平成19年度国土交通省補助事業
木造住宅生産体制整備事業

タッピングネジ開発及び継ぎ手の評価方法検証報告書

平成20年3月

財団法人　日本住宅・木材技術センター

はじめに

業務の目的

当センターでは、木造建築物用接合金物の認定制度を行っており、金物の普及を促進し、もって木造建築物の構造上の安全性向上に資することに努めているところである。近年、当センターの規格金物について、タッピングネジによる金物への要求が高まってきていることから、タッピングネジ及びタッピングネジ用の接合金物等の開発を行うことを目的とする。

一方、伝統的な木造軸組構法の継ぎ手は、従来より使用されているものであるが、近年の継ぎ手の評価方法は接合金物による継ぎ手を前提に考案されており、伝統構法の継ぎ手を評価する場合に十分なものではないことから、継ぎ手の種類毎に評価方法及び評価を行うことを目的とする。

業務の内容

接合金物に使用する接合具としてのタッピングネジ、タッピングネジ用の接合金物及びタッピングネジ用面材耐力壁を開発し、仕様の標準化を図る。

また、伝統的な木造軸組構法の継ぎ手である腰掛け鎌継ぎ手、金輪継ぎ手及び追掛け大栓継ぎについて既存データを元に評価方法及び評価を行う。

目次

第１章　タッピングネジ単位接合部の試験　・・・　1
１．試験の目的　・・・　3
２．接合具の形状・寸法の検討　・・・　3
３　試験方法　・・・　4
４．第一次試験　・・・　7
５．第二次試験　・・・　55

第２章　Ｃマーク金物接合部の引張・せん断試験　・・・　65
１．金物形状の検討　・・・　67
２．目標耐力　・・・　82
３．試験方法　・・・　82
４．第一次試験結果　・・・　84
５．第二次試験結果　・・・108

第３章　タッピングネジを使った面材耐力壁のせん断試験　・・・161
１．試験の目的　・・・163
２．ネジ打ち間隔等の設定　・・・163
３．試験体　・・・163
４．試験方法　・・・168
５．試験結果　・・・170
６．考察　・・・186

第４章　伝統工法　継ぎ手・仕口接合部の評価方法の検討　・・・187
１．業務の目的　・・・189
２．業務の内容　・・・189
３．腰掛け鎌継ぎの評価・検討　・・・190
４．金輪継ぎの評価・検討　・・・199
５．追掛け大栓継ぎの評価・検討　・・・214

第１章　試作タッピングネジの単位接合部の試験

第１章　試作タッピングネジの単位接合部の試験

１．試験の目的

前年度事業で行った試作タッピングネジを改良し、再試験を行う。

２．接合具の形状・寸法の検討

前年度からの変更点は表 2.1 のとおりである。

主な変更点は、以下のとおりである。

・頭飛びを防ぐため、平頭の首下テーパー径の明示(太めに)と頭外径を小さくした。

・せん断耐力を向上させるため、径を太くした。

表 2.1　前年度からの変更点

タッピングネジの種類	変更点	
	変更前	変更後
TN45皿	頭厚2㎜	頭厚2.3㎜
	首下径φ5.5～6.0㎜	首下径φ6.0㎜±0.1
	ネジ外径φ5.80～6.20㎜	ネジ外径φ6.3㎜＋0.1－0.3
	ネジ角度55°	ネジ角度60°
TN45平	頭外径9.3㎜（9.1～9.5）	頭外径8.8㎜＋0.1－0.3
	頭厚2.4㎜	頭厚1.7㎜
	首下テーパー　指示なし	首下テーパー径φ6.6㎜
	首下径φ5.5～6.0㎜	首下径φ6.0㎜±0.1
	ネジ外径φ5.80～6.20㎜	ネジ外径φ6.3㎜＋0.1－0.3
	ネジ角度55°	ネジ角度60°
TN65皿	頭外径9.3㎜（9.1～9.5）	頭外径9.7㎜±0.2
	頭厚1.9㎜	頭厚2.5㎜
	2段目胴径φ5.9～6.1㎜	2段目胴径φ5.5㎜±0.05
	ネジ外径φ6.5～7.0㎜	ネジ外径φ6.3㎜＋0.1－0.3
	ネジ角度55°	ネジ角度60°
TN65平	1段目胴径φ6.4～6.6㎜	1段目胴径φ6.3㎜　±0.1
	2段目胴径φ5.9～6.1㎜	2段目胴径φ5.5㎜±0.05
	首下テーパー　指示なし	首下テーパー径φ6.9㎜
	ネジ外径φ6.5～7.0㎜	ネジ外径φ6.3㎜＋0.1－0.3
	ネジ角度55°	ネジ角度60°
TN90鍋	ネジ外径φ6.5～7.0㎜	ネジ外径φ6.3㎜＋0.1－0.3
	ネジ角度65°	ネジ角度60°
	首下テーパー　指示なし	首下テーパー径φ6.9㎜

３．試験方法

試験は一面せん断試験（主材繊維平行方向　および直交方向）と引き抜き試験の３種類を行った。試験は東京大学稲山研究室の設備で行った。

（１）一面せん断試験（繊維平行方向）

・試験体の形状を図 3.1 に示す。一面せん断試験は圧縮型で行うのが原則であるが、今回は側材が薄い鉄板であるため、引張型で試験を行う。両側から留め付けるタッピングネジがお互いに干渉しないように木材の中心より左右にずらした位置に側材鋼板を取り付けた。

・初期の摩擦を取り除くため、タッピングネジを打ち込んだ後、側材が容易に回転するように手回しにより打ち込み量を調整した。

・試験体の両端は棒鋼により引張用治具を取り付け、ピン支持とした。

・変位計は左右１カ所の合計２カ所で測定し、その平均値を相対変位とした。

・試験体数は各３体とし、２体が単調加力、１体が一方向繰り返し加力にて試験を行う。

・加力速度は 2mm/min とし、最終変位が 30 ㎜に達した時点又は破壊するまで変位させる。

・一方向繰り返し試験は、１，３，５，１０，１５㎜の変位において荷重を除荷し、ゼロに戻す操作を繰り返した。

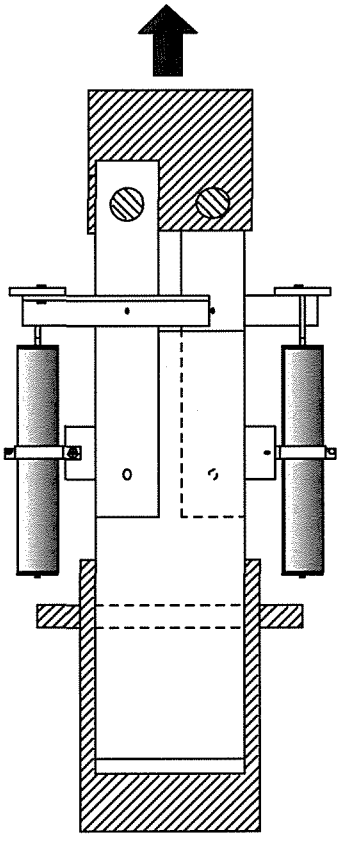


図 3.1　一面せん断試験（繊維平行方向）

（２）一面せん断試験（繊維直交方向）

・試験体の形状を図 3.2 に示す。一面せん断試験は圧縮型で行うのが原則であるが、今回は側材が薄い鉄板であるため、引張型で試験を行う。両側から留め付けるタッピングネジがお互いに干渉しないように木材の中心より左右にずらした位置に側材鋼板を取り付けた。

・初期の摩擦を取り除くため、タッピングネジを打ち込んだ後、側材が容易に回転するように手回しにより打ち込み量を調整した。

・試験体は支持盤（H型鋼）の上に載せ、鋼板とボルトにより支持盤に固定した。側板鋼板は棒鋼により引張治具に接続する。

・変位計は前後１カ所の合計２カ所で測定し、その平均値を相対変位とした。

・試験体数は各３体とし、２体が単調加力、１体が一方向繰り返し加力にて試験を行う。

・加力速度は 2mm/min とし、最終変位が 30 ㎜に達した時点又は破壊するまで変位させる。

・一方向繰り返し試験は、１，３，５，１０，１５㎜の変位において荷重を除荷し、ゼロに戻す操作を繰り返した。

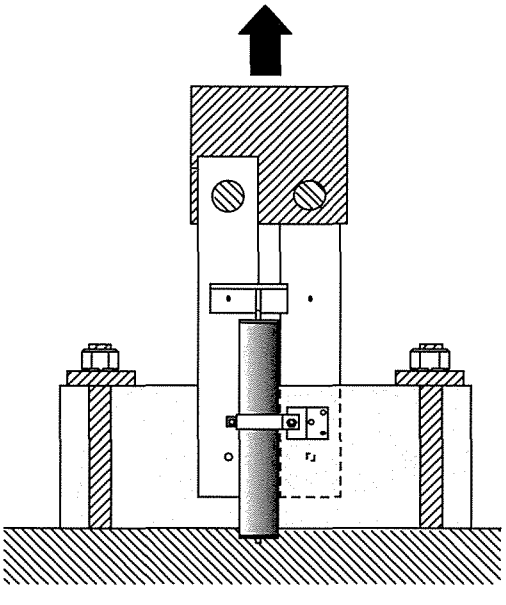


図 3.2　一面せん断試験（繊維直交方向）

（3）引き抜き試験

・試験体の形状を図 3.3 に示す。側材が石膏ボードなどの場合、パンチングアウトも含んだ試験とすべきであるが、当該タッピングネジは接合金物専用接合具であるため、タッピングネジの頭を直接引き抜く試験とした。

・試験体は支持盤（H型鋼）の上に載せ、鋼板とボルトにより支持盤に固定した。タッピングネジは、ネジ頭を専用の引張試験治具に引っかけて加力した。

・変位計は左右１カ所の合計２カ所で測定し、その平均値を相対変位とした。

・試験体数は各３体とし、３体とも単調加力にて試験を行う。

・加力速度は 2mm/min とし、最終変位が 30 ㎜に達した時点又は破壊するまで変位させる。

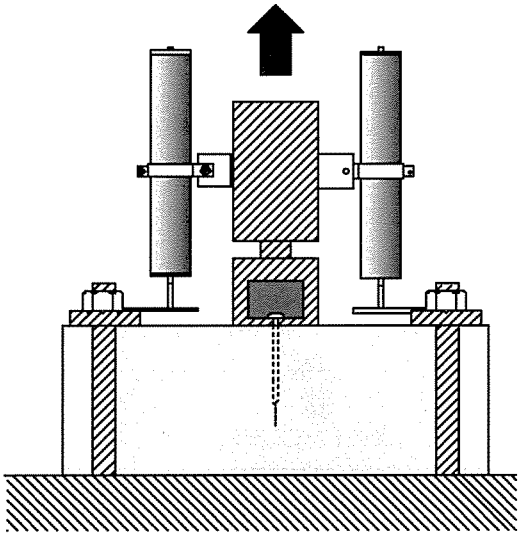


図 3.3　引き抜き試験

4．第一次試験

4.1　試験体

（1）試験体の構成材料

試験体の構成材料は、表 4.1.1～4.1.3 のとおりである。

表 4.1.1　一面せん断試験（繊維平行方向）試験体の構成材料

項　目	仕様詳細				
載荷方法	引張型せん断				
試験体の種類	試験体記号	樹種と部材寸法		ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾈｼﾞの種類	試験体数
	SH45	スギ製材	105×105×300	TN45平	6
	SS45	スギ製材	105×105×300	TN45皿	6
	MH45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45平	6
	MS45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45皿	6
	SH65	スギ製材	105×105×300	TN65平	6
	SS65	スギ製材	105×105×300	TN65皿	6
	MH65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65平	6
	MS65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65皿	6
	S90	スギ製材	105×105×300	TN90鍋	6
	M90	ベイマツ製材	105×105×300	TN90鍋	6
	試験体の合計				６０
試験用鋼板の種類	側材鋼板：長250㎜×幅45㎜×厚3.2㎜ ネジ孔径：φ6㎜ ボルト孔径：φ22㎜				
木材の加工	試験加力用ピン孔径：φ12㎜				
接合方法	木材－金物：木材の両側に側材鉄板１枚を介してビス１本留め。				

※試験体記号の最初のアルファベットは主材種類、２番目はねじ頭の種類を示す。

表 4.1.2　一面せん断試験（繊維直交方向）試験体の構成材料

項　目	仕様詳細				
載荷方法	引張型せん断				
試験体の種類	試験体記号	樹種と部材寸法		ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾈｼﾞの種類	試験体数
	SH45	スギ製材	105×105×300	TN45平	6
	SS45	スギ製材	105×105×300	TN45皿	6
	MH45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45平	6
	MS45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45皿	6

	SH65	スギ製材	105×105×300	TN65平	6
	SS65	スギ製材	105×105×300	TN65皿	6
	MH65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65平	6
	MS65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65皿	6
	試験体の合計				４２
試験用鋼板の種類	側材鋼板：長250㎜×幅45㎜×厚3.2㎜ ネジ孔径：φ6㎜ ボルト孔径：φ22㎜				
木材の加工	試験加力用ピン孔径：φ12㎜				
接合方法	木材－金物：木材の両側に側材鉄板１枚を介してビス１本留め。				

※試験体記号の最初のアルファベットは主材種類、中間はビス種類、最後は加力方向を示す。

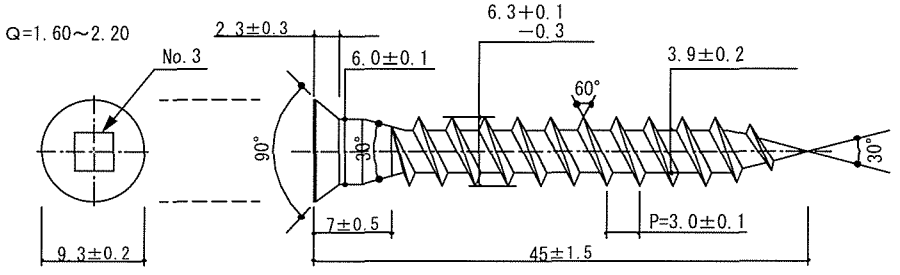
表 4.1.3　引き抜き試験　試験体の構成材料

項　目	仕様詳細				
載荷方法	引張型引き抜き				
試験体の種類	試験体記号	樹種と部材寸法		ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾈｼﾞの種類	試験体数
	SH45	スギ製材	105×105×300	TN45平	6
	SS45	スギ製材	105×105×300	TN45皿	6
	MH45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45平	6
	MS45	ベイマツ製材	105×105×300	TN45皿	6
	SH65	スギ製材	105×105×300	TN65平	6
	SS65	スギ製材	105×105×300	TN65皿	6
	MH65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65平	6
	MS65	ベイマツ製材	105×105×300	TN65皿	6
	S90	スギ製材	105×105×300	TN90鍋	6
	M90	ベイマツ製材	105×105×300	TN90鍋	6
	試験体の合計				６０
試験用鋼板の種類	側材鋼板：長250㎜×幅45㎜×厚3.2㎜ ネジ孔径：φ6㎜ ボルト孔径：φ22㎜				
木材の加工	試験加力用ピン孔径：φ12㎜				
接合方法	木材－金物：木材の両側に側材鉄板１枚を介してビス１本留め。				

※試験体記号の最初のアルファベットは主材種類、、最後はビス種類を示す。

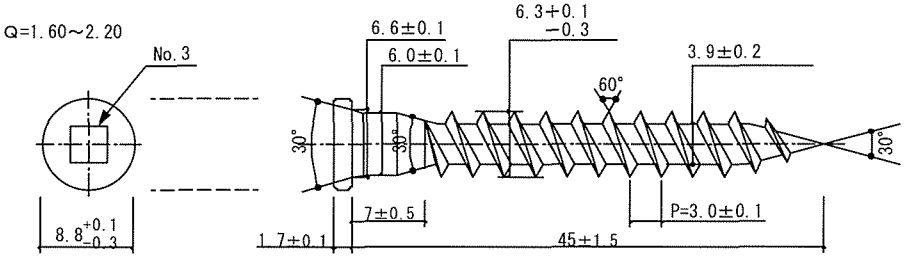
(2)タッピングネジの仕様

タッピングネジの詳細は、図 4.1.1～4.1.5 に示す。鋼板の詳細は、図 4.1.6 に示す。



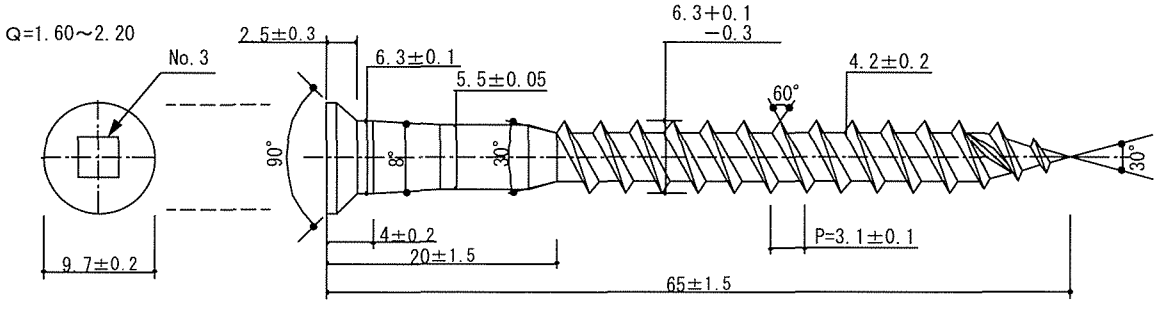
材　　質：SWRCH 18A (JIS G 3507-1)
表面処理：電気亜鉛めっき
Ep-Fe/Zn 20/CM (JIS H 8610)
表面硬度：500～600HV
内部硬度：350～410HV

図 4.1.1　タッピングネジ　TN45 皿



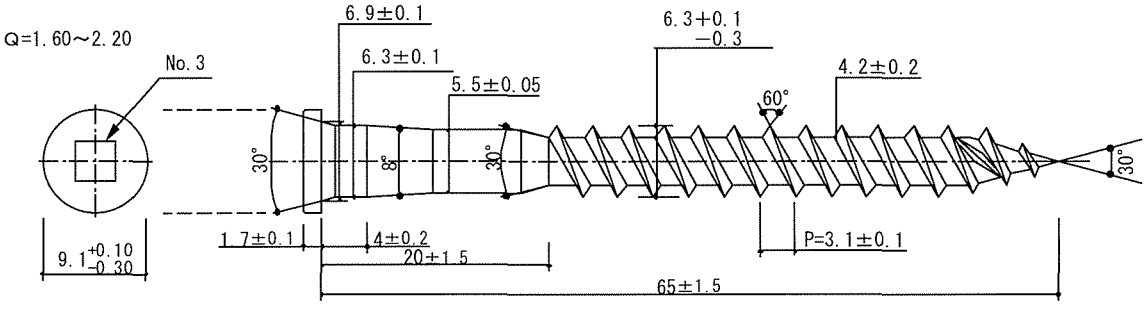
材　　質：SWRCH 18A (JIS G 3507-1)
表面処理：電気亜鉛めっき
Ep-Fe/Zn 20/CM (JIS H 8610)
表面硬度：500～600HV
内部硬度：350～410HV

図 4.1.2　タッピングネジ　TN45 平



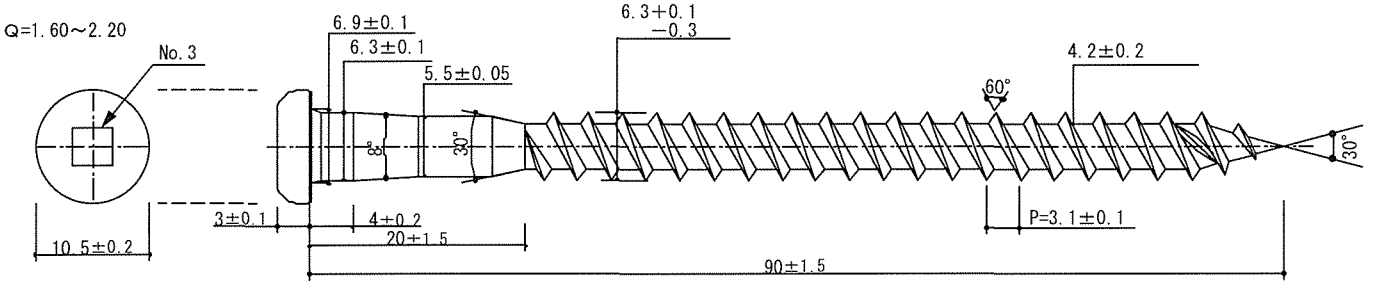
材　　質：SWRCH 18A (JIS G 3507-1)
表面処理：電気亜鉛めっき
Ep-Fe/Zn 20/CM (JIS H 8610)
表面硬度：500～600HV
内部硬度：350～410HV

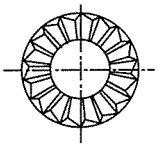
図 4.1.3　タッピングネジ　TN65 皿



材　　質：SWRCH 18A（JIS G 3507-1）
表面処理：電気亜鉛めっき
　　Ep-Fe/Zn 20/CM（JIS H 8610）
表面硬度：500～600HV
内部硬度：350～410HV

図 4.1.4　タッピングネジ　TN65 平





材　　質：SWRCH 18A（JIS G 3507-1）
表面処理：電気亜鉛めっき
　　Ep-Fe/Zn 20/CM（JIS H 8610）
表面硬度：500～600HV
内部硬度：350～410HV

図 4.1.5　タッピングネジ　TN90 鍋

4.2　試験結果

（１）試験体別試験結果

一面せん断試験については、得られた荷重変位曲線を完全弾塑性モデルに置換して各試験値を得た。また、0.1～0.2Pmax 間の傾きを初期剛性と見なした。

今回の試験では、降伏後の荷重増加が大きいため、評価の軸として５％OFFSET の値を用いることとした。

一面せん断(繊維平行方向)の試験結果と荷重変位曲線は、表 4.2.1～表 4.2.10 及び図 4.2.1～図 4.2.10 に示す。

一面せん断(繊維直交方向)の試験結果と荷重変位曲線は、表 4.2.11～表 4.2.18 及び図 4.2.11～図 4.2.18 に示す。

引き抜きの試験結果と荷重変位曲線は、表 4.2.19～表 4.2.24 及び図 4.2.19～図 4.2.24 に示す。

（２）試験結果一覧

一面せん断の試験結果を纏めた表を表 4.2.25、引き抜きの試験結果を纏めた表を表 4.2.26 に示す。

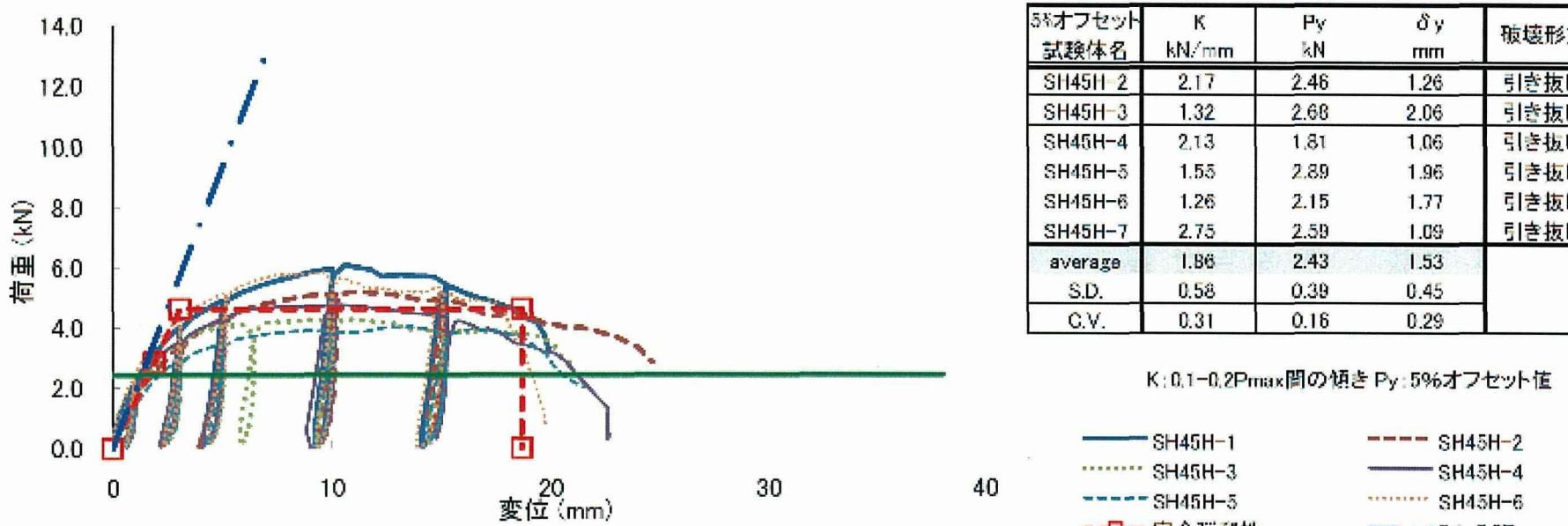
（３）試験時写真

試験時の写真は、写真 4.2.1～写真 4.2.45 に示す。

表4.2.1　SH45Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SH45H　　主材：　スギ　　接合具：　H45　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	μ	Ds
試験体名	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	-	-
SH45H-2	0.44	12.0	6.05	10.73	1.54	3.38	2.19	5.47	17.36	3.54	85.30	4.90	0.34
SH45H-3	0.43	12.5	5.17	11.06	1.23	2.89	2.35	4.76	19.62	3.86	84.24	5.08	0.33
SH45H-4	0.39	11.0	4.25	10.94	1.52	2.45	1.61	3.99	20.12	2.62	75.03	7.67	0.26
SH45H-5	0.41	11.0	4.74	10.60	1.58	2.67	1.69	4.39	17.70	2.77	71.58	6.38	0.29
SH45H-6	0.36	11.0	4.02	13.70	1.13	2.45	2.16	3.78	19.59	3.33	67.66	5.88	0.30
SH45H-7	0.41	10.5	5.83	9.67	1.99	3.22	1.62	5.28	17.71	2.65	86.54	6.68	0.28
average	0.41	11.3	5.01	11.12	1.50	2.84	1.94	4.61	18.68	3.13	78.39	6.10	0.30
S.D.	0.03	0.8	0.83	1.36	0.30	0.39	0.33	0.69	1.22	0.52	8.02	1.04	0.03
C.V.	0.08	0.1	0.16	0.12	0.20	0.14	0.17	0.15	0.07	0.17	0.10	0.17	0.09



SH45H 荷重ー変位曲線

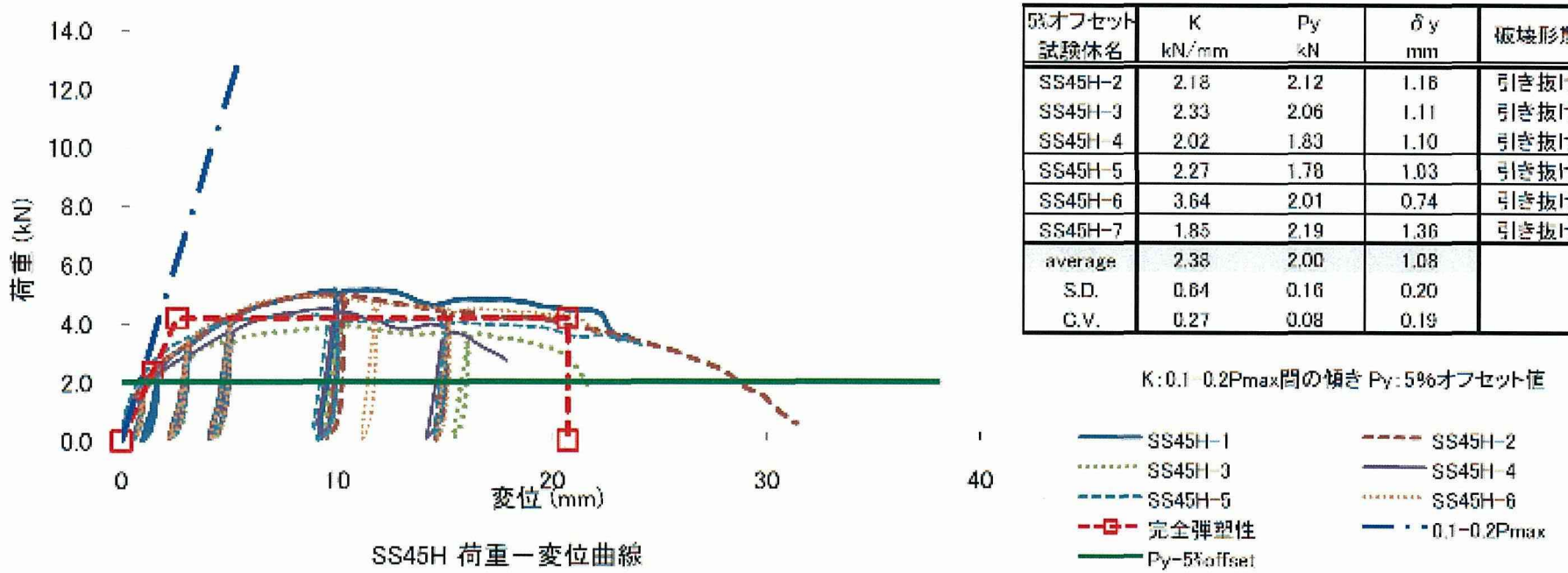
5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH45H-2	2.17	2.46	1.26	引き抜け
SH45H-3	1.32	2.68	2.06	引き抜け
SH45H-4	2.13	1.81	1.06	引き抜け
SH45H-5	1.55	2.89	1.96	引き抜け
SH45H-6	1.26	2.15	1.77	引き抜け
SH45H-7	2.75	2.59	1.09	引き抜け
average	1.86	2.43	1.53	
S.D.	0.58	0.39	0.45	
C.V.	0.31	0.16	0.29	

図4.2.1　SH45Hの荷重変位曲線

表4.2.2　SS45Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SS45H　　主材：　スギ　　接合具：　S45　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	μ	Ds
試験体名	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	-	-
SS45H-2	0.45	8.5	5.14	9.92	1.53	2.47	1.62	4.67	22.47	3.05	97.70	7.37	0.27
SS45H-3	0.41	9.0	4.97	9.46	1.67	2.37	1.42	4.42	20.50	2.65	84.85	7.73	0.26
SS45H-4	0.39	10.5	3.94	10.46	1.42	2.14	1.51	3.59	19.99	2.52	67.19	7.92	0.26
SS45H-5	0.41	10.5	4.50	9.51	1.44	2.16	1.50	3.98	15.89	2.76	57.70	5.76	0.31
SS45H-6	0.37	8.0	4.28	8.81	2.20	2.33	1.06	3.95	23.71	1.79	90.04	13.22	0.20
SS45H-7	0.40	9.5	4.95	8.18	1.43	2.56	1.78	4.53	21.69	3.15	91.02	6.88	0.28
average	0.40	9.3	4.63	9.39	1.62	2.34	1.48	4.19	20.71	2.65	81.42	8.15	0.26
S.D.	0.02	1.0	0.47	0.80	0.30	0.17	0.24	0.41	2.71	0.48	15.55	2.60	0.04
C.V.	0.06	0.1	0.10	0.09	0.19	0.07	0.16	0.10	0.13	0.18	0.19	0.32	0.14



SS45H 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SS45H-2	2.18	2.12	1.16	引き抜け
SS45H-3	2.33	2.06	1.11	引き抜け
SS45H-4	2.02	1.83	1.10	引き抜け
SS45H-5	2.27	1.78	1.03	引き抜け
SS45H-6	3.64	2.01	0.74	引き抜け
SS45H-7	1.85	2.19	1.36	引き抜け
average	2.38	2.00	1.08	
S.D.	0.64	0.16	0.20	
C.V.	0.27	0.08	0.19	

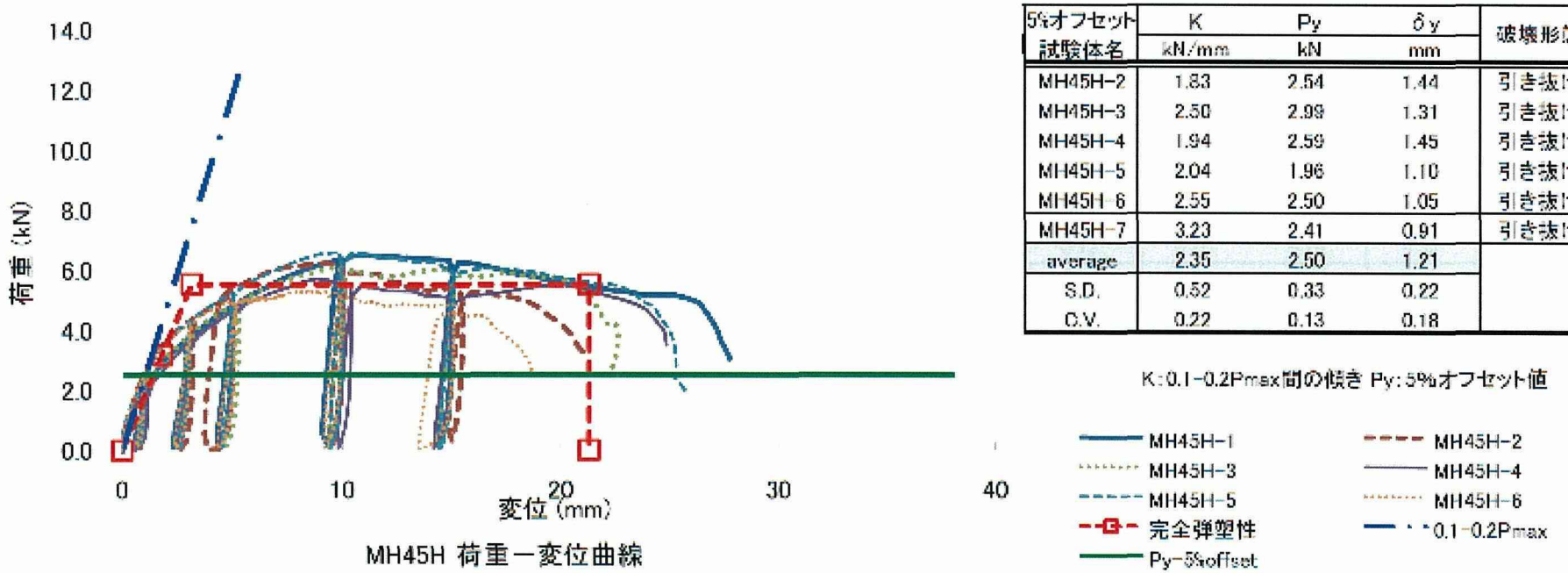
K：0.1～0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

図4.2.2　SS45Hの荷重変位曲線

表4.2.3　MH45Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MH45H　　主材：　ベイマツ　　接合具：　H45　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN・mm	μ -	Ds -
MH45H-2	0.50	11.0	6.50	10.90	1.43	3.26	2.28	5.83	23.59	4.08	125.54	5.78	0.31
MH45H-3	0.49	9.5	6.23	8.93	2.14	3.19	1.49	5.50	18.36	2.57	93.88	7.15	0.27
MH45H-4	0.49	11.5	6.12	9.99	1.50	3.20	2.13	5.70	21.58	3.79	112.12	5.69	0.31
MH45H-5	0.48	11.0	5.72	8.90	1.34	3.01	2.25	5.33	24.13	3.99	118.03	6.05	0.30
MH45H-6	0.51	11.0	6.58	9.75	1.87	3.45	1.85	5.93	23.29	3.18	128.75	7.33	0.27
MH45H-7	0.48	9.5	5.31	8.32	2.25	2.91	1.30	4.86	16.81	2.16	76.45	7.77	0.26
average	0.49	10.6	6.08	9.47	1.75	3.17	1.88	5.52	21.29	3.30	109.13	6.63	0.29
S.D.	0.01	0.9	0.48	0.93	0.39	0.19	0.41	0.39	3.04	0.80	20.21	0.89	0.02
C.V.	0.02	0.1	0.08	0.10	0.22	0.06	0.22	0.07	0.14	0.24	0.19	0.13	0.07



5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH45H-2	1.83	2.54	1.44	引き抜け
MH45H-3	2.50	2.99	1.31	引き抜け
MH45H-4	1.94	2.59	1.45	引き抜け
MH45H-5	2.04	1.96	1.10	引き抜け
MH45H-6	2.55	2.50	1.05	引き抜け
MH45H-7	3.23	2.41	0.91	引き抜け
average	2.35	2.50	1.21	
S.D.	0.52	0.33	0.22	
C.V.	0.22	0.13	0.18	

