

### 第 3 章 接合金物

### 3. 接合金物

#### 3.1 経緯、目標耐力の設定

本節では、中間階金物開発に際し目標とする許容耐力を設定する。

##### (1) 層数 1～3 の場合の中間階金物の目標耐力の設定

###### ① 目標耐力の算定条件

2.1 節の『地震力及び必要せん断耐力算定結果一覧』の保育園を参考にして、目標耐力の算定条件を表 3.1-1 のように仮定した。

なお、負担面積は柱圧縮軸力（キャンセル荷重）を算定するための面積で、表 3.1-2 のように仮定したものである。

表 3.1-1 目標耐力算定条件（層数 1～3）

階	耐力壁位置	片側柱の負担面積 [m <sup>2</sup> ]	階高 [m]	$W'_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]	壁耐力 [kN/m]	相当壁倍率	反曲点高比
3	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	3.10	12	6	0.6
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
2	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	24	12	0.7
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
1	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	30	15	0.8
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					

表 3.1-2 柱負担面積の仮定

耐力壁位置の区分	中央部耐力壁	側部耐力壁	隅部耐力壁
耐力壁の負担面積 [m <sup>2</sup> ]	グリッド面積	グリッド面積/2	グリッド面積/4
耐力壁片側柱の面積 [m <sup>2</sup> ]	グリッド面積/2	グリッド面積/4	グリッド面積/8

###### ② 中間階壁脚部（2 階壁脚部）に生じる引抜力

中間階壁脚部（2 階壁脚部）に生じる引抜力の算定は下記に拠った。引抜力の最も大きくなる隅部の算定例を図 3.1-1 に示す。

$$N_d = N_t - N_c$$

$$N_t = \sum_{i=2層}^{n層} (\text{壁耐力} \times \text{階高} \times \text{反曲点高比})$$

$$N_c = \sum_{i=2層}^{n層} (W'_i \times \text{耐力壁片側柱の負担面積})$$

ここで、  
 $N_d$  : 中間階 (2 階) 壁脚部に生じる設計用引抜き力 [kN]  
 $N_t$  : 中間階 (2 階) 壁脚部に生じる耐力壁付加引抜軸力 [kN]  
 $N_c$  : 中間階 (2 階) 壁脚部に生じる引抜き力のキャンセル荷重 [kN]  
 $W'_i$  :  $i$  層の単位床面積当たり重量 [kN/m<sup>2</sup>]

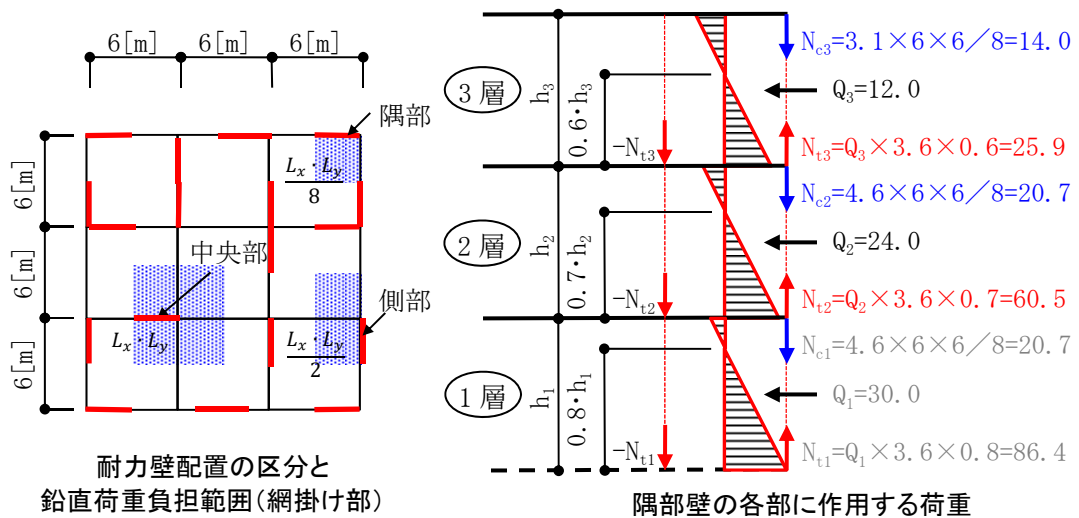


図 3.1-1 引抜き力の算定 (層数 3 の場合)

中間階隅柱 (2 階脚部) の引抜き力の算定

$$N_t = 25.9 + 60.5 = 86.4 \text{ [kN]}$$

$$N_c = 14.0 + 20.7 = 34.7 \text{ [kN]}$$

$$N_d = 86.4 - 34.7 = 51.7 \text{ [kN]}$$

⇒ 層数 1~3 の建物用接合金物の目標耐力を 50~60 [kN] とする。

側部の場合  $N_c$  が 2 倍、中央部の場合  $N_c$  が 4 倍になるので、それぞれの  $N_d$  は下記となる。

$$\text{側部 } N_d = 86.4 - 2 \times 34.7 = 17.0 \text{ [kN]}$$

$$\text{中央部 } N_d = 86.4 - 4 \times 34.7 = -52.4 \text{ [kN]} \Rightarrow \text{引抜き力は発生しない}$$

## (2) 層数 4.5 の場合の中間階金物の目標耐力の設定

層数 1~3 の場合と同様に、保育園を参考にして目標耐力の算定条件を表 3.1-3 のように仮定した（負担面積に関しても層数 1~3 と同じ）。

表 3.1-3 目標耐力算定条件（層数 4, 5）

階	耐力壁位置	片側柱の負担面積 [m <sup>2</sup> ]	階高 [m]	$W'_i$ [kN/m <sup>2</sup> ]	壁耐力 [kN/m]	相当壁倍率	反曲点高比
5	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	3.10	15	7.5	0.6
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
4	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	30	15	0.7
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
3	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	40	20	0.7
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
2	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	48	24	0.7
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					
1	中央部	$6 \times 6 / 2 = 18.0$	3.6	4.60	50	25	0.8
	側部	$6 \times 6 / 4 = 9.0$					
	隅部	$6 \times 6 / 8 = 4.5$					

中間階隅柱（2 階脚部）の引抜き力の算定

$$N_t = \{15 \times 0.6 + (30 + 40 + 48) \times 0.7\} \times 3.6 = 329.8 \text{ [kN]}$$

$$N_c = (3.1 + 3 \times 4.6) \times 4.5 = 76.1 \text{ [kN]}$$

$$N_d = 329.8 - 76.1 = 253.7 \text{ [kN]}$$

⇒ 層数 4、5 の建物用接合金物の目標耐力を 250~300 [kN] とする。

側部の場合  $N_c$  が 2 倍、中央部の場合  $N_c$  が 4 倍になるので、それぞれの  $N_d$  は下記となる。

$$\text{側部 } N_d = 329.8 - 2 \times 76.1 = 177.6 \text{ [kN]}$$

$$\text{中央部 } N_d = 329.8 - 4 \times 76.1 = 25.4 \text{ [kN]}$$

## 3.2 本試験

### 3.2.1 試験計画

#### (1) 試験体仕様

昨年度は最下階柱脚接合金物の開発を行い、目標耐力を達成する仕様を確認した。今年度は中間階のHD金物の性能確認試験を行った。

試験体仕は表 3.2-1 に示すように、目標耐力 50~60[kN] と 60~70[kN] の 2 仕様 (各 6 体) とした。

表 3.2-1 試験体仕様一覧

試験体記号	目標耐力[kN]	ねじ	ねじ本数
10B8	50~60	ヘキサロピュラ穴付きタッピンねじ	10本
12B8	60~70	HTS8.0-HC90	12本

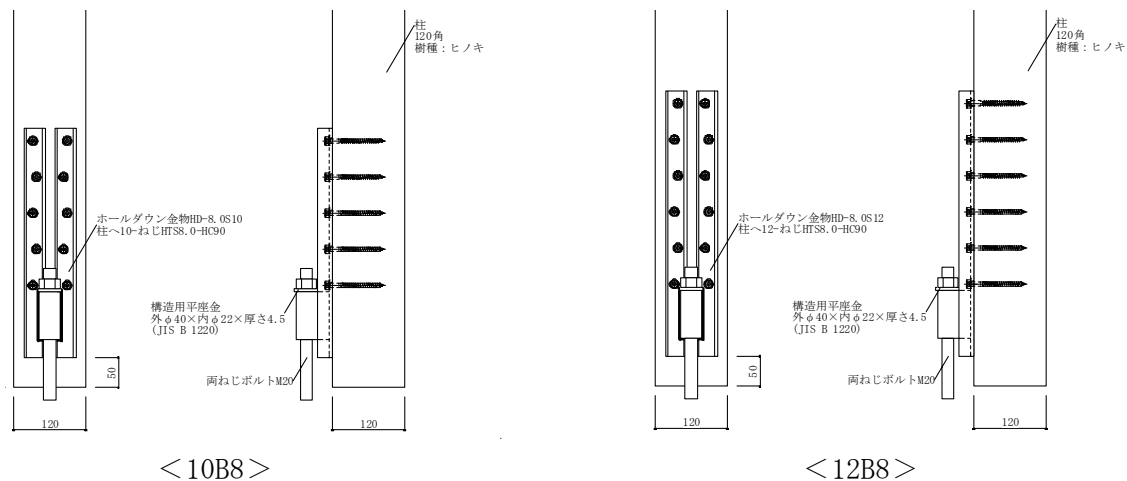


図 3.2-1 試験体概要図

#### (2) 加力方法

加力方法は事前に単調載荷試験により降伏変位  $\delta_y$  を求め、 $\delta_y$  の 1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍の順に一方向繰り返し加力を行った。

### 3.2.2 試験結果

試験結果を表 3.2-2 に示す。いずれの仕様も降伏耐力で短期基準耐力が決まっており、短期基準耐力は10B8（ビス 10 本仕様）が 51.8[kN]、12B8（ビス 12 本仕様）が 59.0[kN]であった。

表 3.2-2 試験結果及び算出した基準耐力

試験体記号	最大荷重時		主な破壊状況
	荷重(kN)	変位(mm)	
10B8-1	97.9	14.00	ねじ列に沿って柱の割れ破壊。 金物、ねじ及びボルトの変形。
2	102.4	14.81	
3	118.9	24.20	
4	110.7	22.81	
5	112.5	23.01	
6	100.8	15.00	
平均値	105.0	16.74	
標準偏差	8.71	5.71	
12B8-1	117.2	20.40	ねじ列に沿って柱の割れ破壊。(12B8-1,2,4,6) 溶接部より金物の破断。(12B8-3,5) 金物、ねじ及びボルトの変形。
2	118.7	23.40	
3	118.5	23.21	
4	106.0	19.21	
5	121.4	27.50	
6	103.6	15.60	
平均値	114.2	21.55	
標準偏差	7.47	4.09	

算出した短期基準耐力(金物1個)

試験体記号	短期基準耐力 (kN)	降伏耐力 $P_y$ の 5%下限値(kN)	2/3 $P_{max}$ の 5%下限値(kN)	終局耐力 $P_u$ の 5%下限値(kN)
10B8	51.8	51.8	58.7	80.2
12B8	59.0	59.0	64.6	88.3

### 3.2.3 考察

- いずれの仕様も概ね目標性能通りであった。12B8（ビス 12 本仕様）は目標の 60～70[kN]を若干下回る結果であった。
- いずれの仕様も 3.1 節で設定した層数 1～3 の建物の中間階に用いる接合金物の必要耐力を満足することが確認された。

### 3.3 まとめ

#### 3.3.1 試験結果のまとめ

中間階用ホールダウン金物の構造試験(2仕様各6体)を行い、各仕様の基準耐力を確認した。10B8及び12B8は、3.1節で設定した層数1~3の建物の中間階に用いる接合金物の必要耐力を満足することが確認された。

表 3.3-1 試験体仕様一覧 (表 3.2-1 再掲載)

試験体記号	短期基準耐力 [kN]	目標耐力 [kN]	ねじ	ねじ本数
10B8	51.8	50~60	ヘキサロビュラ穴付きタップピンねじ HTS8.0-HC90	10本
12B8	59.0	60~70		12本

