

令和3年度（補正）

構造用面材と釘と軸材の組合せによる破壊モードを踏まえた面材

耐力壁の詳細計算法に係る手引きの作成事業

## 事業報告書

令和5年2月

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

## [目次]

### 第1章 事業概要

1. 事業概要	1-1
1.1 事業目的	1-1
1.2 事業内容	1-1
1.3 実施体制	1-2
1.4 実施スケジュール	1-4
1.5 事業の効果	1-4

### 第2章 接合具[釘頭の大きい釘]

2. 接合具[釘頭の大きい釘]	2-1
2.1 釘頭の大きい釘・釘打ち機について各団体へのヒアリング	2-1
2.1.1 ヒアリング結果	2-1
2.2 開発仕様の提案	2-3
2.2.1 既往品の調査	2-3
2.2.2 開発仕様の提案	2-4
2.2.3 規格素案	2-5
2.3 まとめ	2-6
2.3.1 今年度の成果まとめ	2-6
2.3.2 次年度に向けての開発方向性	2-6

### 第3章 構造用面材[厚物]

3. 構造用面材[厚物]	3-1
3.1 厚物構造用面材について各団体へのヒアリング結果	3-1
3.1.1 ヒアリング結果	3-1
3.2 開発仕様の提案	3-3
3.2.1 既往品の調査	3-3
3.2.2 開発仕様の提案	3-3
3.2.3 規格素案	3-4
3.3 まとめ	3-7
3.3.1 今年度の成果まとめ	3-7
3.3.2 次年度に向けての開発方向性	3-7

### 第4章 要素試験

4. 要素試験	4-1
4.1 要素試験の目的・目標	4-1
4.2 釘の一面せん断試験	4-2
4.2.1 試験計画	4-2
4.2.2 試験結果	4-4
4.2.3 考察	4-9
4.3 釘の引抜き試験	4-10
4.3.1 試験計画	4-10
4.3.2 試験結果	4-12
4.3.3 考察	4-13
4.4 釘頭のめり込み貫通試験	4-15
4.4.1 試験計画	4-15
4.4.2 試験結果	4-17
4.4.3 考察	4-20
4.5 釘胴部の面材に対するめり込み試験	4-21
4.5.1 試験計画	4-21
4.5.2 試験結果	4-22
4.5.3 考察	4-23
4.6 釘胴部の軸材に対するめり込み試験	4-24
4.6.1 試験計画	4-24

4.6.2 試験結果	4-26
4.6.3 考察	4-26
4.7 面材の面内せん断試験	4-27
4.7.1 試験計画	4-27
4.7.2 試験結果	4-29
4.7.3 考察	4-30
4.8 釘の曲げ試験	4-31
4.8.1 試験計画	4-31
4.8.2 試験結果	4-33

## 第5章 まとめ

5. まとめ	5-1
5.1 今年度の成果及び次年度以降の開発目標	5-1

## 第6章 参考資料

- ・ 構造用面材と釘と軸材の組み合わせによる破壊モードについて

## 第7章 試験成績書

管理番号 K22-V218～223 : 一面せん断試験 1JIS	7-1
管理番号 K22-V224～229 : 一面せん断試験 2 大頭	7-23
管理番号 K22-V230～232 : 一面せん断試験 3 3.46xL65	7-45
管理番号 K23-V010～V012 : 一面せん断試験2 大頭	7-58
管理番号 K22-A058～A059 : くぎ引き抜き試験	7-71
管理番号 K22-A041～A046 : くぎ頭めり込み試験 1_JIS	7-80
管理番号 K22-A047～A052 : くぎ頭めり込み試験 2 大頭	7-99
管理番号 K22-A053～A055 : くぎ頭めり込み試験 3 大頭 9.1	7-118
管理番号 K22-A033～A038 : くぎ胴部めり込み試験(面材)	7-129
管理番号 K22-A039～A040 : くぎ胴部めり込み試験(軸材)	7-146
管理番号 K22-A056～A057 : くぎ曲げ試験	7-155
面材の面内せん断試験 (Two rail shear 試験) 試験報告書	7-164

## 第8章 委員会・WG 議事録 (開催順)

## 第 1 章 事業概要

## 1. 実施概要

### 1.1 事業目的

非住宅・中大規模木造建築物を普及させるためには、高性能な耐力壁の開発が必要である。中でも面材耐力壁は、国産材の利用先としても重要であり、適切な利用促進が求められている。

面材耐力壁は、面材を釘打ちすることで耐力が発揮されるが、その破壊モードによって耐力壁の耐力評価が大きく左右される。一般に、面材耐力壁は、釘が引き抜ける破壊モードが前提とされている。しかし、たとえば、釘頭がめり込んで抜けるパンチングは、靱性が乏しく、耐力壁としては避けるべき破壊モードで、その耐力評価は低くなる。

そしてこれらの破壊モードは、面材耐力壁の構成要素である①構造用合板等の構造用面材、②柱・梁等の軸材や受け材、③面材を接合する釘やビス等、及び④接合具の縁距離、等の組み合わせによって決定される。また近年、構造用パーティクルボードや構造用 MDF などの新しい構造用面材が開発されているが、まだ厚みのバリエーションが少なく、高耐力壁を実現するためには、より厚いものが望まれている。また構造用合板は、高耐力を求めると面材自体のせん断破壊が生じることがあるが、一般に普及している 2 級合板は、面内せん断強度の保証がなく、その規格が定められている 1 級合板を普及させる必要がある。また、接合具も上記のパンチングを防ぐため、釘頭の大きなものが開発されているが、業界横断的な規格がなく、各社独自の規格・寸法のため、普及が限定的である。

以上のことから、本事業は、それらの組み合わせによる一面せん断の要素試験及び面材の面内せん断実験を行い、望ましい破壊モードの組み合わせを判定する。特に今年度は、構造用合板について、各種の釘で一面せん断試験を実施して破壊モードをまとめる。また、構造用面材部会で、構造用パーティクルボード、構造用 MDF の厚みの大きいものの製造・規格の可能性、構造用合板 1 級の製造の課題を整理する。また、接合具部会で、釘頭の大きい釘規格をまとめ、試作する。それらの成果をもとに、各パラメータの組み合わせによる代表的な面材耐力壁のせん断試験を行って、詳細計算の適合性を検証する。更に、以上をまとめて、新しい部材からなる「面材耐力壁の詳細計算法を解説する手引き」を作成し、中大規模グレー本等の構造設計テキストに反映することを目的とする。

### 1.2 実施内容

(一社)木を活かす建築推進協議会が、以下の委員会を設置し、事業全体の運営監理、委員会の開催、試験の実施、及び報告書の作成等を行った。



#### ①検討委員会、実験・解析チームの開催等

学識経験者、設計実務者等により構成される検討委員会とその直属の実験・解析チームを設置した。そして、検討方針の決定、既往実験データの評価や構造試験の仕様等について検討し、

実験を実施した。その実験結果と解析結果から、手引き案の取りまとめに向けての提案を行った。

#### ②面材耐力壁に関する既往実験データの収集整理

各種の構造用面材と釘と軸材との組み合わせで構成される面材耐力壁に関する、既往の構造試験データの収集整理を行った。

#### ③構造用面材部会の開催等

構造用面材部会において、現行の JIS では 9 mm に限定されている構造用パーティクルボードや構造用 MDF などの新しい構造用面材について、厚い面材の製造の可能性や規格の内容などを検討した。また、構造用合板について、面内せん断強度の規格が定められている 1 級合板の製造、面材樹種や厚みを特定した規格の内容などを検討した。

#### ④接合具部会の開催等

接合具部会において、パンチングを防ぐための釘頭の大きなものの製造の可能性、業界横断的な規格を検討した。

#### ⑤面材と接合具の組み合わせによる一面せん断の要素実験の実施

高性能の耐力壁を実現できると思われる組み合わせ、すなわち、(1) 構造用合板等の構造用面材、(2) 柱・梁等の軸材や受け材、(3) これらを接合する釘やビス等、及び(4) 接合具の縁距離、の組み合わせによる一面せん断試験を行って、その破壊モードを検証、整理した。また、一面せん断の各種の特性値を整理した。

#### ⑥要素実験に基づく耐力壁の面内せん断実験の実施に向けての検討

⑤にもとづいて、代表的な組み合わせについて、面内せん断実験の実施に向けての検討を行った。

#### ⑦新しい部材を用いた面材耐力壁の詳細計算法の手引き案の作成

⑤、⑥の実験結果や分析・解析をもとに、組み合わせごとの接合具 1 本当たりの許容せん断耐力を整理するための検討を行った。更にこれらを基に、実用的な「破壊モードを考慮した面材耐力壁の詳細計算法の手引き案」をまとめるための検討を行った。

### 1.3 実施体制

この事業を実施するに当たり、学識経験者、関連業界等による下記委員会を設置し、事業計画、成果の検討などを行うとともに、委員会の傘下として構造用面材、接合具に係る WG を設けた。

#### ◆開発検討委員会(順不同・敬称略)

委員長	大橋 好光	東京都市大学名誉教授
委員	青木 謙治	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授
	落合 陽	東京都市大学建築都市デザイン学部建築学科 講師
	神谷 文夫	セイホク (株) 技師長 (日本合板工業組合連合会 組合員会社) [合板関係]
	金井 邦夫	木造住宅接合金物協会 会長
オブザーバー	清水 庸介	(公財) 日本住宅・木材技術センター 構造試験室 研究主幹

	平原 章雄	木構造振興（株）常務取締役
行政	吹抜 祥平	林野庁 林政部木材産業課 住宅資材班 住宅資材技術係長
コンサル	花井 勉	（株）えびす建築研究所 代表取締役
	飯田 秀年	（株）えびす建築研究所 開発室室長
	山根 光	（株）えびす建築研究所 開発室主任
	中村 亮太	（株）えびす建築研究所 開発室
事務局	沼田 良平	（一社）木を活かす建築推進協議会 事務局長
	飯野 貴	（一社）木を活かす建築推進協議会 研究主幹
	高田 峰幸	（一社）木を活かす建築推進協議会 研究主査

◆構造用面材部会(順不同・敬称略)

主査	大橋 好光	（前述）
委員	青木 謙治	（前述）
	神谷 文夫	（前述）
	石川 広資	（株）ノダ 繊維板事業部 製品管理課 課長 （日本繊維板工業会 会員会社）〔MDF 関係〕
	服部 和生	日本ノボパン工業(株) 営業本部営業推進部 部長 兼 営業企画 グループ グループマネージャー（日本繊維板工業会 会員会 社）〔パーティクルボード関係〕
	功刀 友輔	一般社団法人 中大規模木造プレカット技術協会 理事
行政、コンサル、事務局	-----	（前述と同）-----

◆接合具部会(順不同・敬称略)

主査	大橋 好光	（前述）
委員	落合 陽	（前述）
	金井 邦夫	（前述）
	野田 徹	アマテイ(株) 生産本部 技術部 部長兼品質管理室室長 （日本自動釘打機ステーブル工業会 兼 線材製品協会 会員会 社）
オブザーバー	清水 庸介	（前述）
	潮 康文	木造住宅接合金物協会
	佐藤 直樹	木造住宅接合金物協会
	田所 秀樹	マックス株式会社 機工品営業部首都圏関越グループ部長 〔釘打ち機メーカー〕
行政、コンサル、事務局	-----	（前述と同）-----

## 1.4 実施スケジュール

事業スケジュールを表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 事業スケジュール

スケジュール

	2022年								2023年	
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
委員会	第1回委員会 [5/24]									第2回委員会 [1/19]
接合具WG		第1回合同WG [6/16]		第2回合同WG [8/4]	第3,4回 接合具部会WG [9/1, 9/13]		第4・5回合同WG [11/21]		第5・6回合同WG [1/10]	
面材WG					第3回 面材部会WG [9/12]					
報告書								試験結果検討 事業報告書作成		
要素試験					釘頭の大きい釘 の試作			面材の面内せん断試験[@東大] 12～1月の間で実施		
					面材・釘を組合わせた要素試験[@カナグループ 浮塚事業所] 10～2月の間で実施					

事業期間：令和4年4月13日～令和5年2月20日

### 1.5 事業の効果

現在、高性能・高耐力の面材耐力壁を作るためには、①面材を厚いものにする、②面材を強いものに変える、③釘を大きいものに変える、④釘打ち間隔を小さくする、などが行われている。しかし、試行錯誤的に行われているために、想定した耐力が得られないことも多い。その多くは、想定外の破壊モードで破壊するためである。前述の組み合わせ、すなわち①構造用合板等の構造用面材、②柱・梁等の軸材や受け材、③これらを接合する釘やビス等、及び④接合具の縁距離、の組み合わせによって破壊モードが変わるのに対して、関係の情報が整理されていないため、どのような破壊モードになるか、予測できないためである。

このプロジェクトを最後まで実施できれば、どの組み合わせであれば靱性の高い耐力壁が実現できるかの整理ができることになる。したがって、詳細設計法で、設計できる範囲が明確になる。また、場当たりの実験を行う必要がなくなる。

また、構造用面材の製造者、釘・ビスの製造者にとって、すべての面材や釘等との組み合わせを実験する必要がなくなる。代表的な組み合わせについての一面せん断実験を行うことで、他の面材や釘等との組み合わせの挙動は、かなりの精度で予測できるようになる。したがって、ここでも無駄な実験を行う必要がなくなる。

## 第2章 接合具[釘頭の大きい釘]

## 2. 接合具[釘頭の大きい釘]

### 2.1 釘頭の大きい釘・釘打ち機について各団体へのヒアリング

#### 2.1.1 ヒアリング結果

釘頭の大きい釘・釘打ち機について各団体へのヒアリングやWG等での質疑により確認できたことを以下に示す。

[釘頭の大きい釘について]

団体名：木造住宅接合金物協会

項目	回答
パンチングを防ぐための釘頭の大きなものの製造の実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の設備にて実現は可能（金型等の変更はあり）。</li> <li>既存品との併用となるので、コストアップになる。</li> <li>どれ位まで大きくできるかは各メーカーの技術次第。</li> </ul>
パンチングを防ぐための釘頭の大きなものの規格化の実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本全サイズ製造可能なので、規格化について問題はない。</li> <li>JIS規格化は時間がかかるため、住木センターで金物釘のように規格化して承認制度とするのが現実的という意見もある。</li> </ul>
釘頭の大きなものの釘打ち機の製造の実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>頭径8～9mmまでなら、既存のN90、CN90が打てる釘打ち機で打ち込み可。</li> <li>9mm以上の頭径となれば、J-SANTAや釘打ち機メーカーへの相談要。</li> <li>上記の規格化が前提であれば、釘打ち機メーカーも対応に動くため実現可能性も高いと思われます。</li> <li>頭径が変わると、ロール連結の巻き数などにも影響があり、釘打ち機のカートリッジサイズも検討が必要。</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場品のCN75連結釘の釘頭はJIS公差の下限側で製造されている（釘打ち機の詰まり防止のため）。</li> <li>釘の胴部径に対し2.55倍程度の釘頭径の釘が製造可能である。</li> <li>N釘とCN釘では、頭の形状が異なるため、頭径をおおきくするための設計条件も異なる。例えば、N釘の場合には頭部角度を大きくすれば、頭径をより大きくできる。CN釘の場合には、頭部厚さを小さくすれば頭径をより大きくできる（頭部角度や頭部厚さは参考値であるため、どこまで許容されるかは未知）。</li> <li>.</li> </ul>

[釘打ち機について]

団体名：アマテイ株式会社

項目	回答
パンチングを防ぐための釘頭の大きなものの製造の実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>実現可能</li> </ul>
パンチングを防ぐための釘頭の大きなもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>JIS規格化は時間がかかるため、住木センターで金物釘のように規格化して承認制度とするのが現実的と考える。</li> </ul>

の規格化の実現性	
釘頭の大きなもの用の釘打ち機の製造の実現性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 頭径 8～9mm までなら、既存の N90、CN90 が打てる釘打ち機で打ち込み可。</li> <li>・ 9mm 以上の頭径となれば、J-SANTA や釘打ち機メーカーへの相談要。</li> <li>・ 上記の規格化が前提であれば実現可能性も高いと推測。</li> </ul>

団体名：マックス株式会社

項目	回答
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 市場流通している釘打ち機（CN75 用）は釘頭径 8.8mm まで対応している。</li> </ul>

## 2.2 開発仕様の提案

### 2.2.1 既往品の調査

各団体へのヒアリングの結果、市場流通している釘や釘打ち機について以下の内容が確認された。

#### (ア) 市場流通している釘・釘打ち機

- ・市場流通している釘打ち機は、釘頭径が 8.8mm 程度までは対応できることがわかった。
- ・また、市場流通している CNZ75 (CN75) の連結釘の釘頭径は、JIS 公差の下限側で作られることが多い  
(上限寄りであると釘打ち機で打った際、詰まることがあるため。)
- ・JIS 釘は釘頭径の公差が±10%とされているが、製造側では±5%でも問題ないとのことである。

#### (イ) 胴部径より製造可能な釘頭最大径

- ・製造の観点から、釘の胴部径に対し 2.5 倍程度の頭部径の釘が製作可能であることがわかった。

## 2.2.2 開発仕様の提案

表 2-1 に JIS (A5508:2009) の釘仕様と各団体へのヒアリング結果を考慮した開発目標の釘仕様を示す。開発する釘は、市場流通している釘打ち機で施工可能な釘頭径の範囲内 (表 2-1 黄枠) と範囲外 (緑枠) とした。

以上より、5 種類の釘を開発 (試作) した。

試作① [CNZ65 型 釘頭 8.1] : CNZ65 の釘頭径の中央値を 8.1mm とした仕様 (市場流通の釘打ち機対応)

試作② [CNZ75 型 釘頭 8.3] : CNZ75 の釘頭径の中央値を 8.3mm とした仕様 (同上)

試作③ [CNZ75 型 釘頭 9.1] : CNZ75 の釘頭径の中央値を 9.1mm とした仕様 (市場流通の釘打ち機不可)

試作④ [CNZ90 型 釘頭 10.0] : CNZ90 の釘頭径の中央値を 10.0mm とした仕様 (同上)

試作⑤ [CNZ75 型 長さ 65] : CNZ75 の長さを 65mm とした仕様 (同上)

表 2-1 JIS の釘仕様と開発目標の釘仕様

	JIS釘 (±10%)					本事業の目標										
	-10%	中央値	+10%	胴部径	頭部厚さ	胴部径による釘の製造可能範囲					現行釘打ち機の適用範囲					
						-5%		+5%	↓製造可能釘頭径	↓釘頭径/胴部径	-5%		+5%	↓釘打ち可能釘頭径		
CNZ65	6.43	7.14	7.85	3.33	1.5	試作① CNZ65型 釘頭8.1	7.7	8.1	8.5	8.5	2.55	-	7.9	8.3	8.7	8.8
						面積比	1.43	1.29	1.17			面積比	1.51	1.35	1.23	↑同胴径での製造可能な頭部径を踏まえ
						周長比	1.20	1.13	1.08			周長比	1.23	1.16	1.11	
CNZ75	7.13	7.92	8.71	3.76	1.7	試作③ CNZ75型 釘頭9.1	8.6	9.1	9.6	9.6	2.55	試作② CNZ75型 釘頭8.3	7.9	8.3	8.7	8.8
						面積比	1.47	1.32	1.20			面積比	1.22	1.10	1.00	
						周長比	1.21	1.15	1.10			周長比	1.11	1.05	1.00	
CNZ90	7.87	8.74	9.61	4.11	1.9	試作④ CNZ90型 釘頭10	9.5	10.0	10.5	10.5	2.55	-	7.9	8.3	8.7	8.8
						面積比	1.46	1.31	1.19	↑CNZ65.75と同じ比率で設定		面積比	1.01	0.90	0.82	
						周長比	1.21	1.14	1.09			周長比	1.00	0.95	0.90	
試作⑤ CNZ75型 長さ65	7.13	7.92	8.71	3.76	1.7											

黄枠 : 市場流通している釘打ち機で施工可能  
 緑枠 : 市場流通している釘打ち機では施工困難

## 2.2.3 規格素案

2.2.2 に示した開発目標の釘仕様の規格素案を提案する。現行 JIS (A 5508:2009) に開発目標の釘仕様を追記したものを以下に示す。追記したもの以外については、原則 JIS から変更はないものとする。オリジナルは日本産業標準調査会 (<https://www.jisc.go.jp/>) を参照。

表.6－太め鉄丸くぎ（修正案）

単位mm

呼び	長さL		胴部径d		先端部の長さS	頭部径D		頭部厚さt (参考)
	寸法	許容差	寸法	許容差		寸法	許容差	
CN 45	44.5	±1.6	2.51	±0.10	2.0 以上 5.0 未満	6.35	±0.64	1.1
CN 50	50.8	±1.6	2.87	±0.10	2.3 以上 5.7 未満	6.76	±0.68	1.3
CN 55	57.2	±1.6	2.87	±0.10	2.3 以上 5.7 未満	6.76	±0.68	1.3
CN 65	63.5	±1.6	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.14	±0.71	1.5
CN 65-2(仮称)	63.5	±1.6	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	8.10	±0.40	1.3
CN 65-3(仮称)	65.0	±2.4	3.76	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.92	±0.79	1.7
CN 70	69.9	±2.4	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.14	±0.71	1.5
CN 75	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	7.92	±0.79	1.7
CN 75-2(仮称)	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	8.30	±0.40	1.7
CN 75-3(仮称)	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	9.10	±0.50	1.5
CN 85	82.6	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	7.92	±0.79	1.7
CN 90	88.9	±2.4	4.11	±0.10	3.3 以上 8.2 未満	8.73	±0.87	1.9
CN 90-2(仮称)	88.9	±2.4	4.11	±0.10	3.3 以上 8.2 未満	10.00	±0.50	1.5
CN 100	101.6	±2.4	4.88	±0.10	3.9 以上 9.8 未満	10.31	±1.03	2.2

表.7－めっき太め鉄丸くぎ（修正案）

単位mm

呼び	長さL		胴部径d		先端部の長さS	頭部径D		頭部厚さt (参考)
	寸法	許容差	寸法	許容差		寸法	許容差	
CNZ 45	44.5	±1.6	2.51	±0.10	2.0 以上 5.0 未満	6.35	±0.64	1.1
CNZ 50	50.8	±1.6	2.87	±0.10	2.3 以上 5.7 未満	6.76	±0.68	1.3
CNZ 55	57.2	±1.6	2.87	±0.10	2.3 以上 5.7 未満	6.76	±0.68	1.3
CNZ 65	63.5	±1.6	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.14	±0.71	1.5
CNZ 65-2(仮称)	63.5	±1.6	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	8.10	±0.40	1.3
CNZ 65-3(仮称)	65.0	±2.4	3.76	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.92	±0.79	1.7
CNZ 70	69.9	±2.4	3.33	±0.10	2.7 以上 6.7 未満	7.14	±0.71	1.5
CNZ 75	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	7.92	±0.79	1.7
CNZ 75-2(仮称)	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	8.30	±0.40	1.7
CNZ 75-3(仮称)	76.2	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	9.10	±0.50	1.5
CNZ 85	82.6	±2.4	3.76	±0.10	3.0 以上 7.5 未満	7.92	±0.79	1.7
CNZ 90	88.9	±2.4	4.11	±0.10	3.3 以上 8.2 未満	8.73	±0.87	1.9
CNZ 90-2(仮称)	88.9	±2.4	4.11	±0.10	3.3 以上 8.2 未満	10.00	±0.50	1.5
CNZ 100	101.6	±2.4	4.88	±0.10	3.9 以上 9.8 未満	10.31	±1.03	2.2

## 2.3 まとめ

### 2.3.1 今年度の成果まとめ

#### (1) 釘頭の大きい釘等

- ・各団体へヒアリングを行い、市場品の現状を把握した。
- ・釘頭の大きい釘等の規格素案を作成した。
- ・市場品よりも釘頭の大きい釘の製造が可能であることを確認した。
- ・市場品の釘、試作した釘について要素試験を行いその性能を確認した。

### 2.3.2 次年度に向けての開発方向性

#### (1) 釘頭の大きい釘等

- ・規格素案を作成しその要素試験を行ったが、それ以外の寸法（釘頭径、長さ）についても要素試験を行い必要なデータを蓄積しく必要があると考える。データを検証し、規格素案の妥当性を検討していきたい。

### 第 3 章 構造用面材〔厚物〕

### 3. 構造用面材[厚物]

#### 3.1 厚物構造用面材について各団体へのヒアリング結果

##### 3.1.1 ヒアリング結果

6/16 の第1回合同WG 資料内のヒアリングシートを以下に示す。

団体名：日本繊維板工業会

項目	回答
9 mmを超える構造用MDFの製造及び規格実現の可能性	<p>構造用 MDF の厚さ追加は、R3 年度 JISA5905 規格原案作成委員会で要望、本委員会で生産者委員及び行政(国交省/経産省/林野庁)委員から特に異論は無かった。</p> <p>しかしながら、試験項目や試験方法の設定などの課題があり、時間的な制約から規格化見送り、次回への課題となったが試験データを充実させることで次回の JIS 改正に上程できる。</p> <p>現状、構造用 MDF9 mm厚は、普通 MDF の規格区分に加え、密度範囲を設定し、構造性能の確認から釘接合部の試験項目として追加されている。</p> <p>市場流通品の普通 MDF は、厚さ 12 mm～30 mmで大量生産されており、規格構成の成り立ちから、厚さ 9 mmを超える製品についても、現状生産している普通 MDF から、密度範囲、釘接合部試験を設定する事により対応可能だと推測され、特に構造用合板で広く流通している、厚さ 12 mmと 24 mm等での釘の種類や釘打ち間隔を明確化することは有用と考える。</p> <p><u>上記の構造用 MDF 単体の剪断耐力や変形、接合部の性状を明確にすることで、単体で用いるだけでなく、中大規模木造建築に用いることができる高壁倍率相当の壁の開発ソリューションを増やすことができる。</u></p> <p>普通 MDF の構造用部材として採用実績は、稲山先生や他の構造設計者により設計された住宅や非住宅、中大規模木造建築物で、複数の採用実績がある。</p>
9 mmを超える構造用パーティクルボードの製造及び規格実現の可能性	<p>現行の構造用パーティクルボード(厚さ 9mm)規格における強度(曲げ強さ)、耐水性について一段上の性能を要求しているわけではなく、普通パーティクルボードにもある曲げ強さ 18 タイプ、耐水性区分は耐水 1 または耐水 2 を採用している。</p> <p>この曲げ強さ 18 タイプ、耐水 1 または耐水 2 の製品は弊社の場合、鉄骨系プレハブ住宅やマンションの主にも床下地用として 12, 15, 18, 20, 25mm のラインナップがあることから 9mm 品と同じ考え方であれば製造は可能である。</p> <p>用途を限定しない普通パーティクルボードは密度範囲が 0.4～0.9g/cm<sup>3</sup> と広いことから構造用パーティクルボードの密度範囲は 0.71～0.81g/cm<sup>3</sup> と上下限值を設定している。また構造用パーティクルボードには釘接合に関する試験項目(側面抵抗、釘頭貫通力)が設定されている。厚さ 9mm を超える製品についても密度の上下限值を設け、釘接合部の試験を課すことで耐力壁用としての規格化は出来るのではないかと考える。</p>

また、厚物構造用面材の規格素案に向けて以下の回答をいただいた。

<p>一般財団法人 木を活かす推進協議会 代表理事 大橋好光 様</p> <hr/> <p>令和3年度（補正） 構造用面材と釘と軸材の組合せによる破壊モードを踏まえた 面材耐力壁の詳細計算法に係る手引きの作成事業</p> <p>○構造用面材部会への提案仕様</p> <hr/> <p>・現状の生産実績、及び通常製品として供給可能な水準の提案です ・壁としての利用を想定しております</p>	<p>2022年 12月28日 日本繊維板工業会 新市場/用途開発WG</p>																																
<p><b>PB</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">項目</th> <th style="width: 10%;">単位</th> <th colspan="3" style="width: 35%;">提案仕様 *1)</th> <th style="width: 40%;">参考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: middle;">この他に生産者によっては、 厚さ 20、25、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する</td> </tr> <tr> <td>曲げ強さによる区分</td> <td>タイプ</td> <td colspan="3">13 又は 18</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>g/cf</td> <td colspan="3">0.65~0.85</td> </tr> <tr> <td>耐水性による区分</td> <td>タイプ</td> <td colspan="3">耐水1又は耐水2</td> </tr> <tr> <td>生産対応</td> <td>-</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1) 生産者委員間で、生産又は供給可能な仕様提案</p>		項目	単位	提案仕様 *1)			参考	厚さ	mm	12	15	18	この他に生産者によっては、 厚さ 20、25、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する	曲げ強さによる区分	タイプ	13 又は 18			密度	g/cf	0.65~0.85			耐水性による区分	タイプ	耐水1又は耐水2			生産対応	-	○	○	○
項目	単位	提案仕様 *1)			参考																												
厚さ	mm	12	15	18	この他に生産者によっては、 厚さ 20、25、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する																												
曲げ強さによる区分	タイプ	13 又は 18																															
密度	g/cf	0.65~0.85																															
耐水性による区分	タイプ	耐水1又は耐水2																															
生産対応	-	○	○	○																													
<p><b>MDF</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">項目</th> <th style="width: 10%;">単位</th> <th colspan="3" style="width: 35%;">提案仕様 *1)</th> <th style="width: 40%;">参考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: middle;">この他に生産者によっては、 厚さ 21、24、25、27、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する</td> </tr> <tr> <td>曲げ強さによる区分</td> <td>タイプ</td> <td colspan="3">25 又は 30</td> </tr> <tr> <td>密度</td> <td>g/cf</td> <td colspan="3">0.60~0.85 *2)</td> </tr> <tr> <td>耐水性による区分</td> <td>タイプ</td> <td colspan="3">耐水1又は耐水2</td> </tr> <tr> <td>生産対応</td> <td>-</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1) 生産者委員間で、生産又は供給可能な仕様提案 *2) 一部の生産者で、高密度仕様の製品がある。</p>		項目	単位	提案仕様 *1)			参考	厚さ	mm	12	15	18	この他に生産者によっては、 厚さ 21、24、25、27、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する	曲げ強さによる区分	タイプ	25 又は 30			密度	g/cf	0.60~0.85 *2)			耐水性による区分	タイプ	耐水1又は耐水2			生産対応	-	○	○	○
項目	単位	提案仕様 *1)			参考																												
厚さ	mm	12	15	18	この他に生産者によっては、 厚さ 21、24、25、27、30mm を供給できる 将来的には仕様集約を検討する																												
曲げ強さによる区分	タイプ	25 又は 30																															
密度	g/cf	0.60~0.85 *2)																															
耐水性による区分	タイプ	耐水1又は耐水2																															
生産対応	-	○	○	○																													

## 3.2 開発仕様の提案

### 3.2.1 既往品の調査

ヒアリング結果を参照

### 3.2.2 開発仕様の提案

ヒアリング結果を参照

### 3.2.3 規格素案

#### (1) MDF

現行 JIS (A 5905:2022 繊維板) に厚物構造用 MDF の規格案\*を追記したものを以下に示す。追記したものの以外については、原則 JIS から変更はないものとする。オリジナルは日本産業標準調査会

(<https://www.jisc.go.jp/>) を参照。 (※当面は、日本繊維板工業会の規格に組み込み運用を目指す)

表1-種類及び記号 (修正案)

種類	区分	記号	密度	主な用途	製法	
					湿式	乾式
インシュレーションボード	タタミボード	T-IB	0.27 g/cm <sup>3</sup> 未満	畳床用	○	
	A級インシュレーションボード	A-IB	0.35 g/cm <sup>3</sup> 未満	内装下地, 断熱用	○	
	シーリングボード	S-IB	0.40 g/cm <sup>3</sup> 未満	外壁下地用	○	
MDF	普通MDF	G-MDF	0.35 g/cm <sup>3</sup> 以上	家具,造作など	—	○
	構造用MDF	S-MDF	0.70 g/cm <sup>3</sup> 以上	構造用	—	○
			0.85 g/cm <sup>3</sup> 未満			
		S2-MDF (仮称)	0.60 g/cm <sup>3</sup> 以上	構造用	—	○
		0.85 g/cm <sup>3</sup> 未満				
ハードボード		HB	0.80 g/cm <sup>3</sup> 以上	建築,こん包など	○	

表11-厚さ (修正案)

単位mm

種類	区分	厚さの範囲
インシュレーションボード	タタミボード (T-IB)	10以上,20以下
	A級インシュレーションボード (A-IB)	9以上,18以下
	シーリングボード (S-IB)	
MDF	普通MDF (G-MDF)	2.5以上,30以下
	構造用MDF (S-MDF)	9
	構造用MDF (S2-MDF 仮称)	12,15,18
ハードボード	素地ハードボード (RN-HB,RS-HB)	2.5以上,7以下
	内装化粧ハードボード (DI-HB)	5以上,7以下
	外装化粧ハードボード (DE-HB)	

表12-幅及び長さ (修正案)

単位mm

種類	区分	幅の範囲	幅の範囲
インシュレーションボード	タタミボード (T-IB)	910以上,1000以下	1820以上,2000以下
	A級インシュレーションボード (A-IB)	900以上,1820以下	1820以上,3030以下
	シーリングボード (S-IB)		
MDF	普通MDF (G-MDF)	458以上,2495以下	1010以上,5005以下
	構造用MDF (S-MDF)	600以上,1820以下	1820以上,4000以下
	構造用MDF (S2-MDF 仮称)		
ハードボード	素地ハードボード (RN-HB,RS-HB)	900以上,1820以下	1820以上,4000以下
	内装化粧ハードボード (DI-HB)		
	外装化粧ハードボード (DE-HB)	450以上,910以下	2730以上,4000以下

表13-寸法の許容差及び直角度（修正案）

種類	区分	厚さ	厚さの許容差			幅及び長さの許容差	直角度	
			無研磨板	研磨板	化粧板		測定法A	測定法B
インシュレーションボード	T-IB	10未満	±1.0	—	—	±4.0	2以下	3以下
		10以上	±1.2					
	A-IB, S-IB	12未満	±1.0					
		12以上	±1.2					
MDF	G-MDF	7未満	±0.5	±0.3	±0.5	±3.0		
		7以上15未満	±1.0		±0.5			
		15以上	±1.5		±0.6			
	S-MDF	9	±0.5	—	±3.0			
	S2-MDF（仮称）	12						
15								
18								
ハードボード	HB	3.5未満	±0.4	±0.3	表示厚さの±10%	±3.0	2以下	3以下
		3.5以上5.0未満	±0.5					
		5.0以上7.0未満	±0.7					
		7.0以上	±0.9					

↑寸法誤差は各社にヒアリングを行い、適切な値としたい

表19-構造用MDFの品質（修正案）

区分	厚さ	密度	曲げ強さ	湿潤時 曲げ強さ	吸水厚さ 膨張率	剥離強さ	釘頭 貫通力	くぎ側面 抵抗	ホルムアルデヒド 放散量 mg/L		(参考値) 曲げヤング 係数
	mm	g/cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	F☆☆☆☆	F☆☆☆	N/mm <sup>2</sup>
30タイプ	9	0.70以上0.85未満	30.0以上	15.0以上	12以下	0.5以上	1.0以上	1.0以上	平均0.3以下 最大0.4以下	平均0.5以下 最大0.7以下	2500以上
	12	0.70以上0.85未満									
	15	0.65以上0.80未満									
	18	0.60以上0.75未満									
25タイプ	9	0.70以上0.85未満	25.0以上	12.5以上	12以下	0.4以上	1.0以上	1.0以上	平均0.3以下 最大0.4以下	平均0.5以下 最大0.7以下	2000以上
	12	0.70以上0.85未満									
	15	0.65以上0.80未満									
	18	0.60以上0.75未満									

↑厚さごとに密度範囲を指定したい（密度範囲は例）

## (2) パーティクルボード

現行 JIS (A 5908:2022 パーティクルボード) に厚物構造用パーティクルボードの規格案\*を追記したものを以下に示す。追記したもの以外については、原則 JIS から変更はないものとする。オリジナルは日本産業標準調査会 (<https://www.jisc.go.jp/>) を参照。 (※当面は、日本繊維板工業会の規格に組み込み運用を目指す)

表2- 曲げ強さによる区分 (修正案)

種類	区分	記号	密度	曲げ強さ
素地パーティクルボード,化粧パーティクルボード	18タイプ	18	0.40 g/cm <sup>3</sup> 以上 0.90 g/cm <sup>3</sup> 以下	縦方向・横方向共に18.0N/mm <sup>2</sup> 以上
	13タイプ	13		縦方向・横方向共に13.0N/mm <sup>2</sup> 以上
	8タイプ	8		縦方向・横方向共に8.0N/mm <sup>2</sup> 以上
素地パーティクルボード	24-10タイプ	24-10		縦方向24.0N/mm <sup>2</sup> 以上、 横方向10.0N/mm <sup>2</sup> 以上
	17.5-10.5タイプ	17.5-10.5		縦方向17.5N/mm <sup>2</sup> 以上、 横方向10.5N/mm <sup>2</sup> 以上
単板張りパーティクルボード	30-15タイプ	30-15		縦方向30.0N/mm <sup>2</sup> 以上、 横方向15.0N/mm <sup>2</sup> 以上
構造用パーティクルボード	18タイプ	S18	0.71 g/cm <sup>3</sup> 以上 0.81 g/cm <sup>3</sup> 以下	縦方向・横方向共に18.0N/mm <sup>2</sup> 以上
	13タイプ、 18タイプ-2(仮称)	S13,S18-2 (仮称)	0.65 g/cm <sup>3</sup> 以上 0.85 g/cm <sup>3</sup> 以下	縦方向・横方向共に13.0N/mm <sup>2</sup> 以上 縦方向・横方向共に18.0N/mm <sup>2</sup> 以上

表5- 厚さ (修正案)

単位mm

種類	厚さの範囲
素地パーティクルボード,単板張りパーティクルボード,化粧パーティクルボード	5以上、40以下
構造用パーティクルボード	9
	12,15,18

表7- 寸法の許容差及び直角度 (修正案)

単位mm

種類	厚さ	厚さの許容差			幅の許容差	長さの許容差	直角度	
		無研磨板	研磨板	化粧板			測定法A	測定法B
素地パーティクルボード,単板張りパーティクルボード,化粧パーティクルボード	15未満	±1.0	±0.3	—	±3	±3	2以下	3以下
	15以上,20未満	±1.2						
	20以上	±1.5						
化粧パーティクルボード	18未満	—	—	±0.5				
	18以上	—	—	±0.6				
構造用パーティクルボード	9	±1.0	±0.3	—				
	12							
	15							
	18							

↑寸法誤差は各社にヒアリングを行い、適切な値としたい

表12- 構造用パーティクルボードの性能 (修正案)

区分	厚さ	密度	曲げ強さ	湿潤時曲げ強さ	吸水厚さ膨張率	剥離強さ	釘頭貫通力	くぎ側面抵抗	(参考値)曲げヤング係数
	mm	g/cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	N/mm <sup>2</sup>
18タイプ	9	0.71以上0.81以下	18.0以上	9.0以上	12以下	0.3以上	1.0以上	1.0以上	3000以上
13タイプ、 18タイプ-2 (仮称)	12	0.75以上0.85以下							
	15	0.7以上0.8以下							
	18	0.65以上0.75以下							

↑厚さごとに密度範囲を指定したい (密度範囲は例)

### 3.3 まとめ

#### 3.3.1 今年度の成果まとめ

##### (1) 厚物構造用面材について

- ・高性能の耐力壁用に、厚物の木質ボード（MDF、パーティクルボード）について、現行 JIS と同等の密度での製造が可能であることを確認した。

#### 3.3.2 次年度に向けての開発方向性

##### (1) 厚物構造用面材について

- ・さらに今回選定したもの以外の寸法についても要素実験を行い、必要なデータを蓄積していき、厚物の規格化に向けて製造管理項目、各種性能値などを精査する必要があると考える。

## 第 4 章 要素試験

## 4. 要素試験

### 4.1 要素試験の目的・目標

既往の釘の一面せん断試験や文献調査等から高耐力壁に用いることができる面材、釘、軸材の組合せ（靱性のある破壊性状となる組合せ）を提唱することを目標とする。

実施する試験は釘の一面せん断試験のほかに、釘の引抜き試験、釘頭貫通力試験、釘胴部のめり込み試験（面材、軸材）を実施する。また、厚物面材と釘の単体の性能確認として面材の面内せん断試験、釘の曲げ試験を実施する。実施した試験概要図を図 4-1 に示す。

なお、釘の側面抵抗試験（面材）はめり込み試験として実施した。

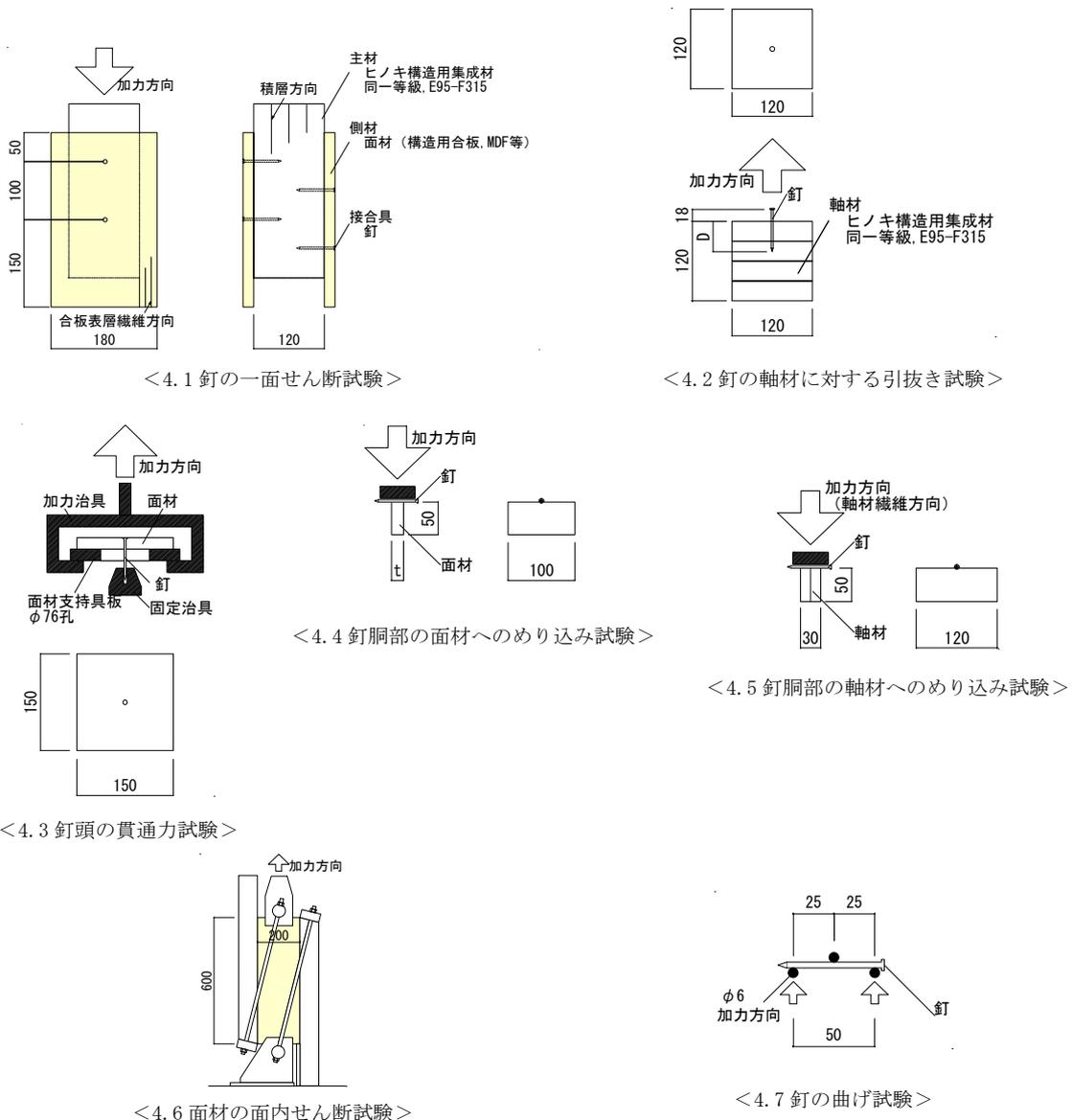


図 4-1 要素試験の一覧

## 4.2 釘の一面せん断試験

### 4.2.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-1 に示す面材、釘、軸材の組合せについて釘の一面せん断試験を行った。

表 4-1 試験体仕様一覧

試験体記号	側材 (面材)	加力に対する面材の繊維方向	接合具 (くぎ)
Sa-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65
Sa-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75
Sb-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65型 頭径8.1
Sb-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径8.3
Sd-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 長さ65
Sc-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径9.1
Sa-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65
Sa-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75
Sb-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1
Sb-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3
Sd-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65
Sc-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1
Sa-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65
Sa-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75
Sb-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1
Sb-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3
Sd-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65
Sc-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1

主材は120×120、ヒノキ、同一等級構造用集成材を使用

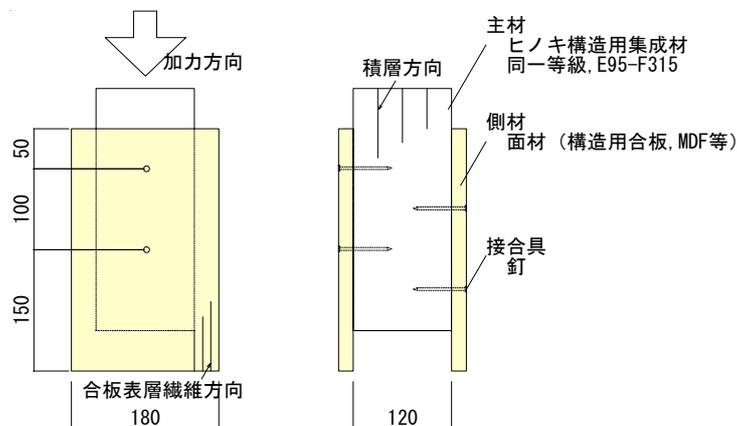


図 4-2 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は枠組壁工法建築物構造設計指針に準じ、試験体製作、加力、評価を行った。破壊性状の傾向を把握するため、試験は荷重が低下する  $\delta = 50\text{mm}$  程度まで加力を行った（評価は  $\delta = 30\text{mm}$  or  $0.8P_{\text{max}}$ ）。

評価は以下の手順により行った。

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  $0.1P_{\text{max}}$  と  $0.4P_{\text{max}}$  を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の  $0.4P_{\text{max}}$  と  $0.9P_{\text{max}}$  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  $P_y$  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  $\delta_y$  とする。
- ⑥ 原点と  $(\delta_y, P_y)$  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  $0.8P_{\text{max}}$  荷重低下域の包絡線上の変位又は  $30\text{mm}$  のいずれか小さい変位を終局変位  $\delta_u$  と定める。
- ⑧ 包絡線と X 軸及び  $\delta_u$  で囲まれる面積を  $S$  とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と  $\delta_u$  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。
- ⑩ 第Ⅴ直線と第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  $P_u$  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  $\delta_v$  とする。
- ⑪  $\mu = (\delta_u / \delta_v)$  を塑性率とする。

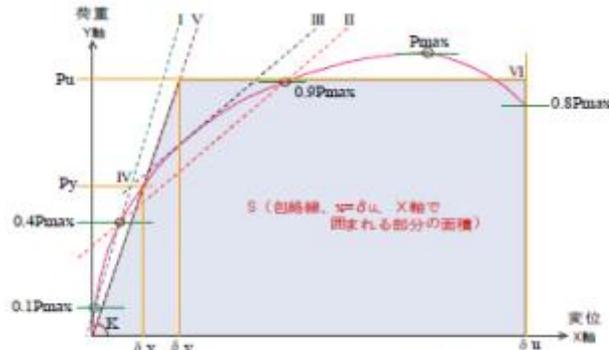


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

### 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  $P_y$  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 】 )

## 4.2.2 試験結果

### (1) 試験結果概要

試験は荷重が低下する  $\delta = 50\text{mm}$  程度まで加力を行った。特性値は  $\delta = 30\text{mm}$  に達したとき、または  $0.8P_{\text{max}}$  まで低下したときを終局時として評価した。それらの荷重変形関係データを完全弾塑性モデルの特性値を表 4-2 に示す。

改良型の釘は釘頭が大きいものは、終局耐力や終局変位が大きくなり、長さが短いものは、終局耐力は小さく終局変位は大きくなる傾向になると予想（既存の釘でめり込み、引抜けが生じにくければあまり変わらない）されたが、必ずしもそのような相関関係にはなっていない。また、面材種類によってもその傾向は異なる結果となった。これらを明確にするには、より詳細な分析が必要になってくる。

表 4-2 試験結果概要

一面せん断試験					(釘1本あたり)				
試験体記号	側材(面材)	加力に対する面材の繊維方向	接合具(くぎ)	剛性 平均値(kN/mm)	Pu (kN)	$\delta u$ (mm)	$\delta v$ (mm)	K (kN/mm)	
Sa-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65	1.58	2.14	28.78	1.50	1.58	
Sa-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75	1.49	2.81	29.45	2.18	1.49	
Sb-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65型 頭径8.1	1.68	1.65	28.03	1.82	1.68	
Sb-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径8.3	1.51	2.55	30.00	2.06	1.51	
Sd-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 長さ65	3.08	2.07	27.54	0.78	3.08	
Sc-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径9.1	1.10	2.58	30.00	2.73	1.10	
Sa-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65	1.86	2.14	27.85	1.20	1.86	
Sa-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75	2.22	2.62	29.23	1.24	2.22	
Sb-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1	1.65	1.90	29.82	1.18	1.65	
Sb-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3	1.39	2.44	29.97	2.00	1.39	
Sd-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65	1.91	2.32	30.00	1.24	1.91	
Sc-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1	1.88	2.56	30.00	1.08	1.88	
Sa-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65	3.37	2.32	25.55	0.93	3.37	
Sa-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75	2.45	2.86	26.93	1.35	2.45	
Sb-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1	1.67	2.03	30.00	1.53	1.67	
Sb-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3	2.85	2.46	29.48	0.98	2.85	
Sd-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65	3.39	2.43	30.00	0.83	3.39	
Sc-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1	2.73	2.72	30.00	1.29	2.73	

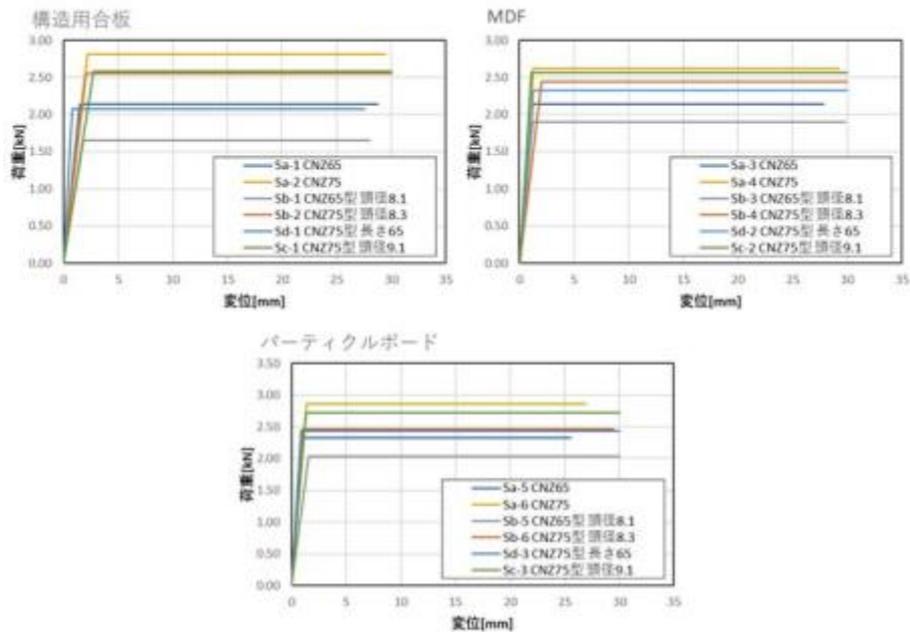


図 4-3 完全弾塑性モデル (釘 1 本あたり)

## (2) 破壊性状

破壊性状（釘の引抜け破壊の割合）について表 4-3 に示す。なお、試験報告書では試験体 1 体当たり釘 4 本の破壊性状が示されている。

試験は荷重がほぼ低下するところまで加力していることから、その時点の破壊性状以上の破壊（釘頭のめり込みからパンチングアウトへ移行）はしないものとし取りまとめる。

また、試験報告書[\*\*\*]では試験体 1 体当たり釘 4 本の破壊性状が示されているが、釘 4 本のうち 1 本でもパンチングアウトしていれば、その試験体はパンチングアウトと判断した。逆にパンチングアウトが 0 本であれば引抜きと判断した。

表 4-3 破壊性状[釘の引抜け割合]

釘の種類	胴部径 (mm)	釘頭径 (mm)	18mm	18mm	18mm
			合板	MDF	パーティクルボード*
CNZ65	3.33	7.14	Sa-1 △ 22/24=92%	Sa-3 ○ 24/24=100%	Sa-5 ○ 24/24=100%
CNZ75	3.76	7.92	Sa-2 △ 17/24=70%	Sa-4 △ 15/24=63%	Sa-6 ○ 24/24=100%
CNZ65型 頭径8.1	3.33	8.10	Sb-1 ○ 24/24=100%	Sb-3 ○ 24/24=100%	Sb-5 ○ 24/24=100%
CNZ75型 頭径8.3	3.76	8.30	Sb-2 △ 21/24=88%	Sb-4 △ 17/24=70%	Sb-6 △ 23/24=96%
CNZ75型 長さ65	3.76	7.92	Sd-1 ○ 24/24=100%	Sd-2 △ 17/24=70%	Sd-3 ○ 24/24=100%
CNZ75型 頭径9.1	3.76	9.10	Sc-1 △ 17/24=71%	Sc-2 △ 21/24=88%	Sc-3 △ 22/24=92%

○：6体(釘24本)すべてで引抜け破壊した  
△：6体(釘24本中)1本以上パンチングアウトした。釘の引抜け割合を示す

No.	面材	方向	くぎ	1	2	3	4	5	6
Sa-1	合板	平行	CNZ65	3/4	3/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sa-2	合板	平行	CNZ75	3/4	2/4	2/4	3/4	4/4	3/4
Sb-1	合板	平行	CNZ65型 頭径8.1	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sb-2	合板	平行	CNZ75型 頭径8.3	3/4	4/4	3/4	4/4	3/4	4/4
Sd-1	合板	平行	CNZ75型 長さ65	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sc-1	合板	平行	CNZ75型 頭径9.1	3/4	2/4	4/4	2/4	2/4	4/4
Sa-3	MDF	—	CNZ65	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sa-4	MDF	—	CNZ75	3/4	2/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Sb-3	MDF	—	CNZ65型 頭径8.1	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sb-4	MDF	—	CNZ75型 頭径8.3	2/4	2/4	2/4	3/4	4/4	4/4
Sd-2	MDF	—	CNZ75型 長さ65	4/4	1/4	2/4	4/4	4/4	2/4
Sc-2	MDF	—	CNZ75型 頭径9.1	4/4	4/4	4/4	3/4	4/4	2/4
Sa-5	PB	—	CNZ65	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sa-6	PB	—	CNZ75	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sb-5	PB	—	CNZ65型 頭径8.1	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sb-6	PB	—	CNZ75型 頭径8.3	4/4	3/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sd-3	PB	—	CNZ75型 長さ65	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Sc-3	PB	—	CNZ75型 頭径9.1	4/4	4/4	4/4	4/4	2/4	4/4

各試験体の釘の引抜け割合を示す

### (3) 荷重変形関係

各試験体の荷重変形関係（面材種類順）を示す。

[構造用合板 18mm 厚（全層カラマツ）]

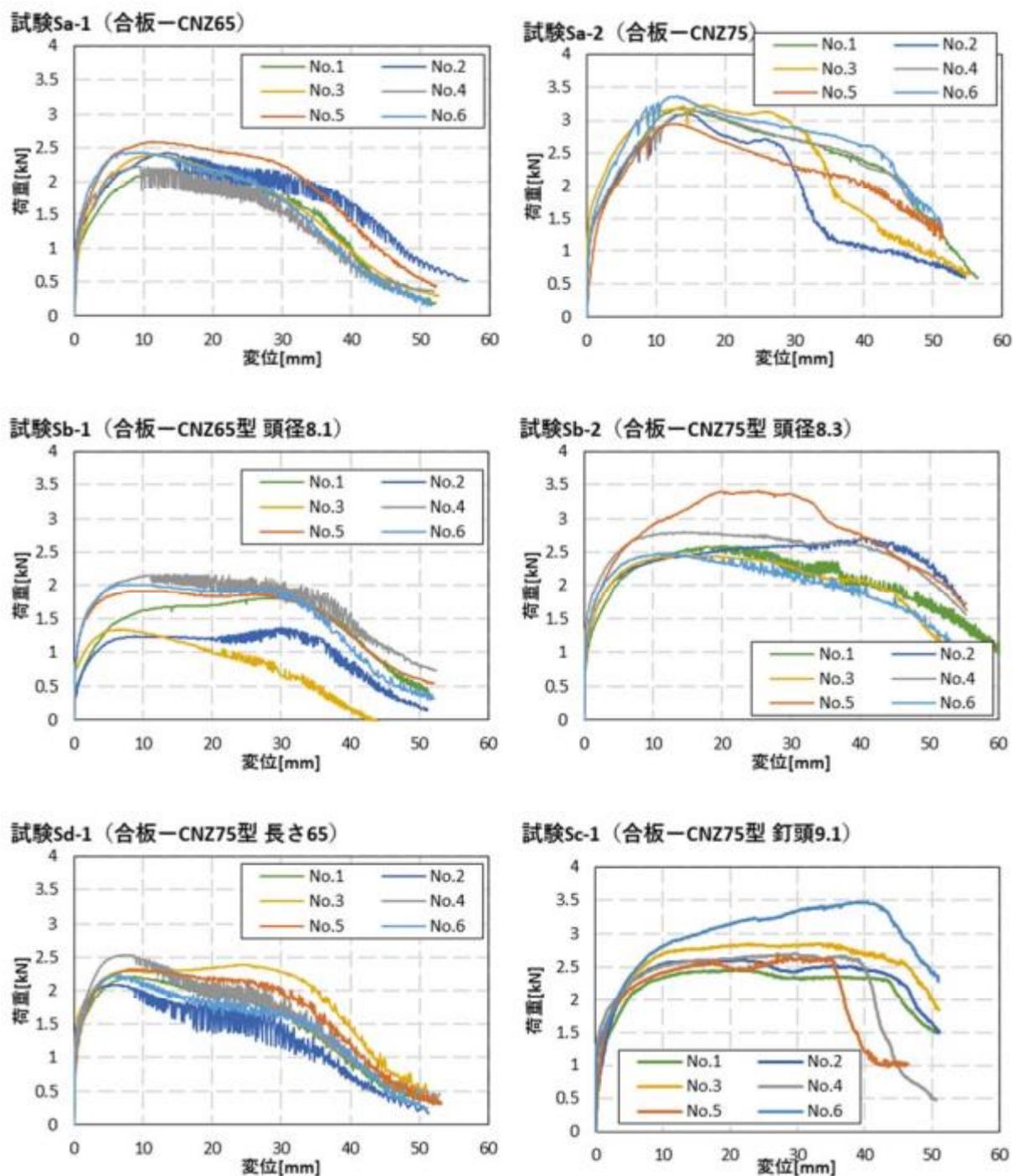
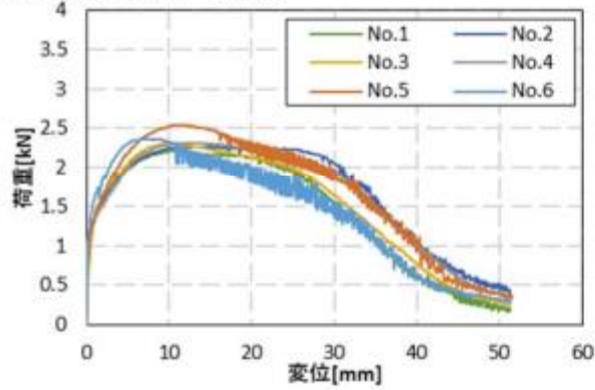


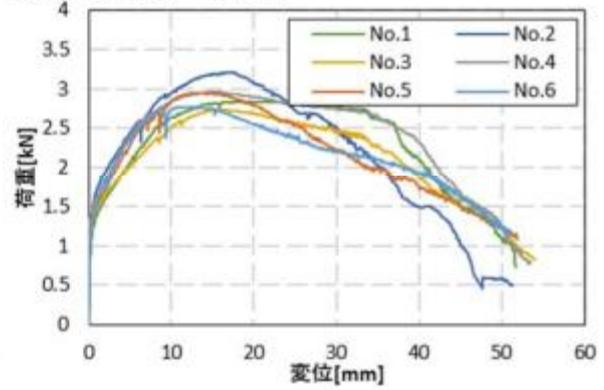
図 4-4 荷重変形関係（釘 1 本あたり）

[MDF18mm 厚]

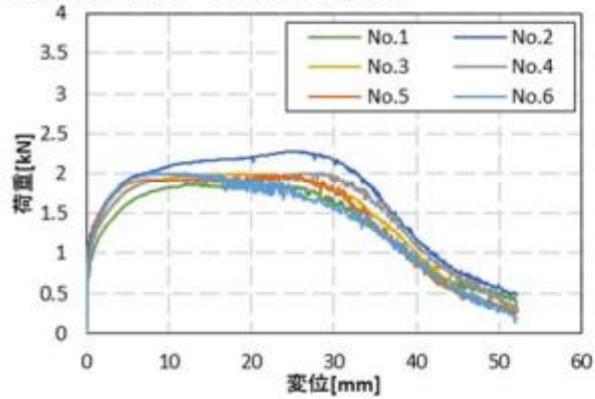
試験Sa-3 (MDF-CNZ65)



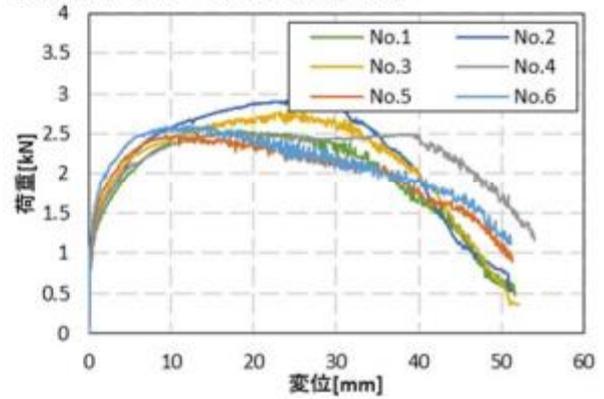
試験Sa-4 (MDF-CNZ75)



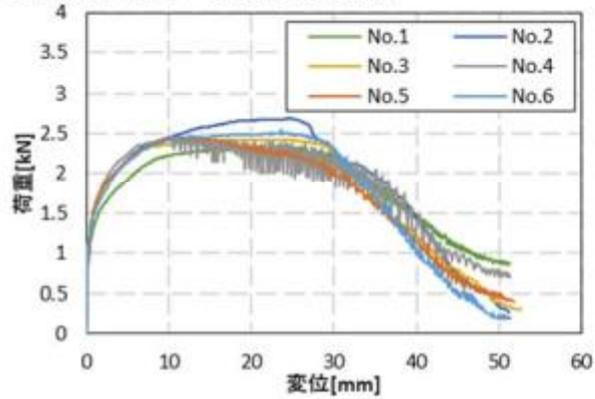
試験Sb-3 (MDF-CNZ65型 頭径8.1)



試験Sb-4 (MDF-CNZ75型 頭径8.3)



試験Sd-2 (MDF-CNZ75型 長さ65)



試験Sc-2 (MDF-CNZ75型 釘頭9.1)

