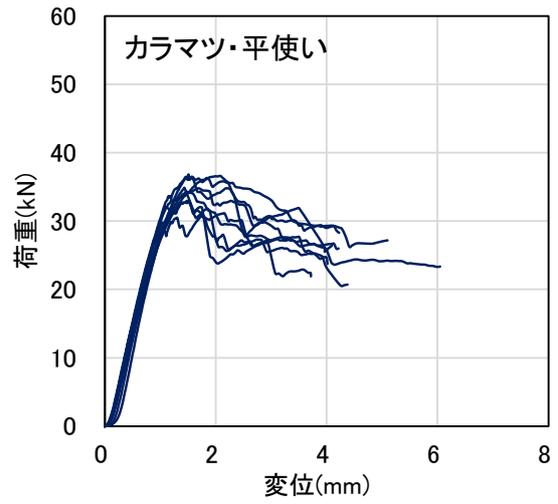
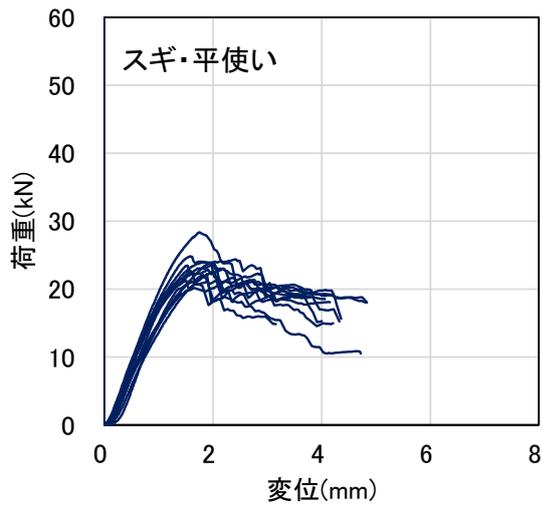
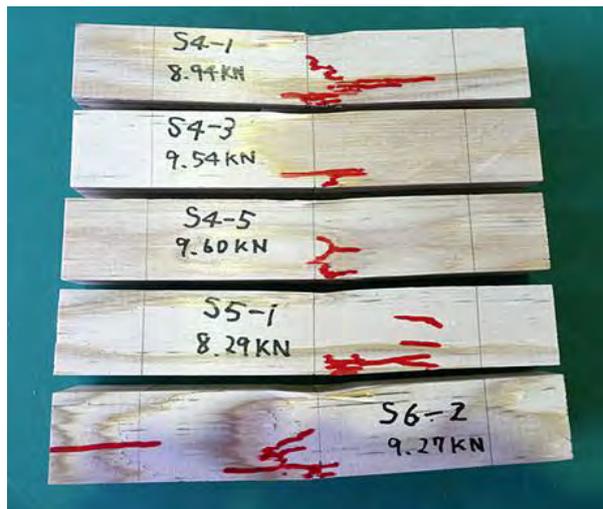


図 2.3.2-11 せん断試験時の荷重-変位曲線



平使い

縦使い

写真 2.3.2-6 せん断試験体の破壊の様子



**【文献】**

- 1) 構造用木材の強度試験マニュアル：日本住宅木材技術センター，2011年3月
- 2) 野沢浩二、藤田和彦、安村基、中島史郎、李元羽、成田敏基：日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）p33-34, 2015年9月

## 2.3.3 ハイブリッドLVLの性能検証

### 2.3.3.1 試験方法

#### (1) 実大引張り試験

森林総合研究所が所有する木材用実大横型引張試験機（最大容量：2000kN、前川試験機製）（写真 2.3.3-1）を用いて、試験体長さ L 方向の両端をチャックによって掴み、7mm/min の変位速度によって実施した。実際に引張り荷重を受けるチャック間距離は材せい h150mm の試験体で 1800mm（12h）、材せい h300mm の試験体で 2700mm（9h）、材せい h450mm の試験体で 4050mm（9h）とした。最大荷重より引張り強度を算出するとともに、試験中、相対する 2 材面に設置した、変位計を取り付けたヨークを用いて 1000mm 当たりの伸びを測定し、引張りヤング係数を求めた。試験終了後、各供試体の非破壊部分より厚さ約 30mm の板を採取し、全乾法によって含水率を求めた。（表 2.3.3-2）



写真 2.3.3-1 引張試験機 最大荷重 2000kN（左）変位測定器具（右）

## (2) 実大圧縮試験

試験体の長さ  $L$  は短辺の 6 倍とした。実大強度試験機（最大容量：3000kN、株式会社前川試験機製作所製 A-300-B4）（写真 2.3.3-2）を用いて、一定の変位速度で最大荷重に達するまで載荷した。最大荷重より圧縮強度を算出するとともに、試験中、相対する 2 材面に設置した、変位計を取り付けたヨークを用いて 315mm (0.5L) 当たりの縮みを測定し、圧縮ヤング係数を求めた。試験終了後、各供試体の非破壊部分より厚さ約 30mm の板を採取し、全乾法によって含水率を求めた（表 2.3.3-2）。試験体仕様は表 2.3.3-1 に示す。



写真 2.3.3-2 圧縮試験機 最大荷重 3000kN

仕様	幅 (mm)	せい (mm)	長 (mm)	寸法による試 験長さ	本数	m <sup>3</sup>	備考
引張	100	150	6000	3900	8		長 = 梁長辺 × 9 (max4050) + 約1000 × 2 (掴む部分)
		300	6000	5100	8		
		450	6000	6000	8		
圧縮	100	150	630	630	8		長 = 短辺 × 6倍 (630)
		300	630	630	8		
		450	630	630	8		

表 2.3.3-1 ハイブリッド LVL 引張・圧縮試験体

## 2.2.3.2 試験結果

試験結果の概要を表 2.3.3-2 に示す。

表 2.3.3-2 試験結果の概要

	No.	密度	縦振動法の ヤング係数	含水率	縦ヤング係数	比例限度力 (オフセット2%)	強度	
		$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Efr (kN/mm <sup>2</sup> )	MC (%)	Et/Ec (kN/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{tp}/\sigma_{cp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_t/\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	
引張り	H450	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	543	11.8	11.7	11.0	24.8	36.7
		最小値	536	11.3	11.6	10.4	21.1	32.8
		最大値	551	12.6	12.1	12.1	35.2	40.7
		標準偏差	5.3	0.4	0.2	0.5	4.7	2.5
		変動係数(%)	1.0	3.2	1.3	4.6	19.1	6.9
	H300	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	541	11.7	11.8	11.0	27.3	36.3
		最小値	532	10.8	11.3	10.0	20.1	31.2
		最大値	555	12.6	12.4	11.9	32.7	44.5
		標準偏差	7.6	0.5	0.4	0.6	4.4	3.9
		変動係数(%)	1.4	4.4	3.1	5.1	16.2	10.6
	H150	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	535	11.8	11.6	10.8	26.2	33.6
		最小値	528	11.1	11.0	9.9	17.8	28.0
		最大値	554	12.7	12.0	11.6	32.7	38.9
		標準偏差	9.0	0.4	0.3	0.5	4.8	3.2
		変動係数(%)	1.7	3.8	2.8	4.5	18.4	9.5
圧縮	H450	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	548	12.0	11.4	12.0	26.0	39.3
		最小値	539	11.8	11.2	11.4	21.6	38.4
		最大値	557	12.2	11.6	13.6	34.8	39.7
		標準偏差	6.2	0.2	0.1	0.7	4.6	0.4
		変動係数(%)	1.1	1.4	1.0	5.6	17.8	1.1
	H300	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	545	12.0	11.4	11.4	24.5	38.7
		最小値	529	11.5	11.2	10.7	22.7	37.7
		最大値	554	12.6	11.9	12.4	26.2	39.7
		標準偏差	9.2	0.3	0.2	0.5	1.4	0.6
		変動係数(%)	1.7	2.8	2.0	4.7	5.9	1.6
	H150	試験体数	8	8	8	8	8	8
		平均値	540	12.0	11.3	11.2	23.4	39.1
		最小値	526	11.6	10.9	10.5	19.7	38.1
		最大値	551	12.4	11.6	12.0	29.1	40.4
		標準偏差	9.9	0.3	0.2	0.5	2.6	0.8
		変動係数(%)	1.8	2.3	2.0	4.6	11.3	2.1

### <引張り試験>

梁せいが増加するにつれて縦振動法のヤング係数が増加する傾向は見られなかった。試験体の長さを短くした影響の可能性もある。引張り試験の結果、H450、H300、H150とも破壊形態に大きな違いはなかった。いずれも繊維が引き裂かれるような破壊であった。スカーフジョイント部分で破壊したのもあればそうでないものもあった。破壊部分から亀裂が長さ方向に進展したものが多くあった。カラマツ部分では繊維傾斜に沿った破壊も観察された。

材せいと引張り強度との関係を図 2.3.3-1 に示す。グループ内での強度のばらつきは比較的小さいようであった。材せいが大きくなるほど強度が低下する寸法効果は認められなかった。ただし、変位測定用治具を設置するため、H150のみチャック間距離を他の9hではなく12hにしたことにより、最大の欠点部分が入る確率が増加し、その影響で強度が低下した可能性があることに留意する必要がある。

### <圧縮試験>

引張り試験と同様、梁せいが増加するにつれて縦振動法のヤング係数が増加する傾向は見られなかった。圧縮試験の結果、H450、H300、H150とも破壊形態に大きな違いはなかった。最大荷重に至るまでは材面に小さな浮き上がりが見られた。最大荷重に達した後、広い面に斜めに圧縮破壊が生じる試験体があった。また、急激に荷重が低下して材縁部付近の接着層が剝離し、剝離した部分が座屈する試験体もあった。

材せいと圧縮強度との関係を図 2.3.3-2 に示す。グループ内での強度のばらつきは非常に小さかった。材せいが大きくなるほど強度が低下する寸法効果は認められなかった。

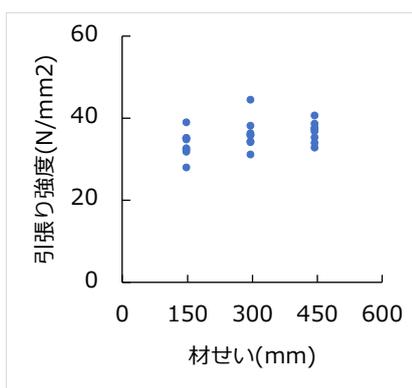


図 2.3.3-1 材せいと引張り強度との関係

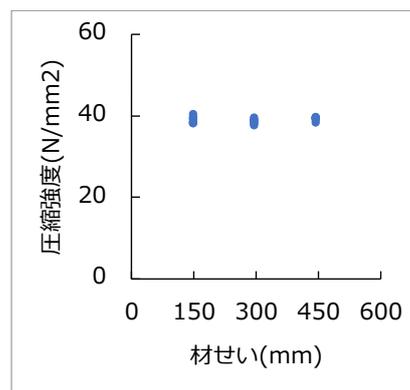


図 2.3.3-2 材せいと圧縮強度との関係

集成材の基準強度の算出法に準じ、等価断面法によりハイブリッド LVL の強度の算出を試みた。1次接着部分を集成材のラミナとみなした。結果を表 2.3.3-3 に示す。1次接着のヤング係数は JAS 平均値とした。等価断面/実断面はいずれのグループも 0.75 となった。1次接着の強度データがないため、最外層の強度には1次接着の基準強度を用いた。係数なしで（等価断面/実断面）×最外層基準強度により2次接着（ハイブリッド LVL）の基準強度相当の値を求めると、引張り、圧縮でそれぞれ 14.9N/mm<sup>2</sup>、22.5N/mm<sup>2</sup> となった。本試験体の結果はいずれもこれらの値を大きく上回っていた。試験状況は下記写真 2.3.3-3～写真 2.3.3-81 及び図 2.3.3-3～図 2.3.3-56 を示す。

表 2.3.3-3 等価断面法を用いたハイブリッド LVL の強度の算出

引張り	1次接着 幅 mm	1次接着 厚さ mm	1次接着 ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	等価断面 /実断面	最外層 基準強度 N/mm <sup>2</sup>	2次接着 基準強度相当 N/mm <sup>2</sup>
120E	100	30	12.0	0.75	19.8	14.9
70E	100	30	7.0		—	
圧縮	1次接着 幅 mm	1次接着 厚さ mm	1次接着 ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	等価断面 /実断面	最外層 基準強度 N/mm <sup>2</sup>	2次接着 基準強度相当 N/mm <sup>2</sup>
120E	100	30	12.0	0.75	30.0	22.5
70E	100	30	7.0		—	

引張試験状況は以下のように、写真 2.3.3-3～図 2.3.3-54 を示している。  
引張試験（梁せい 450）

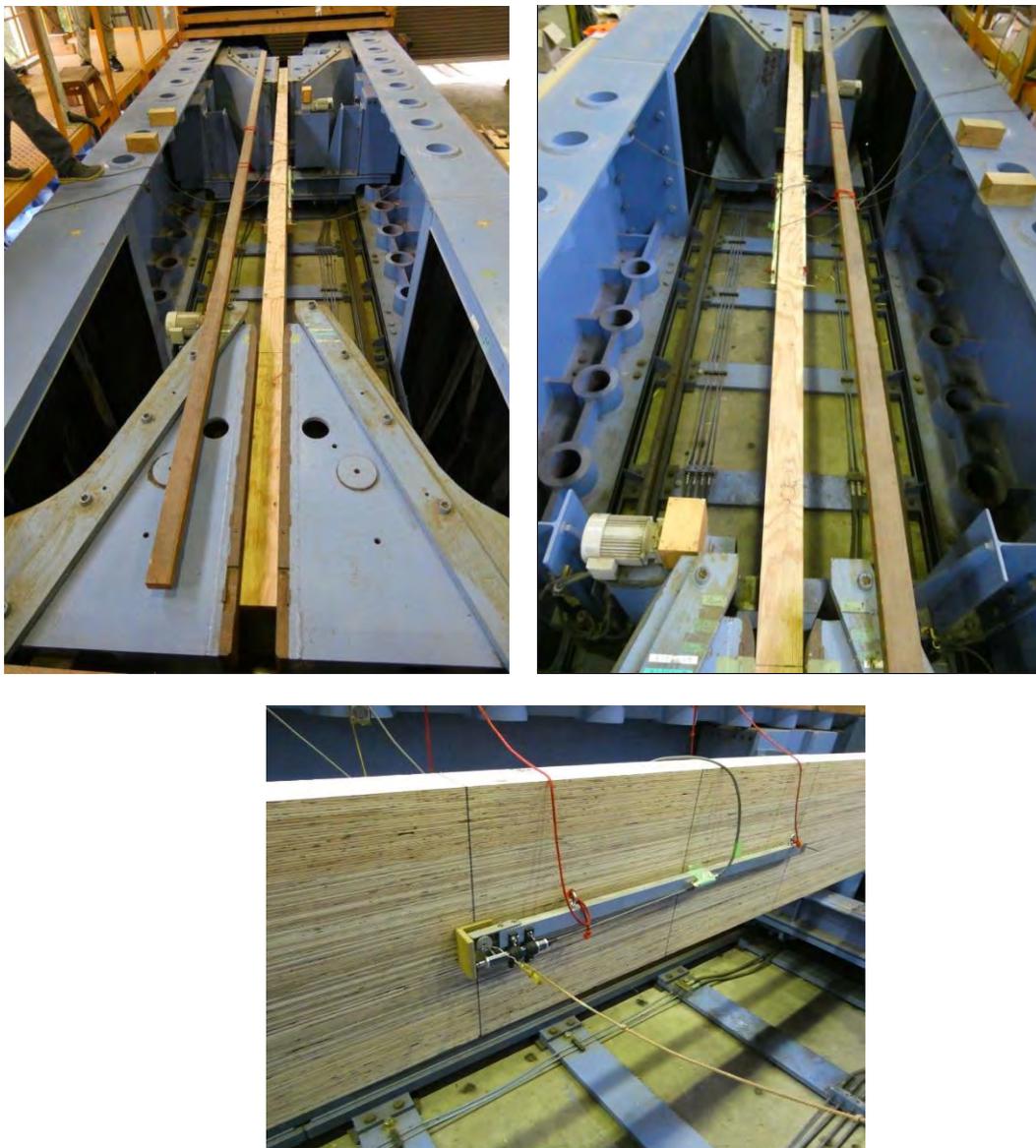


写真 2.3.3-3 引張試験（梁せい 450）

試験結果 (梁せい450)

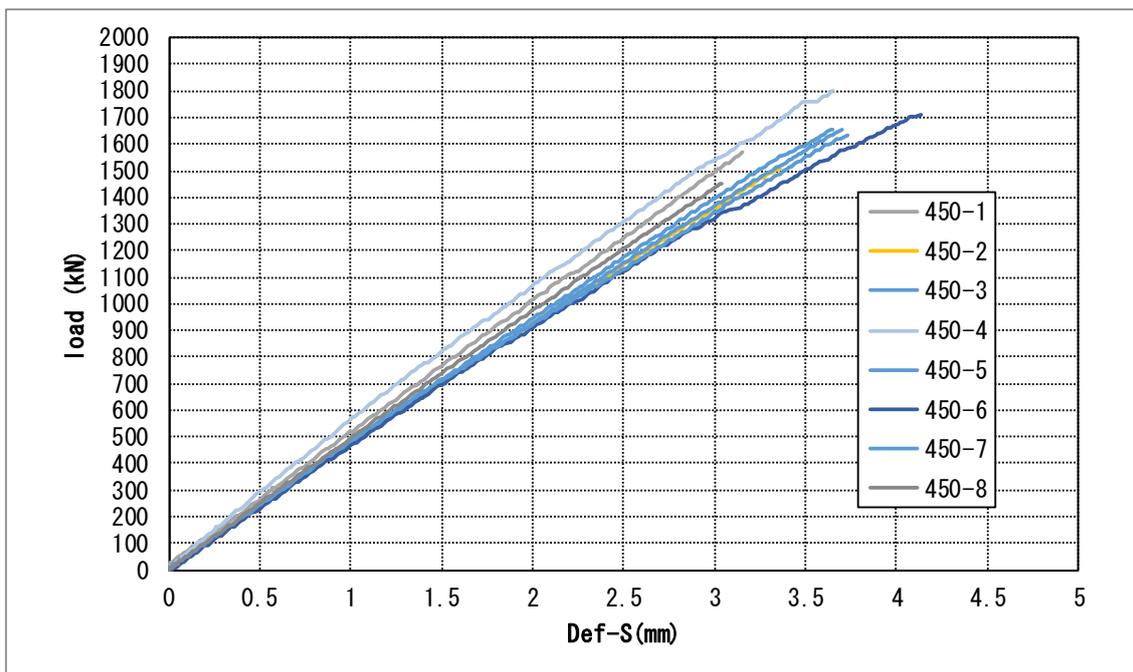


図 2.3.3-3 引張試験結果 梁せい450

実大引張試験 結果 (450-1)

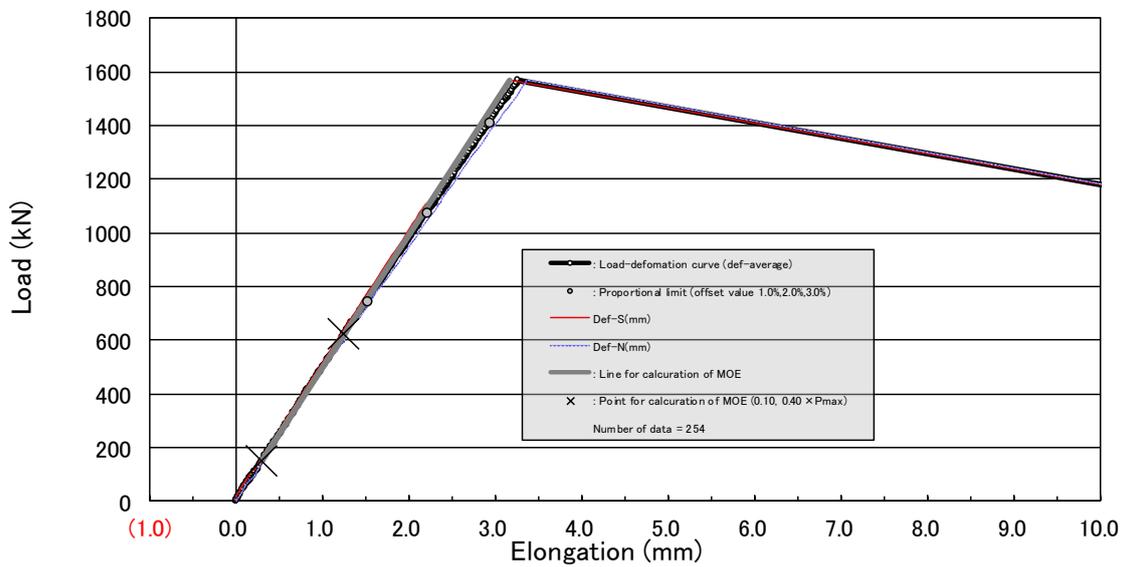


図 2. 3. 3-4 引張試験 (450-1)



写真 2.3.3-4 引張試験 (450-1)



写真 2. 3. 3-5 引張試験 (450-1)

実大引張試験 結果 (450-2)

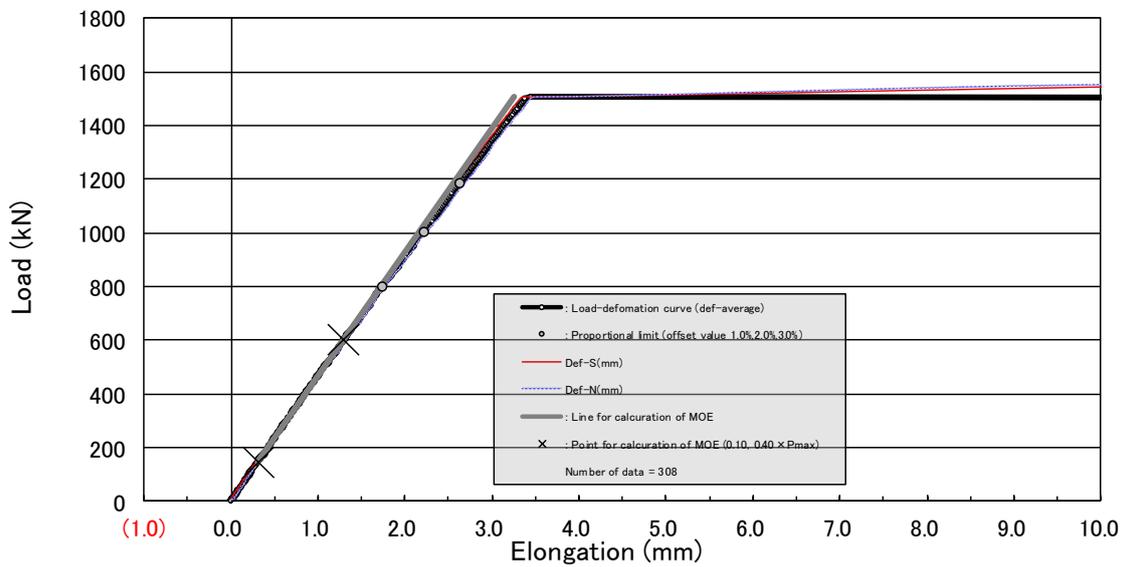


図 2. 3. 3-5 引張試験 (450-2)



写真 2. 3. 3-6 引張試験 (450-2)



写真 2. 3. 3-7 引張試験 (450-2)

実大引張試験 結果 (450-3)

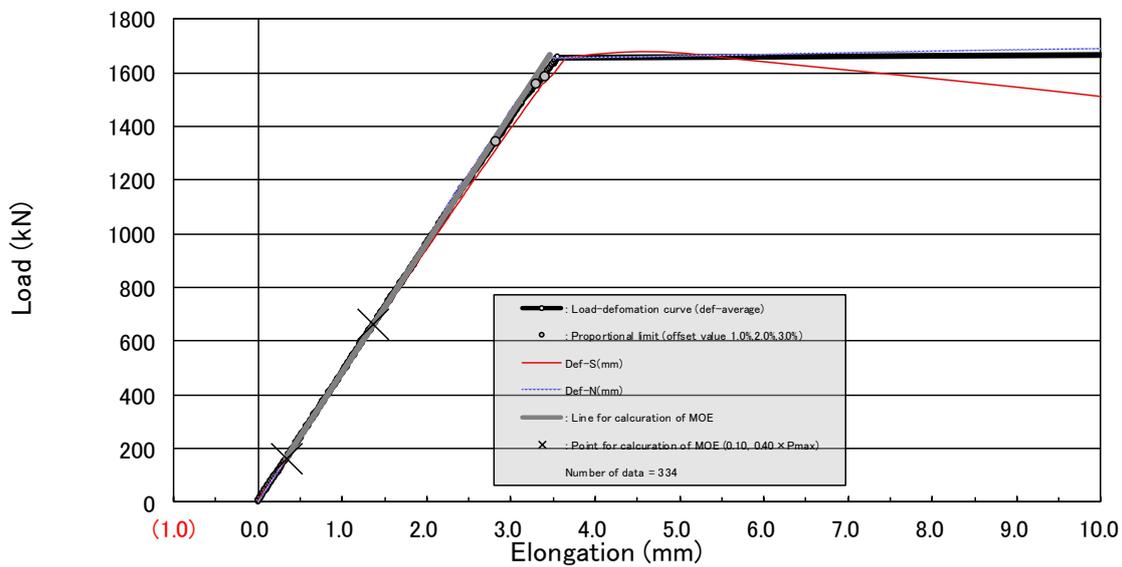


図 2. 3. 3-6 引張試験 (450-3)



写真 2.3.3-8 引張試験 (450-3)



写真 2.3.3-9 引張試験 (450-3)

実大引張試験 結果 (450-4)

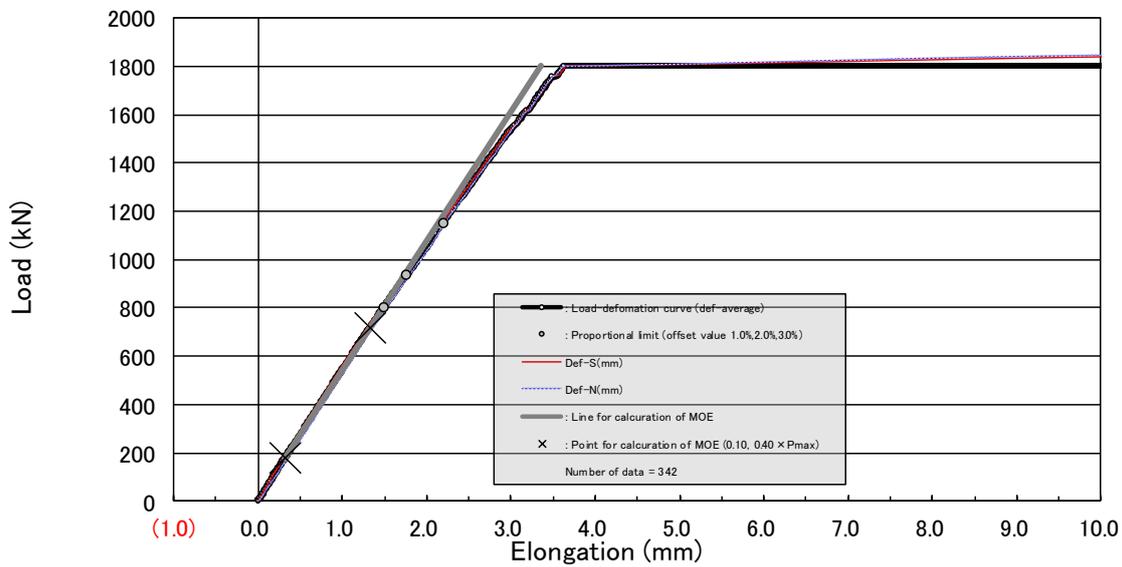


図 2. 3. 3-7 引張試験 (450-4)



写真 2.3.3-10 引張試験 (450-4)



写真 2.3.3-11 引張試験 (450-4)



写真 2. 3. 3-12 引張試験 (450-4)

実大引張試験 結果 (450-5)

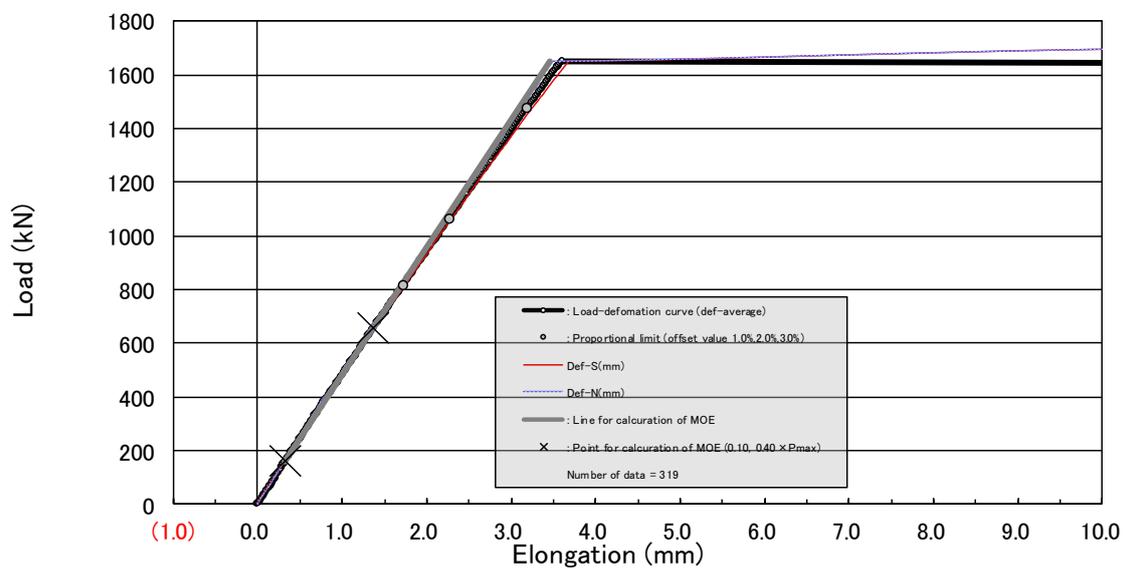


図 2. 3. 3-8 引張試験 (450-5)

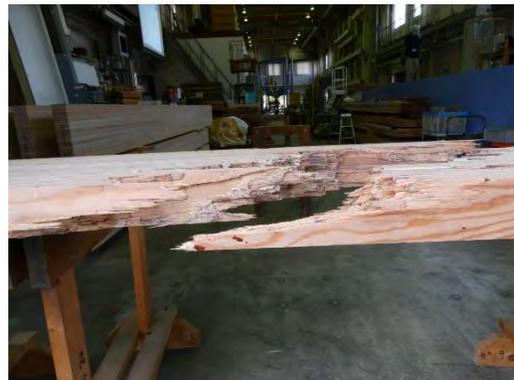


写真 2.3.3-13 引張試験 (450-5)



写真 2.3.3-14 引張試験 (450-5)

実大引張試験 結果 (450-6)

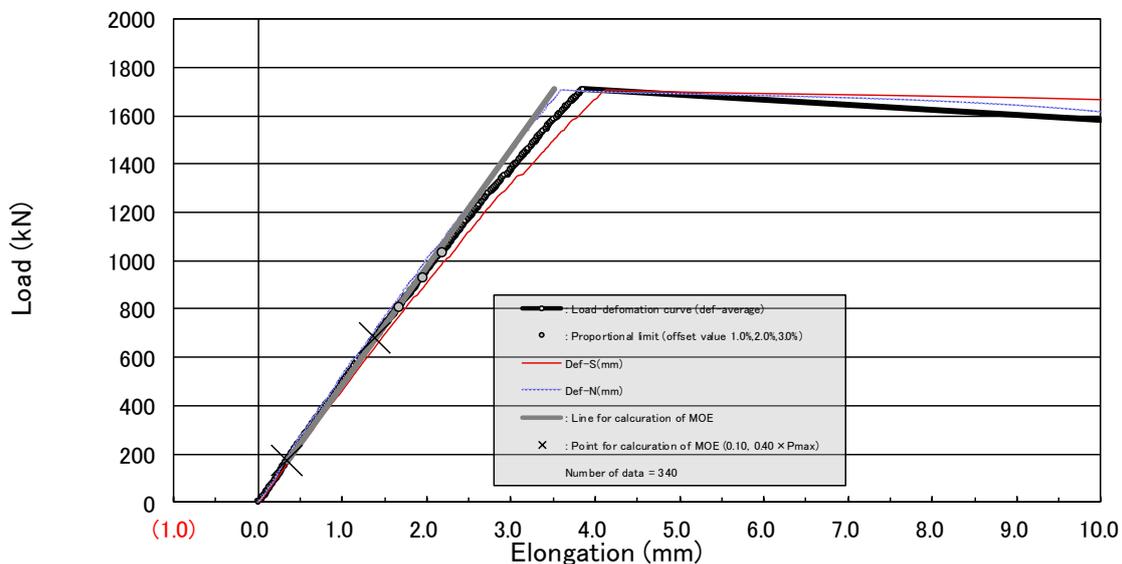


図 2. 3. 3-9 引張試験 (450-6)



写真 2.3.3-15 引張試験 (450-6)

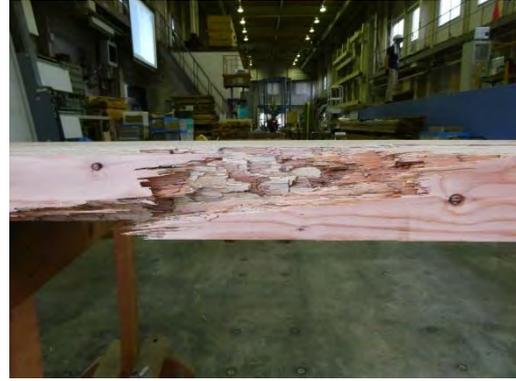


写真 2.3.3-16 引張試験 (450-6)

実大引張試験 結果 (450-7)

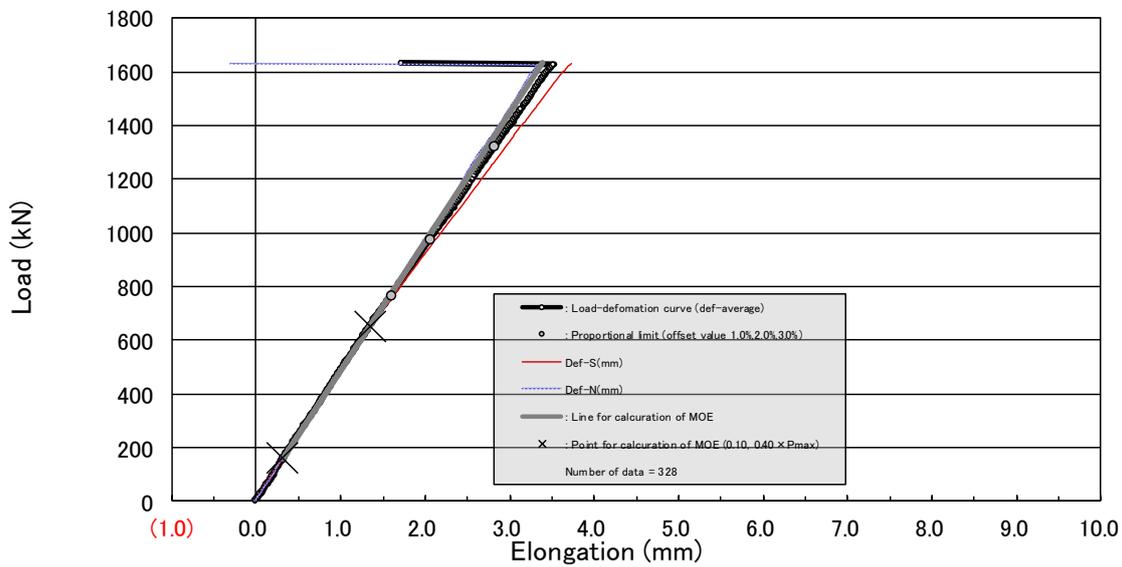


図 2.3.3-10 引張試験 (450-7)



写真 2.3.3-17 引張試験 (450-7)



写真 2.3.3-18 引張試験 (450-7)

実大引張試験 結果 (450-8)

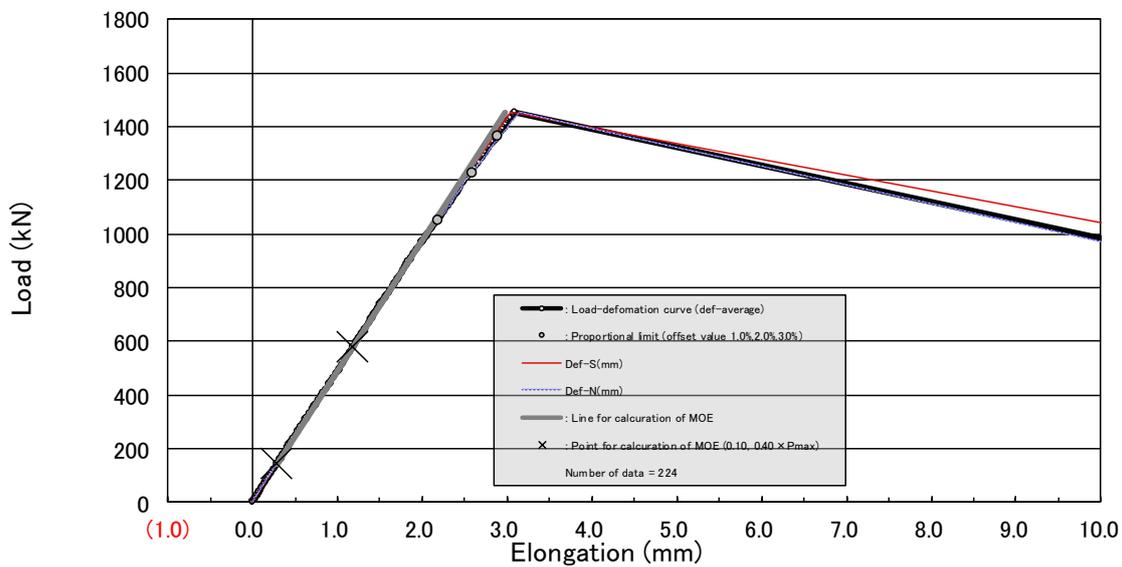


図 2.3.3-11 引張試験 (450-8)



写真 2.3.3-19 引張試験 (450-8)



写真 2. 3. 3-20 引張試験 (450-8)

引張試験 (梁せい 300)

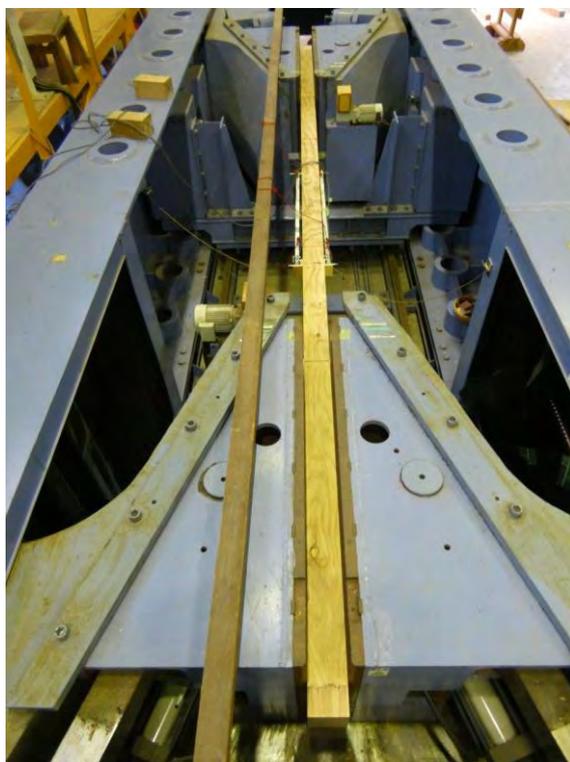


写真 2. 3. 3-21 引張試験 (梁せい 300)