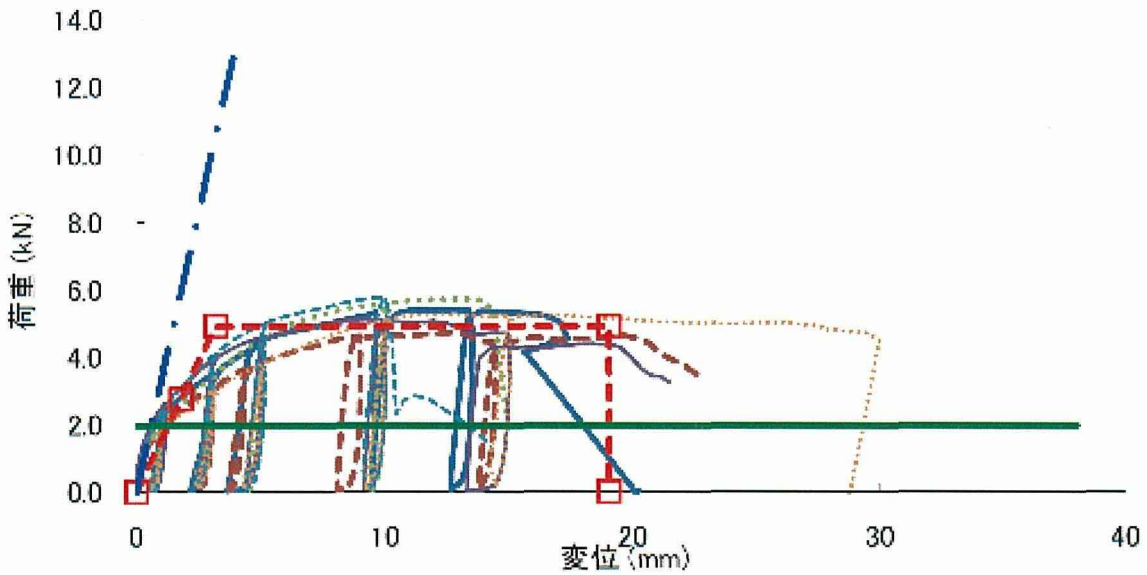
K:0.1-0.2Pmax間の傾き Py:5%オフセット値

図4.2.3　MH45Hの荷重変位曲線

表4.2.4　MS45Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MS45H　　主材：　ベイマツ　　接合具：　S45　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MS45H-2	0.48	11.0	5.41	12.86	1.55	2.83	1.82	4.96	17.44	3.20	78.60	5.45	0.32
MS45H-3	0.50	9.5	4.73	12.84	1.37	2.41	1.76	4.41	22.04	3.21	90.01	6.86	0.28
MS45H-4	0.48	10.5	5.72	13.38	1.29	2.91	2.25	5.32	14.57	4.11	66.53	3.54	0.41
MS45H-5	0.49	10.0	5.12	8.72	2.12	2.71	1.28	4.65	19.84	2.19	87.04	9.04	0.24
MS45H-6	0.55	10.5	5.77	9.98	1.75	3.05	1.74	5.21	10.32	2.97	46.00	3.47	0.41
MS45H-7	0.45	7.0	5.25	11.99	1.15	2.55	2.23	4.92	29.99	4.30	137.02	6.98	0.28
average	0.49	9.8	5.33	11.63	1.54	2.74	1.85	4.91	19.03	3.33	84.20	5.89	0.32
S.D.	0.03	1.4	0.39	1.86	0.35	0.24	0.36	0.34	6.75	0.77	30.45	2.17	0.07
C.V.	0.07	0.1	0.07	0.16	0.23	0.09	0.20	0.07	0.35	0.23	0.36	0.37	0.22



MS45H 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MS45H-2	3.20	2.06	0.81	パンチング
MS45H-3	2.53	1.77	0.85	引き抜け
MS45H-4	2.28	2.04	1.04	破断
MS45H-5	5.29	2.01	0.59	引き抜け
MS45H-6	3.74	2.06	0.79	破断
MS45H-7	2.76	1.89	0.98	パンチング
average	3.30	1.97	0.84	
S.D.	1.10	0.12	0.16	
C.V.	0.33	0.06	0.19	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

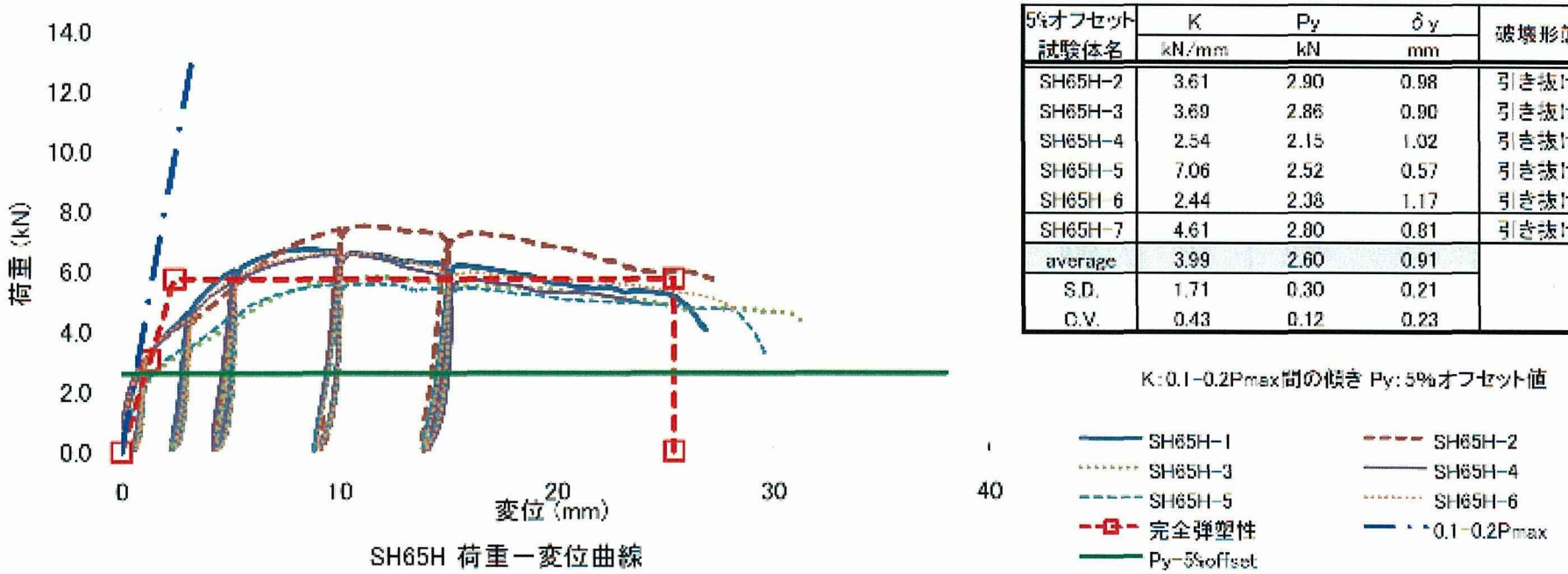
MS45H-1　MS45H-2
MS45H-3　MS45H-4
MS45H-5　MS45H-6
完全弾塑性　0.1-0.2Pmax
Py-5%offset

図4.2.4　MS45Hの荷重変位曲線

表4.2.5　SH65Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SH65H　　主材：スギ　　接合具：H65　　主材繊維方向：加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ	Ds
SH65H-2	0.41	11.0	6.73	8.36	2.54	3.23	1.28	6.01	22.83	2.37	130.01	9.64	0.23
SH65H-3	0.42	10.5	7.49	11.15	2.49	3.33	1.33	6.63	23.60	2.66	147.56	8.88	0.24
SH65H-4	0.39	10.0	5.78	11.91	1.60	2.70	1.69	5.11	30.33	3.20	146.68	9.48	0.24
SH65H-5	0.41	10.5	6.54	9.92	2.79	3.09	1.11	5.74	21.84	2.05	119.39	10.63	0.22
SH65H-6	0.35	10.0	5.56	10.95	1.80	2.69	1.50	5.03	28.52	2.79	136.33	10.21	0.23
SH65H-7	0.39	10.5	6.62	9.52	2.76	3.16	1.15	5.86	25.34	2.12	142.18	11.95	0.21
average	0.40	10.4	6.45	10.30	2.33	3.03	1.34	5.73	25.41	2.53	137.02	10.13	0.23
S.D.	0.02	0.4	0.70	1.29	0.51	0.27	0.22	0.60	3.36	0.44	10.88	1.08	0.01
C.V.	0.06	0.0	0.11	0.12	0.22	0.09	0.16	0.10	0.13	0.17	0.08	0.11	0.05



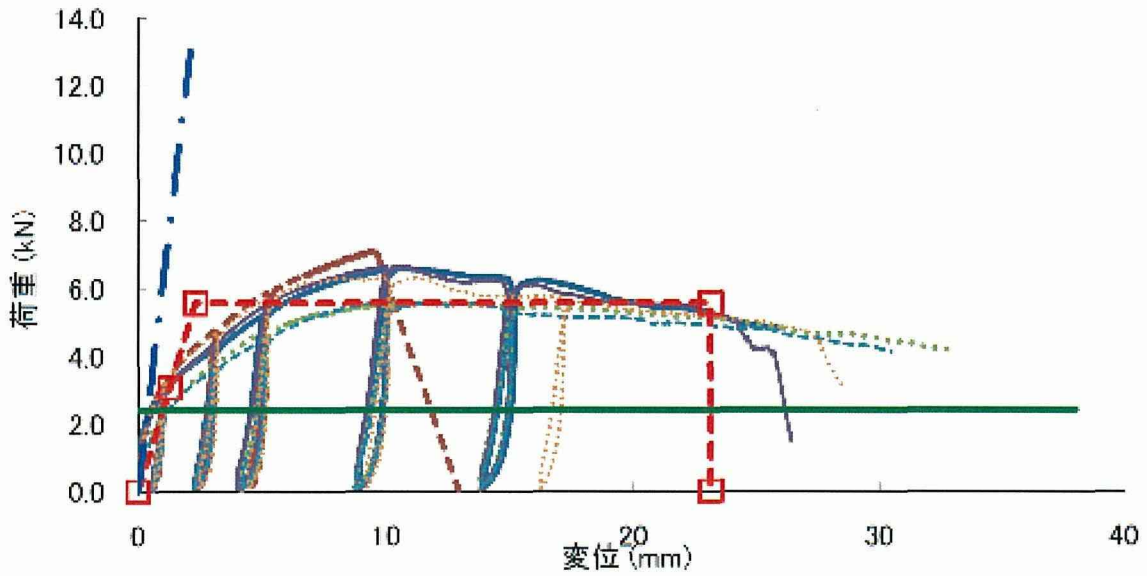
5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH65H-2	3.61	2.90	0.98	引き抜け
SH65H-3	3.69	2.86	0.90	引き抜け
SH65H-4	2.54	2.15	1.02	引き抜け
SH65H-5	7.06	2.52	0.57	引き抜け
SH65H-6	2.44	2.38	1.17	引き抜け
SH65H-7	4.61	2.80	0.81	引き抜け
average	3.99	2.60	0.91	
S.D.	1.71	0.30	0.21	
C.V.	0.43	0.12	0.23	

図4.2.5　SH65Hの荷重変位曲線

表4.2.6　SS65Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SS65H　　主材：　スギ　　接合具：　S65　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
SS65H-2	0.43	10.5	6.58	10.68	2.76	3.01	1.09	5.79	23.06	2.10	127.39	10.98	0.22
SS65H-3	0.42	11.0	7.09	9.56	2.58	3.53	1.36	6.01	9.67	2.32	51.08	4.16	0.37
SS65H-4	0.38	10.5	5.58	11.06	1.68	2.87	1.71	5.11	30.32	3.05	147.08	9.95	0.23
SS65H-5	0.42	10.5	6.66	10.60	2.34	3.21	1.37	5.86	22.92	2.50	126.90	9.16	0.24
SS65H-6	0.35	10.5	5.57	12.03	1.77	2.71	1.54	5.00	27.94	2.83	132.71	9.86	0.23
SS65H-7	0.40	10.5	6.30	11.20	3.27	3.15	0.96	5.59	24.97	1.71	134.78	14.60	0.19
average	0.40	10.6	6.30	10.85	2.40	3.08	1.34	5.56	23.15	2.42	119.99	9.78	0.25
S.D.	0.03	0.2	0.62	0.81	0.61	0.28	0.28	0.41	7.20	0.49	34.54	3.37	0.06
C.V.	0.07	0.0	0.10	0.08	0.25	0.09	0.21	0.07	0.31	0.20	0.29	0.34	0.26



SS65H 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SS65H-2	13.26	2.37	0.43	引き抜け
SS65H-3	4.68	2.84	0.77	破断
SS65H-4	3.67	2.04	0.78	引き抜け
SS65H-5	5.02	2.52	0.69	引き抜け
SS65H-6	2.75	2.21	1.00	引き抜け
SS65H-7	7.50	2.58	0.60	引き抜け
average	6.15	2.43	0.71	
S.D.	3.83	0.28	0.19	
C.V.	0.62	0.12	0.27	

K：0.1−0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

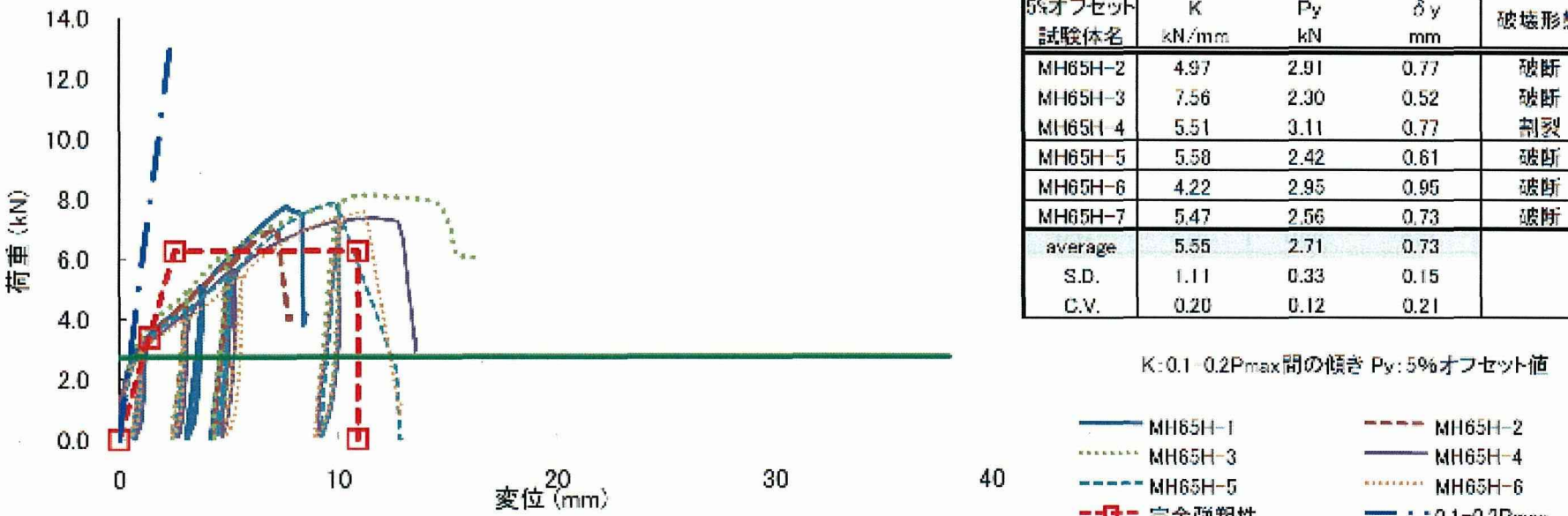
SS65H-1　SS65H-2　SS65H-3　SS65H-4　SS65H-5　SS65H-6　完全弾塑性　0.1−0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.6　SS65Hの荷重変位曲線

表4.2.7　MH65Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MH65H　　主材：　ベイマツ　　接合具：　H65　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	μ	Ds
試験体名	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	-	-
MH65H-2	0.51	7.0	7.74	7.63	3.08	3.18	1.03	5.98	8.38	1.94	44.30	4.32	0.36
MH65H-3	0.51	10.0	7.05	7.23	2.51	3.18	1.27	5.71	7.40	2.27	35.73	3.26	0.43
MH65H-4	0.49	7.5	8.12	11.40	2.38	4.00	1.68	7.25	15.17	3.05	98.95	4.98	0.33
MH65H-5	0.46	7.0	7.35	11.59	1.98	3.41	1.72	6.46	12.97	3.26	73.19	3.98	0.38
MH65H-6	0.52	8.0	7.88	9.93	2.45	3.30	1.34	6.13	10.16	2.50	54.61	4.07	0.37
MH65H-7	0.50	7.0	7.58	11.09	2.34	3.18	1.36	5.96	11.30	2.55	59.73	4.43	0.36
average	0.50	7.8	7.62	9.81	2.46	3.38	1.40	6.25	10.89	2.59	61.08	4.17	0.37
S.D.	0.02	1.2	0.38	1.94	0.36	0.32	0.26	0.55	2.89	0.49	22.58	0.57	0.03
C.V.	0.04	0.2	0.05	0.20	0.15	0.09	0.19	0.09	0.27	0.19	0.37	0.14	0.08



MH65H 荷重ー変位曲線

5%オフセット試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH65H-2	4.97	2.91	0.77	破断
MH65H-3	7.56	2.30	0.52	破断
MH65H-4	5.51	3.11	0.77	割裂
MH65H-5	5.58	2.42	0.61	破断
MH65H-6	4.22	2.95	0.95	破断
MH65H-7	5.47	2.56	0.73	破断
average	5.55	2.71	0.73	
S.D.	1.11	0.33	0.15	
C.V.	0.20	0.12	0.21	

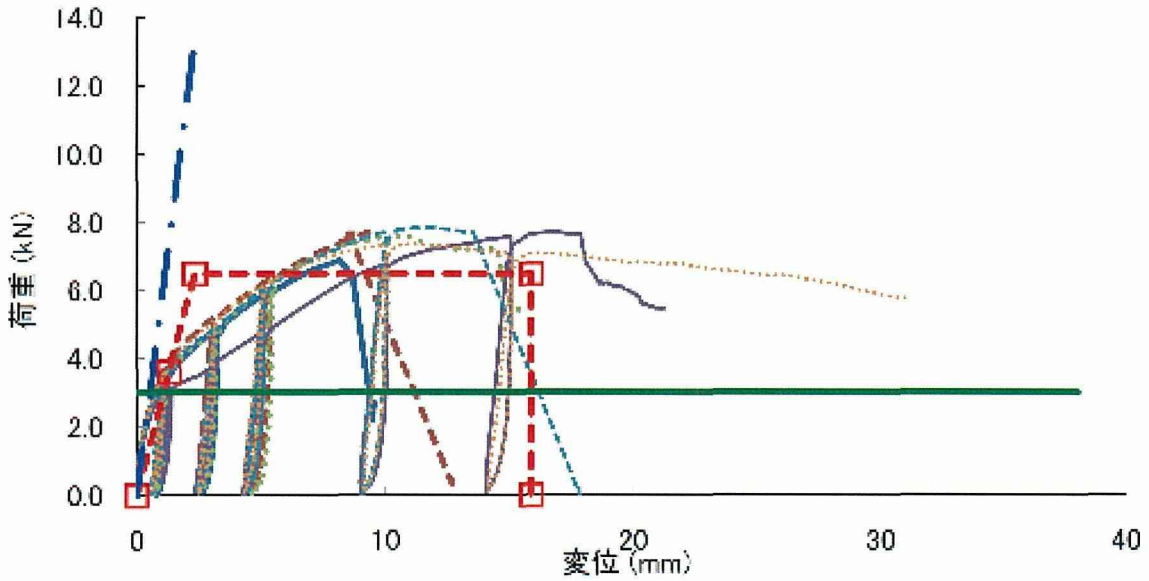
K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

図4.2.7　MH65Hの荷重変位曲線

表4.2.8　MS65Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MS65H　　主材：　ベイマツ　　接合具：　S65　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MS65H-2	0.49	8.5	6.98	8.53	3.09	3.43	1.11	5.76	8.68	1.86	44.63	4.66	0.35
MS65H-3	0.51	10.0	7.66	9.31	3.13	3.82	1.22	6.34	9.37	2.03	52.97	4.62	0.35
MS65H-4	0.48	9.0	7.61	10.05	2.91	3.54	1.22	6.68	14.69	2.30	90.38	6.39	0.29
MS65H-5	0.50	9.0	7.70	16.61	1.56	3.42	2.19	6.62	19.04	4.25	111.95	4.48	0.35
MS65H-6	0.50	7.0	7.84	11.55	2.96	3.70	1.25	6.76	13.50	2.20	84.08	5.96	0.30
MS65H-7	0.48	8.0	7.36	11.19	3.04	3.70	1.22	6.66	29.80	2.19	191.10	13.61	0.20
average	0.50	8.6	7.53	11.21	2.78	3.60	1.37	6.47	15.86	2.48	95.85	6.62	0.31
S.D.	0.01	1.0	0.31	2.88	0.61	0.16	0.41	0.38	7.81	0.88	52.84	3.51	0.06
C.V.	0.02	0.1	0.04	0.26	0.22	0.05	0.30	0.06	0.49	0.35	0.55	0.53	0.20



MS65H 荷重一変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MS65H-2	5.87	2.87	0.72	破断
MS65H-3	5.82	3.27	0.83	破断
MS65H-4	5.44	2.92	0.78	割裂
MS65H-5	5.02	2.72	0.79	割裂
MS65H-6	5.88	3.12	0.81	破断
MS65H-7	6.38	3.01	0.71	引き抜け
average	5.74	2.98	0.77	
S.D.	0.46	0.20	0.05	
C.V.	0.08	0.07	0.06	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

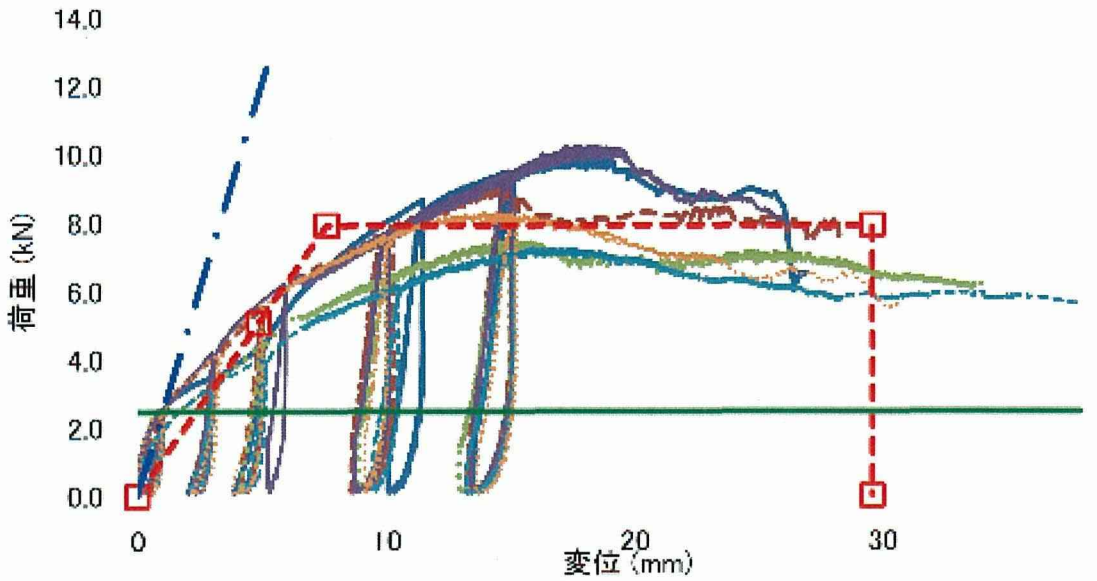
MS65H-1　MS65H-2　MS65H-3　MS65H-4　MS65H-5　MS65H-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.8　MS65Hの荷重変位曲線

表4.2.9　SN90Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SN90H　　主材：　スギ　　接合具：　N90　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 －	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ －	Ds －
SN90H-2	0.43	9.5	10.01	17.59	0.78	8.20	10.48	9.84	26.03	12.58	194.24	2.07	0.56
SN90H-3	0.41	10.0	9.11	14.55	1.20	4.70	3.92	8.16	28.26	6.80	202.93	4.16	0.37
SN90H-4	0.41	9.5	7.51	15.24	0.92	4.16	4.53	6.87	34.07	7.48	208.31	4.56	0.35
SN90H-5	0.41	9.5	10.22	17.29	1.21	5.35	4.43	8.80	25.65	7.29	193.67	3.52	0.41
SN90H-6	0.35	9.0	7.24	15.90	0.89	3.67	4.14	6.34	36.63	7.15	209.61	5.12	0.33
SN90H-7	0.40	9.5	8.32	13.94	1.23	4.38	3.58	7.47	27.00	6.09	178.86	4.43	0.36
average	0.40	9.5	8.74	15.75	1.04	5.08	5.18	7.91	29.61	7.90	197.94	3.98	0.40
S.D.	0.03	0.3	1.26	1.47	0.20	1.63	2.62	1.29	4.61	2.35	11.53	1.07	0.09
C.V.	0.07	0.0	0.14	0.09	0.19	0.32	0.51	0.16	0.16	0.30	0.06	0.27	0.22



SN90H 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SN90H-2	2.56	2.54	1.02	割裂
SN90H-3	2.09	2.92	1.47	変位計終了
SN90H-4	1.84	2.21	1.26	変位計終了
SN90H-5	2.32	2.55	1.09	引き抜け
SN90H-6	1.82	1.99	1.12	引き抜け
SN90H-7	3.71	2.59	0.83	引き抜け
average	2.39	2.47	1.13	
S.D.	0.71	0.32	0.22	
C.V.	0.29	0.13	0.19	

K：0.1～0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

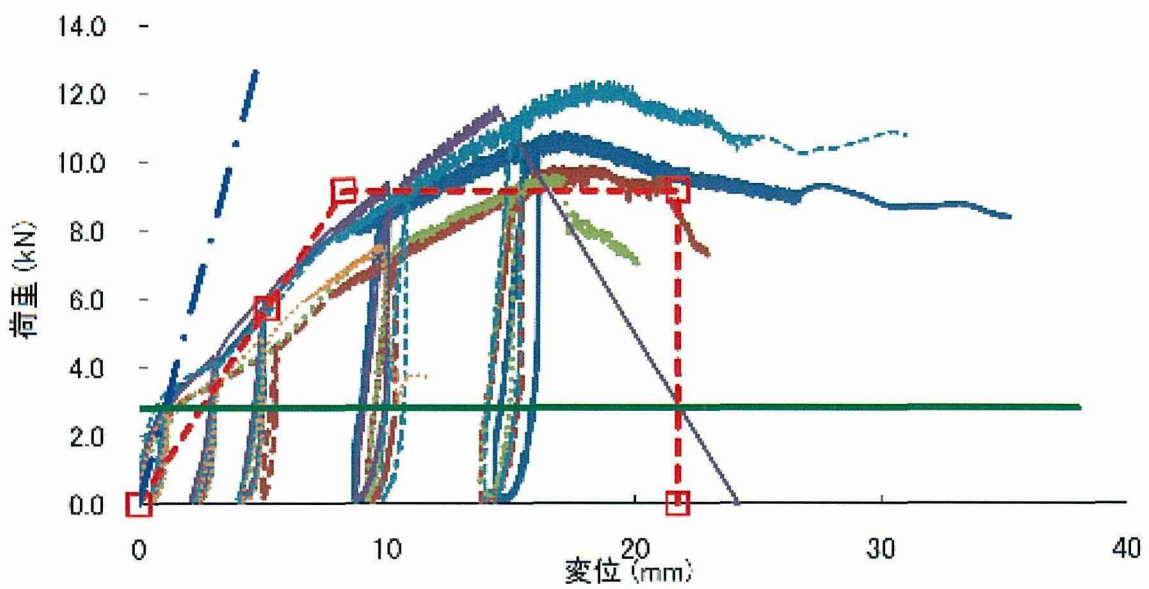
SN90H-1　SN90H-2　SN90H-3　SN90H-4　SN90H-5　SN90H-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.9　SN90Hの荷重変位曲線

表4.2.10　SN90Hの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MN90H　　主材：　ベイマツ　　接合具：　N90　　主材繊維方向：　加力平行方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MN90H-2	0.49	7.5	10.82	16.72	1.08	6.78	6.27	9.62	33.82	8.90	282.58	3.80	0.39
MN90H-3	0.51	8.5	9.85	16.68	0.79	5.34	6.76	9.32	22.21	11.81	152.06	1.88	0.60
MN90H-4	0.48	8.0	9.63	17.12	0.82	5.79	7.05	9.04	19.08	11.01	122.70	1.73	0.64
MN90H-5	0.49	7.5	11.62	14.45	1.21	6.02	4.96	10.06	14.52	8.29	104.37	1.75	0.63
MN90H-6	0.54	7.0	12.36	18.96	1.01	7.44	7.39	11.26	30.98	11.18	285.83	2.77	0.47
MN90H-7	0.47	6.0	7.60	9.74	1.75	3.06	1.75	5.68	9.78	3.26	46.32	3.00	0.45
average	0.50	7.4	10.31	15.61	1.11	5.74	5.70	9.16	21.73	9.07	165.64	2.49	0.53
S.D.	0.02	0.9	1.69	3.22	0.35	1.51	2.11	1.87	9.31	3.17	98.12	0.84	0.11
C.V.	0.05	0.1	0.16	0.21	0.32	0.26	0.37	0.20	0.43	0.35	0.59	0.34	0.20



MN90H 荷重－変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MN90H-2	2.56	3.01	1.17	引き抜け
MN90H-3	2.63	2.53	1.03	割裂
MN90H-4	1.85	2.62	1.40	割裂
MN90H-5	2.01	3.03	1.40	破断
MN90H-6	3.60	3.14	0.92	変位計終了
MN90H-7	3.39	2.50	0.91	破断
average	2.67	2.80	1.14	
S.D.	0.71	0.29	0.22	
C.V.	0.26	0.10	0.20	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

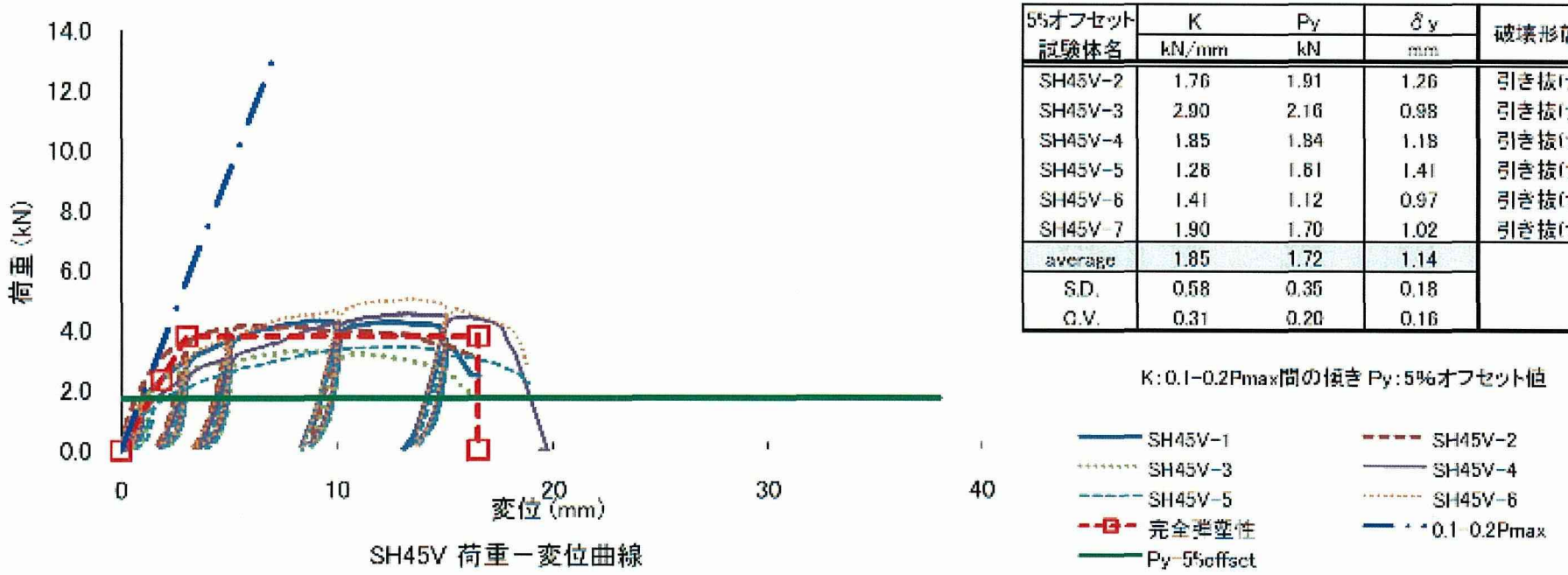
MN90H-1　MN90H-2　MN90H-3　MN90H-4　MN90H-5　MN90H-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.10　MN90Hの荷重変位曲線

表4.2.11　SH45Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：SH45V　　主材：スギ　　接合具：H45　　主材繊維方向：加力直交方向

完全塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
SH45V-2	0.39	9.0	4.30	8.94	1.31	2.31	1.77	4.01	15.04	3.07	54.13	4.89	0.34
SH45V-3	0.41	9.5	4.16	5.61	2.05	2.38	1.16	3.87	15.58	1.88	56.57	8.27	0.25
SH45V-4	0.36	9.0	3.30	8.08	1.37	2.11	1.55	3.04	15.02	2.23	42.26	6.75	0.28
SH45V-5	0.35	9.5	4.54	13.17	0.84	2.36	2.80	4.09	17.82	4.85	62.95	3.67	0.40
SH45V-6	0.38	9.5	3.44	12.74	0.81	1.83	2.27	3.09	17.64	3.84	48.61	4.60	0.35
SH45V-7	0.39	11.5	5.03	13.34	1.08	2.89	2.67	4.53	18.02	4.18	72.16	4.31	0.36
average	0.38	9.7	4.13	10.31	1.24	2.31	2.03	3.77	16.52	3.34	56.11	5.42	0.33
S.D.	0.02	0.9	0.66	3.23	0.46	0.35	0.65	0.59	1.45	1.16	10.55	1.74	0.05
C.V.	0.06	0.1	0.16	0.31	0.37	0.15	0.32	0.16	0.09	0.35	0.19	0.32	0.16



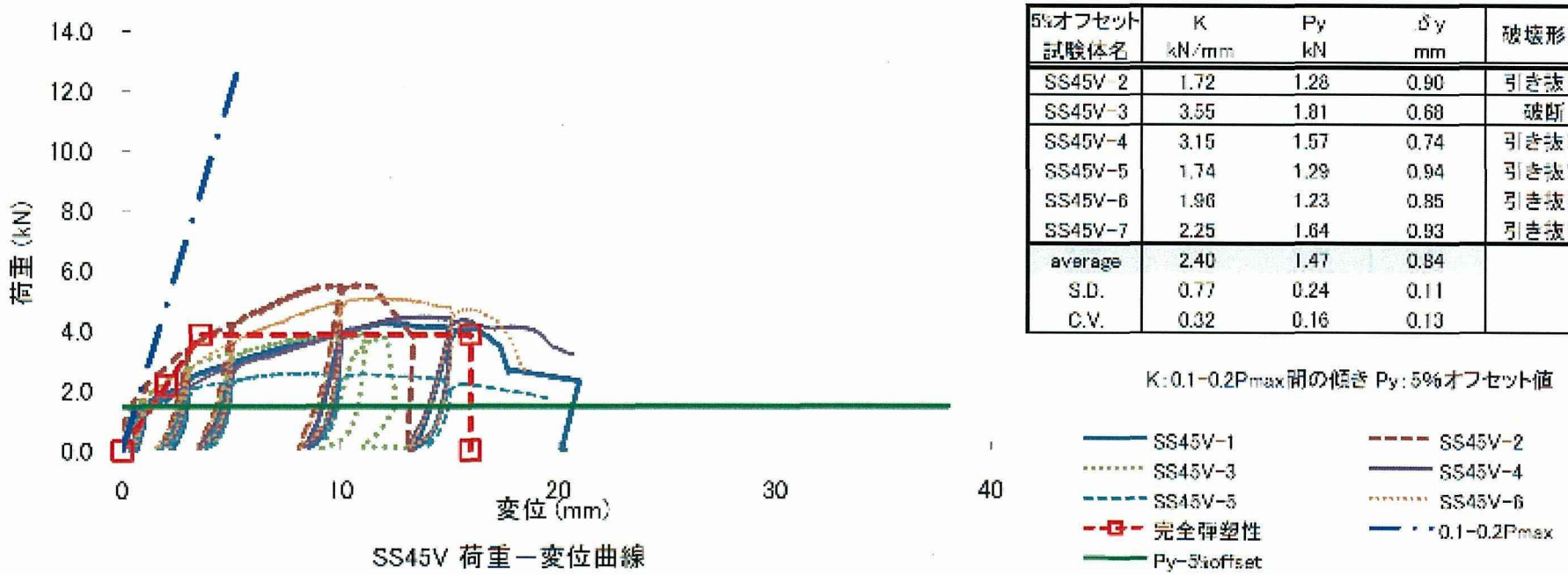
5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH45V-2	1.76	1.91	1.26	引き抜け
SH45V-3	2.90	2.16	0.98	引き抜け
SH45V-4	1.85	1.84	1.18	引き抜け
SH45V-5	1.26	1.61	1.41	引き抜け
SH45V-6	1.41	1.12	0.97	引き抜け
SH45V-7	1.90	1.70	1.02	引き抜け
average	1.85	1.72	1.14	
S.D.	0.58	0.35	0.18	
C.V.	0.31	0.20	0.16	

図4.2.11　SH45Vの荷重変位曲線

表4.2.12　SS45Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：SS45V　　主材：　スギ　　接合具：　S45　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	μ	Ds
試験体名	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	-	-
SS45V-2	0.36	6.5	4.22	12.16	0.74	2.13	2.88	3.83	17.42	5.18	56.73	3.36	0.42
SS45V-3	0.42	8.0	5.50	10.75	1.41	2.71	1.92	4.91	12.05	3.48	50.62	3.46	0.41
SS45V-4	0.37	7.5	3.90	11.08	1.26	2.13	1.69	3.52	12.23	2.80	38.12	4.37	0.36
SS45V-5	0.39	7.0	4.47	13.87	0.75	2.10	2.82	3.90	19.56	5.23	66.11	3.74	0.39
SS45V-6	0.36	6.0	2.57	8.02	1.22	1.46	1.20	2.35	16.96	1.92	37.65	8.82	0.25
SS45V-7	0.40	10.5	5.08	11.68	1.05	2.43	2.30	4.55	17.45	4.32	69.58	4.04	0.38
average	0.38	7.6	4.29	11.26	1.07	2.16	2.13	3.84	15.94	3.82	53.13	4.63	0.37
S.D.	0.02	1.6	1.03	1.93	0.28	0.41	0.66	0.89	3.08	1.33	13.59	2.08	0.06
C.V.	0.06	0.2	0.24	0.17	0.26	0.19	0.31	0.23	0.19	0.35	0.26	0.45	0.17



