

3.7 軸材の釘列破壊試験

3.7.1 目的

高耐力な面材耐力壁を構成する仕様で接合具に JIS 釘を用いる場合には、面材を留めつける釘間隔は狭くなることがある。接合具間隔が狭くなると軸材や面材の釘列に沿った破壊する恐れがある。一般社団法人日本建築学会が発行する「木質構造設計規準」（以下、「木規準」という。）には面材、軸材に対する釘配置ルールが示されている。本事業の高耐力壁仕様（面材、軸材、釘等）は木規準釘配置ルールの適用範囲内であるが、釘間隔による釘列に沿った破壊の有無を試験により確認する。

3.7.2 試験計画

(1) 試験体仕様

試験体は面材耐力壁の面材-釘接合部を模した試験体で、軸材（ヒノキ同一等級構成構造用集成材 E95-F315、スギ同一等級構成構造用集成材 E65-F255）の側面から CNZ75 釘で釘打ちした。側材（面材）は図 3-22 に示すような鋼板治具とした。鋼板治具を用いた理由は、釘頭のパンチングアウトや釘列に沿った面材破壊を生じさせず、釘列での軸材破壊を誘発させる意図がある。

表 3-13 試験体仕様

軸材	加力方向に対する 軸材の方向軸材の方向	釘ピッチ (mm)	釘本数	試験体数
同一等級構造用集成材 E65-F255 スギ120×120mm	繊維平行	50	5	6
		40	5	6
		30	5	2
同一等級構造用集成材 E95-F315 ヒノキ120×120mm	繊維平行	50	5	6
		40	5	6
		60	3	2

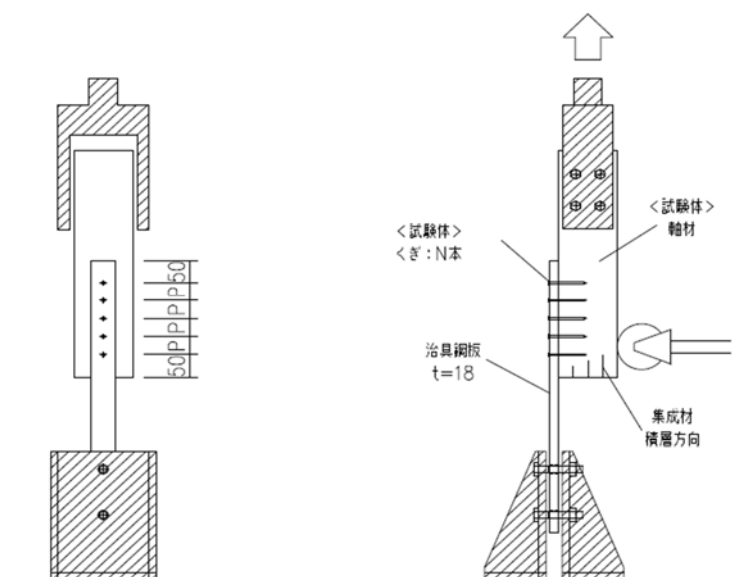


図 3-21 試験体図

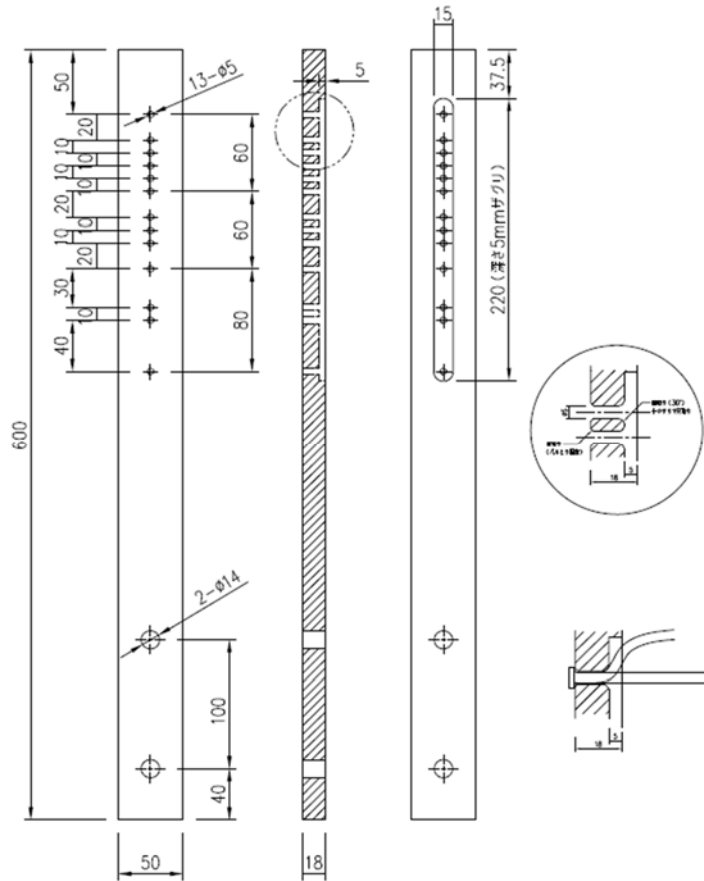


図 3-22 鋼板治具の概要

(2) 計測計画

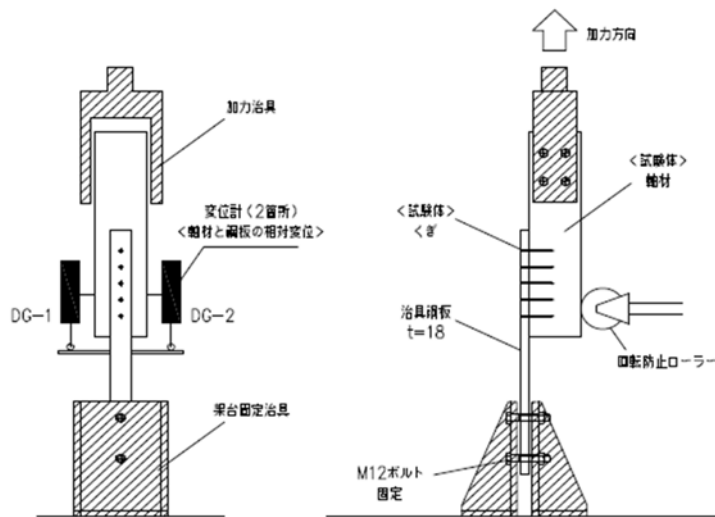


図 3-23 計測概要

(3) 加力計画

一方向単調引張加力、加力速度は 0.2mm/sec とし、加力は試験体が十分な破壊に至るまで行う。

3.7.3 試験結果

(1) 結果概要

試験結果の概要を示す。軸材樹種によらず釘ピッチ 50mm では釘の引抜け、40mm では軸材の割裂破壊となった。

◇実施済み試験の速報

試験7-1 軸材(繊維方向)の破壊試験

破壊性状: 軸材樹種スギ

@50



釘の引き抜け

@40



軸材の割裂

10

◇実施済み試験の速報

試験7-1 軸材(繊維方向)の破壊試験

破壊性状: 軸材樹種ヒノキ

@50



釘の引き抜け

@40



軸材の割裂

11

3.7.4 考察

軸材樹種スギ、ヒノキいずれも釘ピッチ 40mm で軸材の割裂、50mm で釘の引抜けとなった。木規準では板材に対する釘配置ルールとして釘ピッチ 12d 以上があり、CNZ75 では 45.1mm 以上となるため、木規準に準拠した釘ピッチが適切であることが確認できた。

3.8 面材の釘列破壊試験

3.8.1 目的

高耐力な面材耐力壁を構成する仕様で接合具に JIS 釘を用いる場合には、面材を留めつける釘間隔は狭くなることもある。接合具間隔が狭くなると軸材や面材の釘列に沿った破壊する恐れがある。木規準には面材、軸材に対する釘配置ルールが示されている。本事業の高耐力壁仕様（面材、軸材、釘等）は木規準釘配置ルールの適用範囲内であるが、釘間隔による釘列に沿った破壊の有無を試験により確認する。

3.8.2 試験計画

(1) 試験体仕様

試験体は面材耐力壁の面材-釘接合部を模した試験体で、軸材（ヒノキ同一等級構成構造用集成材 E95-F315、スギ同一等級構成構造用集成材 E65-F255）の側面から特注釘（CNZ75 長さ 150mm）で釘打ちした。

特注釘を用いた理由は、試験で釘の引抜け破壊を生じさせず、釘列での面材破壊を誘発させる意図がある。

表 3-14 試験体仕様

面材	釘 (単位mm)	釘ピッチP (mm)	面材 端空きA (mm)	軸材 端空きB (mm)	試験体数
構造用合板18mm 全層カラマツ	特注 L=150 頭径φ7.92 胴径φ3.76	60	50	150	2
		50			2
		40			2
		30			2
		20			2
		60	20		1
		20			1
		構造用合板24mm 全層スギ	特注 L=150 頭径φ7.92 胴径φ3.76		60
50	2				
40	2				
30	2				
20	2				
60	20			1	
20				1	
MDF 18mm	特注 L=150 頭径φ7.92 胴径φ3.76			60	50
		50	2		
		40	2		
		30	2		
		20	2		
		60	20	1	
		20		1	

(2) 計測計画

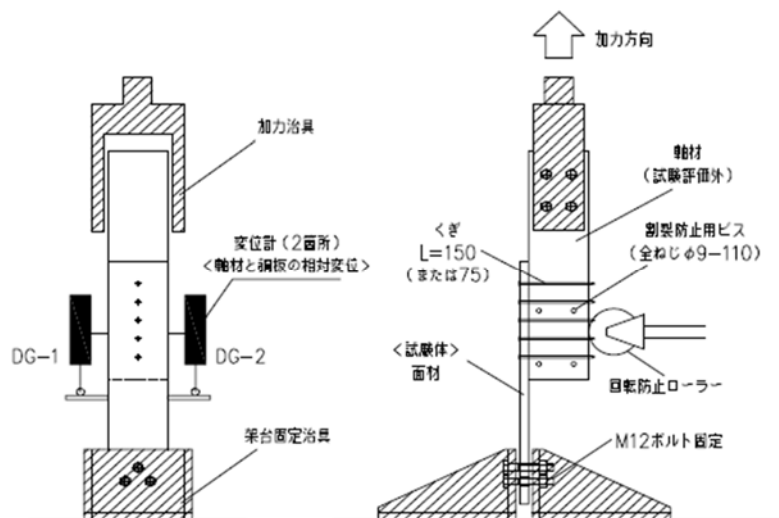


図 3-24

(3) 加力計画

一方向単調引張加力、加力速度は 0.2mm/sec とし、加力は試験体が十分な破壊に至るまで行う。

3.8.3 試験結果

(1) 結果概要

結果概要を示す。各種面材の釘ピッチを 20mm~60mm としたいずれの仕様でも面材破壊はせずパンチングアウトとなった。

◇実施済み試験の速報

試験7-2① 面材の破壊試験

[結果]各種面材は釘ピッチ@20~60と変化させても面材破壊せずパンチングアウトとなった。
端空きを20mmとしても結果は変わらなかった(MDFは@20mmで剥離破壊した)。

破壊性状一覧		端距離50mm		端距離20mm
くさ ピッチ	面材	1体目	2体目	1体目
60	カラマツ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	パンチングアウト
50	カラマツ合板	パンチングアウト (面材 チャック部分の破壊のためδ =30mmで試験終了)	パンチングアウト (1/5で引 き抜け)	カラマツ →端距離の影響なし
40	カラマツ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	
30	カラマツ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	
20	カラマツ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	
60	MDF	パンチングアウト	パンチングアウト	パンチングアウト
50	MDF	パンチングアウト	パンチングアウト	MDF@20:剥離破壊
40	MDF	パンチングアウト	パンチングアウト	
30	MDF	パンチングアウト	パンチングアウト	
20	MDF	パンチングアウト	パンチングアウト	
60	スギ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	パンチングアウト、δ = 25mmパンチングアウトに伴 うMDFの剥離破壊 パンチングアウト δ =45mmくらいでパンチン グアウトに伴う面材裏面若干 の端抜け
50	スギ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	スギ →端距離の影響なし
40	スギ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	
30	スギ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	
20	スギ合板	パンチングアウト	パンチングアウト	

破壊性状写真例



14

3.8.4 考察

いずれの面材においても、釘ピッチ 20~60mm においてすべてパンチングアウトとなり、釘列に沿った破壊は見られなかった。木規準において、面材に対する釘配置のルールとして釘ピッチ 6d(dは「釘胴部径」)以上があり、CNZ75 (d=3.76mm) では 6d=22.6mm 以上となるため、木規準を準用した面材釘ピッチが適切であることが確認できた。

3.9 まとめ

3.9.1 今年度までのとりまとめ

今年度までに各種要素試験を行い、データを整理してきた。各種試験の主な実施状況を表 3-15～表 3-18 に示す（実施した仕様に○印を付す）。本事業では表に示すような面材、軸材樹種ヒノキ、CNZ75 釘をメインの組合せで検討してきた。実施した内容については概ねデータ整理することができ、耐力壁の標準仕様も確立できた。その他の面材種類や面材厚さ、接合具、軸材種類の組合せについてもデータが蓄積され、高耐力壁仕様の種類が拡充することが望まれる。

表に示すように過年度に高耐力壁用に開発・検討した釘頭が大きい釘や、釘長さが短い釘について JIS A5508 の改定にあたり「大頭釘（LHN）」が新しく JIS 規格に追加されたことをここに報告する。

表 3-15 釘の一面せん断試験（ASTM 準拠）の試験実施状況

	構造用合板						MDF		PB	
	18mm 厚 全層カラマツ		18mm 厚 全層ヒノキ		24mm 厚 全層スギ		18mm 厚		18mm 厚	
	軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
CNZ65		○						○		○
CNZ75	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
CNZ65-D8.1 (LHNZ6381)		○		○				○		○
CNZ75-D8.3 (LHNZ7683)		○		○		○		○		○
CNZ75-L65 (LHNZ6581)		○		○				○		○
CNZ75-D9.1 (LHNZ7691)		○		○		○		○		○
CNZ90-L75		○		○		○		○		○
CNZ75-D8.74		○		○		○		○		○

表 3-16 釘の一面せん断試験（グレー本準拠）の試験実施状況

	構造用合板						MDF		PB	
	18mm 厚 全層カラマツ		18mm 厚 全層ヒノキ		24mm 厚 全層スギ		18mm 厚		18mm 厚	
	軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種		軸材樹種	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
CNZ65										
CNZ75	○	○				○	○	○		
CNZ65-D8.1 (LHNZ6381)										
CNZ75-D8.3 (LHNZ7683)										
CNZ75-L65 (LHNZ6581)										
CNZ75-D9.1 (LHNZ7691)										
CNZ90-L75										
CNZ75-D8.74										

表 3-17 釘頭貫通力試験の実施状況

	構造用合板			MDF	PB
	18mm 厚 全層カラマツ	18mm 厚 全層ヒノキ	24mm 厚 全層スギ	18mm 厚	18mm 厚
CNZ65	○	○		○	○
CNZ75	○	○	○	○	○
CNZ65-D8.1 (LHNZ6381)	○	○		○	○
CNZ75-D8.3 (LHNZ7683)	○	○	○	○	○
CNZ75-L65 (LHNZ6581)					
CNZ75-D9.1 (LHNZ7691)	○	○	○	○	○
CNZ90-L75					
CNZ75-D8.74					

表 3-18 面材の面内せん断試験（Two-Rail Shear 試験）の実施状況

	構造用合板			MDF	PB
	18mm 厚 全層カラマツ	18mm 厚 全層ヒノキ	24mm 厚 全層スギ	18mm 厚	18mm 厚
	○	○	○	○	○

3.9.2 今後の開発の方向性

本事業で対象とした壁倍率 15 倍相当の高耐力壁は木材や接合具は市場流通品で標準化仕様を確立できた。非住宅建築物においてはより高耐力な仕様の需要もある。

より高耐力な仕様の開発にあたっては、市場流通している木材、接合具だけではなく高耐力壁に特化した仕様の開発も必要となってくる。先述の通り接合具は大頭釘（LHN）が規格化された。面材は構造用の繊維板の規格化が望まれる。これらの材料を用いた要素試験や高耐力壁試験が実施され性能が整理されていくとよい。

3.10 試験成績書

・釘の一面せん断試験(ASTM 準拠)_K25-V163～V167	3-70
・報告書_釘の一面せん断試験(グレー本準拠)_K25-H056～H058	3-90
・釘の側部めり込み試験(軸材) K25-A029	3-108
・釘の側部めり込み試験(面材) K25-A027-A028	3-114
・報告書_釘の引抜き試験_K25-A024～A026	3-122
・土台横架材の割裂試験 K25-V249～V259	3-132
・釘列割裂試験_K25-V173～V178	3-166
・釘列割裂試験_K25-V198～V224	3-190

性能試験報告書

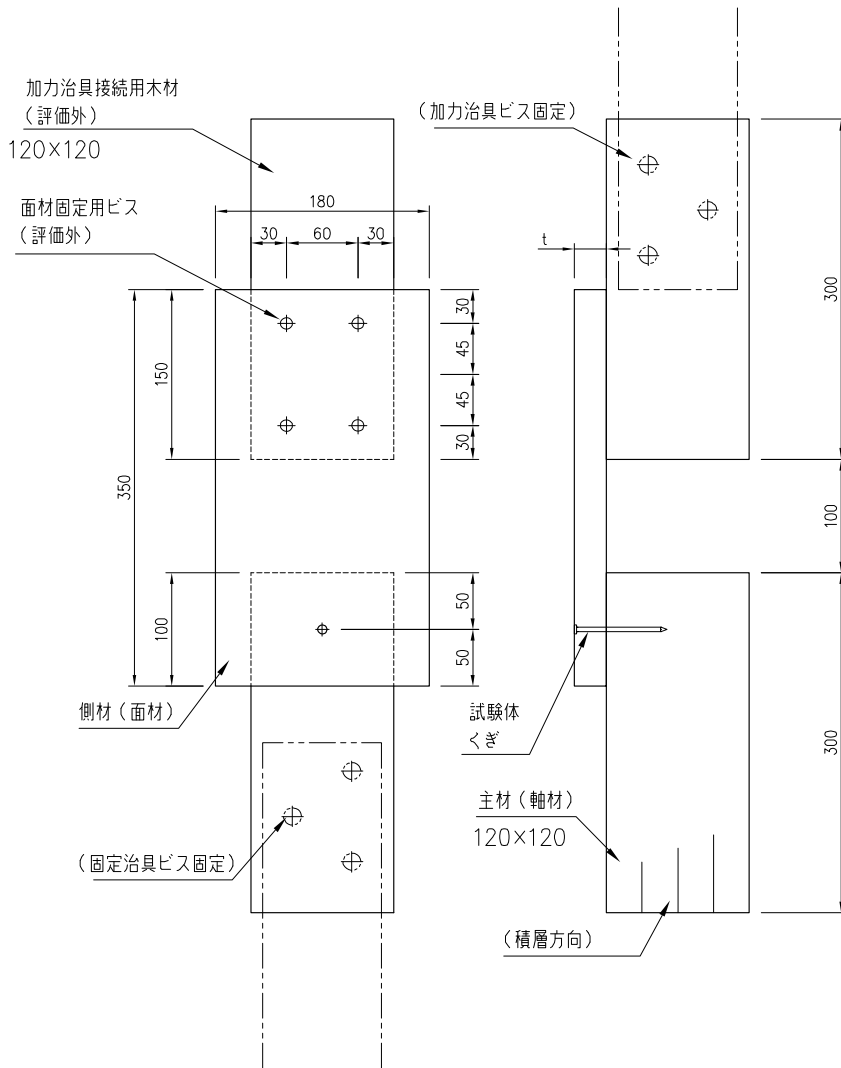


試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。
2025年10月23日

株式会社カナイグループ
埼玉県八潮市西袋717-1

試験名称	面材を側材とするくぎの一面せん断接合部試験 (ASTM準拠)					
試験内容	[試験体概要]					
		試験体記号	加力方向に対する 軸材の方向	側材 (面材)	加力方法	試験体数
	No.31	31-S_Wk18-75_II(単)	繊維平行	①構造用合板 全層カラマツ 18mm	一方向 単調	6
	No.32	32-S_Wh18-75_II(単)		②構造用合板 全層ヒノキ 18mm		6
	No.33	33-S_Ws24-75_II(単)		③構造用合板 全層スギ 24mm		6
	No.34	34-S_M18-75_II(単)		④構造用MDF 18mm		6
	No.35	35-S_P18-75_II(単)		⑤構造用パーティクル ボード 18mm		6
<p>< (共通) 主材 (軸材) > : 同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種: スギ 120×120</p> <p>< (共通) くぎ > : めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)</p>						
試験方法 評価方法	<ul style="list-style-type: none"> 引張加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで加力を行う。 ・ 載荷速度: ※加力方法による、計測変位: 側材と主材の相対変位 ・ 上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。 <p>※詳細は 「2 試験方法および各特性値の求め方」 参照</p>					
試験結果	各試験体ごとの詳細結果、特性値および破壊状況 一覧は 「3 試験結果」 参照					
試験実施	<p>試験場所 : 株式会社カナイグループ 埼玉県八潮市浮塚507-1</p> <p>試験担当者 : 田中 進、岡元 拓巳 (株式会社カナイグループ)</p> <p>試験期間 : 2025/9/29~9/30</p>					

1-1. 試験体図



試験体記号	主材(軸材)	側材(面材)	側材厚み t(mm)	接合具(くぎ)
31-S_Wk18-75_II(単)	同一等級構造用集成材 E65-F255、 樹種:スギ <繊維平行方向>	構造用合板 全層カラマツ	18	CNZ 75
32-S_Wh18-75_II(単)		構造用合板 全層ヒノキ	18	
33-S_Ws24-75_II(単)		構造用合板 全層スギ	24	
34-S_M18-75_II(単)		MDF	18	
35-S_P18-75_II(単)		パーティクルボード	18	

■本試験における軸材の材料取り・分配について

①3m材数本から300mmずつ切り出した後、それぞれの密度を計測

②各木材をランダムに配置した後、密度順に並べ替え、各試験仕様毎の密度平均値が同等になるように分配した。

図-1 試験体図

1-2. 製品図(接合具)

製品名: めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
 材質: SWM-N (JIS G 3532)
 表面処理: 電気亜鉛めっき 1級 Ep-Fe/Zn 2/CM1 (JIS H 8610およびJIS H 8625)