試験結果 (梁せい 300)

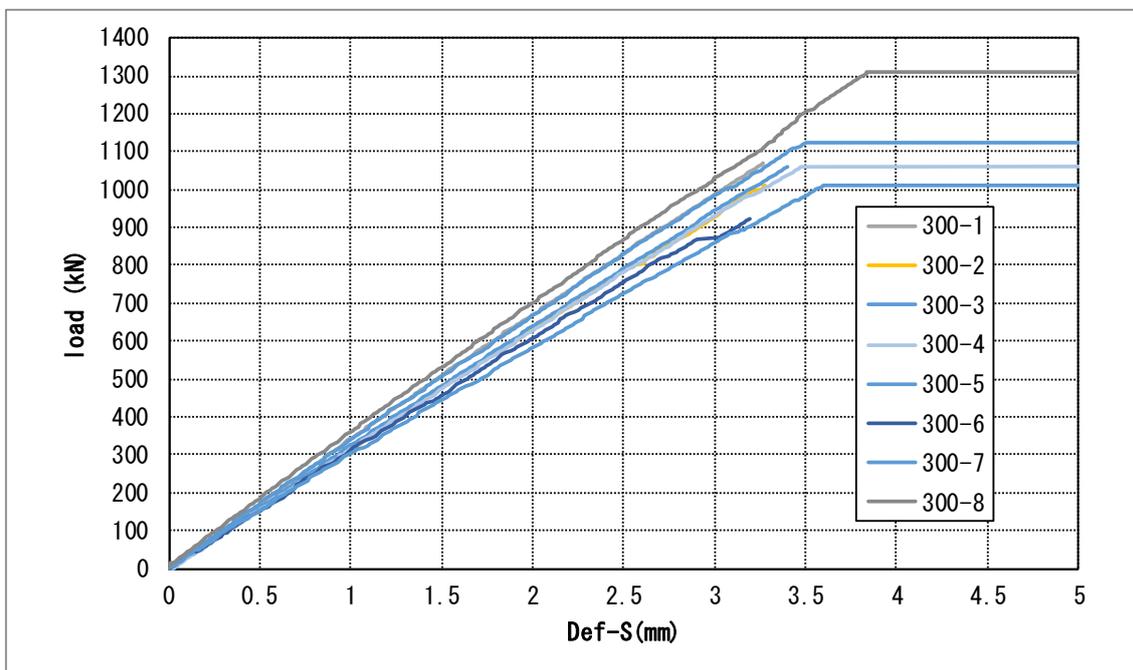


図 2.3.3-12 引張試験結果 (梁せい 300)

実大引張試験 結果 (300-1)

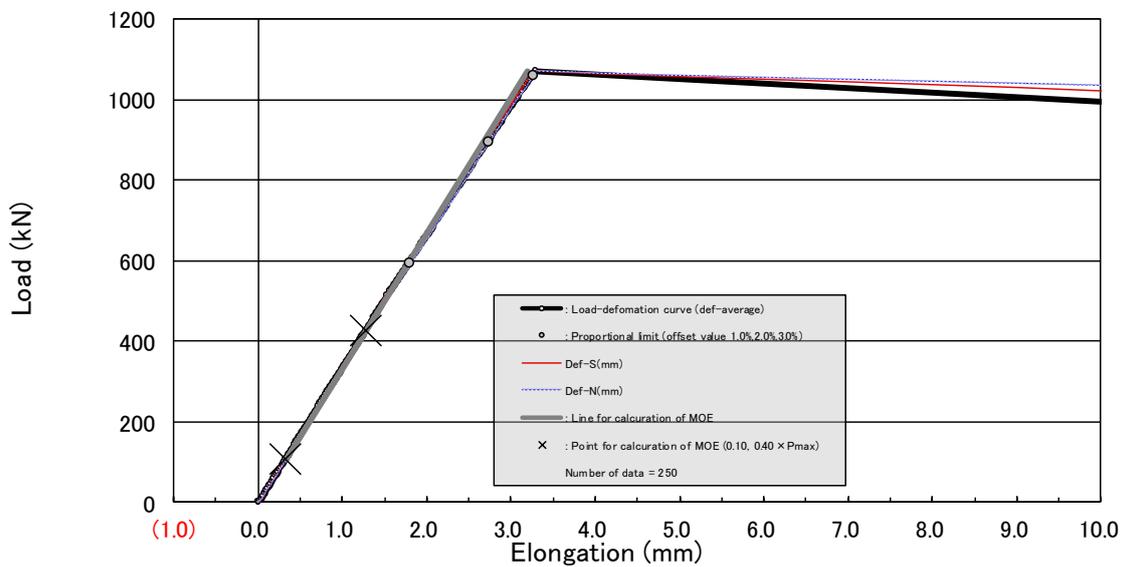


図 2.3.3-13 引張試験 (300-1)

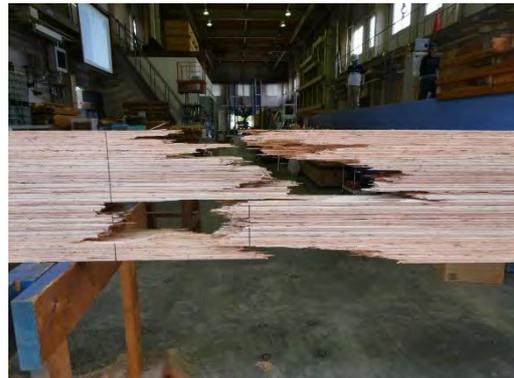


写真 2.3.3-22 引張試験 (300-1)



写真 2. 3. 3-23 引張試験 (300-1)

実大引張試験 結果 (300-2)

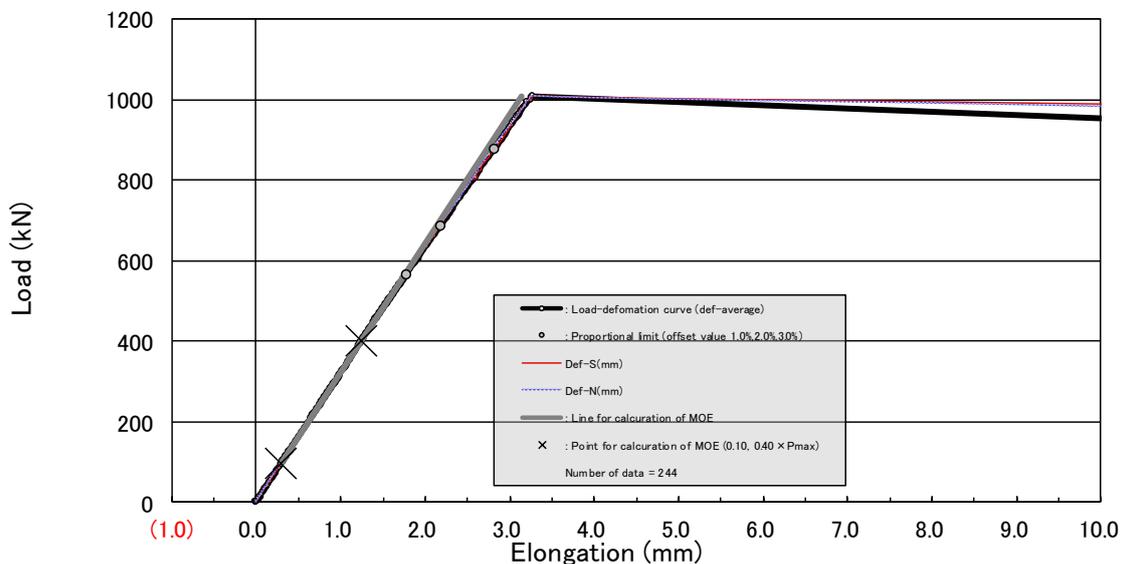


図 2.3.3-14 引張試験 (300-2)



写真 2.3.3-24 引張試験 (300-2)



写真 2.3.3-25 引張試験 (300-2)

実大引張試験 結果 (300-3)

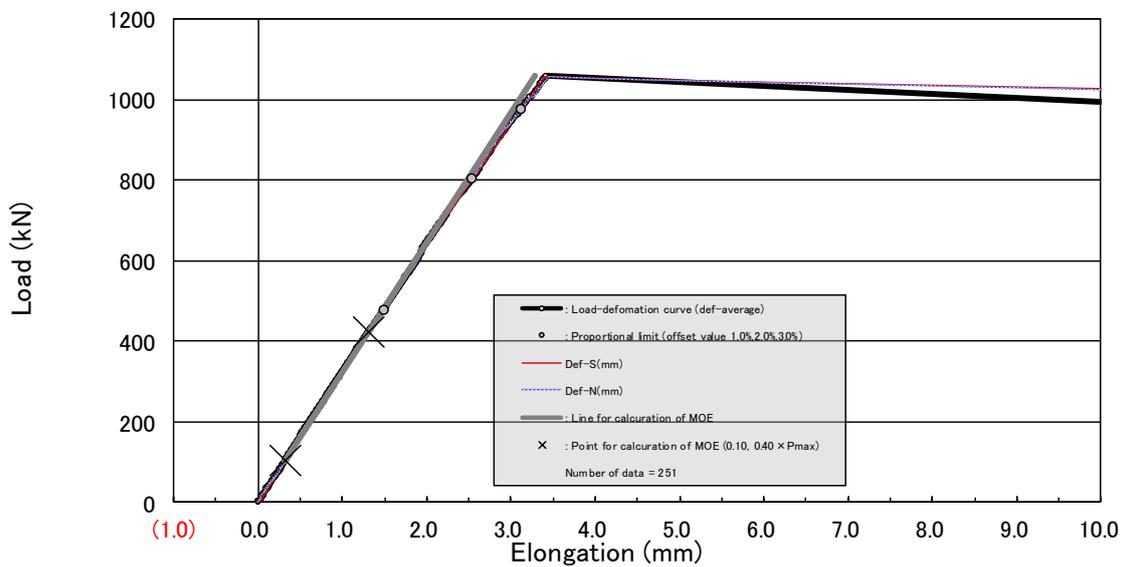


図 2.3.3-15 引張試験 (300-3)



写真 2.3.3-26 引張試験 (300-3)



写真 2. 3. 3-27 引張試験 (300-3)

実大引張試験 結果 (300-4)

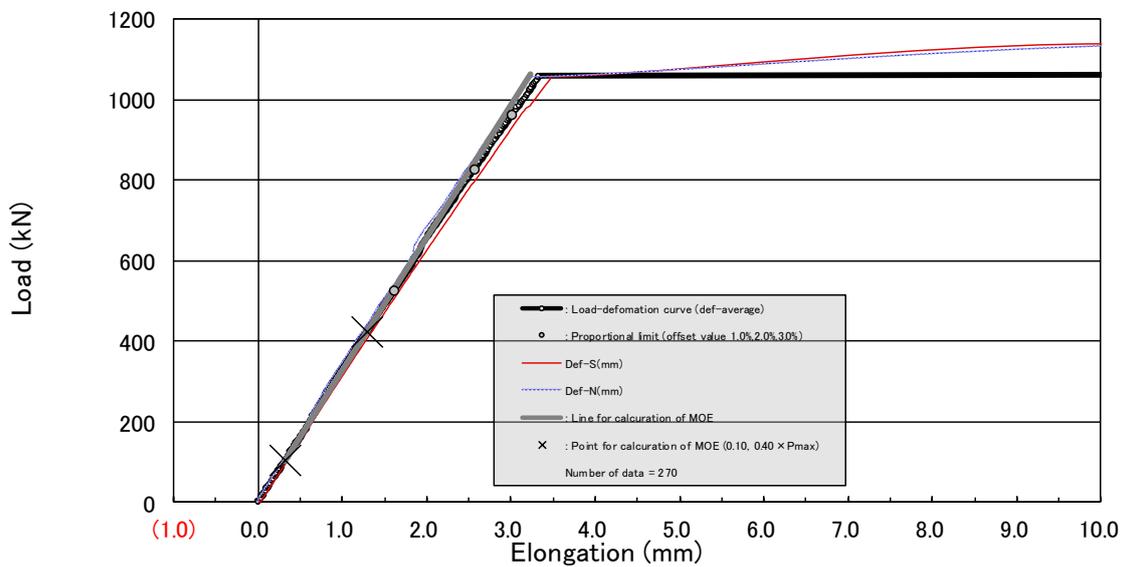


図 2.3.3-16 引張試験 (300-4)



写真 2.3.3-28 引張試験 (300-4)



写真 2.3.3-29 引張試験 (300-4)

実大引張試験 結果 (300-5)

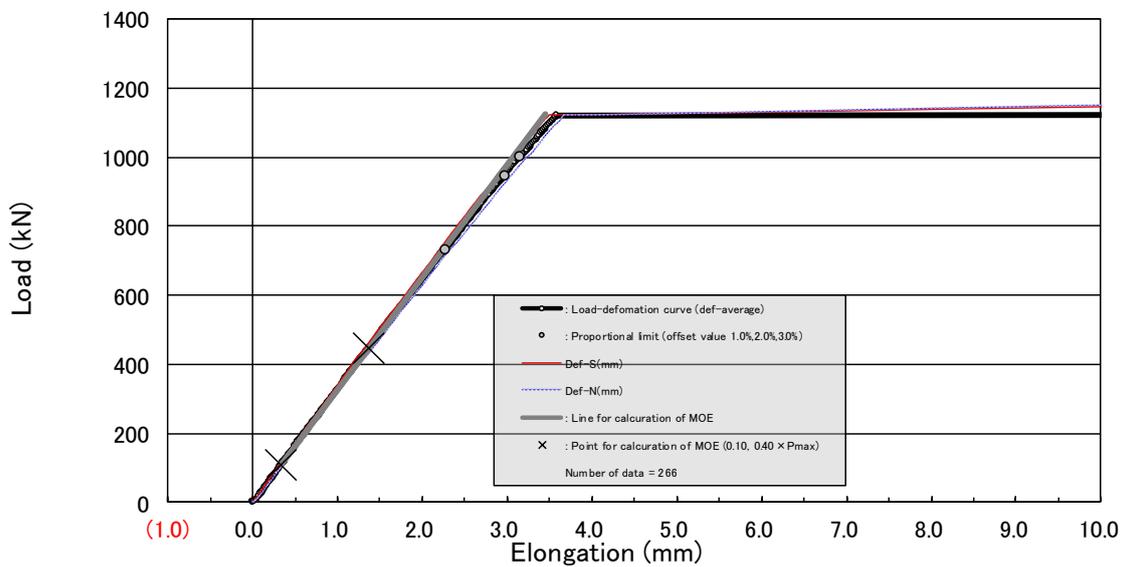


図 2.3.3-17 引張試験 (300-5)

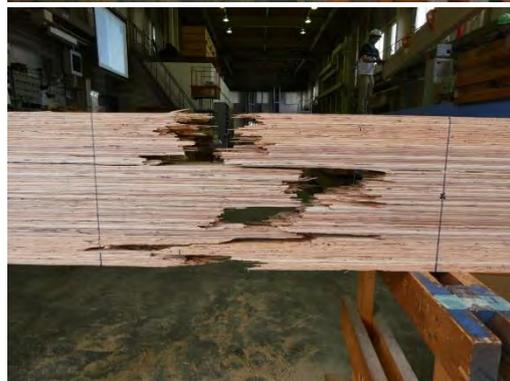


写真 2.3.3-30 引張試験 (300-5)



写真 2.3.3-31 引張試験 (300-5)

実大引張試験 結果 (300-6)

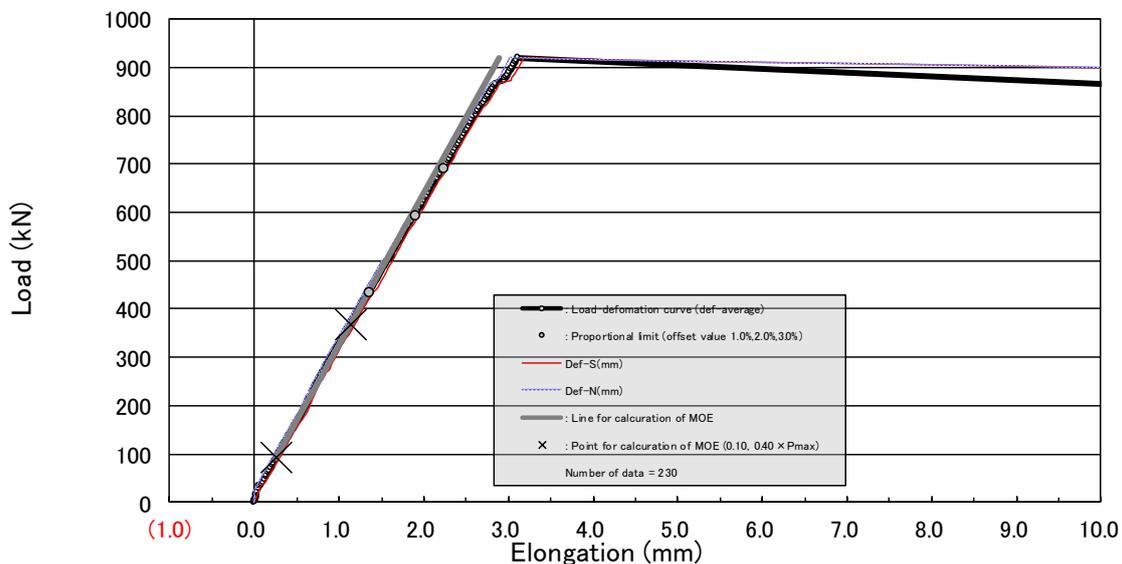


図 2.3.3-18 引張試験 (300-6)



写真 2.3.3-32 引張試験 (300-6)



写真 2. 3. 3-33 引張試験 (300-6)

実大引張試験 結果 (300-7)

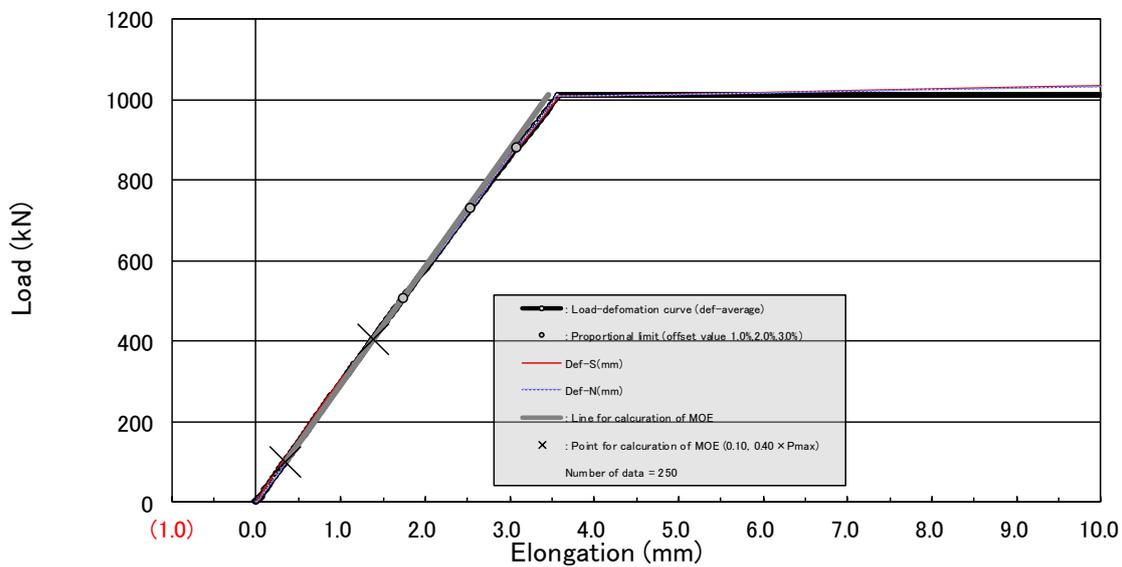


図 2.3.3-19 引張試験 (300-7)



写真 2.3.3-34 引張試験 (300-7)



写真 2. 3. 3-35 引張試験 (300-7)

実大引張試験 結果 (300-8)

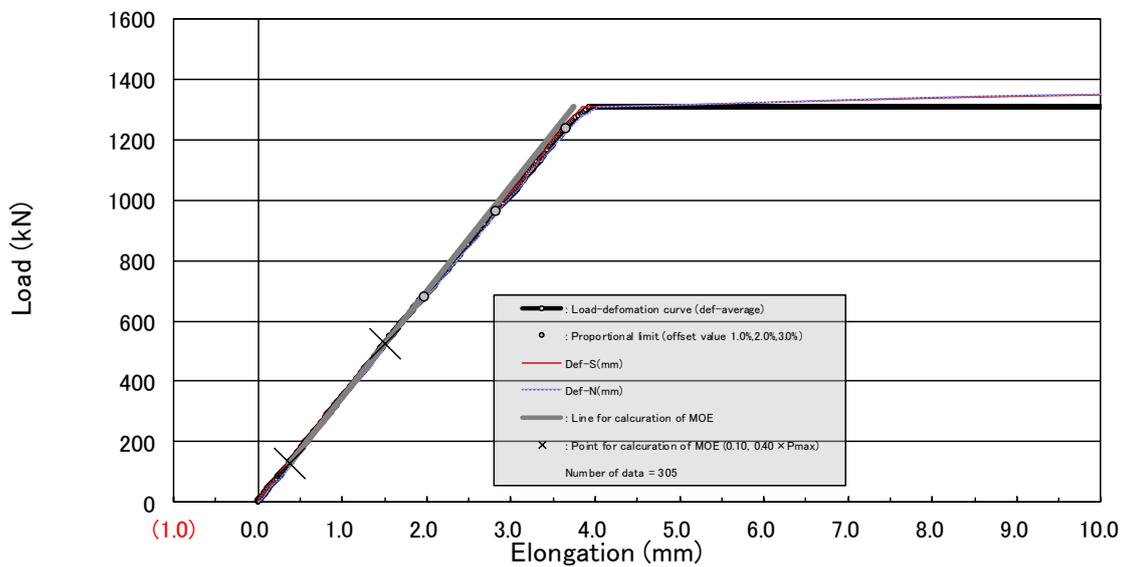


図 2.3.3-20 引張試験 (300-8)



写真 2.3.3-36 引張試験 (300-8)



写真 2. 3. 3-37 引張試験 (300-8)

・試験前 (梁せい 150)

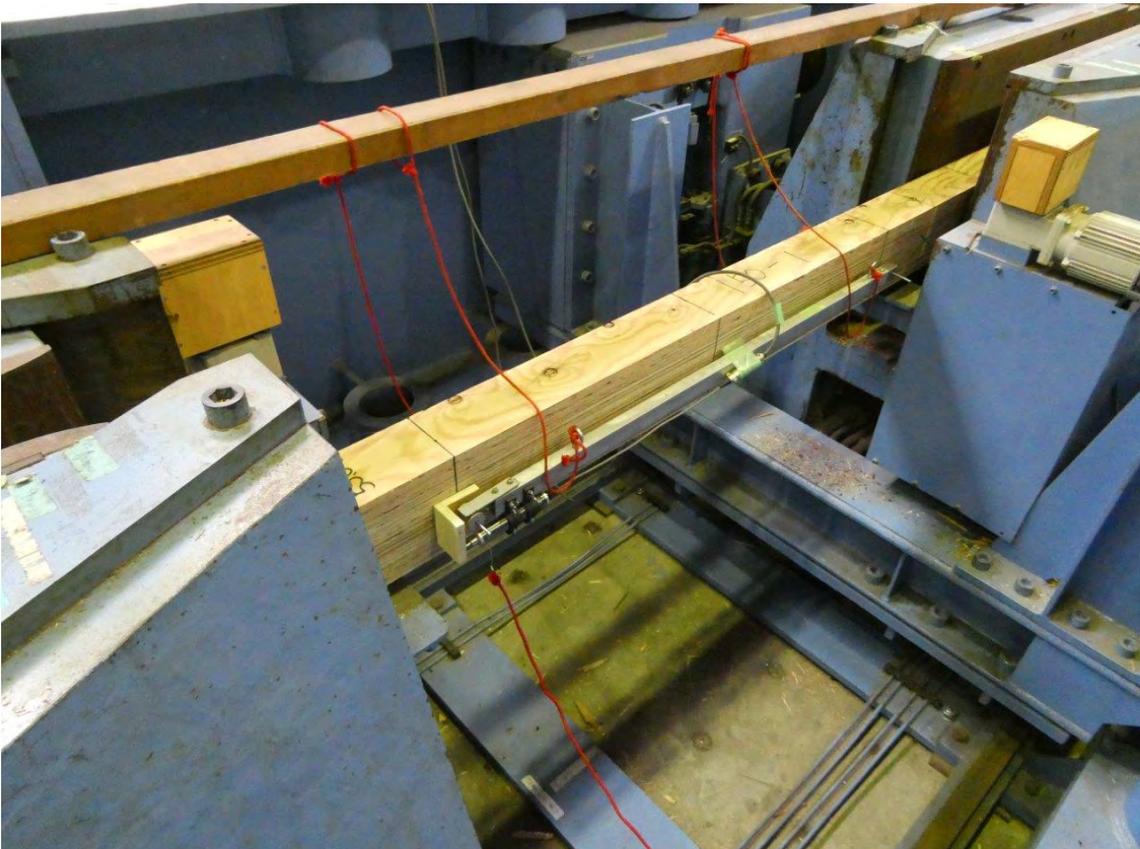


写真 2. 3. 3-38 引張試験 (150)

引張試験結果 (梁せい150)

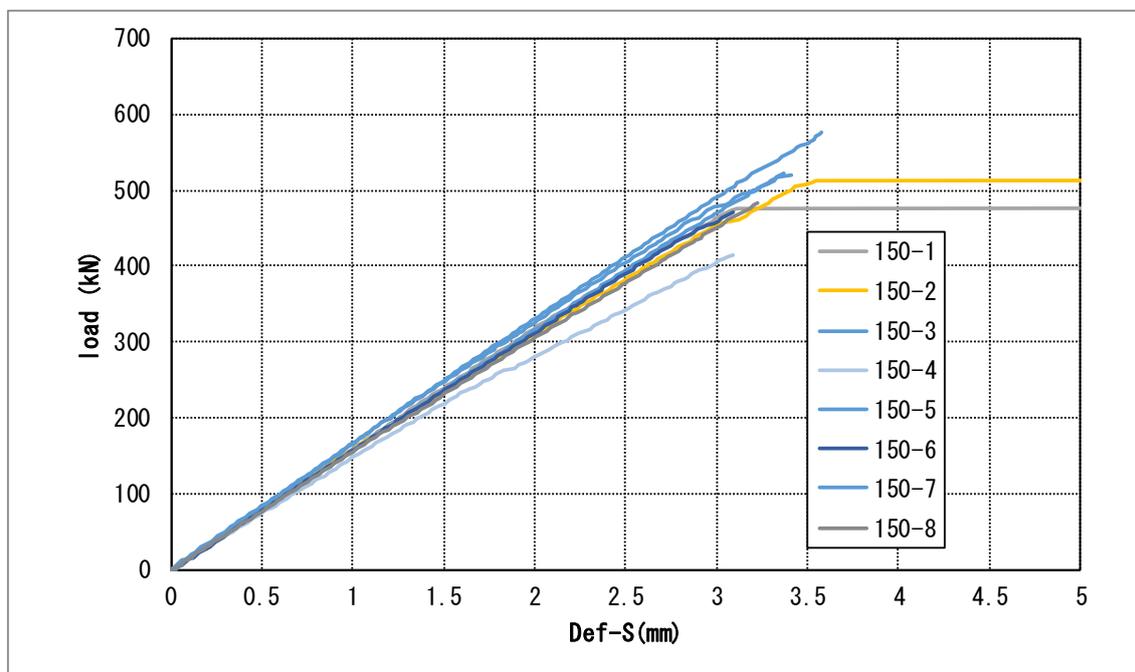


図 2.3.3-21 引張試験結果 (150)

実大引張試験 結果 (150-1)

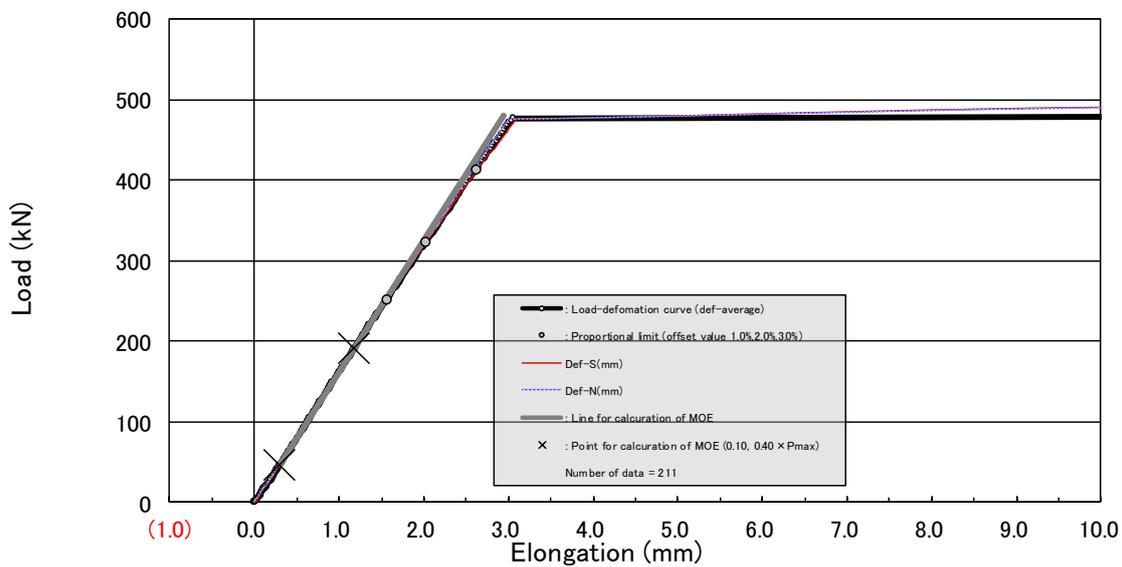


図 2.3.3-22 引張試験 (150-1)



写真 2.3.3-39 引張試験 (150-1)



写真 2.3.3-40 引張試験 (150-1)

実大引張試験 結果 (150-2)

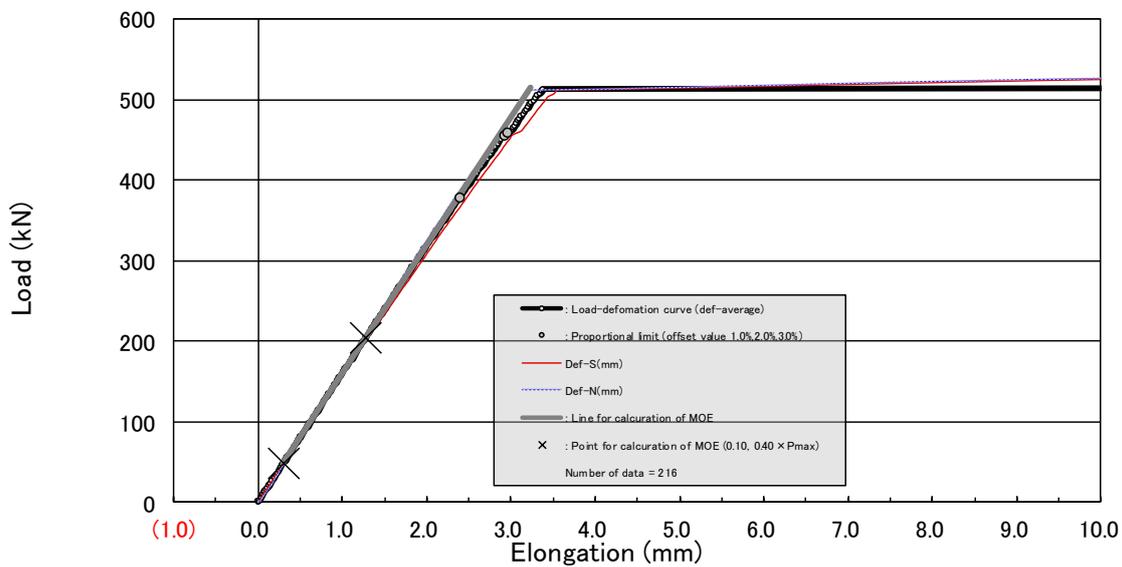


図 2.3.3-23 引張試験 (150-2)



写真 2.3.3-41 引張試験 (150-2)



写真 2.3.3-42 引張試験 (150-2)

実大引張試験 結果 (150-3)

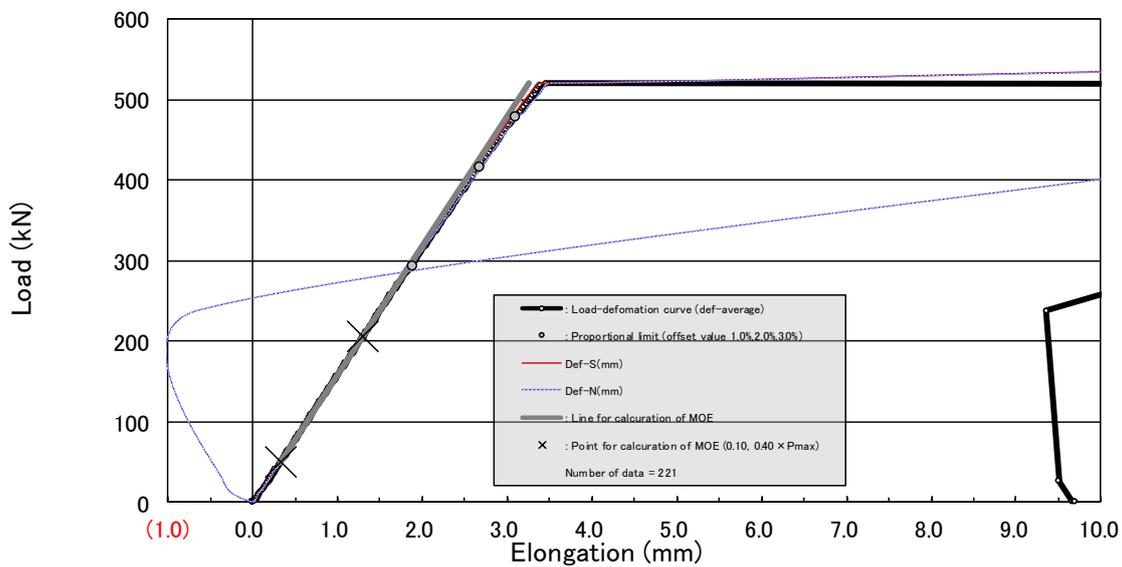


図 2.3.3-24 引張試験 (150-3)



写真 2.3.3-43 引張試験 (150-3)



写真 2.3.3-44 引張試験 (150-3)

実大引張試験 結果 (150-4)

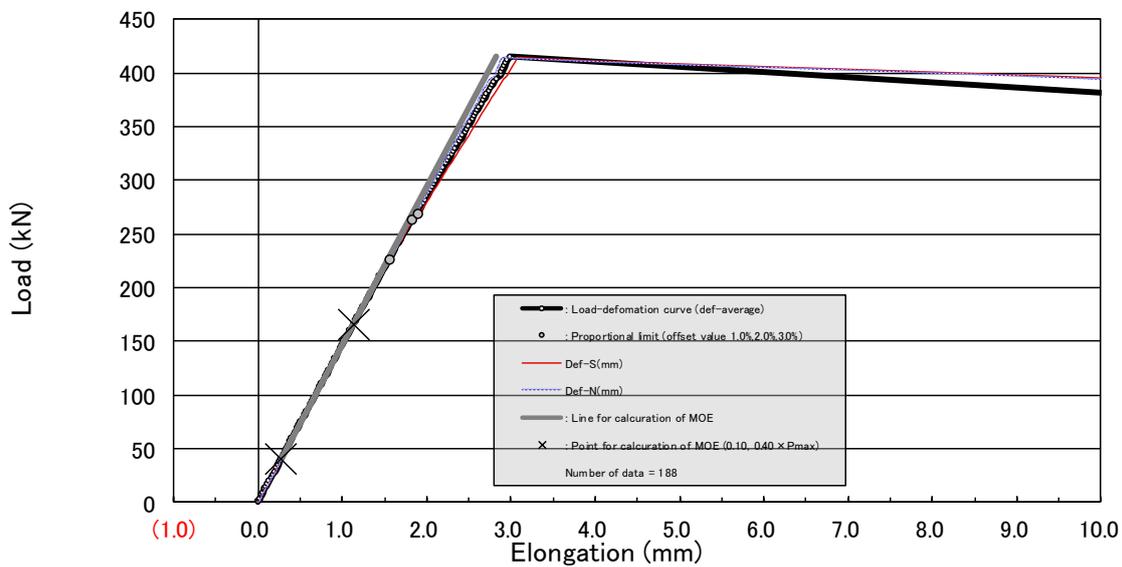


図 2.3.3-25 引張試験 (150-4)

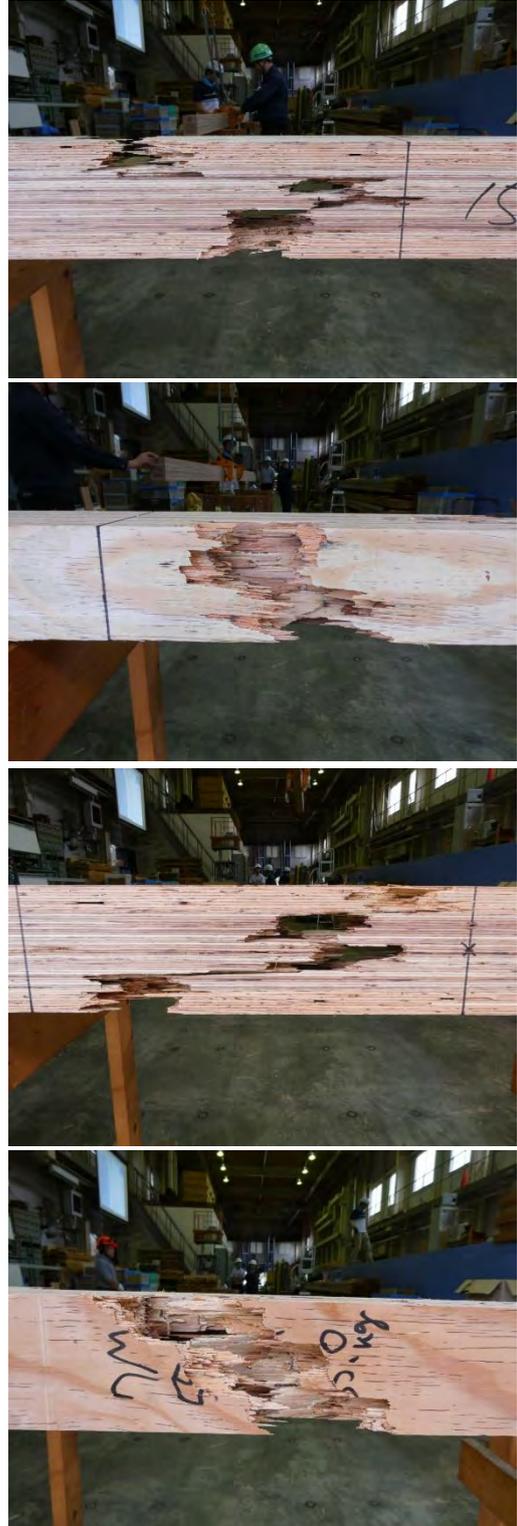


写真 2.3.3-45 引張試験 (150-4)



