

第 3 章 接合金物

3.1 開発目標

【4,5層用柱脚・中間階金物の改良仕様の性能】

昨年度、4,5層用柱脚・中間階金物の引張試験を行った。木部破壊によるばらつきが大きく、短期基準引張耐力は目標耐力（柱脚 380～440kN、中間階 280～320kN）に対しやや不足する結果（柱脚347kN、中間階 234kN）となった。

そこで、昨年度の結果を考慮し金物仕様の改良を行った仕様にて性能確認を試みる。

金物仕様の主な変更点を以下に示す。

①柱脚接合金物

- ・金物の底板プレート厚さを 25mm → 32mm に変更
- ・木部接合を単スリット → 十字断面に変更

②中間階接合金物

- ・上階側の接合を単スリット→十字断面に変更

【4,5層用中間階金物の梁受けせん断試験】

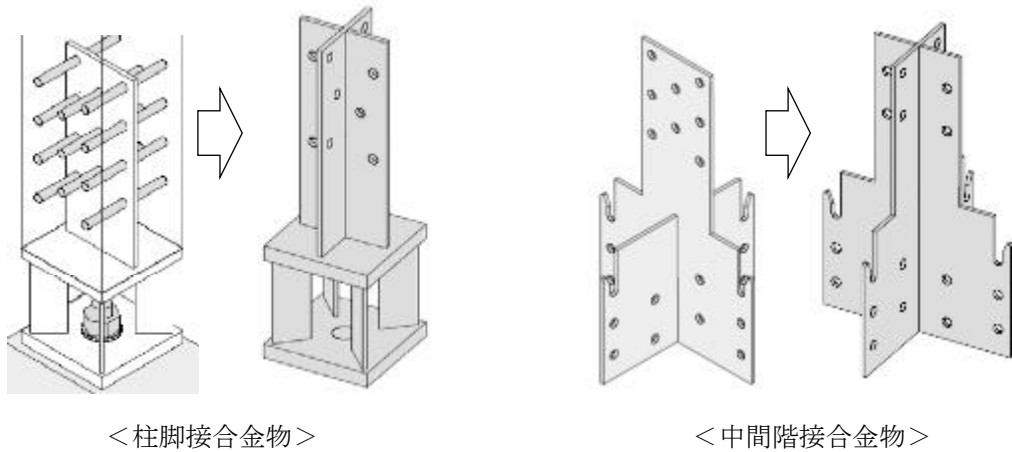
また、中間階金物の梁受けのせん断試験を行い、その性能を確認する。

3.2 4,5層用柱脚・中間階金物の引張試験

3.2.1 試験計画

(1) 試験体仕様

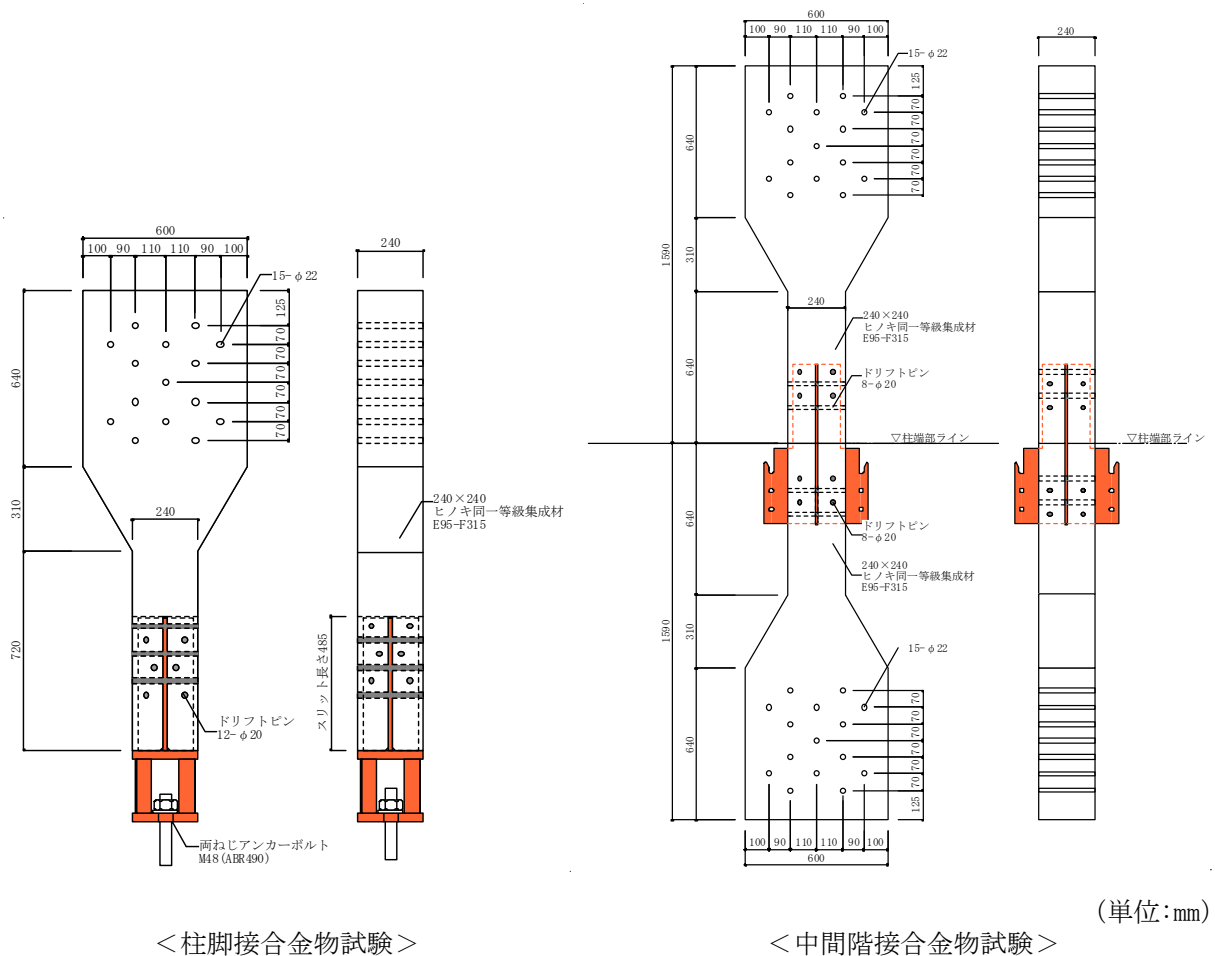
試験に用いた金物概要を図 3-1 に示す。また、試験体概要を図 3-2 に示す。



<柱脚接合金物>

<中間階接合金物>

図 3-1 金物概要図（昨年度仕様との比較）



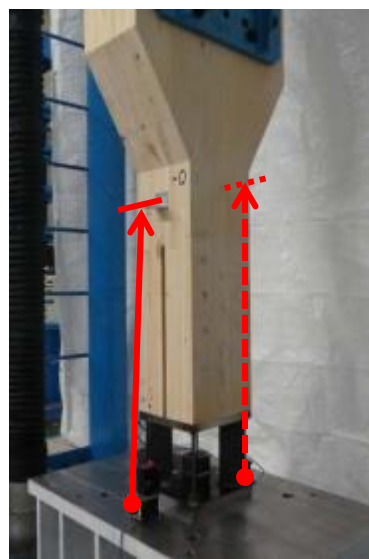
<柱脚接合金物試験>

<中間階接合金物試験>

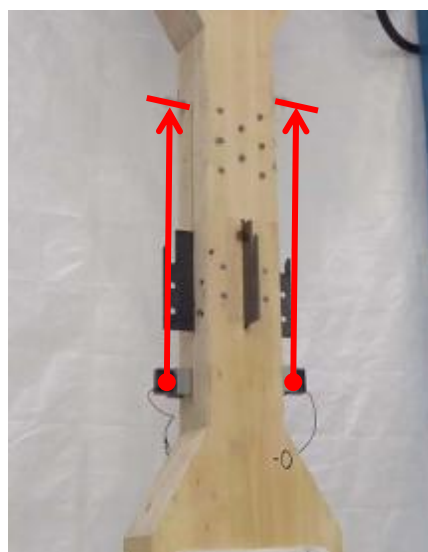
図 3-2 試験概要図

(2) 計測計画

計測は試験体区間の2点の相対変位を計測する。加力は2点の変位の平均で変位制御とした。



<柱脚金物付き試験体>



<中間階金物付き試験体>

図 3-3 計測概要

(3) 試験場所

一般財団法人 建材試験センター 西日本試験所

(4) 加力計画

単調載荷試験より降伏変位 δ_y を求め、 δ_y の 1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍の順に一方向繰返し加力を行う。

3.2.2 試験結果

(1) 試験結果概要

① 柱脚接合金物

荷重変形関係及び一方向繰返し載荷の構造特性値を表 3-1、図 3-4 に示す。

表 3-1 構造特性値

部位	試験評価 (1 体)		
	短期基準 耐力* (kN)	←min{①, ②}	
		①降伏耐力 Py (kN)	②2/3Pmax (kN)
1 階用	408	408	409

※片側繰返し載荷 1 体の値 (低減係数は乗じていない)

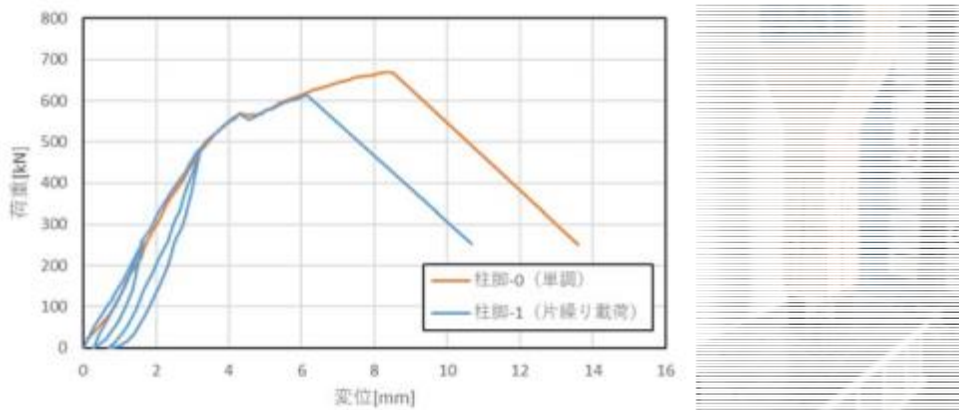


図 3-4 荷重変形関係

② 中間階接合金物

荷重変形関係及び一方向繰返し載荷の構造特性値を表 3-2、図 3-5 に示す。

表 3-2 構造特性値

部位	試験評価 (1 体)		
	短期基準 耐力* (kN)	←min{①, ②}	
		①降伏耐力 Py (kN)	②2/3Pmax (kN)
中間階用	302	302	330

※片側繰返し載荷 1 体の値 (低減係数は乗じていない)

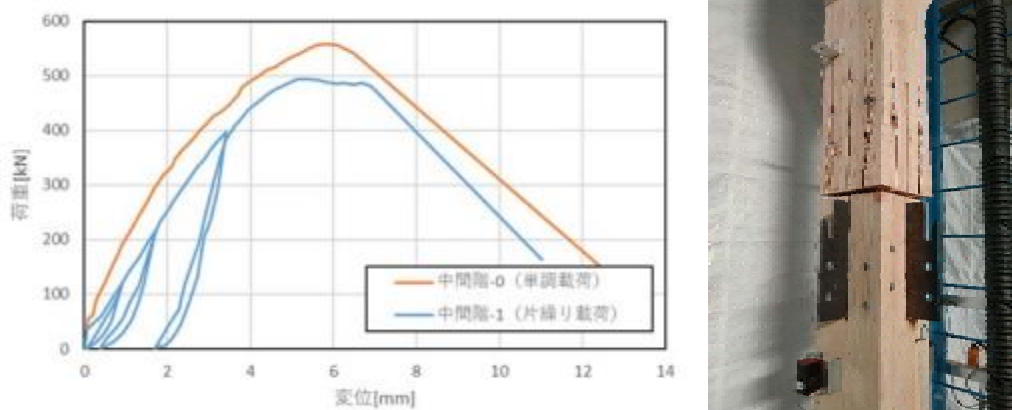


図 3-5 荷重変形関係

3.2.3 考察

(1) 柱脚接合金物

- ・単調載荷及び片側繰返し載荷の各 1 体を実施した。単調載荷に比べ片側繰返し載荷の最大荷重は低くなったが、いずれも短期基準耐力は P_y で決まっており、ばらつきはほぼなかった。
- ・破壊はドリフトピン位置での割裂となった。集成材の接着剤の方に割裂が生じやすいように見受けられる。

(2) 中間階接合金物

- ・単調載荷及び片側繰返し載荷の各 1 体を実施した。単調載荷に比べ片側繰返し載荷の最大荷重は低くなったが、いずれも短期基準耐力は P_y で決まっており、ばらつきはほぼなかった。
- ・破壊はドリフトピン位置での割裂となった。集成材の接着剤の方に割裂が生じやすいように見受けられる。
- ・また破壊は上側の柱に生じていて、上側柱は柱幅に対し金物の幅が狭く、金物と柱が干渉した可能性が考えられる。

3.3 4,5層用中間階金物（梁受け）のせん断試験

3.3.1 試験計画

(1) 試験体仕様

先述の中間階金物の梁受けせん断試験の試験体として図 3-6 に示す形状とした。

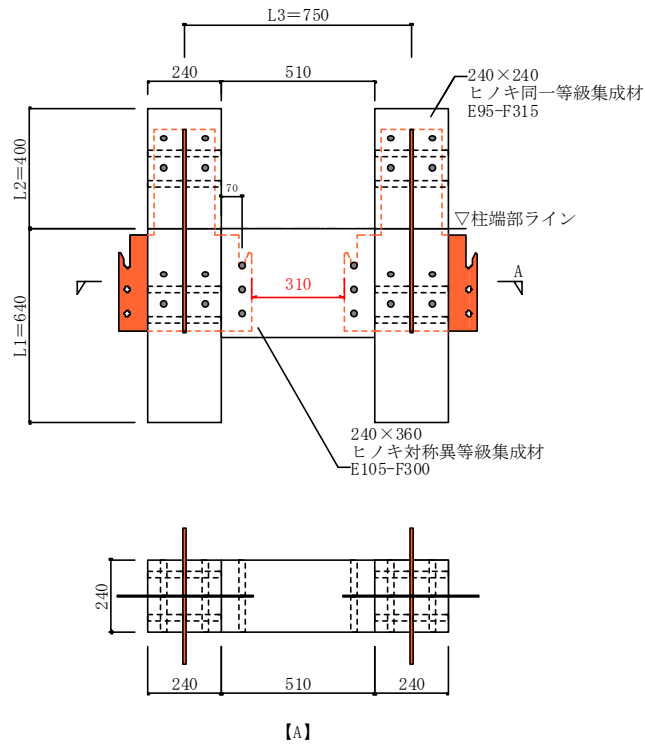


図 3-6 試験概要図（単位mm）

(2) 計測計画

柱と梁の相対変位を表面、裏面の計 4 点計測した。制御変位は 4 点の平均とした。

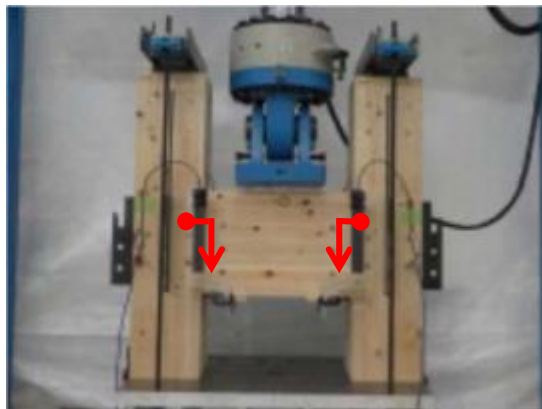


写真 3-1 計測概要

(3) 試験場所

一般財団法人 建材試験センター 西日本試験所

(4) 加力計画

加力は一方向の繰返し加力とする。繰返しの履歴は単調加力試験から得た降伏変位 δ_y の 1/2、1、2、4、6、12、16 倍の変形まで順に 1 回ずつ加力を行う。

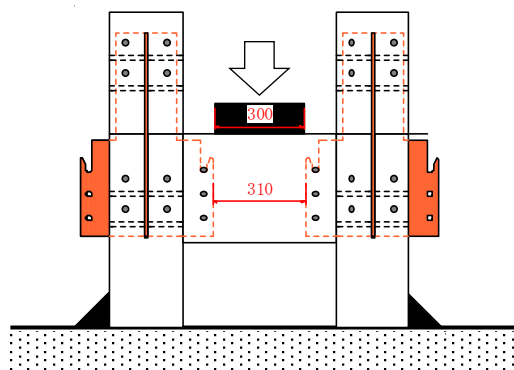


図 3-7 加力概要図 (単位mm)

3.3.2 試験結果

(1) 試験結果概要

荷重変形関係及び一方向繰返し载荷の構造特性値を表 3-3、図 3-8 に示す。

表 3-3 構造特性値

部位	試験評価 (1 体)		
	短期基準 耐力* (kN)	←min{①, ②}	
		①降伏耐力 Py (kN)	②2/3Pmax (kN)
中間階用 (梁受け)	165	165	194

※片側繰返し载荷 1 体の値 (低減係数は乗じていない)

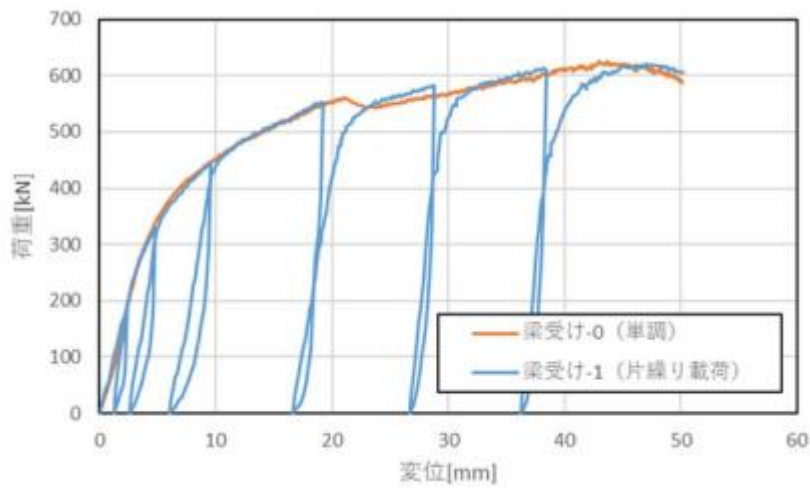


図 3-8 荷重変形関係

3.3.3 考察

- ・ 梁端部接合部の純せん断性能を確認した。性能は安定した結果となった。
 - ・ モデルプラン等による必要耐力が未検討であるため、実験結果の耐力が過不足ないか確認が必要である。
- 十分である場合、次年度 6 体実施し性能を確認したい。不足する場合には改良が望まれる。

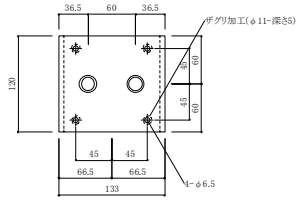
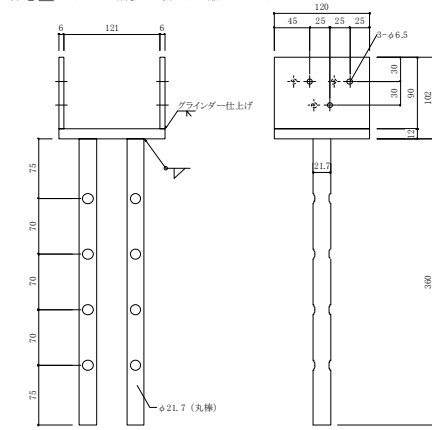
3.4 むり込み補強金物の引張・圧縮試験

3.4.1 試験計画

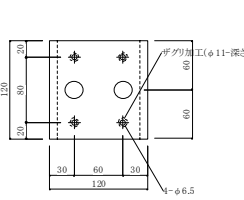
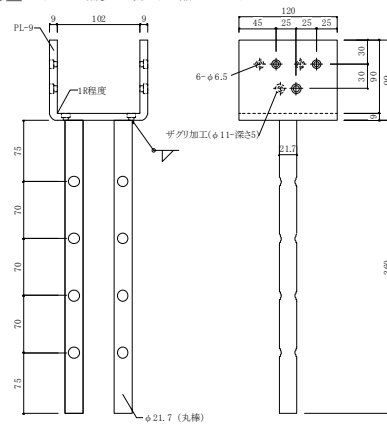
(1) 試験体概要

耐力壁試験に用いたむり込み補強金物やその改良仕様、むり込みと引張の両方に効く金物について圧縮試験や引張試験を行い、構造特性の把握を試みる。また、柱脚固定金物についても圧縮剛性は整理しておく必要があるため、2019年度に開発した柱脚金物（HD-D9）についても圧縮試験を行う。

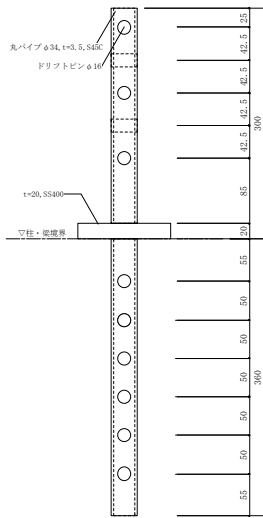
仕様①_めり込み補強金物 (圧縮タイプ)



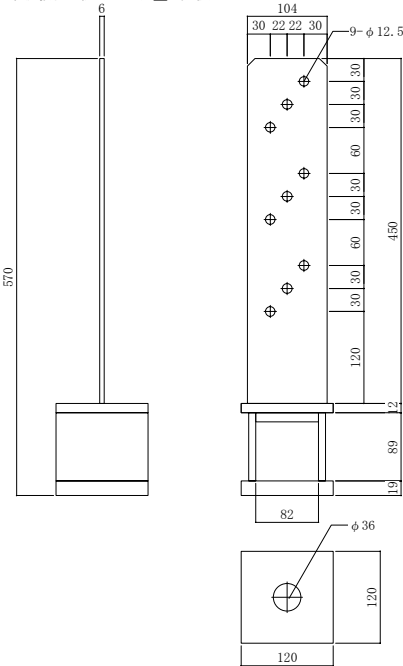
仕様②_めり込み補強金物 (圧縮タイプ)



仕様③_めり込み補強金物 (圧縮、引張両効きタイプ)



柱脚接合金物 (HD-D9) _壁試験用

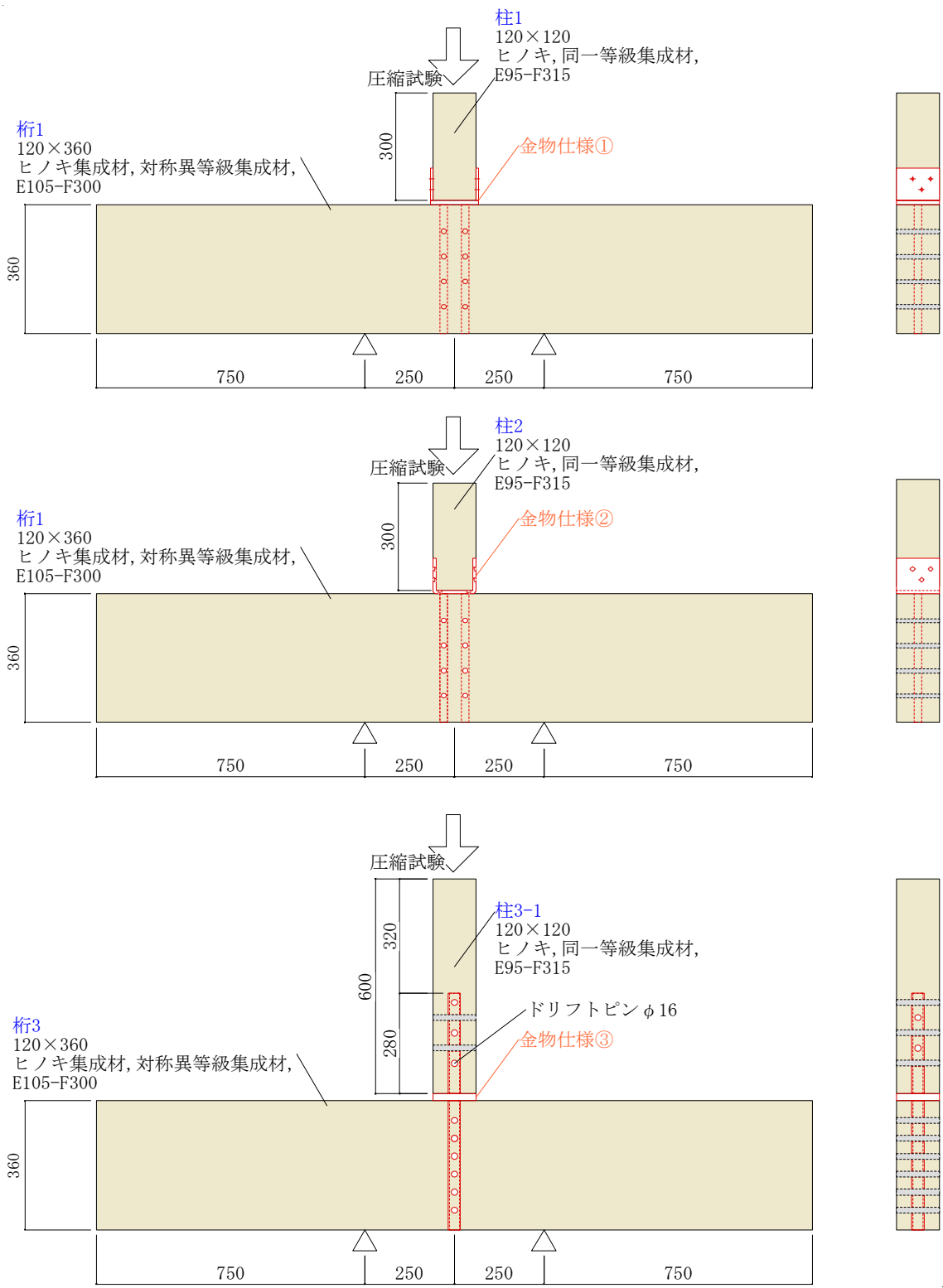


(単位:mm)

図 3-9 金物仕様

表 3-4 仕様一覧

金物種類	金物概要	試験方法
仕様①	めり込み補強金物 (壁試験と同じ) DP-φ12-8本	圧縮 (単調1体、片繰り6体)
仕様②	めり込み補強金物 (U字部分ベンド) DP-φ12-8本	圧縮 (単調1体、片繰り6体)
仕様③	圧縮・引張両効きタイプ DP-φ16-柱側5本、桁側6本	圧縮 (単調1体、片繰り6体)
		引張 (単調1体、片繰り6体)
仕様④ (HD-D9)	柱脚金物 DP-φ12-9本	圧縮 (単調1体、片繰り6体)



(単位 : mm)

図 3-10 試験概要図-1

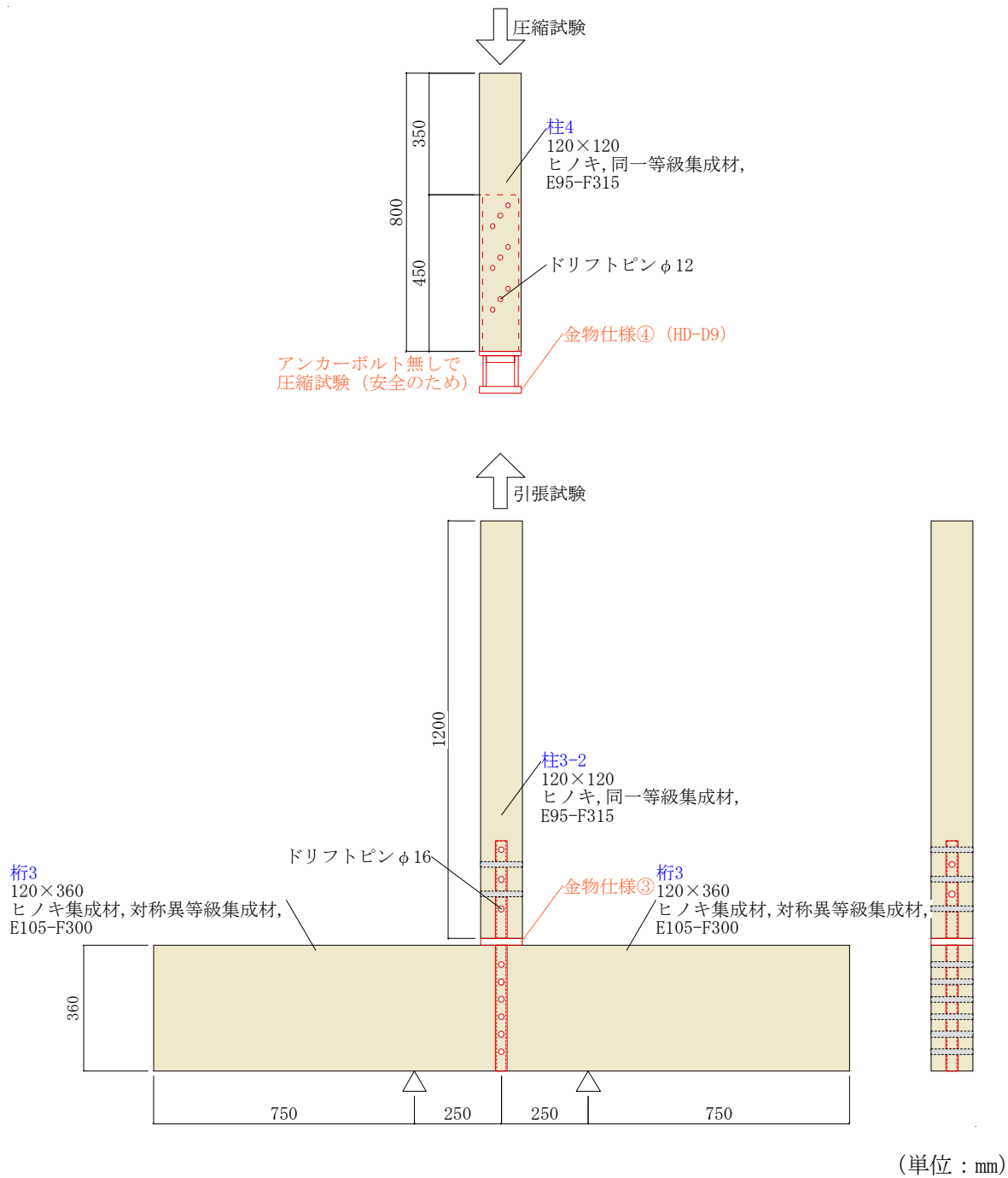


図 3-11 試験概要図-2

(2) 計測計画

変位の計測は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

(3) 試験場所

(株)カナイグループ 浮塚事業所

(4) 加力計画

予備試験（単調载荷）で得られた降伏変位 δ_y の 1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍の順で各 1 回繰返し加力を行った。なお、予備試験で δ_y が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の 1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1 倍の順で各 1 回繰返し加力を行うこととした。

