

受付日：平成 22 年 2 月 19 日
受付番号：HP10-KT025

接合部性能試験報告書

目次

1. 一般事項	1/25 ページ
2. 試験体	1/25 ページ
3. 試験方法	6/25 ページ
4. 算定方法	7/25 ページ
5. 試験結果	9/25 ページ
6. 荷重－変位関係図	10/25 ページ
7. 写真	19/25 ページ



ハウスプラス確認検査株式会社



1. 一般事項

1) 接合金物名称

HDCIII-S

2) 試験依頼者

名称:株式会社 タツミ

住所:〒954-0111 新潟県見附市今町 8-3-1

電話番号:0258-66-5515

3) 目的

柱頭柱脚接合部の短期基準接合耐力(せん断)を評価する。

4) 試験内容

柱頭柱脚接合部(アンカー型)のせん断試験

なお、準拠する試験方法・評価方法は、ハウスプラス確認検査株式会社制定「木造建築構造試験事業における接合部性能試験業務方法書(平成21年4月1日制定)」による。

2. 試験体

1) 試験体構成材料

依頼者より受領した試験体の構成材料を表 2.1 に示す。

なお、接合金物の材種、材質については依頼者提出図による。

2) 試験体詳細

試験体の詳細については、図 2.1～図 2.3 に示す。

3) 試験体含水率

「木材の試験方法」(JIS Z 2101)に準拠し実施した含水率試験結果を表 2.2 に示す。

4) 試験体密度

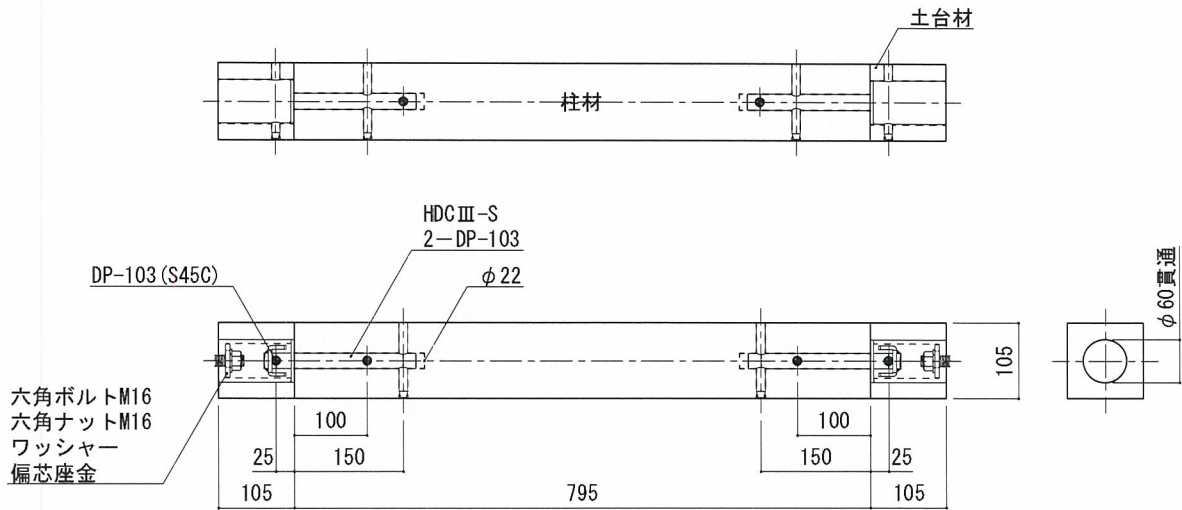
「木材の試験方法」(JIS Z 2101)に準拠し実施した密度試験結果を表 2.2 に示す。

5) 試験環境

気温:15.9℃ 湿度:49%

HDCⅢ-S アンカー型 せん断試験体図

S=1/10 単位 : mm



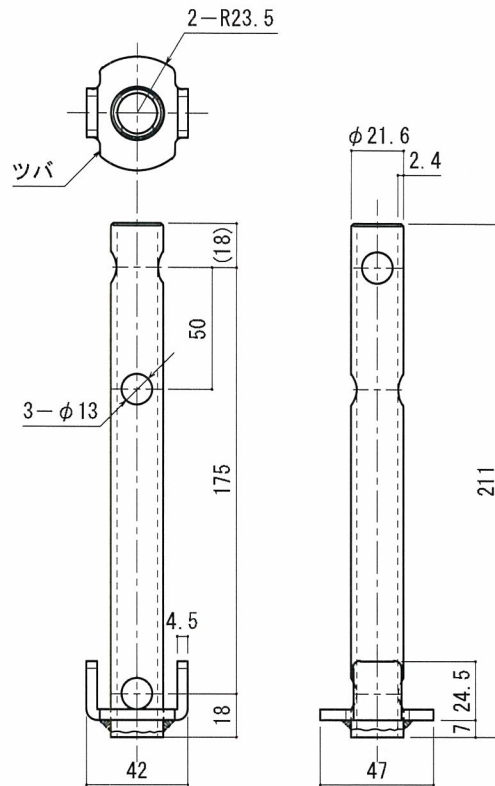
仕様

- | | |
|------|---|
| 柱材 | ・樹種：スギ 寸法：105×105×800 |
| 土台材 | ・樹種：スギ 寸法：105×105×105 |
| 接合金具 | ・商品名：HDCⅢ-S
(部品A) パイプ 材質：S40C (JIS G 4051) SS400 (JIS G 3101)
寸法：金物詳細図に記載
(部品B) 丸座金 材質：SS400 (JIS G 3101) 寸法：φ59 t4.5
(部品C) カップ 材質：FCD450-10 (JIS G 5502) 寸法：外径φ59 t5.5 L=100.5
表面処理：(部品A・C) ダクロタイズド処理 (部品B) 電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート |
| 接合金具 | ・偏芯座金 材質：SS400 (JIS G 3101) 寸法：外径φ46 t6.0
表面処理：電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)
・ワッシャー 材質：SS400 (JIS G 3101) 寸法：外径φ32 t2.6
表面処理：電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート Ep-Fe/Zn 5/CM1 A (JIS H 8610及びJIS H 8625)
・固定用アンカーボルト M16 材質：強度区分4.8 (JIS B 1180) 寸法：M16 L=80
表面処理：電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)
・六角ナット M16 材質：強度区分4T (JIS B 1181)
表面処理：電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)
・(土台側)ドリフトピン DP-103 寸法：外径φ12 L=103 材質：S45C (JIS G 4051)
表面処理：ニッケルクロムめっき Ep-Fe/Ni 5b,Cr 0.1r (JIS H 8617)
・(柱材側)ドリフトピン DP-103 寸法：外径φ12 L=103 材質：SWRM8 (JIS G 3505)
表面処理：電気亜鉛めっき有 colorfulクロメート Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625) |

図2.1

金物詳細図

・ HDCⅢ-S

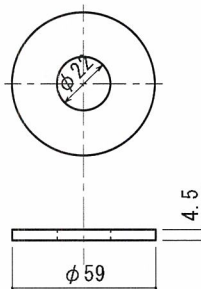


(部品A) パイプ

寸法：図参照

材質：S40C (JIS G 4051) SS400 (JIS G 3101)

表面処理：ダクロタイズド処理



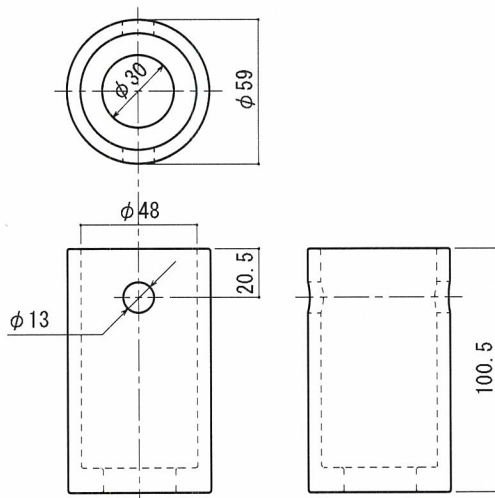
(部品B) 丸座金

寸法：φ59 t4.5

材質：SS400 (JIS G 3101)

表面処理：電気亜鉛めっき有色クロメート

Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)