写真 2. 3. 3-46 引張試験 (150-4)

実大引張試験 結果 (150-5)

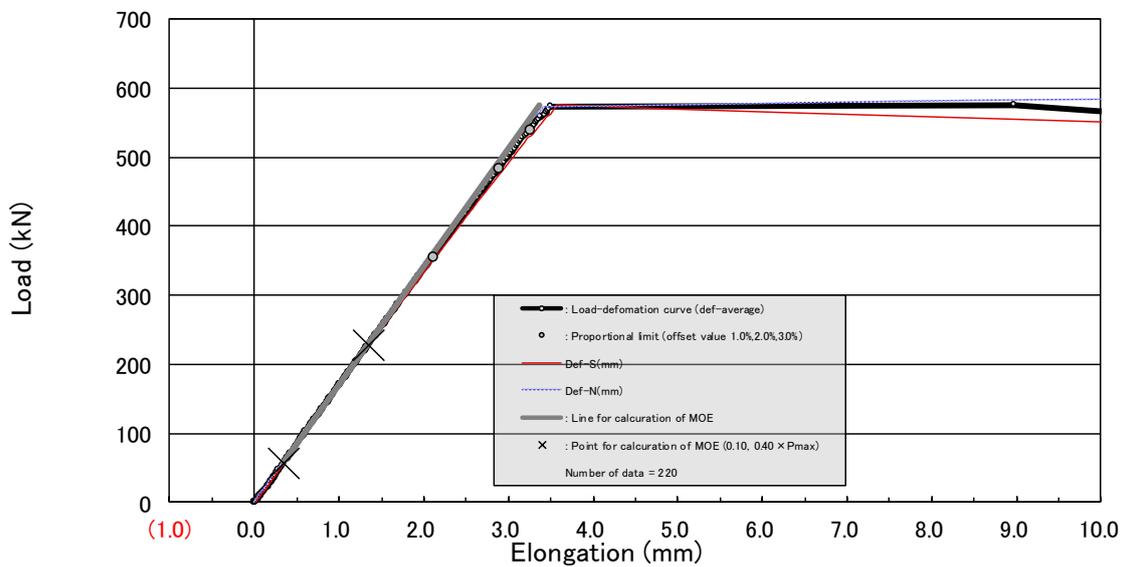


図 2.3.3-26 引張試験 (150-5)

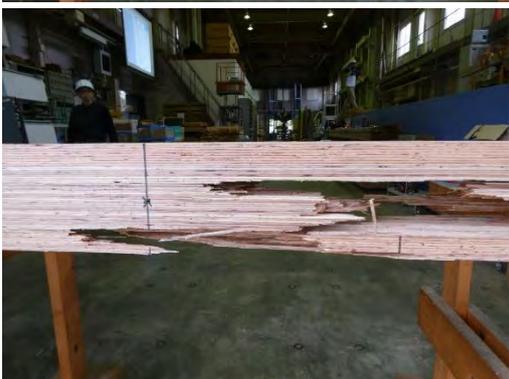


写真 2.3.3-47 引張試験 (150-5)



写真 2. 3. 3-48 引張試験 (150-5)

実大引張試験 結果 (150-6)

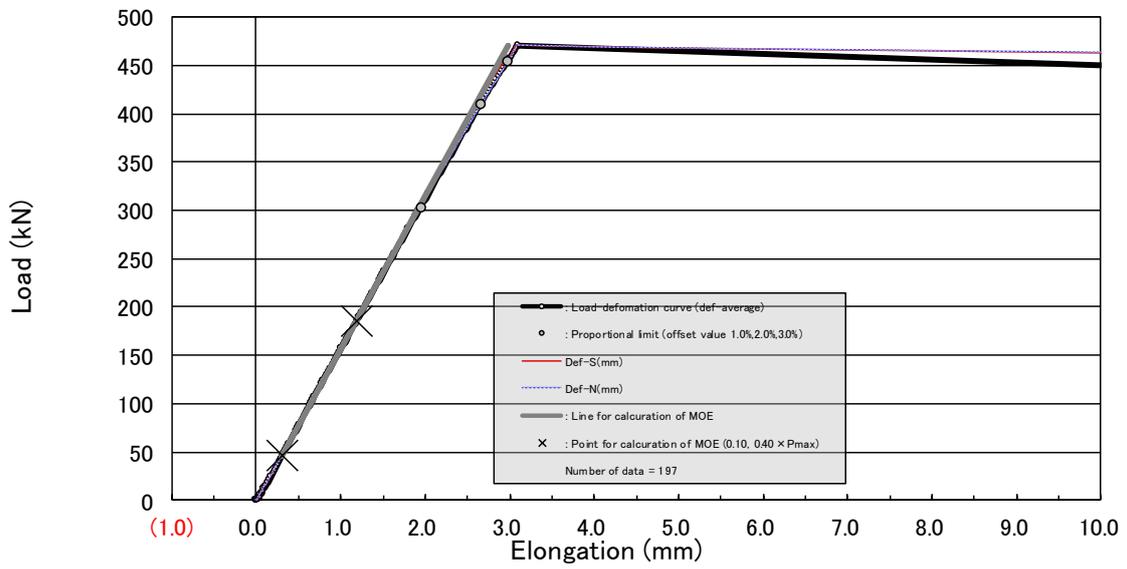


図 2.3.3-27 引張試験 (150-6)



写真 2.3.3-49 引張試験 (150-6)



写真 2.3.3-50 引張試験 (150-6)

実大引張試験 結果 (150-7)

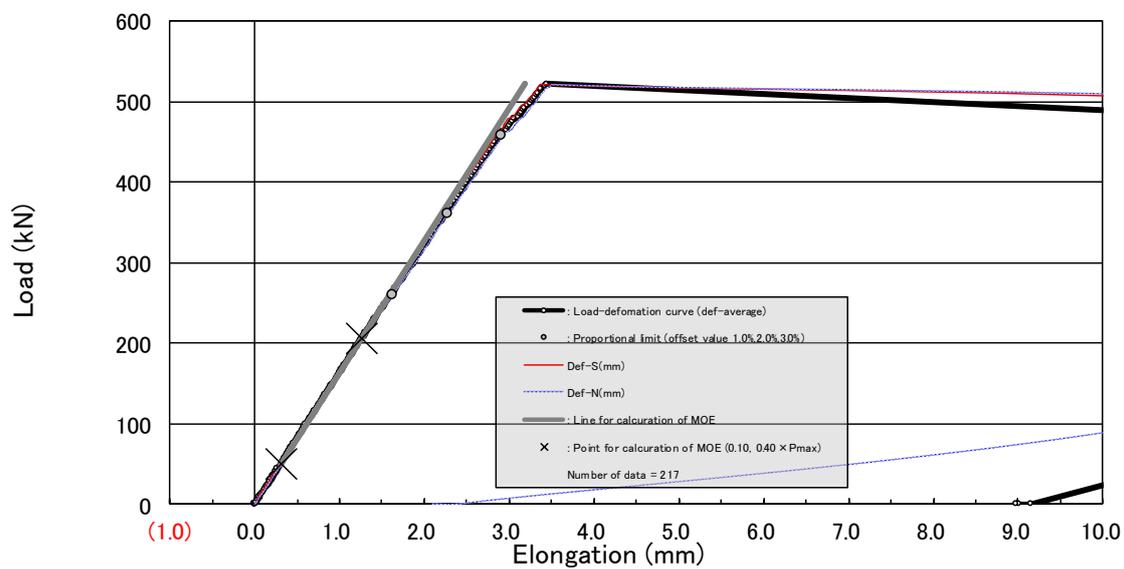


図 2.3.3-28 引張試験 (150-7)



写真 2.3.3-51 引張試験 (150-7)



写真 2. 3. 3-52 引張試験 (150-7)

実大引張試験 結果 (150-8)

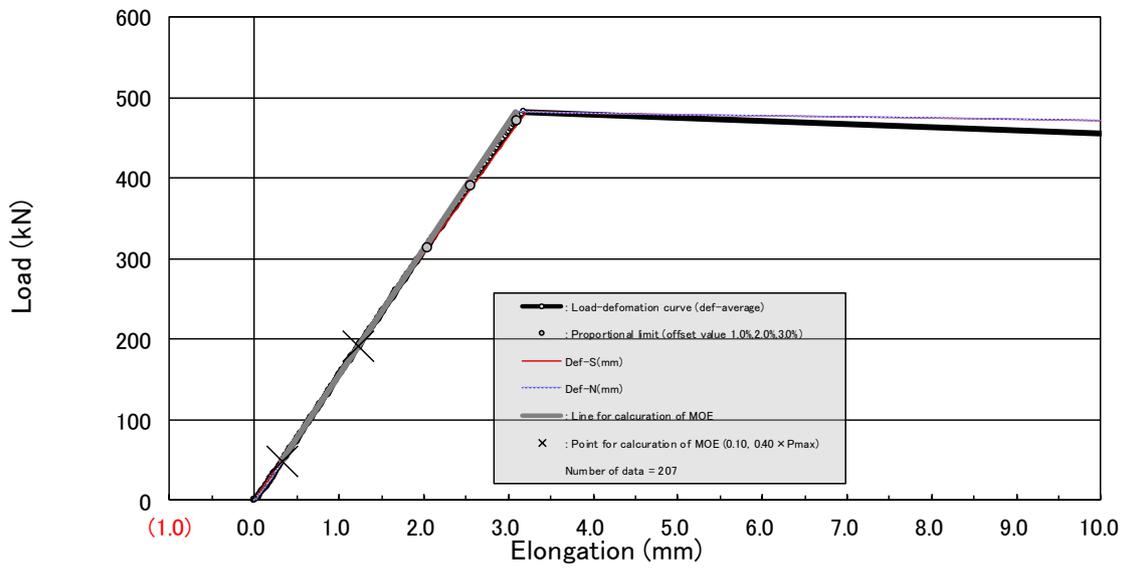


図 2.3.3-29 引張試験 (150-8)

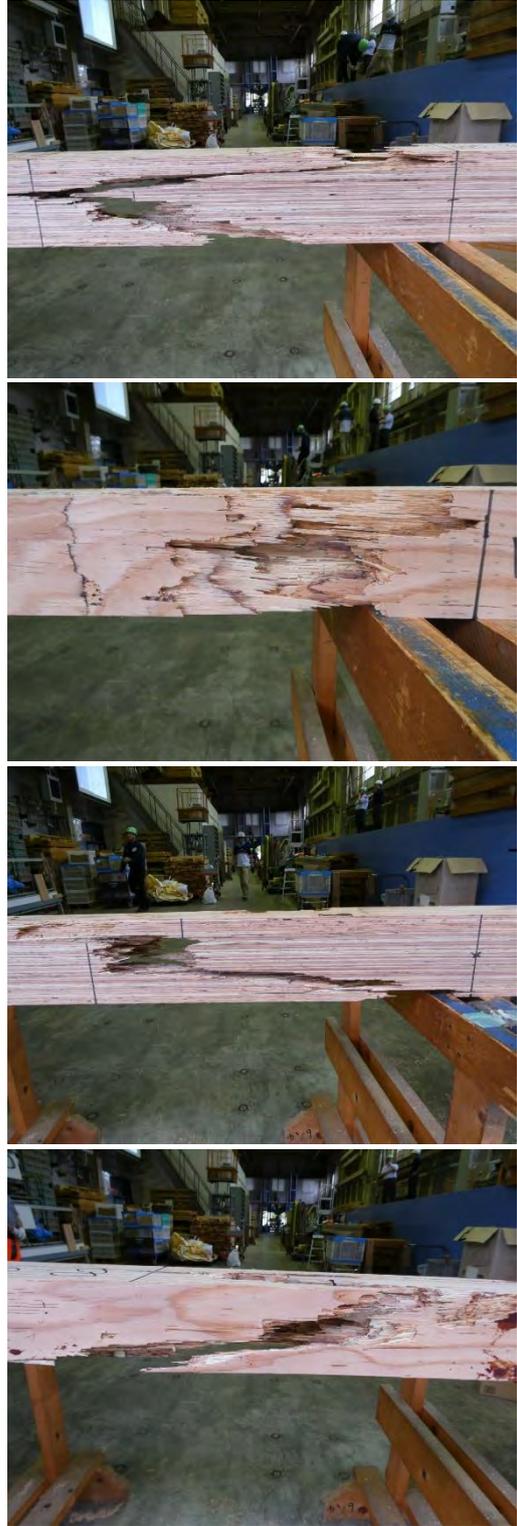


写真 2. 3. 3-53 引張試験 (150-8)



写真 2.3.3-54 引張試験 (150-8)

圧縮試験（厚 450）



写真 2. 3. 3-55 圧縮試験（梁せい 450）

圧縮試験結果（梁せい450）

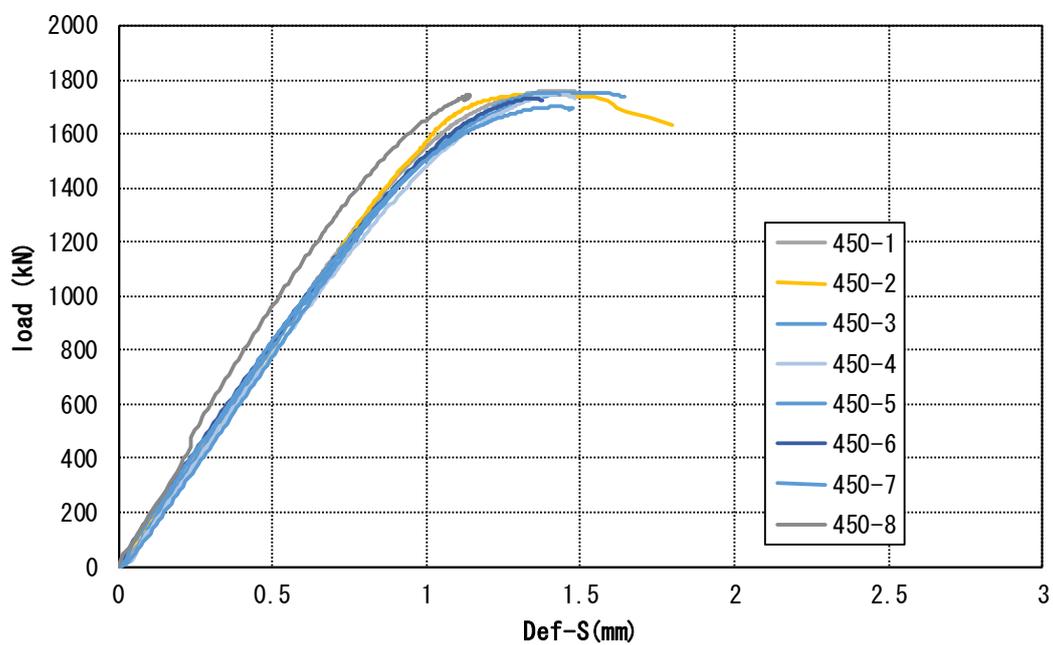


図 2.3.3-30 圧縮試験（梁せい450）

圧縮試験結果 (450-1)

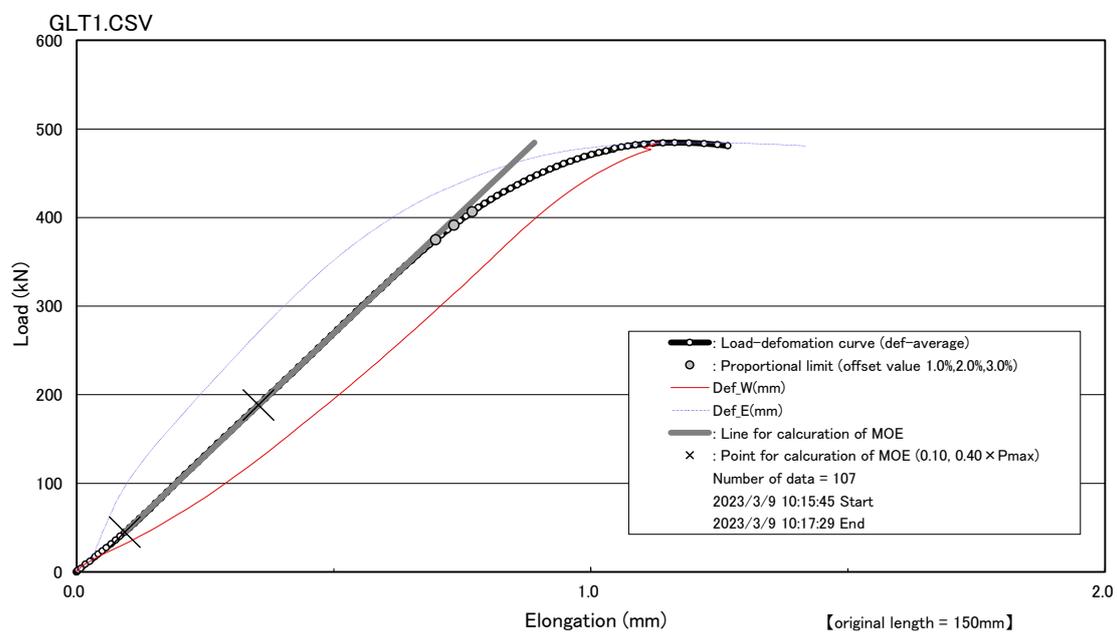


図 2.3.3-31 圧縮試験 (450-1)



写真 2. 3. 3-56 圧縮試験 (450-1)

圧縮試験結果 (450-2)

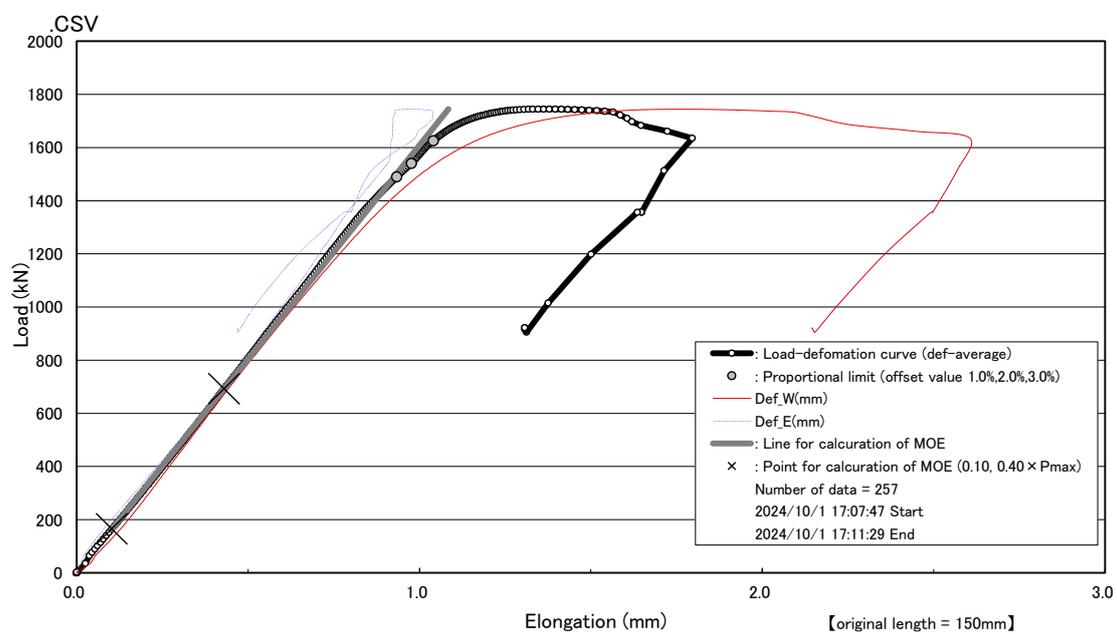


図 2. 3. 3-32 圧縮試験 (450-2)



写真 2.3.3-57 圧縮試験 (450-2)

圧縮試験結果 (450-3)

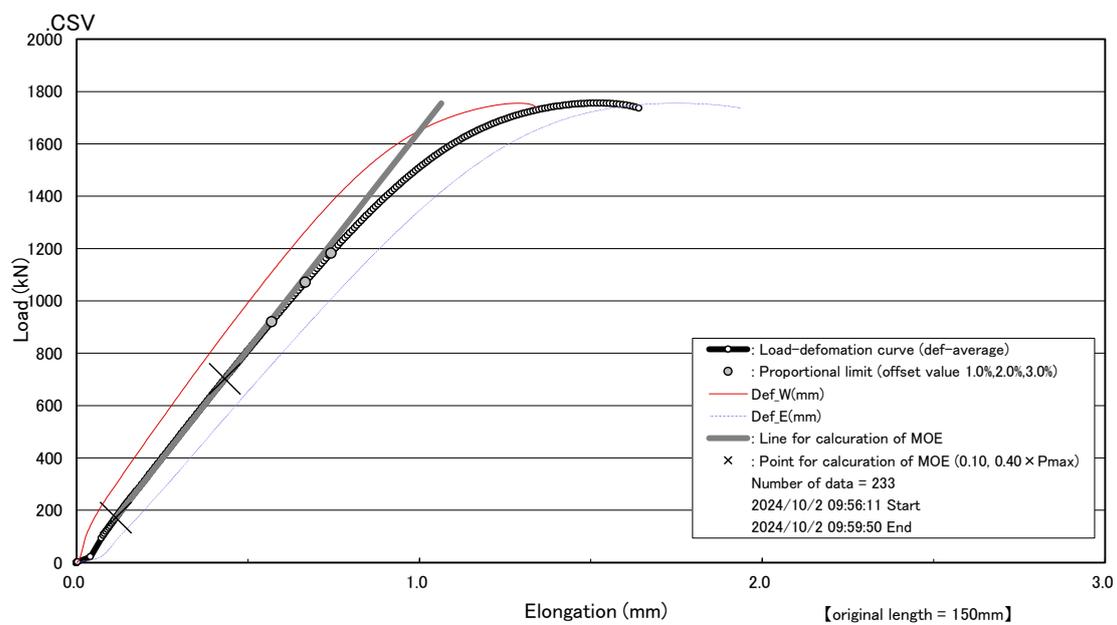


図 2.3.3-33 圧縮試験 (450-3)



写真 2. 3. 3-58 圧縮試験 (450-3)

圧縮試験結果 (450-4)

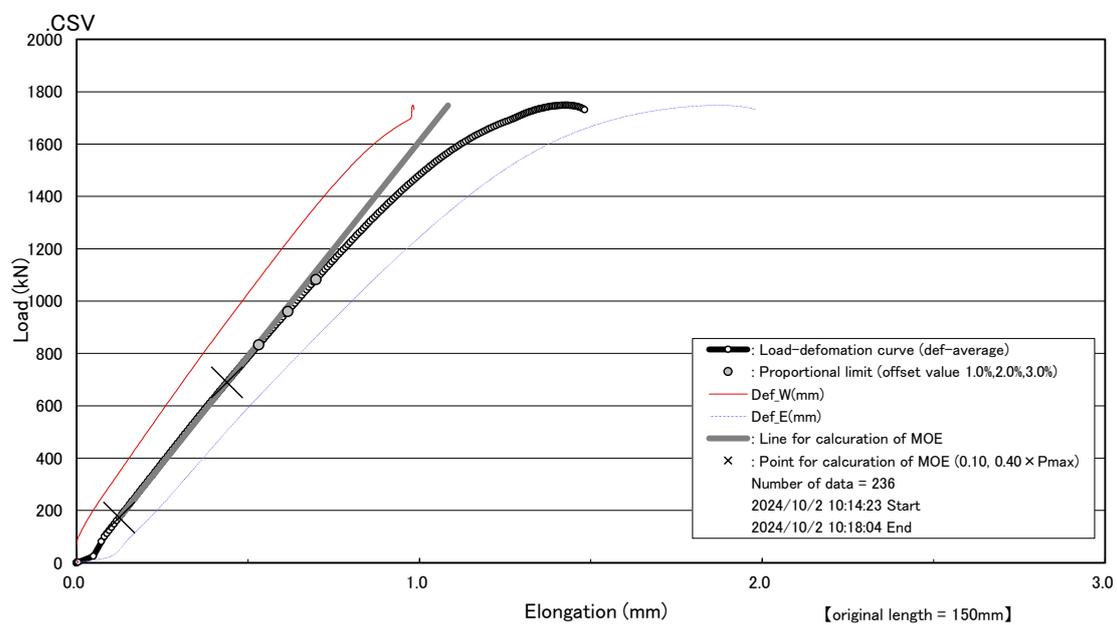


図 2.3.3-34 圧縮試験 (450-4)



写真 2. 3. 3-59 圧縮試験 (450-4)

圧縮試験結果 (450-5)

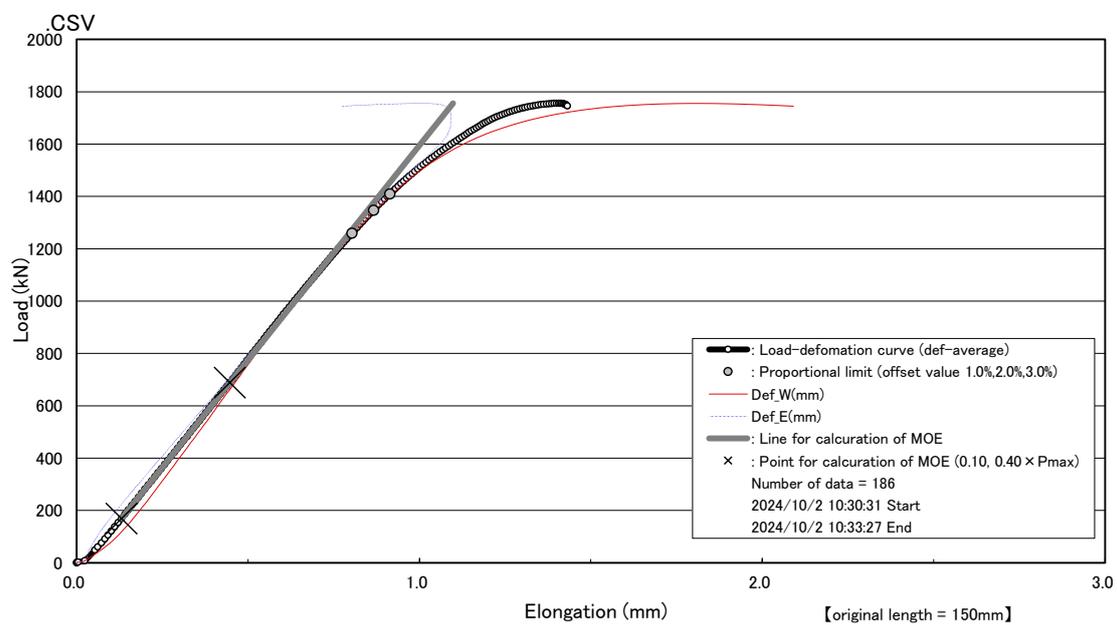


図 2. 3. 3-35 圧縮試験 (450-5)



写真 2. 3. 3-60 圧縮試験 (450-5)

圧縮試験結果 (450-6)

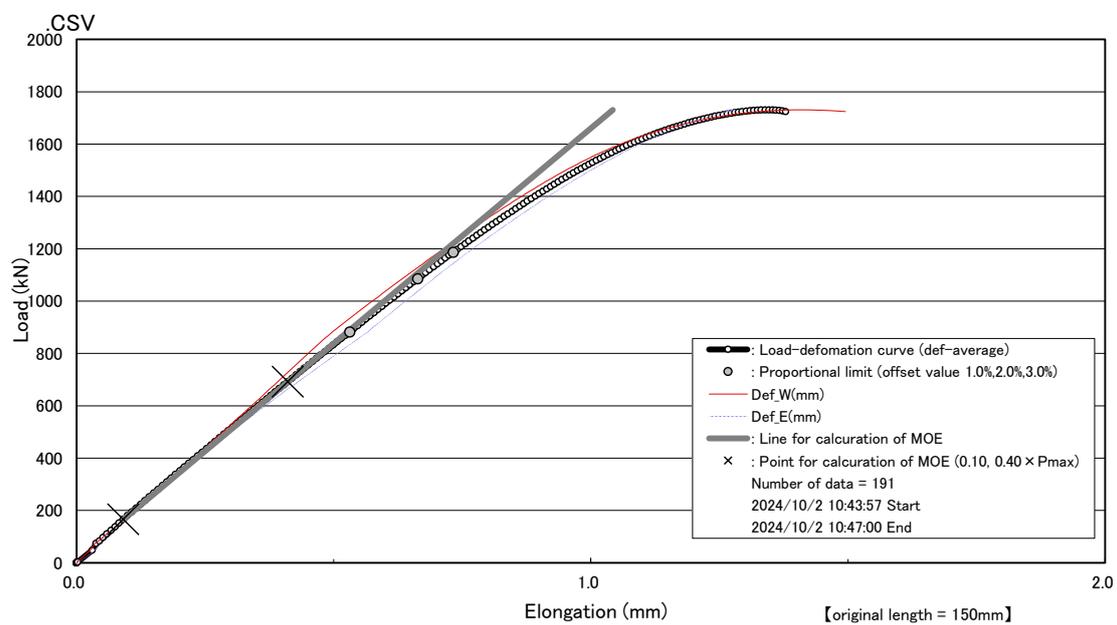


図 2. 3. 3-36 圧縮試験 (450-6)



写真 2. 3. 3-61 圧縮試験 (450-6)

圧縮試験結果 (450-7)

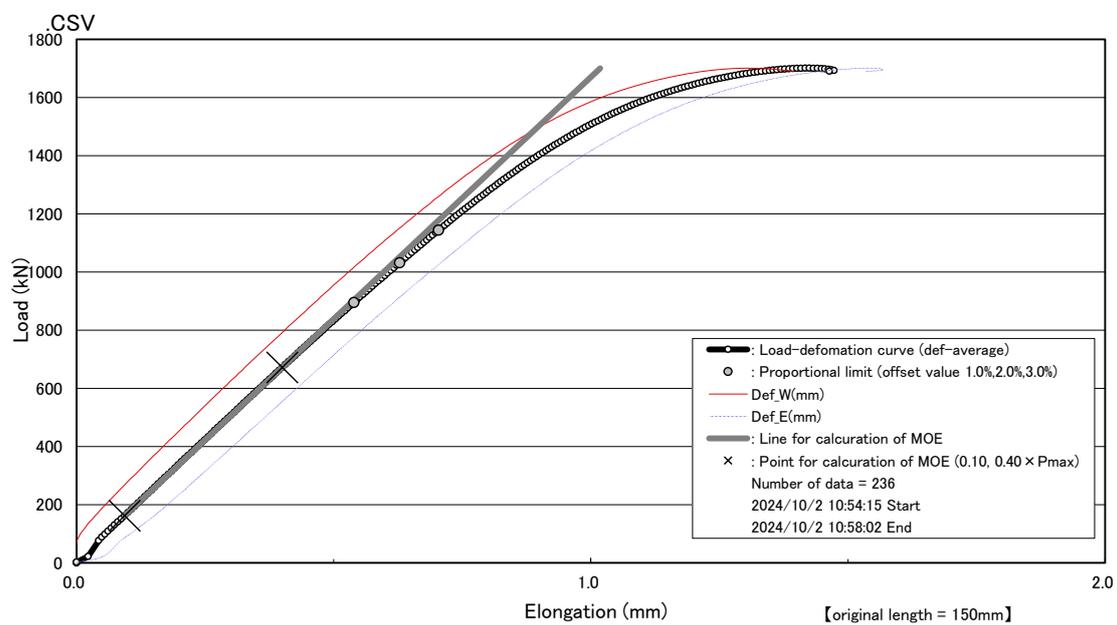


図 2.3.3-37 圧縮試験 (450-7)



写真 2. 3. 3-62 圧縮試験 (450-7)

圧縮試験結果 (450-8)

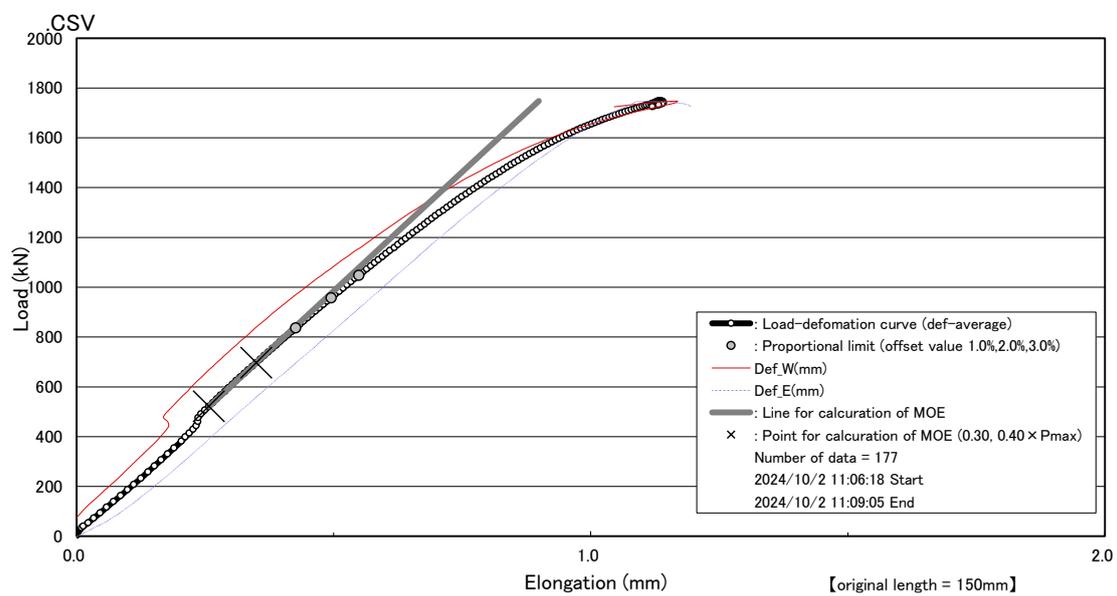


図 2. 3. 3-38 圧縮試験 (450-8)



写真 2. 3. 3-63 圧縮試験 (450-8)

圧縮試験 (厚 300)



写真 2. 3. 3-64 圧縮試験 (300)

圧縮試験結果 (梁せい300)

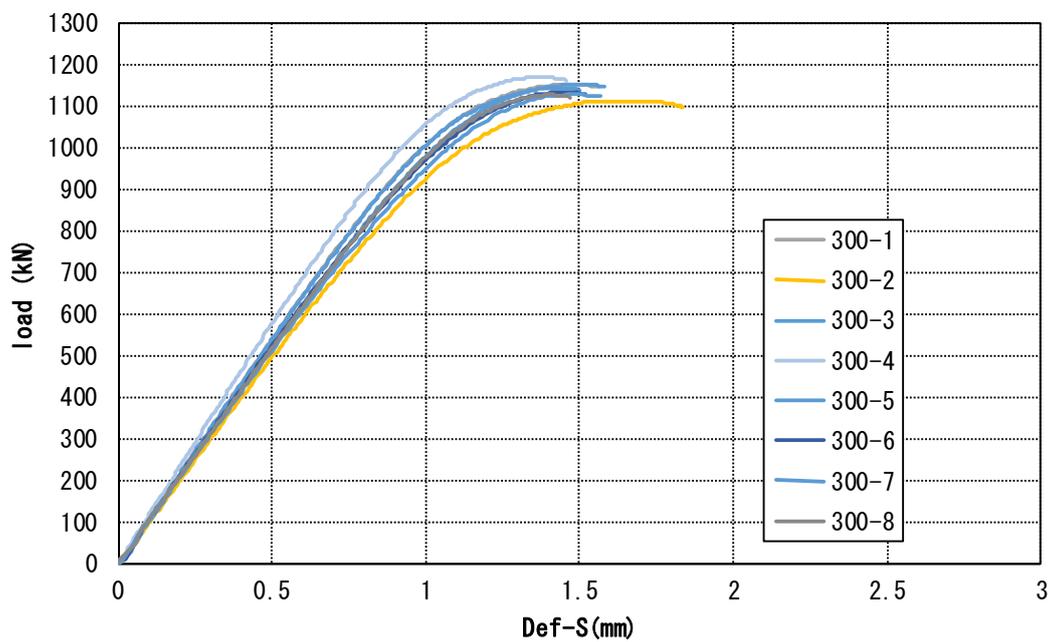


図 2.3.3-39 圧縮試験 (300)

圧縮試験結果 (300-1)

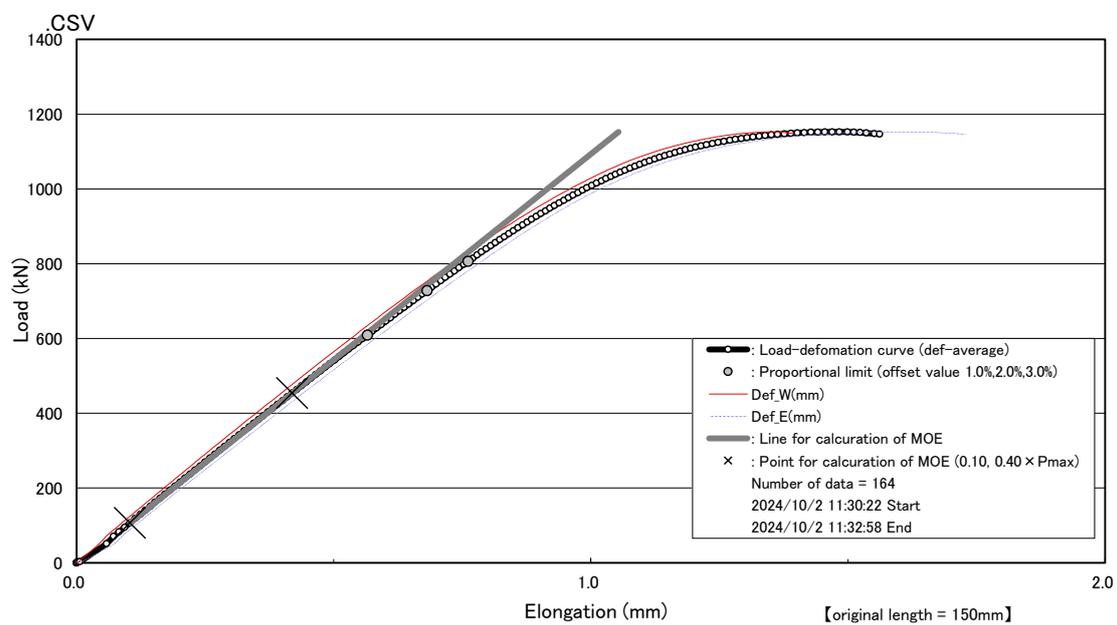


図 2. 3. 3-40 圧縮試験 (300-1)



写真 2. 3. 3-65 圧縮試験 (300-1)

圧縮試験結果 (300-2)