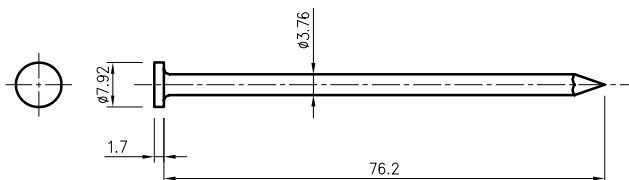


図-2 製品図

2 試験方法および各特性値の求め方

2-1. 試験方法

試験加力は引張圧縮万能試験機により、一方向単調加力により行う。
荷重値P(kN)は加力装置に接続されたロードセル（容量;±20kN）により計測し、主材と側材の相対変位δ(mm)は変位計（容量;100mm）により計測する。

主材と側材の相対変位δは下式による。

$$\delta = (\delta 1 + \delta 2) / 2 \quad (\delta 1 \text{ および } \delta 2 \text{ は試験体に設置した変位計の計測値})$$

(1) 単調加力

試験は1仕様につき6体実施する。

試験載荷速度は0.2mm/secとし、加力は試験体が十分な破壊に至るまで行う。

(2) 最大荷重は破壊荷重時の変位が30mm以下の場合には、これを最大荷重として扱い、30mmを超える場合には、変位が30mm以内の最高荷重を最大荷重とすることとした。

特性値の算出においては、最大荷重値の80%まで低下した時を終局時として評価をする。

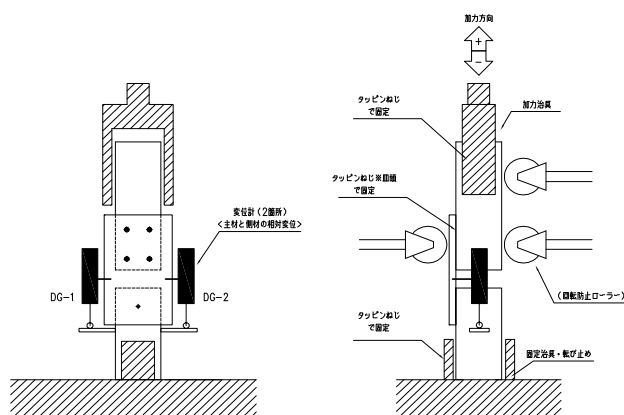


図-3 【繊維平行方向】試験方法 概要図



写真-1 【繊維平行方向】試験体設置状況

2-2. 包絡線の作成および各特性値の求め方

試験により求めた荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い各特性値を求めた。

- ① 包絡線上の0.1Pmaxと0.4Pmaxを結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の0.4Pmaxと0.9Pmaxを結ぶ直線（第Ⅱ直線）を引く。
- ③ 包絡線に接するまで第Ⅱ直線を平行移動し、これを第Ⅲ直線とする。
- ④ 第Ⅰ直線と第Ⅲ直線との交点の降伏耐力Pyとし、この点からX軸に平行に直線（第Ⅳ直線）を引く。
- ⑤ 第Ⅳ直線と包絡線との交点の変位を降伏変位δyとする。
- ⑥ 原点と（δy、Py）を結ぶ直線（第Ⅴ直線）を初期剛性Kと定める。
- ⑦ 最大荷重後の0.8Pmax荷重低下域の包絡線上の変位又は30mmのいずれか小さい変位を終局変位δuと定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及びδuで囲まれる面積をSとする。
- ⑨ 第Ⅴ直線とδuとX軸及びX軸に平行な直線で囲まれる台形の面積がSと等しくなるようにX軸に平行な直線（第Ⅵ直線）を引く。
- ⑩ 第Ⅴ直線を第Ⅵ直線との交点の荷重を完全弾塑性モデルの降伏耐力と定め、これを終局耐力Puと読み替える。
その時の変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位δvとする。
- ⑪ $\mu = (\delta u / \delta v)$ を塑性率とする。

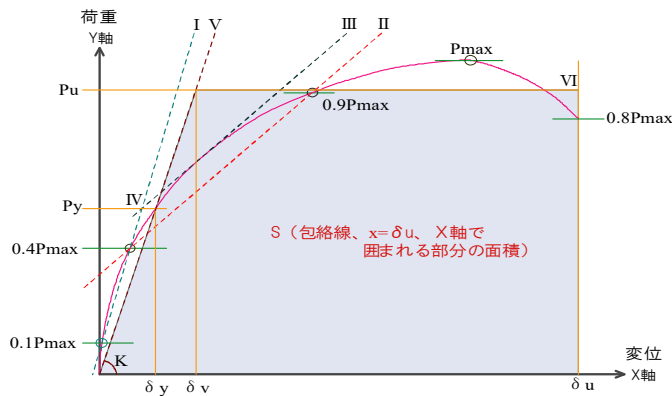


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

2-3. 短期基準接合耐力の算定

短期基準接合耐力は、降伏耐力Py又は最大荷重の2/3の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうち小さい方の値とした。なお、ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準75%の95%下側許容限界値をもとに次式より求めた。

ばらつき係数 = $1 - CV \cdot k$ (CV: 変動係数、k: 定数2.336【n=6の時】)

3 試験結果

3-1. No. 31 試験結果

31 構成	側材(面材)	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種:スギ 120×120
	接合具(くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(面材)		主材(軸材)	
	含水率%	密度g/cm ³	含水率%	密度g/cm ³
31-S_Wk18-75_II(単)-1	-	0.64	11.7	0.37
31-S_Wk18-75_II(単)-2	-	0.62	12.8	0.37
31-S_Wk18-75_II(単)-3	-	0.60	14.2	0.38
31-S_Wk18-75_II(単)-4	-	0.61	13.8	0.38
31-S_Wk18-75_II(単)-5	-	0.61	15.1	0.40
31-S_Wk18-75_II(単)-6	-	0.65	16.1	0.41
平均	-	0.62	14.0	0.39

表-2 特性値 一覧 (くぎ 1本あたり)

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位	初期剛性	塑性率	構造特性 係数
	Py kN	δy mm	2/3Pmax kN	δ _{2/3Pmax} mm	Pmax kN	δ _{Pmax} mm	Pu kN	δu mm	δv mm	K kN/cm	μ	Ds
31-S_Wk18-75_II(単)-1	1.50	0.60	1.86	1.40	2.79	8.81	2.54	14.06	1.01	25.00	13.92	0.19
31-S_Wk18-75_II(単)-2	1.35	0.46	1.62	0.84	2.43	5.91	2.24	14.98	0.77	29.35	19.45	0.16
31-S_Wk18-75_II(単)-3	1.57	0.67	1.83	1.48	2.75	10.41	2.42	16.53	1.03	23.43	16.05	0.18
31-S_Wk18-75_II(単)-4	1.27	0.67	1.65	1.75	2.48	7.63	2.22	14.62	1.18	18.96	12.39	0.21
31-S_Wk18-75_II(単)-5	1.11	0.76	1.37	1.29	2.05	5.30	1.86	9.98	1.28	14.61	7.80	0.26
31-S_Wk18-75_II(単)-6	1.14	1.42	1.49	2.92	2.23	9.12	1.97	13.88	2.47	8.03	5.62	0.31
平均	1.32	0.76	1.64	1.61	2.46	7.86	2.21	14.01	1.29	19.90	12.54	0.22
標準偏差	0.19	0.34	0.19	0.71	0.29	1.97	0.26	2.19	0.60	7.71	5.14	0.06
変動係数	0.144		0.116									
ばらつき係数	0.664		0.729									
(参考値) 短期基準耐力	0.88		1.20									

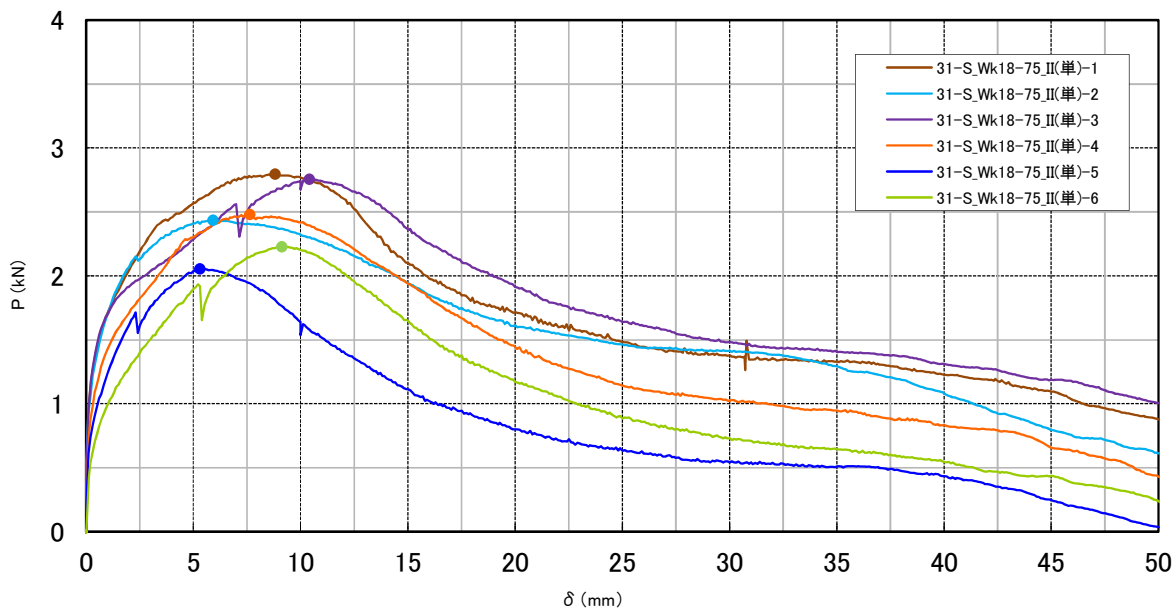
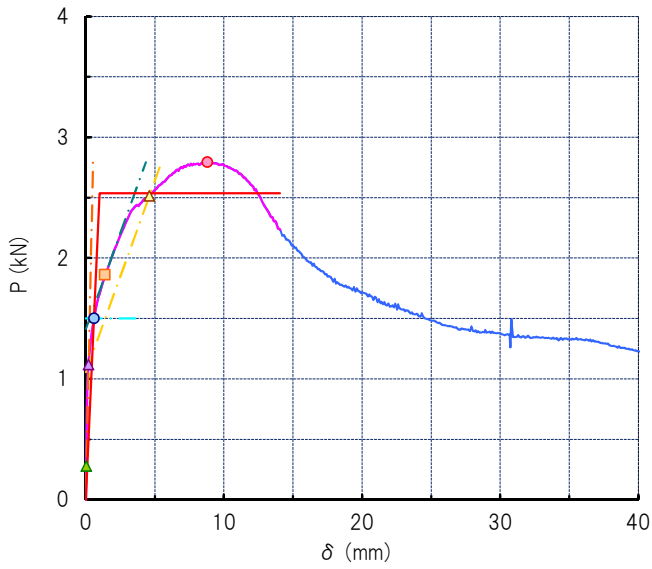
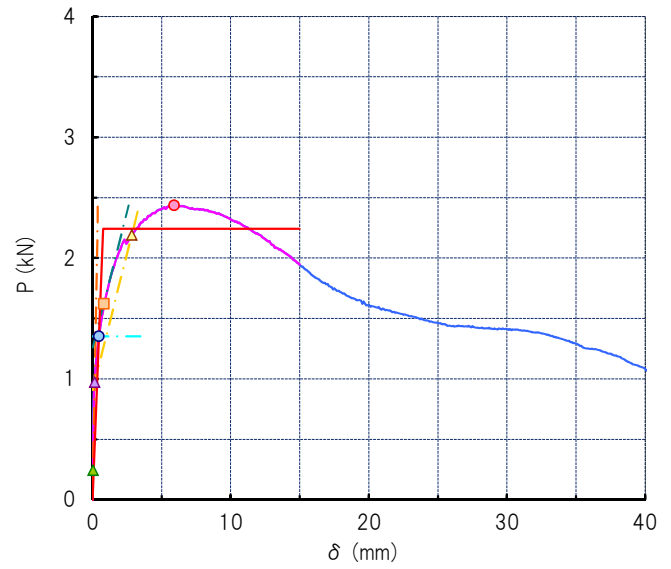


図-5 P-δ 曲線 (試験体相互の比較)

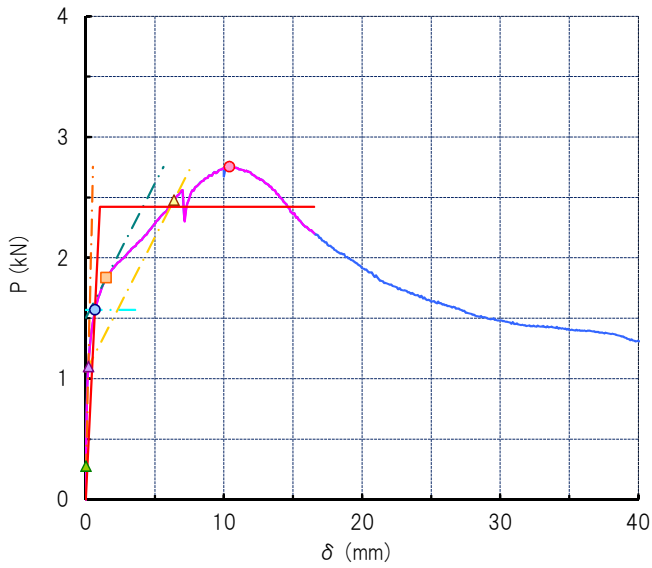
31-S_Wk18-75_II(単)-1



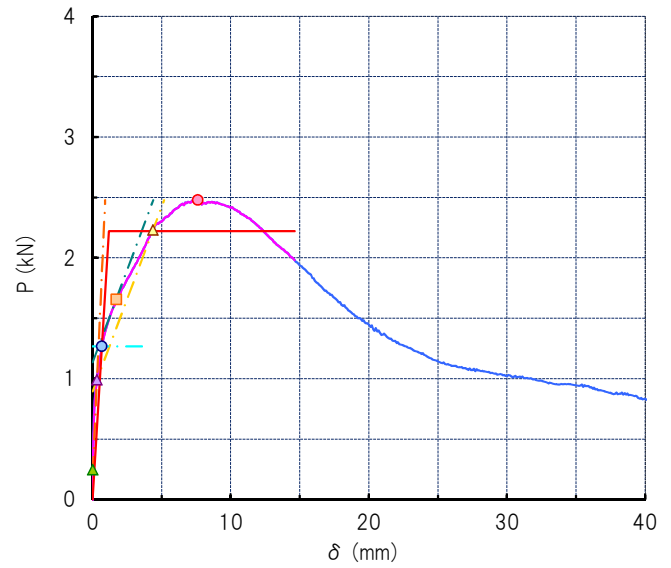
31-S_Wk18-75_II(単)-2



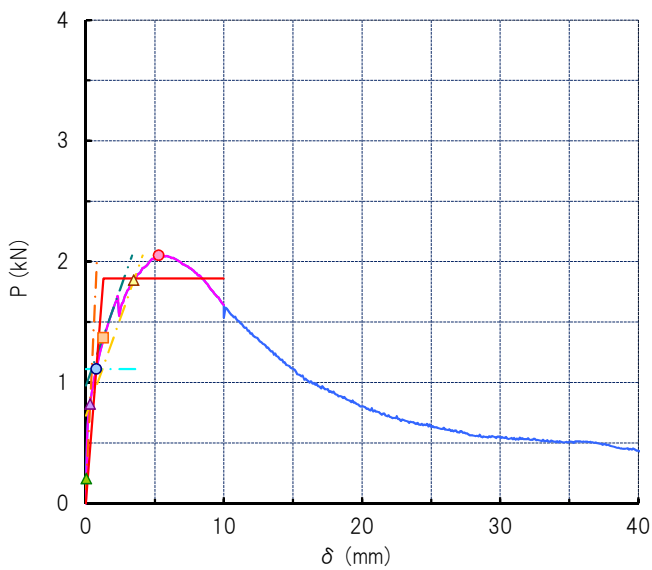
31-S_Wk18-75_II(単)-3



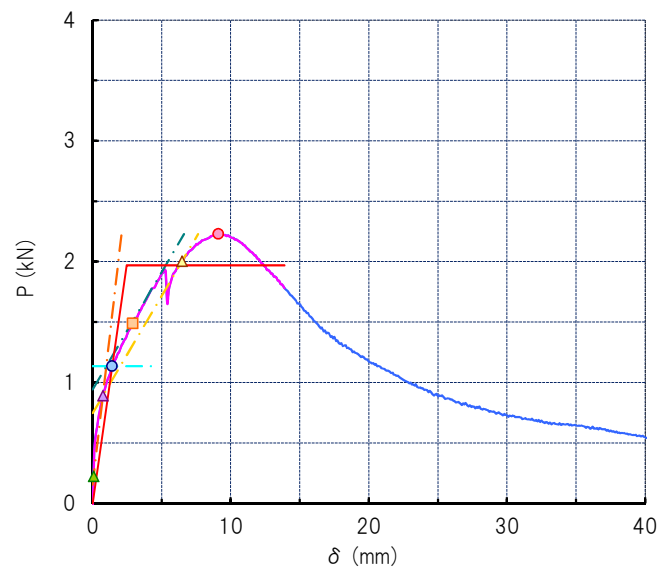
31-S_Wk18-75_II(単)-4



31-S_Wk18-75_II(単)-5



31-S_Wk18-75_II(単)-6



— 計測値 — 包絡線 - - - 第1線 - - - 第2線 - - - 第3線 - - - 第4線 — 完全弾塑性
▲ 0.1Pmax ▲ 0.4Pmax ▲ 0.9Pmax ○ Py □ 2/3Pmax ○ Pmax

図-6 P-δ曲線 (各試験体 一覧)

3-2. No. 32 試験結果

32 構成	側材(面材)	構造用合板 特類2級 (ヒノキ) 厚み 18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種:スギ 120×120
	接合具(くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(面材)		主材(軸材)	
	含水率%	密度g/cm ³	含水率%	密度g/cm ³
32-S_Wh18-75_II(単)-1	-	0.55	12.2	0.37
32-S_Wh18-75_II(単)-2	-	0.55	13.1	0.37
32-S_Wh18-75_II(単)-3	-	0.53	12.8	0.38
32-S_Wh18-75_II(単)-4	-	0.56	15.1	0.39
32-S_Wh18-75_II(単)-5	-	0.56	15.3	0.40
32-S_Wh18-75_II(単)-6	-	0.56	14.6	0.41
平均	-	0.55	13.9	0.39

表-4 特性値 一覧 (くぎ 1本あたり)

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位 δv mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	Pu	δu				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
32-S_Wh18-75_II(単)-1	1.47	0.53	1.79	1.54	2.68	10.31	2.38	18.57	0.87	27.74	21.34	0.15
32-S_Wh18-75_II(単)-2	0.99	1.00	1.41	2.87	2.11	9.30	1.88	16.49	1.89	9.90	8.72	0.25
32-S_Wh18-75_II(単)-3	0.91	0.85	1.38	3.25	2.07	8.61	1.79	13.87	1.69	10.71	8.21	0.25
32-S_Wh18-75_II(単)-4	1.40	0.58	1.62	1.20	2.43	8.90	2.16	16.25	0.90	24.14	18.06	0.17
32-S_Wh18-75_II(単)-5	1.44	0.53	1.76	1.48	2.64	8.90	2.33	14.73	0.85	27.17	17.33	0.17
32-S_Wh18-75_II(単)-6	1.06	0.69	1.58	3.62	2.37	9.22	1.99	14.51	1.29	15.36	11.25	0.22
平均	1.21	0.70	1.59	2.33	2.38	9.21	2.09	15.74	1.25	19.17	14.15	0.20
標準偏差	0.25	0.19	0.17	1.04	0.26	0.60	0.24	1.72	0.45	8.18	5.48	0.04
変動係数	0.207		0.107									
ばらつき係数	0.516		0.750									
(参考値) 短期基準耐力	0.62		1.19									

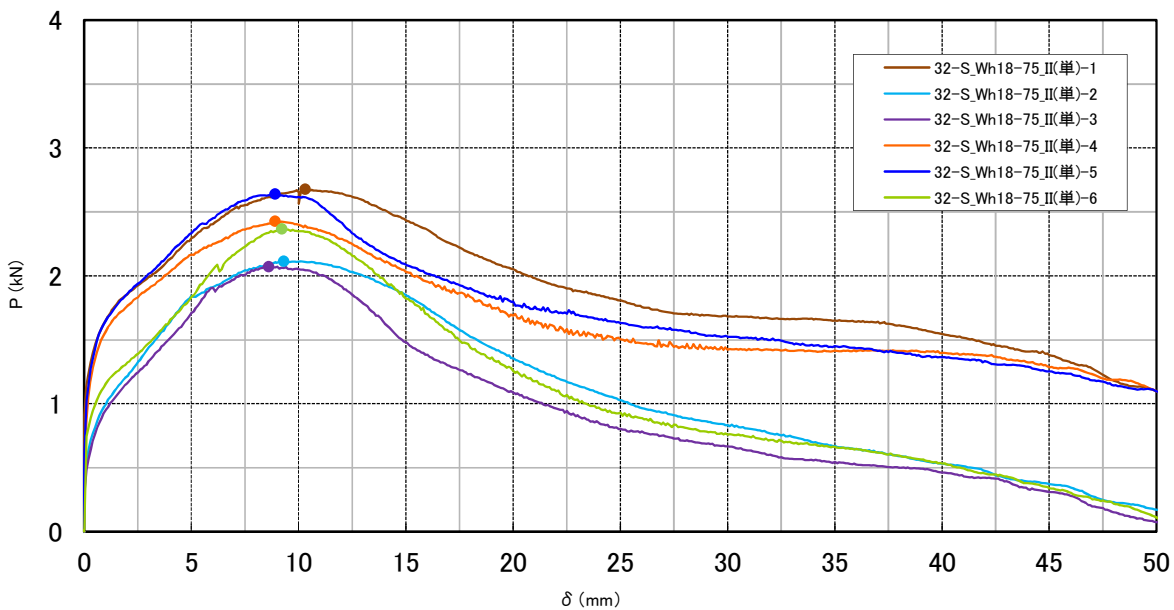
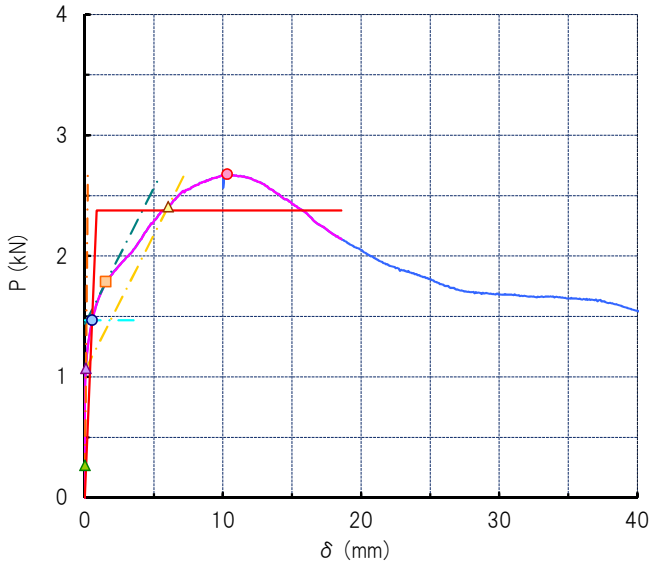
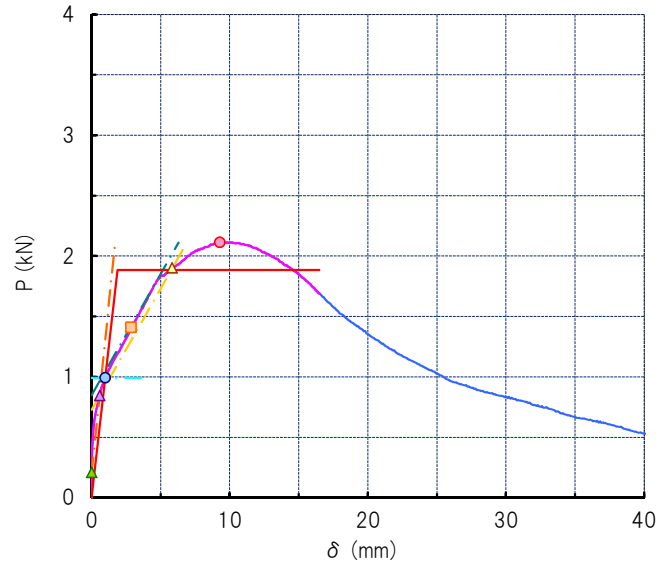