(部品C) カップ

寸法：φ59 t5.5 L=100.5

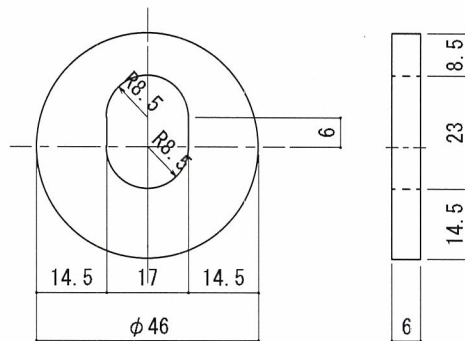
材質：FCD450-10 (JIS G 5502)

表面処理：ダクロタイズド処理

接合金具

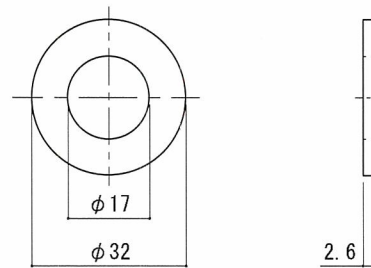
図2.2

・ 偏芯座金



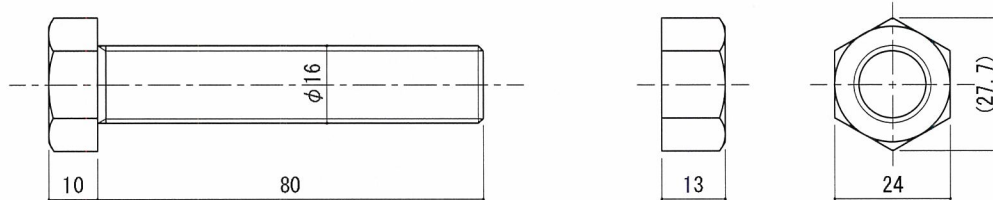
寸法：φ46 t6
 材質：SS400 (JIS G 3101)
 表面処理：電気亜鉛めっき有色クロメート
 Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)

・ ワッシャー



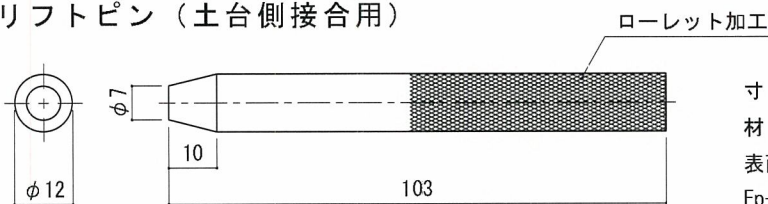
寸法：φ32 t2.6
 材質：SS400 (JIS G 3101)
 表面処理：電気亜鉛めっき光沢クロメート
 Ep-Fe/Zn 5/CM1 A (JIS H 8610及びJIS H 8625)

・ 固定用アンカーボルト M16 ・ 六角ナット M16



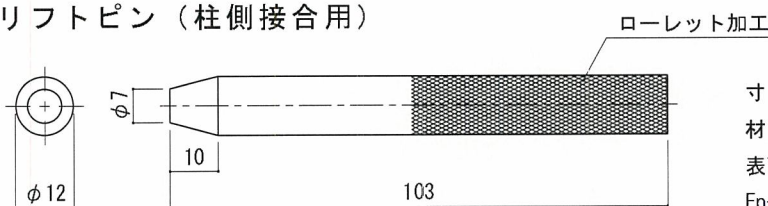
(ボルト) 材質：強度区分4.8 (JIS B 1180)
 (ナット) 材質：強度区分4T (JIS B 1181)
 表面処理：電気亜鉛めっき有色クロメート
 Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)

・ ドリフトピン (土台側接合用)



寸法：外径φ12 L=103
 材質：S45C (JIS G 4051)
 表面処理：ニッケルクロムめっき
 Ep-Fe/Ni 5b,Cr 0.1r (JIS H 8617)

・ ドリフトピン (柱側接合用)



寸法：外径φ12 L=103
 材質：SWRM8 (JIS G 3505)
 表面処理：電気亜鉛めっき有色クロメート
 Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及びJIS H 8625)

接合具
 図2.3

表 2.1 試験体の構成材料

項目	内容
試験体記号	HP10-KT025
試験体数	6体
接合金物	<p>「HDCⅢ-S」×2 パイプ×2 材質:S40C (JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材) 及び SS400 (JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材) 寸法:外径φ21.6mm L=211mm ドリフトピン穴径3-φ13mm 板厚:(パイプ)2.4mm (ツバ)4.5mm 表面処理:ダクロタイズド処理</p> <p>丸座金×2 材質:SS400 (JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材) 寸法:外径φ59mm ボルト穴径φ22mm 板厚:4.5mm 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及び8625)</p> <p>カップ×2 材質:FCD450-10 (JIS G 5502 球状黒鉛鋳鉄品) 寸法:外径φ59mm L=100.5mm ボルト穴径φ30mm ドリフトピン穴径1-φ13mm 板厚:5.5mm 表面処理:ダクロタイズド処理</p>
接合具	<p>柱側:「ドリフトピン DP-103」2本×2 材質:SWRM8 (JIS G 3505 軟鋼線材) 寸法:公称径φ12mm L=103mm ローレット加工有り 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及び8625)</p> <p>横架材側:「偏芯座金」1個×2 材質:SS400 (JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材) 寸法:外径φ46mm 半径8.5mm 長穴加工穴長さ23mm 板厚:6mm 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及び8625)</p> <p>横架材側:「ワッシャー」1個×2 材質:SS400 (JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材) 寸法:外径φ32mm ボルト穴径φ17mm 板厚:2.6mm 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM1 A (JIS H 8610及び8625)</p> <p>横架材側:「固定用アンカーボルト M16」1本×2 材質:強度区分4.8 (JIS B 1180 六角ボルト) 寸法:公称径φ16mm L=80mm 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及び8625)</p> <p>横架材側:「六角ナット M16」1個×2 材質:強度区分4T (JIS B 1181 六角ナット) 寸法:24mm×27.7mm 板厚:13mm 表面処理:Ep-Fe/Zn 5/CM2 C (JIS H 8610及び8625)</p> <p>横架材側:「ドリフトピン DP-103」1本×2 材質:S45C (JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材) 寸法:公称径φ12mm L=103mm ローレット加工有り 表面処理:Ep-Fe/Ni 5b,Cr 0.1r (JIS H 8617)</p>
木材	<p>柱:105mm×105mm×600mm スギ 横架材:105mm×105mm×105mm スギ×2</p>

表 2.2 含水率および密度

試験体記号	対象部材	樹種	含水率(%)	密度(g/cm ³)
HP10-KT025-1	柱	スギ	11.01	0.44
HP10-KT025-2			14.51	0.43
HP10-KT025-3			14.69	0.46
HP10-KT025-4			14.29	0.42
HP10-KT025-5			14.60	0.43
HP10-KT025-6			12.48	0.46
平均			13.59	0.44
標準偏差			1.51	0.02

3. 試験方法

1) 試験方法

試験方法を図 3.1 に示す。

2) 試験体の設置

実状に合わせ、「固定用アンカーボルト M16」を固定用鉄骨治具に緊結した。

3) 変位の計測

変位は、柱の絶対変位を測定し、試験による材料の割れ、めり込みによる変位等を含んだものとした。計測は柱材の一つの接合部につき試験体前後 2 面で行い、試験結果は、最終的に破壊した接合部の両側の平均値を用いた。変位計は電気式変位計(容量 50mm、感度 $200 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、非直線性 0.1%R0)を用いた。

4) 加力方法

載荷点は横架材の中央部とし、めり込み破壊が生じないように加圧面積を十分確保すべく、加圧板を試験体の上載した。加力は、加圧板を介して行った。載荷試験機は最大 5000kN までの載荷が可能で、荷重の検出は、荷重用アナログ出力(容量 250kN、DC 0~5V)にて行った。加力手順は以下のとおり行った。

手順1 予備試験を単調増加加力で行う。この結果から「完全弾塑性モデルによる降伏耐力及び終局耐力等の求め方」に従い、降伏耐力 P_y および降伏変位 δ_y を求める。(後述)

