

平成 21 年度林野庁補助事業 2×4住宅部材の開発事業

「地域材を使用した場合の構造材接合部
及び接合金物の耐力評価」
事業成果報告書

平成 23 年 2 月 28 日

全国木材協同組合連合会
三菱地所ホーム株式会社

事業体報告書

表題

平成 22 年度林野庁補助事業 2 × 4 住宅部材の開発事業
地域材を使用した場合の構造材接合部及び接合金物の耐力評価
(三菱地所ホーム株式会社) 事業成果報告書

目次

- 1 事業の目的
- 2 事業の内容等
 - (1) 事業の内容
 - (3) 事業実施体制
- 3 事業の実施結果
 - (1) 素材面の検討
 - (2) 強度試験及びデータ整備
 - ①試験体、②試験方法
- 4 事業の成果と今後の課題
- 5 試験報告書

1 事業の目的

2×4住宅を計画する場合、国土交通省告示1540号の第1～第8に適合しJASに規定している構造材を使用して建築することは可能であるが、3階建などを設計及び構造計算する場合には「くぎ接合部の1面せん断耐力」や「金物接合部耐力」の数値が必要になる。しかし、現状の「告示」や「枠組壁工法建築物構造計算指針」「Cマーク金物一覧」にはD Fir-L・Hem-Fir・S-P-Fの3種類のみ耐力表記になっているため、想定される地域材スギ(W Cedar)・ヒノキ、カラマツ(Hem-Tam)を使用する場合に用いる耐力数値をどの様に運用すればよいか不明確である。このため現在表記されている耐力数値と比較し地域材の耐力数値をどの様に関連を持たせ運用していけるか試験を行い明確にしていく必要がある。

表 3.3.2 木材のめり込みの終局強度 (下限値)

樹種	めり込みの終局強度 (下限値) (N/mm ²)
D Fir-L	36
Hem-Fir	32
S-P-F	28

表 3.3.7 木材のめり込みの終局強度 (平均値)

樹種	めり込みの終局強度 (N/mm ²)
D Fir-L	45
Hem-Fir	40
S-P-F	35

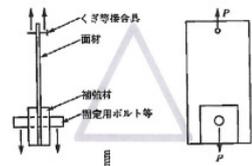
表1 Cマーク表示金物耐力表

名称	記号	短期許容耐力 (kN)			使用接合具
		D.Fir-L	Hem-Fir	S.P.F	
柱脚金物	PB-33	11.3	10.4	10.0	六角ボルト M12(1本)
	PB-42	22.7	20.8	20.0	六角ボルト M12(2本)
柱頭金物	PC	10.3	9.3	8.1	太めくぎ ZN65(24本)
帯金物	S-45	2.5	2.3	2.0	太めくぎ ZN40(6本)
	S-50	5.1	4.6	4.0	太めくぎ ZN65(12本)
	S-65	5.1	4.6	4.0	太めくぎ ZN65(15本)
	S-90	5.1	4.6	4.0	太めくぎ ZN40(12本)
	SW-67	10.3	9.3	8.1	太めくぎ ZN65(26本)

面材のめり込み終局強度

※ 面材メーカーの実験値有り?

■ 平均値 (表 3.3.8 P70)		■ 下限値 (表 3.3.4 P68)	
面材の種類	めり込み強度	面材の種類	めり込み強度
構造用合板・パネル	41.0N/mm ²	構造用合板・パネル	31.0N/mm ²
硬質セメント板	35.0N/mm ²	硬質セメント板	26.0N/mm ²
強化石膏ボード	9.0N/mm ²	強化石膏ボード	7.5N/mm ²
石膏ボード	7.0N/mm ²	石膏ボード	5.5N/mm ²



■ 耐力壁の降伏せん断耐力 (無開口耐力壁の降伏せん断耐力)

$$Q_0 = q \times s \times \frac{L}{l_0}$$

● 耐力壁の長さ
● 基準パネルの長さ
● 釘の本数

釘の降伏せん断耐力

$$q = C \times Fe1 \times d \times t$$

● 面材(側材)の厚さ
● 釘の径
● 面材(側材)のめり込み強度
● β: 枠材と面材のめり込み強度比 (Fe2 / Fe1)
My: 釘の曲げ降伏モーメント

木材のめり込み終局強度

■ 平均値 (表 3.3.7 P69)

樹種	めり込みの終局強度
D Fir-L	45N/mm ²
Hem-Fir	40N/mm ²
S-P-F	35N/mm ²

■ 下限値 (表 3.3.2 P67)

樹種	めり込みの終局強度
D Fir-L	36N/mm ²
Hem-Fir	32N/mm ²
S-P-F	28N/mm ²

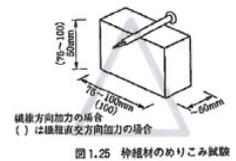


図 1.25 枠材のめり込み試験

釘の降伏強度 Fy (表 3.3.3 P68)

くぎ径 mm	基準値
2.3 以下	740N/mm ²
2.3 超 3.2 以下	690N/mm ²
3.2 超 4.0 以下	590N/mm ²
4.0 超	540N/mm ²

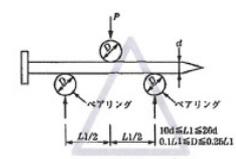
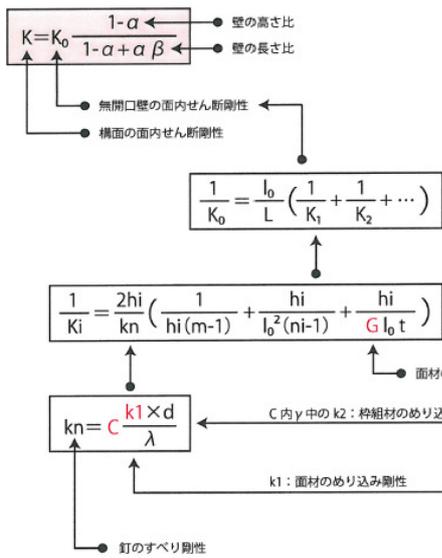


図 1.24 接合員の曲げ試験

※ JIS 規格の釘であれば JIS G3532 の下限値を用いてよい

■ 耐力壁の剛性（無開口耐力壁の降伏せん断耐力）



面材のせん断弾性係数 (表 3.3.19 P87)

面材の種類	せん断弾性係数
構造用合板・ラワン	400N/mm ²
構造用合板・米松	600N/mm ²
構造用パネル	1400N/mm ²
硬質木片セメント板	1300-1700N/mm ²
強化・石膏ボード	700N/mm ²

※ 面材メーカーの実験値がある？

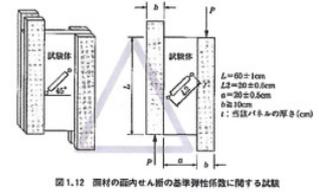


図 1.12 面材の面内せん断の基準弾性係数に関する試験

木材及び面材のめり込み剛性 (表 3.3.10 P71)

木材と面材の種類	めり込み剛性
D Fir-L, Hem-Fir S-P-F	61.0N/mm ³
構造用合板・パネル	71.0N/mm ³
硬質木片セメント板	96.0N/mm ³
強化・石膏ボード	11.0N/mm ³

※ 面材メーカーの実験値がある？
※ Hem-Tam WCedar も同じ？

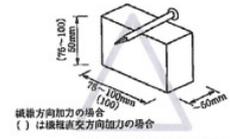
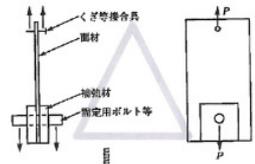


図 1.25 材種のめり込み試験



2 事業の内容等

(1) 事業の内容

2×4住宅で代表的に使用されているS-P-F甲種2級の耐力数値を地域材でも運用できるか検討する為、以下の項目について比較試験を行った。

- I、くぎの枠組材及び面材におけるめり込み試験
- II、くぎ接合における枠組材同士及び枠組材と面材の一面せん断試験
- III、Cマーク金物の耐力試験
- IV、小屋組トラスの接合金物の耐力試験

(2) 事業実施体制

①試験機関

- ・徳島県立工業技術センター
- ・財団法人日本住宅・木材技術センター

②材料及び試験体作成

- ・院庄林業株式会社
- ・株式会社オロチ
- ・株式会社キーテック
- ・住友林業クレスト株式会社
- ・プライムトラス株式会社
- ・株式会社三菱地所住宅加工センター

③企画・まとめ

- ・三菱地所ホーム株式会社

3 事業の実施結果

(1) 素材面の検討

原材料の安定供給及び基準材料強度の安定性を考え J A S 基準に適合した集成材及び L V L を想定した。

(2) 強度試験及びデータ整備

①試験体

試験体の樹種及び強度区分を以下に表記する。

- ・ S-P-F 甲種 2級
- ・ スギ L V L 80 E 1級 35 V-30 H
- ・ カラマツ L V L 120 E 1級 50 V-43 H
- ・ ヒノキ 甲種 2級
- ・ ヒノキ集成 E95-F270
- ・ ヒノキ集成 E105-F345
- ・ スギヒノキハイブリット合板 9mm 3°ライ 1級 E70-F220 特類
- ・ スギヒノキハイブリット合板 15mm 5°ライ 1級 E65-F205 特類
- ・ スギヒノキハイブリット合板 28mm 9°ライ 2級 特類

②試験方法

下記の資料を基に試験方法を作成した。

- ・ 材料及び接合部の許容応力度等を定める試験・評価方法とその解説：[2007年 枠組壁工法建築物構造計算指針 第V編]
- ・ 接合金物試験法規格（Cマーク表示金物）：[財日本住宅・木材技術センター]
- ・ メタルプレートコネクター接合：[木質構造設計規準・同解説]

4 事業の成果と今後の課題

今回の試験結果では、ほぼすべての材料において S-P-F の基準数値及び同じ試験方法をした S-P-F 甲種 2 級の数値と比較し同等かそれ以上の数値を示しているため、現状の S-P-F の基準値を運用しても問題ないように思われる。

また、今後地域材の J A S による取扱が変更された場合でも構造計算等をする場合は「くぎ接合部の 1 面せん断耐力」や「金物接合部耐力」の耐力数値を明確にしていくことが望まれる。

5 試験報告書

* 添付資料

地域材を使用した場合の構造接合部及び接合金物の耐力評価

試験報告書

目 次

第 1 章 材料実験結果

1.1	木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50、繊維・積層方向】	… 01
1.2	木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50、繊維直交・積層方向】	… 07
1.3	木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90、繊維・積層方向】	… 12
1.4	木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90、繊維直交・積層方向】	… 18
1.5	面材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50】	… 23
1.6	面材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90】	… 28
1.7	せん断実験【枠組材-面材接合部、CN 釘・GNF 釘】	… 33
1.8	せん断実験【枠組材-枠組材接合部、CN 釘】	… 42

第 2 章 接合部金物実験結果

2.1	CPT 金物の引張実験	… 49
2.2	HDB20 金物の引張実験	… 53
2.3	S65 金物の引張実験	… 57
2.4	BH2-210 金物のせん断実験	… 61
2.5	ギャングネイルの引張実験	… 66

第 3 章 下枠-土台接合部実験結果

3.1	せん断実験【下枠-床-土台接合部、CN 釘】	… 78
-----	------------------------	------

1.1 木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50、繊維方向と積層方向】

1.1.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及びW_Cedar(スギ LVL)を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.1.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材4種類の繊維方向、積層方向のめり込み実験である(図1.1-1~4)。実験前に木材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(木材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 加力は、木材片に太め鉄丸くぎ(CN50)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.1-1~4)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.1.3 実験結果の概要

表 1.1-1 めり込みの終局強度(実験値)

樹種	5%下限値	平均値(50%下限値)
スギ LVL80E 1級 35V-30H	30N/mm ²	37N/mm ²
カラマツ LVL120E 1級 50V-43H	38N/mm ²	47N/mm ²
ヒノキ集成 E95-F270	36N/mm ²	45N/mm ²
S-P-F 甲種 2級	25N/mm ²	33N/mm ²

表 1.1-2 めり込みの終局強度(指針値 P67_表 3.3.2、P69_表 3.3.7)

樹種	5%下限値	平均値(50%下限値)
D Fir-L	36N/mm ²	45N/mm ²
Hem-Fir	32N/mm ²	40N/mm ²
S-P-F	28N/mm ²	35N/mm ²

	降伏時 Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K1実験 S-P-F 甲種2級 CN50 記号:K1	2844	0.6	3181	0.7	4772	1.9	47402	4432		0.47
	2448	0.7	2701	0.8	4052	2.8	34974	3768		0.49
	2182	0.6	2400	0.7	3600	2.8	36362	3363		0.47
	2447	0.7	2643	0.7	3964	2.3	34959	3696		0.47
	2564	0.5	2943	0.6	4414	2.2	51288	4218		0.41
	2211	0.7	2460	0.7	3691	2.4	31589	3478		0.47
	2338	0.7	2370	0.7	3555	2.4	33393	3287		0.44
平均	2433	0.6	2671	0.7	4007	2.4	38567	3749	3749	0.46
標準偏差	227	0.08	301	0.06	452	0.32	7595	433	433	
変動係数	0.09		0.11					0.12	0.12	
ばらつき係数	0.79		0.75					0.97	0.74	
基準耐力	1924		1993				35	3631	2774	
応力度 N/mm^2	18	←5%下限	18	←5%下限			50%下限→	33	25	←5%下限

	降伏時 Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K5実験 スギLVL 80E 1級 CN50 記号:K5	2699	0.6	2935	0.6	4403	2.8	44985	4166		0.44
	2820	0.5	3308	0.6	4963	2.8	56408	4705		0.44
	2692	0.7	2760	0.7	4141	2.7	38463	3812		0.47
	2780	0.6	3077	0.7	4616	2.4	46335	4383		0.47
	2688	0.6	2638	0.6	3956	2.0	44798	3773		0.44
	2784	0.6	3020	0.6	4530	2.6	46392	4255		0.44
	2451	0.5	2610	0.6	3916	1.8	49010	3729		0.41
平均	2702	0.6	2907	0.6	4360	2.4	46627	4118	4118	0.44
標準偏差	123	0.07	254	0.05	380	0.40	5388	365	365	
変動係数	0.05		0.09					0.09	0.09	
ばらつき係数	0.90		0.80					0.98	0.80	
基準耐力	2426		2337				43	4019	3296	
応力度 N/mm^2	22	←5%下限	21	←5%下限			50%下限→	37	30	←5%下限

	降伏時 Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K9実験 カマツLVL 120E 1級 CN50 記号:K9	3255	0.5	3533	0.5	5300	2.4	65094	5095		0.41
	3726	0.6	3646	0.6	5469	1.6	62095	5159		0.41
	2886	0.5	3052	0.5	4578	1.2	57720	4352		0.38
	3819	0.5	3680	0.5	5520	1.8	76386	5320		0.38
	3797	0.6	3788	0.6	5681	2.8	63288	5442		0.41
	4055	0.7	4172	0.7	6258	2.1	57921	5873		0.47
	4091	0.6	3947	0.5	5920	1.9	68187	5659		0.41
平均	3661	0.6	3688	0.6	5532	2.0	64384	5271	5271	0.41
標準偏差	438	0.08	351	0.08	527	0.53	6476	489	489	
変動係数	0.12		0.10					0.09	0.09	
ばらつき係数	0.73		0.79					0.97	0.79	
基準耐力	2675		2897				59	5139	4172	
応力度 N/mm^2	25	←5%下限	27	←5%下限			50%下限→	47	38	←5%下限

	降伏時 Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K13実験 ヒキ集成材 E95-F270 CN50 記号:K13	3659	0.5	4156	0.6	6234	2.5	73170	5827		0.41
	2681	0.6	3128	0.7	4692	2.8	44680	4378		0.47
	3414	0.7	3434	0.7	5152	2.8	48770	4751		0.47
	3077	0.4	3689	0.5	5533	1.5	76920	5275		0.38
	3104	0.5	3549	0.6	5323	2.4	62072	5071		0.41
	3168	0.5	3696	0.6	5544	1.6	63360	5223		0.41
	2769	0.4	3237	0.5	4855	1.8	69230	4672		0.38
平均	3124	0.5	3556	0.6	5333	2.2	62600	5028	5028	0.42
標準偏差	341	0.11	341	0.08	511	0.56	12069	477	477	
変動係数	0.11		0.10					0.09	0.09	
ばらつき係数	0.75		0.78					0.97	0.79	
基準耐力	2358		2788				57	4899	3955	
応力度 N/mm^2	22	←5%下限	26	←5%下限			50%下限→	45	36	←5%下限

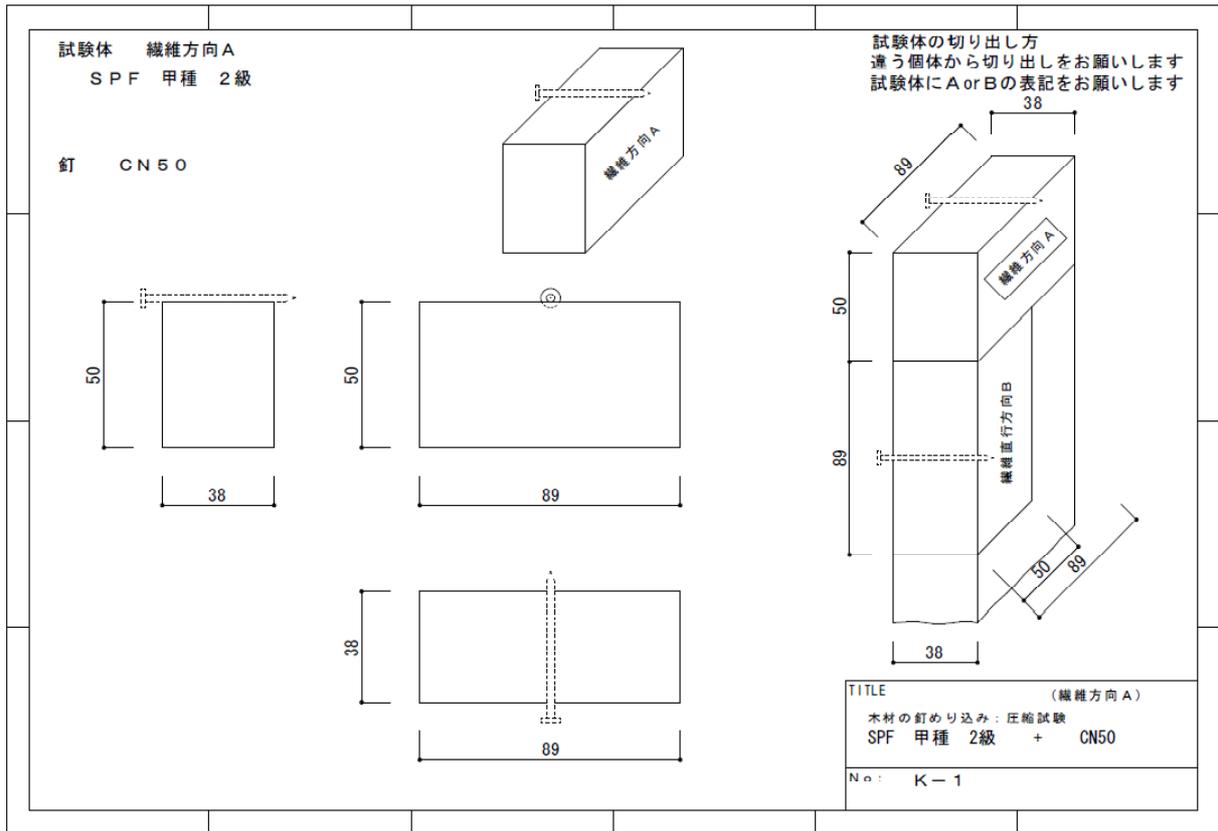


図 1.1-1 K-1 試験体図 (SPF 甲種 2級)

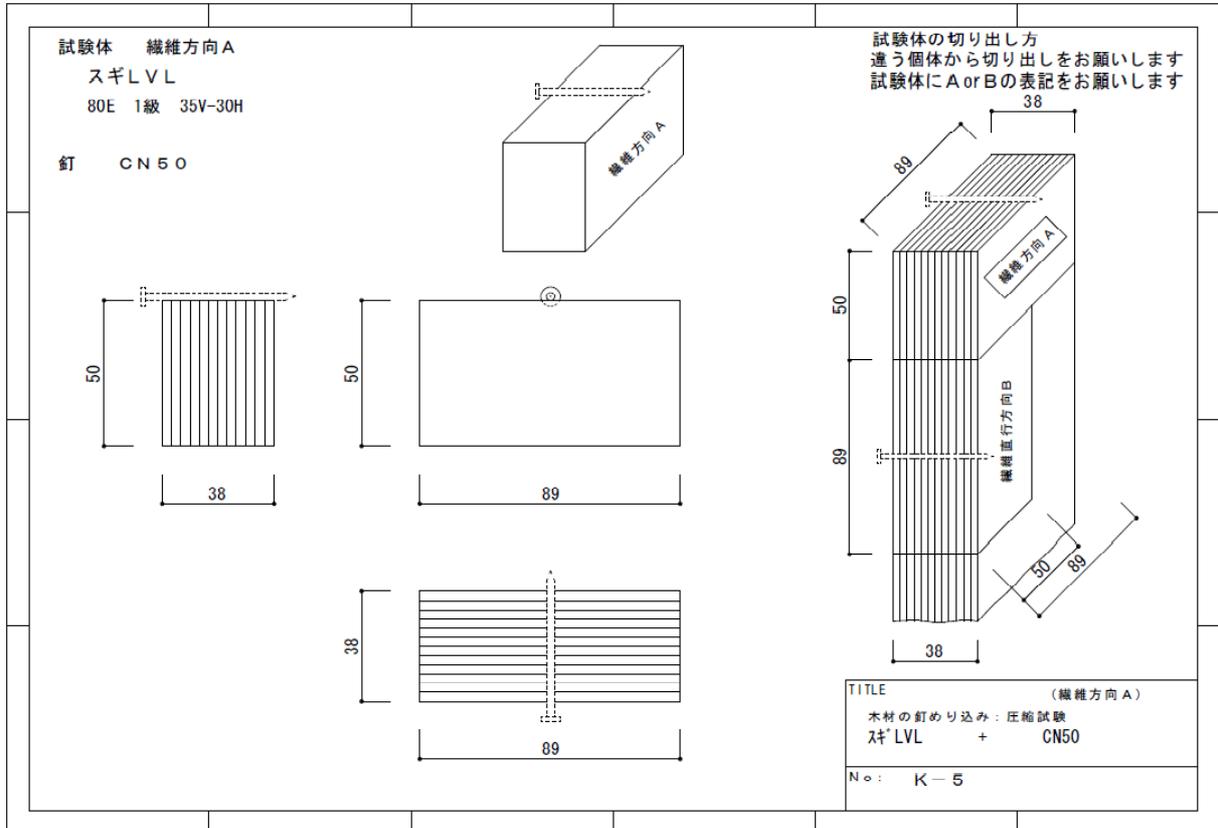


図 1.1-2 K-5 試験体図 (スギLVL80E)

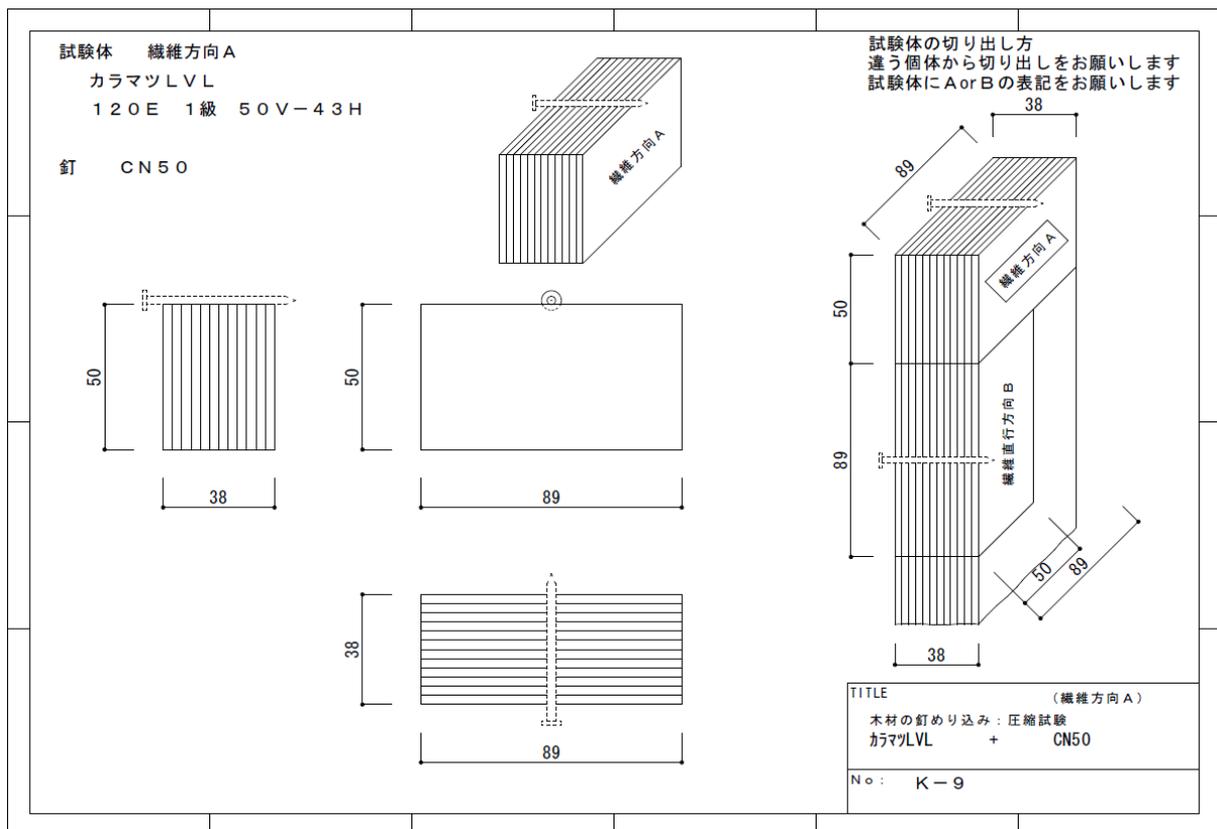


図 1.1-3 K-9 試験体図 (カラマツ LVL120E)

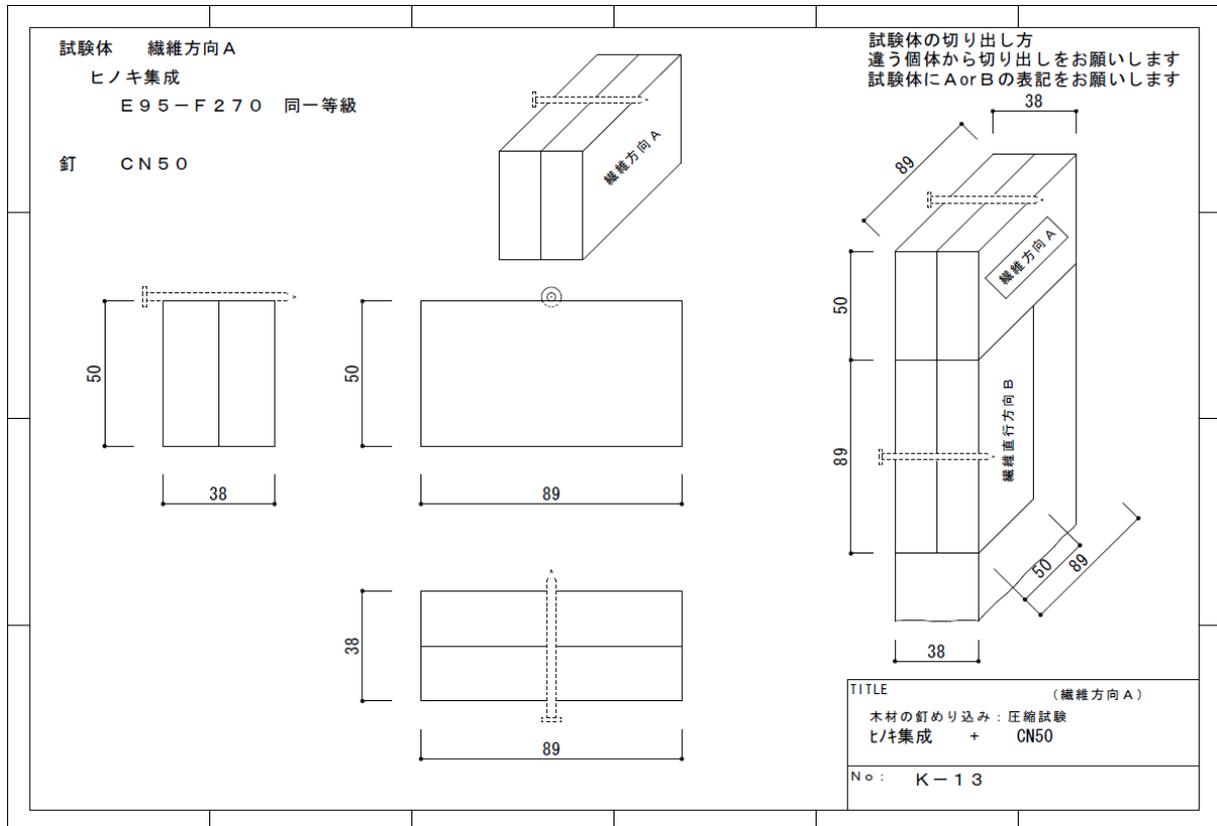


図 1.1-4 K-13 試験体図 (ヒノキ集成材 E95-F270)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率 (%)、比重の試験体別平均値である。最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重 (ロードセル) をくぎの径と長さ (試験体の幅) から求められる断面積で除した値である。

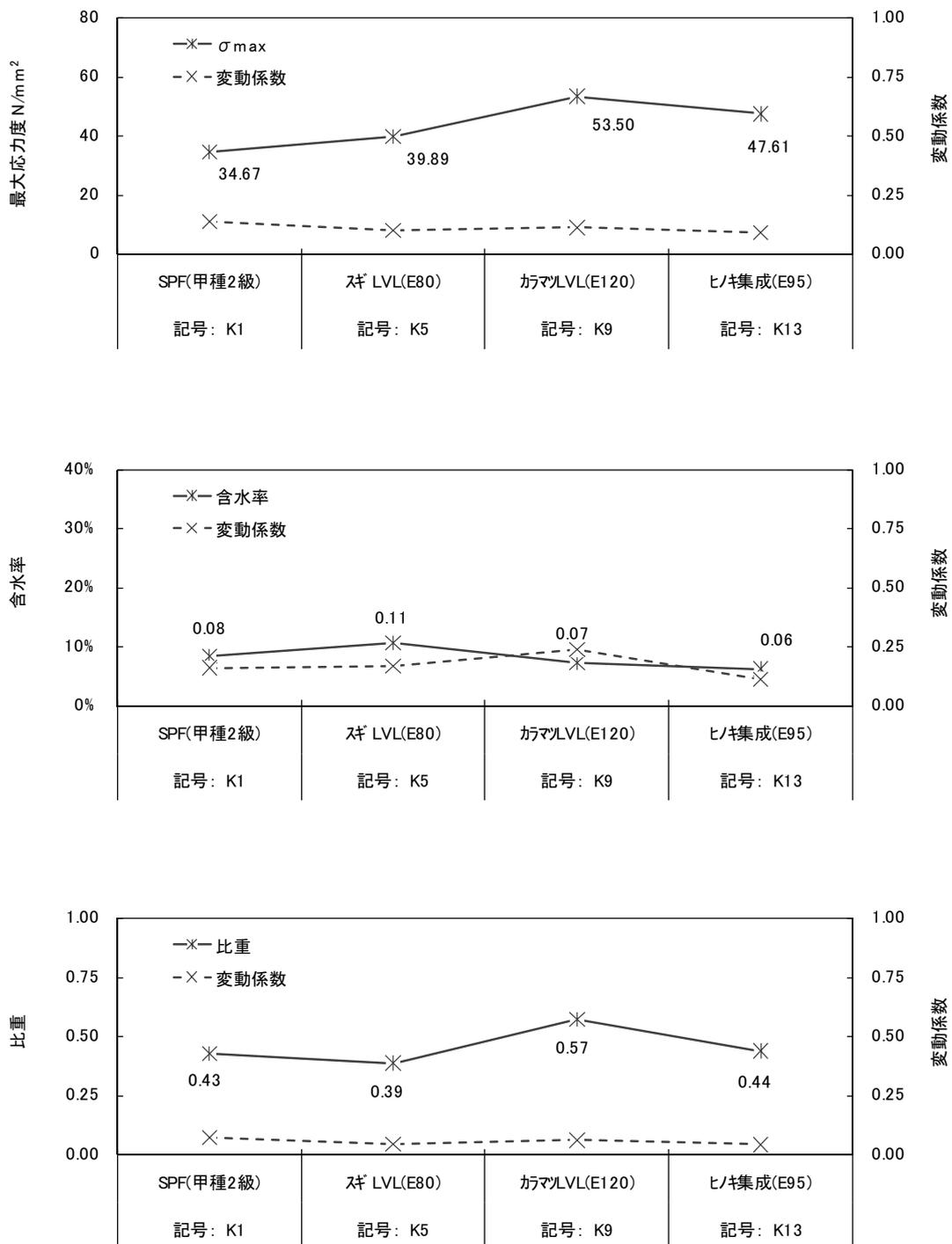


図 1.1-5 平均値：太め鉄丸くぎ (CN50 繊維・積層方向)

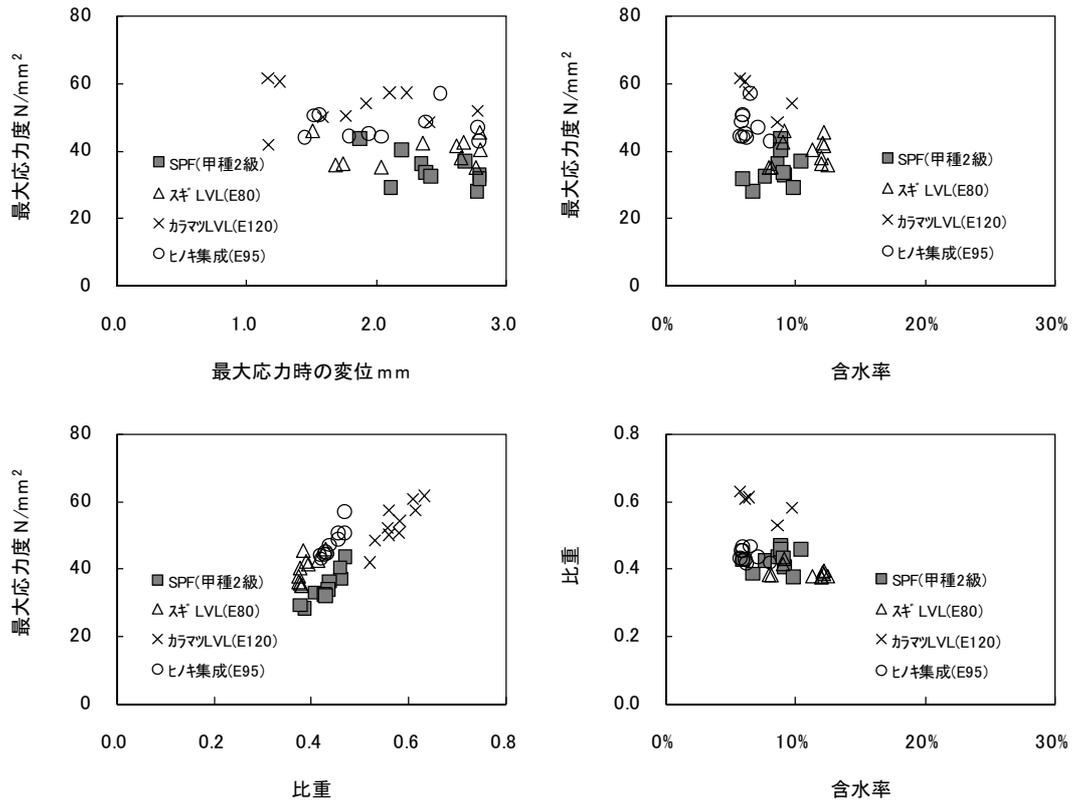


図 1.1-6 相関関係：太め鉄丸くぎ（CN50 繊維・積層方向）

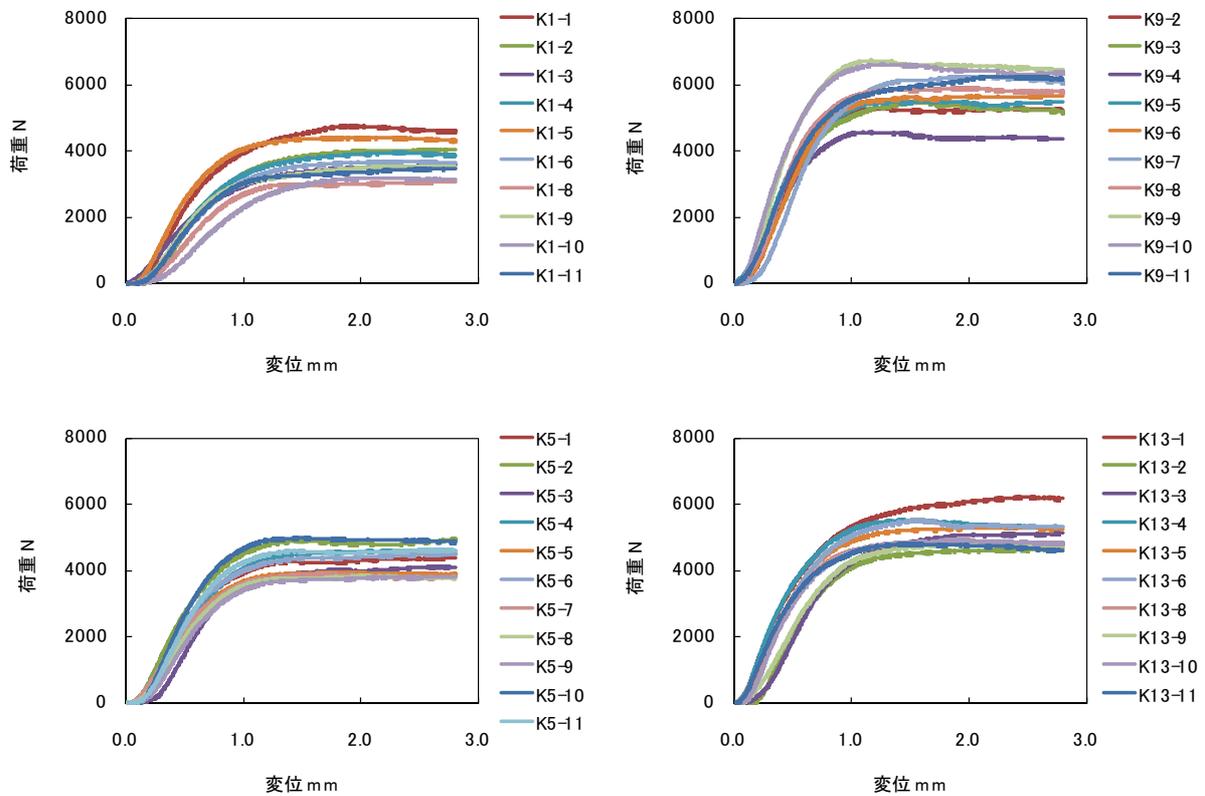


図 1.1-7 荷重変形関係：太め鉄丸くぎ（CN50 繊維・積層方向）

1.2 木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50、繊維直交方向と積層方向】

1.2.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及び W_Cedar(スギ LVL)を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.2.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材4種類の繊維直交方向、積層方向のめり込み実験である(図1.2-1~4)。実験前に木材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(木材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 加力は、木材片に太め鉄丸くぎ(CN50)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.2-1~4)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.2.3 実験結果の概要

表 1.2-1 めり込みの最大強度(実験値)

樹種	平均値
スギ LVL80E 1級 35V-30H	38N/mm ²
カラマツ LVL120E 1級 50V-43H	61N/mm ²
ヒノキ集成 E95-F270	37N/mm ²
S-P-F 甲種 2級	34N/mm ²

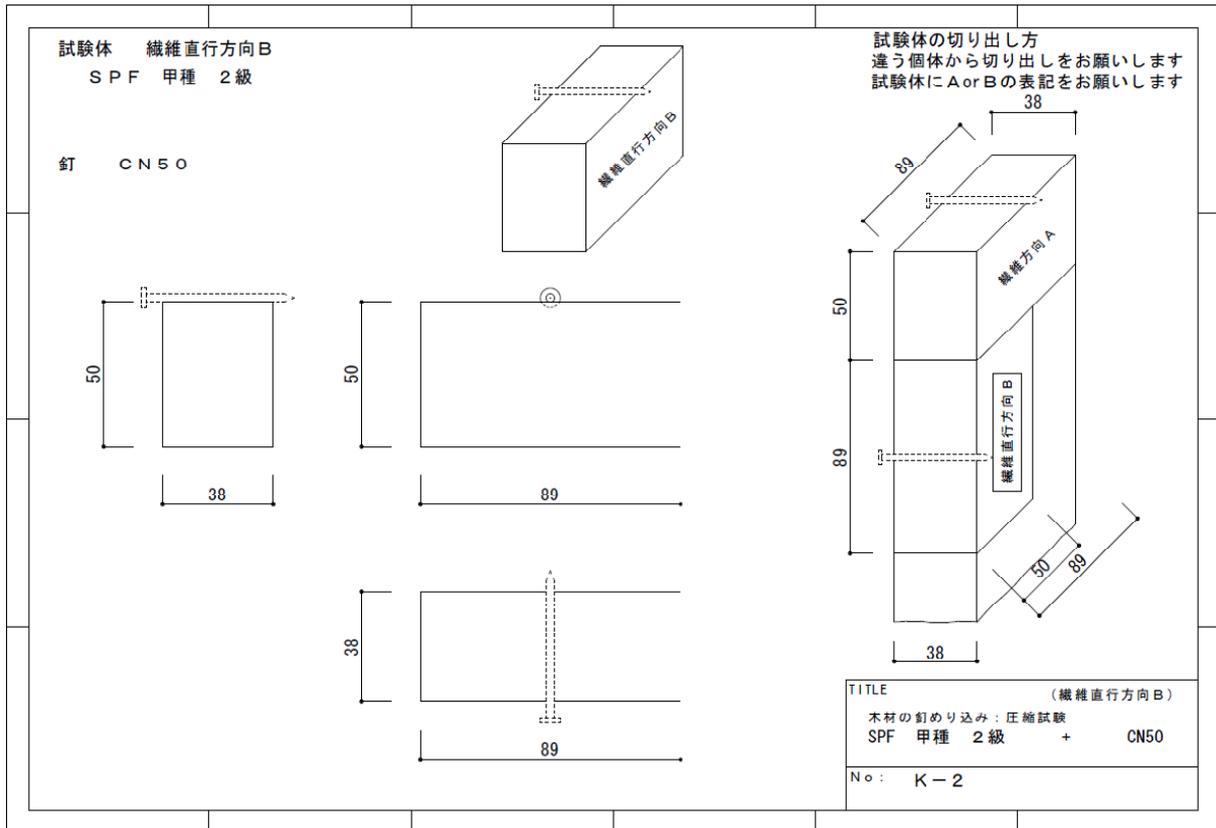


図 1.2-1 K-2 試験体図 (SPF 甲種 2級)

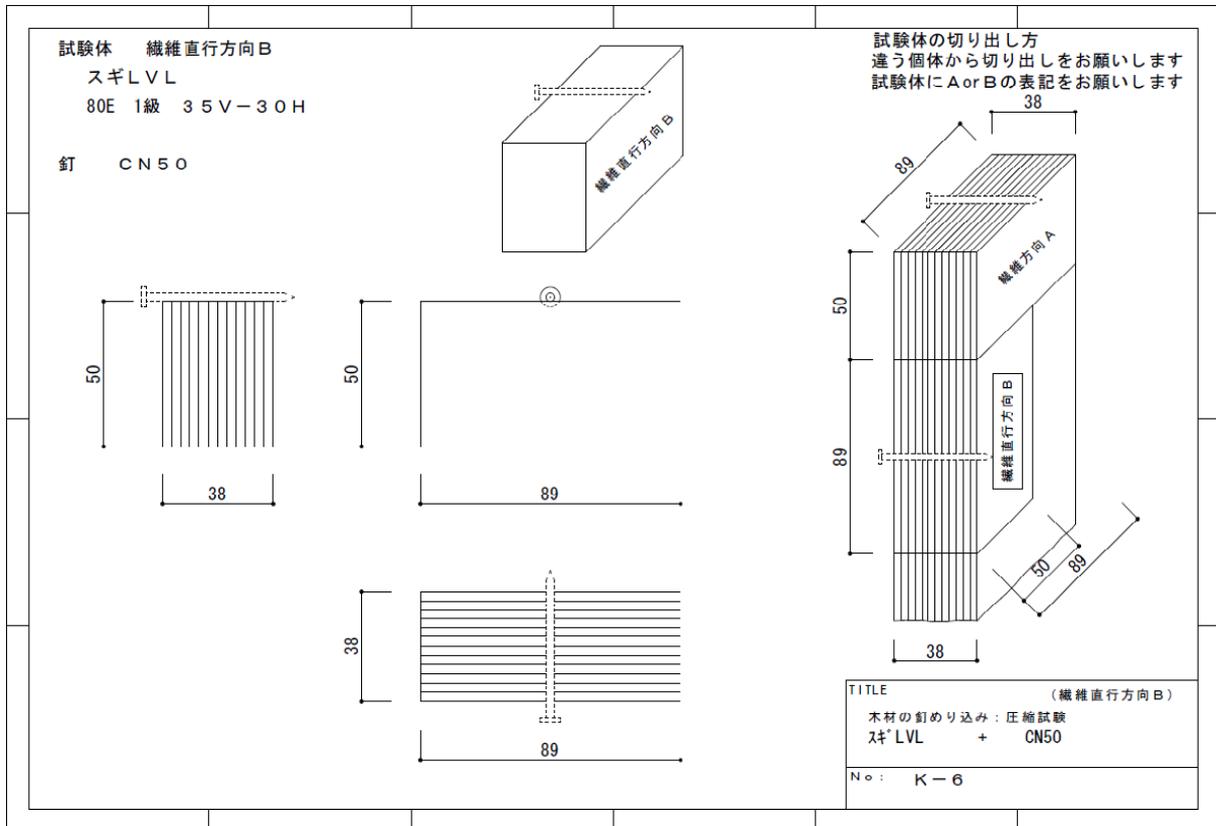


図 1.2-2 K-6 試験体図 (スギLVL80E)