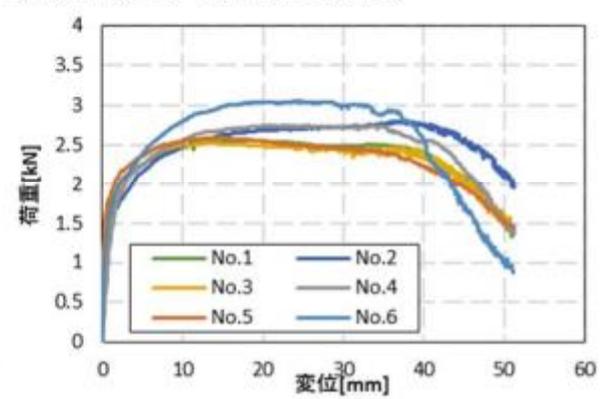
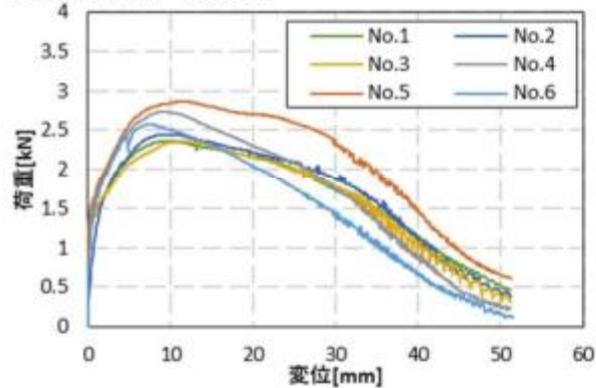


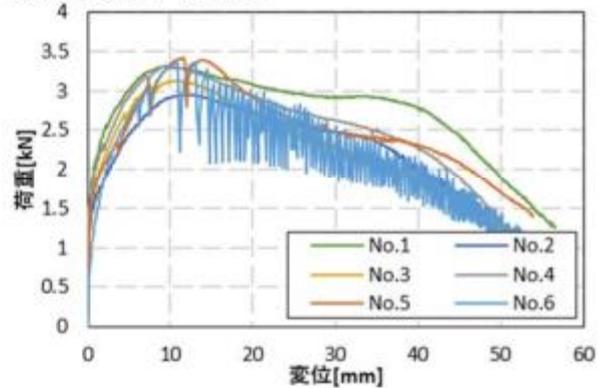
図 4-5 荷重変形関係 (釘 1 本あたり)

[パーティクルボード 18mm 厚]

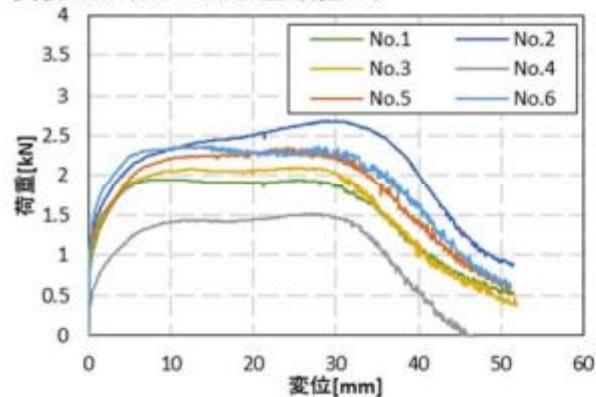
試験Sa-5 (PB-CNZ65)



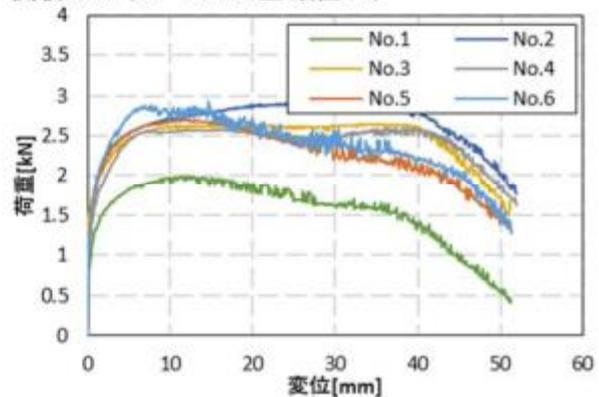
試験Sa-6 (PB-CNZ75)



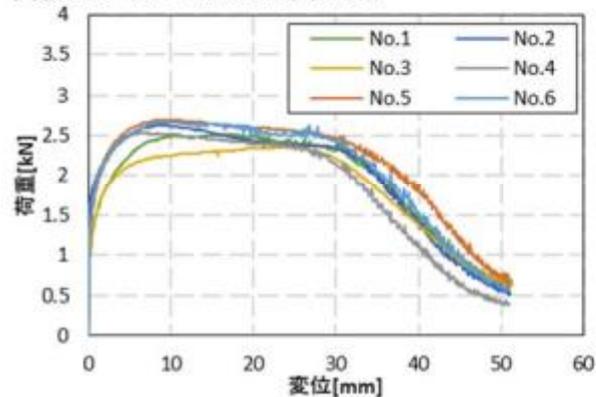
試験Sb-5 (PB-CNZ65型 頭径8.1)



試験Sb-6 (PB-CNZ75型 頭径8.3)



試験Sd-3 (PB-CNZ75型 長さ65)



試験Sc-3 (PB-CNZ75型 釘頭9.1)

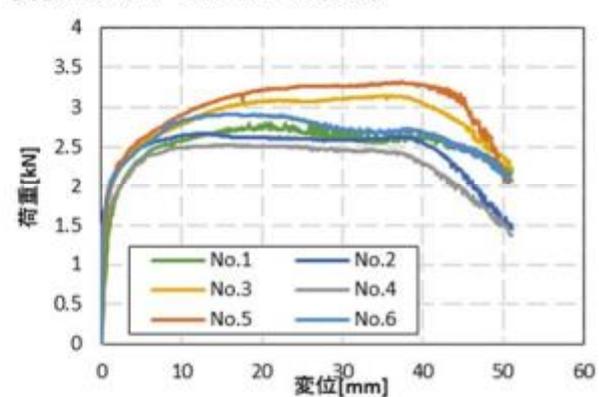


図 4-6 荷重変形関係 (釘 1 本あたり)

### 4.2.3 考察

- ・釘頭を大きくしたらとって、必ずしも既存の釘に比べ剛性や耐力が高くなる結果とはならないことが確認された。

- ・釘頭を大きくすると、既存の釘に比べ最大荷重を迎えるのが遅く、また最大荷重を迎えた後の荷重低下もしにくくなる傾向になることが分かった。

→これは釘頭を大きくしたことで、破壊性状がパンチングアウトから引抜け寄りになったことが要因と考えられる。

これらについては、今後より詳細な分析により解明していきたいと考える（加力途中をレントゲン撮影することで、破壊モードの傾向を把握する等）。

### 4.3 釘の引抜き試験

#### 4.3.1 試験計画

##### (1) 試験体仕様

表 4-4 に示す軸材、釘の組合せについて釘の一面せん断試験を行った。

表 4-4 試験体仕様一覧

試験体 記号	軸材	接合具 (くぎ)	打ち込み深さ※ (mm)	打ち込み表面積※ (mm <sup>2</sup> )
Wa-1	同一等級構造用集成材 E95-F315	CNZ65	47.0	156.5
Wa-2	樹種：ヒノキ 120×120	CNZ75	59.9	225.2

※参考値

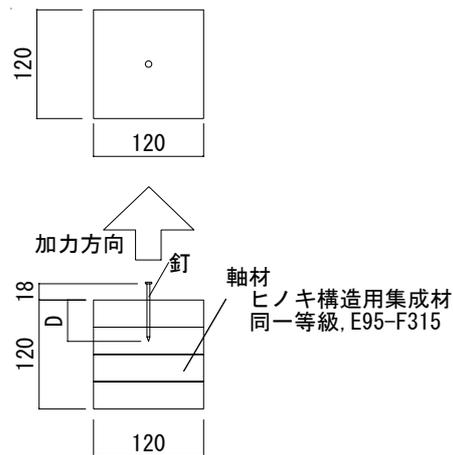


図 4-7 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は ASTM D1037 に準拠し行った。なお、試験体は面材厚さ 18mm を想定した打ち込み深さになるよう設定した。

釘の引抜き抵抗値は下式により求めた。

- くぎの引き抜き抵抗  
くぎの引き抜き抵抗  $T$  (N/mm) は次式による。

$$T = F/t$$

$F$  : 引き抜きに要した最大荷重 (N)、 $t$  : くぎの打ち込まれた長さ (mm)

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)を求めることとした。

各許容限界 ( TL ) は次式による。

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

$\bar{x}$  : 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))

### 4.3.2 試験結果

#### (1) 試験結果概要

試験により得られた最大荷重値および引抜抵抗値を表 4-5 に示す。

表 4-5 試験結果 (特性値)

試験体 記号	軸材	接合具 (くぎ)	最大荷重値 (kN)		引抜き抵抗(N/mm)	
			5%下限値	50%下限値	5%下限値	50%下限値
Wa-1	同一等級構造用集成材 E95-F315	CNZ65	1.21	1.67	25.69	35.63
Wa-2	樹種: ヒノキ 120×120	CNZ75	1.79	2.42	29.80	40.44

#### (2) 荷重変形関係

荷重変形関係を図 4-8 に示す (横軸は引抜き変位)。

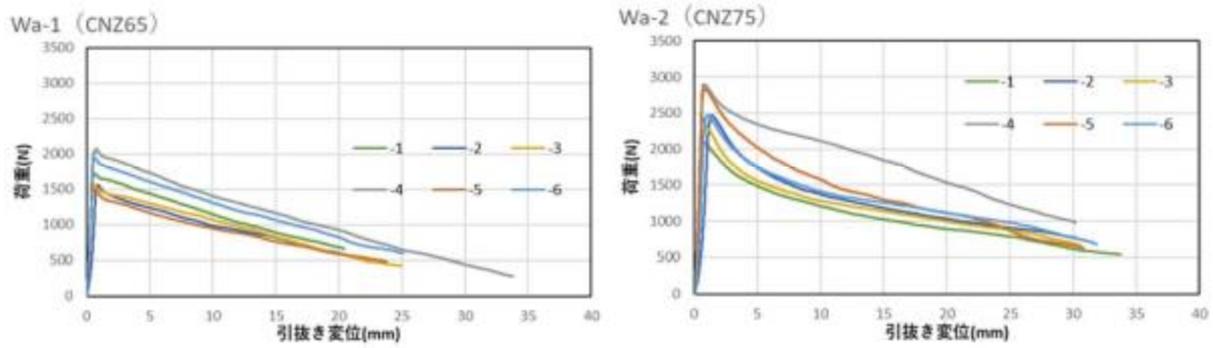


図 4-8 荷重変位関係 (引抜き変位)

### 4.3.3 考察

#### (1) 打ち込み深さ、打ち込み表面積による引抜性能の違い

試験結果の荷重を初期打ち込み深さで除したものを図 4-9 (=引抜き抵抗算定方法と同じ)、荷重を初期打ち込み表面積で除した値とした結果を図 4-10 に、横軸を初期打ち込み深さと引抜き変位の差分としたものを図 4-11 に示す。

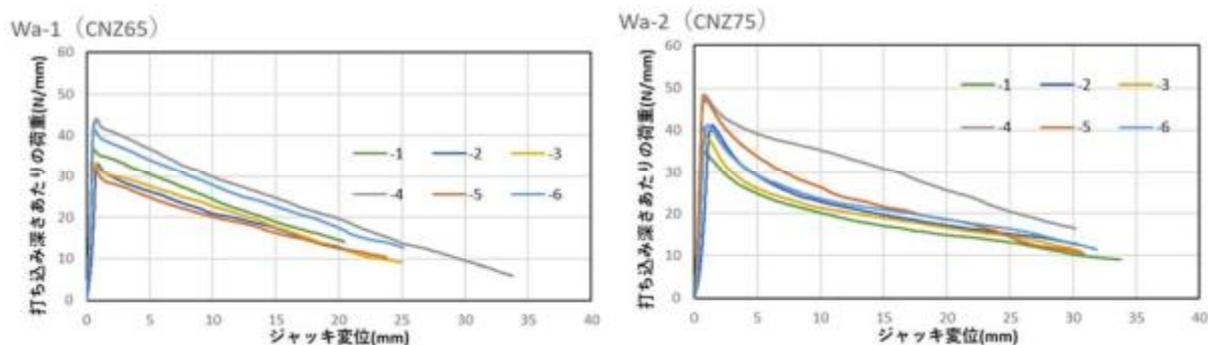


図 4-9 初期打ち込み深さあたりの荷重による比較

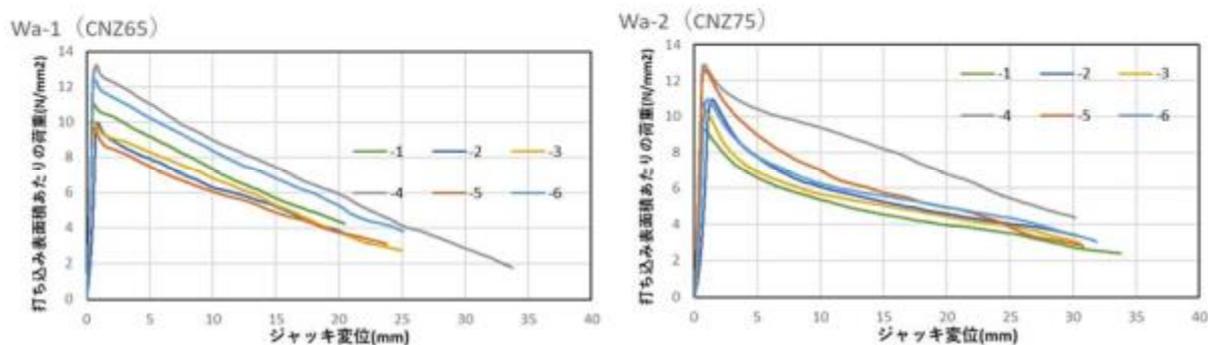


図 4-10 初期打ち込み表面積あたりの荷重による比較

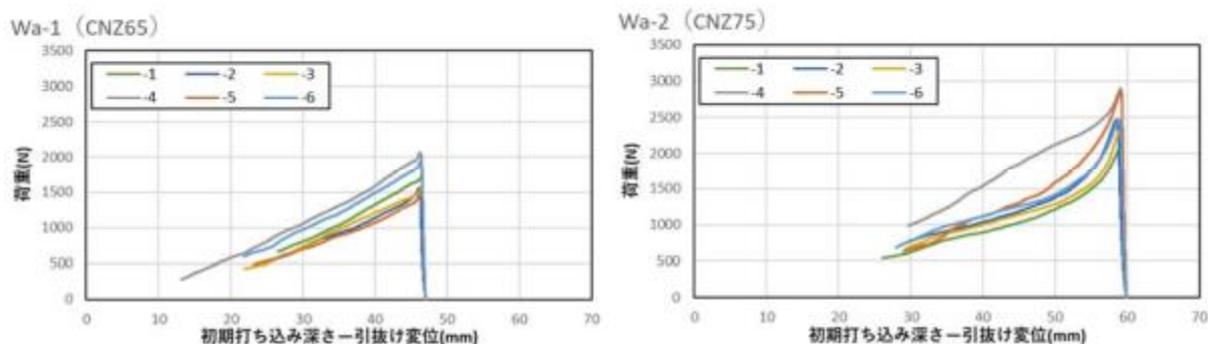


図 4-11 横軸を初期打ち込み深さと引抜き変位の差分

(1) 引抜き試験と釘頭貫通試験の最大荷重時の比較

引抜き試験と釘頭貫通試験の最大荷重時（荷重、変位）の比較を行い、壁や一面せん断試験においての破壊性状の推察が可能かを検証する。

試験結果を比較し、引抜き試験と釘頭貫通試験のうち最大荷重・変位が小さい方が先行して破壊するものと推察できる。

この場合、合板はCNZ65, 75ともに引抜けの傾向があり、MDF・パーティクルボードはCNZ65の場合に引抜けの傾向があると考えられる。

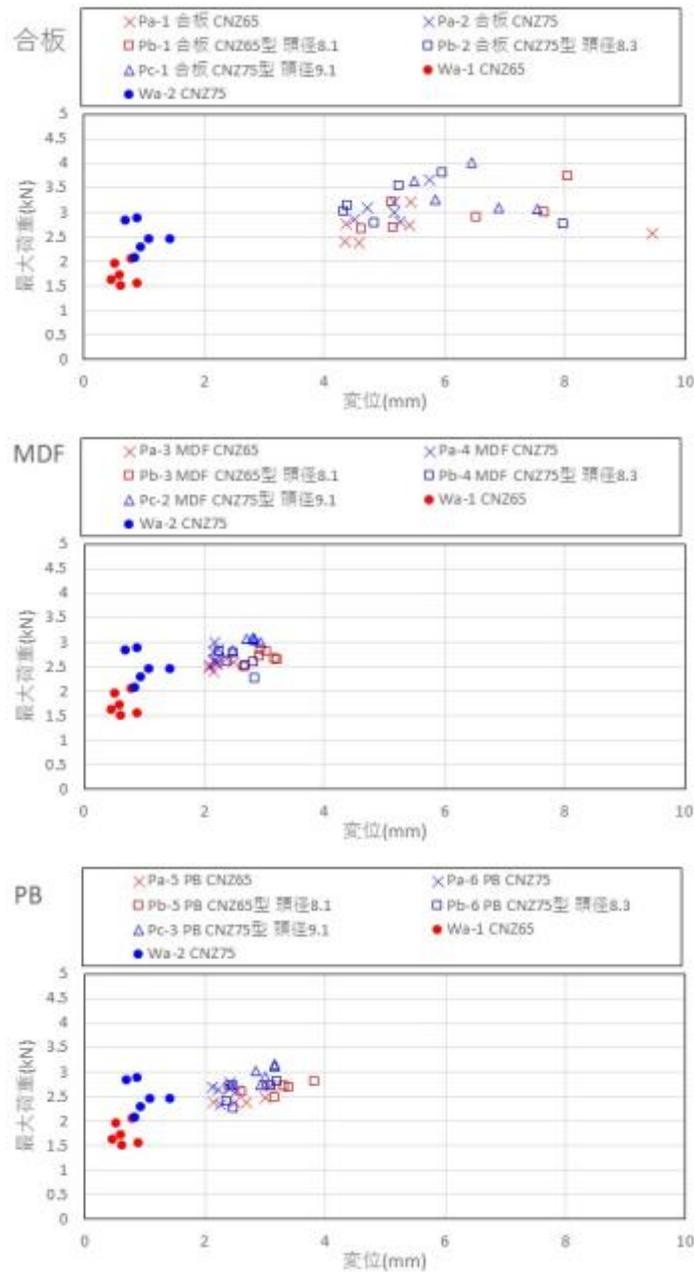


図 4-12 釘の引抜き・釘頭貫通力試験の傾向比較

## 4.4 釘頭のめり込み貫通試験

### 4.4.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-6 に示す面材、釘の組合せについて釘頭のめり込み貫通試験（釘頭貫通力試験）を行った。

表 4-6 試験体仕様一覧

試験体 記号	面材	接合具（釘）	頭部径
			(mm)
Pa-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ65	7.14
Pa-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75	7.92
Pa-3	MDF 18mm厚	CNZ65	7.14
Pa-4	MDF 18mm厚	CNZ75	7.92
Pa-5	パーティクルボード 18mm厚	CNZ65	7.14
Pa-6	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75	7.92
Pb-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10
Pb-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30
Pb-3	MDF 18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10
Pb-4	MDF 18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30
Pb-5	パーティクルボード 18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10
Pb-6	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30
Pc-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10
Pc-2	MDF 18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10
Pc-3	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10

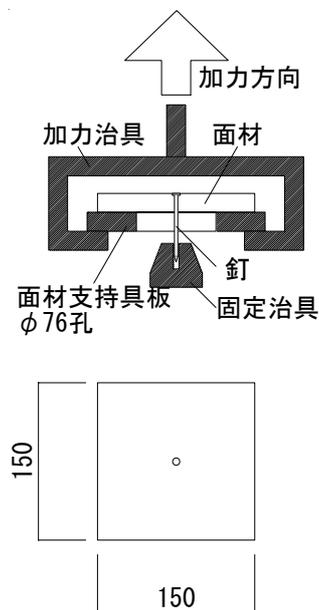


図 4-13 試験体概要図

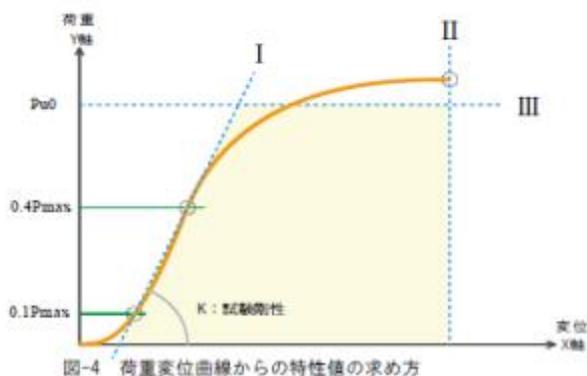
## (2) 試験方法

試験は ASTM D1037 に準拠し行った。

面材は 150mm×150mm の小片とし、中央に釘を打ち付け（釘頭までめり込むように）図 4-13 に示すように、試験装置に設置し加力を行った。反力はφ76の孔が開いた鉄板によりとった。

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直線的位置を定める。
- 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 くりげ頭部の支圧面積 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。



### 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)を求めることとした。

各許容限界 ( TL ) は次式による。

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

$\bar{X}$  : 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。

## 4.4.2 試験結果

### (1) 試験結果概要

試験により得られた最大荷重値、終局強度及び剛性を表 4-7 に示す。

表 4-7 試験結果概要

試験体 記号	面材	接合具 (釘)	頭部径 (mm)	最大荷重値(kN)		終局強度(N/mm <sup>2</sup> )		試験剛性(kN/mm)
				5%下限値	50%下限値	5%下限値	50%下限値	平均値
Pa-3	MDF 18mm厚	CNZ65	7.14	2.33	2.53	65.57	71.90	2.08
Pa-4	MDF 18mm厚	CNZ75	7.92	2.30	2.68	54.02	61.83	2.02
Pb-3	MDF 18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10	2.41	2.66	48.36	53.58	1.62
Pb-4	MDF 18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30	2.13	2.54	44.47	52.07	1.81
Pc-2	MDF 18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10	2.79	2.99	43.89	47.70	1.89
Pa-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ65	7.14	1.95	2.59	56.76	71.02	1.78
Pa-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75	7.92	2.37	3.02	57.00	69.38	1.90
Pb-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10	2.11	2.92	46.51	58.73	1.57
Pb-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30	2.19	3.05	50.26	62.14	1.64
Pc-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10	2.59	3.34	38.56	52.45	1.45
Pa-5	パーティクルボード 18mm厚	CNZ65	7.14	2.14	2.46	61.91	70.85	2.05
Pa-6	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75	7.92	2.27	2.58	53.99	60.64	1.99
Pb-5	パーティクルボード 18mm厚	CNZ65型 頭径8.1	8.10	2.39	2.63	49.06	54.97	1.56
Pb-6	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75型 頭径8.3	8.30	2.11	2.54	43.24	52.44	1.74
Pc-3	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75型 頭径9.1	9.10	2.53	2.89	41.96	47.91	1.81

(1) 荷重変形関係

各試験体の荷重変形関係（面材種類順）を示す。最大荷重を迎えるまでに、合板は  $\delta = 5\text{mm}$  程度、MDF・パーティクルボードは  $\delta = 3\text{mm}$  程度変形していることがわかる。これは試験体が釘頭がめり込んだ状態で製作されており、その状態から加力しているため、最大荷重を迎えるまでの変形は、面材の曲げ変形であると推察される。

[構造用合板 18mm 厚（全層カラマツ）]

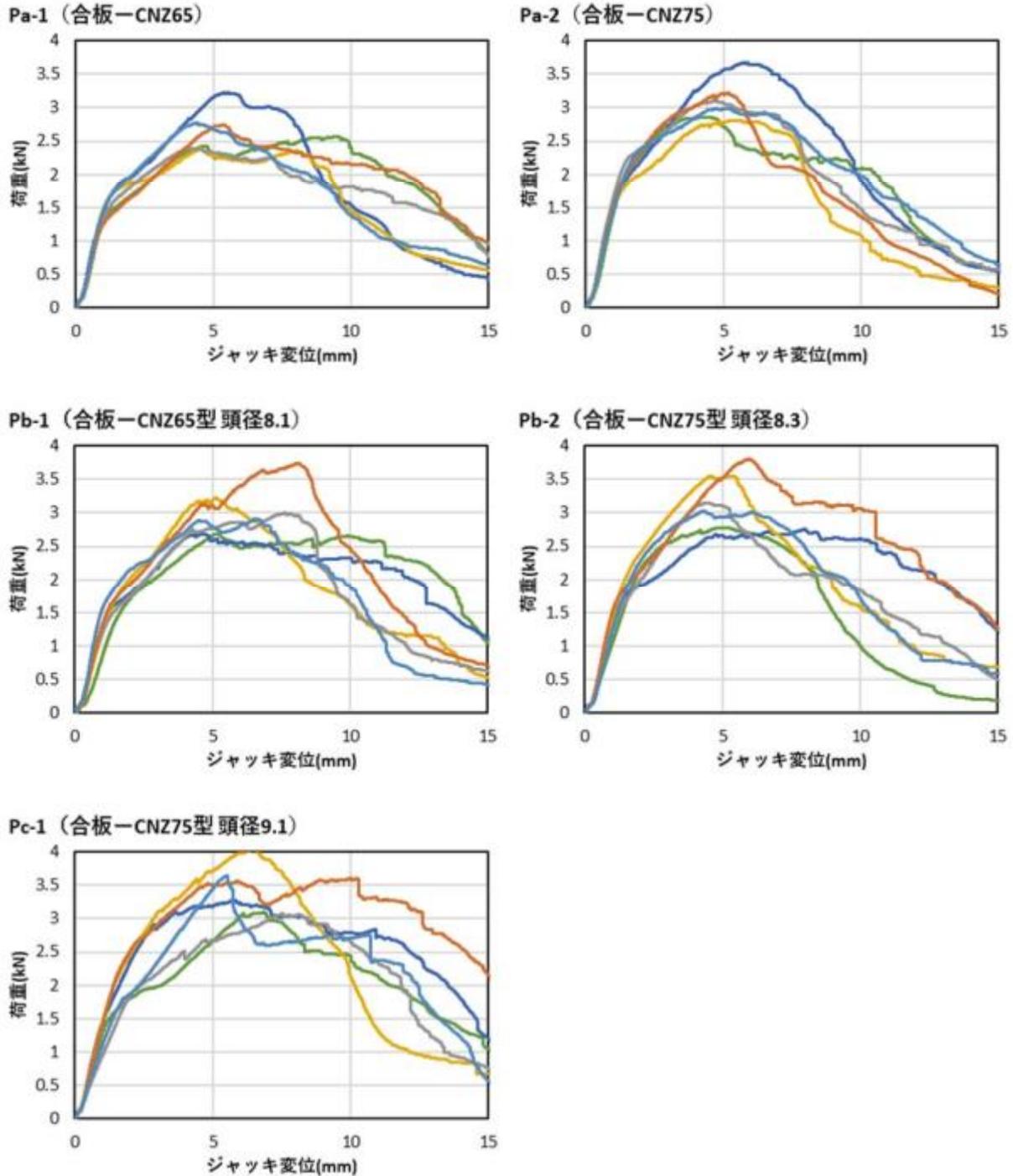


図 4-14 荷重変形関係

[MDF18mm 厚]

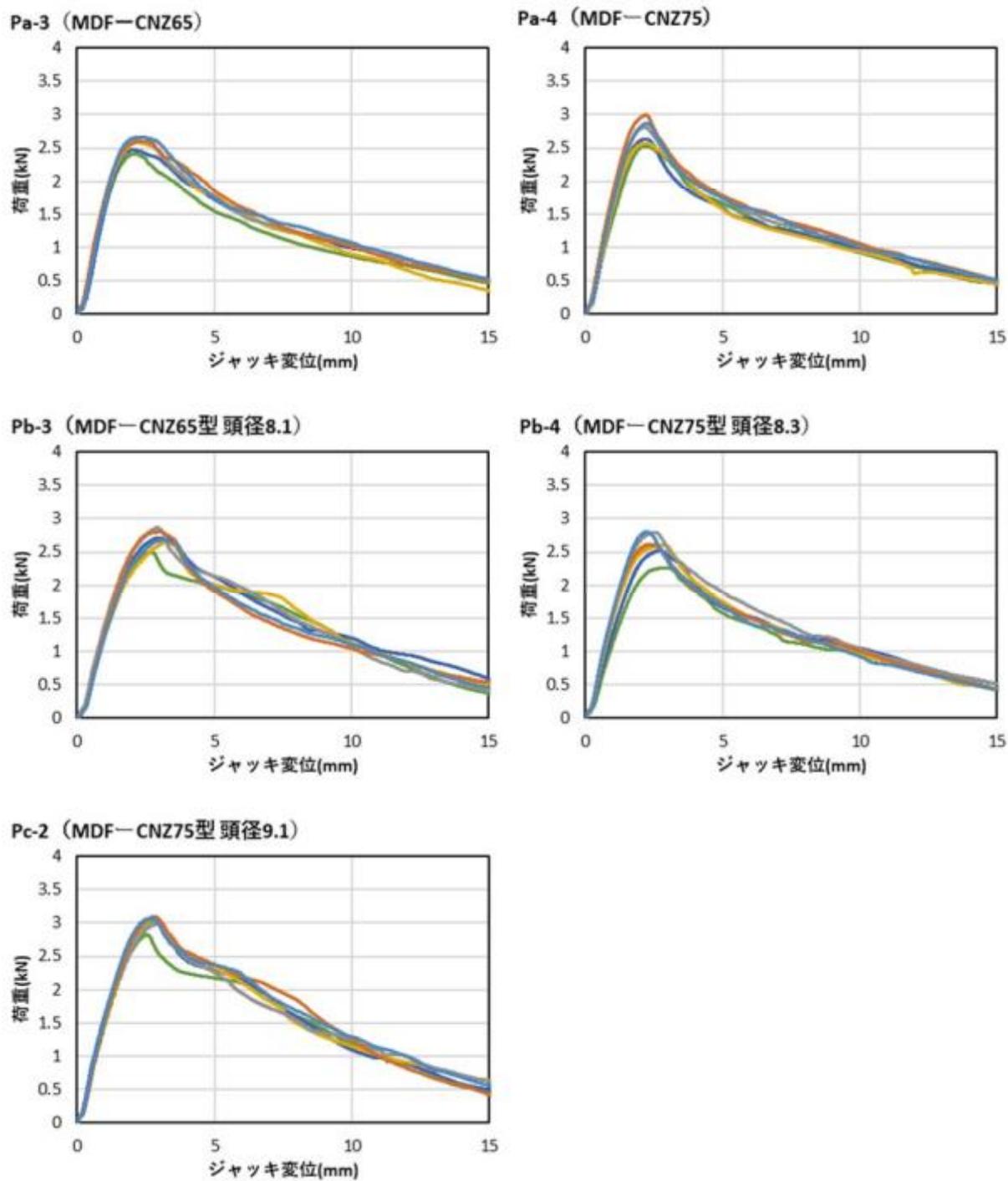


図 4-15 荷重変形関係

[パーティクルボード 18mm 厚]

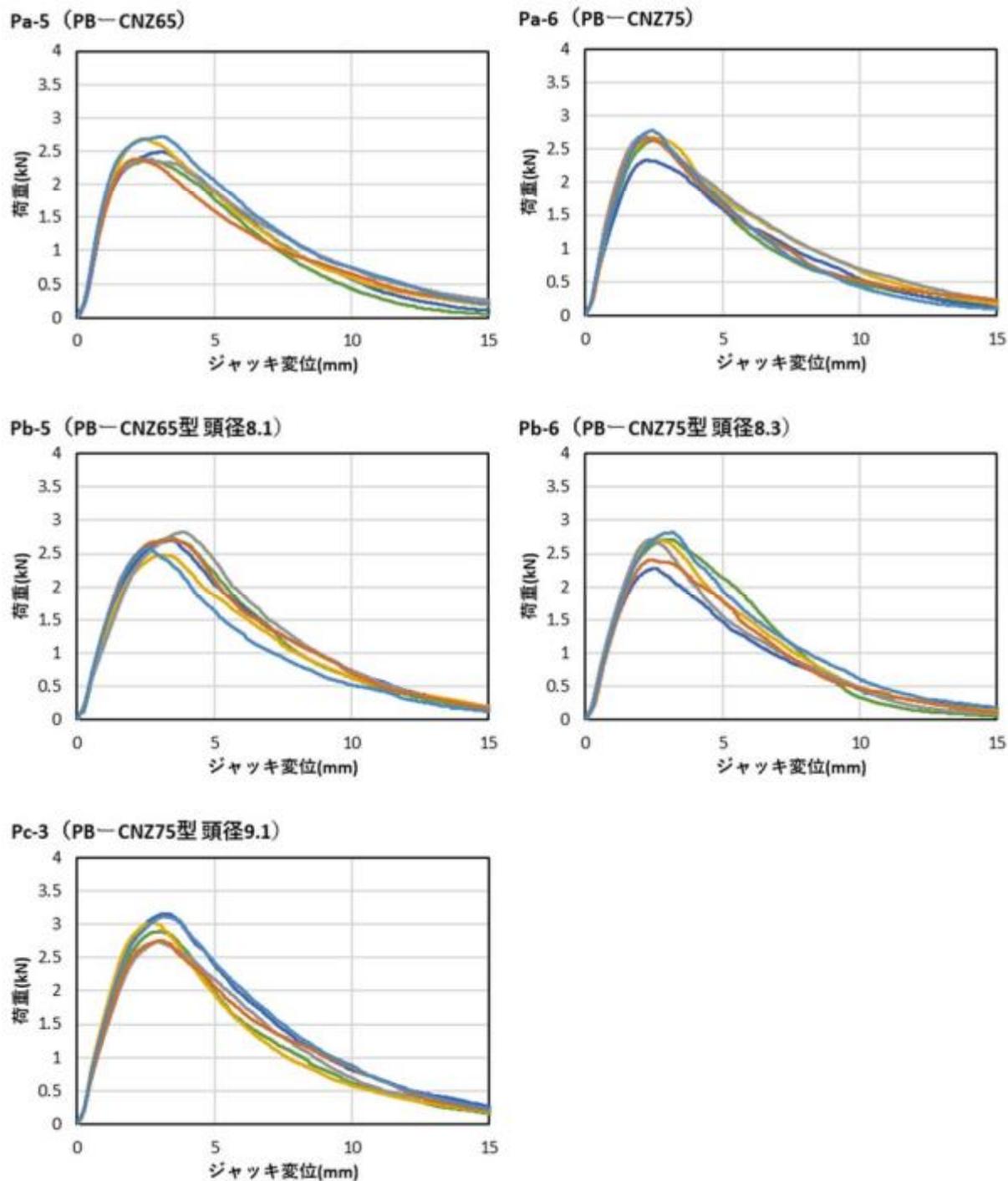


図 4-16 荷重変形関係

#### 4.4.3 考察

4.2.3 (引抜き試験の考察) に示す。

## 4.5 釘胴部の面材に対するめり込み試験

### 4.5.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-8 に示す面材、釘の組合せについて釘胴部のめり込み試験を行った。

表 4-8 試験体仕様一覧

試験体 記号	面材	接合具（釘）	胴部径 (mm)
La-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ65	3.33
La-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	CNZ75	3.76
La-3	MDF 18mm厚	CNZ65	3.33
La-4	MDF 18mm厚	CNZ75	3.76
La-5	パーティクルボード 18mm厚	CNZ65	3.33
La-6	パーティクルボード 18mm厚	CNZ75	3.76

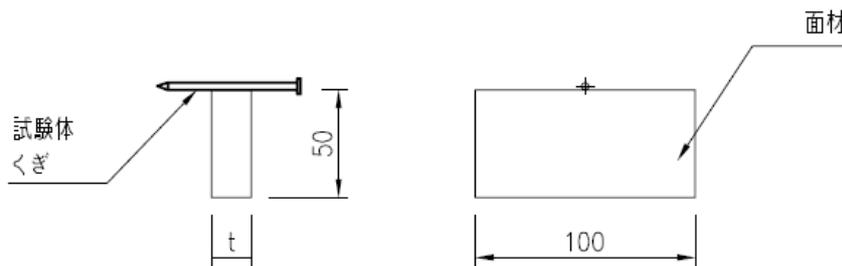


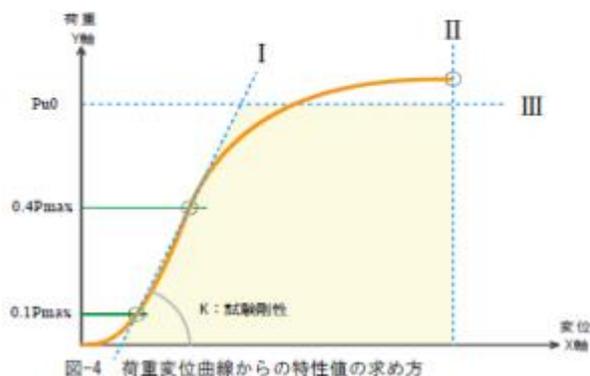
図 4-17 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は枠組壁工法建築物構造計算指針に準拠し行った。合板は繊維並行方向へのめり込み試験とした。

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、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直線的位置を定める。
- 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。



### 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）を求めることとした。

各許容限界（TL）は次式による。

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

X：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。

## 4.5.2 試験結果

### (1) 試験結果概要

試験により得られた最大荷重値を表 4-9 に示す。

表 4-9 試験結果概要

試験体 記号	面材	胴部径 (mm)	最大荷重値(kN)
			5%下限値
La-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	3.33	2.49
La-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	3.76	3.21
La-3	MDF 18mm厚	3.33	3.08
La-4	MDF 18mm厚	3.76	3.28
La-5	パーティクルボード 18mm厚	3.33	2.70
La-6	パーティクルボード 18mm厚	3.76	2.81

## (2) 荷重変形関係

荷重変形関係を図 4-18 に示す。

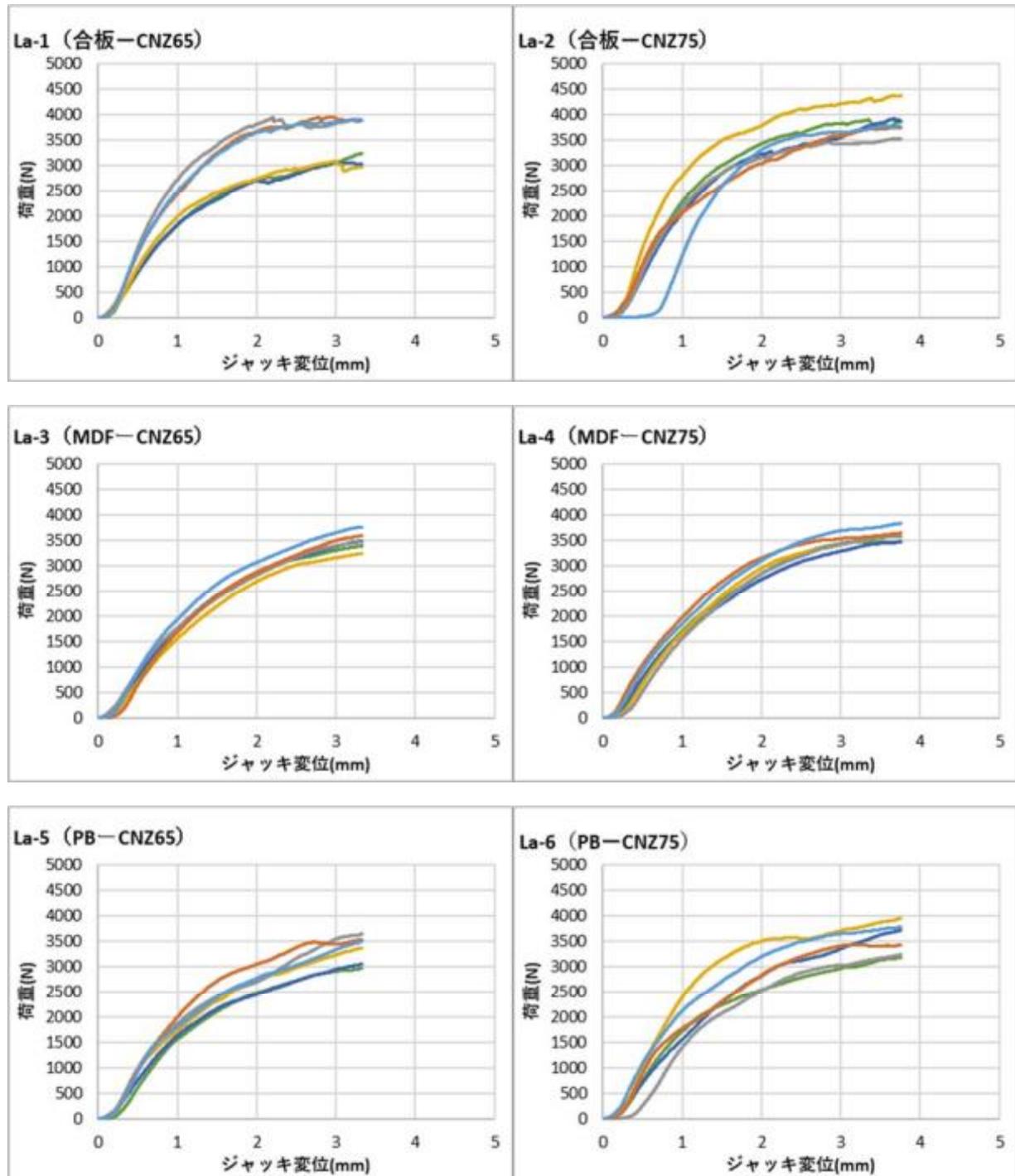


図 4-18 荷重変形関係

### 4.5.3 考察

- ・合板の試験結果 (La-1) は、ばらつきが大きいですが3体ずつ似たような結果となっている。これは、面材の節などの有無によりばらついたものと推察される。

## 4.6 釘胴部の軸材に対するめり込み試験

### 4.6.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-10 に示す軸材、釘の組合せについて、釘胴部のめり込み試験を行った。

表 4-10 試験体仕様一覧

試験体 記号	軸材	接合具 (釘)	胴部径 (mm)
Lb-1	同一等級構造用集成材 E95-F315	CNZ65	3.33
Lb-2	樹種：ヒノキ 120×120	CNZ75	3.76

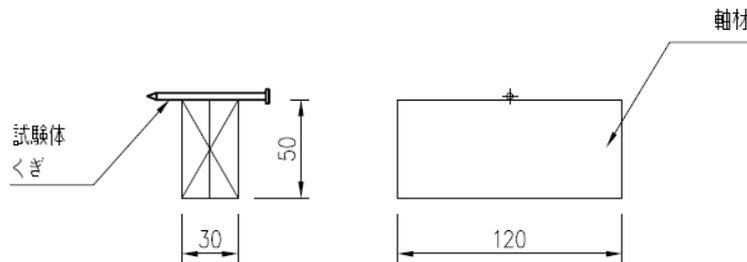


図 4-19 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は枠組壁工法建築物構造計算指針に準拠し加力、評価を行った。

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。

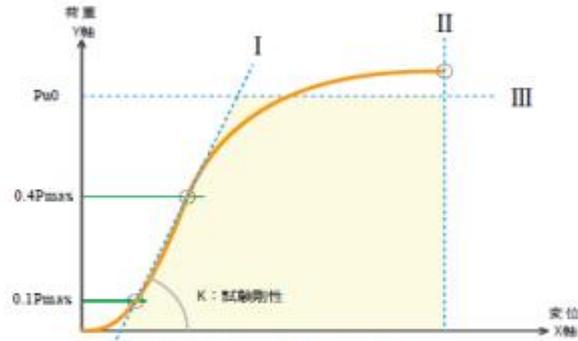


図-4 荷重変位曲線からの特性値の求め方

### 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)を求めることとした。

各許容限界（TL）は次式による。

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

$\bar{x}$ : 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。

## 4.6.2 試験結果

### (1) 試験結果概要

試験により得られた最大荷重値を表 4-11 に示す。

表 4-11 試験結果概要

試験体 記号	軸材	胴部径 (mm)	最大荷重値(kN)
			5%下限値
Lb-1	同一等級構造用集成材 E95-F315	3.33	4.60
Lb-2	樹種：ヒノキ 120×120	3.76	4.84

### (2) 荷重変形関係

荷重変形関係を図 4-20 に示す。

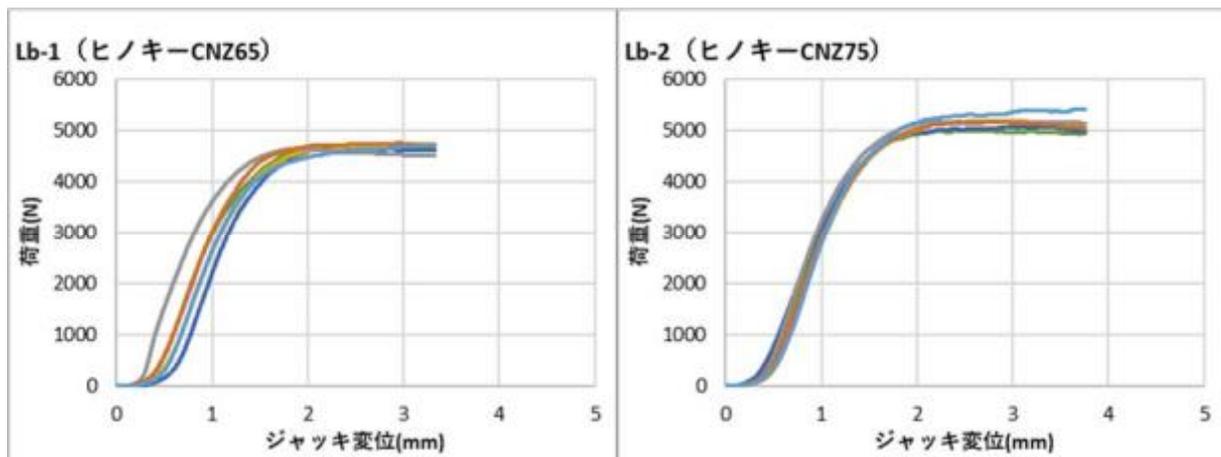


図 4-20 荷重変形関係

### 4.6.3 考察

- ・ 軸材に対する釘胴部のめり込み性能を確認した。
- ・ 胴部径あたりの荷重（荷重／胴部径）の特性は同程度であり、安定した結果となった。

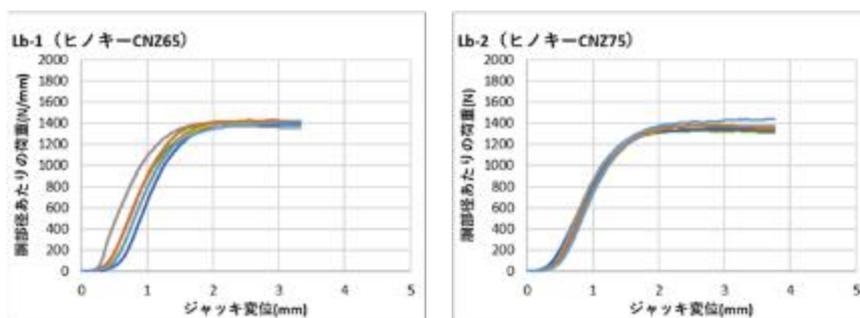


図 4-21 胴部径あたりの荷重変形関係

## 4.7 面材の面内せん断試験

### 4.7.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-12 に示す面材について面内せん断試験を行った。

表 4-12 試験体仕様一覧

試験体 記号	面材
-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚
-2	MDF 18mm厚
-3	パーティクルボード 18mm厚

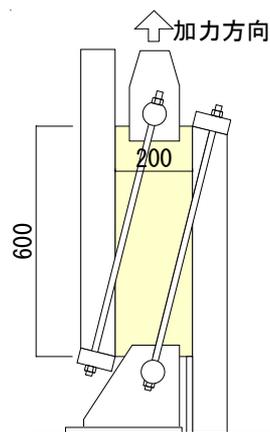


図 4-22 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は ASTM D2719-13 に準拠して行った。

410mm×600mm の試験体の両面、両端に木材レール(204 材、SPF)を、エポキシ樹脂系接着剤 (オーシカ TE-216) を用いて接着後、ビス (シネジック社製パネリードⅡ+P5-80Ⅱ+) を用いて圧縮した。養生期間は 1 週間以上とした。合板は強軸方向が短辺方向となるように試験体を製作した。

ひずみの測定を行うために、試験体の中央両面に二軸ひずみゲージ (FCA-10) を貼り付けた。

各ゲージは二軸部分が試験体の長軸に対して 45° 方向を向くように貼り付けた。

専用の治具に試験体をセットした後万能試験機 (オートグラフ) を用いて単調引張試験を行った。スピードは 1mm/min とした。

荷重はクロスヘッドに内蔵されたロードセルにより計測し、データの収録はデータロガー (共和電業 UCAM-65B) を用いた。

せん断ひずみ  $\gamma$  の計測は、引張側の斜めのゲージの計測値の表裏平均を  $\varepsilon_t$ 、圧縮側の斜めのゲージの計測値の表裏平均を  $\varepsilon_c$  として以下の式より求める。

$$\gamma = \varepsilon_t - \varepsilon_c$$

これをもとにして荷重—せん断ひずみ曲線を描き、最大荷重 (kN) の 0.1 倍、0.4 倍の点を用いて荷重—せん断ひずみ曲線の傾き  $k$  を求める。その後下式によりせん断弾性係数  $G$ 、最大荷重よりせん断強さ  $\tau$  を算出する。

$$G = k / (L \cdot t)$$
$$\tau = P_{max} / (L \cdot t)$$

$L$  : 試験体高さ (mm)、 $t$  : 試験体厚さ (mm)、

$G$  : せん断弾性係数 (kN/mm<sup>2</sup>)、 $\tau$  : せん断強さ (N/mm<sup>2</sup>)

#### 4.7.2 試験結果

試験により得られたせん断弾性係数  $G$  及びせん断強さ  $\tau$  を表 4-13 に示す。構造用合板の試験結果について、Ply-1 の結果が他に比べ高く外れ値と思われるため参考値として Ply-1 を除外した結果も併せて示す。

表 4-13 試験結果概要

面材の種類	試験体名	厚さ (mm)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	せん断弾性係数 $G$ (kN/mm <sup>2</sup> )	せん断強さ $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )
構造用合板	Ply-1	18.03	556	2.46	5.56
	Ply-2	18.17	564	1.06	6.30
	Ply-3	17.98	582	0.78	5.43
	Ply-4	18.00	517	0.77	5.50
	Ply-5	18.00	544	1.13	5.22
	Ply-6	18.17	548	0.68	5.78
	平均	18.06	552	1.15	5.63
	標準偏差	0.09	21.7	0.67	0.37
	平均(Ply-1除外)	18.06	550.9	0.88	5.65
	標準偏差	0.10	24.2	0.20	0.42
MDF	MDF-1*	17.99	711	1.02	6.36
	MDF-2*	17.91	730	1.05	5.34
	MDF-3**	17.88	726	1.03	5.80
	MDF-4	18.00	717	1.43	5.71
	MDF-5*	17.84	697	0.97	6.49
	MDF-6*	18.06	714	1.07	5.14
	MDF-7*	17.97	691	0.94	5.75
	平均	17.95	712	1.07	5.80
	標準偏差	0.07	14.1	0.16	0.49
パーティクル ボード	PB-1	17.87	709	1.19	3.72
	PB-2	17.91	708	1.22	3.96
	PB-3	17.92	705	1.25	3.78
	PB-4	17.87	708	1.19	3.91
	PB-5	17.85	707	1.20	3.50
	PB-6	17.79	704	1.21	3.74
	PB-7	17.77	715	1.31	3.77
	平均	17.85	708	1.23	3.77
	標準偏差	0.06	3.39	0.04	0.15

荷重ひずみ関係を図 4-23 に示す。

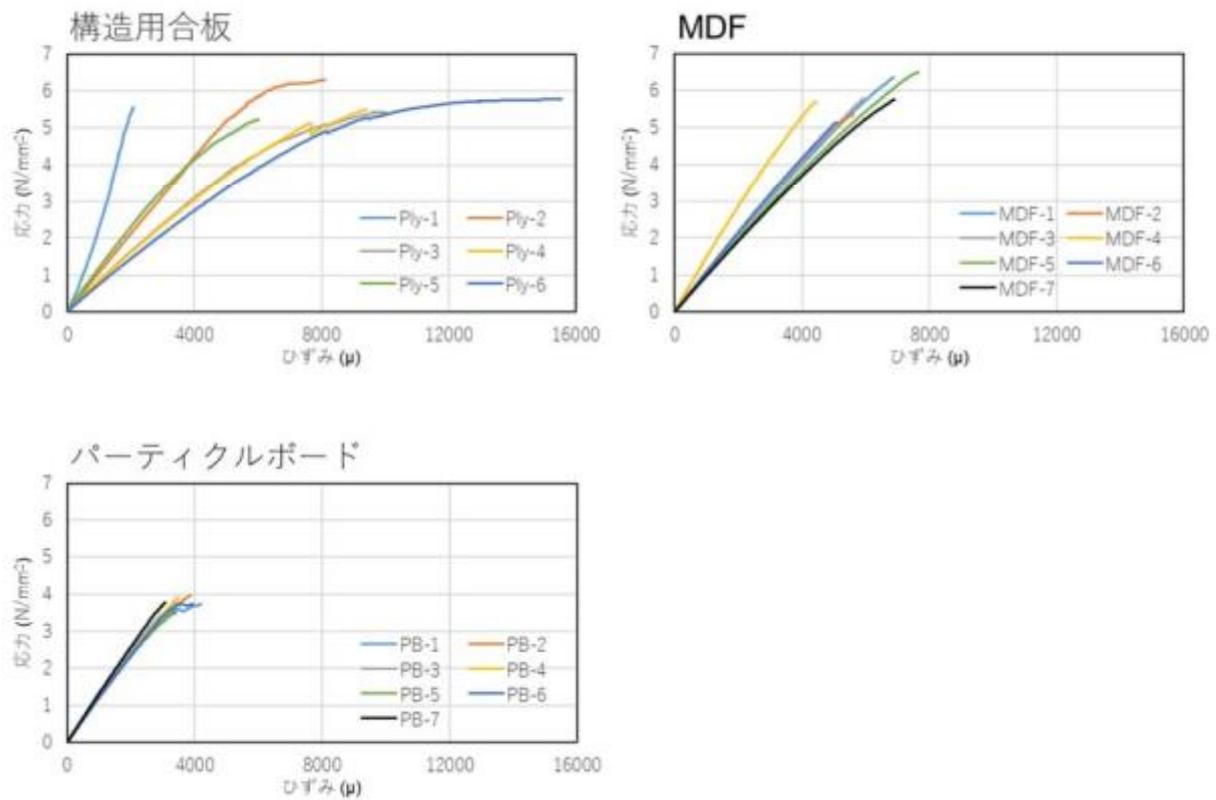


図 4-23 荷重ひずみ関係

#### 4.7.3 考察

- 各種面材の面内せん断試験を行い、面内せん断剛性、せん断強度を確認した。
- 合板の試験結果はややばらつきが大きくなることが分かった。
- MDF、パーティクルボードの破壊性状は加力部分（2x4 材、ビス及び接着剤で緊結）やそこに近い場所で破壊する傾向となった。特性値を得ることはできたが、補強方法を再考してもよいと考える。

## 4.8 釘の曲げ試験

### 4.8.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

表 4-14 に示す釘について曲げ試験を行った。

表 4-14 試験体仕様一覧

試験体 記号	接合具 (くぎ)	胴部径 (mm)	材質
Ba-1	CNZ65	3.33	SWM-N
Ba-2	CNZ75	3.76	SWM-N

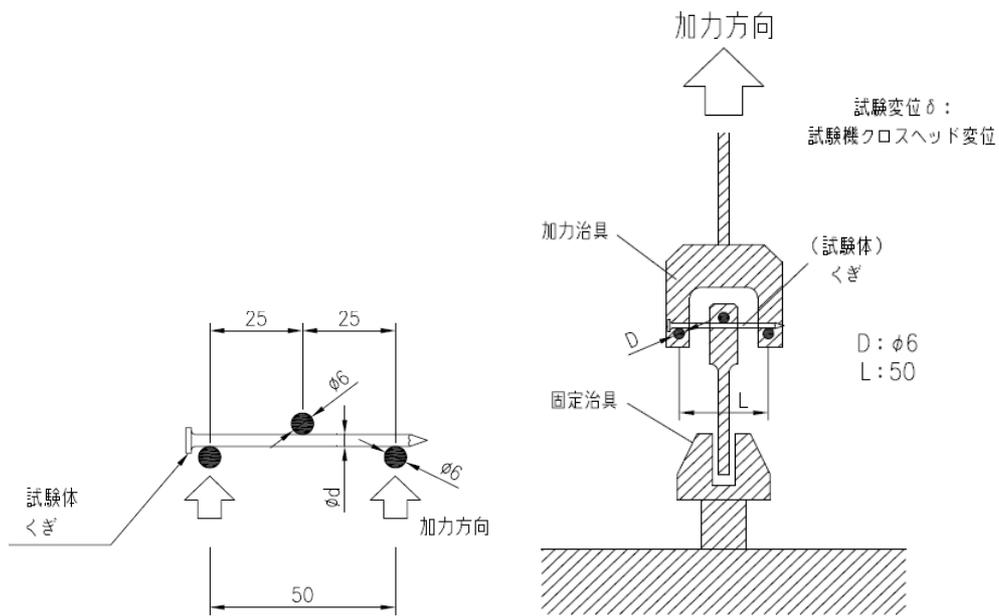


図 4-24 試験体概要図

## (2) 試験方法

試験は枠組壁工法建築物構造設計指針に準拠し、加力・評価を行った。

### ●剛性直線

包絡線上の0.1Pmaxと0.4Pmaxを結ぶ直線を引き、これを剛性直線とする。

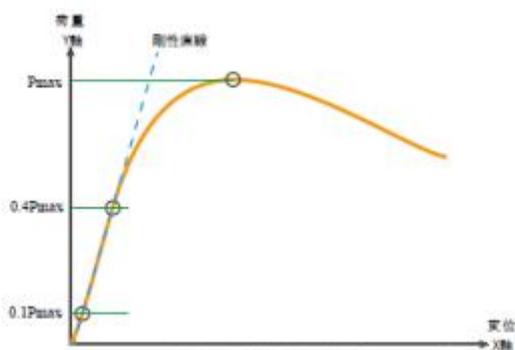


図-4 剛性直線の求め方

### ●降伏曲げモーメント

各試験体ごとの降伏曲げモーメント  $M_y$  は次式による。

$$M_y = P_{max} \times L1/4$$

L1: 支点間距離 (mm) ※試験体図参照

上記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%下限値を求め、これを降伏曲げモーメントとする。

許容限界 (  $\bar{N}$  ) は次式による。

$$\bar{N} = \bar{X} - k \cdot s$$

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

### ●弾性係数

各試験体ごとの弾性係数は次式による。

$$\text{試験弾性係数} = \Delta P \times L1^3 / (48 \times I \times \Delta \delta)$$

$\Delta P$ : 比例域における荷重値上限と下限値の差 (N)

$I$ : くぎの断面二次モーメント ( $\text{mm}^4$ )

$\Delta \delta$ : 比例域における荷重値上限と下限値に対応する変位の差 (mm)

本試験において、比例域は0.1Pmax~0.4Pmaxの間とした。  
上記の平均値を接合具(くぎ)の弾性係数とする。

## 4.8.2 試験結果

### (1) 試験結果概要

試験により得られた特性を表 4-15 に示す。なお、2 章に示した試作釘も同径・同材質のため同等の性能と推察される。

表 4-15 試験結果概要

試験体 記号	接合具 (くぎ)	胴部径 (mm)	降伏曲げモーメント (N・mm)	弾性係数 (N/cm <sup>2</sup> )
			5%下限値	平均値
Ba-1	CNZ65	3.33	5257.8	1579.6
Ba-2	CNZ75	3.76	7518.6	1556.3

### (2) 荷重変形関係

荷重変形関係を図 4-25 に示す。

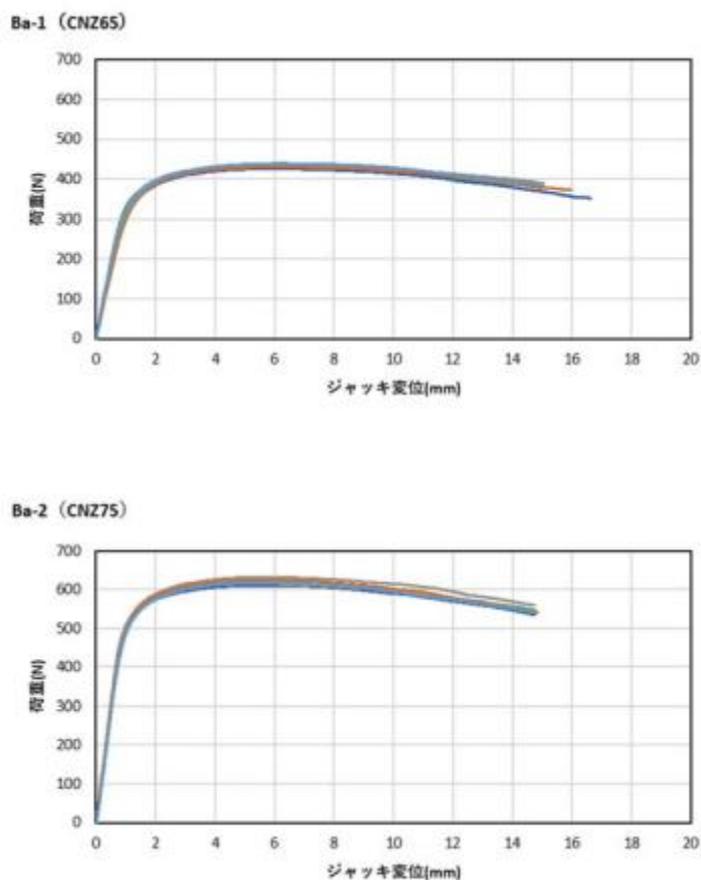


図 4-25 荷重変形関係

## 第5章 まとめ

## 5. まとめ

### 5.1 今年度の成果及び次年度以降の開発目標

#### (1) 要素実験について

- ・ 試作した釘、面材を組み合わせた要素実験を実施、その性能を確認した。
- ・ さらに今回選定した以外の軸材の樹種（スギやカラマツ等）、組み合わせなどについても要素実験を行い必要なデータを蓄積していき、特性・破壊性状を精査する必要があると考える。

#### (2) 構造用面材の開発・規格化について

- ・ 高性能の耐力壁用に、厚物の木質ボード（MDF、パーティクルボード）について、現行 JIS と同等の密度での製造が可能であることを確認した。
- ・ さらに今回選定したもの以外の寸法についても要素実験を行い、必要なデータを蓄積していき、厚物の規格化に向けて製造管理項目、各種性能値などを精査する必要があると考える。

#### (3) 接合具の開発・規格化について

- ・ 高性能の耐力壁用に、市場品よりも釘頭の大きい釘等を製造可能であることを確認した。
- ・ 釘打ち機は、現時点で釘頭径が 8.8mm 程度までは対応できことがわかり、8.8mm 程度を超える釘頭径のものについては、釘打ち機も併せての開発が必要と考える。
- ・ さらに今回選定した以外の寸法についても要素実験を行い必要なデータを蓄積していき、規格化に向け釘頭径や釘長さなど、高性能の耐力壁用に適切な寸法を精査する必要があると考える。

#### (4) 要素実験に基づく耐力壁の面内せん断実験について

- ・ 要素実験で実施した釘、面材、軸材と同じ組み合わせによる耐力壁試験を行い、木造軸組工法の許容応力度設計（以下、グレー本）に示される釘の一面せん断性能算定手法を適用し、要素実験により得た一面せん断特性との比較検証を行う必要があると考える。

#### (5) 新しい部材を用いた面材耐力壁の詳細計算法の手引き案の作成について

- ・ グレー本に示される面材耐力壁の詳細計算法は、耐力壁試験から求めた釘接合部の一面せん断特性値を用いるが、モデル式が想定する破壊状況（釘の引抜け破壊）と実際の破壊状況との不一致が見受けられる。そのため、この事業で実施した要素実験により得た一面せん断性能に基づいた詳細計算法の確立に向け検証を試みる必要があると考える。

