

性能試験報告書

ものづくり大学 木質構造・材料研究室 芝沼研究室

埼玉県行田市前谷 333

試験結果は以下の通りであることをご報告します。

2025 年 1 月 17 日

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

試験体概要

< 主材（軸材）> 同一等級構造用集成材 E95-F315、材種：ヒノキ 120×120

< 側材（面材）> ①構造用合板 全層スギ 24mm

②構造用合板 全層カラマツ 18mm

③構造用合板 全層ヒノキ 18mm

④構造用 MDF 曲げ強度区分 25 18mm

⑤構造用パーティクルボード 18mm

< くぎ > (1)特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90 型 釘長さ 75mm

(2)特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75 型 頭径φ8.74

試験体の構成組み合わせは 別表(1) 参照

釘の形状・寸法 および 試験体の形状・寸法は 図-1 参照

[試験体数] 各 6 体 10 タイプ 計 60 体

試験方法、評価方法

- ・ 引張加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。
- ・ 载荷速度：0.2mm/sec を目標とした。計測変位：側材と主材の相対変位
- ・ 上記 P- δ 曲線により、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

特性値および破壊状況 一覧は 別表(2)、(3)参照

試験体ごとの詳細結果は「3 試験結果」参照

試験実施

試験場所 ものづくり大学 埼玉県行田市前谷 333

試験担当者 芝沼 健太

別表 1 各試験体 面材とくぎの組み合わせ一覧

No.	試験体記号	釘の種類（接合具）	面材（側材）	軸材（主材）	試験体数n
1	1-S-Ws24-9075	CNZ90型 釘長さ75mm	構造用合板 全層スギ（24mm厚）	同一等級構造用集成材 120×120 E95-F315 樹種ヒノキ （繊維平行方向）	6
2	2-S-Wk18-9075		構造用合板 全層カラマツ（18mm厚）		6
3	3-S-Wh18-9075		構造用合板 全層ヒノキ（18mm厚）		6
4	4-S-M18-9075		構造用MDF 曲げ強度区分25（18mm厚）		6
5	5-S-P18-9075		構造用パーティクルボード（18mm厚）		6
6	6-S-Ws24-75874	CNZ75型 頭径8.74mm	構造用合板 全層スギ（24mm厚）		6
7	7-S-Wk18-75874		構造用合板 全層カラマツ（18mm厚）		6
8	8-S-Wh18-75874		構造用合板 全層ヒノキ（18mm厚）		6
9	9-S-M18-75874		構造用MDF 曲げ強度区分25（18mm厚）		6
10	10-S-P18-75874		構造用パーティクルボード（18mm厚）		6

別表 2 試験結果 特性値 一覧

		基準耐力	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位	初期剛性
		Po	Py	δy	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K
No.	試験体記号		(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)
		kN	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm
1	1-S-Ws24-9075	1.17	1.48	1.84	1.84	4.18	2.77	15.58	2.46	28.16	3.07	0.83
2	2-S-Wk18-9075	1.32	1.73	2.21	2.02	3.73	3.03	18.90	2.79	30.00	3.61	0.80
3	3-S-Wh18-9075	0.98	1.55	1.51	1.91	2.47	2.87	15.80	2.67	29.53	2.59	1.05
4	4-S-M18-9075	1.29	1.92	2.43	2.06	2.91	3.09	19.39	2.82	29.92	3.59	0.84
5	5-S-P18-9075	1.21	1.97	2.05	2.13	2.44	3.19	12.34	2.93	26.73	3.03	0.97
6	6-S-Ws24-75874	0.81	1.44	1.38	1.77	2.53	2.65	15.49	2.38	28.62	2.28	1.08
7	7-S-Wk18-75874	1.22	1.56	1.84	1.83	2.61	2.74	14.61	2.51	29.11	2.94	0.98
8	8-S-Wh18-75874	1.28	1.66	1.79	1.82	2.21	2.73	14.77	2.50	29.40	2.68	0.95
9	9-S-M18-75874	1.08	1.43	3.14	1.79	4.85	2.69	20.78	2.50	30.00	5.68	0.53
10	10-S-P18-75874	0.94	1.87	1.69	2.16	2.97	3.23	12.21	2.92	27.01	2.64	1.21

別表 3 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
1	1-S-Ws24-9075	B	B	B	A	B	B
2	2-S-Wk18-9075	B	B	B	B	B	B
3	3-S-Wh18-9075	B	B	B	B	B	B
4	4-S-M18-9075	A	A	B	A	B	B
5	5-S-P18-9075	B	B	B	B	B	B
6	6-S-Ws24-75874	B	B	B	B	B	B
7	7-S-Wk18-75874	B	B	B	B	B	B
8	8-S-Wh18-75874	B	B	B	B	B	B
9	9-S-M18-75874	B	B	B	B	B	B
10	10-S-P18-75874	B	B	B	B	B	B

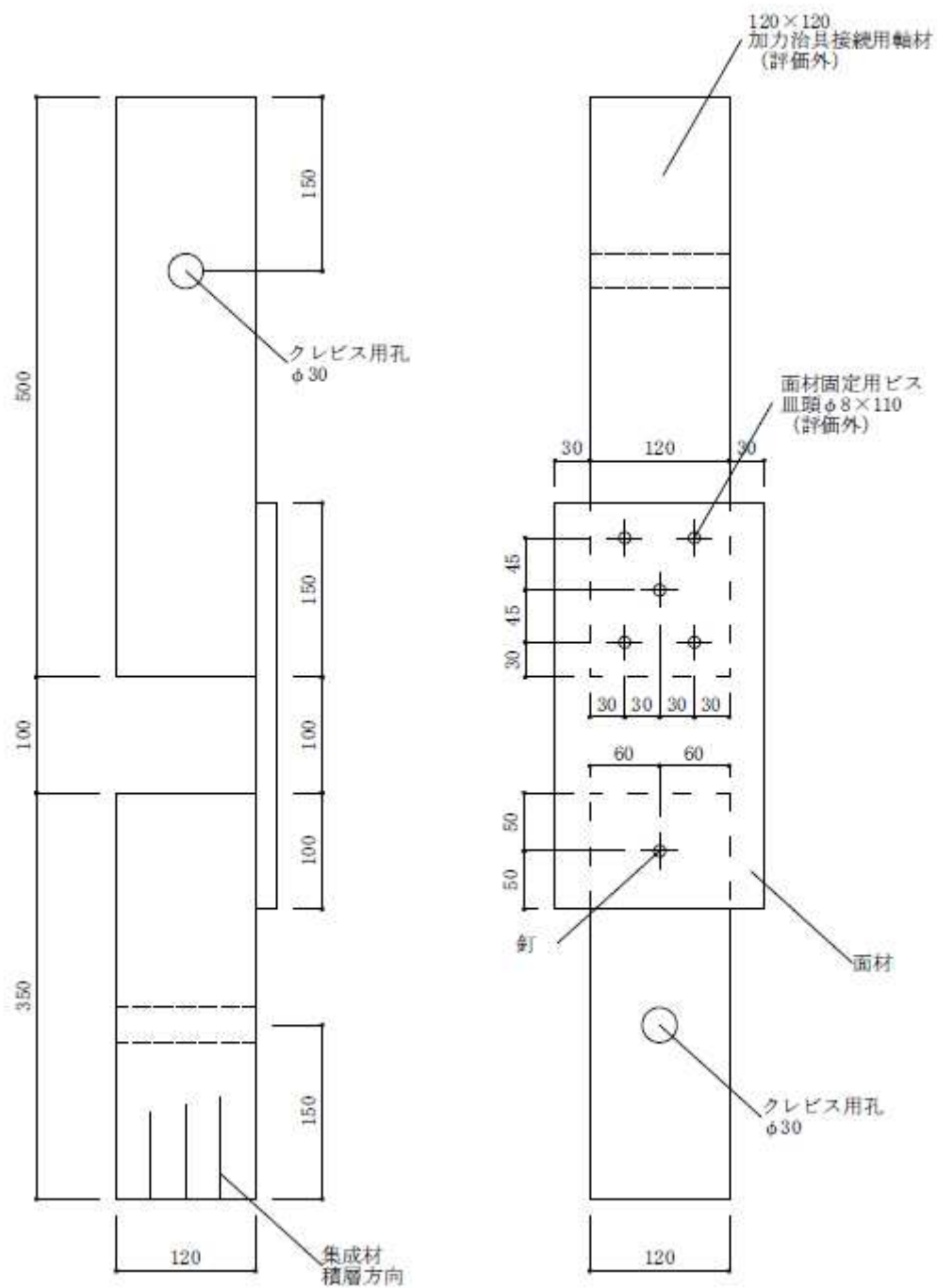
○判定基準と記号について

試験荷重が最大荷重の 1 割以下程度低下時(加力変位 50～60mm 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 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 ※面材厚みの3割程度までめり込んでいるもの(終局は引き抜け)
主材からの釘の引き抜け	B	
面材へのくぎ頭めり込み※	x	
主材の割れ	y	
くぎの破断	z	

1 試験体

1-1 試験体図



試験体ごとの側材とくぎの組み合わせは、別表(1)を参照

図 1-1 試験体図

1-2 製品図

(1) 製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90 型／長さ 75

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 H8625)

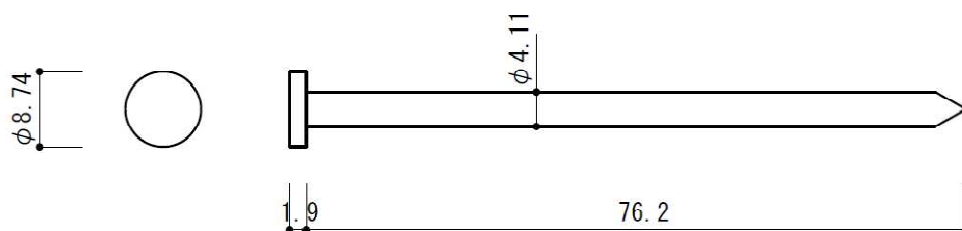


図 1-2 特注めっき太め丸くぎ CNZ90 型／長さ 75mm

(2) 製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75 型／頭径 $\phi 8.74$

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 H8625)

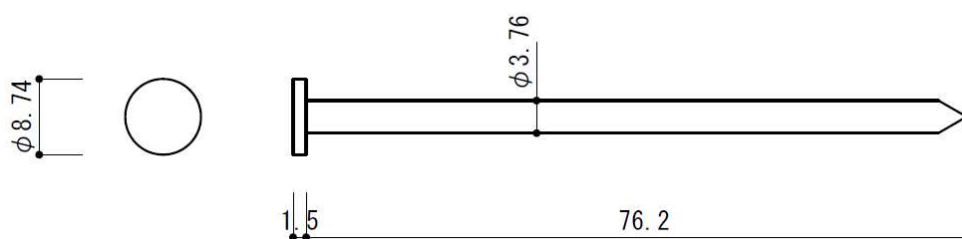


図 1-3 特注めっき太め丸くぎ CNZ75 型／頭径 $\phi 8.74$

2 試験方法および各特性値の求め方

2-1. 試験方法

- (1) 試験加力は油圧ジャッキにより、一方向単調加力により行った。

荷重値 $P(\text{kN})$ は加力装置に接続されたロードセル(容量 ; $\pm 20\text{kN}$)により計測し、主材と側材の相対変位 $\delta(\text{mm})$ は変位計(容量 ; 100mm)により計測した。

主材と側材の相対変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2 \quad (\delta_1 \text{ および } \delta_2 \text{ は試験体に設置した変位計の計測値})$$

- (2) 試験載荷速度は 0.2mm/sec を目標とし、加力は試験体が十分な破壊に至るまで行った。

※特性値の算出においては、 30mm に達した時または最大荷重値の 80% まで低下した時を終局として評価する。

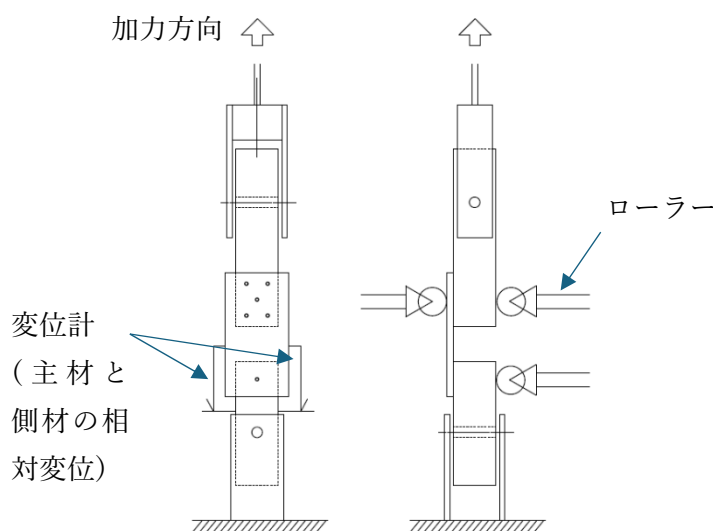


図 2-1 試験方法 概要図



写真 2-1 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。

- 包絡線上の $0.1P_{\max}$ と $0.4P_{\max}$ を結ぶ直線を第Ⅰ直線とする。
- 包絡線上の $0.4P_{\max}$ と $0.9P_{\max}$ を結ぶ直線を第Ⅱ直線とする。
- 第Ⅱ直線を包絡線に接するまで平行移動し、これを第Ⅲ直線とする。
- 第Ⅰ直線と第Ⅲ直線との交点の荷重を降伏耐力(P_y)とし、この点から X 軸に平行な直線を第Ⅳ直線とする。
- 第Ⅳ直線と包絡線との交点の変形を降伏変形(δ_y)とする。
- 原点と(δ_y , P_y)を結ぶ直線を第Ⅴ直線とし、これを初期剛性 K ($k = P_y / \delta_y$) とする。
- 最大荷重後の $0.8P_{\max}$ 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(δ_u)とする。
- 包絡線、 X 軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。

- i) 第V直線、X軸、 δu 及びX軸と平行な直線で囲まれる台形の面積がSと等しくなるようなX軸に平行な直線を第VI直線とする。
- j) 第V直線と第VI直線との交点を完全弾塑性モデルの終局耐力(P_u)とし、その時の変形角を完全弾塑性モデルの降伏点変形角(δ_v)とする。
- k) 塑性率(靱性率) $\mu = \delta u / \delta v$ とする。

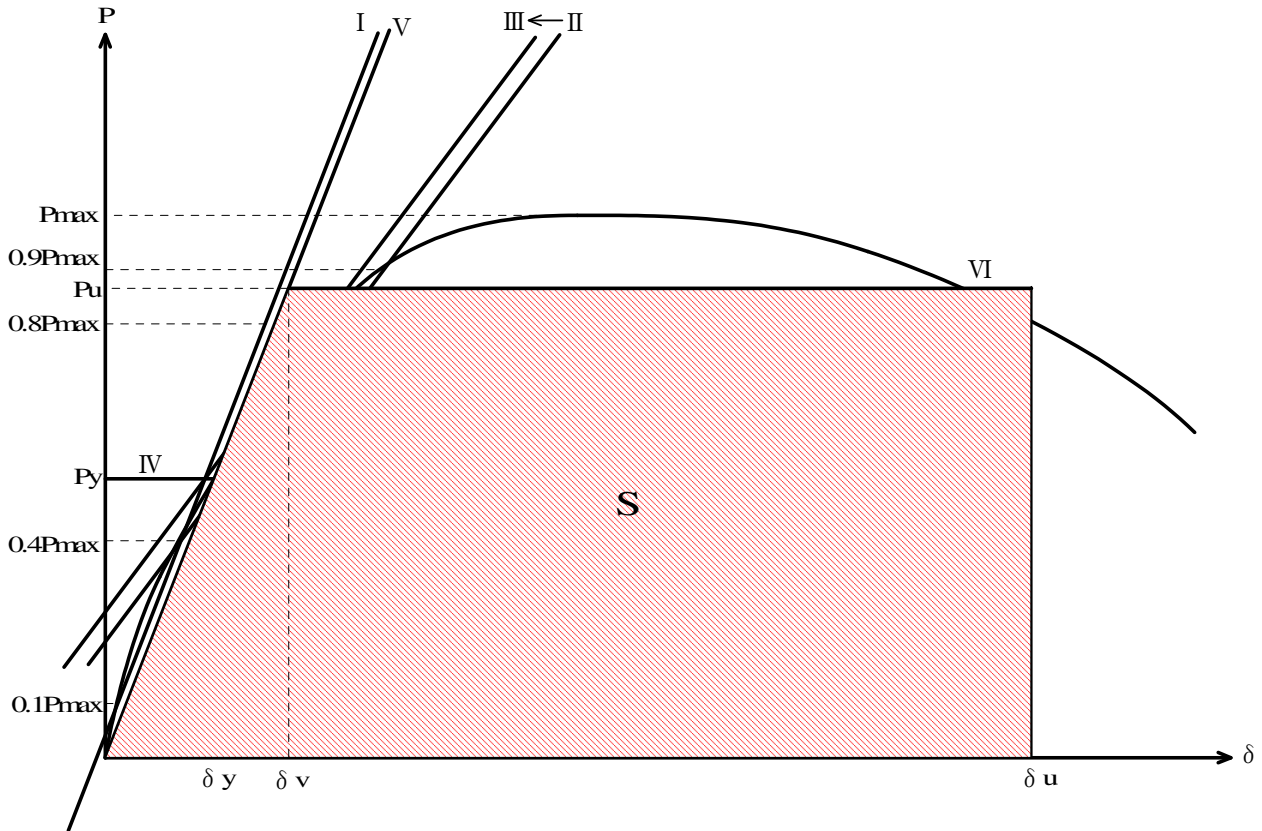


図 2-2 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

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 P_y 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、統計的处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により求めた。

ばらつき係数 $= 1 - CV \cdot k$ (CV: 変動係数(標本標準偏差/平均値)、k: 定数 2.336 【n=6 の時】)

3. 試験結果

3-1. 1-S-Ws24-9075 試験結果

1構成	側材(面材)	① 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(2) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90型 長さ75mm

表 3-1 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
1-S-Ws24-9075-1	-	0.43	15.88	0.47
1-S-Ws24-9075-2	-	0.43	12.75	0.48
1-S-Ws24-9075-3	-	0.43	11.50	0.45
1-S-Ws24-9075-4	-	0.42	12.00	0.48
1-S-Ws24-9075-5	-	0.44	12.50	0.47
1-S-Ws24-9075-6	-	0.43	11.50	0.46
平均	-	0.43	12.05	0.46

表 3-2 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	δy	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	Ds
1-S-Ws24-9075-1	1.71	2.09	2.09	3.75	3.13	15.78	2.79	27.52	3.42	0.82	8.06	0.26
1-S-Ws24-9075-2	1.42	2.23	1.82	4.52	2.73	16.12	2.43	30.00	3.81	0.64	7.87	0.26
1-S-Ws24-9075-3	1.39	1.33	1.77	2.92	2.65	12.11	2.32	21.45	2.21	1.05	9.72	0.23
1-S-Ws24-9075-4	1.50	2.03	2.17	9.16	3.25	21.08	2.76	30.00	3.74	0.74	8.03	0.26
1-S-Ws24-9075-5	1.33	1.37	1.58	2.34	2.37	11.15	2.17	30.00	2.23	0.97	13.46	0.20
1-S-Ws24-9075-6	1.52	1.99	1.64	2.38	2.46	17.25	2.30	30.00	3.01	0.76	9.97	0.23
平均	1.48	1.84	1.84	4.18	2.77	15.58	2.46	28.16	3.07	0.83	9.52	0.24
標準偏差	0.13	0.39	0.24	2.58	0.36	3.61	0.26	3.43	0.72	0.15	2.14	0.02
変動係数	0.089		0.129									
ばらつき係数	0.793		0.698									
短期基準耐力	1.17		1.29									

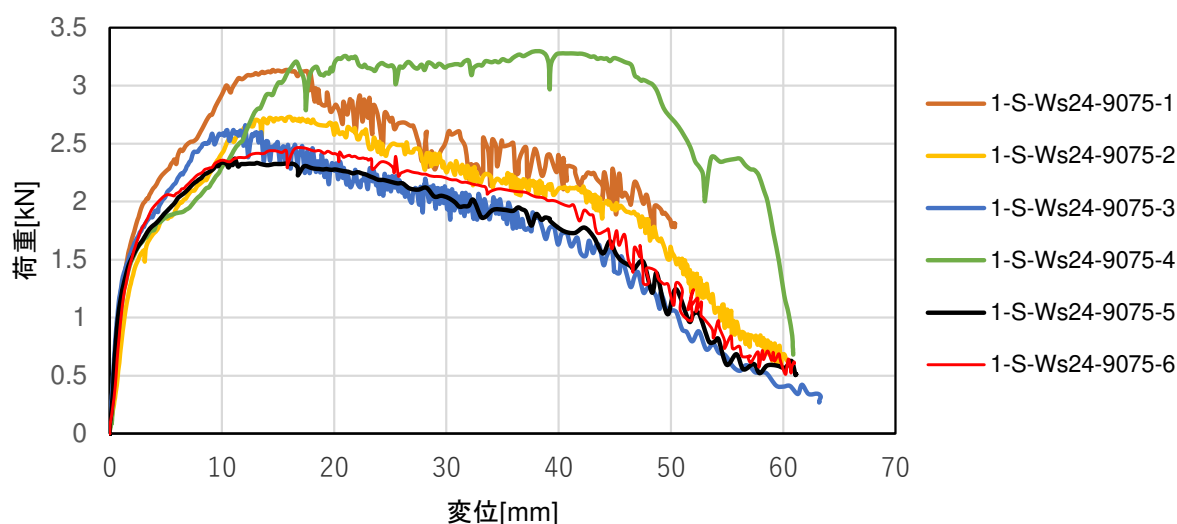
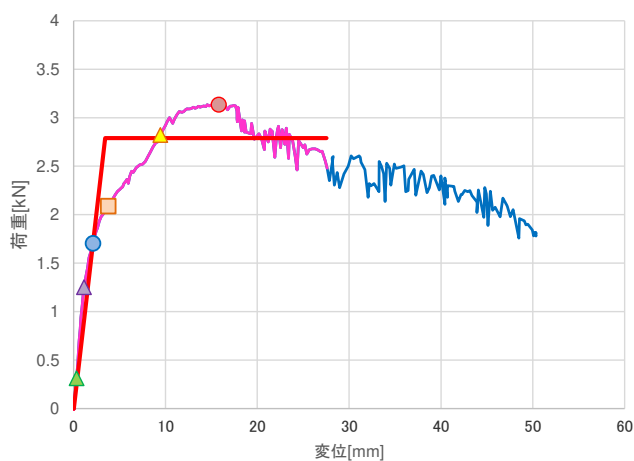
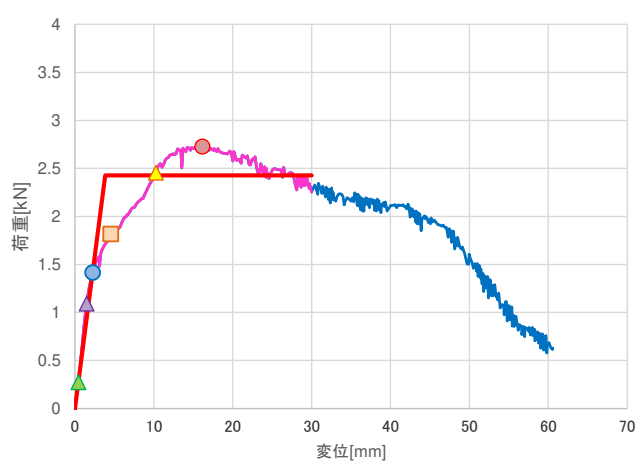


図 3-1 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

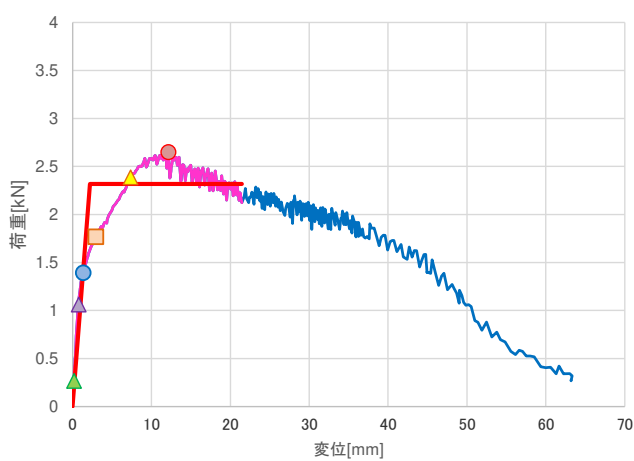
1-S-Ws24-9075-1



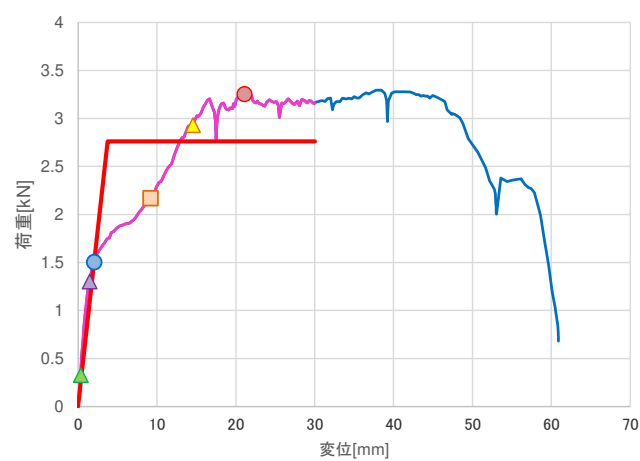
1-S-Ws24-9075-2



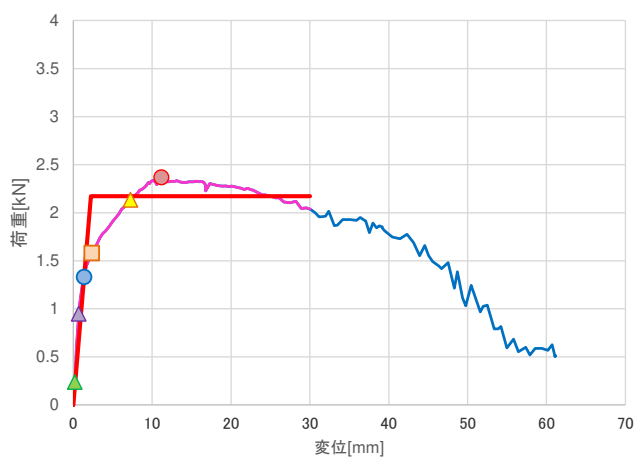
1-S-Ws24-9075-3



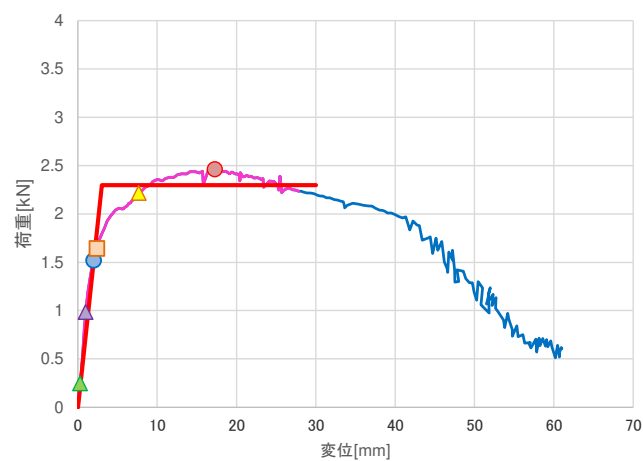
1-S-Ws24-9075-4



1-S-Ws24-9075-5



1-S-Ws24-9075-6

図 3-2 P- δ 曲線(各試験体 一覧)

3-2. 2-S-Wk18-9075 試験結果

2構成	側材(面材)	② 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(2) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90型 長さ75mm

表 3-3 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
2-S-Wk18-9075-1	-	0.62	9.38	0.45
2-S-Wk18-9075-2	-	0.61	8.75	0.44
2-S-Wk18-9075-3	-	0.63	10.13	0.45
2-S-Wk18-9075-4	-	0.62	9.25	0.44
2-S-Wk18-9075-5	-	0.60	9.63	0.44
2-S-Wk18-9075-6	-	0.63	11.25	0.44
平均	-	0.62	9.80	0.44

