

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 (梁受試験部会)

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、梁-梁及び梁-柱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プレカット加工による梁-梁接合部について圧縮せん断試験、引張試験及びせん断試験を実施して考察を行った。
- ②テナンビーム、クレテック金物による梁-梁、梁-柱接合部について引張試験及び逆せん断試験を実施して考察を行った。
- ③外付けタイプ、センターウェッジタイプ金物による梁-梁、梁-柱接合部について引張試験、圧縮順せん断試験及び圧縮逆せん断試験を実施して考察を行った。

## キーワード

木造軸組構法住宅、梁-梁接合部、梁-柱接合部、実験方法、評価方法、プレカット加工、圧縮せん断試験、引張試験、せん断試験、テナンビーム、クレテック金物、外付けタイプ金物、センターウェッジタイプ金物、スギ、ベイマツ、荷重-変位曲線、単調載荷、繰り返し載荷、剛性、塑性率、最大荷重



# 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 梁受金物強度性能実験ープレカット加工による接合	
1 はじめに	4
2 試験体、試験方法	4
3 試験結果	8
4 まとめ	9
第3章 梁受金物強度性能実験ーテナンビーム、クレテック金物による接合	
1 目的・実験概要	25
2 試験体	26
3 実験方法	35
4 実験結果および考察	45
5 結語	102
第4章 梁受金物強度性能実験ー外付け、センターウェッジタイプ金物による接合	
1 目的	108
2 試験体	108
3 試験方法	118
4 試験結果	124



## 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 軽部正彦
----------------	--

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	島田 俊一	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 吉江	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 梁受金物強度性能実験 プレカット加工による接合

### 1はじめに

軸組工法住宅の構造材継ぎ手には大工の不足や施工期間の短縮などの理由により、プレカット加工が多く見られるようになってきている。その耐力試験データも蓄積されつつあるが、今回は樹種間および材料間の基礎的なプレカット接合（大入れ腰掛け蟻加工）耐力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試験体、試験方法

#### 2.1供試材

試験体のプレカット形状は一般的に使用されているものとし、ベイマツ製材品（105mm×210,240mm）スギ製材品（105mm×210,240mm）ベイマツ集成材（105mm×240mm）、スギ単板積層材（105mm×240mm）、ヒノキ単板積層材（105mm×240mm）の5種類とした。ベイマツ、スギの製材品は当场にて、丸太径級220～300mm程度の原木から製材し平角の強度試験をした後、その未破壊部分を使用するとともに、ベイマツの製材品（240mm）とベイマツ集成材は県内業者からも購入した。そのため、スギ製材品はすべて心持ち材であるのに対し、ベイマツ製材品は210mmは心持ち、梁せい240mmの製材品はすべて芯去りであった。スギ、ヒノキの単板積層材は当场にて製造し、供試材とした。なお、単板積層材には単板の縦継ぎ部は含まれていない。プレカット加工は愛媛プレカットに一括依頼した。プレカット形状ならびに原木からの木取り方法を図1、図2、梁せい210mmの製材品を製材した原木の性状、ならびに平角の基礎的材質を表1、2に示す。

#### 2.2圧縮せん断試験方法

圧縮せん断試験方法の概略図を図3に示す。女木の両端を支持し、男木の中心に加圧盤（105×300×30mm）を介して荷重を加えた。（ $0.5 \text{ t} \cdot \text{f} \cdot 5 \text{ mm/min}$ ）実大強度試験機は容量100tonf、レンジ20tonfとし、仕口部のめりこみ、たわみは8本の変位計により測定した。なお、データの取り込み条件は柱脚金物試験と同様である。また、試験は最終的に破壊、または男木が試験治具に接するまで行った。試験体の断面は製材品（スギ、ベイマツ）は梁せい210mm、240mmの2種類、各断面毎に8体ずつ、ベイマツ集成材は6体、スギ、ヒノキ単板積層材は3体ずつ、合計44体である。また、各断面毎1～2体1方向繰返し加力を行った。

#### 2.3引張試験方法

図4に試験方法の概略図を示す。女木をH鋼（400×400×1000mm）にボルトにて固定し、男木に引張の負荷を加えた。引張荷重を加える際、男木が傾きながら引き抜く場合と垂直に引き抜く場合とに分けるため、支持鋼棒の位置を2種類もうけ、試験を行った。試験材はスギ、ベイマツ製材品（210,240mm）、ベイマツ集成材とし各条件3体ずつ、合計29体である。また、各条件中1体は片方向の繰返し加力を行った。引き抜け変位は4本の変位計、男木の支持部のめりこみ量を2本の変位計で測定した。

#### 2.4せん断試験方法

せん断はH鋼をL型に組み、図5に示す方法にて実施した。女木をボルトにてH鋼に固定し、女木から400mmの位置に加力した。同じ位置にて2本の変位計により変位を測定した。試験体はスギ、ベイマツ製材品（210,240mm）の2種類とし、2体ずつ計8体行った。



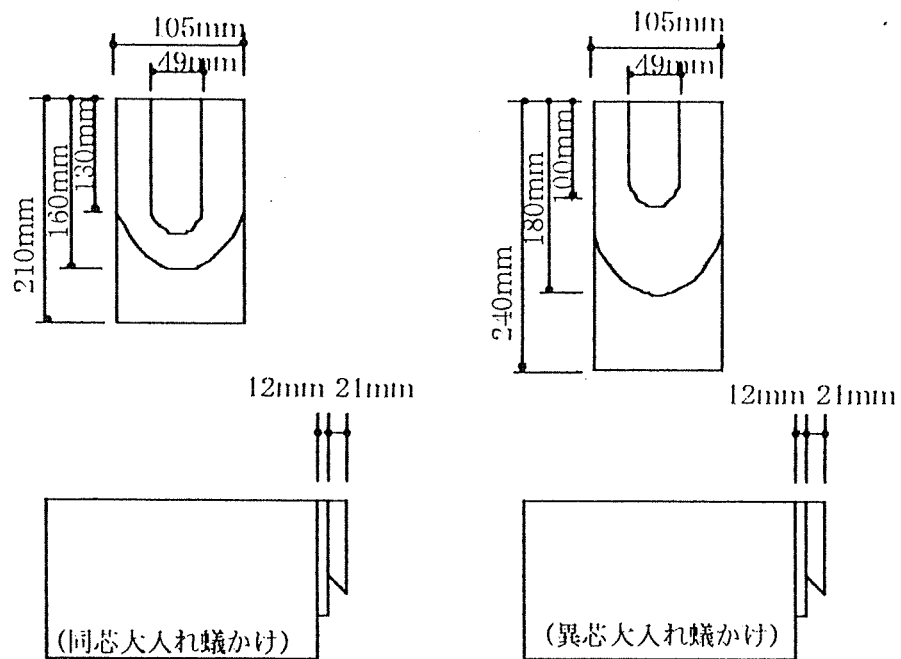


図1. 試験体の形状

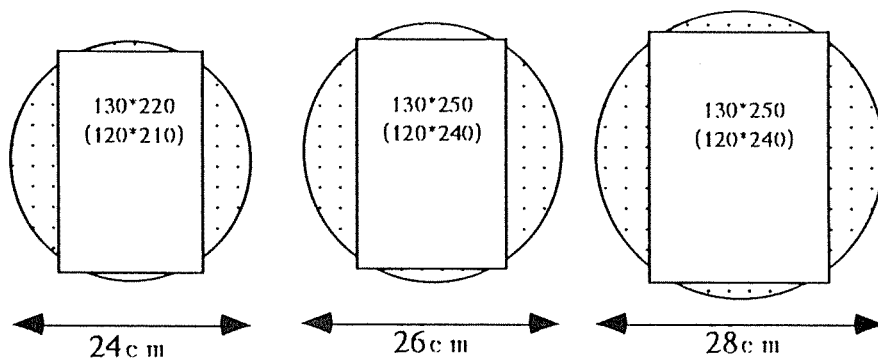


図2. 中目材からの木取り方法

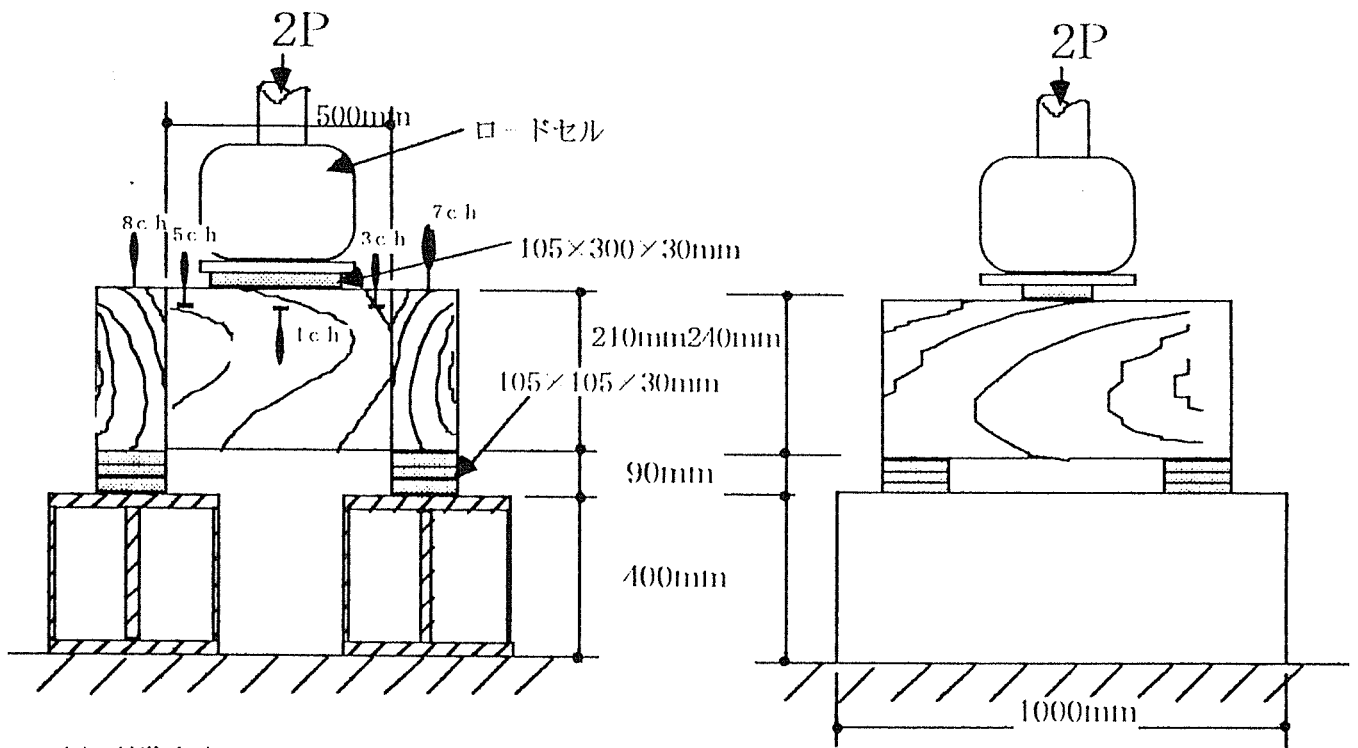


図2.試験方法

表1.原木の性状 (樹種:スギ4m材97本)

	元口径(cm)	末口径(cm)	末口年輪数	曲り(cm)	動的ヤング係数 (tonf/cm <sup>2</sup> )
最大値	43	35.1	42	35	103.3
最小値	28.5	24.1	19	0	47.8
平均値	33.4	28.0	29	13	71.21
変動係数(%)	9.16	7.28	14.61	76.55	15.41

表2.平角の基礎材質

	スギ		バイマツ	
	MOE (tonf/cm <sup>2</sup> )	MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOE (tonf/cm <sup>2</sup> )	MOR (kgf/cm <sup>2</sup> )
試験体数	102		25	
最大値	102	472	120	510
最小値	46	182	65	161
平均値	75.4	257	97.2	319
変動係数(%)	15.0	16.7	16.0	27.2

\*3等分4点荷重の曲げ試験による

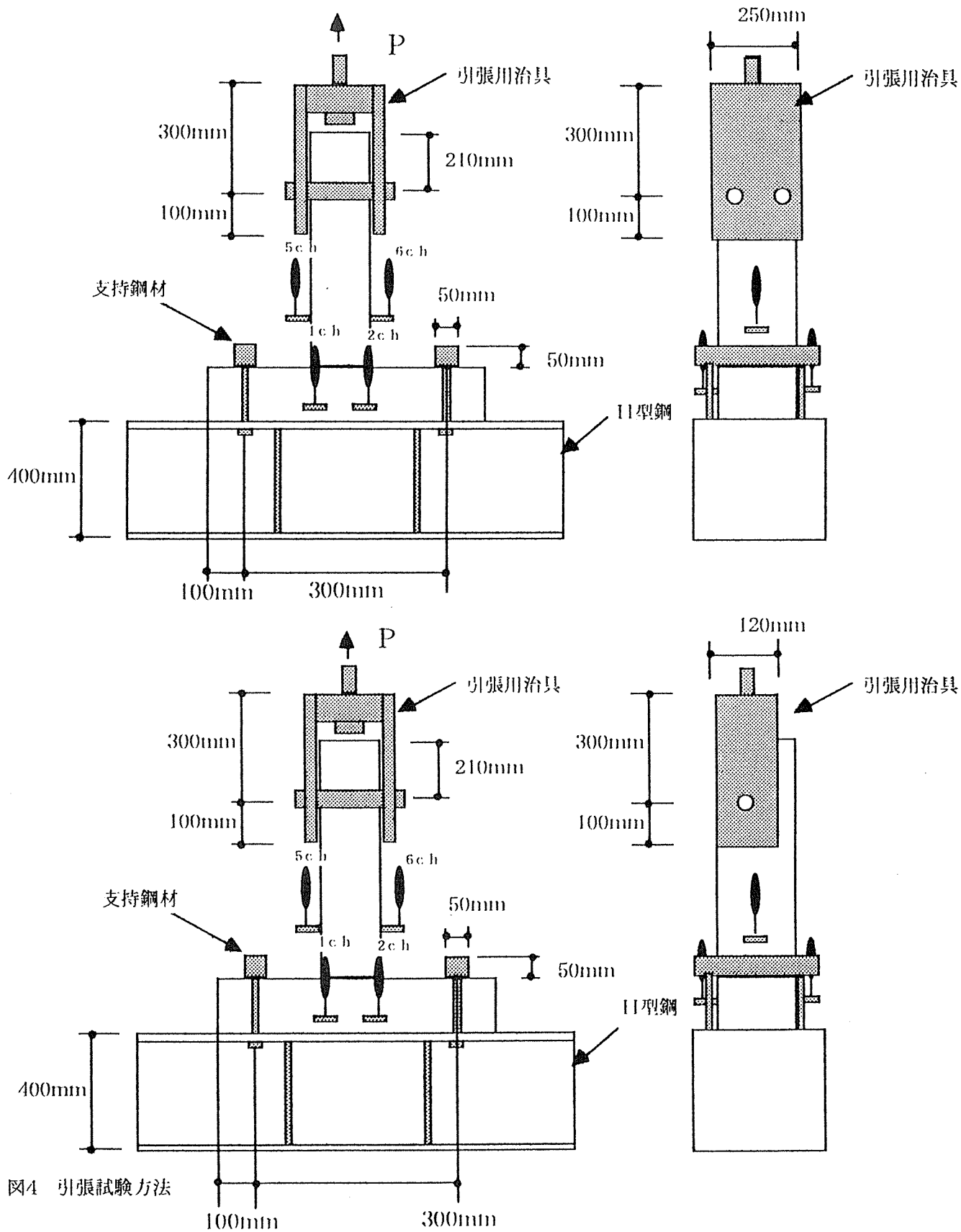


図4 引張試験方法

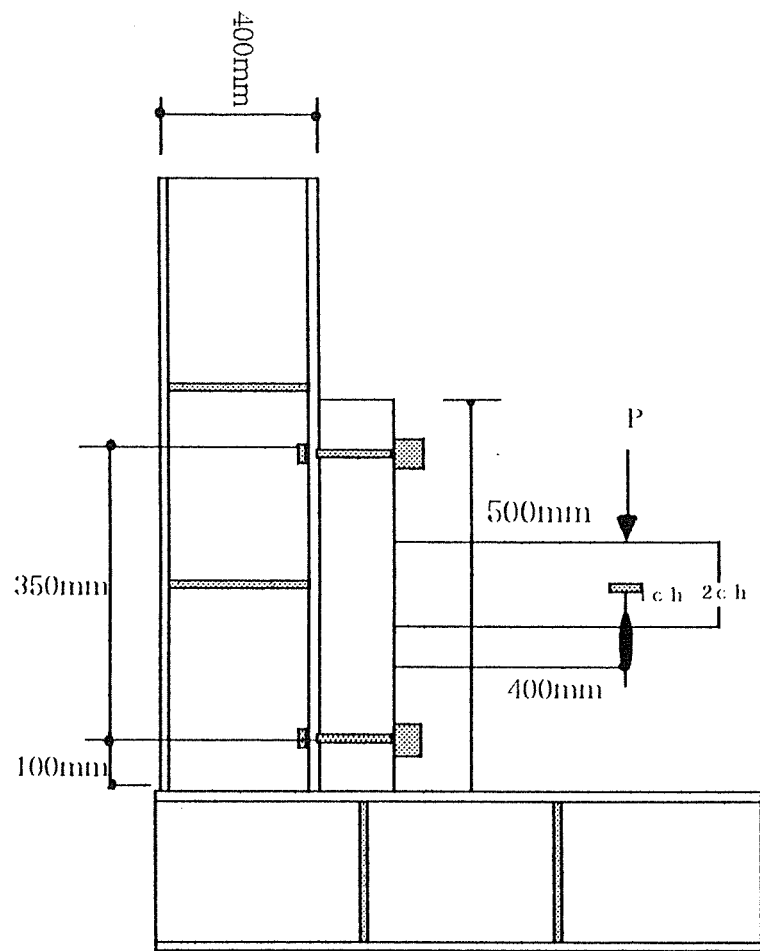


図5 せん断試験方法

### 3 試験結果

#### 3.1 圧縮せん断試験

##### (1) 破壊形態

破壊形態のパターンを図6に示す。破壊形態は5つに区分でき、Aは男木の首の付け根から破壊しているもの、Bは男木の太入れの部位から破壊が生じているもの、Cは女木の太入れ腰掛け部位から破壊しているもの、Dは男木の首の側面から荷重面に向けて亀裂が生じているもの、Eは女木の太入れ腰掛けの局所つぶれによるものである。製材品の梁せい210mmの試験体はプレカット形状で男木の首が240mmと比較して長いため、ほとんどの破壊形態がcであるが、梁せい240mmの試験体では破壊形態AとCが見られた。材料間での破壊形態の違いは集成材では製材品とほぼ同じ形態を示すものの、単板積層材の破壊形態はすべてD、Eであった。なお、最終的破壊は女木の木取りや材質の違いにより、どちらか一方のみが破壊する試験体がほとんどであった。

##### (2) 荷重-変位曲線

図7~12に全試験体の荷重変位曲線を示す。製材品のスギ、ベイマツでは梁せい210mm,240mmとで男木の首の形状が異なるため、梁せい240mmの試験体では210mmより最大荷重、比例上限荷重ともベイマツがスギを大きく上回った。また、製材品は比例上限を過ぎた後、最大荷重は20~40mm変位した時点で示し、女木が割裂するのに伴い荷重はあまり減少しないが、集成材では最大荷重を示した後、女木に亀裂が生じるのに伴い荷重は大きく減少していく。単板積層材では比例上限を過ぎた後、10~20mmで最大荷重となり、その後急激に荷重が減少する。単板積層材の破壊は製材品や集成材に比べ、非常に脆性的なものであった。

なお、材料間の最大耐力は試験体数は異なるものの、ヒノキ単板積層材>ベイマツ集成材>ベイマツ製材品>スギ単板積層材>スギ製材品の順であった。

#### 3.2 引張試験

プレカット加工の引張に抵抗する部位は男木の首の部分であり、今回の試験体では240と

210mmでは形状が異なり、当然のことながら210mmの試験体が高い値を示した。また、男木を2本のピンにて支持した場合、変位計1.2の方向に傾きながら変位していく。そのため、図4に示すとおりのピン2本にて男木を引っ張る場合とちょうど男木の首の中心にピンがくる場合とに男木の支持する位置を変えて行った。図13～17に荷重-変位曲線を示す。製材品は比例上限に達した時点で女木に亀裂が生じ、両端の固定された治具まで亀裂が徐々に進展する。その後亀裂が支持部で拘束され、減少していた荷重が再び上昇する形態をとる。そのため、支持の間隔により最大荷重は影響されると思われる。しかし、集成材においてはこの傾向は窺えなかった。男木を2本のピンにて引っ張った場合は男木は傾きながら引っ張られ、男木の首と女木の突き詰め部位（女木中央部位）に集中して荷重がかかる傾向が窺え、比例上限、初期剛性はほとんどの場合、2本のピンにて男木を引っ張った方が高い値となった。また、材料間での比例上限の差はベイマツ集成材>ベイマツ製材品>スギ製材品の順である。

### 3.3 せん断試験

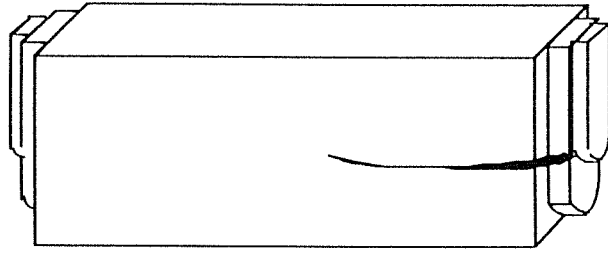
アリ形状が210mmと240mmでは異なるため、受圧面積が大きい梁せい210mmの試験体の方がスギ、ベイマツとも高い値を示し、大きくあり形状に影響されていることがわかる。各形状毎の結果、ならびにモーメントと変形角の関係を図18～21、巻末の表に示す。今回の試験では女木を固定する位置が治具の都合により、男木から100mmと接近しており、女木に生じる亀裂が拘束されたため、変形角は0.01rad,0.02radまでしか表示していない。2体の平均の比例上限で見るとベイマツ210mm>スギ210mm>ベイマツ240mm>スギ210mmとなった。また、今回の試験体はスギにおいてはすべてスギの中目材から心持ちにて採材した製材品であるが、ベイマツは当場にて製材したベイマツ平角はすべて心持ち、購入した試験材は芯去りで製材されていたため、スギにおいては低い値となった。

## 4 まとめ

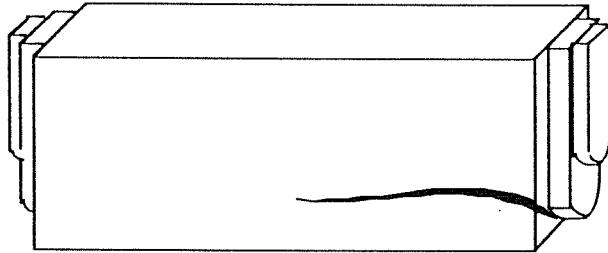
今回、材料間のプレカット加工接合耐力試験を要約すると、以下のとおりである。

1. プレカット仕口に鉛直荷重を受ける場合、その破壊形態、仕口部の変形挙動は材料間において差が生じ、製材品は最大耐力が急激に低下することなく変形していくのに対し、集成材、単板積層材の順に最大耐力は大きいものの、その破壊は脆性的なものとなり、特に単板積層材では女木の受け部の形状に配慮する必要があると思われる。
2. 引張荷重を受ける場合、プレカットのアリ形状に大きく影響を受け、アリの長さが大きく取る必要があると思われる。また、引っ張り試験を行う際、アリの受圧部分に均等に負荷される場合と女木の中央付近に集中する場合は女木の中央部位に集中する方が比例上限、初期剛性とも高い値を示した。
3. 水平力を受ける試験においてもアリ形状が大きく影響しており、アリの長い試験体ほど抵抗モーメントは大きい値であった。

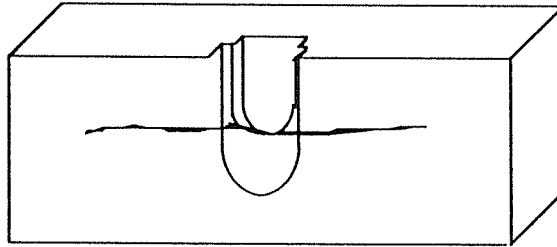
(文責：藤田 誠)



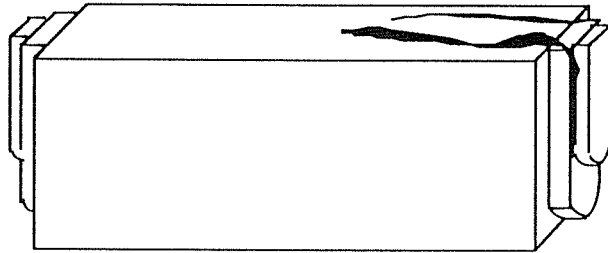
破壊形態 A (首の付け根から破壊)



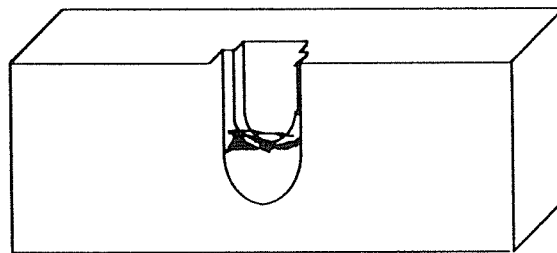
破壊形態 B (大人れの部位から破壊)



破壊形態 C (大人れの腰掛け部位から破壊)



破壊形態 D (首の側面から破壊)



破壊形態 E (大人れの腰掛け部位のつぶれ)

図6.破壊形態

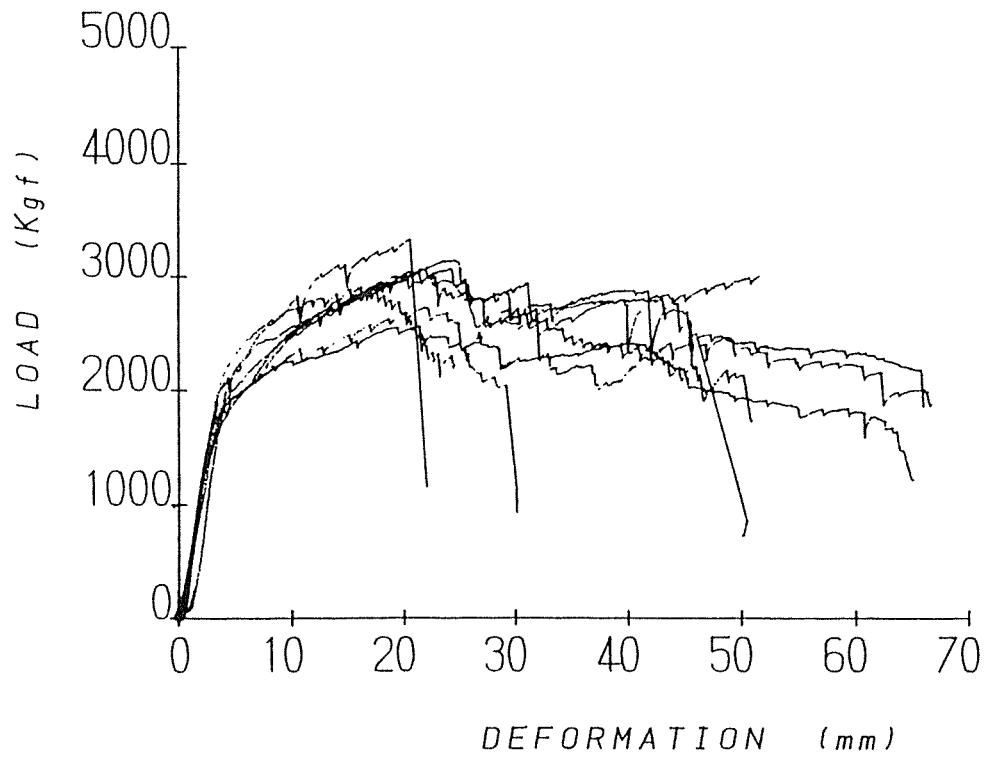


図7.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
樹種: Douglas-fir製材品 断面: 105×210mm

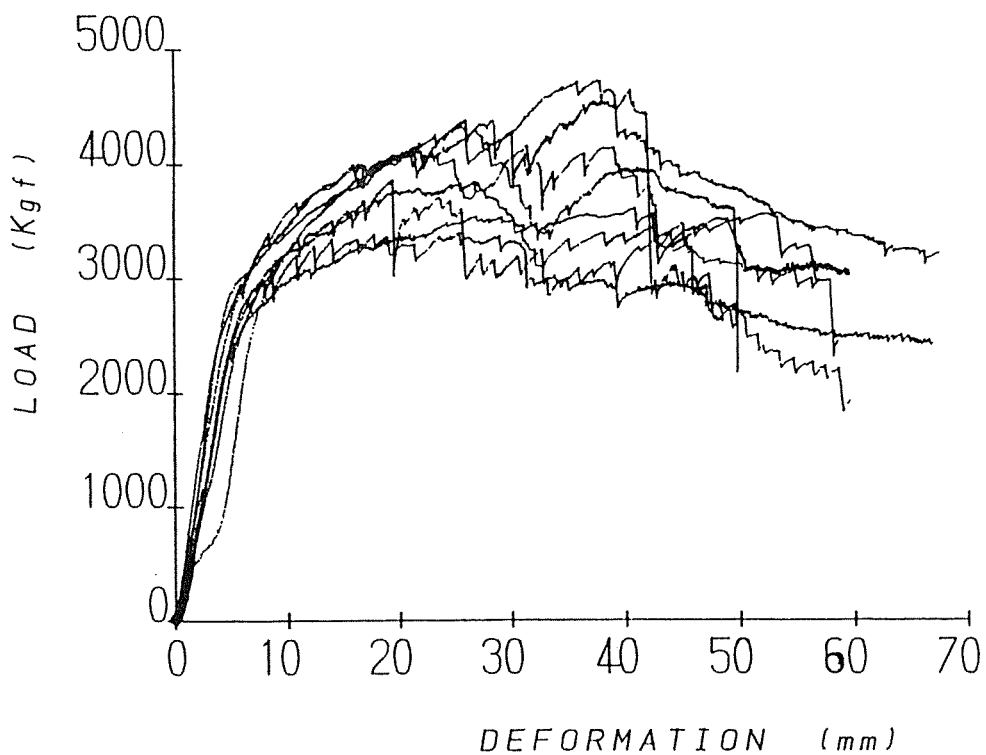


図8.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
樹種: Douglas-fir製材品 断面: 105×240mm

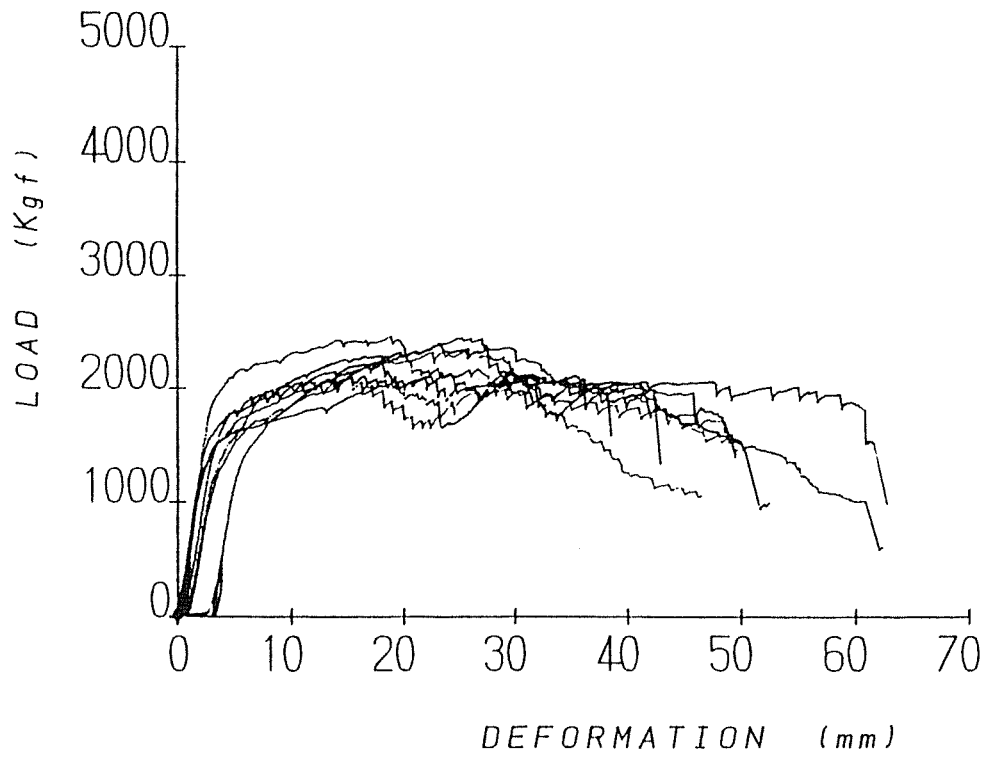


図9.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
樹種：スギ製材品 断面：105×210mm

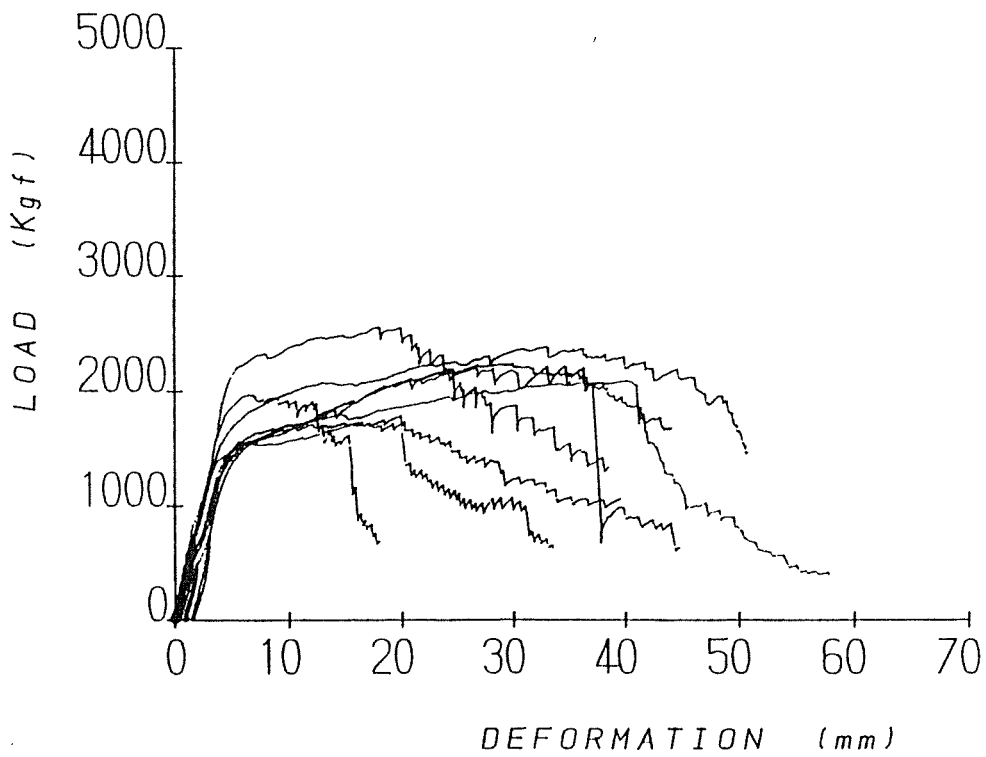


図10.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
樹種：スギ製材品 断面：105×240mm



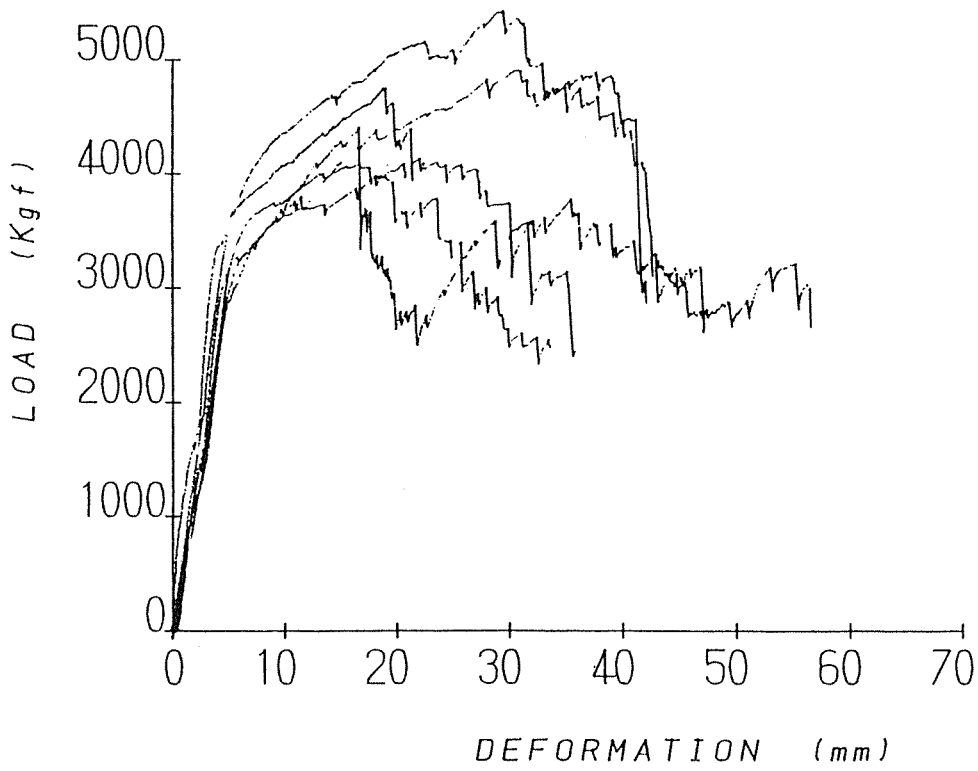


図11.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
 樹種：Douglas-fir集成材 断面：105×240mm

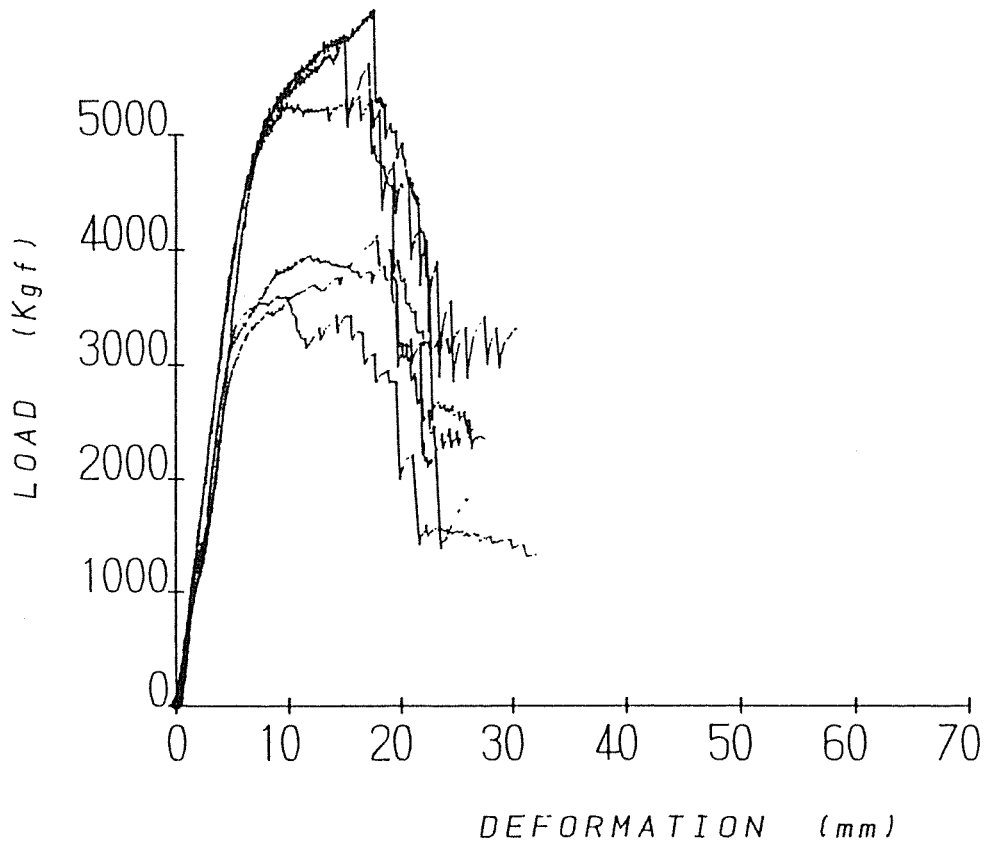


図12.荷重と変位の関係 (圧縮せん断)  
 樹種：スギ、ヒノキ単板積層材 断面：105×240mm

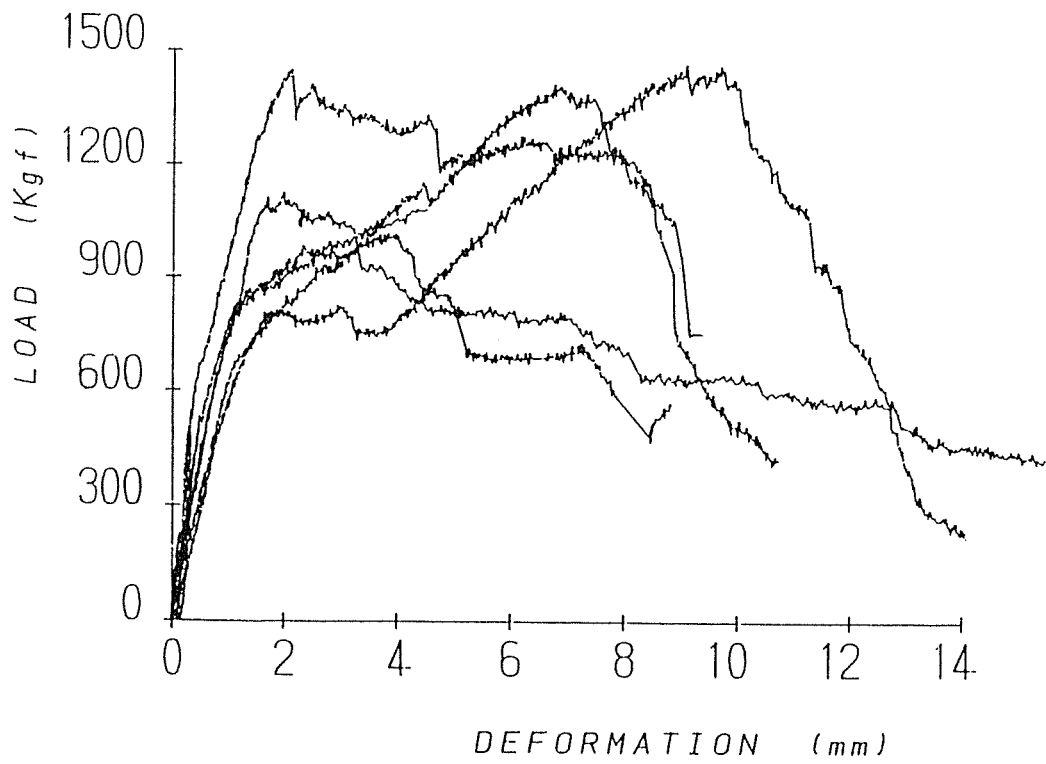


図13.荷重と変位の関係 (引張)  
 樹種 : Douglas-fir製材品 断面 : 105×210mm

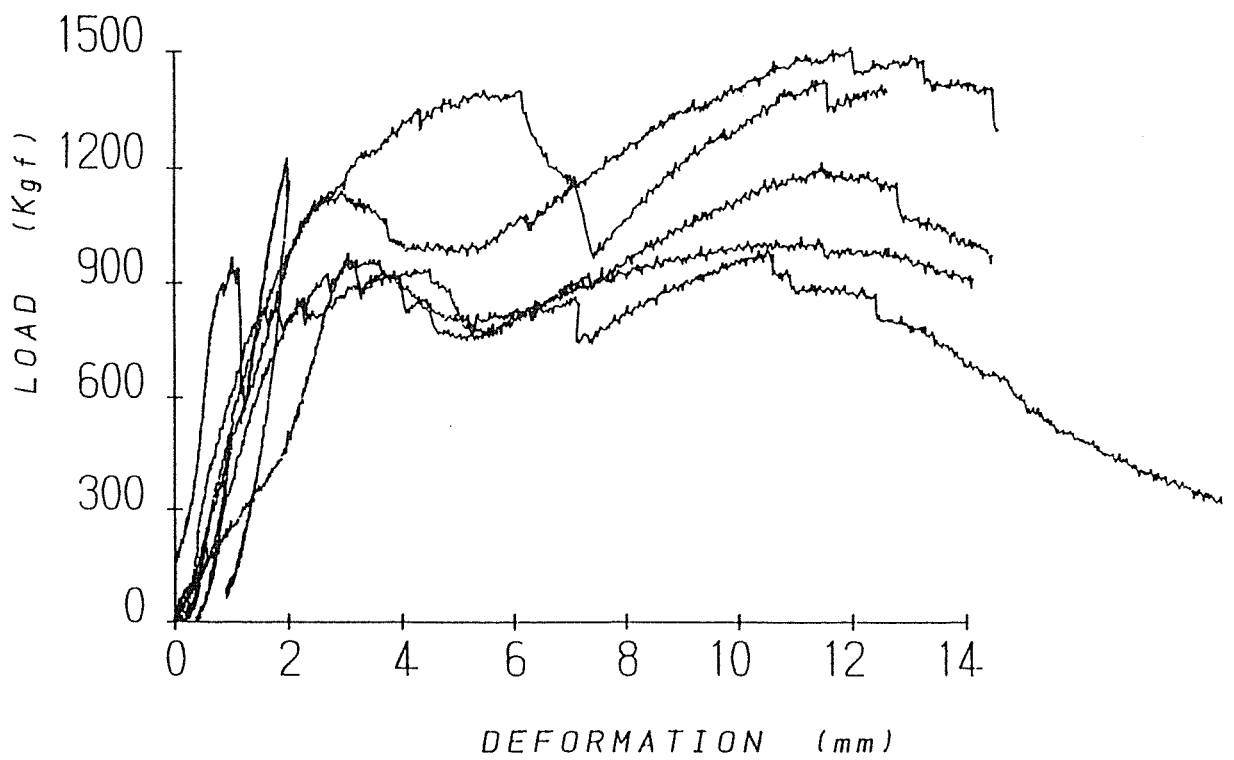


図14.荷重と変位の関係 (引張)  
 樹種 : Douglas-fir製材品 断面 : 105×240mm

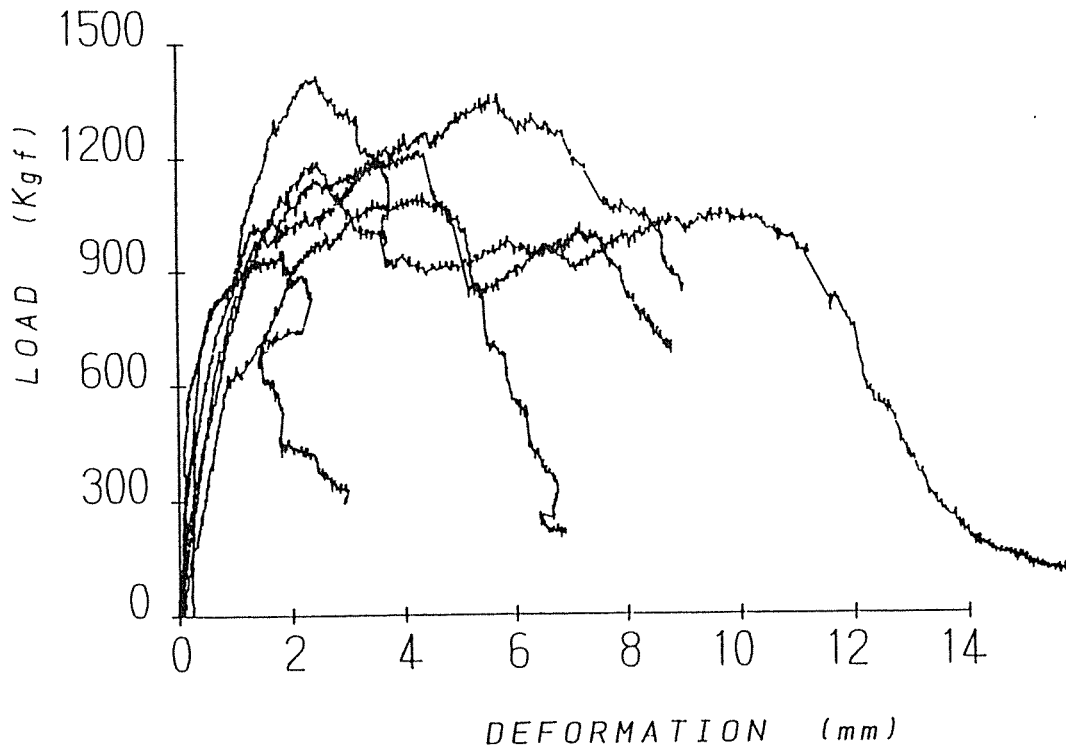


図15.荷重と変位の関係 (引張)  
樹種：スギ製材品 断面：105×210mm

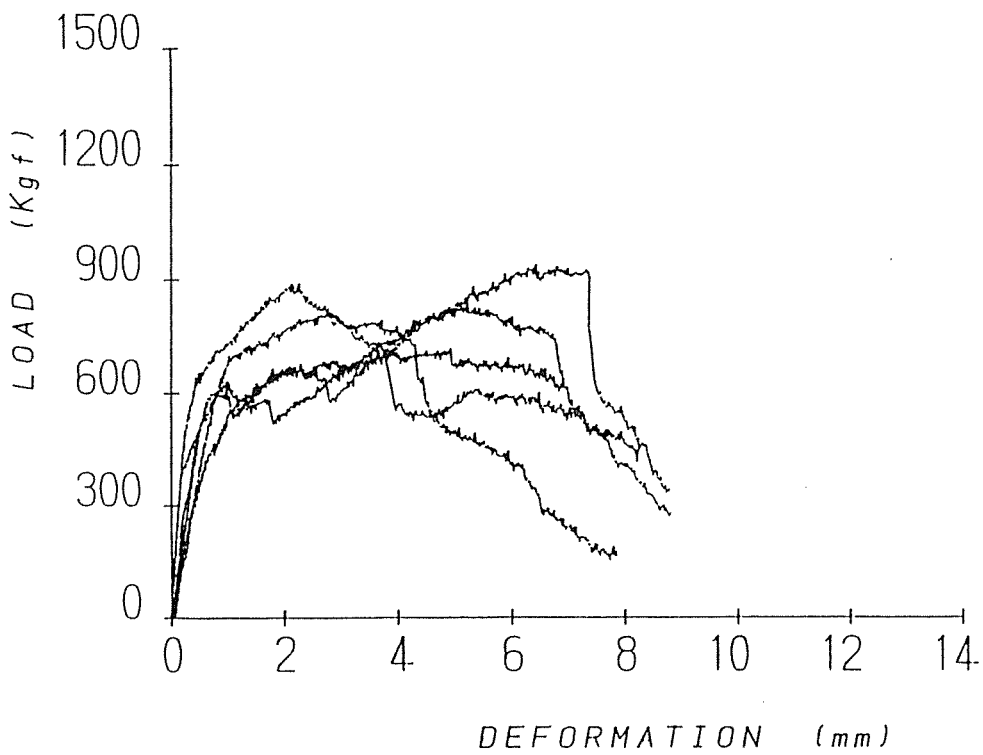


図16.荷重と変位の関係 (引張)  
樹種：スギ製材品 断面：105×240mm

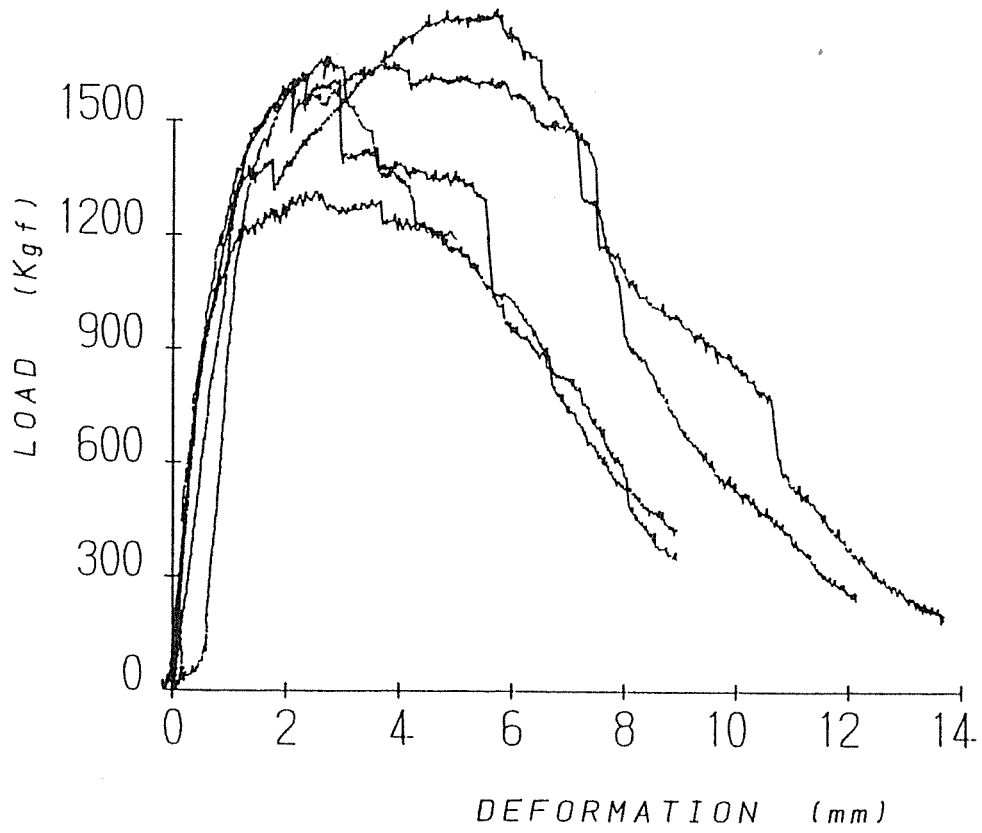


図17.荷重と変位の関係 (引張)