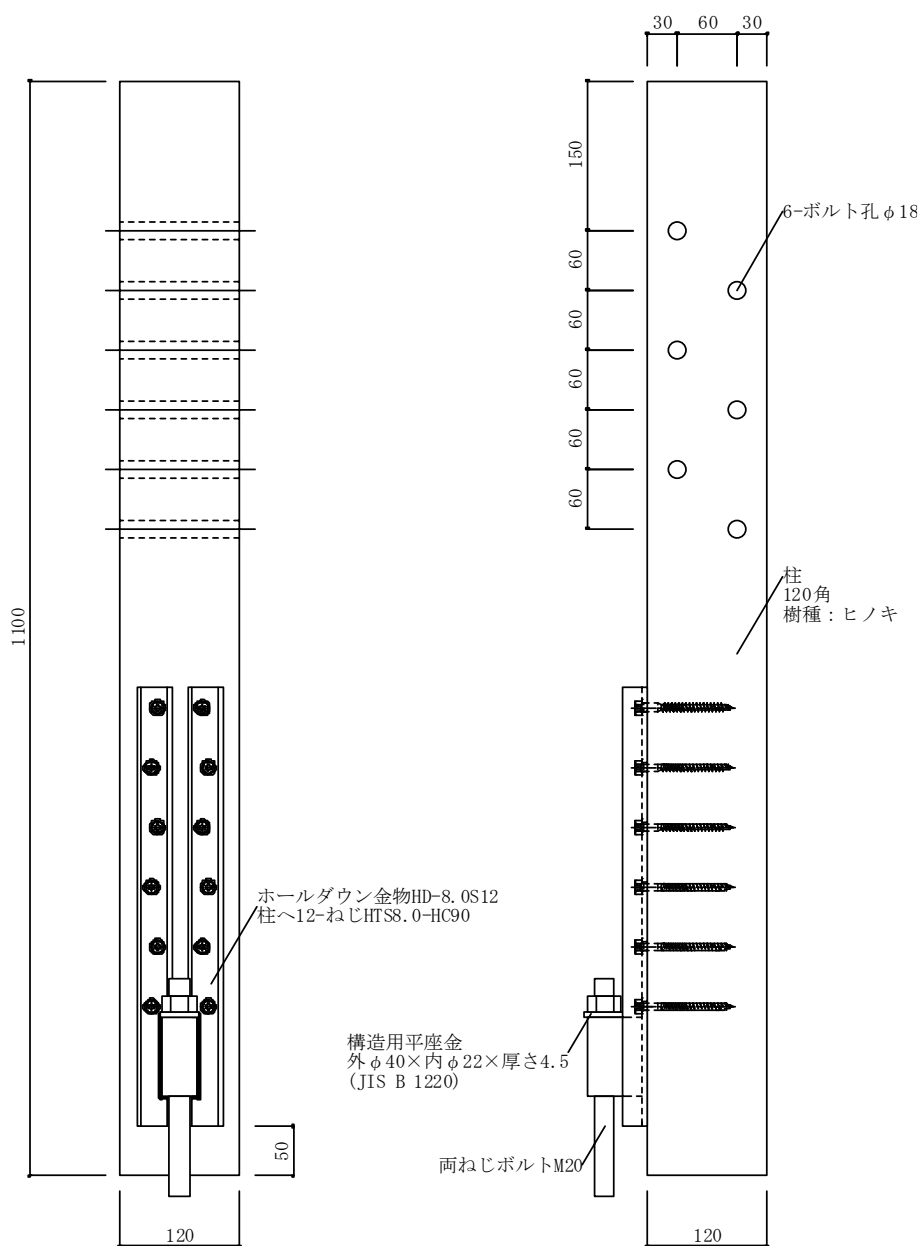



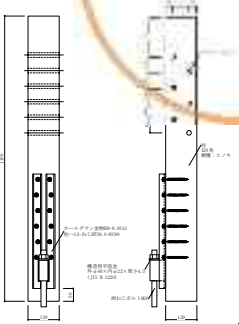
図 3.3-1 必要耐力を満足した試験体仕様例 (12B8)

### 3.4 次年度に向けての開発の方向性

#### 3.4.1 昨年度からの接合金物開発の進捗状況

表 3.4-1 に昨年度からの接合金物開発の進捗状況を示す。1～3 層用の柱脚金物（最下階、中間階）は概ね目標耐力を満足する仕様が開発された。めり込み補強金物は構造特性、施工性やコストなどを考慮した仕様の開発が望まれる。4,5 層用は柱脚金物単体での設計は実現が難しく、タイダウンシステムを用いた設計が期待される。

表 3.4-1 接合金物開発の進捗状況一覧

金物種類	1～3層	4、5層
柱脚金物	<p><b>最下階</b></p> <p>短期基準引張耐力目標 = 110 kN  <u>目標達成仕様 HD-D9 (9×DP φ12)</u>                      短期基準引張耐力 = 113.1 kN</p>  <p>※目標達成した仕様はあるが、今後仕様の追加が望まれる。</p>	<p><b>最下階</b></p> <p>短期基準引張耐力目標 = 370 kN</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; color: red;">実現困難</p>
	<p><b>中間階</b></p> <p>短期基準引張耐力目標① = 50～60 kN                      短期基準引張耐力目標② = 60～70 kN  <u>目標達成仕様① 10B8</u>                      (10-ねじ HTS8.0-HC90)                      短期基準引張耐力① = 51.8 kN  <u>目標達成仕様② 12B8</u>                      (12-ねじ HTS8.0-HC90)                      短期基準引張耐力② = 59.0 kN<sup>(※)</sup>                      (※)目標下限 60kN に対し 98% の値</p> 	<p><b>中間階(最上階より2層分)</b></p> <p>左記に同じ</p> <p>中間階 (上記以外)</p> <p>最上階から数えて3層目よりも下の層では110 kNを大幅に超える短期基準引張耐力が必要</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; color: red;">実現困難</p>



<p>タイダウンシステム</p>	<p>不要</p>	<p><b>未開発(次年度での開発を目指す)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・持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、めり込みは岩体を無視できる程度に抑制</li> <li>・納まり、施工性の検討</li> <li>・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</li> </ul>
<p>めり込み補強</p>	<p>令和2年度型のめり込み防止金物では十分な性能を確認済み</p> <p style="text-align: center;">↓ <b>改良等すべき項目</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・具体的な構造性能(数値)未確認</li> <li>・製作性、施工性(これらの向上はコストの削減につながる)</li> </ul> <p style="text-align: center;">金物図面</p>	<p><b>未開発(次年度での開発を目指す)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・タイダウンシステムを対になって、圧縮力を上階壁脚部から下階壁頂部へと伝達する金物の開発(なるべく横架材に負荷を掛けない構造システムとする必要がある)</li> </ul> <p>※ 令和2年度型の1~3層用めり込み防止金物の流用が可能かは未検証</p> <p style="text-align: center;">金物図面</p>

### 3.4.2 次年度以降の接合金物開発の方針

#### (1) タイダウンシステムの開発

サブWG（令和2年10月27日）における検討結果を以下に示す。

柱断面が120mm×120mmでホールダウン金物タイプの場合、今回実施した範囲を超える耐力（短期基準耐力110kN）の金物の実用化は簡単ではないと考えられる。しかし、想定している4層以上の建築物では370kN以上の引抜耐力が必要となるので、タイダウン金物等、より高い引抜耐力を有する構造要素の開発・一般化が必要である。

#### ① 層数5の建物の最下階に要求される引張性能

5連層（1階から壁倍率25倍、24倍、20倍、15倍、7.5倍）の場合では最下階に要求される引張耐力は370[kN]程度（昨年度成果報告書より）

→一般的なHD金物の形式では対応が困難である。既往の金物としてタイダウンシステムが存在する。

#### ② 緩み防止機構

既往のタイダウンシステムには、めり込みや材が収縮した際にボルトが緩まないための緩み防止機構が組み込まれている。既往の緩み防止機構の追従可能な変位は10mm程度である。

本事業で開発するタイダウンシステムにも緩み防止機構は必要となるが、既往品は枠組壁工法に開発されたものであるのに対し、本事業が対象とするのは軸組工法であるため、追従変位はより小さく設定できると考えられる（枠組壁工法は横架材の数が多く、各横架材の累積めり込み量が大きくなる）。

既往のような緩み防止機構を採用する場合は、特許等を侵害しないような機構とする必要がある。本開発においては要求される追従変位が小さいため、既往のような特殊な機構ではなく、ほぞパイプとドリフトピンを組み合わせることで、桁のめり込み量を見捨てる程度に抑え込むなどして設計ができる可能性がある。

#### ③ タイダウンシステムを組み込んだ耐力壁の構造特性

タイダウンシステムの耐力壁との取り合い、施工性や構造特性についての検証が必要である。

#### (2) めり込み補強金物の開発検討

耐力壁試験において、柱頭部分におけるめり込み挙動はほとんど見られず、めり込み補強金物の性能としては十分であることを確認した。

今後の課題として下記が挙げられる。

- ・めり込み補強金物の必要性能を整理する。
- ・コストダウン、製作性、施工性の向上のための金物の再設計
- ・要素試験（圧縮、引張）を実施し構造特性を把握

### 3.5 試験成績書

HD 金物の性能確認試験の試験成績書を次頁以降に添付する。

### 3.6 既往技術調査

#### (1) 既往のタイダウンシステム

ATS（アンカータイダウンシステム），株式会社タナカ，  
<https://www.tanakanet.jp/contents/product/ats/ats.html>

#### (2) タイダウンシステムを用いた設計法

Midply Wall System を用いた中層・大規模枠組壁工法建築物，カナダ林産業審議会，  
[https://www.cofi.or.jp/sites/default/files/market-access/files/mpmanual-a4\\_web.pdf](https://www.cofi.or.jp/sites/default/files/market-access/files/mpmanual-a4_web.pdf)

# 試験成績書

令和3年1月14日  
依頼番号 依R02-52

一般社団法人木を活かす建築推進協議会 殿

公益財団法人日本住宅・木材技術センター  
理事長 古久保 英嗣



ご依頼の試験結果はつぎのとおりです。

1. 試験依頼者の名称及び住所	一般社団法人木を活かす建築推進協議会 東京都港区赤坂2-2-19 アドレスビル5階
2. 試験概要	[目的] 令和元年度林野庁補助事業(補正)「非住宅・中大規模木造建築用の高倍率、高階高耐力壁、接合金物及び高性能防火壁の開発検討事業」における接合部試験 [試験の概要] 2種類のホールダウン金物で接合した柱脚部の引張耐力試験を行い、その性能を確認する。 1)接合部位:柱脚部 2)接合金物: ①ホールダウン金物 HD-8.0S10 ②ホールダウン金物 HD-8.0S12 3)接合具と接合本数: ①柱へねじ HTS8.0・HC90 を 10 本、装置へ 1-ボルト M20 (SNR490B) ②柱へねじ HTS8.0・HC90 を 12 本、装置へ 1-ボルト M20 (SNR490B) 4)木材:120mm 角、ヒノキ製材 5)試験体数:2 仕様×各 6 体=計 12 体 6)試験方法:引張載荷
3. 試験結果	別紙に示すとおり。(全23頁)
4. 試験受付日	令和2年10月1日
5. 試験実施日	令和2年10月28、29日
6. 試験実施場所	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 試験研究所 東京都江東区新砂3丁目4番2号
7. 試験担当者及び試験成績書作成者	技術主任 山田 知明 技術主任 清水 庸介 室長 後藤 隆洋

この試験成績書を転載するときは、必ず全文を記載してください。

## 目 次

1. 試験体	.....	P 1
2. 試験方法	.....	P 7
3. 試験結果	.....	P 8
4. 短期基準耐力の算出	.....	P12
写 真	.....	P18