表 3-4 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	初期剛性	塑性率	構造特性 係数
	Py	δy	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
2-S-Wk18-9075-1	1.75	2.38	1.87	2.90	2.81	25.18	2.62	30.00	3.56	0.74	8.43	0.25
2-S-Wk18-9075-2	1.56	2.59	2.17	7.57	3.26	19.83	2.87	30.00	4.75	0.60	6.32	0.29
2-S-Wk18-9075-3	1.52	1.79	1.81	2.87	2.71	20.33	2.54	30.00	3.00	0.85	10.00	0.23
2-S-Wk18-9075-4	1.99	1.89	2.05	1.96	3.07	10.12	2.83	30.00	2.70	1.05	11.12	0.22
2-S-Wk18-9075-5	1.84	2.16	2.20	3.68	3.30	16.88	3.02	30.00	3.55	0.85	8.46	0.25
2-S-Wk18-9075-6	1.70	2.46	2.02	3.38	3.03	21.08	2.85	30.00	4.12	0.69	7.29	0.27
平均	1.73	2.21	2.02	3.73	3.03	18.90	2.79	30.00	3.61	0.80	8.60	0.25
標準偏差	0.18	0.32	0.16	1.97	0.24	5.06	0.18	0.00	0.74	0.16	1.75	0.03
変動係数	0.102		0.078									
ばらつき係数	0.762		0.819									
短期基準耐力	1.32		1.65									

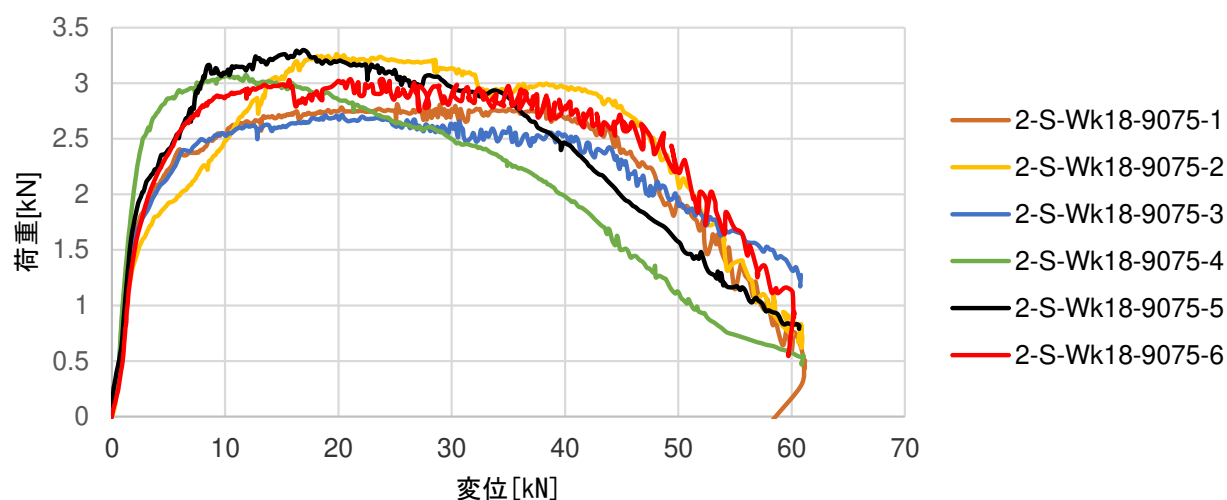
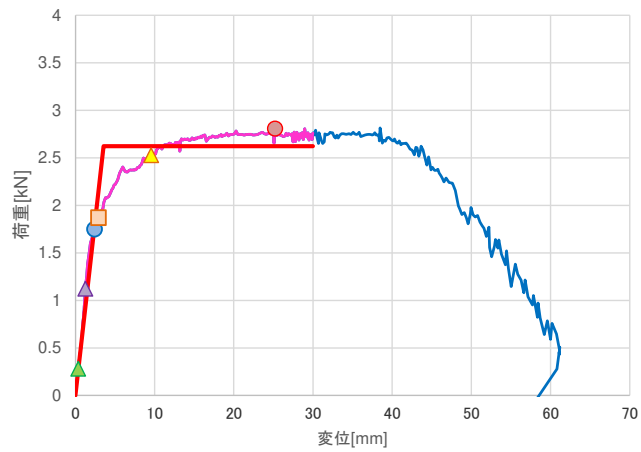
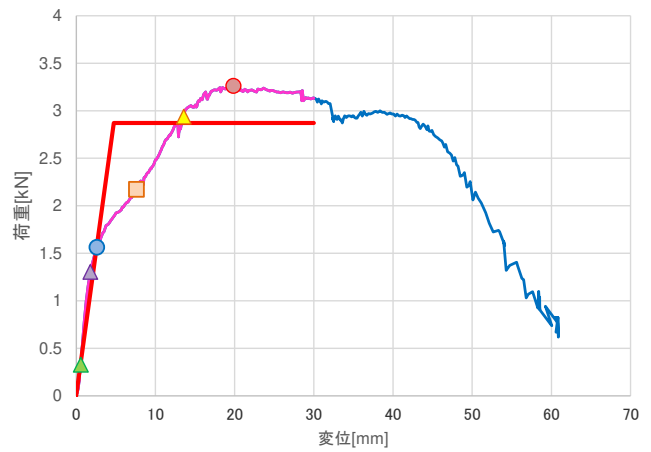


図 3-3 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

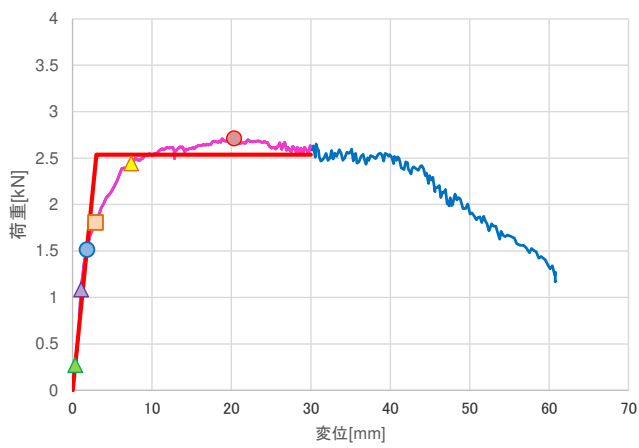
2-S-Wk18-9075-1



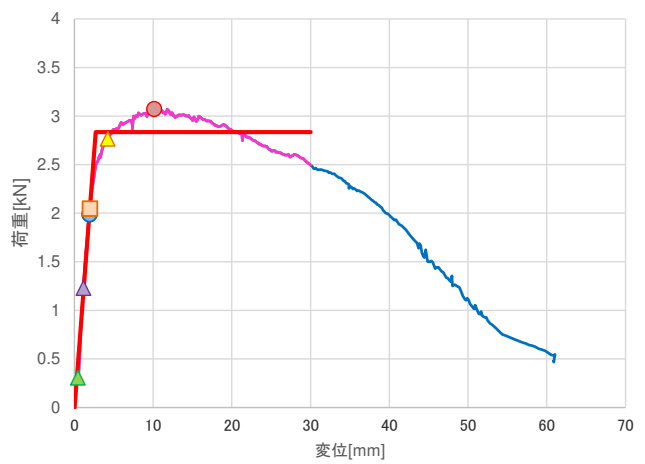
2-S-Wk18-9075-2



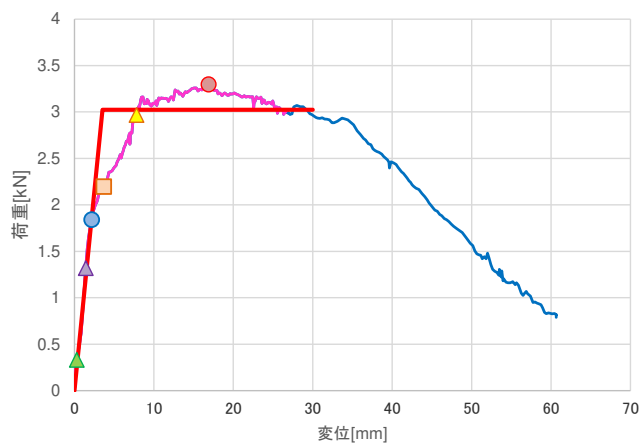
2-S-Wk18-9075-3



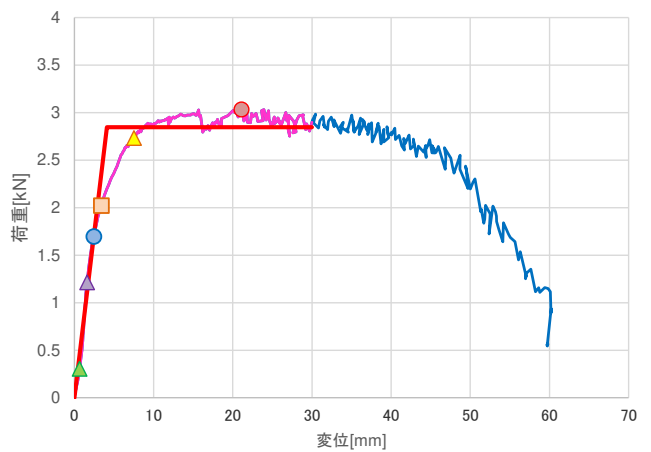
2-S-Wk18-9075-4



2-S-Wk18-9075-5



2-S-Wk18-9075-6

図 3-4 P- δ 曲線(各試験体 一覧)

3-3. 3-S-Wh18-9075 試験結果

3構成	側材(面材)	③ 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(2) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90型 長さ75mm

表 3-5 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
3-S-Wh18-9075-1	-	0.52	11.50	0.45
3-S-Wh18-9075-2	-	0.53	12.75	0.46
3-S-Wh18-9075-3	-	0.55	12.25	0.46
3-S-Wh18-9075-4	-	0.54	11.50	0.44
3-S-Wh18-9075-5	-	0.54	10.38	0.45
3-S-Wh18-9075-6	-	0.54	10.50	0.46
平均	-	0.54	11.48	0.45

表 3-6 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	初期剛性	塑性率	構造特性 係数
	Py	δy	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
3-S-Wh18-9075-1	1.39	1.38	1.96	3.28	2.94	22.37	2.77	30.00	2.74	1.01	10.96	0.22
3-S-Wh18-9075-2	1.49	1.50	1.92	2.63	2.88	14.02	2.70	30.00	2.72	0.99	11.04	0.22
3-S-Wh18-9075-3	1.24	0.92	1.71	1.83	2.57	8.28	2.34	27.20	1.74	1.34	15.61	0.18
3-S-Wh18-9075-4	1.50	1.67	1.61	1.86	2.41	16.77	2.26	30.00	2.51	0.90	11.97	0.21
3-S-Wh18-9075-5	1.77	1.78	1.99	2.23	2.98	14.75	2.77	30.00	2.79	0.99	10.75	0.22
3-S-Wh18-9075-6	1.91	1.80	2.28	2.97	3.42	18.63	3.20	30.00	3.02	1.06	9.93	0.23
平均	1.55	1.51	1.91	2.47	2.87	15.80	2.67	29.53	2.59	1.05	11.71	0.21
標準偏差	0.25	0.33	0.23	0.59	0.35	4.75	0.34	1.14	0.44	0.15	2.02	0.02
変動係数	0.159		0.123									
ばらつき係数	0.629		0.713									
短期基準耐力	0.98		1.36									

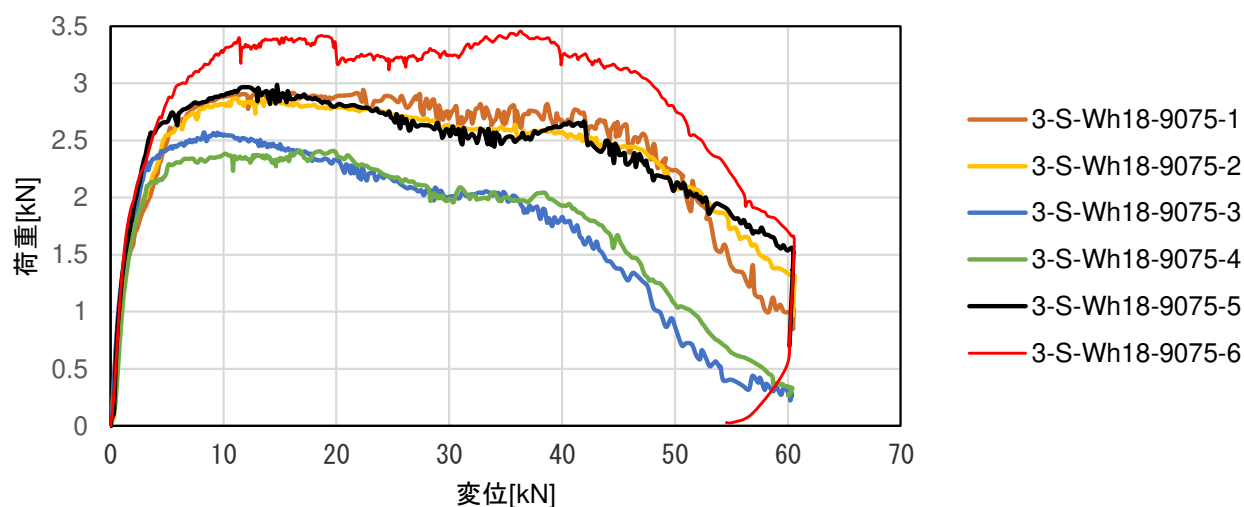
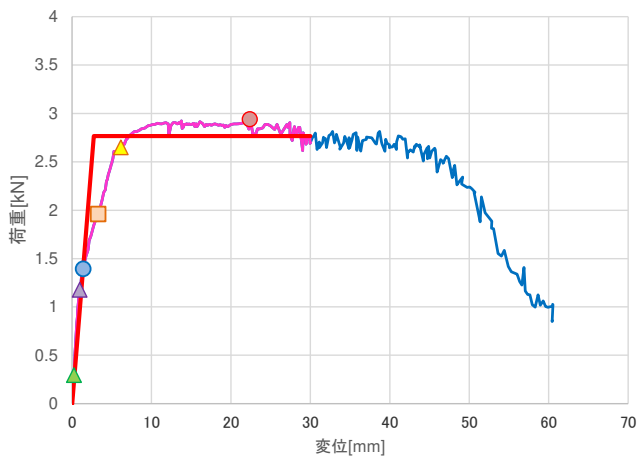
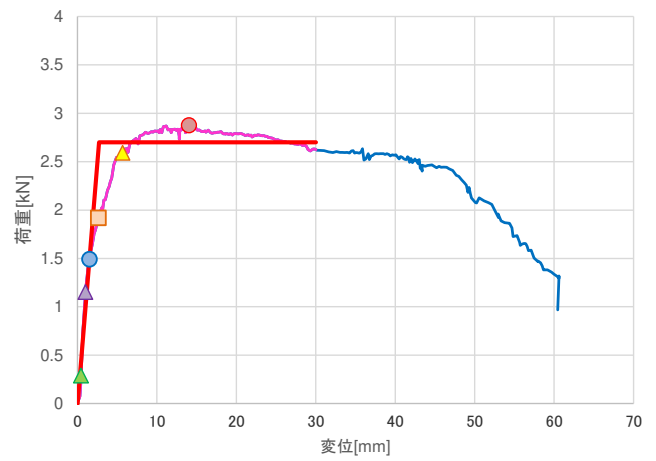


図 3-5 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

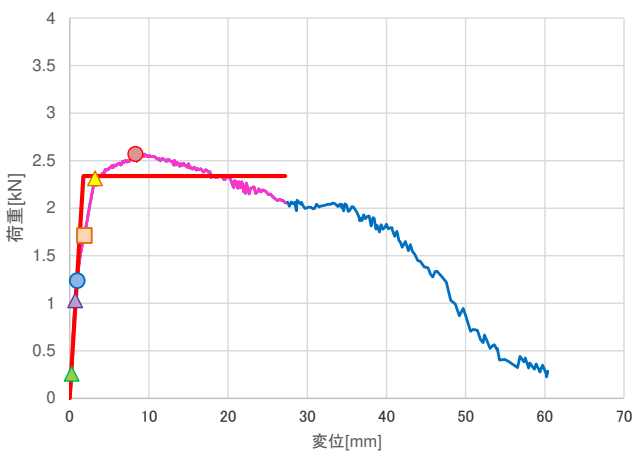
3-S-Wh18-9075-1



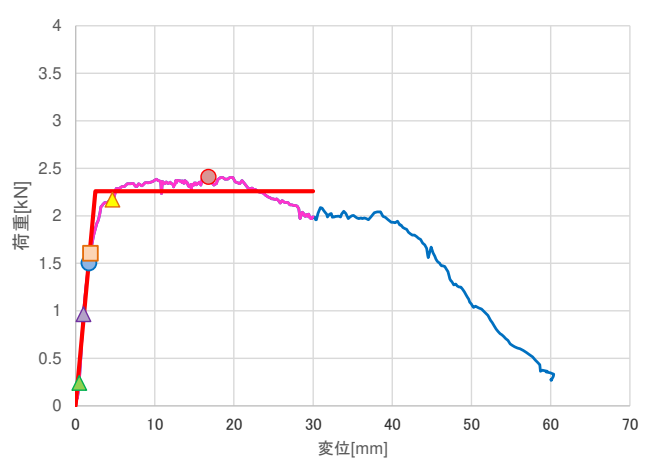
3-S-Wh18-9075-2



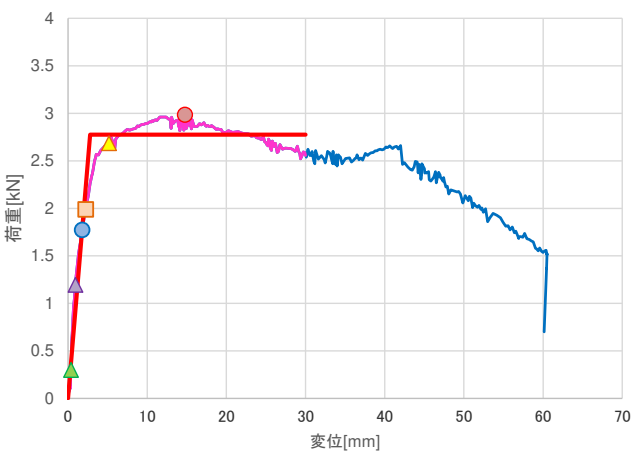
3-S-Wh18-9075-3



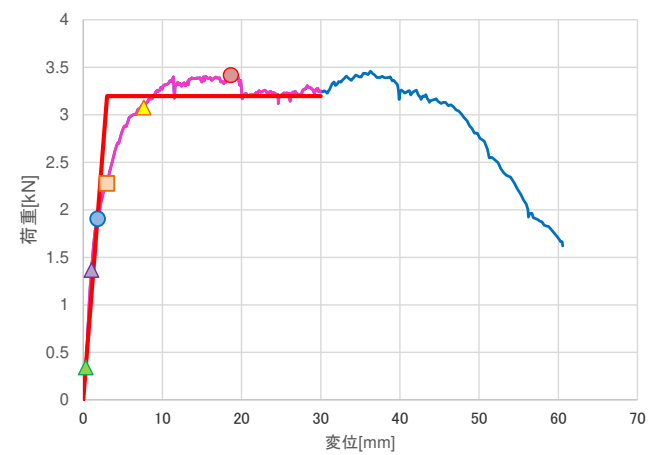
3-S-Wh18-9075-4



3-S-Wh18-9075-5



3-S-Wh18-9075-6

図 3-6 P- δ 曲線(各試験体 一覧)

3-4. 4-S-M18-9075 試験結果

4構成	側材(面材)	④ 構造用MDF 曲げ強度区分25 厚み18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(2) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90型 長さ75mm

表 3-7 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
4-S-M18-9075-1	-	0.71	11.50	0.46
4-S-M18-9075-2	-	0.71	12.75	0.45
4-S-M18-9075-3	-	0.73	12.25	0.45
4-S-M18-9075-4	-	0.72	11.50	0.46
4-S-M18-9075-5	-	0.72	10.38	0.45
4-S-M18-9075-6	-	0.73	10.50	0.45
平均	-	0.72	11.48	0.45

表 3-8 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
4-S-M18-9075-1	1.96	2.36	2.08	2.74	3.12	21.79	2.90	30.00	3.51	0.83	8.56	0.25
4-S-M18-9075-2	2.22	3.16	2.37	3.65	3.55	21.73	3.16	29.51	4.49	0.70	6.57	0.29
4-S-M18-9075-3	2.02	1.50	2.03	1.51	3.04	14.55	2.76	30.00	2.05	1.35	14.62	0.19
4-S-M18-9075-4	1.49	2.75	1.72	3.65	2.59	17.20	2.36	30.00	4.36	0.54	6.88	0.28
4-S-M18-9075-5	1.73	2.07	1.94	3.03	2.91	22.92	2.67	30.00	3.19	0.84	9.40	0.24
4-S-M18-9075-6	2.12	2.71	2.21	2.87	3.31	18.17	3.05	30.00	3.91	0.78	7.67	0.26
平均	1.92	2.43	2.06	2.91	3.09	19.39	2.82	29.92	3.59	0.84	8.95	0.25
標準偏差	0.27	0.58	0.22	0.79	0.33	3.27	0.29	0.20	0.90	0.27	2.97	0.04
変動係数	0.140		0.107									
ばらつき係数	0.673		0.749									
短期基準耐力	1.29		1.54									

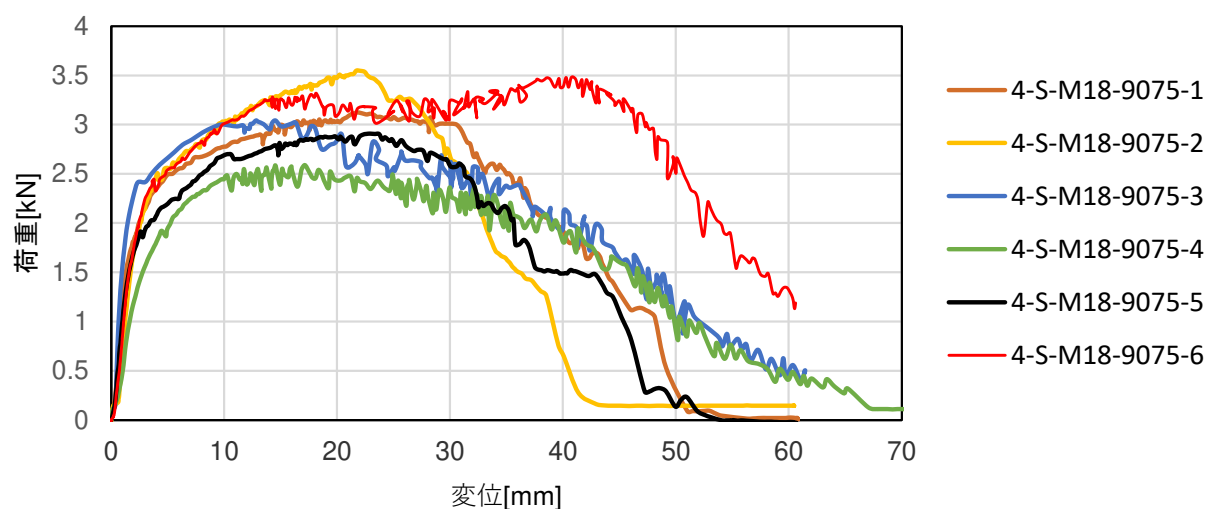
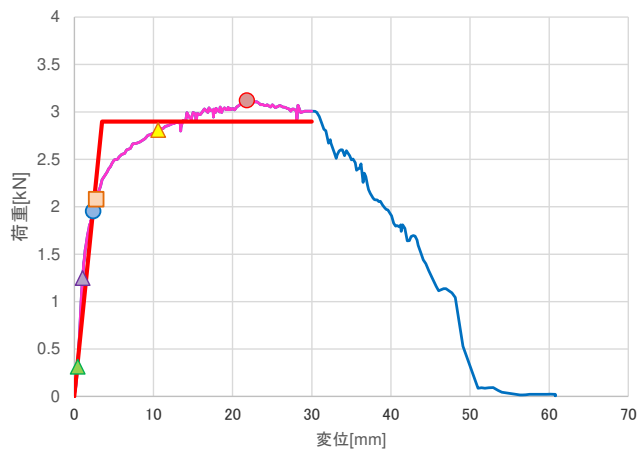
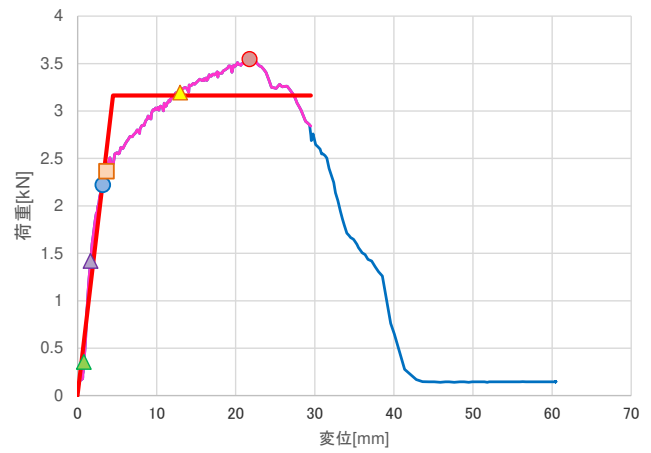


図 3-7 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

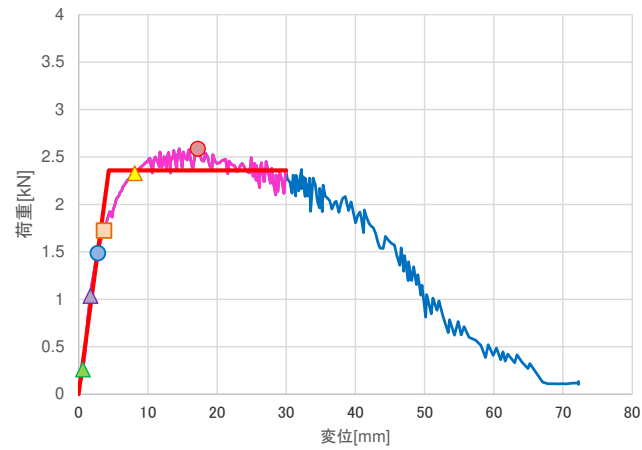
4-S-M18-9075-1



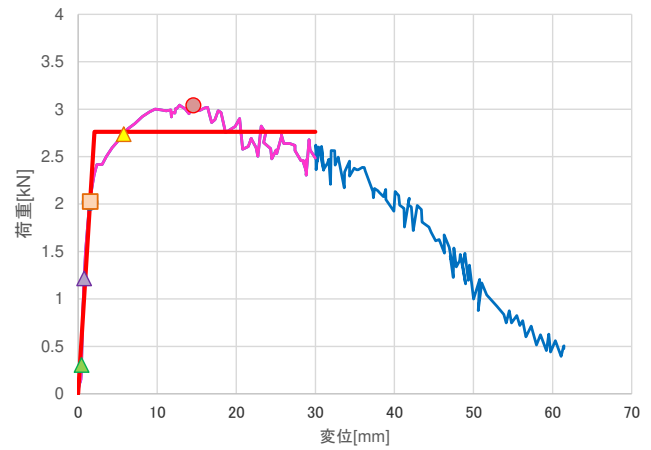
4-S-M18-9075-2



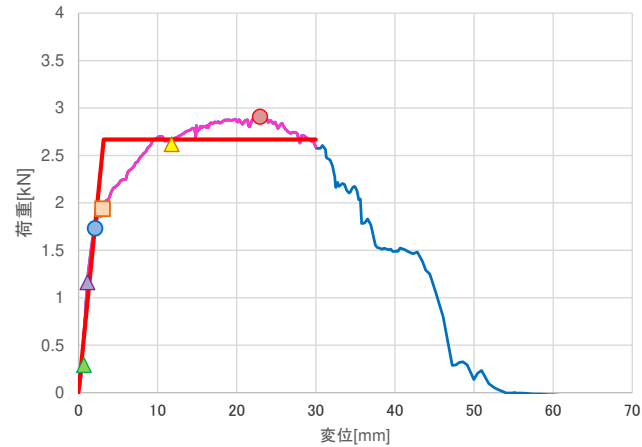
4-S-M18-9075-3



4-S-M18-9075-4



4-S-M18-9075-5



4-S-M18-9075-6

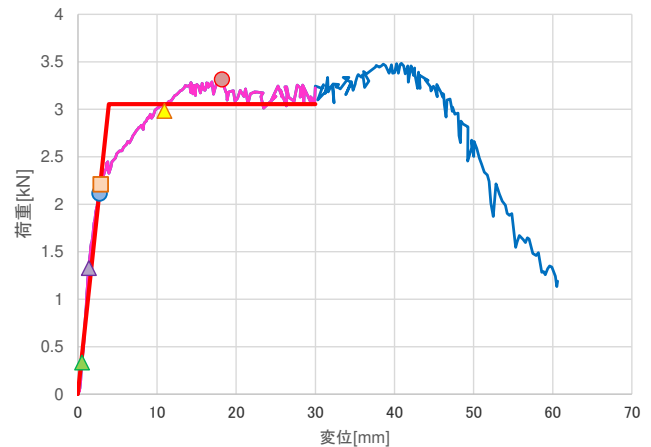


図 3-8 P-δ 曲線(各試験体 一覧)