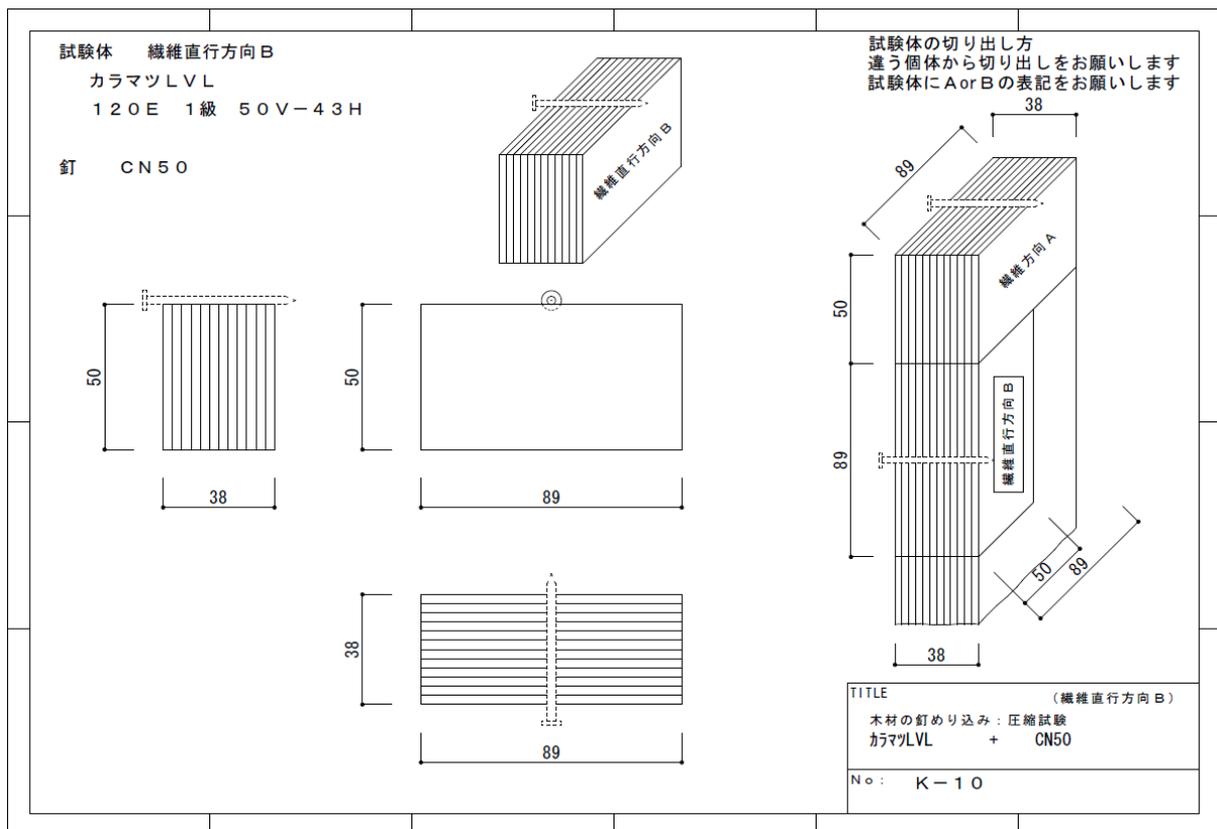


図 1.2-3 K-10 試験体図 (カラマツ LVL120E)

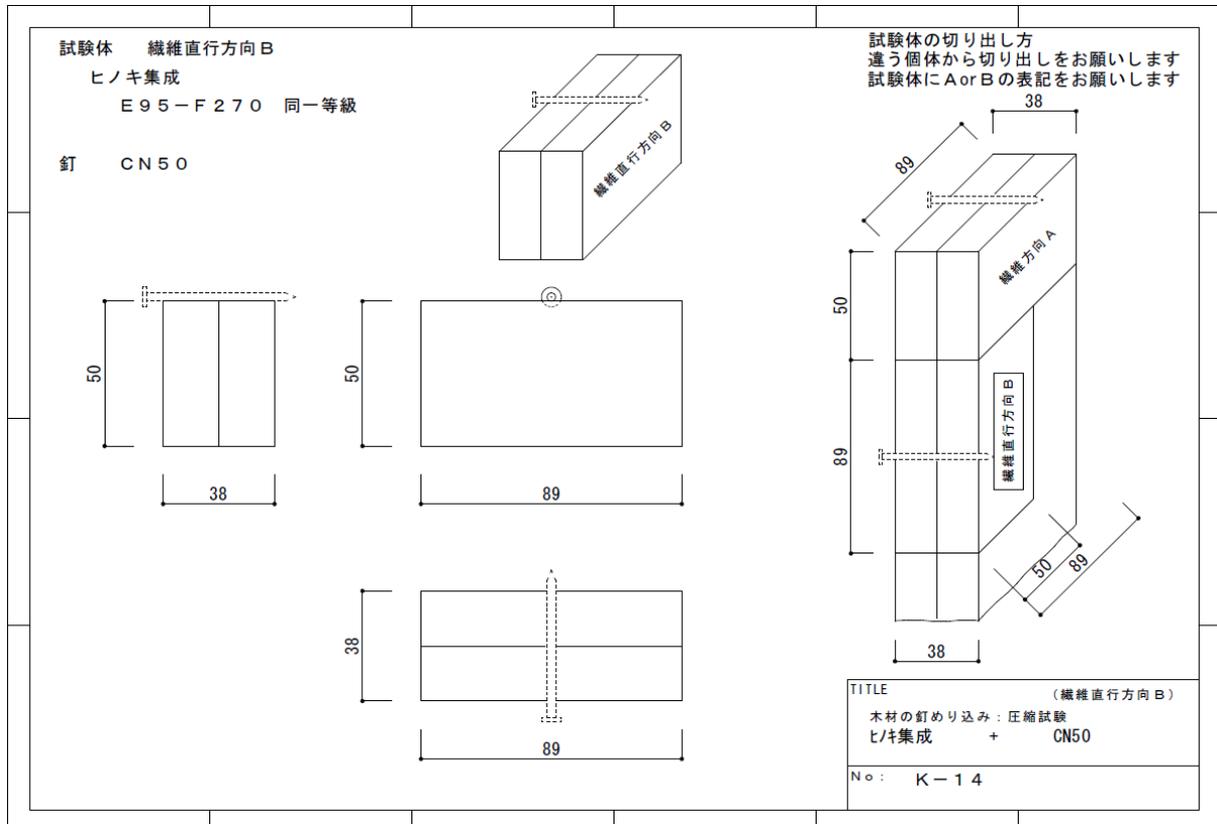


図 1.2-4 K-14 試験体図 (ヒノキ集成材 E95-F270)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率 (%)、比重の試験体別平均値である。最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重 (ロードセル) をくぎの径と長さ (試験体の幅) から求められる断面積で除した値である。

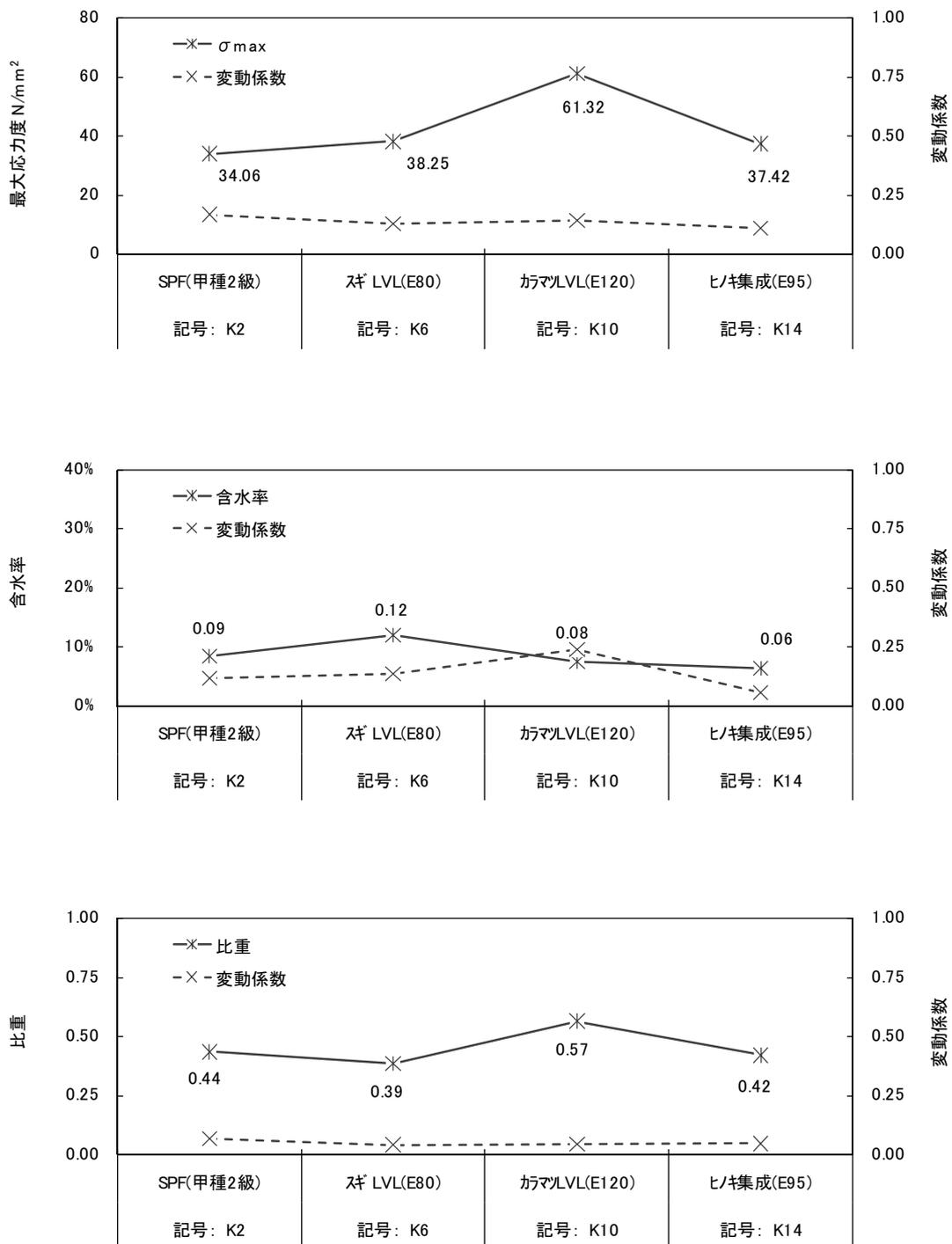


図 1.2-5 平均値 : 太め鉄丸くぎ (CN50 繊維直交・積層方向)

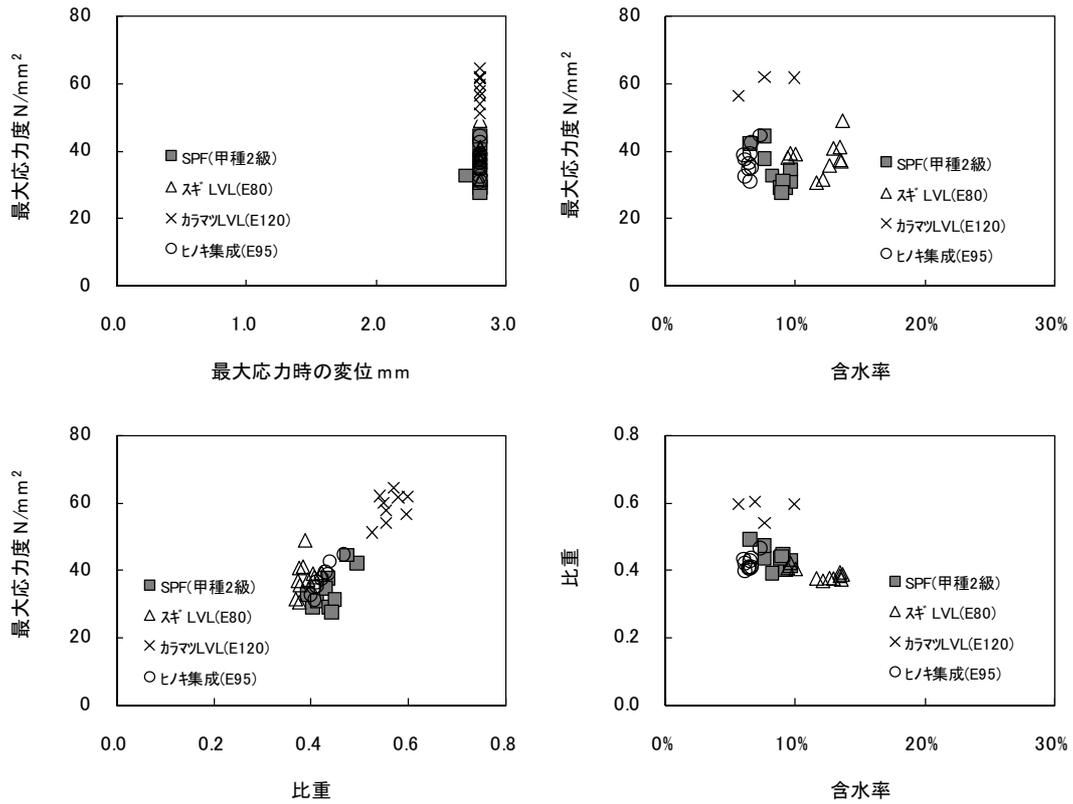


図 1.2-6 相関関係：太め鉄丸くぎ（CN50 繊維直交・積層方向）

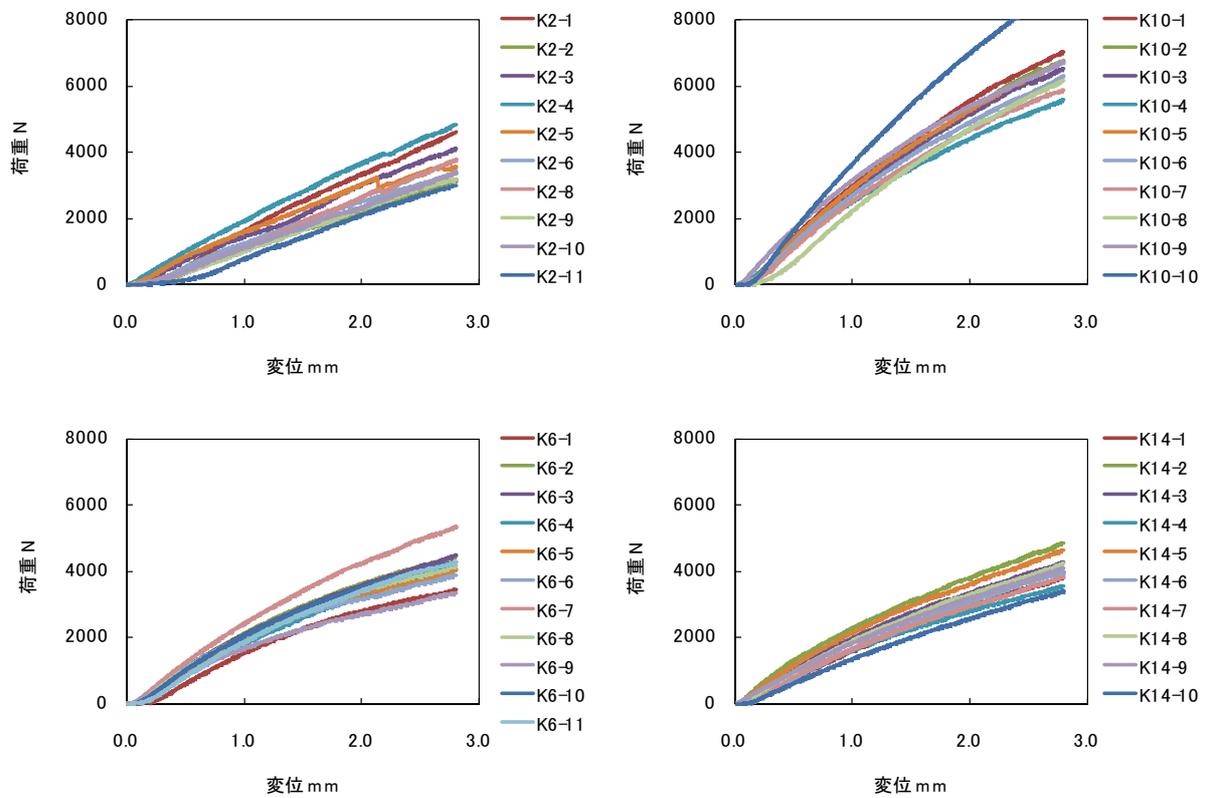


図 1.2-7 荷重変形関係：太め鉄丸くぎ（CN50 繊維直交・積層方向）

1.3 木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90、繊維方向と積層方向】

1.3.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及び W_Cedar(スギ LVL)を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.3.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材4種類の繊維方向、積層方向のめり込み実験である(図1.3-1~4)。実験前に木材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(木材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 加力は、木材片に太め鉄丸くぎ(CN90)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.3-1~4)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.3.3 実験結果の概要

表 1.3-1 めり込みの終局強度(実験値)

樹種	5%下限値	平均値(50%下限値)
スギ LVL80E 1級 35V-30H	33N/mm ²	39N/mm ²
カラマツ LVL120E 1級 50V-43H	41N/mm ²	47N/mm ²
ヒノキ集成 E95-F270	39N/mm ²	46N/mm ²
S-P-F 甲種 2級	32N/mm ²	38N/mm ²

表 1.3-2 めり込みの終局強度(指針値 P67_表 3.3.2、P69_表 3.3.7)

樹種	5%下限値	平均値(50%下限値)
D Fir-L	36N/mm ²	45N/mm ²
Hem-Fir	32N/mm ²	40N/mm ²
S-P-F	28N/mm ²	35N/mm ²

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		D_s
K3実験 S-P-F 甲種級 CN90 記号:K3	3642	0.9	4332	1.1	6498	3.9	40464	6011		0.48
	3750	0.7	4515	0.8	6772	2.4	53570	6414		0.40
	3421	0.9	3733	1.0	5600	4.0	38010	5182		0.46
	4251	1.0	4658	1.1	6988	4.0	42506	6275		0.48
	4049	0.8	4730	0.9	7095	3.4	50610	6636		0.44
	3700	0.9	4219	1.1	6328	4.0	41114	5784		0.48
	3676	0.7	4430	0.8	6645	2.5	52513	6273		0.42
平均	3784	0.8	4374	1.0	6561	3.5	45541	6082	6082	0.45
標準偏差	277	0.11	333	0.14	500	0.72	6456	482	482	
変動係数	0.07		0.08					0.08	0.08	
ばらつき係数	0.84		0.83					0.98	0.82	
基準耐力	3161		3624				29	5951	4997	
応力度 V_{mm^2}	20	←5%下限	23	←5%下限			50%下限	38	32	←5%下限

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		D_s
K7実験 SギLVL 80E 1級 CN90 記号:K7	3919	0.8	4534	0.9	6802	2.3	48981	6389		0.42
	3715	0.8	4018	0.8	6027	2.2	46436	5748		0.42
	4068	0.7	4622	0.8	6933	2.5	58109	6645		0.40
	3547	0.7	4077	0.8	6116	2.1	50670	5760		0.42
	4096	0.7	4865	0.9	7297	3.0	58509	6933		0.42
	3729	0.8	4415	0.9	6622	2.2	46615	6212		0.44
	3483	0.6	4071	0.8	6106	2.1	58053	5790		0.38
平均	3794	0.7	4372	0.8	6557	2.3	52482	6211	6211	0.41
標準偏差	241	0.08	326	0.05	489	0.32	5561	472	472	
変動係数	0.06		0.07					0.08	0.08	
ばらつき係数	0.86		0.83					0.98	0.83	
基準耐力	3251		3639				34	6083	5149	
応力度 V_{mm^2}	21	←5%下限	23	←5%下限			50%下限	39	33	←5%下限

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		D_s
K11実験 カマLVL 120E 1級 CN90 記号:K11	4669	0.6	5394	0.7	8091	1.8	77812	7522		0.36
	4460	0.6	5282	0.7	7923	1.9	74330	7409		0.36
	4712	0.7	4962	0.7	7442	1.8	67307	7058		0.38
	4402	0.6	5033	0.7	7550	2.0	73372	7179		0.36
	4362	0.7	4987	0.8	7480	2.0	62307	6924		0.40
	5398	0.9	5658	0.9	8488	2.9	59982	8010		0.44
	5159	0.6	5937	0.7	8905	2.2	85985	8208		0.36
平均	4737	0.7	5322	0.7	7983	2.1	71585	7473	7473	0.38
標準偏差	398	0.11	370	0.08	556	0.38	9091	482	482	
変動係数	0.08		0.07					0.06	0.06	
ばらつき係数	0.81		0.84					0.98	0.85	
基準耐力	3842		4488				46	7342	6388	
応力度 V_{mm^2}	25	←5%下限	29	←5%下限			50%下限	47	41	←5%下限

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		D_s
K15実験 ヒケ集成材 E95-F270 CN90 記号:K15	4478	0.6	5473	0.8	8209	3.0	74633	7759		0.38
	3815	0.7	4621	0.8	6931	2.7	54496	6598		0.40
	4230	0.5	5305	0.7	7958	2.0	84594	7503		0.36
	4484	0.6	5429	0.8	8144	2.6	74730	7688		0.40
	3930	0.7	4670	0.8	7005	3.1	56147	6710		0.42
	4052	0.7	5112	0.9	7667	2.7	57884	7182		0.42
	4552	0.6	5743	0.8	8614	2.7	75870	8114		0.40
平均	4220	0.6	5193	0.8	7790	2.7	68336	7365	7365	0.40
標準偏差	295	0.08	420	0.06	630	0.35	11909	561	561	
変動係数	0.07		0.08					0.08	0.08	
ばらつき係数	0.84		0.82					0.98	0.83	
基準耐力	3556		4249				44	7212	6102	
応力度 V_{mm^2}	23	←5%下限	27	←5%下限			50%下限	46	39	←5%下限

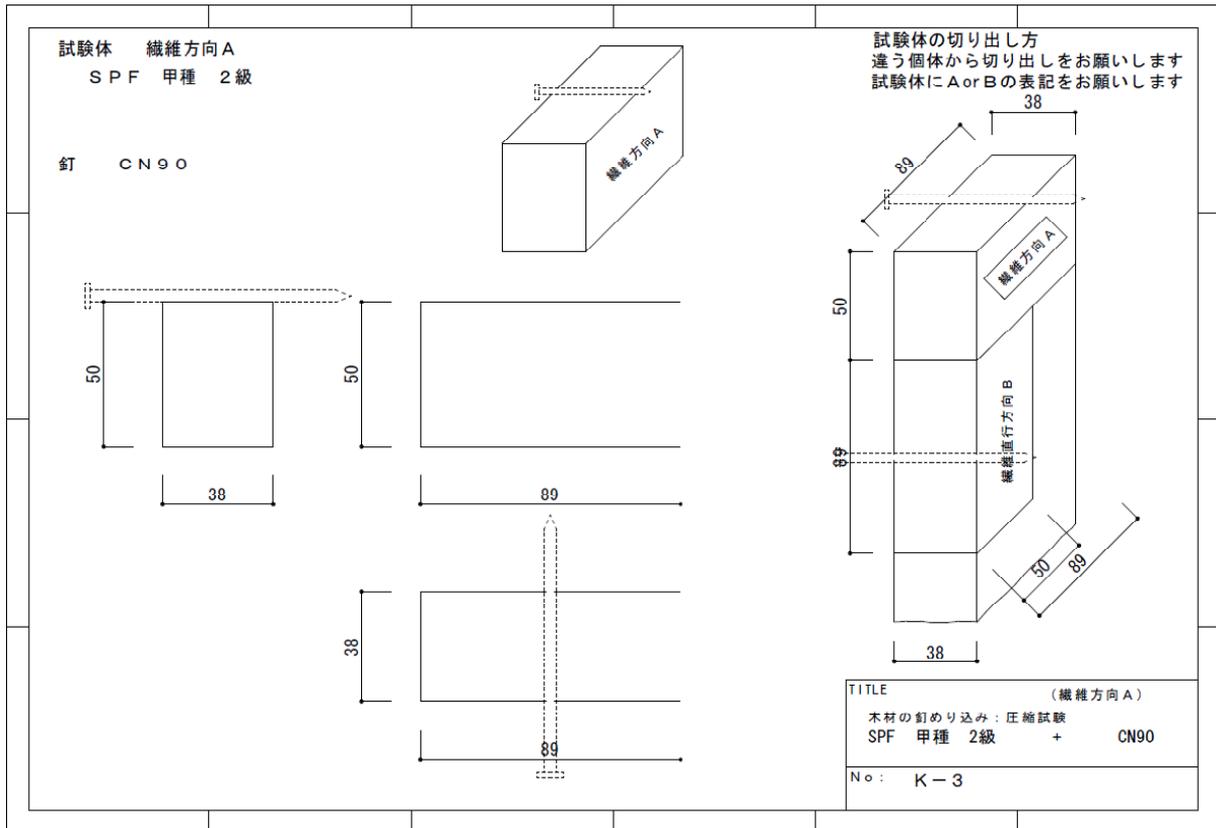


図 1.3-1 K-3 試験体図 (SPF 甲種 2級)

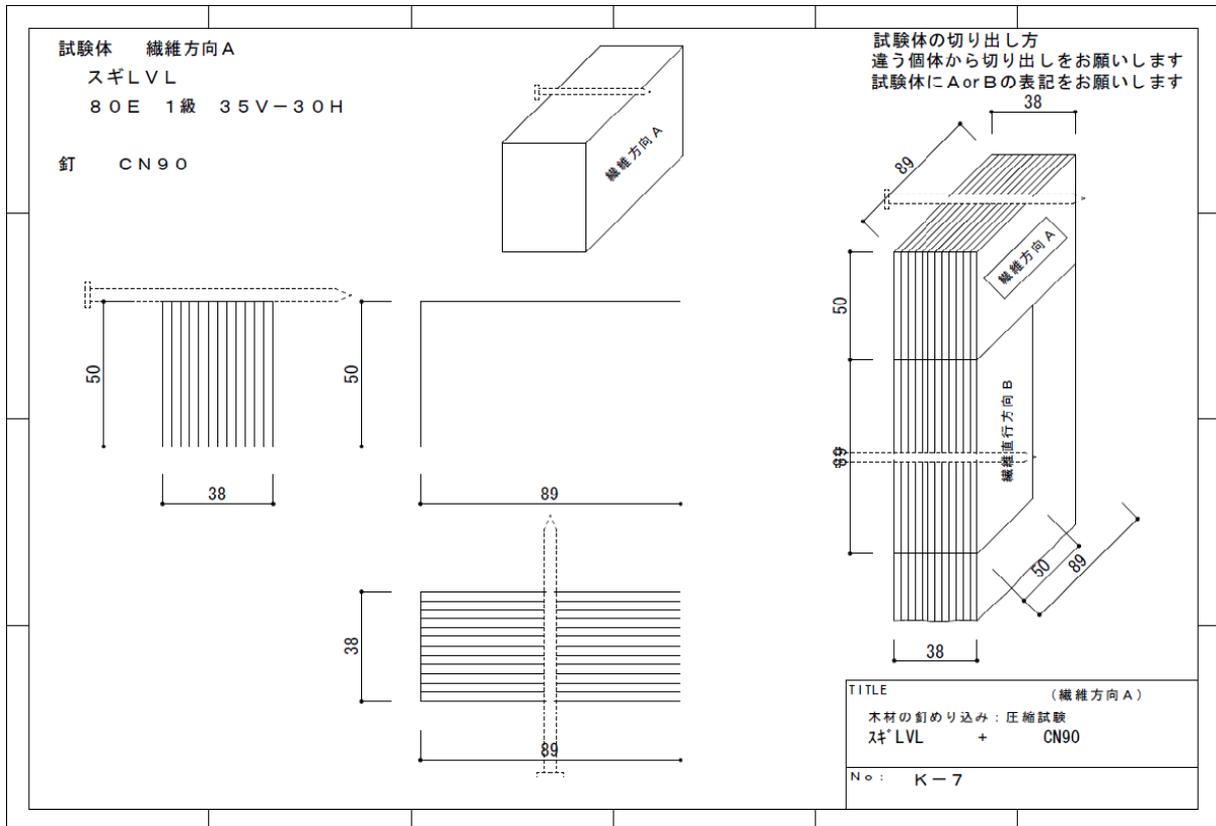


図 1.3-2 K-7 試験体図 (スギLVL80E)

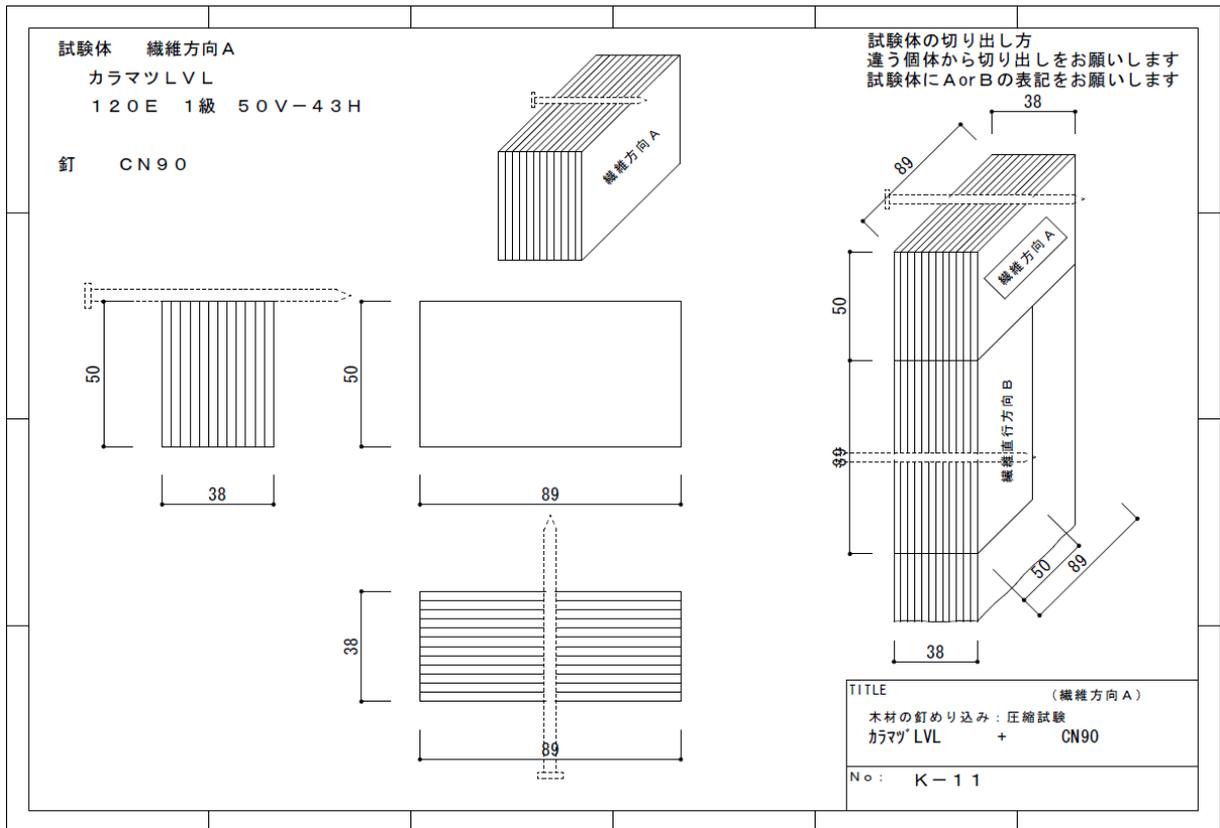


図 1.3-3 K-11 試験体図 (カラマツ LVL120E)

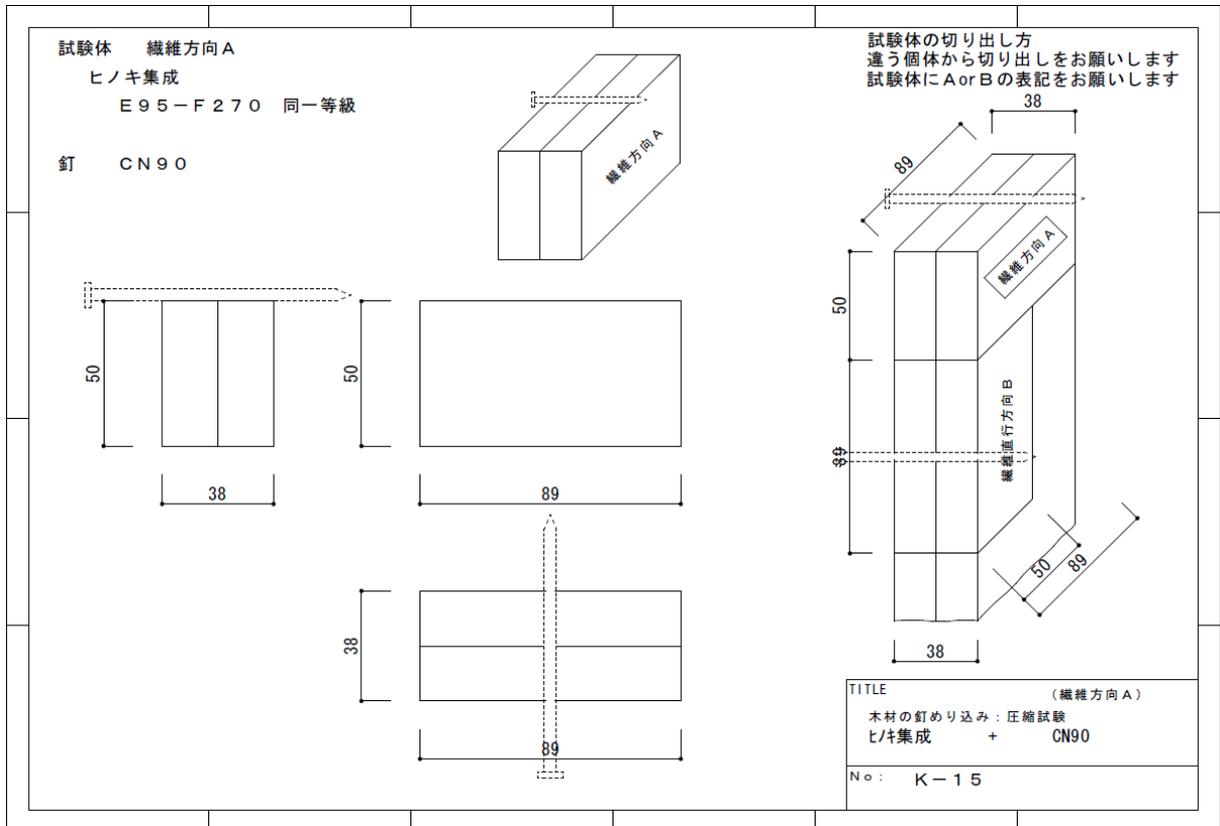


図 1.3-4 K-15 試験体図 (ヒノキ集成材 E95-F270)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率 (%)、比重の試験体別平均値である。
 最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重 (ロードセル) をくぎの径と長さ (試験体の幅) から求められる断面積で除した値である。

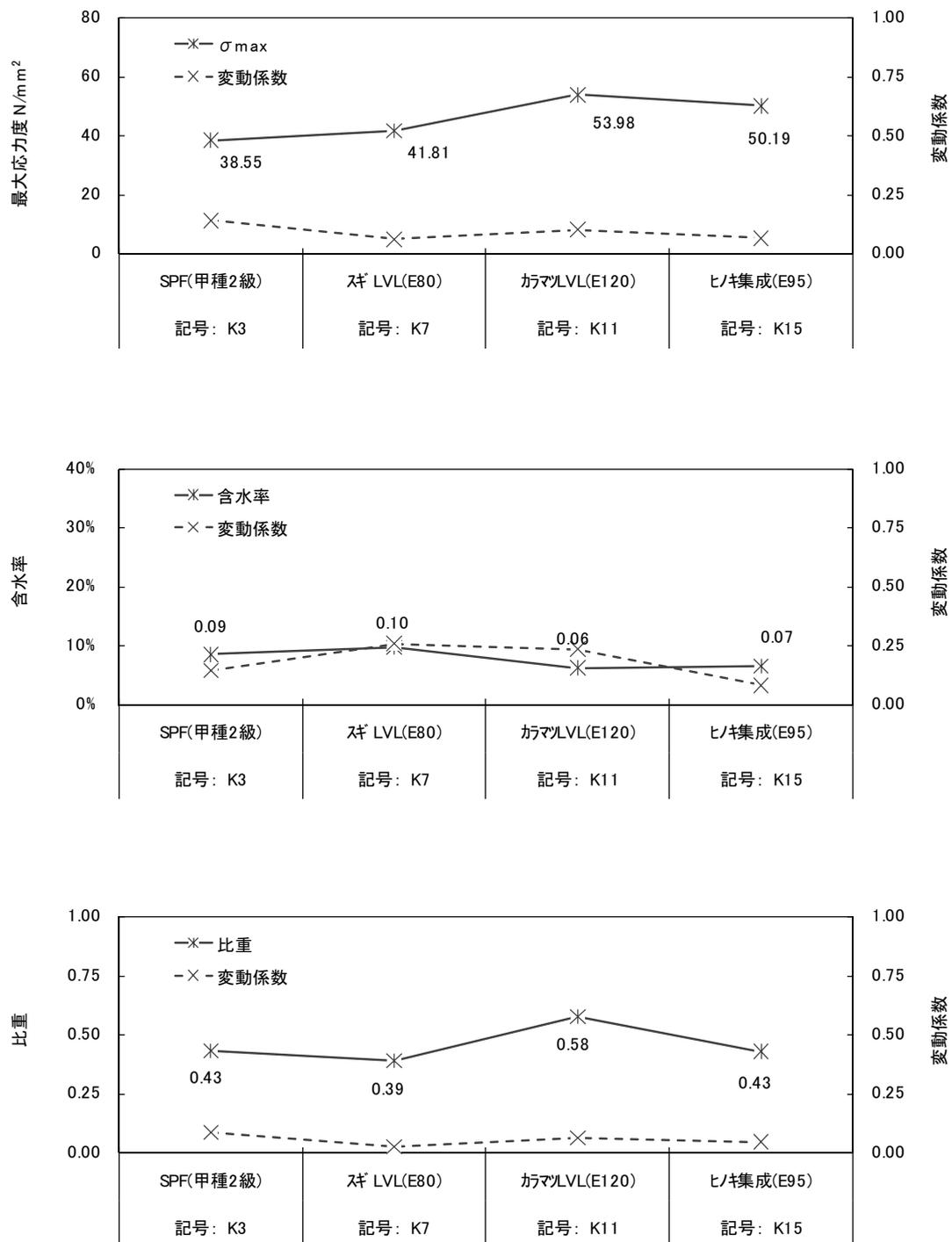


図 1.3-5 平均値 : 太め鉄丸くぎ (CN90 繊維方向・積層方向)

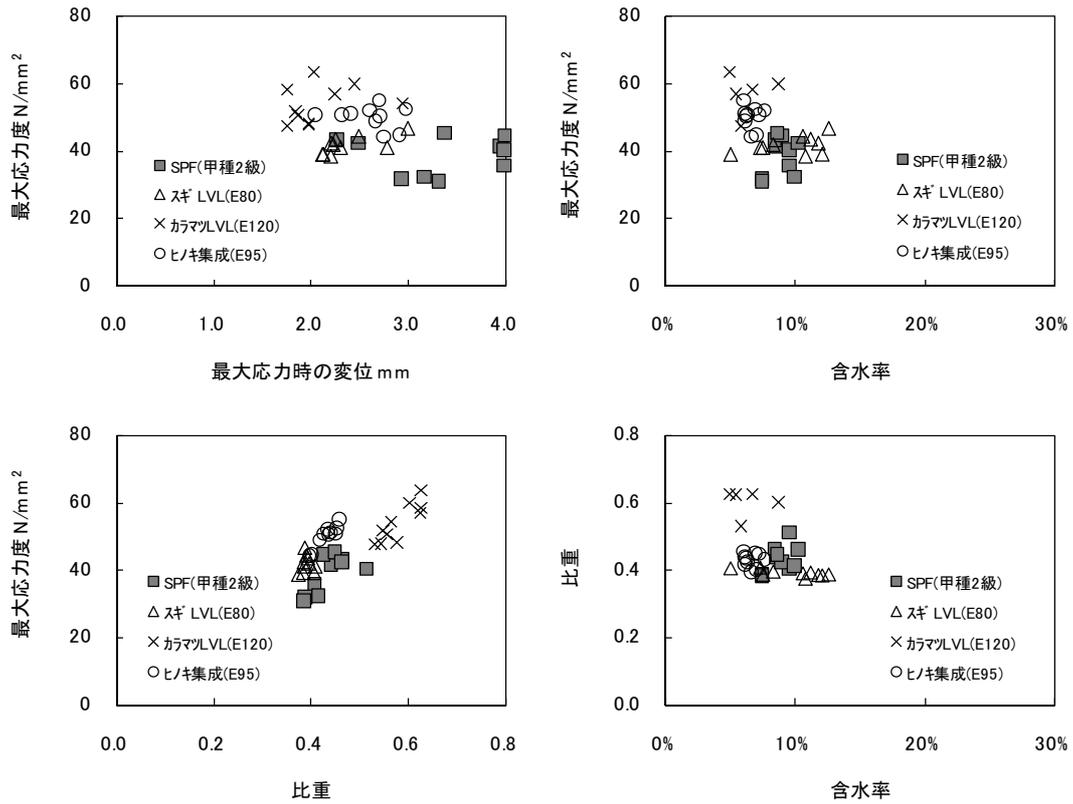


図 1.3-6 相関関係：太め鉄丸くぎ（CN90 繊維方向・積層方向）

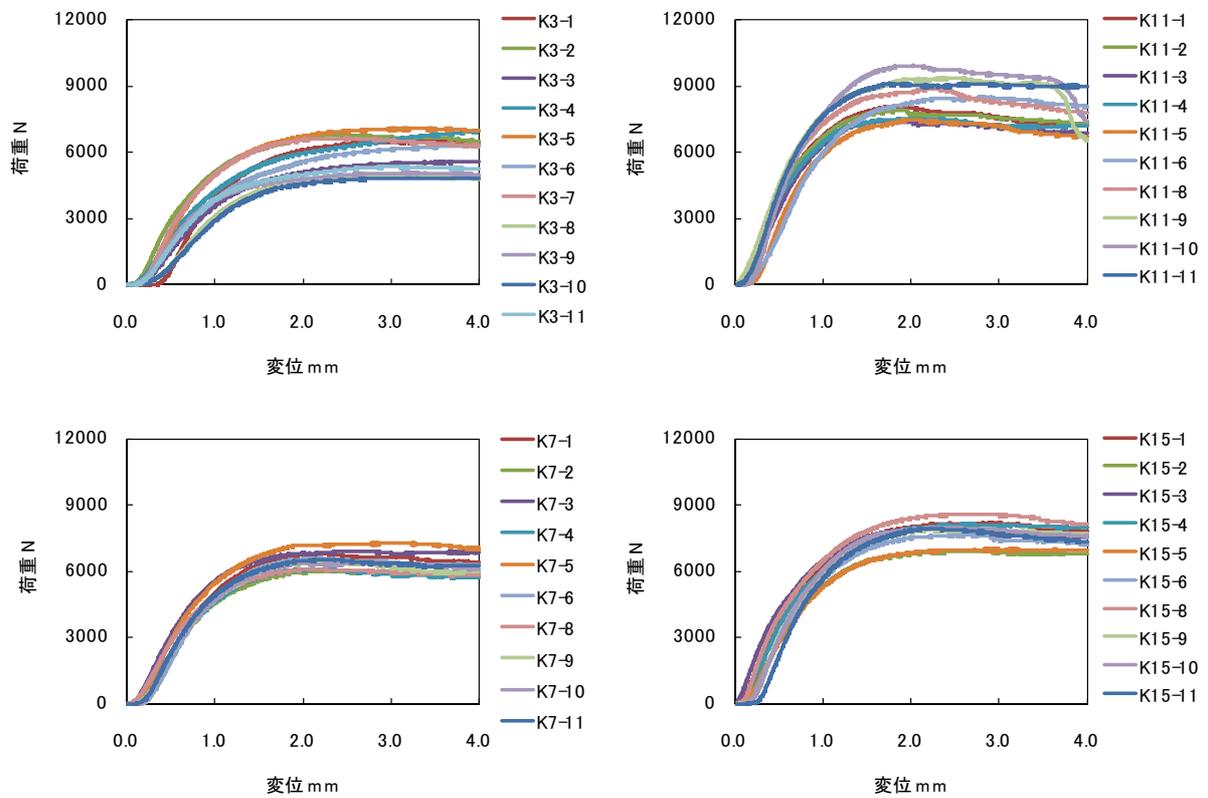


図 1.3-7 荷重変形関係：太め鉄丸くぎ（CN90 繊維方向・積層方向）

1.4 木材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90、繊維直交方向と積層方向】

1.4.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及び W_Cedar(スギ LVL)を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.4.1 実験方法の概要

[試験体概要] 木材4種類の繊維直交方向、積層方向のめり込み実験である(図1.4-1~4)。実験前に木材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(木材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 加力は、木材片に太め鉄丸くぎ(CN90)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.4-1~4)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.4.3 実験結果の概要

表 1.4-1 めり込みの最大強度(実験値)

樹種	平均値
スギ LVL80E 1級 35V-30H	33N/mm ²
カラマツ LVL120E 1級 50V-43H	60N/mm ²
ヒノキ集成 E95-F270	37N/mm ²
S-P-F 甲種 2級	32N/mm ²

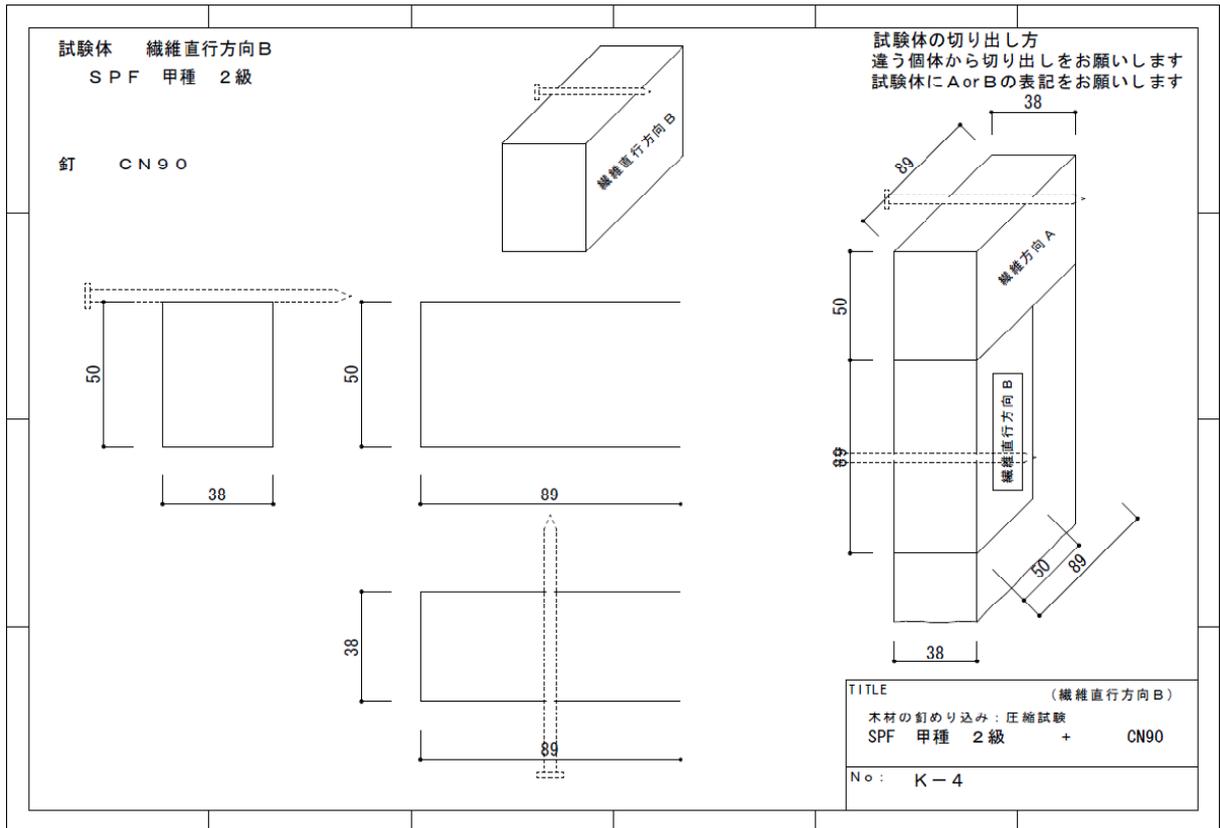


図 1.4-1 K-4 試験体図 (SPF 甲種 2級)