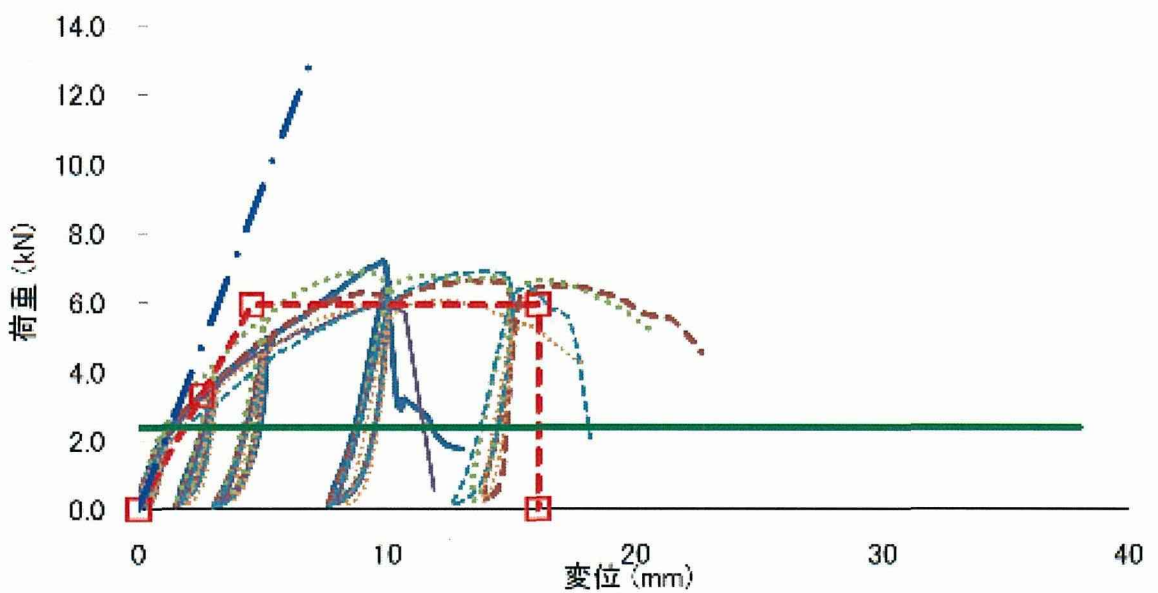
5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SS45V-2	1.72	1.28	0.90	引き抜け
SS45V-3	3.55	1.81	0.68	破断
SS45V-4	3.15	1.57	0.74	引き抜け
SS45V-5	1.74	1.29	0.94	引き抜け
SS45V-6	1.96	1.23	0.85	引き抜け
SS45V-7	2.25	1.64	0.93	引き抜け
average	2.40	1.47	0.84	
S.D.	0.77	0.24	0.11	
C.V.	0.32	0.16	0.13	

図4.2.12　SS45Vの荷重変位曲線

表4.2.13　MH45Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：MH45V　　主材：　ベイマツ　　接合具：　H45　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MH45V-2	0.54	8.0	7.18	9.82	1.33	3.31	2.49	5.94	10.03	4.47	46.32	2.25	0.54
MH45V-3	0.52	9.0	6.65	13.38	1.34	3.29	2.45	6.09	21.78	4.54	118.76	4.79	0.34
MH45V-4	0.53	9.5	6.88	8.83	1.81	3.23	1.79	6.33	20.01	3.51	115.63	5.71	0.31
MH45V-5	0.49	8.0	6.06	10.51	1.25	3.24	2.59	5.36	10.70	4.28	45.88	2.50	0.50
MH45V-6	0.47	6.5	6.90	13.81	0.90	3.63	4.03	6.29	17.31	6.99	86.87	2.48	0.50
MH45V-7	0.48	7.5	6.07	11.92	1.19	3.09	2.59	5.56	16.62	4.66	79.44	3.57	0.40
average	0.51	8.1	6.62	11.38	1.30	3.30	2.66	5.93	16.08	4.74	82.15	3.55	0.43
S.D.	0.03	1.1	0.47	2.00	0.29	0.18	0.74	0.40	4.80	1.17	31.91	1.43	0.09
C.V.	0.06	0.1	0.07	0.18	0.23	0.05	0.28	0.07	0.30	0.25	0.39	0.40	0.22



MH45V 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH45V-2	1.97	2.43	1.33	破断
MH45V-3	2.10	2.36	1.27	引き抜け
MH45V-4	2.40	2.76	1.32	引き抜け
MH45V-5	1.66	2.41	1.52	破断
MH45V-6	1.66	2.00	1.30	引き抜け
MH45V-7	1.39	2.24	1.60	引き抜け
average	1.86	2.37	1.39	
S.D.	0.36	0.25	0.14	
C.V.	0.19	0.10	0.10	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

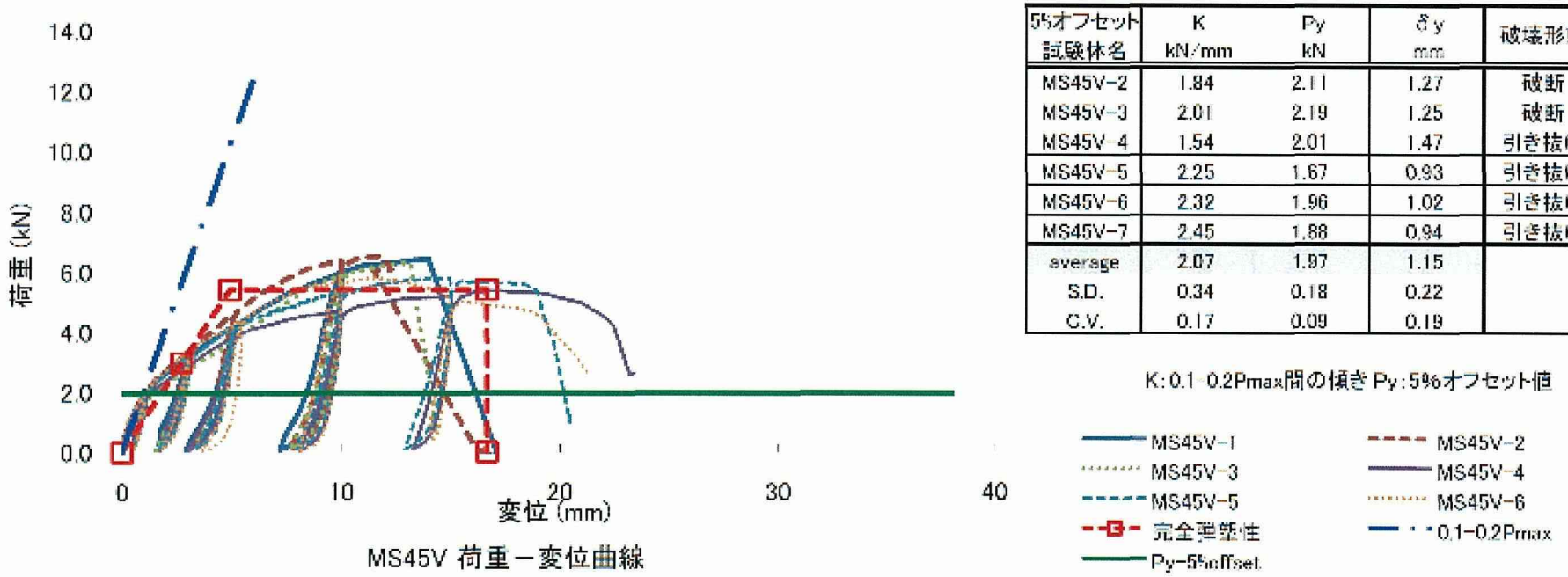
MH45V-1　MH45V-2　MH45V-3　MH45V-4　MH45V-5　MH45V-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.13　MH45Vの荷重変位曲線

表4.2.14　MS45Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：MS45V　　主材：　ベイマツ　　接合具：　S45　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MS45V-2	0.54	10.5	6.45	13.84	1.10	3.09	2.82	5.66	14.11	5.16	65.28	2.73	0.47
MS45V-3	0.54	8.5	6.50	11.56	1.24	2.99	2.42	5.78	12.28	4.68	57.45	2.62	0.49
MS45V-4	0.53	11.5	6.31	13.15	0.88	2.82	3.20	5.60	13.34	6.35	56.94	2.10	0.56
MS45V-5	0.48	8.5	5.38	16.93	0.90	3.09	3.43	4.95	22.32	5.50	96.94	4.06	0.37
MS45V-6	0.49	7.5	5.80	15.05	1.11	3.00	2.70	5.30	19.18	4.77	89.04	4.02	0.38
MS45V-7	0.50	7.5	5.81	11.41	1.33	2.82	2.11	5.14	18.72	3.85	86.24	4.86	0.34
average	0.51	9.0	6.04	13.65	1.09	2.97	2.78	5.41	16.66	5.05	75.32	3.40	0.43
S.D.	0.03	1.6	0.45	2.12	0.18	0.12	0.49	0.33	3.98	0.85	17.51	1.07	0.08
C.V.	0.05	0.2	0.07	0.15	0.16	0.04	0.17	0.06	0.24	0.17	0.23	0.31	0.19



5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MS45V-2	1.84	2.11	1.27	破断
MS45V-3	2.01	2.19	1.25	破断
MS45V-4	1.54	2.01	1.47	引き抜け
MS45V-5	2.25	1.67	0.93	引き抜け
MS45V-6	2.32	1.96	1.02	引き抜け
MS45V-7	2.45	1.88	0.94	引き抜け
average	2.07	1.97	1.15	
S.D.	0.34	0.18	0.22	
C.V.	0.17	0.09	0.19	

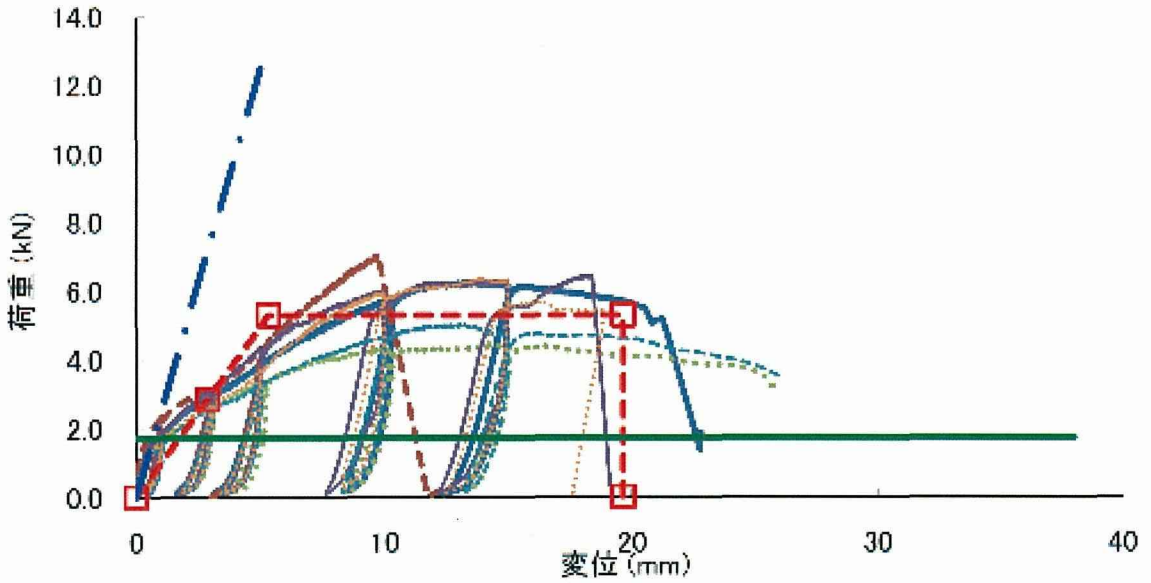
K：0.1 0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

図4.2.14　MS45Vの荷重変位曲線

表4.2.15　SH65Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：SH65V　　主材：　スギ　　接合具：　H65　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	α	Ds
試験体名	－	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	－	－
SH65V-2	0.37	10.5	6.25	13.56	0.98	2.95	3.02	5.65	21.35	5.79	104.32	3.69	0.40
SH65V-3	0.41	10.0	7.05	9.75	1.20	2.98	2.48	5.68	9.82	4.74	42.34	2.07	0.56
SH65V-4	0.37	10.0	4.41	14.27	1.08	2.14	1.98	4.02	25.37	3.72	94.56	6.82	0.28
SH65V-5	0.38	10.0	6.41	18.11	0.96	3.36	3.50	5.93	18.42	6.17	90.87	2.98	0.45
SH65V-6	0.37	10.5	5.00	13.09	0.97	2.36	2.42	4.42	24.02	4.54	96.18	5.30	0.32
SH65V-7	0.40	12.0	6.37	13.90	0.74	3.26	4.39	5.97	18.94	8.04	89.06	2.35	0.52
average	0.38	10.5	5.92	13.78	0.99	2.84	2.96	5.28	19.65	5.50	86.22	3.87	0.42
S.D.	0.02	0.8	1.00	2.67	0.15	0.49	0.87	0.84	5.54	1.53	22.14	1.85	0.11
C.V.	0.05	0.1	0.17	0.19	0.15	0.17	0.29	0.16	0.28	0.28	0.26	0.48	0.26



SH65V 荷重－変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH65V-2	2.63	1.77	0.96	引き抜け
SH65V-3	3.50	2.15	0.78	破断
SH65V-4	3.13	1.48	0.70	引き抜け
SH65V-5	2.09	1.81	0.98	引き抜け
SH65V-6	1.92	1.44	0.89	引き抜け
SH65V-7	1.63	1.81	1.19	引き抜け
average	2.48	1.74	0.90	
S.D.	0.73	0.26	0.17	
C.V.	0.29	0.15	0.19	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

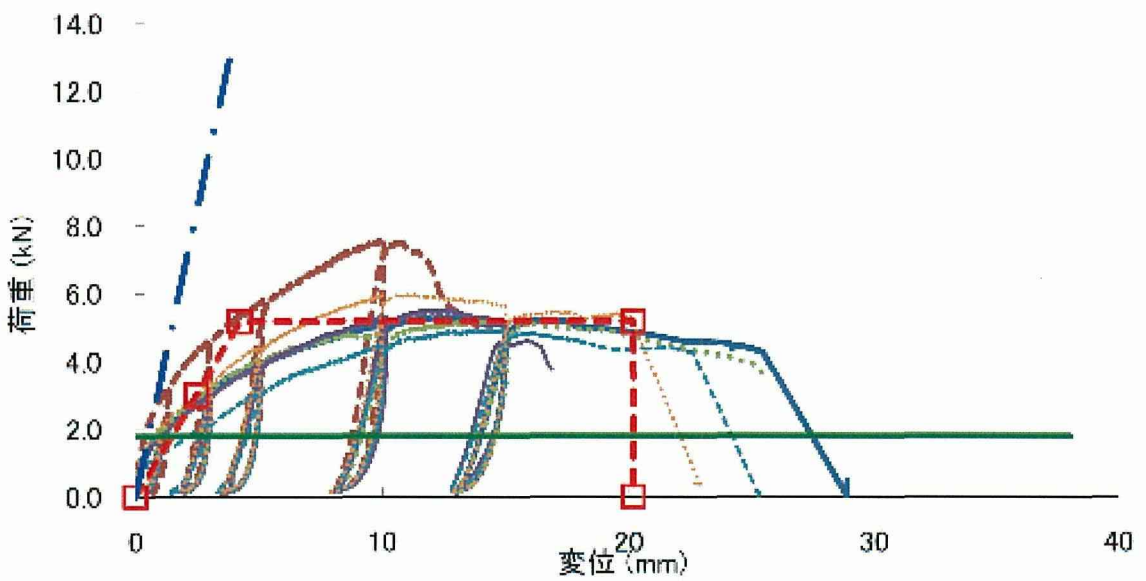
SH65V-1　SH65V-2　SH65V-3　SH65V-4　SH65V-5　SH65V-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図4.2.15　SH65Vの荷重変位曲線

表4.2.16　SS65Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：SS65V　　主材：　スギ　　接合具：　S65　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
SS65V-2	0.38	9.5	5.27	12.87	1.13	2.86	2.54	4.82	25.53	4.27	112.71	5.97	0.30
SS65V-3	0.42	11.0	7.56	9.99	2.00	3.75	1.88	6.56	12.27	3.28	69.67	3.73	0.39
SS65V-4	0.36	9.5	5.19	14.65	1.23	2.79	2.27	4.71	23.78	3.83	102.90	6.20	0.30
SS65V-5	0.38	10.0	5.49	11.91	1.06	2.81	2.66	4.91	16.45	4.65	69.41	3.54	0.41
SS65V-6	0.36	10.5	4.92	13.50	0.66	2.73	4.15	4.53	22.92	6.90	98.17	3.32	0.42
SS65V-7	0.40	11.5	5.97	11.23	1.24	2.96	2.38	5.44	20.13	4.37	97.57	4.61	0.35
average	0.38	10.3	5.73	12.36	1.22	2.98	2.65	5.16	20.18	4.55	90.07	4.56	0.36
S.D.	0.03	0.8	0.96	1.67	0.44	0.38	0.79	0.75	5.01	1.25	17.78	1.26	0.05
C.V.	0.07	0.1	0.17	0.13	0.36	0.13	0.30	0.15	0.25	0.27	0.20	0.28	0.15



SS65V 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SS65V-2	3.24	1.65	0.79	引き抜け
SS65V-3	4.71	2.60	0.78	引き抜け
SS65V-4	4.69	1.63	0.61	引き抜け
SS65V-5	2.68	1.57	0.75	引き抜け
SS65V-6	1.58	1.27	0.97	引き抜け
SS65V-7	3.30	1.94	0.81	引き抜け
average	3.40	1.78	0.79	
S.D.	1.18	0.45	0.11	
C.V.	0.35	0.26	0.15	

K：0.1　0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

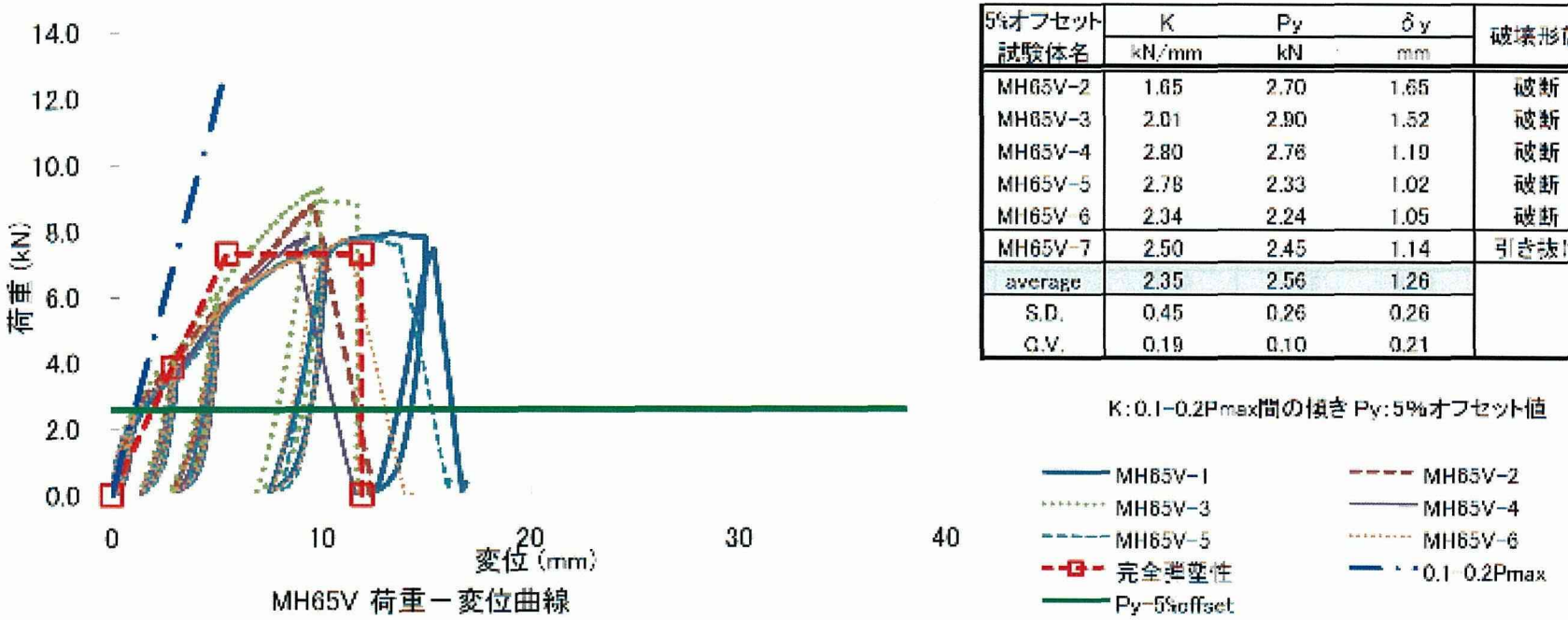
SS65V-1　SS65V-2
SS65V-3　SS65V-4
SS65V-5　SS65V-6
完全弾塑性　0.1-0.2Pmax
Py-5%offset

図4.2.16　SS65Vの荷重変位曲線

表4.2.17　MH65Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：MH65V　　土材：　ベイマツ　　接合具：　H65　　土材繊維方向：　加力直交方向

完全塑性 試験体名	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN・mm	μ -	Ds -
MH65V-2	9.0	7.95	13.48	1.13	4.22	3.73	7.54	15.41	6.67	91.01	2.31	0.53
MH65V-3	8.5	8.81	9.68	1.48	3.73	2.52	7.06	9.69	4.76	51.60	2.03	0.57
MH65V-4	10.5	9.29	10.03	1.56	4.12	2.63	8.16	11.75	5.22	74.57	2.25	0.53
MH65V-5	8.5	7.88	9.58	1.46	3.39	2.33	6.52	9.62	4.47	48.12	2.15	0.55
MH65V-6	8.0	7.80	12.46	1.10	3.76	3.42	7.49	13.83	6.80	78.15	2.03	0.57
MH65V-7	7.5	7.77	11.22	1.25	4.06	3.26	7.16	11.28	5.75	60.18	1.96	0.58
average	8.7	8.25	11.07	1.33	3.88	2.98	7.32	11.93	5.61	67.27	2.12	0.56
S.D.	1.0	0.64	1.61	0.20	0.31	0.56	0.55	2.30	0.97	16.72	0.14	0.02
C.V.	0.1	0.08	0.15	0.15	0.08	0.19	0.08	0.19	0.17	0.25	0.06	0.04



5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH65V-2	1.65	2.70	1.65	破断
MH65V-3	2.01	2.90	1.52	破断
MH65V-4	2.80	2.76	1.19	破断
MH65V-5	2.78	2.33	1.02	破断
MH65V-6	2.34	2.24	1.05	破断
MH65V-7	2.50	2.45	1.14	引き抜け
average	2.35	2.56	1.26	
S.D.	0.45	0.26	0.26	
C.V.	0.19	0.10	0.21	

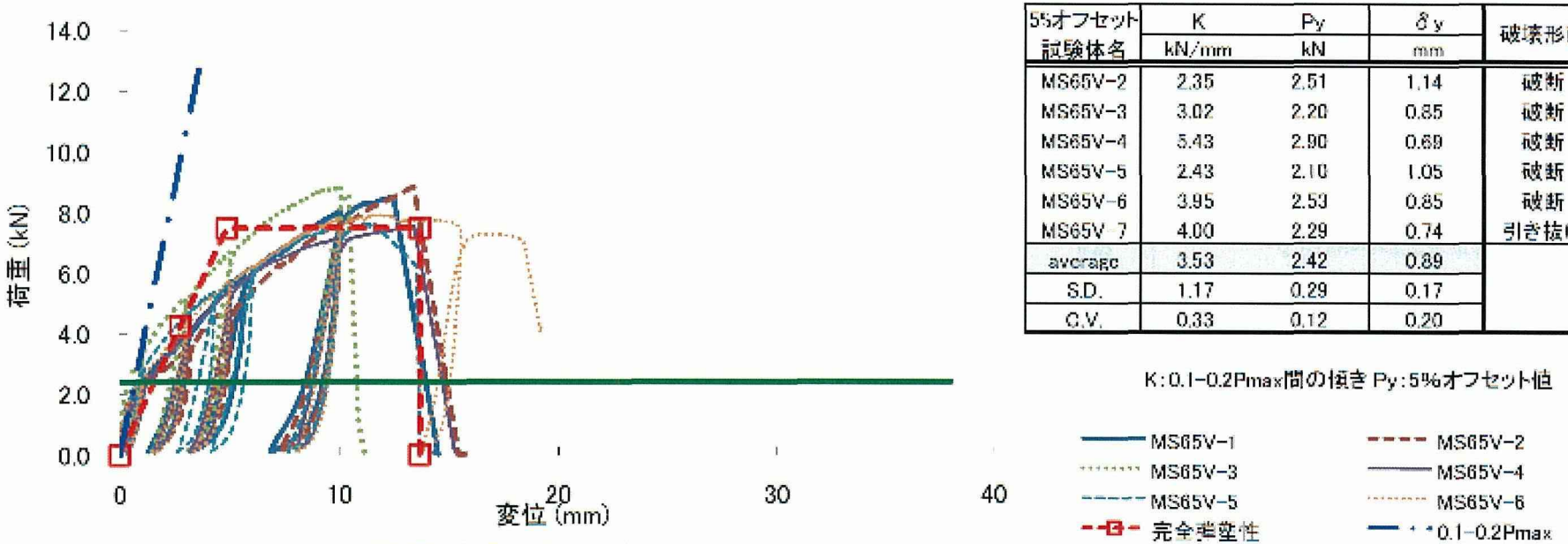
K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

図4.2.17　MH65Vの荷重変位曲線

表4.2.18　MS65Vの一面せん断(繊維直行)の試験結果

シリーズ名：MS65V　　主材：　ベイマツ　　接合具：　S65　　主材繊維方向：　加力直交方向

完全弾塑性 試験体名	比重 –	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ –	Ds –
MS65V-2	0.53	11.0	8.50	12.40	1.19	4.49	3.76	7.76	12.46	6.50	71.48	1.92	0.59
MS65V-3	0.55	11.0	8.85	13.38	0.91	4.96	5.44	8.73	13.38	9.57	75.00	1.40	0.75
MS65V-4	0.52	10.5	8.83	10.05	2.50	4.03	1.61	7.42	10.42	2.97	66.28	3.51	0.41
MS65V-5	0.49	9.5	7.53	13.31	1.28	4.05	3.17	6.92	13.47	5.42	74.45	2.48	0.50
MS65V-6	0.47	7.5	7.61	11.26	1.87	3.81	2.04	6.70	13.51	3.58	78.46	3.77	0.39
MS65V-7	0.49	7.5	7.93	11.64	1.47	4.09	2.79	7.32	18.68	4.98	118.50	3.75	0.39
average	0.51	9.5	8.21	12.01	1.54	4.24	3.13	7.48	13.65	5.50	80.69	2.80	0.51
S.D.	0.03	1.6	0.60	1.28	0.57	0.42	1.37	0.72	2.73	2.36	18.96	1.02	0.14
C.V.	0.05	0.2	0.07	0.11	0.37	0.10	0.44	0.10	0.20	0.43	0.24	0.36	0.28



MS65V 荷重－変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MS65V-2	2.35	2.51	1.14	破断
MS65V-3	3.02	2.20	0.85	破断
MS65V-4	5.43	2.90	0.69	破断
MS65V-5	2.43	2.10	1.05	破断
MS65V-6	3.95	2.53	0.85	破断
MS65V-7	4.00	2.29	0.74	引き抜け
average	3.53	2.42	0.89	
S.D.	1.17	0.29	0.17	
C.V.	0.33	0.12	0.20	

K：0.1-0.2Pmax間の傾き Py：5%オフセット値

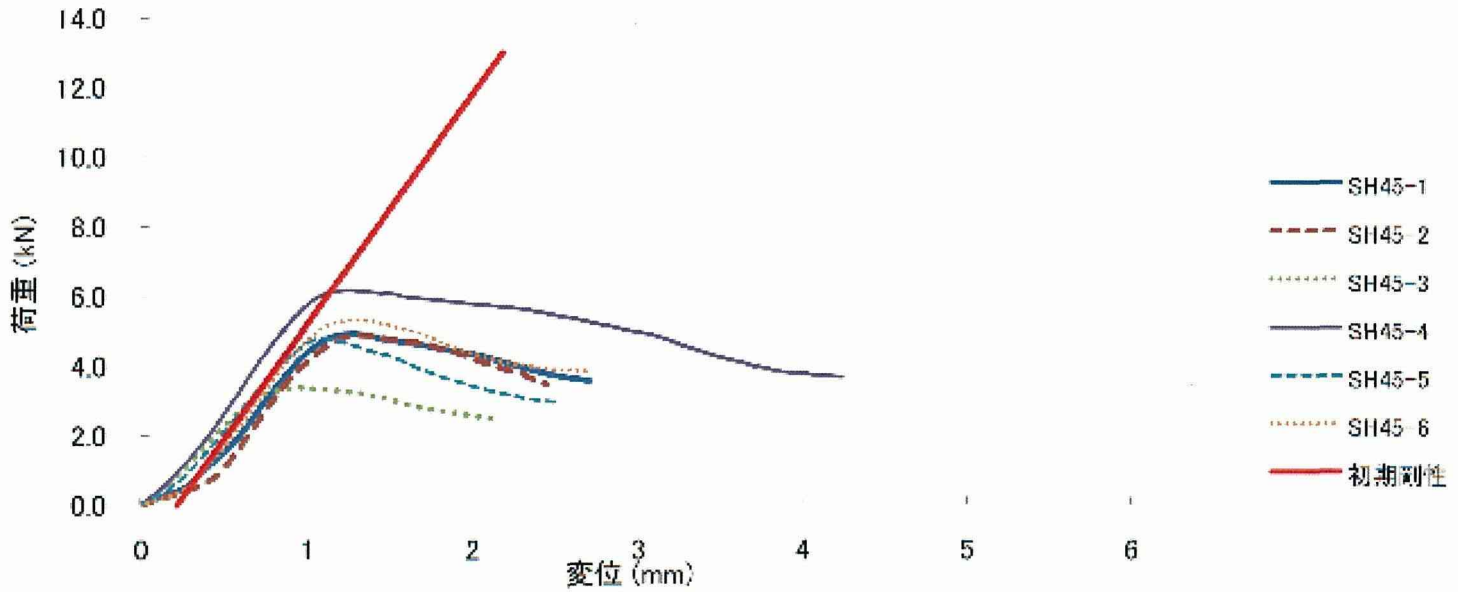
図4.2.18　MS65Vの荷重変位曲線

表4.2.19　SH45の引き抜きの試験結果

シリーズ名：SH45　　主材：　スギ　　接合具：　H45　　※SH45Vの材料を使用

試験体名	比重	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	Kmax kN/mm	P(Kmax) kN	δ(Kmax) mm	δu mm
SH45-2	0.51	7.0	4.93	1.28	6.78	2.81	0.72	2.31
SH45-3	0.51	10.0	4.89	1.35	7.03	1.84	0.63	2.20
SH45-4	0.49	7.5	3.38	0.99	5.43	1.48	0.35	1.78
SH45-5	0.46	7.0	6.17	1.26	7.43	3.45	0.62	3.03
SH45-6	0.52	8.0	4.81	1.09	6.22	2.84	0.63	1.72
SH45-7	0.50	7.0	5.33	1.31	6.87	3.50	0.79	2.06
average	0.50	7.8	4.92	1.21	6.62	2.65	0.62	2.18
S.D.	0.02	1.2	0.91	0.14	0.70	0.83	0.15	0.47
C.V.	0.04	0.2	0.18	0.12	0.11	0.31	0.24	0.22

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax):Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



SH45 荷重ー変位曲線

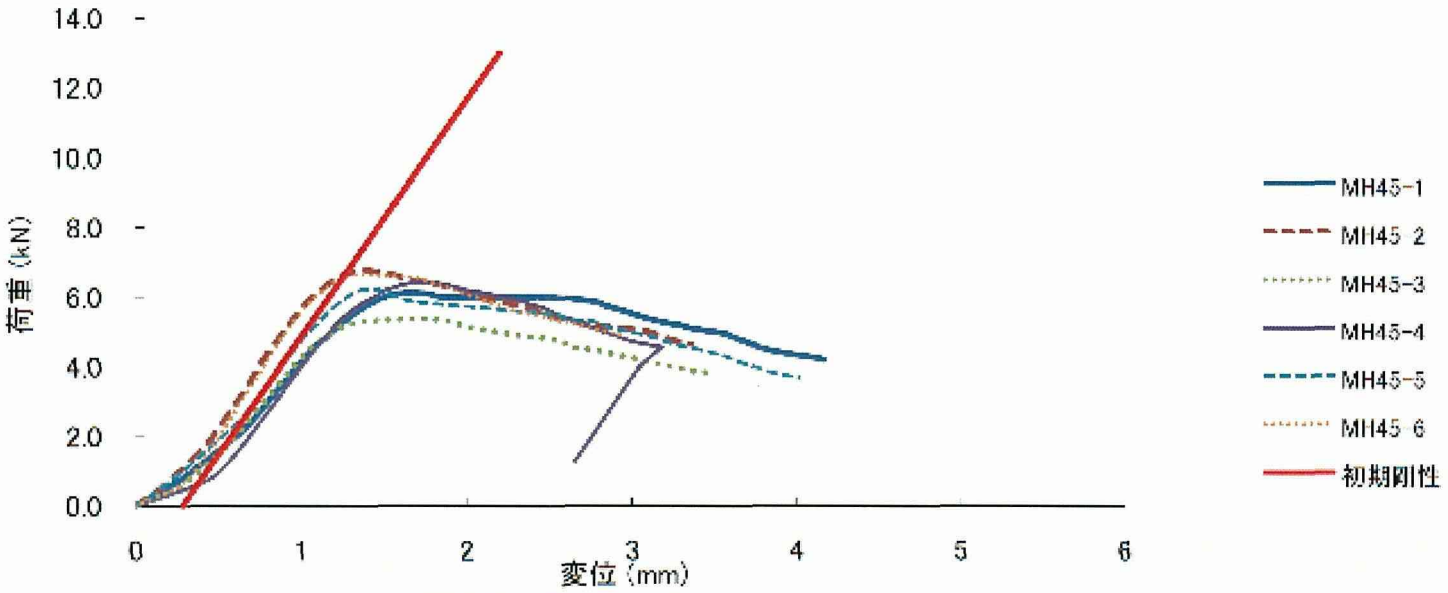
図4.2.19　SH45の荷重変位曲線

表4.2.20　MH45の引き抜きの試験結果

シリーズ名：MH45　　主材：　ベイマツ　　接合具：　H45　　※MH45Vの材料を使用

試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	Kmax kN/mm	P(Kmax) kN	δ(Kmax) mm	δu mm
MH45-2	0.50	11.0	6.11	1.62	5.95	2.82	0.77	3.58
MH45-3	0.49	9.5	6.76	1.39	7.92	3.73	0.71	2.53
MH45-4	0.49	11.5	5.37	1.72	5.86	2.22	0.64	2.92
MH45-5	0.48	11.0	6.43	1.73	6.76	3.36	0.90	2.73
MH45-6	0.51	11.0	6.23	1.41	6.48	4.49	0.96	2.99
MH45-7	0.48	9.5	6.64	1.38	7.86	4.38	0.82	2.54
average	0.49	10.6	6.26	1.54	6.81	3.50	0.80	2.88
S.D.	0.01	0.9	0.50	0.17	0.90	0.89	0.12	0.39
C.V.	0.02	0.1	0.08	0.11	0.13	0.25	0.15	0.14

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax)Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



MH45 荷重一変位曲線

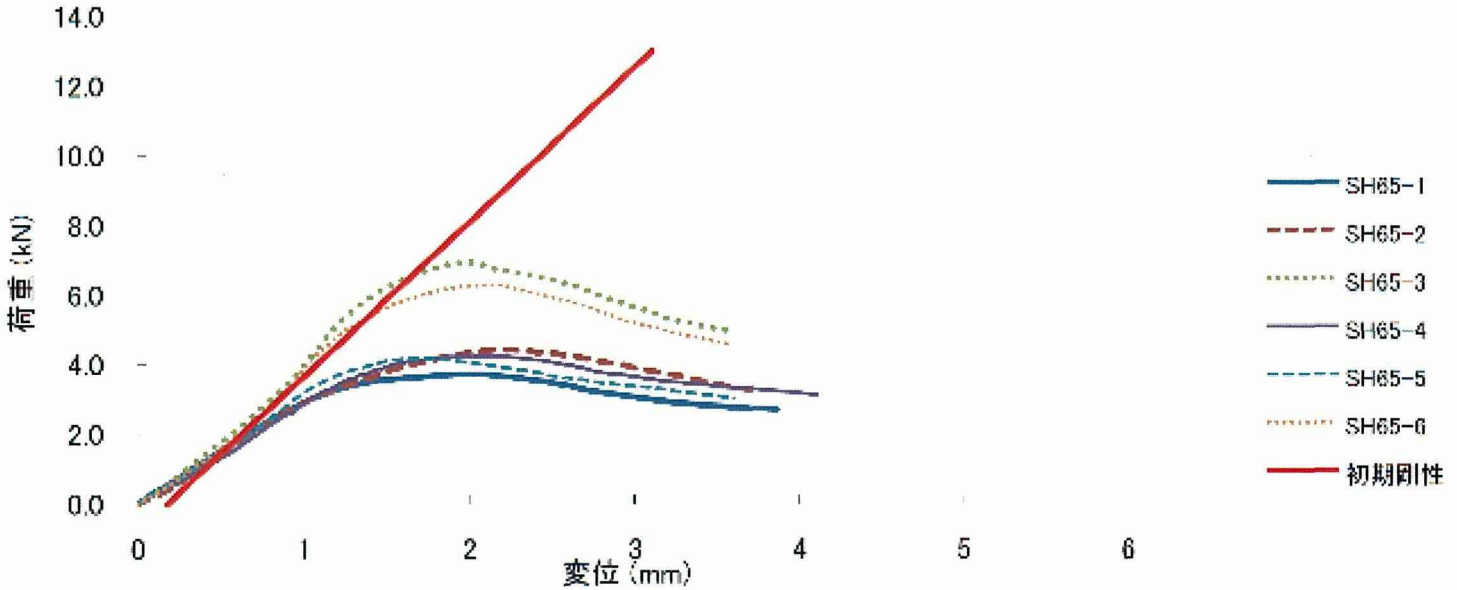
図4.2.20　MH45の荷重変位曲線

表4.2.21　SH65の引き抜きの試験結果

シリーズ名：SH65　　主材：　スギ　　接合具：　H65　　※SH65Vの材料を使用

試験体名	比重	含水率	Pmax	δPmax	Kmax	P(Kmax)	δ(Kmax)	δu
	－	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	mm
SH65-2	0.54	9.0	3.71	1.94	3.53	0.32	0.10	3.12
SH65-3	0.54	8.5	4.43	2.25	3.63	2.06	0.71	3.36
SH65-4	0.52	10.5	6.94	2.01	6.12	4.74	1.13	3.06
SH65-5	0.48	8.5	4.23	2.13	3.50	2.88	1.00	3.48
SH65-6	0.48	8.0	4.18	1.66	3.95	2.50	0.81	3.06
SH65-7	0.47	7.5	6.29	2.11	5.94	3.66	0.97	3.15
average	0.51	8.7	4.96	2.02	4.45	2.69	0.79	3.20
S.D.	0.03	1.0	1.32	0.20	1.24	1.50	0.37	0.18
C.V.	0.06	0.1	0.27	0.10	0.28	0.56	0.47	0.05