## 1. 試験体

(1) 試験体の詳細は、表1. 1、図1. 1及び図1. 2に示す。

(2) 金物及び接合具の詳細は、図1. 3～図1. 5に示す。

(3) 木材の密度、含水率は表1. 2に示す。密度は質量を体積で除して求め、含水率は高周波式含水率計により測定した結果を示す。

表1. 1: 試験体の詳細

項目		仕様詳細	
接合部位		柱脚部	
載荷方法		引張	
試験体記号		10B8	12B8
試験体数		6 体	6 体
接合金物	金物名称	ホールダウン金物 HD-8.0S10	ホールダウン金物 HD-8.0S12
	概要寸法	高 60×幅 86×長 380mm、板厚 4.5mm	高 60×幅 86×長 440mm、板厚 4.5mm
	材料	一般構造用圧延鋼材(JIS G 3101) SS400	
接合具	名称;ヘキサロピュラ穴付きタッピンねじ HTS8.0・HC90 寸法;首下長 90×山径 8.0×谷径 6.0×頭径 16.0mm 材料;冷間圧造用炭素鋼線-第2部:線(JIS G 3507-2) 表面硬さ;470~570HV、心部硬さ;320~400HV、ねじり強さ;30N・m 以上 硬化層深さ;0.15~0.28mm		
	名称;両ねじボルト M20 長さ;300mm ねじの呼び;M20 材料;建築構造用圧延鋼棒(JIS G 3138) SNR490B		
	名称;構造用平座金 M20-200J 寸法;外径 40×内径 22×厚 4.5mm 規格;構造用両ねじアンカーボルトセット(JIS B 1220) 材料;炭素鋼 硬さ区分;200J		
接合方法	柱-金物	10-ねじ HTS8.0・HC90	12-ねじ HTS8.0・HC90
	金物-装置	両ねじボルト M20+平座金(平座金は金物側に配置する)	
木材		柱材;120mm 角、ヒノキ製材	

表1. 2: 木材の密度、含水率

試験体記号	柱		試験体記号	柱	
	密度(g/cm <sup>3</sup> )	含水率(%)		密度(g/cm <sup>3</sup> )	含水率(%)
10B8-1	0.48	13.0	12B8-1	0.48	12.5
2	0.48	13.0	2	0.48	13.0
3	0.48	13.5	3	0.49	14.0
4	0.48	12.0	4	0.49	13.0
5	0.50	14.5	5	0.52	16.5
6	0.52	13.5	6	0.52	13.0
平均値	0.49	13.3	平均値	0.50	13.7
標準偏差	0.02	0.8	標準偏差	0.02	1.5

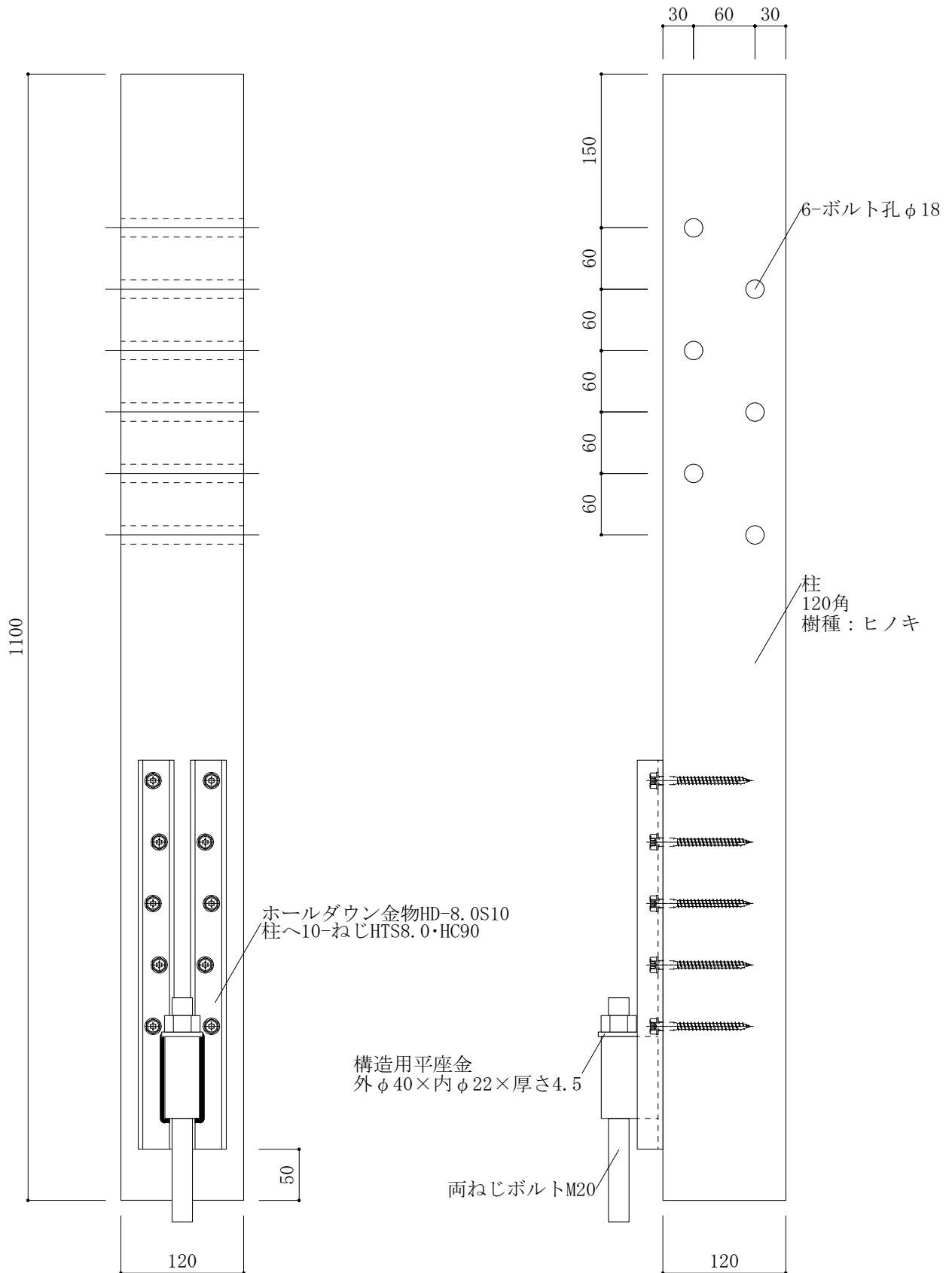


図1. 1: 試験体記号 10B8 の詳細 (mm)

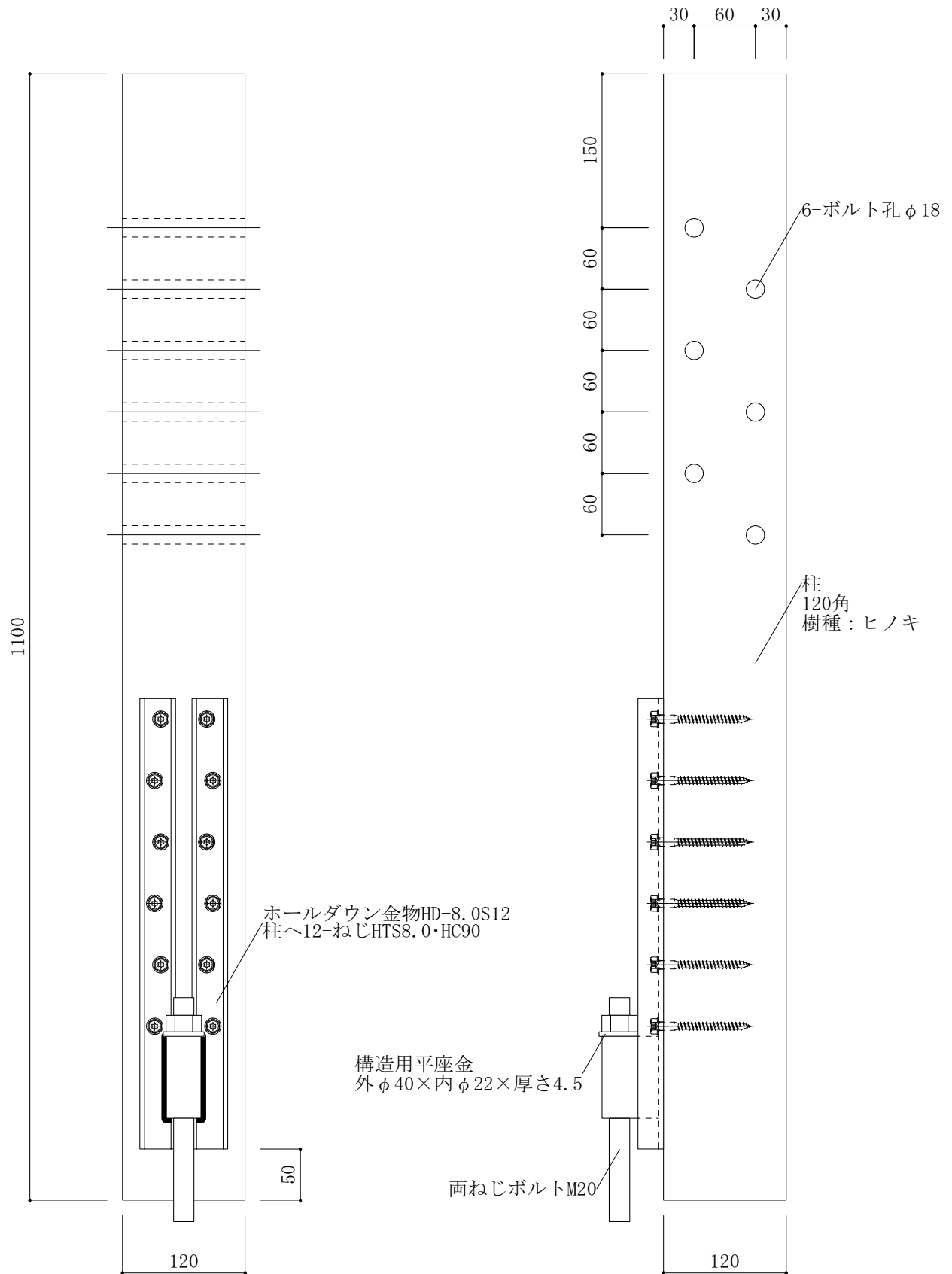


図1. 2: 試験体記号 12B8 の詳細 (mm)



**材料**

一般構造用圧延鋼板SS400 (JIS G 3101:20C)

**面処理**

次のいずれかとする。

電気 Ep-Fe/Zn8/CM2 (JIS H 8610:199)

溶融 HDZ A (JIS H 8641:199)