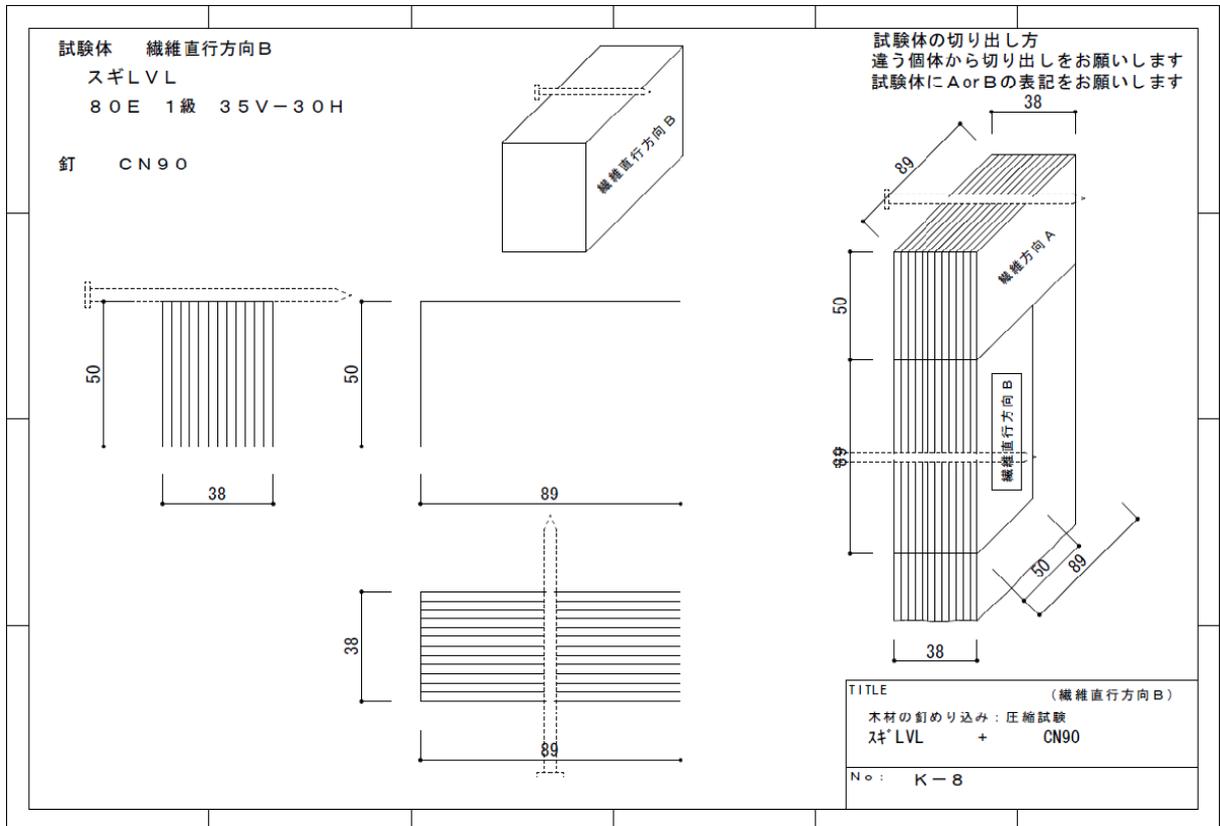


図 1.4-2 K-8 試験体図 (スギLVL80E)

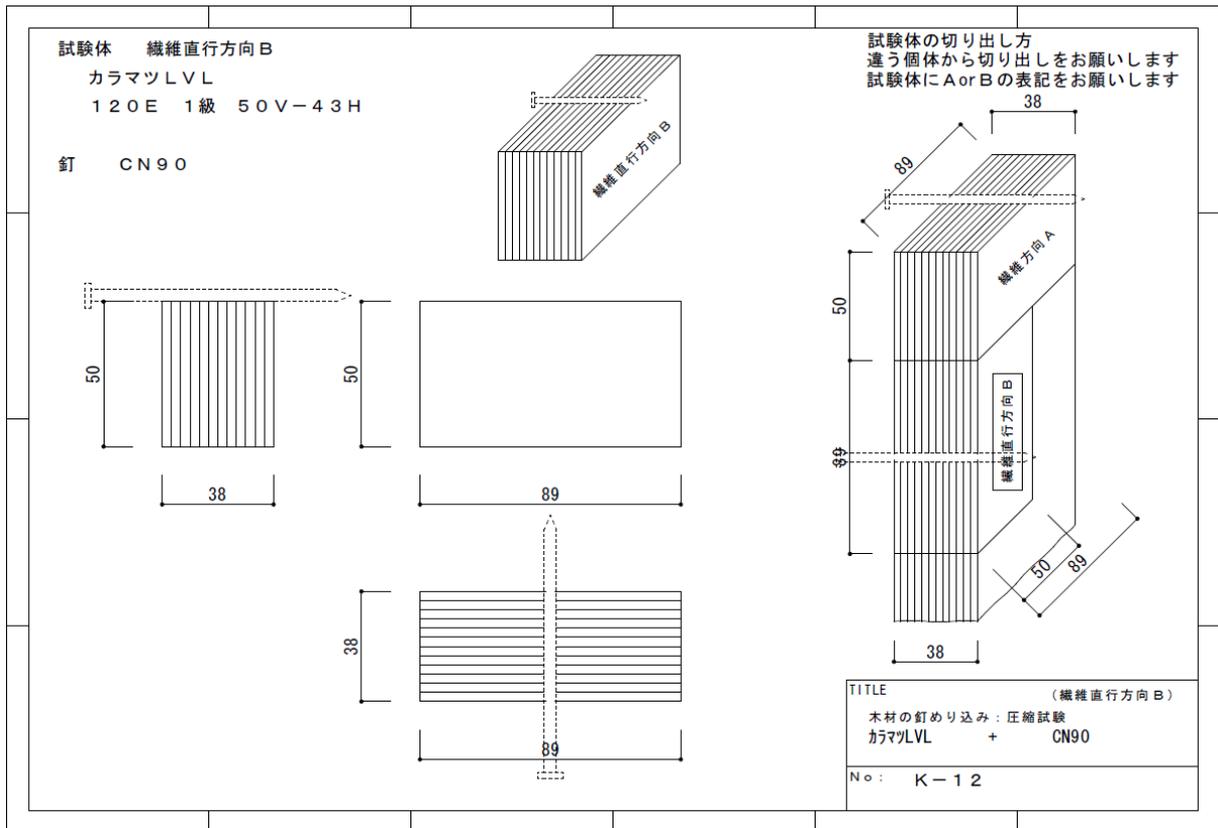


図 1.4-3 K-12 試験体図 (カラマツ LVL120E)

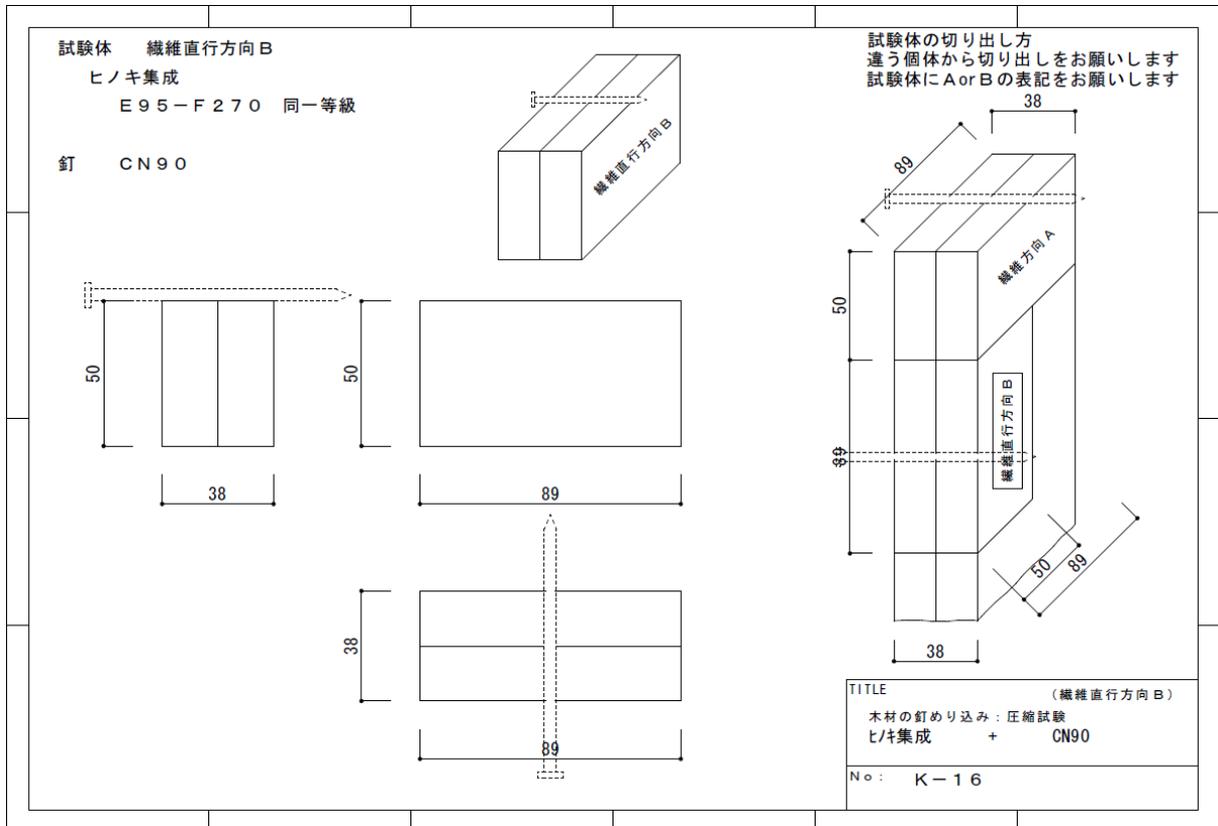


図 1.4-4 K-16 試験体図 (ヒノキ集成材 E95-F270)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率(%)、比重の試験体別平均値である。
 最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重(ロードセル)をくぎの径と長さ(試験体の幅)から求められる断面積で除した値である。

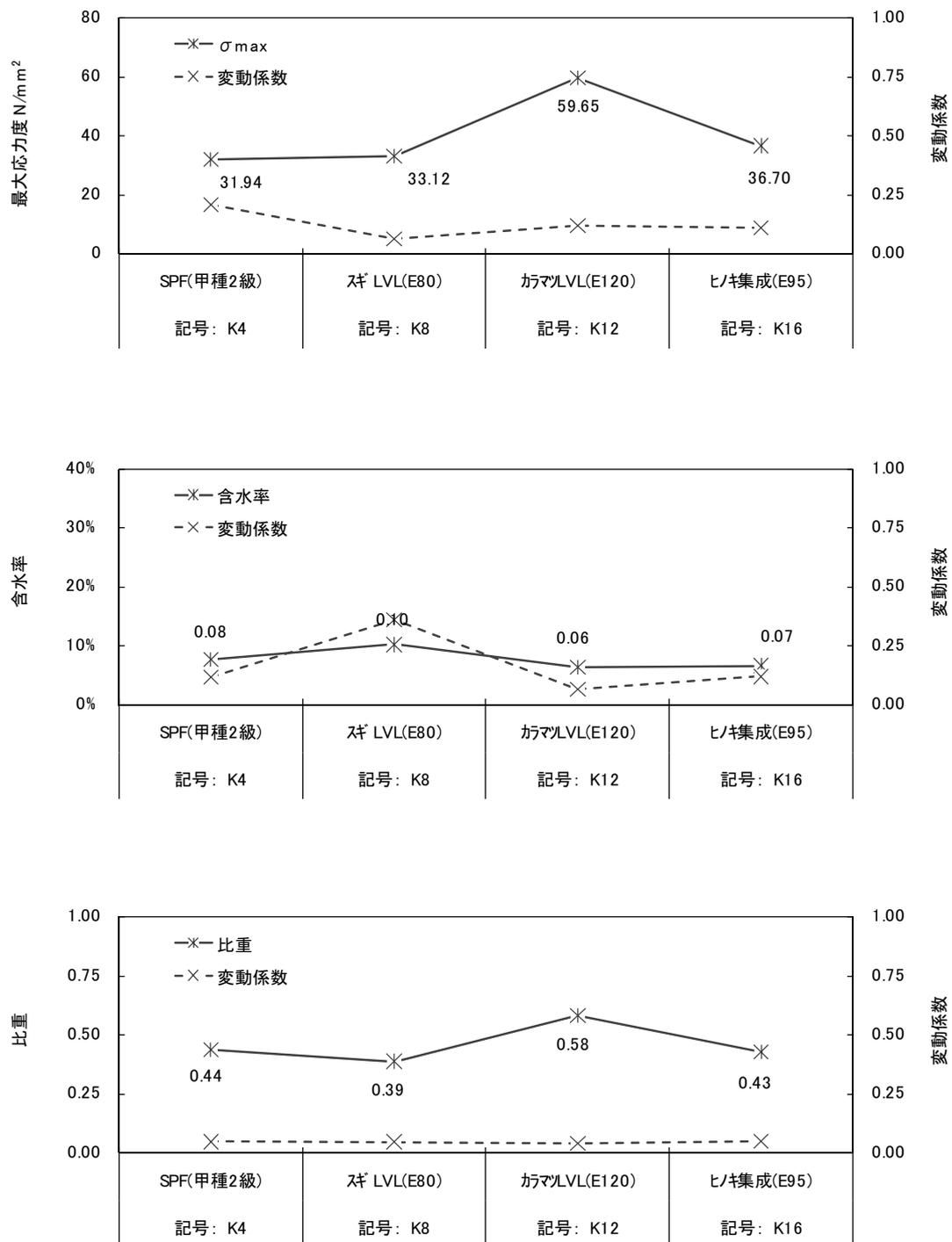


図 1.4-5 平均値：太め鉄丸くぎ (CN90 繊維直交方向・積層方向)

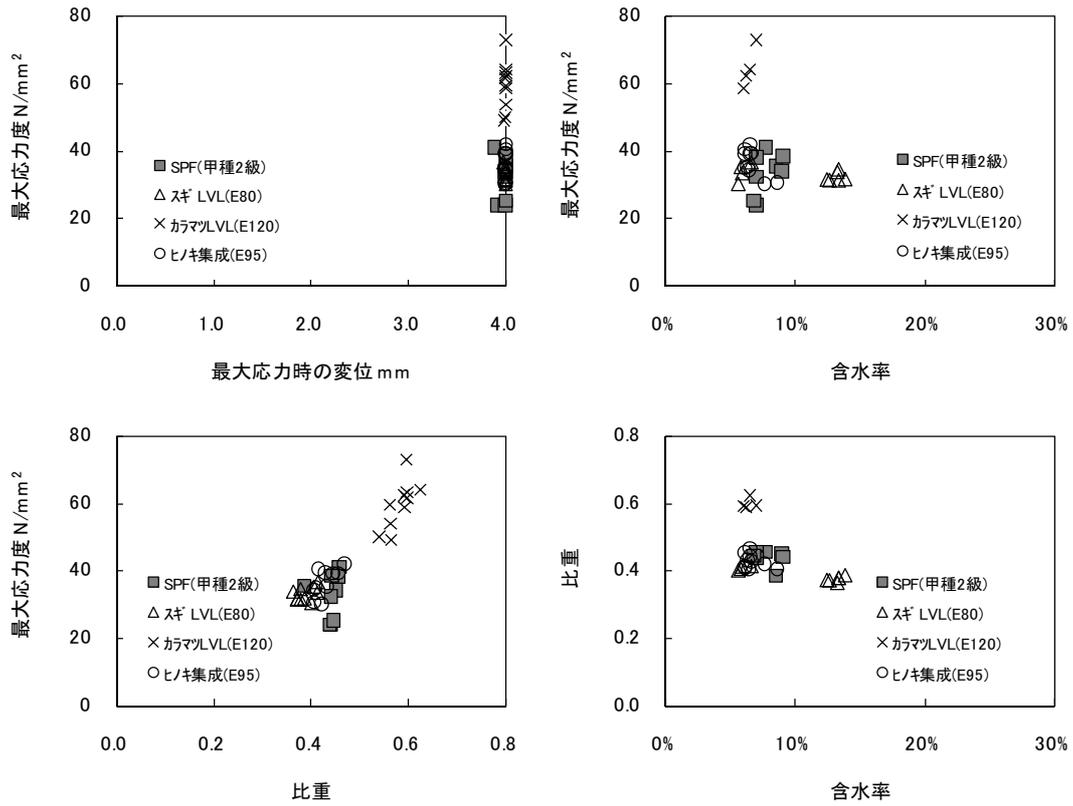


図 1.4-6 相関関係：太め鉄丸くぎ（CN90 繊維直交方向・積層方向）

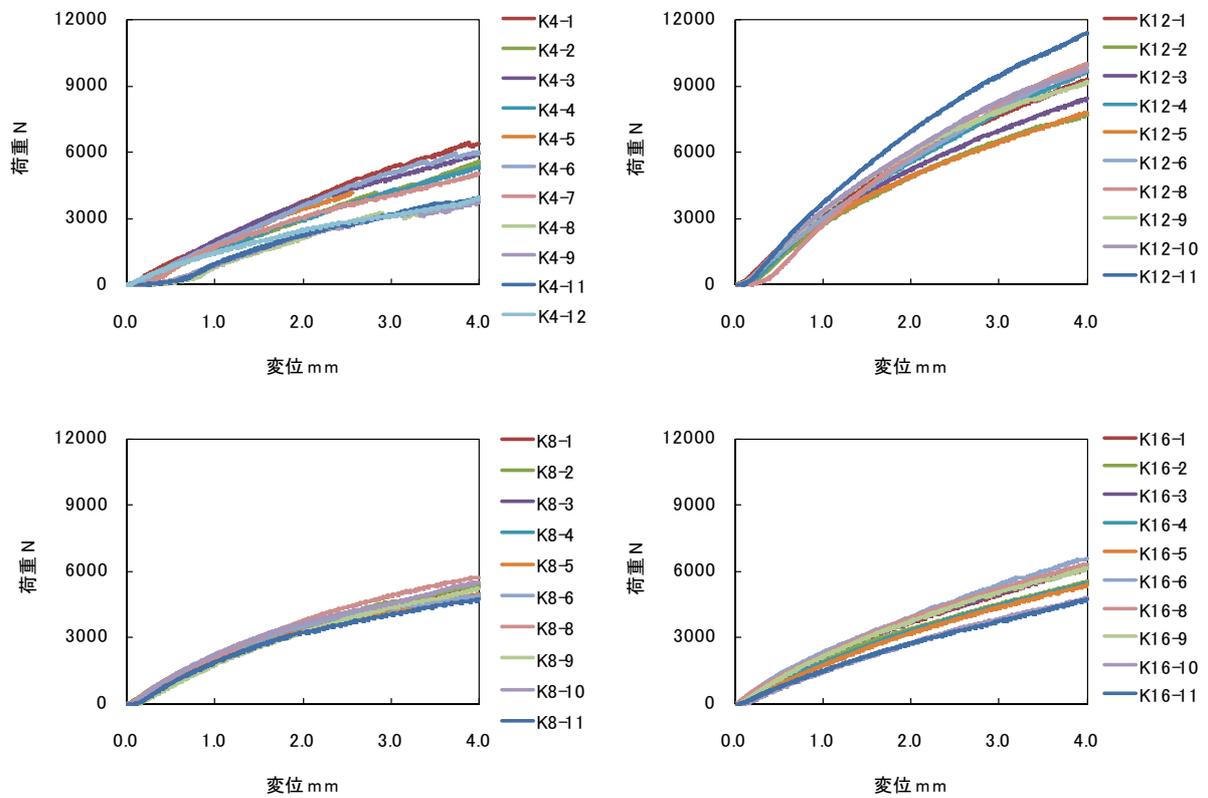


図 1.4-7 荷重変形関係：太め鉄丸くぎ（CN90 繊維直交方向・積層方向）

1.5 面材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN50】

1.5.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に表記されている。またこの中で、「国土交通省告示第1540号第2に規定する面材で、試験を行わない場合は、この表の数値をめり込み強度の下限値としてよい。」と規定されているが、めり込み試験からの計算値とせん断試験からの試験値を比較する為、スギヒノキハイブリット合板を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.5.2 実験方法の概要

[試験体概要] 面材1種類、厚さ2種類の面材のめり込み実験である(図1.5-1~2)。実験前に面材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(面材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 加力は、面材片に太め鉄丸くぎ(CN50)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.5-1~2)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.5.3 実験結果の概要

表1.5-1 めり込みの終局強度(実験値)

面材の種類	5%下限値	平均値(50%下限値)
ハイブリット合板 9mm3Ply1級 E70-F220 特類	18N/mm ²	34N/mm ²
ハイブリット合板 15mm5Ply1級 E65-F205 特類	28N/mm ²	39N/mm ²

表1.5-2 めり込みの終局強度(指針値 P68_表3.3.4、P70_表3.3.8)

面材の種類	5%下限値	平均値(50%下限値)
構造用合板	31.0N/mm ²	41.0N/mm ²
硬質セメント板	26.0N/mm ²	35.0N/mm ²
強化石膏ボード	7.5N/mm ²	9.0N/mm ²
石膏ボード	5.5N/mm ²	7.0N/mm ²

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K17実験 スギヒノ合板 9mm厚 CN50 記号:K17	560	0.8	726	1.2	1089	2.9	7005	898		0.51
	569	0.9	677	1.2	1016	2.9	6318	836		0.56
	575	1.0	697	1.3	1045	2.9	5749	857		0.62
	581	0.9	710	1.2	1066	2.9	6453	894		0.56
	482	0.8	622	1.3	933	2.9	6030	771		0.54
	905	1.2	1167	1.7	1750	2.9	7543	1391		0.67
	555	0.8	693	1.2	1039	2.9	6931	906		0.56
平均	604	0.9	756	1.3	1134	2.9	6576	936	936	0.57
標準偏差	137	0.15	184	0.18	276	0.00	620	206	206	
変動係数	0.23		0.24					0.22	0.22	
ばらつき係数	0.49		0.45					0.94	0.51	
基準耐力	296		342				25	880	473	
応力度 N/mm^2	11	←5%下限	13	←5%下限			50%下限→	34	18	←5%下限

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初稜剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K18実験 スギヒノ合板 15mm厚 CN50 記号:K18	1391	1.0	1604	1.2	2406	2.9	13913	2091		0.56
	1071	0.6	1322	0.8	1983	2.6	17857	1788		0.43
	979	0.6	1170	0.9	1755	2.9	16320	1517		0.43
	1159	1.0	1350	1.2	2025	2.9	11588	1789		0.59
	1078	0.9	1268	1.2	1902	2.9	11979	1567		0.54
	1271	0.7	1424	0.8	2136	2.8	18150	1928		0.46
	956	0.7	1096	0.9	1644	2.9	13659	1430		0.46
平均	1129	0.8	1319	1.0	1979	2.8	14781	1730	1730	0.50
標準偏差	157	0.18	167	0.19	251	0.11	2684	237	237	
変動係数	0.14		0.13					0.14	0.14	
ばらつき係数	0.69		0.71					0.96	0.69	
基準耐力	776		943				57	1666	1196	
応力度 N/mm^2	18	←5%下限	22	←5%下限			50%下限→	39	28	←5%下限

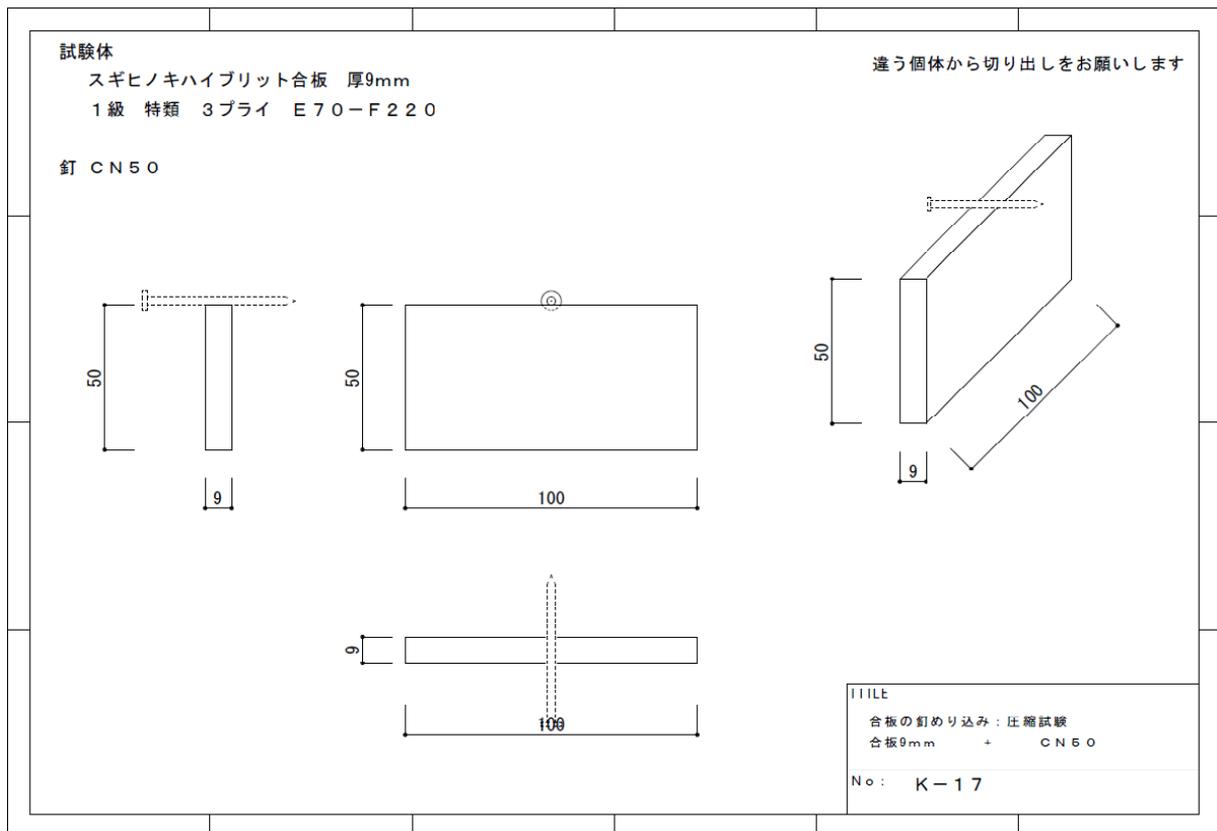


図 1.5-1 K-17 試験体図 (スギヒノキハイブリット合板 9mm 特類 1 級)

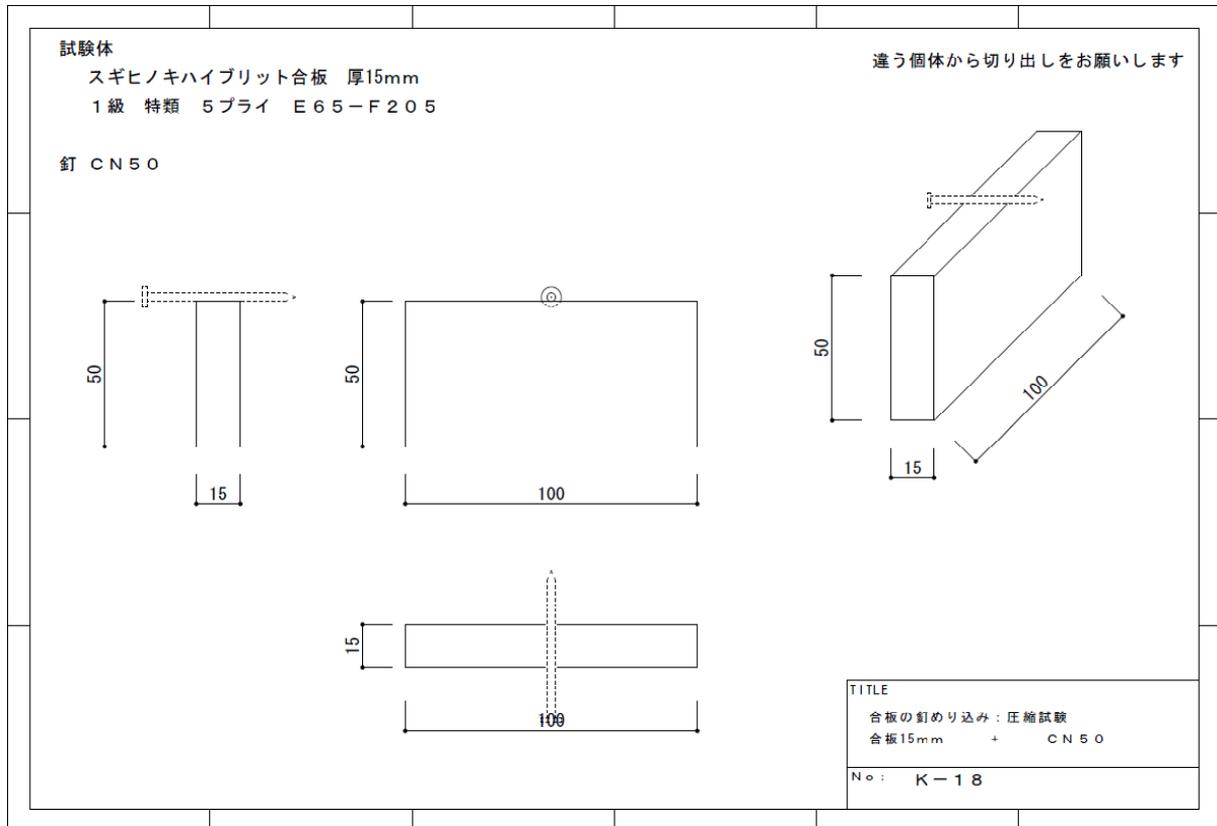


図 1.5-2 K-18 試験体図 (スギヒノキハイブリット合板 15mm 特類 1 級)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率(%）、比重の試験体別平均値である。
 最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重(ロードセル)をくぎの径と長さ(試験体の幅)から求められる断面積で除した値である。

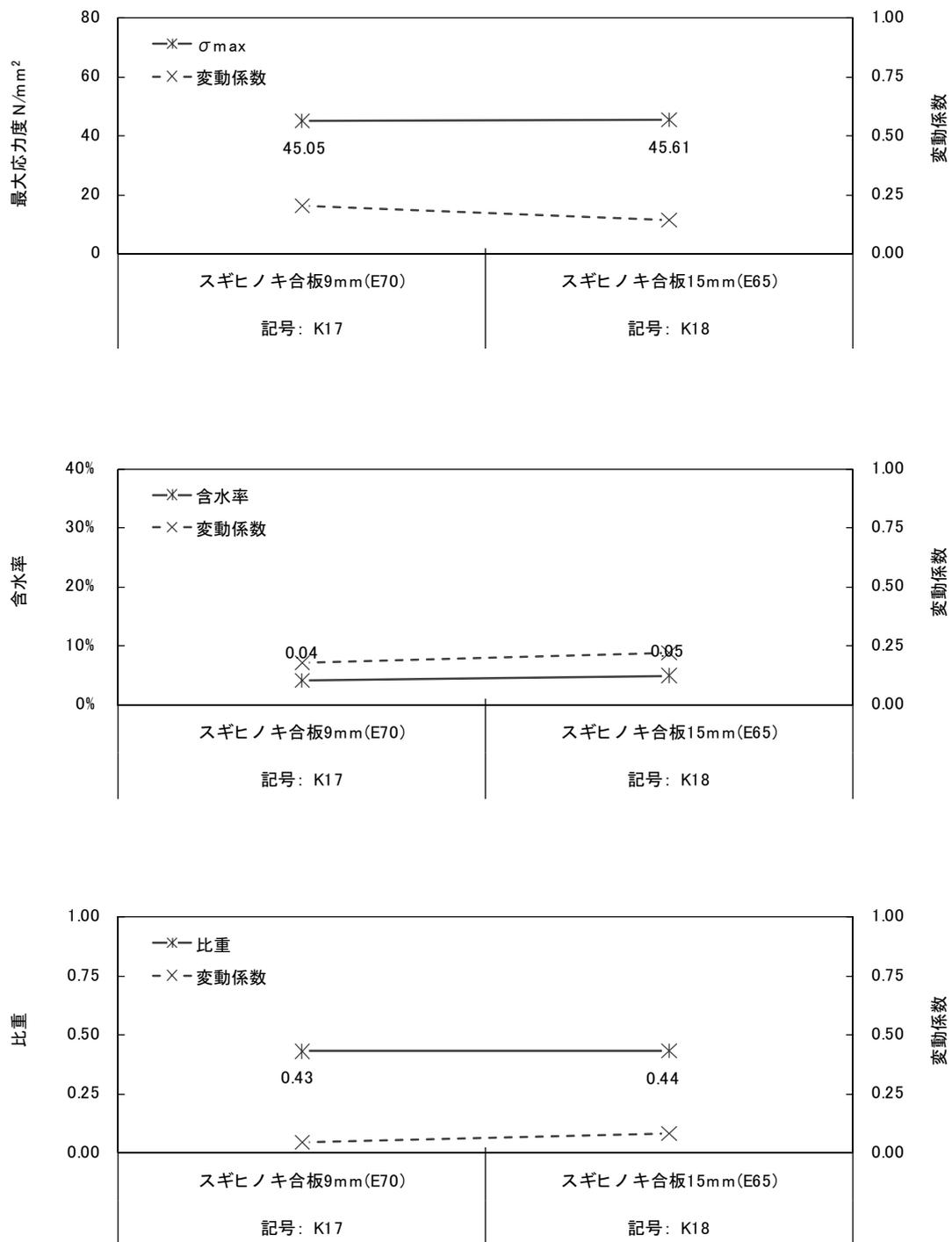


図 1.5-3 平均値：太め鉄丸くぎ (CN50 面内方向)

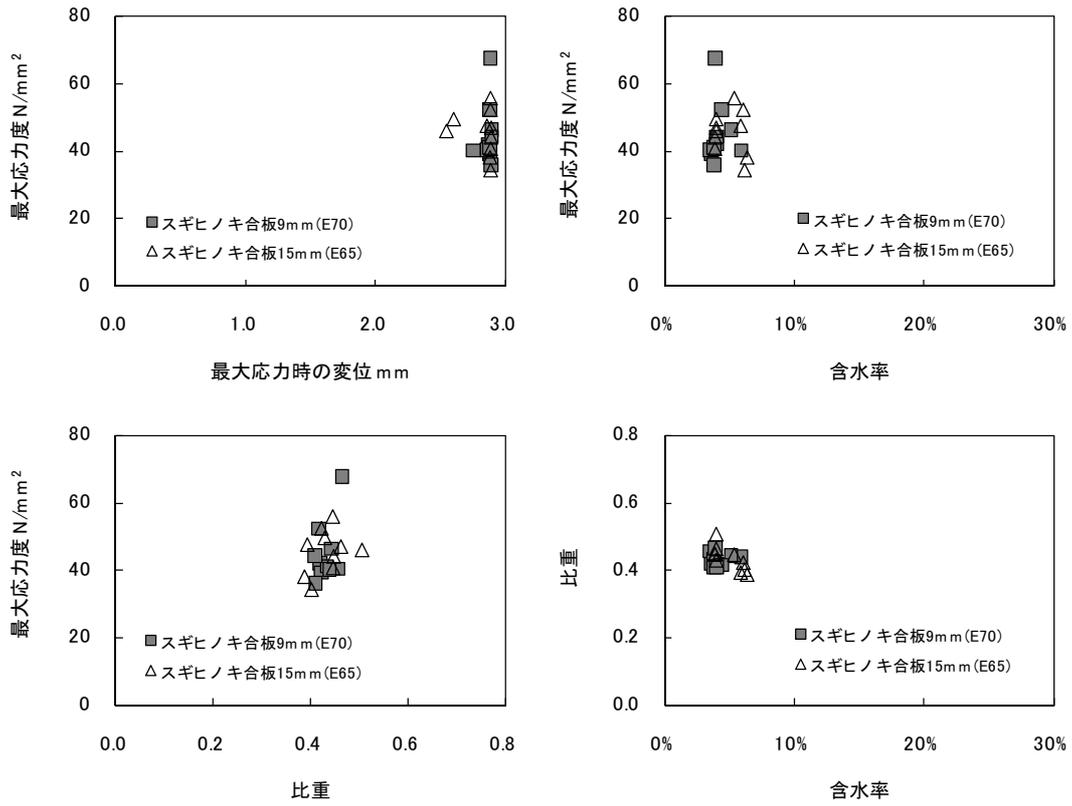


図 1.5-4 相関関係：太め鉄丸くぎ (CN50 面内方向)

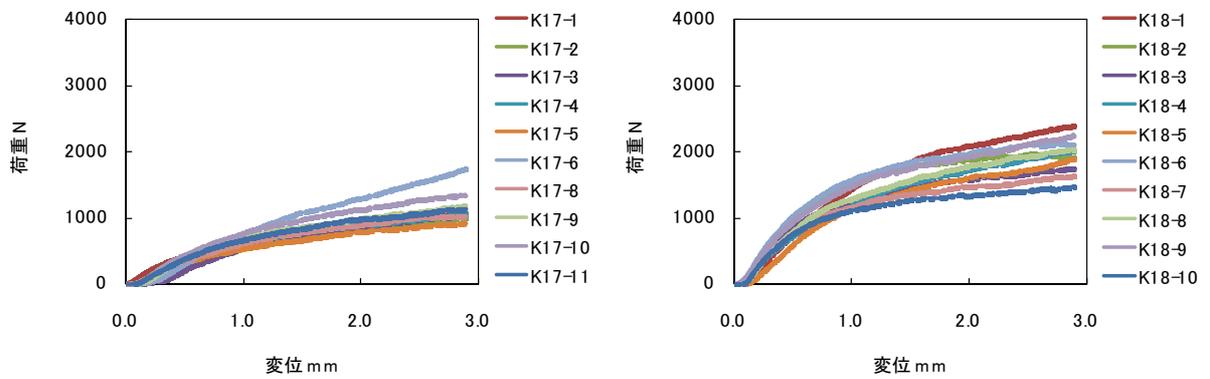


図 1.5-5 平均値：太め鉄丸くぎ (CN50 面内方向)

1.6 面材のめり込み実験【太め鉄丸くぎ CN90】

1.6.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に表記されている。またこの中で、「国土交通省告示第1540号第2に規定する面材で、試験を行わない場合は、この表の数値をめり込み強度の下限値としてよい。」と規定されているが、めり込み試験からの計算値とせん断試験からの試験値を比較する為、スギヒノキハイブリット合板を用いた実験を[第V編_1.2.2 接合部の基準許容応力及び基準剛性(くぎ、ねじまたはこれらに類する接合具の曲げ試験並びに面材のめり込み試験によるもの)]に準じて行う。

1.6.2 実験方法の概要

【試験体概要】 面材1種類、厚さ2種類の面材のめり込み実験である(図1.6-1~2)。実験前に面材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体(面材)は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

【実験概要】 加力は、面材片に太め鉄丸くぎ(CN90)を設置し(先穴無し)くぎの径に相当する変形に達するまで行っている(図1.6-1~2)。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所：徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開11-2)

実験担当：徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.6.3 実験結果の概要

表1.6-1 めり込みの終局強度(実験値)

面材の種類	5%下限値	平均値(50%下限値)
ハイブリット合板 9mm3Ply1級 E70-F220 特類	23N/mm ²	32N/mm ²
ハイブリット合板 15mm5Ply1級 E65-F205 特級	27N/mm ²	33N/mm ²

表1.6-2 めり込みの終局応力度(指針値 P68_表3.3.4、P70_表3.3.8)

面材の種類	5%下限値	平均値(50%下限値)
構造用合板	31.0N/mm ²	41.0N/mm ²
硬質セメント板	26.0N/mm ²	35.0N/mm ²
強化石膏ボード	7.5N/mm ²	9.0N/mm ²
石膏ボード	5.5N/mm ²	7.0N/mm ²

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初稗剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K19実験 スギヒ/合板 9mm厚 CN90 記号:K19	673	1.1	815	1.5	1222	4.0	6120	1059		0.52
	887	1.3	1070	1.7	1605	4.0	6825	1375		0.58
	813	1.2	968	1.7	1452	4.0	6775	1211		0.54
	702	1.2	814	1.6	1220	4.0	5852	1027		0.54
	729	1.2	871	1.6	1306	3.9	6073	1104		0.52
	913	1.1	1062	1.4	1592	4.0	8298	1367		0.52
	942	1.2	1150	1.7	1725	4.0	7848	1480		0.56
平均	808	1.2	964	1.6	1446	4.0	6827	1232	1232	0.54
標準偏差	109	0.07	135	0.12	202	0.04	934	177	177	
変動係数	0.13		0.14					0.14	0.14	
ばらつき係数	0.70		0.69					0.96	0.68	
基準耐力	564		661				18	1184	832	
応力度 N/mm^2	15	←5%下限	18	←5%下限			50%下限→	32	23	←5%下限

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初稗剛性	終局耐力		構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N		Ds
K20実験 スギヒ/合板 15mm厚 CN90 記号:K20	1442	0.9	1724	1.3	2586	3.8	16018	2307		0.48
	1333	1.2	1500	1.5	2250	4.0	11111	1983		0.54
	1291	0.9	1424	1.1	2136	4.0	14346	1923		0.46
	1418	0.9	1692	1.2	2538	4.0	15759	2214		0.46
	1416	1.0	1731	1.4	2597	4.0	14155	2248		0.50
	1136	0.7	1302	0.9	1953	3.9	16231	1770		0.40
	1395	0.9	1720	1.4	2580	4.0	15494	2257		0.48
平均	1347	0.9	1585	1.3	2377	4.0	14731	2100	2100	0.47
標準偏差	107	0.15	175	0.21	262	0.08	1786	207	207	
変動係数	0.08		0.11					0.10	0.10	
ばらつき係数	0.82		0.75					0.97	0.78	
基準耐力	1106		1191				40	2044	1635	
応力度 N/mm^2	18	←5%下限	19	←5%下限			50%下限→	33	27	←5%下限

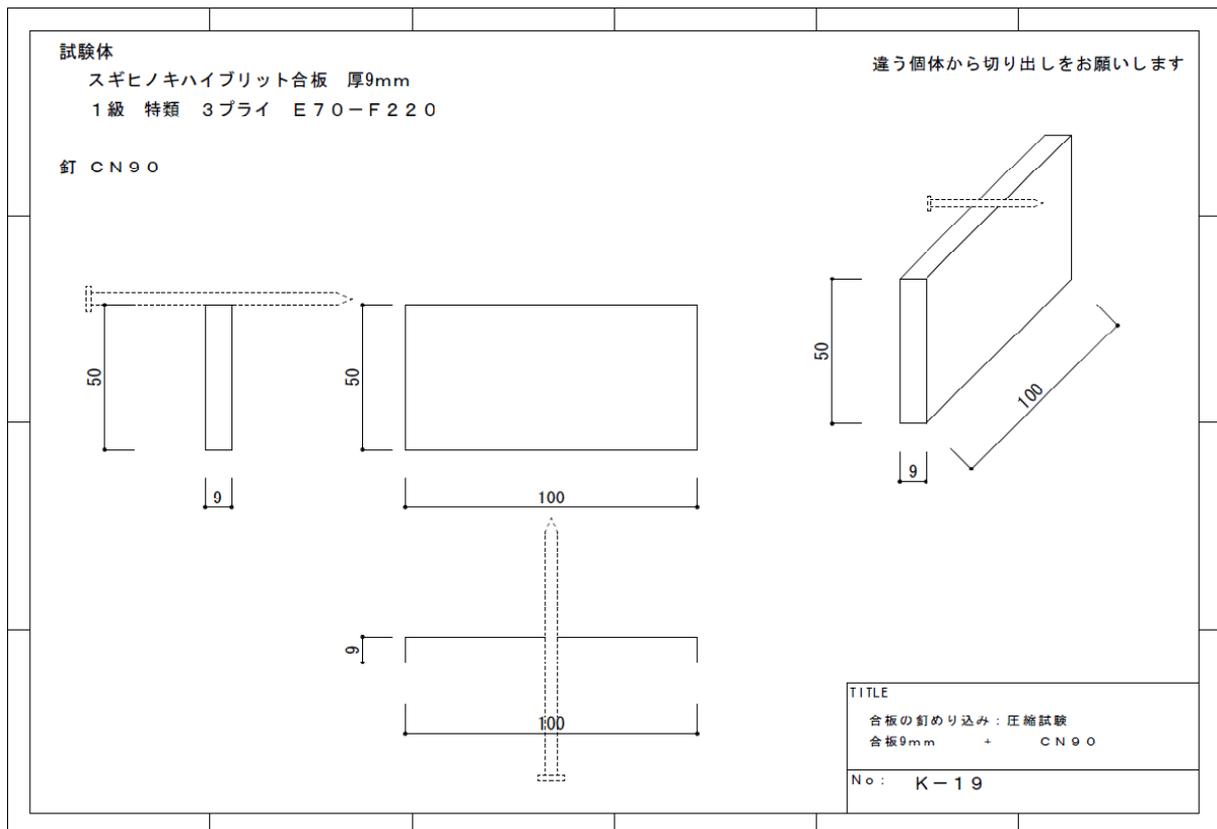


図 1.6-1 K-19 試験体図 (スギヒノキハイブリット合板 9mm 特類 1 級)

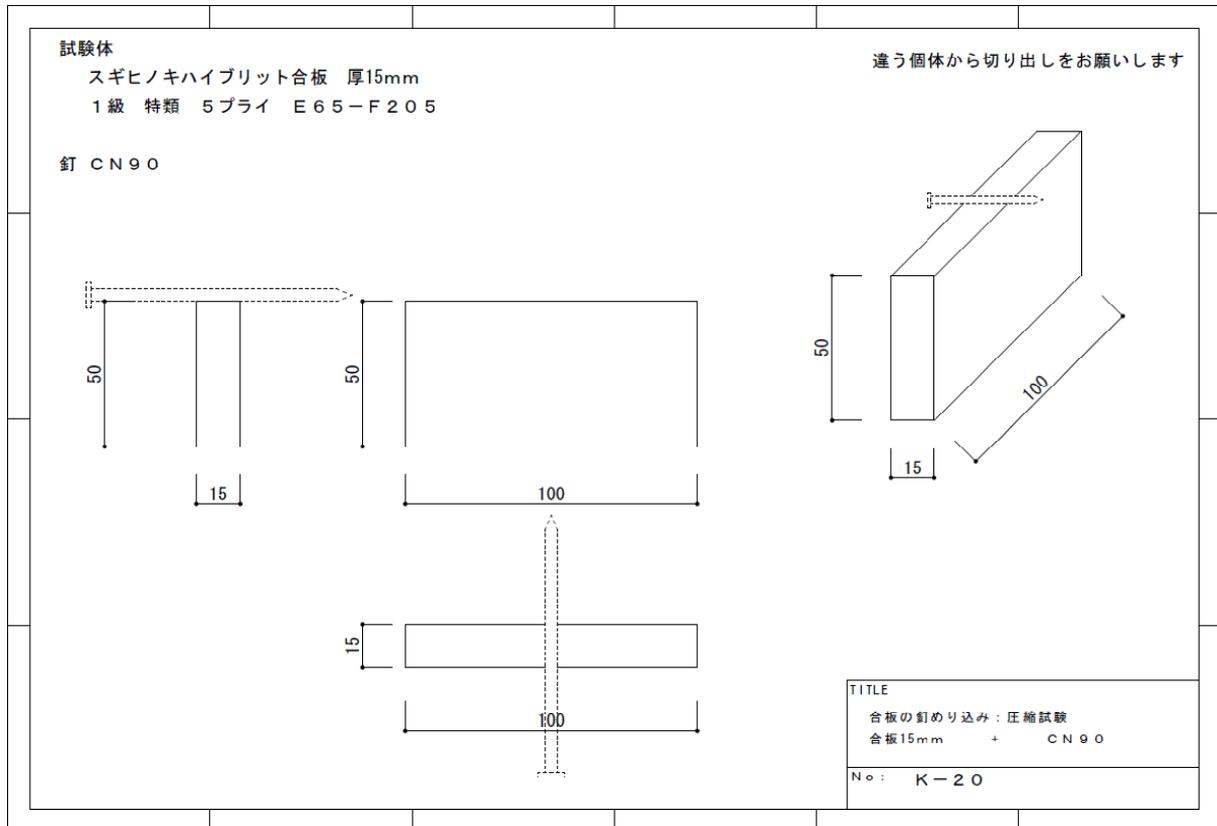


図 1.6-2 K-20 試験体図 (スギヒノキハイブリット合板 15mm 特類 1 級)