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax):Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



SH65 荷重ー変位曲線

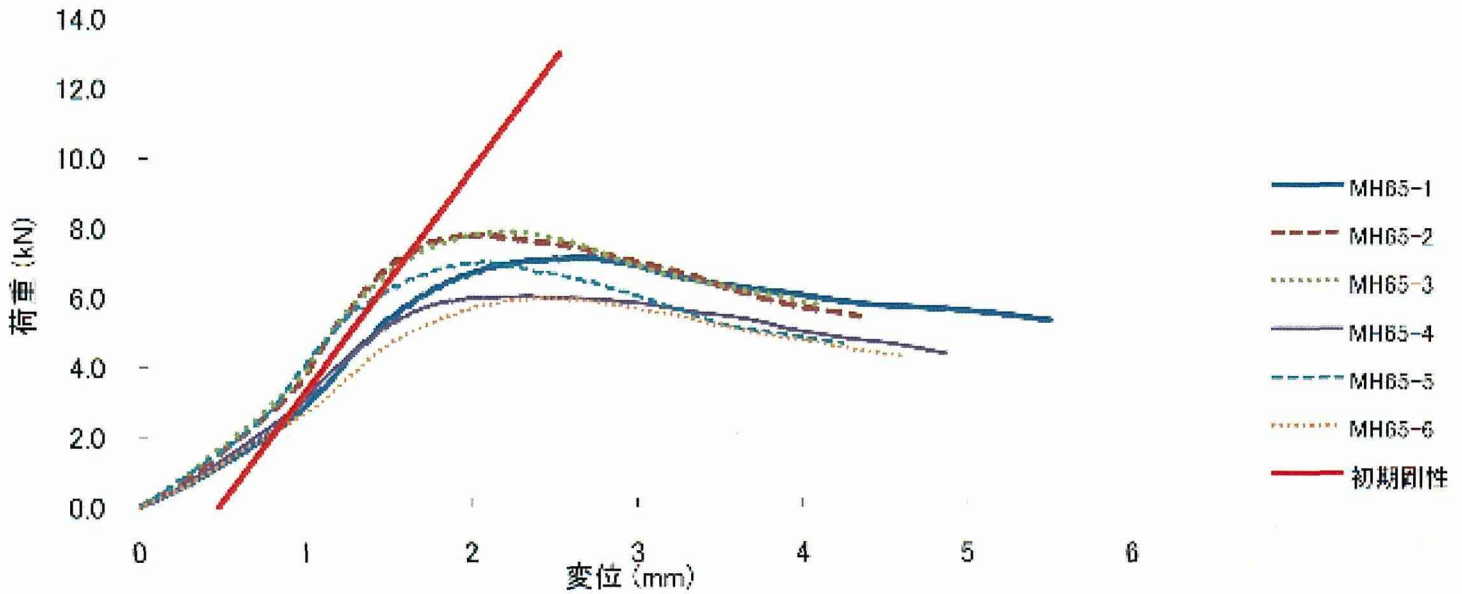
図4.2.21　SH65の荷重変位曲線

表4.2.22　MH65の引き抜きの試験結果

シリーズ名：MH65　　主材：　ベイマツ　　接合具：　H65　　※MH65Vの材料を使用

試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	Kmax kN/mm	P(Kmax) kN	δ(Kmax) mm	δu mm
MH65-2	0.49	10.5	7.15	2.61	5.86	3.77	1.17	4.75
MH65-3	0.55	9.5	7.82	2.06	7.97	4.04	1.03	3.54
MH65-4	0.48	8.0	7.90	2.25	7.41	4.22	1.04	3.53
MH65-5	0.50	11.5	6.05	2.34	5.31	3.34	1.04	4.28
MH65-6	0.52	10.5	7.04	2.06	6.94	3.37	0.89	3.27
MH65-7	0.48	8.0	6.03	2.43	4.64	3.52	1.21	3.91
average	0.50	9.7	7.00	2.29	6.36	3.71	1.06	3.88
S.D.	0.03	1.4	0.82	0.21	1.29	0.36	0.12	0.55
C.V.	0.05	0.1	0.12	0.09	0.20	0.10	0.11	0.14

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax)Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



MH65 荷重ー変位曲線

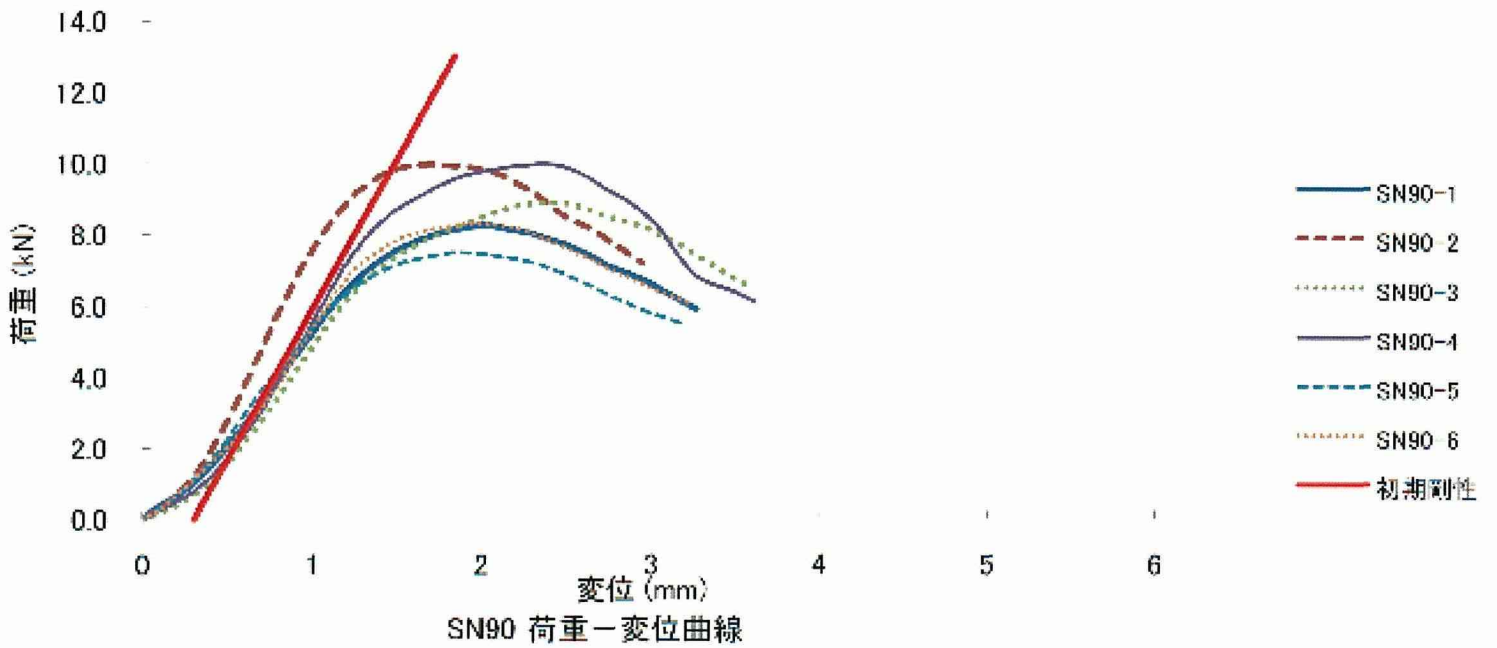
図4.2.22　MH65の荷重変位曲線

表4.2.23　SN90の引き抜きの試験結果

シリーズ名：SN90　　主材：　スギ　　接合具：　N90　　※SN90Hの材料を使用

試験体名	比重	含水率	Pmax	δPmax	Kmax	P(Kmax)	δ(Kmax)	δu
	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	mm
SN90-2	0.49	7.5	8.26	2.03	6.99	3.64	0.76	2.99
SN90-3	0.51	8.5	9.95	1.64	10.75	4.21	0.65	2.70
SN90-4	0.48	8.0	8.88	2.34	7.29	3.97	0.88	3.37
SN90-5	0.49	7.5	9.97	2.38	8.99	4.57	0.89	3.07
SN90-6	0.54	7.0	7.50	1.85	7.38	2.58	0.55	2.90
SN90-7	0.47	6.0	8.30	1.96	9.20	4.08	0.84	2.92
average	0.50	7.4	8.81	2.03	8.43	3.84	0.76	2.99
S.D.	0.02	0.9	1.00	0.28	1.47	0.69	0.14	0.22
C.V.	0.05	0.1	0.11	0.14	0.17	0.18	0.18	0.07

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax)Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



SN90 荷重ー変位曲線

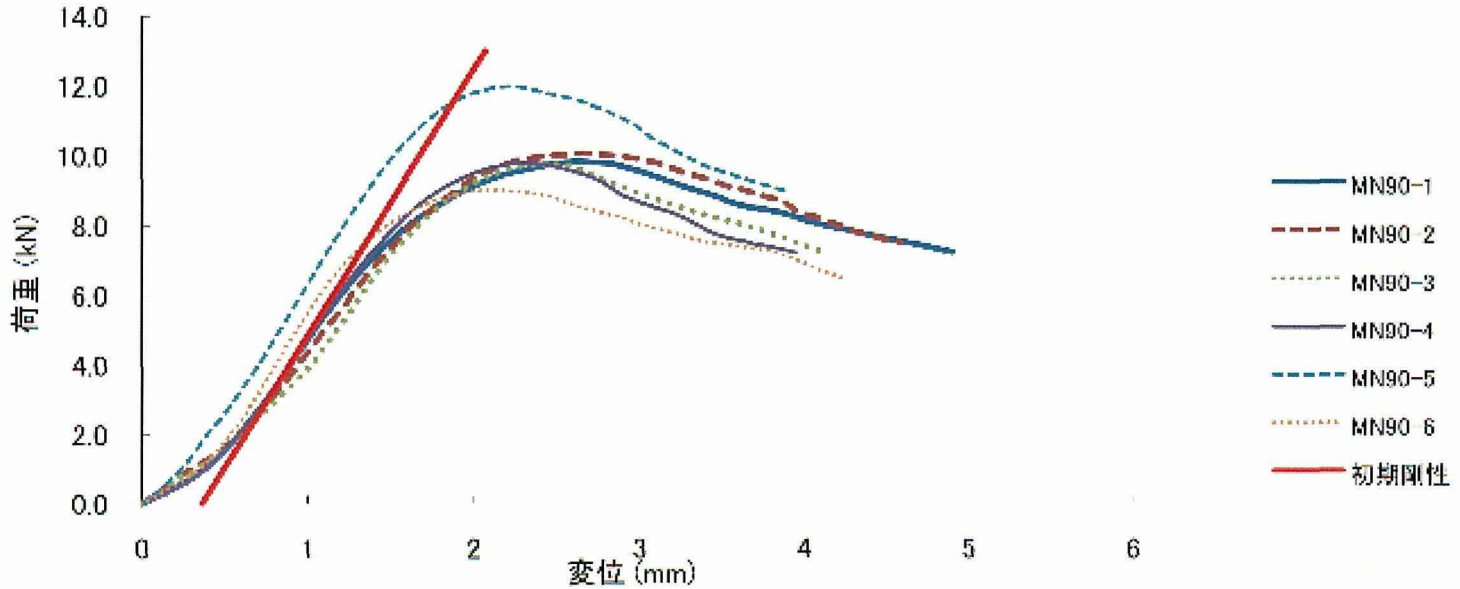
図4.2.23　SN90の荷重変位曲線

表4.2.24　MN90の引き抜きの試験結果

シリーズ名：MN90　　主材：　ベイマツ　　接合具：　N90　　※MN90Hの材料を使用

試験体名	比重	含水率	Pmax	δPmax	Kmax	P(Kmax)	δ(Kmax)	δu
	–	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	mm
MN90-2	0.54	8.0	9.81	2.64	7.22	4.00	0.89	4.29
MN90-3	0.52	9.0	10.05	2.65	7.58	6.00	1.26	4.18
MN90-4	0.53	9.5	9.76	2.43	7.19	5.90	1.31	3.77
MN90-5	0.49	8.0	9.80	2.27	7.80	3.59	0.84	3.40
MN90-6	0.47	6.5	11.98	2.23	8.10	6.61	1.03	3.47
MN90-7	0.48	7.5	9.01	2.13	7.95	3.53	0.74	3.83
average	0.51	8.1	10.07	2.39	7.64	4.94	1.01	3.82
S.D.	0.03	1.1	1.00	0.22	0.38	1.38	0.23	0.36
C.V.	0.06	0.1	0.10	0.09	0.05	0.28	0.23	0.09

Kmax:傾きの最大値
P(Kmax):Kmax時の荷重
δ(Kmax):Kmax時の変位
δu:0.8Pmaxまで荷重低下時の変位



MN90 荷重ー変位曲線

図4.2.24　MN90の荷重変位曲線

表4.2.25 一面せん断の試験結果

試験体	主材	接合具	繊維方向	比重	含水率 S	Pmax kN	δ Pmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ	Ds	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH45H-1	スギ	H45	平行	0.44	12.0	6.05	10.73	1.54	3.38	2.19	5.47	17.36	3.54	85.30	4.90	0.34	2.17	2.46	1.26	引き抜け
SH45H-2	スギ	H45	平行	0.43	12.5	5.17	11.06	1.23	2.89	2.35	4.76	19.62	3.86	84.24	5.08	0.33	1.32	2.68	2.06	引き抜け
SH45H-3	スギ	H45	平行	0.39	11.0	4.25	10.94	1.52	2.45	1.61	3.99	20.12	2.62	75.03	7.67	0.26	2.13	1.81	1.06	引き抜け
SH45H-4	スギ	H45	平行	0.41	11.0	4.74	10.60	1.58	2.67	1.69	4.39	17.70	2.77	71.58	6.38	0.29	1.55	2.89	1.86	引き抜け
SH45H-5	スギ	H45	平行	0.36	11.0	4.02	13.70	1.13	2.45	2.16	3.78	19.59	3.33	67.66	5.88	0.30	1.26	2.15	1.77	引き抜け
SH45H-6	スギ	H45	平行	0.41	10.5	5.83	9.67	1.99	3.22	1.62	5.28	17.71	2.65	86.54	6.68	0.28	2.75	2.59	1.09	引き抜け
SS45H-1	スギ	S45	平行	0.45	9.5	5.14	9.92	1.53	2.47	1.62	4.67	22.47	3.05	97.70	7.37	0.27	2.18	2.12	1.16	引き抜け
SS45H-2	スギ	S45	平行	0.41	9.0	4.97	9.46	1.67	2.37	1.42	4.42	20.50	2.85	84.85	7.73	0.26	2.33	2.06	1.11	引き抜け
SS45H-3	スギ	S45	平行	0.39	10.5	3.94	10.46	1.42	2.14	1.51	3.59	19.99	2.52	67.19	7.92	0.26	2.02	1.83	1.10	引き抜け
SS45H-4	スギ	S45	平行	0.41	10.5	4.50	9.51	1.44	2.16	1.50	3.98	15.89	2.76	57.70	5.76	0.31	2.27	1.78	1.03	引き抜け
SS45H-5	スギ	S45	平行	0.37	9.0	4.28	8.81	2.20	2.33	1.06	3.95	23.71	1.79	90.04	13.22	0.20	3.64	2.01	0.74	引き抜け
SS45H-6	スギ	S45	平行	0.40	9.5	4.95	8.18	1.43	2.56	1.78	4.53	21.69	3.15	91.02	6.88	0.28	1.85	2.19	1.38	引き抜け
MH45H-1	ベイマツ	H45	平行	0.50	11.0	6.50	10.90	1.43	3.26	2.28	5.83	23.59	4.08	125.54	5.78	0.31	1.83	2.54	1.44	引き抜け
MH45H-2	ベイマツ	H45	平行	0.49	9.5	6.23	8.93	2.14	3.19	1.49	5.50	18.36	2.57	93.88	7.15	0.27	2.50	2.99	1.31	引き抜け
MH45H-3	ベイマツ	H45	平行	0.49	11.5	6.12	9.99	1.50	3.20	2.13	5.70	21.56	3.79	112.12	5.69	0.31	1.94	2.59	1.45	引き抜け
MH45H-4	ベイマツ	H45	平行	0.48	11.0	5.72	8.90	1.34	3.01	2.25	5.33	24.13	3.99	118.03	6.05	0.30	2.04	1.96	1.10	引き抜け
MH45H-5	ベイマツ	H45	平行	0.51	11.0	6.58	9.75	1.87	3.45	1.85	5.93	23.29	3.18	128.75	7.33	0.27	2.55	2.50	1.05	引き抜け
MH45H-6	ベイマツ	H45	平行	0.48	9.5	5.31	8.32	2.25	2.91	1.30	4.86	16.81	2.16	76.45	7.77	0.26	3.23	2.41	0.81	引き抜け
MS45H-1	ベイマツ	S45	平行	0.48	11.0	5.41	12.86	1.55	2.83	1.82	4.96	17.44	3.20	78.60	5.45	0.32	3.20	2.06	0.81	パンチング
MS45H-2	ベイマツ	S45	平行	0.50	9.5	4.73	12.84	1.37	2.41	1.76	4.41	22.04	3.21	90.01	6.86	0.28	2.53	1.77	0.85	引き抜け
MS45H-3	ベイマツ	S45	平行	0.48	10.5	5.72	13.38	1.29	2.91	2.25	5.32	14.57	4.11	66.53	3.54	0.41	2.28	2.04	1.04	破断
MS45H-4	ベイマツ	S45	平行	0.49	10.0	5.12	8.72	2.12	2.71	1.28	4.65	19.84	2.19	87.04	9.04	0.24	5.28	2.01	0.59	引き抜け
MS45H-5	ベイマツ	S45	平行	0.55	10.5	5.77	9.98	1.75	3.05	1.74	5.21	10.32	2.97	46.00	3.47	0.41	3.74	2.06	0.78	破断
MS45H-6	ベイマツ	S45	平行	0.45	7.0	5.25	11.99	1.15	2.55	2.23	4.92	29.99	4.30	137.02	6.98	0.28	2.76	1.88	0.98	パンチング
SH65H-1	スギ	H65	平行	0.41	11.0	6.73	8.36	2.54	3.23	1.28	6.01	22.83	2.37	130.01	9.64	0.23	3.61	2.90	0.98	引き抜け
SH65H-2	スギ	H65	平行	0.42	10.5	7.49	11.15	2.49	3.33	1.33	6.63	23.60	2.66	147.58	8.88	0.24	3.89	2.88	0.90	引き抜け
SH65H-3	スギ	H65	平行	0.39	10.0	5.78	11.91	1.60	2.70	1.69	5.11	30.33	3.20	146.68	9.48	0.24	2.54	2.15	1.02	引き抜け
SH65H-4	スギ	H65	平行	0.41	10.5	6.54	9.92	2.79	3.09	1.11	5.74	21.84	2.05	119.39	10.63	0.22	7.06	2.52	0.57	引き抜け
SH65H-5	スギ	H65	平行	0.35	10.0	5.56	10.95	1.80	2.69	1.50	5.03	26.52	2.79	136.33	10.21	0.23	2.44	2.38	1.17	引き抜け
SH65H-6	スギ	H65	平行	0.39	10.5	6.62	9.52	2.76	3.16	1.15	5.86	25.34	2.12	142.18	11.95	0.21	4.61	2.80	0.81	引き抜け
SS65H-1	スギ	S65	平行	0.43	10.5	6.58	10.68	2.76	3.01	1.09	5.79	23.06	2.10	127.39	10.98	0.22	13.26	2.37	0.43	引き抜け
SS65H-2	スギ	S65	平行	0.42	11.0	7.09	9.56	2.58	3.53	1.36	6.01	9.67	2.32	51.08	4.16	0.37	4.68	2.84	0.77	破断
SS65H-3	スギ	S65	平行	0.38	10.5	5.58	11.06	1.68	2.87	1.71	5.11	30.32	3.05	147.08	9.95	0.23	3.67	2.04	0.78	引き抜け
SS65H-4	スギ	S65	平行	0.42	10.5	6.66	10.60	2.34	3.21	1.37	5.86	22.92	2.50	126.90	9.16	0.24	5.02	2.52	0.69	引き抜け
SS65H-5	スギ	S65	平行	0.35	10.5	5.57	12.03	1.77	2.71	1.54	5.00	27.94	2.83	132.71	9.86	0.23	2.75	2.21	1.00	引き抜け
SS65H-6	スギ	S65	平行	0.40	10.5	6.30	11.20	3.27	3.15	0.96	5.59	24.97	1.71	134.78	14.60	0.19	7.50	2.58	0.60	引き抜け

MH65H-1	ベイマツ	H65	平行	0.51	7.0	7.74	7.53	3.08	3.18	1.03	5.88	8.36	1.94	44.30	4.32	0.36	4.87	2.91	0.77	破断
MH65H-2	ベイマツ	H65	平行	0.51	10.0	7.35	7.23	2.51	3.18	1.27	5.71	7.40	2.27	35.73	3.26	0.43	7.56	2.33	0.92	破断
MH65H-3	ベイマツ	H65	平行	0.49	7.5	8.12	11.40	2.38	4.00	1.68	7.25	15.17	3.05	58.85	4.98	0.33	5.51	3.11	0.77	割裂
MH65H-4	ベイマツ	H65	平行	0.46	7.0	7.35	11.59	1.98	3.41	1.72	6.46	12.97	3.26	73.19	3.98	0.38	5.58	2.42	0.61	破断
MH65H-5	ベイマツ	H65	平行	0.52	8.0	7.08	9.93	2.45	3.30	1.34	6.13	10.16	2.50	54.61	4.07	0.37	4.22	2.95	0.95	破断
MH65H-6	ベイマツ	H65	平行	0.50	7.0	7.50	11.39	2.34	3.16	1.38	5.98	11.30	2.55	59.73	4.40	0.38	5.47	2.56	0.73	破断
MS65H-1	ベイマツ	S65	平行	0.49	8.5	6.96	9.53	3.09	3.43	1.11	5.78	6.86	1.38	44.63	4.88	0.35	5.67	2.97	0.72	破断
MS65H-2	ベイマツ	S65	平行	0.51	10.0	7.66	9.31	3.13	3.02	1.22	6.34	8.37	2.03	52.87	4.62	0.35	5.62	3.27	0.83	破断
MS65H-3	ベイマツ	S65	平行	0.48	9.0	7.61	13.05	2.81	3.54	1.22	5.68	14.68	2.30	80.38	6.39	0.29	5.44	2.92	0.78	割裂
MS65H-4	ベイマツ	S65	平行	0.50	9.0	7.70	16.61	1.55	3.42	2.19	5.62	15.04	4.25	111.95	4.48	0.35	5.02	2.72	0.79	割裂
MS65H-5	ベイマツ	S65	平行	0.50	7.0	7.84	11.55	2.56	3.70	1.25	6.76	13.58	2.28	84.08	5.96	0.30	5.88	3.12	0.81	破断
MS65H-6	ベイマツ	S65	平行	0.48	8.0	7.36	11.19	3.04	3.70	1.22	6.66	25.80	2.19	151.10	12.61	0.20	6.28	3.01	0.71	引き抜け
SN90H-1	スギ	N90	平行	0.43	9.5	10.01	17.59	0.78	8.20	13.40	9.84	26.02	12.50	194.24	2.37	0.56	2.58	2.54	1.02	割裂
SN90H-2	スギ	N90	平行	0.41	10.0	9.11	14.55	1.20	4.70	3.92	8.16	20.26	8.33	202.93	4.16	0.37	2.09	2.92	1.47	変位計終了
SN90H-3	スギ	N90	平行	0.41	9.5	7.51	15.24	0.82	4.16	4.53	8.07	34.07	7.40	203.31	4.58	0.35	1.64	2.21	1.28	変位計終了
SN90H-4	スギ	N90	平行	0.41	9.5	10.22	17.29	1.21	5.35	4.43	8.60	25.65	7.29	183.67	3.52	0.41	2.32	2.55	1.09	引き抜け
SN90H-5	スギ	N90	平行	0.35	9.0	7.24	15.93	0.89	3.67	4.14	6.34	36.63	7.15	209.51	5.12	0.33	1.82	1.99	1.12	引き抜け
SN90H-6	スギ	N90	平行	0.40	9.5	8.32	13.94	1.23	4.38	3.58	7.47	27.00	6.09	178.86	4.43	0.36	3.71	2.59	0.83	引き抜け
MN90H-1	ベイマツ	N90	平行	0.49	7.5	10.89	16.72	1.08	6.78	6.27	9.62	33.82	8.93	282.58	3.83	0.39	2.56	3.31	1.17	引き抜け
MN90H-2	ベイマツ	N90	平行	0.51	8.5	9.85	16.68	0.79	5.34	6.76	9.32	22.21	11.81	152.06	1.88	0.60	2.62	2.53	1.03	割裂
MN90H-3	ベイマツ	N90	平行	0.48	8.0	9.62	17.12	0.82	5.79	7.05	9.04	19.08	11.01	122.70	1.73	0.64	1.85	2.62	1.40	割裂
MN90H-4	ベイマツ	N90	平行	0.49	7.5	11.62	14.45	1.21	6.02	4.96	10.06	14.52	9.29	104.37	1.75	0.63	2.01	3.33	1.40	破断
MN90H-5	ベイマツ	N90	平行	0.54	7.0	12.36	10.96	1.01	7.44	7.39	11.28	30.90	11.19	205.83	2.77	0.47	3.60	3.14	0.92	変位計終了
MN90H-6	ベイマツ	N90	平行	0.47	8.0	7.80	9.71	1.75	3.36	1.75	5.63	8.76	3.28	48.32	3.33	0.45	3.38	2.53	0.91	破断
SH45V-1	スギ	H45	直交	0.39	9.0	4.30	8.94	1.31	2.31	1.77	4.01	15.04	3.07	54.13	4.69	0.34	1.76	1.91	1.25	引き抜け
SH45V-2	スギ	H45	直交	0.41	9.5	4.16	5.61	2.05	2.38	1.16	3.87	15.58	1.88	56.57	8.27	0.25	2.80	2.16	0.98	引き抜け
SH45V-3	スギ	H45	直交	0.36	9.0	3.30	8.08	1.37	2.11	1.36	3.04	16.09	2.23	42.96	6.75	0.28	1.85	1.84	1.18	引き抜け
SH45V-4	スギ	H45	直交	0.35	9.5	4.54	13.17	0.84	2.36	2.83	4.09	17.82	4.85	82.85	3.67	0.40	1.96	1.61	1.41	引き抜け
SH45V-5	スギ	H45	直交	0.38	9.5	3.44	12.74	0.81	1.83	2.27	3.09	17.64	3.84	48.61	4.60	0.35	1.41	1.12	0.97	引き抜け
SH45V-6	スギ	H45	直交	0.39	11.5	5.32	13.34	1.03	2.89	2.67	4.53	18.02	4.19	72.16	4.31	0.28	1.90	1.73	1.02	引き抜け
SS45V-1	スギ	S45	直交	0.38	8.5	4.22	12.18	0.74	2.13	2.50	3.83	17.42	5.19	58.73	3.38	0.42	1.72	1.20	0.90	引き抜け
SS45V-2	スギ	S45	直交	0.42	8.0	5.50	13.75	1.41	2.71	1.92	4.81	12.05	3.49	50.62	3.48	0.41	3.55	1.91	0.83	破断
SS45V-3	スギ	S45	直交	0.37	7.5	3.90	11.30	1.25	2.13	1.59	3.52	12.23	2.80	38.12	4.37	0.36	3.15	1.57	0.74	引き抜け
SS45V-4	スギ	S45	直交	0.39	7.0	4.47	13.87	0.75	2.10	2.82	3.90	18.56	5.23	65.11	3.74	0.39	1.74	1.29	0.94	引き抜け
SS45V-5	スギ	S45	直交	0.36	6.0	2.57	8.02	1.22	1.46	1.20	2.35	16.96	1.92	37.65	8.82	0.25	1.96	1.23	0.85	引き抜け
SS45V-6	スギ	S45	直交	0.43	10.5	5.08	11.68	1.05	2.42	2.33	4.15	17.46	4.37	69.58	4.04	0.38	2.25	1.64	0.93	引き抜け
MH45V-1	ベイマツ	H45	直交	0.54	8.0	7.18	9.82	1.33	3.31	2.49	5.84	10.03	4.47	48.32	2.25	0.54	1.97	2.43	1.33	破断
MH45V-2	ベイマツ	H45	直交	0.52	9.0	6.85	13.30	1.24	3.29	2.45	6.09	21.78	4.54	118.78	4.79	0.34	2.10	2.36	1.27	引き抜け
MH45V-3	ベイマツ	H45	直交	0.50	9.5	6.00	9.33	1.61	3.23	1.79	6.33	20.01	3.51	115.63	5.71	0.31	2.40	2.76	1.32	引き抜け
MH45V-4	ベイマツ	H45	直交	0.49	8.0	6.36	13.51	1.25	3.21	2.59	5.36	10.70	4.20	45.63	2.53	0.50	1.66	2.41	1.52	破断
MH45V-5	ベイマツ	H45	直交	0.47	8.5	6.90	13.01	0.80	3.63	4.03	6.29	17.31	6.99	66.67	2.40	0.50	1.66	2.33	1.30	引き抜け
MH45V-6	ベイマツ	H45	直交	0.46	7.5	6.37	11.92	1.19	3.38	2.59	5.55	16.62	4.56	79.44	3.57	0.40	1.38	2.24	1.60	引き抜け

MS45V-1	ベイマツ	S45	直交	0.54	10.5	6.45	13.84	1.10	3.09	2.82	5.66	14.11	5.16	65.28	2.73	0.47	1.84	2.11	1.27	破断
MS45V-2	ベイマツ	S45	直交	0.54	8.5	6.50	11.56	1.24	2.99	2.42	5.78	12.28	4.68	57.45	2.62	0.49	2.01	2.19	1.25	破断
MS45V-3	ベイマツ	S45	直交	0.53	11.5	6.31	13.15	0.68	2.82	3.20	5.60	13.34	6.35	56.94	2.10	0.56	1.54	2.01	1.47	引き抜け
MS45V-4	ベイマツ	S45	直交	0.48	8.5	5.36	18.93	0.50	3.09	3.43	4.95	22.32	5.50	96.94	4.06	0.37	2.25	1.87	0.93	引き抜け
MS45V-5	ベイマツ	S45	直交	0.49	7.5	5.80	15.05	1.11	3.00	2.70	5.30	19.16	4.77	89.04	4.02	0.38	2.32	1.96	1.02	引き抜け
MS45V-6	ベイマツ	S45	直交	0.50	7.5	5.81	11.41	1.33	2.82	2.11	5.14	18.72	3.85	86.24	4.66	0.34	2.45	1.88	0.94	引き抜け
SH65V-1	スギ	H65	直交	0.37	10.5	6.25	13.56	0.98	2.95	3.02	5.65	21.35	5.79	104.32	3.69	0.40	2.63	1.77	0.86	引き抜け
SH65V-2	スギ	H65	直交	0.41	10.0	7.05	9.75	1.20	2.98	2.40	5.68	9.02	4.74	42.34	2.07	0.56	3.50	2.15	0.78	破断
SH65V-3	スギ	H65	直交	0.37	10.0	4.41	14.27	1.08	2.14	1.98	4.02	25.37	3.72	94.56	6.82	0.28	3.13	1.48	0.70	引き抜け
SH65V-4	スギ	H65	直交	0.38	10.0	6.41	18.11	0.96	3.36	3.50	5.93	18.42	6.17	90.87	2.96	0.45	2.09	1.81	0.98	引き抜け
SH65V-5	スギ	H65	直交	0.37	10.5	5.00	13.09	0.97	2.38	2.42	4.42	24.02	4.54	96.18	5.30	0.32	1.92	1.44	0.89	引き抜け
SH65V-6	スギ	H65	直交	0.40	12.0	6.37	13.90	0.74	3.26	4.39	5.97	18.94	8.04	89.06	2.35	0.52	1.63	1.81	1.19	引き抜け
SS65V-1	スギ	S65	直交	0.38	9.5	5.27	12.67	1.13	2.86	2.54	4.82	25.53	4.27	112.71	5.97	0.30	3.24	1.65	0.79	引き抜け
SS65V-2	スギ	S65	直交	0.42	11.0	7.56	9.99	2.00	3.75	1.88	6.56	12.27	3.28	69.07	3.73	0.39	4.71	2.60	0.78	引き抜け
SS65V-3	スギ	S65	直交	0.36	9.5	5.19	14.65	1.23	2.79	2.27	4.71	23.76	3.63	102.90	6.20	0.30	4.69	1.63	0.61	引き抜け
SS65V-4	スギ	S65	直交	0.38	10.0	5.49	11.91	1.06	2.81	2.66	4.91	18.45	4.65	85.41	3.54	0.41	2.88	1.57	0.75	引き抜け
SS65V-5	スギ	S65	直交	0.36	10.5	4.92	13.50	0.66	2.73	4.15	4.53	22.92	6.90	86.17	3.39	0.42	1.58	1.27	0.97	引き抜け
SS65V-6	スギ	S65	直交	0.40	11.5	5.97	11.23	1.24	2.98	2.38	5.44	20.13	4.37	97.57	4.61	0.35	3.30	1.94	0.81	引き抜け
MH65V-1	ベイマツ	H65	直交	0.54	9.0	7.95	13.48	1.13	4.22	3.73	7.54	15.41	6.67	91.01	2.31	0.53	1.65	2.70	1.65	破断
MH65V-2	ベイマツ	H65	直交	0.54	8.5	8.81	9.68	1.48	3.73	2.52	7.06	9.69	4.76	51.60	2.03	0.57	2.01	2.90	1.52	破断
MH65V-3	ベイマツ	H65	直交	0.52	10.5	9.29	10.03	1.56	4.12	2.63	8.16	11.75	5.22	74.57	2.25	0.53	2.80	2.76	1.19	破断
MH65V-4	ベイマツ	H65	直交	0.48	8.5	7.86	9.58	1.46	3.39	2.33	6.52	9.62	4.47	46.12	2.15	0.55	2.78	2.33	1.02	破断
MH65V-5	ベイマツ	H65	直交	0.48	8.0	7.80	12.46	1.10	3.78	3.42	7.49	13.63	6.60	76.15	2.03	0.57	2.34	2.24	1.05	破断
MH65V-6	ベイマツ	H65	直交	0.47	7.5	7.77	11.22	1.25	4.06	3.26	7.16	11.26	5.75	60.18	1.96	0.58	2.50	2.45	1.14	破断
MS65V-1	ベイマツ	S65	直交	0.53	11.0	8.50	12.40	1.19	4.49	3.76	7.76	12.46	8.50	71.48	1.92	0.59	2.35	2.51	1.14	破断
MS65V-2	ベイマツ	S65	直交	0.55	11.0	8.85	13.38	0.91	4.96	5.44	8.73	13.38	9.57	75.00	1.40	0.75	3.02	2.20	0.85	破断
MS65V-3	ベイマツ	S65	直交	0.52	10.5	8.83	10.05	2.50	4.03	1.61	7.42	10.42	2.97	66.28	3.51	0.41	5.43	2.90	0.69	破断
MS65V-4	ベイマツ	S65	直交	0.49	9.5	7.53	13.31	1.28	4.05	3.17	6.92	13.47	5.42	74.45	2.48	0.50	2.43	2.10	1.05	破断
MS65V-5	ベイマツ	S65	直交	0.47	7.5	7.61	11.26	1.67	3.81	2.04	6.70	13.51	3.58	78.46	3.77	0.39	3.95	2.53	0.85	破断
MS65V-6	ベイマツ	S65	直交	0.49	7.5	7.93	11.64	1.47	4.09	2.79	7.32	18.66	4.96	118.50	3.75	0.39	4.00	2.29	0.74	引き抜け

