

平成7年度 農林水産省補助事業
低コスト住宅資材供給体制整備事業

木造軸組構法住宅接合部 設計技術開発事業報告書 (柱脚試験部会)

平成8年3月

(財) 日本住宅・木材技術センター

まえがき

阪神淡路大震災を契機として、木造軸組構法住宅の耐震性に関する技術開発の重要性が高まっている。当財団では関係業界や行政の協力を得て、震災後、木造住宅の現地調査や神戸海洋地震波を用いた実大木造住宅による振動実験を実施してきた。その結果、現行建築基準法に適合している住宅では、阪神淡路大震災と同程度の地震においても大きな被害が生じないことが確認できた。

しかし、さらに耐震性能を向上させるためには、定量的に評価する技術開発が重要である。一般に木造住宅の破壊は接合部から発生することが多く、躯体の変形も接合部の変形によるものが大きい。また、店舗付住宅や間口の狭い住宅などでは建築基準法の規定に基づいて壁量を確保することが困難である。

本事業では以上の状況をふまえ、接合部の強度性能における定量的な評価法や木質ラーメン形式の架構法の開発を行おうとするものである。

事業の実施にあたっては関係業界や行政の協力を得て、接合部設計法委員会を設置し、接合部の部位により筋かい、梁受け・柱脚、木質ラーメンの3つの試験部会を設け活動を行った。

なお、平成7年度は接合部の強度性能評価実験に重点をおいて活動を行った。

多忙な時間を割いて、実験及び報告書のとりまとめをいただいた委員各位とこの事業にご協力をいただいた関係の皆様には厚くお礼を申し上げます。

平成8年3月

(財)日本住宅・木材技術センター
理事長 岡 勝 男

要約

木造軸組構法住宅の接合部を定量的に評価するため、柱－土台接合部について実験方法及び評価方法の標準化を目的とした強度性能評価実験を実施した。具体的には以下のとおりである。

- ①角金物CP・T、CP・L、山形プレートVPによる柱－土台接合部の引張せん断耐力を測定する場合に、土台支持間距離及び金物の配置による影響を把握するため、実験を実施して考察を行った。
- ②エースプレート、トライプレート及びYプレート金物による柱－土台接合部について引張せん断試験を実施して考察を行った。
- ③引寄せ金物、かど金物、込み栓による柱－土台、柱－基礎接合部について引張試験を実施して剛性の評価を行った。

キーワード

木造軸組構法住宅、実験方法、評価方法、引張せん断試験、スギ、ベイマツ、荷重－変位曲線、単調载荷、繰り返し载荷、剛性、最大荷重、柱－土台接合部、角金物CP・T、角金物CP・L、山形プレートVP、エースプレート、トライプレート、Yプレート金物、引寄せ金物、かど金物、込み栓、土台支持間距離、プレート釘止め式かど金物、割裂、アンカーボルト、含水率、比重、変位

目 次

	ページ
第1章 事業概要	
1 趣旨	1
2 事業の内容	1
第2章 柱脚金物強度性能評価実験－プレート釘止め式かど金物による接合	
1 はじめに	4
2 試験方法	4
3 試験結果	5
4 まとめ	8
第3章 柱脚金物強度性能評価実験－プレート釘止め式かど金物による接合	
1 はじめに	24
2 試験方法	24
3 試験結果	29
第4章 柱脚金物強度性能評価実験－引寄せ金物、かど金物、込み栓による接合	
1 はじめに	48
2 試験体概要	48
3 使用材料の含水率と比重の関係	50
4 アンカーボルト（M16）の引っ張り試験	50
5 実験結果	50
6 剛性の評価	51
7 まとめ	51

第1章 事業概要

1. 趣旨

木造軸組構法住宅は、開口部を広くとれること、設計の自由度が高いことなどの特性があるため、そのニーズは高いものがある。しかし、今年発生した阪神・淡路大震災では、倒壊など大きな被害を受けた住宅が多かったため、国民の間に、その耐震性に対する疑問感が広がっており、その需要は減少する動きを示している。

このような中で、木造軸組構法住宅に対する国民の信頼を確保するためには、その耐震性を定量的に評価し得るようにするとともに、耐震性の高い住宅を安定的に供給できるようにすることが必要で、そのための技術を開発することが緊要となっている。

木造住宅の破壊は、一般に、部材そのものから起きるのではなく接合部から発生する。また、躯体の変形も部材よりも接合部のほうがはるかに大きい。したがって、耐震性能を明らかにするとともに、木造軸組構法の耐震性を高めるためには、接合部の定量的な評価法を開発するなど接合部に関する技術開発を図ることが必要である。特に、店舗付住宅、間口の狭い住宅、開口部を広くとりたい住宅などでは、建築基準法の規定に基づいて壁量を確保することは困難な事情にあり、こうしたネックを解消するための接合方法を開発することが急がれている。

そこで、本事業では、上述のような観点から接合部の強度性能の定量的な評価法を開発するとともに、ラーメン形式の架構法の開発を行おうとするものである。

2. 事業の内容

(1) 各種接合部の強度試験

柱脚接合部、筋かいの接合部、柱梁接合部、梁・梁桁接合部の強度試験

(2) 住宅用ラーメンに関する強度試験

柱と梁の軸組のみで、水平力に耐える耐震性の高い架構を開発するための接合部強度試験

(3) 住宅用ラーメンに準じた架構に関する強度試験

幅が狭い壁、袖壁などと土台・柱・梁を接合した耐震性の高い架構を開発するための接合部強度試験

(4) 接合部の強度性能評価法及びラーメン形式による架構法の開発

(1) 及び (2) の試験成果に基づいて各種接合部の強度性能評価法を開発するとともに、ラーメン形式による架構法を開発する。

接合部設計法委員会 委員名簿

(平成7年度)

委員長	坂本 功	東京大学工学部建築学科 教授
委員	宮沢 健二	工学院大学工学部建築学科 助教授
〃	大橋 好光	東京大学工学部建築学科
〃	山口 修由	建築研究所第三研究部
〃	小松 幸平	森林総合研究所木材利用部接合研究室長
〃	軽部 正彦	森林総合研究所木材利用部接合研究室
〃	稲山 正弘	稲山建築設計事務所 代表取締役
〃	伊東 洋路	日本集成材工業協同組合（セブン工業(株)）
〃	西谷嘉寿夫	(社)全国木材組合連合会専務理事
〃	日野 壽郎	(社)日本木造住宅産業協会 技術開発部長
〃	宮越 喜彦	一級建築士事務所 木住研
〃	中野 栄吉	(社)全日本建築士会（中野工務店）

試験部会委員一覧（順不同、敬称略）

氏名	所属	試験部会名
前田典昭	北海道立林産試験場構造利用科長	筋かいWG
尾内俊夫	足利工業大学工学部建築学科講師	筋かいWG
徳田迪夫	三重大学生物資源学部木質資源工学科教授	筋かいWG
村上雅英	近畿大学理工学部建築学科専任講師	梁受け・柱脚WG
藤田 誠	愛媛県林業試験場	梁受け・柱脚WG
西内 豊	高知県工業技術センター総括主任	筋かいWG 梁受け・柱脚WG
井上正文	大分大学工学部建設工学科助教授	梁受け・柱脚WG
福留重人	鹿児島県工業技術センター主任研究員	梁受け・柱脚WG
鈴木祥之	京都大学防災研究所助教授	筋かいWG
入江康隆	宇都宮大学工学部建設学科助教授	木質ラーメンWG
秦 正徳	高岡短期大学産業工芸学科助教授	木質ラーメンWG
後藤正美	金沢工業大学建築学科助手	木質ラーメンWG
平井卓郎	北海道大学農学部森林科学科教授	梁受け・柱脚WG

筋かい試験部会（WG）	○大橋好光 前田典昭 尾内俊夫 徳田迪夫 鈴木祥之 西内 豊 宮澤健二
-------------	---

梁受け・柱脚試験部会（WG）	○村上雅英 藤田 誠 西内 豊 井上正文 福留重人 平井卓郎
----------------	---

木質ラーメン試験部会（WG）	○稲山正弘 入江康隆 秦 正徳 宮澤健二 後藤正美 小松幸平 梶部正彦
----------------	--

事業協力者の一覧（アイウエオ順）

団体名又は社名	協力委員	代表者名
(株) カナイ	山本 一成	金井 宏樹
(株) カネシン	鳥田 俊	吉田 孝志
全国LVL協会	秋山 禎孝	阿部 善政
タナカスチール工業(株)	木村 薫	田中 豊
(株) タツミ	佐藤 彰	山口 龍二
中央住宅(株)	新居 健二	中内 俊三
日本集成材工業協同組合	金子 吉汪	中島 道夫
木造住宅優良接合金物推進協議会	屋代 栄久	秋山 啓司

第2章 柱脚金物強度性能評価実験—プレート釘止め式かど金物による接合

1 はじめに

今回の試験では、柱脚金物により緊結された柱-上台間の引張せん断耐力において、試験方法（上台の支持間距離等）による影響を把握することを目的として実験を行った。その概要を報告する。

2 試験方法

試験に用いた材料はスギ、ベイマツ（105×105×3000mm）の2樹種を購入し、図1に示すとおり採材、仕口加工（短ほぞ）を行い供試材とした。脚注金物は角金物CP・T、CP・L、山形プレートVPの3種類、試験方法は両サイドに柱脚金物を取りつけたもの、一側面のみに取りつけたもの、また、一側面に柱脚金物を取りつけた柱を2本用いたものの3種類とし、上台の支持間距離を400mm、800mmの2条件で行った。なお、柱と上台は同じ樹種とした。試験体数は各条件3体ずつ、合計108体である。試験方法の概略図を図2に示す。試験は最大容量100tonfの試験機（JTトーシ製）を使用し、レンジ10tonfにてラムスピードを5mm/minの一定で単純増加型の引張荷重を負荷した。仕口部の変位は6本もしくは10本の変位計により測定し、パソコン制御のデータロガ（TDS-601）にて収録した。なお、データの取り込みは荷重5kgf毎、変位0.1mm毎とし、試験体は試験直前に作成した。

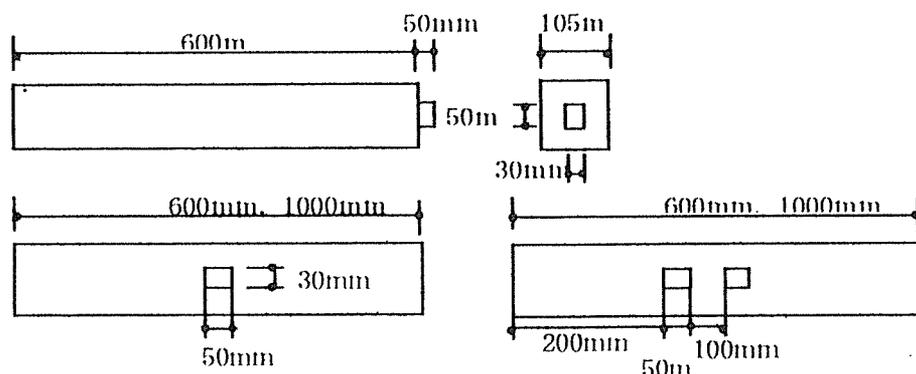
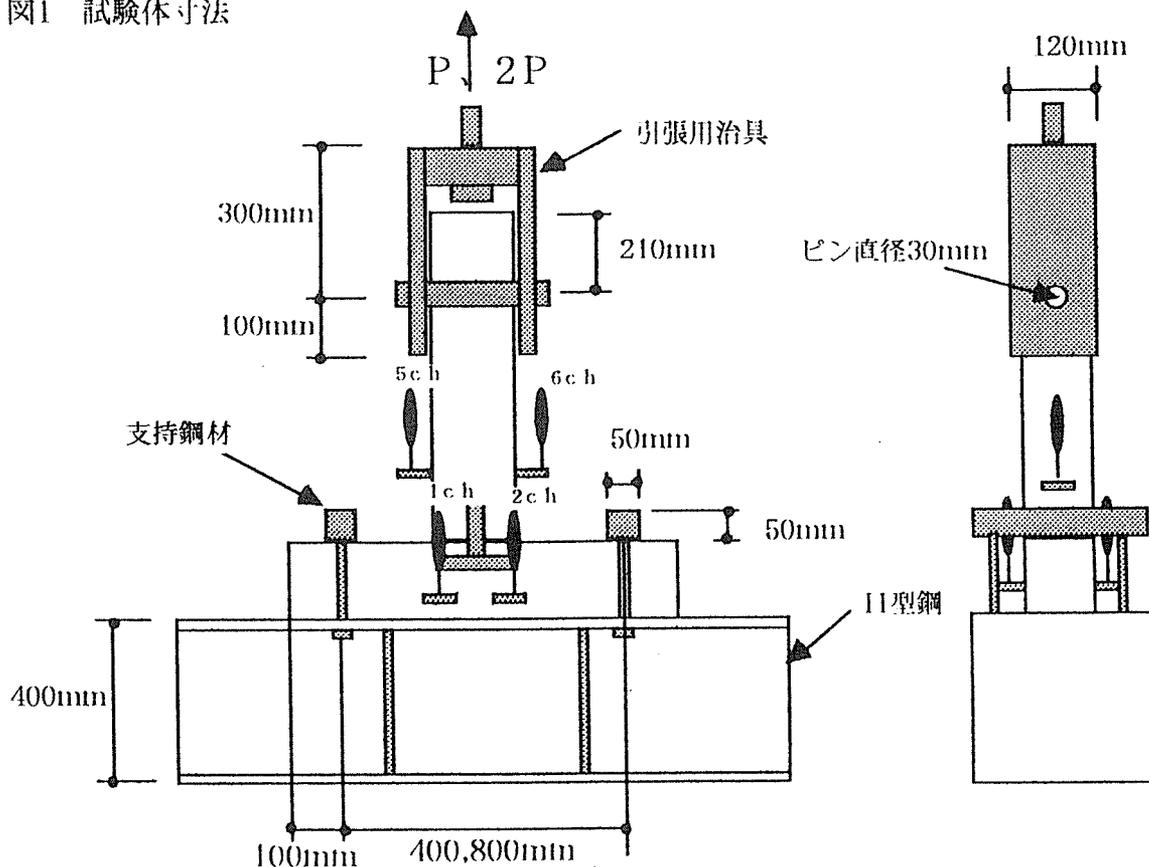


図1 試験体寸法



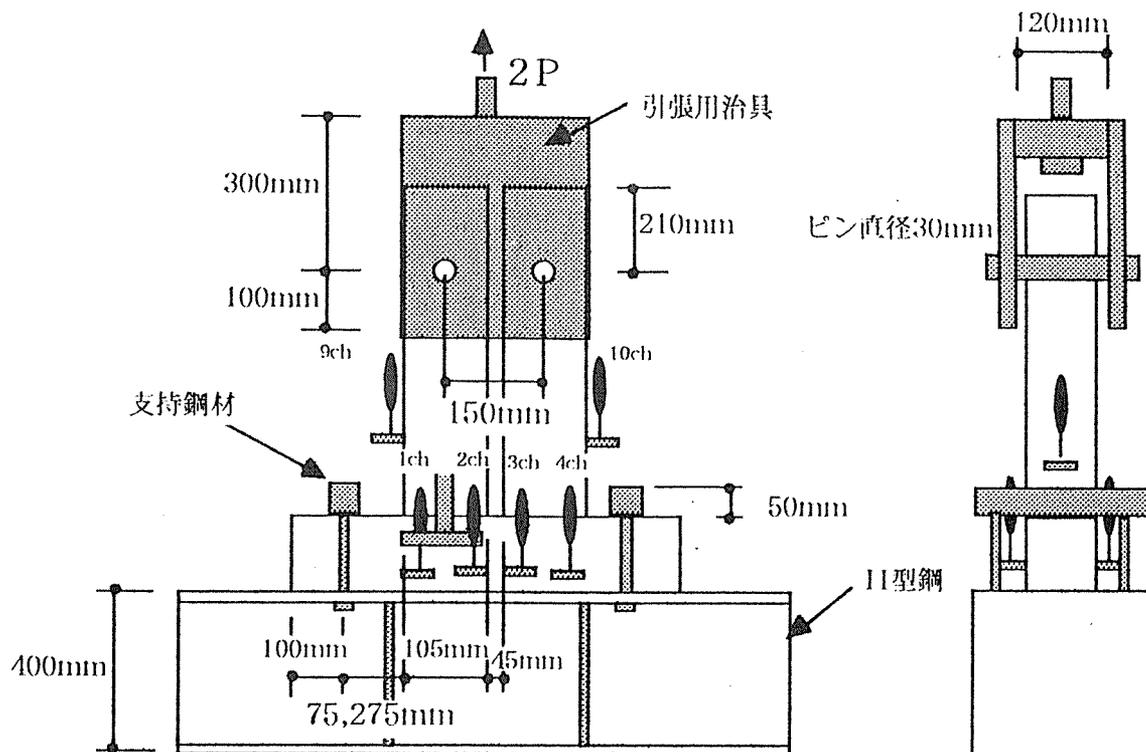


図2 試験方法

3 試験結果

3.1 上台支持間距離による影響

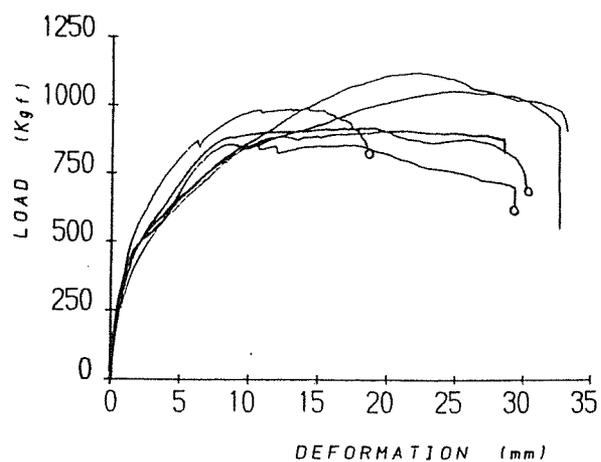
金物別に両サイドにとりつけた場合の荷重と変位の関係を図3.4.5に示す。支持間距離が400mmのCP・T、CP・Lは比例上限を過ぎた後、20mm程度変位した時点で最大荷重を示すのに対し、支持間距離800mmの試験体では比例上限を過ぎたのち、10mm程度変位した時点で最大荷重となり、その後荷重が低下しながら破壊に至るものがほとんどであった。そのため、破壊寸前での荷重は上台の支持間400mmの試験体がすべて上回っていた。各試験方法での支持間距離別の結果を3体の平均で表1に示す。

表1 支持間距離別の試験結果

(樹種：Douglas-fir)

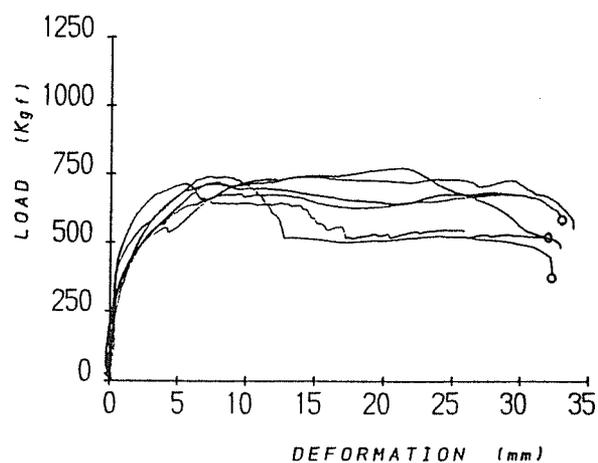
	金物の配置	支持間距離 (mm)	最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時
CP・T	片面	400	998	637	350	811	930
	片面	800	964	507	162	651	807
	両面	400	1034	397	253	577	769
	両面	800	919	414	211	636	858
CP・L	片面	400	583	397	132	433	505
	片面	800	855	497	99	551	742
	両面	400	728	378	251	564	674
	両面	800	728	469	235	689	702
VP	片面	400	1417	1160	474	1338	1299
	片面	800	1357	1122	355	1187	1053
	両面	400	970	691	727	856	889
	両面	800	928	712	577	661	665

	金物の配置	支持間距離 (mm)	最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時
CP・T	片面	400	856	447	290	684	781
	片面	800	840	421	209	618	794
	両面	400	857	522	193	665	835
	両面	800	847	418	208	612	815
CP・L	片面	400	464	326	94	391	460
	片面	800	659	454	119	493	615
	両面	400	577	302	181	462	544
	両面	800	635	386	119	504	593
VP	片面	400	1158	727	342	1051	1125
	片面	800	1256	1102	757	1136	949
	両面	400	817	669	534	665	503
	両面	800	942	686	344	844	861



○800 mm

図3 荷重と変位の関係 (CP・T)
樹種：Douglas-fir 金物の位置：両面



○800 mm

図4 荷重と変位の関係 (CP・L)
樹種：Douglas-fir 金物の位置：両面

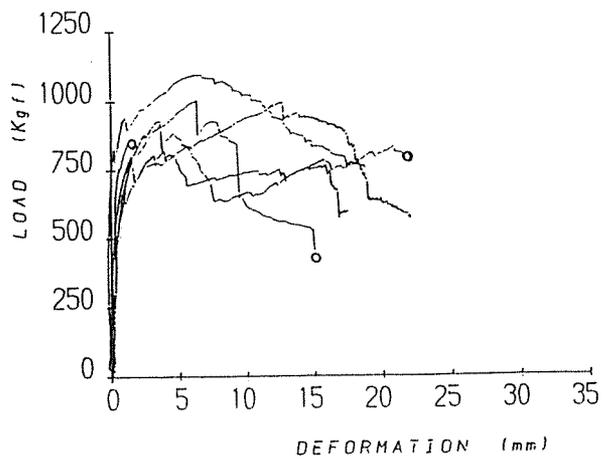


図5 荷重と変位の関係 (VP) ○800mm
 樹種：Douglas-fir 金物の位置：両面

試験体により大きくバラツキがあるものの、金物の種類に関わらず、最大荷重は支持間距離400mmが800mmを上回っており、直線域の傾きにおいても同様の傾向が窺える。CP・T、CP・Lを取り付けた試験体ではそのほとんどが、釘の引き抜けにより、最終的には金具が切断され破壊する。VP金物は釘がCN90と径が大きいため破壊形態は上台の割裂によるものがほとんどであり、上台に生じる亀裂の進展が支持部において拘束される。それにより、荷重と変位の関係に大きく影響したと思われる。

3.2 金物の配置による影響

表2に金物を以下のように取り付けた試験の結果を示す。

I 片面に取り付けたもの

II 両面に取り付けたもの

III 片面に取り付けた柱を2本並列したもの

なお、上台の支持間隔は400mm,800mmの2種類として行ったが、金物を片面に取り付けた柱を2本並列したものは図2のとおり、支持間隔は治具の関係上異なったものとなっている。そのため、荷重と変位の関係を図6～17にI、IIのみ示す。VP金物において、金物を両面に取り付けたものは釘長さが上台の幅より大きくなるため、直線域の傾きは大きいものの最大荷重と比例上限荷重は極端に低い値となっている。この傾向はスギ、ベイマツとも同様な傾向を示した。CP・T、CP・Lについては同様な傾向が看取されるものの、釘長さがVP金物より短いためばらついている。金物を片面に打ちつけた柱を2本並列した試験体は、今回の試験方法では柱が引っ張られるのみつれて傾いていくのを拘束することとなったため、最大荷重、比例上限荷重や直線域の傾きは両面に金物を取り付けた試験体に近い値となった。全試験体の結果は巻末資料に記載している。

4 まとめ

1. 試験体によりバラツキが大きく、はっきりとはしないが、上台支持間距離の短い試験体では直線域の傾きが大きく、最大荷重時の変位は小さくなる傾向が窺えた。また、VP金物において、最大荷重は支持間距離400mmより800mmの方が高い値を示した。

2. 金物の取付け条件では両サイドに取り付けた試験体では最大荷重、比例上限荷重とも小さくなる傾向が窺え、これはVP金物において顕著であった。

(文責：藤田 誠)

表2 試験結果 (金物の配置による影響)

(樹種: Douglas-fir)

	金物の配置	支持間距離 (mm)	最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時
CP・T	片面	400	998	637	350	811	930
	両面	400	1034	397	253	577	769
	片面2本	400	975	554	262	769	837
	片面	800	964	507	162	651	807
	両面	800	919	414	211	636	858
	片面2本	800	849	546	181	716	—
CP・L	片面	400	583	397	132	433	505
	両面	400	728	378	251	564	674
	片面2本	400	666	382	149	479	606
	片面	800	855	497	99	551	742
	両面	800	728	469	235	689	702
	片面2本	800	689	406	141	489	611
VP	片面	400	1417	1160	474	1338	1299
	両面	400	970	691	727	856	889
	片面2本	400	862	572	255	704	767
	片面	800	1357	1122	355	1187	1053
	両面	800	928	712	577	661	665
	片面2本	800	953	691	263	846	899

(樹種: スギ)

	金物の配置	支持間距離 (mm)	最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時
CP・T	片面	400	856	447	290	684	781
	両面	400	857	522	193	665	835
	片面2本	400	849	546	181	716	—
	片面	800	840	421	209	618	794
	両面	800	847	418	208	612	815
	片面2本	800	835	442	150	570	741
CP・L	片面	400	464	326	94	391	460
	両面	400	577	302	181	462	544
	片面2本	400	467	320	68	356	421
	片面	800	659	454	119	493	615
	両面	800	635	386	119	504	593
	片面2本	800	531	380	109	423	500
VP	片面	400	1158	727	342	1051	1125
	両面	400	817	669	534	665	503
	片面2本	400	675	459	367	722	—
	片面	800	1256	1102	757	1136	949
	両面	800	942	686	344	844	861
	片面2本	800	719	521	231	654	678

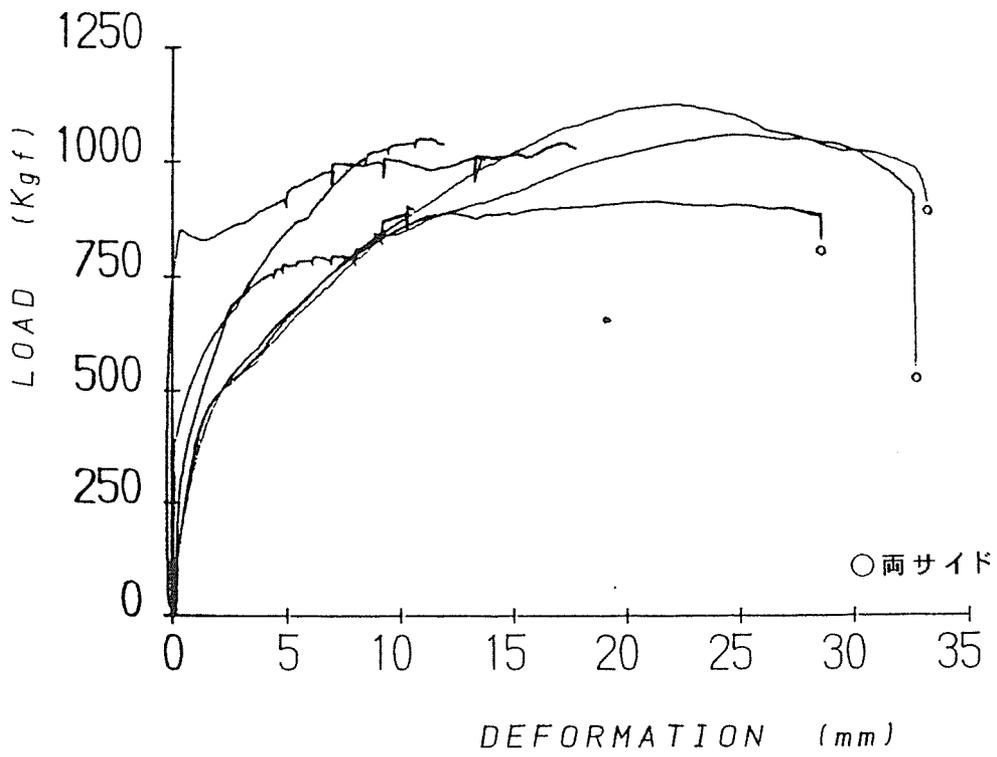


図6.荷重と変位の関係

金物：CP・T 樹種：Douglas-fir 土台支持間距離：400mm

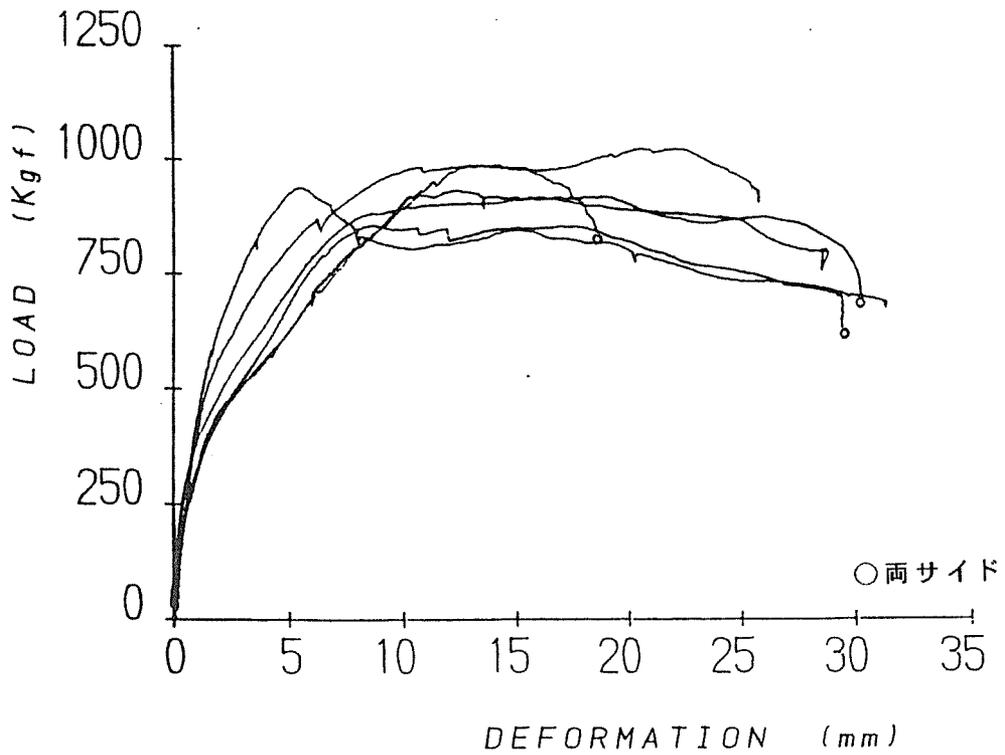


図7.荷重と変位の関係

金物：CP・T 樹種：Douglas-fir 土台支持間距離：800mm

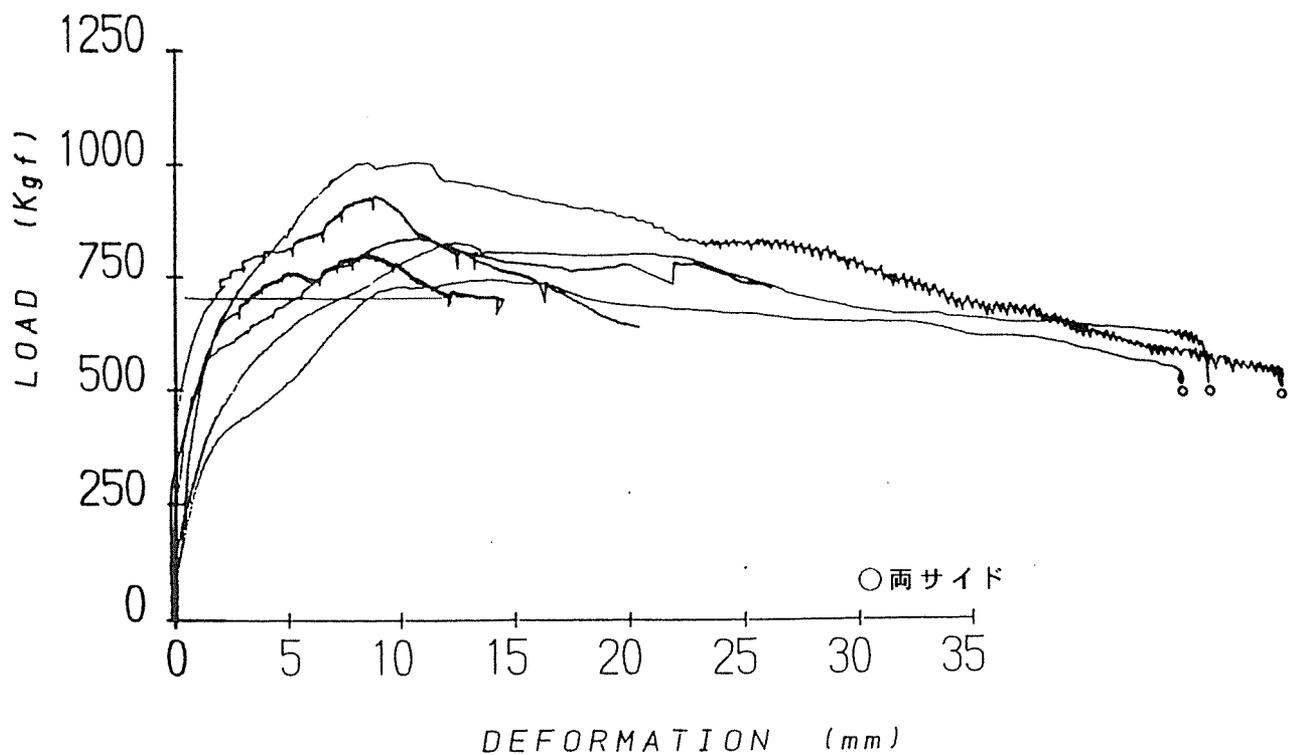


図8.荷重と変位の関係

金物：CP・T 樹種：スギ

上台支持間距離:400mm

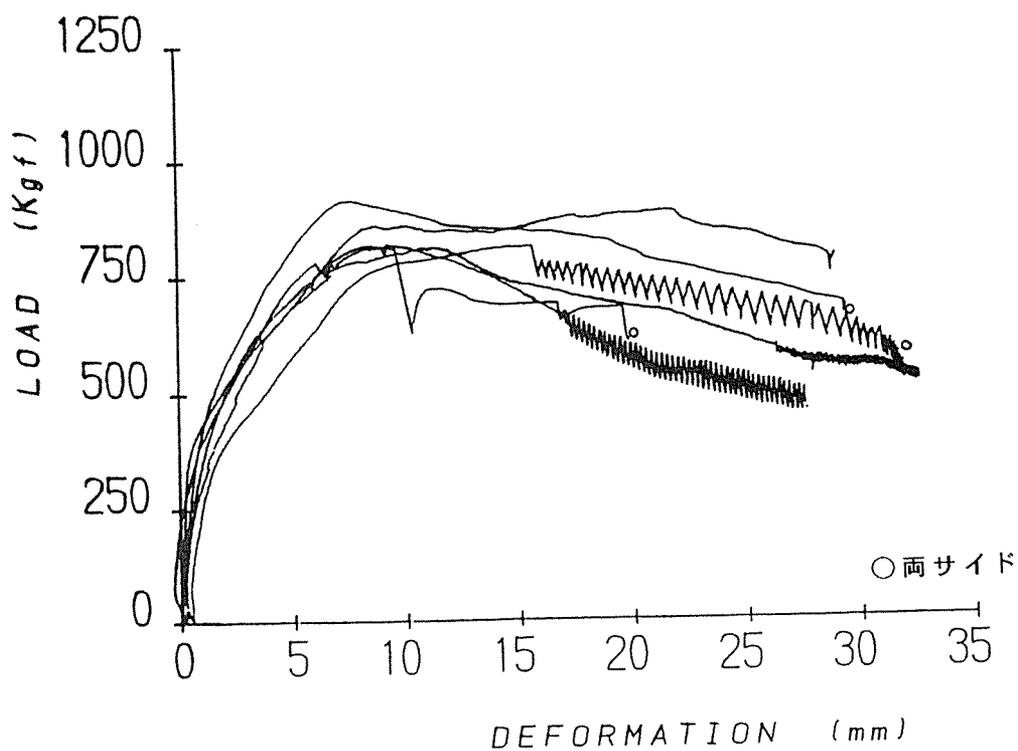


図9.荷重と変位の関係

金物：CP・T 樹種：スギ

上台支持間距離:800mm

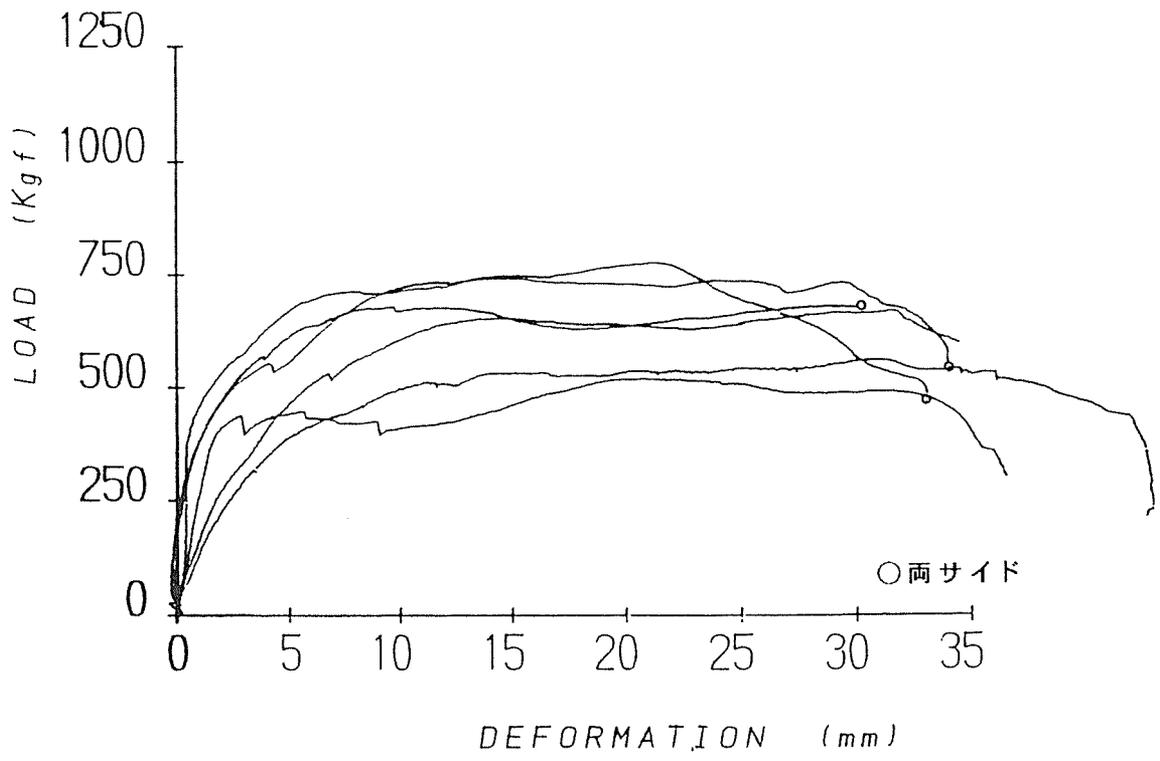


図10.荷重と変位の関
 金物：C P・L 樹種：Douglas-fir 上台支持間距離:400mm

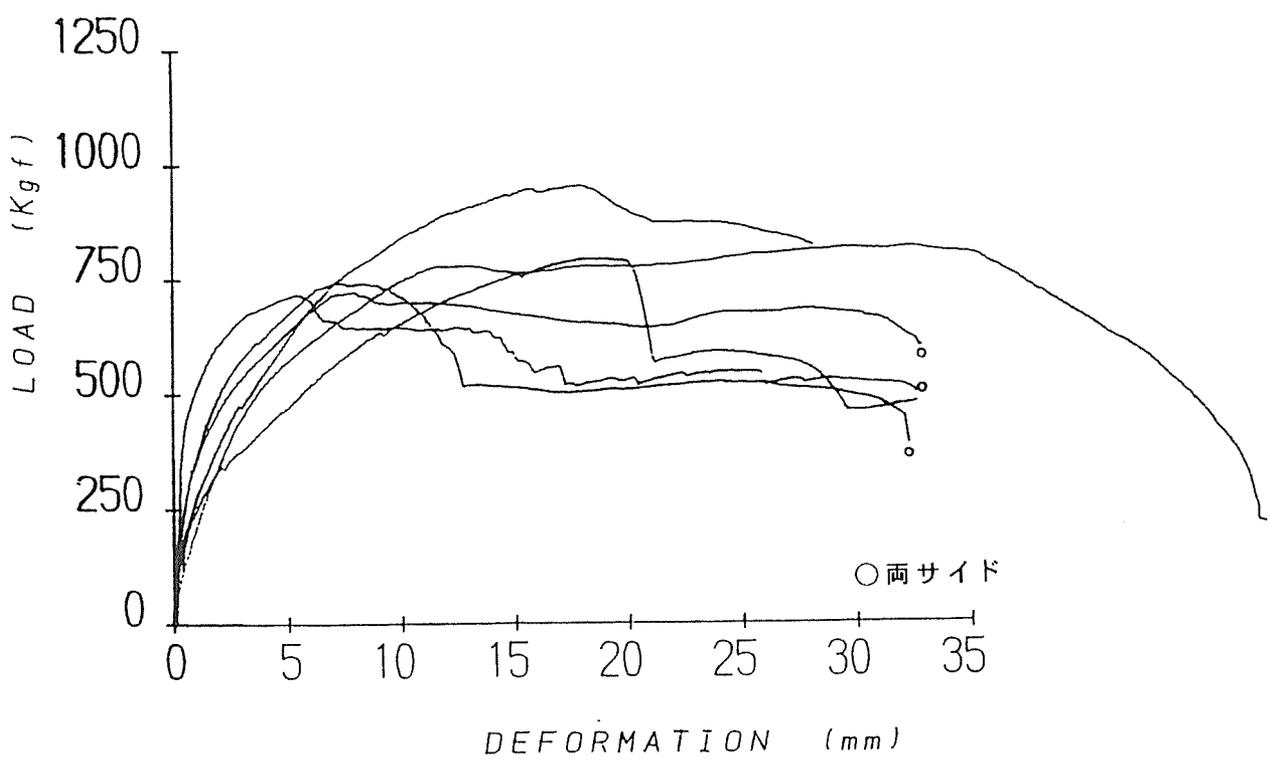


図11.荷重と変位の関
 金物：C P・L 樹種：Douglas-fir 上台支持間距離:800mm

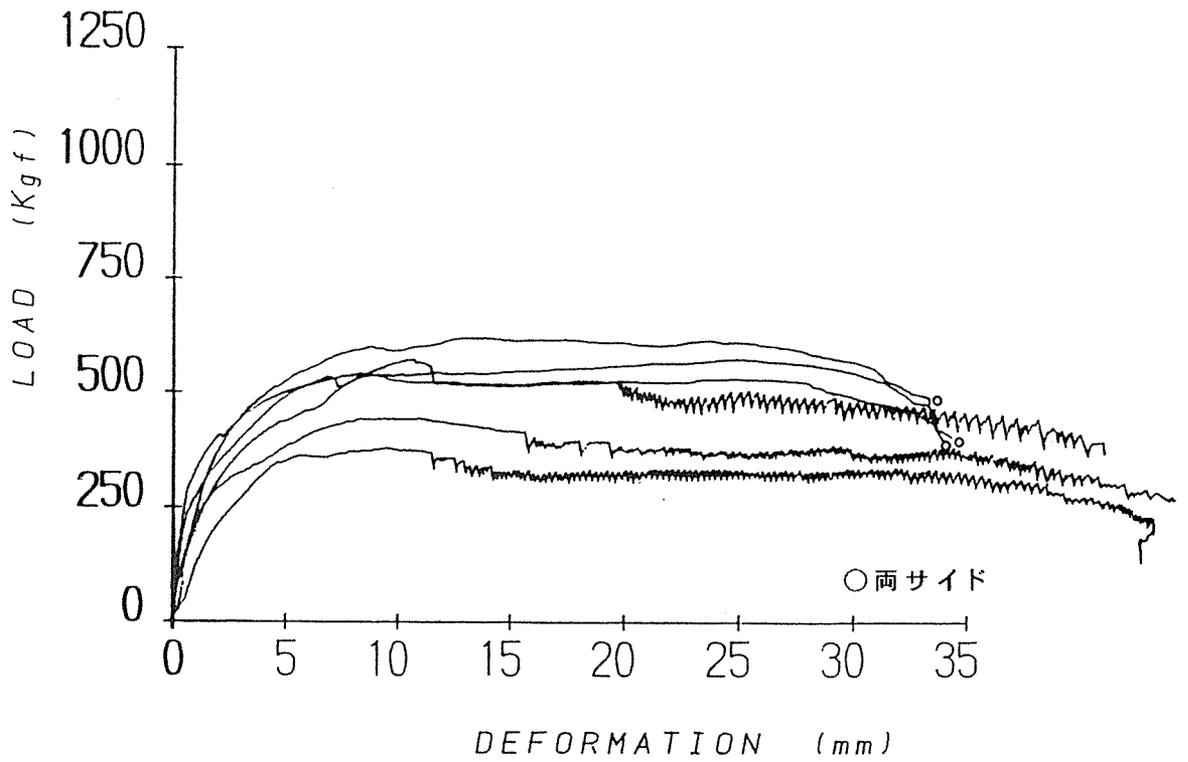


図12.荷重と変位の関

金物：CP・L 樹種：スギ

上台支持間距離:400mm

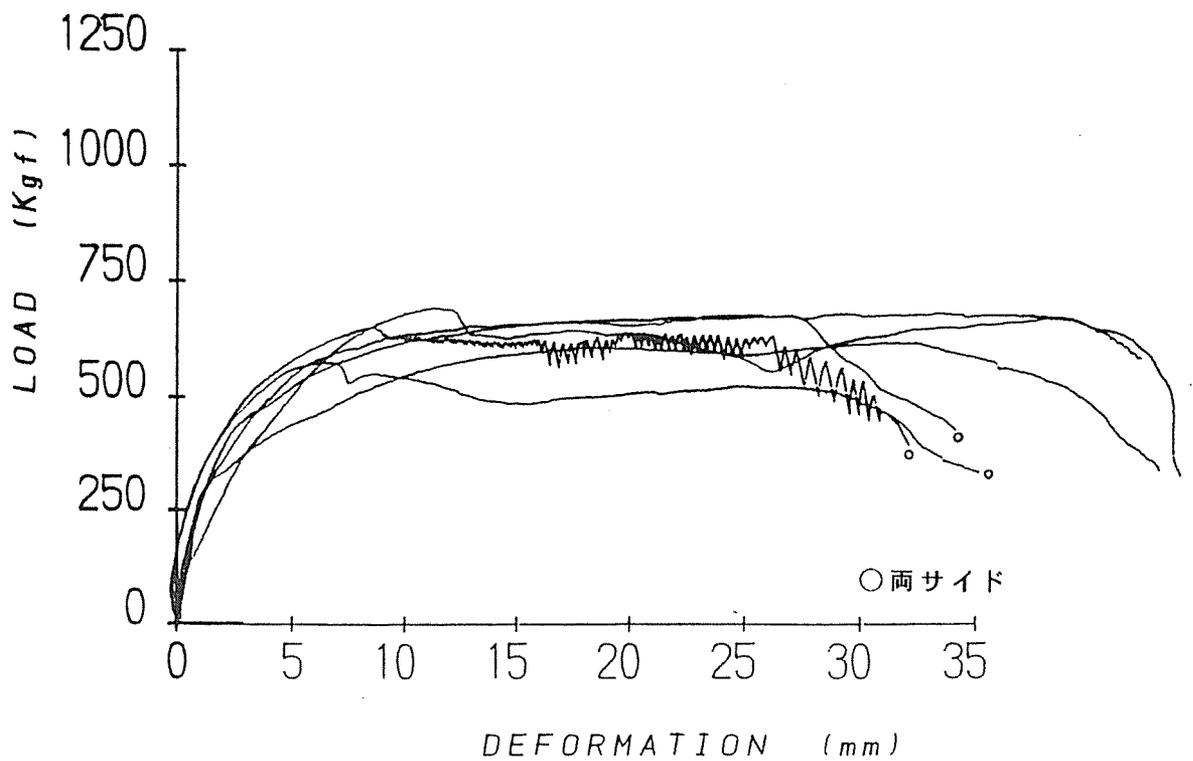


図13.荷重と変位の関

金物：CP・L 樹種：スギ

上台支持間距離:800mm

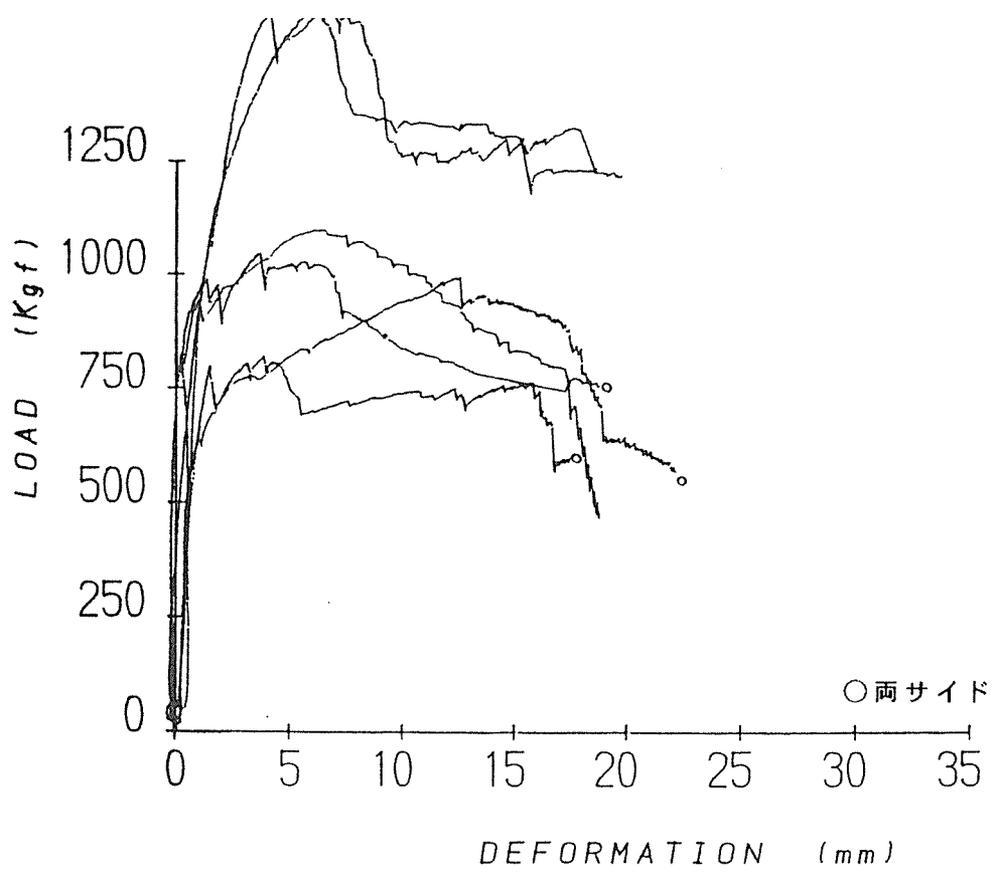


図14.荷重と変位の関

金物：VP 樹種：Douglas-fir 上台支持間距離：400mm

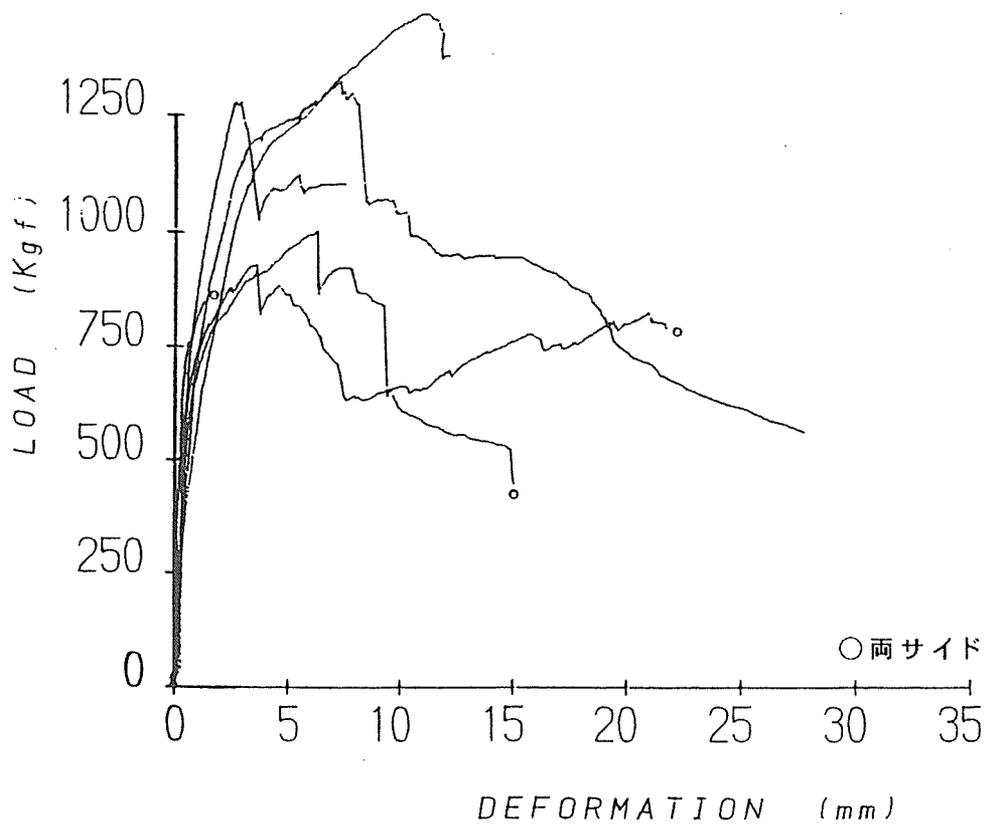


図15.荷重と変位の関

金物：VP 樹種：Douglas-fir 上台支持間距離：800mm

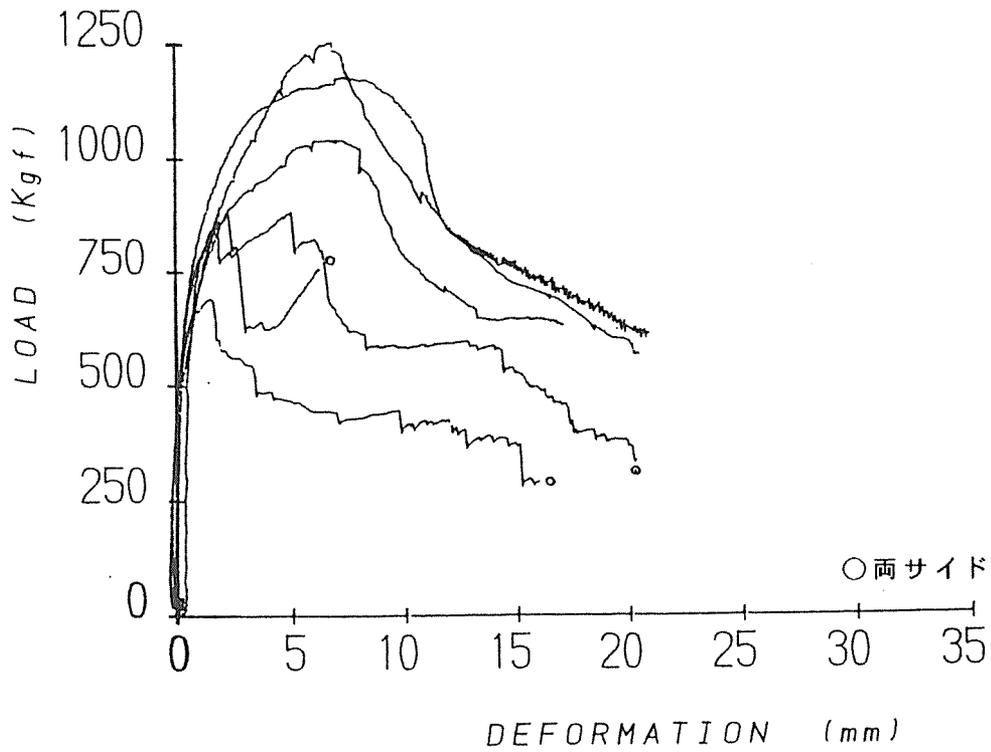


図16.荷重と変位の関

金物：VP

樹種：スギ

土台支持間距離:400mm

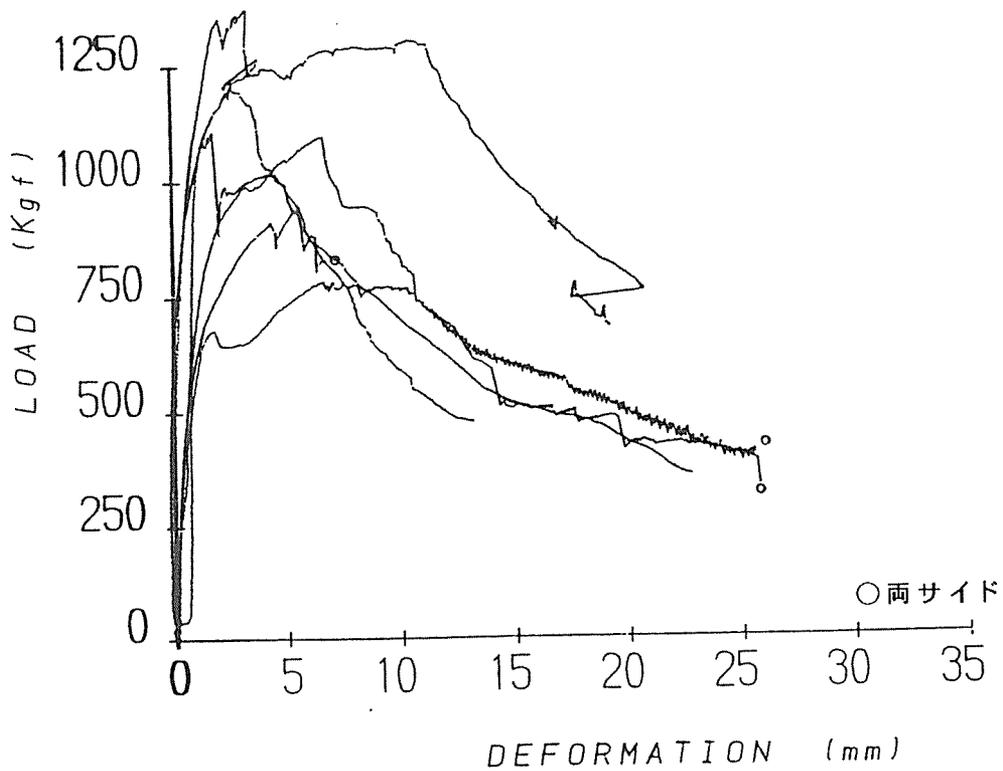


図17.荷重と変位の関

金物：VP

樹種：スギ

土台支持間距離:800mm

試験体番号

金物の種類

TH= CP. T S= スギ 1051 枝番

VP= VP D= ベイマツ

CL= CP. L

金物の種類	金物の位置	土台支持 間距離	樹種	試験体番号	
CP. T	片側	400	スギ	THS1051~1053	
	片側	400	ベイマツ	THD1051~1053	
	両側	400	スギ	THS1054~1056	
	両側	400	ベイマツ	THD1054~1056	
	片側柱2本	400	スギ	THS10516~10518	
	片側柱2本	400	ベイマツ	THD10519~10521	
	片側	800	スギ	THS1057~1059	
	片側	800	ベイマツ	THD10510~10512	
	両側	800	スギ	THS10510~10512	
	両側	800	ベイマツ	THD10513~10515	
	片側柱2本	800	スギ	THS10513~10515	
	片側柱2本	800	ベイマツ	THD10516~10518	
	金物の種類	金物の位置	土台支持 間距離	樹種	試験体番号
	CP. L	片側	400	スギ	CLS1051~1053
片側		400	ベイマツ	CLD1051~1053	
両側		400	スギ	CLS1054~1056	
両側		400	ベイマツ	CLD1054~1056	
片側柱2本		400	スギ	CLS10516~10518	
片側柱2本		400	ベイマツ	CLD10519~10521	
片側		800	スギ	CLS1057~1059	
片側		800	ベイマツ	CLD1057~1059	
両側		800	スギ	CLS10510~10512	
両側		800	ベイマツ	CLD10510~10512	
片側柱2本		800	スギ	CLS10513~10515	
片側柱2本		800	ベイマツ	CLD10516~10518	
金物の種類		金物の位置	土台支持 間距離	樹種	試験体番号
VP		片側	400	スギ	VPS1051~1053
	片側	400	ベイマツ	VPD1051~1053	
	両側	400	スギ	VPS1054~1056	
	両側	400	ベイマツ	VPD1054~1056	
	片側柱2本	400	スギ	VPS10516~10518	
	片側柱2本	400	ベイマツ	VPD10519~10521	
	片側	800	スギ	VPS1057~1059	
	片側	800	ベイマツ	VPD1057~1059	
	両側	800	スギ	VPS10510~10512	
	両側	800	ベイマツ	VPD10510~10512	
	片側柱2本	800	スギ	VPS10513~10515	
	片側柱2本	800	ベイマツ	VPD10516~10518	

試験体NO	柱				土台				最大荷重 (kg f)	比例上限荷重 (kg f)	直線域の傾き (kg f/mm)	5mm変位時 (kg f)	10mm変位時 (kg f)	
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅						
THD1051	0.52	0.50	11.53				0.52	0.19	12.30	1050	565	172	816	1000
THD1052	0.49	0.71	11.68				0.50	0.18	11.89	902	545	216	751	813
THD1053	0.50	0.44	10.94				0.52	0.46	12.96	1041	801	662	866	978
AVE	0.50	0.55	11.38				0.51	0.28	12.38	998	637	350	811	930
THD1054	0.46	0.63	12.07				0.52	0.20	12.15	914	402	248	569	761
THD1055	0.43	0.56	11.57				0.46	0.56	11.23	1061	410	211	588	769
THD1056	0.54	0.55	11.90				0.61	0.34	11.97	1126	378	299	573	777
AVE	0.48	0.58	11.85				0.53	0.37	11.78	1034	397	253	577	769
THD1057	0.48	0.71	12.68				0.55	0.83	12.60	1091	448	438	597	832
THD1058	0.53	0.71	11.79				0.48	0.37	12.44	732	399	117	508	718
THD1059	0.48	0.71	12.28				0.46	0.34	12.54	806	335	164	507	703
AVE	0.50	0.71	12.25				0.50	0.51	12.53	876	394	240	537	751
THD10510	0.41	0.83	12.42				0.61	0.24	12.70	931	439	138	546	769
THD10511	0.54	0.83	12.92				0.57	0.21	12.71	1023	446	134	551	795
THD10512	0.47	0.63	12.13				0.47	0.67	12.76	938	636	213	855	857
AVE	0.48	0.76	12.49				0.55	0.37	12.72	964	507	162	651	807
THD10513	0.46	0.83	11.99				0.41	0.71	12.74	917	413	171	592	834
THD10514	0.46	0.20	12.16				0.50	0.53	12.45	986	457	275	728	905
THD10515	0.58	0.24	11.74				0.40	0.71	12.65	854	372	186	589	834
AVE	0.50	0.42	11.97				0.44	0.65	12.61	919	414	211	636	858
THD10516	0.47	0.33	12.00	0.56	0.83	11.79	0.43	0.63	13.06	916	461	255	829	
THD10517	0.60	0.42	11.63	0.45	0.34	11.53	0.45	0.63	12.68	692	555	92	597	
THD10518	0.63	0.38	11.53	0.52	0.83	11.65	0.51	0.59	13.03	938	622	195	721	
AVE	0.57	0.38	11.72	0.51	0.67	11.66	0.46	0.61	12.92	849	546	181	716	

試験体NO	柱						土台						最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時 (kgf)
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率					
THD10519	0.39	0.45	4.64	0.47	0.45	11.19	0.51	0.45	11.93	1014	718	280	1007				
THD10520	0.51	0.24	11.90	0.49	0.71	12.10	0.37	0.55	12.96	956	571	304	766	929			
THD10521	0.47	0.23	11.74	0.49	0.63	11.42	0.52	0.71	12.73	956	373	202	534	745			
AVE	0.45	0.30	9.43	0.49	0.60	11.57	0.47	0.57	12.54	975	554	262	769	837			
THS1051	0.42	0.42	11.38				0.41	0.45	9.67	932	532	318	765	841			
THS1052	0.37	0.56	11.73				0.42	0.42	12.52	802	311	388	669	745			
THS1053	0.36	0.50	10.79				0.37	0.36	12.33	835	498	163	618	756			
AVE	0.38	0.49	11.30				0.40	0.41	11.51	856	447	290	684	781			
THS1054	0.39	0.56	11.06				0.44	0.31	10.89	1003	610	311	847	999			
THS1055	0.41	0.56	9.74				0.37	0.26	9.49	743	405	144	517	727			
THS1056	0.39	0.56	11.06				0.44	0.31	10.89	824	550	124	632	779			
AVE	0.40	0.56	10.62				0.41	0.29	10.43	857	522	193	665	835			
THS1057	0.38	0.38	11.39				0.38	0.33	12.07	811	438	129	622	780			
THS1058	0.38	0.38	9.40				0.36	0.34	11.01	889	388	337	615	819			
THS1059	0.39	0.56	9.80				0.36	0.50	14.08	820	436	161	616	782			
AVE	0.38	0.44	10.20				0.37	0.39	12.39	840	421	209	618	794			
THS10510	0.41	0.50	12.96				0.43	0.26	11.62	812	364	201	500	732			
THS10511	0.40	0.29	11.55				0.39	0.32	12.23	913	489	215	696	911			
THS10512	0.47	0.45	9.95				0.41	0.43	10.16	815	400	208	640	803			
AVE	0.43	0.42	11.49				0.41	0.34	11.34	847	418	208	612	815			
THS10513	0.38	0.20	11.22	0.45	0.28	11.72	0.49	0.38	9.76	904	413	125	543	749			
THS10514	0.41	0.42	9.99	0.38	0.45	12.42	0.47	0.50	11.36	884	472	230	642	788			
THS10515	0.39	0.42	9.86	0.38	0.36	10.49	0.44	0.50	10.33	716	440	95	524	686			
AVE	0.39	0.34	10.36	0.41	0.36	11.54	0.47	0.46	10.48	835	442	150	570	741			

試験体NO	柱						土台						直線域の傾き (k g f / mm)	5mm変位時 (k g f)	10mm変位時 (k g f)
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	最大荷重 (k g f)	比例上限荷重 (k g f)				
	0.38	0.28	12.64	0.36	0.57	12.42	0.36	0.56	12.56	653	390	182			
THS10516	0.38	0.28	12.64	0.36	0.57	12.42	0.36	0.56	12.56	653	390	182	490	615	
THS10517	0.41	0.38	11.12	0.37	0.36	10.81	0.38	0.33	10.82	722	374	287	541	700	
THS10518	0.39	0.31	12.86	0.38	0.28	10.98	0.46	0.31	12.25	719	505	80	524	605	
AVE	0.39	0.32	12.21	0.37	0.40	11.40	0.40	0.40	11.88	698	423	183	518	640	
VPD1051	0.49	0.45	11.74				0.54	0.70	12.63	1613	1081	561	1435	1380	
VPD1052	0.58	0.45	12.00				0.63	0.37	11.88	1046	946	593	1019	961	
VPD1053	0.50	0.38	6.72				0.51	0.66	11.67	1592	1452	269	1561	1556	
AVE	0.52	0.43	10.15				0.56	0.58	12.06	1417	1160	474	1338	1299	
VPD1054	0.53	0.28	11.00				0.50	0.77	11.92	993	746	399	768	869	
VPD1055	0.53	0.63	12.11				0.53	0.71	12.22	821	618	524	790	712	
VPD1056	0.47	0.83	11.38				0.56	0.76	11.98	1097	710	1259	1011	1085	
AVE	0.51	0.58	11.50				0.53	0.75	12.04	970	691	727	856	889	
VPD1057	0.48	0.50	22.57				0.57	0.40	12.52	1323	1084	294	1219	1038	
VPD1058	0.55	0.45	6.83				0.57	0.15	18.32	1468	1109	333	1239	1440	
VPD1059	0.52	0.42	12.21				0.41	0.77	12.24	1279	1173	439	1102	681	
AVE	0.52	0.46	13.87				0.52	0.44	14.36	1357	1122	355	1187	1053	
VPD10510	0.50	0.42	12.57				0.67	0.31	11.84	930	735	423		714	
VPD10511	0.49	0.50	12.24				0.50	0.33	12.28	849	711	932	410	356	
VPD10512	0.52	0.50	11.97				0.60	0.27	11.68	1005	689	376	911	926	
AVE	0.50	0.47	12.26				0.59	0.31	11.93	928	712	577	661	665	
VPD10513	0.64	0.82	12.02				0.60	0.82	11.95	1253	1024	345	1169	1143	
VPD10514	0.51	0.83	12.48				0.59	0.83	12.12	1414	1023	294	1197	1406	
VPD10515	0.48	0.83	11.20				0.50	0.22	11.45	1580	1029	452	1270	1432	
AVE	0.54	0.83	11.90				0.57	0.62	11.84	1416	1025	364	1212	1327	

試験体NO	柱						土台						最大荷重 (k g f)	比例上限荷重 (k g f)	直線域の傾き (k g f / mm)	5mm変位時 (k g f)	10mm変位時 (k g f)
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率					
VPD10516	0.44	0.71	13.04	0.44	0.83	11.46	0.61	0.41	12.71	978	708	405	933				
VPD10517	0.56	0.30	11.38	0.79	0.29	11.52	0.49	0.27	13.02	1139	808	226	931	1111			
VPD10518	0.51	0.31	11.81	0.51	0.31	11.87	0.43	0.56	12.66	743	558	158	675	687			
AVE	0.50	0.44	12.08	0.58	0.48	11.61	0.51	0.41	12.80	953	691	263	846	899			
VPD10519	0.53	0.33	11.48	0.51	0.63	11.44	0.50	0.62	12.55	816	532	334					
VPD10520	0.49	0.18	11.48	0.42	0.63	11.97	0.44	0.72	12.41	871	557	230	704	767			
VPD10521	0.42	0.63	12.01	0.45	0.71	11.39	0.49	0.19	12.58	898	628	202					
AVE	0.48	0.38	11.65	0.46	0.65	11.60	0.48	0.51	12.51	862	572	255	704	767			
VPS1051	0.37	0.50	9.89				0.42	0.40	10.87	1253	678	370	1108	1167			
VPS1052	0.36	0.56	11.60				0.40	0.37	10.45	1041	727	262	954	1034			
VPS1053	0.44	0.36	10.17				0.47	0.29	10.35	1179	777	393	1090	1175			
AVE	0.39	0.47	10.56				0.43	0.35	10.56	1158	727	342	1051	1125			
VPS1054	0.39	0.71	11.33				0.38	0.27	11.64	882	731	528	821	669			
VPS1055	0.34	0.71	9.99				0.38	0.32	12.26	692	566	708	544	440			
VPS1056	0.33	0.71	9.80				0.45	0.30	12.32	878	709	367	631	400			
AVE	0.35	0.71	10.37				0.40	0.30	12.07	817	669	534	665	503			
VPS1057	0.42	0.38	12.60				0.47	0.43	10.44	1108	1038	1342	1005	759			
VPS1058	0.42	0.63	10.88				0.45	0.31	9.71	1357	1242	462	1168	800			
VPS1059	0.32	0.71	10.52				0.41	0.25	10.07	1304	1026	468	1234	1288			
AVE	0.39	0.57	11.33				0.44	0.33	10.07	1256	1102	757	1136	949			
VPS10510	0.41	0.42	10.17				0.44	0.31	11.39	1097	791	395	990	956			
VPS10511	0.40	0.50	11.78				0.40	0.33	10.81	945	644	343	878				
VPS10512	0.38	0.50	11.75				0.44	0.27	11.87	784	622	293	664	766			
AVE	0.40	0.47	11.23				0.42	0.30	11.36	942	686	344	844	861			

試験体NO	柱				土台				最大荷重 (kgf)	比例上限荷重 (kgf)	直線域の傾き (kgf/mm)	5mm変位時 (kgf)	10mm変位時 (kgf)	
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅						
VPS10513	0.37	0.71	12.12	0.39	0.45	10.10	0.35	0.50	12.35	641	466	168	543	
VPS10514	0.37	0.38	12.32	0.37	0.36	10.68	0.38	0.50	9.57	746	557	163	668	745
VPS10515	0.44	0.23	11.49	0.35	0.56	12.54	0.45	0.38	11.21	770	540	363	750	611
AVE	0.39	0.44	11.98	0.37	0.46	11.11	0.39	0.46	11.05	719	521	231	654	678
VPS10516	0.36	0.71	13.03	0.41	0.33	10.43	0.37	0.71	12.89	586	448	347		
VPS10517	0.44	0.50	13.13	0.34	0.63	12.24	0.32	0.71	14.04	739	374	495	722	
VPS10518	0.46	0.36	8.96	0.34	0.45	12.29	0.42	0.56	12.97	701	554	260		
AVE	0.42	0.52	11.71	0.36	0.47	11.65	0.37	0.66	13.30	675	459	367	722	#DIV/0!
CLD1051	0.50	0.63	12.55				0.56	0.83	11.65	670	493	71	465	606
CLD1052	0.52	0.36	12.55				0.38	0.71	13.31	519	348	248	442	411
CLD1053	0.45	0.39	11.85				0.47	0.50	13.08	561	351	76	391	498
AVE	0.49	0.46	12.32				0.47	0.68	12.68	583	397	132	433	505
CLD1054	0.49	0.63	11.96				0.54	0.18	12.08	676	335	178	555	656
CLD1055	0.48	0.46	12.17				0.52	0.59	12.47	771	402	426	597	708
CLD1056	0.46	0.50	12.42				0.59	0.34	12.10	737	398	148	539	657
AVE	0.48	0.53	12.19				0.55	0.37	12.22	728	378	251	564	674
CLD1057	0.57	0.63	11.83				0.48	0.42	12.15	793	436	73	467	650
CLD1058	0.54	0.31	12.39				0.51	0.36	12.24	819	499	116	568	742
CLD1059	0.54	0.45	12.15				0.54	0.45	12.01	954	555	107	618	835
AVE	0.55	0.46	12.12				0.51	0.41	12.13	855	497	99	551	742
CLD10510	0.55	0.83	12.35				0.57	0.50	12.03	743	475	153	614	743
CLD10511	0.48	0.50	11.91				0.55	0.36	12.19	723	435	134	575	718
CLD10512	0.47	0.63	11.89				0.55	0.42	12.03	718	496	235	689	644
AVE	0.50	0.65	12.05				0.55	0.42	12.08	728	469	174	626	702