## 第 6 章 参考資料

# 構造用面材と釘と軸材の 組み合わせによる 破壊モードについて

大橋 好光

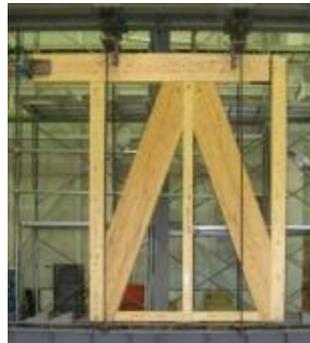
1

中大規模木造建築が大きく展開しようとしている。  
→これまでよりも、**遙かに高性能の耐力要素が必要**。

①面材耐力壁



②筋かい



③木造ラーメン構造



2

中大規模木造建築が大きく展開しようとしている。  
→これまでよりも、**遙かに高性能の耐力要素が必要。**

木造建築の耐力要素は、大きく3種類。

- ①面材耐力壁  
構造用合板、OSB、  
構造用MDF、構造用パーティクルボード
- ②筋かい
- ③木造ラーメン構造  
⇒木造ラーメン構造だけでは、剛性が不足する場合が多い。

3

**国産の面材耐力壁**を、更に使ってもらえるようにしたい。  
→これまでよりも、**遙かに高性能の面材耐力壁が必要。**

- ・住宅(4号建築物)用は、建基法施行令46条第1項により、壁倍率の上限が5倍(9.8kN/m)。
- ・許容応力度計算(住木セのグレー本)でも、7倍相当(13.72kN/m)が上限。
- ・現在、住木セが編集集中の「中大規模木造グレー本」は、15倍相当(29.4kN/m)。
- ・**4~5階建て以上になると、40~50kN/mの耐力壁が必要。**

4

### 面材耐力壁の耐力を上げる方法

- ①釘を、太く大きいものにする。  
N50→CN50→N65→CN65→N75→CN75  
(大きくなると、釘がパンチングしやすくなる)
- ②釘打ち間隔を小さくする、2列打ちする。  
@150→@100→@75→@50、  
@100の2列→@75の2列→@50の2列  
(細かくすると、面材が裂ける傾向がでてくる)
- ③面材を厚いものにする。  
t 9→t 12→t 18→t 24→t 30 (人力で運ぶには、重くなる)
- ④面材を強いものにする。  
構造用合板は1級がない(2級はせん断性能の基準がない。)  
構造用MDF・構造用パーティクルボードは、厚9mmしかない。

5

### 実験で面材耐力壁の破壊モードは3種類。

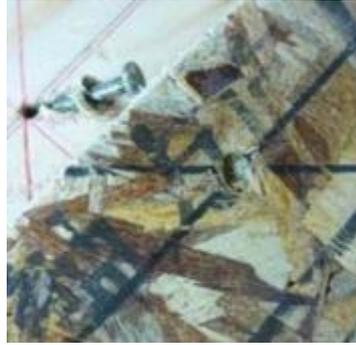
- ・釘接合部で壊れるモード
  - ①釘が引き抜ける  
→靱性(ねばり強さ)の高い、望ましい壊れ方
  - ②釘がパンチングする  
→靱性がない。避けなければならない壊れ方
- ・面材で壊れるモード
  - ③面材耐力壁が割れる。  
→靱性がない。避けなければならない壊れ方

6

## 面材への釘接合部の破壊モード



釘の引き抜け



釘のパンチング

7

## 靱性のない壊れ方の原因

### ・釘接合部で壊れるモード

#### ①釘が引き抜ける

→靱性(ねばり強さ)の高い、望ましい壊れ方

#### ②釘がパンチングする

→靱性がない。避けなければならない壊れ方

(原因) 釘直径に比べて、釘頭が小さい。

### ・面材で壊れるモード

#### ③面材耐力壁が割れる。

→靱性がない。避けなければならない壊れ方

(原因) 面材が弱い或薄すぎて、面内せん断性能が不足

8

### 釘接合部の破壊性状

<b>釘の引抜き破壊</b>	引抜きにより釘が引抜ける。	
<b>パンチングアウト</b>	釘の頭が面材から完全に抜け落ちる。	
<b>面材の割裂破壊</b>	面材の割れにより、釘の接合部が外部に露呈する。	
<b>釘のせん断破壊</b>	釘がせん断力により切断される。	



9

### 釘接合部の破壊性状

<b>釘の引抜き破壊</b>	引抜きにより釘が引抜ける。	
<b>パンチングアウト</b>	釘の頭が面材から完全に抜け落ちる。	

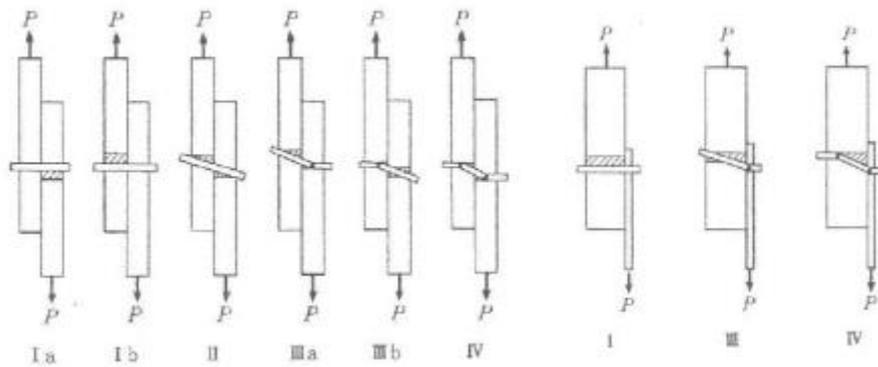


10

MDF			左から：スギ、ヒノキ、ペイマツ ← 軸材の樹種					
釘と面材厚の破壊モード (稲山らの論文より)			上段：モードIIIb=×、モードIV=○ ← モードIIIbはパンチング、モードIVは引き抜け					
	釘直径 (mm)	釘頭径 (mm)	厚9mm (構造用)	厚12mm	厚15mm	厚18mm	厚21mm	厚24mm
N50	2.75	6.60	×,×,× ○,△,△	○,△,△ ○,△,○	?	望ましい破壊モードの領域		
CN50	2.87	6.76	×,×,× ○,△,×	△,△,△ △,△,△	?	⇒グレー本的前提としている破壊モード		
N65	3.05	7.30	?	?	?			
CN65	3.33	7.14	×,×,× ×,×,×	×,×,× △,×,×	○,×,× ○,△,△	○,○,○ ○,○,○	○,○,○ ○,○,○	○,○,○ ○,○,○
N75	3.40	7.90	韧性のない、避けたい破壊モードの領域		?	?		
CN75	3.76	7.92			?	?	○,○,○ ○,○,○	○,○,○ ○,○,○

11

### 曲げ降伏型接合部の降伏モードの例



12

パーティクルボード								左から：スギ、ヒノキ、ベイマツ				
釘と面材厚の破壊モード								上段：モードIIIb = ×、モードIV = ○				
								下段：パンチング = ×、引き抜け = ○				
	釘直径 (mm)	釘頭径 (mm)	厚9mm (構造用)	厚12mm	厚15mm	厚18mm	厚21mm	厚24mm				
N50	2.75	6.60										
CN50	2.87	6.76										
N65	3.05	7.30										
CN65	3.33	7.14	- × - - × -									
N75	3.40	7.90										
CN75	3.76	7.92										

望ましい破壊モードの領域  
⇒グレー本的前提としている破壊モード

靱性のない、避けたい破壊モードの領域

13

構造用合板								左から：スギ、ヒノキ、ベイマツ				
釘と面材厚の破壊モード								上段：モードIIIb = ×、モードIV = ○				
								下段：パンチング = ×、引き抜け = ○				
	釘直径 (mm)	釘頭径 (mm)	厚9mm (構造用)	厚12mm (構造用)	厚15mm (構造用)	厚18mm (構造用)	厚21mm (構造用)	厚24mm (構造用)				
N50	2.75	6.60										
N65	3.05	7.30										
CN65	3.33	7.14		- × - - × -	- × - - △ -							
N75	3.40	7.90										
CN75	3.76	7.92									- × - - △ -	

合板の樹種も、スギとヒノキ、カラマツ・ベイマツで分ける必要がある！

望ましい破壊モードの領域  
⇒グレー本的前提としている破壊モード

靱性のない、避けたい破壊モードの領域

14

課題の整理

- ①耐力を上げるために太く長い釘を打つとパンチングする。  
釘頭が小さい → **釘頭の大きい釘がほしい**
- ②構造用MDF、構造用パーティクルボードは、厚9mmしかない。  
また、細い釘を2列打ちや間隔を狭めると、面材が割れる。  
→ともみ、**もっと厚い（15、18mmなど）ものの規格がほしい。**
- ③構造用合板は、せん断性能が担保された一級合板は  
普及していない（受注生産）。  
→せん断性能を担保している**一級合板を普及させることが必要。**

15

事例1

スーパーエルエル釘の3大特性 安田工業

従来の釘 (鉄丸くぎN50)	スーパー エルエル釘	
		釘頭が大きい（従来の1.6倍）ため合板にめり込まない。
		ステンレス鋼でサビ、腐食が生じにくい。
		釘胴部のスクエーリング加工により引抜耐力が大きく、耐震性に優れる。

事例2

国土交通大臣認定取得：「大頭釘」開発ストーリー



アーネストワンの「大頭釘」  
(株) カナイ製造のOEM商品

耐力用材ダイライトを取付ける時に、一般的にはN50と呼ばれる釘が使われます。しかし、この釘の頭の直径は6.6mm。慎重に打ち込まないと深く入りすぎて面材を傷つけてしまいます。そこで、当社は(株)カナイにできる限り大きな頭を持つ釘が作れないだろうかと提案。製作から試験データの収集まで2年以上の歳月をかけて「大頭釘」は誕生しました。大頭釘の頭の直径は、8.4mm。N50より1.8mmも大きくすることができました。しかし、新規格の釘ですから、当然これに対応する釘打ち機も存在しません。大頭釘に対応する釘打ち機も作り、工機開発を行い、面材を傷つけずに効率的にダイライトを取付ける技術が生み出されました。この大頭釘によるダイライト取付けは、国土交通大臣認定を取得しています。

問題点：  
公的な規格がない。

16

## 課題の整理

また、整理するにあたっては、以下も考慮する必要がある。

- ④構造用合板等は、スギとベイマツ・カラマツなど  
樹種により破壊モードが異なる。
- ⑤軸材もスギ、ヒノキ、ベイマツなど、  
樹種により破壊モードが異なる。
- ⑥面材を釘打ちする際の「縁端距離」により破壊モードが異なる。

以上に鑑み、今後、中大規模木造建築に高性能な国産面材耐力壁を使っても  
らうには、総合的なプロジェクトが必要。  
釘業界、繊維板工業会、合板協会などにも協力を得る必要がある。

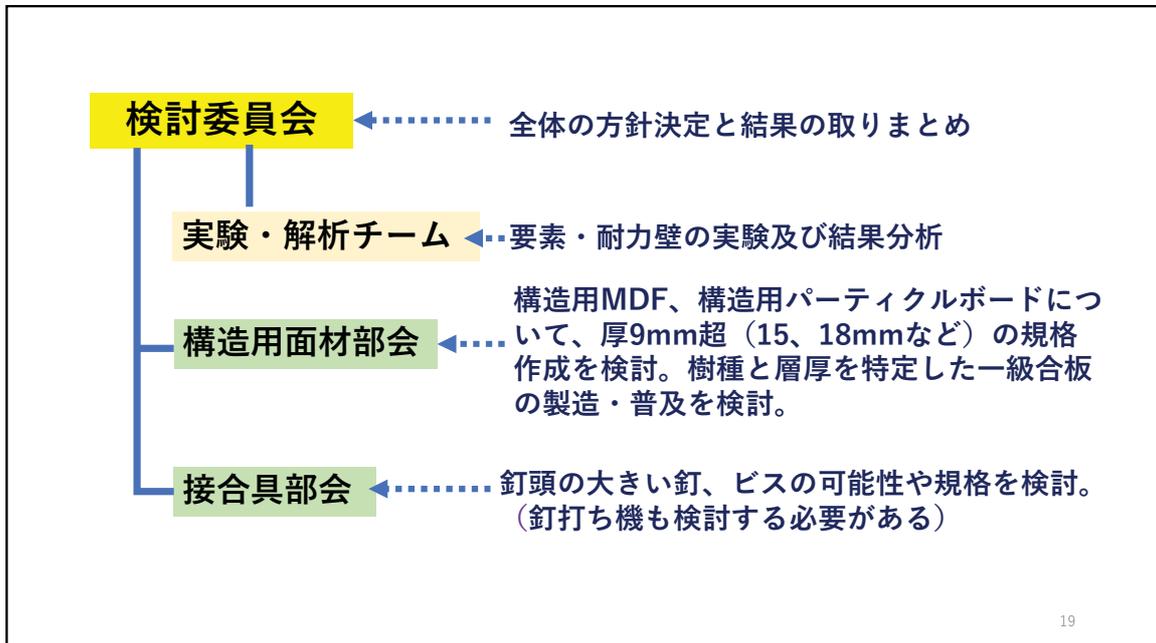
17

引き抜けかパンチングするかを決定するパラメーターは4つある。  
(縁距離も加えると5つになる)  
(ちなみに、各ケースで6体ずつの実験が必要)

面材の種類	×	面材厚	×	釘	×	軸材樹種
構造用合板 (スギ)		9mm		N50		スギ
構造用合板 (ベイマツ・カラマツ)		12mm		CN50		ホワイトウッド集成材
構造用MDF		15mm		N65		欧州アカマツ集成材
構造用パーティクルボード		18mm		CN65		ヒノキ
		21mm		N75		ベイマツ・カラマツ
		24mm		CN75		

↑釘頭の大きい釘を追加したい。

18



本格的なプロジェクトが必要。

- ① 全体の方針決定と結果の取りまとめを検討する「**検討委員会**」
- ② 組み合わせの実験・分析を行って、前述の表を確認する「**実験部会**」  
(親委(検討委)に直属で)
- ③ 釘頭の大きい釘の可能性や規格を検討する「**釘部会**」  
(釘打ち機も検討する必要がある)
- ④ 構造用MDF、構造用パーティクルボードについて、厚9mm超(15、18mmなど)の規格を検討する「**繊維板部会**」
- ⑤ 樹種と層厚を特定した一級合板の普及を検討する「**構造用合板部会**」  
(⑤は、①の親委員会の中で検討しても良いかもしれない)

20

本格的なプロジェクトが必要。

- ①全体の方針決定と結果の取りまとめを検討する「**検討委員会**」
- ②組み合わせの実験・分析を行って、前述の表を確認する「**実験部会**」  
(親委(検討委)に直属で)
- ③釘頭の大きい釘の可能性や規格を検討する「**釘部会**」  
(釘打ち機も検討する必要がある)
- ④構造用MDF、構造用パーティクルボードについて、  
厚9mm超(15、18mmなど)の規格を検討する「**繊維板部会**」
- ⑤樹種と層厚を特定した一級合板の普及を検討する「**構造用合板部会**」  
(⑤は、①の親委員会の中で検討しても良いかもしれない)

21

## 第 7 章 試験成績書

管理番号 K22-V218～223 : 一面せん断試験 1JIS

管理番号 K22-V224～229 : 一面せん断試験 2 大頭

管理番号 K22-V230～232 : 一面せん断試験 3 3.46xL65

管理番号 K23-V010 : 一面せん断試験 2 大頭

管理番号 K22-A058～A059 : くぎ引き抜き試験

管理番号 K22-A041～A046 : くぎ頭めり込み試験 1\_JIS

管理番号 K22-A047～A052 : くぎ頭めり込み試験 2 大頭

管理番号 K22-A053～A055 : くぎ頭めり込み試験 3 大頭 9.1

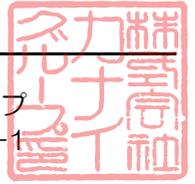
管理番号 K22-A033～A038 : くぎ胴部めり込み試験(面材)

管理番号 K22-A039～A040 : くぎ胴部めり込み試験(軸材)

管理番号 K22-A056～A057 : くぎ曲げ試験

面材の面内せん断試験 (Two rail shear 試験) 試験報告書

## 性能試験報告書



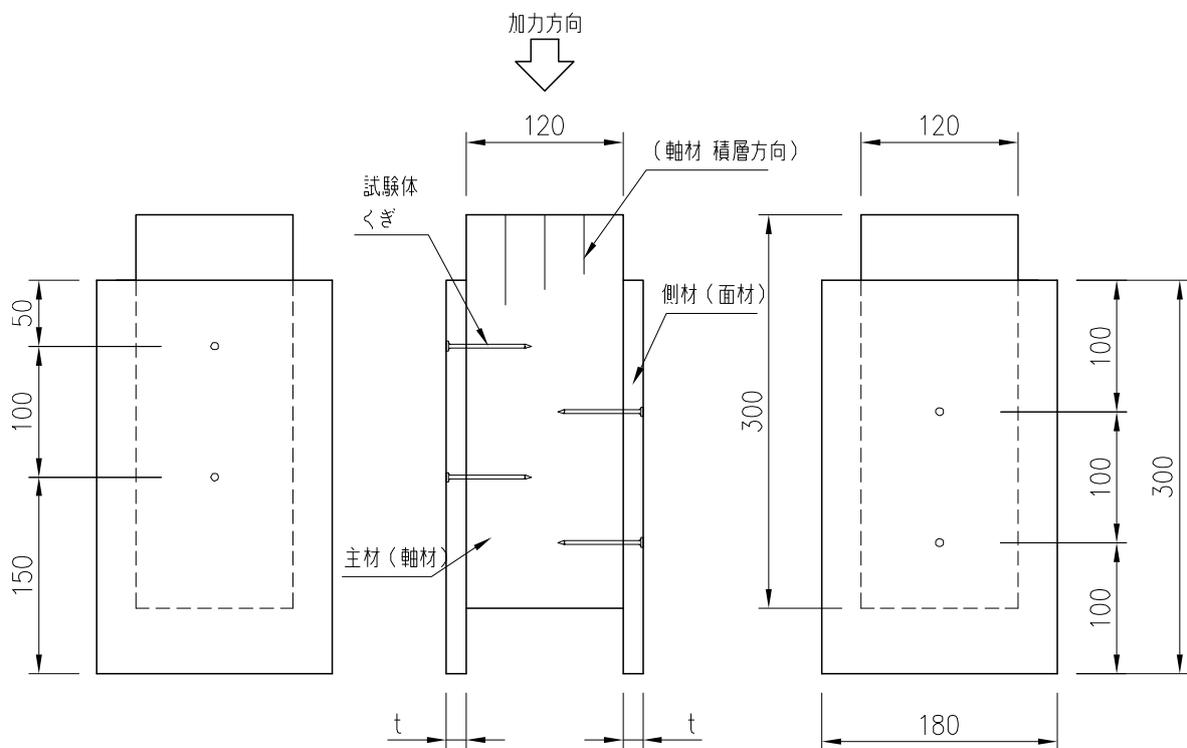
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2022年12月19日

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（1）JISくぎ		
試験内容	[試験体概要]		
	＜共通 主材（軸材）＞ 同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120		
	試験体記号	側材（面材）	加力に対する面材繊維方向
	Sa-1	構造用合板 特類2級（カラマツ） 厚み 18mm	平行
	Sa-2	構造用合板 特類2級（カラマツ） 厚み 18mm	平行
	Sa-3	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm	—
	Sa-4	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm	—
Sa-5	パーティクルボード 厚み 18mm	—	
Sa-6	パーティクルボード 厚み 18mm	—	
	接合具（くぎ）		
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)
			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
	[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"> <li>・圧縮加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。</li> <li>・载荷速度：0.2mm/sec、計測変位 側材と主材の相対変位</li> <li>・上記P-<math>\delta</math>曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> ※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	試験体記号	降伏耐力 (kN)	最大荷重値平均 (kN)
	Sa-1	1.07	2.37
	Sa-2	1.32	3.16
	Sa-3	1.13	2.34
	Sa-4	1.22	2.91
	Sa-5	1.17	2.56
	Sa-6	1.41	3.25
	数値は くぎ 1本あたり  ※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 : 田中 進、志田 竜聖 (株式会社カナイグループ) 試験期間 : 2022/12/5~2022/12/6		

# 1 試験体

## 1-1. 試験体図



試験体記号	主材 (軸材)	側材 (面材)	面材厚み t(mm)	加力に対する 面材繊維方向	接合具 (くぎ)
Sa-1	同等级構造用集成材 E95-F315、 樹種:ヒノキ	構造用合板 特類2級 (カラマツ)	18	平行	CNZ 65
Sa-2					CNZ 75
Sa-3		MDF 曲げ強度区分:25	18	-	CNZ 65
Sa-4					CNZ 75
Sa-5		パーティクルボード	18	-	CNZ 65
Sa-6					CNZ 75

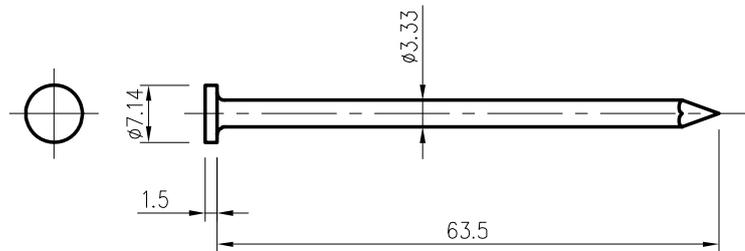
図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (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)



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)

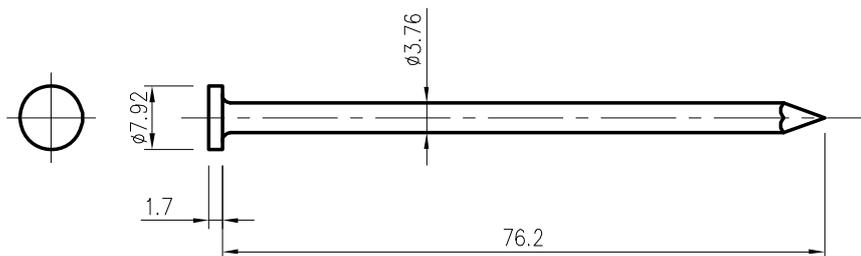


図-2 製品図

## 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)は加力装置に接続されたロードセル（容量;±100kN）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。  

$$\delta = (\delta 1 + \delta 2) / 2$$
 （δ1およびδ2は試験体に設置した変位計の計測値）

(2) 試験荷重速度は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時として評価をする。

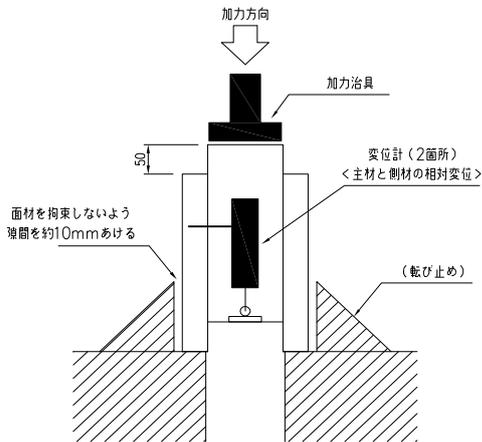


図-3 試験方法 概要図



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。

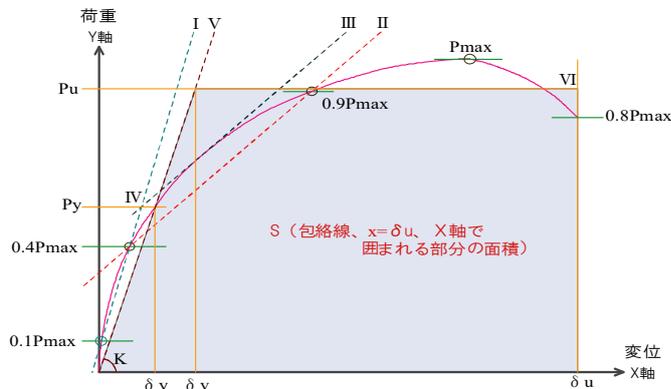


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

### 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. Sa-1 試験結果

Sa-1 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	めっき鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-1-1	-	0.52	11.3	0.42	-	0.52
Sa-1-2	-	0.54	12.4	0.44	-	0.54
Sa-1-3	-	0.55	11.1	0.44	-	0.55
Sa-1-4	-	0.57	12.8	0.45	-	0.57
Sa-1-5	-	0.57	13.1	0.46	-	0.57
Sa-1-6	-	0.59	13.6	0.47	-	0.59
平均	-	0.56	12.4	0.45	-	0.56

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-1-1	1.10	1.03	1.44	2.72	2.16	14.71	1.96	29.80	1.85	10.68	16.11	0.18
Sa-1-2	1.22	0.69	1.61	2.77	2.42	13.10	2.13	30.00	1.21	17.68	24.88	0.14
Sa-1-3	1.26	1.32	1.60	2.56	2.40	11.81	2.18	27.11	2.29	9.55	11.84	0.21
Sa-1-4	1.26	0.96	1.48	1.50	2.22	9.41	1.95	29.51	1.48	13.17	19.88	0.16
Sa-1-5	1.27	0.68	1.73	2.15	2.59	11.21	2.40	30.00	1.28	18.68	23.44	0.15
Sa-1-6	1.26	0.51	1.62	1.36	2.43	8.81	2.22	26.27	0.89	24.71	29.52	0.13
平均	1.23	0.87	1.58	2.18	2.37	11.51	2.14	28.78	1.50	15.75	20.95	0.16
標準偏差	0.07	0.29	0.10	0.62	0.16	2.22	0.17	1.65	0.50	5.72	6.37	0.03
変動係数	0.057	/	0.063	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.867	/	0.853	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.07	/	1.35	/	/	/	/	/	/	/	/	/

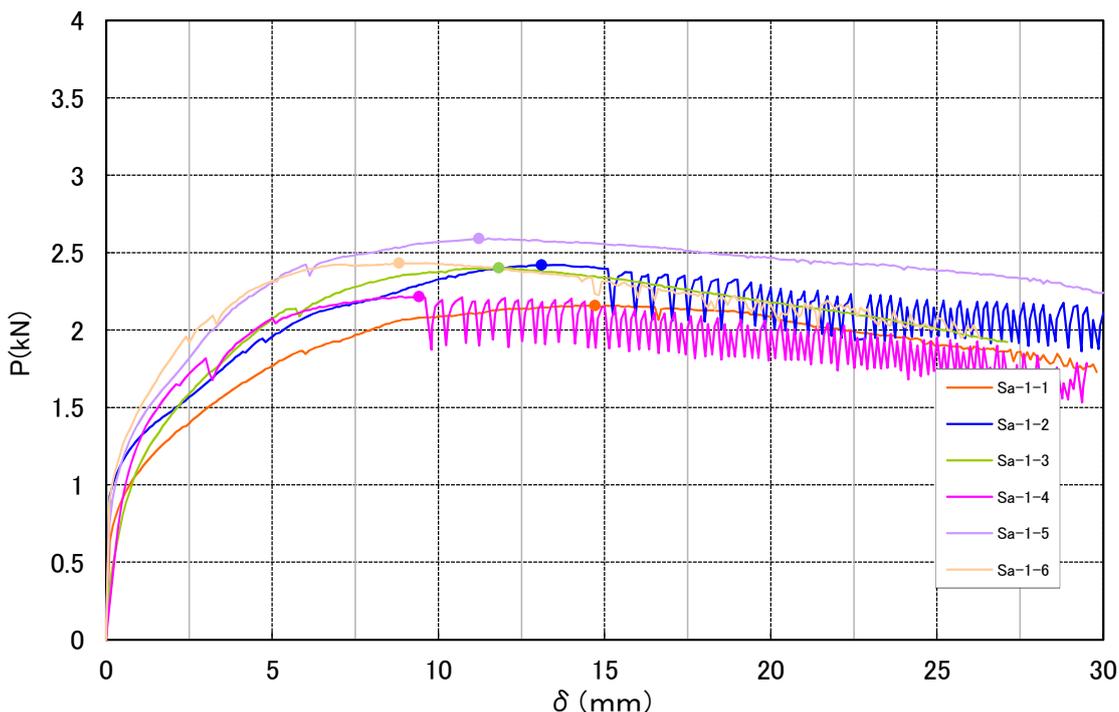
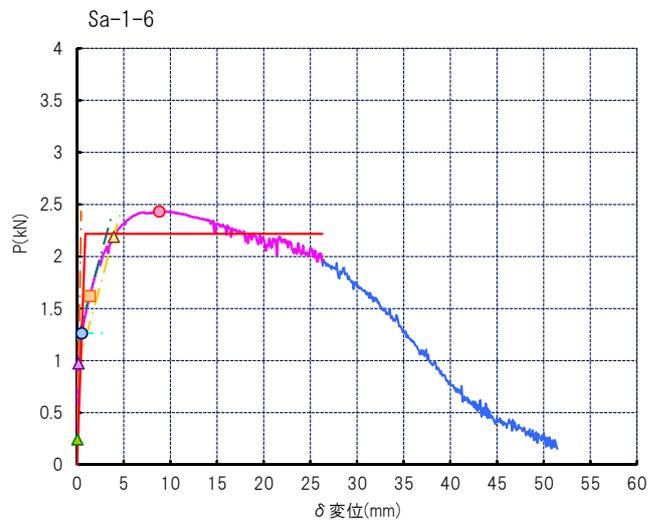
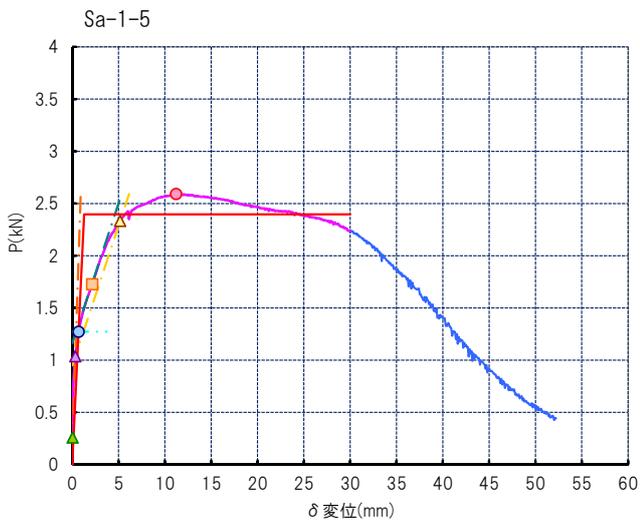
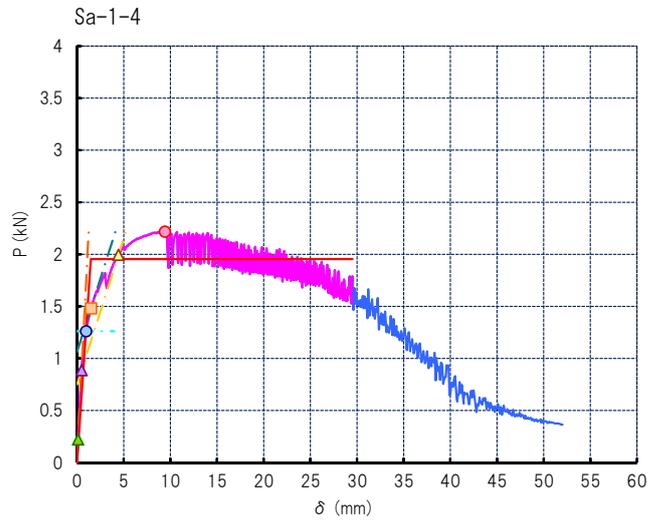
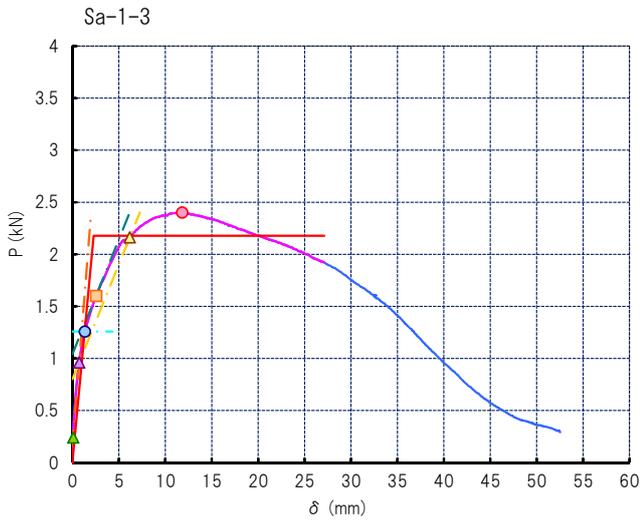
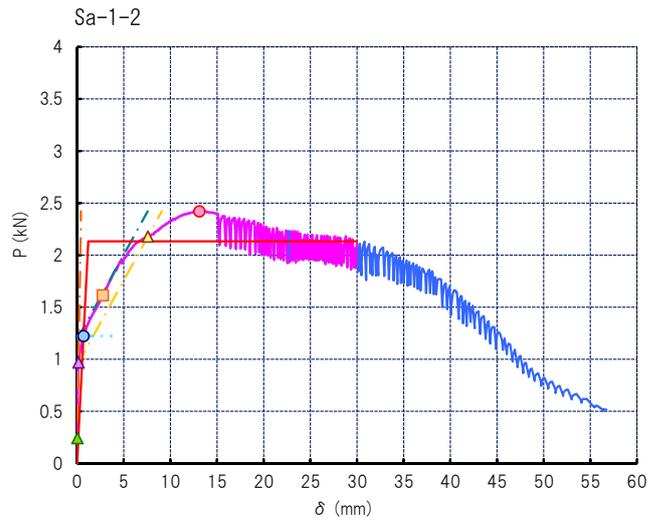
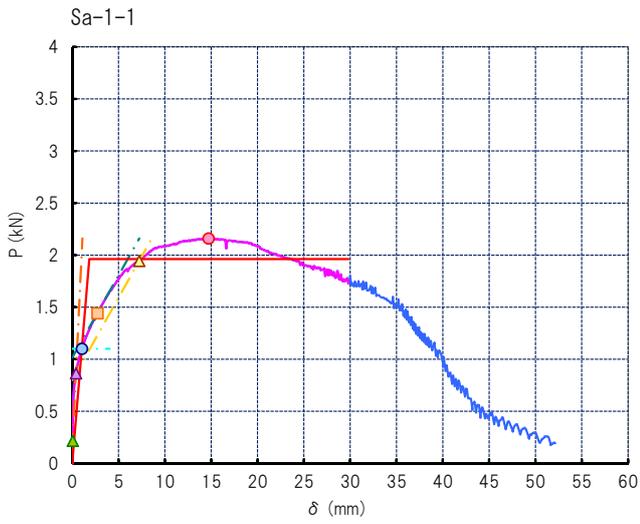


図-5 P- $\delta$ 曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      □ 2/3Pmax      ○ Pmax

図-6 P-δ曲線(各試験体一覽)

3-2. Sa-2 試験結果

Sa-2 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	めっき鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-2-1	-	0.53	11.9	0.42	-	0.53
Sa-2-2	-	0.54	12.3	0.44	-	0.53
Sa-2-3	-	0.55	11.9	0.44	-	0.56
Sa-2-4	-	0.56	12.2	0.45	-	0.56
Sa-2-5	-	0.58	12.9	0.46	-	0.58
Sa-2-6	-	0.58	12.6	0.47	-	0.58
平均	-	0.56	12.3	0.45	-	0.56

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-2-1	1.41	1.01	2.12	4.54	3.18	13.11	2.79	30.00	2.01	13.96	14.93	0.19
Sa-2-2	1.45	1.01	2.07	4.05	3.10	14.21	2.68	28.86	1.87	14.36	15.43	0.18
Sa-2-3	1.62	0.56	2.16	2.42	3.24	17.40	2.98	30.00	1.04	28.93	28.85	0.13
Sa-2-4	1.54	1.44	2.09	3.95	3.14	16.31	2.82	30.00	2.65	10.69	11.32	0.22
Sa-2-5	1.49	1.89	1.97	3.87	2.95	12.71	2.61	27.81	3.29	7.88	8.45	0.25
Sa-2-6	1.64	1.21	2.24	3.36	3.36	13.00	2.99	30.00	2.22	13.55	13.51	0.20
平均	1.53	1.19	2.11	3.70	3.16	14.46	2.81	29.45	2.18	14.90	15.42	0.20
標準偏差	0.09	0.45	0.09	0.73	0.14	1.96	0.15	0.92	0.76	7.31	7.07	0.04
変動係数	0.059	/	0.043	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.862	/	0.900	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.32	/	1.90	/	/	/	/	/	/	/	/	/

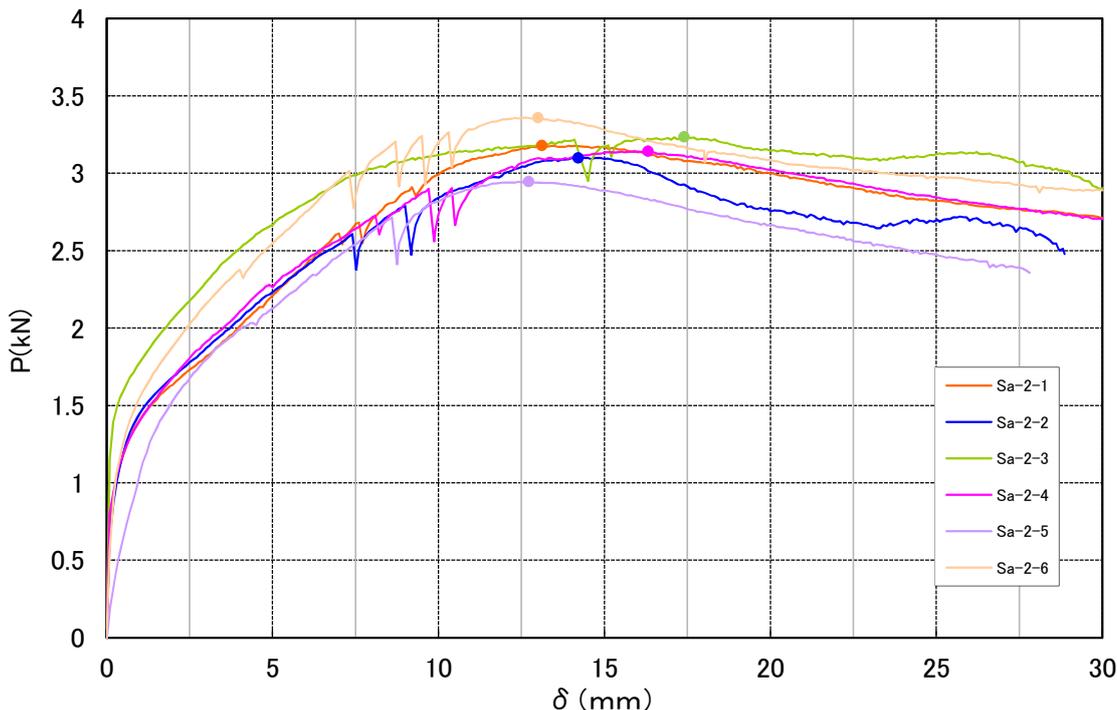
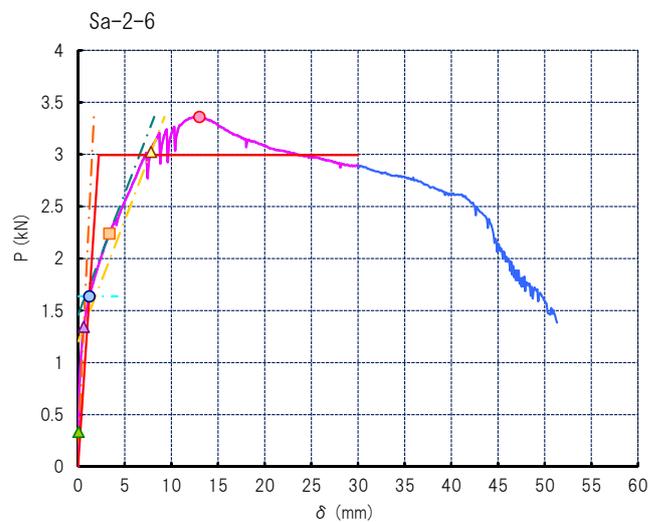
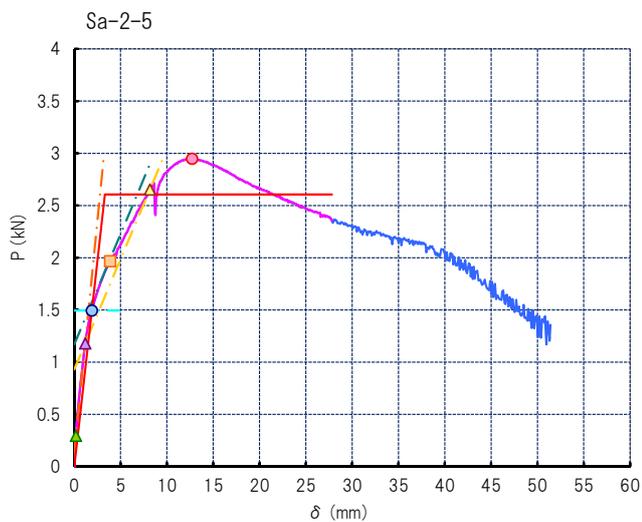
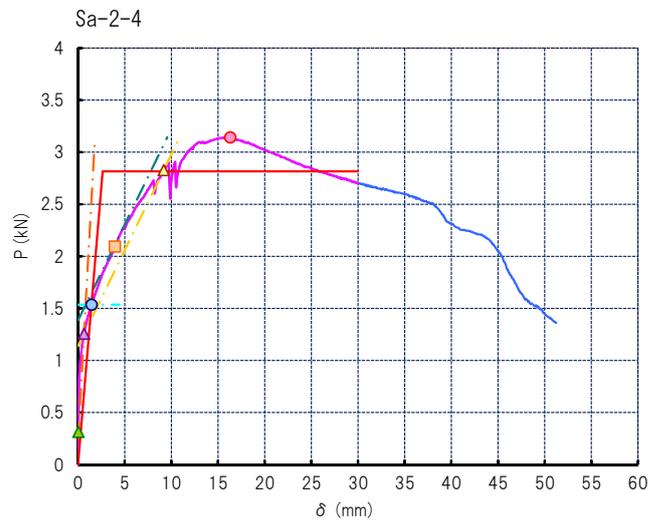
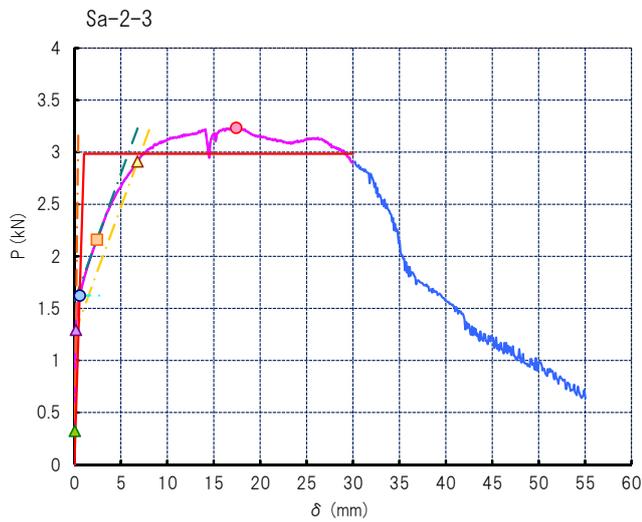
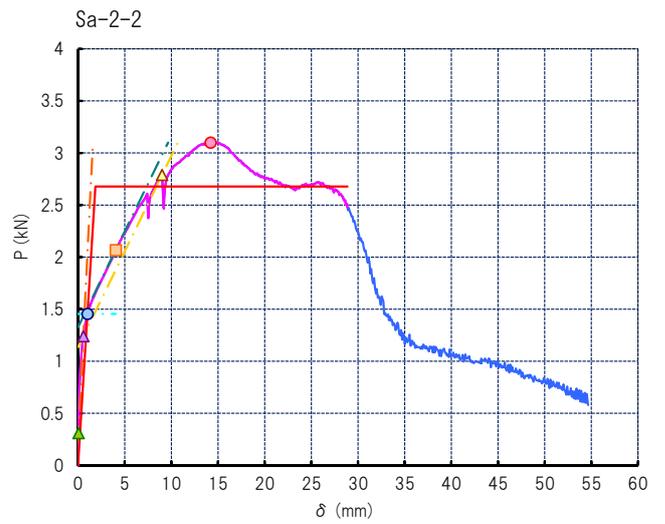
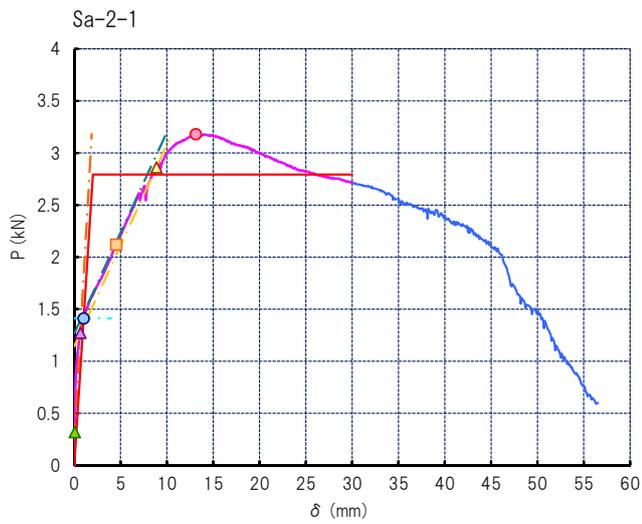


図-7 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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      ○  $P_y$       □  $2/3P_{max}$       ○  $P_{max}$

図-8 P- $\delta$ 曲線 (各試験体一覽)

3-3. Sa-3 試験結果

Sa-3 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-3-1	-	0.72	11.6	0.41	-	0.72
Sa-3-2	-	0.72	11.8	0.42	-	0.72
Sa-3-3	-	0.72	11.1	0.44	-	0.72
Sa-3-4	-	0.72	11.6	0.45	-	0.72
Sa-3-5	-	0.72	12.1	0.45	-	7.27
Sa-3-6	-	0.73	12.4	0.46	-	0.73
平均	-	0.72	11.8	0.44	-	1.81

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-3-1	1.25	0.77	1.47	1.47	2.21	10.41	2.06	27.28	1.27	16.23	21.48	0.15
Sa-3-2	1.24	0.67	1.51	1.68	2.27	13.52	2.15	30.00	1.17	18.51	25.64	0.14
Sa-3-3	1.32	0.97	1.55	1.63	2.32	9.92	2.12	27.42	1.55	13.61	17.69	0.17
Sa-3-4	1.19	0.62	1.55	2.16	2.32	13.10	2.13	30.00	1.11	19.19	27.03	0.14
Sa-3-5	1.30	0.77	1.69	2.25	2.54	11.81	2.26	28.41	1.33	16.93	21.28	0.16
Sa-3-6	1.34	0.49	1.58	0.91	2.37	8.51	2.09	24.01	0.77	27.23	31.28	0.13
平均	1.27	0.72	1.56	1.68	2.34	11.21	2.14	27.85	1.20	18.62	24.07	0.15
標準偏差	0.06	0.16	0.07	0.49	0.11	1.94	0.07	2.23	0.26	4.65	4.87	0.01
変動係数	0.047	/	0.045	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.890	/	0.895	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.13	/	1.40	/	/	/	/	/	/	/	/	/

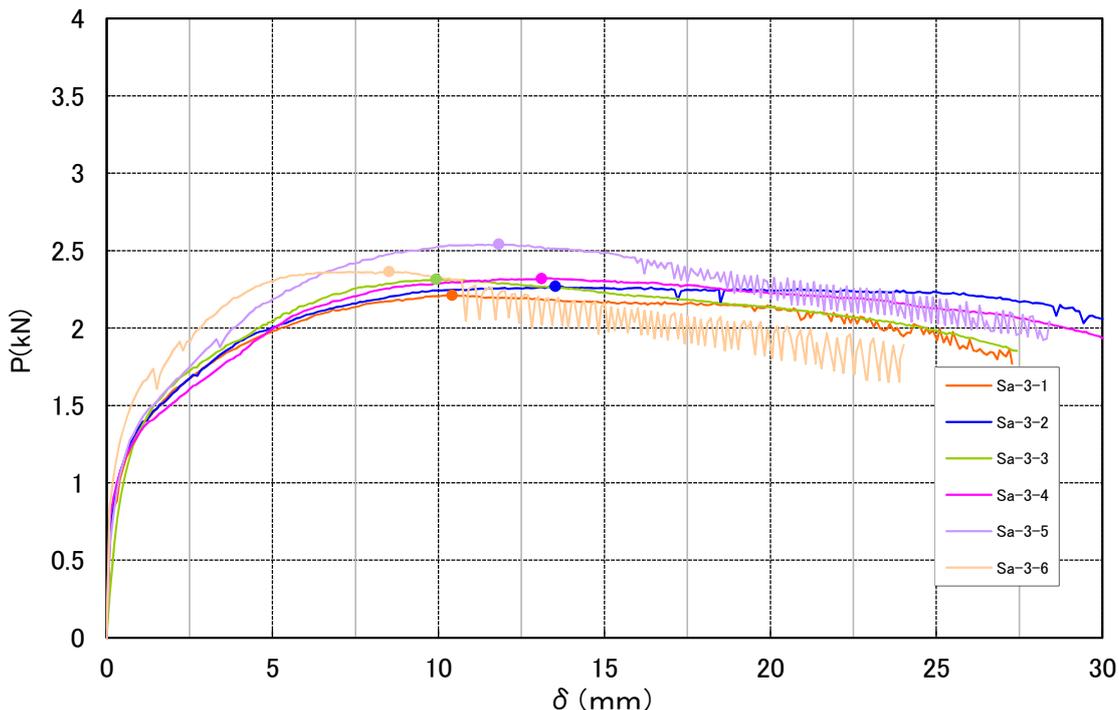
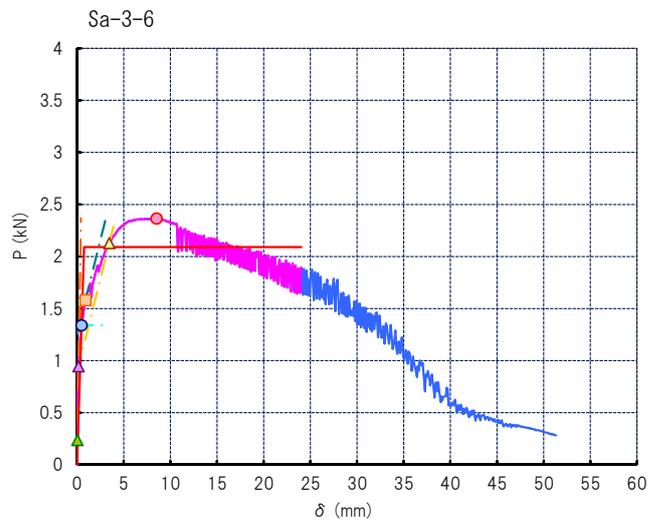
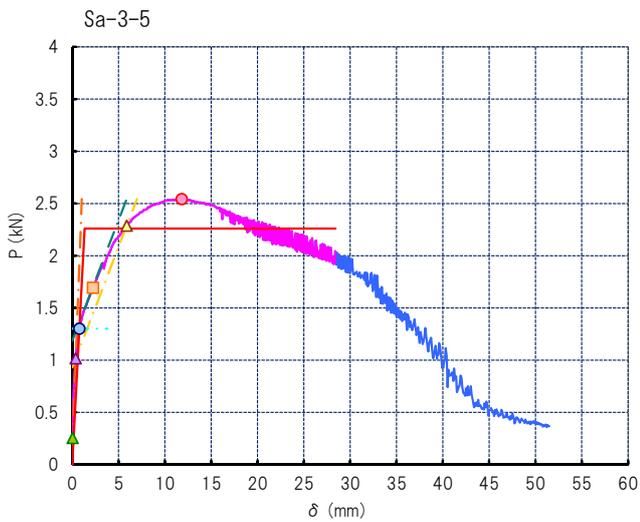
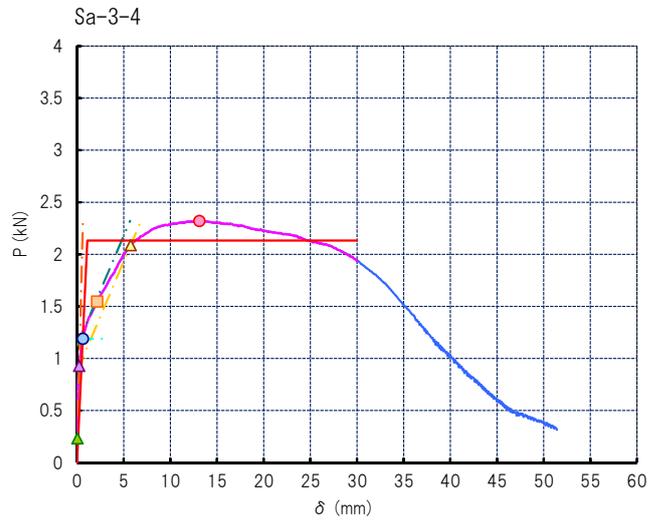
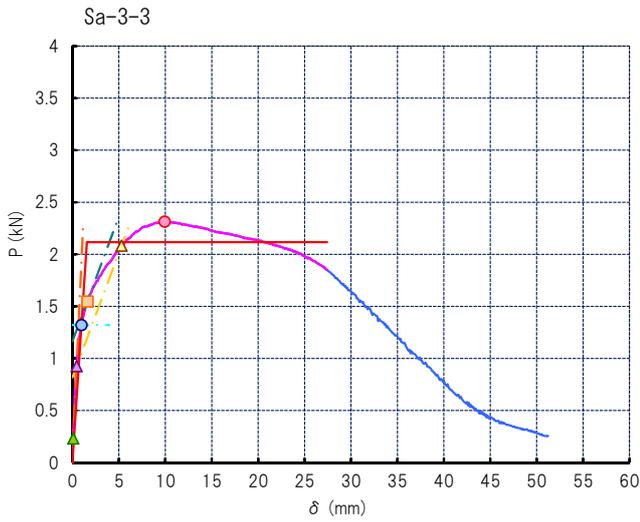
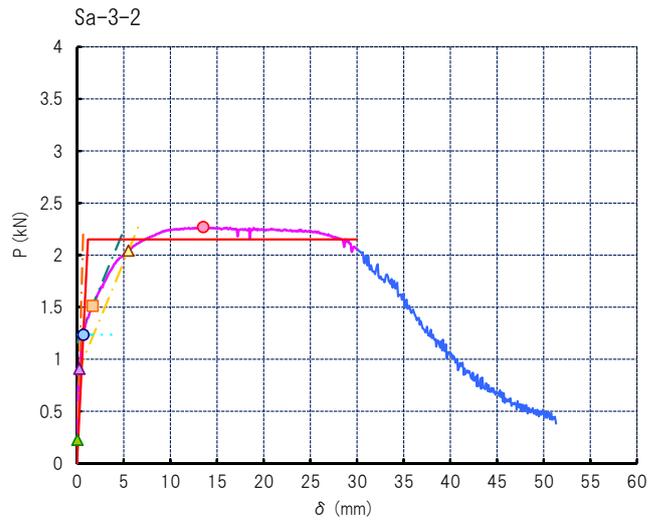
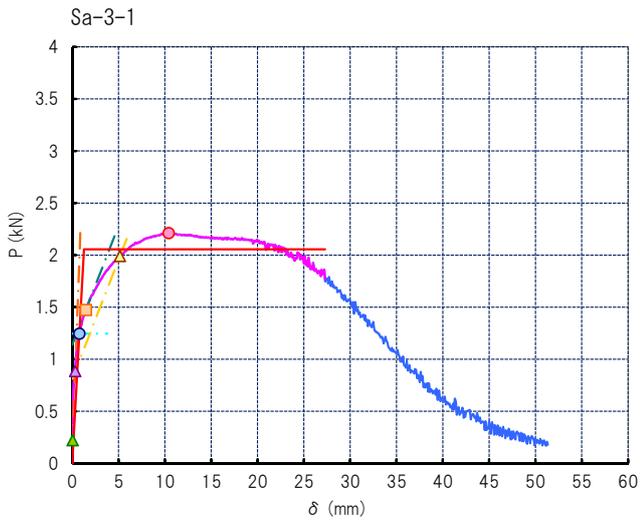


図-9 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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-10 P-δ曲線 (各試験体一覽)

3-4. Sa-4 試験結果

Sa-4 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	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(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-4-1	-	0.71	12.1	0.41	-	0.71
Sa-4-2	-	0.72	13.3	0.43	-	0.72
Sa-4-3	-	0.72	13.4	0.44	-	0.72
Sa-4-4	-	0.72	11.1	0.45	-	0.72
Sa-4-5	-	0.72	13.0	0.45	-	0.72
Sa-4-6	-	0.73	12.3	0.46	-	0.73
平均	-	0.72	12.5	0.44	-	0.72

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-4-1	1.33	0.79	1.89	3.89	2.84	19.50	2.60	30.00	1.54	16.84	19.48	0.16
Sa-4-2	1.63	0.76	2.14	3.14	3.21	16.91	2.82	29.02	1.32	21.45	21.98	0.15
Sa-4-3	1.39	0.67	1.83	3.36	2.74	15.90	2.46	30.00	1.18	20.75	25.42	0.14
Sa-4-4	1.44	0.41	1.97	2.75	2.96	15.01	2.71	30.00	0.76	35.12	39.47	0.11
Sa-4-5	1.43	0.71	1.97	3.23	2.95	12.72	2.62	27.55	1.30	20.14	21.19	0.16
Sa-4-6	1.47	0.79	1.85	1.99	2.78	12.00	2.50	28.82	1.35	18.61	21.35	0.15
平均	1.45	0.69	1.94	3.06	2.91	15.34	2.62	29.23	1.24	22.15	24.82	0.14
標準偏差	0.10	0.14	0.11	0.64	0.17	2.76	0.13	0.98	0.26	6.56	7.44	0.02
変動係数	0.069		0.057									
ばらつき係数	0.839		0.867									
短期基準接合耐力	1.22		1.68									

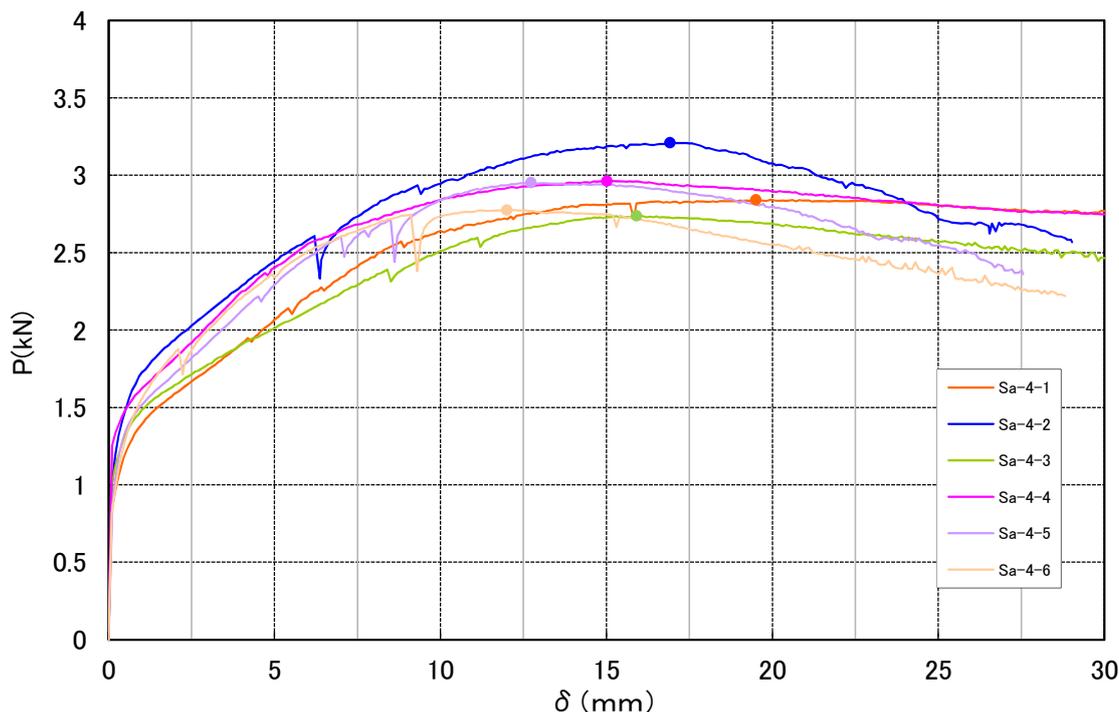
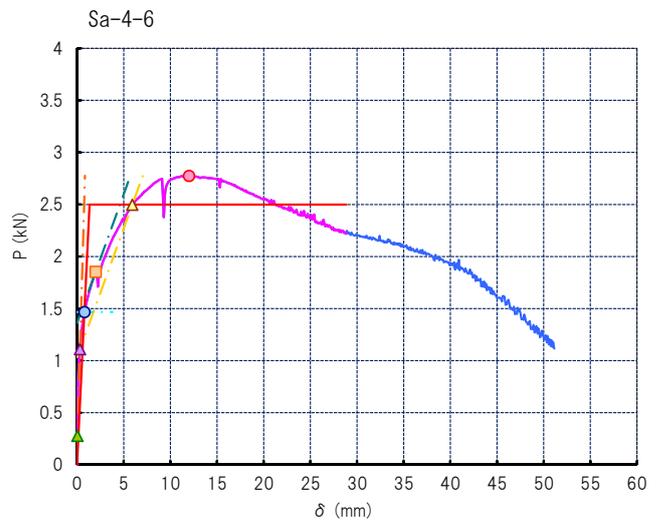
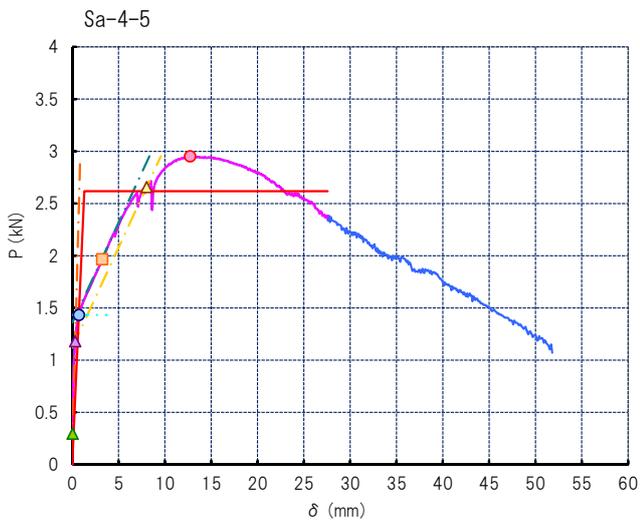
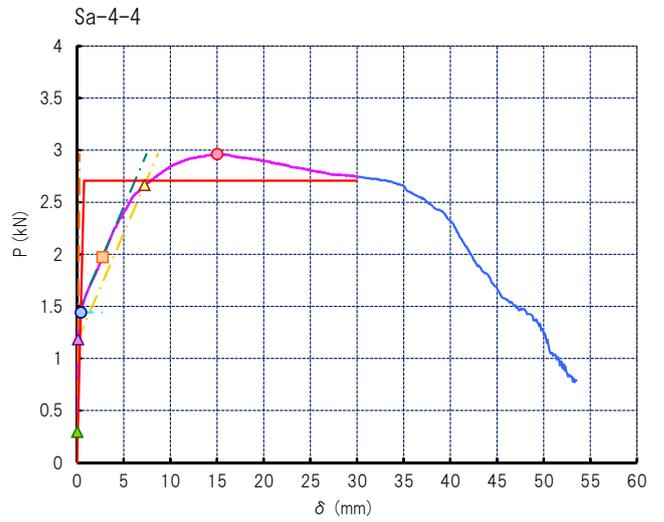
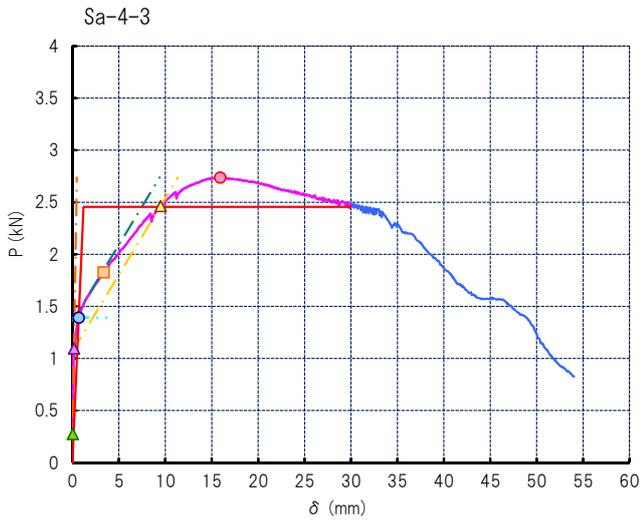
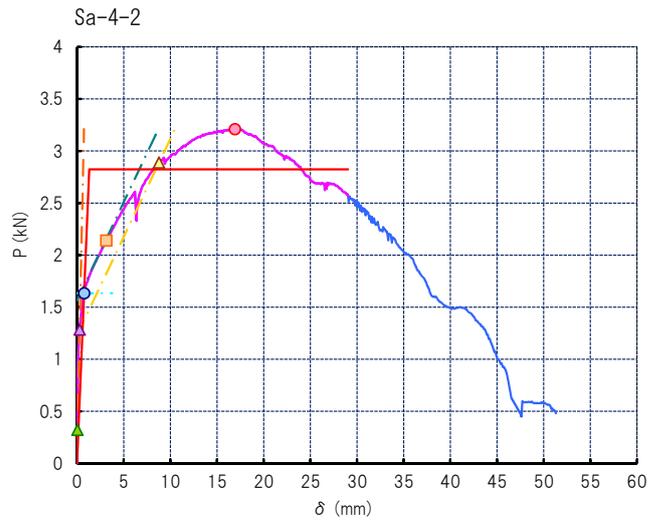
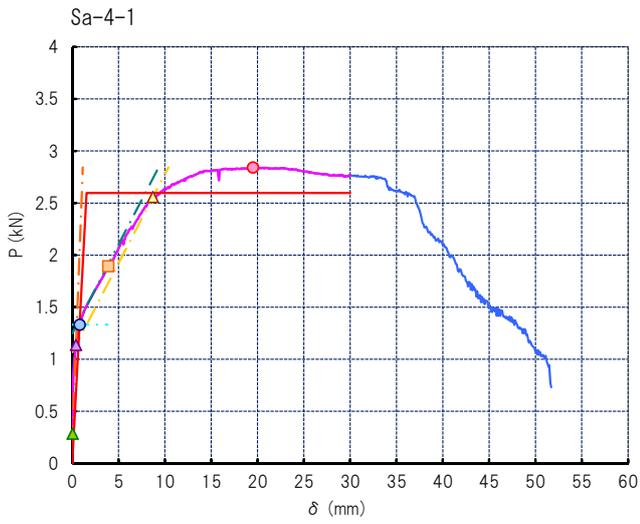