樹種 : Douglas-fir集成材 断面 : 105×240mm

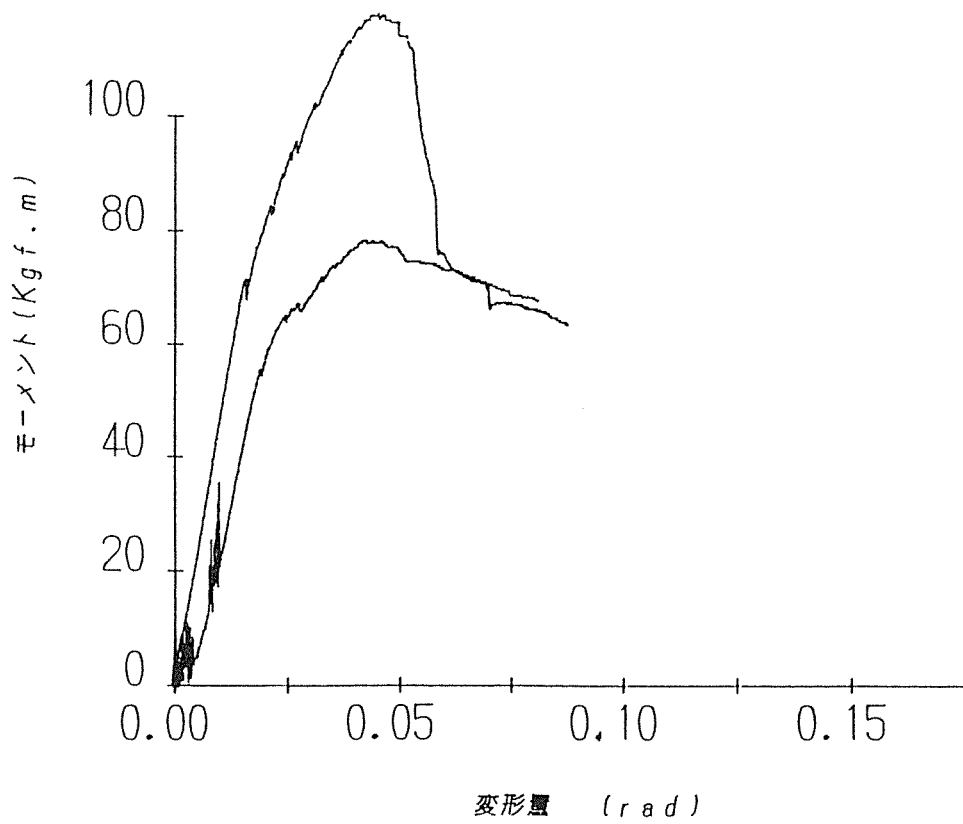


図18.荷重と変位の関係 (せん断)  
 樹種 : Douglas-fir製材品 断面 : 105×210mm

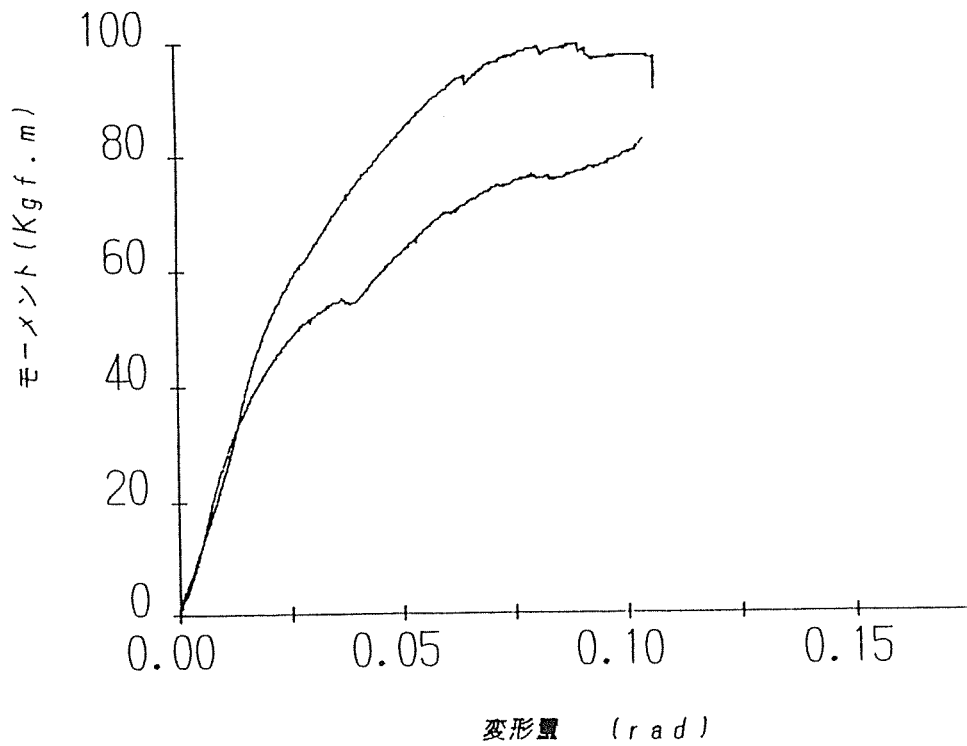


図19.荷重と変位の関係 (せん断)  
 樹種 : Douglas-fir製材品 断面 : 105×240mm

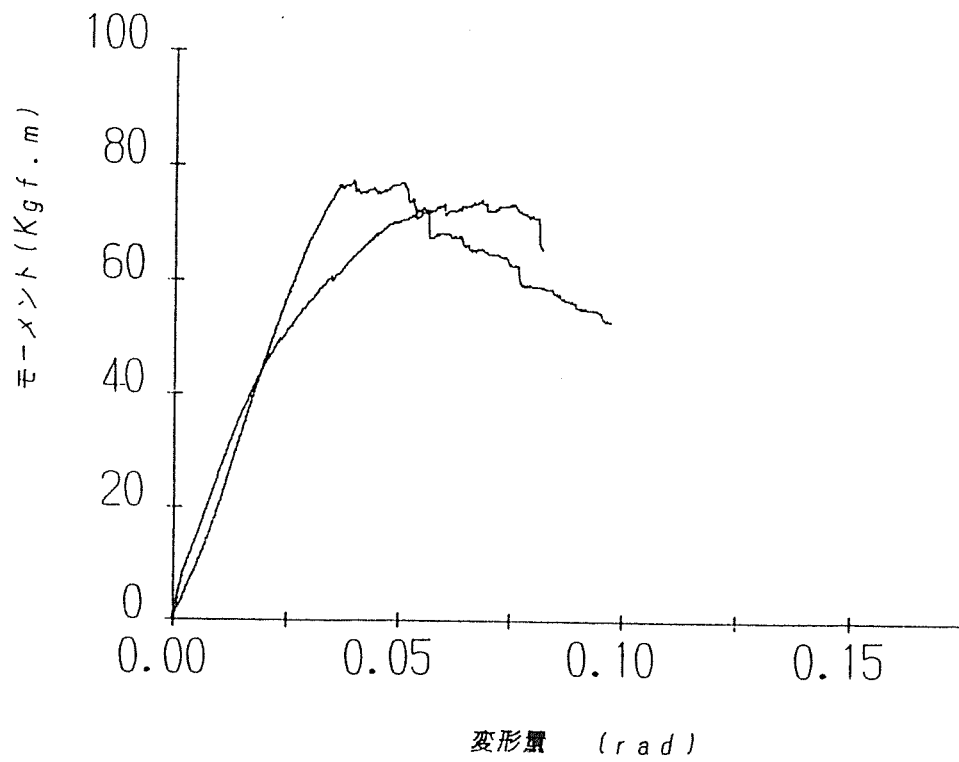


図20.荷重と変位の関係 (せん断)  
樹種：スギ製材品 断面：105×210mm

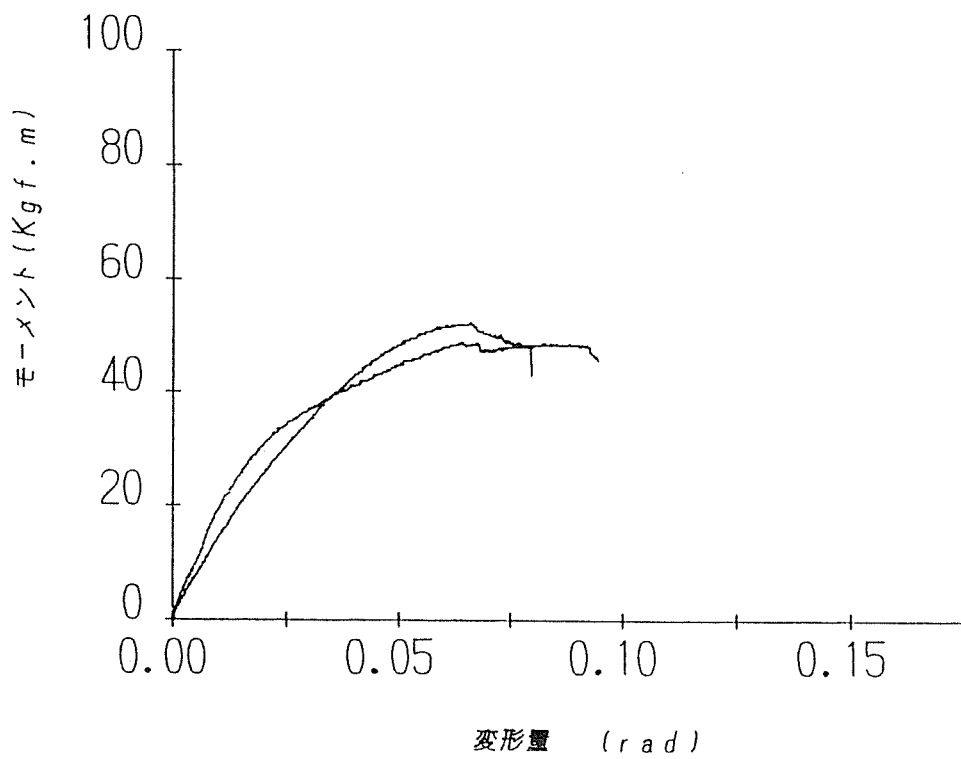


図21.荷重と変位の関係 (せん断)  
樹種：スギ製材品 断面：105×240mm

試験材	NO	男木		女木				全体の変形		仕口の変形		破壊形態						
		比重	平均年輪(mm)	比重	平均年輪(mm)	比重	平均年輪(mm)	2mm変位時 kgf	初期剛性 kgf/mm	比例上限 kgf	最大荷重 kgf	2mm変位時 kgf	A	B	C	D	E	
ハイマツ製材品 240mm	1	比重	0.492	比重	0.485	比重	0.492	765	440	2610	3863	1049						
		平均年輪(%)	16.2	平均年輪(mm)	7.14	平均年輪(mm)	5.33	15										
		含水率(%)	0.505	含水率(%)	17.4	含水率(%)	15											
	2	比重	0.505	比重	0.57	比重	0.579	523	347	2812	4795	593						
		平均年輪(%)	16.4	平均年輪(mm)	7.31	平均年輪(mm)	8	8										
		含水率(%)	0.496	含水率(%)	15.8	含水率(%)	17.9											
	3	比重	0.496	比重	0.501	比重	0.502	1122	536	2823	4165	1501						
		平均年輪(%)	16	平均年輪(mm)	6.45	平均年輪(mm)	5.68	15.4										
		含水率(%)	0.572	含水率(%)	18.3	含水率(%)	15.4											
	4	比重	0.572	比重	0.488	比重	0.482	863	471	2603	3401	1170						
		平均年輪(%)	19	平均年輪(mm)	7.27	平均年輪(mm)	5.58	14.9										
		含水率(%)	0.658	含水率(%)	15.9	含水率(%)	14.9											
	5	比重	0.658	比重	0.482	比重	0.454	1115	628	2842	4222	1822						
		平均年輪(%)	15.2	平均年輪(mm)	6.13	平均年輪(mm)	6.21	15.3										
		含水率(%)	0.647	含水率(%)	15.2	含水率(%)	15.3											
	6	比重	0.647	比重	0.496	比重	0.477	1385	616	2229	4550	1945						
		平均年輪(%)	15	平均年輪(mm)	7.41	平均年輪(mm)	6.56	16.4										
		含水率(%)	0.573	含水率(%)	15	含水率(%)	16.4											
	7	比重	0.573	比重	0.412	比重	0.405	986	466	2463	3548	1284						
		平均年輪(%)	16.1	平均年輪(mm)	6.97	平均年輪(mm)	8.22	15.4										
		含水率(%)	0.512	含水率(%)	14.2	含水率(%)	15.4											
	8	比重	0.512	比重	0.485	比重	0.479	813	507	2616	3848	1249						
		平均年輪(%)	15.3	平均年輪(mm)	5.6	平均年輪(mm)	6.33	15.5										
		含水率(%)	15.3	含水率(%)	14.6	含水率(%)	15.5											
AVE						946.5	501.375	2624.75	4041.5	1326.625								
ハイマツ製材品 210mm	1	比重	0.335	比重	0.422	比重	0.421	1210	587	1505	2735	1450						
		平均年輪(%)	12.3	平均年輪(mm)	6.86	平均年輪(mm)	6.64	12.9										
		含水率(%)	0.494	含水率(%)	12.7	含水率(%)	12.9											
	2	比重	0.494	比重	0.466	比重	0.429	993	501	1984	3005	1250						
		平均年輪(%)	12.3	平均年輪(mm)	7	平均年輪(mm)	5.75	11.5										
		含水率(%)	0.424	含水率(%)	13	含水率(%)	11.5											
	3	比重	0.424	比重	0.47	比重	0.465	1115	605	2038	2908	1387						
		平均年輪(%)	12.4	平均年輪(mm)	4.83	平均年輪(mm)	6.14	14.6										
		含水率(%)	0.416	含水率(%)	12.4	含水率(%)	14.6											
	4	比重	0.416	比重	0.412	比重	0.392	1202	607	1900	3334	1387						
		平均年輪(%)	11.7	平均年輪(mm)	5.86	平均年輪(mm)	5.02	12.5										
		含水率(%)	0.461	含水率(%)	11.6	含水率(%)	12.5											
	5	比重	0.461	比重	0.403	比重	0.406	578	503	1783	3081	736						
		平均年輪(%)	12.6	平均年輪(mm)	5.02	平均年輪(mm)	5.38	12.2										
		含水率(%)	0.419	含水率(%)	12.4	含水率(%)	12.2											
	6	比重	0.419	比重	0.431	比重	0.422	1126	591	1521	3158	1369						
		平均年輪(%)	12.8	平均年輪(mm)	5.06	平均年輪(mm)	5.41	11.8										
		含水率(%)	0.48	含水率(%)	12.3	含水率(%)	11.8											
	7	比重	0.48	比重	0.432	比重	0.459	1257	598	1663	2567	1238						
		平均年輪(%)	12.5	平均年輪(mm)	6.32	平均年輪(mm)	8.22	11.8										
		含水率(%)	0.491	含水率(%)	12.4	含水率(%)	11.8											
	8	比重	0.491	比重	0.452	比重	0.453	1168	586	1389	3074	1358						
		平均年輪(%)	12.5	平均年輪(mm)	5.67	平均年輪(mm)	5.91	12.6										
		含水率(%)	12.5	含水率(%)	12.7	含水率(%)	12.6											
AVE						1081.125	572.25	1722.875	2982.75	1271.875								

試験材	NO	男木				女木				全体の變形				仕口の變形				破壊形態							
		比重	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
スギ製材品 240mm	1	0.35	5.2	14.2	0.388	0.39	655.5	310	1367	2234	688														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	2	0.346	11.1	0.333	4.43	0.401	656	366	1440	2091	908														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	3	0.414	12	0.363	4.46	0.36	589	269	1376	2218	697														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	4	0.411	10.7	0.335	4.84	0.442	926	405	2019	2554	1061														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
5	0.346	17.1	0.342	14.1	0.32	773	357	1604	2389	877															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
6	0.335	12.1	0.342	14.1	0.353	803	388	1381	1789	1002															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
7	0.341	11.9	0.304	13.8	0.337	848	348	1708	1975	997															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
8	0.341	10.9	0.361	11.7	0.32	200	256	1353	1785	488															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
AVE						681.3125	337.375	1531	2129.375	839.75															
スギ製材品 210mm	1	0.406	3.87	11.1	0.379	0.351	1307	573	1876	2464	1553														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	2	0.369	10.7	0.365	4.85	0.367	1270	610	1467	2114	1370														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	3	0.365	10.5	0.387	5.12	0.369	603	422	1432	2410	385														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
	4	0.387	14.2	0.387	11.3	0.457	523	372	1174	2086	633														
		平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D
5	0.438	5.1	11.7	4.42	0.376	814	447	1568	2372	1063															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
6	0.391	6.39	0.391	4.1	0.427	172	172	1333	2459																
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
7	0.345	11.9	0.387	13	0.362	1118	543	1281	2218	1320															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
8	0.42	14	0.361	11.4	0.382	1199	610	1346	2186	1053															
	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	平均年輪(mm)	含水率(%)	比量	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	初期剛性	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	最大荷重	2mm変位時	A	B	C	D	E
AVE						976.2857	468.625	1434.625	2288.625	1053.8571															



試験材	NO	男木		女木		全体の变形			仕口の变形			破壊形態							
		比重	平均年輪(mm)	比重	平均年輪(mm)	kgf	2mm変位時	初期剛性	kgf/mm	比例上限	kgf	最大荷重	kgf	2mm変位時	A	B	C	D	E
ハイマツ集成材 240mm	1	0.524	比重	0.545	比重	0.553	kgf	1648	823	3346	4758	1589							
		12.6	平均年輪(mm)	12.5	平均年輪(mm)	12.2	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	2	0.534	比重	0.507	比重	0.513	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		12.4	平均年輪(mm)	11.9	平均年輪(mm)	12.2	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	3	0.518	比重	0.506	比重	0.52	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		12.5	平均年輪(mm)	12	平均年輪(mm)	12.9	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
4	0.517	比重	0.537	比重	0.567	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
	12.7	平均年輪(mm)	12.3	平均年輪(mm)	12.5	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
5	0.483	比重	0.534	比重	0.548	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
	11.1	平均年輪(mm)	12.7	平均年輪(mm)	12.5	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
6	0.521	比重	0.573	比重	0.545	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
	13.4	平均年輪(mm)	11.1	平均年輪(mm)	12.6	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf				
AVE																			
スギLVL 240mm	1	0.506	比重	0.533	比重	0.487	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		12.9	平均年輪(mm)	14.9	平均年輪(mm)	13.1	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	2	0.5	比重	0.501	比重	0.509	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		13	平均年輪(mm)	14.5	平均年輪(mm)	13	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	3	0.485	比重	0.484	比重	0.508	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		13.2	平均年輪(mm)	13.7	平均年輪(mm)	13.2	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
AVE																			
ヒノキLVL 240mm	5	0.535	比重	0.559	比重	0.574	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		11.6	平均年輪(mm)	11.9	平均年輪(mm)	12.5	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	6	0.604	比重	0.551	比重	0.557	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		12.7	平均年輪(mm)	12.6	平均年輪(mm)	13.7	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
	7	0.535	比重	0.551	比重	0.569	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
		11.7	平均年輪(mm)	12.4	平均年輪(mm)	11.7	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf	2mm変位時	初期剛性	比例上限	最大荷重	kgf			
AVE																			

T型引張試験結果一覧表

試験体NO	男木			女木			最大荷重 (kg f)	比例上限荷重 (kg f)	直線域の傾き (kg f/mm)	1mm変位時 (kg f)	2mm変位時 (kg f)					
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率						a	b	c	d	e
TD2101	0.45	0.62	10.48	0.47	0.49	10.96	1126	749	749	906	0.30	0.00	0.56	0.00	0.00	
TD2102	0.42	0.52	10.77	0.41	0.52	11.19	1125	1014	741	1092	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
TD2103	0.48	0.51	10.37	0.43	0.57	10.72	1017	750	791	925	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	
AVE	0.45	0.55	10.54	0.43	0.53	10.96	1089	838	760	974						
TD2104	0.46	0.59	10.16	0.40	0.52	11.15	1414	660	621	849	0.45	0.00	1.00	0.00	0.45	
TD2105	0.41	0.58	10.96	0.41	0.58	11.20	1468	746	583	800	0.30	0.00	0.45	0.00	0.00	
TD2106	0.48	0.52	10.32	0.44	0.63	10.75	1448	1120	972	1438	0.55	0.00	0.50	0.00	0.35	
AVE	0.45	0.56	10.48	0.41	0.58	11.03	1443	842	725	1029						
TD2401	0.41	0.22	11.48	0.56	0.69	12.54	1229	822	642	1169	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	
TD2402	0.42	0.25	11.92	0.47	0.69	11.73	991	852	253	501	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TD2403	0.49	0.23	11.94	0.69	0.55	11.79	1515	1026	505	979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AVE	0.44	0.23	11.78	0.57	0.64	12.02	1245	900	467	883						
TD2404	0.46	0.20	12.24	0.55	0.60	11.87	1216	798	387	804	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TD2405	0.41	0.22	11.63	0.55	0.69	11.87	1022	744	621	816	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TD2406	0.50	0.21	11.76	0.56	0.82	12.18	1430	1059	562	987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AVE	0.46	0.21	11.88	0.55	0.70	11.97	1223	867	523	869						
TS2101	0.36	0.45	10.75	0.39	0.46	10.95	1221	935	644	1019	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	
TS2102	0.35	0.58	10.45	0.39	0.53	10.62	1192	951	690	1014	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	
TS2103	0.39	0.62	10.12	0.39	0.54	9.70	1371	933	811	993	0.30	0.00	0.65	0.00	0.00	
AVE	0.37	0.55	10.44	0.39	0.51	10.42	1261	940	715	1009						
TS2104	0.39	0.40	9.63	0.39	0.27	10.80	1108	574	597	739	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	
TS2105	0.31	0.55	10.80	0.35	0.78	10.81	955	544	607	824	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
TS2106	0.44	0.61	10.04	0.33	0.61	11.11	802	736	802	1029	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	
AVE	0.38	0.52	10.16	0.36	0.55	10.91	955	618	669	864						

	男木			女木			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)	1mm変位時 (k g f)	2mm変位時 (k g f)	a	b	c	d	e
	比重	年輪幅	含水率	比重	年輪幅	含水率										
TS2401	0.35	0.53	12.39	0.35	0.54	11.87	822	619	546	713	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TS2402	0.34	0.45	12.17	0.37	0.51	12.55	936	574	583	603	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
TS2403	0.41	0.52	9.34	0.35	0.39	10.38	889	607	675	815	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AVE	0.37	0.50	11.30	0.36	0.48	11.60	882	600	601	710						
TS2404	0.42	0.49	9.31	0.34	0.41	11.93	830	519	576	559	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	
TS2405	0.33	0.55	9.65	0.34	0.64	9.97	716	448	435	577	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TS2406	0.40	0.58	12.13	0.40	0.51	10.09	1058	720	670	864	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AVE	0.38	0.54	10.36	0.36	0.52	10.66	868	562	560	667						
TG2401	0.51		11.46	0.51		11.52	1376	959	879	1193	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TG2403	0.52		11.27	0.52		11.43	1804	1276	837	1372	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
AVE	0.51		11.37	0.52		11.48	1590	1118	858	1283						
TG2404	0.55		10.52	0.52		11.58	1659	1288	1035	1469	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TG2405	0.49		10.57	0.52		12.74	1674	1326	412	1290	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	
TG2406	0.50		11.25	0.54		11.62	1611	1353	852	1366	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	
AVE	0.51		10.78	0.52		11.98	1648	1322	766	1375						

L型せん断試験結果一覧表

試験体NO	男木		女木		比例上限荷重 kg f・m	直線域の傾き kg f・m/rad	0.01rad変位時 (kg f・m)	0.02rad変位時 (kg f・m)
	比重	含水率	年輪幅	含水率				
LD2101	0.62	11.65	0.57	11.93	95	4421	47	81
LD2102	0.47	11.39	0.51	11.02	59	2770	22	57
AVE	0.55	11.52	0.54	11.48	77	3596	34	69
LD2401	0.40	11.47	0.21	11.80	70	2106	24	50
LD2402	0.40	11.58	0.22	12.64	47	2089	26	43
AVE	0.40	11.53	0.22	12.22	58	2098	25	47
LS2101	0.34	9.69	0.56	11.53	70	2310	20	46
LS2102	0.33	9.25	0.59	11.42	52	1991	26	46
AVE	0.33	9.47	0.58	11.48	61	2151	23	46
LS2401	0.37	9.60	0.54	9.86	32	1515	19	30
LS2402	0.34	9.87	0.24	9.62	41	1073	14	26
AVE	0.35	9.74	0.39	9.74	36	1294	17	28

## 1 目的・実験概要

近年、新しいタイプの接合金物が多数考案され、その一部は市販され、施工現場においても使用されている。

しかしこれらの接合金物の強度性能は、あらゆる使用条件下において、すべて明らかにされているとは言えないのが現状である。

昨年の阪神・淡路大震災を期に、比較的多用されている接合金物についてその強度性能を確認・把握しておくことは、これからの木質構造の耐震性向上を考える時、喫緊の課題となっている。

ここでは、テナンビーム〔(株)カナイ社製〕およびクレテック〔(株)タツミ社製〕の2種類の梁受け金物について性能確認実験を行った。実験の概要を以下に述べる。

### ★実験の種類について

- ① 梁－柱接合部のせん断実験
- ② 梁－梁接合部のせん断実験
- ③ 梁－梁接合部の引張実験

### ★実験パラメータ

- ① については、金物の種類（テナンビーム、クレテック）、供試材の樹種（スギ、米マツ）、加力方向（正、逆）、加力形式（単調載加、片振り繰り返し）であり同一形式試験体の繰り返し数は3とした。

合計 48 体

- ② については、金物の種類（テナンビーム、クレテック）、供試材の樹種（スギ、米マツ）、加力方向（正、逆）、加力形式（単調載加、片振り繰り返し）であり同一形式試験体の繰り返し数は3とした。

合計 48 体

- ③ については、金物の種類（テナンビーム、クレテック）、供試材の樹種（スギ、米マツ）、加力形式（単調載加、片振り繰り返し）であり同一形式試験体の繰り返し数は3とした。

合計 24 体

総試験体数は、120（48＋48＋24）体である。

## 2.試験体

作成した120体の試験体名を以下に記す。

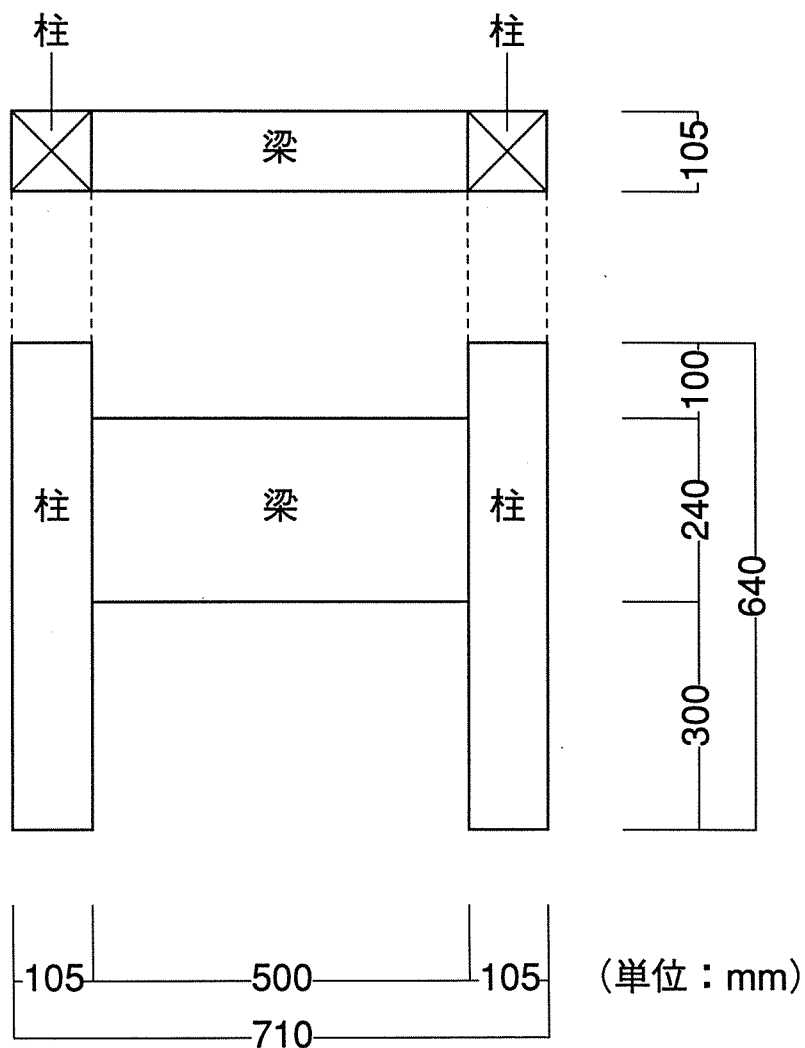
### 試験体名の説明

AorB	SorD	CBC,BBC,BBT	1~3, 4~6	NorR
金物の種類 A(テナンビーム) B(クレツテク)	材の種類 S(スギ) D(米マツ)	1文字目：支持状態 C;柱(column) B;梁(beam) 2文字目：加力を受ける材 B;梁(beam) 3文字目：実験法 C;せん断実験(shear) T;引張実験(tension) CBC (柱-梁せん断実験) BBC (梁-梁せん断実験) BBT (梁-梁引張実験)	シリーズ中の数 載荷方法の違い 1~3 (単調載荷) 4~6 (繰り返し載荷)	せん断実験のみ 金物に対する加 力方向 N(せん断実験) R(逆せん断実験)

2-1. 試験体図・寸法

柱-梁せん断（逆せん断）試験体の形状を以下に示す。

梁：105×240×500mm  
柱：105×105×640mm

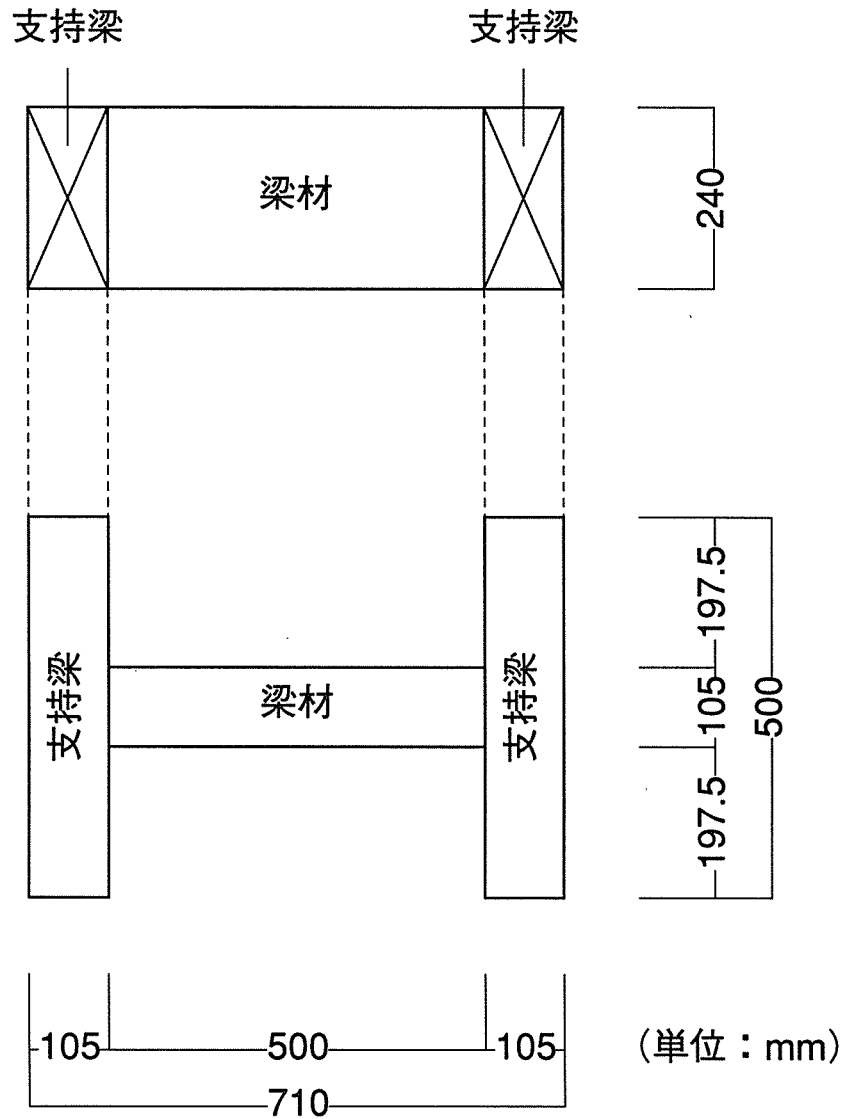


柱-梁せん断（逆せん断）試験体

樹種2（スギ、ベイマツ）×個数6×2×金物2＝48体

梁-梁せん断（逆せん断）試験体の形状を以下に示す。

支持梁：105×240×500mm  
梁材：105×240×500mm



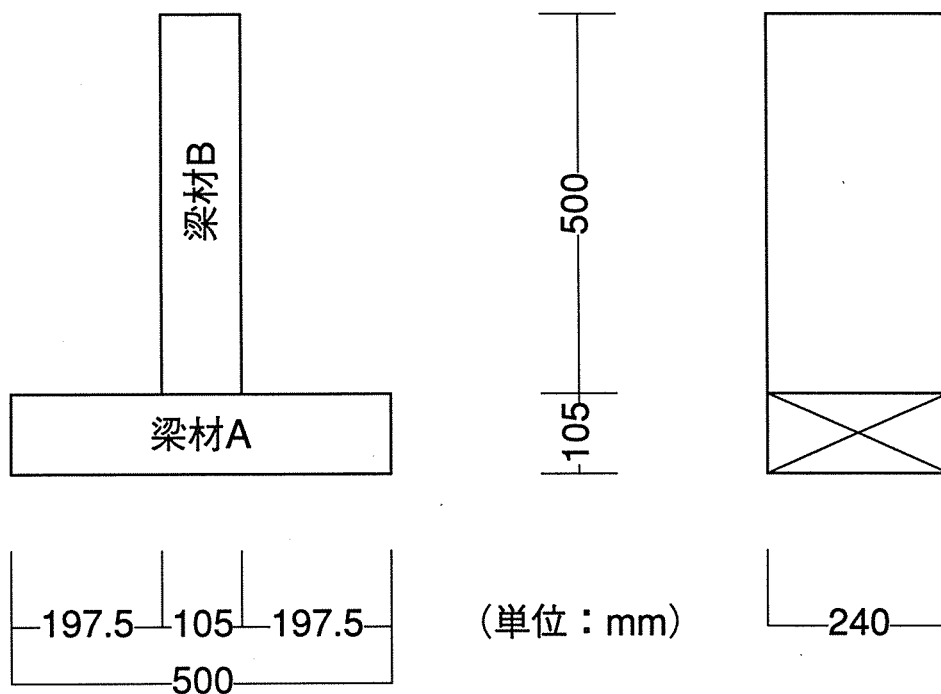
梁-梁せん断（逆せん断）試験体図

樹種2（スギ,ベイマツ）×個数6×2×金物2＝48体



梁-梁引張試験体の形状を以下に示す。

梁材：105×240×500mm



梁-梁引張試験体図

樹種2（スギ,ベイマツ）×個数6×金物2＝24体

## 2-2. 供試材の材料的性質

試験体を使用したスギ材およびベイマツ材の含水率は高周波式含水率計で測定した。実験時の含水率は、最高48%、最低15%、平均28%であった。各試験体シリーズごとの供試材の比重を以下に示す。

柱－梁せん断（逆せん断）試験体シリーズの比重

材種	部材名	比重
スギ (S)	柱	0.479
	梁	0.412
米マツ (D)	柱	0.540
	梁	0.591

梁－梁せん断（逆せん断）試験体シリーズの比重

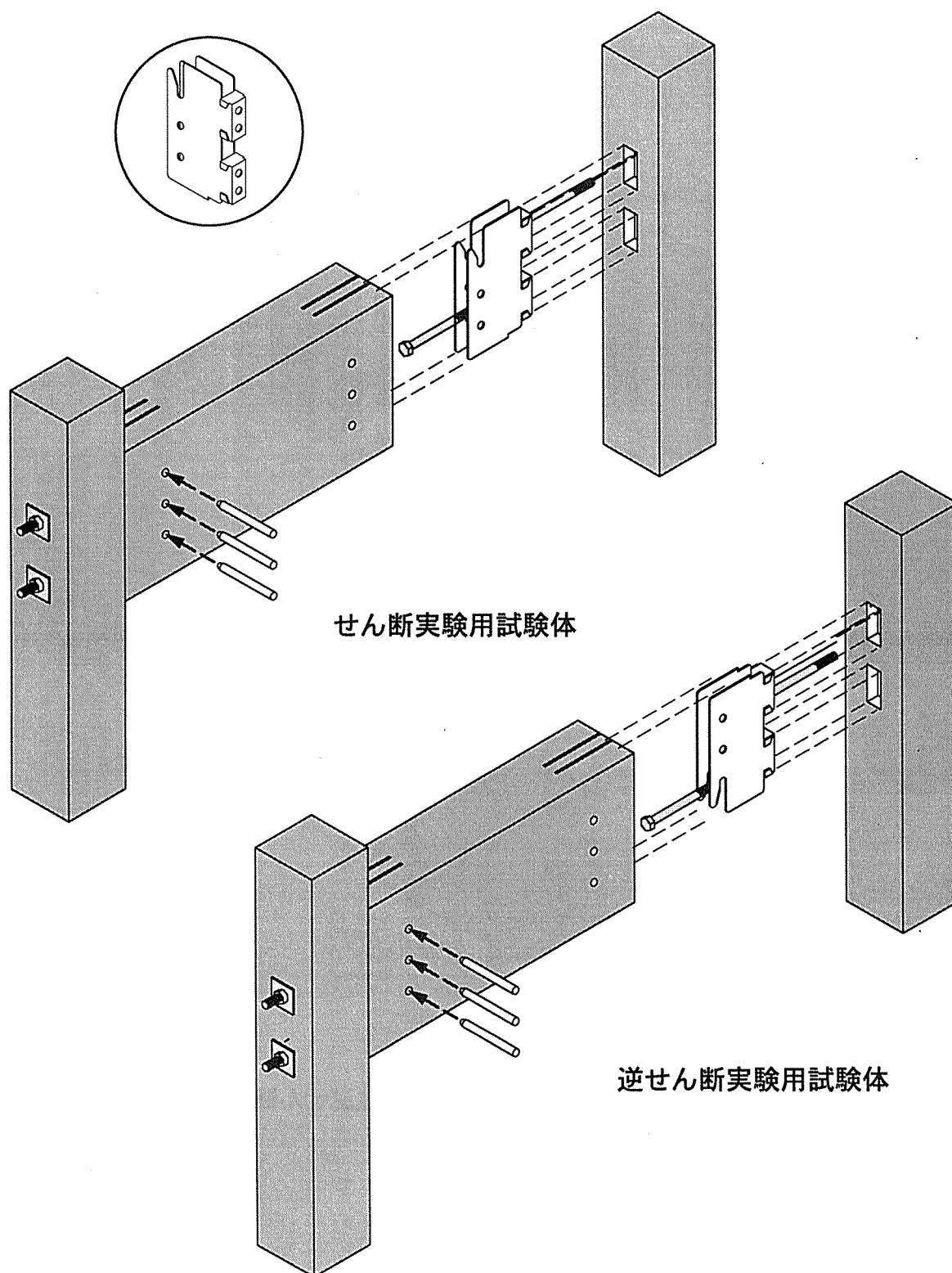
材種	部材名	比重
スギ (S)	支持梁	0.438
	梁	0.444
米マツ (D)	支持梁	0.484
	梁	0.437

梁－梁引張試験体シリーズの比重

材種	部材名	比重
スギ (S)	支持梁	419
	梁	367
米マツ (D)	支持梁	4.83
	梁	5.43

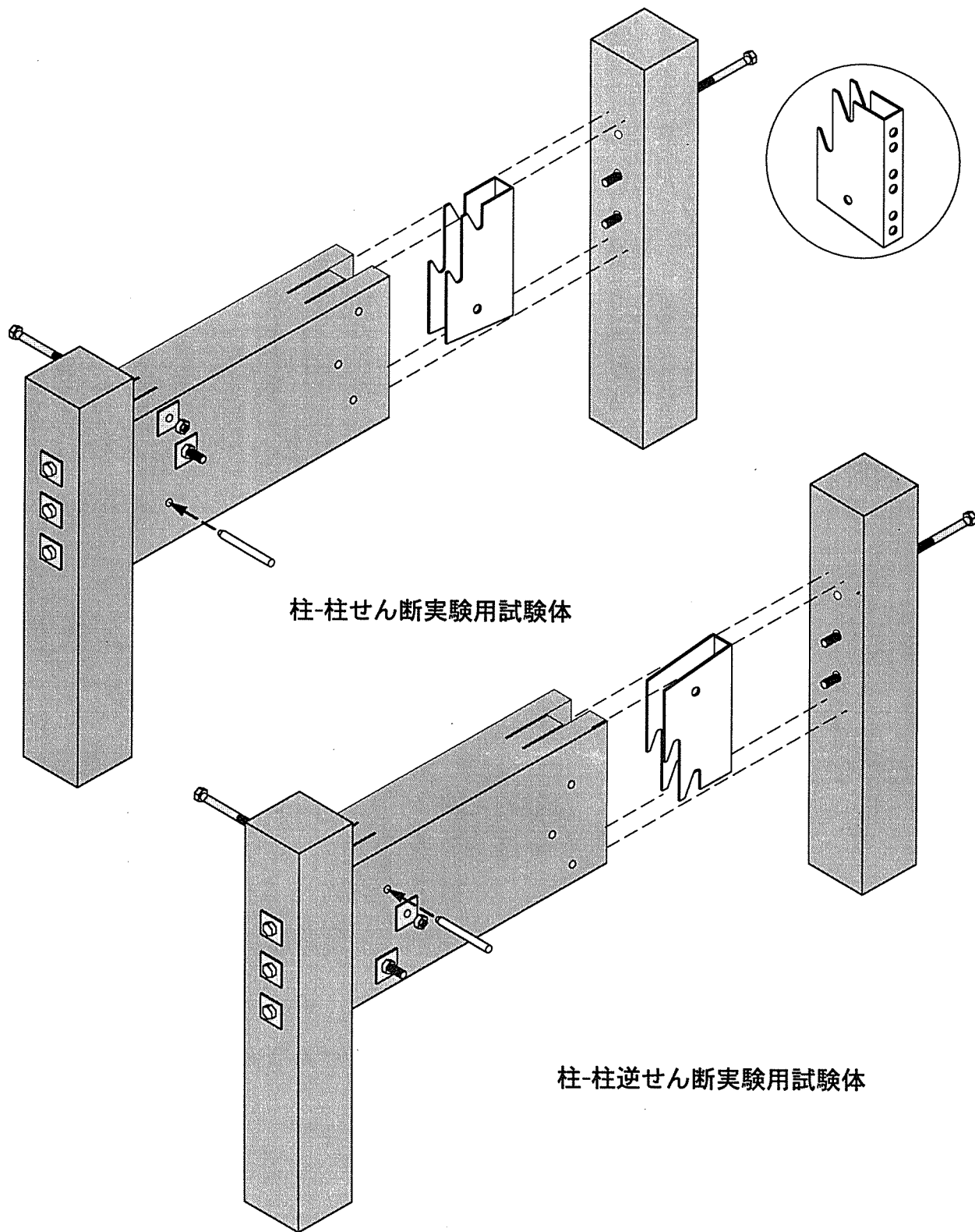
### 2-3. 金物・接合具図

Aタイプ（テナンビーム）の組立図を以下に示す。



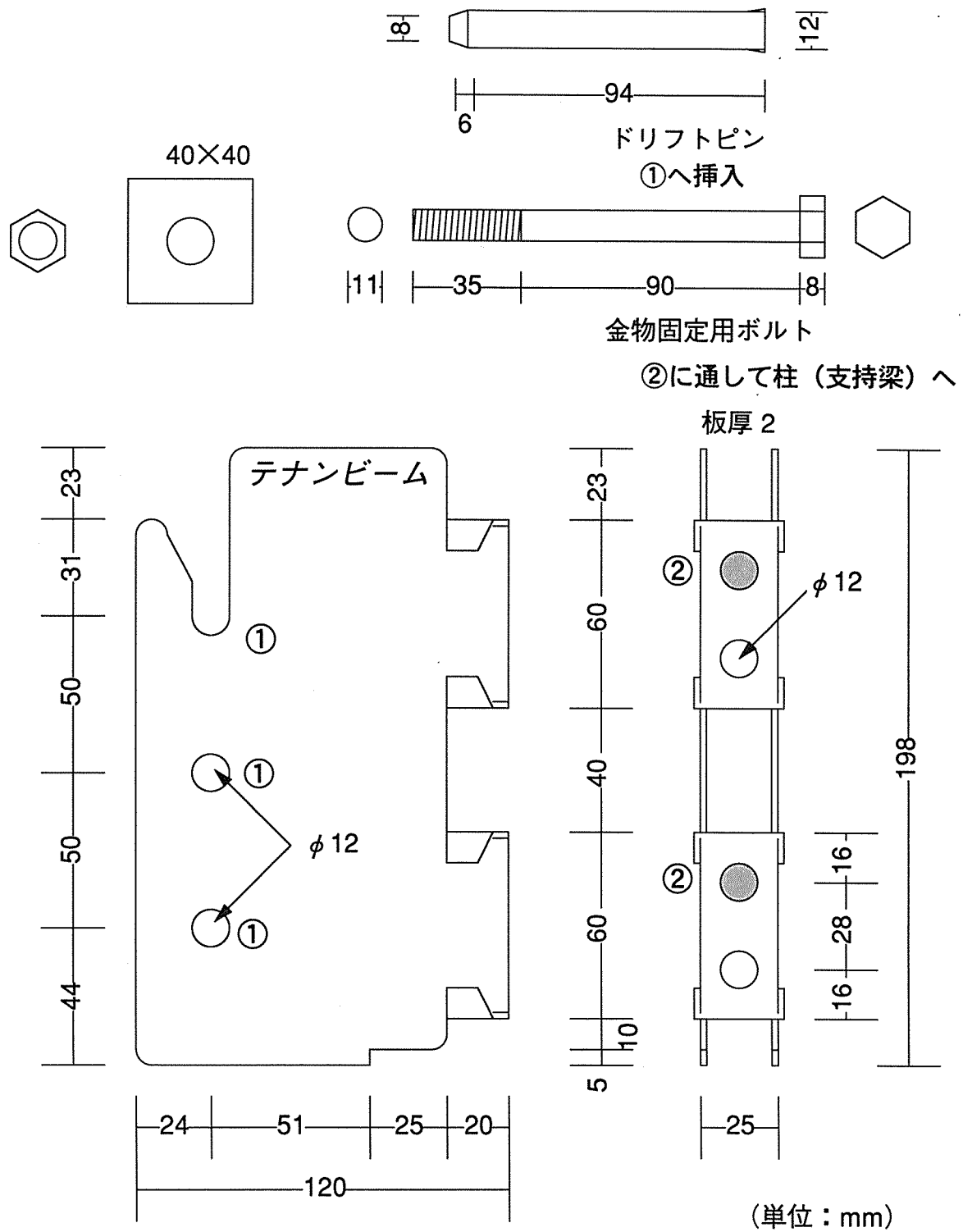
Aタイプ（テナンビーム）試験体詳細図

Bタイプ（クレテック）の組立図を以下に示す。



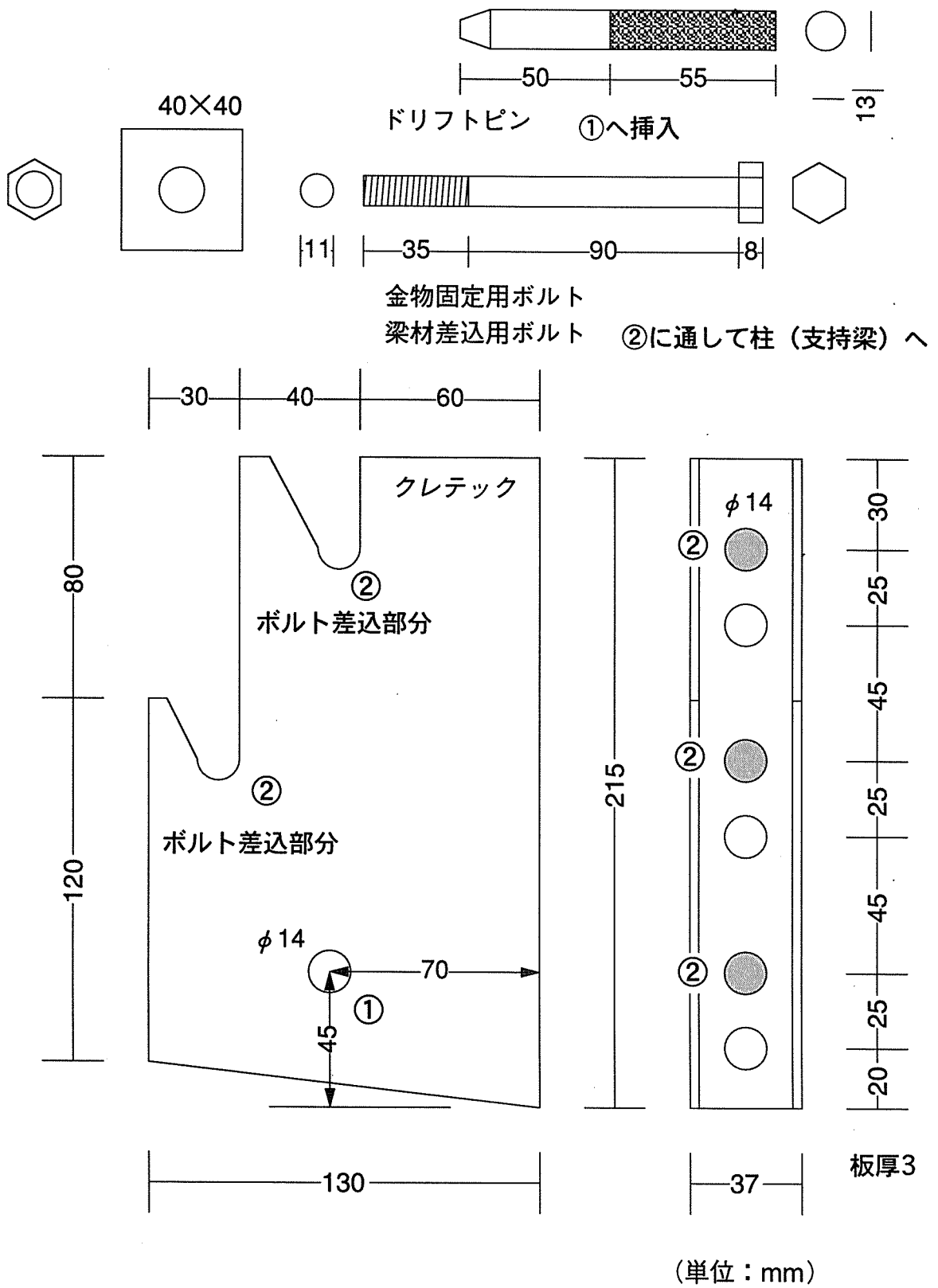
Bタイプ（クレテック）試験体接合部詳細図

Aタイプ金物（テナンビーム）の詳細図を以下に示す。



Aタイプ（テナンビーム）金物詳細図

Bタイプ金物（テナンビーム）の詳細図を以下に示す。



Bタイプ（クレテック）金物詳細図

### 3.実験方法

#### 柱—梁せん断（逆せん断）実験

100ton圧縮試験機にH鋼を敷き実験を行った。図は、3-1.加力方法および変位測定位置で示す。

試験体ナンバー1～3の荷重方法は単調荷重に、試験体ナンバー4～6の荷重方法は繰り返し荷重とした。繰り返し荷重は単調荷重の最大荷重を参考にし、その20%、40%、60%、80%の4回の繰り返し荷重を行った。

#### 梁—梁せん断（逆せん断）実験

100ton圧縮試験機にH鋼を敷き実験を行った。実験の途中で支持梁同士が梁材に引き込まれ、傾いたので支持梁の合間に鋼棒を入れる。図は、3-1.加力方法および変位測定位置で示す。

試験体ナンバー1～3の荷重方法は単調荷重に、試験体ナンバー4～6の荷重方法は繰り返し荷重とした。繰り返し荷重は単調荷重の最大荷重を参考にし、その20%、40%、60%、80%の4回の繰り返し荷重を行った。

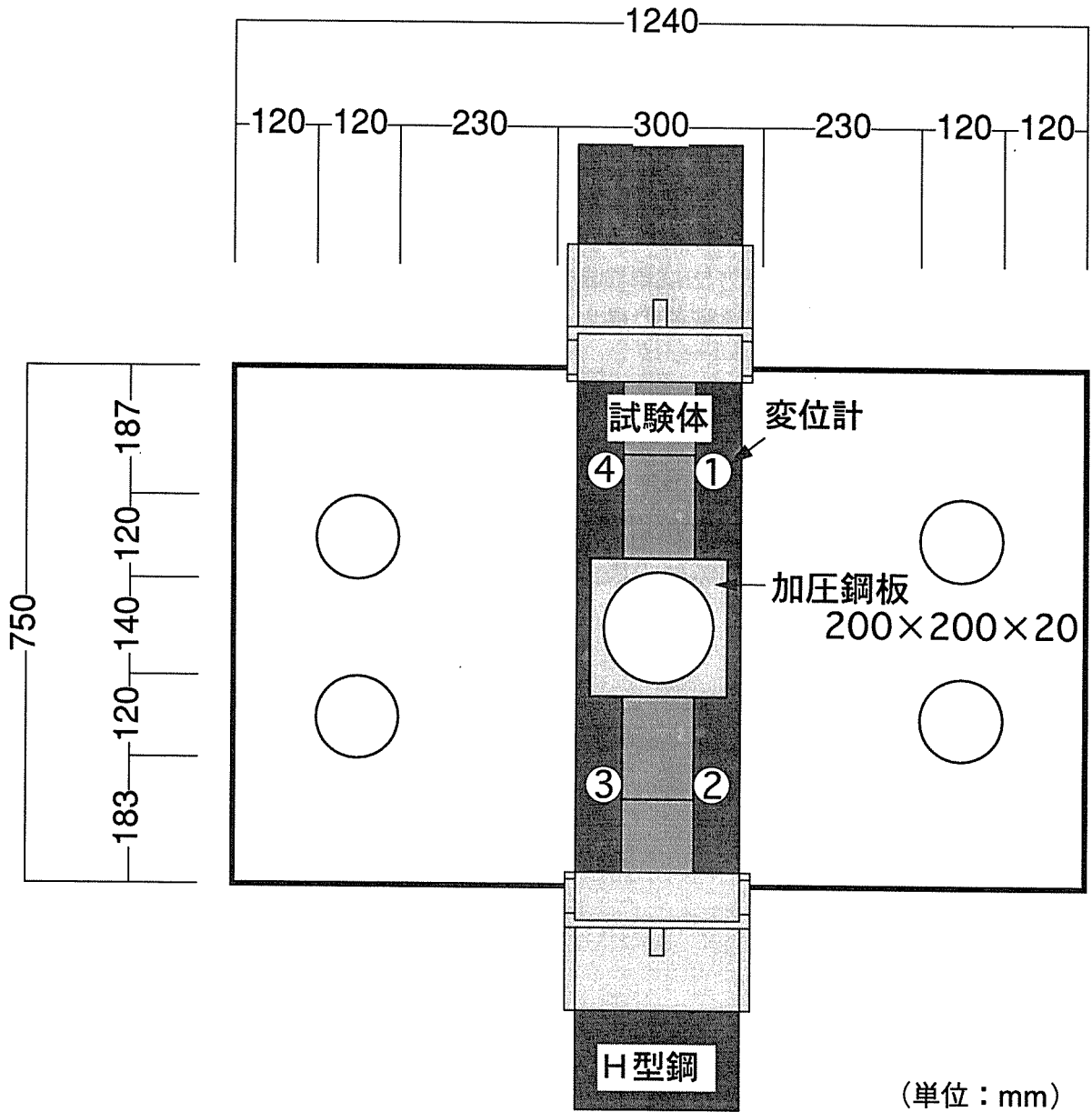
#### 梁—梁せん断（逆せん断）実験

実験装置の図は、3-1.加力方法および変位測定位置で示す。

試験体ナンバー1～3の荷重方法は単調荷重に、試験体ナンバー4～6の荷重方法は繰り返し荷重とした。繰り返し荷重は単調荷重の最大荷重を参考にし、その20%、40%、60%、80%の4回の繰り返し荷重を行った。