試験体NO	柱				土台				最大荷重 (kg f)	比例上限荷重 (kg f)	直線域の傾き (kg f/mm)	5mm変位時 (kg f)	10mm変位時 (kg f)
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅					
CLD10513	0.46	0.18	11.78				0.45	0.36	12.38	736	406	609	656
CLD10514	0.38	0.55	12.64				0.54	0.55	12.47	705	597	666	702
CLD10515	0.46	0.24	11.62				0.50	0.28	13.07	694	393	550	684
AVE	0.43	0.32	12.02				0.50	0.40	12.64	712	465	608	681
CLD10516	0.51	0.82	11.76	0.48	0.71	11.30	0.50	0.38	12.19	693	454	479	620
CLD10517	0.50	0.62	11.95	0.45	0.36	11.65	0.52	0.45	11.84	658	367	437	545
CLD10518	0.49	0.38	12.16	0.43	0.83	11.74	0.44	0.82	12.27	716	397	552	667
AVE	0.50	0.60	11.96	0.46	0.63	11.56	0.49	0.55	12.10	689	406	489	611
CLD10519	0.44	0.63	11.59	0.46	0.18	11.48	0.49	0.16	13.14	662	318	488	636
CLD10520	0.47	0.16	11.72	0.48	0.50	11.63	0.49	0.31	12.98	707	430	508	619
CLD10521	0.37	0.71	12.28	0.51	0.54	12.24	0.51	0.63	12.80	629	399	440	564
AVE	0.43	0.50	11.86	0.48	0.41	11.79	0.49	0.37	12.97	666	382	479	606
CL S1051	0.41	0.50	11.05				0.45	0.45	12.53	570	376	438	566
CL S1052	0.41	0.42	13.54				0.41	0.50	10.91	444	301	384	441
CL S1053	0.36	0.63	12.91				0.40	0.56	14.13	379	300	352	373
AVE	0.39	0.52	12.50				0.42	0.50	12.52	464	326	391	460
CL S1054	0.42	0.83	12.83				0.38	0.42	10.82	576	291	467	532
CL S1055	0.35	0.42	10.02				0.43	0.31	12.65	536	267	430	515
CL S1056	0.37	0.42	10.67				0.41	0.33	11.98	620	347	488	585
AVE	0.38	0.56	11.17				0.41	0.35	11.82	577	302	462	544
CL S1057	0.40	0.31	11.39				0.45	0.19	10.36	676	503	543	631
CL S1058	0.39	0.57	13.39				0.43	0.36	11.46	689	541	498	674
CL S1059	0.36	0.63	13.85				0.37	0.36	10.97	612	317	437	541
AVE	0.38	0.50	12.88				0.42	0.30	10.93	659	454	493	615

試験体NO	柱						土台						直線域の傾き (k g f /mm)	5mm変位時 (k g f)	10mm変位時 (k g f)
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率			
CLS10510	0.42	0.45	10.19				0.48	0.29	11.87	576	411	105	512	560	
CLS10511	0.35	0.50	13.03				0.35	0.56	9.70	678	344	136	473	581	
CLS10512	0.47	0.50	12.19				0.44	0.29	11.47	652	403	117	527	639	
AVE	0.41	0.48	11.80				0.42	0.38	11.01	635	386	119	504	593	
CLS10513	0.39	0.42	12.59	0.41	0.45	10.91	0.45	0.45	9.60	611	469	68	452	557	
CLS10514	0.42	0.50	10.71	0.35	0.45	9.13	0.41	0.63	10.60	494	369	200	466	488	
CLS10515	0.39	0.71	12.38	0.35	0.71	12.88	0.33	0.71	14.34	487	302	60	352	456	
AVE	0.40	0.54	11.89	0.37	0.54	10.97	0.39	0.60	11.51	531	380	109	423	500	
CLS10516	0.41	0.63	12.16	0.36	0.64	11.86	0.33	0.63	13.74	402	323	58	350	400	
CLS10517	0.39	0.21	10.57	0.40	0.45	11.89	0.43	0.24	12.44	574	310	88	382	461	
CLS10518	0.41	0.29	9.24	0.39	0.18	10.96	0.36	0.63	12.98	426	328	59	336	402	
AVE	0.40	0.38	10.66	0.38	0.42	11.57	0.37	0.50	13.05	467	320	68	356	421	

第3章 柱脚金物強度性能評価実験—プレート釘止め式かど金物による接合

1. はじめに

在来軸組構法による木造住宅の構造設計を進める上では、耐力壁回りの柱と土台及び横架材との接合部の剛性、許容耐力のデータが必要となる。現在、柱脚部についても各種接合金物が開発されており、強度性能に関する体系的なデータ収集及び評価方法の確立が求められている。

本報告書では、釘止めによるプレート式の柱脚金物を用いた柱-土台接合部の引張せん断試験を行い、剛性、耐力ならびに粘りについての評価を行った。また、土台の支持間距離の破壊形態及び変形性能に及ぼす影響について検討した。

2. 試験方法

2-1 供試金物

供試金物としてはプレート式で、表面から釘止めし、接合するタイプの柱脚金物を3種類用いた。

これらの金物は、柱と横架材との接合面に位置決め線を合わせプレートの端のツメで仮止めを行い、釘打ちを行えるので施工しやすいというメリットがある。

強度性能の面では、釘を数本用いるため、初期剛性が良好であり、安定した耐力が期待される。しかし、横架材に打たれた釘は、材を引き裂く方向に力が働くので、割裂による脆性破壊についての検討が必要である。

各金物の名称及び仕様について表1に示す。一面せん断耐力は木質構造設計基準による計算値である。釘は、各金物ごとに指定された種類の釘を用いた。

また、金物の形状寸法及び取付方法を図1に示す。今回の実験では、引張せん断試験を行う場合の偏心を避けるために、部材の両側から2枚のプレートを打ち付けて試験体を作製した。

表1 供試接合金物の仕様

金物名称	クギ				金物1個当たり クギ本数	メーカー
	種類・記号	径 (mm)	一面せん断耐力 (短期, kgf/本)			
			スギ	ベイマツ		
エースプレート	リングネイル FRN75	4.4	91.3	116.4	6 (柱3, 土台3)	カネシン
トライプレート	スクリークギ SN75	3.8	70.1	89.4	6 (柱3, 土台3)	カナイ
Yプレート	太めくぎ ZN90	4.0	76.9	98.0	9 (柱4, 土台5)	タナカスチール

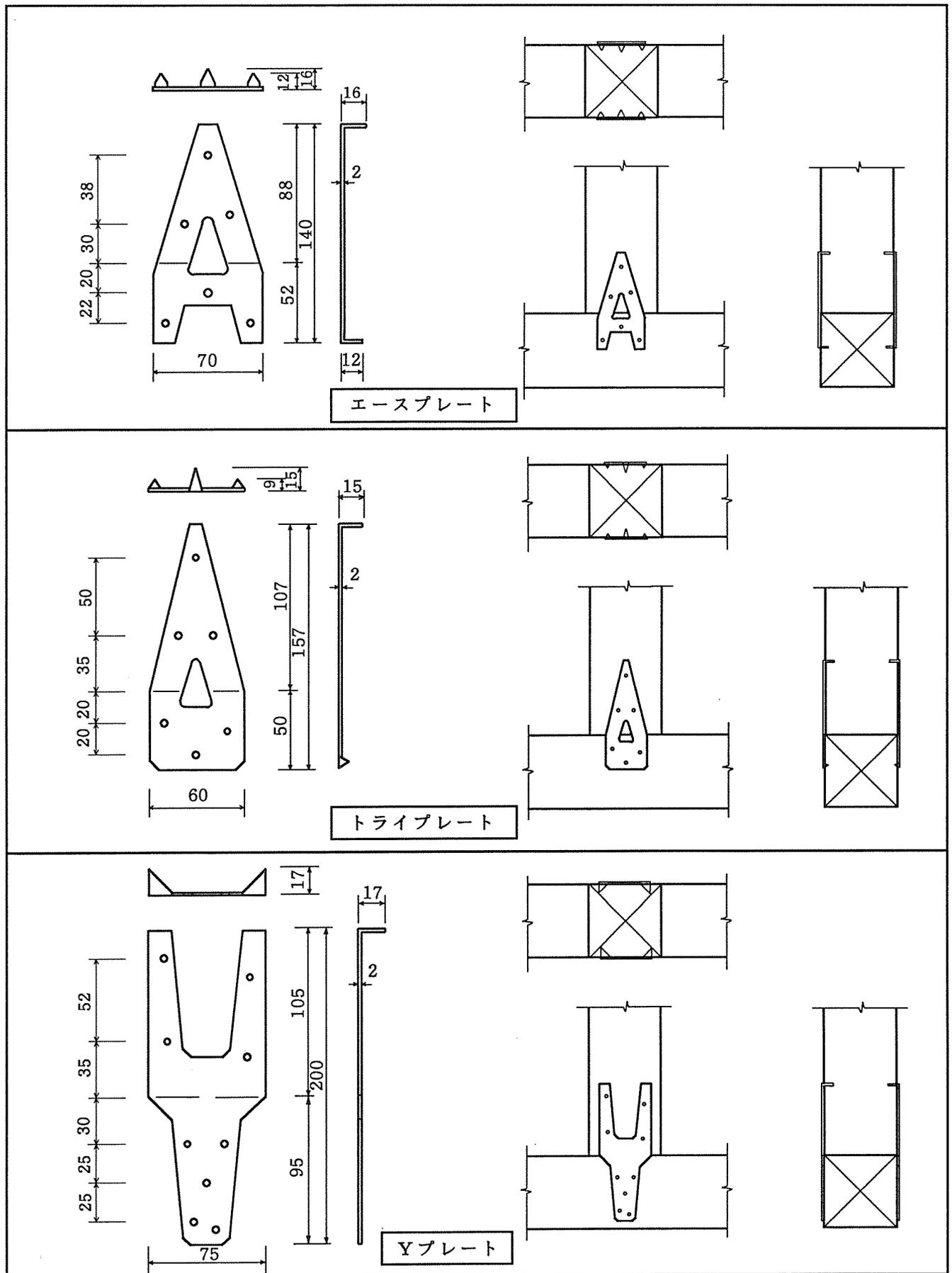


図1 供試金物及び取り付け方法 (mm)

2-2 供試材料

柱及び土台の材料として、スギ及びベイマツの105mm正角材を用いた。スギは芯持ち材を用い、ベイマツは芯持ち、板目、柾目、追い柾の各木取りの材を各条件ごと均等に用いた。

含水率25%程度の部材で試験体を作成し、約1カ月間、室内に放置した後、試験を行った。

表2に供試材の含水率及び比重を示す。含水率及び比重は、試験終了後、試験体の接合部近傍から切断し測定した。

表2 供試材の含水率及び比重（平均値）

① 支持間距離 $L_1 = 400\text{mm}$

金物種類	スギ				ベイマツ			
	含水率(%)		比重		含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台	柱	土台	柱	土台
エースプレート	17.8	14.8	0.37	0.36	14.3	14.7	0.45	0.49
トライプレート	17.1	14.9	0.36	0.36	14.5	14.7	0.44	0.48
Yプレート	16.5	14.4	0.36	0.36	14.2	14.5	0.43	0.47

② 支持間距離 $L_1 = 800\text{mm}$

金物種類	スギ				ベイマツ			
	含水率(%)		比重		含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台	柱	土台	柱	土台
エースプレート	15.5	15.8	0.38	0.37	13.6	14.1	0.45	0.47
トライプレート	15.7	16.4	0.38	0.37	14.0	14.6	0.45	0.47
Yプレート	15.6	17.5	0.36	0.39	13.6	14.3	0.43	0.49

2-3 引張せん断試験方法

柱脚金物接合部の引張せん断試験方法の概要を表3に示す。

試験体の形状寸法を図2に示す。土台支持間距離の影響を検討するために、土台長さを600mm、⁽⁷⁰⁾800mmで支持間距離を400mm、800mmの2条件とし、各条件ごとに6体の合計72体の試験体を用いた。接合部は短ほぞ（30mm×50mm、深さ50mm）の仕口加工を行った。

試験方法について図1及び写真1に示す。土台を支持用の治具で固定し、柱を引張用治具で上向きの鉛直荷重を加えた。変位は柱と土台との相対変位について、柱の両側面に取り付けた変位計を用いて測定した。

表3 引張せん断試験方法の概要

試験機	実大強度試験機(島津製作所UH-25A) 容量 200KN, フルスケール 50KN	油圧式圧縮引張両用型 引張試験用治具使用
加力方法	荷重速度1.5mm/min	5体; 単調増加方式, 1体; 1方向繰返し加力
荷重測定	油圧シリンダー圧力センサー	試験機アンプアナログ出力をAD変換器によりパソコンで記録
変位測定	ひずみゲージ式変位変換器 測定範囲 50mm, 出力 100 μ /mm	変位計を動ひずみ測定器に接続し, アナログ出力をAD変換器によりパソコンで記録

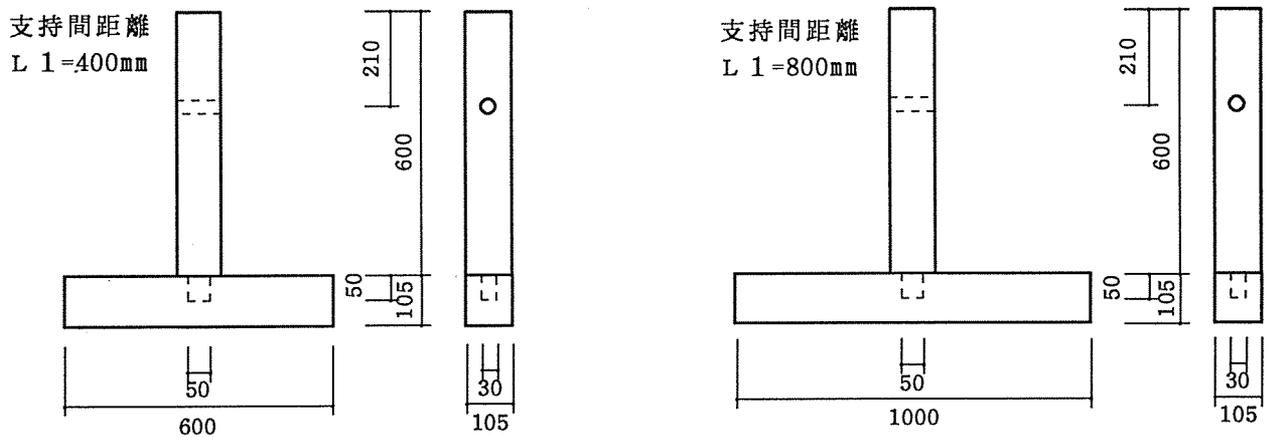


図2 引張せん断試験体 (mm)

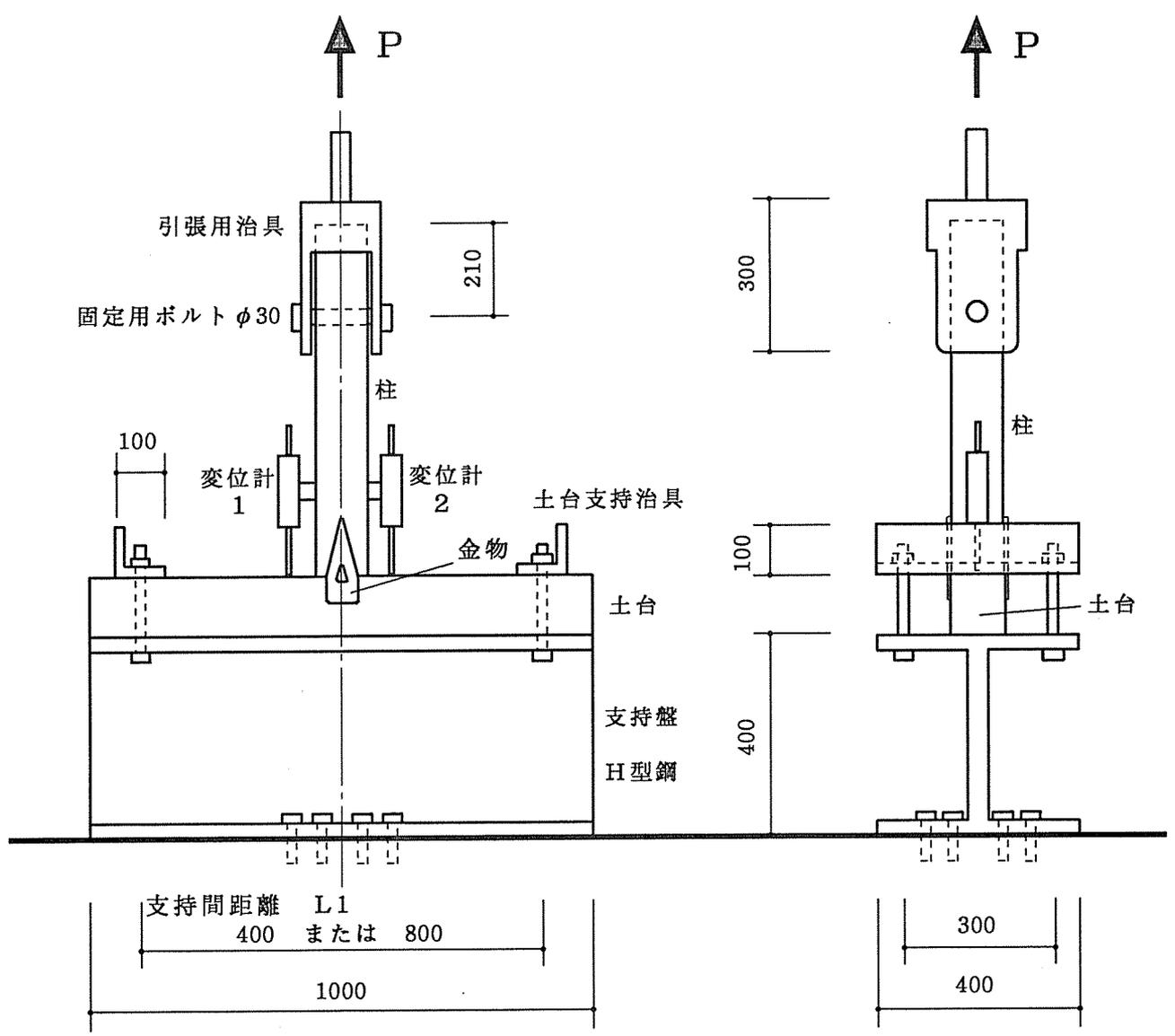
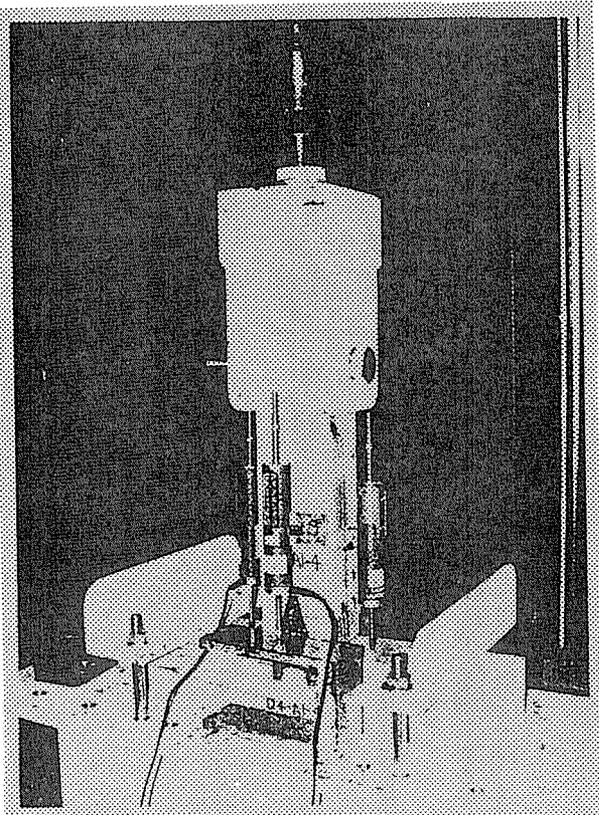
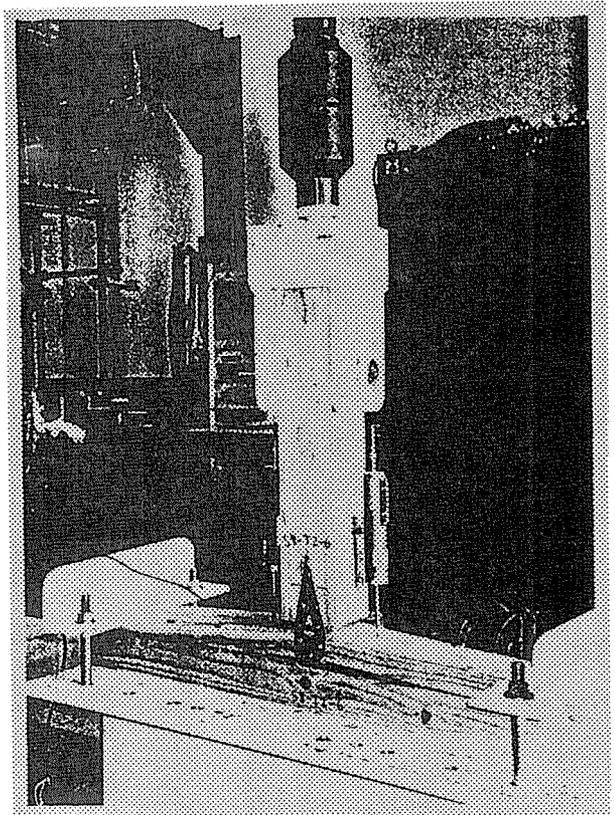


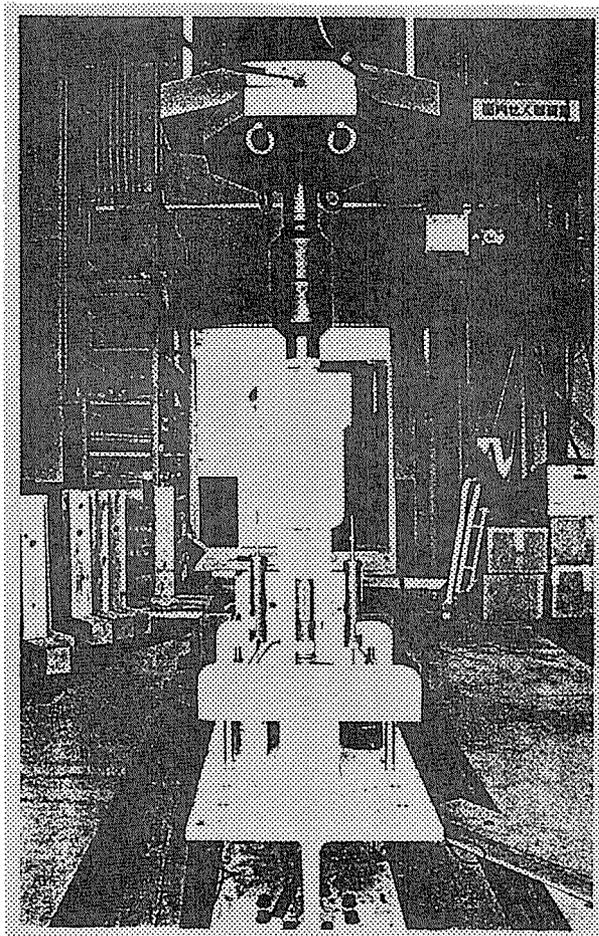
図3 柱脚金物の引張せん断試験方法 (mm)



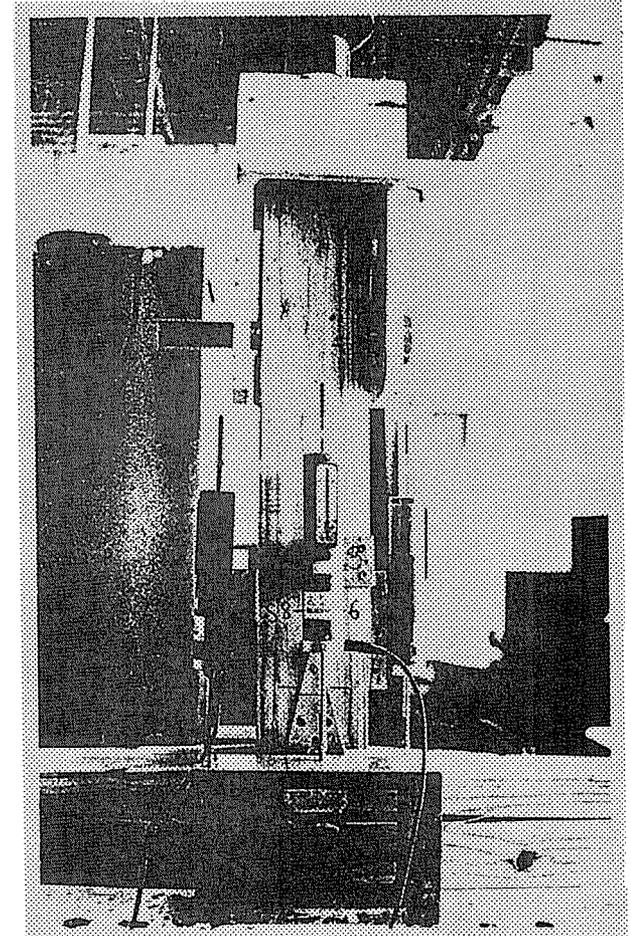
①支持間距離 $L_1=400\text{mm}$



②支持間距離 $L_1=800\text{mm}$



③引張用治具取り付け方法



④変位計取り付け方法

写真1 引張せん断試験方法

3. 試験結果

3-1 荷重及び変位

相対変位一定時における各荷重測定値，最大荷重ならびに最大荷重時の変位を表4に示す。ここで，変位は柱と土台の相対変位の平均値である。

最大荷重は，Yプレートが高い値を示しているが，これはプレート一個当たり釘数（エースプレート及びトライプレート6本，Yプレート9本）の影響が考えられる。トライプレートは相対変位2mmまでの初期においてはエースプレートと差が認められないが，最大荷重では低い値を示している。この原因は，トライプレートに用いる釘径が3.8mmであることが考えられる（エースプレート4.4mm）。土台支持間距離については耐力の絶対値では差が認められなかった。

最大荷重 P_{max} の1/2及び2/3の荷重 $P_{1/2}$ ， $P_{2/3}$ における相対変位 $S_{1/2}$ ， $S_{2/3}$ 及び剛性 $K_{1/2}$ ， $K_{2/3}$ を表5に示す。また，引張せん断試験で最大荷重を過ぎて，荷重が低下していく段階において，荷重が最大荷重 P_{max} の4/5に低下したときの荷重 $P_{4/5}$ ，変位 $S_{P4/5}$ を表5に示す。接合部の粘りについての評価を行うために，この $S_{P4/5}$ と $S_{1/2}$ 及び $S_{2/3}$ とで変形の比を算出し，表5に示す。

荷重 $P_{1/2}$ における剛性 $K_{1/2}$ は，エースプレートがやや低い値である。また，荷重 $P_{4/5}$ 低下時の変位 $S_{P4/5}$ 及び変形比もエースプレートがやや小さい。これは，爪が大きく，2個とも釘と接近しているため，割裂が早い時期に生じやすくなるなどの原因が考えられる。

荷重 $P_{4/5}$ 時の変位 $S_{P4/5}$ は，支持間距離が400mmから800mmになると低下する傾向が見られた。

荷重-相対変位関係を図4及び図5に示す。また，一方向繰り返し加力で行った試験体について，図6及び図7に示す。

表4及び表5の値は，各条件における6体の平均値である。（個別データ及び変動係数については付表参照）

表4 相対変位一定時荷重及び最大荷重（金物1個当たり，平均値）

①支持間距離 $L_1 = 400\text{mm}$

金物種類	スギ					ベイマツ				
	変位一定時荷重(kgf)			最大荷重		変位一定時荷重(kgf)			最大荷重	
	1mm	2mm	4mm	荷重(kgf)	変位(mm)	1mm	2mm	4mm	荷重(kgf)	変位(mm)
エースプレート	362	561	810	1056	10.74	380	661	971	1263	11.89
トライプレート	428	588	730	873	10.09	409	588	785	1023	10.46
Yプレート	539	737	985	1187	8.62	506	729	1014	1452	12.45

②支持間距離 $L_1 = 800\text{mm}$

金物種類	スギ					ベイマツ				
	変位一定時荷重(kgf)			最大荷重		変位一定時荷重(kgf)			最大荷重	
	1mm	2mm	4mm	荷重(kgf)	変位(mm)	1mm	2mm	4mm	荷重(kgf)	変位(mm)
エースプレート	370	578	832	1071	8.70	391	646	942	1235	8.16
トライプレート	395	549	694	916	10.73	431	623	843	1117	9.89
Yプレート	494	706	960	1237	11.77	548	783	1098	1485	12.06

表5 剛性及び変形比（金物1個当たり，平均値）

①-1 支持間距離 L₁ = 400mm スギ

金物種類	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性(kgf/mm)		変形比	
	荷重 P _{1/2} (kgf)	変位① S _{1/2} (mm)	荷重 P _{2/3} (kgf)	変位② S _{2/3} (mm)	荷重 P _{4/5} (kgf)	変位③ S _{4/5} (mm)	1/2Pm /① K _{1/2}	2/3Pm /② K _{2/3}	③/①	③/②
エースプレート	528	1.81	704	2.95	845	16.87	292	241	9.2	5.7
トライプレート	436	1.04	582	1.95	698	14.58	430	309	14.6	7.9
Yプレート	594	1.24	791	2.33	950	18.15	487	346	14.5	7.8

①-2 支持間距離 L₁ = 400mm ベイマツ

金物種類	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性(kgf/mm)		変形比	
	荷重 P _{1/2} (kgf)	変位① S _{1/2} (mm)	荷重 P _{2/3} (kgf)	変位② S _{2/3} (mm)	荷重 P _{4/5} (kgf)	変位③ S _{4/5} (mm)	1/2Pm /① K _{1/2}	2/3Pm /② K _{2/3}	③/①	③/②
エースプレート	631	1.88	842	3.01	1010	19.45	343	286	10.4	6.5
トライプレート	511	1.39	682	2.74	818	23.55	343	253	11.9	6.6
Yプレート	726	2.01	968	3.70	1162	23.55	371	271	11.8	6.5

②-1 支持間距離 L₁ = 800mm スギ

金物種類	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性(kgf/mm)		変形比	
	荷重 P _{1/2} (kgf)	変位① S _{1/2} (mm)	荷重 P _{2/3} (kgf)	変位② S _{2/3} (mm)	荷重 P _{4/5} (kgf)	変位③ S _{4/5} (mm)	1/2Pm /① K _{1/2}	2/3Pm /② K _{2/3}	③/①	③/②
エースプレート	536	1.77	714	2.81	857	11.17	306	256	6.3	4.0
トライプレート	458	1.35	611	2.76	733	15.39	356	242	11.4	5.6
Yプレート	619	1.51	825	2.78	990	19.96	413	300	13.2	7.2

②-2 支持間距離 L₁ = 800mm ベイマツ

金物種類	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性(kgf/mm)		変形比	
	荷重 P _{1/2} (kgf)	変位① S _{1/2} (mm)	荷重 P _{2/3} (kgf)	変位② S _{2/3} (mm)	荷重 P _{4/5} (kgf)	変位③ S _{4/5} (mm)	1/2Pm /① K _{1/2}	2/3Pm /② K _{2/3}	③/①	③/②
エースプレート	617	1.92	823	3.02	988	9.89	337	285	5.3	3.3
トライプレート	558	1.64	744	2.84	893	13.37	352	269	8.6	4.9
Yプレート	743	1.79	990	3.17	1188	19.24	420	315	11.0	6.2

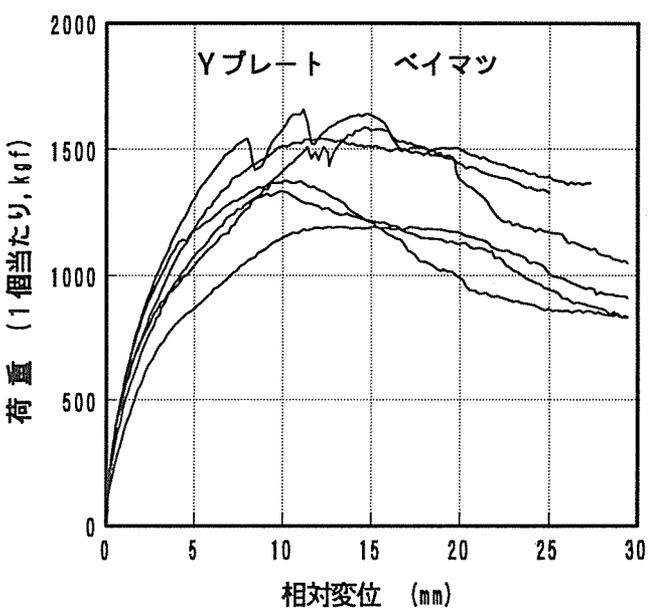
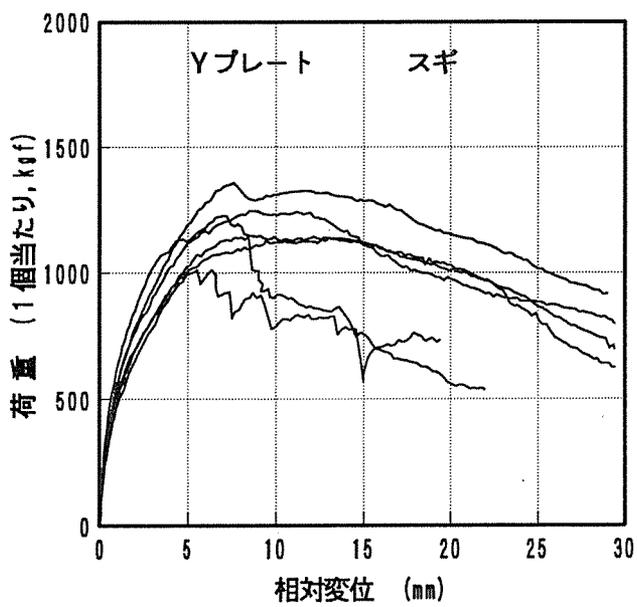
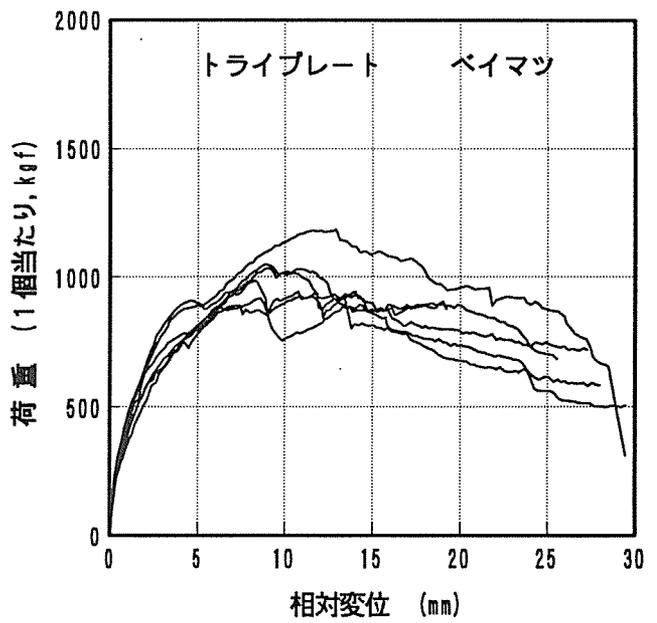
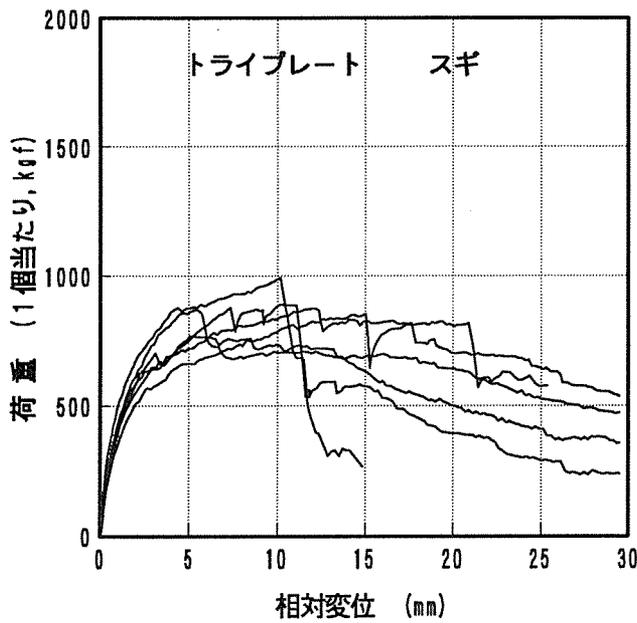
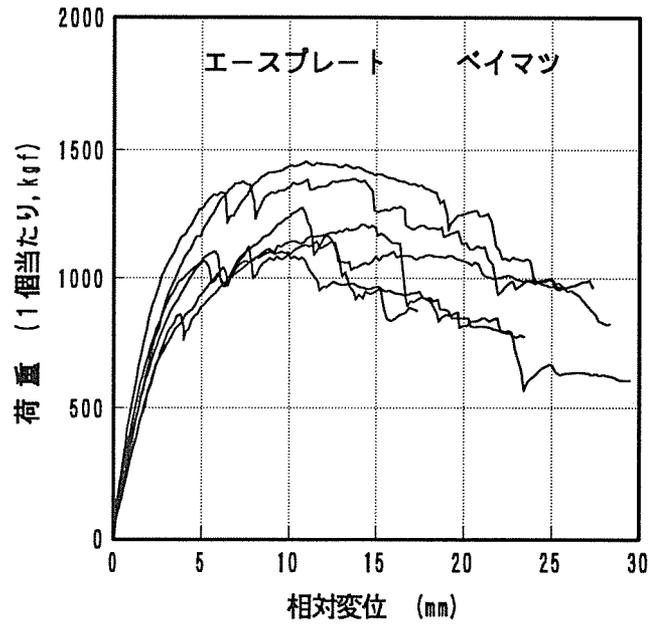
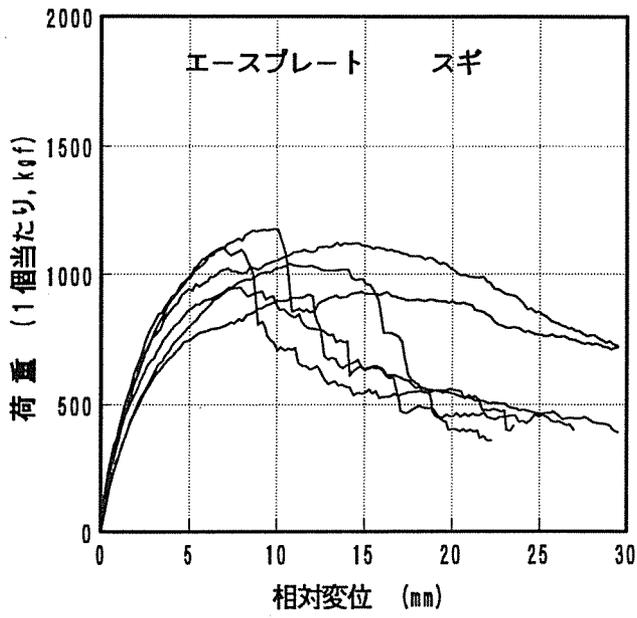


図4 荷重-相対変位 (支持間距離 $L_1 = 400\text{mm}$)

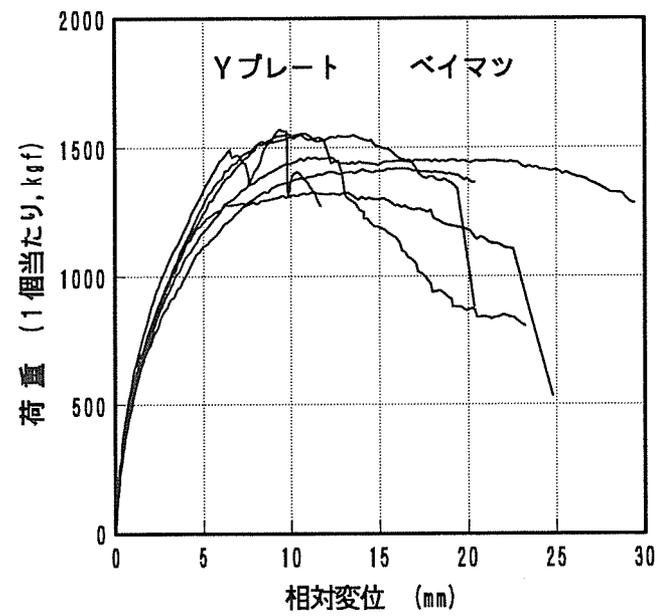
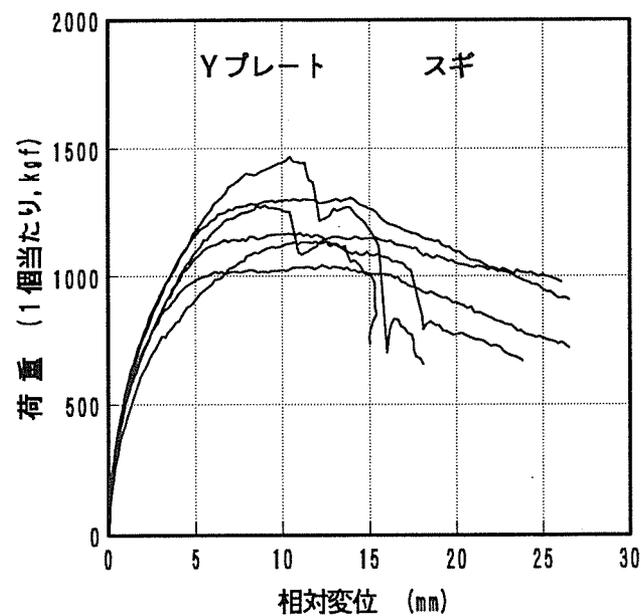
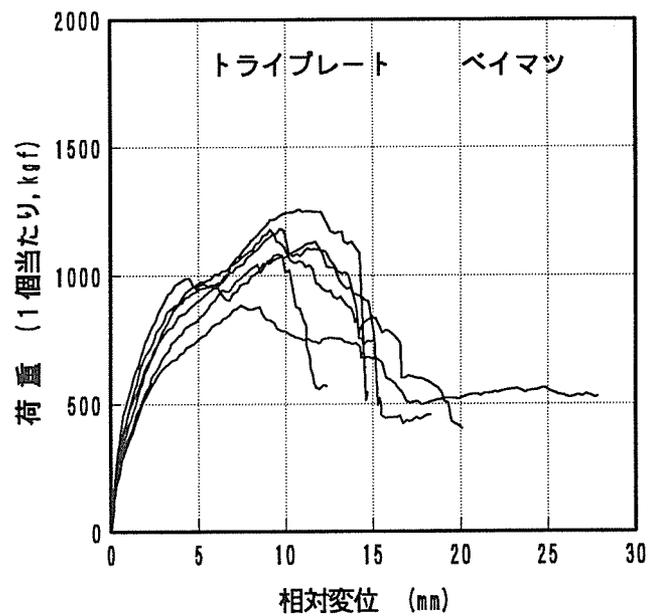
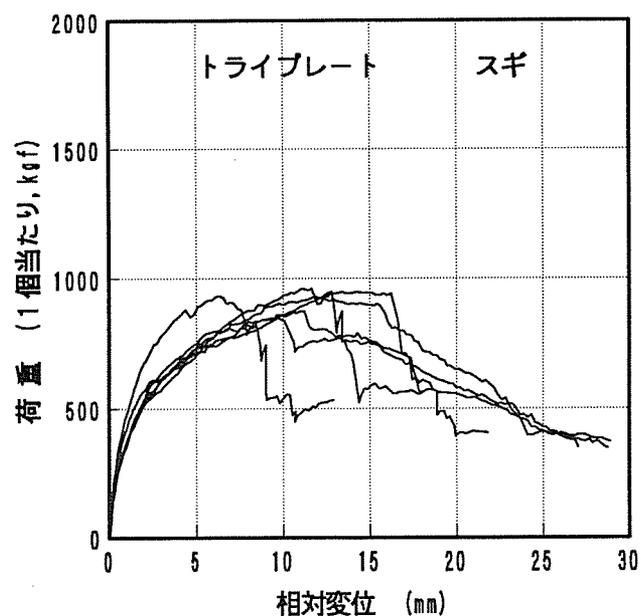
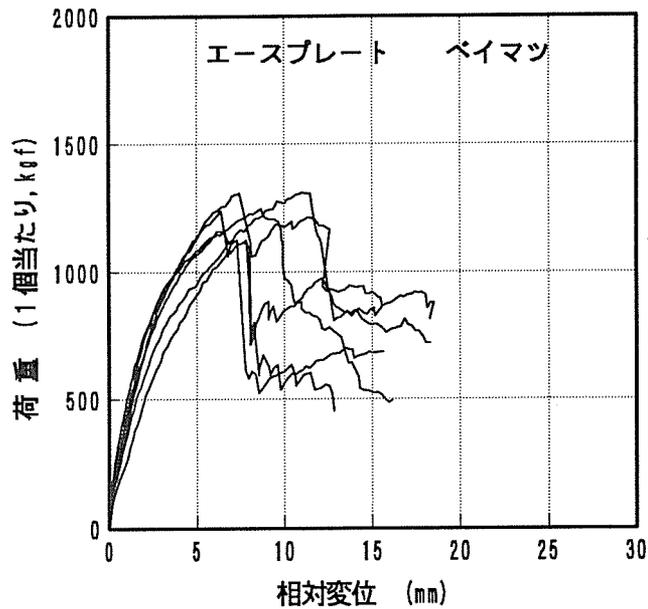
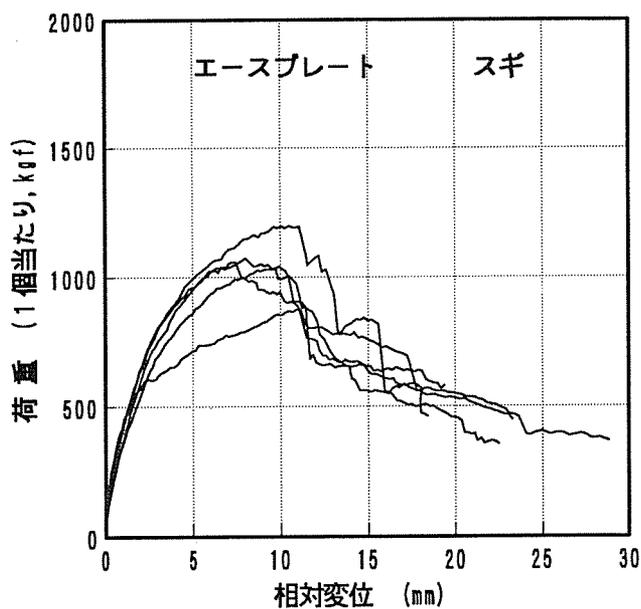


図5 荷重-相対変位 (支持間距離 L1 = 800mm)

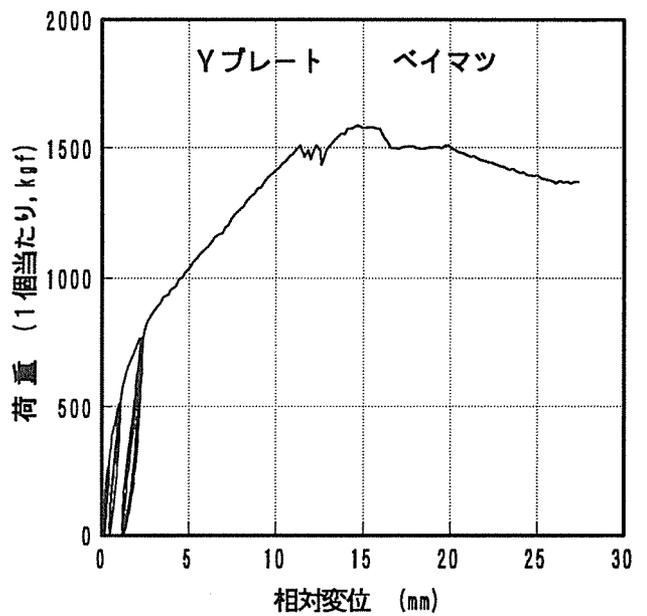
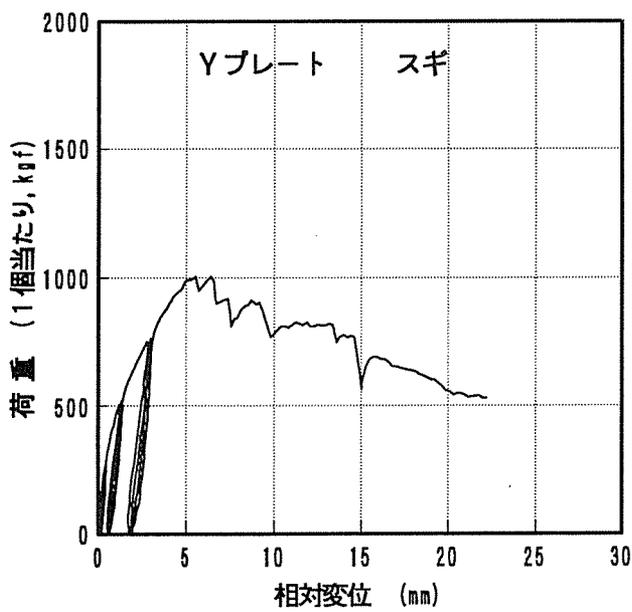
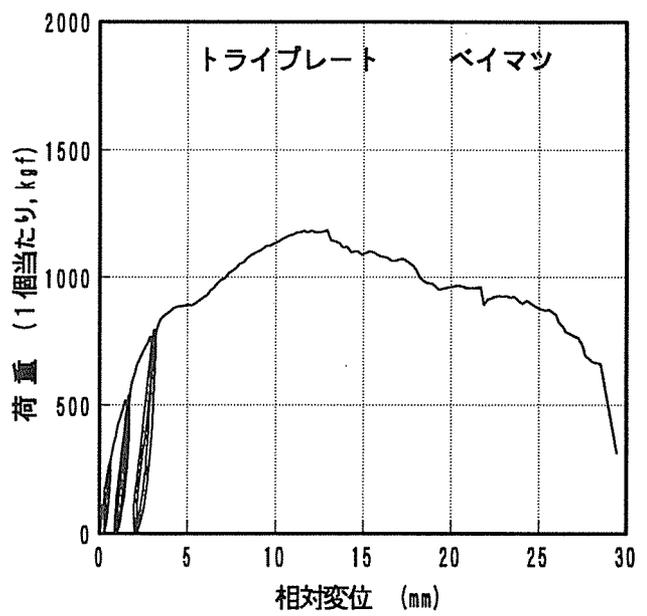
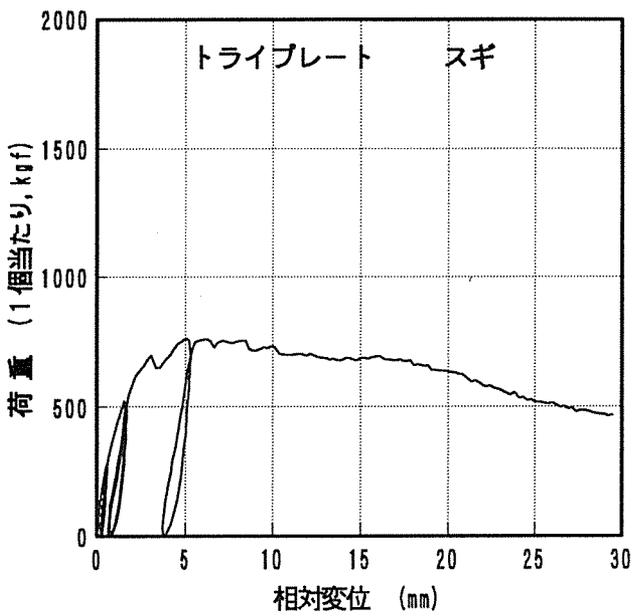
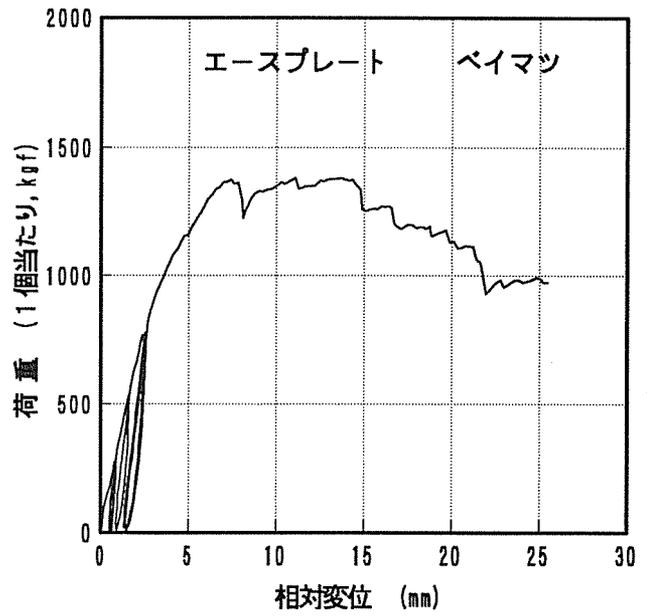
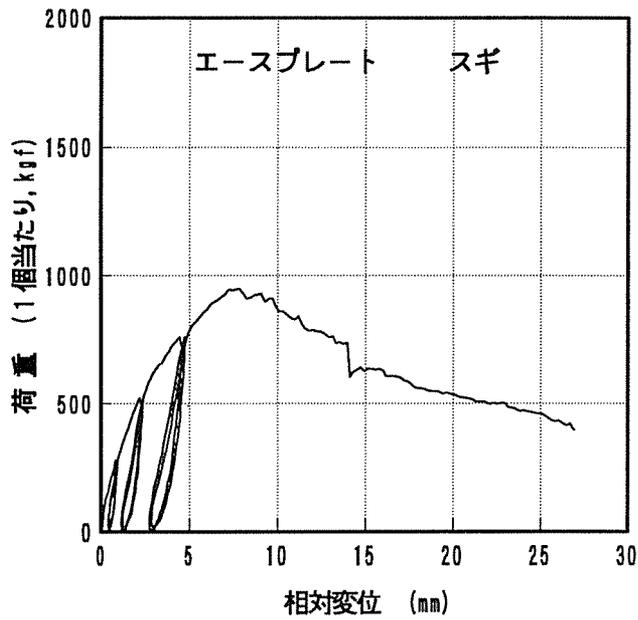


図6 荷重-相対変位 (支持間距離 $L_1 = 400\text{mm}$, 繰り返し加力)

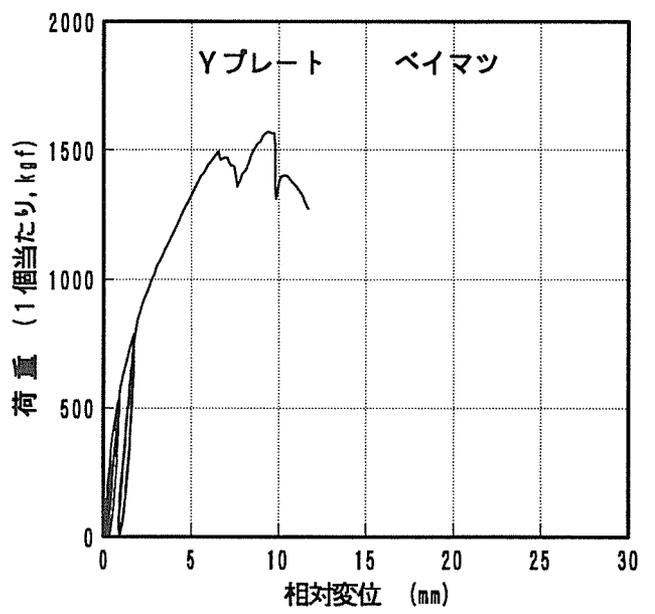
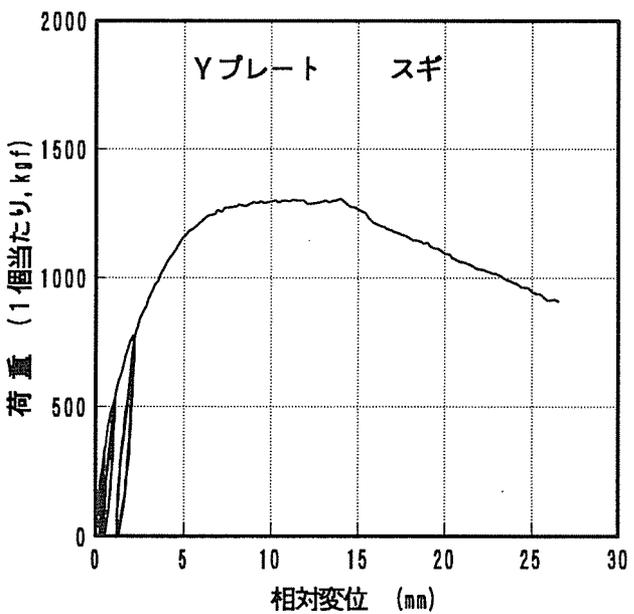
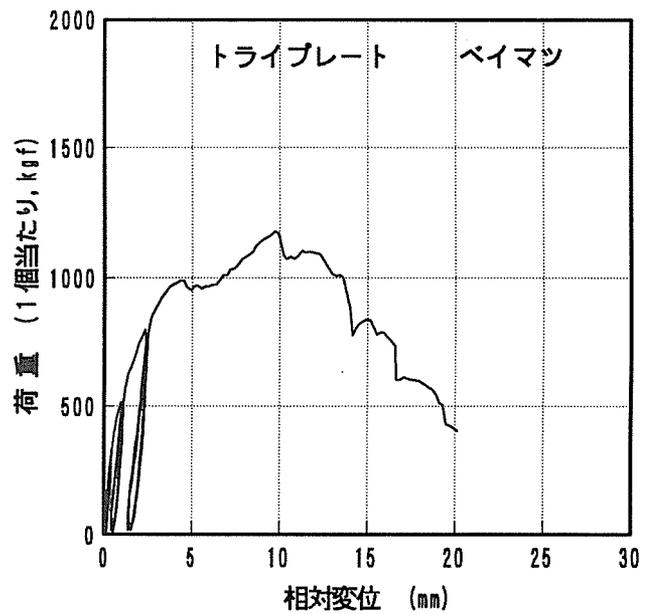
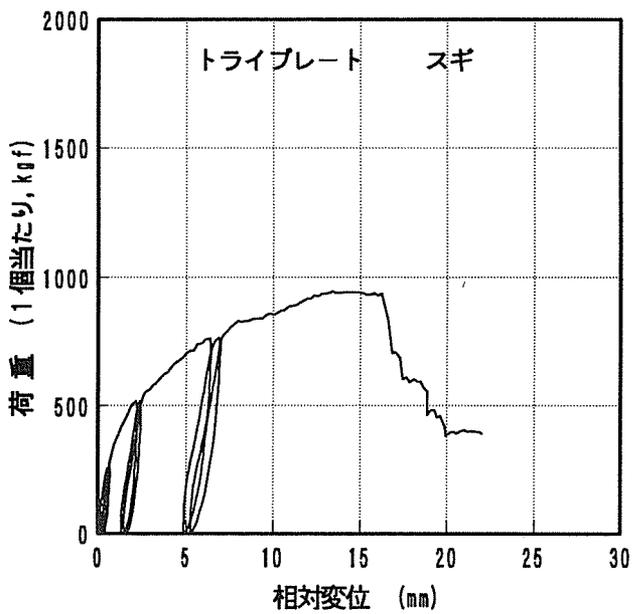
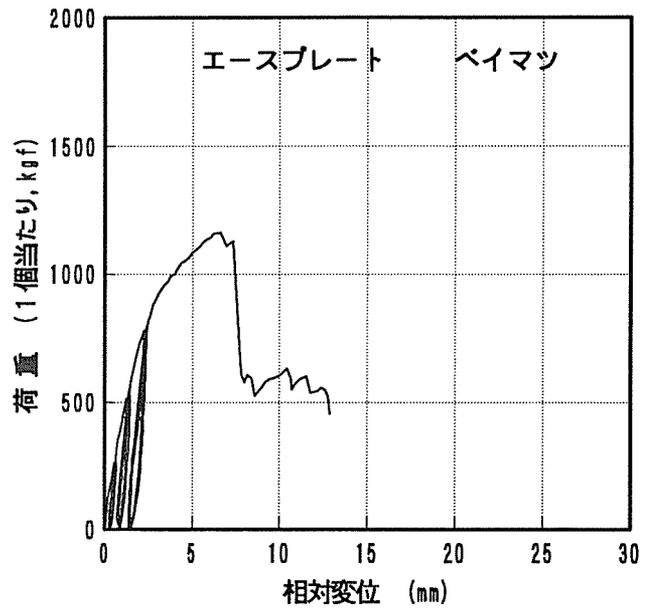
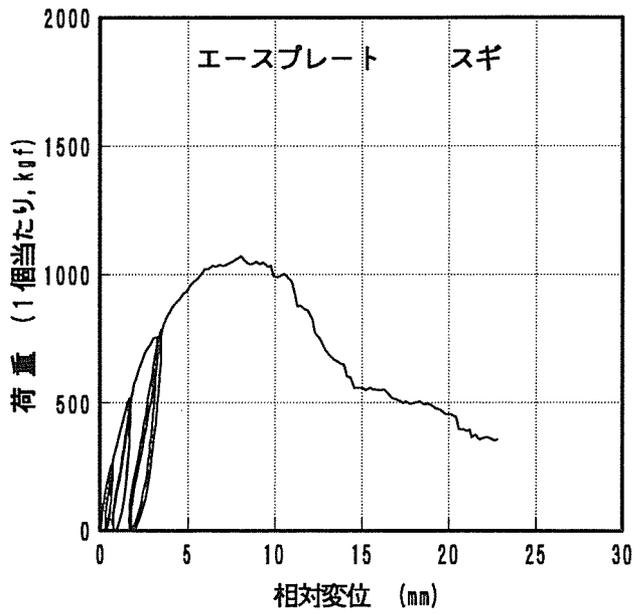


図7 荷重-相対変位 (支持間距離 $L_1 = 800\text{mm}$, 繰り返し加力)

3-2 部材比重と引張耐力との関係

柱及び土台の比重と最大荷重との関係を図7に示す。

エースプレート及びトライプレートにおいては、土台比重との相関係数が高く、Yプレートでは、柱比重との相関係数がやや高い。これは、エースプレート及びトライプレートは柱と土台に用いる釘本数が3本で同数のため、繊維直交方向に加力される土台で破壊するケースが多いためと考えられる。また、Yプレートは、土台の釘本数5本で土台より1本多く、土台の釘配置が縁距離及び釘間隔が大きいため、柱で降伏するケースが多いと思われる。

3-3 破壊形態

柱脚金物の引張せん断試験における破壊形態及び降伏形態のタイプを表6に示す。

また、代表的な破壊状態を、エースプレートは写真2、トライプレートは写真3、Yプレートは写真4、プレートの変形は写真5にそれぞれ示す。

エースプレートは下側の釘及びプレート爪から土台の割裂、トライプレートは上側の釘から土台の割裂、Yプレートは柱の接合部でのせん断変形によりプレートの曲がりが見られた。これは、3-2と同様にエースプレート及びトライプレートは柱と土台に用いる釘本数が3本で同数のため、繊維直交方向に加力される土台で破壊するケースが多いためと考えられる。また、Yプレートは、土台の釘本数5本で土台より1本多く、土台の釘配置が縁距離及び釘間隔が大きいため、柱で降伏するケースが多いと思われる。

(文責：福留重人)

表6 破壊形態

材 料	使用部材	破壊状態・降伏状態
木 材	柱	割裂（釘せん断破壊）
	土 台	割裂（繊維直交方向への引き裂き） ・上側釘，中央釘，下側釘 ・プレート爪
プレート	柱，土台	曲がり（端部の浮き上がり）
釘	柱，土台	抜け，曲がり

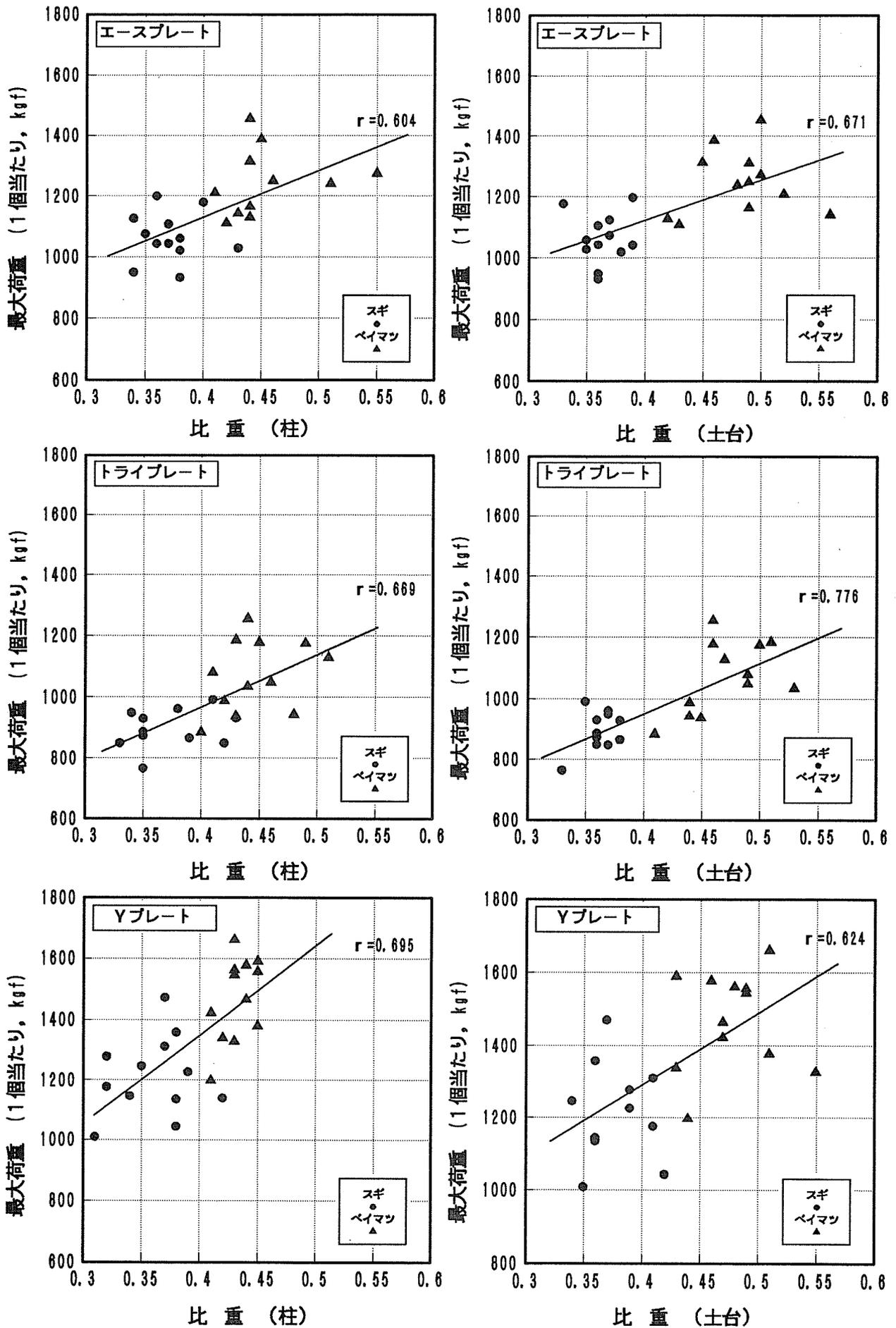
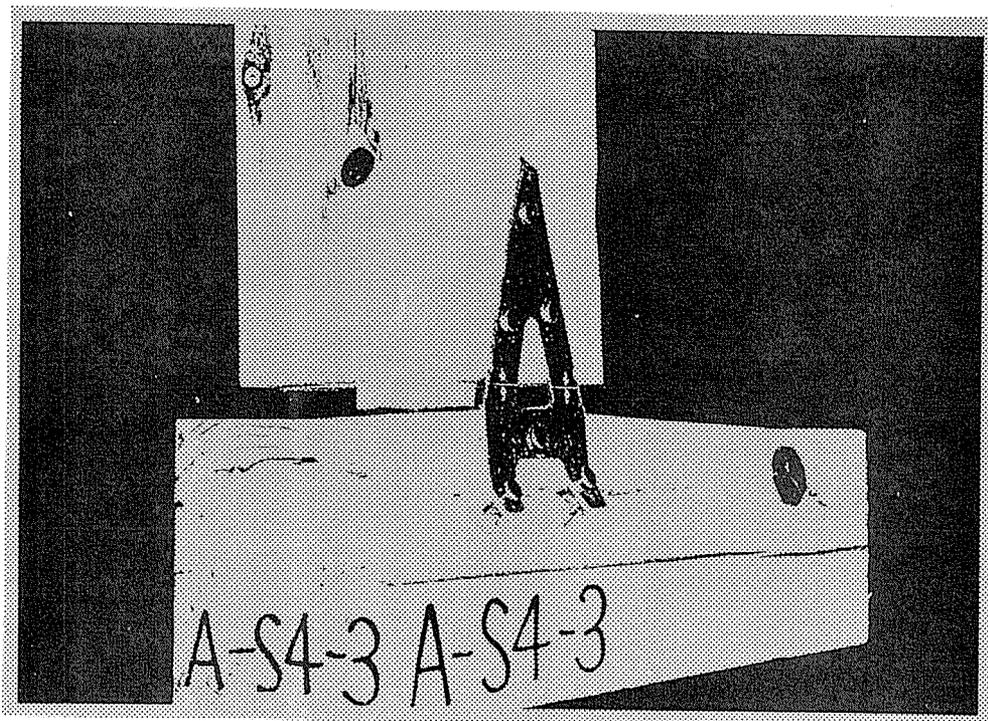
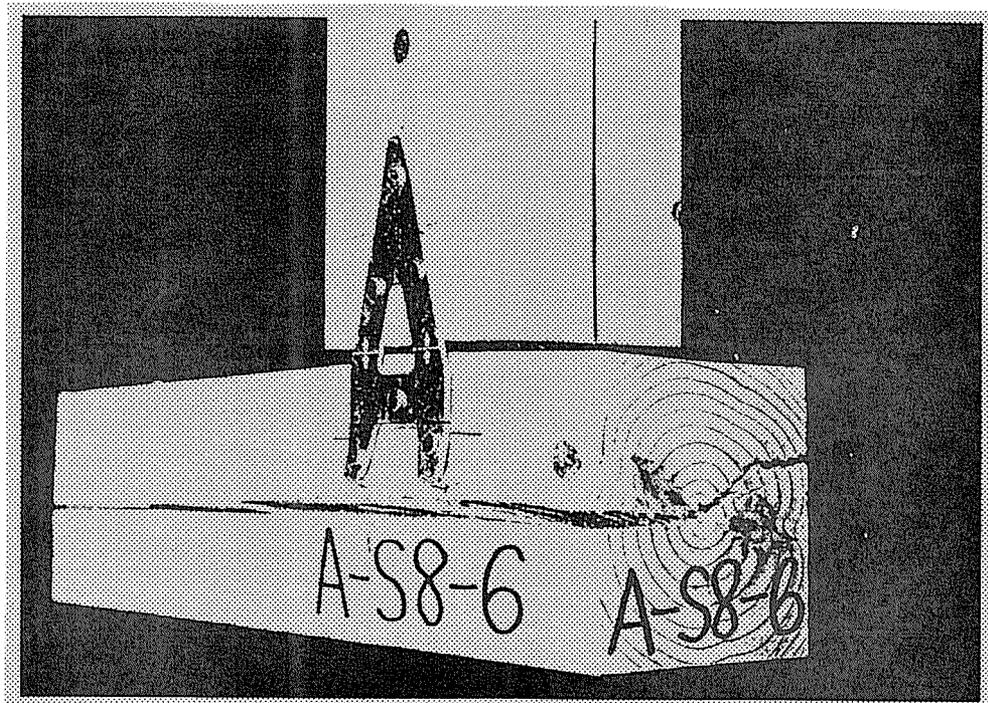