同等以上の処理

長さ	幅	板厚	穴間隔	穴
±2	±1	±0.3	±1	+0 0

寸法は、表面処理前のものとする。

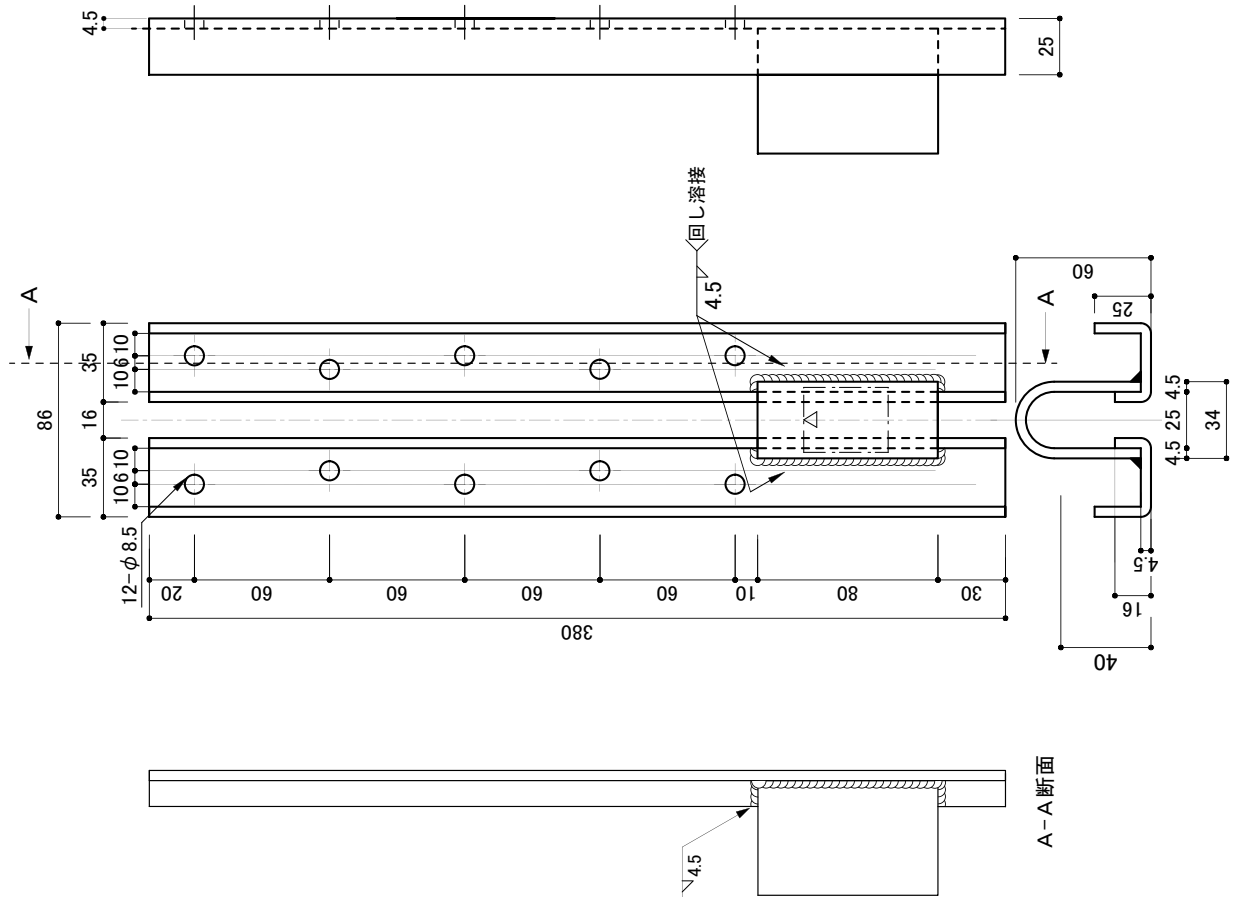
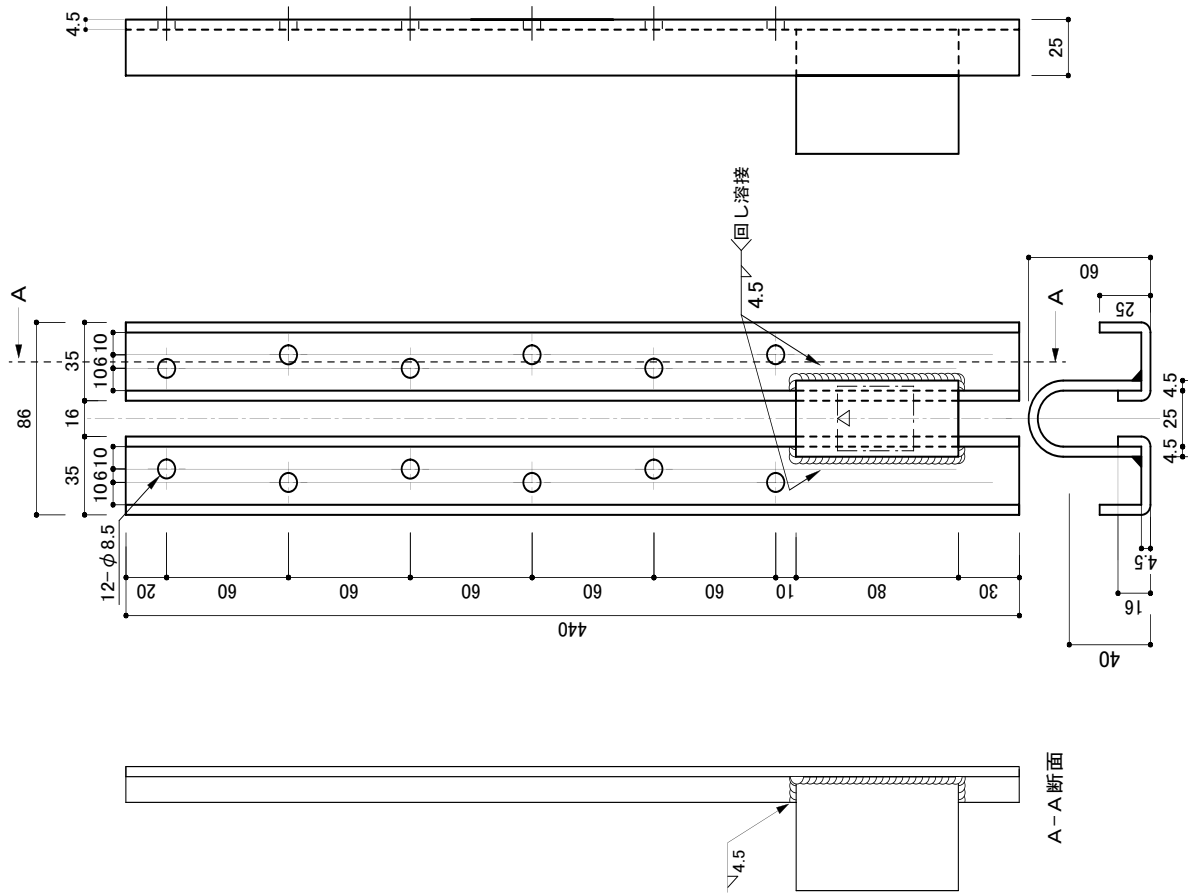


図1.3:ホールダウン金物HD-8.0S10の詳細図(mm)



**材料**  
一般構造用圧延鋼板SS400 (JIS G 3101 : 2007)

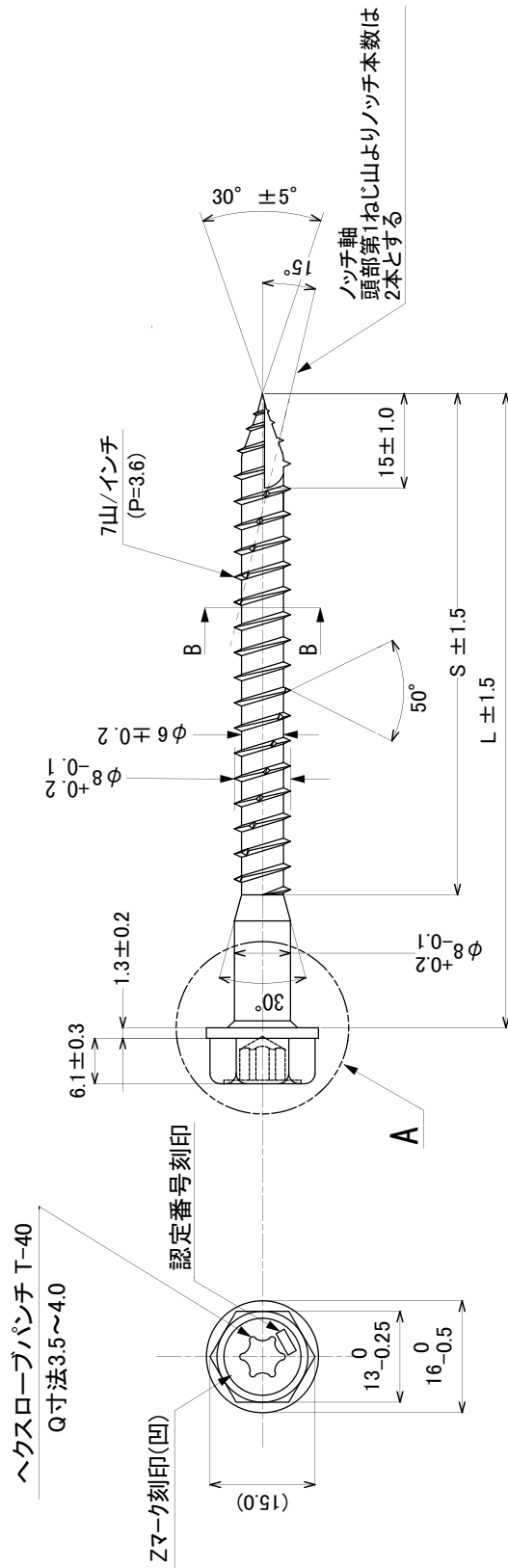
**表面処理**  
次のいずれかとする。  
電気 溶融 同等以上の処理  
Ep-Fe/Zn8/CM2 (JIS H 8610 : 1999)  
HDZ A (JIS H 8641 : 1999)

長さ	幅	板厚	穴間隔	穴径
±2	±1	±0.3	±1	+0.4 0

寸法は、表面処理前のものとする。

**規格図 Z**  
HD-8.0S12  
制定: 2020年〇月〇日 単位:mm  
改定: 一 年 - 月 - 日

図1. 4: ホールダウン金物 HD-8.0S12 の詳細図 (mm)



寸法・着色

記号	寸法		着色
	L	S	
HTS8.0・HC90	90	70	赤色

材料

JIS G 3507-2 (冷間圧造用炭素鋼-第2部:線), 2005

強度区分

表面硬さ: 470~570HV    ねじり強さ: 30N・m以上  
 硬化層深さ: 0.15~0.28mm    心部硬さ: 320~400HV

JIS H 8610 (電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn20/CM1と同等以上の耐食性を有する表面処理

寸法は、表面処理前のものとする。  
 許容寸法がない場合は、日本産業規格に準じるものとする。

Z / C / M / X

ヘキサロピュラ穴付きタッピンねじ  
 HTS8.0・HC

制定: 2020年 6月22日    単位: mm  
 改定: 一 年 一 月 一 日

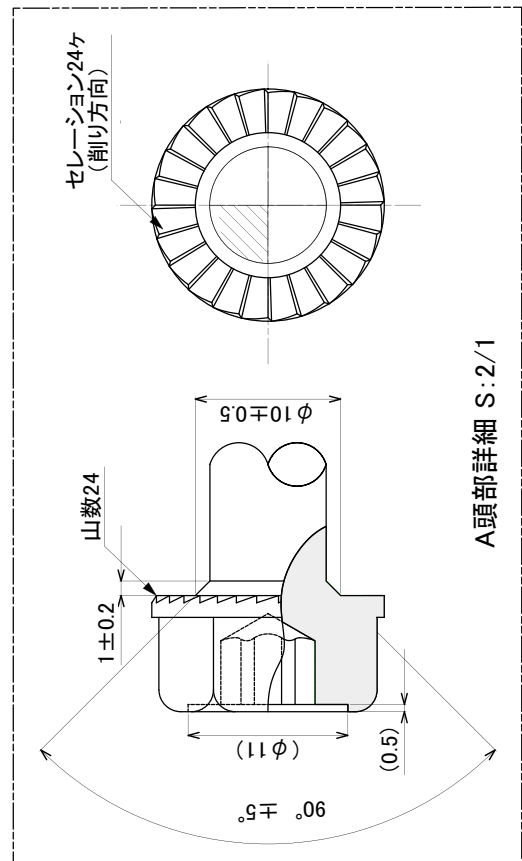


図1.5: ヘキサロピュラ穴付きタッピンねじ HTS8.0・HC90 の詳細図 (mm)

## 2. 試験方法

(1) 試験方法は、図2. 1に示す。

(2) 試験体の設置

試験体は、柱に取り付けたホールダウン金物のアンカーボルトに相当する両ねじボルト M20 を試験装置に固定する。ボルトの位置は柱の金物取り付け面から図面上金物の最外となる 45.5mm の位置とし、ボルトの締め付けトルクは  $5\text{N}\cdot\text{m}$  とする。柱に添え板鋼板を取付け、引張用鋼棒を介して引張用治具に接続する。また、柱を鉛直に引張するためにサポート治具を設置する。

(3) 変位の計測

変位は柱の浮き上がり変位を2箇所に変位計(容量;100mm、出力; $100\times 10^{-6}/\text{mm}$ )を用いて計測し、その平均値を柱の浮き上がり変位とする。