3-5. 5-S-P18-9075 試験結果

5構成	側材(面材)	⑤ 構造用パーティクルボード 厚み18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(2) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ90型 長さ75mm

表 3-9 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
5-S-P18-9075-1	-	0.72	11.00	0.45
5-S-P18-9075-2	-	0.72	11.13	0.44
5-S-P18-9075-3	-	0.72	10.25	0.45
5-S-P18-9075-4	-	0.72	11.00	0.45
5-S-P18-9075-5	-	0.72	10.88	0.46
5-S-P18-9075-6	-	0.72	11.00	0.46
平均	-	0.72	10.85	0.45

表 3-10 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	初期剛性	塑性率	構造特性 係数
	Py	δy	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
5-S-P18-9075-1	2.08	1.95	2.17	2.12	3.25	10.24	2.96	24.15	2.79	1.06	8.67	0.25
5-S-P18-9075-2	2.38	2.66	2.17	2.30	3.25	13.41	3.00	27.62	3.34	0.90	8.26	0.25
5-S-P18-9075-3	1.52	1.44	2.06	2.60	3.09	8.73	2.83	18.59	2.70	1.05	6.89	0.28
5-S-P18-9075-4	2.23	2.45	2.15	2.25	3.22	19.42	3.04	30.00	3.34	0.91	8.97	0.24
5-S-P18-9075-5	1.69	1.67	2.14	2.82	3.21	11.80	2.87	30.00	2.83	1.02	10.61	0.22
5-S-P18-9075-6	1.92	2.12	2.10	2.55	3.15	10.42	2.88	30.00	3.17	0.91	9.46	0.24
平均	1.97	2.05	2.13	2.44	3.19	12.34	2.93	26.73	3.03	0.97	8.81	0.25
標準偏差	0.33	0.46	0.04	0.26	0.06	3.81	0.08	4.60	0.29	0.08	1.24	0.02
変動係数	0.166		0.019									
ばらつき係数	0.613		0.955									
短期基準耐力	1.21		2.03									

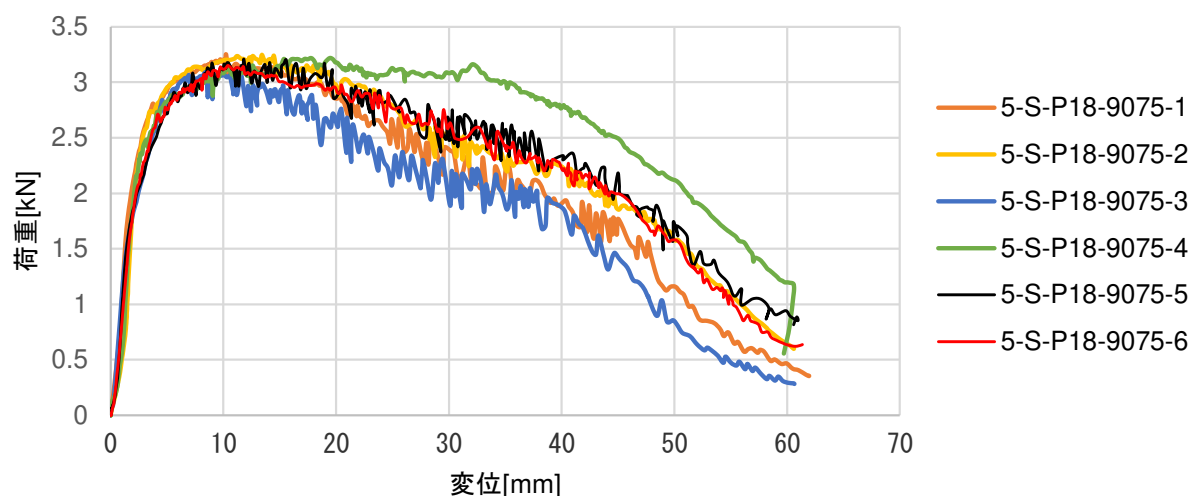
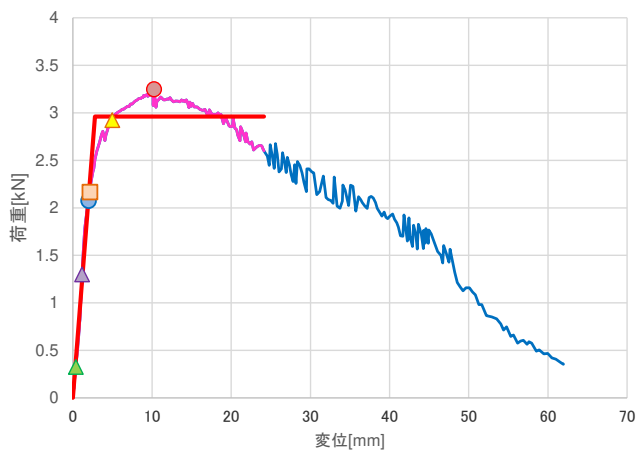
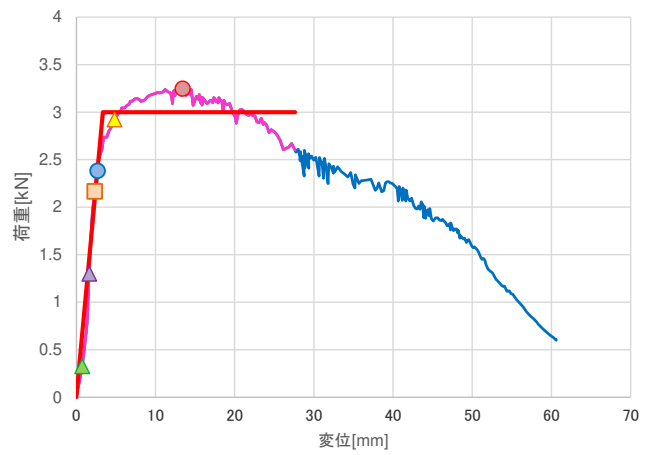


図 3-9 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

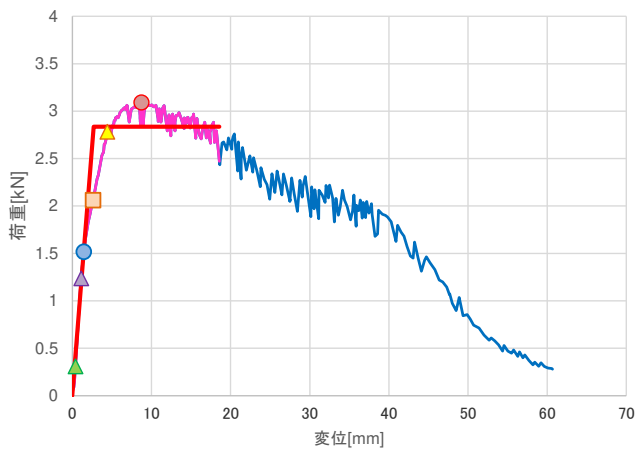
5-S-P18-9075-1



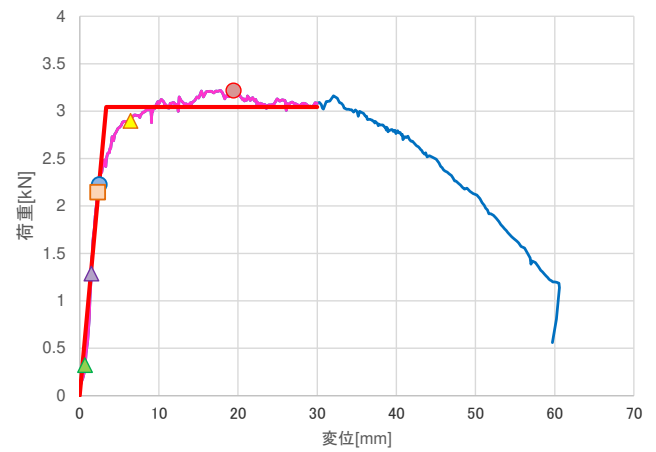
5-S-P18-9075-2



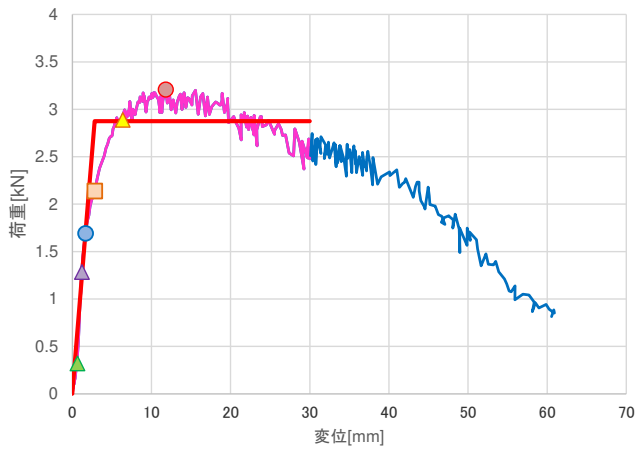
5-S-P18-9075-3



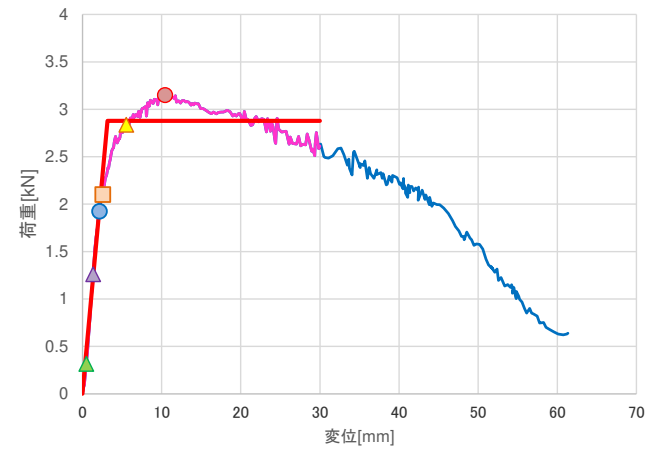
5-S-P18-9075-4



5-S-P18-9075-5



5-S-P18-9075-6

図 3-10 P- δ 曲線(各試験体 一覽)

3-6. 6-S-Ws24-75874 試験結果

6構成	側材(面材)	① 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(1) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75型 頭径φ8.74

表 3-11 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
6-S-Ws24-75874-1	-	0.43	10.25	0.44
6-S-Ws24-75874-2	-	0.42	11.88	0.47
6-S-Ws24-75874-3	-	0.44	8.38	0.46
6-S-Ws24-75874-4	-	0.43	10.00	0.47
6-S-Ws24-75874-5	-	0.43	9.13	0.47
6-S-Ws24-75874-6	-	0.43	12.38	0.46
平均	-	0.43	10.35	0.46

表 3-12 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	Ds
6-S-Ws24-75874-1	1.47	1.27	1.81	2.61	2.71	15.01	2.47	30.00	2.12	1.16	14.13	0.19
6-S-Ws24-75874-2	1.23	1.28	1.62	3.07	2.44	14.84	2.10	30.00	2.18	0.96	13.74	0.19
6-S-Ws24-75874-3	1.33	0.92	1.84	2.30	2.76	6.70	2.44	22.18	1.69	1.44	13.14	0.20
6-S-Ws24-75874-4	1.96	1.92	2.09	2.24	3.13	27.48	2.95	30.00	2.88	1.02	10.40	0.22
6-S-Ws24-75874-5	1.29	1.18	1.49	1.65	2.23	17.13	2.09	30.00	1.90	1.10	15.78	0.18
6-S-Ws24-75874-6	1.34	1.72	1.76	3.33	2.63	11.79	2.27	29.56	2.93	0.78	10.10	0.23
平均	1.44	1.38	1.77	2.53	2.65	15.49	2.38	28.62	2.28	1.08	12.88	0.20
標準偏差	0.27	0.37	0.20	0.61	0.31	6.90	0.32	3.16	0.51	0.22	2.22	0.02
変動係数	0.188		0.116									
ばらつき係数	0.561		0.730									
短期基準耐力	0.81		1.29									

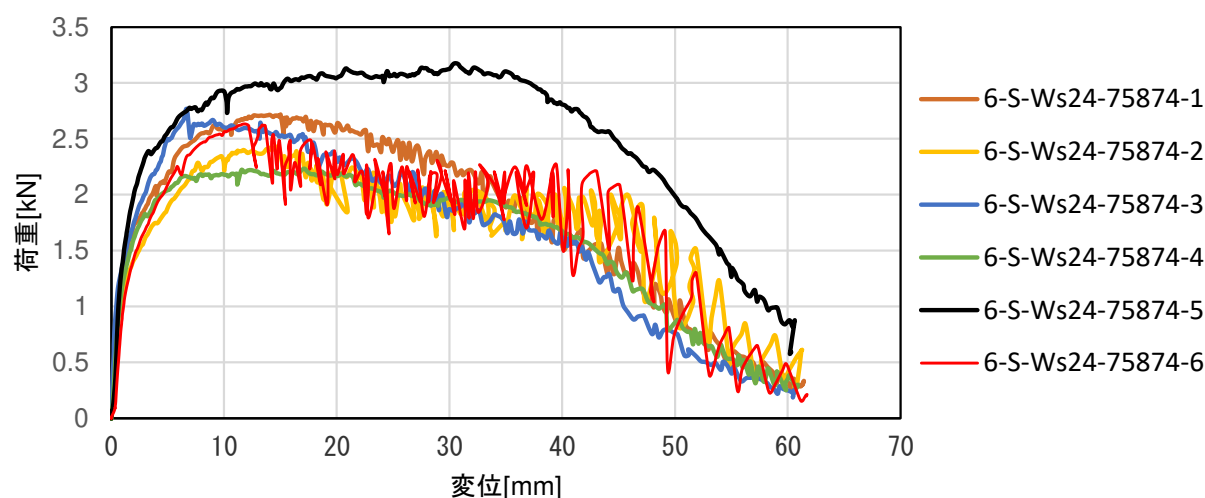
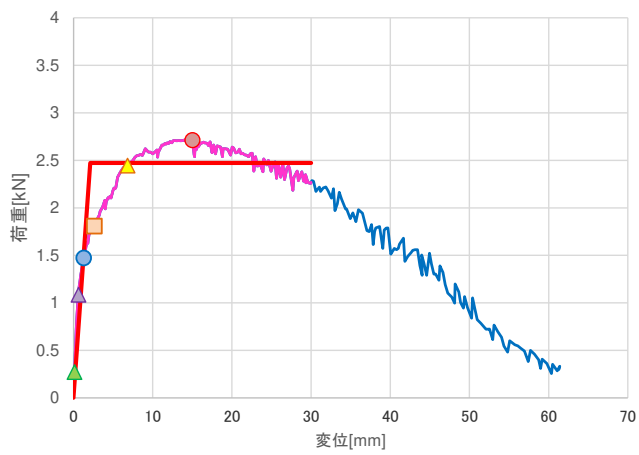
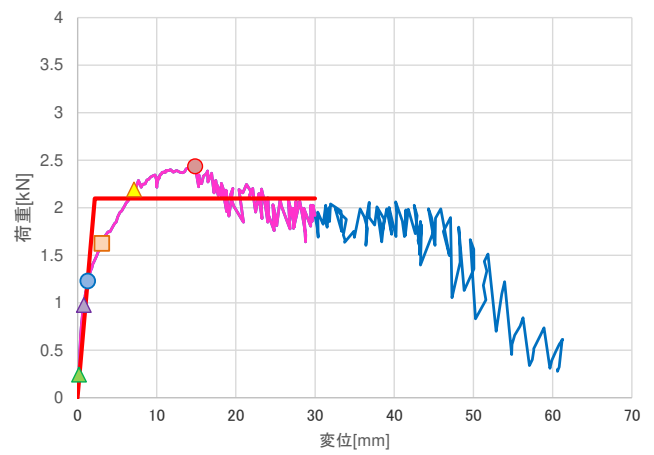


図 3-11 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

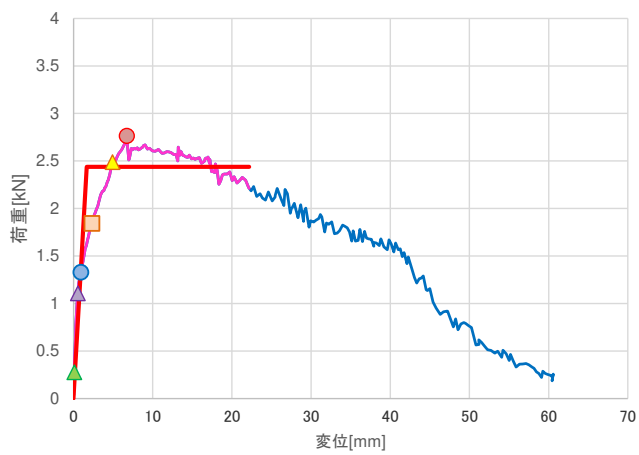
6-S-Ws24-75874-1



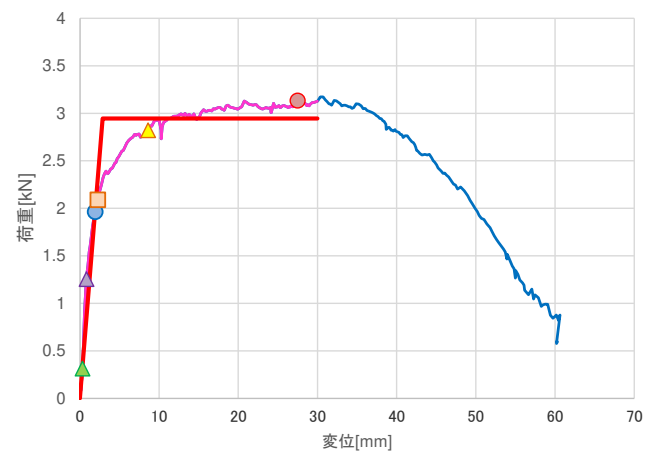
6-S-Ws24-75874-2



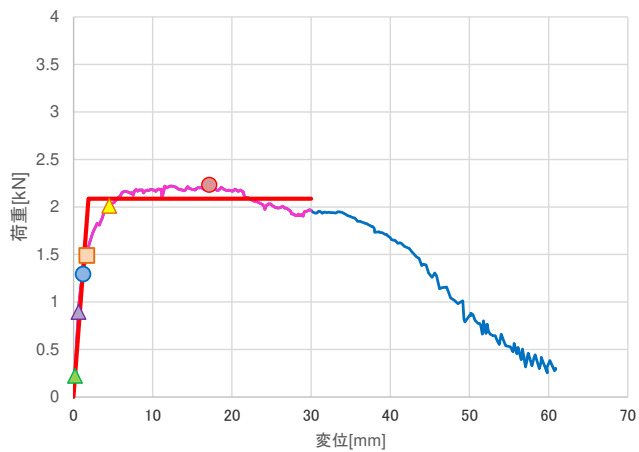
6-S-Ws24-75874-3



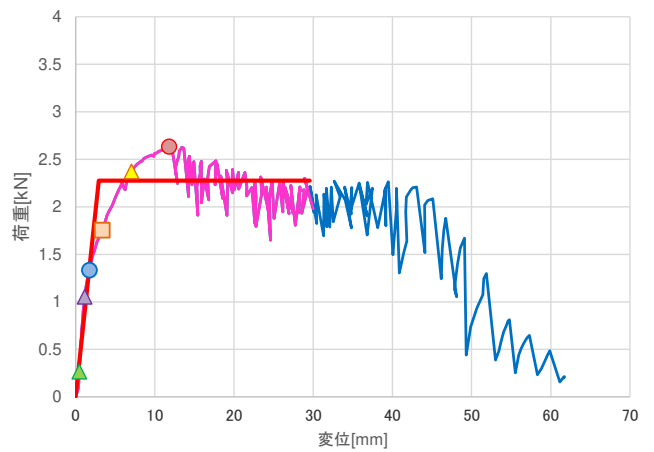
6-S-Ws24-75874-4



6-S-Ws24-75874-5



6-S-Ws24-75874-6

図 3-12 P- δ 曲線(各試験体 一覽)

3-7. 7-S-Wk18-75874 試験結果

7構成	側材(面材)	② 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(1) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75型 頭径φ8.74

表 3-13 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
7-S-Wk18-75874-1	-	0.62	9.50	0.46
7-S-Wk18-75874-2	-	0.58	12.50	0.47
7-S-Wk18-75874-3	-	0.59	9.75	0.47
7-S-Wk18-75874-4	-	0.62	11.00	0.48
7-S-Wk18-75874-5	-	0.61	11.13	0.48
7-S-Wk18-75874-6	-	0.62	10.00	0.48
平均	-	0.60	10.88	0.47

表 3-14 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	Ds
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
7-S-Wk18-75874-1	1.52	1.60	1.64	1.85	2.46	9.84	2.24	30.00	2.36	0.95	12.69	0.20
7-S-Wk18-75874-2	1.41	0.99	1.63	1.28	2.45	10.38	2.11	30.00	1.48	1.42	20.20	0.16
7-S-Wk18-75874-3	1.82	3.81	2.07	5.28	3.10	25.94	2.82	30.00	5.92	0.48	5.07	0.33
7-S-Wk18-75874-4	1.51	1.55	1.79	2.11	2.69	7.85	2.50	24.67	2.56	0.98	9.64	0.23
7-S-Wk18-75874-5	1.47	1.41	1.87	2.70	2.80	21.55	2.61	30.00	2.52	1.04	11.91	0.21
7-S-Wk18-75874-6	1.64	1.64	1.97	2.46	2.96	12.10	2.76	30.00	2.77	1.00	10.84	0.22
平均	1.56	1.84	1.83	2.61	2.74	14.61	2.51	29.11	2.94	0.98	11.73	0.23
標準偏差	0.15	1.00	0.18	1.40	0.26	7.34	0.29	2.18	1.53	0.30	4.95	0.06
変動係数	0.095		0.096									
ばらつき係数	0.779		0.775									
短期基準耐力	1.22		1.42									

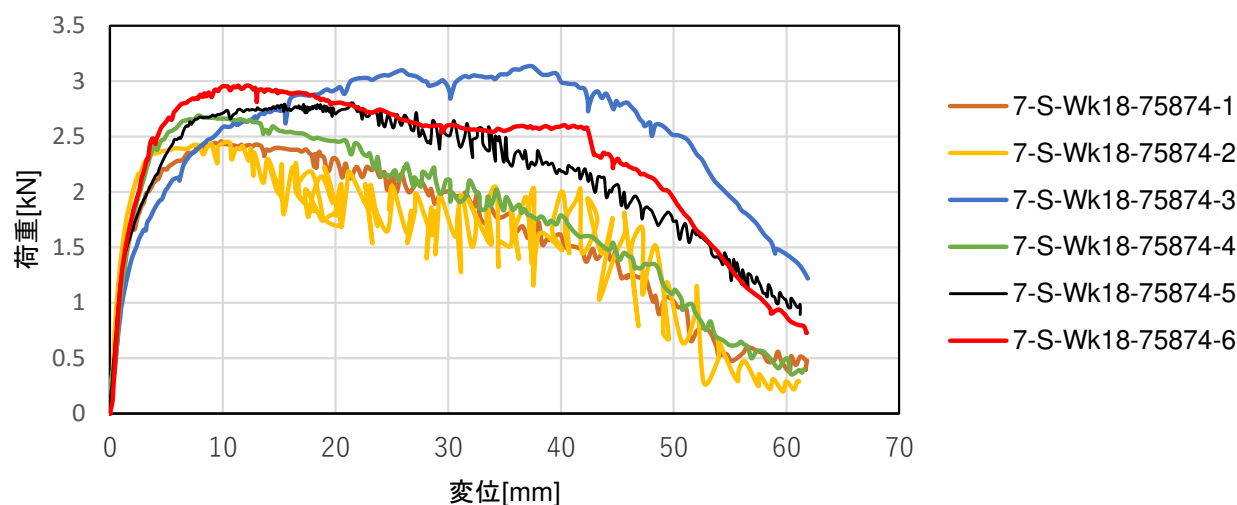
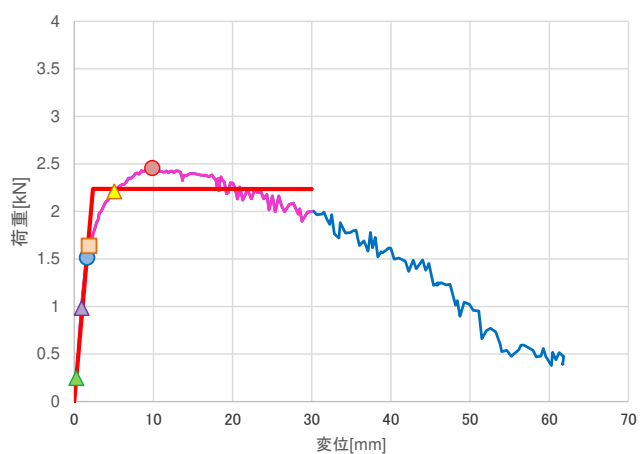
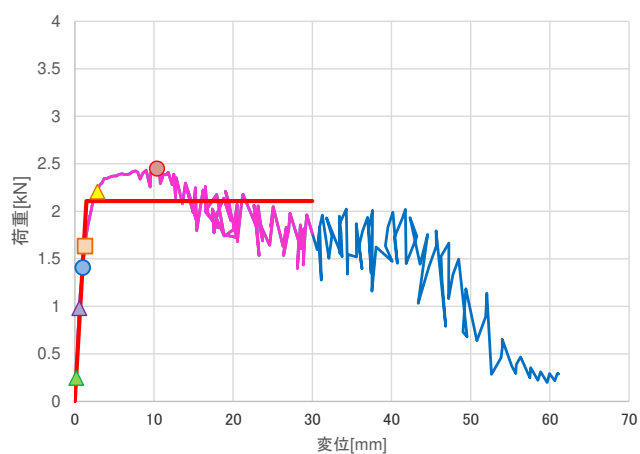


図 3-13 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

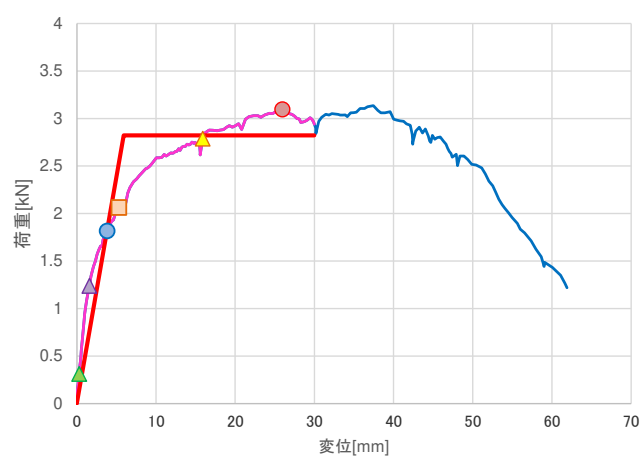
7-S-Wk18-75874-1



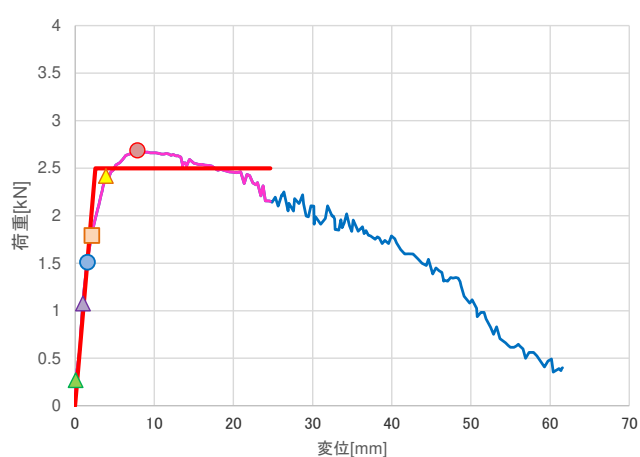
7-S-Wk18-75874-2



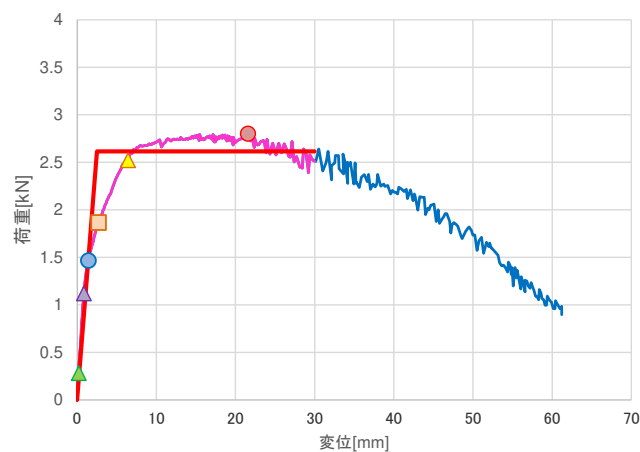
7-S-Wk18-75874-3



7-S-Wk18-75874-4



7-S-Wk18-75874-5



7-S-Wk18-75874-6

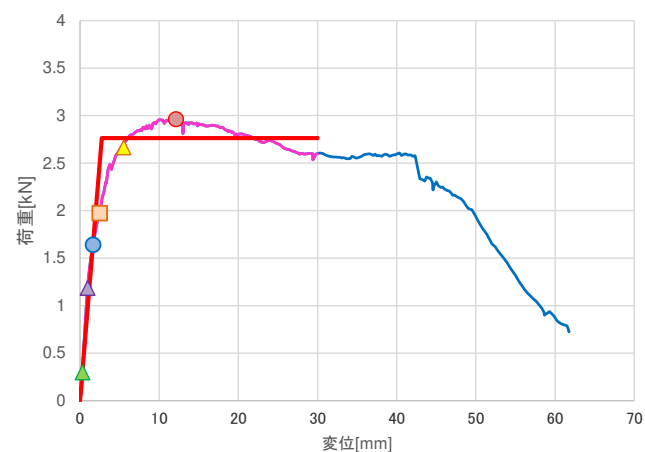


図 3-14 P-δ 曲線(各試験体 一覽)