3.4.2 試験結果

荷重変形関係及び構造特性値を図 3-12、表 3-5 に示す。

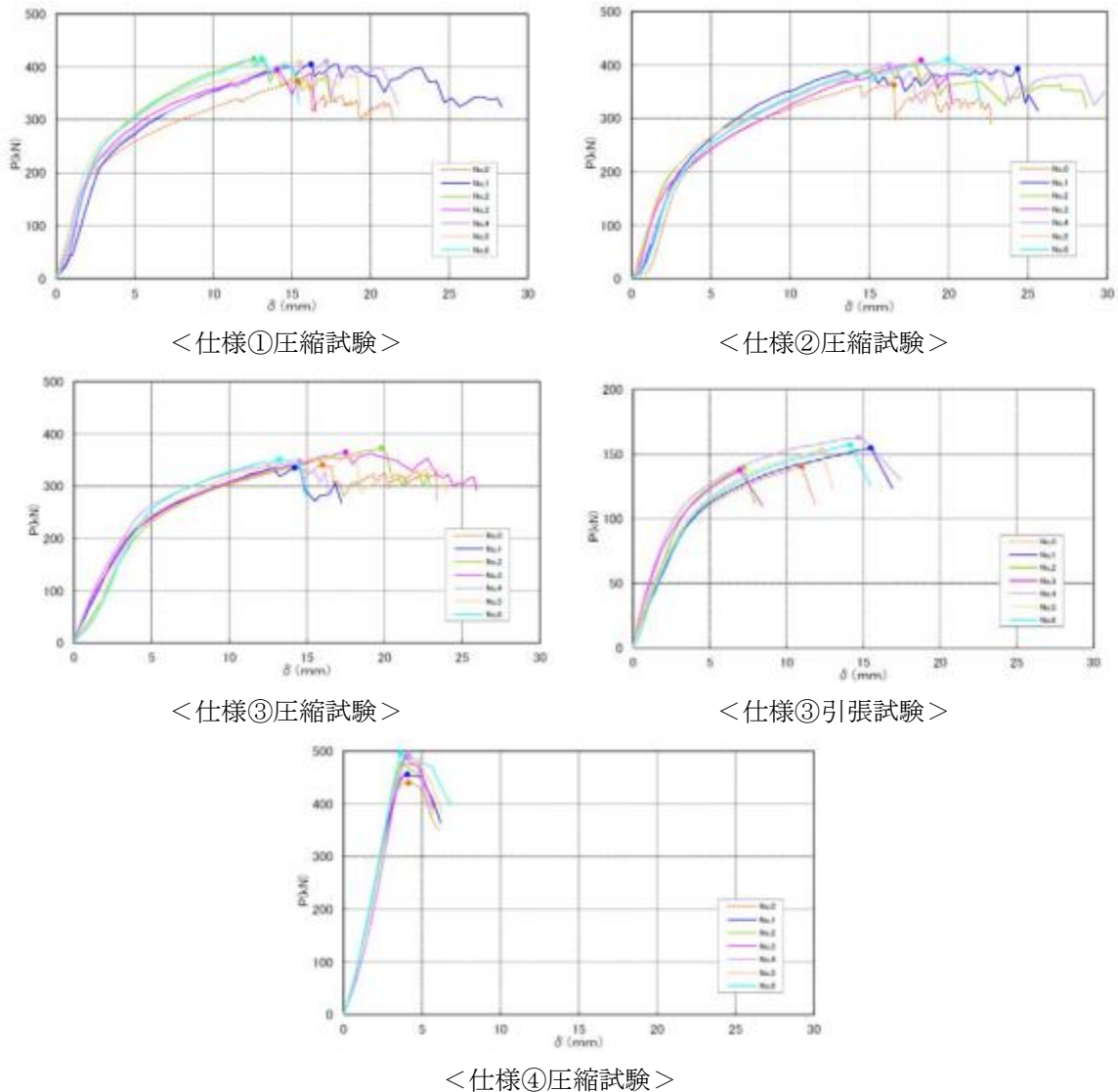


図 3-12 荷重変形関係（包絡線）

表 3-5 試験結果の一覧（めり込み補強金物）

部位	試験評価（6体）			
	短期基準 耐力 ^{※1} (kN)	←min{①, ②}		剛性 平均 [kN/mm]
		①降伏耐力 P_y の 5%下限値 (kN)	②2/3 P_{max} の 5%下限値 (kN)	
仕様①〔圧縮〕	210.13	210.13	260.13	85.86
仕様②〔圧縮〕	198.13	198.13	258.81	64.48
仕様③〔圧縮〕	187.95	187.95	215.60	54.77
仕様③〔引張〕	73.45	73.45	85.05	32.31
仕様④〔圧縮〕	298.2	—	298.2	(125.98 ^{※2})

※1 いずれの試験体も低減係数は乗じていない。

※2 P_y 算出不可のため、2/3 P_{max} 時の荷重と変位より参考値を算出した。

破壊性状



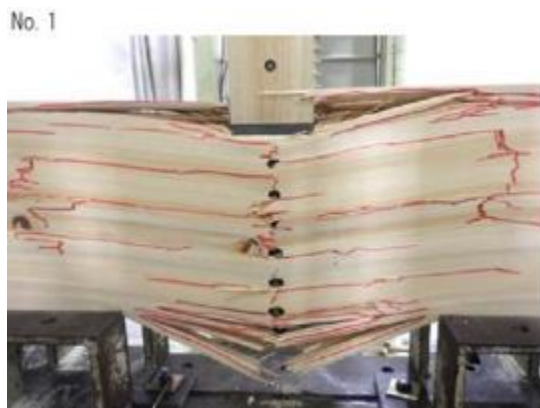
金物のめり込み、桁の割れ

<仕様①圧縮試験>



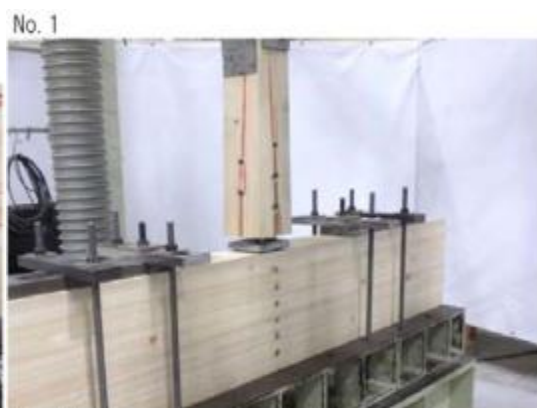
金物のめり込み、桁の割れ

<仕様②圧縮試験>



金物のめり込み、桁の割れ

<仕様③圧縮試験>



柱の割裂

<仕様③引張試験>



柱の割裂

<仕様④圧縮試験>

写真 3-2 破壊状況写真 (抜粋)

3.4.3 考察

- 各種金物の圧縮・引張試験を行い、性能を確認した。
→いずれの試験も目標耐力を満足する結果であった。
- グレー本で示される横架材へのめり込み圧縮剛性として 60kN/mm が例示されているが、今回の金物試験では仕様③はやや弱い結果となった。
→仕様③はほぞパイプ 1 本であるため、部分めり込みした可能性が考えられる。

表 3-6 試験結果の一覧（めり込み補強金物）

部位	試験評価 (6 体)			
	短期基準 耐力 ^{*1} (kN)	←min{①, ②}		剛性 平均 [kN/mm]
		①降伏耐力 P_y の 5%下限値 (kN)	②2/3 P_{max} の 5%下限値 (kN)	
仕様①〔圧縮〕	210.13	<u>210.13</u>	260.13	85.86
仕様②〔圧縮〕	198.13	<u>198.13</u>	258.81	64.48
仕様③〔圧縮〕	187.95	<u>187.95</u>	215.60	54.77
仕様③〔引張〕	73.45	<u>73.45</u>	85.05	32.31
仕様④〔圧縮〕	298.2	—	<u>298.2</u>	(125.98 ^{*2})

3.5 まとめ

3.5.1 2019 年度からの接合金物開発の成果まとめ

今年度までに行った接合金物開発の進捗状況を表 3-7 に示す。

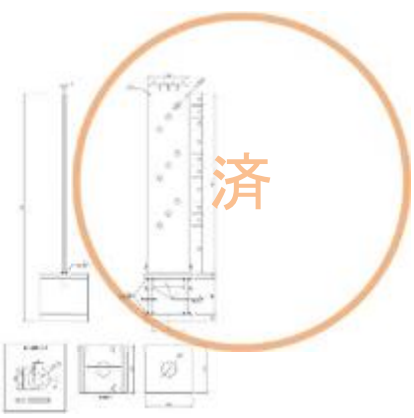
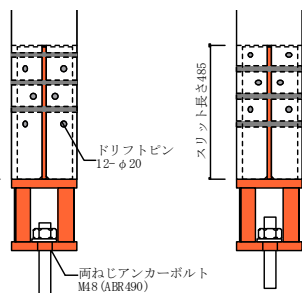
柱脚、中間階金物は1～3層用、4,5層用ともに実験により性能を確認できた仕様がある。

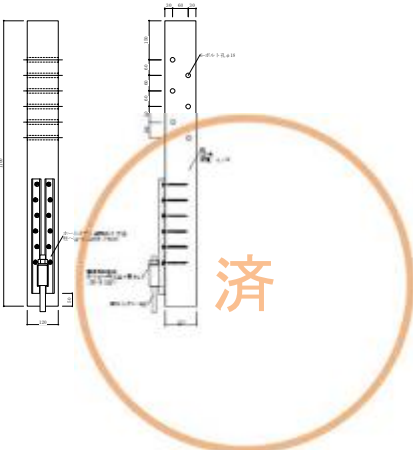
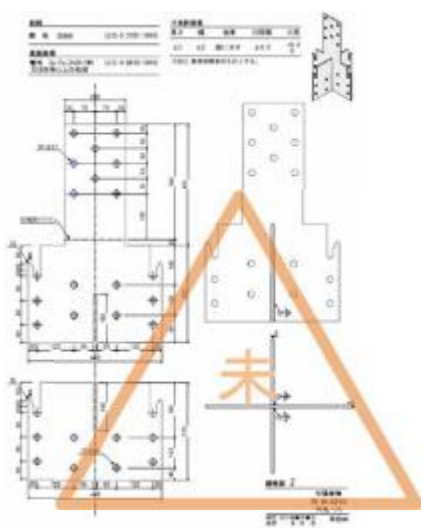
耐力がやや不足していたり、金物種類が少ないものもあるため、今後の開発が期待される。

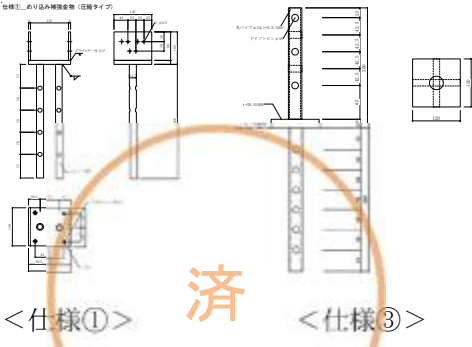
[今年度の成果]

- ・4,5層用の接合金物について、昨年度の仕様から改良したことで破壊性状が改善され性能が安定・目標性能を満足した。次年度は6体実施して性能を評価したい。
- ・4,5層用の中間階金物の梁受け部分のせん断性能を確認した。
- ・めり込み補強金物は今年度の試験にて、各種仕様の構造性能を確認し要求性能を満足することが確認できた。

表 3-7 接合金物開発の進捗状況一覧

金物種類	1～3層	4、5層
柱脚接合金物	<p>引張</p> <p>短期基準引張耐力目標 = 110 kN</p> <p><u>目標達成仕様 HD-D9 (9×DP φ12)</u></p> <p>短期基準引張耐力 = 113.1 kN</p> <p>圧縮</p> <p>短期基準圧縮耐力 = 298 kN (初期剛性=125kN/mm)</p>  <p>※目標達成した仕様はあるが、今後仕様の追加を目指したい。</p>	<p>引張</p> <p>短期基準引張耐力</p> <p>目標…380～440 kN</p> <p>結果…408 kN (1体)</p> <p>→6体での性能を確認したい。</p>  <p>圧縮</p> <p>未確認</p> <p>→引張で目標耐力を満足した仕様にて、性能確認が望まれる。</p>

金物種類	1～3層	4、5層
中間階金物	<p>中間階</p> <p>短期基準引張耐力</p> <p>目標① … 50～60 kN</p> <p>目標② … 60～70 kN</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: orange;">済</p> <p>結果①…51.8 kN(10-ねじ HTS8.0-HC90)</p> <p>結果②…59.0 kN(12-ねじ HTS8.0-HC90)</p> <p>(※) 目標下限 60kN に対し 98%の値</p> 	<p>中間階金物[引張]</p> <p>短期基準引張耐力</p> <p>目標…280～320 kN</p> <p>結果…302kN (1体)</p> <p>→6体での性能を確認したい。</p>  <p>※目標に対しやや不足する性能であった。</p> <p>中間階金物[せん断]</p> <p>短期基準せん断耐力：165kN (1体)</p> <p>→6体での性能や、逆せん断性能を確認したい</p>
タイダウンシステム	<p>タイダウンは不要</p>	<p style="color: red;">未開発(次年度での開発を目指す)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特許を侵害しない緩み防止機構の開発 or ほぞパイプ+ドリフトピンにて、めり込み量自体を無視できる程度に抑制 ・ 納まり、施工性の検討 ・ タイダウンシステムに組込まれた耐力壁の構造特性確認

金物種類	1～3層	4、5層
めり込み補強	 <p data-bbox="331 593 758 638"><仕様①> 済 <仕様③></p> <p data-bbox="300 701 721 891"> 仕様①：短期基準圧縮耐力=210kN 仕様②：短期基準圧縮耐力=198kN 仕様③：短期基準圧縮耐力=187kN 短期基準引張耐力=73kN </p>	<ul data-bbox="877 271 1418 414" style="list-style-type: none"> • 金物勝ちとして横架材に軸力を伝達しないような納まりとすれば、“めり込み補強金物”は不要となる。 <p data-bbox="877 432 1418 575">→本表中の 4,5 層用中間階金物が横架材に鉛直軸力を伝達しない納まりとなっている。</p>

3.5.2 次年度以降に向けての開発の方向性

次年度以降以下のような展開が望まれる。

- ・モデルプランの設計を通し、各種金物の要求性能を確認する。また、各部納まりや施工性についても確認し、実際に設計ができるよう不足なデータがないようにする。
- ・本年度実施した4,5層用の柱脚・中間階金物について試験体数を追加して実験を行い、6体の評価で性能を確認する。
また、梁受け部分については逆せん断や、桁の軸方向への引張力が作用する場合もあるため、その性能確認も必要になってくる。
- ・3層以下向けの柱脚接合金物のバリエーションがやや少ない。また、柱120角では断面性能が不足することもあり、桁の流通材(120×240mm)などを扁平柱として使用する形で柱脚接合金物、中間階金物の開発が望まれる。

3.6 試験成績書

- ・発行番号：第22C0943号〔品質性能試験報告書（木質構造接合部の引張試験及びせん断試験）〕
- ・性能試験報告書〔管理番号：K22-V201〕（金物①_めり込み試験）
- ・性能試験報告書〔管理番号：K22-V202〕（金物②_めり込み試験）
- ・性能試験報告書〔管理番号：K22-V203〕（金物③_めり込み試験）
- ・性能試験報告書〔管理番号：K22-V205〕（金物③_引張試験）
- ・性能試験報告書〔管理番号：K22-V204〕（HD-D9金物_めり込み試験）

品質性能試験報告書



一般財団法人 建材試験
西日本試験所長 真
山口県山陽小野田市



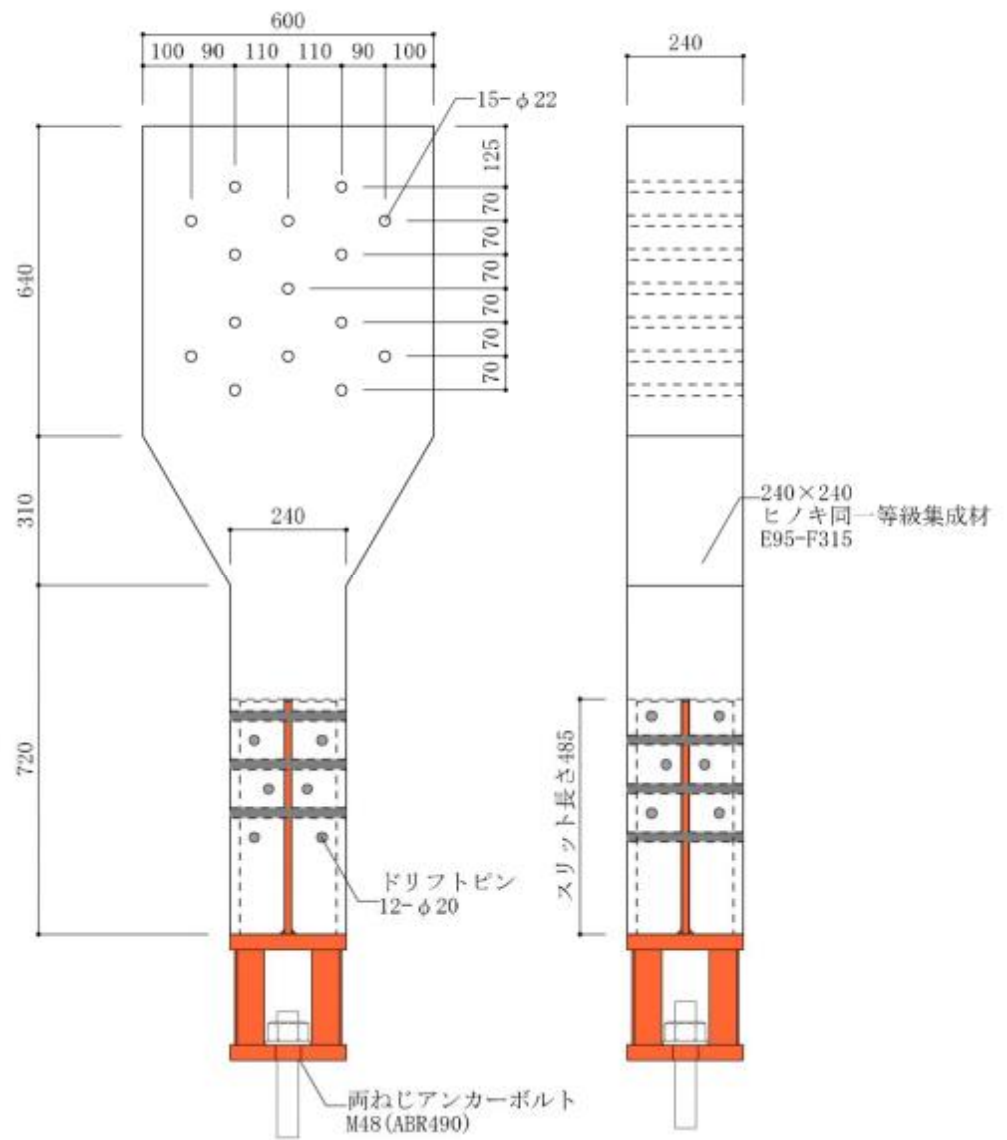
試験名称	木質構造接合部の引張試験及びせん断試験									
依頼者	名称：一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 所在地：東京都港区赤坂2-2-19 アドレスビル5F									
試験体	試験体名	主な構成材			接合金物及び接合具				体数	
	柱脚	・柱（ヒノキ同一等級集成材）： 寸法；240mm×240mm 含水率；8.3%～9.5%			・接合金物（材質）：SS400 ・接合具：ドリフトピン（φ20mm）				2体	
	中間階	・柱（ヒノキ同一等級集成材）： 寸法；240mm×240mm 含水率；7.7%～9.4%			・接合金物（材質）：SS400 ・接合具：ドリフトピン（φ20mm）				2体	
	梁受け	・梁（ヒノキ対称異等級集成材）： 寸法；240mm×360mm 含水率；8.2%～9.4% ・柱（ヒノキ同一等級集成材）： 寸法；240mm×240mm 含水率；8.0%～9.3%			・接合金物（材質）：SS400 ・接合具：ドリフトピン（φ20mm）				2体	
	[備考] ・図1～図6（試験体） ・記載事項は、依頼者の提出資料による。									
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）（企画発行：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター）の第4章「試験方法と評価方法」に従った。試験実施状況を写真1に示す。									
試験結果	試験体名	番号	加力方法	降伏時		2/3 P _{max} 時		P _{max} 時		破壊状況
				荷重 P _y (kN)	変位 δ _y (mm)	荷重 (kN)	変位 (mm)	荷重 (kN)	変位 (mm)	
	柱脚	0	単調	468	3.2	446	3.0	669	8.3	ドリフトピン位置での木破
		1	一方向繰返し	408	2.6	409	2.7	614	6.1	ドリフトピン位置での木破
	中間階	0	単調	297	1.7	372	2.5	559	5.8	ドリフトピン位置での木破
		1	一方向繰返し	302	2.5	330	2.7	494	5.1	ドリフトピン位置での木破
	梁受け	0	単調	169	4.8	189	6.0	284	30.0	梁割れ及びドリフトピンの変形
1		一方向繰返し	165	4.8	194	6.8	291	28.8	梁割れ及びドリフトピンの変形	
	[備考] ・図7～図9（荷重－変位包絡線の比較） ・図10（荷重－変位曲線、包絡線及び完全弾塑性モデル） ・写真2～写真13（破壊状況） ・梁受けの数値は、金物1個に対する数値（最大変位δ=30mm内での評価）。									

つづく

つづき

試験期間	2023年 1月31日～ 2月 1日
担当者	試験課長 佐川 修 早崎洋一（主担当） 小森谷誠 品末竹彦
試験場所	西日本試験所（山口県山陽小野田市大字山川）

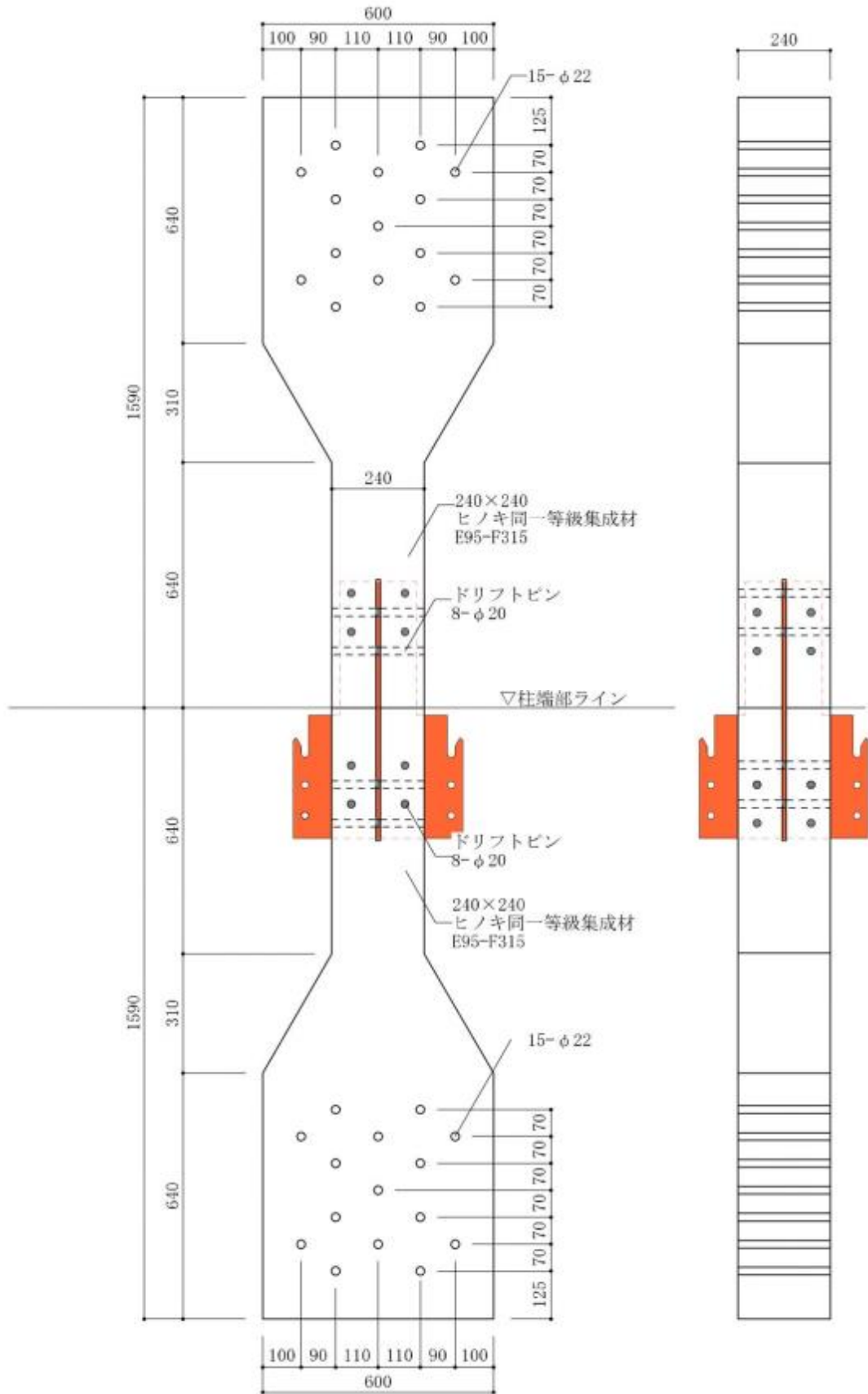
単位mm



(依頼者提出資料)

図1 試験体 (柱脚試験体)

単位mm



(依頼者提出資料)

図2 試験体 (中間階試験体)