図-7 P- δ 曲線 (試験体相互の比較)

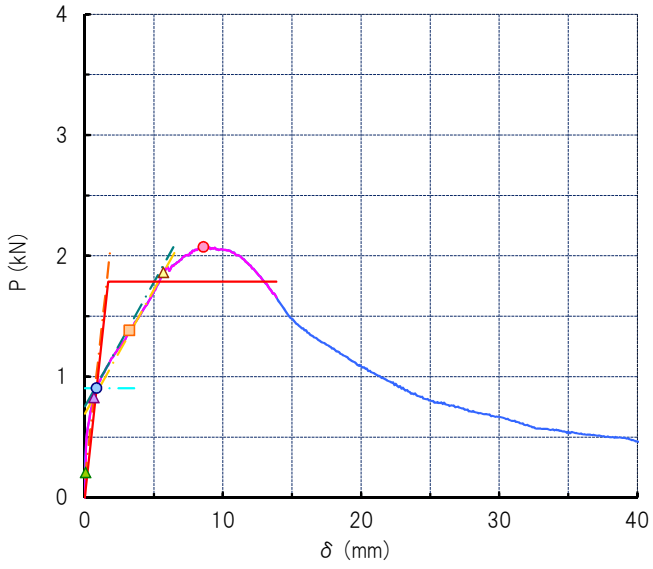
32-S_Wh18-75_II(単)-1



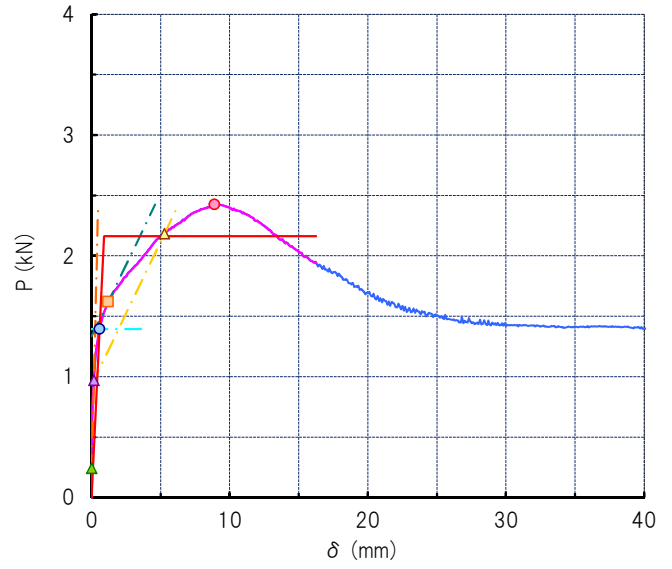
32-S_Wh18-75_II(単)-2



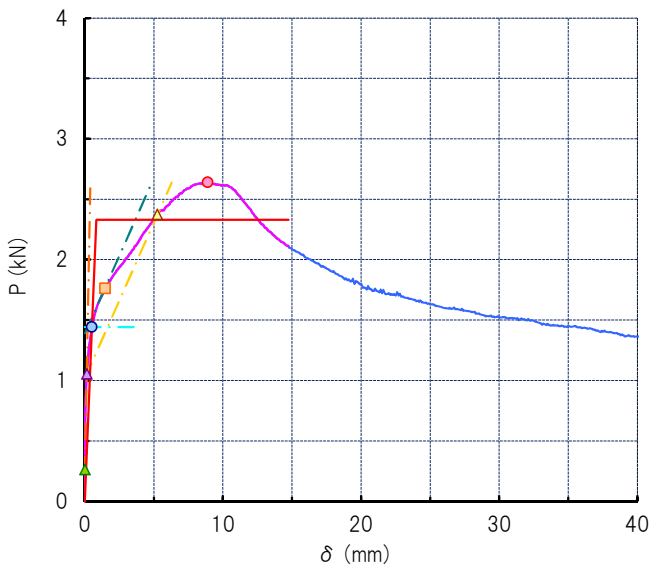
32-S_Wh18-75_II(単)-3



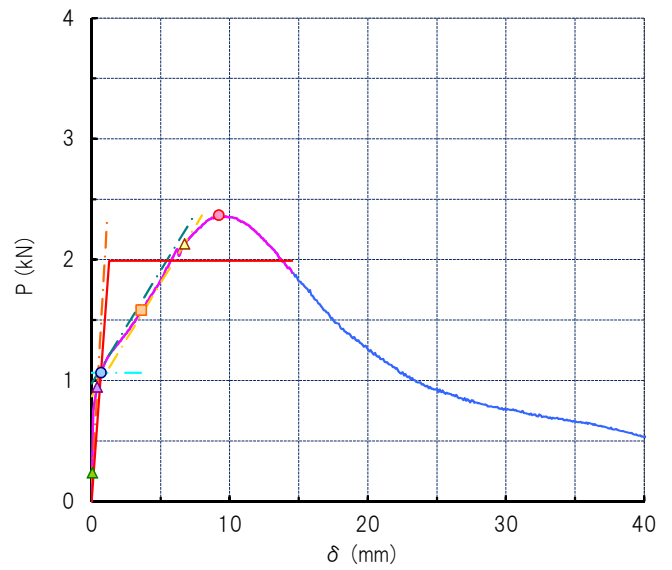
32-S_Wh18-75_II(単)-4



32-S_Wh18-75_II(単)-5



32-S_Wh18-75_II(単)-6



— 計測値 — 包絡線 - - - 第1線 - - - 第2線 - - - 第3線 - - - 第4線 — 完全弾塑性
▲ 0.1Pmax ▲ 0.4Pmax ▲ 0.9Pmax ○ Py □ 2/3Pmax ○ Pmax

図-8 P-δ曲線 (各試験体 一覧)

3-3. No. 33 試験結果

33 構成	側材(面材)	構造用合板 特類2級 (スギ) 厚み 24mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種:スギ 120×120
	接合具(くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(面材)		主材(軸材)	
	含水率%	密度g/cm ³	含水率%	密度g/cm ³
33-S_Ws24-75_II(単)-1	-	0.61	12.4	0.37
33-S_Ws24-75_II(単)-2	-	0.58	13.2	0.37
33-S_Ws24-75_II(単)-3	-	0.59	14.4	0.38
33-S_Ws24-75_II(単)-4	-	0.63	12.8	0.39
33-S_Ws24-75_II(単)-5	-	0.59	14.9	0.40
33-S_Ws24-75_II(単)-6	-	0.58	15.7	0.41
平均	-	0.60	13.9	0.39

表-6 特性値 一覧 (くぎ 1本あたり)

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位 δv mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	Pu	δu				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
33-S_Ws24-75_II(単)-1	1.28	0.53	1.62	1.43	2.43	8.01	2.18	15.08	0.91	24.15	16.57	0.18
33-S_Ws24-75_II(単)-2	1.36	0.92	1.65	3.85	2.47	15.91	2.13	24.81	1.45	14.78	17.11	0.17
33-S_Ws24-75_II(単)-3	0.73	1.37	1.11	5.02	1.66	11.32	1.40	16.68	2.66	5.33	6.27	0.29
33-S_Ws24-75_II(単)-4	1.36	0.45	1.75	1.25	2.62	6.91	2.35	15.20	0.78	30.22	19.49	0.16
33-S_Ws24-75_II(単)-5	1.40	0.62	1.68	1.95	2.52	11.21	2.17	16.27	0.95	22.58	17.13	0.17
33-S_Ws24-75_II(単)-6	1.46	0.65	1.72	1.63	2.58	11.52	2.24	16.58	0.99	22.46	16.75	0.18
平均	1.26	0.76	1.59	2.52	2.38	10.81	2.08	17.44	1.29	19.92	15.55	0.19
標準偏差	0.27	0.34	0.24	1.55	0.36	3.16	0.34	3.68	0.71	8.68	4.67	0.05
変動係数	0.214		0.151									
ばらつき係数	0.500		0.647									
(参考値) 短期基準耐力	0.63		1.03									

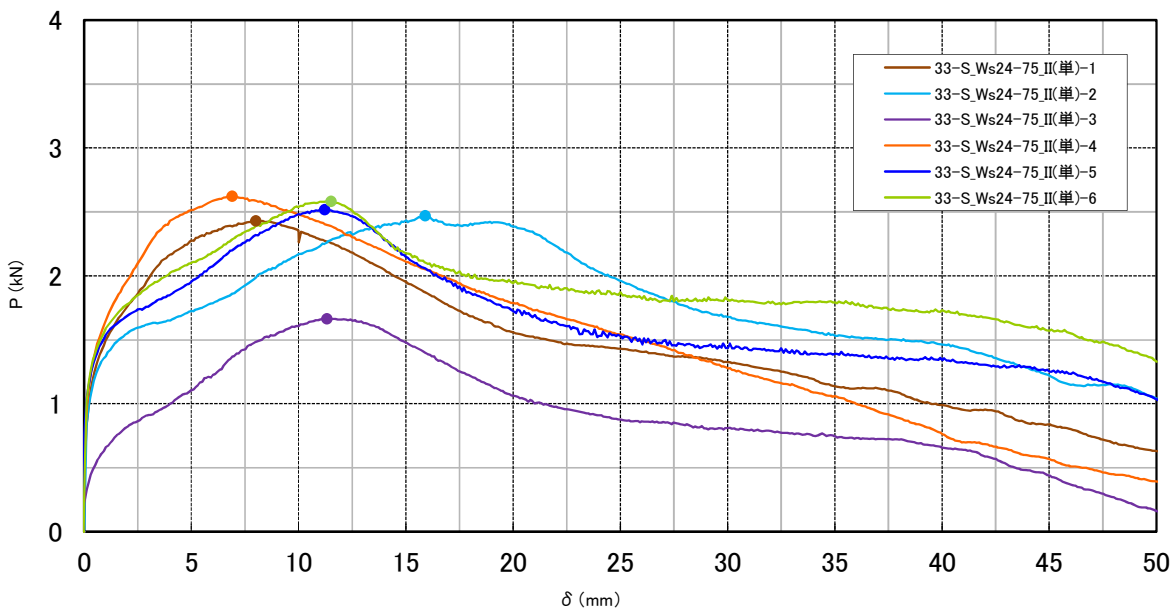
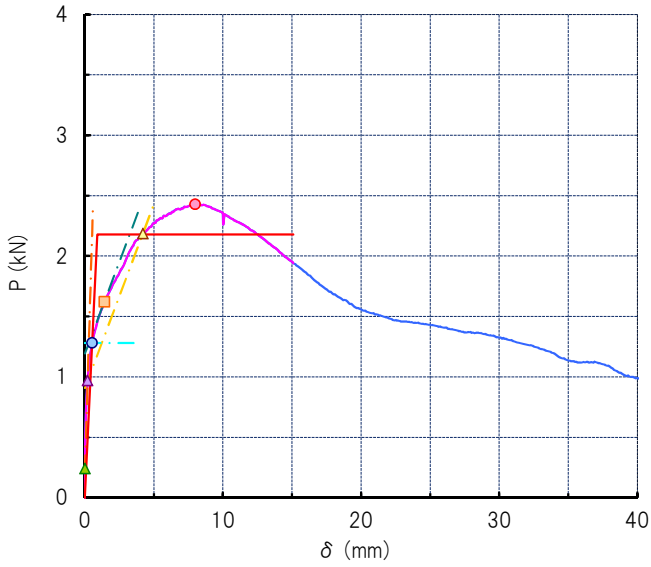
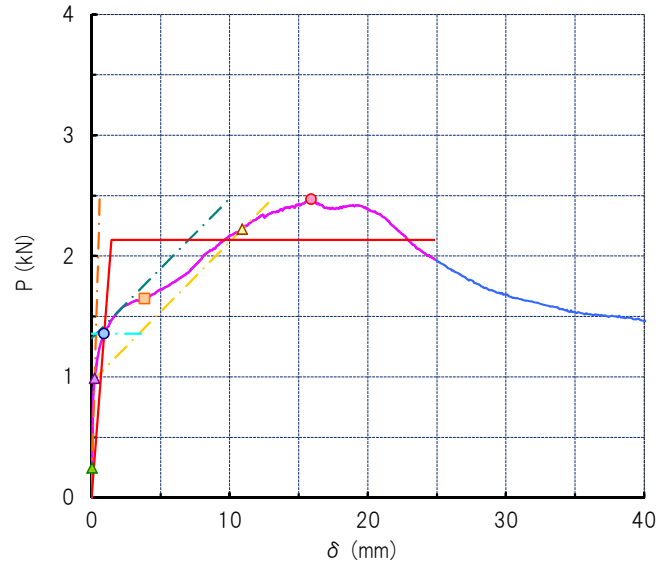


図-9 P- δ 曲線 (試験体相互の比較)

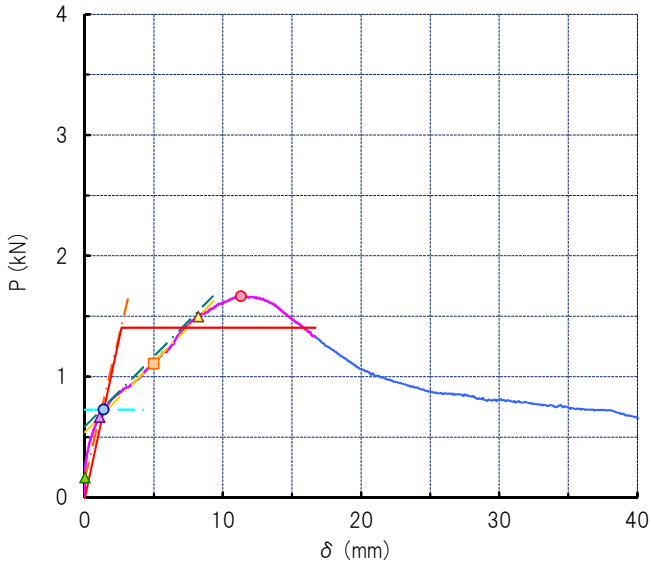
33-S_Ws24-75_II(単)-1



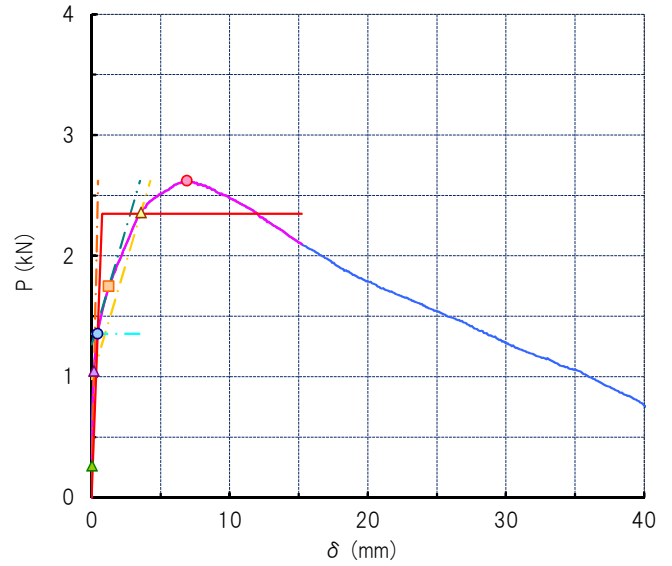
33-S_Ws24-75_II(単)-2



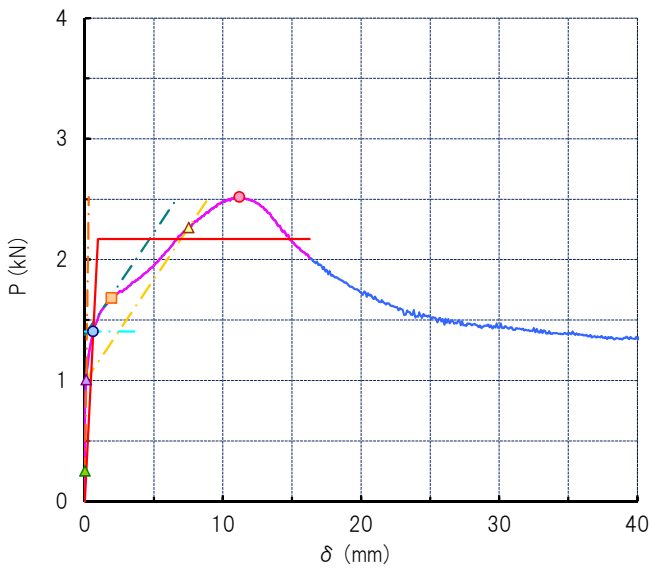
33-S_Ws24-75_II(単)-3



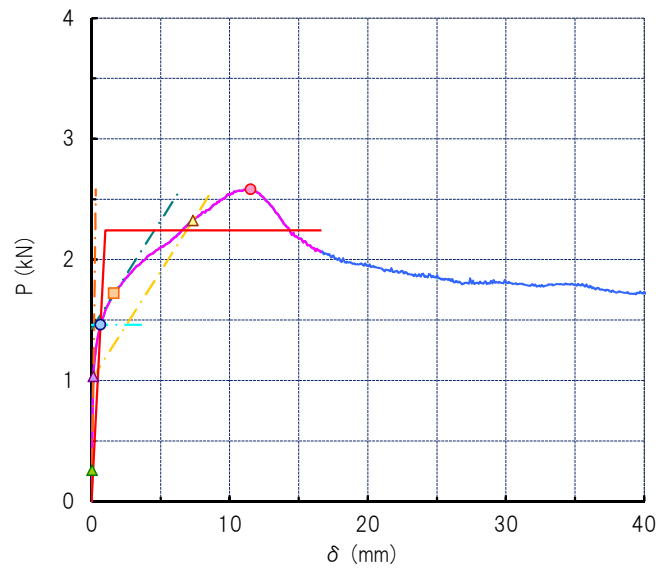
33-S_Ws24-75_II(単)-4



33-S_Ws24-75_II(単)-5



33-S_Ws24-75_II(単)-6



— 計測値 — 包絡線 - - - 第1線 - - - 第2線 - - - 第3線 - - - 第4線 — 完全弾塑性
▲ 0.1Pmax ▲ 0.4Pmax ▲ 0.9Pmax ○ Py □ 2/3Pmax ○ Pmax

図-10 P-δ曲線(各試験体一覽)

3-4. No. 34 試験結果

34 構成	側材(面材)	構造用MDF 特類2級 厚み 18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種：スギ 120×120
	接合具(くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-7 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(面材)		主材(軸材)	
	含水率%	密度g/cm ³	含水率%	密度g/cm ³
34-S_M18-75_II(単)-1	-	0.74	12.7	0.37
34-S_M18-75_II(単)-2	-	0.75	13.3	0.38
34-S_M18-75_II(単)-3	-	0.74	14.2	0.38
34-S_M18-75_II(単)-4	-	0.74	14.0	0.40
34-S_M18-75_II(単)-5	-	0.74	13.8	0.41
34-S_M18-75_II(単)-6	-	0.75	16.0	0.42
平均	-	0.74	14.0	0.39

表-8 特性値 一覧 (くぎ 1本あたり)

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位	初期剛性	塑性率	構造特性 係数
	Py	δy	2/3Pmax	δ _{2/3Pmax}	Pmax	δ _{Pmax}	Pu	δu	δv	K	μ	Ds
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	-
34-S_M18-75_II(単)-1	0.79	0.37	1.03	1.07	1.55	6.01	1.41	17.06	0.65	21.35	26.25	0.14
34-S_M18-75_II(単)-2	1.11	0.62	1.27	0.91	1.91	7.20	1.73	12.74	0.96	17.90	13.27	0.20
34-S_M18-75_II(単)-3	1.11	0.73	1.32	1.29	1.98	8.62	1.80	16.39	1.18	15.21	13.89	0.19
34-S_M18-75_II(単)-4	1.00	0.62	1.39	2.36	2.08	10.62	1.85	16.10	1.14	16.13	14.12	0.19
34-S_M18-75_II(単)-5	1.19	0.70	1.57	3.16	2.35	11.11	2.03	18.74	1.19	17.00	15.75	0.18
34-S_M18-75_II(単)-6	1.51	0.45	1.76	0.83	2.64	6.31	2.42	16.47	0.73	33.56	22.56	0.15
平均	1.12	0.58	1.39	1.60	2.09	8.31	1.87	16.25	0.98	20.19	17.64	0.18
標準偏差	0.24	0.14	0.25	0.94	0.38	2.18	0.34	1.96	0.24	6.88	5.43	0.02
変動係数	0.214		0.180									
ばらつき係数	0.500		0.580									
(参考値) 短期基準耐力	0.56		0.81									