図-11 P-δ 曲線 (試験体相互の比較)



— 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-12 P-δ曲線 (各試験体一覽)

3-5. Sa-5 試験結果

Sa-5 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)

表-9 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-5-1	-	0.70	11.5	0.41	-	0.70
Sa-5-2	-	0.70	11.6	0.43	-	0.71
Sa-5-3	-	0.71	13.0	0.44	-	0.71
Sa-5-4	-	0.71	12.4	0.45	-	0.71
Sa-5-5	-	0.71	11.9	0.45	-	0.71
Sa-5-6	-	0.71	18.5	0.46	-	0.71
平均	-	0.71	13.2	0.44	-	0.71

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-5-1	1.26	0.27	1.58	1.54	2.37	10.21	2.14	27.08	0.46	46.67	58.87	0.09
Sa-5-2	1.38	1.26	1.63	1.93	2.45	10.31	2.23	27.83	2.03	10.95	13.71	0.19
Sa-5-3	1.32	0.52	1.57	1.38	2.36	12.11	2.14	26.12	0.85	25.38	30.73	0.13
Sa-5-4	1.46	0.22	1.83	1.59	2.74	9.21	2.43	22.63	0.37	66.36	61.16	0.09
Sa-5-5	1.50	0.51	1.91	1.72	2.87	11.00	2.63	30.00	0.89	29.41	33.71	0.12
Sa-5-6	1.38	0.59	1.72	1.40	2.58	7.51	2.32	19.63	0.99	23.39	19.83	0.16
平均	1.38	0.56	1.71	1.59	2.56	10.06	2.32	25.55	0.93	33.69	36.34	0.13
標準偏差	0.09	0.37	0.14	0.21	0.21	1.57	0.19	3.77	0.59	19.73	19.73	0.04
変動係数	0.065	/	0.082	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.848	/	0.808	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.17	/	1.38	/	/	/	/	/	/	/	/	/

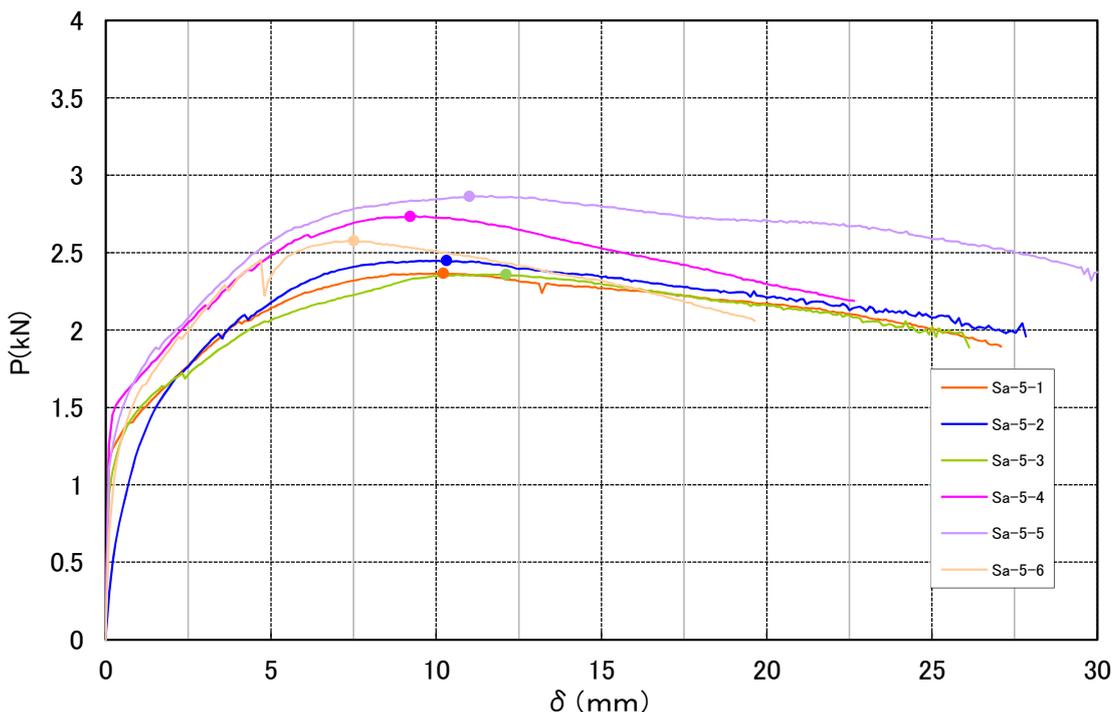
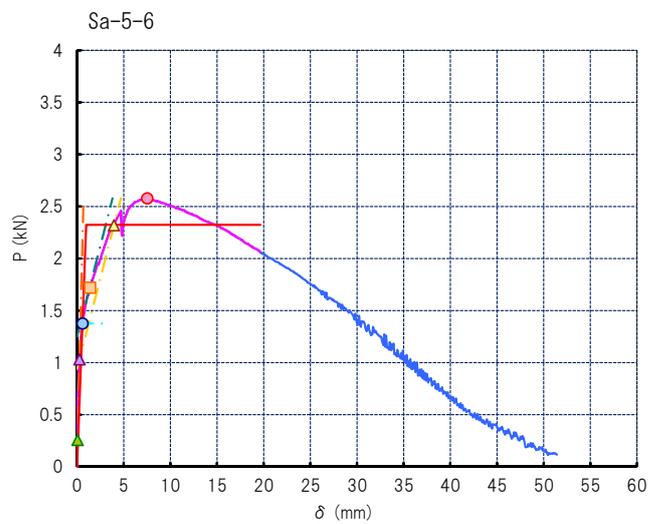
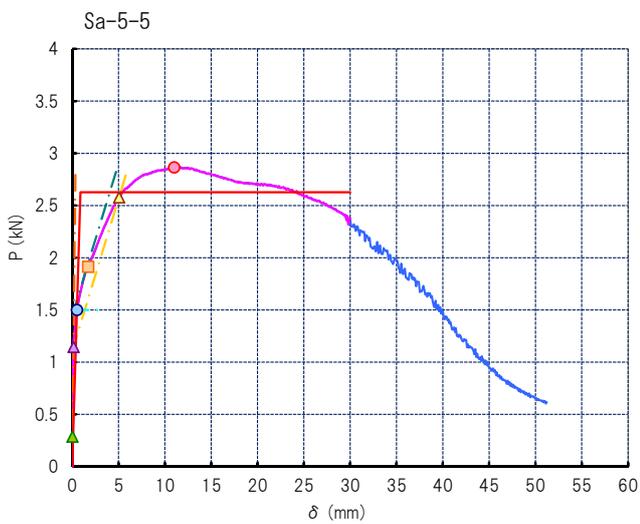
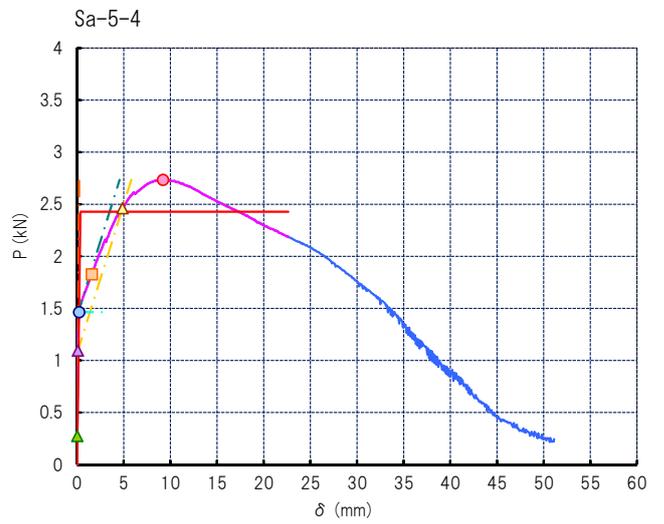
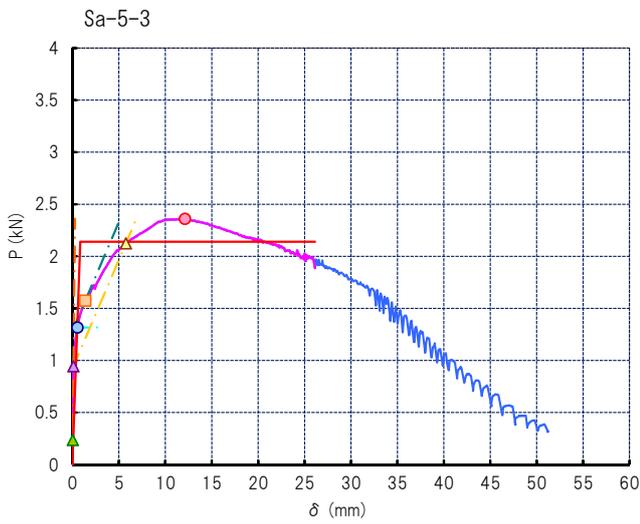
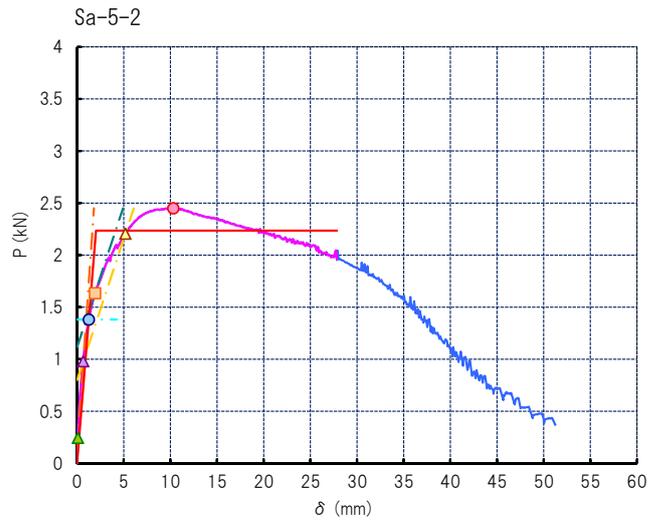
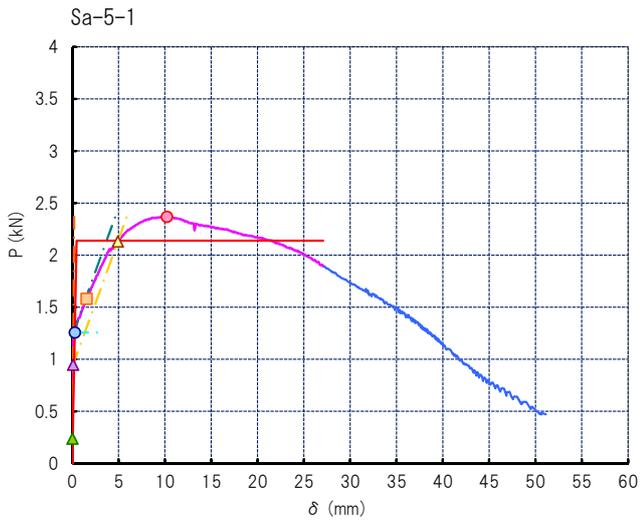


図-13 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      □ 2/3Pmax      ○ Pmax

図-14 P-δ曲線 (各試験体一覽)

3-6. Sa-6 試験結果

Sa-6 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-11 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sa-6-1	-	0.69	11.4	0.41	-	0.69
Sa-6-2	-	0.70	11.3	0.43	-	0.70
Sa-6-3	-	0.70	13.6	0.44	-	0.70
Sa-6-4	-	0.70	12.3	0.45	-	0.70
Sa-6-5	-	0.70	12.5	0.46	-	0.70
Sa-6-6	-	0.70	10.5	0.47	-	0.70
平均	-	0.70	11.9	0.44	-	0.70

表-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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sa-6-1	1.85	0.55	2.21	1.22	3.31	9.40	3.05	30.00	0.90	33.64	33.33	0.12
Sa-6-2	1.52	0.70	1.97	2.45	2.95	11.61	2.64	30.00	1.21	21.71	24.79	0.14
Sa-6-3	1.65	0.56	2.09	1.78	3.13	10.60	2.81	23.89	0.95	29.46	25.15	0.14
Sa-6-4	1.83	0.63	2.21	1.48	3.32	9.40	2.95	28.53	1.01	29.05	28.25	0.13
Sa-6-5	1.70	0.74	2.28	3.17	3.42	11.71	2.95	22.82	1.28	22.97	17.83	0.17
Sa-6-6	1.79	1.78	2.24	3.03	3.36	10.81	2.78	26.32	2.77	10.03	9.49	0.24
平均	1.72	0.83	2.17	2.19	3.25	10.59	2.86	26.93	1.35	24.48	23.14	0.16
標準偏差	0.13	0.47	0.12	0.82	0.18	1.02	0.15	3.10	0.71	8.35	8.38	0.04
変動係数	0.076	/	0.055	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.822	/	0.872	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.41	/	1.89	/	/	/	/	/	/	/	/	/

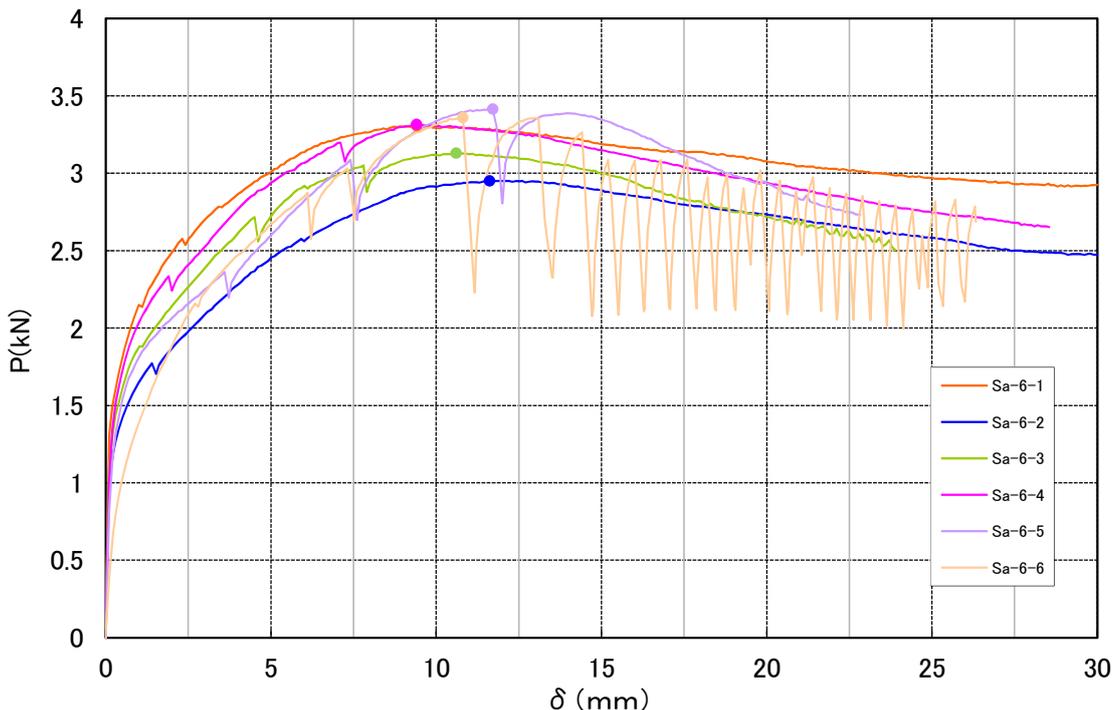
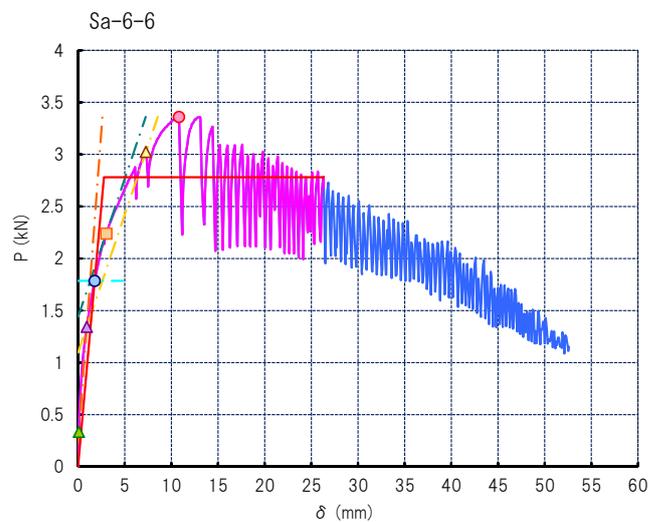
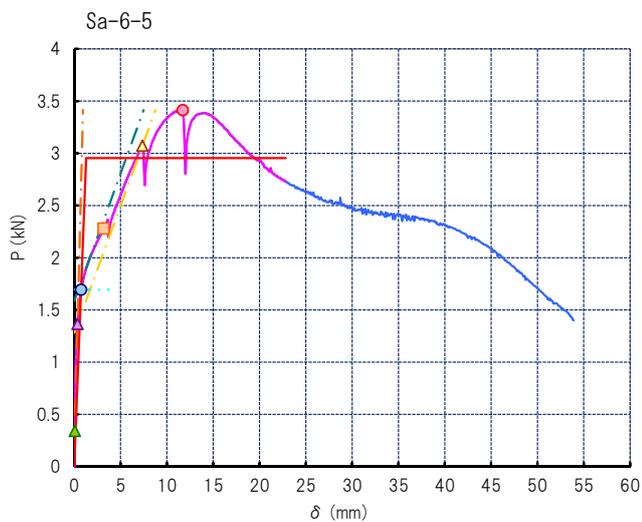
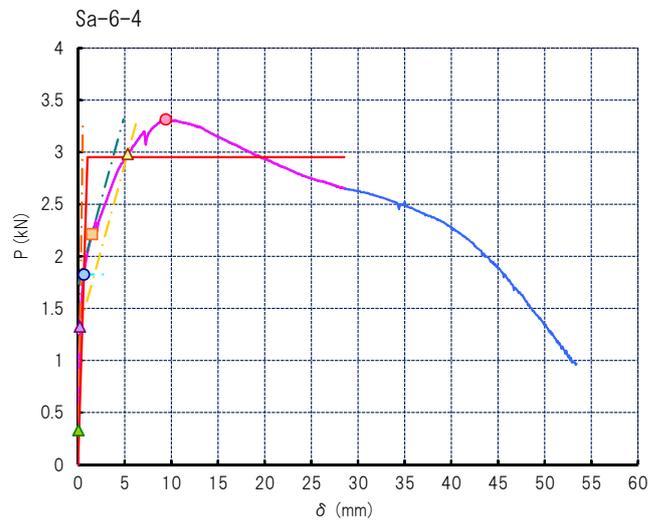
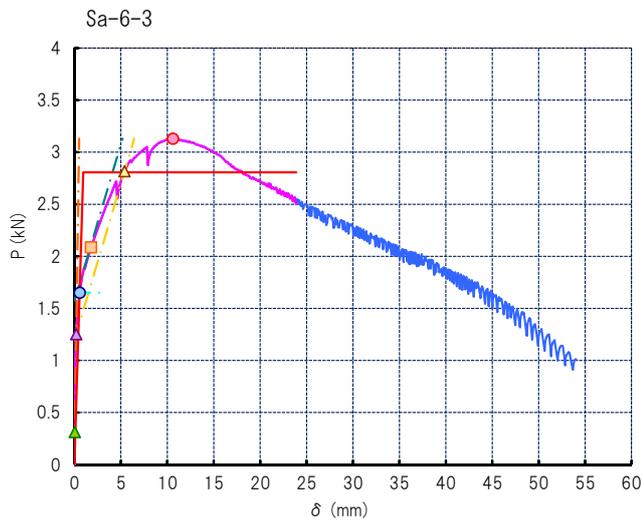
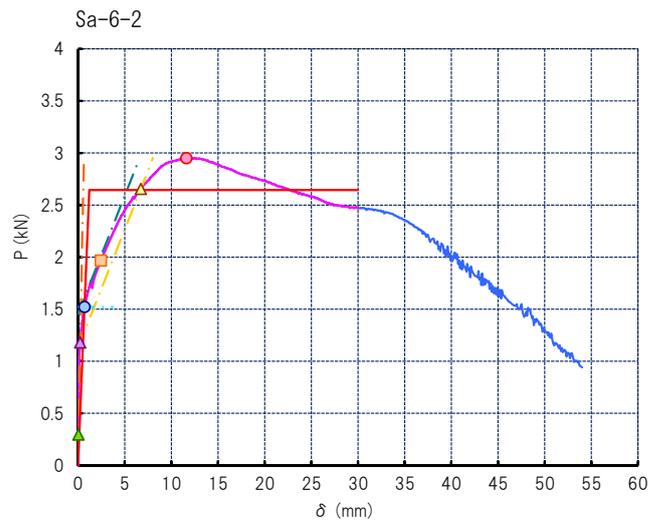
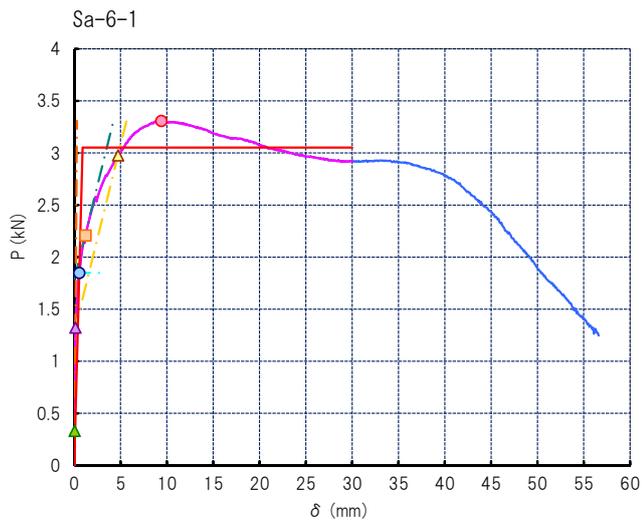


図-15 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      ■ 2/3Pmax      ● Pmax

図-16 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

## 4 試験後 写真

Sa-1



写真-2 Sa-1「試験終了後」



写真-3 Sa-1「試験終了後」



写真-4 Sa-1「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-1	面材からのくぎ頭パンチングアウト		1	1	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み		3	3	4	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け		4	4	4	4	4	4
	主材の割れ		-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-2



写真-5 Sa-2「試験終了後」



写真-6 Sa-2「試験終了後」



写真-7 Sa-2「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-2	面材からのくぎ頭パンチングアウト		1	2	2	1	-	1
	面材へのくぎ頭めり込み		3	2	2	3	4	3
	主材からのくぎの引き抜け		4	4	4	4	4	4
	主材の割れ		-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-3



写真-8 Sa-3「試験終了後」



写真-9 Sa-3「試験終了後」



写真-10 Sa-3「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-3	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	-	4	2	2	2	2	2
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-4



写真-11 Sa-4「試験終了後」



写真-12 Sa-4「試験終了後」

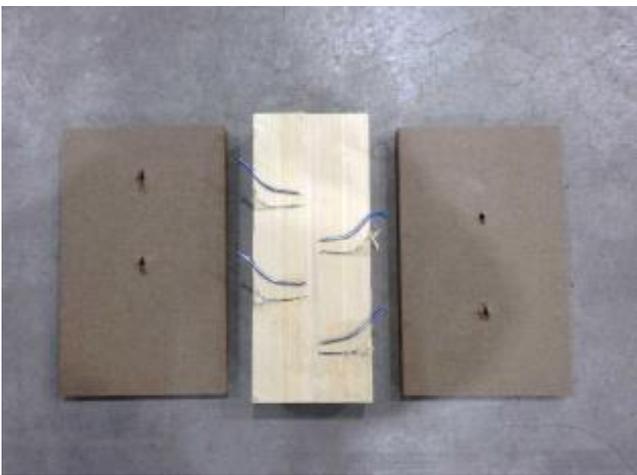


写真-13 Sa-4「解体後」

		試験体No.					
		1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-4	面材からのくぎ頭パンチングアウト	1	2	3	2	1	-
	面材へのくぎ頭めり込み	3	2	3	3	3	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-5



写真-14 Sa-5「試験終了後」



写真-15 Sa-5「試験終了後」

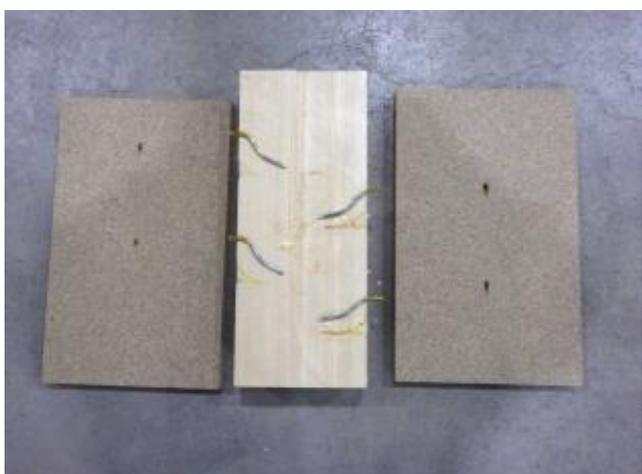


写真-16 Sa-5「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-5	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	2	3	4	2	2	2	
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-6

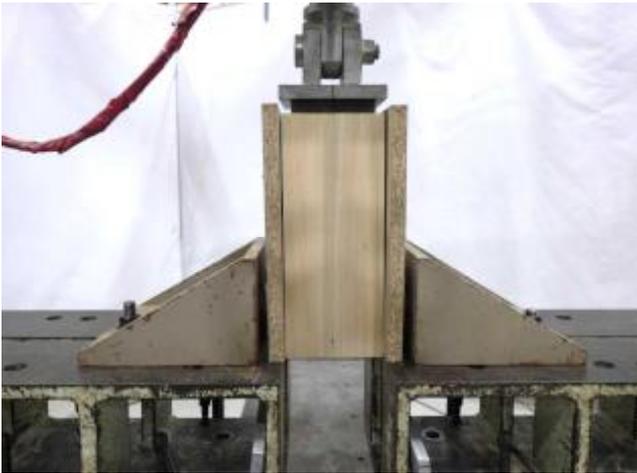


写真-17 Sa-6「試験終了後」

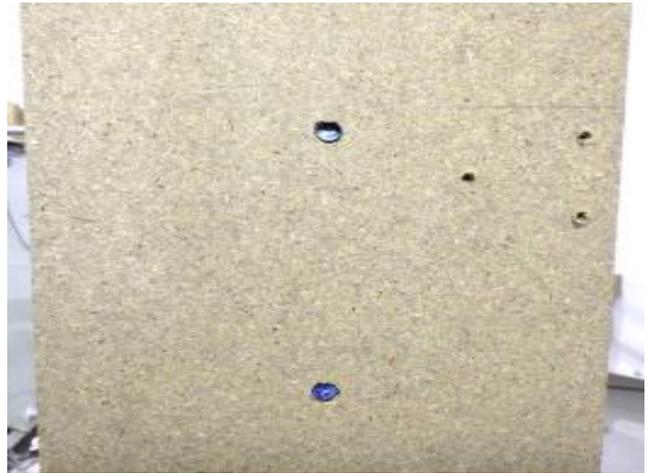


写真-18 Sa-6「試験終了後」

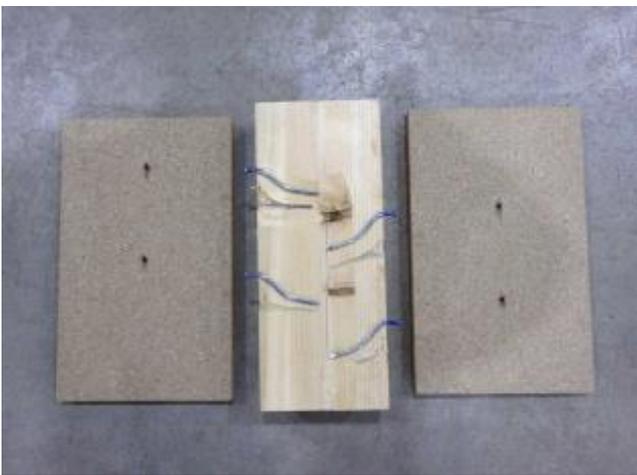
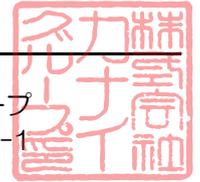


写真-19 Sa-6「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-6	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	4	4	4	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

## 性能試験報告書



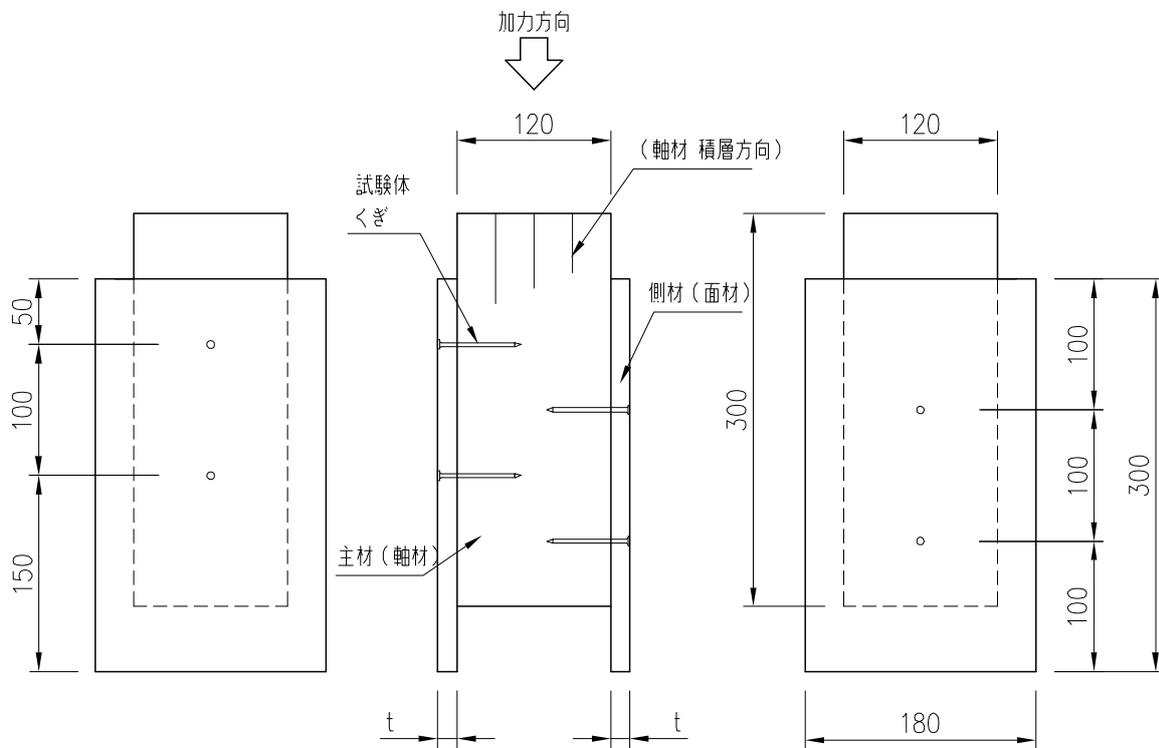
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2022年12月19日

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(2) 特注 頭大径くぎ		
試験内容	[試験体概要]		
	＜共通 主材(軸材)＞ 同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種:ヒノキ 120×120		
	試験体記号	側材(面材)	加力に対する 面材繊維方向
	Sb-1	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm	平行
	Sb-2	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm	平行
	Sb-3	MDF 曲げ強度区分: 25 厚み 18mm	—
	Sb-4	MDF 曲げ強度区分: 25 厚み 18mm	—
Sb-5	パーティクルボード 厚み 18mm	—	
Sb-6	パーティクルボード 厚み 18mm	—	
	接合具(くぎ)		
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/頭径φ8.1
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/頭径φ8.1
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/頭径φ8.1
			特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3
	[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"> <li>・圧縮加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。</li> <li>・载荷速度: 0.2mm/sec、計測変位 側材と主材の相対変位</li> <li>・上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> ※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	試験体記号	降伏耐力 (kN)	最大荷重値平均 (kN)
	Sb-1	0.54	1.77
	Sb-2	1.05	2.73
	Sb-3	0.88	2.03
	Sb-4	1.21	2.65
	Sb-5	0.53	2.17
	Sb-6	1.02	2.63
	数値は くぎ 1本あたり  ※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 : 田中 進、志田 竜聖 (株式会社カナイグループ) 試験期間 : 2022/12/6~2022/12/8		

# 1 試験体

## 1-1. 試験体図



試験体記号	主材(軸材)	側材(面材)	面材厚み t(mm)	加力に対する 面材繊維方向	接合具(くぎ)
Sb-1	同一等級構造用集成材 E95-F315、 樹種:ヒノキ	構造用合板 特類2級 (カラマツ)	18	平行	特注 CNZ 65型/頭φ8.1
Sb-2					特注 CNZ 75型/頭φ8.3
Sb-3		MDF 曲げ強度区分:25	18	-	特注 CNZ 65型/頭φ8.1
Sb-4					特注 CNZ 75型/頭φ8.3
Sb-5		パーティクルボード	18	-	特注 CNZ 65型/頭φ8.1
Sb-6					特注 CNZ 75型/頭φ8.3

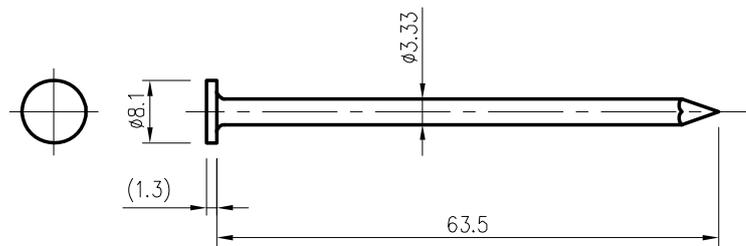
図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65型/頭径 $\phi$ 8.1

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)



製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75型/頭径 $\phi$ 8.3

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)

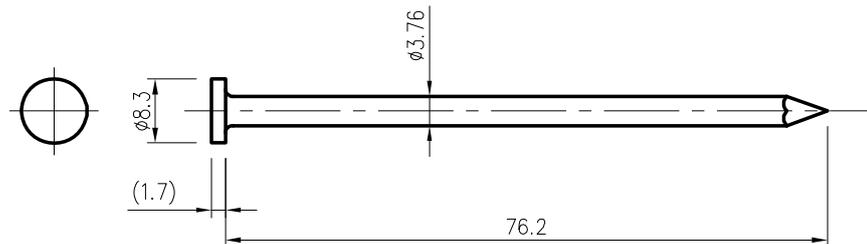


図-2 製品図

## 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)は加力装置に接続されたロードセル（容量;±100kN）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。  

$$\delta = (\delta 1 + \delta 2) / 2$$
 (δ1およびδ2は試験体に設置した変位計の計測値)

(2) 試験荷重速度は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時として評価をする。

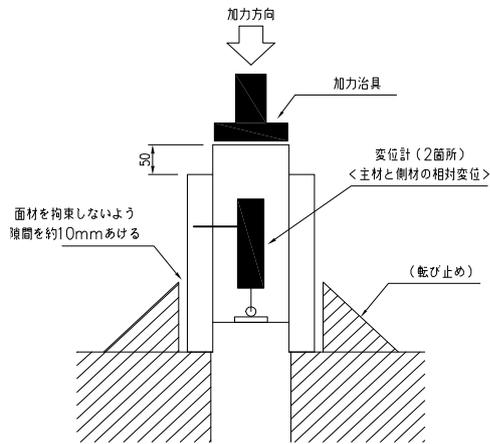


図-3 試験方法 概要図



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。

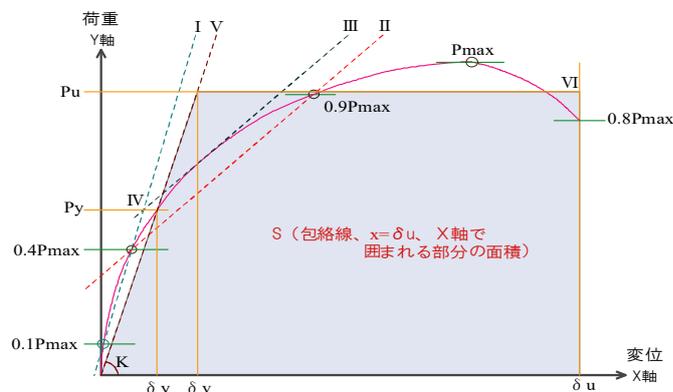


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

### 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. Sb-1 試験結果

Sb-1 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/ 頭径φ8.1

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-1-1	-	0.53	11.3	0.41	-	0.53
Sb-1-2	-	0.54	18.4	0.43	-	0.54
Sb-1-3	-	0.55	13.8	0.44	-	0.55
Sb-1-4	-	0.57	12.1	0.45	-	0.57
Sb-1-5	-	0.58	16.0	0.46	-	0.58
Sb-1-6	-	0.58	13.4	0.46	-	0.58
平均	-	0.56	14.2	0.44	-	0.56

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sb-1-1	1.08	3.00	1.21	3.96	1.82	28.12	1.69	30.00	4.69	3.60	6.40	0.29
Sb-1-2	0.81	1.80	0.91	2.45	1.37	29.91	1.22	30.00	2.71	4.50	11.07	0.22
Sb-1-3	0.70	0.19	0.89	0.97	1.34	6.40	1.21	18.17	0.33	36.84	55.06	0.10
Sb-1-4	1.22	0.78	1.45	1.45	2.17	13.50	2.01	30.00	1.29	15.64	23.26	0.15
Sb-1-5	1.11	0.56	1.28	0.88	1.92	9.40	1.84	30.00	0.93	19.82	32.26	0.13
Sb-1-6	1.13	0.56	1.35	1.04	2.02	8.00	1.92	30.00	0.95	20.18	31.58	0.13
平均	1.01	1.15	1.18	1.79	1.77	15.89	1.65	28.03	1.82	16.76	26.61	0.17
標準偏差	0.20	1.06	0.23	1.21	0.34	10.45	0.35	4.83	1.62	12.24	17.48	0.07
変動係数	0.198		0.195									
ばらつき係数	0.537		0.544									
短期基準耐力	0.54		0.64									

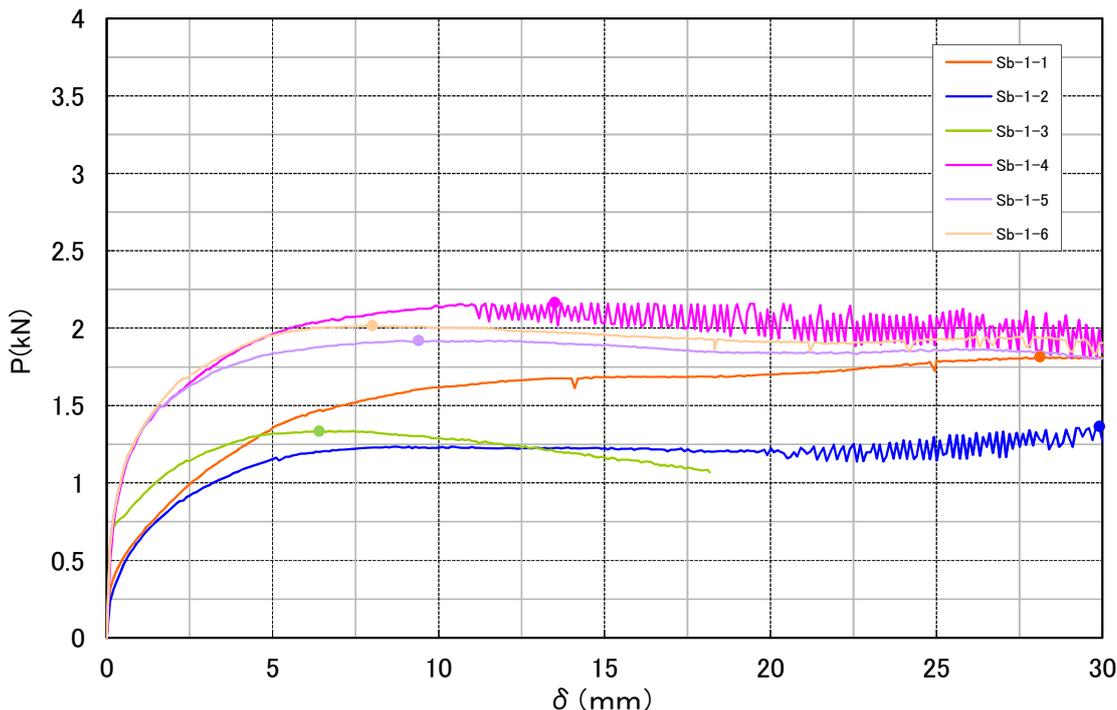


図-5 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)

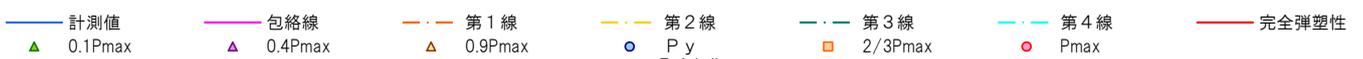
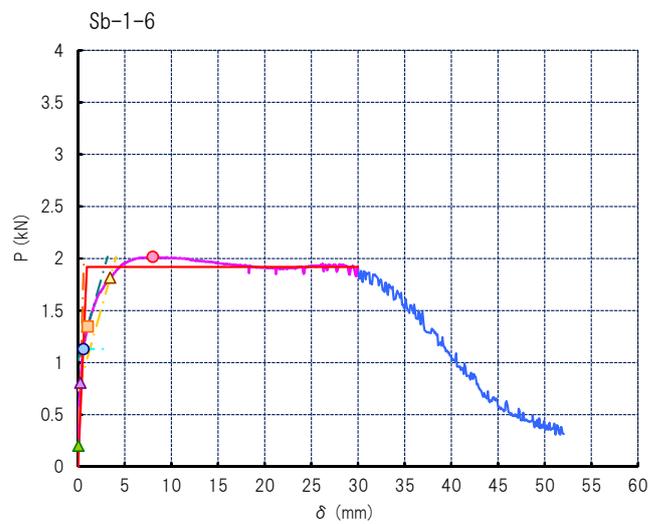
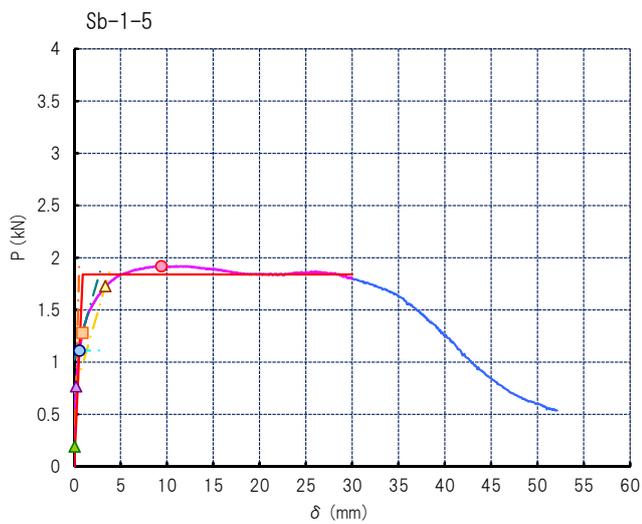
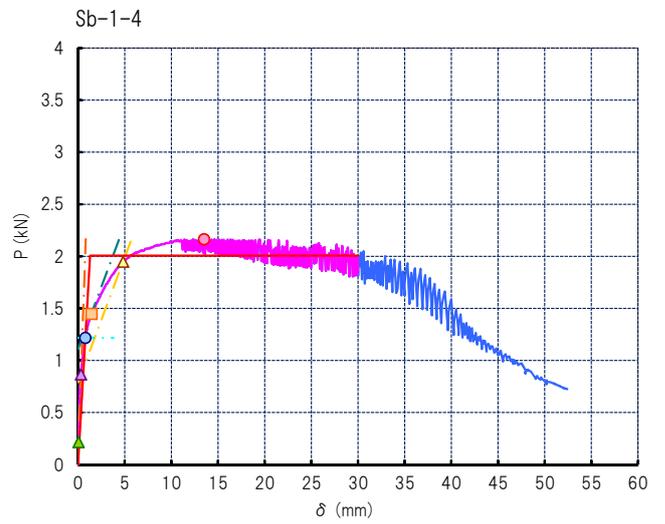
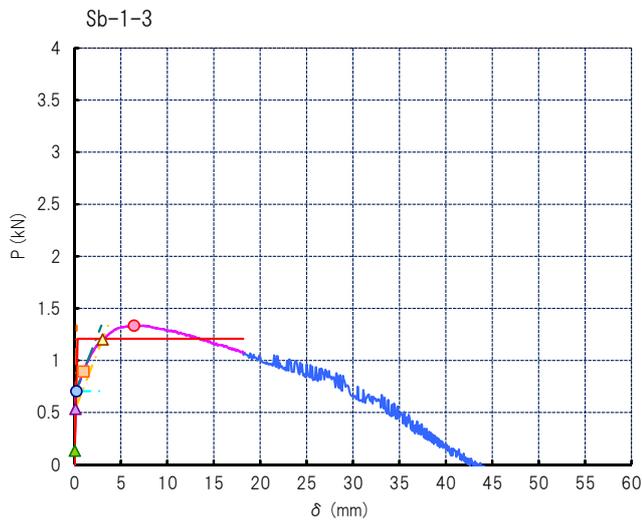
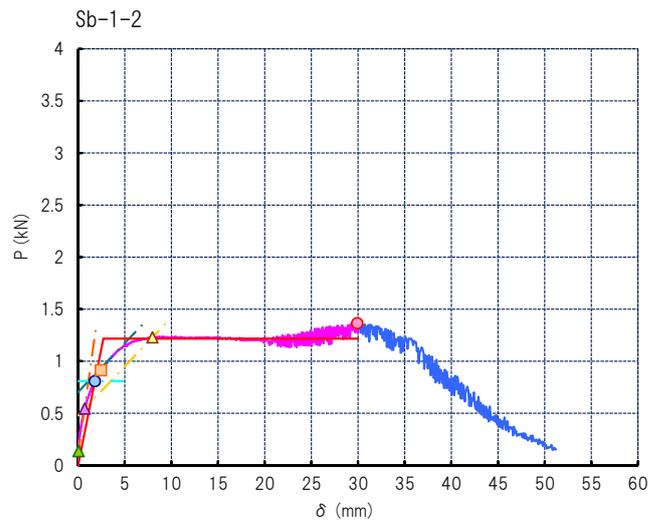
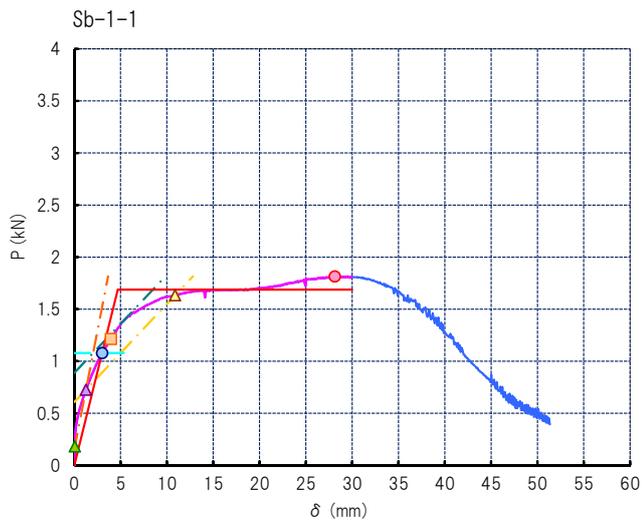


図-6 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-2. Sb-2 試験結果

Sb-2 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-2-1	-	0.52	11.4	0.42	-	0.52
Sb-2-2	-	0.54	13.8	0.44	-	0.54
Sb-2-3	-	0.54	11.6	0.44	-	0.54
Sb-2-4	-	0.57	11.9	0.45	-	0.57
Sb-2-5	-	0.57	14.5	0.46	-	0.57
Sb-2-6	-	0.60	14.1	0.46	-	0.59
平均	-	0.56	12.9	0.45	-	0.56

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sb-2-1	1.41	1.54	1.73	3.05	2.59	19.60	2.40	30.00	2.63	9.16	11.41	0.21
Sb-2-2	1.57	1.50	1.73	2.05	2.60	29.51	2.43	30.00	2.33	10.47	12.88	0.20
Sb-2-3	1.34	0.90	1.64	1.77	2.46	14.51	2.33	30.00	1.57	14.89	19.11	0.16
Sb-2-4	1.57	0.54	1.87	1.24	2.81	14.10	2.67	30.00	0.91	29.07	32.97	0.12
Sb-2-5	1.92	2.22	2.27	3.88	3.41	25.11	3.13	30.00	3.62	8.65	8.29	0.25
Sb-2-6	1.45	0.80	1.66	1.25	2.49	11.60	2.32	30.00	1.28	18.13	23.44	0.15
平均	1.54	1.25	1.82	2.21	2.73	19.07	2.55	30.00	2.06	15.06	18.02	0.18
標準偏差	0.21	0.62	0.24	1.06	0.36	7.03	0.31	0.00	1.00	7.78	9.15	0.05
変動係数	0.136	/	0.132	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.682	/	0.692	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.05	/	1.26	/	/	/	/	/	/	/	/	/

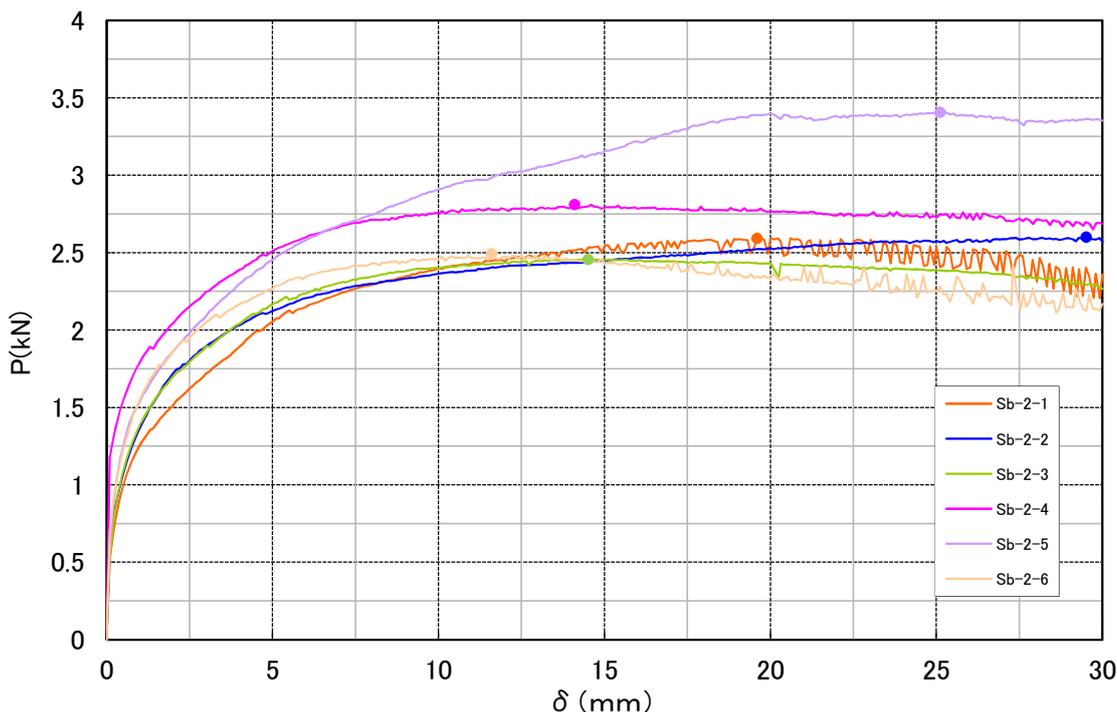
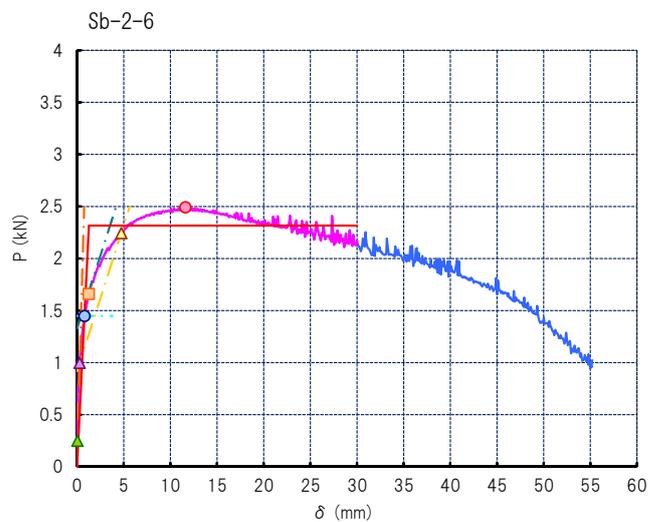
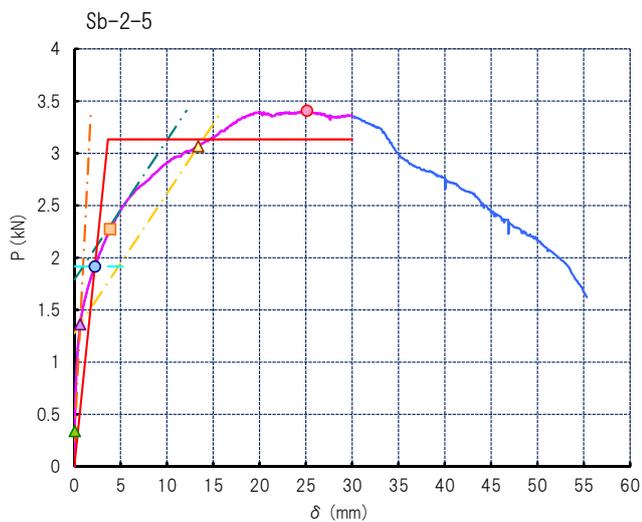
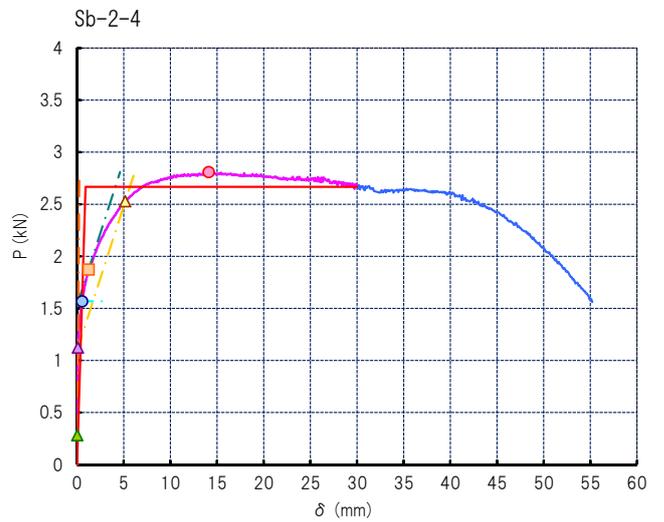
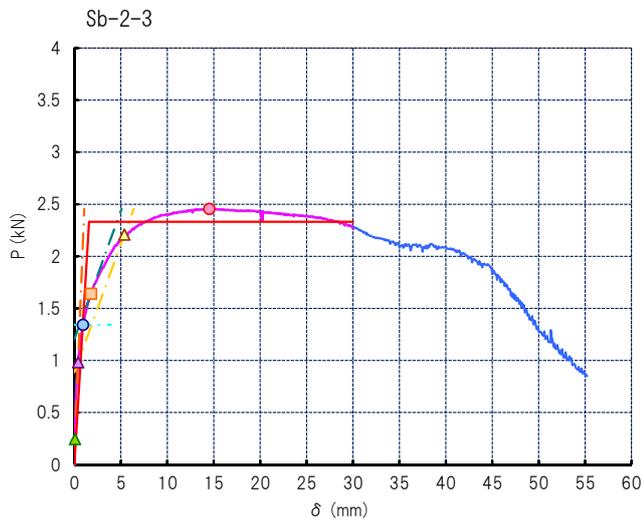
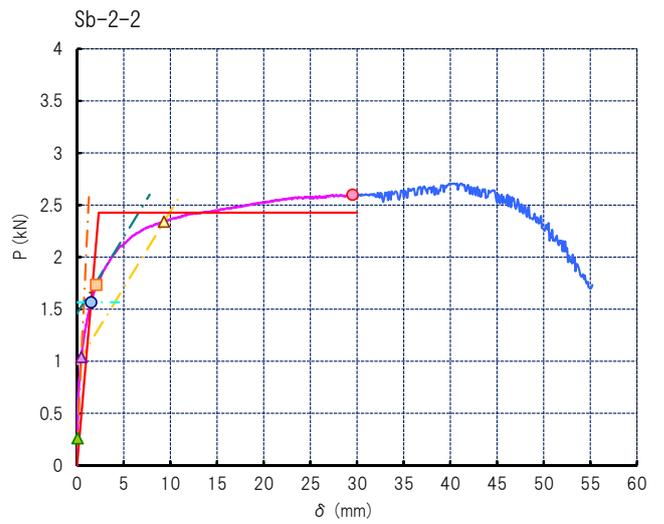
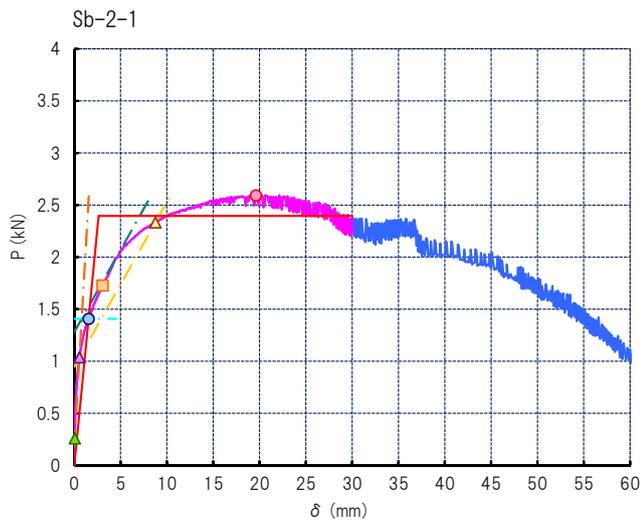


図-7 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      □ 2/3Pmax      ○ Pmax

図-8 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-3. Sb-3 試験結果

Sb-3 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/頭径φ8.1

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-3-1	-	0.71	11.3	0.42	-	0.71
Sb-3-2	-	0.72	12.1	0.44	-	0.72
Sb-3-3	-	0.72	11.4	0.44	-	0.72
Sb-3-4	-	0.72	11.6	0.45	-	0.72
Sb-3-5	-	0.72	13.6	0.46	-	0.72
Sb-3-6	-	0.73	14.6	0.46	-	0.73
平均	-	0.72	12.4	0.45	-	0.72

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sb-3-1	1.03	0.86	1.25	1.81	1.87	12.80	1.76	30.00	1.47	11.98	20.41	0.16
Sb-3-2	1.34	0.85	1.53	1.75	2.29	25.11	2.12	30.00	1.33	15.76	22.56	0.15
Sb-3-3	1.09	0.68	1.33	1.53	2.00	18.51	1.90	30.00	1.18	16.03	25.42	0.14
Sb-3-4	1.14	0.74	1.34	1.44	2.01	27.90	1.88	30.00	1.22	15.41	24.59	0.14
Sb-3-5	1.16	0.56	1.33	0.94	2.00	21.51	1.88	30.00	0.91	20.71	32.97	0.12
Sb-3-6	1.08	0.57	1.34	1.22	2.01	10.50	1.84	28.93	0.97	18.95	29.82	0.13
平均	1.14	0.71	1.35	1.45	2.03	19.39	1.90	29.82	1.18	16.47	25.96	0.14
標準偏差	0.11	0.13	0.09	0.33	0.14	6.82	0.12	0.44	0.21	3.04	4.66	0.01
変動係数	0.096	/	0.067	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.776	/	0.843	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	0.88	/	1.14	/	/	/	/	/	/	/	/	/