3-8. 8-S-Wh18-75874 試験結果

8構成	側材(面材)	③ 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 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(1) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75型 頭径φ8.74

表 3-15 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
8-S-Wh18-75874-1	-	0.54	9.25	0.47
8-S-Wh18-75874-2	-	0.54	9.88	0.46
8-S-Wh18-75874-3	-	0.54	8.88	0.46
8-S-Wh18-75874-4	-	0.54	9.88	0.48
8-S-Wh18-75874-5	-	0.54	10.63	0.48
8-S-Wh18-75874-6	-	0.54	11.00	0.46
平均	-	0.54	10.05	0.46

表 3-16 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	Ds
8-S-Wh18-75874-1	1.52	1.40	1.79	2.17	2.68	19.05	2.55	30.00	2.34	1.09	12.84	0.20
8-S-Wh18-75874-2	1.66	1.77	1.86	2.23	2.79	14.49	2.65	30.00	2.81	0.94	10.66	0.22
8-S-Wh18-75874-3	1.98	1.58	1.89	1.46	2.83	14.57	2.63	30.00	2.10	1.26	14.30	0.19
8-S-Wh18-75874-4	1.63	2.17	1.74	2.46	2.62	13.68	2.28	29.83	3.04	0.75	9.80	0.23
8-S-Wh18-75874-5	1.57	1.72	1.91	2.69	2.86	15.51	2.60	29.80	2.84	0.92	10.49	0.22
8-S-Wh18-75874-6	1.62	2.08	1.71	2.27	2.57	11.33	2.27	26.77	2.93	0.78	9.15	0.24
平均	1.66	1.79	1.82	2.21	2.73	14.77	2.50	29.40	2.68	0.95	11.21	0.22
標準偏差	0.16	0.29	0.08	0.42	0.12	2.53	0.17	1.29	0.37	0.19	1.96	0.02
変動係数	0.098		0.044									
ばらつき係数	0.772		0.897									
短期基準耐力	1.28		1.63									

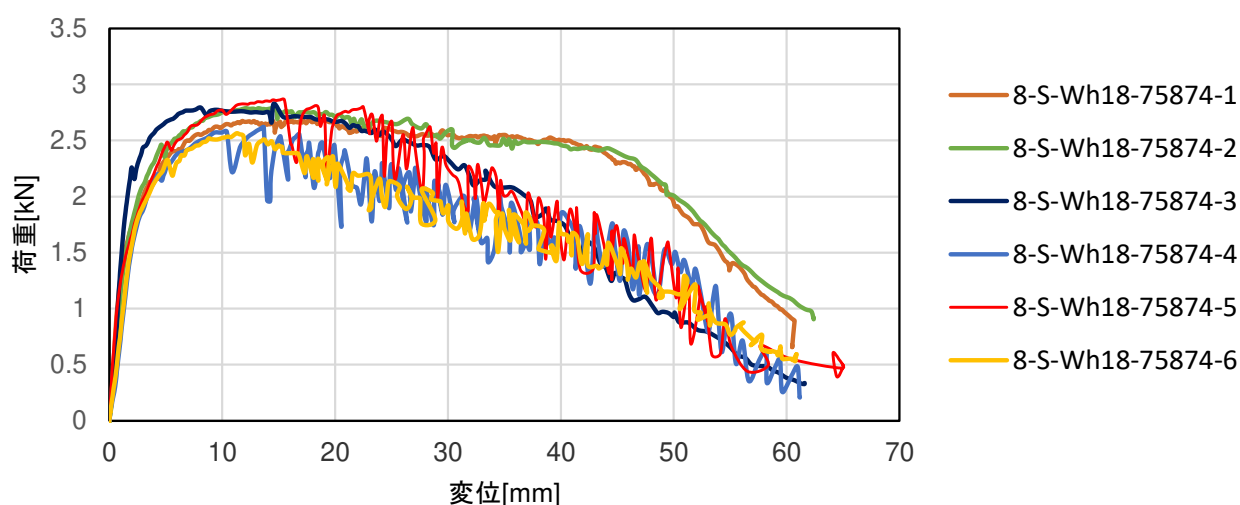
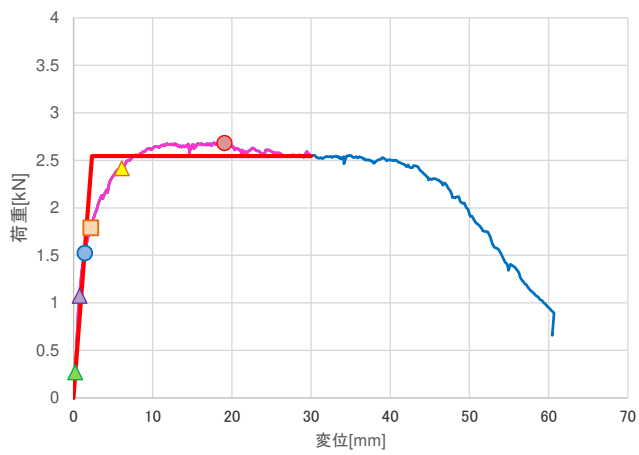
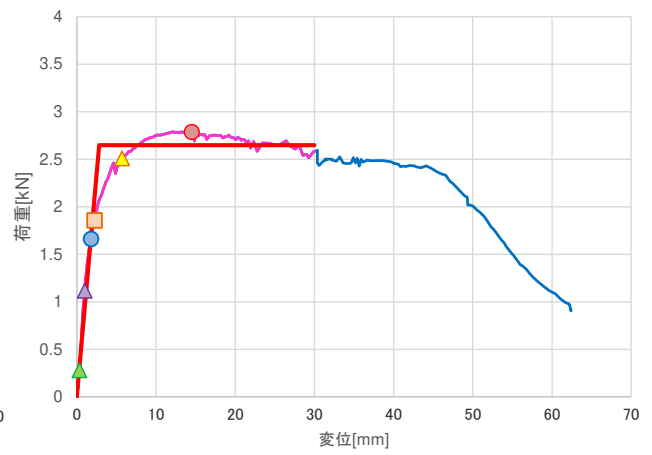


図 3-15 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

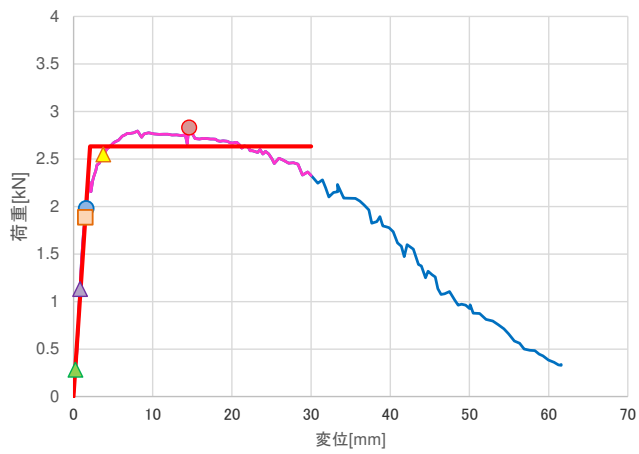
8-S-Wh18-75874-1



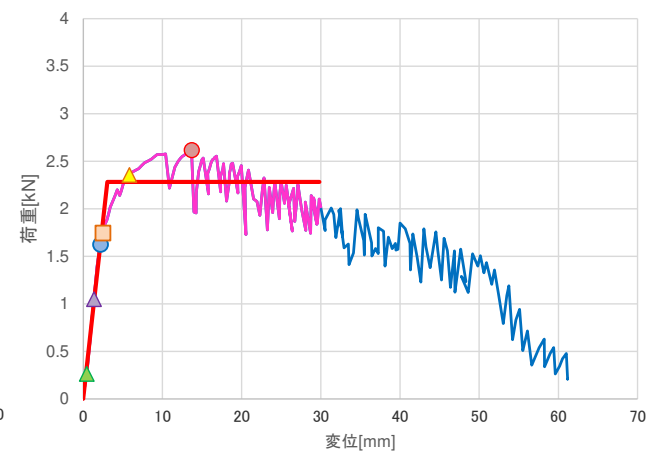
8-S-Wh18-75874-2



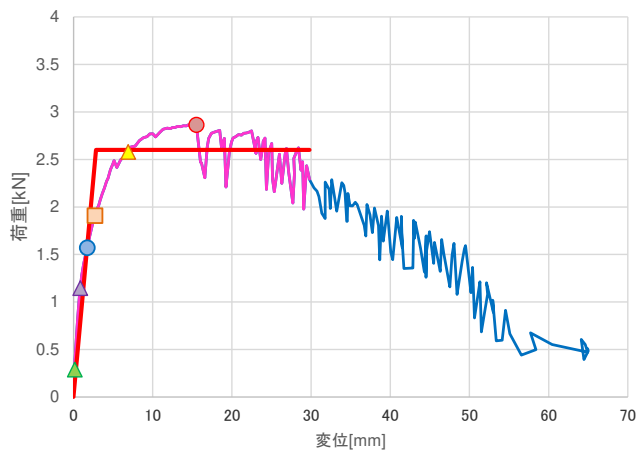
8-S-Wh18-75874-3



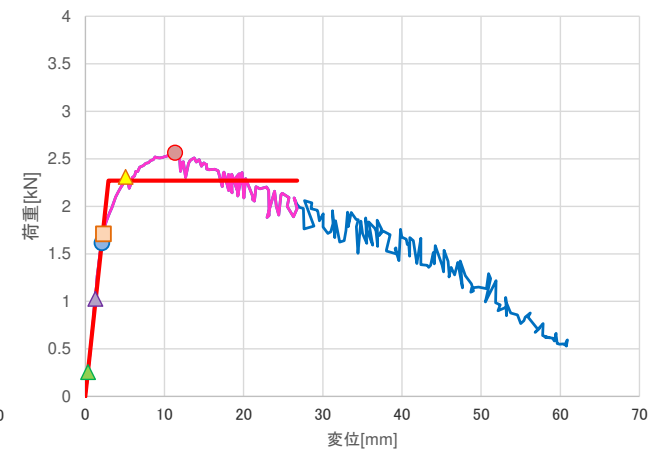
8-S-Wh18-75874-4



8-S-Wh18-75874-5



8-S-Wh18-75874-6

図 3-16 P- δ 曲線(各試験体 一覽)

3-9. 9-S-M18-75874 試験結果

9構成	側材(面材)	④ 構造用MDF 曲げ強度区分25 厚み18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(1) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75型 頭径φ8.74

表 3-17 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
9-S-M18-75874-1	-	0.72	10.25	0.46
9-S-M18-75874-2	-	0.72	8.38	0.47
9-S-M18-75874-3	-	0.73	10.38	0.44
9-S-M18-75874-4	-	0.72	9.25	0.46
9-S-M18-75874-5	-	0.72	9.00	0.45
9-S-M18-75874-6	-	0.73	9.63	0.46
平均	-	0.73	9.33	0.45

表 3-18 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	Ds
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	
9-S-M18-75874-1	1.45	2.14	1.76	3.57	2.64	18.91	2.41	30.00	3.56	0.68	8.43	0.25
9-S-M18-75874-2	1.56	2.60	1.70	3.26	2.55	18.63	2.38	30.00	3.97	0.60	7.55	0.27
9-S-M18-75874-3	1.43	6.48	1.95	7.95	2.93	28.48	2.96	30.00	13.45	0.22	2.23	0.54
9-S-M18-75874-4	1.62	3.49	1.84	4.68	2.75	30.00	2.57	30.00	5.54	0.46	5.42	0.32
9-S-M18-75874-5	1.21	2.07	1.56	4.23	2.34	11.77	2.10	30.00	3.59	0.58	8.35	0.25
9-S-M18-75874-6	1.34	2.04	1.95	5.41	2.93	16.87	2.58	30.00	3.95	0.65	7.60	0.27
平均	1.43	3.14	1.79	4.85	2.69	20.78	2.50	30.00	5.68	0.53	6.60	0.32
標準偏差	0.15	1.73	0.15	1.70	0.23	7.06	0.29	0.00	3.88	0.17	2.40	0.11
変動係数	0.104		0.085									
ばらつき係数	0.757		0.801									
短期基準耐力	1.08		1.44									

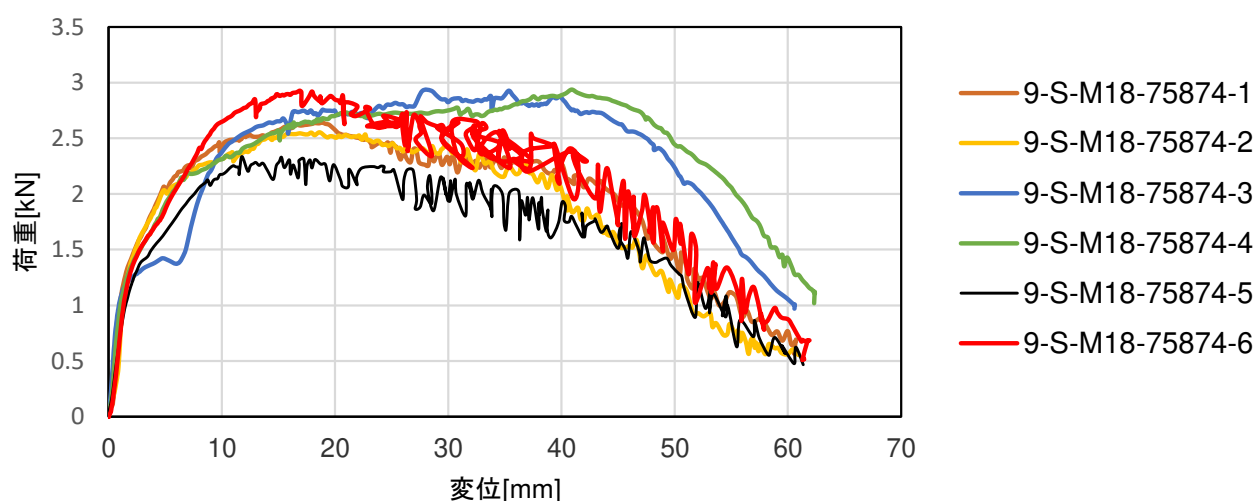
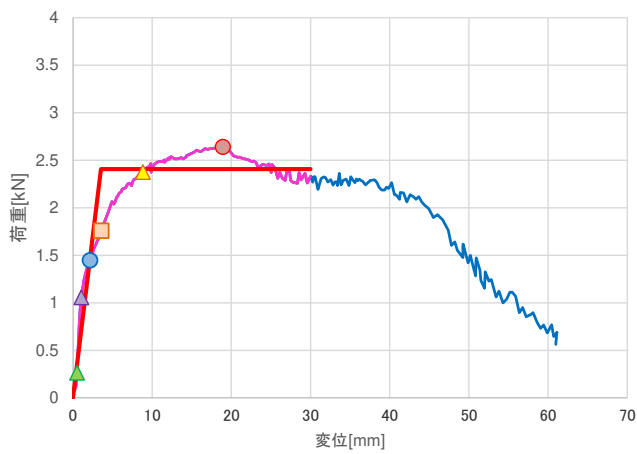
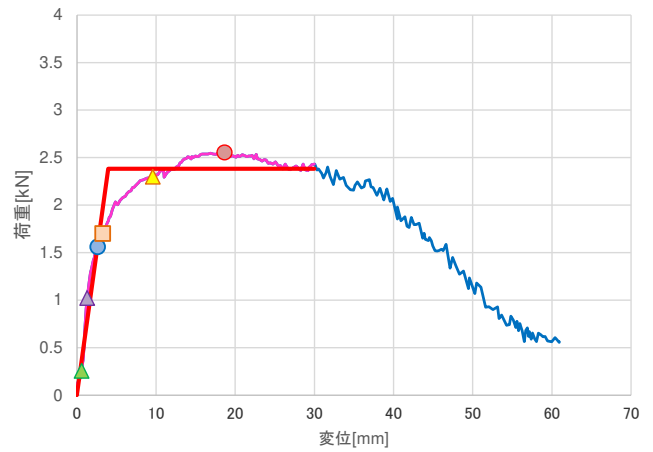


図 3-17 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

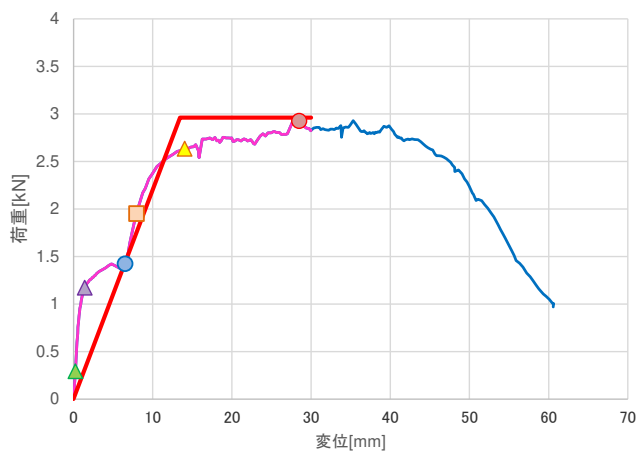
9-S-M18-75874-1



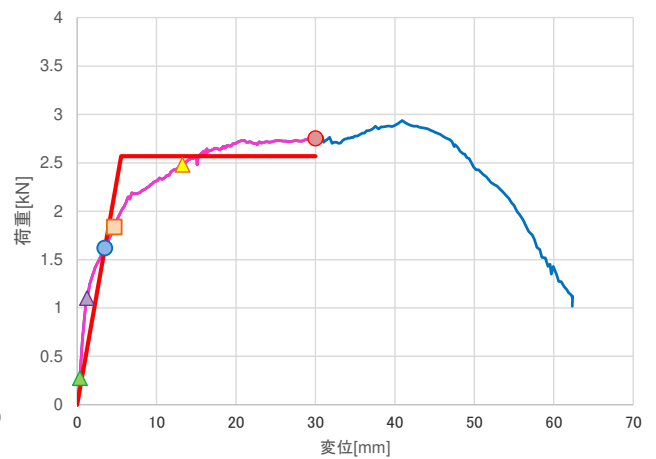
9-S-M18-75874-2



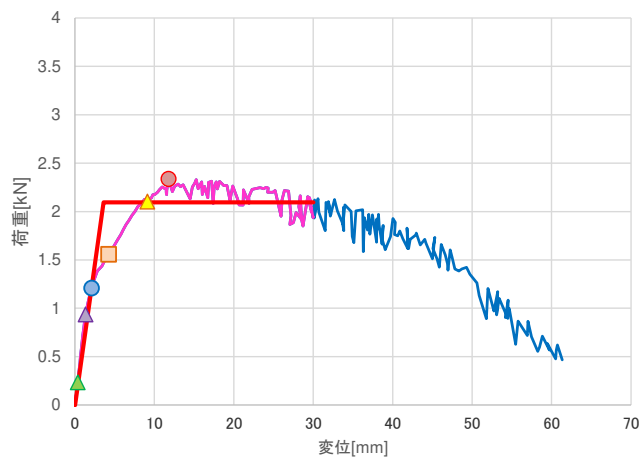
9-S-M18-75874-3



9-S-M18-75874-4



9-S-M18-75874-5



9-S-M18-75874-6

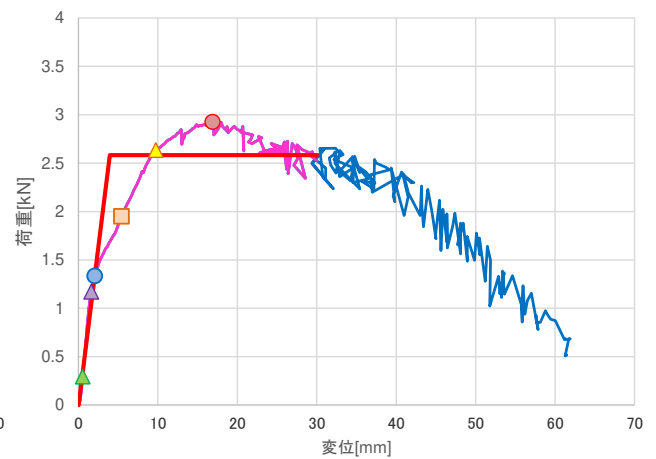


図 3-18 P-δ 曲線(各試験体 一覽)

3-10. 10-S-P18-75874 試験結果

10構成	側材(面材)	⑤ 構造用パーティクルボード 厚み18mm
	主材(軸材)	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具(くぎ)	(1) 特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ75型 頭径φ8.74

表 3-19 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
10-S-P18-75874-1	-	0.71	9.00	0.46
10-S-P18-75874-2	-	0.71	10.00	0.47
10-S-P18-75874-3	-	0.71	9.63	0.44
10-S-P18-75874-4	-	0.72	10.88	0.46
10-S-P18-75874-5	-	0.72	8.75	0.45
10-S-P18-75874-6	-	0.71	8.38	0.46
平均	-	0.71	9.53	0.45

表 3-20 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	2/3Pm	δ2/3Pm	Pmax	δPmax	Pu	δu	δv	K	μ	
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	Ds
10-S-P18-75874-1	1.56	1.42	2.07	3.78	3.10	19.18	2.87	30.00	2.60	1.10	11.52	0.21
10-S-P18-75874-2	1.81	1.17	2.34	1.97	3.51	9.91	3.19	24.23	2.06	1.55	11.76	0.21
10-S-P18-75874-3	1.76	0.95	2.02	1.24	3.03	6.56	2.72	23.76	1.47	1.85	16.19	0.18
10-S-P18-75874-4	2.66	2.48	2.23	2.05	3.35	11.43	2.98	26.20	2.78	1.07	9.42	0.24
10-S-P18-75874-5	1.62	2.03	2.24	6.27	3.36	14.46	2.97	30.00	3.73	0.80	8.04	0.26
10-S-P18-75874-6	1.83	2.11	2.04	2.49	3.06	11.71	2.79	27.86	3.21	0.87	8.69	0.25
平均	1.87	1.69	2.16	2.97	3.23	12.21	2.92	27.01	2.64	1.21	10.94	0.22
標準偏差	0.40	0.60	0.13	1.82	0.20	4.28	0.17	2.74	0.81	0.41	2.98	0.03
変動係数	0.213		0.060									
ばらつき係数	0.503		0.859									
短期基準耐力	0.94		1.85									

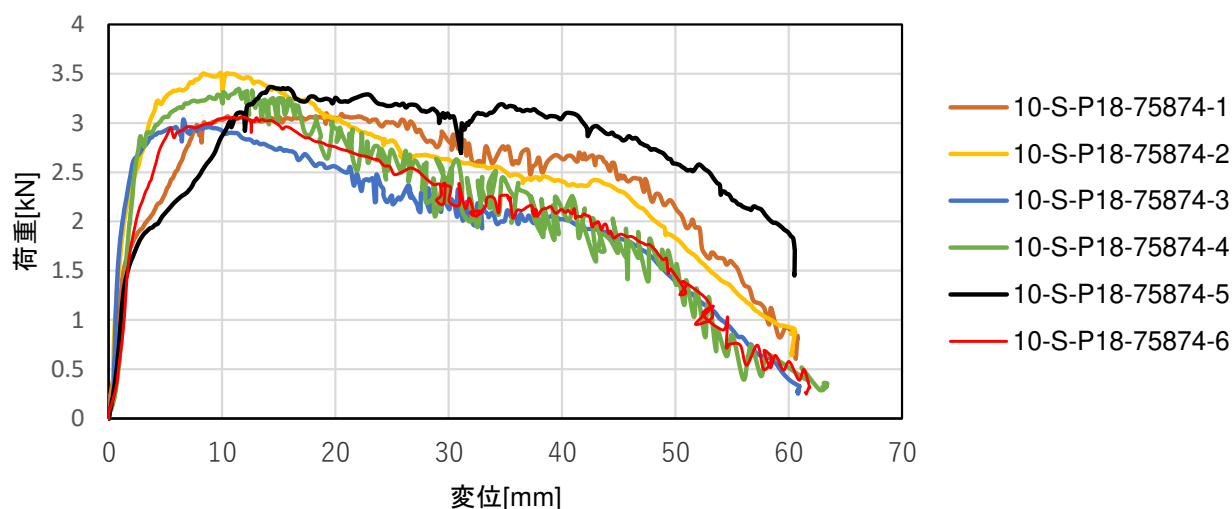
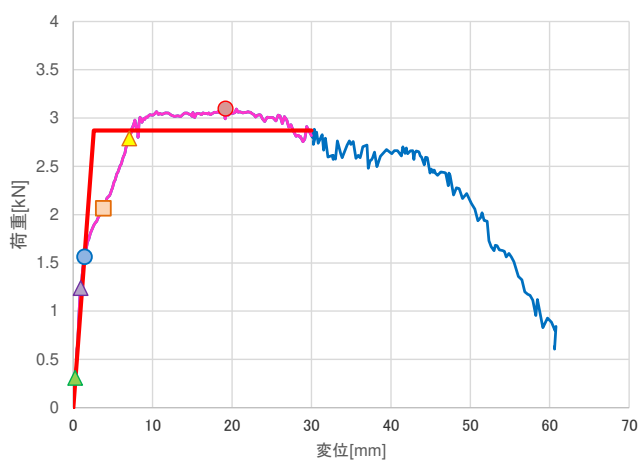
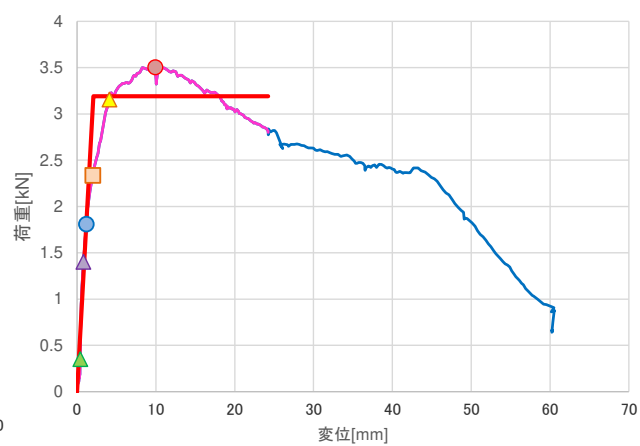


図 3-19 P-δ 曲線(試験体相互の比較)