手順2 本試験は 1 方向の繰返し加力を実施する。繰返し履歴は変位制御とし、予備試験で得られた降伏変位 δ_y の固定数列方式(δ_y の 1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍)にて繰り返す。なお、予備試験において降伏変位 δ_y が得られない場合には、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 の順で繰返し加力を行う。

手順3 加力は、最大荷重に達した後、最大荷重の 80%に低下するまで、または仕口の機能が失われるまで(変位:30 mm以上)行う。

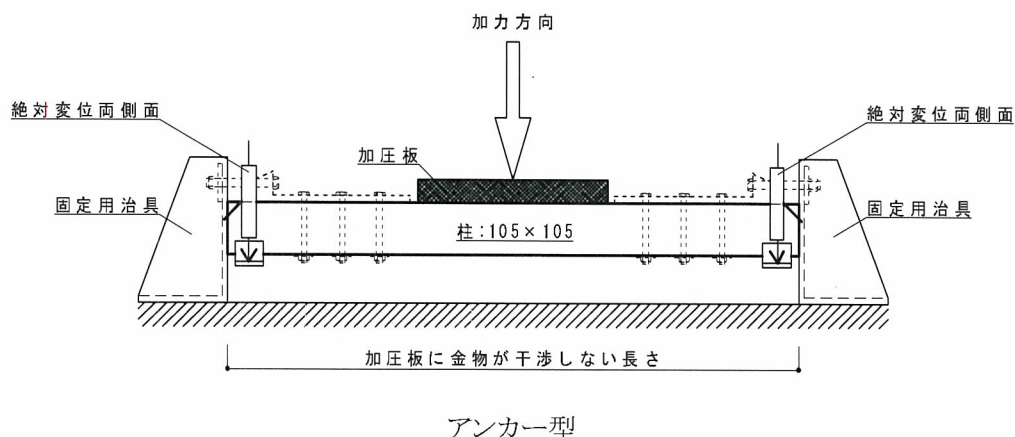


図 3.1 アンカー型試験体とせん断試験方法(概念図)

※寸法は標準的な値であり、詳細については依頼者提出図を参照のこと

4. 算定方法

4. 1 短期基準接合耐力の算定

1) 算定方法

試験結果より得られた①降伏耐力 P_y 、②最大荷重 P_{max} の $2/3$ の値 の各平均値にばらつき係数を乗じて算出した値を比較し、小さい方の値を短期基準接合耐力とする。参考値として、特定変形時(3 mm)の耐力 P_{sm} の平均値も記載する。

2) ばらつき係数

ばらつき係数は次式による。なお、ばらつき係数は、母集団の分布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% 下限許容限界値をもととしている。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot K$$

ただし、CV: 変動係数

K : 定数 2.336 (試験体数 6 体)

参考

n	K
3	3.152
4	2.681
5	2.464
6	2.336
7	2.251
8	2.189
9	2.142
10	2.104

3) 降伏耐力

降伏耐力 P_y は包絡線を作成し、完全弾塑性モデルを用いて求める。最大荷重は、最大荷重時の変位が 30 mm 以下の場合、それを最大荷重と扱い、最大荷重が 30 mm を超える場合は、変位 30 mm 時の荷重を最大荷重として扱う。ただし、包絡線形状により降伏耐力が適切に評価できない場合は、ハウスプラス確認検査株式会社に設置する木質構造委員会の審議による工学的判断により評価方法を決定し、評価を行なうものとする。

4. 2終局耐力等の算定

1) 算定方法

包絡線を作成する。包絡線は、測定した荷重－変位曲線の終局加力を行った側の最初の荷重－変位曲線より求める(図4. 1)。

- (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 直線との交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行に第 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 δ_y とする。
- (6) 原点と (δ_y, P_y) を結ぶ直線を第 V 直線とし、その勾配を初期剛性 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 δ_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 μ を用い、 $D_s = 1/\sqrt{(2\mu - 1)}$ とする。

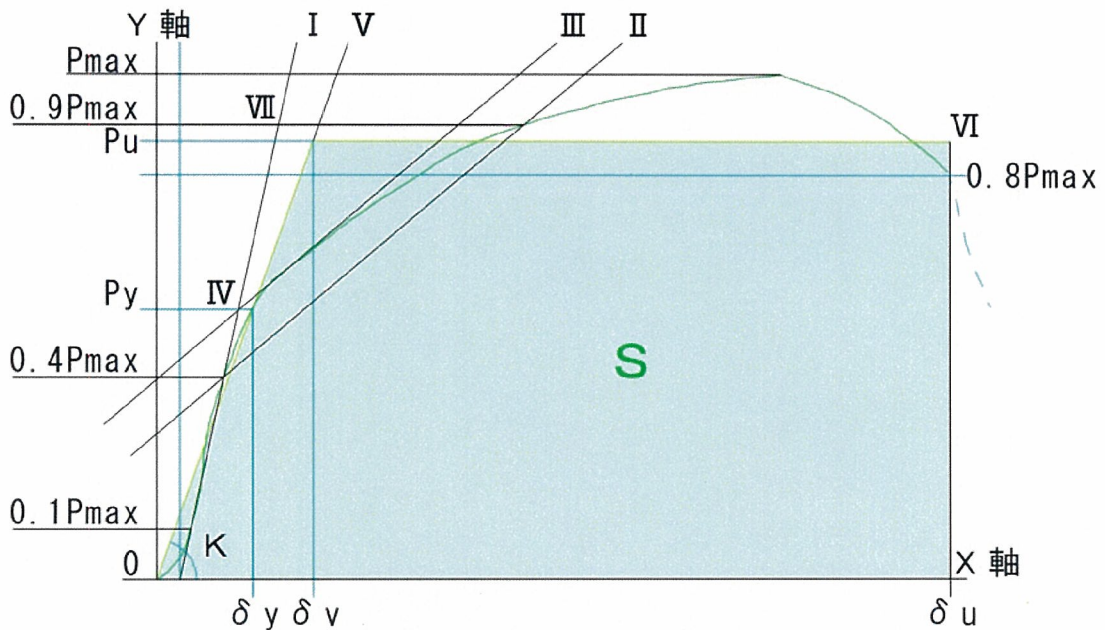


図 4. 1 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力等の求め方

5. 試験結果

試験結果(絶対変位)を表 5.1~5.3 に示す。

表 5.1 試験結果

試験体記号		HP10-KT025							
		1	2	3	4	5	6	平均	標準偏差
項目									
降伏耐力 (kN)	$P_y=$	5.97	8.32	7.72	5.64	5.72	5.04	6.40	1.30
降伏変位 (mm)	$\delta_y=$	3.32	5.64	5.66	2.86	4.17	6.04	4.61	1.35
最大耐力 (kN)	$P_{max}=$	10.32	10.82	9.36	9.21	11.35	10.17	10.20	0.83
最大耐力時変位 (mm)	$P_{max} \delta =$	17.67	29.67	30.00	6.87	14.67	15.33	19.03	9.12
終局耐力 (kN)	$P_u=$	8.75	9.18	7.93	8.48	10.26	9.66	9.04	0.84
終局変位 (mm)	$\delta_u=$	29.09	30.00	30.00	30.00	17.31	30.00	27.73	5.12
初期剛性 (kN/mm)	$K=$	1.80	1.47	1.36	1.97	1.37	0.83	1.46	0.40
降伏点変位 (mm)	$\delta_v=$	4.86	6.23	5.82	4.31	7.47	11.57	6.71	2.62
塑性率	$\mu =$	5.99	4.82	5.16	6.96	2.32	2.59	4.64	1.85
構造特性係数	$D_s=$	0.30	0.34	0.33	0.28	0.52	0.49	0.37	0.10
0.1 P_{max}	(kN)	1.03	1.08	0.94	0.92	1.14	1.02	1.02	0.08
0.1 P_{max} 時の δ	(mm)	0.19	0.59	0.72	0.43	0.38	0.29	0.43	0.19
0.4 P_{max}	(kN)	4.13	4.33	3.74	3.68	4.54	4.07	4.08	0.33
0.4 P_{max} 時の δ	(mm)	1.69	2.78	2.65	1.69	2.56	2.22	2.26	0.48
0.9 P_{max}	(kN)	9.29	9.74	8.42	8.29	10.22	9.15	9.18	0.75
0.9 P_{max} 時の δ	(mm)	14.25	18.57	19.36	5.26	11.12	12.59	13.52	5.20
変位時の荷重 (kN)	1mm		3.36	1.74	1.30	2.15	2.24	2.17	0.69
	2mm		4.58	3.32	2.76	4.12	4.20	3.88	0.66
	3mm		5.70	4.70	4.24	5.76	5.12	4.86	0.59
	5mm		5.32	7.53	6.53	7.89	6.56	4.62	1.25
	7mm		6.14	7.59	7.70	9.08	7.72	5.66	1.23
	10mm		7.46	6.77	5.20	6.42	9.58	7.74	1.47
	20mm		9.82	9.70	8.41	8.92	-	9.89	0.65
	30mm		-	10.66	9.36	9.09	-	8.68	-