下図は、上から最大応力度 (N/mm²)、含水率 (%)、比重の試験体別平均値である。
 最大応力度 (N/mm²) は、実験で計測された荷重 (ロードセル) をくぎの径と長さ (試験体の幅) から求められる断面積で除した値である。

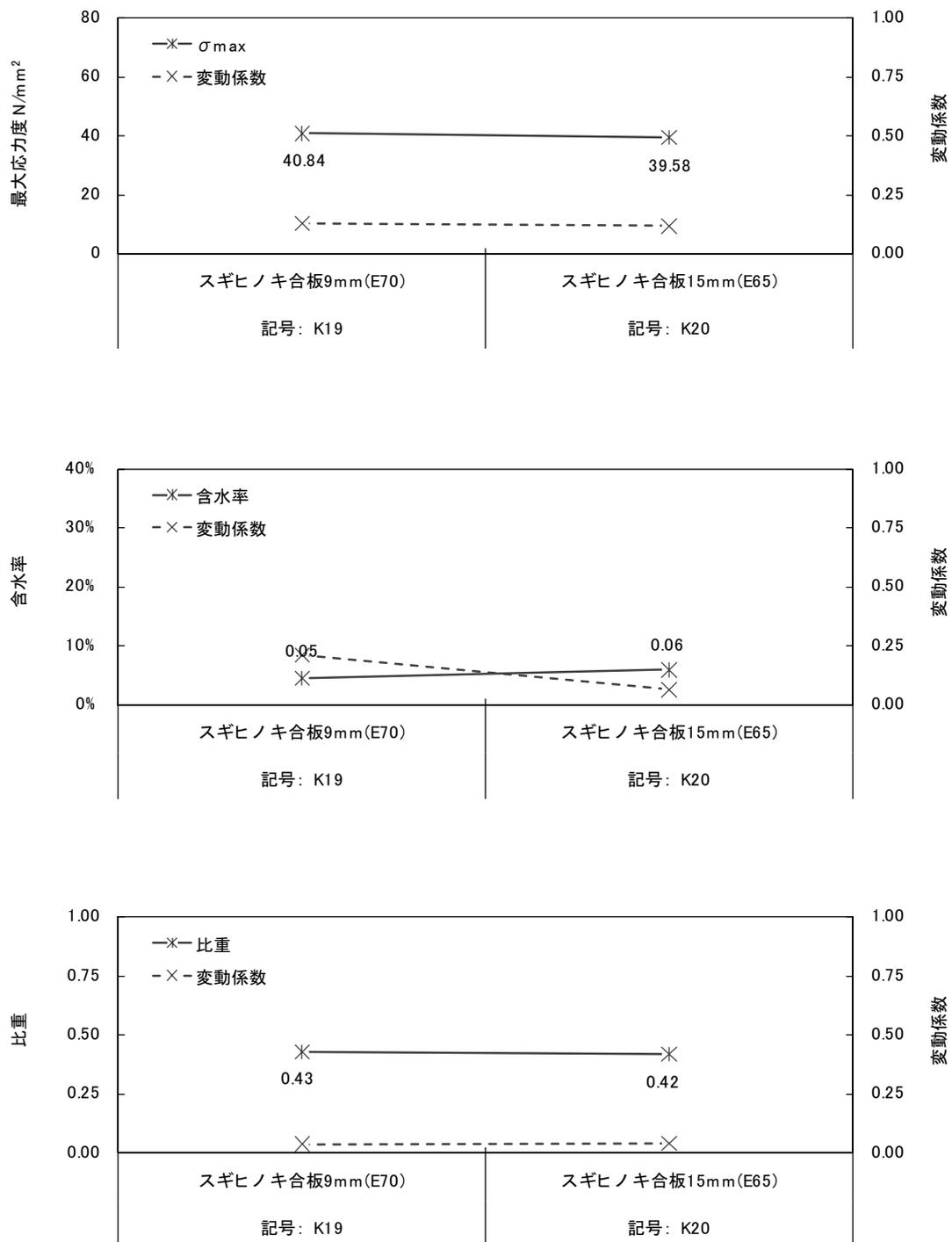


図 1.6-3 平均値 : 太め鉄丸くぎ (CN90 面内方向)

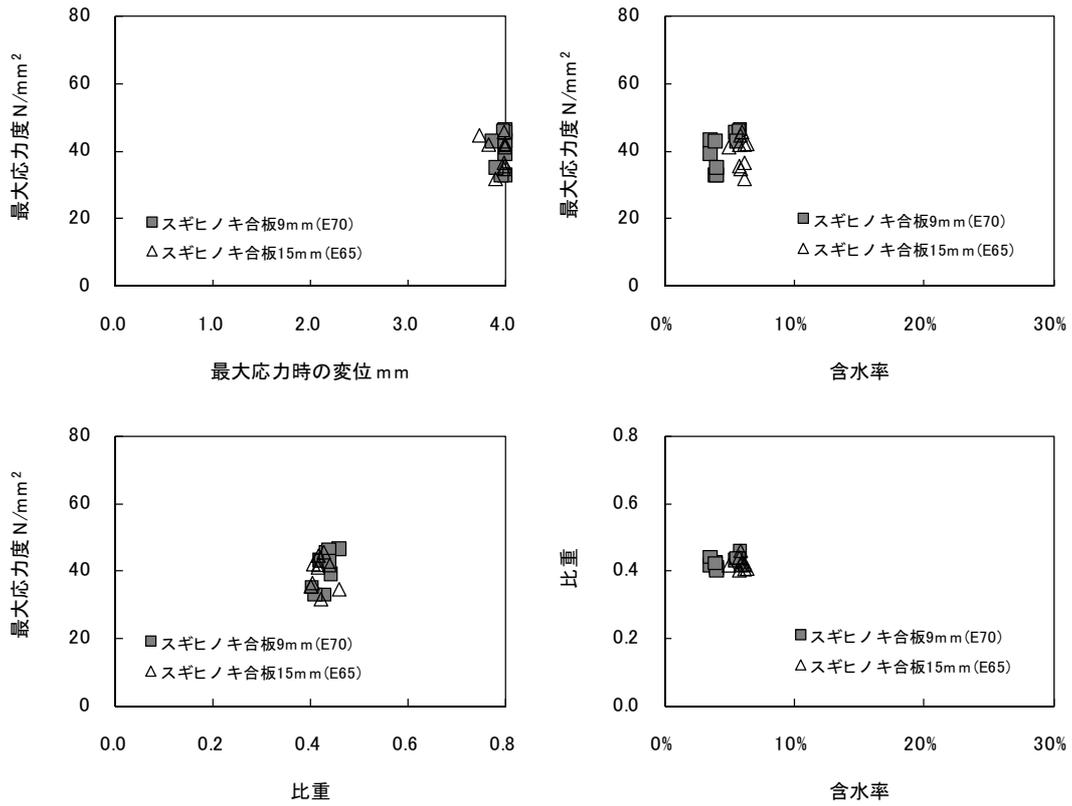


図 1.6-4 相関関係：太め鉄丸くぎ (CN90 面内方向)

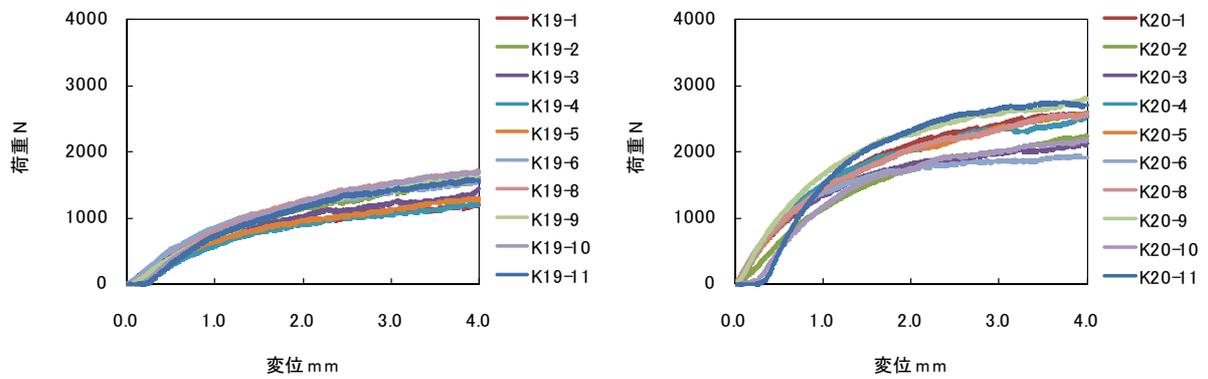


図 1.6-5 平均値：太め鉄丸くぎ (CN90 面内方向)

1.7 せん断実験【枠組材-面材接合部、CN釘・GNF釘】

1.7.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、主材に Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及び W_Cedar(スギ LVL)、面材にハイブリット合板、石膏ボードを用いた実験を[第V編_1.2.1 接合部の基準許容応力及び基準剛性(単調加力接合部試験によるもの)]に準じて行う。

1.7.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材3種類、面材3種類のせん断実験である(図1.7-1~5、接合具:太め鉄丸くぎ(CN50、CN65)、石膏ボード釘(GNF40))。実験前に木材と面材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 最大値の8割低下する以前で且つ変形が30mm以上になるか、または、最大耐力を記録した後、耐力が8割低下するまで行う。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所:徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当:徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.7.3 実験結果の概要

表 1.7-1 くぎ1本あたりの降伏せん断耐力(実験値)

面材の種類	くぎの種類	面材の厚さ	5%下限値		
			スギ LVL	カラマツ LVL	ヒノキ集成
ハイブリット合板 ※スギ・ヒノキハイブリット	CN50	9.0mm	606N		679N
	CN65	15.0mm		715N	
石膏ボード	GNF40	12.5mm	239N		306N

表 1.7-2 くぎ1本あたりの降伏せん断耐力(指針値 P7_表 3.3.9)

面材の種類	くぎの種類	面材の厚さ	5%下限値		
			D. Fir-L	Hem-Fir	S-P-F
構造用合板	CN50	9.0mm	620N	610N	590N
構造用パネル	CN65	15.0mm	920N	900N	880N
石膏ボード	GNF40	12.5mm	200N	200N	200N

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S21実験 ハイ合板9mm スギLVL80E 1級 CN50 記号: S21	806	2.4	911	3.2	1367	21.7	3359	1264	8.11	0.26
	678	1.9	796	3.1	1193	19.5	3569	1090	10.00	0.23
	792	2.8	905	3.9	1357	23.3	2829	1247	6.98	0.28
	916	2.7	1118	4.5	1677	23.3	3393	1524	6.31	0.29
	694	2.2	940	4.2	1411	21.4	3153	1321	7.14	0.27
	807	2.7	955	4.0	1433	19.6	2990	1311	6.82	0.28
	823	2.0	951	2.9	1426	23.1	4114	1329	9.38	0.24
平均	788	2.4	939	3.7	1409	21.7	3344	1298	7.82	0.26
標準偏差	81.0	0.36	95.8	0.61	143.7	1.65	422.8	128.7		
変動係数	0.10		0.10					0.10		
ばらつき係数	0.77		0.77					0.78		
基準耐力	606	←5%下限	724	←5%下限				1008	←5%下限	

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S22実験 ハイ合板9mm ヒノ集95-F270 CN50 記号: S22	775	1.7	1136	4.6	1704	14.2	4560	1532	7.00	0.28
	852	2.5	1131	4.9	1696	15.5	3407	1488	5.79	0.31
	931	2.8	1245	5.1	1868	19.5	3323	1683	4.80	0.34
	788	2.2	1084	4.7	1626	17.5	3584	1432	6.13	0.30
	811	2.6	1131	4.6	1697	25.3	3120	1562	6.12	0.30
	794	2.2	1046	4.1	1570	15.4	3611	1410	6.76	0.28
	961	2.6	1155	4.0	1733	16.4	3696	1579	5.42	0.32
平均	845	2.4	1133	4.6	1699	17.7	3615	1527	6.00	0.30
標準偏差	73.7	0.37	61.9	0.40	92.8	3.77	460.7	93.7		
変動係数	0.09		0.05					0.06		
ばらつき係数	0.80		0.88					0.86		
基準耐力	679	←5%下限	993	←5%下限				1316	←5%下限	

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S23実験 ハイ合板15mm カマルLVL120E 1級 CN65 記号: S23	954	1.7	1324	4.1	1987	17.6	5611	1777	8.58	0.25
	1076	3.2	1433	5.9	2150	18.3	3361	1902	4.95	0.34
	1033	3.1	1455	6.2	2183	17.6	3333	1929	5.17	0.33
	920	1.8	1320	5.0	1979	17.6	5113	1720	8.58	0.25
	967	1.8	1317	4.4	1976	15.7	5374	1769	8.61	0.25
	1301	3.2	1624	5.7	2436	19.8	4065	2172	5.56	0.31
	906	1.6	1414	5.7	2121	18.2	5665	1833	9.25	0.24
平均	1023	2.3	1413	5.3	2119	17.8	4646	1872	7.24	0.28
標準偏差	136.7	0.77	110.0	0.80	165.0	1.22	1035.1	152.2		
変動係数	0.13		0.08					0.08		
ばらつき係数	0.70		0.82					0.82		
基準耐力	715	←5%下限	1165	←5%下限				1529	←5%下限	

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S24実験 石膏12.5mm スギLVL80E 1級 GNF40 記号: S24	264	2.3	354	4.7	531	13.0	1147	455	4.36	0.36
	280	2.3	345	3.6	517	13.4	1217	458	4.49	0.35
	262	1.9	353	4.1	529	13.5	1377	462	5.61	0.31
	268	2.1	364	4.7	546	12.7	1277	474	4.63	0.35
	294	1.9	339	3.0	509	15.3	1549	454	6.03	0.30
	294	1.8	342	2.6	514	13.2	1634	455	6.11	0.30
	314	1.9	365	2.8	548	12.7	1650	487	4.97	0.33
平均	282	2.0	352	3.6	528	13.4	1407	464	5.17	0.33
標準偏差	19.3	0.21	10.2	0.88	15.3	0.89	204.9	12.3		
変動係数	0.07		0.03					0.03		
ばらつき係数	0.85		0.93					0.94		
基準耐力	239	←5%下限	329	←5%下限				436	←5%下限	

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S25実験 石膏12.5mm ヒビ集E95-F270 GNF40 記号:S25	322	1.5	350	1.9	525	11.1	2147	466	6.95	0.28
	324	1.5	361	2.0	541	12.2	2163	485	6.65	0.29
	313	1.4	360	2.3	540	13.1	2238	475	7.45	0.27
	339	1.9	377	2.4	566	12.2	1786	505	5.46	0.32
	329	1.6	367	2.1	550	12.1	2056	488	6.29	0.29
	342	1.6	381	2.2	572	11.3	2140	507	5.96	0.30
	334	1.7	371	2.3	557	11.3	1966	493	6.36	0.29
平均	329	1.6	367	2.2	550	11.9	2071	488	6.45	0.29
標準偏差	10.2	0.16	10.7	0.18	16.1	0.71	152.5	15.0		
変動係数	0.03		0.03					0.03		
ばらつき係数	0.93		0.93					0.93		
基準耐力	306	←5%下限	343	←5%下限				455	←5%下限	

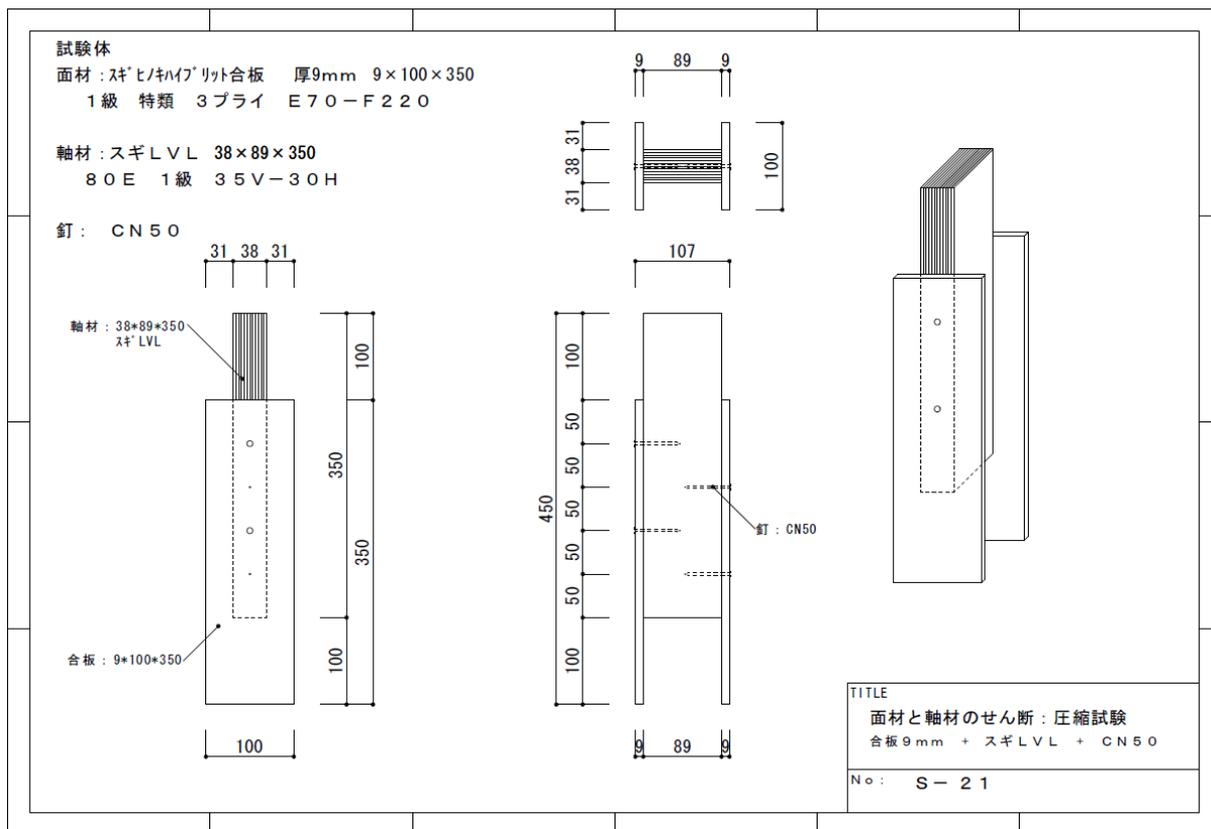


図 1.7-1 S-21 試験体図（スギヒノキハイブリット合板 9mm 特類 1 級）

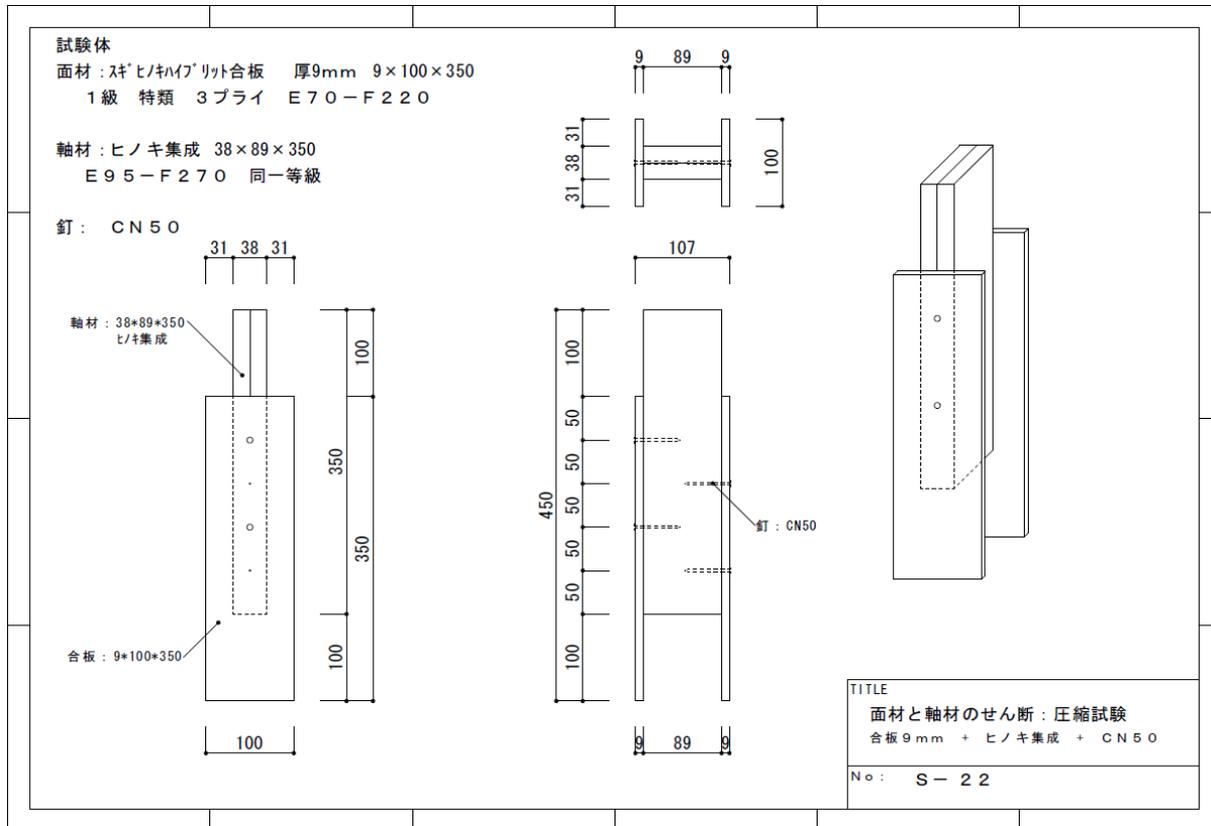


図 1.7-2 S-22 試験体図（スギヒノキハイブリット合板 9mm 特類 1 級）

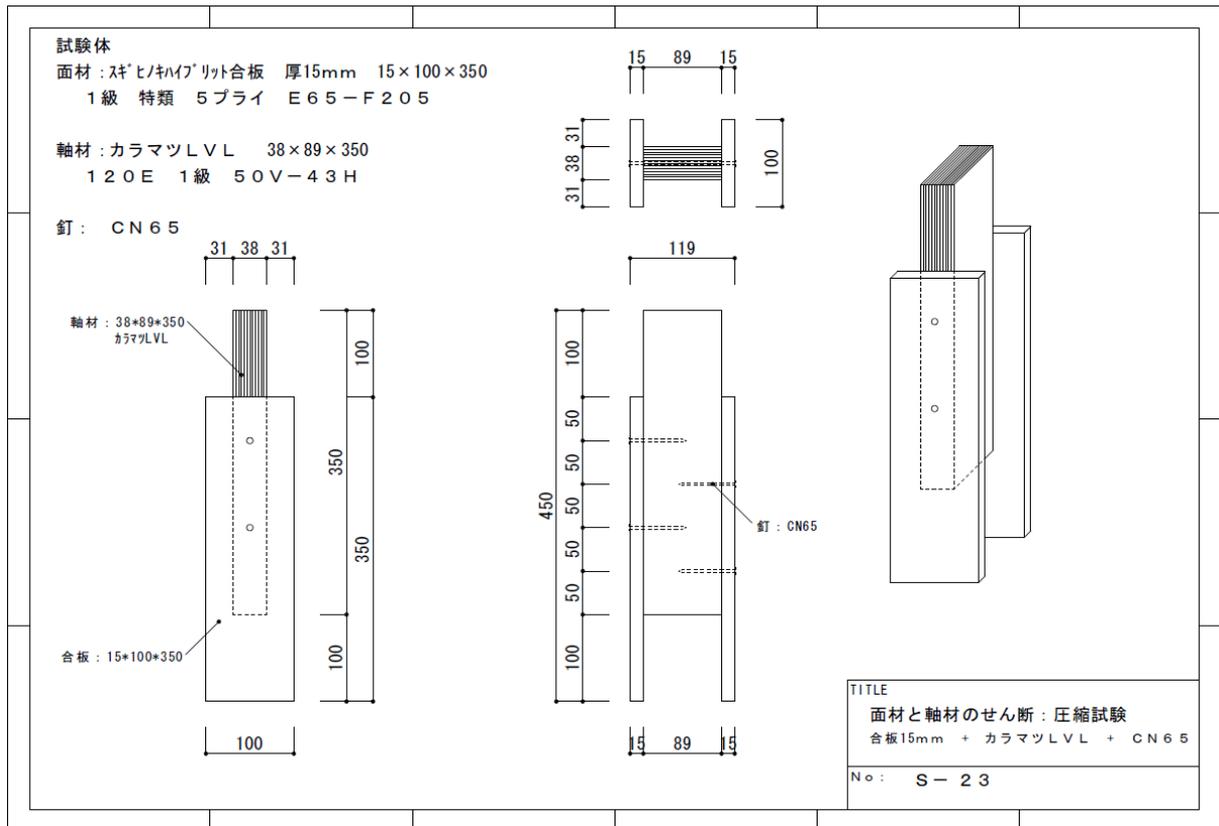


図 1.7-3 S-23 試験体図 (スギヒノキハイブリット合板 15mm 特類 1級)

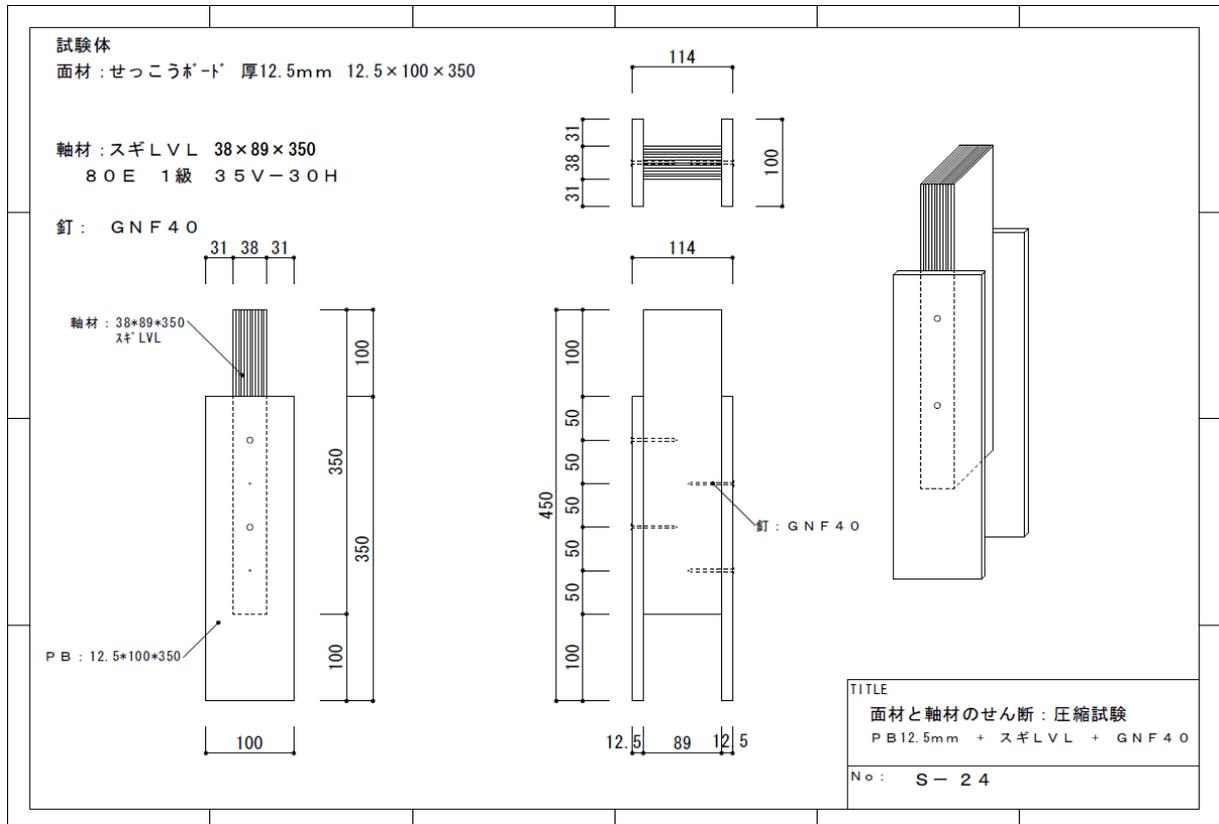


図 1.7-4 S-24 試験体図 (石膏ボード 12.5mm)

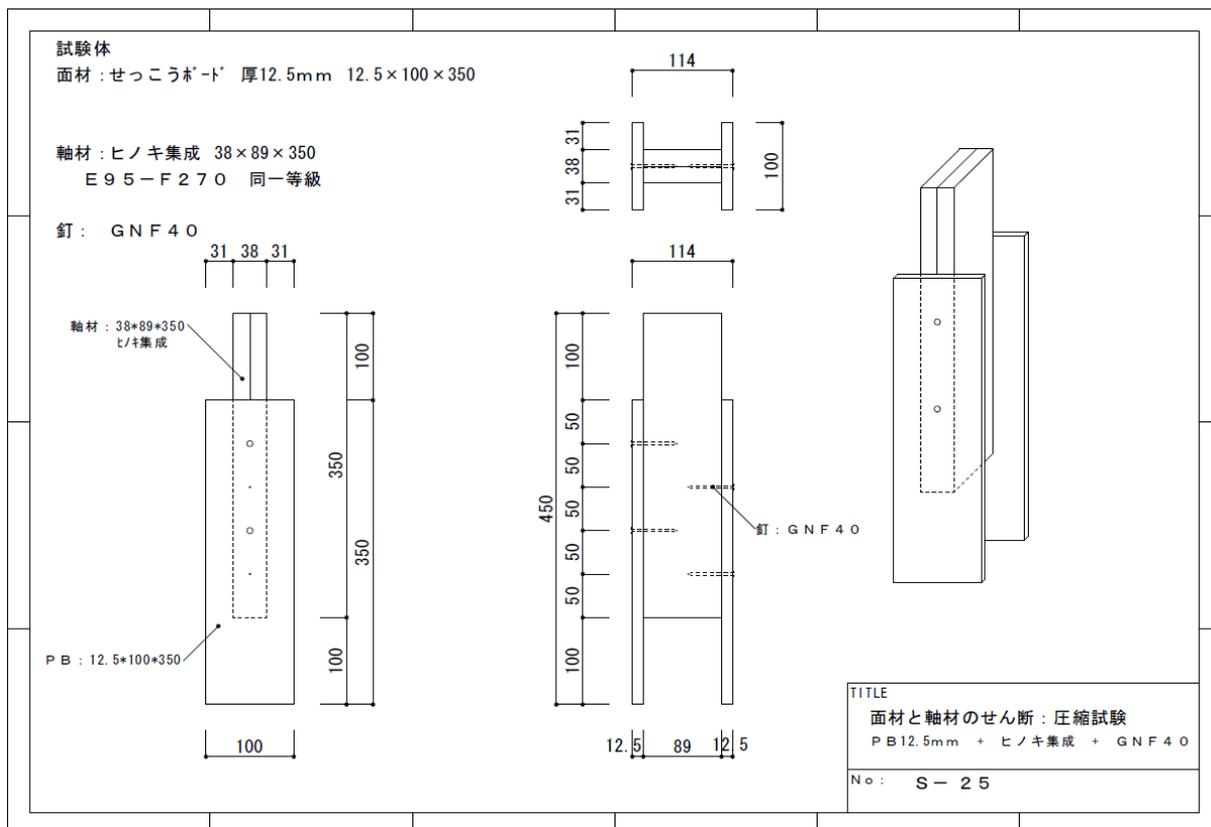


図 1.7-5 S-25 試験体図 (石膏ボード 12.5mm)

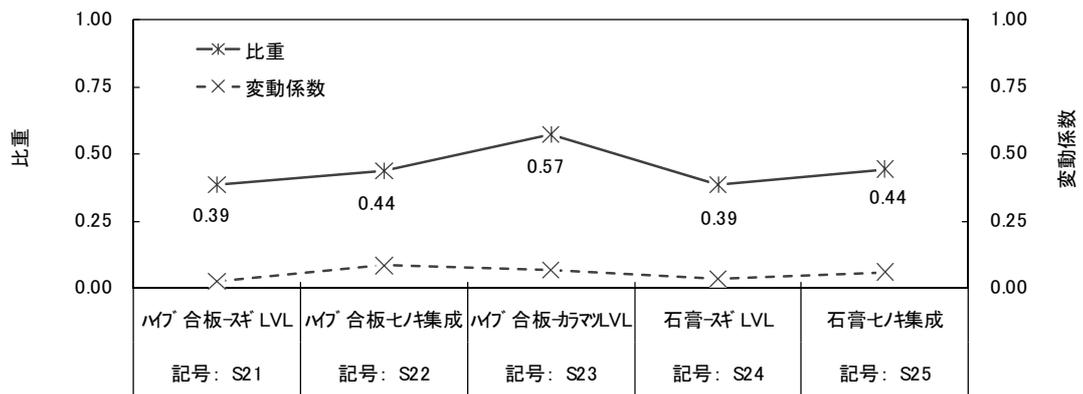
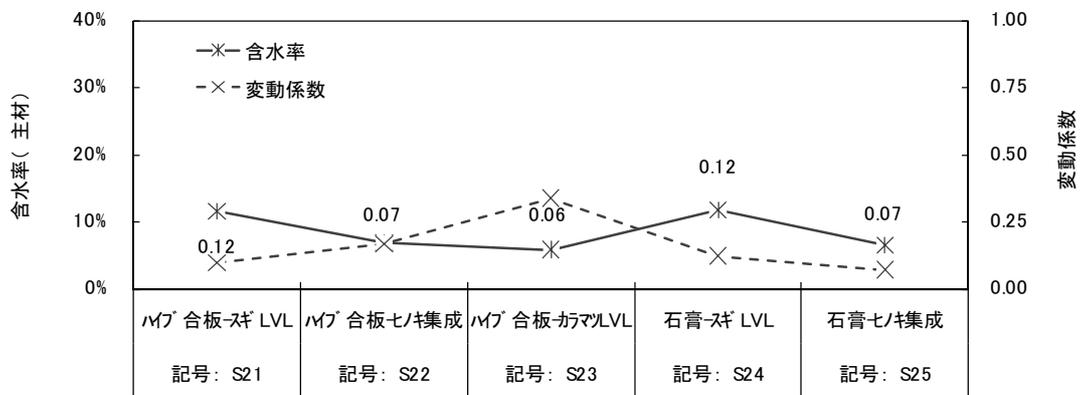
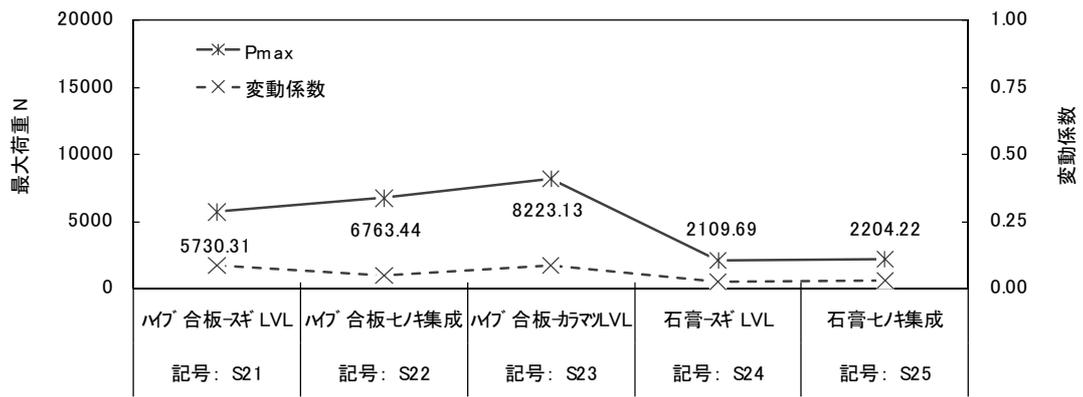


図 1.7-6 平均值：太め鉄丸くぎと石膏ボードくぎのせん断実験

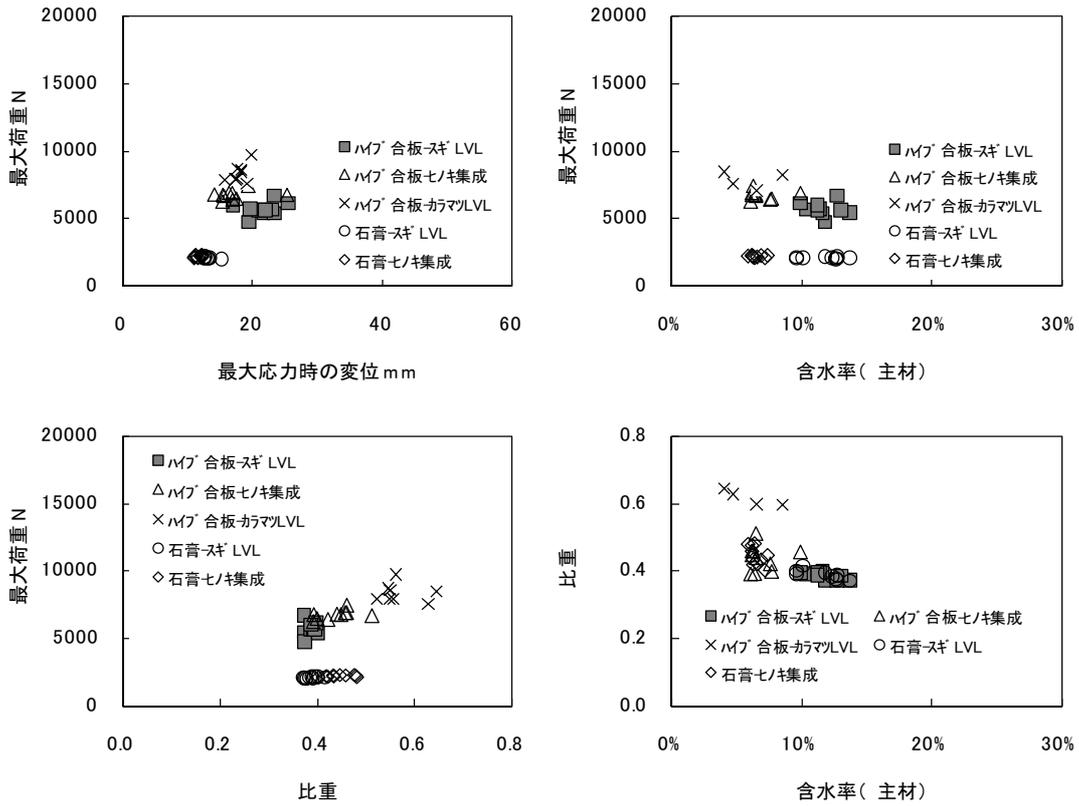
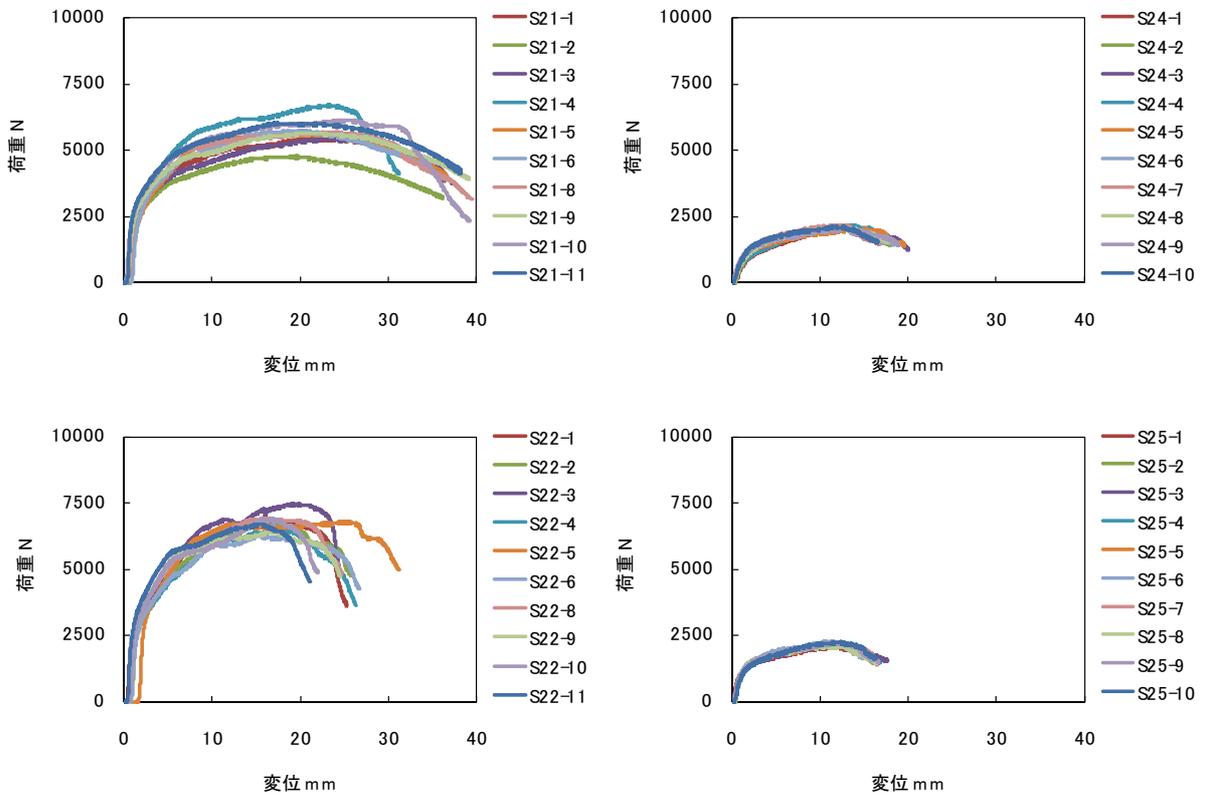


図 1.7-7 相関関係：太め鉄丸くぎと石膏ボードくぎのせん断実験



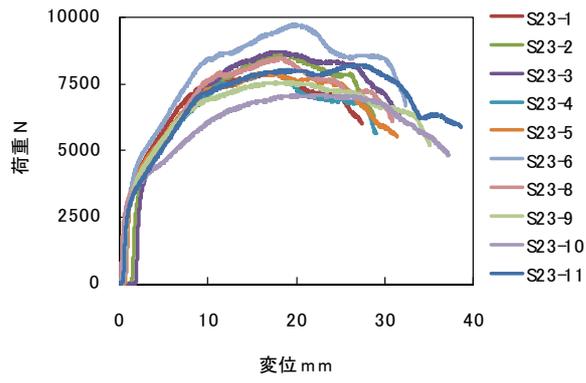


図 1.7-8 荷重変形関係：太め鉄丸くぎと石膏ボードくぎのせん断実験

1.8 せん断実験【枠組材-枠組材接合部、CN釘】

1.8.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、Hem-Tam(カラマツ LVL、ヒノキ集成材)及び W_Cedar(スギ LVL)を用いた実験を[第V編_1.2.1 接合部の基準許容応力及び基準剛性(単調加力接合部試験によるもの)]に準じて行う。

1.8.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材3種類のせん断実験である(図 1.8-1~3、接合具:太め鉄丸くぎ(CN75))。実験前に木材と面材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

[実験概要] 最大値の8割低下する以前で且つ変形が30mm以上になるか、または、最大耐力を記録した後、耐力が8割低下するまで行う。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所:徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開 11-2)

実験担当:徳島県立工業技術センター 生活科学課

1.8.3 実験結果の概要

[降伏耐力] くぎ1本あたりの降伏せん断耐力を指針 P67_(3.3.3)式、(3.3.4)式と本資料のめり込み実験結果を用いて算出する(1.1 太め鉄丸くぎ(CN50)の繊維方向の木材めり込み実験結果を用いて計算する)。

スギ LVL のめり込み応力度実験結果(下限値) : 30N/mm²

カラマツ LVL のめり込み応力度実験結果(下限値) : 38N/mm²

ヒノキ集成材のめり込み応力度実験結果(下限値) : 36N/mm²

同指針 式(3.3.3) : $P_y = N \cdot F_{e1} \cdot d \sqrt{4 \cdot \beta \cdot M_y / [(1 + \beta) \cdot F_{e1} \cdot d]}$

同指針 式(3.3.4) : $M_y = F_y \cdot d^3 / 6$

ここで、各種係数は $F_y = 590 \text{N/mm}^2$, $d = 3.76 \text{(CN75)mm}$, $N = 1.0$, $\beta = 1.0$ とした。

主材と側材をスギ LVL とした場合の1面降伏せん断耐力 : 1090N

主材と側材をカラマツ LVL とした場合の1面降伏せん断耐力 : 1226N

主材と側材をヒノキ集成材とした場合の1面降伏せん断耐力 : 1194N

表 1.8-1 計算値と実験値の比較(降伏せん断耐力) (くぎCN75)

主材と側材	計算値	実験値	誤差(計算/実験)
スギ LVL80E 1級 35V-30H	1090N	1032N	5.6%
カマツ LVL120E 1級 50V-43H	1226N	933N	31.4%
ヒノキ集成材 E95-F270	1194N	1247N	4.3%

[長期耐力] くぎ 1 本あたりの長期せん断耐力を指針 P69_(3.3.8)式と本資料のめり込み実験結果を用いて算出する($P_a = 2/3 \times K_{j2} \times P_y$ 、 $K_{j2} = 1.1/2$)。

表 1.8-2 計算値(めり込み実験値から計算)と実験値 (くぎCN75)

主材と側材	計算値	実験値	誤差(計算/実験)
スギ LVL80E 1級 35V-30H	400N	378N	-- %
カマツ LVL120E 1級 50V-43H	450N	342N	-- %
ヒノキ集成材 E95-F270	438N	457N	-- %

表 1.8-3 指針値(P69_表 3.3.5)

くぎの種類	基準値		
	D Fir-L	Hem-Fir	S-P-F, W. Cedar
CN50	250N	240N	220N
CN65	310N	290N	270N
CN75	380N	360N	330N
CN90	450N	430N	400N