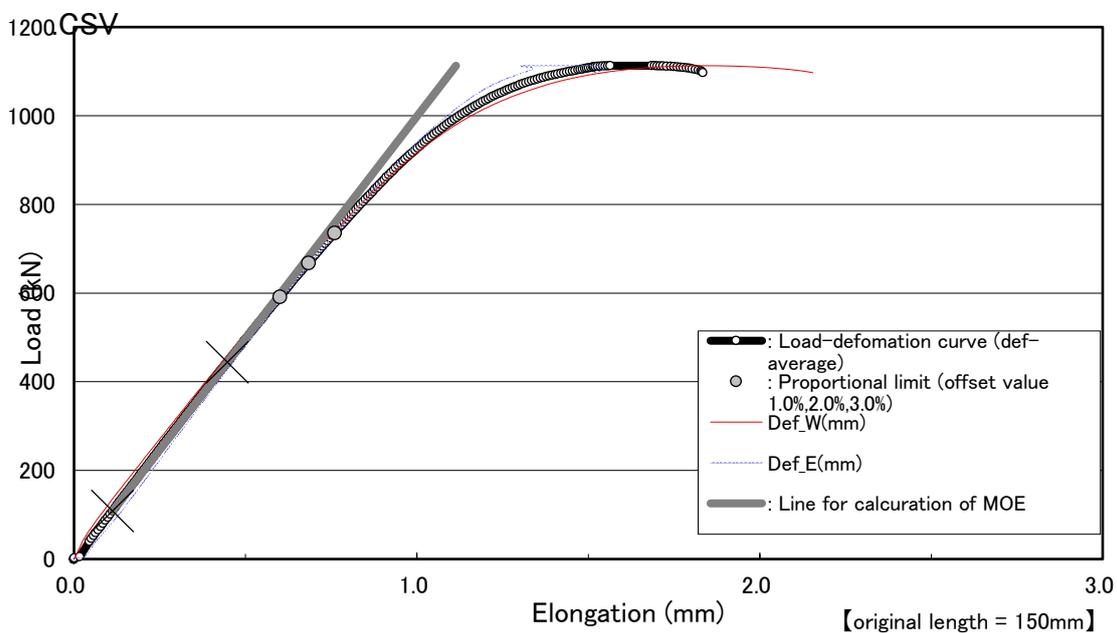


図 2.3.3-41 圧縮試験 (300-2)



写真 2. 3. 3-66 圧縮試験 (300-2)

圧縮試験結果 (300-3)

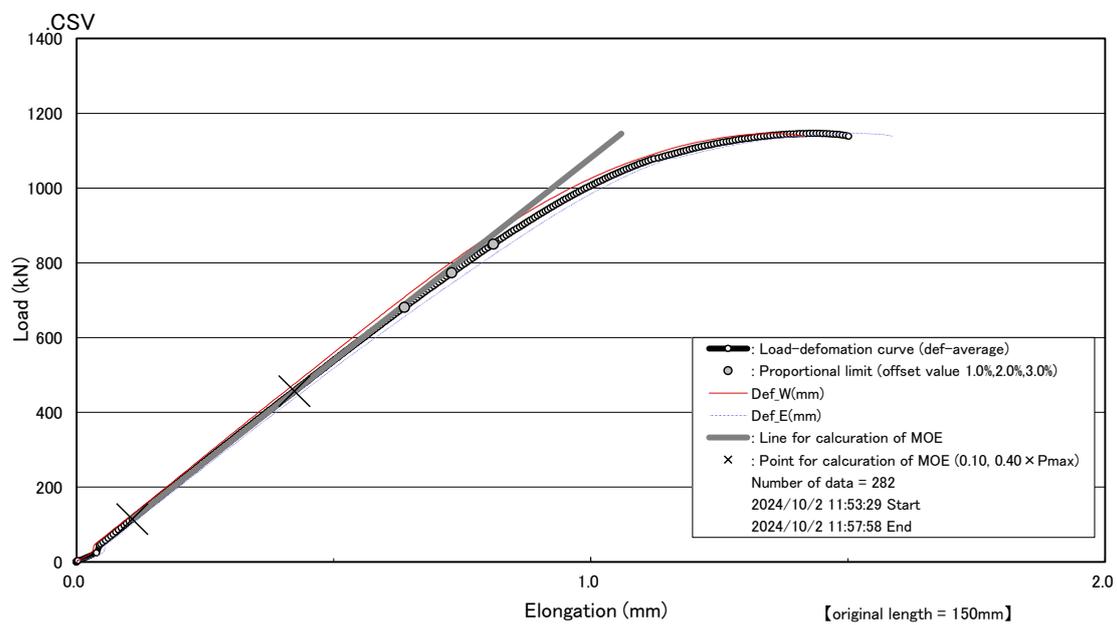


図 2. 3. 3-42 圧縮試験 (300-3)



写真 2.3.3-67 圧縮試験 (300-3)

圧縮試験結果 (300-4)

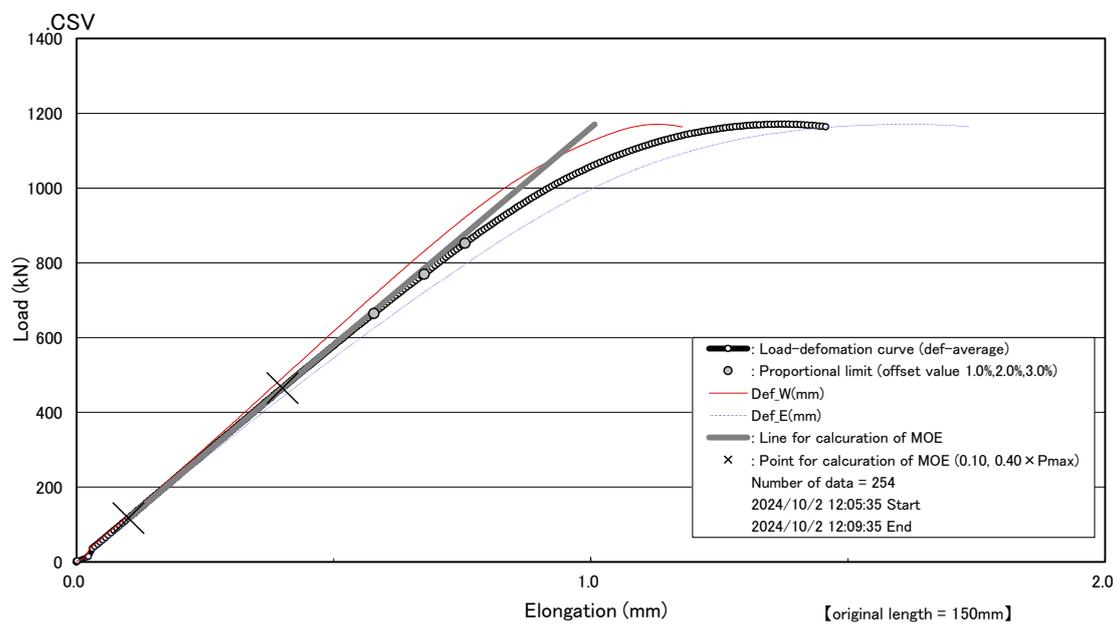


図 2. 3. 3-43 圧縮試験 (300-4)



写真 2. 3. 3-68 圧縮試験 (300-4)

圧縮試験結果 (300-5)

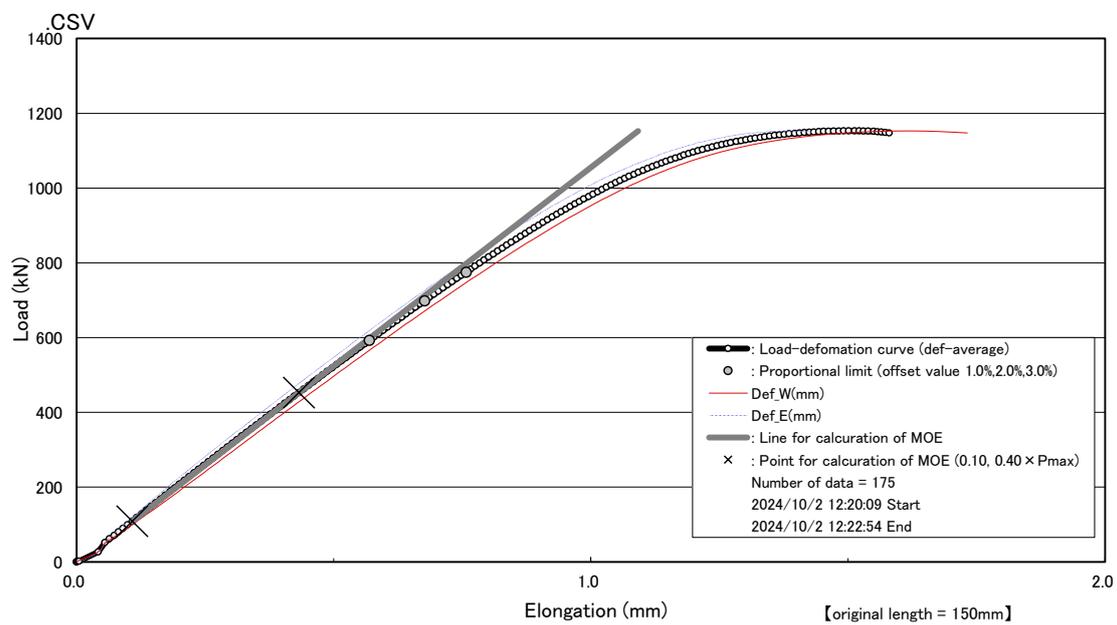


図 2.3.3-44 圧縮試験 (300-5)



写真 2. 3. 3-69 圧縮試験 (300-5)

圧縮試験結果 (300-6)

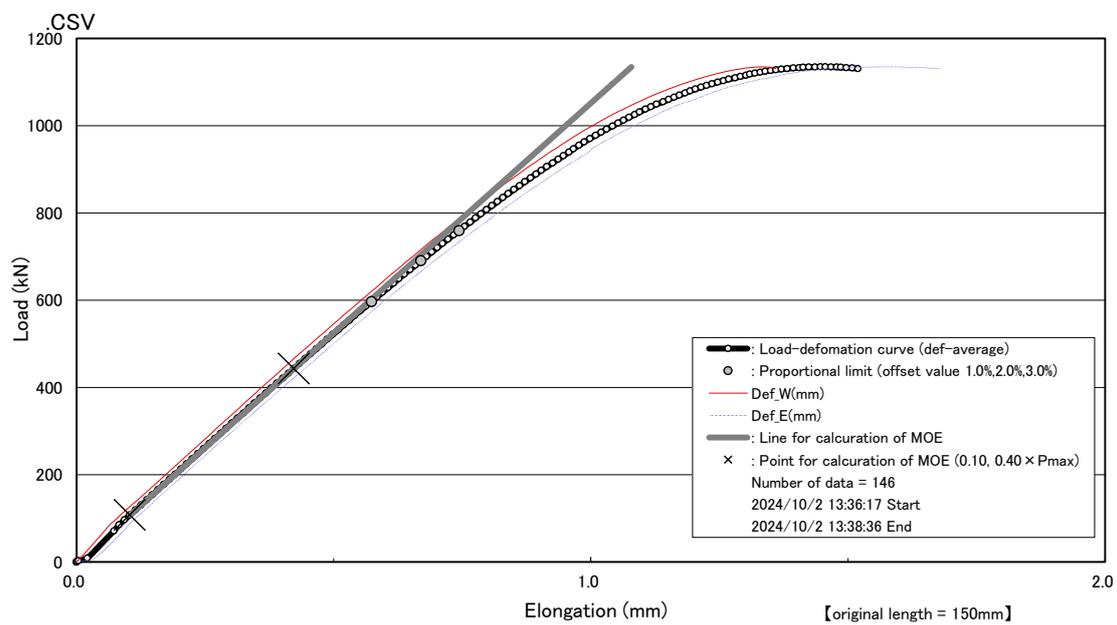


図 2. 3. 3-45 圧縮試験 (300-6)



写真 2. 3. 3-70 圧縮試験 (300-6)

圧縮試験結果 (300-7)

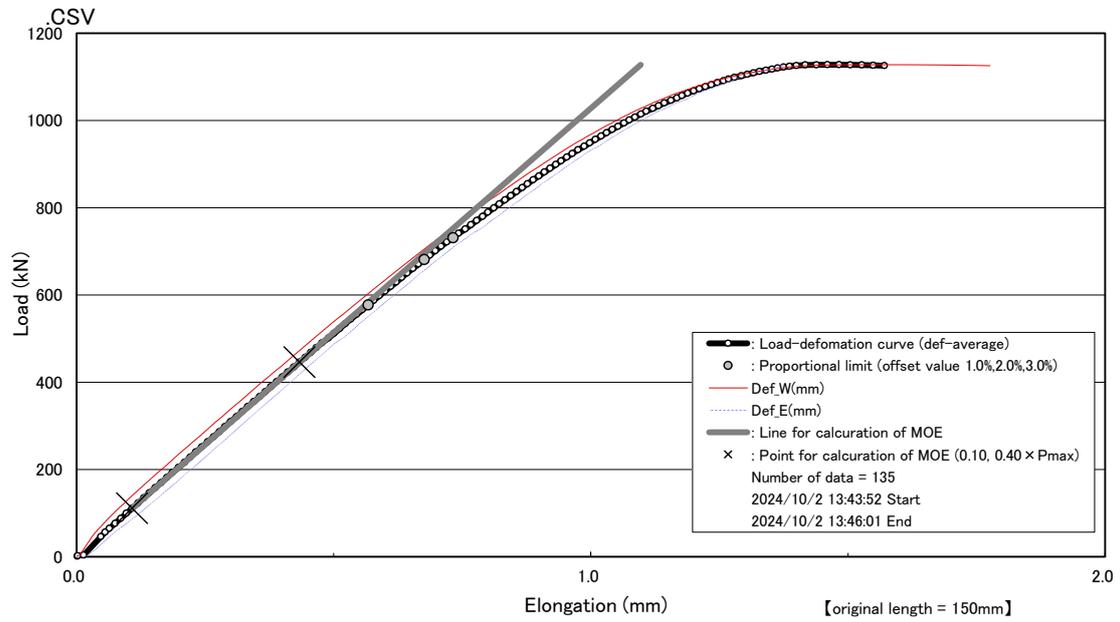


図 2. 3. 3-46 圧縮試験 (300-7)



写真 2.3.3-71 圧縮試験 (300-7)

圧縮試験結果 (300-8)

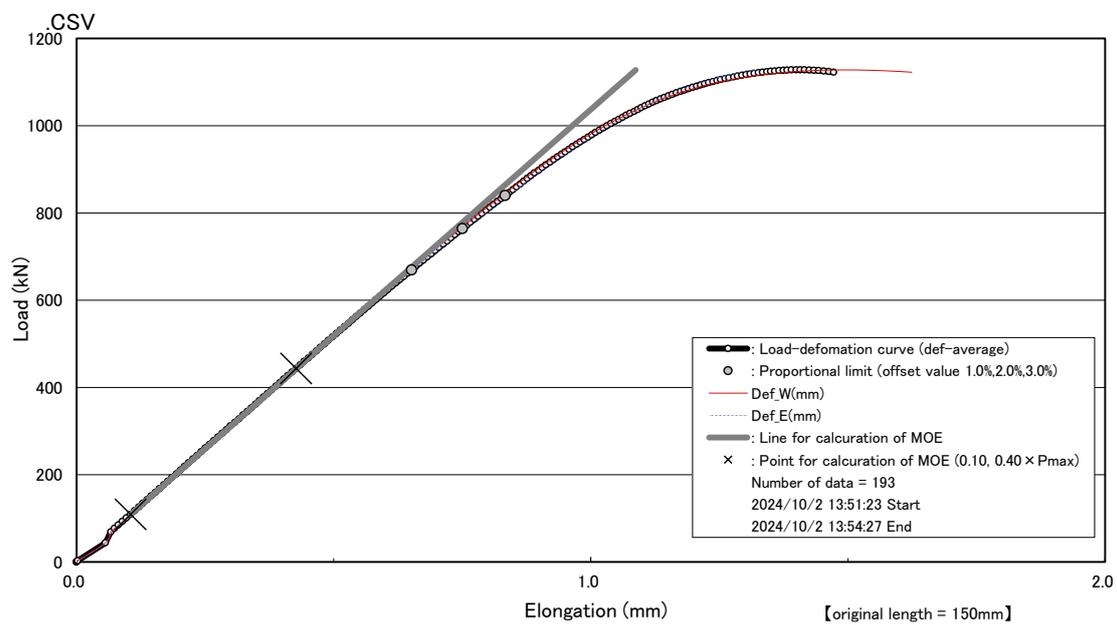


図 2. 3. 3-47 圧縮試験 (300-8)

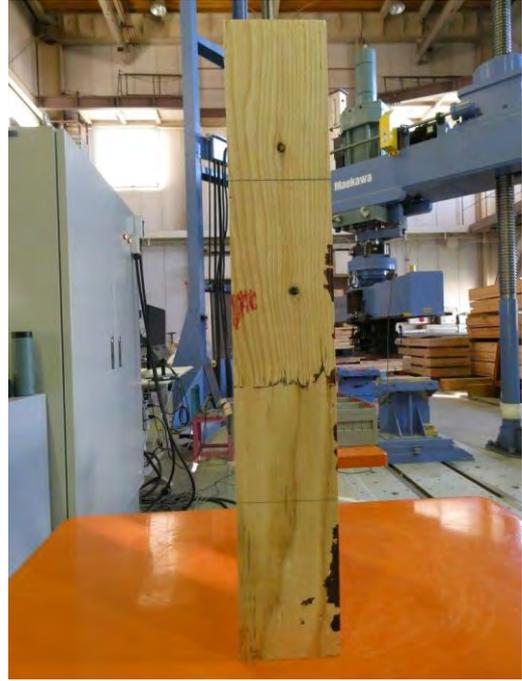


写真 2. 3. 3-72 圧縮試験 (300-8)

圧縮試験 (厚 150)

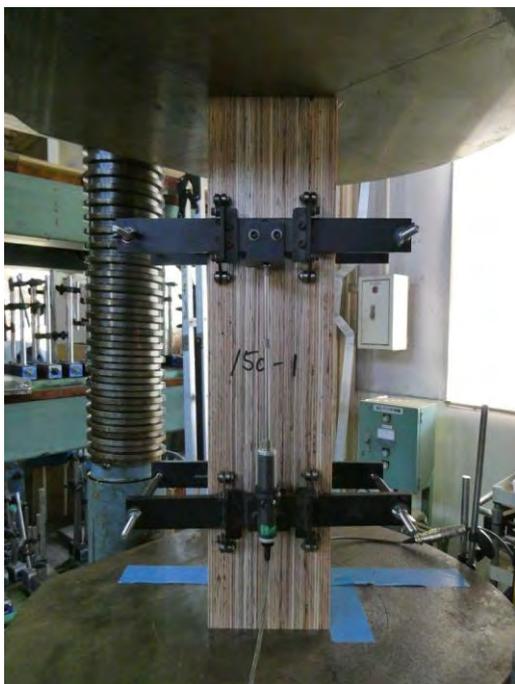


写真 2. 3. 3-73 圧縮試験 (梁せい 150)

圧縮試験結果（梁せい150）

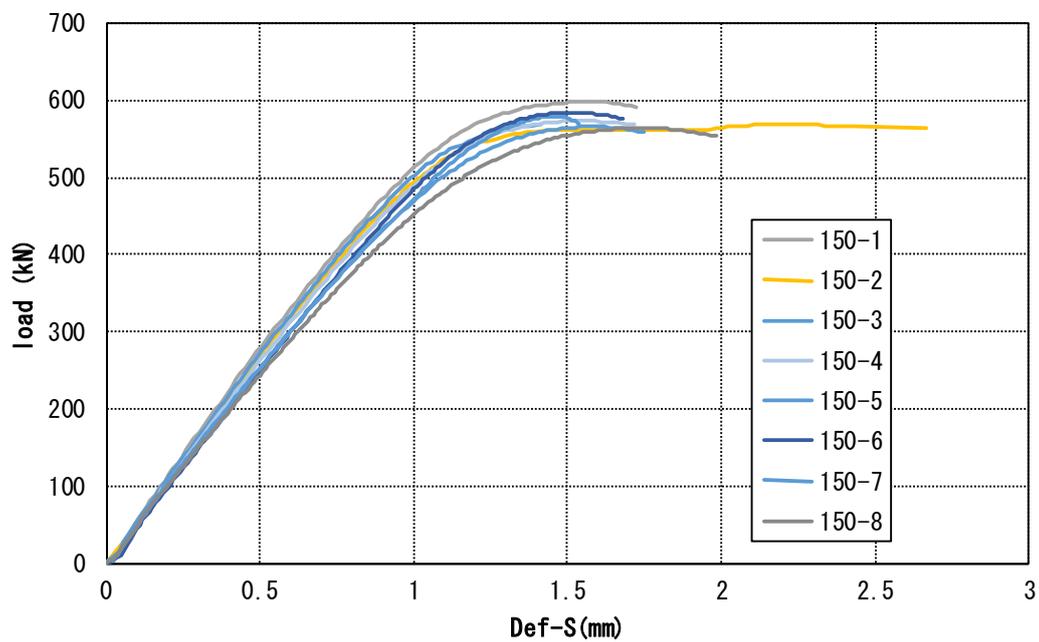


図 2.3.3-48 圧縮試験結果（梁せい150）

圧縮試験結果 (150-1)

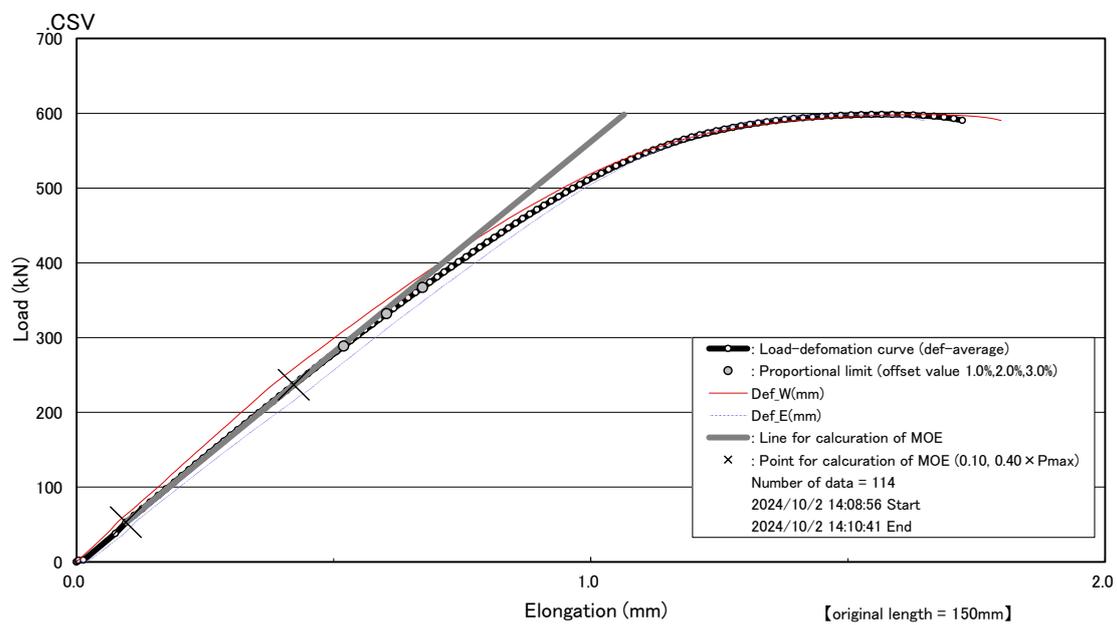


図 2.3.3-49 圧縮試験 (150-1)



写真 2.3.3-74 圧縮試験 (150-1)

圧縮試験結果 (150-2)

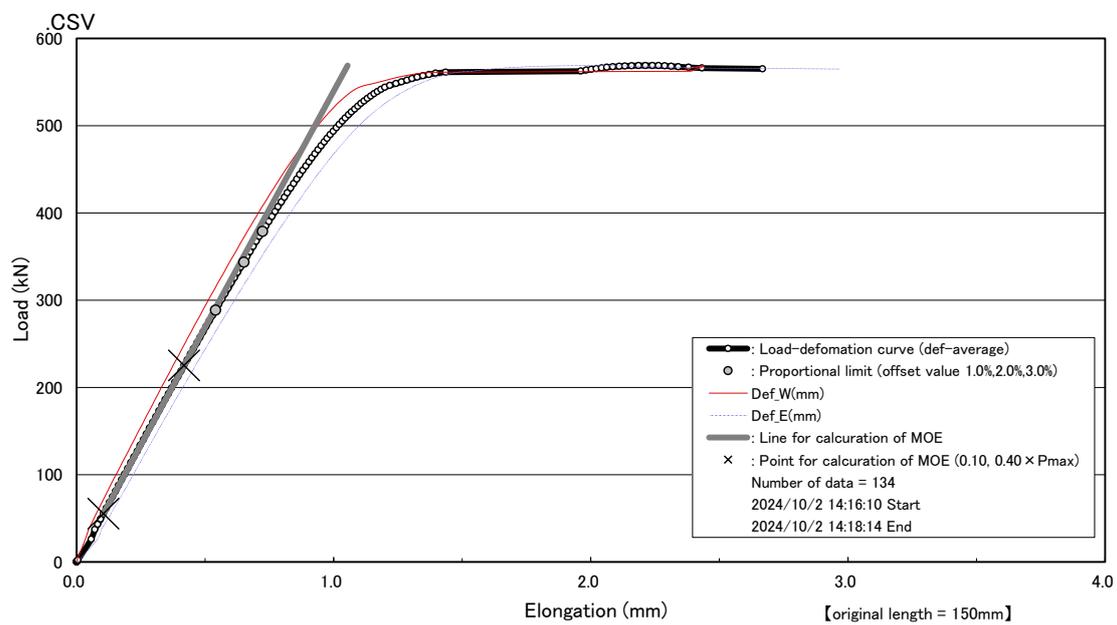


図 2. 3. 3-50 圧縮試験 (150-2)



写真 2. 3. 3-75 圧縮試験 (150-2)

圧縮試験結果 (150-3)

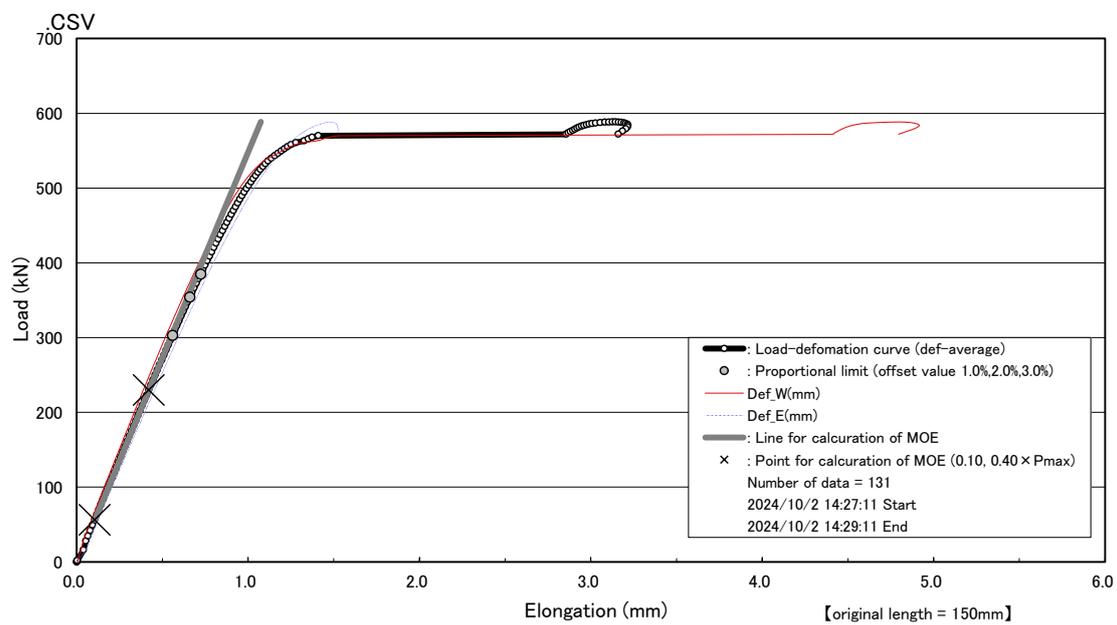


図 2.3.3-51 圧縮試験 (150-3)



写真 2. 3. 3-76 圧縮試験 (150-3)

圧縮試験結果 (150-4)

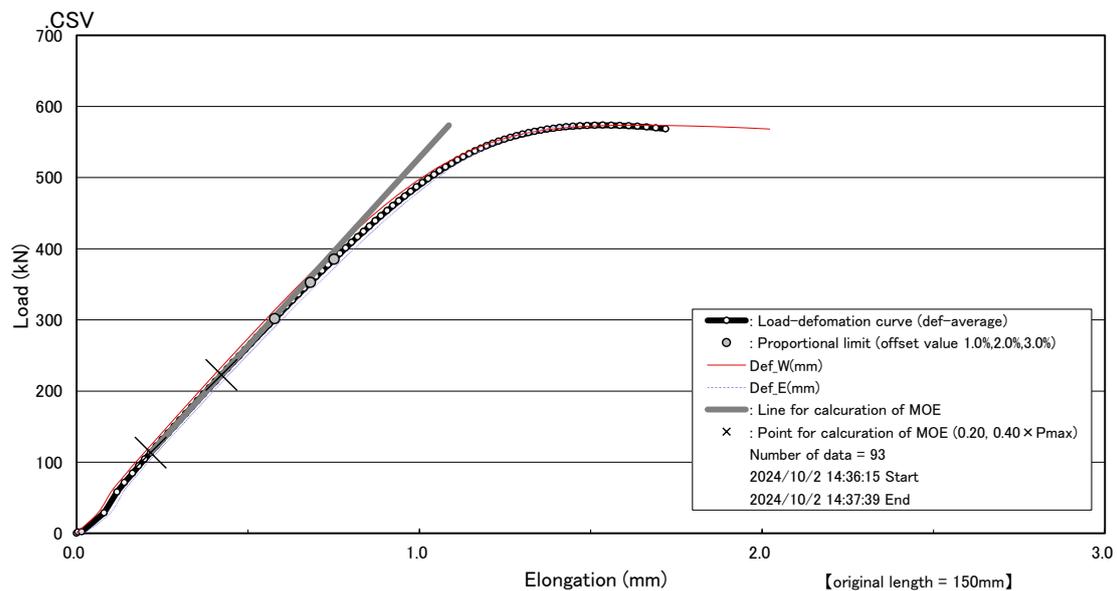


図 2.3.3-52 圧縮試験 (150-4)



写真 2.3.3-77 圧縮試験 (150-4)

圧縮試験結果 (150-5)

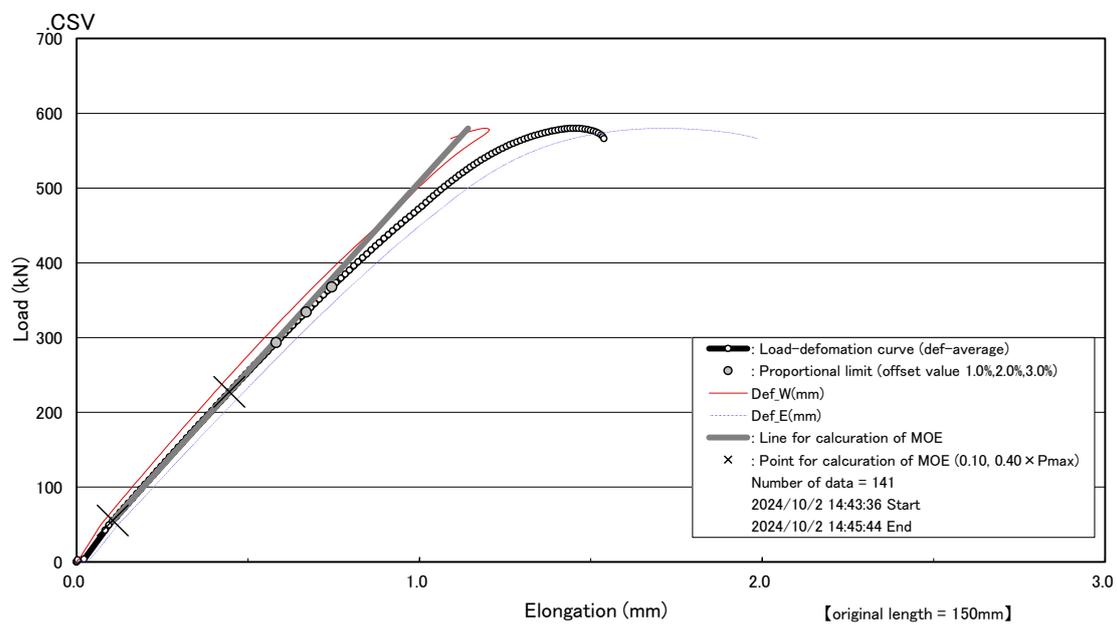


図 2. 3. 3-53 圧縮試験 (150-5)



写真 2. 3. 3-78 圧縮試験 (150-5)

圧縮試験結果 (150-6)

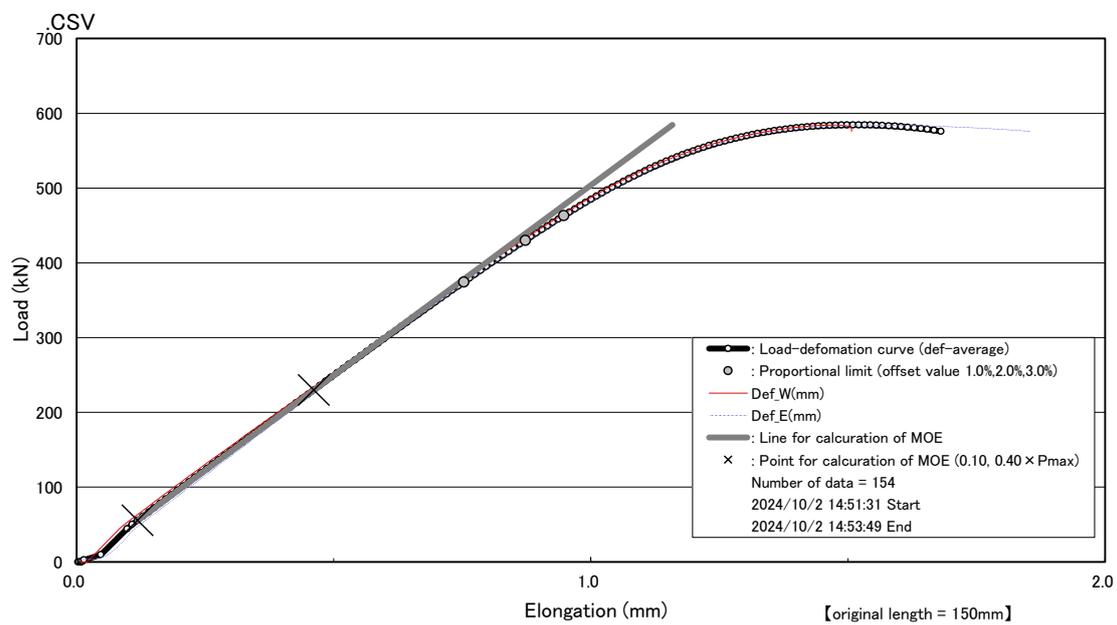


図 2. 3. 3-54 圧縮試験 (150-6)



写真 2. 3. 3-79 圧縮試験 (150-6)

圧縮試験結果 (150-7)

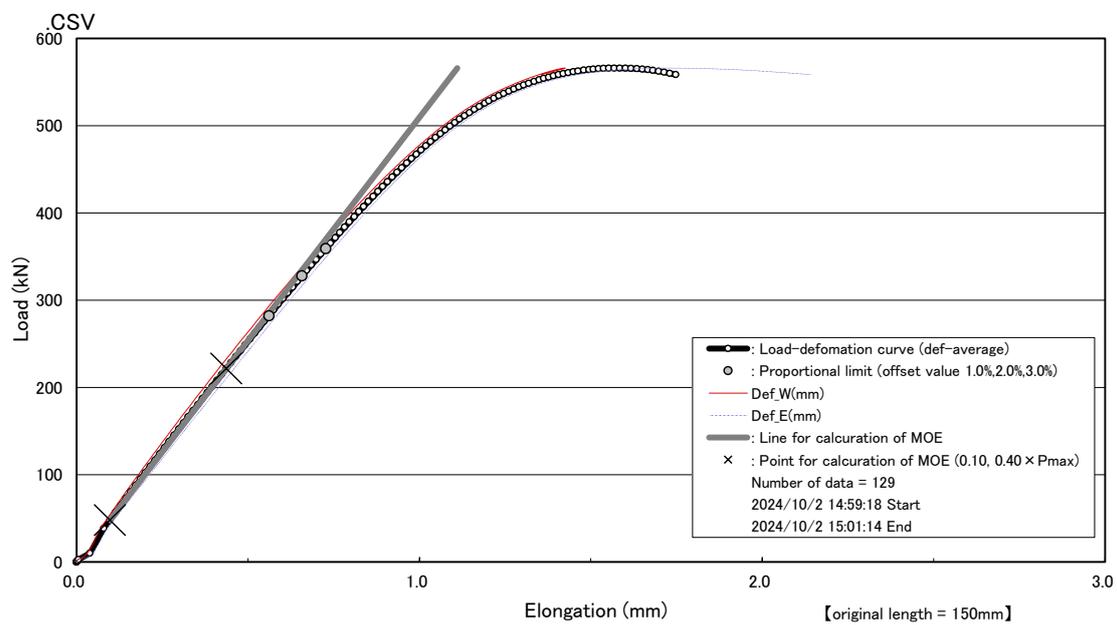


図 2. 3. 3-55 圧縮試験 (150-7)



写真 2. 3. 3-80 圧縮試験 (150-7)

圧縮試験結果 (150-8)

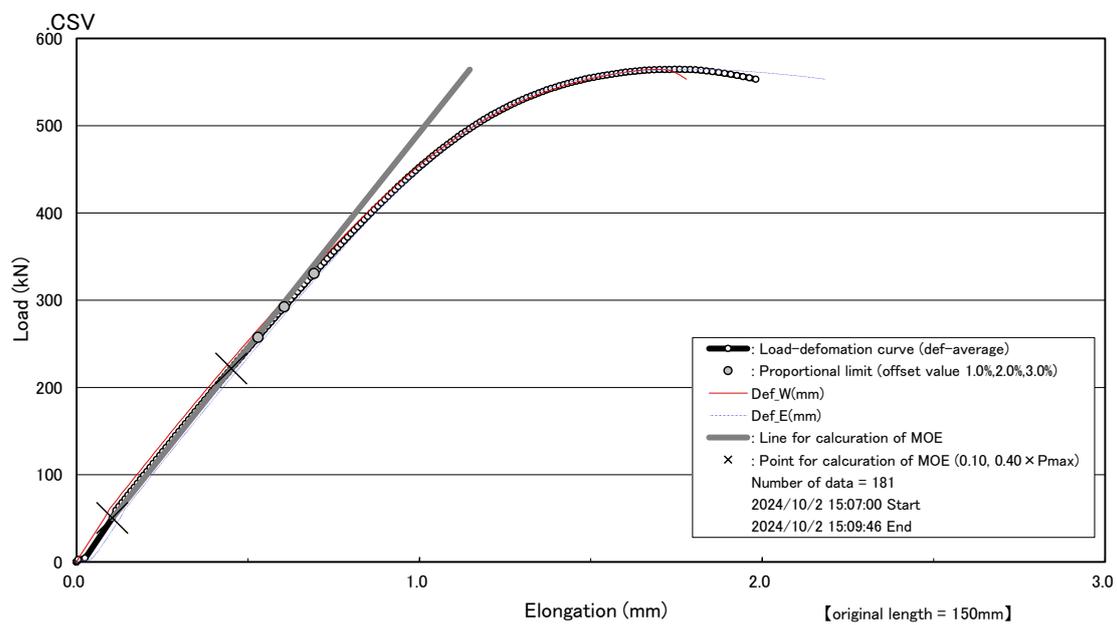


図 2. 3. 3-56 圧縮試験 (150-8)



写真 2. 3. 3-81 圧縮試験 (150-8)

## 2. 4 まとめ

本研究では、横架材における国産材比率の向上を目指し、カラマツおよびシラカンバによる高強度 LVL とスギの低強度 LVL を用いたハイブリッド LVL を製造した。LVL ラミナおよび実大ハイブリッド LVL の実大引張・圧縮試験の評価を行った。得られた成果の概要を以下にまとめる。