### 3-1. 加力方法および変位測定法

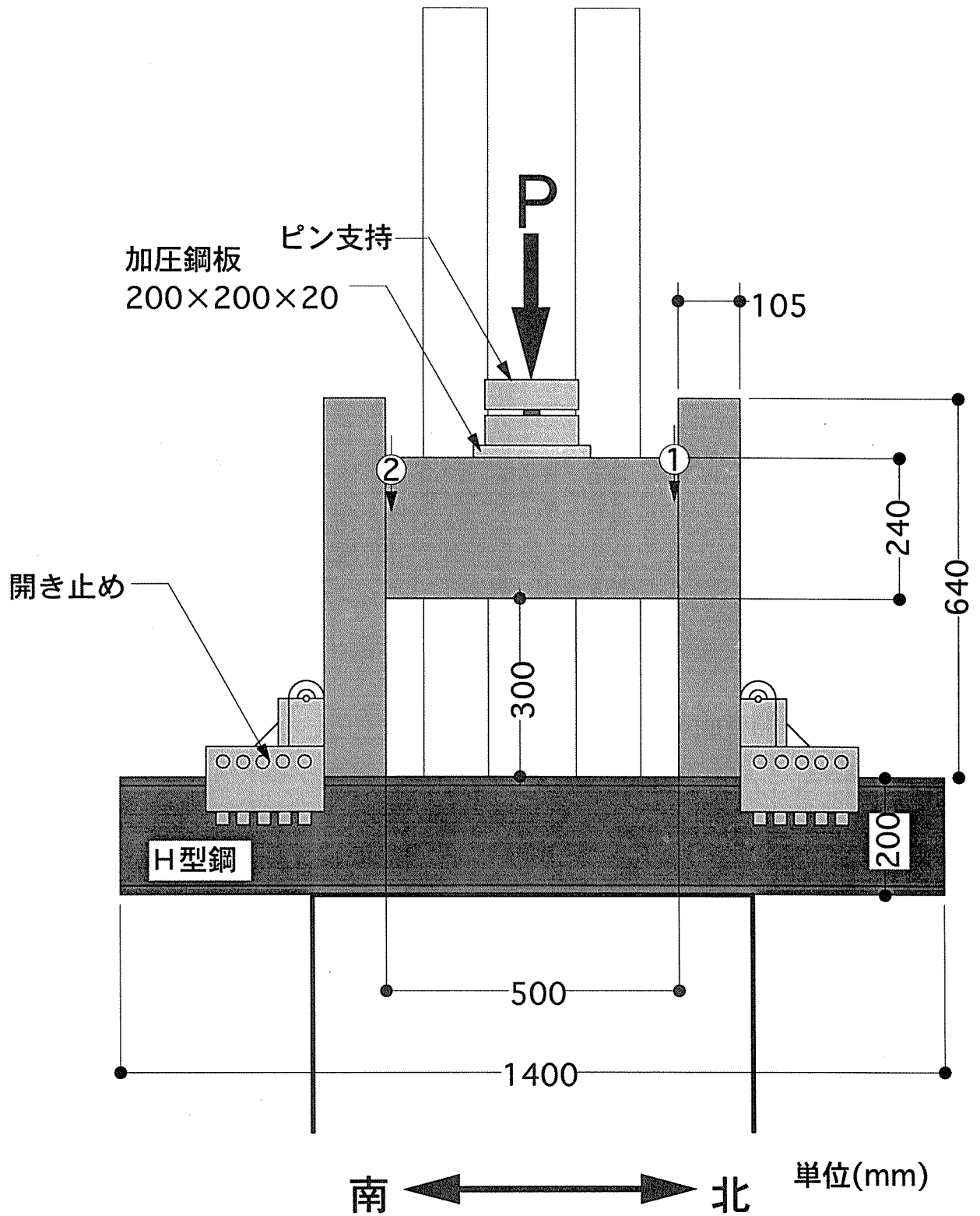
各シリーズごとの加力装置および変位測定位置を以下に示す。



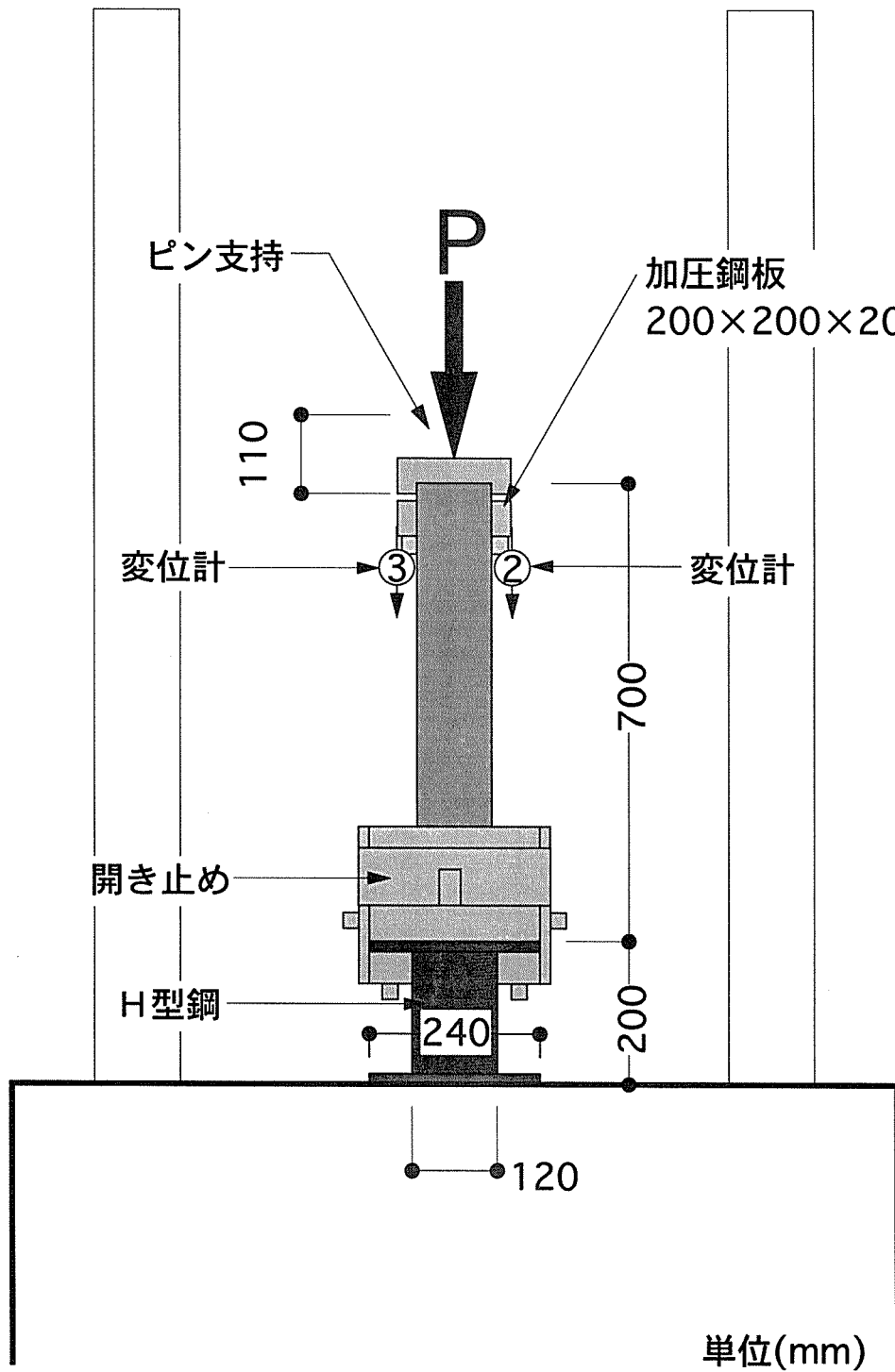
①②③④ 変位計位置と番号

柱-梁実験装置 (平面図)

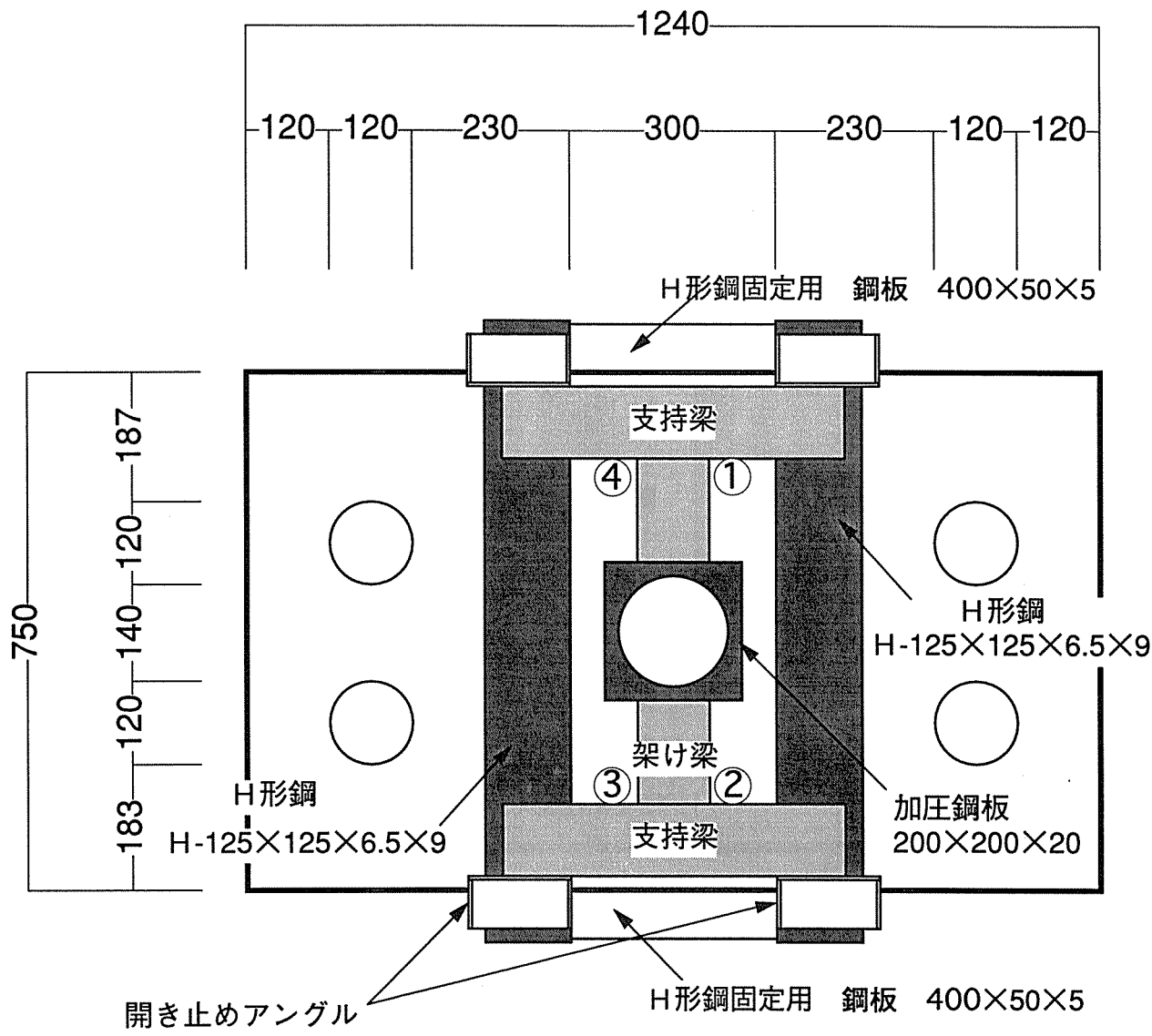




柱-梁実験装置 (東立面)



柱-梁実験装置（南立面図）

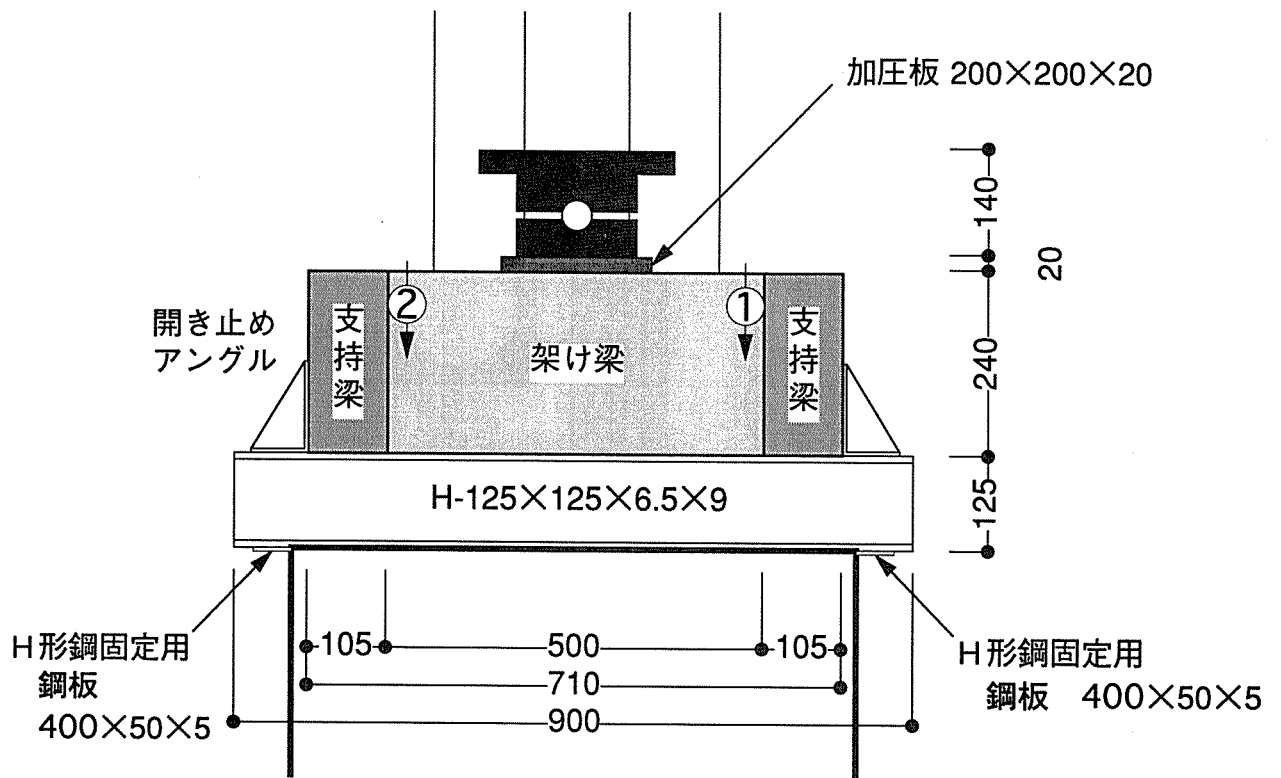


(単位：mm)



①②③④ 変位計位置と番号

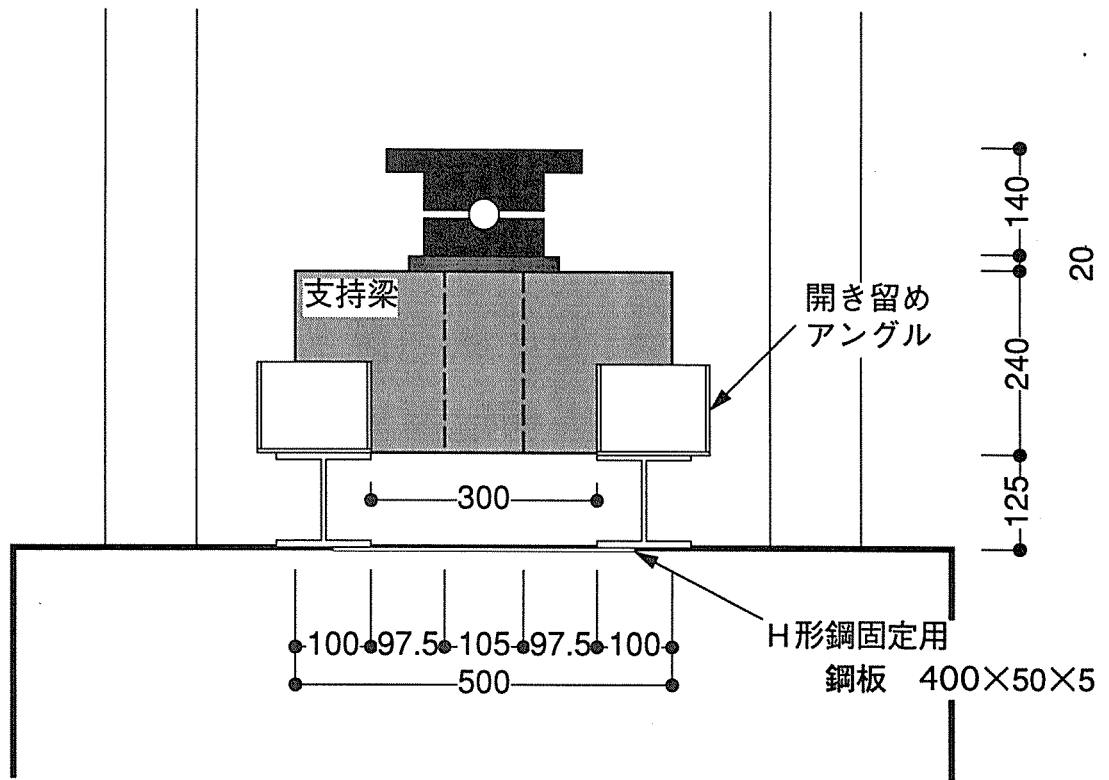
梁-梁実験装置 (平面図)



単位(mm)

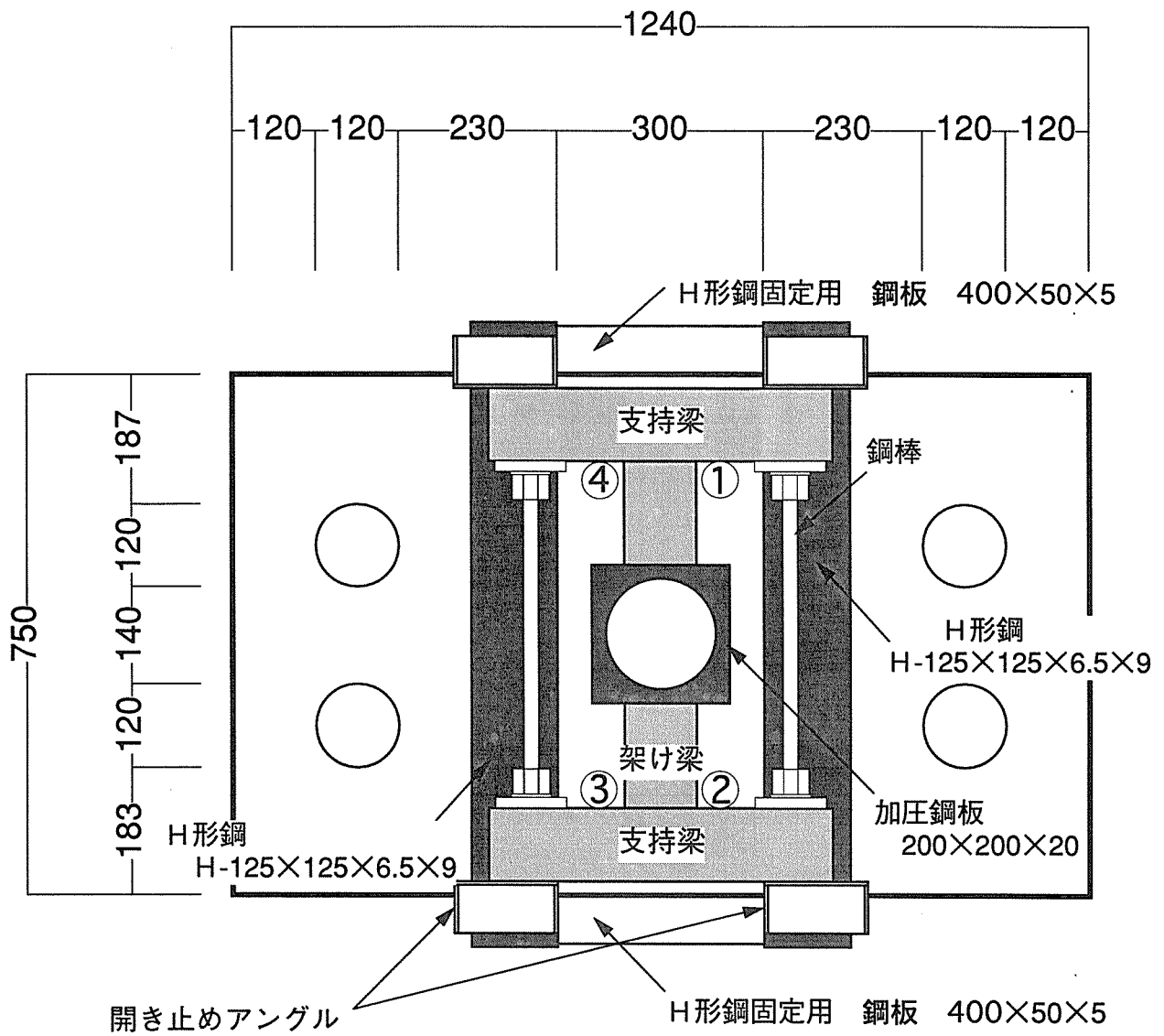
南 ← → 北

梁-梁実験装置 (東立面図)



(単位：mm)

梁-梁実験装置 (南立面図)

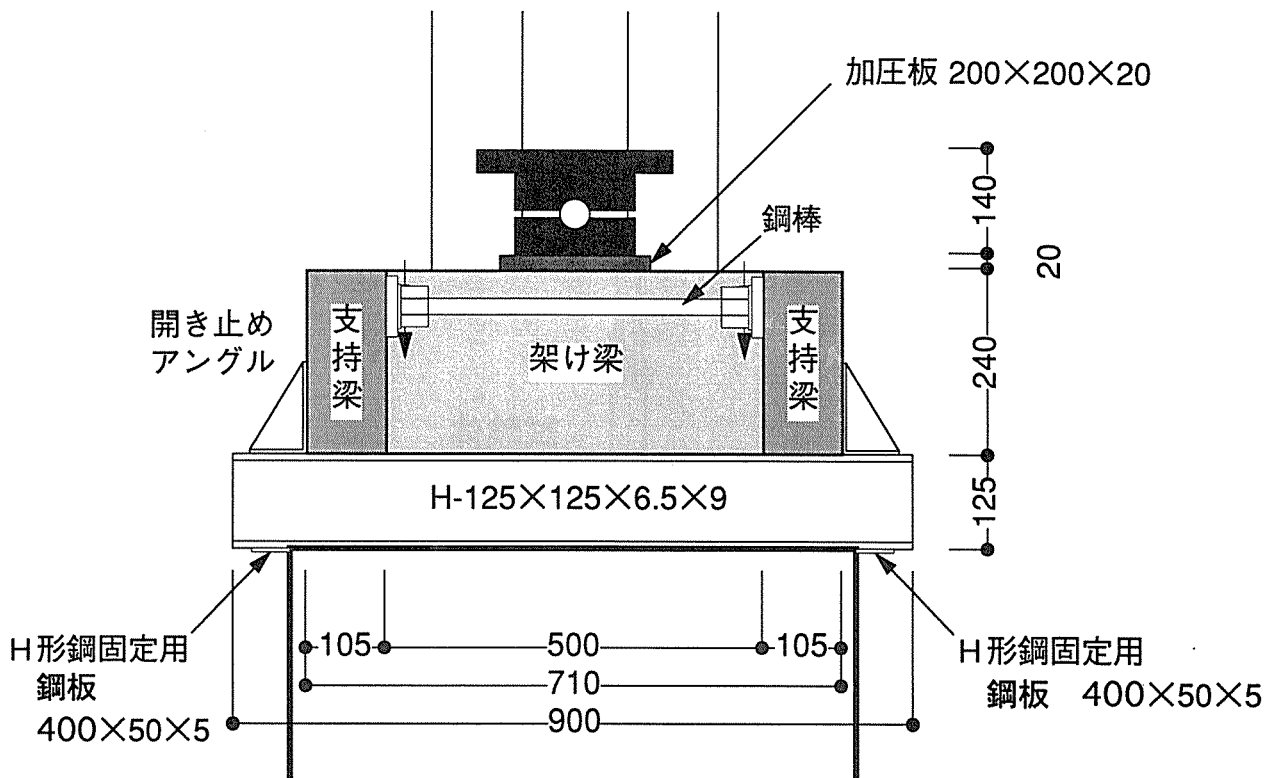


(単位：mm)



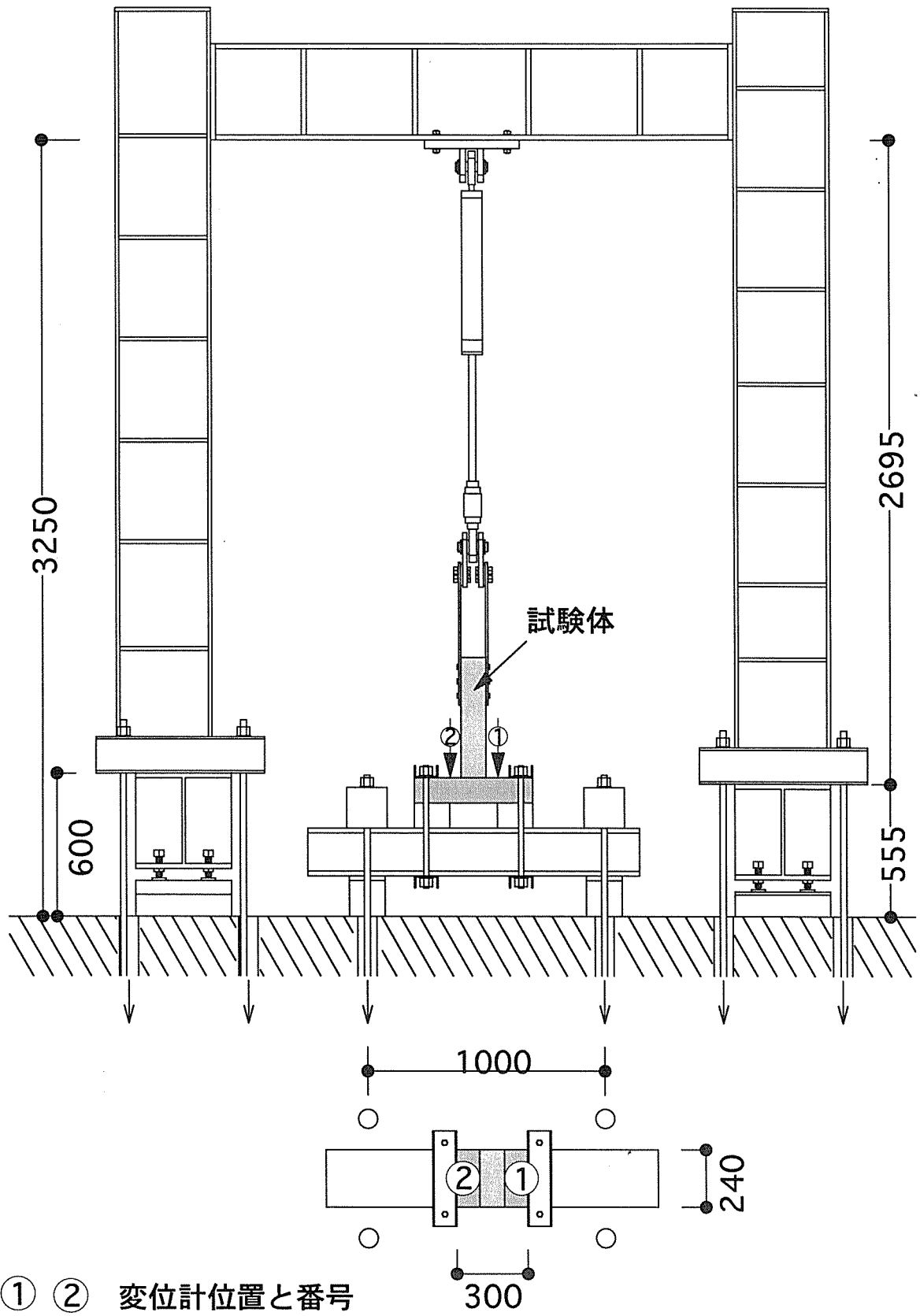
①②③④ 変位計位置と番号

梁-梁実験装置 改良 (平面図)



南 ←————→ 北 単位(mm)

梁-梁実験装置 改良 (東立面図)



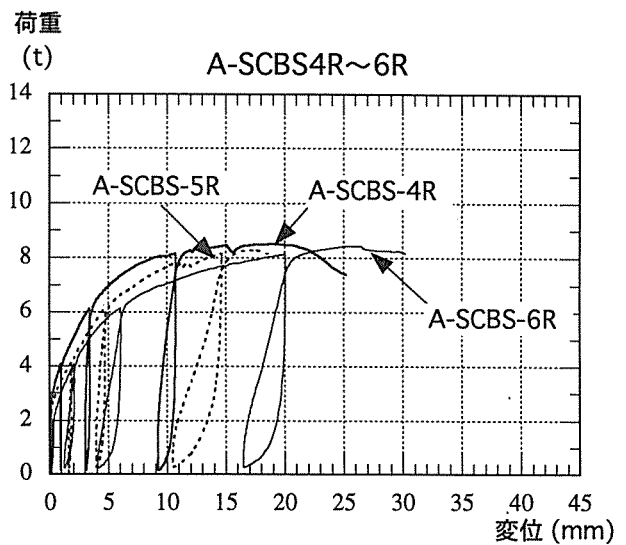
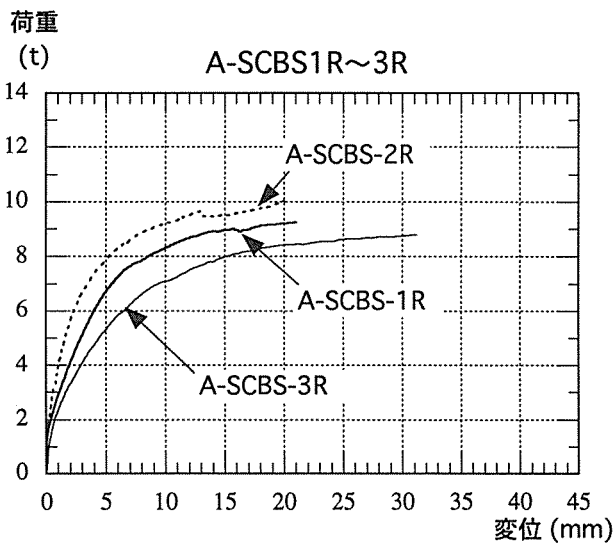
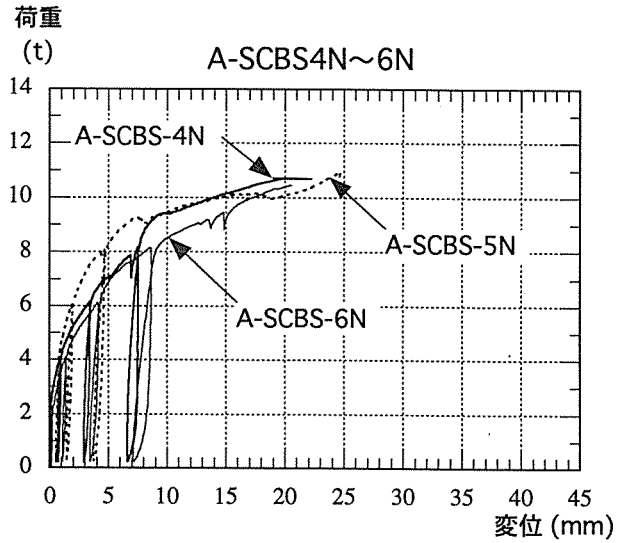
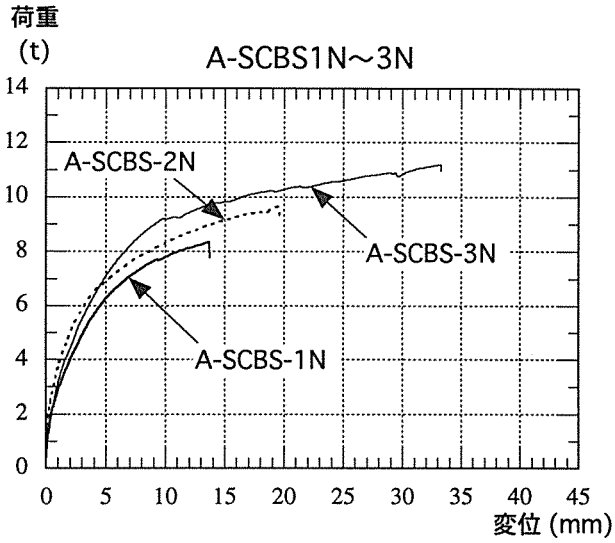
梁-梁引張実験装置

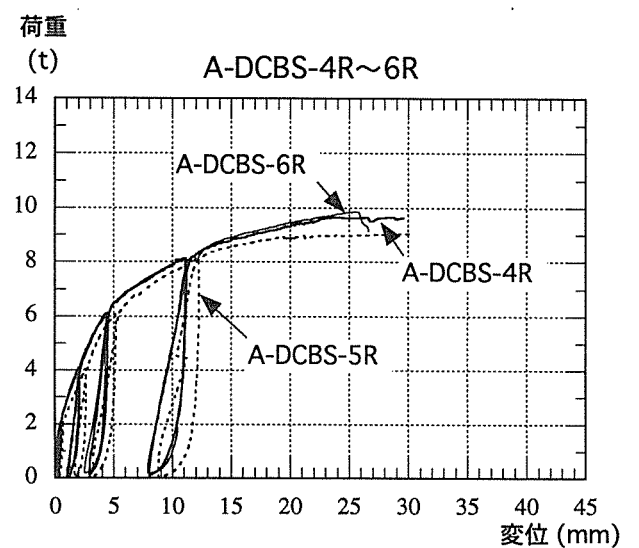
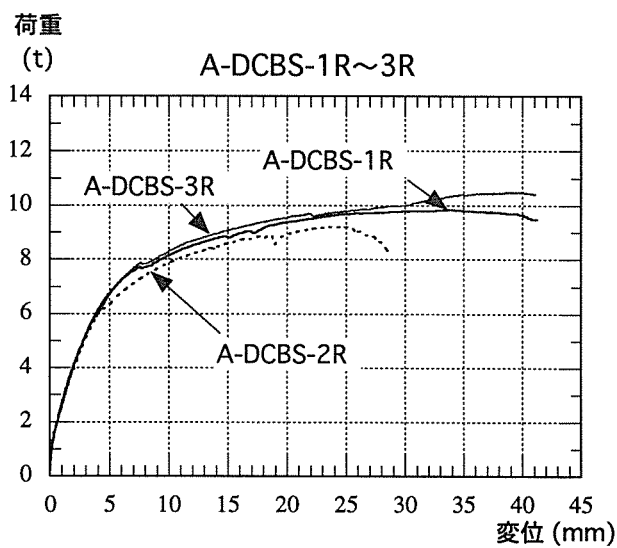
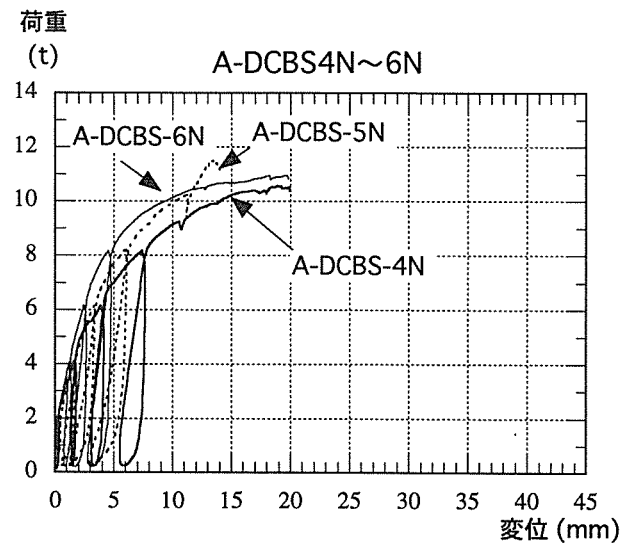
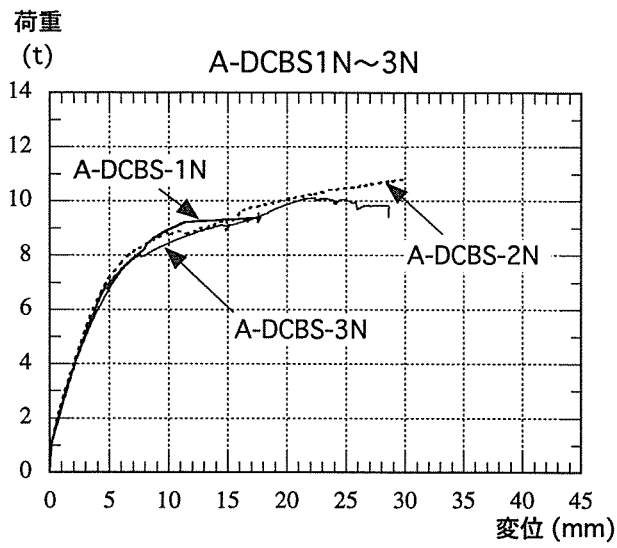


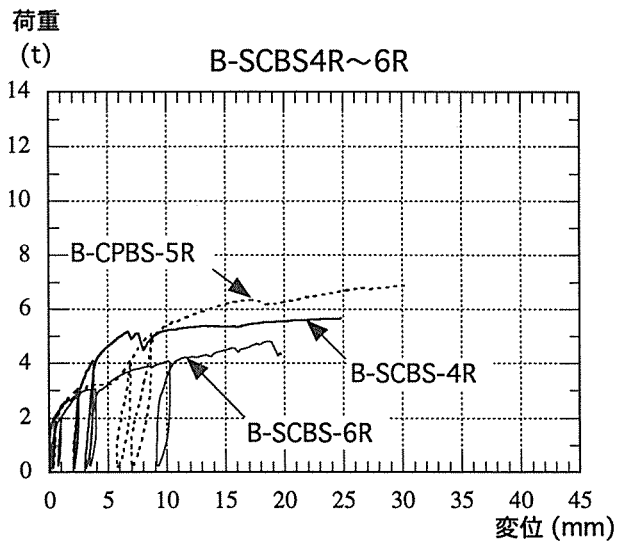
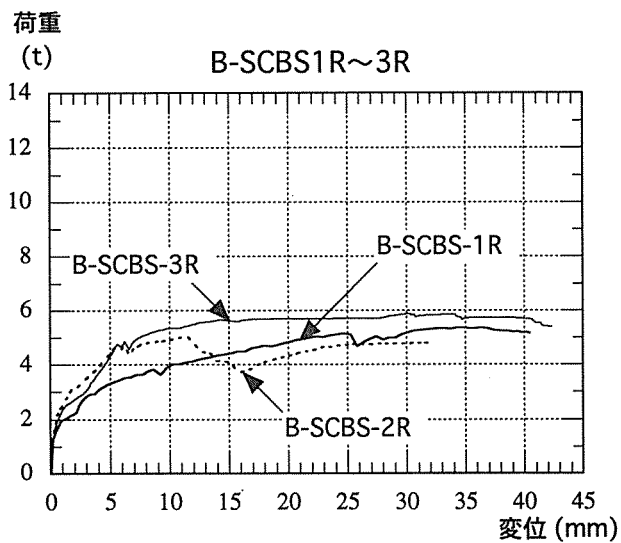
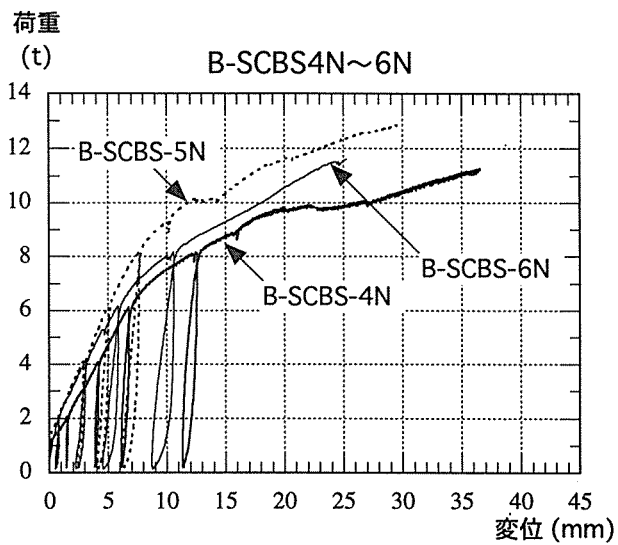
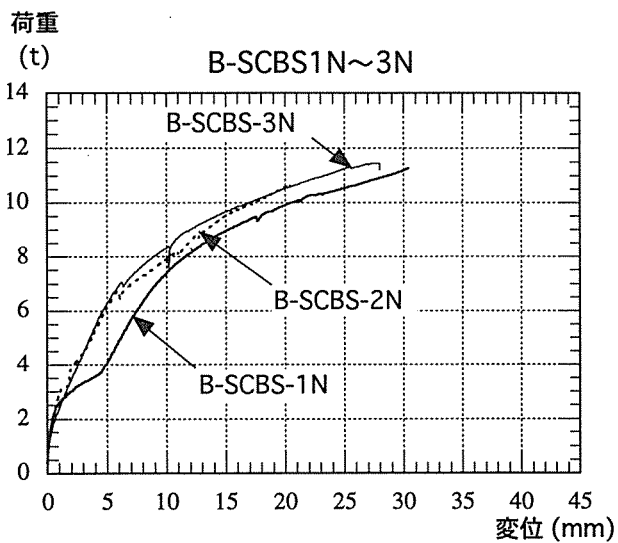
## 4.実験結果および考察

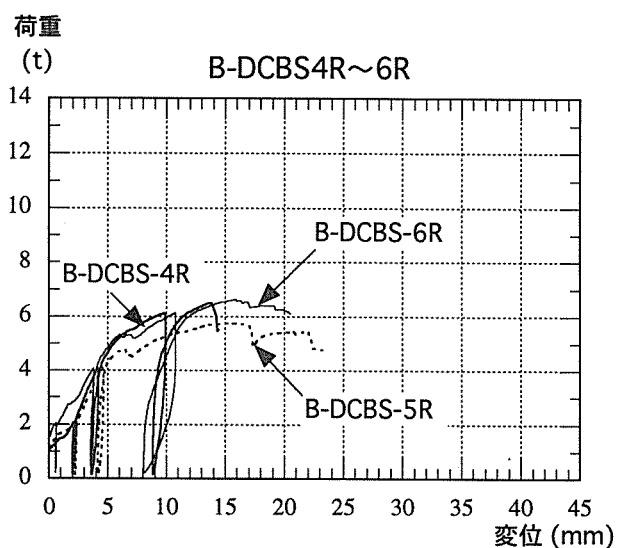
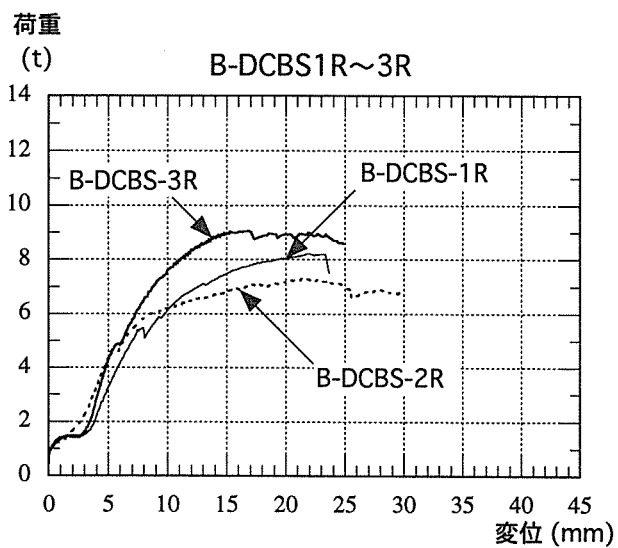
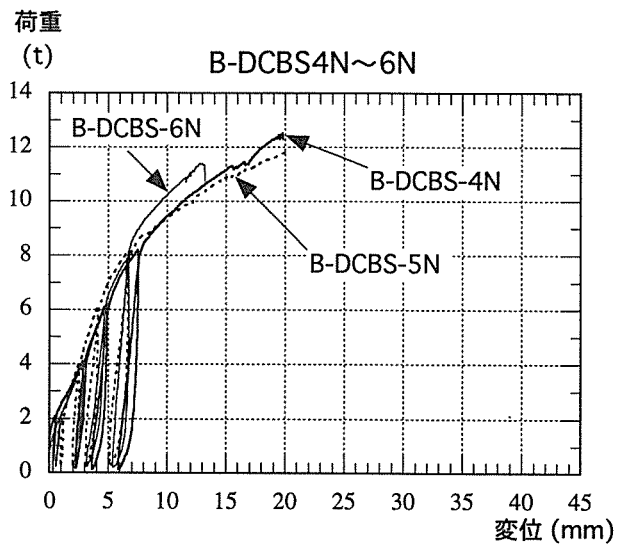
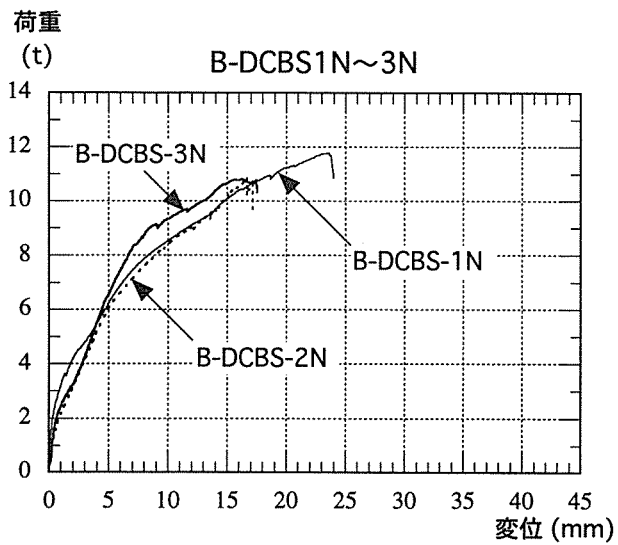
### 4-1. 柱-梁接合部せん断実験

各シリーズ・各試験体ごとの柱-梁接合部せん断実験の荷重変形曲線を以下に示す。









各シリーズ・各試験体ごとの荷重データを以下に示す。

A-SCBSIN~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SCBSIN	2.87	3.96	4.88	5.66	6.24	4.17	2.18	8.34	13.69
A-SCBS2N	3.68	4.96	5.84	6.51	6.87	4.82	1.88	9.64	19.55
A-SCBS3N	3.18	4.41	5.53	6.37	7.11	5.59	3.05	11.19	33.24
A-SCBS4N	4.05	5.20	5.87	6.58	7.05	5.04	1.80	10.70	20.75
A-SCBS5N	4.57	5.91	7.14	7.76	8.25	5.47	4.27	10.64	24.73
A-SCBS6N	3.62	4.76	5.47	6.06	6.87	5.23	4.06	10.46	20.54
平均値	3.66	4.87	5.79	6.49	7.06	5.05	2.87	10.16	22.08
標準偏差	0.55390	0.61095	0.68789	0.94739	0.59920	0.47155	1.00130	0.93639	5.95102

A-SCBSIR~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SCBSIR	2.83	4.05	5.07	5.99	6.69	4.62	2.52	9.23	21.04
A-SCBS2R	3.91	5.56	6.62	7.33	7.85	5.01	4.71	10.01	19.98
A-SCBS3R	2.37	3.31	4.09	4.75	5.32	4.39	3.44	8.79	30.83
A-SCBS4R	3.77	4.98	5.85	6.43	6.93	4.25	1.22	8.50	18.69
A-SCBS5R	3.45	4.10	4.99	5.67	6.10	4.14	2.02	8.27	16.93
A-SCBS6R	3.05	4.02	4.77	5.35	5.82	4.22	2.31	8.44	25.42
平均値	3.23	4.34	5.23	5.92	6.45	4.44	2.70	8.87	22.15
標準偏差	0.53814	0.73062	0.80562	0.81743	0.82173	0.29752	1.11243	0.59505	4.67525

A-DCBS1N~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-DCBS1N	2.38	3.84	5.11	6.20	6.94	4.76	2.74	9.53	17.61
A-DCBS2N	2.62	3.98	5.29	6.37	7.17	5.40	3.05	10.80	30.06
A-DCBS3N	2.53	3.89	5.00	5.98	6.78	5.06	3.05	10.11	22.31
A-DCBS4N	3.22	4.75	5.54	5.95	6.98	5.28	2.51	10.56	18.91
A-DCBS5N	3.06	4.54	5.79	6.85	7.68	5.74	2.96	11.48	13.64
A-DCBS6N	3.73	5.50	6.90	7.85	8.36	5.47	1.98	10.95	19.61
平均値	2.92	4.42	5.60	6.53	7.32	5.29	2.71	10.57	20.36
標準偏差	0.46676	0.59246	0.63581	0.66043	0.54401	0.31136	0.37985	0.62272	5.05484

A-DCBS1R~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-DCBS1R	2.67	4.09	5.19	6.09	6.74	4.91	2.74	9.83	33.61
A-DCBS2R	2.56	3.95	5.06	5.96	6.33	4.60	2.57	9.20	24.07
A-DCBS3R	2.57	1.05	5.24	5.98	6.70	5.25	3.00	10.50	39.22
A-DCBS4R	2.83	4.07	5.06	5.80	6.45	4.82	2.77	9.65	26.42
A-DCBS5R	2.39	3.37	4.40	5.35	6.00	4.51	3.11	9.03	29.82
A-DCBS6R	2.85	4.04	4.96	5.92	6.47	4.93	2.97	9.86	25.73
平均値	2.64	3.93	4.99	5.85	6.45	4.84	2.86	9.68	29.81
標準偏差	0.15876	0.25413	0.27753	0.23842	0.24490	0.23965	0.18572	0.47944	5.22951

B-SCBSIN~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-SCBS1N	2.55	3.01	3.32	3.56	4.04	5.62	6.98	11.24	30.43
B-SCBS2N	2.89	3.82	4.44	5.25	6.12	5.33	4.04	10.67	20.43
B-SCBS3N	2.43	3.49	4.46	5.45	6.29	5.72	4.29	11.45	27.56
B-SCBS4N	1.63	2.23	3.11	3.94	4.68	5.62	6.14	11.24	36.58
B-SCBS5N	2.28	2.90	3.87	5.11	6.13	6.43	5.38	12.85	29.57
B-SCBS6N	2.28	3.15	4.06	4.86	5.50	5.81	5.36	11.62	25.25
平均値	2.34	3.10	3.88	4.69	5.46	5.76	5.37	11.51	28.30
標準偏差	0.37935	0.49624	0.51434	0.70055	0.83370	0.33337	1.00778	0.66675	4.94329

B-SCBSIR~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-SCBS1R	1.96	2.19	2.80	3.04	3.30	2.68	2.71	5.35	34.77
B-SCBS2R	2.50	3.10	3.48	3.84	4.40	2.50	1.01	5.01	11.56
B-SCBS3R	2.37	2.73	3.05	3.69	4.33	2.94	2.73	5.88	30.21
B-SCBS4R	2.41	2.70	3.45	4.05	4.60	2.83	2.29	5.65	24.84
B-SCBS5R	2.29	2.88	3.05	3.20	3.22	3.44	5.86	6.88	30.41
B-SCBS6R	1.98	2.62	2.99	2.82	3.20	2.40	1.60	4.81	18.71
平均値	2.25	2.70	3.14	3.44	3.84	2.80	2.70	5.60	25.08
標準偏差	0.20899	0.27639	0.24704	0.44608	0.60714	0.33919	1.54019	0.67839	7.87679

B-DCBS1N~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-DCBS1N	2.44	3.22	4.27	5.50	6.55	5.37	3.41	10.74	17.47
B-DCBS2N	2.17	3.12	4.14	5.16	6.02	5.42	4.23	10.83	16.68
B-DCBS3N	3.26	4.20	4.81	5.50	6.24	5.89	4.50	11.78	23.60
B-DCBS4N	2.50	3.30	4.06	5.31	5.98	6.26	5.14	12.52	19.80
B-DCBS5N	1.75	2.92	4.63	5.99	7.00	5.90	3.93	11.80	20.09
B-DCBS6N	2.13	3.16	4.08	5.32	6.54	5.70	6.35	11.41	12.80
平均値	2.37	3.32	4.33	5.46	6.39	5.76	4.59	11.51	18.40
標準偏差	0.46350	0.41011	0.28622	0.26069	0.35209	0.30536	0.94518	0.61071	3.34074

B-DCBS1R~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-DCBS1R	1.33	1.46	1.62	2.80	4.27	4.50	5.23	9.00	21.92
B-DCBS2R	1.24	1.65	2.22	3.25	4.35	3.64	4.34	7.29	21.35
B-DCBS3R	1.42	1.40	1.52	2.21	3.27	4.11	5.89	8.23	22.04
B-DCBS4R	1.47	1.97	2.93	3.90	4.63	3.25	3.31	6.50	13.85
B-DCBS5R	1.64	1.88	2.60	3.60	4.26	2.87	3.25	5.75	16.12
B-DCBS6R	2.21	2.81	3.48	4.09	4.86	3.32	2.82	6.64	15.88
平均値	1.55	1.86	2.39	3.31	4.27	3.62	4.14	7.23	18.52
標準偏差	0.32054	0.47007	0.69548	0.64786	0.49676	0.54755	1.12084	1.09502	3.32880



各シリーズごとの荷重データの平均値を以下に示す。

柱-梁 (CBS) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SCBS-N	3.66	4.87	5.79	6.49	7.06	5.05	2.87	10.16	22.08
A-SCBS-R	3.23	4.34	5.23	5.92	6.45	4.44	2.70	8.87	22.15
A-DCBS-N	2.92	4.42	5.60	6.53	7.32	5.29	2.71	10.57	20.36
A-DCBS-R	2.64	3.93	4.99	5.85	6.45	4.84	2.86	9.68	29.81
B-SCBS-N	2.34	3.10	3.88	4.69	5.46	5.76	5.37	11.51	28.30
B-SCBS-R	2.25	2.70	3.14	3.44	3.84	2.80	2.70	5.60	25.08
B-DCBS-N	2.37	3.32	4.33	5.46	6.39	5.76	4.59	11.51	18.40
B-DCBS-R	1.55	1.86	2.39	3.31	4.27	3.62	4.14	7.23	18.52

各シリーズ・各試験体ごとの破壊状況を以下に示す。

A-SCBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
A-SCBS1N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SCBS2N	加圧板が梁材にめり込む	
A-SCBS3N	加圧板が梁材にめり込む	
A-SCBS4N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SCBS5N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	試験機の球座が傾いたので中止
A-SCBS6N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SCBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	荷重が横這いになり中止
A-SCBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	荷重が横這いになり中止
A-SCBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	荷重が横這いになり中止
A-SCBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SCBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SCBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンと、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、ドリフトピンの差込穴から割れ始めたが、決まった箇所では割れは入らなかった。また、正荷重（Nシリーズ）試験体と負荷重（Rシリーズ）試験体の梁材の破壊においては差はなかった。

A-DCBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
A-DCBS1N	梁材のドリフトピン穴から割れ	試験機の加圧部分の球座が傾く
A-DCBS2N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DCBS3N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	梁材の割れと共に耐力低下中止
A-DCBS4N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	梁材の割れが激しくなり中止
A-DCBS5N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	梁材の割れと共に耐力低下中止
A-DCBS6N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	梁材の割れが激しくなり中止
A-DCBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DCBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DCBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DCBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	荷重が横這いになり中止
A-DCBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	荷重が横這いになり中止
A-DCBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	梁材の割れと共に耐力低下中止

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンと、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、ドリフトピンの差込穴から割れ始めたが、決まった箇所では割れは入らなかった。また、正荷重（Nシリーズ）試験体と負荷重（Rシリーズ）試験体の梁材の破壊においては差はなかった。

B-SCBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
B-SCBS1N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS2N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS3N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS4N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS5N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS6N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SCBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-SCBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-SCBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-SCBS4R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SCBS5R	梁材のドリフトピン穴から割れ	変位計の取り付け部が傾いたので中止
B-SCBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	変位計の取り付け部が傾いたので中止

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンとボルト、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、正荷重（Nシリーズ）試験体では荷重に対して1番上にあたるボルト差込穴から割れ、負荷重（Rシリーズ）試験体では荷重に対して1番上になるドリフトピン差込穴から割れる傾向がみられた。

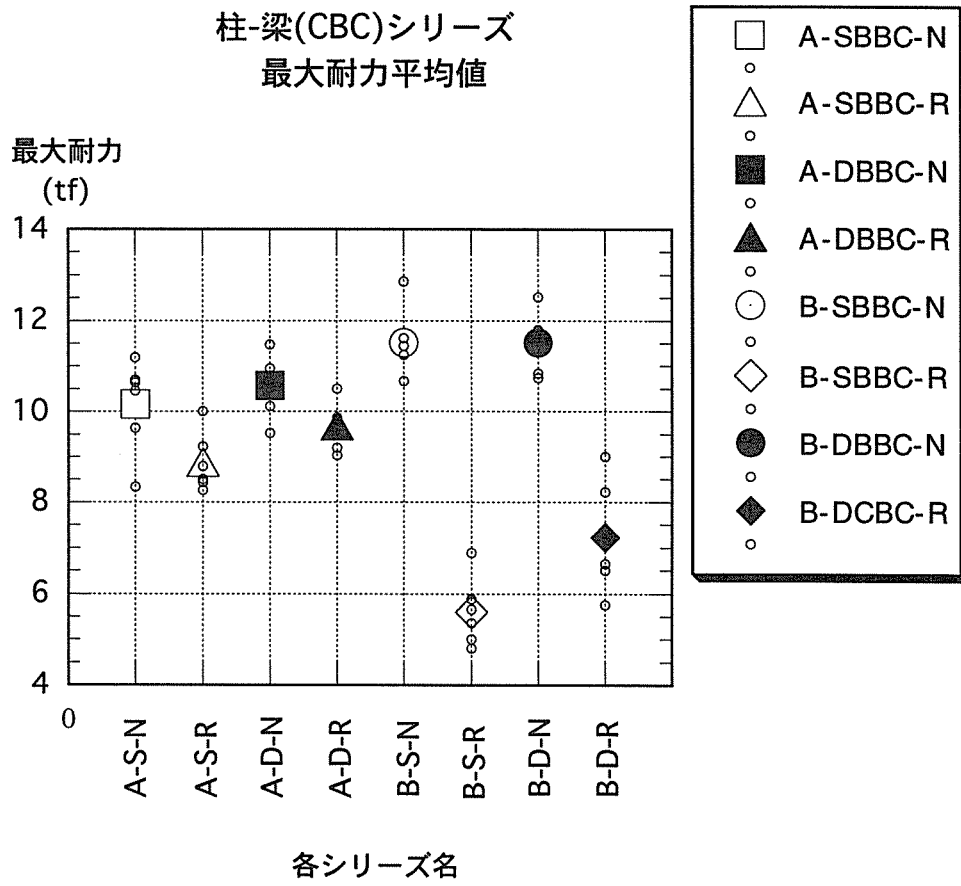
B-DCBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
B-DCBS1N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-DCBS2N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-DCBS3N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-DCBS4N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	
B-DCBS5N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	試験機の球座が傾き中止
B-DCBS6N	梁材のドリフトピンと1番上のボルト差込穴から割れ	梁材の割れが広がり試験体の傾きがひどくなったため中止
B-DCBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-DCBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-DCBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	
B-DCBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	梁材の割れる音と共に耐力低下
B-DCBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	梁材の割れる音と共に耐力低下
B-DCBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（梁両端の穴を結び裂けるように様に割れた）	