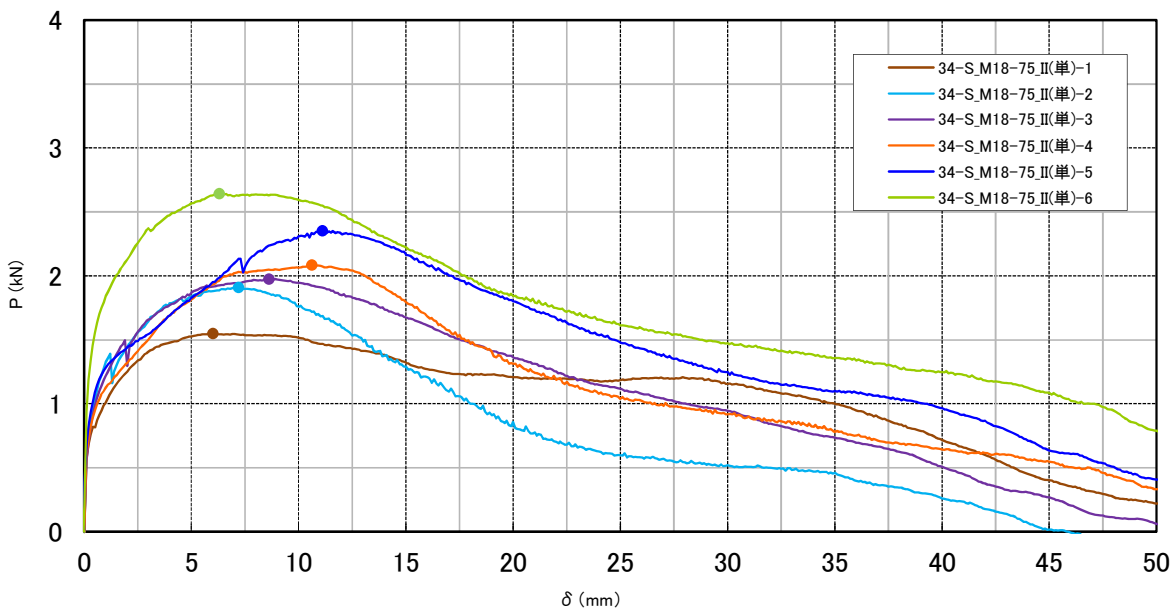
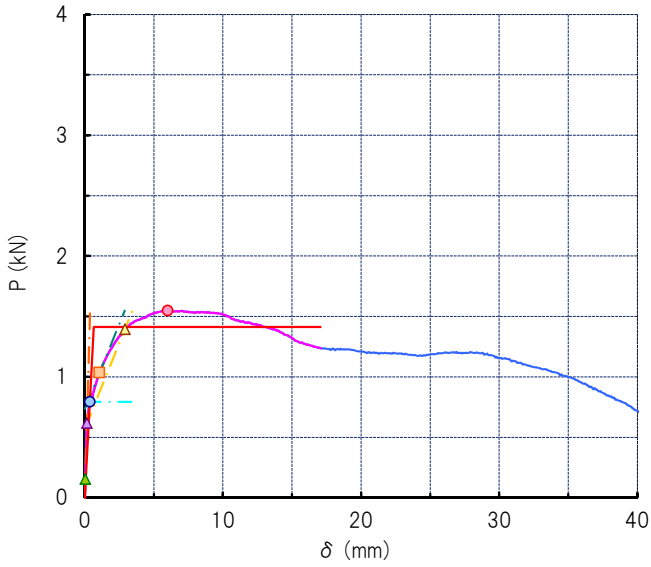
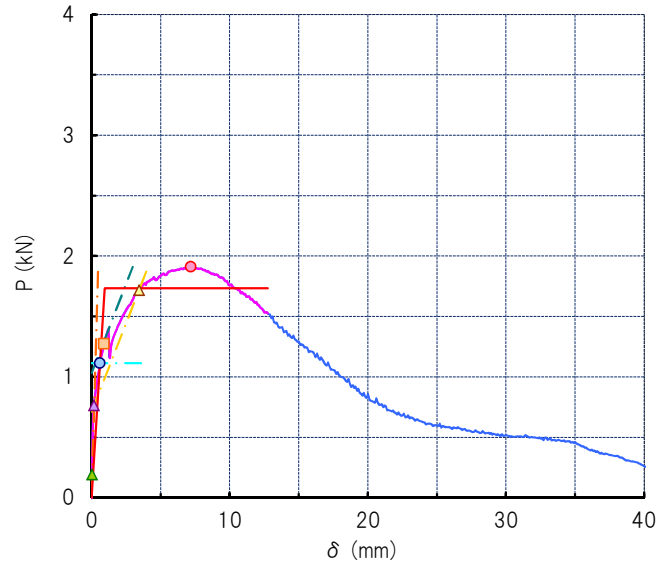


図-11 P-δ 曲線 (試験体相互の比較)

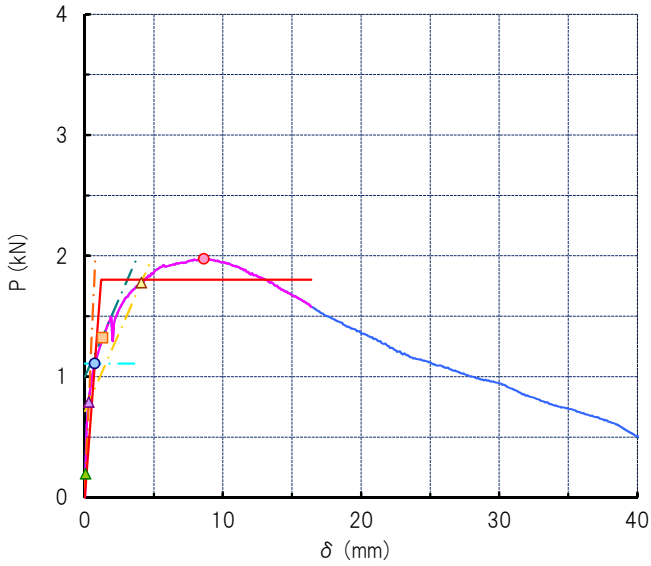
34-S_M18-75_11(単)-1



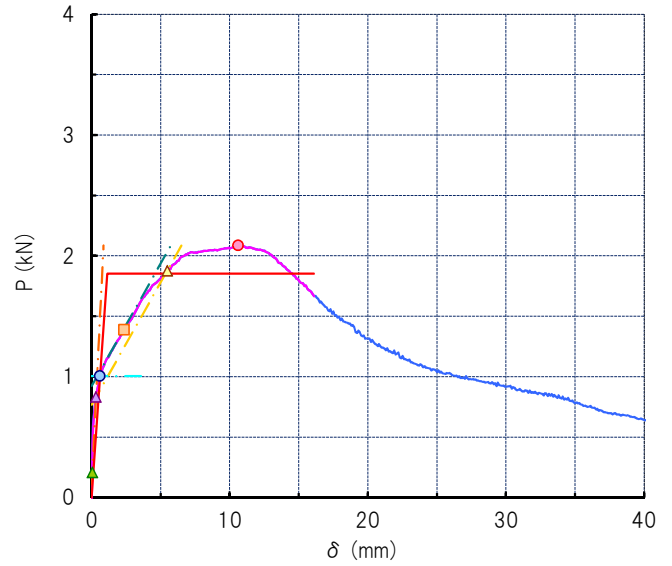
34-S_M18-75_11(単)-2



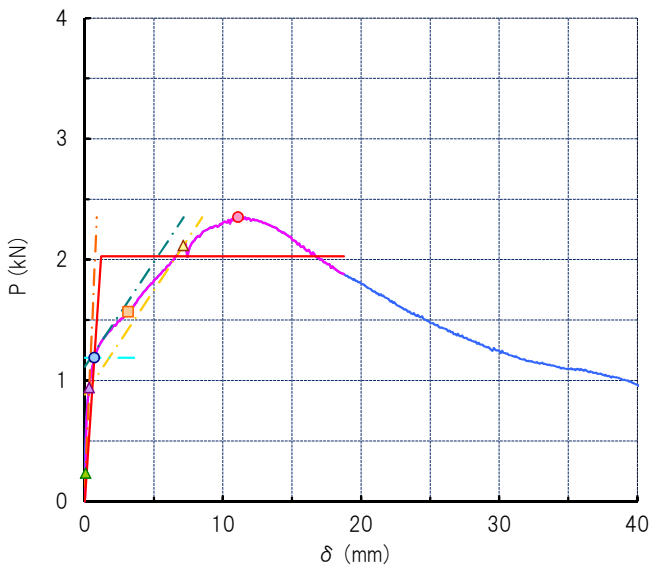
34-S_M18-75_11(単)-3



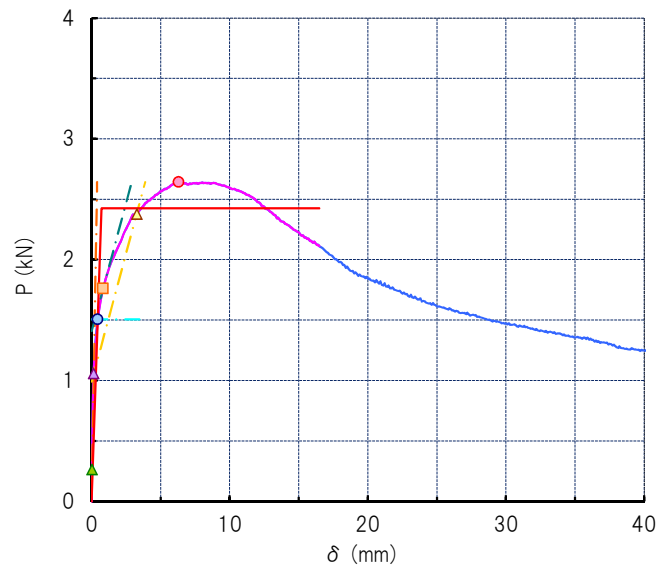
34-S_M18-75_11(単)-4



34-S_M18-75_11(単)-5



34-S_M18-75_11(単)-6



— 計測値 — 包絡線 - - - 第1線 - - - 第2線 - - - 第3線 - - - 第4線 — 完全弾塑性
▲ 0.1Pmax ▲ 0.4Pmax ▲ 0.9Pmax ○ Py □ 2/3Pmax ○ Pmax

図-12 P-δ曲線(各試験体一覽)

3-5. No. 35 試験結果

35 構成	側材(面材)	構造用パーティクルボード 特類2級 厚み 18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種：スギ 120×120
	接合具(くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-9 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(面材)		主材(軸材)	
	含水率%	密度g/cm ³	含水率%	密度g/cm ³
35-S_P18-75_II(単)-1	-	0.71	13.9	0.37
35-S_P18-75_II(単)-2	-	0.70	12.2	0.36
35-S_P18-75_II(単)-3	-	0.70	16.0	0.38
35-S_P18-75_II(単)-4	-	0.69	14.2	0.40
35-S_P18-75_II(単)-5	-	0.71	14.5	0.41
35-S_P18-75_II(単)-6	-	0.70	14.6	0.42
平均	-	0.70	14.2	0.39

表-10 特性値 一覧 (くぎ 1本あたり)

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位 δv mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	Pu	δu				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
35-S_P18-75_II(単)-1	0.95	0.74	1.19	1.26	1.78	6.51	1.64	12.72	1.28	12.84	9.94	0.23
35-S_P18-75_II(単)-2	0.93	0.89	1.25	3.74	1.88	11.61	1.63	19.29	1.56	10.45	12.37	0.21
35-S_P18-75_II(単)-3	1.27	0.54	1.67	1.76	2.50	9.41	2.23	15.33	0.94	23.52	16.31	0.18
35-S_P18-75_II(単)-4	1.48	0.55	1.68	0.91	2.52	7.41	2.27	12.44	0.85	26.91	14.64	0.19
35-S_P18-75_II(単)-5	1.11	0.53	1.47	1.41	2.21	7.52	1.99	13.01	0.95	20.94	13.69	0.19
35-S_P18-75_II(単)-6	1.29	0.77	1.65	2.00	2.48	9.12	2.21	17.54	1.32	16.75	13.29	0.20
平均	1.17	0.67	1.49	1.85	2.23	8.60	2.00	15.06	1.15	18.57	13.37	0.20
標準偏差	0.21	0.15	0.22	1.00	0.33	1.84	0.30	2.85	0.28	6.35	2.15	0.02
変動係数	0.179		0.148									
ばらつき係数	0.582		0.654									
(参考値) 短期基準耐力	0.68		0.97									

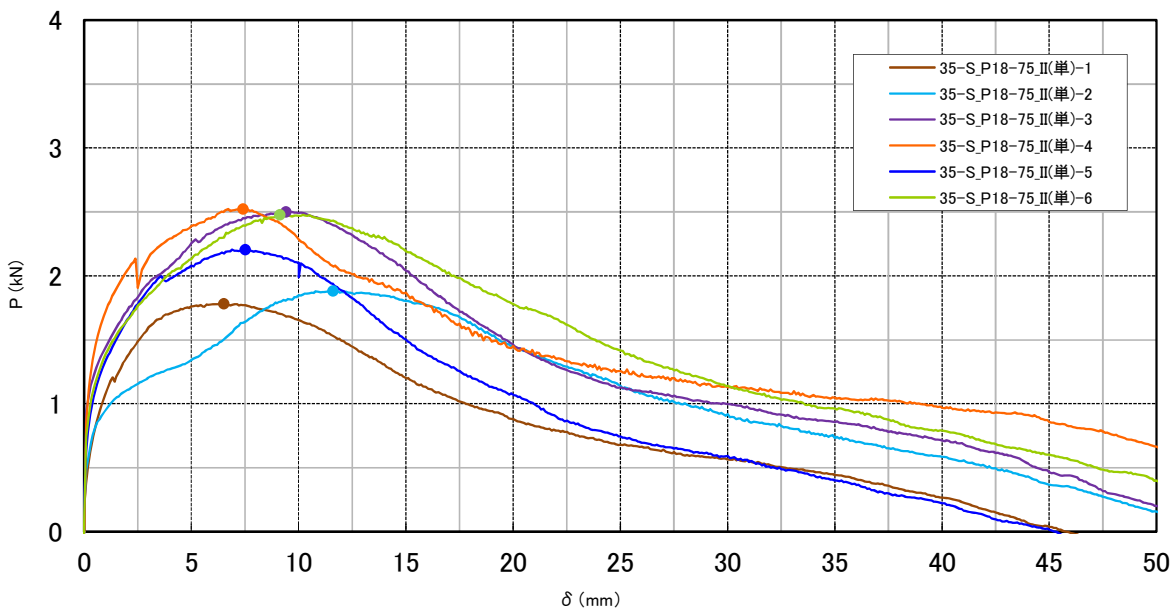
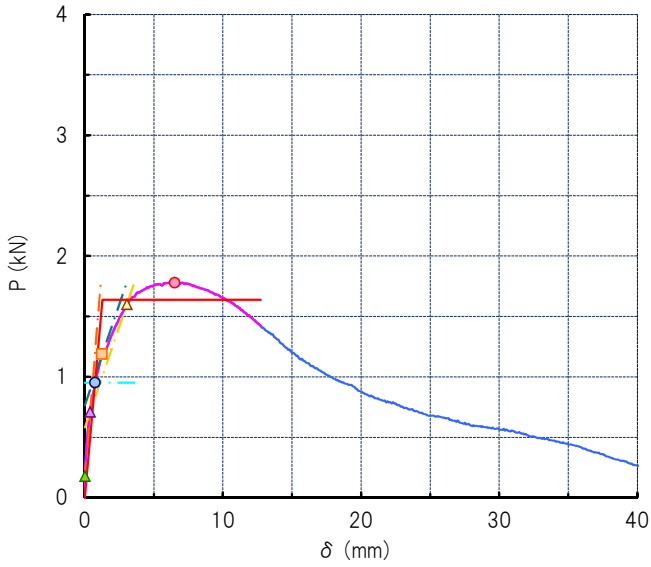
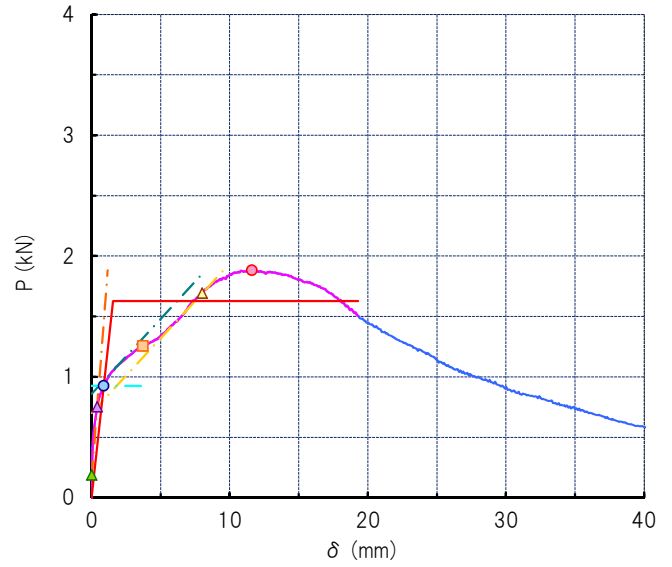


図-13 P- δ 曲線 (試験体相互の比較)

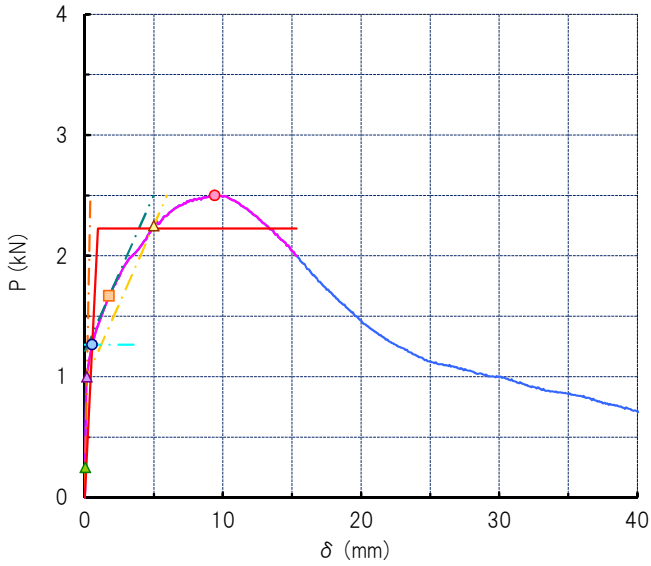
35-S_P18-75_11(単)-1



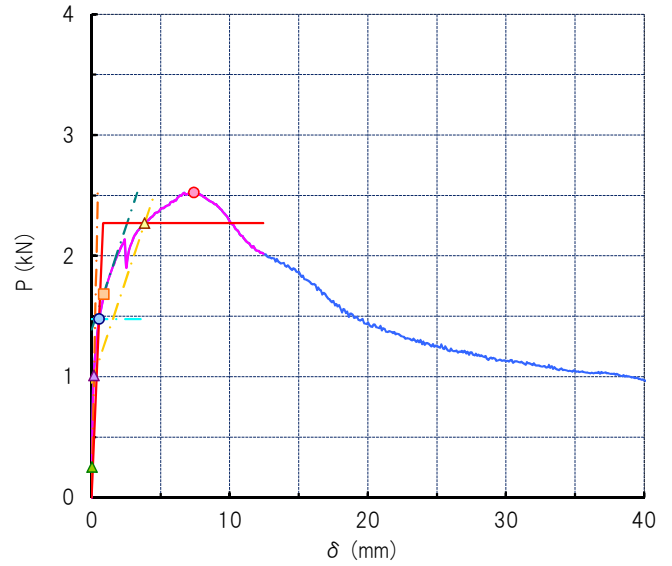
35-S_P18-75_11(単)-2



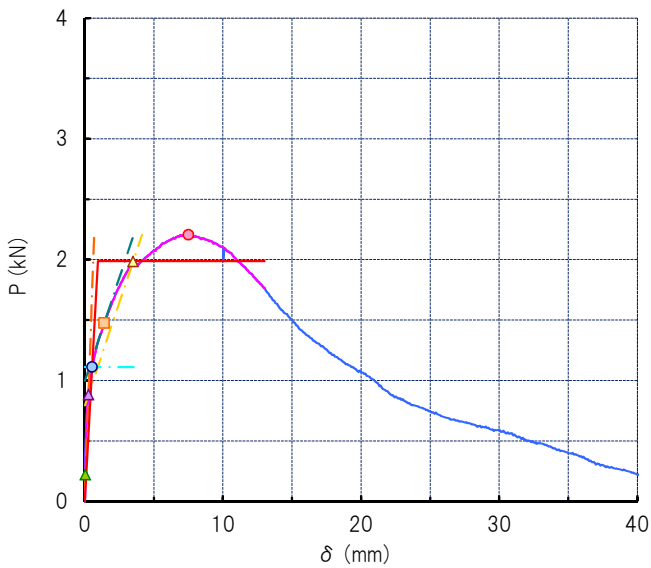
35-S_P18-75_11(単)-3



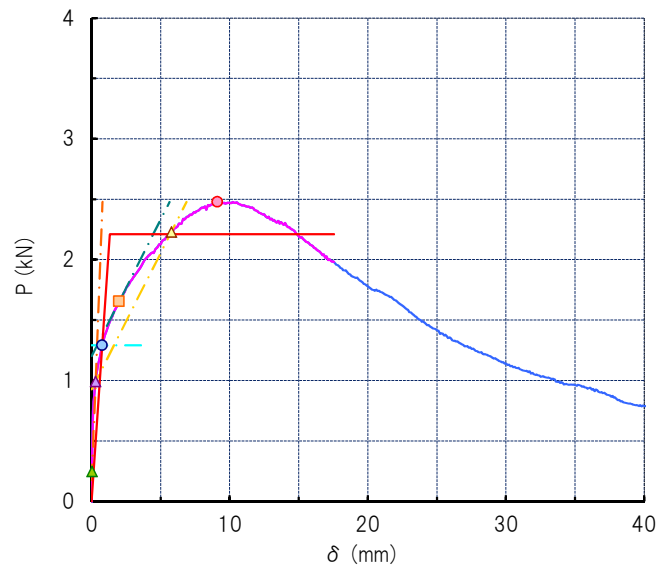
35-S_P18-75_11(単)-4



35-S_P18-75_11(単)-5



35-S_P18-75_11(単)-6



— 計測値 — 包絡線 - - - 第1線 - - - 第2線 - - - 第3線 - - - 第4線 — 完全弾塑性
▲ 0.1Pmax ▲ 0.4Pmax ▲ 0.9Pmax ○ P_y □ 2/3Pmax ○ Pmax

図-14 P-δ曲線(各試験体一覽)

3-6. 試験結果 特性値 一覧

表-11 試験結果 特性値 一覧

No.	試験体記号	基準耐力	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位	初期剛性
		P ₀ (参考値) kN	P _y (平均) kN	δ _y (平均) mm	2/3P _m (平均) kN	δ 2/3P _m (平均) mm	P _{max} (平均) kN	δ P _{max} (平均) mm	P _u (平均) kN	δ _u (平均) mm	δ _v (平均) mm	K (平均) kN/cm
31	31-S_Wk18-75_II(単)	0.88	1.32	0.76	1.64	1.61	2.46	7.86	2.21	14.01	1.29	19.90
32	32-S_Wh18-75_II(単)	0.62	1.21	0.70	1.59	2.33	2.38	9.21	2.09	15.74	1.25	19.17
33	33-S_Ws24-75_II(単)	0.63	1.26	0.76	1.59	2.52	2.38	10.81	2.08	17.44	1.29	19.92
34	34-S_M18-75_II(単)	0.56	1.12	0.58	1.39	1.60	2.09	8.31	1.87	16.25	0.98	20.19
35	35-S_P18-75_II(単)	0.68	1.17	0.67	1.49	1.85	2.23	8.60	2.00	15.06	1.15	18.57