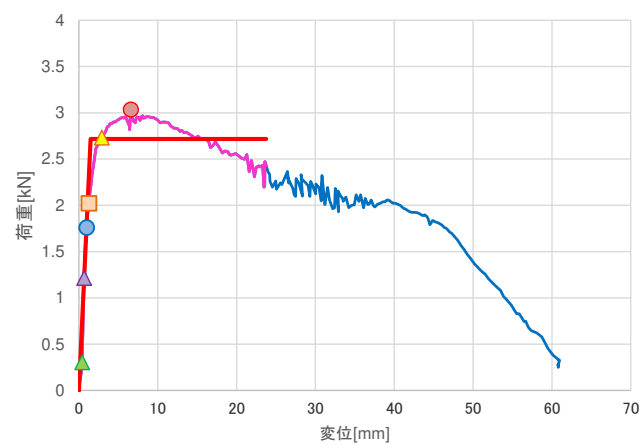
10-S-P18-75874-1



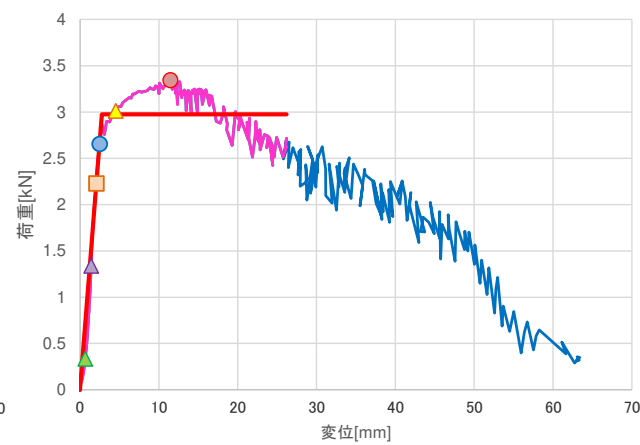
10-S-P18-75874-2



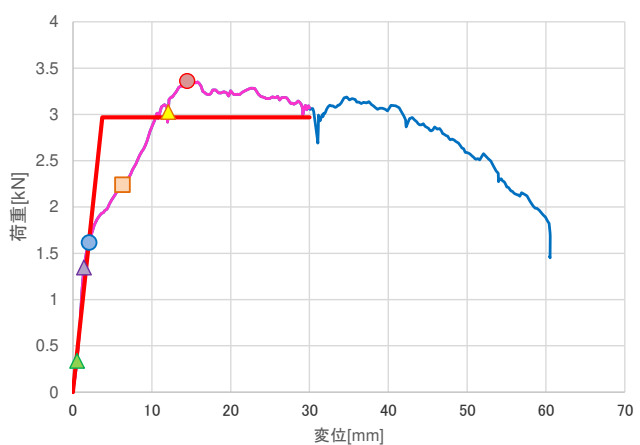
10-S-P18-75874-3



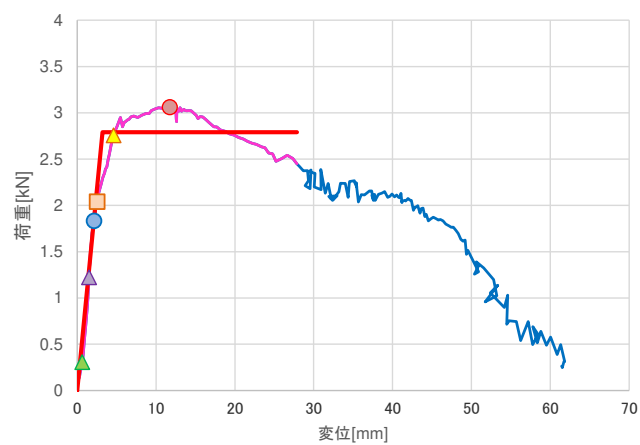
10-S-P18-75874-4



10-S-P18-75874-5



10-S-P18-75874-6

図 3-20 P- δ 曲線(各試験体 一覽)

4 試験後写真

1-S-Ws24-9075

※引き抜け



写真 4-1 試験終了後

※引き抜け

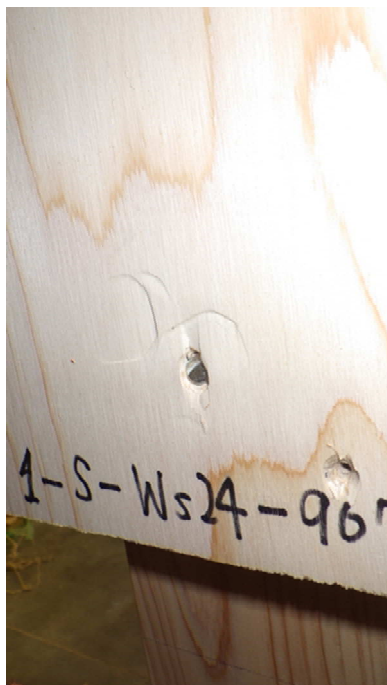


写真 4-2 試験終了後

※引き抜け



写真 4-3 試験終了後

※引き抜け

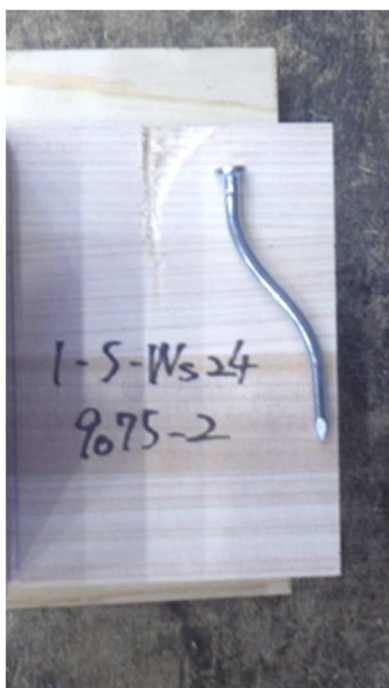


写真 4-4 解体後

●破壊状況 判定

1-S-W24-9075	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	A	B	B

2-S-Wk18-9075

※引き抜け



写真 4-5 試験終了後

※引き抜け

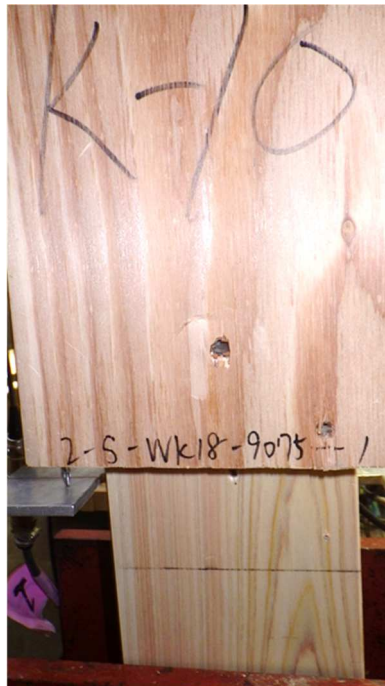


写真 4-6 試験終了後

※引き抜け

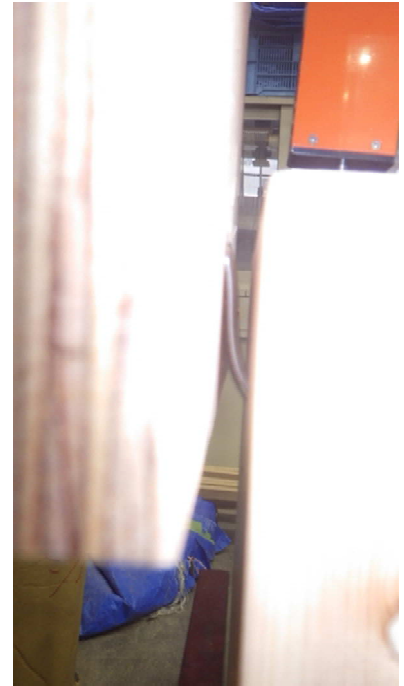


写真 4-7 試験終了後

※引き抜け

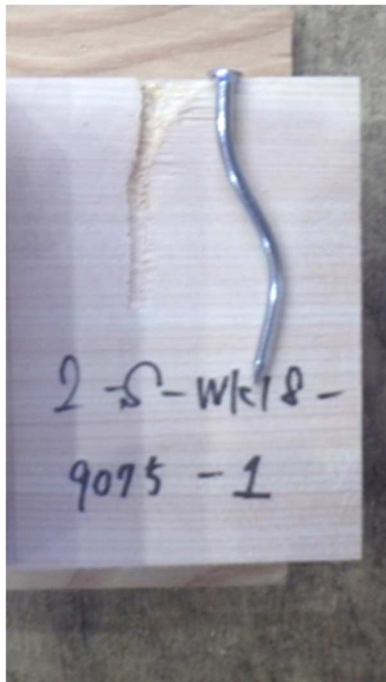


写真 4-8 解体後

●破壊状況 判定

2-S-Wk18-9075	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

3-S-Wh18-9075

※引き抜け

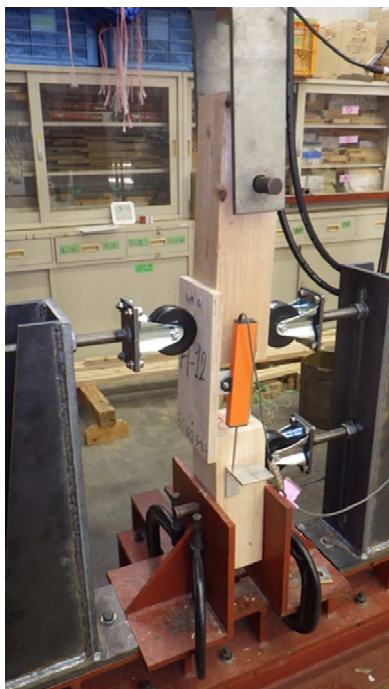


写真 4-9 試験終了後

※引き抜け



写真 4-10 試験終了後

※引き抜け



写真 4-11 試験終了後

※引き抜け

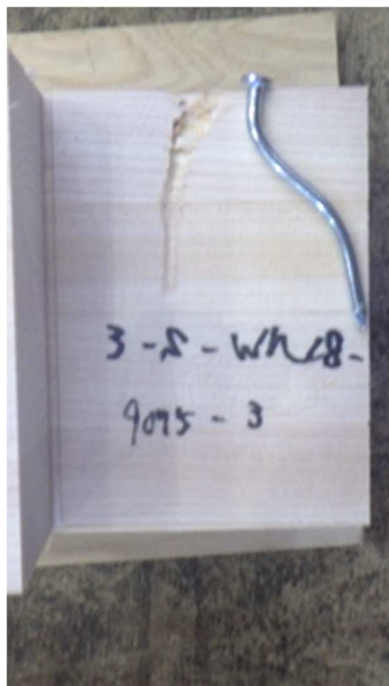


写真 4-12 解体後

●破壊状況 判定

3-S-Wh18-9075	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

4-S-M18-9075

※パンチングアウト(No.1)



写真 4-13 試験終了後

※パンチングアウト(No.1)

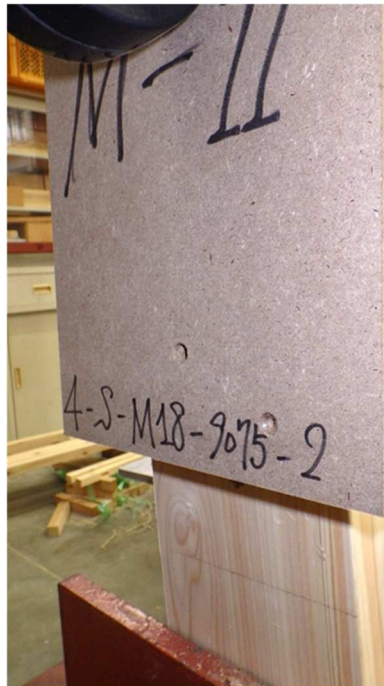


写真 4-14 試験終了後

※パンチングアウト(No.1)

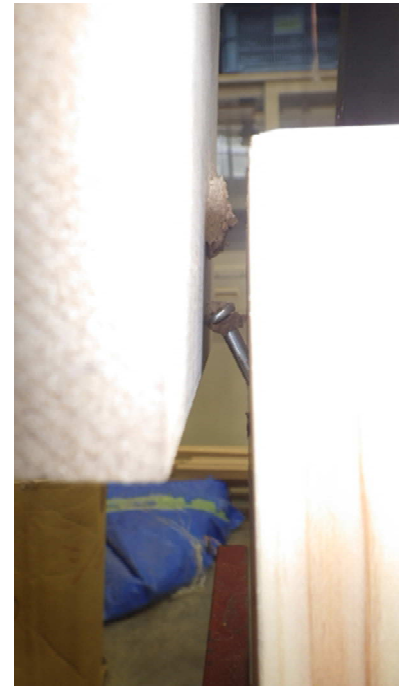


写真 4-15 試験終了後

※パンチングアウト(No.1)

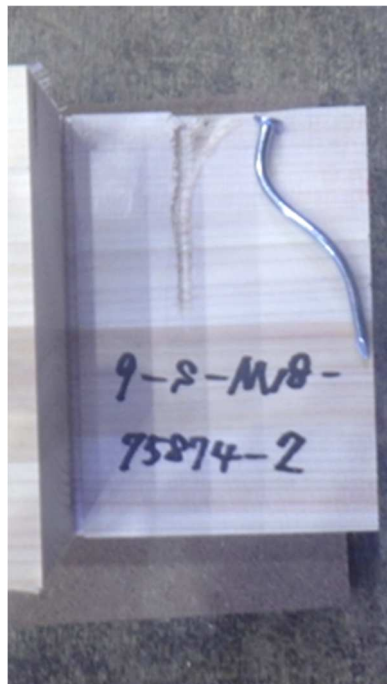


写真 4-16 解体後

●破壊状況 判定

4-S-M18-9075	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	A	A	B	A	B	B

5-S-P18-9075

※引き抜け

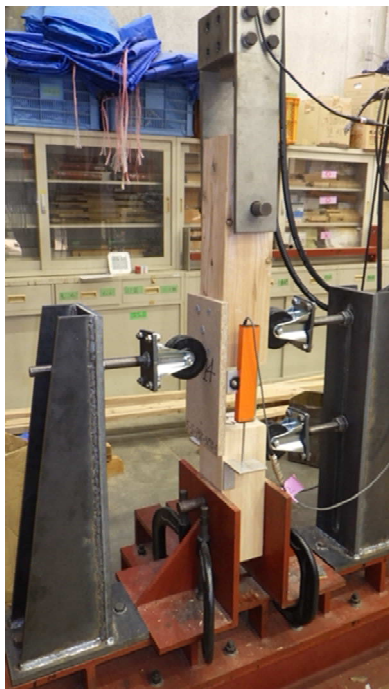


写真 4-17 試験終了後

※引き抜け

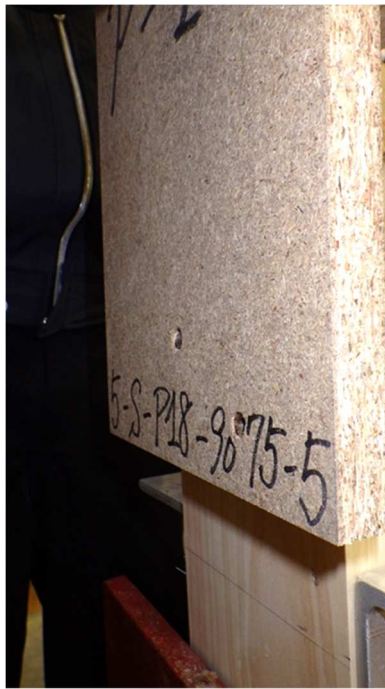


写真 4-18 試験終了後

※引き抜け



写真 4-19 試験終了後

※引き抜け

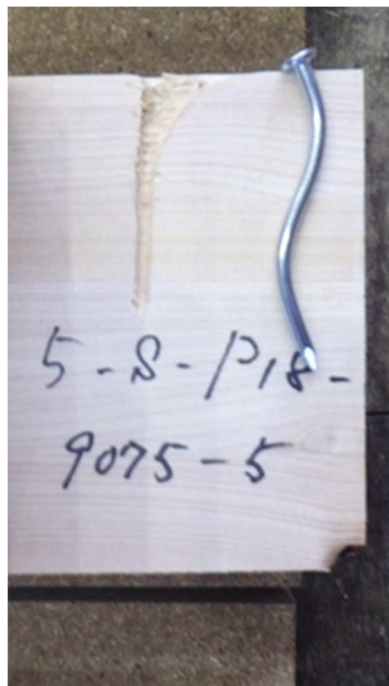


写真 4-20 解体後

●破壊状況 判定

5-S-P18-9075	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

6-S-Ws24-75874

※引き抜け



写真 4-21 試験終了後

※引き抜け

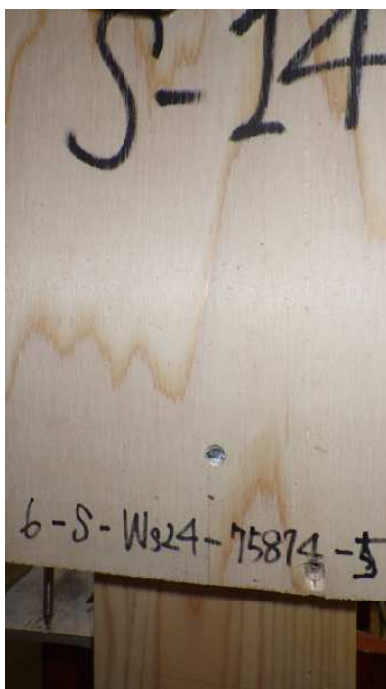


写真 4-22 試験終了後

※引き抜け



写真 4-23 試験終了後

※引き抜け

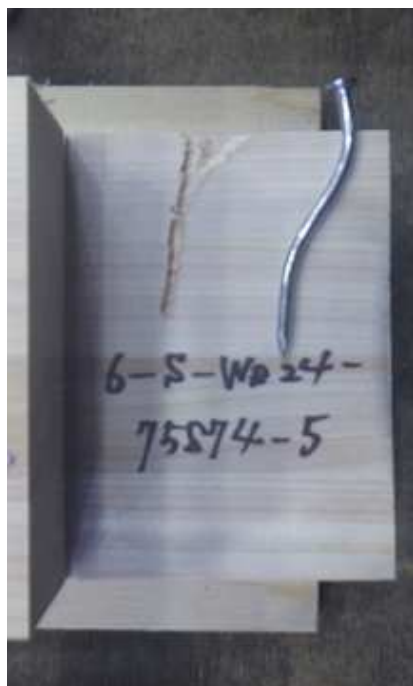


写真 4-24 解体後

●破壊状況 判定

6-S-Ws24-75874	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

7-S-Wk18-75874

※引き抜け



写真 4-25 試験終了後

※引き抜け

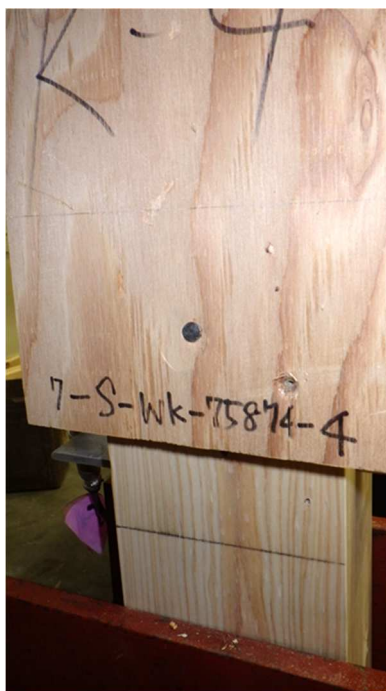


写真 4-26 試験終了後

※引き抜け



写真 4-27 試験終了後

※引き抜け

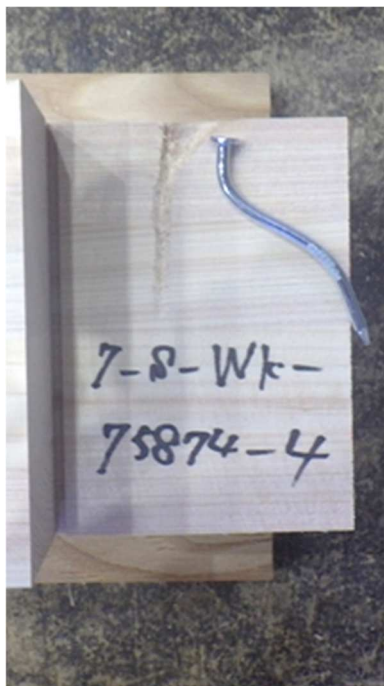


写真 4-28 解体後

●破壊状況 判定

7-S-Wk18-75874	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

8-S-Wh18-75874

※引き抜け



写真 4-1 試験終了後

※引き抜け



写真 4-2 試験終了後

※引き抜け



写真 4-3 試験終了後

※引き抜け

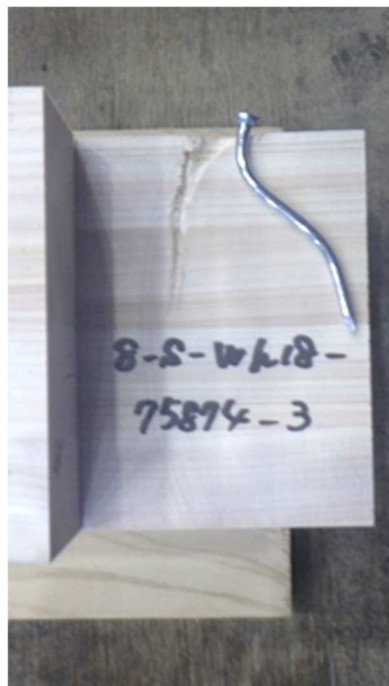


写真 4-4 解体後

●破壊状況 判定

8-S-Wh18-75874	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

9-S-M18-75874

※引き抜け



写真 4-1 試験終了後

※引き抜け

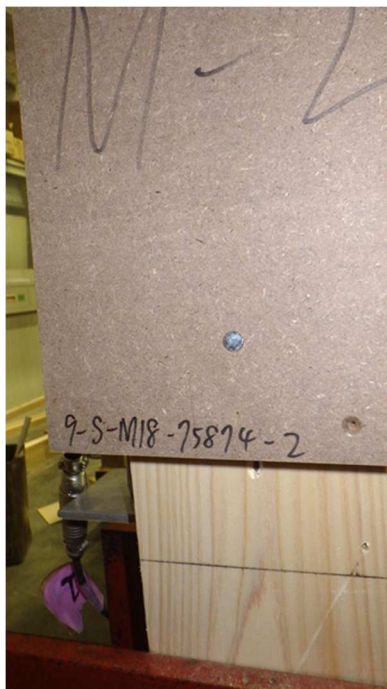


写真 4-2 試験終了後

※引き抜け



写真 4-3 試験終了後

※引き抜け

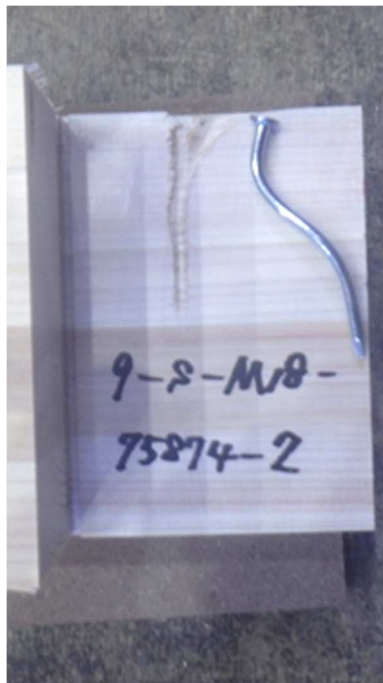


写真 4-4 解体後

●破壊状況 判定

9-S-M18-75874	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	B	B	B

10-S-P10-75874

※引き抜け



写真 4-1 試験終了後

※引き抜け

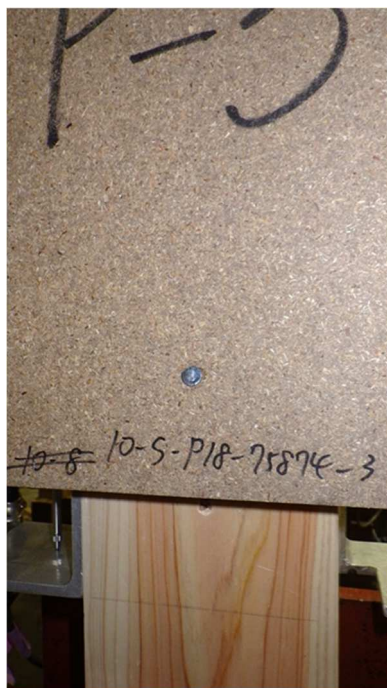


写真 4-2 試験終了後

※引き抜け



写真 4-3 試験終了後

※引き抜け

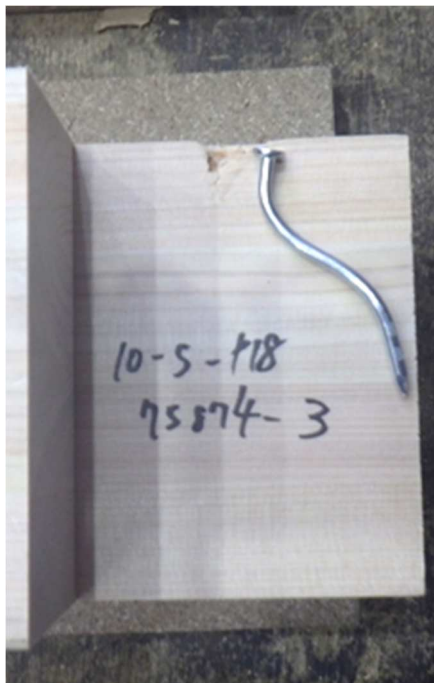
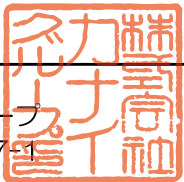


写真 4-4 解体後

●破壊状況 判定

10-S-P18-75874	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
判定記号	B	B	B	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4月30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]																							
	＜面材＞																							
	<table><tr><th colspan="2">試験体記号</th><th>面材</th><th>試験体数</th></tr><tr><td>1</td><td>1-B_Wk18-75</td><td>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-B_Ws24-75</td><td>③ 構造用合板 全層スギ 24mm 910×1820mm</td><td>3</td></tr><tr><td>3</td><td>3-B_M18-75</td><td>④ 構造用MDF 18mm 910×1820mm</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>0-B_N-75</td><td>軸組フレームのみ</td><td>1</td></tr></table>				試験体記号		面材	試験体数	1	1-B_Wk18-75	① 構造用合板 全層カラマツ 18mm 910×1820mm	3	2	2-B_Ws24-75	③ 構造用合板 全層スギ 24mm 910×1820mm	3	3	3-B_M18-75	④ 構造用MDF 18mm 910×1820mm	3	0	0-B_N-75	軸組フレームのみ	1
	試験体記号		面材	試験体数																				
	1	1-B_Wk18-75	① 構造用合板 全層カラマツ 18mm 910×1820mm	3																				
	2	2-B_Ws24-75	③ 構造用合板 全層スギ 24mm 910×1820mm	3																				
3	3-B_M18-75	④ 構造用MDF 18mm 910×1820mm	3																					
0	0-B_N-75	軸組フレームのみ	1																					
＜(共通)軸材＞																								