試験所長の文書による承認なしでは、完全な複製を除き、一部分のみを複製してはならない。

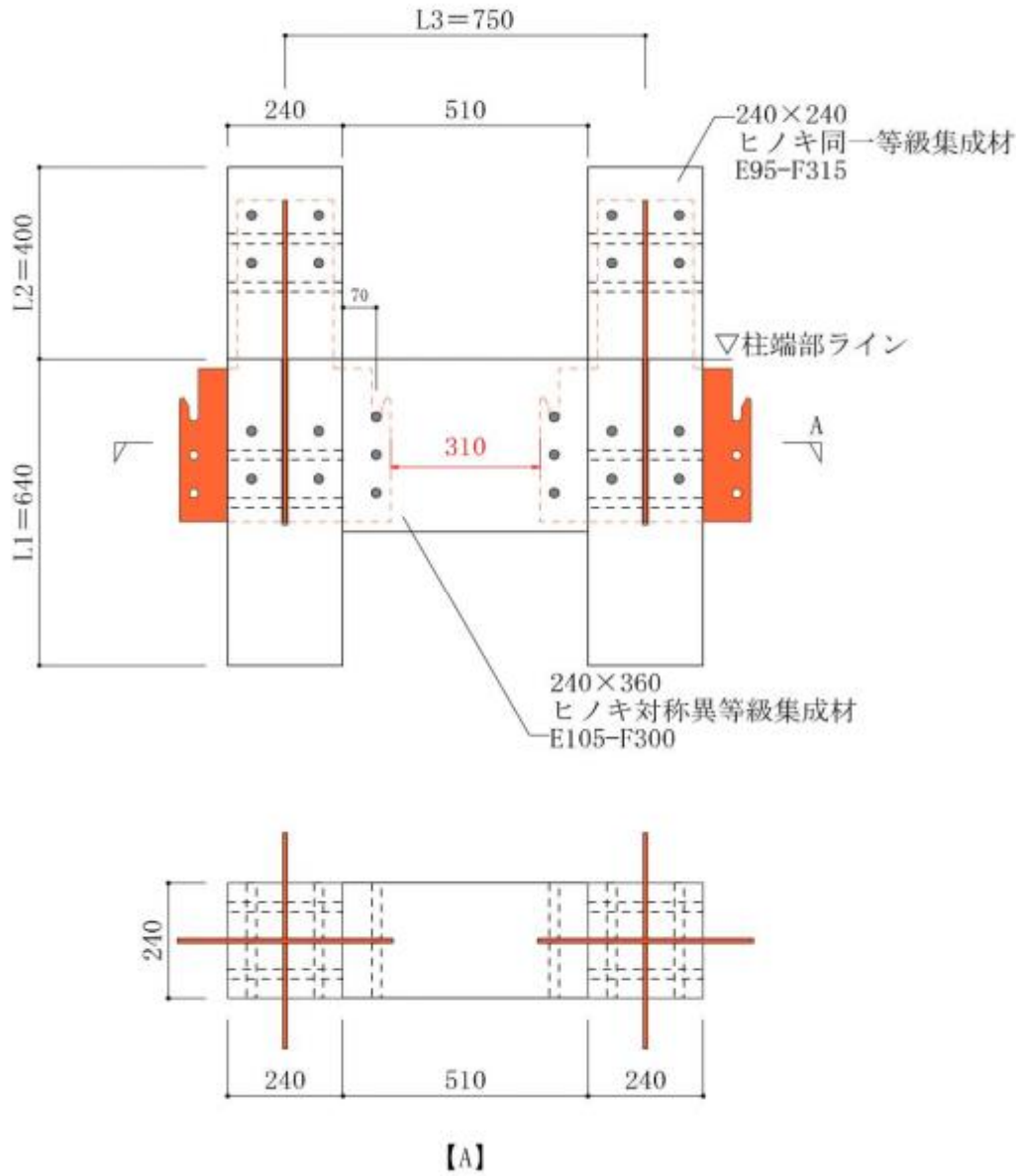


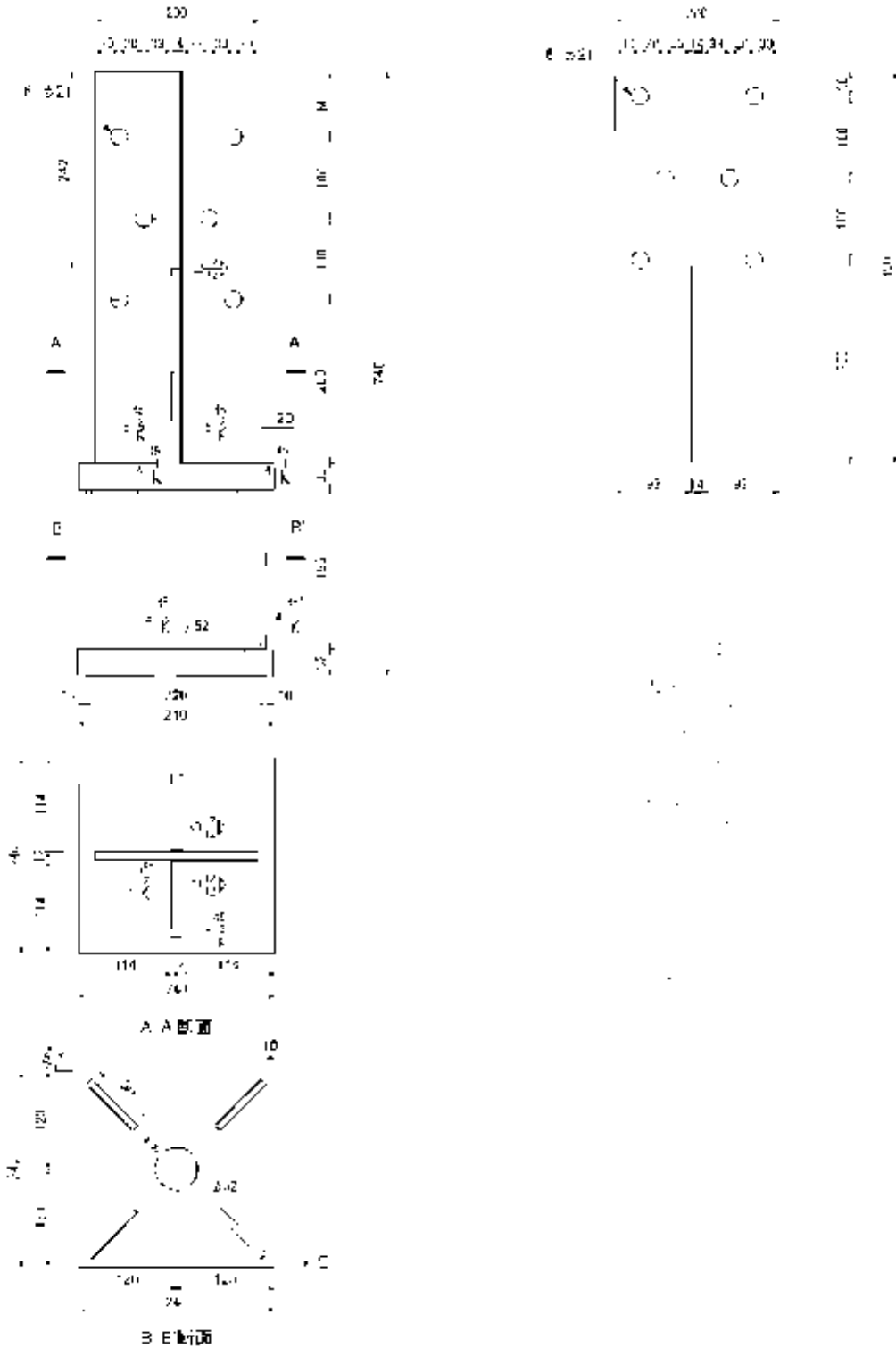
図3 試験体（梁受け試験体）

(依頼者提出資料)

単位mm

材料
 鋼板 S3400 (JIS G 3101:1996)
表面処理
 電気 亜鉛めっき (JIS H 860:1999)
 又は同等以上の処理

寸法許容差
 長さ ±2 幅 ±2 板厚 図に示す 穴間隔 +0.5 穴径 +0.4
 0
 寸法は、表面処理前のものとする



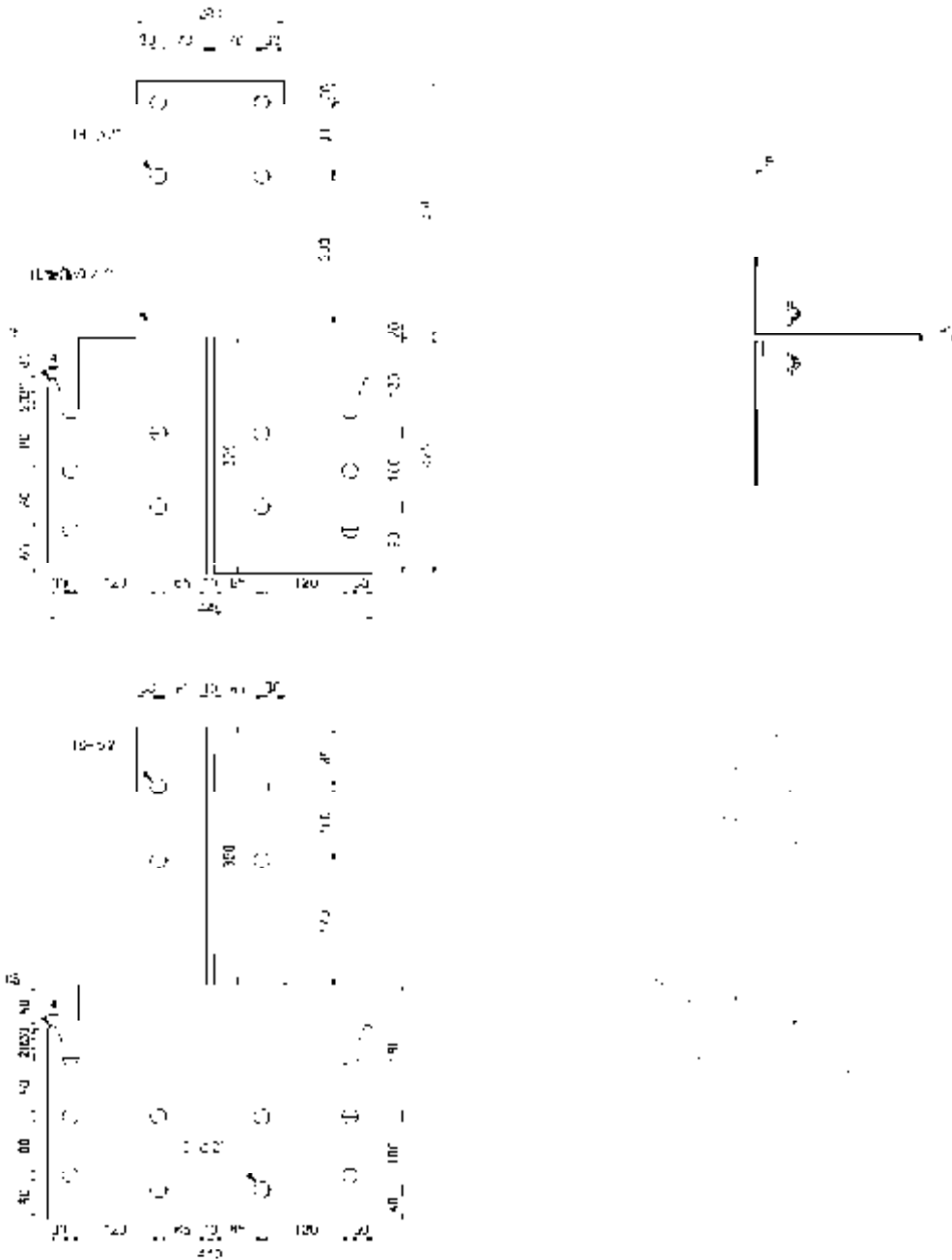
(依頼者提出資料)

図4 試験体 (柱脚試験体)

試験所長の文書による承認なしでは、完全な複製を除き、一部分のみを複製してはならない。

単位:mm

材料			寸法許容差				
鋼板	SS40C	JIS G 3101 '99B'	長さ	幅	板厚	穴間隔	穴径
表面処理			±2	±2	図に示す	±0.5	$\frac{+0.1}{0}$
電気めっき Zn20, Cr4			下流は、表面処理40μFのメッキ				
又は同等以上の処理							



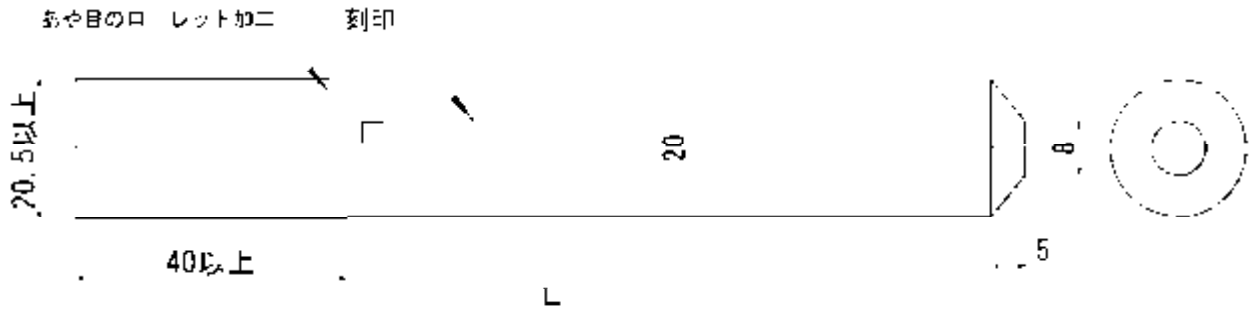
(依頼者提出資料)

図5 試験体（中間階試験体及び梁受け試験体）

単位mm

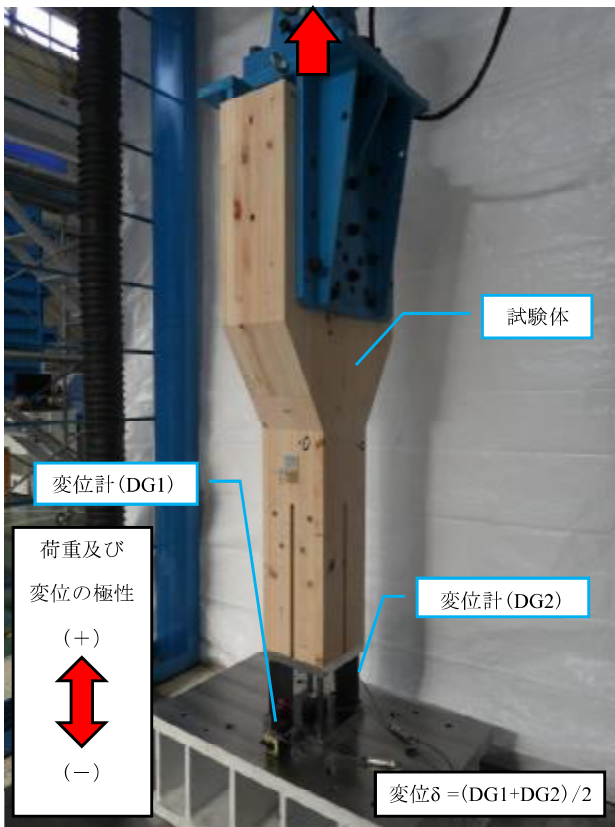
長さ l			
210、240			
材料			
棒鋼	SS400	JIS G 3101 2015;	
表面処理			
塗気	Eu Fe/Zn8/CMP	JIS H 8610.1999;	
又は同等以上の処理			
寸法許容差			
長さ	胴部径	先端部長さ	先端部径
+29 ₀	+0.3 0 2	-1.0	±1.0

寸法は、表面処理前のものとする。

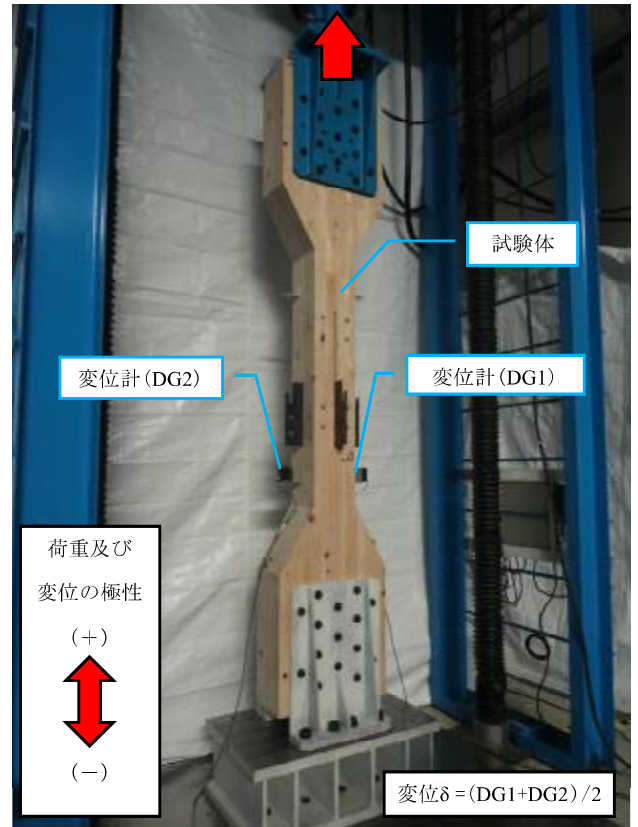


(依頼者提出資料)

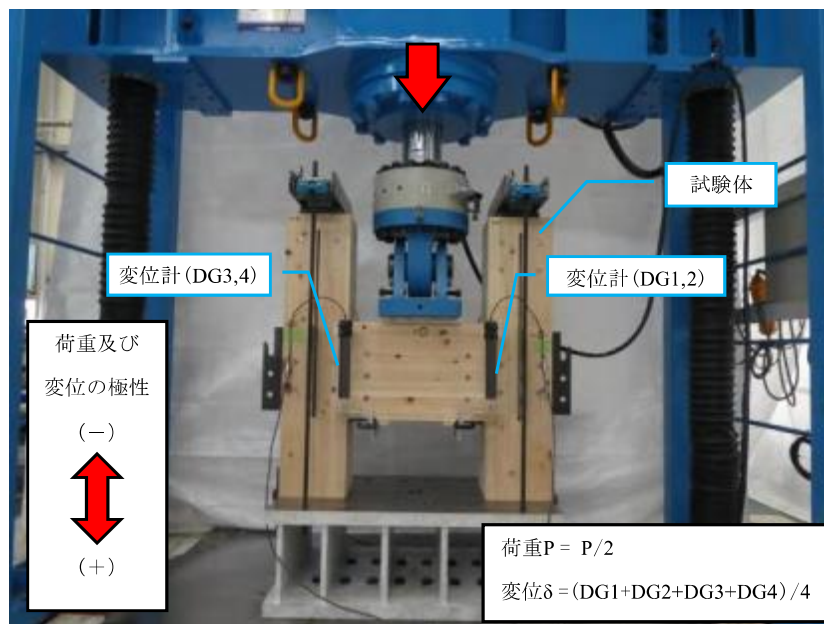
図6 試験体（ドリフトピン）



(a) 柱脚試験体



(b) 中間階試験体



(c) 梁受け試験体

写真1 試験実施状況

試験所長の文書による承認なしでは、完全な複製を除き、一部分のみを複製してはならない。

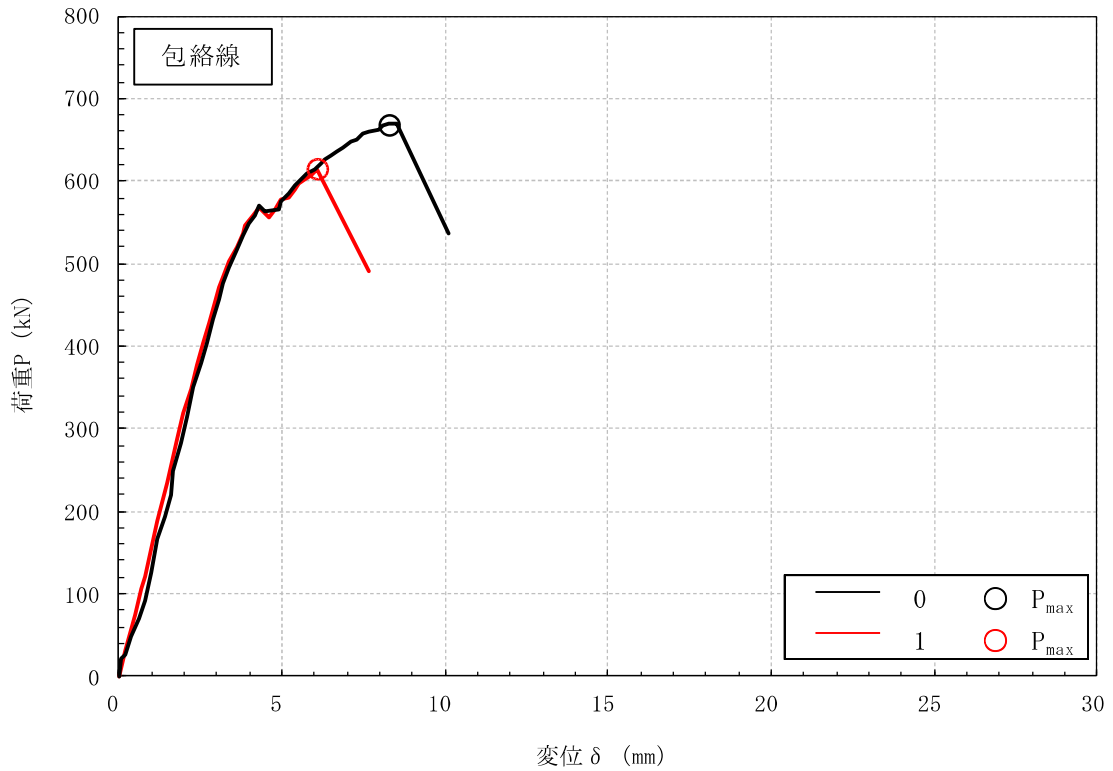


図7 荷重－変位包絡線の比較（柱脚試験体）

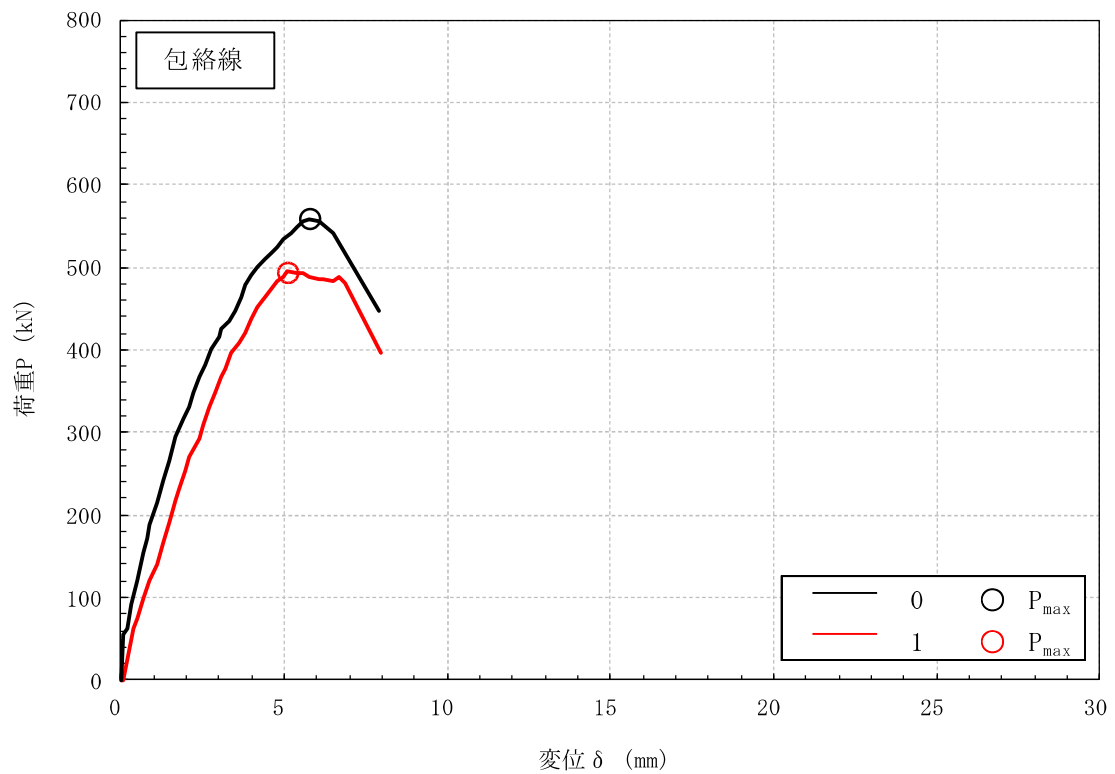


図8 荷重－変位包絡線の比較（中間階試験体）

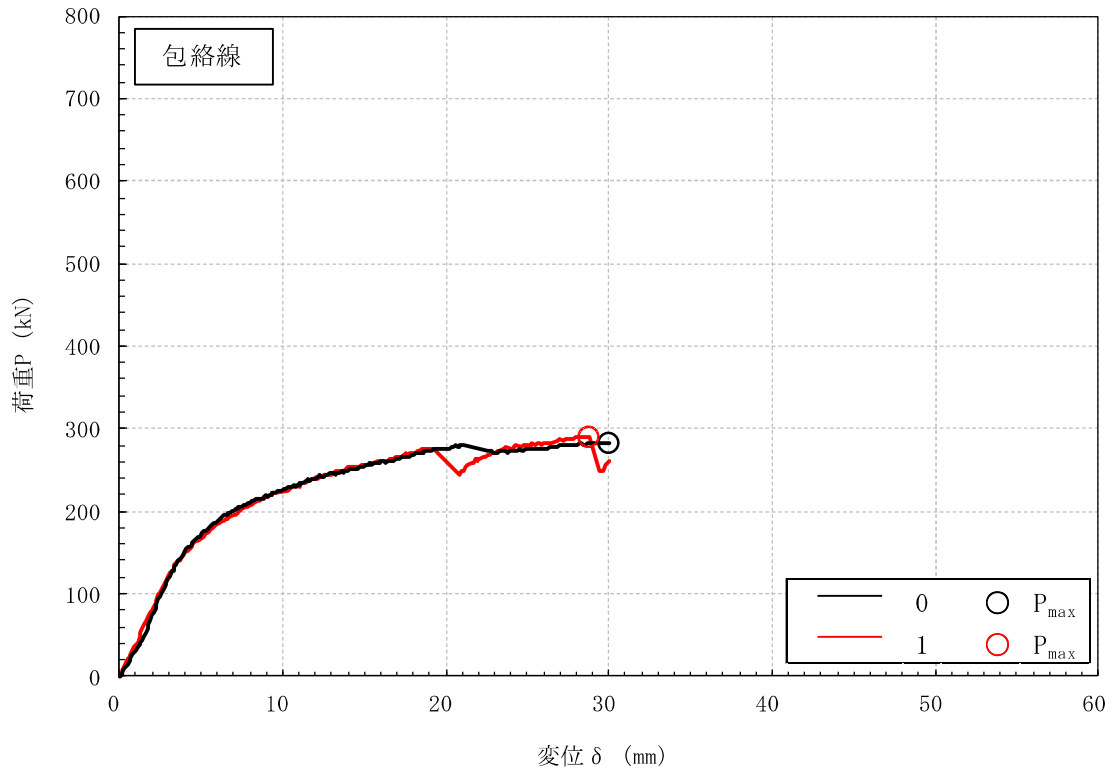


図9 荷重－変位包絡線の比較（梁受け試験体）

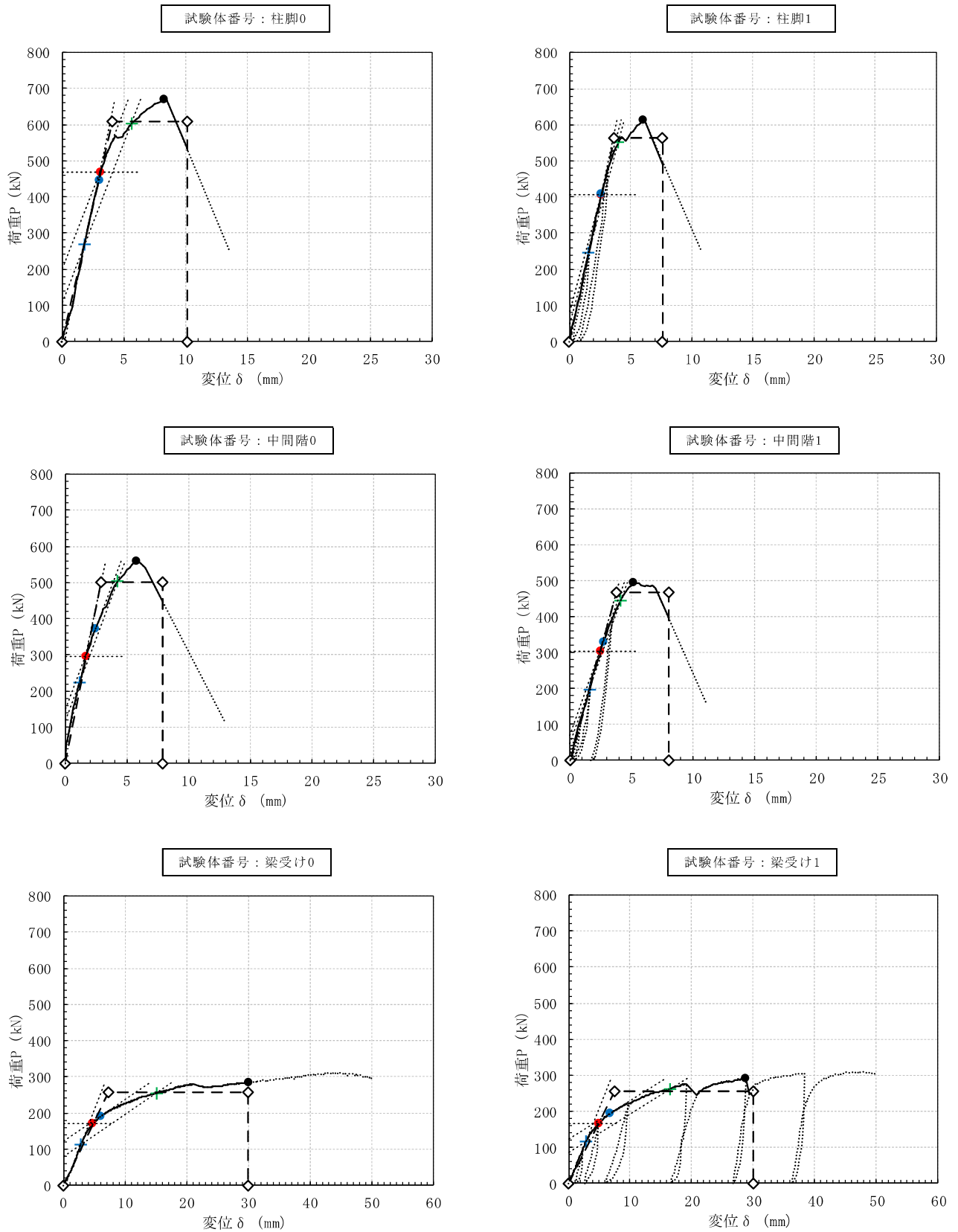


図10 荷重-変位曲線，包絡線及び完全弾塑性モデル

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

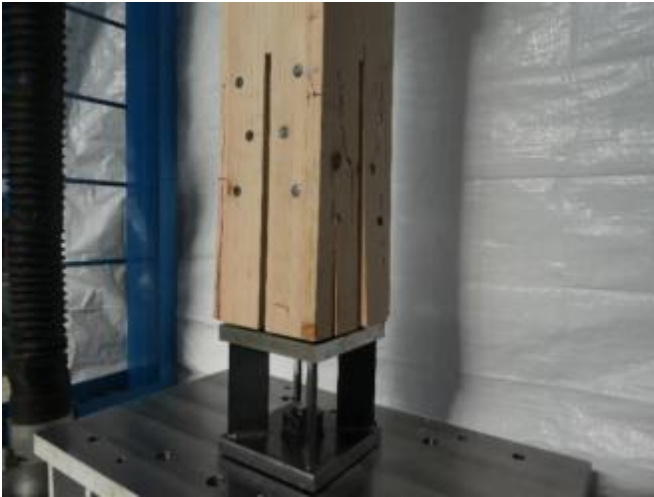


写真2 破壊状況
試験体番号：柱脚0



写真3 破壊状況
試験体番号：柱脚0



写真4 破壊状況
試験体番号：柱脚1



写真5 破壊状況
試験体番号：柱脚1

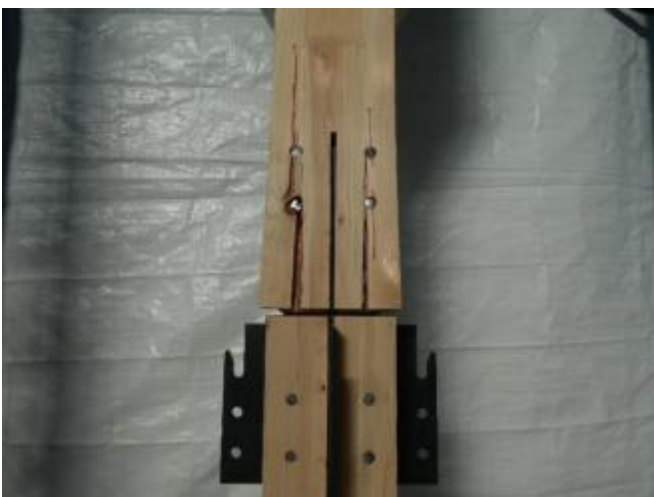


写真6 破壊状況
試験体番号：中間階0



写真7 破壊状況
試験体番号：中間階0



写真8 破壊状況
試験体番号：中間階1



写真9 破壊状況
試験体番号：中間階1



写真10 破壊状況
試験体番号：梁受け0



写真11 破壊状況
試験体番号：梁受け0



写真12 破壊状況
試験体番号：梁受け1



写真13 破壊状況
試験体番号：梁受け1

以上

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11月4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	木造建築用接合金物の接合部 圧縮試験（柱頭部めり込み補強金物①）
試験内容	<p>[接合金物] 製品名： 柱頭部めり込み補強金物①</p> <p>(接合具) ドリフトピンφ12×115……8本 鍋頭ビス φ6×60……10本</p> <p>・形状・寸法/材質は 1-3製品図 参照</p> <p>[木材] 柱： 同一等級構成集成材（ヒノキ） E95-F315 寸法；120×120</p> <p>桁： 対称異等級構成集成材（ヒノキ） E105-F300 寸法；120×360</p> <p>[試験体数] 7体（うち1体は予備試験体） 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)（監修：国土交通省住宅局建築指導課・木造住宅振興室，企画編集・発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じて行った。
試験結果	短期基準接合耐力 210.13 kN
試験期間	2022年10月6日、7日
担当者	試験責任者 株式会社カナイグループ 中村 正芳 試験実施者 株式会社カナイグループ 中村 禎吾、田中 進
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 開発試験センター