表 5.3 短期基準耐力の算定

HP10-KT025			
試験体	P_y	2/3 P_{max}	P_{sm} (参考)
HP10-KT025-1	5.97	6.88	5.70
HP10-KT025-2	8.32	7.21	4.70
HP10-KT025-3	7.72	6.24	4.24
HP10-KT025-4	5.64	6.14	5.76
HP10-KT025-5	5.72	7.57	5.12
HP10-KT025-6	5.04	6.78	4.86
試験体数 n	6	6	6
K	2.336	2.336	
平均値	6.40	6.80	5.06
標準偏差	1.30	0.55	
変動係数 CV	0.203	0.081	
ばらつき係数	0.525	0.810	
短期基準接合耐力 (kN)	3.3	5.5	5.0

↑ 採用

P_y : 降伏耐力

P_{max} : 最大荷重

P_{sm} : 特定変形時の耐力(特定変形 3 mm)

表 5.2 終局状態

部位	部材	終局状態	状況	No.
柱	木材	割裂	ドリフトピンとの接触部から繊維に沿って割裂	No.1～6
	金物	損傷なし	なし	No.1～6
	接合具	変形	金物との接触部で曲げ	No.2、5、6
横架材	木材	損傷なし	なし	No.1～6
	金物	損傷なし	なし	No.1～6
	接合具	損傷なし	なし	No.1～6

6. 荷重－変位関係図

荷重－変位関係図(絶対変位)を以下に示す。

- 図 6.1～図 6.6 繰返載荷試験結果
- 図 6.7 繰返載荷試験結果一覧
- 表 6.1、図 6.8 単調載荷試験(予備試験)結果

表 6.1 単調載荷試験(予備試験)結果

試験体番号	降伏荷重時		最大荷重時	
	耐力(kN)	変位(mm)	耐力(kN)	変位(mm)
HP10-KT025-0	4.48	4.71	10.11	22.05

荷重－変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-1

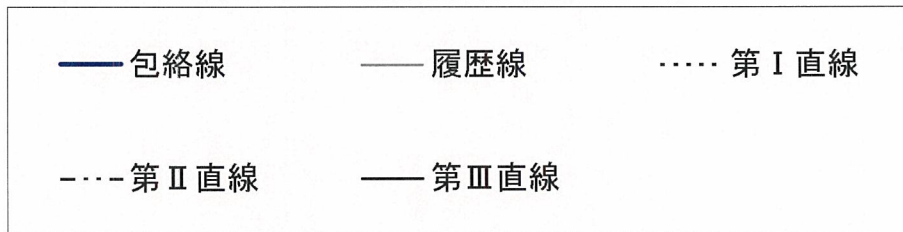
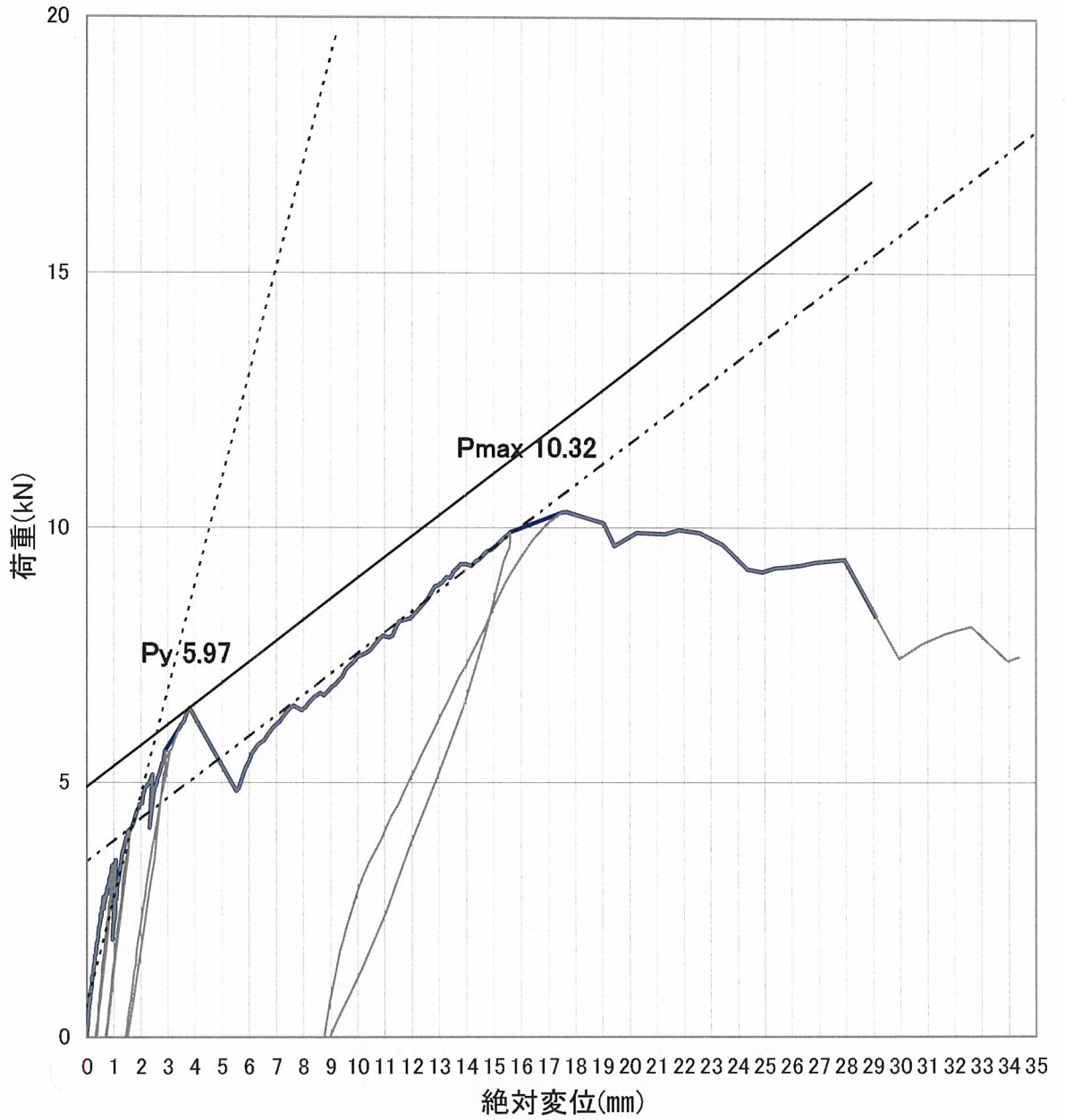