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S26実験 スギLVL80E CN75 記号:S26	1196	2.2	1384	3.2	2076	20.0	5437	1916	8.57	0.25
	1435	2.4	1573	3.0	2359	19.5	5978	2190	8.11	0.26
	1438	2.4	1562	3.0	2343	23.1	5991	2195	8.33	0.25
	1386	2.9	1529	3.6	2293	20.8	4780	2130	6.67	0.28
	1254	2.3	1426	3.3	2138	22.1	5452	1986	8.33	0.25
	1145	1.4	1343	2.3	2014	19.1	8178	1880	12.50	0.20
	1244	1.4	1430	2.1	2145	19.6	8884	2024	13.04	0.20
平均	1300	2.1	1464	2.9	2196	20.6	6386	2046	9.36	0.24
標準偏差	118.8	0.55	90.7	0.54	136.0	1.49	1534.5	128.0		
変動係数	0.09		0.06					0.06		
ばらつき係数	0.79		0.86					0.86		
基準耐力	1032	←5%下限	1260	←5%下限				1758	←5%下限	

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S27実験 カヤLVL120E CN75 記号:S27	1562	3.9	1679	4.4	2518	24.3	4004	2323	5.17	0.33
	1446	2.6	1664	3.7	2496	22.1	5562	2298	7.32	0.27
	1243	1.7	1475	2.8	2213	15.4	7311	2020	10.71	0.22
	1645	3.0	1823	3.9	2735	25.2	5482	2494	6.67	0.28
	1248	1.2	1539	2.4	2308	14.5	10401	2105	13.90	0.19
	1265	1.3	1561	2.4	2342	19.6	9733	2188	10.61	0.22
	1127	1.2	1440	2.4	2159	14.4	9395	2013	14.29	0.19
平均	1362	2.1	1597	3.1	2396	19.4	7413	2206	9.81	0.24
標準偏差	190.8	1.06	133.3	0.84	200.0	4.65	2484.3	176.6		
変動係数	0.14		0.08					0.08		
ばらつき係数	0.68		0.81					0.82		
基準耐力	933	←5%下限	1297	←5%下限				1808	←5%下限	

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S28実験 ヒキ集成E95-F270 CN75 記号:S28	1326	1.5	1509	2.0	2264	15.4	8838	2103	12.91	0.20
	1337	1.7	1597	2.4	2396	19.3	7862	2258	10.71	0.22
	1441	1.9	1695	2.6	2543	17.2	7586	2416	9.38	0.24
	1385	1.5	1644	2.2	2466	14.3	9235	2302	12.00	0.21
	1318	1.3	1585	2.1	2377	16.1	10136	2213	13.64	0.20
	1315	1.7	1596	2.8	2394	18.1	7732	2235	10.00	0.23
	1414	1.9	1582	2.5	2373	18.4	7441	2231	9.68	0.23
平均	1362	1.6	1601	2.4	2402	17.0	8404	2251	11.19	0.22
標準偏差	51.2	0.22	57.5	0.29	86.2	1.79	1018.2	94.9		
変動係数	0.04		0.04					0.04		
ばらつき係数	0.92		0.92					0.91		
基準耐力	1247	←5%下限	1472	←5%下限				2038	←5%下限	

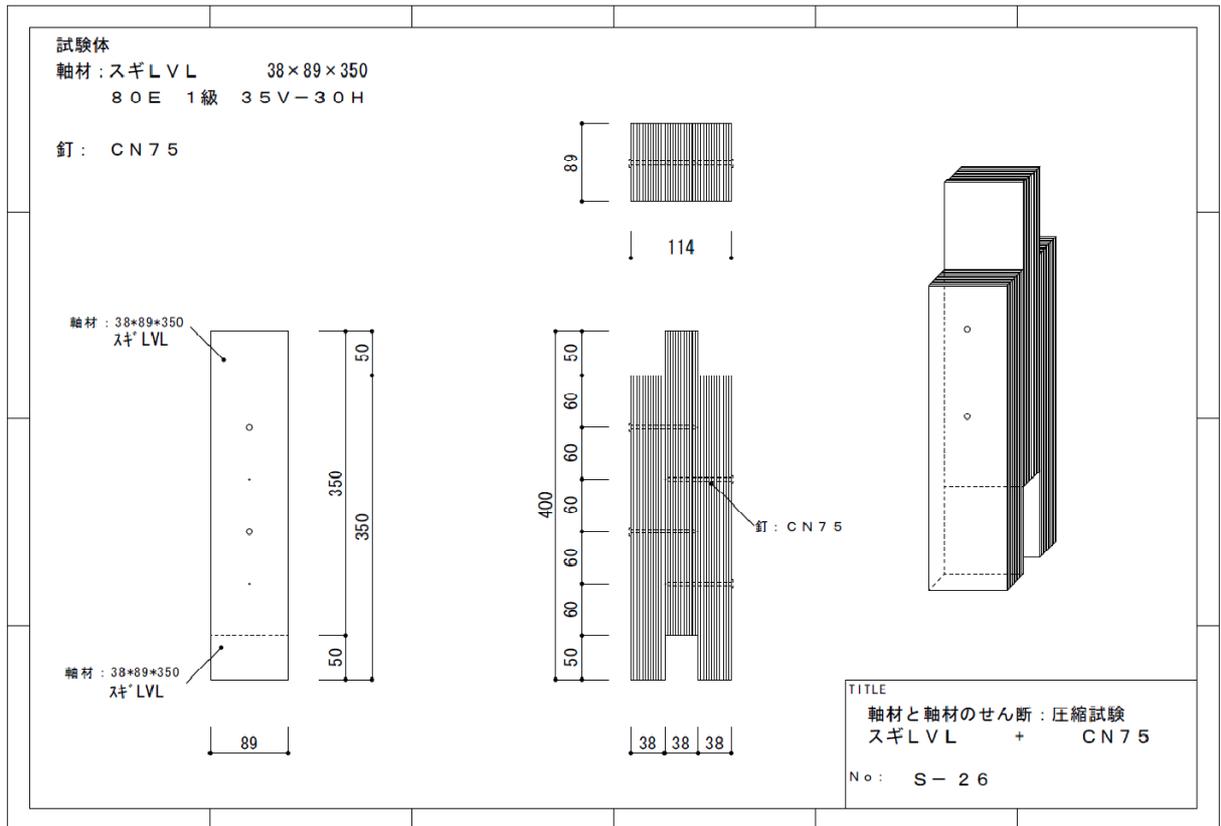


図 1.8-1 S-26 試験体図 (スギ LVL80E)

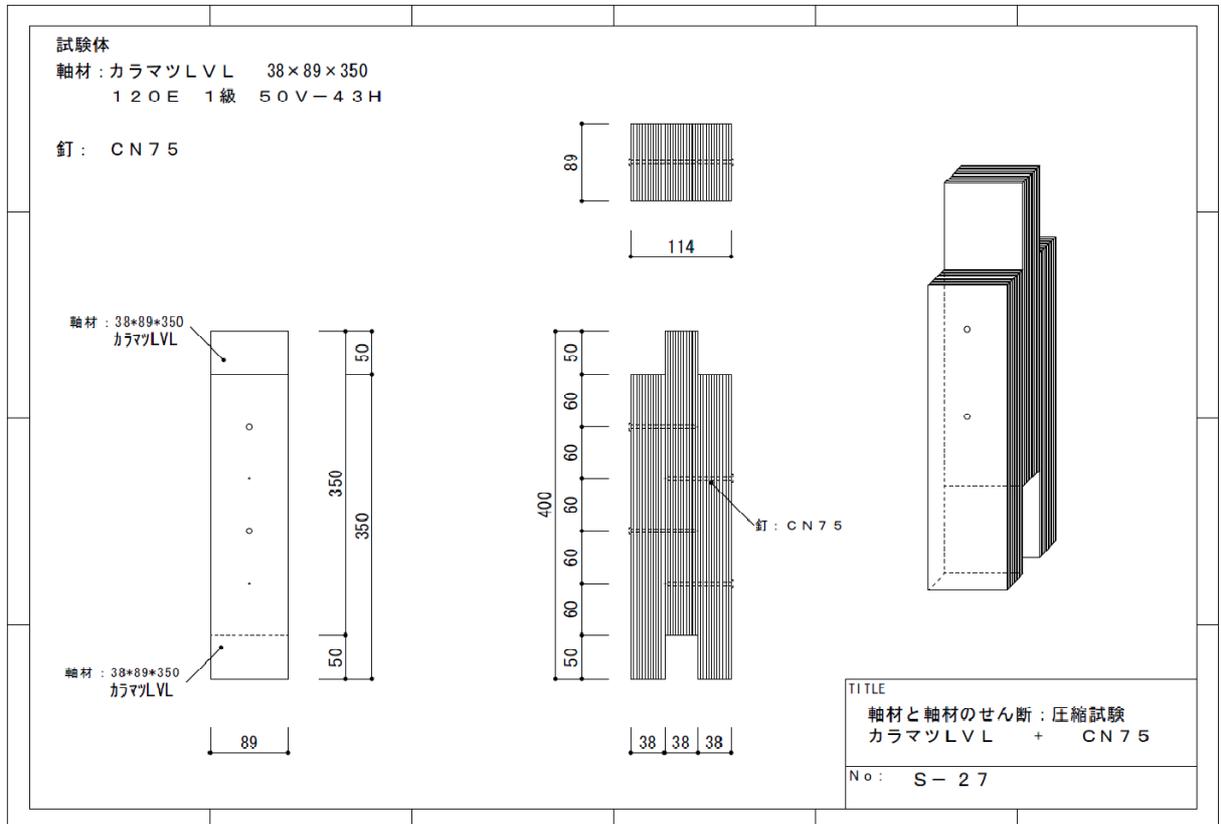


図 1.8-2 S-27 試験体図 (カラマツ LVL120E)

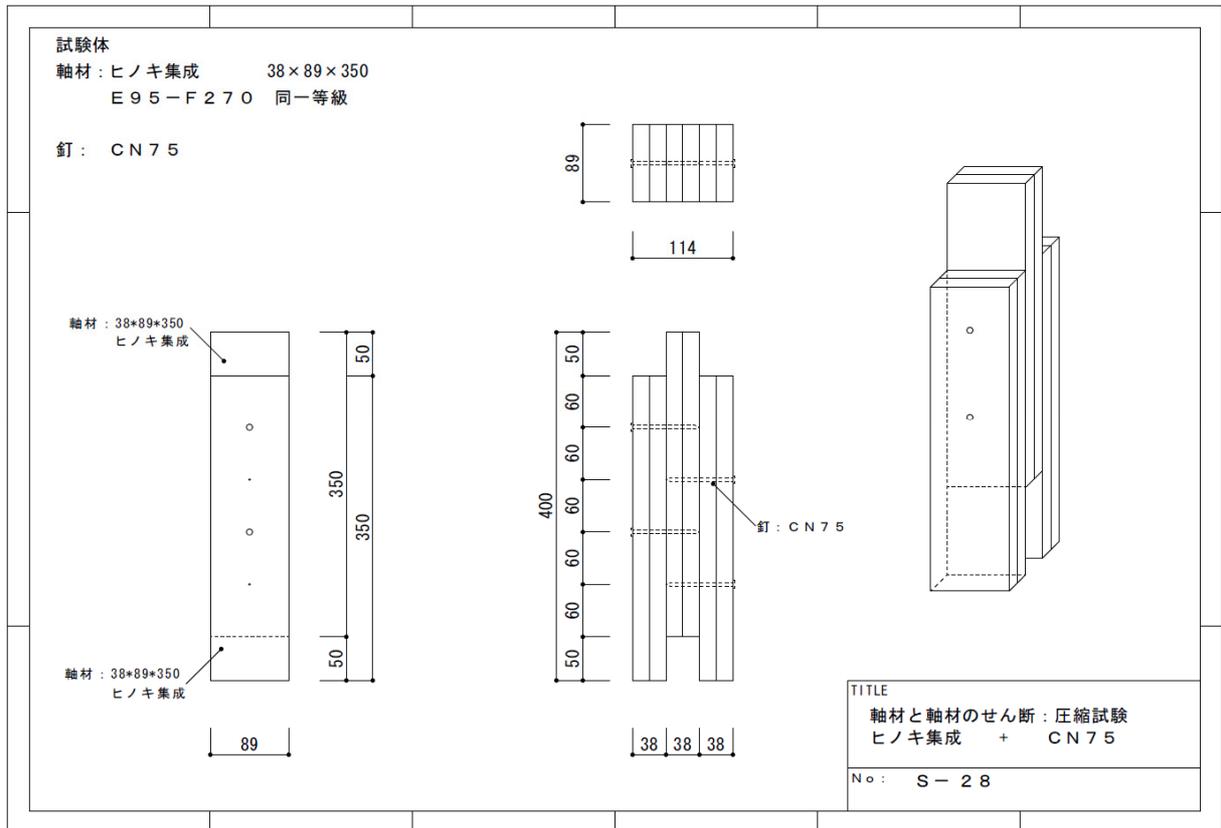


図 1.8-3 S-28 試験体図 (ヒノキ集成材 E95-F270)

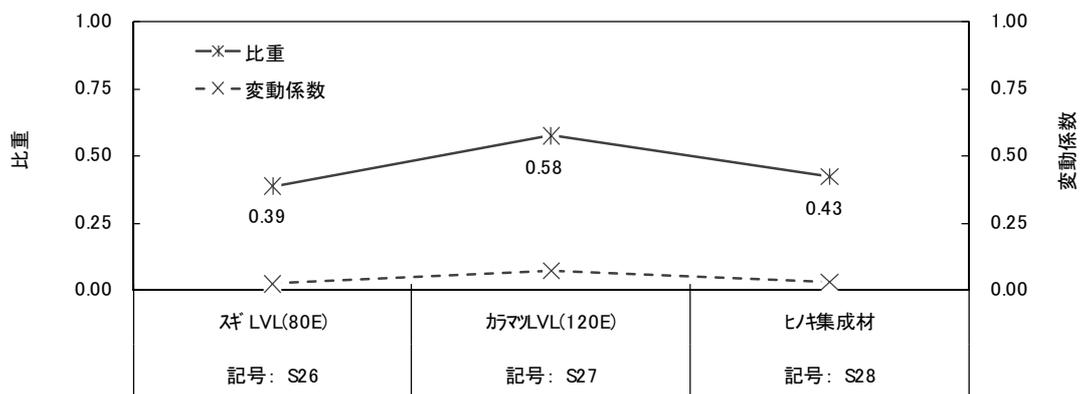
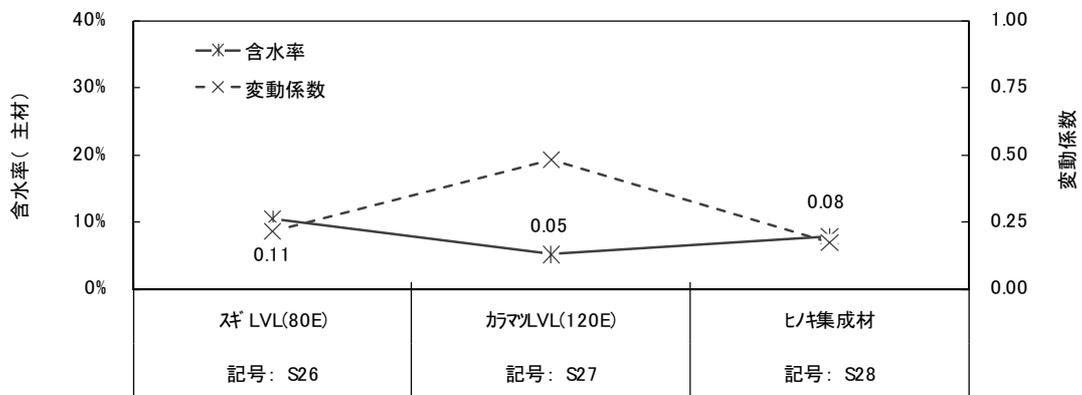
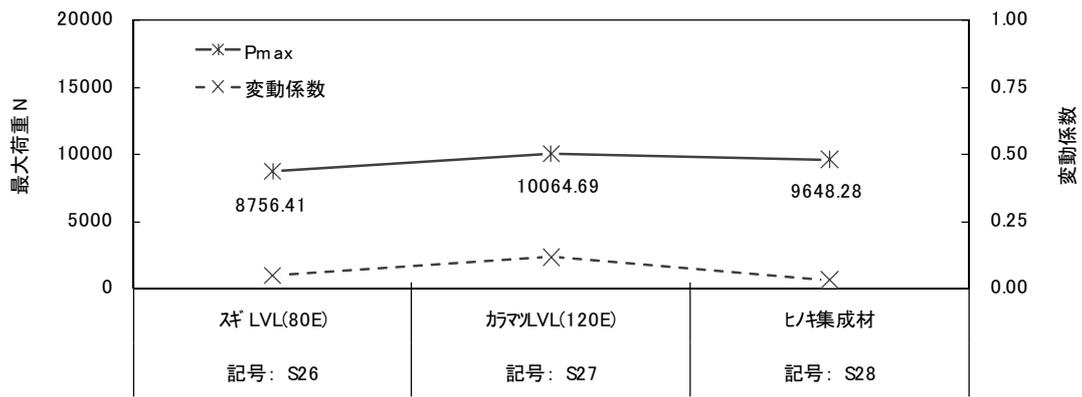


図 1.8-4 平均値：太め鉄丸くぎのせん断実験

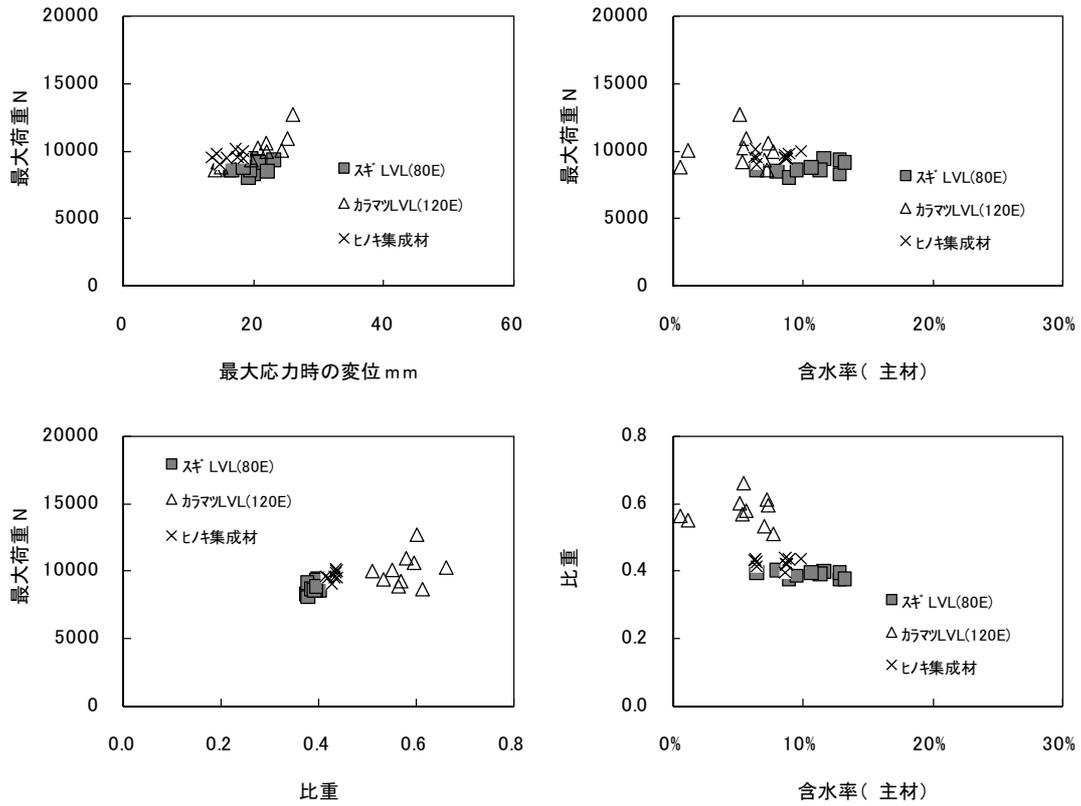


図 1.8-5 相関関係：太め鉄丸くぎのせん断実験

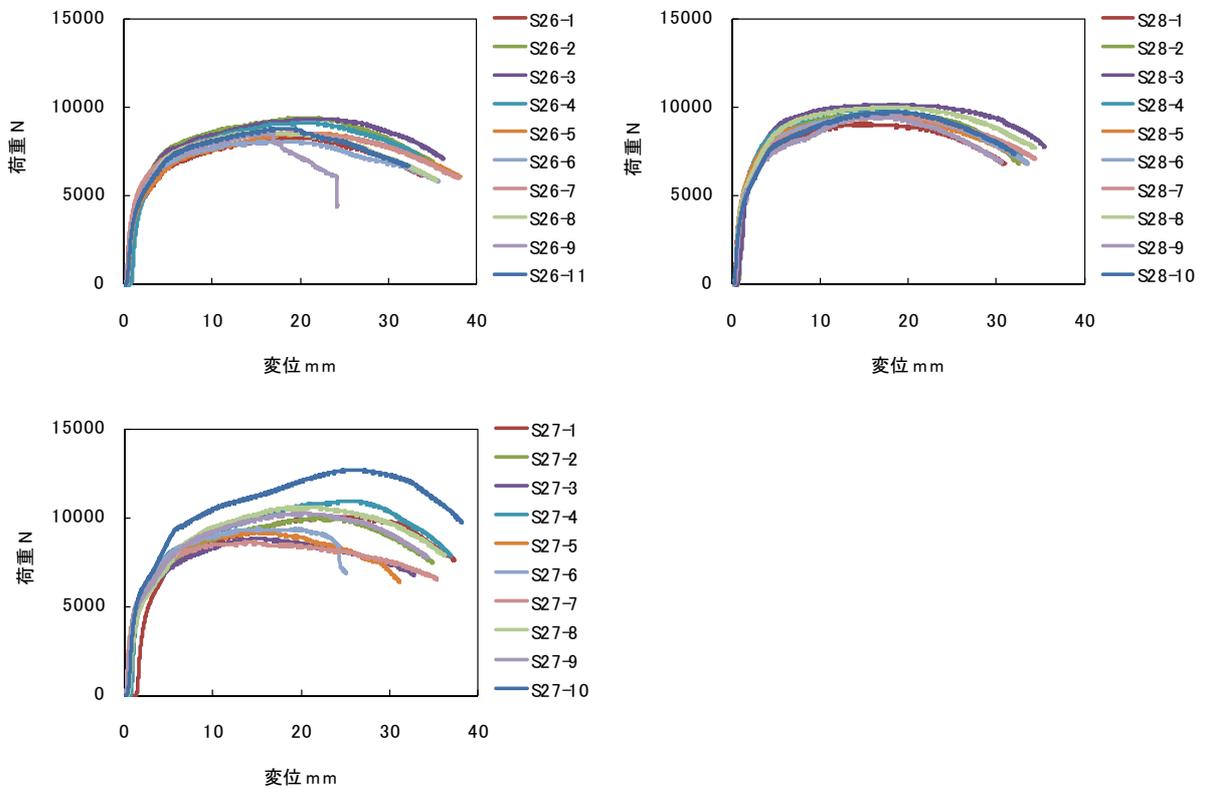


図 1.8-6 荷重変形関係：太め鉄丸くぎのせん断実験

2.1 CPT 金物の引張実験

2.1.1 実験の概要

縦枠、下枠に S-P-F 甲種 2 級、スギ LVL80E1 級 35V-30H、ヒノキ集成材 E95-F270 を用いた C マーク金物の基準耐力を[第 V 編_1.2.3 接合部の基準許容応力及び基準剛性(繰り返し加力接合部試験によるもの)]に準じて求める。本節の実験は、C マーク金物(CPT)の引張実験である(図 2.1-1~3)。試験体(面材)は各 6 体とし、縦枠、下枠、土台等の木材はそれぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

2.1.2 実験結果の概要

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
CPT実験 S-P-F 甲種級 記号:CPT8	1.9	1.1	2.5	1.7	3.7	4.1	17.3	3.2	3.50	0.41
	3.3	2.3	3.6	2.6	5.4	7.6	14.3	5.1	3.17	0.43
	2.6	1.6	3.4	2.5	5.1	6.7	16.2	4.6	2.83	0.46
	2.4	0.9	3.1	1.4	4.6	4.1	26.7	4.3	4.47	0.35
	1.7	1.1	2.1	1.5	3.2	5.3	15.5	3.0	5.00	0.33
	1.8	1.2	2.2	1.5	3.3	3.2	15.0	3.1	2.15	0.55
平均	2.3	1.4	2.8	1.9	4.2	5.2	17.5	3.9	3.52	0.42
標準偏差	0.61	0.51	0.64	0.54	0.95	1.70				
変動係数	0.27		0.23							
ばらつき係数	0.38		0.47							
基準耐力	0.9		1.3							

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
CPT実験 スギLVL 80E1級 記号:CPT9	2.2	1.5	2.9	2.3	4.3	5.2	14.7	3.9	4.93	0.34
	2.3	1.5	2.7	1.9	4.0	6.7	15.3	3.7	4.00	0.38
	1.4	0.9	1.8	1.5	2.7	3.5	15.6	2.4	11.56	0.21
	1.9	1.0	2.3	1.5	3.5	5.1	19.0	3.2	5.22	0.33
	2.2	1.5	2.6	1.9	3.9	6.2	14.7	3.6	6.08	0.30
	2.1	1.5	2.5	2.1	3.7	7.6	14.0	3.4	6.75	0.28
平均	2.0	1.3	2.5	1.9	3.7	5.7	15.6	3.4	6.42	0.31
標準偏差	0.33	0.29	0.38	0.32	0.55	1.44				
変動係数	0.17		0.15							
ばらつき係数	0.62		0.65							
基準耐力	1.2		1.6							

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
CPT実験 ヒノキ集成材 E95-F270 記号:CPT10	3.7	2.3	4.7	3.3	7.0	10.9	16.1	6.3	3.74	0.39
	3.3	2.1	4.5	3.5	6.8	9.4	15.7	6.1	3.90	0.38
	3.2	1.9	4.1	2.9	6.2	8.2	16.8	5.6	4.12	0.37
	3.4	2.7	4.5	4.0	6.7	12.2	12.6	6.3	5.48	0.32
	3.9	2.7	5.2	4.2	7.8	12.8	14.4	7.3	3.75	0.39
	3.2	2.3	4.3	3.3	6.4	7.3	13.9	5.8	2.33	0.52
平均	3.4	2.3	4.6	3.5	6.8	10.1	14.9	6.2	3.89	0.40
標準偏差	0.29	0.32	0.38	0.48	0.56	2.20				
変動係数	0.09		0.08							
ばらつき係数	0.80		0.81							
基準耐力	2.7		3.7							

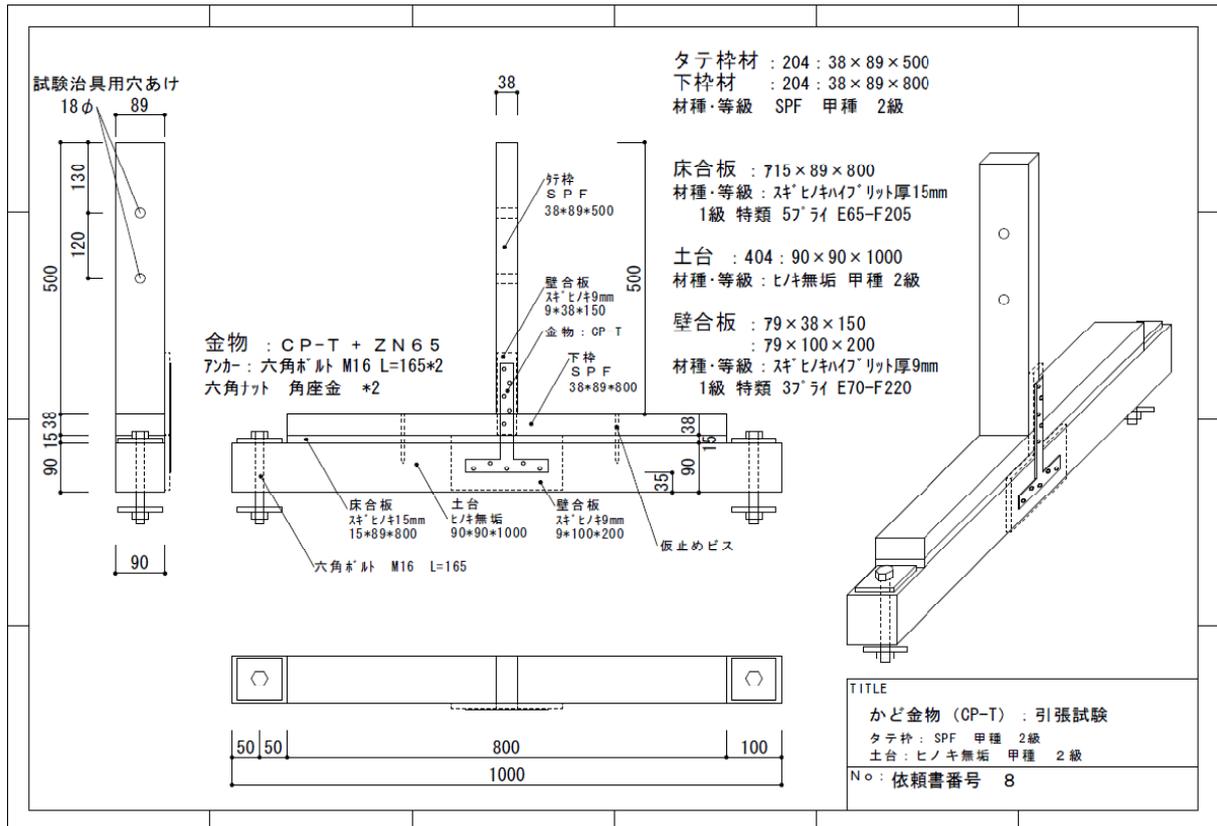


図 2.1-1 CPT-8 試験体図

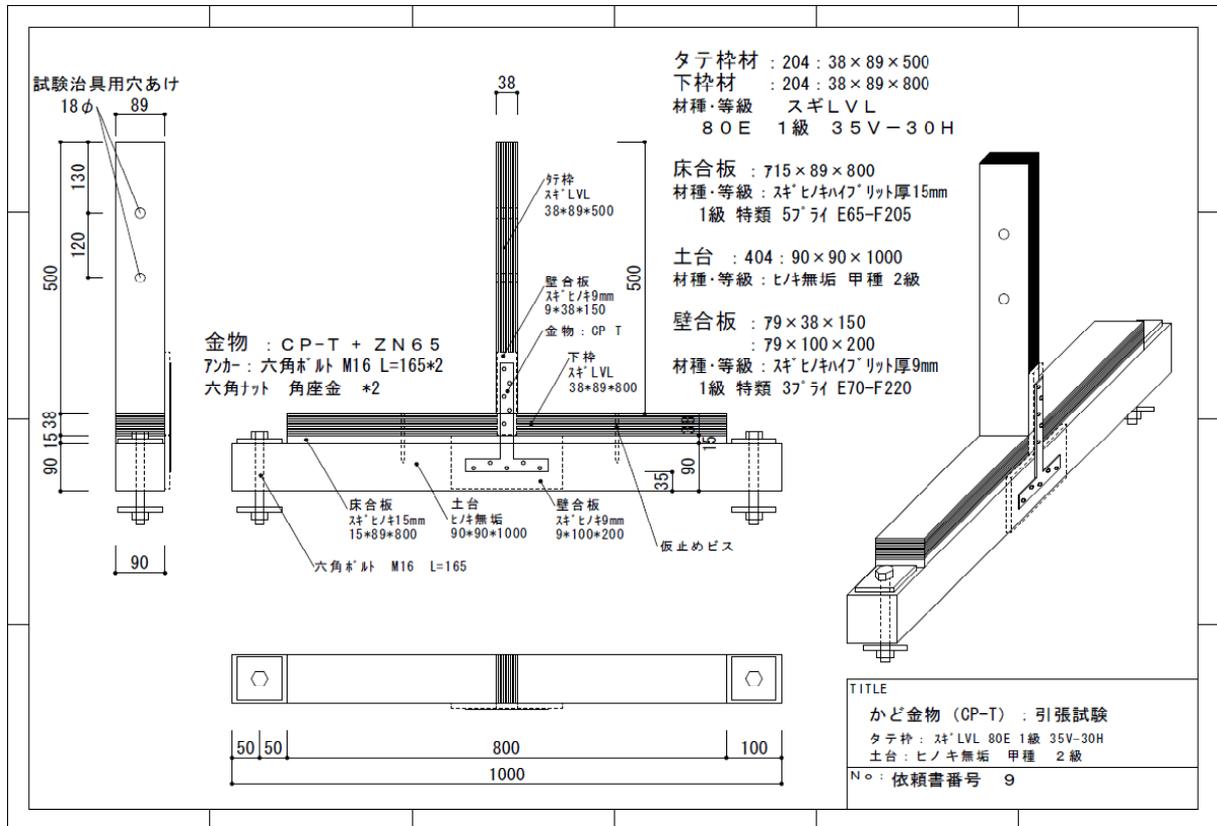


図 2.1-2 CPT-9 試験体図

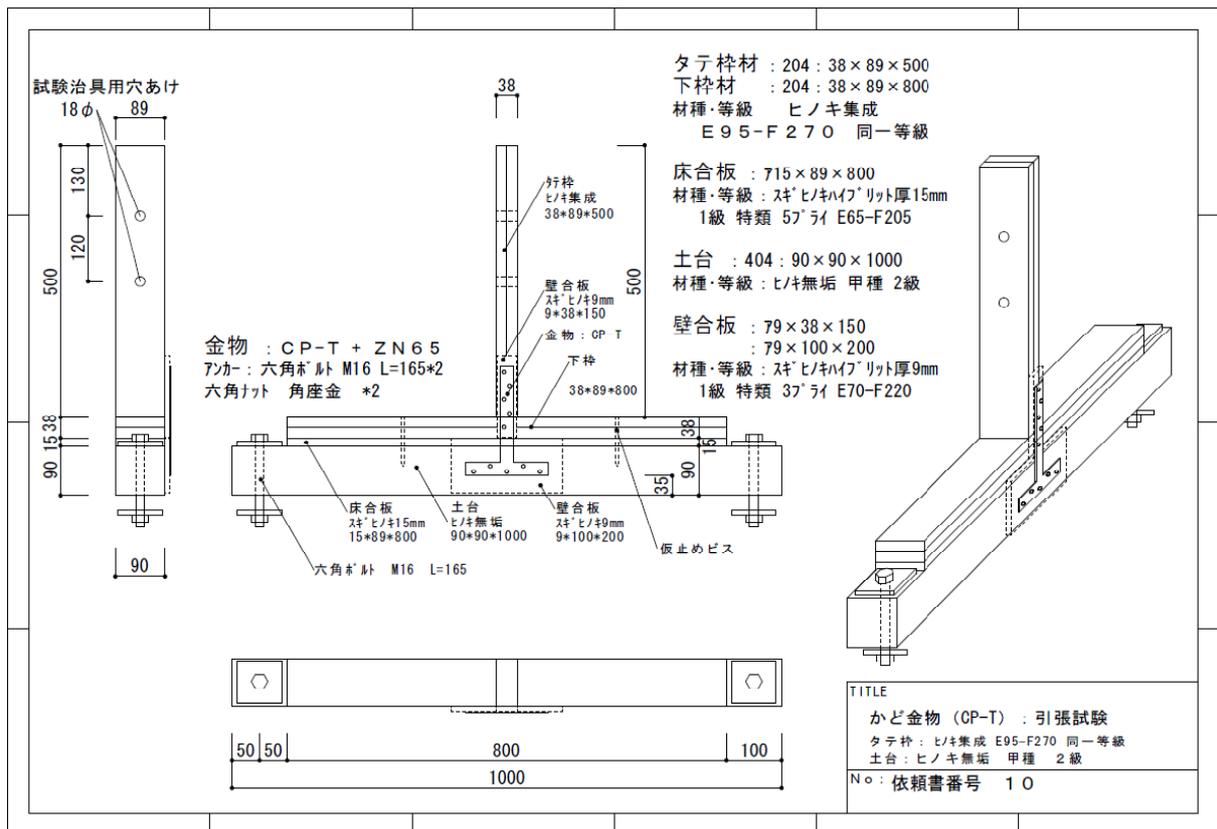


図 2.1-3 CPT-10 試験体図

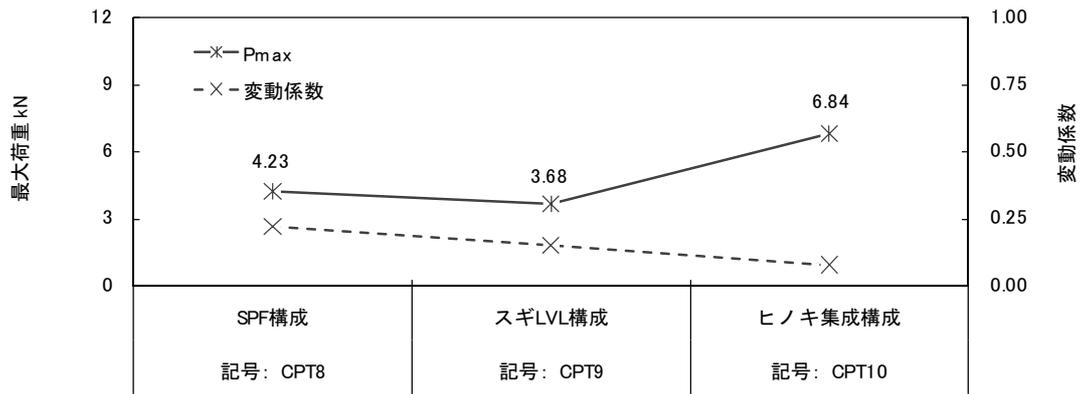


図 2.1-4 平均值：CPT 金物の最大荷重

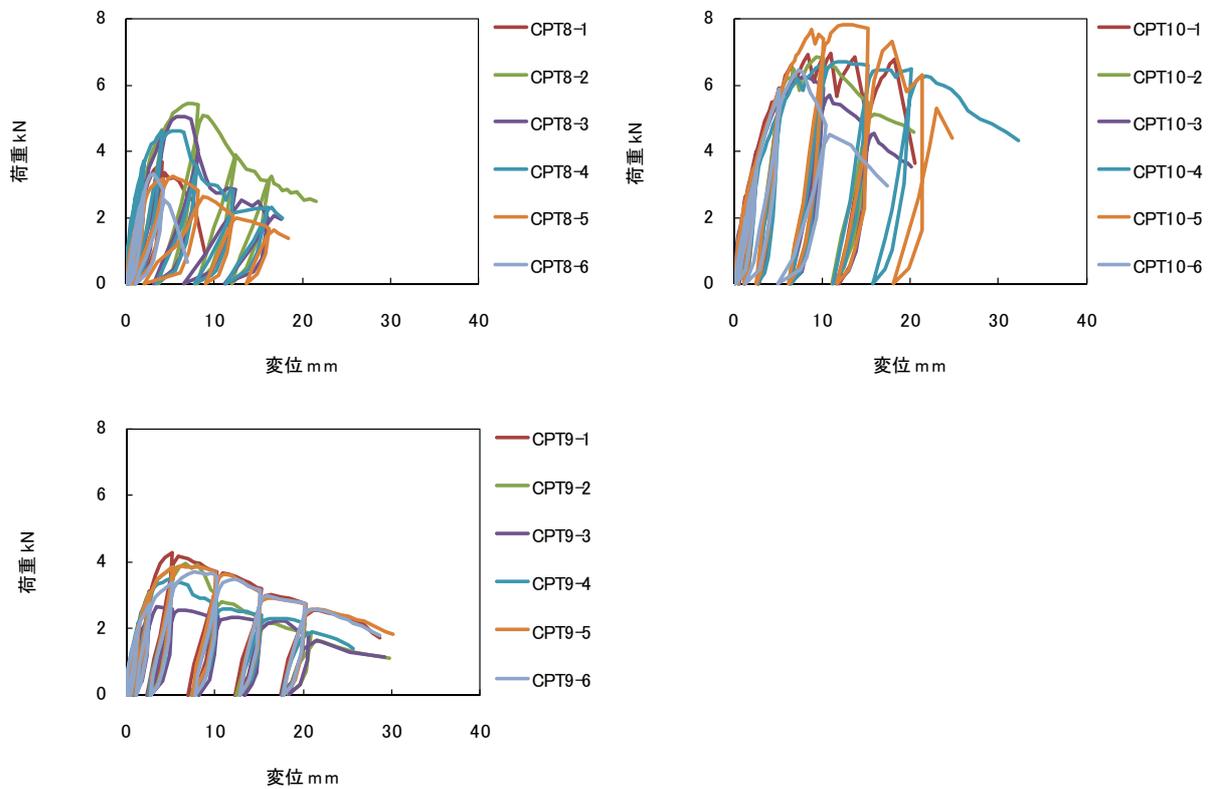


図 2.1-5 荷重変形関係：CPT 金物の引張実験

2.2 HDB20 金物の引張実験

2.2.1 実験の概要

縦枠に S-P-F 甲種 2 級、スギ LVL80E1 級 35V-30H、ヒノキ集成材 E95-F270 を用いた C マーク金物の基準耐力を[第 V 編_1.2.3 接合部の基準許容応力及び基準剛性(繰り返し加力接合部試験によるもの)]に準じて求める。本節の実験は、C マーク金物(HD-B20)の引張実験である(図 2.2-1~3)。試験体(面材)は各 6 体とし、縦枠(木材)はそれぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

2.2.2 実験結果の概要

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
HDB20実験 S-P-F 甲種2級 記号:HD5	23.6	5.1	25.0	5.5	37.5	14.1	46.3	34.5	2.20	0.54
	29.4	5.6	29.8	5.7	44.7	16.2	52.5	40.2	2.39	0.51
	18.5	3.4	20.3	3.8	30.5	7.8	54.4	27.4	3.31	0.42
	24.4	4.6	29.0	6.3	43.5	17.4	53.0	39.4	3.68	0.40
	35.1	6.5	37.9	7.5	56.9	28.6	54.0	51.1	3.19	0.43
平均	26.2	5.0	28.4	5.8	42.6	16.8	52.0	38.5	2.95	0.46
標準偏差	6.30	1.15	6.51	1.34	9.77	7.55				
変動係数	0.24		0.23							
ばらつき係数	0.41		0.44							
基準耐力	10.7		12.4							

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
HDB20実験 スギLVL 80E 1級 記号:HD6	29.7	5.1	31.9	5.6	47.9	14.8	58.2	45.0	2.38	0.52
	24.7	3.7	30.3	5.0	45.4	12.6	66.8	42.0	2.45	0.51
	29.9	6.3	28.4	5.9	42.6	12.4	47.5	41.0	1.70	0.65
	27.2	5.1	30.5	5.9	45.8	12.5	53.3	43.7	2.04	0.57
平均	27.9	5.0	30.3	5.6	45.4	13.1	56.4	42.9	2.14	0.56
標準偏差	2.45	1.06	1.44	0.42	2.18	1.15				
変動係数	0.09		0.05							
ばらつき係数	0.76		0.87							
基準耐力	21.3		26.4							

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
HDB20実験 ヒノキ集成材 E95-F270 記号:HD7	38.3	5.3	44.7	7.4	67.0	23.1	72.3	58.6	3.27	0.42
	40.8	5.8	47.7	8.0	71.6	24.3	70.3	63.5	3.26	0.43
	39.5	6.4	43.7	7.8	65.5	21.4	61.7	57.7	2.64	0.48
	37.0	5.5	41.5	6.8	62.2	24.2	67.3	54.4	3.48	0.41
	41.7	6.3	49.2	9.1	73.8	26.4	66.2	63.9	3.07	0.44
平均	39.5	5.9	45.4	7.8	68.0	23.9	67.6	59.6	3.14	0.44
標準偏差	1.88	0.48	3.09	0.85	4.68	1.83				
変動係数	0.05		0.07							
ばらつき係数	0.88		0.83							
基準耐力	34.8		37.8							