表4.2.26 引き抜きの試験結果

試験体	主材	接合具	比重	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	Kmax kN/mm	P(Kmax) kN	δ(Kmax) mm	δu mm
SH45-1	スギ	H45	0.51	7.0	4.93	1.28	6.78	2.81	0.72	2.31
SH45-2	スギ	H45	0.51	10.0	4.89	1.35	7.03	1.84	0.63	2.20
SH45-3	スギ	H45	0.49	7.5	3.38	0.99	5.43	1.48	0.35	1.78
SH45-4	スギ	H45	0.46	7.0	6.17	1.26	7.43	3.45	0.62	3.03
SH45-5	スギ	H45	0.52	8.0	4.81	1.09	6.22	2.84	0.63	1.72
SH45-6	スギ	H45	0.50	7.0	5.33	1.31	6.87	3.50	0.79	2.06
SH65-1	スギ	H65	0.54	9.0	3.71	1.94	3.53	0.32	0.10	3.12
SH65-2	スギ	H65	0.54	8.5	4.43	2.25	3.63	2.06	0.71	3.36
SH65-3	スギ	H65	0.52	10.5	6.94	2.01	6.12	4.74	1.13	3.06
SH65-4	スギ	H65	0.48	8.5	4.23	2.13	3.50	2.88	1.00	3.48
SH65-5	スギ	H65	0.48	8.0	4.18	1.66	3.95	2.50	0.81	3.06
SH65-6	スギ	H65	0.47	7.5	6.29	2.11	5.94	3.66	0.97	3.15
SN90-1	スギ	N90	0.49	7.5	8.26	2.03	6.99	3.64	0.76	2.99
SN90-2	スギ	N90	0.51	8.5	9.95	1.64	10.75	4.21	0.65	2.70
SN90-3	スギ	N90	0.48	8.0	8.88	2.34	7.29	3.97	0.88	3.37
SN90-4	スギ	N90	0.49	7.5	9.97	2.38	8.99	4.57	0.89	3.07
SN90-5	スギ	N90	0.54	7.0	7.50	1.85	7.38	2.58	0.55	2.90
SN90-6	スギ	N90	0.47	6.0	8.30	1.96	9.20	4.08	0.84	2.92
MH45-1	ベイマツ	H45	0.50	11.0	6.11	1.62	5.95	2.82	0.77	3.58
MH45-2	ベイマツ	H45	0.49	9.5	6.76	1.39	7.92	3.73	0.71	2.53
MH45-3	ベイマツ	H45	0.49	11.5	5.37	1.72	5.86	2.22	0.64	2.92
MH45-4	ベイマツ	H45	0.48	11.0	6.43	1.73	6.76	3.36	0.90	2.73
MH45-5	ベイマツ	H45	0.51	11.0	6.23	1.41	6.48	4.49	0.96	2.99
MH45-6	ベイマツ	H45	0.48	9.5	6.64	1.38	7.86	4.38	0.82	2.54
MH65-1	ベイマツ	H65	0.49	10.5	7.15	2.61	5.88	3.77	1.17	4.75
MH65-2	ベイマツ	H65	0.55	9.5	7.82	2.06	7.97	4.04	1.03	3.54
MH65-3	ベイマツ	H65	0.48	8.0	7.90	2.25	7.41	4.22	1.04	3.53
MH65-4	ベイマツ	H65	0.50	11.5	6.05	2.34	5.31	3.34	1.04	4.28
MH65-5	ベイマツ	H65	0.52	10.5	7.04	2.06	6.94	3.37	0.89	3.27
MH65-6	ベイマツ	H65	0.48	8.0	6.03	2.43	4.64	3.52	1.21	3.91
MN90-1	ベイマツ	N90	0.54	8.0	9.81	2.64	7.22	4.00	0.89	4.29
MN90-2	ベイマツ	N90	0.52	9.0	10.05	2.65	7.58	6.00	1.26	4.18
MN90-3	ベイマツ	N90	0.53	9.5	9.76	2.43	7.19	5.90	1.31	3.77
MN90-4	ベイマツ	N90	0.49	8.0	9.80	2.27	7.80	3.59	0.84	3.40
MN90-5	ベイマツ	N90	0.47	6.5	11.98	2.23	8.10	6.61	1.03	3.47
MN90-6	ベイマツ	N90	0.48	7.5	9.01	2.13	7.95	3.53	0.74	3.83

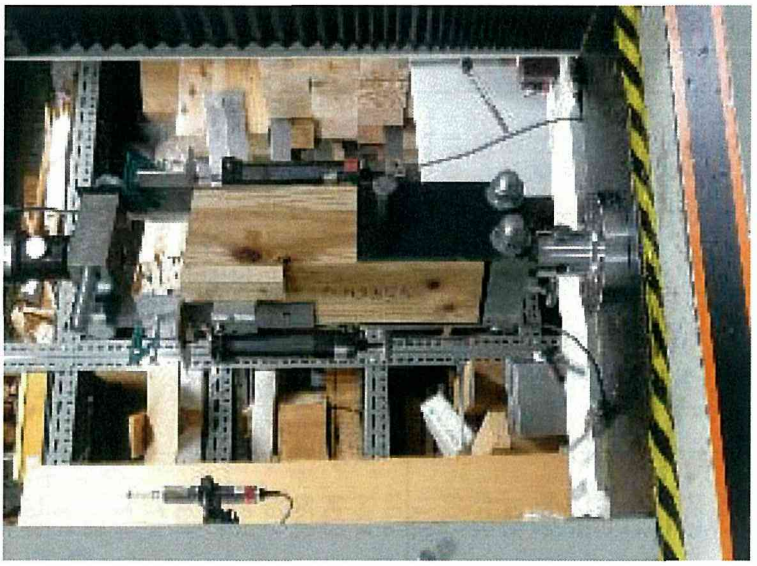
写真 4.2.1 TN45 平（スギ、せん断（繊維平行））の１体目	
写真 4.2.2 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.3 同上	

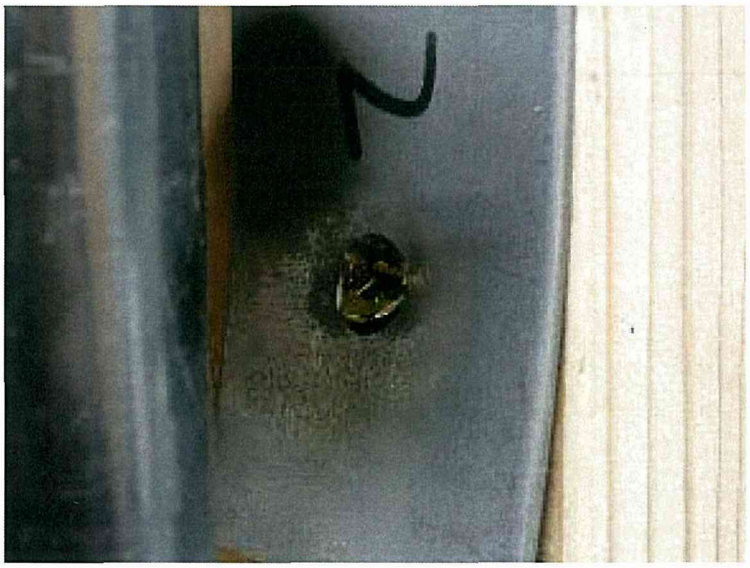
写真 4.2.4 TN45 平（スギ、せん断（繊維平行））の２体目 ２体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.5 TN45 皿（スギ、せん断（繊維平行））の１体目	
写真 4.2.6 TN45 皿（スギ、せん断（繊維平行））の２体目 2 体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

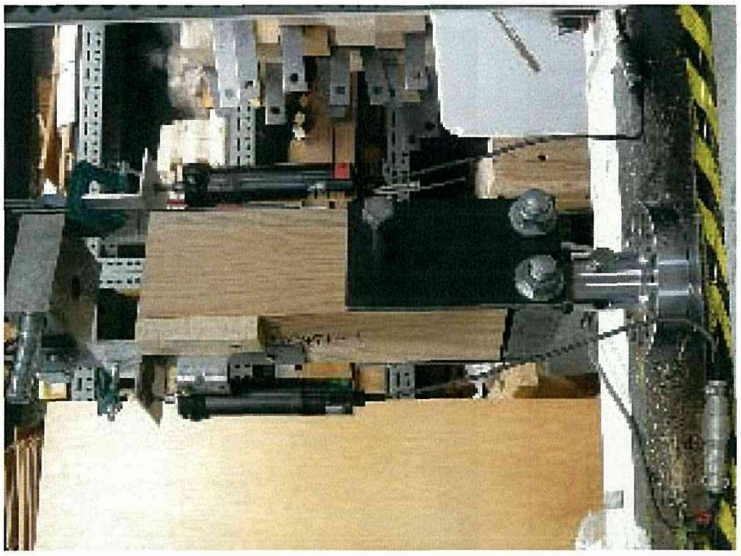
写真 4.2.7 TN45 皿（スギ、せん断（繊維平行））の５体目 ５体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.8 TN45 平（ベイマツ、せん断（繊維平行））の１体目	
写真 4.2.9 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

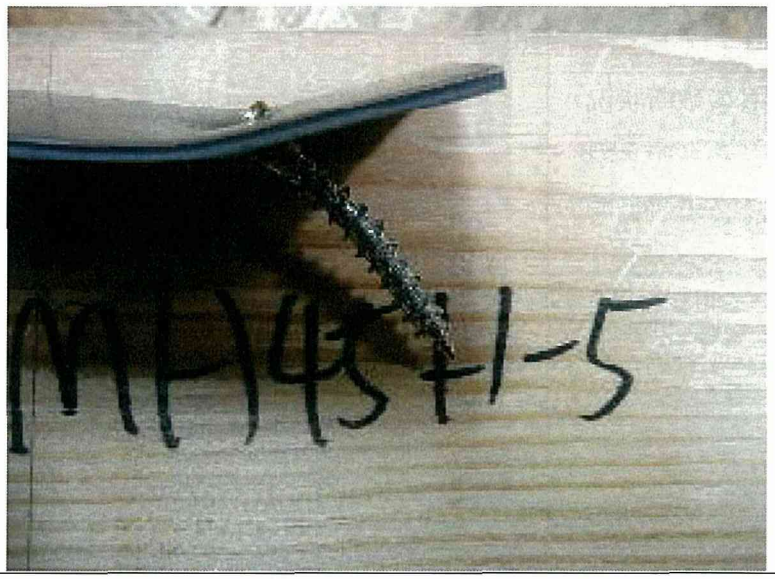
写真 4.2.10 ５体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.11 同上	
写真 4.2.12 TN45 皿（ベイマツ、せん断（繊維平行））の１体目	

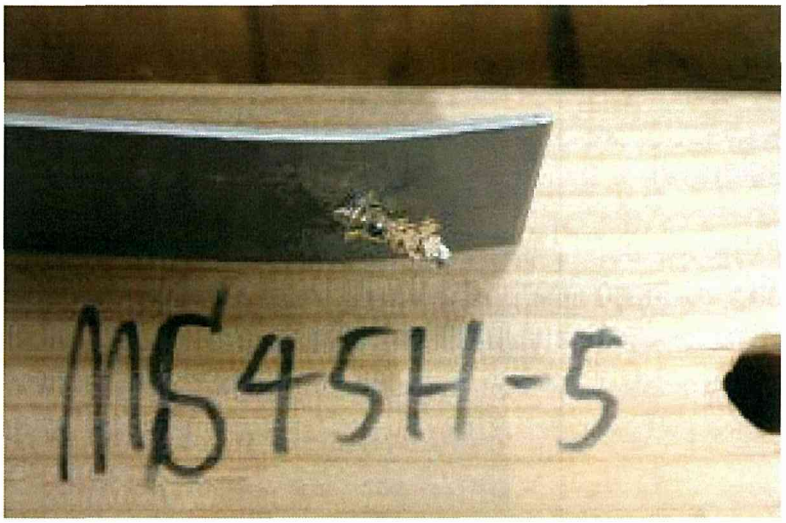
写真 4.2.13 １体目の破断状況 タッピングネジのパンチングアウト	
写真 4.2.14 TN45 皿（ベイマツ、せん断（繊維平行））の５体目 ５体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.15 TN65 平（スギ、せん断（繊維平行））の２体目 ２体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

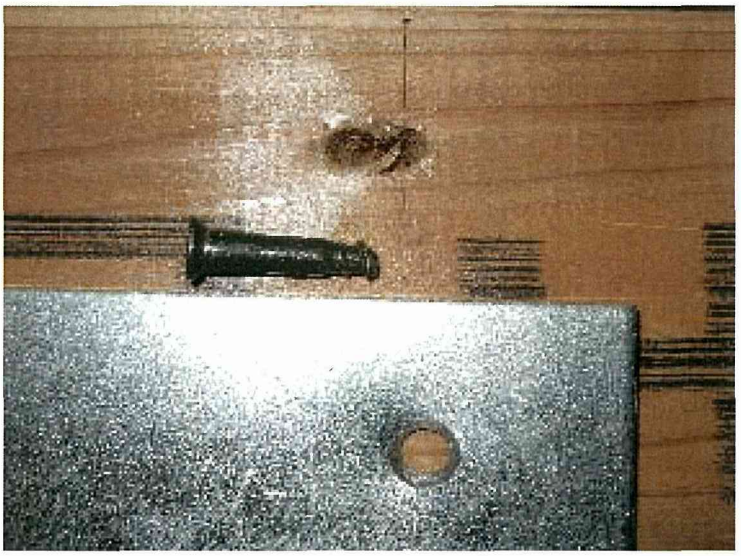
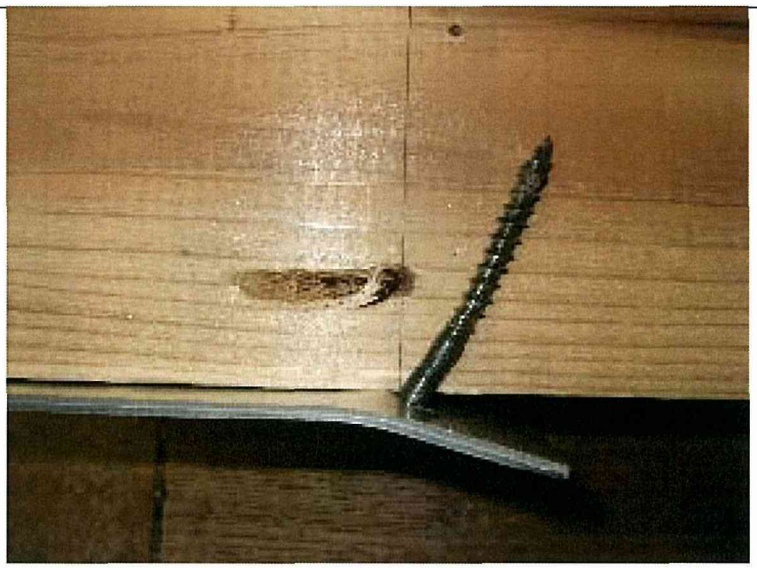
写真 4.2.16 TN65 皿（スギ、せん断（繊維平行））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.17 TN65 皿（スギ、せん断（繊維平行））の２体目 ２体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.18 TN65 皿（スギ、せん断（繊維平行））の５体目 ５体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

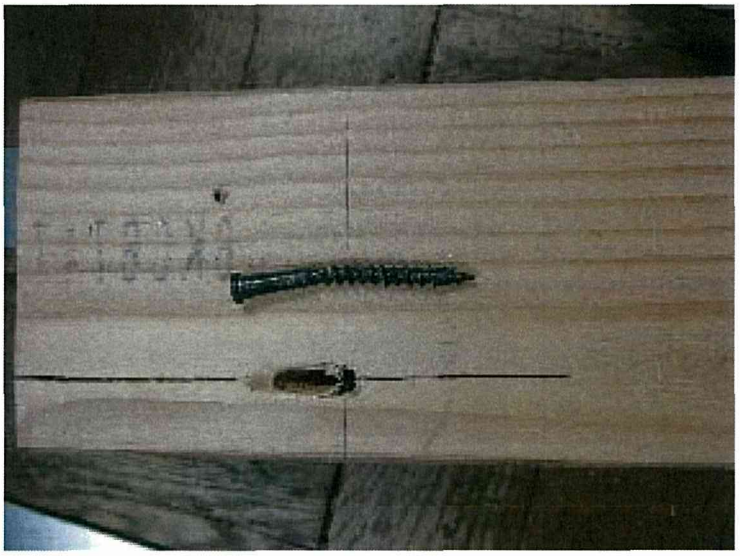
写真 4.2.19 TN65 平(ベイマツ、せん断(繊維平行))の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.20 TN65 平(ベイマツ、せん断(繊維平行))の３体目 ３体目の破断状況 木材の割裂	
写真 4.2.21 TN65 皿(ベイマツ、せん断(繊維平行))の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	

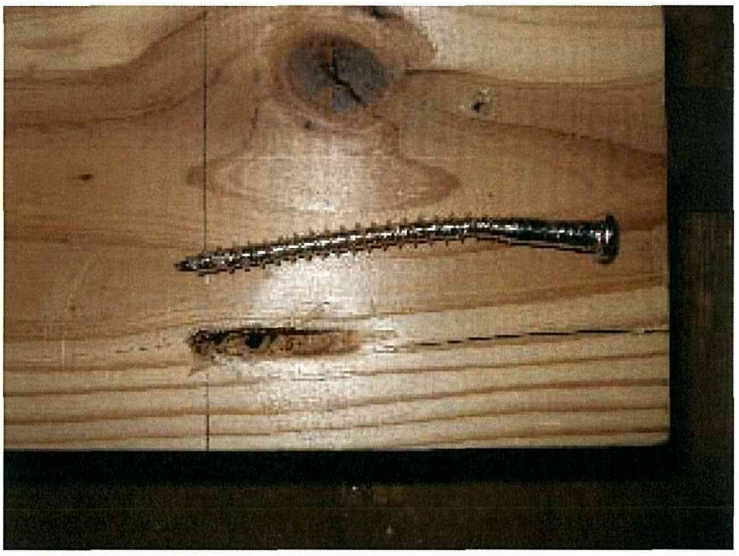
写真 4.2.22 TN65 皿（ベイマツ、せん断（繊維平行））の６体目 ６体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.23 TN90 鍋（スギ、せん断（繊維平行））の１体目 １体目の破断状況 木材の割裂	
写真 4.2.24 TN90 鍋（ベイマツ、せん断（繊維平行））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

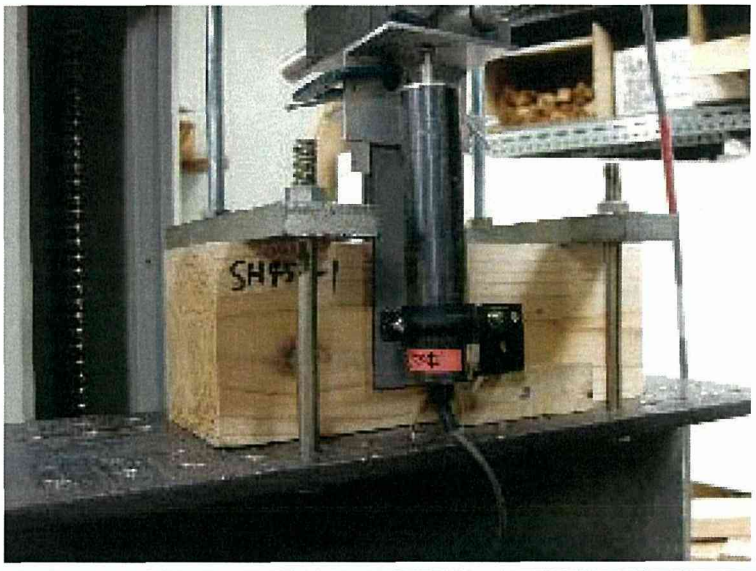
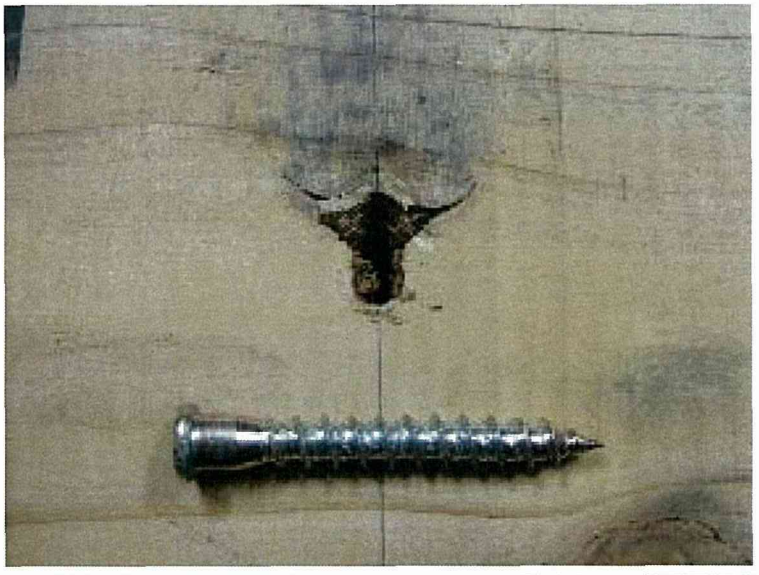
写真 4.2.25 TN90 鍋（ベイマツ、せん断（繊維平行））の４体目 ４体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.26 TN45 平（スギ、せん断（繊維直交））の１体目	
写真 4.2.27 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	

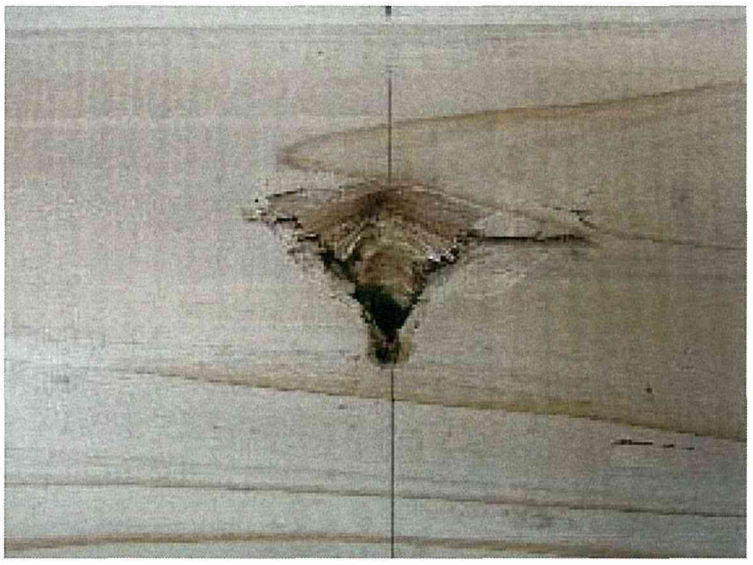
写真 4.2.28 ３体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.29 TN45 皿（スギ、せん断（繊維直交））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.30 ２体目の破断状況 タッピングネジの破断	

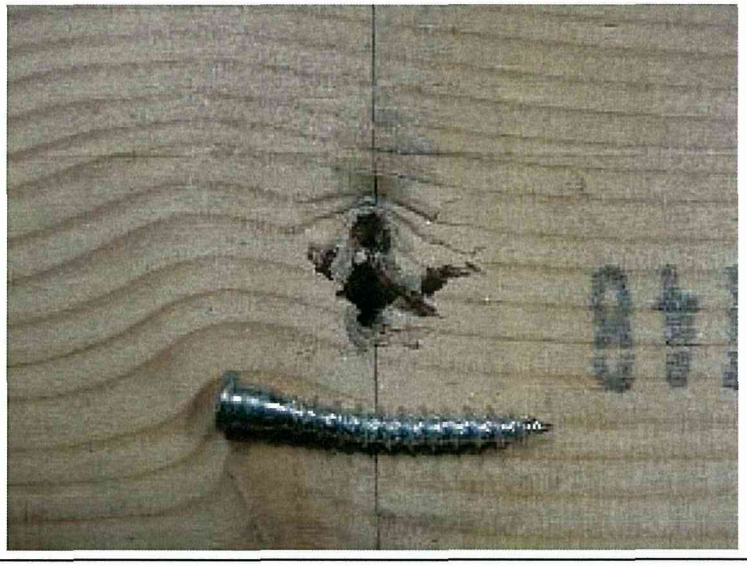
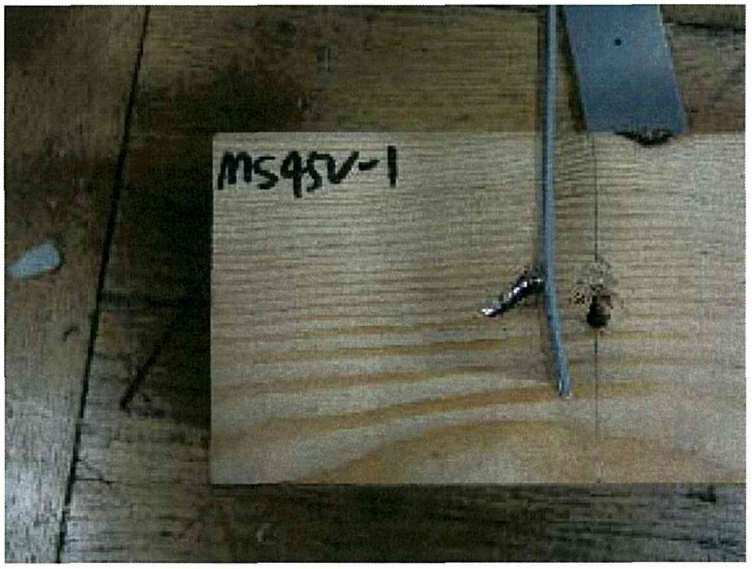
写真 4.2.31 TN45 平(ベイマツ、せん断(繊維直交))の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.32 ６体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.33 TN45 皿(ベイマツ、せん断(繊維直交))の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	

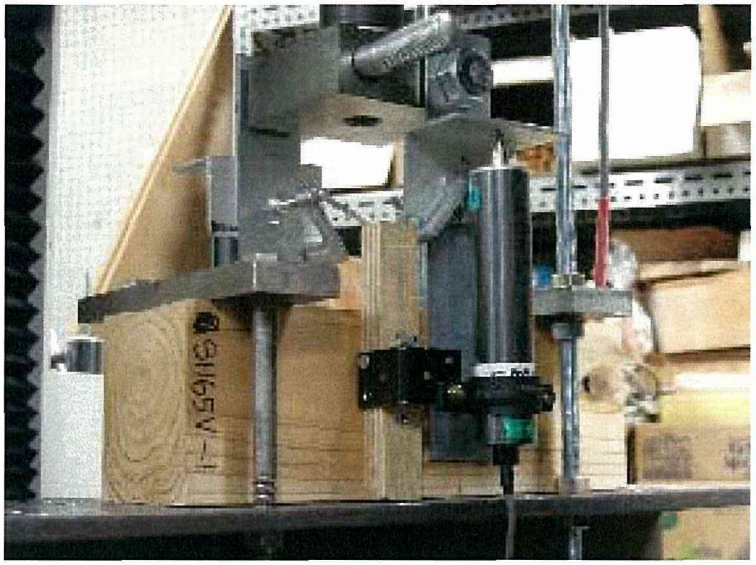
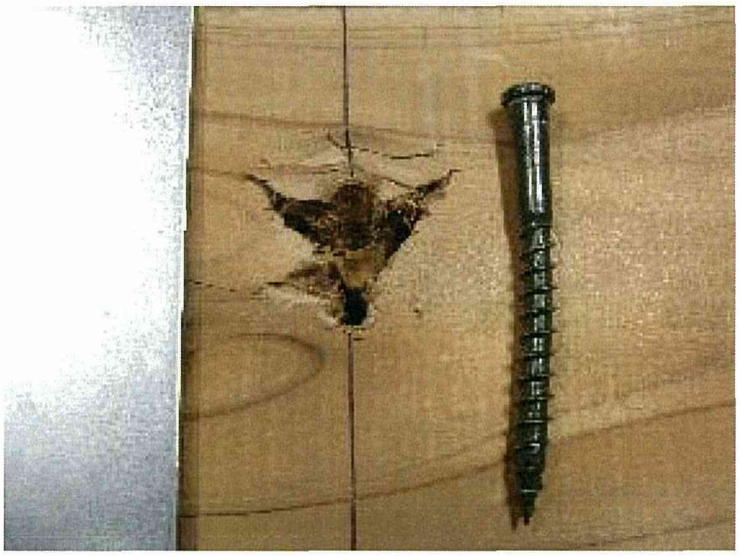
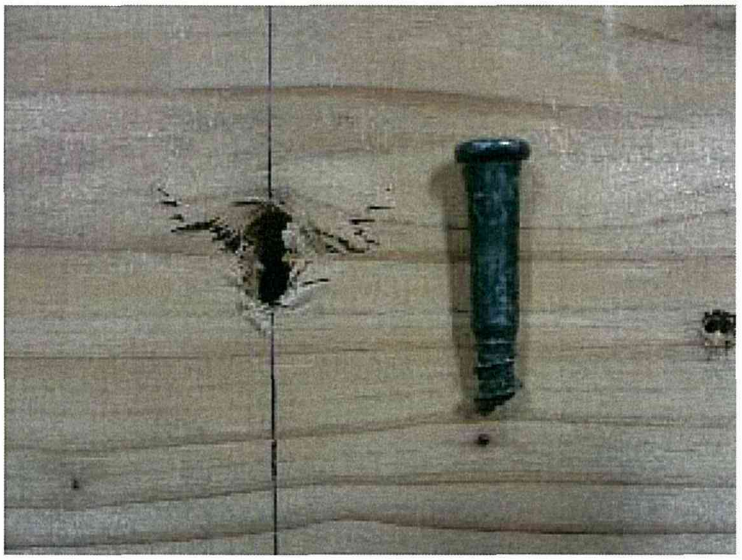
写真 4.2.34 TN65 平（スギ、せん断（繊維直交））の１体目	
写真 4.2.35 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.36 ２体目の破断状況 タッピングネジの破断	

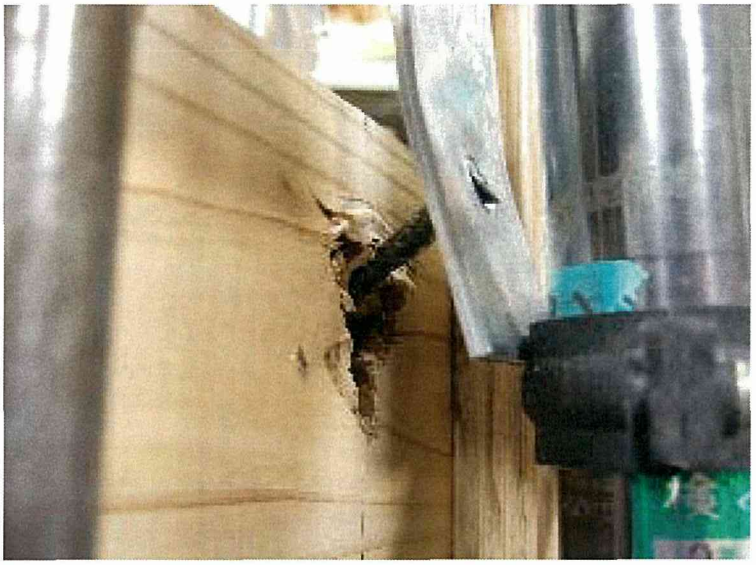
写真 4.2.37 TN65皿（スギ、せん断（繊維直交））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.38 ２体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.39 TN65平（ベイマツ、せん断（繊維直交））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	

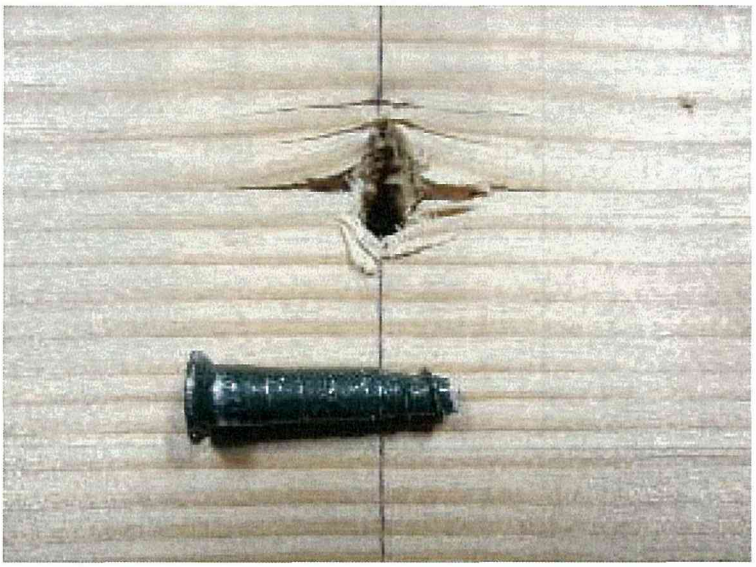
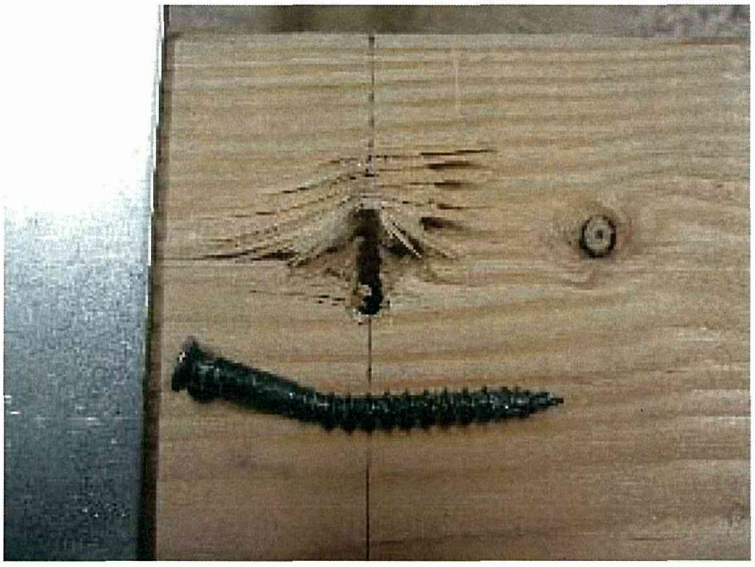
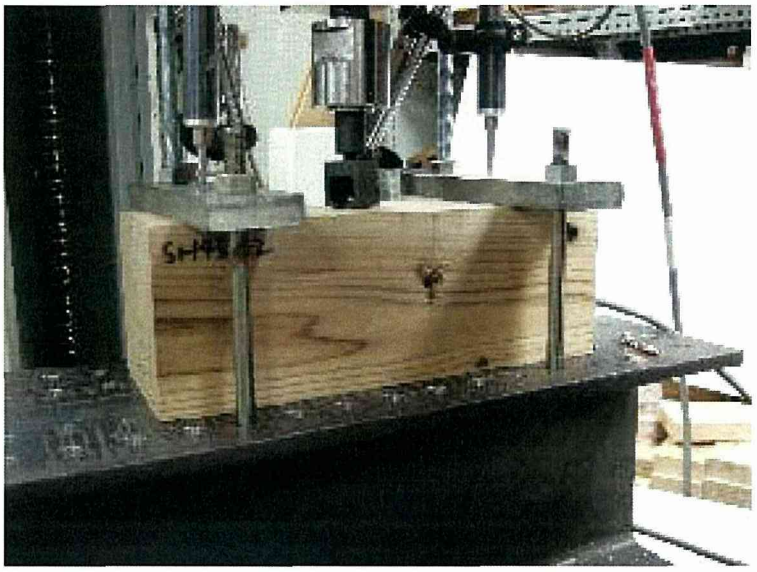
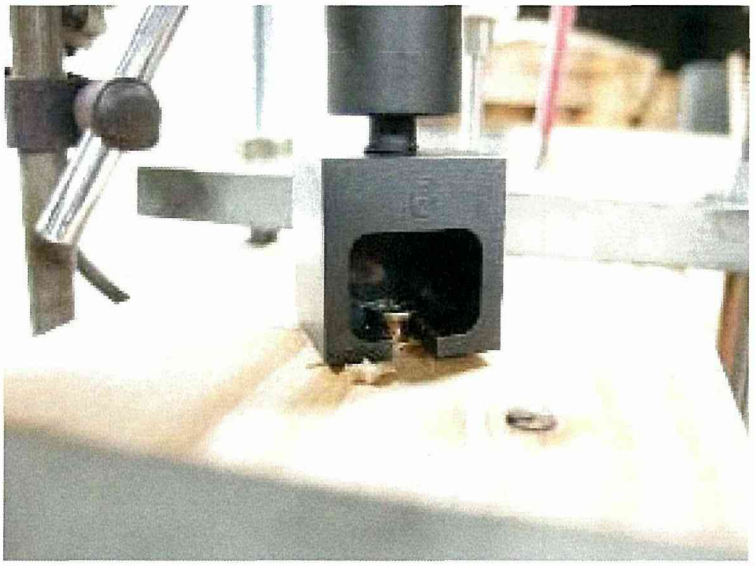
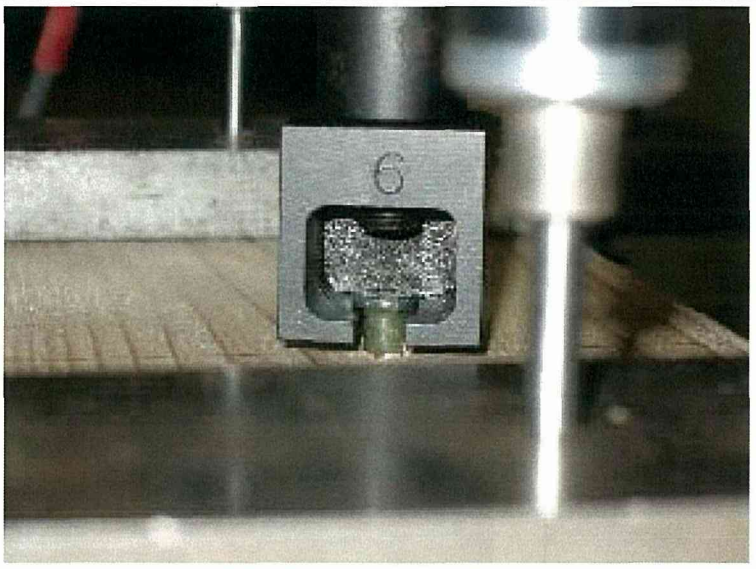
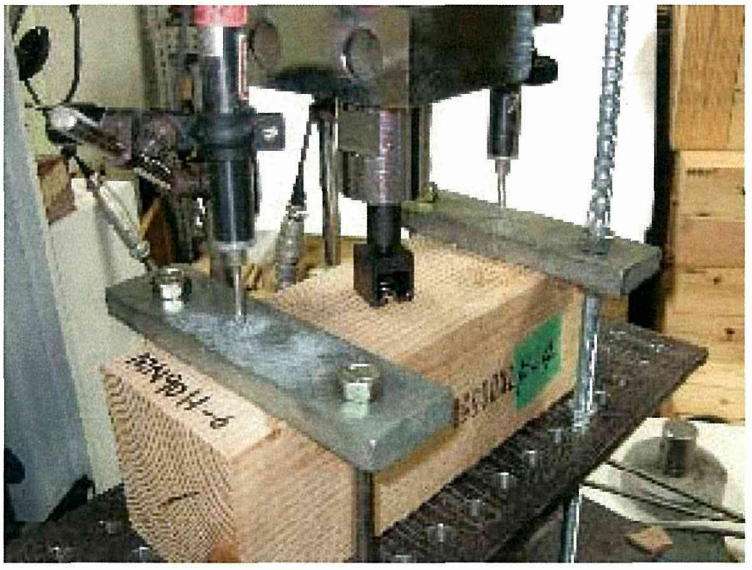
写真 4.2.40 TN65皿（ベイマツ、せん断（繊維直交））の１体目 １体目の破断状況 タッピングネジの破断	
写真 4.2.41 ６体目の破断状況 タッピングネジの引き抜け	
写真 4.2.42 TN45 平（引き抜き）の試験の様子	