図7 比重と最大荷重との関係

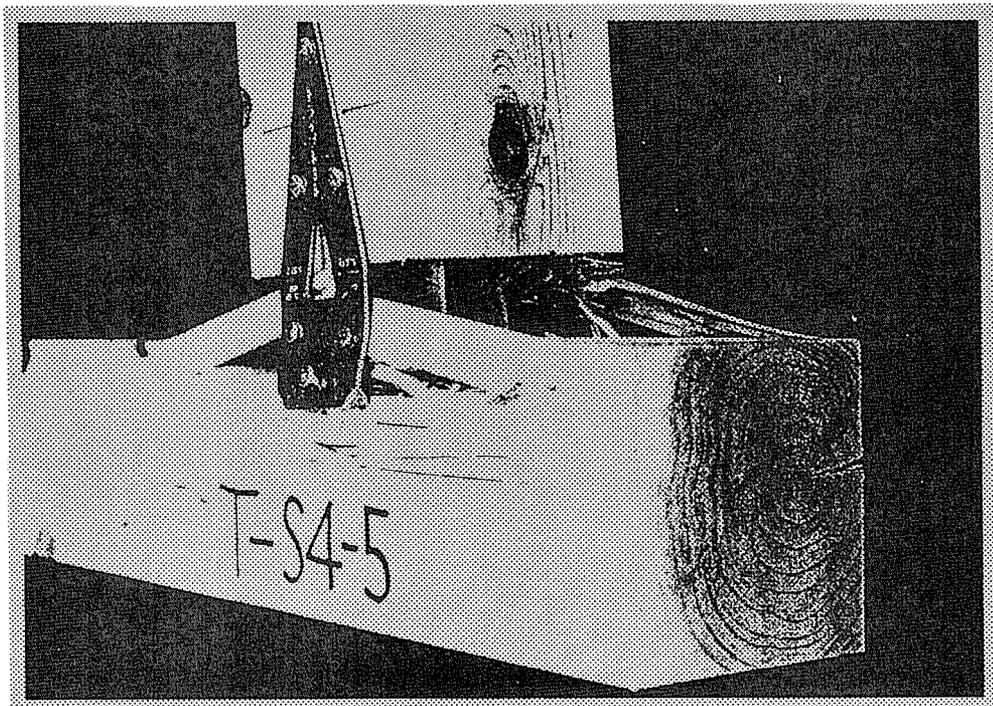


① 土台割裂（下側釘より割れ発生）
エースプレート，L1=400mm，スギ，No. 3

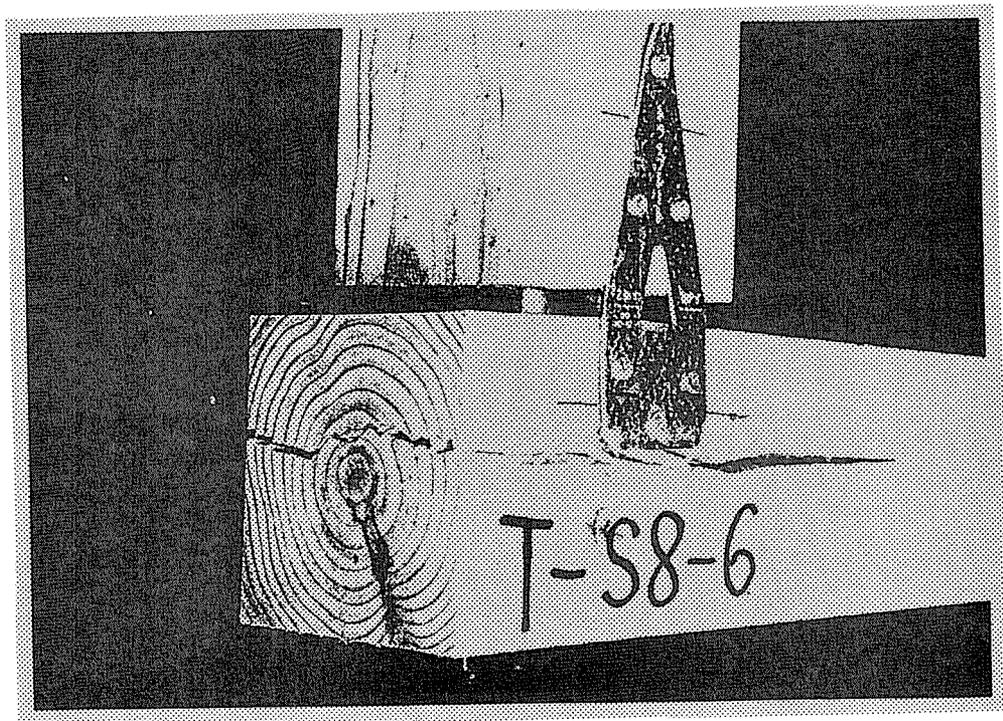


② 土台割裂（プレート爪から割れ発生）
エースプレート，L1=800mm，スギ，No. 6

写真2 破壊形態（エースプレート）

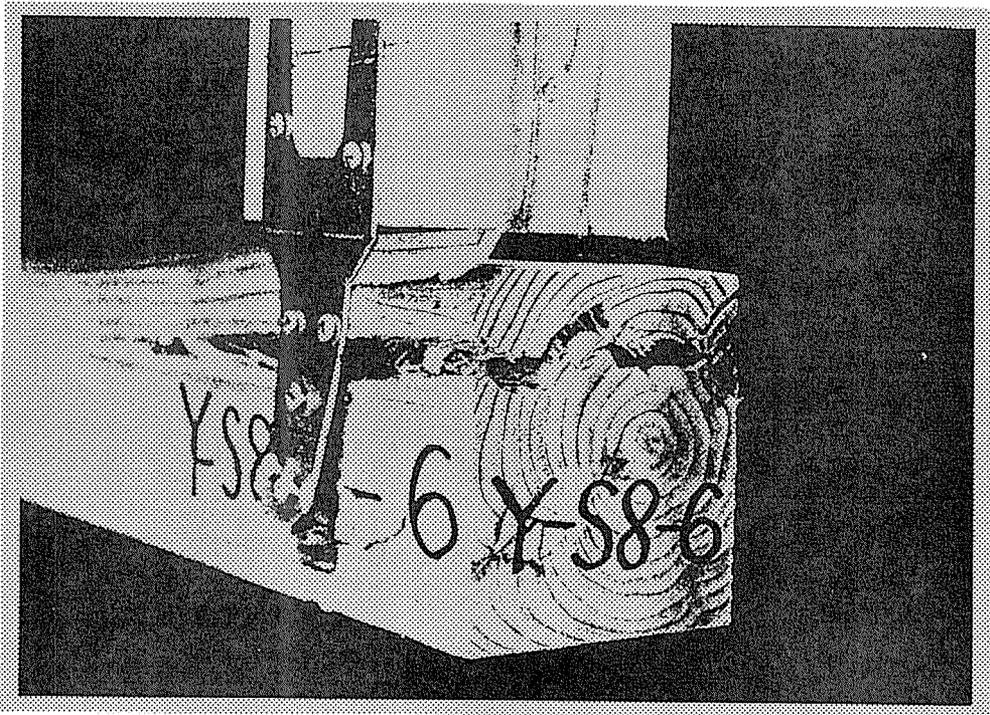


① 土台割裂（上側釘より割れ発生）
トライプレート，L1=400mm，スギ，No. 5

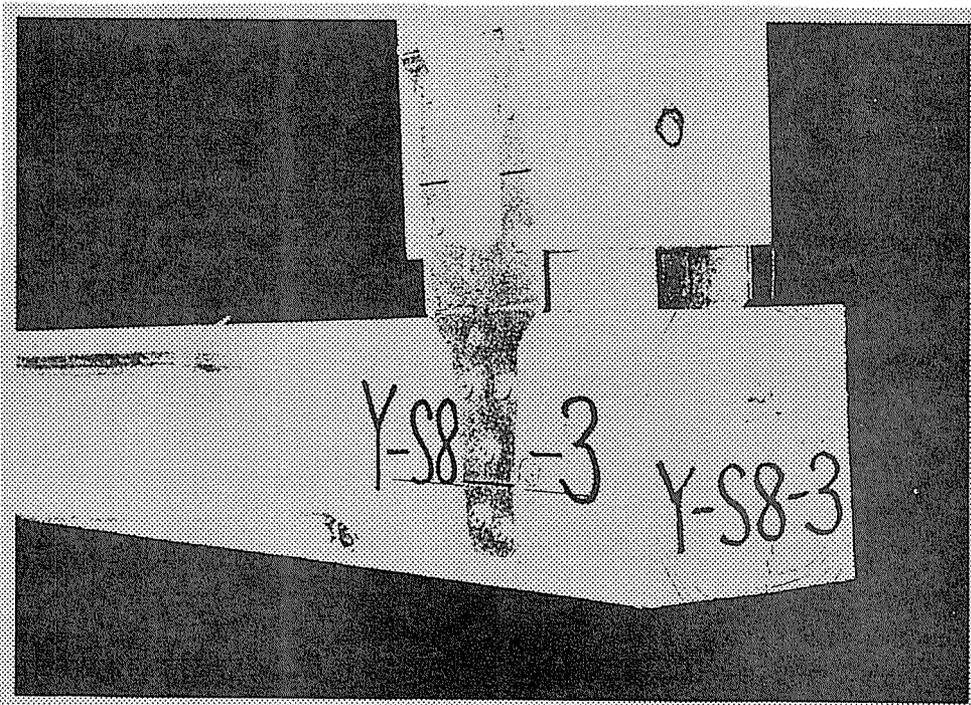


② 土台割裂（プレート爪から割れ発生）
トライプレート，L1=800mm，スギ，No. 6

写真3 破壊形態（トライプレート）



① 土台割裂（上側釘より割れ発生）
Yプレート，L1=800mm，スギ，No. 6



② プレート曲がり（爪の浮き上がり）
Yプレート，L1=800mm，スギ，No. 3

写真 4 破壊形態（Yプレート）

付表1 相対変位一定時荷重及び最大荷重（支持間距離 L1 = 400mm）

エースプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	405	640	910	1178
2	405	600	895	1107
3	380	555	785	1043
4	300	490	720	949
5	305	480	685	932
6	375	600	865	1126
平均	362	561	810	1056
CV(%)	12.0	10.5	10.6	8.6

エースプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	390	640	950	1142
2	310	560	820	1110
3	305	566	835	1274
4	415	705	993	1209
5	355	660	1065	1387
6	505	835	1160	1455
平均	380	661	971	1263
CV(%)	18.0	14.1	12.4	9.9

トライプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	430	615	815	867
2	510	680	860	991
3	365	505	630	851
4	410	585	690	766
5	405	550	695	888
6	445	590	690	874
平均	428	588	730	873
CV(%)	10.4	9.2	11.0	7.6

トライプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	400	560	720	938
2	445	645	885	988
3	350	510	730	944
4	385	565	745	1035
5	415	625	860	1185
6	460	625	770	1049
平均	409	588	785	1023
CV(%)	9.0	8.0	8.2	8.2

Yプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	495	690	925	1146
2	565	765	1015	1227
3	550	780	1060	1359
4	475	645	895	1010
5	515	695	925	1136
6	635	845	1090	1247
平均	539	737	985	1187
CV(%)	9.8	9.1	7.5	9.1

Yプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	560	815	1115	1379
2	565	825	1170	1661
3	525	740	1065	1546
4	375	565	805	1198
5	535	740	955	1591
6	475	690	975	1340
平均	506	729	1014	1452
CV(%)	12.9	11.9	11.8	11.0

付表 2 相対変位一定時荷重及び最大荷重 (支持間距離 L₁ = 800mm)

エースプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	405	635	885	1060
2	415	630	890	1199
3	390	580	790	1029
4	310	510	790	1021
5	350	585	855	1075
6	351	530	780	1044
平均	370	578	832	1071
CV(%)	9.9	8.0	5.6	5.6

エースプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	260	485	780	1129
2	430	668	968	1250
3	349	580	865	1314
4	380	665	1020	1312
5	430	730	1005	1164
6	495	745	1015	1240
平均	391	646	942	1235
CV(%)	19.0	13.9	9.5	5.6

トライプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	375	530	690	849
2	360	505	670	930
3	420	565	655	874
4	475	670	850	932
5	370	510	635	949
6	370	515	665	962
平均	395	549	694	916
CV(%)	10.3	10.5	10.3	4.4

トライプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	350	520	693	885
2	410	620	840	1175
3	465	685	890	1129
4	465	635	900	1255
5	530	735	970	1178
6	365	540	765	1080
平均	431	623	843	1117
CV(%)	14.5	12.1	10.9	10.4

Yプレート スギ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	500	704	973	1279
2	428	624	825	1140
3	505	700	975	1177
4	455	685	895	1045
5	525	760	1055	1312
6	550	765	1040	1472
平均	494	706	960	1237
CV(%)	8.3	6.8	8.3	11.1

Yプレート バイマツ

番号	P1mm (kgf)	P2mm (kgf)	P4mm (kgf)	Pmax (kgf)
1	540	730	995	1423
2	540	770	1130	1557
3	530	775	1110	1562
4	520	760	1065	1466
5	600	860	1180	1578
6	555	800	1105	1328
平均	548	783	1098	1485
CV(%)	4.7	5.2	5.2	6.1

付表3 柱脚金物接合部の剛性及び変形比 (スギ, L=400mm)

スギ エースプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	589	1.72	785	2.74	942	10.87	342	287	6.3	4.0
2	554	1.76	738	2.81	886	8.89	314	263	5.1	3.2
3	521	1.75	695	3.11	834	16.18	297	223	9.2	5.2
4	475	1.87	633	3.07	760	13.43	253	206	7.2	4.4
5	466	1.86	621	3.15	745	27.56	250	197	14.8	8.8
6	563	1.91	751	2.81	901	24.27	295	268	12.7	8.7
平均	528	1.81	704	2.95	845	16.87	292	241	9.2	5.7
C. V.	8.6	3.9	8.6	5.6	8.6	40.6	11.1	13.9	38.0	39.0

スギ トライプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	434	1.00	578	1.62	694	7.00	434	358	7.0	4.3
2	496	0.92	661	1.88	793	10.82	541	351	11.8	5.7
3	425	1.37	567	2.63	680	15.45	311	216	11.3	5.9
4	383	0.87	511	1.41	613	21.49	438	363	24.6	15.3
5	444	1.12	592	2.31	710	11.50	398	256	10.3	5.0
6	437	0.95	583	1.87	699	21.21	461	312	22.4	11.4
平均	436	1.04	582	1.95	698	14.58	430	309	14.6	7.9
C. V.	7.6	16.0	7.6	21.0	7.6	36.9	16.0	17.9	44.8	50.5

スギ Yプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	573	1.36	764	2.55	917	23.56	422	300	17.3	9.2
2	613	1.15	818	2.32	981	9.21	535	352	8.0	4.0
3	679	1.49	906	2.77	1087	23.24	454	327	15.5	8.4
4	505	1.16	673	2.10	808	9.83	437	320	8.5	4.7
5	568	1.37	757	2.40	908	24.45	415	316	17.9	10.2
6	623	0.95	831	1.81	997	18.60	658	458	19.6	10.3
平均	594	1.24	791	2.33	950	18.15	487	346	14.5	7.8
C. V.	9.1	14.6	9.1	13.2	9.1	35.2	17.7	15.3	31.5	32.6

付表4 柱脚金物接合部の剛性及び変形比 (ベイマツ, L1=400mm)

ベイマツ エースプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	571	1.70	761	3.01	913	15.65	337	253	9.2	5.2
2	555	1.96	740	2.80	888	18.95	284	264	9.7	6.8
3	637	2.30	849	4.05	1019	21.40	277	210	9.3	5.3
4	604	1.58	806	2.49	967	16.92	382	324	10.7	6.8
5	693	2.09	924	3.09	1109	21.62	331	300	10.3	7.0
6	728	1.63	970	2.63	1164	22.13	447	369	13.6	8.4
平均	631	1.88	842	3.01	1010	19.45	343	286	10.4	6.5
C. V.	9.9	14.0	9.9	16.9	9.9	12.7	17.0	18.0	14.2	16.7

ベイマツ トライプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	469	1.33	625	2.58	750	23.55	353	243	17.6	9.1
2	494	1.25	659	2.07	790	9.53	394	318	7.6	4.6
3	472	1.79	629	2.86	755	24.31	264	220	13.6	8.5
4	517	1.69	690	3.16	828	16.11	306	219	9.5	5.1
5	593	1.85	790	2.98	948	22.13	320	265	12.0	7.4
6	525	1.24	699	2.76	839	13.92	421	253	11.2	5.0
平均	511	1.39	682	2.74	818	23.55	343	253	11.9	6.6
C. V.	8.2	16.8	8.2	12.6	8.2	29.9	15.5	13.2	26.6	27.1

ベイマツ Yプレート L=400mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	690	1.39	919	2.58	1103	17.38	497	356	12.5	6.7
2	831	2.00	1107	3.61	1329	25.44	415	306	12.7	7.0
3	773	2.17	1030	3.76	1236	22.59	357	274	10.4	6.0
4	599	2.16	799	3.82	958	27.33	277	209	12.7	7.2
5	796	2.42	1061	5.20	1273	25.88	329	204	10.7	5.0
6	670	1.90	893	3.25	1072	22.67	352	275	11.9	7.0
平均	726	2.01	968	3.70	1162	23.55	371	271	11.8	6.5
C. V.	11.0	16.0	11.0	21.3	11.0	13.8	18.7	19.6	7.9	11.9

付表5 柱脚金物接合部の剛性及び変形比（スギ，L1=800mm）

スギ エースプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	530	1.49	707	2.36	848	11.45	356	299	7.7	4.8
2	600	1.86	799	3.06	959	13.22	322	261	7.1	4.3
3	514	1.57	686	2.64	823	9.90	327	260	6.3	3.7
4	510	2.00	680	3.04	816	8.61	255	224	4.3	2.8
5	537	1.77	716	2.75	860	12.06	304	261	6.8	4.4
6	522	1.92	696	3.00	835	11.77	272	232	6.1	3.9
平均	536	1.77	714	2.81	857	11.17	306	256	6.3	4.0
C. V.	5.6	10.4	5.6	9.0	5.6	13.5	11.1	9.5	16.7	15.8

スギ トライプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	425	1.23	566	2.20	680	17.23	346	258	14.0	7.8
2	465	1.64	620	3.29	744	18.17	284	189	11.1	5.5
3	437	1.04	583	2.13	699	17.44	421	274	16.8	8.2
4	466	0.94	621	1.64	745	8.84	497	380	9.4	5.4
5	475	1.71	633	3.86	760	17.06	277	164	9.9	4.4
6	481	1.55	641	3.44	769	13.64	311	187	8.8	4.0
平均	458	1.35	611	2.76	733	15.39	356	242	11.4	5.6
C. V.	4.4	22.2	4.4	29.4	4.4	21.2	22.3	30.3	24.2	27.2

スギ Yプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	639	1.55	852	3.05	1023	14.95	412	280	9.6	4.9
2	570	1.67	760	3.01	912	18.14	342	252	10.9	6.0
3	589	1.35	785	2.52	942	25.44	437	311	18.9	10.1
4	523	1.22	697	2.01	836	23.80	428	347	19.5	11.8
5	656	1.48	874	2.70	1049	22.02	442	323	14.8	8.1
6	736	1.77	981	3.39	1178	15.38	417	289	8.7	4.5
平均	619	1.51	825	2.78	990	19.96	413	300	13.2	7.2
C. V.	11.1	12.2	11.1	15.8	11.1	20.3	8.1	10.2	31.3	35.5

付表 6 柱脚金物接合部の剛性及び変形比 (ベイマツ, L=800mm)

ベイマツ エースプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	564	2.53	752	3.65	903	8.24	223	206	3.3	2.3
2	625	1.70	833	2.83	1000	10.19	367	294	6.0	3.6
3	657	2.39	876	4.06	1051	12.47	275	216	5.2	3.1
4	656	1.94	875	2.98	1050	12.63	338	294	6.5	4.2
5	582	1.51	776	2.15	931	7.65	385	360	5.1	3.6
6	620	1.42	827	2.44	992	8.13	436	339	5.7	3.3
平均	617	1.92	823	3.02	988	9.89	337	285	5.3	3.3
C. V.	5.6	21.9	5.6	21.9	5.6	20.7	20.9	20.2	19.4	18.0

ベイマツ トライプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	443	1.48	590	2.32	708	14.55	299	254	9.8	6.3
2	588	1.86	783	3.17	940	12.37	315	247	6.6	3.9
3	564	1.36	752	2.50	903	14.82	414	301	10.9	5.9
4	628	1.95	837	3.41	1004	13.42	322	245	6.9	3.9
5	589	1.23	785	2.22	942	14.06	479	354	11.5	6.3
6	540	1.93	720	3.42	864	11.03	280	210	5.7	3.2
平均	558	1.64	744	2.84	893	13.37	352	269	8.6	4.9
C. V.	10.4	17.7	10.4	17.8	10.4	9.9	20.3	17.3	26.0	25.8

ベイマツ Yプレート L=800mm

No	1/2・Pmax		2/3・Pmax		4/5・Pmax		剛性		変形比	
	荷重 (kgf)	変位① (mm)	荷重 (kgf)	変位② (mm)	荷重 (kgf)	変位③ (mm)	1/2・Pm kgf/mm	2/3・Pm kgf/mm	③ / ①	③ / ②
1	711	1.84	948	3.50	1138	17.29	386	271	9.4	4.9
2	778	2.01	1038	3.32	1245	14.38	388	313	7.2	4.3
3	781	2.04	1041	3.51	1249	19.99	383	296	9.8	5.7
4	733	1.83	977	3.23	1173	29.98	401	303	16.4	9.3
5	789	1.69	1052	3.03	1262	11.75	466	347	6.9	3.9
6	664	1.34	885	2.44	1062	22.04	494	363	16.4	9.0
平均	743	1.79	990	3.17	1188	19.24	420	315	11.0	6.2
C. V.	6.1	12.9	6.1	11.5	6.1	30.6	10.5	9.8	35.9	35.1

付表7 供試材の含水率及び比重（支持間距離 L 1 = 400mm）

エースプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	16.2	14.5	0.40	0.33
2	16.7	14.5	0.37	0.36
3	24.9	16.2	0.36	0.39
4	17.1	14.1	0.34	0.36
5	17.0	14.4	0.38	0.36
6	14.5	15.0	0.34	0.37
平均	17.8	14.8	0.37	0.36
CV(%)	18.7	4.7	5.5	5.1

エースプレート バイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	14.8	15.5	0.43	0.56
2	14.4	15.0	0.42	0.43
3	14.8	15.1	0.55	0.50
4	13.5	14.6	0.41	0.52
5	14.2	13.5	0.45	0.46
6	13.8	14.4	0.44	0.50
平均	14.3	14.7	0.45	0.49
CV(%)	3.5	4.3	10.5	8.5

トライプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	17.1	16.4	0.39	0.38
2	23.9	14.7	0.41	0.35
3	15.2	15.9	0.33	0.36
4	15.3	15.3	0.35	0.33
5	15.8	14.6	0.35	0.36
6	15.2	12.5	0.35	0.36
平均	17.1	14.9	0.36	0.36
CV(%)	18.2	8.2	7.7	4.2

トライプレート バイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	15.1	15.5	0.43	0.45
2	14.7	14.7	0.42	0.44
3	15.4	15.0	0.48	0.44
4	14.5	14.5	0.44	0.53
5	13.4	14.4	0.43	0.51
6	14.2	14.4	0.46	0.49
平均	14.5	14.7	0.44	0.48
CV(%)	4.5	2.7	4.6	7.2

Yプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	15.5	14.5	0.34	0.36
2	16.6	15.2	0.39	0.39
3	14.9	14.1	0.38	0.36
4	14.6	13.7	0.31	0.35
5	15.9	15.5	0.38	0.36
6	21.6	13.4	0.35	0.34
平均	16.5	14.4	0.36	0.36
CV(%)	14.4	5.2	7.7	4.4

Yプレート バイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	14.9	15.5	0.45	0.51
2	14.6	15.2	0.43	0.51
3	14.8	15.0	0.43	0.49
4	13.7	14.0	0.41	0.44
5	14.0	13.5	0.45	0.43
6	13.2	13.6	0.42	0.43
平均	14.2	14.5	0.43	0.47
CV(%)	4.4	5.5	3.8	7.8

付表 8 供試材の含水率及び比重 (支持間距離 L 1 = 800mm)

エースプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	16.7	17.0	0.38	0.35
2	15.9	15.7	0.36	0.39
3	16.2	15.3	0.43	0.35
4	14.2	16.3	0.38	0.38
5	15.9	15.2	0.35	0.37
6	13.9	15.1	0.37	0.36
平均	15.5	15.8	0.38	0.37
CV(%)	6.7	4.3	6.3	4.3

エースプレート ベイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	13.4	14.2	0.44	0.42
2	11.0	12.3	0.46	0.49
3	14.6	15.1	0.44	0.45
4	13.8	14.6	0.44	0.49
5	14.3	14.4	0.44	0.49
6	14.4	14.1	0.51	0.48
平均	13.6	14.1	0.45	0.47
CV(%)	9.0	6.2	5.7	5.9

トライプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	17.0	18.8	0.42	0.37
2	15.1	16.6	0.35	0.38
3	14.4	15.4	0.35	0.36
4	16.7	15.7	0.43	0.36
5	15.4	15.4	0.34	0.37
6	15.6	16.3	0.38	0.37
平均	15.7	16.4	0.38	0.37
CV(%)	5.7	7.2	9.4	2.0

トライプレート ベイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	13.7	14.0	0.40	0.41
2	14.4	15.9	0.49	0.50
3	14.3	15.2	0.51	0.47
4	14.0	14.5	0.44	0.46
5	14.0	14.4	0.45	0.46
6	13.4	13.7	0.41	0.49
平均	14.0	14.6	0.45	0.47
CV(%)	2.4	5.0	8.8	5.5

Yプレート スギ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	13.3	19.1	0.32	0.39
2	15.1	16.7	0.42	0.36
3	14.9	18.5	0.32	0.41
4	15.4	15.9	0.38	0.42
5	16.7	16.7	0.37	0.41
6	18.5	18.2	0.37	0.37
平均	15.6	17.5	0.36	0.39
CV(%)	10.3	6.5	9.9	5.0

Yプレート ベイマツ

番号	含水率(%)		比重	
	柱	土台	柱	土台
1	13.6	14.6	0.41	0.47
2	11.3	11.7	0.45	0.49
3	13.9	15.1	0.43	0.48
4	14.3	15.0	0.44	0.47
5	14.7	14.8	0.44	0.46
6	13.8	14.9	0.43	0.55
平均	13.6	14.3	0.43	0.49
CV(%)	8.0	8.2	2.6	6.1

1 はじめに 木造住宅などの構造設計では、壁量規定により耐震性能の確保が図られている。3階建ての構造計算においても、厳密な意味での応力解析は行われていない。稲山は、木造住宅を例に各接合部の剛性を考慮した応力解析手法を提案している。しかしながら、在来工法の各接合部の強度や剛性の評価資料が乏しく、木造住宅を中心とした木造建築物の構造設計手法の確立のためにも評価資料の蓄積は急務である。

阪神淡路大震災においても、柱の引き抜きによる倒壊被害が多く見られ、引き寄せ金物の重要性が指摘されている。また、被災地における復興住宅の施行状況調査では、金物は多用されているが、金物の使用方法に対する認識不足より、指定釘以外の物を用いている物が非常に多く、それらの耐震性に対しては問題がある。そこで、引き寄せ金物を中心とした柱と土台の接合金物の引き抜き試験を行い、耐力及び剛性の評価を行い、木質構造の設計法確立のための資料の蓄積に寄与することを目的とする。

2 試験体概要 試験体一覧を表-1に、又、各試験体図を図-1～6に示す。

試験体は、柱と土台の接合方法により、以下のグループよりなる。

グループⅠ 引き寄せ金物（土台無し試験体、NO. 1～NO. 9）

引き寄せ金物HDB-10、HDB-20、HDN-10、HDN-20及びSHD-10、SHD-20を以下の方法で柱と接合し、基礎（加力フレーム）に直接アンカーされた場合を想定した試験体群である。試験体図及び加力、計測方法を図-1に示す。HDB-10とHDB-20については、ボルト（M12）或いはラグスクリュー（LS12）により柱と接合した。SHD-10とSHD-20については、ボルト（M12）により柱と接合した。HDN-10とHDN-20は、ZN90により柱に接合した。加力装置の関係上、引き寄せ金物は柱の相対する面に2個取り付けて、柱に対して偏心モーメントが生じないように加力した。柱の樹種は杉と米松であり、柱断面は10.5cm角である。2tonf用の引き寄せ金物を用いた物では、アンカーボルトの破壊で最大耐力に達する場合も考えられるが、本実験では、アンカーボルトの耐力は、別途アンカーボルトの引っ張り試験により評価し、ここでは、アンカーボルトに高力ボルトを用いることにより、アンカーボルト以外の部分の性能を評価することを目的とした。加力は全6体中の5体は単調引っ張り加力とし、1体は1方向の引っ張り、除荷の繰り返し加力を行った。変位の計測のついては柱と基礎（加力フレーム）の相対引き抜け量と柱と引き寄せ金物のずれを表裏2カ所で計測した。

グループⅡ 引き寄せ金物（土台有り試験体、NO. 10～NO. 13）

引き寄せ金物HDB-20を柱にボルト（M12）で接合し、土台と引き寄せ金物を座金付きボルト（M16）を用いて緊結した試験体群である。柱と引き寄せ金物がボルト締めの場合では、電動工具により締め付けトルクを10Kgf-cmとした。

試験体図及び加力、計測方法を図-2に示す。土台と基礎（加力フレーム）は高力ボルトにより結合した。

加力装置の関係上、引き寄せ金物は柱の相対する面に2個取り付けて、柱に対して偏心モーメントが生じないように加力した。柱の樹種は杉と米松であり、柱断面は12cm角である。土台は米ひばで12cm角のものと12×13.5cm角のものを製作した。土台が12cm角の場合の柱の樹種は杉と米松であり、土台が12×13.5cm角の場合の柱の樹種は杉のみである。

試験体は各シリーズで6体ずつ製作し、基礎と土台のアンカーボルトの心間距離が40cmと80cmの場合についてそれぞれ3体ずつ試験した。各3体中の2体は単調引っ張り加力とし、1体は1方向の引っ張り、除荷の繰り返し加力を行った。変位の計測については柱と基礎（加力フレーム）の相対引き抜け量と柱と引き寄せ金物のずれ、及び土台裏面と基礎（加力フレーム）の移動量を表裏2カ所で計測した。

グループⅢ かど金物（NO. 14～NO. 22）

CP-L、CP-T、VPによって柱と土台を接合した試験体である。試験体図及び加力方法を図-3に示す。加力装置の関係上、かど金物は柱の相対する面に2個取り付けて、柱に対して偏心モーメントが生じないように加力した。柱の樹種は杉であり、柱断面は10.5cm角である。土台は米ひばで10.5cm角である。試験体は各シリーズで6体ずつ製作し、基礎と土台のアンカーボルトの心間距離は80cmである。各6体中の5体は単調引っ張り加力とし、1体は1方向の引っ張り、除荷の繰り返し加力を行った。阪神大震災の被災地神戸市東灘区の復興住宅の施行実態調査では、かど金物は多用されているが、その大部分で指定釘が使用されていない。そこで、施行実態調査結果を踏まえて、実際に施工現場で用いられている釘と同種の物を用いてかど金物を土台と柱に接合してそれらの耐力を確認することを目的とする。変位の計測については柱と土台裏面の相対引き抜け量を表裏2カ所で計測した。

グループⅣ 込み栓（NO. 23～NO. 25）

15mm角（檜）、24mm角（米松）、19mm丸（檜）の込み栓により柱と土台を接合した試験体である。試験体図及び加力、計測方法を図-3に示す。柱の樹種は杉であり、柱断面は12cm角である。土台は米ひばで12×13.5cm角である。試験体は各シリーズで6体ずつ製作し、基礎と土台のアンカーボルトの心間距離は80cmである。各6体中の5体は単調引っ張り加力とし、1体は1

方向の引っ張り、除荷の繰り返し加力を行った。変位の計測については柱と土台裏面の相対引き抜け量を表裏2カ所で計測した。

3 使用材料の含水率と比重の関係

柱の樹種は杉と米松であり、土台の樹種は、米ひばであり図-4 (a) (b) (c) に使用した材料の含水率と比重の関係を示す。

4 アンカーボルト (M16) の引っ張り試験

アンカーボルトについては、図-5 (a) に示すようにナットで反力が取れるように引張試験を行なった。同 (b) にその結果を示す。ボルトのネジ部が降伏し細くなり、ナットが滑り抜けることによって、最大耐力が決定した。最大耐力の平均値は61.5 kNであり、土台無し試験体の最大耐力が $61.5 \times 2 = 123.1$ kN以上の場合では実際にはアンカーボルトの破壊で最大耐力が決まったことになる。アンカーボルトの試験結果と、栓長29 cm間のそれらの荷重-伸び曲線を2本の直線近似したときの第1、第2勾配及び各点の荷重と伸びの値の平均値を表-2に示す。

5 実験結果

各試験体の実験結果の一覧を表-3に示す。又典型的な実験終了後等の写真を写真1~21に示す。なお、以下に示す耐力は全て金物2組分の合計耐力であり、表中の最大耐力時の変位に関しては、剛性評価の際に述べる方法により初期なじみを除去した値である。また、図-6に各試験体の荷重-抜け出し曲線を示す。図-6における(初期なじみを含む)各変位時の荷重の一覧を表-4に示す。また、写真-1~21に各試験体の試験後の破壊状況を示す。

グループⅠ、Ⅱ (引き寄せ金物、NO. 1~NO. 13)

最大耐力は2 tonf用の引き寄せ金物を用いた土台無しの試験体では、引き寄せ金物で最大耐力が決まる場合が多かったため、耐力のばらつきは少なかった。各シリーズで多く見られた破壊モードは、2 tonf用の引き寄せ金物のボルト締めの場合では、引き寄せ金物のアンカーボルト取り付け部のブラケットで破断であり、ラグスクリュー締めでは、柱の割裂であった。1 tonf用の引き寄せ金物では、ボルトやラグスクリューのせん断に伴い、柱の割裂が生じた。釘打ちの場合は釘のせん断であった。(2 tonf用では、その後全体が破壊したものもある。)

グループⅢ かど金物

ZN65 或いはN65を用いた場合の最終破壊形式は、CP-Lでは金物の隅角部の破断であり、CP-Tでは、土台に割裂が発生した後に土台部分の釘のせん断で

あった。N38を用いた場合では、CP-Lでは土台部分の釘のせん断で、CP-Tでは柱部分の釘のせん断で破壊した。

ZN90或いはN65を用いた場合のVPでは、土台の割裂で、N38を用いた場合では柱部分の釘のせん断で最終破壊した。指定釘を用いた場合に対する最大強度比（指定釘の場合の平均強度：N65の場合の平均強度：N38の場合の平均強度）は、CP-Lで1：0.89：0.55、CP-Tで1：0.93：0.57、VPで1：0.79：0.32であった。

グループIV 込み栓

込み栓試験体では、込み栓が曲げ破壊した後、土台にめり込みながらほぞが抜け出した。

14mm角の榫込み栓の方が19mm丸の榫込み栓場合よりも最大耐力が高かった。

- 6 剛性の評価 1方向加力を行った試験体では、最大耐力までの荷重と柱と基礎の変形曲線より、以下の手順により剛性評価を行った。初期勾配の最も急な点よりその接線を延長してゼロ荷重点を求め、原点を移動して初期のなじみの影響を除去した。そして、最大耐力点までを2本の直線で最小2乗法によって近似した表-3中に折れ曲がり点の荷重（2組の金物の耐力の合計）とその時の変位を示す。図-7に各試験体の最大荷重点までの荷重変位関係とその近似直線を示す。表-3中に折れ曲がり点の無次元化座標（縦横軸とも最大値を1.0とした座標）を示す。また、図-8に各シリーズの折れ曲がり点の無次元化座標の分布を示す。金物を用いた試験体では、金物で最大耐力が決まった場合が多かったため、折れ曲がり点の位置のばらつきが少なかった。

7 まとめ

引き寄せ金物、かど金物、込み栓により柱と土台を接合した試験体の合計165体の引き抜き試験を行った。そして、最大荷重までを2本の直線より近似し剛性を評価した。

謝辞 本実験は平成7年度日本住宅木材技術センターの委託によって行われたものである。又、木構造住宅研究所メンバーに多大な協力を頂いたことに深く感謝いたします。

参考文献

稲山正弘：木造新耐震構造設計法、建築知識スーパムック阪神・淡路大震災後の設計手法を考える 地震に強い[木造住宅]の設計マニュアル P19～P43

（文責：村上雅英）

表一 1 柱-土台接合部性能評価試験体の一覧

NO.	金物の種類	アンカー ボルト	樹種		備考	試験体名	
			杉	米松		杉	米松
1	HDB-10 (M12)	心距離	6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HB1HS1~6 HB1HM1~6
2	HDB-20 (M12)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HB2HS1~6 HB2HM1~6
4	HDN-10 (ZN90)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HN1HS1~6 HN1HM1~6
5	HDN-20 (ZN90)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HN2HS1~6 HN2HM1~6
6	S-HD10 (M12)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HS1HS1~6 HS1HM1~6
7	S-HD20 (M12)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HS2HS1~6 HS2HM1~6
8	HDB-10 (LS15)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HL1HS1~6 HL1HM1~6
9	HDB-20 (LS12)		6体	6体	105角 L=1, 500	土台無し	HL2HS1~6 HL2HM1~6
10	座金式HDB-20 (M12)	400	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×120	土台有り	HB212S41~3 HB212M41~3
11	座金式HDB-20 (M12)	400	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×135	土台有り	HB213S41~3
12	座金式HDB-20 (M12)	800	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×120	土台有り	HB212S81~3 HB212M81~3
13	座金式HDB-20 (M12)	800	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×135	土台有り	HB213S81~3
14	CP-L (ZN65)	"	6体	6体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPLZNI~6
15	CP-T (ZN65)	"	6体	6体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPTZNI~6
16	CP-L (N65使用)	"	6体	6体	105角 L=800 土台105角	土台有り	VPZNI~6
17	VP (ZN90)	"	6体	6体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPLNI~6
18	CP-T (N65使用)	"	6体	6体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPTNI~6
19	VP (N65使用)	"	3体	3体	105角 L=800 土台105角	土台有り	VPNI~3
20	CP-L (N38使用)	"	3体	3体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPLN381~3
21	CP-T (N38使用)	"	3体	3体	105角 L=800 土台105角	土台有り	CPTN381~3
22	VP (N38使用)	"	3体	3体	105角 L=800 土台105角	土台有り	VP381~3
23	長ぼぞ込み栓締め (15角)	"	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×135	土台有り	NK15-1~3
24	長ぼぞ込み栓締め (24角)	"	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×135	土台有り	NK24-1~3
25	長ぼぞ込み栓締め (19Φ)	800	3体	3体	柱120角 L=1, 500 土台ヒバ 120×135	土台有り	KMK-1~3

(単位は全てmm)

合計165体

原則として、単調加力5体+繰り返し加力1体とする。
土台長さは全て、L=1,000mmとする。
加工仕様は、別図とする。

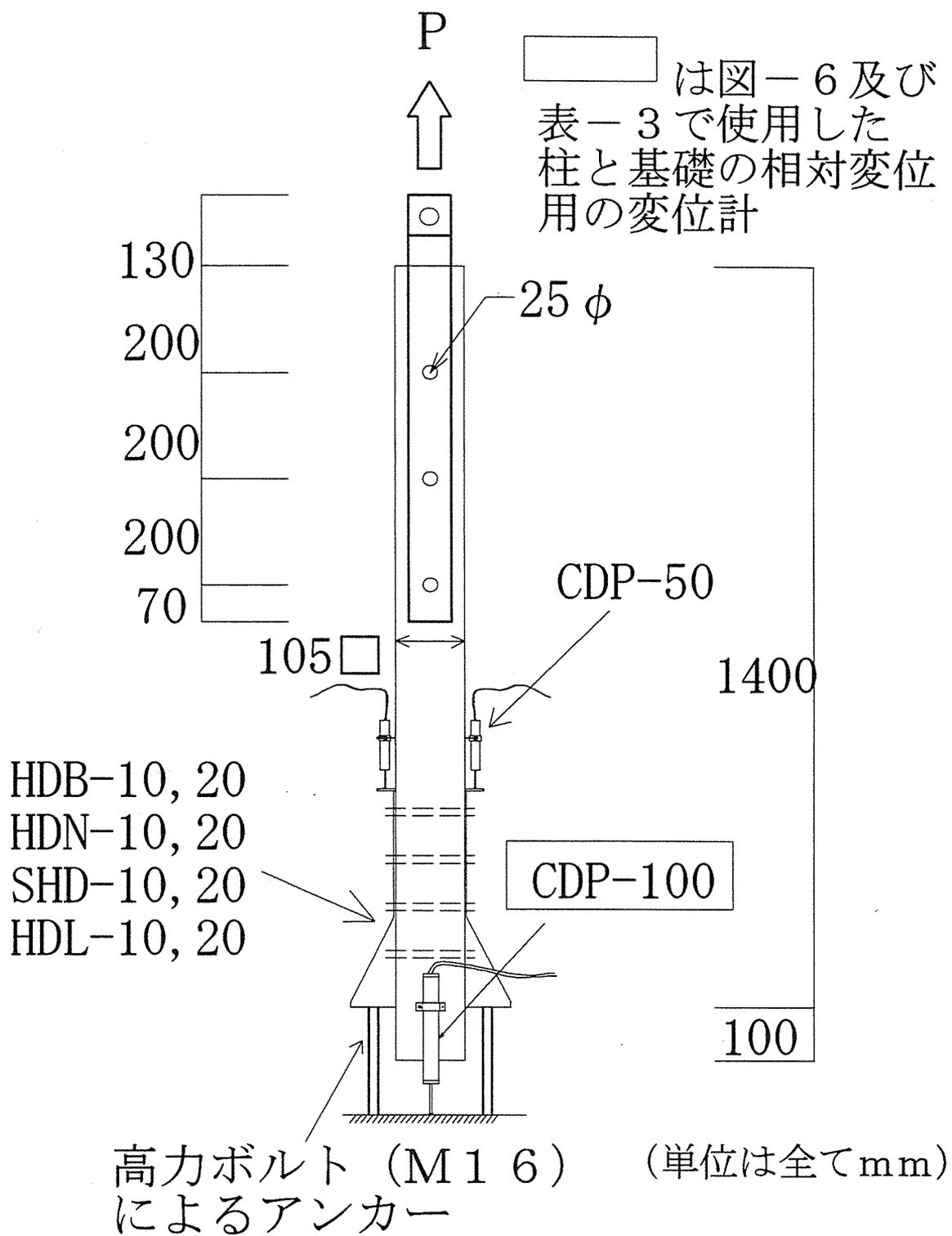


図-1 引き寄せ金物土台有り
 試験体 (NO. 10~13)

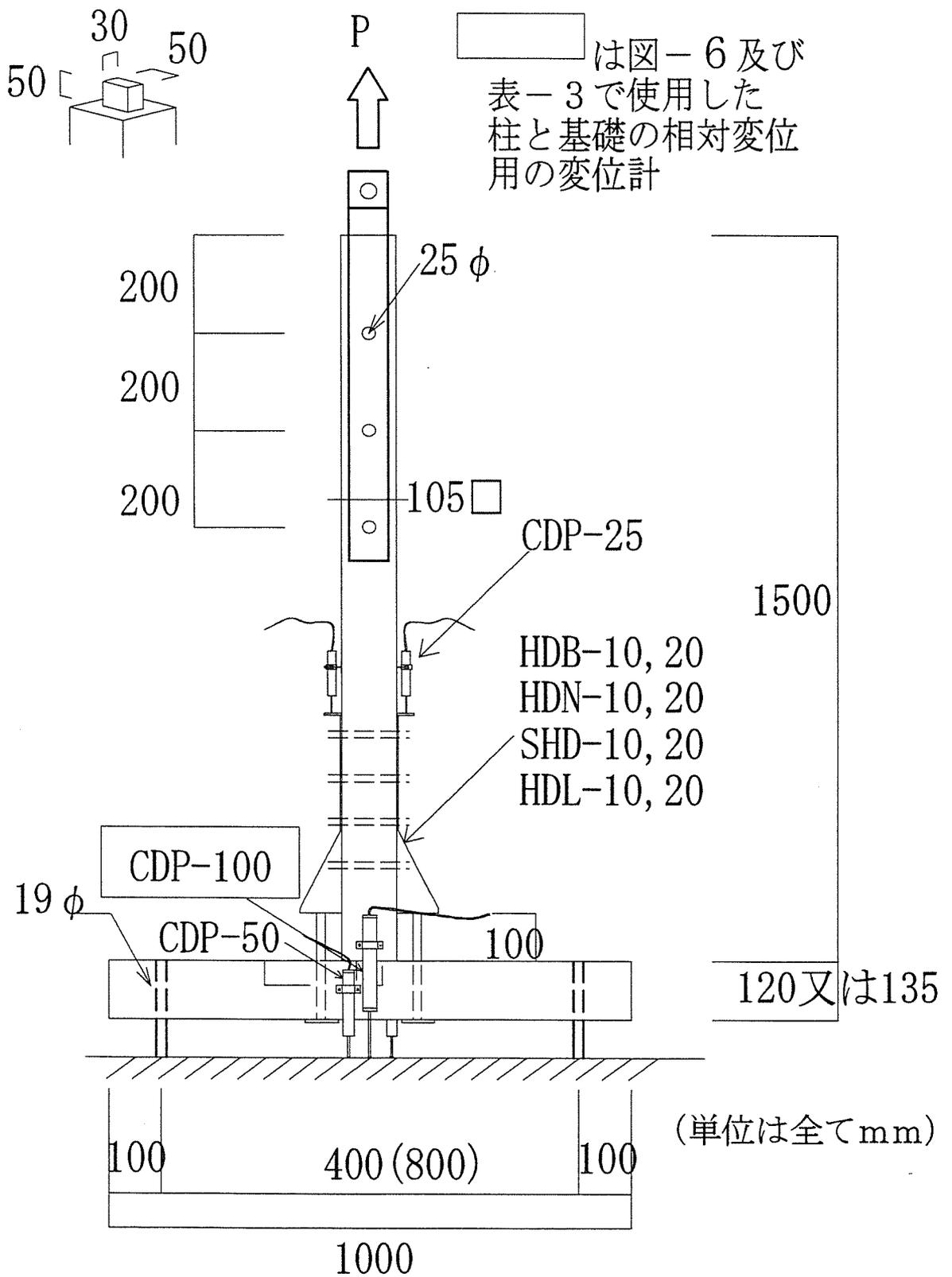


図-2 引き寄せ金物土台有り
 試験体 (NO. 10~13)

込み栓の場合
のほぞの仕様

かど金物の場合
のほぞの仕様

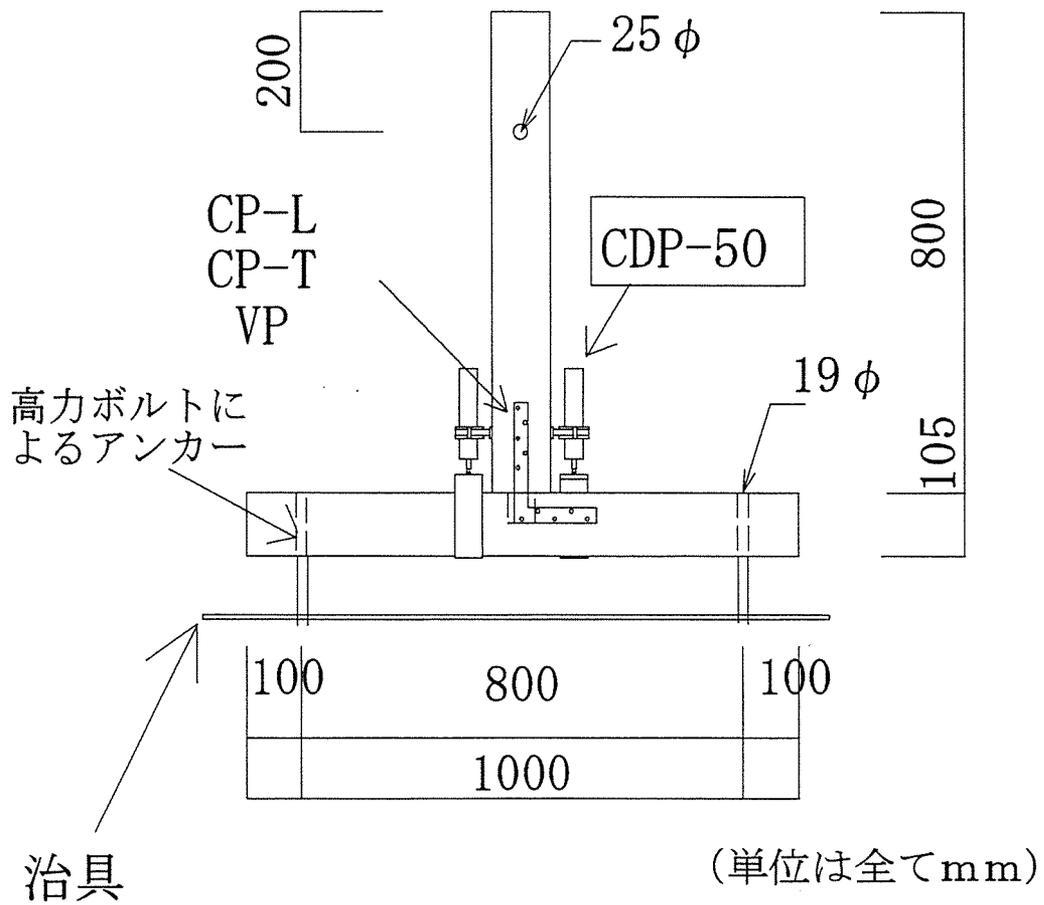
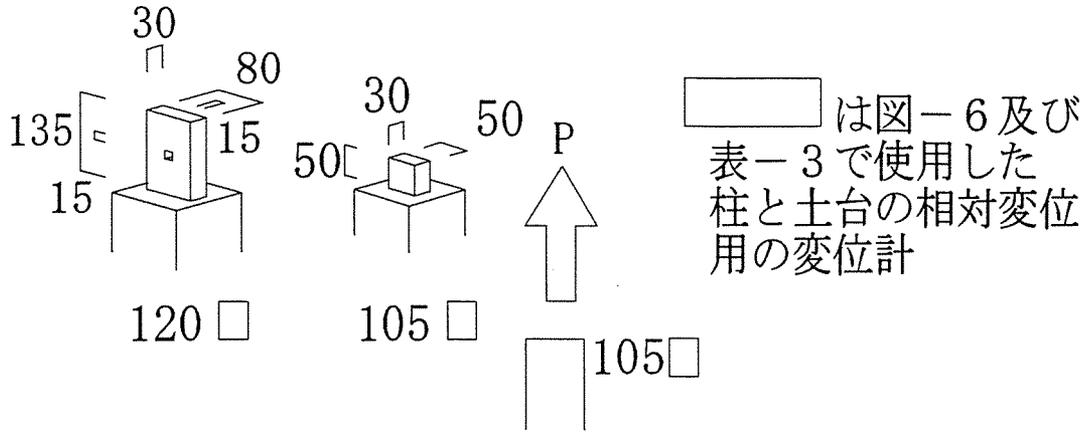
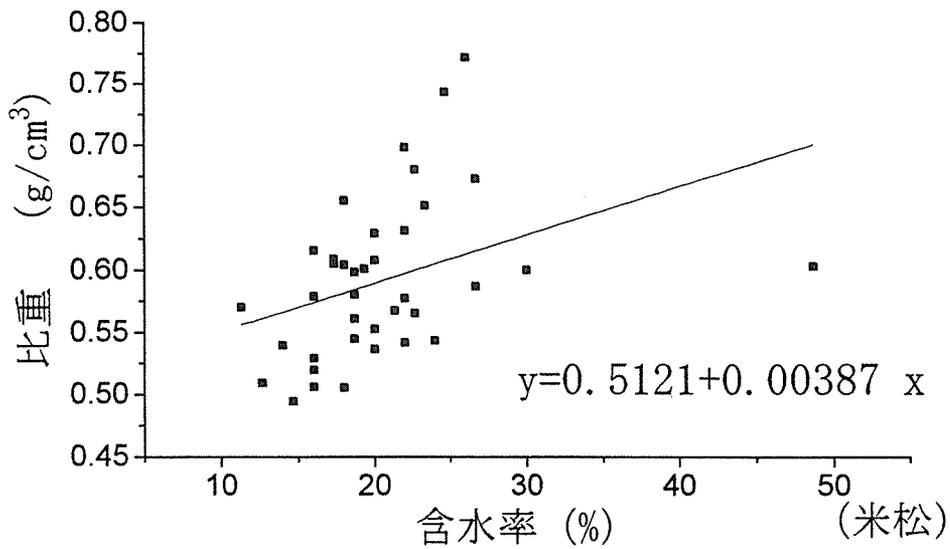
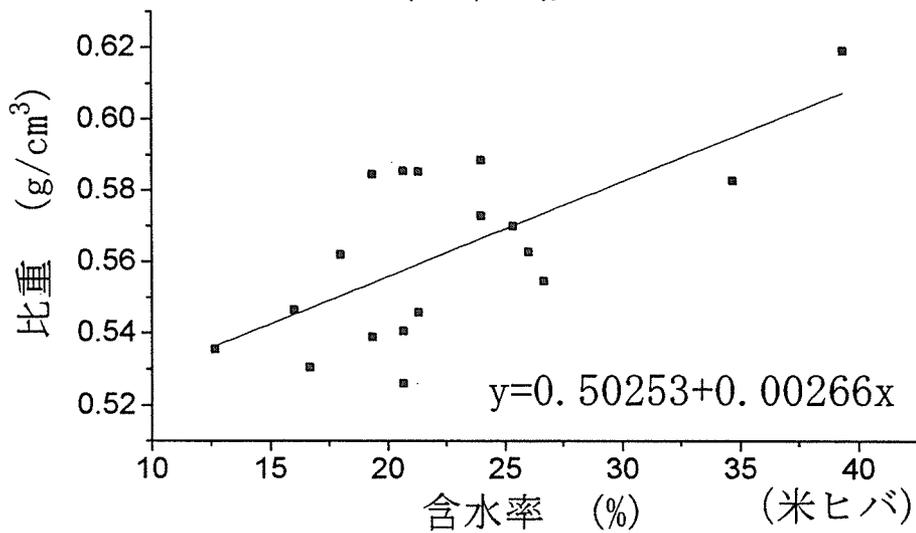


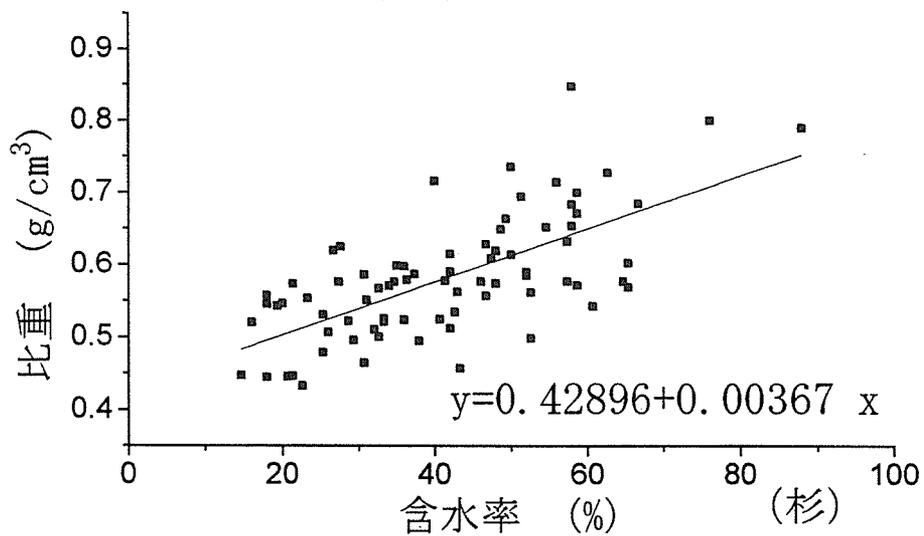
図-3 かど金物、込み栓
試験体 (NO. 14~25)
(図は CP-Lの場合)



(a) 杉



(b) 米松



(c) 米ひば

図-4 各材料の含水率と比重の関係

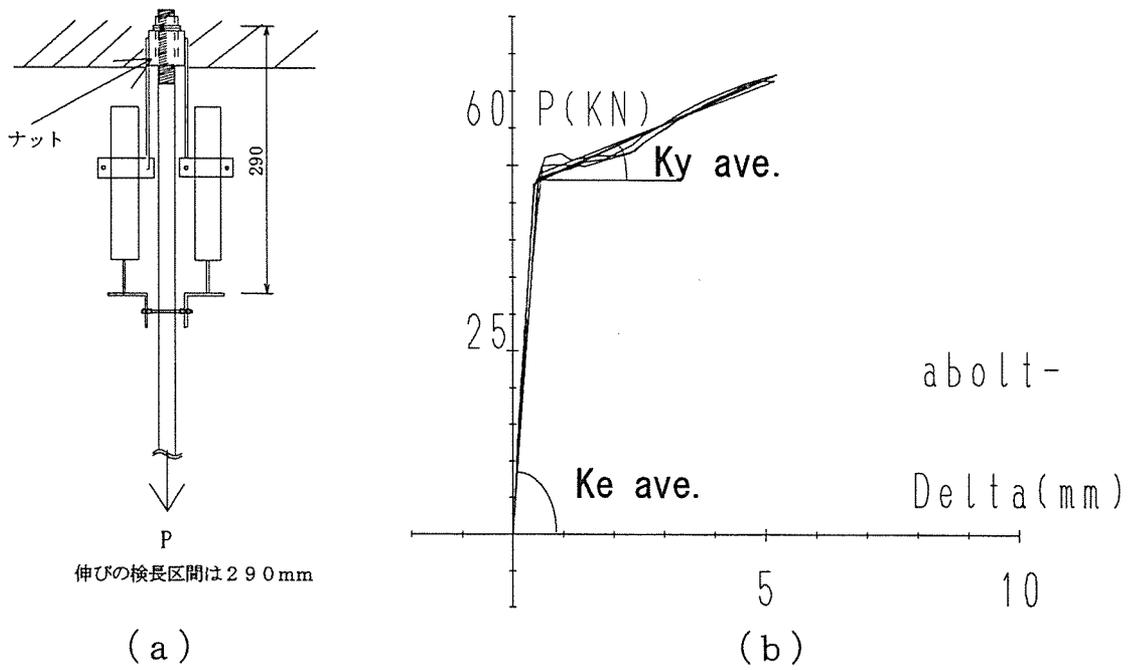
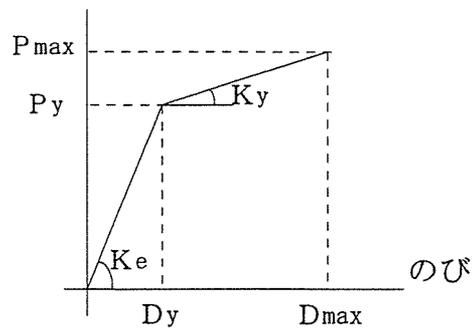


図-5 アンカーボルトの引張試験結果

表-2 アンカーボルトの試験結果一覧と剛性評価

試験体名	Py	Dy	Pmax	Dmax	Ke	Ky	Py/Dy	Pmax/Dmax	Py	Dy	Pmax	Dmax	Ke	Ky
	(KN)	(mm)	(KN)	(mm)	Py/Dy	Pmax/Dmax			ave.	ave.	ave.	ave.	ave.	ave.
NO.1	48.0	0.49	60.6	4.64	98.0	13.1								
NO.2	47.5	0.41	62.4	5.23	115.9	11.9	48.1	0.47	61.5	5.0	102.6	12.3		
NO.3	48.8	0.52	61.5	5.18	93.8	11.9								

荷重



表－3
各試験体の実験結果一覧
及び
剛性評価結果

(荷重及び剛性は試験体に
載荷された合計荷重を示している。)

Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
109.34	23.62	72.63	6.32	0.67	0.23	71.26
85.24	22.24	56.25	6.42	0.66	0.30	8.80
123.34	23.13	79.54	6.67	0.66	0.34	12.57
121.2	25.93	81.25	7.32	0.67	0.29	11.24
72.16	12.87	56.80	5.21	0.79	0.42	11.75
67.13	11.98	57.90	5.48	0.87	0.47	10.72
116.0	17.85	81.78	5.52	0.71	0.31	14.97

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Pv		ke (pv/dy)	柱含水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dv			
HB1HM1	118.0	29.89	70.99	6.78	0.60	0.23	10.47	18.8	1
HB1HM2	102.0	25.77	62.26	5.69	0.61	0.22	10.94	17.2	1,3
HB1HM3	112.0	35.5	83.2	11.94	0.74	0.34	6.97	20.4	1
HB1HM4	116.0	7.49	76.27	0.24	0.66	0.03	317.79	17	1,3
HB1HM5	98.7	19.43	70.42	6.96	0.71	0.36	10.12	20.4	1,3
HB1HS1	88.0	22.24	58.26	6.63	0.66	0.30	8.79	28	1,3
HB1HS2	78.6	20.24	57.07	6.73	0.73	0.33	8.48	48.8	1,3
HB1HS3	83.9	15.72	61.6	5.72	0.73	0.36	10.77	21.4	1,3
HB1HS4	96.3	30.22	57.81	6.98	0.60	0.23	8.28	23.6	1,3
HB1HS5	79.4	22.78	46.53	6.06	0.59	0.27	7.68	24.6	1
HB2HM1	130.0	25.33	87.02	7.12	0.67	0.28	12.22	12.6	1,2
HB2HM2	152.0	35.26	84.45	5.05	0.56	0.14	16.72	14.6	1,2
HB2HM3	112.0	17.28	69.69	4.7	0.62	0.27	14.83	16	1,3
HB2HM4	93.7	11.32	75.53	7.44	0.81	0.66	10.15	20	2
HB2HM5	129.0	26.48	81	9.05	0.63	0.34	8.95	17	2
HB2HS1	146.0	36.85	89.44	8.31	0.61	0.23	10.76	31.2	1,3
HB2HS2	115.0	24.94	78.27	7.1	0.68	0.28	11.02	33.6	1,3,4
HB2HS3	122.0	26.82	84.71	7.57	0.69	0.28	11.19	53	1,2,3
HB2HS4	117.0	22.78	81.49	8.13	0.70	0.36	10.02	27.6	2
HB2HS5	106.0	18.24	72.33	5.49	0.68	0.30	13.17	31	2
HL1HM1	93.1	19.33	75.76	6.54	0.81	0.34	11.58	23	1,3
HL1HM2	50.6	8.23	38.03	4.88	0.75	0.59	7.79	22.2	3
HL1HM3	64.6	11.38	56.41	6.11	0.87	0.54	9.23	17.8	1,3
HL1HM4	81.1	14.03	61.33	5.83	0.76	0.42	10.52	11.2	3
HL1HM5	71.4	11.36	52.45	2.67	0.73	0.24	19.64	16.6	1
HL1HS1	74.0	10.47	66.79	6.71	0.90	0.64	9.95	21.8	3
HL1HS2	38.0	-2.12	17.66	-2.12	0.46	1.00	-8.33	27.6	1,4
HL1HS3	73.6	12.97	59.86	5.44	0.81	0.42	11.00	40.2	4
HL1HS4	51.8	14.62	47.51	5.37	0.92	0.37	8.85	22.4	1
HL1HS5	69.1	9.86	57.44	4.39	0.83	0.45	13.08	37	1,3
HL2LM1	119.0	21.11	87.42	6.15	0.73	0.29	14.21	16.4	1,3
HL2HM2	116.0	16.91	84.87	5.62	0.73	0.33	15.10	18.8	1,3
HL2HM3	120.0	18.97	80.19	5.03	0.67	0.27	15.94	23.4	1,3,4
HL2HM4	109.0	16.02	77.9	6.19	0.71	0.39	12.58	14.2	3
HL2HM5	116.0	16.22	78.5	4.61	0.68	0.28	17.03	21.2	2

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Py		ke (py/dy)	柱含水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dy			
HL2HS1	108.0	10.87	84.08	3.24	0.78	0.30	25.95	46.8	1, 2, 3
HL2HS2	96.1	9.81	65.15	3.09	0.68	0.31	21.08	50.4	3
HL2HS3	97.5	11.19	73.18	3.46	0.75	0.31	21.15	25.4	3
HL2HS4	84.1	12.17	64.17	4.74	0.76	0.39	13.54	50.4	3
HL2HS5	102.0	11.49	77.87	4.8	0.76	0.42	16.22	52.6	1, 3
HN1HM1	68.2	20.57	59.54	5.16	0.87	0.25	11.54	19	1
HN1HM2	91.1	15.11	72.99	5.43	0.80	0.36	13.44	25.8	1
HN1HM3	96.5	33.43	80.06	6.17	0.83	0.18	12.98	22.8	1, 4
HN1HM4	95.6	22.13	78.15	5.8	0.82	0.26	13.47	18.6	1
HN1HM5	111.0	25.7	80.32	6.31	0.72	0.25	12.73	20.8	1
HN1HS1	69.7	24.6	62.05	5.08	0.89	0.21	12.21	32.8	1, 4
HN1HS2	76.8	29.12	68.32	5.28	0.89	0.18	12.94	53.6	1
HN1HS3	70.5	23.49	59.97	5.93	0.85	0.25	10.11	31	1
HN1HS4	95.8	25.11	83.91	5.82	0.88	0.23	14.42	29.8	1
HN1HS5	61.2	25.42	54.18	4.06	0.89	0.16	13.34	31.2	1
HN2HM1	144.06	26.05	95.1	5.22	0.66	0.20	18.22	13.2	2
HN2HM2	114.66	12.6	71.01	0.71	0.62	0.06	100.01	25.8	4
HN2HM3	132.3	17.56	87.37	4.23	0.66	0.24	20.65	15.4	4
HN2HM4	113.0	12.32	76.83	4.01	0.68	0.33	19.16	19.6	1, 3
HN2HM5	132.0	17.92	87.67	5.14	0.66	0.29	17.06	13	1, 4
HN2HS1	112.0	16.85	75.79	4.07	0.68	0.24	18.62	44.8	1, 2
HN2HS2	106.0	13.9	79.12	4.29	0.75	0.31	18.44	45.2	4
HN2HS3	121.0	20.18	89.14	5.25	0.74	0.26	16.98	26.2	1, 2
HN2HS4	97.4	17.33	75.22	4.77	0.77	0.28	15.77	39.2	1, 4
HN2HS5	116.0	17.78	74.09	4.36	0.64	0.25	16.99	26.8	1
HS1HM1	88.8	21.48	60.27	10.72	0.68	0.50	5.62	29.2	2
HS1HM2	112.0	39.3	73.3	14.74	0.65	0.38	4.97	29	3
HS1HM3	130.0	9.88	87.21	5.88	0.67	0.60	14.83	25.4	3
HS1HM4	109.0	8.28	74.73	3.9	0.69	0.47	19.16	21.2	3
HS1HM5	79.4	49	55.3	5.56	0.70	0.11	9.95	16	2
HS1HS1	84.6	15.26	77.94	7.21	0.92	0.47	10.81	38	1, 3
HS1HS2	81.5	21.36	78.89	18.46	0.97	0.86	4.27	40	3
HS1HS3	91.1	14.9	87.59	11.81	0.96	0.79	7.42	25	3
HS1HS4	80.2	20.49	50.98	7.42	0.64	0.36	6.87	27.8	3
HS1HS5	74.9	19.54	55.68	5.22	0.74	0.27	10.67	48.8	2, 3

Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
92.48	23.39	74.21	5.77	0.81	0.26	12.83
74.8	25.55	65.69	5.23	0.88	0.21	12.61
130.34	18.46	86.74	4.65	0.66	0.26	18.77
110.48	17.21	78.67	4.55	0.71	0.27	17.36
103.84	25.59	70.16	8.16	0.68	0.41	10.91
82.46	18.31	70.22	10.02	0.85	0.55	8.01

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Py		ke (py/dy)	柱合水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dy			
HS2HM1	104.0	9.55	72.15	2.31	0.69	0.24	31.23	13.6	2
HS2HM2	123.0	13	83.44	2.31	0.68	0.18	36.12	16	2
HS2HM3	101.0	6.52	73.55	1.95	0.73	0.30	37.72	14.6	2
HS2HM4	128.0	11.82	89	2.24	0.70	0.19	39.73	14.6	2
HS2HM5	132.0	13.9	94.17	2.46	0.71	0.18	38.28	14	2
HS2HS1	138.0	30.57	110.55	15.28	0.80	0.50	7.23	45.8	2
HS2HS2	103.0	13.46	30.87	2	0.30	0.15	15.44	45.2	2
HS2HS3	119.0	21.25	99.76	2.12	0.84	0.10	47.06	37.6	2
HS2HS4	114.0	17.12	74.86	11.27	0.66	0.66	6.64	34.2	2
HS2HS5	121.0	17.11	97.2	8.4	0.80	0.49	11.57	37	2
HB212S41	79.3	43.94	58.3	15.25	0.74	0.35	2.12	25.0,16.2	5
HB212S42	74.5	35.43	56.5	17.68	0.76	0.50	1.52	23.8,17.0	5
HB212S43								8.8,12.6	5
HB212S81	62.0	30	48	15.1	0.77	0.50	1.54	32.6,14.0	5
HB212S82	58.7	19.1	19.1	4.6	0.33	0.24	1.35	17.2,11.2	5
HB212S83								26.0,11.4	5
HB213S41	65.5	17.47	38.43	6.56	0.59	0.38	1.56	15.6,19.2	5
HB213S42	68.3	14.45	38.73	4.59	0.57	0.32	1.79	15.2,12.0	5
HB213S43								58.4,8.6	5
HB213S81	68.1	31.42	26.17	15.1	0.38	0.48	0.80	18.0,15.2	5
HB213S82	53.6	24.47	39.01	4.6	0.73	0.19	3.87	23.0,17.6	5
HB213S83								26.0,11.4	5
HB212M41	76.8	24.8	30.57	2.73	0.40	0.11	3.62	15.4,9.8	5
HB212M42	83.6	30.4	44.35	3.36	0.53	0.11	4.80	11.8,13.4	5
HB212M43								11.0,12.4	5
HB212M81	64.0	24.8	30.57	2.73	0.48	0.11	4.34	13.6,11.8	5
HB212M82	78.4	30.4	44.35	3.36	0.57	0.11	5.12	20.2,11.6	5
HB212M83								15.6,11.4	5

Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
117.6	10.96	82.46	2.25	0.70	0.22	36.62
119.0	19.90	82.65	7.81	0.68	0.38	17.59
76.90	39.69	57.40	16.47	0.75	0.42	1.82
60.35	24.55	33.55	9.85	0.55	0.37	1.44
66.90	15.96	38.58	5.58	0.58	0.35	1.67
60.85	27.95	32.59	9.85	0.56	0.33	2.34
80.20	27.60	37.46	3.05	0.46	0.11	4.21
71.20	27.60	37.46	3.05	0.52	0.11	4.73

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Py		ke (py/dy)	柱含水率 (%)	土台 含水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dy				
CPLZN1	15.3	4.4	13.65	3.07	0.89	0.70	4.45	11.4	28.6	2
CPLZN2	14.9	11.67	11.67	3.37	0.78	0.29	3.46	22.4	38.8	2
CPLZN3	15.3	15.09	12.78	5.48	0.84	0.36	2.33	11.6	17.2	2
CPLZN4	14.7	9.38	11.1	3.63	0.76	0.39	3.06	17.2	21.6	2
CPLZN5	15.2	10.45	12.43	5.71	0.82	0.55	2.18	21	26.4	2
CPLN1	14.1	11.8	11.21	5.13	0.80	0.43	2.19	33	35.2	2
CPLN2	13.6	12.98	11.44	5.7	0.84	0.44	2.01	24	24.6	2
CPLN3	12.7	13.2	11.08	5.33	0.87	0.40	2.08	26.8	20.4	2
CPLN4	12.3	13.12	10.54	7.74	0.86	0.59	1.36	26.4	21.6	2
CPLN5	14.4	14.86	11.9	8.24	0.83	0.55	1.44	26	20	2
CPTZN1	17	7.51	13.39	3.08	0.79	0.41	4.35	23	33.2	2,5,6
CPTZN2	19.5	10.72	16.28	3.65	0.83	0.34	4.46	9	22.4	2,6
CPTZN3	22.2	7.14	16.13	3.19	0.73	0.45	5.06	5.2	11.2	5
CPTZN4	19.91	7.16	14.45	1.79	0.73	0.25	8.07	4.6	13.4	5
CPTZN5	20.38	10.91	17.24	2.93	0.85	0.27	5.88	11.8	26.2	2,5,6
CPTN1	16.8	8.8	12.18	3.49	0.73	0.40	3.49	39.4	25.6	2,5,6
CPTN2	20.8	12.69	16.21	3.29	0.78	0.26	4.93	28.2	16.8	2,5,6
CPTN3	20.9	13.01	16.54	3.93	0.79	0.30	4.21	27	16.4	5
CPTN4	18.9	12.33	14.48	3.36	0.77	0.27	4.31	34.2	30.4	5
CPTN5	14.7	5.11	5.21	1.02	0.35	0.20	5.11	25.6	28.4	2,5
CPL381	8.08	14.77	6.98	6.78	0.86	0.46	1.03	28.4	18.6	2
CPL382	8.55	14.03	6.84	6.22	0.80	0.44	1.10	32.2	18.4	2
CPT381	13.7	7.59	7.38	7.12	0.54	0.94	1.04	22.4	27.6	6
CPT382	8.86	15.42	7.68	8.09	0.87	0.52	0.95	25.6	22.4	6
VPZN1	21.51	2.18	19.6	1.13	0.91	0.52	17.35	16.8	26.4	5
VPZN2	20.76	1.71	17.74	0.9	0.85	0.53	19.71	7.2	24.6	5
VPZN3	23.29	2.61	17.84	1.13	0.77	0.43	15.79	7.4	21.2	5
VPZN4	21.7	2.08	20.31	1.46	0.94	0.70	13.91	12	21.4	5
VPZN5	24.14	3.18	20.19	1.34	0.84	0.42	15.07	11.4	22	5
VP381	7.42	13.2	4.89	5.2	0.66	0.39	0.94	40.2	16	6
VP382	6.95	8.38	5.14	2.3	0.74	0.27	2.23	26.8	22	6
VPN1	14.75	6.96	9.36	1.93	0.63	0.28	4.85	48.4	21.4	5
VPN2	19.54	13.96	14.83	3.16	0.76	0.23	4.69	37.2	20.8	6

Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
15.08	10.20	12.33	4.25	0.82	0.46	3.10
13.42	13.19	11.23	6.43	0.84	0.48	1.82
19.80	8.69	15.50	2.93	0.78	0.34	5.56
18.42	10.39	12.92	3.02	0.68	0.29	4.41
8.32	14.40	6.91	6.50	0.83	0.45	1.06
11.28	11.51	7.53	7.61	0.70	0.73	0.99
22.28	2.35	19.14	1.19	0.86	0.52	16.36
7.19	10.79	5.02	3.75	0.70	0.33	1.59
17.15	10.46	12.10	2.55	0.70	0.25	4.77

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Py		ke (py/dy)	柱含水率 (%)	土台 含水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dy				
NK15-1	15.78	4.33	11.09	1.04	0.70	0.24	10.66	33.6	23.4	5,6
NK15-2	13.9	39.79	10.7	2.05	0.77	0.05	5.22	37.2	22.8	5,6
NK15-3	14	22.24	8.97	3.19	0.64	0.14	2.81	21.2	18.8	5,6
NK15-4	13.06	24.21	11.13	5.29	0.85	0.22	2.10	19.6	22.2	5,6
NK15-5	14.37	14.97	11.51	2.48	0.80	0.17	4.64	24.4	15.8	5,6
NK24-1	15.9	28.12	10.25	3.51	0.64	0.12	2.92	22.6	21.2	5,6
NK24-2	12.59	2.1	11.47	1.62	0.91	0.77	7.08	28.6	17.8	6
NK24-3	14.94	20.8	9.66	1.39	0.65	0.07	6.95	22.8	18.4	5,6
NK24-4	14.56	17.73	10.77	3.74	0.74	0.21	2.88	21	18.4	5,6
NK24-5	17.94	9.17	12.59	1.36	0.70	0.15	9.26	22.6	20	5,6
KMK-1	13.9	12.44	11.2	1.37	0.81	0.11	8.18	18.2	7.4	5,6
KMK-2	15.2	12.60	11.5	1.84	0.76	0.15	6.25	18.6	10.6	5,6

Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
14.22	21.11	10.68	2.81	0.75	0.16	5.09
15.19	15.58	10.95	2.32	0.73	0.26	5.82
14.55	12.52	11.35	1.61	0.78	0.13	7.21