### 【LVL ラミナの性能評価】

◆製造した LVL ラミナ（スギ）について、曲げ、引張、せん断試験を行い性能を評価した。曲げ試験及びせん断試験は平使いと縦使いの両方向について実施した。

曲げ試験の平使い、縦使いともに、スギよりもカラマツの方が脆性的な破壊を示した。本試験方法は、LVL の JAS による曲げ評価方法とはやや異なるが、JAS の基準に当てはめると、スギが「100E-375F<sub>HV</sub>」、カラマツが「120E-385F<sub>HV</sub>」の区分に適合する結果となった。

### 【ハイブリッド LVL の性能評価】

◆ハイブリッド LVL の実大引張試験を森林総合研究所が所有する木材用実大横型引張試験機（最大容量：2000kN、前川試験機製）を用いて、試験体長さ L 方向の両端をチャックによって掴み、7mm/min の変位速度によって実施した。引張試験の結果、グループ内での強度のばらつきは比較的小さいようであった。材せいが大きくなるほど強度が低下する寸法効果は認められなかった。ただし、変位測定用治具を設置するため、H150 のみチャック間距離を他の 9h ではなく 12h にしたことにより、最大の欠点部分が入る確率が増加し、その影響で強度が低下した可能性があることに留意する必要がある。

圧縮試験の結果、H450、H300、H150 とも破壊形態に大きな違いはなかった。最大荷重に至るまでは材面に小さな浮き上がりが見られた。最大荷重に達した後、広い面に斜めに圧縮破壊が生じる試験体があった。また、急激に荷重が低下して材縁部付近の接着層が剥離し、剥離した部分が座屈する試験体もあった。グループ内での強度のばらつきは非常に小さかった。材せいが大きくなるほど強度が低下する寸法効果は認められなかった。

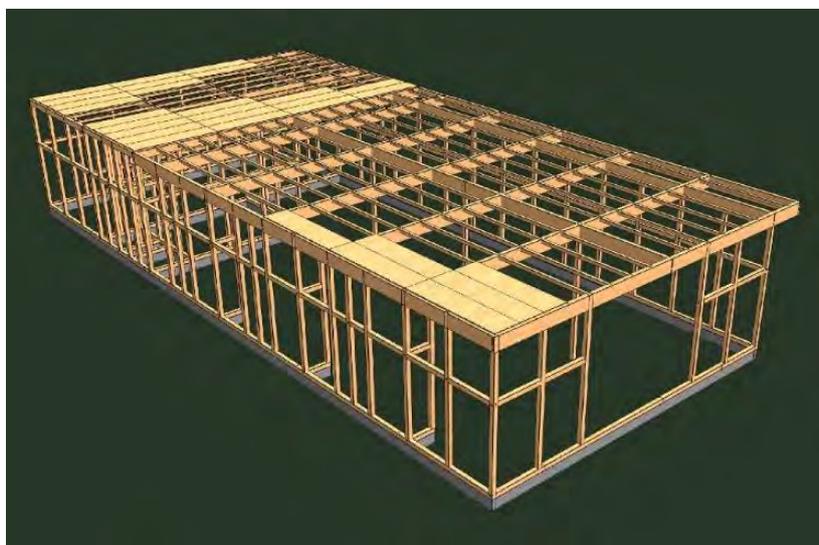
### 3. 長尺 LVL 床版開発

#### 3. 1 目的

中大規模非住宅の水平構面に長尺 LVL 面材を用いた床倍率 20 倍の仕様を目指したタイロッド式での面内せん断試験結果を報告する。なお、先行研究においては、面材詳細計算法の適用範囲外となる脆性的な破壊モード(土台の割裂)が発生する仕様がみられた。そこで、本研究では軸材の割裂を防止する試験方法に関する検討を行った。

年度	普及活動	LVL面材水平構面開発							
		マニュアル	住宅想定 床倍率8倍程度			非住宅想定 床倍率15倍程度			
			1本あたりく ぎせん断性能		実大サ イズ 検証	1本あたりく ぎせん断性能		実大サ イズ 検証	
			詳細計 算法	ロケッ ト型		詳細計 算法	ロケッ ト型		
R04	2022				○		○	○	○
R05	2023			○	○	○	○	○	
R06	2024		○	○			○		
R07	2025	☆							

○：データ取得 ☆：予定



### 3. 2 実施体制

本事業では下記委員会を設け、それぞれの有識者に参加いただき計画立案・試験の実施・性能検証を行った。

1.	委員長	東京大学	稲山正弘	名誉教授					
2.	委員	島根県産業技術センター	河村 進	木質材料科 科長					
3.	委員	建材試験センター	早崎洋一	西日本試験所 試験課 主幹					
4.	委員	(一社)日本建設業連合会	平野 晋	株式会社奥村組					
5.	委員	アウェア株式会社	椿田竜也	取締役					
	会員会社								
6.		株式会社ウッドワン	牧野克己	構造システム営業部 シニアマネージャー					
7.		株式会社ウッドワン	菅田啓子	技術開発部 課長					
8.		株式会社ウッドワン	泉谷龍彦	技術開発部 係長					
9.		株式会社ウッドワン	岡本肇	構造システム営業部 課長					
10.		株式会社ウッドワン	疋田慎二	構造システム営業部 係長					
11.		株式会社オーシカ	小池将人	中央研究所4G グループ長					
12.		株式会社キータック	吉田智則	営業部 副部長					
13.		シネジック株式会社	寺澤正広	営業本部 R&D推進室 マネージャー					
14.		若井ホールディングス株式会社	橋本岳史	開発本部					
15.		セメダイン株式会社	久住 明	研究開発部 顧問					
16.		セメダイン株式会社	高橋 駿	研究開発部開発グループ技術開発チーム					
17.		ファーストプライウッド株式会社	齋藤寛之	製造部生産本部長					
18.		ファーストプライウッド株式会社	白山 友樹	製造部工場長					
19.		ファーストプライウッド株式会社	千吉良 ひろみ	管理部					
20.		ファーストプライウッド株式会社	久保 光	品質管理課					
21.		株式会社 日新	黄 箭波	常務					
22.		株式会社 日新	松下 清	NS木質科学研究所 部長					
23.		斎藤木材工業株式会社	貴船達也	建築部 課長					
24.		石巻合板工業株式会社	阿部勝浩	製造部管理チーム 次長					
25.		石巻合板工業株式会社	野田和成	企画課 課長					
	オブザーバー								
26.		林野庁木材産業課	立花紀之	木材専門官					
27.		林野庁木材産業課	森口幹太	木材製品調査班 建築用木材企画係長					
28.		木構造振興株式会社	平原章雄	常務取締役					
	事務局								
29.		全国LVL協会	平沼孝太	事務局長					
30.			李 元羽	技術部長					
31.			成田敏基	技術課長					
32.			崔 華暉						

### 3. 3 実施内容

中大規模非住宅の水平構面に長尺 LVL 面材を用いた床倍率 20 倍の仕様を目指したタイロッド式での面内せん断試験結果を報告する。なお、昨年までに実施した柱脚固定式では面材詳細計算法の適用範囲外となる脆性的な破壊モード(土台の割裂)が発生する仕様がみられた。そこで、本事業では軸材の割裂を防止する試験方法に関する検討を行った。

#### 3. 3. 1 試験

#### 3. 3. 2 結果

#### 3. 3. 3 まとめ

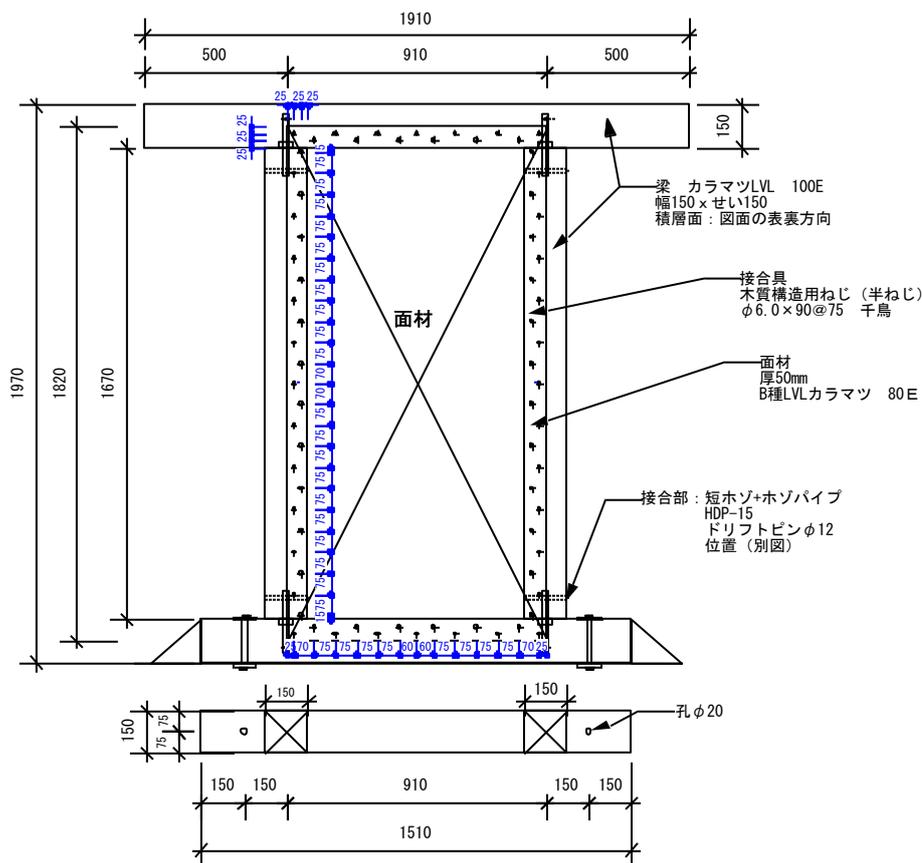
#### 3. 3. 4 試験詳細

#### 3. 3. 5 (案) 水平構面マニュアル

### 3. 3. 1 試験

試験体仕様を表 3-3-1 に、試験体図を図 3-3-1、写真 3-3-1 に示す。軸組寸法は幅 910mm × 高さ 1820mm、面材の留め付けは CN75 または木質構造用ねじ（半ねじ）とした。仕口加工部の割れを誘発しないよう梁間接合は短ほぞとほぞパイプとした。各仕様 3 体または 1 体とし、フレーム耐力算出用に面材を張らないフレームのみの仕様を、躯体仕様ごとに 1 体実施している。

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で 1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad の正負交番 3 回繰返し加力(1/30rad は 1 回)とし、1/15rad 以上又は 0.8Pmax に至るまでの加力を行った。



No. 14 KL150mm-K50-SC60 (90) 75C

図 3-3-1 試験体の例 (No14)

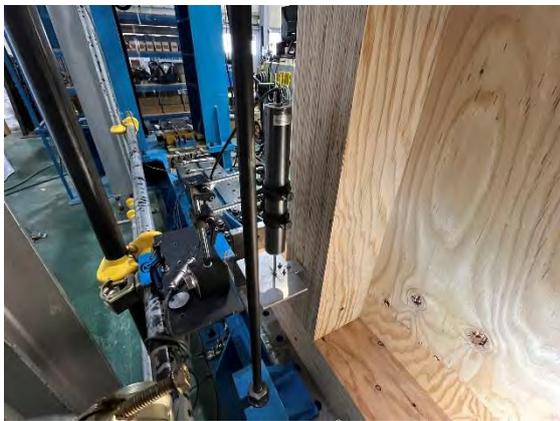


写真 3-3-1 試験体各部 (No14)

表 3-3-1 試験体仕様

LVL面材水平構面試験仕様

試験体名： ナンバー、梁樹種幅、面材樹種厚、接合具径・長・ピッチ・列、数

【梁】 SU：スギ集成、KL：カラマツLVL、SP：スプルース集成

【面材】 F：フレーム、S：スギ、K：カラマツ、R：ラジアータパイン

【接合具】 SC：Screw（木ネジ）例φ4.8×長65@75mmピッチ：SC48(65)75、CN(75)：釘  
C：Chidori千鳥、L：Line一列

No.	試験体番号	梁			LVL面材	面材接合	過去 実施	試験数		
		幅	せい	樹種等級				Fのみ	面材有	計
								4	28	32
01	No01-SU120mm-F	120	120	スギ集成 65E異		Flame		1		3
02	No02-SU120mm-S30-SC60(90)75C-1				スギ30	φ6.0×90(30)@75千鳥	2022			1
03	No03-SU120mm-K50-SC60(90)75C-1				カラ50	φ6.0×90(30)@75千鳥	2022			1
04	No04-KL120mm-F	120	120	カラマツ LVL100E		Flame		1		5
05	No05-KL120mm-K50-SC60(90)75C-1				カラ50	φ6.0×90(30)@75千鳥	2022			1
06	No06-KL120mm-R50-SC60(90)75C-1				ラジ50	φ6.0×90(30)@75千鳥				1
	No06-KL120mm-R50-SC60(90)75C-2									1
	No06-KL120mm-R50-SC60(90)75C-3						1			
07	No07-SP120mm-F	120	150	スプルース 集成95E 異		Flame		1		19
08	No08-SP120mm-S30-SC48(65)75L-1				スギ30	φ4.8×65(30)@75一列				1
16	No16-SP120mm-S30-SC55(70)75C-1					φ5.5×70(30)@75千鳥				1
	No16-SP120mm-S30-SC55(70)75C-2									1
	No16-SP120mm-S30-SC55(70)75C-3									1
09	No09-SP120mm-S30-SC60(90)150L-UAS-1				接着 SP有	φ6.0×90(30)@150一列				1
	No09-SP120mm-S30-SC60(90)150L-UA-1				接着	φ6.0×90(30)@150一列				1
	No09-SP120mm-S30-CN(75)75L-UA-1				接着	CN75@75一列				1
10	No10-SP120mm-S30-CN(75)50L-1					CN75@50一列				1
	No10-SP120mm-S30-CN(75)50L-2									1
	No10-SP120mm-S30-CN(75)50L-3						1			
11	No11-SP120mm-K30-CN(75)50L-1	カラ30	CN75@50一列				1			
	No11-SP120mm-K30-CN(75)50L-2							1		
	No11-SP120mm-K30-CN(75)50L-3							1		
18	No18-SP120mm-K30-CN(75)50C-1		CN75@50千鳥				1			
12	No12-SP120mm-K50-SC48(90)50C-1	カラ50	φ4.8×90(30)@50千鳥				1			
17	No17-SP120mm-K50-SC60(90)75C-1				φ6.0×90(30)@75千鳥			1		
	No17-SP120mm-K50-SC60(90)75C-2							1		
	No17-SP120mm-K50-SC60(90)75C-3						1			
13	No13-KL150mm-F	150	150	カラマツ LVL100E		Flame		1		5
14	No14-KL150mm-K50-SC60(90)75C-1				カラ50	φ6.0×90(30)@75千鳥				1
15	No15-KL150mm-K50-SC48(90)50C-1					φ4.8×90(30)@50千鳥				
14	No14-KL150mm-K50-SC60(90)75C-2					φ6.0×90(30)@75千鳥				1
14	No14-KL150mm-K50-SC60(90)75C-3					φ6.0×90(30)@75千鳥				1
19	No19-KL150mm-K50-CN(75)50C-1				カラ30	CN75@50千鳥				1

### 3. 3. 2 結果

各試験体の荷重変位曲線を図 3-3-2 に示した。変形状況を写真 3-3-1～写真 3-3-1 に示した。全ての試験体で、パンチングアウトおよび面材の端切れ、面材の座屈は確認されなかった。土台側の接合具留付けに沿った割裂は  $P_{max}$  後の  $0.8P_{max}$  に達した後に確認された。No.04 および No.05 の 1 体は  $1/15rad$  時の加力途中で横梁からの接合具が抜けた後に加力側の縦梁が面材の面外方向の変形に追従し、柱脚部側の接合部位置で縦に割裂が入るか土台側の梁に割裂が入った。

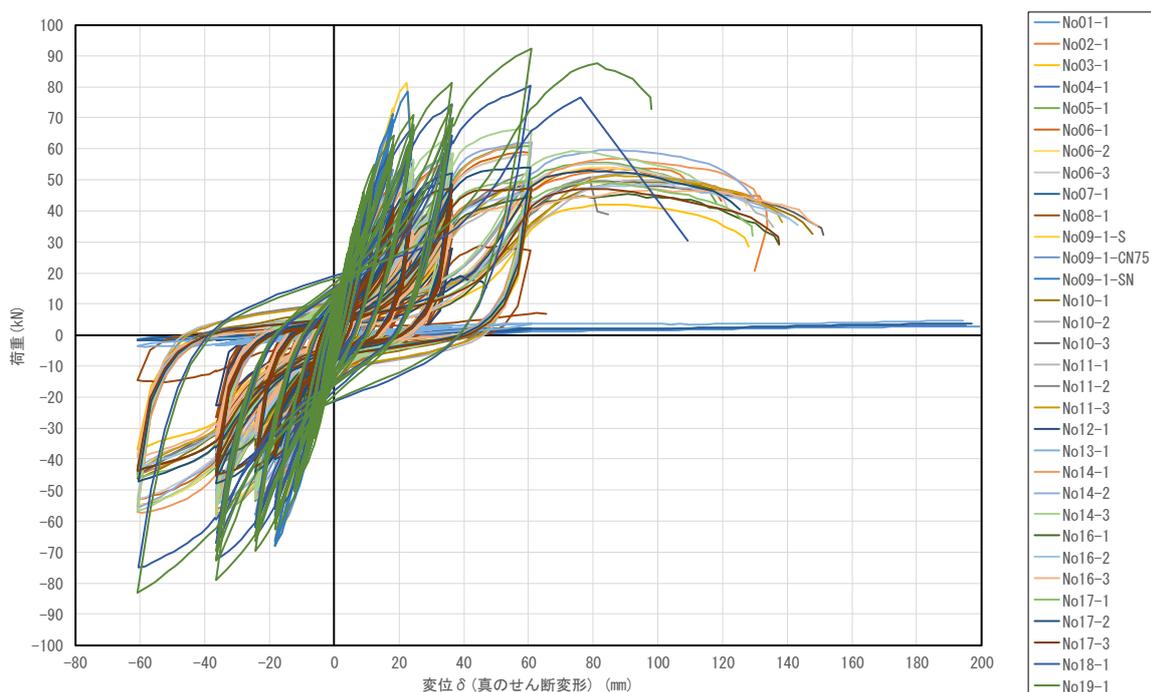


図 3-3-2 荷重変形関係

各試験体のくぎ配列諸係数、面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を表 3-3-2 に示した。各仕様においてフレーム耐力を差し引き、モーメントと真のせん断変形角の包絡線関係から特定値を算出、各仕様の釘配列定数から面材くぎデータを算出した。低減係数は 0.95 とした。

CN75 仕様についてグレー本 2024 記載値と比較したところ、せん断耐力  $P_v$  は 28mm 合板での文献値 1.85kN と同程度か高い数値となった。躯体の違いを比較した面材 30mm 厚、CN75 接合において LVL とスプルー集成材は剛性  $k$ ,  $P_v$  ともに同程度であった。面材 50mm 厚、ビス径 6.0 接合では、 $k$ ,  $P_v$  ともにスプルー集成材より LVL が最大 20% 大きい結果となった。梁幅の違い 120mm と 150mm を躯体 LVL、ビス径 6.0 で比較したところ、接合間隔 ABC を変えても、 $k$ ,  $P_v$  ともに同程度であった。面材の樹種違いについて 30mm 厚、CN75 接合では、スギとカラマツでは  $k$  は 30% ほどカラマツが高いものの、 $P_v$  は同程度であった。50mm 厚、ビス径 6.0 接合では、カラマツよりラジアータパインが  $k$  は 20% ほど大きい。



表 3-3-3、表 3-3-4 にばらつきを考慮した面内くぎ等 1 面せん断データを示した。

表 3-3-3

	No08-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	2.46			2.46	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.24			0.24	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.66			0.66	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	2.46
$\delta_{v0}$ (cm)	0.24
$\delta_{u0}$ (cm)	0.66
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	2.33
$k$ (kN/cm)	9.61

	No09-1-S			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	9.88			9.88	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.19			0.19	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.36			0.36	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	9.88
$\delta_{v0}$ (cm)	0.19
$\delta_{u0}$ (cm)	0.36
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	9.38
$k$ (kN/cm)	48.75

	No9-1-SN			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	9.50			9.50	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.19			0.19	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.36			0.36	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	9.50
$\delta_{v0}$ (cm)	0.19
$\delta_{u0}$ (cm)	0.36
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	9.02
$k$ (kN/cm)	48.55

	No9-1-CN75			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	4.64			4.64	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.14			0.14	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.38			0.38	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	4.64
$\delta_{v0}$ (cm)	0.14
$\delta_{u0}$ (cm)	0.38
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	4.41
$k$ (kN/cm)	31.93

	No10-1	No10-2	No10-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	2.49	2.64	2.53	2.55	0.0630	0.025	0.988
$\delta v$ (cm)	0.35	0.35	0.34	0.35	0.0069	0.020	0.991
$\delta u$ (cm)	2.62	2.47	2.66	2.58	0.0827	0.032	0.985

$\Delta P_{v0}$ (kN)	2.52
$\delta_{v0}$ (cm)	0.35
$\delta_{u0}$ (cm)	2.54
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	2.39
$k$ (kN/cm)	6.91

	No11-1	No11-2	No11-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta P_v$ (kN)	2.47	2.60	2.58	2.55	0.0561	0.022	0.990
$\delta v$ (cm)	0.27	0.26	0.27	0.27	0.0068	0.026	0.988
$\delta u$ (cm)	2.48	1.53	2.55	2.18	0.4664	0.214	0.899

$\Delta P_{v0}$ (kN)	2.52
$\delta_{v0}$ (cm)	0.26
$\delta_{u0}$ (cm)	1.96
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	2.39
$k$ (kN/cm)	9.05

表 3-3-4

	No12-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	2.46			2.46	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.21			0.21	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.70			0.70	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	2.46
$\delta_{v0}$ (cm)	0.21
$\delta_{u0}$ (cm)	0.70
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	2.33
$k$ (kN/cm)	11.10

	No14-1	No14-2	No14-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	4.37	4.53	4.73	4.54	0.1508	0.033	0.984
$\delta v$ (cm)	0.24	0.22	0.24	0.23	0.0103	0.044	0.979
$\delta u$ (cm)	2.37	2.38	1.98	2.24	0.1875	0.084	0.961

$\Delta P_{v0}$ (kN)	4.47
$\delta_{v0}$ (cm)	0.23
$\delta_{u0}$ (cm)	2.15
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	4.24
$k$ (kN/cm)	18.56

	No16-1	No16-2	No16-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	3.37	3.60	3.45	3.47	0.0956	0.028	0.987
$\delta v$ (cm)	0.37	0.39	0.42	0.39	0.0225	0.057	0.973
$\delta u$ (cm)	2.38	2.54	2.76	2.56	0.1524	0.060	0.972

$\Delta P_{v0}$ (kN)	3.43
$\delta_{v0}$ (cm)	0.38
$\delta_{u0}$ (cm)	2.49
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	3.25
$k$ (kN/cm)	8.49

	No17-1	No17-2	No17-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	3.75	4.09	3.60	3.82	0.2055	0.054	0.975
$\delta v$ (cm)	0.25	0.27	0.21	0.24	0.0247	0.102	0.952
$\delta u$ (cm)	2.35	2.32	2.43	2.37	0.0467	0.020	0.991

$\Delta P_{v0}$ (kN)	3.72
$\delta_{v0}$ (cm)	0.23
$\delta_{u0}$ (cm)	2.35
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	3.53
$k$ (kN/cm)	15.32

	No18-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	1.99			1.99	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.26			0.26	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	1.60			1.60	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	1.99
$\delta_{v0}$ (cm)	0.26
$\delta_{u0}$ (cm)	1.60
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	1.89
$k$ (kN/cm)	7.26

	No19-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	2.30			2.30	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.29			0.29	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	1.84			1.84	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	2.30
$\delta_{v0}$ (cm)	0.29
$\delta_{u0}$ (cm)	1.84
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	2.18
$k$ (kN/cm)	7.50

昨年の面内せん断試験で実施したサイズ幅 910mm×長 4095mm の床構面での床倍率を算出した。表 3-3-5 に示した。接合具の留め付けと間隔は四周固定、試験時と同様とし、低減係数は 0.95 とした。参考床倍率は CN75@50 一列で 14.1 倍、ビス  $\phi 5.5 \times 70@75$  二列で 11.9 倍、ビス  $\phi 6.0 \times 90@75$  二列で 20.4 倍となった。決定因子のうち、面材がスギ LVL では  $M(1/150\text{rad})$  で、カラマツ LVL では  $\text{Mu}$  が最小値であった。

表 3-3-5 床倍率参考値

試験体仕様		一面せん断数値										B910×H4095の場合				試験と同じピッチ配置			
試験体番号	試験体数	試験方式	軸材/見付幅	面材LVL	接合具	面材 接着	ピッチ	ΔPv0 kN	δv0 cm	δu0 cm	ΔPva kN	k kN/cm	My kN・cm	M150(=k0/150) kN・cm	0.2(2μ-1)Mu kN・cm	Pa (=min(3)/H) kN	α	αPa kN	相当倍率 (Pa/1.96/0.91)
仕様11	3	柱脚固定	1 スギ集120	スギt30	6.0×90(30)	75千鳥	4.14	0.50	2.58	3.93	7.89	17720	8762	10589	21.40	0.95	20.33	11.4	
																			繰返
																			3
仕様01	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	4.20	0.43	2.08	3.99	9.28	17991	11221	10772	26.30	0.95	24.99	14.0	
																			繰返
																			1
仕様03	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	4.16	0.45	2.17	3.95	8.74	17811	10612	10665	25.91	0.95	24.62	13.8	
																			繰返
																			3
仕様05	3	柱脚固定	1 スギ集105	カラt50	6.0×110(30)	150	4.90	0.40	2.41	4.56	11.29	11269	7455	7578	18.21	0.95	17.30	9.7	
																			繰返
																			1
仕様06	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	5.74	0.40	2.24	5.44	13.70	13476	8957	8669	21.17	0.95	20.11	11.3	
																			繰返
																			3
仕様05	3	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	4.49	0.51	2.92	4.26	8.29	20245	10101	13341	24.67	0.95	23.43	13.1	
																			繰返
																			3
仕様06	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	4.50	0.25	2.09	4.27	17.33	19094	19374	15084	36.83	0.95	34.99	19.6	
																			繰返
																			3
仕様07	3	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	2.46	0.24	0.66	2.33	9.61	11000	10152	4564	11.15	0.95	10.59	5.9	
																			繰返
																			3
仕様08	3	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	5.94	0.46	0.86	5.64	12.20								
																			繰返
																			3
仕様09	1	柱脚固定	1 スギ集105	スギt30	CN75	75一列	4.21	0.38	0.87	4.00	10.58								
																			繰返
																			3
仕様10	2	柱脚固定	1 スギ集105	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	6.39	0.29	0.56	6.07	21.20								
																			繰返
																			3
仕様11	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	4.64	0.36	1.31	4.41	12.29								
																			繰返
																			3
仕様12	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75千鳥	8.76	0.34	0.50	8.32	24.39								
																			繰返
																			3
仕様13	3	柱脚固定	1 スギ集120	スギt30	6.0×90(30)	OS	9.88	0.19	0.36	9.38	48.75								
																			繰返
																			3
仕様14	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75一列	4.64	0.14	0.38	4.41	31.93								
																			繰返
																			3
仕様15	3	柱脚固定	1 スギ集105	スギt30	CN75	75一列	3.19	0.44	2.70	3.03	6.82	14859	7843	9651	19.15	0.95	18.19	10.2	
																			繰返
																			3
仕様16	3	柱脚固定	1 スギ集120	スギt30	6.0×90(30)	75一列	2.52	0.35	2.54	2.39	6.91	16298	10850	11323	26.50	0.95	25.17	14.1	
																			繰返
																			3
仕様17	3	柱脚固定	1 スギ集120	カラt30	CN75	75一列	2.52	0.26	1.96	2.39	9.05	16298	14142	11366	27.75	0.95	26.37	14.8	
																			繰返
																			3
仕様18	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75二列	2.46	0.21	0.70	2.33	11.10	16592	18992	7828	19.12	0.95	18.16	10.2	
																			繰返
																			3
仕様19	3	柱脚固定	1 スギ集105	カラt50	6.0×90(30)	75二列	4.47	0.23	2.15	4.24	18.56	18960	20569	15685	38.30	0.95	36.39	20.4	
																			繰返
																			3
仕様20	3	柱脚固定	1 スギ集120	スギt30	5.5×70(30)	75一列	3.95	0.44	2.71	3.75	8.47	18399	9440	11807	23.05	0.95	21.90	12.3	
																			繰返
																			3
仕様21	3	柱脚固定	1 スギ集120	スギt30	5.5×70(30)	75一列	3.43	0.38	2.49	3.25	8.49	14533	9158	9793	22.36	0.95	21.25	11.9	
																			繰返
																			3
仕様22	3	柱脚固定	1 スギ集120	カラt50	6.0×90(30)	75二列	3.72	0.23	2.35	3.53	15.32	15785	17374	13817	33.74	0.95	32.05	18.0	
																			繰返
																			3
仕様23	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt30	CN75	25二列	1.99	0.26	1.60	1.89	7.26	25848	20974	15701	38.34	0.95	36.43	20.4	
																			繰返
																			3
仕様24	1	柱脚固定	1 スギ集120	カラt30	CN75	25二列	2.30	0.29	1.84	2.18	7.50	29408	21096	18066	44.12	0.95	41.91	23.5	
																			繰返
																			3

### 3. 3. 3 まとめ

接合具を釘や木質構造用ねじとし、B種 LVL を面材とした構面を想定した面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を明らかにした。長 4065mm の構面での床倍率は 11 倍から 20 倍程度を示した。

### 3. 3. 4 試験詳細

(案) 試験報告書 全仕様を以下に掲載した。

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 01 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 02		1
	軸組	軸組接合	
	集成材 65E-225F 樹種：スギ 幅×せい：120mm×120mm 密度：0.38 含水率：10.8%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
LVL B種 50E 樹種：スギ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.49 含水率：18.2%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ6.0×90mm(ねじ部 30mm) ピッチ:75mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm		
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



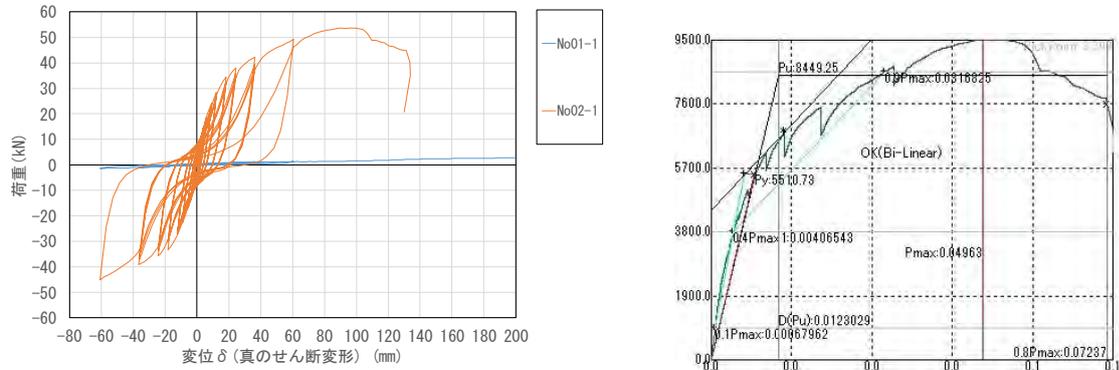
試験体 (No02-1)



試験体 (No01-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図 2 に、各比較曲線を図 3 に示した。表 1, 2 に特性値と 1 本あたり面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真 1 に試験実施状況を示した。



No02-1

図 2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からの M と真のせん断変形角関係の特性値算出



No02-1

写真 1 最大変形時

表1 M-θ包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No02-1.csv		
ファイルパス			
実験名など	0		
縦軸	#0002		
横軸	#0001		
Mmax	9500		
θ(Mmax)	0.04963		
対象データ数	6909		
処理結果	OK(Bi-Linea		
初期滑り	考慮しない		
θ(0.1Pmax)	0.0007		
θ(0.4Pmax1)	0.0041		
θ(0.4Pmax2)	0.0041		
θ(0.9Pmax)	0.0317		
曲線に接する点P	6762		
曲線に接する点θ	0.0134		
二直線の交点Py	5511		
二直線の交点θ(Py)	0.0061		
曲線上の点δy	0.0080		
θ(0.8Pmax): δu	0.0724		
初期剛性K	686769		
Energy	559		
Pu	8449		
θ(Pu): δv	0.0123		
μ = δu / δv	5.88		
Ds=1/sqrt(2μ-1)	0.30		
残差	53		
適合度=1-残差/Energy	0.905		

	No02-1.csv
Mu(kN・cm)	8449
γ0v	0.0123
γ0u	0.0724
l(cm)	91.0
h(cm)	182.0
t(cm)	3.0
GB(kN/cm2)	80
γB	0.0021
Γv	0.0102
Γu	0.0702
lxy	4.68
Zxy	0.1188
Cxy	1.10
Zpxy	0.131
ΔPv(kN)	3.89
δv(cm)	0.36
δu(cm)	2.51
k(kN/cm)	10.70

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No02-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	3.89			3.89	0.0000	0.000	1.000
δv(cm)	0.36			0.36	0.0000	0.000	1.000
δu(cm)	2.51			2.51	0.0000	0.000	1.000

ΔP <sub>v0</sub> (kN)	3.89
δ <sub>v0</sub> (cm)	0.36
δ <sub>u0</sub> (cm)	2.51
α	0.95
ΔP <sub>va</sub> (kN)	3.69
k(kN/cm)	10.15

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)    80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

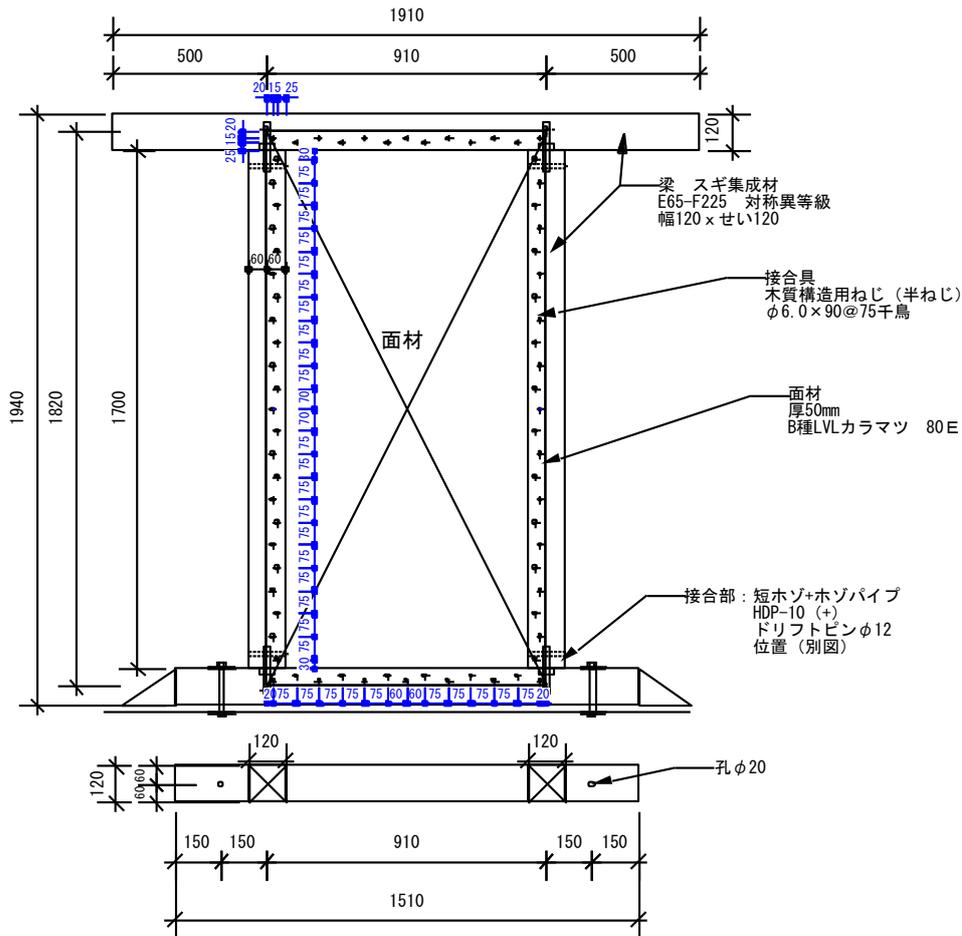
低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 01 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 03		1
	軸組	軸組接合	
	集成材 65E-225F 樹種：スギ 幅×せい：120mm×120mm 密度：0.38 含水率：10.3%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 80E 樹種：カラマツ 厚さ：50mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.62 含水率：15.8%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ6.0×90mm(ねじ部 30mm) ピッチ:75mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 03 SU120mm-K50-SC60(90)75C

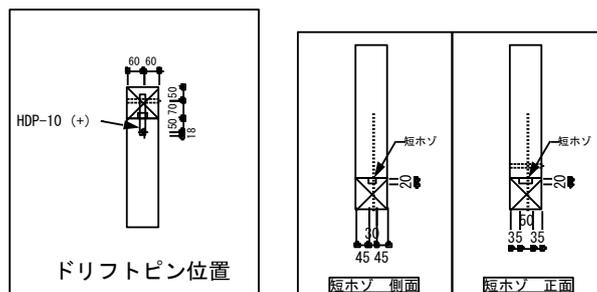


図1 試験体

木質構造用ねじ(半ねじ): パネリードII + φ6.0×90(ねじ部30)(株式会社シネジック)、Xpoint φ6.0×90(ねじ部30)(若井産業株式会社)のうち比較のためのロケット型一面せん断試験を行い、低い評価であった後者とした。

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



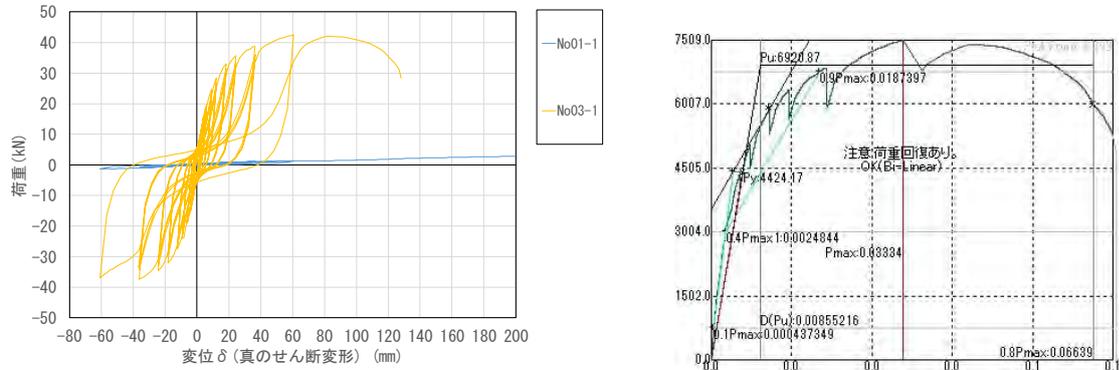
試験体 (No03-1)



試験体 (No01-1)

## 試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No03-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No03-1