(4) 荷重方法

荷重方法は事前の単調荷重試験より降伏変位  $\delta_y$  を求め、 $\delta_y$  の 1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍の順に一方向繰り返し加力を行う。荷重にはハイブリッド型アクチュエーター(容量;500kN)を用い、荷重の検出にはロードセル(容量;500kN、出力; $5000\times 10^{-6}$  ひずみ)を用いる。

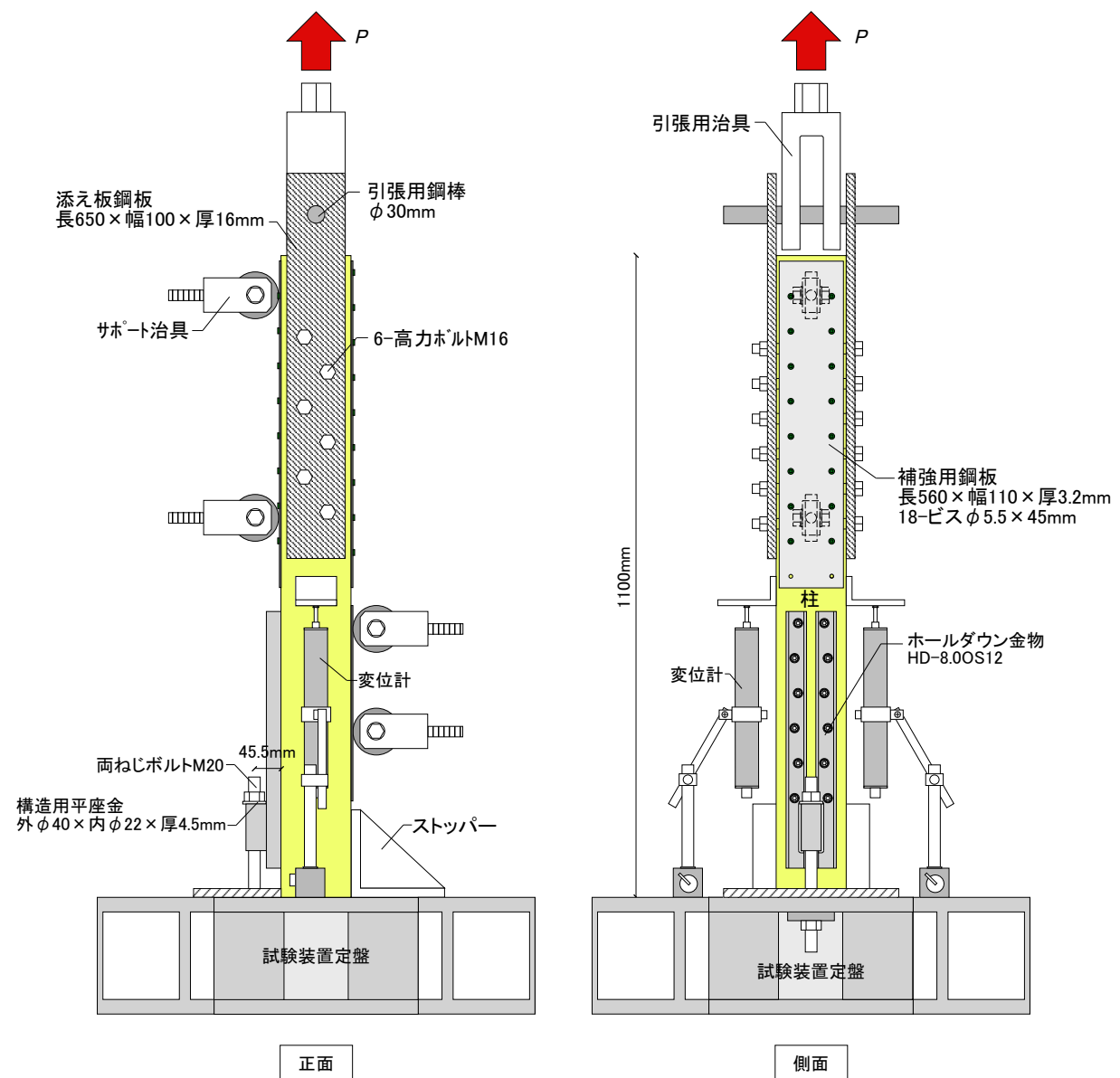


図2. 1:ホールダウン金物の引張荷重試験方法

### 3. 試験結果

(1) 試験時の最大荷重及びその時の変位、主な破壊状況を表3. 1に示す。数値は試験体1体あたりである。

(2) 荷重-変位曲線は、図3. 1～図3. 14に示す。

(3) 主な破壊状況は、写真1～写真18に示す。

表3. 1: 試験結果(試験体1体)

試験体記号	最大荷重	同左時変位	主な破壊状況
	(kN)	(mm)	
10B8-1	97.9	14.00	柱の割れ破壊。 金物、ねじ及びボルトの変形。 アンカーボルトの伸び。
2	102.4	14.81	
3	118.9	24.20	
4	110.7	22.81	
5	112.5	23.01	
6	100.8	15.00	
平均値	105.0	16.74	
標準偏差	8.71	5.71	
12B8-1	117.2	20.40	ねじ列に沿って柱の割れ破壊。(12B8-1,2,4,6) 溶接部より金物の破断。(12B8-3,5) 柱の割れ。(12B8-5) 金物、ねじ及びボルトの変形。 アンカーボルトの伸び。
2	118.7	23.40	
3	118.5	23.21	
4	106.0	19.21	
5	121.4	27.50	
6	103.6	15.60	
平均値	114.2	21.55	
標準偏差	7.47	4.09	