図 6.1

荷重-変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-2

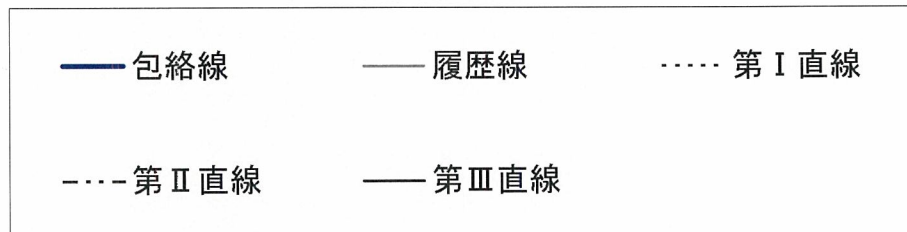
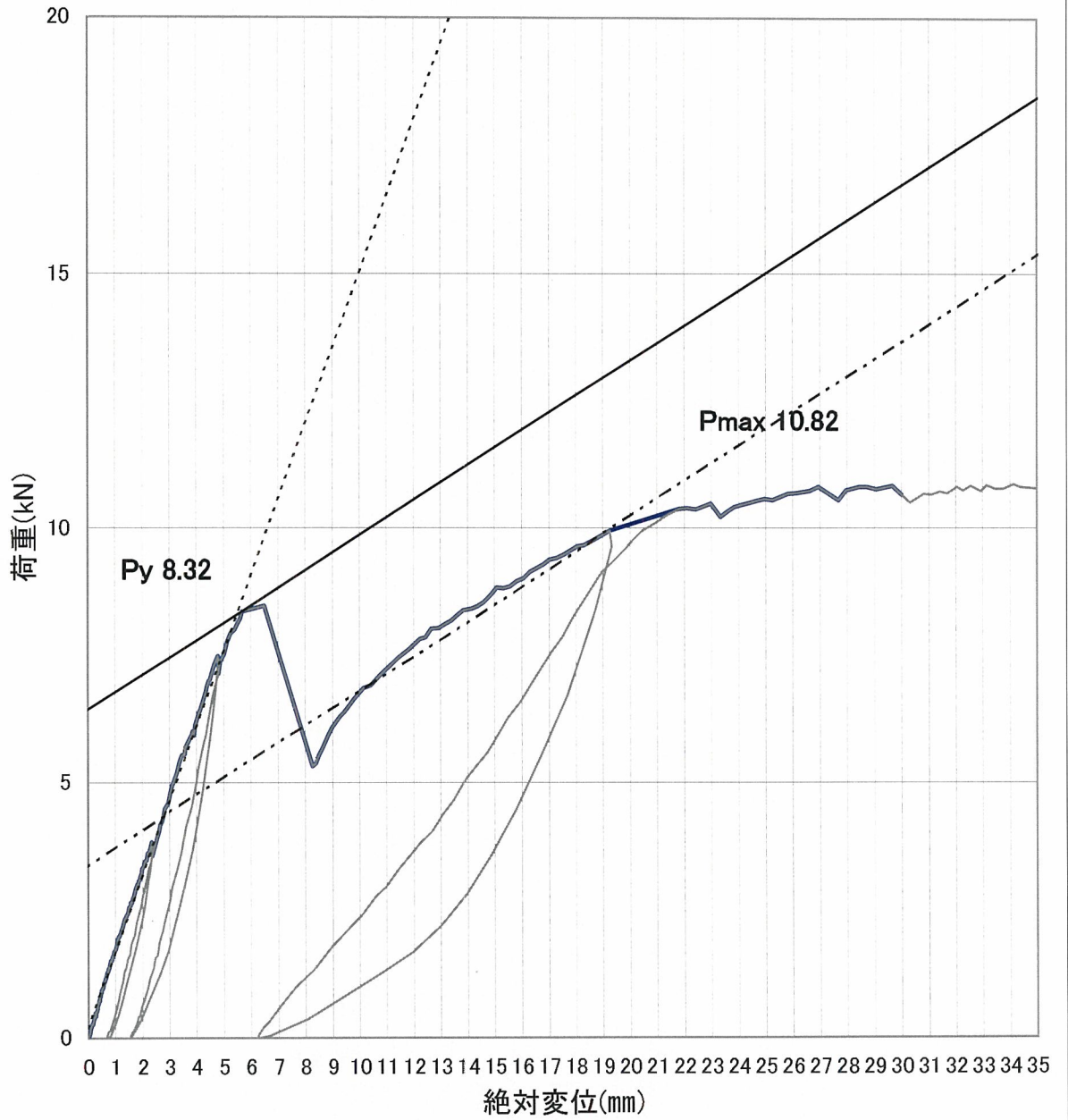


図 6.2

荷重-変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-3

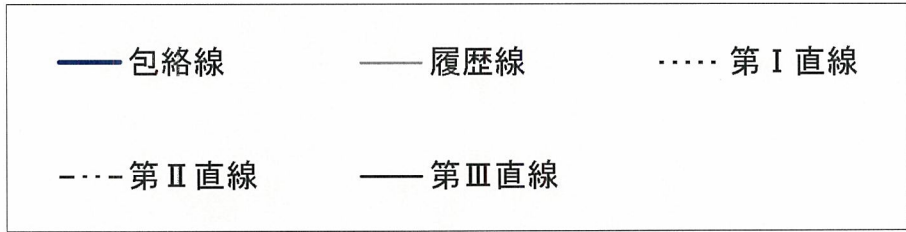
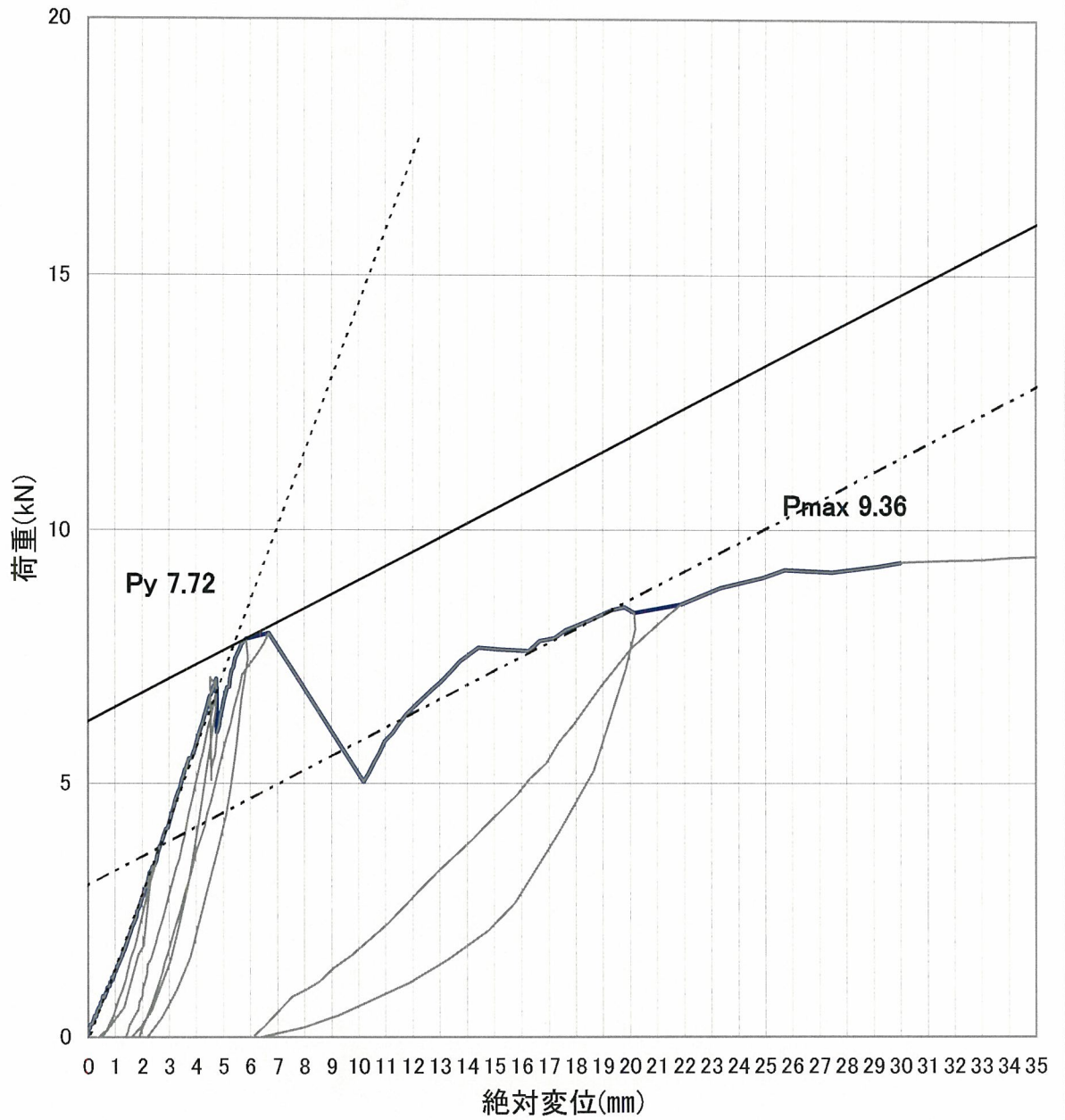