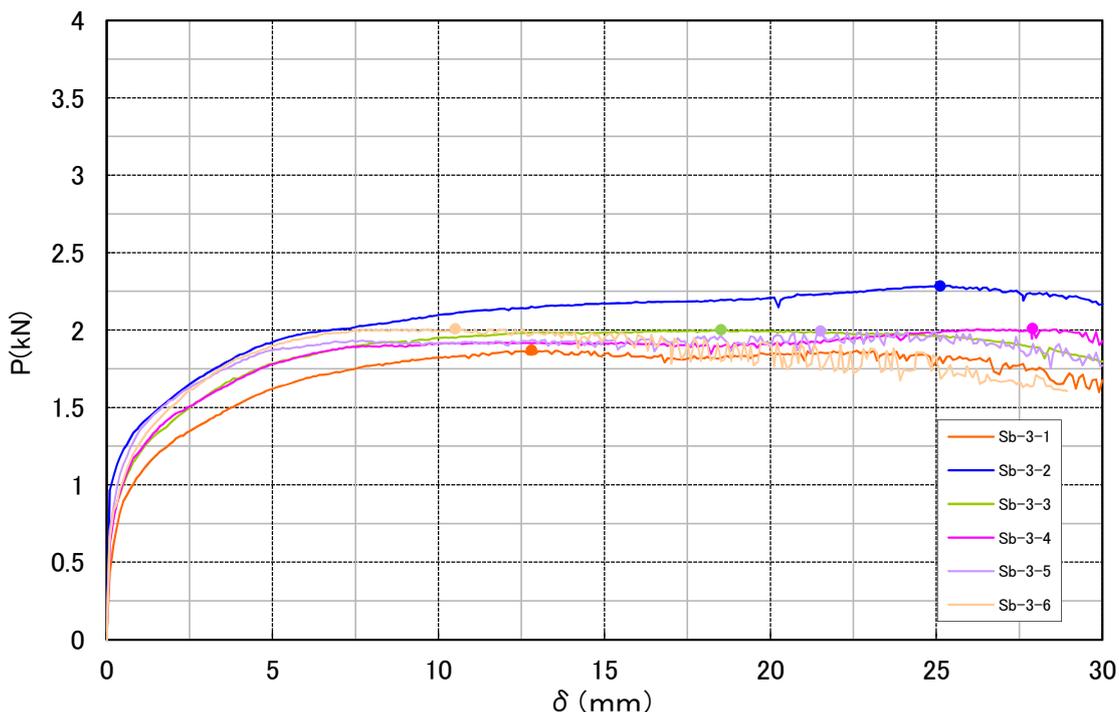
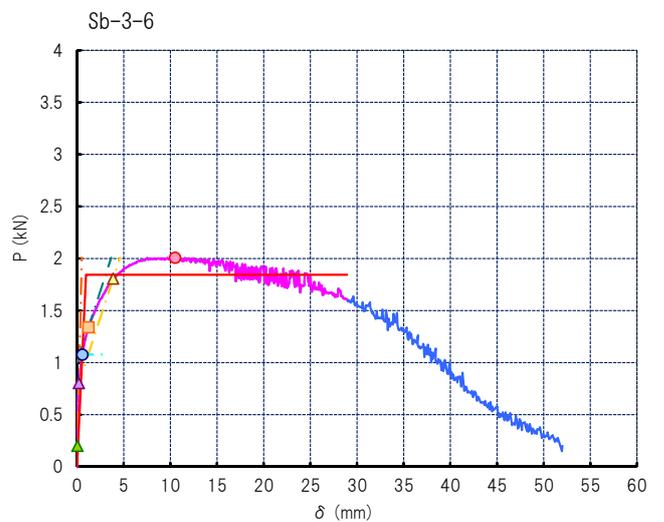
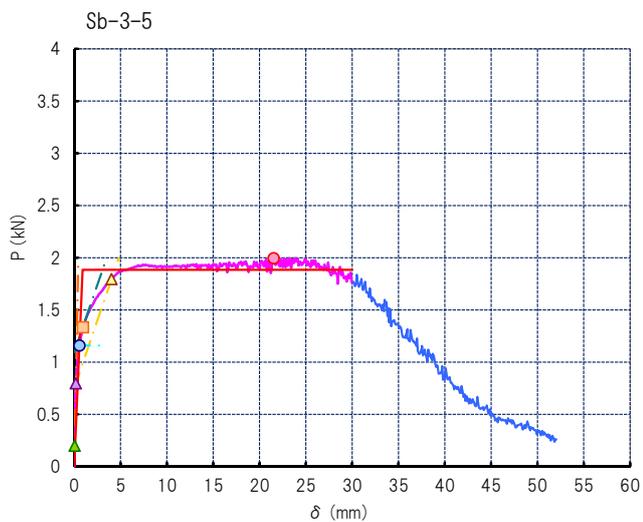
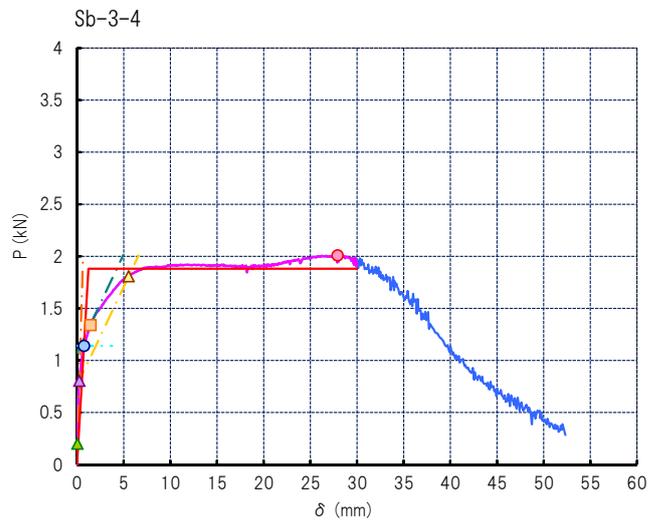
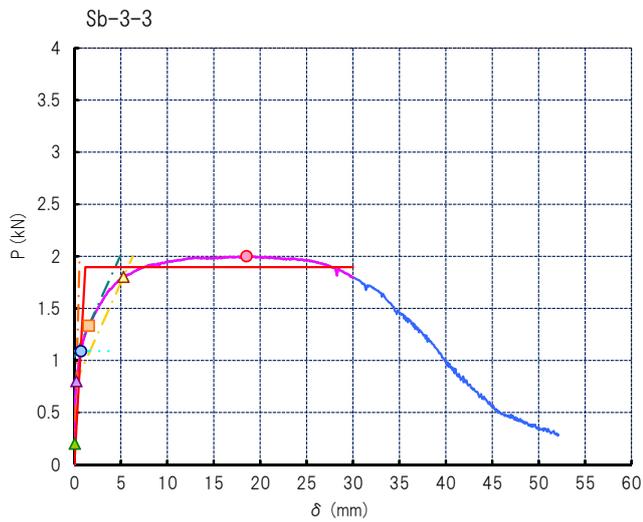
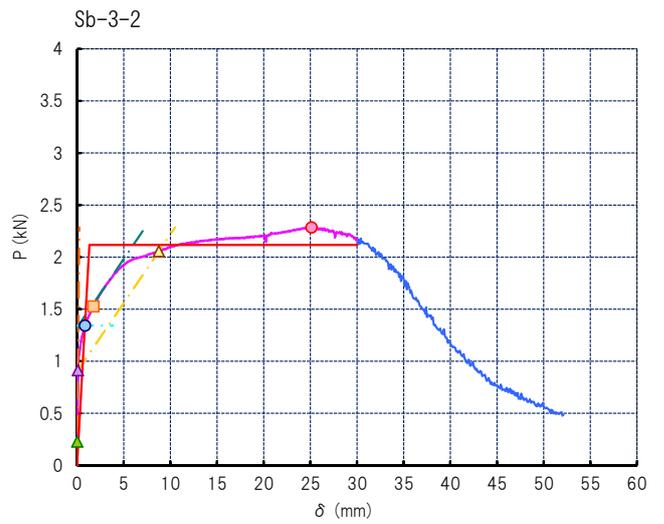
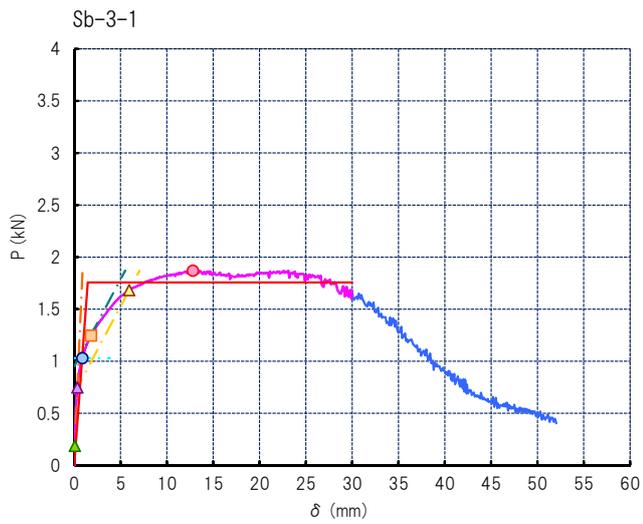


図-9 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



— 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      ○  $P_y$       □  $2/3P_{max}$       ○  $P_{max}$

図-10 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-4. Sb-4 試験結果

Sb-4 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3

表-7 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-4-1	-	0.71	11.0	0.42	-	0.71
Sb-4-2	-	0.71	12.0	0.44	-	0.71
Sb-4-3	-	0.72	11.3	0.44	-	0.72
Sb-4-4	-	0.72	11.1	0.45	-	0.72
Sb-4-5	-	0.72	13.3	0.46	-	0.72
Sb-4-6	-	0.73	13.6	0.47	-	0.73
平均	-	0.72	12.1	0.45	-	0.72

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py kN	$\delta y$ mm	2/3Pmax kN	$\delta_{2/3Pmax}$ mm	Pmax kN	$\delta_{Pmax}$ mm	Pu kN	$\delta u$ mm				
Sb-4-1	1.34	1.05	1.69	2.72	2.53	17.90	2.34	30.00	1.85	12.76	16.22	0.18
Sb-4-2	1.68	2.15	1.99	3.96	2.98	29.11	2.72	30.00	3.47	7.81	8.65	0.25
Sb-4-3	1.63	1.52	1.85	2.61	2.77	23.30	2.54	30.00	2.37	10.72	12.66	0.20
Sb-4-4	1.43	1.13	1.67	2.01	2.50	17.81	2.36	30.00	1.86	12.65	16.13	0.18
Sb-4-5	1.47	0.85	1.67	1.34	2.51	13.10	2.30	30.00	1.34	17.29	22.39	0.15
Sb-4-6	1.53	0.69	1.73	1.09	2.60	12.40	2.39	29.82	1.08	22.17	27.61	0.14
平均	1.51	1.23	1.77	2.29	2.65	18.94	2.44	29.97	2.00	13.90	17.28	0.18
標準偏差	0.13	0.53	0.13	1.05	0.19	6.35	0.16	0.07	0.85	5.10	6.80	0.04
変動係数	0.086	/	0.073	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.799	/	0.829	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.21	/	1.47	/	/	/	/	/	/	/	/	/

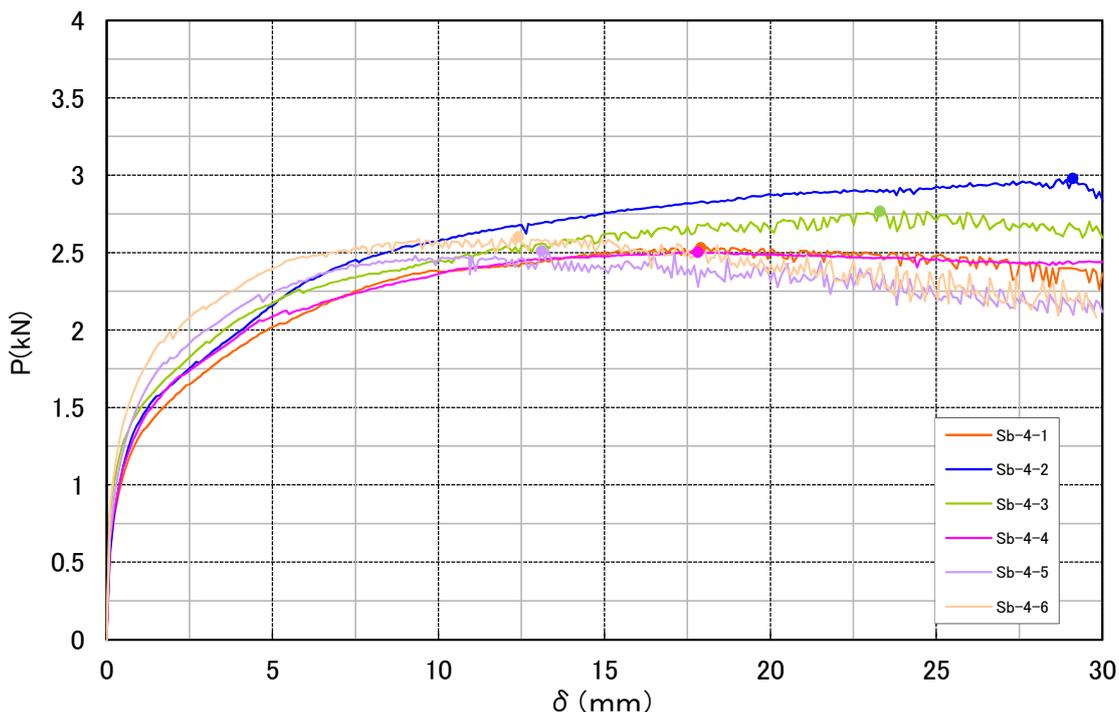
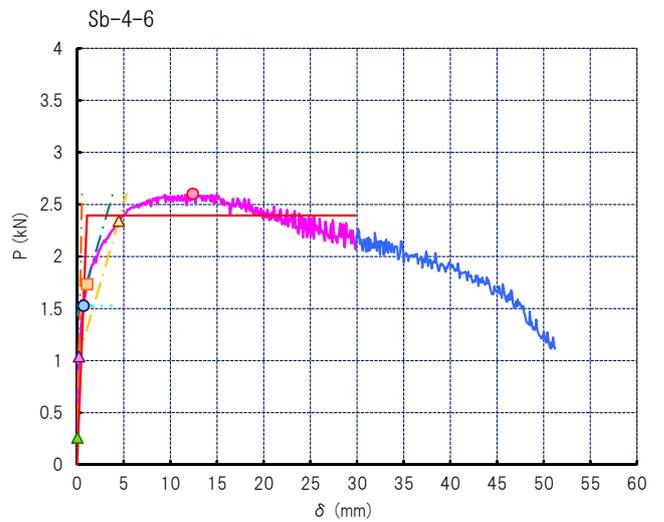
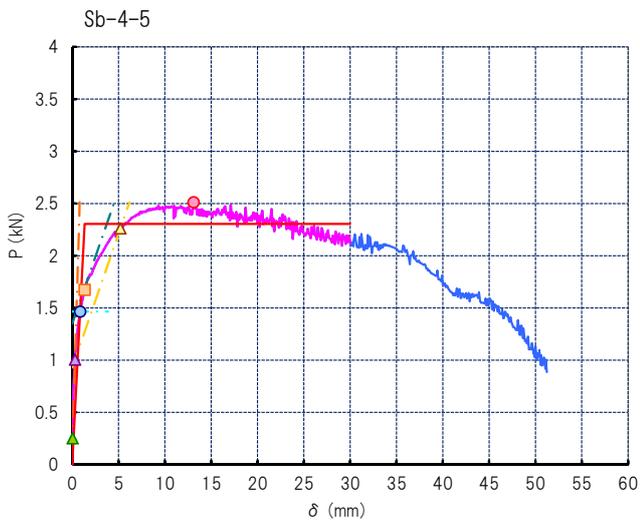
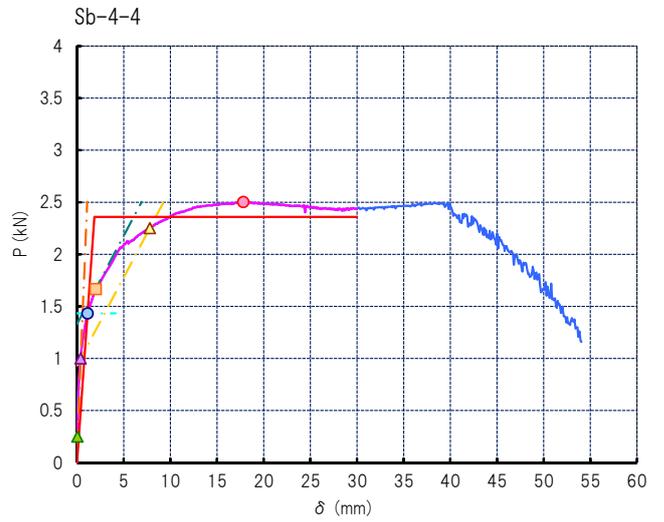
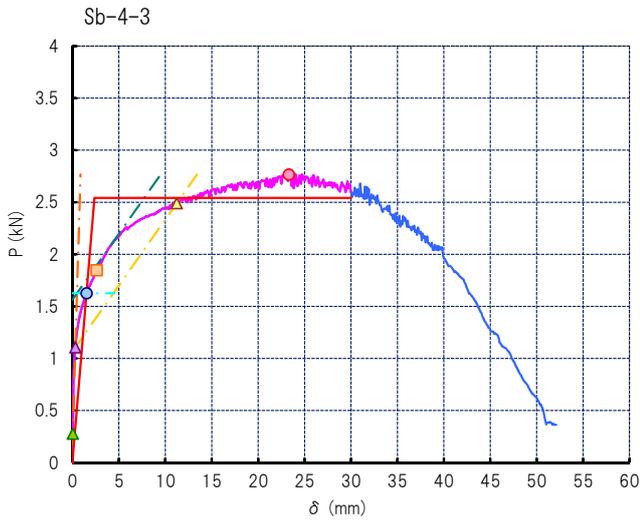
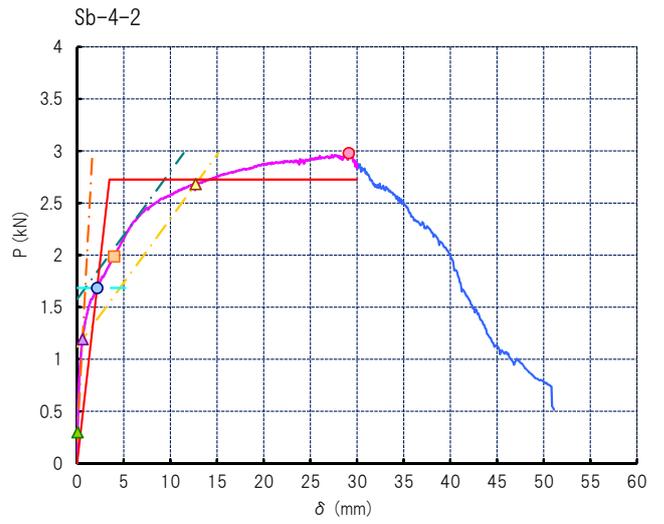
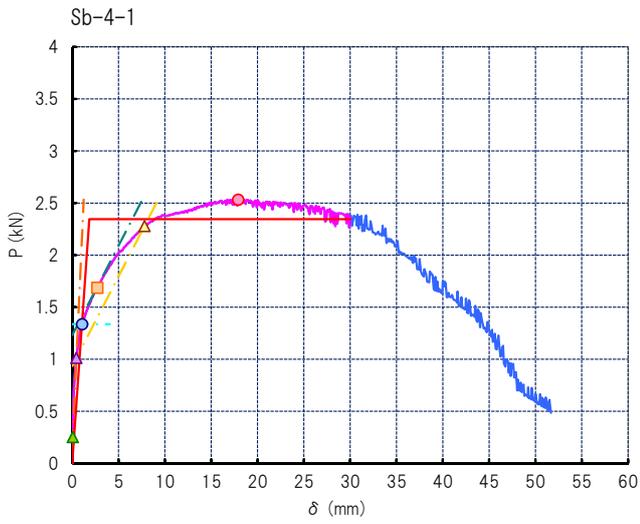


図-11 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      □ 2/3Pmax      ○ Pmax

図-12 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-5. Sb-5 試験結果

Sb-5 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向;-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 型/頭径φ8.1

表-9 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-5-1	-	0.69	10.9	0.42	-	0.69
Sb-5-2	-	0.69	11.8	0.44	-	0.69
Sb-5-3	-	0.70	11.1	0.44	-	0.72
Sb-5-4	-	0.70	11.0	0.45	-	0.70
Sb-5-5	-	0.70	12.6	0.46	-	0.71
Sb-5-6	-	0.71	12.6	0.47	-	0.71
平均	-	0.70	11.7	0.45	-	0.70

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sb-5-1	1.03	0.54	1.30	1.26	1.95	10.71	1.88	30.00	0.99	19.07	30.30	0.13
Sb-5-2	1.64	1.70	1.79	2.56	2.69	28.40	2.44	30.00	2.53	9.65	11.86	0.21
Sb-5-3	1.15	0.55	1.41	1.38	2.11	25.11	2.00	30.00	0.96	20.91	31.25	0.13
Sb-5-4	0.80	1.53	1.01	3.08	1.52	28.01	1.40	30.00	2.68	5.23	11.19	0.22
Sb-5-5	1.26	0.68	1.57	2.14	2.35	24.20	2.17	30.00	1.17	18.53	25.64	0.14
Sb-5-6	1.40	0.52	1.58	0.86	2.37	10.41	2.27	30.00	0.85	26.92	35.29	0.12
平均	1.21	0.92	1.44	1.88	2.17	21.14	2.03	30.00	1.53	16.72	24.26	0.16
標準偏差	0.29	0.54	0.27	0.85	0.40	8.35	0.36	0.00	0.84	7.90	10.33	0.04
変動係数	0.240	/	0.188	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.439	/	0.561	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	0.53	/	0.81	/	/	/	/	/	/	/	/	/

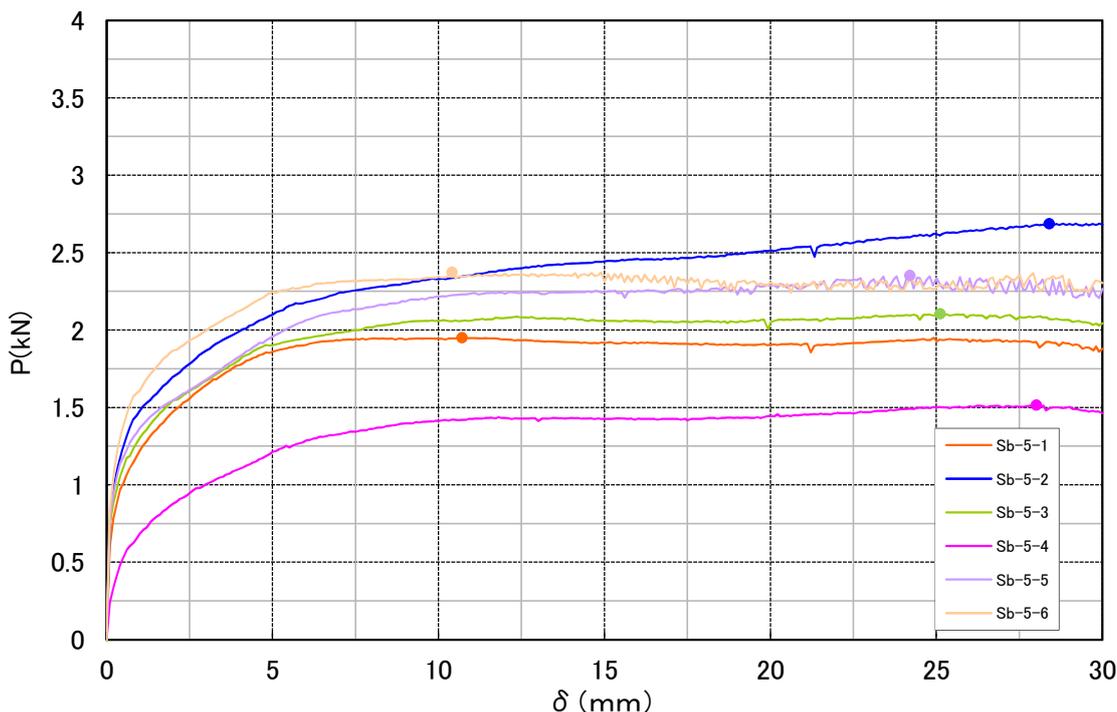


図-13 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)

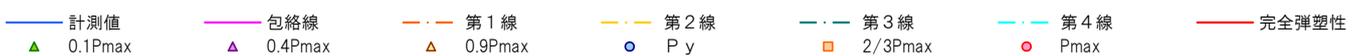
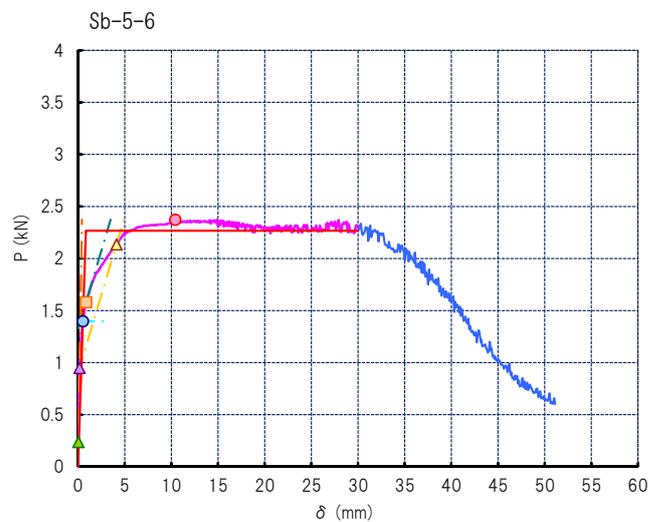
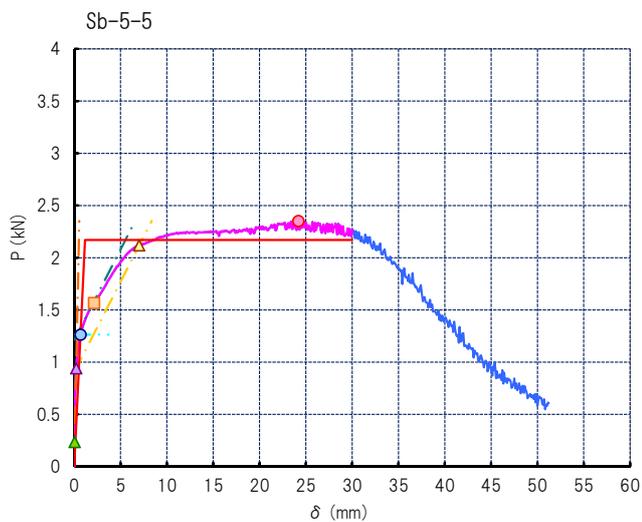
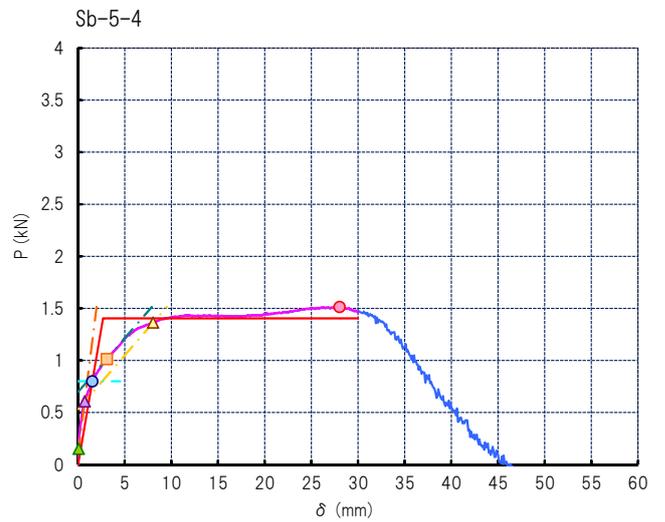
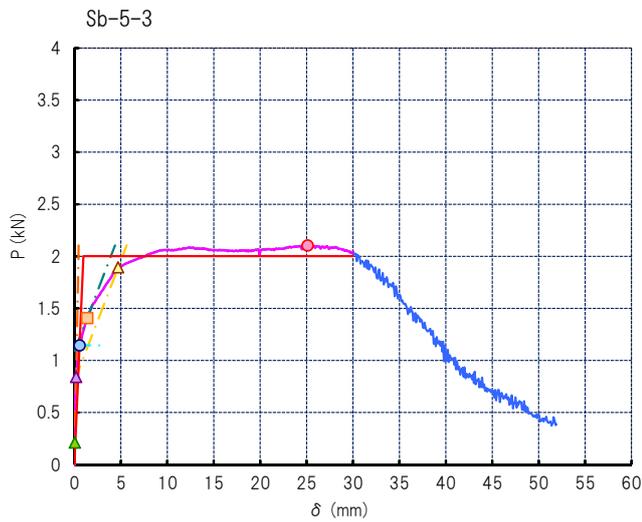
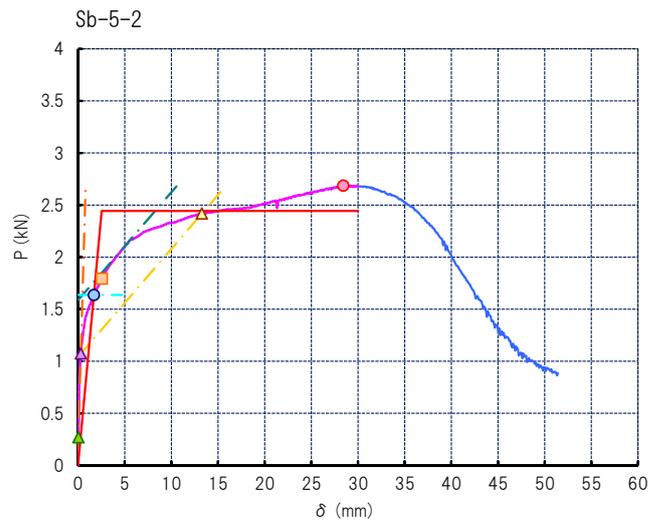
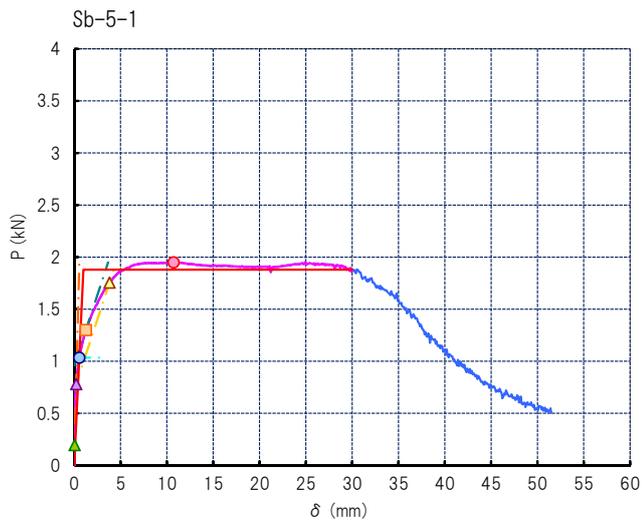


図-14 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

3-6. Sb-6 試験結果

Sb-6 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向;-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ8.3

表-11 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sb-6-1	-	0.69	11.6	0.42	-	0.69
Sb-6-2	-	0.70	11.6	0.44	-	0.70
Sb-6-3	-	0.70	10.6	0.44	-	0.70
Sb-6-4	-	0.70	13.8	0.45	-	0.70
Sb-6-5	-	0.70	14.1	0.46	-	0.70
Sb-6-6	-	0.71	12.0	0.47	-	0.71
平均	-	0.70	12.3	0.45	-	0.70

表-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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sb-6-1	1.20	0.65	1.33	1.13	2.00	12.71	1.82	30.00	0.99	18.46	30.30	0.13
Sb-6-2	1.89	1.06	1.96	1.23	2.94	30.00	2.76	30.00	1.55	17.83	19.35	0.16
Sb-6-3	1.57	0.29	1.76	0.70	2.64	15.71	2.54	30.00	0.48	54.14	62.50	0.09
Sb-6-4	1.44	0.59	1.72	1.15	2.58	13.00	2.47	30.00	1.02	24.41	29.41	0.13
Sb-6-5	1.55	0.52	1.81	0.95	2.71	17.50	2.52	30.00	0.84	29.81	35.71	0.12
Sb-6-6	1.69	0.64	1.95	1.04	2.93	14.61	2.65	26.87	1.01	26.41	26.60	0.14
平均	1.56	0.63	1.76	1.03	2.63	17.26	2.46	29.48	0.98	28.51	33.98	0.13
標準偏差	0.23	0.25	0.23	0.19	0.34	6.49	0.33	1.28	0.35	13.38	14.96	0.02
変動係数	0.147	/	0.131	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.657	/	0.694	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.02	/	1.22	/	/	/	/	/	/	/	/	/

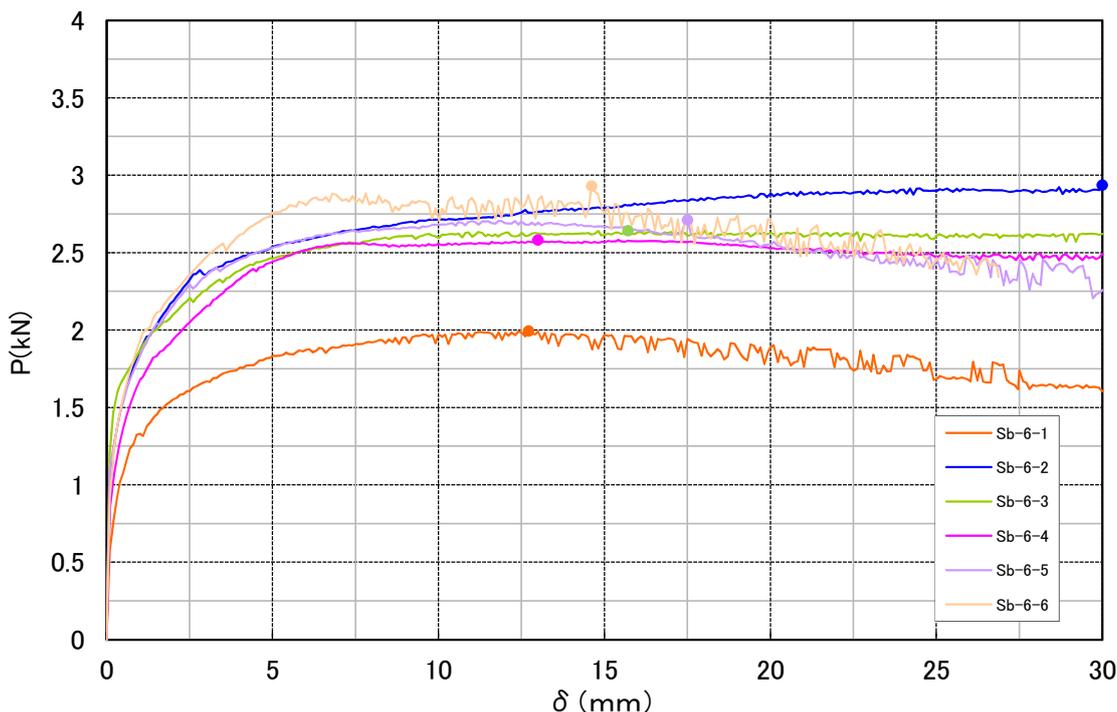
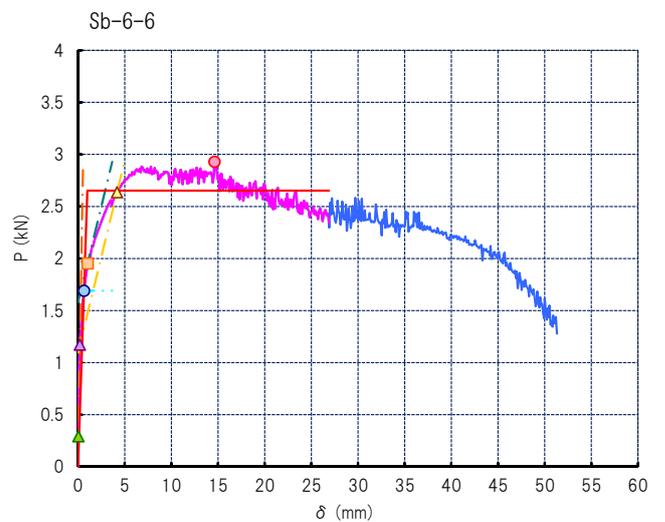
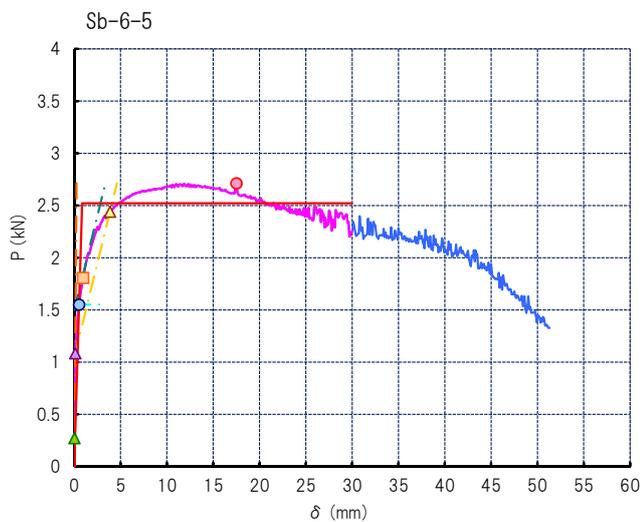
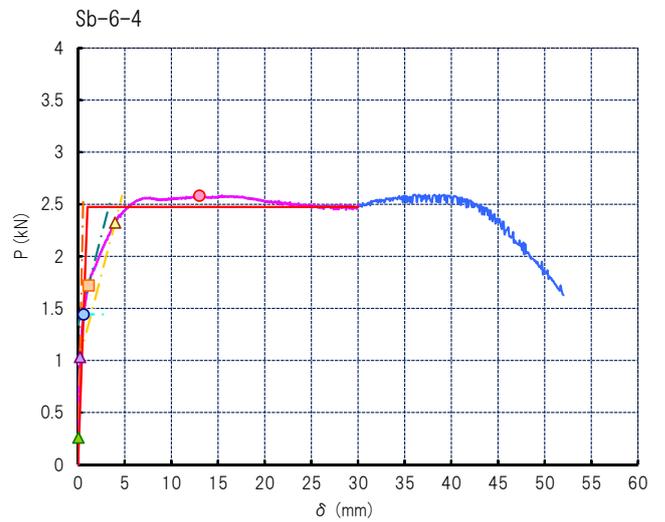
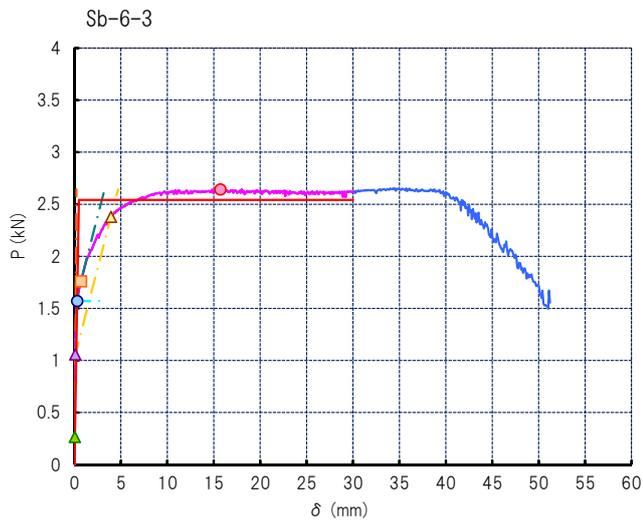
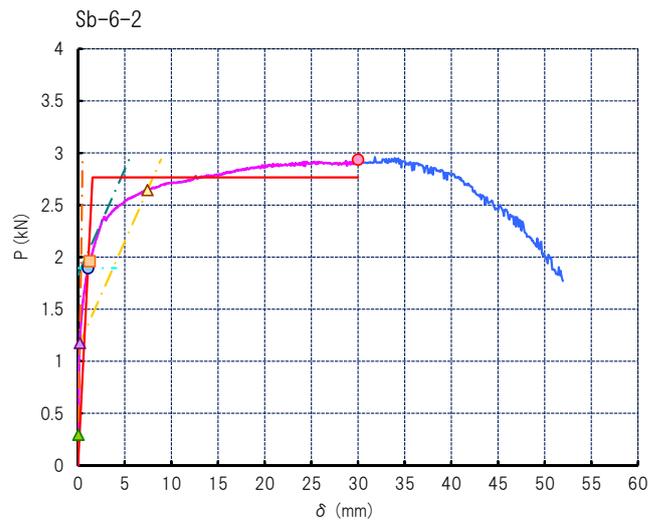
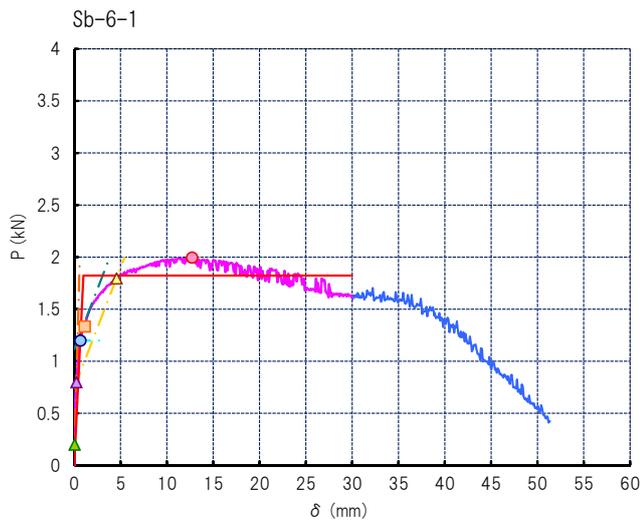


図-15 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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<sub>y</sub>      □ 2/3Pmax      ○ Pmax

図-16 P-δ曲線 (各試験体一覽)

## 4 試験後 写真

Sb-1



写真-2 Sb-1「試験終了後」



写真-3 Sb-1「試験終了後」

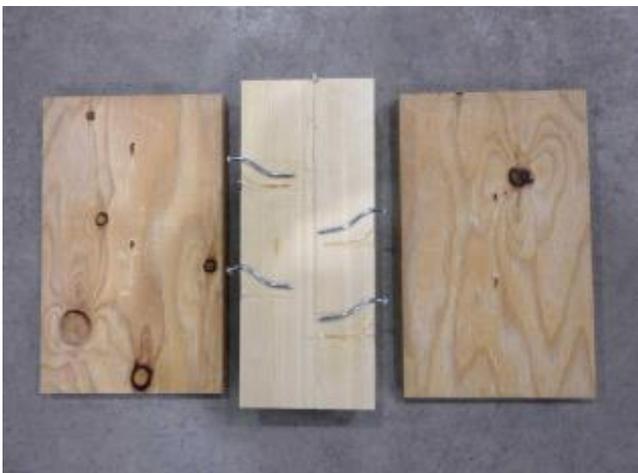


写真-4 Sb-1「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sb-1	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	3	3	3	4	3	
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	

単位  
: 本

Sb-2



写真-5 Sb-2「試験終了後」



写真-6 Sb-2「試験終了後」

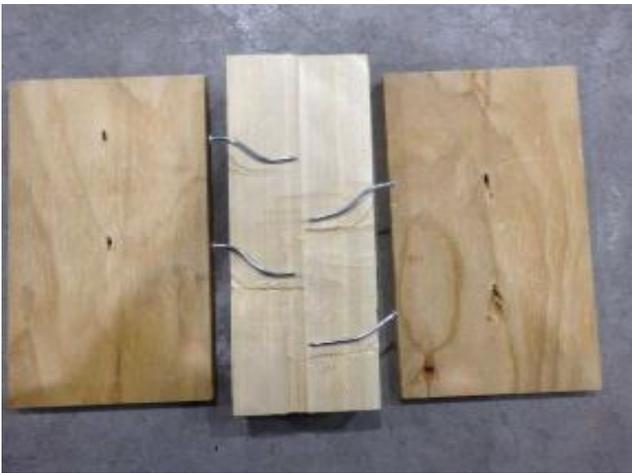


写真-7 Sb-2「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sb-2	面材からのくぎ頭パンチングアウト	1	-	1	-	1	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	3	4	3	4	3	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sb-3

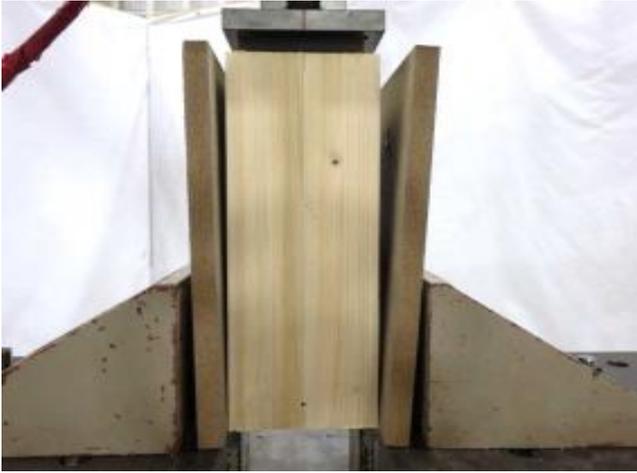


写真-8 Sb-3「試験終了後」

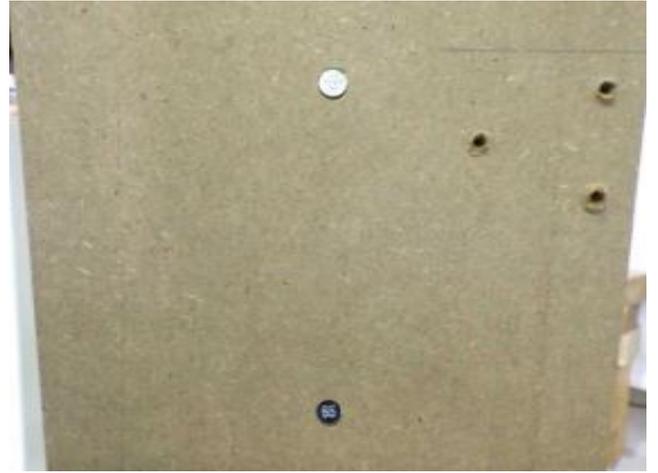


写真-9 Sb-3「試験終了後」

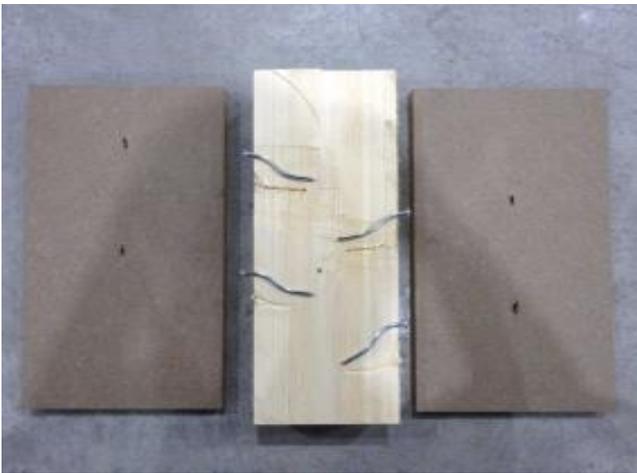


写真-10 Sb-3「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sb-3	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	3	4	4	2	2	
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	

単位  
: 本

Sb-4

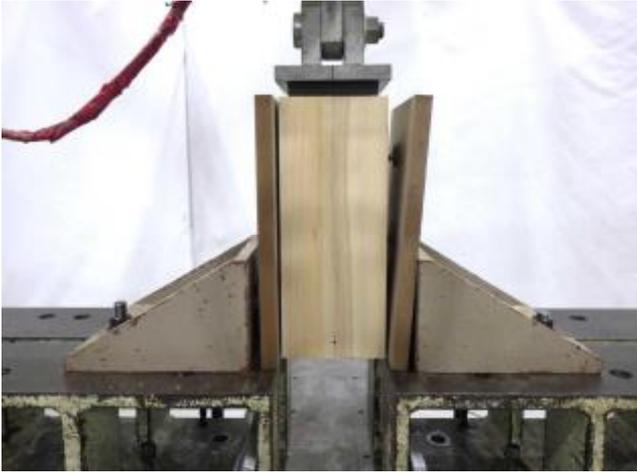


写真-11 Sb-4「試験終了後」

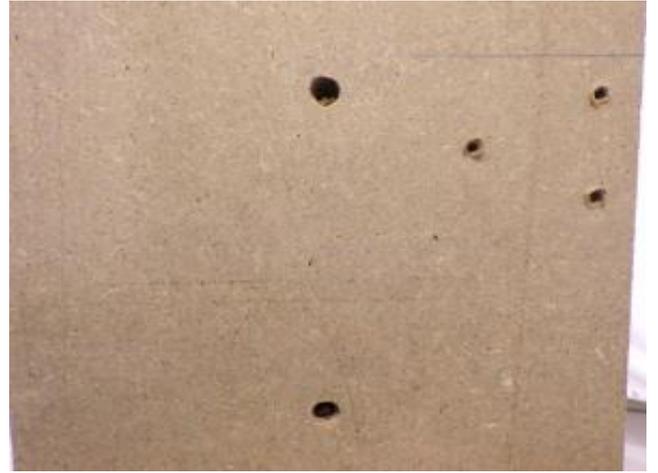


写真-12 Sb-4「試験終了後」

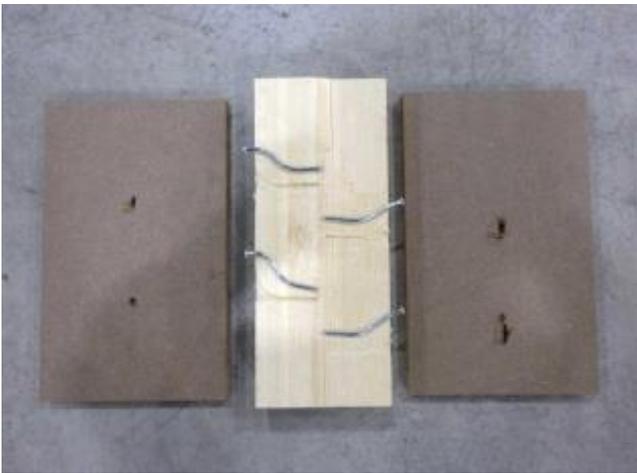


写真-13 Sb-4「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sb-4	面材からのくぎ頭パンチングアウト		2	2	2	1	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み		3	2	4	3	4	4
	主材からのくぎの引き抜け		4	4	4	4	4	4
	主材の割れ		-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sa-5



写真-14 Sa-5「試験終了後」



写真-15 Sa-5「試験終了後」

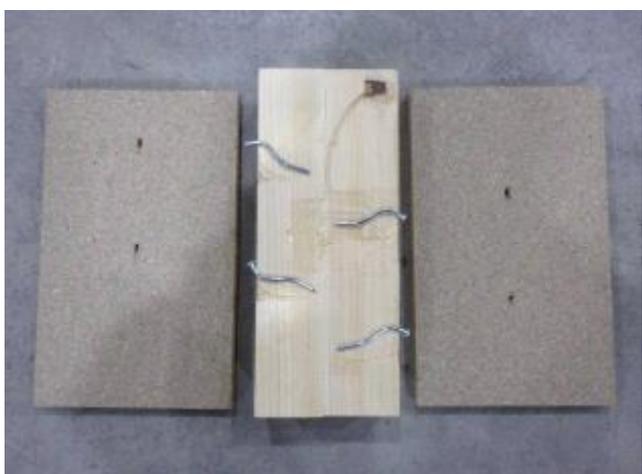


写真-16 Sa-5「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sa-5	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	4	2	2	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sb-6

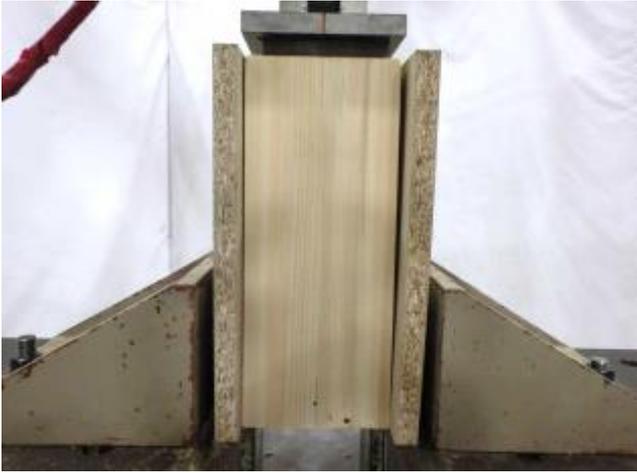


写真-17 Sb-6「試験終了後」



写真-18 Sb-6「試験終了後」

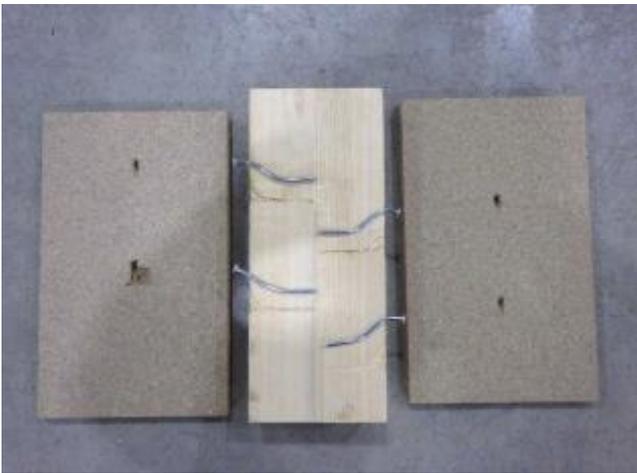
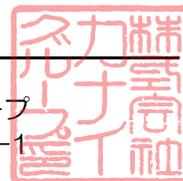


写真-19 Sb-6「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sb-6	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	1	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	3	4	4	4	4	3
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

## 性能試験報告書



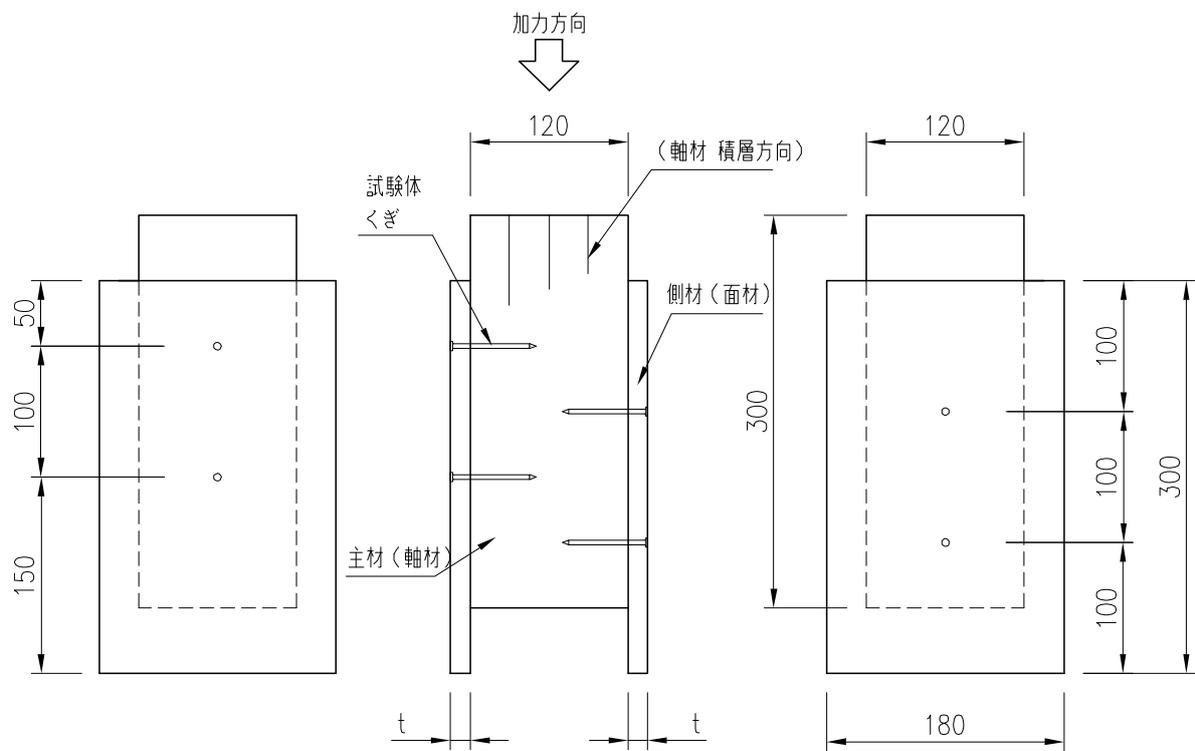
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2022年12月19日

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 (3) 特注 CNZ 75 型/長さ 65mm																
試験内容	<p>[試験体概要]</p> <p>&lt;共通 主材(軸材)&gt; 同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種:ヒノキ 120×120</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>試験体記号</th> <th>側材(面材)</th> <th>加力に対する面材繊維方向</th> <th>接合具(くぎ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sd-1</td> <td>構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm</td> <td>平行</td> <td rowspan="3">特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm</td> </tr> <tr> <td>Sd-2</td> <td>MDF 曲げ強度区分:25 厚み 18mm</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Sd-3</td> <td>パーティクルボード 厚み 18mm</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>[試験体数] 各6体 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>			試験体記号	側材(面材)	加力に対する面材繊維方向	接合具(くぎ)	Sd-1	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm	平行	特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm	Sd-2	MDF 曲げ強度区分:25 厚み 18mm	—	Sd-3	パーティクルボード 厚み 18mm	—
	試験体記号	側材(面材)	加力に対する面材繊維方向	接合具(くぎ)													
Sd-1	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm	平行	特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm														
Sd-2	MDF 曲げ強度区分:25 厚み 18mm	—															
Sd-3	パーティクルボード 厚み 18mm	—															
試験方法 評価方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧縮加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。</li> <li>・載荷速度:0.2mm/sec、計測変位 側材と主材の相対変位</li> <li>・上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> <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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>試験体記号</th> <th>降伏耐力 (kN)</th> <th>最大荷重値平均 (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sd-1</td> <td>1.04</td> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>Sd-2</td> <td>1.24</td> <td>2.49</td> </tr> <tr> <td>Sd-3</td> <td>1.25</td> <td>2.57</td> </tr> </tbody> </table>	試験体記号	降伏耐力 (kN)	最大荷重値平均 (kN)	Sd-1	1.04	2.30	Sd-2	1.24	2.49	Sd-3	1.25	2.57	<p>数値は くぎ 1本あたり ※詳細は 「3 試験結果」 参照</p>			
試験体記号	降伏耐力 (kN)	最大荷重値平均 (kN)															
Sd-1	1.04	2.30															
Sd-2	1.24	2.49															
Sd-3	1.25	2.57															
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 試験担当者 : 田中 進、志田 竜聖 (株式会社カナイグループ) 試験期間 : 2022/12/8~2022/12/9</p>																

# 1 試験体

## 1-1. 試験体図



試験体記号	主材(軸材)	側材(面材)	面材厚み t(mm)	加力に対する 面材繊維方向	接合具(くぎ)
Sd-1	同一等級構造用集成材 E95-F315、 樹種:ヒノキ	構造用合板 特類2級 (カラマツ)	18	平行	特注 CNZ 75型/長さ65
Sd-2		MDF 曲げ強度区分:25	18	-	特注 CNZ 75型/長さ65
Sd-3		パーティクルボード	18	-	特注 CNZ 75型/長さ65

図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75型/長さ65

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)

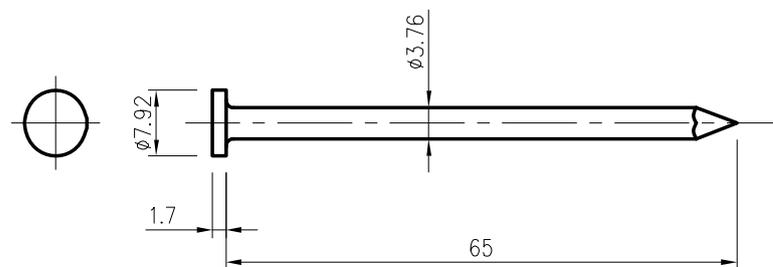


図-2 製品図

## 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)は加力装置に接続されたロードセル（容量;±100kN）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。  

$$\delta = (\delta 1 + \delta 2) / 2$$
 (δ1およびδ2は試験体に設置した変位計の計測値)

(2) 試験荷重速度は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時として評価をする。

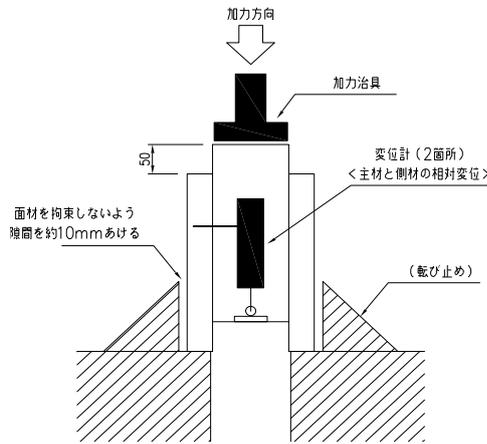


図-3 試験方法 概要図



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。

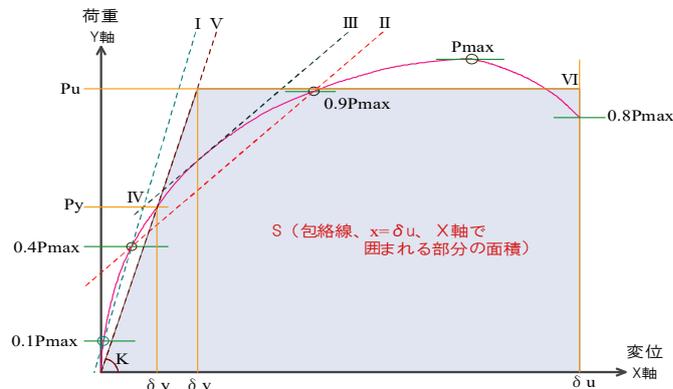


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

### 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. Sd-1 試験結果

Sd-1 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sd-1-1	-	0.57	11.3	0.42	-	0.57
Sd-1-2	-	0.57	12.6	0.44	-	0.57
Sd-1-3	-	0.58	15.1	0.44	-	0.58
Sd-1-4	-	0.58	12.5	0.45	-	0.58
Sd-1-5	-	0.58	14.3	0.46	-	0.58
Sd-1-6	-	0.58	12.5	0.47	-	0.58
平均	-	0.58	13.1	0.45	-	0.58

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sd-1-1	1.21	0.54	1.47	1.14	2.21	8.80	2.02	27.01	0.90	22.41	30.01	0.13
Sd-1-2	1.38	0.25	1.39	0.26	2.09	5.00	1.78	27.60	0.32	55.32	85.58	0.08
Sd-1-3	1.51	0.44	1.60	0.57	2.40	24.51	2.28	30.00	0.67	34.32	44.78	0.11
Sd-1-4	1.34	0.46	1.69	1.13	2.54	7.30	2.21	26.00	0.76	29.19	34.40	0.12
Sd-1-5	1.28	0.75	1.55	1.33	2.33	9.00	2.17	30.00	1.27	17.07	23.62	0.15
Sd-1-6	1.20	0.45	1.49	0.93	2.24	5.81	1.96	24.62	0.74	26.36	33.07	0.12
平均	1.32	0.48	1.53	0.89	2.30	10.07	2.07	27.54	0.78	30.78	41.91	0.12
標準偏差	0.12	0.16	0.11	0.40	0.16	7.25	0.19	2.16	0.31	13.38	22.48	0.02
変動係数	0.091	/	0.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.787	/	0.832	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.04	/	1.27	/	/	/	/	/	/	/	/	/