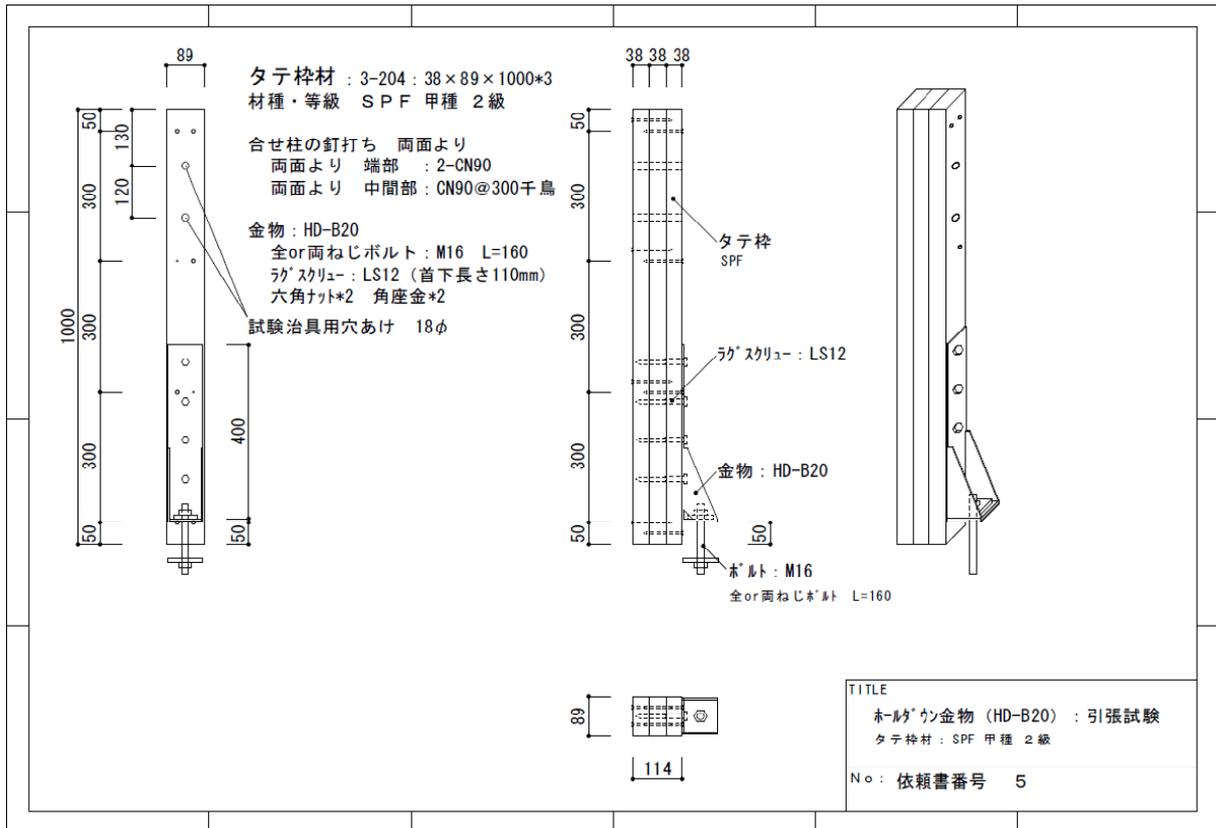


図 2.2-1 HDB20-5 試験体図

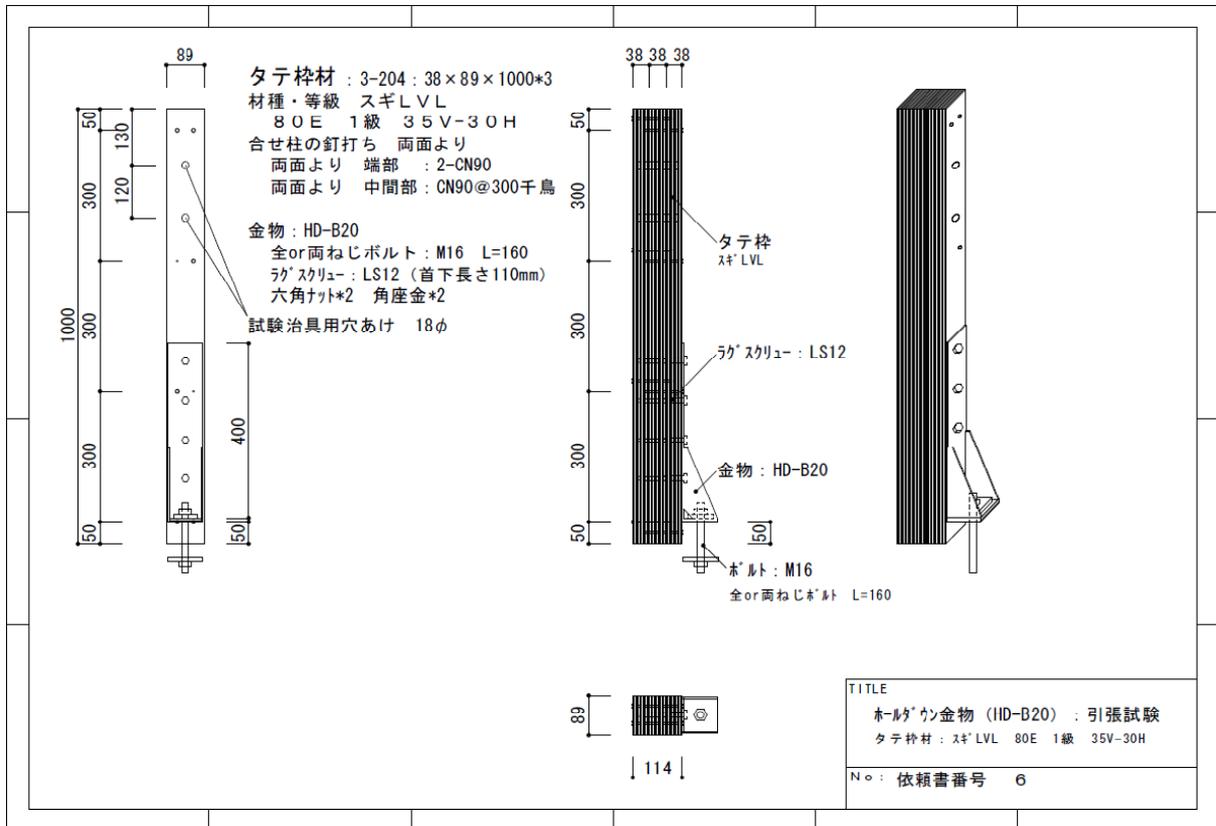


図 2.2-2 HDB20-6 試験体図

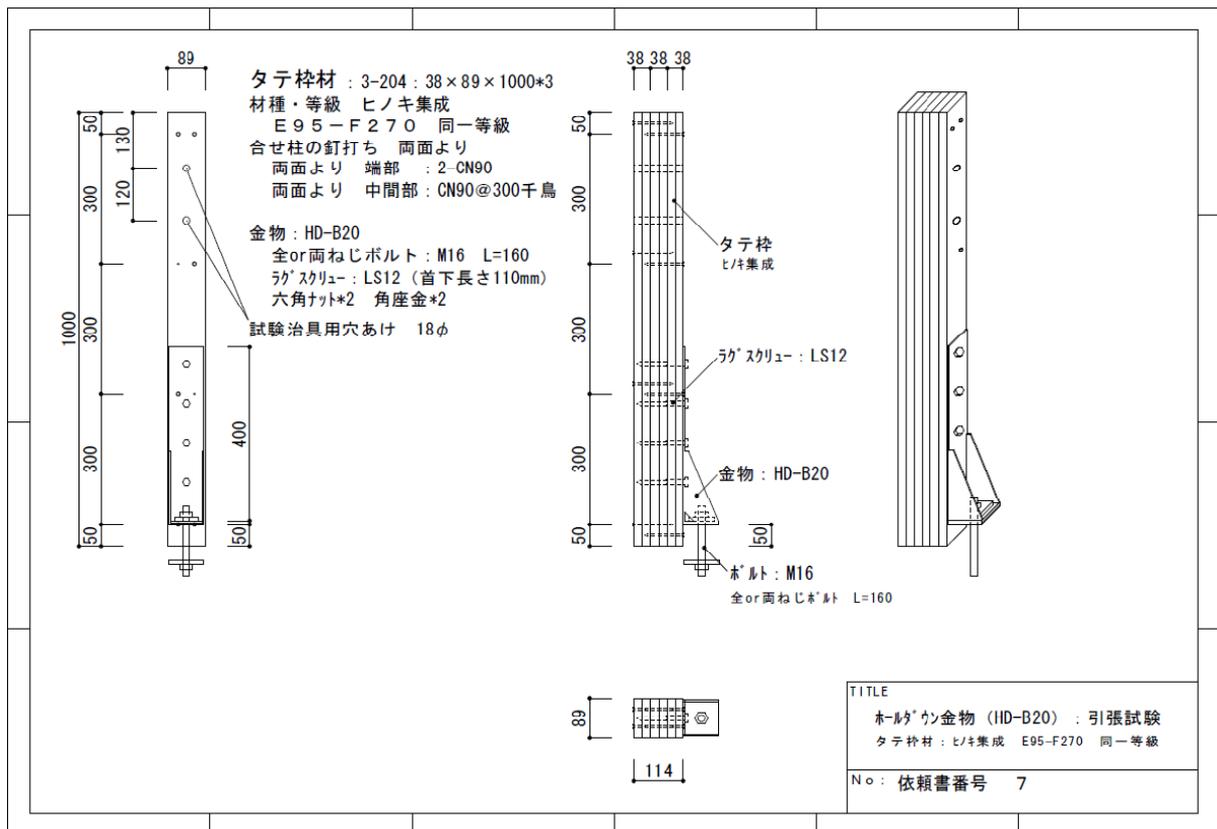


図 2.2-3 HDB20-7 試験体図

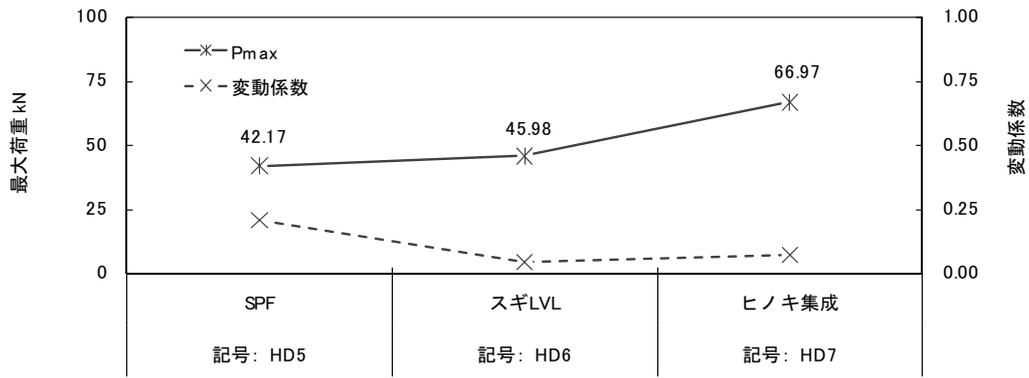


図 2.2-4 平均值：HDB20 金物の最大値

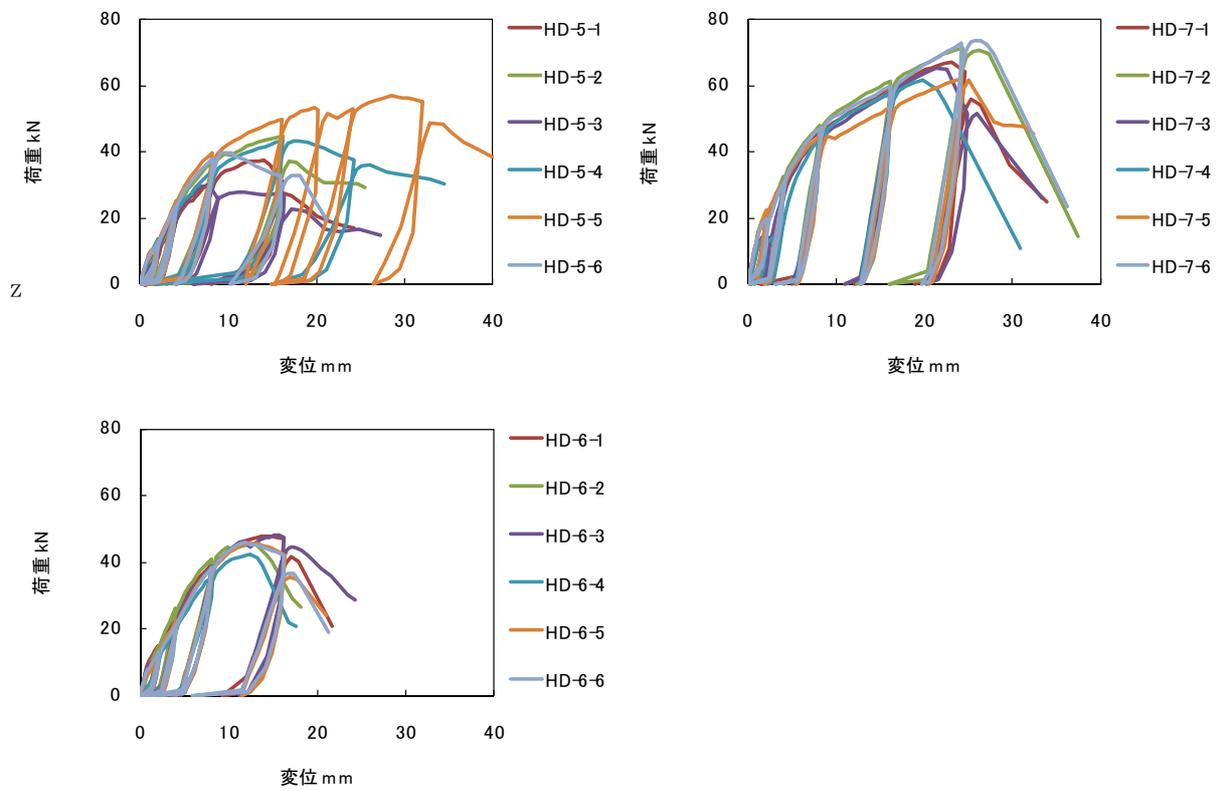


図 2.2-5 荷重変形関係：HDB20 金物の引張実験

2.3 S65 金物の引張実験

2.3.1 実験の概要

縦枠に S-P-F 甲種 2 級、スギ LVL80E1 級 35V-30H、ヒノキ集成材 E95-F270 を用いた C マーク金物の基準耐力を[第 V 編_1.2.3 接合部の基準許容応力及び基準剛性(繰り返し加力接合部試験によるもの)]に準じて求める。本節の実験は、C マーク金物(S-65)の引張実験である(図 2.3-1~3)。試験体(面材)は各 6 体とし、縦枠(木材)はそれぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

2.3.2 実験結果の概要

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S65実験 S-P-F 甲種級 記号:S65-11	52	27	69	45	103	136	19.1	94	3.82	0.39
	47	30	63	48	94	118	15.7	8.5	4.78	0.34
	44	27	64	51	96	116	16.1	8.5	2.26	0.53
	46	30	57	44	86	148	15.2	7.9	4.71	0.34
	46	27	60	42	90	112	16.9	8.1	5.06	0.33
	46	27	61	45	91	122	16.9	8.4	4.62	0.35
平均	4.6	2.8	6.2	4.6	9.3	12.5	16.6	8.4	4.21	0.38
標準偏差	0.27	0.15	0.39	0.32	0.58	1.38		0.54		
変動係数	0.06		0.06					0.06		
ばらつき係数	0.86		0.85					0.85		
基準耐力	40		5.3					7.2		

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S65実験 スギLVL 80E1級 記号:S65-12	48	30	60	43	90	169	16.0	8.4	5.66	0.31
	51	34	64	47	96	178	15.0	9.1	5.00	0.33
	50	29	64	43	96	116	17.1	8.9	5.33	0.32
	50	30	63	44	95	161	16.7	8.8	5.77	0.31
	47	25	59	35	89	147	18.8	8.3	6.82	0.28
	54	33	67	46	101	121	16.2	9.5	5.08	0.33
平均	50	30	63	43	94	149	16.6	8.8	5.61	0.31
標準偏差	0.23	0.32	0.30	0.42	0.45	2.55		0.47		
変動係数	0.05		0.05					0.05		
ばらつき係数	0.89		0.89					0.88		
基準耐力	44		5.6					7.7		

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S65実験 ヒノキ集成材 E95-F270 記号:S65-13	69	41	87	58	130	182	16.9	12.2	3.72	0.39
	67	47	81	63	122	183	14.3	11.4	3.75	0.39
	74	47	89	64	133	242	15.7	12.4	3.21	0.43
	60	39	79	61	118	163	15.4	10.9	3.34	0.42
	58	39	76	58	114	168	14.8	10.7	3.25	0.43
	72	53	92	76	138	216	13.6	13.0	3.12	0.44
平均	6.7	4.4	8.4	6.3	12.6	19.2	15.1	11.8	3.40	0.42
標準偏差	0.65	0.56	0.62	0.67	0.92	3.06		0.90		
変動係数	0.10		0.07					0.08		
ばらつき係数	0.77		0.83					0.82		
基準耐力	5.1		6.9					9.6		

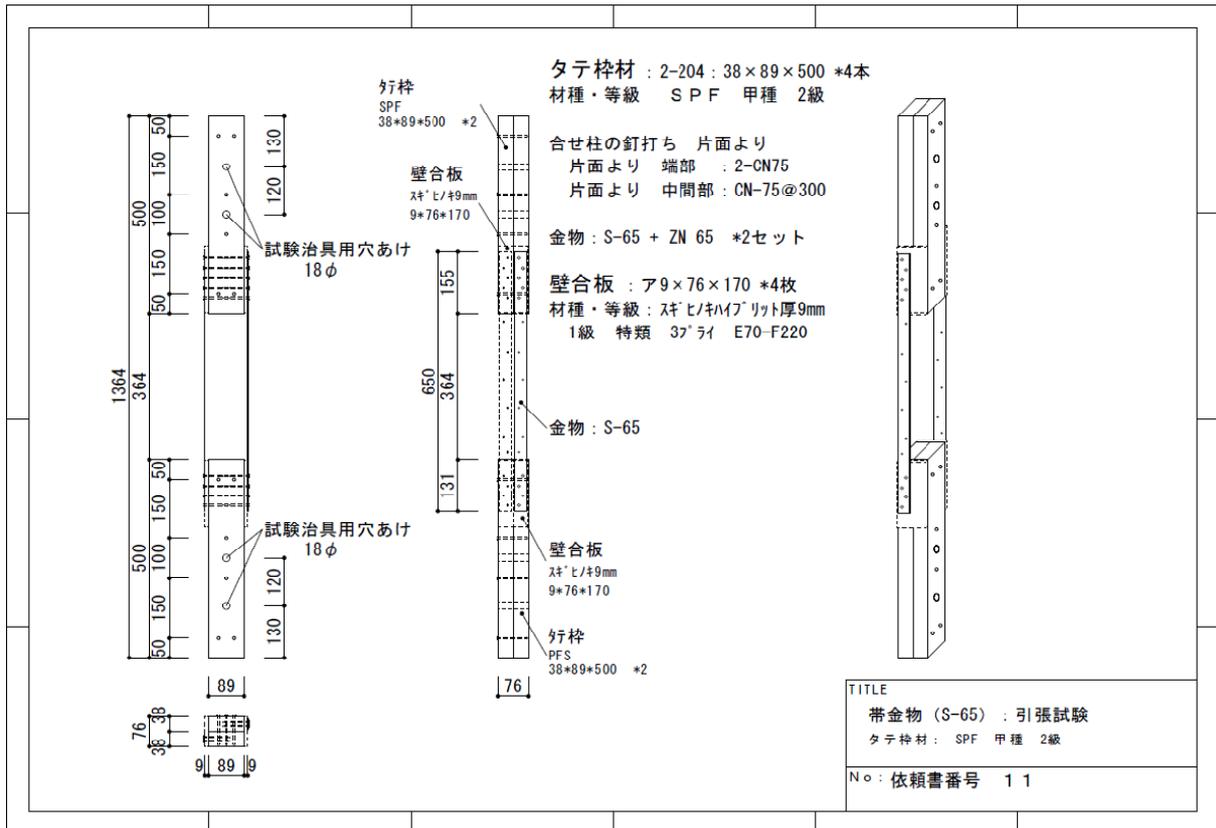


図 2.3-1 S65-1 試験体図

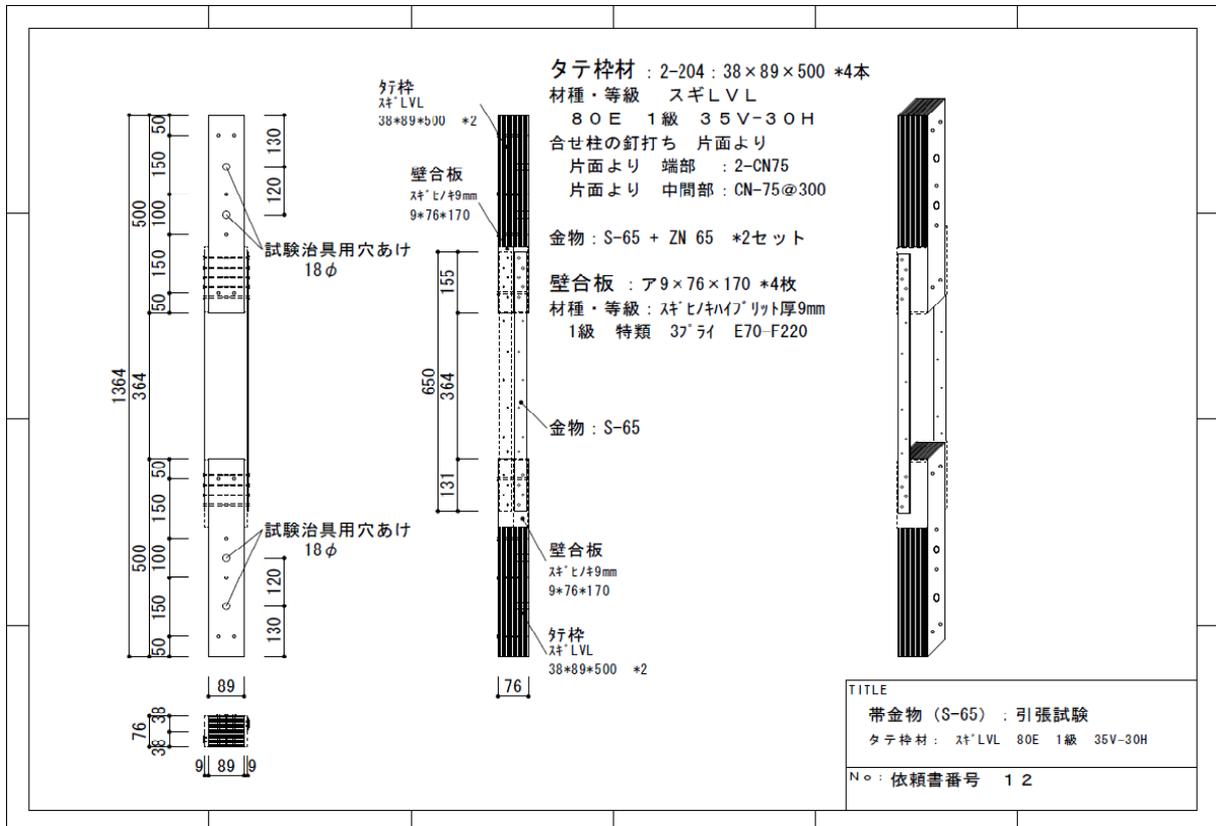


図 2.3-2 S65-2 試験体図

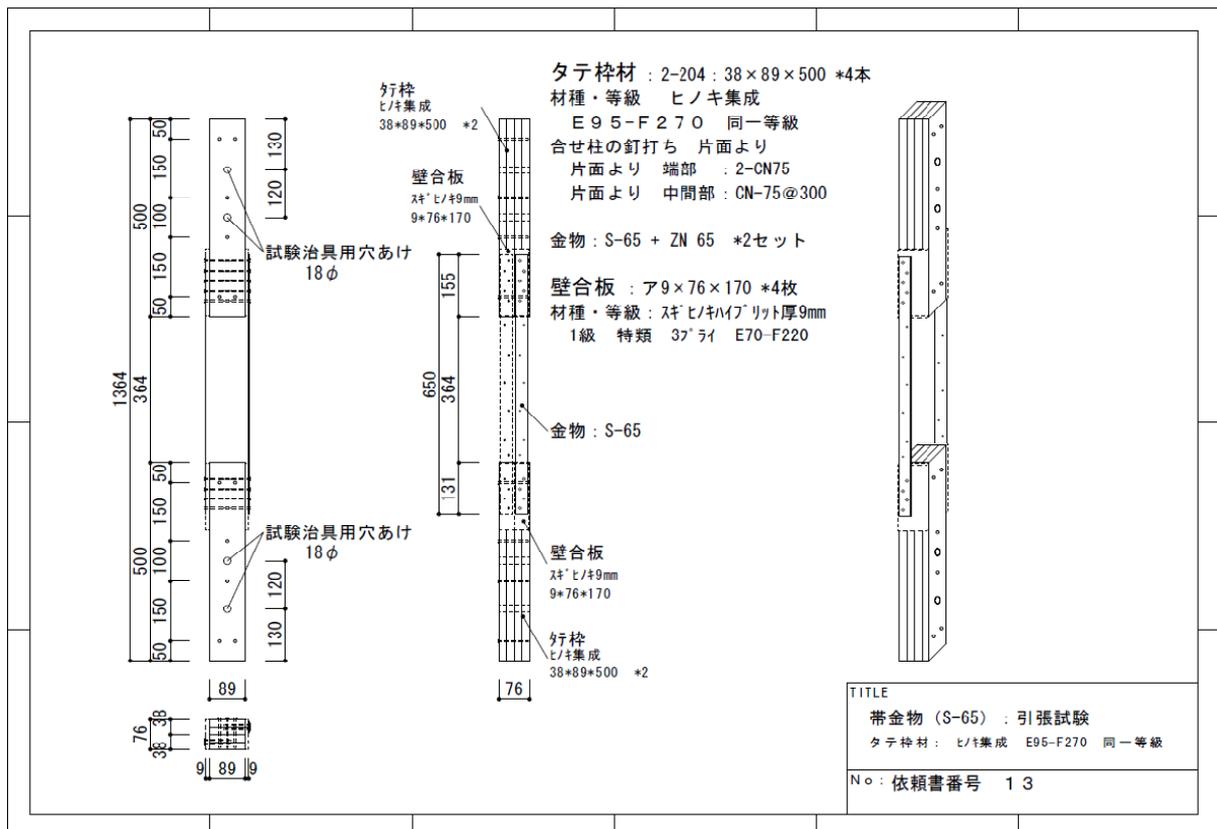


図 2.3-3 S65-3 試験体図

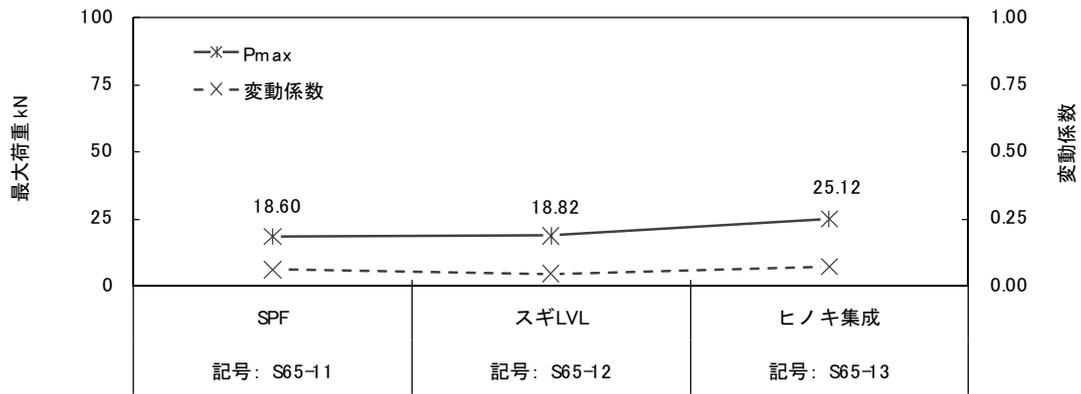


図 2.3-4 平均值：S65 金物の最大値

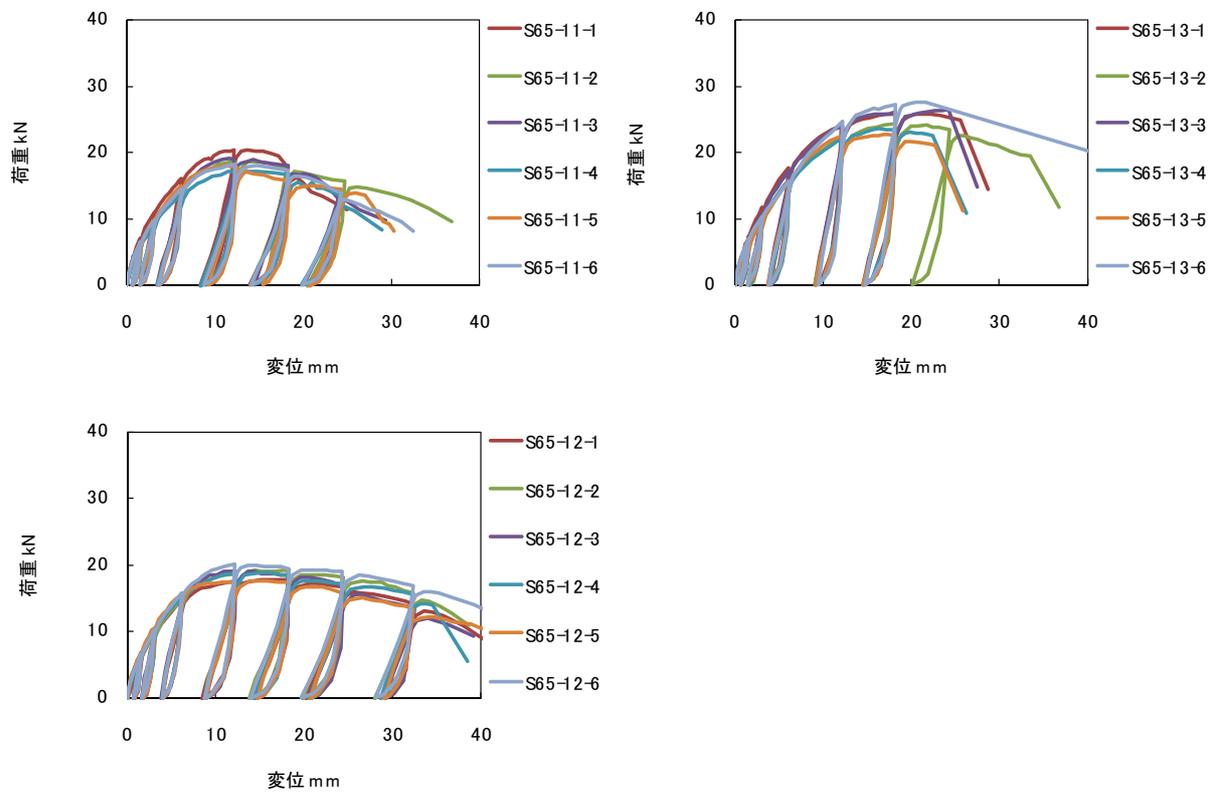


図 2.3-5 荷重変形関係：S65 金物の引張実験

2.4 BH 金物のせん断実験

2.4.1 実験の概要

梁材、受材にそれぞれ S-P-F 甲種 2 級、スギ LVL80E1 級 35V-30H、カラマツ LVL120E1 級 50V-43H、ヒノキ集成材 E105-F345 を用いた C マーク金物の基準耐力を[第 V 編_1.2.3 接合部の基準許容応力及び基準剛性(繰り返し加力接合部試験によるもの)]に準じて求める。本節の実験は、C マーク金物(BH2-210)のせん断実験である(図 2.4-1~3)。試験体(面材)は各 6 体とし、縦枠、下枠、土台等の木材はそれぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

2.4.2 実験結果の概要

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
BH2実験 受:S-P-F甲種2級 梁:S-P-F甲種2級 記号: BH2-1	13.7	4.5	17.0	6.1	25.4	13.5	30.4	22.8	2.13	0.55
	12.5	3.5	15.6	5.0	23.4	13.4	35.6	21.3	2.66	0.48
	14.0	5.1	16.8	6.5	25.2	14.4	27.5	23.2	2.01	0.58
	12.9	3.8	16.2	5.5	24.3	13.3	33.8	21.8	2.52	0.50
	12.8	3.0	16.6	4.9	24.8	12.2	42.5	21.8	2.90	0.46
	13.3	4.4	17.1	6.2	25.7	12.5	30.1	23.5	1.82	0.62
平均	13.2	4.1	16.5	5.7	24.8	13.2	33.3	22.4	2.34	0.53
標準偏差	0.59	0.76	0.57	0.67	0.85	0.78		0.87		
変動係数	0.04		0.03					0.04		
ばらつき係数	0.90		0.92					0.91		
基準耐力	11.8		15.2					20.3		

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
BH2実験 受:スギLVL80E1級 梁:カラマツLVL120E1級 記号: BH2-2	15.8	2.5	18.4	3.4	27.6	9.8	63.2	24.2	2.97	0.45
	15.6	2.4	18.0	3.1	26.9	10.1	64.8	24.4	3.68	0.40
	15.7	2.4	18.6	3.3	27.9	11.3	65.2	24.7	3.49	0.41
	15.9	2.6	18.6	3.5	27.9	11.8	61.0	24.6	3.32	0.42
	14.8	2.6	17.7	3.5	26.5	8.2	56.8	23.8	2.47	0.50
	14.3	2.3	17.9	3.4	26.8	9.5	62.0	23.8	3.00	0.45
平均	15.3	2.5	18.2	3.4	27.2	10.1	62.1	24.2	3.16	0.44
標準偏差	0.65	0.12	0.40	0.15	0.61	1.30		0.37		
変動係数	0.04		0.02					0.02		
ばらつき係数	0.90		0.95					0.96		
基準耐力	13.8		17.2					23.4		

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
BH2実験 受:カラマツLVL120E1級 梁:カラマツLVL120E1級 記号: BH2-3	22.2	3.6	27.3	5.1	40.9	14.1	61.6	36.2	2.95	0.45
	23.0	3.7	26.7	4.8	40.1	13.4	62.1	35.9	2.63	0.48
	23.9	3.5	28.9	4.8	43.3	13.8	68.2	39.0	2.91	0.46
	22.2	3.3	27.6	4.4	41.4	10.5	67.1	37.2	2.35	0.52
	25.8	4.3	29.0	5.1	43.4	15.2	60.0	40.1	2.75	0.47
	24.7	4.6	29.5	6.2	44.2	16.8	53.7	39.8	2.72	0.47
平均	23.6	3.8	28.1	5.1	42.2	14.0	62.1	38.0	2.72	0.48
標準偏差	1.47	0.50	1.10	0.61	1.65	2.09		1.83		
変動係数	0.06		0.04					0.05		
ばらつき係数	0.85		0.91					0.89		
基準耐力	20.2		25.6					33.7		

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初稜剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
BH2実験 受:ヒキ集成S95-F270 梁:カマツL120E 1級 記号: BH2-4	24.3	5.2	28.8	6.7	43.1	16.8	46.8	39.0	2.39	0.51
	21.7	3.9	27.0	5.5	40.5	14.4	55.5	36.5	2.18	0.55
	23.8	5.1	27.4	6.2	41.0	15.9	46.7	37.8	2.30	0.53
	26.4	6.1	28.3	6.8	42.5	17.7	43.2	39.1	2.30	0.53
	23.8	5.2	28.2	6.8	42.2	15.8	45.8	38.1	2.17	0.55
	24.0	5.2	27.2	6.4	40.8	14.5	46.1	37.9	2.02	0.57
平均	24.0	5.1	27.8	6.4	41.7	15.9	47.3	38.1	2.23	0.54
標準偏差	1.50	0.70	0.72	0.50	1.06	1.28		0.95		
変動係数	0.06		0.03					0.02		
ばらつき係数	0.85		0.94					0.94		
基準耐力	20.5		26.1					35.8		

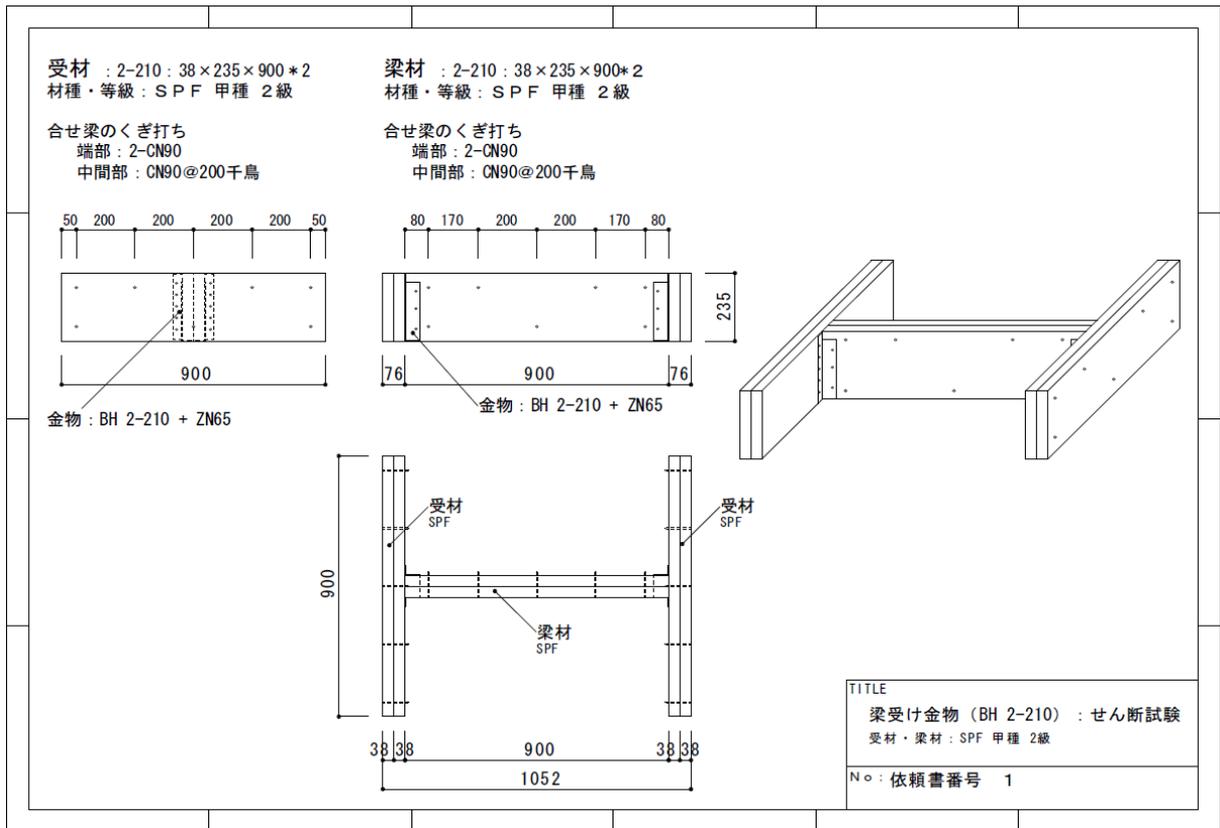


図 2.4-1 BH2-1 試験体図

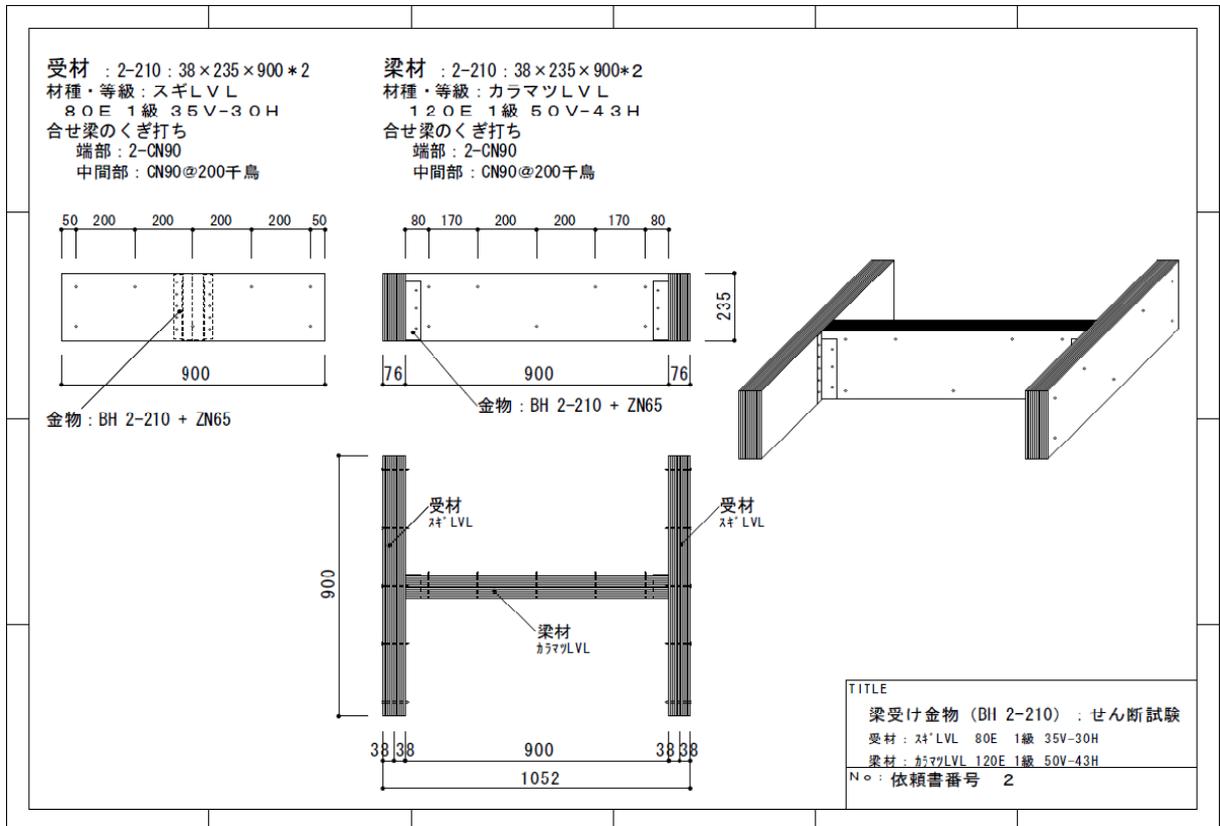


図 2.4-2 BH2-2 試験体図

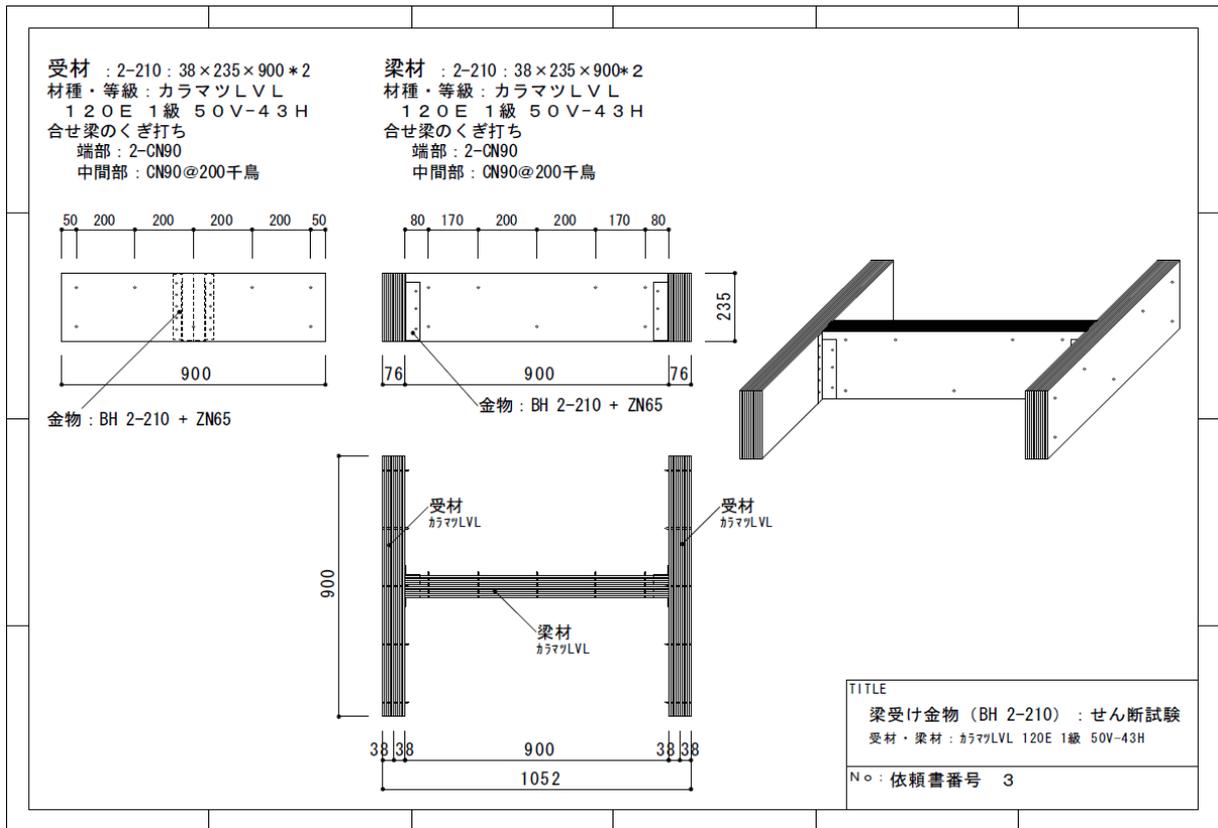


図 2.4-3 BH2-3 試験体図

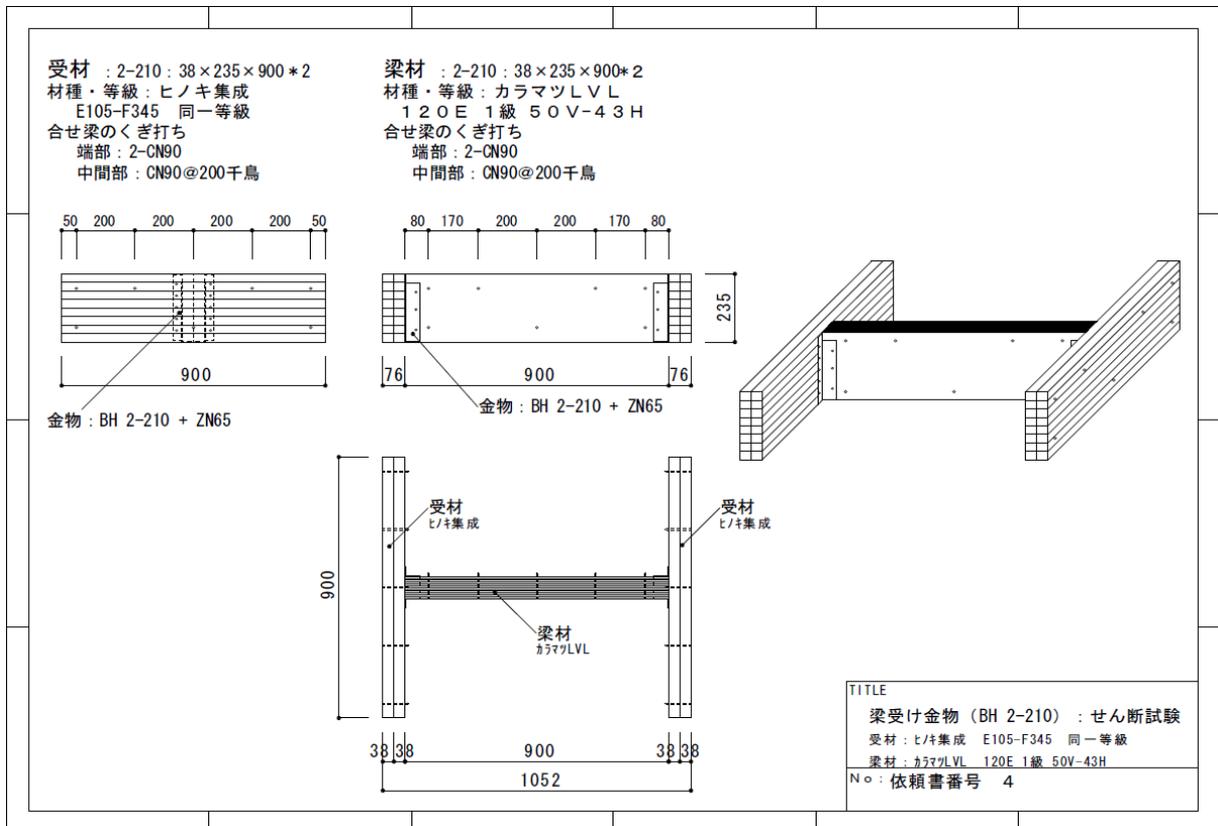


図 2.4-4 BH2-4 試験体図

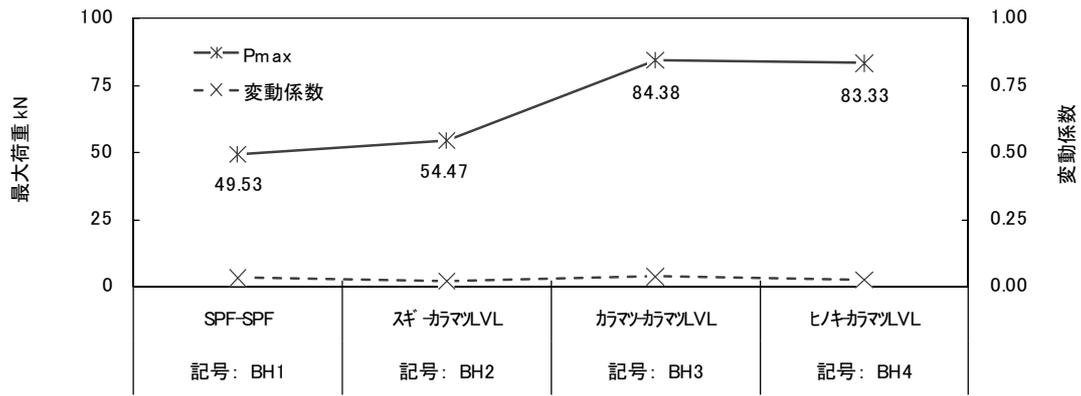


図 2.4-5 平均値：BH 金物の最大値

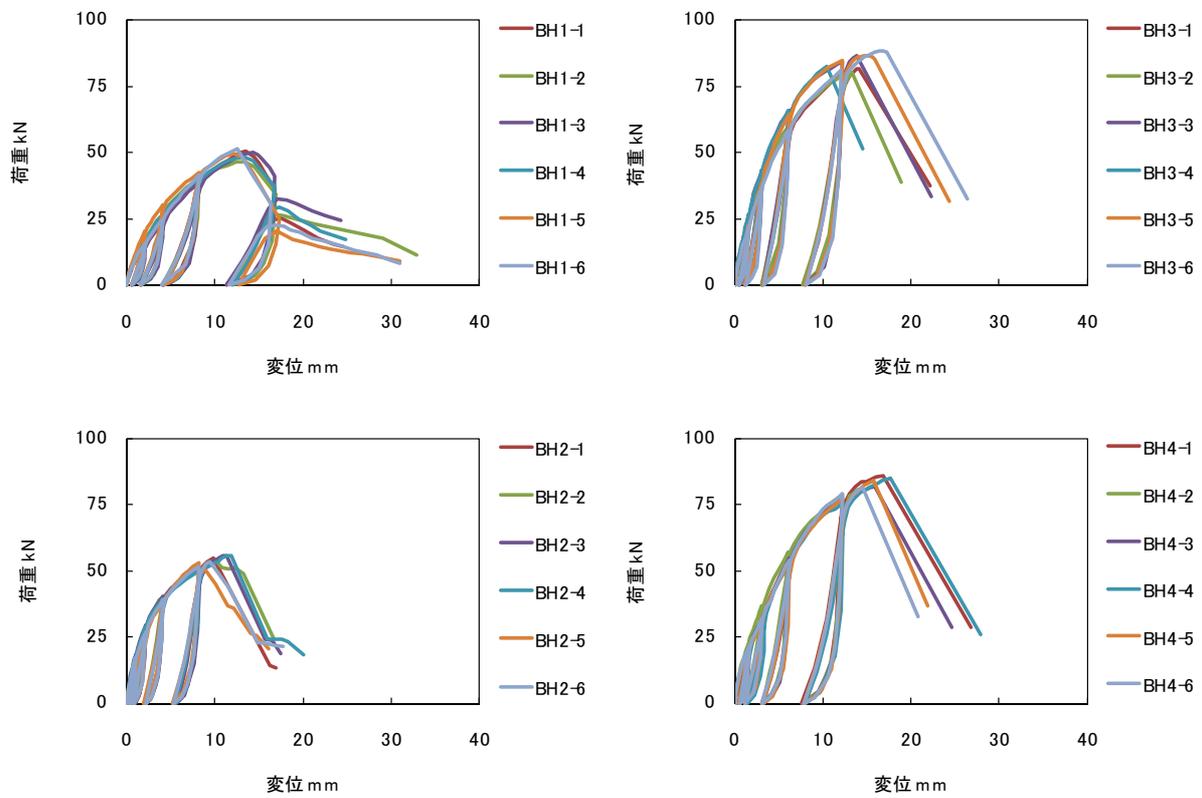


図 2.4-6 荷重変形関係：BH 金物のせん断実験

2.5 ギャングネイルの引張実験

2.5.1 実験の目的と概要

接合部材にスギ LVL80E1 級 35V-30H を用いたギャングネイルの基準耐力を[第V編_1.2.3 接合部の基準許容応力及び基準剛性(繰り返し加力接合部試験によるもの)]に準じて求める。本節の実験は、ギャングネイル(プライムトラス株式会社)の引張実験である。試験体は各6体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