1 試験体

1-1. 試験体図

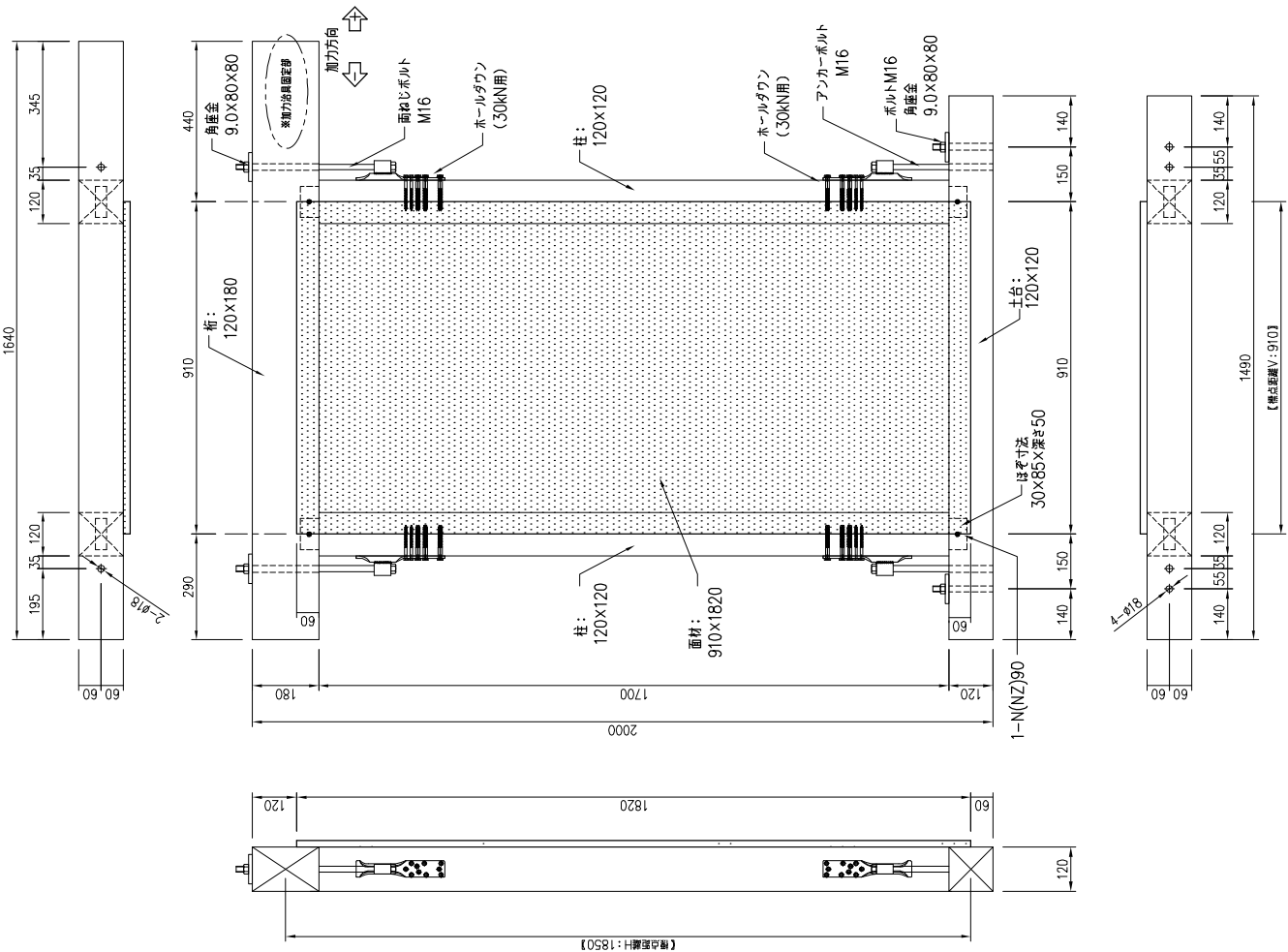


図-1 試験体図

試験体記号	軸材 (柱、土台、桁)	面 材	面材厚み t (mm)	接合具 (くぎ)
1-B_Wk18-75	同一等級構造用集成材 E95-F315、 樹種：ヒノキ	合板 (全層カラマツ)	18	CNZ 75
2-B_Ws24-75		合板 (全層スギ)	20	
3-B_M18-75		MDF	18	
0-B_N-75		軸材フレームのみ		

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)

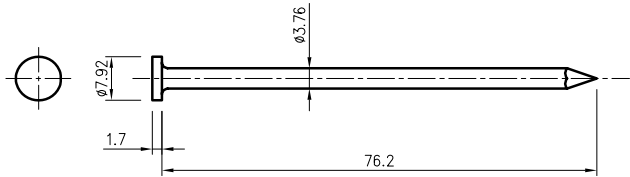


図-2 製品図

1-3. 密度および含水率 一覧

表-1 密度および含水率 一覧

			同一等級構造用集成材 E95-F315 樹種:ヒノキ								
試験体記号		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-B-Wk18-75-1	0.51	0.42	11.4	0.46	11.5	0.45	11.4	0.40	10.8	
	1-B-Wk18-75-2	0.52	0.45	12.7	0.48	12.9	0.47	13.2	0.41	11.5	
	1-B-Wk18-75-3	0.56	0.46	13.4	0.48	14.1	0.47	12.5	0.41	11.4	
構造用合板 全層スギ 24mm	2-B-Ws24-75-1	0.38	0.43	12.4	0.46	12.3	0.45	11.9	0.38	10.7	
	2-B-Ws24-75-2	0.38	0.44	11.8	0.48	12.2	0.47	12.4	0.42	11.4	
	2-B-Ws24-75-3	0.38	0.46	11.9	0.48	13.5	0.47	12.9	0.44	11.6	
構造用 MDF 18mm	3-B-M18-75-1	0.72	0.44	12.1	0.47	12.7	0.45	11.4	0.39	11.4	
	3-B-M18-75-2	0.73	0.45	12.5	0.49	12.9	0.47	13.0	0.42	11.9	
	3-B-M18-75-3	0.73	0.46	13.2	0.49	13.1	0.47	13.2	0.42	11.5	
軸フレームのみ		0-B-N-75	—	0.41	12.3	0.44	11.4	0.44	11.0	0.38	10.3

※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。

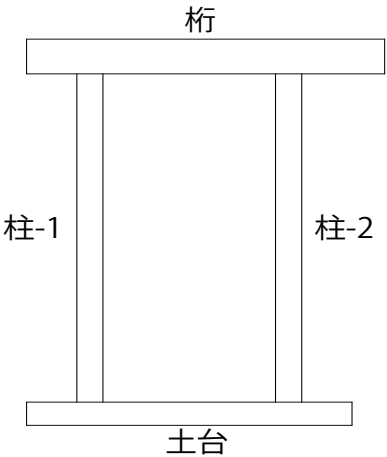


図-3 物性値計測名称

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)

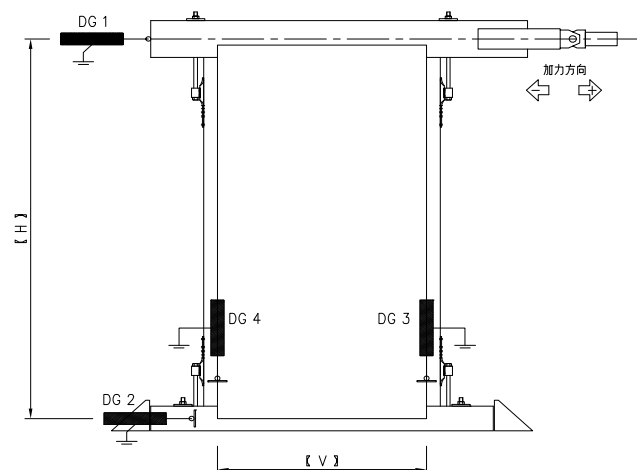


図-4 変位計の設置箇所及び計測計画

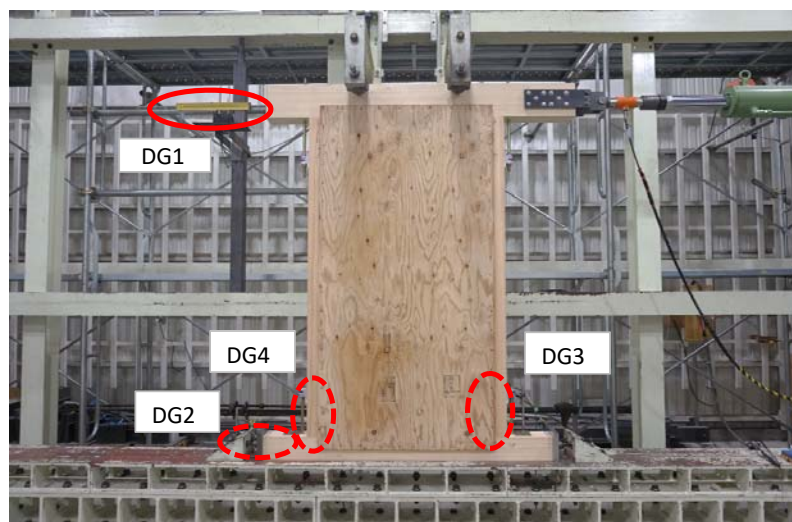


写真-1 試験体設置状況

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 (24mm、28mm)	40
	カラマツ合板 (18mm)	53
	スギ合板 (24mm)	43
	構造用MDF (18mm)	96
本事業の実験により求められた値		

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】

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

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/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。

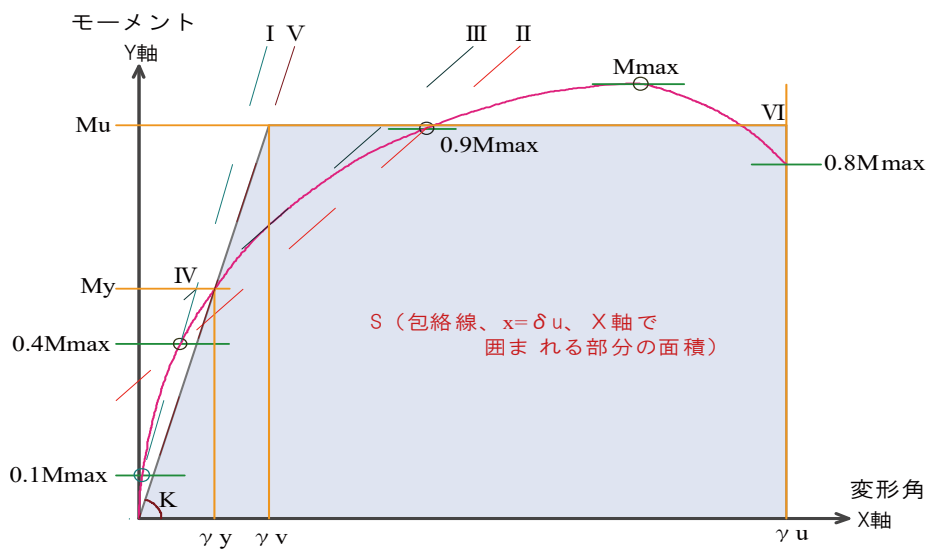


図-5 完全弾塑性モデルによる各特性値の求め方

4 算出結果

4-1-1. 1-B-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 (カラムツ) 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 E95-F315、樹種: ヒノキ 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	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	kN	cm	cm
1-B_Wk18-75-1	4938.7	9.07	64.50	4.14	4.93	60.36	2.99	0.17	2.08
1-B_Wk18-75-2	5053.5	8.24	63.75	4.23	4.01	59.52	3.06	0.14	2.07
1-B_Wk18-75-3	4900.1	7.18	62.78	4.1	3.08	58.68	2.97	0.11	2.09
平均	4964.1	8.16	63.67	4.15	4.00	59.52	3.00	0.14	2.08
標準偏差	79.79	0.94	0.86	0.06	0.92	0.84	0.04	0.03	0.01
変動係数CV							0.013	0.214	0.004
ばらつき係数							0.993	0.899	0.998
50%下限値							2.97	0.12	2.07

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.82	kN
k	23.5	kN/cm
δ_{v0}	0.12	cm
δ_{u0}	2.07	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	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	$\times 10^{-3} \text{rad}$	kN	cm	cm
1-B_Wk18-75-1	4938.7	9.07	64.5	3.12	5.95	61.38	2.99	0.21	2.16
1-B_Wk18-75-2	5053.5	8.24	63.75	3.19	5.05	60.56	3.06	0.18	2.15
1-B_Wk18-75-3	4900.1	7.18	62.78	3.10	4.08	59.68	2.97	0.14	2.04
平均	4964.1	8.16	63.67	3.13	5.02	60.54	3.00	0.17	2.11
標準偏差	79.79	0.94	0.86	0.04	0.93	0.85	0.04	0.03	0.06
変動係数CV							0.013	0.176	0.028
ばらつき係数							0.993	0.917	0.986
50%下限値							2.97	0.15	2.08

$\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.82	kN
k	18.8	kN/cm
δ_{v0}	0.15	cm
δ_{u0}	2.08	cm

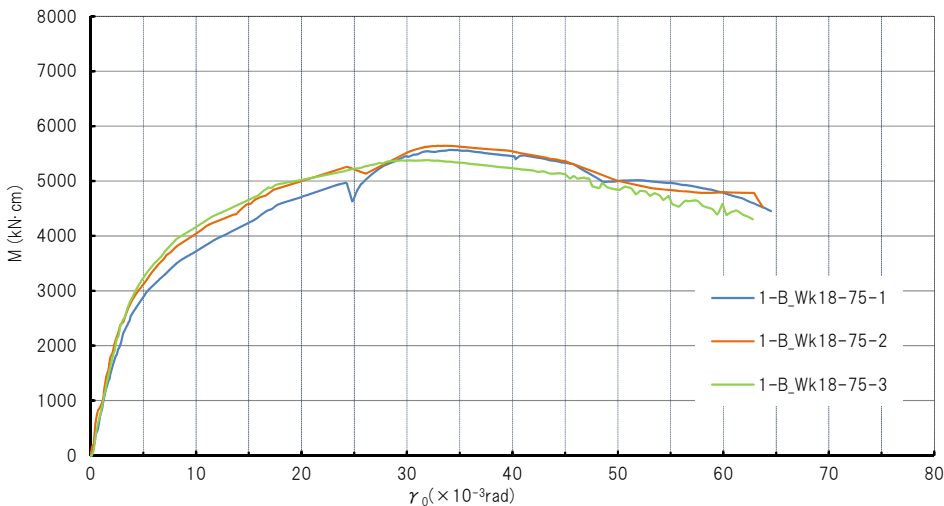
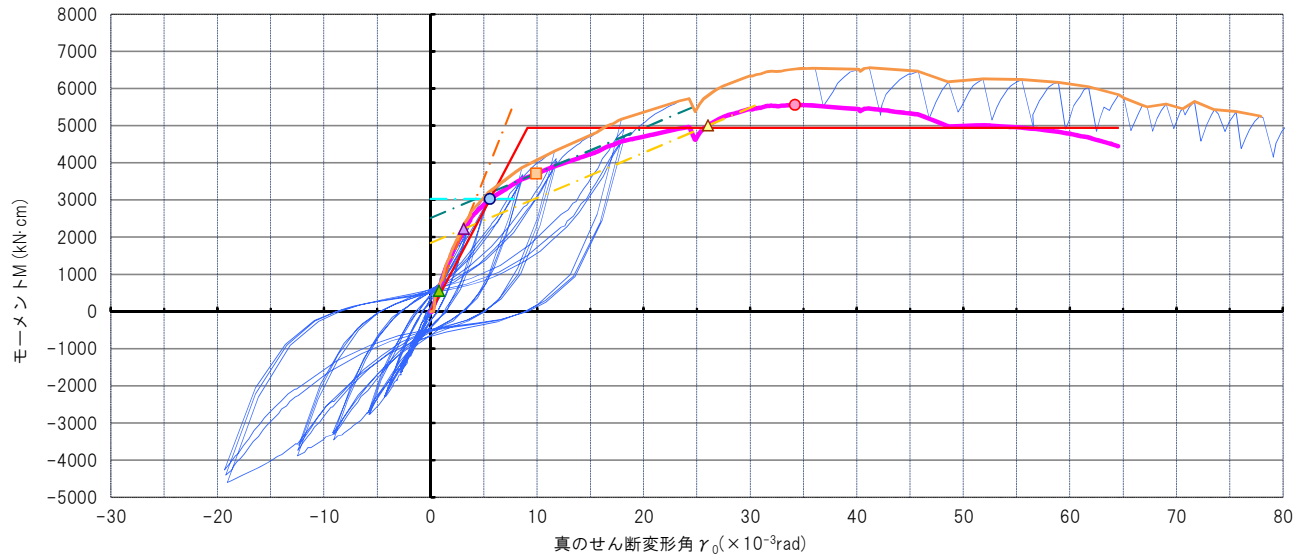


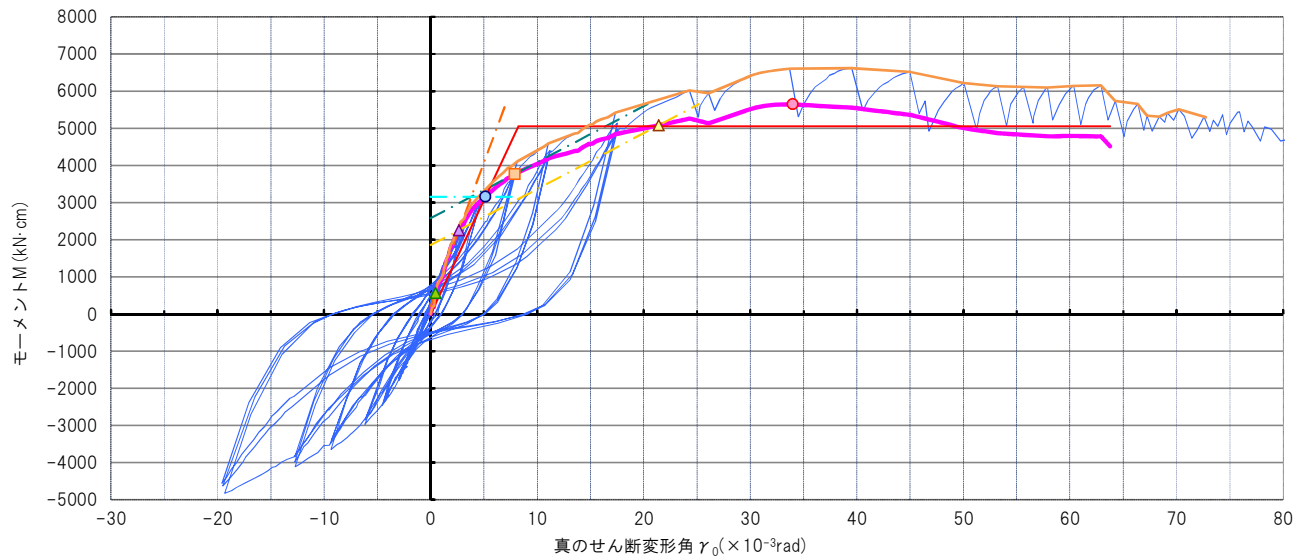
図-6 M- γ_0 曲線 比較 (軸組フレームの負担分を引いたもの)

4-1-2. 1-B-Wk18-75 M- γ_0 曲線 一覧

1-B_Wk18-75-1



1-B_Wk18-75-2



1-B_Wk18-75-3

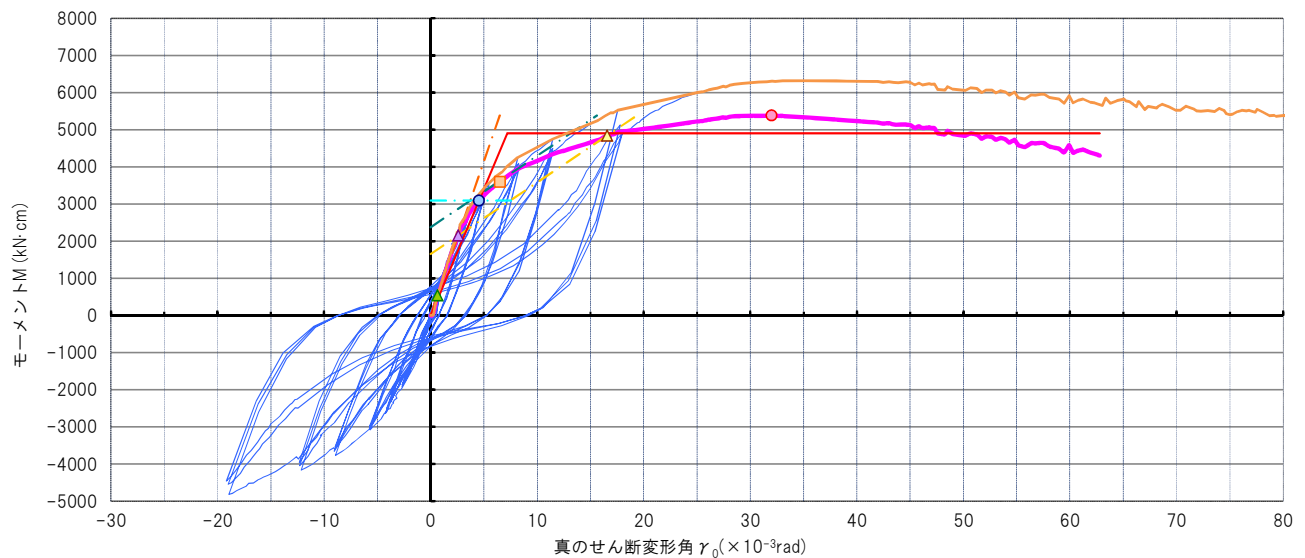


図-7 M- γ_0 曲線 一覧

4-153 (差15替え版)

4-2-1. 2-B-Ws24-75 試験結果および算出結果

2 構成	面材	③ 構造用合板 特類2級 (スギ) 厚み 24mm ※実験により求められた せん断剛性係数: 43 kN/cm ²
	軸材	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種: ヒノキ 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-B_Ws24_75-1	4416.4	10.33	78.63	3.7	6.63	74.93	2.68	0.23	2.59
2-B_Ws24_75-2	4838.8	12.32	84.37	4.05	8.27	80.32	2.93	0.29	2.81
2-B_Ws24_75-3	4513.2	10.48	74.29	3.78	6.70	70.51	2.74	0.24	2.52
平均	4589.4	11.04	79.09	3.84	7.20	75.25	2.78	0.25	2.64
標準偏差	221.28	1.1	5.05	0.18	0.92	4.91	0.13	0.03	0.15
変動係数CV							0.046	0.120	0.056
ばらつき係数							0.978	0.943	0.973
50%下限値							2.71	0.23	2.56

 $\alpha=0.95$ のとき

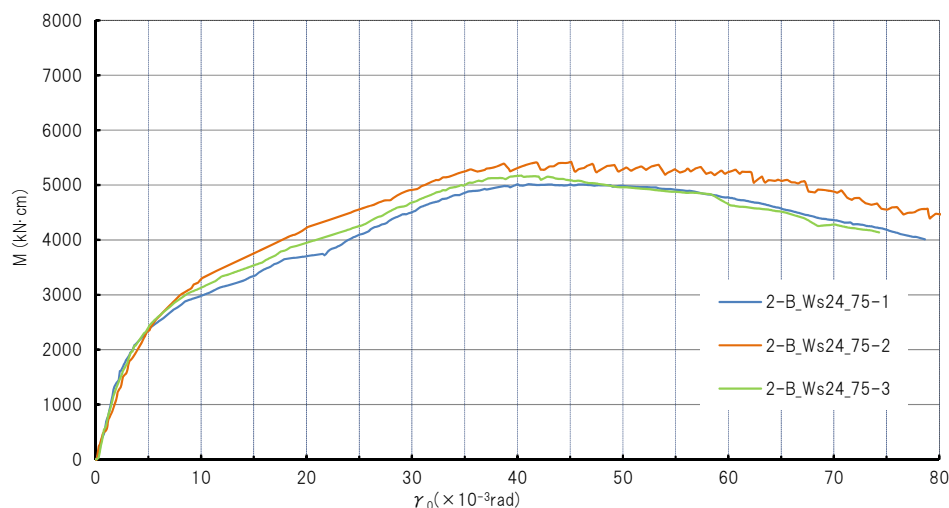
Δp_{va}	2.57	kN
k	11.17	kN/cm
δ_{v0}	0.23	cm
δ_{u0}	2.56	cm

表-5 特性値 一覧 (G_B :43 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-B_Ws24_75-1	4416.4	10.33	78.63	3.44	6.89	75.19	2.68	0.24	2.61
2-B_Ws24_75-2	4838.8	12.32	84.37	3.77	8.55	80.6	2.93	0.30	2.82
2-B_Ws24_75-3	4513.2	10.48	74.29	3.52	6.96	70.77	2.74	0.25	2.54
平均	4589.4	11.04	79.09	3.57	7.46	75.52	2.78	0.26	2.65
標準偏差	221.28	1.10	5.05	0.17	0.93	4.92	0.13	0.03	0.14
変動係数CV							0.046	0.115	0.052
ばらつき係数							0.978	0.945	0.975
50%下限値							2.71	0.24	2.58

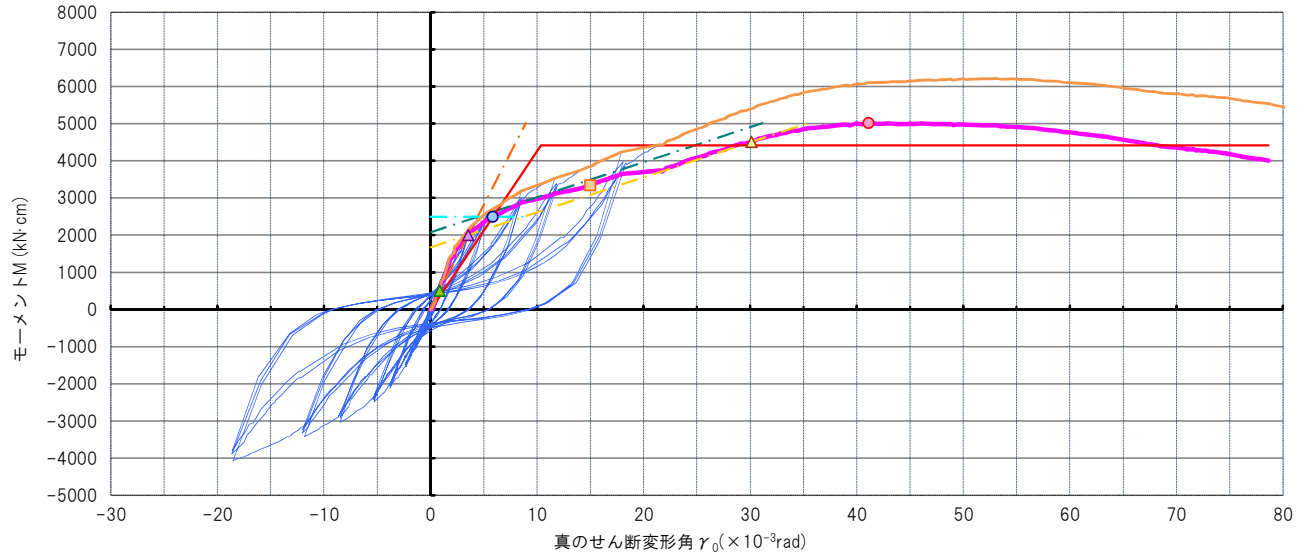
 $\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.57	kN
k	10.7	kN/cm
δ_{v0}	0.24	cm
δ_{u0}	2.58	cm

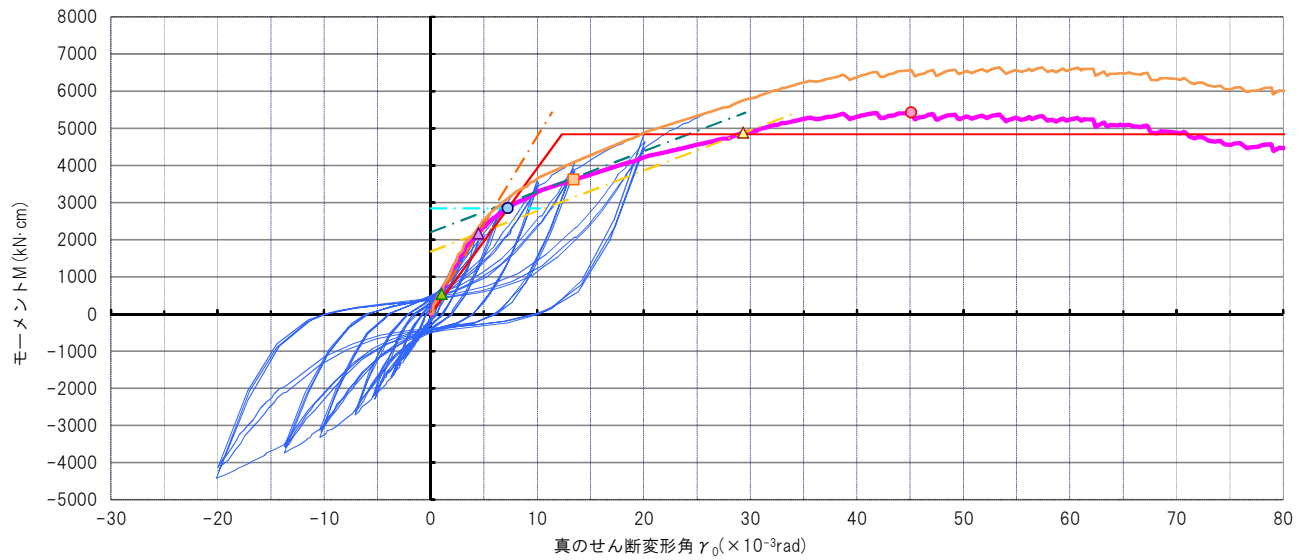

図-8 M- γ_0 曲線 比較 (軸組フレームの負担分を引いたもの)