1 試験体

1-1. 試験体図

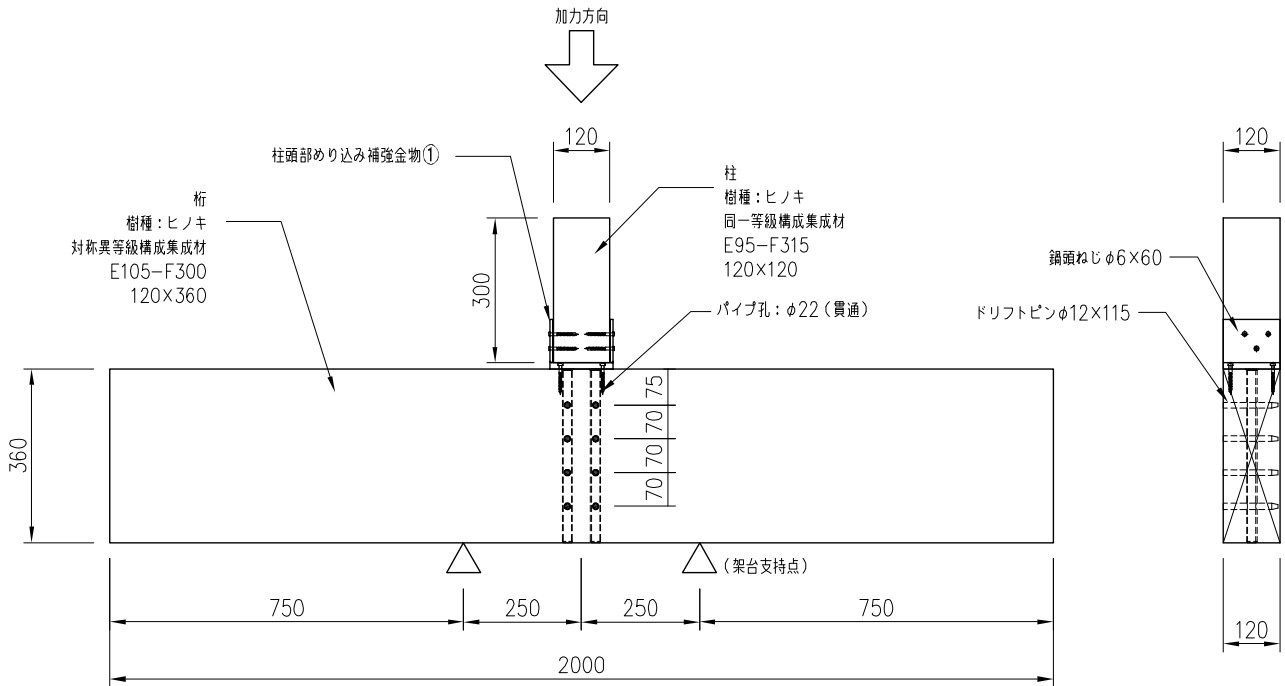


図-1 試験体図

1-2. 密度および含水率

表-1 密度および含水率 一覧

試験体 記号	柱 120×120		桁 120×360	
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
No,0	0.45	12.7	0.44	13.9
No,1	0.45	12.5	0.45	13.2
No,2	0.45	12.6	0.45	11.9
No,3	0.45	12.2	0.45	12.4
No,4	0.44	12.6	0.46	13.6
No,5	0.46	12.1	0.46	13.7
No,6	0.47	12.6	0.47	14.7
平均	0.45	12.5	0.46	13.3
標準偏差	0.01	0.23	0.01	0.94

含水率は 木材水分計 HM-520(株式会社ケット科学研究所)を用いて測定した。

1-3. 製品図

名称: 柱頭部めり込み補強金物(360) ①
 材質: 鋼板/SS400、パイプ部/S45C相当

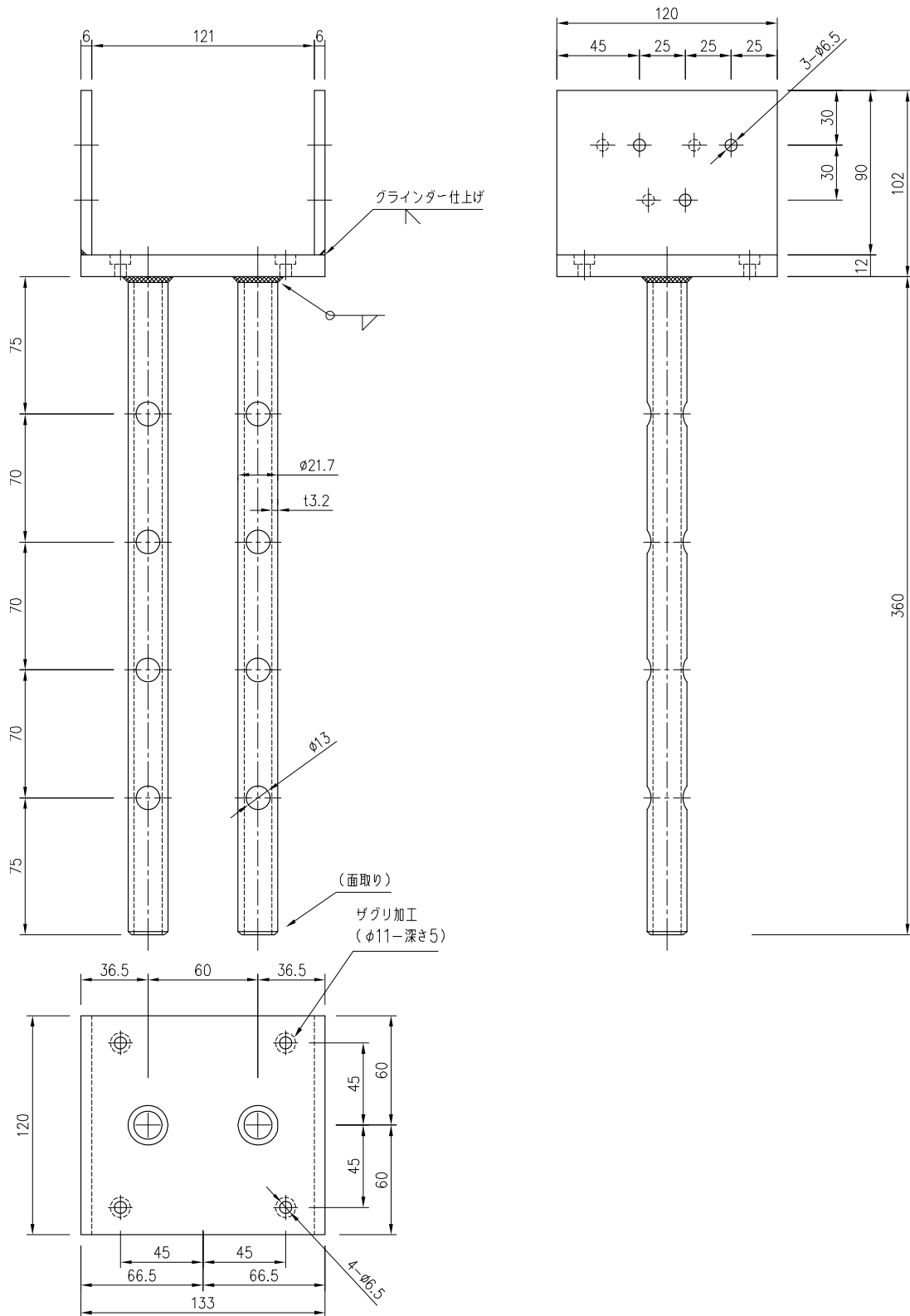
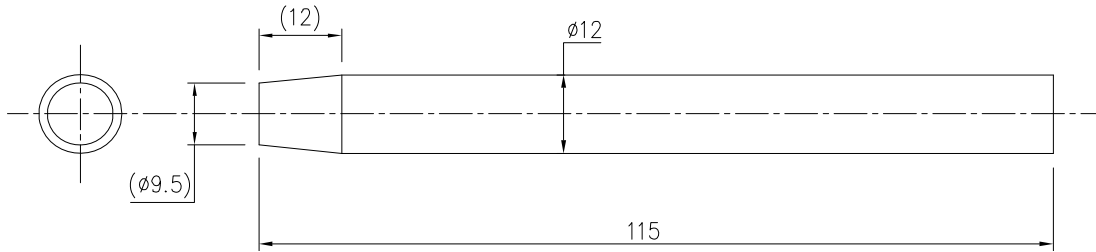


図-2 製品図

名称:ドリフトピン $\phi 12 \times 115$
材質:SS400



名称:鍋頭ビス $\phi 6 \times 60$
材質:下記の化学成分を満足する冷間圧造用炭素鋼
C(0.18~0.23%)、Si(0.10%以下)、Mn(0.70~1.00%)、P(0.03%以下)、S(0.035%以下)、Al(0.02%以上)

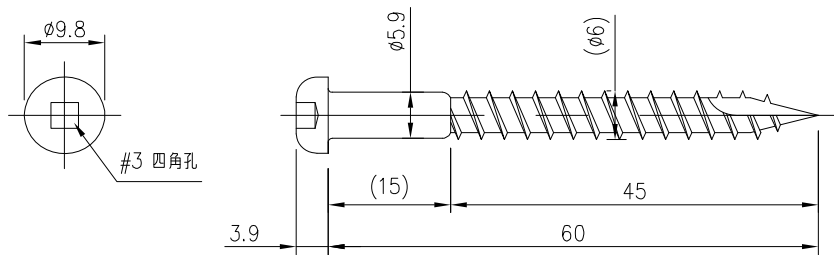


図-3 製品図

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は圧縮500kN/引張500kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量：±500kN、ヒステリシス：±0.05%R0)を使用し次の順序で行った。

(1) 試験体記号No. 0は予備試験とし、単調加力による荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。その結果より降伏耐力に対する変位 δy を求めた。

(2) 試験体記号No. 1~6は本試験とし、一方向繰返し加力による荷重を加えた。繰返しは、予備試験で得られた降伏変位 δy の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍の順で各1回繰返し加力を行った。なお予備試験で δy が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1倍の順で各1回繰返し加力を行うこととした。最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで、又は破壊が確認されるまで加力した。

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

2-2. 試験体の変位測定

δ 変位の測定は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計(容量：100mm、感度： $100 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、非直線性：0.1%R0)を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

・ δ_1 、 δ_2 は高感度変位計DG-1、DG-2の計測値

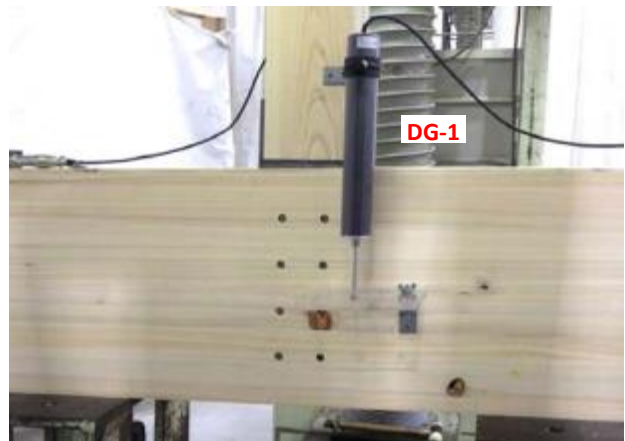
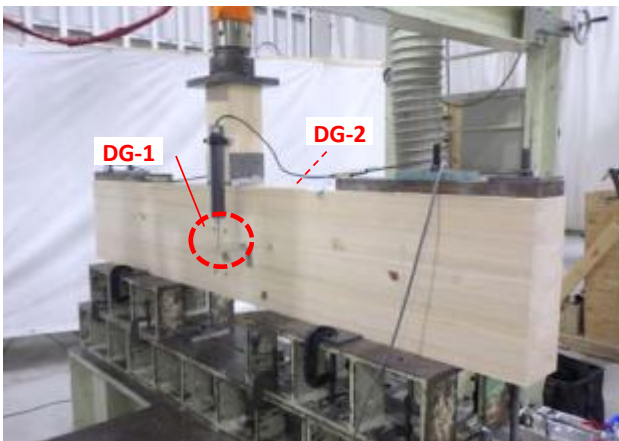


写真-1 変位計取り付け位置

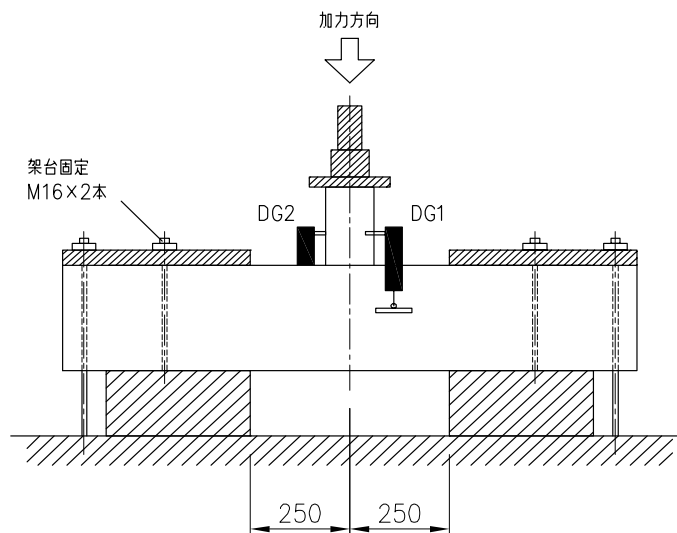


図-4 試験方法

3 降伏耐力、終局耐力等の求め方および短期基準接合耐力の算定方法

3-1. 包絡線の作成

降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 等は、荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い求めた。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ 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 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_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 $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位又は 30mm のいずれか小さい変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と δ_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 δ_v とする。
- ⑪ $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ を塑性率とする。
- ⑫ 構造特性係数 D_s は塑性率 μ を用いて、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

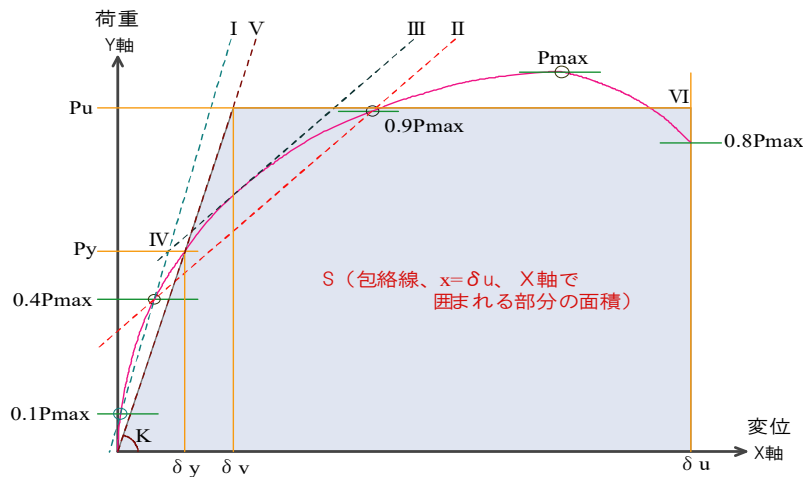


図-5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

3-2. 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。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

CV：変動係数

k：定数（下表による）

試験体数n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104

4 算定結果

4-1. 算出結果

算出結果を 表-2に示す。

表-2 短期基準接合耐力算定表 および 特性値 一覧

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位 δv mm	初期 剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds mm
	P_y	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	P_u	δu				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
No. 0 (単調加力)	202.00	2.42	248.88	4.40	373.32	15.35	319.80	21.47	3.84	834.71	5.59	0.31
No. 1	225.94	3.18	270.15	4.90	405.22	16.22	358.79	28.35	5.06	710.50	5.60	0.31
No. 2	237.71	2.71	276.97	3.82	415.46	12.59	365.50	17.50	4.17	877.16	4.20	0.37
No. 3	220.61	2.60	263.21	3.93	394.82	14.04	343.65	16.51	4.05	848.50	4.08	0.37
No. 4	219.21	2.61	273.33	4.78	409.99	17.19	358.82	21.75	4.27	839.89	5.09	0.33
No. 5	234.67	2.40	272.21	3.47	408.31	15.49	361.30	19.35	3.69	977.79	5.24	0.32
No. 6	235.24	2.62	276.74	3.84	415.11	13.07	363.45	15.44	4.04	897.86	3.82	0.39
平均	228.90	2.69	272.10	4.12	408.15	14.77	358.59	19.82	4.21	858.62	4.67	0.35
標準偏差	8.03	0.26	5.09	0.58	7.64	1.82	7.77	4.74	0.46	87.72	0.73	0.03
変動係数	0.035	/	0.019	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.918	/	0.956	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	210.13	/	260.13	/	/	/	/	/	/	/	/	/

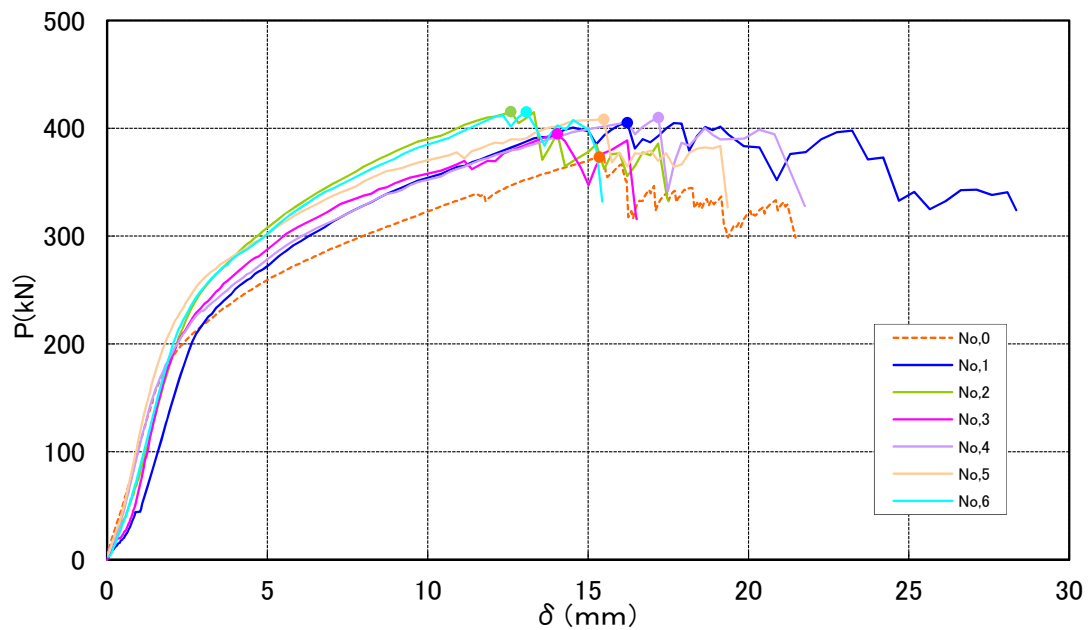
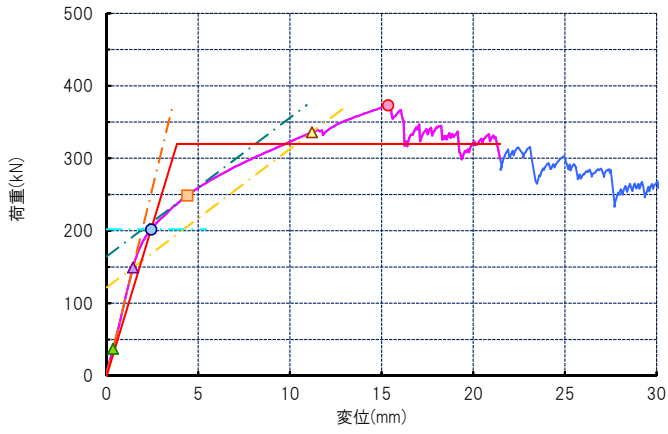


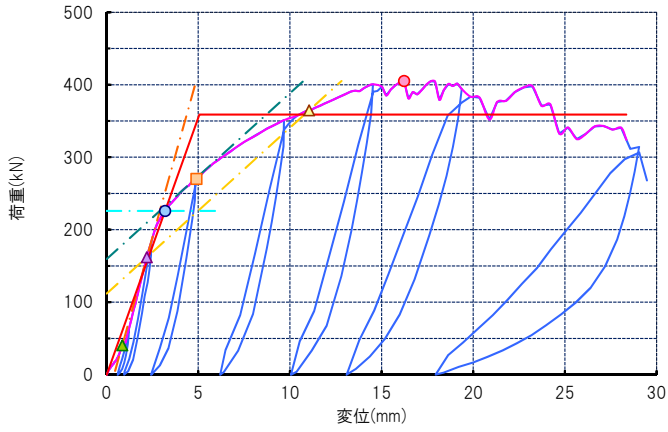
図-6 P- δ 曲線の包絡線 (試験体相互の比較)

5 荷重-変位曲線

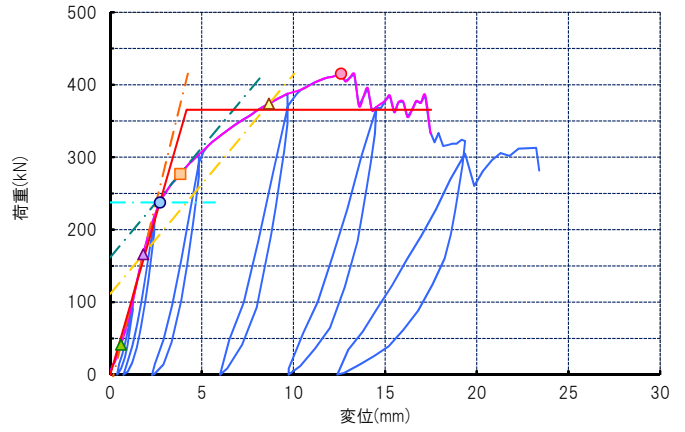
No. 0 (予備試験)



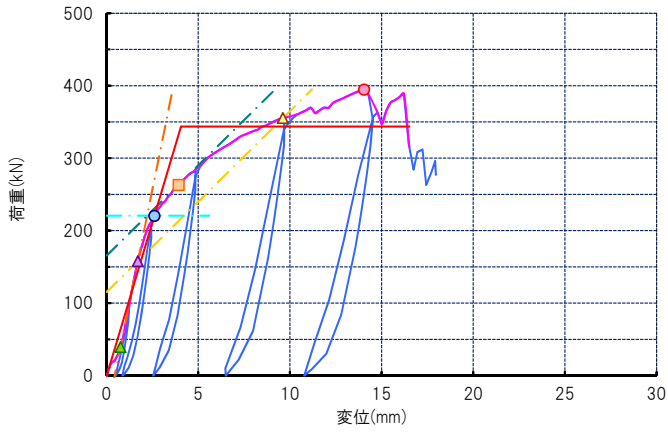
No. 1



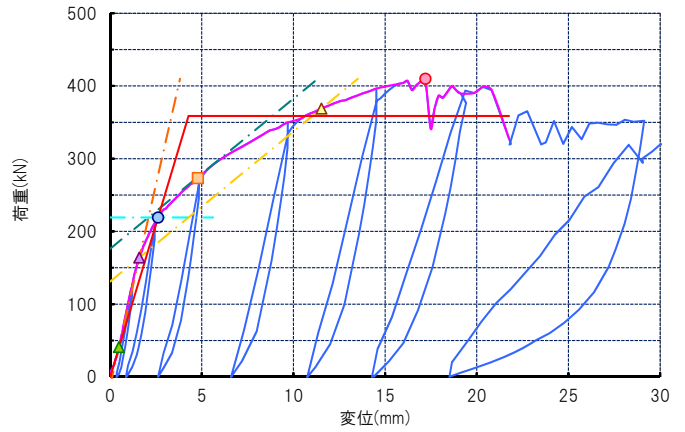
No. 2



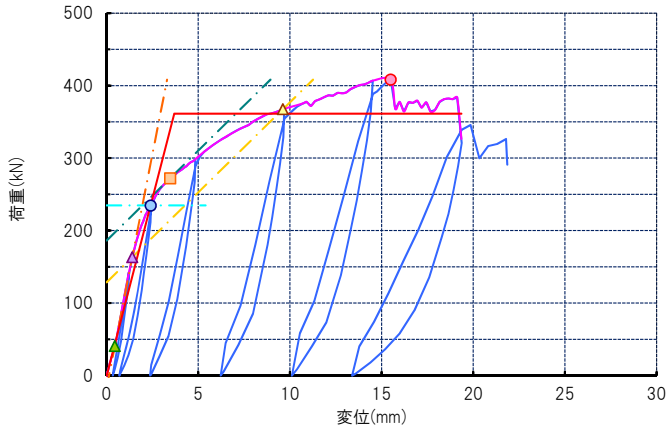
No. 3



No. 4



No. 5



No. 6

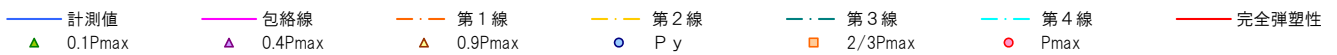
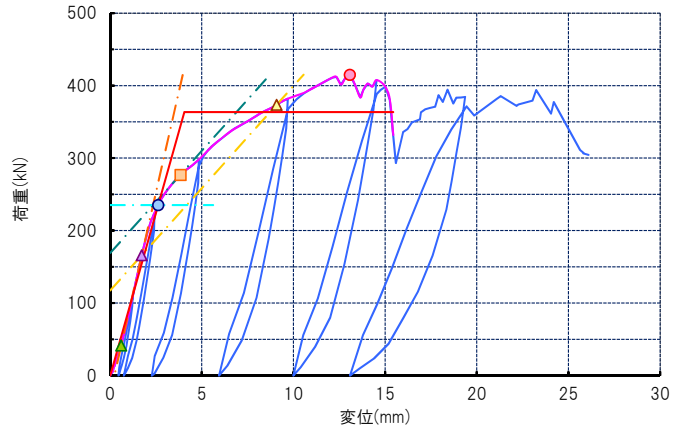


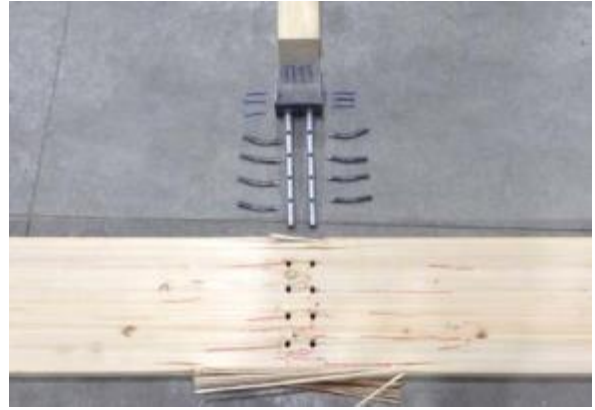
図-7 No. 0~No. 6荷重-変位曲線 一覧

6 試験終了時 破壊状況

No. 0 (予備試験)