3-7. 試験終了時 破壊状況 一覧

表-12 試験終了時 破壊状況 一覧

No.	試験体記号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
31	31-S_Wk18-75_II(単)	B	B	B	B	B	B
32	32-S_Wh18-75_II(単)	B, x	B, x	B, x	B	B	B
33	33-S_Ws24-75_II(単)	B	B, x	B, x	B	B, x	B, x
34	34-S_M18-75_II(単)	B	B	B	B	B	B
35	35-S_P18-75_II(単)	B	B	B, x	B	B	B

○判定基準と記号について

試験荷重が最大荷重の8割以下程度低下時(変位量30~50mm程度)を試験終了時とし、

その時点での破壊性状を目視判定により記録した。

面材からのくぎ頭パンチングアウト	A	試験終了時に容易に釘頭が外れる状態もパンチングアウトと判定
主材からのくぎの引き抜け	B	試験終了時に容易に釘が引き抜ける状態も引き抜けと判定
面材へのくぎ頭めり込み※	x	※面材厚みの3割程度以上までめり込んでいるもの(終局は引き抜け)
主材の割れ	y	
くぎの破断	z	

4 試験後 写真

※引き抜け、めり込み



写真-2 「31-S_Wk18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-3 「31-S_Wk18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-4 「31-S_Wk18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み

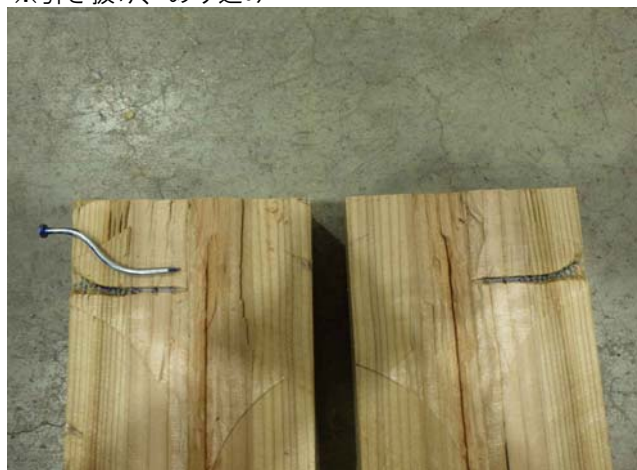


写真-5 「31-S_Wk18-75_II(単) 解体後」

●破壊状況 判定

31-S_Wk18-75_II(単)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
判定記号	B	B	B	B	B	B

○判定基準と記号について

試験荷重が最大荷重の8割以下程度低下時(加力変位30~50mm程度)を試験終了時とし、その時点での破壊性状を目視判定により記録した。

面材からのくぎ頭パンチングアウト	A	試験終了時に容易に釘頭が外れる状態もパンチングアウトと判定
主材からのくぎの引き抜け	B	試験終了時に容易に釘が引き抜ける状態も引き抜けと判定
面材へのくぎ頭めり込み※	X	※面材厚みの3割程度以上までめり込んでいるもの(終局は引き抜けによる)
主材の割れ	Y	
くぎの破断	Z	

※引き抜け、めり込み

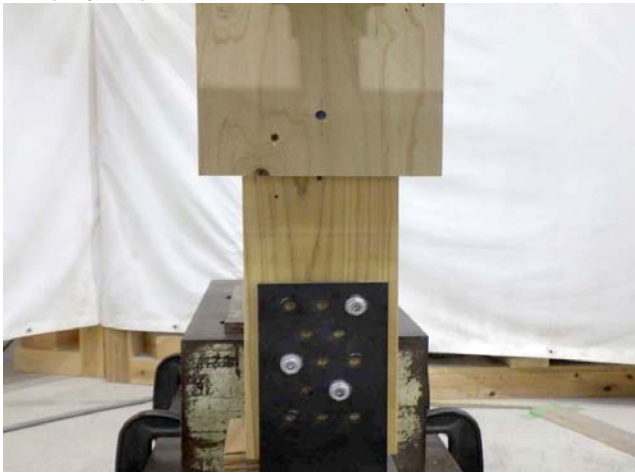


写真-6 「32-S_Wh18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-7 「32-S_Wh18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-8 「32-S_Wh18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-9 「32-S_Wh18-75_11(単) 解体後」

●破壊状況 判定

32-S_Wh18-75_11(単)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
判定記号	B, x	B, x	B, x	B	B	B

※引き抜け、めり込み



写真-10 「33-S_Ws24-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-11 「33-S_Ws24-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-12 「33-S_Ws24-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-13 「33-S_Ws24-75_11(単) 解体後」

●破壊状況 判定

33-S_Ws24-75_11(単)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
判定記号	B	B, x	B, x	B	B, x	B, x

※引き抜け、めり込み

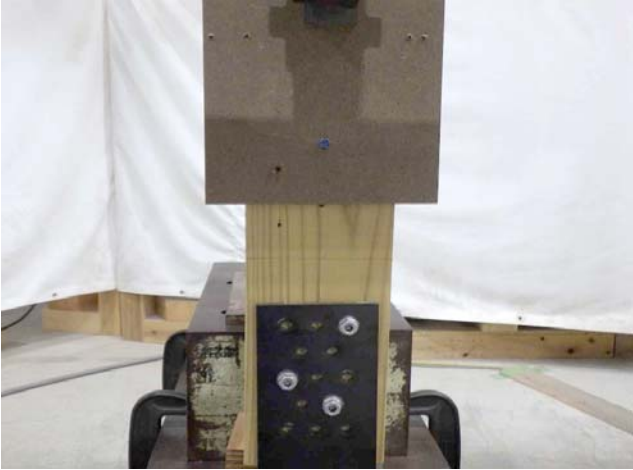


写真-14 「34-S_M18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-15 「34-S_M18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-16 「34-S_M18-75_11(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-17 「34-S_M18-75_11(単) 解体後」

●破壊状況 判定

34-S_M18-75_11(単)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
判定記号	B	B	B	B	B	B

※引き抜け、めり込み



写真-18 「35-S_P18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-19 「35-S_P18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-20 「35-S_P18-75_II(単) 試験終了後」

※引き抜け、めり込み



写真-21 「35-S_P18-75_II(単) 解体後」

●破壊状況 判定

35-S_P18-75_II(単)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
判定記号	B	B	B, x	B	B	B

性能試験報告書



試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。
2025年11月14日

株式会社カナイグループ
埼玉県八潮市西袋717-1

試験名称	面材を側材とするくぎの一面せん断接合部試験（グレー本準拠）													
試験内容	[試験体概要]													
	<p><面材></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>試験体記号</th> <th>面材</th> <th>試験体数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1-S_Wk18-75 ① 構造用合板 全層カラマツ 18mm 910×1820mm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2-S_M18-75 ② 構造用MDF 18mm 910×1820mm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0-S_N-75 軸組フレームのみ</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p><(共通)軸材> : 同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種：スギ 120×120mm (柱、土台、桁)</p> <p><(共通)くぎ> : めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)</p> <p><くぎの配列> : ピッチ 100mm、縁、端空き 20mm</p>			試験体記号	面材	試験体数	1	1-S_Wk18-75 ① 構造用合板 全層カラマツ 18mm 910×1820mm	3	2	2-S_M18-75 ② 構造用MDF 18mm 910×1820mm	3	0	0-S_N-75 軸組フレームのみ
試験体記号	面材	試験体数												
1	1-S_Wk18-75 ① 構造用合板 全層カラマツ 18mm 910×1820mm	3												
2	2-S_M18-75 ② 構造用MDF 18mm 910×1820mm	3												
0	0-S_N-75 軸組フレームのみ	1												
試験方法 評価方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計2017年版（監修：国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所，企画発行：公益財団法人日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.5「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」に従って行った。													
試験結果	各試験体ごとの詳細結果、特性値 一覧は 「4 算出結果」参照													
試験実施	試験場所 : 株式会社カナイグループ 埼玉県八潮市浮塚507-1 試験担当者 : 橋本 優也、志田 竜聖（株式会社カナイグループ） 試験期間 : 2025/11/04~11/05													

1 試験体

1-1. 試験体図

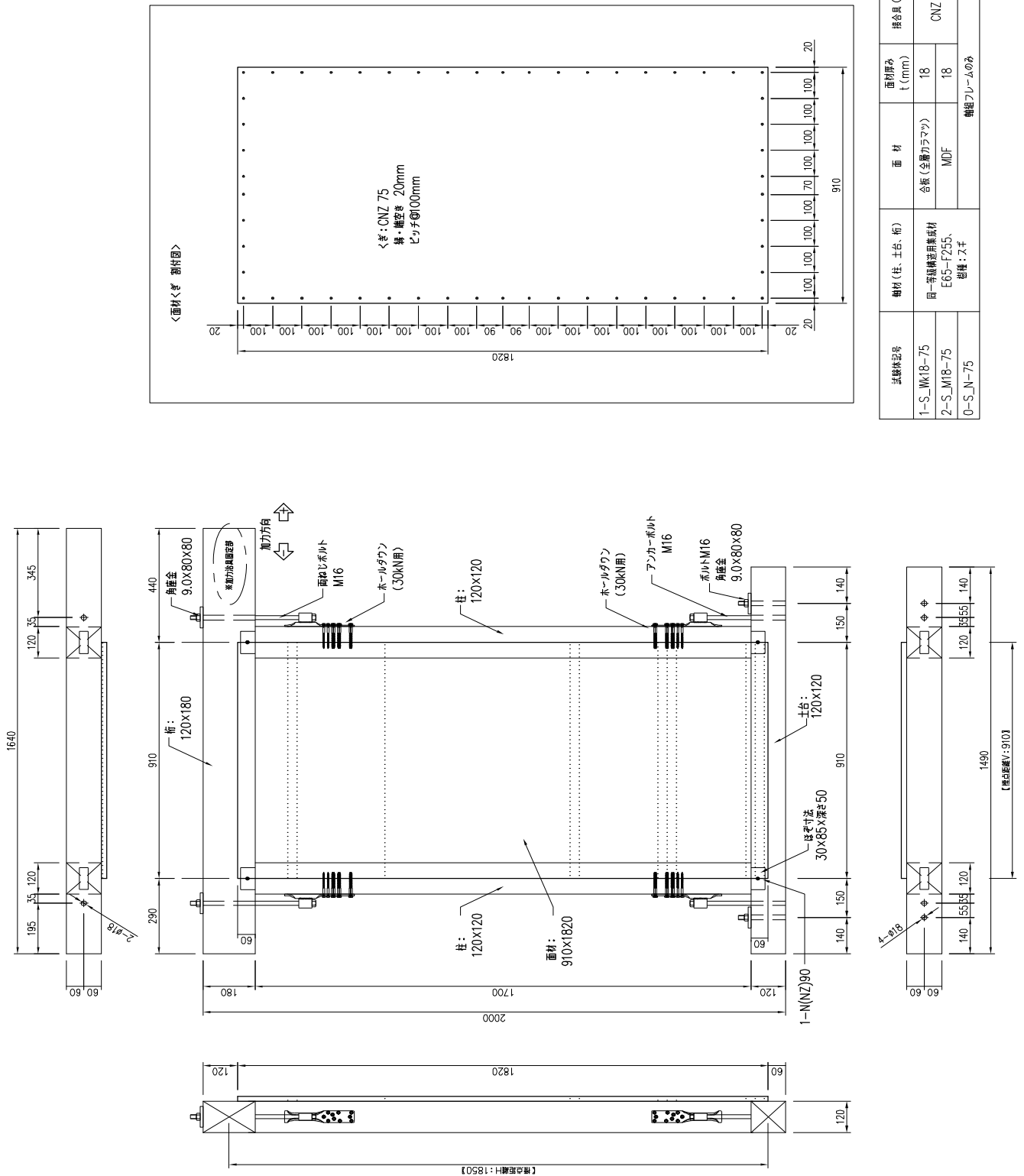


図-1 試験体図

1-2. 製品図(接合具)

製品名: めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
 材質: SWM-N (JIS G 3532)
 表面処理: 電気亜鉛めっき 1級 Ep-Fe/Zn 2/CM1 (JIS H 8610およびJIS H 8625)

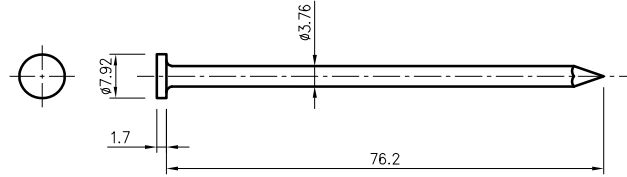


図-2 製品図

1-3. 密度および含水率 一覧

表-1 密度および含水率 一覧

試験体記号		同一等級構造用集成材 E65-F255 樹種: スギ								
		面材	桁		柱-1		柱-2		土台	
		密度 (g/cm ³)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
構造用合板 全層カラマツ 18mm	1-S_Wk18-75-1	0.59	0.37	11.2	0.40	13.4	0.40	13.4	0.40	14.2
	1-S_Wk18-75-2	0.60	0.38	10.9	0.40	12.6	0.41	12.4	0.41	12.7
	1-S_Wk18-75-3	0.57	0.39	14.1	0.38	12.1	0.38	13.8	0.42	15.2
構造用 MDF 18mm	2-S_M18-75-1	0.71	0.38	10.2	0.39	13.4	0.40	14.2	0.40	11.4
	2-S_M18-75-2	0.72	0.38	11.7	0.40	12.6	0.40	13.1	0.41	12.9
	2-S_M18-75-3	0.70	0.38	16.4	0.37	11.9	0.42	14.6	0.38	11.9
軸フレームのみ	0-S_N-75	—	0.40	14.2	0.36	11.2	0.36	12.1	0.43	14.4

※含水率の測定は、木材水分計 HM-540(株式会社ケツト科学研究所)を用いて測定した。

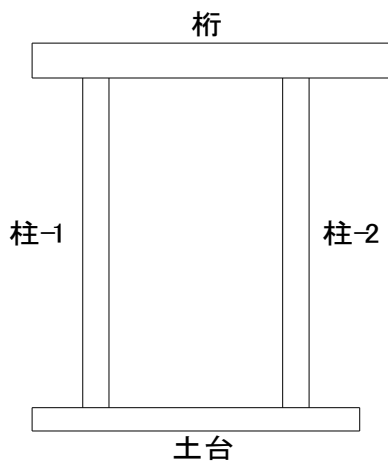


図-3 物性値計測名称

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は200kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量: ±100kN、ヒステリシス: ±0.05%R0)を使用し、柱脚固定方式により次の順序で行った。

- (1) 加力は正負交番漸増繰返し加力とし、繰返し履歴は見掛けのせん断変形角が、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad. の正負変形時に行った。
- (2) 繰返し加力は履歴の同一変形角において3回ずつ行った。最大耐力に達した後、試験体の見掛けのせん断変形角が1/15rad以上であっても、最大荷重の80%に荷重が低下するまで加力を行った。

2-2. 試験体の変位測定

δ変位の測定は、変位の測定は、高感度変位計を使用した。
 桁の水平方向変位(δ1)はDG1、土台の水平方向変位(δ2)はDG2、柱の鉛直方向変位(δ3・δ4)はDG3・DG4で測定した。DG1は桁水平軸芯、DG2は土台水平軸芯、DG3・DG4は柱鉛直軸芯で測定した。

2-3. せん断変形角の算出

せん断変形角は下式の通りとする。

見かけのせん断変形角 $\gamma = (\delta 1 - \delta 2) / H$

脚部のせん断変形角 $\theta = (\delta 3 - \delta 4) / V$

真のせん断変形角 $\gamma_0 = \gamma - \theta$

δ1: 梁の水平方向変位(mm)…DG1

δ2: 土台の水平方向変位(mm)…DG2

H: 変位計DG1とDG2間の距離(mm)

δ3: 加力側柱材脚部の鉛直方向変位(mm)…DG3

δ4: 反加力側柱材脚部の鉛直方向変位(mm)…DG4

V: 変位計DG3とDG4間の距離(mm)

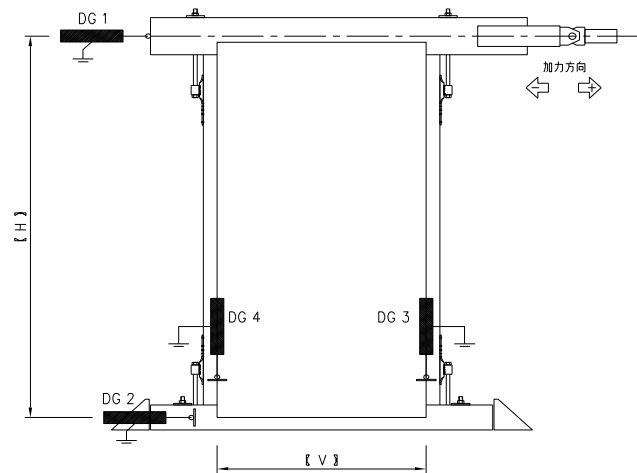


図-4 変位計の設置箇所及び計測計画

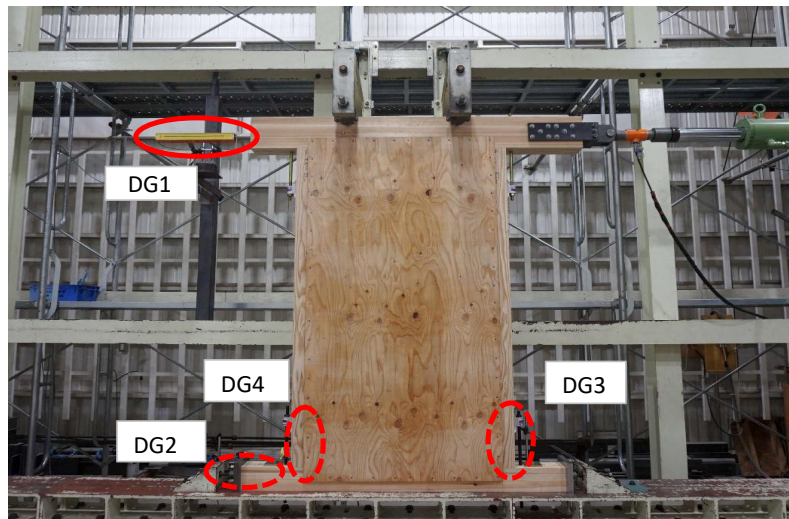


写真-1 試験体設置状況

3 釘1本あたりの1面せん断特性の算定

3-1. M- γ_0 曲線及び各特性値の算定

- ① 各試験体のモーメント ($M=P \times H$) と真のせん断変形角 γ_0 のM- γ_0 曲線より、別途試験した軸組フレームだけの負担分を差し引き、面材釘のM- γ_0 曲線を算定する。
- ② 面材釘のM- γ_0 曲線から「3-2. 包絡線の作成」をもとに、終局モーメント M_u 、完全弾塑性降伏変形角 γ_{0v} 、終局変形角 γ_{0u} を算定する。
- ③ 終局モーメント時の面材自体のせん断変形角 γ_B を求め、完全弾塑性降伏変形角 γ_{0v} 、終局変形角 γ_{0u} より差し引き、面材釘のせん断だけによる変形角を求める (式A)。
- ④ 「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」掲載の3.2 面材張り耐力要素の詳細計算法で用いる釘配列諸定数の計算 (1) にある算定式より、釘配列二次モーメント I_{xy} 、塑性釘配列係数 Z_{pxy} を算出する。
- ⑤ 上記項目を用いて、面材釘1本あたりの1面せん断の各特性値を求める (式B)。
なお特性値の信頼水準75%の50%下側許容限界値 (以下、50%下限値) の算出に使用するばらつき係数は式Cにより求める。

【式A】

$$\begin{aligned}\gamma_B &= M_u / (l \times h \times t \times G_B) \\ \Gamma_v &= \gamma_{0v} - \gamma_B \\ \Gamma_u &= \gamma_{0u} - \gamma_B\end{aligned}$$

- γ_B : 終局モーメント時の面材自体のせん断変形角
 l : 面材の幅 (cm)
 h : 面材の高さ (cm)
 t : 面材の厚さ (cm)
 G_B : 面材のせん断弾性係数 (kN/cm^2) ※下記による。

文献値	構造用合板 (18mm)	40
本事業の実験により求められた値	カラマツ合板 (18mm)	53
	構造用MDF (18mm)	96

- Γ_v : 面材釘のせん断だけによる降伏点変形角
 Γ_u : 面材釘のせん断だけによる終局変形角

【式B】

$$\begin{aligned}\Delta P_v &= M_u / (Z_{pxy} \times l \times h) && \rightarrow \Delta P_{v0} (\Delta P_v \text{の} 50\% \text{下限値}) \\ \Delta P_{va} &= \Delta P_{v0} \times \eta \times \alpha \\ \delta_v &= \Gamma_v \times I_{xy} / Z_{pxy} && \rightarrow \delta_{v0} (\delta_v \text{の} 50\% \text{下限値}) \\ \delta_u &= \delta_v \times \Gamma_u / \Gamma_v && \rightarrow \delta_{u0} (\delta_u \text{の} 50\% \text{下限値}) \\ k &= \Delta P_v / \delta_{v0}\end{aligned}$$

- ΔP_v : 各試験体の面材釘1本あたりの1面せん断耐力 (kN)
 ΔP_{va} : 面材釘1本あたりの許容1面せん断耐力 (kN)
 δ_v : 面材釘1本あたりの1面せん断降伏変位 (mm)
 δ_u : 面材釘1本あたりの1面せん断終局変位 (mm)
 k : 面材釘1本あたりのせん断剛性 (kN/cm)

- Z_{pxy} : 単位面積当たりの塑性釘配列係数 (cm^2/cm^2) ※本試験の場合は 0.099
 I_{xy} : 単位面積当たりの釘配列二次モーメント (cm^2/cm^2) ※本試験の場合は 3.591
 η : 軸組フレームの耐力を減じるための低減係数
 ※本試験では予め軸組フレームの負担分を差し引いて評価しているため考慮しない
 α : 耐力に影響を及ぼす係数
 ※本試験では、グレー本「4.5.5 評価方法」の【解説】および「3.3 面材張り大壁の詳細計算法」「表3.3.1」の注より、 $\alpha=0.95$ とした。

【式C】

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

- CV : 変動係数 (標準偏差 / 平均値)
 k : 信頼水準75%における50%下側許容限界値を求めるための係数

【 $n=3$ の時 $k=0.471$ 、 $n=4$ の時 $k=0.383$ 、 $n=5$ の時 $k=0.331$ 、 $n=6$ の時 $k=0.297$ 】