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンとボルト、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、正荷重（Nシリーズ）試験体では荷重に対して1番上にあたるボルト差込穴から割れ、負荷重（Rシリーズ）試験体では荷重に対して1番上になるドリフトピン差込穴から割れる傾向がみられた。

各シリーズごとの最大耐力の平均値を以下に示す。



各シリーズ・各試験体ごとの耐力の検討結果を以下に示す。

A-SCBSIN~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-SCBSIN	8.34	5.56	3.84	6.67	8.16	1.45	2.13
A-SCBS2N	9.64	6.43	3.90	7.71	19.67	1.65	5.04
A-SCBS3N	11.19	7.46	5.57	8.95	33.63	1.34	6.04
A-SCBS4N	10.70	7.13	5.40	8.56	20.78	1.32	3.85
A-SCBS5N	10.64	7.09	2.95	8.51	24.55	2.40	8.32
A-SCBS6N	10.46	6.97	2.29	8.37	20.54	3.05	8.97
平均値	10.16	6.77	3.99	8.13	21.22	1.87	5.72

A-SCBSIR~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-SCBSIR	9.23	6.16	4.25	7.39	21.04	1.45	4.95
A-SCBS2R	10.01	6.67	3.08	8.01	20.00	2.17	6.49
A-SCBS3R	8.79	5.86	6.12	7.03	31.21	0.96	5.10
A-SCBS4R	8.50	5.67	2.78	6.80	27.57	2.04	9.92
A-SCBS5R	8.27	5.52	3.78	6.62	18.86	1.46	4.99
A-SCBS6R	8.44	5.62	4.55	6.75	36.85	1.24	8.10
平均値	8.87	5.92	4.09	7.10	25.92	1.55	6.59

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K: 剛性

$\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

A-DCBSIN~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-DCBS1N	9.53	6.35	4.14	7.62	17.61	1.53	4.25
A-DCBS2N	10.80	7.20	5.06	8.64	30.66	1.42	6.06
A-DCBS3N	10.11	6.74	4.95	8.09	28.65	1.36	5.79
A-DCBS4N	10.56	7.04	5.12	8.45	20.21	1.38	3.95
A-DCBS5N	11.48	7.65	4.97	9.18	14.30	1.54	2.88
A-DCBS6N	10.95	7.30	3.39	8.76	19.85	2.15	5.86
平均値	10.57	7.05	4.61	8.46	21.88	1.56	4.80

A-DCBSIR~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-DCBS1R	9.83	6.55	4.66	7.86	41.22	1.41	8.85
A-DCBS2R	9.20	6.13	4.24	7.36	33.96	1.45	8.01
A-DCBS3R	10.50	7.00	5.52	8.40	41.08	1.27	7.44
A-DCBS4R	9.65	6.43	4.96	7.72	29.63	1.30	5.97
A-DCBS5R	9.03	6.02	5.04	7.22	30.57	1.19	6.07
A-DCBS6R	9.86	6.57	5.23	7.89	27.16	1.26	5.19
平均値	9.68	6.45	4.94	7.74	33.94	1.31	6.92

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3  $\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

K: 剛性

$\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。



B-SCBS1N～6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-SCBS1N	11.24	7.50	10.26	9.00*	30.43	0.73	2.97
B-SCBS2N	10.67	7.11	7.46	8.53*	20.45	0.95	2.74
B-SCBS3N	11.45	7.63	7.85	9.16*	28.00	0.97	3.57
B-SCBS4N	11.24	7.50	9.98	9.00*	36.58	0.75	3.67
B-SCBS5N	12.85	8.57	8.32	10.28*	29.53	1.03	3.55
B-SCBS6N	11.62	7.75	9.15	9.30*	25.25	0.85	2.76
平均値	11.51	7.67	8.84	9.21	28.37	0.88	3.21

B-SCBS1R～6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-SCBS1R	5.35	3.57	6.95	4.28*	40.48	0.51	5.82
B-SCBS2R	5.01	3.34	2.72	4.00*	32.38	1.23	11.90
B-SCBS3R	5.88	3.92	4.43	4.70*	42.31	0.88	9.55
B-SCBS4R	5.65	3.77	3.35	4.52*	24.84	1.13	7.41
B-SCBS5R	6.88	4.59	7.66	5.50*	30.41	0.60	3.97
B-SCBS6R	4.81	3.20	5.04	3.84	20.24	0.64	4.02
平均値	5.60	3.73	5.03	4.48	31.78	0.83	7.11

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K:剛性

$\mu$  : 塑性率

\*:試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

B-DCBS1N ~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-DCBS1N	10.74	7.16	5.68	8.60	17.56	1.26	3.09
B-DCBS2N	10.83	7.22	7.19	8.67	17.11	1.00	2.38
B-DCBS3N	11.78	7.85	7.93	9.42	24.00	0.99	3.03
B-DCBS4N	12.52	8.35	7.92	10.02	19.83	1.05	2.50
B-DCBS5N	11.80	7.87	6.23	9.44 *	20.14 *	1.26	3.23
B-DCBS6N	11.41	7.60	6.15	9.12 *	13.19 *	1.24	2.14
平均値	11.51	7.68	6.85	9.21	18.64	1.13	2.73

B-DCBS1R ~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-DCBS1R	9.00	6.00	7.32	7.20	24.86	0.82	3.40
B-DCBS2R	7.29	4.86	6.15	5.83 *	29.73 *	0.79	4.83
B-DCBS3R	8.23	5.48	8.56	6.58 *	23.65 *	0.64	2.76
B-DCBS4R	6.50	4.34	4.60	5.20 *	14.47 *	0.94	3.15
B-DCBS5R	5.75	3.83	4.26	4.60 *	23.76 *	0.90	5.58
B-DCBS6R	6.64	4.42	4.32	5.31 *	20.47 *	1.02	4.74
平均値	7.23	4.82	5.87	5.79	22.82	0.85	4.08

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3} : P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u : P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K: 剛性

$\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

各シリーズごとの耐力の検討結果の平均値を以下に示す。

柱-梁 (CBS) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ名	Pmax (tf)	P <sub>2/3</sub> (tf)	K	μ
A-SCBS-N	7.62	6.77	1.87	5.72
A-SCBS-R	6.65	5.92	1.55	6.59
A-DCBS-N	7.93	7.05	1.56	4.80
A-DCBS-R	7.26	6.45	1.31	6.92
B-SCBS-N	8.63	7.67	0.88	3.21
B-SCBS-R	4.20	3.73	0.83	7.11
B-DCBS-N	8.63	7.68	1.13	2.73
B-DCBS-R	5.42	4.82	0.85	4.08

Pmax = 3 / 4 × 最大荷重平均値

P<sub>2/3</sub> : 最大荷重の2/3

K: 剛性

μ : 塑性率

### 結果の考察

#### 荷重方法による違い

荷重方法による違いは特に見られなかった。

#### Aタイプ試験体とBタイプ試験体を比較

せん断 (Nシリーズ) 試験体を比較すると、初期剛性はBタイプよりAタイプの方が高いが、最大荷重はBタイプの方が大きくなった。

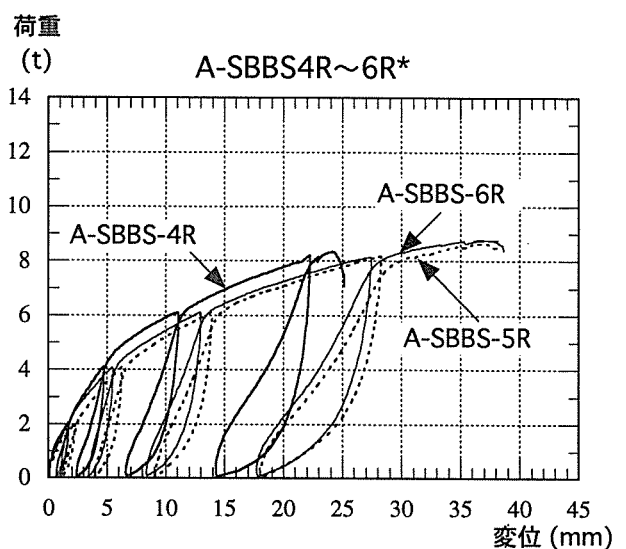
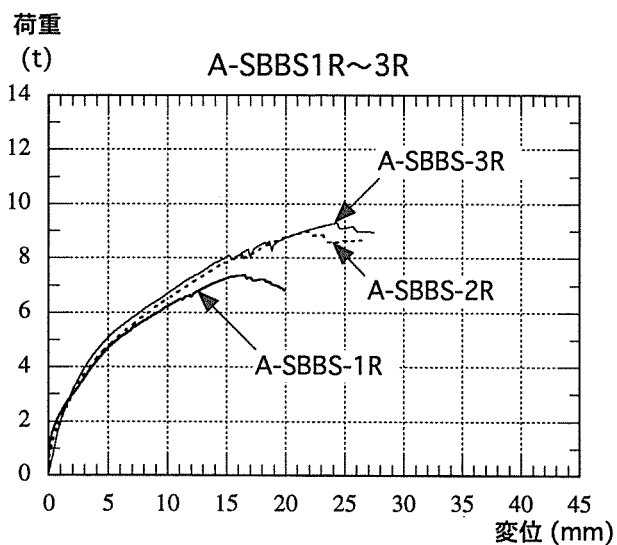
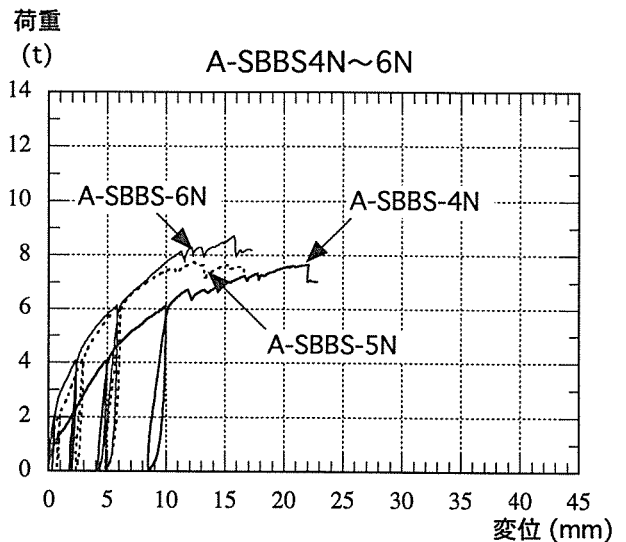
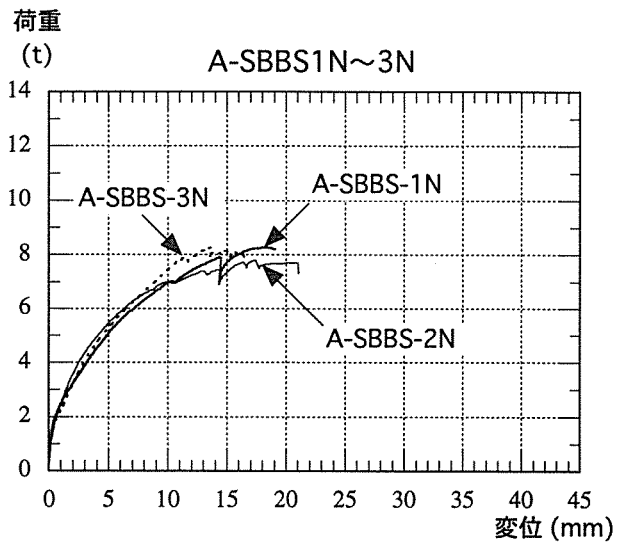
しかし、逆せん断 (Rシリーズ) 試験体では、逆せん断の時に金物にかかるピンが多い為に、初期剛性、最大荷重共にAタイプ試験体の方が高くなった。

#### 材の違いの比較

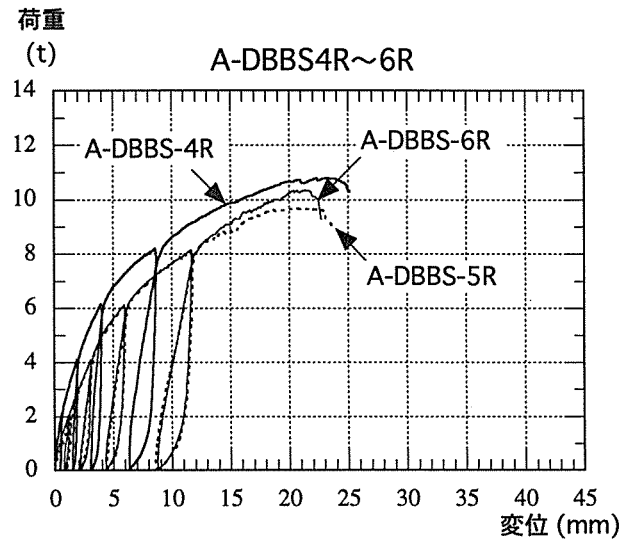
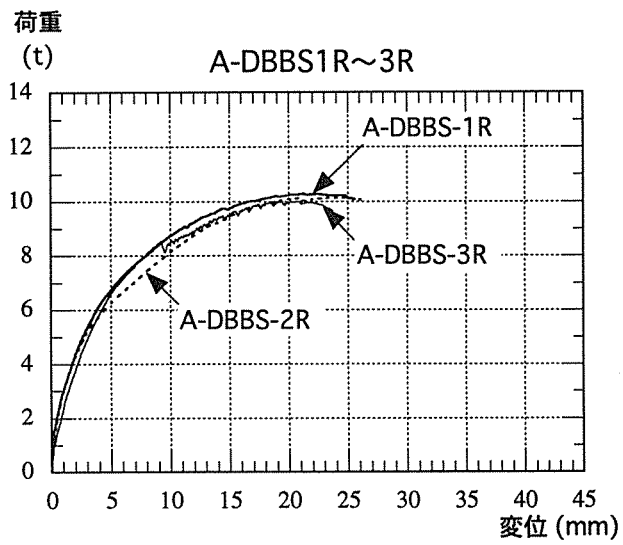
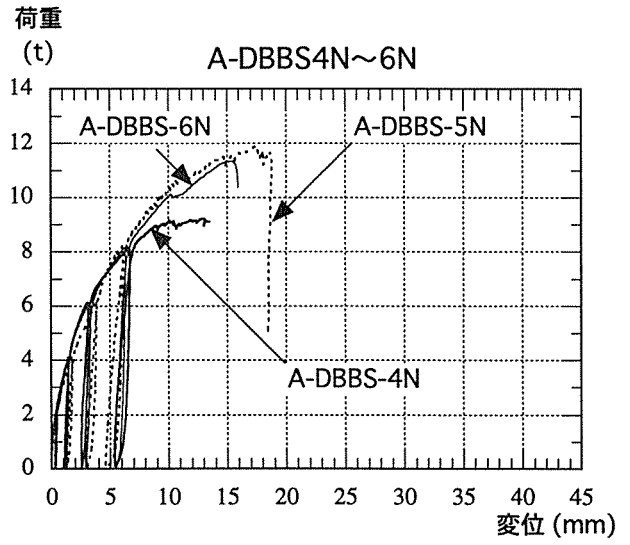
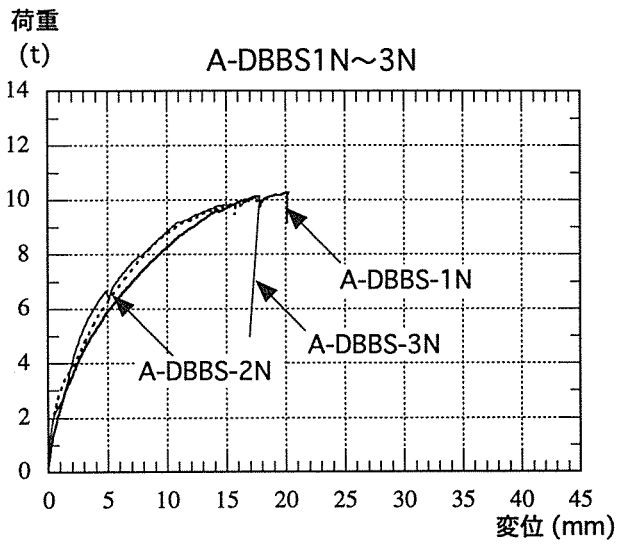
スギ (S) より米マツ (D) の方が、初期剛性に顕著な違いは見られなかったが、最大荷重が多少大きかった。

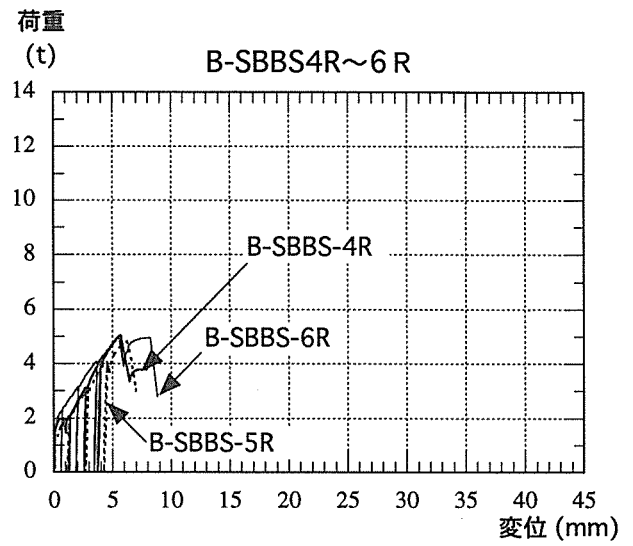
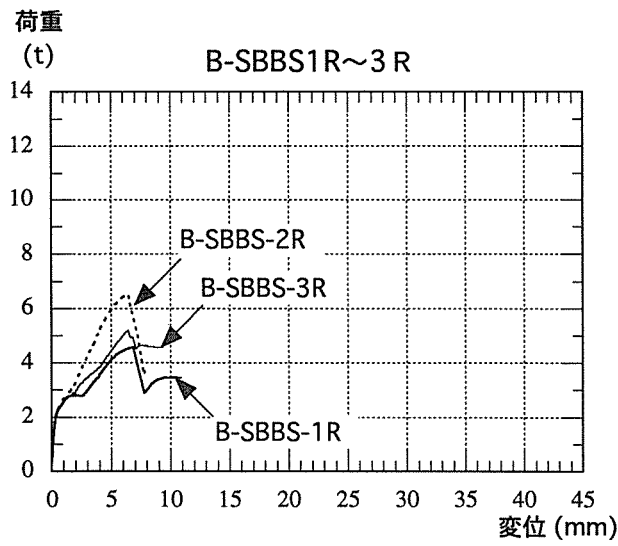
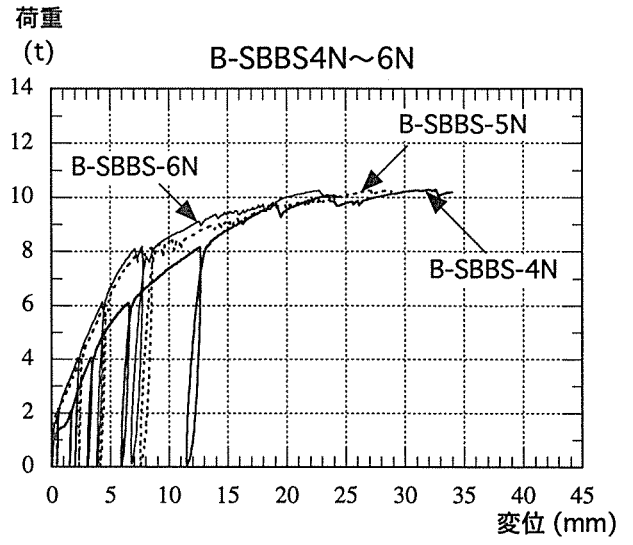
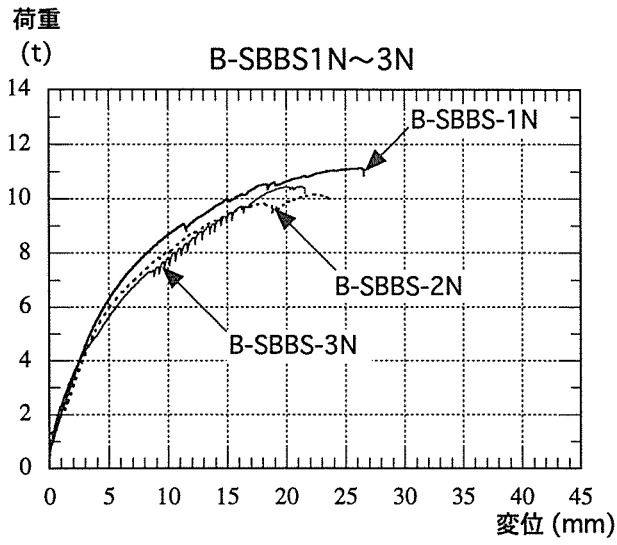
## 4-2. 梁-梁接合部せん断実験

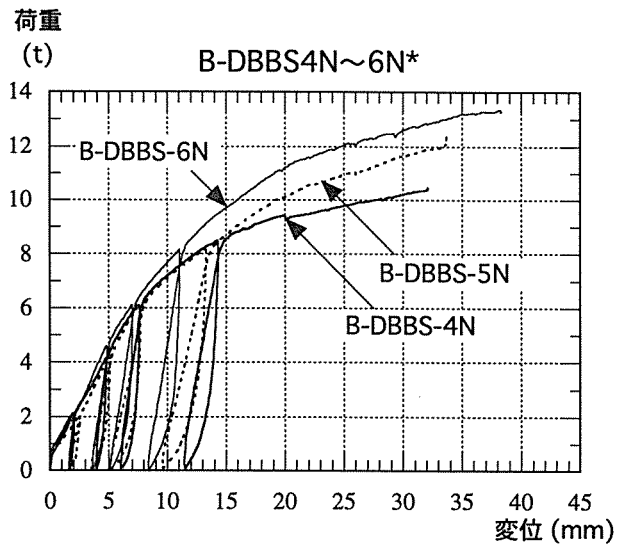
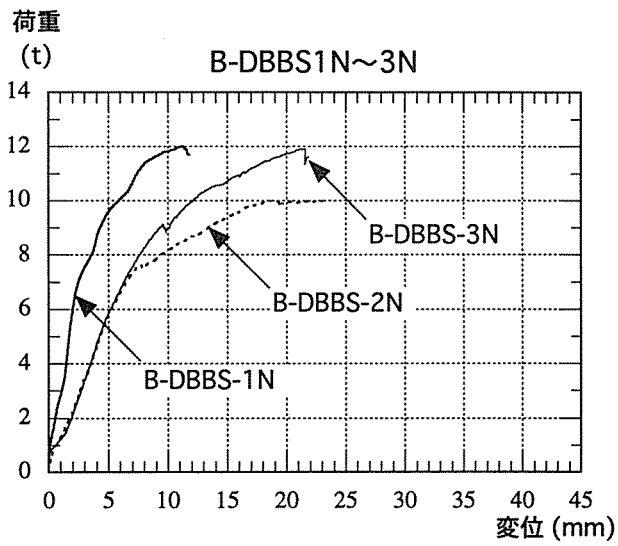
各シリーズ・各試験体ごとの荷重変形曲線を以下に示す。



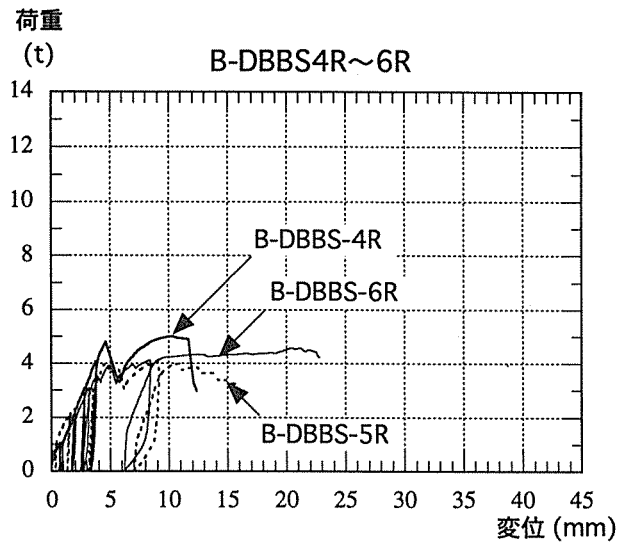
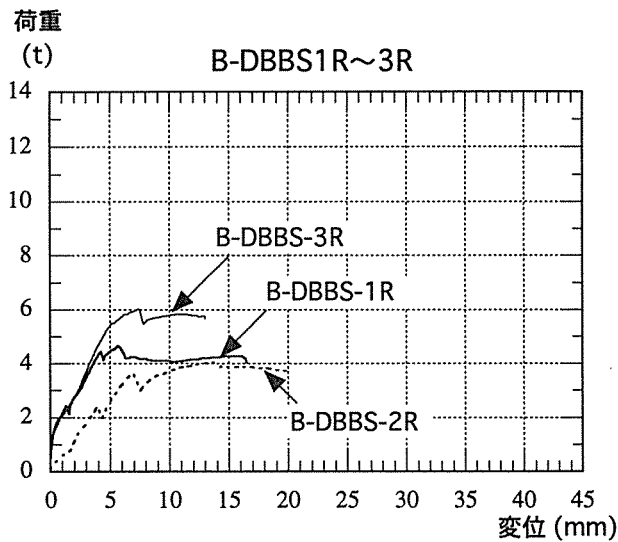
\*加力装置改良 (支持梁の合間に鋼棒を入れる)







\*加力装置改良 (支持梁の合間に鋼棒を入れる)



各シリーズ・各試験体ごとの荷重データを以下に示す。

A-SBBS1N～6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SBBS1N	2.48	3.20	3.87	4.49	5.05	4.13	3.41	8.27	18.03
A-SBBS2N	2.23	3.19	4.06	4.72	5.27	4.12	2.95	8.24	13.56
A-SBBS3N	2.47	3.57	4.35	4.94	5.46	3.90	2.39	7.80	17.40
A-SBBS4N	1.35	1.96	2.81	3.53	3.82	3.83	4.47	7.66	22.11
A-SBBS5N	2.05	3.38	4.01	4.96	5.58	3.87	2.66	7.74	12.37
A-SBBS6N	2.91	3.83	4.66	5.30	5.79	4.36	2.64	8.71	15.76
平均値	2.25	3.19	3.96	4.66	5.16	4.03	3.09	8.07	16.54
標準偏差	0.48092	0.59067	0.57335	0.56237	0.64227	0.18603	0.69724	0.37206	3.18583

A-SBBS1R～6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SBBS1R	2.29	2.97	3.58	4.19	4.68	3.69	3.16	7.38	16.53
A-SBBS2R	2.06	2.96	3.72	4.29	4.75	4.49	4.39	8.98	21.86
A-SBBS3R	2.01	3.13	3.96	4.59	5.08	4.64	4.10	9.29	24.25
A-SBBS4R	1.41	2.29	3.08	3.68	4.24	4.17	4.93	8.33	24.16
A-SBBS5R	1.25	1.84	2.41	3.00	3.53	4.32	7.12	8.64	37.17
A-SBBS6R	1.59	2.29	2.90	3.43	3.91	4.40	6.36	8.80	36.73
平均値	1.77	2.58	3.28	3.86	4.36	4.28	5.01	8.57	26.78
標準偏差	0.37375	0.46920	0.52893	0.54721	0.52935	0.30423	1.34857	0.60846	7.63467

\*加力装置改良（支持梁の合間に鋼棒を入れる）

\*\*\*



A-DBBS1N~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2P <sub>max</sub> (tf)	1/2P <sub>max</sub> 時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)
A-DBBS1N	2.31	3.49	4.47	5.21	5.86	5.06	3.76	10.11
A-DBBS2N	2.94	3.77	4.70	5.55	6.25	4.94	3.19	9.88
A-DBBS3N	2.52	4.01	5.27	6.13	5.86	5.05	2.76	10.10
A-DBBS4N	3.28	2.15	6.05	6.78	7.34	4.60	1.78	9.21
A-DBBS5N	3.07	4.15	5.33	6.16	7.39	3.92	1.60	7.85
A-DBBS6N	3.48	4.90	5.92	6.68	7.42	5.67	2.71	11.34
平均値	2.93	3.74	5.29	6.08	6.69	4.87	2.63	9.75
標準偏差	0.40826	0.83312	0.57695	0.56262	0.70627	0.52849	0.75298	1.05678

A-DBBS1R~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2P <sub>max</sub> (tf)	1/2P <sub>max</sub> 時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)
A-DBBS1R	3.00	4.32	5.32	6.12	6.72	5.14	2.80	10.29
A-DBBS2R	2.95	4.24	5.16	5.77	6.25	5.06	2.86	10.12
A-DBBS3R	2.40	3.79	4.92	5.84	6.59	5.00	3.08	9.99
A-DBBS4R	2.76	3.86	5.28	6.09	6.75	5.39	3.12	10.78
A-DBBS5R	1.49	2.85	3.98	4.83	5.54	4.83	3.99	9.65
A-DBBS6R	1.85	2.97	4.04	4.96	5.61	5.17	4.29	10.35
平均値	2.41	3.67	4.78	5.60	6.24	5.10	3.36	10.20
標準偏差	0.56689	0.57139	0.56177	0.51503	0.49862	0.17256	0.56999	0.34512

B-SBBSIN~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-SBBS1N	2.04	3.33	4.52	5.50	6.27	5.56	4.08	11.12	26.39
B-SBBS2N	1.93	3.04	4.20	5.20	5.93	5.07	3.80	10.14	22.65
B-SBBS3N	2.39	3.54	4.38	4.95	5.63	5.23	4.38	10.45	21.22
B-SBBS4N	1.46	2.16	3.69	4.52	5.29	5.14	4.77	10.28	32.01
B-SBBS5N	2.47	2.72	4.54	5.50	6.33	5.12	3.61	10.24	27.11
B-SBBS6N	2.70	3.81	4.86	5.82	6.69	5.13	3.26	10.25	22.64
平均値	2.17	3.10	4.36	5.25	6.02	5.21	3.98	10.41	25.34
標準偏差	0.40576	0.54541	0.36091	0.42348	0.46624	0.16433	0.49543	0.32865	3.65524

B-SBBS1R~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-SBBS1R	2.58	2.78	2.98	3.53	4.10	2.28	0.52	4.56	6.83
B-SBBS2R	2.67	3.23	4.19	5.16	5.92	3.25	2.02	6.51	6.40
B-SBBS3R	2.57	2.96	3.47	3.84	4.46	2.59	1.03	5.17	6.41
B-SBBS4R	1.53	2.55	3.24	3.96	4.70	2.51	1.96	5.02	5.72
B-SBBS5R	1.92	2.47	2.93	3.75	4.15	2.41	1.92	4.82	6.26
B-SBBS6R	2.49	3.12	3.75	4.18	4.73	2.48	0.98	4.95	5.53
平均値	2.29	2.85	3.43	4.07	4.68	2.59	1.40	5.17	6.19
標準偏差	0.41918	0.28054	0.44141	0.52487	0.60528	0.31302	0.58594	0.62604	0.43923

B-DBBS1N~6N

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-DBBS1N	2.86	5.95	7.53	8.58	9.56	6.00	2.02	12.00	11.28
B-DBBS2N	1.27	2.22	3.43	4.60	5.75	5.00	4.28	9.99	18.94
B-DBBS3N	1.23	2.17	3.37	4.73	5.87	5.96	5.10	11.92	21.59
B-DBBS4N	1.39	1.99	2.75	3.48	4.26	5.23	6.12	10.46	32.10
B-DBBS5N	1.15	1.93	2.41	3.27	4.17	6.18	8.15	12.35	33.67
B-DBBS6N	1.22	2.02	2.86	3.88	4.59	6.68	8.01	13.36	38.12
平均値	1.52	2.71	3.72	4.76	5.70	5.84	5.61	11.68	25.95
標準偏差	0.60252	1.45136	1.73594	1.79151	1.85123	0.56843	2.13717	1.13686	9.39012

\*\*\*

\*加力装置改良（支持梁の合間に銅棒を入れる）

B-DBBS1R~6R

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-DBBS1R	2.14	2.73	3.45	4.28	4.43	2.31	1.21	4.63	5.73
B-DBBS2R	0.56	1.09	1.74	2.29	2.58	2.02	3.40	4.04	13.97
B-DBBS3R	2.07	2.76	3.73	4.67	5.40	3.01	2.32	6.02	7.43
B-DBBS4R	1.11	2.14	3.17	4.18	4.30	2.49	2.28	4.99	10.32
B-DBBS5R	1.69	2.28	2.67	3.44	3.70	2.04	1.46	4.08	9.13
B-DBBS6R	1.05	2.04	2.94	3.45	3.93	2.29	2.34	4.58	21.21
平均値	1.44	2.17	2.95	3.72	4.05	2.36	2.17	4.72	11.30
標準偏差	0.57325	0.55595	0.63709	0.77972	0.85118	0.33374	0.70711	0.66748	5.11562

各シリーズごとの荷重データの平均値を以下に示す。

梁-梁 (BBS) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SBBS-N	2.25	3.19	3.96	4.66	5.16	4.03	3.09	8.07	16.54
A-SBBS-R	1.77	2.58	3.28	3.86	4.36	4.28	5.01	8.57	26.78
A-DBBS-N	2.93	3.74	5.29	6.08	6.69	4.87	2.63	9.75	16.21
A-DBBS-R	2.41	3.67	4.87	5.60	6.24	5.10	3.66	10.20	21.83
B-SBBS-N	2.17	3.10	4.36	5.25	6.02	5.21	3.98	10.41	25.34
B-SBBS-R	2.29	2.85	3.43	4.07	4.68	2.59	1.40	5.17	6.19
B-DBBS-N	1.52	2.71	3.72	4.76	5.70	5.84	5.61	11.68	25.95
B-DBBS-R	1.44	2.17	2.59	3.72	4.05	2.36	2.17	4.72	11.30

各シリーズ・各試験体ごとの破壊状況を以下に示す。

A-SBBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
A-SBBS1N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS2N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS3N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS4N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS5N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS6N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	
A-SBBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-SBBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が年輪に沿って割れた	支持梁の間に鋼棒を入れる
A-SBBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が年輪に沿って割れた	支持梁の間に鋼棒を入れる
A-SBBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	支持梁の間に鋼棒を入れる

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンと、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、ドリフトピンの差込穴から割れ始めたが、決まった箇所では割れは入らなかった。また、正荷重（Nシリーズ）試験体と負荷重（Rシリーズ）試験体の梁材の破壊においては差はなかった。

支持梁の破壊は、鋼棒を入れたものにみられた。その他はA-SBBS2R試験体にもみられた

A-DBBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
A-DBBS1N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS2N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS3N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ（一番下の穴の付近の「節」に沿って割れる）	
A-DBBS4N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS5N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	梁材の割れた部分が折れて耐力低下
A-DBBS6N	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	
A-DBBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	
A-DBBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ 支持梁が梁材をつなぐボルトの作用で割れる	
A-DBBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
A-DBBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンと、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、ドリフトピンの差込穴から割れ始めたが、決まった箇所では割れは入らなかった。また、正荷重（Nシリーズ）試験体と負荷重（Rシリーズ）試験体の梁材の破壊においては差はなかった。

支持梁が破壊した試験体もみられた。

B-SBBSシリーズ破壊状況

試験体名	木材の破壊状況	備考
B-SBBS1N	梁材のボルト差込穴から割れ	支持梁が傾き危険な状態になったので中止
B-SBBS2N	梁材のドリフトピン差込穴と穴のないところから割れ	支持梁が傾き危険な状態になったので中止
B-SBBS3N	穴のないところから割れ	
B-SBBS4N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SBBS5N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SBBS6N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差込穴から割れ	
B-SBBS1R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SBBS2R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SBBS3R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SBBS4R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SBBS5R	梁材のドリフトピン穴から割れ	
B-SBBS6R	梁材のドリフトピン穴から割れ	

金物の破壊は、すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンとボルト、金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は、正荷重（Nシリーズ）試験体では荷重に対して1番上にあたるボルト差込穴から割れ、負荷重（Rシリーズ）試験体では荷重に対して1番上になるドリフトピン差込穴から割れる傾向がみられた。

B-DBBSシリーズ破壊状況

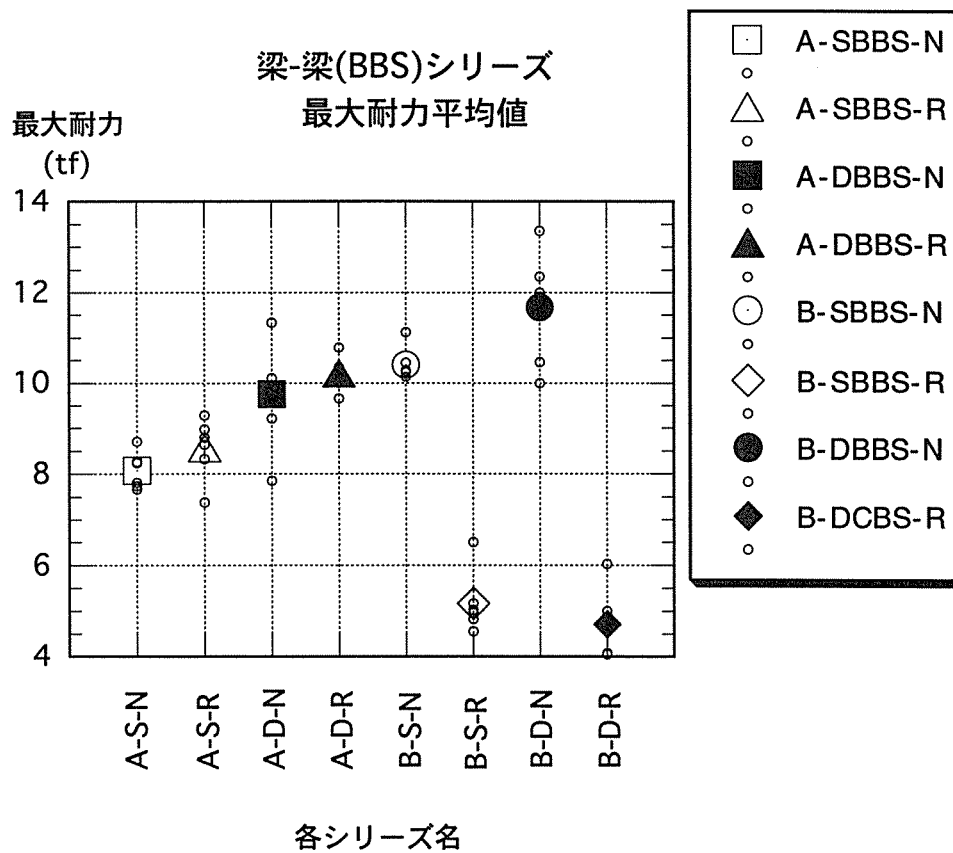
試験体名	木材の破壊状況	備考
B-DBBS1N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差 込穴から割れ	
B-DBBS2N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差 込穴から割れ	
B-DBBS3N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差 込穴から割れ	
B-DBBS4N	梁材のドリフトピン, ボルト差込穴から 割れ (特に一番上のボルト穴部分がひどい)	支持梁の間に鋼棒を入れる
B-DBBS5N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差 込穴から割れ	支持梁の間に鋼棒を入れる
B-DBBS6N	梁材のドリフトピン, 1番上のボルト差 込穴から割れ	支持梁の間に鋼棒を入れる
B-DBBS1R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
B-DBBS2R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
B-DBBS3R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
B-DBBS4R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
B-DBBS5R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ	
B-DBBS6R	梁材のドリフトピン差込穴から割れ (梁 両端の穴を結び, 裂けるように様に割れた)	

金物の破壊は, すべての試験体において梁材に差し込んであるドリフトピンとボルト, 金物と柱を止めているボルトが曲がった程度であった。

梁材の破壊は, 正荷重 (Nシリーズ) 試験体では荷重に対して1番上にあたるボルト差  
込穴から割れ, 負荷重 (Rシリーズ) 試験体では荷重に対して1番上になるドリフトピ  
ン差込穴から割れる傾向がみられた。



各シリーズごとの最大耐力の平均値を以下に示す。



各シリーズ・各試験体ごとの耐力の検討結果を以下に示す。

A-SBBSIN ~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3}/\delta$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-SBBS1N	8.27	5.51	5.94	6.61	16.68	0.93	2.81
A-SBBS2N	8.24	5.49	5.45	6.59	21.07	1.01	3.87
A-SBBS3N	7.80	5.20	4.48	6.24	19.06	1.16	4.25
A-SBBS4N	7.66	5.10	7.02	6.12	22.84	0.73	3.25
A-SBBS5N	7.74	5.16	4.32	6.19	16.63	1.19	3.85
A-SBBS6N	8.71	5.81	5.06	6.97	17.30	1.15	3.42
平均値	8.07	5.38	5.38	6.46	18.93	1.03	3.58

A-SBBSIR ~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3}/\delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-SBBS1R	7.38	4.92	5.61	5.90	22.85	0.88	4.07
A-SBBS2R	8.98	5.98	8.43	7.18	26.42	0.71	3.13
A-SBBS3R	9.29	6.19	8.20	7.43	27.45	0.76	3.35
A-SBBS4R	8.33	5.55	8.27	6.67	22.82	0.67	2.76
A-SBBS5R	8.64	5.76	5.34	6.91	16.63	1.08	3.11
A-SBBS6R	8.80	5.87	5.18	7.04	17.30	1.13	3.34
平均値	8.57	5.71	6.84	6.86	22.24	0.87	3.29

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K : 剛性

$\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

A-DBBS1N~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-DBBS1N	10.11	6.74	6.61	8.09	20.61	1.02	3.12
A-DBBS2N	9.88	6.59	5.55	7.90	15.75	1.19	2.84
A-DBBS3N	10.10	6.73	5.36	8.08	16.93	1.26	3.16
A-DBBS4N	9.21	6.14	3.35	7.36*	13.53	1.83	4.04
A-DBBS5N	7.85	5.23	2.92	6.28	18.50	1.79	6.34
A-DBBS6N	11.34	7.56	5.22	9.07	15.90	1.45	3.05
平均値	9.75	6.50	4.84	7.80	16.87	1.42	3.76

A-DBBS1R~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-DBBS1R	10.29	6.86	5.26	8.23*	23.71	1.30	4.51
A-DBBS2R	10.12	6.75	6.30	8.10*	26.35	1.07	4.18
A-DBBS3R	9.99	6.66	5.10	8.00*	25.58	1.31	5.02
A-DBBS4R	10.78	7.19	5.87	8.63	25.17	1.22	4.29
A-DBBS5R	9.65	6.44	6.87	7.72*	23.81	0.94	3.47
A-DBBS6R	10.35	6.90	7.75	8.28	22.70	0.89	2.93
平均値	10.20	6.80	6.19	8.16	24.55	1.12	4.06

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3  
 $\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%  
 $\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K: 剛性  
 $\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

B-SBBS1N~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-SBBS1N	11.12	7.41	6.94	8.89	25.56	1.07	3.68
B-SBBS2N	10.14	6.76	6.66	8.11 *	23.82	1.01	3.58
B-SBBS3N	10.45	6.97	7.56	8.36	21.59	0.92	2.86
B-SBBS4N	10.28	6.86	8.61	8.23 *	24.24	0.80	2.82
B-SBBS5N	10.24	6.83	5.53	8.19 *	34.01	1.23	6.15
B-SBBS6N	10.25	6.83	5.18	8.20 *	28.91	1.32	5.58
平均値	10.41	6.94	6.75	8.33	26.36	1.06	4.11

B-SBBS1R~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-SBBS1R	4.56	3.04	3.10	3.65	7.35	0.98	2.37
B-SBBS2R	6.51	4.34	3.12	5.21	7.04	1.39	2.26
B-SBBS3R	5.17	3.45	2.97	4.14 *	9.33	1.16	3.14
B-SBBS4R	5.02	3.35	3.99	4.02	6.17	0.84	1.55
B-SBBS5R	4.82	3.21	3.24	3.85	6.66	0.99	2.05
B-SBBS6R	4.95	3.30	2.37	3.96	8.49	1.39	3.58
平均値	5.17	3.45	3.13	4.14	7.51	1.13	2.49

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K: 剛性

$\mu$ : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測定の値をとった。

B-DBBS1N~6N

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3}/\delta_{2/3}$	$\mu=\delta_u/\delta_{2/3}$
B-DBBS1N	12.00	8.00	3.61	9.60*	11.87	2.22	3.29
B-DBBS2N	9.99	6.66	6.03	7.99*	23.05	1.10	3.82
B-DBBS3N	11.92	7.95	7.51	9.53*	21.84	1.06	2.91
B-DBBS4N	10.46	6.98	9.43	8.37*	32.11	0.74	3.41
B-DBBS5N	12.35	8.24	13.91	9.88*	38.30	0.59	2.75
B-DBBS6N	13.36	8.90	12.77	10.69*	33.67	0.70	2.64
平均値	11.68	7.79	8.88	9.34	26.81	1.07	3.14

B-DBBS1R~6R

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3}/\delta_{2/3}$	$\mu=\delta_u/\delta_{2/3}$
B-DBBS1R	4.63	3.09	2.61	3.70*	16.50	1.18	6.32
B-DBBS2R	4.04	2.69	5.19	3.23*	20.09	0.52	3.87
B-DBBS3R	6.02	4.01	3.27	4.82*	13.01	1.23	3.98
B-DBBS4R	4.99	3.32	3.14	3.99	10.22	1.06	3.25
B-DBBS5R	4.08	2.72	3.05	3.26	15.32	0.89	5.02
B-DBBS6R	4.58	3.05	3.11	3.66*	22.83	0.98	7.34
平均値	4.72	3.15	3.40	3.78	16.33	0.98	4.96

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3       $\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%       $\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K : 剛性       $\mu$  : 塑性率

\*: 試験体が傾いたため実験を中止したので、最後の測点の値をとった。

各シリーズごとの耐力の検討結果の平均値を以下に示す。

梁-梁 (BBS) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ名	Pmax (tf)	P <sub>2/3</sub> (tf)	K	μ
A-SBBS-N	6.05	5.38	1.03	3.58
A-SBBS-R	6.43	5.71	0.87	3.29
A-DBBS-N	7.31	6.50	1.42	3.76
A-DBBS-R	7.65	6.80	1.12	4.06
B-SBBS-N	7.81	6.94	1.06	4.11
B-SBBS-R	3.88	3.45	1.13	2.49
B-DBBS-N	8.76	7.79	1.07	3.14
B-DBBS-R	3.54	3.15	0.98	4.96

Pmax = 3 / 4 × 最大荷重平均値

K: 剛性

P<sub>2/3</sub> : 最大荷重の2/3

μ : 塑性率

## 結果の考察

### 荷重方法による違い

荷重方法による違いは特に見られなかった。

### Aタイプ試験体とBタイプ試験体を比較

せん断 (Nシリーズ) 試験体を比較すると、初期剛性はBタイプよりAタイプの方が高いが、最大荷重はBタイプの方が大きくなった。

しかし、逆せん断 (Rシリーズ) 試験体では、逆せん断の時に金物にかかるピンが多い為に、初期剛性、最大荷重共にAタイプ試験体の方が高くなった。

### 材の違いの比較

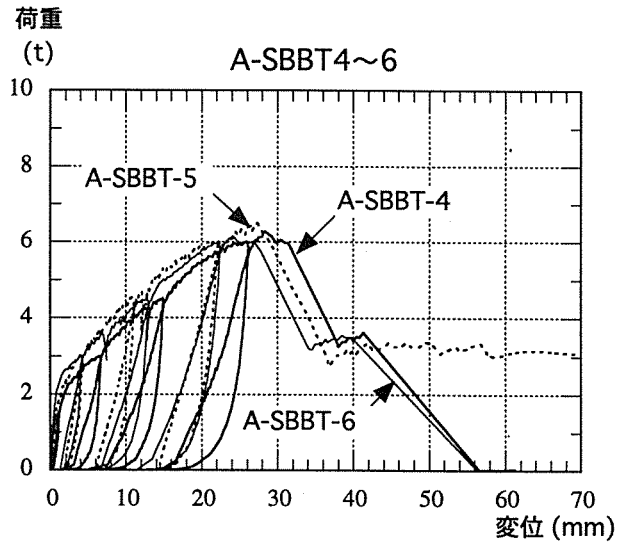
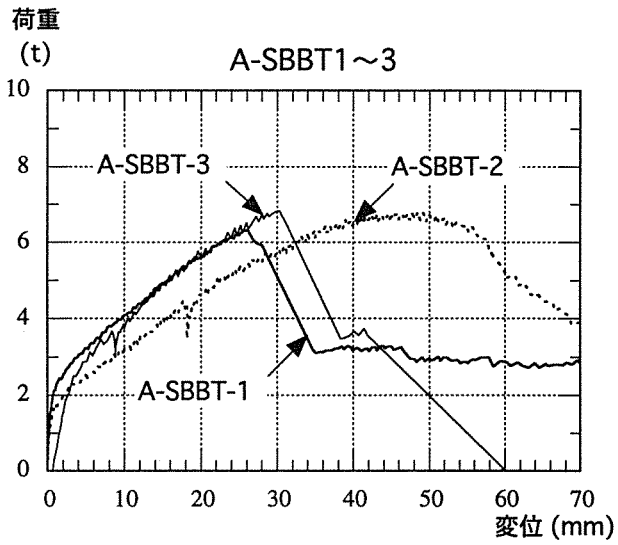
スギ (S) より米マツ (D) の方が、初期剛性に顕著な違いは見られなかったが、最大荷重が多少大きかった。

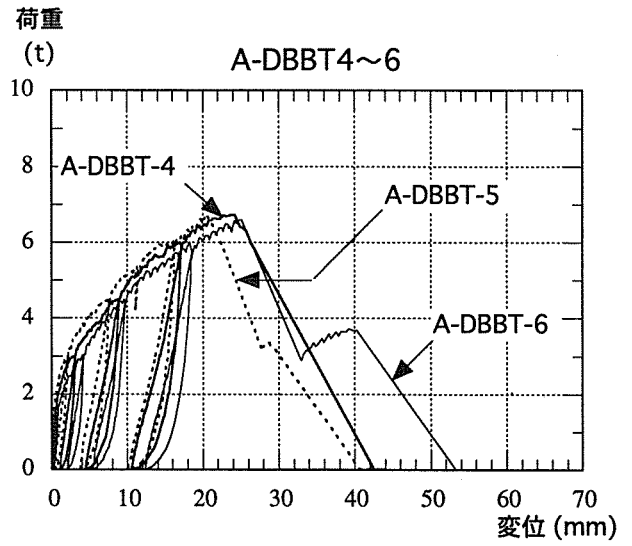
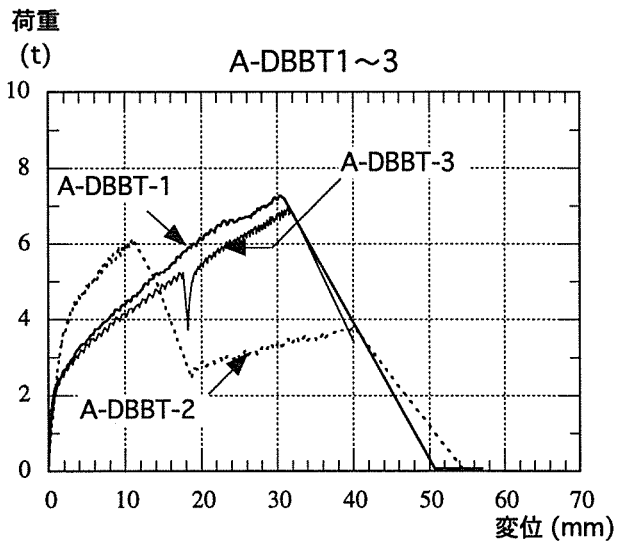
Aタイプ試験体において普通は、せん断 (Nシリーズ) 試験体は、逆せん断 (Rシリーズ) 試験体より最大耐力が高くなると思われるが、ここでは反対になった。

加力装置を実験を進める途中で6体分変更 (支持梁の間に鋼棒を入れる) して初期剛性、最大耐力には影響なかったが、最大荷重時の変位が著しく伸びた。

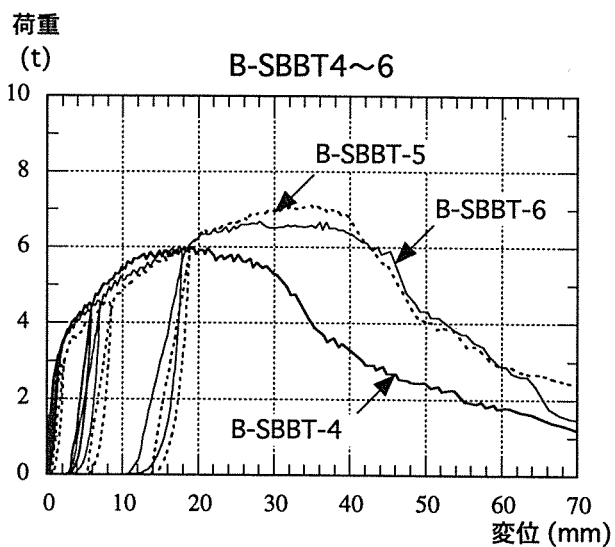
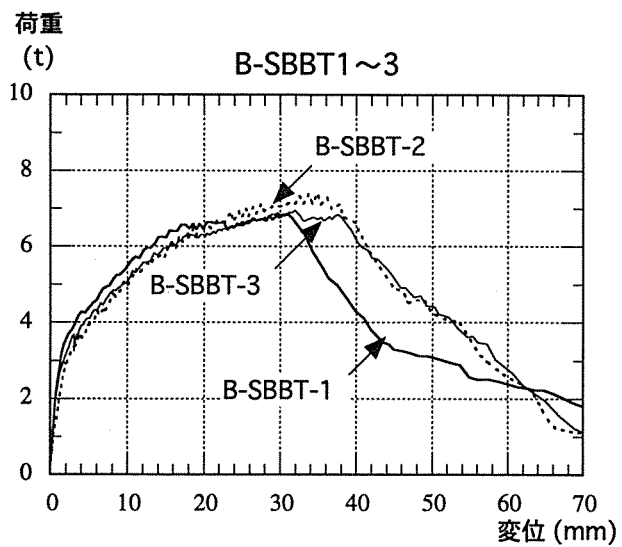
### 4-3. 梁-梁接合部引張実験

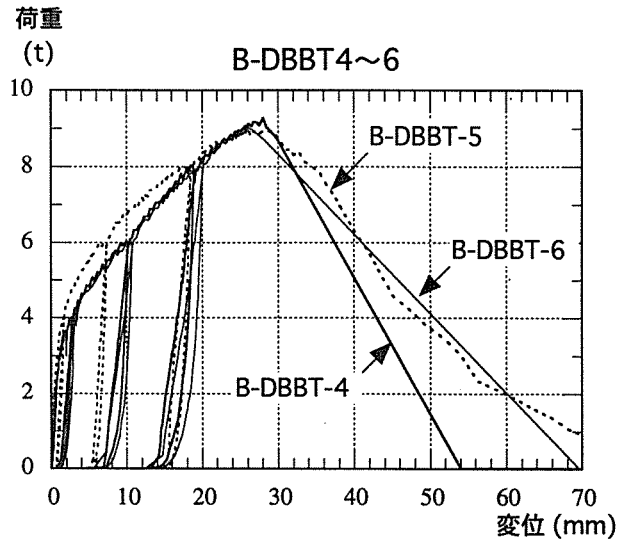
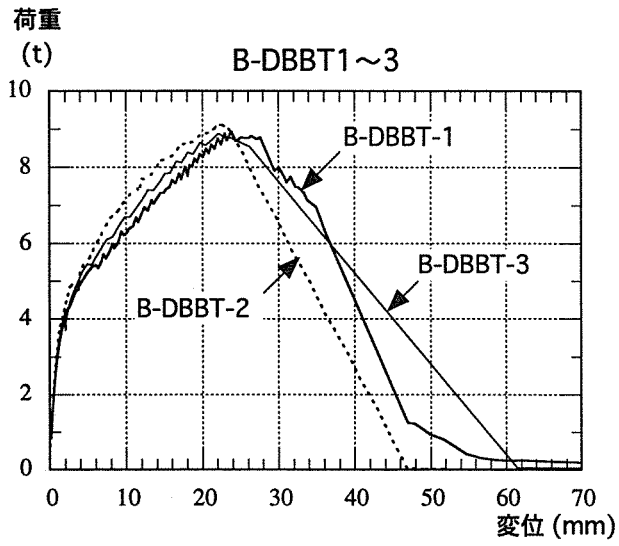
各シリーズ・各試験体ごとの荷重変形曲線を以下に示す。