金物のめり込み、桁の割れ



(解体時)ドリフトピンの曲がり

No. 1



金物のめり込み、桁の割れ

No. 2



金物のめり込み、桁の割れ

No. 3



金物のめり込み、桁の割れ

No. 4



金物のめり込み、桁の割れ

No. 5



金物のめり込み、桁の割れ

No. 6



金物のめり込み、桁の割れ

写真-2 No. 0~No. 6破壊状況 一覧

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11月4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	木造建築用接合金物の接合部 圧縮試験（柱頭部めり込み補強金物②）
試験内容	<p>[接合金物] 製品名： 柱頭部めり込み補強金物②</p> <p style="padding-left: 40px;">（接合具）ドリフトピンφ12×115……8本 鍋頭ビス φ6×60……10本</p> <p style="padding-left: 40px;">・形状・寸法／材質は 1-3製品図 参照</p> <p>[木材] 柱： 同一等級構成集成材（ヒノキ） E95-F315 寸法；120×120</p> <p style="padding-left: 100px;">桁： 対称異等級構成集成材（ヒノキ） E105-F300 寸法；120×360</p> <p>[試験体数] 7体（うち1体は予備試験体） 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)（監修：国土交通省住宅局建築指導課・木造住宅振興室，企画編集・発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じて行った。
試験結果	短期基準接合耐力 198.13 kN
試験期間	2022年10月7日
担当者	<p>試験責任者 株式会社カナイグループ 中村 正芳 試験実施者 株式会社カナイグループ 中村 槇吾、田中 進</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 開発試験センター

1 試験体

1-1. 試験体図

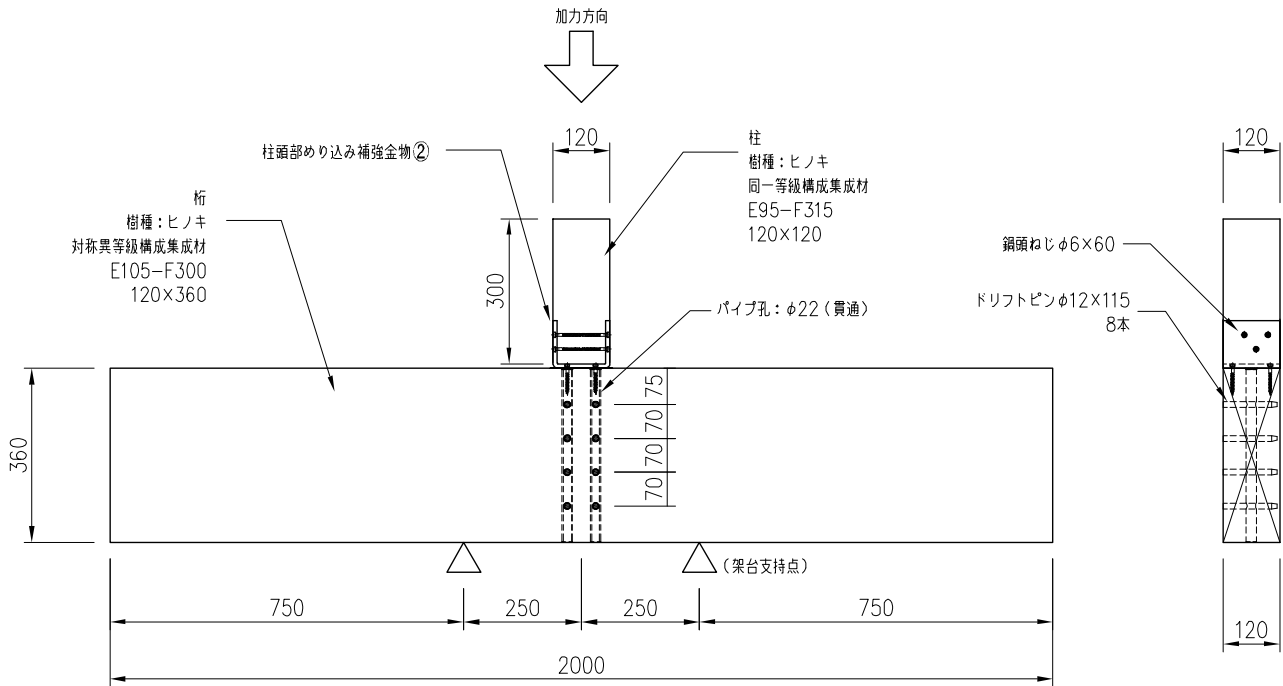


図-1 試験体図

1-2. 密度および含水率

表-1 密度および含水率 一覧

試験体 記号	柱 120×120		桁 120×360	
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
No,0	0.45	12.5	0.44	13.5
No,1	0.45	11.6	0.45	12.4
No,2	0.45	12.6	0.45	14.4
No,3	0.45	11.7	0.45	12.2
No,4	0.44	11.7	0.46	14.0
No,5	0.46	12.2	0.46	12.1
No,6	0.47	12.9	0.47	12.9
平均	0.45	12.2	0.46	13.1
標準偏差	0.01	0.52	0.01	0.91

含水率は 木材水分計 HM-520(株式会社ケツト科学研究所)を用いて測定した。

1-3. 製品図

名称: 柱頭部めり込み補強金物(360) ①
 材質: 鋼板/SS400、パイプ部/S45C相当

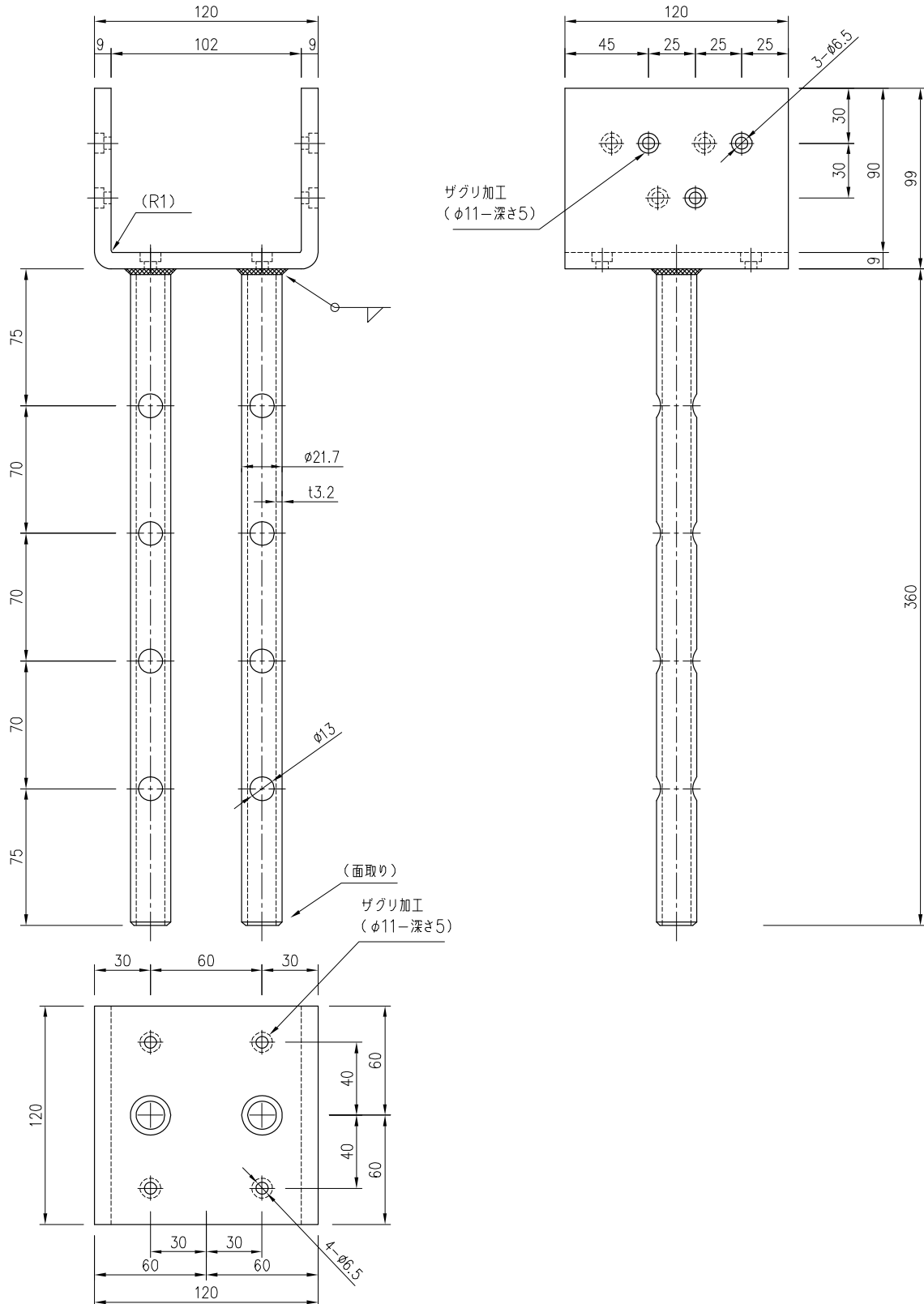
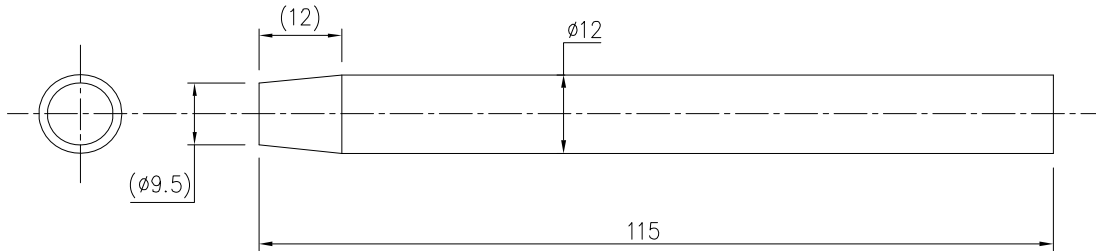


図-2 製品図

名称:ドリフトピン $\phi 12 \times 115$
材質:SS400



名称:鍋頭ビス $\phi 6 \times 60$
材質:下記の化学成分を満足する冷間圧造用炭素鋼
C(0.18~0.23%)、Si(0.10%以下)、Mn(0.70~1.00%)、P(0.03%以下)、S(0.035%以下)、Al(0.02%以上)

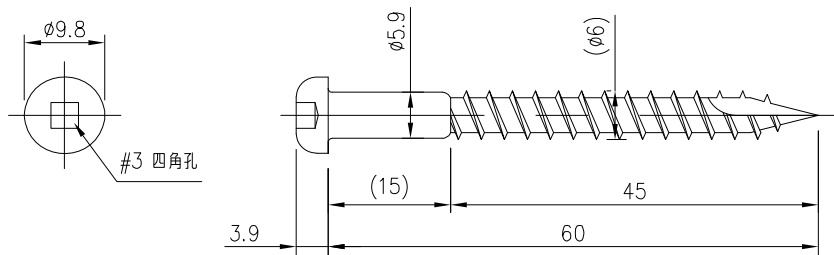


図-3 製品図

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は圧縮500kN/引張500kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量：±500kN、ヒステリシス：±0.05%R0)を使用し次の順序で行った。

(1)試験体記号No. 0は予備試験とし、単調加力による荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。その結果より降伏耐力に対する変位 δy を求めた。

(2)試験体記号No. 1~6は本試験とし、一方向繰返し加力による荷重を加えた。繰返しは、予備試験で得られた降伏変位 δy の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍の順で各1回繰返し加力を行った。なお予備試験で δy が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1倍の順で各1回繰返し加力を行うこととした。最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで、又は破壊が確認されるまで加力した。

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

2-2. 試験体の変位測定

δ 変位の測定は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計(容量：100mm、感度： 100×10^{-6} /mm、非直線性：0.1%R0)を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

・ δ_1 、 δ_2 は高感度変位計DG-1、DG-2の計測値

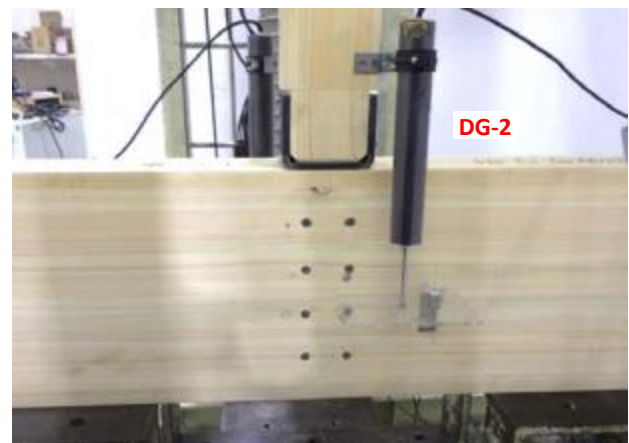
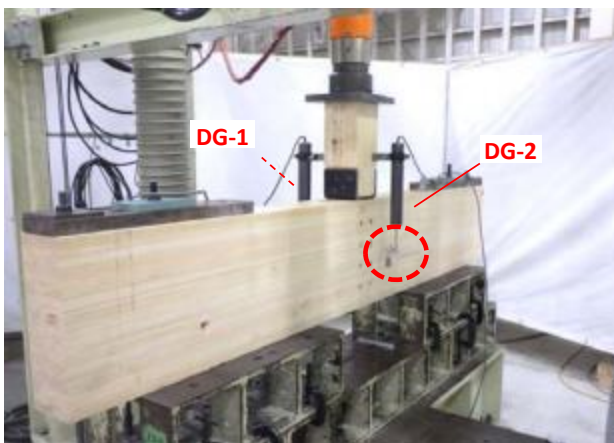


写真-1 変位計取り付け位置

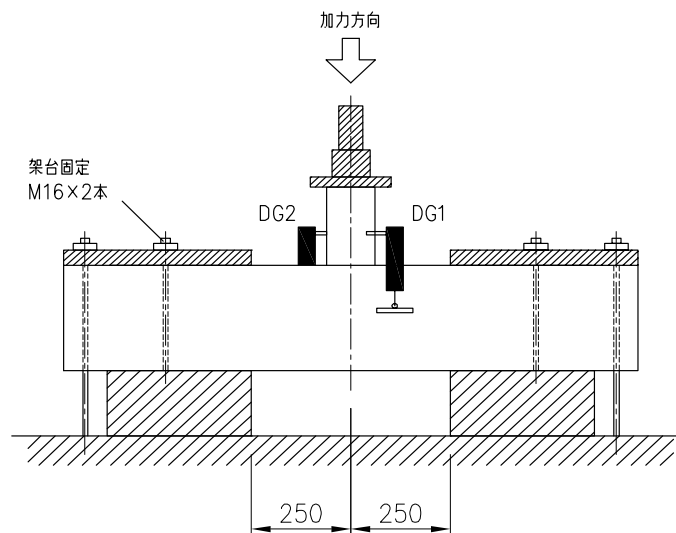


図-4 試験方法

3 降伏耐力、終局耐力等の求め方および短期基準接合耐力の算定方法

3-1. 包絡線の作成

降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 等は、荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い求めた。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ 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 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_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 $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位又は30mmのいずれか小さい変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と δ_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 δ_v とする。
- ⑪ $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ を塑性率とする。
- ⑫ 構造特性係数 D_s は塑性率 μ を用いて、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

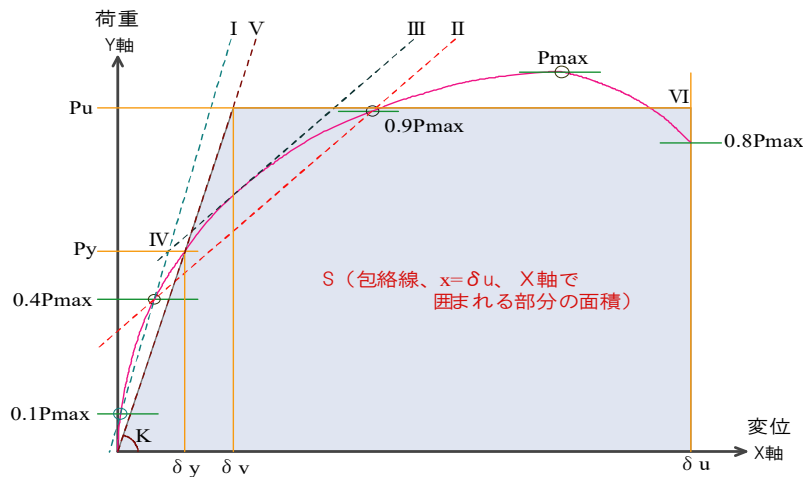


図-5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

3-2. 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。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

CV：変動係数

k：定数（下表による）

試験体数n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104

4 算定結果

4-1. 算出結果

算出結果を 表-2に示す。

表-2 短期基準接合耐力算定表 および 特性値 一覧

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時			降伏変位 δv	初期 剛性 K	塑性率 μ	構造特性 係数 Ds
	P_y	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	P_u	δu	δv				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm				
No. 0 (単調加力)	197.34	3.38	241.79	5.01	362.68	16.55	318.27	22.67	5.46	583.85	4.15	0.37	
No. 1	210.42	3.29	261.93	4.99	392.89	24.35	356.88	25.65	5.58	639.57	4.60	0.35	
No. 2	215.82	3.03	267.30	5.07	400.95	17.92	350.04	28.70	4.92	712.28	5.83	0.31	
No. 3	200.62	3.26	272.80	6.60	409.20	18.26	344.75	20.21	5.61	615.40	3.60	0.40	
No. 4	209.75	3.51	266.84	5.67	400.26	16.23	357.13	30.00	5.97	597.58	5.03	0.33	
No. 5	212.94	2.95	270.05	5.24	405.07	17.92	345.59	18.59	4.79	721.83	3.88	0.38	
No. 6	212.40	3.65	273.57	5.98	410.35	19.95	359.40	22.00	6.18	581.92	3.56	0.40	
平均	210.33	3.28	268.75	5.59	403.12	19.11	352.30	24.19	5.51	644.76	4.42	0.36	
標準偏差	5.21	0.27	4.33	0.62	6.49	2.83	6.35	4.65	0.56	59.27	0.91	0.04	
変動係数	0.025	/	0.016	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
ばらつき係数	0.942	/	0.963	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
短期基準接合耐力	198.13	/	258.81	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

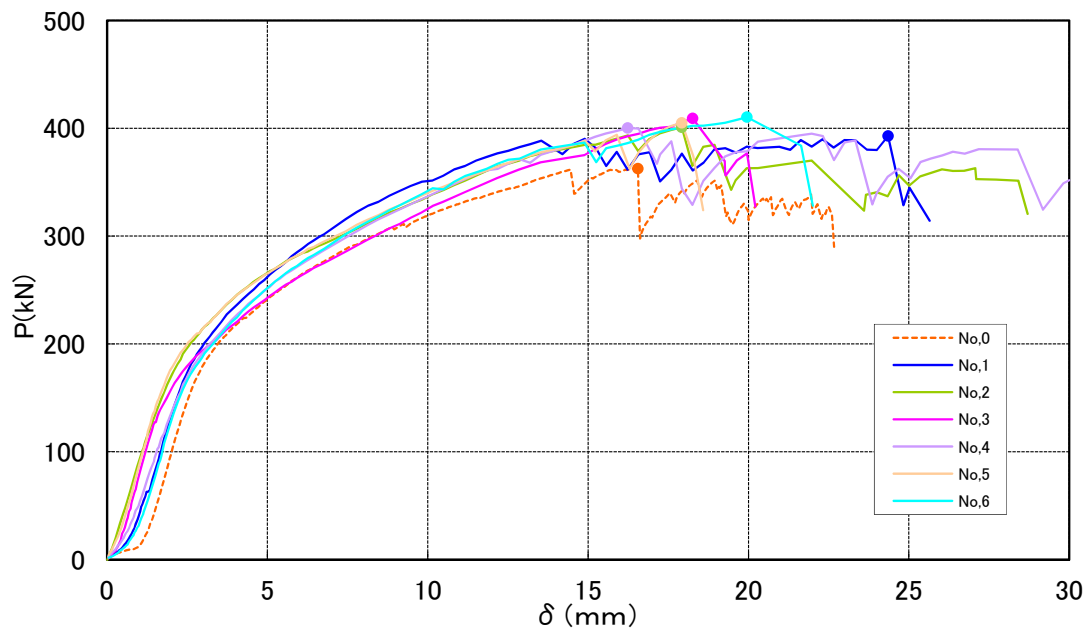
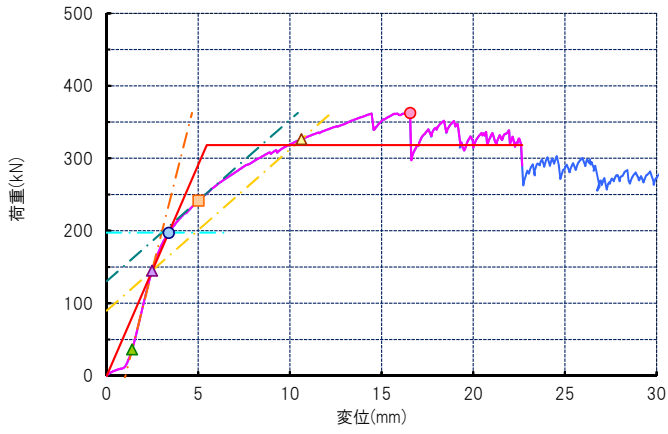


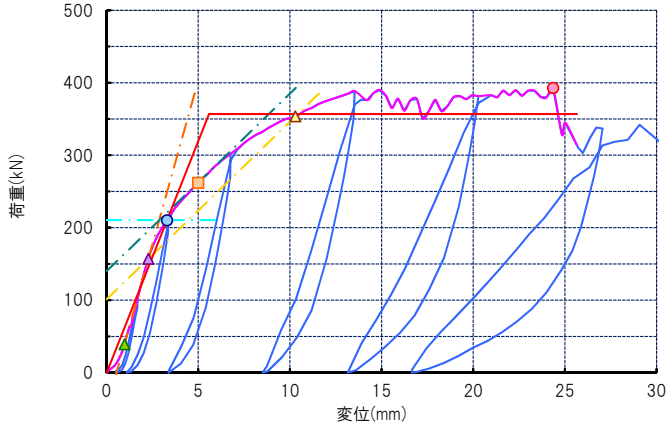
図-6 P- δ 曲線の包絡線 (試験体相互の比較)

5 荷重-変位曲線

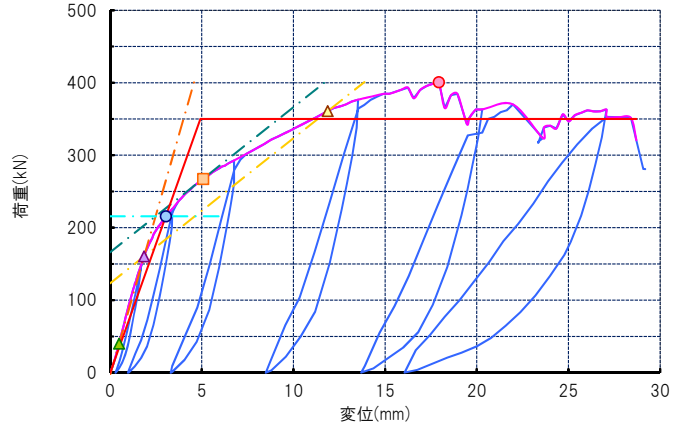
No. 0 (予備試験)



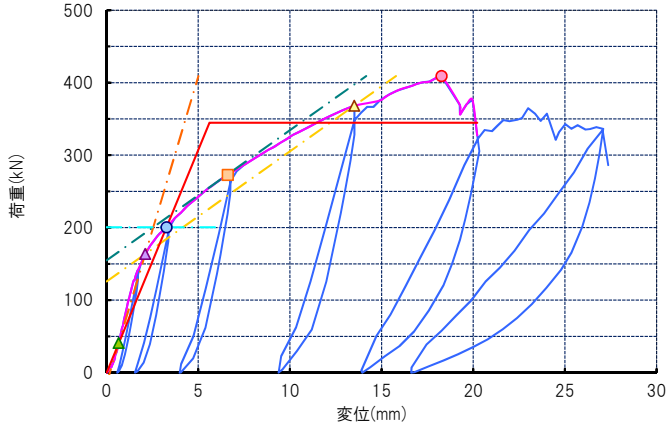
No. 1



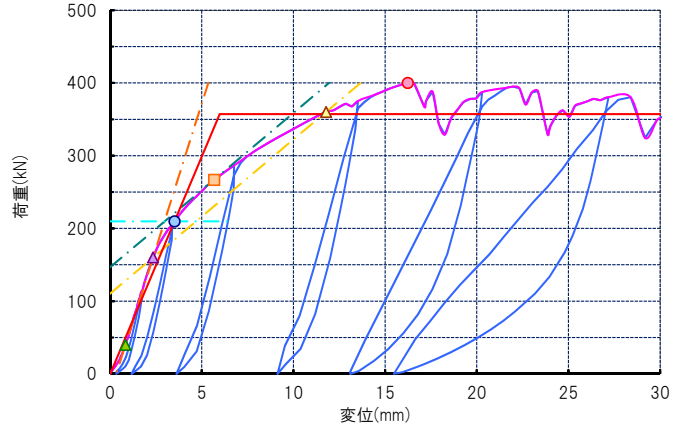
No. 2



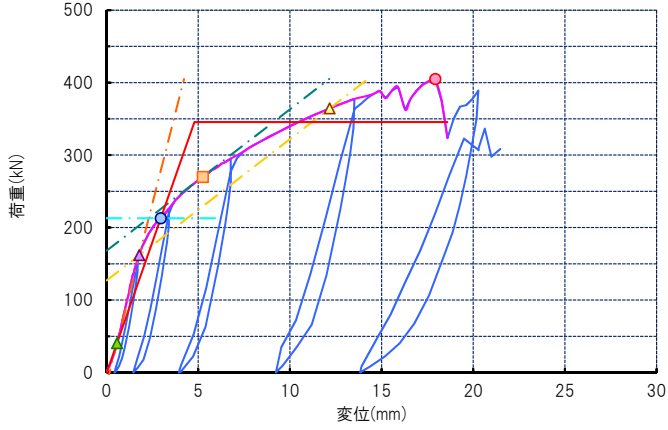
No. 3



No. 4



No. 5



No. 6

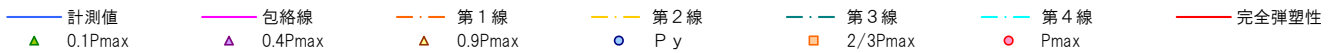
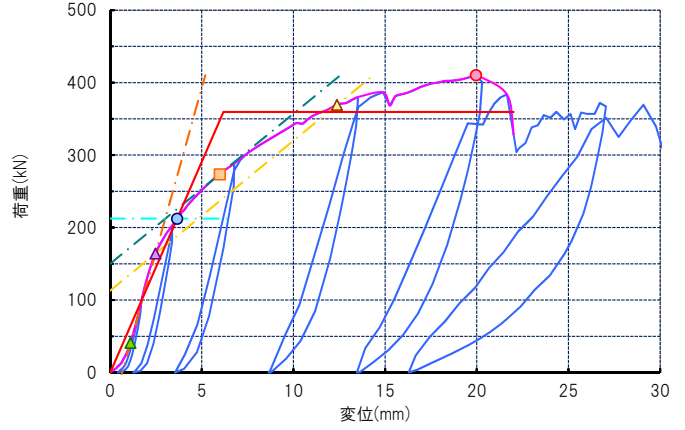


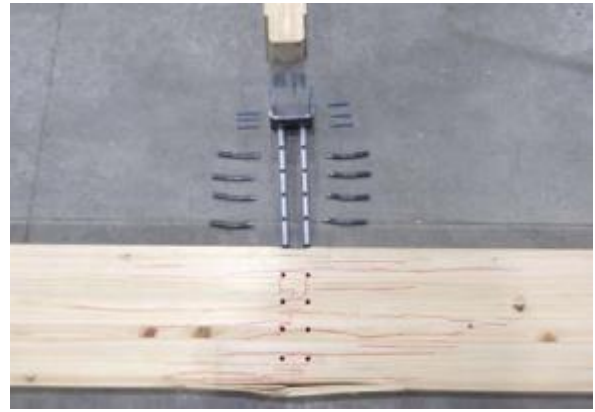
図-7 No. 0~No. 6荷重-変位曲線 一覧

6 試験終了時 破壊状況

No. 0 (予備試験)