写真1 最大変形時

表1 M-θ包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No03-1.csv		
ファイルパス			
実験名など	0		
縦軸	#0002		
横軸	#0001		
Mmax	7509		
θ(Mmax)	0.03334		
対象データ数	5715		
処理結果	注意:荷重回		No03-1.csv
初期滑り	考慮しない	Mu(kN・cm)	6921
θ(0.1Pmax)	0.0004	γ0v	0.0086
θ(0.4Pmax1)	0.0025	γ0u	0.0664
θ(0.4Pmax2)	0.0025	l(cm)	91.0
θ(0.9Pmax)	0.0187	h(cm)	182.0
曲線に接する点P	5876	t(cm)	5.0
曲線に接する点θ	0.0101	GB(kN/cm2)	127
二直線の交点Py	4424	γB	0.0007
二直線の交点θ(Py)	0.0038	Γv	0.0079
曲線上の点δy	0.0055	Γu	0.0657
θ(0.8Pmax): δu	0.0664	lxy	4.68
初期剛性K	809254	Zxy	0.1188
Energy	430	Cxy	1.10
Pu	6921	Zpxy	0.131
θ(Pu): δv	0.0086	ΔPv(kN)	3.19
μ = δu / δv	7.76	δv(cm)	0.28
Ds=1/sqrt(2μ-1)	0.26	δu(cm)	2.35
残差	29	k(kN/cm)	11.30
適合度=1-残差/Energy	0.933		

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No03-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	3.19			3.19	0.0000	0.000	1.000
δv(cm)	0.28			0.28	0.0000	0.000	1.000
δu(cm)	2.35			2.35	0.0000	0.000	1.000

ΔPv0(kN)	3.19
δv0(cm)	0.28
δu0(cm)	2.35
α	0.95
ΔPva(kN)	3.02
k(kN/cm)	10.71

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm2)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm2)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm2)    80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm2)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 04 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 05		1
	軸組	軸組接合	
	LVL A 種 100E-F <sub>HV</sub> 320 樹種: カラマツ 幅×せい: 120mm×120mm 密度: 0.64 含水率: 15.8%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B 種 80E 樹種: カラマツ 厚さ: 50mm 寸法: 1820mm×910mm 密度: 0.62 含水率: 15.9%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ6.0×90mm (ねじ部 30mm) ピッチ: 75mm 二列千鳥 縁端距離: 外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行: 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日~3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。

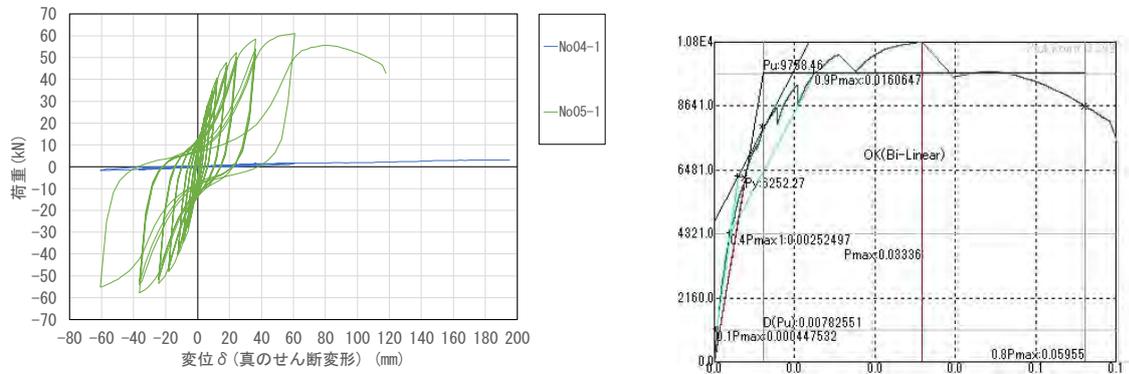


試験体 (No06-1)

試験体 (No04-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No05-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No05-1

写真1 最大変形時

表 1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No05-1.csv
ファイルパス	
実験名など	0
縦軸	#0002
横軸	#0001
Mmax	10802
θ (Mmax)	0.03336
対象データ数	5047
処理結果	OK(Bi-Linear)
初期滑り	考慮しない
θ (0.1Pmax)	0.0004
θ (0.4Pmax1)	0.0025
θ (0.4Pmax2)	0.0025
θ (0.9Pmax)	0.0161
曲線に接する点P	7882
曲線に接する点θ	0.0079
二直線の交点Py	6252
二直線の交点θ (Py)	0.0038
曲線上の点 δ y	0.0050
θ (0.8Pmax): δ u	0.0596
初期剛性K	1247010
Energy	543
Pu	9758
θ (Pu): δ v	0.0078
$\mu = \delta u / \delta v$	7.61
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.27
残差	33
適合度=1-残差/Energy	0.939

	No05-1.csv
Mu(kN・cm)	9758
γ 0v	0.0078
γ 0u	0.0596
l (cm)	91.0
h(cm)	182.0
t(cm)	5.0
GB(kN/cm2)	127
γ B	0.0009
Γ v	0.0069
Γ u	0.0586
lxy	4.68
Zxy	0.1188
Cxy	1.10
Zpxy	0.131
Δ Pv(kN)	4.50
δ v(cm)	0.25
δ u(cm)	2.09
k(kN/cm)	18.24

表 2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No05-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
Δ Pv (kN)	4.50			4.50	0.0000	0.000	1.000
δ v (cm)	0.25			0.25	0.0000	0.000	1.000
δ u (cm)	2.09			2.09	0.0000	0.000	1.000

Δ Pv <sub>0</sub> (kN)	4.50
δ v <sub>0</sub> (cm)	0.25
δ u <sub>0</sub> (cm)	2.09
α	0.95
Δ Pv <sub>va</sub> (kN)	4.27
k (kN/cm)	17.33

面材の LVL B 種のせん断弾性係数は、文献 1) を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016 年建築学会梗概集

低減係数は 0.95 とし 1 本あたりのせん断耐力に掛けている。1 本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 04 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 06		3
	軸組	軸組接合	
	LVL A 種 100E-F <sub>HV</sub> 320 樹種: カラマツ 幅×せい: 120mm×120mm 密度: 0.63 含水率: 15.7%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B 種 80E 樹種: ラジアータパイン 厚さ: 50mm 寸法: 1820mm×910mm 密度: 0.58 含水率: 16.0%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ6.0×90mm (ねじ部 30mm) ピッチ: 75mm 二列千鳥 縁端距離: 外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行: 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日~3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。

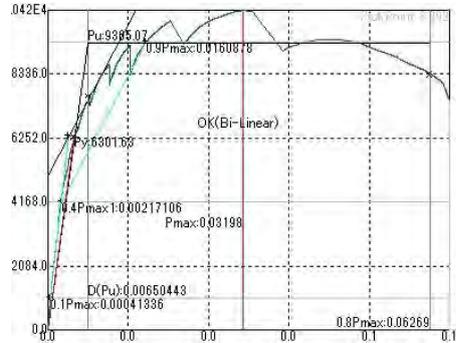
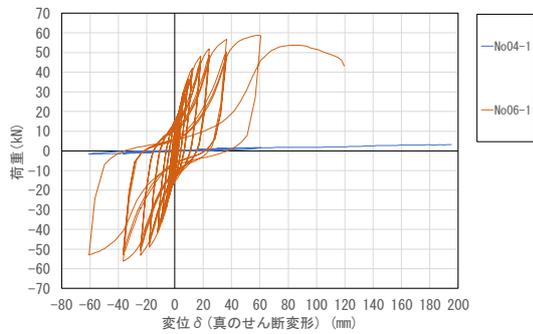


試験体 (No06-1)

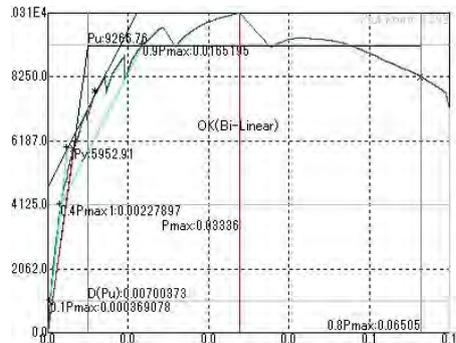
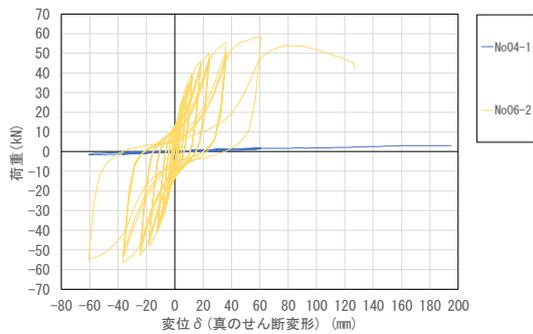
試験体 (No04-1)

## 試験結果

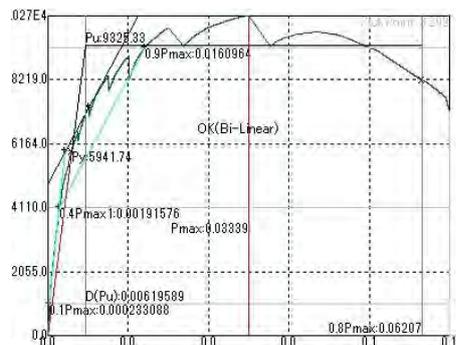
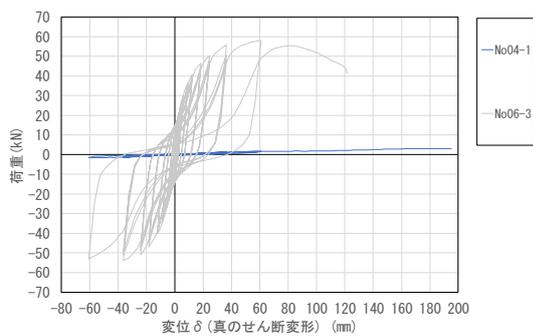
荷重—真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント—真のせん断変形角曲線を図 2 に、各比較曲線を図 3 に示した。表 1, 2 に特性値と 1 本あたり面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真 1 に試験実施状況を示した。



### No14-1



### No14-2



### No14-3

図 2 荷重—真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からの M と真のせん断変形角関係の特性値算出



No06-1



No06-2



No06-3



写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No06-1.csv	No06-2.csv	No06-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	10420	10312	10274
θ (Mmax)	0.03198	0.03336	0.03339
対象データ数	5219	5790	5318
処理結果	OK(Bi-Linea	OK(Bi-Linea	OK(Bi-Linea
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ (0.1Pmax)	0.0004	0.0004	0.0002
θ (0.4Pmax1)	0.0022	0.0023	0.0019
θ (0.4Pmax2)	0.0022	0.0023	0.0019
θ (0.9Pmax)	0.0161	0.0165	0.0161
曲線に接する点P	7559	7753	7323
曲線に接する点θ	0.0067	0.0084	0.0067
二直線の交点Py	6302	5953	5942
二直線の交点θ (Py)	0.0034	0.0034	0.0029
曲線上の点δy	0.0044	0.0045	0.0039
θ (0.8Pmax): δu	0.0627	0.0651	0.0621
初期剛性K	1439800	1323120	1505080
Energy	557	570	550
Pu	9365	9267	9325
θ (Pu): δv	0.0065	0.0070	0.0062
$\mu = \delta u / \delta v$	9.64	9.29	10.02
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.23	0.24	0.23
残差	32	35	35
適合度=1-残差/Energy	0.942	0.939	0.935

	No06-1.csv	No06-2.csv	No06-3.csv
Mu(kN・cm)	9365	9267	9325
γ0v	0.0065	0.0070	0.0062
γ0u	0.0627	0.0651	0.0621
l (cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	5.0	5.0	5.0
GB(kN/cm2)	127	127	127
γB	0.0009	0.0009	0.0009
Γv	0.0056	0.0061	0.0053
Γu	0.0618	0.0642	0.0612
lxy	4.68	4.68	4.68
Zxy	0.1188	0.1188	0.1188
Cxy	1.10	1.10	1.10
Zpxy	0.131	0.131	0.131
ΔPv(kN)	4.31	4.27	4.30
δv(cm)	0.20	0.22	0.19
δu(cm)	2.21	2.29	2.19
k(kN/cm)	21.51	19.51	22.65

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No06-1	No06-2	No06-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv (kN)	4.31	4.27	4.30	4.29	0.0186	0.004	0.998
δv (cm)	0.20	0.22	0.19	0.20	0.0120	0.059	0.972
δu (cm)	2.21	2.29	2.19	2.23	0.0460	0.021	0.990

ΔPv0 (kN)	4.28
δv0 (cm)	0.20
δu0 (cm)	2.21
α	0.95
ΔPva (kN)	4.06
k (kN/cm)	20.57

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTestによる構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

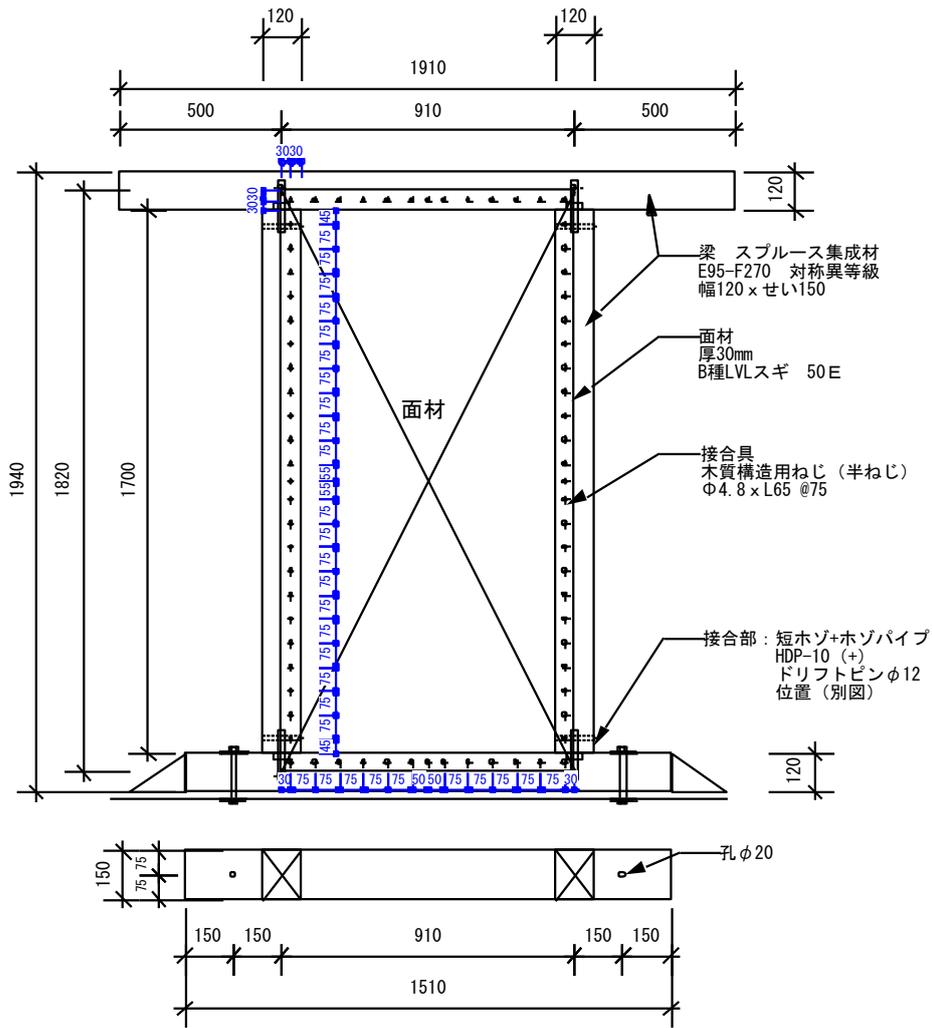
(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 08		1
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：9.3%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
LVL B種 50E 樹種：スギ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.48 含水率：15.8%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ4.8×90mm(ねじ部 30mm) ピッチ:50mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm		
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 08 SP120mm-S30-SC48 (65)-75L

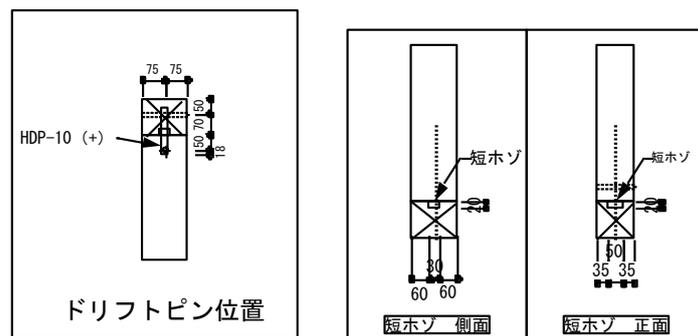


図1 試験体

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



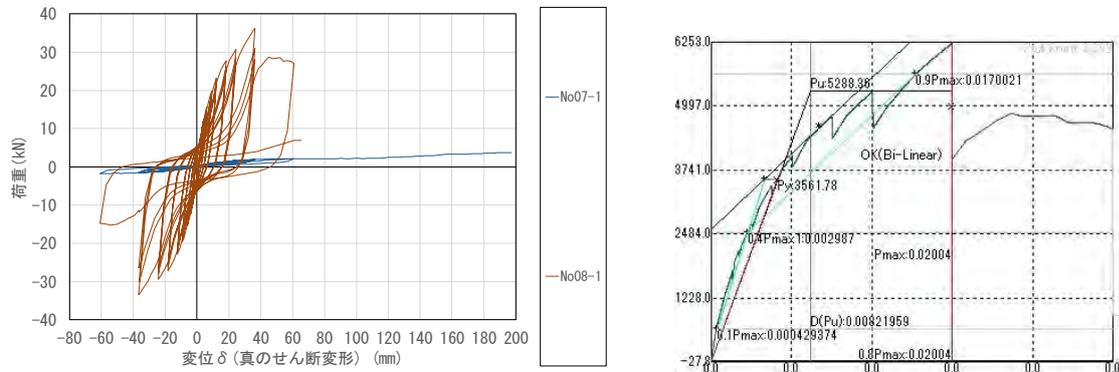
試験体 (No08-1)



試験体 (No07-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No08-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No08-1

写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No08-1.csv
ファイルパス	
実験名など	0
縦軸	#0002
横軸	#0001
Mmax	6253
θ (Mmax)	0.02004
対象データ数	2422
処理結果	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない
θ (0.1Pmax)	0.0004
θ (0.4Pmax1)	0.0030
θ (0.4Pmax2)	0.0030
θ (0.9Pmax)	0.0170
曲線に接する点P	4578
曲線に接する点θ	0.0090
二直線の交点Py	3562
二直線の交点θ (Py)	0.0044
曲線上の点δy	0.0055
θ (0.8Pmax): δu	0.0200
初期剛性K	643385
Energy	84
Pu	5288
θ (Pu): δv	0.0082
$\mu = \delta u / \delta v$	2.44
$Ds = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$	0.51
残差	9
適合度 = 1 - 残差 / Energy	0.891

	No08-1.csv
Mu(kN・cm)	5288
γ0v	0.0082
γ0u	0.0200
l (cm)	91.0
h (cm)	182.0
t (cm)	3.0
GB(kN/cm <sup>2</sup> )	80
γB	0.0013
Γv	0.0069
Γu	0.0187
lxy	4.58
Zxy	0.1183
Cxy	1.10
Zpxy	0.130
ΔPv(kN)	2.46
δv (cm)	0.24
δu (cm)	0.66
k (kN/cm)	10.13

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No08-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv (kN)	2.46			2.46	0.0000	0.000	1.000
δv (cm)	0.24			0.24	0.0000	0.000	1.000
δu (cm)	0.66			0.66	0.0000	0.000	1.000

ΔP <sub>v0</sub> (kN)	2.46
δ <sub>v0</sub> (cm)	0.24
δ <sub>u0</sub> (cm)	0.66
α	0.95
ΔP <sub>va</sub> (kN)	2.33
k (kN/cm)	9.61

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

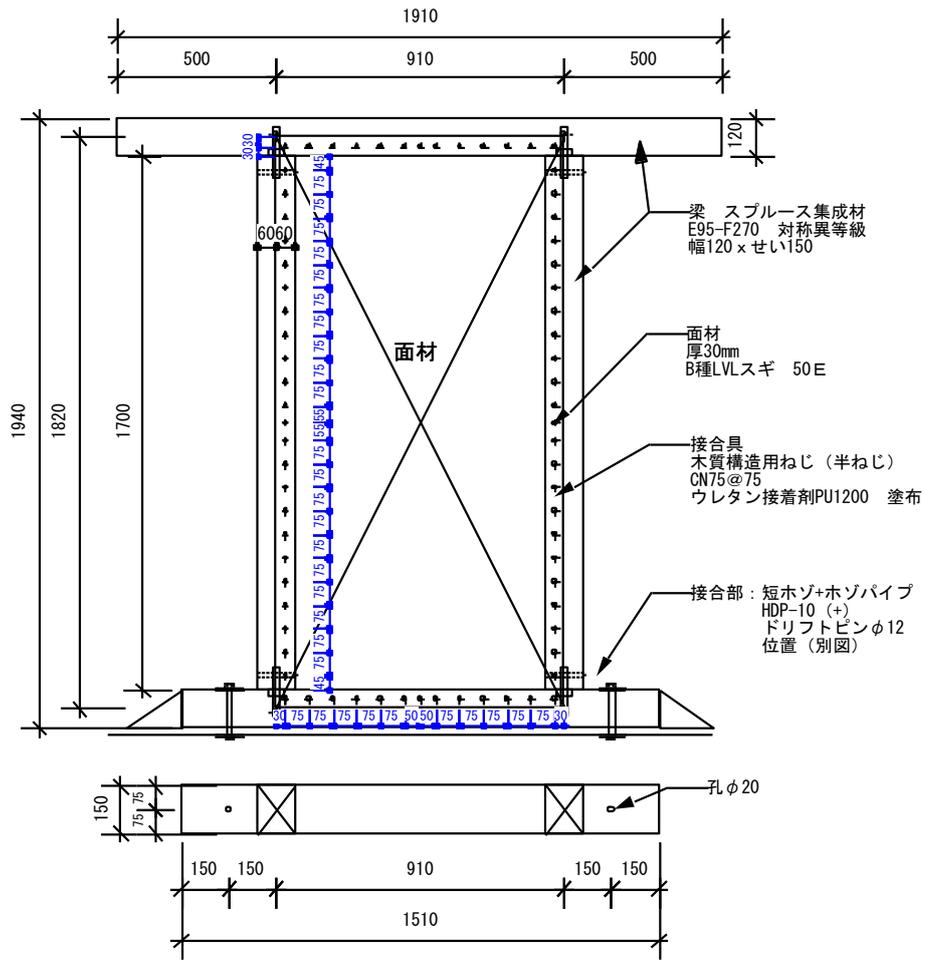
低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 09-1-CN75		1
	No. 09-1-S		1
	No. 09-1-SN		1
	軸組	軸組接合	
集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：10.0%	短ほぞ ほぞパイプ		
面材	面材-軸組 接合具		
LVL B種 50E 樹種：スギ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.46 含水率：18.8%	ウレタン接着剤 PU1200 塗布量 1000g/m <sup>2</sup> スペーサー1mm厚 (-S)：有 (-SN、-CN75)：無 (-CN75) くぎ(CN75) ピッチ:75mm 一列 (-S -SN) 木質構造用ねじ φ6.0×90 ピッチ:150mm 一列 縁端距離:外周部から 30mm		
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 09-03 SP120mm-S30-CN(75)75L-UA

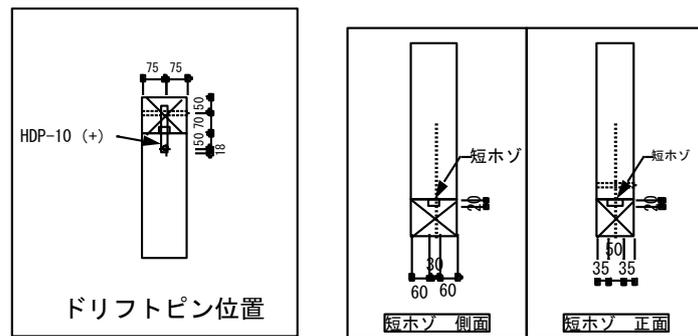
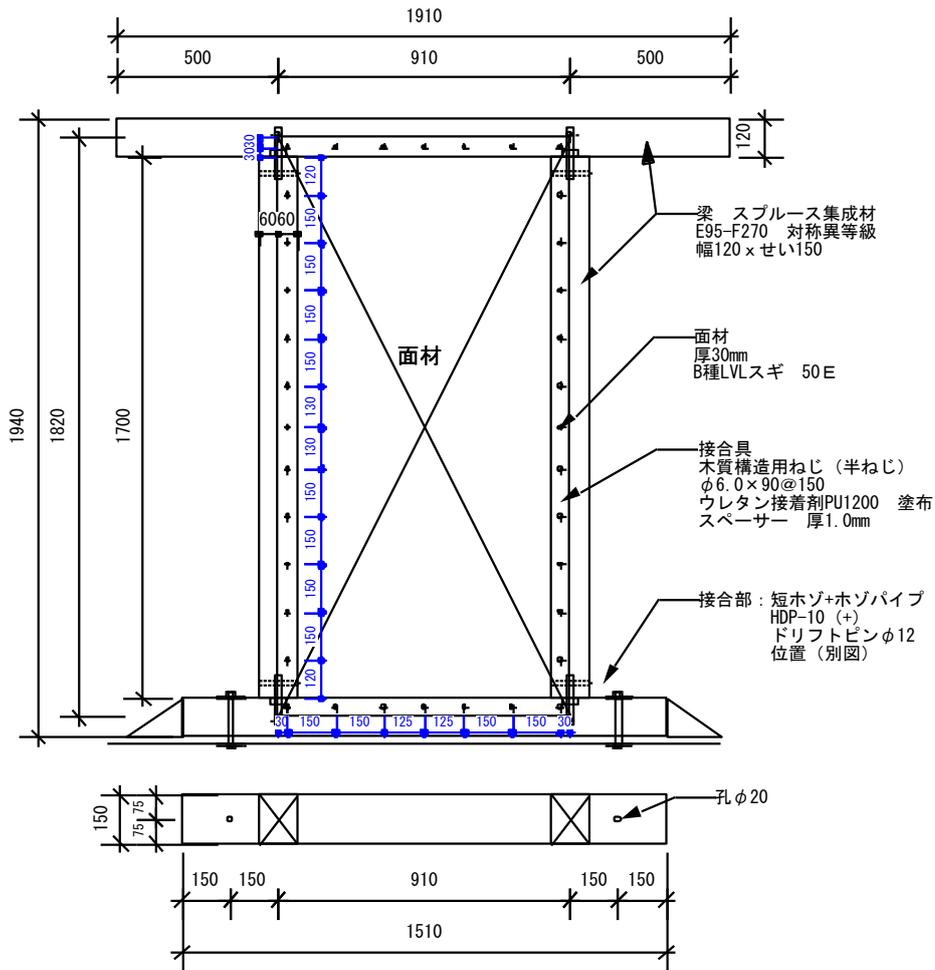


図 1-1 試験体 No09-1-CN75



No. 09-01 SP120mm-S30-SC60 (90) 150L-UAS

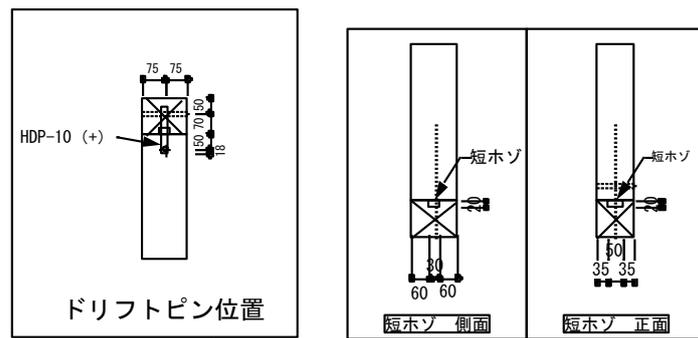
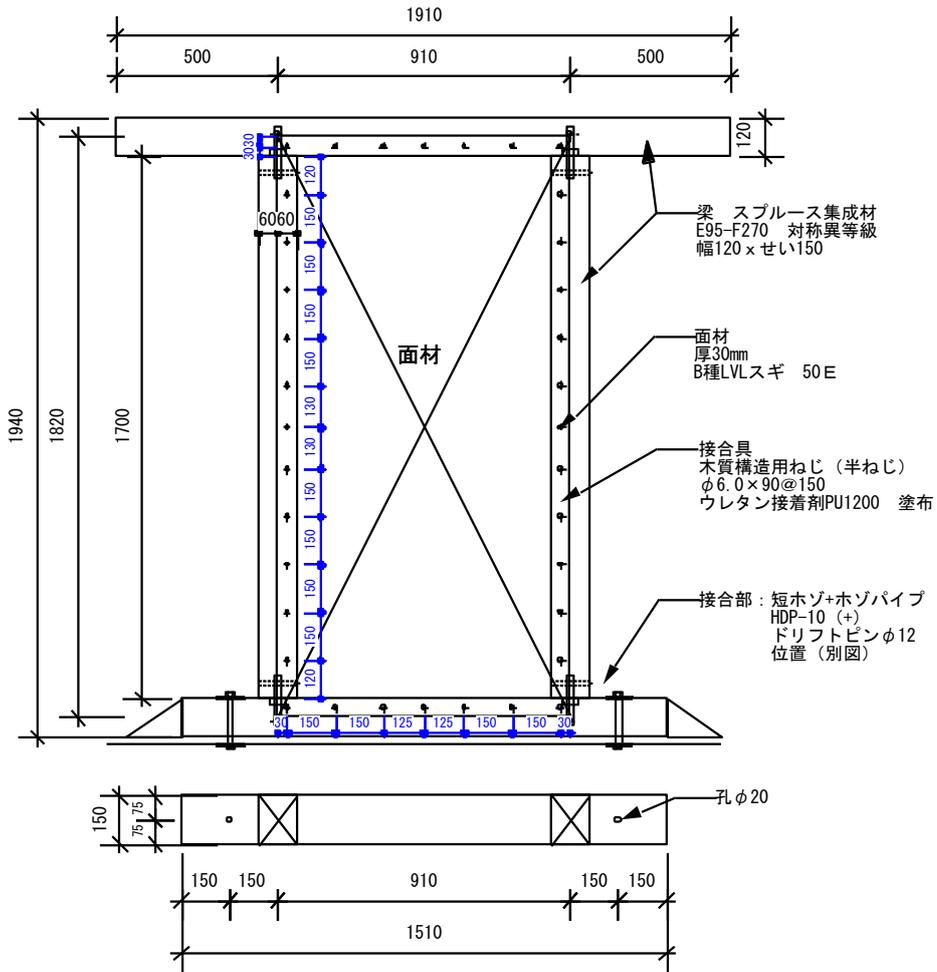


図 1-2 試験体 No09-1-S



No. 09-02 SP120mm-S30-SC60 (90) 150L-UA

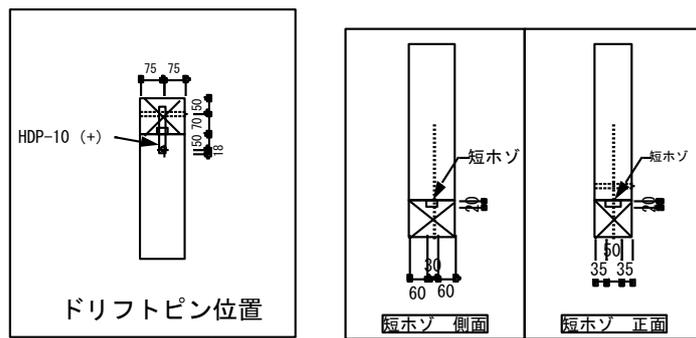


図 1-3 試験体 No09-1-SN

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



試験体 (No9-1-CN)



試験体 (No07-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図 2 に、各比較曲線を図 3 に示した。表 1, 2 に特性値と 1 本あたり面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真 1 に試験実施状況を示した。

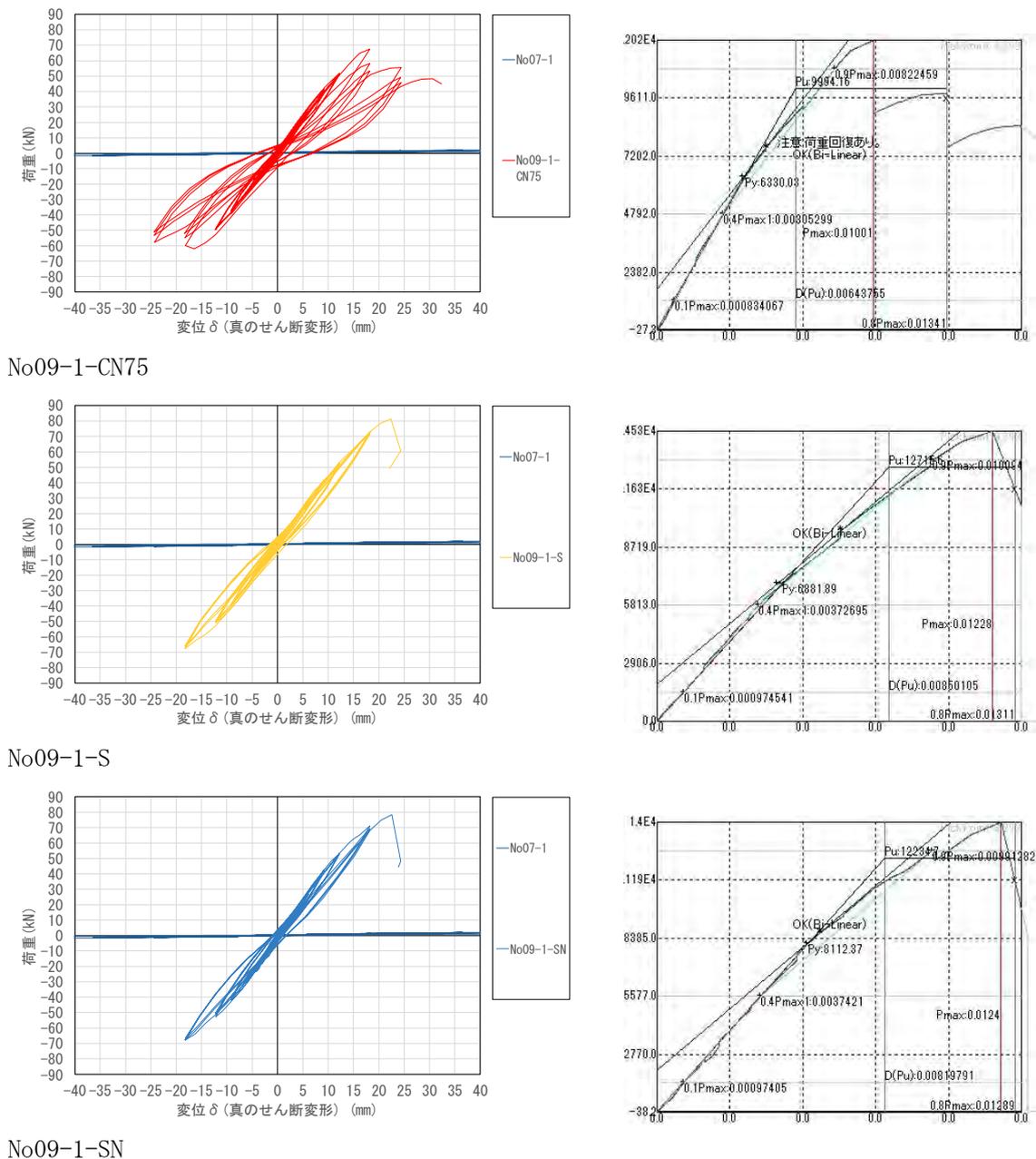


図 2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からの M と真のせん断変形角関係の特性値算出

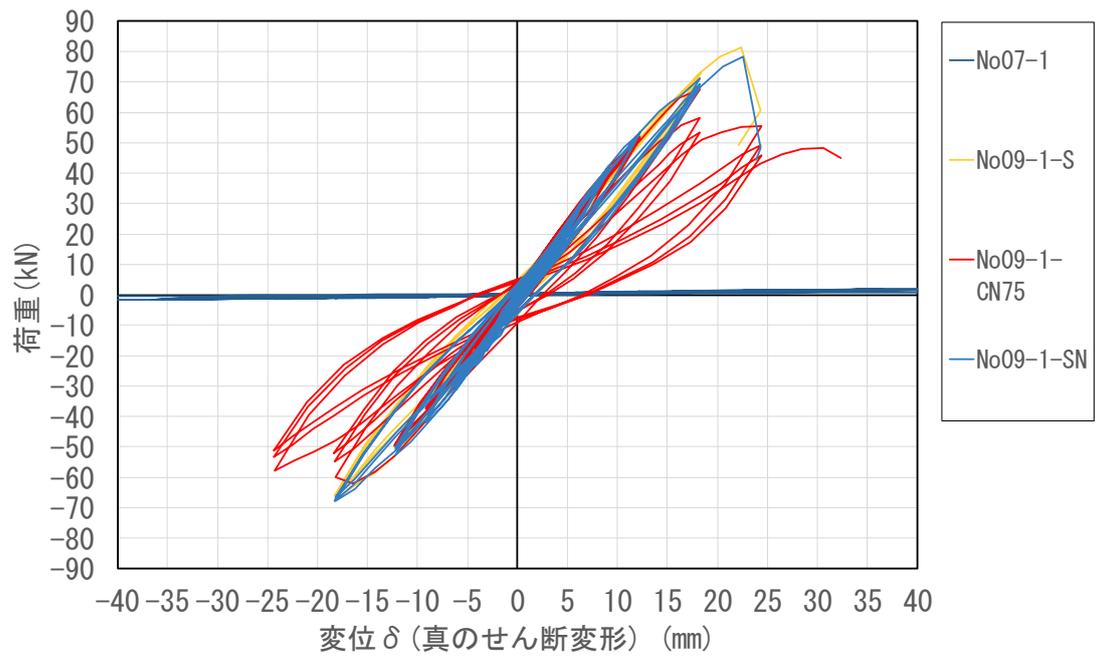




写真 1-1 No09-1-CN75



写真 1-2 No09-1-S



写真 1-3 No09-1-SN

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No9-1-CN7	No9-1-S.cs	No9-1-SN.c
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	12021	14532	14001
θ(Mmax)	0.01001	0.01228	0.01240
対象データ数	1048	1336	1314
処理結果	注意:荷重回	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ(0.1Pmax)	0.0008	0.0010	0.0010
θ(0.4Pmax1)	0.0031	0.0037	0.0037
θ(0.4Pmax2)	0.0031	0.0037	0.0037
θ(0.9Pmax)	0.0082	0.0101	0.0099
曲線に接する点P	7574	9561	8660
曲線に接する点θ	0.0051	0.0068	0.0059
二直線の交点Py	6330	6882	8112
二直線の交点θ(Py)	0.0040	0.0044	0.0054
曲線上の点δy	0.0041	0.0046	0.0054
θ(0.8Pmax): δu	0.0134	0.0131	0.0129
初期剛性K	1552480	1495770	1492420
Energy	102	113	108
Pu	9994	12716	12235
θ(Pu): δv	0.0064	0.0085	0.0082
$\mu = \delta u / \delta v$	2.08	1.54	1.57
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.56	0.69	0.68
残差	7	7	5
適合度=1-残差/Energy	0.935	0.934	0.949

	No9-1-CN7	No9-1-S.cs	No9-1-SN.c
Mu(kN・cm)	9994	12716	12235
γ0v	0.0064	0.0085	0.0082
γ0u	0.0134	0.0131	0.0129
l(cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	3.0	3.0	3.0
GB(kN/cm2)	80	80	80
γB	0.0025	0.0032	0.0031
Γv	0.0039	0.0053	0.0051
Γu	0.0109	0.0099	0.0098
lxy	4.58	2.82	2.82
Zxy	0.1183	0.0729	0.0729
Cxy	1.10	1.07	1.07
Zpxy	0.130	0.078	0.078
ΔPv(kN)	4.64	9.88	9.50
δv(cm)	0.14	0.19	0.19
δu(cm)	0.38	0.36	0.36
k(kN/cm)	33.62	51.34	51.15