各シリーズ・各試験体ごとの荷重データを以下に示す。

A-SBBT1~6

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SBBT1	2.12	2.49	2.80	3.01	3.22	3.17	4.79	6.33	26.11
A-SBBT2	1.71	1.93	2.27	2.30	2.51	3.38	10.86	6.76	48.46
A-SBBT3	0.42	1.56	2.23	2.62	2.87	3.42	7.69	6.83	30.25
A-SBBT4	1.43	1.95	2.37	2.62	2.78	3.14	7.12	6.27	28.43
A-SBBT5	1.76	2.54	2.69	2.95	3.27	3.25	5.26	6.50	27.42
A-SBBT6	2.22	2.64	2.82	3.00	3.18	3.08	4.58	6.16	24.10
平均値	1.61	2.18	2.53	2.75	2.97	3.24	6.71	6.48	30.80
標準偏差	0.59225	0.39461	0.24636	0.26183	0.27395	0.12419	2.18707	0.24838	8.12512

A-DBBT1~6

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-DBBT1	2.24	2.65	2.93	3.25	3.44	3.64	5.96	7.27	30.36
A-DBBT2	2.29	3.65	4.14	4.60	4.98	3.07	1.45	6.14	11.01
A-DBBT3	2.17	2.54	2.87	3.11	3.34	3.49	6.22	6.98	31.38
A-DBBT4	2.13	2.55	2.99	3.36	3.66	3.37	4.03	6.74	23.82
A-DBBT5	2.47	9.96	3.42	3.79	3.96	3.37	2.74	6.73	20.44
A-DBBT6	1.76	2.33	2.71	3.00	3.34	3.30	4.95	6.60	24.75
平均値	2.18	3.95	3.18	3.52	3.79	3.37	4.22	6.74	23.63
標準偏差	0.21462	2.72189	0.48349	0.54561	0.57668	0.17298	1.70328	0.34596	6.78339

B-SBBT1~6

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-SBBT1	2.58	3.56	3.89	4.27	4.39	3.43	1.74	6.85	30.91
B-SBBT2	1.83	2.91	3.33	3.59	3.94	3.70	4.49	7.39	34.88
B-SBBT3	2.45	3.19	3.68	3.92	4.12	3.48	3.14	6.95	31.94
B-SBBT4	2.65	2.75	3.86	4.16	4.43	3.00	1.32	5.99	19.03
B-SBBT5	2.38	4.62	3.48	3.62	3.96	3.55	3.23	7.10	34.87
B-SBBT6	2.63	3.42	3.81	4.06	4.23	3.34	1.95	6.68	28.07
平均値	2.42	3.41	3.67	3.94	4.18	3.41	2.64	6.83	29.95
標準偏差	0.28042	0.60663	0.20749	0.25565	0.19171	0.21692	1.08338	0.43385	5.41870

B-DBBT1~6

試験体名	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
B-DBBT1	2.98	4.01	4.51	4.92	5.23	4.47	2.90	8.93	23.86
B-DBBT2	3.26	4.29	4.92	5.23	5.56	4.56	2.00	9.11	22.69
B-DBBT3	3.16	4.25	4.70	5.16	5.45	4.45	2.56	8.89	22.09
B-DBBT4	2.82	2.67	4.08	4.57	4.83	4.64	4.44	9.28	28.10
B-DBBT5	3.33	6.46	4.81	5.19	5.50	4.47	2.29	8.93	28.30
B-DBBT6	2.87	3.60	3.99	4.51	4.75	4.55	4.08	9.09	25.68
平均値	3.07	4.21	4.50	4.93	5.22	4.52	3.05	9.04	25.12
標準偏差	0.19051	1.14355	0.35208	0.29138	0.32302	0.06822	0.90915	0.13643	2.44880

各シリーズごとの荷重データの平均値を以下に示す。

柱一梁 (BBT) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ	1mm時荷重 (tf)	2mm時荷重 (tf)	3mm時荷重 (tf)	4mm時荷重 (tf)	5mm時荷重 (tf)	1/2Pmax (tf)	1/2Pmax時 変位 (mm)	最大荷重 (tf)	最大荷重時 変位 (mm)
A-SBBT	1.61	2.18	2.53	2.75	2.97	3.24	6.71	6.48	30.80
A-DBBT	2.18	3.95	3.18	3.52	3.79	3.37	4.22	6.74	23.63
B-SBBT	2.42	3.41	3.67	3.94	4.18	3.41	2.64	6.83	29.95
B-DBBT	3.07	4.21	4.50	4.93	5.22	4.52	3.05	9.04	25.12

各シリーズ・各試験体ごとの破壊状況を以下に示す。

A-SBBTシリーズ破壊状況

試験体名	木材と金物の破壊状況	備考
A-SBBT1	梁材Aに東側の金物固定ボルトは残り、西側の金物固定ボルトは座金ごと梁材Bと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-SBBT2	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-SBBT3	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-SBBT4	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-SBBT5	梁材Aに西側の金物固定ボルトは残り、東側の金物固定ボルトは座金ごと梁材Bと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-SBBT6	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。



A-DBBTシリーズ破壊状況

試験体名	木材と金物の破壊状況	備考
A-DBBT1	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-DBBT2	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-DBBT3	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-DBBT4	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-DBBT5	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
A-DBBT6	梁材Aから両側の金物固定ボルトが座金ごと梁材Aと金物と一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。

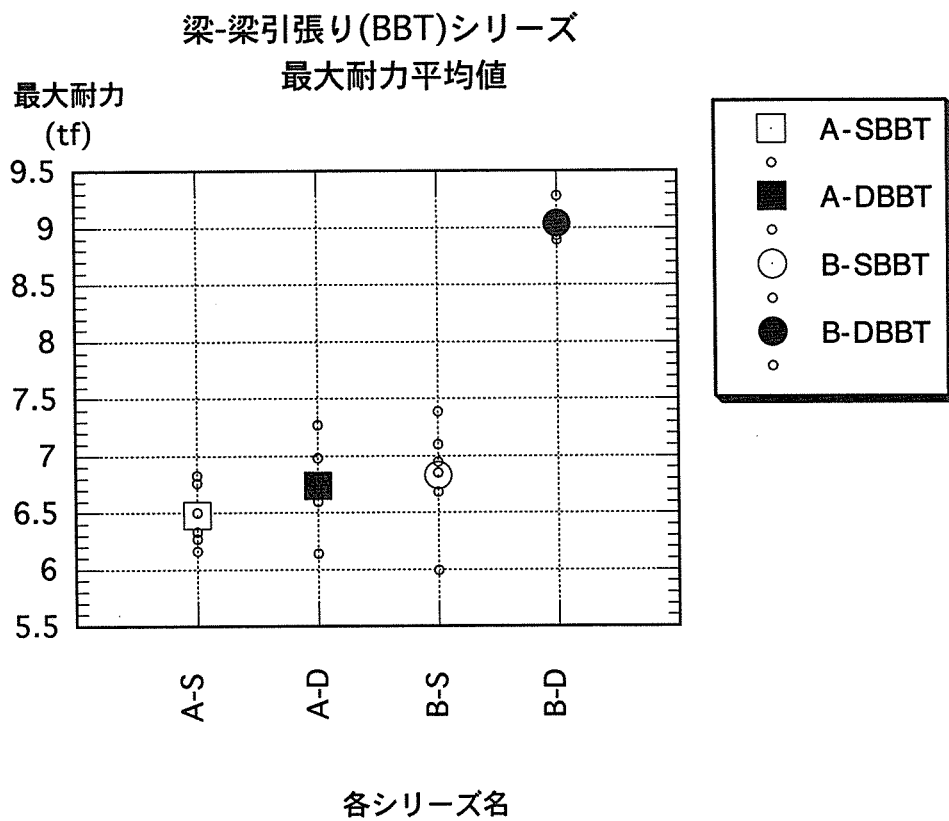
B-SBBTリーズ破壊状況

試験体名	木材と金物の破壊状況	
B-SBBT1	梁材Aにドリフトピンと外側の差込ボルト、金物が残り、まん中の差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分まん中が折れる。
B-SBBT2	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。
B-SBBT3	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。
B-SBBT4	梁材Aにドリフトピンと外側の差込ボルト、金物が残り、まん中の差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分まん中が折れる。
B-SBBT5	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。
B-SBBT6	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。

B-DBBTリーズ破壊状況

試験体名	木材と金物の破壊状況	備考
B-DBBT1	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。
B-DBBT2	梁材Aに金物固定ボルトが残り、差込ボルト、ドリフトピン、金物は梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
B-DBBT3	梁材Aに金物固定ボルトが残り、差込ボルト、ドリフトピン、金物は梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
B-DBBT4	梁材Aに金物固定ボルトが残り、差込ボルト、ドリフトピン、金物は梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。
B-DBBT5	梁材Aにドリフトピンと金物が残り、差込ボルトは梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物のボルト差込部分が折れる。
B-DBBT6	梁材Aに金物固定ボルトが残り、差込ボルト、ドリフトピン、金物は梁材Bと一緒に引き抜けた。	金物の梁材Aとの固定用ボルト穴がボルトの頭でもげる。

各シリーズごとの最大耐力の平均値を以下に示す。



各シリーズ・各試験体ごとの耐力の検討結果を以下に示す。

A-SBBT1~6

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-SBBT1	6.33	4.22	11.08	5.06	30.11	0.38	2.72
A-SBBT2	6.76	4.51	19.44	5.41	59.32	0.23	3.05
A-SBBT3	6.83	4.55	13.63	5.46	33.62	0.33	2.47
A-SBBT4	6.27	4.18	12.06	5.02	33.83	0.35	2.80
A-SBBT5	6.50	4.33	9.63	5.20	30.94	0.45	3.21
A-SBBT6	6.16	4.11	10.06	4.93	29.81	0.41	2.96
平均値	6.48	4.32	12.65	5.18	36.27	0.36	2.87

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

K: 剛性

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

$\mu$  : 塑性率

A-DBBT1～6

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
A-DBBT1	7.27	4.85	12.37	5.82	34.71	0.39	2.81
A-DBBT2	6.14	4.09	2.75	4.91	15.64	1.49	5.69
A-DBBT3	6.98	4.65	13.48	5.58	34.99	0.35	2.60
A-DBBT4	6.74	4.49	8.78	5.39	28.03	0.51	3.19
A-DBBT5	6.73	4.49	7.42	5.38	23.56	0.60	3.18
A-DBBT6	6.60	4.40	8.78	5.28	27.91	0.50	3.18
平均値	6.74	4.50	8.93	5.39	27.47	0.64	3.44

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K:剛性

$\mu$  : 塑性率

B-SBBT1~6

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-SBBT1	6.85	4.57	5.98	5.48	35.67	0.76	5.96
B-SBBT2	7.39	4.93	9.27	5.91	41.80	0.53	4.51
B-SBBT3	6.95	4.63	7.28	5.56	49.17	0.64	6.75
B-SBBT4	5.99	3.99	3.28	4.79	32.82	1.22	10.01
B-SBBT5	7.10	4.73	9.16	5.68	44.13	0.52	4.82
B-SBBT6	6.68	4.45	6.28	5.34	46.28	0.71	7.37
平均値	6.83	4.55	6.88	5.46	0.73	6.57	

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

B-DBBT1~6

試験体名	最大荷重 (tf)	$P_{2/3}$ (tf)	$\delta_{2/3}$ (mm)	$P_{0.8}$ (tf)	$\delta_u$ (mm)	$K=P_{2/3} / \delta_{2/3}$	$\mu = \delta_u / \delta_{2/3}$
B-DBBT1	8.93	5.95	8.25	7.14	33.8	0.72	4.24
B-DBBT2	9.11	6.07	6.34	7.29	27.93	0.96	4.41
B-DBBT3	8.89	5.93	6.89	7.11	32.12	0.86	4.66
B-DBBT4	9.28	6.19	10.78	7.42	33.48	0.57	3.11
B-DBBT5	8.93	5.95	6.36	7.14	37.83	0.94	5.95
B-DBBT6	9.09	6.06	10.90	7.27	34.96	0.56	3.21
平均値	9.04	6.03	8.25	7.23	33.26	0.77	4.26

$P_{2/3}$  : 最大荷重の2/3

$\delta_{2/3}$  :  $P_{2/3}$  時の変位

$P_{0.8}$  : 最大荷重の80%

$\delta_u$  :  $P_{0.8}$  時のピーク後の変位

K: 剛性

$\mu$  : 塑性率



各シリーズごとの耐力の検討結果の平均値を以下に示す。

梁-梁 (BBT) シリーズ各値の平均値比較

試験体 シリーズ名	Pmax (tf)	P <sub>2/3</sub> (tf)	K	μ
A-SBBT	4.86	4.32	0.36	2.87
A-DBBT	5.06	4.50	0.65	3.44
B-SBBT	5.12	4.55	0.73	6.57
B-DBBT	6.78	6.03	0.77	4.26

Pmax = 3 / 4 × 最大荷重平均値

K: 剛性

P<sub>2/3</sub>: 最大荷重の2/3

μ: 塑性率

### 結果の考察

載荷方法による違い

載荷方法による違いは特に見られなかった。

Aタイプ試験体とBタイプ試験体を比較

Bタイプの方がAタイプに比べ初期剛性、最大荷重共に高かった。

材の違いの比較

スギ (S) より米マツ (D) の方が、初期剛性に顕著な違いは見られなかったが、最大荷重が大きかった。

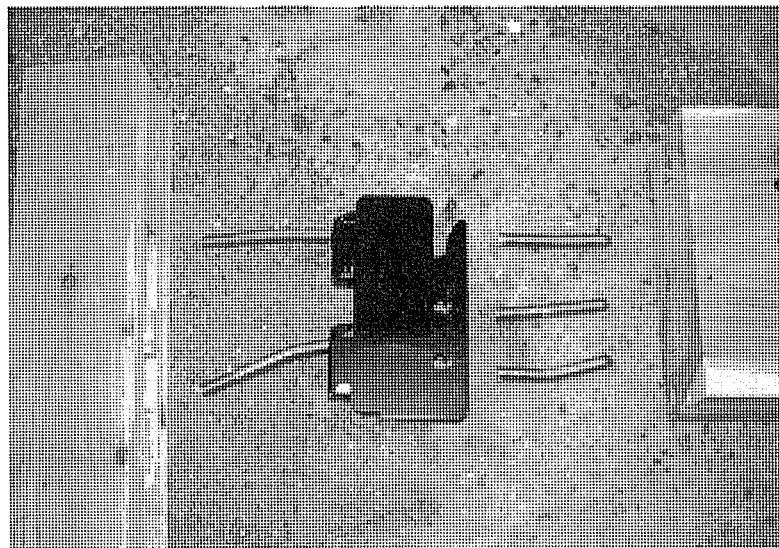
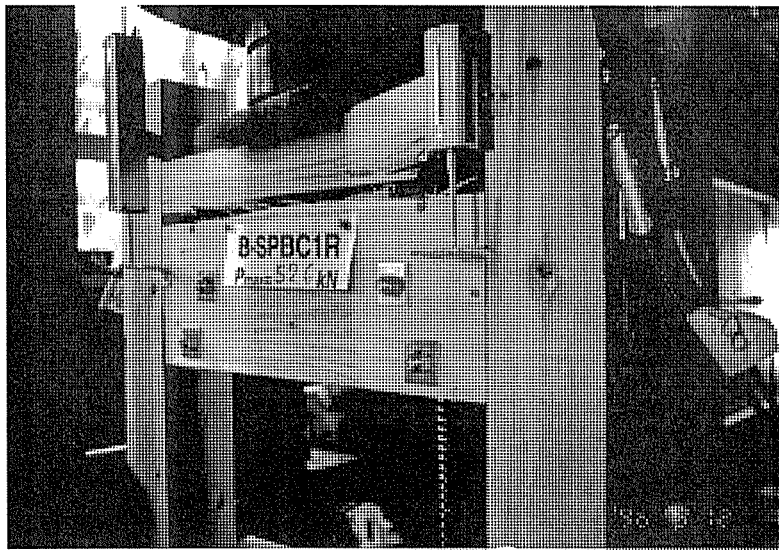
## 5 結 語

テナンビーム、クレテックの2種類の梁受け金物について、柱－梁接合部（せん断）、梁－梁接合部（せん断）および梁－梁接合部（引張）の3種類の実験を行いそれぞれの金物に対する強度特性を把握できた。

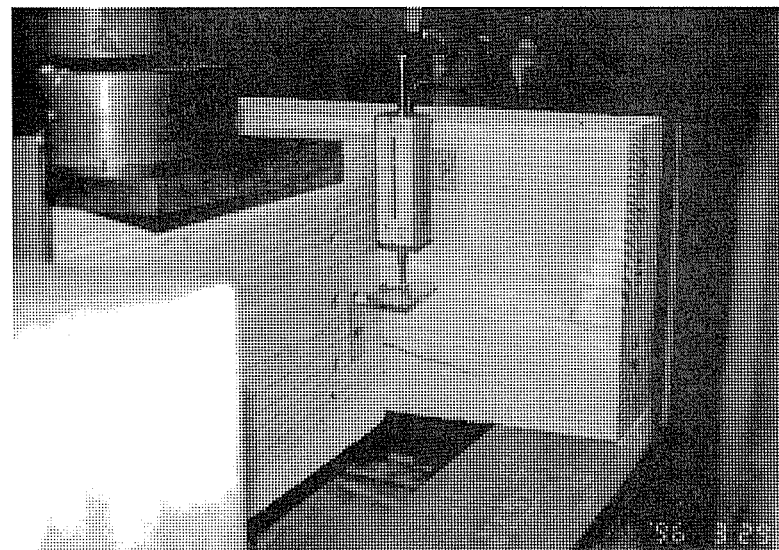
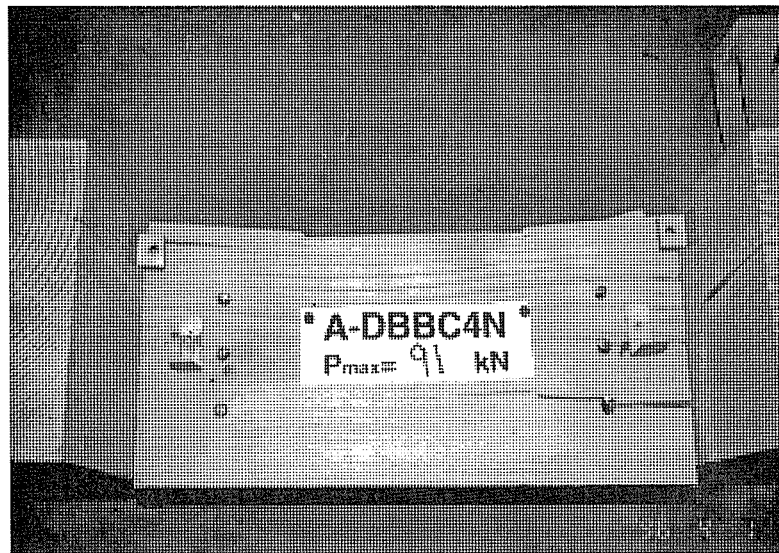
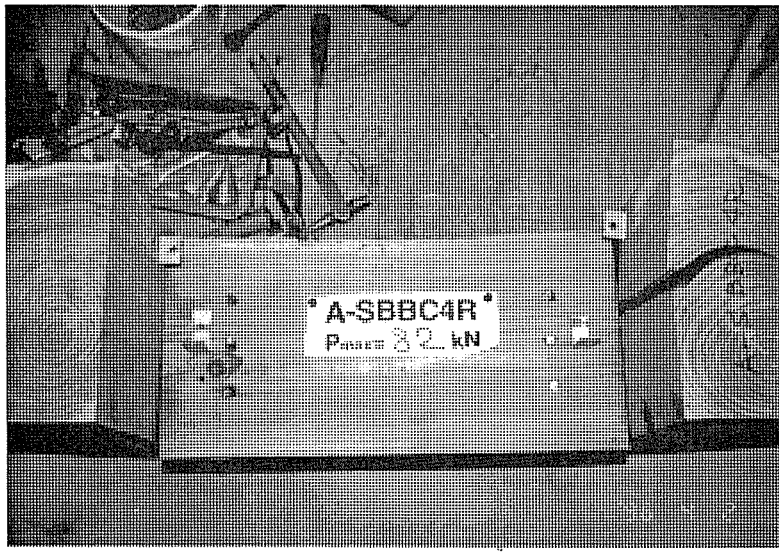
今後はこれらの実験データをもとに、木質構造物の合理的構造設計の基礎となる接合部の許容耐力および剛性の設定を行う必要がある。

最後に、本報告をまとめるにあたり、有益なるご示唆を頂いた、接合部設計法委員会（（財）日本住宅・木材技術センター）の各委員の皆様へ感謝の意を表します。

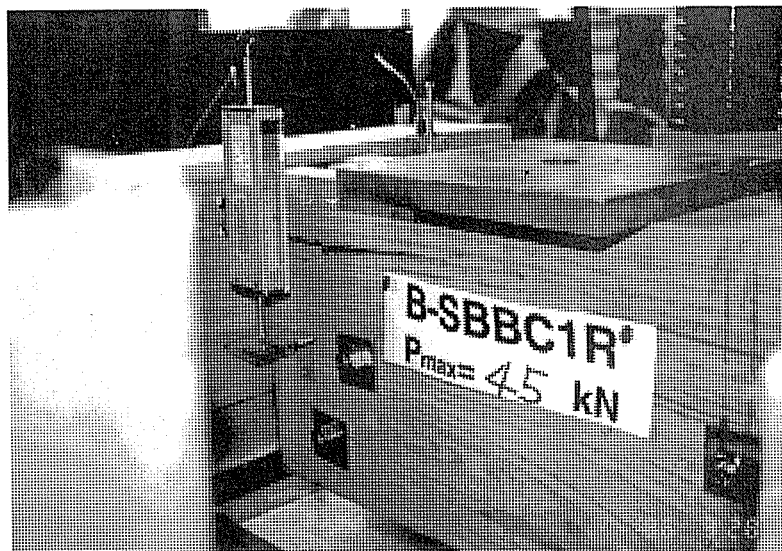
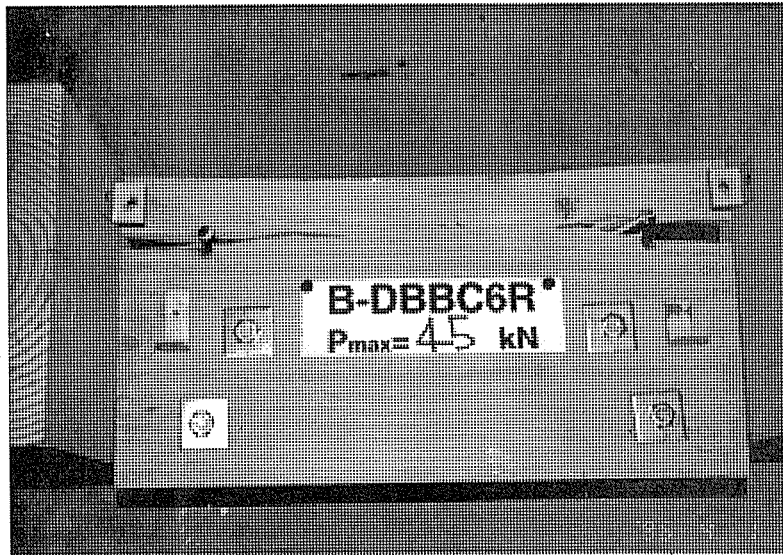
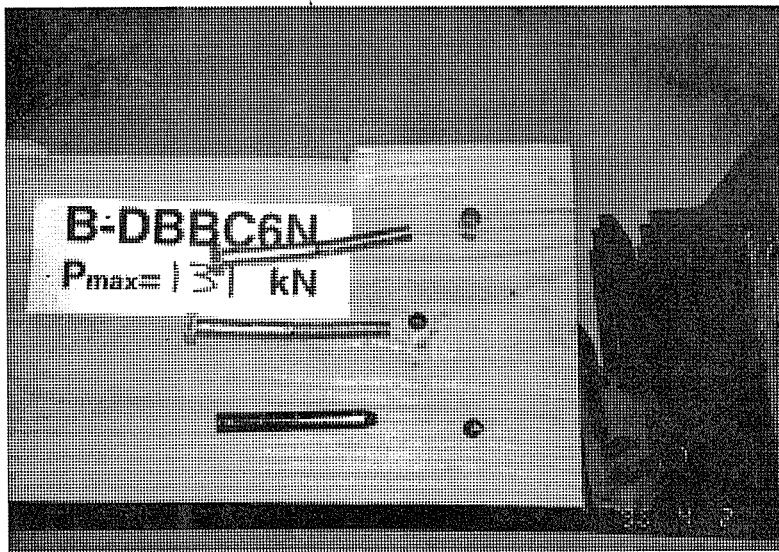
（文責：井上正文）



柱-梁せん断・逆せん断実験の破壊状況

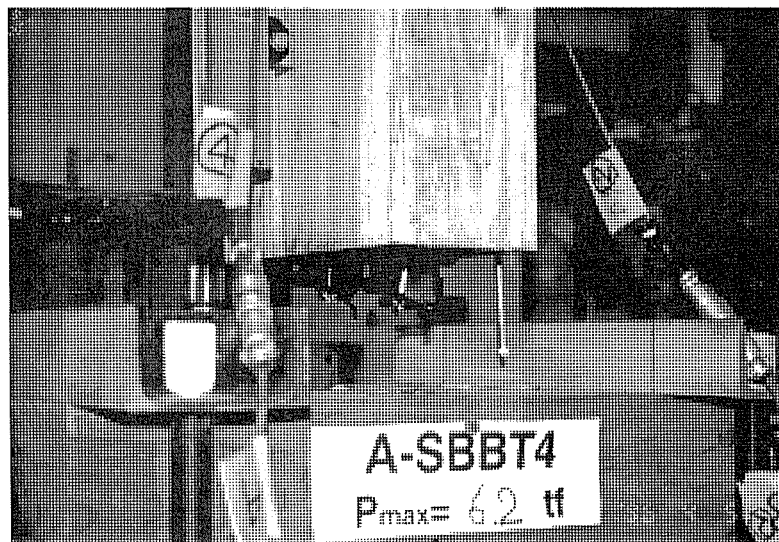
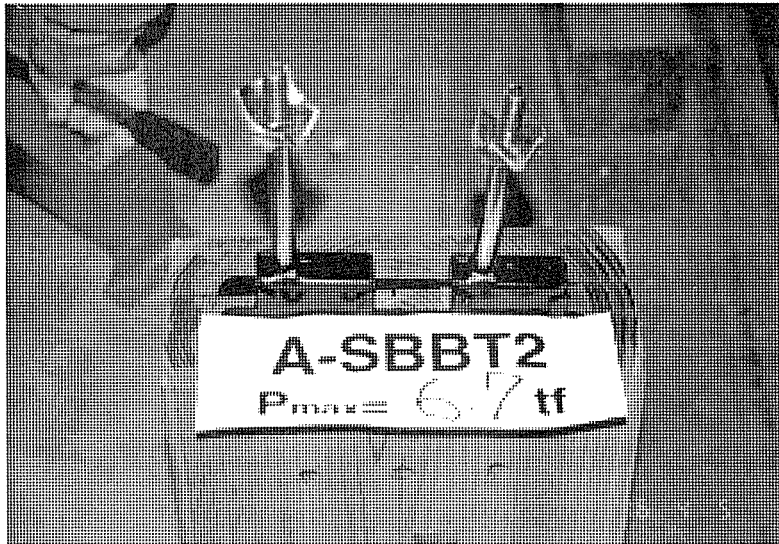
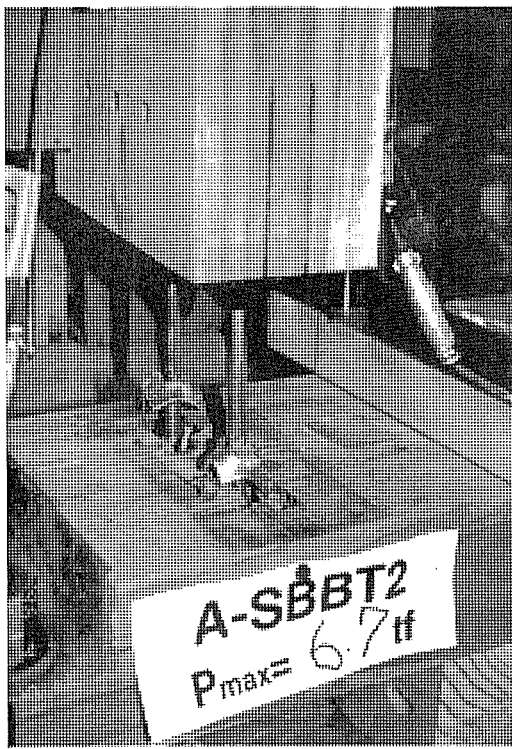


梁-梁せん断・逆せん断実験の破壊状況

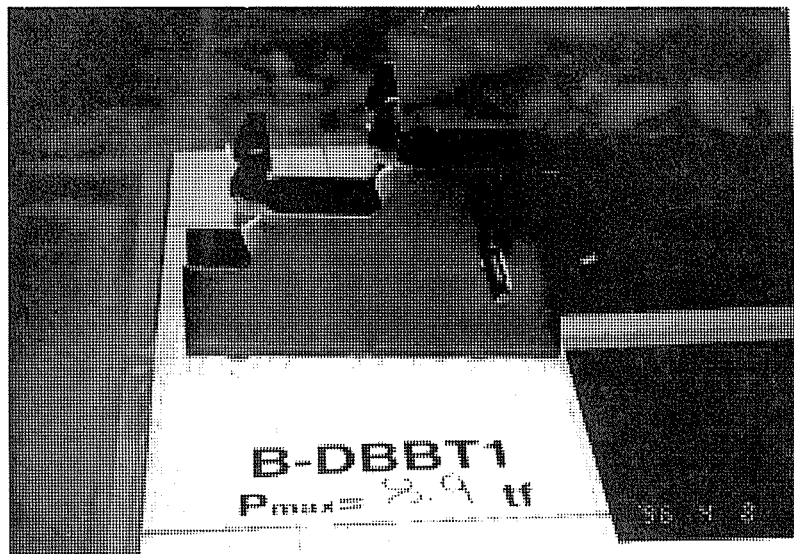
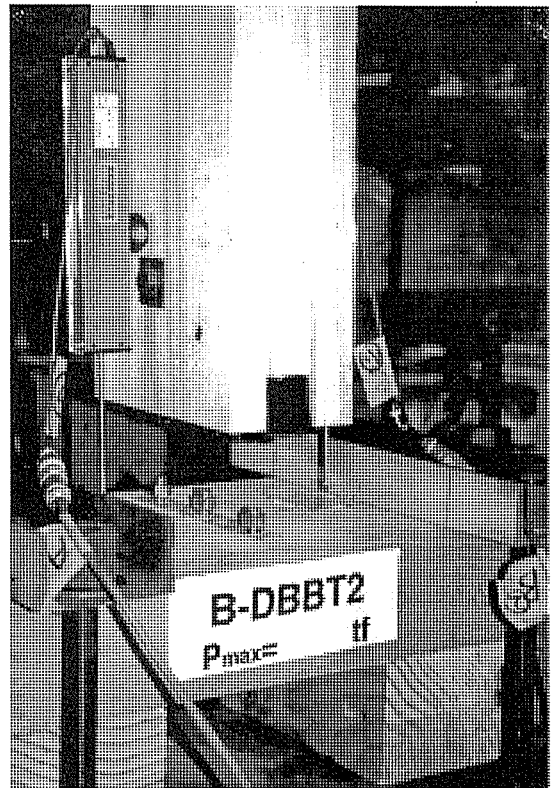
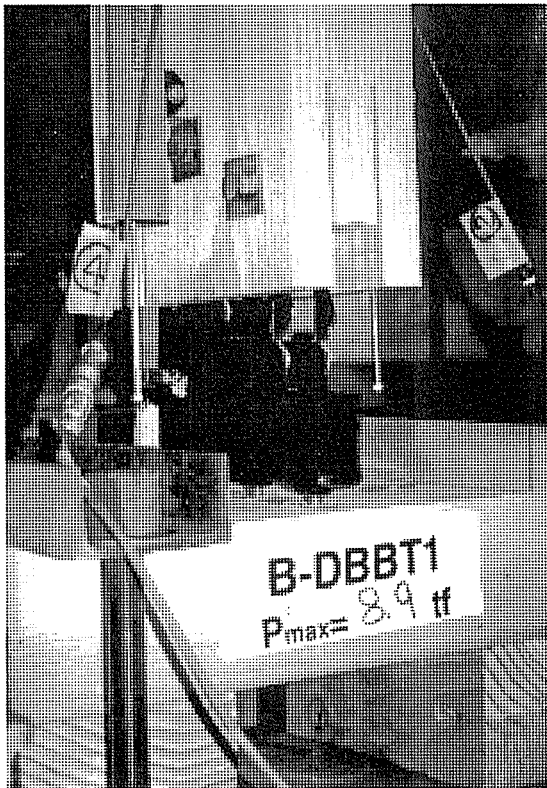


梁-梁せん断・逆せん断実験の破壊状況





梁一梁引張実験の破壊状況



梁-梁引張実験の破壊状況

# 第4章 梁受金物強度性能実験

## -外付け、センターウェーブタイプ金物による接合

### 1、目的

低コストな木造住宅を建築するためには、木工事関連事業の効率化や工期短縮等を図る必要がある。このため、本実験では外付けタイプ金物とセンターウェーブタイプ金物の2種類の木造住宅用構造接合金物を使用して、梁受けの試験体を作製した。そして、これら試験体の接合部の強度や破壊状況などを把握することを目的として実験を行なった。

### 2、試験体

#### 2.1 試験体の一覧

表1に試験体の一覧を示す。なお、試験体は工務店に一括依頼して作製した。

表1 試験体の一覧

金物の種類	試験体の区分	樹種	試験方法	試験体数	試験体名
外付けタイプ	梁-梁接合	スギ	圧縮順せん断	6	A
			圧縮逆せん断	6	B
			引張り	6	C
		ベイマツ	圧縮順せん断	6	D
			圧縮逆せん断	6	E
			引張り	6	F
センターウェーブタイプ	梁-梁接合	スギ	圧縮順せん断	6	G
			圧縮逆せん断	6	H
			引張り	5	I
		ベイマツ	圧縮順せん断	6	J
			圧縮逆せん断	6	K
			引張り	6	L
	柱-梁接合	スギ	圧縮順せん断	6	M
			圧縮逆せん断	6	N
		ベイマツ	圧縮順せん断	6	O
			圧縮逆せん断	6	P

#### 2.2 樹種と部材の断面寸法

- (1) 樹種 : スギ、ベイマツ
- (2) 梁断面 : 105×240mm
- (3) 柱断面 : 105×105mm

#### 2.3 部材の比重と含水率の測定

各試験体の図1に示す部分から厚さ約2cmの試片を採取した。そして、比重は気乾状態に調整して測定した。また、含水率は全乾法にて測定した。

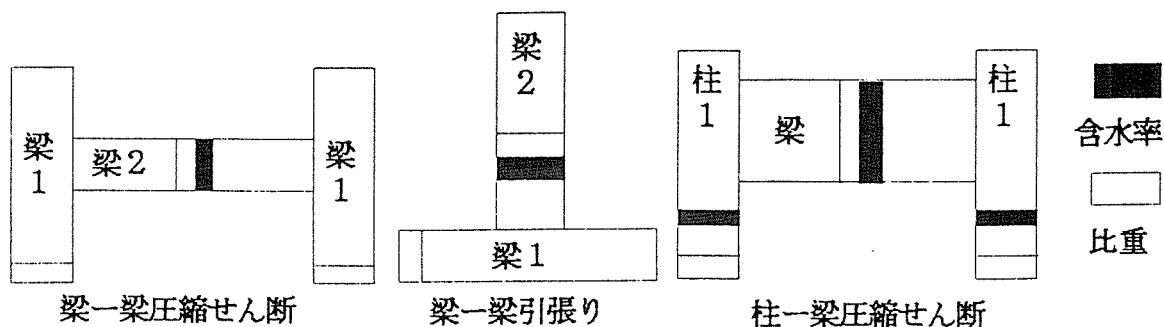


図1 比重と含水率試片の採取位置



## 2、4 試験体に用いた接合金物と接合具

本試験に用いた接合金物の詳細を図3と図4に示す。また、試験体の詳細について図5～図9に、写真1には梁、柱への金物の取り付けの概観を示す。そして、各々の金物に使用した接合具について次に示す。

### 2、4、1 外付け金物

#### 1) ラグスクリュー

- ・寸法 : 12φ×75mm
- ・使用本数 : 2本
- ・取り付け方法: 先穴9mm、インパクトレンチ締め

#### 2) ケギ

- ・タイプ : ZS50
- ・使用本数 : 18本

### 2、4、2 センターウェブ金物

#### 1) ラグスクリュー

- ・寸法 : 6φ×49mm
- ・使用本数 : 8本
- ・取り付け方法: 先穴なし、インパクトレンチ締め

#### 2) ボルト

- ・寸法 : M12×130mm
- ・使用本数 : 2本
- ・木材ドリル穴: 13mm

#### 3) 座金

- ・寸法 : 2×35×35mm

#### 4) ドリフトピン

- ・寸法 : φ12×105mm
- ・使用本数 : 2本
- ・木材ドリル穴: 13mm

(mm)					
タイプ	d	H	B	L	S
外付け	11.5	8.0	18.8	75	46
センターウェブ	7.6	5.2	13.9	49	33

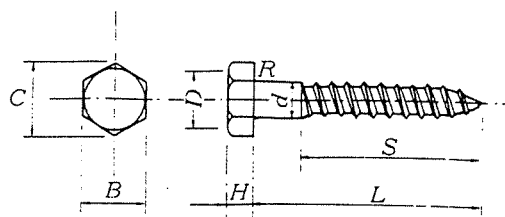


図2 ラグスクリューの詳細

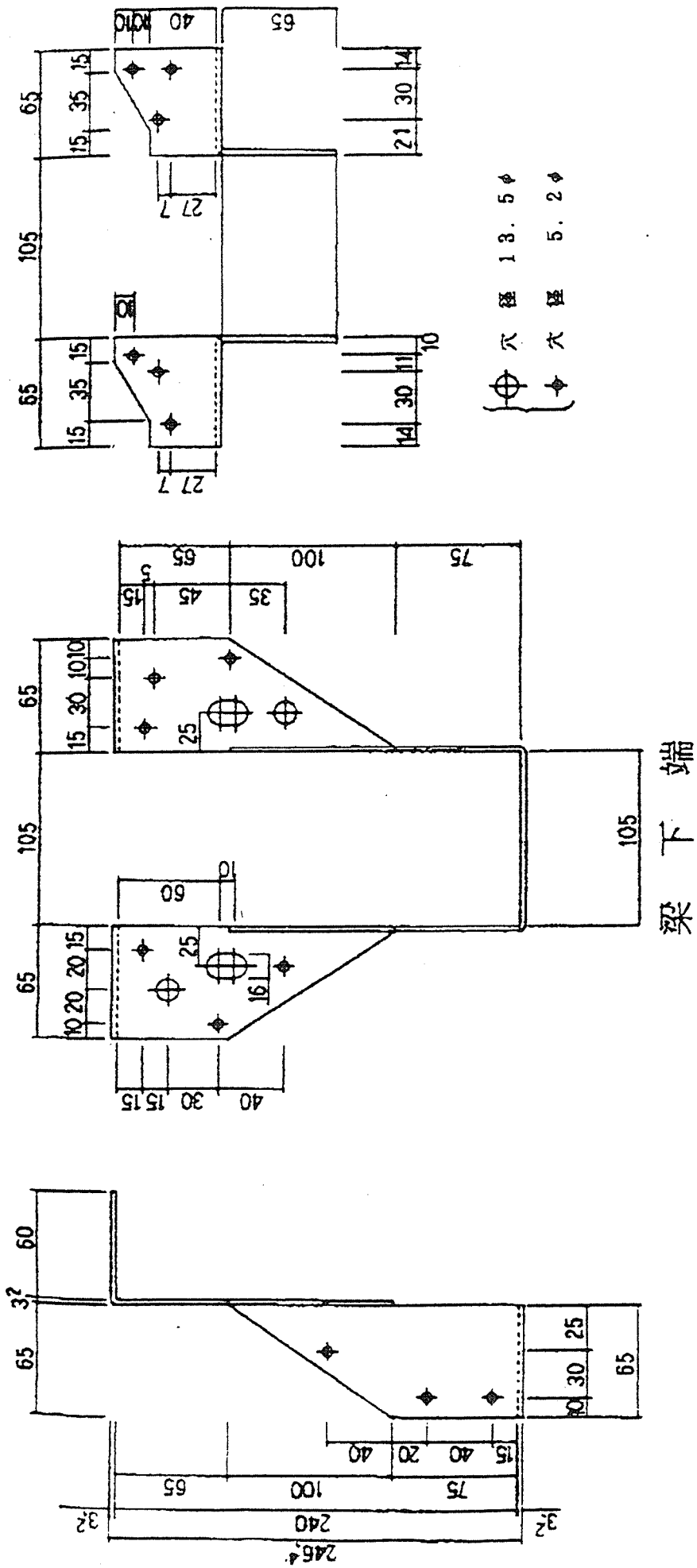


図 3 外付け金物の詳細図

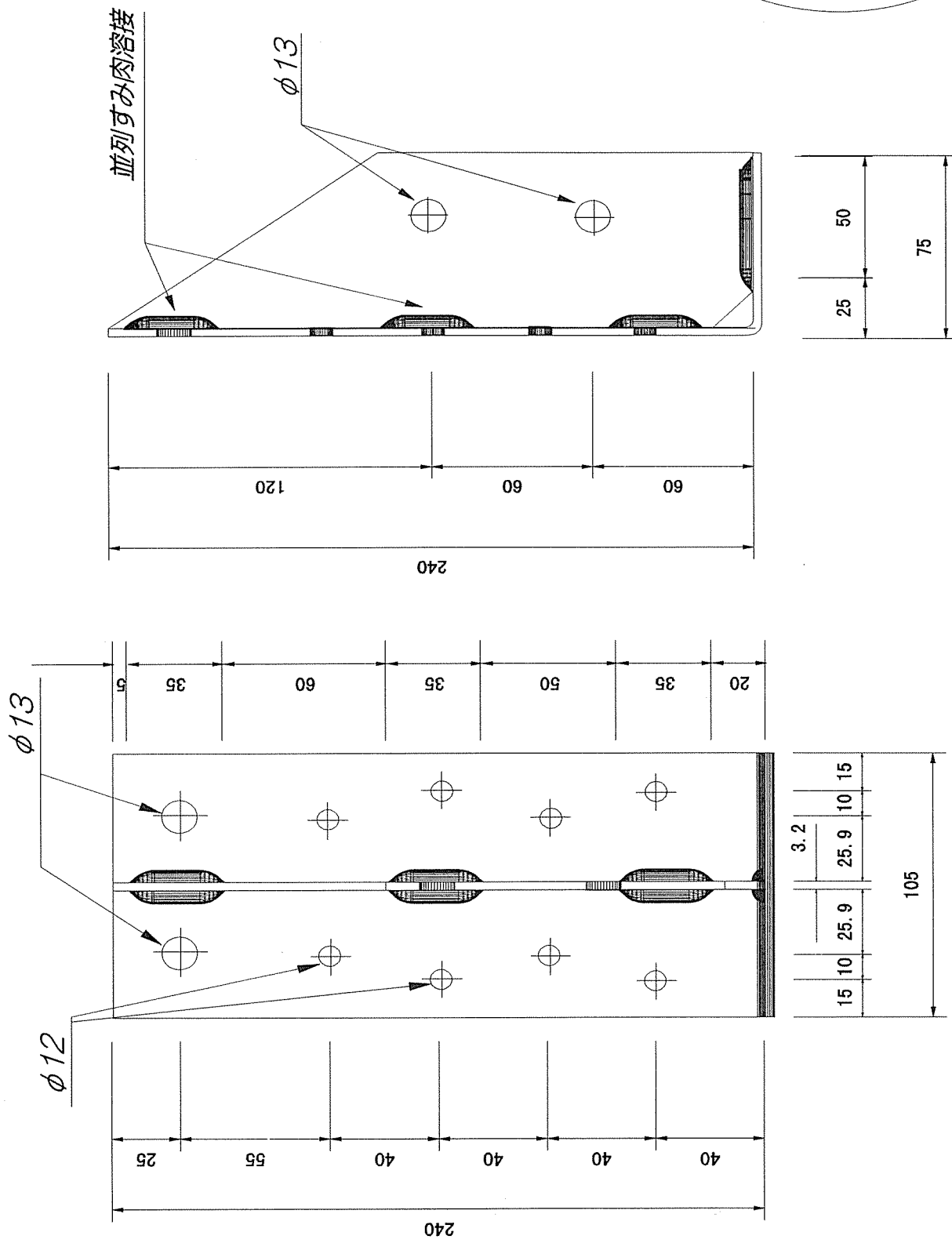


図4 センターウエーブ金物の詳細図

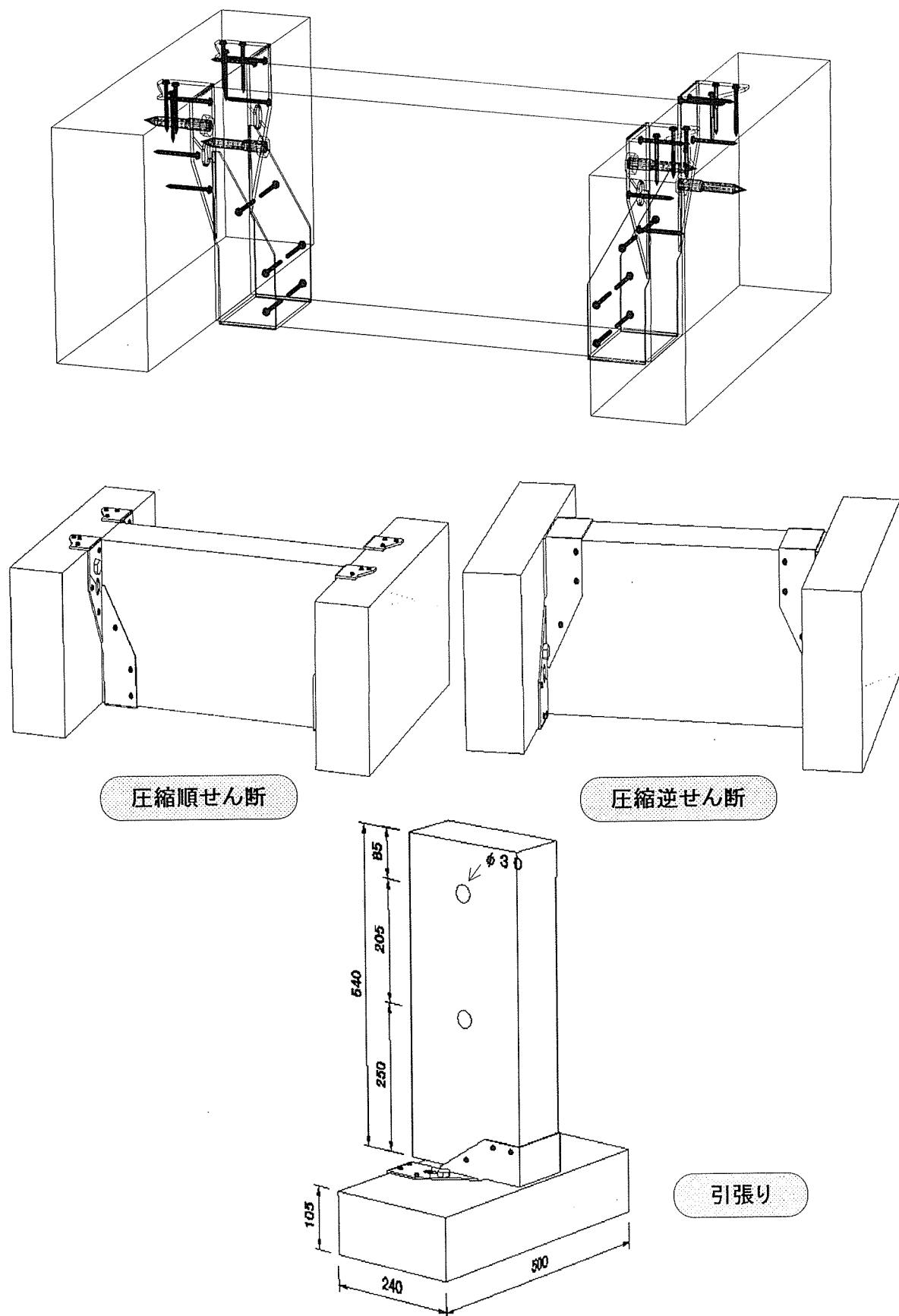
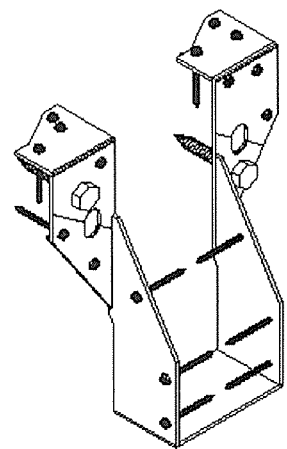
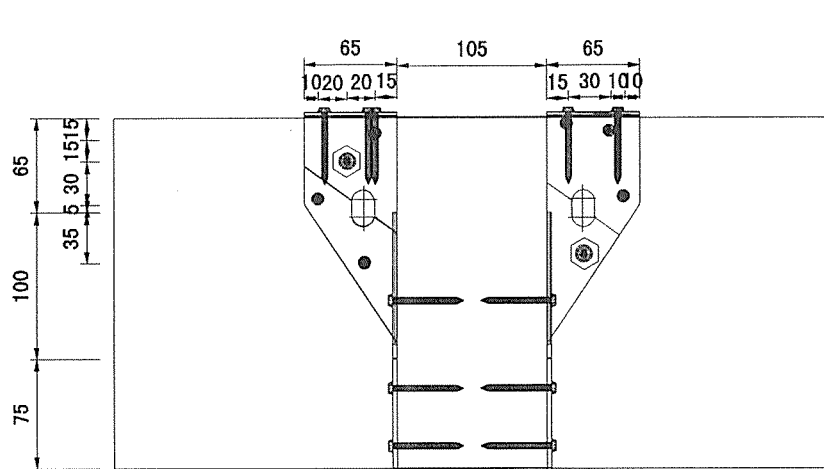
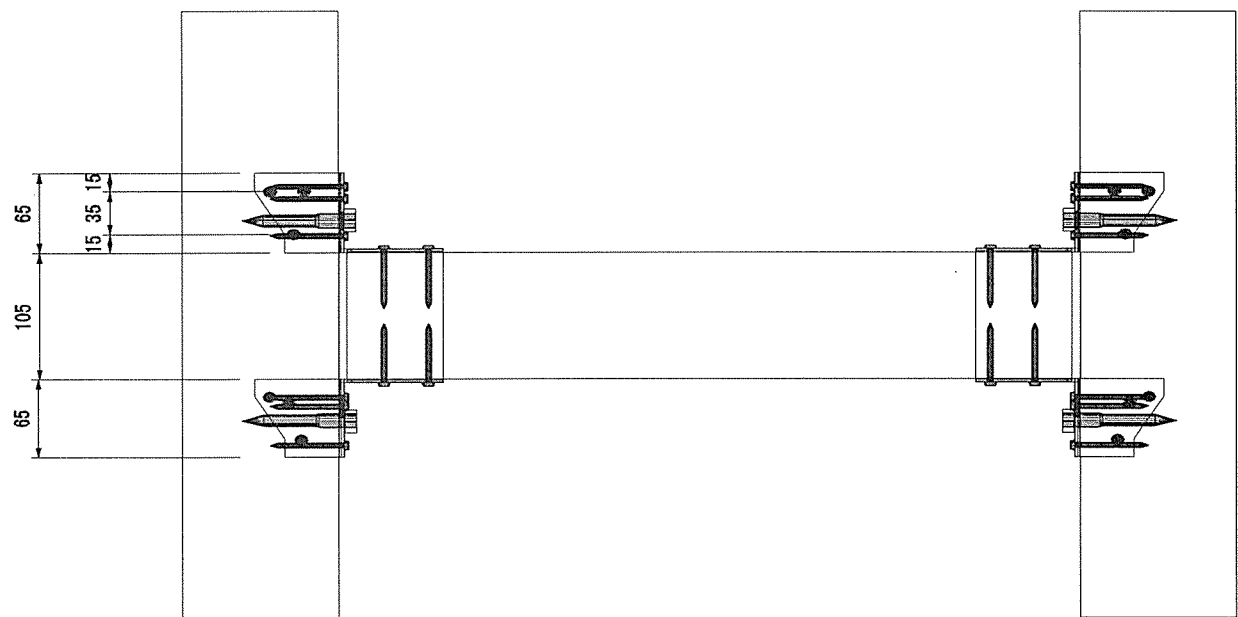
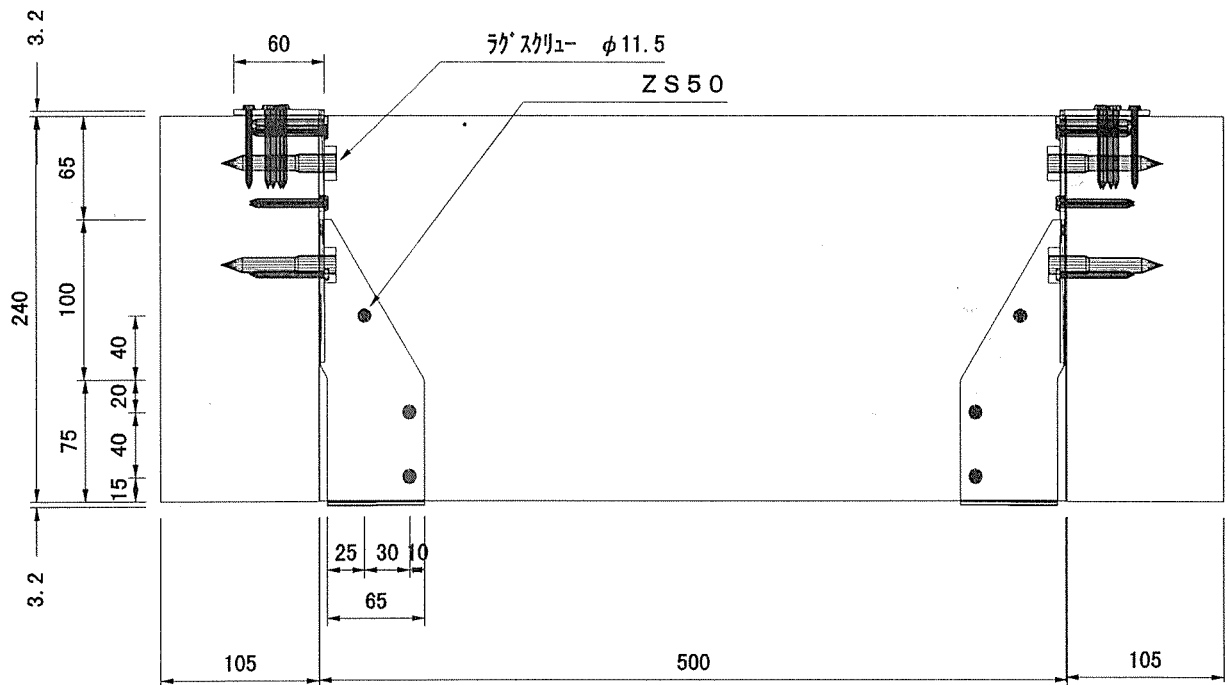