写真 4.2.43 同上	
写真 4.2.44 TN45 平(引き抜き)の試験の様子	
写真 4.2.45 TN90 鍋(引き抜き)の試験の様子	

5．第二次試験

第一次試験では、ベイマツなどの堅い材に対して、タッピングネジの脆性的な破壊が多かったため、第二次試験では粘り強さを向上させるため、熱処理により、タッピングネジの硬度を変え、柔らかく粘り強くしたもので試験を行った。

また、焼き入れの違いによる影響を比較することが目的であったため、タッピングネジの種類は TN65 平で、試験方法は一面せん断試験(繊維平行方向)のみとした。

5.1　試験体

(1)試験体の構成材料

試験体の構成材料は、表 5.1.1 のとおりである。

表 5.1.1　一面せん断試験(繊維平行方向)試験体の構成材料

項　目	仕様詳細				
載荷方法	引張型せん断				
試験体の種類	試験体記号	樹種と部材寸法		ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾈｼﾞの種類	試験体数
	SH65H-WH	スギ製材	105×105×300	TN65平(浸炭)	6
	SH65H-WL	スギ製材	105×105×300	TN65平(調質)	6
	MH65H-WH	ベイマツ製材	105×105×300	TN65平(浸炭)	6
	MH65H-WH	ベイマツ製材	105×105×300	TN65平(調質)	6
	試験体の合計				２４
試験用鋼板の種類	側材鋼板：長250㎜×幅45㎜×厚3.2㎜ ネジ孔径：φ6㎜ ボルト孔径：φ22㎜				
木材の加工	試験加力用ピン孔径：φ12㎜				
接合方法	木材－金物：木材の両側に側材鉄板１枚を介してビス１本留め。				

※試験体記号の最初のアルファベットは主材種類、２番目はねじ頭の種類、最後は焼き入れの種類を示す。

(2)タッピングネジの仕様

タッピングネジの詳細は、図 4.1.1～4.1.5 の表面硬度及び内面硬度を表 5.1.3 のとおり変更したものである。鋼板については、図 4.1.6 と同じものを使用した。

表 5.1.2　第一次試験のタッピングネジの硬度(変更前)

表面硬度	内部硬度
500～600 Hv	350～410 Hv

表 5.1.3 第二次試験のタッピングネジの硬度と焼き入れ条件(変更後)

焼き質	表面硬度	内部硬度	トルク	焼入れ温度	焼戻し温度	CP値
浸炭	422.1Hv	273.7 Hv	10.2～10.5N・m	880℃-35 分	450℃-90 分	1.0%
調質	426.2Hv	402.9 Hv	14.0～14.4N・m	850℃-35 分	250℃-90 分	―

5.2 試験結果

（1）試験体別試験結果

試験は、第一次試験と同様、完全弾塑性モデルに置換して各試験値を算出し、0.1～0.2Pmax 間の傾きを初期剛性と見なした。また、評価の軸として５%OFFSET の値を用いることとした。

一面せん断(繊維平行方向)の試験結果と荷重変位曲線は、表 5.2.1～表 5.2.4 及び図 5.2.1～図 5.2.4 に示す。

（2）試験結果一覧

試験結果を纏めた表を表 5.2.5 に示す。

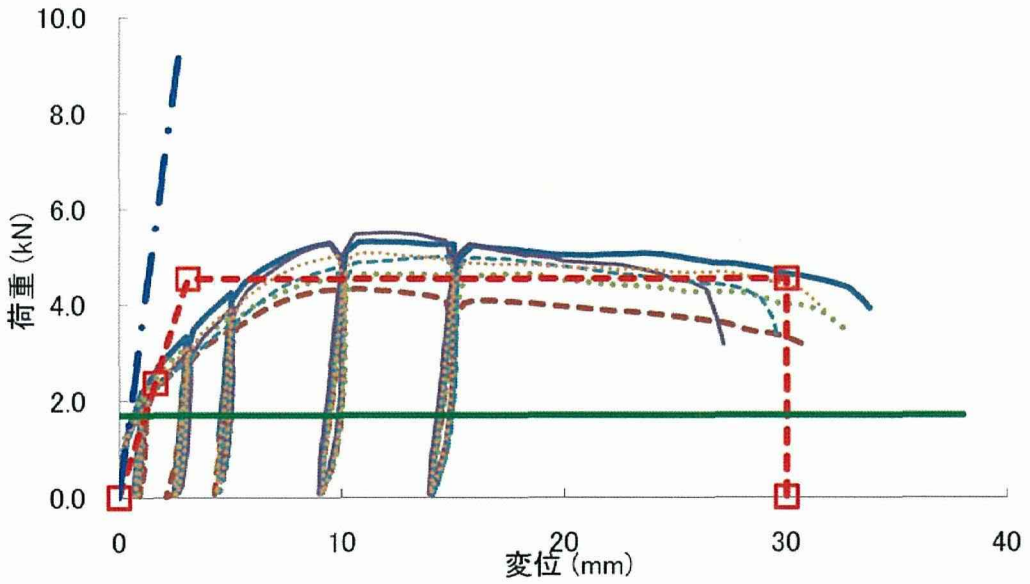
（3）試験時写真

試験時の写真は、写真 5.2.1～写真 5.2.4 に示す。

表5.2.1　SH65H-WHの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SH65H-WH　　主材：スギ　　接合具：H65　　主材繊維方向：加力平行方向　　熱処理：浸炭

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
SH65H-WH-1	0.42	12.1	5.32	11.34	1.78	2.46	1.39	4.88	33.09	2.75	154.78	12.04	0.21
SH65H-WH-2	0.34	10.9	4.33	10.54	1.50	2.10	1.40	3.90	28.30	2.59	105.29	10.91	0.22
SH65H-WH-3	0.36	16.7	4.64	11.13	1.67	2.35	1.40	4.29	32.15	2.57	132.44	12.52	0.20
SH65H-WH-4	0.39	11.5	5.51	11.76	1.25	2.50	2.01	4.92	26.11	3.95	118.78	6.61	0.29
SH65H-WH-5	0.39	11.1	5.01	14.65	1.33	2.29	1.72	4.54	29.08	3.41	124.27	8.53	0.25
SH65H-WH-6	0.38	10.4	5.08	10.99	1.24	2.53	2.05	4.69	31.46	3.79	138.58	8.30	0.25
average	0.38	12.1	4.98	11.74	1.46	2.37	1.66	4.54	30.03	3.18	129.02	9.82	0.24
S.D.	0.03	2.3	0.43	1.48	0.23	0.16	0.31	0.39	2.65	0.62	17.07	2.35	0.03
C.V.	0.07	0.2	0.09	0.13	0.16	0.07	0.19	0.09	0.09	0.20	0.13	0.24	0.13



SH65H-WH 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH65H-WH-1	3.44	1.97	0.80	引き抜け
SH65H-WH-2	3.91	1.52	0.60	引き抜け
SH65H-WH-3	4.99	1.72	0.59	引き抜け
SH65H-WH-4	3.02	1.64	0.74	引き抜け
SH65H-WH-5	2.44	1.77	0.90	引き抜け
SH65H-WH-6	2.81	1.59	0.70	引き抜け
average	3.44	1.70	0.72	
S.D.	0.92	0.16	0.12	
C.V.	0.27	0.09	0.17	

K：0.1-0.2Pmax間の傾きPy：5%オフセット値

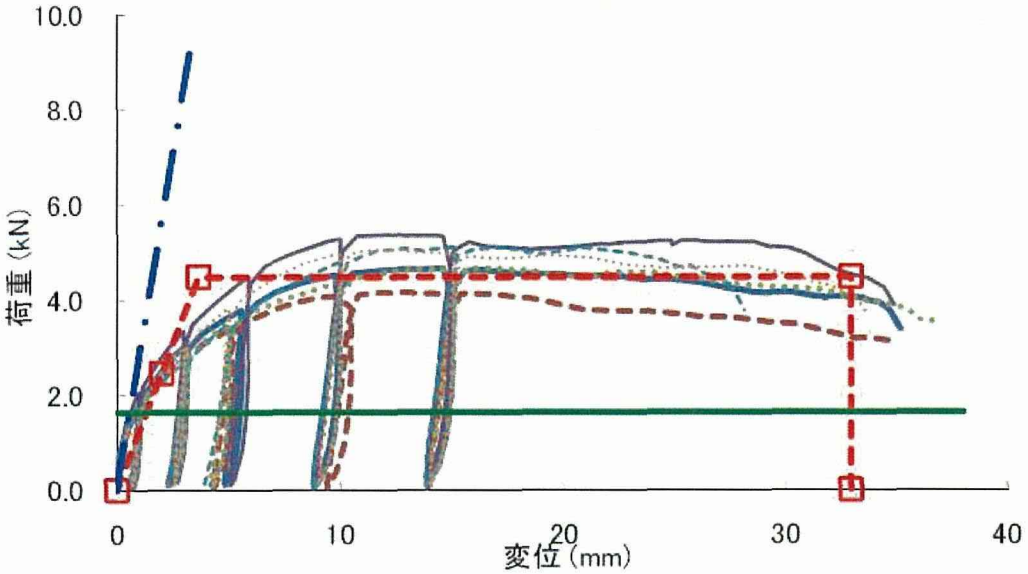
SH65H-WH-1　SH65H-WH-2
SH65H-WH-3　SH65H-WH-4
SH65H-WH-5　SH65H-WH-6
完全弾塑性　0.1-0.2Pmax
Py-5%offset

図5.2.1　SH65H-WHの荷重変位曲線

表5.2.2　SH65H-WLの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：SH65H-WL　　主材：スギ　　接合具：H65　　主材繊維方向：加力平行方向　　熱処理：調質

完全弾塑性 試験体名	比重	含水率	Pmax	δPmax	K	Py	δy	Pu	δu	δv	E	μ	Ds
	-	%	kN	mm	kN/mm	kN	mm	kN	mm	mm	kN·mm	-	-
SH65H-WL-1	0.39	13.4	4.66	14.36	1.26	2.48	1.97	4.32	34.79	3.43	142.79	10.15	0.23
SH65H-WL-2	0.34	14.3	4.15	11.24	1.21	2.22	1.84	3.80	31.92	3.15	115.34	10.14	0.23
SH65H-WL-3	0.38	12.8	4.67	15.78	1.11	2.46	2.22	4.32	35.74	3.89	146.07	9.18	0.24
SH65H-WL-4	0.40	11.5	5.37	12.19	1.48	2.66	1.79	5.03	34.34	3.39	164.23	10.13	0.23
SH65H-WL-5	0.40	12.0	5.12	15.15	1.03	2.42	2.35	4.75	27.74	4.60	120.78	6.03	0.30
SH65H-WL-6	0.41	11.0	5.05	12.03	1.23	2.49	2.03	4.68	33.09	3.80	145.86	8.71	0.25
average	0.39	12.5	4.84	13.46	1.22	2.46	2.03	4.48	32.94	3.71	139.18	9.06	0.25
S.D.	0.03	1.2	0.43	1.88	0.15	0.14	0.22	0.43	2.87	0.52	18.11	1.60	0.03
C.V.	0.07	0.1	0.09	0.14	0.13	0.06	0.11	0.10	0.09	0.14	0.13	0.18	0.12



SH65H-WL 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K	Py	δy	破壊形態
	kN/mm	kN	mm	
SH65H-WL-1	2.63	1.54	0.75	引き抜け
SH65H-WL-2	2.81	1.49	0.73	引き抜け
SH65H-WL-3	3.18	1.60	0.69	引き抜け
SH65H-WL-4	3.43	1.85	0.76	引き抜け
SH65H-WL-5	2.52	1.58	0.75	引き抜け
SH65H-WL-6	2.21	1.74	0.95	引き抜け
average	2.80	1.63	0.77	
S.D.	0.45	0.14	0.09	
C.V.	0.16	0.08	0.12	

K：0.1-0.2Pmax間の傾きPy：5%オフセット値

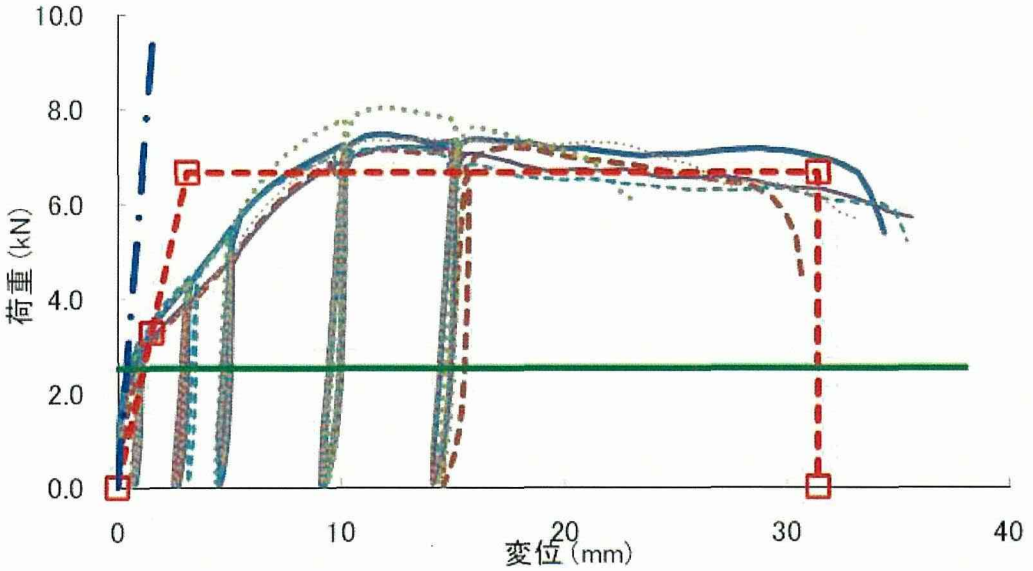
SH65H-WL-1　SH65H-WL-2
SH65H-WL-3　SH65H-WL-4
SH65H-WL-5　SH65H-WL-6
完全弾塑性　0.1-0.2Pmax
Py-5%offset

図5.2.2　SH65H-WLの荷重変位曲線

表5.2.3　MH65H-WHの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MH65H-WH　　主材：ベイマツ　　接合具：H65　　主材繊維方向：加力平行方向　　熱処理：浸炭

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ -	Ds -
MH65H-WH-1	0.58	13.6	7.47	11.78	2.08	3.47	1.67	6.93	33.95	3.32	223.62	10.21	0.23
MH65H-WH-2	0.46	10.3	7.20	17.37	1.96	3.05	1.56	6.49	29.99	3.31	183.76	9.06	0.24
MH65H-WH-3	0.48	9.0	8.03	12.16	2.18	3.52	1.61	7.05	22.20	3.23	145.09	6.88	0.28
MH65H-WH-4	0.54	10.5	7.21	12.93	2.15	3.08	1.43	6.38	35.09	2.96	214.41	11.84	0.21
MH65H-WH-5	0.50	9.0	7.21	12.26	2.80	3.23	1.16	6.35	34.95	2.27	214.56	15.41	0.18
MH65H-WH-6	0.53	8.5	7.37	13.92	1.57	3.29	2.09	6.76	32.12	4.30	202.74	7.47	0.27
average	0.51	10.2	7.41	13.40	2.13	3.27	1.58	6.66	31.38	3.23	197.36	10.14	0.23
S.D.	0.04	1.9	0.32	2.09	0.40	0.19	0.31	0.30	4.89	0.66	29.06	3.15	0.04
C.V.	0.08	0.2	0.04	0.16	0.19	0.06	0.19	0.04	0.16	0.20	0.15	0.31	0.15



MH65H-WH 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH65H-WH-1	7.94	2.53	0.53	引き抜け
MH65H-WH-2	3.24	2.50	1.01	引き抜け
MH65H-WH-3	5.04	2.67	0.75	主材割裂
MH65H-WH-4	5.22	2.43	0.70	引き抜け
MH65H-WH-5	9.55	2.62	0.54	引き抜け
MH65H-WH-6	4.73	2.36	0.77	引き抜け
average	5.95	2.52	0.72	
S.D.	2.33	0.11	0.18	
C.V.	0.39	0.05	0.25	

K：0.1-0.2Pmax間の傾きPy：5%オフセット値

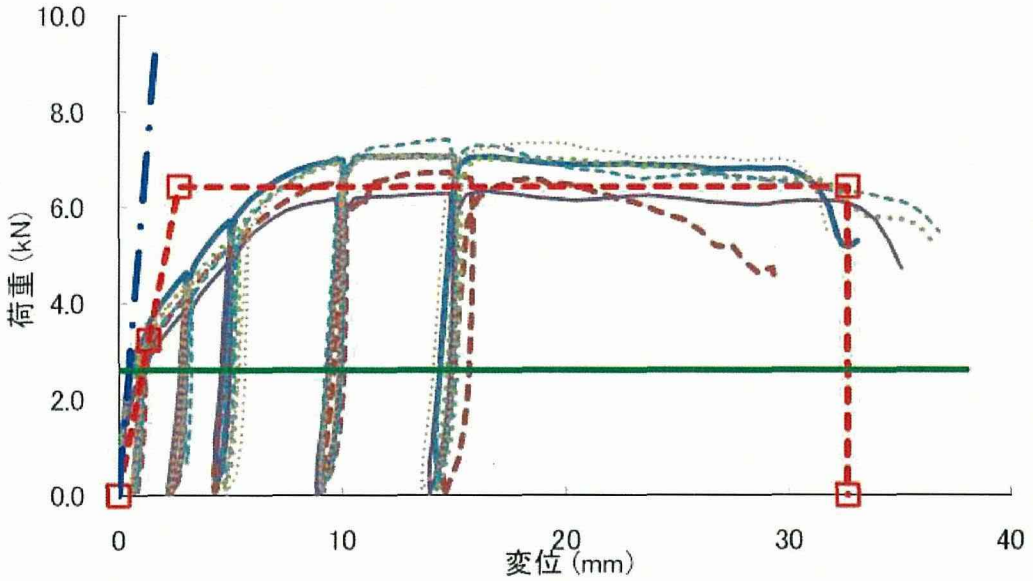
MH65H-WH-1　MH65H-WH-2
MH65H-WH-3　MH65H-WH-4
MH65H-WH-5　MH65H-WH-6
完全弾塑性　0.1-0.2Pmax
Py-5%offset

図5.2.3　SH65H-WLの荷重変位曲線

表5.2.4　MH65H-WLの一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

シリーズ名：MH65H-WL　　主材：ベイマツ　　接合具：H65　　主材繊維方向：加力平行方向　　熱処理：調質

完全弾塑性 試験体名	比重 -	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN・mm	μ -	Ds -
MH65H-WL-1	0.58	14.9	7.08	13.39	2.93	3.34	1.14	6.65	32.07	2.27	205.55	14.12	0.19
MH65H-WL-2	0.51	11.4	6.73	14.27	2.06	3.24	1.57	6.12	26.16	2.97	151.12	8.81	0.25
MH65H-WL-3	0.51	11.9	7.10	12.17	2.42	3.29	1.36	6.53	35.66	2.70	224.03	13.21	0.20
MH65H-WL-4	0.55	11.0	6.34	16.49	2.01	2.90	1.44	5.97	34.69	2.96	198.12	11.71	0.21
MH65H-WL-5	0.51	10.5	7.42	14.81	2.22	3.32	1.49	6.58	35.82	2.97	226.10	12.08	0.21
MH65H-WL-6	0.54	11.0	7.36	17.90	2.60	3.35	1.29	6.72	31.52	2.59	203.15	12.19	0.21
average	0.53	11.8	7.00	14.84	2.37	3.24	1.38	6.43	32.65	2.74	201.34	12.02	0.21
S.D.	0.03	1.6	0.41	2.08	0.35	0.17	0.15	0.31	3.66	0.28	27.13	1.80	0.02
C.V.	0.05	0.1	0.06	0.14	0.15	0.05	0.11	0.05	0.11	0.10	0.13	0.15	0.09



MH65H-WL 荷重ー変位曲線

5%オフセット 試験体名	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
MH65H-WL-1	6.39	2.87	0.71	引き抜け
MH65H-WL-2	3.98	2.52	0.88	引き抜け
MH65H-WL-3	5.14	2.65	0.72	引き抜け
MH65H-WL-4	4.73	2.26	0.76	引き抜け
MH65H-WL-5	7.52	2.65	0.64	引き抜け
MH65H-WL-6	6.19	2.68	0.69	引き抜け
average	5.66	2.60	0.73	
S.D.	1.28	0.20	0.08	
C.V.	0.23	0.08	0.11	

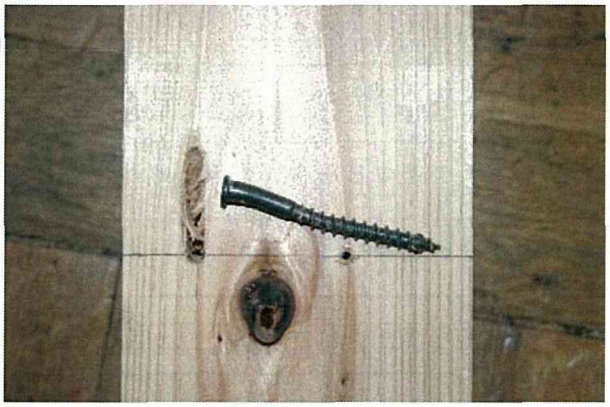
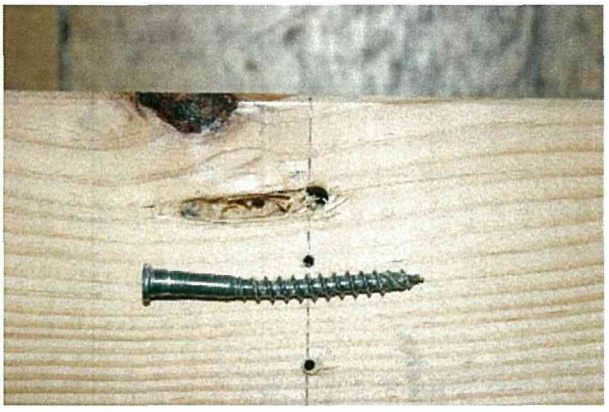
K：0.1-0.2Pmax間の傾きPy：5%オフセット値

MH65H-WL-1　MH65H-WL-2　MH65H-WL-3　MH65H-WL-4　MH65H-WL-5　MH65H-WL-6　完全弾塑性　0.1-0.2Pmax　Py-5%offset

図5.2.4　SH65H-WLの荷重変位曲線

表5.2.5　一面せん断(繊維平行方向)の試験結果

試験体	主材	接合具	焼き入れの種類	繊維方向	比重	含水率 %	Pmax kN	δPmax mm	K kN/mm	Py kN	δy mm	Pu kN	δu mm	δv mm	E kN·mm	μ	Ds	K kN/mm	Py kN	δy mm	破壊形態
SH65H-WH1	スギ	H65	浸炭	平行	0.42	12.1	5.32	11.34	1.78	2.46	1.39	4.88	33.09	2.75	154.78	12.04	0.21	3.44	1.97	0.80	引き抜け
SH65H-WH2	スギ	H65	浸炭	平行	0.34	10.9	4.33	10.54	1.50	2.10	1.40	3.90	28.30	2.59	105.29	10.91	0.22	3.91	1.52	0.60	引き抜け
SH65H-WH3	スギ	H65	浸炭	平行	0.36	16.7	4.64	11.13	1.67	2.35	1.40	4.29	32.15	2.57	132.44	12.52	0.20	4.99	1.72	0.59	引き抜け
SH65H-WH4	スギ	H65	浸炭	平行	0.39	11.5	5.51	11.76	1.25	2.50	2.01	4.92	26.11	3.95	118.78	6.61	0.29	3.02	1.64	0.74	引き抜け
SH65H-WH5	スギ	H65	浸炭	平行	0.39	11.1	5.01	14.65	1.33	2.29	1.72	4.54	29.08	3.41	124.27	8.53	0.25	2.44	1.77	0.90	引き抜け
SH65H-WH6	スギ	H65	浸炭	平行	0.38	10.4	5.08	10.99	1.24	2.53	2.05	4.69	31.46	3.79	138.58	8.30	0.25	2.81	1.59	0.70	引き抜け
SH65H-WL1	スギ	H65	調質	平行	0.39	13.4	4.66	14.36	1.26	2.48	1.97	4.32	34.79	3.43	142.79	10.15	0.23	2.63	1.54	0.75	引き抜け
SH65H-WL2	スギ	H65	調質	平行	0.34	14.3	4.15	11.24	1.21	2.22	1.84	3.80	31.92	3.15	115.34	10.14	0.23	2.81	1.49	0.73	引き抜け
SH65H-WL3	スギ	H65	調質	平行	0.38	12.8	4.67	15.78	1.11	2.46	2.22	4.32	35.74	3.89	146.07	9.18	0.24	3.18	1.60	0.69	引き抜け
SH65H-WL4	スギ	H65	調質	平行	0.40	11.5	5.37	12.19	1.48	2.66	1.79	5.03	34.34	3.39	164.23	10.13	0.23	3.43	1.85	0.76	引き抜け
SH65H-WL5	スギ	H65	調質	平行	0.40	12.0	5.12	15.15	1.03	2.42	2.35	4.75	27.74	4.60	120.78	6.03	0.30	2.52	1.58	0.75	引き抜け
SH65H-WL6	スギ	H65	調質	平行	0.41	11.0	5.05	12.03	1.23	2.49	2.03	4.68	33.09	3.80	145.86	8.71	0.25	2.21	1.74	0.95	引き抜け
MH65H-WH1	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.58	13.6	7.47	11.78	2.08	3.47	1.67	6.93	33.95	3.32	223.62	10.21	0.23	7.94	2.53	0.53	引き抜け
MH65H-WH2	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.46	10.3	7.20	17.37	1.96	3.05	1.56	6.49	29.99	3.31	183.76	9.06	0.24	3.24	2.50	1.01	引き抜け
MH65H-WH3	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.48	9.0	8.03	12.16	2.18	3.52	1.61	7.05	22.20	3.23	145.09	6.88	0.28	5.04	2.67	0.75	主材割裂
MH65H-WH4	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.54	10.5	7.21	12.93	2.15	3.08	1.43	6.38	35.09	2.96	214.41	11.84	0.21	5.22	2.43	0.70	引き抜け
MH65H-WH5	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.50	9.0	7.21	12.26	2.80	3.23	1.16	6.35	34.95	2.27	214.56	15.41	0.18	9.55	2.62	0.54	引き抜け
MH65H-WH6	ベイマツ	H65	浸炭	平行	0.53	8.5	7.37	13.92	1.57	3.29	2.09	6.76	32.12	4.30	202.74	7.47	0.27	4.73	2.36	0.77	引き抜け
MH65H-WL1	ベイマツ	H65	調質	平行	0.58	14.9	7.08	13.39	2.93	3.34	1.14	6.65	32.07	2.27	205.55	14.12	0.19	6.39	2.87	0.71	引き抜け
MH65H-WL2	ベイマツ	H65	調質	平行	0.51	11.4	6.73	14.27	2.06	3.24	1.57	6.12	26.16	2.97	151.12	8.81	0.25	3.98	2.52	0.88	引き抜け
MH65H-WL3	ベイマツ	H65	調質	平行	0.51	11.9	7.10	12.17	2.42	3.29	1.36	6.53	35.66	2.70	224.03	13.21	0.20	5.14	2.65	0.72	引き抜け
MH65H-WL4	ベイマツ	H65	調質	平行	0.55	11.0	6.34	16.49	2.01	2.90	1.44	5.97	34.69	2.96	198.12	11.71	0.21	4.73	2.26	0.76	引き抜け
MH65H-WL5	ベイマツ	H65	調質	平行	0.51	10.5	7.42	14.81	2.22	3.32	1.49	6.58	35.82	2.97	226.10	12.08	0.21	7.52	2.65	0.64	引き抜け
MH65H-WL6	ベイマツ	H65	調質	平行	0.54	11.0	7.36	17.90	2.60	3.35	1.29	6.72	31.52	2.59	203.15	12.19	0.21	6.19	2.68	0.69	引き抜け

写真5.2.1 TN65平(浸炭)(スギ、せん断(繊維平行)) の試験結果 ・タッピングネジの引き抜け	
写真5.2.2 TN65平(調質)(スギ、せん断(繊維平行)) の試験結果 ・タッピングネジの引き抜け	
写真5.2.3 TN65平(浸炭)(ベイマツ、せん断(繊維平行)) の試験結果 ・タッピングネジの引き抜け	
写真5.2.4 TN65平(調質)(ベイマツ、せん断(繊維平行)) の試験結果 ・タッピングネジの引き抜け	

5.3　考察

第一次試験と比較すると、全般的な性能は向上している。
浸炭と調質の性能を比較すると、あまり大きな違いはない。手間やコストが掛かる調質より浸炭の方が焼入れ方法として望ましいと考えられる。

（1）スギ試験体

第一次試験と比較すると靭性や剛性が向上している。

Ｐｙについては、個々の試験を比較すると第一次試験の方が高い値となっているが、破壊性状のバラツキがなくなり、バラツキ係数が抑えられたため、平均してバラツキ係数を乗じるとほぼ近い値となる。

（2）ベイマツ試験体

タッピングネジの破断による破壊性状が無くなったため、靭性が大幅に向上した。
同様に剛性も向上している。
靭性が増した分、Ｐｙが低下する結果となった。

第２章　Ｃマーク金物接合部の引張・せん断試験

第２章　Ｃマーク金物接合部の引張・せん断試験

１．金物形状の検討

1.1　各ツーバイフォーメーカーによる躯体調査

金物形状の検討にあたり、現在のツーバイフォー工法の躯体が住宅金融支援機構の仕様書に定められている仕様とは、細部で異なり、現仕様に対応した金物長さや形状に改める必要がある。そこで無作為にツーバイフォーメーカーの躯体仕様をホームページを調査し検討を行った。ホームページでは躯体の詳細までわからないものもあったが、表 1.1.1 では省略せず「－」表記している。この結果を踏まえ、金物検討用躯体仕様と、それに対する設計方針概略を図 1-1 に示した。

表 1.1.1　HP 調査結果

メーカー名	1階床		壁		2階床				小屋組
	根太	合板	縦枠	頭つなぎ	床根太	側・端根太	合板	遮音材	
A社	304束立て@455	－	204、206	－	210	210	－	8mm	特殊パネルを標準
B社	404大引き束立て	－	204?	－	－	－	－	－	－
C社	404大引き束立て	－	2F 204、1F 206	1階補足頭つなぎあり？	Iビーム	212	－	8mm	204垂木、オールトラス
D社	－	－	－	－	－	－	－	－	－
E社	－	－	－	－	－	－	－	－	－
F社	404大引き束立て@910	28mm実付き	－	－	－	－	－	特殊制震材＋12.5mm	204垂木
G社	－	実付き	－	－	－	－	－	－	－

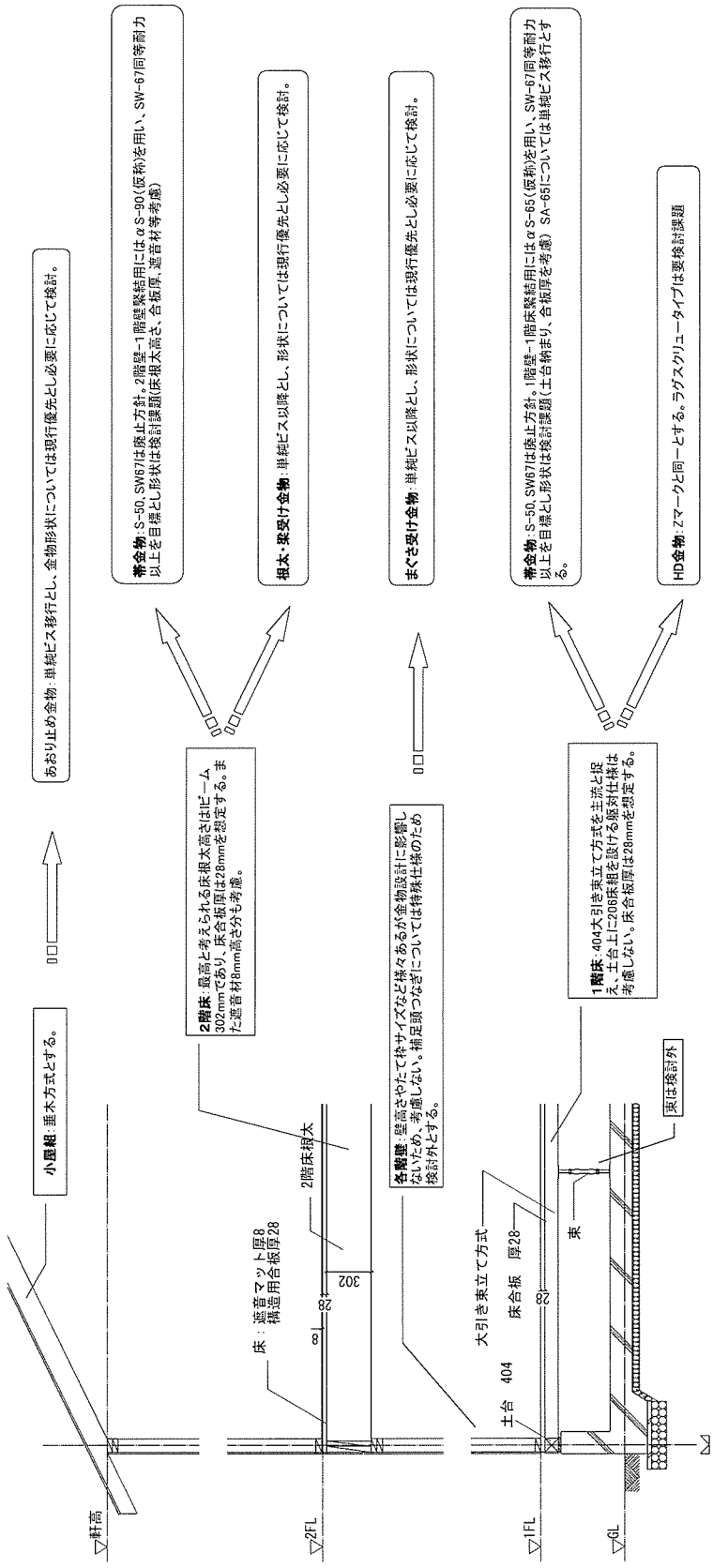


図 1.1.1　金物検討用躯体仕様と設計方針概略

1.2　縁距離、端距離に関する検討

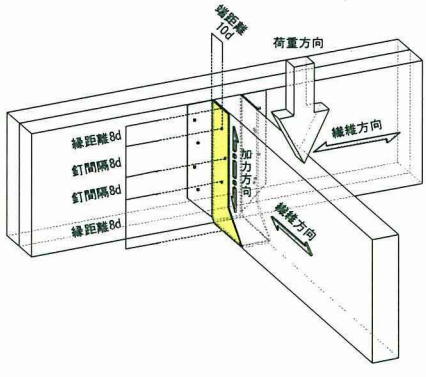
木質構造設計規準に定められている縁距離、端距離の規定に基づき、金物寸法の概略をハンガータイプ金物及び帯状金物を対象として検討した。ビス径は仮定寸法とし算定を行ったところ、上記規定に則るとハンガータイプ金物では現行金物よりも形状を大きくする必要がある。

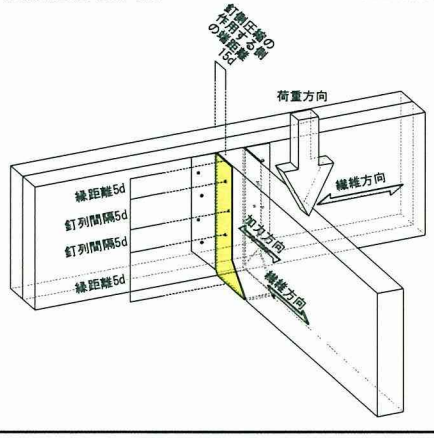
ハンガータイプ金物における考え方

ビス径：　5.0　mmと仮定

1）根太側金物必要寸法

根太等が鉛直方向に荷重を負担する場合		根太等が水平方向に金物から抜け落ちる場合	
必要端距離	50 mm	必要端距離	75 mm
必要縁距離	40 mm	必要（縁距離、釘列間隔）	25 mm
ビス本数	3 本と仮定	ビス本数	3 本と仮定
金物最低必要高さ	160 mm	金物最低必要高さ	100 mm