金物のめり込み、桁の割れ



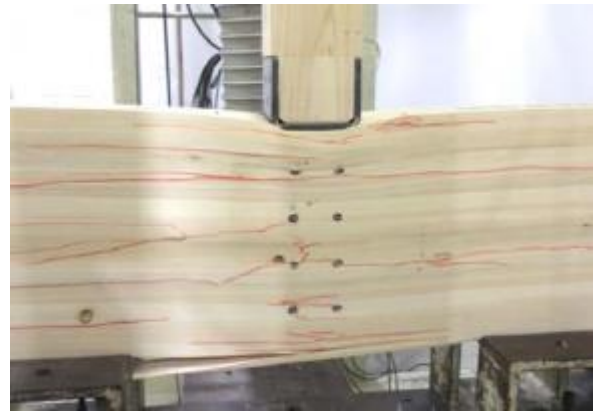
(解体時)ドリフトピンの曲がり

No. 1



金物のめり込み、桁の割れ

No. 2



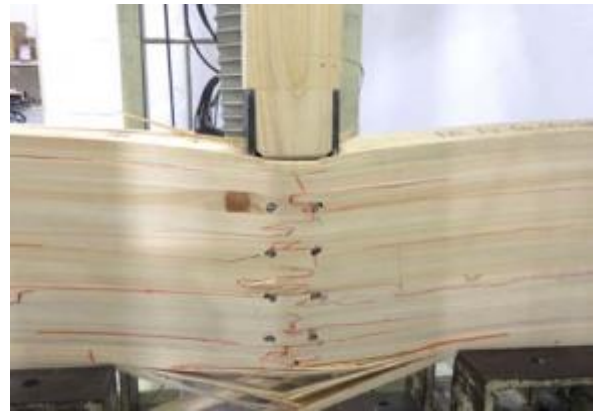
金物のめり込み、桁の割れ

No. 3



金物のめり込み、桁の割れ

No. 4



金物のめり込み、桁の割れ

No. 5



金物のめり込み、桁の割れ

No. 6



金物のめり込み、桁の割れ

写真-2 No. 0~No. 6破壊状況 一覧

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11月4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	木造建築用接合金物の接合部 圧縮試験（柱頭部めり込み補強金物③）
試験内容	<p>[接合金物] 製品名： 柱頭部めり込み補強金物③</p> <p style="padding-left: 40px;">（接合具） ドリフトピンφ16×115……11本</p> <p style="padding-left: 40px;">・形状・寸法／材質 は 1-3製品図 参照</p> <p>[木材] 柱： 同一等級構成集成材（ヒノキ） E95-F315 寸法；120×120</p> <p style="padding-left: 40px;">桁： 対称異等級構成集成材（ヒノキ） E105-F300 寸法；120×360</p> <p>[試験体数] 7体（うち1体は予備試験体） 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)（監修：国土交通省住宅局建築指導課・木造住宅振興室，企画編集・発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じて行った。
試験結果	短期基準接合耐力 187.95 kN
試験期間	2022年10月25日
担当者	<p>試験責任者 株式会社カナイグループ 中村 正芳</p> <p>試験実施者 株式会社カナイグループ 志田 竜聖、田中 進</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 開発試験センター

1 試験体

1-1. 試験体図

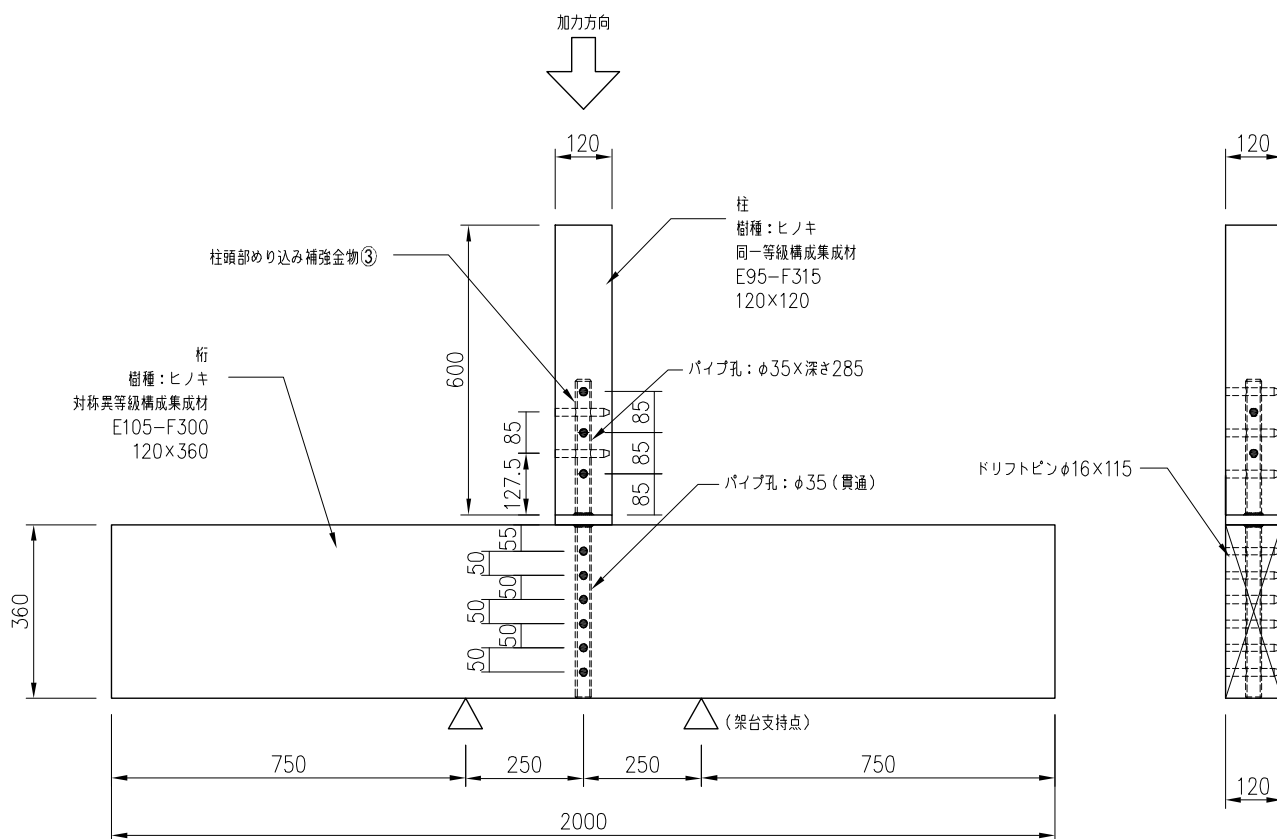


図-1 試験体図

1-2. 密度および含水率

表-1 密度および含水率 一覧

試験体 記号	柱 120×120		桁 120×360	
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
No,0	0.44	11.5	0.44	11.7
No,1	0.44	12.6	0.45	12.6
No,2	0.45	11.6	0.45	13.9
No,3	0.46	13.1	0.45	12.9
No,4	0.45	12.0	0.45	13.9
No,5	0.46	12.9	0.46	14.1
No,6	0.46	12.6	0.48	14.0
平均	0.45	12.3	0.46	13.3
標準偏差	0.01	0.63	0.01	0.92

含水率は 木材水分計 HM-520(株式会社ケット科学研究所)を用いて測定した。

1-3. 製品図

名称: 柱頭部めり込み補強金物(360) ①
 材質: 鋼板/SS400、パイプ部/S45C相当

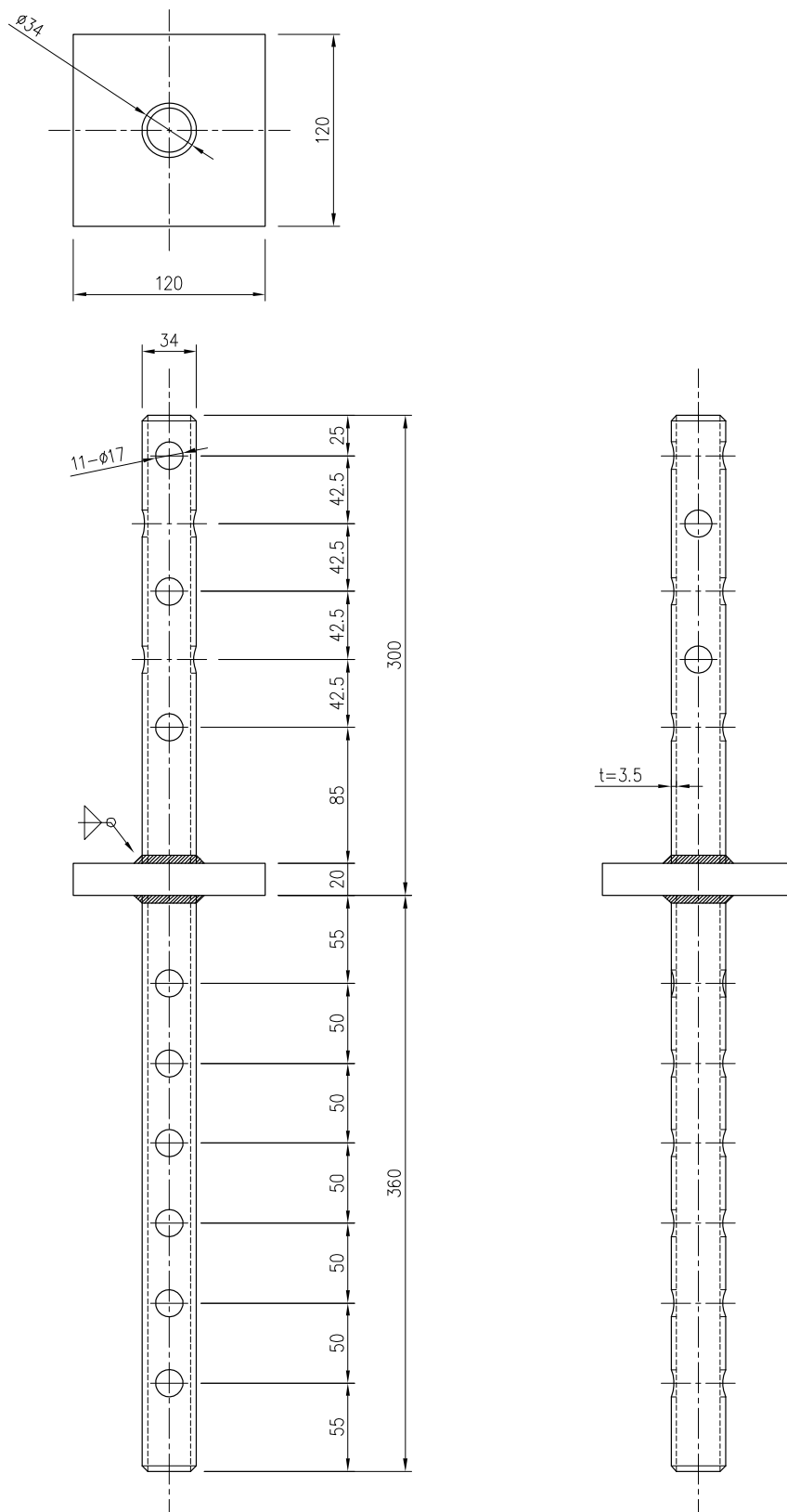


図-2 製品図

名 称:ドリフトピン $\phi 16 \times 115$
材 質:SS400

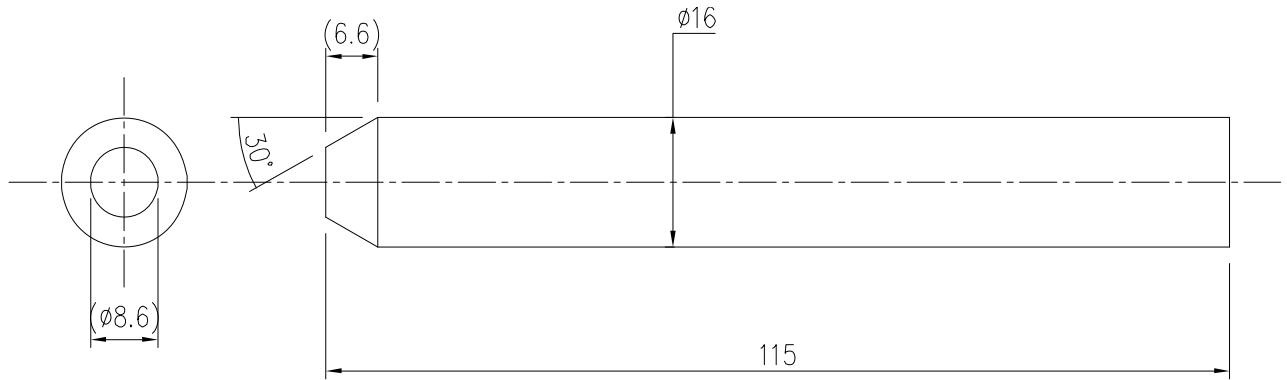


図-3 製品図

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は圧縮500kN/引張500kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量：±500kN、ヒステリシス：±0.05%R0)を使用し次の順序で行った。

(1)試験体記号No. 0は予備試験とし、単調加力による荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。その結果より降伏耐力に対する変位 δy を求めた。

(2)試験体記号No. 1～6は本試験とし、一方向繰返し加力による荷重を加えた。繰返しは、予備試験で得られた降伏変位 δy の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍の順で各1回繰返し加力を行った。なお予備試験で δy が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1倍の順で各1回繰返し加力を行うこととした。最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで、又は破壊が確認されるまで加力した。

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

2-2. 試験体の変位測定

δ 変位の測定は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計(容量：100mm、感度： $100 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、非直線性：0.1%R0)を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

・ δ_1 、 δ_2 は高感度変位計DG-1、DG-2の計測値

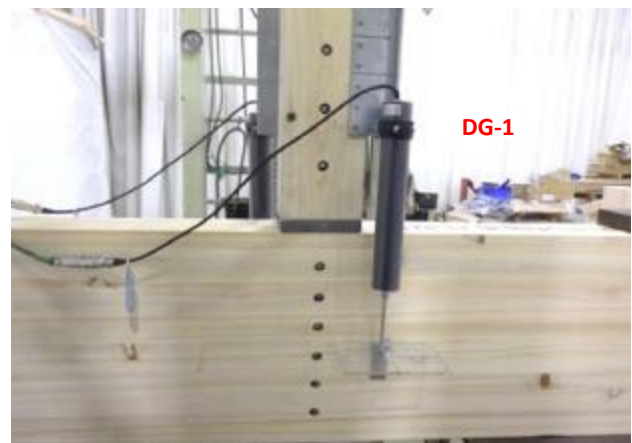
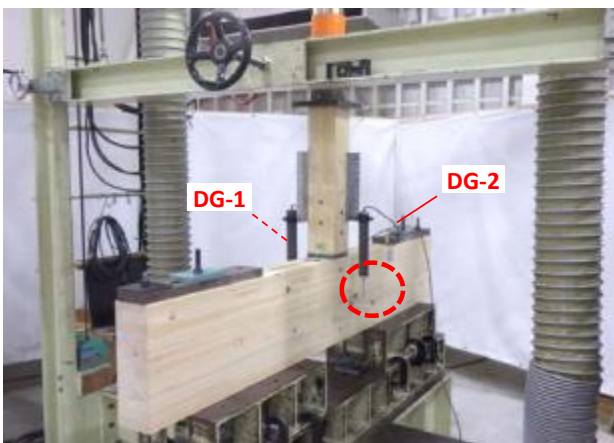


写真-1 変位計取り付け位置

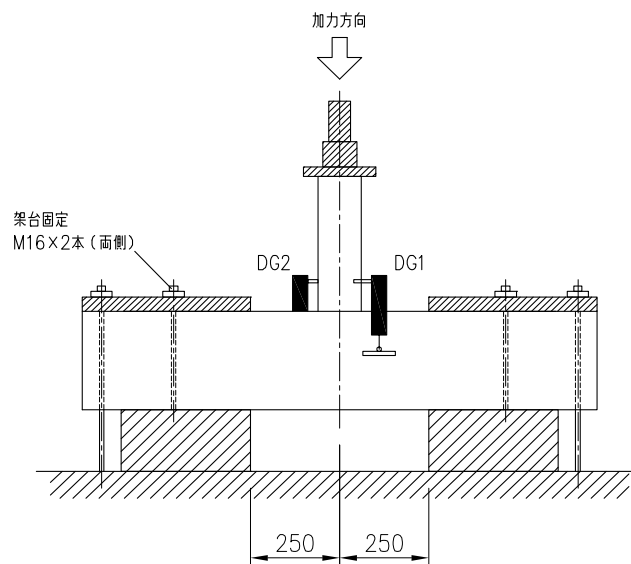


図-4 試験方法

3 降伏耐力、終局耐力等の求め方および短期基準接合耐力の算定方法

3-1. 包絡線の作成

降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 等は、荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い求めた。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ 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 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_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 $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位又は 30mm のいずれか小さい変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と δ_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 δ_v とする。
- ⑪ $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ を塑性率とする。
- ⑫ 構造特性係数 D_s は塑性率 μ を用いて、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

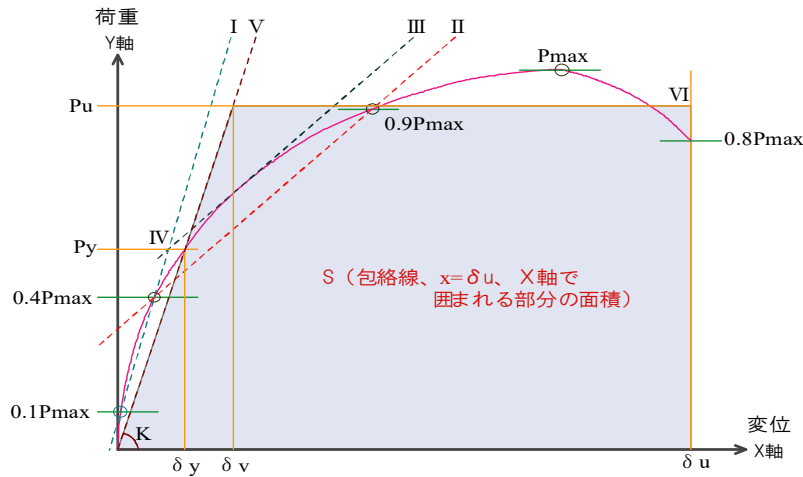


図-5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

3-2. 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。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

CV：変動係数

k：定数（下表による）

試験体数n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104

4 算定結果

4-1. 算出結果

算出結果を 表-2に示す。

表-2 短期基準接合耐力算定表 および 特性値 一覧

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時			降伏変位 δv mm	初期 剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds mm
	P_y	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	P_u	δu					
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm					
No. 0 (単調加力)	200.61	3.30	226.99	4.20	340.49	16.00	307.25	23.37	5.06	607.91	4.62	0.35	
No. 1	202.51	3.55	223.31	4.17	334.96	14.21	298.49	17.23	5.23	570.45	3.29	0.42	
No. 2	220.15	4.55	248.56	5.86	372.84	19.81	323.69	22.93	6.68	483.85	3.43	0.41	
No. 3	211.70	3.91	243.34	5.26	365.01	17.49	326.68	25.94	6.04	541.43	4.29	0.36	
No. 4	215.39	3.49	231.82	3.82	347.73	14.53	318.73	16.49	5.17	617.16	3.19	0.43	
No. 5	209.82	3.85	238.75	4.78	358.12	17.83	319.27	23.96	5.86	544.99	4.09	0.37	
No. 6	238.13	4.51	234.16	4.41	351.24	13.22	316.56	15.02	5.99	528.00	2.51	0.50	
平均	216.28	3.98	236.66	4.72	354.98	16.18	317.24	20.26	5.83	547.65	3.47	0.42	
標準偏差	12.21	0.46	8.93	0.75	13.39	2.57	9.89	4.56	0.56	44.39	0.65	0.05	
変動係数	0.056	/	0.038	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
ばらつき係数	0.869	/	0.911	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
短期基準接合耐力	187.95	/	215.60	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

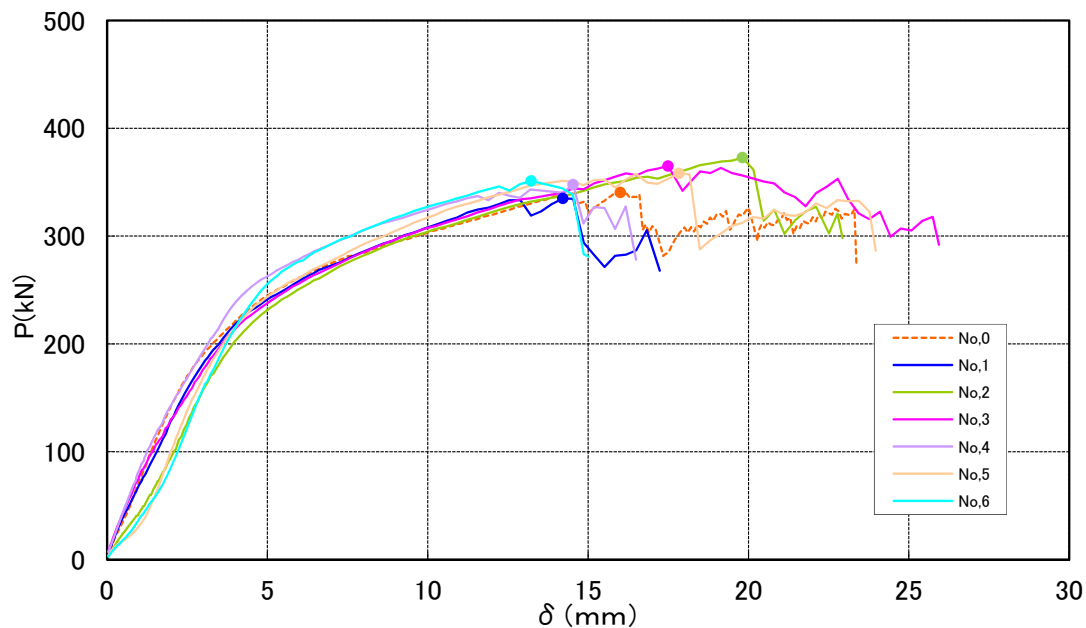
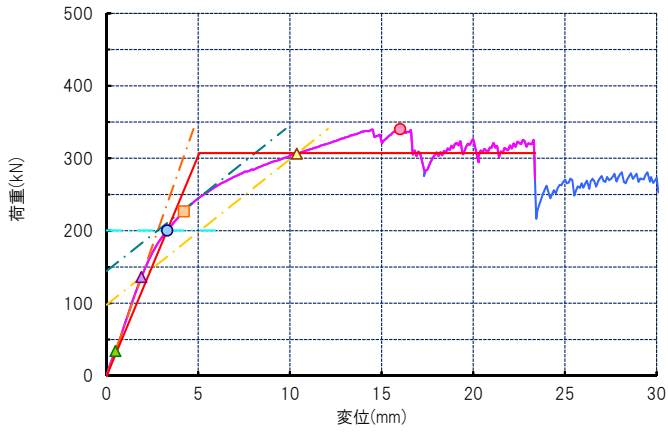


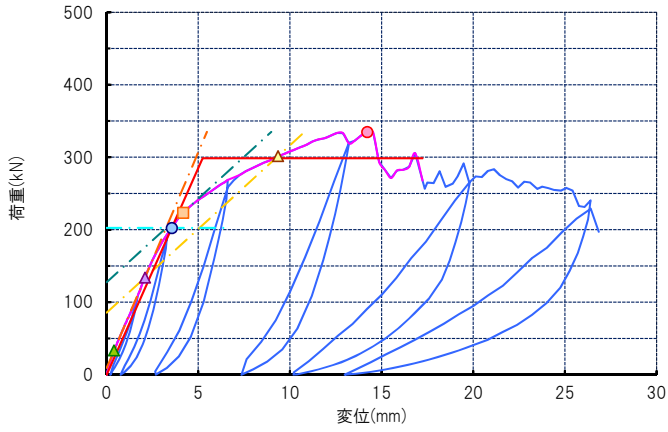
図-6 P- δ 曲線の包絡線 (試験体相互の比較)

5 荷重-変位曲線

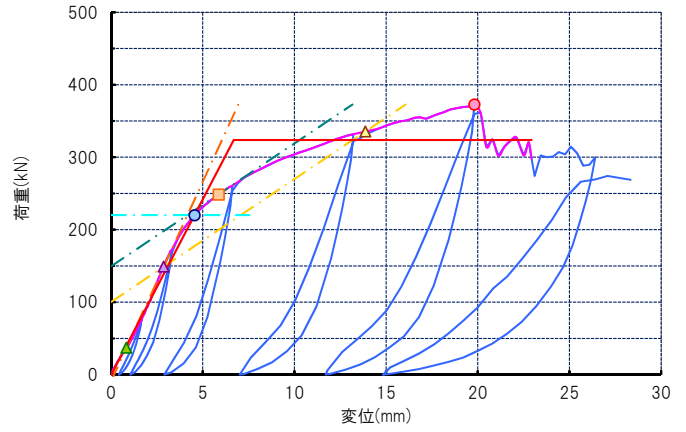
No. 0 (予備試験)



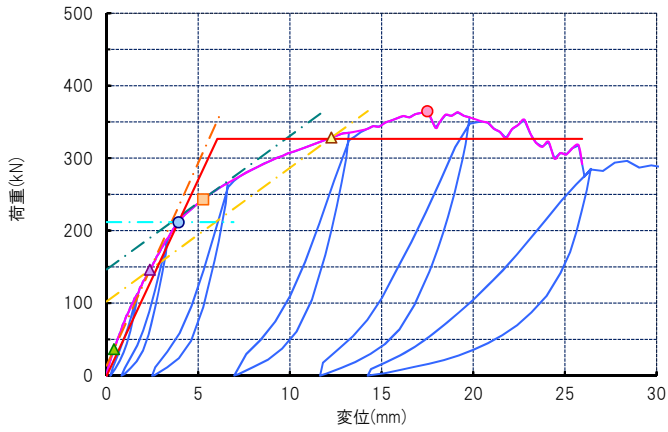
No. 1



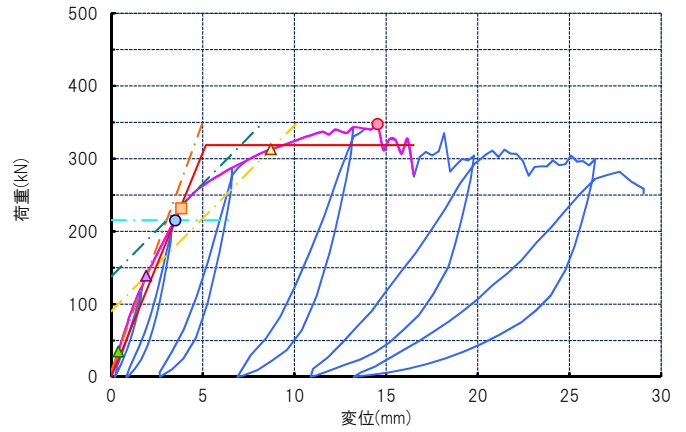
No. 2



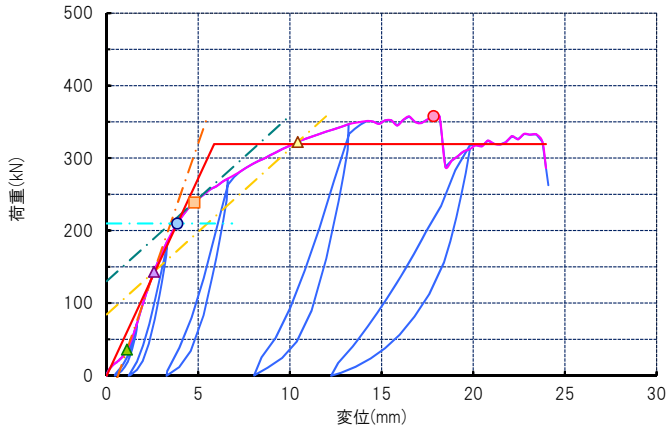
No. 3



No. 4



No. 5



No. 6

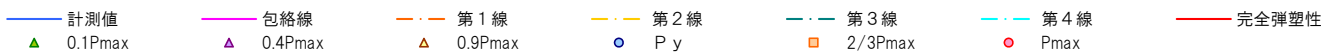
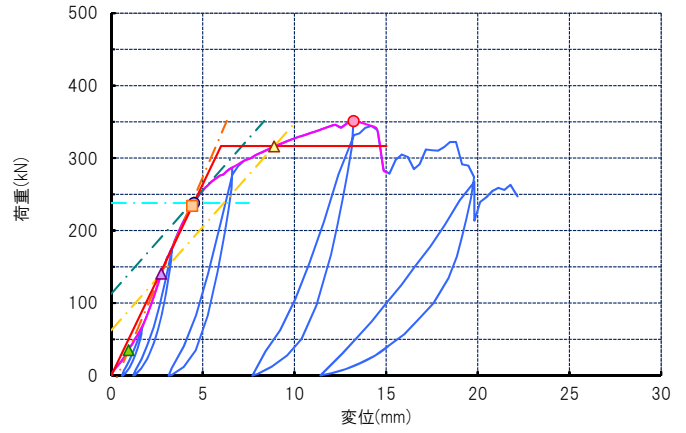
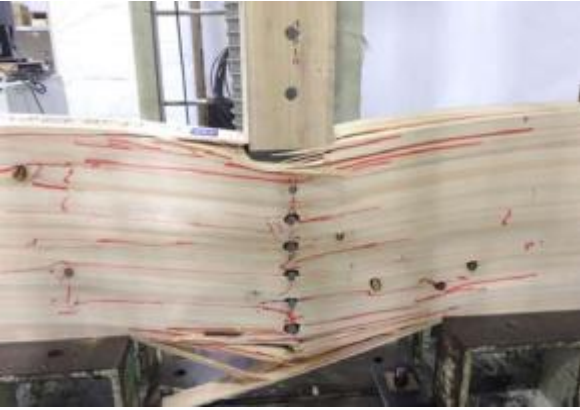


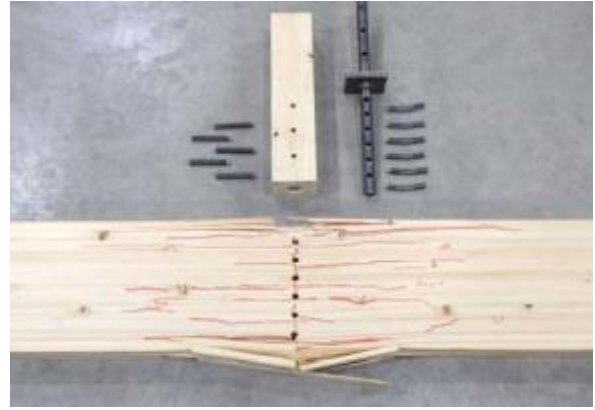
図-7 No. 0~No. 6荷重-変位曲線 一覧

6 試験終了時 破壊状況

No. 0 (予備試験)