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No09-1-CN75			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	4.64			4.64	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.14			0.14	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.38			0.38	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	4.64
$\delta_{v0}$ (cm)	0.14
$\delta_{u0}$ (cm)	0.38
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	4.41
$k$ (kN/cm)	31.93

	No09-1-S			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	9.88			9.88	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.19			0.19	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.36			0.36	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	9.88
$\delta_{v0}$ (cm)	0.19
$\delta_{u0}$ (cm)	0.36
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	9.38
$k$ (kN/cm)	48.75

	No9-1-SN			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
$\Delta Pv$ (kN)	9.50			9.50	0.0000	0.000	1.000
$\delta v$ (cm)	0.19			0.19	0.0000	0.000	1.000
$\delta u$ (cm)	0.36			0.36	0.0000	0.000	1.000

$\Delta P_{v0}$ (kN)	9.50
$\delta_{v0}$ (cm)	0.19
$\delta_{u0}$ (cm)	0.36
$\alpha$	0.95
$\Delta P_{va}$ (kN)	9.02
$k$ (kN/cm)	48.55

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 10		3
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：9.2%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 50E 樹種：スギ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.47 含水率：16.2%	くぎ (CN75) ピッチ：75mm 一列 縁端距離：外周部から 30mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



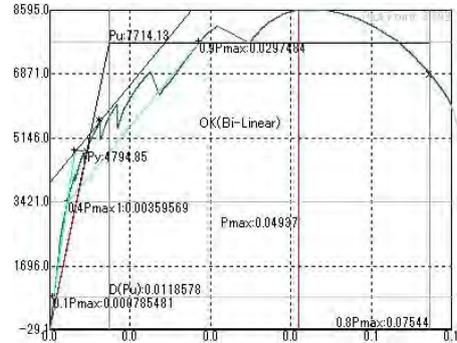
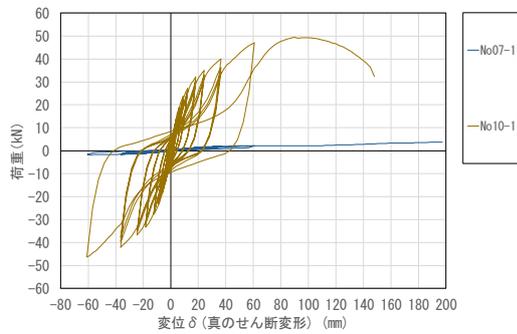
試験体 (No10-1)



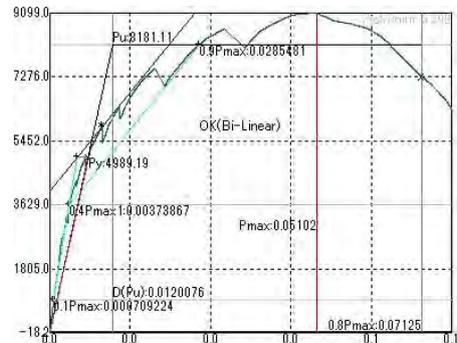
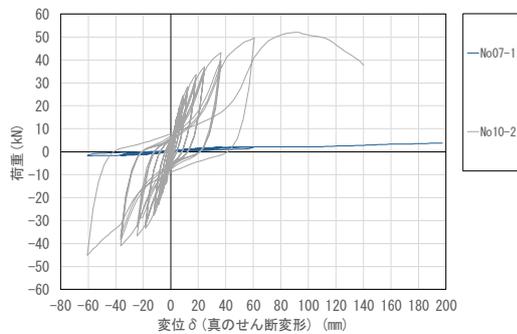
試験体 (No07-1)

## 試験結果

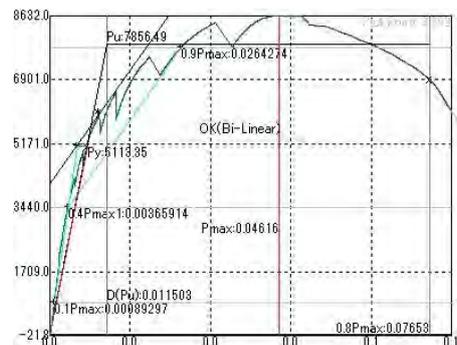
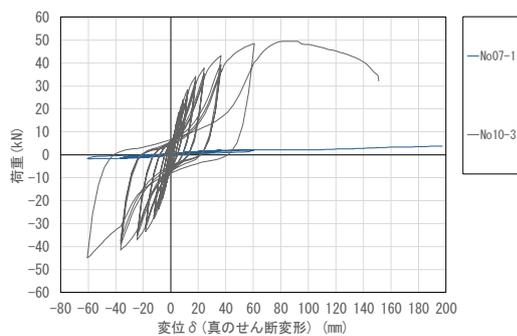
荷重—真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント—真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



### No10-1



### No10-2



### No10-3

図2 荷重—真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No10-1



No10-2



No10-3

写真1 最大変形時

表1 M-θ包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No10-1.csv	No10-2.csv	No10-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	8595	9099	8632
θ(Mmax)	0.04937	0.05102	0.04616
対象データ数	6758	7098	7157
処理結果	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ(0.1Pmax)	0.0008	0.0007	0.0009
θ(0.4Pmax1)	0.0036	0.0037	0.0037
θ(0.4Pmax2)	0.0036	0.0037	0.0037
θ(0.9Pmax)	0.0297	0.0285	0.0264
曲線に接する点P	5608	5874	5979
曲線に接する点θ	0.0100	0.0101	0.0100
二直線の交点Py	4795	4989	5113
二直線の交点θ(Py)	0.0051	0.0052	0.0054
曲線上の点δy	0.0074	0.0073	0.0075
θ(0.8Pmax): δu	0.0754	0.0713	0.0765
初期剛性K	650554	681327	682997
Energy	536	534	556
Pu	7714	8181	7856
θ(Pu): δv	0.0119	0.0120	0.0115
$\mu = \delta u / \delta v$	6.36	5.93	6.65
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.29	0.30	0.29
残差	52	47	42
適合度=1-残差/Energy	0.903	0.912	0.925

	No10-1.csv	No10-2.csv	No10-3.csv
Mu(kN・cm)	7714	8181	7856
γ0v	0.0119	0.0120	0.0115
γ0u	0.0754	0.0713	0.0765
l(cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	3.0	3.0	3.0
GB(kN/cm2)	80	80	80
γB	0.0019	0.0021	0.0020
Γv	0.0099	0.0099	0.0095
Γu	0.0735	0.0692	0.0746
lx	6.67	6.67	6.67
Zxy	0.1725	0.1725	0.1725
Cxy	1.09	1.09	1.09
Zpxy	0.187	0.187	0.187
ΔPv(kN)	2.49	2.64	2.53
δv(cm)	0.35	0.35	0.34
δu(cm)	2.62	2.47	2.66
k(kN/cm)	7.04	7.44	7.46

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No10-1	No10-2	No10-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	2.49	2.64	2.53	2.55	0.0630	0.025	0.988
δv(cm)	0.35	0.35	0.34	0.35	0.0069	0.020	0.991
δu(cm)	2.62	2.47	2.66	2.58	0.0827	0.032	0.985

ΔPv0(kN)	2.52
δv0(cm)	0.35
δu0(cm)	2.54
α	0.95
ΔPva(kN)	2.39
k(kN/cm)	6.91

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm2)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm2)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm2)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm2)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ) No. 11	1820mm×910mm	1 3
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：10.1%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 80E 樹種：カラマツ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.63 含水率：14.7%	くぎ (CN75) ピッチ：75mm 一列 縁端距離：外周部から 30mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



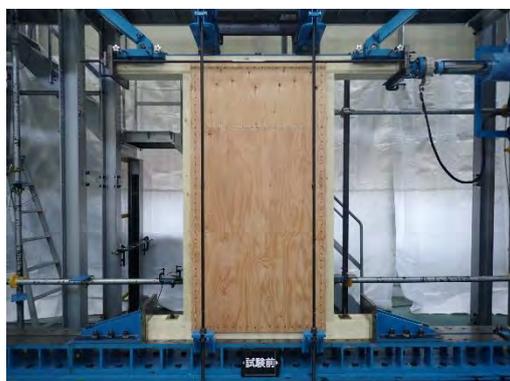
## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



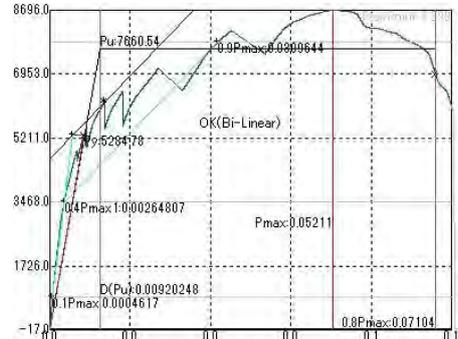
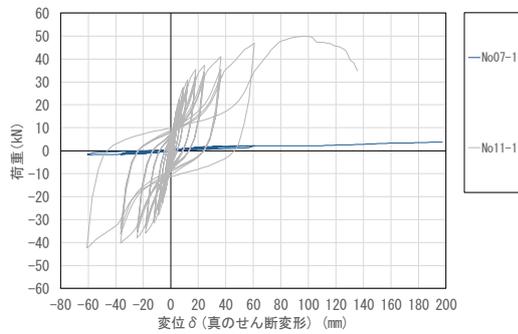
試験体 (No11-1)



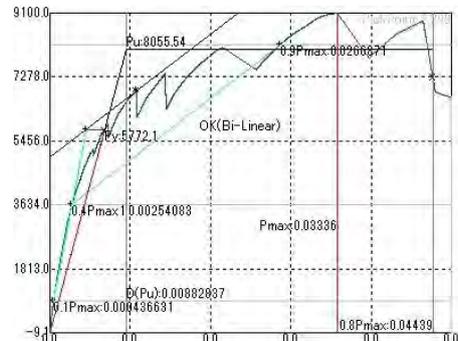
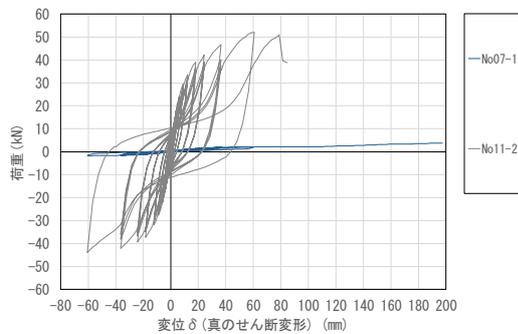
試験体 (No07-1)

## 試験結果

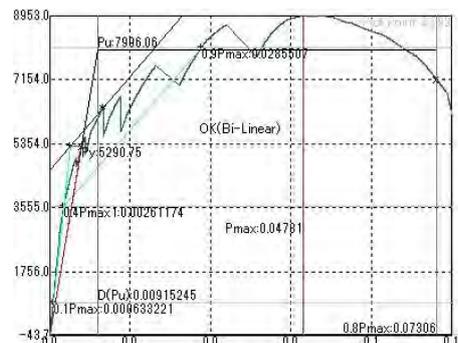
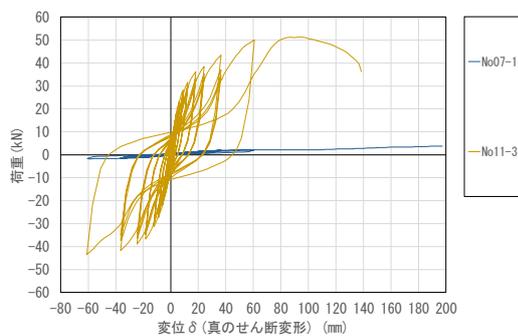
荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



### No11-1



### No11-2



### No11-3

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No11-1



No11-2



No11-3



写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No11-1.csv	No11-2.csv	No11-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	8696	9100	8953
θ(Mmax)	0.05211	0.03336	0.04781
対象データ数	6344	3293	6285
処理結果	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ(0.1Pmax)	0.0005	0.0004	0.0006
θ(0.4Pmax1)	0.0026	0.0025	0.0026
θ(0.4Pmax2)	0.0026	0.0025	0.0026
θ(0.9Pmax)	0.0310	0.0267	0.0286
曲線に接する点P	6184	6866	6352
曲線に接する点θ	0.0100	0.0100	0.0100
二直線の交点Py	5285	5772	5291
二直線の交点θ(Py)	0.0042	0.0042	0.0039
曲線上の点δy	0.0063	0.0063	0.0061
θ(0.8Pmax): δu	0.0710	0.0444	0.0731
初期剛性K	832444	912461	873652
Energy	509	322	548
Pu	7661	8056	7996
θ(Pu): δv	0.0092	0.0088	0.0092
$\mu = \delta u / \delta v$	7.72	5.03	7.98
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.26	0.33	0.26
残差	50	28	52
適合度=1-残差/Energy	0.902	0.912	0.904

	No11-1.csv	No11-2.csv	No11-3.csv
Mu(kN・cm)	7661	8056	7996
γ0v	0.0092	0.0088	0.0092
γ0u	0.0710	0.0444	0.0731
l(cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	3.0	3.0	3.0
GB(kN/cm2)	102	102	102
γB	0.0015	0.0016	0.0016
Γv	0.0077	0.0072	0.0076
Γu	0.0695	0.0428	0.0715

	No11-1.csv	No11-2.csv	No11-3.csv
lxy	6.67	6.67	6.67
Zxy	0.1725	0.1725	0.1725
Cxy	1.09	1.09	1.09
Zpxy	0.187	0.187	0.187

	No11-1.csv	No11-2.csv	No11-3.csv
ΔPv(kN)	2.47	2.60	2.58
δv(cm)	0.27	0.26	0.27
δu(cm)	2.48	1.53	2.55
k(kN/cm)	9.01	10.07	9.55

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No11-1	No11-2	No11-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	2.47	2.60	2.58	2.55	0.0561	0.022	0.990
δv(cm)	0.27	0.26	0.27	0.27	0.0068	0.026	0.988
δu(cm)	2.48	1.53	2.55	2.18	0.4664	0.214	0.899

ΔPv0(kN)	2.52
δv0(cm)	0.26
δu0(cm)	1.96
α	0.95
ΔPva(kN)	2.39
k(kN/cm)	9.05

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

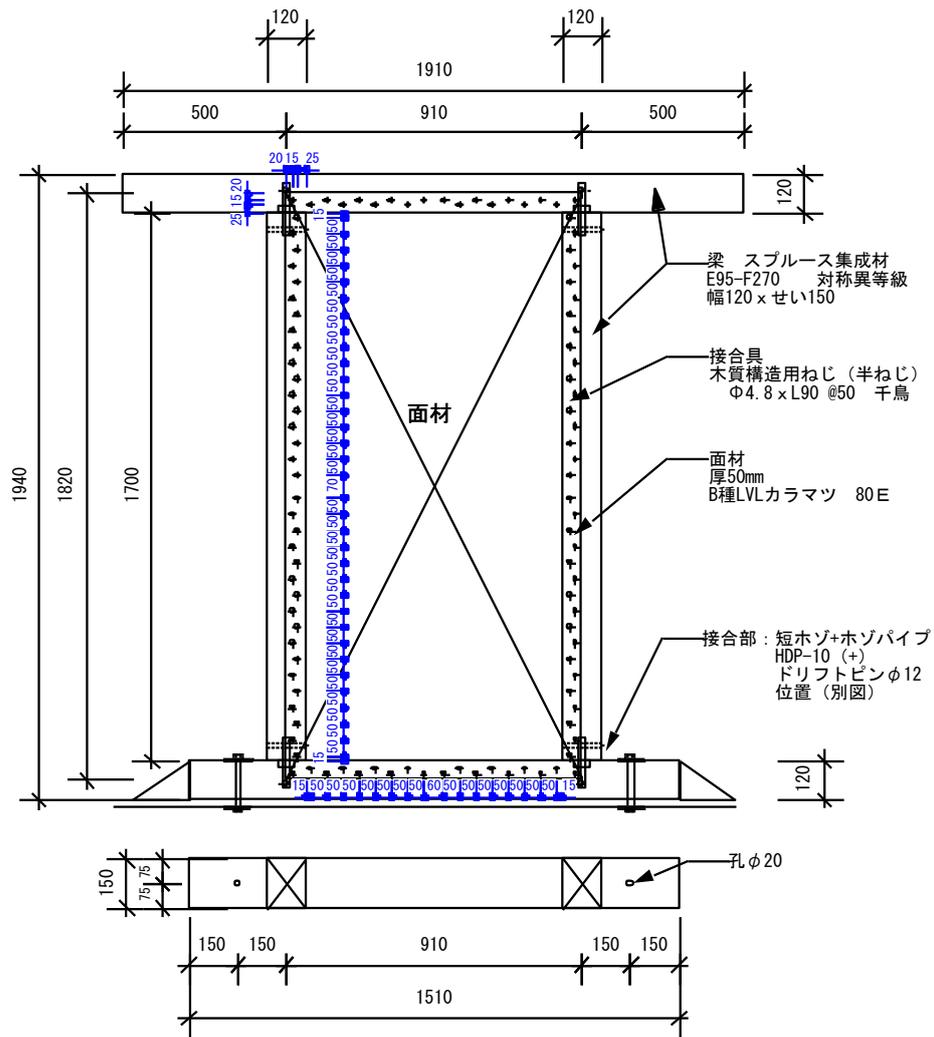
低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 12		1
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.44 含水率：9.4%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
LVL B種 80E 樹種：カラマツ 厚さ：50mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.63 含水率：15.5%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ4.8×90mm (ねじ部 30mm) ピッチ：50mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm		
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 12 SP120mm-K50-SC48 (90) 50C

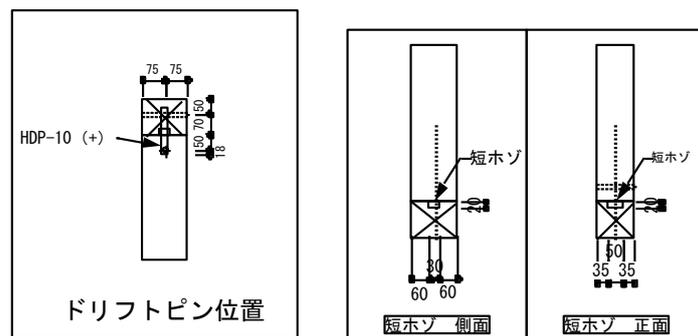


図1 試験体

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



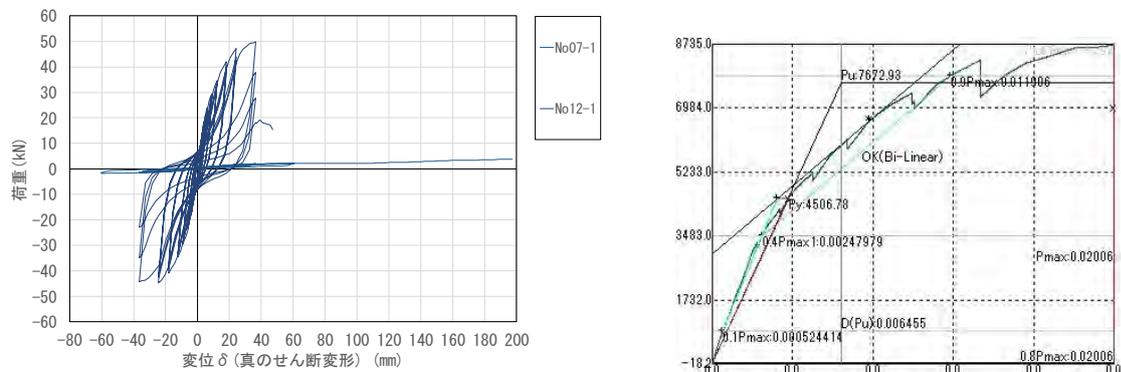
試験体 (No12-1)



試験体 (No07-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No12-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No12-1

写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No12-1.csv		
ファイルパス			
実験名など	0		
縦軸	#0002		
横軸	#0001		
Mmax	8735		
θ(Mmax)	0.02006		
対象データ数	2007		
処理結果	OK(Bi-Linea		
初期滑り	考慮しない		
θ(0.1Pmax)	0.0005		
θ(0.4Pmax1)	0.0025		
θ(0.4Pmax2)	0.0025		
θ(0.9Pmax)	0.0119		
曲線に接する点P	6645		
曲線に接する点θ	0.0079		
二直線の交点Py	4507		
二直線の交点θ(Py)	0.0032		
曲線上の点δy	0.0038		
θ(0.8Pmax): δu	0.0201		
初期剛性K	1188680		
Energy	129		
Pu	7673		
θ(Pu): δv	0.0065		
$\mu = \delta u / \delta v$	3.11		
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.44		
残差	12		
適合度=1-残差/Energy	0.903		

	No12-1.csv
Mu(kN・cm)	7673
γ0v	0.0065
γ0u	0.0201
l(cm)	91.0
h(cm)	182.0
t(cm)	5.0
GB(kN/cm2)	127
γB	0.0007
Γv	0.0057
Γu	0.0193
lxy	6.79
Zxy	0.1714
Cxy	1.10
Zpxy	0.189
ΔPv(kN)	2.46
δv(cm)	0.21
δu(cm)	0.70
k(kN/cm)	11.91

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No12-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	2.46			2.46	0.0000	0.000	1.000
δv(cm)	0.21			0.21	0.0000	0.000	1.000
δu(cm)	0.70			0.70	0.0000	0.000	1.000

ΔPv0(kN)	2.46
δv0(cm)	0.21
δu0(cm)	0.70
α	0.95
ΔPva(kN)	2.33
k(kN/cm)	11.10

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)    80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 13(躯体のみ) No. 14	1820mm×910mm	1 3
	軸組	軸組接合	
	LVL A種 100E-F <sub>HV</sub> 320 樹種:カラマツ 幅×せい:150mm×150mm 密度:0.63 含水率:13.8%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 80E 樹種:カラマツ 厚さ:50mm 寸法:1820mm×910mm 密度:0.62 含水率:15.2%	木質構造用ねじ(半ねじ) φ6.0×90mm(ねじ部30mm) ピッチ:75mm 二列千鳥 縁端距離:外周部から25mm 1列目と2列目間隔25mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計(2024年版) (企画発行:公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025年2月3日~3月12日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



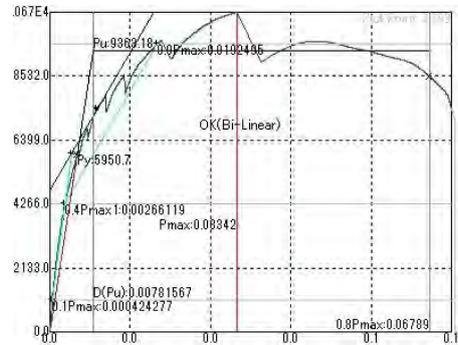
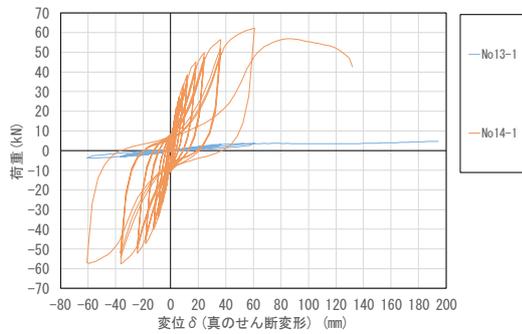
試験体 (No14-2)



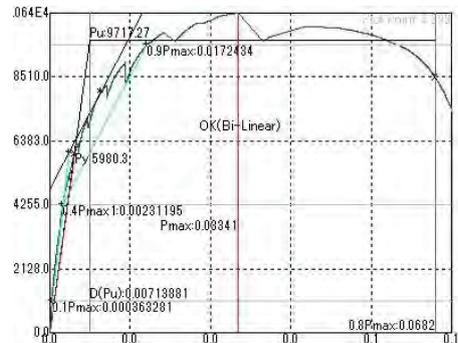
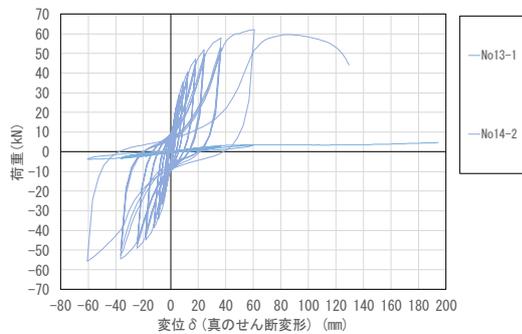
試験体 (No13-1)

## 試験結果

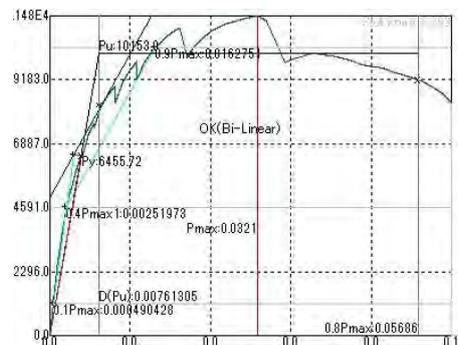
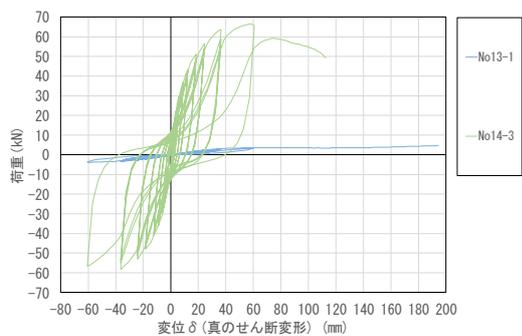
荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図 2 に、各比較曲線を図 3 に示した。表 1, 2 に特性値と 1 本あたり面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真 1 に試験実施状況を示した。



### No14-1



### No14-2



### No14-3

図 2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からの M と真のせん断変形角関係の特性値算出



No14-1



No14-2



No14-3



写真1 最大変形時

表 1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No14-1.csv	No14-2.csv	No14-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	10665	10638	11479
θ (Mmax)	0.03342	0.03341	0.03210
対象データ数	5573	5745	5382
処理結果	OK(Bi-Linear)	OK(Bi-Linear)	OK(Bi-Linear)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ (0.1Pmax)	0.0004	0.0004	0.0005
θ (0.4Pmax1)	0.0027	0.0023	0.0025
θ (0.4Pmax2)	0.0027	0.0023	0.0025
θ (0.9Pmax)	0.0192	0.0172	0.0163
曲線に接する点P	7401	7984	8213
曲線に接する点θ	0.0084	0.0090	0.0078
二直線の交点Py	5951	5980	6456
二直線の交点θ (Py)	0.0038	0.0034	0.0036
曲線上の点δy	0.0050	0.0044	0.0048
θ (0.8Pmax): δu	0.0679	0.0682	0.0569
初期剛性K	1198000	1361190	1333760
Energy	599	628	539
Pu	9363	9717	10154
θ (Pu): δv	0.0078	0.0071	0.0076
$\mu = \delta u / \delta v$	8.69	9.55	7.47
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.25	0.24	0.27
残差	37	39	37
適合度=1-残差/Energy	0.938	0.938	0.930

	No14-1.csv	No14-2.csv	No14-3.csv
Mu(kN・cm)	9363	9717	10154
γ0v	0.0078	0.0071	0.0076
γ0u	0.0679	0.0682	0.0569
l (cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	5.0	5.0	5.0
GB(kN/cm2)	127	127	127
γB	0.0009	0.0009	0.0010
Γv	0.0069	0.0062	0.0066
Γu	0.0670	0.0673	0.0559
lxy	4.58	4.58	4.58
Zxy	0.1172	0.1172	0.1172
Cxy	1.11	1.11	1.11
Zpxy	0.130	0.130	0.130
ΔPv(kN)	4.37	4.53	4.73
δv(cm)	0.24	0.22	0.24
δu(cm)	2.37	2.38	1.98
k(kN/cm)	17.82	20.61	20.13

表 2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No14-1	No14-2	No14-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	4.37	4.53	4.73	4.54	0.1508	0.033	0.984
δv(cm)	0.24	0.22	0.24	0.23	0.0103	0.044	0.979
δu(cm)	2.37	2.38	1.98	2.24	0.1875	0.084	0.961

ΔPv0(kN)	4.47
δv0(cm)	0.23
δu0(cm)	2.15
α	0.95
ΔPva(kN)	4.24
k(kN/cm)	18.56

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

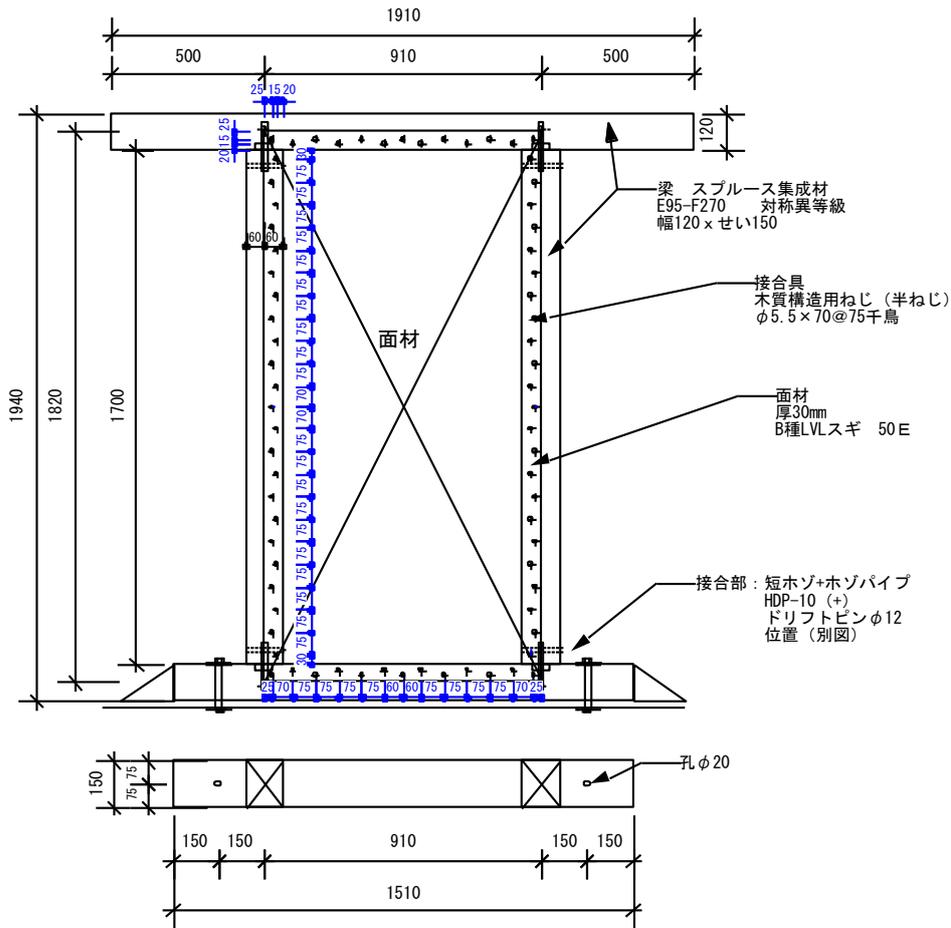
(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 16		3
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：9.3%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
LVL B種 50E 樹種：スギ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.46 含水率：17.8%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ5.5×70mm (ねじ部 30mm) ピッチ：150mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm		
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 16 SP120mm-S30-SC55(70)75C

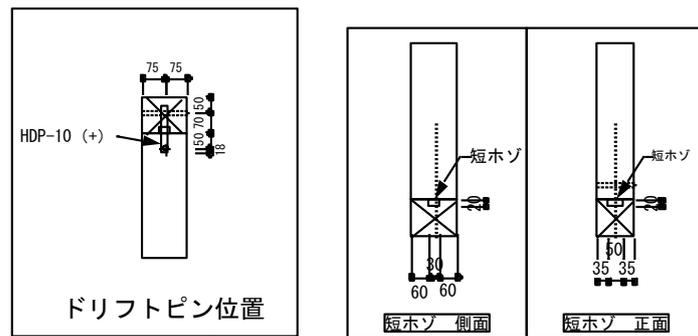


図1 試験体

木質構造用ねじ(半ねじ): パネリードII + φ6.0×90(ねじ部30)(株式会社シネジック)、Xpoint φ6.0×90(ねじ部30)(若井産業株式会社)のうち比較のためのロケット型一面せん断試験を行い、低い評価であった後者とした。

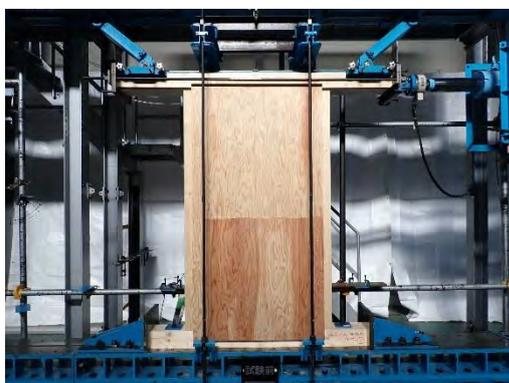
## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



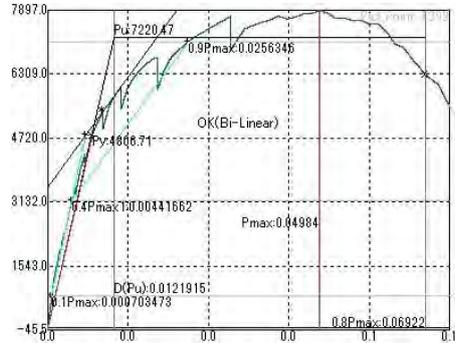
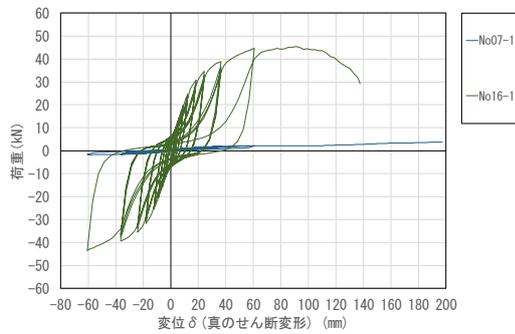
試験体 (No16-2)



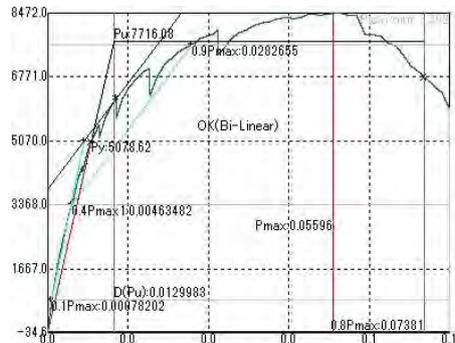
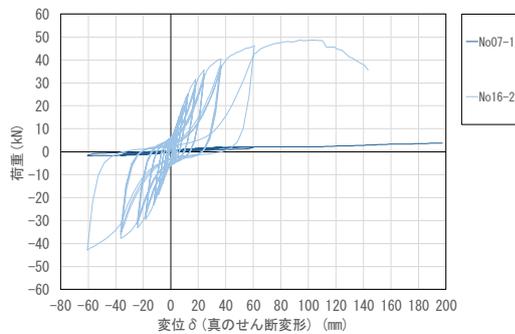
試験体 (No07-1)

## 試験結果

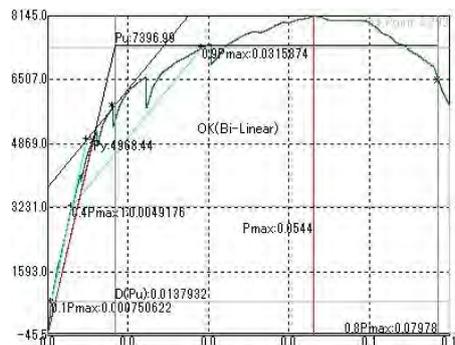
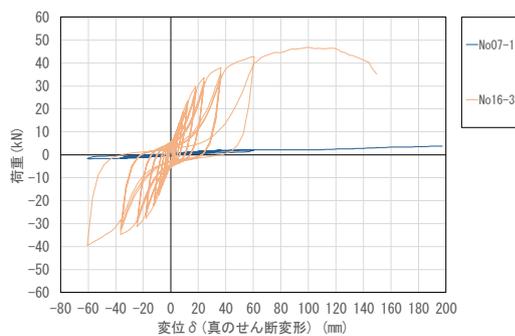
荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図 2 に、各比較曲線を図 3 に示した。表 1, 2 に特性値と 1 本あたり面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真 1 に試験実施状況を示した。



### No16-1



### No16-2



### No16-3

図 2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からの M と真のせん断変形角関係の特性値算出

No16-1



No16-2



No16-3

写真1 最大変形時

表1 M-θ包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No16-1.csv	No16-2.csv	No16-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	7897	8472	8145
θ(Mmax)	0.04984	0.05596	0.05440
対象データ数	7005	7877	7580
処理結果	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ(0.1Pmax)	0.0007	0.0008	0.0008
θ(0.4Pmax1)	0.0044	0.0046	0.0049
θ(0.4Pmax2)	0.0044	0.0046	0.0049
θ(0.9Pmax)	0.0256	0.0283	0.0316
曲線に接する点P	5378	6187	5817
曲線に接する点θ	0.0101	0.0134	0.0134
二直線の交点Py	4807	5079	4968
二直線の交点θ(Py)	0.0070	0.0072	0.0078
曲線上の点δy	0.0081	0.0086	0.0093
θ(0.8Pmax): δu	0.0692	0.0738	0.0798
初期剛性K	592254	593624	536277
Energy	456	519	539
Pu	7220	7716	7397
θ(Pu): δv	0.0122	0.0130	0.0138
$\mu = \delta u / \delta v$	5.68	5.68	5.78
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.31	0.31	0.31
残差	34	41	42
適合度=1-残差/Energy	0.925	0.922	0.922

	No16-1.csv	No16-2.csv	No16-3.csv
Mu(kN・cm)	7220	7716	7397
γ0v	0.0122	0.0130	0.0138
γ0u	0.0692	0.0738	0.0798
l(cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	3.0	3.0	3.0
GB(kN/cm2)	80	80	80
γB	0.0018	0.0019	0.0019
Γv	0.0104	0.0111	0.0119
Γu	0.0674	0.0719	0.0779
lxy	4.58	4.58	4.58
Zxy	0.1172	0.1172	0.1172
Cxy	1.11	1.11	1.11
Zpxy	0.130	0.130	0.130
ΔPv(kN)	3.37	3.60	3.45
δv(cm)	0.37	0.39	0.42
δu(cm)	2.38	2.54	2.76
k(kN/cm)	9.17	9.20	8.17

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No16-1	No16-2	No16-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	3.37	3.60	3.45	3.47	0.0956	0.028	0.987
δv(cm)	0.37	0.39	0.42	0.39	0.0225	0.057	0.973
δu(cm)	2.38	2.54	2.76	2.56	0.1524	0.060	0.972

ΔP <sub>v0</sub> (kN)	3.43
δ <sub>v0</sub> (cm)	0.38
δ <sub>u0</sub> (cm)	2.49
α	0.95
ΔP <sub>va</sub> (kN)	3.25
k(kN/cm)	8.49