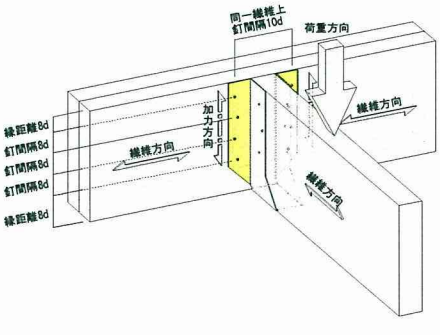




2）側根太側金物必要寸法

鉛直方向に荷重を受ける場合

同一繊維上釘間隔	50 mm
必要（縁距離、釘間隔）	40 mm
ビス本数	4 本と仮定
金物最低必要高さ	200 mm



金物参考寸法(mm)

	現行JH208・210	Zねじ
A寸法	50	75+鋼材必要端距離
B寸法	180	160+鋼材必要端距離
C寸法	175	200+鋼材必要端距離

＊Zねじ本数は現行本数と同じと仮定し算出。

*耐力増加による本数減が期待されるので仮寸法

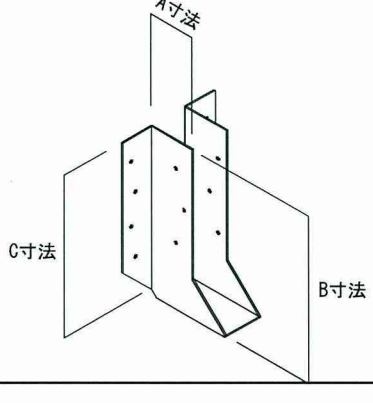


図 1.2.1　ハンガータイプ金物の形状検討

帯状金物の納まりとしては、１階壁を土台と緊結するケースと１－２階のように各階壁を緊結するケースの２種類が想定される。（１階については 404 土台上に 206 床を設ける仕様は検討から除外している。）

１階を土台と緊結する場合、木質構造設計規準に規定される必要寸法を納まり上、満足できない。各階壁を緊結する場合では逃げ寸法に余裕があるため規定される必要寸法を満足させることは可能である。

帯金物における考え方

ビス径: 5.0 mmと仮定

1)たて枠側の必要寸法		2)土台、端・側根太部分必要寸法	
釘間隔	60 mm	釘間隔	
釘側圧縮の作用する側の端距離	75 mm	縁距離	40 mm
縁距離	50		
ビス本数	3 本	ビス本数	3 本
たて枠側必要寸法	195	必要寸法	160 mm

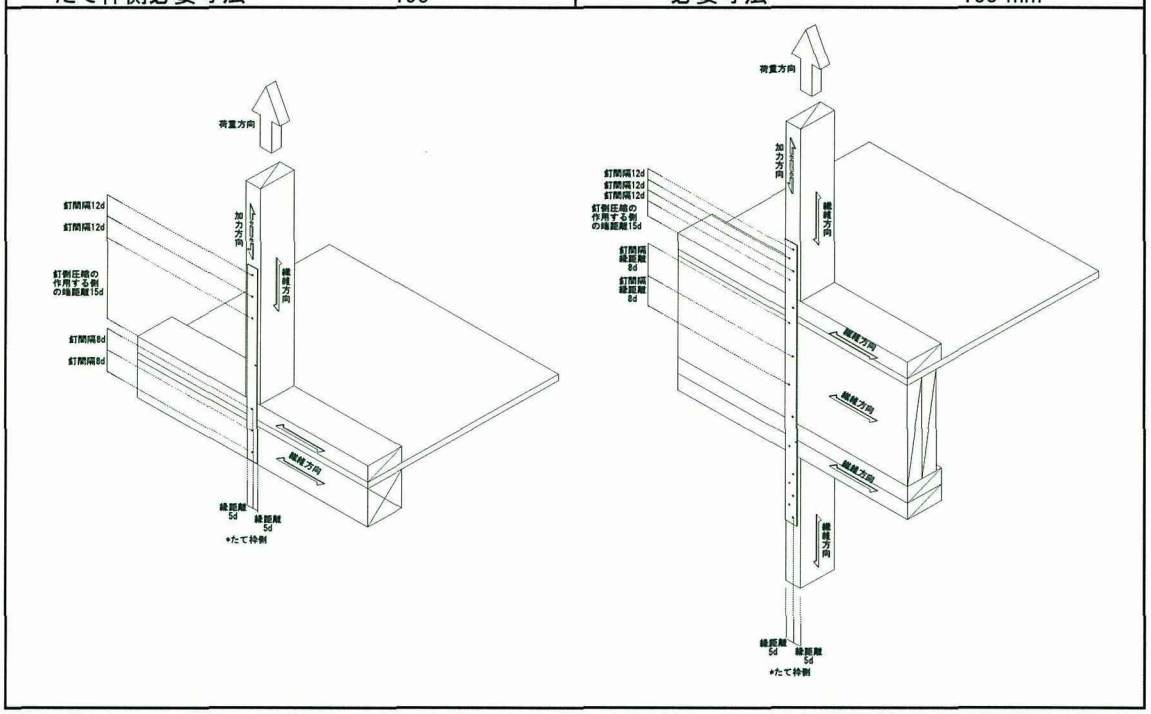


図 1.2.2　帯状金物の形状検討

ハンガータイプ金物及び帯状金物の形状を検討した結果、木質構造設計規準に定められている縁距離、端距離の規定を満たすためには、現行に比べ各部の金物寸法を大きくする必要がある、現状の躯体に対し納まり対応が困難になる等、問題点が散見された。したがってビス仕様金物においては、木質構造設計規準で必要とされる規定寸法にはよらず、現状の躯体に対応した納まり形状とし、かつ試験によって耐力を十分に確認するという方針に変更することとした。

1.3　Cマーク金物の問題点と解決案

①単体の金物で品確法（等級３）対応可能な性能の金物が標準化されていない。

→ビス化した高耐力金物を追加。（高耐力化により網羅できる部位を増やし、金物品目数を減らす。）

②１階床組は 404 土台根太納まりがほぼ主流であるほか、合板の厚物化や床根太断面のサイズアップ化など枠組構成の変化に金物が対応できていない。既存金物の釘打ち位置変更を検討したが、金物形状を改めなければ対応不可能。2×4 協会型式では上記対応のため、各メーカー開発の金物の形状と性能値を型式登録し、運用しているのが現状。

→枠組み構成の変化に対応した金物形状の開発及び高耐力のビス金物の標準化が急務。

③高倍率耐力壁や連層耐震壁に対して十分な耐力を有する HD 金物がない。

例）　5 倍耐力壁、耐力壁高さ 3.0m、耐力壁長さ 0.91m では、
単純引き抜き力＝5*1.96*０.91*3.0/0.91 より
29.4kN の引き抜き力が発生する。（抑え荷重などは無視）

→30～50kN の耐力を有する HD 金物の開発が必要。
（需要の多い HD 耐力の実態確認が必要。）

先穴処理が必要ない、アンカーボルト位置が金物と不一致する心配がないなど、ねじ込み形式の HD 要望は現場サイドで多い。ビス仕様、ラグスクリュー仕様など検討必要。

④Z マーク金物と共有可能な品目整理が必要。

→共有できる可能性があるものとしては、ひら金物と帯金物、ひねり金物とあおり止め金物、HD 金物などが考えられる。
ただし、軸組と枠組のそれぞれで母材樹種の違いにより耐力が異なる場合、有利な数字で拡大解釈され、金物使用されるのを防ぐ必要あるため、耐力表示には細心の注意が必要。

⑤試験法

→試験仕様の明確化（合板厚や種類及び緊結方法、母材樹種の設定など）が必要。ZN 釘と同様な表示方法で性能値を定めるならば、D-fir、Hem-fir、SPF 各種で試験が必要となる。

1.4　ビス化優先金物

①優先金物

1階用帯金物、2階以上用帯金物、内壁用柱脚金物、あおり止め金物、HD金物、を対象として開発を進める。耐震・耐風等級対応を可能とする構造上、特に重要と思われる接合金物を対象とした。その他金物は、材料の寸法型式(梁せい)に依存すること(JH204、JH208等)、高耐力化を必要としない等の理由から検討を除外した。また木質構造設計規準の接合具配置規準には依らず、鋼材の応力検定により 配置寸法、金物厚みを仮定し、試験により耐力の確認を行う方針とした。ビスの配列や金物厚みに関しては試験の性状により適宜改良を加えていく。

②金物目標耐力、形状の提案（その１）

各部位の目標短期許容耐力と新規金物形状案、金物使用例(納まり)を示した。

・目標耐力は高耐力かつある程度性能表示対応可能な耐力を類推して設定。

・ビス本数はせん断（2ｋN/本）とし、目標耐力を満たす仕様を仮設計している。

・ 各部位の施工試験は必ず実施し、納まりや工具の干渉がないか確認をすることとしたい。

<1階用帯金物>

目標短期許容耐力　　10kN

現行金物耐力 S-○○　4.06kN

特徴

・404 土台床根太方式に対応。

・土台上端に合わせ取り付ける。

・たて枠、土台の各5本が構造耐力上主要

・中間の1本は仮止め、膨らみ防止用

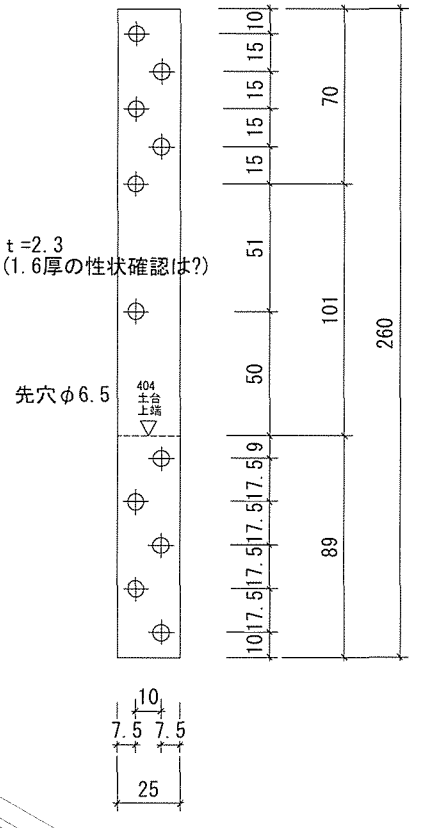


図1.4.1　1階用帯金物

＜2階以上用帯金物＞

目標短期許容耐力　　10ｋN

現行金物耐力 S-○○　4.06ｋN

特徴

・下階頭つなぎ上端から床組高さ 350mm
　（床根太、床合板などの合計高さ）まで対応可。
・下階頭つなぎ上端に合わせ取り付ける。
・上下階たて枠、各５本が構造耐力上主要
・中間の３本は仮止め、膨らみ防止用

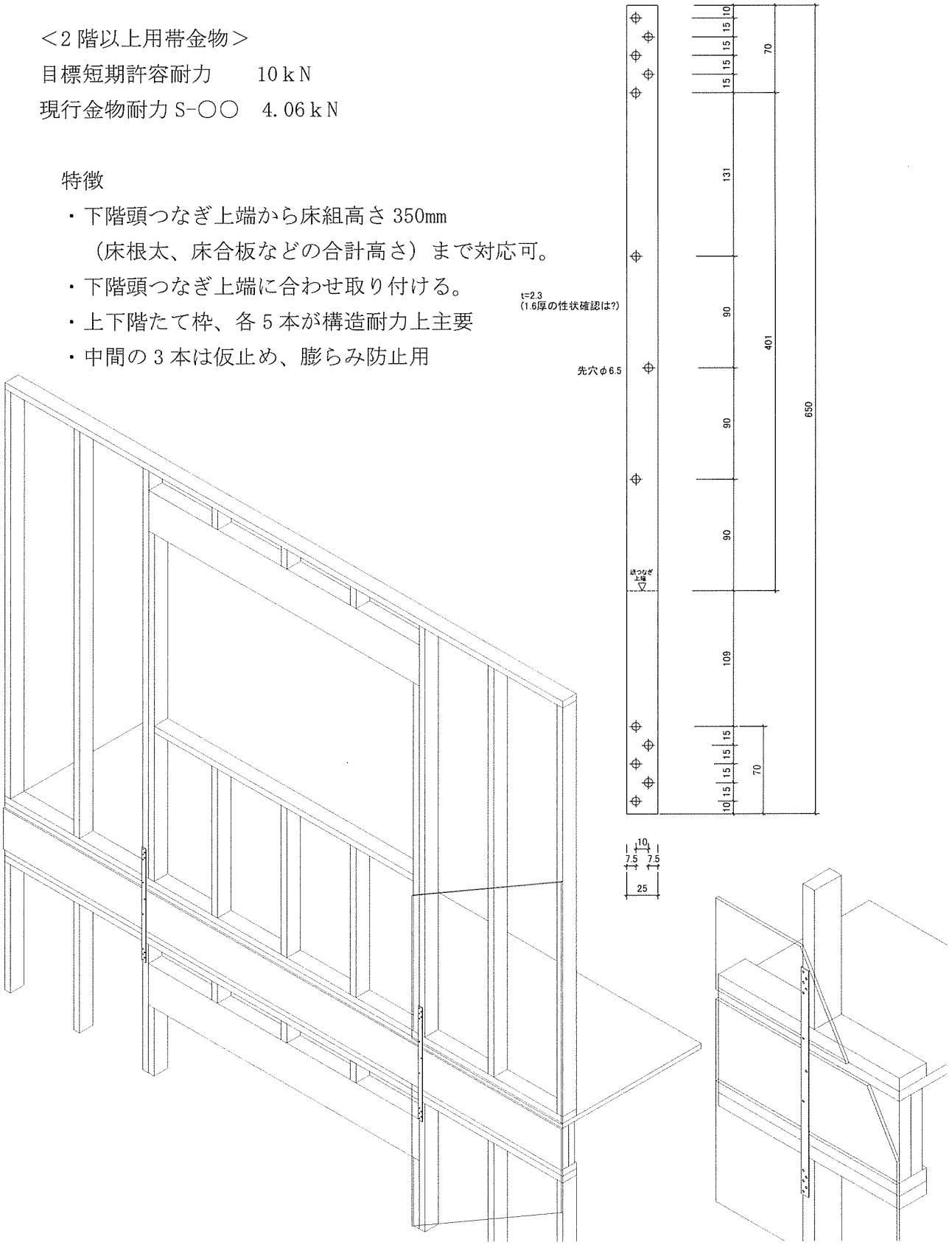


図 1.4.2　2階用帯金物

＜内壁用柱脚金物＞

目標短期許容耐力　　5ｋN、10ｋN

現行金物耐力　　－ｋN

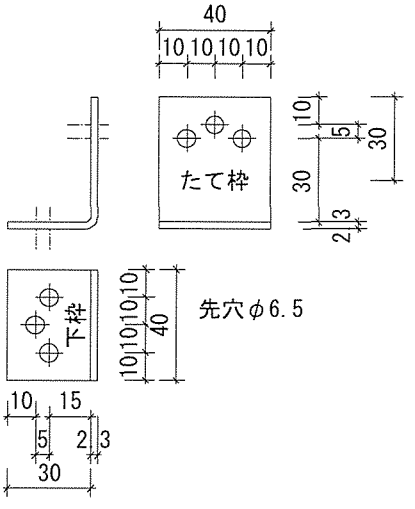
特徴

・目標耐力は２種設定。

・たて枠、下枠取り合い部に取り付け。

・引き抜き抵抗ビス（性能未確認）

・下枠側の金物腕長さは短く抑えた。



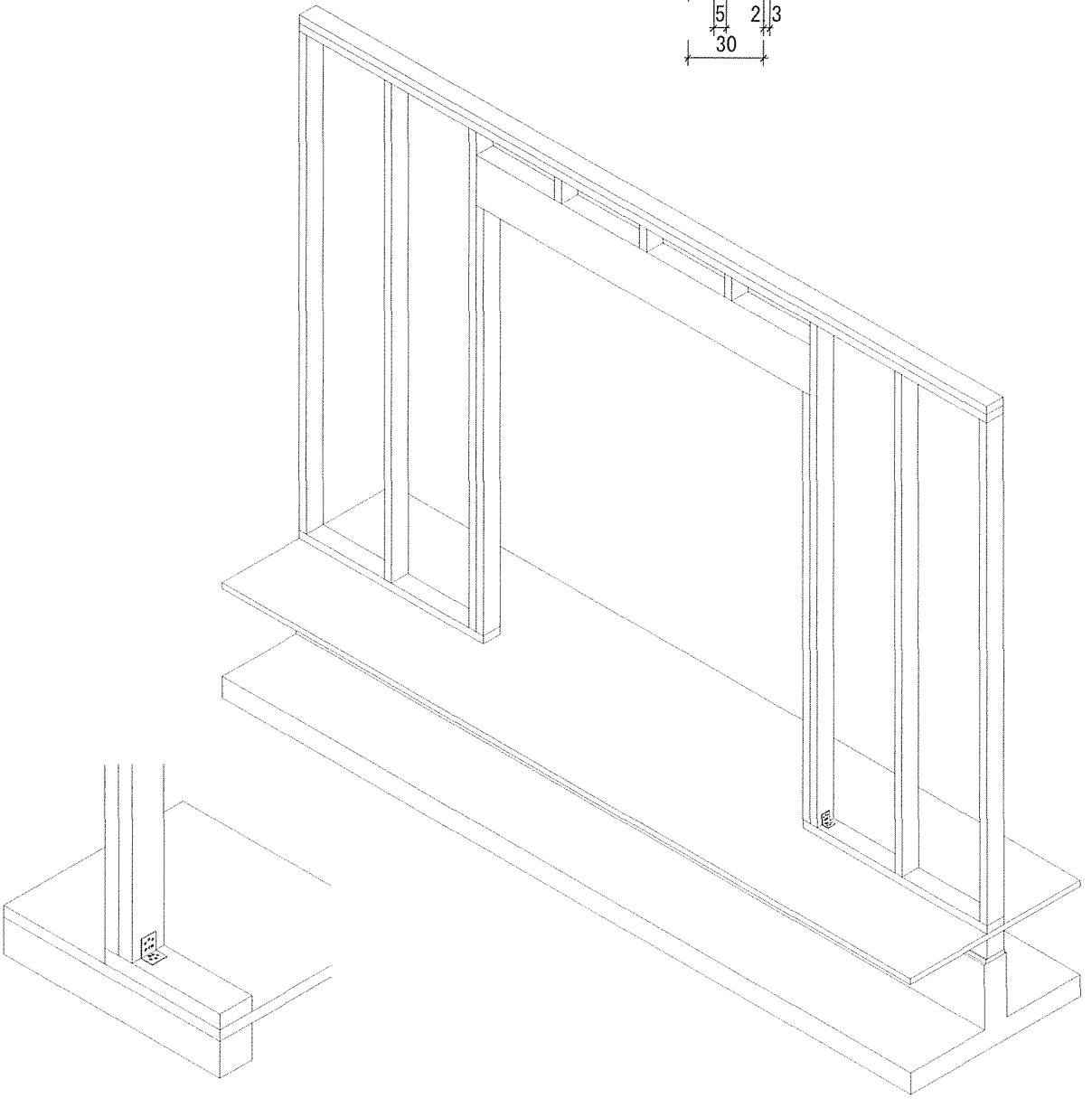


図１.４.３　内壁用柱脚金物（ビス単体引き抜き耐力未確認）

＜あおり止め金物＞

目標短期許容耐力　　4.5ｋN

現行金物耐力 TW-○○　　3.38ｋN

特徴

・上枠下端に合わせ取り付け。

・ビスはすべて構造耐力上主要。

・金物寸法のスリム化を図った。

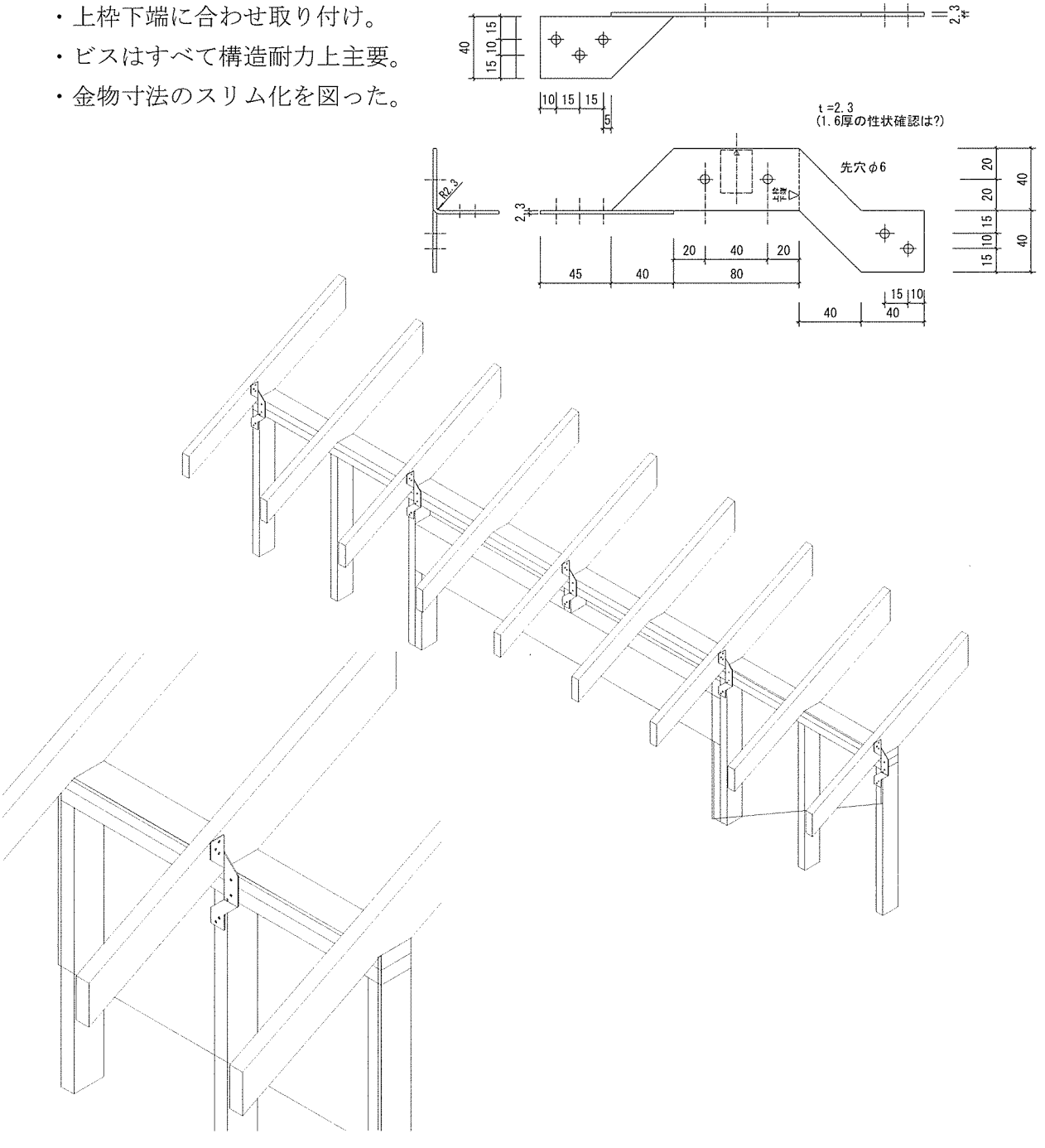


図 1.4.4　あおり止め金物

③金物目標耐力、形状の変更提案

検討していたあおり止め金物の形状では躯体と干渉してしまうケースが見られたため、形状変更を行った。

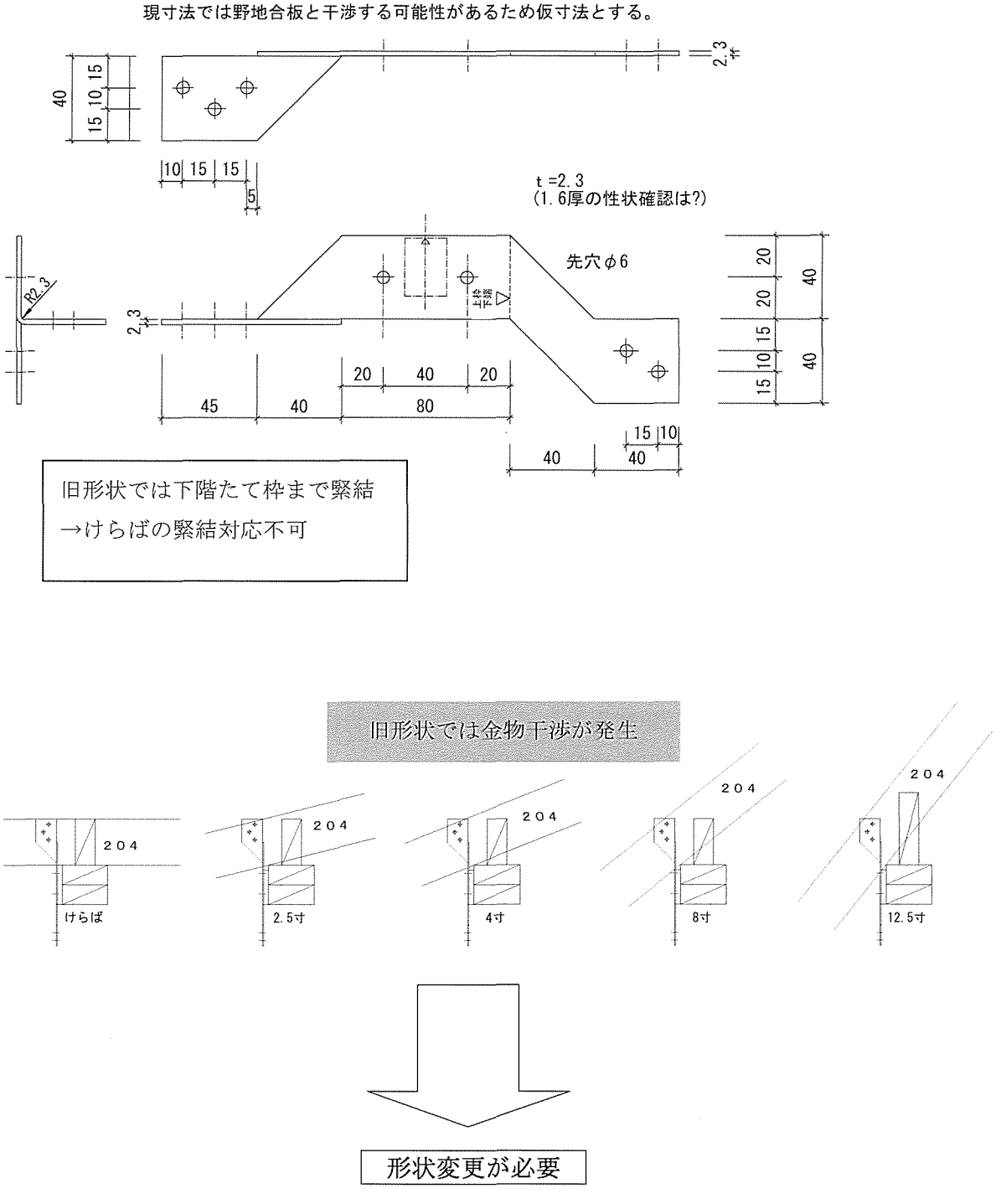
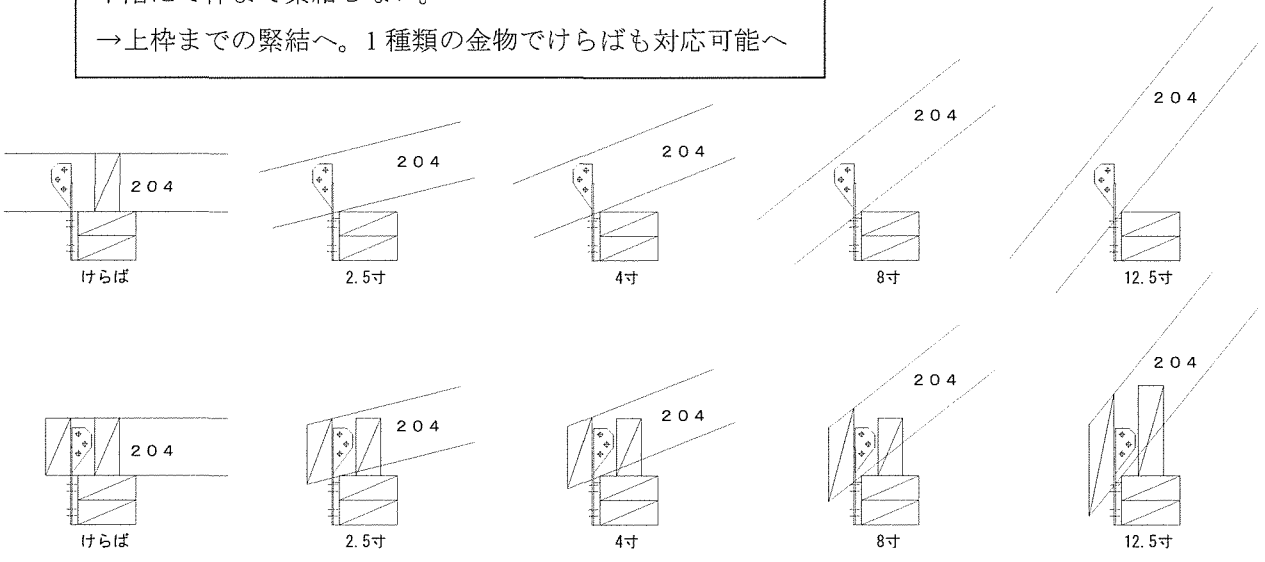


図 1.4.5　旧あおり止め金物形状の干渉

＜あおり止め金物新形状の提案＞

下階たて枠まで緊結しない。
→上枠までの緊結へ。1種類の金物でけらばも対応可能へ



＊反転利用も可能

図 1.4.6　新形状金物の勾配納まり

新形状の特徴

・上端でたる木に干渉しないよう形状変更。
・下階たて枠まで緊結しない。
　→上枠下端までを緊結範囲とし、けらばにも金物転用可能
・軒の出が短いケースにも反転させ対応可
・鋼材使用面積の大幅な削減(44%減)

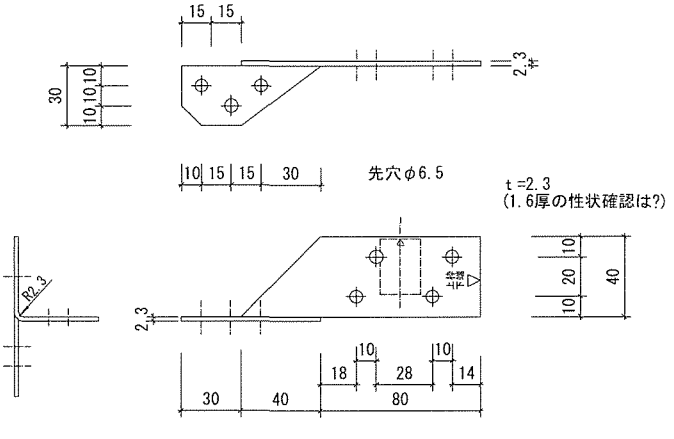


図 1.4.7　新形状の提案

新形状のあおり止め金物では 1 種類の金物で軒先側とけらばの両部位の緊結が可能となる。

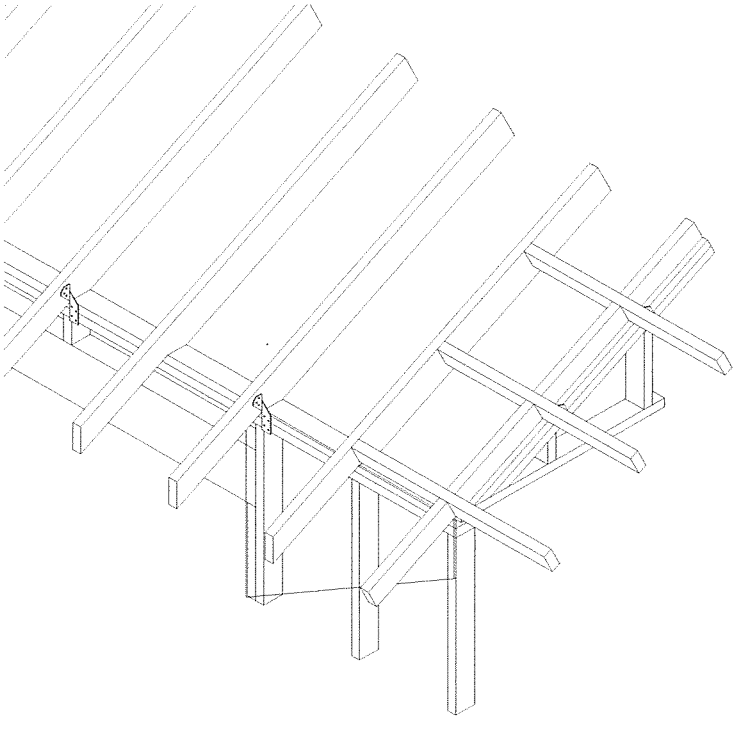


図 1.4.8　軒先側取り付け（新形状）

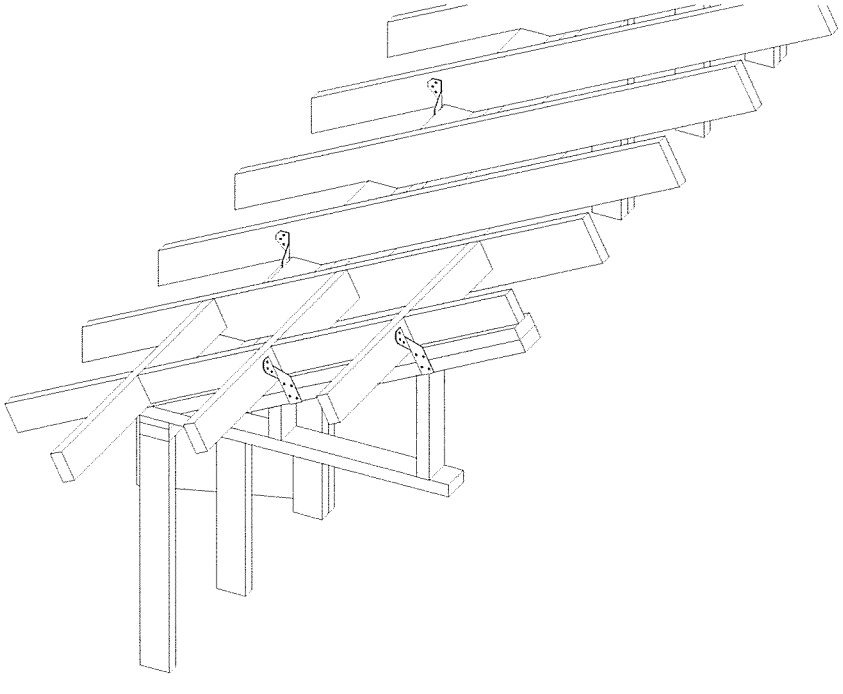


図 1.4.9　けらば側取り付け（新形状）

④内外耐力壁用金物の提案

帯金物のような外部施工型の金物でなく室内側から取付が可能なもので、かつＺマークと共用可能な納まりを検討した。

目標短期許容耐力　10ｋＮ

目的と特徴

・軸組用の筋交いプレートを内外耐力壁柱脚金物に転用。
・柱、土台側の金物先穴を利用しビスにて緊結。
・形状については軸組での納まりを優先。
・帯金物特有の施工後の膨らみを発生させない。
・室内側に金物が配置されるため、取付時に合板釘と干渉や足場が障害となり困難などの施工上の問題点が解決可。
・雨掛かりがないため耐久性に有利。
・外部耐力壁については、合板をガイドに取付も可能。

課題点

・帯金物と仕様を並列させた方が望ましいが、金物種類は減らせない。
・1・2階の床を介しての緊結の場合、２階柱脚と１階柱頭それぞれに金物設置が必要となる。図面表記の慣習では各階の柱脚金物を平面に表記することが多いので、柱頭金物をどこに表記するか図面表記上の運用整理が必要。
・金物取付を芯取付とするか、偏心取付（面材側に寄せる）とするか。また偏心によるねじれが耐力に影響する度合いの検証が必要。
　２階床の端根太、側根太は外部側に偏心するため、引き抜きビスの取付上は外部においては偏心取付が望ましい。
・引き抜きビスの耐力と最低打ち込み長さの関係を明確にする必要がある。引き抜き抵抗のため土台、側・端根太に対する定着長さ設定がポイントとなる。
・ＬＲ（左右）の２仕様の検討が必要である。