試験 体名	Pmax (kN)	dmax (mm)	Py (kN)	dy (mm)	Py		ke (py/dy)	柱含水率 (%)	土台 含水率 (%)	破壊 モード
					Pmax	dy				
cn38-1										
cn38-2	4.18	12.13	3.11	0.46	0.74	0.04	6.76			
cn38-3	3.59	8.72	2.76	1.03	0.77	0.12	2.68			
cn50-1	4.59	11.78	3.26	1.5	0.71	0.13	2.17			
cn50-2	5.74	15.15	2.85	0.52	0.50	0.03	5.48			
cn50-3	5.68	14.24	3.01	0.58	0.53	0.04	5.19			
cn50g-1	4.71	13.43	2.76	1.34	0.59	0.10	2.06			
cn50g-2	5.12	13.22	3.11	1.29	0.61	0.10	2.41			
cn50g-3	4.15	13.01	2.66	1.1	0.64	0.08	2.42			
sn38-1	4.21	14.57	2.78	1.51	0.66	0.10	1.84			
sn38-2	3.5	13.29	2.61	2	0.75	0.15	1.31			
sn38-3	3.4	6.46	2.09	0.66	0.61	0.10	3.17			
sn38-4	3.31	12.5	2.19	3.28	0.66	0.26	0.67			
sn38-5	3.84	11.95	2.69	2.49	0.70	0.21	1.08			
sn50-1	5.74	0.9	5.45	0.35	0.95	0.39	15.57			
sn50-2	5.87	20.76	4.34	3.55	0.74	0.17	1.22			
sn50-3	3.78	11.06	2.79	3.92	0.74	0.35	0.71			
sn50-4	3.59	14.64	1.63	1.22	0.45	0.08	1.34			
sn50-5	3.96	4.41	3.36	0.96	0.85	0.22	3.50			
sn38g-1	2.06	6.15	1.18	1.7	0.57	0.28	0.69			
sn38g-2	2.72	8.92	2.04	1.89	0.75	0.21	1.08			
sn38g-3	2.56	4.61	1.96	1.03	0.77	0.22	1.90			
sn50g-1	5.02	1.48	4.51	0.36	0.90	0.24	12.53			
sn50g-2	5.49	10.65	4.08	1.26	0.74	0.12	3.24			
sn50g-3	3.99	3.28	3.74	0.24	0.94	0.07	15.58			
sn45-1										
sn45-2	5.99	13.61	2.92	0.61	0.49	0.04	4.79			
sn45-3	3.68	9.39	2.64	3.27	0.72	0.35	0.81			
sn45g-1	1.99	1.85	1.64	0.99	0.82	0.54	1.66			
sn45g-2	3.37	5.21	2.57	0.52	0.76	0.10	4.94			
sn45g-3	3.56	5.12	2.04	0.72	0.57	0.14	2.83			

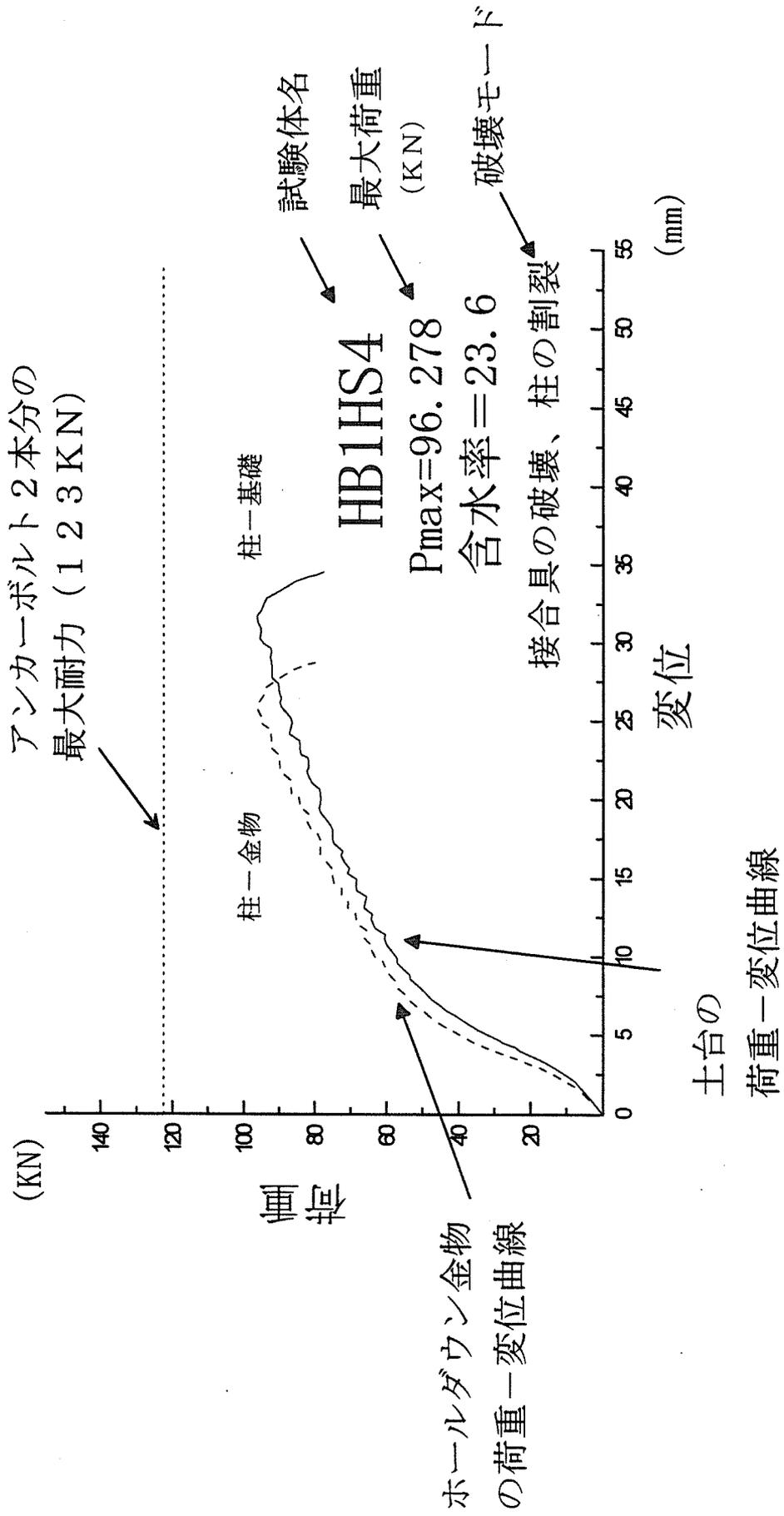
Pmax ave	dmax ave	Py ave	dy ave	Py/Pmax ave	dy/dmax ave	ke ave
3.89	10.43	2.94	0.75	0.76	0.08	4.72
5.34	13.72	3.04	0.87	0.58	0.07	4.28
4.66	13.22	2.84	1.24	0.61	0.09	2.30
3.65	11.75	2.47	1.99	0.68	0.17	1.61
4.59	10.35	3.51	2.00	0.75	0.24	4.47
2.45	6.56	1.73	1.54	0.70	0.24	1.23
4.83	5.14	4.11	0.62	0.86	0.14	10.45
4.84	11.50	2.78	1.94	0.60	0.20	2.80
2.97	4.06	2.08	0.74	0.72	0.26	3.14

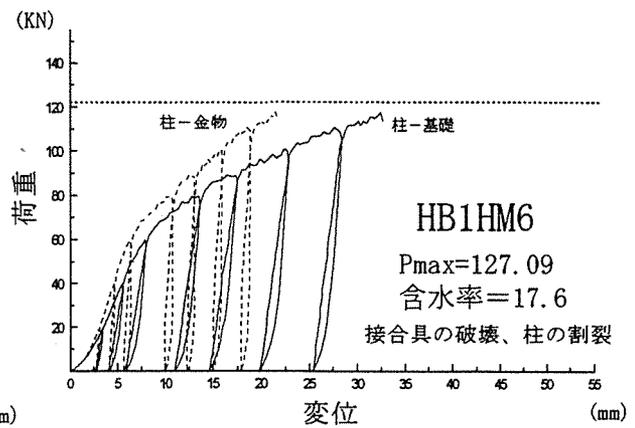
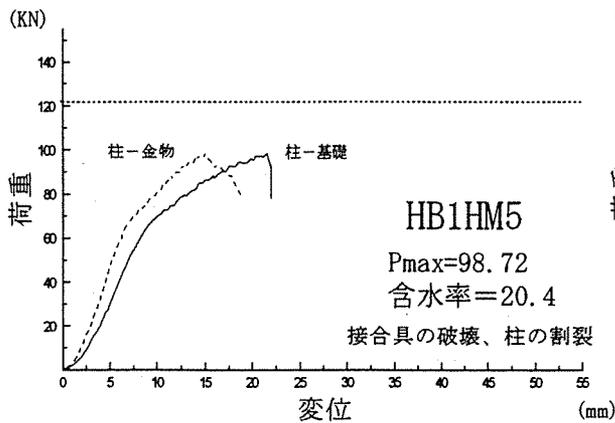
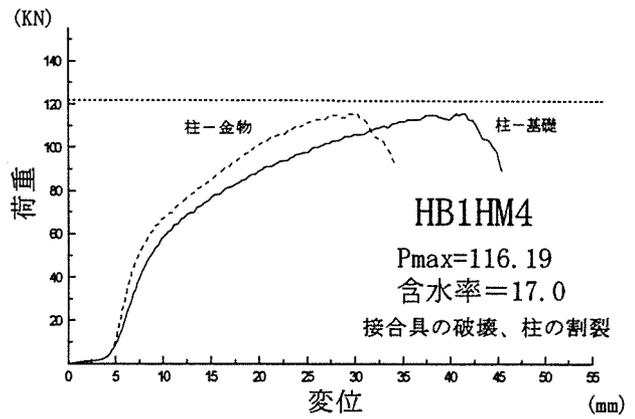
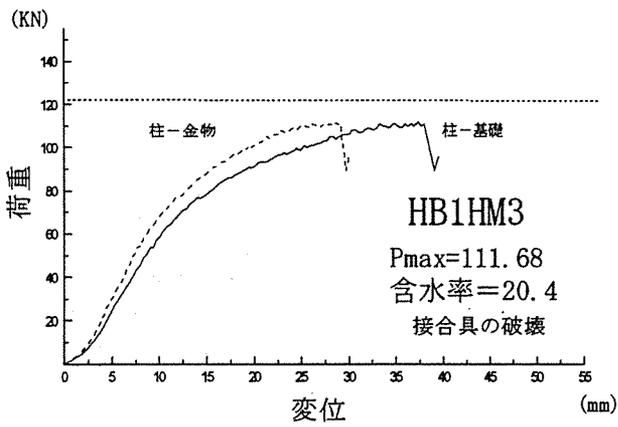
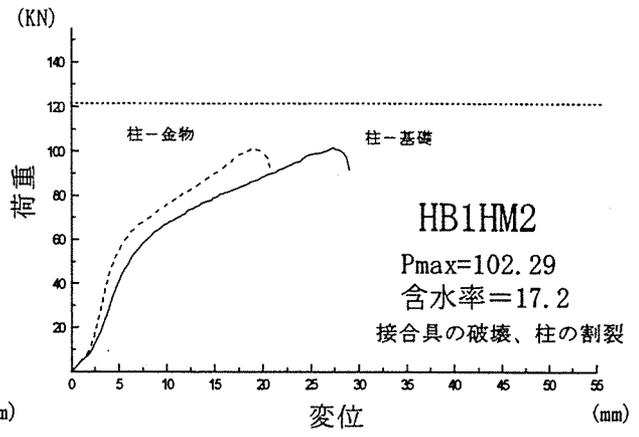
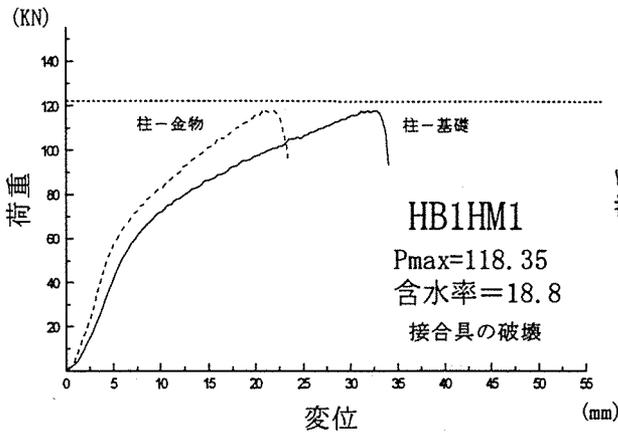
図－6

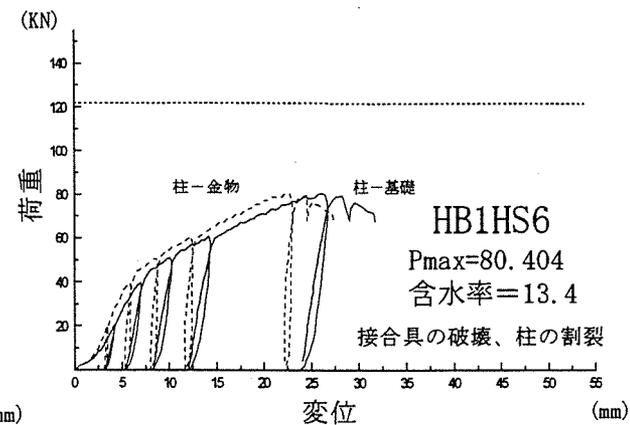
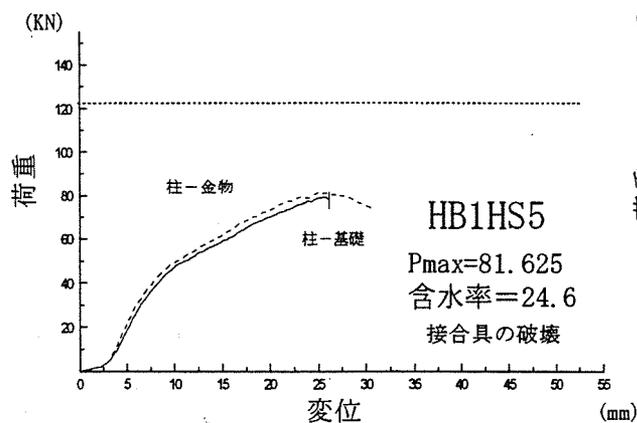
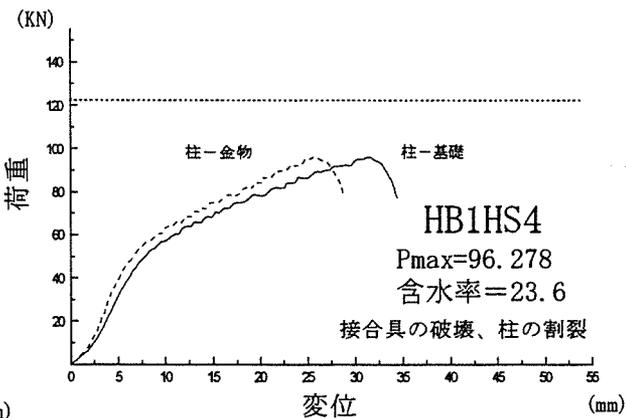
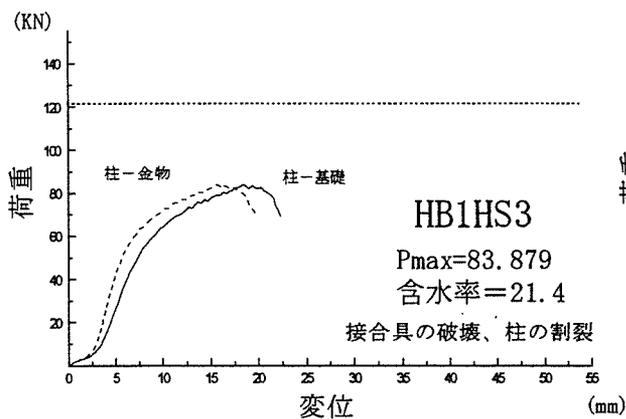
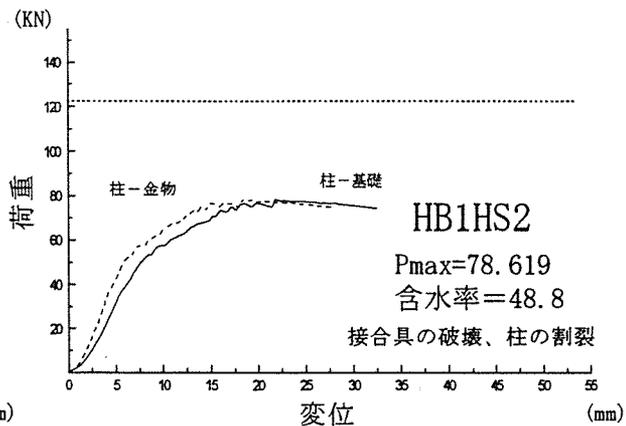
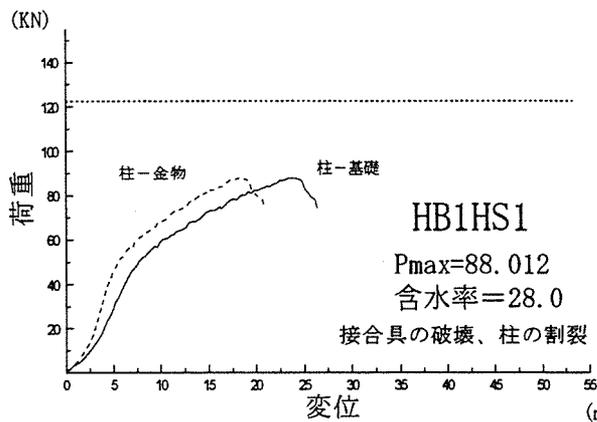
各試験体の荷重－変形関係

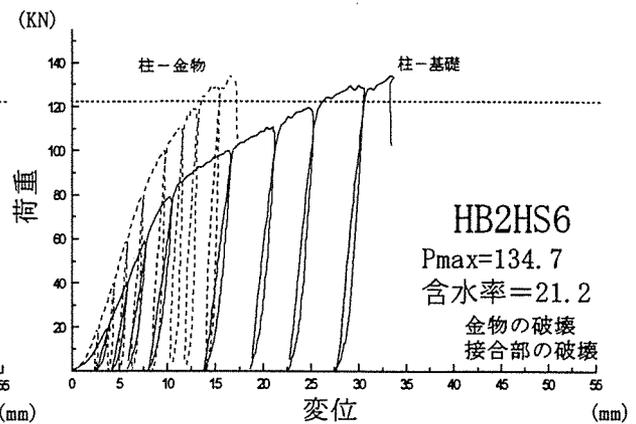
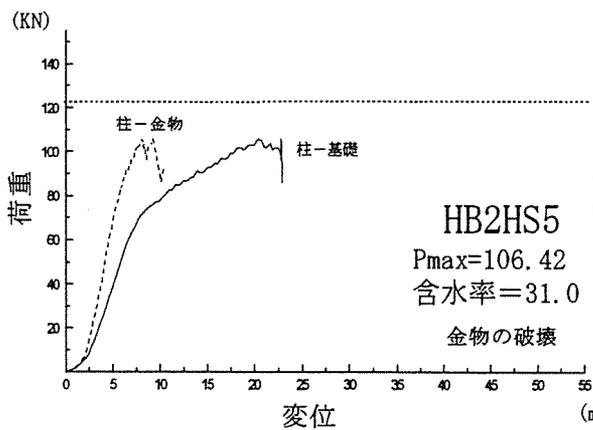
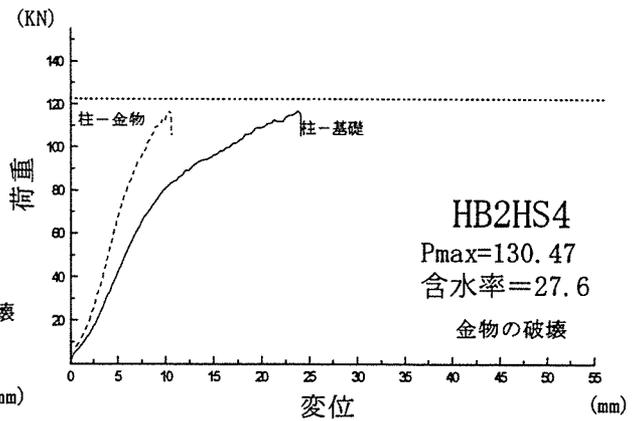
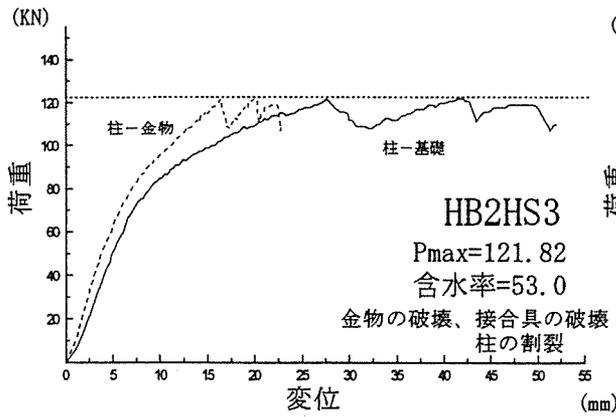
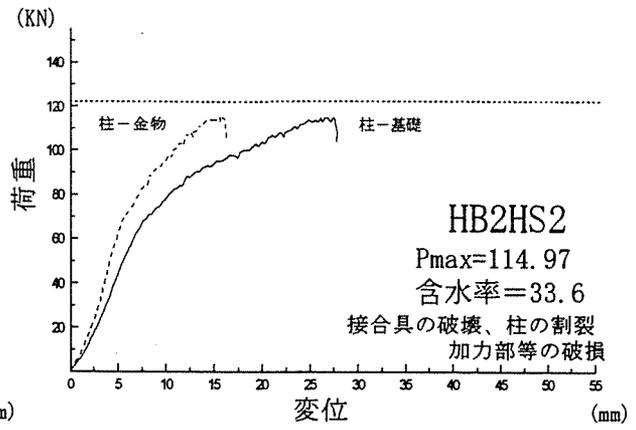
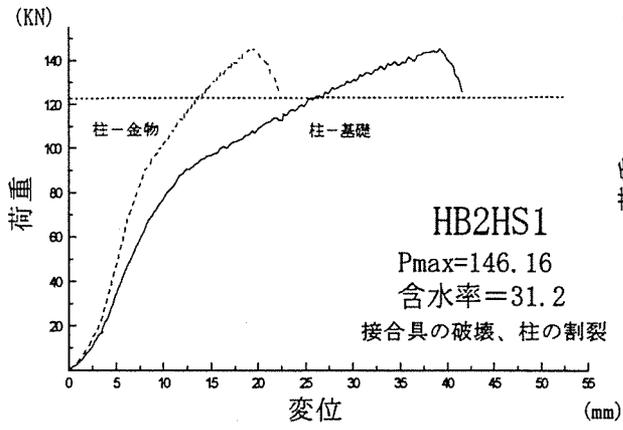
(荷重は、試験体に載荷された合計荷重であり、変形は、図－1～3で□で囲まれた変位計（2台）の平均値を実線で示してあり、初期なじみを含む。なお、一部の試験体においては、最大荷重以前に、変位計の損傷防止のために□の変位計を取り外したものもある。)

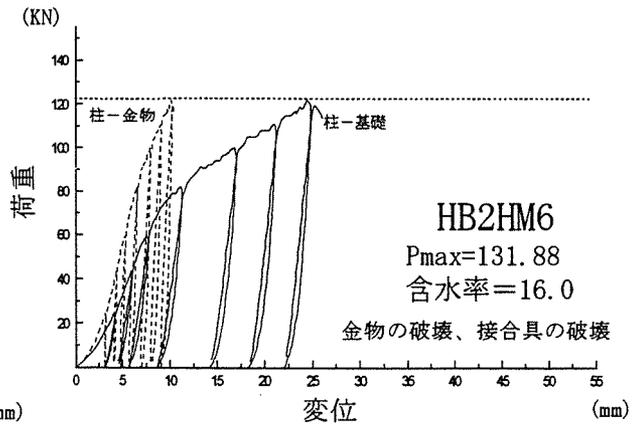
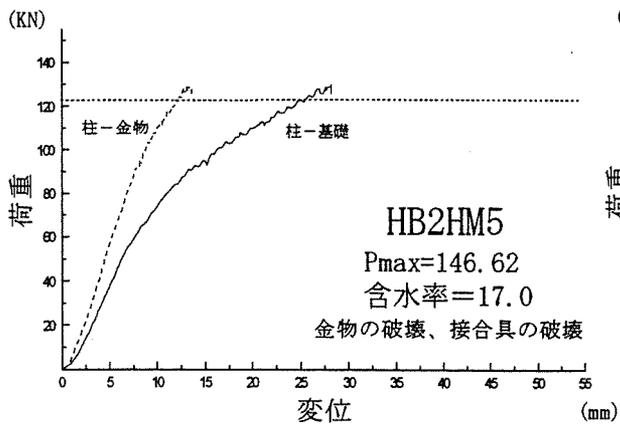
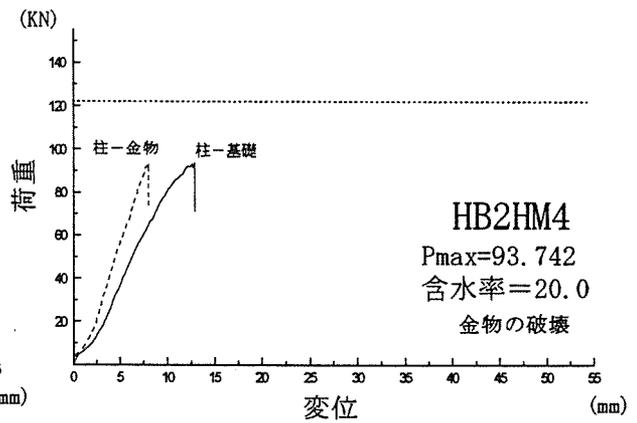
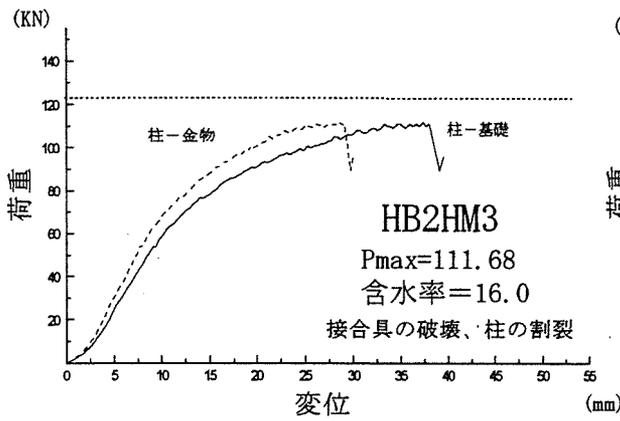
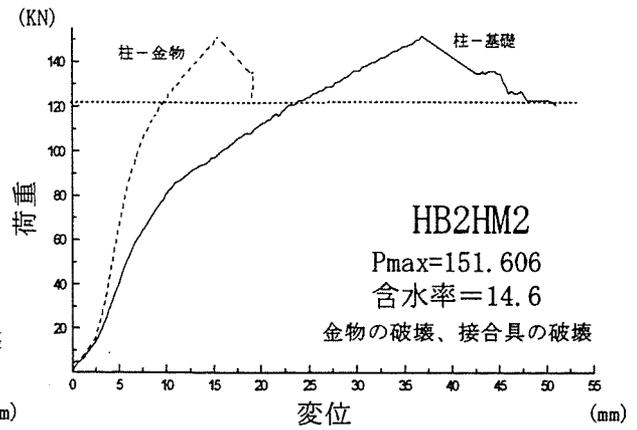
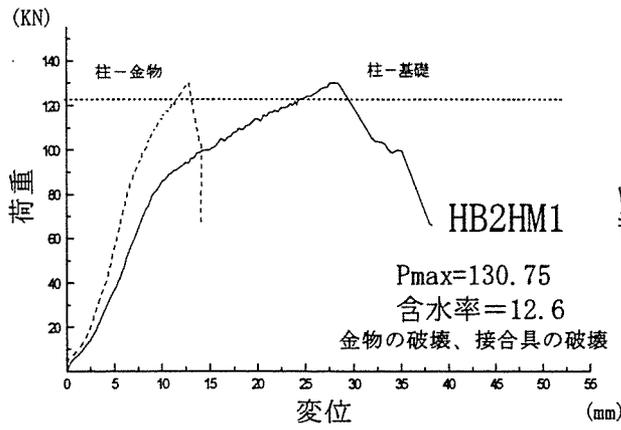
図説明

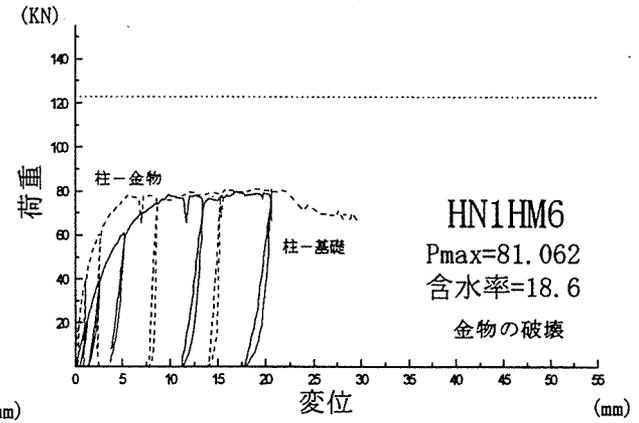
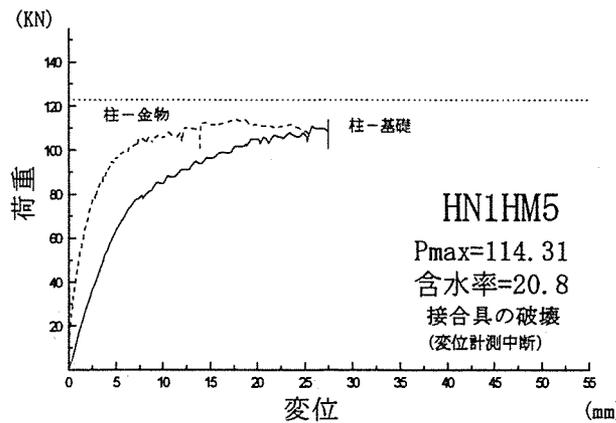
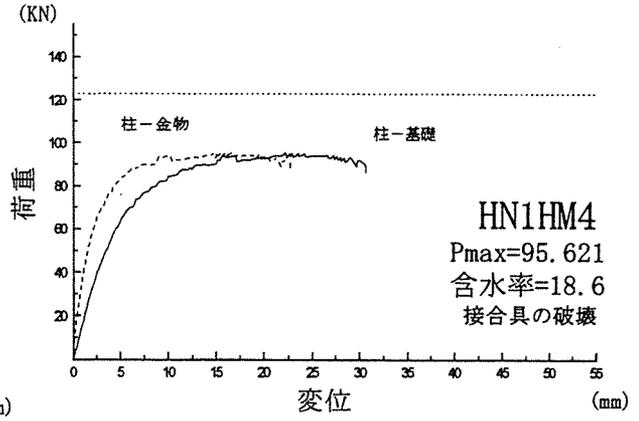
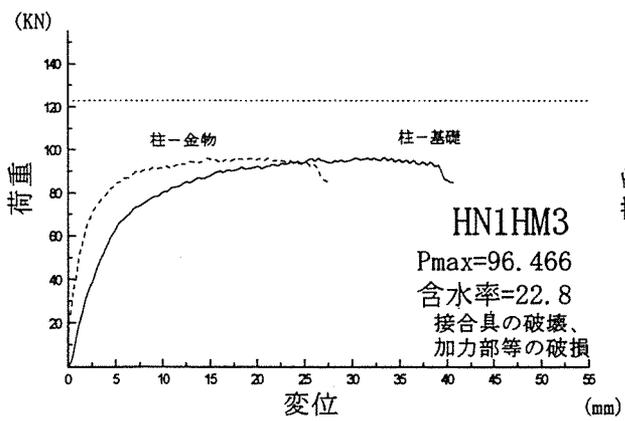
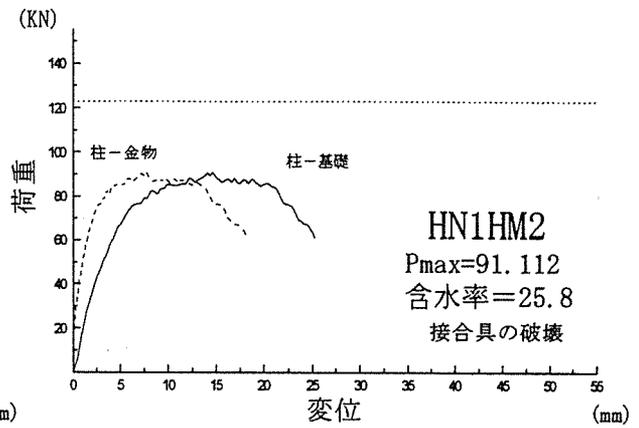
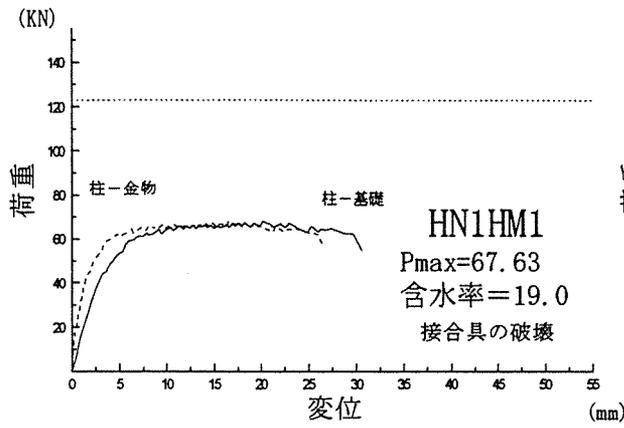


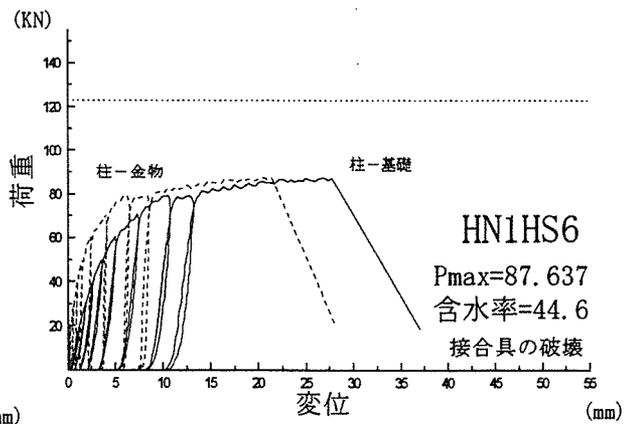
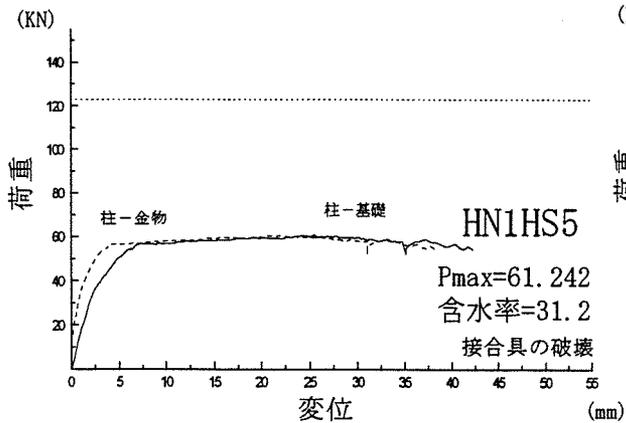
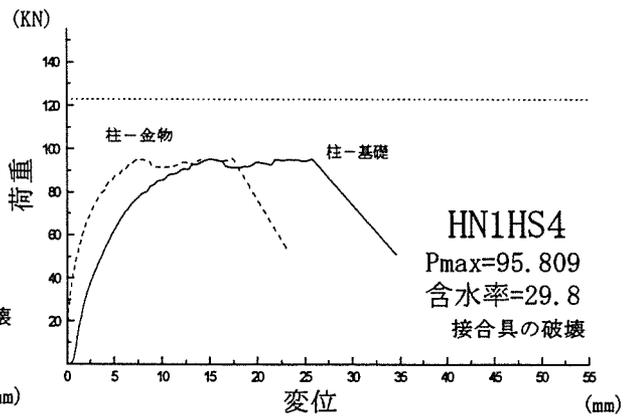
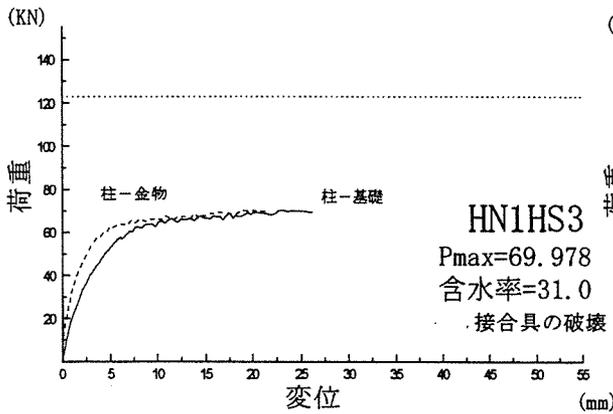
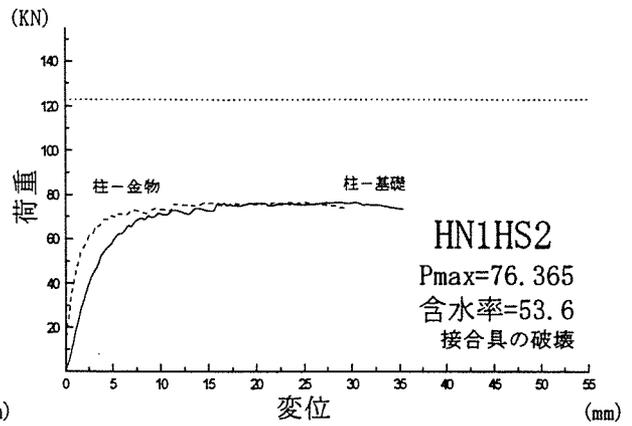
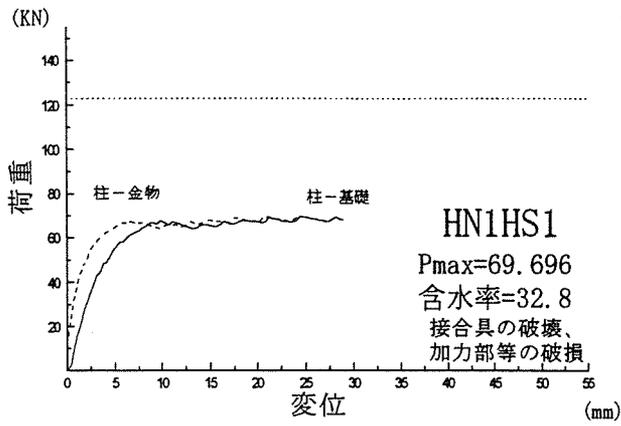


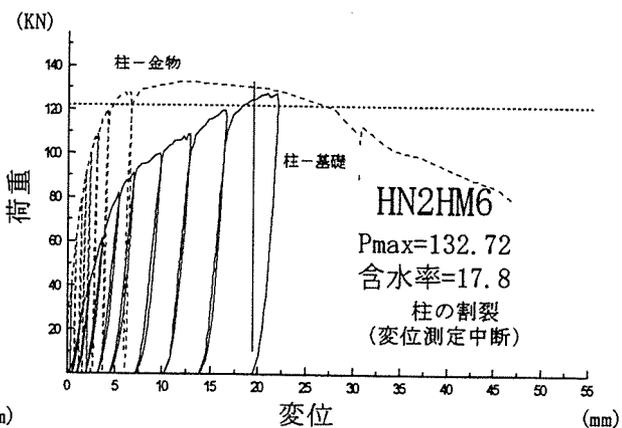
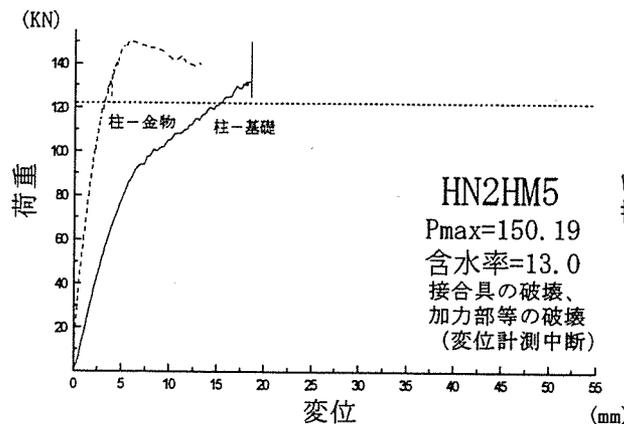
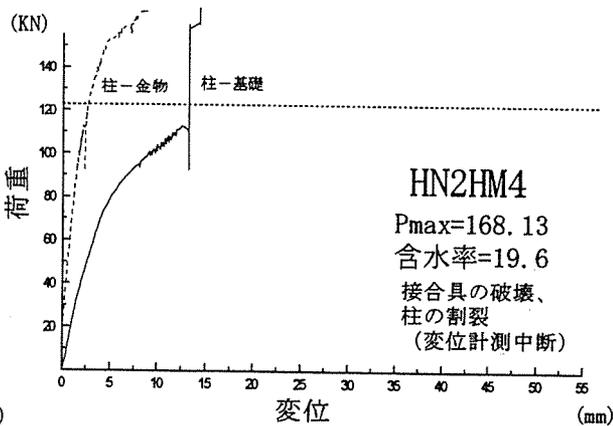
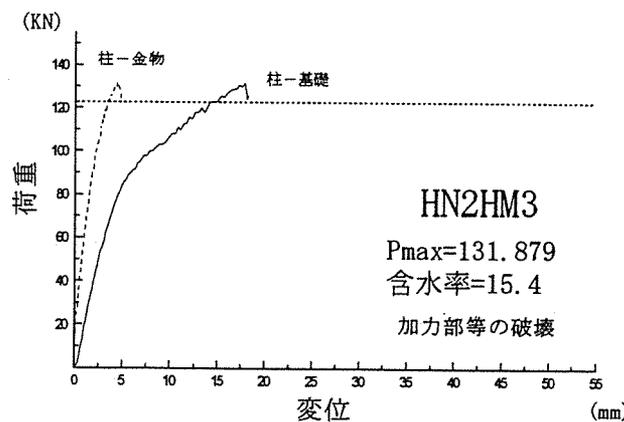
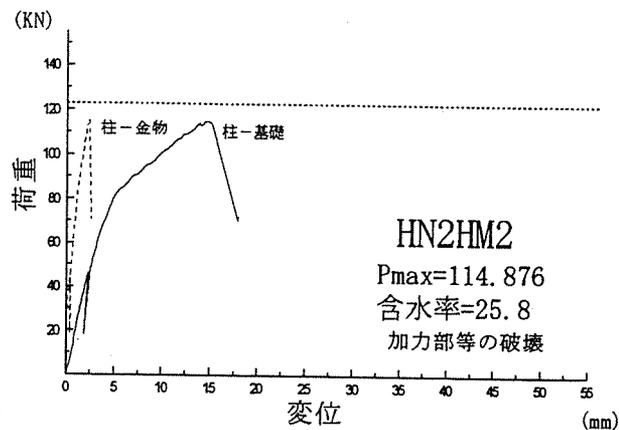
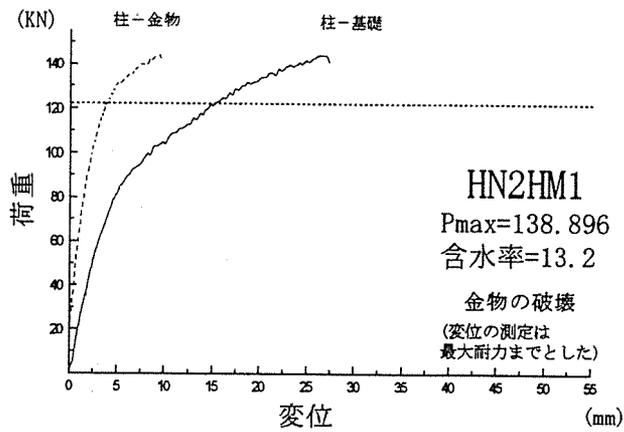


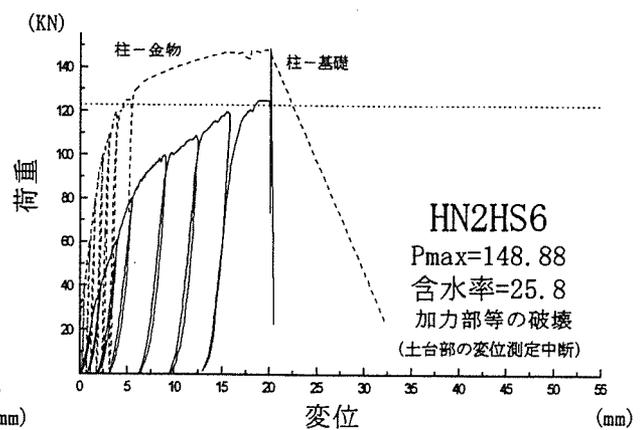
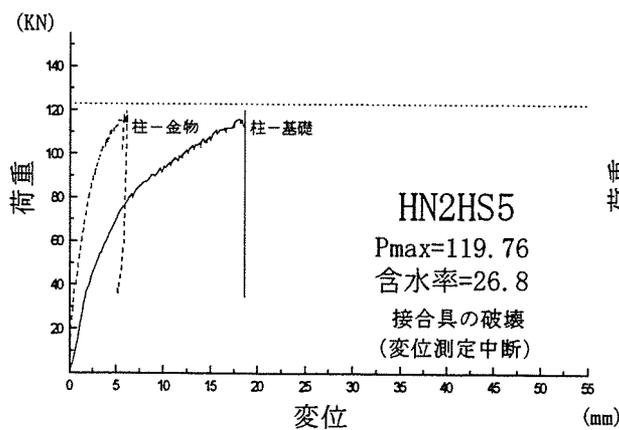
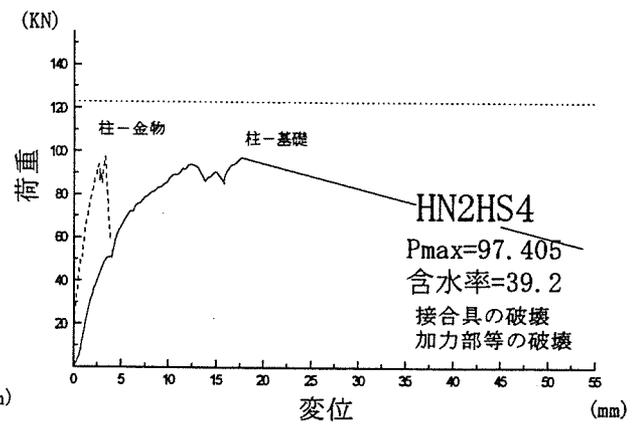
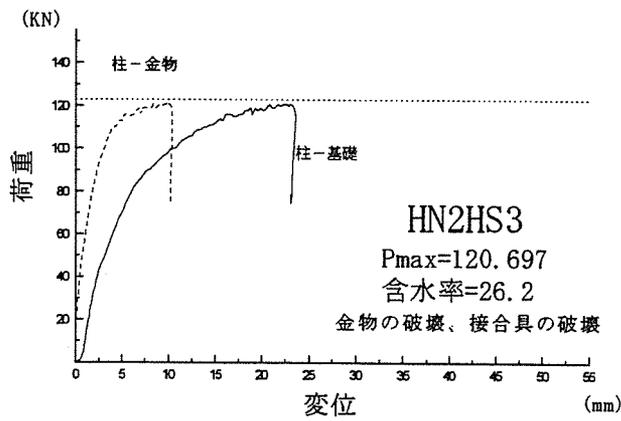
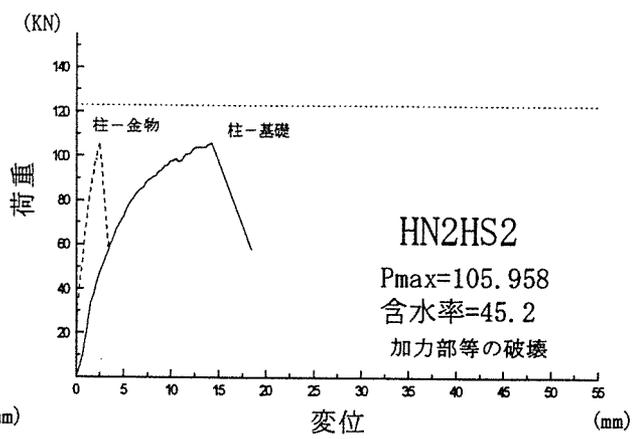
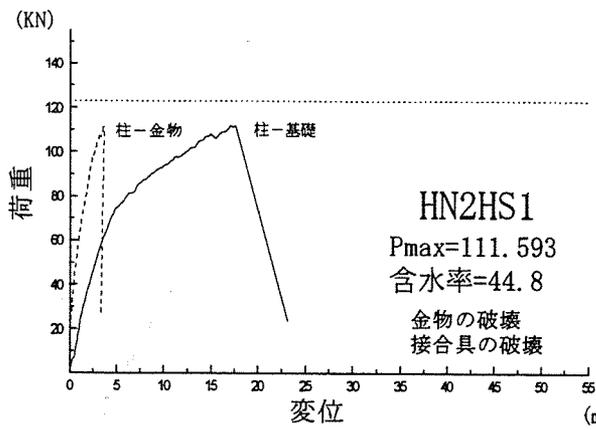


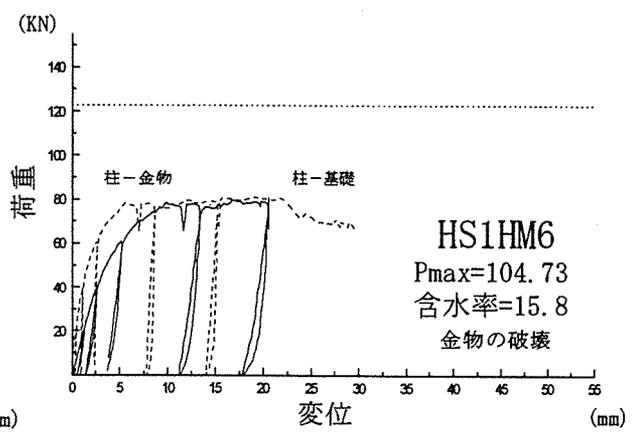
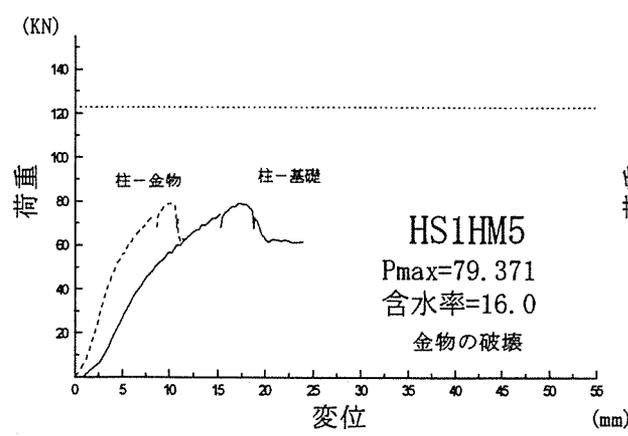
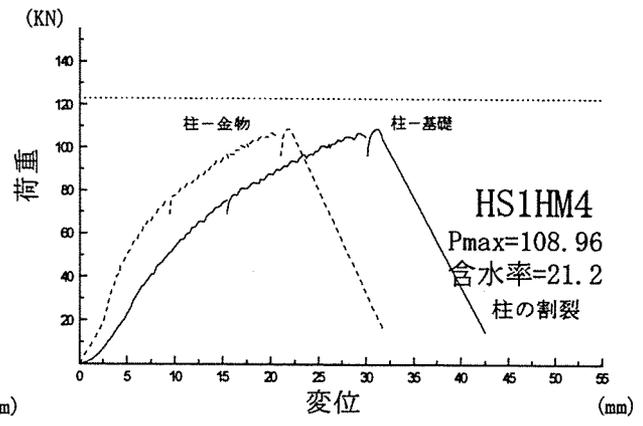
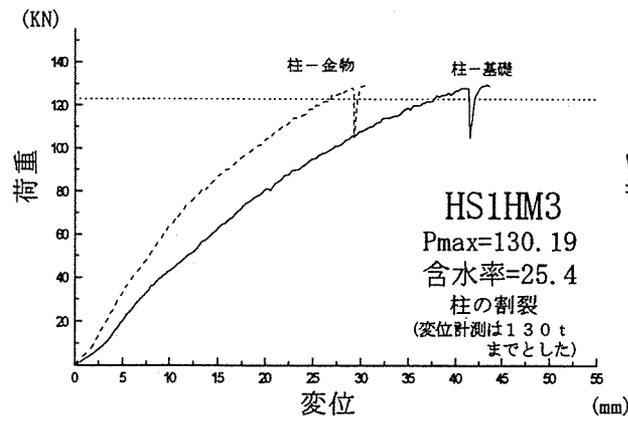
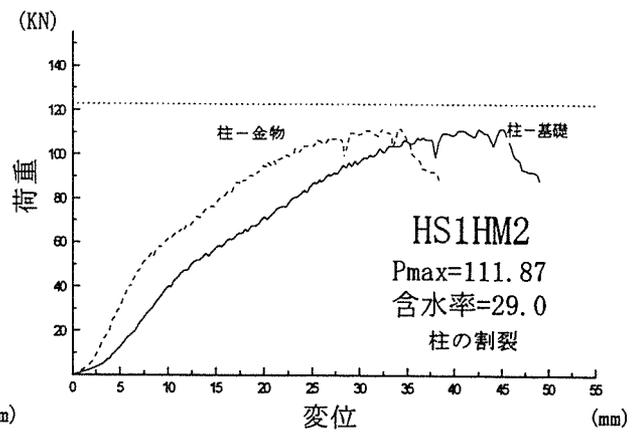
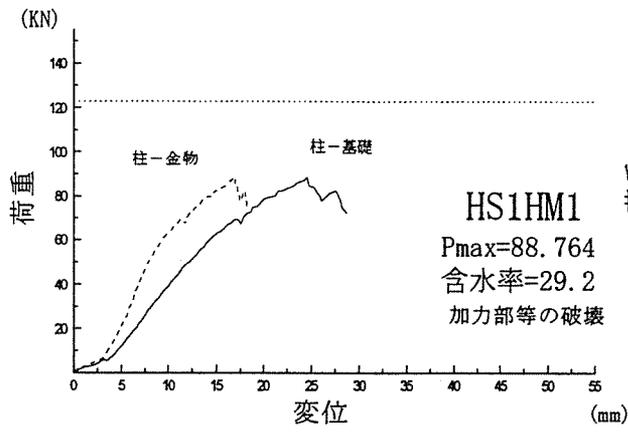


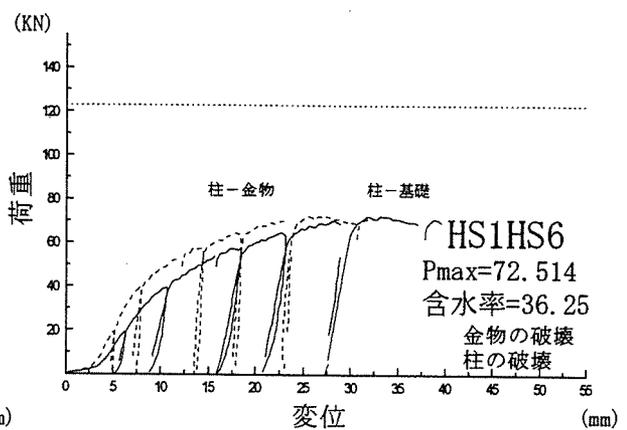
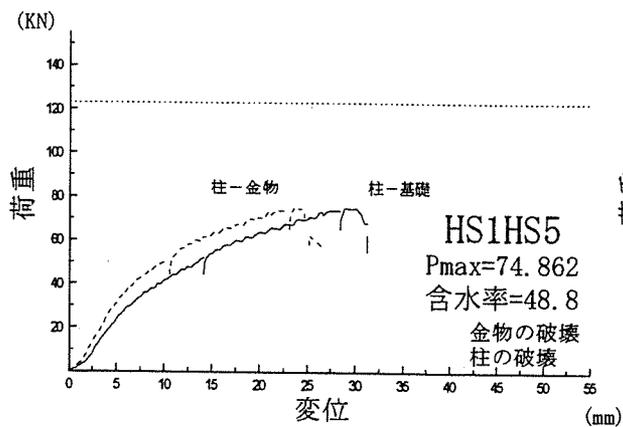
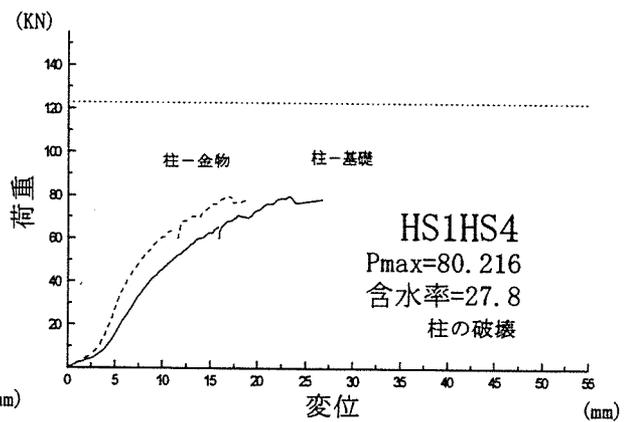
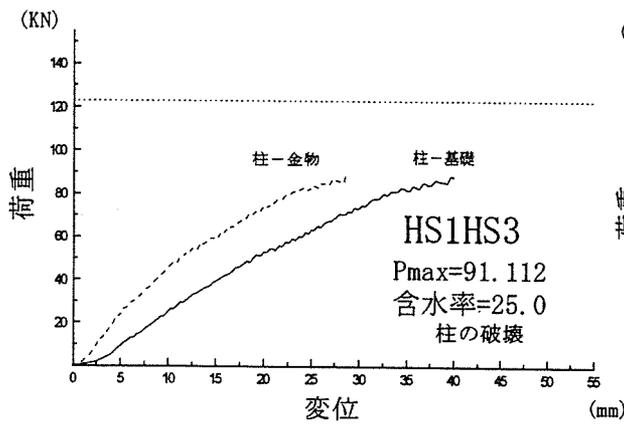
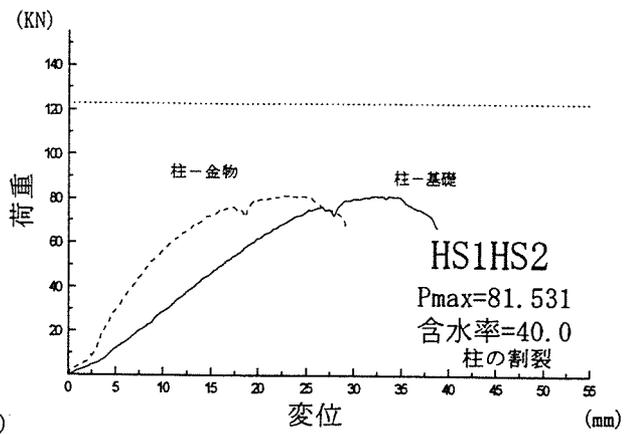
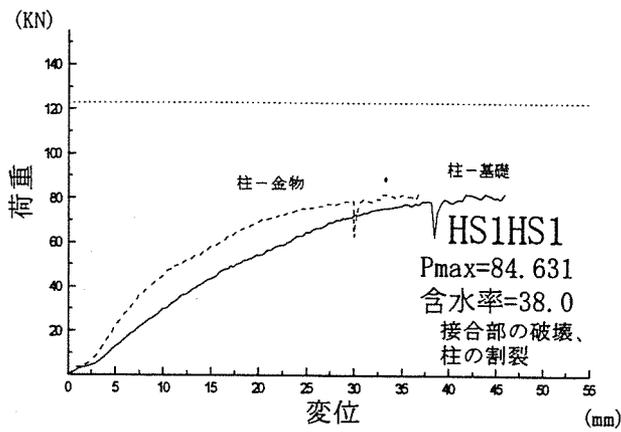


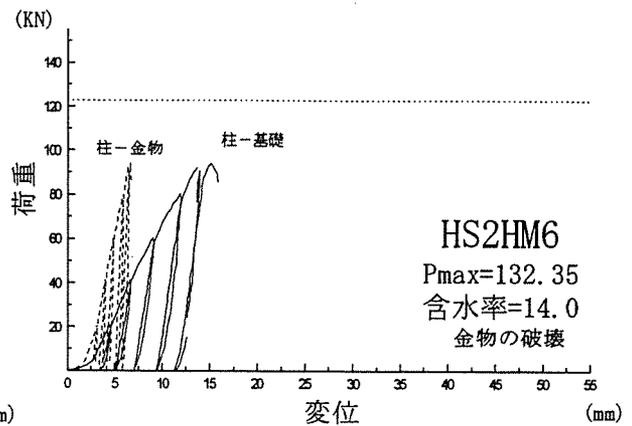
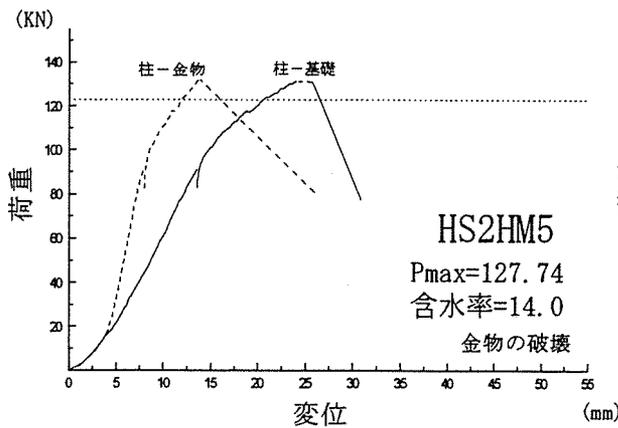
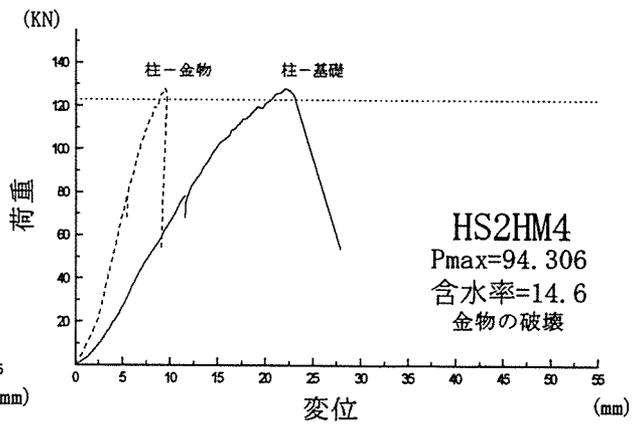
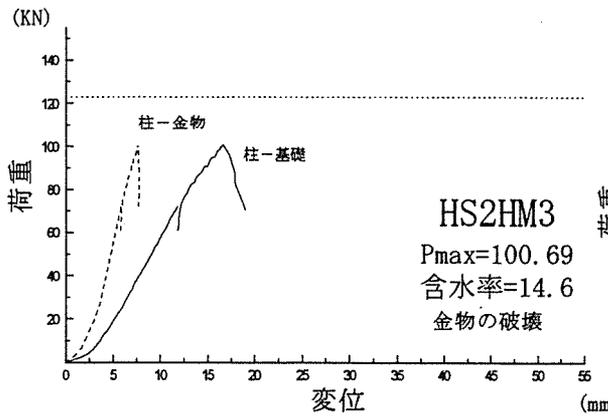
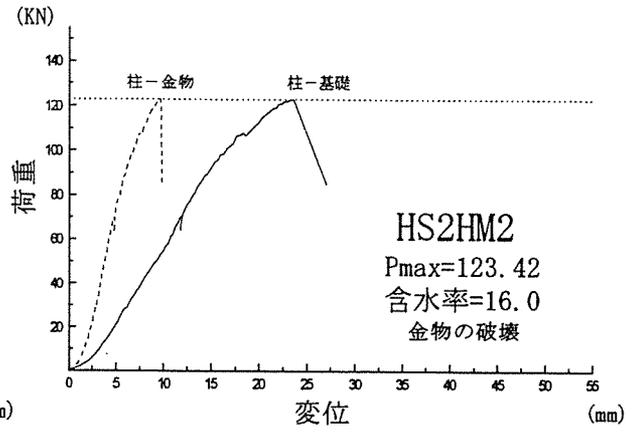
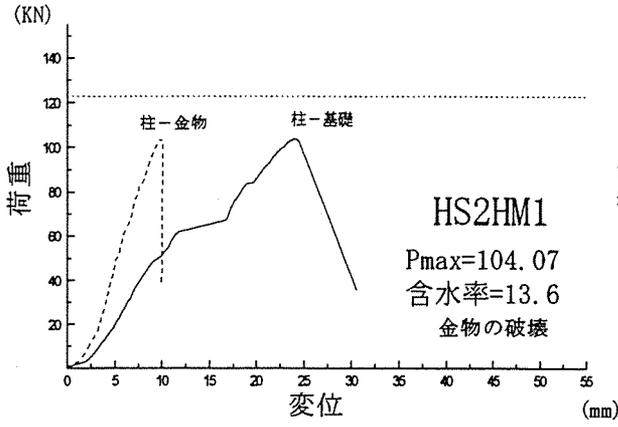


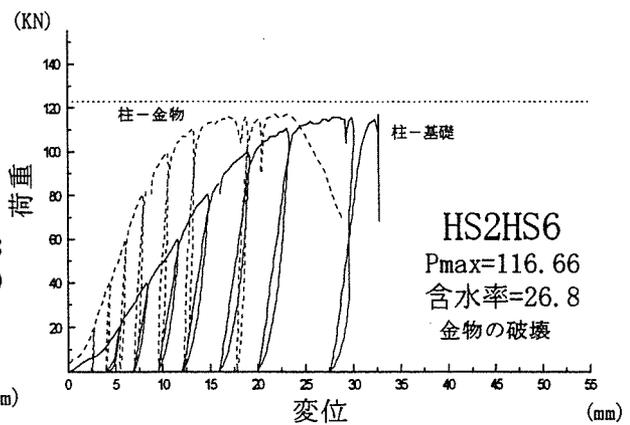
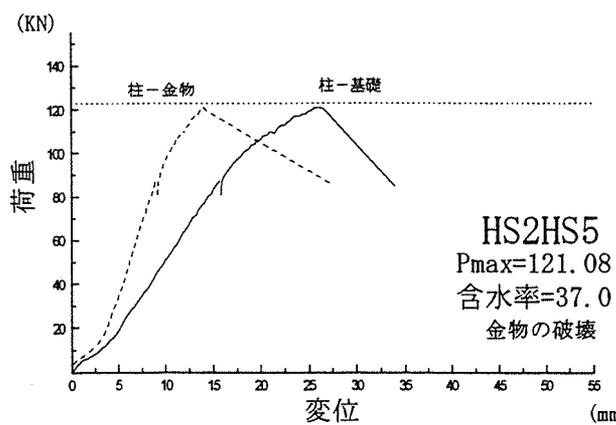
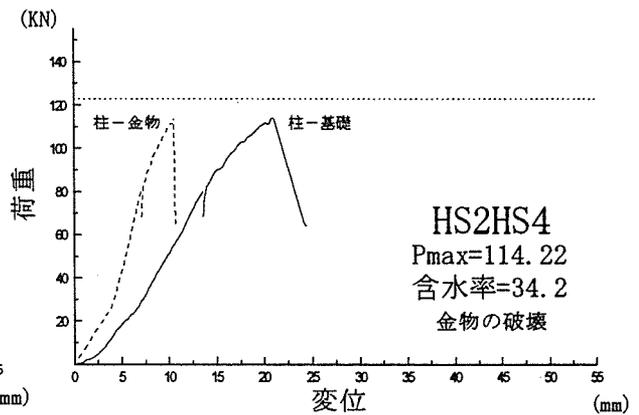
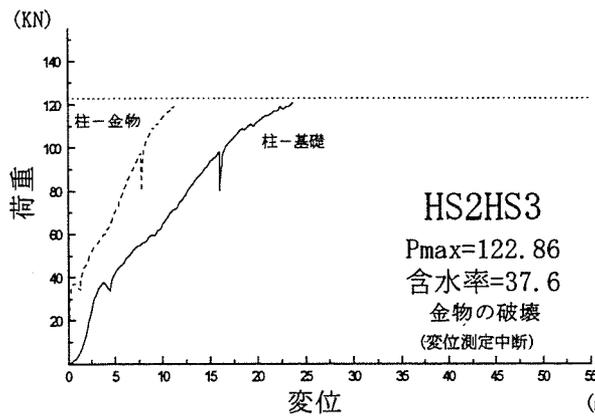
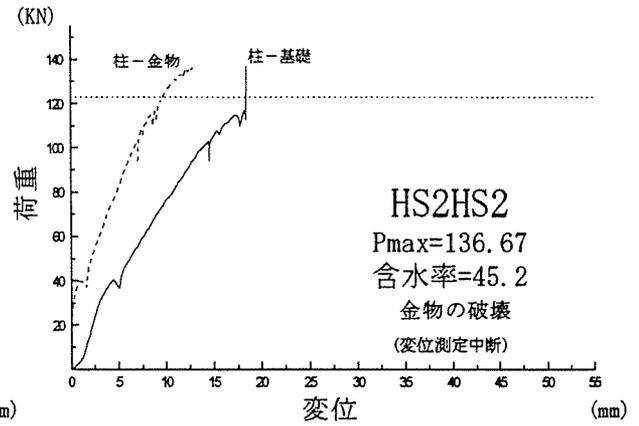
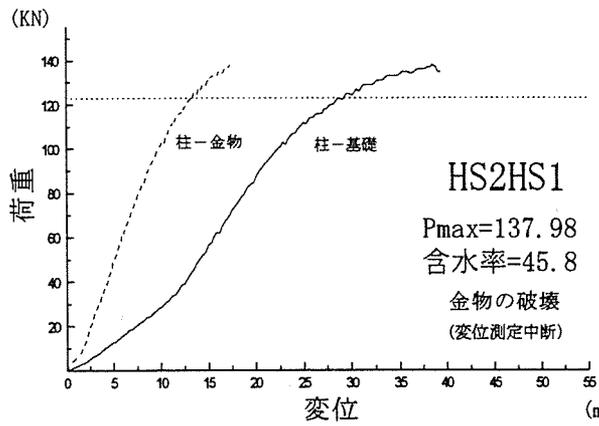


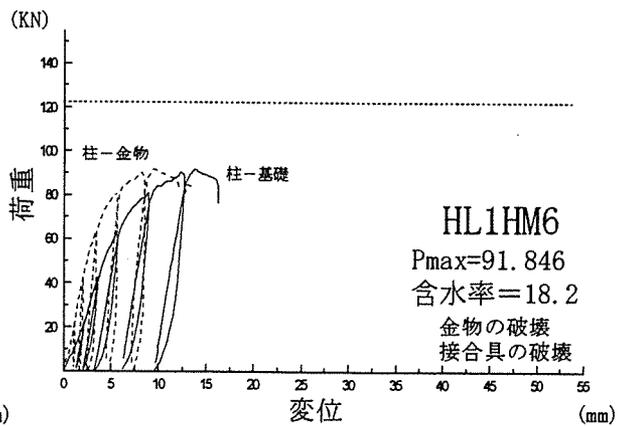
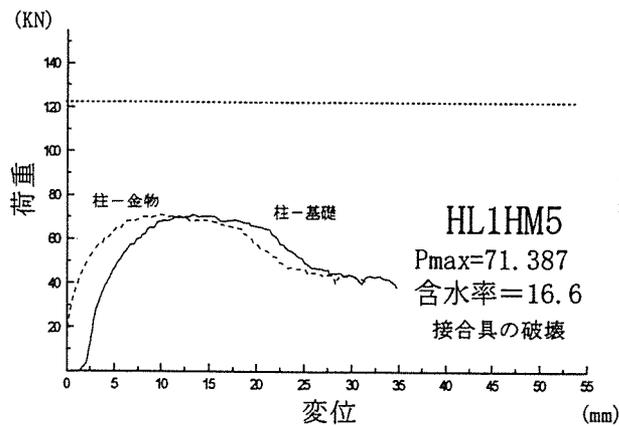
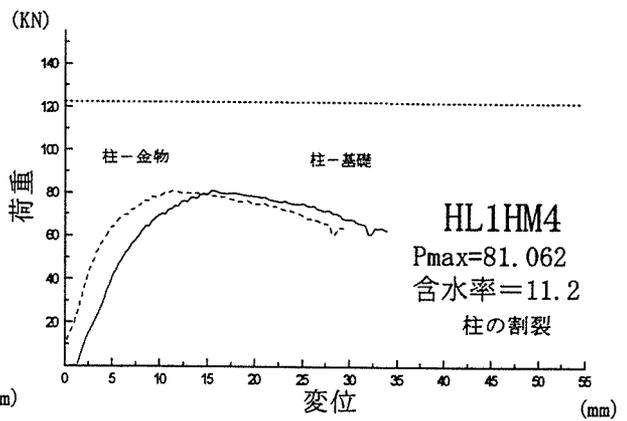
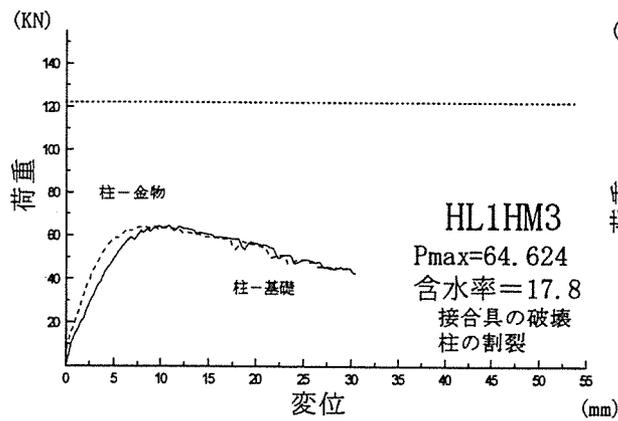
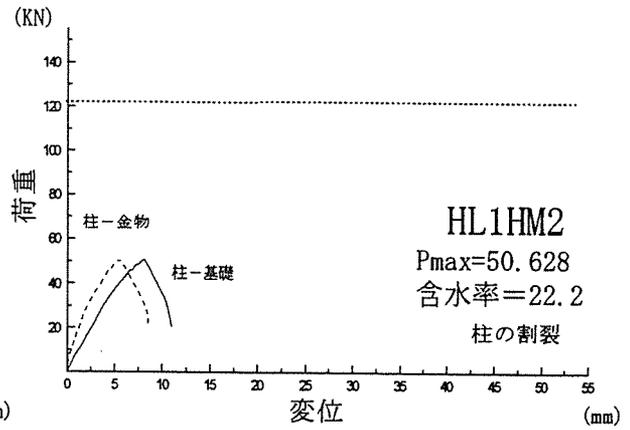
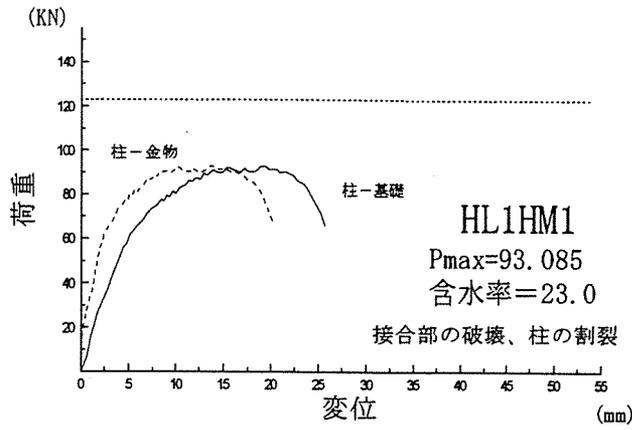