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

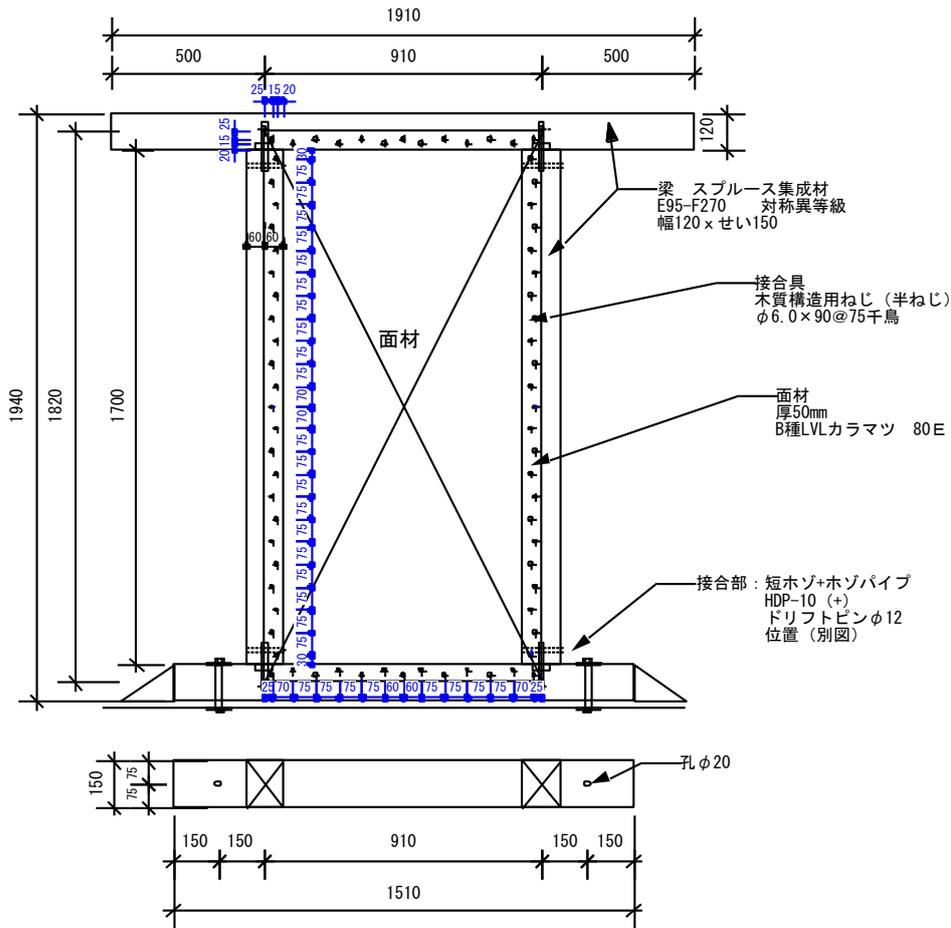
低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ) No. 17	1820mm×910mm	1 3
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.43 含水率：10.0%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 80E 樹種：カラマツ 厚さ：50mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.61 含水率：15.0%	木質構造用ねじ (半ねじ) φ6.0×90mm (ねじ部 30mm) ピッチ：150mm 二列千鳥 縁端距離：外周部から 25mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 17 SP120mm-K50-SC60 (90) 75C

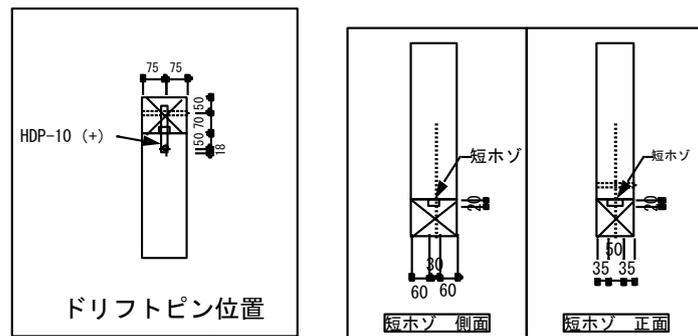


図1 試験体

木質構造用ねじ(半ねじ): パネリードII +  $\phi 6.0 \times 90$  (ねじ部 30) (株式会社シネジック)、Xpoint  $\phi 6.0 \times 90$  (ねじ部 30) (若井産業株式会社) のうち比較のためのロケット型一面せん断試験を行い、低い評価であった後者とした。

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



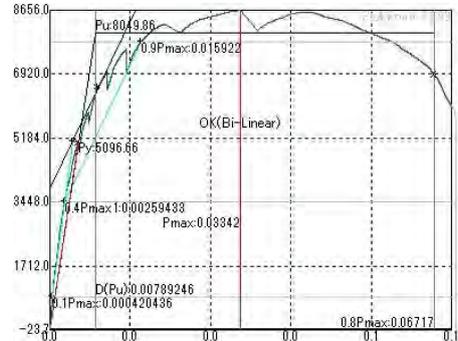
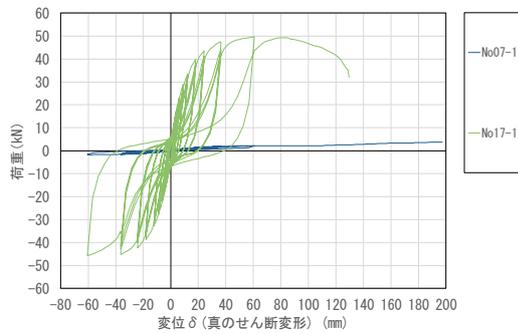
試験体 (No17-1)



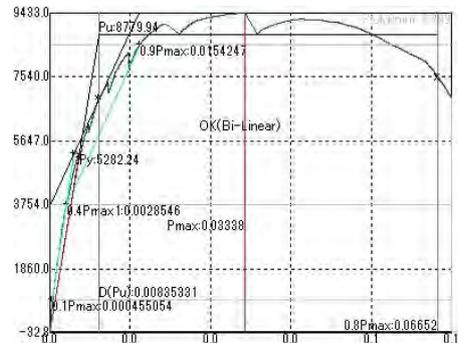
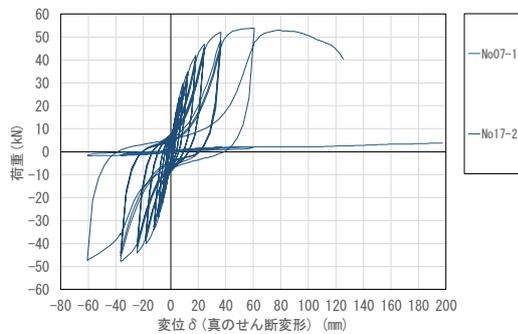
試験体 (No07-1)

## 試験結果

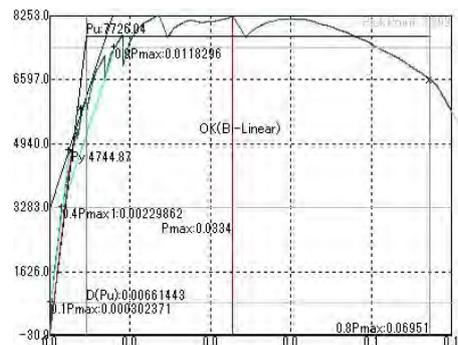
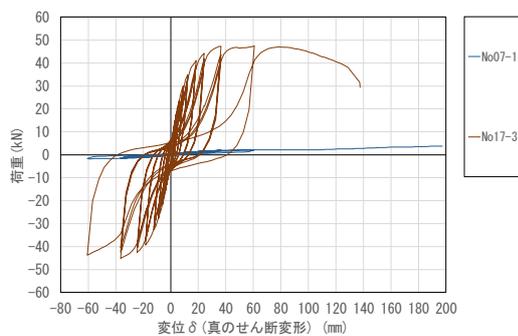
荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



### No17-1



### No17-2



### No17-3

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No17-1



No17-2



No17-3



写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No17-1.csv	No17-2.csv	No17-3.csv
ファイルパス			
実験名など	0	0	0
縦軸	#0002	#0002	#0002
横軸	#0001	#0001	#0001
Mmax	8656	9433	8254
θ (Mmax)	0.03342	0.03338	0.03340
対象データ数	5777	5553	6218
処理結果	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)	OK(Bi-Line)
初期滑り	考慮しない	考慮しない	考慮しない
θ (0.1Pmax)	0.0004	0.0005	0.0003
θ (0.4Pmax1)	0.0026	0.0029	0.0023
θ (0.4Pmax2)	0.0026	0.0029	0.0023
θ (0.9Pmax)	0.0159	0.0154	0.0118
曲線に接する点P	6544	6887	5818
曲線に接する点θ	0.0084	0.0084	0.0059
二直線の交点Py	5097	5282	4745
二直線の交点θ (Py)	0.0040	0.0041	0.0035
曲線上の点δy	0.0050	0.0050	0.0041
θ (0.8Pmax): δu	0.0672	0.0665	0.0695
初期剛性K	1019940	1051070	1168060
Energy	509	547	511
Pu	8050	8780	7726
θ (Pu): δv	0.0079	0.0084	0.0066
$\mu = \delta u / \delta v$	8.51	7.96	10.51
$Ds = 1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.25	0.26	0.22
残差	31	33	29
適合度=1-残差/Energy	0.939	0.940	0.942

	No17-1.csv	No17-2.csv	No17-3.csv
Mu(kN・cm)	8050	8780	7726
γ0v	0.0079	0.0084	0.0066
γ0u	0.0672	0.0665	0.0695
l (cm)	91.0	91.0	91.0
h(cm)	182.0	182.0	182.0
t(cm)	5.0	5.0	5.0
GB(kN/cm2)	127	127	127
γB	0.0008	0.0008	0.0007
Γv	0.0071	0.0075	0.0059
Γu	0.0664	0.0657	0.0688
lxy	4.58	4.58	4.58
Zxy	0.1172	0.1172	0.1172
Cxy	1.11	1.11	1.11
Zpxy	0.130	0.130	0.130
ΔPv(kN)	3.75	4.09	3.60
δv(cm)	0.25	0.27	0.21
δu(cm)	2.35	2.32	2.43
k(kN/cm)	14.89	15.39	17.32

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No17-1	No17-2	No17-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv (kN)	3.75	4.09	3.60	3.82	0.2055	0.054	0.975
δv (cm)	0.25	0.27	0.21	0.24	0.0247	0.102	0.952
δu (cm)	2.35	2.32	2.43	2.37	0.0467	0.020	0.991

ΔPv0 (kN)	3.72
δv0 (cm)	0.23
δu0 (cm)	2.35
α	0.95
ΔPva (kN)	3.53
k (kN/cm)	15.32

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会

東京都江東区新木場 1-7-22

2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 07 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 18		1
	軸組	軸組接合	
	集成材 95E-270F 樹種：スプルース 幅×せい：120mm×150mm 密度：0.44 含水率：9.8%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B種 80E 樹種：カラマツ 厚さ：30mm 寸法：1820mm×910mm 密度：0.65 含水率：15.5%	くぎ (CN75) ピッチ：50mm 二列 縁端距離：外周部から 15mm 1 列目と 2 列目間隔 15mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日～3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



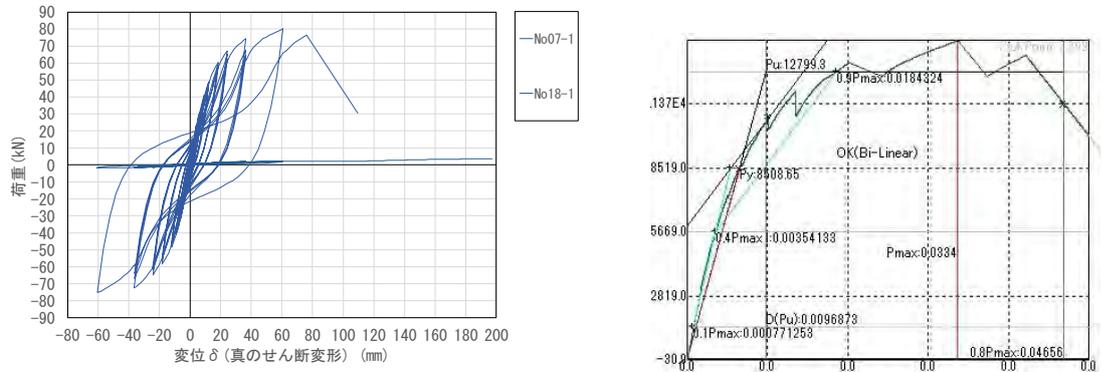
試験体 (No18-1)



試験体 (No07-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No18-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No18-1

写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No18-1.csv		
ファイルパス			
実験名など	0		
縦軸	#0002		
横軸	#0001		
Mmax	14219		
θ (Mmax)	0.03340		
対象データ数	3744		
処理結果	OK(Bi-Line)		No18-1.csv
初期滑り	考慮しない	Mu(kN・cm)	12799
θ (0.1Pmax)	0.0008	γ 0v	0.0097
θ (0.4Pmax1)	0.0035	γ 0u	0.0466
θ (0.4Pmax2)	0.0035	l (cm)	91.0
θ (0.9Pmax)	0.0184	h(cm)	182.0
曲線に接する点P	10732	t(cm)	3.0
曲線に接する点θ	0.0100	GB(kN/cm2)	102
二直線の交点Py	8509	γ B	0.0025
二直線の交点θ (Py)	0.0054	Γ v	0.0072
曲線上の点 δ y	0.0064	Γ u	0.0440
θ (0.8Pmax): δ u	0.0466		
初期剛性K	1321250	lxy	14.09
Energy	534	Zxy	0.3533
Pu	12799	Cxy	1.10
θ (Pu): δ v	0.0097	Zpxy	0.388
μ = δ u / δ v	4.81		
Ds=1/sqrt(2μ-1)	0.34	Δ Pv(kN)	1.99
残差	33	δ v(cm)	0.26
適合度=1-残差/Energy	0.939	δ u(cm)	1.60
		k(kN/cm)	7.66

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No18-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
Δ Pv (kN)	1.99			1.99	0.0000	0.000	1.000
δ v (cm)	0.26			0.26	0.0000	0.000	1.000
δ u (cm)	1.60			1.60	0.0000	0.000	1.000

Δ Pv <sub>v0</sub> (kN)	1.99
δ v <sub>v0</sub> (cm)	0.26
δ u <sub>v0</sub> (cm)	1.60
α	0.95
Δ Pv <sub>va</sub> (kN)	1.89
k (kN/cm)	7.26

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) LargePanel-ShearTest による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

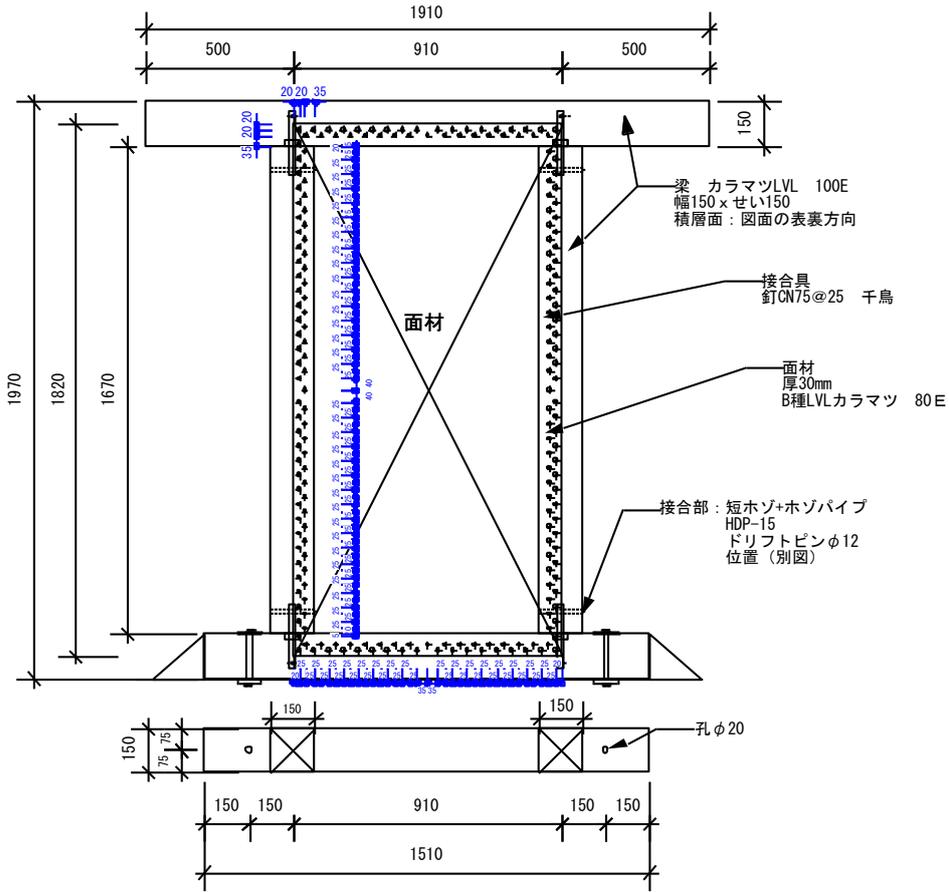
低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

(案) 試験報告書

一般社団法人 全国 LVL 協会  
東京都江東区新木場 1-7-22  
2025 年 3 月 31 日

試験名称	面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験		
試験項目	面材張り構面の面内せん断試験 (タイロッド式)		
試験体	記号	軸組寸法	数量
	No. 13 (躯体のみ)	1820mm×910mm	1
	No. 19		1
	軸組	軸組接合	
	LVL A 種 100E-F <sub>HV</sub> 320 樹種: カラマツ 幅×せい: 150mm×150mm 密度: 0.63 含水率: 14.7%	短ほぞ ほぞパイプ	
	面材	面材-軸組 接合具	
	LVL B 種 80E 樹種: カラマツ 厚さ: 50mm 寸法: 1820mm×910mm 密度: 0.66 含水率: 15.8%	くぎ (CN75) ピッチ: 50mm 二列 縁端距離: 外周部から 20mm 1 列目と 2 列目間隔 20mm	
試験方法	木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版) (企画発行: 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター) 第 3 章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法		
試験結果	別記の通り		
試験期間	2025 年 2 月 3 日~3 月 12 日		
試験場所	一般社団法人建材試験センター西日本試験所 (山口県山陽小野田市大字山川)		



No. 19 KL150mm-K30-CN (75) 25C

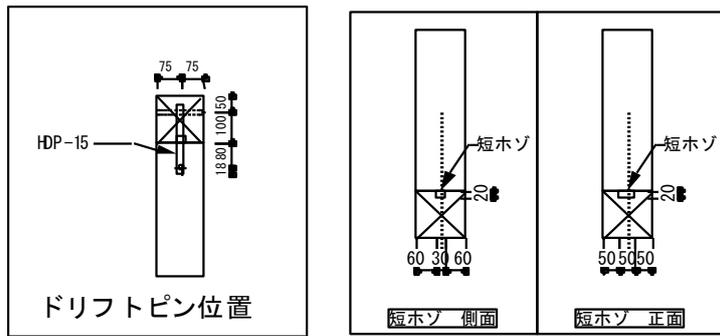


図1 試験体

## 試験方法

### 加力方法

試験はタイロッド式とした。試験体に水平方向の繰返し荷重を加えるため、梁（下部）を試験架台に固定した後、梁（上部）の両端に設けた加力板にテンションロッドを介して荷重を加えた。耐震壁にも適用することを視野に入れ、載荷方法は真のせん断変形角で1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負交番3回繰返し加力(1/30radは1回)とし、1/15rad以上又は0.8Pmaxに至るまでの加力を行った。

### 評価方法

「第3章 試験方法と評価方法 3.5 面材くぎ等1本あたりの一面せん断特性を算定するための試験方法と評価方法 3.5.5 評価方法」に基づき行った。



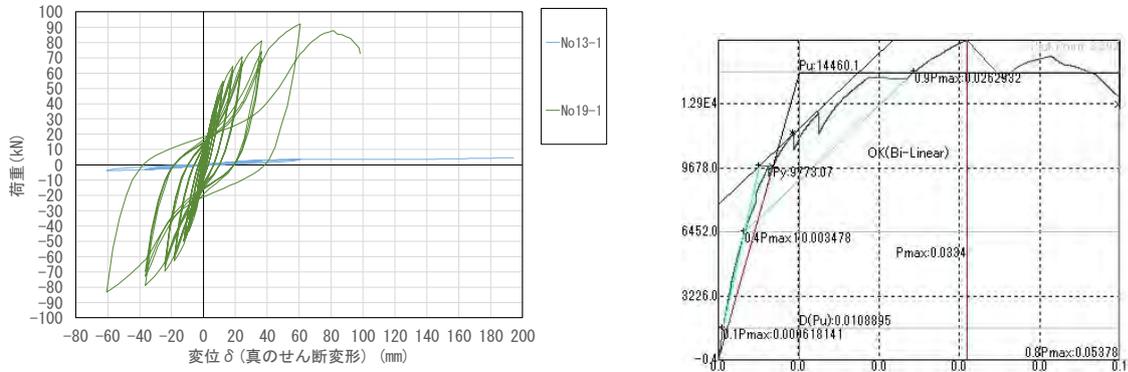
試験体 (No19-1)



試験体 (No13-1)

試験結果

荷重－真のせん断変位曲線と軸組フレーム差引荷重から算出したモーメント－真のせん断変形角曲線を図2に、各比較曲線を図3に示した。表1,2に特性値と1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力の計算結果を、写真1に試験実施状況を示した。



No19-1

図2 荷重－真のせん断変形の関係、および  
差引荷重からのMと真のせん断変形角関係の特性値算出



No19-1

写真1 最大変形時

表1 M-θ 包絡線から算出した特定値、試験体の釘配列係数

	No19-1.csv		
ファイルパス			
実験名など	0		
縦軸	#0002		
横軸	#0001		
Mmax	16130		
θ(Mmax)	0.03340		
対象データ数	3736		
処理結果	OK(Bi-Line)		
初期滑り	考慮しない		
θ(0.1Pmax)	0.0006		
θ(0.4Pmax1)	0.0035		
θ(0.4Pmax2)	0.0035		
θ(0.9Pmax)	0.0263		
曲線に接する点P	11399		
曲線に接する点θ	0.0100		
二直線の交点Py	9773		
二直線の交点θ(Py)	0.0054		
曲線上の点δy	0.0074		
θ(0.8Pmax): δu	0.0538		
初期剛性K	1327900		
Energy	699		
Pu	14460		
θ(Pu): δv	0.0109		
μ = δu / δv	4.94		
Ds = 1/sqrt(2μ - 1)	0.34		
残差	49		
適合度 = 1 - 残差 / Energy	0.930		

	No19-1.csv
Mu(kN・cm)	14460
γ0v	0.0109
γ0u	0.0538
l(cm)	91.0
h(cm)	182.0
t(cm)	3.0
GB(kN/cm <sup>2</sup> )	102
γB	0.0029
Γv	0.0080
Γu	0.0509
lxy	13.73
Zxy	0.3475
Cxy	1.09
Zpxy	0.379
ΔPv(kN)	2.30
δv(cm)	0.29
δu(cm)	1.84
k(kN/cm)	7.91

表2 1本あたり面材くぎ等1本あたりの一面せん断耐力

	No19-1			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数
ΔPv(kN)	2.30			2.30	0.0000	0.000	1.000
δv(cm)	0.29			0.29	0.0000	0.000	1.000
δu(cm)	1.84			1.84	0.0000	0.000	1.000

ΔP <sub>v0</sub> (kN)	2.30
δ <sub>v0</sub> (cm)	0.29
δ <sub>u0</sub> (cm)	1.84
α	0.95
ΔP <sub>va</sub> (kN)	2.18
k(kN/cm)	7.50

面材のLVL B種のせん断弾性係数は、文献1)を参考に下記とした。

50E-スギ厚 30mm : 80 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-カラマツ厚 30mm : 102 (kN/cm<sup>2</sup>)

80E-カラマツ厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)      80E-ラジアータパイン厚 50mm : 127 (kN/cm<sup>2</sup>)

(同じヤング係数のカラマツと同数値とした)

1) Large Panel-Shear Test による構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

低減係数は0.95とし1本あたりのせん断耐力に掛けている。1本数値から算出した構面のせん断耐力にも必要に応じて適切に低減することが望ましい。

以上

### 3. 3. 5 (案) 水平構面マニュアル

以下に (案) 水平構面マニュアルを掲載した。

## (案) LVL 面材 水平構面マニュアル

一般社団法人 全国 LVL 協会

## 目次

第1章	長尺 LVL 面材 床構面 .....	- 266 -
1.1	長尺 LVL 面材 .....	- 266 -
1.2	長尺 LVL 面材を用いた床構面 .....	- 267 -
第2章	詳細計算法 .....	- 268 -
2.1	ビスごとの性能 .....	- 268 -
2.2	釘配列 .....	- 270 -
2.3	長尺 LVL 面材のせん断強度及びヤング係数 .....	- 271 -
2.4	長尺 LVL 面材面内せん断試験 .....	- 272 -

はじめに

## 用語の定義

- LVL** : LAMINATED VENEER LUMBER 単板積層材。
- A 種構造用 LVL** : 構造用 LVL のうち、主繊維方向に直交する単板を入れないもの又は主繊維方向に直交する単板を入れる場合、その仕様を最外層の隣接部分に限定したもの。
- B 種構造用 LVL** : 構造用 LVL のうち、A 種構造用 LVL 以外のものであって下記の基準に適するものをいう。
- 直行単板の配置
- 1 直交する単板は最外層から 3 枚目に必ず配置すること。
  - 2 直交する単板は連続して配置しないこと。
- 枚数、単板の構成
- 連続する平行単板は 2 枚以上 5 枚以下とし、かつ、平行単板が 3 枚以上連続する部分が必ずあること。
- 平行単板の連続
- 単板の構成は積層方向に対して対称であること。また、構成する単板は全て等厚であること。
- 床構面** : 地震力や風圧力棟の水平力が各耐力要素に均等に伝えるためのめん内せん断剛性が十分に剛な水平構面のうち、構造用面材を床面として釘、ビス等で留められたもの。
- 木質構造用ねじ** : 木材同士の接合部を直接接合する金属製ねじで、**JISA5559** に品質について規定されている。

軸材（柱・梁・垂木）に使用されるのは、A 種で直交層を入れない LVL が多い。幅（板目面繊維方向の直交方向の幅）が厚み（積層方向）の 8 倍から 10 倍を超える場合、幅方向の寸法安定性を高めるために直交層を入れることが多い。（厚 30mm だと幅 300mm、厚 50 だと 500mm など）今回のマニュアルでは、梁（床梁、屋根梁）としては A 種で直交層無し、水平構面を構成する面材は直交層を入れた B 種としている。なお、構造用 LVL の厚みは 25mm 以上（特別な場合は 21mm 以上）と JAS に規定されている。

# 第1章 LVL 面材 水平構面

## 1.1 LVL 面材

LVL は、木材を薄く剥いた単板の繊維方方向を揃えて積層、接着した木質材料で、厚さを 30 mm、50mm としたものを LVL 面材と呼ぶ。LVL 面材は、幅 1200mm 以下×長さ 12000mm 以下まで製作可能である。水平力を各耐力壁に伝達させる床構面として使用することができる。他、鉛直構面としても使用することができる。



B種 LVL 床の例



B種 30mm 厚スギ LVL を面材とした水平構面せん断確認試験

## 1.2 長尺 LVL 面材を用いた床構面

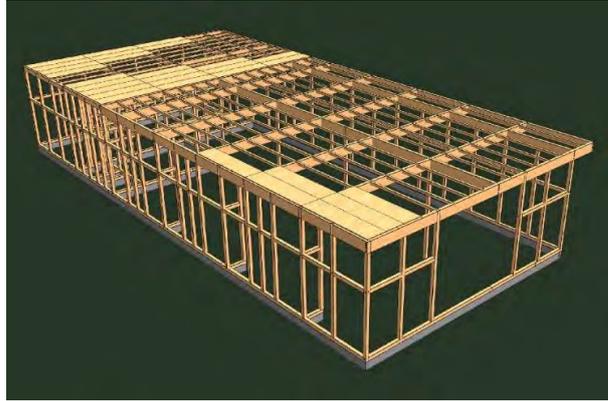


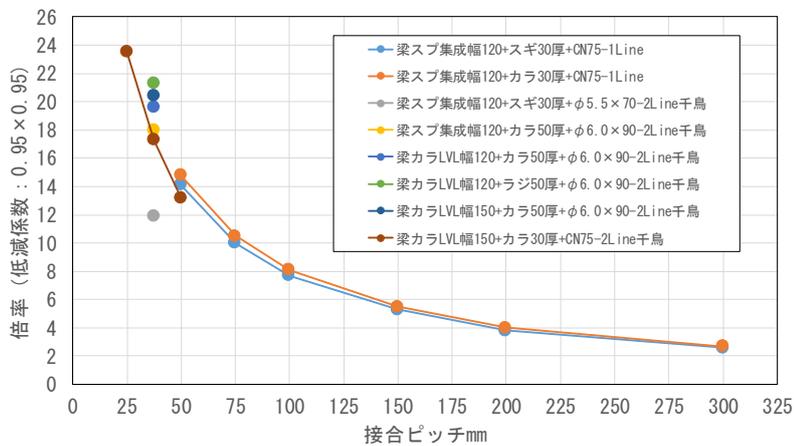
図 長尺 LVL 面材を用いた床構面イメージ

(仮) 各面材ごとの床倍率一覧 (四周固定)

面材寸法 910mm×4095mm

	接合ピッチmm								試験 数	履歴 繰返
	25	37.5	50	75	100	150	200	300		
梁+LVL面材+接合										
梁スプ集成幅120+スギ30厚+CN75-1Line			14.1	10.0	7.7	5.3	3.8	2.6	3	3
梁スプ集成幅120+カラ30厚+CN75-1Line			14.8	10.5	8.1	5.5	4.0	2.7	3	3
梁スプ集成幅120+スギ30厚+φ5.5×70-2Line千鳥		11.9							3	3
梁スプ集成幅120+カラ50厚+φ6.0×90-2Line千鳥		18.0							3	3
梁カラLVL幅120+カラ50厚+φ6.0×90-2Line千鳥		19.6							1	3
梁カラLVL幅120+ラジ50厚+φ6.0×90-2Line千鳥		21.3							3	3
梁カラLVL幅150+カラ50厚+φ6.0×90-2Line千鳥		20.4							3	3
梁カラLVL幅150+カラ30厚+CN75-2Line千鳥	23.5	17.3	13.2						1	3

これから計算値記入



Pa 計算時に低減係数  $\alpha$  は 0.95 としている。後述の 1 本あたりせん断特性算出時も低減係数 0.95 をかけており、計 0.9025 としている。施工期間が長く雨がかかることが想定される場合など、低減係数をさらにかける必要があると思われる場合は、設計者さまのご判断で適宜かけて運用されたい。

## 第2章 詳細計算法

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計<sup>1)</sup>」、「木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計<sup>2)</sup>」には、根太無し工法（直張り）床水平構面の詳細計算法が記載されている。詳細計算法で長尺 LVL 面材床構面のせん断耐力を算出するにあたり、必要な数値を実験等から算出した。

床水平構面の詳細計算法の長尺面材への適用については、平面保持仮定が成立するように連続して張られる場合のみとして、単体では使用しない。

### 2.1 ビスごとの性能

木造軸組工法住宅の許容応力度設計に準拠した方法で、面材くぎ等 1 本あたりの一面せん断特性を算出するための試験を行い、長尺 LVL 面材の樹種と厚み、ビス種類ごとの性能を一覧とした。

樹種	躯体			接合具	k kN/cm	$\delta v$ cm	$\delta u$ cm	$\Delta Pv0$ kN	$\Delta Pva$ kN
	種類	等級	見付幅						
スギ 厚30 50E	集成材	E95以上	120	太め鉄丸釘 (CN釘) 75@50一列	6.91	0.35	2.54	2.52	2.39
	集成材	E95以上	120	ビス $\phi$ 5.5-70mm@150二列	8.49	0.38	2.49	3.43	3.25
	集成材	E65以上	120	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	10.15	0.36	2.51	3.89	3.69
カラマツ 厚30 80E	集成材	E95以上	120	太め鉄丸釘 (CN釘) 75@50一列	9.05	0.26	1.96	2.52	2.39
	集成材	E95以上	120	太め鉄丸釘 (CN釘) 75@50二列	7.26	0.26	1.60	1.99	1.89
	LVL	100E以上	150	太め鉄丸釘 (CN釘) 75@50二列	7.50	0.29	1.84	2.30	2.18
カラマツ 厚50 80E	集成材	E65以上	120	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	10.71	0.28	2.35	3.19	3.02
	集成材	E95以上	120	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	15.32	0.23	2.35	3.72	3.53
	LVL	100E以上	120	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	17.33	0.25	2.09	4.50	4.27
	LVL	100E以上	150	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	18.56	0.23	2.15	4.47	4.24
ラジアータパイン 厚50 80E	LVL	100E以上	120	ビス $\phi$ 6.0-90mm@150二列	20.57	0.20	2.21	4.28	4.06

※二列は千鳥配置前提

ここでは低減係数  $\alpha=0.95$  としている。施工期間が長く、雨がかかることが想定される場合など、施工期間が長く雨がかかることが想定される場合など、低減係数をさらにかける必要があると思われる場合は、倍率計算時の Pa 算出時の低減係数と合わせて、設計者さまのご判断で適宜かけて運用されたい。

## 2.2 LVLのせん断弾性係数 $G_B$

中島らの既往研究 3)より各 LVLB 種のせん断断面係数  $G_B$  を下記表に示す。

樹種	厚み	強度等級	せん断弾性係数 $G_B$	$\tau_{max}$	E1	E2
	mm		kN/cm <sup>2</sup>	kN/cm <sup>2</sup>	GPa	GPa
スギ	30	50E	80	0.405	50	10
カラマツ	30	80E	102	0.653	80	16
カラマツ	50	80E	127	0.660	80	16
ラジアータパイン※	50	80E	127	0.660	80	16

※同ジャング係数等級のカラマツと同数値としている。

※E2=E1×0.2としている。

## 2.3 釘配列

長尺 LVL 面材の適用範囲である幅 910mm、(1000mm、1200mm は随時追加) について、スパン 12000mm までの  $I_{xy}$ 、 $Z_{xy}$ 、 $C_{xy}$  を算出して表にしたものを以下に示す。

1列	910			
	2730	4095	8000	12000
@50	$I_{xy}$	$I_{xy}$ 7.65	$I_{xy}$ 7.96	$I_{xy}$ 7.99
	$Z_{xy}$	$Z_{xy}$ 0.18	$Z_{xy}$ 0.19	$Z_{xy}$ 0.19
	$C_{xy}$	$C_{xy}$ 1.03	$C_{xy}$ 0.99	$C_{xy}$ 0.96
@75	$I_{xy}$	$I_{xy}$ 5.15	$I_{xy}$ 5.31	$I_{xy}$ 5.32
	$Z_{xy}$	$Z_{xy}$ 0.12	$Z_{xy}$ 0.12	$Z_{xy}$ 0.12
	$C_{xy}$	$C_{xy}$ 1.02	$C_{xy}$ 0.98	$C_{xy}$ 0.95
@100	$I_{xy}$	$I_{xy}$ 3.84	$I_{xy}$ 3.96	$I_{xy}$ 3.98
	$Z_{xy}$	$Z_{xy}$ 0.09	$Z_{xy}$ 0.09	$Z_{xy}$ 0.09
	$C_{xy}$	$C_{xy}$ 1.04	$C_{xy}$ 1.00	$C_{xy}$ 0.98
@150	$I_{xy}$	$I_{xy}$ 2.59	$I_{xy}$ 2.66	$I_{xy}$ 2.65
	$Z_{xy}$	$Z_{xy}$ 0.06	$Z_{xy}$ 0.06	$Z_{xy}$ 0.06
	$C_{xy}$	$C_{xy}$ 1.04	$C_{xy}$ 1.00	$C_{xy}$ 0.98
@200	$I_{xy}$	$I_{xy}$ 1.92	$I_{xy}$ 2.01	$I_{xy}$ 1.84
	$Z_{xy}$	$Z_{xy}$ 0.05	$Z_{xy}$ 0.05	$Z_{xy}$ 0.04
	$C_{xy}$	$C_{xy}$ 1.02	$C_{xy}$ 0.98	$C_{xy}$ 0.97

$C_{xy}$  : 釘配列降伏終局比

$I_{xy}$  : 釘配列二次モーメント

$Z_{xy}$  : 単位面積あたりの釘配列係数

## 2.4 長尺 LVL 面材のせん断強度及びヤング係数

高強度の床構面として、面材のせん断破壊とせん断座屈が生じないことを確認するための検定に必要な数値を実験によって求めた評価値を一覧とする。

樹種	厚み	強度等級	せん断弾性係数GB	$\tau_{max}$	E1	E2
	mm		kN/cm <sup>2</sup>	kN/cm <sup>2</sup>	GPa	GPa
スギ	30	50E	80	0.405	50	10
カラマツ	30	80E	102	0.653	80	16
カラマツ	50	80E	127	0.660	80	16
ラジアータパイン※	50	80E	127	0.660	80	16

※同じヤング係数等級のカラマツと同数値としている。

※E2=E1×0.2としている。

$\tau_{max}$  : 基準許容応力度÷(1/3)

E1 : 面材の繊維直行方向の曲げヤング係数 (kN/cm<sup>2</sup>) で、実験による評価値とする。

E2 : 面材の繊維平行方向の曲げヤング係数 (kN/cm<sup>2</sup>) で、実験による評価値とする。

## 2.5長尺 LVL 面材面内せん断試験

全国 LVL 協会では長尺 LVL 面材は幅 910mm×1820mm を基本として、厚さ、樹種、接合具を変更して、面内せん断試験を行っている。

(仮) LVL 協会 HP の事業成果報告書

「令和 5 年度 花粉対策・・・事業 報告書」を参照されたい。

## 参考文献

- 1)木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）
- 2)木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計（2024年版）
- 3)LargePanel-ShearTestによる構造用単板積層材の面内せん断性能 中島他、2016年建築学会梗概集

## 謝辞

本マニュアルは、林野庁事業「令和5年度花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうちスギ材の需要拡大対策のうち花粉症対策木材の活用に向けた技術開発事業」の一環で実施した。

長尺 LVL 面材 床構面マニュアル

2025 年 2 月 20 日 初版第 1 刷発行

発行著者・発行人 一般社団法人 全国 LVL 協会

Copyright:2025. National LVL Association All rights reserved

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部を無断で複写・複製・転記・  
転載することは禁止されています。

### 3. 4 まとめ

詳細計算法によるくぎ1本あたりせん断耐力による水平構面剛性計算値を実大試験により検証した結果、程よく推定できていることが示された。長さが長くなると剛性の実験値は下がっていく傾向にあるが、1体のみでの検証なので、試験体数を増やして検証した。また、構造設計者向けに使用しやすいため、マニュアルを作成した。

#### 4. まとめと今後の課題

##### ●国産スギ利用ハイブリッド LVL 開発

カラマツおよびスギ LVL を水平積層したハイブリッド LVL を試作し、種々の強度性能が明らかとなった。それらのデータや知見は今後の JAS 改正に向けた検証や提案に活用する事が可能である。従来 JAS とは異なる製法と追加方のハイブリッド LVL を実用化するためには、実大試験体の圧縮・引張試験のデータを取得した。今後、関係者と連携して、ハイブリッド LVL の JAS 規格改正へ行う。

##### ●厚板床版開発

小規模から中大規模建築に必要な、高剛性かつ長尺の LVL を面材とした水平構面の検証試験を行った。昨年度の知見より施工性などを含めて、剛性と靱性確保を狙って接着剤併用も検討した。詳細計算法で必要くぎ・ビス 1 本あたりのせん断特性値を求め、実大サイズの水平構面の実験による面内せん断性能を程よく予測できた。ロケット型の接合部試験も実施し、1 本あたりのせん断特性値を概ね予測する可能性を示すことができた。これまでの知見・データ整理及び構造設計者向けのマニュアルを作成した。