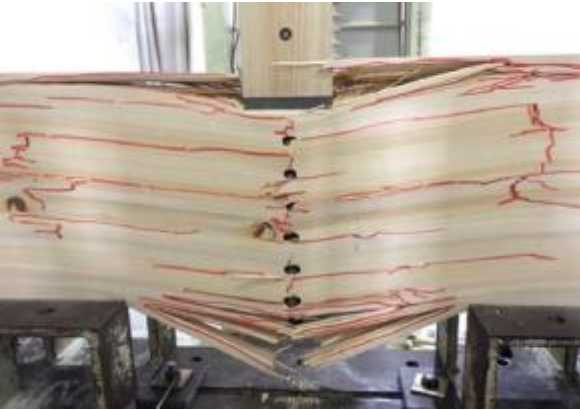


金物のめり込み、桁の割れ



(解体時)ドリフトピンの曲がり

No. 1



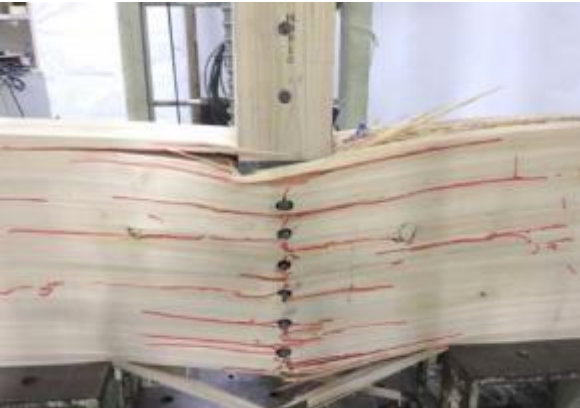
金物のめり込み、桁の割れ

No. 2



金物のめり込み、桁の割れ

No. 3



金物のめり込み、桁の割れ

No. 4



金物のめり込み、桁の割れ

No. 5



金物のめり込み、桁の割れ

No. 6



金物のめり込み、桁の割れ

写真-2 No. 0~No. 6破壊状況 一覧

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11月4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	木造建築用接合金物の接合部 引張試験（柱頭部めり込み補強金物③）
試験内容	<p>[接合金物] 製品名： 柱頭部めり込み補強金物③</p> <p style="padding-left: 40px;">（接合具） ドリフトピンφ16×115……11本</p> <p style="padding-left: 40px;">・形状・寸法／材質 は 1-3製品図 参照</p> <p>[木材] 柱： 同一等級構成集成材（ヒノキ） E95-F315 寸法；120×120</p> <p style="padding-left: 40px;">桁： 対称異等級構成集成材（ヒノキ） E105-F300 寸法；120×360</p> <p>[試験体数] 7体（うち1体は予備試験体） 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)（監修：国土交通省住宅局建築指導課・木造住宅振興室，企画編集・発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じて行った。
試験結果	短期基準接合耐力 73.45 kN
試験期間	2022年10月25日、26日
担当者	<p>試験責任者 株式会社カナイグループ 中村 正芳</p> <p>試験実施者 株式会社カナイグループ 志田 竜聖、田中 進</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 開発試験センター

1 試験体

1-1. 試験体図

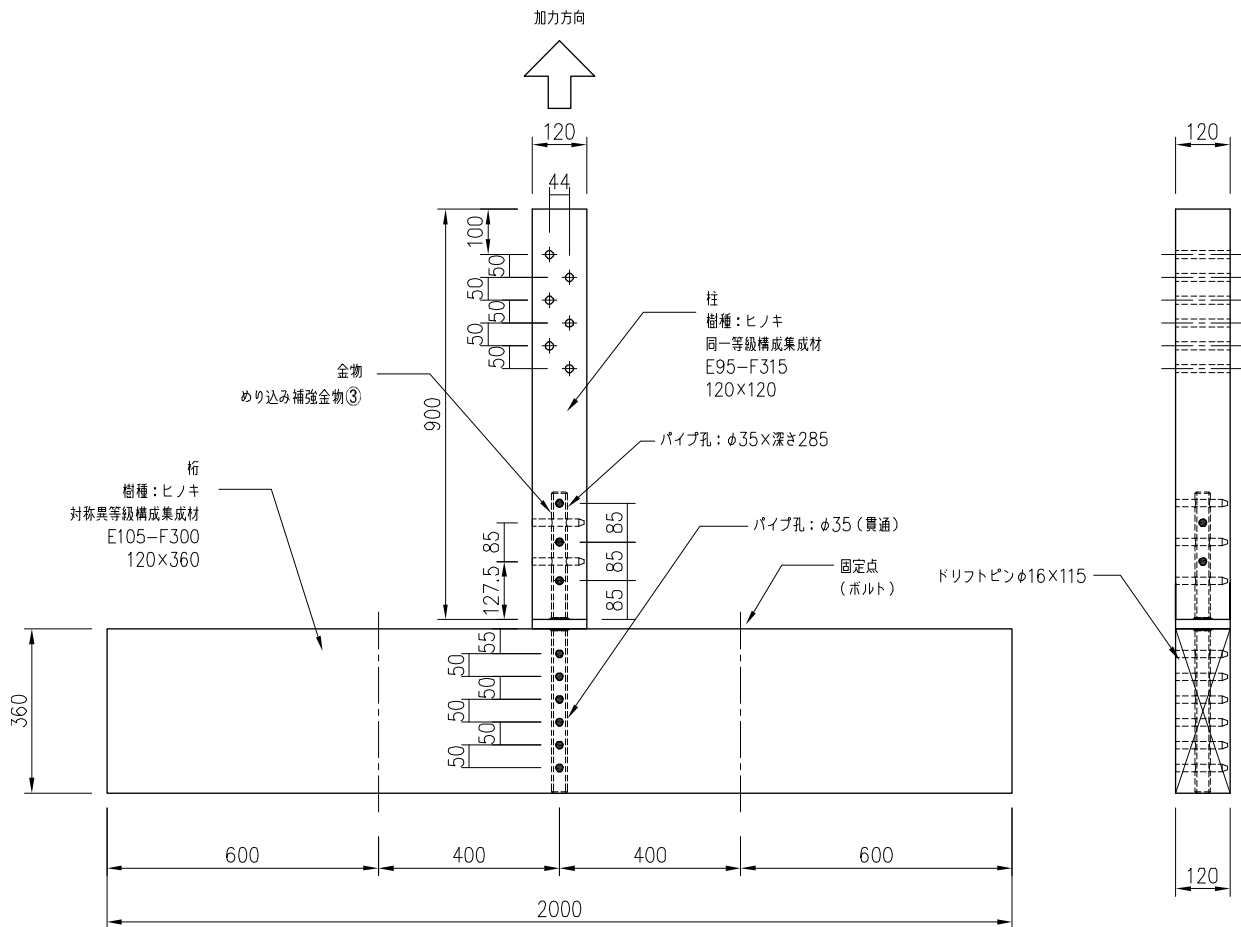


図-1 試験体図

1-2. 密度および含水率

表-1 密度および含水率 一覧

試験体 記号	柱 120×120		桁 120×360	
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
No,0	0.45	12.2	0.44	12.0
No,1	0.43	13.0	0.45	13.7
No,2	0.44	13.5	0.45	13.0
No,3	0.44	12.9	0.46	13.4
No,4	0.45	12.5	0.46	14.2
No,5	0.46	12.4	0.46	13.9
No,6	0.46	13.1	0.46	14.9
平均	0.45	12.8	0.45	13.6
標準偏差	0.01	0.45	0.01	0.92

含水率は 木材水分計 HM-520(株式会社ケット科学研究所)を用いて測定した。

1-3. 製品図

名 称: 柱頭部めり込み補強金物(360) ①

材 質: 鋼板/SS400、パイプ部/S45C相当

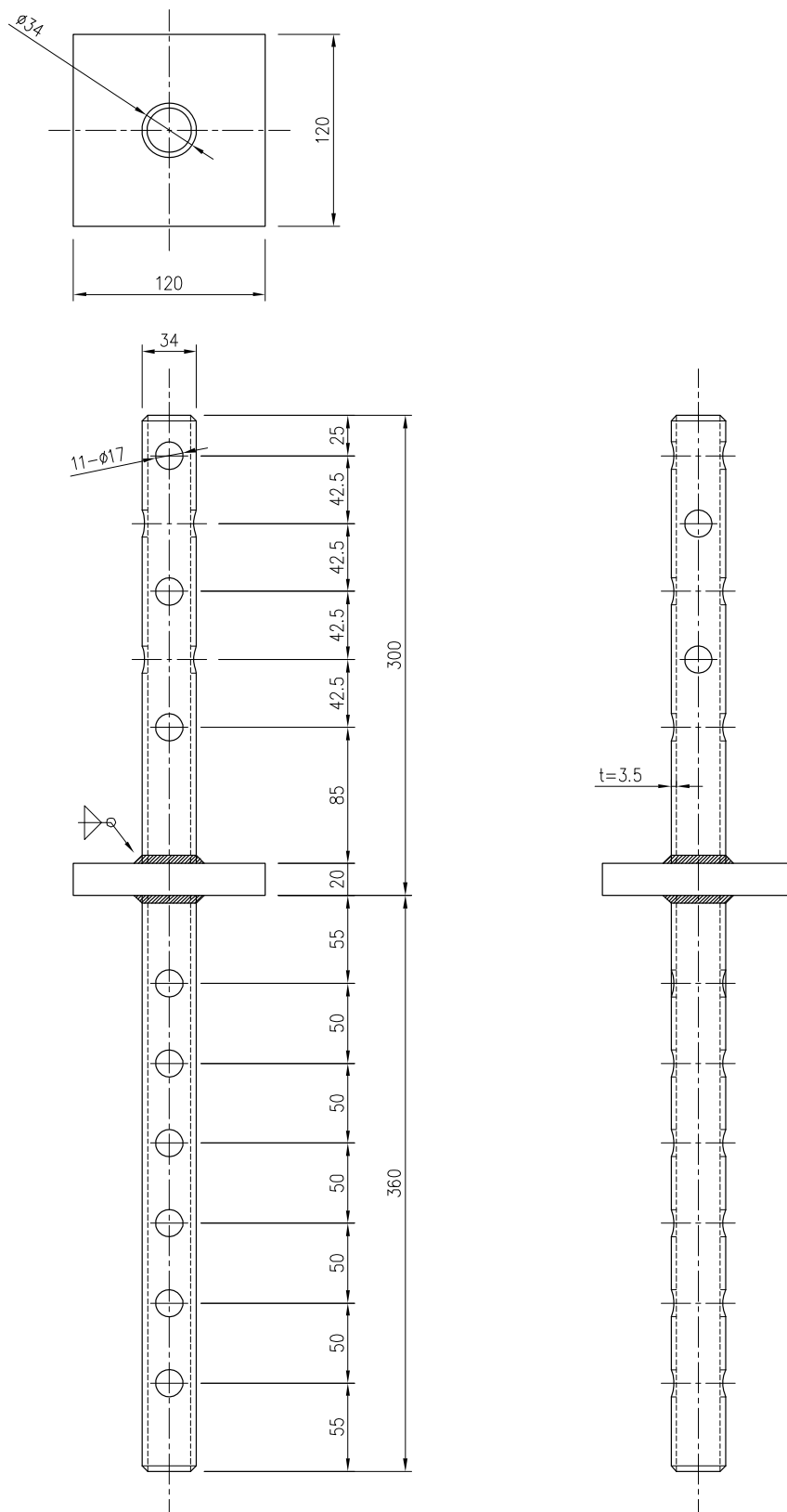


図-2 製品図

名 称:ドリフトピン $\phi 16 \times 115$
材 質:SS400

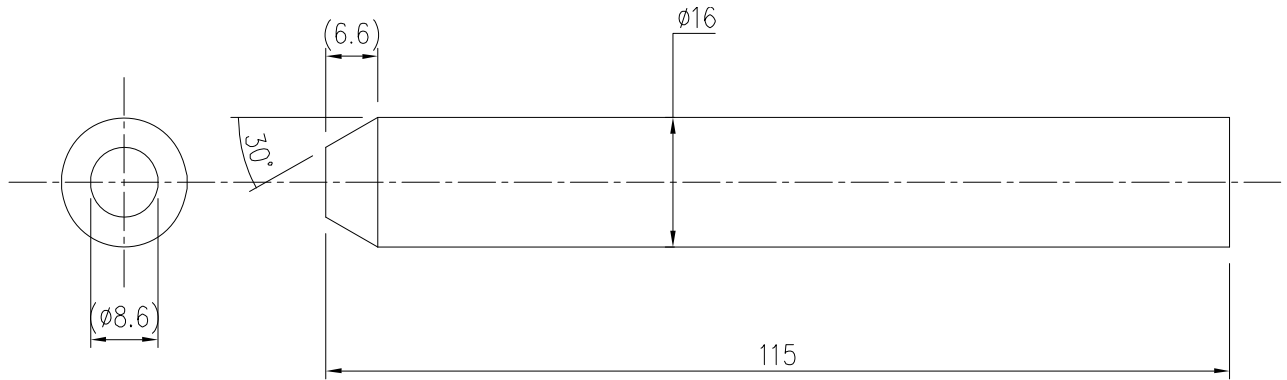


図-3 製品図

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は圧縮500kN/引張500kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量：±500kN、ヒステリシス：±0.05%R0)を使用し次の順序で行った。

(1) 試験体記号No. 0は予備試験とし、単調加力による荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。その結果より降伏耐力に対する変位 δy を求めた。

(2) 試験体記号No. 1~6は本試験とし、一方向繰返し加力による荷重を加えた。繰返しは、予備試験で得られた降伏変位 δy の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍の順で各1回繰返し加力を行った。なお予備試験で δy が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1倍の順で各1回繰返し加力を行うこととした。最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで、又は破壊が確認されるまで加力した。

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

2-2. 試験体の変位測定

δ 変位の測定は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計(容量：100mm、感度： $100 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、非直線性：0.1%R0)を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

・ δ_1 、 δ_2 は高感度変位計DG-1、DG-2の計測値

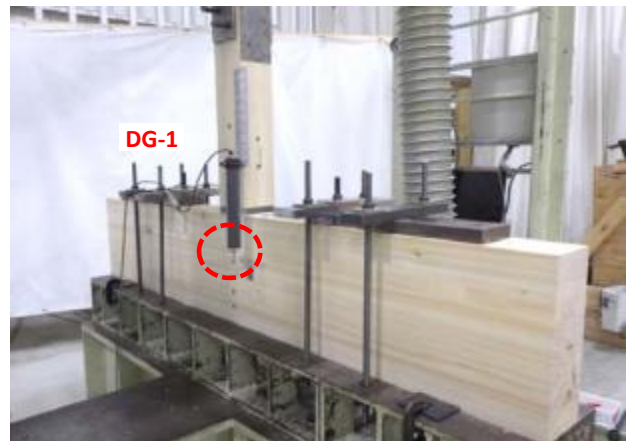
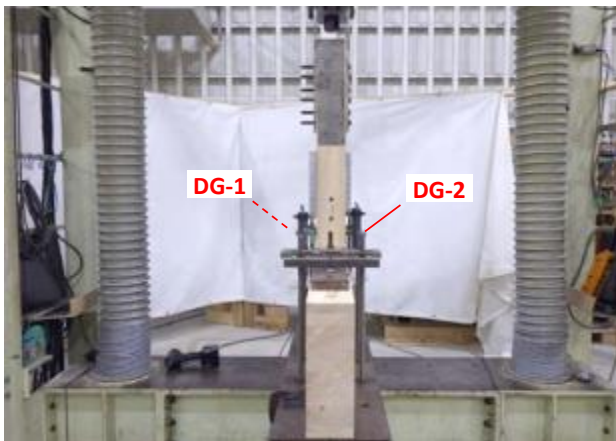


写真-1 変位計取り付け位置

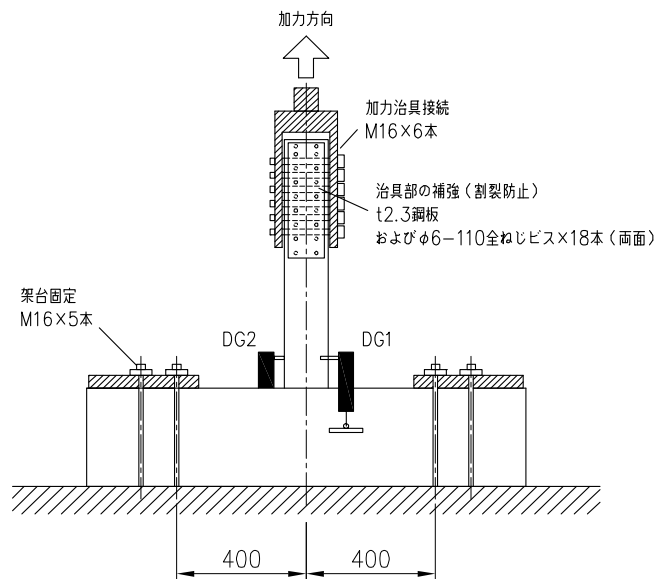


図-4 試験方法

3 降伏耐力、終局耐力等の求め方および短期基準接合耐力の算定方法

3-1. 包絡線の作成

降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 等は、荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い求めた。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ 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 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_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 $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位又は 30mm のいずれか小さい変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と δ_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 δ_v とする。
- ⑪ $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ を塑性率とする。
- ⑫ 構造特性係数 D_s は塑性率 μ を用いて、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

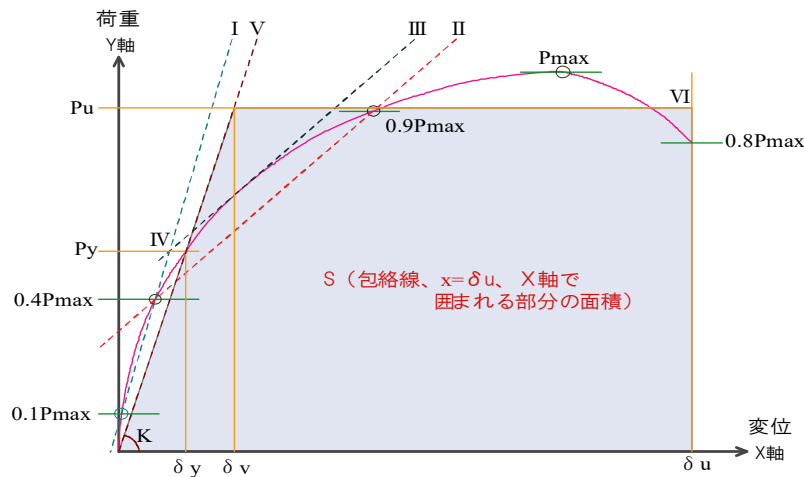


図-5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

3-2. 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。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

CV：変動係数

k：定数（下表による）

試験体数n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104

4 算定結果

4-1. 算出結果

算出結果を 表-2に示す。

表-2 短期基準接合耐力算定表 および 特性値 一覧

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時		降伏変位 δv mm	初期 剛性 K kN/cm	塑性率 μ -	構造特性 係数 Ds mm
	P_y	δy	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	P_u	δu				
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm				
No. 0 (単調加力)	81.97	2.67	93.59	3.38	140.39	11.00	125.40	11.84	4.09	307.00	2.89	0.46
No. 1	96.31	3.65	102.96	4.11	154.44	15.50	138.91	16.91	5.26	263.86	3.21	0.43
No. 2	94.03	2.88	93.30	2.85	139.95	7.21	127.43	7.92	3.90	326.49	2.03	0.57
No. 3	76.49	1.90	91.75	2.61	137.62	6.95	121.68	8.42	3.02	402.58	2.79	0.47
No. 4	97.34	2.58	108.37	3.19	162.56	14.69	147.52	17.45	3.92	377.29	4.45	0.36
No. 5	90.39	3.09	101.96	3.75	152.94	12.30	137.80	13.04	4.71	292.52	2.77	0.47
No. 6	93.59	3.39	104.83	4.09	157.25	14.15	140.10	15.47	5.08	276.08	3.05	0.44
平均	91.36	2.92	100.53	3.43	150.79	11.80	135.57	13.20	4.32	323.14	3.05	0.46
標準偏差	7.67	0.62	6.59	0.64	9.89	3.81	9.37	4.19	0.85	56.43	0.80	0.07
変動係数	0.084	/	0.066	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	0.804	/	0.846	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	73.45	/	85.05	/	/	/	/	/	/	/	/	/

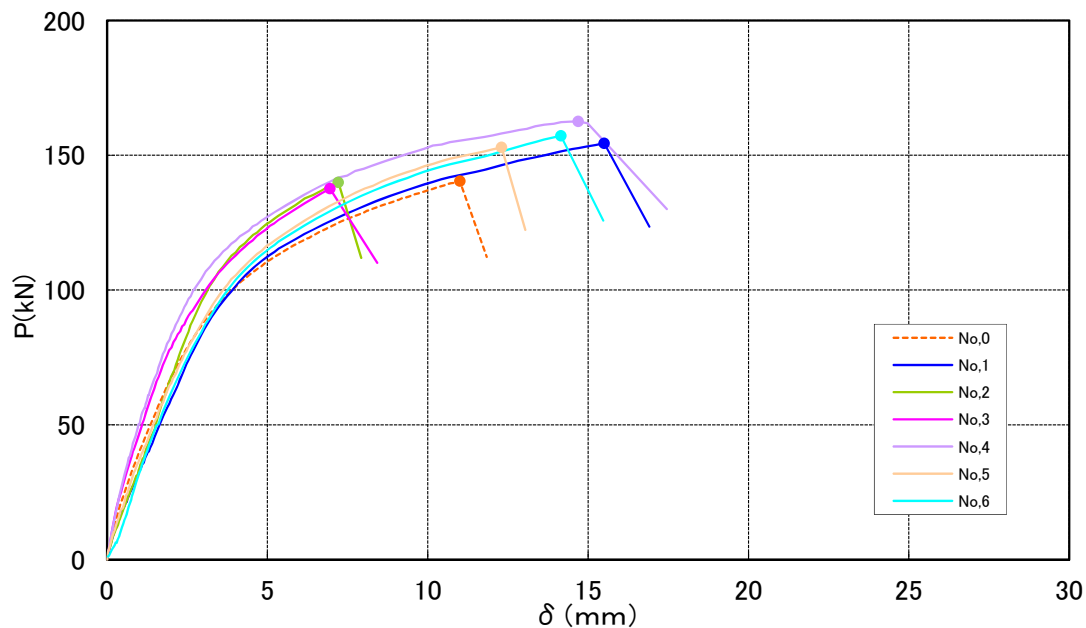
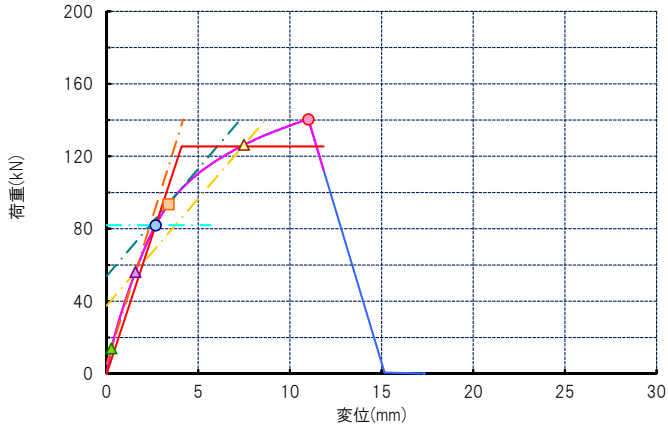


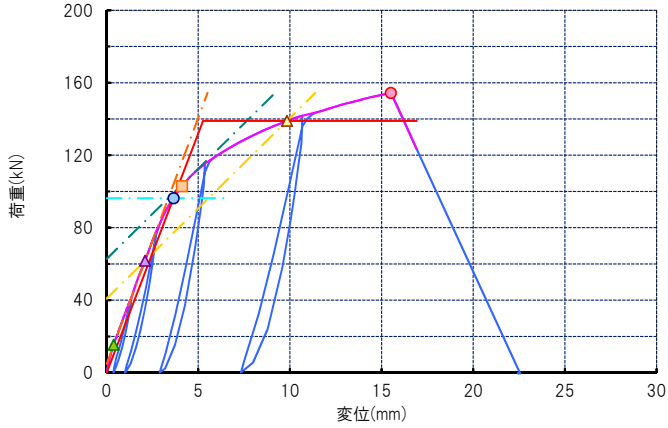
図-6 P- δ 曲線の包絡線 (試験体相互の比較)

5 荷重-変位曲線

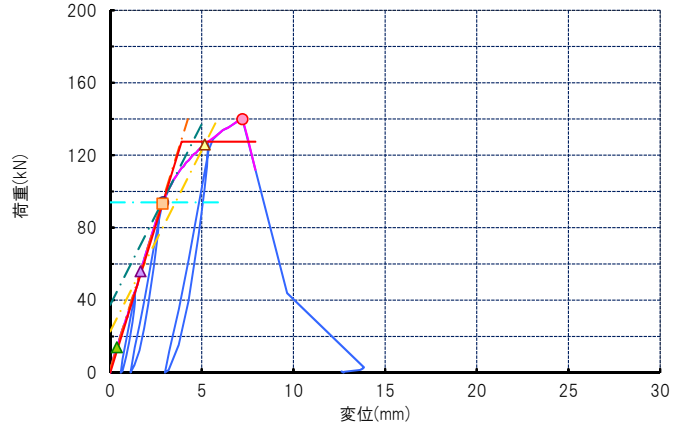
No. 0 (予備試験)



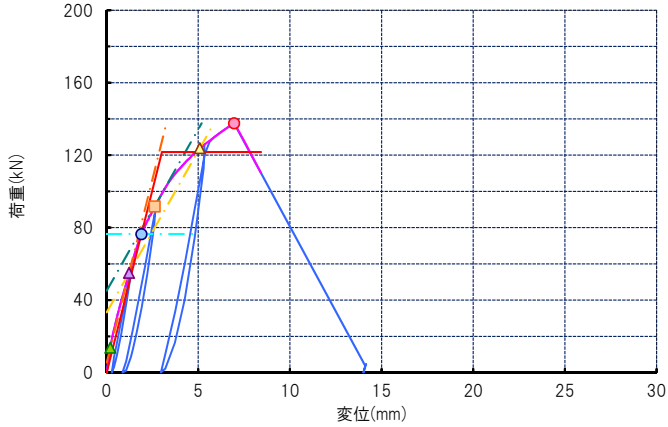
No. 1



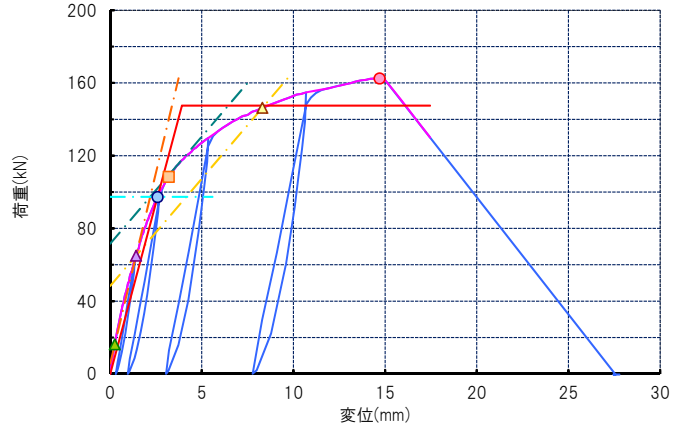
No. 2



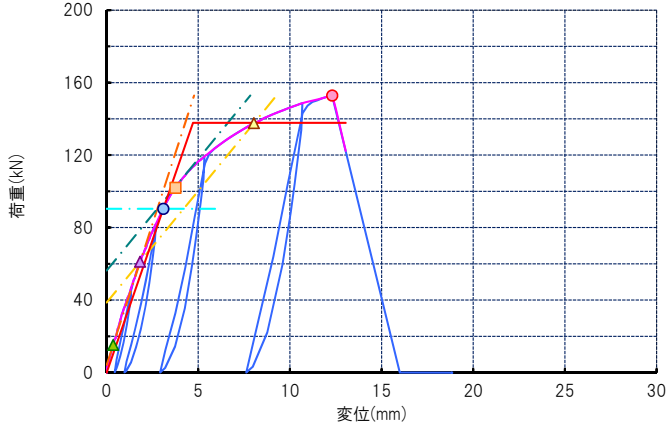
No. 3



No. 4



No. 5



No. 6

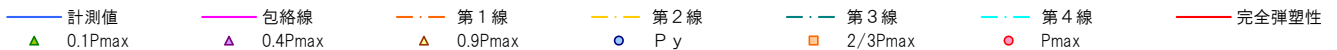
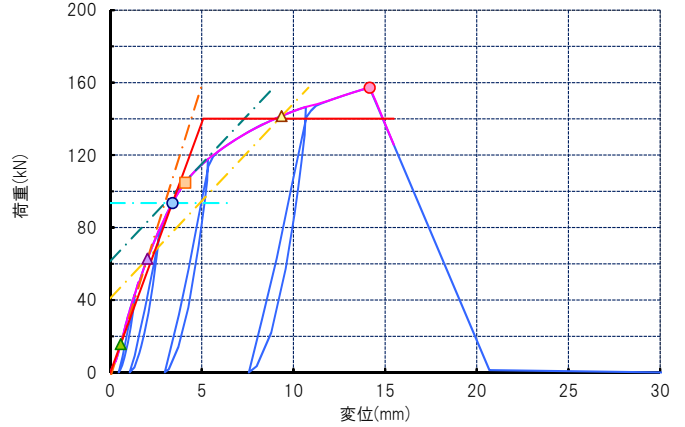