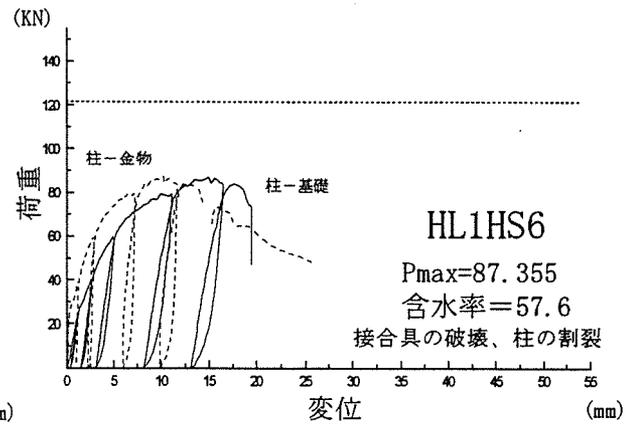
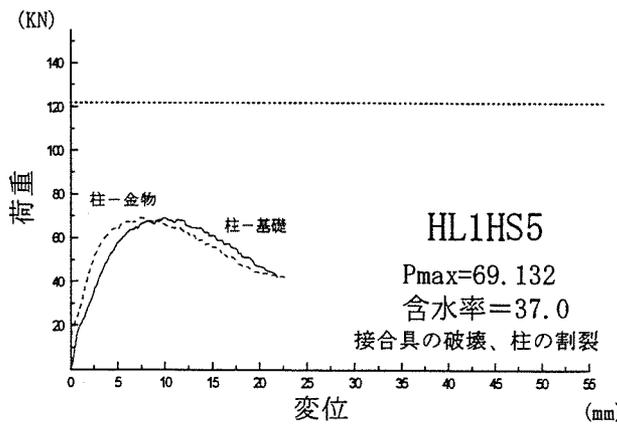
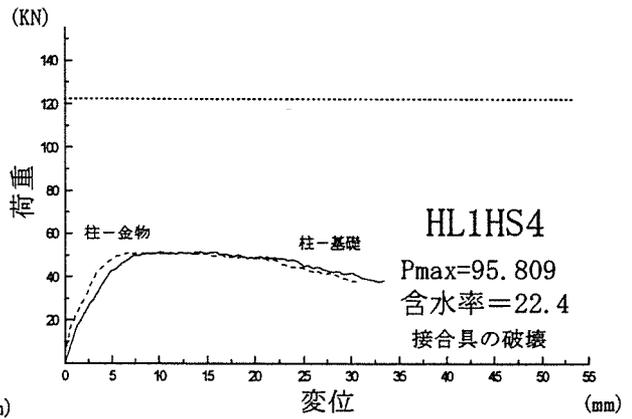
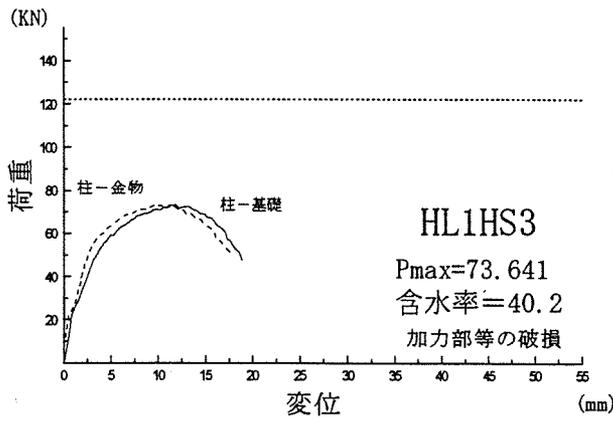
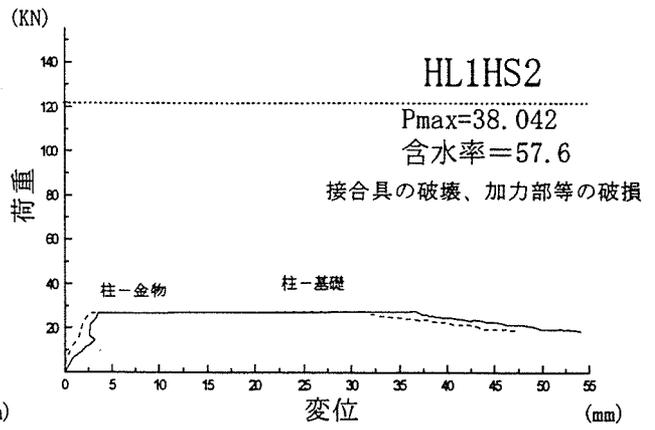
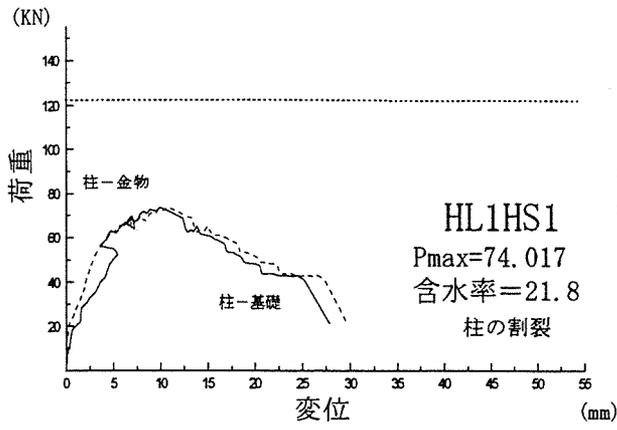


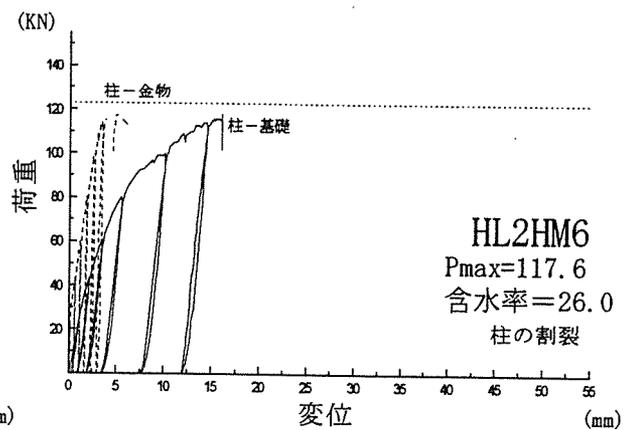
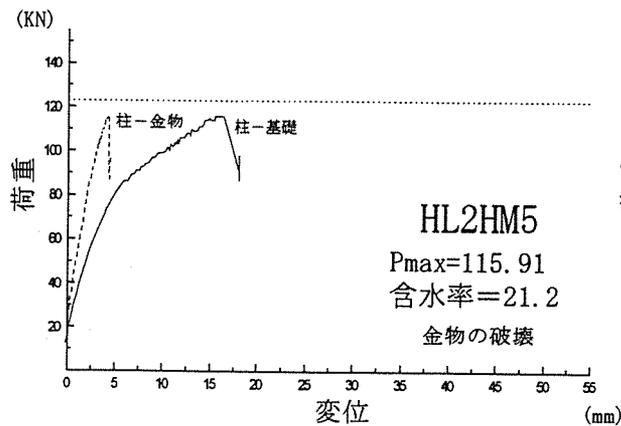
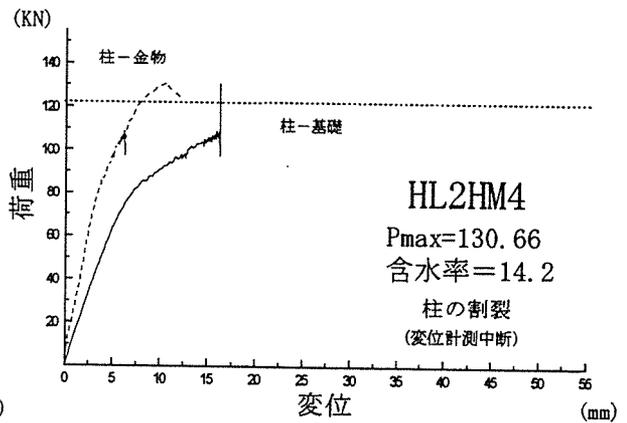
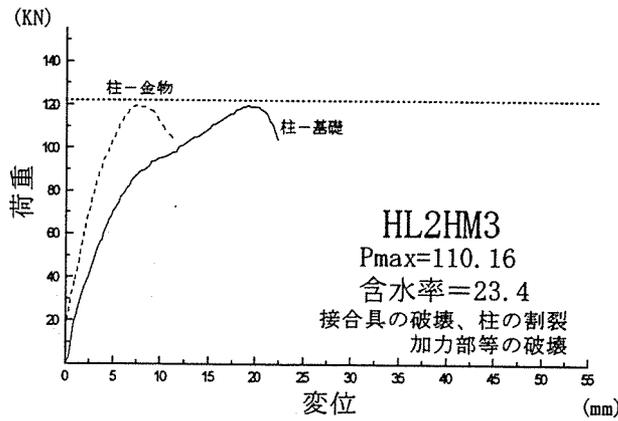
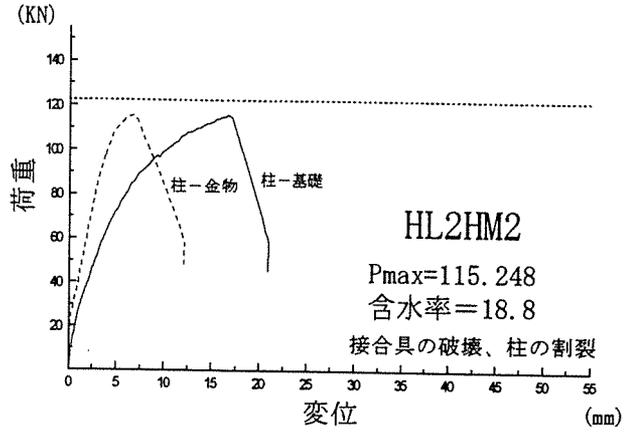
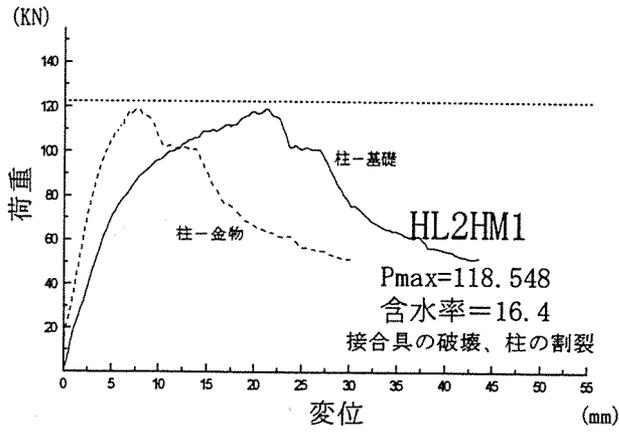


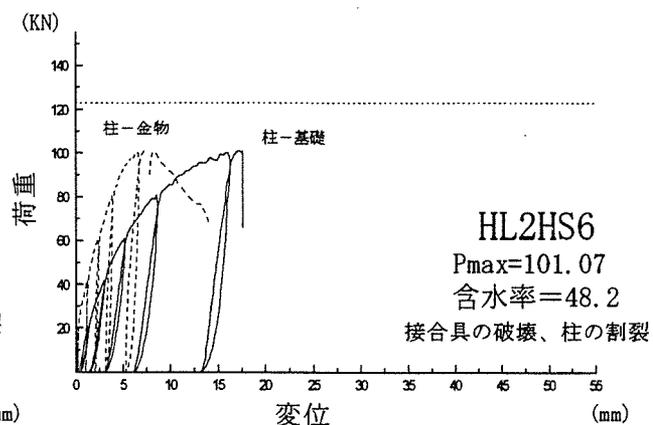
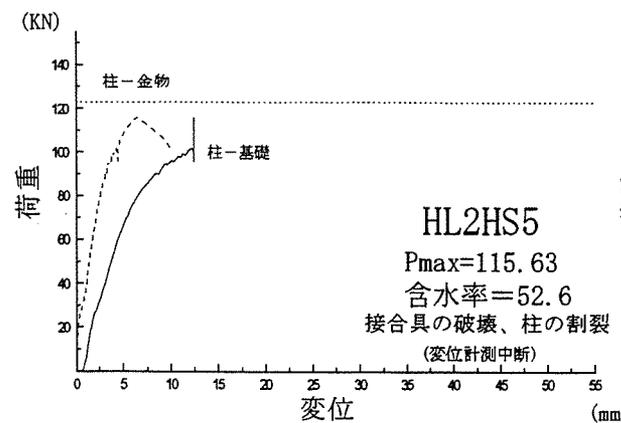
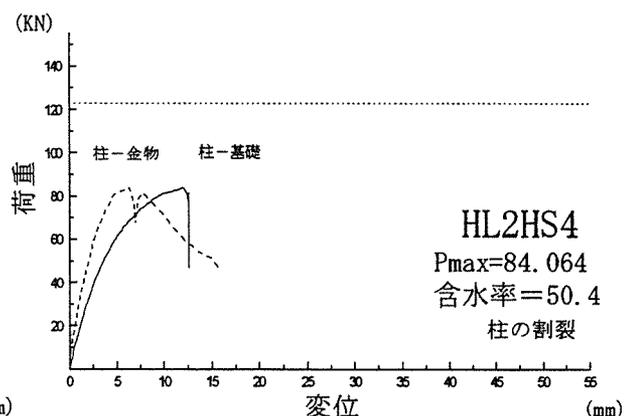
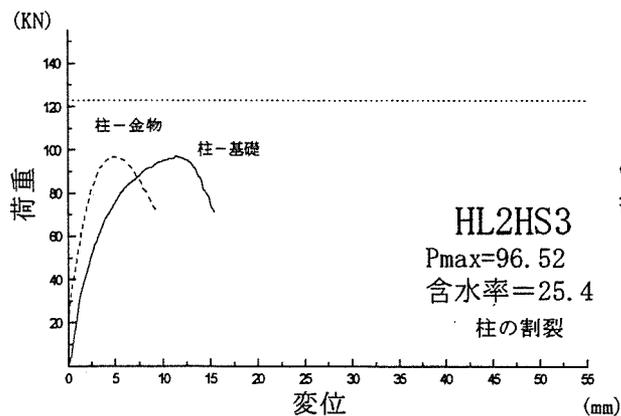
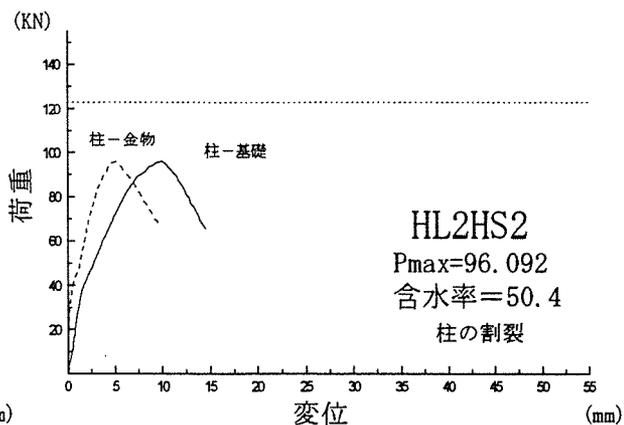
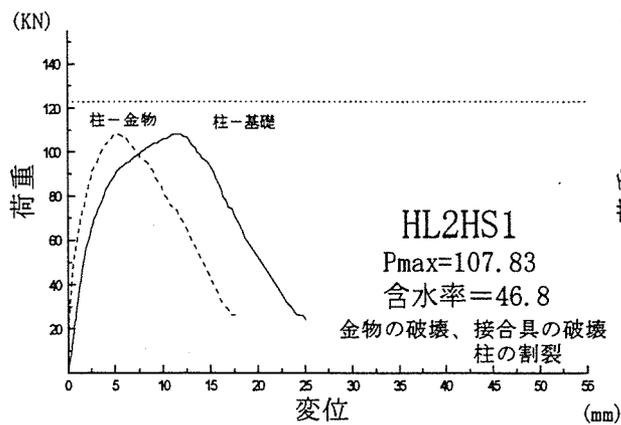


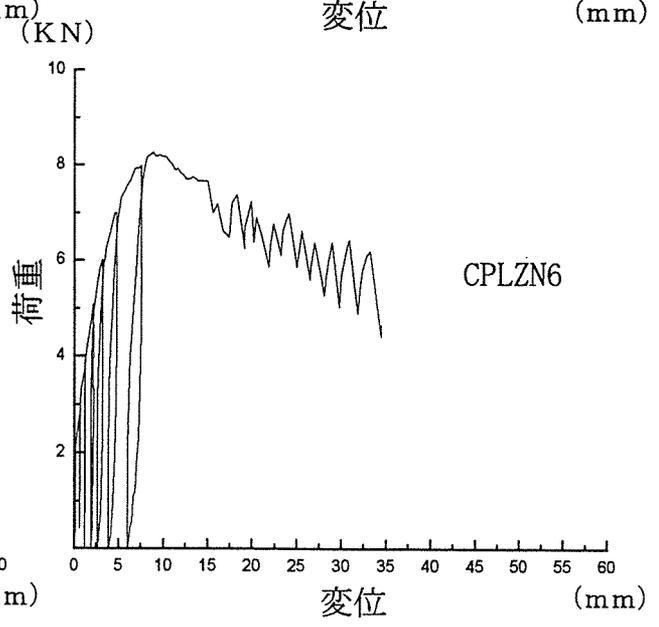
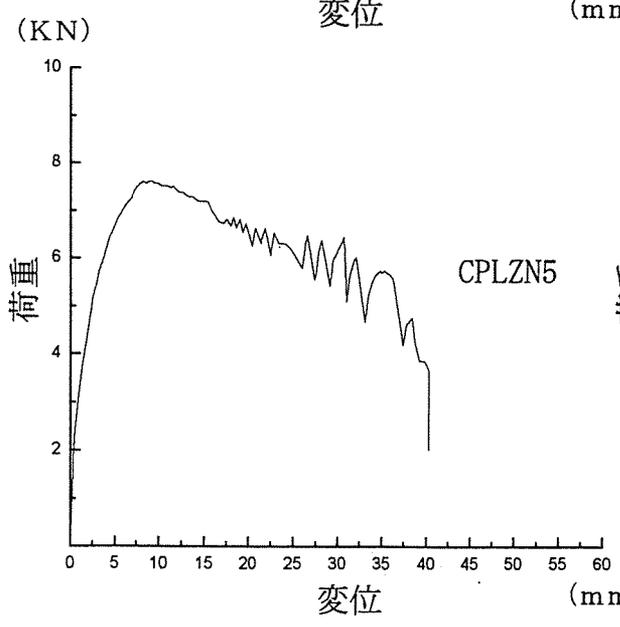
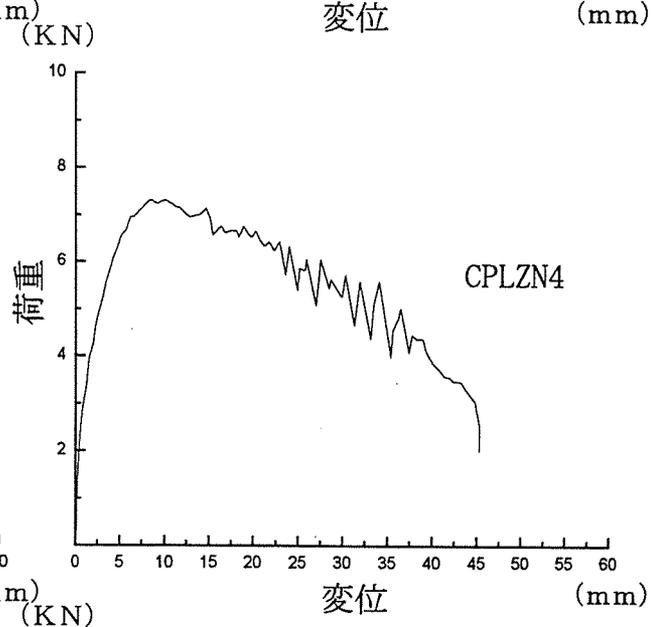
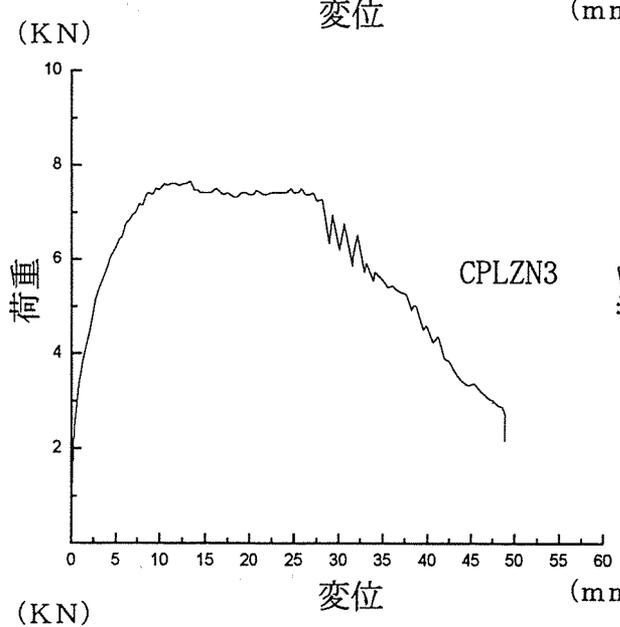
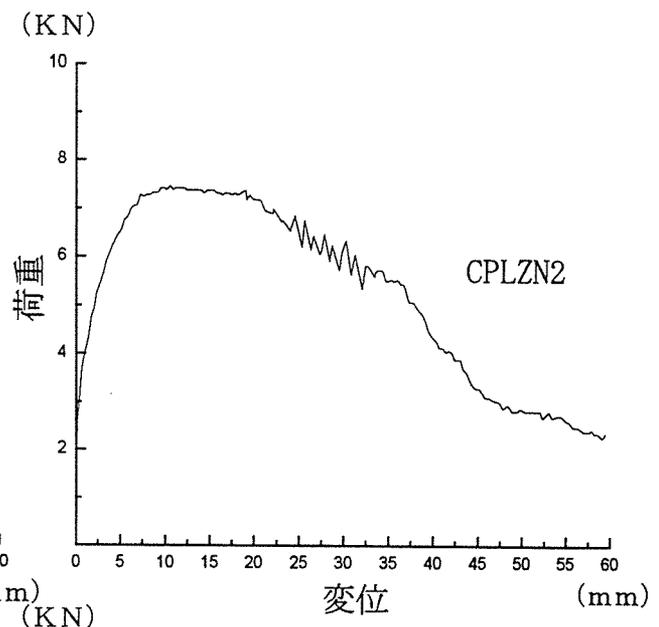
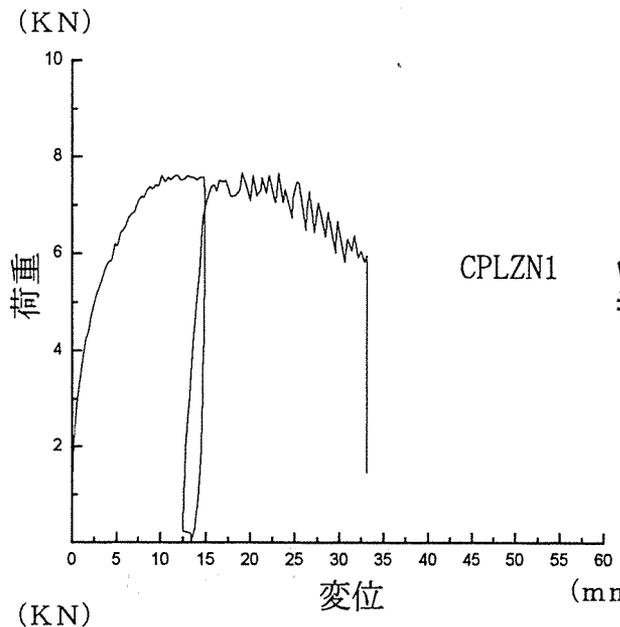


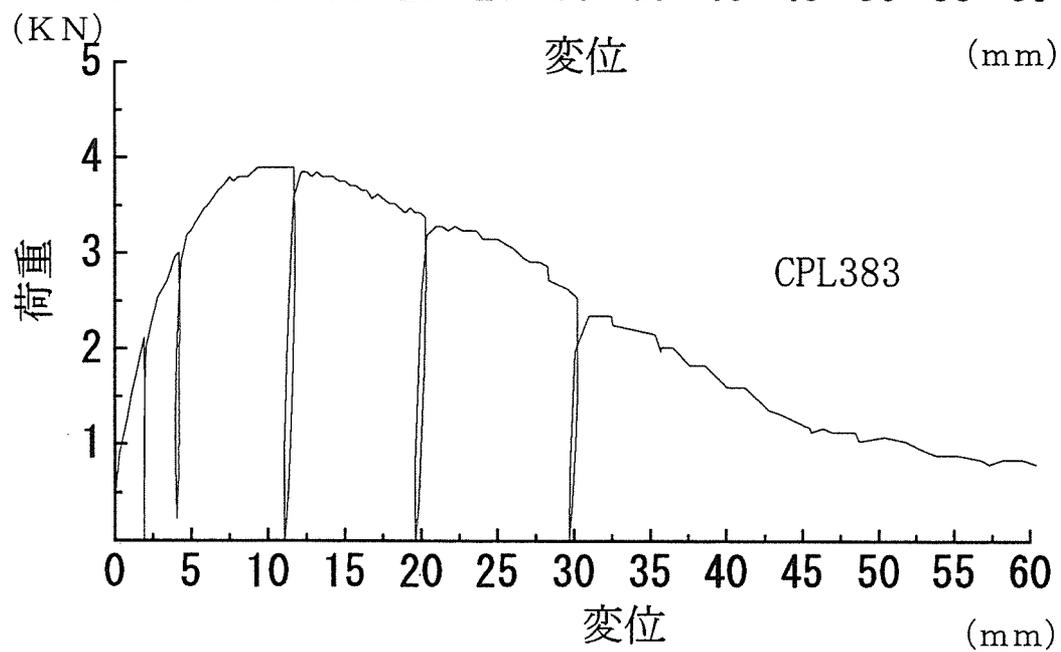
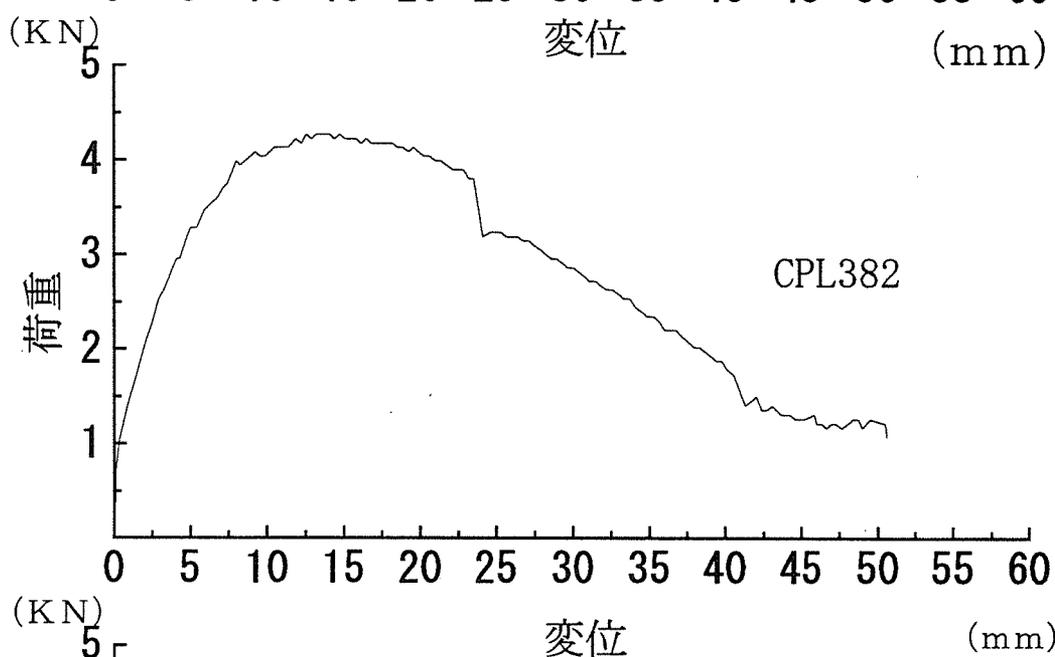
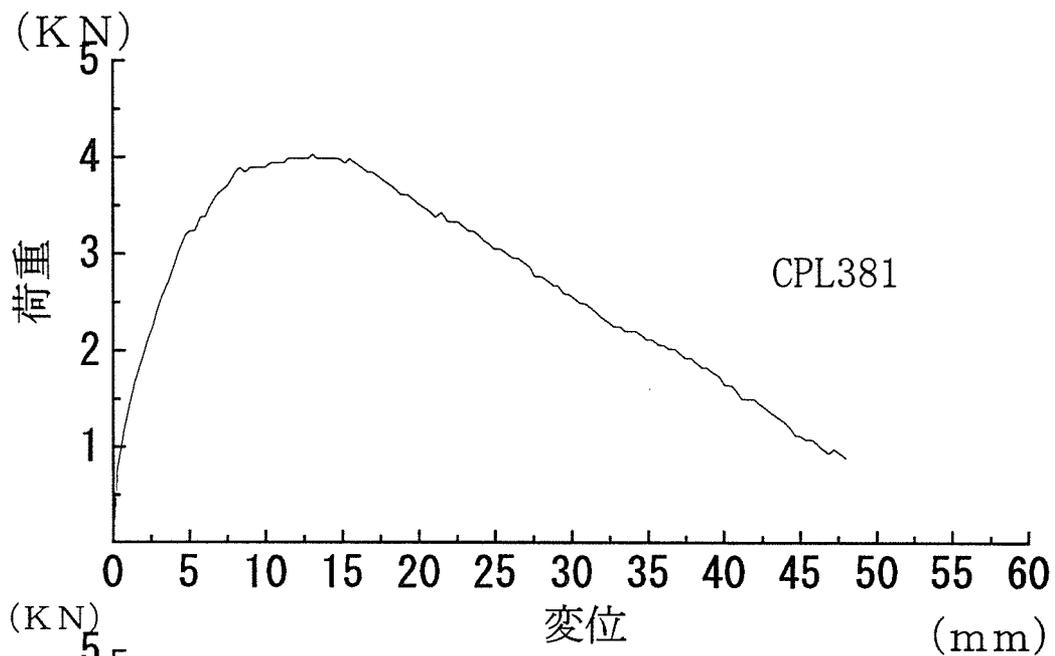


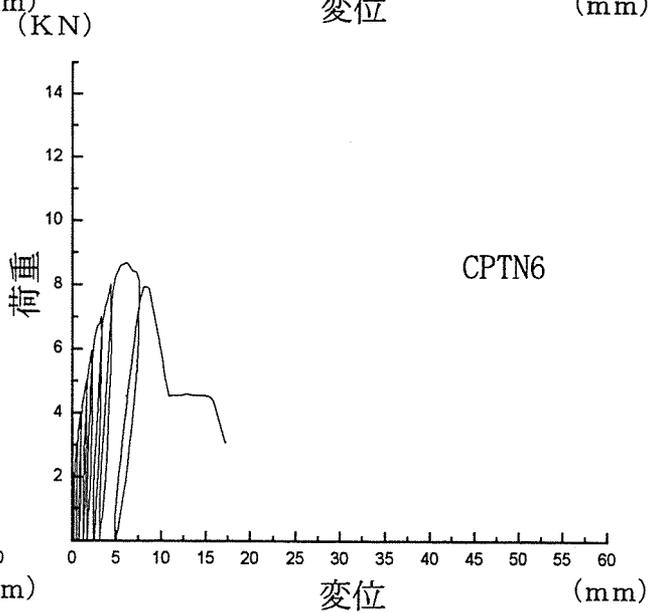
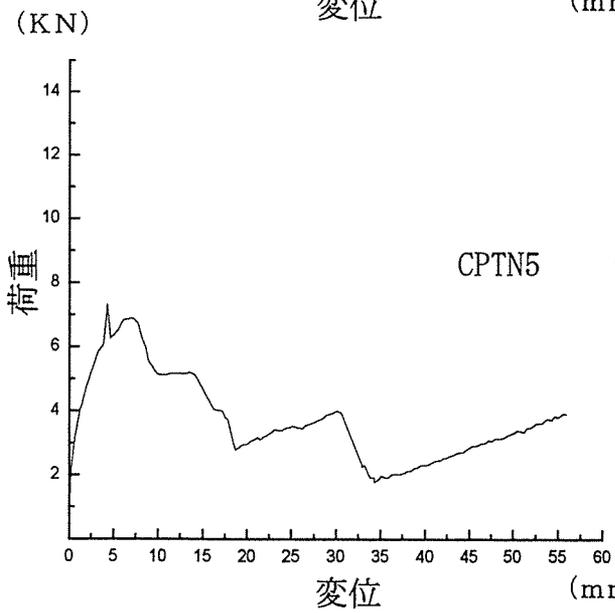
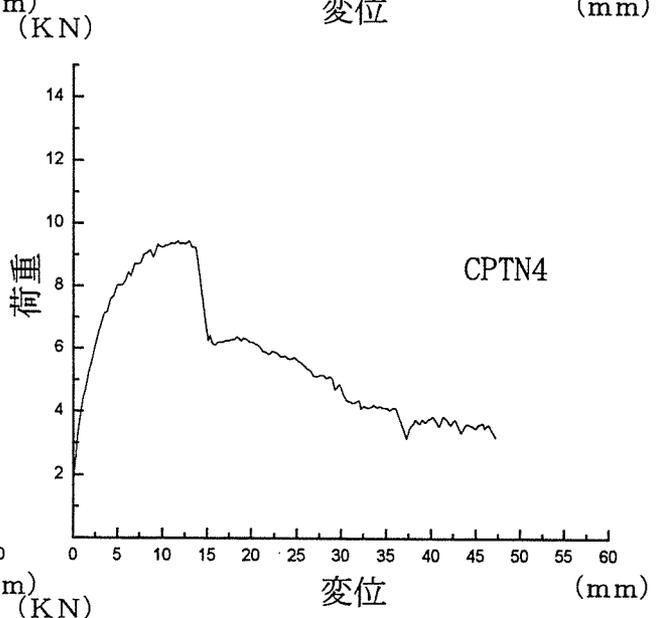
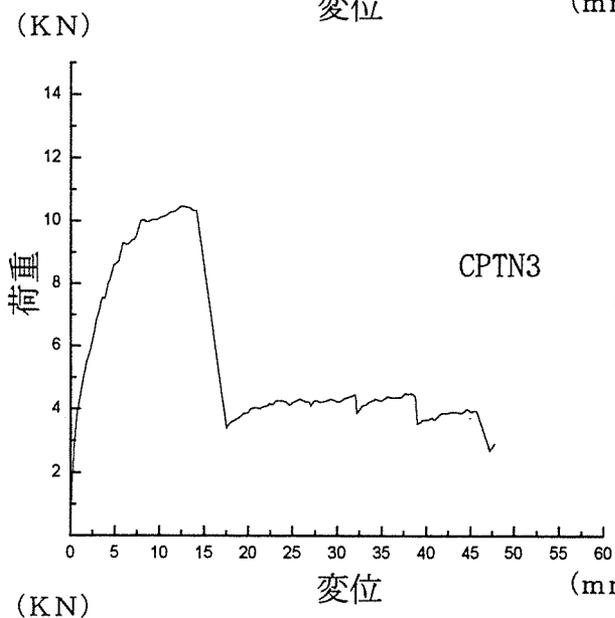
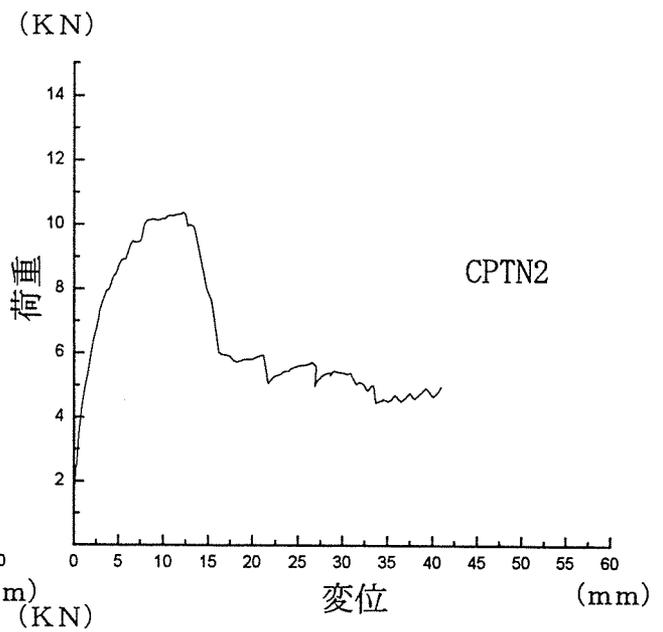
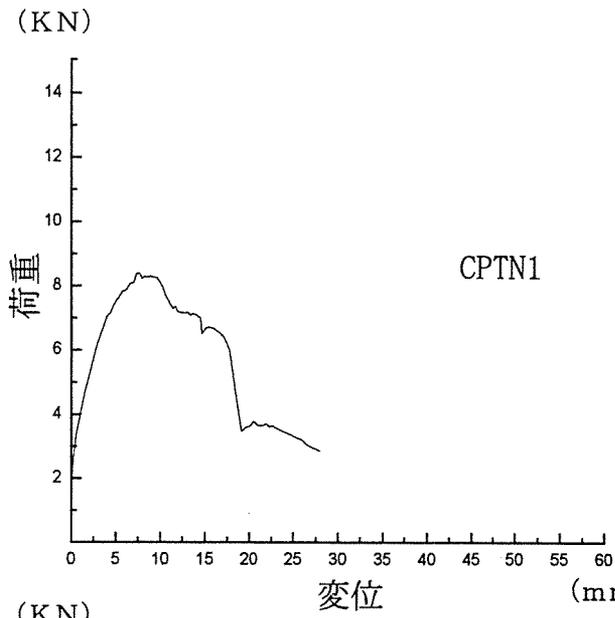


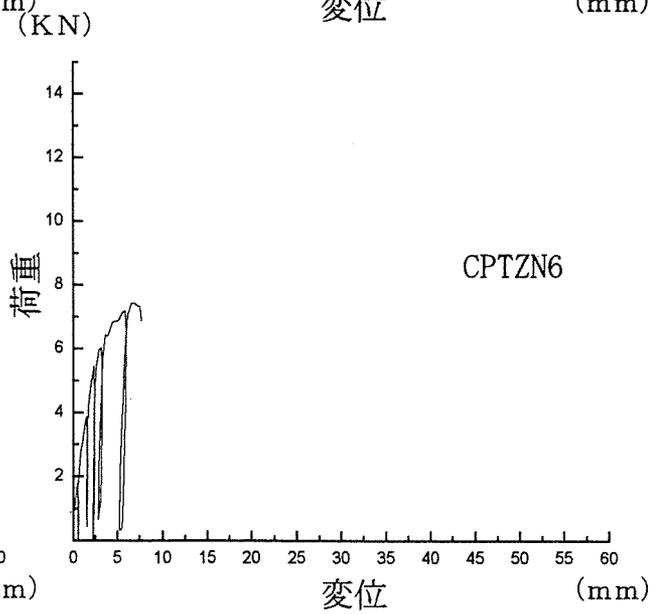
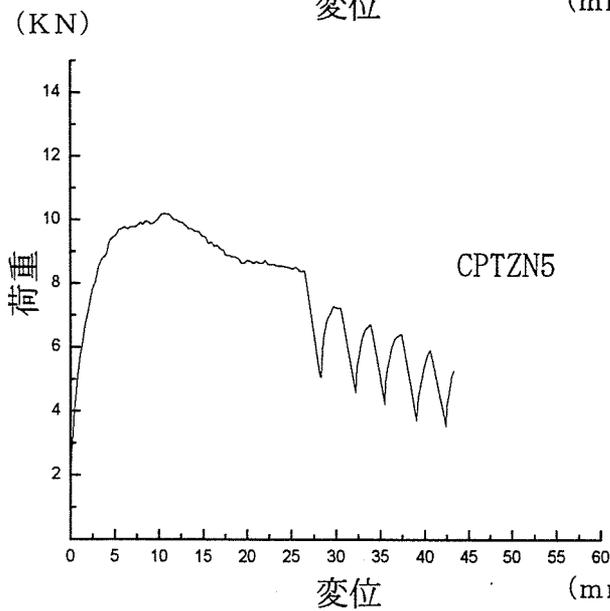
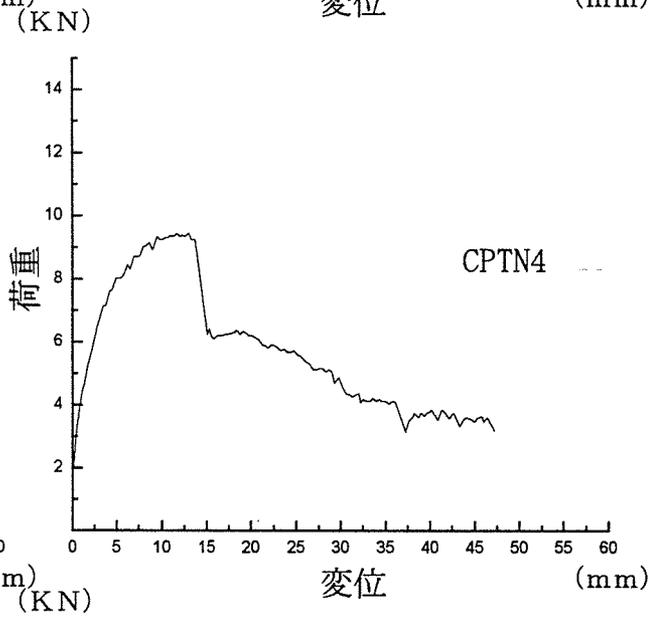
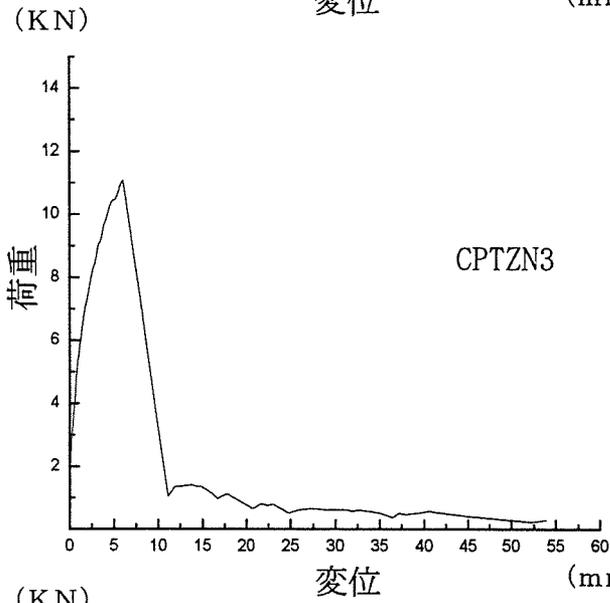
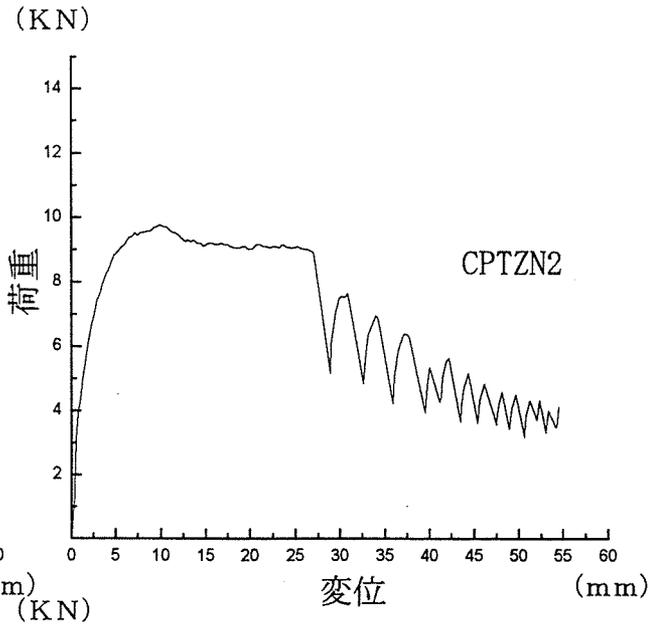
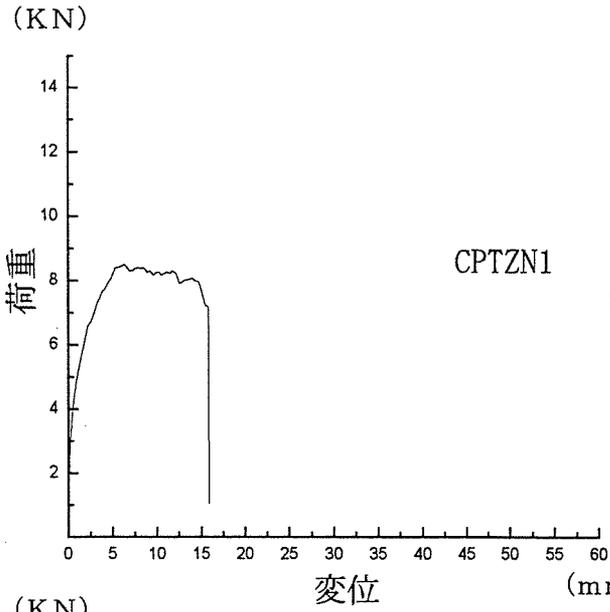


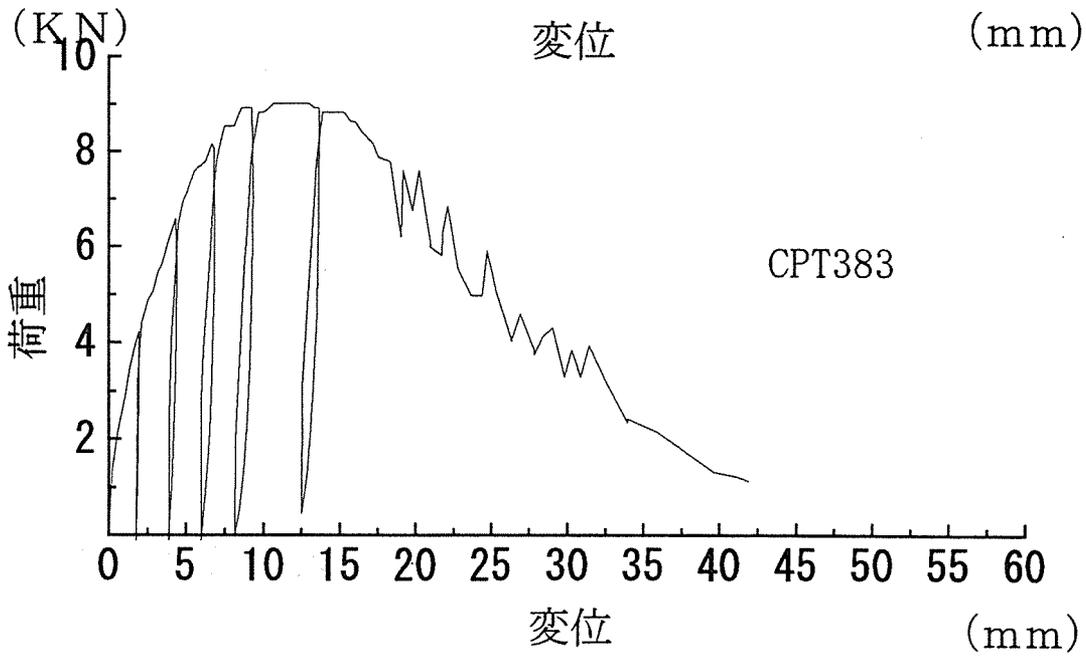
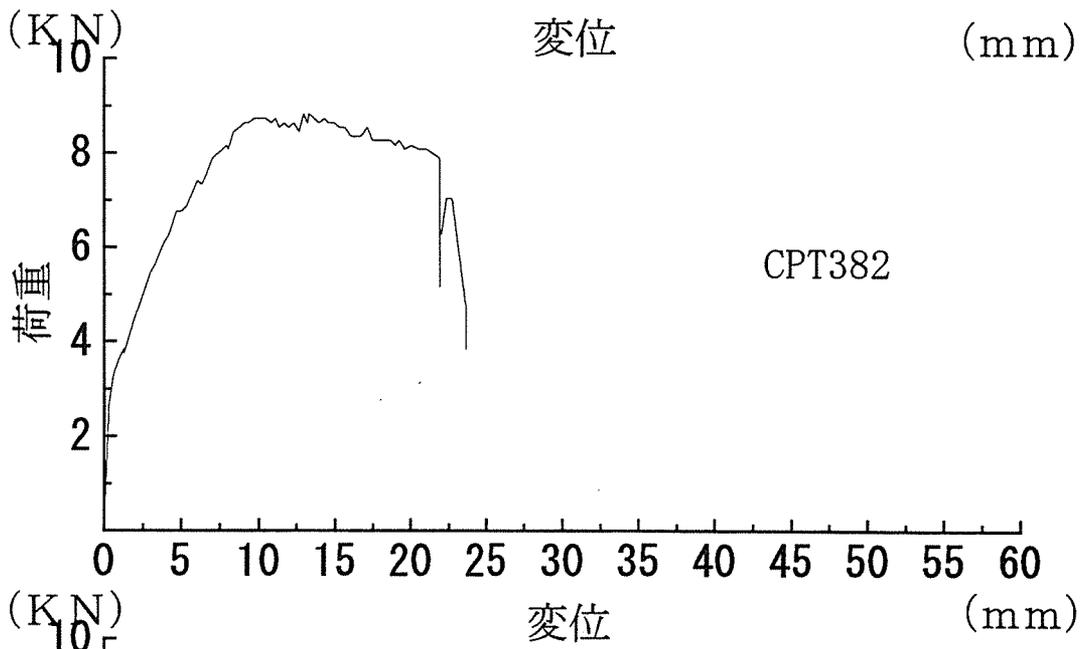
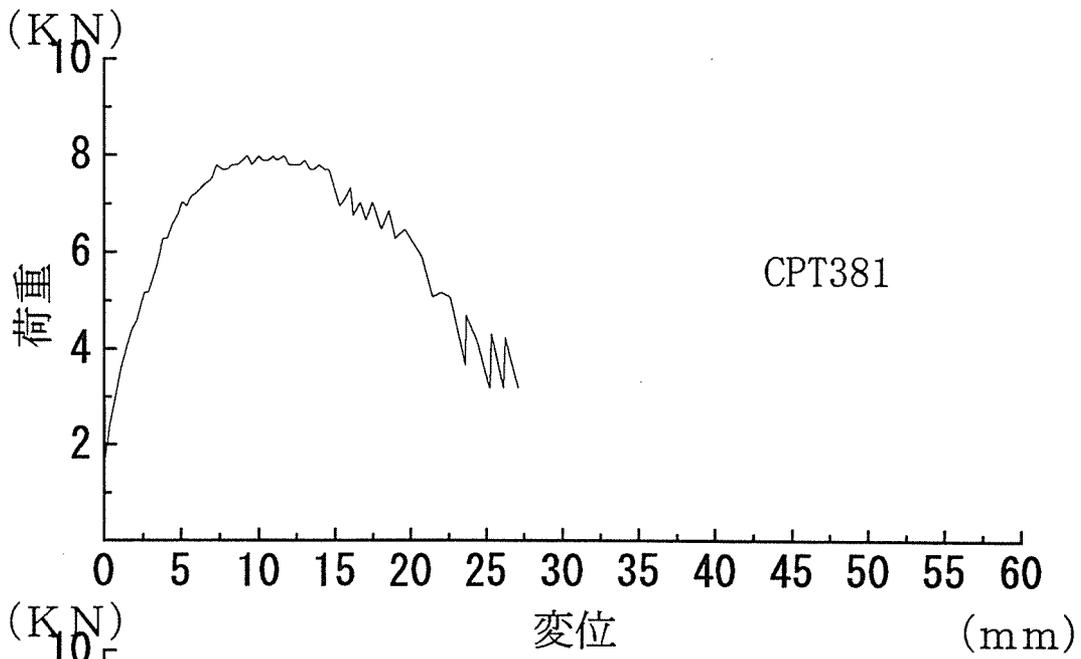


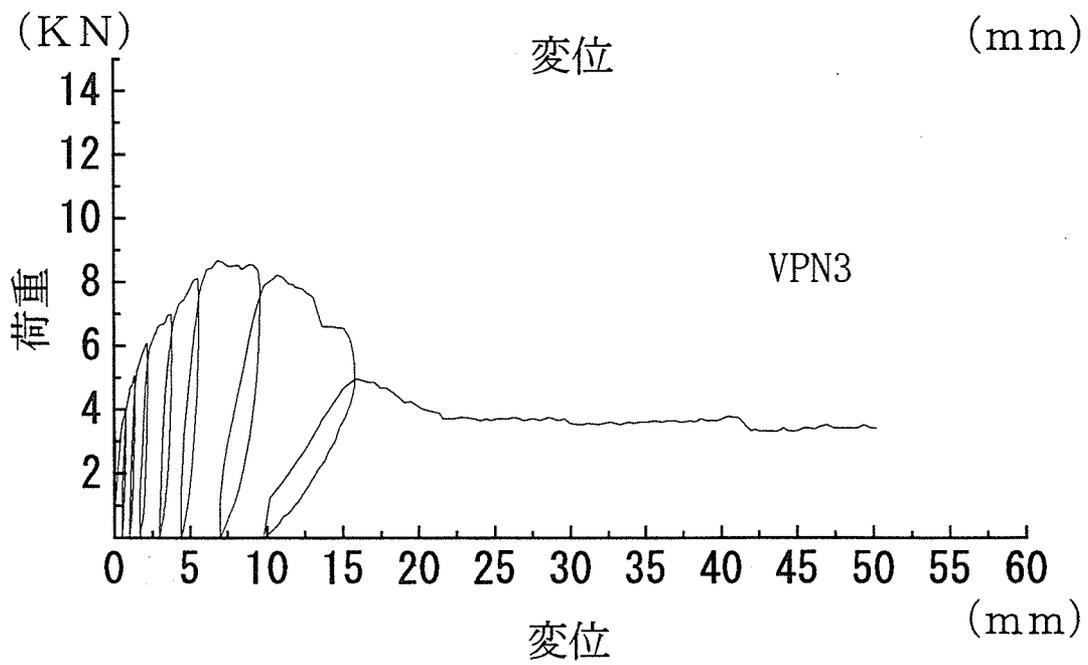
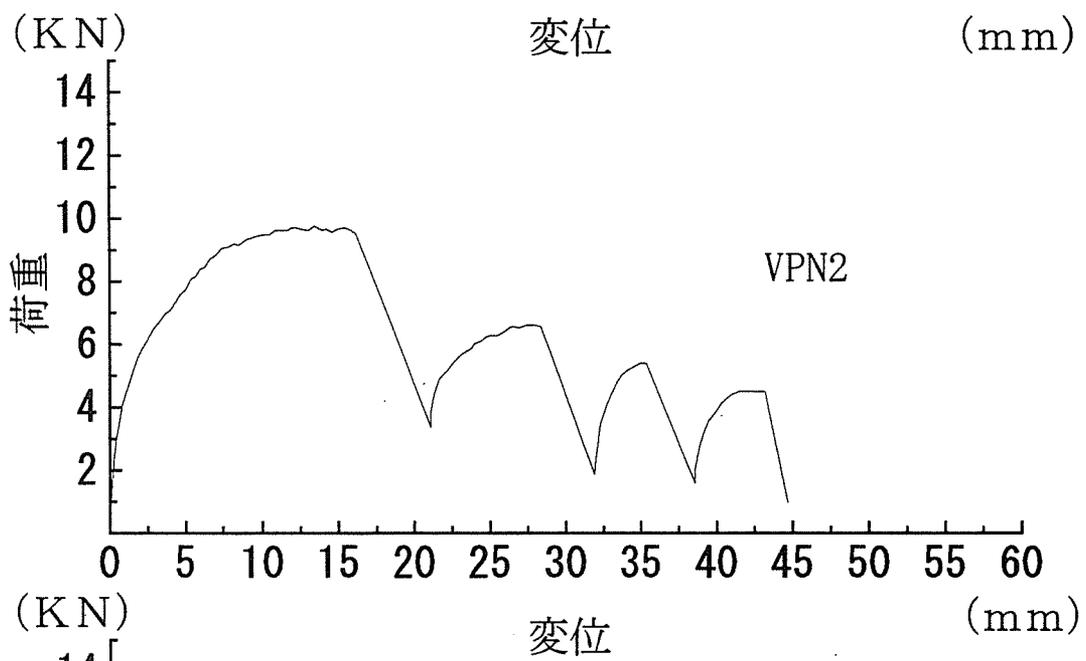
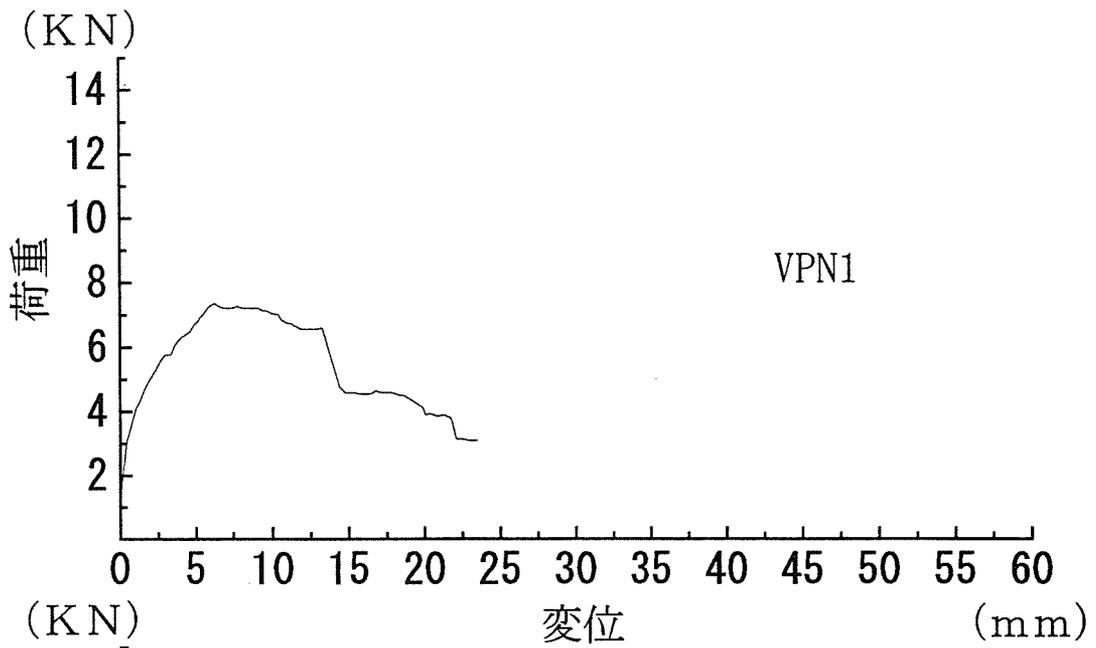


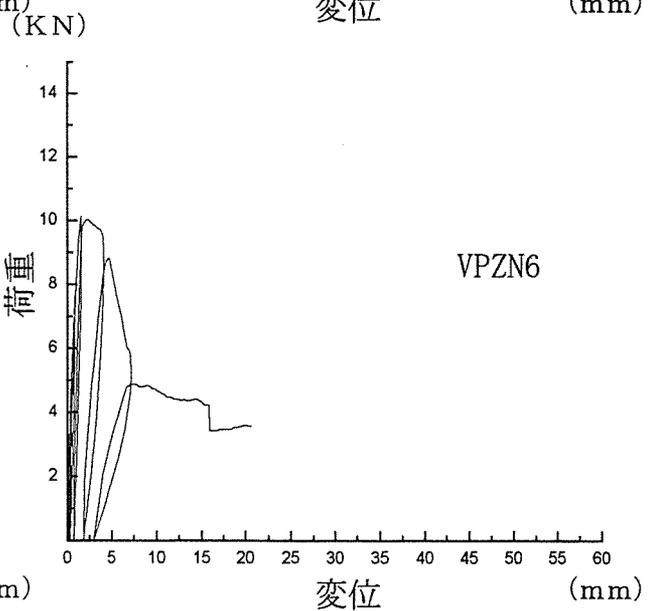
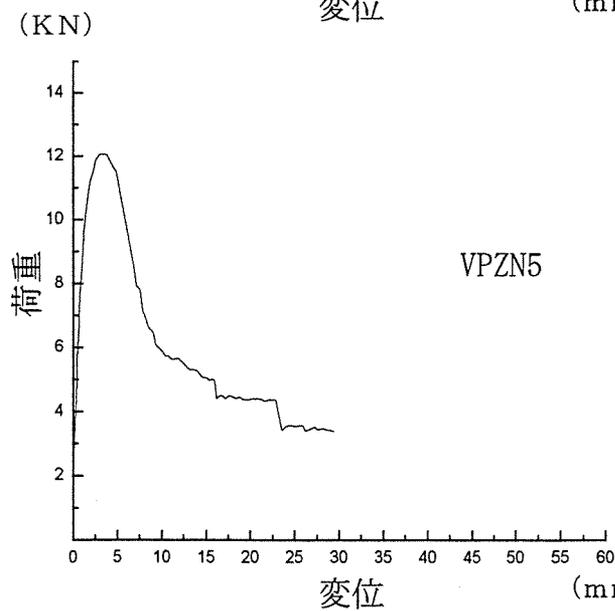
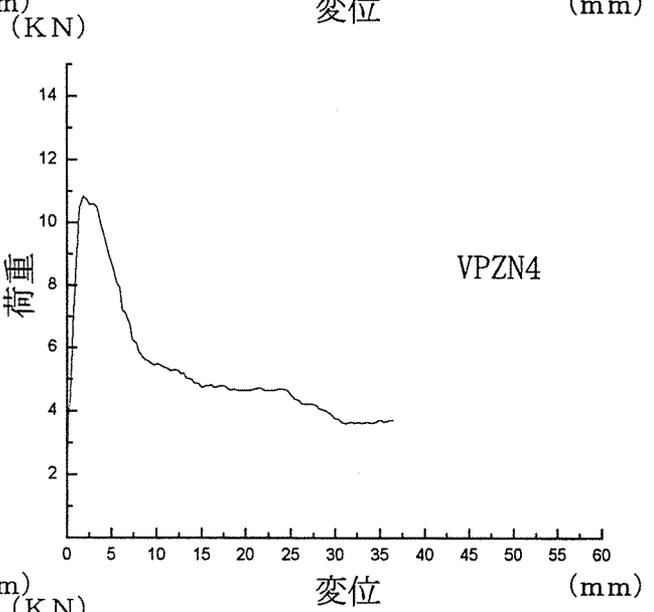
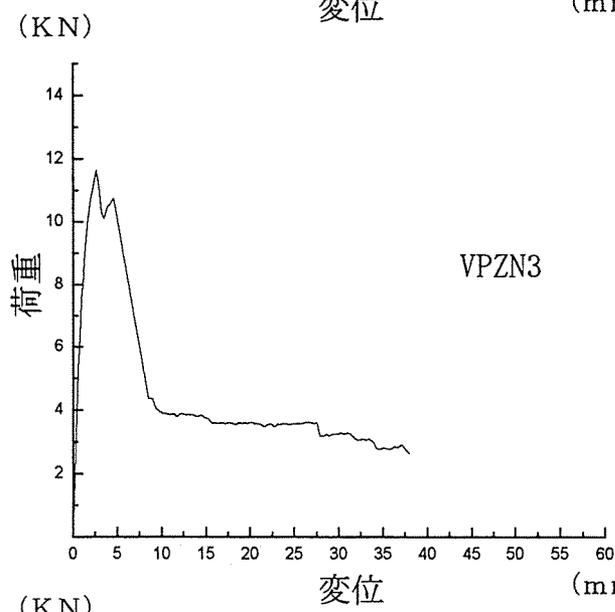
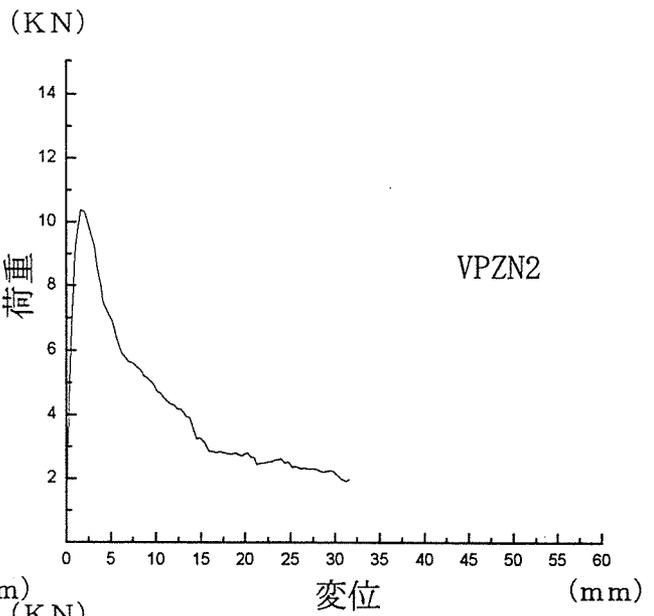
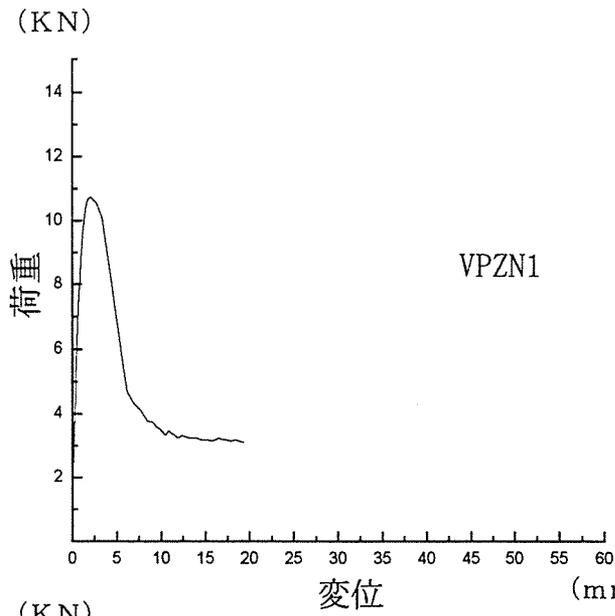


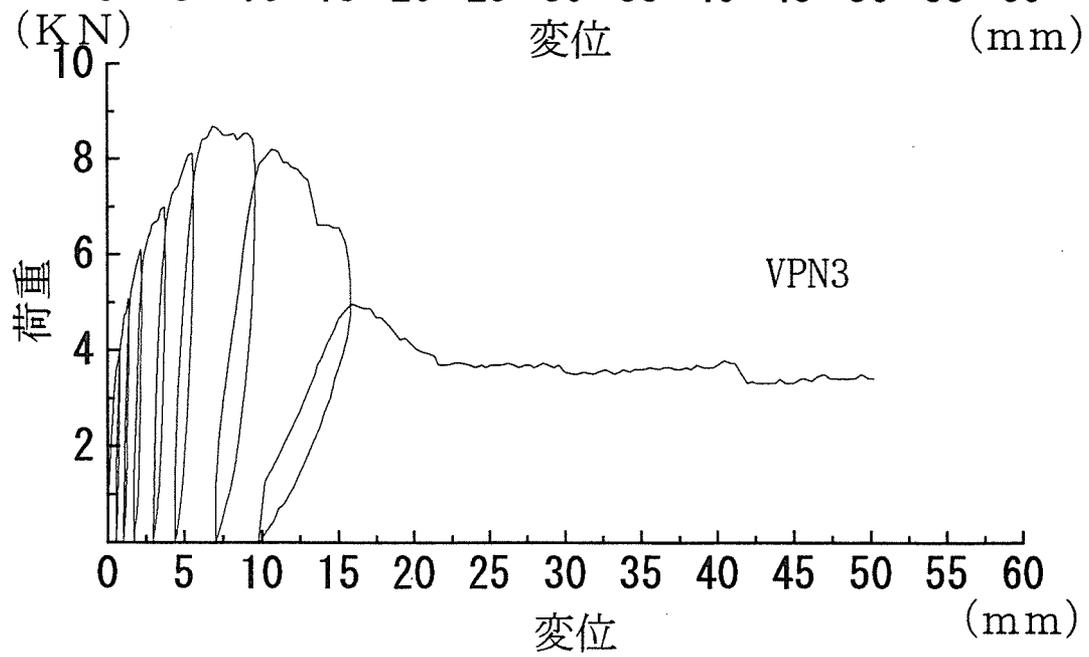
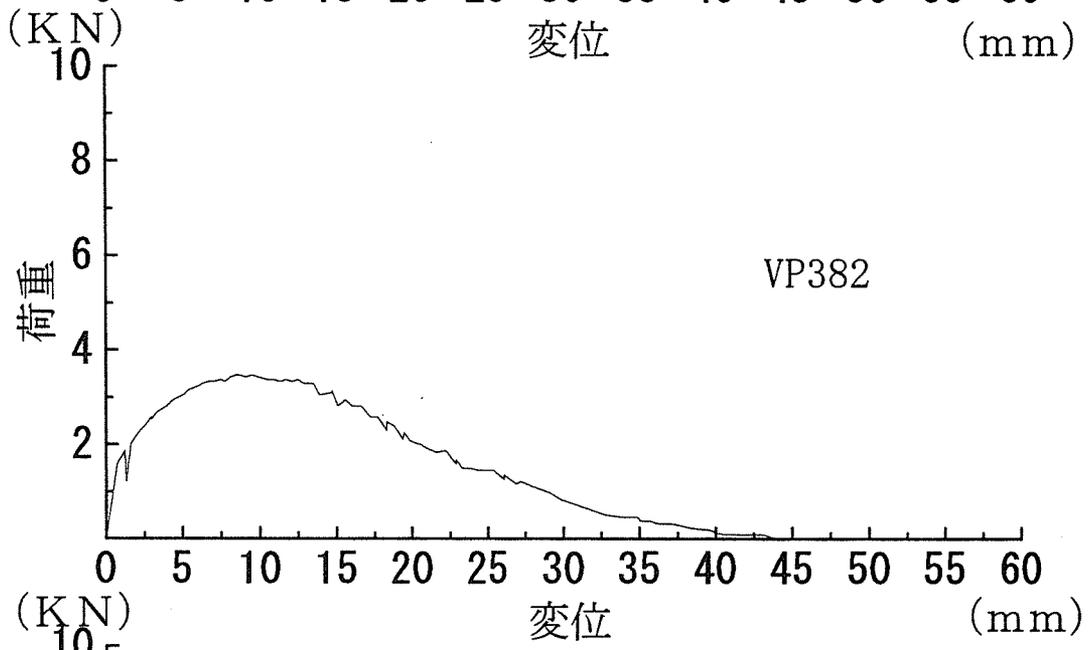
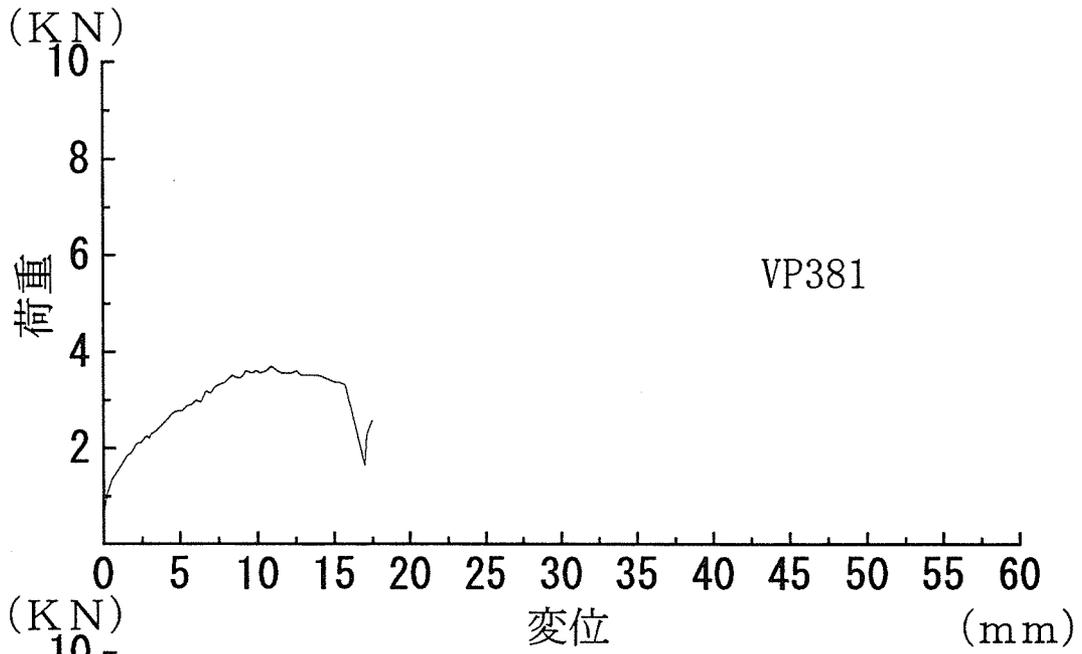