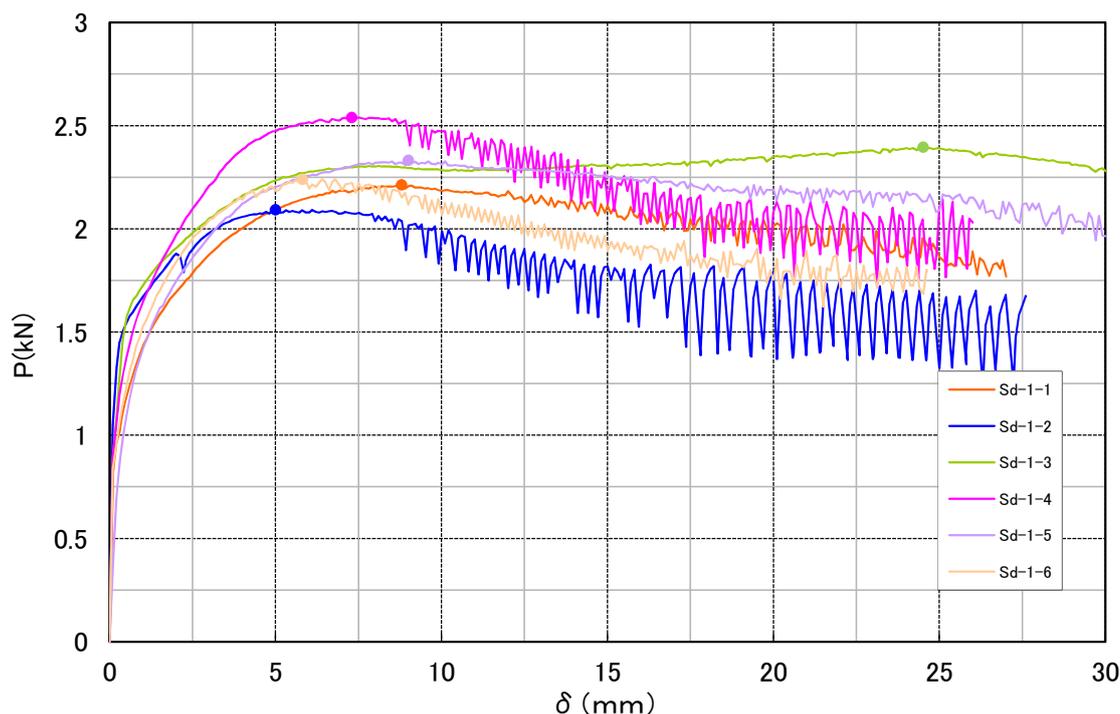
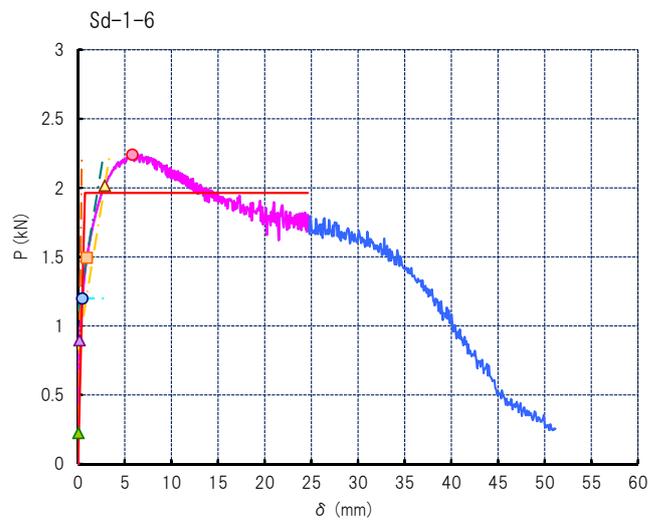
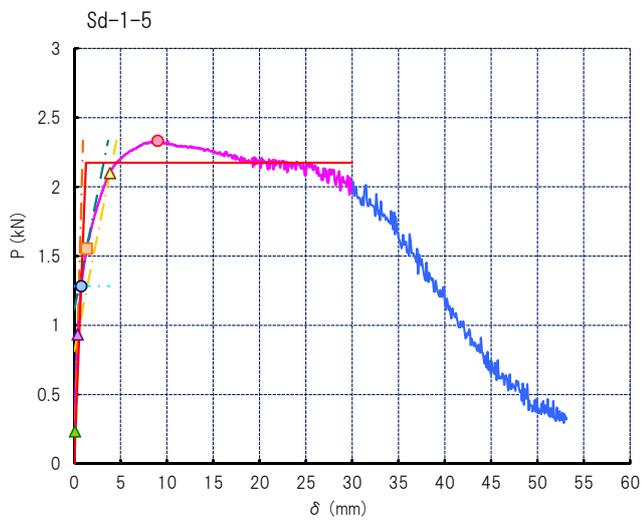
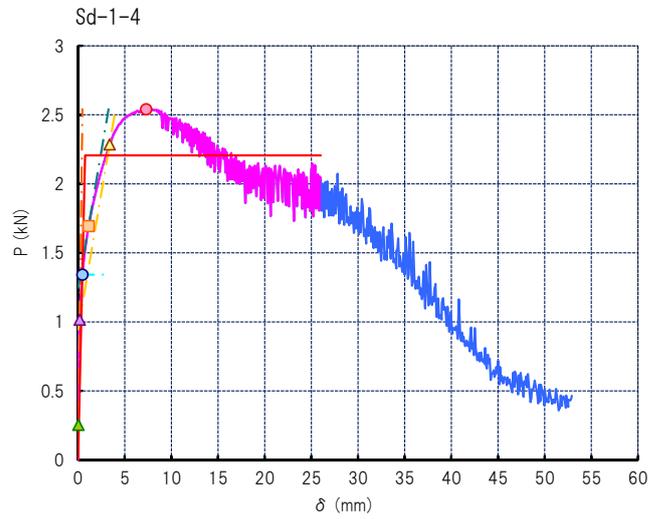
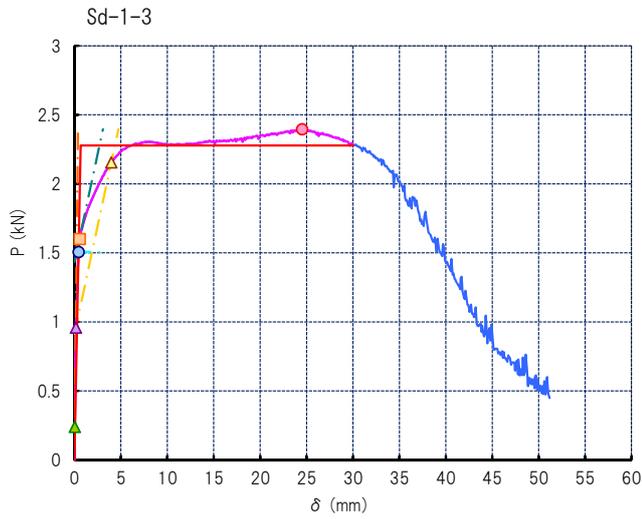
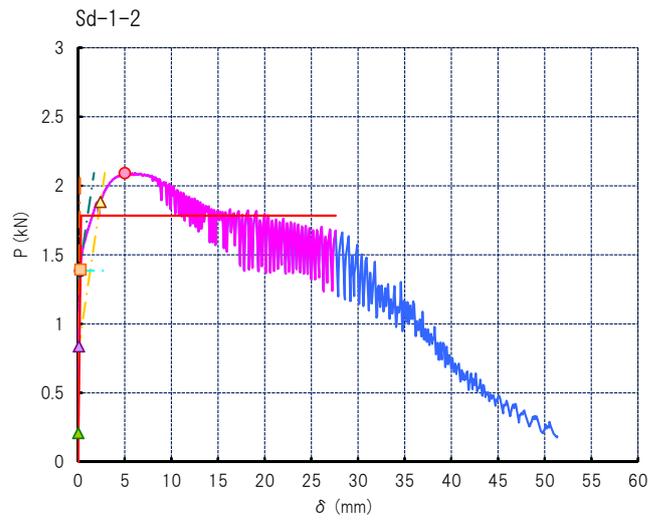
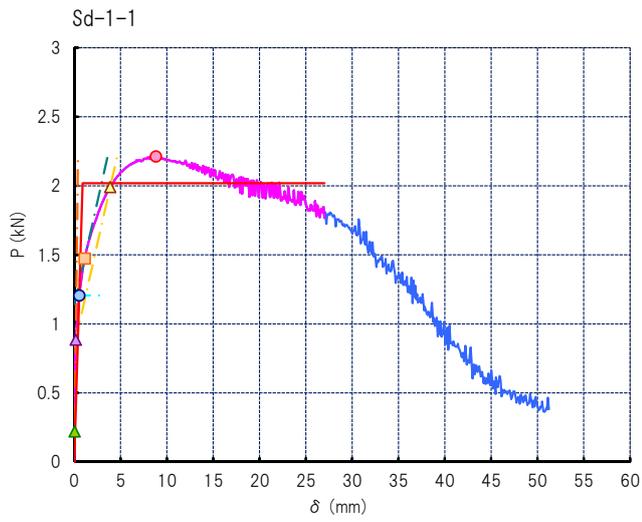


図-5 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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 一覽)

3-2. Sd-2 試験結果

Sd-2 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sd-2-1	-	0.72	11.1	0.42	-	0.72
Sd-2-2	-	0.72	12.0	0.44	-	0.72
Sd-2-3	-	0.72	14.9	0.44	-	0.72
Sd-2-4	-	0.72	12.1	0.45	-	0.72
Sd-2-5	-	0.73	13.6	0.46	-	0.73
Sd-2-6	-	0.73	14.5	0.47	-	0.73
平均	-	0.72	13.0	0.45	-	0.72

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	初期剛性	塑性率	構造特性 係数 Ds
	Py	δ y	2/3Pmax	δ <sub>2/3Pmax</sub>	Pmax	δ <sub>Pmax</sub>	Pu	δ u	δ v	K	μ	-
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN/cm	-	-
Sd-2-1	1.33	0.89	1.57	1.84	2.35	23.62	2.19	30.00	1.47	14.94	20.41	0.16
Sd-2-2	1.57	0.98	1.79	1.92	2.69	24.21	2.48	30.00	1.54	16.02	19.48	0.16
Sd-2-3	1.41	0.59	1.62	1.17	2.43	14.90	2.32	30.00	0.98	23.90	30.61	0.13
Sd-2-4	1.42	0.73	1.64	1.24	2.46	10.20	2.26	30.00	1.16	19.51	25.88	0.14
Sd-2-5	1.48	0.76	1.63	1.11	2.45	11.10	2.27	30.00	1.16	19.47	25.86	0.14
Sd-2-6	1.39	0.67	1.70	1.86	2.55	23.60	2.37	30.00	1.13	20.75	26.55	0.14
平均	1.43	0.77	1.66	1.52	2.49	17.94	2.32	30.00	1.24	19.10	24.80	0.15
標準偏差	0.08	0.14	0.08	0.39	0.12	6.63	0.10	0.00	0.22	3.25	4.16	0.01
変動係数	0.056	/	0.048	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.869	/	0.888	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.24	/	1.47	/	/	/	/	/	/	/	/	/

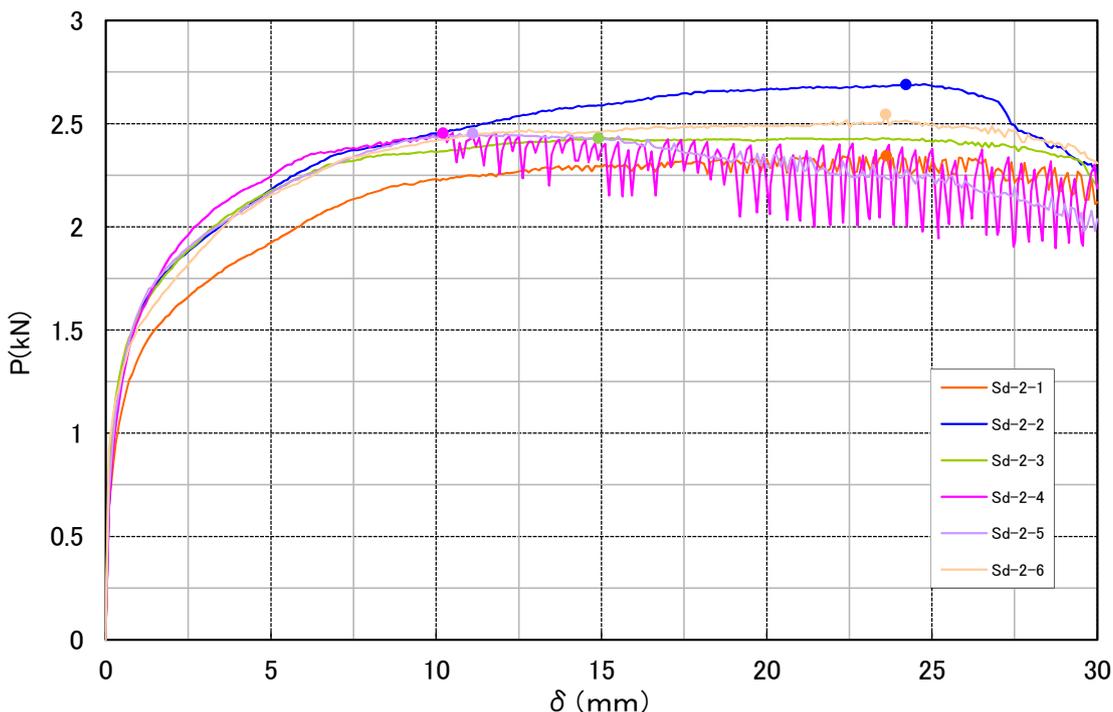
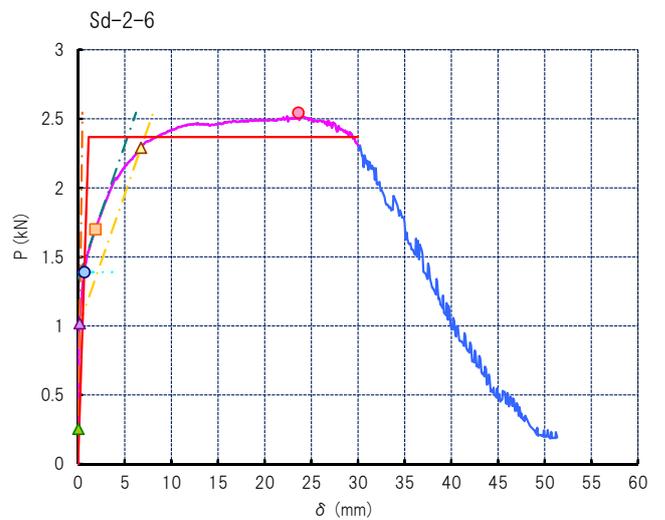
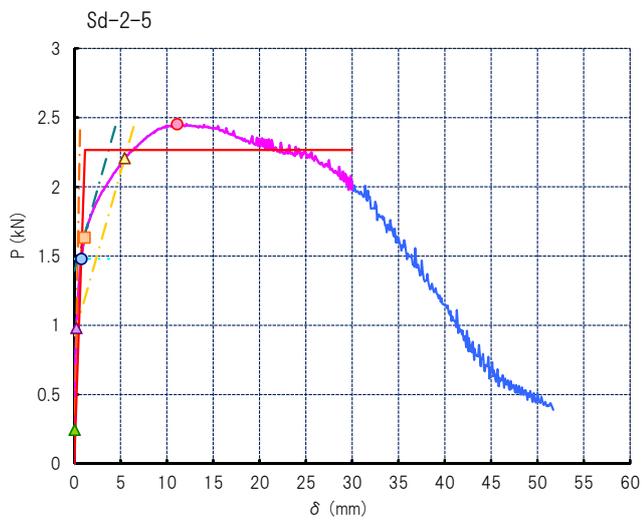
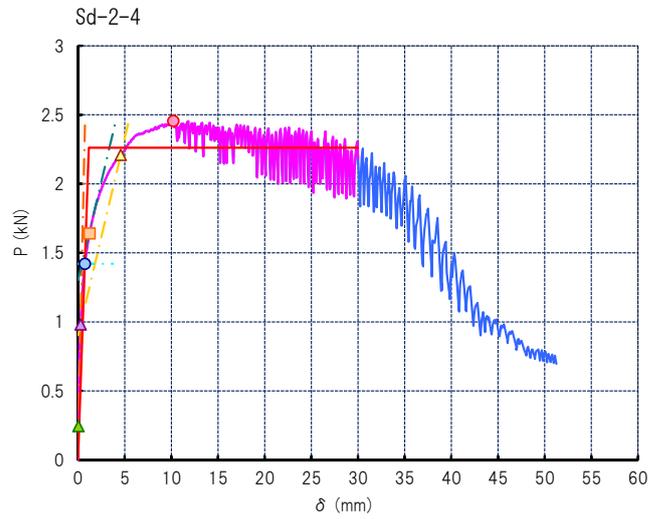
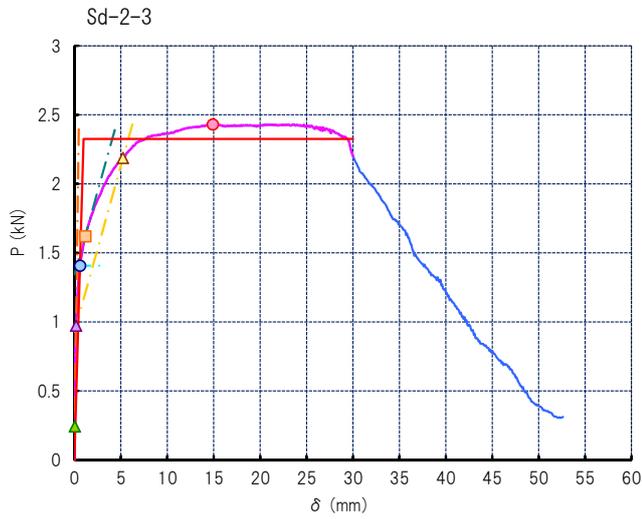
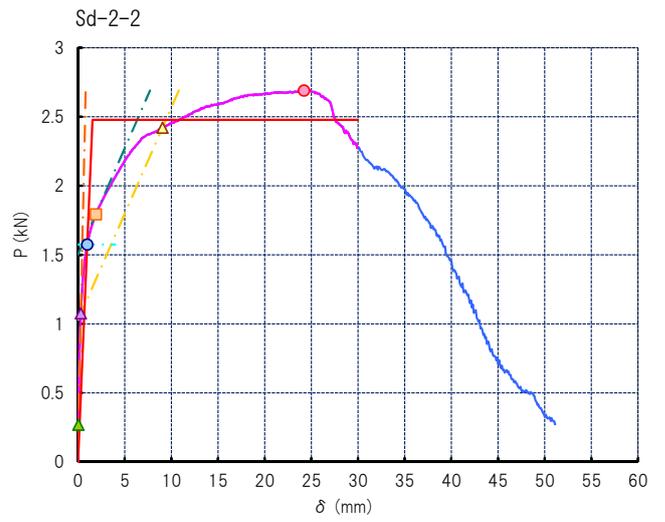
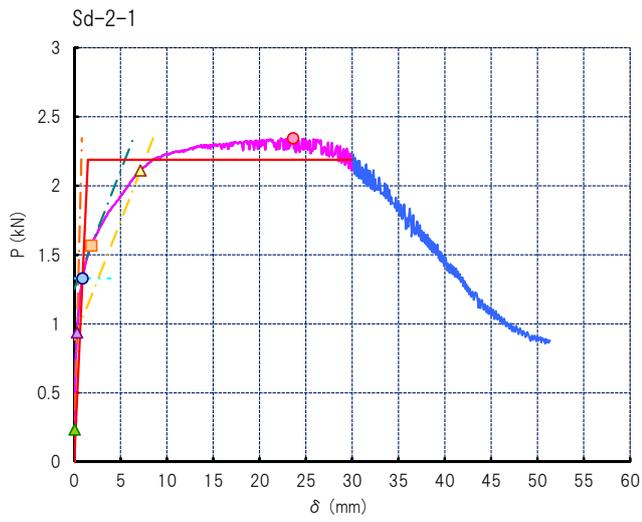


図-7 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



— 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 一覽)

3-3. Sd-3 試験結果

Sd-3 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向;-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ(3) CNZ 75 型/長さ 65mm

表-9 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sd-3-1	-	0.70	10.9	0.42	-	0.70
Sd-3-2	-	0.69	11.6	0.44	-	0.69
Sd-3-3	-	0.70	13.9	0.44	-	0.70
Sd-3-4	-	0.70	12.0	0.45	-	0.70
Sd-3-5	-	0.70	15.4	0.46	-	0.70
Sd-3-6	-	0.72	14.5	0.47	-	0.72
平均	-	0.70	13.1	0.45	-	0.70

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	初期剛性	塑性率	構造特性 係数 Ds
	Py kN	$\delta_y$ mm	2/3Pmax kN	$\delta_{2/3Pmax}$ mm	Pmax kN	$\delta_{Pmax}$ mm	Pu kN	$\delta_u$ mm	$\delta_v$ mm	K kN/cm	$\mu$ -	-
Sd-3-1	1.41	0.75	1.69	1.47	2.53	17.11	2.39	30.00	1.27	18.80	23.62	0.15
Sd-3-2	1.68	0.27	1.75	0.34	2.63	8.50	2.45	30.00	0.39	62.22	76.92	0.08
Sd-3-3	1.41	0.69	1.57	1.11	2.36	23.81	2.25	30.00	1.10	20.43	27.27	0.14
Sd-3-4	1.47	0.42	1.69	0.72	2.54	6.82	2.40	30.00	0.68	35.00	44.12	0.11
Sd-3-5	1.57	0.47	1.80	0.80	2.70	9.80	2.57	30.00	0.76	33.40	39.47	0.11
Sd-3-6	1.63	0.49	1.78	0.68	2.67	9.71	2.54	30.00	0.77	33.27	38.96	0.11
平均	1.53	0.52	1.71	0.85	2.57	12.63	2.43	30.00	0.83	33.85	41.73	0.12
標準偏差	0.12	0.18	0.08	0.39	0.12	6.52	0.12	0.00	0.31	15.58	18.94	0.03
変動係数	0.078	/	0.047	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.818	/	0.890	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.25	/	1.52	/	/	/	/	/	/	/	/	/

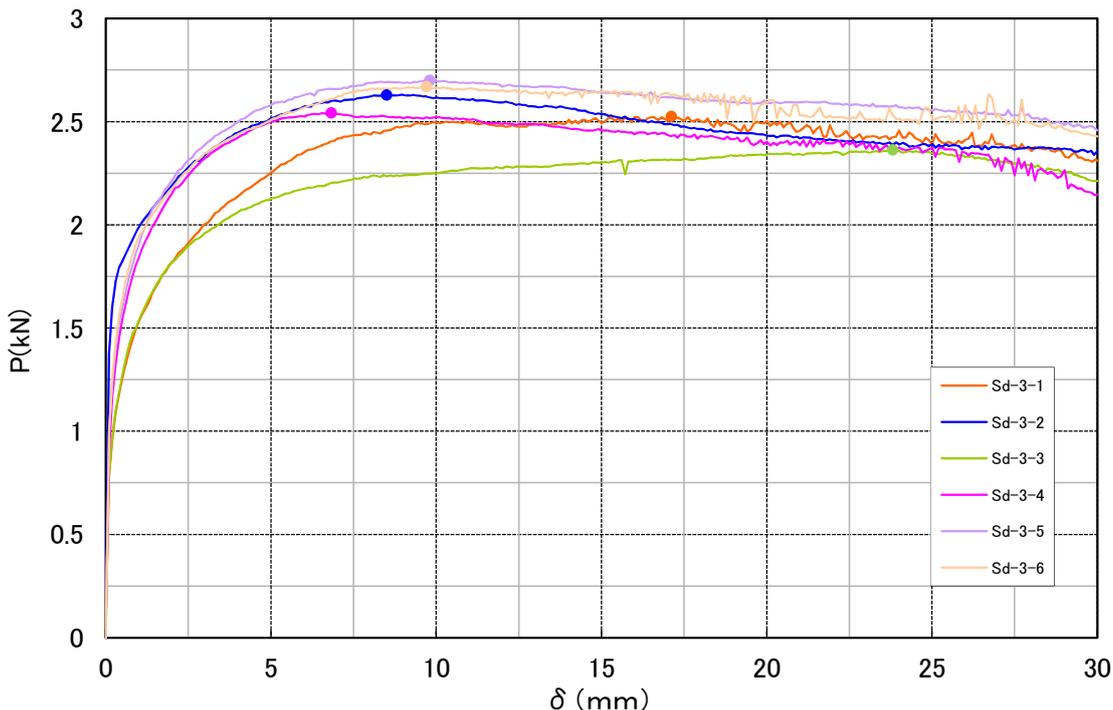
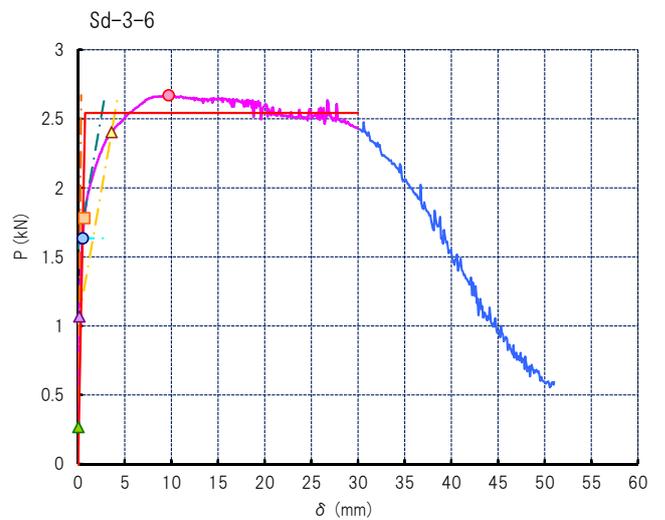
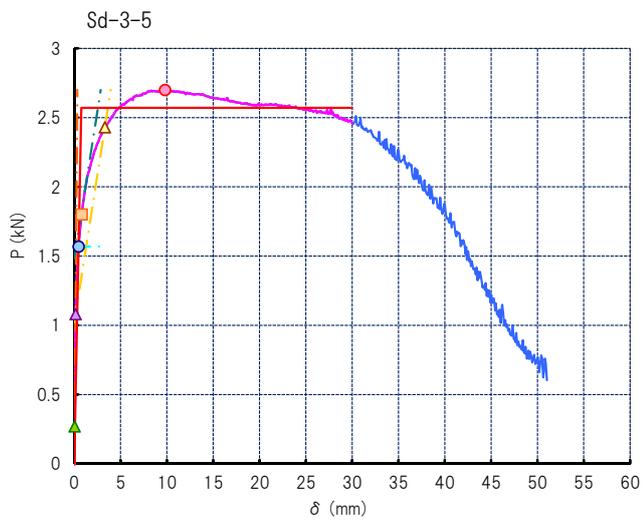
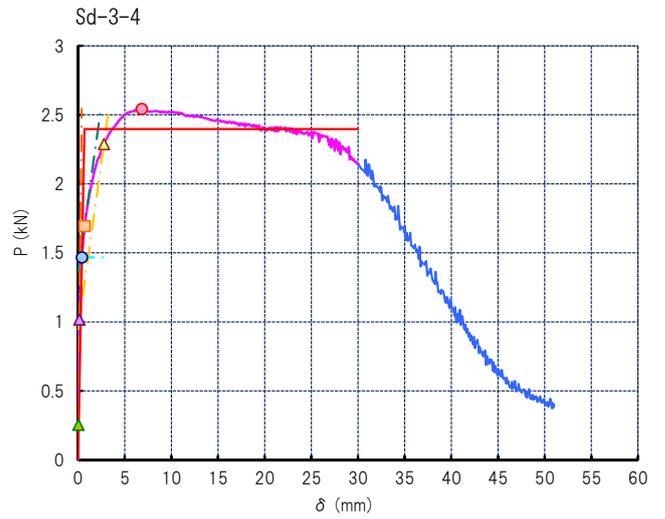
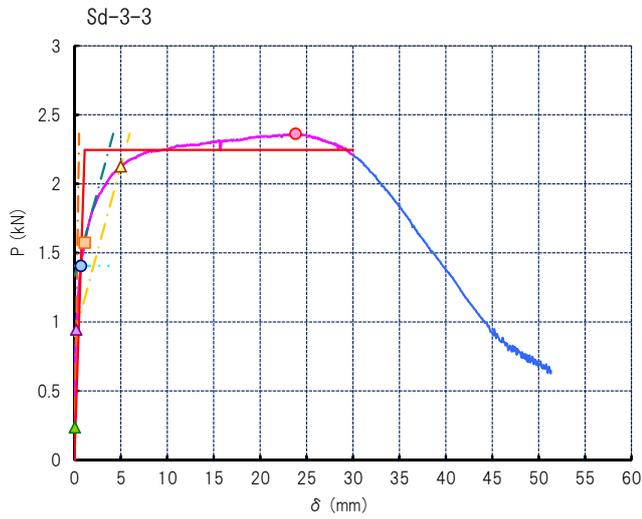
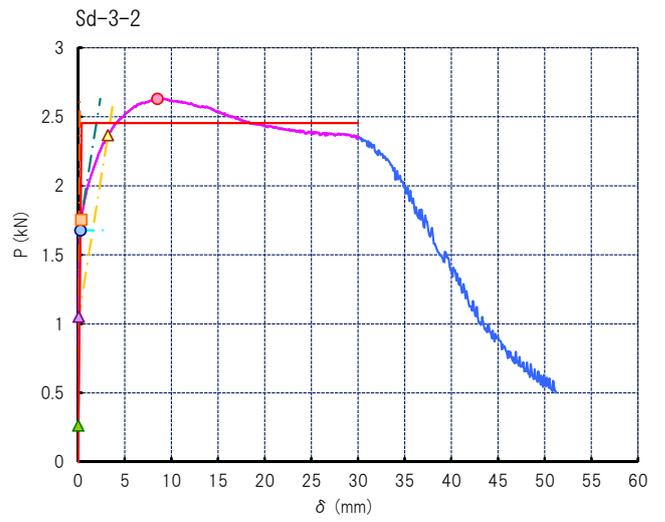
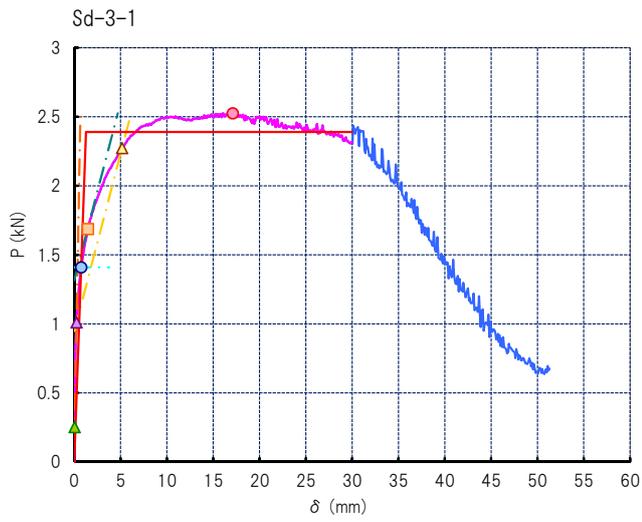


図-9 P- $\delta$ 曲線 (試験体相互の比較)



— 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- $\delta$ 曲線 (各試験体 一覽)

## 4 試験後 写真

Sd-1

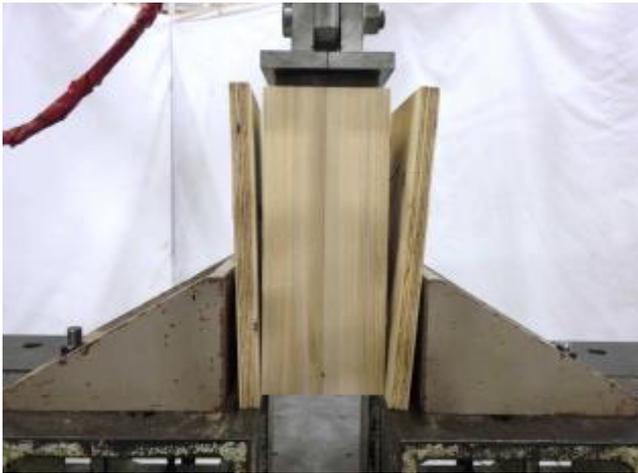


写真-2 Sd-1「試験終了後」



写真-3 Sd-1「試験終了後」

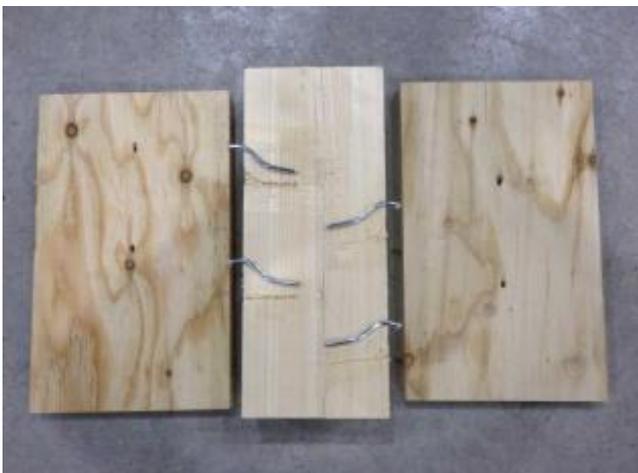


写真-4 Sd-1「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sd-1	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	4	4	4	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sd-2

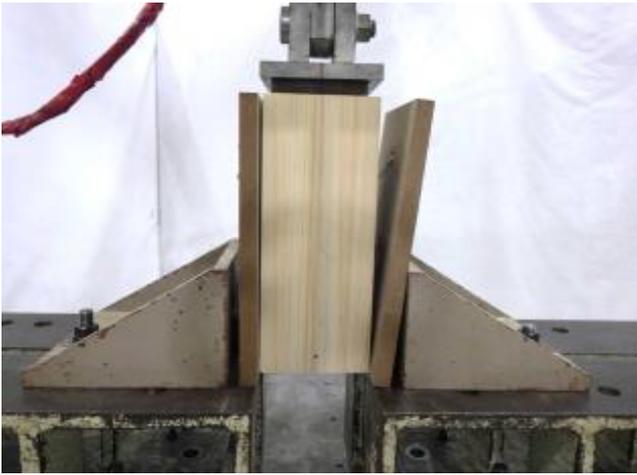


写真-5 Sd-2「試験終了後」

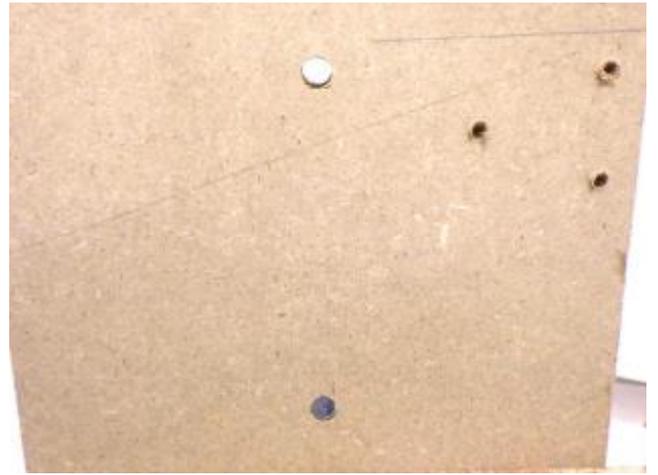


写真-6 Sd-2「試験終了後」

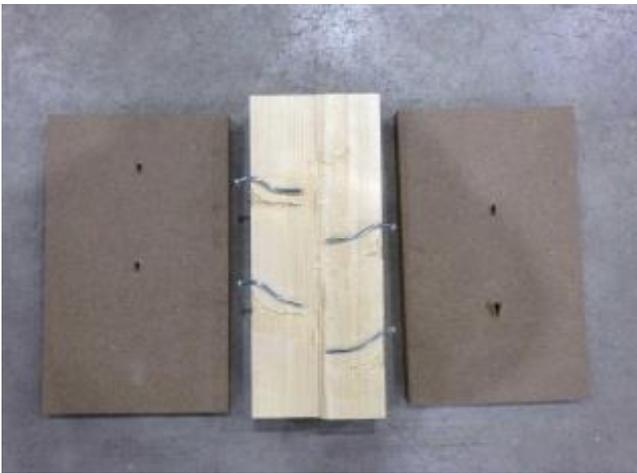


写真-7 Sd-2「解体後」

		試験体No.					
		1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sd-2	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	3	2	-	-	2
	面材へのくぎ頭めり込み	4	2	2	4	4	2
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

Sd-3

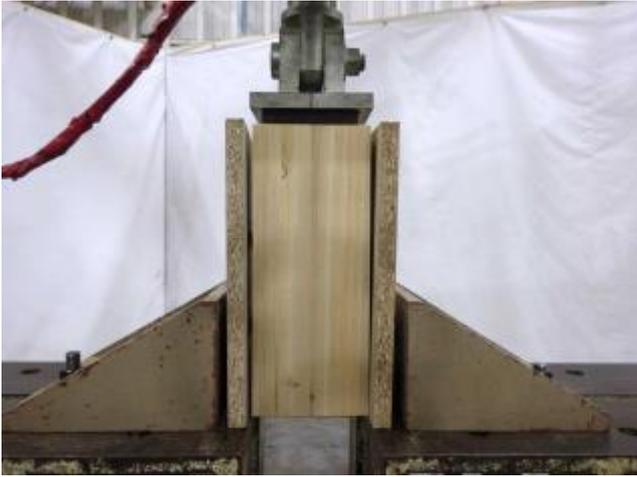


写真-8 Sd-3「試験終了後」



写真-9 Sd-3「試験終了後」

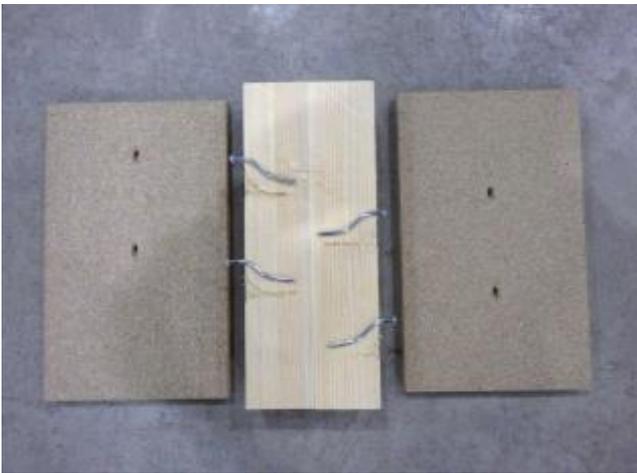


写真-10 Sd-3「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 Sd-3	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	4	4	4	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	4	4	4
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

# 性能試験報告書



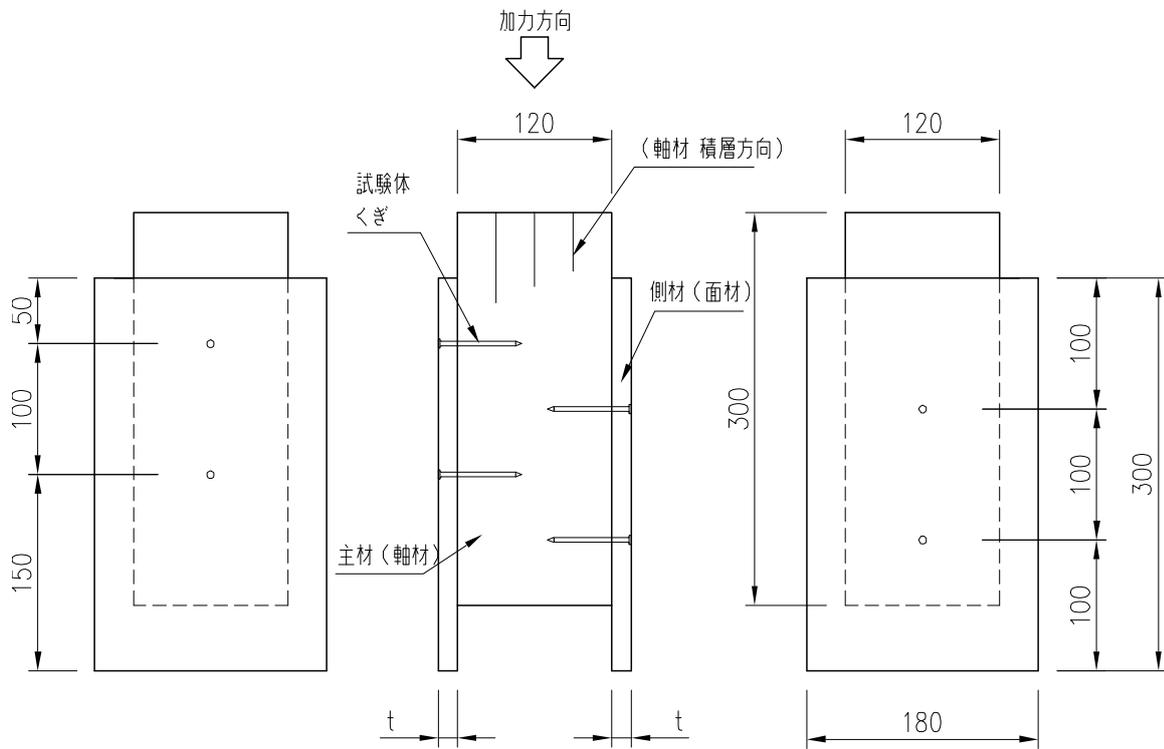
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2023年2月15日

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（4）特注 頭大径くぎ（2）															
試験内容	[試験体概要] <共通 主材（軸材）> 同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>試験体記号</th> <th>側材（面材）</th> <th>加力に対する面材繊維方向</th> <th>接合具（くぎ）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sc-1</td> <td>構造用合板 特類2級（カラマツ） 厚み 18mm</td> <td>平行</td> <td rowspan="3">特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1</td> </tr> <tr> <td>Sc-2</td> <td>MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Sc-3</td> <td>パーティクルボード 厚み 18mm</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	試験体記号	側材（面材）	加力に対する面材繊維方向	接合具（くぎ）	Sc-1	構造用合板 特類2級（カラマツ） 厚み 18mm	平行	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1	Sc-2	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm	—	Sc-3	パーティクルボード 厚み 18mm	—	
試験体記号	側材（面材）	加力に対する面材繊維方向	接合具（くぎ）													
Sc-1	構造用合板 特類2級（カラマツ） 厚み 18mm	平行	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1													
Sc-2	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm	—														
Sc-3	パーティクルボード 厚み 18mm	—														
	[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"> <li>・圧縮加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。</li> <li>・载荷速度：0.2mm/sec、計測変位 側材と主材の相対変位</li> <li>・上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> ※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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>試験体記号</th> <th>降伏耐力（kN）</th> <th>最大荷重値平均（kN）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sc-1</td> <td>1.09</td> <td>2.78</td> </tr> <tr> <td>Sc-2</td> <td>1.40</td> <td>2.71</td> </tr> <tr> <td>Sc-3</td> <td>1.29</td> <td>2.88</td> </tr> </tbody> </table>	試験体記号	降伏耐力（kN）	最大荷重値平均（kN）	Sc-1	1.09	2.78	Sc-2	1.40	2.71	Sc-3	1.29	2.88	数値は くぎ 1本あたり ※詳細は 「3 試験結果」 参照		
試験体記号	降伏耐力（kN）	最大荷重値平均（kN）														
Sc-1	1.09	2.78														
Sc-2	1.40	2.71														
Sc-3	1.29	2.88														
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 : 田中 進、志田 竜聖（株式会社カナイグループ） 試験期間 : 2023/2/10~2023/2/15															

# 1 試験体

## 1-1. 試験体図



試験体記号	主材(軸材)	側材(面材)	面材厚み t(mm)	加力に対する 面材繊維方向	接合具(くぎ)
Sc-1	同等级構造用集成材 E95-F315、 樹種：ヒノキ	構造用合板 特類1級 (カラマツ)	18	平行	特注 CNZ 75型/頭φ9.1
Sc-2		MDF 曲げ強度区分：25	18	—	特注 CNZ 75型/頭φ9.1
Sc-3		パーティクルボード	18	—	特注 CNZ 75型/頭φ9.1

図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：特注めっき太め鉄丸くぎ（2） CNZ 75型/頭径 $\phi 9.1$

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）

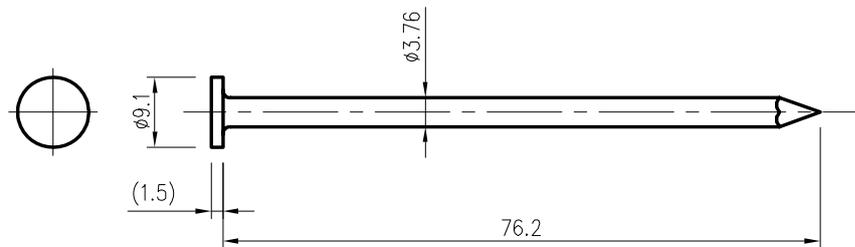


図-2 製品図

## 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)は加力装置に接続されたロードセル(容量;±100kN)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時として評価をする。

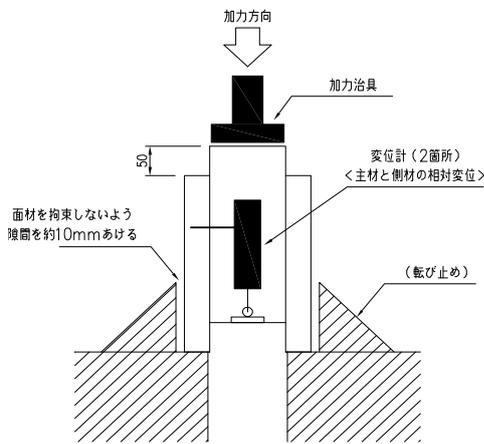


図-3 試験方法 概要図



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。

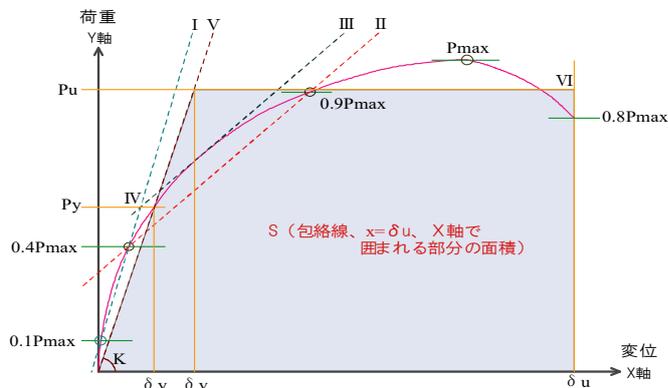


図-4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

### 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。

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

### 3 試験結果

#### 3-1. Sc-1 試験結果

Sc-1 構成	側材	(面材)構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm 加力繊維方向; 平行
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sc-1-1	-	0.53	10.0	0.43	-	0.53
Sc-1-2	-	0.54	9.9	0.44	-	0.54
Sc-1-3	-	0.55	10.5	0.44	-	0.55
Sc-1-4	-	0.55	10.3	0.45	-	0.55
Sc-1-5	-	0.56	10.0	0.45	-	0.56
Sc-1-6	-	0.56	9.9	0.46	-	0.56
平均	-	0.55	10.1	0.45	-	0.55

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sc-1-1	1.27	1.26	1.64	2.83	2.46	21.00	2.31	30.00	2.28	10.08	13.16	0.20
Sc-1-2	1.49	1.82	1.74	2.53	2.61	20.91	2.50	30.00	3.05	8.19	9.84	0.23
Sc-1-3	1.58	1.57	1.90	2.73	2.85	22.61	2.69	30.00	2.68	10.06	11.19	0.22
Sc-1-4	1.55	0.71	1.80	1.60	2.70	29.30	2.51	30.00	1.14	21.83	26.32	0.14
Sc-1-5	1.66	1.84	1.80	2.48	2.70	27.10	2.45	30.00	2.72	9.02	11.03	0.22
Sc-1-6	1.90	2.82	2.23	4.28	3.35	30.00	3.04	30.00	4.51	6.74	6.65	0.29
平均	1.58	1.67	1.85	2.74	2.78	25.15	2.58	30.00	2.73	10.99	13.03	0.22
標準偏差	0.21	0.70	0.20	0.87	0.31	4.15	0.25	0.00	1.10	5.46	6.85	0.05
変動係数	0.133	/	0.108	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.689	/	0.748	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準耐力	1.09	/	1.38	/	/	/	/	/	/	/	/	/

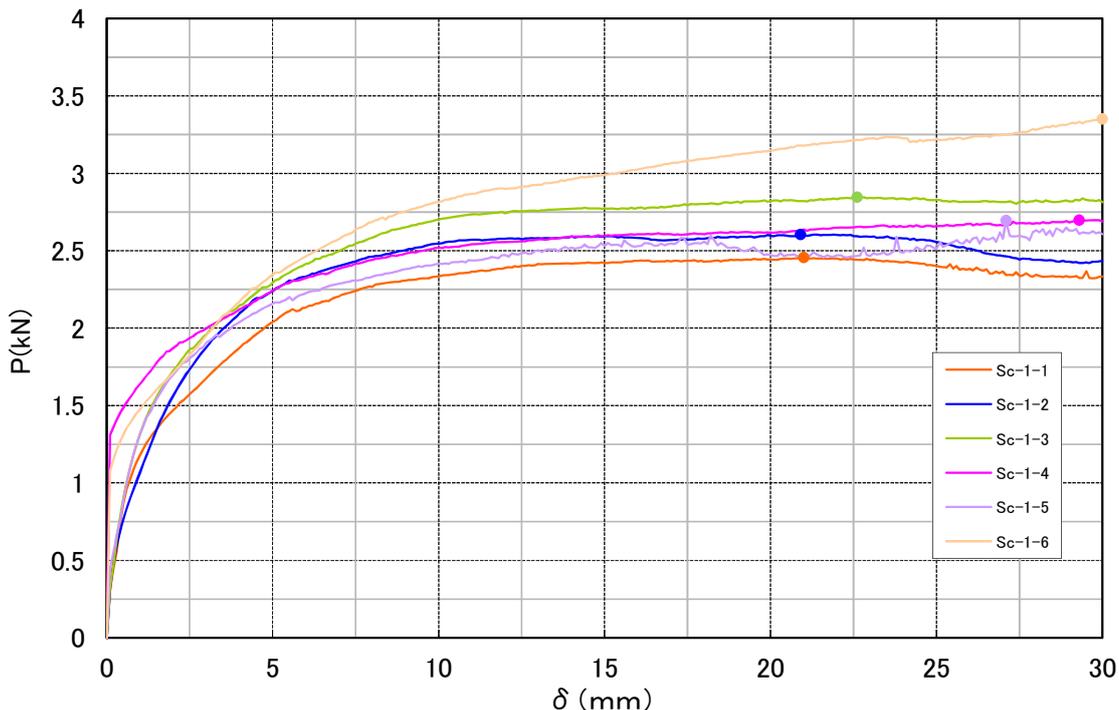


図-5 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)

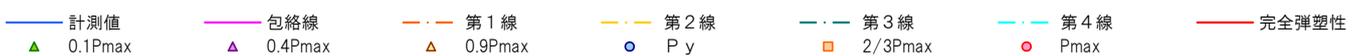
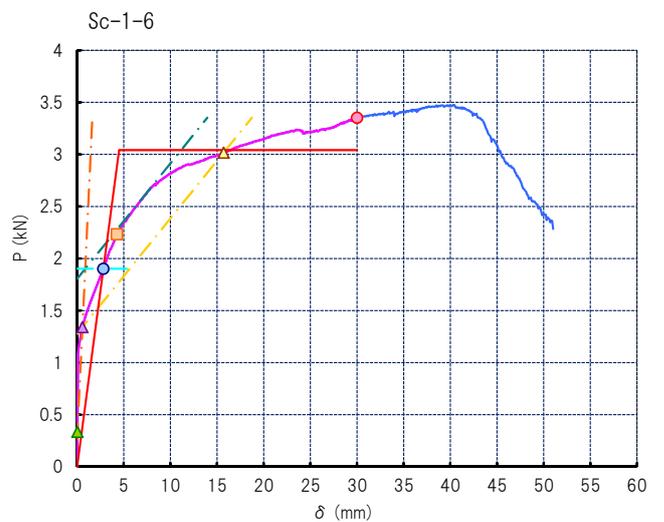
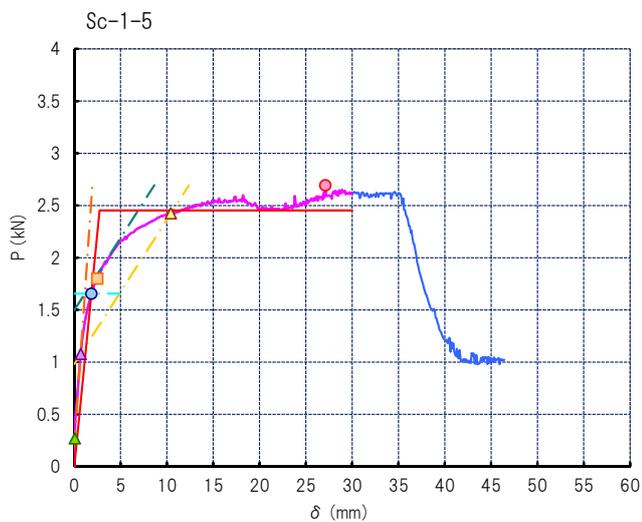
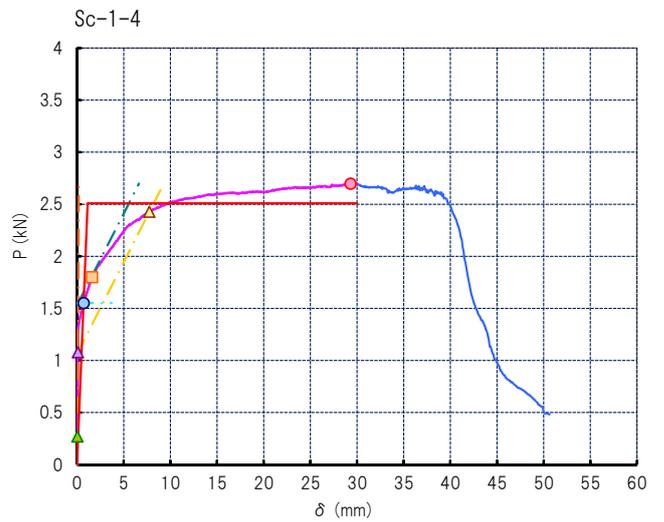
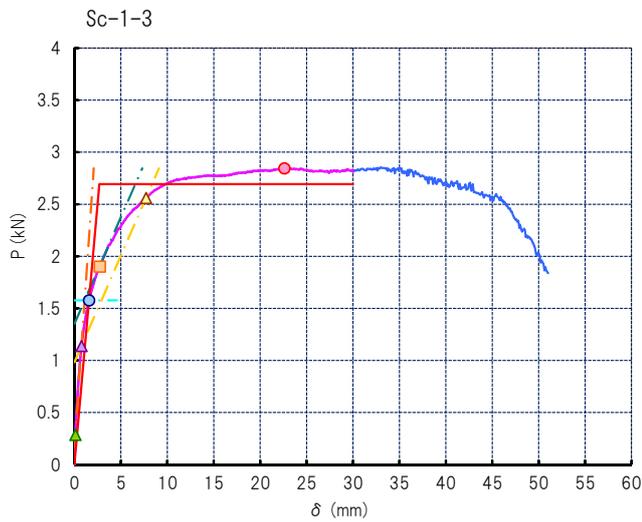
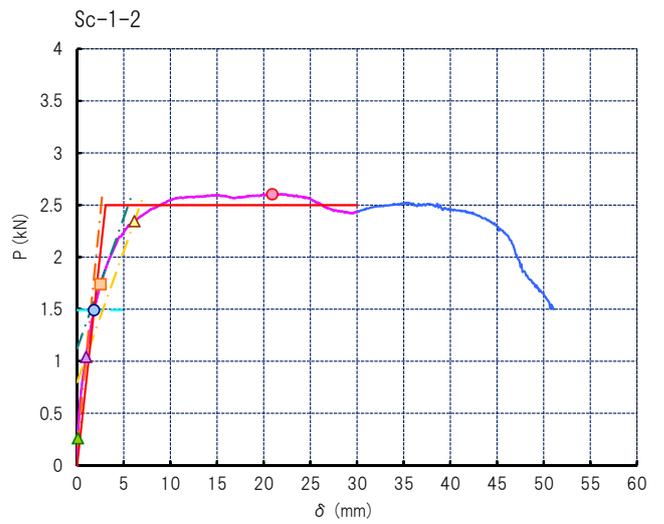
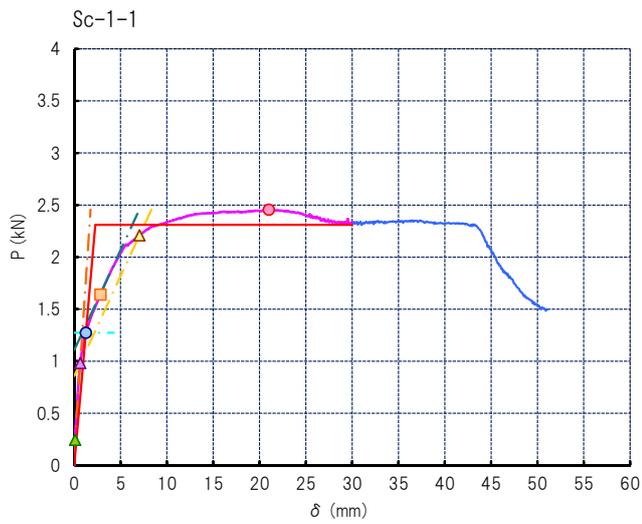


図-6 P- $\delta$ 曲線 (各試験体一覽)

3-2. Sc-2 試験結果

Sc-2 構成	側材	(面材)MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm 加力繊維方向；-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sc-2-1	-	0.72	10.1	0.44	-	0.72
Sc-2-2	-	0.71	10.3	0.44	-	0.71
Sc-2-3	-	0.71	9.9	0.45	-	0.71
Sc-2-4	-	0.71	10.1	0.45	-	0.71
Sc-2-5	-	0.71	9.9	0.45	-	0.71
Sc-2-6	-	0.71	10.1	0.46	-	0.71
平均	-	0.71	10.1	0.45	-	0.71

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sc-2-1	1.62	0.83	1.71	0.97	2.56	18.41	2.45	30.00	0.83	19.52	24.00	0.15
Sc-2-2	1.53	1.07	1.83	2.54	2.74	29.81	2.53	30.00	1.07	14.30	16.95	0.17
Sc-2-3	1.52	1.08	1.69	1.39	2.53	13.50	2.43	30.00	1.08	14.07	17.34	0.17
Sc-2-4	1.74	1.80	1.84	2.11	2.76	19.90	2.62	30.00	1.80	9.67	11.11	0.22
Sc-2-5	1.62	0.39	1.73	0.57	2.60	14.51	2.47	30.00	0.39	41.54	50.85	0.10
Sc-2-6	1.75	1.28	2.04	2.29	3.06	24.41	2.86	30.00	1.28	13.67	14.35	0.19
平均	1.63	1.08	1.81	1.65	2.71	20.09	2.56	30.00	1.08	18.80	22.43	0.17
標準偏差	0.10	0.47	0.13	0.79	0.20	6.17	0.16	0.00	0.47	11.58	14.56	0.04
変動係数	0.061	/	0.072	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.858	/	0.832	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.40	/	1.51	/	/	/	/	/	/	/	/	/

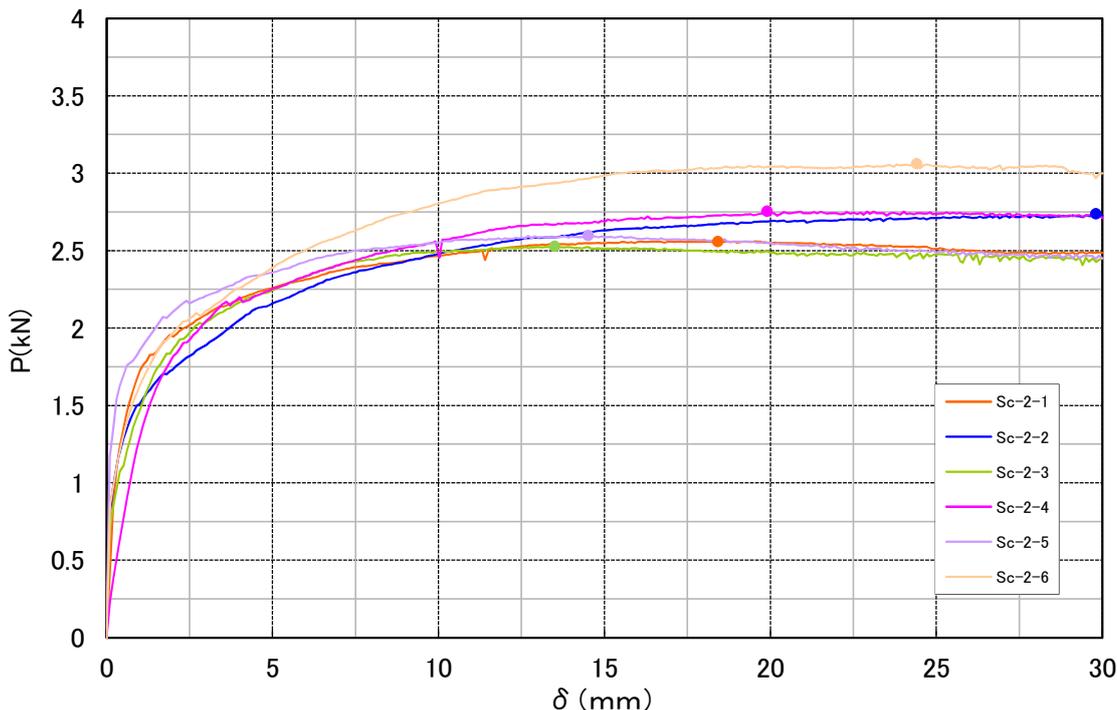
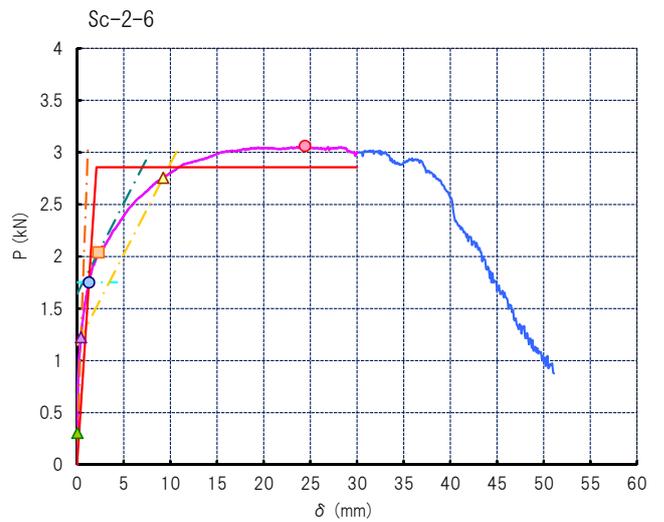
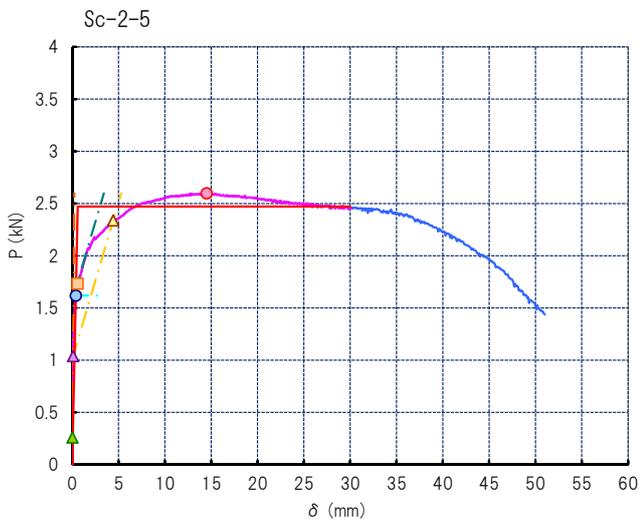
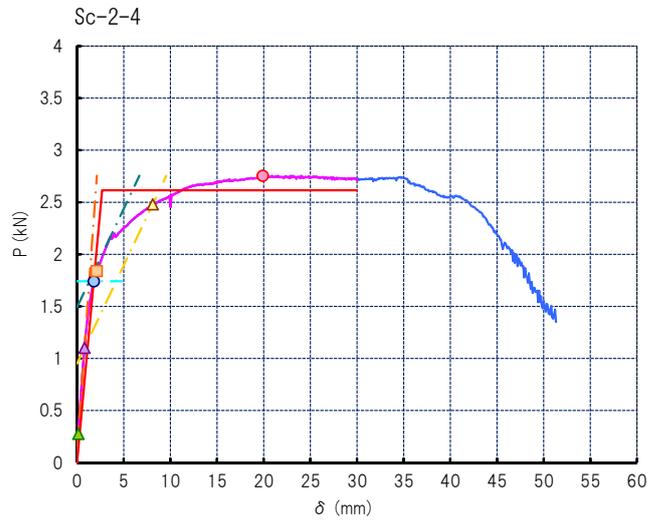
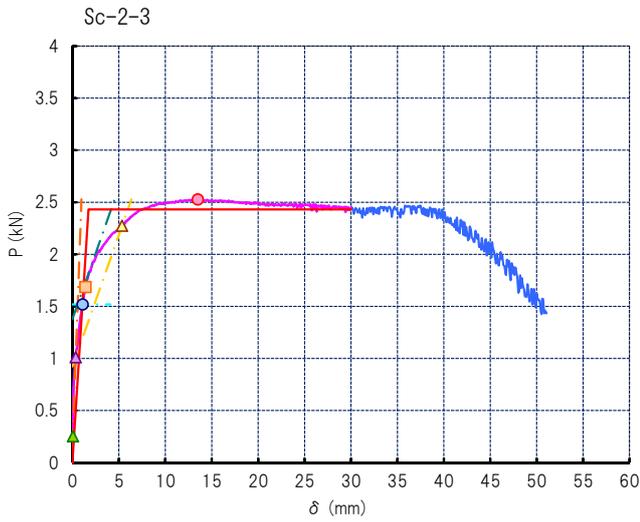
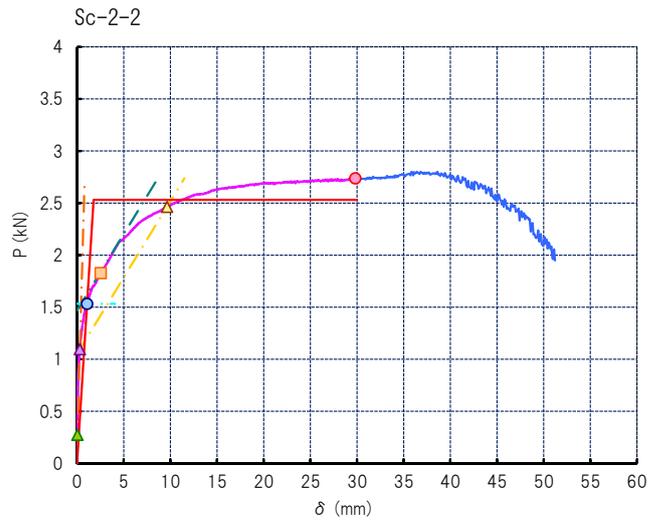
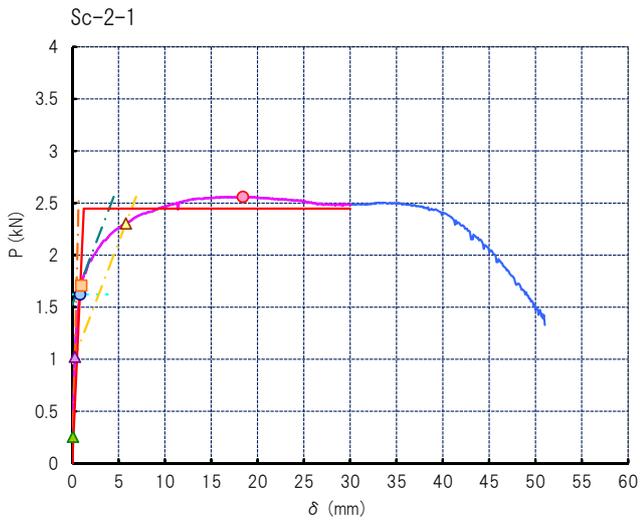