2.5.2 実験結果の概要

■ Iタイプ

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
0度方向実験 ギャングネイル 記号: I-00	7.9	0.4	9.9	0.6	8.0	14.8	1.9	197.5	13.3	0.27
	8.4	0.4	10.4	0.6	8.4	15.6	2.1	210.0	13.9	0.29
	8.7	0.4	10.7	0.6	8.5	16.1	2.3	217.5	14.3	0.36
	9.0	0.4	10.9	0.6	8.6	16.3	3.5	225.0	14.9	0.30
	9.0	0.4	10.9	0.6	8.6	16.4	3.2	225.0	15.1	0.28
	8.5	0.4	10.3	0.7	8.1	15.5	2.3	212.5	14.0	0.32
平均	8.6	0.4	10.5	0.6	8.4	15.8	2.6	214.6	14.2	0.30
標準偏差	0.42	0.00	0.39	0.04	0.25	0.60	0.64			
変動係数	0.05		0.04		0.03					
ばらつき係数	0.89		0.91		0.93					
基準耐力	7.60		9.60		7.78					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
45度方向実験 ギャングネイル 記号: I-45	7.4	0.3	8.8	0.5	7.7	13.2	2.0	246.7	12.2	0.27
	6.8	0.3	8.5	0.5	7.7	12.7	1.4	226.7	11.7	0.28
	6.8	0.3	8.3	0.5	7.4	12.4	2.1	226.7	11.4	0.27
	7.6	0.3	9.2	0.5	7.9	13.8	2.1	253.3	12.8	0.28
	7.3	0.4	8.8	0.5	7.5	13.2	2.9	182.5	12.2	0.26
	7.2	0.3	8.7	0.4	8.1	13.0	1.9	240.0	12.0	0.26
平均	7.2	0.3	8.7	0.5	7.7	13.0	2.1	229.3	12.0	0.27
標準偏差	0.33	0.04	0.31	0.04	0.24	0.48	0.48			
変動係数	0.05		0.04		0.03					
ばらつき係数	0.89		0.92		0.93					
基準耐力	6.40		8.00		7.17					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
90度方向実験 ギャングネイル 記号: I-90	7.4	0.3	8.9	0.4	8.7	13.4	2.4	246.7	12.4	0.23
	6.8	0.3	8.1	0.4	7.8	12.2	2.2	226.7	11.2	0.22
	6.6	0.2	8.2	0.4	7.9	12.3	2.0	330.0	11.1	0.23
	7.3	0.2	8.9	0.4	8.9	13.3	2.4	365.0	12.3	0.23
	6.9	0.3	8.5	0.4	8.2	12.8	2.2	230.0	11.7	0.21
	7.9	0.3	9.3	0.4	9.4	13.9	2.2	263.3	12.9	0.25
平均	7.2	0.3	8.6	0.4	8.5	13.0	2.2	277.0	11.9	0.23
標準偏差	0.48	0.05	0.46	0.00	0.64	0.67	0.15			
変動係数	0.07		0.05		0.08					
ばらつき係数	0.84		0.88		0.82					
基準耐力	6.10		7.50		6.99					

■ Tタイプ

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
0度方向実験 ギャグネル 記号: T-00	2.9	0.4	3.9	0.6	3.0	5.8	1.4	72.5	5.1	0.27
	3.1	0.2	3.8	0.4	3.8	5.7	2.1	155.0	5.2	0.24
	3.2	0.2	3.9	0.3	4.2	5.8	1.1	160.0	5.2	0.21
	3.0	0.2	3.5	0.3	4.0	5.3	1.0	150.0	4.7	0.27
	3.2	0.2	4.3	0.3	4.7	6.4	1.0	160.0	5.7	0.30
	3.0	0.2	3.4	0.2	4.4	5.1	0.8	150.0	4.6	0.29
平均	3.1	0.2	3.8	0.4	4.0	5.7	1.2	141.2	5.1	0.26
標準偏差	0.12	0.08	0.32	0.14	0.60	0.45	0.47			
変動係数	0.04		0.08		0.15					
ばらつき係数	0.91		0.80		0.65					
基準耐力	2.80		3.10		2.61					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
45度方向実験 ギャグネル 記号: T-45	3.7	0.2	4.7	0.3	5.0	7.0	1.0	185.0	6.4	0.32
	4.1	0.2	5.1	0.3	5.8	7.7	1.0	205.0	7.1	0.24
	4.0	0.2	4.9	0.3	5.4	7.3	1.0	200.0	6.7	0.28
	4.2	0.2	4.9	0.3	5.7	7.4	1.3	210.0	6.7	0.25
	3.7	0.2	4.7	0.3	5.1	7.0	1.0	185.0	6.3	0.29
	4.2	0.2	5.1	0.3	5.4	7.6	1.4	210.0	6.9	0.25
平均	4.0	0.2	4.9	0.3	5.4	7.3	1.1	199.2	6.7	0.27
標準偏差	0.23	0.00	0.18	0.00	0.33	0.29	0.18			
変動係数	0.06		0.04		0.06					
ばらつき係数	0.87		0.91		0.86					
基準耐力	3.50		4.50		4.62					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
90度方向実験 ギャグネル 記号: T-90	3.4	0.2	4.2	0.2	5.2	6.3	0.7	170.0	5.6	0.33
	4.0	0.2	4.9	0.3	5.7	7.3	1.3	200.0	6.8	0.29
	3.6	0.2	3.9	0.2	4.9	5.8	0.8	180.0	5.3	0.20
	3.0	0.2	3.7	0.2	4.5	5.5	0.7	150.0	4.9	0.22
	3.2	0.1	4.1	0.2	5.1	6.2	0.8	320.0	5.5	0.19
	3.2	0.1	3.8	0.2	5.0	5.7	0.8	320.0	5.2	0.27
平均	3.4	0.2	4.1	0.2	5.1	6.1	0.8	223.3	5.6	0.25
標準偏差	0.36	0.05	0.43	0.04	0.40	0.65	0.23			
変動係数	0.11		0.11		0.08					
ばらつき係数	0.75		0.76		0.82					
基準耐力	2.60		3.10		4.12					

■ Yタイプ

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
0度方向実験 ギャングネイル 記号: Y-00	5.1	0.3	6.3	0.5	5.7	9.4	2.0	170.0	8.5	0.28
	5.0	0.3	6.3	0.5	5.5	9.4	1.8	166.7	8.4	0.28
	5.1	0.3	6.3	0.5	5.5	9.4	1.8	170.0	8.5	0.31
	4.8	0.3	6.0	0.5	5.2	9.0	2.1	160.0	8.0	0.26
	4.6	0.3	5.9	0.5	5.2	8.8	2.1	153.3	8.0	0.21
	5.1	0.5	6.1	0.7	4.5	9.2	2.0	102.0	8.1	0.30
平均	5.0	0.3	6.2	0.5	5.2	9.2	2.0	153.7	8.2	0.27
標準偏差	0.21	0.08	0.18	0.08	0.43	0.25	0.14			
変動係数	0.04		0.03		0.08					
ばらつき係数	0.90		0.93		0.81					
基準耐力	4.50		5.80		4.24					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
45度方向実験 ギャングネイル 記号: Y-45	4.3	0.3	5.4	0.5	4.8	8.1	1.6	143.3	7.3	0.33
	4.7	0.4	6.0	0.6	4.8	9.0	4.8	117.5	7.6	0.24
	5.2	0.3	6.5	0.5	5.8	9.8	2.2	173.3	8.6	0.15
	4.5	0.3	5.6	0.4	5.2	8.4	1.4	150.0	7.6	0.35
	4.5	0.3	5.7	0.5	4.9	8.6	1.8	150.0	7.9	0.19
	5.6	0.4	6.9	0.5	5.7	10.3	1.9	140.0	9.3	0.38
平均	4.8	0.3	6.0	0.5	5.2	9.0	2.3	145.7	8.0	0.27
標準偏差	0.50	0.05	0.58	0.06	0.44	0.85	1.26			
変動係数	0.10		0.10		0.08					
ばらつき係数	0.76		0.77		0.80					
基準耐力	3.60		4.60		4.17					

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P0.38	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	構造特性
	kN	mm	kN	mm	kN	kN	mm	kN/cm	kN	D_s
S65実験 ヒノキ集成材 記号: S65-13	4.5	0.3	5.5	0.4	5.3	8.2	1.8	150.0	7.3	0.29
	4.4	0.3	5.5	0.5	4.9	8.3	1.9	146.7	7.6	0.30
	4.8	0.3	5.9	0.5	5.1	8.8	2.2	160.0	7.9	0.25
	4.8	0.3	5.7	0.5	5.1	8.6	2.1	160.0	7.9	0.26
	4.9	0.4	6.1	0.6	5.0	9.1	2.2	122.5	8.3	0.31
	4.6	0.3	5.7	0.5	4.9	8.6	2.0	153.3	7.8	0.32
平均	4.7	0.3	5.7	0.5	5.0	8.6	2.0	148.8	7.8	0.29
標準偏差	0.20	0.04	0.23	0.06	0.16	0.33	0.16			
変動係数	0.04		0.04		0.03					
ばらつき係数	0.90		0.91		0.93					
基準耐力	4.20		5.20		4.67					

下表(次頁)は、本節の実験結果(財団法人日本住宅木材技術センター実施、以下住木センタ)、本節と同条件で行った実験結果(ポリテクカレッジ実施)及び旧 38 条認定の実験結果をまとめたものである。ギャングネイルの単位面積当たりの許容耐力は、住木センタとポリテクカレッジの結果ではほぼ一致した。旧 38 条認定結果は、他実験結果より 1.1~1.5 倍程高い結果である。但し、旧 38 条認定は、以下の理由から他実験結果と単純比較はできない。

1. 旧 38 条認定時の評価方法と現在の評価方法は異なる
2. 認定時の木材(S-P-F)と住木センタ・ポリテクカレッジで使用した木材(S-P-F)が同等

(材質、強度等)であることが確認できない

I タイプの部材角度による耐力性能差を比較すると、0度方向はスギ LVL80E1 級 35V-30H と SPF 甲種 2 級でほぼ同等であった。90度方向はスギ LVL と SPF で 1.5 倍ほどの性能差であった。

旧38条認定結果

SPF 0度方向		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
単位面積あたり	N/cm ²		302	235	

SPF 90度方向		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
単位面積あたり	N/cm ²		159	109	

ポリテクカレッジ実験結果(プライムトラス株式会社実験結果)

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N00-01		8.89	12.99	10.88	16.33
N00-02		10.26	14.28	11.82	17.73
N00-03		11.08	14.50	12.95	19.42
N00-04		11.03	13.88	12.74	19.11
N00-05		9.29	13.34	11.16	16.73
N00-06		8.15	11.83	9.80	14.70
平均	kN	9.78	13.47	11.56	17.34
標準偏差	—	1.20	0.98	1.19	1.79
変動係数	—	0.12	0.07	0.10	0.10
ばらつき係数	—	0.71	0.83	0.76	0.76
基準耐力	kN	6.99	11.18	8.77	13.16
単位面積あたり	N/cm ²	126	202	158	238

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N90-01		7.54	12.92	9.04	13.56
N90-02		8.29	13.31	10.13	15.20
N90-03		8.96	14.09	10.55	15.82
N90-04		9.44	14.26	10.66	15.98
N90-05		6.26	10.09	7.36	11.04
N90-06		5.59	9.91	6.80	10.20
平均	kN	7.68	12.43	9.09	13.63
標準偏差	—	1.52	1.95	1.67	2.50
変動係数	—	0.20	0.16	0.18	0.18
ばらつき係数	—	0.54	0.63	0.57	0.57
基準耐力	kN	4.14	7.88	5.19	7.79
単位面積あたり	N/cm ²	75	142	94	141

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N00-01		8.59	12.17	10.45	15.67
N00-02		10.05	12.61	12.14	18.21
N00-03		8.76	12.26	10.79	16.18
N00-04		8.79	12.24	10.73	16.10
N00-05		8.62	11.61	10.47	15.70
N00-06		7.84	11.87	9.92	14.88
平均	kN	8.78	12.13	10.75	16.12
標準偏差	—	0.72	0.35	0.75	1.12
変動係数	—	0.08	0.03	0.07	0.07
ばらつき係数	—	0.81	0.93	0.84	0.84
基準耐力	kN	7.10	11.32	9.00	13.50
単位面積あたり	N/cm ²	128	204	163	244

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N90-01		6.92	11.42	8.31	12.46
N90-02		7.23	11.37	8.66	12.99
N90-03		8.07	12.55	9.46	14.18
N90-04		8.63	13.41	10.23	15.34
N90-05		7.82	12.30	9.34	14.01
N90-06		7.60	12.25	9.17	13.75
平均	kN	7.71	12.22	9.20	13.79
標準偏差	—	0.61	0.76	0.67	1.00
変動係数	—	0.08	0.06	0.07	0.07
ばらつき係数	—	0.82	0.85	0.83	0.83
基準耐力	kN	6.29	10.44	7.63	11.45
単位面積あたり	N/cm ²	114	189	138	207

住木センタ実験結果(本報告書の実験結果)

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N00-01		7.90	7.99	9.90	14.80
N00-02		8.40	8.40	10.40	15.60
N00-03		8.70	8.47	10.70	16.10
N00-04		9.00	8.61	10.90	16.30
N00-05		9.00	8.59	10.90	16.40
N00-06		8.50	8.13	10.30	15.50
平均	kN	8.58	8.37	10.52	15.78
標準偏差	—	0.42	0.25	0.39	0.60
変動係数	—	0.05	0.03	0.04	0.04
ばらつき係数	—	0.89	0.93	0.91	0.91
基準耐力	kN	7.61	7.78	9.60	14.37
単位面積あたり	N/cm ²	137	140	173	259

試験体番号		Py	P0.38	2/3Pmax	Pmax
N90-01		7.40	8.74	8.90	13.40
N90-02		6.80	7.82	8.10	12.20
N90-03		6.60	7.88	8.20	12.30
N90-04		7.30	8.92	8.90	13.30
N90-05		6.90	8.15	8.50	12.80
N90-06		7.90	9.43	9.30	13.90
平均	kN	7.15	8.49	8.65	12.98
標準偏差	—	0.48	0.64	0.46	0.67
変動係数	—	0.07	0.08	0.05	0.05
ばらつき係数	—	0.84	0.82	0.87	0.88
基準耐力	kN	6.04	6.99	7.57	11.42
単位面積あたり	N/cm ²	109	126	137	206