図 6.3

荷重-変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-4

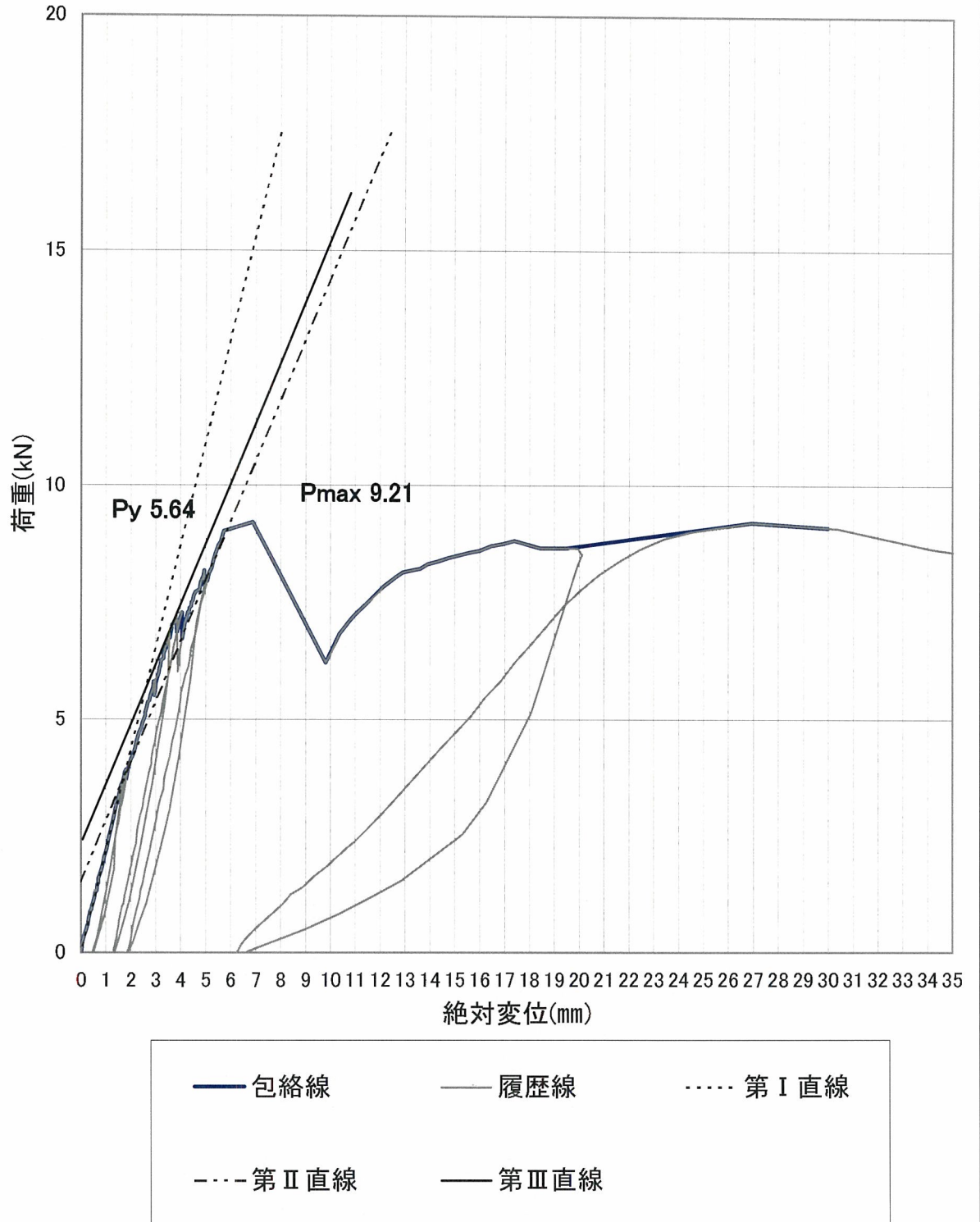


図 6.4

荷重-変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-5

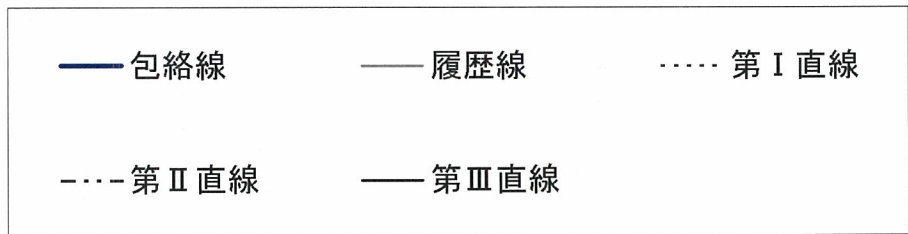
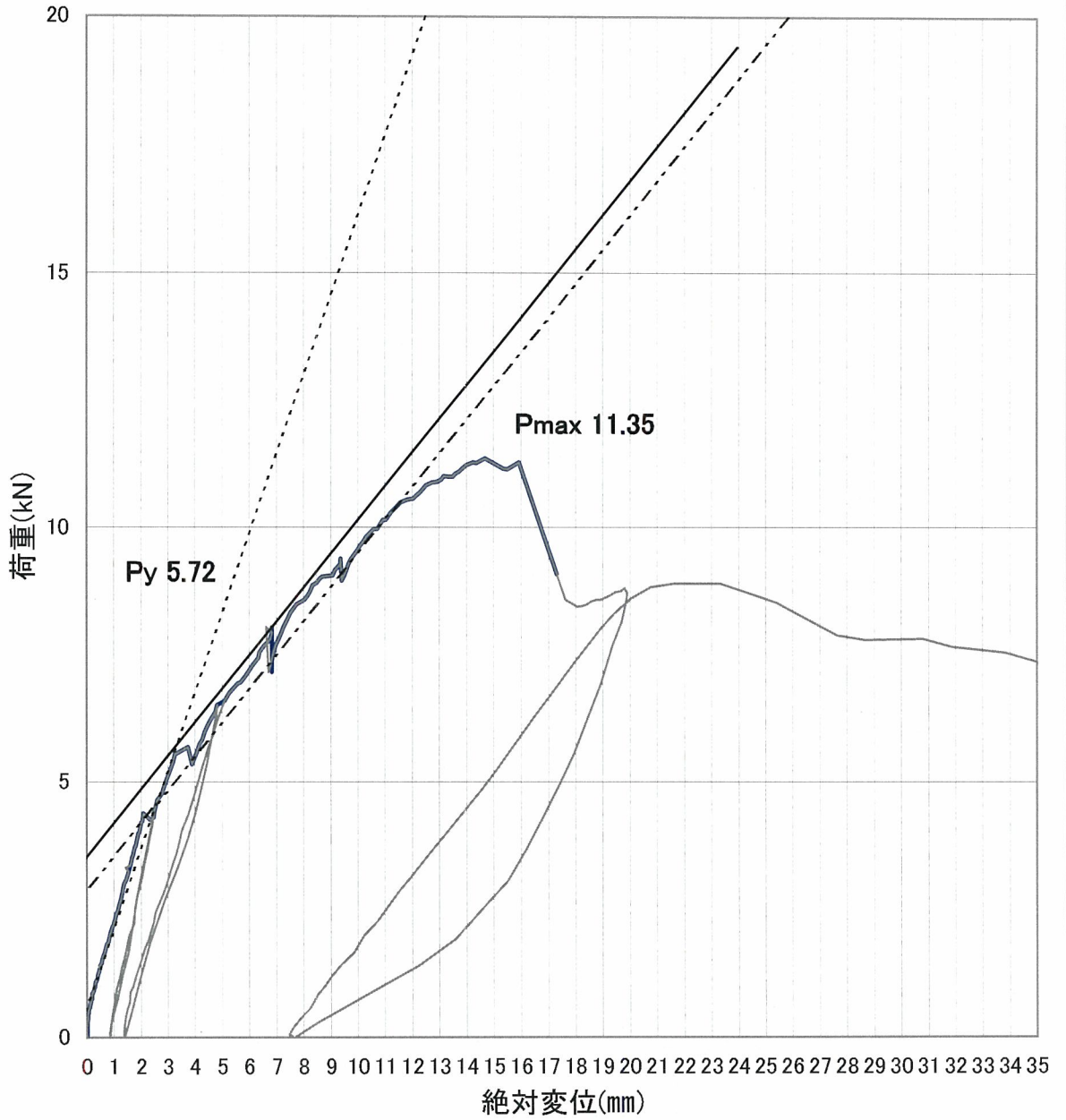