図-7 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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-8 P- $\delta$ 曲線 (各試験体一覽)

3-3. Sc-3 試験結果

Sc-3 構成	側材	(面材)パーティクルボード 厚み 18mm 加力繊維方向;-
	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	特注めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 型/頭径φ9.1

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	側材(1)		主材(軸材)		側材(2)	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Sc-3-1	-	0.69	10.3	0.44	-	0.69
Sc-3-2	-	0.70	10.0	0.44	-	0.71
Sc-3-3	-	0.70	10.6	0.45	-	0.70
Sc-3-4	-	0.70	10.5	0.45	-	0.70
Sc-3-5	-	0.70	9.9	0.45	-	0.70
Sc-3-6	-	0.70	10.0	0.46	-	0.70
平均	-	0.70	10.2	0.45	-	0.70

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 $\delta v$ mm	初期剛性 K kN/cm	塑性率 $\mu$ -	構造特性 係数 Ds -
	Py	$\delta y$	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	$\delta_{Pmax}$	Pu	$\delta u$				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
Sc-3-1	1.73	1.48	1.87	1.83	2.80	18.30	2.62	30.00	2.24	11.69	13.39	0.20
Sc-3-2	1.65	0.30	1.78	0.58	2.67	13.00	2.56	30.00	0.47	55.00	63.83	0.09
Sc-3-3	1.91	0.76	2.07	1.33	3.11	30.00	2.88	30.00	1.15	25.13	26.09	0.14
Sc-3-4	1.46	0.49	1.69	0.93	2.53	16.32	2.43	30.00	0.81	29.80	37.04	0.12
Sc-3-5	2.05	1.36	2.19	1.71	3.28	29.01	3.04	30.00	2.02	15.07	14.85	0.19
Sc-3-6	1.87	0.69	1.94	0.85	2.91	15.50	2.76	30.00	1.02	27.10	29.41	0.13
平均	1.78	0.85	1.92	1.21	2.88	20.36	2.72	30.00	1.29	27.30	30.77	0.14
標準偏差	0.21	0.47	0.18	0.50	0.28	7.30	0.22	0.00	0.70	15.31	18.50	0.04
変動係数	0.118	/	0.094	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.724	/	0.780	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	1.29	/	1.50	/	/	/	/	/	/	/	/	/

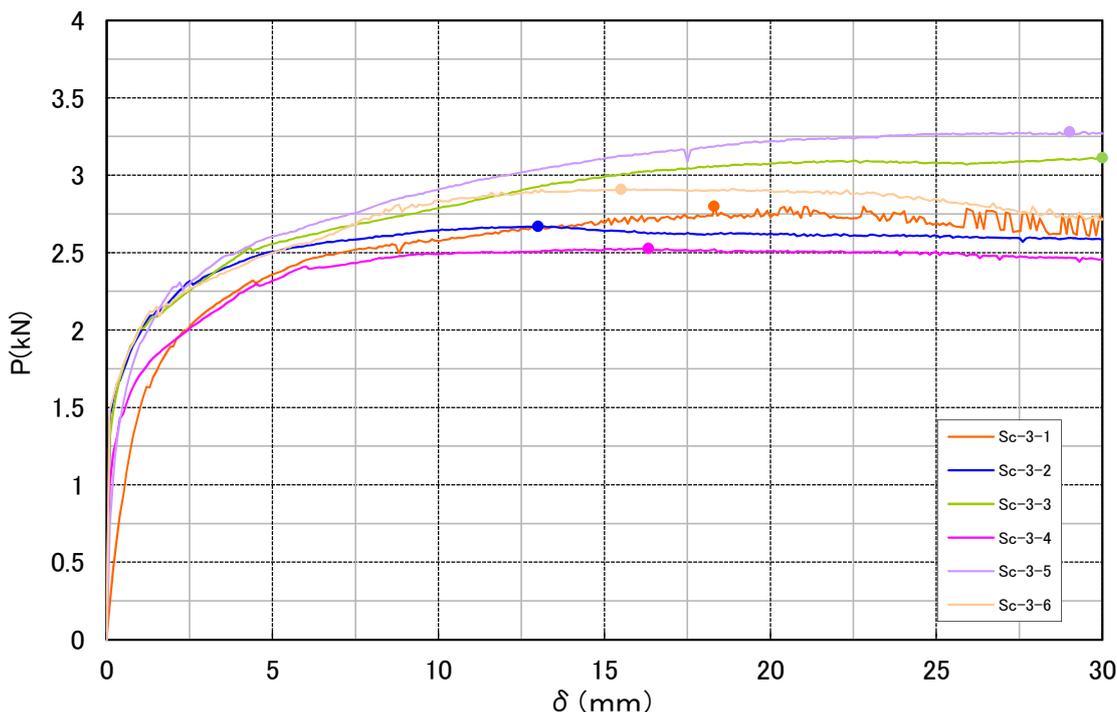
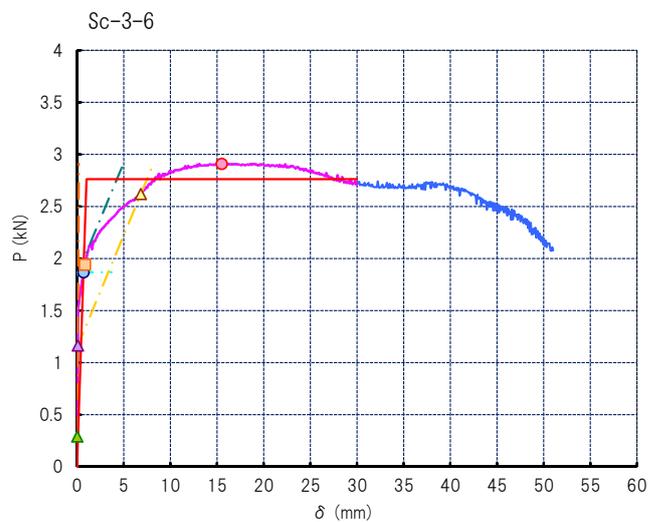
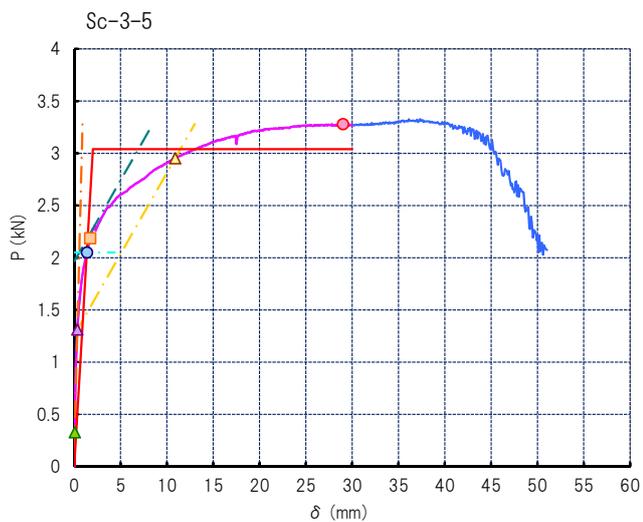
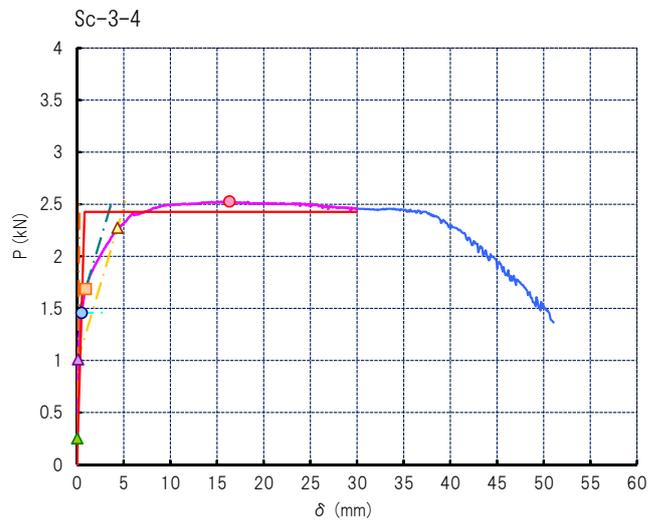
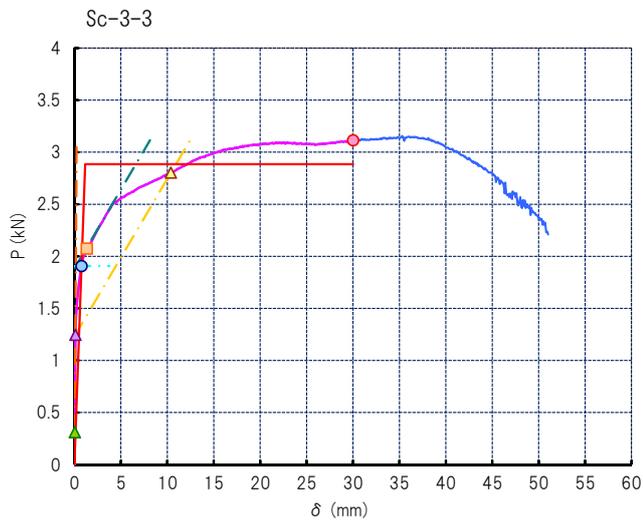
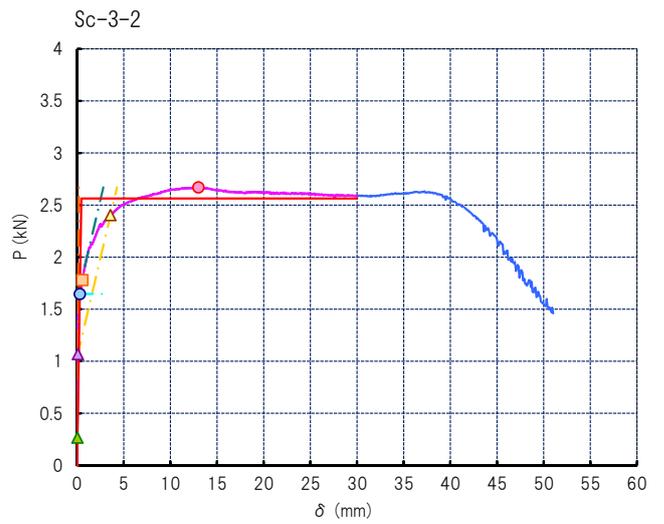
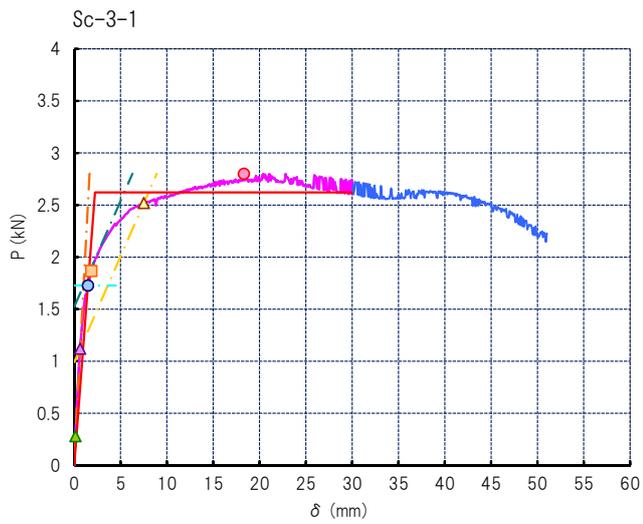


図-9 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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      ○  $P_y$       □  $2/3P_{max}$       ○  $P_{max}$

図-10 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

#### 4 試験後 写真

Sc-1

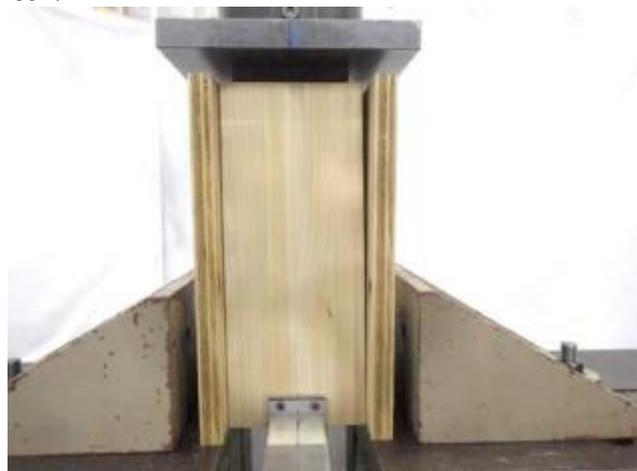


写真-2 Sc-1「試験終了後」



写真-3 Sc-1「試験終了後」



写真-4 Sc-1「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (1)30mm変位まで Sc-1	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	2	2	3	3	1	
	主材からのくぎの引き抜け	-	2	2	1	1	3	
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位：  
本

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (2)50mm変位まで Sc-1	面材からのくぎ頭パンチングアウト	1	2	-	2	2	-	
	面材へのくぎ頭めり込み	-	-	2	1	-	1	
	主材からのくぎの引き抜け	3	2	2	1	2	3	
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位：  
本

※判定基準について

破壊状況は、以下の判定基準に基づき目視判定を行い記録した。

面材からのくぎ頭パンチングアウト	くぎ頭が面材厚みの半分以上めり込み終局している(荷重がほぼ抜けている)状態
面材へのくぎ頭めり込み	くぎ頭が面材厚みの半分以下めり込み終局している状態
主材からのくぎの引き抜け	くぎ頭のめり込み進展が止まり終局している状態
主材の割れ	主材に亀裂が入り終局した状態

Sc-2

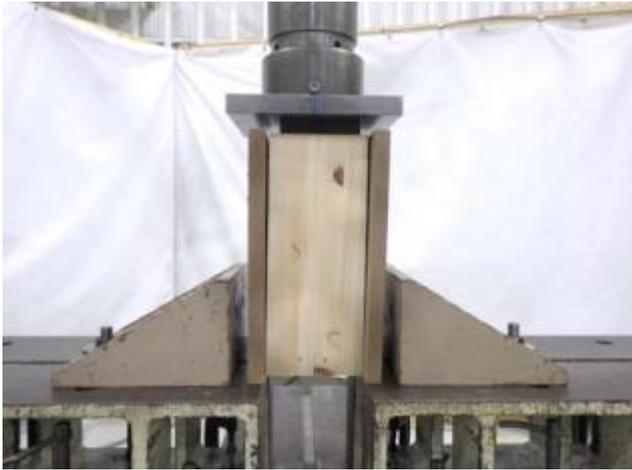


写真-5 Sc-2「試験終了後」

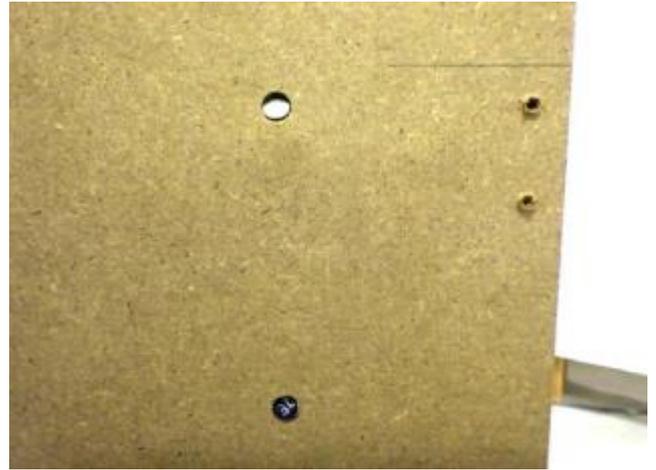


写真-6 Sc-2「試験終了後」

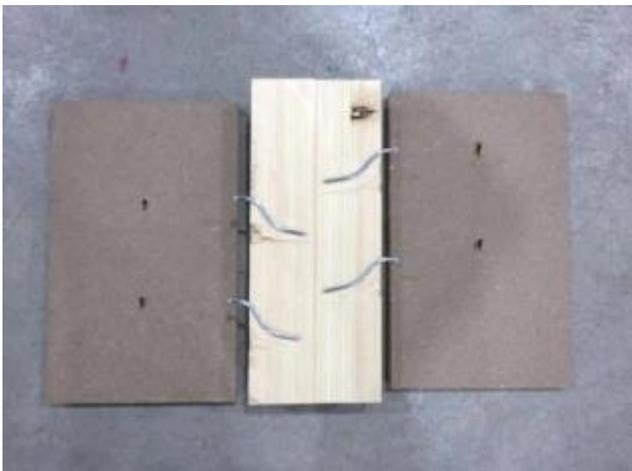


写真-7 Sc-2「解体後」

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (1) 30mm変位まで Sc-2	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	4	4	4	4	4	4	4
	主材からのくぎの引き抜け	-	-	-	-	-	-	-
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位：  
本

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (2) 50mm変位まで Sc-2	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	1	-	-	2
	面材へのくぎ頭めり込み	-	-	-	-	-	-	-
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	3	4	4	2
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位：  
本

Sc-3

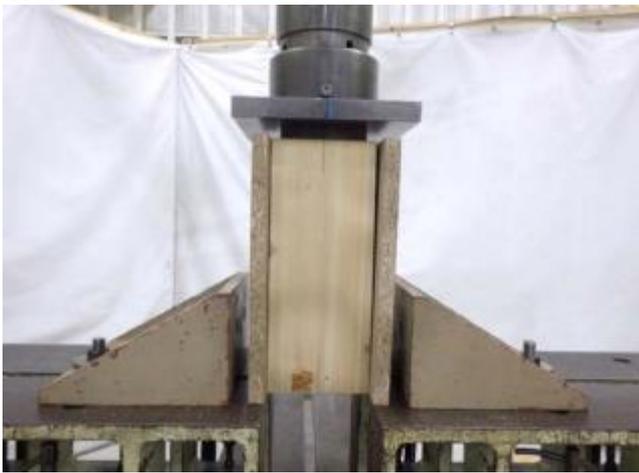


写真-8 Sc-3「試験終了後」



写真-9 Sc-3「試験終了後」

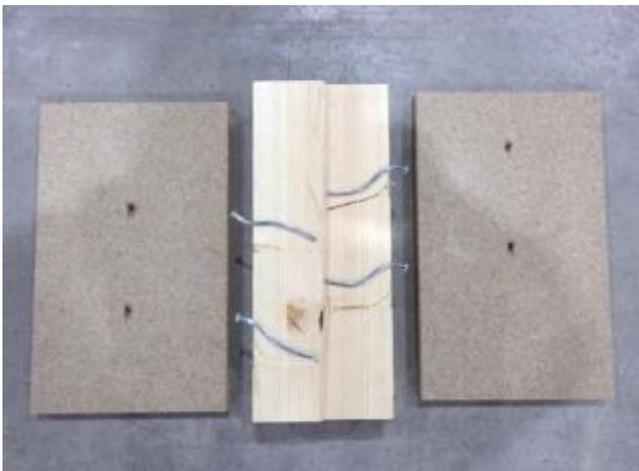


写真-10 Sc-3「解体後」

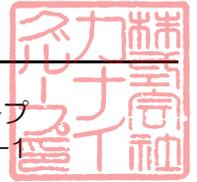
		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (1)30mm変位まで Sc-3	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	-	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	-	-	-	-	2	-	-
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	2	4	-
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

		試験体No.	1	2	3	4	5	6
破壊状況 (2)50mm変位まで Sc-3	面材からのくぎ頭パンチングアウト	-	-	-	-	2	-	-
	面材へのくぎ頭めり込み	-	-	-	-	-	-	-
	主材からのくぎの引き抜け	4	4	4	4	2	4	-
	主材の割れ	-	-	-	-	-	-	-

単位  
: 本

## 性能試験報告書



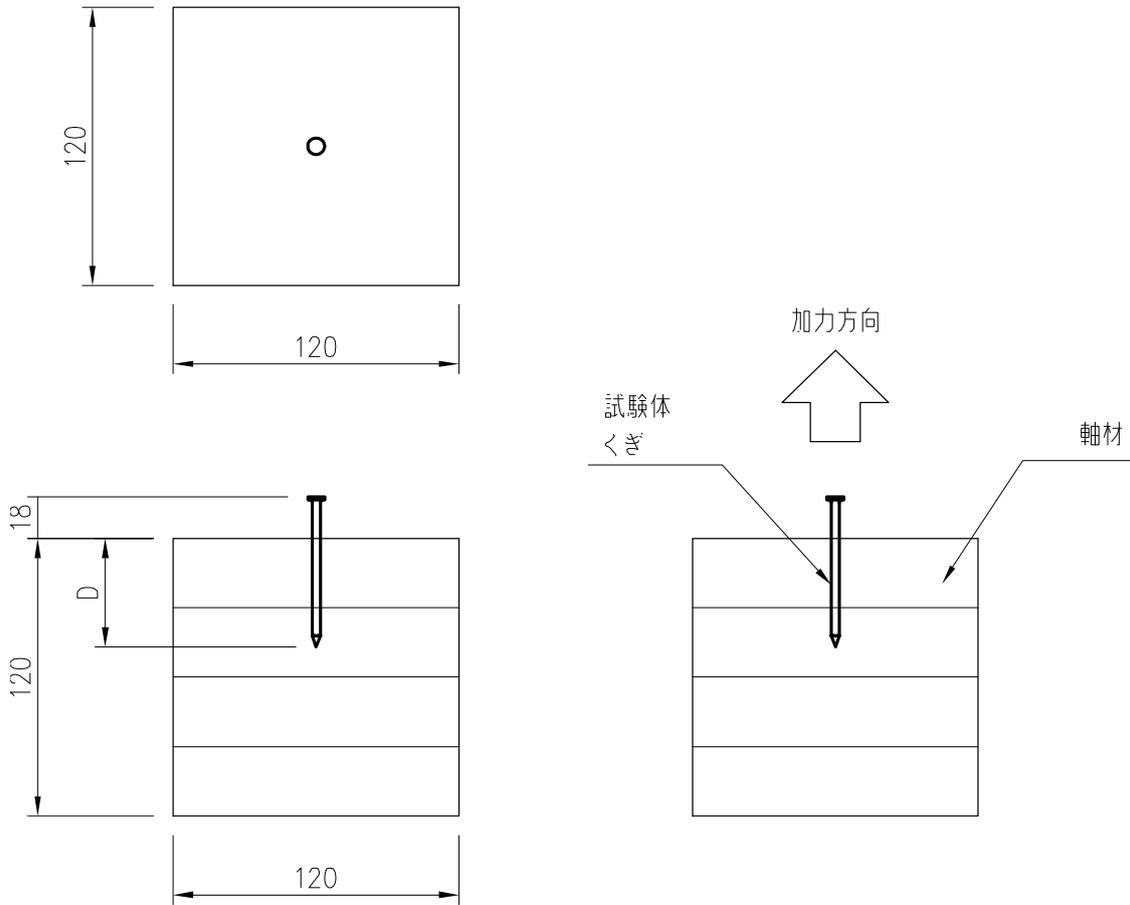
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2022年12月19日

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	くぎの引き抜き試験			
試験内容	[試験体概要]			
	試験体記号	軸材		接合具(くぎ)
	Wa-1	同一等級構造用集成材 E95-F315 樹種:ヒノキ 120×120		めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)
	Wa-2			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
	[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"> <li>・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</li> <li>・载荷速度: 2.5mm/min</li> <li>・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</li> <li>・上記P-<math>\delta</math>曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> ※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)		引き抜き抵抗 (N/mm)
	試験体記号	5%下限値	50%下限値	5%下限値 50%下限値
	Wa-1	1207.52	1674.69	25.69 35.63
	Wa-2	1785.07	2422.59	29.80 40.44
	※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 埼玉県八潮市西袋717-1 試験担当者 : 潮 康文 (株式会社カナイグループ) 試験期間 : 2022/11/28			

# 1 試験体

## 1-1. 試験体図



試験体記号	軸材	接合具(くぎ)	打ち込み深さ D (mm)
Wa-1	同一等級構造用集成材 E95-F315、 樹種:ヒノキ	CNZ 65	(47)
Wa-2		CNZ 75	(59.9)

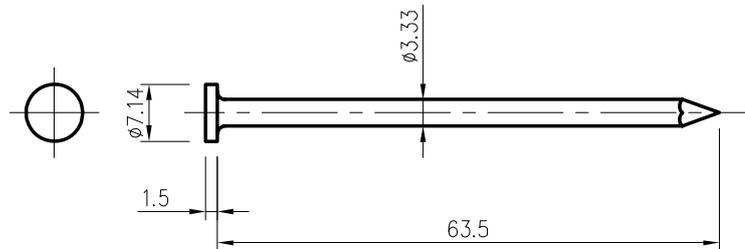
図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (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)



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)

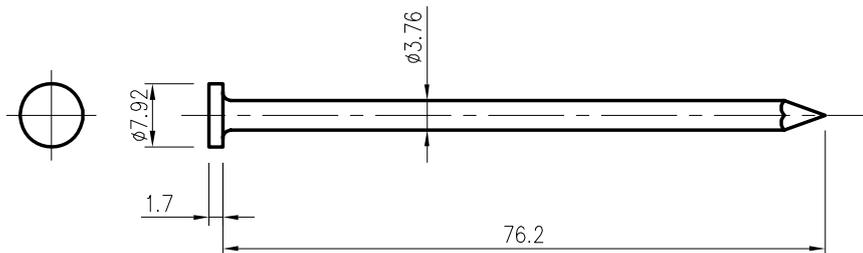


図-2 製品図

## 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(N)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) 試験载荷速度は、2.5mm/minとした。
- (3) 加力はδが30mmに達するか、または最大荷重到達後その50%に低下するまで行った。

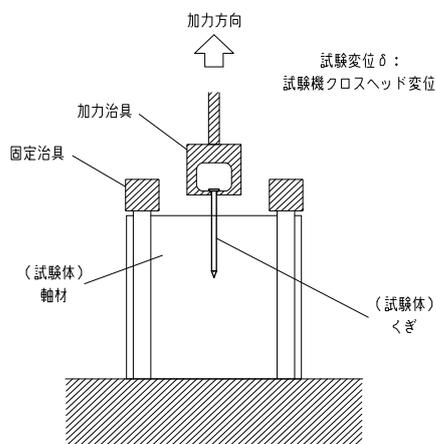


図-3 試験方法 概要図



写真-1 試験体設置状況(例)

### 2-2. 特性値の算定

- くぎの引き抜き抵抗  
くぎの引き抜き抵抗T(N/mm)は次式による。

$$T = F/t$$

F: 引き抜きに要した最大荷重(N)、t: くぎの打ち込まれた長さ(mm)

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)を求めることとした。

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))

### 3 試験結果

#### 3-1. Wa-1 試験結果

Wa-1 構成	軸材	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)
	打ち込み長さ	47mm (くぎ長さ63.5mm + くぎ頭厚み1.5mm - 18mm)

表-1 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	木材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Wa-1_1	11.6	0.44
Wa-1_2	11.6	0.44
Wa-1_3	11.1	0.44
Wa-1_4	11.9	0.45
Wa-1_5	12.4	0.45
Wa-1_6	11.8	0.45
平均	11.7	0.44

表-2 特性値 一覧

試験体 記号	最大荷重時		引き抜き 抵抗
	Pmax	$\delta_{Pmax}$	
	N	mm	
Wa-1_1	1721.00	0.58	36.62
Wa-1_2	1556.52	0.88	33.12
Wa-1_3	1630.64	0.45	34.69
Wa-1_4	2071.27	0.79	44.07
Wa-1_5	1507.43	0.60	32.07
Wa-1_6	1969.59	0.51	41.91
平均	1742.74	0.64	37.08
標準偏差	229.12	0.17	4.87
変動係数	0.131		0.131
5%下限値	1207.52		25.69
50%下限値	1674.69		35.63

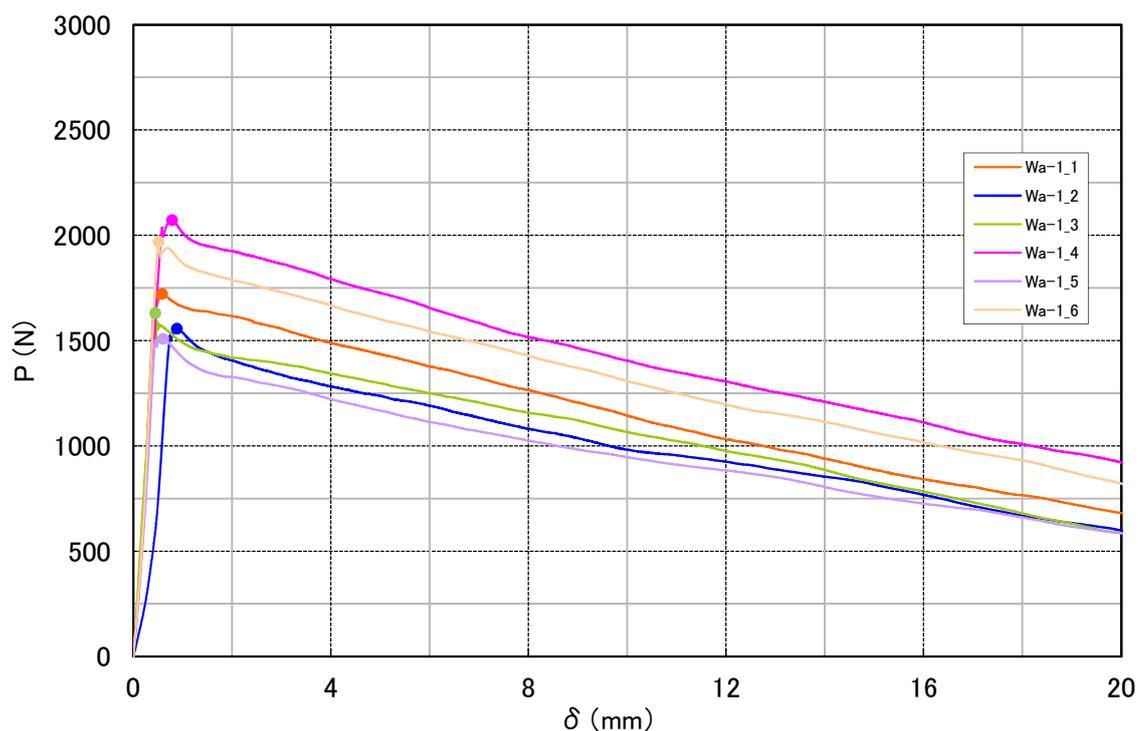
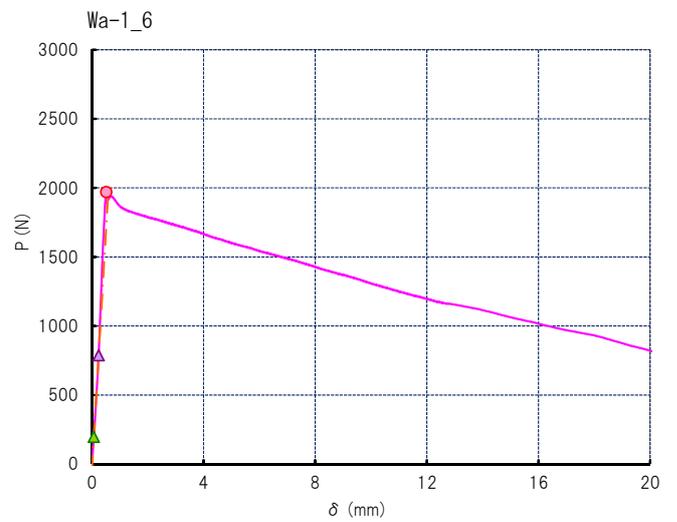
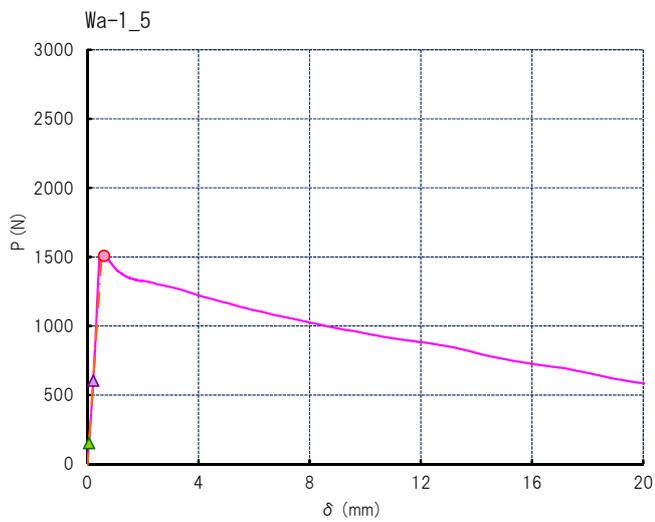
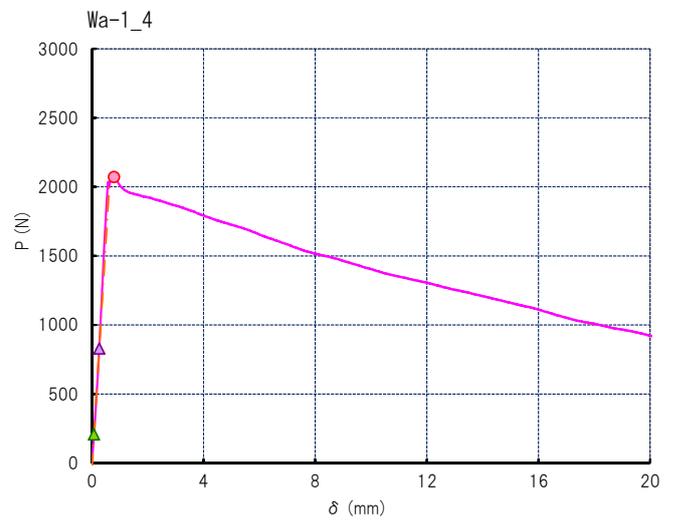
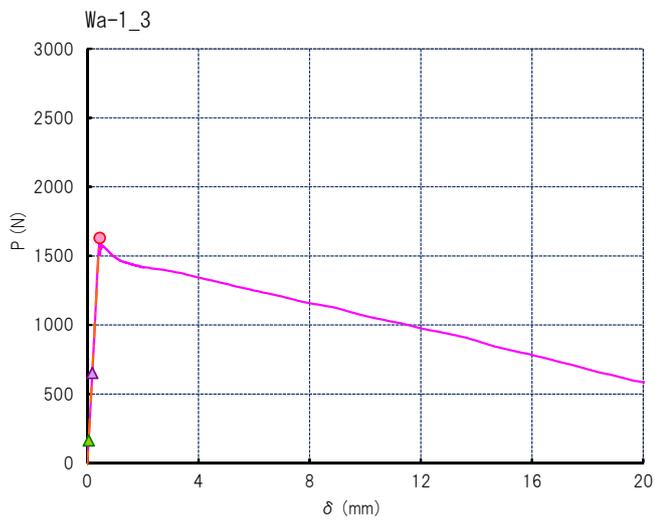
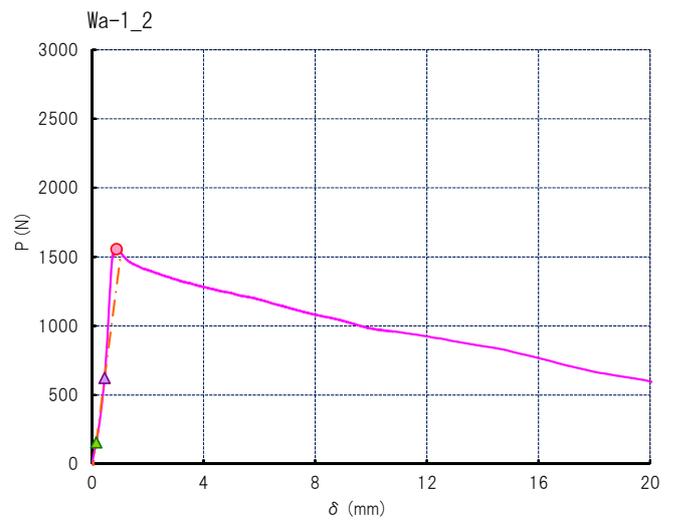
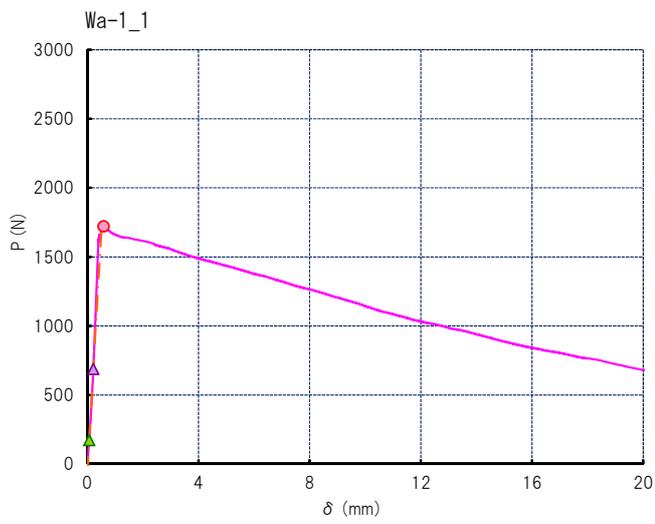


図-4 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 包絡線     
 - - - 剛性直線     
 ▲ 0.1Pmax     
 ▲ 0.4Pmax     
 ● Pmax

図-5 P-δ曲線 (各試験体 一覽)

3-2. Wa-2 試験結果

Wa-2 構成	軸材	同一等級構造用集成材 E95-F315、樹種：ヒノキ 120×120
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)
	打ち込み長さ	59.9mm (くぎ長さ76.2mm + くぎ頭厚み1.7mm - 18mm)

表-3 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	木材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Wa-2_1	11.8	0.44
Wa-2_2	12.4	0.44
Wa-2_3	10.8	0.44
Wa-2_4	12.0	0.45
Wa-2_5	11.5	0.45
Wa-2_6	12.3	0.45
平均	11.8	0.44

表-4 特性値 一覧

試験体 記号	最大荷重時		引き抜き 抵抗
	P <sub>max</sub>	δ <sub>P<sub>max</sub></sub>	
	N	mm	
Wa-2_1	2088.56	0.83	34.87
Wa-2_2	2469.51	1.42	41.23
Wa-2_3	2310.63	0.93	38.57
Wa-2_4	2901.13	0.87	48.43
Wa-2_5	2850.02	0.69	47.58
Wa-2_6	2472.86	1.07	41.28
平均	2515.45	0.97	41.99
標準偏差	312.66	0.25	5.22
変動係数	0.124		0.124
5%下限値	1785.07		29.80
50%下限値	2422.59		40.44

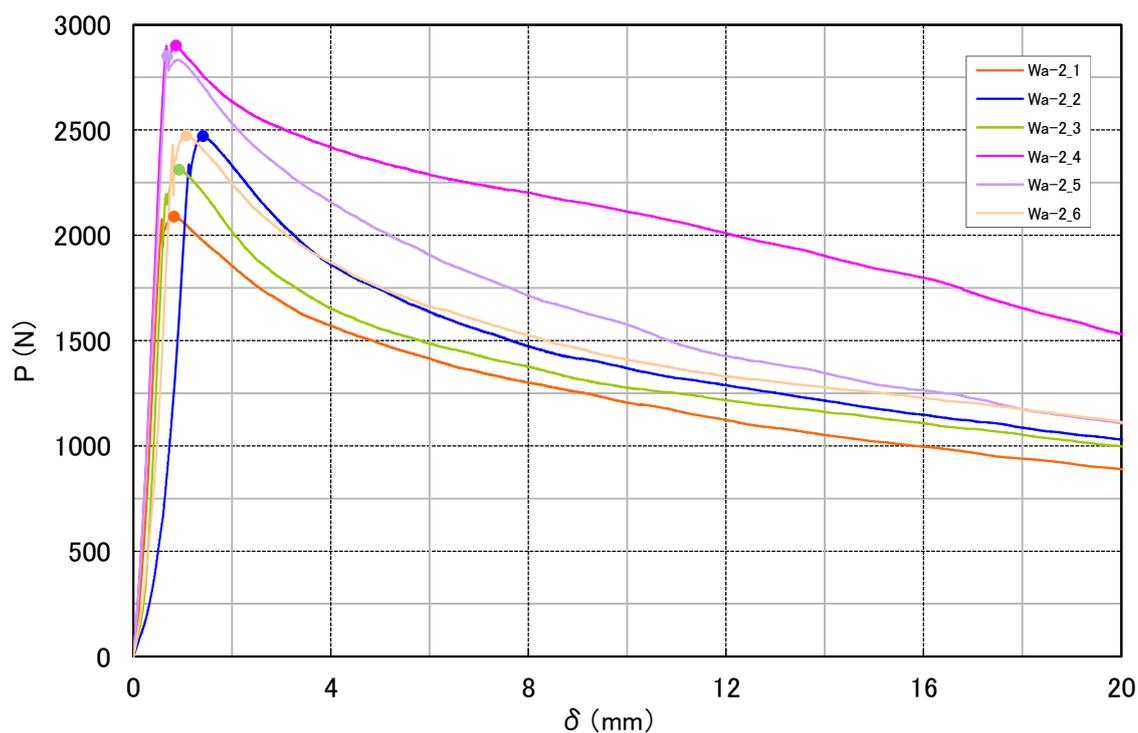
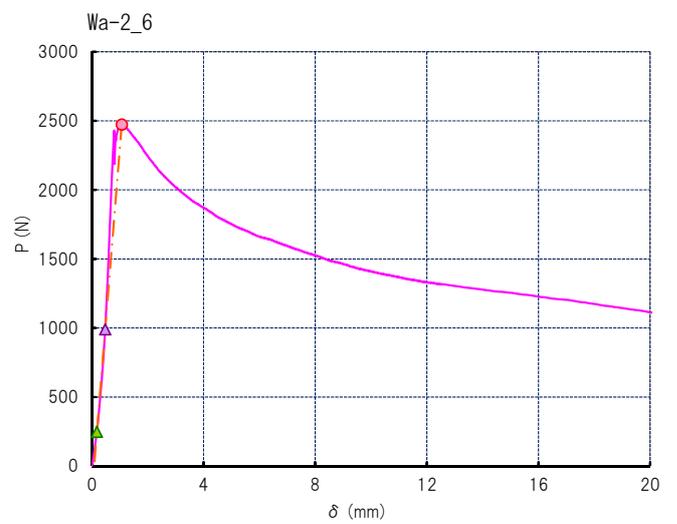
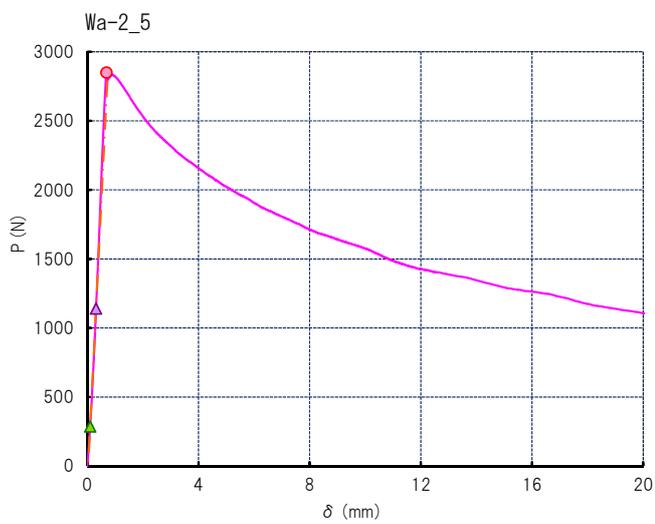
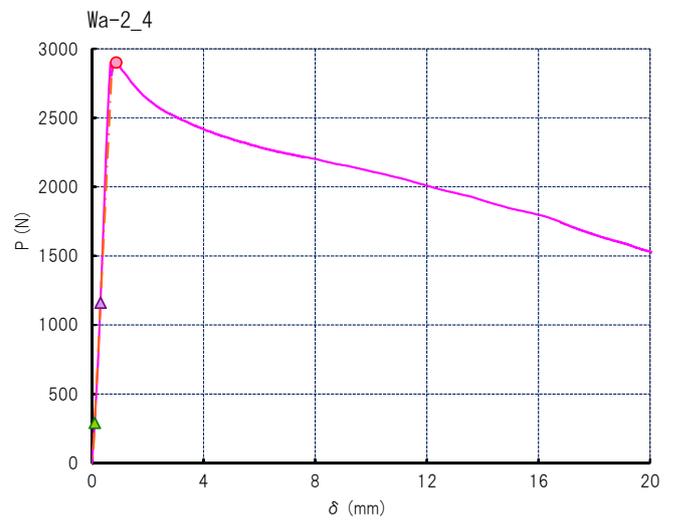
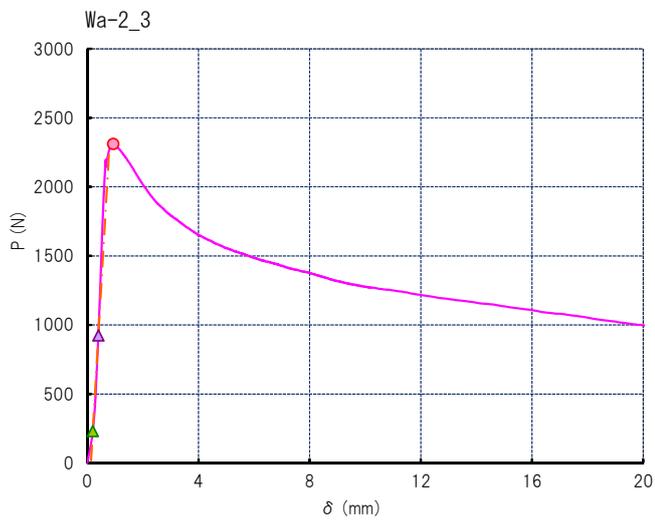
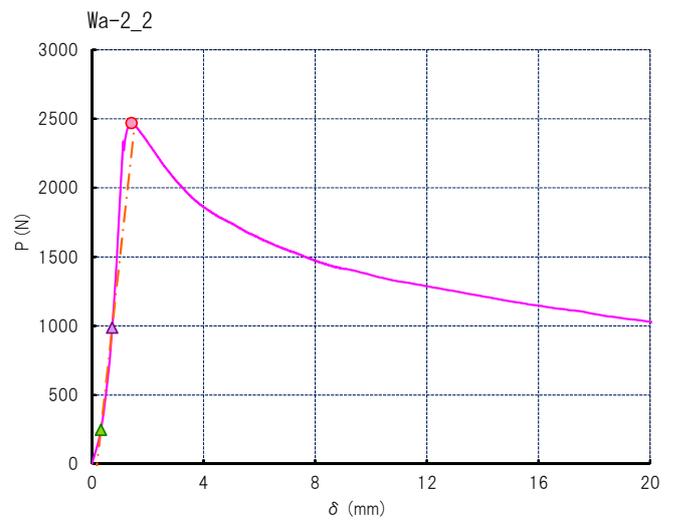
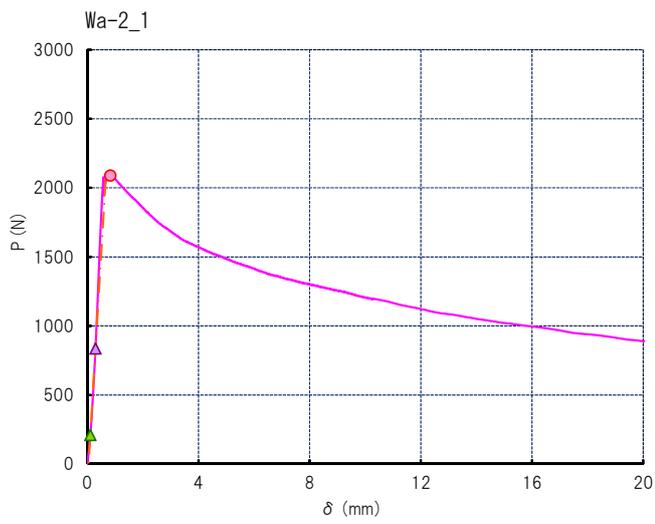


図-6 P-δ 曲線 (試験体相互の比較)



— 包絡線     
 - - - 剛性直線     
 ▲ 0.1Pmax     
 ▲ 0.4Pmax     
 ● Pmax

図-7 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

#### 4 試験後 写真

Wa-1

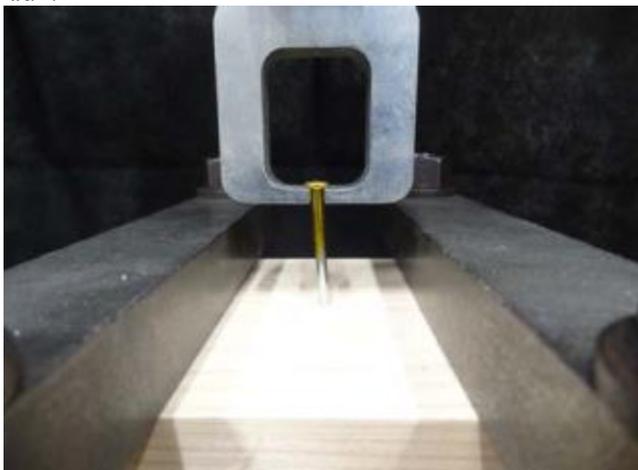


写真-2 Wa-1 「試験終了後」

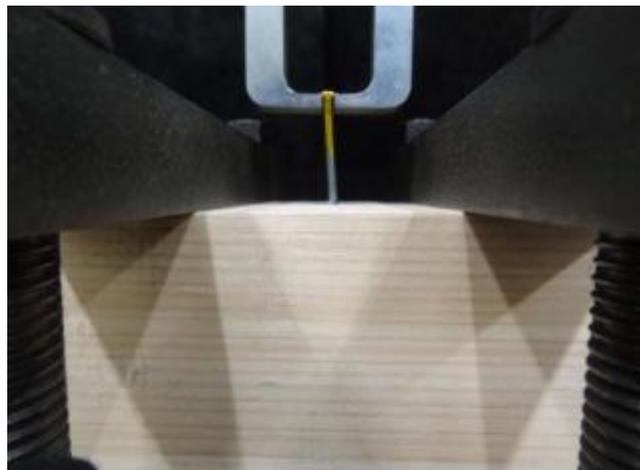


写真-3 Wa-1 「試験終了後」

Wa-2

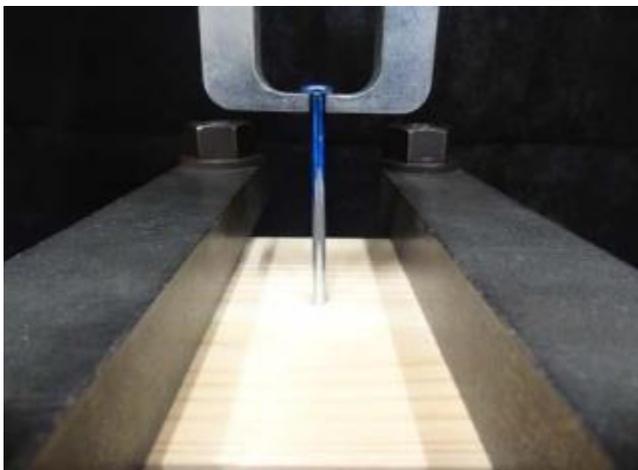


写真-4 Wa-2 「試験終了後」

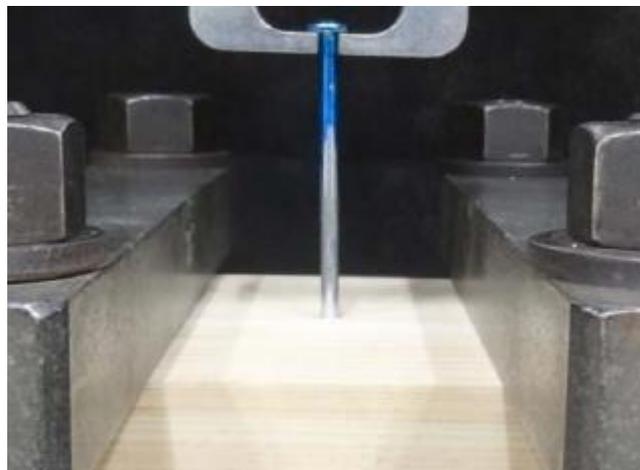
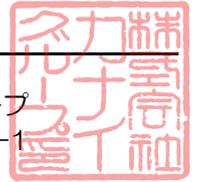


写真-5 Wa-2 「試験終了後」

## 性能試験報告書



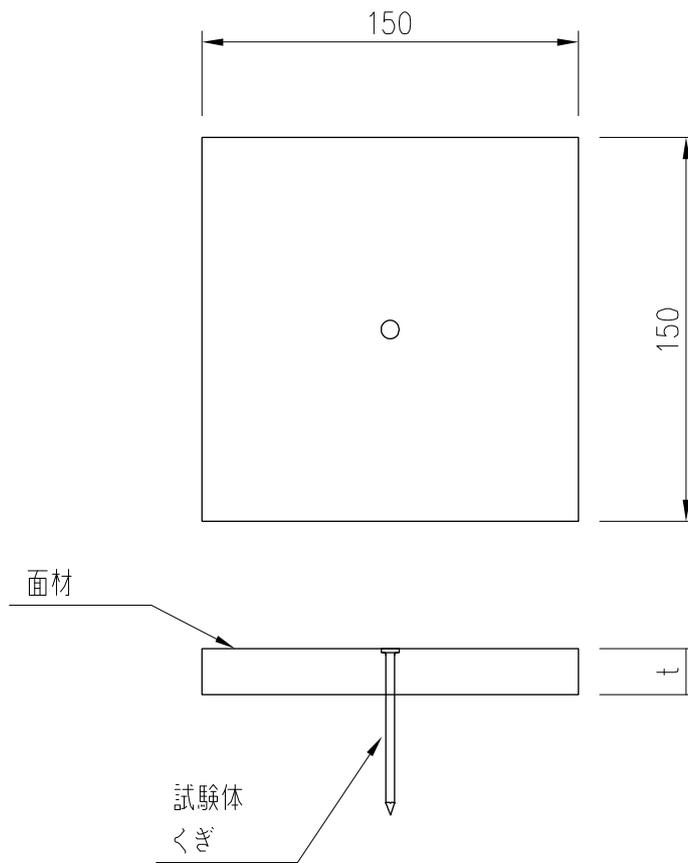
試験結果は以下の通りであることをご報告いたします。  
2022年12月19日

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	面材に対するくぎ頭のめり込み貫通試験(1) JISくぎ					
試験内容	[試験体概要]					
	試験体記号	面材			接合具(くぎ)	
	Pa-1	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)	
	Pa-2	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)	
	Pa-3	MDF 曲げ強度区分: 25 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)	
	Pa-4	MDF 曲げ強度区分: 25 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)	
	Pa-5	パーティクルボード 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)	
	Pa-6	パーティクルボード 厚み 18mm			めっき太め鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)	
	[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"> <li>・圧縮加力試験機により、試験体が破壊にいたるまで単調加力を行う。</li> <li>・載荷速度: 2.25mm/min、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</li> <li>・上記P-δ曲線より、各特性値を求めた。</li> </ul> ※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)		終局強度 (N/mm <sup>2</sup> )		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
	Pa-1	1949.42	2587.61	56.76	71.02	1781.39
	Pa-2	2368.60	3015.15	57.00	69.38	1900.53
	Pa-3	2334.85	2534.76	65.57	71.90	2081.66
	Pa-4	2297.39	2677.10	54.02	61.83	2015.03
	Pa-5	2136.69	2457.32	61.91	70.85	2048.61
	Pa-6	2274.34	2584.59	53.99	60.64	1988.72
	※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 : 2022/12/01~2022/12/02					

# 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)
Pa-1	構造用合板 特類2級 (カラマツ)	18	CNZ 65
Pa-2			CNZ 75
Pa-3	MDF 曲げ強度区分:25	18	CNZ 65
Pa-4			CNZ 75
Pa-5	パーティクルボード	18	CNZ 65
Pa-6			CNZ 75

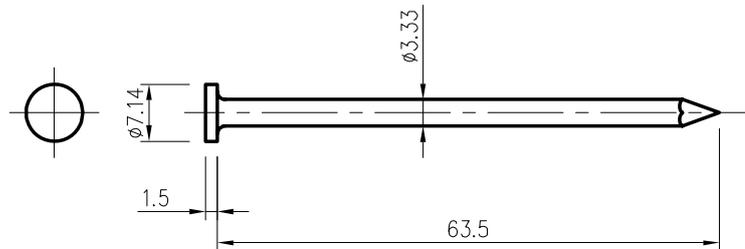
図-1 試験体図

1-2. 製品図

製品名：めっき太め鉄丸くぎ CNZ 65 (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)



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)

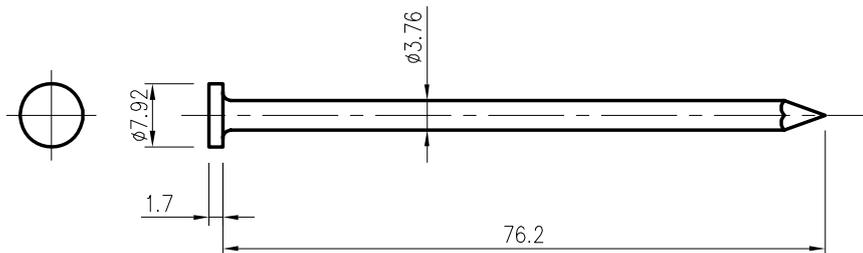


図-2 製品図

## 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、2.25mm/minとした。
- (3) 加力はδが面材の厚み18mm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。

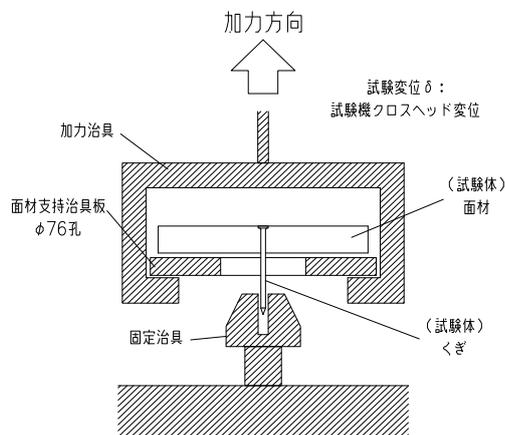


図-3 試験方法 概要図



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]の値をくぎ頭部の支圧面積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。

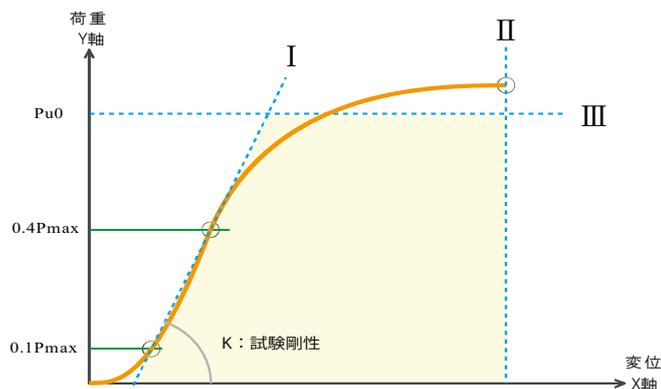


図-4 荷重変位曲線からの特性値の求め方

### 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）を求めることとした。

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. Pa-1 試験結果

Pa-1 構成	面材	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 65 (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 <sup>3</sup>
Pa-1-1	-	0.52
Pa-1-2	-	0.55
Pa-1-3	-	0.56
Pa-1-4	-	0.57
Pa-1-5	-	0.58
Pa-1-6	-	0.61
平均	-	0.57

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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-1-1	2569.29	9.45	2228.77	11.25	1766.72	71.14
Pa-1-2	3223.80	5.43	2696.68	8.24	1691.24	86.07
Pa-1-3	2385.52	4.58	2118.23	9.31	1940.76	67.61
Pa-1-4	2395.15	4.35	2104.76	8.28	1736.94	67.18
Pa-1-5	2747.22	5.42	2238.65	9.24	1670.72	71.45
Pa-1-6	2767.79	4.36	2361.43	7.24	1881.95	75.37
平均	2681.46	5.6	2291.42	8.93	<b>1781.39</b>	73.14
標準偏差	312.42	1.95	219.40	1.37	107.78	7.00
変動係数	0.117	/	0.096	/	/	0.096
5%下限値	<b>1949.42</b>	/	1778.14	/	/	<b>56.76</b>
50%下限値	<b>2587.61</b>	/	2224.97	/	/	<b>71.02</b>