図5 外付け金物試験体詳細図



外付け金物

図6 外付け金物の梁-梁圧縮せん断試験体詳細図

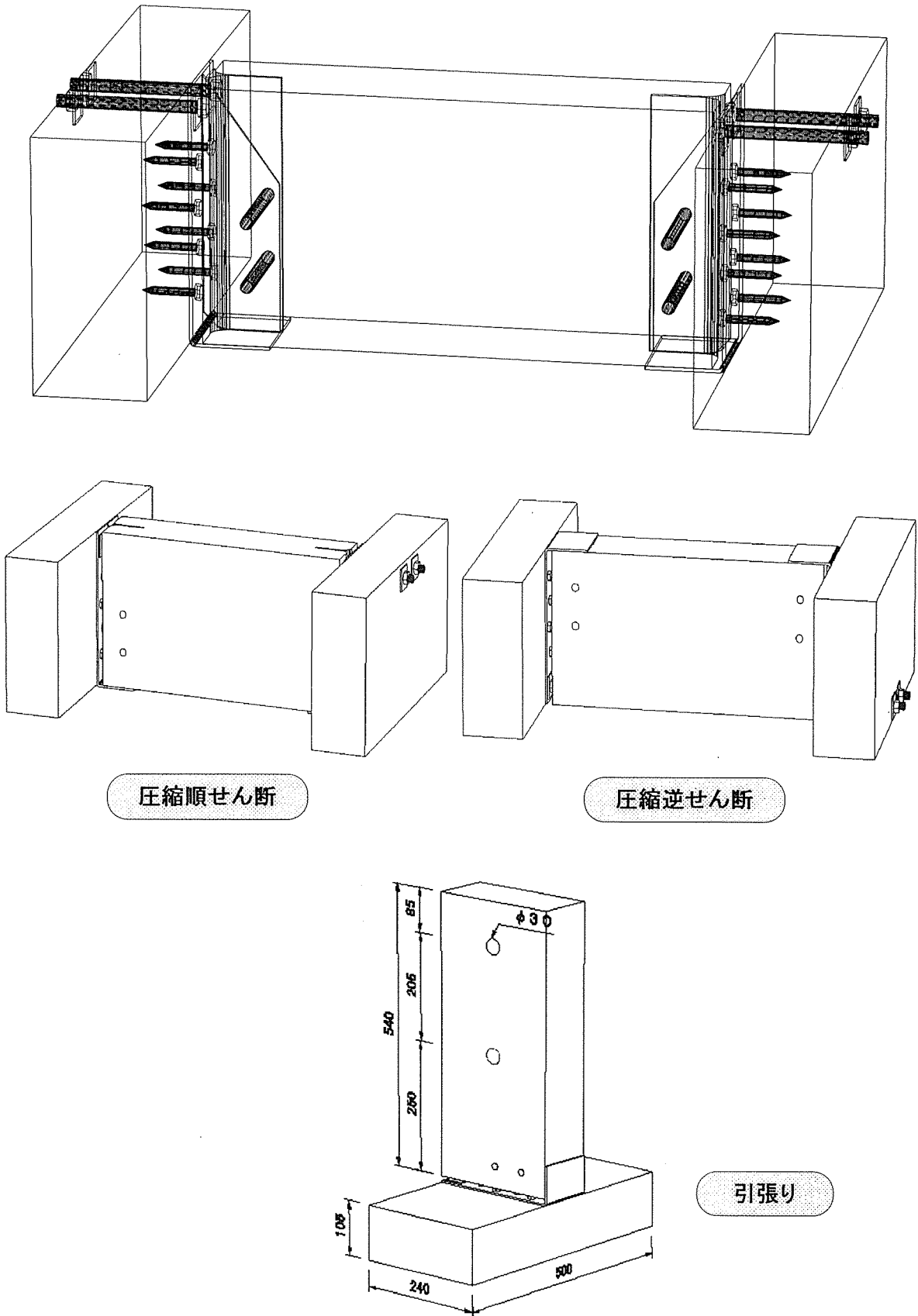
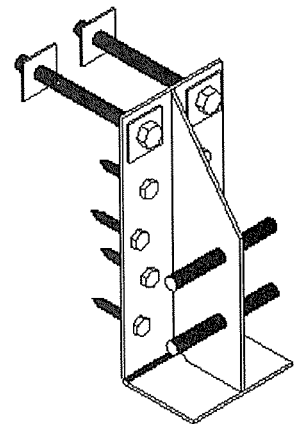
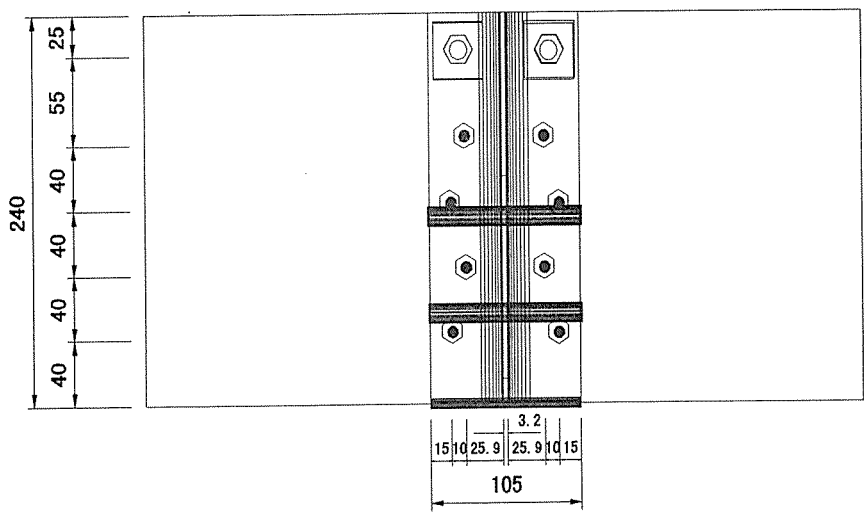
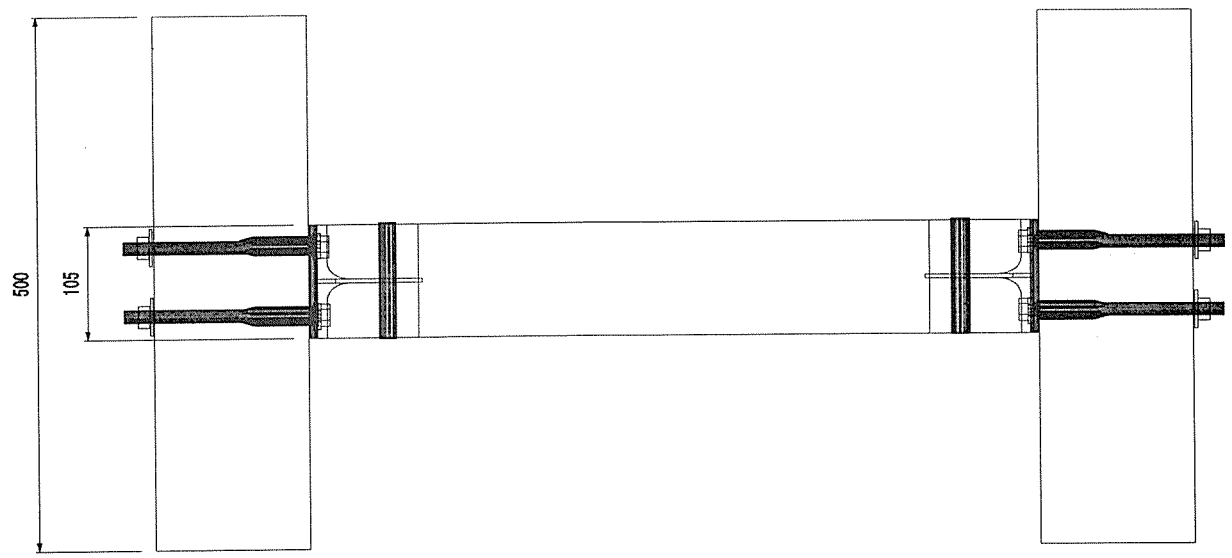
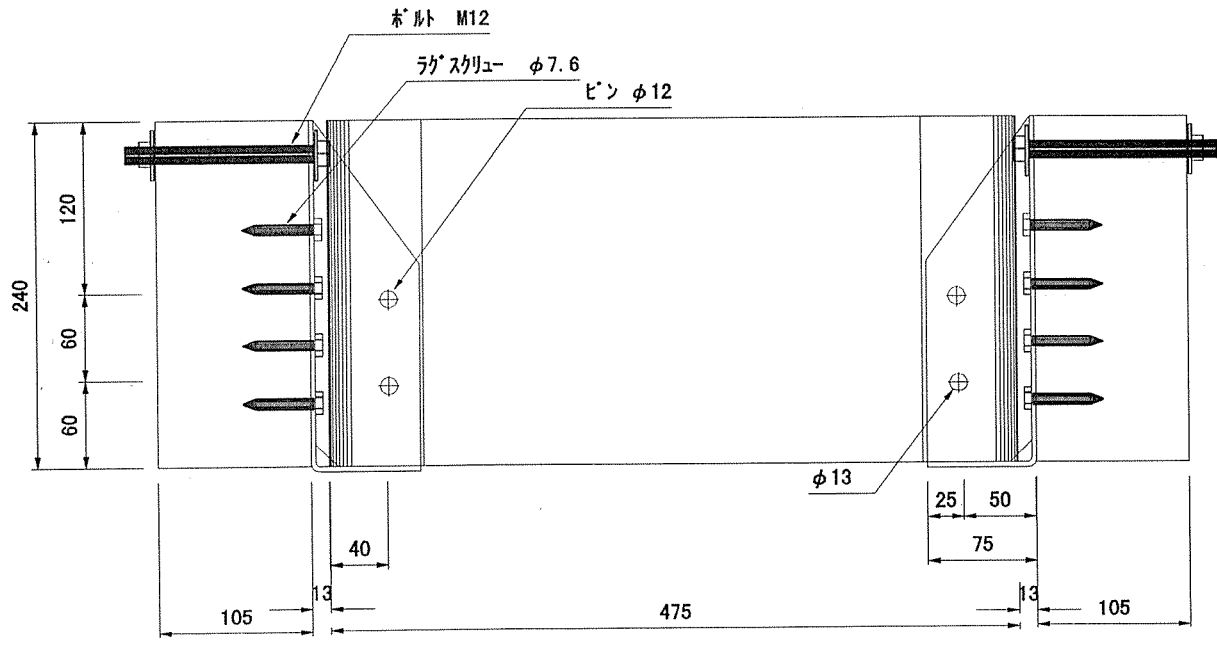
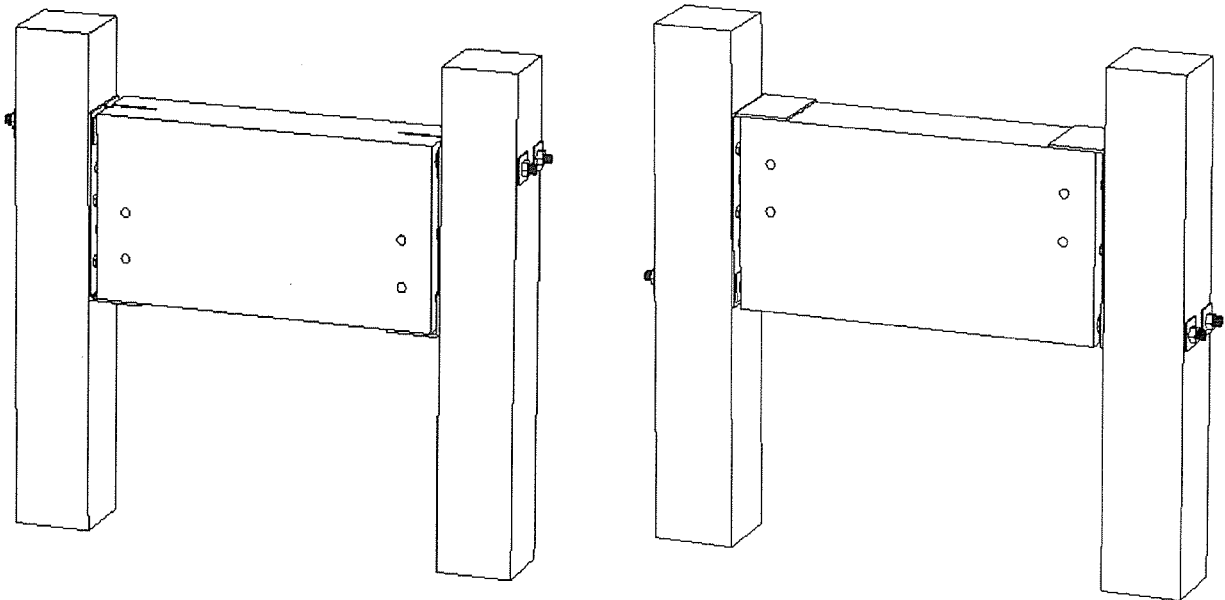
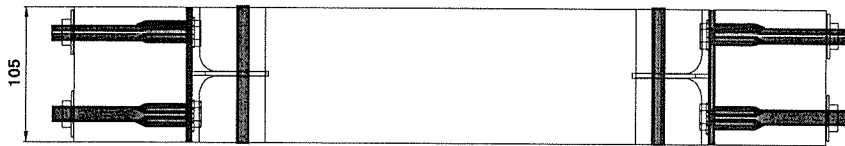
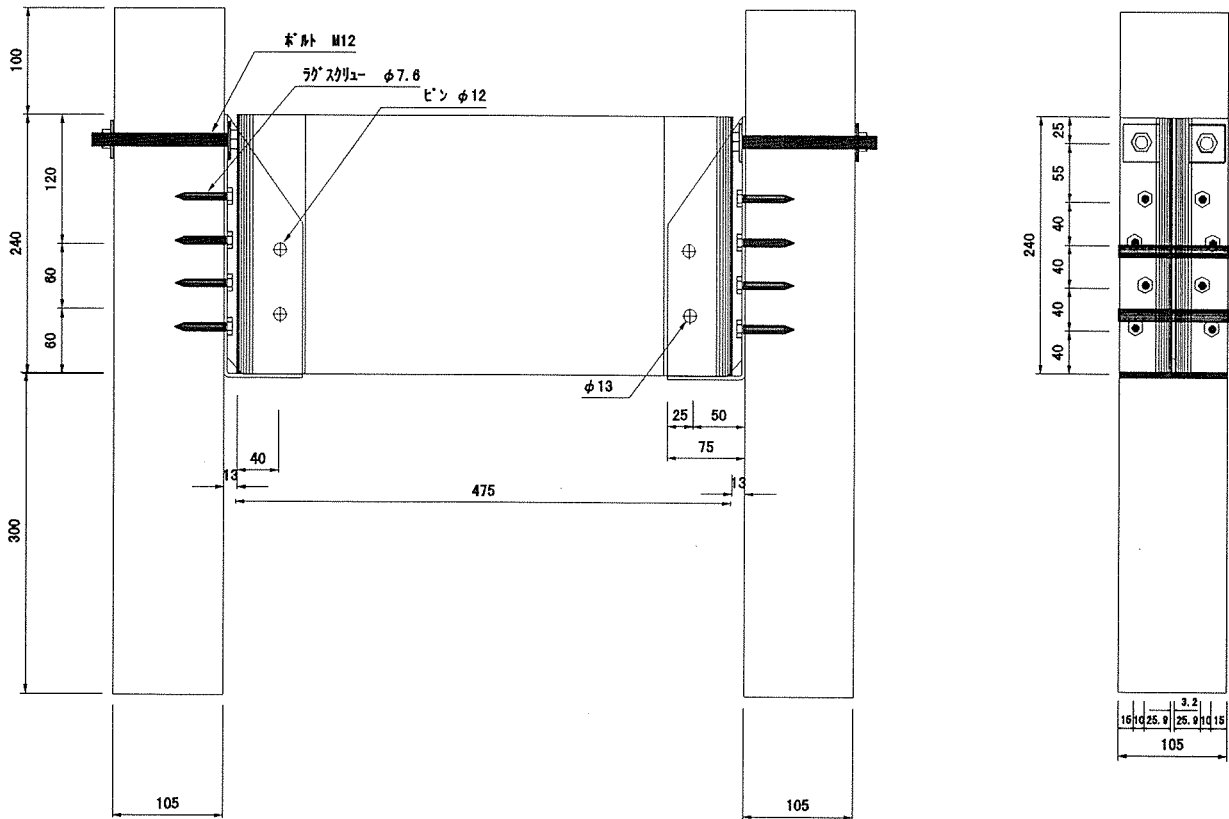


図7 センターウェブ金物試験体詳細図



センターウェブ金物

図8 センターウェブ金物の梁-梁圧縮せん断試験体詳細図

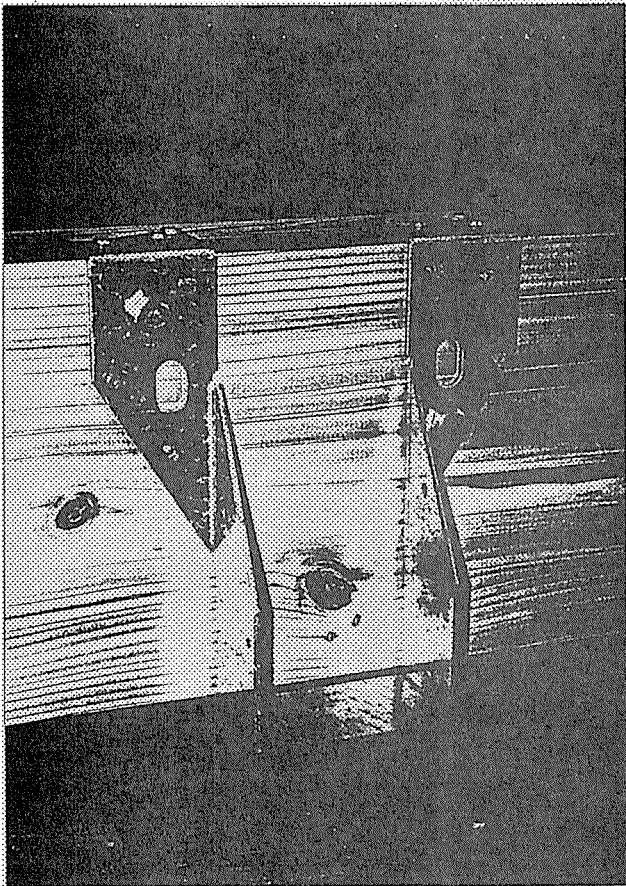
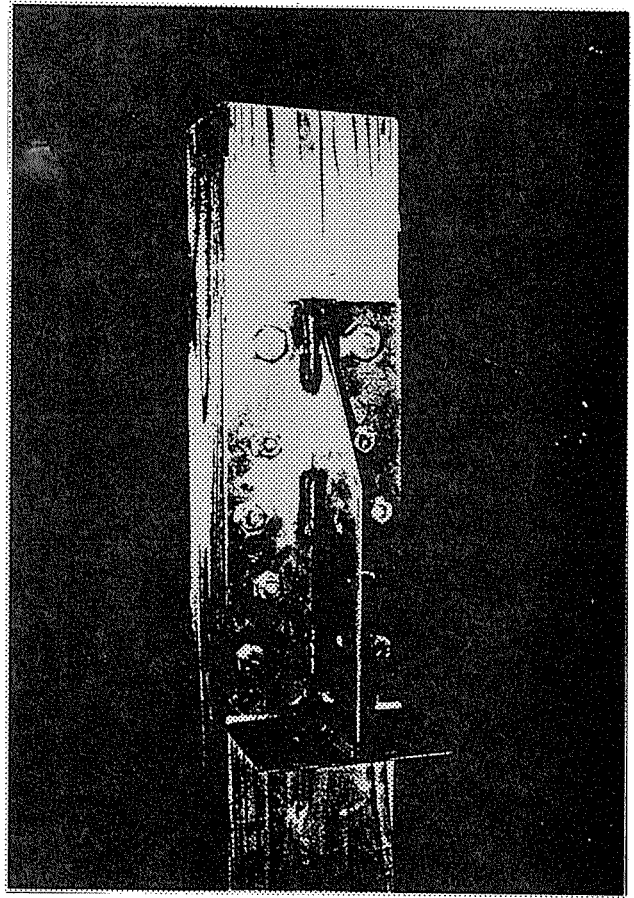
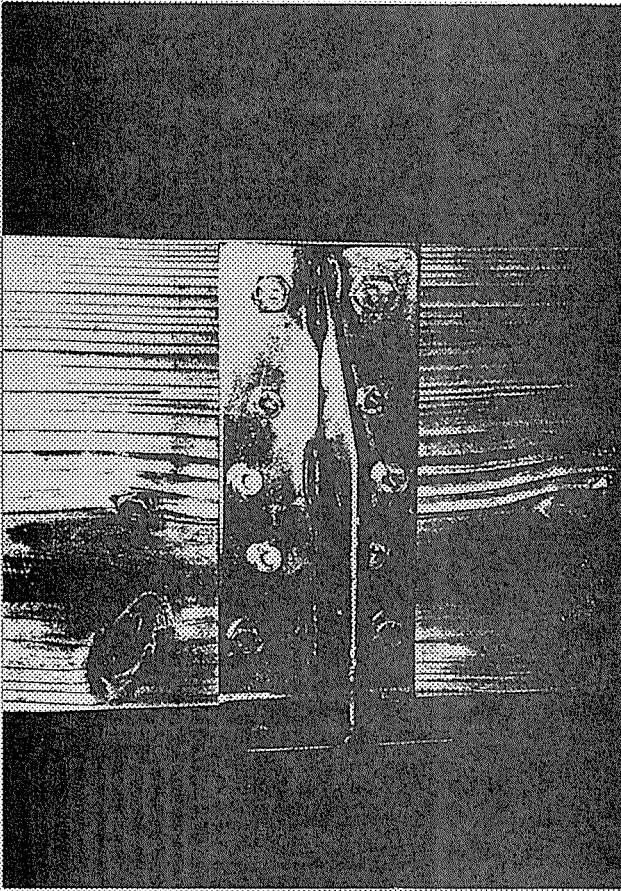


圧縮順せん断

圧縮逆せん断

図9 センターウェブ金物の柱-梁圧縮せん断試験体詳細図





左上：センターウェブ金物（梁）  
右上：センターウェブ金物（柱）  
左：外付け金物（梁）

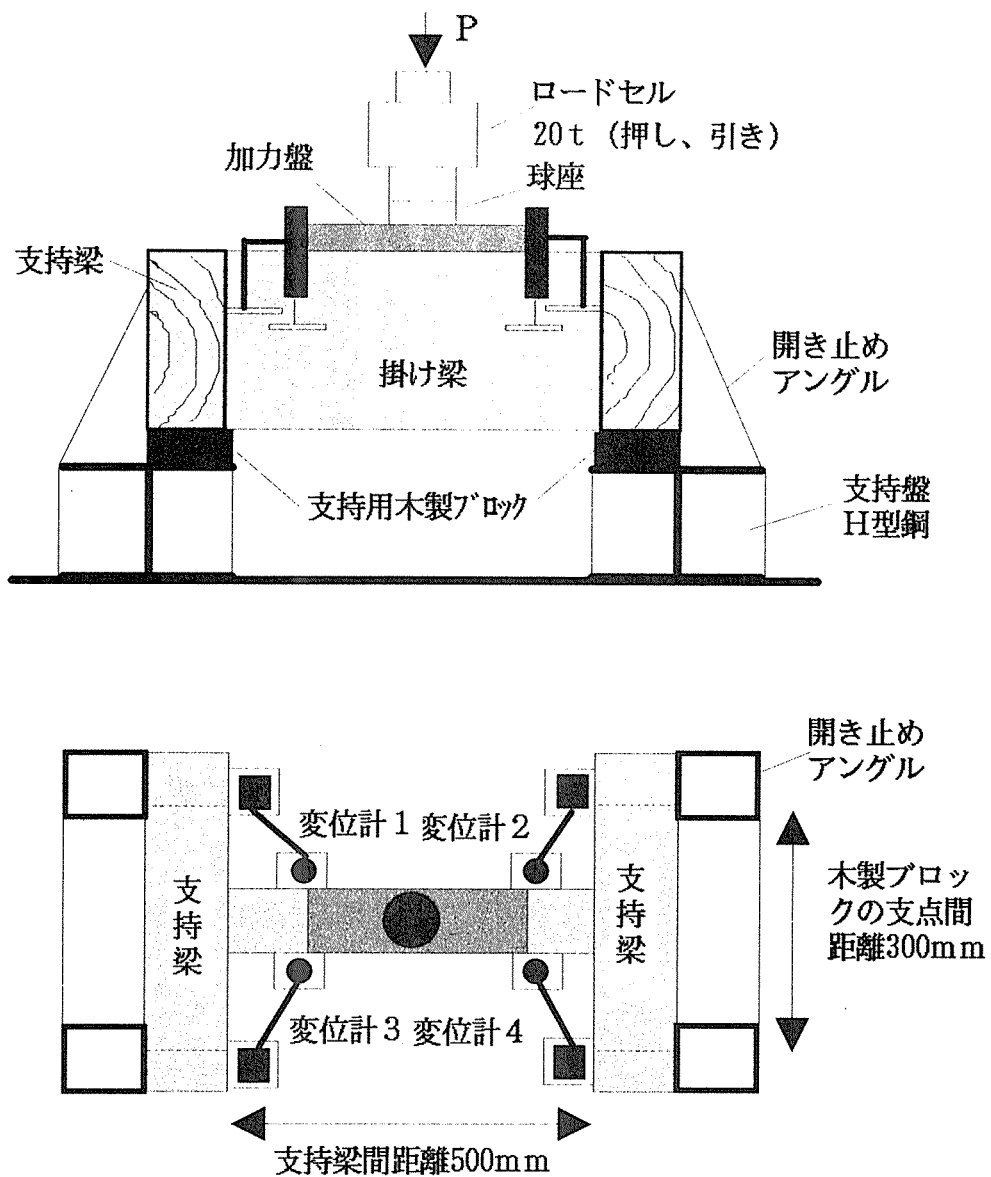
写真1 金物の梁と柱への取り付けの概観

### 3、試験方法

#### 3.1 加力方法

加力方法は5体は単調増加方式とし、1体は1方向繰り返し加力方式とした。なお、繰り返し加力では、5体の最大荷重平均値の1/5、2/5、3/5荷重時において繰り返しを行なった。

梁-梁接合部圧縮せん断、梁-梁接合部の引張り及び柱-梁の圧縮せん断試験方法を図10～図12に示す。なお、梁-梁圧縮せん断試験では支持梁と掛け梁の競り合いを防止するために、支持梁と開き止めアングルをGクランプで固定して一部の試験体は実験を行なった(写真3)。また、測定装置の概容と加力状況を写真2～写真5に示す。



1、変位の計測

- ・変位計 1、2、3、4 において支持梁と掛け梁の相対変位測定

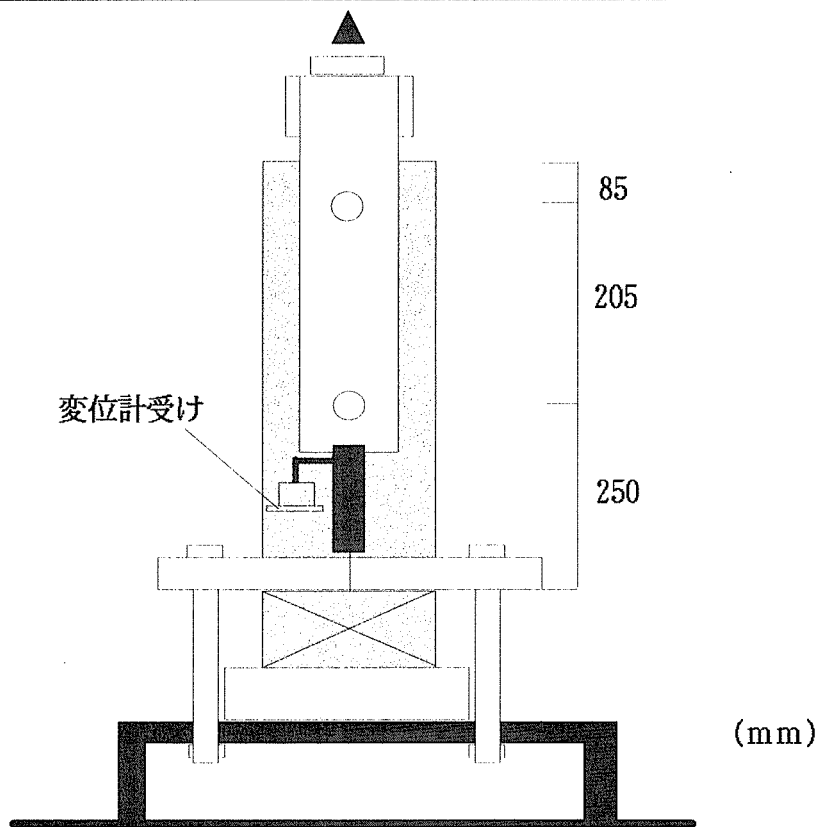
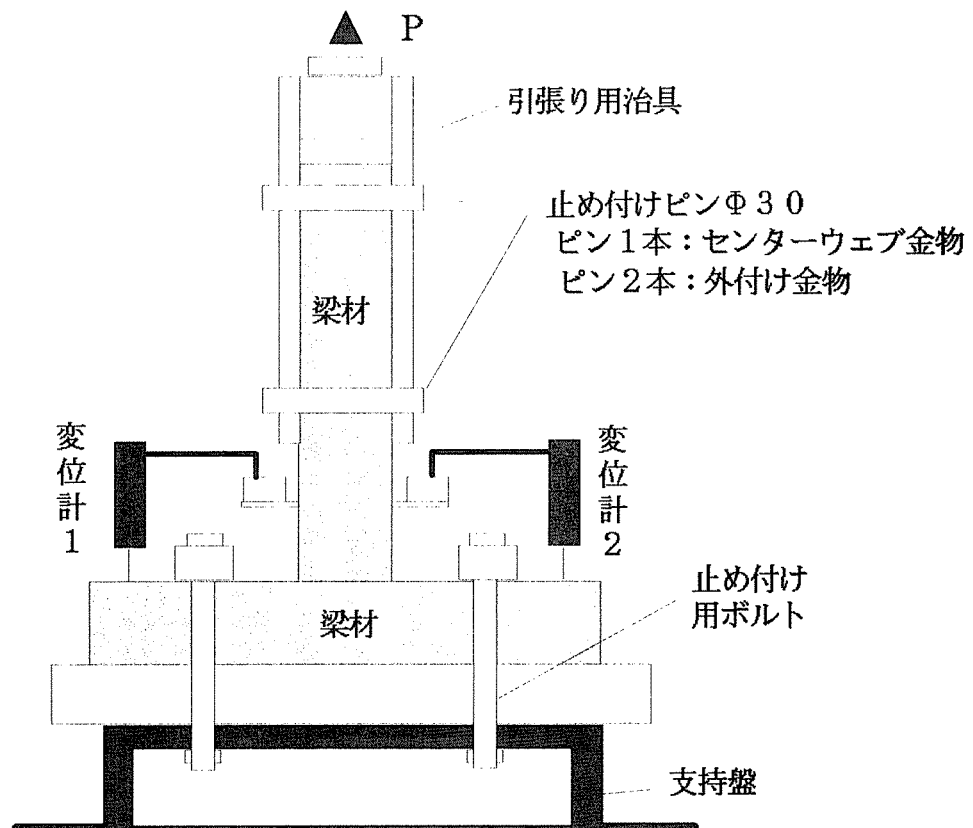
2、支持梁の支点間距離

- ・300cm

3、加力点

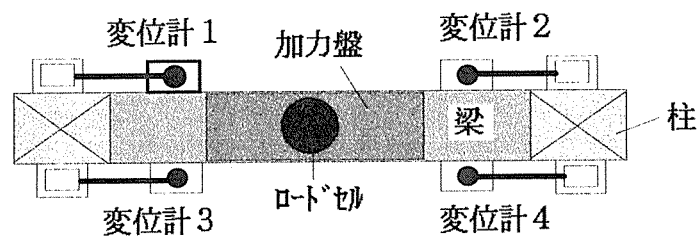
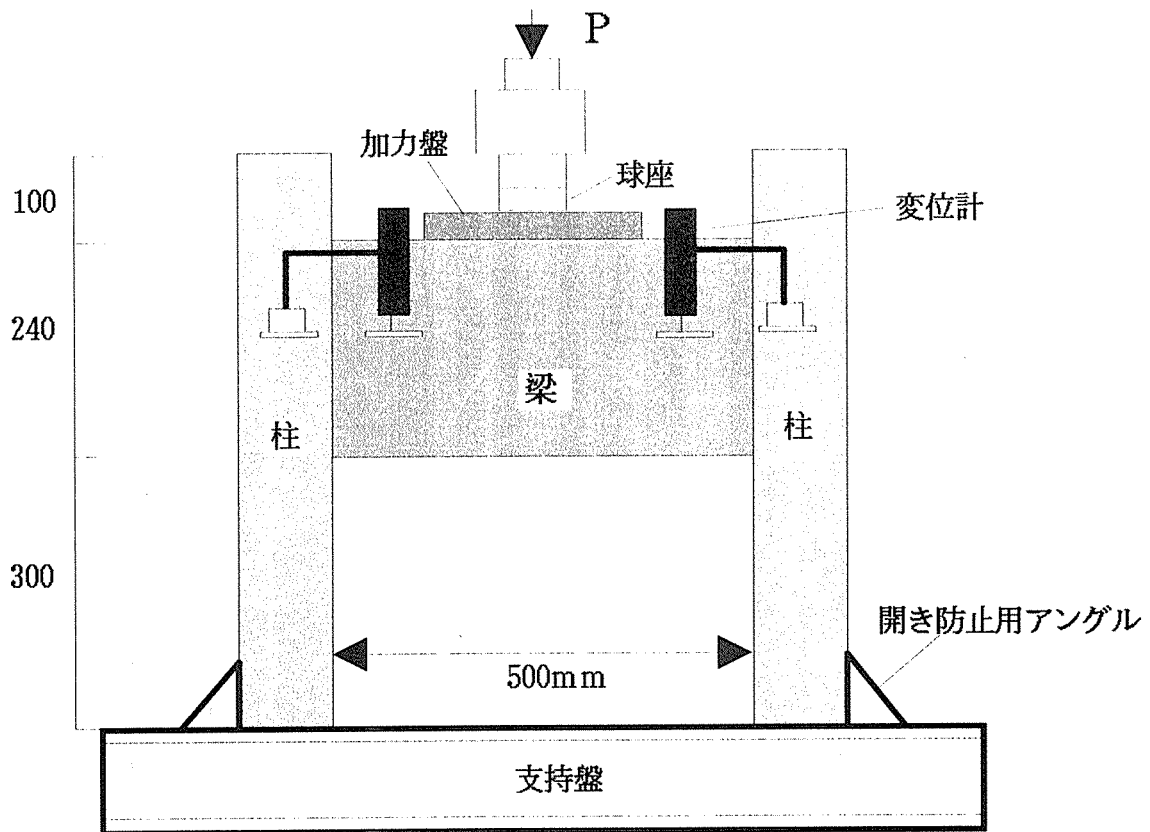
- ・厚さ60mm、幅105mm、長さ300mmの硬木を当て板にして加力

図10 梁-梁接合部の圧縮せん断試験方法



- 1、変位の計測：変位計1、2において梁—梁間の相対変位測定
- 2、支持間距離（止め付けボルト間距離）：300mm

図11 梁—梁接合部の引張り試験方法



- 1、変位の計測  
 ・変位計 1、2、3、4 において柱と梁の相対変位測定

図 1 2 柱—梁接合部の圧縮せん断試験方法

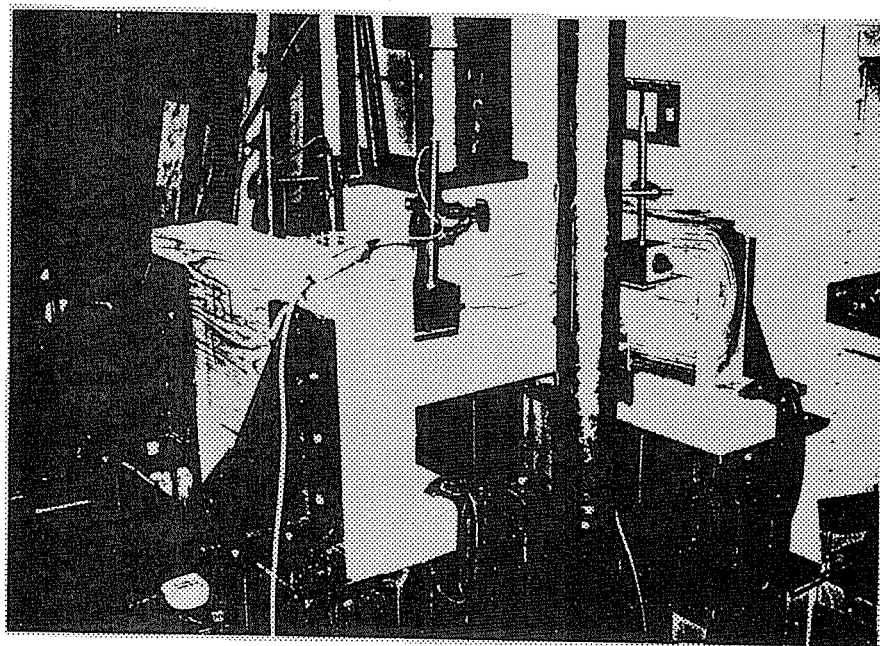


写真2 梁-梁圧縮せん断試験

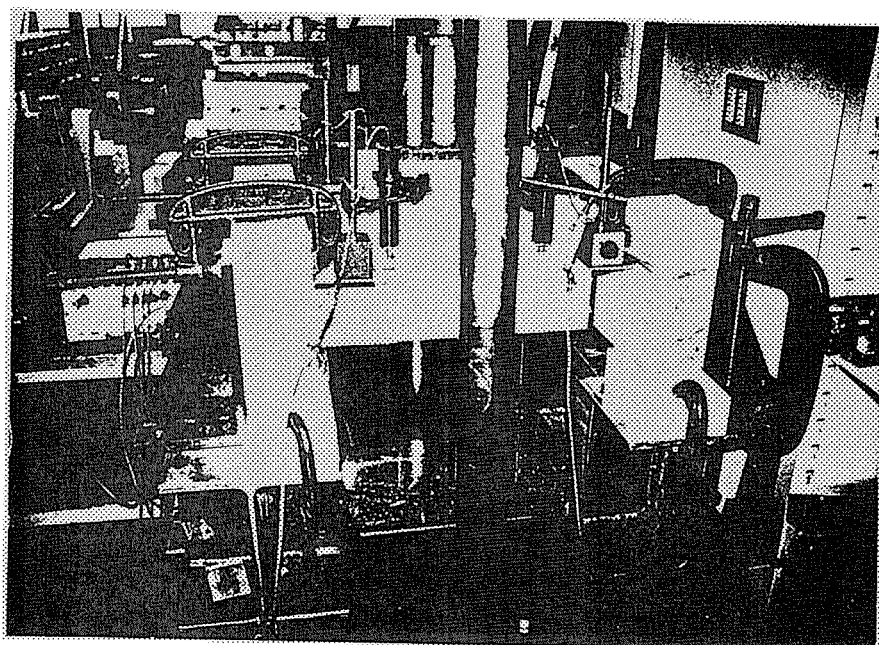


写真3 梁-梁圧縮せん断試験 (クランプ)

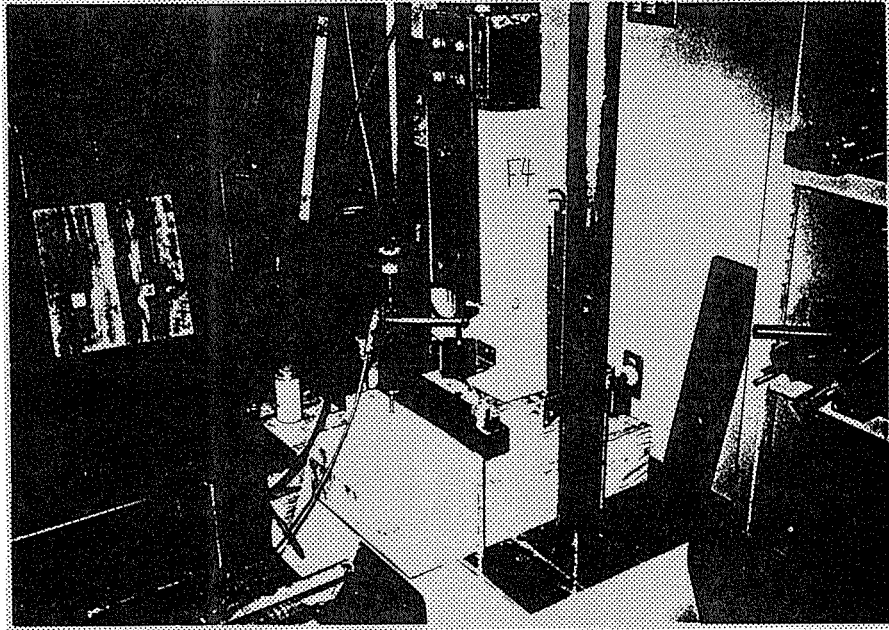


写真4 梁-梁引張り試験

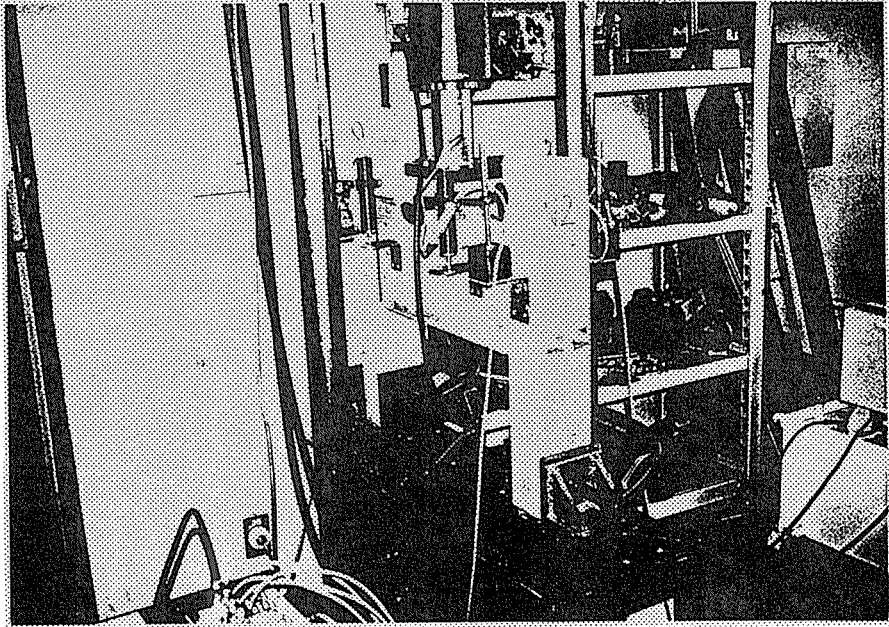


写真5 柱-梁圧縮せん断試験

## 4、 試験結果

### 4、 1 材料の比重と含水率

#### 4、 1、 1 比重

各々の試験体における比重を次に示す。

##### (1) 梁-梁接合部圧縮せん断試験体

・スギ : 0.33~0.38~0.49

・ベイマツ : 0.42~0.50~0.64

##### (2) 梁-梁接合部引張り試験体

・スギ : 0.33~0.37~0.44

・ベイマツ : 0.41~0.48~0.58

##### (3) 柱-梁接合部圧縮せん断試験体

###### 1) 柱

・スギ : 0.33~0.40~0.52

・ベイマツ : 0.40~0.52~0.63

###### 2) 梁

・スギ : 0.31~0.36~0.42

・ベイマツ : 0.43~0.50~0.57

#### 4、 1、 2 含水率

各々の試験体における含水率を次に示す。

##### (1) 梁-梁接合部圧縮せん断試験体

・スギ : 41~54~90%

・ベイマツ : 24~26~31%

##### (2) 梁-梁接合部引張り試験体

・スギ : 40~59~85%

・ベイマツ : 24~26~32%

##### (3) 柱-梁接合部圧縮せん断試験体

###### 1) 柱

・スギ : 36~38~43%

・ベイマツ : 24~26~37%

###### 2) 梁

・スギ : 49~75~124%

・ベイマツ : 26~27~28%



#### 4、2 荷重と変位の関係

##### 4、2、1 梁-梁圧縮せん断試験

各々の試験体における荷重と相対変位曲線を図13～図20に示す。なお、変位は4個の変位計の平均値を示す。また、主要変位時の荷重を表2～表9に示す。

##### 4、2、2 梁-梁引張り試験

各々の試験体における荷重と相対変位曲線を図21～図24に示す。なお、変位は2個の変位計の平均値を示す。また、主要変位時の荷重を表10～表13に示す。

##### 4、2、3 柱-梁圧縮せん断試験

各々の試験体における荷重と相対変位曲線を図25～図28に示す。なお、変位は4個の変位計の平均値を示す。また、主要変位時の荷重を表14～表17に示す。

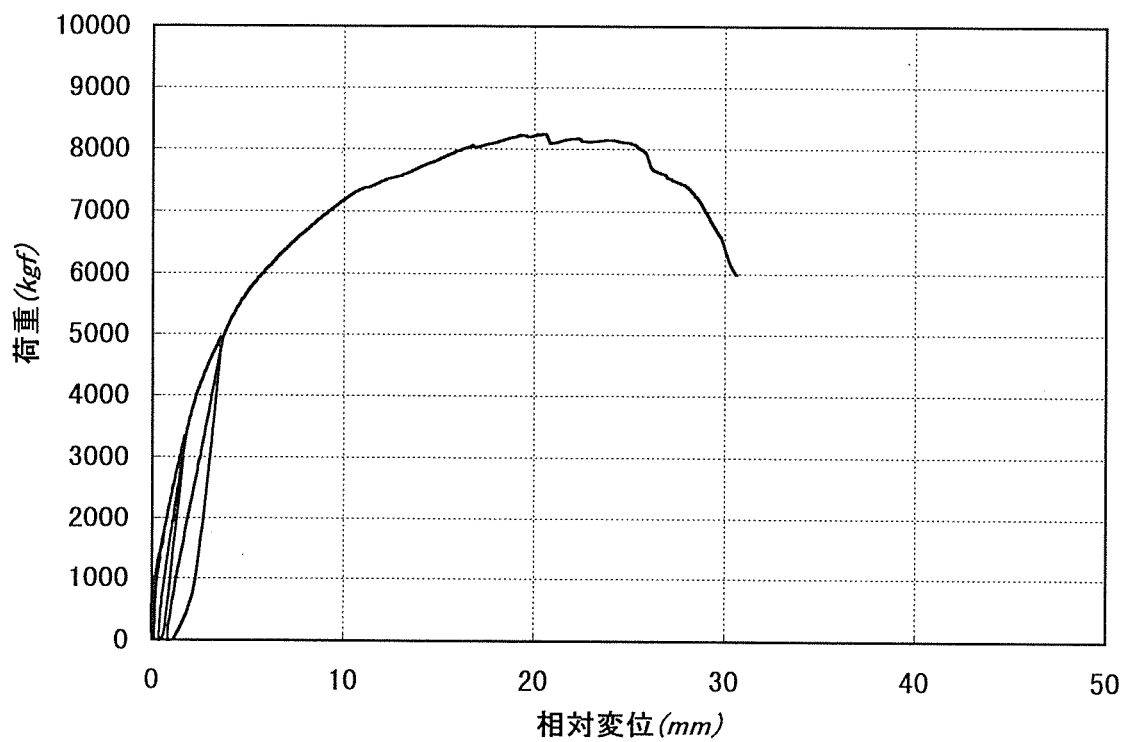
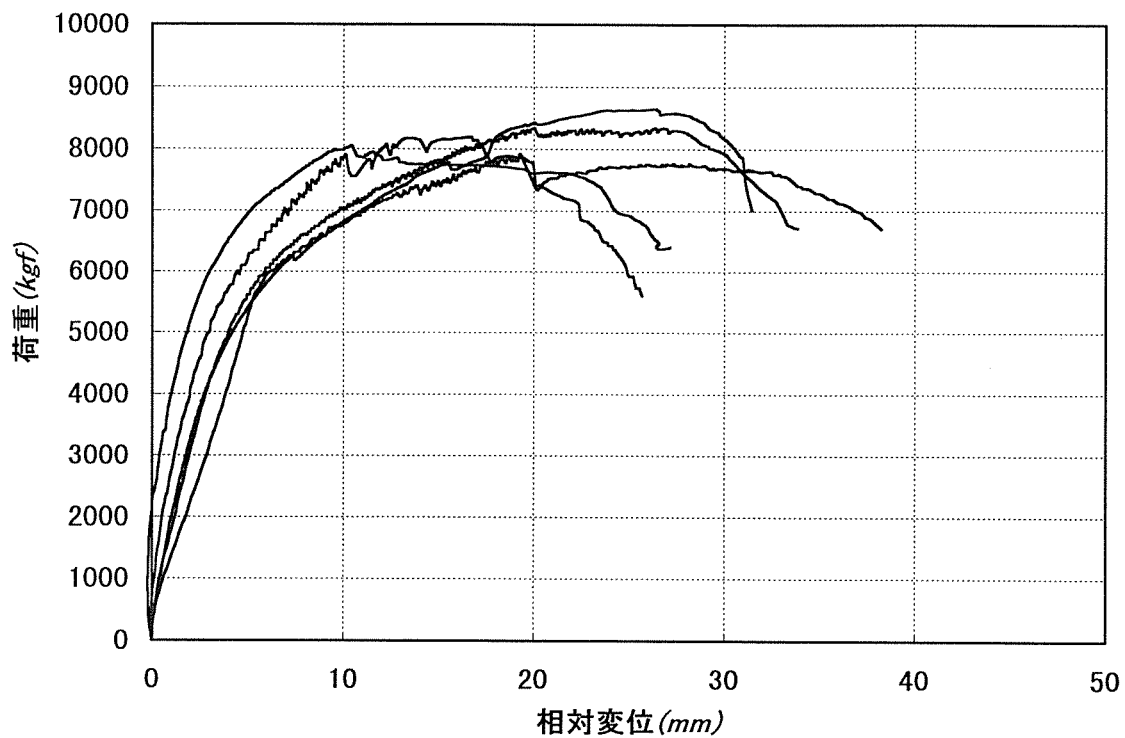


図13 梁—梁圧縮順せん断加力における荷重—変位曲線  
(スギ、外付け金物)A

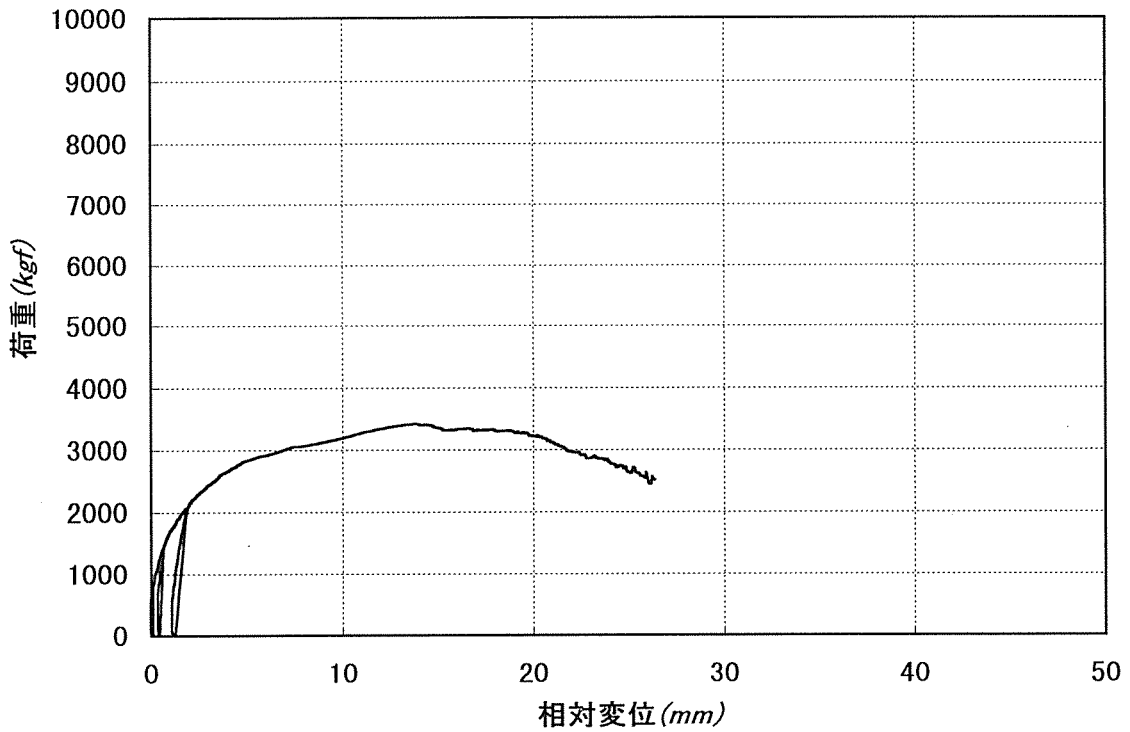
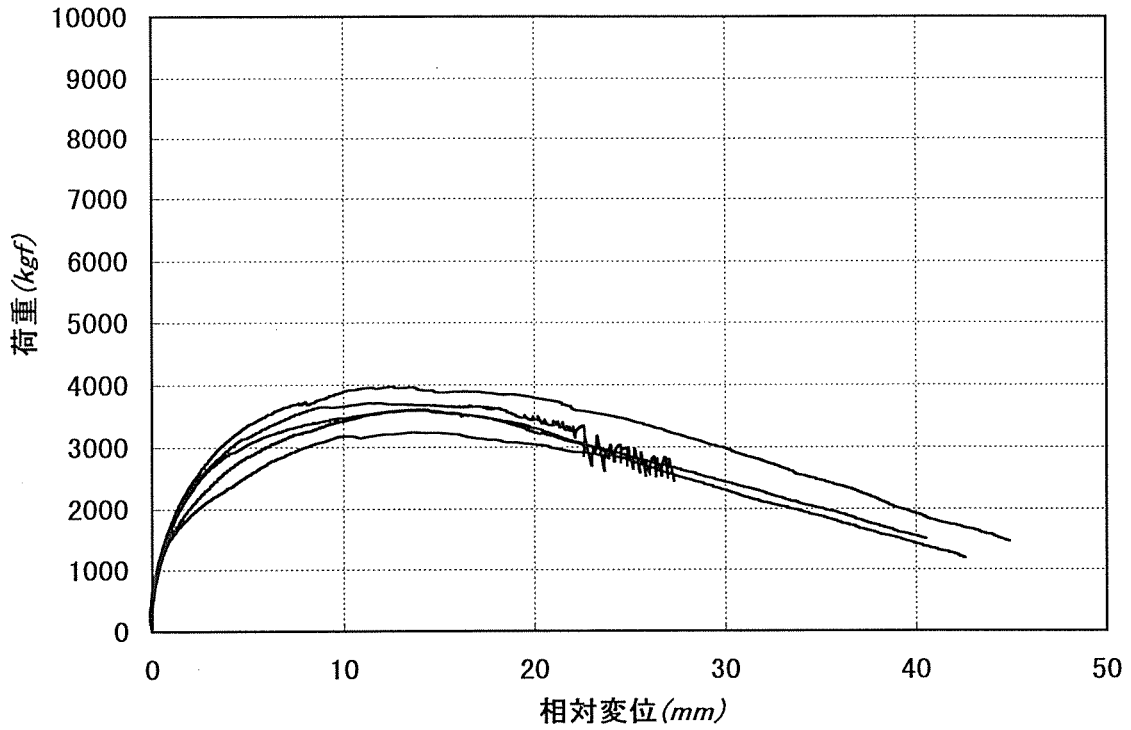


図14 梁-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(スギ、外付け金物)B

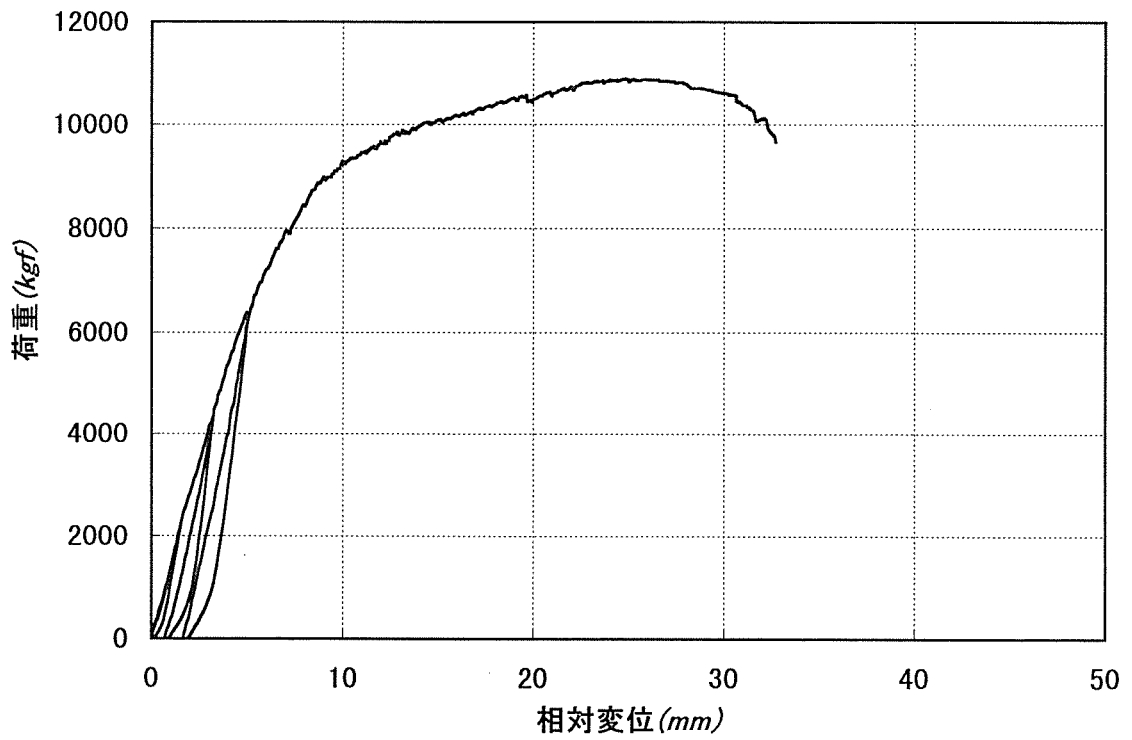
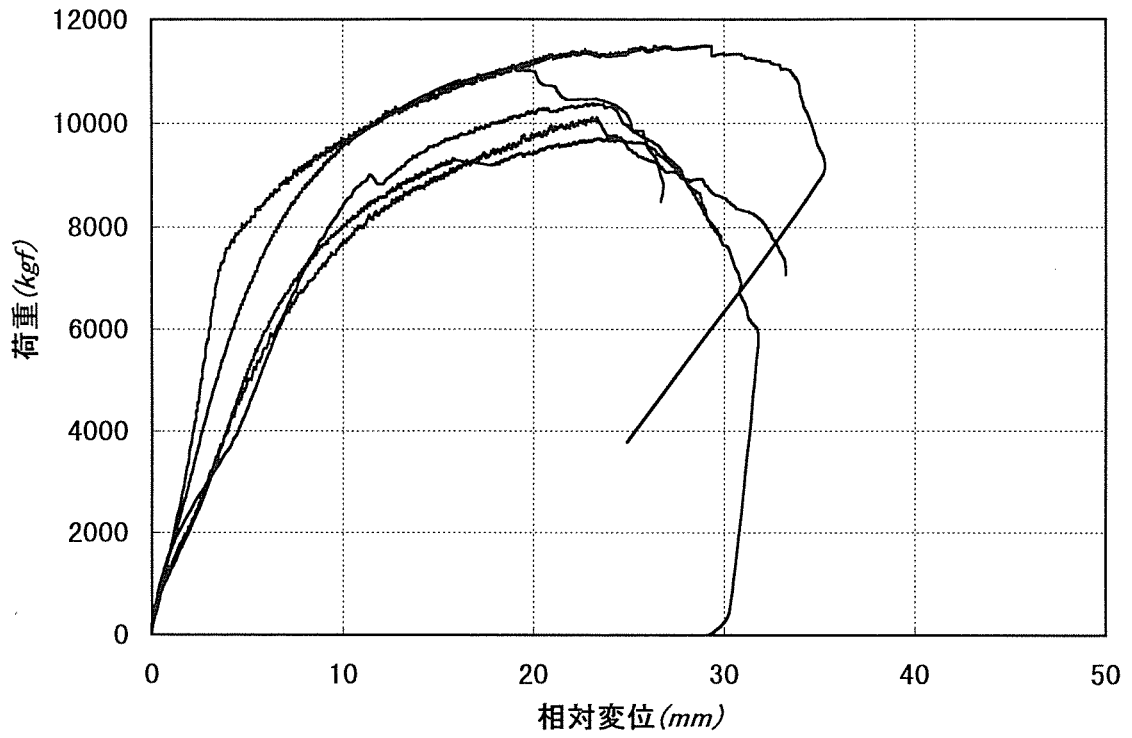