3-2. 包絡線の作成と特性値の算出方法

- ① 試験によって得られた $M-\gamma$ 曲線より、軸組フレームの負担分を差し引いた $M-\gamma$ 包絡線を作成する。
- ② 包絡線上の $0.1M_{max}$ と $0.4M_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ③ 包絡線上の $0.4M_{max}$ と $0.9M_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅱ直線）を引く。
- ④ 包絡線に接するまで第Ⅱ直線を平行移動し、これを第Ⅲ直線とする。
- ⑤ 第Ⅰ直線と第Ⅲ直線との交点のモーメントを試験降伏モーメント M_y とし、この点から X 軸に平行に直線（第Ⅳ直線）を引く。
- ⑥ 第Ⅳ直線と包絡線との交点の変形角を試験降伏変形角 γ_y とする。
- ⑦ 原点と (γ_y, M_y) を結ぶ直線（第Ⅴ直線）を引く。
- ⑧ $0.8M_{max}$ 低下域の包絡線上の変形角又は $1/15\text{rad}$ のいずれか小さい値を試験終局モーメント γ_u と定める。
- ⑨ 包絡線と X 軸及び γ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑩ 第Ⅴ直線と γ_u と X 軸及び X 軸に平行な直線で囲まれる台形の面積が S と等しくなるように X 軸に平行な直線（第Ⅵ直線）を引く。
- ⑪ 第Ⅴ直線を第Ⅵ直線との交点のモーメントを完全弾塑性モデルの降伏変形モーメントと定め、これを終局モーメント M_u と読み替える。その時の変形角を完全弾塑性モデルの降伏点変形角 γ_v とする。

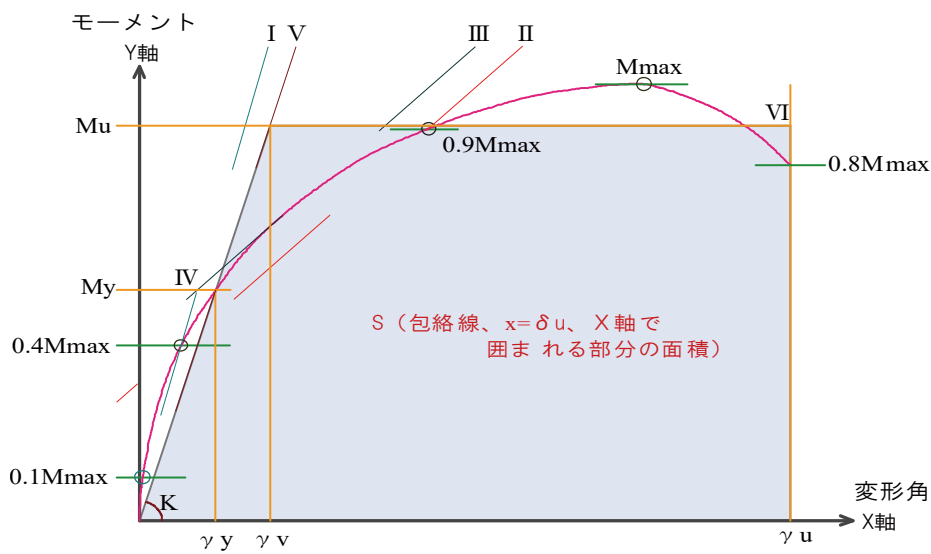


図-5 完全弾塑性モデルによる各特性値の求め方

4 算出結果

4-1-1. 1-S_Wk18-75 試験結果および算出結果

1 構成	面材	① 構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm ※実験により求められた せん断剛性係数 G_B : 53 kN/cm ²
	軸材	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種: スギ 120×120
	接合具 (くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

特性値の算出結果について、面材のせん断弾性係数 G_B を 文献値(40 kN/cm²)とした場合の結果を 表-2、実験によって求められた値とする場合の結果を 表-3 に示す。

表-2 特性値 一覧 (G_B :40 kN/cm²の場合)

試験体 記号	M_u	γ_{0v}	γ_{0u}	γ_B	Γ_v	Γ_u	ΔP_v	δ_v	δ_u
	kN·cm	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	kN	cm	cm
1-S_Wk18-75-1	5159.5	10.95	102.14	4.32	6.63	97.82	3.13	0.23	3.39
1-S_Wk18-75-2	4235.2	9.66	66.21	3.55	6.11	62.66	2.57	0.22	2.25
1-S_Wk18-75-3	4237.2	9.75	95.08	3.55	6.20	91.53	2.57	0.22	3.24
平均	4543.9	10.12	87.81	3.80	6.31	84.00	2.75	0.22	2.96
標準偏差	533.06	0.72	19.03	0.44	0.27	18.74	0.32	0.00	0.61
変動係数CV							0.116	0.000	0.206
ばらつき係数							0.945	1.000	0.902
50%下限値							2.59	0.22	2.66

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.46	kN
k	11.18	kN/cm
δ_{v0}	0.22	cm
δ_{u0}	2.66	cm

表-3 特性値 一覧 (G_B :53 kN/cm²の場合)

試験体 記号	M_u	γ_{0v}	γ_{0u}	γ_B	Γ_v	Γ_u	ΔP_v	δ_v	δ_u
	kN·cm	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	kN	cm	cm
1-S_Wk18-75-1	5159.5	10.95	102.14	3.26	7.69	98.88	3.13	0.27	3.47
1-S_Wk18-75-2	4235.2	9.66	66.21	2.68	6.98	63.53	2.57	0.25	2.27
1-S_Wk18-75-3	4237.2	9.75	95.08	2.68	7.07	92.40	2.57	0.25	3.26
平均	4543.9	10.12	87.81	2.87	7.24	84.93	2.75	0.25	3.00
標準偏差	533.06	0.72	19.03	0.33	0.38	18.81	0.32	0.01	0.64
変動係数CV							0.116	0.040	0.213
ばらつき係数							0.945	0.981	0.899
50%下限値							2.59	0.24	2.69

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.46	kN
k	10.25	kN/cm
δ_{v0}	0.24	cm
δ_{u0}	2.69	cm

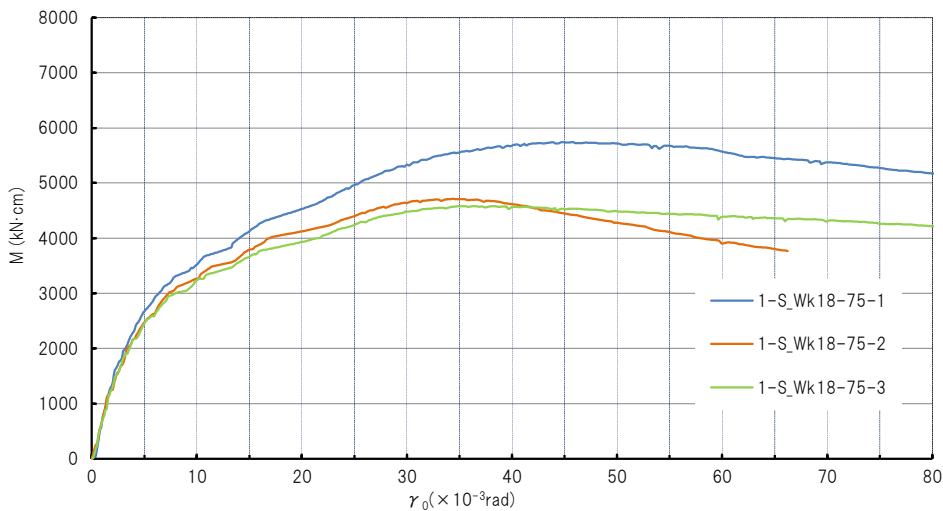
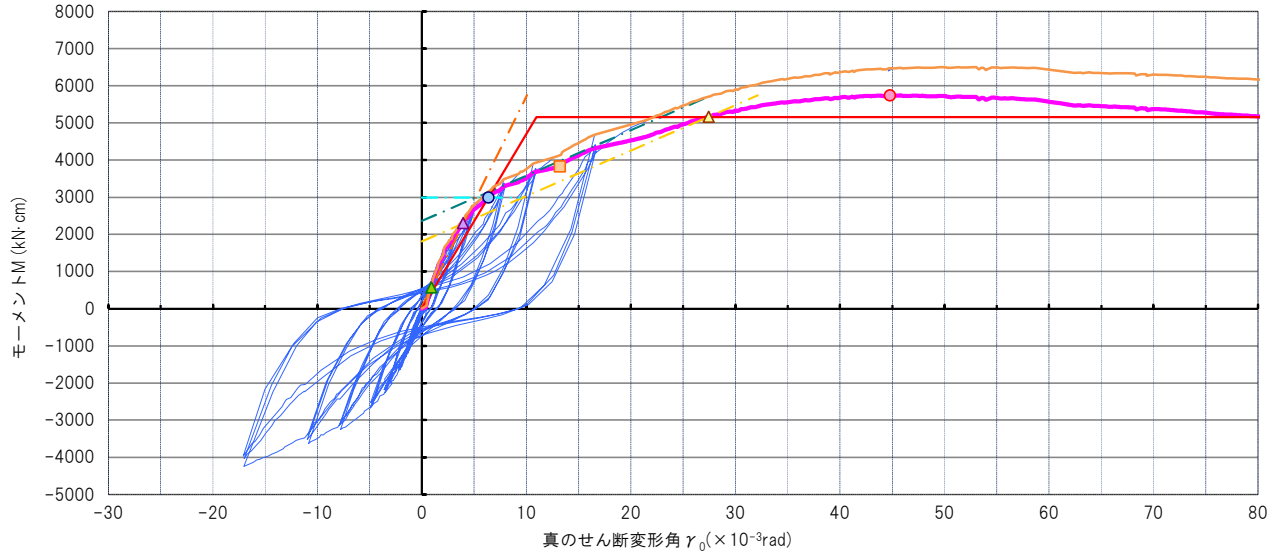


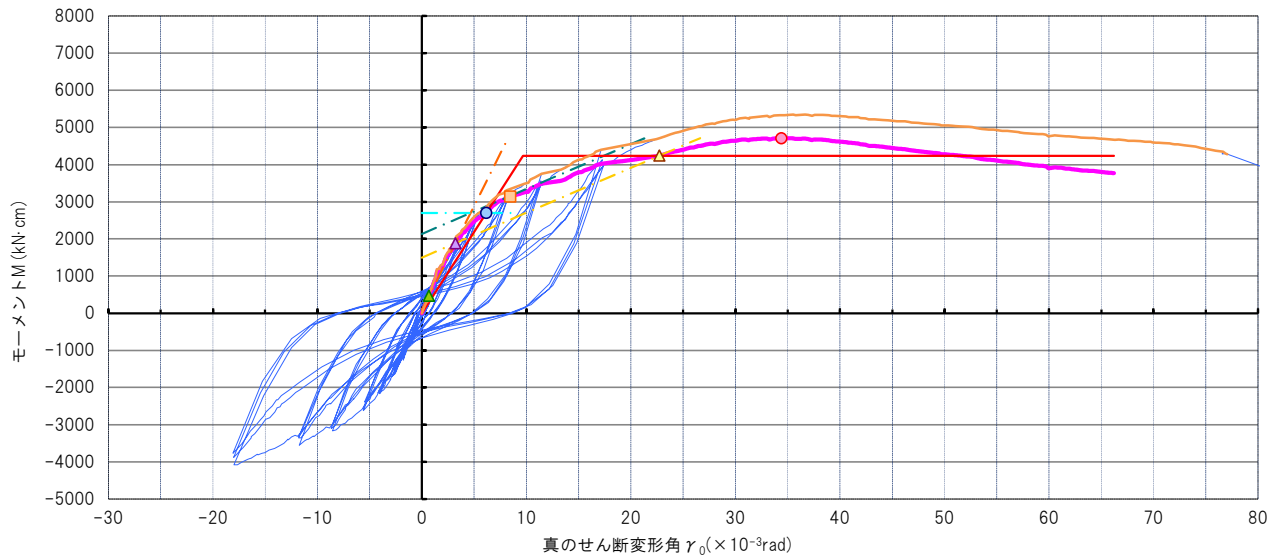
図-6 M- γ_0 曲線 比較 (軸組フレームの負担分を引いたもの)

4-1-2. 1-S_Wk18-75 M- γ_0 曲線 一覧

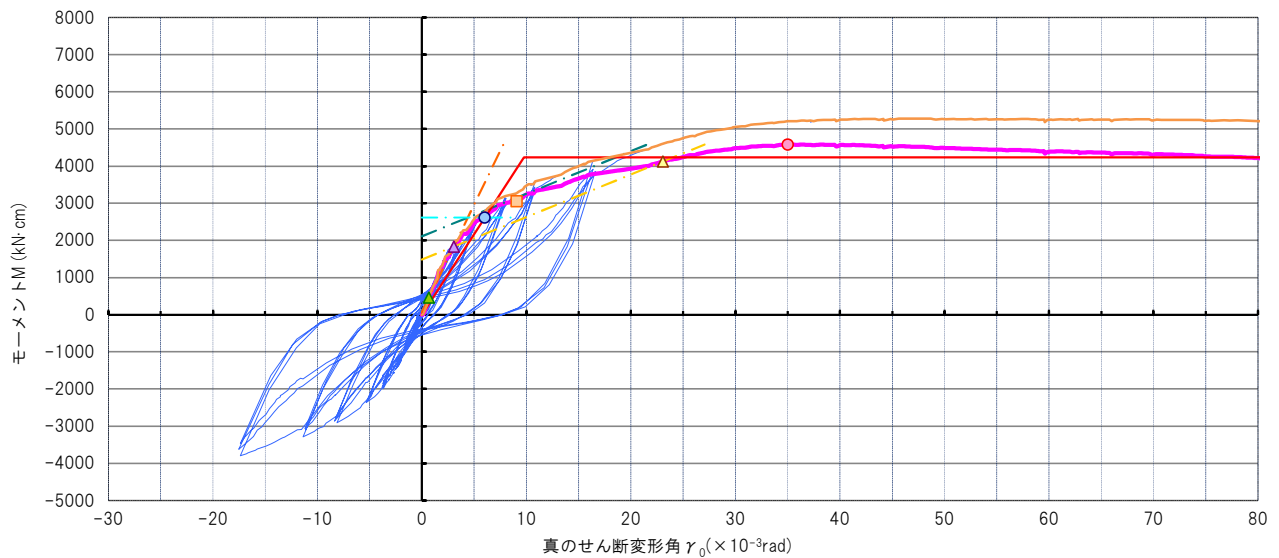
1-S_Wk18-75-1



1-S_Wk18-75-2



1-S_Wk18-75-3



- 包絡線
- 完全弾塑性
- - - 第1線
- - - 第2線
- - - 第3線
- - - 第4線
- ▲ 0.1Mmax
- △ 0.4Mmax
- ▲ 0.9Mmax
- 差し引き前包絡線
- My
- 2/3Mmax
- Mmax

図-7 M- γ_0 曲線 一覧

4-2-1. 2-S_M18-75 試験結果および算出結果

2 構成	面材	② 構造用MDF 曲げ強度区分25 厚み 18mm ※実験により求められた せん断剛性係数 G_B : 96 kN/cm ²
	軸材	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種: スギ 120×120
	接合具 (くぎ)	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

特性値の算出結果について、面材のせん断弾性係数 G_B を 文献値(40 kN/cm²)とした場合の結果を 表-4、
実験によって求められた値とする場合の結果を 表-5 に示す。

表-4 特性値 一覧 (G_B :40 kN/cm²の場合)

試験体 記号	M_u	γ_{0v}	γ_{0u}	γ_B	Γ_v	Γ_u	ΔP_v	δ_v	δ_u
	kN・cm	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	kN	cm	cm
2-S_M18-75-1	4474.3	8.34	90.35	3.75	4.59	86.60	2.71	0.16	3.01
2-S_M18-75-2	4168.1	7.38	73.84	3.49	3.89	70.35	2.53	0.14	2.53
2-S_M18-75-3	4242.2	8.42	95.13	3.55	4.87	91.58	2.57	0.17	3.19
平均	4294.8	8.04	86.44	3.59	4.45	82.84	2.60	0.15	2.91
標準偏差	159.74	0.57	11.17	0.13	0.50	11.10	0.09	0.01	0.34
変動係数CV	/	/	/	/	/	/	0.034	0.066	0.116
ばらつき係数	/	/	/	/	/	/	0.983	0.968	0.945
50%下限値	/	/	/	/	/	/	2.55	0.14	2.74

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.42	kN
k	17.28	kN/cm
δ_{v0}	0.14	cm
δ_{u0}	2.74	cm

表-5 特性値 一覧 (G_B :96 kN/cm²の場合)

試験体 記号	M_u	γ_{0v}	γ_{0u}	γ_B	Γ_v	Γ_u	ΔP_v	δ_v	δ_u
	kN・cm	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	$\times 10^{-3}$ rad	kN	cm	cm
2-S_M18-75-1	4474.3	8.34	90.35	1.56	6.78	88.79	2.71	0.24	3.14
2-S_M18-75-2	4168.1	7.38	73.84	1.45	5.93	72.39	2.53	0.21	2.56
2-S_M18-75-3	4242.2	8.42	95.13	1.48	6.94	93.65	2.57	0.25	3.37
平均	4294.8	8.04	86.44	1.49	6.55	84.94	2.60	0.23	3.02
標準偏差	159.74	0.57	11.17	0.05	0.54	11.13	0.09	0.02	0.41
変動係数CV	/	/	/	/	/	/	0.034	0.086	0.135
ばらつき係数	/	/	/	/	/	/	0.983	0.959	0.936
50%下限値	/	/	/	/	/	/	2.55	0.22	2.82

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.42	kN
k	11.00	kN/cm
δ_{v0}	0.22	cm
δ_{u0}	2.82	cm

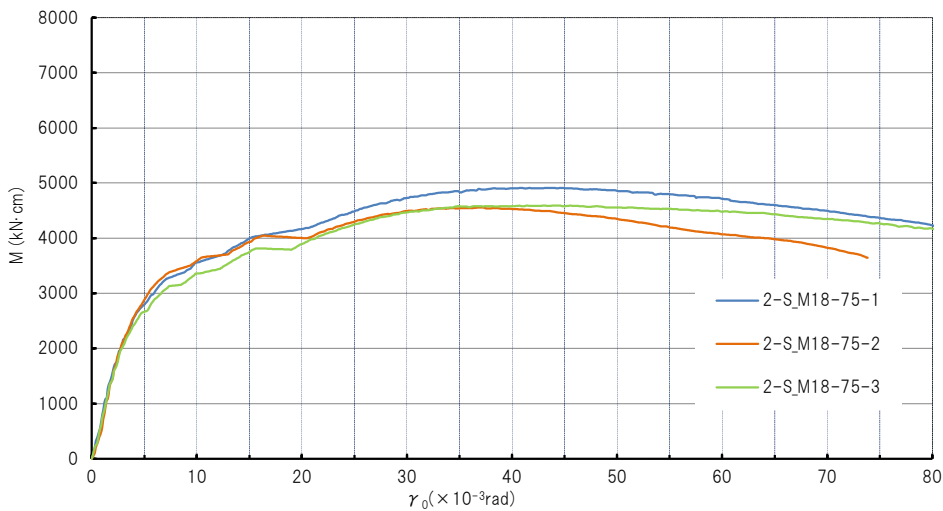
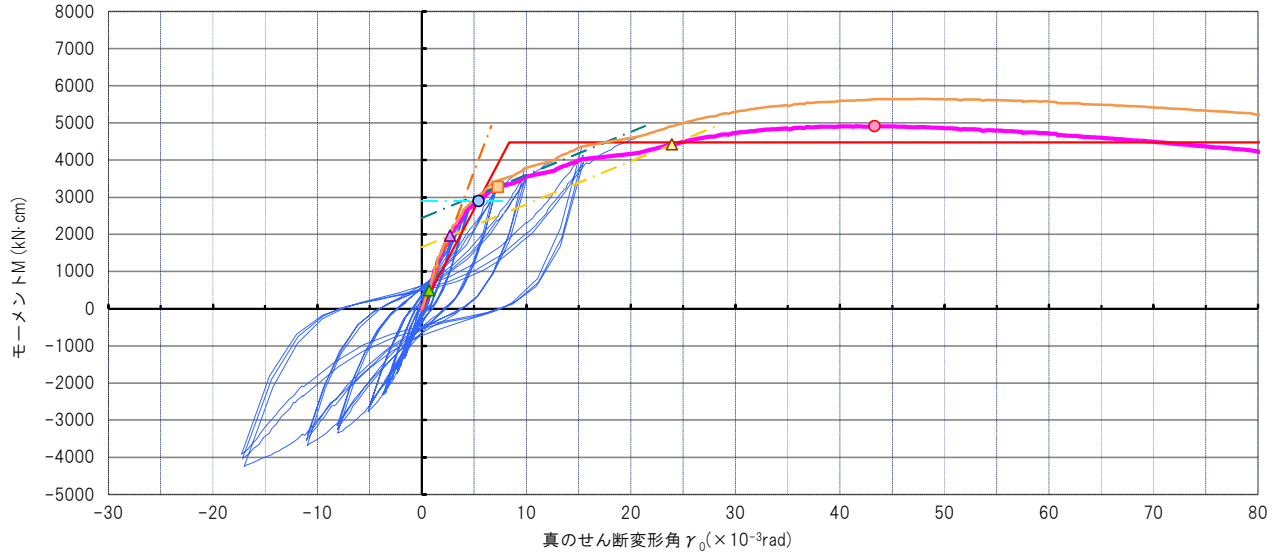