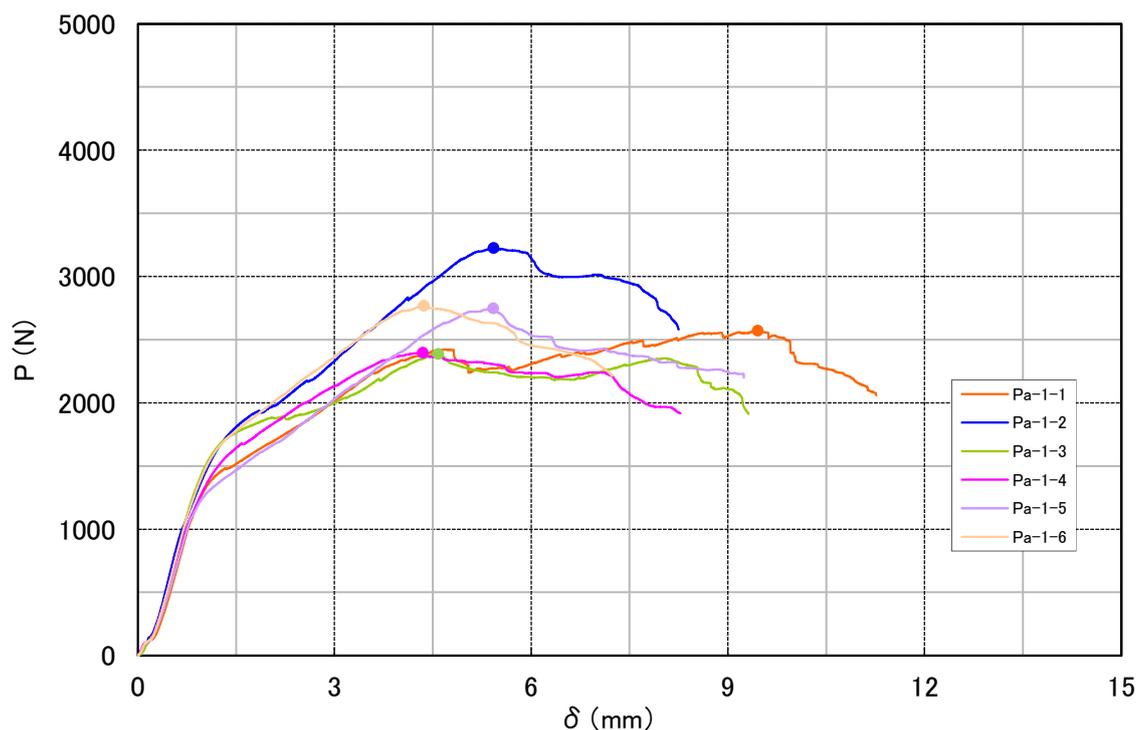
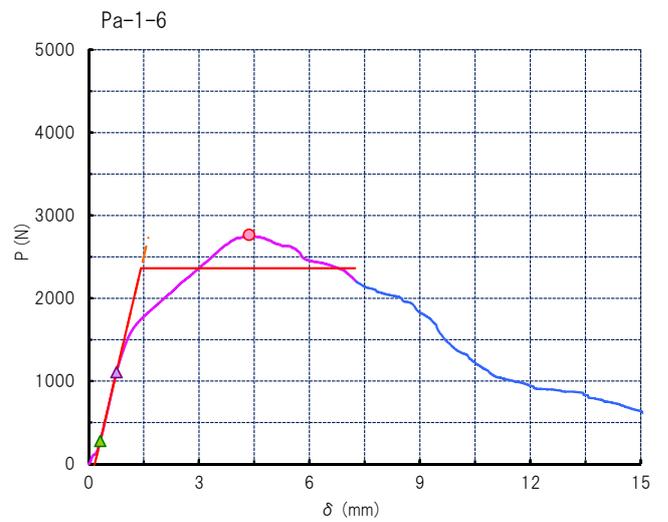
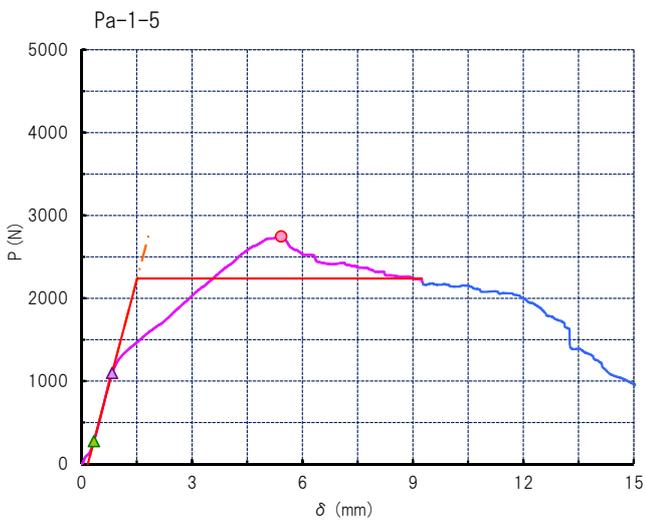
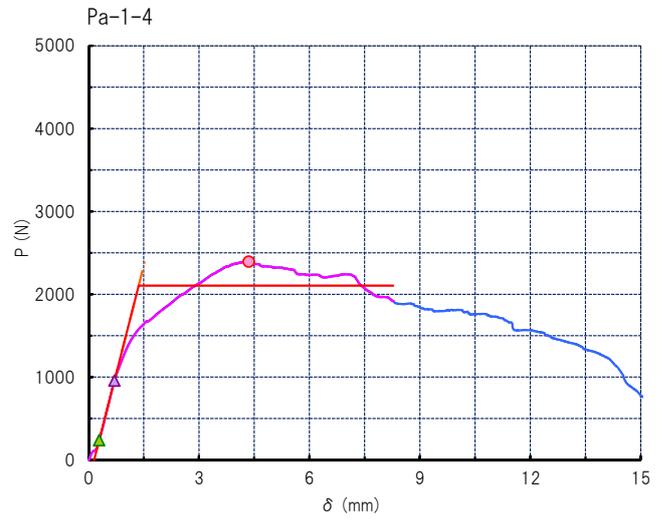
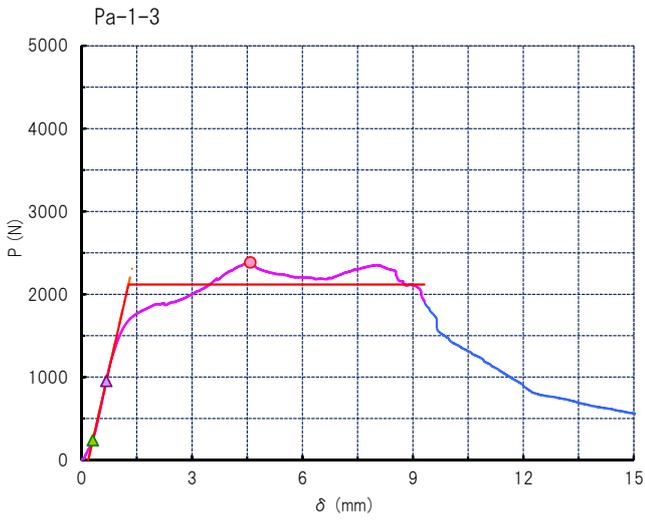
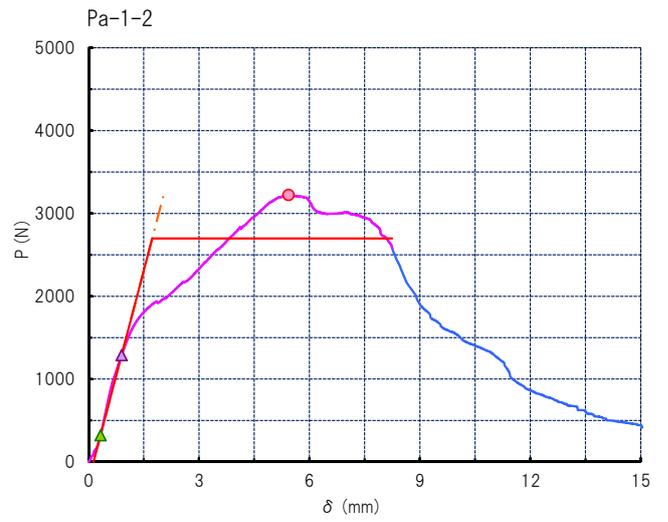
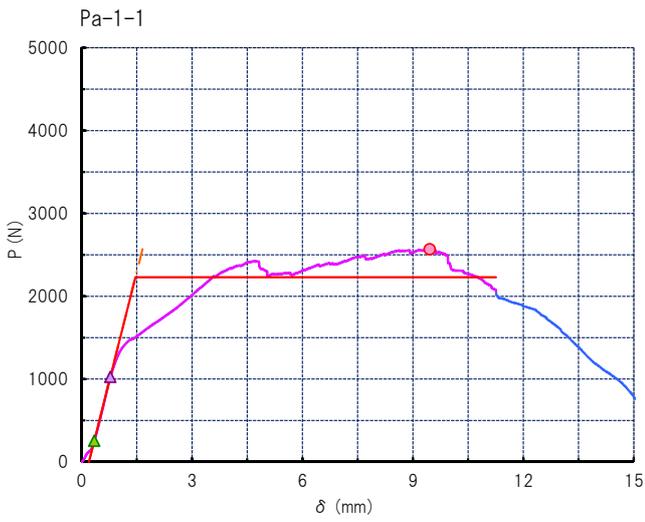


図-5 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



— 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. Pa-2 試験結果

Pa-2 構成	面材	構造用合板 特類2級 (カラマツ) 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ 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 <sup>3</sup>
Pa-2-1	-	0.52
Pa-2-2	-	0.56
Pa-2-3	-	0.56
Pa-2-4	-	0.57
Pa-2-5	-	0.57
Pa-2-6	-	0.61
平均	-	0.56

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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-2-1	2859.93	4.51	2502.73	7.12	1805.55	65.58
Pa-2-2	3673.59	5.76	3110.11	8.28	1782.33	81.50
Pa-2-3	2801.78	5.26	2471.08	7.83	1955.77	64.75
Pa-2-4	3106.98	4.71	2749.97	7.78	2082.69	72.06
Pa-2-5	3218.81	5.16	2772.63	6.22	1943.17	72.66
Pa-2-6	2989.32	5.17	2687.32	8.27	1833.69	70.42
平均	3108.4	5.09	2715.64	7.58	<b>1900.53</b>	71.16
標準偏差	316.72	0.44	230.64	0.79	114.47	6.04
変動係数	0.102	/	0.085	/	/	0.085
5%下限値	<b>2368.60</b>	/	2175.23	/	/	<b>57.00</b>
50%下限値	<b>3015.15</b>	/	2647.75	/	/	<b>69.38</b>

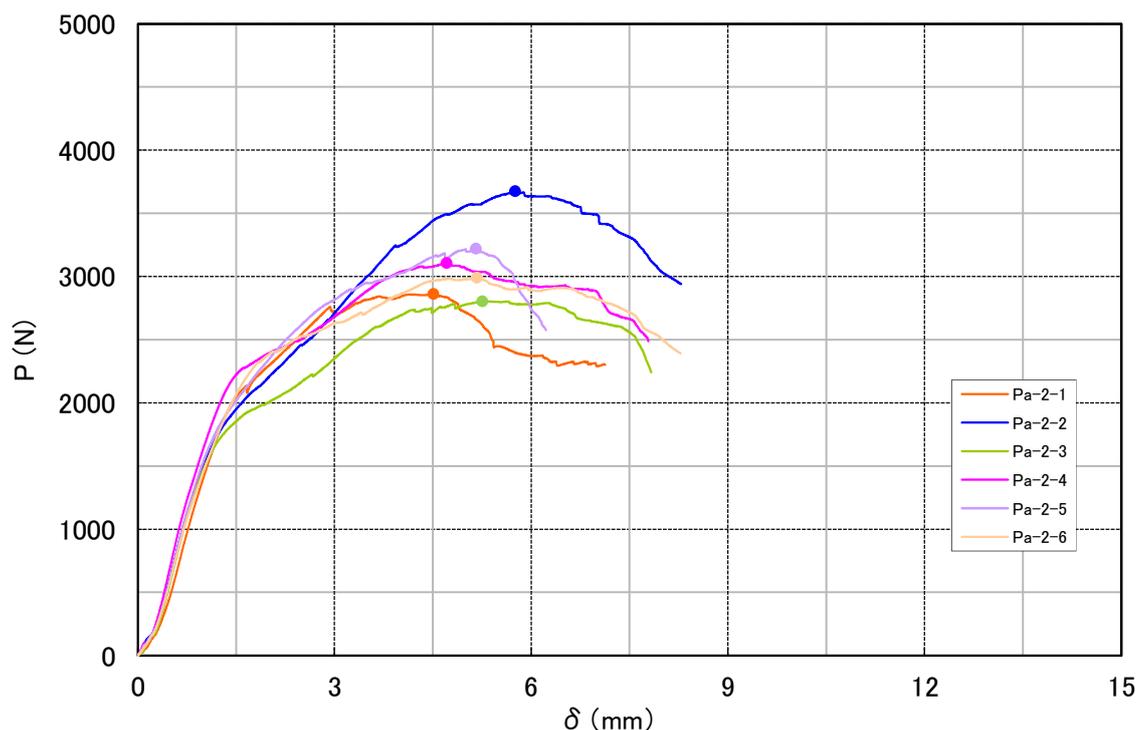
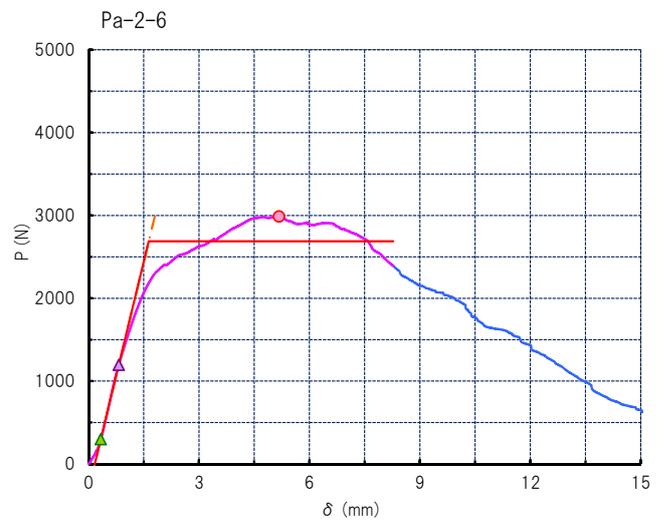
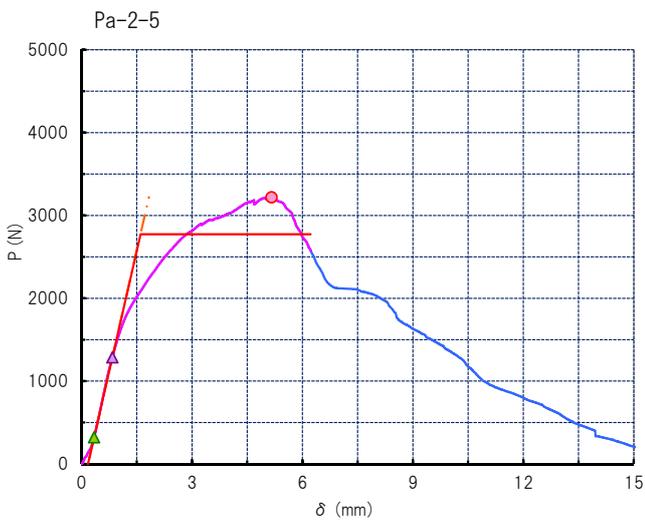
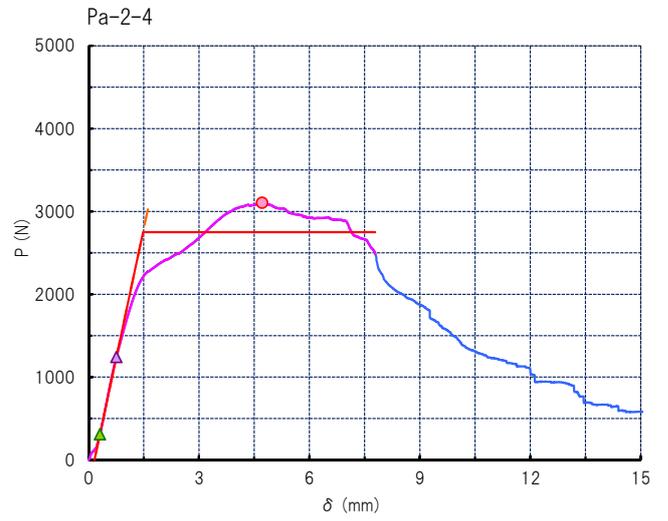
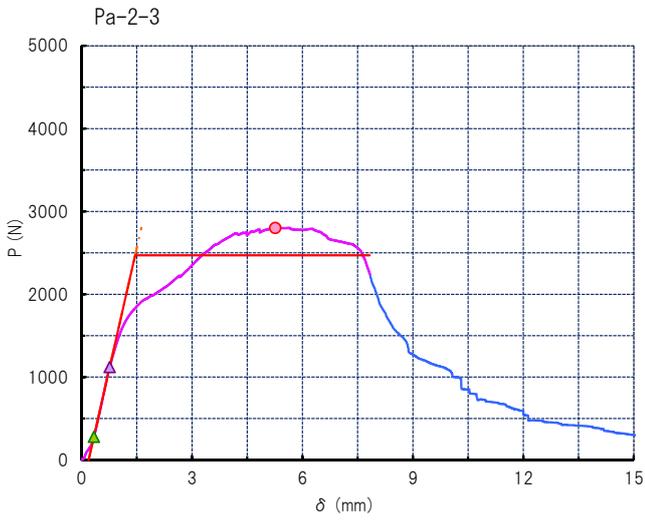
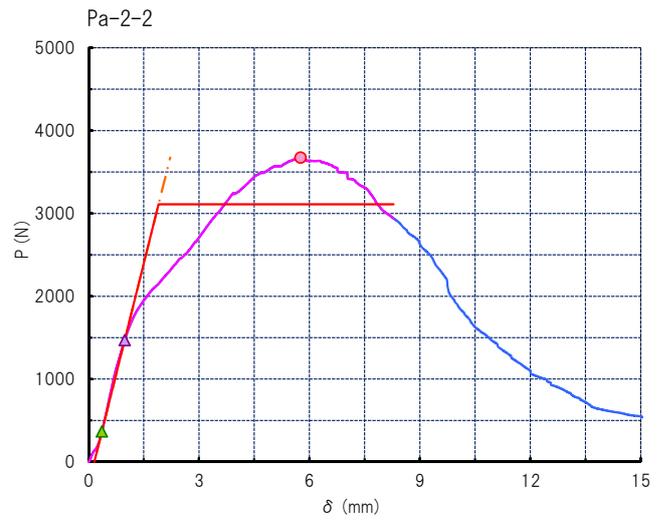
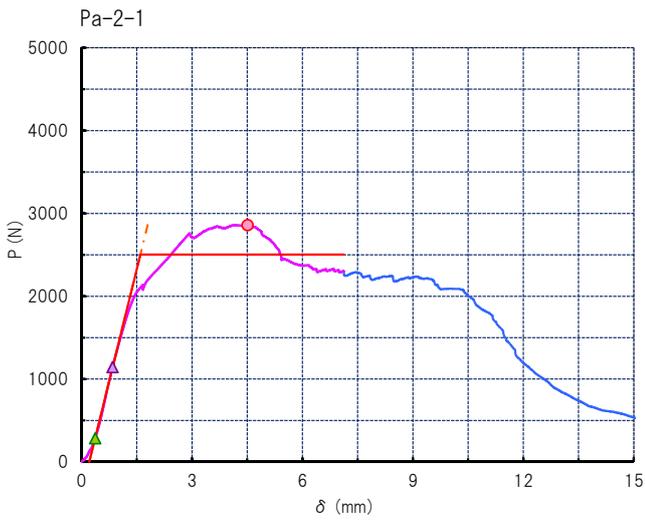


図-7 P-δ 曲線 (試験体相互の比較)



— 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)

### 3-3. Pa-3 試験結果

Pa-3 構成	面材	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)

表-5 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Pa-3-1	-	0.68
Pa-3-2	-	0.71
Pa-3-3	-	0.71
Pa-3-4	-	0.71
Pa-3-5	-	0.72
Pa-3-6	-	0.73
平均	-	0.71

表-6 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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-3-1	2415.98	2.15	2129.23	3.71	1951.53	67.96
Pa-3-2	2474.64	2.09	2201.00	3.97	2027.64	70.25
Pa-3-3	2583.57	2.22	2299.97	3.90	2115.57	73.41
Pa-3-4	2637.58	2.15	2340.47	3.75	2112.03	74.70
Pa-3-5	2601.00	2.49	2328.24	4.34	2177.62	74.31
Pa-3-6	2664.96	2.36	2395.51	3.97	2105.57	76.46
平均	2562.95	2.24	2282.40	3.94	<b>2081.66</b>	72.85
標準偏差	97.21	0.15	98.65	0.22	79.63	3.15
変動係数	0.038	/	0.043	/	/	0.043
5%下限値	<b>2334.85</b>	/	2054.16	/	/	<b>65.57</b>
50%下限値	<b>2534.76</b>	/	2252.73	/	/	<b>71.90</b>

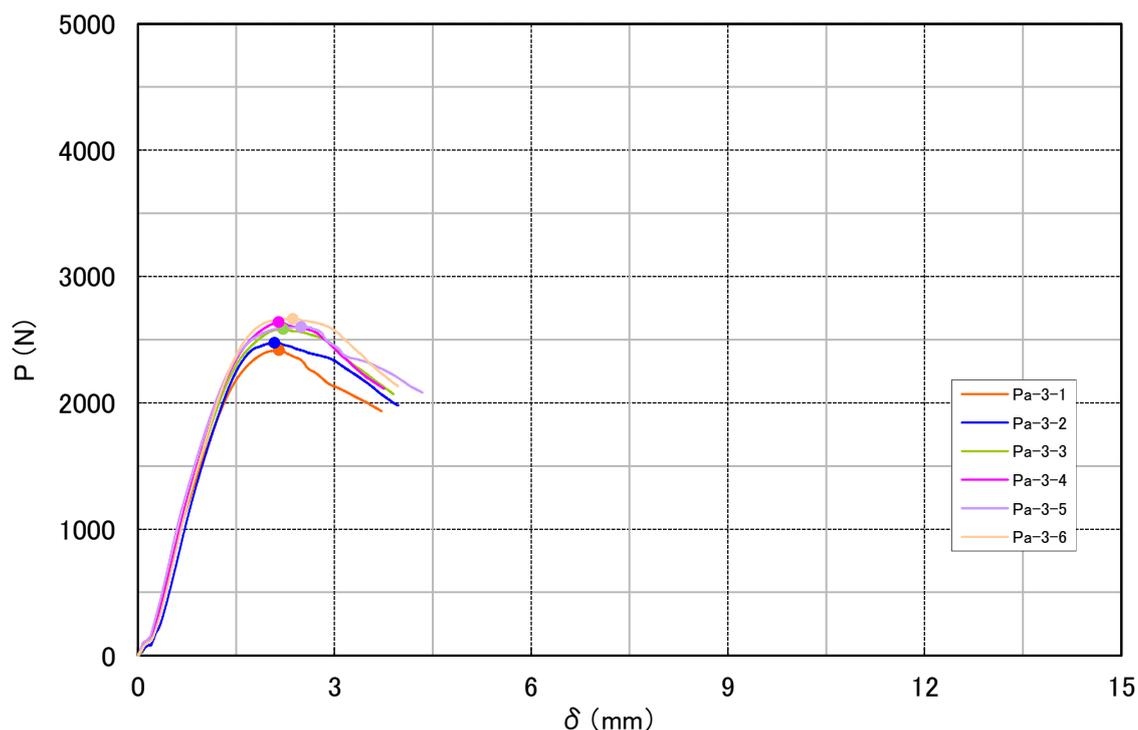
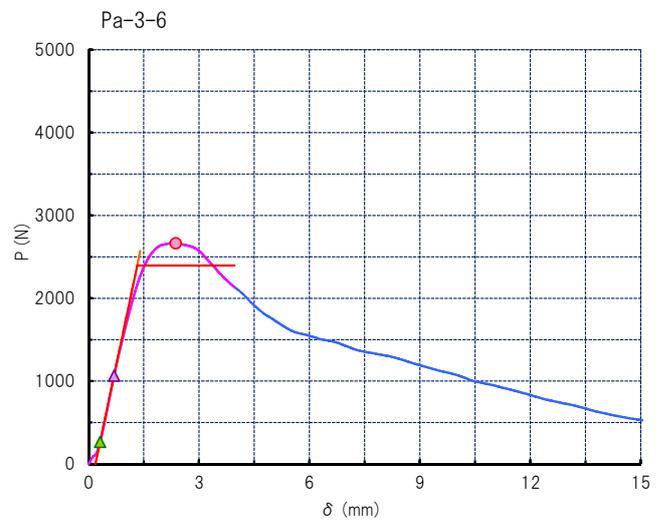
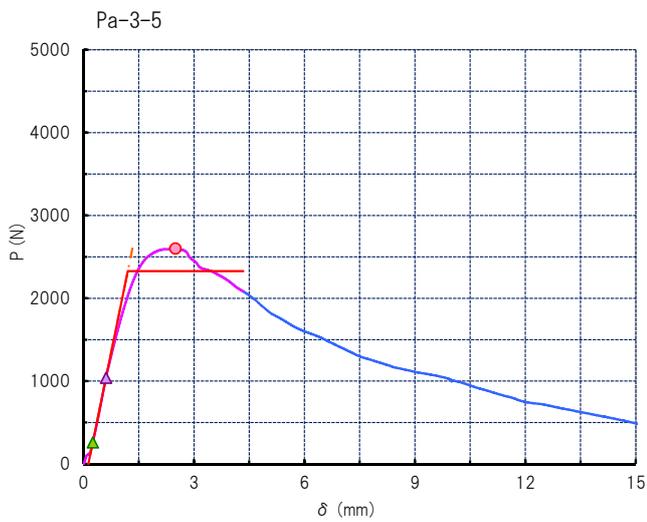
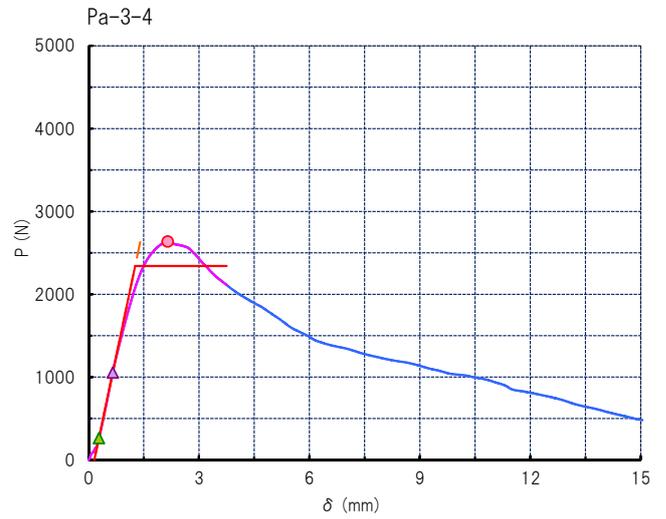
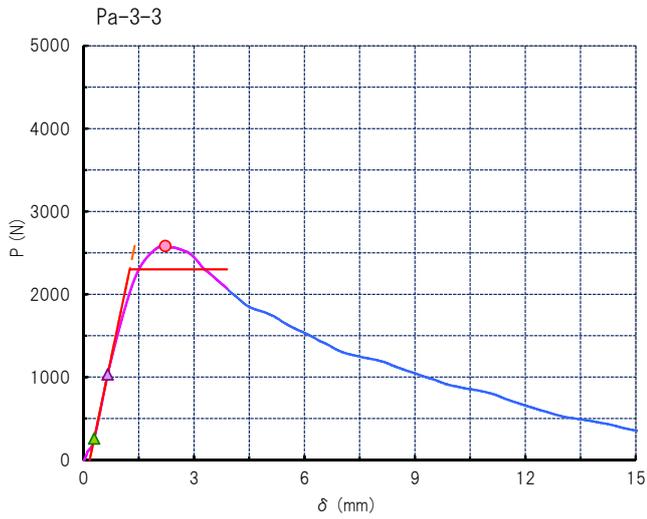
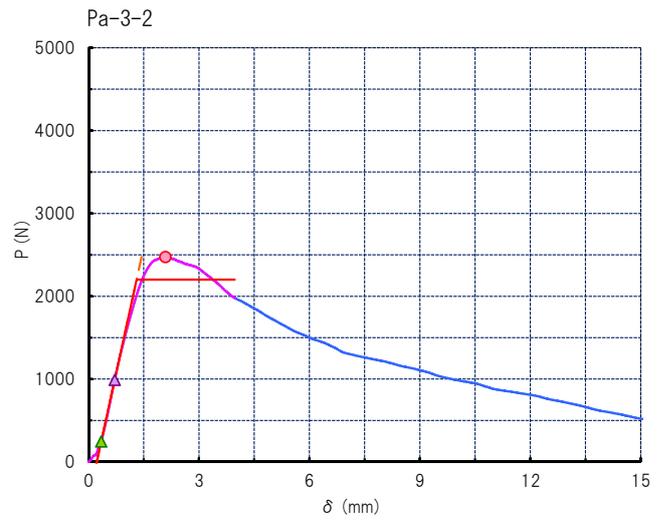
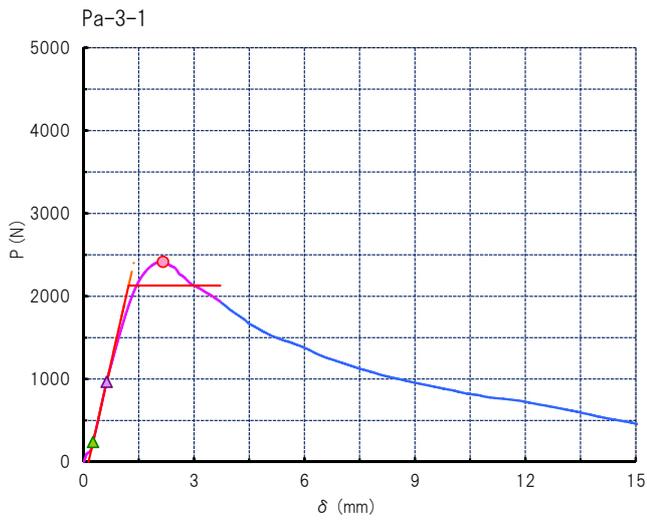


図-9 P- $\delta$  曲線 (試験体相互の比較)



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

図-10 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

3-4. Pa-4 試験結果

Pa-4 構成	面材	MDF 曲げ強度区分：25 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-7 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Pa-4-1	-	0.69
Pa-4-2	-	0.70
Pa-4-3	-	0.71
Pa-4-4	-	0.71
Pa-4-5	-	0.73
Pa-4-6	-	0.73
平均	-	0.71

表-8 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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-4-1	2518.77	2.10	2246.51	3.58	1761.79	58.87
Pa-4-2	2633.65	2.20	2283.84	3.09	2035.08	59.85
Pa-4-3	2567.55	2.20	2301.13	3.67	1925.96	60.30
Pa-4-4	2812.32	2.16	2466.27	3.25	2043.40	64.63
Pa-4-5	2992.54	2.19	2618.63	3.10	2206.54	68.62
Pa-4-6	2865.55	2.23	2498.53	3.15	2117.39	65.47
平均	2731.73	2.18	2402.48	3.3	<b>2015.03</b>	62.96
標準偏差	186.74	0.05	147.44	0.26	155.19	3.86
変動係数	0.068	/	0.061	/	/	0.061
5%下限値	<b>2297.39</b>	/	2061.33	/	/	<b>54.02</b>
50%下限値	<b>2677.10</b>	/	2359.24	/	/	<b>61.83</b>

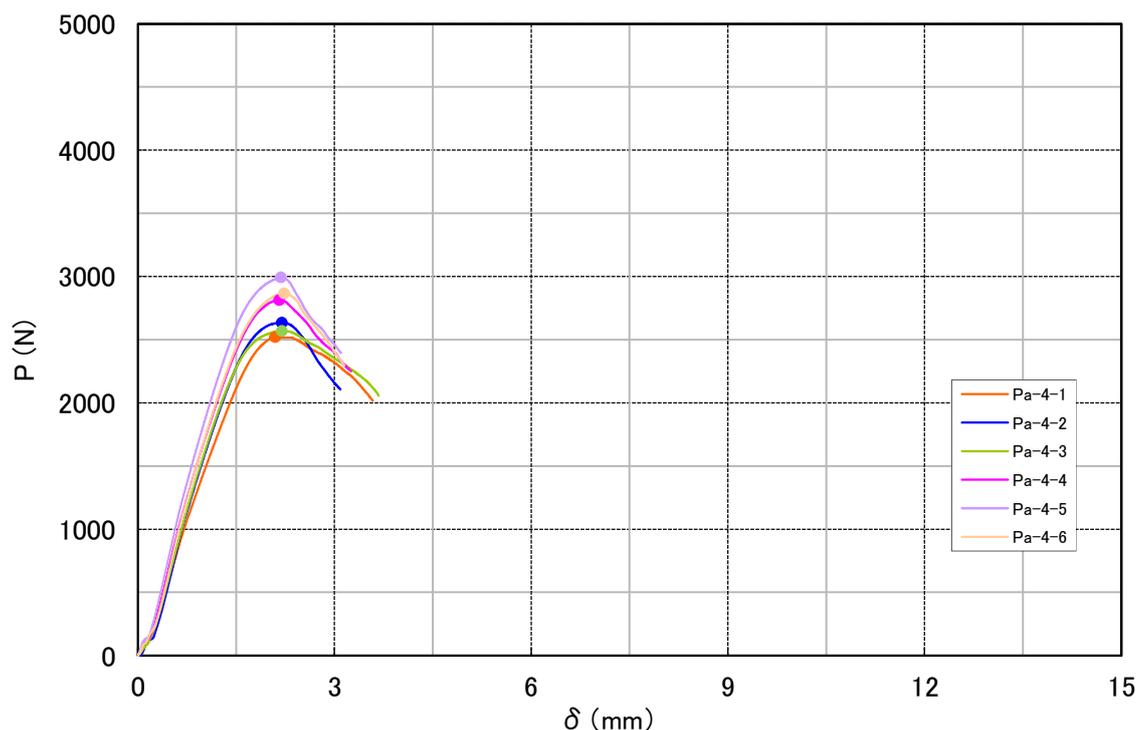
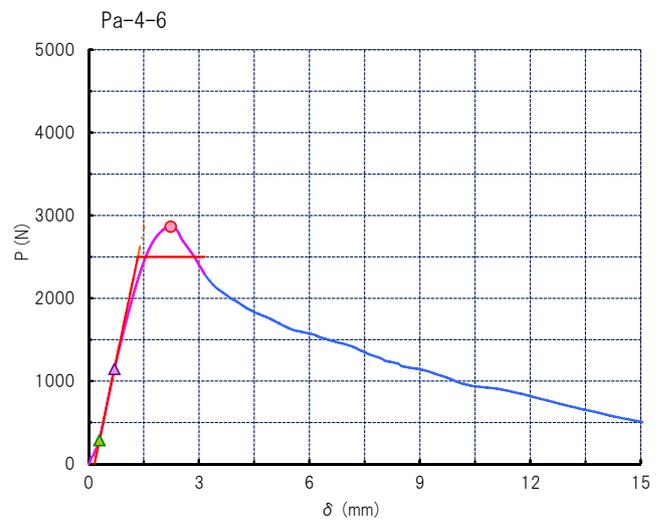
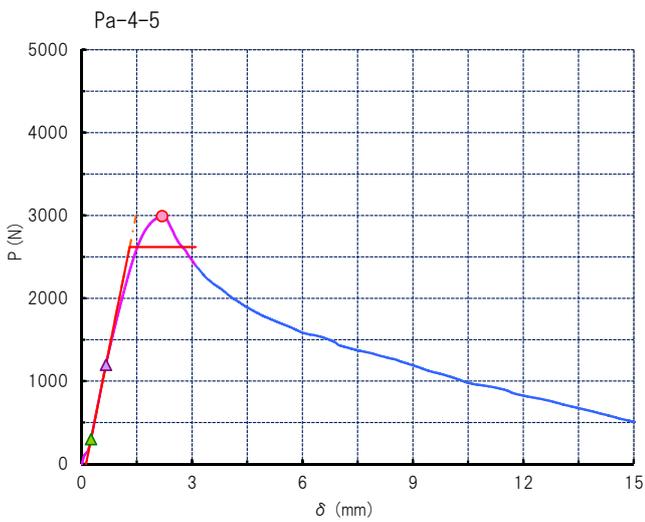
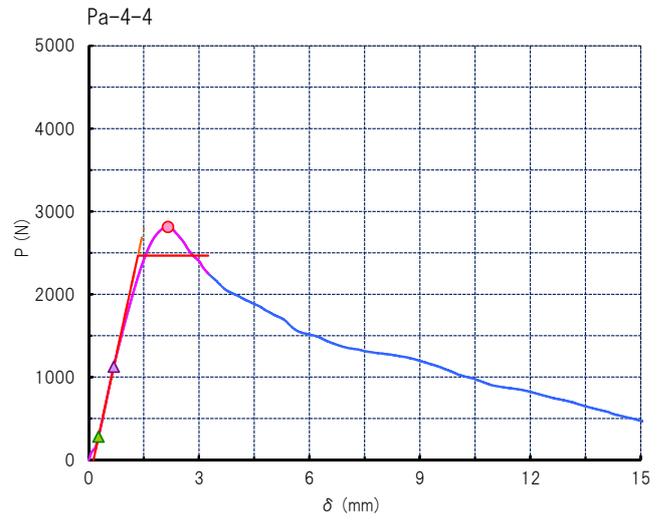
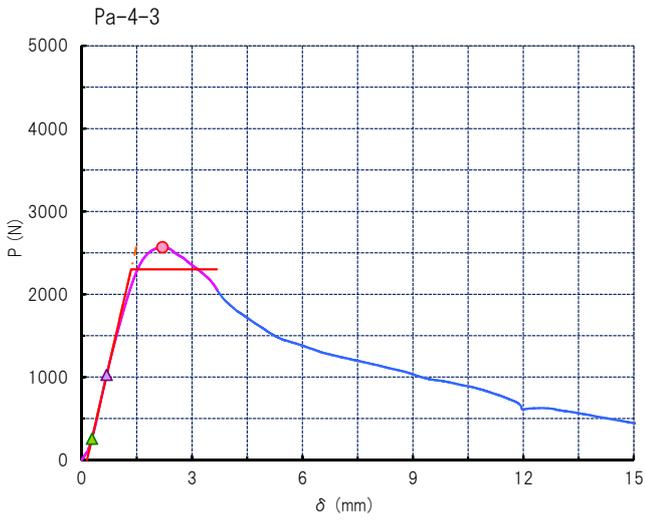
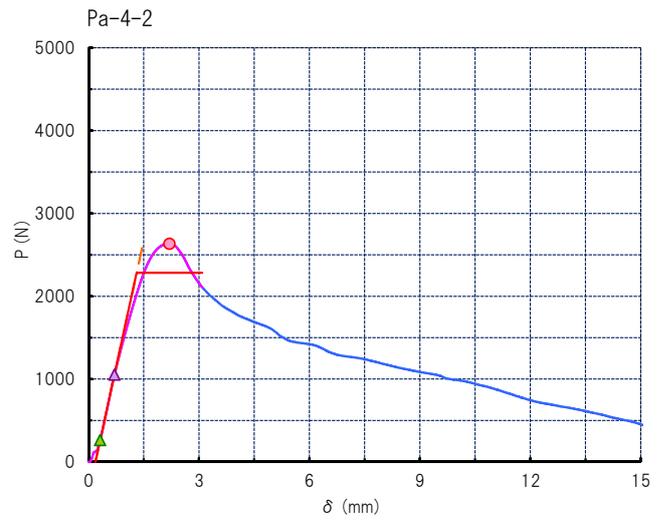
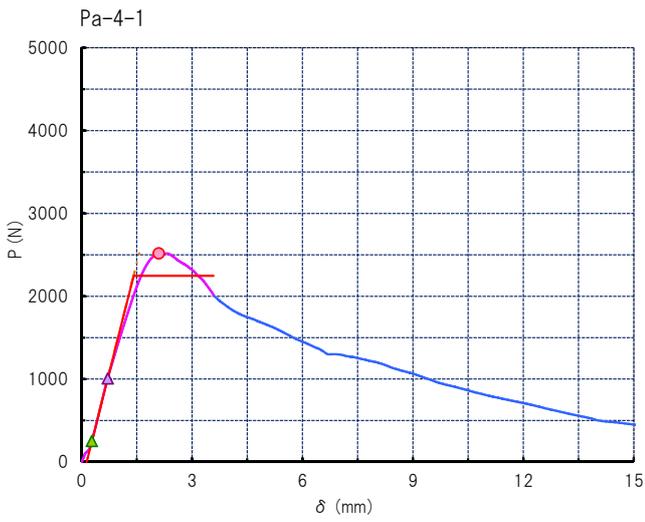


図-11 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



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

図-12 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

3-5. Pa-5 試験結果

Pa-5 構成	面 材	パーティクルボード 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 65 (JIS A 5508)

表-9 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Pa-5-1	-	0.69
Pa-5-2	-	0.70
Pa-5-3	-	0.70
Pa-5-4	-	0.71
Pa-5-5	-	0.71
Pa-5-6	-	0.71
平均	-	0.70

表-10 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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-5-1	2374.60	2.69	2145.35	4.68	1972.31	68.48
Pa-5-2	2488.30	3.00	2233.21	4.74	1986.74	71.28
Pa-5-3	2686.91	2.39	2405.46	4.25	1998.85	76.78
Pa-5-4	2379.86	2.49	2170.54	5.04	2093.32	69.28
Pa-5-5	2384.89	2.15	2147.98	4.04	1940.62	68.56
Pa-5-6	2714.87	3.11	2459.34	4.66	2299.80	78.50
平均	2504.91	2.64	2260.31	4.57	<b>2048.61</b>	72.15
標準偏差	157.8	0.37	138.06	0.36	133.33	4.41
変動係数	0.063	/	0.061	/	/	0.061
5%下限値	<b>2136.69</b>	/	1939.35	/	/	<b>61.91</b>
50%下限値	<b>2457.32</b>	/	2219.62	/	/	<b>70.85</b>

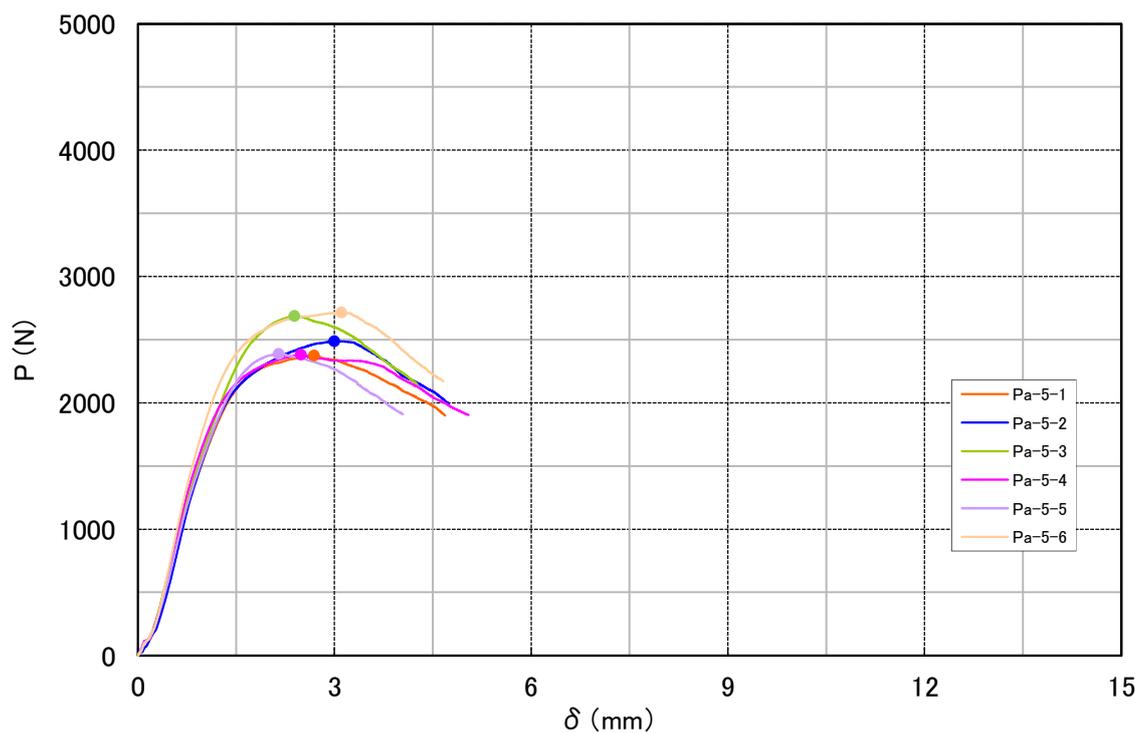
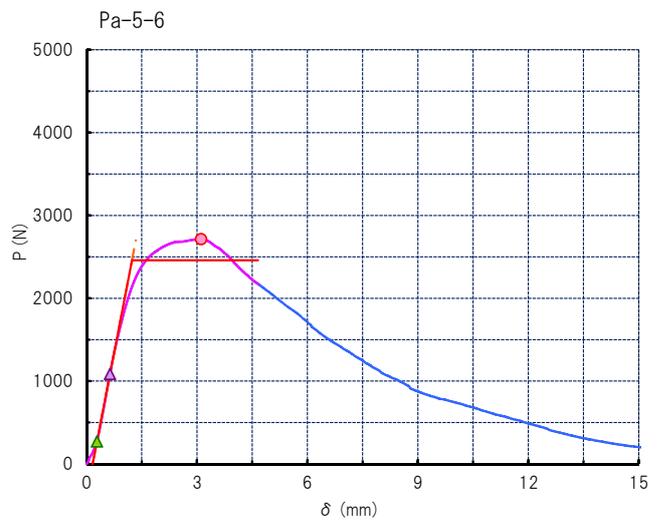
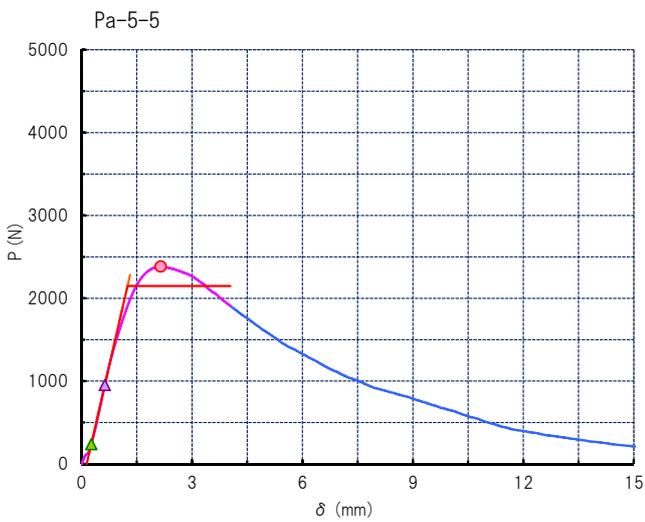
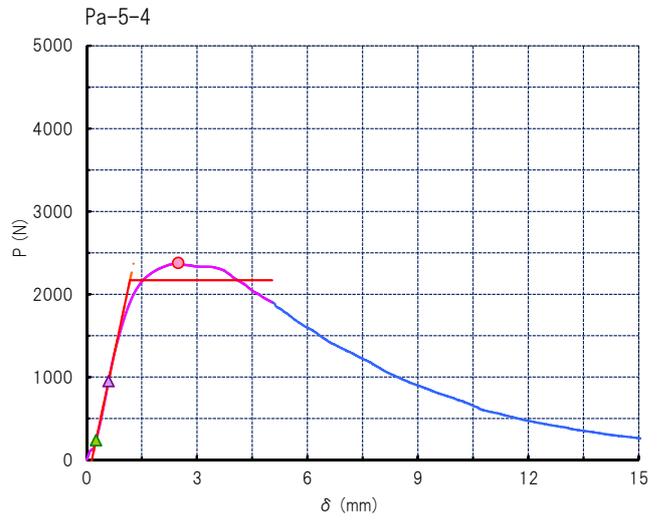
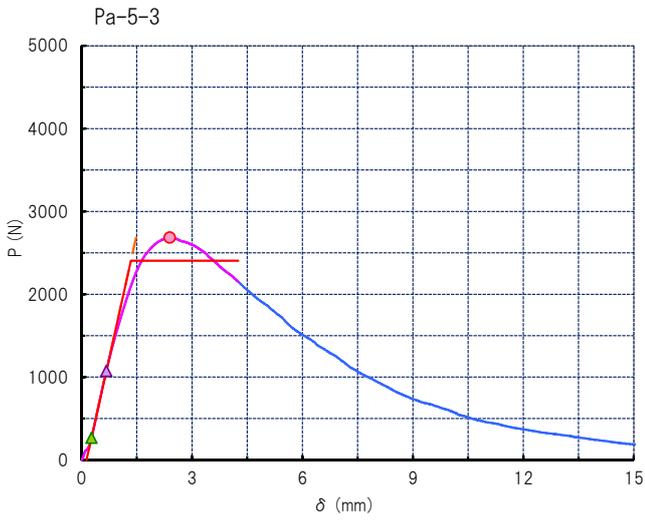
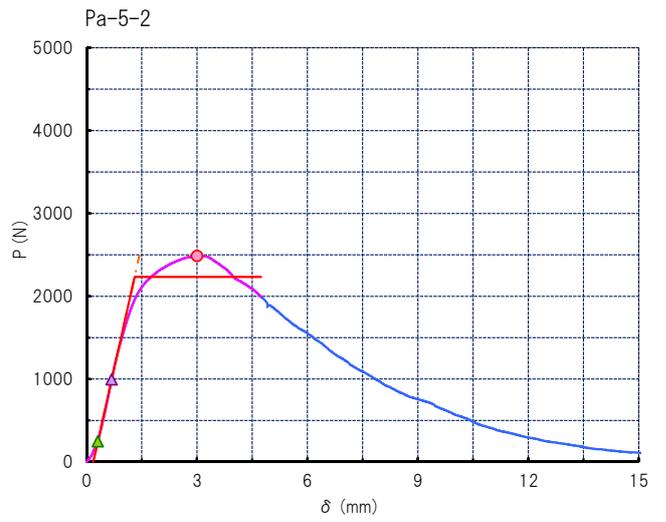
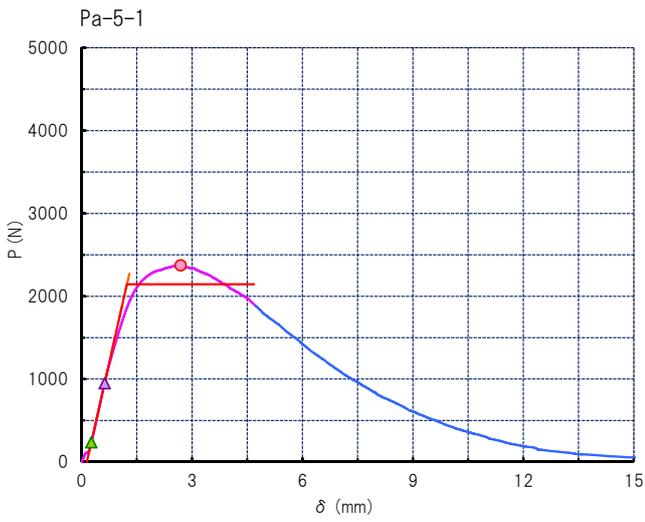


図-13 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



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

図-14 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

3-6. Pa-6 試験結果

Pa-6 構成	面 材	パーティクルボード 厚み 18mm
	接合具	めっき鉄丸くぎ CNZ 75 (JIS A 5508)

表-11 木材 密度、含水率 一覧

試験体 記号	面材	
	含水率%	密度g/cm <sup>3</sup>
Pa-6-1	-	0.69
Pa-6-2	-	0.70
Pa-6-3	-	0.70
Pa-6-4	-	0.71
Pa-6-5	-	0.71
Pa-6-6	-	0.71
平均	-	0.70

表-12 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	$\delta_{Pmax}$	Pu <sub>0</sub>	$\delta_{Pu0}$		
	N	mm	N	mm		
Pa-6-1	2630.08	2.54	2362.45	3.88	1867.78	61.91
Pa-6-2	2336.79	2.26	2105.83	4.22	1694.07	55.18
Pa-6-3	2670.38	2.42	2414.50	4.06	2036.86	63.27
Pa-6-4	2703.33	2.13	2405.52	3.98	2275.41	63.04
Pa-6-5	2654.70	2.23	2367.90	3.79	2146.69	62.05
Pa-6-6	2780.44	2.42	2454.92	3.74	1911.52	64.33
平均	2629.29	2.33	2351.85	3.95	<b>1988.72</b>	61.63
標準偏差	152.46	0.15	125.16	0.18	208.26	3.28
変動係数	0.058	/	0.053	/	/	0.053
5%下限値	<b>2274.34</b>	/	2060.22	/	/	<b>53.99</b>
50%下限値	<b>2584.59</b>	/	2314.22	/	/	<b>60.64</b>

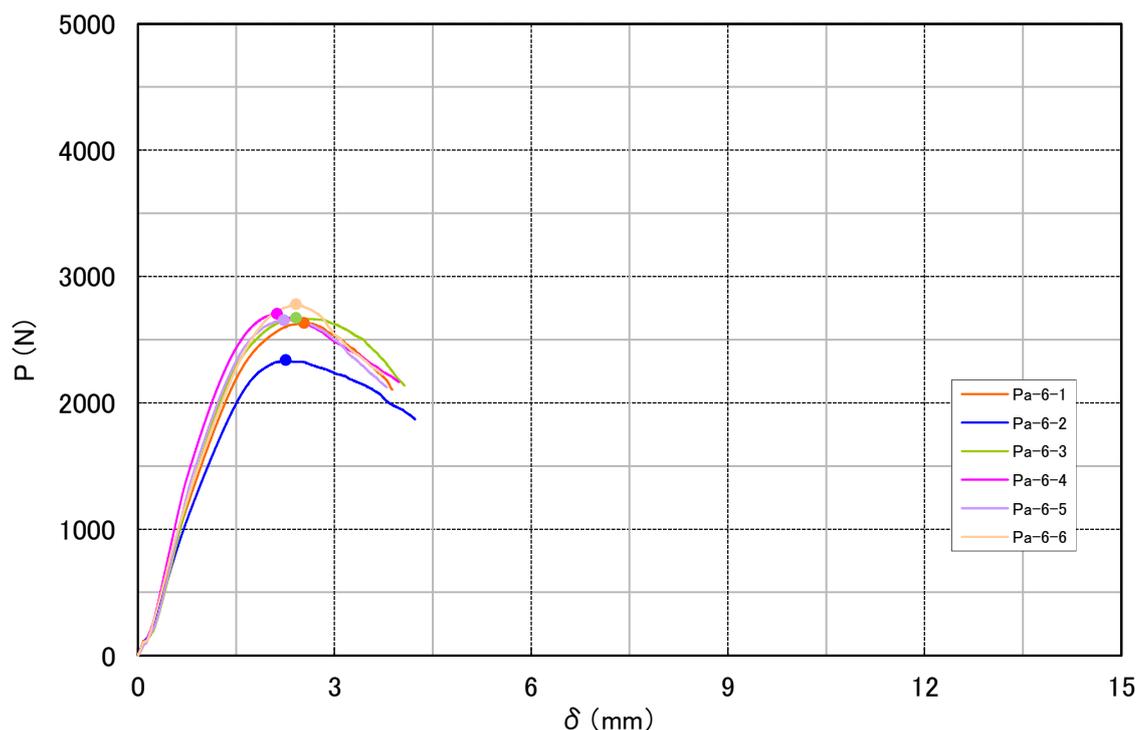
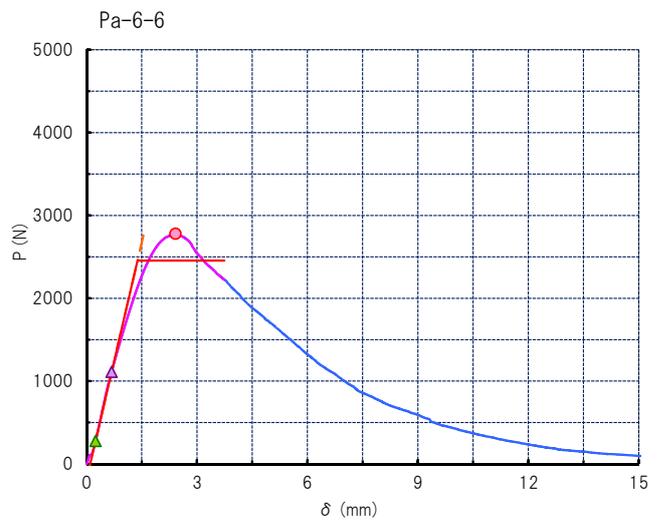
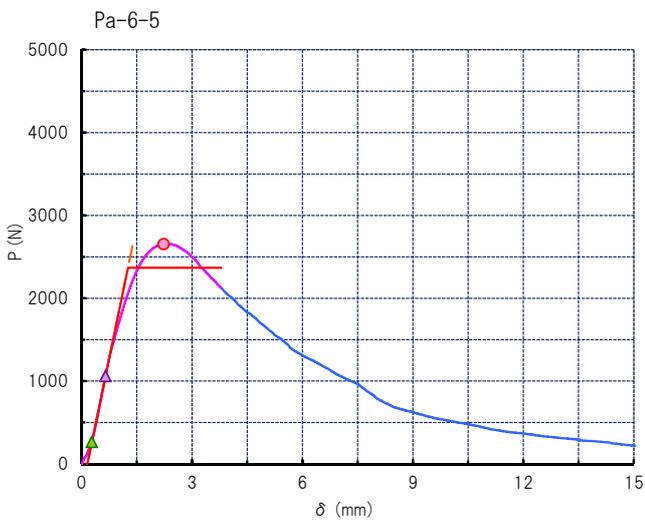
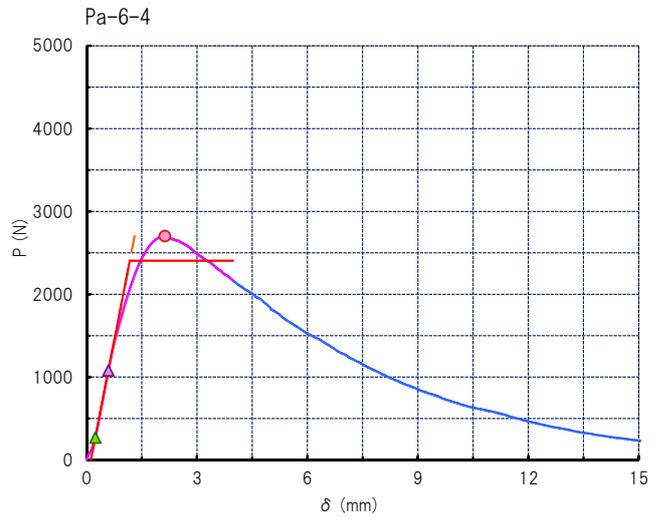
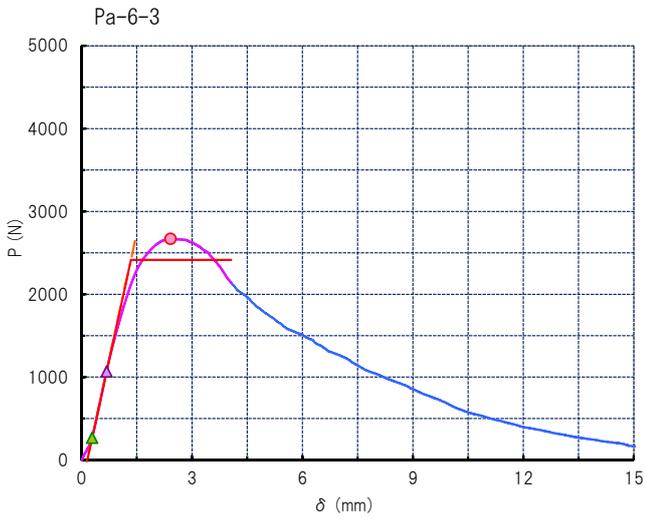
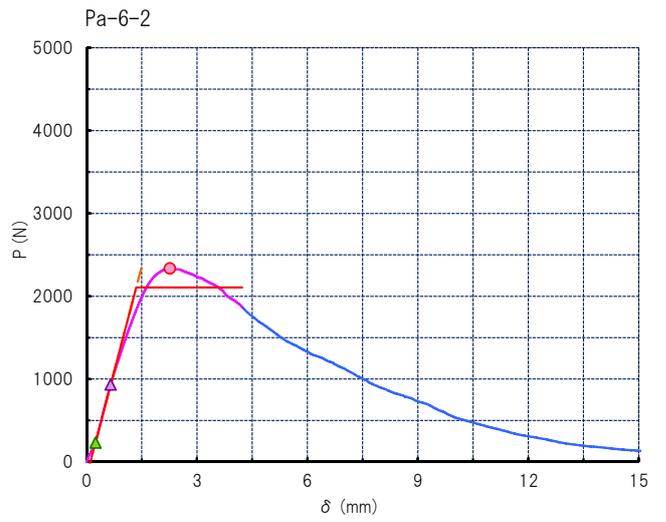
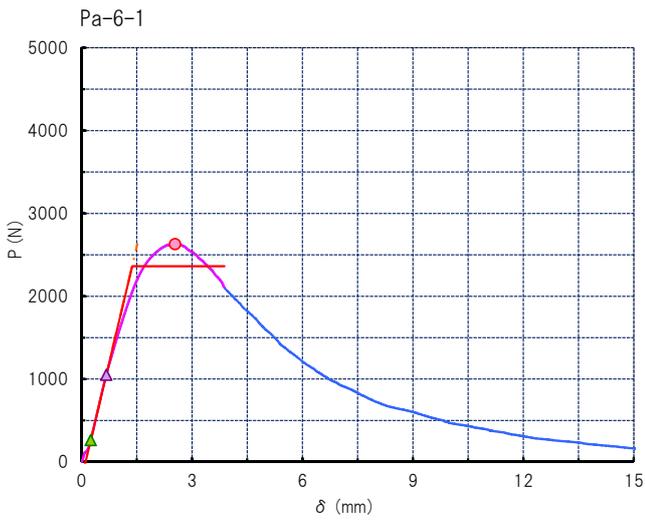


図-15 P-δ曲線 (試験体相互の比較)



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

図-16 P-δ 曲線 (各試験体 一覽)

#### 4 試験後 写真

Pa-1



写真-2 Pa-1「試験終了後」

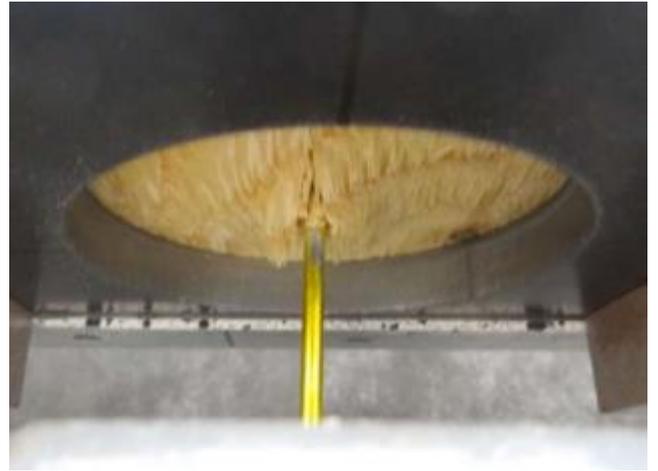


写真-3 Pa-1「試験終了後」

Pa-2



写真-4 Pa-2「試験終了後」

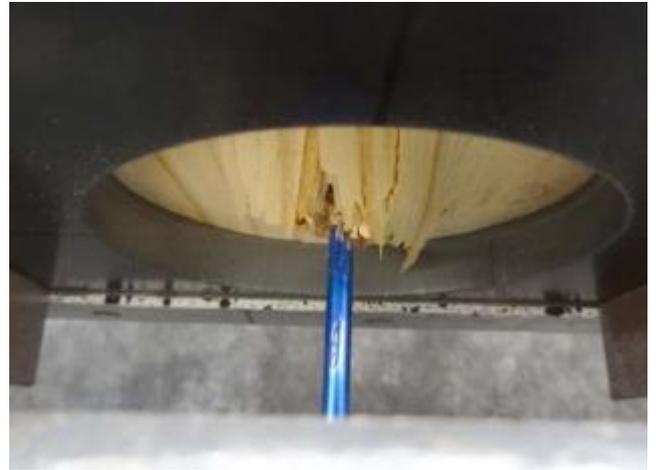


写真-5 Pa-2「試験終了後」

Pa-3



写真-6 Pa-3「試験終了後」



写真-7 Pa-3「試験終了後」

Pa-4



写真-8 Pa-4「試験終了後」



写真-9 Pa-4「試験終了後」

Pa-5



写真-10 Pa-5「試験終了後」



写真-11 Pa-5「試験終了後」

Pa-6



写真-12 Pa-6「試験終了後」

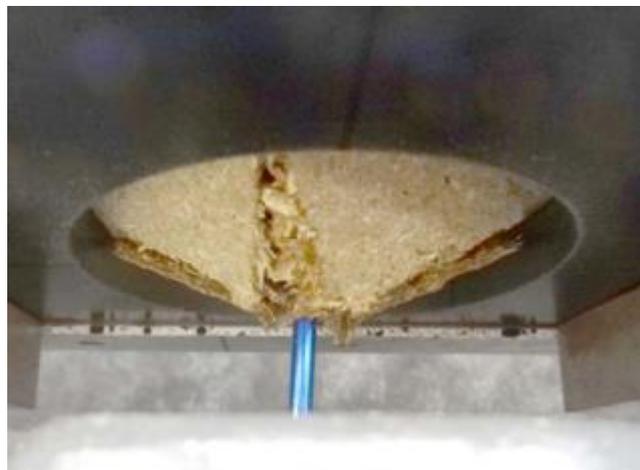


写真-13 Pa-6「試験終了後」