図15 梁—梁圧縮順せん断加力における荷重—変位曲線  
(パイマツ、外付け金物)D

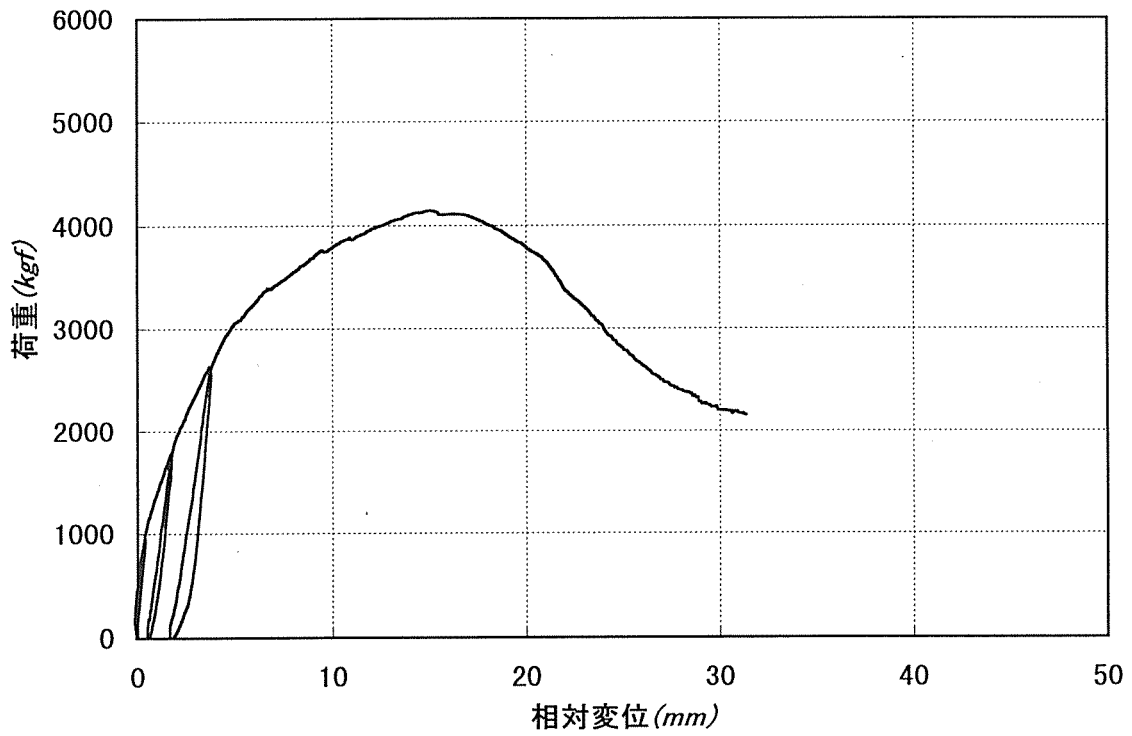
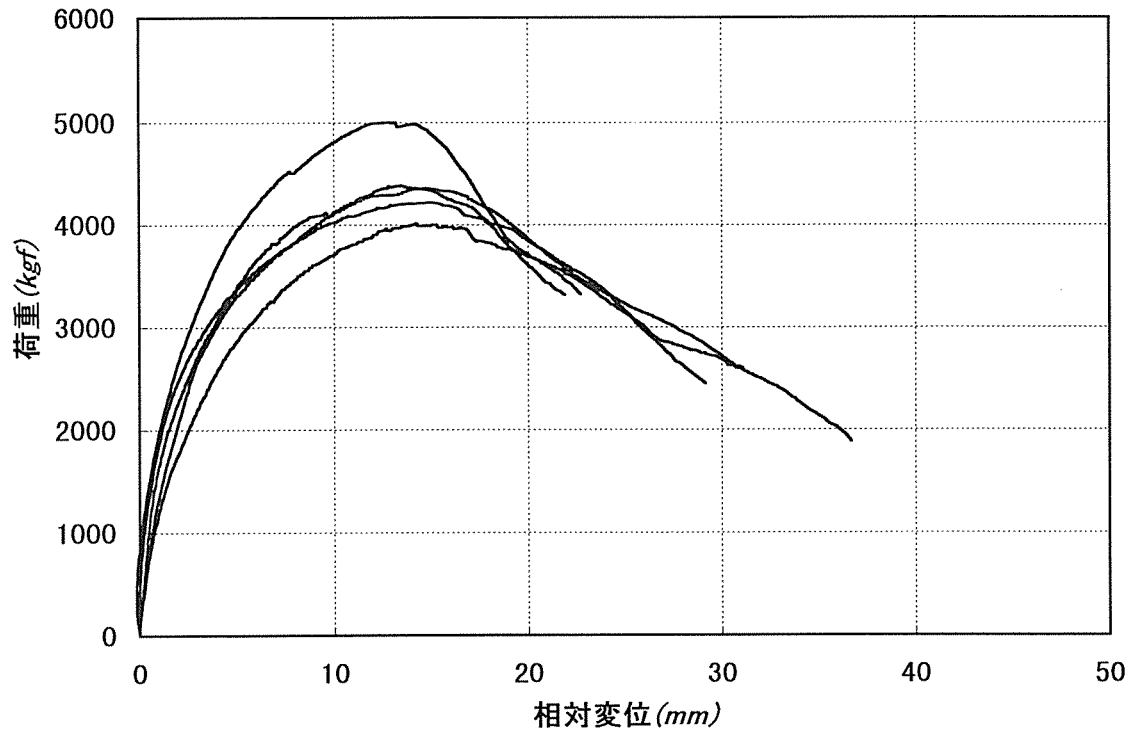


図16 梁-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(ペイマツ、外付け金物)E

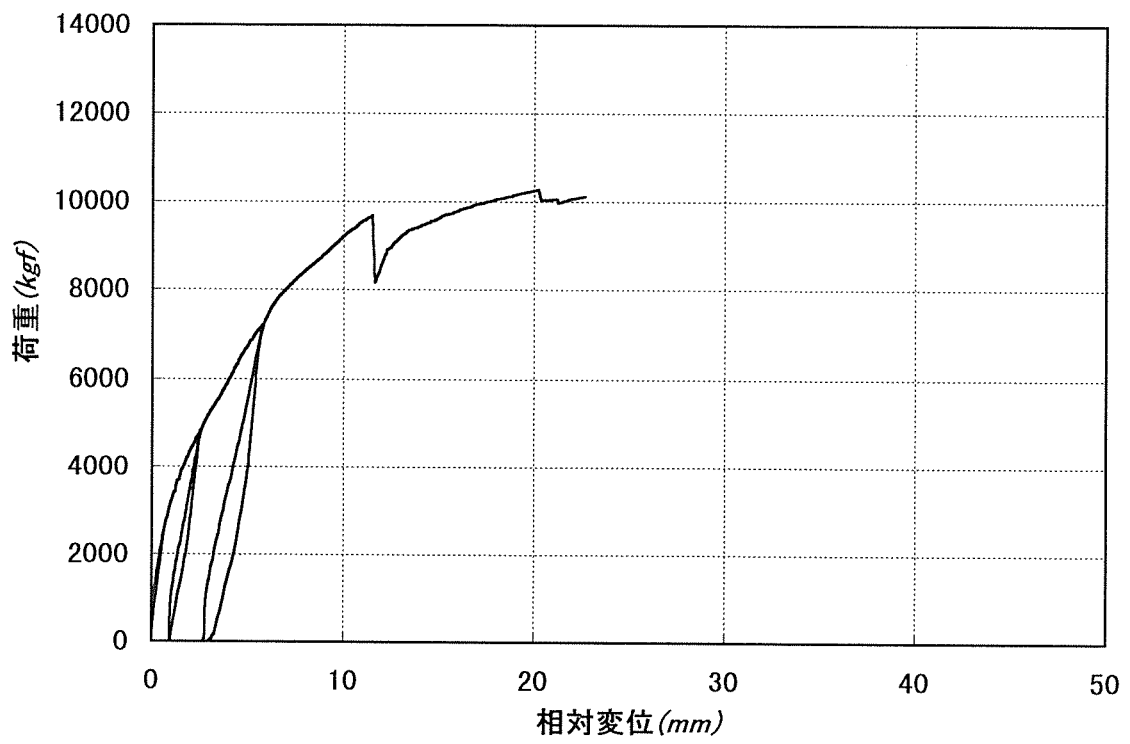
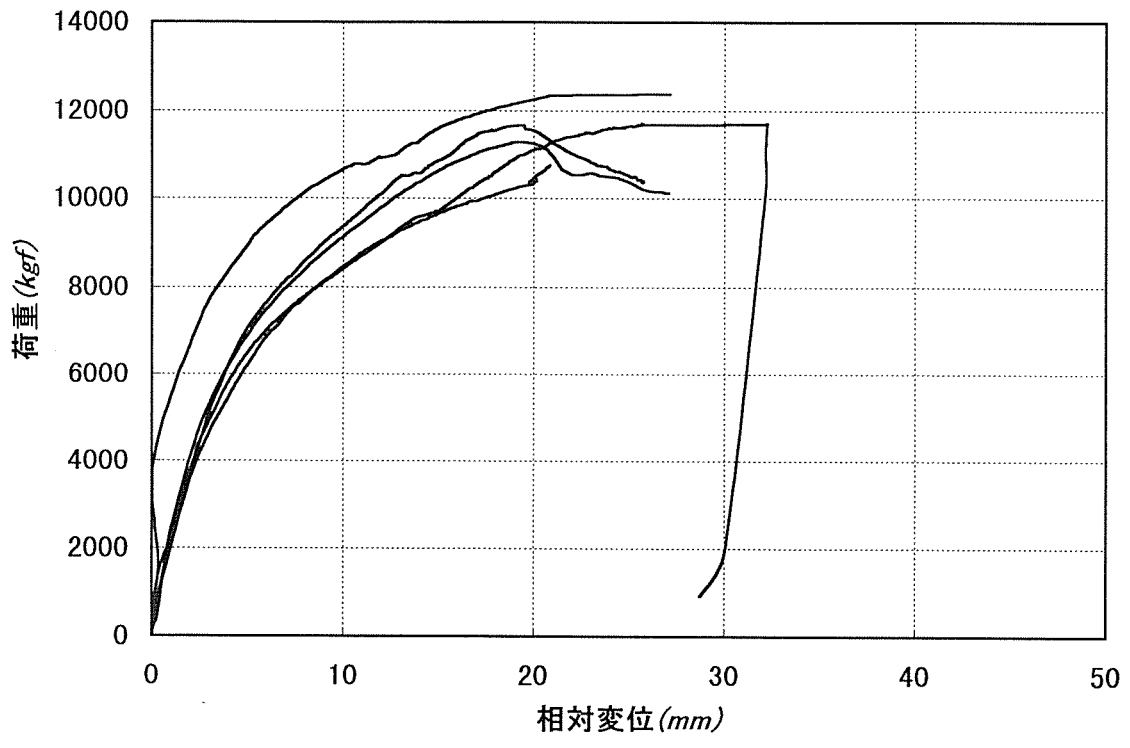


図17 梁—梁圧縮順せん断加力における荷重—変位曲線  
(スギ、センターウェブ金物)G

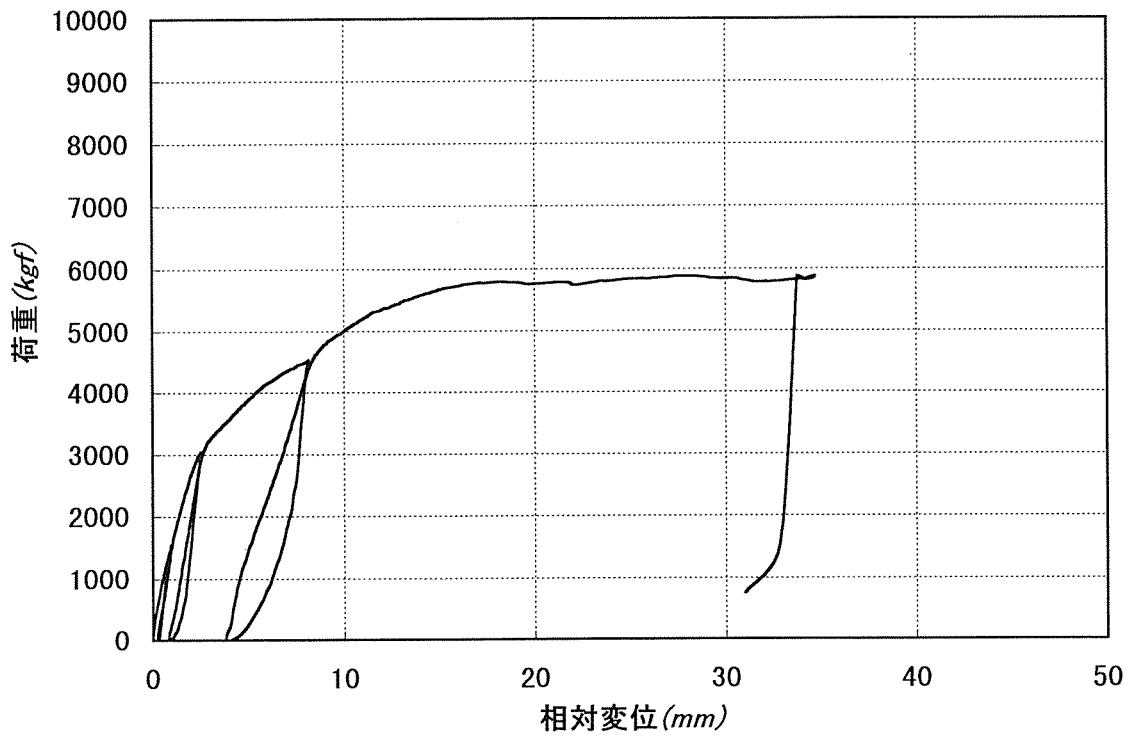
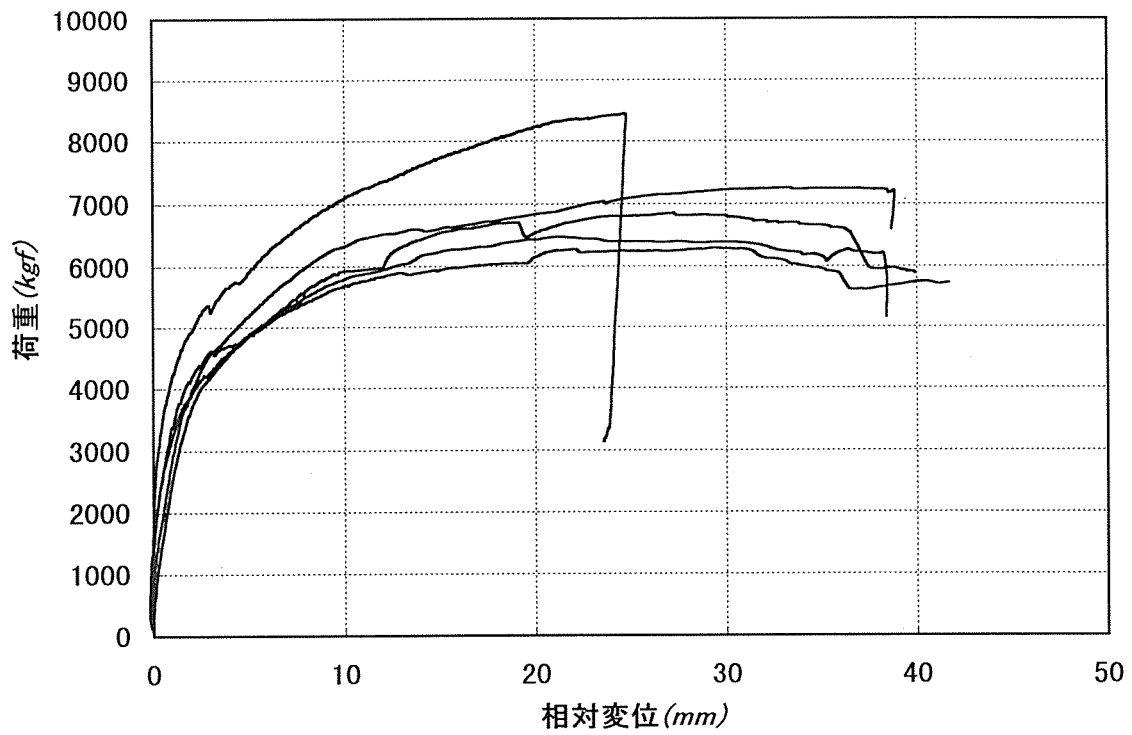


図18 梁-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(スギ、センターウェブ金物)H

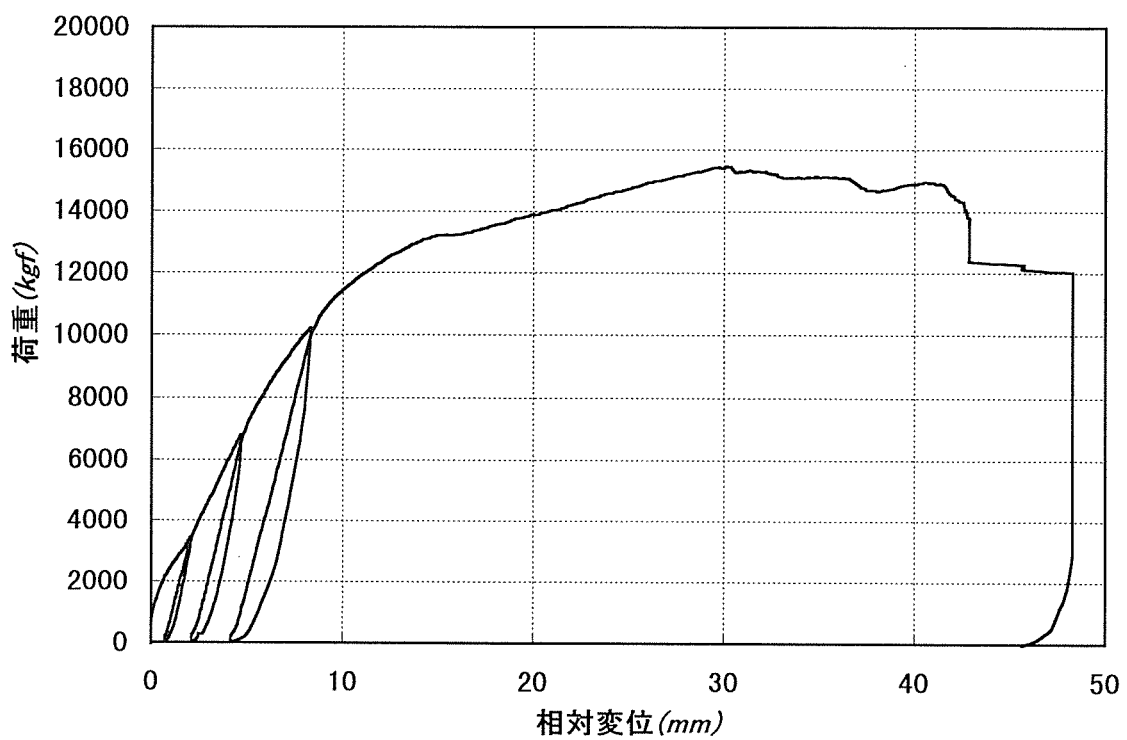
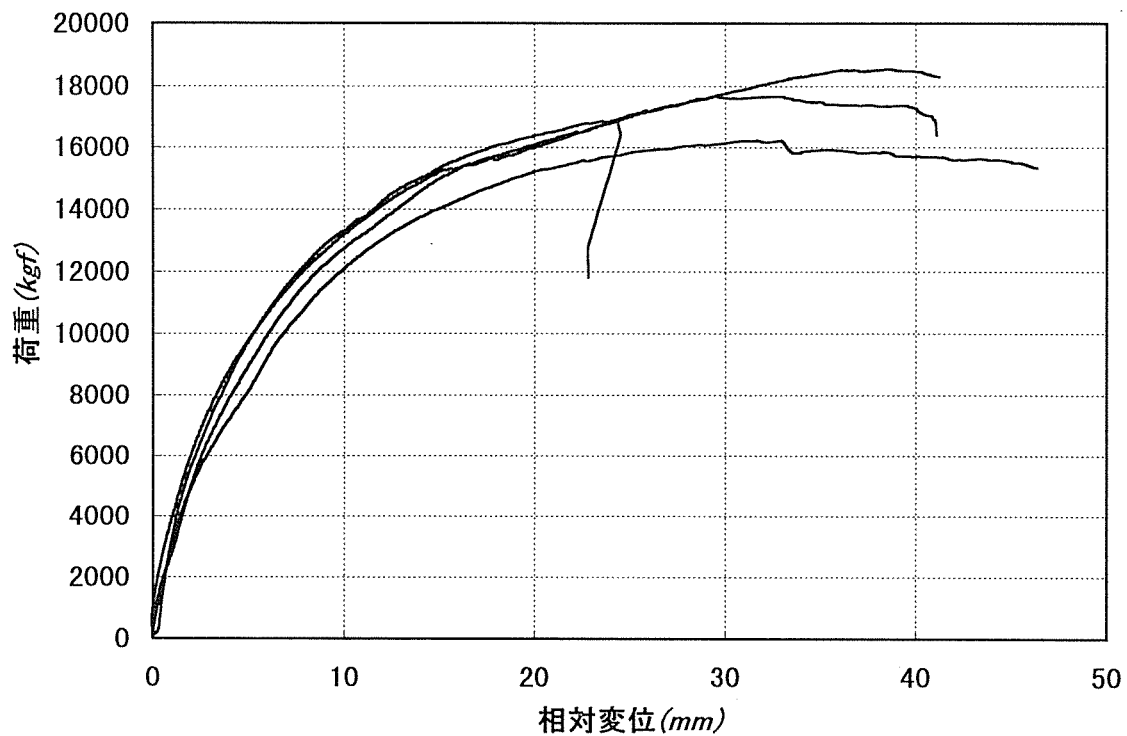


図19 梁-梁圧縮順せん断加力における荷重-変位曲線  
(バイマツ、センターウェブ金物)J



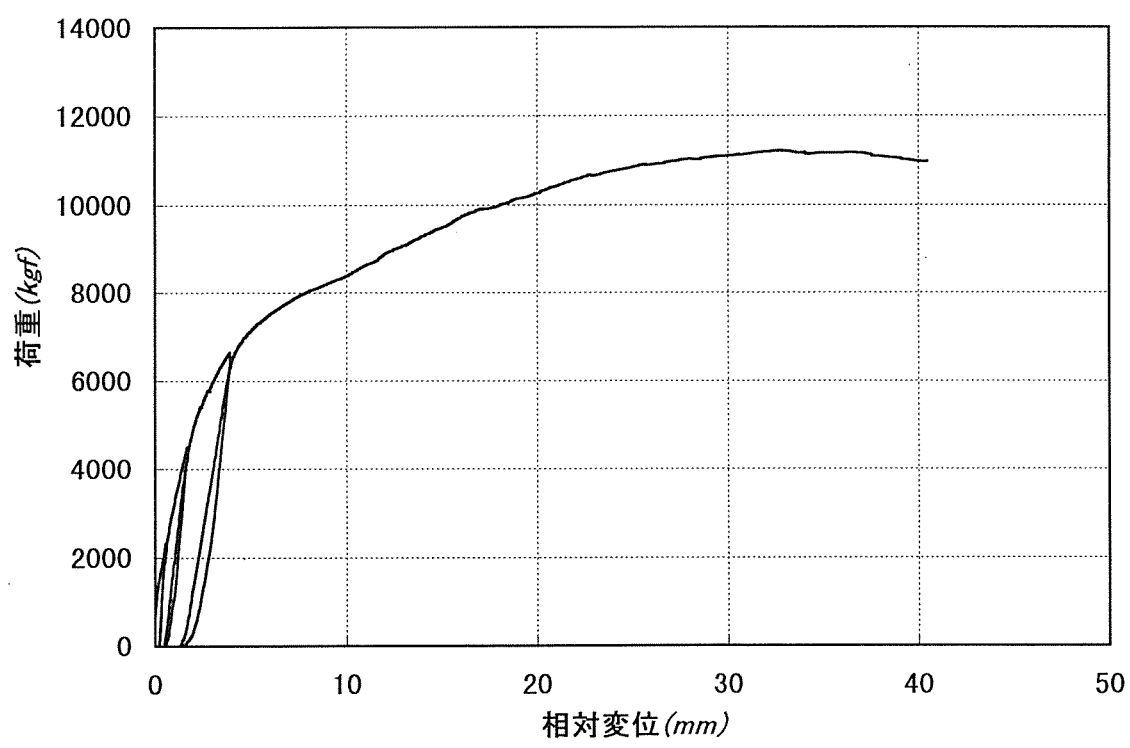
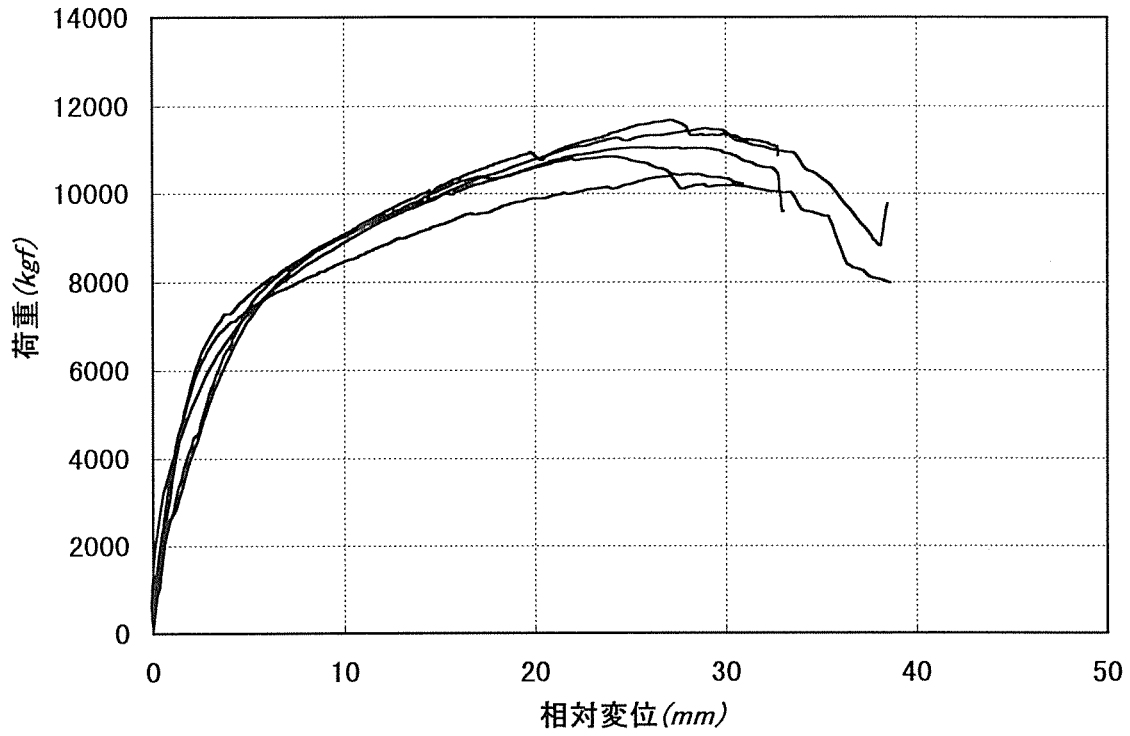


図20 梁-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(ペイマツ、センターウェブ金物)K

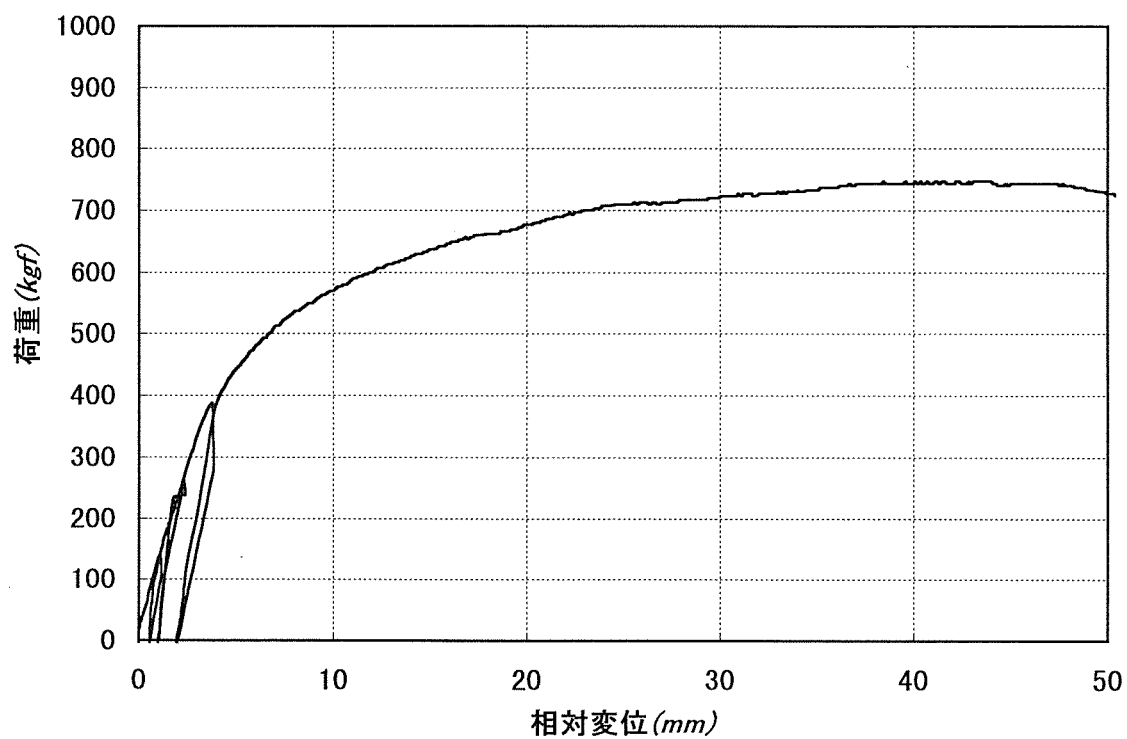
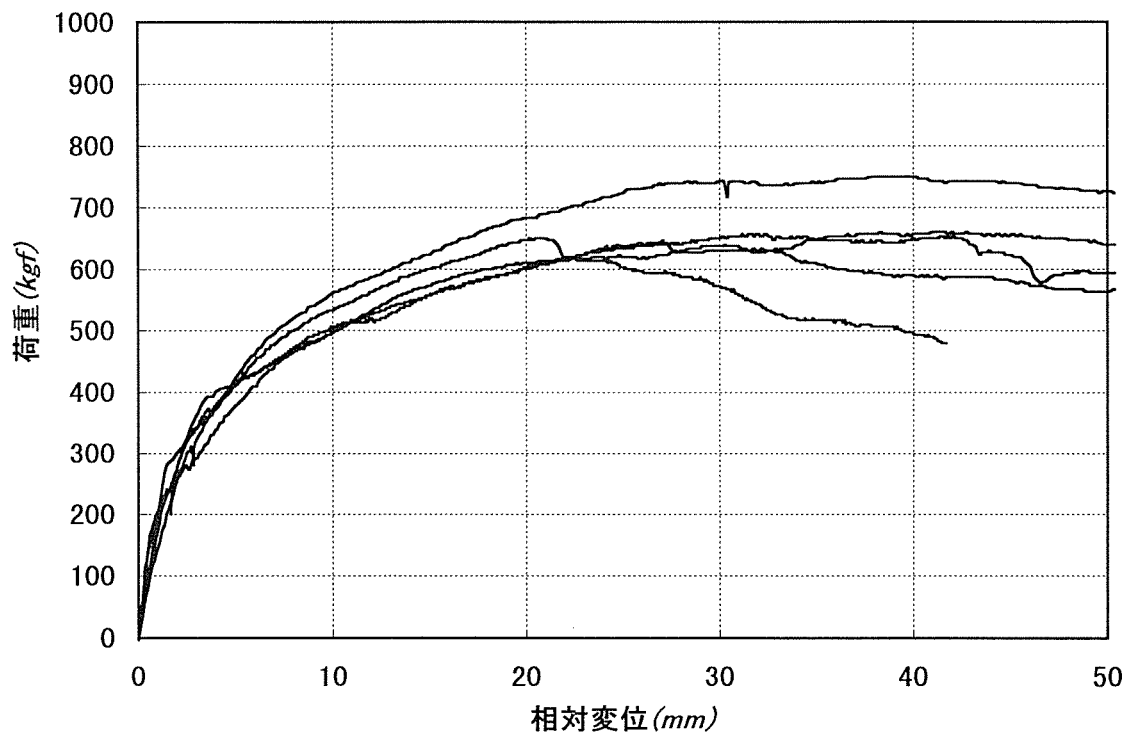


図21 梁-梁引張り加力における荷重-変位曲線  
(スギ、外付け金物)C

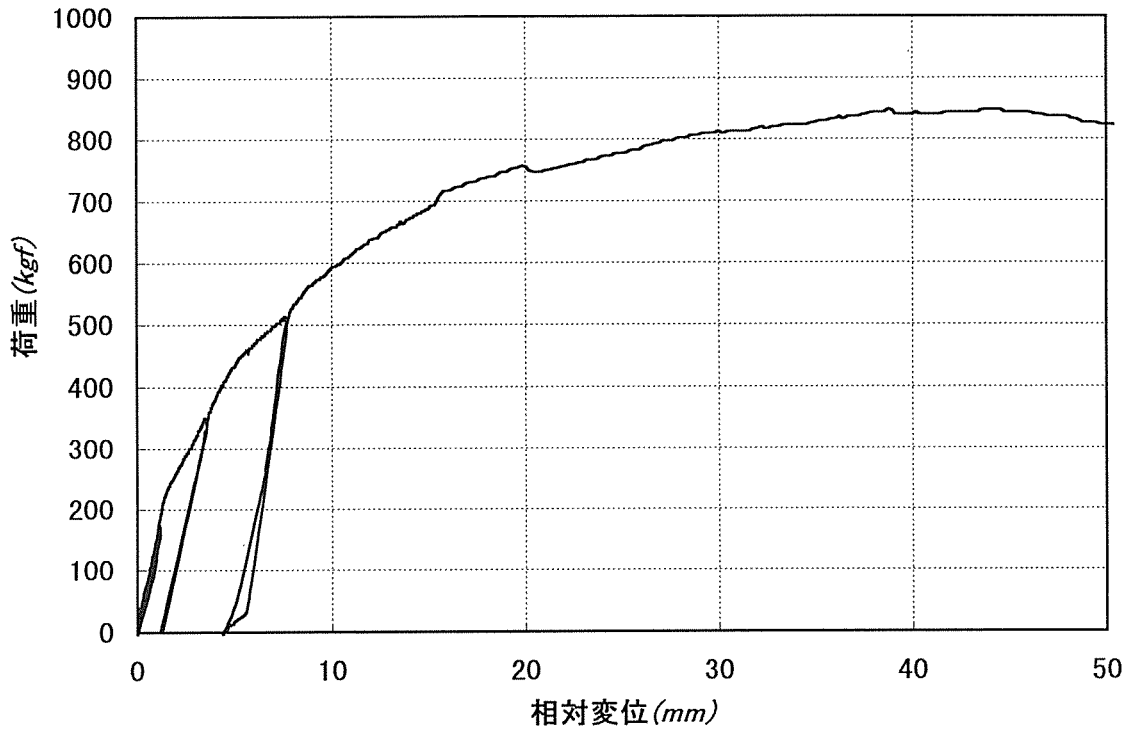
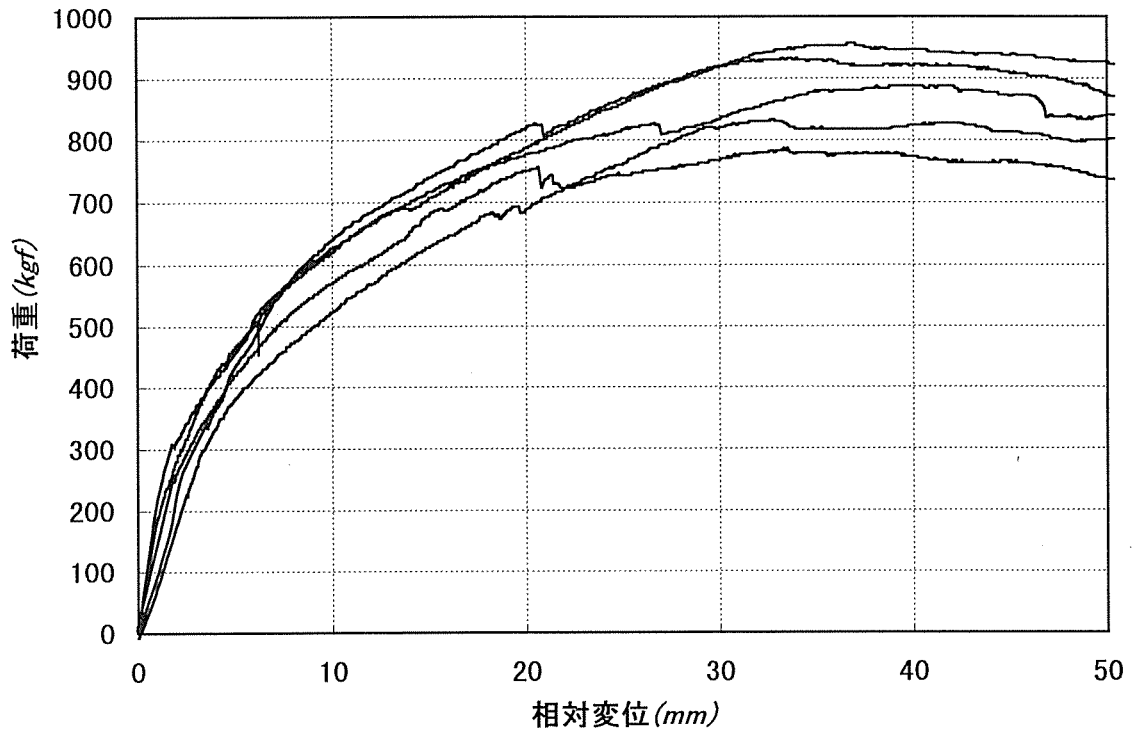


図22 梁-梁引張り加力における荷重-変位曲線  
(パイマツ、外付け金物)F

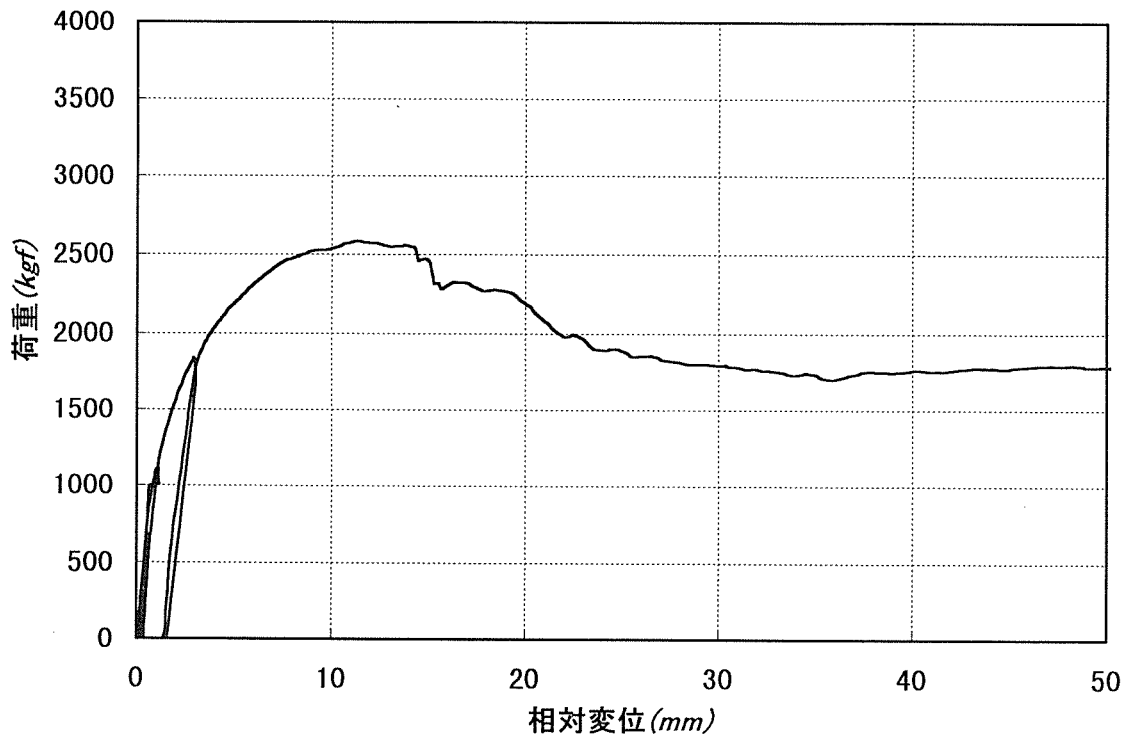
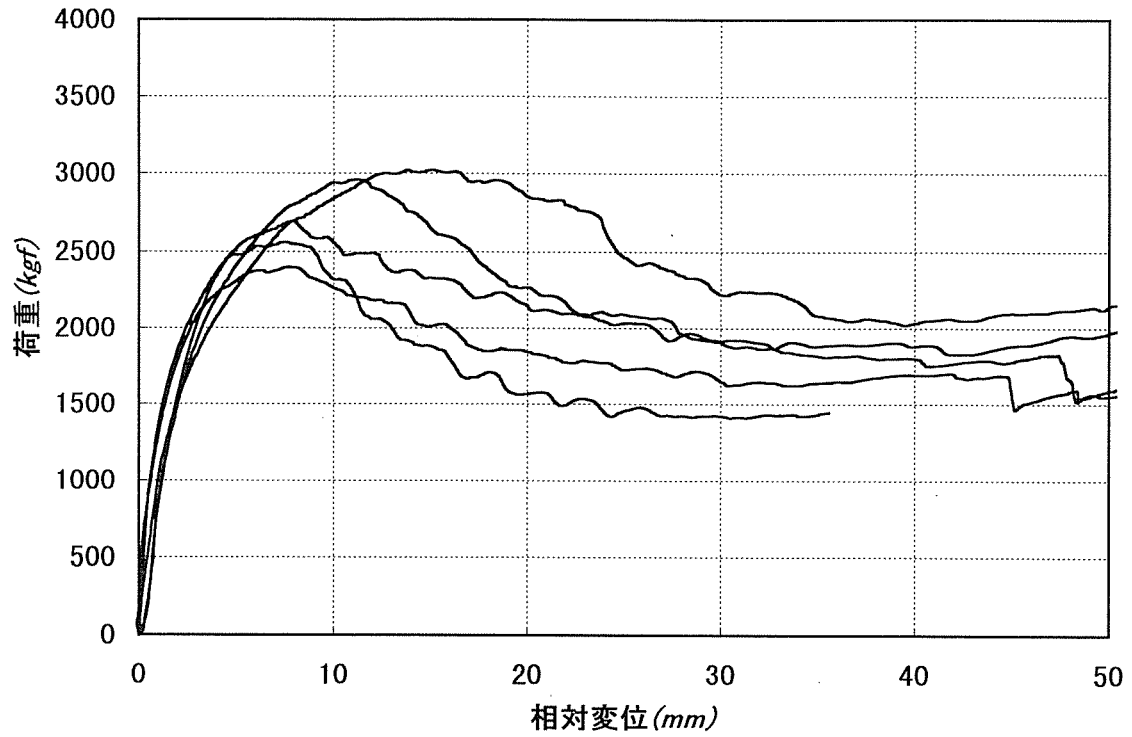


図23 梁-梁引張り加力における荷重-変位曲線  
(スギ、センターウェブ金物)

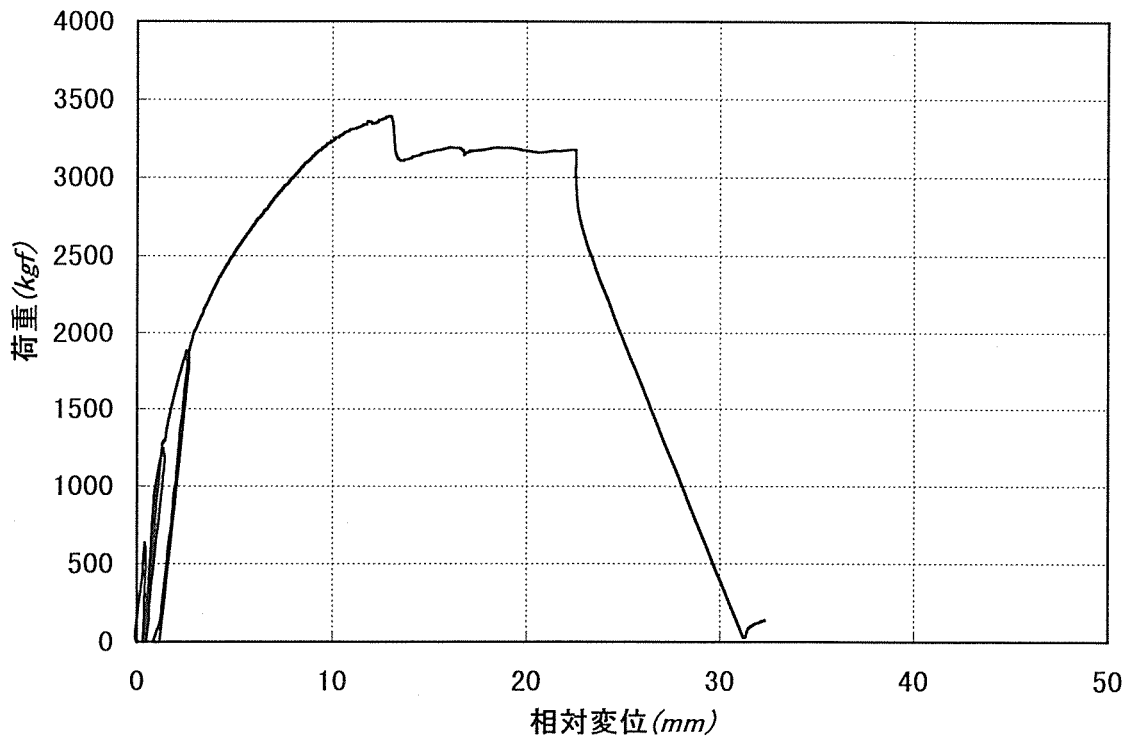
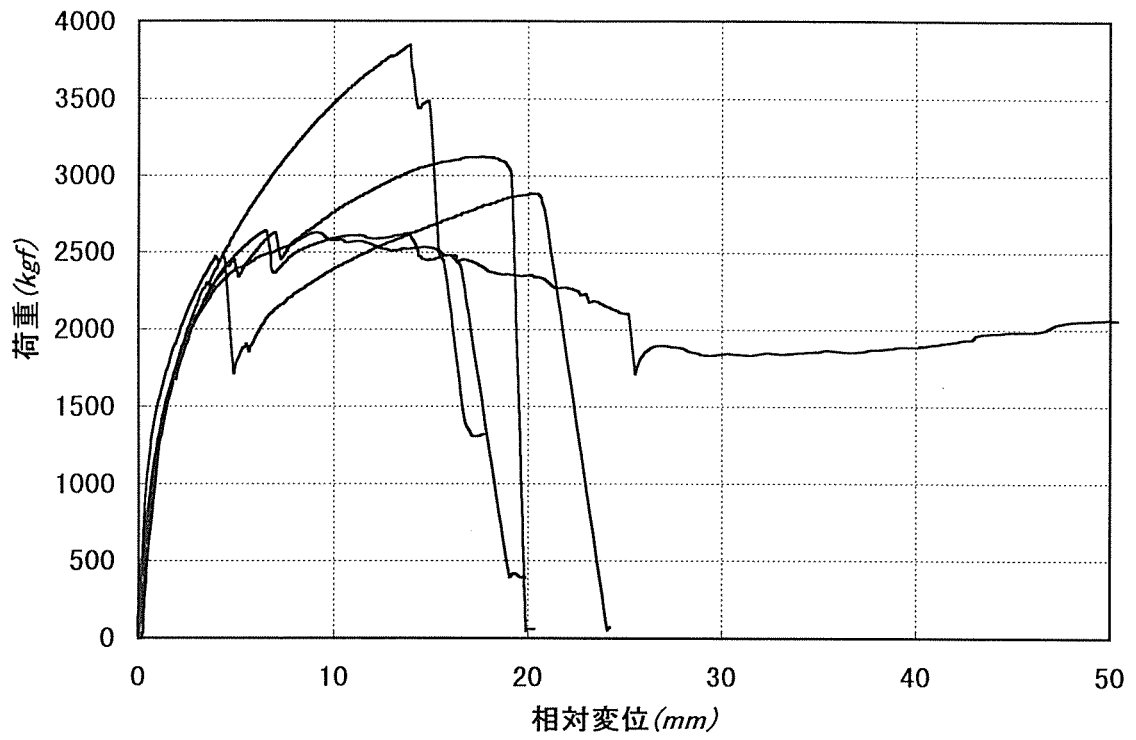


図24 梁-梁引張り加力における荷重-変位曲線  
(ペイマツ、センターウェブ金物)L

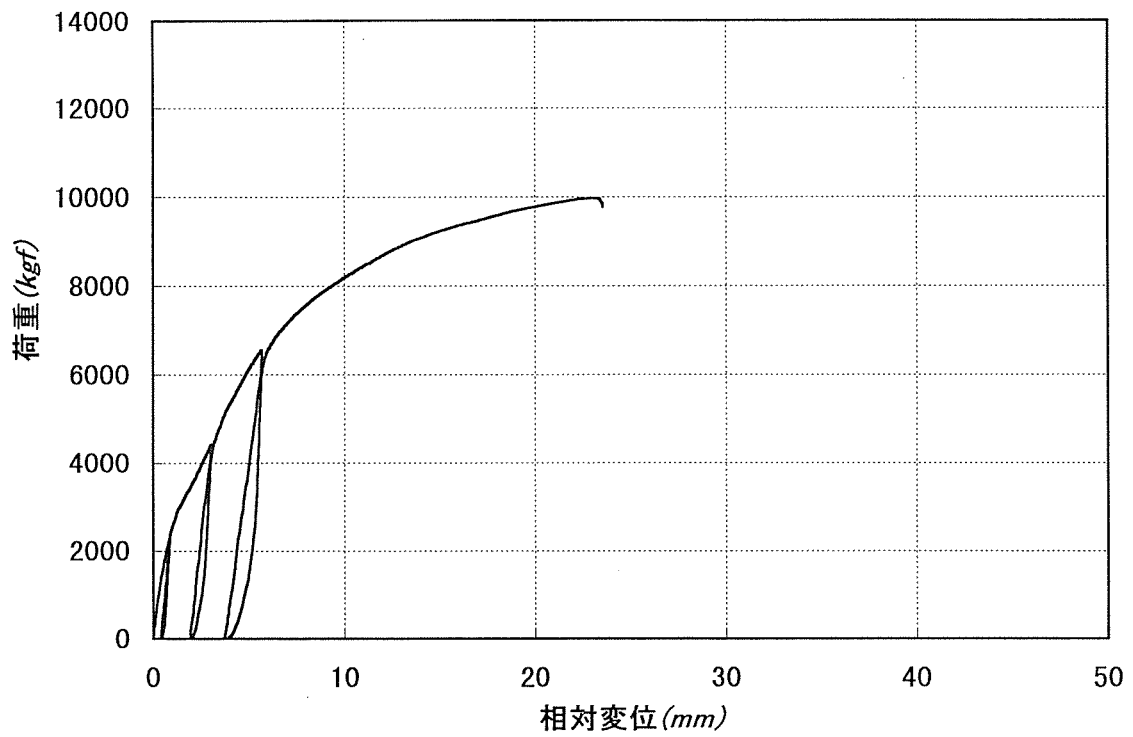
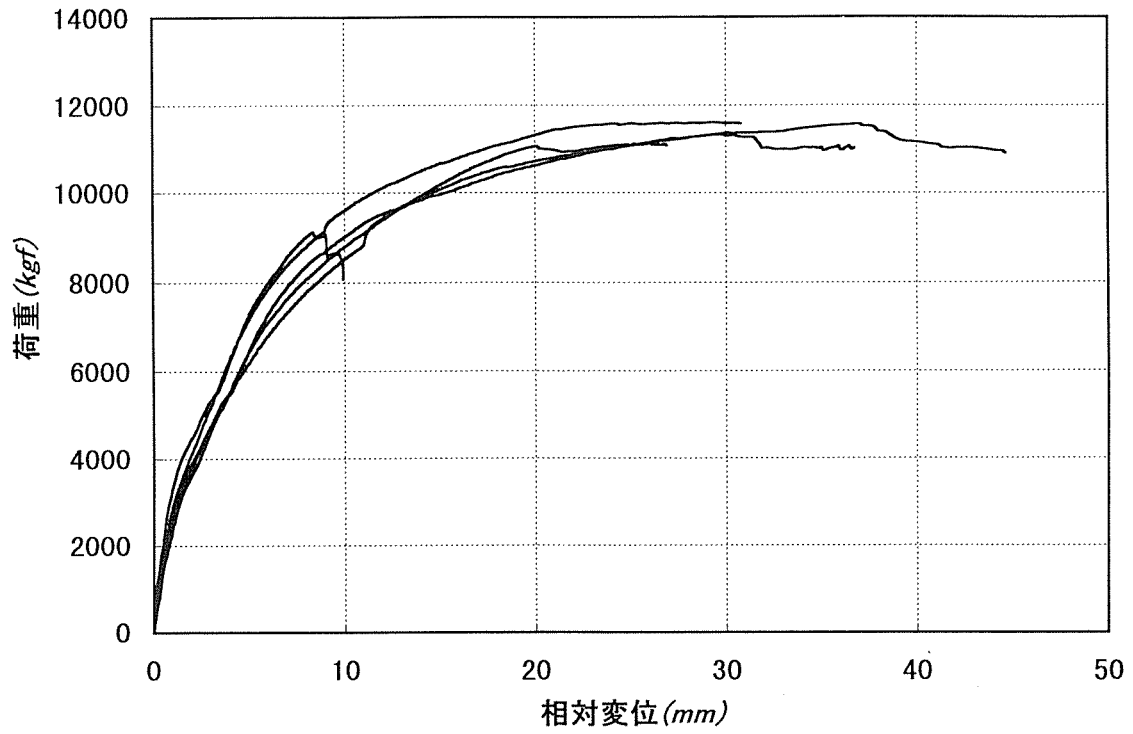