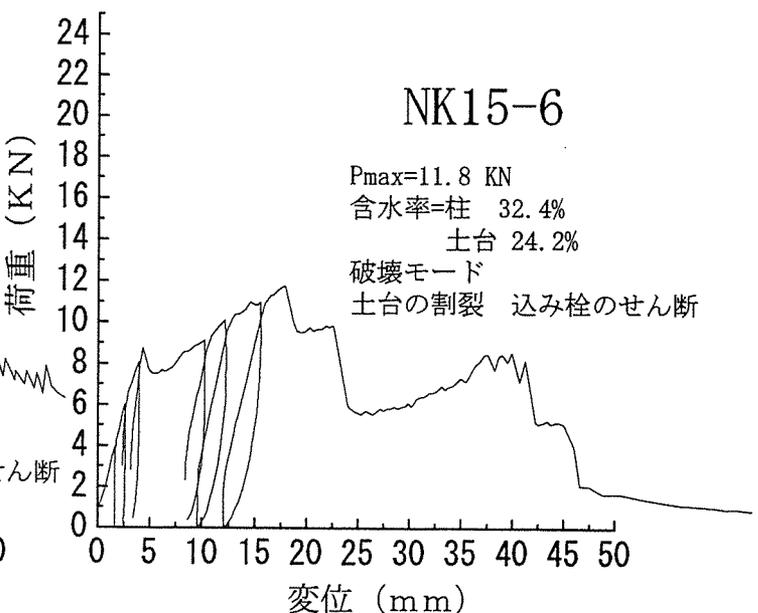
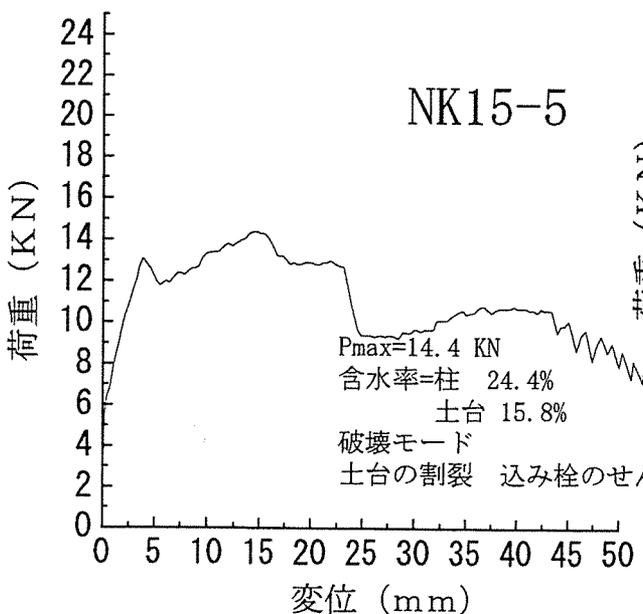
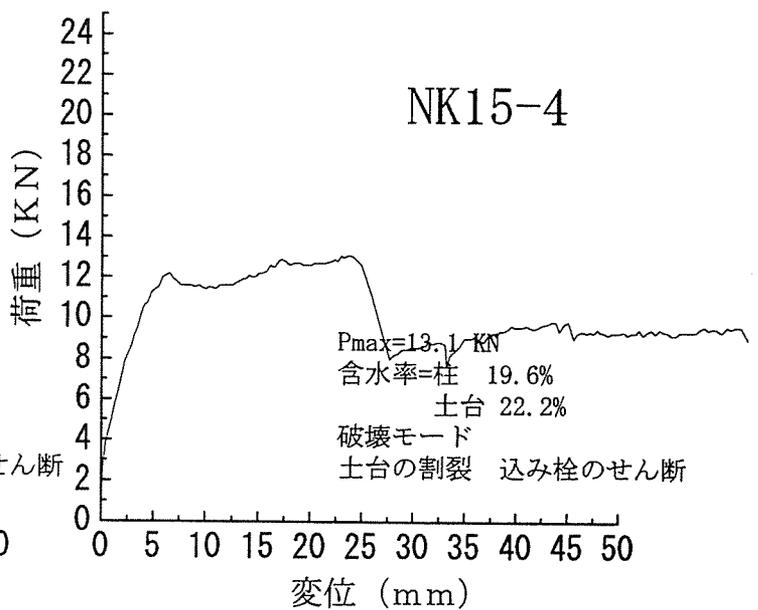
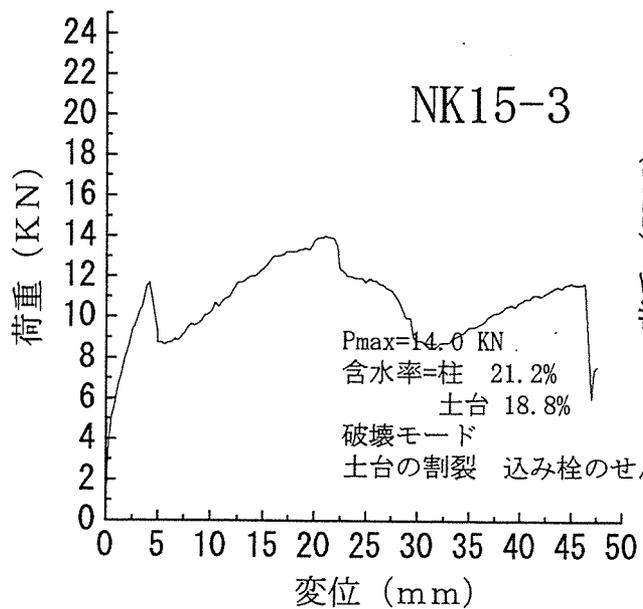
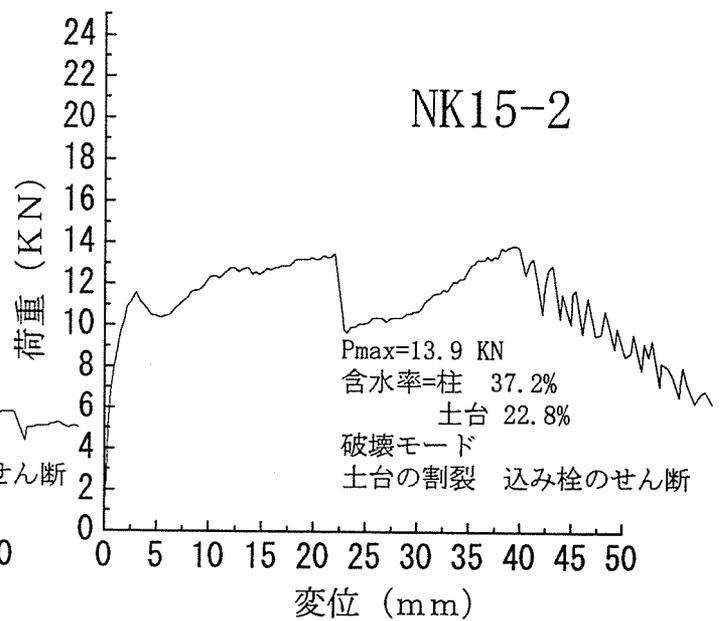
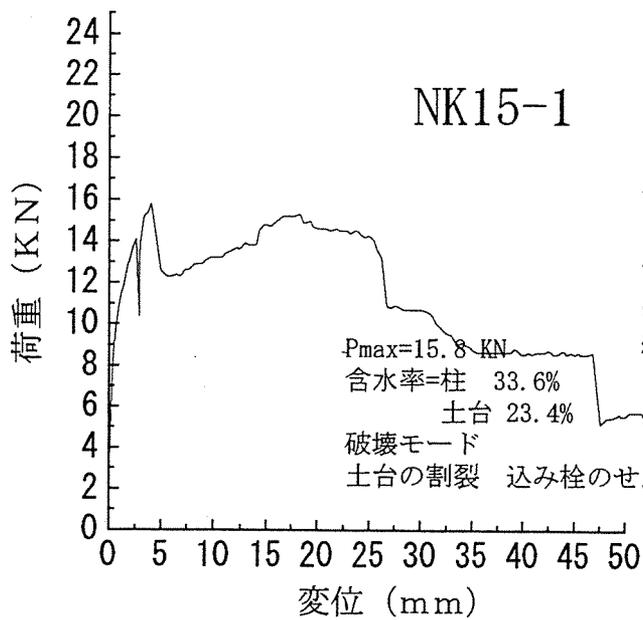




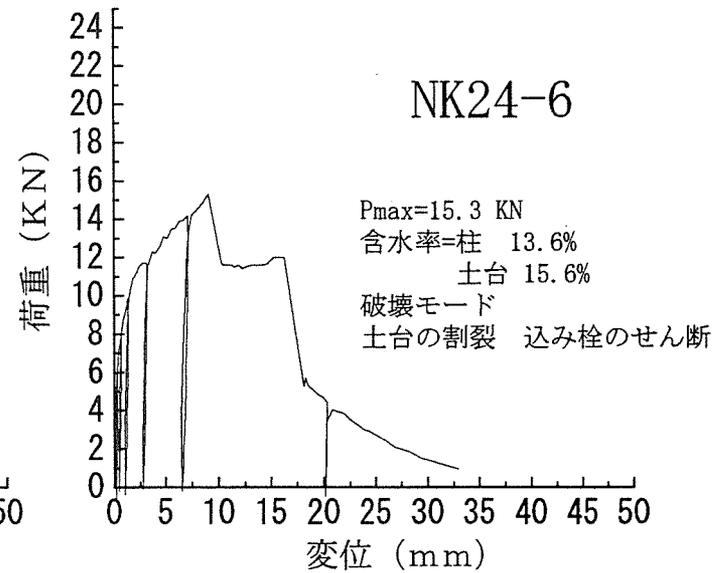
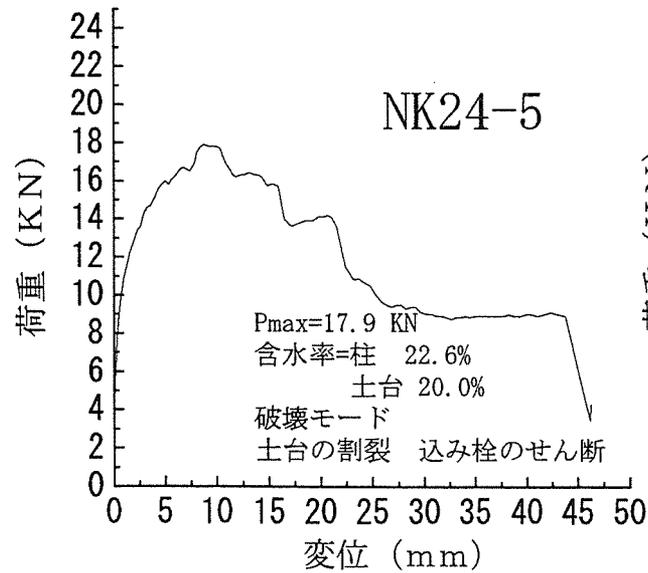
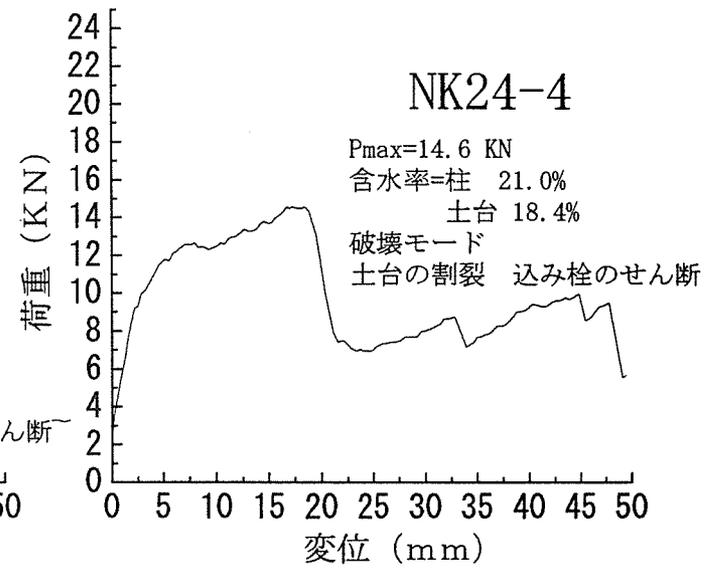
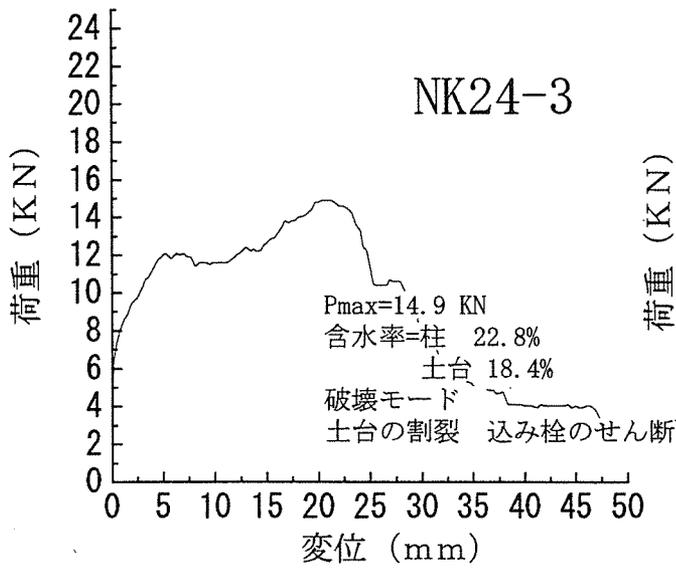
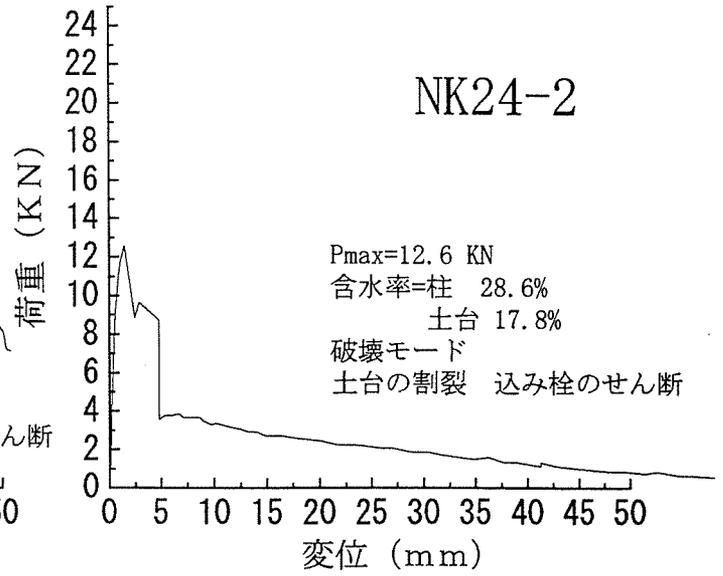
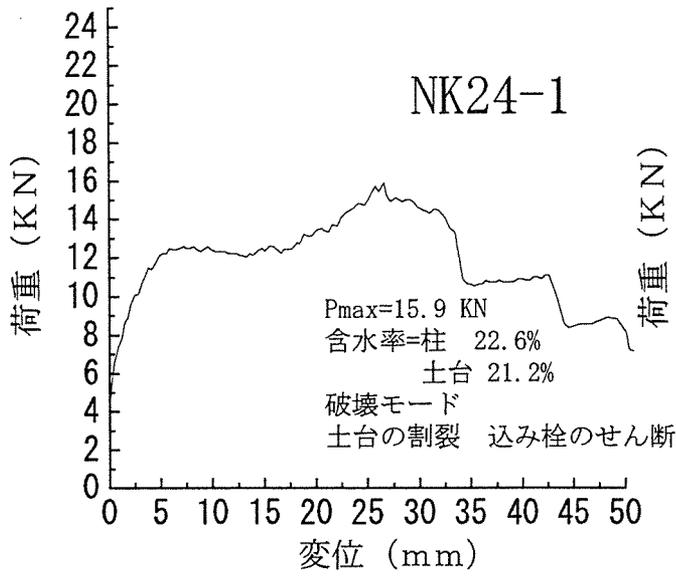


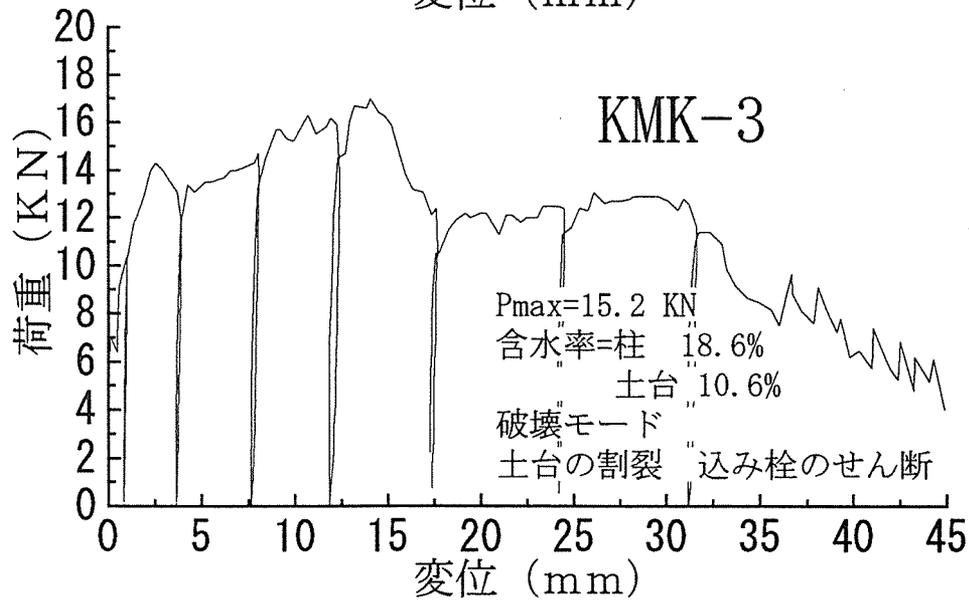
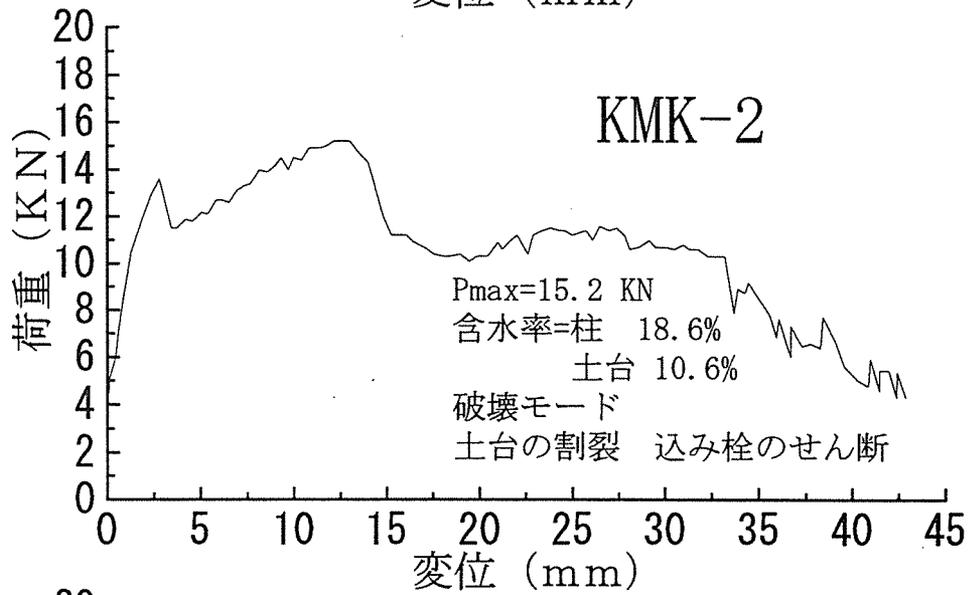
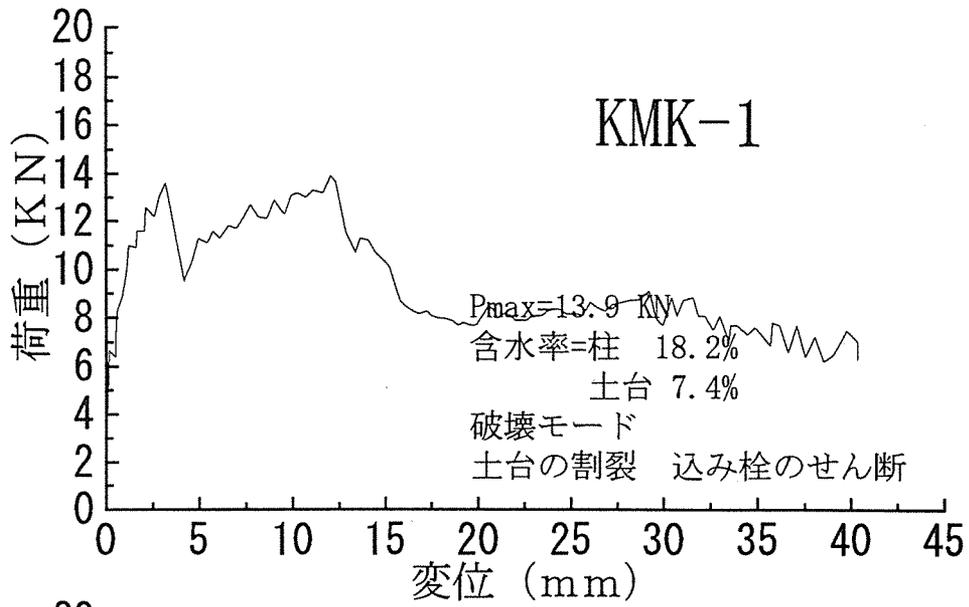






(図 6-26)





表－４
各変位における
荷重一覧表

(荷重は合計荷重を示す。

図－６において

1、2、3、4、5、7、10、15mm
に最も近い計測ステップの、
荷重値を表に示したものである。)

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重										
HB1HM1			2.4	13.5	3.1	20.4	4.1	32.1	5.1	42.9	7.2	59.8	10.1	72.1	15.3	87.1	31.2	118
HB1HM2			2.3	11.1	3.1	17.9	4.2	31.3	5.3	43.7	7.1	56.2	10.3	68.2	15.2	79.2	27.3	102
HB1HM3			2.7	8.8	3.1	11.1	4	17	5.2	26.7	7.3	41.3	10.1	59.1	15.1	78.5	37.4	112
HB1HM4							4.3	3.9	5	8.5	7.1	34.1	10.2	59.2	15.4	78.1	41.3	116
HB1HM5	1.2	2.6	2.4	8.4	3	13.2	4.3	22.8	5.1	30.6	7	50.7	10.1	70.5	15.1	86.5	21.7	98.7
HB1HM6	1.3	4.5	2.3	10	3.1	16.7	4.3	26.6	5.1	35.5	7.3	56.5	10.2	70	15.1	86	16.6	89.4
HB1HS1			2	7.3	3.1	13.1	4	20.7	5.2	31.9	7.1	46.8	10	59.3	15.2	73.3	24.1	88
HB1HS2			2.6	11.2	3	14.4	4.2	24.3	5.3	34.8	7.2	47.2	10	57.7	15.2	71.1	21.8	78.6
HB1HS3			2.8	6.6	3.1	8.2	4.1	15.8	5.1	27.9	7.2	47.9	10.1	64.3	15.1	77.7	18.4	83.9
HB1HS4			2.4	10	2.8	12.2	4	23.1	5	31.8	7.3	47.5	10.3	58.3	15.3	71	31.7	96.3
HB1HS5			2.9	3.9	3.1	4.8	4.3	12.2	5.1	19	7	33.1	10.4	48.3	15.2	59.6	25.6	79.4
HB1HS6	1.8	4.5	2	5.4	3.1	11.8	4.2	20.3	5.3	29.2	7	39.8	10.1	51.2	15.2	60.9	26.2	80.4
HB2HS1	1.5	5.5	2.1	8.8	3	14.9	4.1	24	5.1	35	7.1	55.8	10.2	78.9	15.1	97	39.2	146
HB2HS2	1.2	7.1	2.2	15.3	3.1	23	4.1	33.1	5.1	45.3	7.1	64.1	10.3	79.7	15.1	94	26.3	115
HB2HS3	1.5	10.3	2.1	16.2	3.1	28.1	4.1	40.5	5	50.9	7.3	70.9	10.2	85.4	15.1	99	27.7	122
HB2HS4	1	8	2.1	13.9	3.3	24.5	4.2	33.1	5	42	7.2	62.9	10.1	81.7	15.1	96.1	23.9	117
HB2HS5			2.8	11.5	3.1	14.9	4.2	28.1	5.1	39.3	7.1	63.8	10.3	79.7	15.1	92.9	20.4	106
HB2HS6			2.6	10.3	3.2	14.8	4.2	23.5	5.2	33.7	5.8	40.4						
HB2HM1	1.3	7.8	2.2	12.6	3.1	18.7	4.1	28.7	5.2	38.7	7.2	60.5	10.1	86.3	15.3	101	27.7	130
HB2HM2	1	5.7	2.2	12.2	3.2	19.9	4.1	30.2	5.1	42	7	60.6	10.3	82.5	15.2	97.2	36.8	152
HB2HM3	1.5	0.2	2.1	0.2	3.2	0.1	4.2	0.1	5.4	0.1	7.2	0.2	10.5	0.2	16.4	0.2	34.1	112
HB2HM4	1.4	7.4	2.1	10.8	3.1	18	4	26.7	5.1	37.1	7	56.7	10.1	81.7	12.9	93.7		
HB2HM5			2.3	12.9	3.2	20.7	4.2	29.7	5.2	39.3	7.1	56.5	10	73.7	15.1	94.8	27.6	129
HB2HM6			2.2	9.5	3.2	16.6	4.1	23.8	5.1	32.6	7.1	56.2	10.3	79.3	11.2	82.3		

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm 変位 荷重	約2mm 変位 荷重	約3mm 変位 荷重	約4mm 変位 荷重	約5mm 変位 荷重	約7mm 変位 荷重	約10mm 変位 荷重	約15mm 変位 荷重	Pmax 変位 荷重
HL1HM1	1.2 17.9	2.2 31.0	3.3 42.6	4.1 51.0	5.2 62.4	7.3 73.4	10.3 82.4	15.3 92.1	19.2 93.1
HL1HM2	1.6 12.9	2.3 18.5	3.3 26.1	4.3 33.3	5.1 37.7	7.3 48.4	8.2 50.6		
HL1HM3	1.6 20.1	2.3 26.4	3.4 37.2	4.1 43.2	5.1 49.8	7.2 58.0	10.2 63.1	10.9 64.6	
HL1HM4		2.4 14.4	3.2 20.6	4.1 30.9	5.2 42.6	7.1 56.5	10.0 69.3	15.5 81.1	
HL1HM5		2.5 12.4	3.0 25.4	4.1 39.2	5.0 46.8	7.0 57.2	10.3 68.5	13.5 71.4	
HL1HM6	1.5 14.2	2.2 22.9	3.1 35.0	4.1 48.1	5.3 60.2	7.4 74.8	10.2 84.1	14.0 91.9	
HL1HS1	1.5 22.6	2.2 30.8	3.1 35.9	4.2 42.8	5.5 52.7	7.3 64.2	9.9 74.0		
HL1HS2		2.7 12.8	3.2 14.8		計測失敗				
HL1HS3	1.2 25.8	2.1 35.7	3.2 47.4	4.3 55.3	5.0 59.2	7.1 66.2	10.2 71.0	12.0 73.6	
HL1HS4	1.1 14.6	2.3 24.8	3.3 31.8	4.2 38.5	5.2 43.4	7.1 49.2	10.1 51.0	14.4 51.8	
HL1HS5	1.2 21.9	2.0 29.8	3.0 41.5	4.3 52.8	5.1 58.6	7.1 64.2	9.8 69.1		
HL1HS6	1.1 22.2	2.2 35.4	3.2 46.2	4.2 55.0	5.0 57.8	7.1 71.2	10.3 79.1	15.0 87.4	
HL2HM1	1.0 18.9	2.1 33.0	3.1 47.5	4.1 60.0	5.1 70.9	7.2 84.3	10.2 96.4	15.1 109.0	21.3 119.0
HL2HM2	1.1 27.6	2.2 41.8	3.0 52.4	4.0 63.7	5.2 73.4	7.0 86.8	10.2 100.0	15.2 113.0	16.8 116.0
HL2HM3	1.0 21.2	2.1 37.1	3.1 49.2	4.1 61.8	5.0 70.7	7.3 86.4	10.0 95.5	15.1 109.0	19.2 120.0
HL2HM4	1.1 15.1	2.1 28.2	3.1 41.2	4.1 52.9	5.0 63.5	7.0 79.7	10.2 91.4	15.1 106.0	16.0 109.0
HL2HM5	1.0 35.3	2.1 51.1	3.1 64.2	4.1 74.1	5.0 81.2	7.1 89.3	10.2 99.6	15.4 114.0	15.5 116.0
HL2HM6	1.1 23.0	2.2 43.7	3.1 55.0	4.3 68.4	5.3 78.8	7.1 90.5	10.1 100.0	14.3 114.0	
HL2HS1	1.1 33.4	2.0 57.2	3.2 73.8	4.1 82.4	5.2 90.9	7.2 98.0	10.1 106.0	11.0 108.0	
HL2HS2	1.1 28.4	2.1 44.4	3.2 54.3	4.2 64.3	5.1 72.5	7.0 86.7	10.0 96.1		
HL2HS3	1.0 26.1	2.1 44.1	3.1 57.6	4.3 69.7	5.0 75.8	7.0 86.0	10.1 95.2	11.4 97.5	
HL2HS4	1.0 18.3	2.1 34.0	3.1 45.7	4.2 54.7	5.2 62.6	7.2 71.9	10.2 81.6	12.1 84.1	
HL2HS5	1.2 9.0	2.1 27.3	3.1 39.7	4.1 55.5	5.1 66.2	7.3 84.4	10.2 96.3	12.3 102.0	
HL2HS6	1.0 15.9	2.2 33.1	3.0 41.9	4.2 53.9	5.2 61.1	7.0 72.6	8.6 80.7		

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重										
HN1HM1	1.5	23.5	2.2	33.0	3.3	44.1	4.1	49.0	5.0	53.4	7.2	61.4	10.1	64.8	15.4	66.3	20.2	68.2
HN1HM2	1.5	27.7	2.2	37.6	3.2	50.8	4.3	60.8	5.1	67.8	7.2	76.7	10.3	85.1	14.7	91.1		
HN1HM3	1.2	19.8	2.3	36.4	3.4	48.7	4.1	55.8	5.4	65.8	7.1	73.2	10.2	80.7	15.1	87.8	33.4	96.5
HN1HM4	1.1	17.9	2.1	33.6	3.2	46.6	4.0	55.3	5.2	65.4	7.4	76.9	10.3	84.6	15.2	92.0	22.2	95.6
HN1HM5	1.1	16.2	2.3	32.9	3.1	42.7	4.1	54.2	5.1	64.2	7.0	77.4	10.1	85.0	15.2	96.6	25.8	111.0
HN1HM6	1.2	19.8	2.1	33.7	3.2	46.4	4.2	55.3	5.2	61.3	7.1	70.3	10.1	77.8	15.5	78.0	16.8	79.8
HN1HS1	1.4	20.9	2.1	31.2	3.2	43.4	4.1	48.8	5.2	56.3	7.2	62.6	10.1	67.3	15.1	65.7	24.5	69.7
HN1HS2	1.4	23.1	2.1	33.9	3.1	45.6	4.2	54.7	5.2	60.1	7.4	67.9	10.1	71.4	15.3	72.7	29.0	76.8
HN1HS3	1.3	23.9	2.1	33.3	3.2	41.8	4.2	48.3	5.3	54.3	7.1	60.9	10.1	65.0	15.2	66.7	22.7	70.5
HN1HS4	1.0	9.5	2.1	31.8	3.1	44.6	4.2	55.6	5.1	62.4	7.1	75.3	10.1	85.7	15.2	95.2	25.8	95.8
HN1HS5	1.1	18.9	2.1	31.6	3.1	39.9	4.0	45.6	5.2	51.2	7.0	56.5	10.3	57.1	15.1	58.3	25.6	61.2
HN1HS6	1.1	17.1	2.0	31.7	3.2	45.5	3.7	50.0										
HN2HM1	1.0	22.3	2.0	42.1	3.1	60.0	4.2	73.6	5.1	83.0	7.2	94.3	10.2	103.9	15.1	120.5	26.3	144.1
HN2HM2	1.0	20.2	2.0	40.3	3.1	57.7	4.0	69.8	5.2	82.0	7.2	90.6	10.1	100.9	14.5	114.7		
HN2HM3	1.0	18.3	2.0	40.7	3.1	58.7	4.2	75.1	5.2	85.5	7.3	97.9	10.2	107.8	15.1	124.5	17.9	132.3
HN2HM4	1.1	22.4	2.1	41.9	3.1	57.9	4.1	70.4	5.2	81.0	7.3	92.3	10.0	104.0	12.5	113.0		
HN2HM5	1.1	17.8	2.1	36.8	3.1	53.5	4.1	66.7	5.1	79.0	7.1	94.3	10.2	105.0	15.1	121.0	18.1	132.0
HN2HM6	1.0	13.9	2.1	36.0	3.1	53.5	4.1	67.8	5.0	78.6	7.1	88.9	10.2	101.0	12.7	109.0		
HN2HS1	1.0	21.4	2.1	39.5	3.0	53.7	4.1	66.1	5.2	75.1	7.1	82.6	10.1	94.2	15.4	107.0	17.1	112.0
HN2HS2	1.0	18.8	2.2	42.8	3.2	55.0	4.1	64.6	5.0	73.0	7.1	86.1	10.2	98.0	14.3	106.0		
HN2HS3	1.0	9.4	2.1	35.5	3.2	49.5	4.0	60.0	5.0	70.0	7.1	86.7	10.1	99.0	15.2	113.0	20.9	121.0
HN2HS4	1.0	15.7	2.2	36.8	3.2	48.2	4.0	51.2	5.0	65.6	7.1	76.1	10.2	88.4	15.1	90.6	17.7	97.4
HN2HS5	1.1	21.7	2.1	39.9	3.2	53.6	4.0	60.7	5.3	72.4	7.3	84.1	10.1	94.4	15.2	109.0	18.0	116.0
HN2HS6	1.1	18.4	1.2	19.8														

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重
HS1HM1		2.2	3.7	3.2	6	4.2	7.9	5.2	13	7.3	24.3	10.4	41.6	15.1	63.1	24.7	88.8	
HS1HM2		2.1	2.9	3.2	5	4.1	8.6	5.2	13.7	7.1	23.9	10.1	40.4	15.4	58.9	42.5	112	
HS1HM3		2.8	8.2	3.1	9.3	4.2	15.7	5.1	20.9	7.4	32.5	10.1	43.1	15.2	63.7	43.5	130	
HS1HM4	1.7	3.6	2	4.7	3	10.1	4.1	16.8	5	23.1	7.2	38.7	10.2	55.1	15.2	75.1	31	109
HS1HM5		2.7	7.2	2.9	8.6	4.2	19.9	5.2	28.7	7	41.8	10.3	56.4	15.3	74.3	17.5	79.4	
HS1HM6	1.6	4.9	2.2	7.9	3.1	13.7	4.1	19.2	5.2	25.9	7.4	37.7	10.2	46.9	13.8	61		
HS1HS1					3.4	6.7	4.1	9.1	5.1	13.2	7.4	21.4	10	30.1	15.1	43.8	47.5	84.6
HS1HS2					3.1	5.6	4.1	8.7	5.1	12.4	7.4	20.3	10.2	29.7	15.2	47.2	32	81.5
HS1HS3							3.9	4.9	5	9.1	7.1	15.4	10.2	26.7	15.1	39.5	44.7	91.1
HS1HS4							4	9.2	4.9	14.6	7.1	30.7	10	45.4	15.2	62.6	23.4	80.2
HS1HS5	1.3	3	2.2	6.4	3.2	13	4.1	18.3	5.2	25	7.3	33.6	10	41.5	15.1	53.8	29.2	74.9
HS1HS6					3	2.9	4.3	4.1	6.7	13.2	7.2	24.6	10.1	38.6	15.3	52.1	33.2	72.5
HS2HM1		2.4	4.8	3.1	8.9	4.3	15	5.1	21.1	7.3	37.6	10.1	51.8	15.1	25.9	24	104	
HS2HM2				3	8.3	4.3	15.6	5.2	22.4	7.3	36.7	10.2	57	15.2	93.6	23.3	123	
HS2HM3		2.3	3.9	3.3	8.2	4.1	13.2	5	19	7.1	34.2	10.3	59.6	15.2	93.4	16.6	101	
HS2HM4	1.8	5.7	2.1	7.7	3.1	13.2	4.1	20	5.1	27.9	7.1	45.2	10.2	68.1	15.1	101	22	128
HS2HM5	1.9	5.3	2.2	6.6	3.2	11.1	4.2	17.2	5.2	22.8	7	37.1	10.2	62.7	15.1	101	24.3	132
HS2HM6	1.7	1.9	2	2.5	3.1	7.7	4.1	16.5	5.3	26.6	7.1	44.1	10	66.8	15.2	94.3		
HS2HS1					3.4	7.8	4.2	10.4	5.2	13	7.4	20.2	10.2	29.2	15.2	56.9	38.6	138
HS2HS2	1.3	5.6	2.2	18.5	3.2	32.2	4.3	39.7	5.1	36.9	7	55.6	10.1	75.9	14.5	103		
HS2HS3	1.3	5.2	2.1	18.3	3	32.1	4.5	33.8	5.2	43.3	7.1	53.5	10.1	64.9	15.1	93.9	22.5	119
HS2HS4	1.4	2.4	2	3.6	3.3	8.5	4	13	5	18.3	7.1	29.1	10.1	51.7	15.1	90.3	20.9	114
HS2HS5			2	7.4	3.1	10.4	4.3	15	5.2	19.9	7	31.6	10.1	51.2	15.1	83.7	25.7	121
HS2HS6			2.3	6	3.2	7.9	4.2	12.5	5.2	19	7.2	31.7	10	49.3	11.7	60.1		

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重
HB212M41			2.1	4.9	3.2	9.8	4.3	15.6	5.3	21	7	27.9	10.4	38.8	15.2	50.2	37.7	76.8
HB212M42			3.5	8	3.2	7	4	10.1	5.2	15.3	7.1	24	10.3	36.7	15.1	51.4	38.3	83.6
HB212M43			2.3	7.3	3.1	11.2	4.4	16.4	5	18.9	7.1	26.5	10.3	38.5	15	53.3	52.4	96.2
HB212M81	1.5	3	2.2	4.9	3.1	7.4	4.4	11.3	5	13.3	7	18.9	10.2	27.7	15.2	40.5	31.1	64
HB212M82					2.9	5.8	4.4	10.7	5.4	15	7.2	21.5	10.1	30	15.1	41.3	42	78.4
HB212M83	1.8	2.7	2.1	3.5	3.1	6.5	4	9.6	5.4	14.4	7.3	20.7	10.2	28.8	15.1	42.4	26.7	60.5
HB212S41			2	4.4	3.3	8.3	4	10.7	5.2	14.2	7.2	20.3	10.2	31.2	15.3	45.8	47.6	79.3
HB212S42			1.9	2	3.1	4.5	4.1	7.4	5.1	10.6	7.3	18.7	10.1	27.1	15.1	40.5	37.7	74.5
HB212S43			2	3.6	3.1	6.9	4.3	11.8	5.1	15	7	24.4	10.1	35.7	15.1	49.1	41.2	85.9
HB212S81			2.9	7	3.3	8.2	4.4	11.3	5	12.8	7.2	18.1	10	26.4	15.1	39.2	33.2	62
HB212S82			2.7	4.4	3	5.3	4.2	9.6	5.4	13.8	7.2	18.9	10.2	28	15.1	40.7	39.8	72.6
HB212S83	1.7	4.7	2.3	6.1	3	8.1	4.1	11.1	5.1	14.2	7	20.2	10.3	28.2	15.2	39.8	38	69.6
HB213S41	1.6	7.8	2.1	9.8	3.1	14	4.2	19.6	5.2	25.1	7.1	32.3	10.3	44.7	15.1	56.5	51.4	100
HB213S42	1	7	2.2	18.1	3.1	23.8	4.1	30.2	5.1	37	7	44.3	10.1	54.4	15.1	66.6	51.5	113
HB213S43	1.8	3.3	2.1	7.5	3.1	14.5	4.2	15.9	5.2	18.4	7.1	26.4	10.1	44.9	15.2	66.2	30.4	84.5
HB213S81	1.6	5.9	2.2	9	3.2	13.9	4.4	19	5.1	20.7	7.3	24.2	10.5	31.1	15.1	40.8	31.9	68.1
HB213S82	1.1	4.6	2.2	7.7	3.2	11.1	4.1	14.1	5.2	18.1	7.3	24.3	10.2	31.7	15.3	42.6	24.8	53.6
HB213S83	1.1	6	2.1	10.9	3.2	14.8	4.3	19	5.2	22.1	7.1	29.1	10.4	40.4	15.3	52.5	25.9	69.2
CPL381	1.5	3.4	2.3	4.2	3.3	5.2	4.3	6	5.1	6.5	7.3	7.3	10.4	7.9	13.2	8.1		
CPL382	1.7	3.7	2.2	4.2	3.3	5.3	4.1	5.9	5.4	6.6	7.2	7.4	10.3	8.2	12.6	8.6		
CPL383	1.1	3.1	2.1	4	3.2	5.3	4.2	6	5.4	6.7	7.1	7.4	9.4	7.8				

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重										
CPLN1	1.3	6.4	2.3	8.4	3.2	9.7	4.3	10.9	5.4	12.2	7.2	13.2	10.4	14.1				
CPLN2	1.2	5.6	2.1	7.4	3.2	8.8	4.2	9.9	5.3	11	7.1	12.7	10.4	13.5	11.8	13.6		
CPLN3	1.1	5.8	2.2	8.1	3.2	9.6	4.3	10.7	5.3	11.5	7	12.2	10.3	12.6	11.7	12.7		
CPLN4	1.7	5.8	2.1	6.2	3.1	7.7	4.1	8.8	5.2	10	7.1	11.3	10.1	12.1	10.7	12.3		
CPLN5	1.7	7.7	2.4	8.6	3	9.4	4	10.7	5	11.6	7	13	10.1	14	11.5	14.4		
CPLN6	1	5.8	2.2	8	3.2	9.2	4.3	10.5	5.2	11.7	7	12.8	10	13.4	11	13.6		
CPLZN1	1.2	7.8	2.1	9.4	3.1	10.6	4.1	11.6	5.1	12.3	7.1	13.7	10.3	15.2	15.3	14.3	19.1	15.3
CPLZN2	1	8.1	2	9.9	3.1	11.4	4.2	12.5	5.1	13.2	7.3	14.6	10.2	14.7	10.5	14.9		
CPLZN3	1.2	7.6	2.4	9.7	3.2	10.8	4.3	12.1	5.4	12.9	7.2	14	10.5	15.2	13.4	15.3		
CPLZN4	1.2	6.8	2.4	9.4	3	10.4	4.4	12.3	5.1	13.1	7.2	14.2	8.5	14.7				
CPLZN5	1.4	7.6	2.2	9.5	3.2	11.5	4.3	12.9	5.4	13.7	7.3	14.8	8.3	15.2				
CPLZN6	1.1	7.4	2.1	10.1	3.2	12	4	13.1	5.3	14.7	7.2	15.9	8.9	16.5				
CPT381	1.4	4	2.1	4.6	3.1	5.5	4.1	6.3	5.1	7	7.3	7.8	10.3	7.9	15.3	7	23.6	13.7
CPT382	1.3	3.9	2.3	4.8	3.3	5.6	4.2	6.3	5	6.8	7	7.9	10.2	8.7	15.3	8.6	23.6	20
CPT383	1.3	3.5	2.1	4.4	3.2	5.5	4.4	6.6	5.1	7.1	7.5	8.6	10.1	8.8	10.7	9		
CPTN1	1.2	8.6	2.1	10.7	3.1	12.7	4.1	14.2	5.1	15.1	7.3	16.7	7.6	16.8				
CPTN2	1.2	10	2.1	12.7	3.3	15.3	4.4	16.8	5.1	17.6	7.2	18.9	10.3	20.4	12.2	20.8		
CPTN3	1.1	8.9	2.1	11.6	3.1	14.1	4.2	16.1	5.2	17.3	7.1	18.8	10.1	20.2	12.4	20.9		
CPTN4	1.1	8.9	2	11.2	3.1	13.4	4.2	15.2	5.2	16.1	7.3	17.4	10.2	18.5	11.7	18.9		
CPTN5	1.2	8	2.2	10	3.3	11.7	4.3	14.7	5.2	16.8	6.2	17.4						
CPTN6	1.1	8.5	2.2	11.9	3.1	13.6	4	15.1	5.2	16.8								
CPTZN1	1.2	10.5	2.1	13.2	3.2	14.6	4.1	15.5	5.3	16.8	6.3	17						
CPTZN2	1	8.7	2.2	13.2	3.2	15.3	4.2	16.7	5.2	17.8	7.2	19.1	9.9	19.5				
CPTZN3	1.2	12	2.3	15.6	3.2	18	4.1	19.7	5.1	20.9	6.1	22.2						
CPTZN4	1.2	11.8	2.2	14.6	3.2	16.5	4.1	17.9	5.4	19.2	6.8	19.9						
CPTZN5	1.1	11.5	2.2	14.9	3.1	17	4.1	17.9	5.1	19	7.1	19.5	10.3	20.4				
CPTZN6	1.1	6.4	2.3	10.9	3.2	12	4.4	13.6	5.1	13.7	6.6	14.8						

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

試験体名	約1mm		約2mm		約3mm		約4mm		約5mm		約7mm		約10mm		約15mm		Pmax	
	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重	変位	荷重										
VPN1	1.1	8.2	2.4	10.6	3.3	11.6	4.3	12.8	5.2	13.6	6.3	14.8	10.2	19	13.5	19.5		
VPN2	1.2	9.1	2.2	11.7	3.3	13.4	4.3	14.7	5.1	15.6	7.1	17.7	10.2	19	13.5	19.5		
VPN3	1.1	9.5	2.2	12.2	3.1	13.3	4.3	14.6	5.3	16.2	6.9	17.4	10.2	19	13.5	19.5		
VP381	1.1	3.3	2.1	4.2	3	4.4	4.2	5.2	5.1	5.5	7.3	6.6	10.2	7.1	10.9	7.4		
VP382	1.6	4	2.2	4.6	3.3	5.4	4.5	5.9	5	6.1	7	6.7	8.4	7	10.9	7.4		
VP383	1.3	3.4	2.2	4.2	3.2	4.8	4	5.3	5.4	5.9	7.4	6.5	10.2	6.6	15	5.4	15.9	7.8
VPZN1	1.1	18.5	2.1	21.5														
VPZN2	1.1	18.5	1.6	20.8														
VPZN3	1.1	16	2.2	22.3	2.6	23.3												
VPZN4	1.2	18.8	1.8	21.7														
VPZN5	1.1	18	2.3	23	3	24.1												
VPZN6	1.1	17.2	1.5	20.3														

注) 最大荷重時の変位が15mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

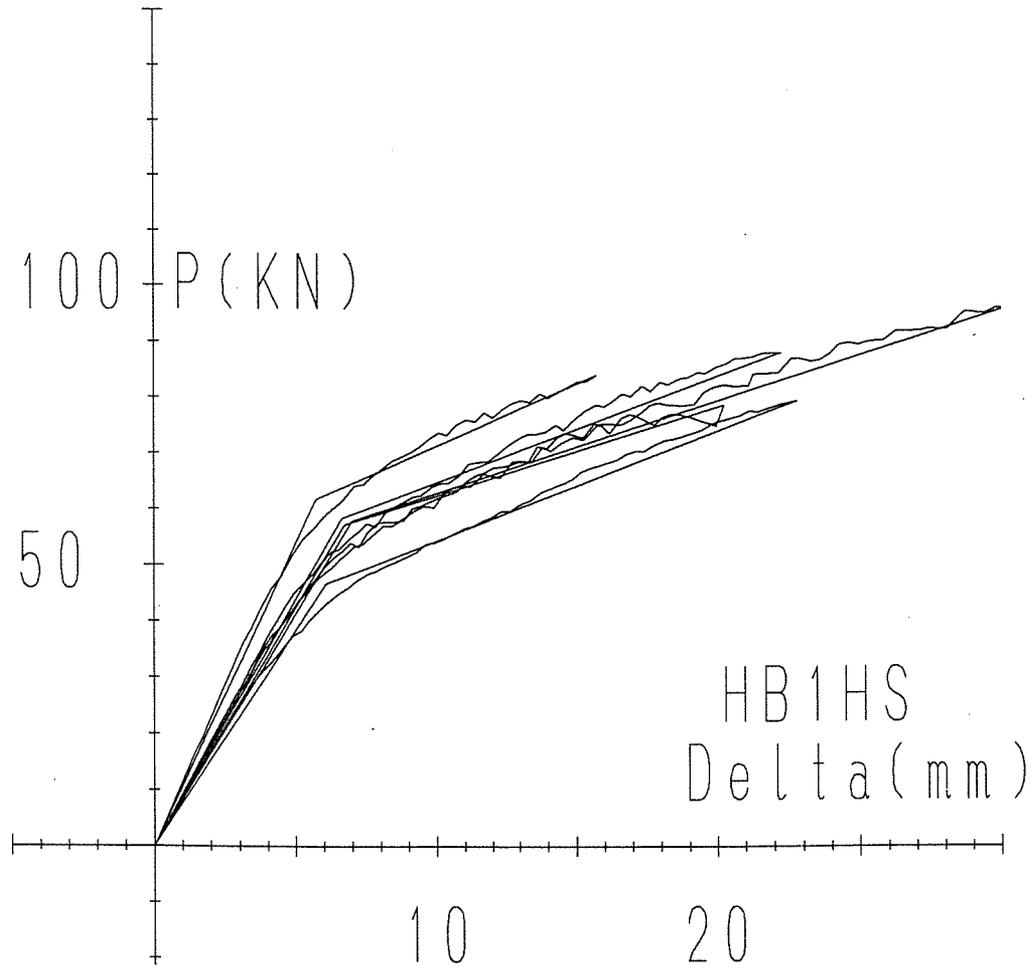
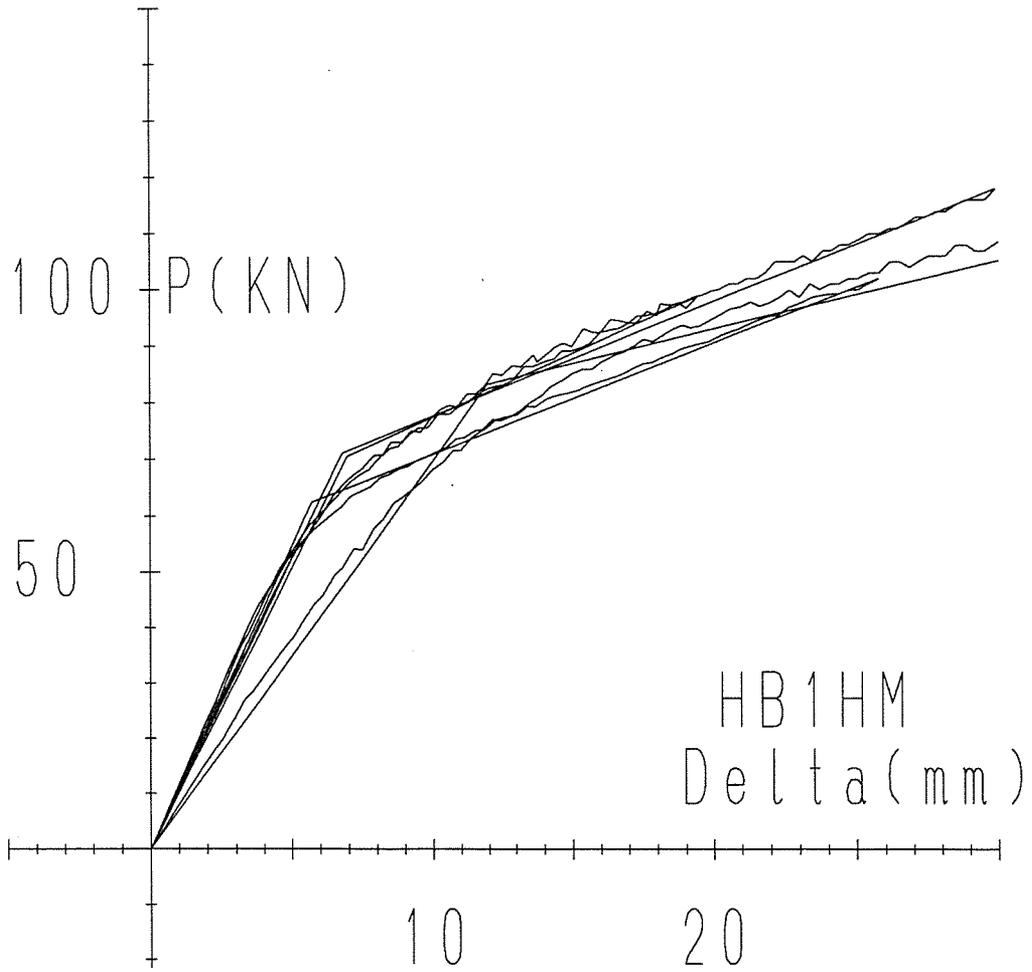
試験体名	約1 mm 荷重 変位	約2 mm 荷重 変位	約3 mm 荷重 変位	約4 mm 荷重 変位	約5 mm 荷重 変位	約7 mm 荷重 変位	約10 mm 荷重 変位	約15 mm 荷重 変位	Pmax 荷重 変位
NK15-1	1.15 11.37	2.29 13.81	3.31 15.22	4.01 15.78	5.22 10.4	7.19 11	10.26 12.4	15.15 12.6	39.25 13.9
NK15-2	1.1 8.55	2.14 10.9	3.37 11.2	4.16 10.7	5.31 8.74	7.25 9.02	10.09 10.33	15.08 12.4	21.08 14
NK15-3	1.09 6.58	2.17 8.64	3.17 10.33	4.13 11.74	5.12 11.37	7.22 11.84	10.29 11.46	15.38 12.21	22.91 13.06
NK15-4	1.26 5.73	2.23 7.89	3.13 9.11	4.07 10.61	5.14 12.02	7.23 12.4	10.32 13.43	14.39 14.37	
NK15-5	1.03 7.89	2.14 10.43	3.22 12.12	4.57 12.59	5.17 7.51	7.04 7.8	10.19 9.11	15.2 10.8	17.89 11.84
NK15-6	1.33 3.38	2.05 4.79	3.26 7.04	4.32 8.74	5.18 12.2	7.22 12.6	10.29 12.3	15.1 12.3	26.6 15.9
NK24-1	1.16 7.8	2.13 9.67	3.15 10.7	4.13 11.4	5.2 12.12	7.3 11.93	10.14 11.65	15.16 12.68	20.28 14.94
NK24-2	1.01 11.65	1.42 12.59	3.25 10.71	4.24 11.46	5.19 11.84	7.31 12.59	10.04 12.49	15.32 13.71	16.73 14.56
NK24-3	1.14 8.55	2.17 9.58	3.16 10.14	4.19 11.08	5.01 15.97	7.11 16.63	8.82 17.94		
NK24-4	1.22 6.58	2.17 9.21	3.23 14.56	4.32 15.5	5.17 12.96	7.08 14.18	9.07 15.31		
NK24-5	1.23 11.46	2.29 13.43	3.14 11.74	4.01 12.21	5.45 11.08	7 11.74	10.23 13.15	12.05 13.9	
NK24-6	1.17 9.39	2.08 11.08	3.21 13.62	4.21 9.49	5.11 12.21	7.31 13.34	10.42 14.37	12.17 15.22	
KMK-1	1.11 9.96	2.1 11.65	3.44 11.46	4.21 11.93	5.23 13.53	7.21 14.09	10.47 15.97	14.09 17	
KMK-2	1.3 10.52	2.37 12.87	3.33 13.53	4.26 13.43					
KMK-3	1.01 10.43	2.3 14							

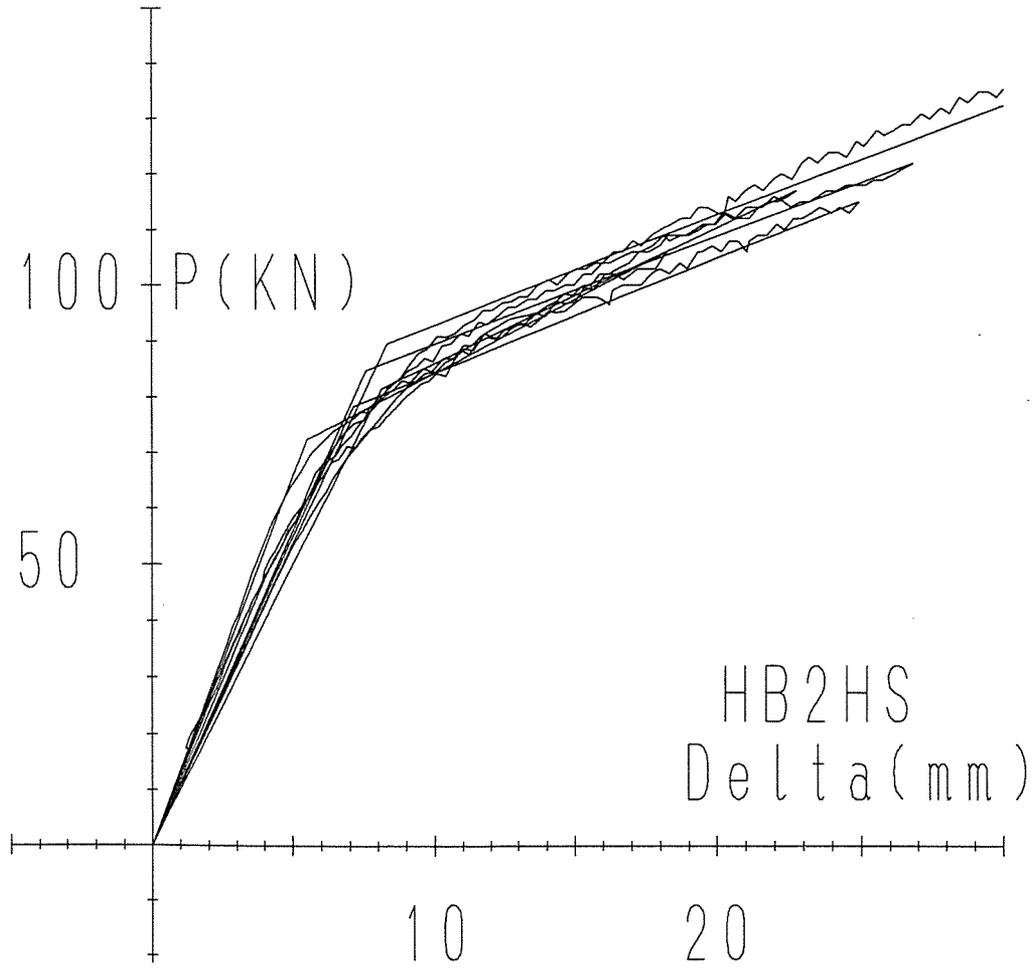
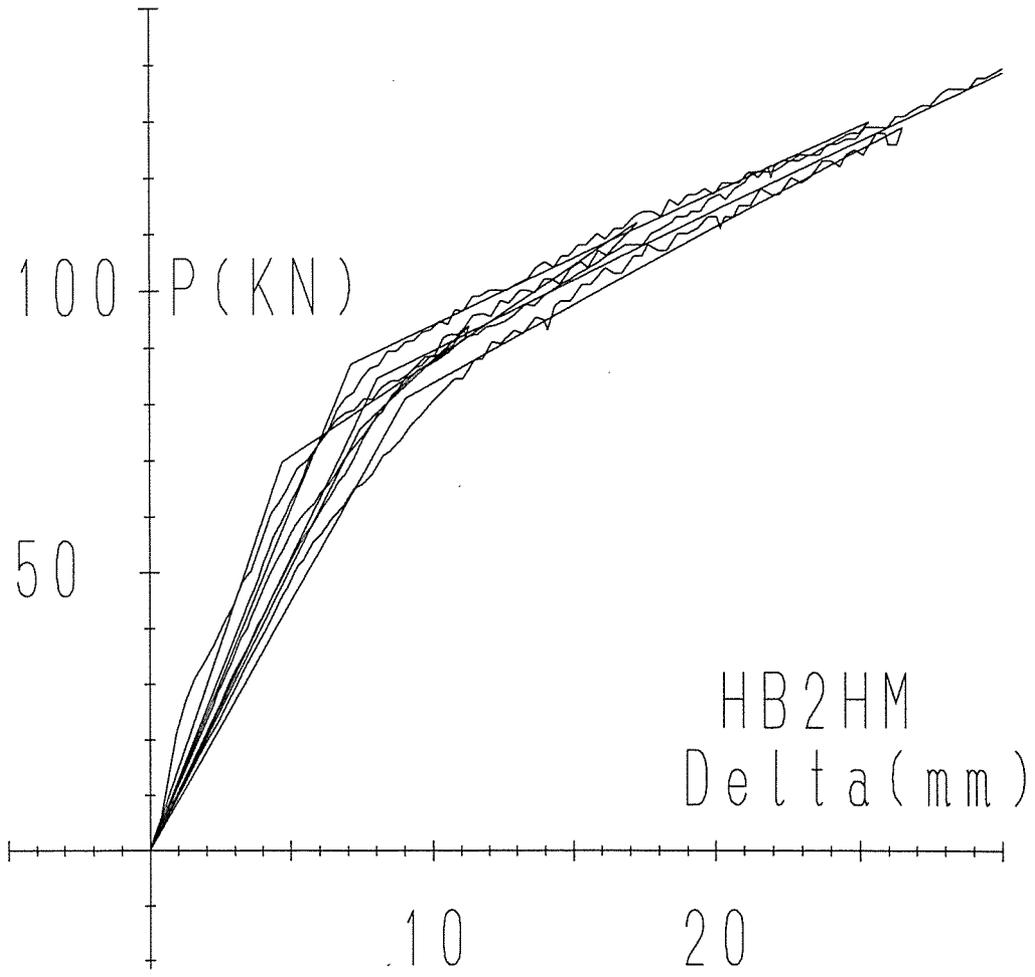
注) 最大荷重時の変位が15 mm以下の試験体については最後の値がPmaxである

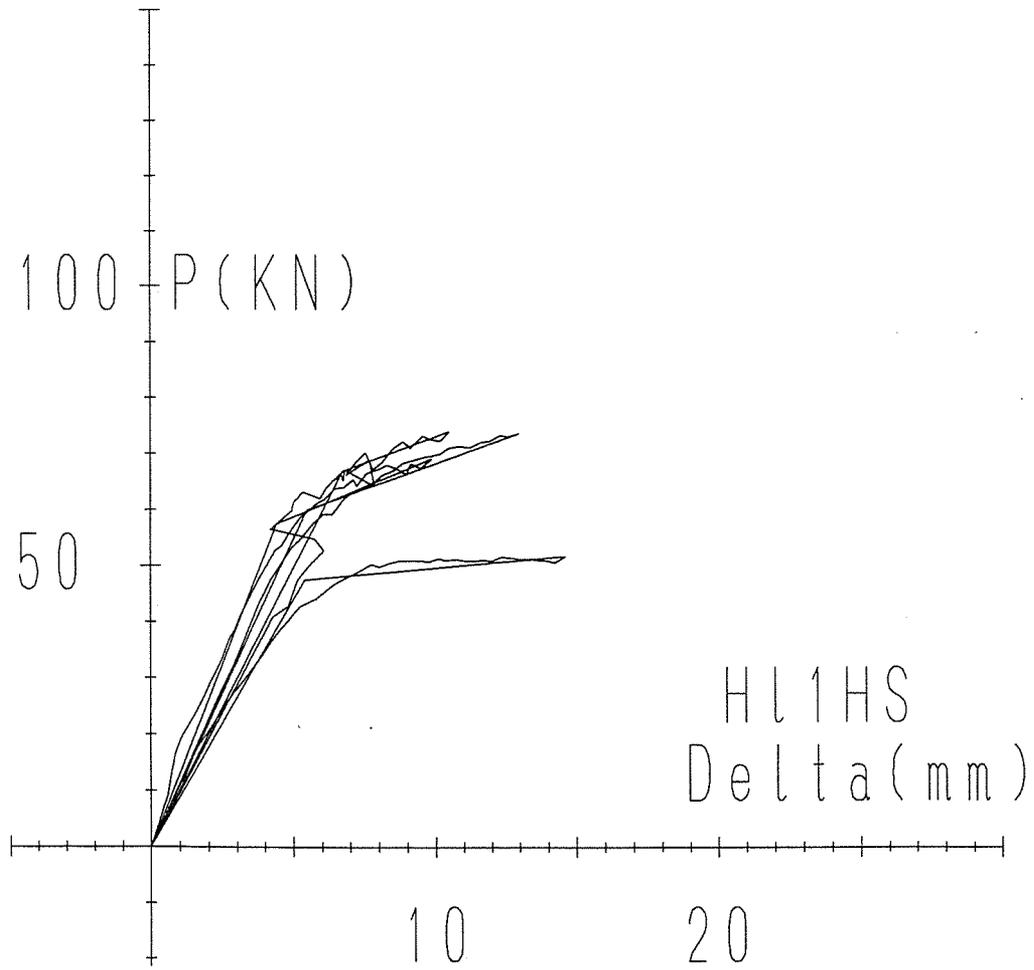
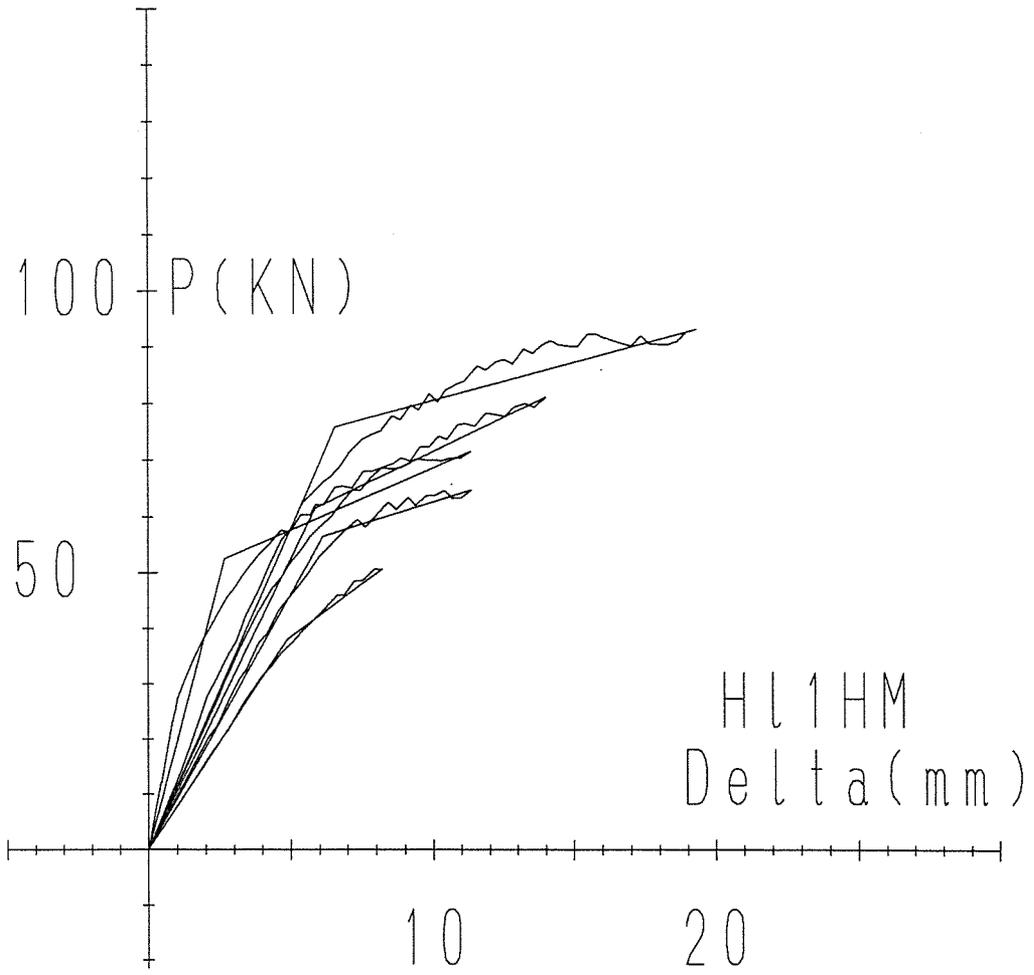
図－ 7

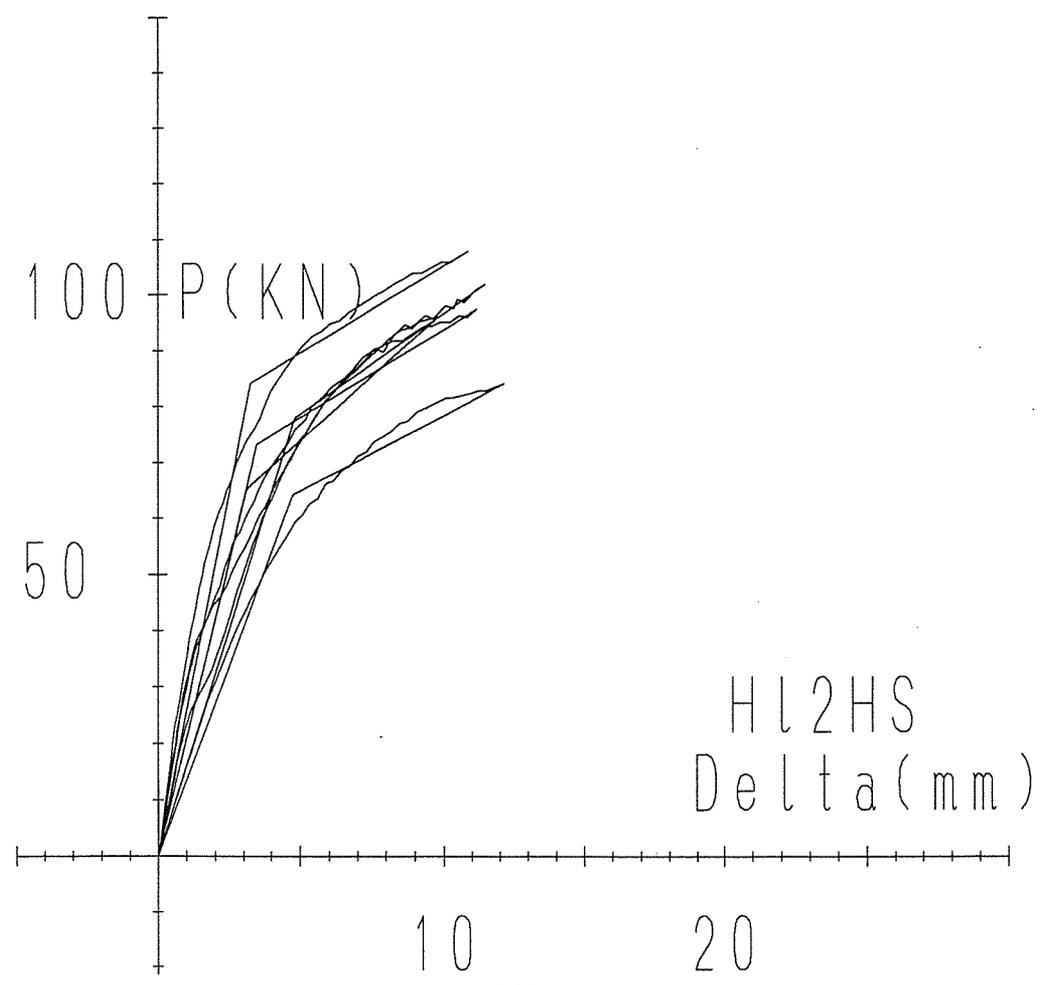
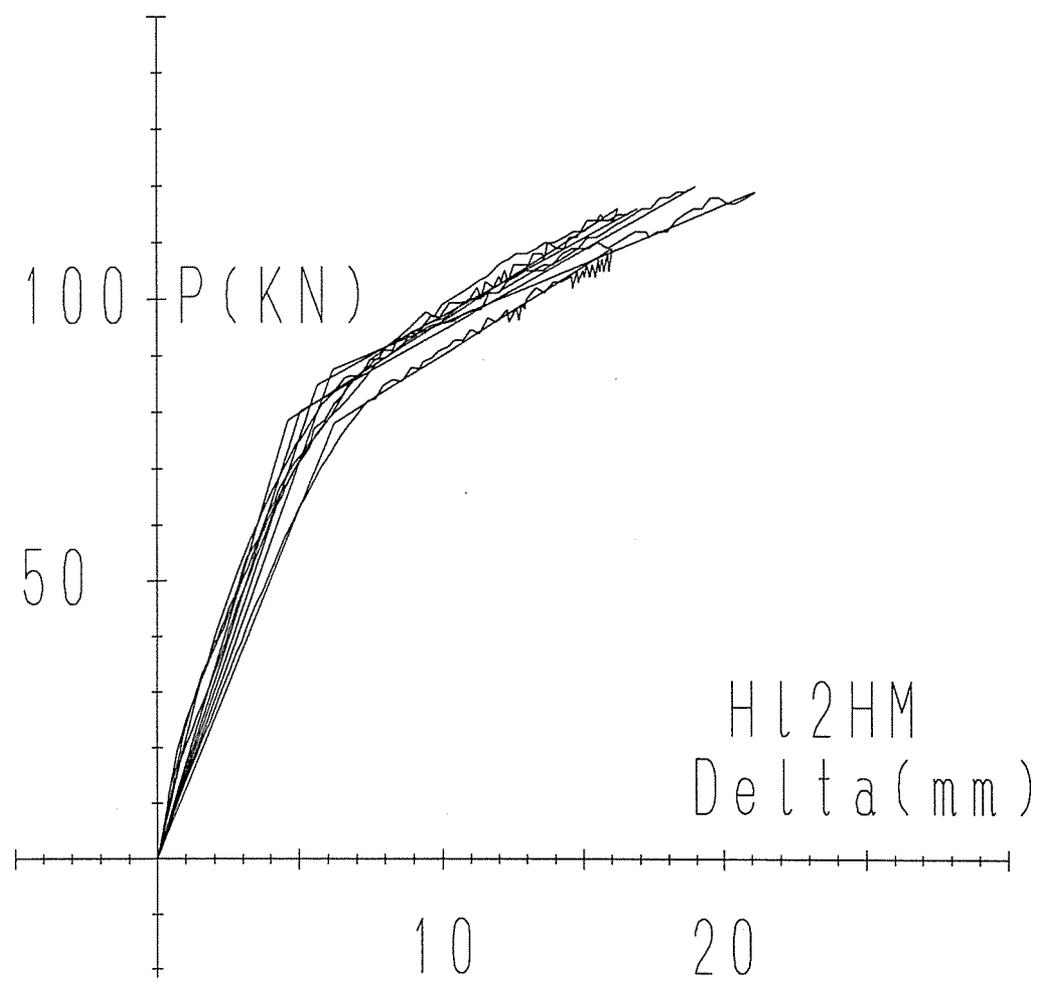
各シリーズの剛性評価結果