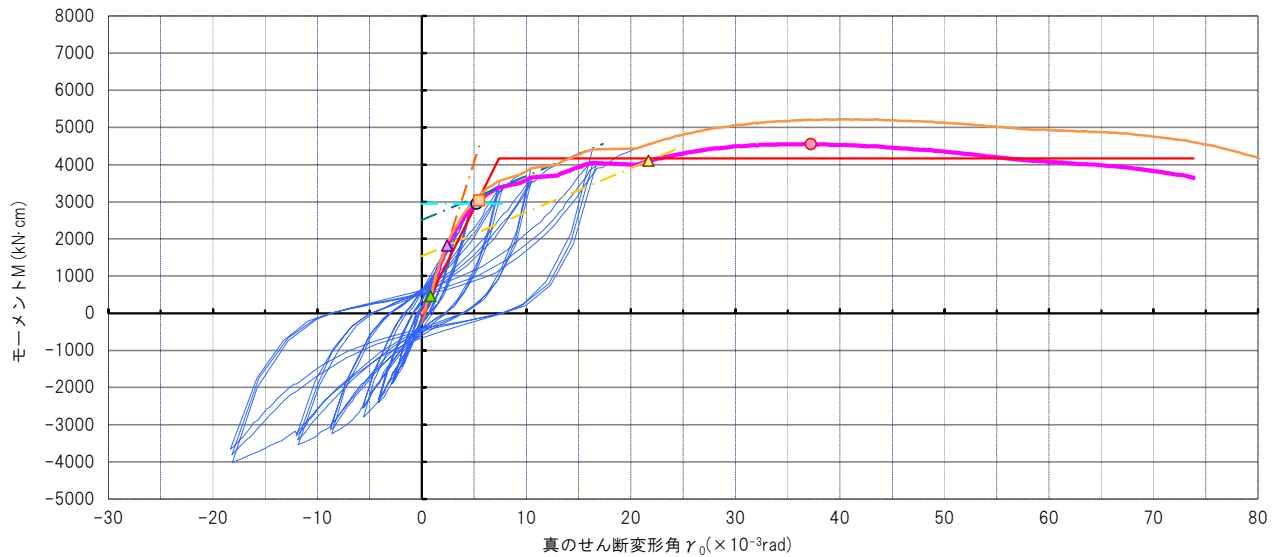
図-8 M- γ_0 曲線 比較 (軸組フレームの負担分を引いたもの)

4-2-2. 2-S_M18-75 M- γ_0 曲線 一覧

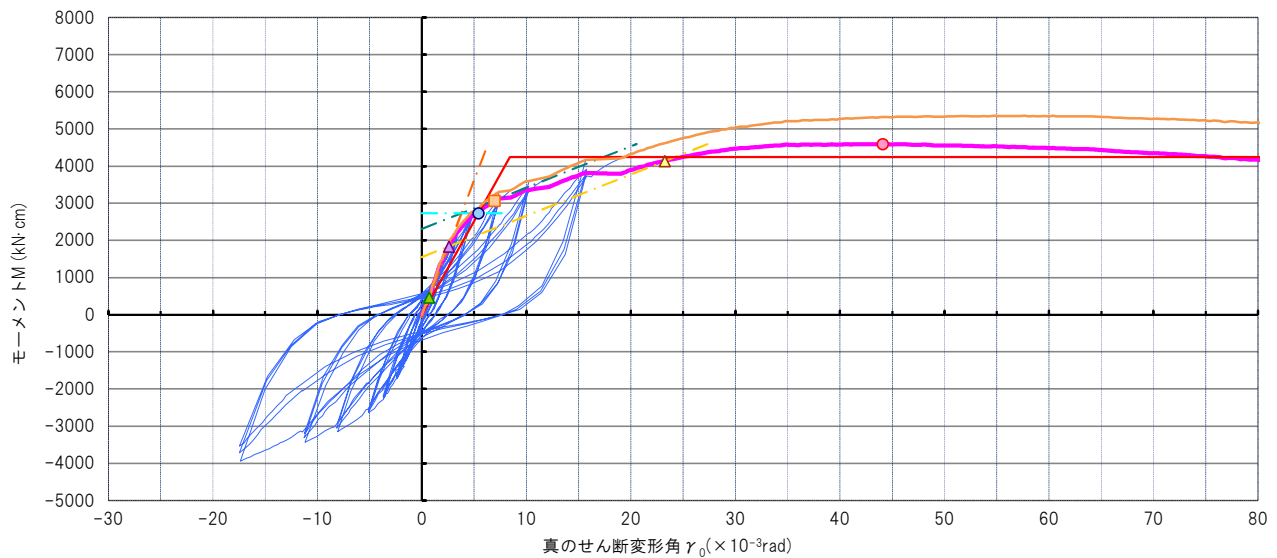
2-S_M18-75-1



2-S_M18-75-2



2-S_M18-75-3



- 包絡線
- 完全弾塑性
- - - 第1線
- - - 第2線
- - - 第3線
- - - 第4線
- 2/3Mmax
- ▲ 0.1Mmax
- ▲ 0.4Mmax
- ▲ 0.9Mmax
- My
- 差し引き前包絡線

図-9 M- γ_0 曲線 一覧

4-3. 0-S_N-75 試験結果および算出結果

0 構成	面材	なし 軸組フレームのみ
	軸材	同一等級構造用集成材 E65-F255、樹種：スギ 120×120
	接合具（くぎ）	なし

表-8 特性値 一覧

試験体 記号	M_u	γ_{0v}	γ_{0u}
	kN・cm	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$
0-S_N-75-1	1177.2	69.18	153.85

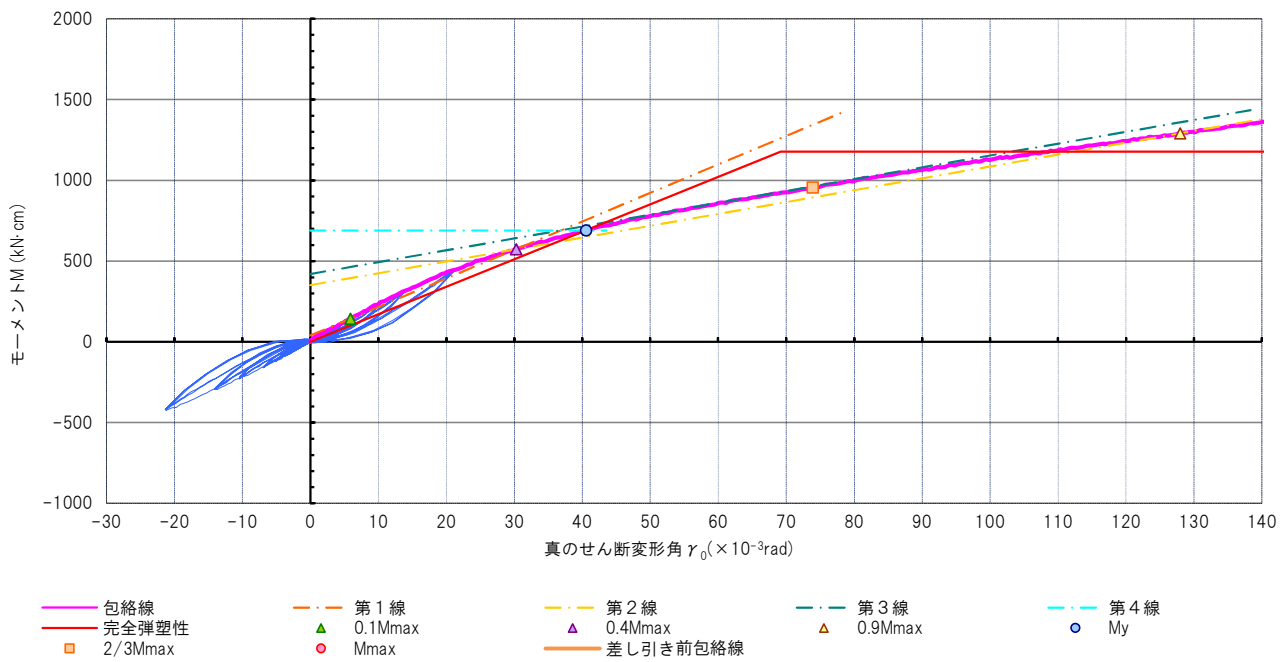


図-10 M- γ_0 曲線

5 試験終了時 写真

1-S_Wk18-75-1



試験終了後全体



くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎの引抜け

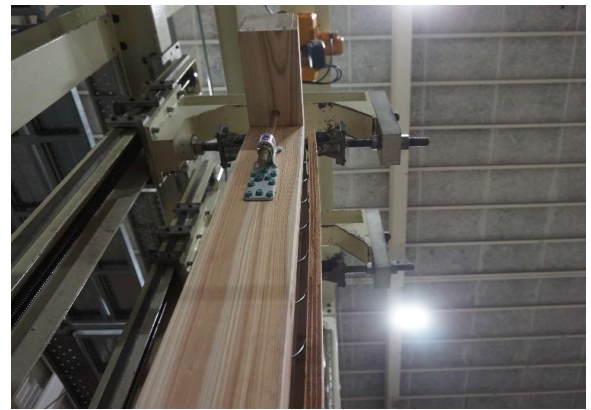


くぎの引抜け

1-S_Wk18-75-2



試験終了後全体



くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎの引抜け



くぎの引抜け

写真-2 1-S_Wk-75-1~2破壊状況 一覧

1-S_Wk18-75-3



試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎの引抜け

写真-3 1-S_Wk18-75-3破壊状況 一覧

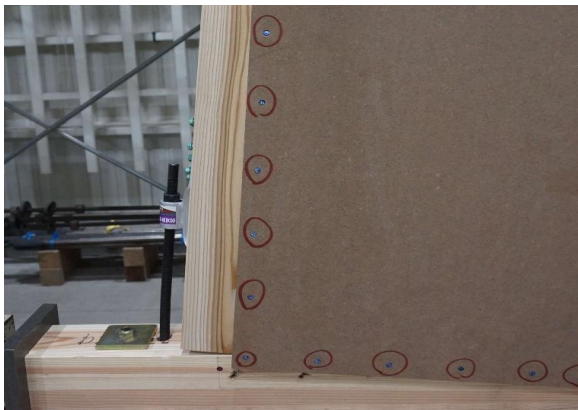
2-S_M18-75-1



試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け

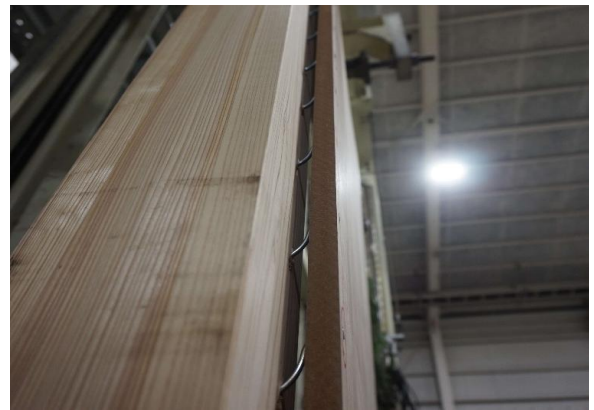


くぎの引抜け

2-S_M18-75-2



試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け



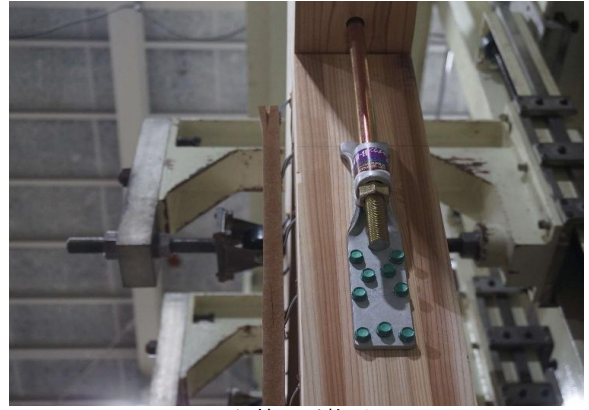
くぎの引抜け

写真-4 2-S_M18-75-1~2破壊状況 一覧

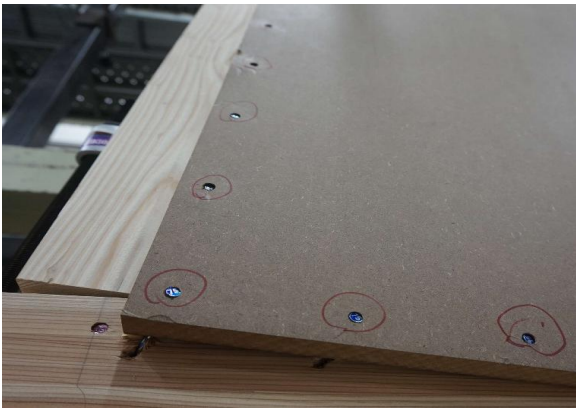
2-S_M18-75-3



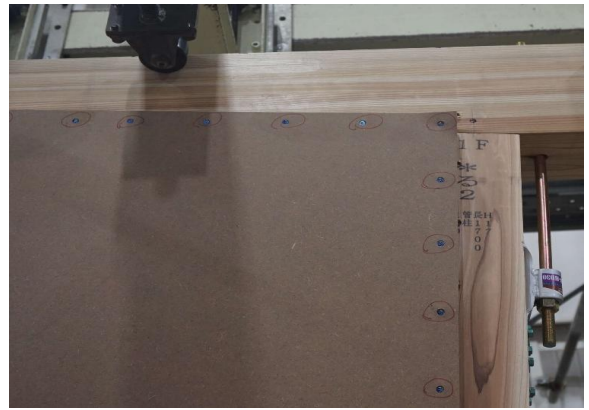
試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け



くぎの引抜け

写真-5 2-S_M18-75-3破壊状況 一覧

0-S_N-75



試験終了後全体



ほぞの引抜け



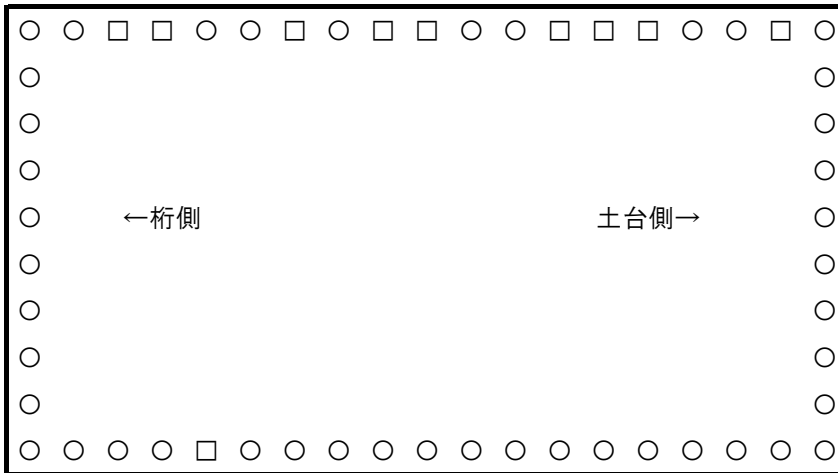
土台へのめり込み



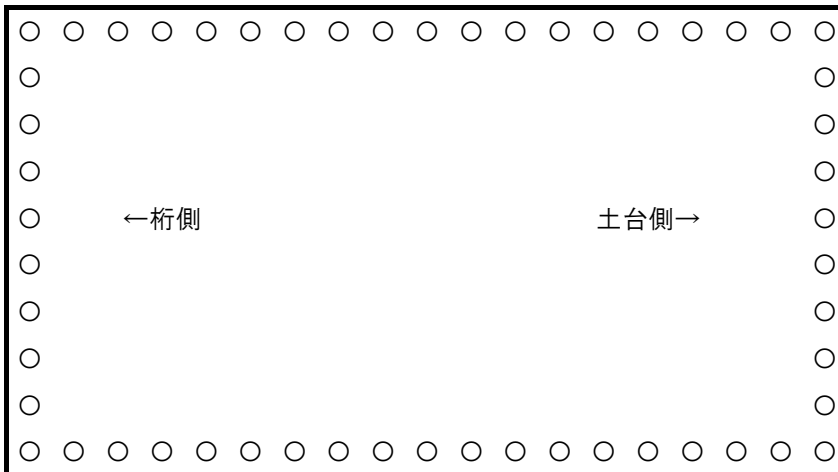
柱の浮き上がり

写真-6 0-S_N-75破壊状況 一覧

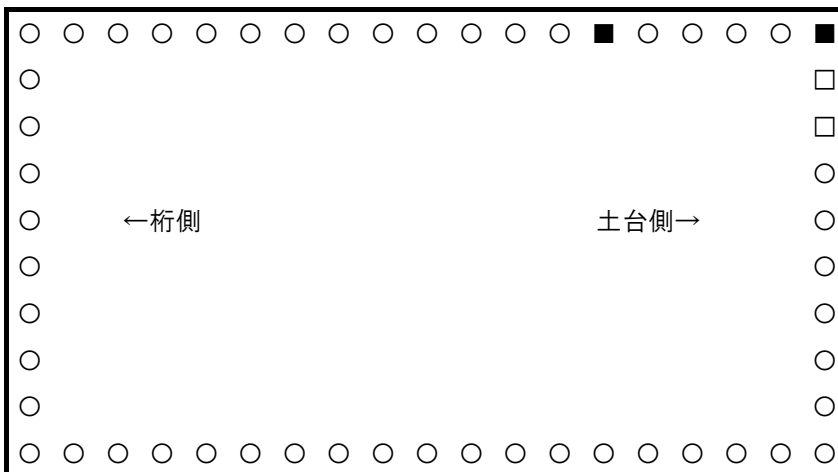
2-S_M18-75-1



2-S_M18-75-2

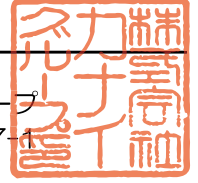


2-S_M18-75-3



- | | | | |
|---|----------------|---|-------|
| ○ | くぎの引き抜け | - | ※判定無し |
| □ | くぎの引き抜け(めり込み大) | | |
| ■ | くぎ頭のパンチングアウト | | |
| ▲ | 面材の端部破壊 | | |
| × | くぎ破断 | | |

性能試験報告書



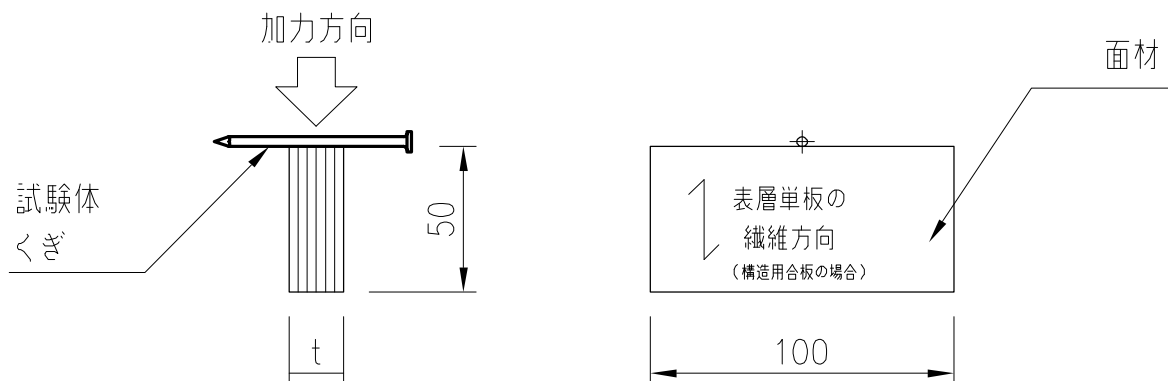
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。
2025年9月22日

株式会社カナイグループ
埼玉県八潮市西袋717-1

試験名称	面材に対するくぎの胴部めり込み試験					
試験内容	[試験体概要]					
	試験体記号	面材			接合具(くぎ)	
	La-7	構造用合板 特類2級 (全層ヒノキ) 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)	
	La-8	構造用合板 特類2級 (全層スギ) 厚み 24mm				
	[試験体数] 各6体 試験体の形状・寸法は図-1 参照					
試験方法 評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮加力試験機により、特定変位に達するまで単調加力を行う ・載荷速度：0.9mm/min (CNZ 75の場合) ・計測変位：試験装置のクロスヘッド内蔵変位計による計測値 ・上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。 ※詳細は 「2 試験方法および各特性値の求め方」 参照					
試験結果		最大荷重値 (N)		試験終局強度 (N/mm ²)		試験剛性 (N/mm)
	試験体記号	5%下限値	50%下限値	5%下限値	50%下限値	平均値
	La-7	3184.7	3393.6	39.7	42.2	2288.8
	La-8	2605.4	3036.0	26.0	29.6	2222.5
	※詳細は 「3 試験結果」 参照					
試験実施	試験場所 : 株式会社カナイグループ 埼玉県八潮市浮塚507-1 試験担当者 : 潮 康文 (株式会社カナイグループ) 試験期間 : 2025/9/17					

1 試験体

1-1. 試験体図



試験体記号	面材	面材厚み t(mm)	接合具(くぎ)
La-7	構造用合板 特類2級 (ヒノキ)	18	CNZ 75
La-8	構造用合板 特類2級 (スギ)	24	

図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

材質：SWM-N (JIS G 3532)

表面処理：電気亜鉛めっき 1級 Ep-Fe/Zn 2/CM1 (JIS H 8610およびJIS H 8625)

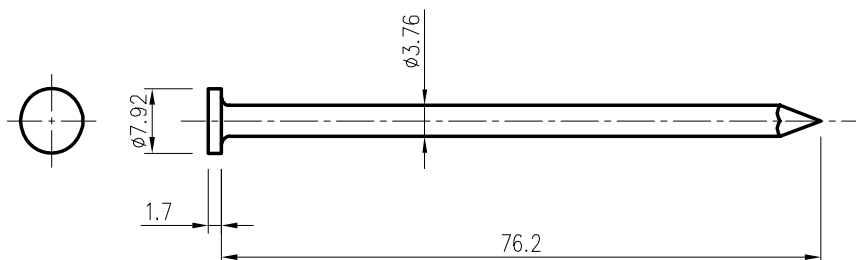


図-2 製品図

2 試験方法および各特性値の求め方

2-1. 試験方法

- (1) 試験加力は引張圧縮万能試験機により、一方向単調加力により行った。
荷重値P(kN)は加力装置に内蔵されたロードセル（容量;±100kN）により計測し、変位δ(mm)は加力装置に内蔵された変位計により計測した。
- (2) 試験載荷速度は、CNZ75の場合 0.9mm/minとした。
- (3) 加力はδがくぎの胴部小径(CNZ75の場合3.76mm)に達するか、または最大荷重到達後その80%に低下するまで行った。

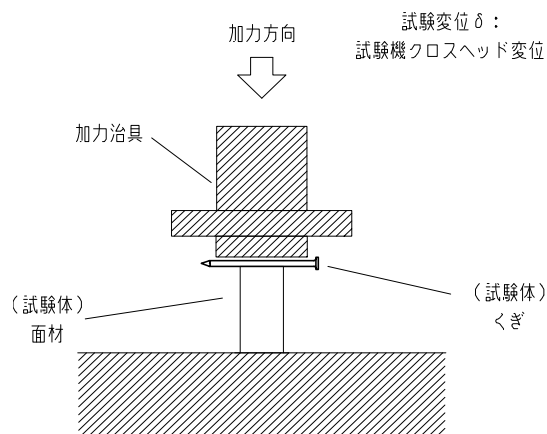


図-3 試験方法 概要図



写真-1 試験体設置状況（例）

2-2. 包絡線の作成および各特性値の求め方

試験により求めた荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い各特性値を求めた。

- ① 包絡線上の0.1Pmaxと0.4Pmaxを結ぶ直線（第I直線）を引き、これを剛性直線とする。
- ② 第I直線と変位の最大値で荷重軸（縦軸）に平行な直線（第II直線）と変位軸（横軸）に平行な直線（第III直線）と横軸によって囲まれる面積が、荷重変位曲線と横軸と第II直線で囲まれる面積と等しくなるように第III直線の位置を定める。
- ③ 第III直線を終局耐力直線とし、縦軸との交点における荷重値を[終局時荷重]とする。
- ④ [終局時荷重]の値を（くぎの小径×面材の厚み）で除した値をめりこみの試験終局強度Puとする。
- ⑤ 第I直線の傾きを試験剛性Kと定める。