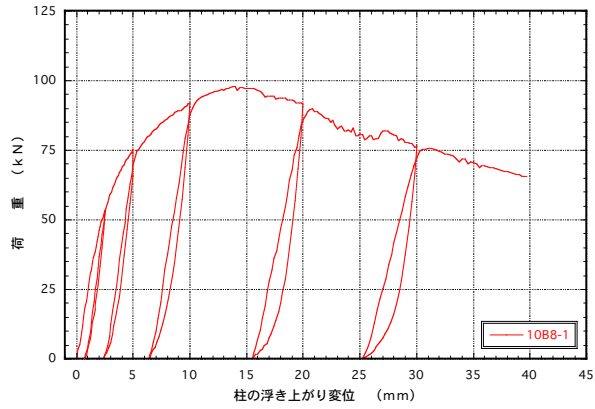


図3.1:10B8-1 荷重-変位曲線

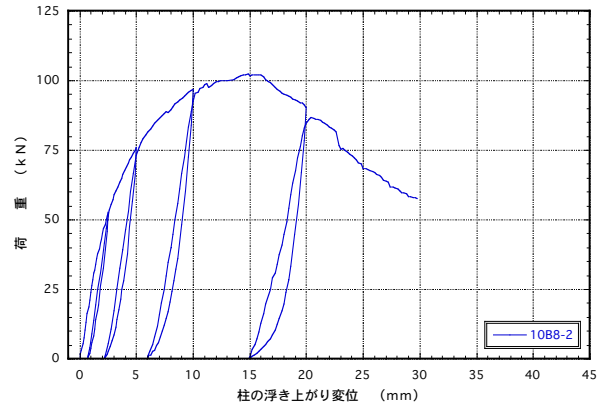


図3.2:10B8-2 荷重-変位曲線

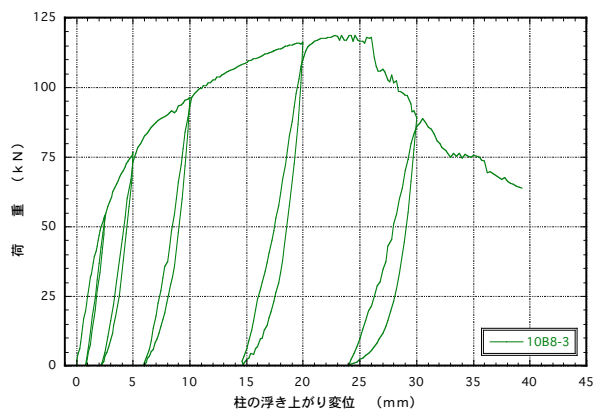


図3.3:10B8-3 荷重-変位曲線

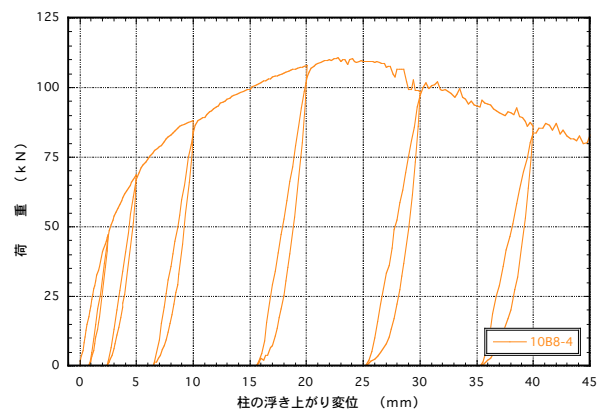


図3.4:10B8-4 荷重-変位曲線

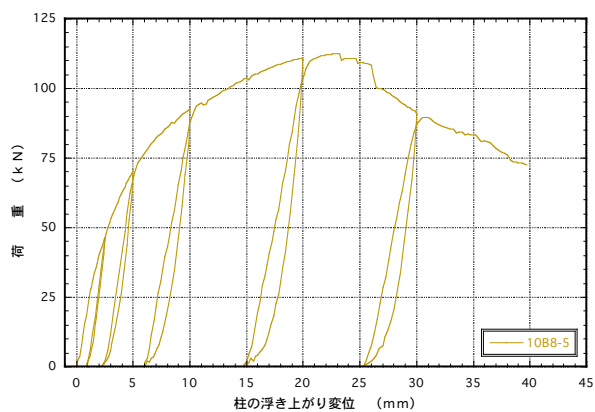


図3.5:10B8-5 荷重-変位曲線

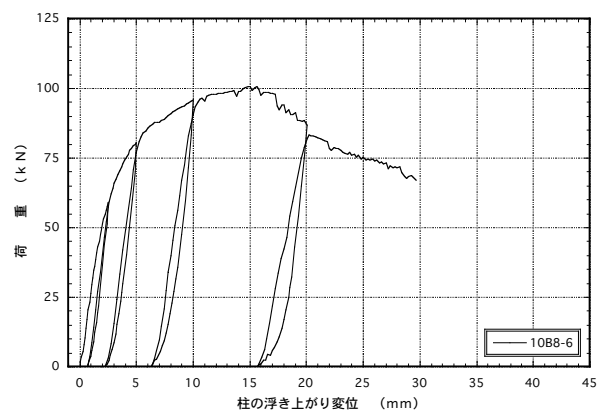


図3.6:10B8-6 荷重-変位曲線

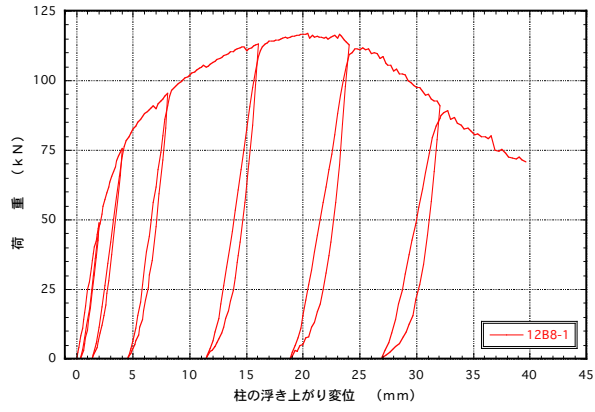


図3.7:12B8-1 荷重-変位曲線

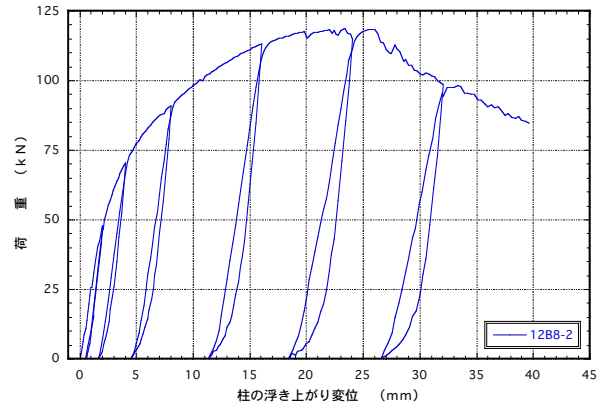


図3.8:12B8-2 荷重-変位曲線

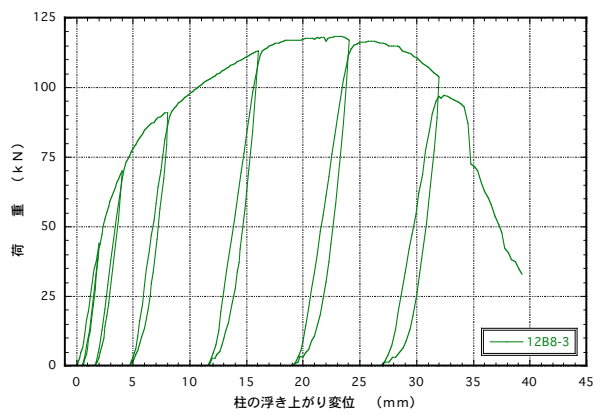


図3.9:12B8-3 荷重-変位曲線

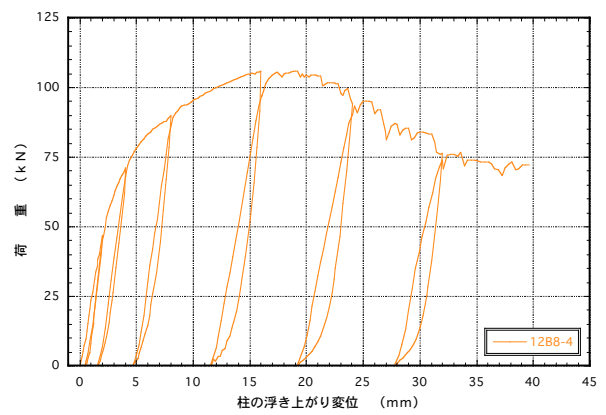


図3.10:12B8-4 荷重-変位曲線

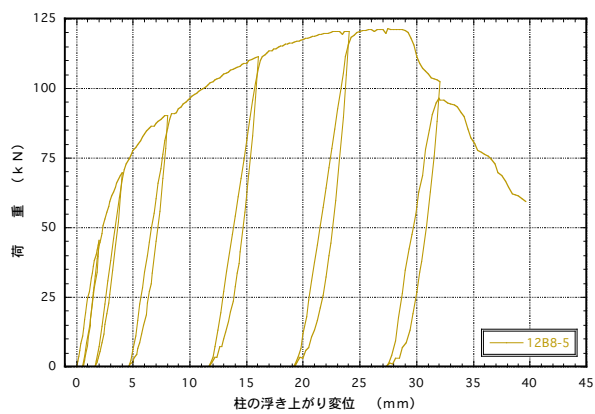


図3.11:12B8-5 荷重-変位曲線

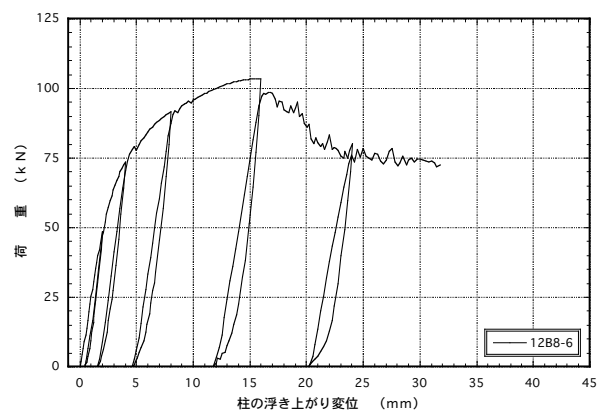


図3.12:12B8-6 荷重-変位曲線

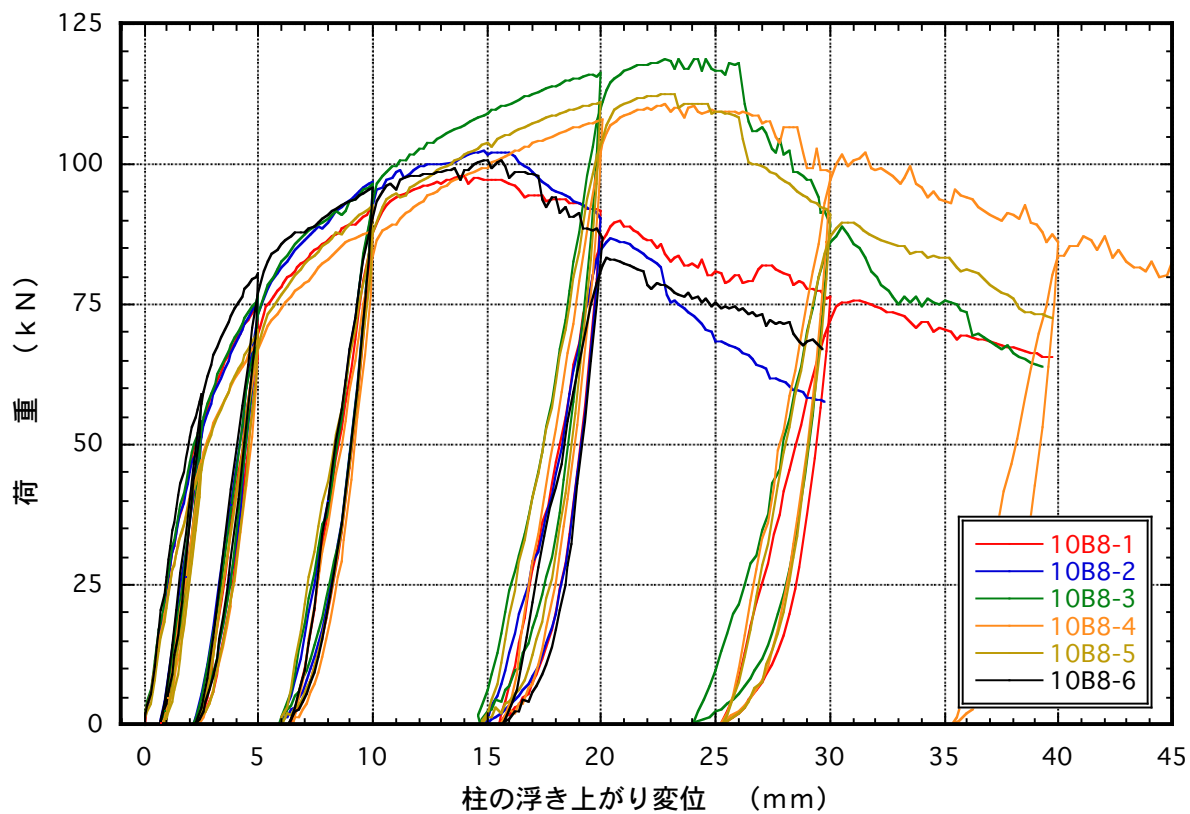


図 3.13: 10B8-1～6 荷重-変位曲線

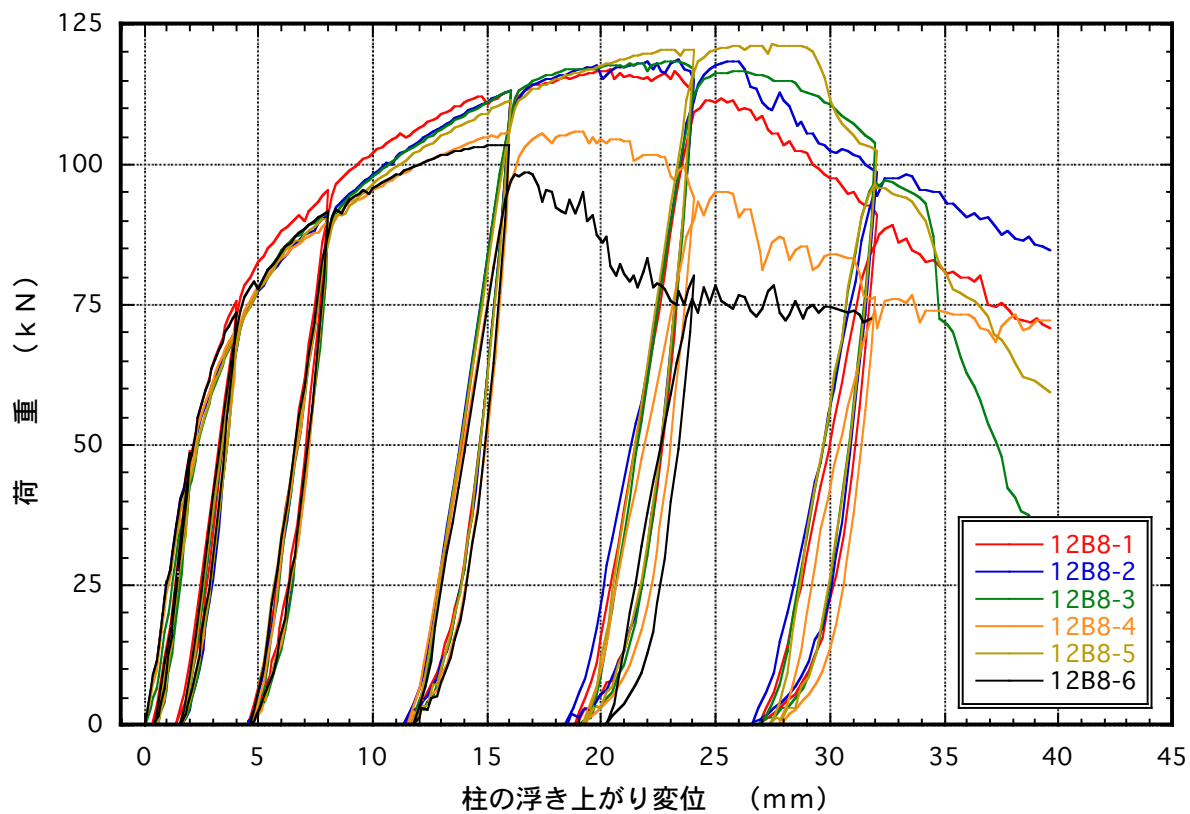


図 3.14: 12B8-1～6 荷重-変位曲線



#### 4. 短期基準耐力の算出

短期基準耐力の算出は、公益財団法人日本住宅・木材技術センターの接合金物試験法規格（軸組工法用接合金物）に準拠して行う。

##### (1) 包絡線の作製と特性値の算出

包絡線は荷重-変位曲線より作製し、図4. 1～図4. 14に示す。なお、各仕様の包絡線の比較を図4. 13及び図4. 14に示す。

(2) 各種特性値は、包絡線に完全弾塑性モデルを適合して下記の方法及び図4. 15に準じて算出する。

- ①包絡線上の  $0.1P_{max}$  と  $0.4P_{max}$  を結ぶ第 I 直線を引く。
- ②包絡線上の  $0.4P_{max}$  と  $0.9P_{max}$  を結ぶ第 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 直線の交点の荷重を降伏耐力  $P_y$  とし、この点から X 軸に平行に第 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  $(\delta_y, P_y)$  を結ぶ直線を第 V 直線とし、それを初期剛性  $K$  と定める。
- ⑦最大荷重後の  $0.8P_{max}$  荷重低下時の包絡線上の変位又は変位 30mm 時を終局変位  $\delta_u$  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終局耐力  $P_u$  と定め、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塑性率  $\mu = (\delta_u / \delta_v)$  とする。
- ⑫構造特性係数  $D_s$  は、塑性率  $\mu$  を用い、 $D_s = 1/\sqrt{2\mu - 1}$  とする。