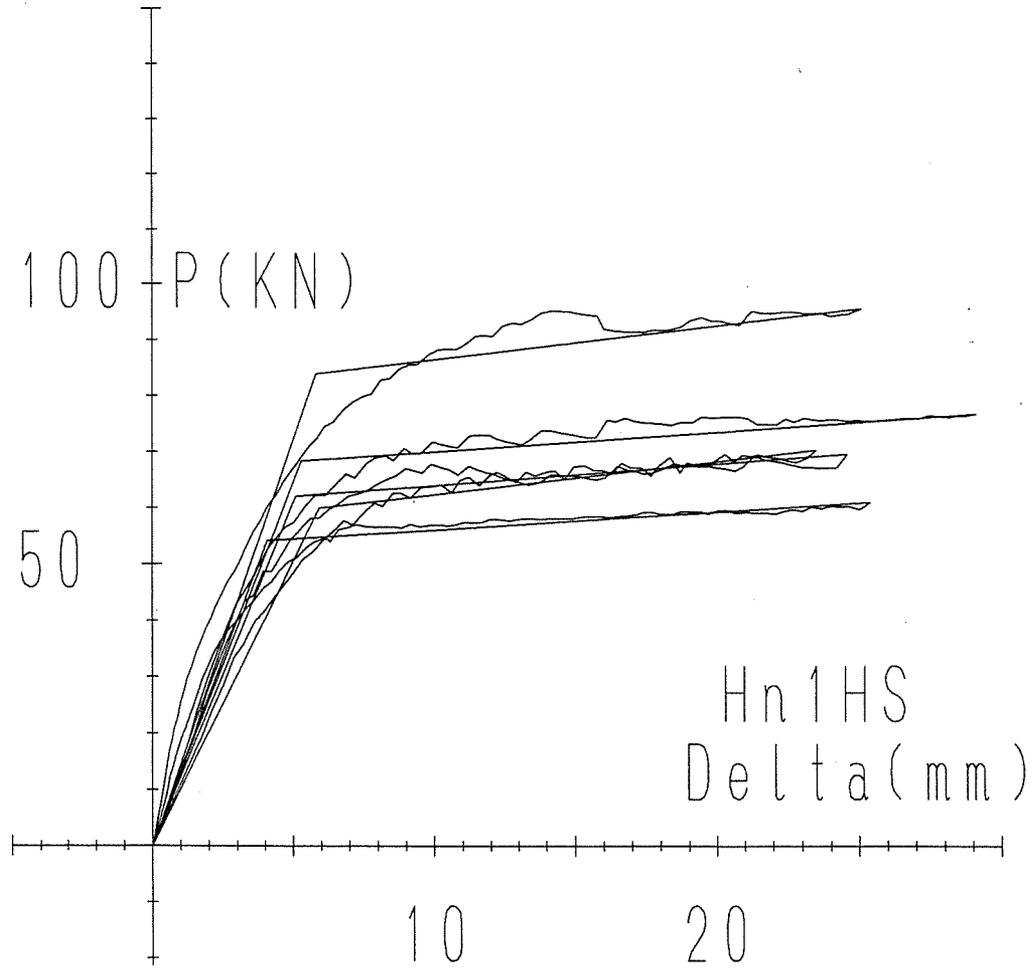
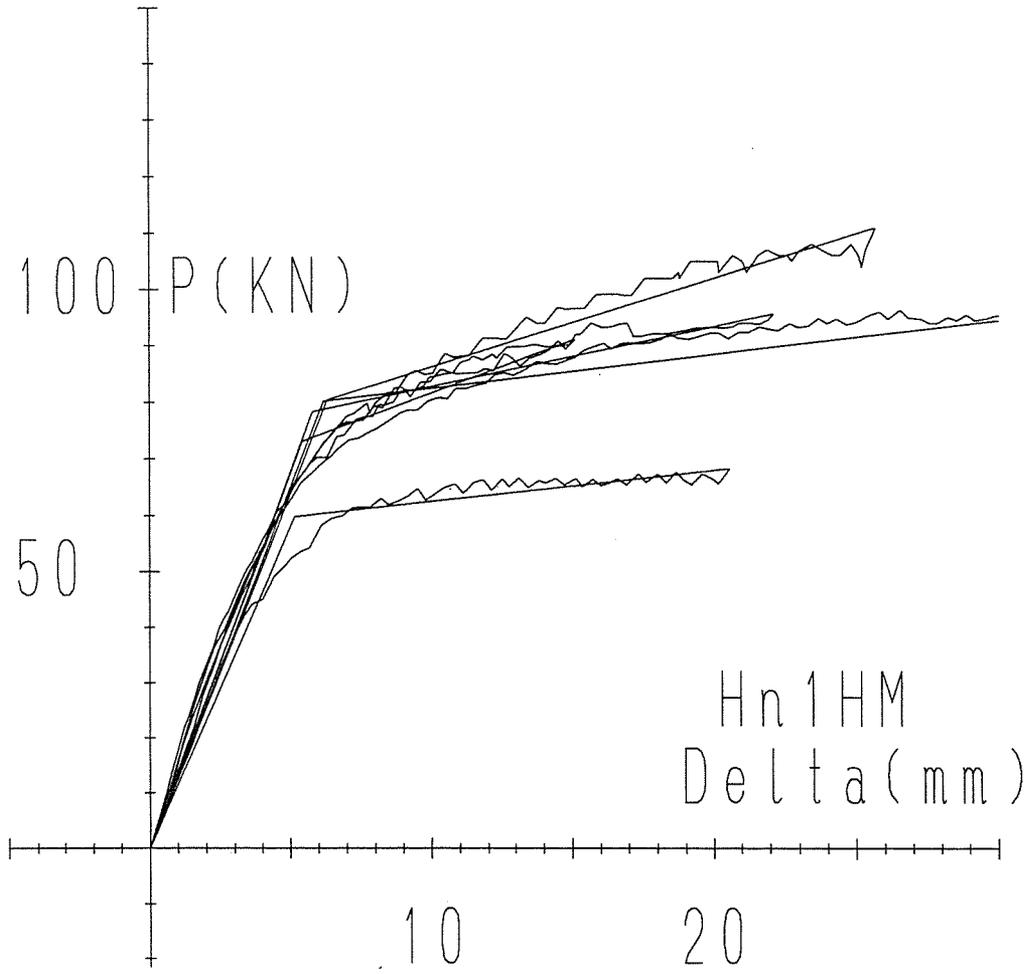
(図－ 6 より、初期なじみを除去し、
最大荷重を 2 本の直線で近似した結果である。)

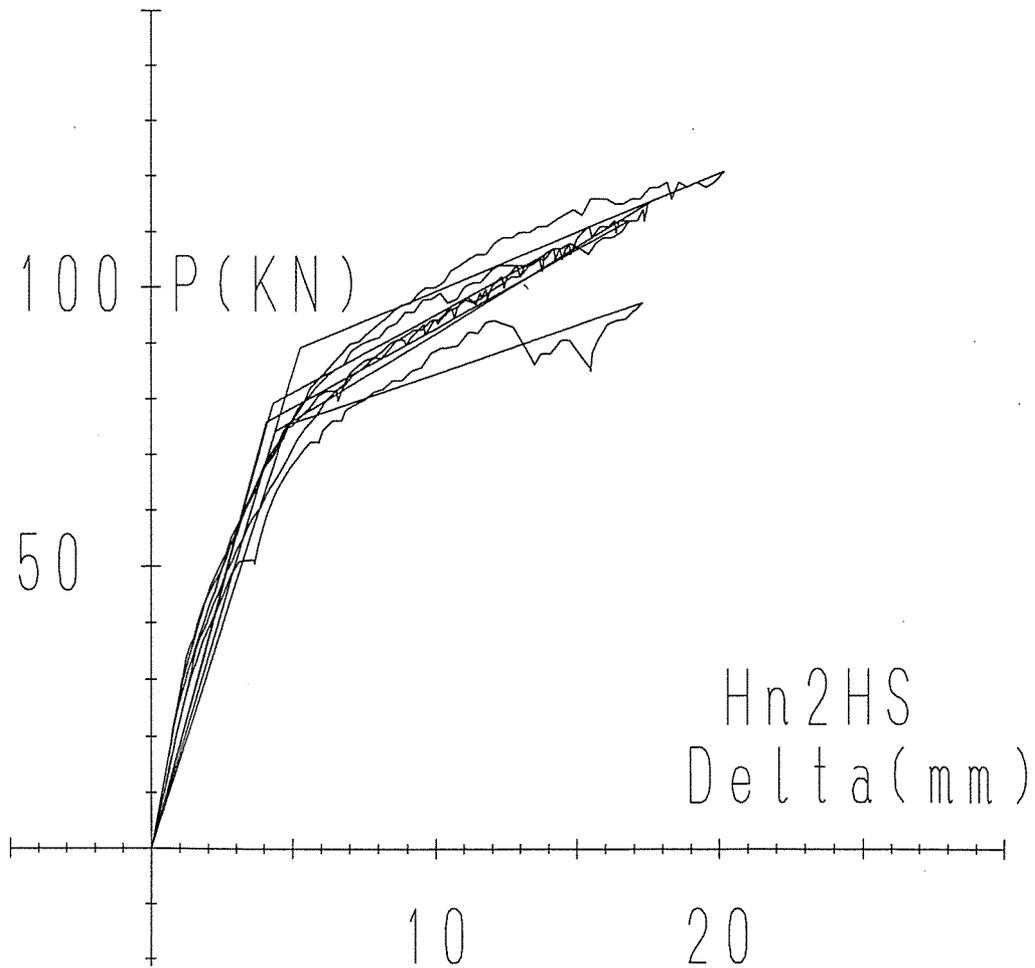
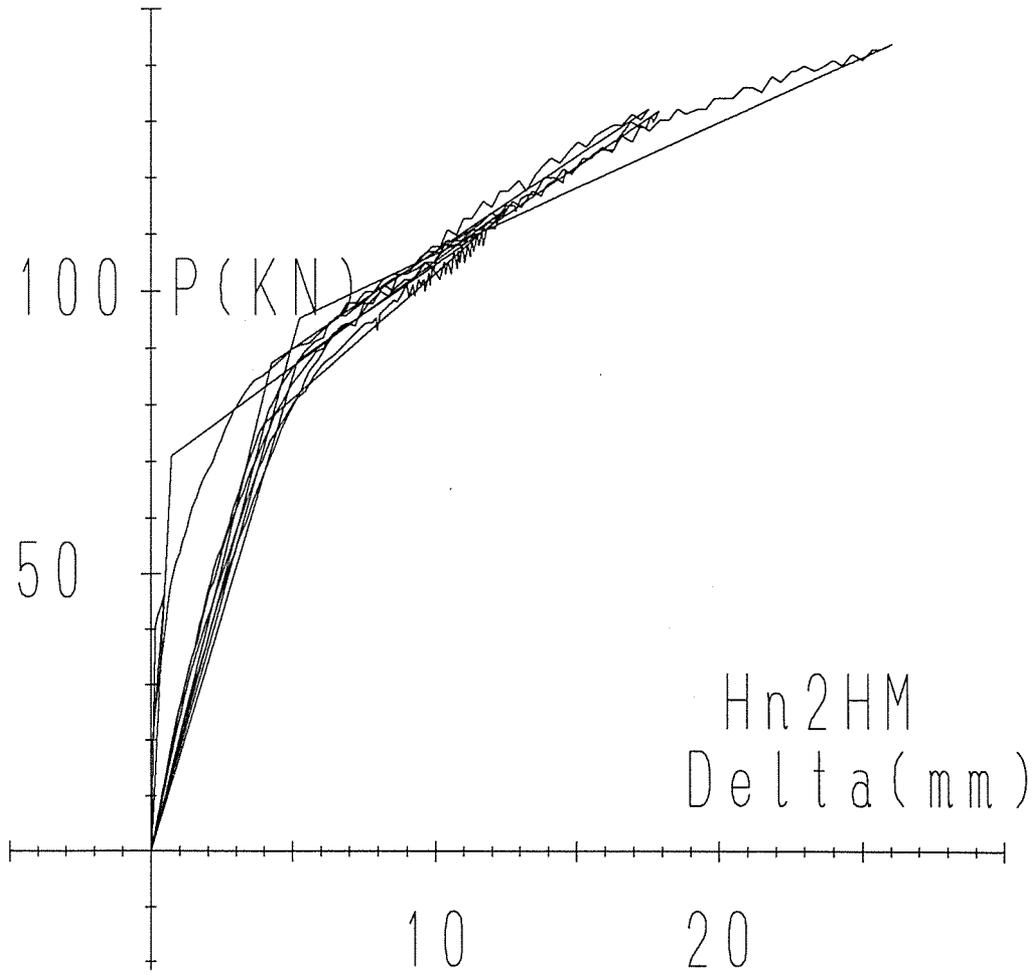


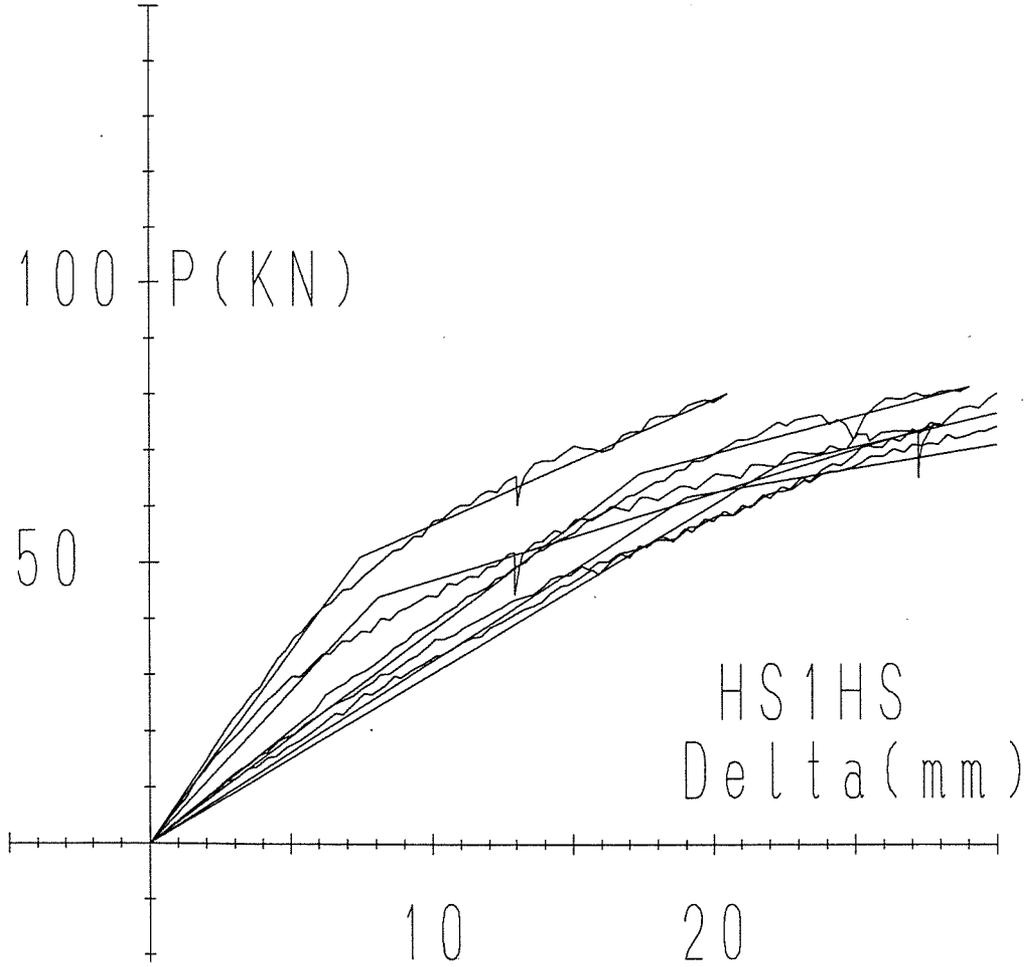
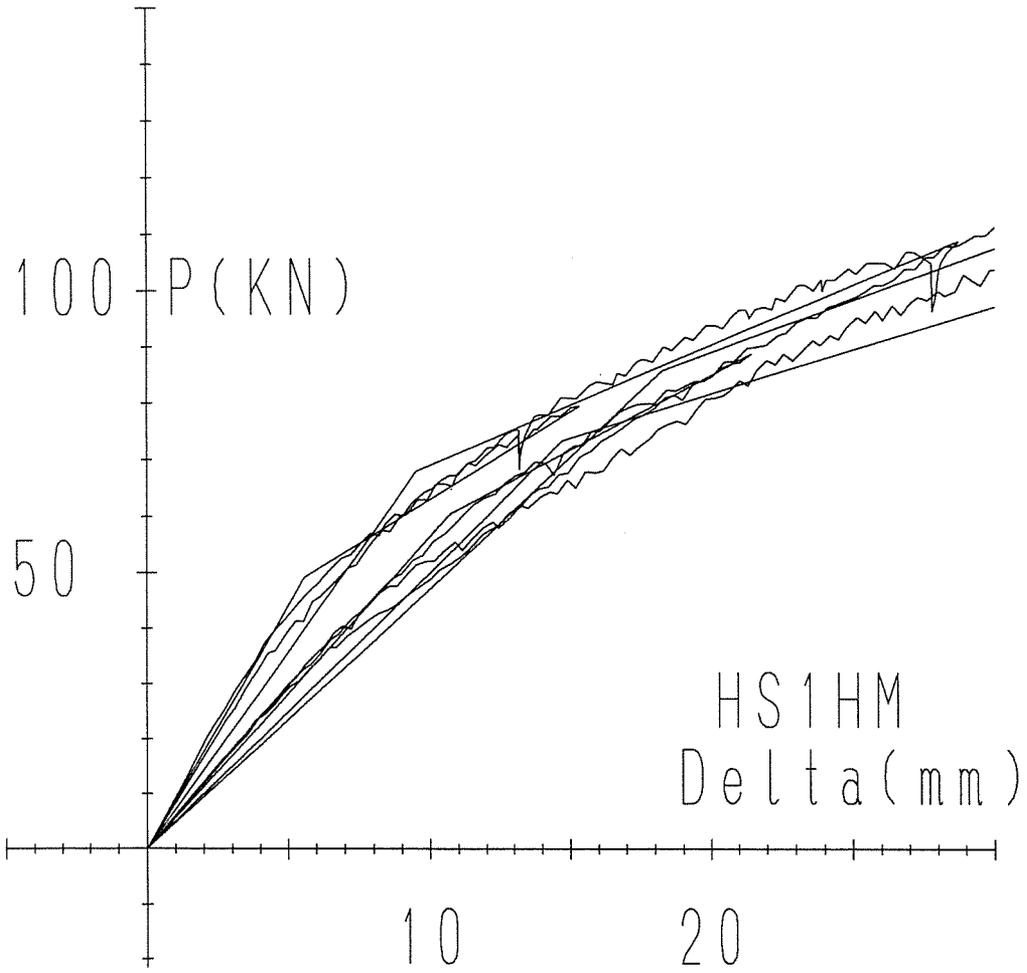


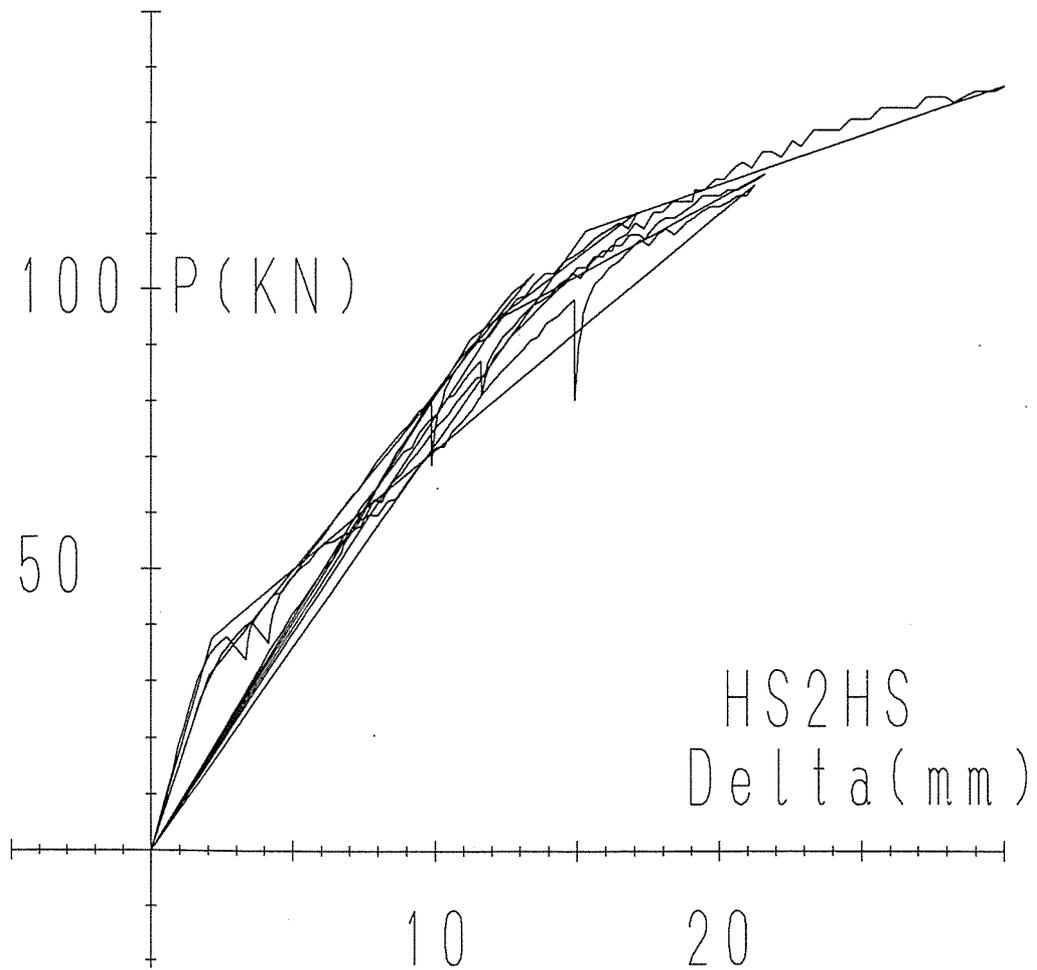
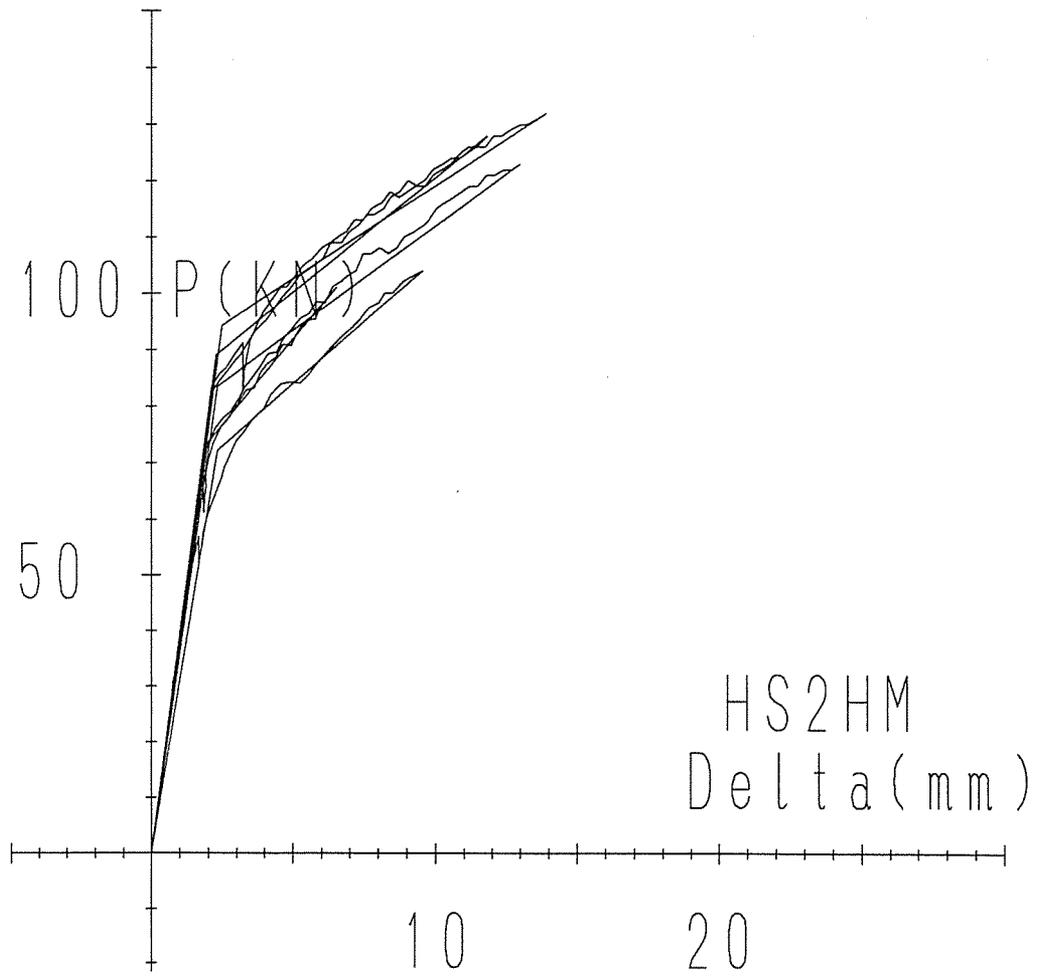


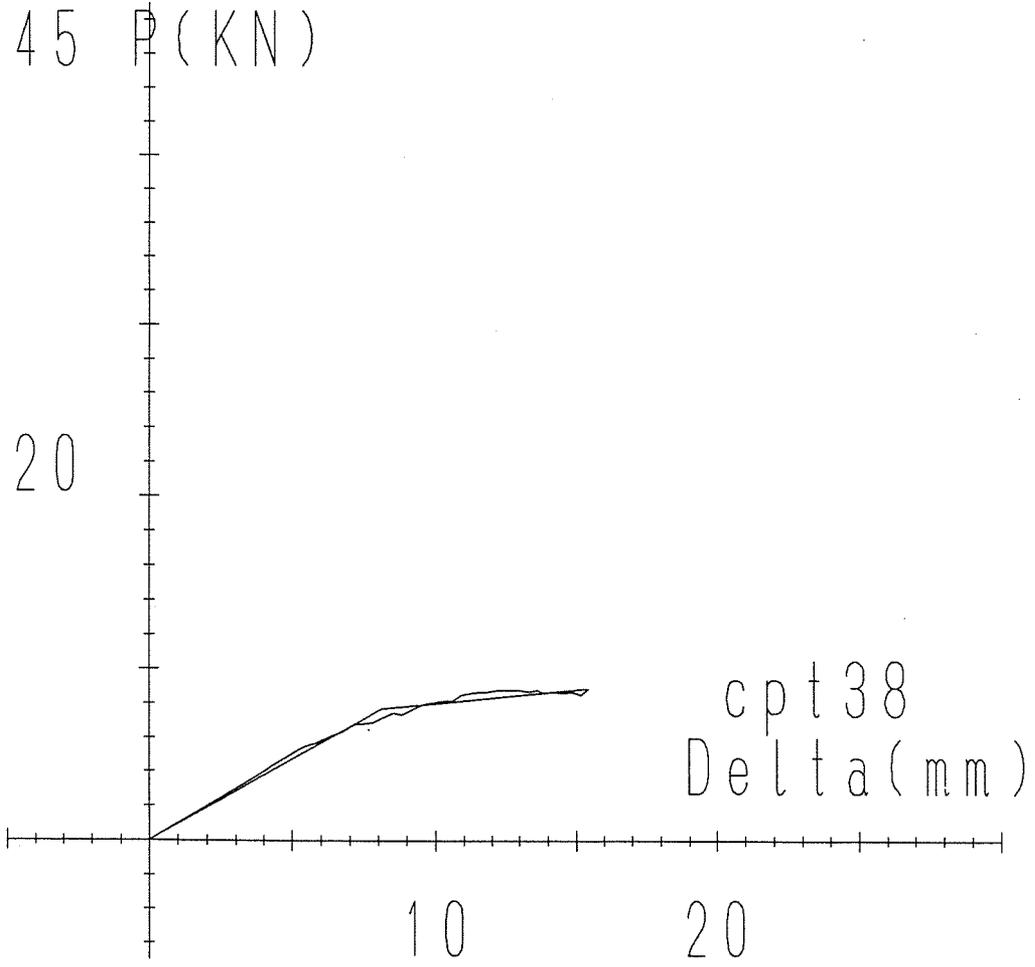
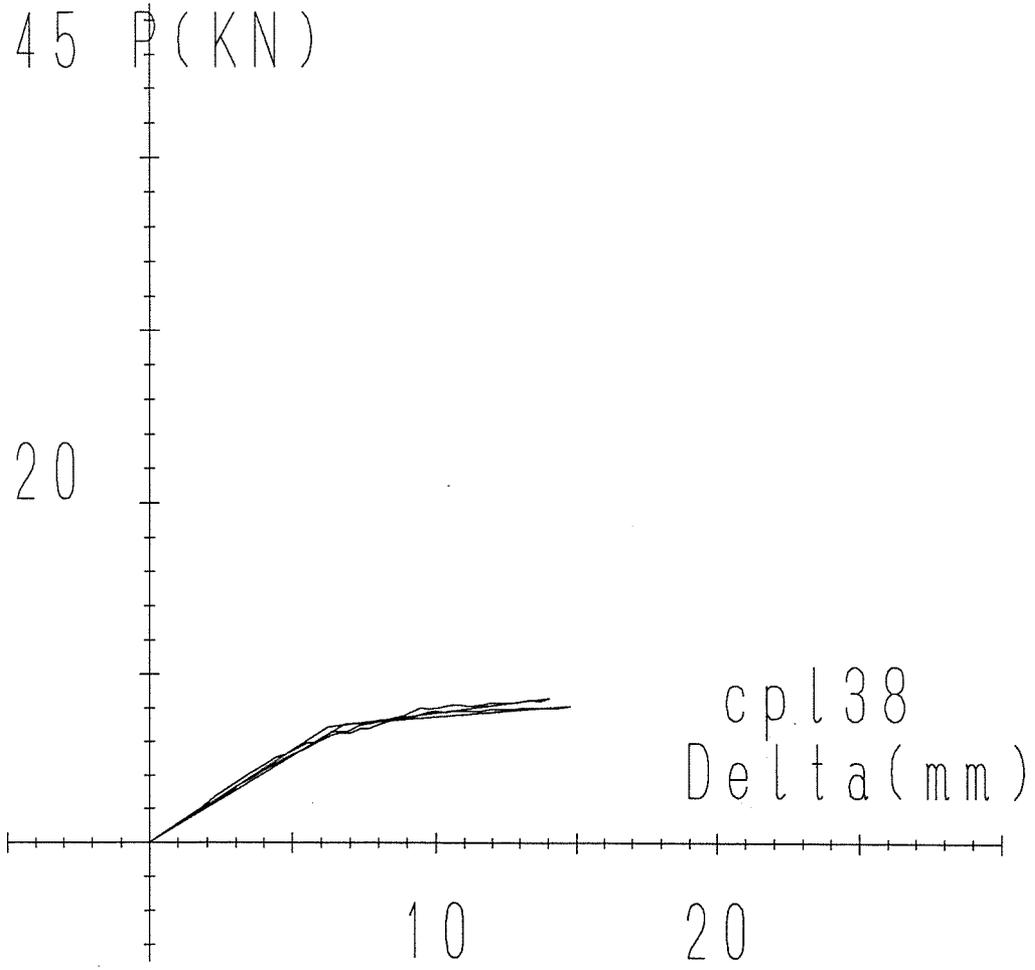


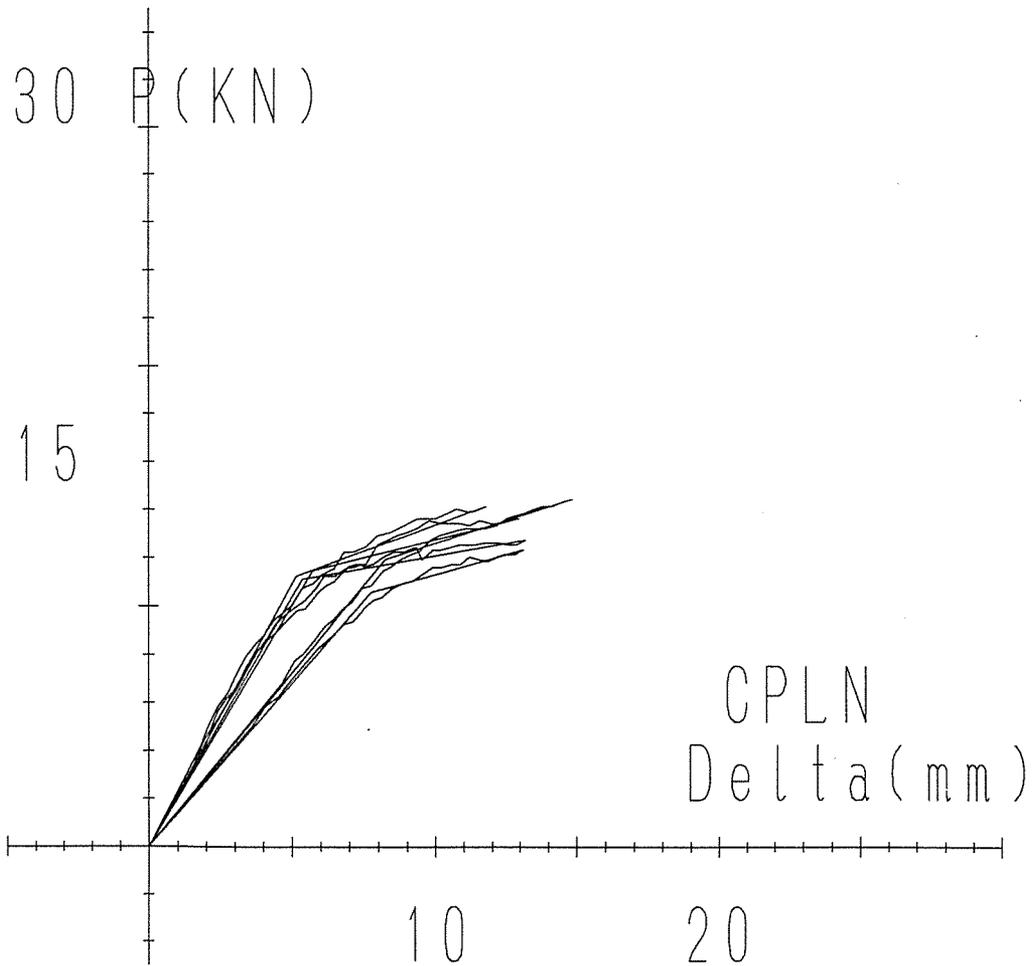
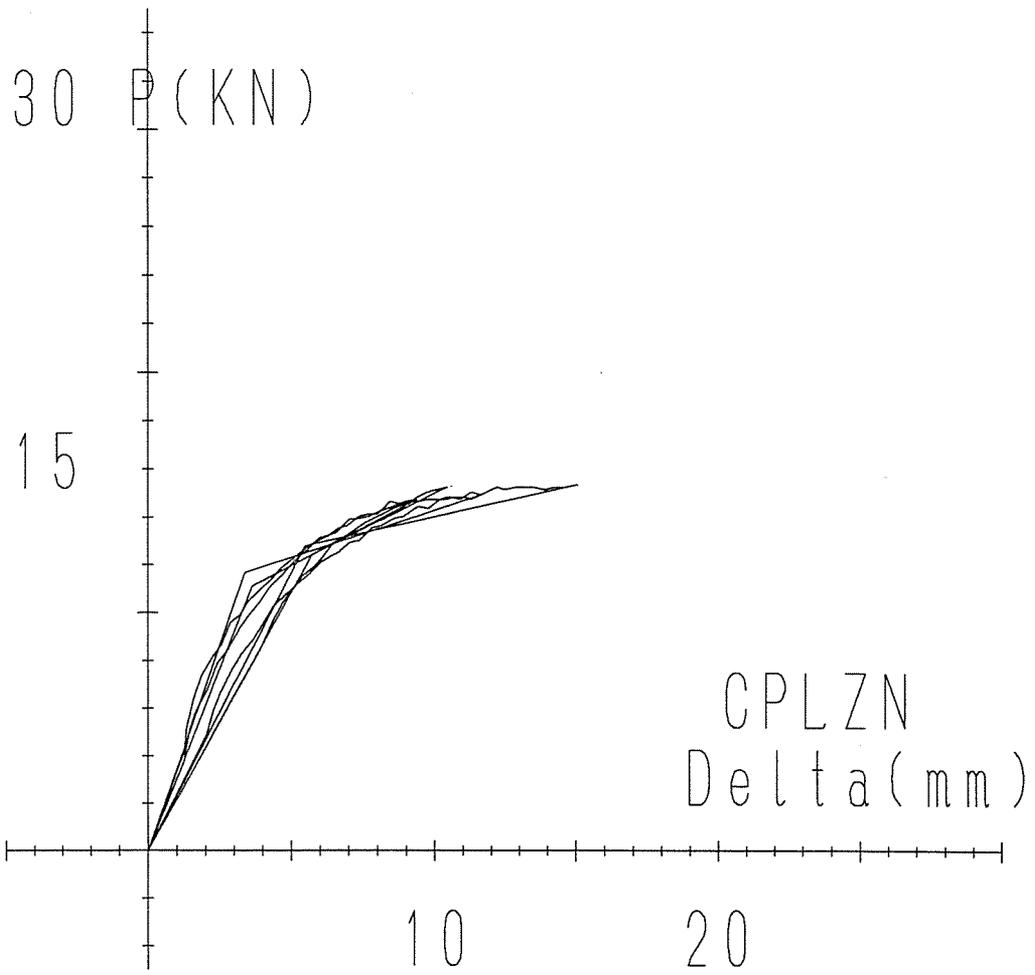


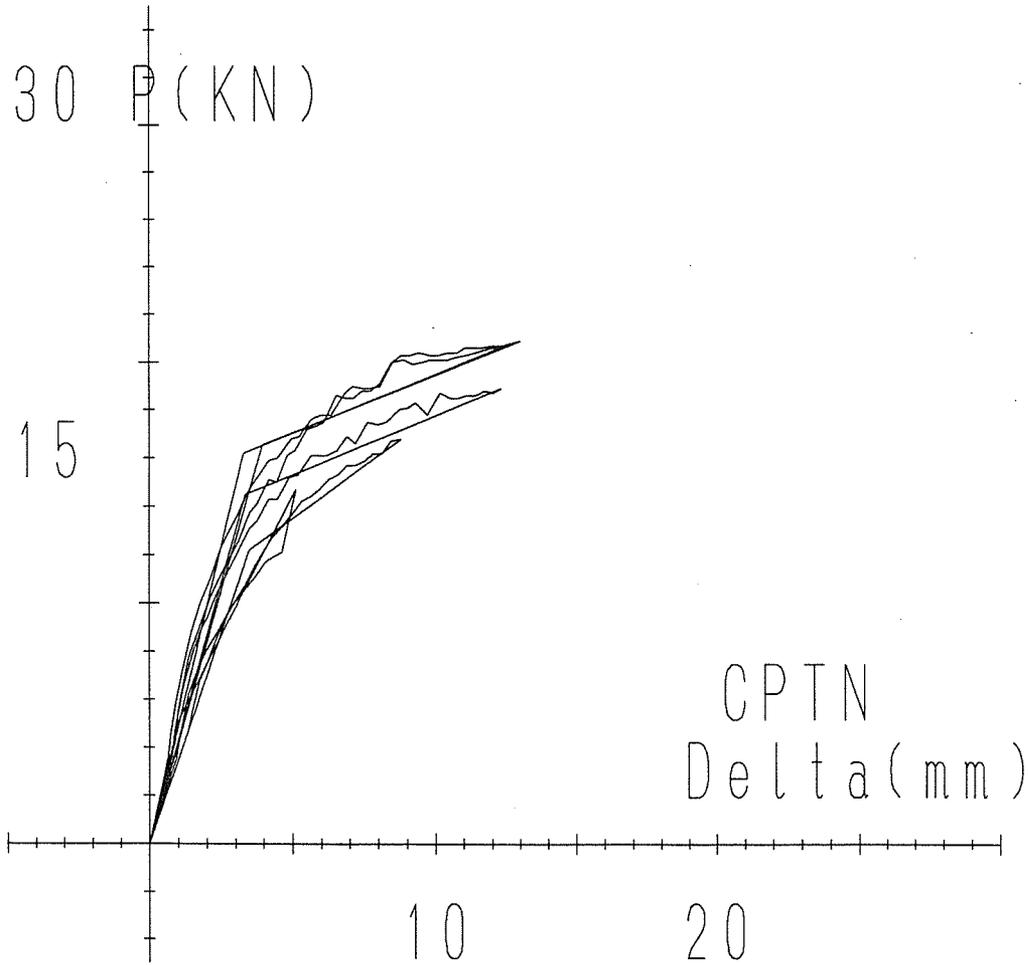
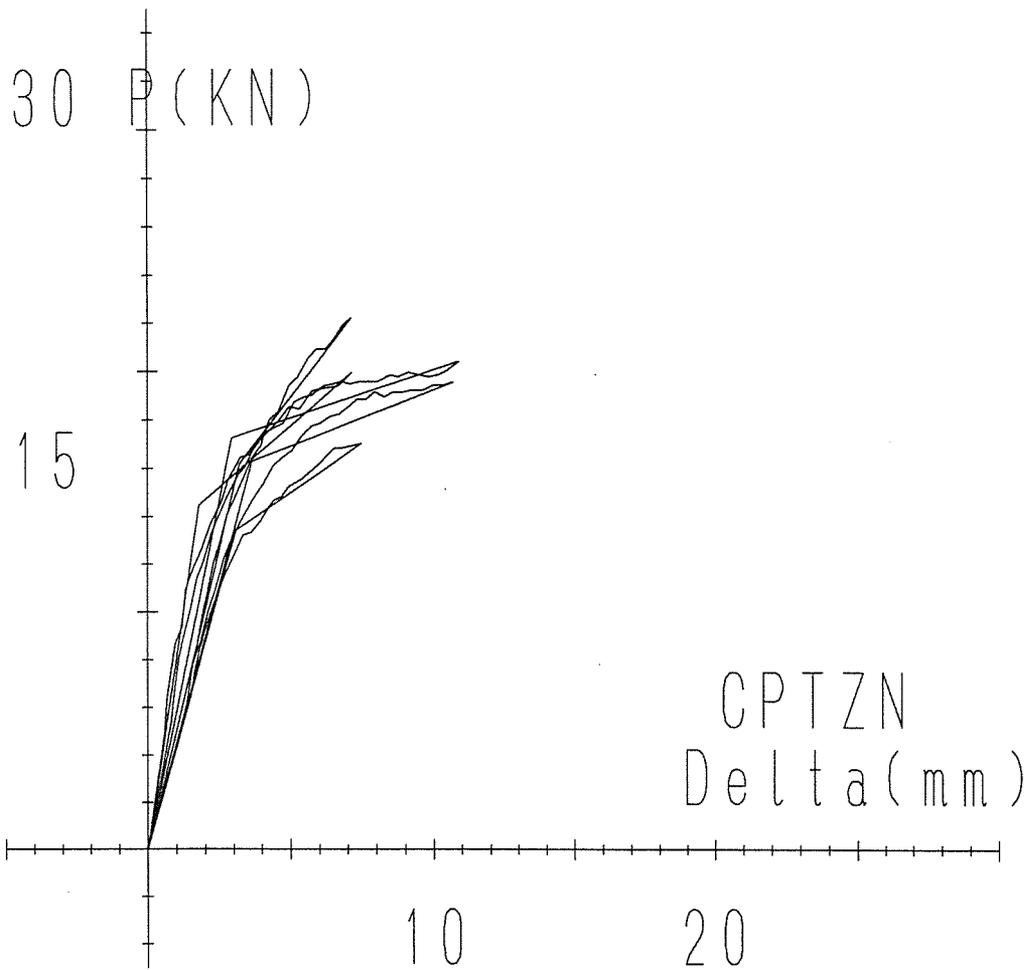


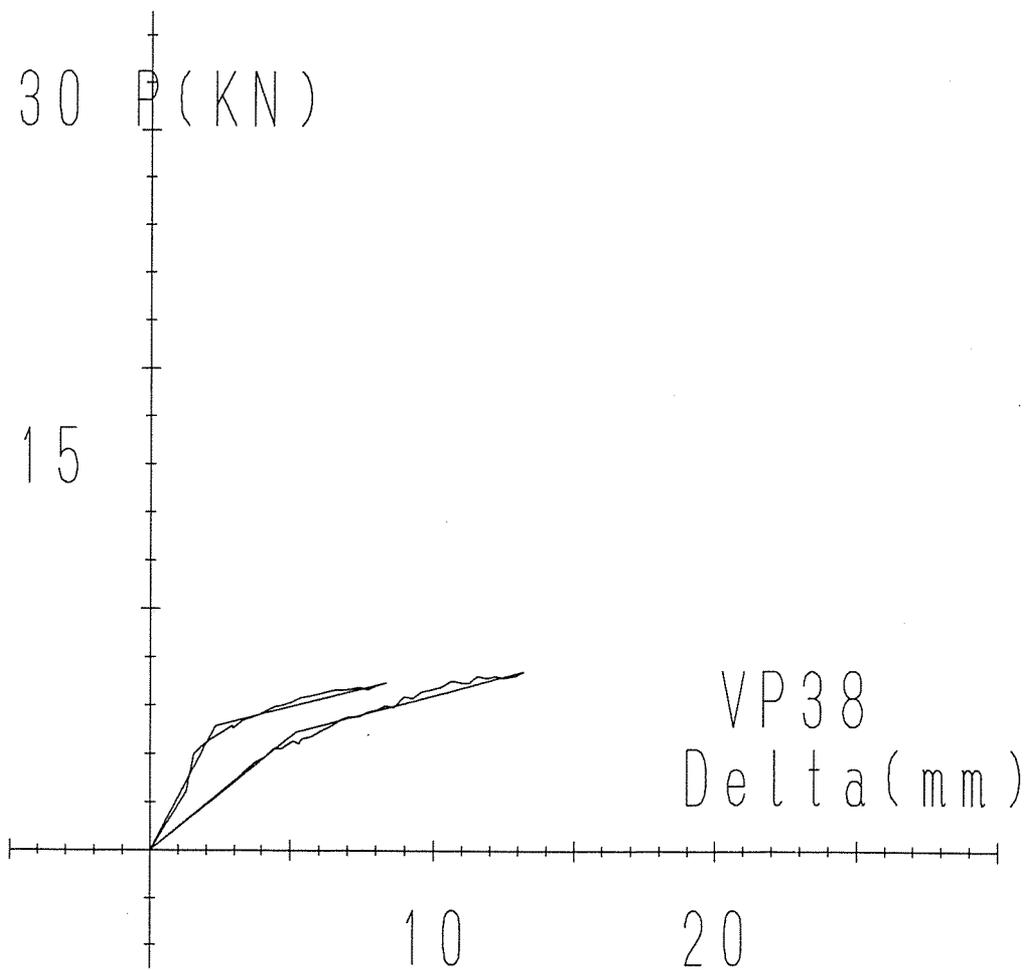


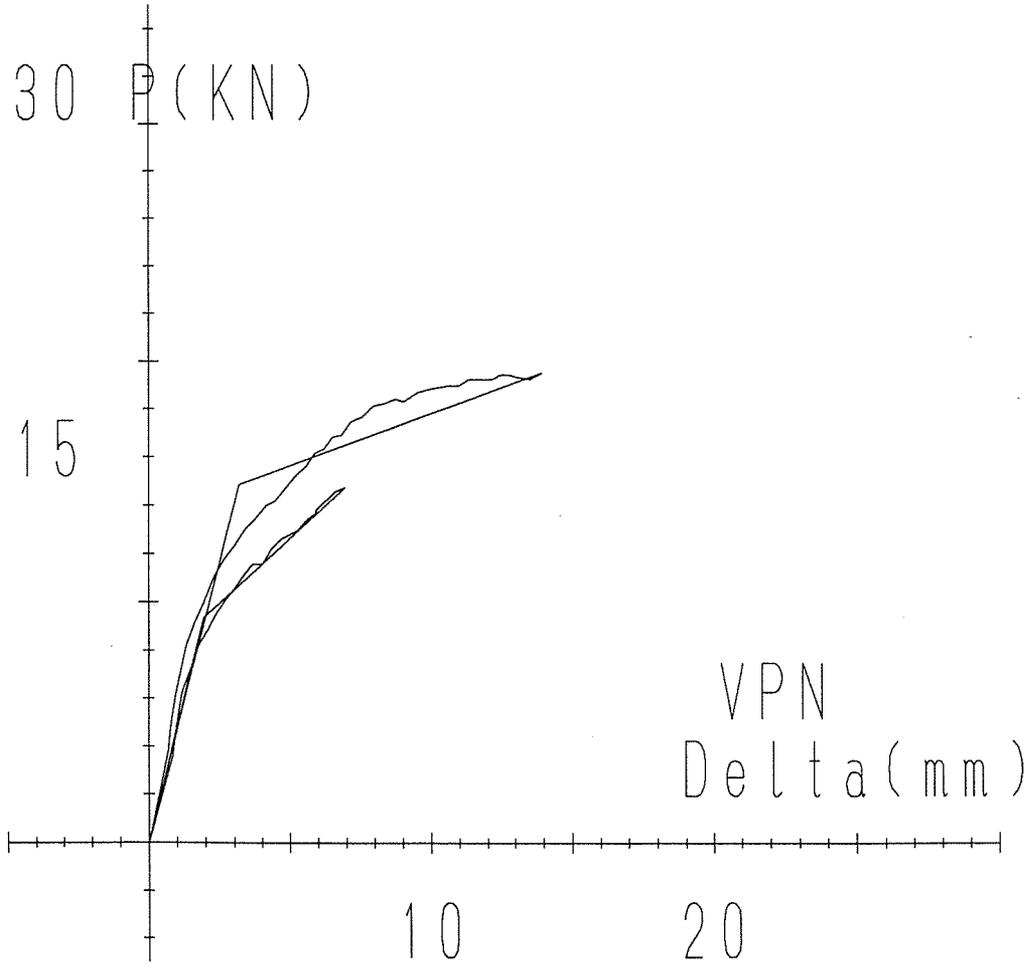
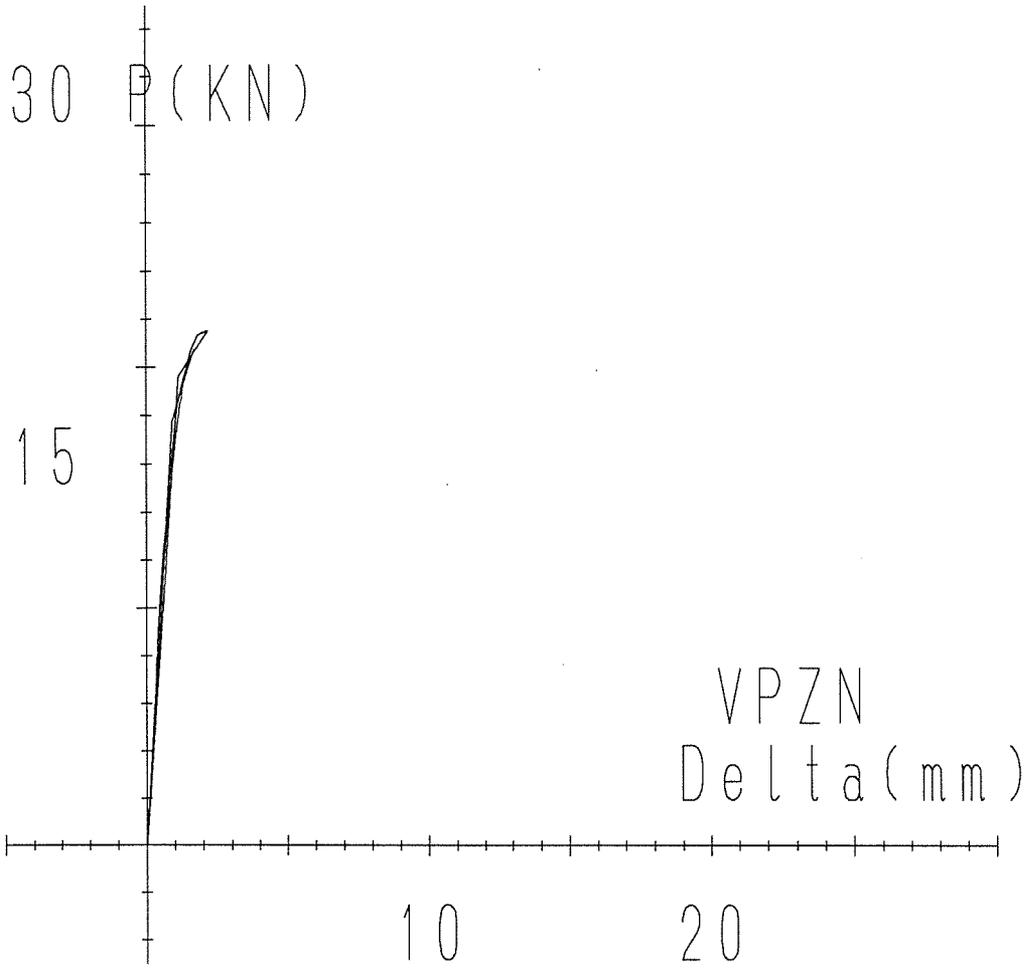


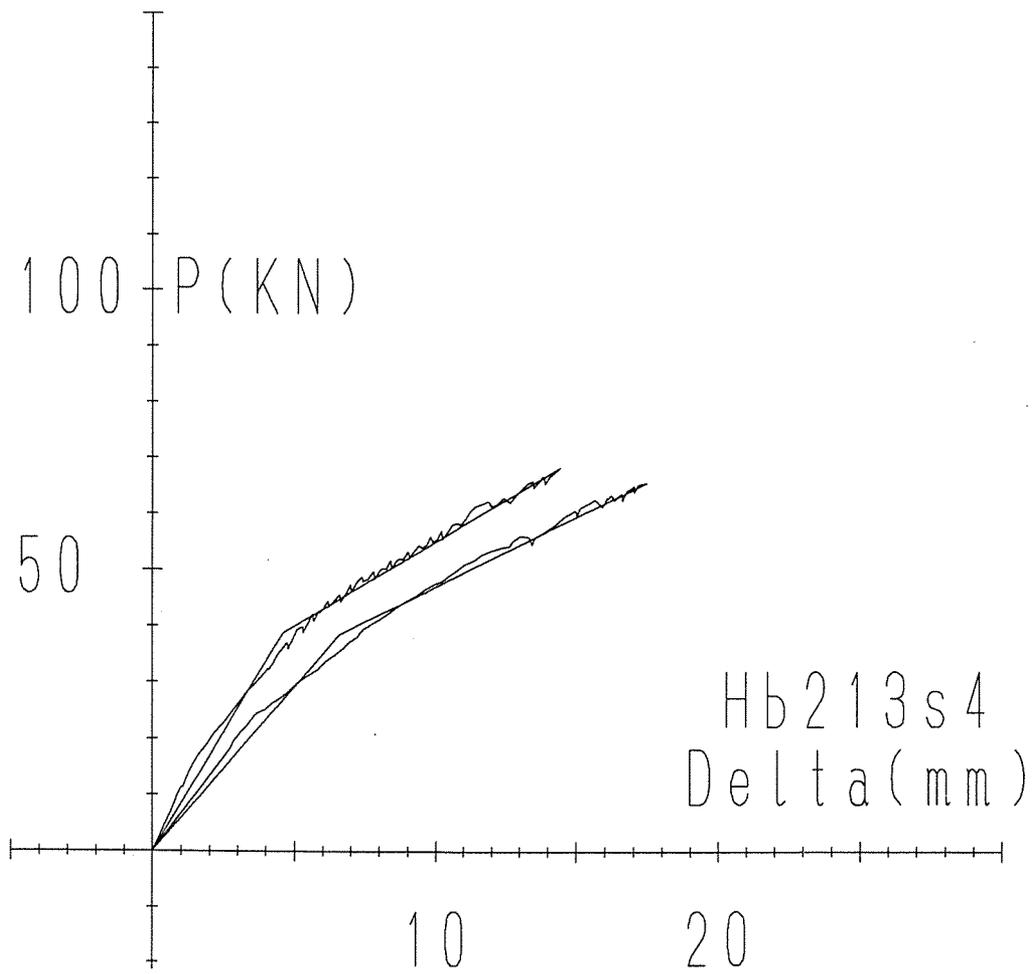
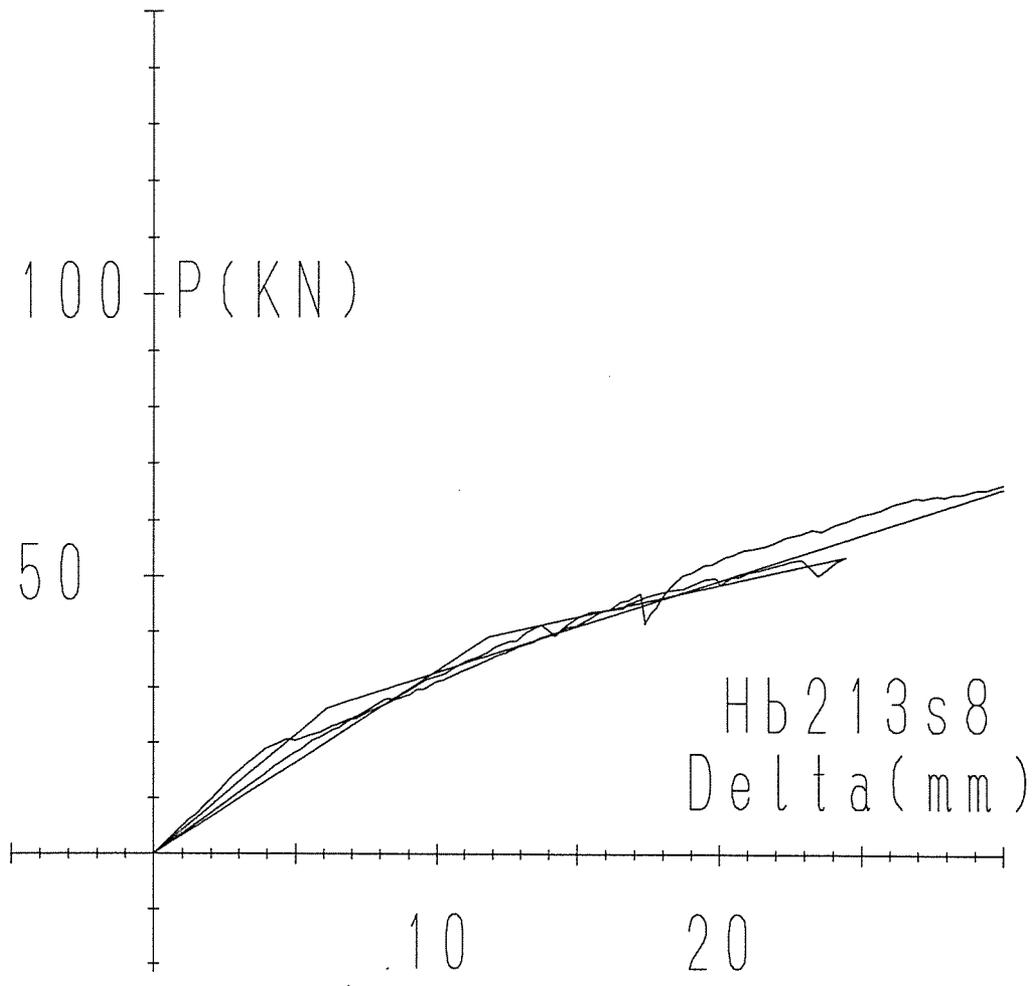


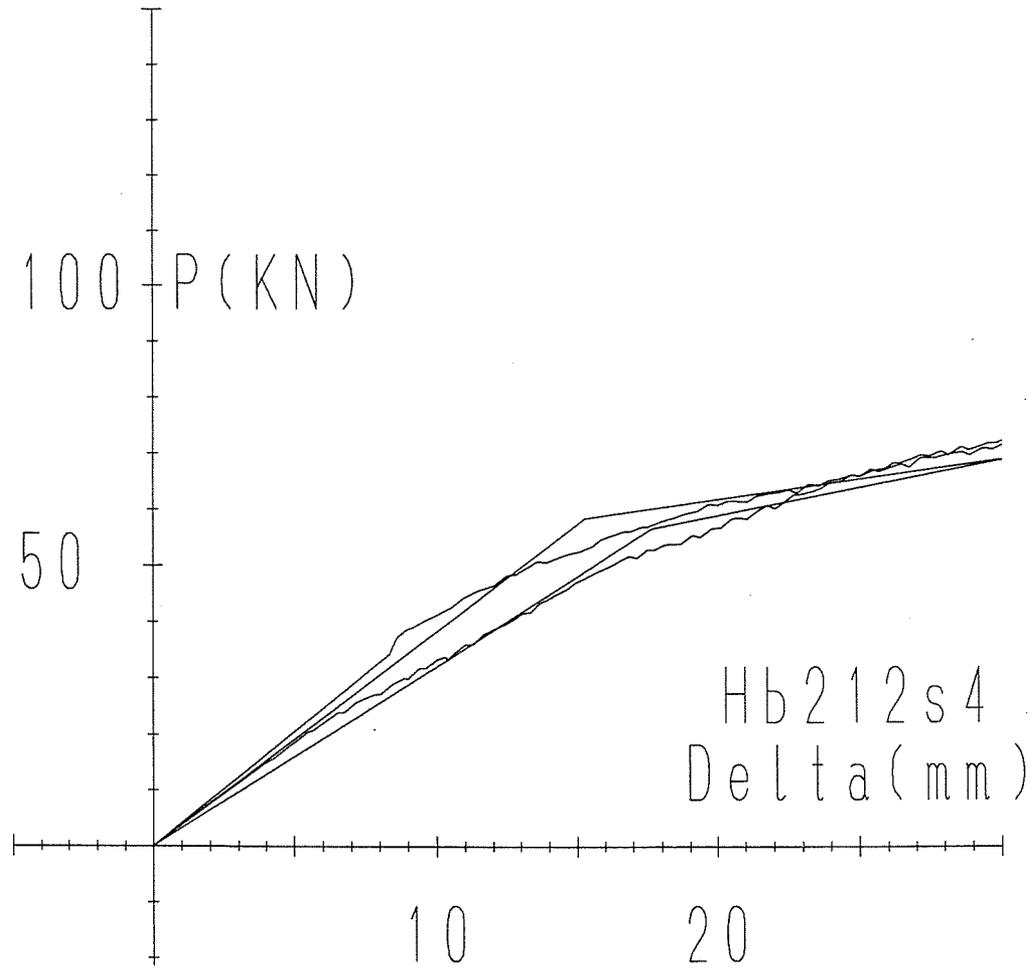
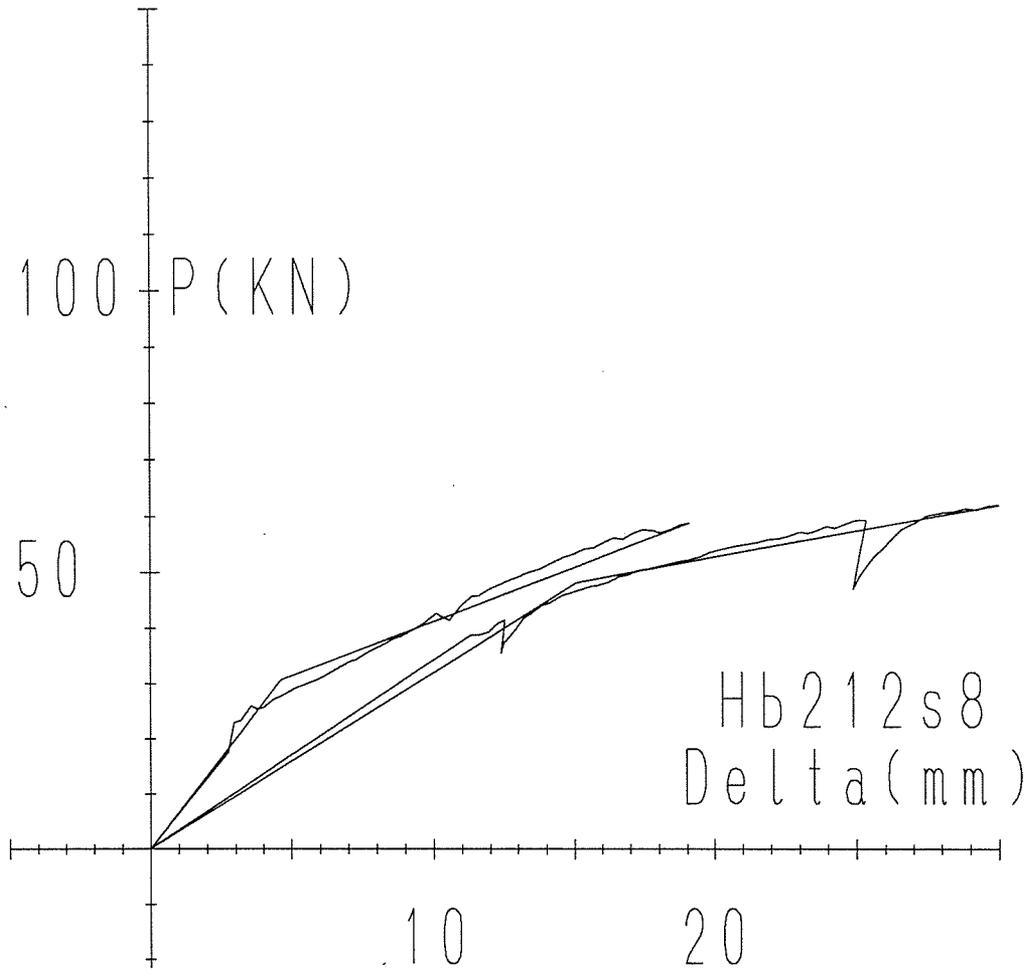


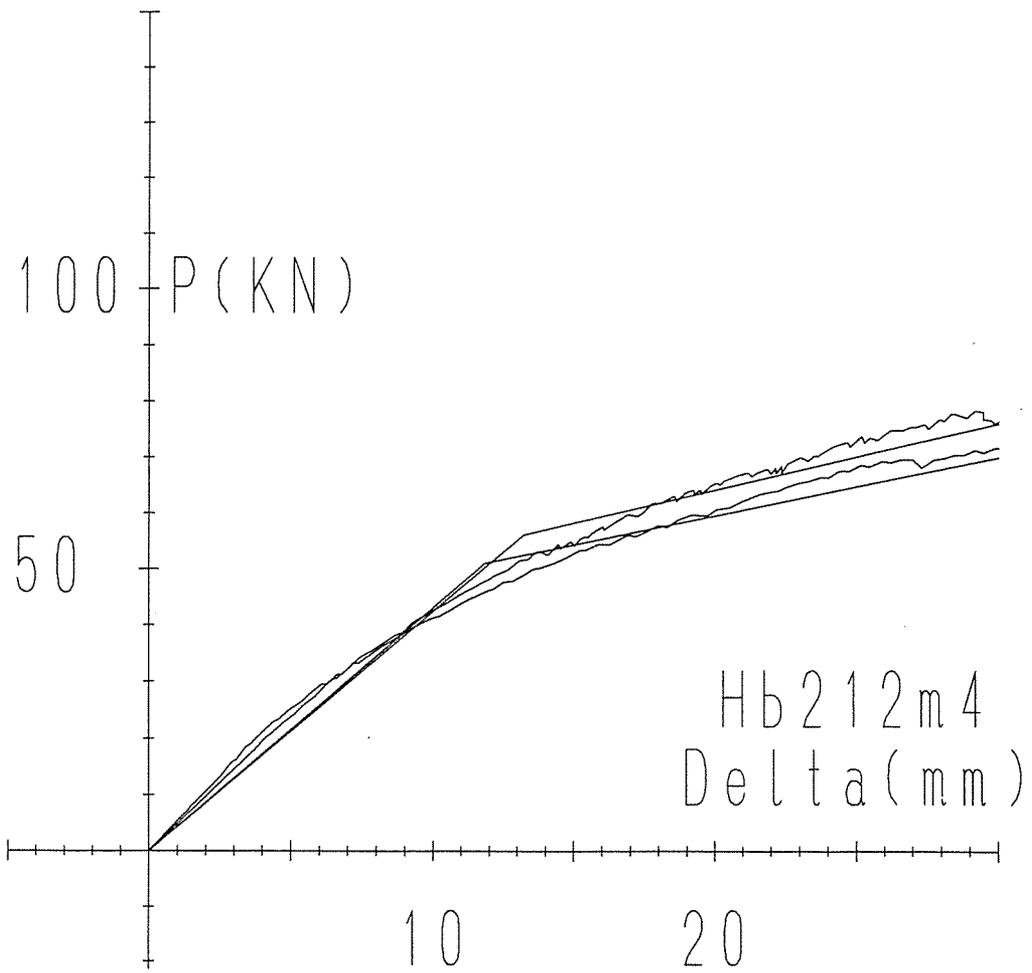
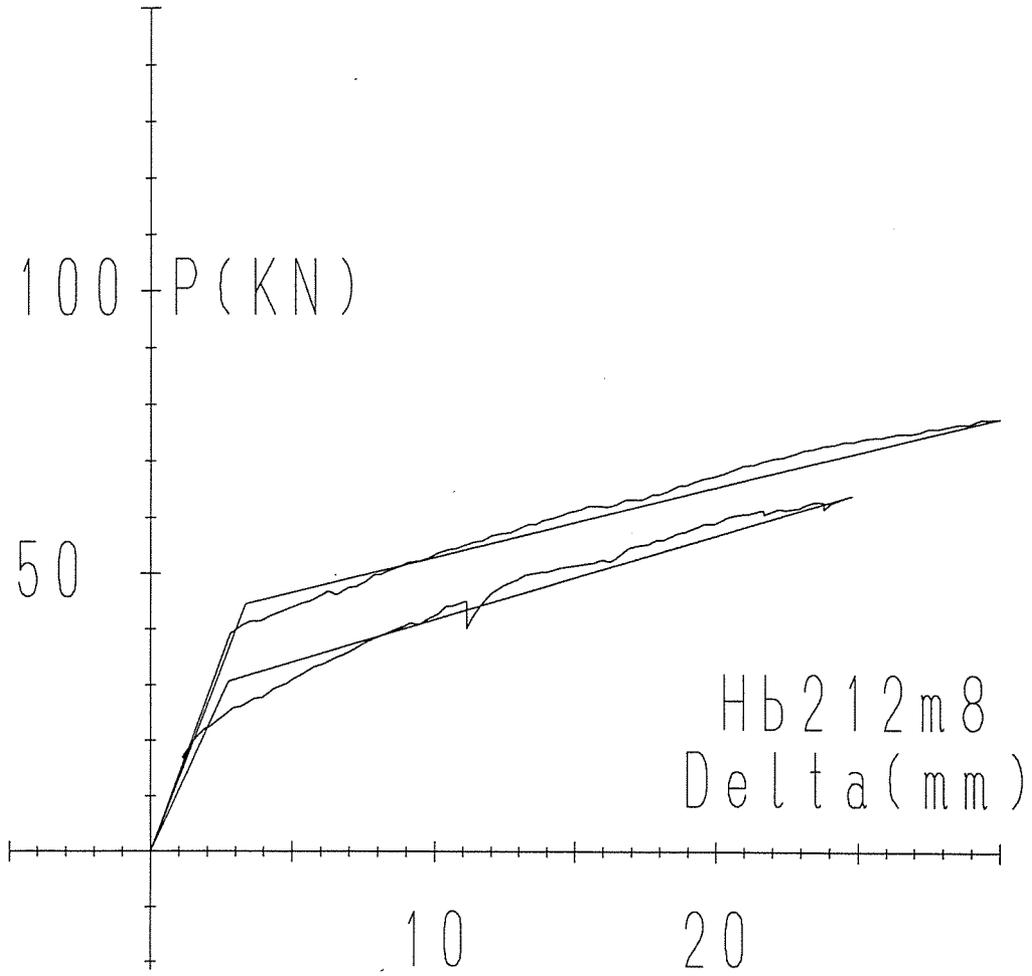