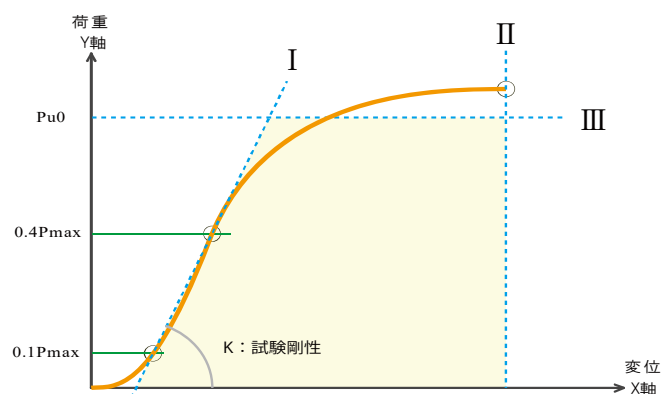


図-4 荷重変位曲線からの特性値の求め方

2-3. 特性値の算定

●めりこみ終局強度

各試験体ごとに試験終局強度の平均値を求めた後、これらの統計量から得られる信頼水準75%の95%下側許容限界（以下、5%下限値）および信頼水準75%の50%下側許容限界（以下、50%下限値）を定めることとした。

各許容限界（TL）は次式による。

$$TL = \bar{\chi} - k \cdot s$$

$\bar{\chi}$: 平均値、 s : 標準偏差、 k : 定数（5%下限値の場合2.336、50%下限値の場合0.471（試験体数=6））

●めりこみ基準剛性

各試験体の試験剛性Kの平均値とした。

3 試験結果

3-1. La-7 試験結果

La-7 構成	面材	構造用合板 特類2級 (全層ヒノキ) 厚み 18mm
	接合具	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm ³
La-7-1	-	0.53
La-7-2	-	0.53
La-7-3	-	0.53
La-7-4	-	0.54
La-7-5	-	0.53
La-7-6	-	0.52
平均	-	0.53

表-2 特性値 一覧

試験体 記号	最大荷重時		終局時		試験剛性 K	試験 終局強度 Pu
	Pmax	δ_{Pmax}	Pu ₀	δ_{Pu0}		
	N	mm	N	mm		
La-7-1	3364.0	3.76	2877.0	3.76	1885.5	42.5
La-7-2	3491.4	3.76	2933.1	3.76	2136.4	43.3
La-7-3	3355.9	3.76	2889.5	3.76	2538.3	42.7
La-7-4	3461.3	3.76	2865.4	3.76	2354.9	42.3
La-7-5	3299.9	3.76	2740.6	3.76	2274.1	40.5
La-7-6	3573.8	3.76	2996.1	3.76	2543.8	44.3
平均	3424.4	3.76	2883.6	3.76	2288.8	42.6
標準偏差	101.97	0.00	84.8	0.00	252.1	1.25
変動係数	0.03	/	0.029	/	/	0.029
5%下限値	3184.7	/	2687.5	/	/	39.7
50%下限値	3393.6	/	2857.7	/	/	42.2

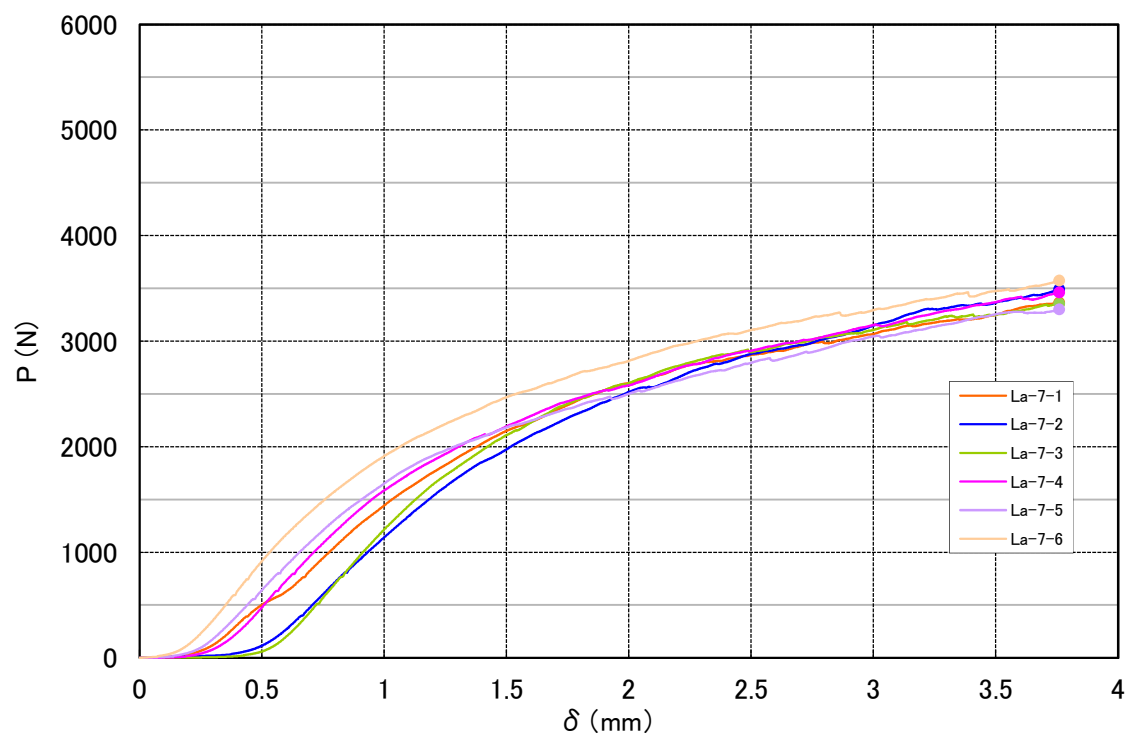
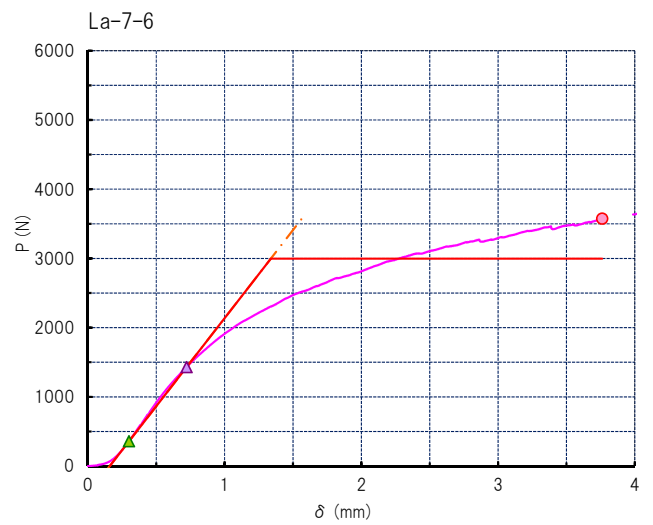
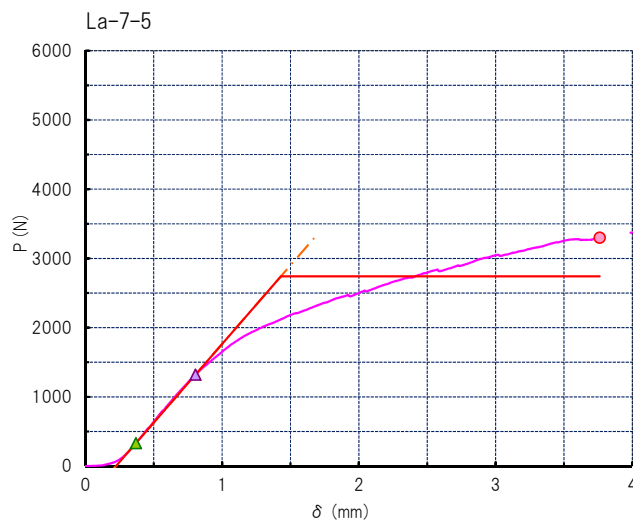
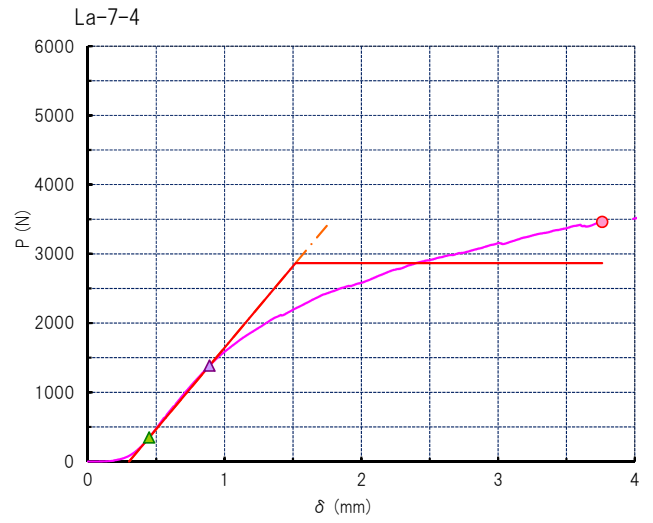
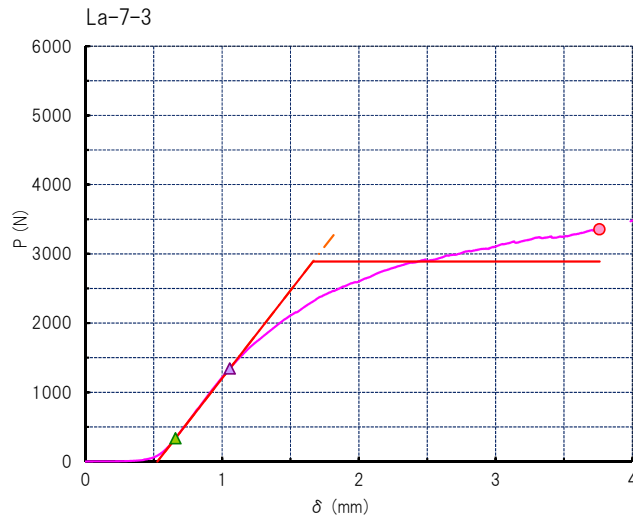
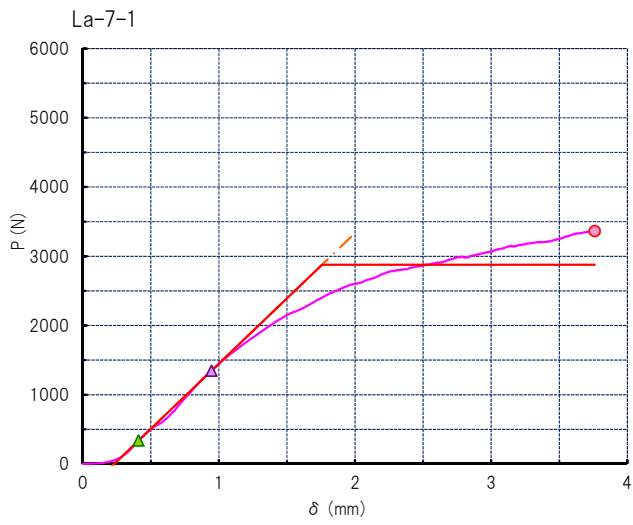


図-5 P- δ 曲線 (試験体相互の比較)



— 包絡線
 - - - 第1線
 — 完全弾塑性
 ▲ 0.1Pmax
 ▲ 0.4Pmax
 ● Pmax

図-6 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-2. La-8 試験結果

La-8 構成	面材	構造用合板 特類2級 (全層スギ) 厚み 24mm
	接合具	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm ³
La-8-1	-	0.43
La-8-2	-	0.44
La-8-3	-	0.43
La-8-4	-	0.43
La-8-5	-	0.43
La-8-6	-	0.43
平均	-	0.43

表-4 特性値 一覧

試験体 記号	最大荷重時		終局時		試験剛性 K	試験 終局強度 Pu
	Pmax	δ_{Pmax}	Pu ₀	δ_{Pu0}		
	N	mm	N	mm		
La-8-1	3197.6	3.76	2799.0	3.76	2429.9	31.0
La-8-2	3084.5	3.70	2707.9	3.76	2311.8	30.0
La-8-3	2912.1	3.76	2603.6	3.76	2158.5	28.9
La-8-4	3017.7	3.76	2626.0	3.76	2077.8	29.1
La-8-5	3466.1	3.76	3003.7	3.76	2320.8	33.3
La-8-6	2909.9	3.74	2574.3	3.76	2036.1	28.5
平均	3098.0	3.75	2719.1	3.76	2222.5	30.1
標準偏差	210.71	0.02	161.54	0.00	155.22	1.79
変動係数	0.068	/	0.059	/	/	0.059
5%下限値	2605.4	/	2343.8	/	/	26.0
50%下限値	3036.0	/	2670.1	/	/	29.6

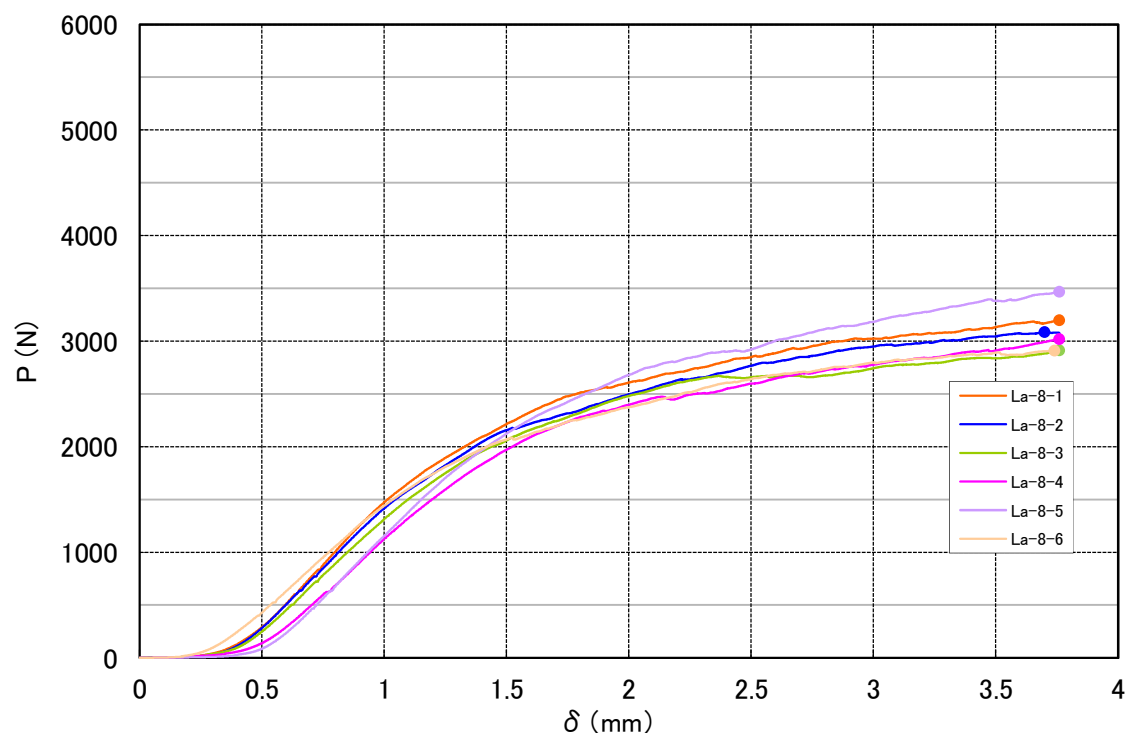
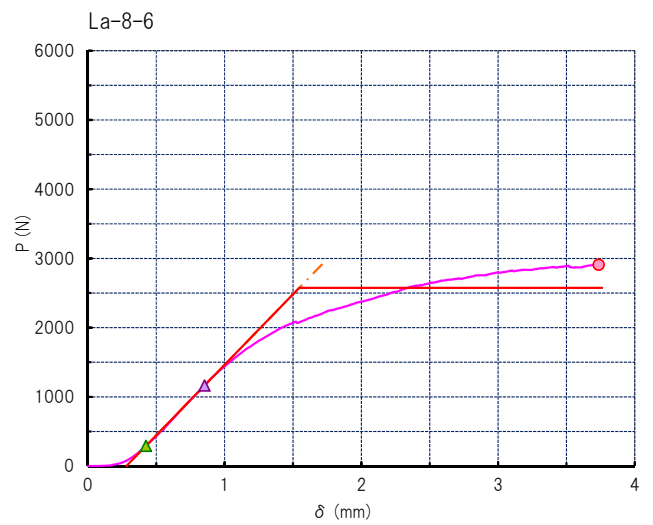
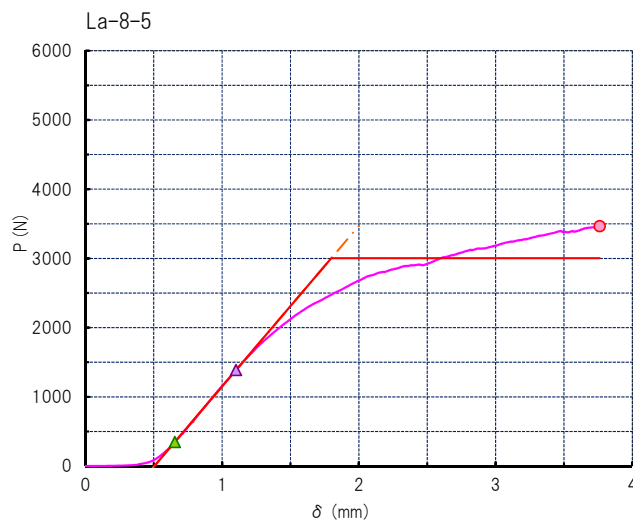
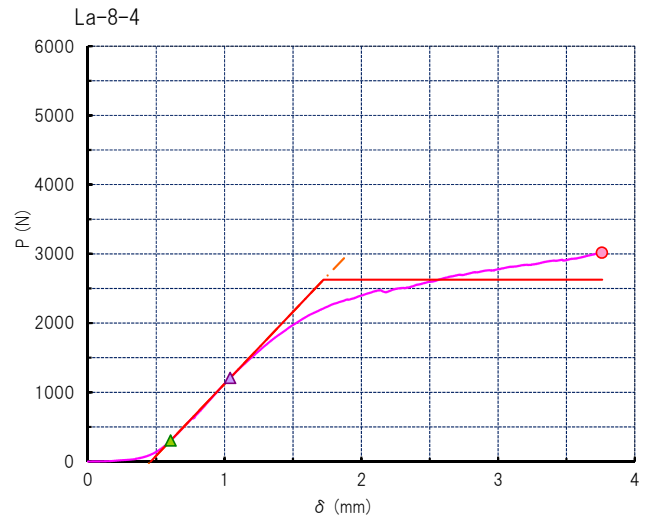
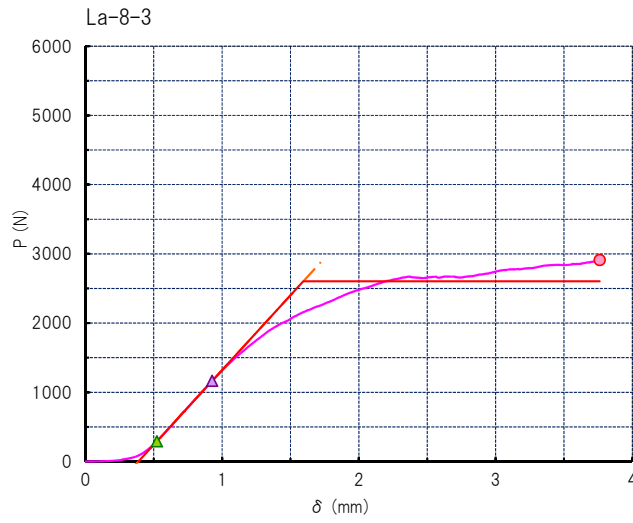
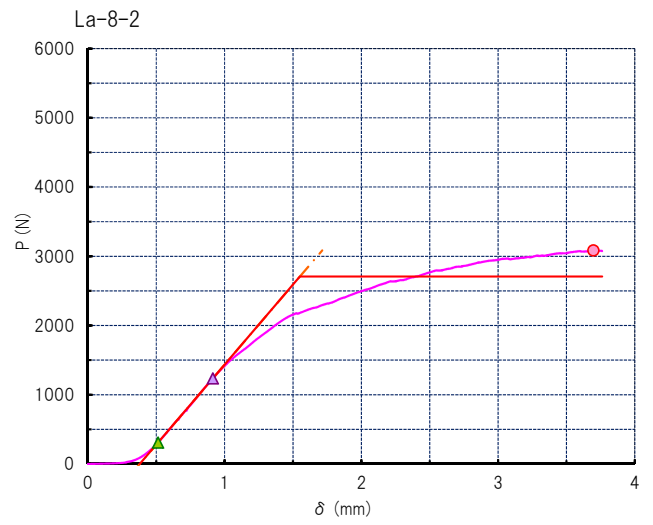
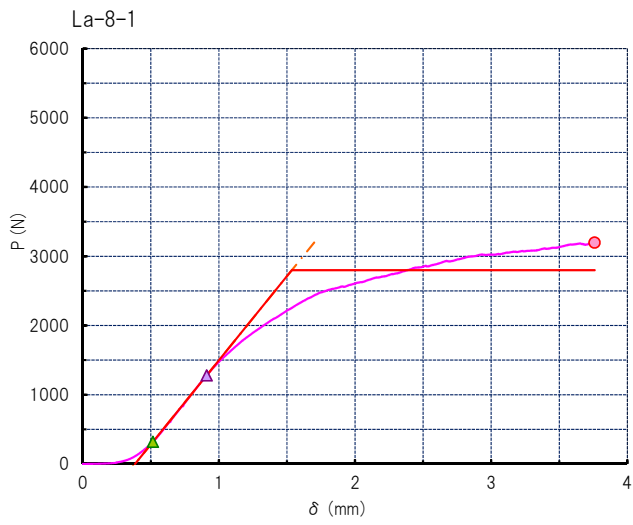


図-7 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



— 包絡線
 - - - 第1線
 — 完全弾塑性
 ▲ 0.1Pmax
 ▲ 0.4Pmax
 ● Pmax

図-8 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

4 試験後 写真

La-7



写真-2 La-7「試験終了後」

La-8



写真-3 La-8「試験終了後」