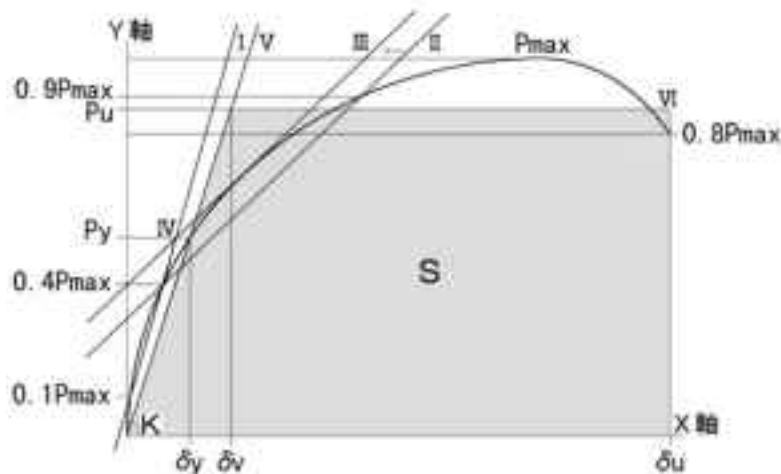


図4. 15: 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力等の求め方

(3) 試験体1体あたりの包絡線より算出した各種特性値は表4. 1及び表4. 2に示す。

(4) 短期基準耐力は、下記の方法により算出する。

下記の①、②の試験荷重の平均値にばらつき係数を乗じ、5%下限値を求め、値の小さい方を短期基準耐力とする。

①降伏耐力  $P_y$

②最大耐力  $P_{max}$  の  $2/3$  の値

(5) ばらつき係数は下式による。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot K$$

ここで、 $CV$ ; 変動係数

$K$ ; 信頼水準 75% の 95% 下側許容限界を求めるための定数

(試験体数に依存し6体は  $K=2.336$ )

(6) 金物1個あたりの算出した短期基準耐力は、表4. 3に示す。また、併せて終局耐力  $P_u$  の5%下限値も示す。

表4. 3:算出した短期基準耐力(金物1個)

試験体記号	短期基準耐力 (kN)	降伏耐力 $P_y$ の 5%下限値(kN)	$2/3P_{max}$ の 5%下限値(kN)	終局耐力 $P_u$ の 5%下限値(kN)
10B8	<b>51.8</b>	<u>51.8</u>	58.7	80.2
12B8	<b>59.0</b>	<u>59.0</u>	64.6	88.3