図 6.5

荷重－変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-6

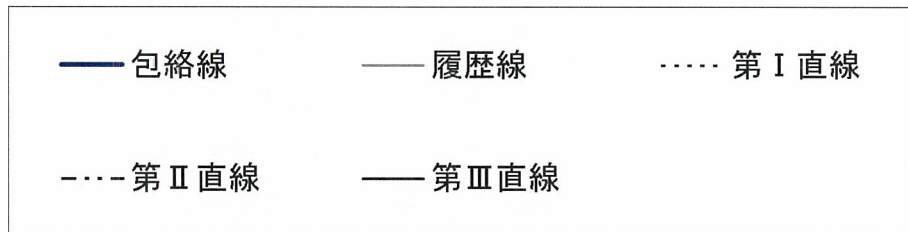
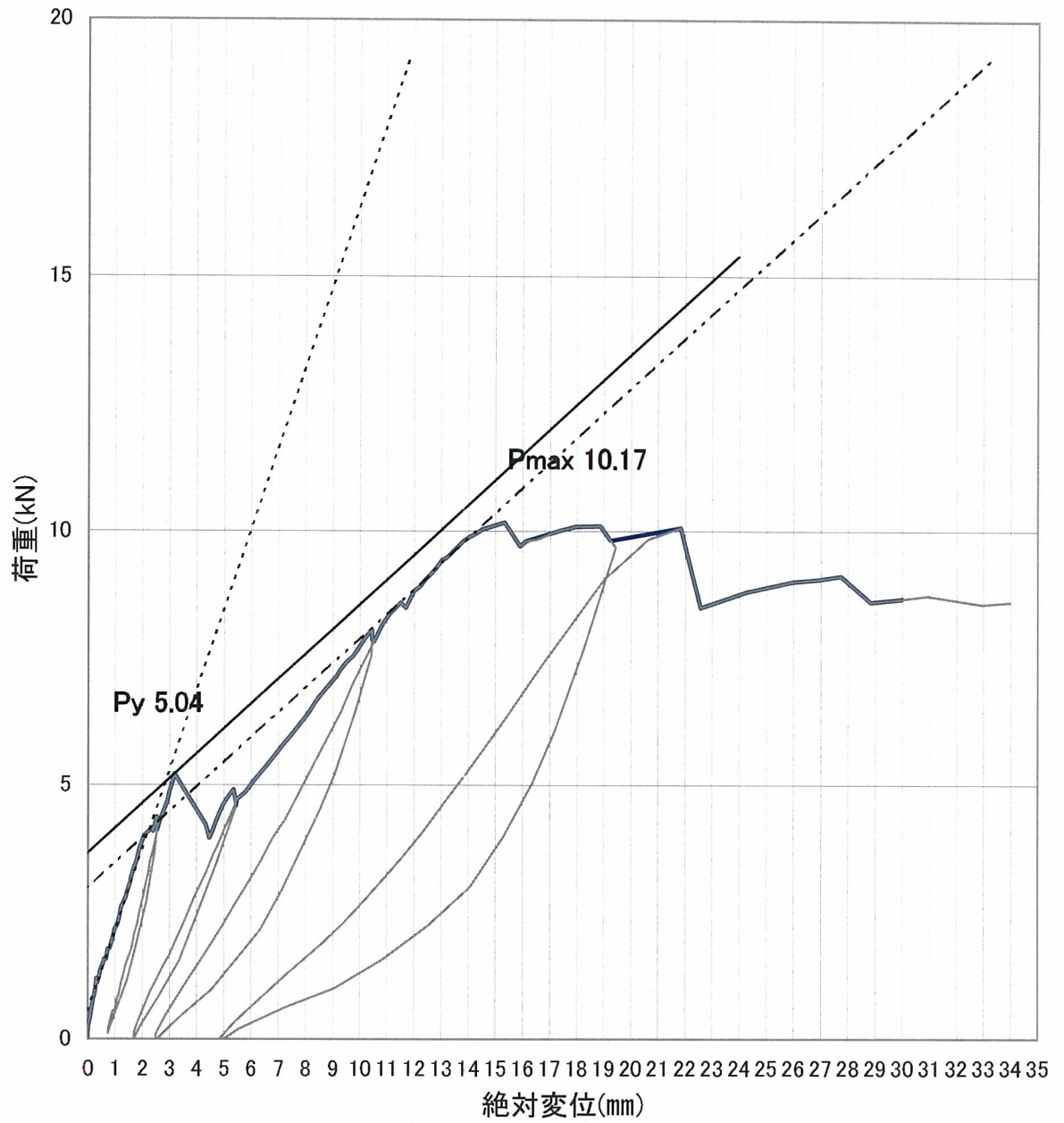