4-2-2. 2-B-Ws24-75 M- γ_0 曲線 一覧

2-B_Ws24_75-1



2-B_Ws24_75-2



2-B_Ws24_75-3

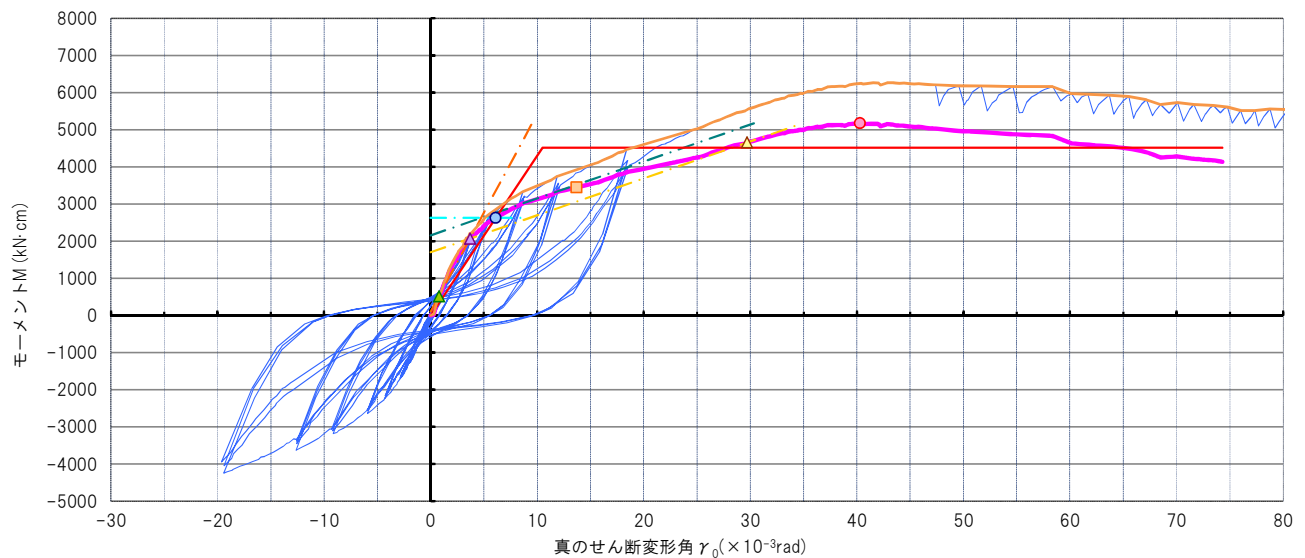


図-9 M- γ_0 曲線 一覧
4-155 (差15替え版)

4-3-1. 3-B_M18-75 試験結果および算出結果

3 構成	面材	④ 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：96 kN/cm ²
	軸材	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 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-6、
実験によって求められた値とする場合の結果を 表-7 に示す。

表-6 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
3-B_M18-75-1	4517.0	6.19	58.67	3.78	2.41	54.89	2.74	0.08	1.82
3-B_M18-75-2	5408.8	7.69	64.31	4.53	3.16	59.78	3.28	0.11	2.08
3-B_M18-75-3	4740.6	7.76	71.94	3.97	3.79	67.97	2.87	0.13	2.33
平均	4888.8	7.21	64.97	4.09	3.12	60.88	2.96	0.10	2.07
標準偏差	464	0.88	6.65	0.38	0.69	6.60	0.28	0.02	0.25
変動係数CV							0.094	0.200	0.120
ばらつき係数							0.955	0.905	0.943
50%下限値							2.82	0.09	1.95

 $\alpha=0.95$ のとき

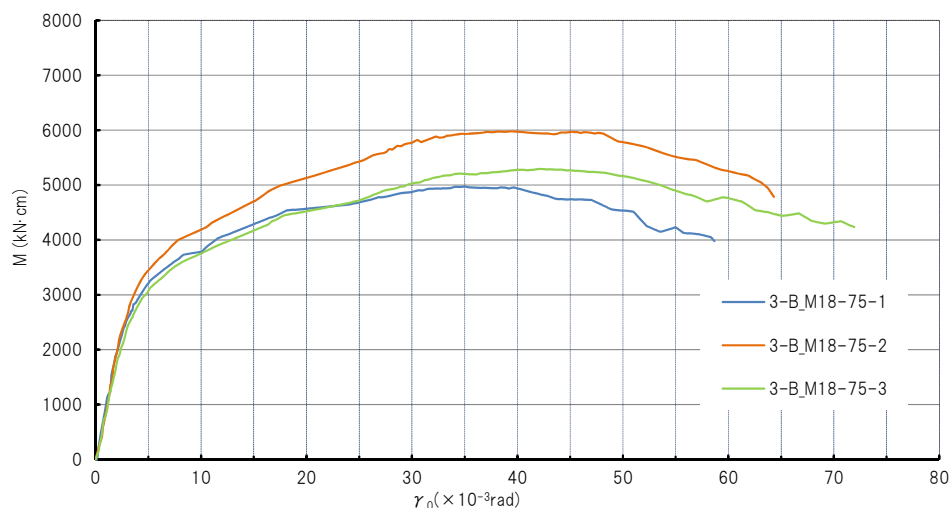
Δp_{va}	2.67	kN
k	29.66	kN/cm
δ_{v0}	0.09	cm
δ_{u0}	1.95	cm

表-7 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
3-B_M18-75-1	4517.0	6.19	58.67	1.57	4.62	57.1	2.74	0.16	1.97
3-B_M18-75-2	5408.8	7.69	64.31	1.88	5.81	62.43	3.28	0.20	2.14
3-B_M18-75-3	4740.6	7.76	71.94	1.65	6.11	70.29	2.87	0.22	2.53
平均	4888.8	7.21	64.97	1.70	5.51	63.27	2.96	0.19	2.21
標準偏差	464	0.88	6.65	0.16	0.78	6.63	0.28	0.03	0.28
変動係数CV							0.094	0.157	0.126
ばらつき係数							0.955	0.926	0.940
50%下限値							2.82	0.17	2.07

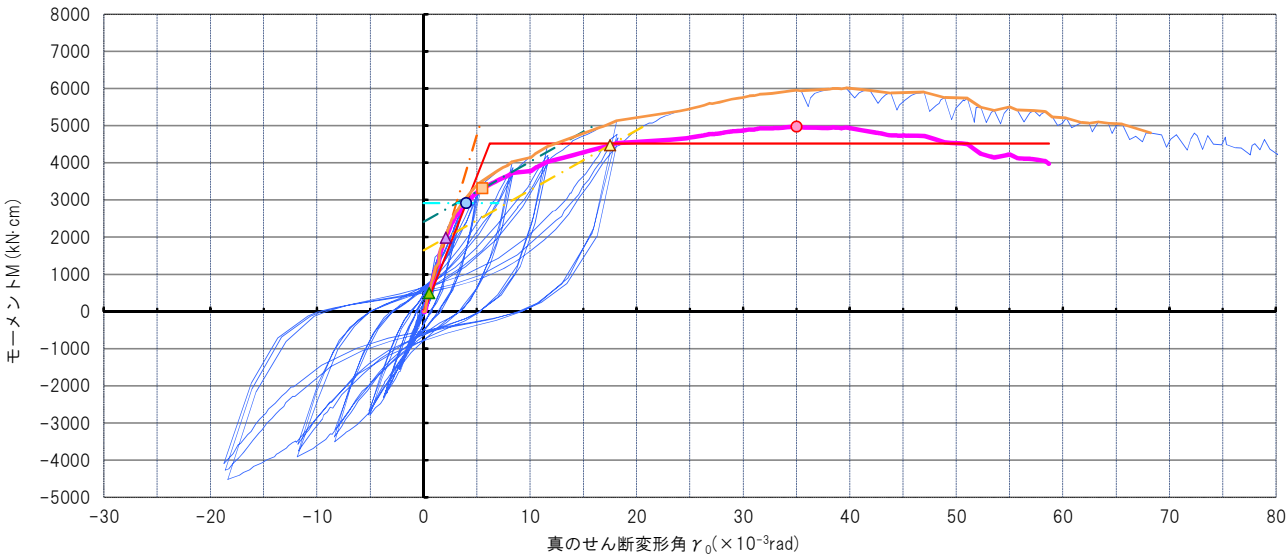
 $\alpha=0.95$ のとき

Δp_{va}	2.67	kN
k	15.7	kN/cm
δ_{v0}	0.17	cm
δ_{u0}	2.07	cm

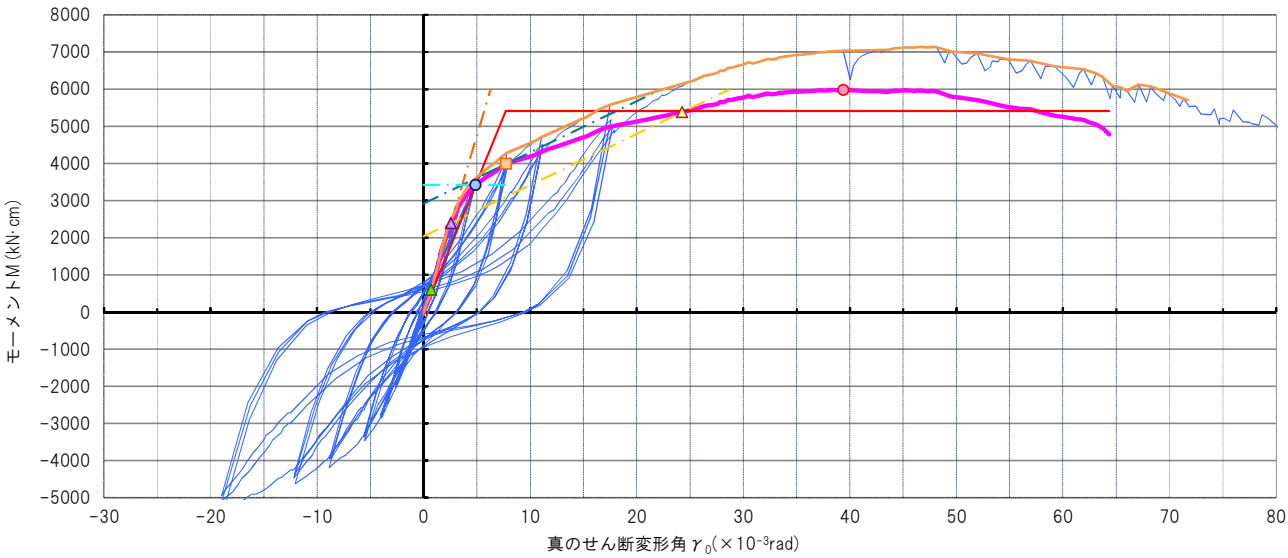

図-10 M- γ_0 曲線 比較（軸組フレームの負担分を引いたもの）

4-3-2. 3_B-M18-75 M- γ_0 曲線 一覧

3-B_M18-75-1



3-B_M18-75-2



3-B_M18-75-3

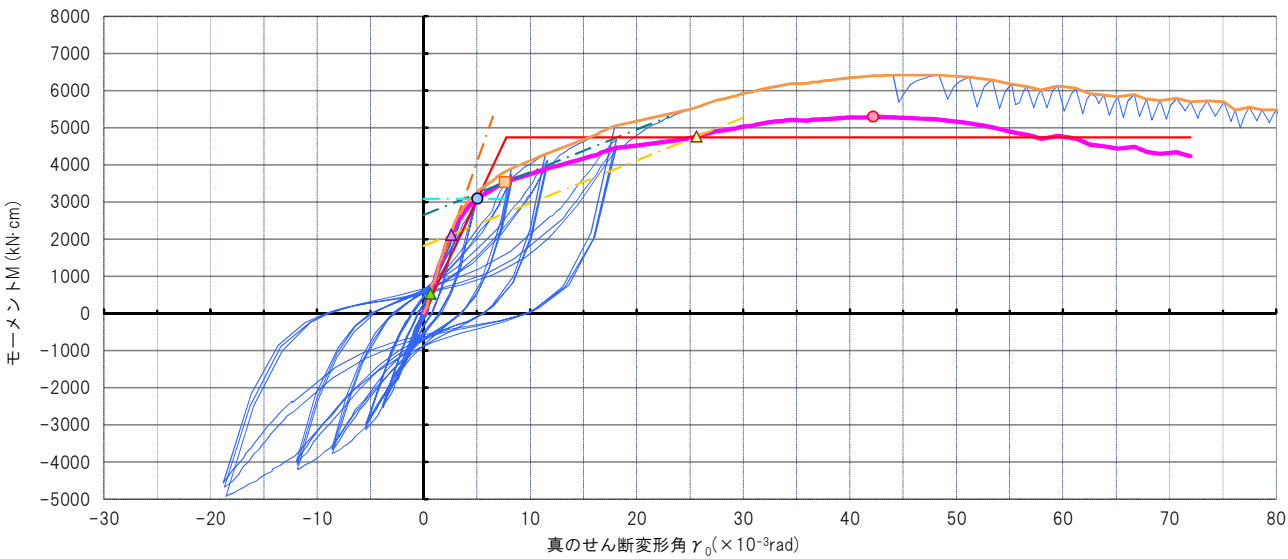


図-11 M- γ_0 曲線 一覧

4-157 (差15替え版)

4-4. 0-B_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 E95-F315、樹種：ヒノキ 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-B_N-75-1	4938.7	9.07	64.50

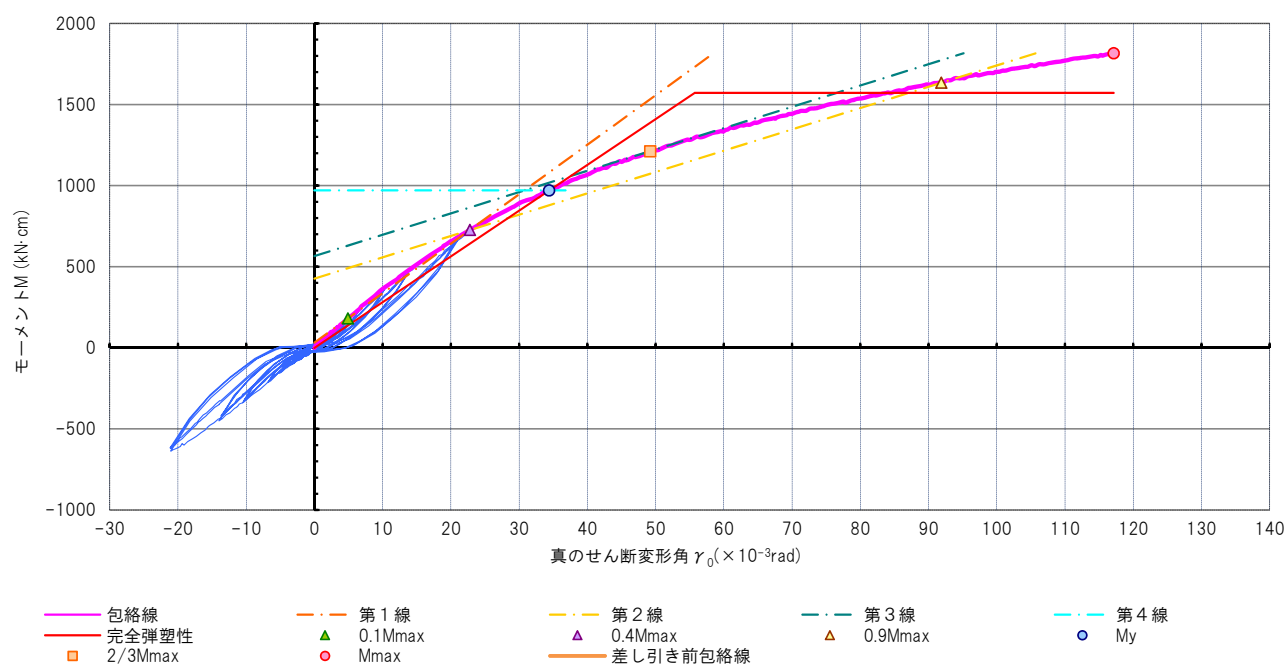


図-12 M- γ_0 曲線

5 試験終了時 写真

1-B_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



面材の縁切れ、くぎ頭のめり込み

1-B_Wk18-75-2



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

写真-2 1-B_Wk-75-1～2破壊状況 一覧
4-159 (差15替え版)

1-B_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、頭のめり込み

写真-3 1-B_Wk18-75-3破壊状況 一覧

2-B_Ws24-75-1



試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け、頭のめり込み



くぎの引抜け、頭のパンチングアウト

2-B_Ws24-75-2



試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け、頭のめり込み



くぎ頭のめり込み

写真-4 2-B_Ws24-75-1～2破壊状況 一覧
4-161 (差16替え版)

2-B_Ws24-5-3



試験終了後全体



くぎ頭のめり込み



くぎ頭のめり込み



面材の縁切れ、くぎ頭のめり込み

写真-5 2-B_Ws24-75-3破壊状況 一覧

3-B_M18-75-1



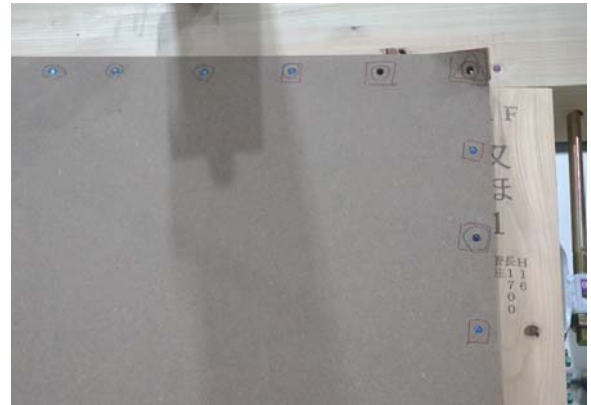
試験終了後全体



くぎの引抜け



くぎの引抜け、頭のめり込み

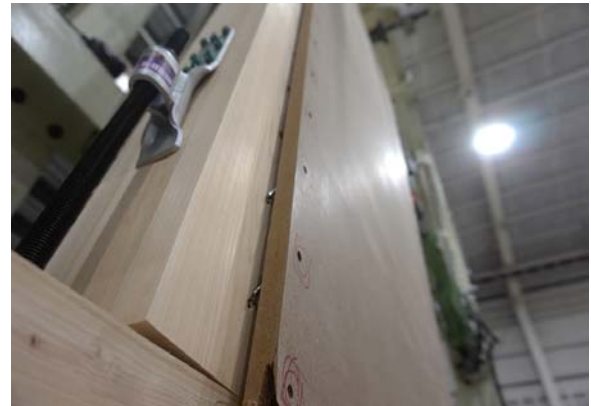


面材の縁切れ、くぎの引抜け

3-B_M18-75-2



試験終了後全体



面材の縁切れ、くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎ頭のめり込み

写真-6 3-B_M18-75-1～2破壊状況 一覧
4-163 (差込替え版)

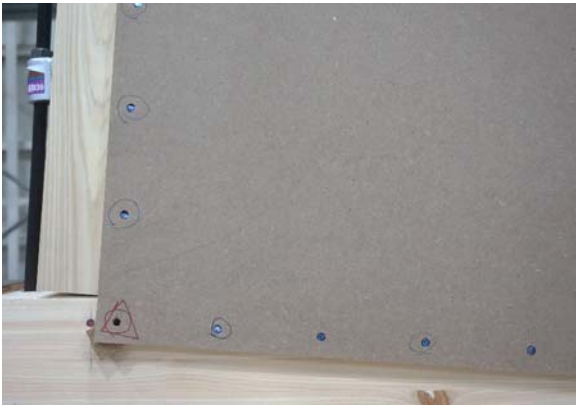
3-B_M18-75-3



試験終了後全体



くぎの引抜け



面材の縁切れ、くぎ頭のめり込み

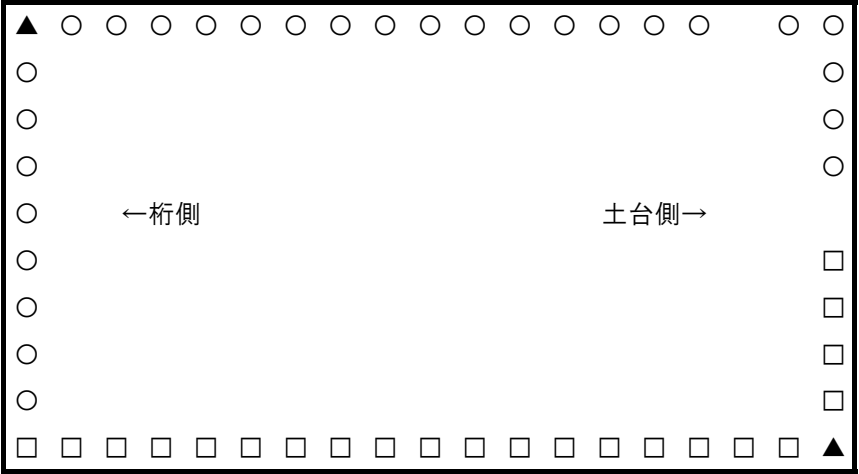


面材の縁切れ、くぎの引抜け

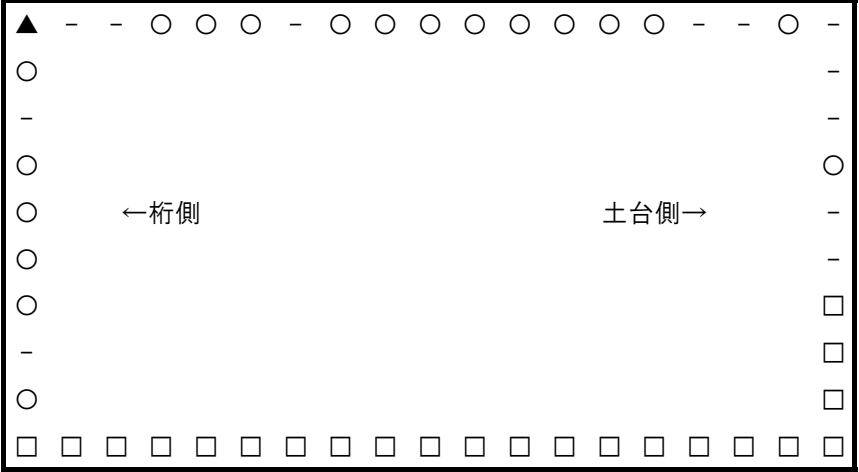
写真-7 3-B_M18-75-3破壊状況 一覧

(参考資料)試験終了時 くぎの破壊性状 一覧

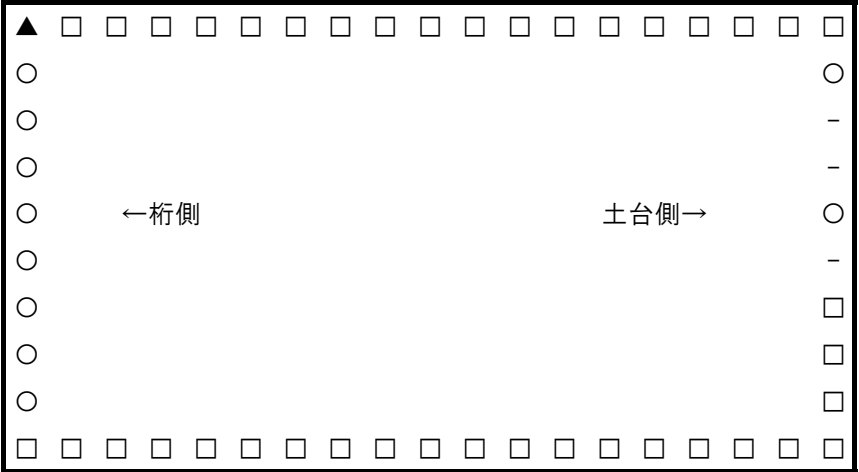
1-B_Wk18-75-1



1-B_Wk18-75-2

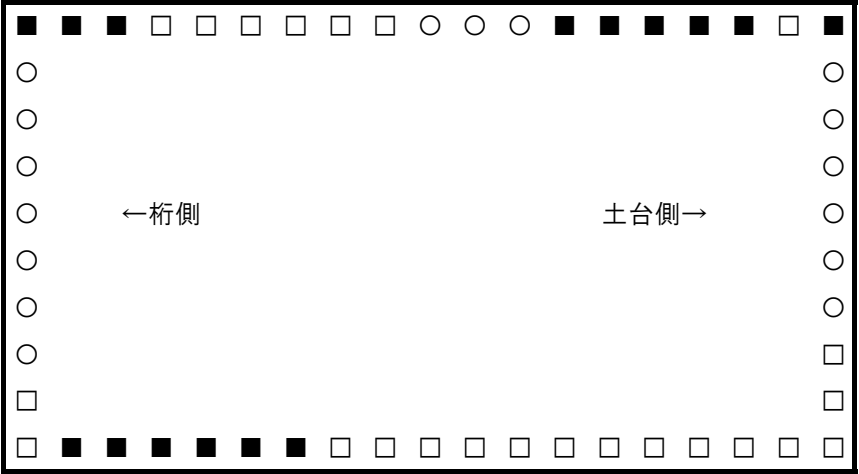


1-B_Wk18-75-3

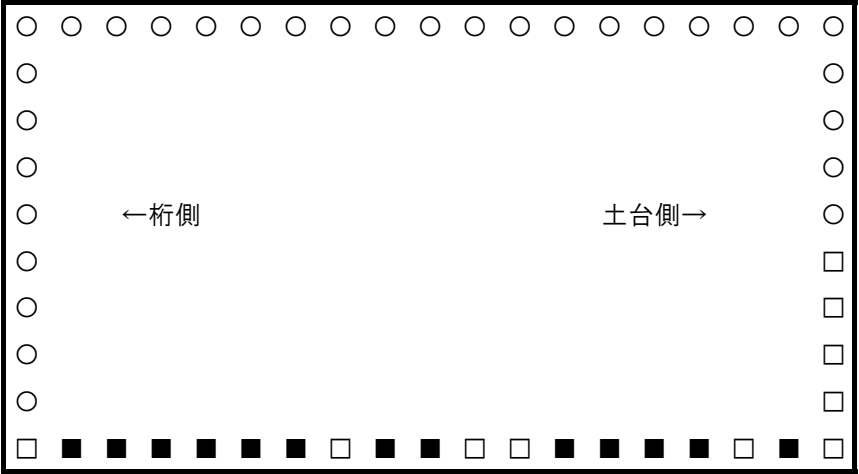


- | | | | |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------|-------|
| ☐ | くぎの引き抜け | ☐ | ※判定無し |
| ☐ | くぎの引き抜け(めり込み大) | | |
| ☒ | くぎ頭のパンチングアウト | | |
| ☒ | 面材の端部破壊 | | |
| ☒ | くぎ破断 | | |

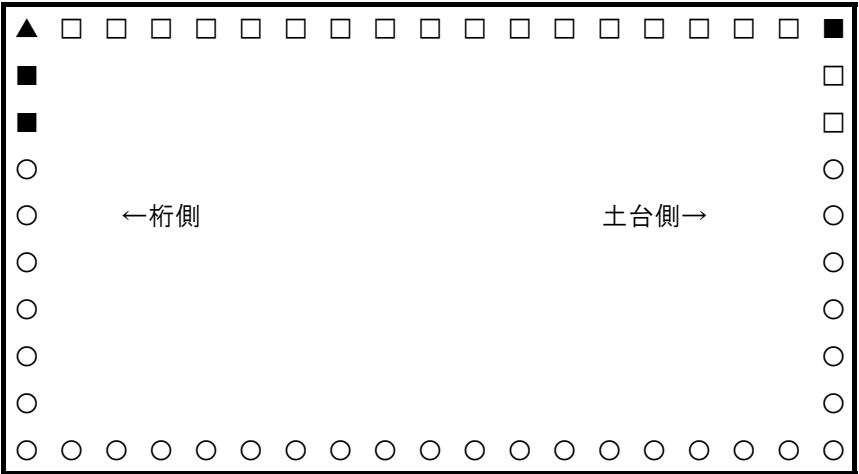
2-B_Ws24-75-1



2-B_Ws24-75-2



2-B_Ws24-75-3



- | | | | |
|---|----------------|---|-------|
| ○ | 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 | | |

業務試験報告書

面内せん断試験

日本大学生産工学部
建築工学科 鎌田研究室
専任講師 鎌田貴久
〒275-8575
千葉県習志野市泉町1-2-1

概要報告

試験内容	EN 789 に準拠した面内せん断試験
試験対象	合板 18mm 等 試験体一覧参照
試験場所	日本大学生産工学部 建築工学科 6 号館
実施期間	令和 6 年 10 月 20 日から 11 月 20 日
実施担当者	日本大学生産工学部 建築工学科 4 年 藤村 晃太 他

試験結果概要

記号		樹種	公称厚 さ	密度 Kg/m ³	せん断剛性 G kN/mm ²	せん断強度 τ N/mm ²
PW_S	構造用合板 特類 2 級	スギ	24mm	425	0.43	4.74
PW_H	構造用合板 特類 2 級	ヒノキ	18mm	512	0.45	5.29
PW_K	構造用合板 特類 2 級	カラマツ	18mm	629	0.53	6.12
PB	PB		18mm	707	1.11	4.29
MDF_A	MDF		18mm	711	0.96	7.23
MDF_B	MDF		18mm	660	0.83	5.89
MDF_C	MDF		18mm	736	1.21	7.45