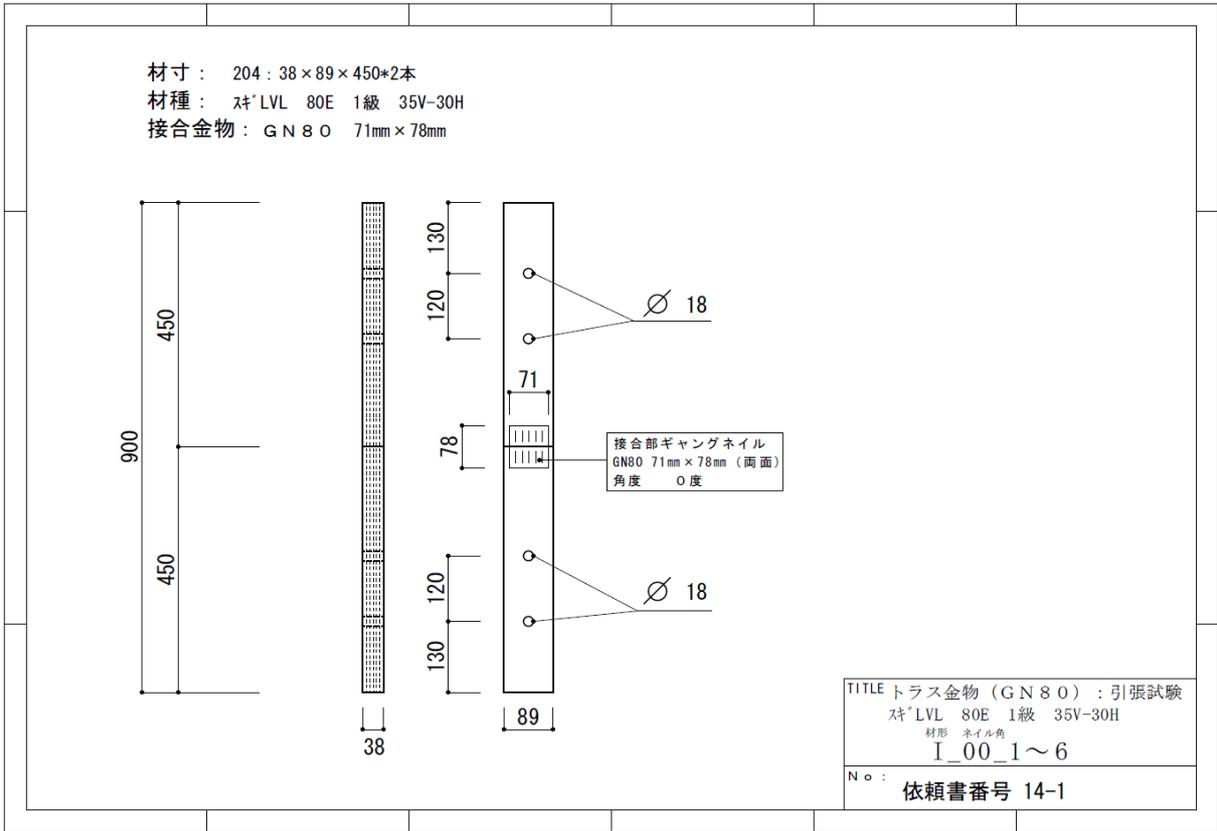


図 2.5-1 K14-1 試験体図

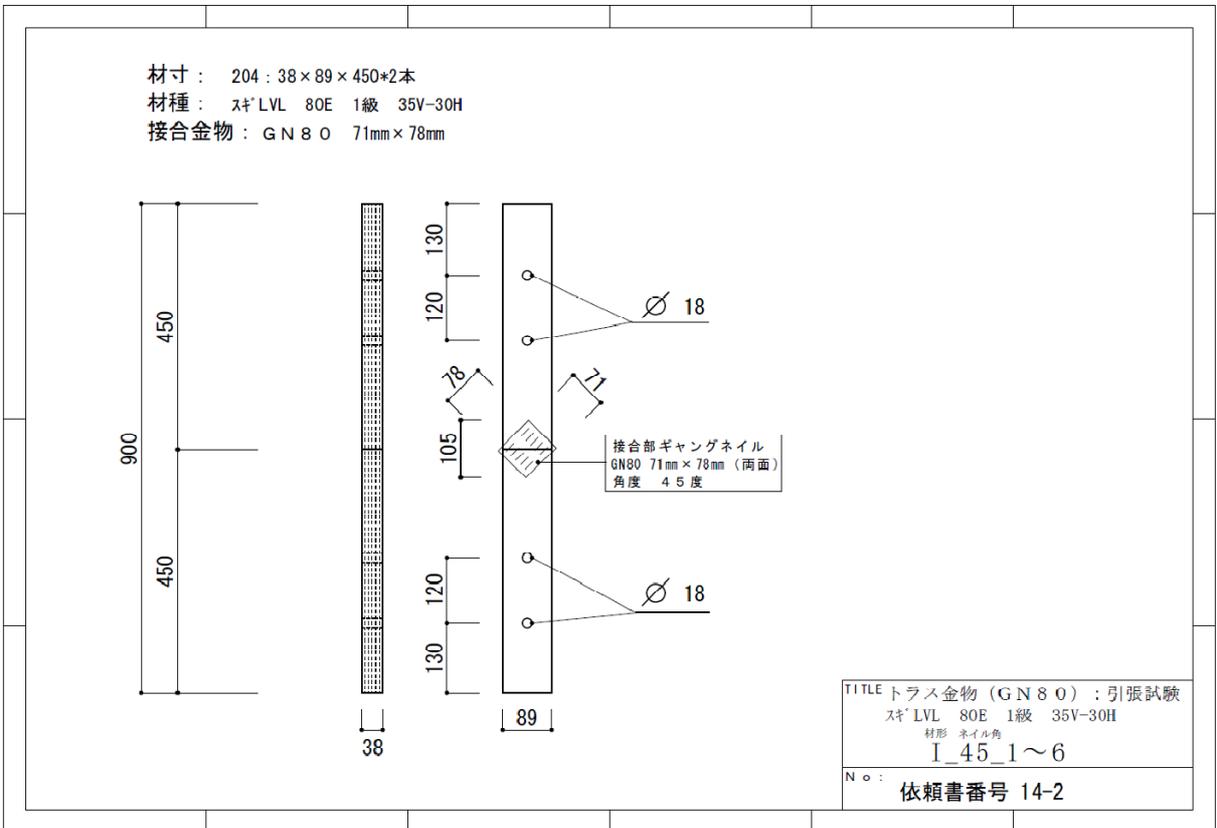


図 2.5-2 K14-2 試験体図

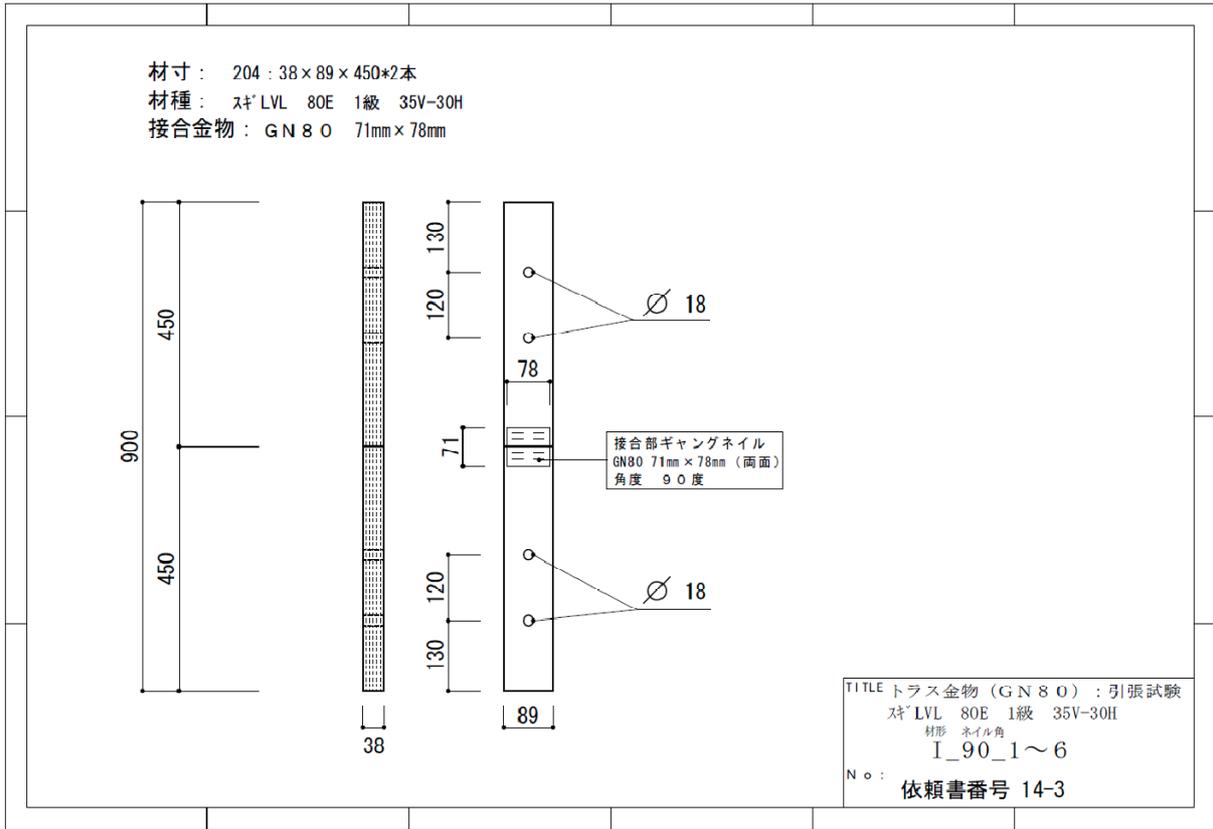


図 2.5-3 K14-3 試験体図

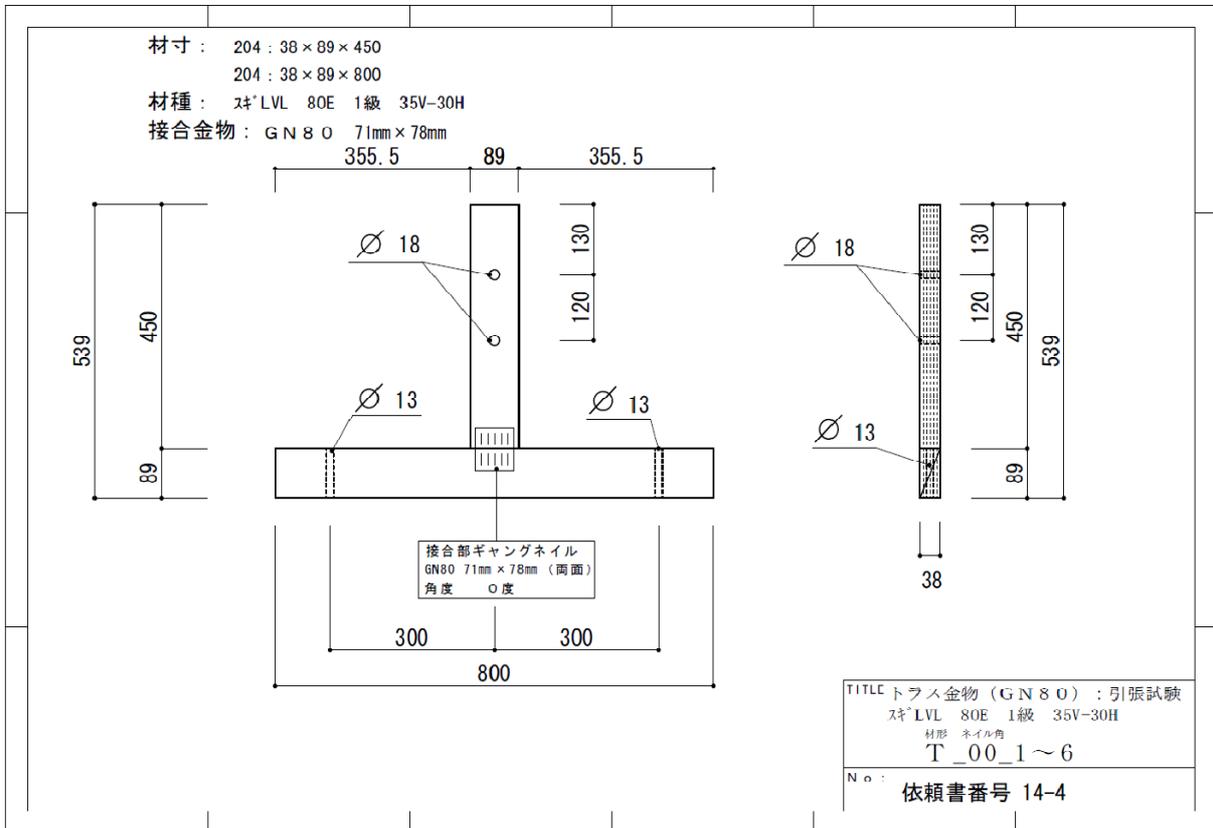


図 2.5-4 K14-4 試験体図

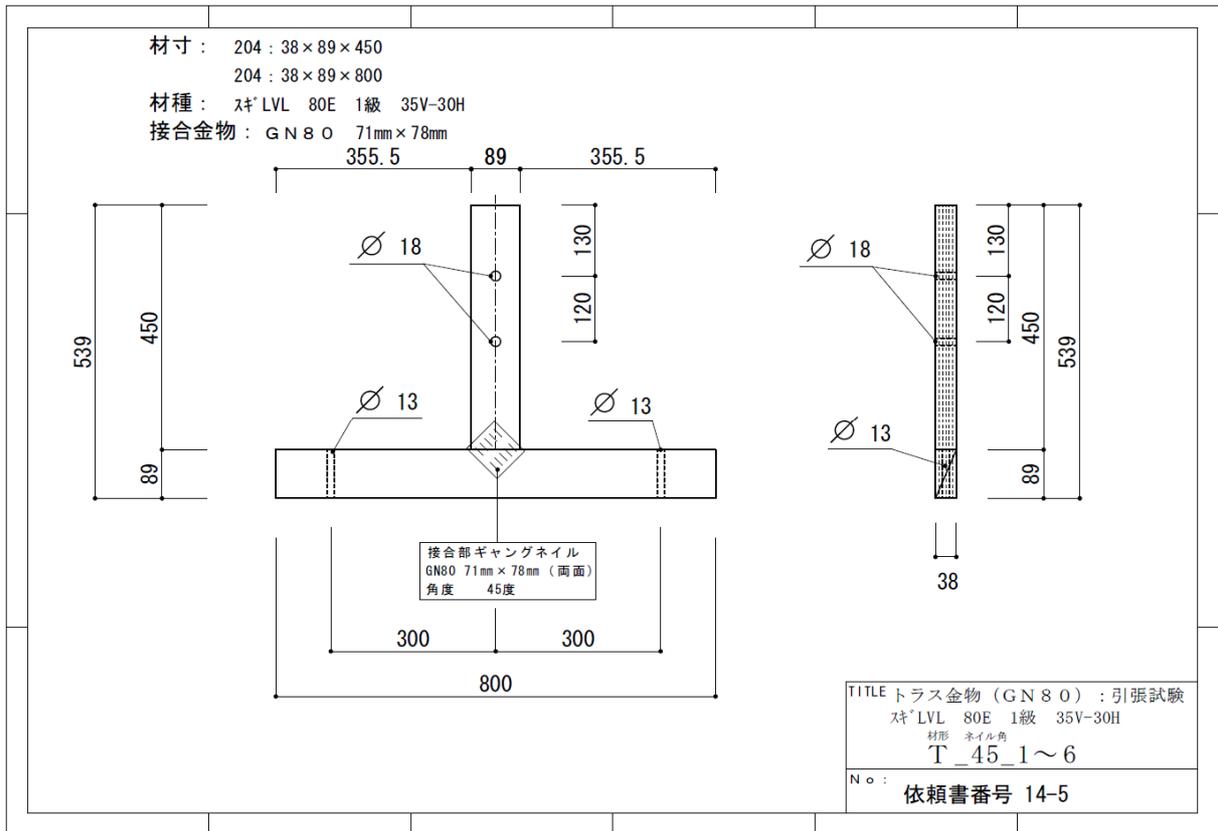


図 2.5-5 K14-5 試験体図

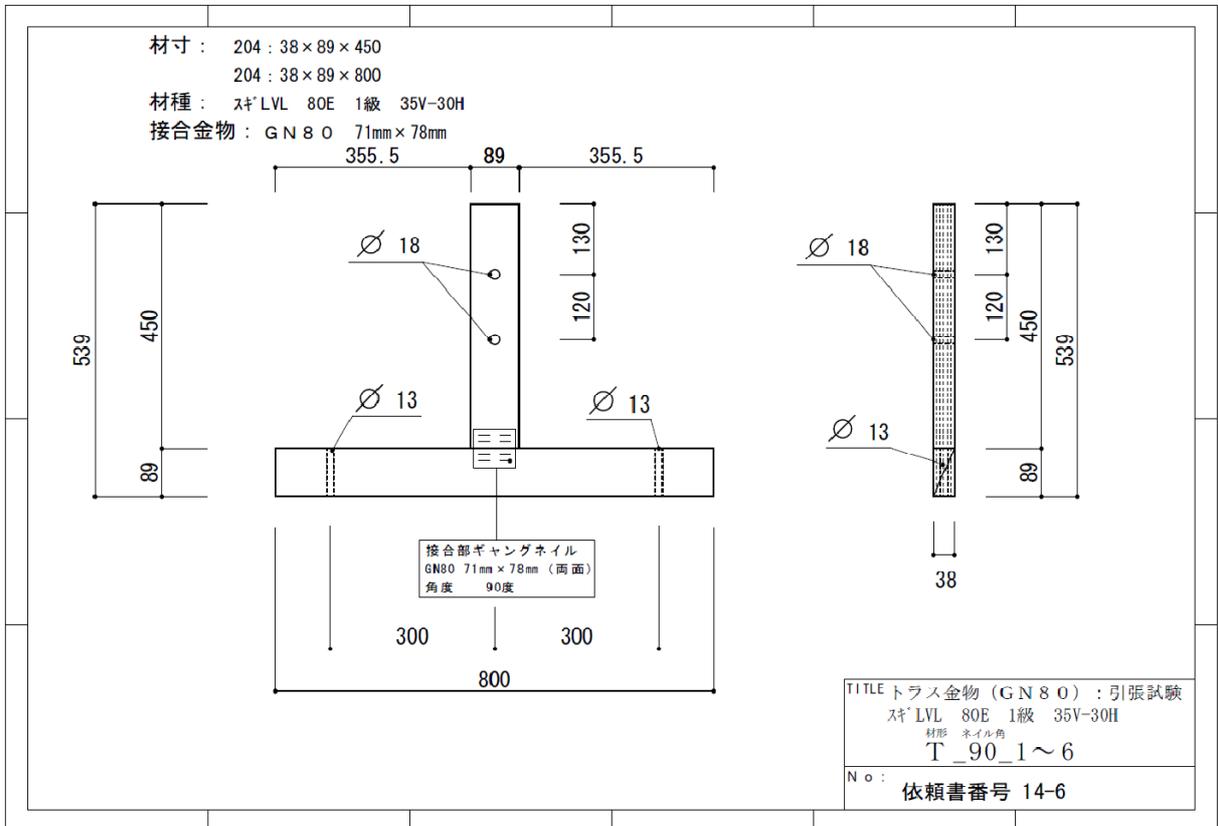


図 2.5-6 K14-6 試験体図

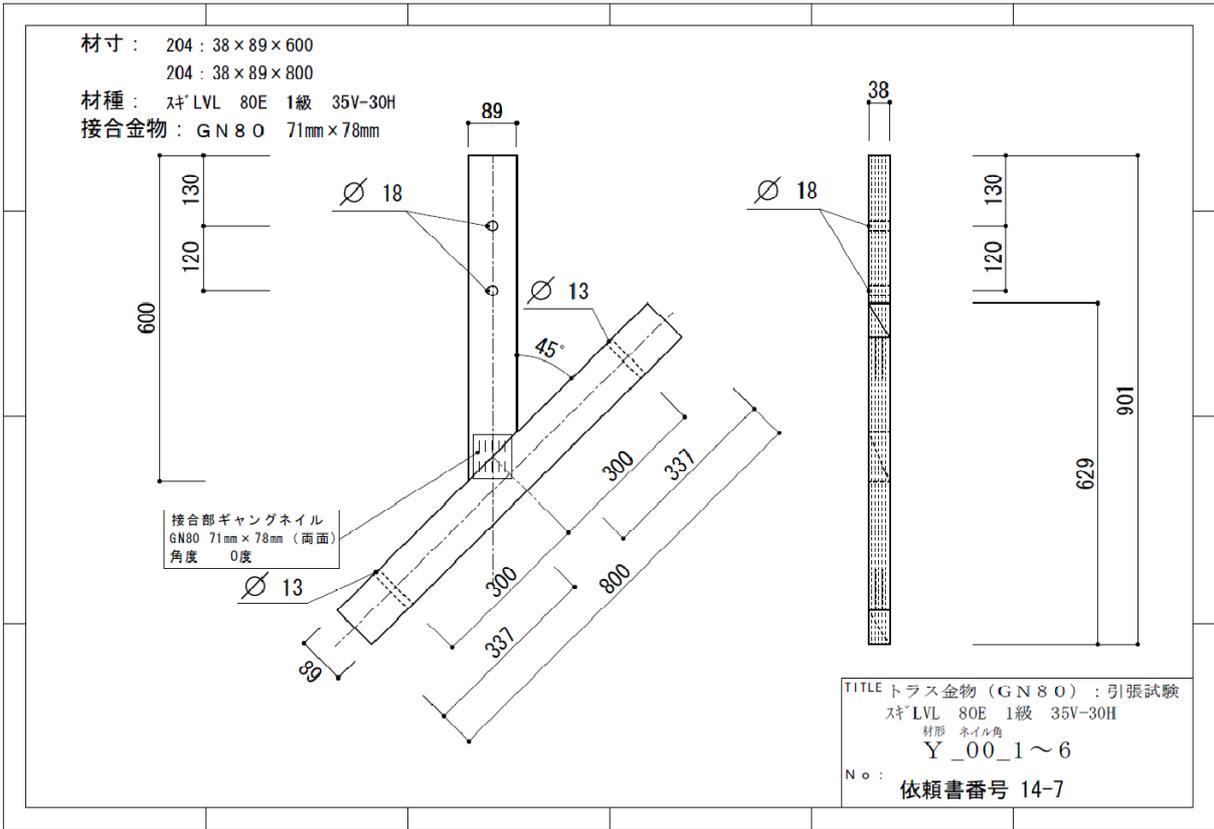


図 2.5-7 K14-7 試験体図

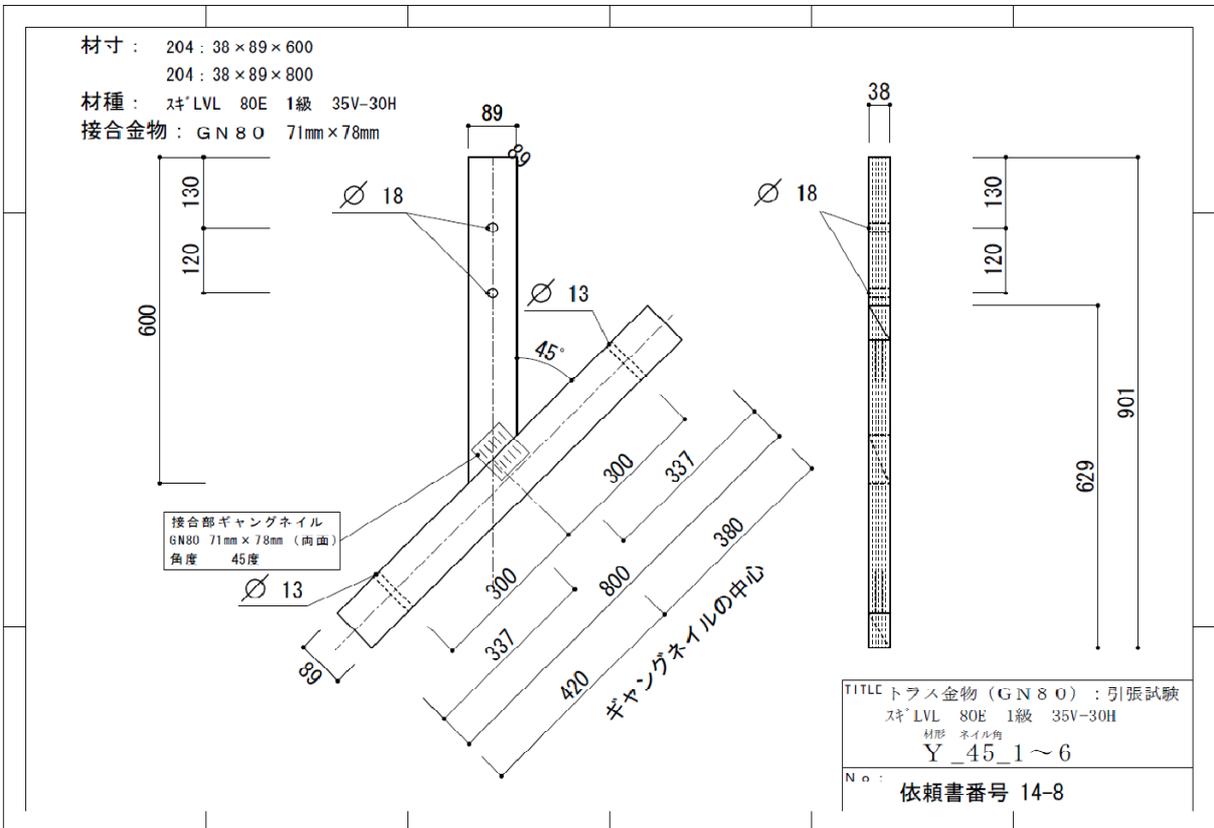


図 2.5-8 K14-8 試験体図

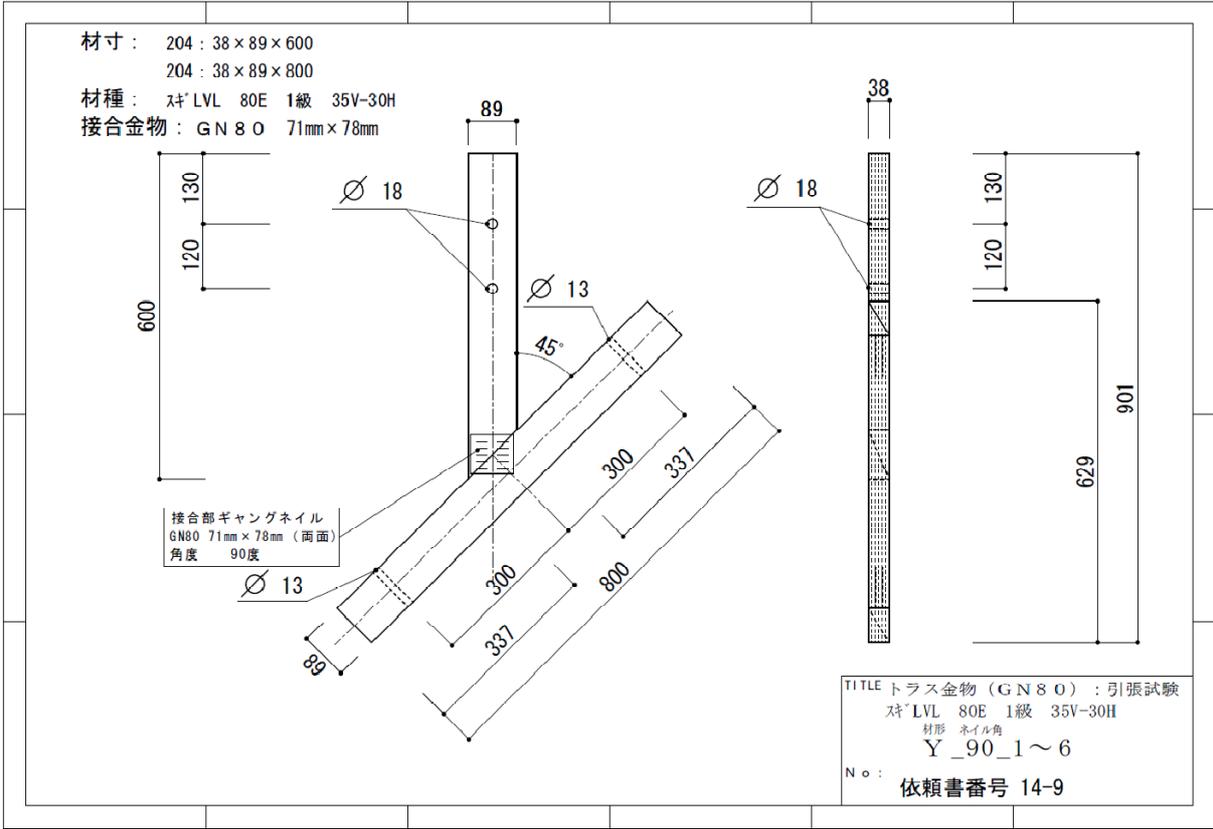


図 2.5-9 K14-9 試験体図

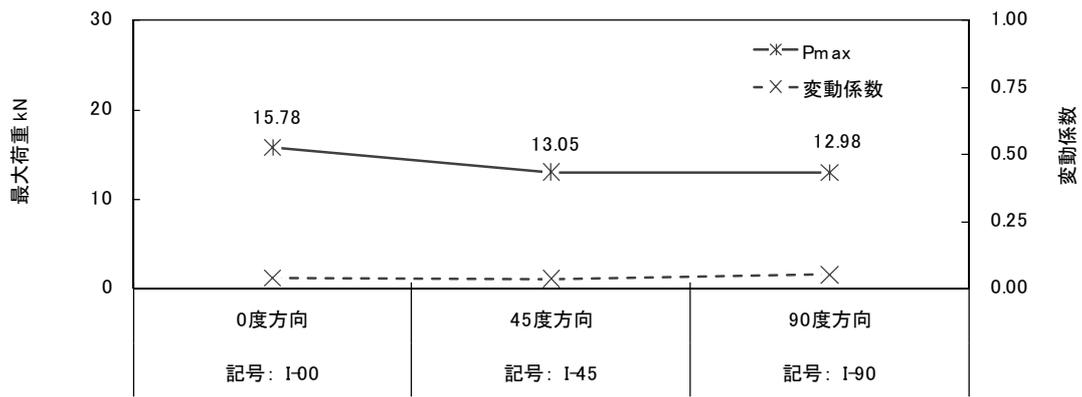


図 2.5-1 平均值：ギャングネイル（Iタイプ）の最大値

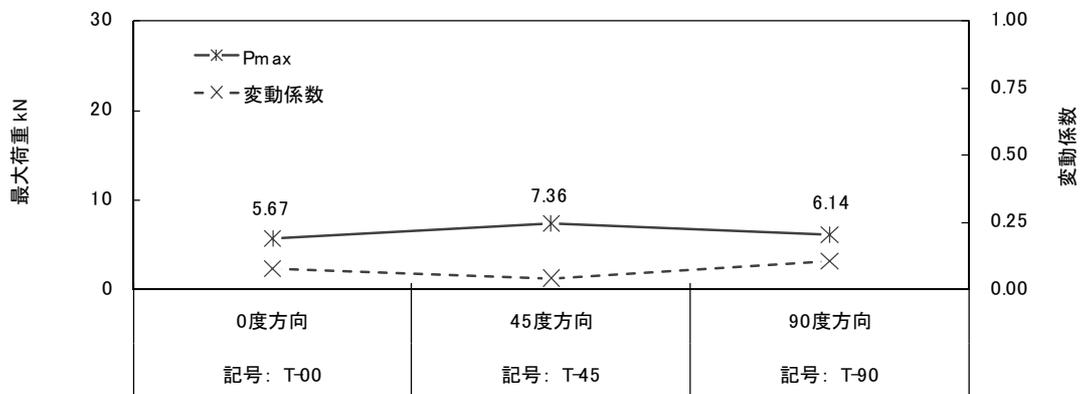


図 2.5-2 平均值：ギャングネイル（Tタイプ）の最大値

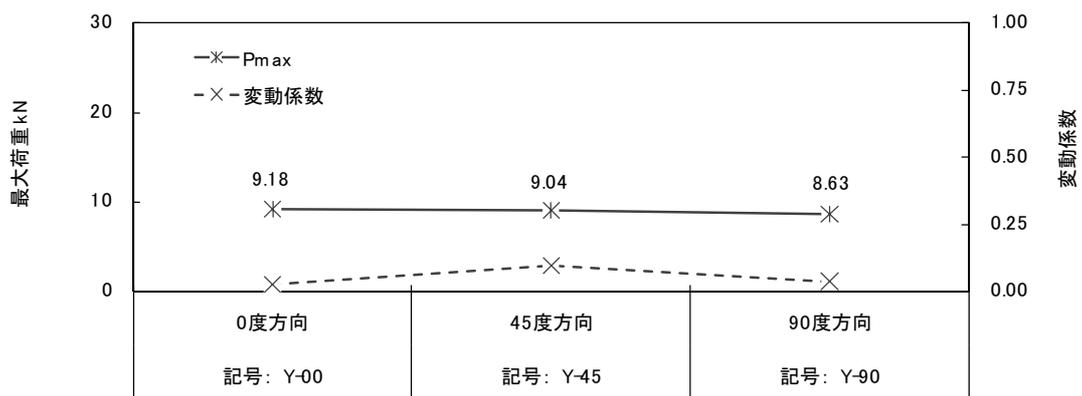


図 2.5-3 平均值：ギャングネイル（Yタイプ）の最大値

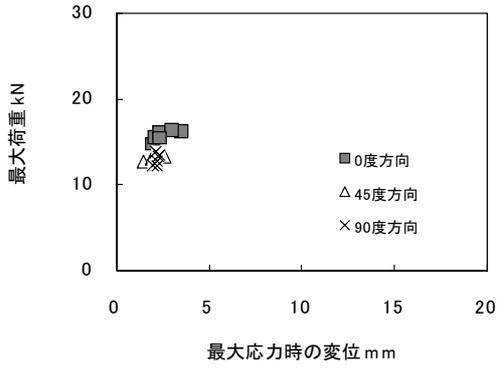


図 2.5-4 相関関係：Iタイプ

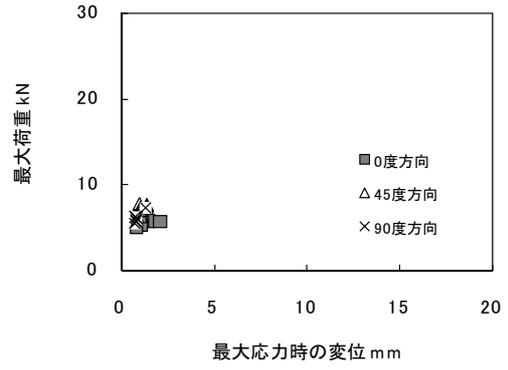


図 2.5-5 相関関係：Tタイプ

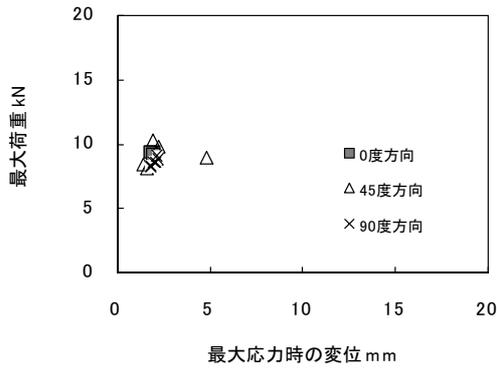


図 2.5-6 相関関係：Yタイプ

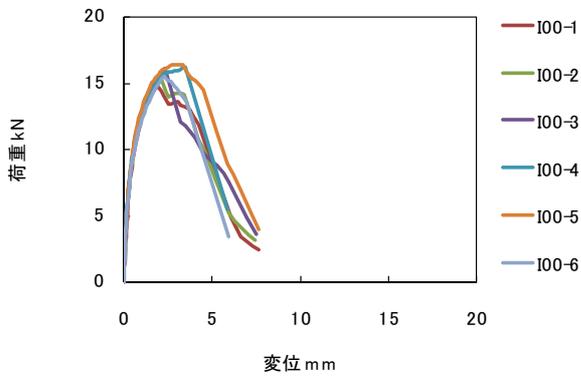


図 2.5-7 荷重変形関係：I-0度

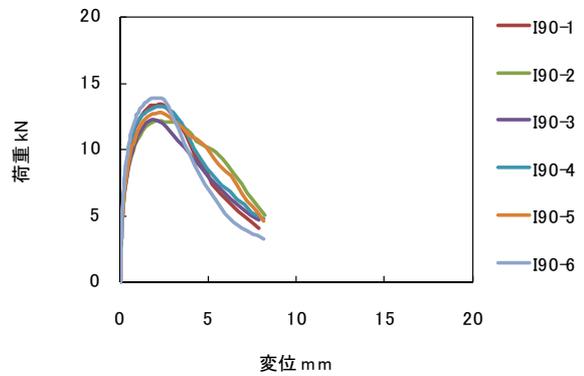


図 2.5-8 荷重変形関係：I-90度

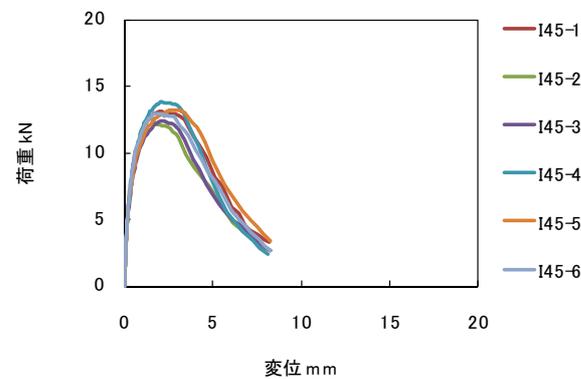


図 2.5-9 荷重変形関係：I-45度

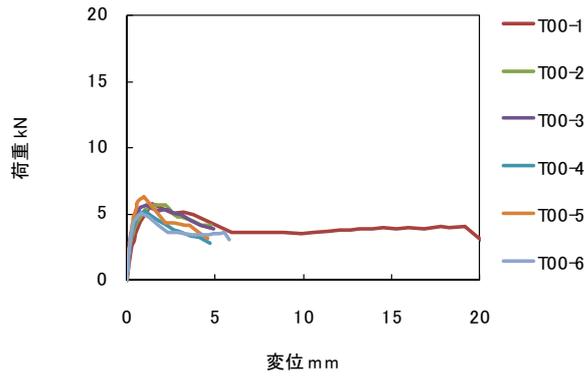


图 2.5-10 荷重变形关系：T-0 度

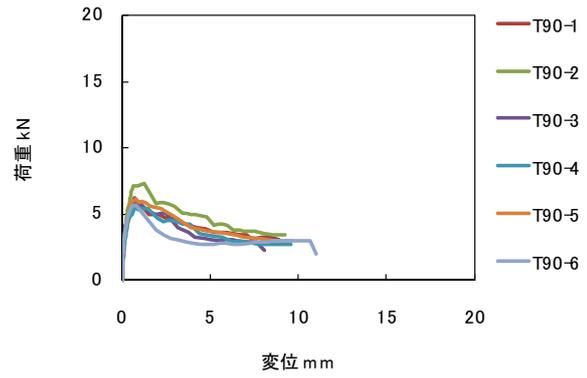


图 2.5-11 荷重变形关系：T-90 度

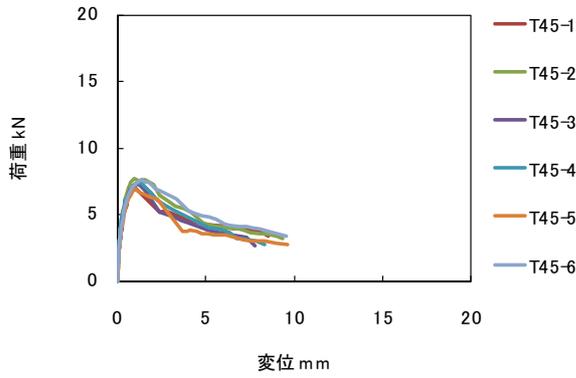


图 2.5-12 荷重变形关系：I-45 度

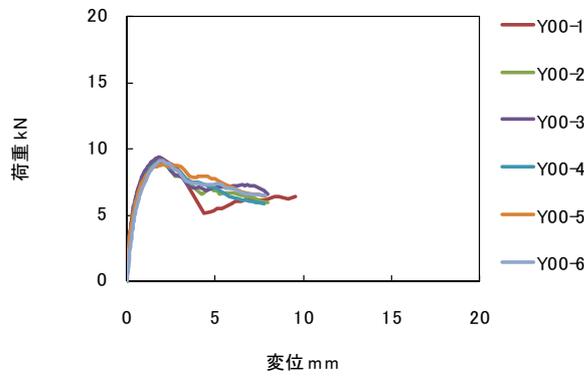


图 2.5-13 荷重变形关系：Y-0 度

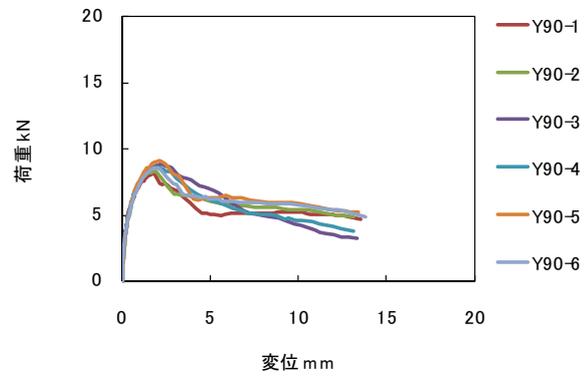


图 2.5-14 荷重变形关系：Y-90 度

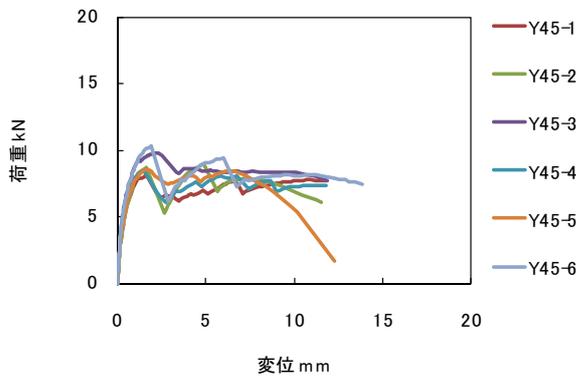


图 2.5-15 荷重变形关系：Y-45 度

3.1 せん断実験【下枠-床-土台接合部、CN釘】

3.1.1 実験の目的

木材(D Fir-L、Hem-Fir、S-P-F)、面材(構造用合板、石膏ボード等)の接合部特性から接合部及び耐力壁の許容耐力、降伏耐力、剛性、終局耐力を算出する場合の方法が[2007年_枠組壁工法建築物構造計算指針_第I編_3.3 接合部及び耐力壁の設計]に規定されているが、その他の材料については記載されていない。その他の材料については、別途実験により求めることが規定されている。そこで、枠組材にSPF、Hem-Tam(ヒノキ集成材)及びW_Cedar(スギLVL)、面材にスギヒノキハイブリット合板を用いた実験を[第V編_1.2.1 接合部の基準許容応力及び基準剛性(単調加力接合部試験によるもの)]に準じて行う。

3.1.2 実験方法の概要

[試験体概要] 木材5種類、面材1種類のせん断実験である(図3.1-1~5、接合具:太め鉄丸くぎ(CN65、CN90))。実験前に木材と面材の含水率を計測し、比重を算出している。試験体は各10体とし、それぞれ異なる個体から切り出しを行っている。

以下の材種を組合せ試験体を作成した。ヒノキ甲種2級、ヒノキ集成E105-F345、スギヒノキハイブリット合板28mm2級9Ply特類、SPF甲種2級、ヒノキ集成E95-F270、スギLVL80E1級35V-30H。

[実験概要] 最大値の8割低下する以前で且つ変形が30mm以上になるか、または、最大耐力を記録した後、耐力が8割低下するまで行う。計測は、試験装置内蔵のロードセルと変位計を用いて荷重と変形を集録している。

実験場所:徳島県立工業技術センター(〒770-8021 徳島県徳島市雑賀町西開11-2)

実験担当:徳島県立工業技術センター 生活科学課

3.1.4 実験結果の概要

表3.1-1 降伏せん断耐力(実験値)

土台-床(面材)-下枠	くぎの間隔	5%下限値
ヒノキ無垢-ハイブリット合板-SPF	4本/m	1mあたり5328N
ヒノキ無垢-ハイブリット合板-ヒノキ集成	4本/m	1mあたり5613N
ヒノキ集成-ハイブリット合板-SPF	4本/m	1mあたり6216N
ヒノキ集成-ハイブリット合板-ヒノキ集成	4本/m	1mあたり5634N
ヒノキ無垢-ハイブリット合板-スギLVL	4本/m	1mあたり6545N

表3.1-2 降伏せん断耐力(指針値P351_表)

緊結する部分	くぎの種類	くぎの間隔	5%下限値
三階建ての建築物 の一階	CN90	25cm以下	1mあたり3200N
	BN90	17cm以下	
その他の階	CN90	50cm以下	1mあたり1600N

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S1実験 土台:七片甲重級 スギ七片合板28mm 枠材:SPF甲重級 記号:S1	6487	3.7	8013	6.0	12019	27.0	17533	10895	4.92	0.34
	5977	3.0	7425	5.7	11138	30.0	19923	9912	6.00	0.30
	6445	3.8	7971	6.6	11956	30.0	16959	10599	4.76	0.34
	6626	4.9	8071	7.5	12106	30.0	13523	10782	3.75	0.39
	6461	4.2	7820	6.6	11730	29.9	15382	10416	4.41	0.36
	5555	2.9	7352	6.3	11028	27.8	19157	9810	6.00	0.30
平均	6212	3.7	7717	6.4	11575	29.2	17062	10319	5.01	0.34
標準偏差	392.9	0.69	323.7	0.58	485.5	1.26	2166.6	466.6		
変動係数	0.06		0.04					0.05		
ばらつき係数	0.86		0.91					0.90		
基準耐力	5328	←5%下限	6988	←5%下限				9269	←5%下限	

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S2実験 土台:七片甲重級 スギ七片合板28mm 枠材:七片集成95-F270 記号:S2	7312	2.6	8852	4.6	13278	24.8	28122	12023	6.98	0.28
	6138	2.0	8224	5.2	12336	29.9	30692	11077	8.33	0.25
	7420	2.6	9242	5.0	13862	25.2	28537	12513	6.80	0.28
	6497	2.6	8371	5.3	12556	25.2	24990	11294	6.67	0.28
	7103	2.4	8711	4.4	13067	25.1	29598	11698	7.08	0.28
	6378	2.1	8473	5.3	12709	26.7	30373	11420	7.89	0.26
平均	6758	2.4	8595	4.9	12892	25.8	28457	11620	7.27	0.27
標準偏差	508.6	0.25	363.7	0.36	545.6	1.96	2023.2	499.7		
変動係数	0.08		0.04					0.04		
ばらつき係数	0.83		0.90					0.90		
基準耐力	5613	←5%下限	7776	←5%下限				10496	←5%下限	

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S3実験 土台:七片集成105-F345 スギ七片合板28mm 枠材:SPF甲重級 記号:S3	6818	3.1	8627	6.1	12941	29.9	21994	11484	5.66	0.31
	6498	2.6	8203	5.2	12305	28.0	24994	11055	6.82	0.28
	6792	2.9	8297	5.1	12445	30.0	23421	11235	6.25	0.29
	6756	3.0	8125	5.2	12188	30.0	22519	10918	6.25	0.29
	7185	3.4	8949	6.1	13423	29.8	21132	12023	5.17	0.33
	6647	2.8	8323	5.5	12484	29.6	23741	11188	6.38	0.29
平均	6855	3.0	8492	5.6	12737	29.5	22662	11399	5.98	0.30
標準偏差	284.3	0.32	339.6	0.44	509.5	0.71	1490.5	420.6		
変動係数	0.04		0.04					0.04		
ばらつき係数	0.91		0.91					0.92		
基準耐力	6216	←5%下限	7727	←5%下限				10453	←5%下限	

	降伏時Py	降伏時 δ_y	2/3Pmax	2/3Pmax時	Pmax	Pmax時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	Ds
S4実験 土台:七片集成105-F345 スギ七片合板28mm 枠材:七片集成95-F270 記号:S4	7838	3.0	10100	5.6	15150	26.3	26127	13672	5.77	0.31
	7118	1.9	9059	4.2	13589	25.1	37464	12405	9.09	0.24
	7045	1.8	9686	5.5	14530	24.9	39141	12984	9.09	0.24
	6988	3.9	9919	8.6	14878	28.6	17919	12792	4.23	0.37
	8444	3.6	10610	6.0	15916	29.9	23456	14194	4.92	0.34
	6261	2.4	7883	4.9	11825	28.6	26088	10612	7.32	0.27
平均	7226	2.7	9555	5.9	14332	27.1	28998	12765	6.87	0.29
標準偏差	707.7	0.84	876.1	1.40	1314.2	1.96	7736.7	1131.6		
変動係数	0.10		0.09					0.09		
ばらつき係数	0.78		0.79					0.80		
基準耐力	5634	←5%下限	7584	←5%下限				10218	←5%下限	

	降伏時 P_y	降伏時 δ_y	2/3 P_{max}	2/3 P_{max} 時	P_{max}	P_{max} 時	初期剛性	終局耐力	塑性率	構造特性
	N	mm	N	mm	N	mm	N/cm	N	μ	D_s
S5実験 土台:ヒキ甲種2級 スギヒキ合板28mm 枠材:スギLVL80E 1級 記号:S5	7082	3.7	9532	7.8	14298	30.0	19142	12352	4.62	0.35
	8380	4.6	10298	7.3	15447	30.0	18217	13562	4.05	0.38
	8549	4.4	10426	6.8	15639	30.0	19429	13790	4.23	0.37
	7747	3.4	9943	6.4	14914	29.4	22784	13214	5.17	0.33
	7814	2.9	9646	5.3	14469	28.9	26946	12899	6.25	0.29
	7597	3.3	9769	6.5	14653	30.0	23022	12980	5.36	0.32
	7226	2.8	8946	5.1	13419	28.8	25806	12103	6.52	0.29
平均	7771	3.6	9794	6.5	14691	29.6	22192	12986	5.17	0.33
標準偏差	544.6	0.70	497.6	0.98	746.4	0.55	3402.0	608.1		
変動係数	0.07		0.05					0.05		
ばらつき係数	0.84		0.89					0.89		
基準耐力	6545	←5%下限	8674	←5%下限				11617	←5%下限	

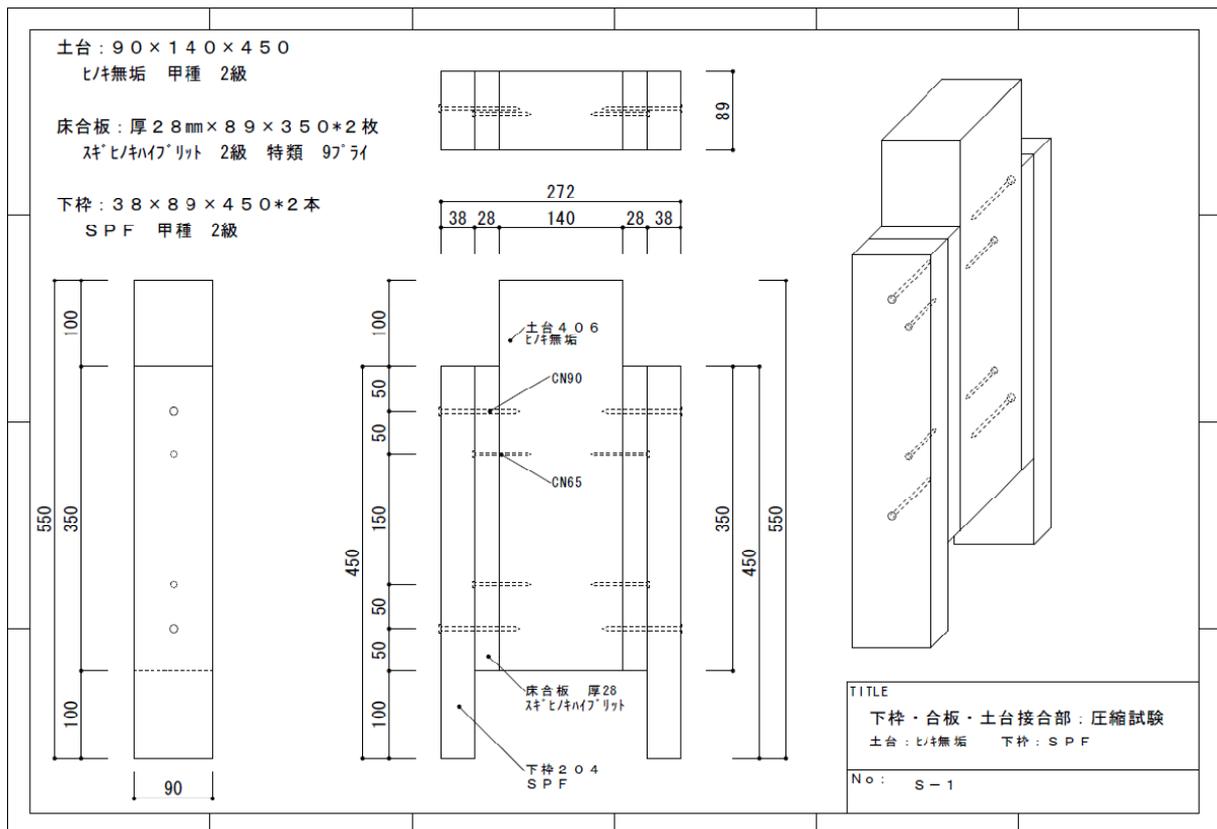


図 3.1-1 S-1 試験体図

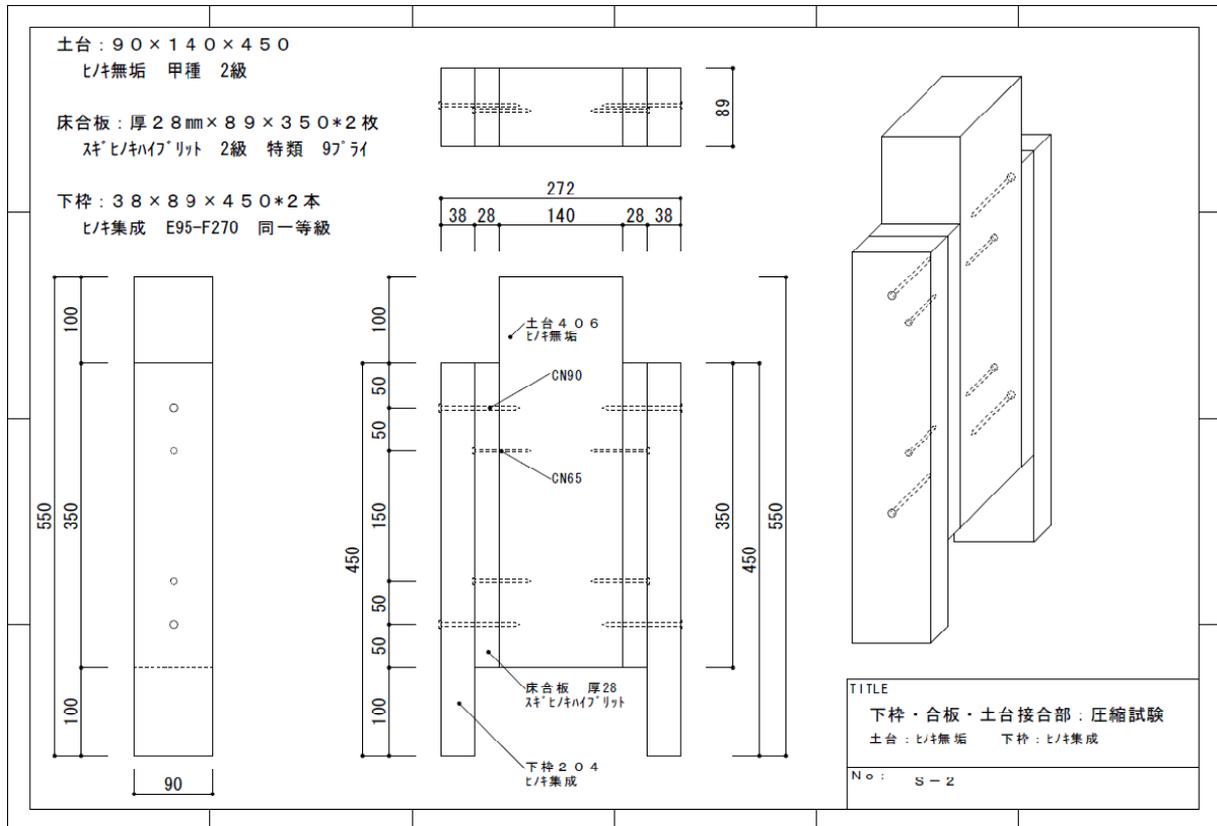


図 3.1-2 S-2 試験体図

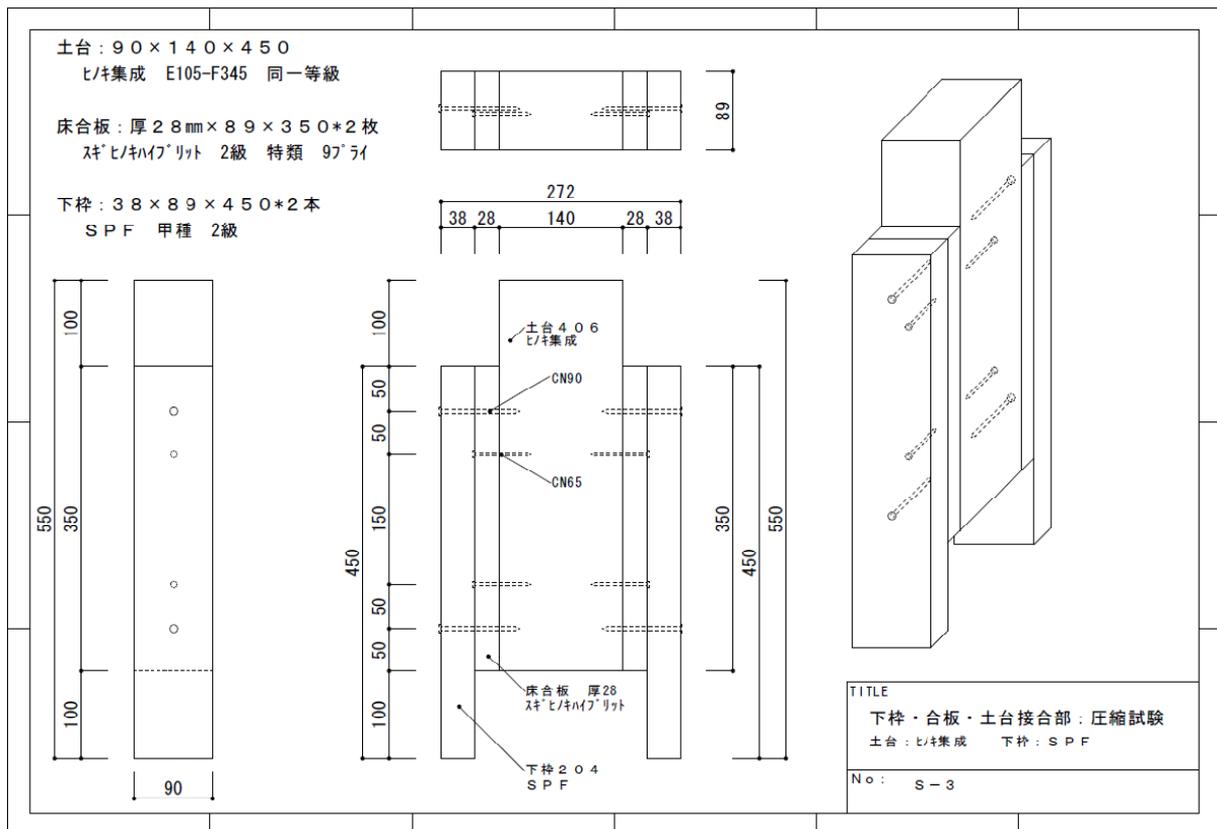


図 3.1-3 S-3 試験体図

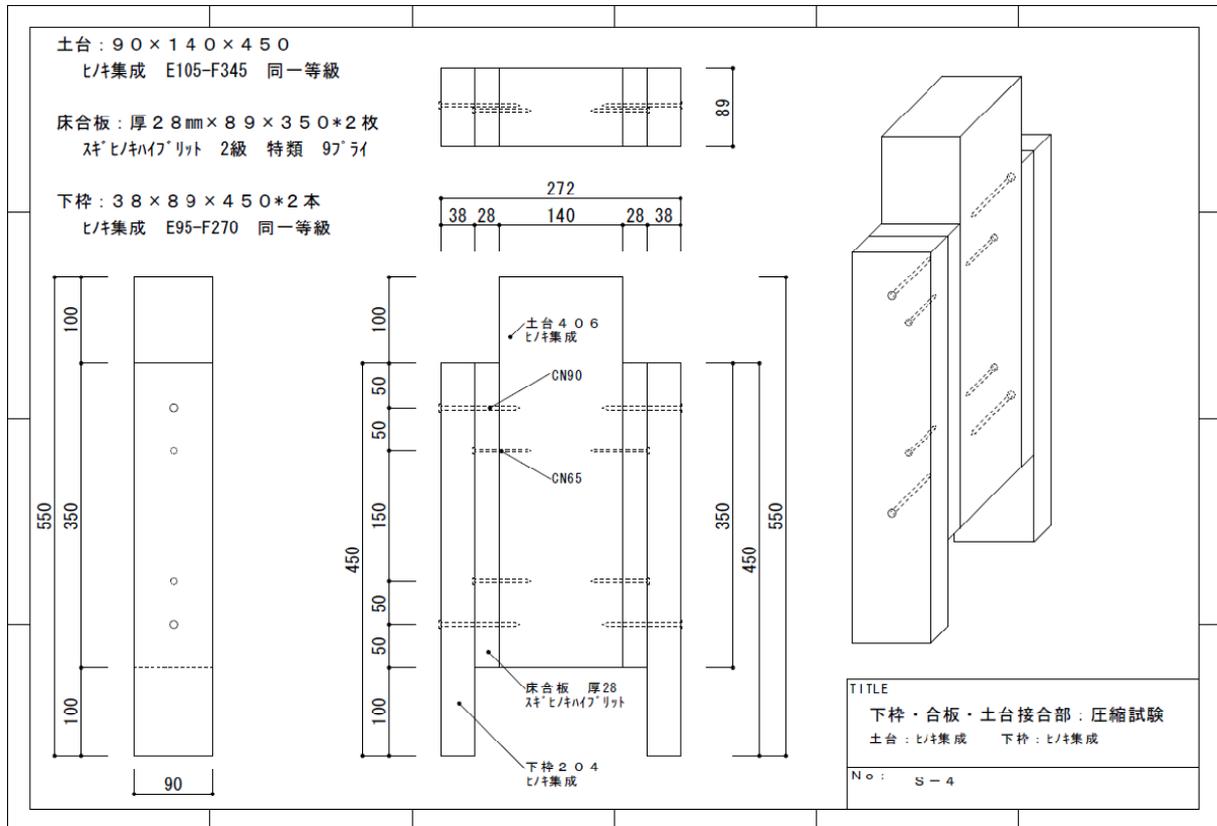


図 3.1-4 S-4 試験体図

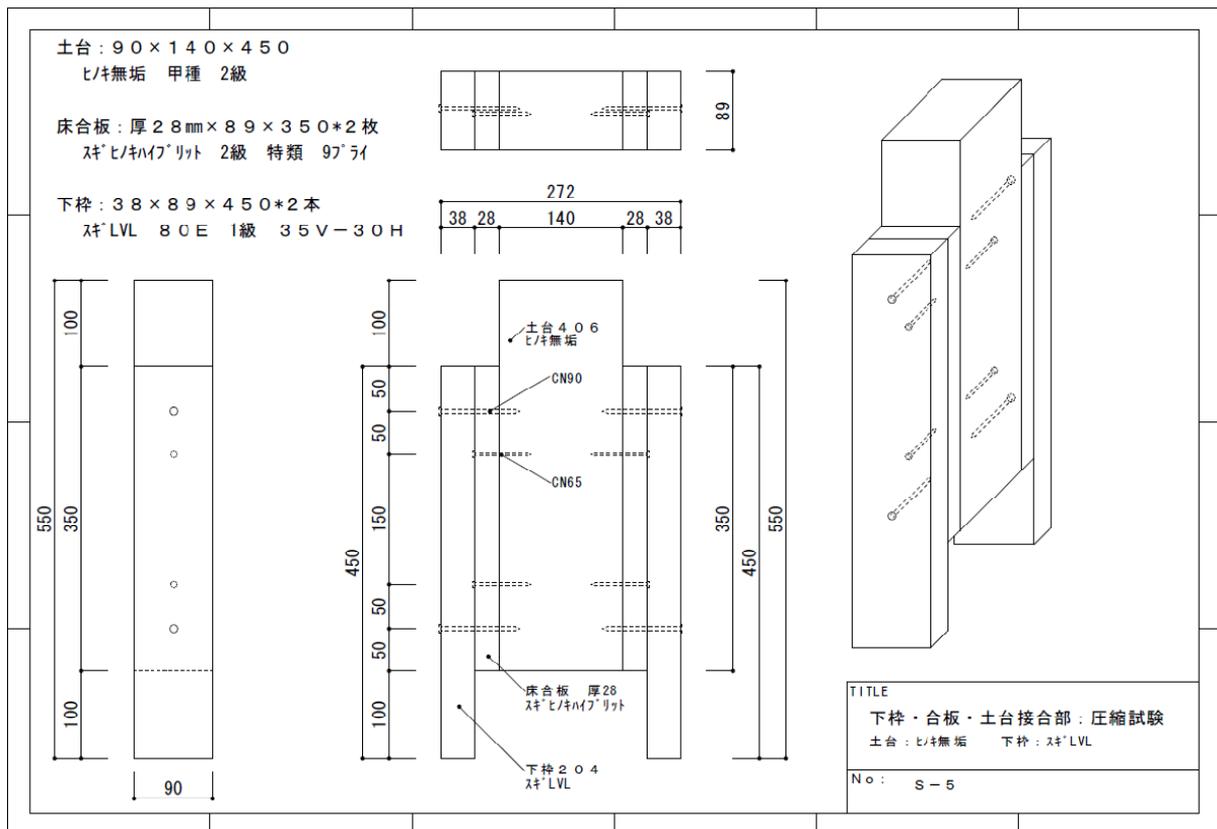


図 3.1-5 S-5 試験体図

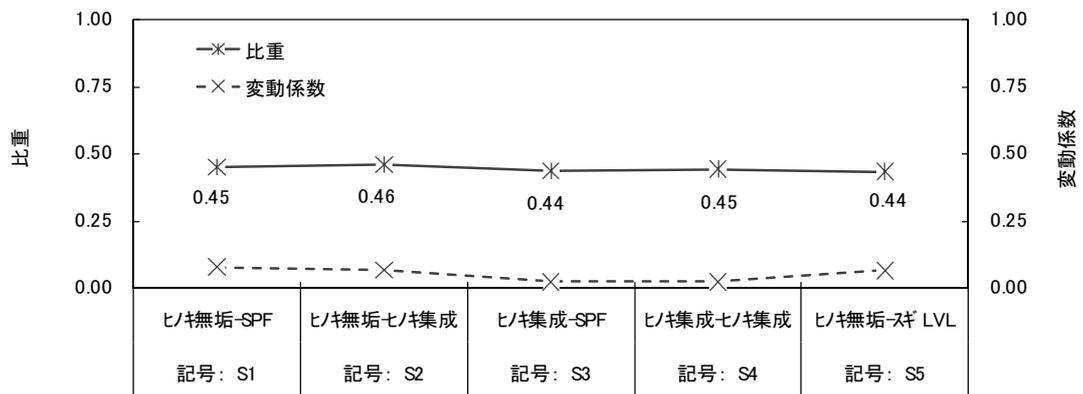
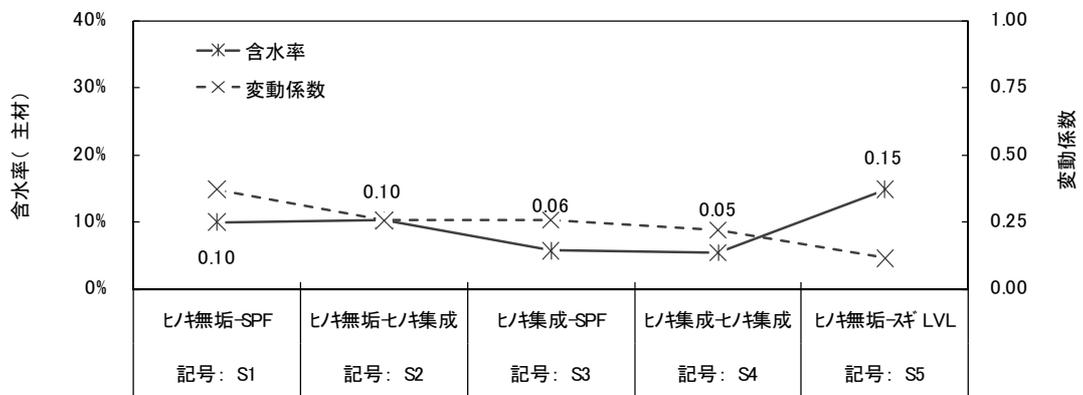
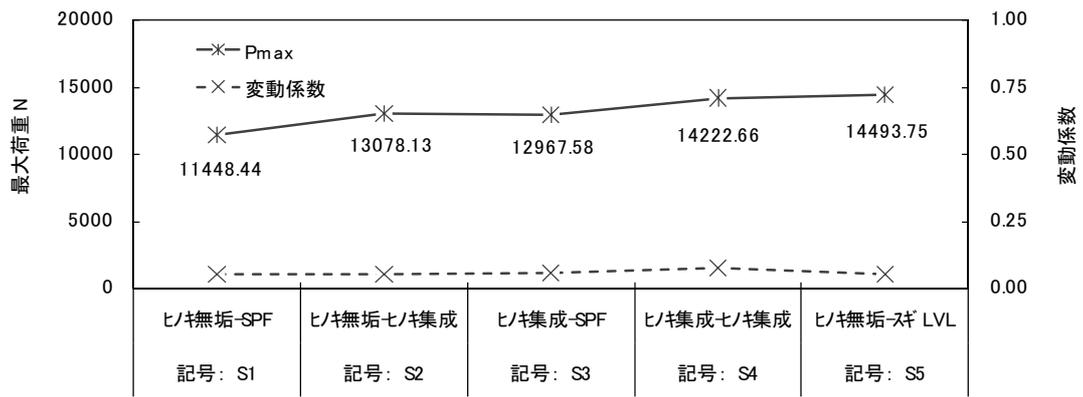


図 3.1-6 平均値 : 太め鉄くぎ (CN90 と CN65 釘組み合わせ)

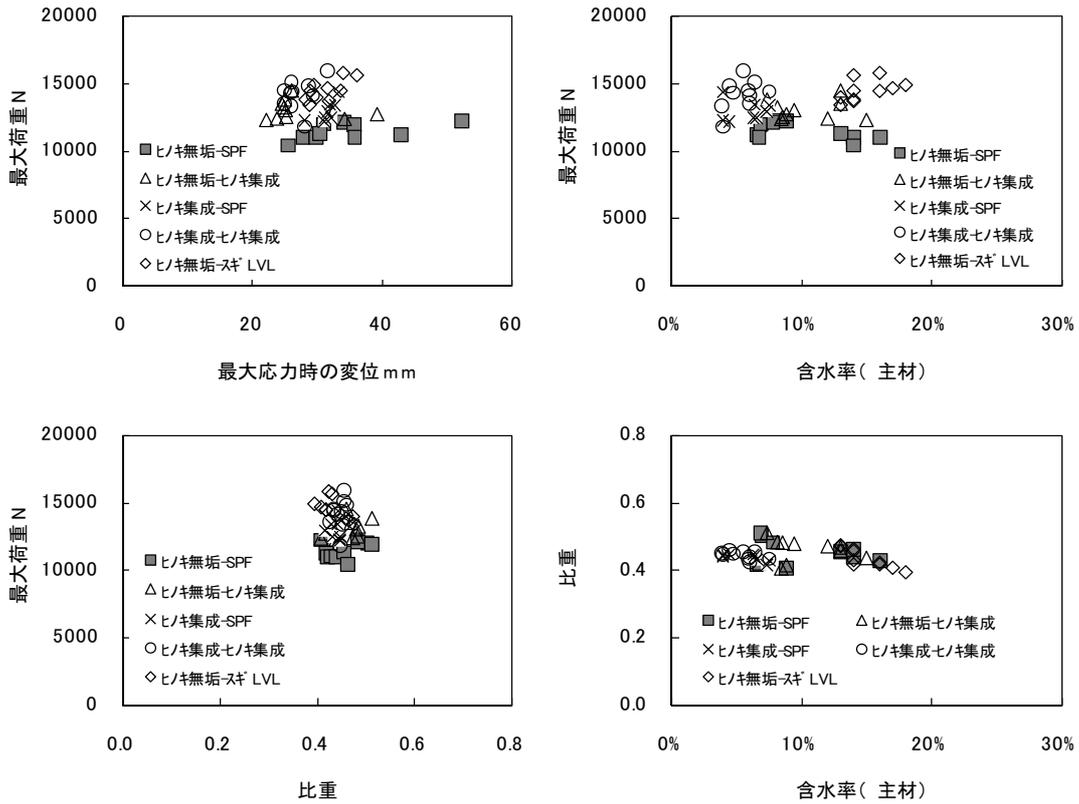
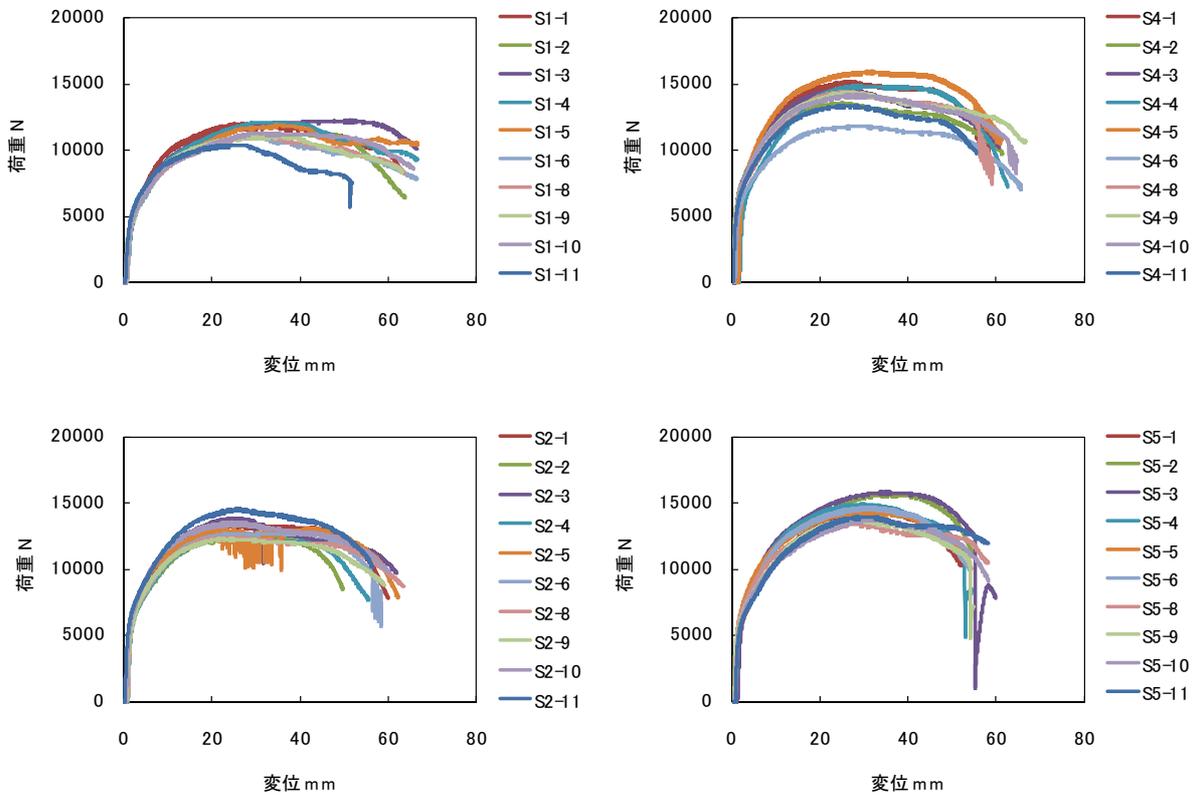


図 3.1-7 相関関係：太め鉄くぎ(CN90 と CN65 釘組み合わせ)



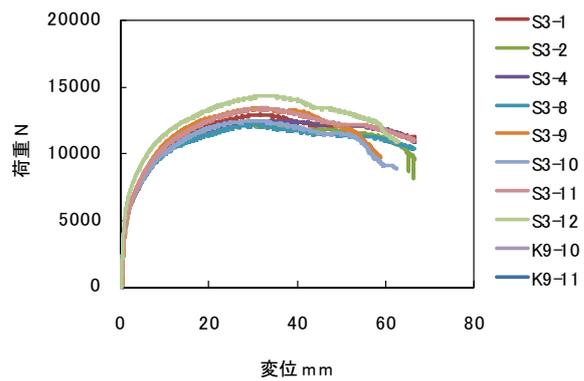


図 3.1-8 荷重変形関係：太め鉄くぎ(CN90 と CN65 釘組み合わせ)