図 6.6

荷重-変位関係包絡線一覧

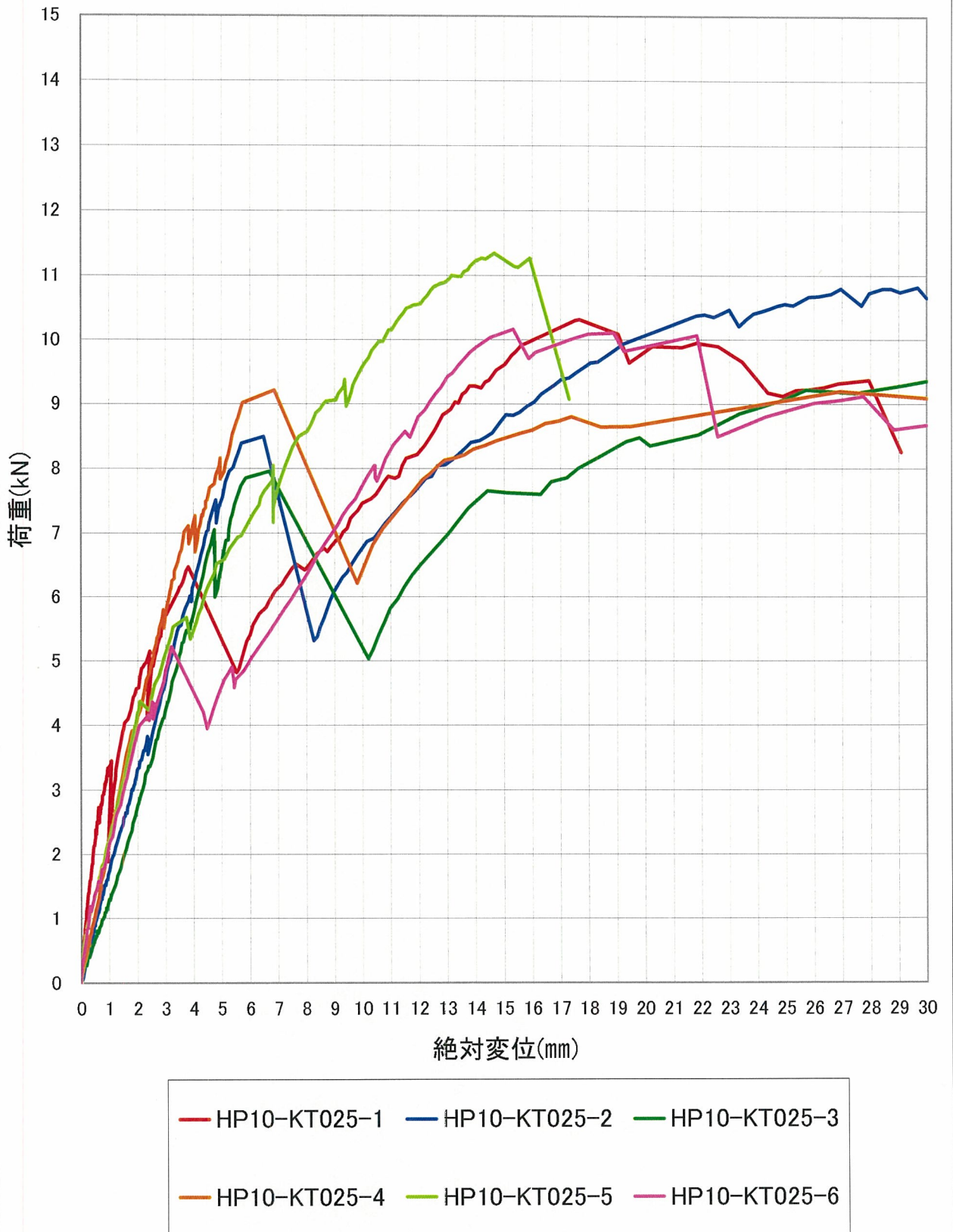


図 6.7

荷重—変位関係(降伏耐力算定直線)
HP10-KT025-0単調

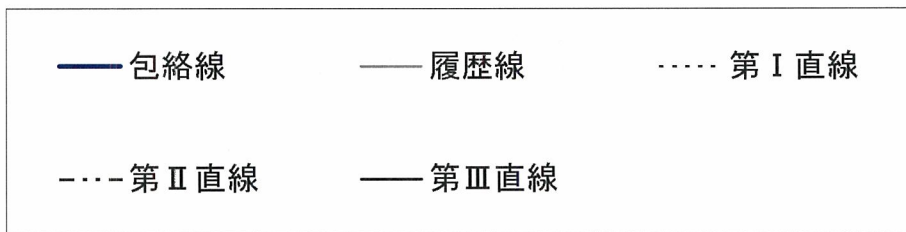
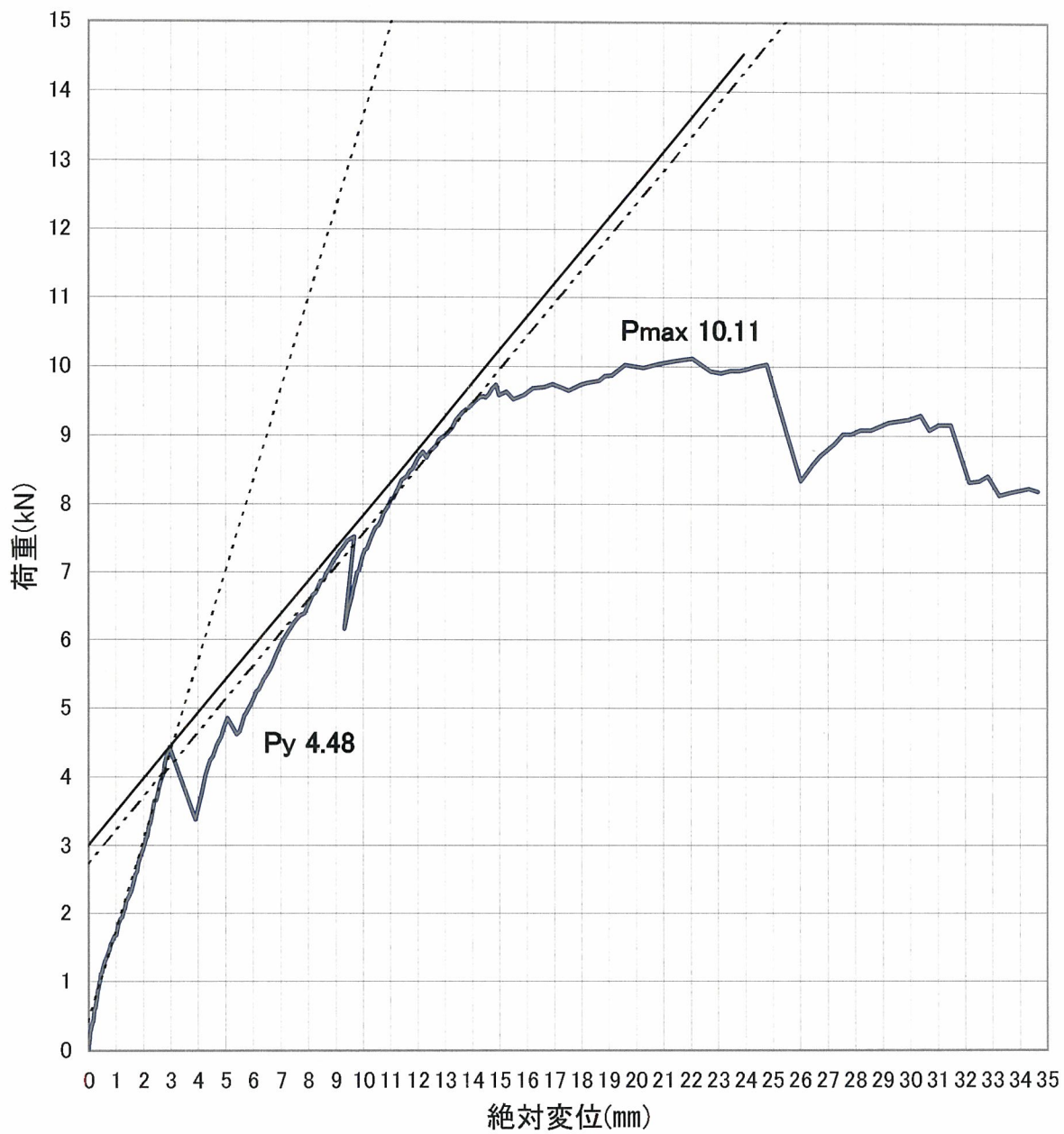


図 6.8

7. 写真

試験状況写真を次頁以降に添付する。

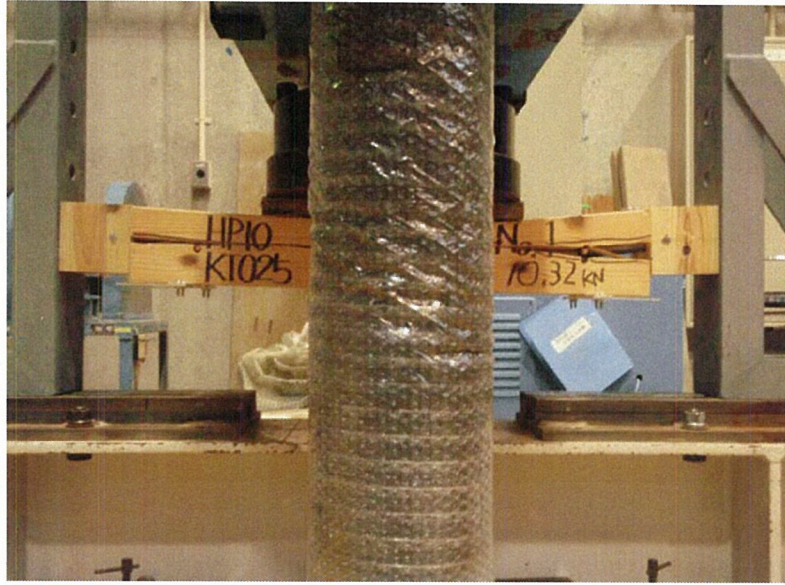


写真 1(1) 終局状況 (No.1)



写真 1(2) 終局状況 (No.1)



写真 1(3) 終局状況 (No.1)



写真 2(1) 終局状況 (No.2)



写真 2(2) 終局状況 (No.2)



写真 2(3) 終局状況 (No.2)



写真 3(1) 終局状況 (No.3)



写真 3(2) 終局状況 (No.3)



写真 3(3) 終局状況 (No.3)



写真 4(1) 終局状況 (No.4)



写真 4(2) 終局状況 (No.4)



写真 4(3) 終局状況 (No.4)



写真 5(1) 終局状況 (No.5)



写真 5(2) 終局状況 (No.5)



写真 5(3) 終局状況 (No.5)



写真 6(1) 終局状況 (No.6)



写真 6(2) 終局状況 (No.6)



写真 6(3) 終局状況 (No.6)