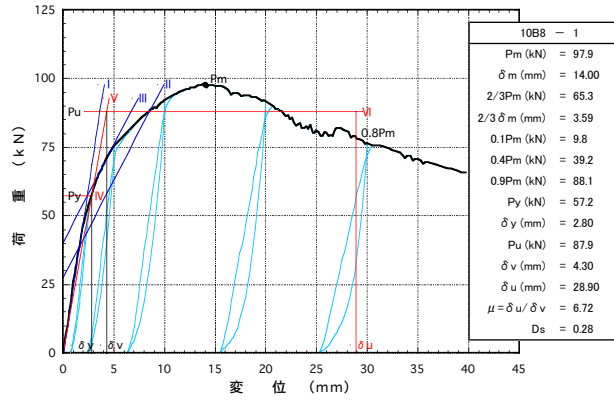


図4.1: 10B8-1 包絡線及び完全弾塑性モデル

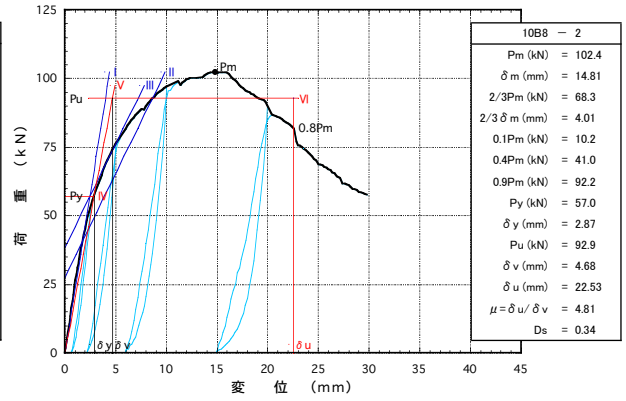


図4.2: 10B8-2 包絡線及び完全弾塑性モデル

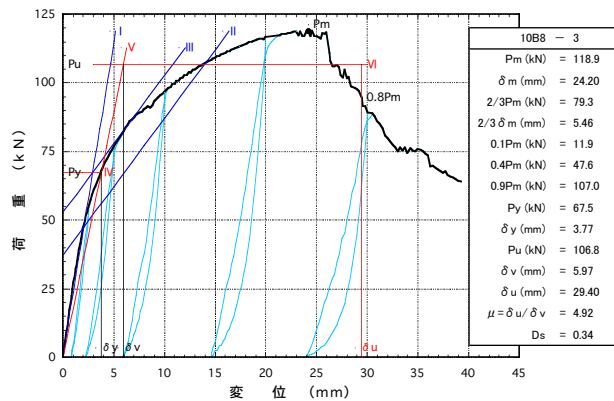


図4.3: 10B8-3 包絡線及び完全弾塑性モデル

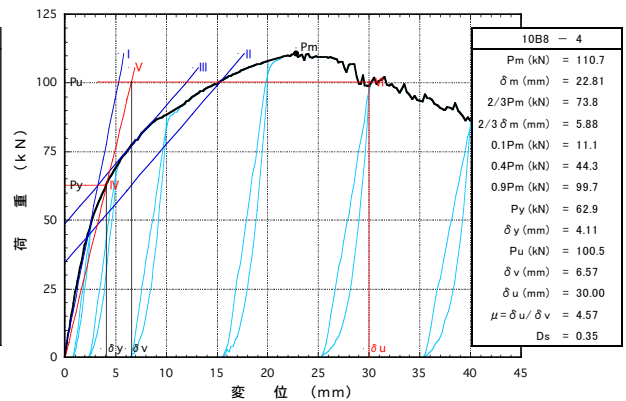


図4.4: 10B8-4 包絡線及び完全弾塑性モデル

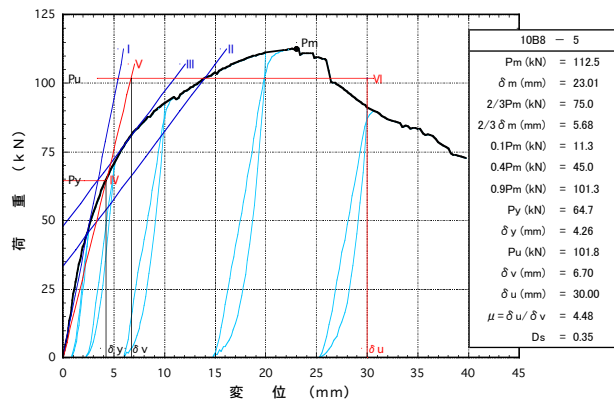


図4.5: 10B8-5 包絡線及び完全弾塑性モデル

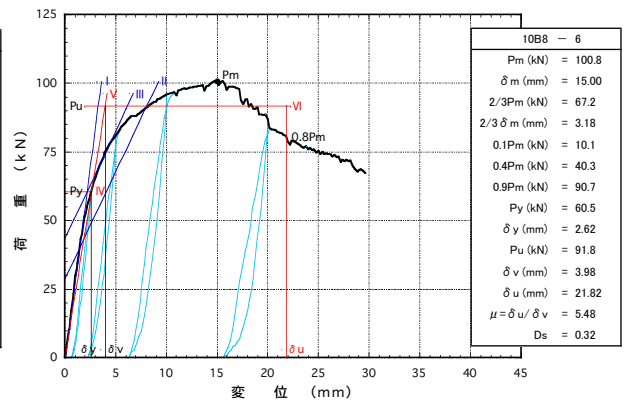


図4.6: 10B8-6 包絡線及び完全弾塑性モデル

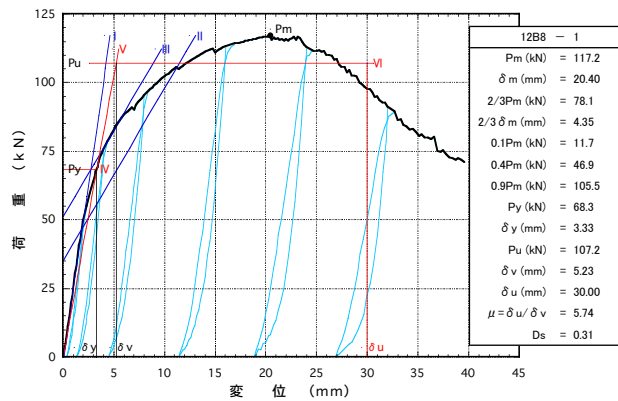


図4.7:12B8-1 包絡線及び完全弾塑性モデル

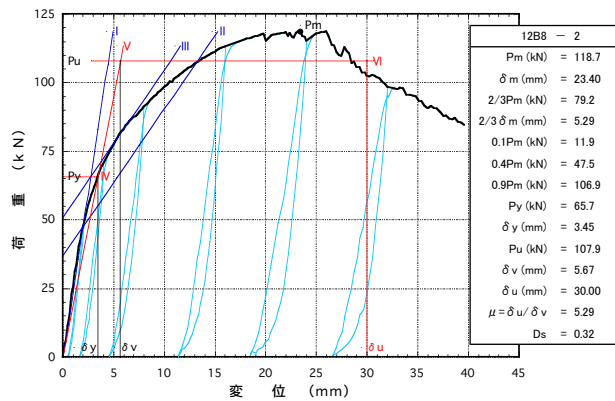


図4.8:12B8-2 包絡線及び完全弾塑性モデル

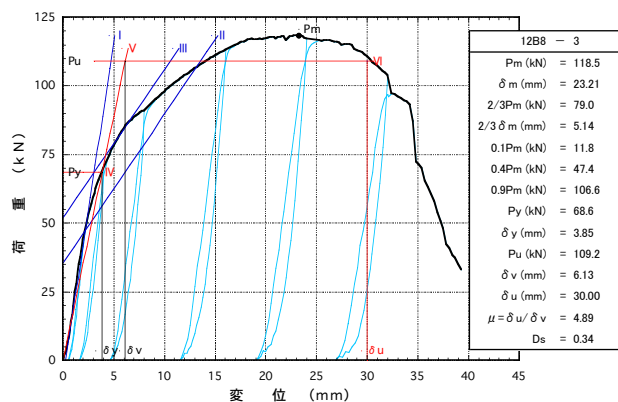


図4.9:12B8-3 包絡線及び完全弾塑性モデル

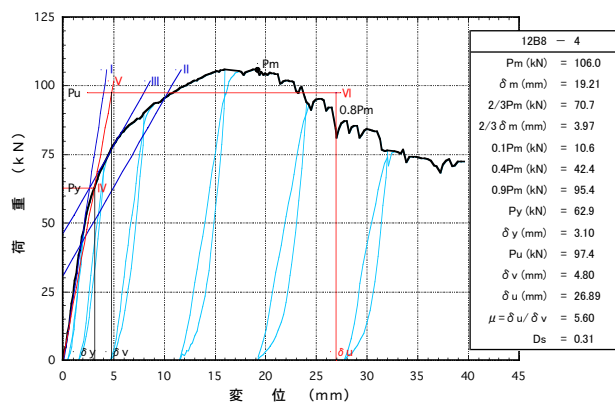


図4.10:12B8-4 包絡線及び完全弾塑性モデル

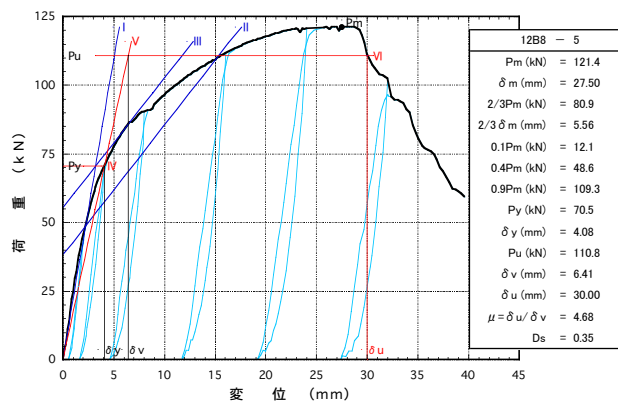


図4.11:12B8-5 包絡線及び完全弾塑性モデル

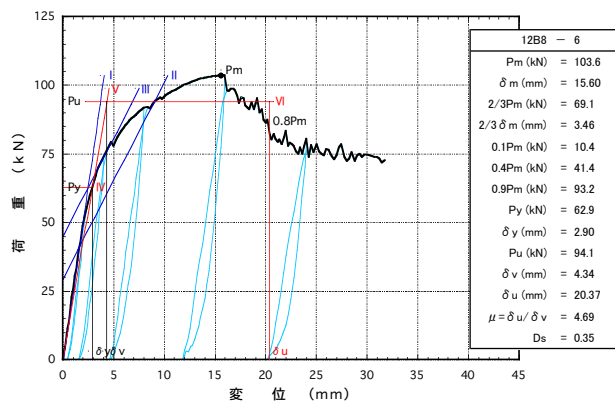


図4.12:12B8-6 包絡線及び完全弾塑性モデル

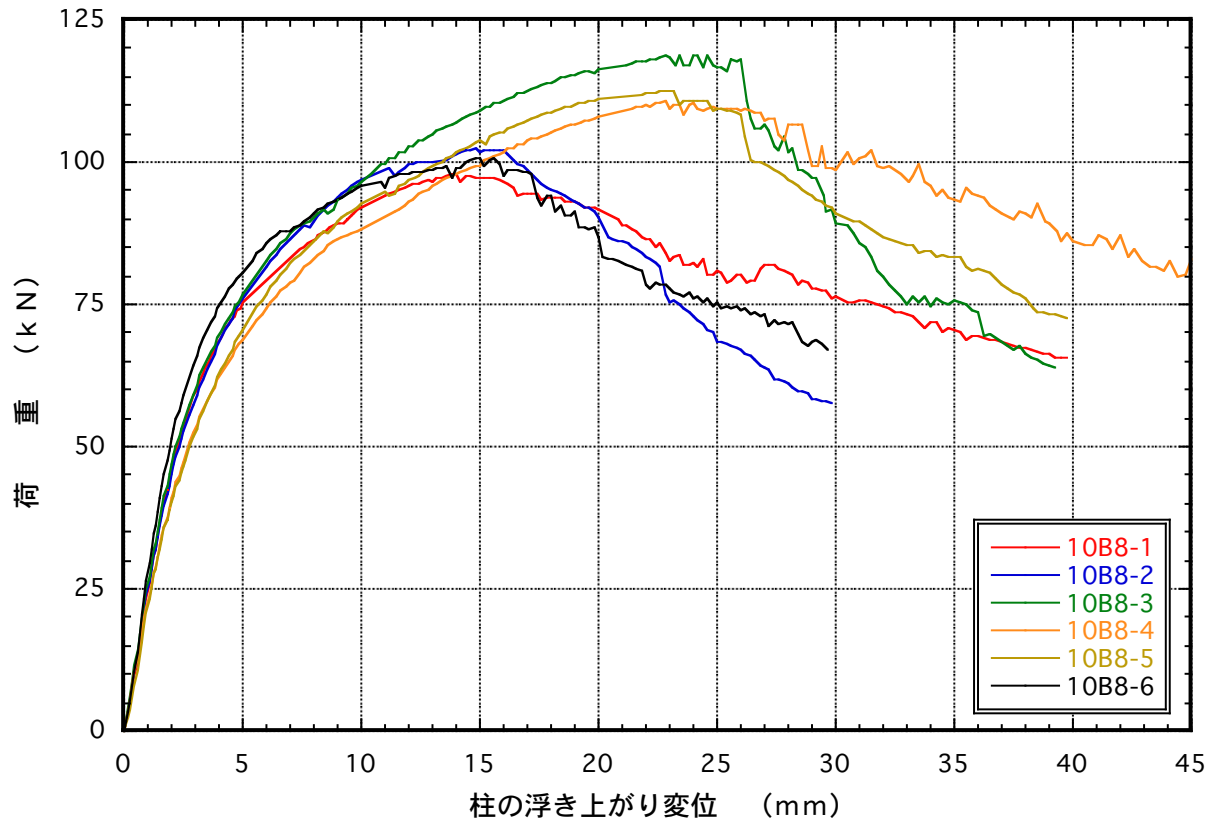


図 4.13 : 10B8-1 ~ 6 包絡線

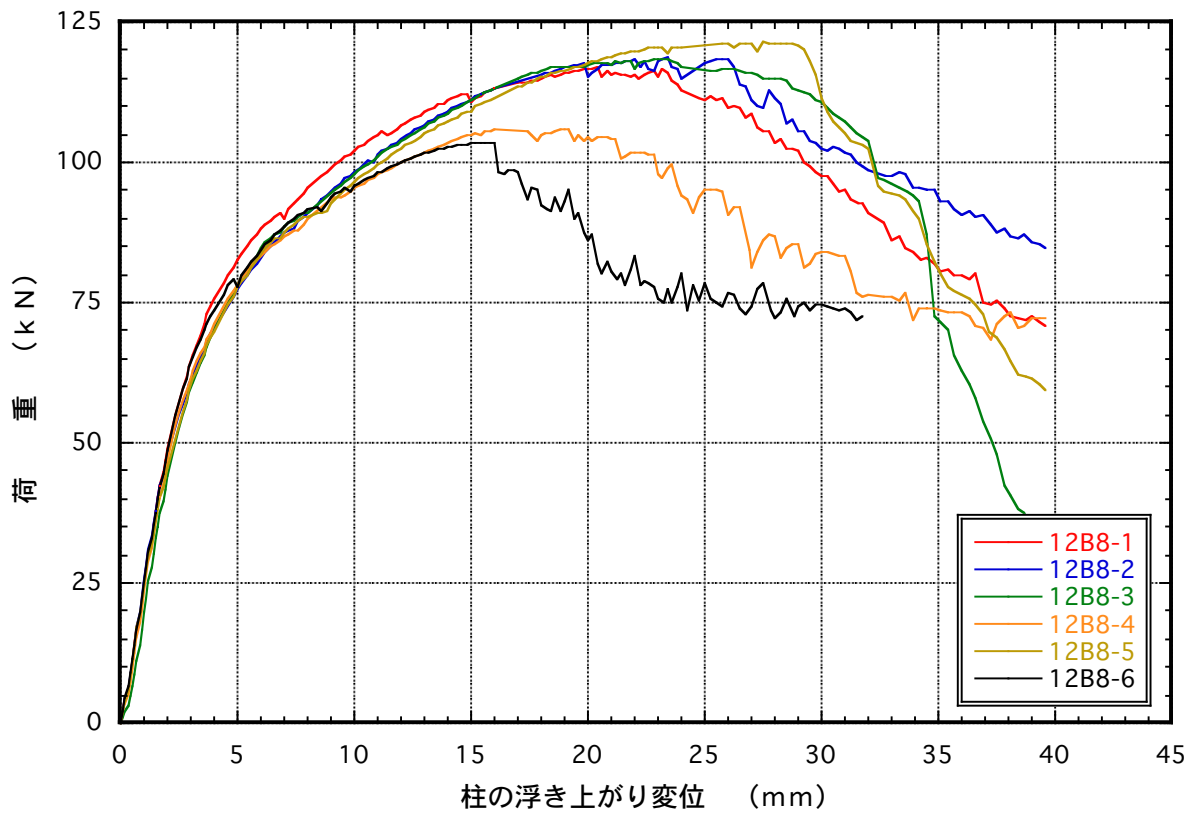


図 4.14 : 12B8-1 ~ 6 包絡線

表4. 1:10B8 包絡線から算出した各種特性値(試験体1体あたり)

試験体記号 項目	10B8						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)	9.8	10.2	11.9	11.1	11.3	10.1	10.7	0.82			
1/10 δ m (mm)	0.45	0.44	0.47	0.47	0.57	0.43	0.47	0.05			
2/5Pm (kN)	39.2	41.0	47.6	44.3	45.0	40.3	42.9	3.24			
2/5 δ m (mm)	1.64	1.76	2.04	2.26	2.37	1.49	1.93	0.35			
2/3Pm (kN)	65.3	68.3	79.3	73.8	75.0	67.2	71.5	5.40	0.076	0.822	58.7
2/3 δ m (mm)	3.59	4.01	5.46	5.88	5.68	3.18	4.63	1.18			
9/10Pm (kN)	88.1	92.2	107.0	99.7	101.3	90.7	96.5	7.30			
9/10 δ m (mm)	8.54	8.53	13.98	15.10	13.84	7.93	11.32	3.31			
Pm (kN)	97.9	102.4	118.9	110.7	112.5	100.8	107.2	8.10			
δ m (mm)	14.00	14.81	24.20	22.81	23.01	15.00	18.97	4.82			
δ u時荷重 (kN)	78.3	81.9	95.1	98.7	91.1	80.7	87.6	8.47			
δ u (mm)	28.90	22.53	29.40	30.00	30.00	21.82	27.11	3.85			
降伏耐力 Py (kN)	57.2	57.0	67.5	62.9	64.7	60.5	61.6	4.19	0.068	0.841	51.8
δ y (mm)	2.80	2.87	3.77	4.11	4.26	2.62	3.41	0.73			
終局耐力 Pu (kN)	87.9	92.9	106.8	100.5	101.8	91.8	97.0	7.18	0.074	0.827	80.2
初期剛性 K (kN/mm)	20.43	19.86	17.90	15.30	15.19	23.09	18.63	3.10			
降伏点変位 δ v (mm)	4.30	4.68	5.97	6.57	6.70	3.98	5.37	1.19			
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	6.72	4.81	4.92	4.57	4.48	5.48	5.16	0.84			
構造特性係数 Ds	0.28	0.34	0.34	0.35	0.35	0.32	0.33	0.03			

1/10Pm;0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m;0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

表4. 2:12B8 包絡線から算出した各種特性値(試験体1体あたり)

試験体記号 項目	12B8						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)	11.7	11.9	11.8	10.6	12.1	10.4	11.4	0.73			
1/10 δ m (mm)	0.52	0.52	0.73	0.53	0.54	0.46	0.55	0.09			
2/5Pm (kN)	46.9	47.5	47.4	42.4	48.6	41.4	45.7	3.01			
2/5 δ m (mm)	1.90	1.99	2.19	1.80	2.20	1.67	1.96	0.21			
2/3Pm (kN)	78.1	79.2	79.0	70.7	80.9	69.1	76.2	4.96	0.065	0.848	64.6
2/3 δ m (mm)	4.35	5.29	5.14	3.97	5.56	3.46	4.63	0.83			
9/10Pm (kN)	105.5	106.9	106.6	95.4	109.3	93.2	102.8	6.75			
9/10 δ m (mm)	11.19	13.07	13.10	10.01	15.04	8.90	11.89	2.27			
Pm (kN)	117.2	118.7	118.5	106.0	121.4	103.6	114.2	7.47			
δ m (mm)	20.40	23.40	23.21	19.21	27.50	15.60	21.55	4.09			
δ u時荷重 (kN)	97.6	102.5	110.7	84.8	111.4	82.9	98.3	12.35			
δ u (mm)	30.00	30.00	30.00	26.89	30.00	20.37	27.88	3.88			
降伏耐力 Py (kN)	68.3	65.7	68.6	62.9	70.5	62.9	66.5	3.17	0.048	0.888	59.0
δ y (mm)	3.33	3.45	3.85	3.10	4.08	2.90	3.45	0.45			
終局耐力 Pu (kN)	107.2	107.9	109.2	97.4	110.8	94.1	104.4	6.92	0.066	0.846	88.3
初期剛性 K (kN/mm)	20.51	19.04	17.82	20.29	17.28	21.69	19.44	1.70			
降伏点変位 δ v (mm)	5.23	5.67	6.13	4.80	6.41	4.34	5.43	0.79			
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	5.74	5.29	4.89	5.60	4.68	4.69	5.15	0.46			
構造特性係数 Ds	0.31	0.32	0.34	0.31	0.35	0.35	0.33	0.02			

1/10Pm;0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m;0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。