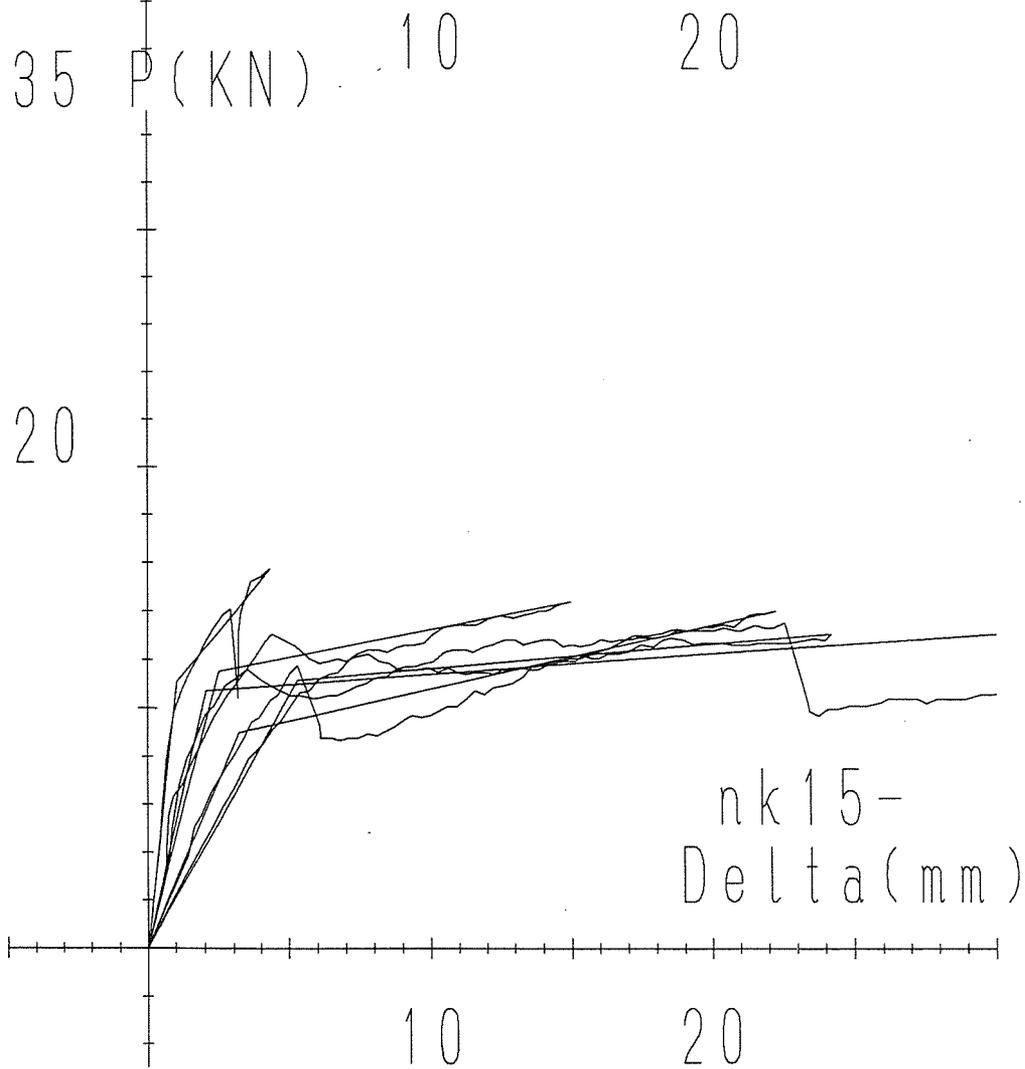
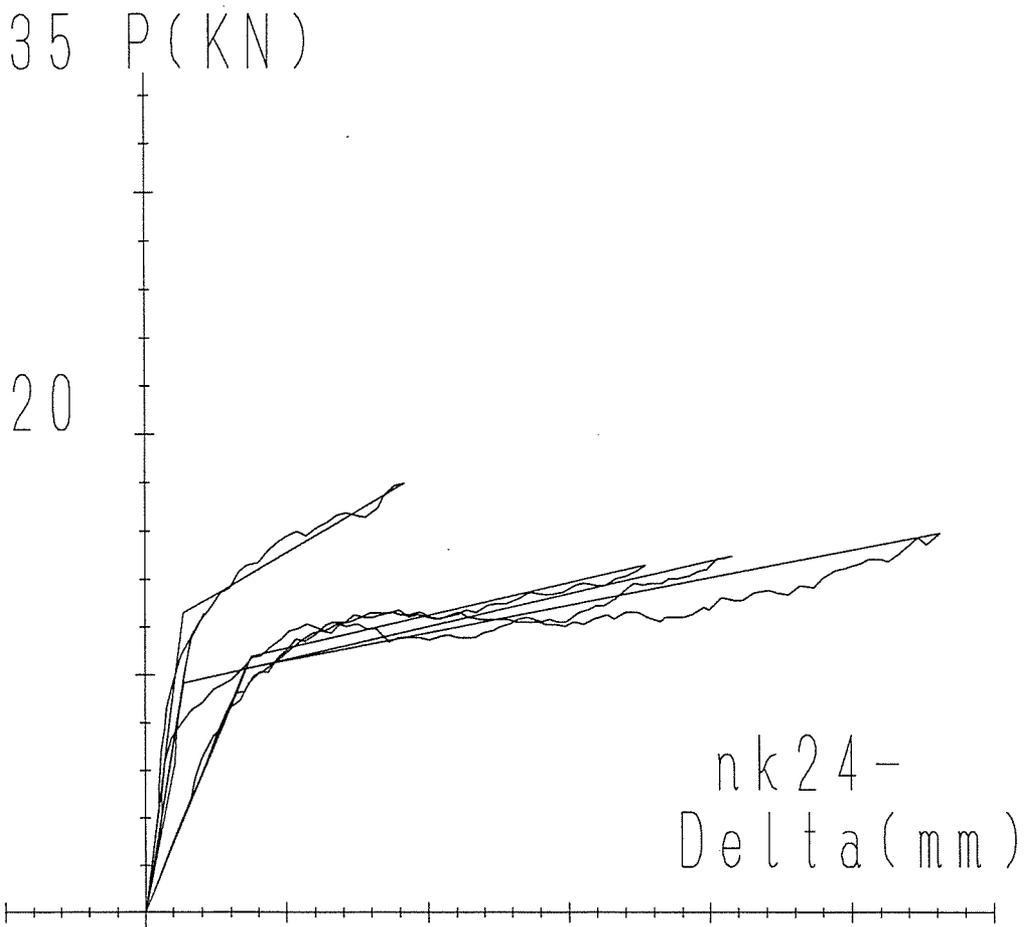


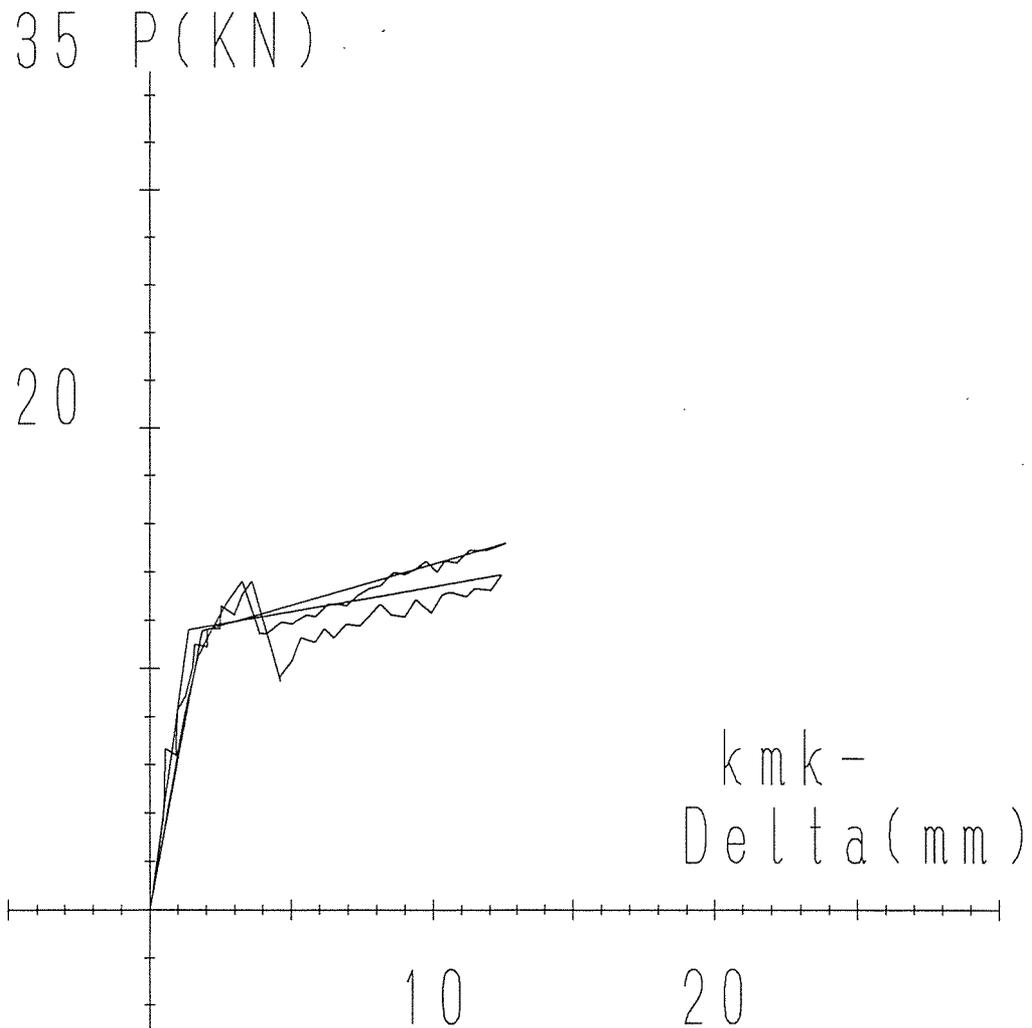




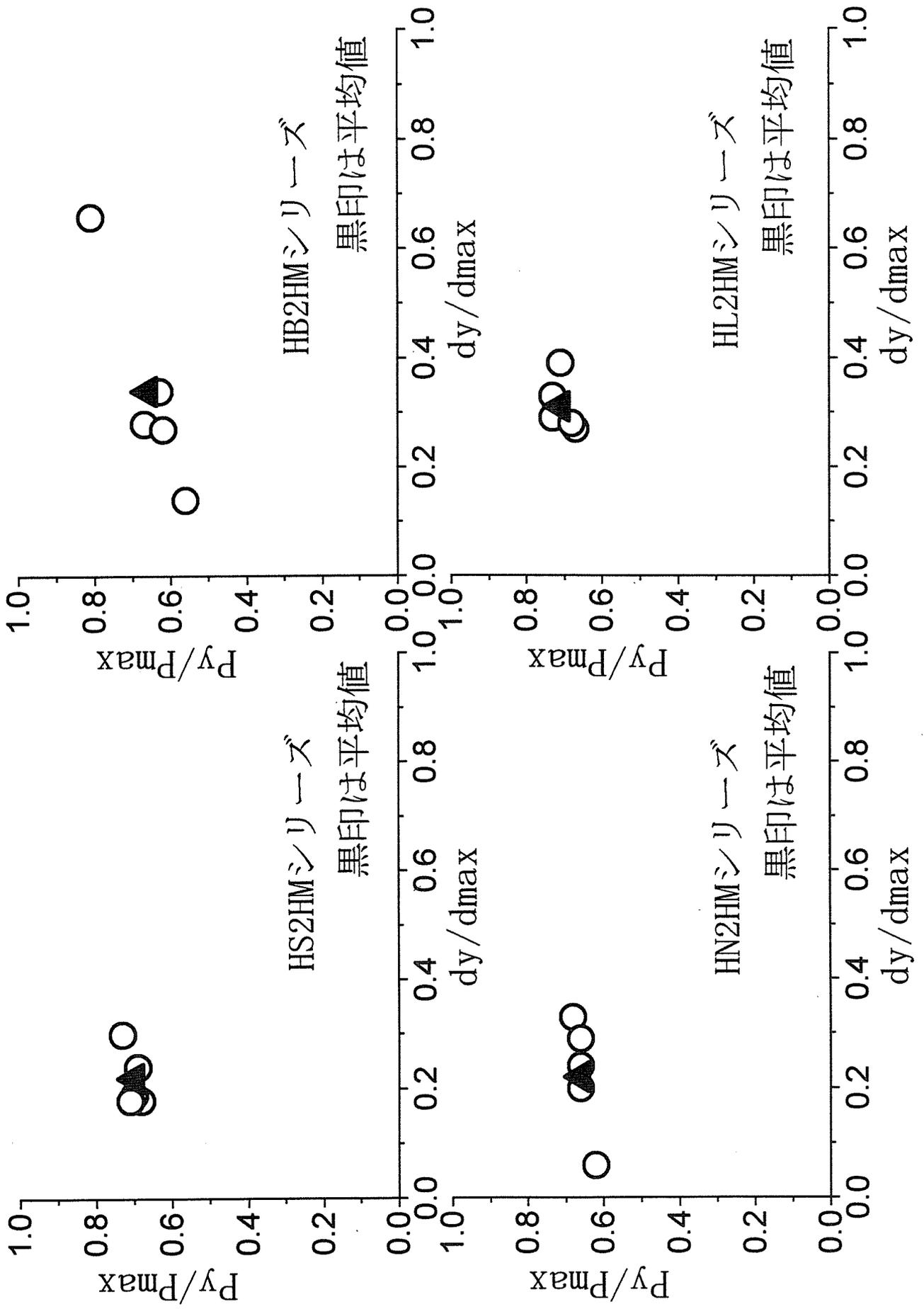


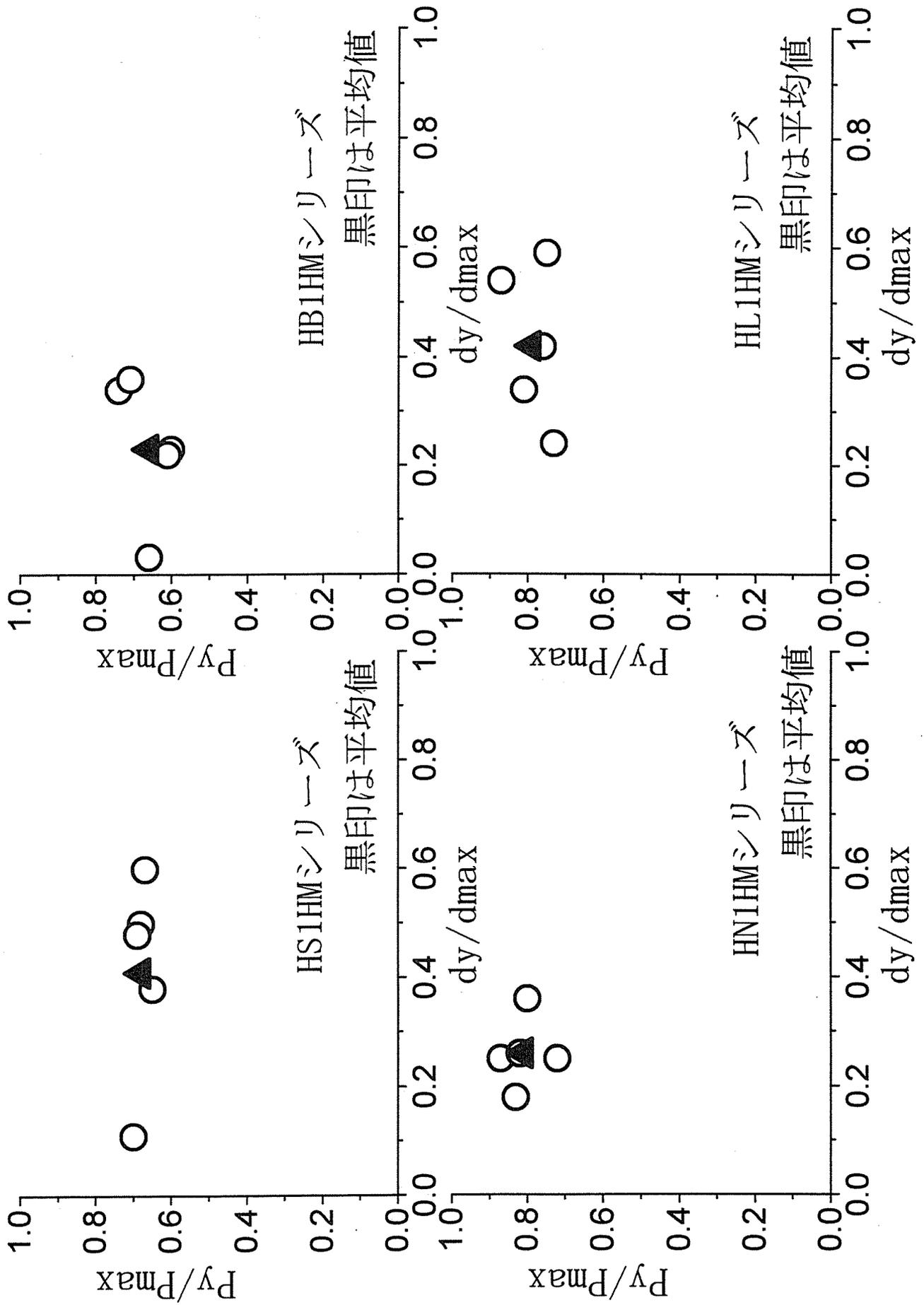


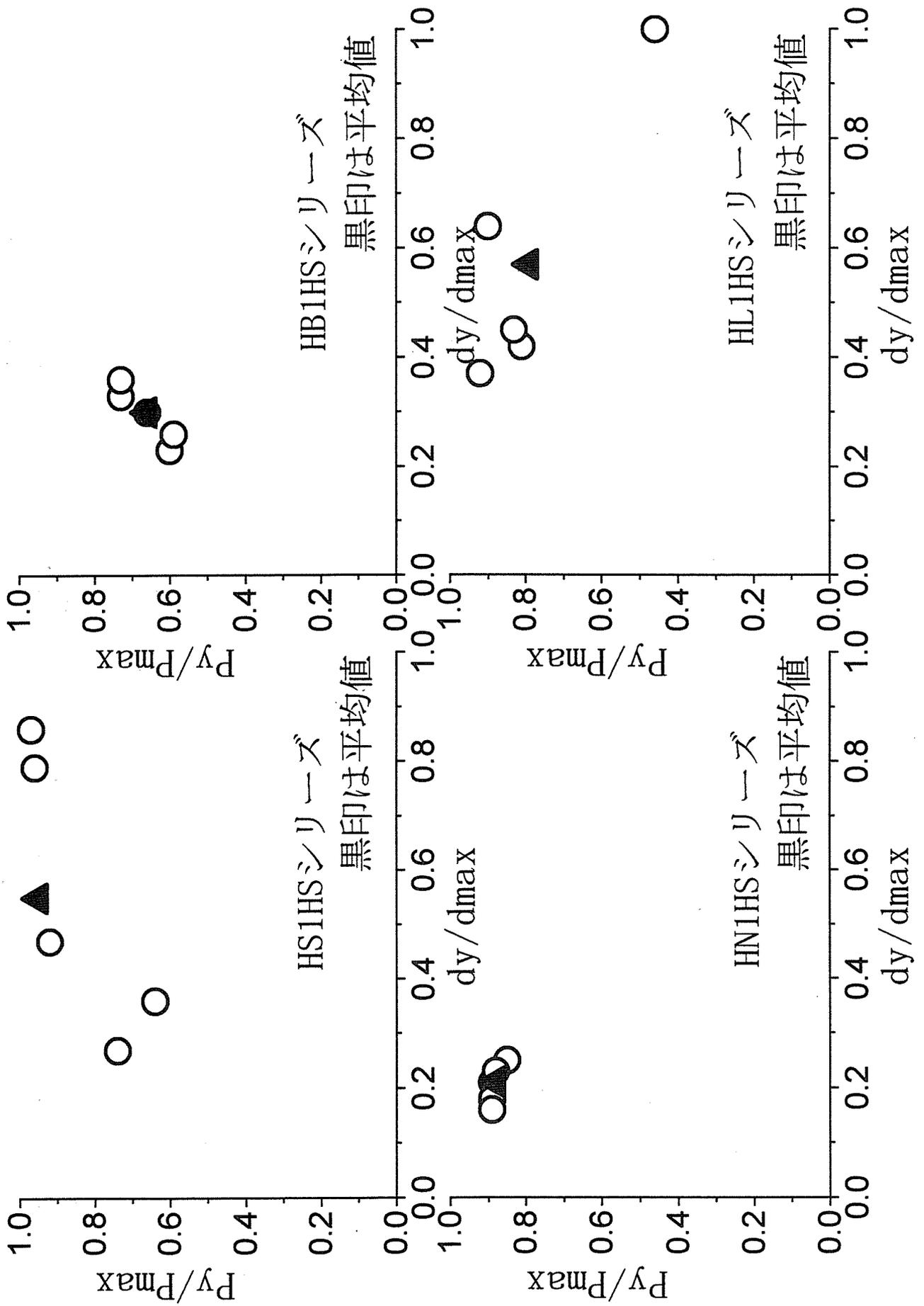


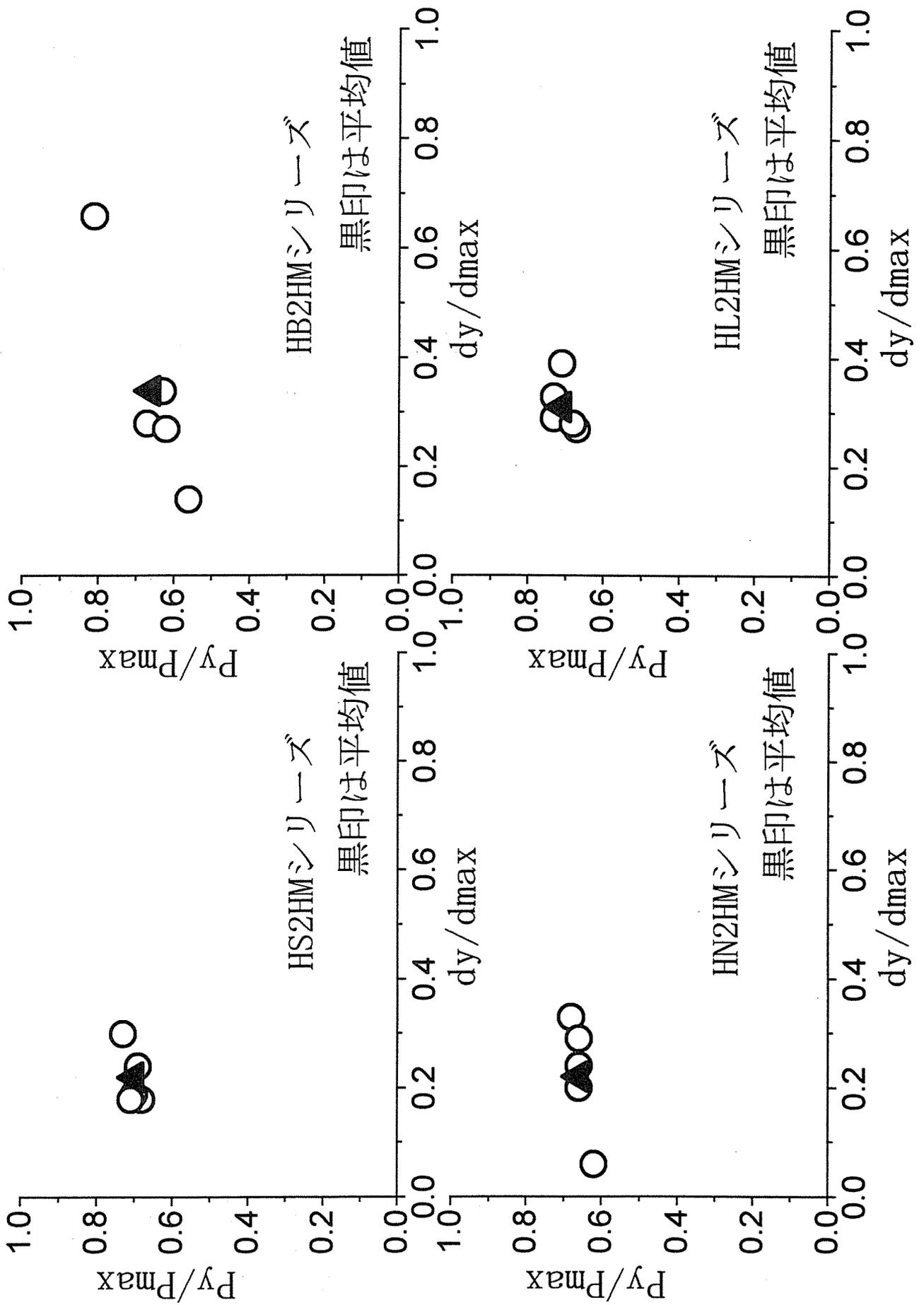


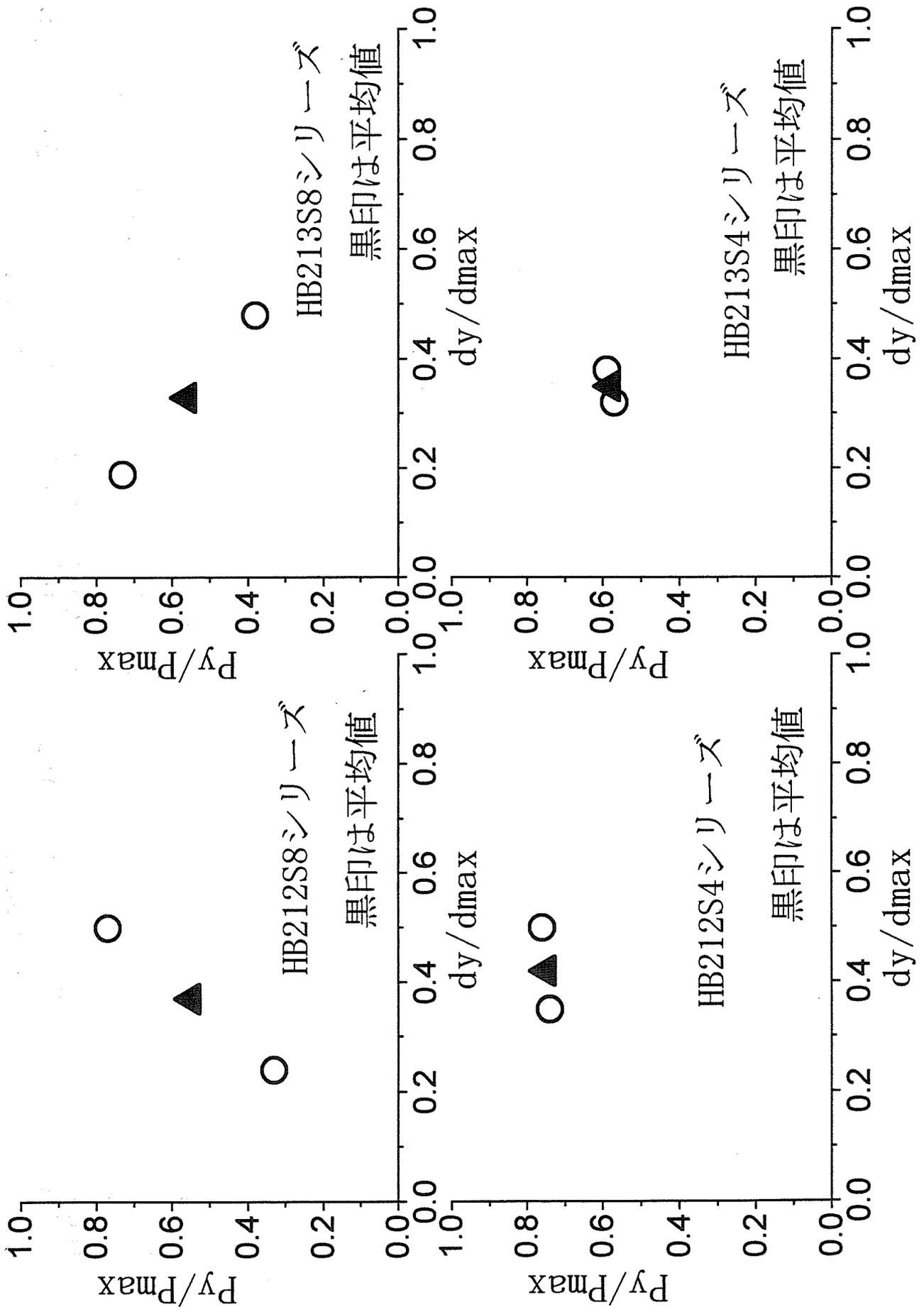
図一 8
折れ曲がり点の
無次元化座標の分布

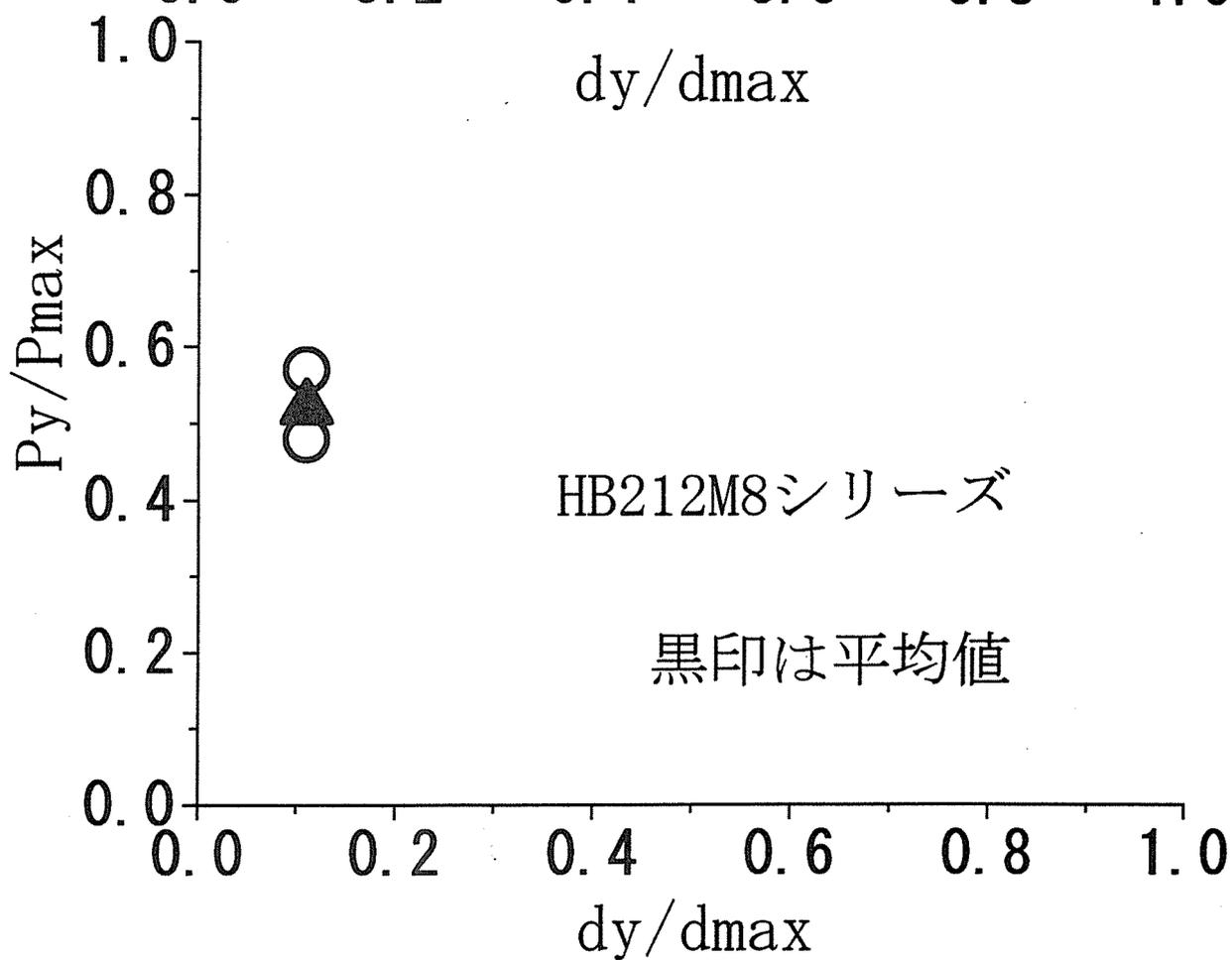
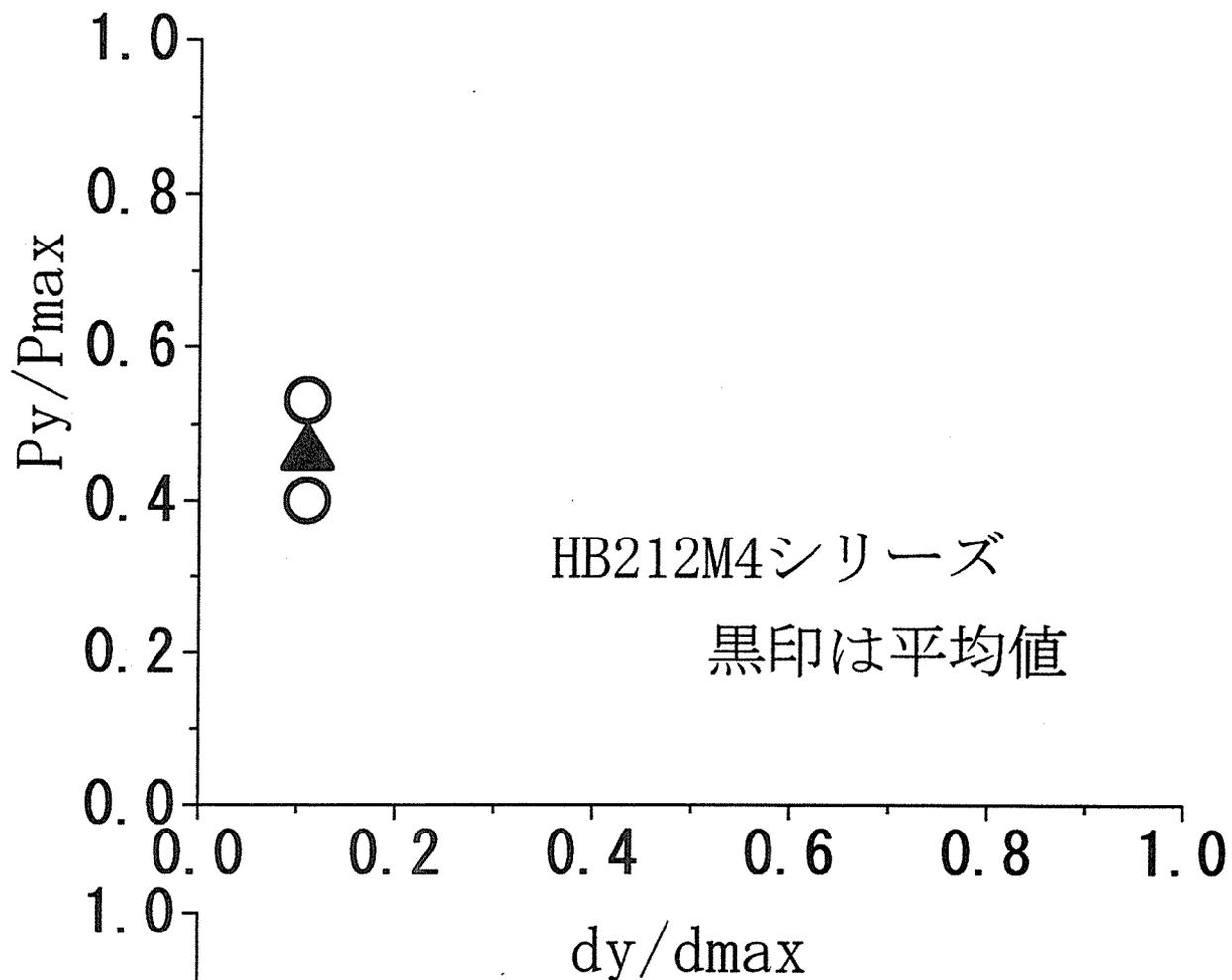


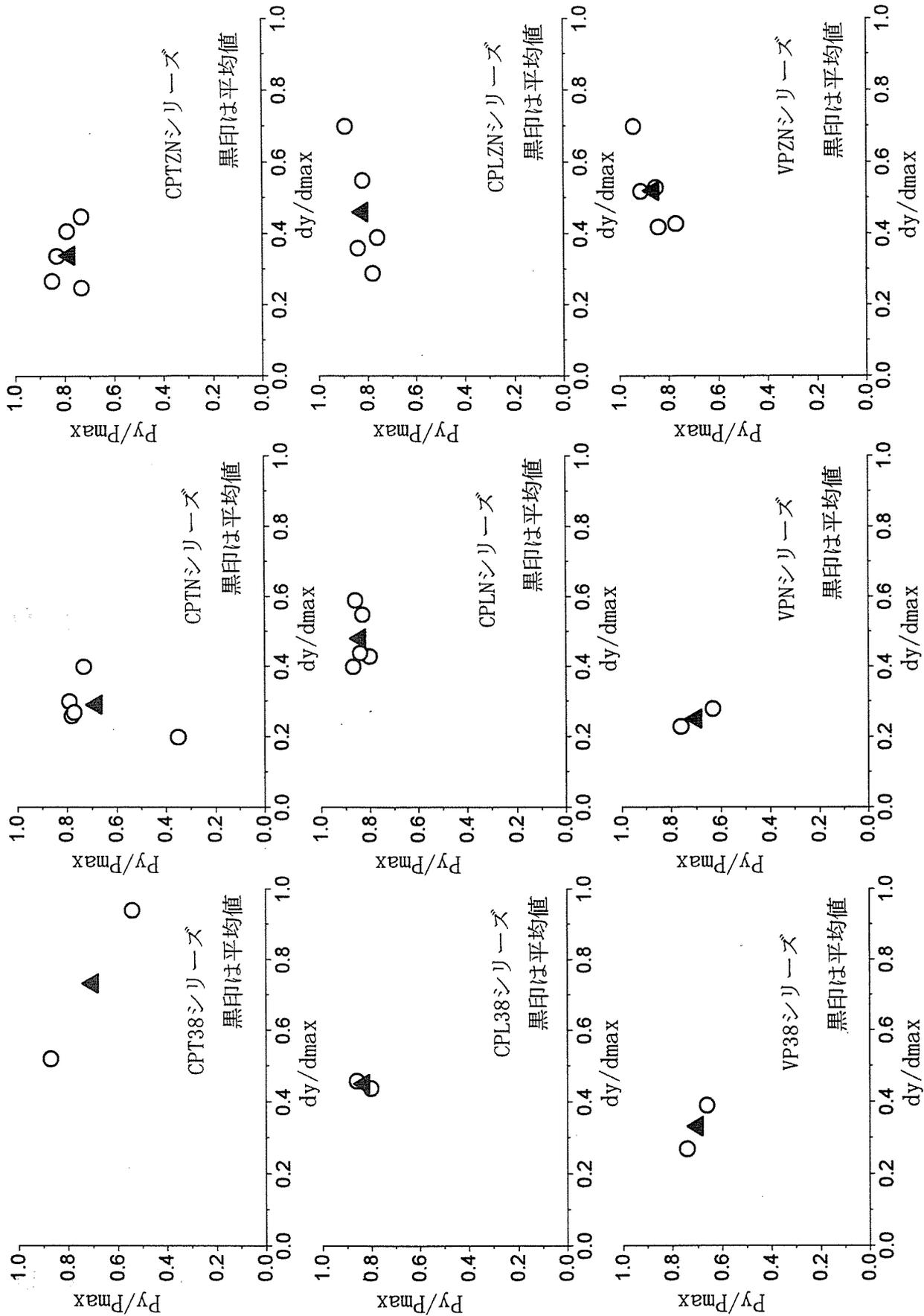












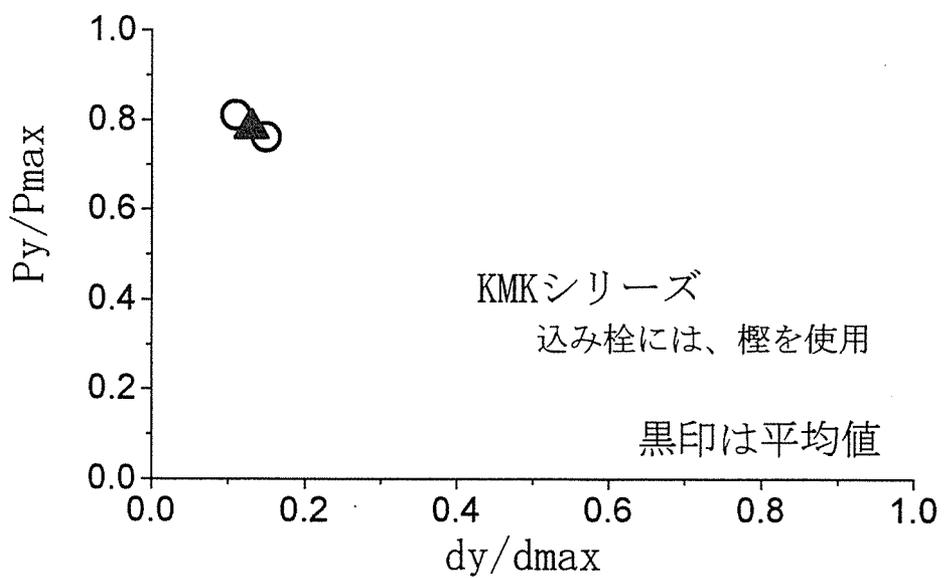
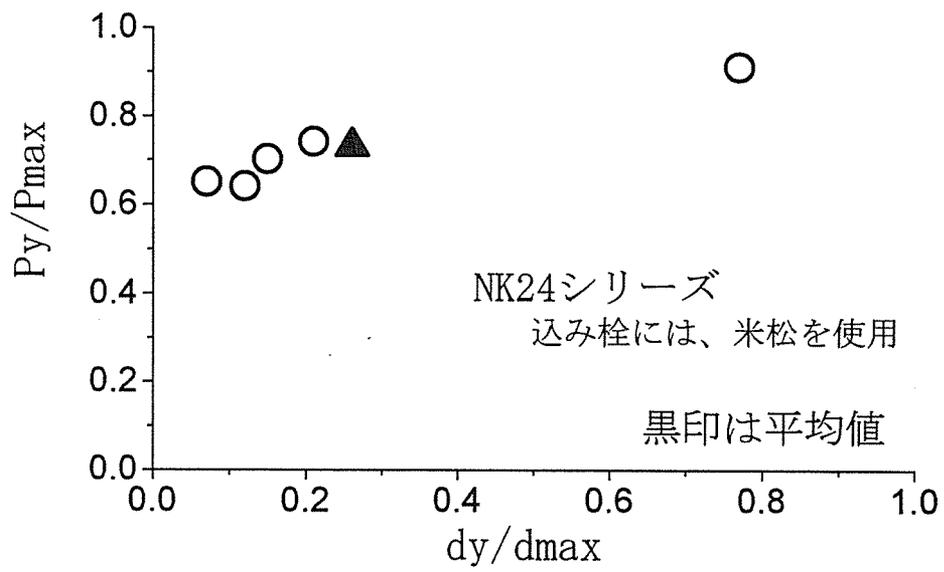
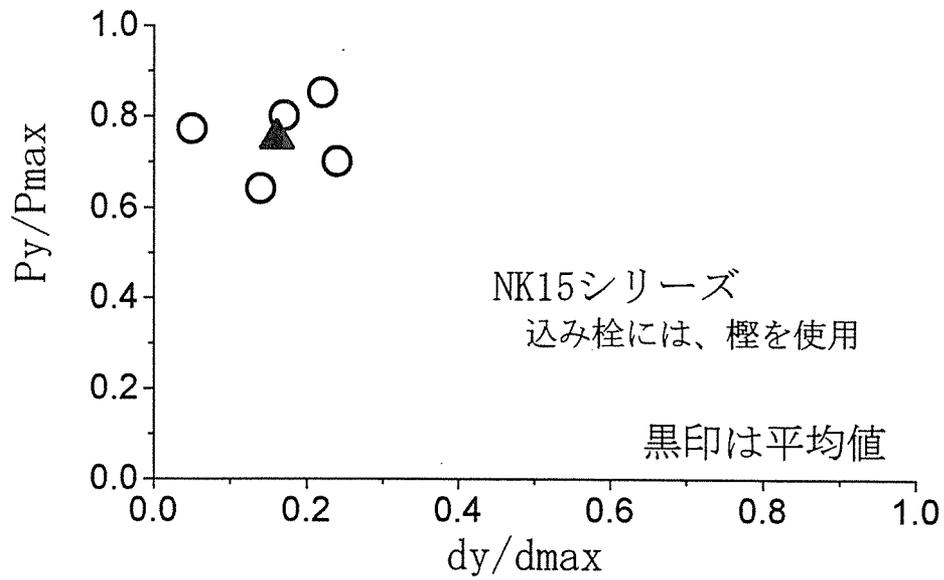


写真-1~21

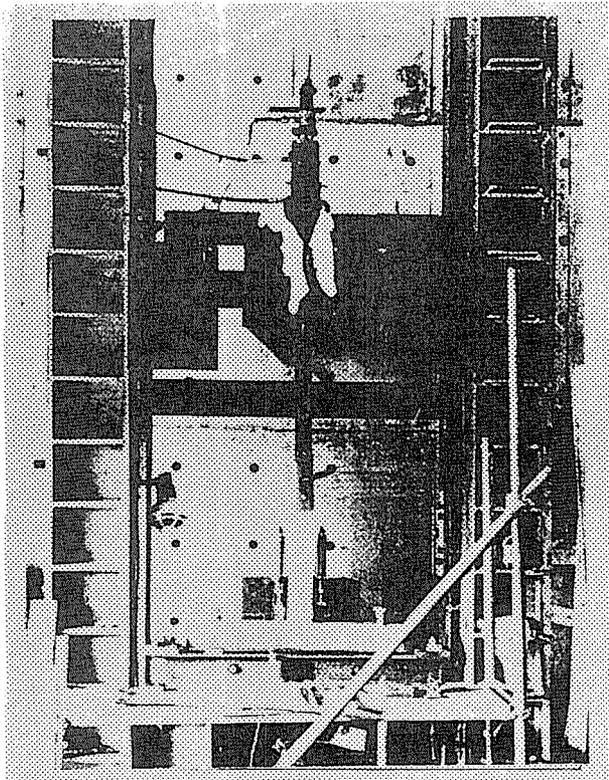


写真-1
土台付き試験体の実験風景

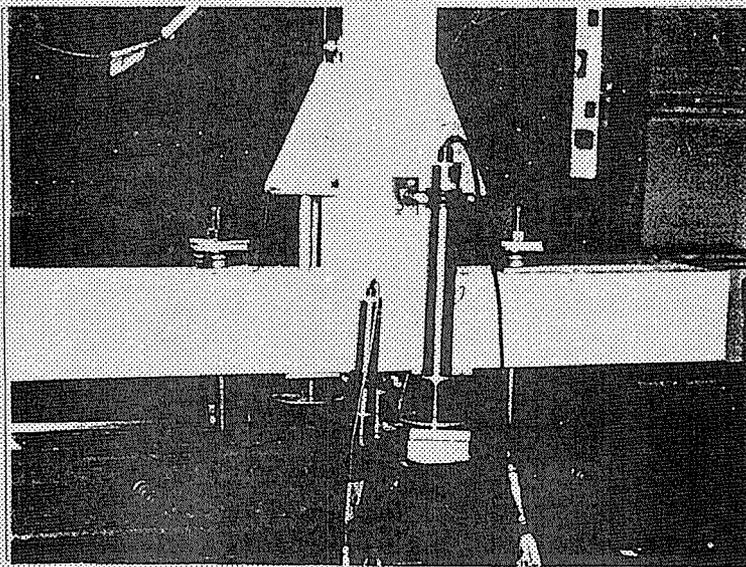


写真-2
土台付き引き寄せ金物試験体の計測風景

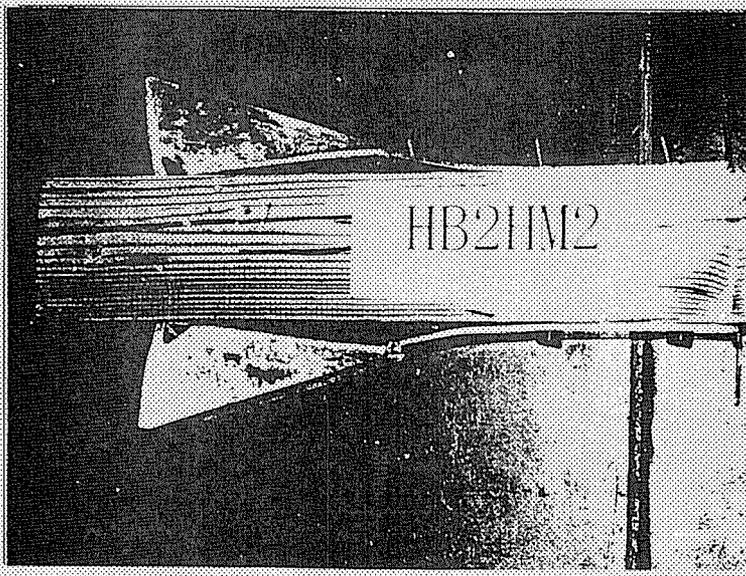


写真-3
ボルト接合による引き寄せ金物の破壊例
(ボルトのせん断)

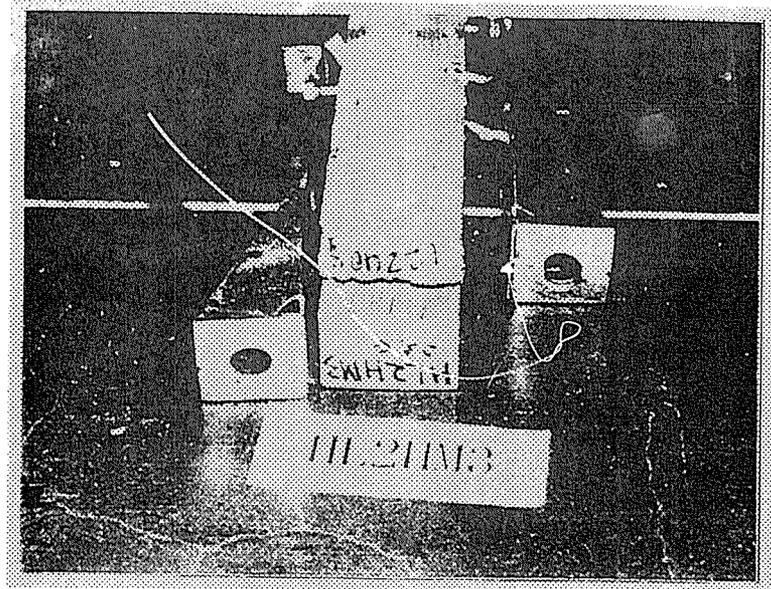


写真-4
ラグスクリュー接合による引き
寄せ金物の破壊例
(ラグスクリューのせん断)

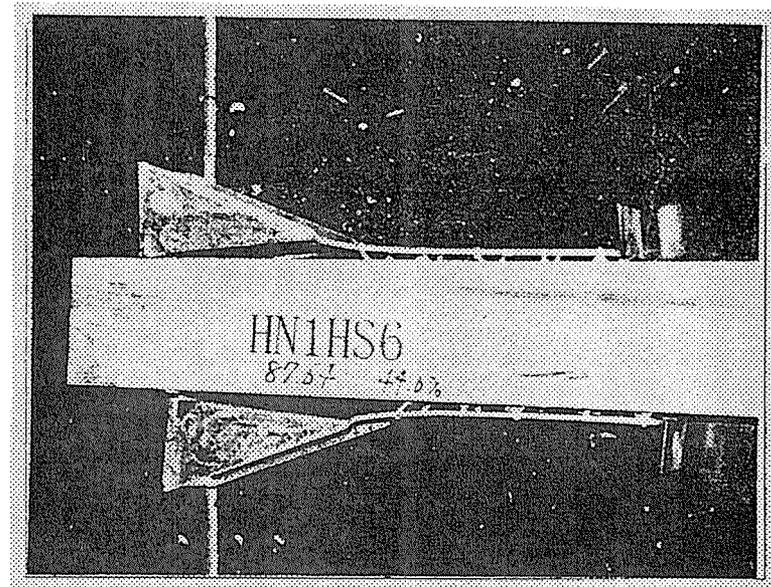


写真-5
釘接合によるき寄せ金物の破
壊例
(釘のせん断)

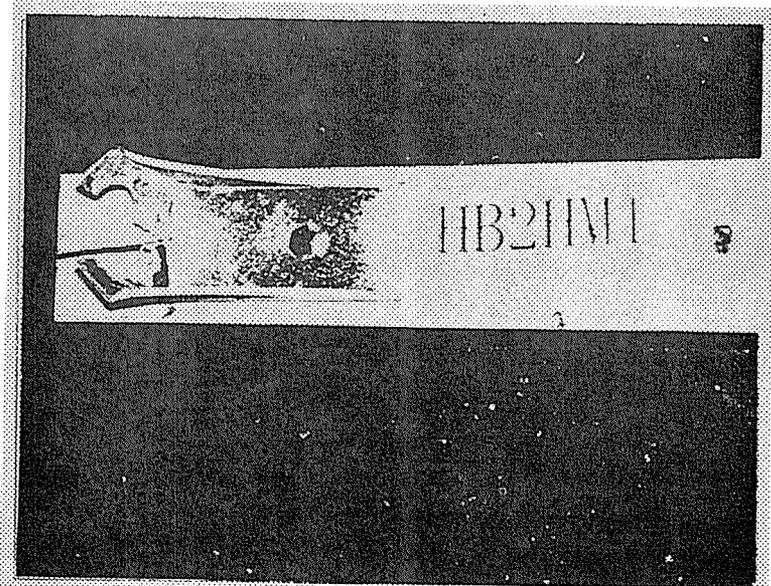


写真-6
引き寄せ金物の破壊例

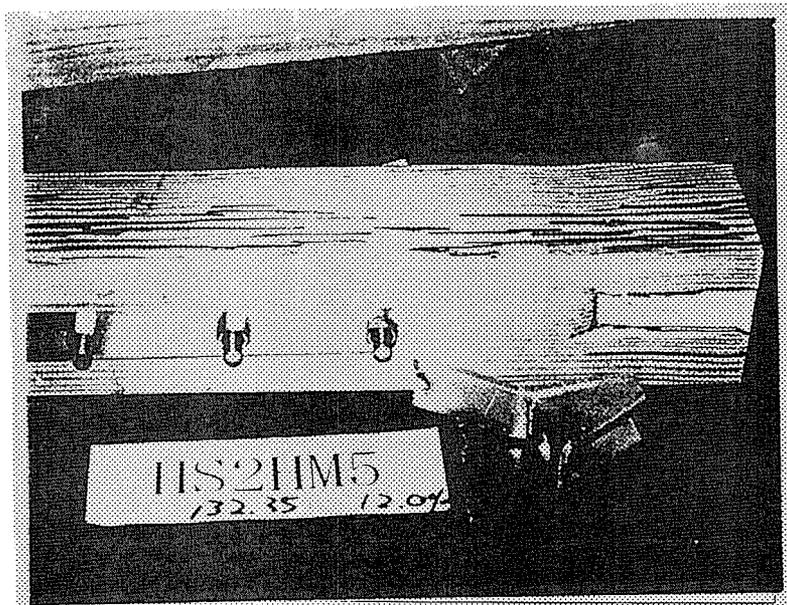


写真-7
引き寄せ金物の破断例

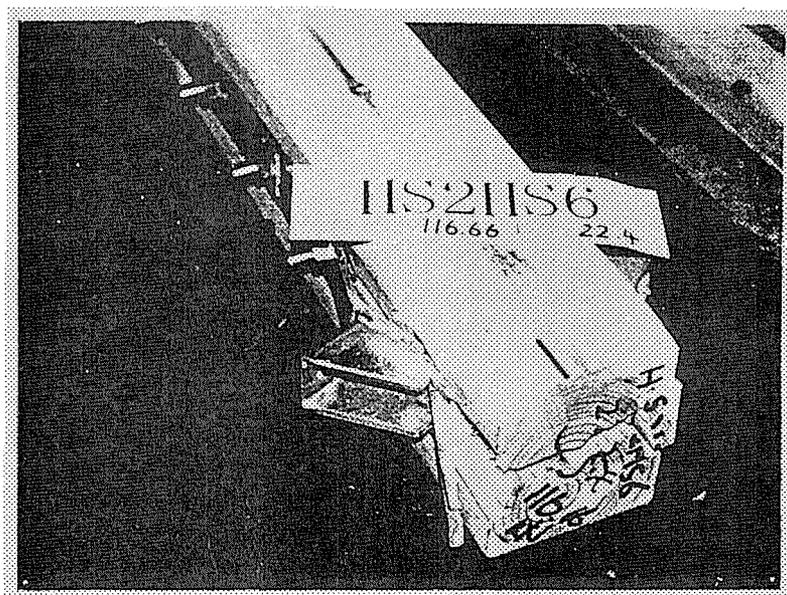


写真-8
引き寄せ金物試験体の柱の割裂破壊例

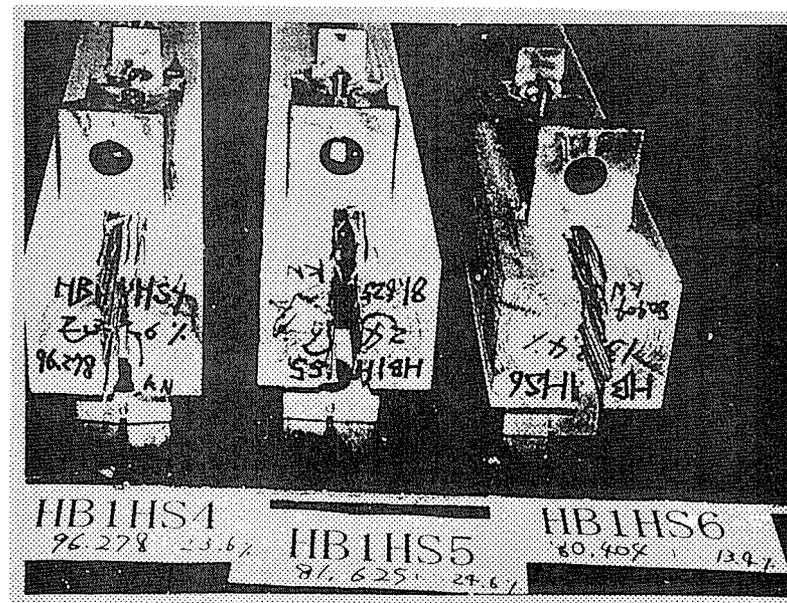


写真-9
引き寄せ金物試験体の柱の割裂破壊例

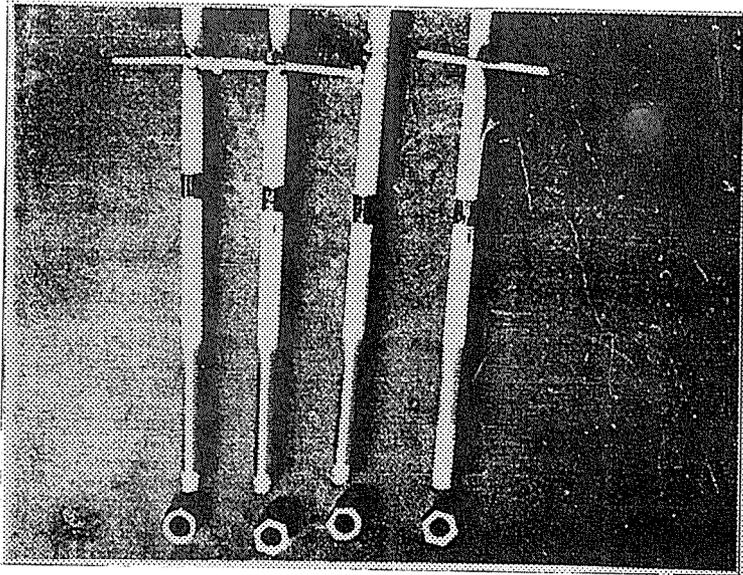


写真-10
アンカーボルトの試験結果
ネジ部のナットの抜けて耐力
が決まる。

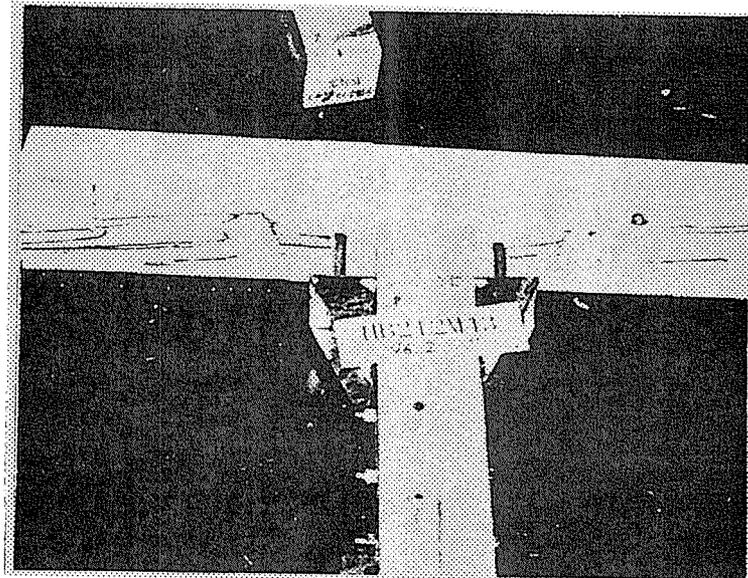


写真-11
土台付き試験体の破壊例
(アンカーボルト間隔
40cm)

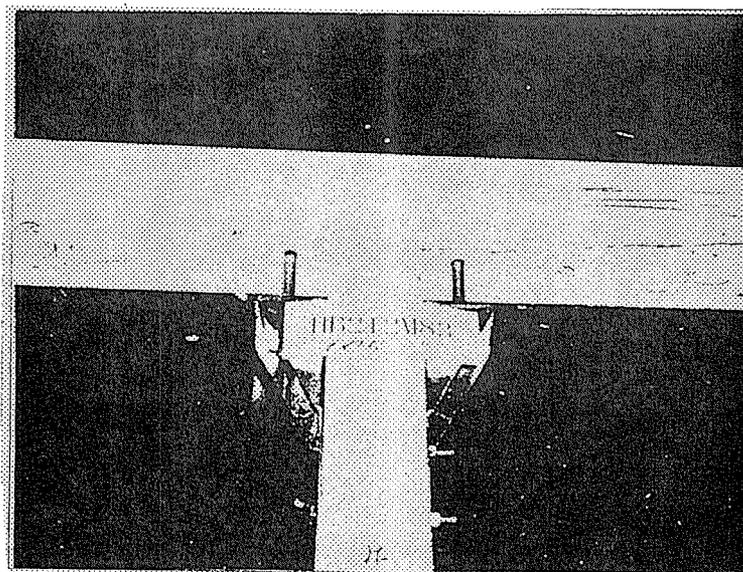


写真-12
土台付き試験体の破壊例
(アンカーボルト間隔
80cm)

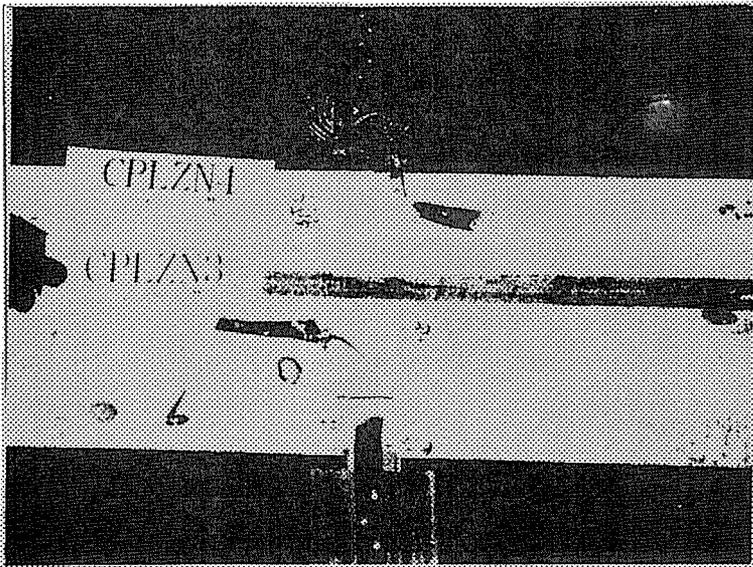


写真-13
かど金物（CPL：指定釘
使用）の破壊例
（釘のせん断→金物の破断）

（N65の場合も同様な破壊
を示した。）

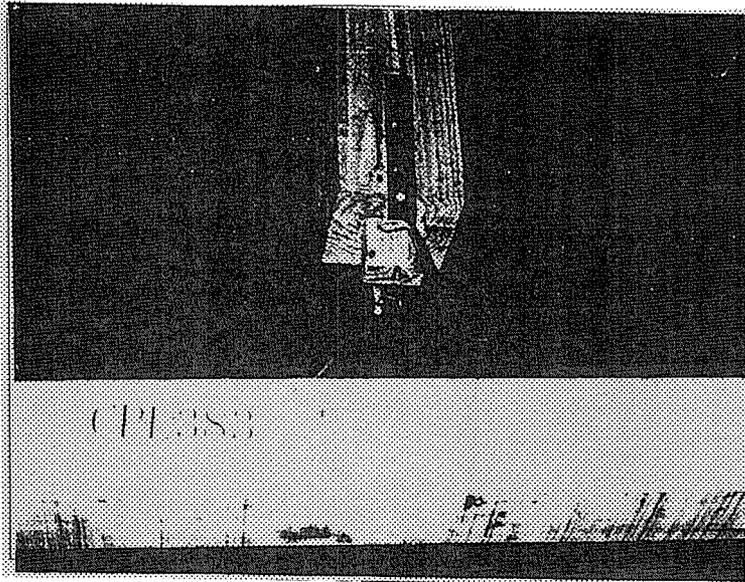


写真-14
かど金物（CPL：N38使
用）の破壊例
（釘のせん断）

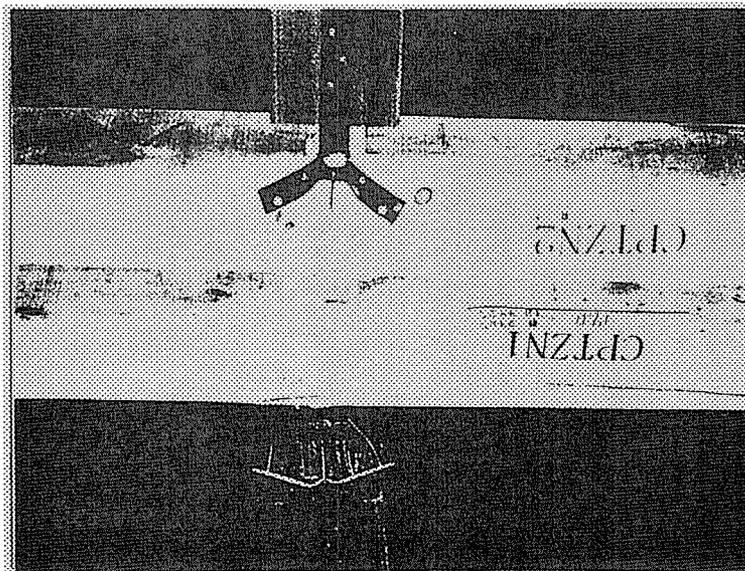


写真-15
かど金物（CPL-T：指定釘使
用）の破壊例
（土台の割裂の後の釘のせん断）

（N65の場合も同様な破壊を示
した。）

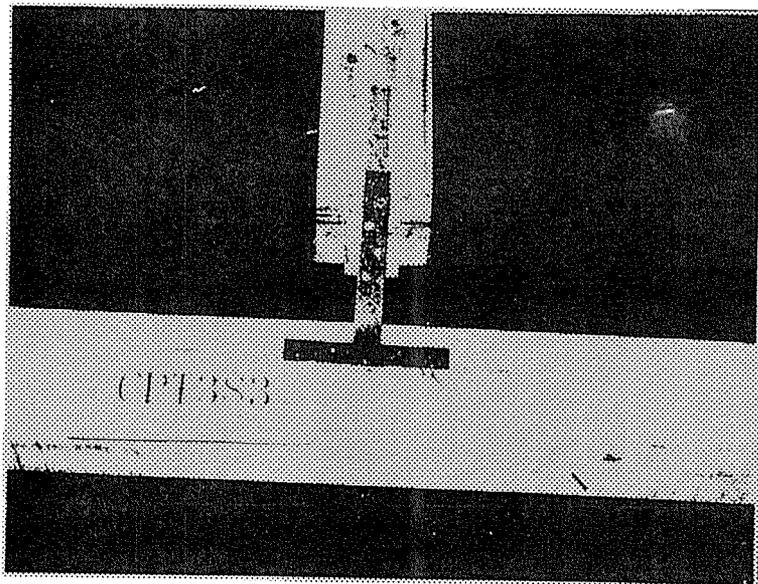


写真-16
かど金物（CPT：N38
使用）の破壊例
（釘のせん断）

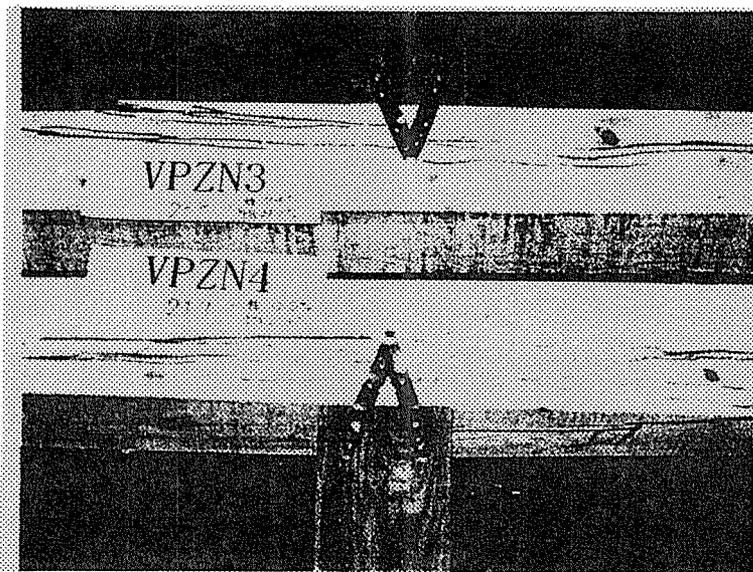


写真-17
山型金物（指定釘使用）の破壊例
（土台の割裂）

（N65の場合も同様な破壊を
示した。）

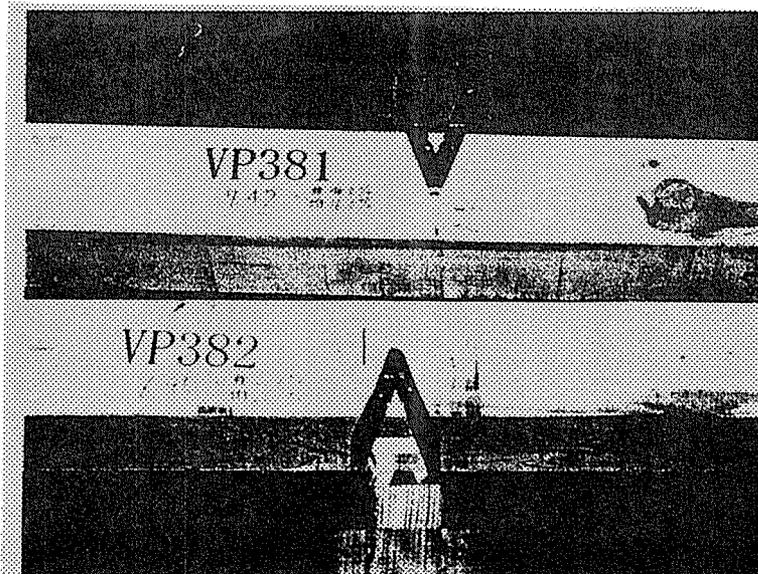


写真-18
山型金物（N38使用）の破
壊例
（釘のせん断）

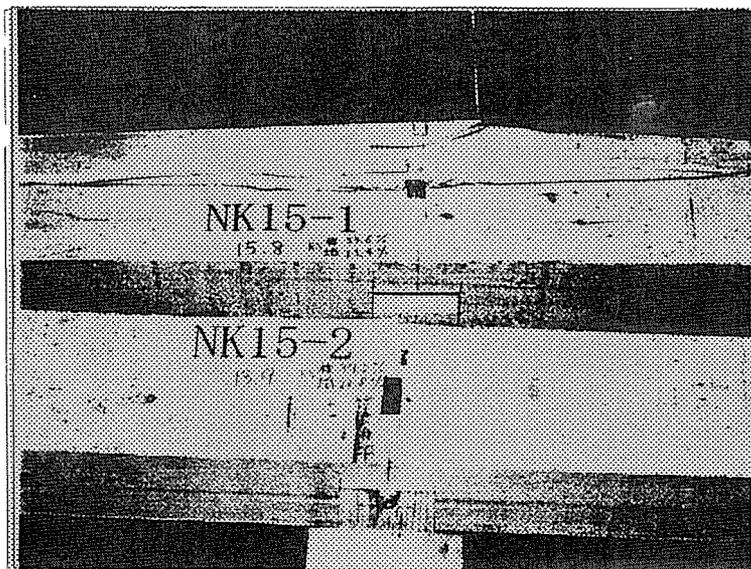


写真-19
15mm角型込み栓の破壊例

込み栓の曲げ破壊
↓
土台の割裂

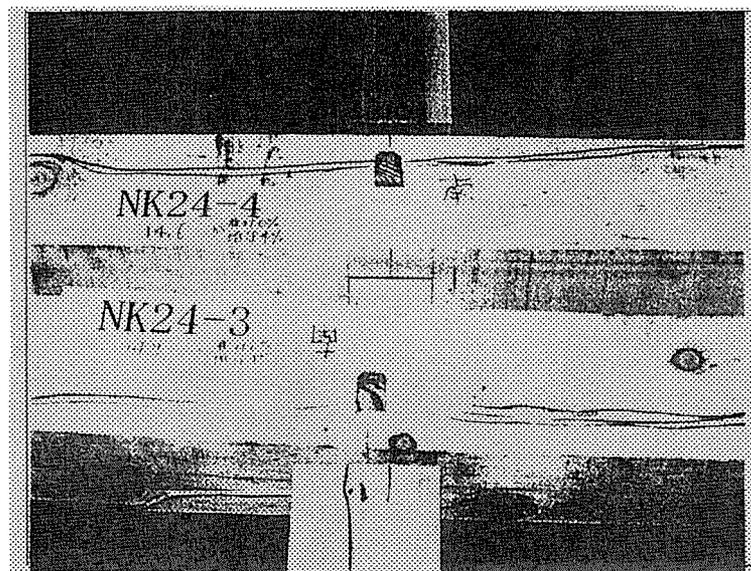


写真-20
24mm角米松込み栓の破壊例

込み栓の曲げ破壊
↓
土台の割裂

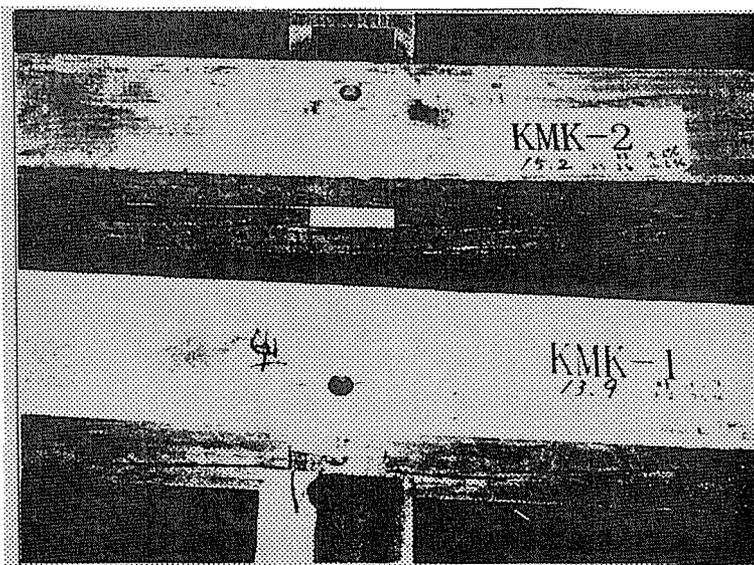


写真-21
19mm丸型込み栓の破壊例

込み栓の曲げ破壊
↓
土台の割裂