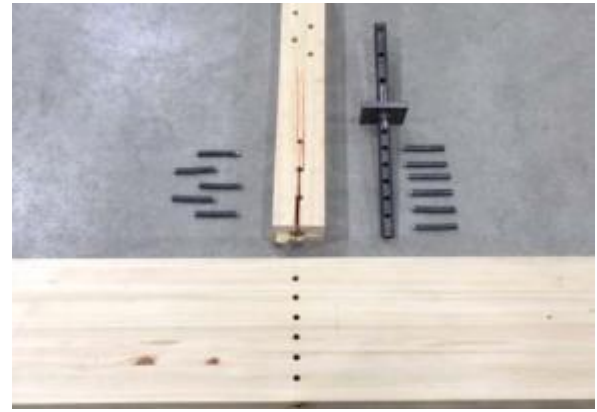
図-7 No. 0~No. 6荷重-変位曲線 一覧

6 試験終了時 破壊状況

No. 0 (予備試験)

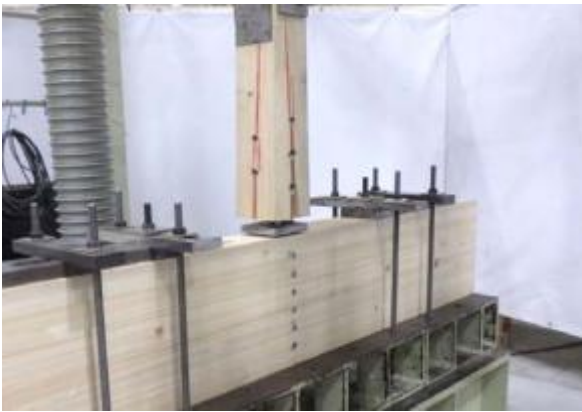


柱の割裂



(解体時)金物の伸び (ピン孔部分)

No. 1



柱の割裂

No. 2



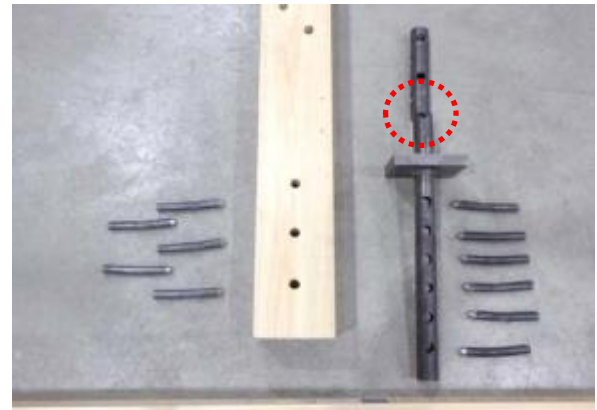
柱の割裂

No. 3



柱の割裂

No. 4



金物の破断 (柱側 ピン孔部分)

No. 5



柱の割裂

No. 6



柱の割裂

写真-2 No. 0~No. 6破壊状況 一覧

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11月4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	木造建築用接合金物の接合部 圧縮試験（柱脚金物 HD-D9）
試験内容	<p>[接合金物] 製品名： 柱脚金物 HD-D9 （接合具）ドリフトピンφ12×115……9本 ・形状・寸法／材質は 1-3製品図 参照</p> <p>[木材] 柱： 同一等級構成集成材（ヒノキ） E95-F315 寸法；120×120</p> <p>[試験体数] 7体（うち1体は予備試験体） 試験体の形状・寸法は図-1 参照</p>
試験方法	木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)（監修：国土交通省住宅局建築指導課・木造住宅振興室，企画編集・発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）の4章「試験方法と評価方法」の4.4「継手・仕口の試験」に準じて行った。
試験結果	短期基準接合耐力 298.20 kN
試験期間	2022年10月11日
担当者	<p>試験責任者 株式会社カナイグループ 中村 正芳 試験実施者 株式会社カナイグループ 中村 禎吾、田中 進</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 開発試験センター

1 試験体

1-1. 試験体図

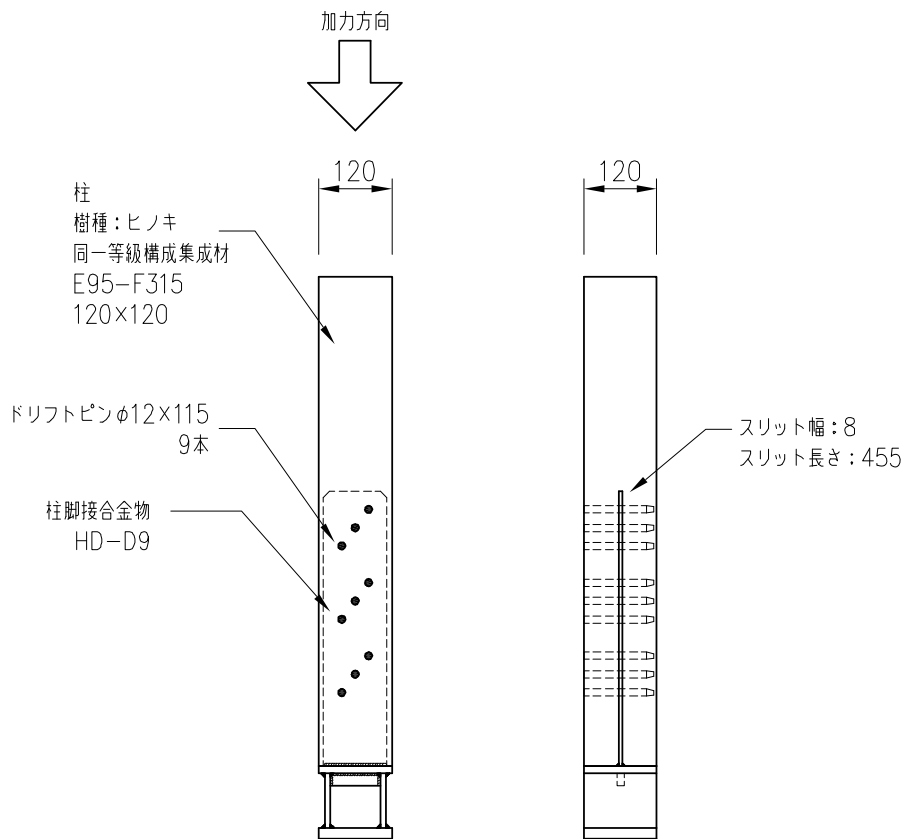


図-1 試験体図

1-2. 密度および含水率

表-1 密度および含水率 一覧

試験体 記号	柱 120×120	
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
No,0	0.42	11.6
No,1	0.42	11.4
No,2	0.42	11.9
No,3	0.43	11.9
No,4	0.43	11.9
No,5	0.46	13.6
No,6	0.47	13.5
平均	0.44	12.3
標準偏差	0.02	0.90

含水率は 木材水分計 HM-520(株式会社ケツト科学研究所)を用いて測定した。

1-3. 製品図

名称: 柱脚金物 HD-D9
 材質: SS400

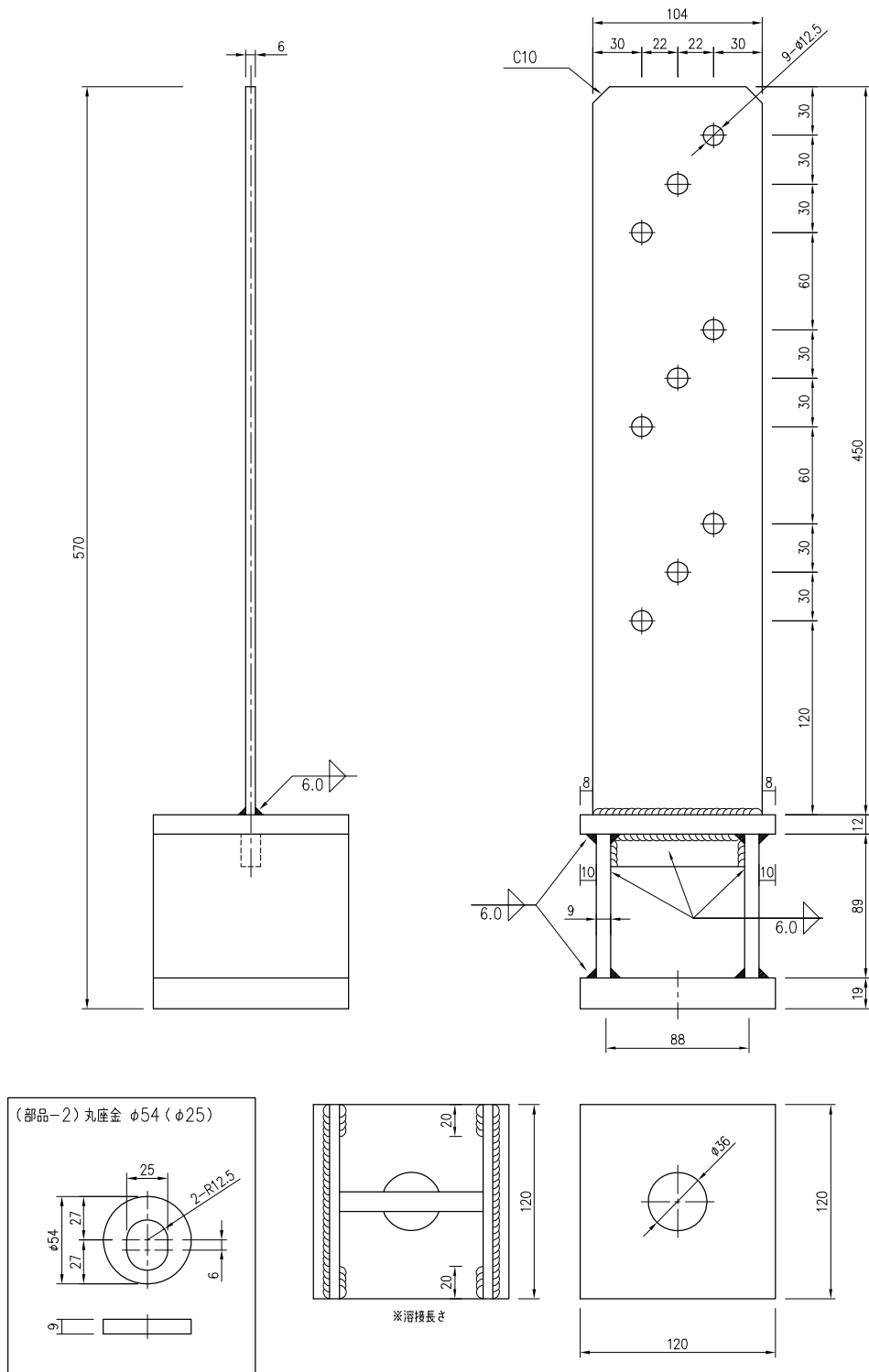


図-2 製品図

名称:ドリフトピン $\phi 12 \times 115$
材質:SS400

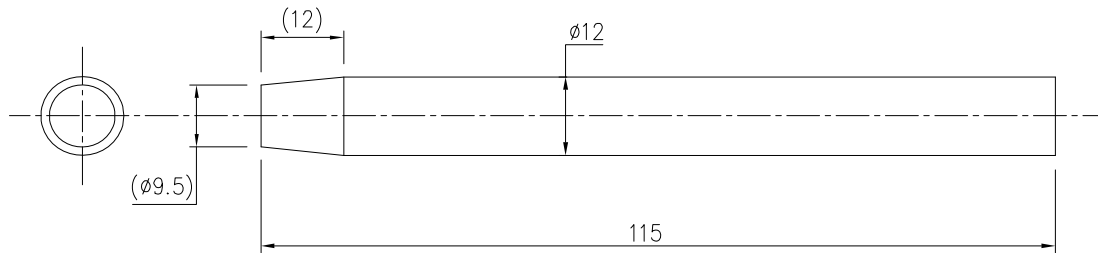


図-3 製品図

2 試験方法の詳細

2-1. 加力方法

加力は圧縮500kN/引張500kN自動コントロール式加力試験機(ロードセル容量：±500kN、ヒステリシス：±0.05%R0)を使用し次の順序で行った。

(1)試験体記号No. 0は予備試験とし、単調加力による荷重を破壊に至るまで連続的に加えた。その結果より降伏耐力に対する変位 δy を求めた。

(2)試験体記号No. 1~6は本試験とし、一方向繰返し加力による荷重を加えた。繰返しは、予備試験で得られた降伏変位 δy の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍の順で各1回繰返し加力を行った。なお予備試験で δy が得られなかった場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10、1倍の順で各1回繰返し加力を行うこととした。最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで、又は破壊が確認されるまで加力した。

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

2-2. 試験体の変位測定

δ 変位の測定は、接合部の相対上下方向変位について、高感度変位計(容量：100mm、感度： $100 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、非直線性：0.1%R0)を使用して行った。

接合部の上下方向変位 δ は下式による。

$$\delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

・ δ_1 、 δ_2 は高感度変位計DG-1、DG-2の計測値

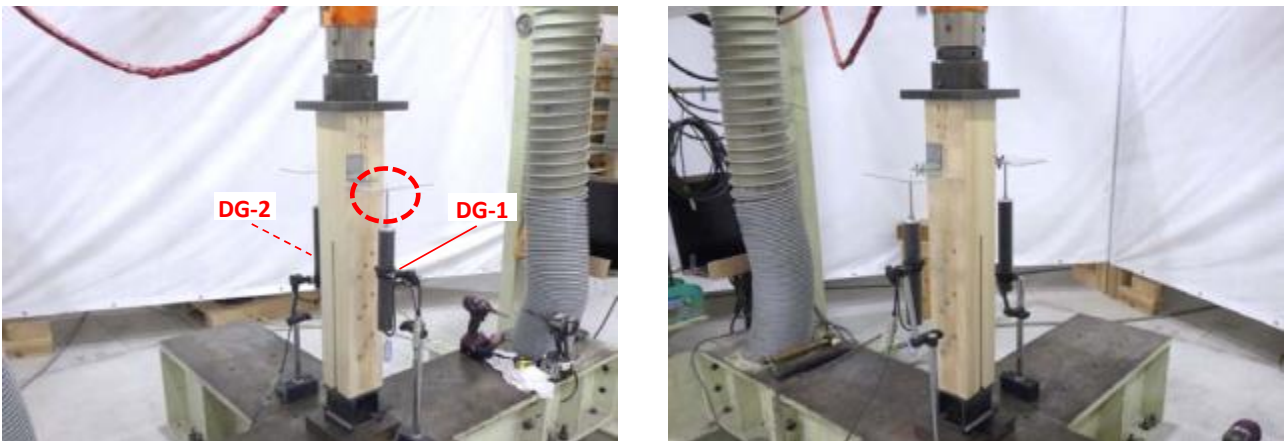


写真-1 変位計取り付け位置

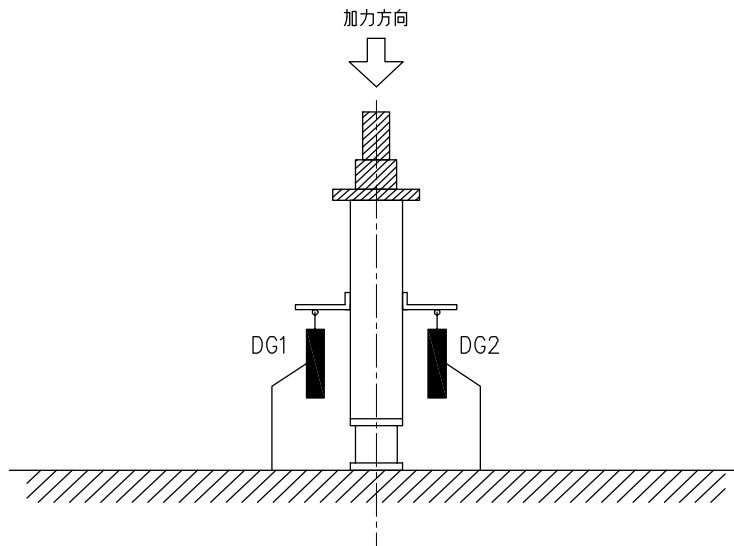


図-4 試験方法

3 降伏耐力、終局耐力等の求め方および短期基準接合耐力の算定方法

3-1. 包絡線の作成

降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 等は、荷重-変位曲線の包絡線より次の手順に従い求めた。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線（第Ⅰ直線）を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ 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 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_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 $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位又は 30mm のいずれか小さい変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線とX軸及び δ_u で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第Ⅴ直線と δ_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 δ_v とする。
- ⑪ $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ を塑性率とする。
- ⑫ 構造特性係数 D_s は塑性率 μ を用いて、 $D_s = 1 / \sqrt{2\mu - 1}$ とする。

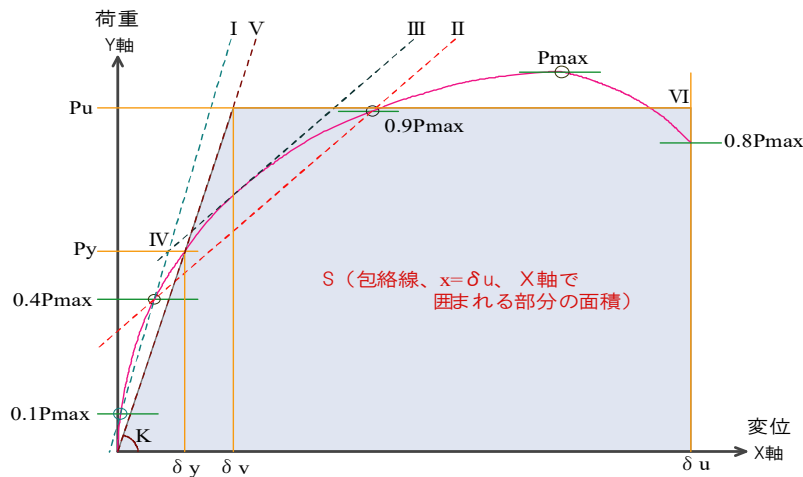


図-5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力の求め方

3-2. 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。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k$$

CV：変動係数

k：定数（下表による）

試験体数n	3	4	5	6	7	8	9	10
k	3.152	2.681	2.464	2.336	2.251	2.189	2.142	2.104

4 算定結果

4-1. 算出結果

算出結果を 表-2に示す。

表-2 短期基準接合耐力算定表 および 特性値 一覧

試験体 記号	降伏時		2/3Pmax時		Pmax時		終局時			初期 剛性 K	塑性率 μ	構造特性 係数 Ds
	Py	δ_y	2/3Pmax	$\delta_{2/3Pmax}$	Pmax	δ_{Pmax}	Pu	δ_u	δ_v			
	kN	mm	kN	mm	kN	mm	kN	mm	mm			
No. 0 (単調加力)	-	-	293.21	2.30	439.81	4.15	-	-	-	-	-	-
No. 1	-	-	303.89	2.38	455.84	4.06	-	-	-	-	-	-
No. 2	-	-	316.74	2.46	475.11	3.74	-	-	-	-	-	-
No. 3	-	-	326.87	2.72	490.30	4.05	-	-	-	-	-	-
No. 4	-	-	327.59	2.77	491.39	4.16	-	-	-	-	-	-
No. 5	-	-	319.10	2.43	478.65	4.81	-	-	-	-	-	-
No. 6	-	-	329.73	2.48	494.59	3.64	-	-	-	-	-	-
平均	-	-	320.65	2.54	480.98	4.08	-	-	-	-	-	-
標準偏差	-	-	9.67	0.16	14.51	0.41	-	-	-	-	-	-
変動係数	-	/	0.030	/	/	/	/	/	/	/	/	/
ばらつき係数	-	/	0.930	/	/	/	/	/	/	/	/	/
短期基準接合耐力	-	/	298.20	/	/	/	/	/	/	/	/	/

※Pyが算出できなかったため、短期基準耐力は2/3Pmaxの値を元に算出した。

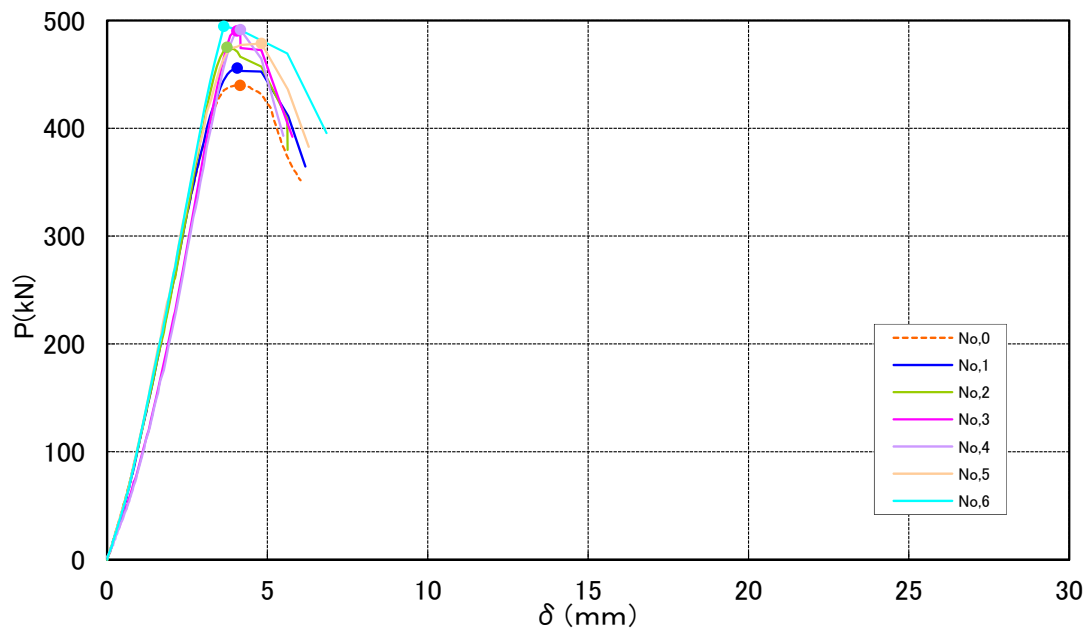
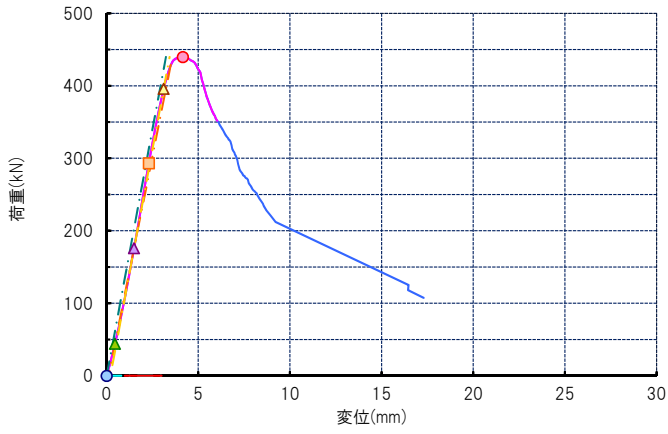


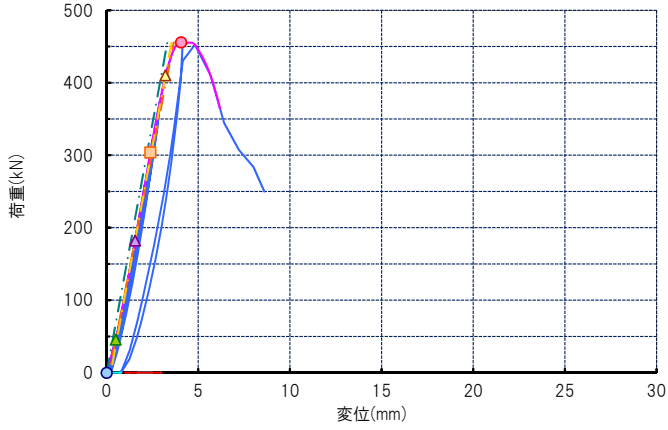
図-6 P- δ 曲線の包絡線 (試験体相互の比較)

5 荷重-変位曲線

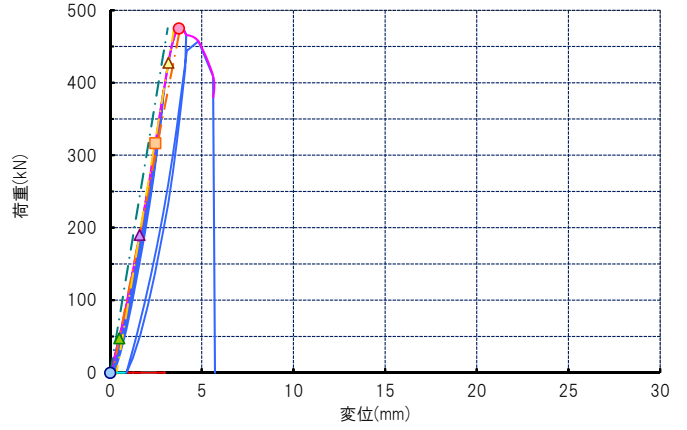
No. 0 (予備試験)



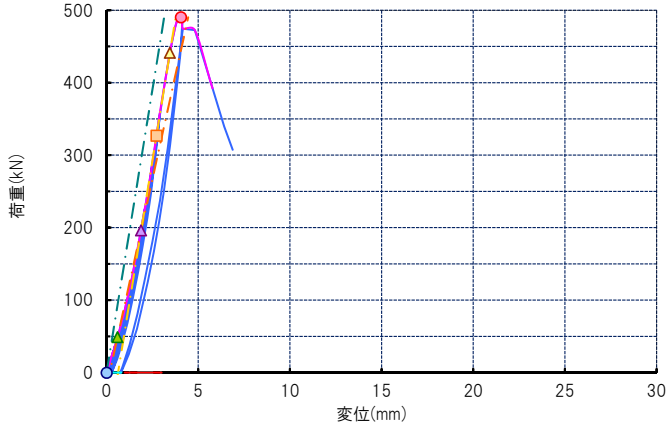
No. 1



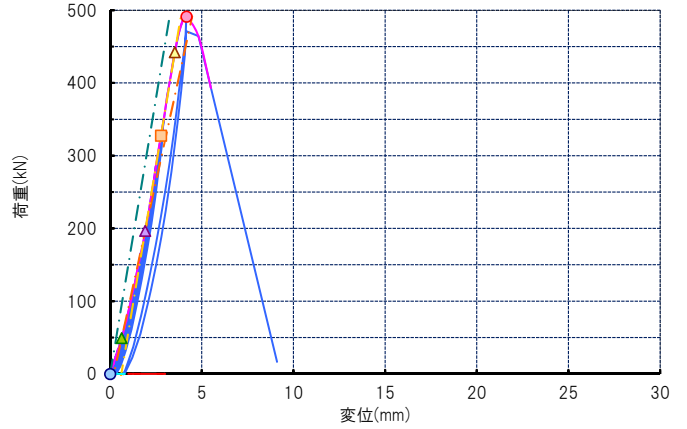
No. 2



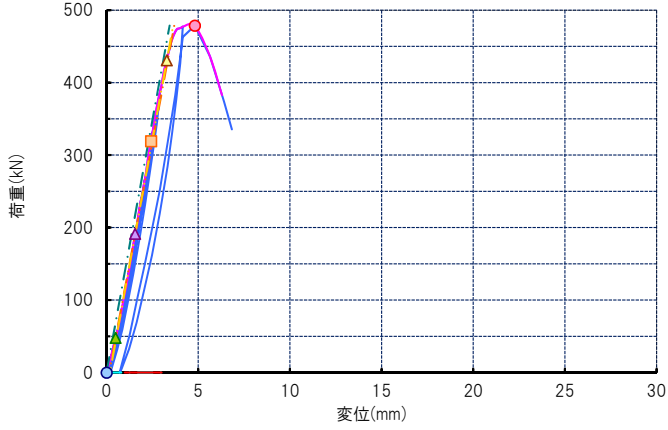
No. 3



No. 4



No. 5



No. 6

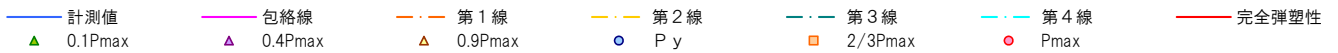
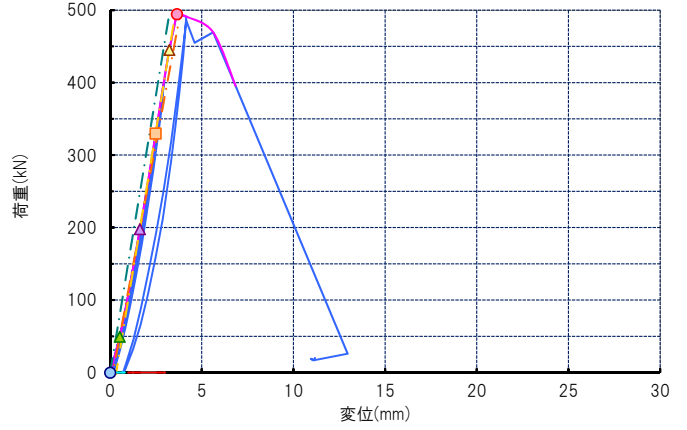


図-7 No. 0~No. 6荷重-変位曲線 一覧

6 試験終了時 破壊状況

No. 0 (予備試験)

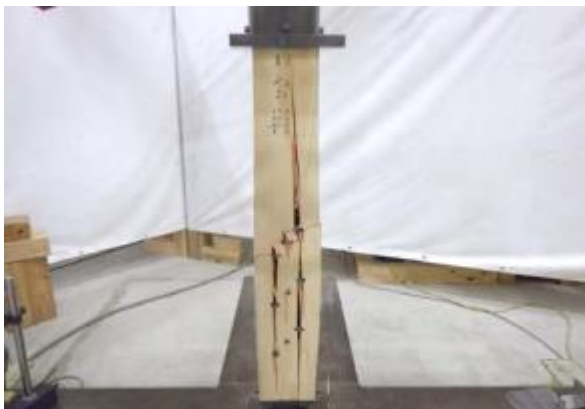


柱の割裂



(解体時)

No. 1



柱の割裂

No. 2



柱の割裂

No. 3



柱の割裂

No. 4



柱の割裂

No. 5



柱の割裂

No. 6



柱の割裂

写真-2 No. 0~No. 6破壊状況 一覧