図25 柱-梁圧縮順せん断加力における荷重-変位曲線  
(スギ、センターウェブ金物)M

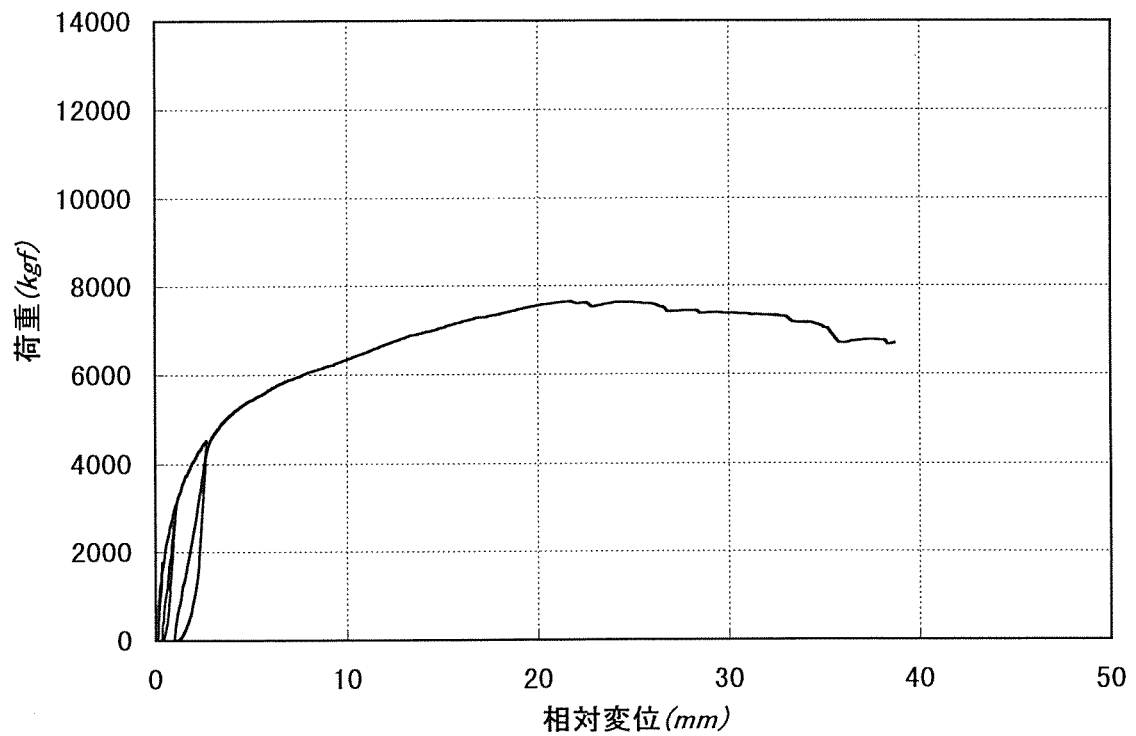
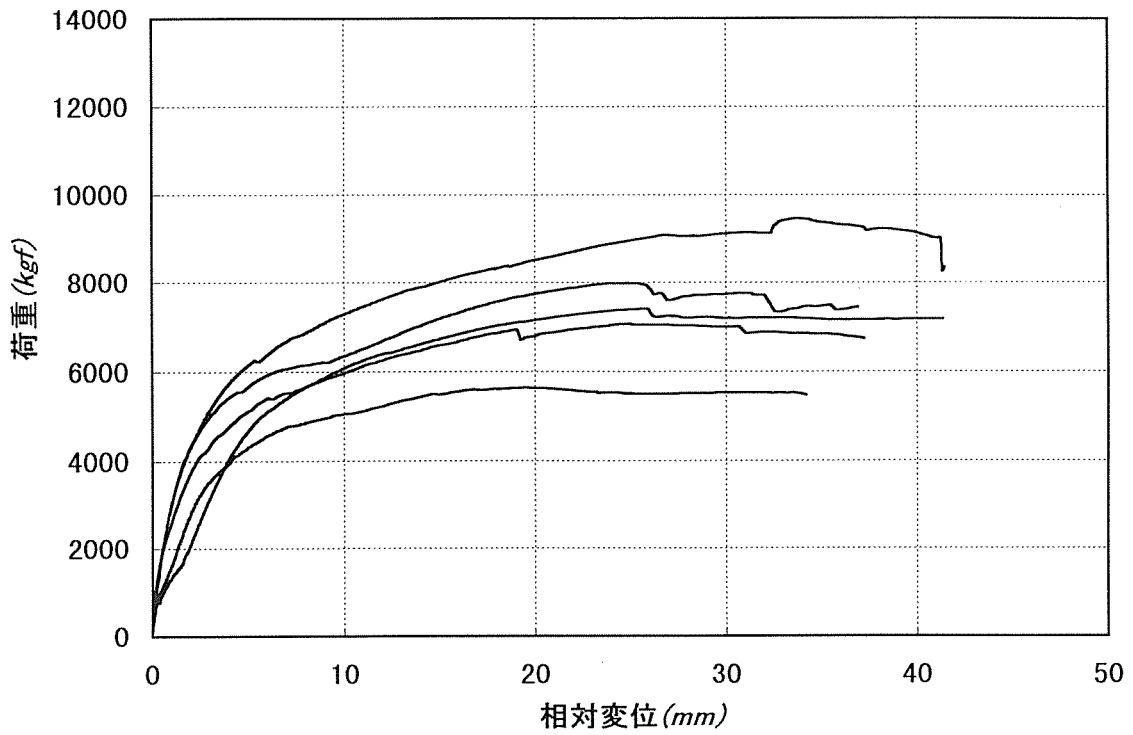


図26 柱-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(スギ、センターウェブ金物)N

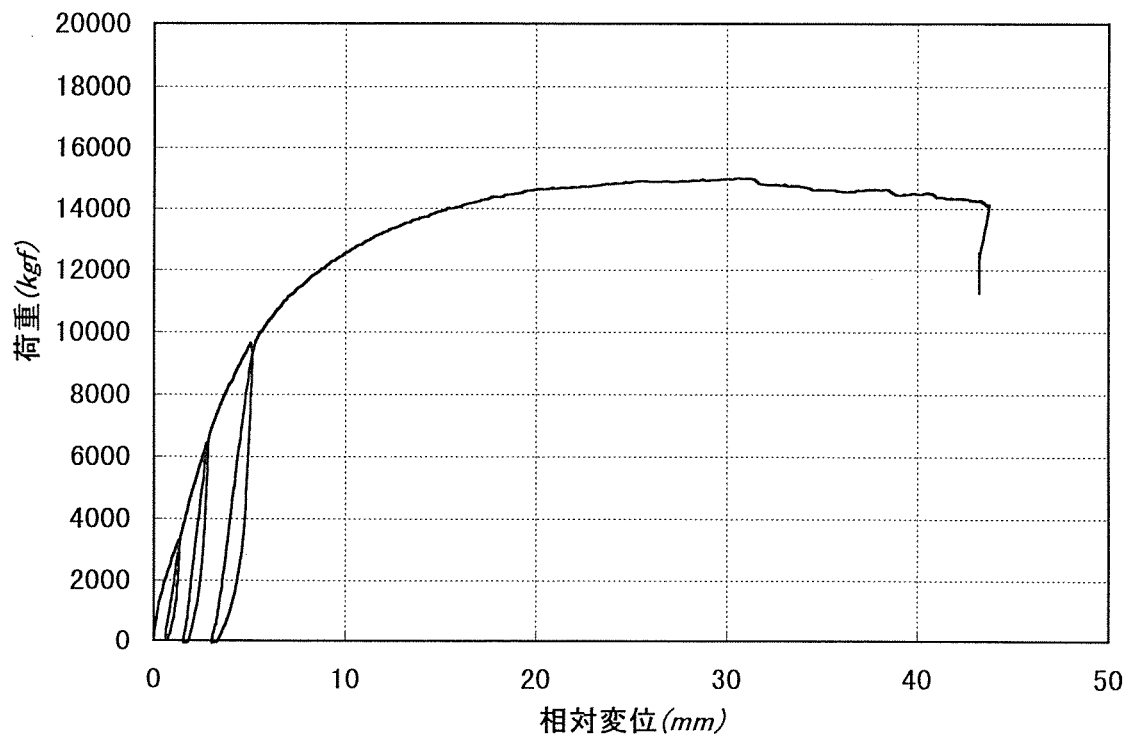
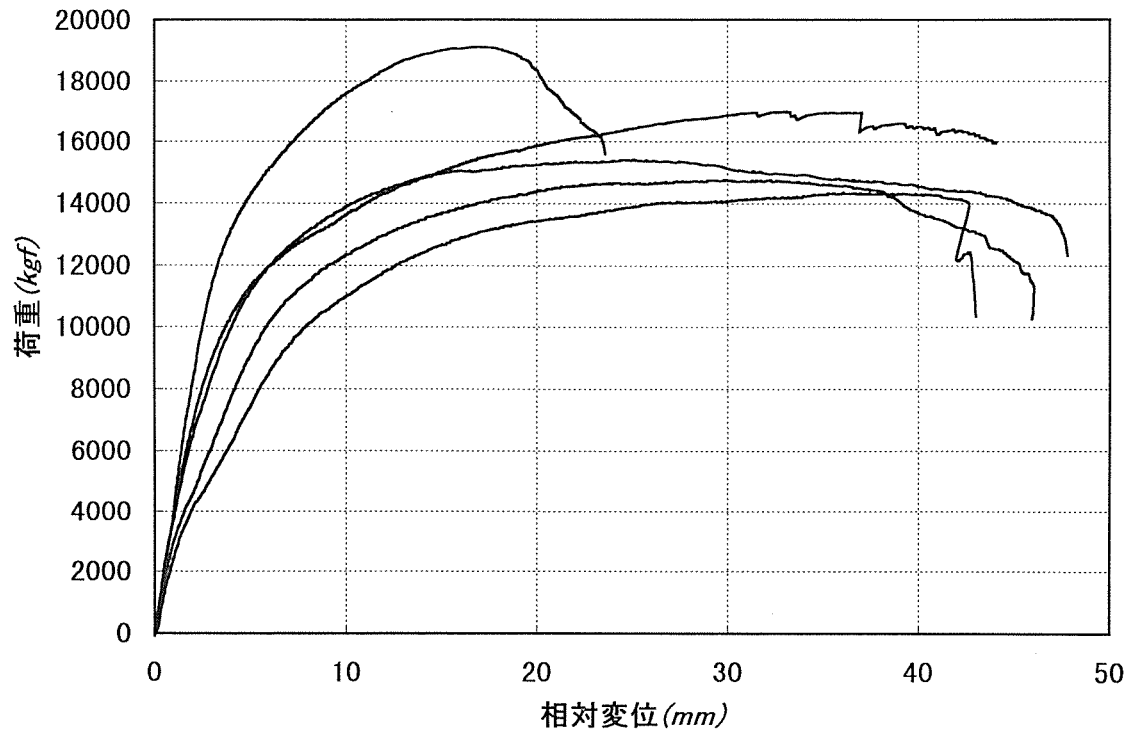


図27 柱-梁圧縮順せん断加力における荷重-変位曲線  
(パイマツ、センターウェブ金物)○



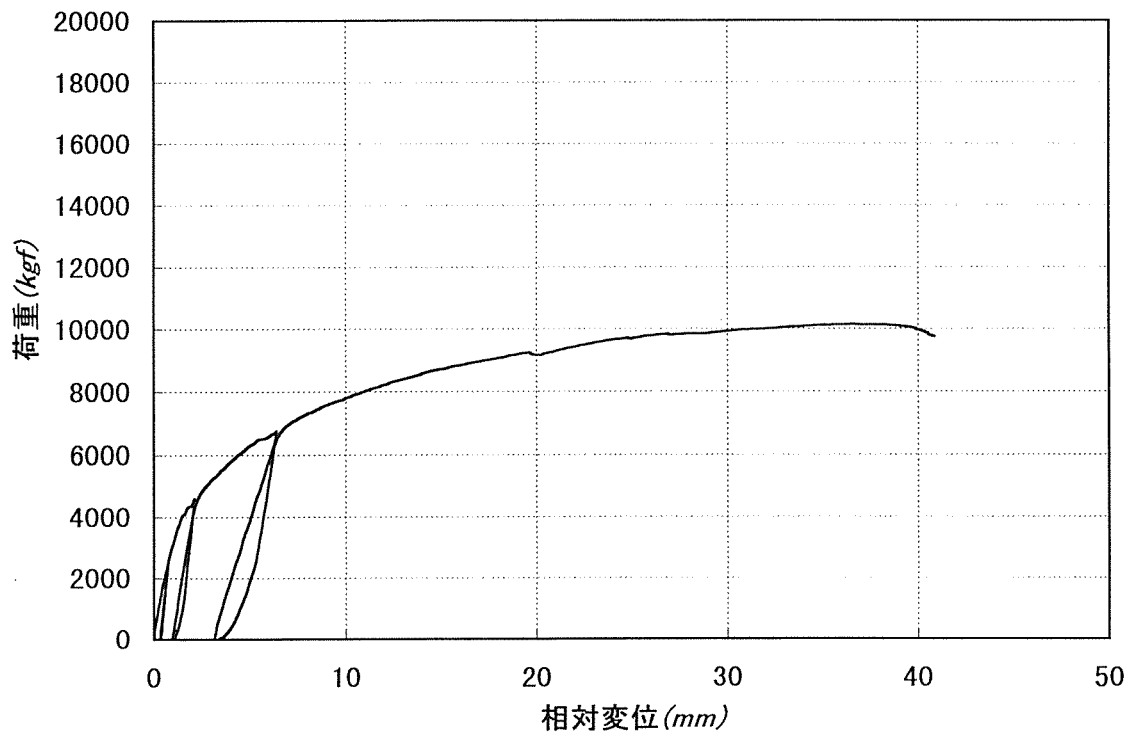
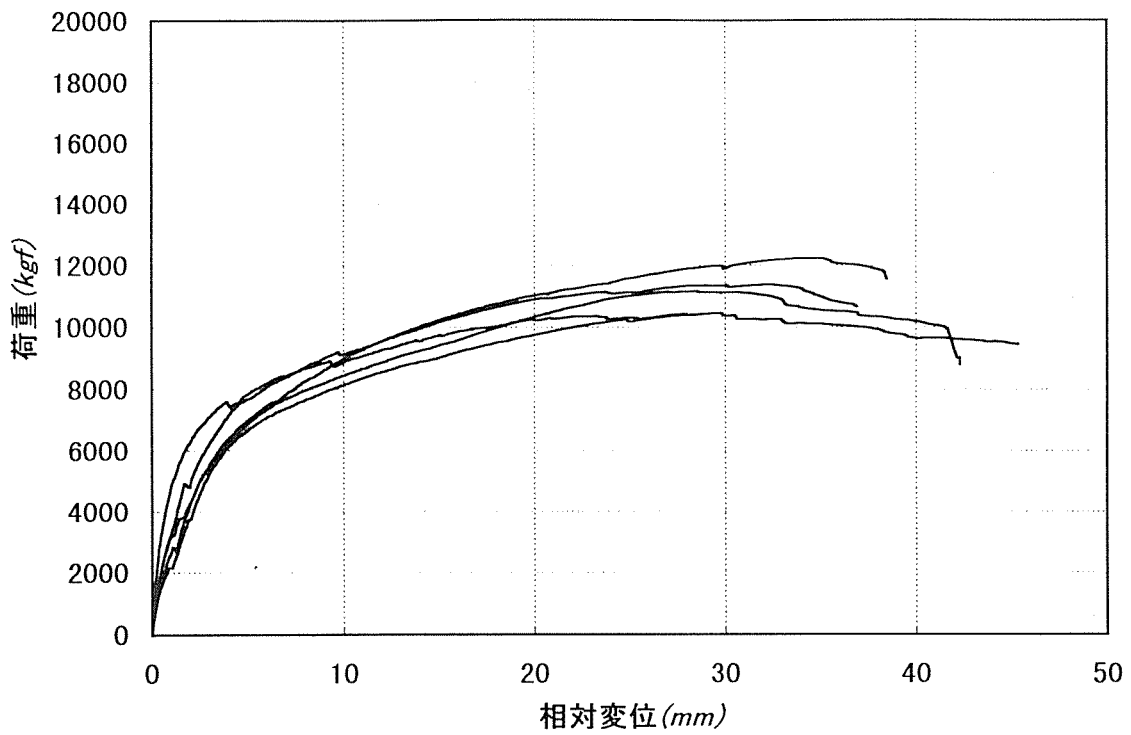


図28 柱-梁圧縮逆せん断加力における荷重-変位曲線  
(ペイマツ、センターウェブ金物)P

表2 梁—梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、外付けタイプ金物) A

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1983	3287	4220	4890	5403	4320	3.12	8640	26.38
2	1310	2073	3020	4050	5153	3959	3.75	7917	19.28
3	2627	3940	5030	5720	6187	4095	1.93	8190	16.54
4	3980	5147	5960	6530	6930	4029	0.98	8057	10.44
5	1657	2950	4220	5023	5607	4169	2.92	8337	20.04
6	2403	3677	4587	5190	5703	4119	2.42	8237	20.57
Ave	2311	3479	4490	5243	5856	4114	2.54	8228	18.54
SD	859	942	891	762	584	113	0.89	227	4.78

表3 梁—梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、外付けタイプ金物) B

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1543	2017	2320	2633	2847	1804	1.47	3607	14.08
2	1530	1877	2143	2333	2540	1620	1.16	3240	13.67
3	1753	2360	2800	3123	3353	1985	1.27	3970	12.52
4	1660	2250	2633	2883	3037	1795	1.12	3590	14.12
5	1727	2267	2673	2960	3153	1855	1.13	3710	11.23
6	1663	2117	2430	2657	2830	1709	1.03	3417	13.67
Ave	1643	2154	2514	2786	2986	1812	1.23	3623	13.12
SD	84	164	224	257	259	114	0.14	228	1.03

表4 梁－梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(ペイマツ、外付けタイプ金物) D

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1213	2070	2967	4097	5110	4854	4.68	9707	23.37
2	1667	2987	4523	5700	6733	5537	3.80	11073	19.03
3	1360	2120	3103	3987	4920	5054	5.19	10107	23.08
4	1660	3617	5987	7587	8100	5750	2.85	11500	29.04
5	1623	2290	2957	3507	4383	5189	5.74	10377	23.12
6	1437	2820	4140	5413	6253	5449	4.04	10897	24.83
Ave	1505	2617	3907	4976	5849	5276	4.45	10553	23.53
SD	170	551	1094	1379	1261	304	0.95	607	2.96

表5 梁－梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(ペイマツ、外付けタイプ金物) E

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1330	2027	2640	3000	3283	2195	2.16	4390	13.46
2	1193	1730	2197	2553	2853	2005	2.51	4010	14.29
3	1857	2470	2857	3133	3353	2109	1.27	4217	14.81
4	1643	2253	2710	3067	3377	2182	1.80	4363	14.81
5	1967	2650	3153	3603	3937	2499	1.71	4997	12.47
6	1410	1950	2373	2727	3053	2074	2.29	4147	15.00
Ave	1598	2226	2711	3071	3361	2198	1.89	4395	13.97
SD	280	313	311	331	335	157	0.41	315	0.90

表6 梁-梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、センターウェブタイプ金物) G

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	2370	3620	4707	5800	6480	5855	3.99	11710	32.26
2	2053	3593	5037	6047	7000	5830	3.64	11660	19.27
3	1987	4077	5080	6117	6897	5642	3.35	11283	19.32
4	5333	6573	7597	8307	8910	6190	1.52	12380	27.16
5	1937	3450	4360	5457	6113	5409	3.67	10817	14.84
6	3173	4387	5217	5973	6737	5135	2.87	10270	20.22
Ave	2736	4263	5356	6346	7080	5785	3.23	11570	22.57
SD	1204	1073	1051	930	893	338	0.82	676	5.78

表7 梁-梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、センターウェブタイプ金物) H

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	2417	3617	4130	4553	4823	3235	1.49	6470	21.17
2	2823	3937	4570	4883	5197	3625	1.56	7250	33.21
3	3187	3913	4283	4603	4873	3145	0.92	6290	29.67
4	4173	4920	5243	5683	5893	4220	1.01	8440	24.69
5	3363	4153	4617	4697	4867	3425	1.02	6850	27.31
6	1550	2677	3260	3573	3893	2937	2.35	5873	27.67
Ave	3193	4108	4569	4884	5131	3530	1.20	7060	27.21
SD	814	668	600	618	591	413	0.49	827	3.77

表8 梁—梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(バイマツ、センターウェブタイプ金物) J

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	3971	6045	7608	8825	9788	8442	3.62	16884	24.17
2	3029	4962	6147	7172	8137	8121	4.91	16241	31.75
3	2807	5052	6653	7869	8925	8844	4.87	17688	29.60
4	3308	5585	7199	8532	9704	9268	4.45	18536	38.47
5	2449	3398	4630	5926	7079	7727	5.53	15454	30.11
Ave	3113	5008	6447	7665	8727	8480	4.68	16961	30.82
SD	574	1001	1156	1163	1138	602	0.70	1205	5.14

表9 梁—梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(バイマツ、センターウェブタイプ金物) K

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	3657	5110	5890	6760	7217	5744	2.38	11487	29.08
2	2623	4133	5510	6443	7410	5424	2.88	10847	24.22
3	3560	5440	6513	7033	7383	5199	1.68	10397	27.18
4	2603	3953	5153	6203	7047	5835	3.37	11670	27.08
5	3473	5510	6750	7283	7643	5525	1.90	11050	25.11
6	3200	4953	5933	6443	7143	5607	2.58	11213	32.74
Ave	3183	4829	5963	6744	7340	5545	2.44	11090	26.53
SD	428	603	546	373	197	209	0.57	418	2.79

表10 梁－梁引張り加力における主要変位時の荷重  
(スギ、外付けタイプ金物) C

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	203	277	340	380	413	310	2.37	620	22.40
2	197	253	290	337	377	329	3.64	657	31.19
3	143	253	320	370	410	330	3.06	660	38.33
4	273	297	340	373	420	375	3.90	750	37.76
5	170	273	363	400	417	317	2.31	633	31.79
6	137	233	337	390	443	374	3.53	747	38.47
Ave	197	271	331	372	407	332	3.06	664	32.29
SD	46	21	22	20	19	26	0.61	52	5.74

表11 梁－梁引張り加力における主要変位時の荷重  
(ベイマツ、外付けタイプ金物) F

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	57	227	267	330	380	417	5.93	833	32.71
2	7	260	323	373	430	479	5.88	957	36.66
3	160	280	357	420	463	447	4.59	893	59.49
4	190	253	343	363	420	394	4.45	787	33.34
5	198	313	370	413	453	467	5.17	933	33.26
6	150	260	317	377	430	424	4.95	847	38.72
Ave	122	267	332	380	429	440	5.20	881	39.09
SD	71	26	33	30	27	29	0.58	59	9.40

表12 梁－梁引張り加力における主要変位時の荷重  
(スギ、センターウェブタイプ金物) I

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1297	1770	2083	2223	2303	1200	0.86	2400	7.68
2	1353	1837	2147	2360	2513	1345	0.92	2690	7.86
3	1020	1510	1820	2060	2260	1510	1.96	3020	13.81
4	807	1553	2020	2337	2473	1280	1.51	2560	7.43
5	860	1483	1920	2190	2393	1480	1.87	2960	11.08
6	1100	1577	1797	2043	2183	1292	1.38	2583	11.22
Ave	1067	1631	1998	2234	2388	1363	1.42	2726	9.57
SD	203	133	130	122	117	111	0.42	221	2.37

表13 梁－梁引張り加力における主要変位時の荷重  
(ベイマツ、センターウェブタイプ金物) L

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1433	1780	2147	2397	2633	1920	2.32	3840	13.94
2	1177	1713	2077	2313	2450	1562	1.52	3123	17.60
3	1257	1760	2073	2327	2480	1320	1.09	2640	6.47
4	1273	1763	2070	2260	2390	1315	0.96	2630	9.16
5	1520	1913	2237	2470	1753	1444	0.85	2887	20.17
6	1037	1643	2017	2297	2527	1697	2.08	3393	12.95
Ave	1332	1786	2121	2353	2341	1512	1.35	3024	13.47
SD	159	81	71	70	287	215	0.56	430	4.65

表14 柱一梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、センターウェブタイプ金物) M

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	2857	4117	5190	6273	7190	5802	3.50	11603	29.48
2	2407	3750	4710	5503	6190	5664	4.19	11327	29.77
3	2503	3840	4663	5407	6410	5775	4.23	11550	36.74
4	3213	4340	5280	6170	7280	4565	2.02	9130	8.37
5	2503	3587	4530	5487	6443	5560	3.95	11120	26.13
6	2550	3470	4430	5350	6127	4985	3.58	9970	23.07
Ave	2697	3927	4875	5768	6703	5473	3.58	10946	26.10
SD	280	299	321	375	459	459	0.75	919	8.76

表15 柱一梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(スギ、センターウェブタイプ金物) N

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	1573	2810	3547	3930	4297	2814	2.00	5627	19.32
2	1333	2087	3150	4040	4670	3704	3.58	7407	25.78
3	3020	4287	5140	5740	6150	4730	2.45	9460	33.63
4	2443	3707	4277	4760	5070	3530	1.66	7060	24.99
5	3020	4223	4930	5353	5607	3992	1.55	7983	24.88
6	2990	4077	4627	5143	5427	3822	2.44	7643	21.74
Ave	2278	3423	4209	4765	5159	3754	2.25	7507	25.72
SD	700	815	718	663	610	570	0.68	1140	4.43



表16 柱－梁圧縮順せん断加力における主要変位時の荷重  
(ベイマツ、センターウェブタイプ金物) O

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	4069	8272	11253	13140	14237	9561	2.34	19122	17.06
2	3965	6909	8955	10325	11281	8493	2.70	16986	33.11
3	2475	4133	5089	6244	7423	7174	4.72	14348	36.10
4	2950	4558	6108	7702	9010	7378	3.73	14755	32.29
5	3743	6466	8306	9910	11081	7708	2.60	15415	25.08
6	2843	4911	6845	8319	9529	7503	3.36	15006	30.64
Ave	3440	6068	7942	9464	10606	8063	3.22	16125	28.73
SD	610	1464	2026	2199	2141	824	0.81	1649	6.31

表17 柱－梁圧縮逆せん断加力における主要変位時の荷重  
(ベイマツ、センターウェブタイプ金物) P

NO	変位1mm時 荷重(kg)	変位2mm時 荷重(kg)	変位3mm時 荷重(kg)	変位4mm時 荷重(kg)	変位5mm時 荷重(kg)	1/2Pmax (kg)	1/2Pmax 変位(mm)	最大荷重 (kg)	最大荷重時 変位(mm)
1	3147	4190	5490	6347	6980	6117	3.50	12233	34.36
2	2150	3717	5170	6117	6653	5249	2.94	10497	30.91
3	3260	4787	6170	7107	7670	5684	2.47	11367	32.47
4	4757	6297	7057	7613	7847	5225	1.21	10450	29.55
5	2640	4263	5437	6237	6847	5577	3.08	11153	28.43
6	3127	4483	5153	5810	6307	5075	2.84	10150	36.50
Ave	3191	4651	5865	6684	7199	5570	2.64	11140	31.14
SD	801	815	676	621	544	351	0.72	702	2.77

#### 4、3 破壊の状況

各々の試験条件における破壊状況を、表18～表21に示す。また、破壊の状況について写真6～写真12に示す。

##### 4、3、1 梁-梁圧縮せん断試験

外付け金物の最終破壊形態は、順せん断では支持梁の破壊が、また、逆せん断では掛け梁のクギから梁上端部へのせん断破壊が見られた。センターウェブ金物では、順・逆せん断ともにドリフトピンから材端への割裂破壊が生じた。

- 1) 外付け金物、順せん断 (写真6)
- 2) 外付け金物、逆せん断 (写真7)
- 3) センターウェブ金物、順せん断 (写真8)
- 4) センターウェブ金物、逆せん断 (写真9)

##### 4、3、2 梁-梁引張り試験

外付け金物の最終破壊形態は、スギ・ベイマツともにラグスクリューとクギの引き抜けであった。また、センターウェブ金物はドリフトピンから材端への割裂とラグスクリューの引き抜けによるものであった。

- 1) 外付け金物とセンターウェブ金物 (写真10)

##### 4、3、3 柱-梁圧縮せん断試験

順せん断加力では柱のボルト穴から柱頂部への割裂が、また、逆せん断ではドリフトピンから材端への割裂破壊が生じた。

- 1) センターウェブ金物、順せん断 (写真11)
- 2) センターウェブ金物、逆せん断 (写真12)

(文責：西内 豊)

表 1 8 梁—梁圧縮せん断 (外付け金物)

方向	樹種	NO	最終的な破壊形態	支持梁	掛け梁	金物	接合具	備考
順	スギ	A	・支持梁の破壊 (6) ・ワスクリューとクギの抜け	◎	△ (めり込み)	△	クギ △ ラグ △	譲り止めなし
	ハイマツ	D	・支持梁の破壊 (6) ・金物底部への掛け梁のめり込み	◎	○ (めり込み)	△	クギ △ ラグ △	譲り止めなし
逆	スギ	B	・掛け梁のクギからのせん断破壊 (6) ・クギの抜け	—	◎	—	クギ △ ラグ △	譲り止めなし
	ハイマツ	E	”	—	◎	—	クギ △ ラグ △	譲り止めなし

表 1 9 梁—梁圧縮せん断 (センターウェブ金物)

方向	樹種	NO	最終的な破壊形態	ピンからの 靱の有無	支持梁	掛け梁	金物	接合具	備考
順	スギ	G	・ドリフトピンから材端への割裂 (4) ・掛け梁の圧壊 (2) ・ワスクリューから支持梁のせん断破壊 (6)	有	◎ (1) △ (5)	◎ (めり込み 圧壊)	◎ (L型底部の 折れ曲がり)	ピン ◎ ボルト — ラグ △	(クランプによる 支持梁の譲り止め
	ハイマツ	J	・ワスクリューの抜け	無	◎	○ (めり込み)	◎ (L型底部の 折れ曲がり)	ピン ◎ ボルト ○ ラグ ◎	”
逆	スギ	H	・ドリフトピンから材端への割裂 (6)	有	◎ (靱)	△	△	ピン ◎ ボルト — ラグ △	”
	ハイマツ	K	・ドリフトピンから材端への割裂 (6) ・支持梁の破壊 (5)	有	◎ (靱)	△	△	ピン ◎ ボルト — ラグ △	”

表 2 0 梁—梁引張り (外付け、センターウェブ金物)

方向	樹種	NO	最終的な破壊形態	ピンからの 靱の有無	梁 1	梁 2	金物	接合具	備考
外付	スギ	C	・ワスクリューとクギの引き抜け	/	—	—	○	クギ △ ラグ —	引張り器具の止め付けピン2本
	ハイマツ	F	”	/	—	—	○	クギ △ ラグ —	引張り器具の止め付けピン2本
センター ウェブ	スギ	I	・ドリフトピンから材端への割裂 (6) ・ワスクリューの引き抜け (6)	有	—	◎ (靱 靱)	○	ピン ◎ ボルト — ラグ △	引張り器具の止め付けピン1本
	ハイマツ	L	・ドリフトピンから材端への割裂 (6) ・ワスクリューの引き抜け (1)	有	—	◎ (靱 靱)	○	ピン ◎ ボルト — ラグ △	引張り器具の止め付けピン1本

表 2 1 柱—梁圧縮せん断 (センターウェブ金物)

方向	樹種	NO	最終的な破壊形態	ピンからの 靱の有無	柱	梁	金物	接合具	備考
順	スギ	M	・柱のボルト穴からの割裂 (5) ・座金のめり込み ・梁の座屈、圧壊 (2)	無	○	◎ (2) ○ (4) (めり込み)	◎ (L型底部の 折れ曲がり)	ピン ◎ ボルト ◎ ラグ △	
	ハイマツ	O	・柱のボルト穴からの割裂 (6) ・座金のめり込み	無	◎	○	◎ (L型底部の 折れ曲がり)	ピン ◎ ボルト ◎ ラグ △	
逆	スギ	N	・ドリフトピンから材端への割裂 (6)	有	△	◎ (靱 靱)	△	ピン ◎ ボルト △ ラグ △	
	ハイマツ	P	・ドリフトピンから材端への割裂 (6)	有	△	◎ (靱 靱)	△	ピン ◎ ボルト △ ラグ △	

◎ : 大きな破壊・変形    ○ : やや大きな破壊・変形    △ : 小さな破壊・変形    — : 変化なし

( ) は試験体数

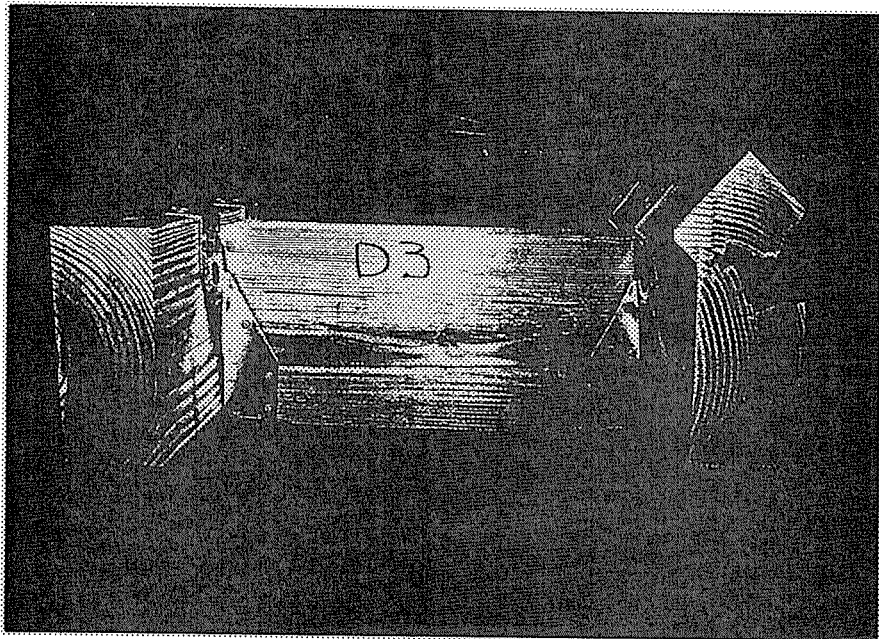
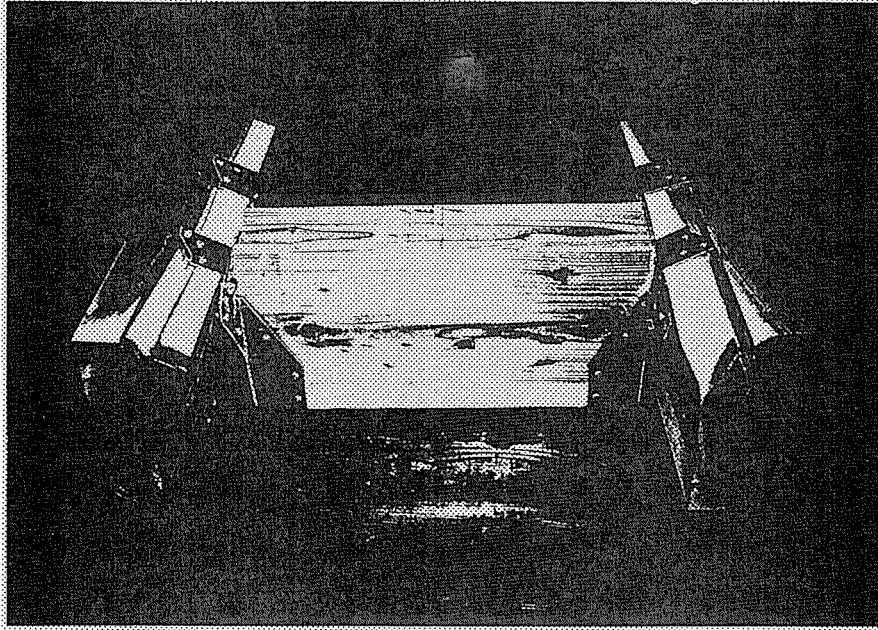


写真6 外付け金物の破壊形態  
(梁-梁圧縮順せん断)

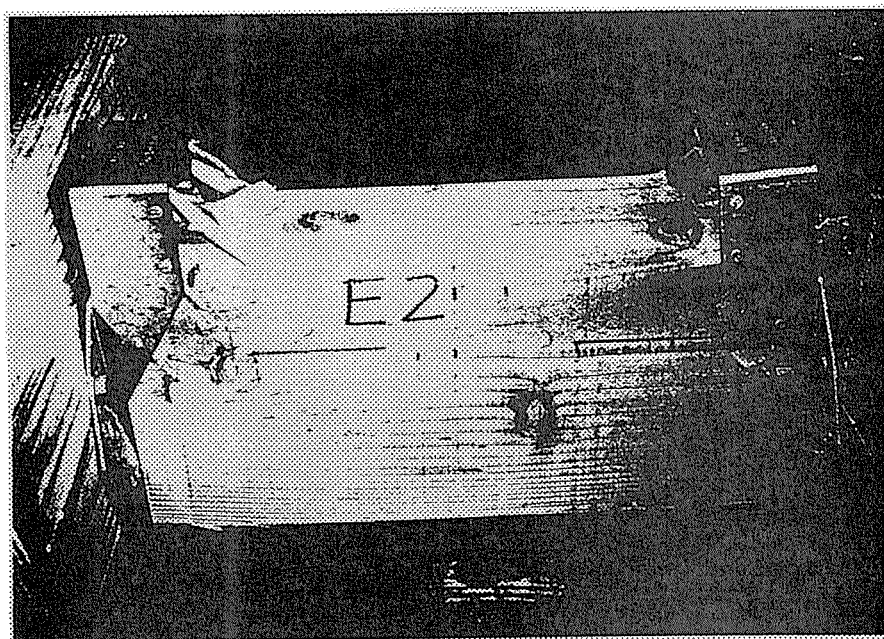
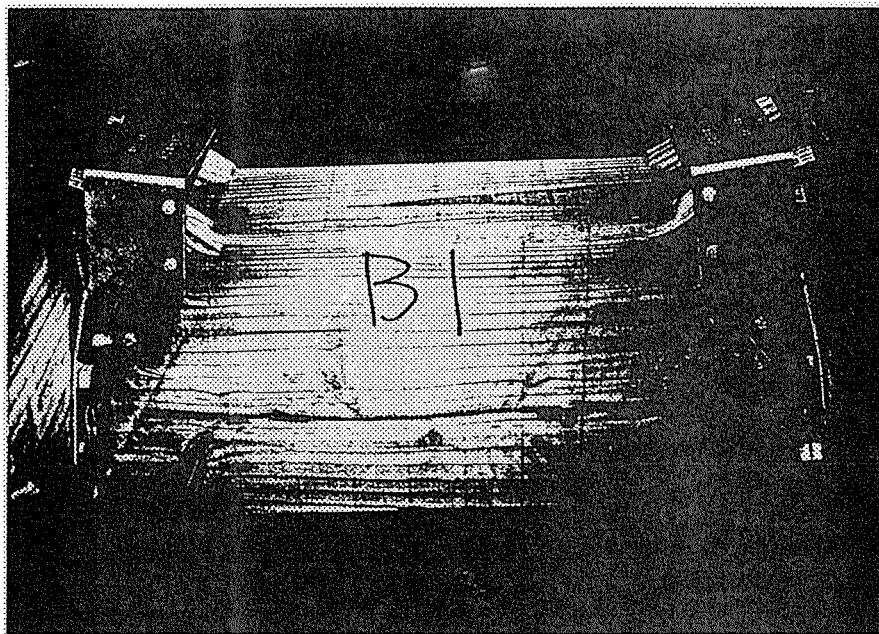


写真7 外付け金物の破壊形態  
(梁-梁圧縮逆せん断)

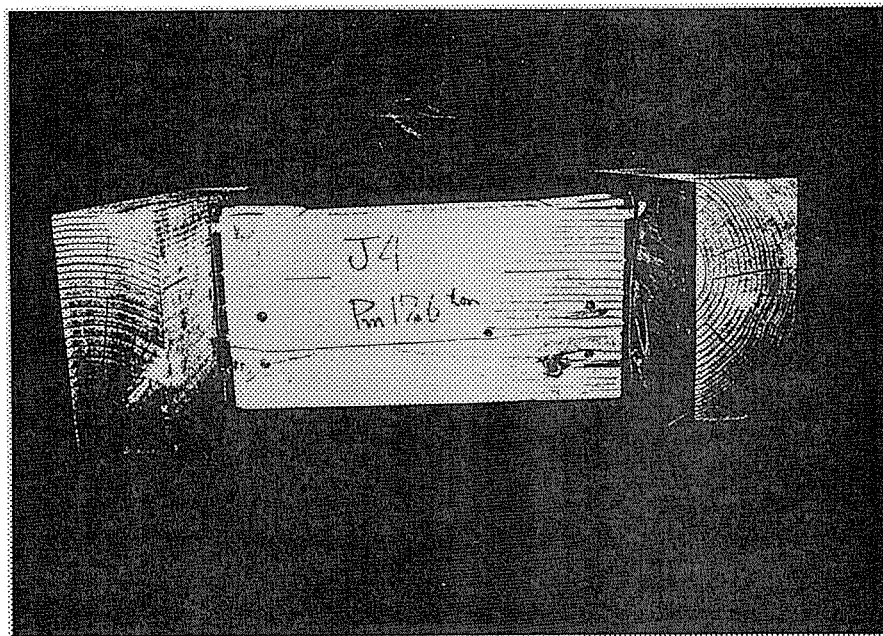
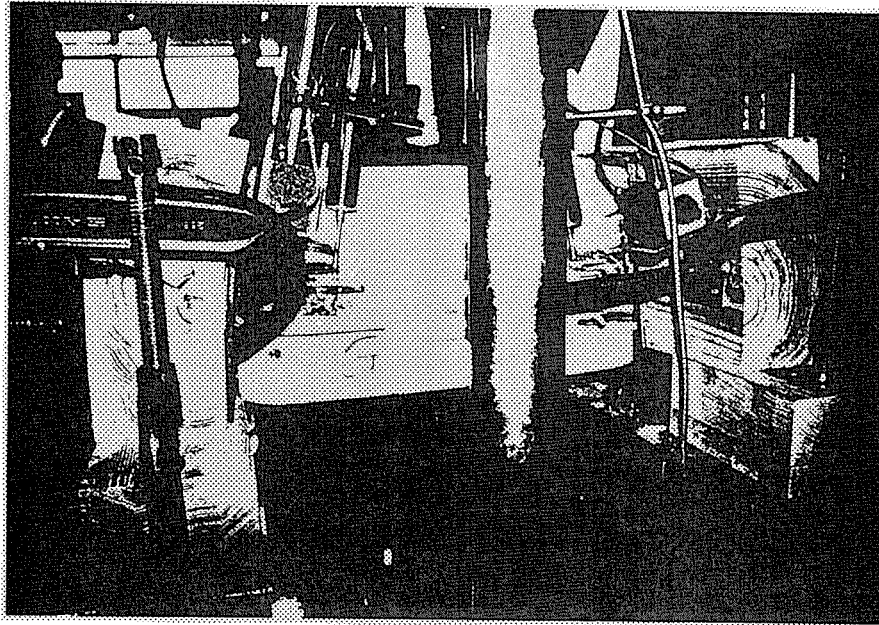


写真8 センターウェブ金物の破壊形態  
(梁-梁圧縮順せん断)

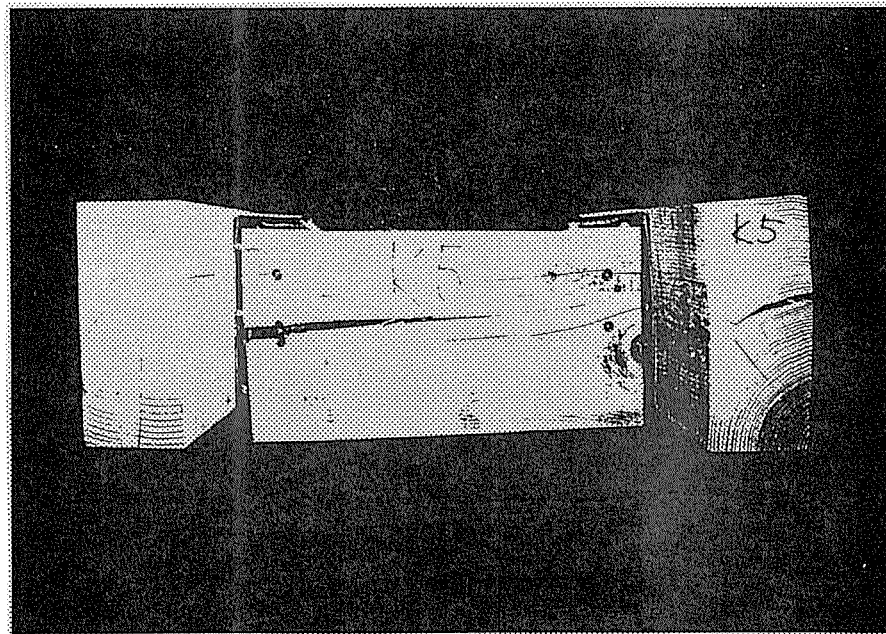
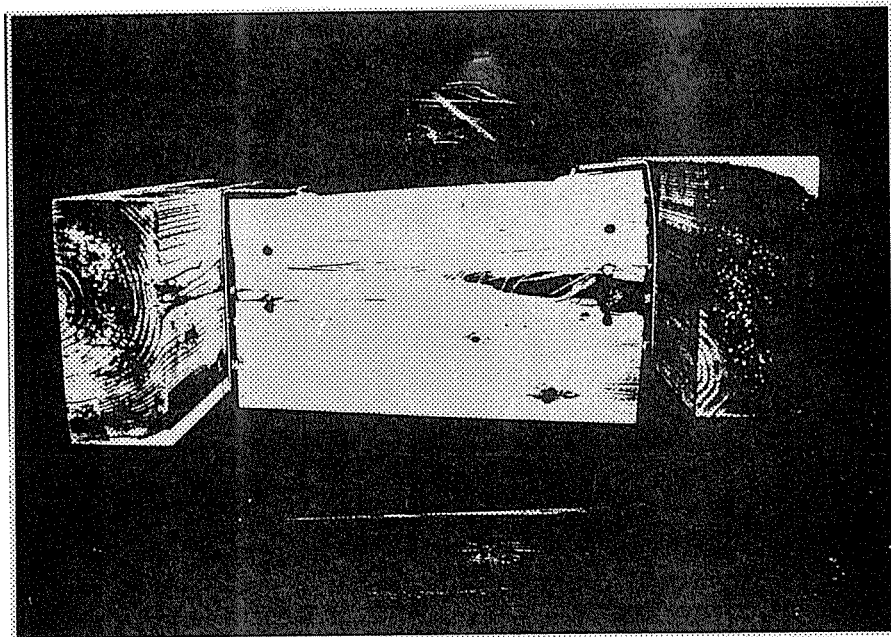


写真9 センターウェブ金物の破壊形態  
(梁-梁圧縮逆せん断)



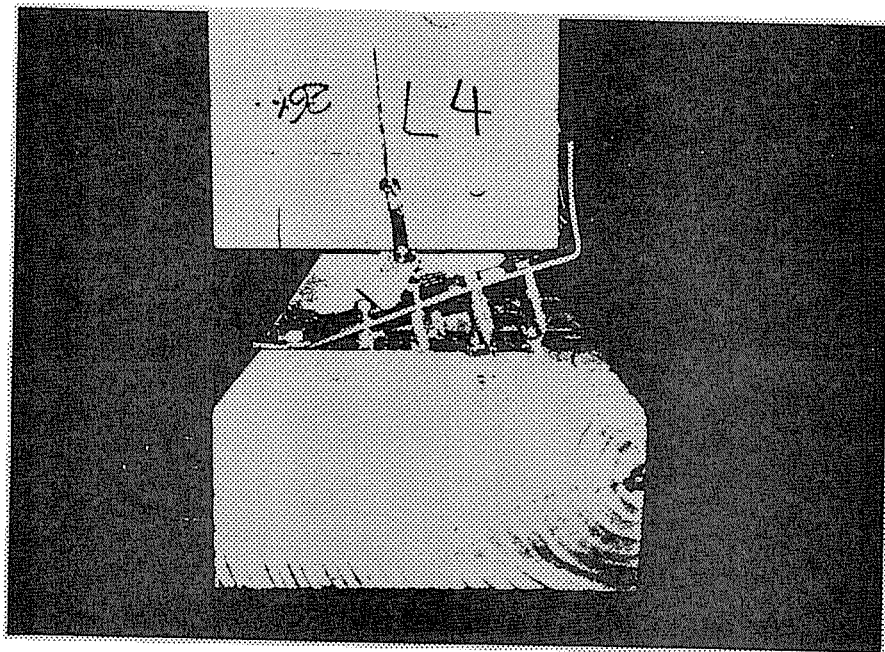
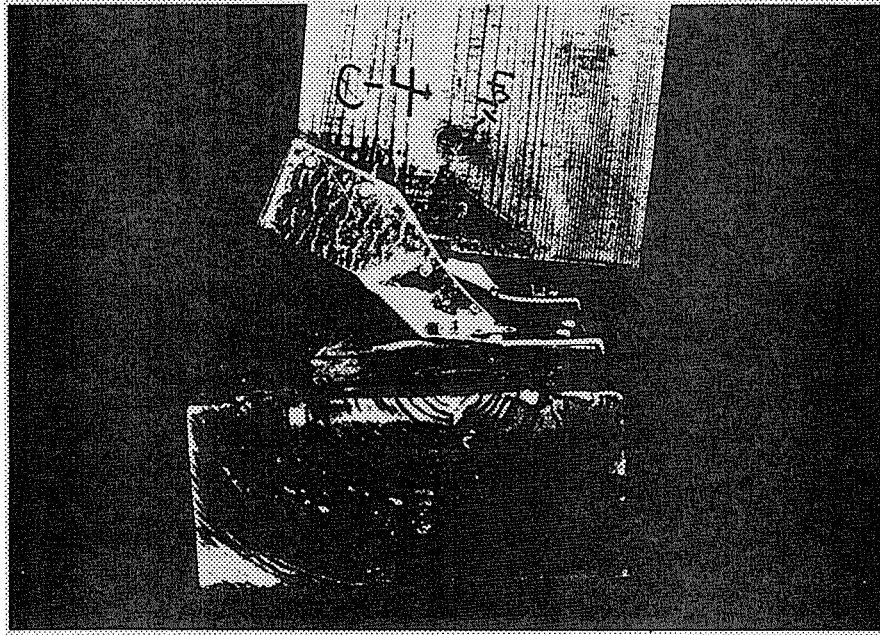


写真10 引張り試験の破壊形態  
(上：外付け 下：センターウェブ)



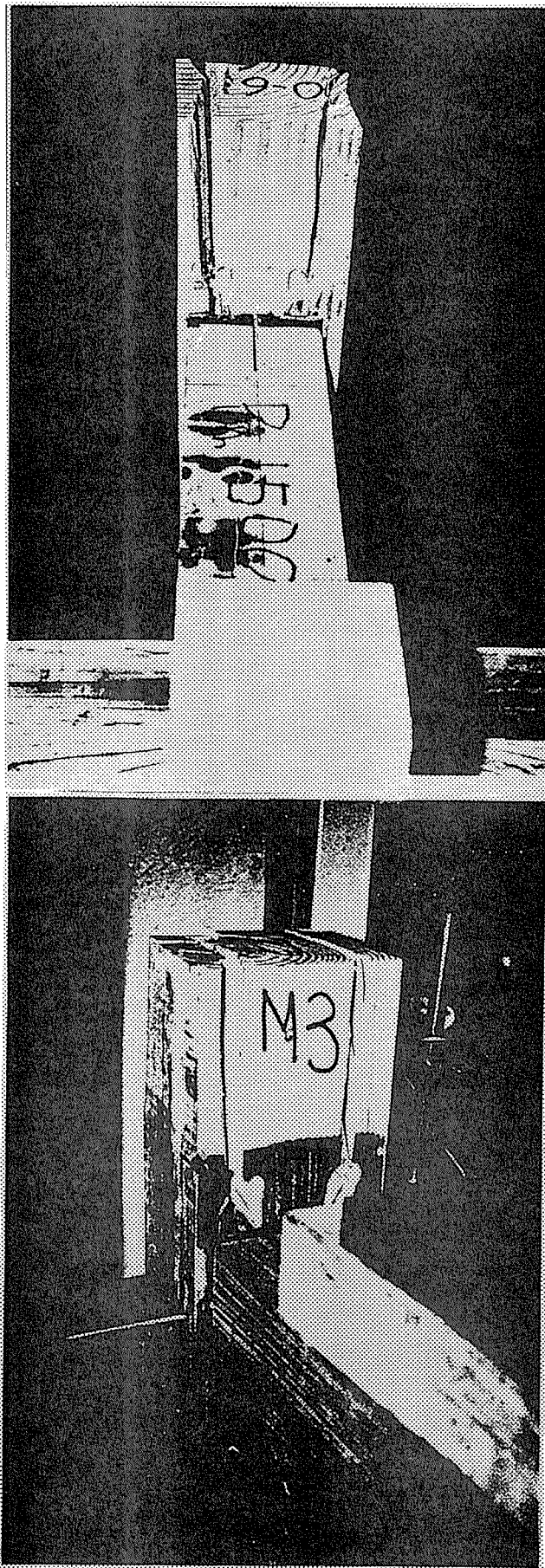


写真 1 1 柱—梁圧縮順せゐ断破壊形態

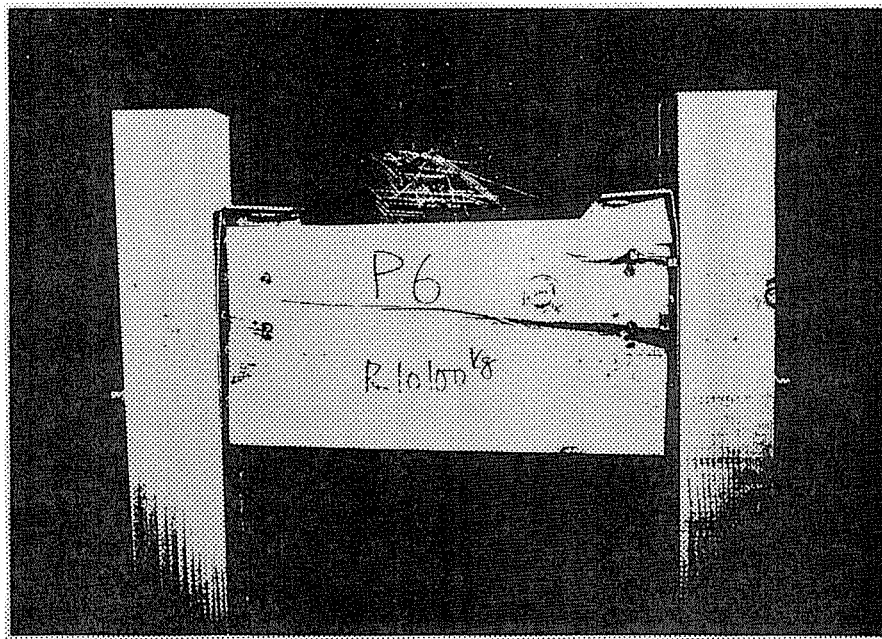
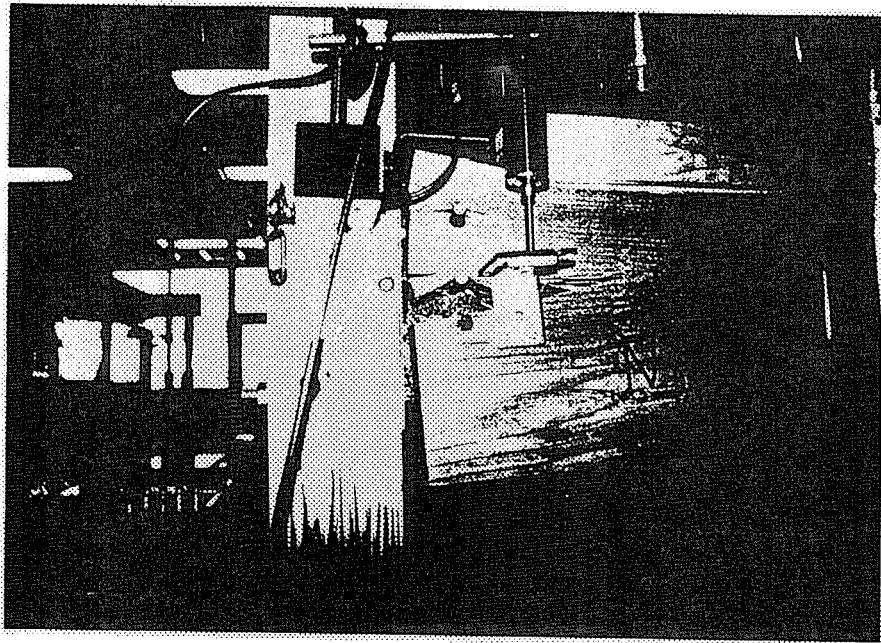


写真 1 2 柱—梁圧縮逆せん断破壊形態