業務試験報告書
目次

目次

1. 試験方法.....5

2. 試験体6

3.試験結果8

3. 1 合板試験結果9

3. 1. 1 スギ試験体結果..... 9

3. 1. 2 ヒノキ試験体 10

3. 1. 3 カラマツ試験体 11

3. 2 PB 試験体..... 12

3. 3 MDF 試験体 13

3.3.1 MDF_A 試験体 13

3.3.2 MDF_B 試験体 14

3.3.3 MDF_C 試験体 15

4.破壊性状写真	16
4.1 各試験体の破壊性状代表例.....	16
4.2 試験後写真（試験体全て）	18
4.2.1 合板試験体（スギ）	18
4.2.2 合板試験体（ヒノキ）	19
4.2.3 合板試験体（カラマツ）	20
4.2.4 PB 試験体	21
4.2.5 MDF_A 試験体	22
4.2.6 MDF_B 試験体.....	23
4.2.7 MDF_C 試験体	24

1. 試験方法

試験は EN 789 に準拠した。試験概要を図 1 に示す。試験は強度万能試験機 (Shimadzu UH-1000kN) を用い、試験方向は引張加力とした。試験速度は一定とし、1mm/min にて実施した。荷重はクロスヘッド内のロードセルにて計測し、面材の歪みは、表裏に取り付けたひずみゲージ (60mm 長さ) により計測した。データのサンプリングは 5 Hz とし、試験は最大荷重後 80% 程度まで加力が低下するか、計測不可になるまで実施した。ただし、合板試験体の一部は、破壊性状確認のため、面材表面に破壊が生じるまで試験を実施した。

試験体設置概要写真を写真 1 に示す。

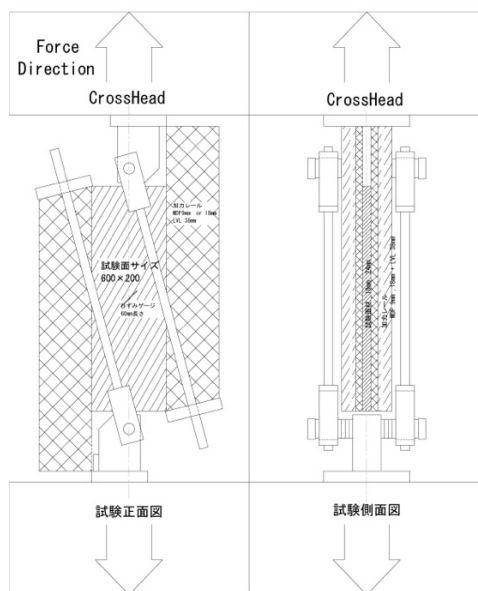


図 1 試験概要



写真 1 試験体設置概要

2. 試験体

試験体の種類を表 1 に示す。試験体種類は、合板 3 種（以下 PW と略）、パーティクルボード 1 種（以下 PB と略）および、繊維板（以下 MDF と略す）3 種の合計 7 種類について実施した。試験体数基本を 6 体とし、破壊性状がレール材と思われるものや、ひずみデータ等の収録が不十分であったものは、追加試験をおこなった。なお、平均化に際には、除外した。

合板 3 種の内訳は、18mm 厚さのヒノキ合板、カラマツ合板および 24mm 厚さのスギ合板とした。PB は 1 種類とし、MDF は製造会社ならびに密度の異なる 3 種とした。

表 1 試験体一覧

記号	規格等	樹種	試験 体数	公称厚さ	密度 Kg/m ³	含水率 %
PW_S	構造用合板 特類 2 級	スギ	6	24mm	425	9.4
PW_H	構造用合板 特類 2 級	ヒノキ	6	18mm	512	10.4
PW_K	構造用合板 特類 2 級	カラマツ	6	18mm	629	9.6
PB	PB		6	18mm	707	7.4
MDF_A	MDF		6(7)*	18mm	711	7.7
MDF_B	MDF		6	18mm	660	6.8
MDF_C	MDF		6	18mm	736	7.7

*MDF_A 試験体は、1 体最大荷重が著しく低いものが存在したため、せん断強度算出時には 6 体として計算を行った。

Note) 試験体について

予備試験において、レール（LVL 材）破壊が生じることから、試験材料を MDF を介し LVL と接着した。合板 3 種および PB に関しては、9mm 構造用 MDF に対し、試験体を接着し、さらに LVL を接着することで試験を実施した。なお、MDF 試験体 3 種に関しては、MDF18mm と LVL 材がもっとも高い値を示したため使用を定めた。なお、レール材と面材の接着にはエポキシ樹脂系接着剤（コニクイックメンダー30）を使用し、厚締には鋼製レールを用いた。

3.試験結果

試験結果を表 2 に示す。各試験結果の詳細は、3. 1 以降に示す。

表 2 試験結果一覧

記号	公称厚さ	密度 Kg/m ³	含水率 %	せん断剛性 G kN/mm ²	せん断強度 τ N/mm ²
PW_S	24mm	425	9.4	0.43 (0.01)	5.29 (0.12)
PW_H	18mm	512	10.4	0.45 (0.04)	4.74 (0.25)
PW_K	18mm	629	9.6	0.53 (0.05)	6.12 (0.30)
PB	18mm	707	7.4	1.11 (0.02)	4.29 (0.19)
MDF_A	18mm	711	7.7	0.96 (0.06)	7.38* (0.39)
MDF_B	18mm	660	6.8	0.83 (0.05)	5.89 (0.54)
MDF_C	18mm	736	7.7	1.21 (0.03)	7.45 (0.39)

* MDF_A 試験体は、最大荷重が著しく小さい試験体が存在したため、1 体追加試験を行い、低い荷重を除く、6 体での集計とした。

3. 1 合板試験結果

3. 1. 1 スギ試験体結果

スギ試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.1.1 にしめす。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.1.1 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

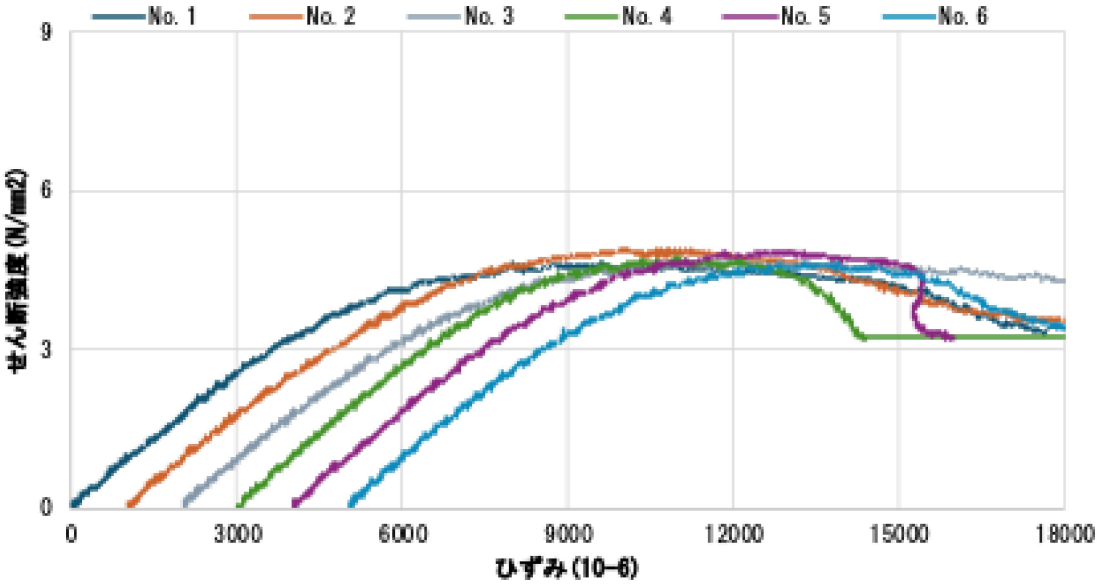


図 3.1.1 荷重—ひずみ関係図（合板_スギ（24mm））

表 3.1.1 スギ合板（PW_S）試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/ $\mu\varepsilon$)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	49.9	8975	0.42	4.62
No. 2	53.0	8962	0.41	4.90
No. 3	50.6	8920	0.41	4.68
No. 4	51.4	9626	0.45	4.76
No. 5	52.5	9198	0.43	4.86
No. 6	50.0	9431	0.44	4.63
平均	51.2	9185	0.43	4.74
STDEV	1.3	290	0.01	0.12

3. 1. 2 ヒノキ試験体

ヒノキ試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.1.2 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.1.2 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

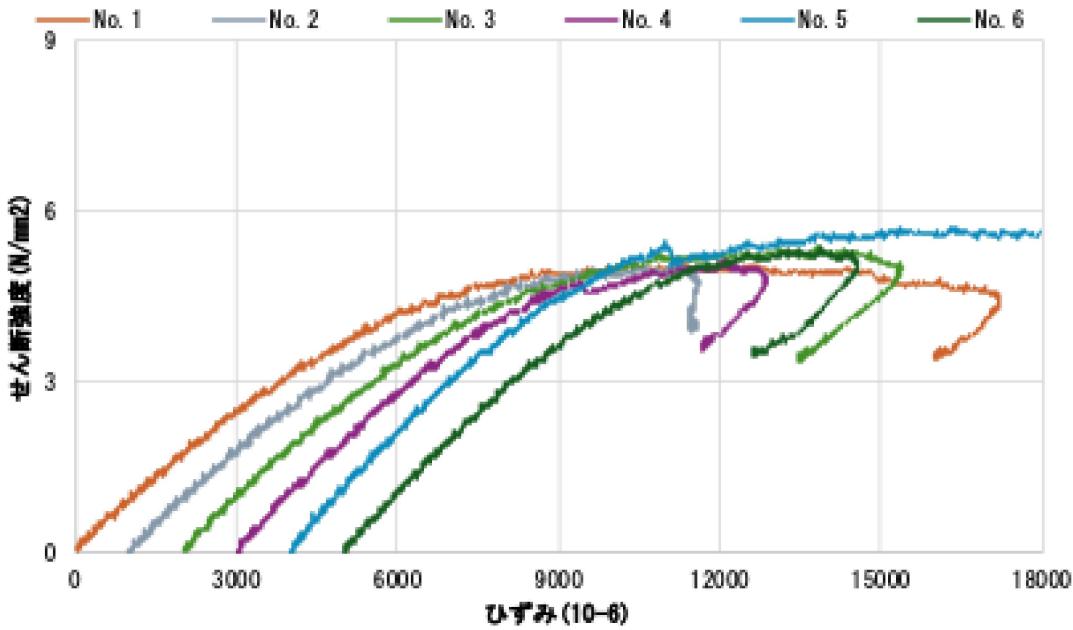


図 3.1.2 荷重—ひずみ関係図（合板_ヒノキ（18mm））

表 3.1.2 ヒノキ合板（PW_H）試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/ $\mu\varepsilon$)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	55.2	8640	0.40	5.11
No. 2	54.6	9011	0.42	5.06
No. 3	57.8	9214	0.43	5.35
No. 4	55.4	9877	0.46	5.13
No. 5	61.7	10698	0.50	5.71
No. 6	58.0	10414	0.48	5.37
平均	57.1	9642	0.45	5.29
STDEV	2.7	818	0.04	0.25

3. 1. 3 カラマツ試験体

カラマツ試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.1.3 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\epsilon$ 移動した。表 3.1.3 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は 1 体を除き、面材で発生した。

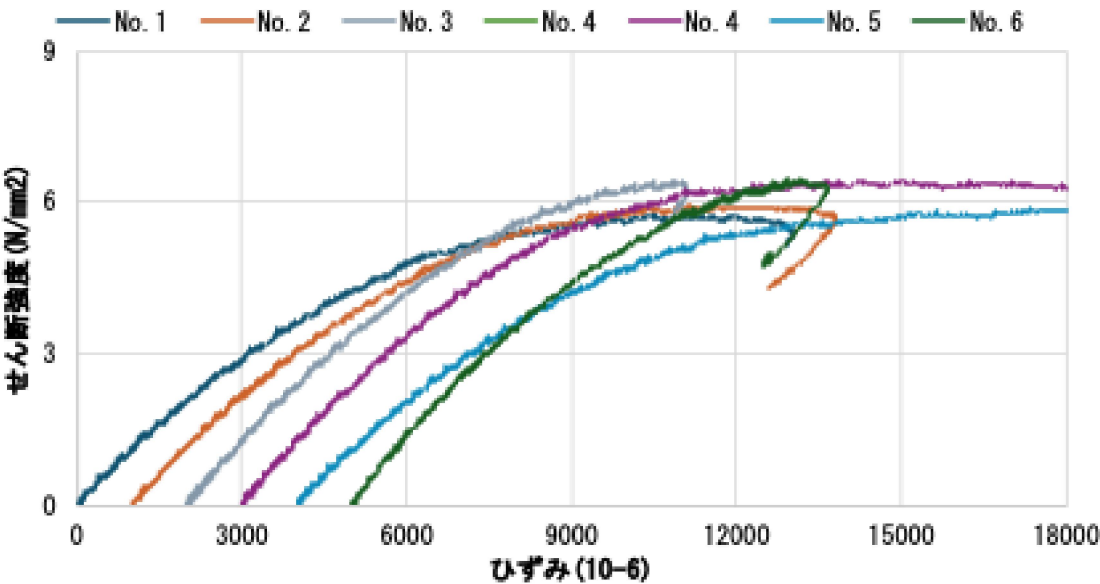


図 3.1.3 荷重—ひずみ関係図（合板_カラマツ（18mm））

表 3.1.3 カラマツ合板（PW_H）試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/ $\mu\epsilon$)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	62.2	10456	0.48	5.76
No. 2	64.1	10987	0.51	5.94
No. 3	69.5	12239	0.57	6.43
No. 4	69.5	11867	0.55	6.44
No. 5	63.4	10215	0.47	5.87
No. 6	69.6	12936	0.60	6.45
平均	66.1	11450	0.53	6.15
STDEV	3.3	1039	0.05	0.30

3. 2 PB 試験体

PB 試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.2 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.2 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

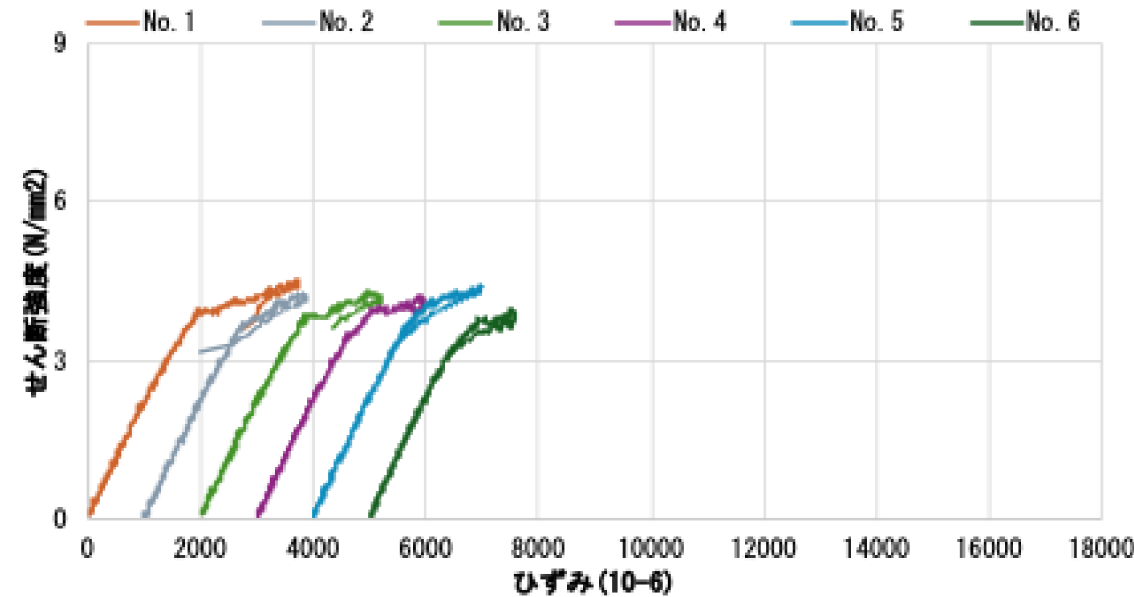


図 3.1.1 荷重—ひずみ関係図 (PB (18mm))

表 3. 2 PB 試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/μ ε)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	48. 7	23830	1. 10	4. 51
No. 2	46. 1	24064	1. 11	4. 27
No. 3	46. 8	23363	1. 08	4. 33
No. 4	45. 7	24387	1. 13	4. 23
No. 5	47. 9	24183	1. 12	4. 43
No. 6	42. 7	24625	1. 14	3. 95
平均	46. 3	24075	1. 11	4. 29
STDEV	2. 1	442	0. 02	0. 19

3. 3 MDF 試験体

3.3.1 MDF_A 試験体

MDF_A 試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.3.1 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.3.1 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

No.5 試験体に関しては、破壊性状は異常はなかったが、最大荷重が他と比較し低くなったため、7 体目も実施した。なお、集計時には最大荷重の著しく低い 5 体目は除外した。

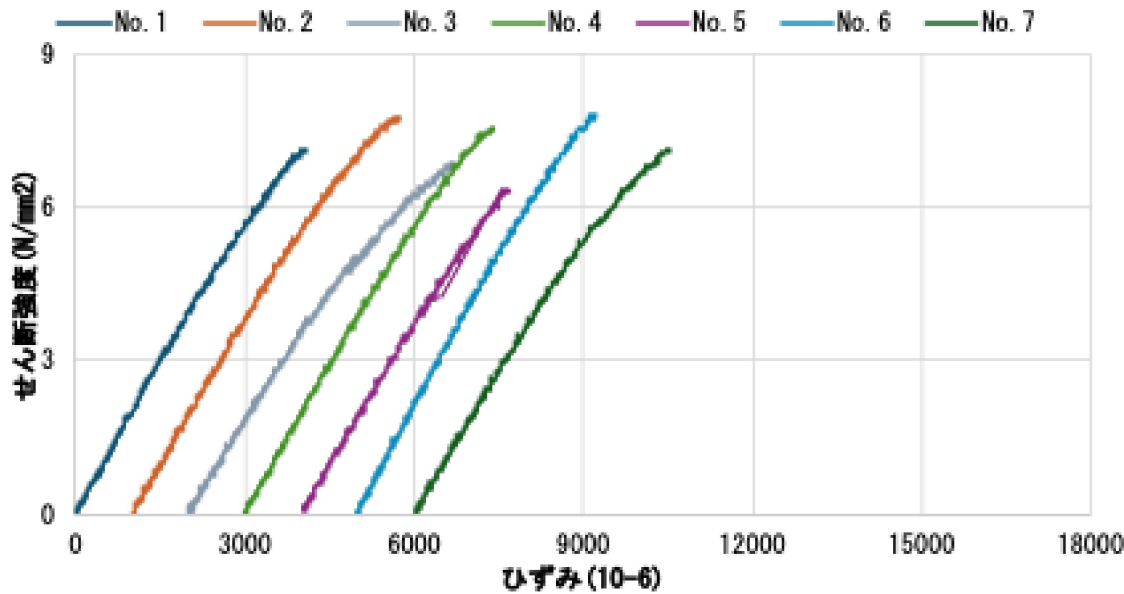


図 3.3.1 荷重－ひずみ関係図 (MDF_A (18mm))

表 3. 3. 1 MDF_A 試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/ $\mu\varepsilon$)	せん断剛性 G (kN/mm ²)	せん断強度 τ (N/mm ²)
No. 1	77.0	22215	1.03	7.13
No. 2	84.0	20602	0.95	7.78
No. 3	74.2	19223	0.89	6.87
No. 4	81.5	20959	0.97	7.54
No. 5	* (68.4) 除外	19900	0.92	(6.33) 除外
No. 6	84.5	22380	1.04	7.83
No. 7	76.9	19909	0.92	7.12
平均	79.68*	20741	0.96	7.38*
STDEV	5.8	1199	0.06	0.53

3.3.2 MDF_B 試験体

MDF_B 試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.3.2 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.3.2 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

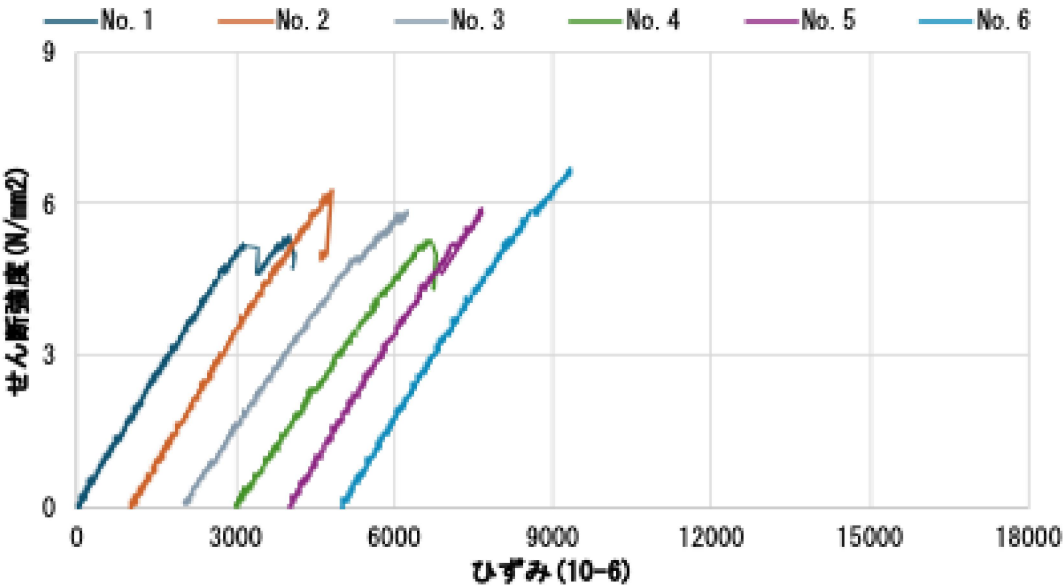


図 3.3.2 荷重—ひずみ関係図 (MDF_B (18mm))

表 3.3.2 MDF_B 試験結果

	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/ $\mu\varepsilon$)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	58.1	18139	0.84	5.38
No. 2	67.7	18685	0.87	6.27
No. 3	63.2	16675	0.77	5.85
No. 4	56.9	16555	0.77	5.27
No. 5	63.5	18910	0.88	5.88
No. 6	72.5	18869	0.87	6.71
平均	63.6	17972	0.83	5.89
STDEV	5.8	1087	0.05	0.54

3.3.3 MDF_C 試験体

MDF_C 試験体の荷重ひずみ関係図を図 3.3.3 に示す。図は試験体ごとに原点を $1000\mu\varepsilon$ 移動した。表 3.3.3 に試験結果を示す。せん断剛性、せん断強度ともに比較的安定した値を示した。破壊は全て面材で発生しており、レール破損は見受けられなかった。

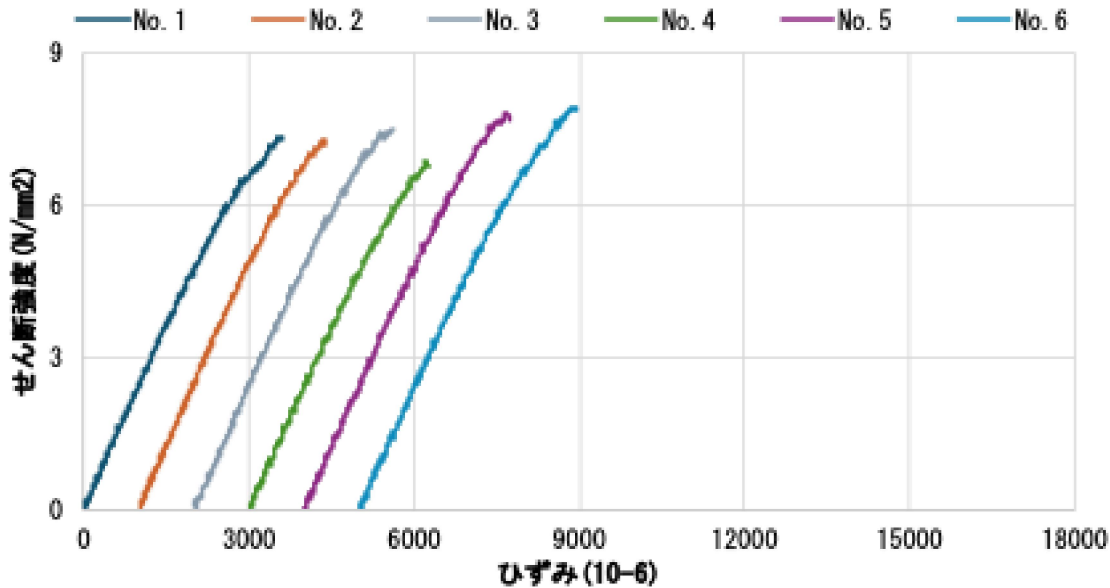


図 3.1.1 荷重－ひずみ関係図（MDF_C（18mm））

表 3.2 MDF_C 試験結果

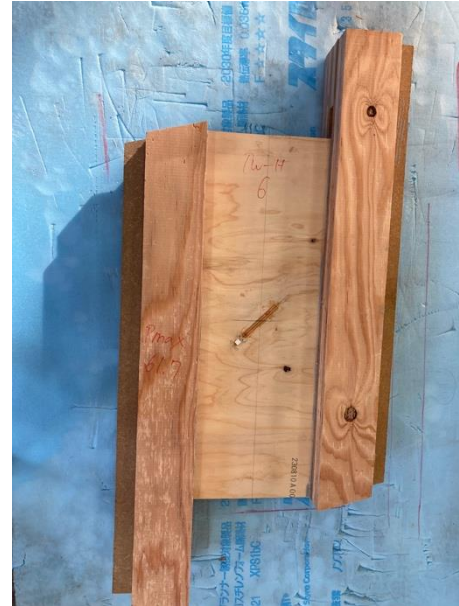
	最大荷重 Pmax (kN)	傾き Δ (kN/μ ε)	せん断剛性 G (kN/mm²)	せん断強度 τ (N/mm²)
No. 1	79.2	25923	1.20	7.33
No. 2	78.5	26759	1.24	7.27
No. 3	81.2	27186	1.26	7.52
No. 4	74.1	25436	1.18	6.86
No. 5	84.4	25775	1.19	7.81
No. 6	85.7	25749	1.19	7.93
平均	80.5	26138	1.21	7.45
STDEV	4.2	679	0.03	0.39

4.破壊性状写真

4.1 各試験体の破壊性状代表例



PW_S



PW_H



PW_K



PB



MDF_A



MDF_B



MDF_C

4.2 試験後写真（試験体全て）

4.2.1 合板試験体（スギ）



No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6



写真 合板スギ試験体

4.2.2 合板試験体 (ヒノキ)



No.1



No.2



No.3



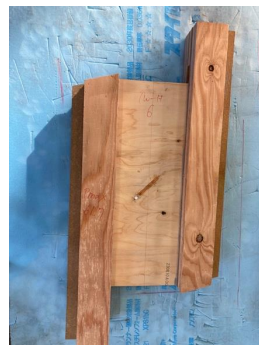
No.4



No.5



No.6



4.2.3 合板試験体 (カラマツ)



No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6



4.2.4 PB試験体



No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6



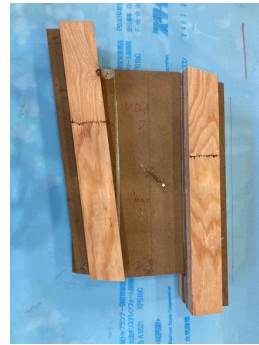
4.2.5 MDF_A 試験体



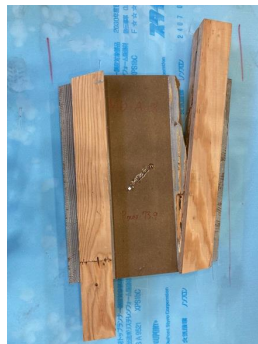
No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6



4.2.6 MDF_B 試験体



No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6



4.2.7 MDF_C 試験体



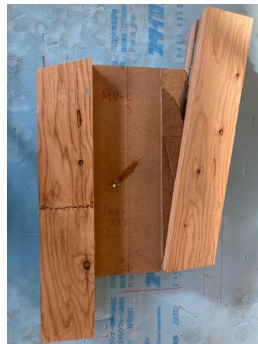
No.1



No.2



No.3



No.4



No.5



No.6