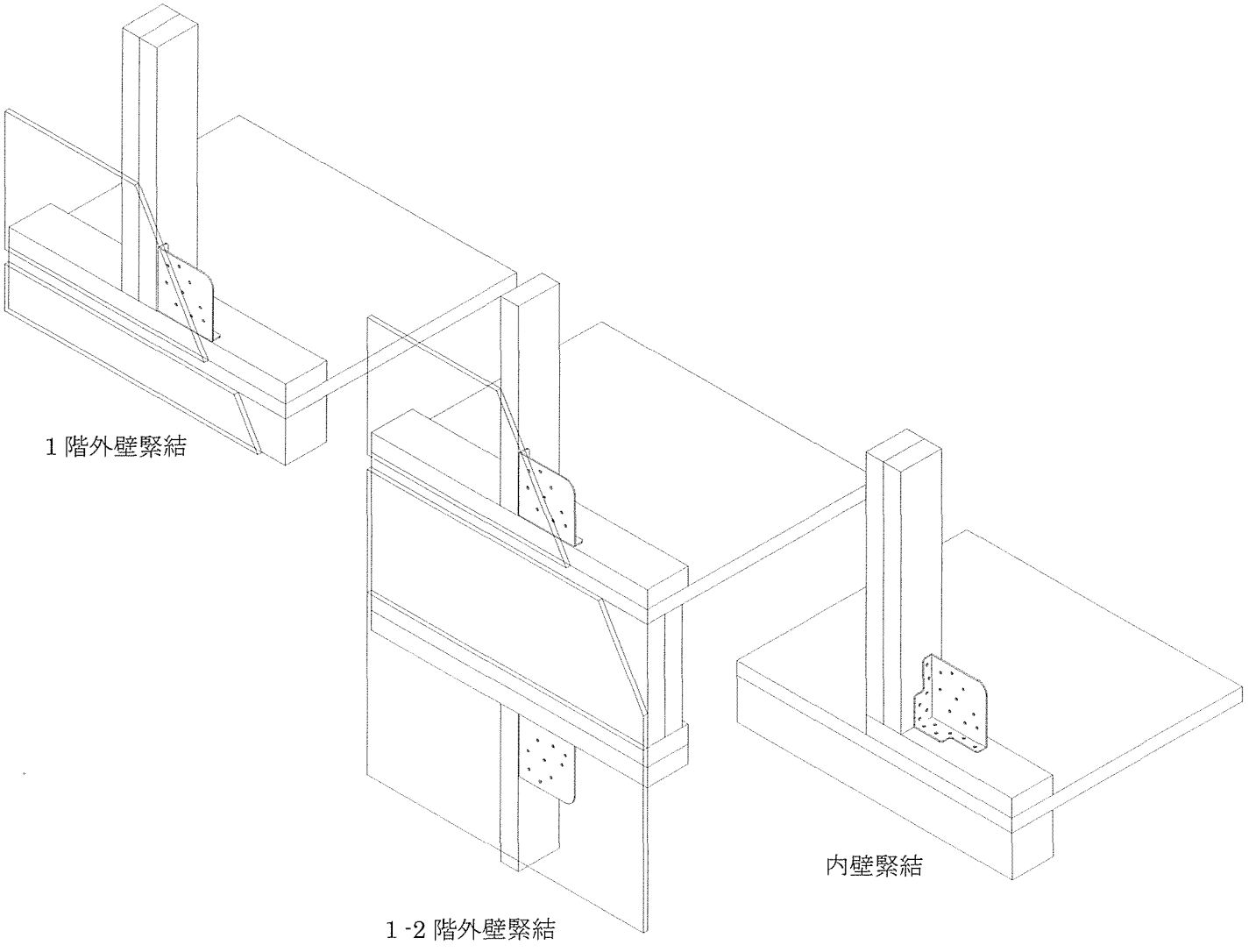


図 1. 4. 10　内外耐力壁用金物

2．目標耐力

目標耐力の設定には、現行に比して高耐力であり性能表示にもある程度、金物単体性能で対応可能な耐力値となるよう配慮した。

表 2.1　各金物目標値と現行金物の比較

1階用帯金物(2階用も同様)	
目標短期許容耐力	10kN
現行金物耐力　S-○○	4.06kN

あおり止め金物	
目標短期許容耐力	4.5kN
現行金物耐力　TW-○○	3.38kN

3．試験方法

加力は単調加力とし、下図矢印方向に引張載荷を行った。荷重の検出はロードセルにて行い、接合部一箇所当たり金物数が 2 である 2 階用帯金物、あおり止め金物は荷重を 1/2 として取り扱った。変位の測定は変位計を用いて行い、隅柱タイプについては各部の絶対変位を測定し、相対変位を導出。その他は相対変位を直接、測定した。

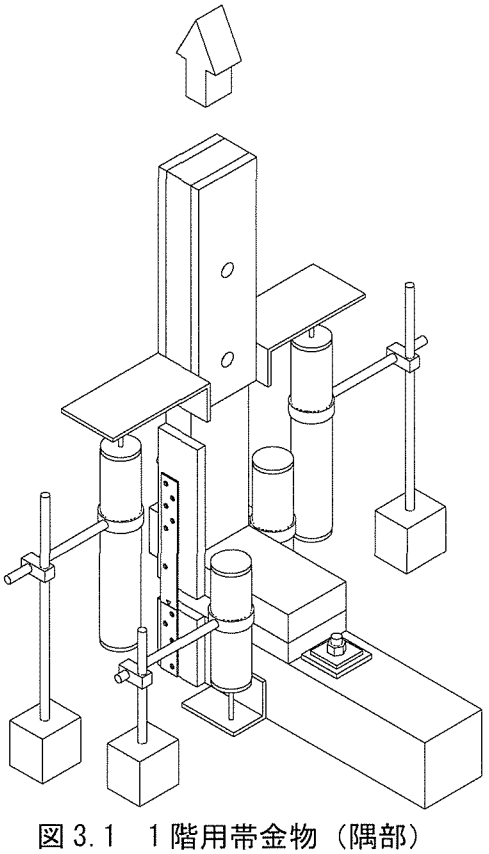


図 3.1　1 階用帯金物（隅部）

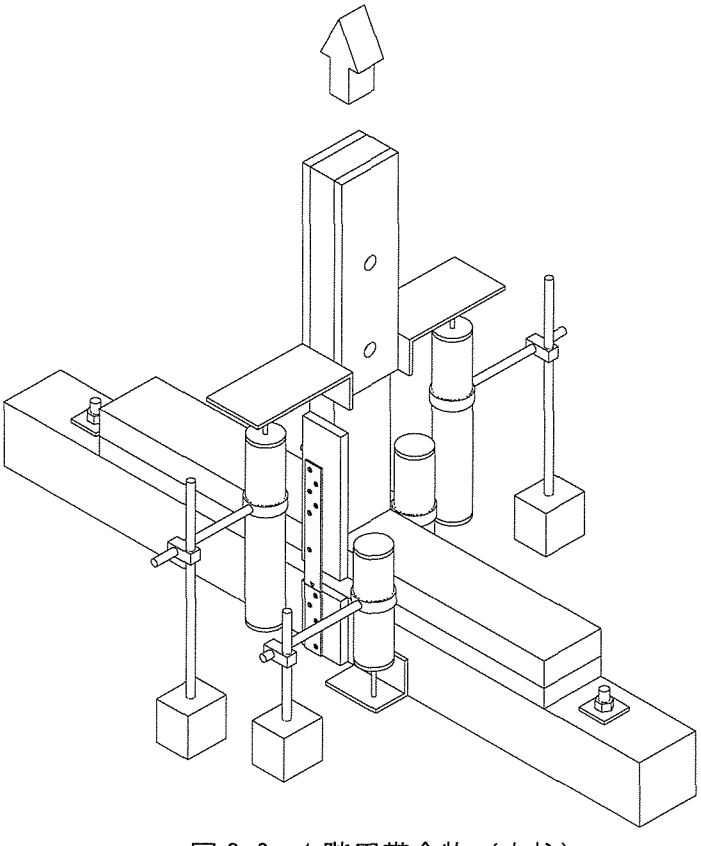


図 3.2　1 階用帯金物（中柱）

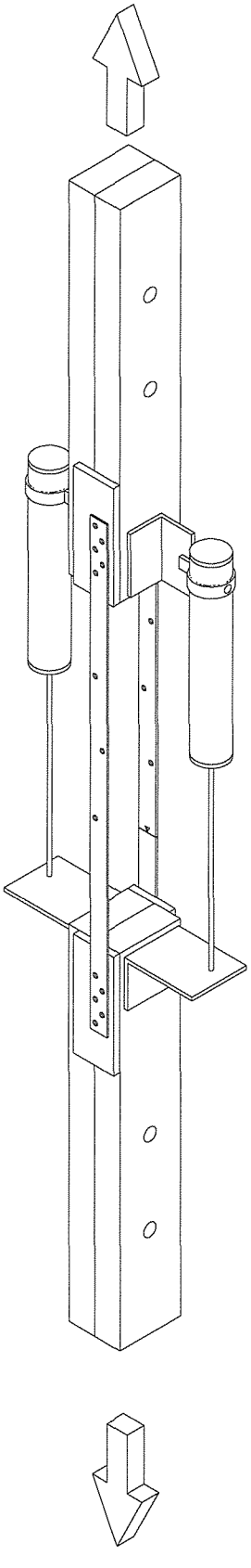


図 3.3　2 階用帯金物

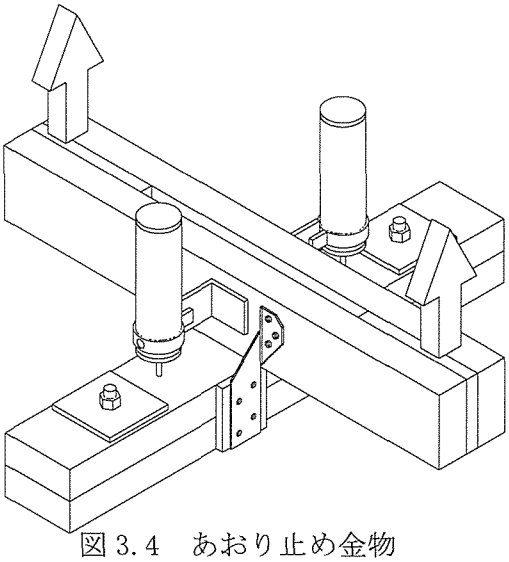


図 3.4　あおり止め金物

4．第一次試験結果

4.1　試験体仕様

構造上、優先順位の高い１階用帯金物（隅柱）、１階用帯金物（中柱）、２階用帯金物、あおり止め金物を試験対象とした。側材の合板厚さは 12mm とし枠材へ釘打ちしない。合板 9mm についても確認試験として２階用帯金物仕様で実施予定とした。

表 4.1.1　使用材料

―	樹種	等級	サイズ、厚み	備考
たて枠、上下枠、頭つなぎ	SPF	JAS　甲種2級	204	
土台	Hem-fir	JAS　甲種2級	404	
壁合板	杉	JAS　構造用合板2級	12mm	9mm厚も実施し比較検討
床合板	杉	JAS　構造用合板2級	28mm	

―	鋼材種	厚み・長さ	備考
金物	SGHC	1.6mm	
ビス	―	45mm	

4.2　試験体図

試験体図及び各金物形状図を図 4.2.1～4.2.7 に示した。金物形状 1 と 2 の違いは端部縁距離にあり、金物使用面積の縮小を意図したものである。

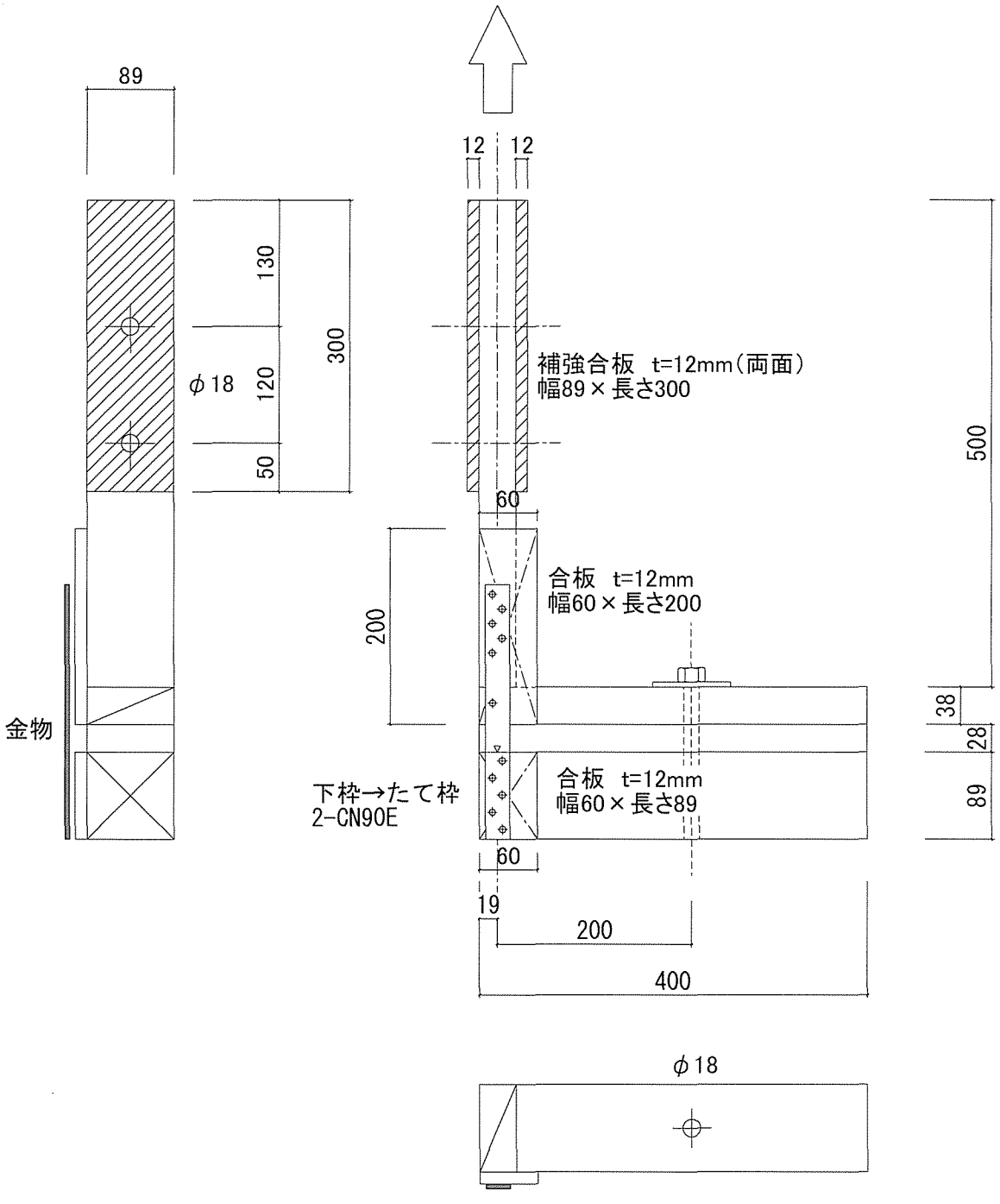


図 4.2.1　1 階用帯金物（隅柱）試験体図

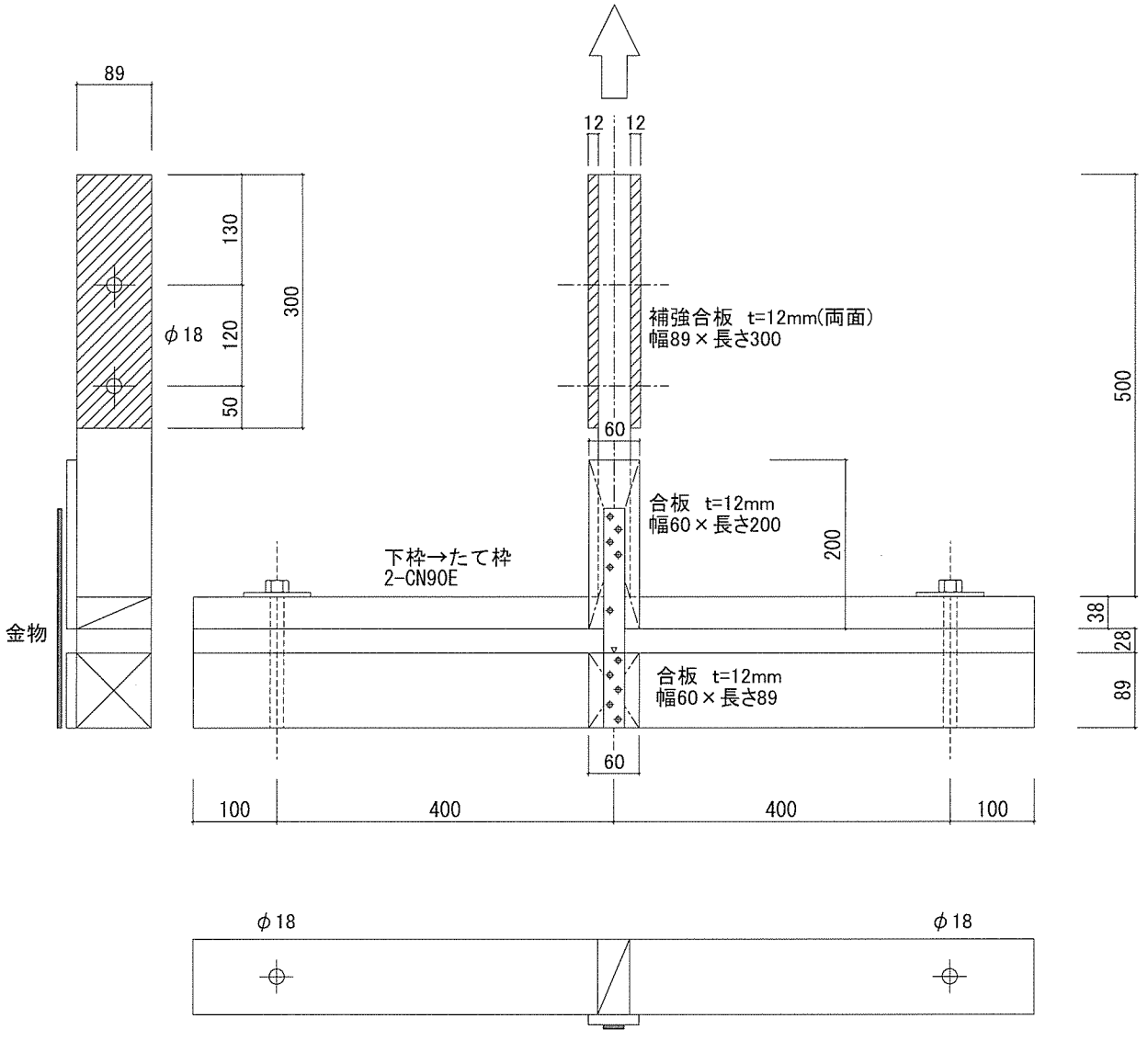


図 4.2.2　1階用帯金物（中柱）試験体図

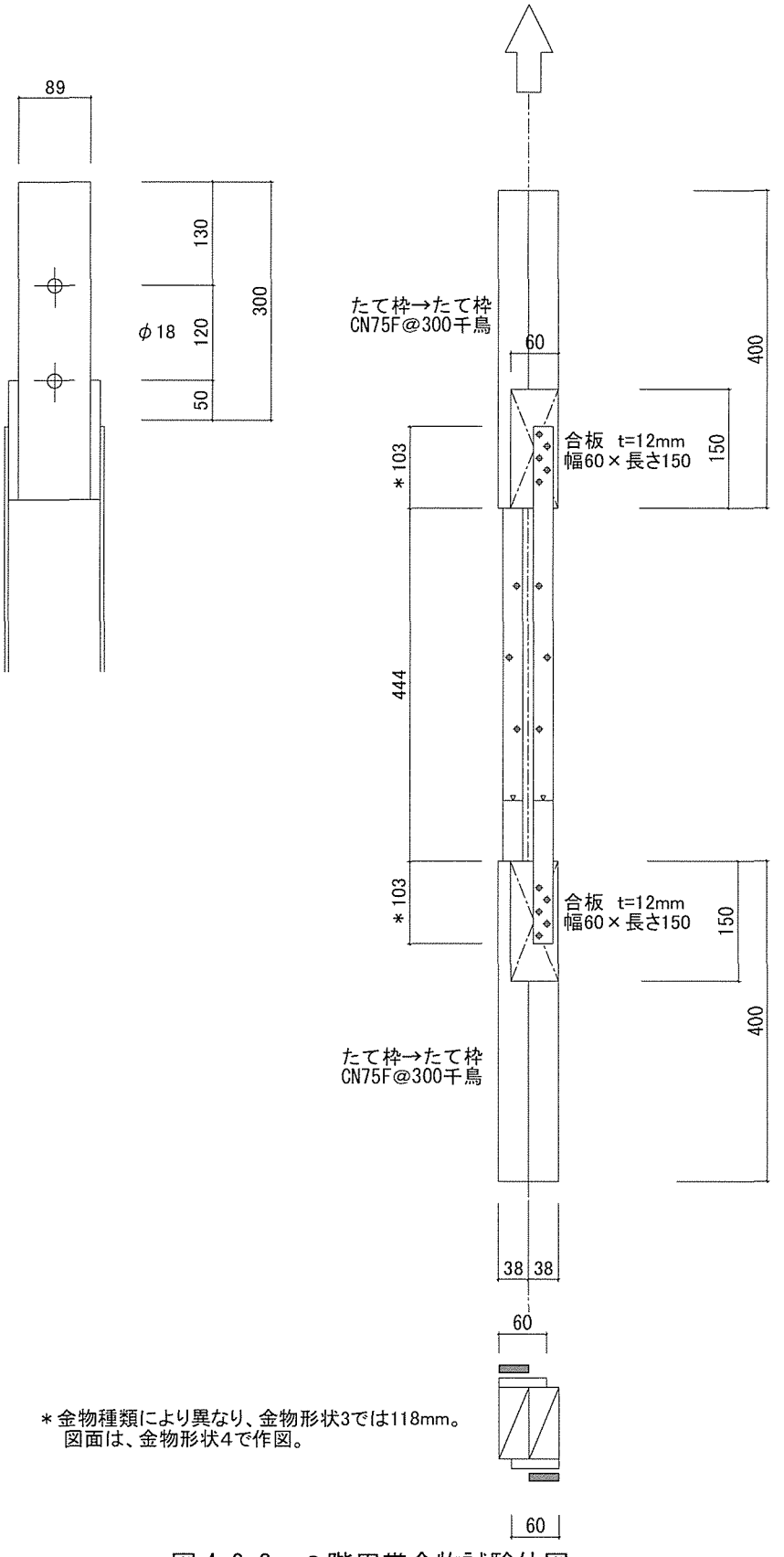


図 4.2.3　２階用帯金物試験体図

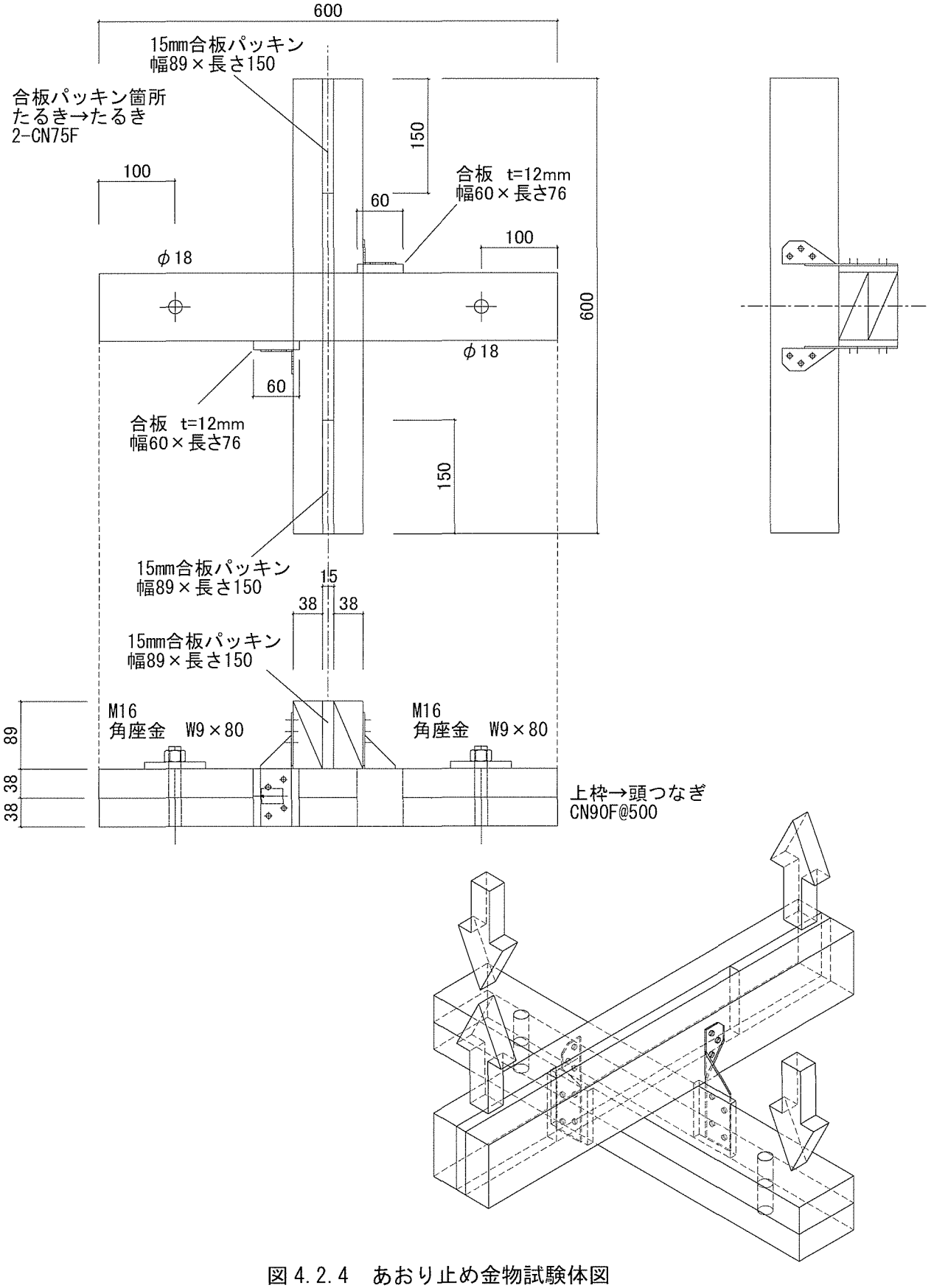
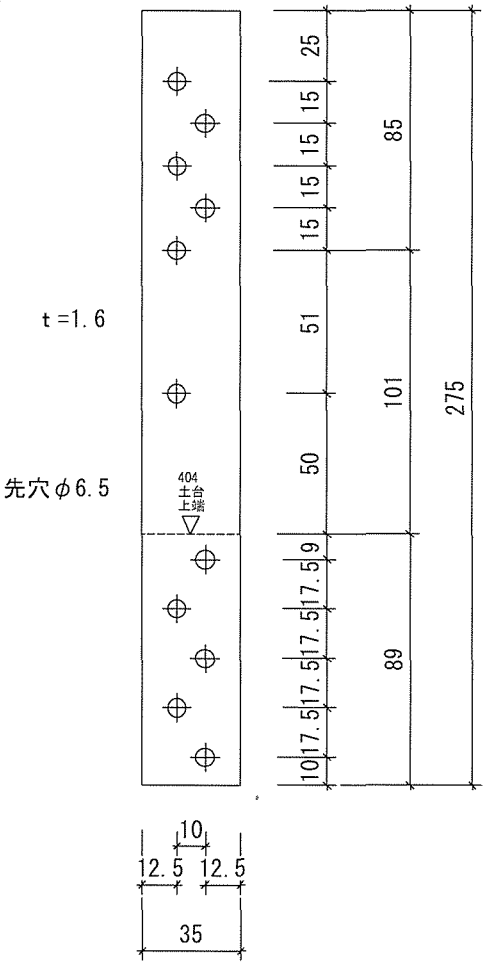


図 4.2.4　あおり止め金物試験体図

<金物形状 1>



<金物形状 2>

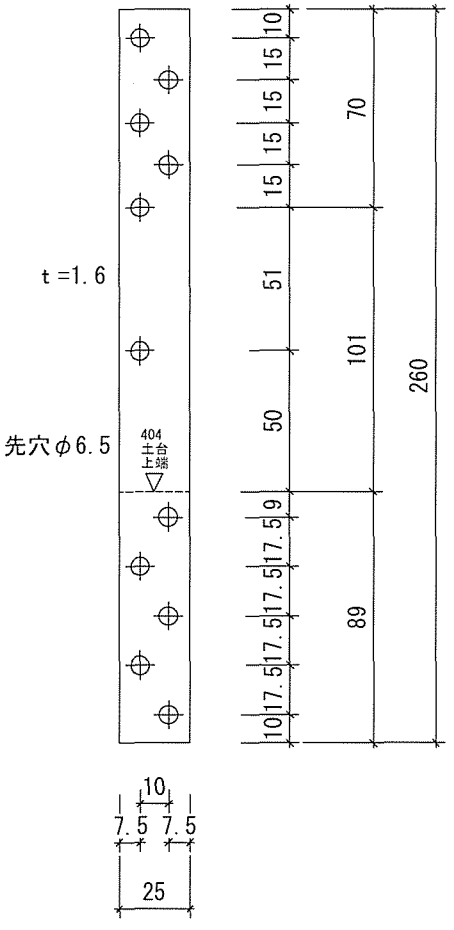
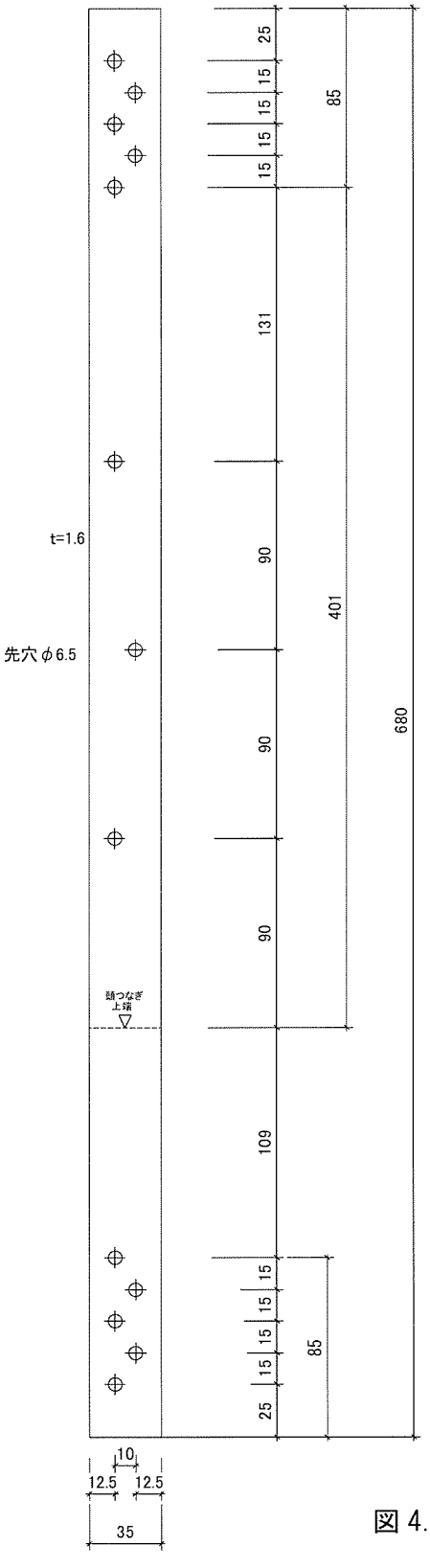


図 4.2.5　1 階用帯金物（隅柱・中柱共用）

<金物形状 1>



<金物形状 2>

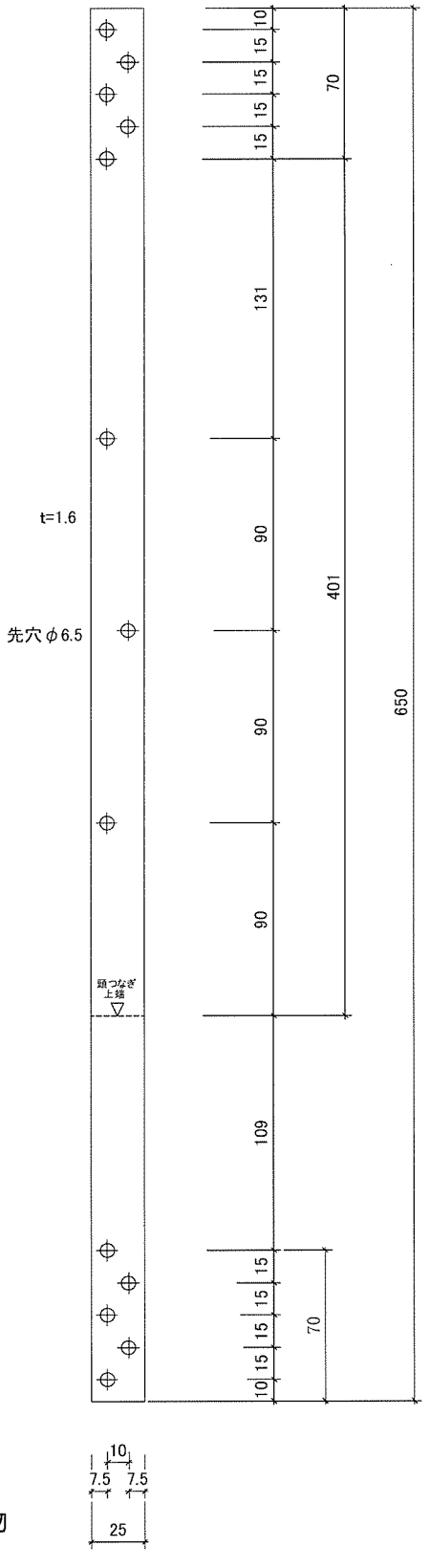


図 4.2.6　２階用帯金物

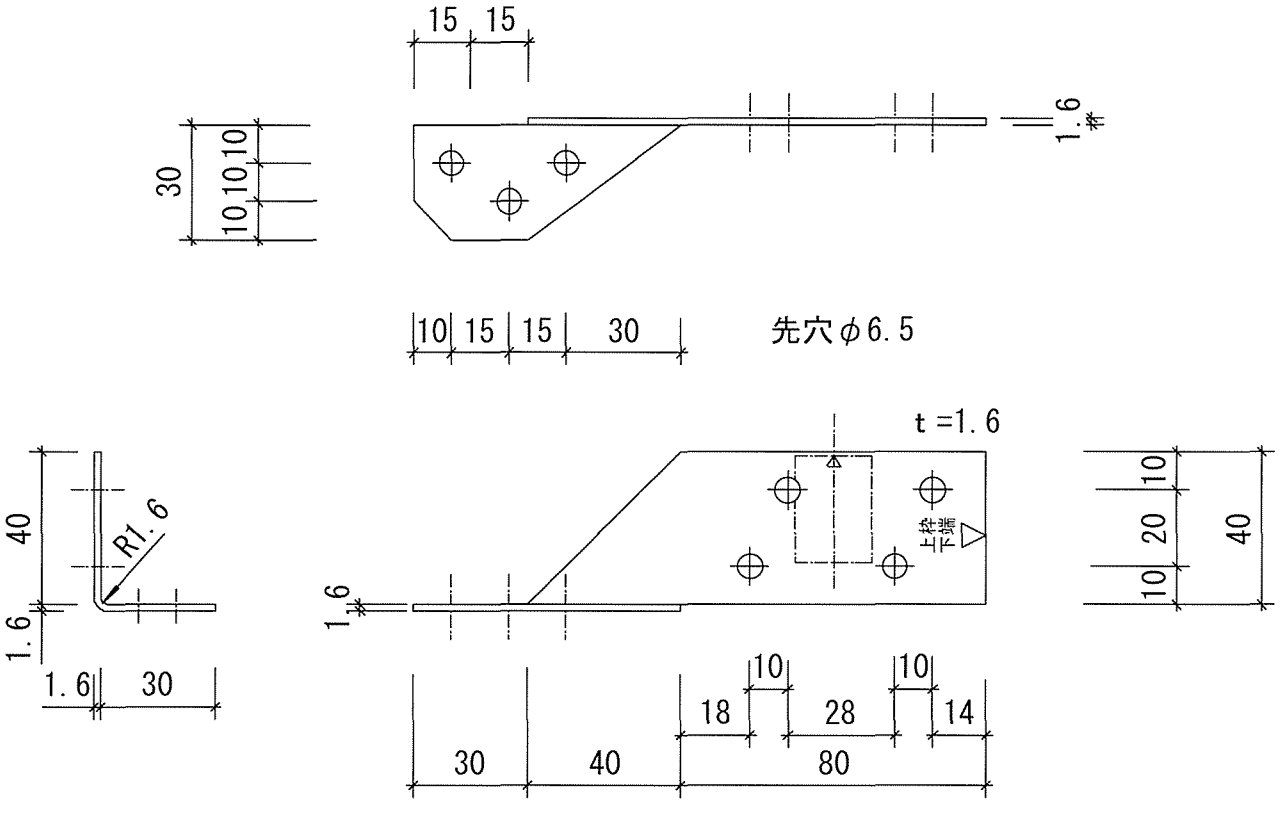


図 4.2.7　あおり止め金物

4.3　試験体数

単調、繰り返し加力は各１体程度とし、繰り返しによる低減がないことの予備確認とする。

表 4.3.1　試験体数

柱(たて枠)端接合金物の試験		単調加力	繰り返し加力	備考
1階用帯金物	隅柱型	1体	1体	金物形状1仕様
	中柱型	1体	1体	
1階用帯金物	隅柱型	1体	1体	金物形状2仕様
	中柱型	1体	1体	

帯状金物の試験		単調加力	繰り返し加力	備考
2階用帯金物	一般部	1体	1体	12mm合板　金物形状1仕様
		1体	1体	9mm合板　金物形状1仕様
		1体	1体	12mm合板　金物形状2仕様

垂木金物の試験		単調加力	繰り返し加力	備考
あおり止め金物	―	1体	2体	試験体数の割り振りは適宜判断

4.4　使用材料表

表 4.4.1　各試験体の使用材料

試験体形状1（1階用帯金物隅柱）

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS　甲種2級	204	500	1	本	4	4	本
SPF	JAS　甲種2級	204	400	1	本		4	本
Hem-fir	JAS　甲種2級	404	400	1	本		4	本
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長200	1	枚		4	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅89×長300	2	枚		8	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長89	1	枚		4	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	28mm	89×長400	1	枚		4	枚

試験体形状2（1階用帯金物中柱）

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS　甲種2級	204	500	1	本	4	4	本
SPF	JAS　甲種2級	204	1000	1	本		4	本
Hem-fir	JAS　甲種2級	404	1000	1	本		4	本
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長200	1	枚		4	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅89×長300	2	枚		8	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長89	1	枚		4	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	28mm	幅89×長1000	1	枚		4	枚

試験体形状3（2階用帯金物）

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS　甲種2級	204	400	4	本	6	24	本
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長150	4	枚	4	16	枚
スギ	JAS　構造用合板2級	9mm	幅60×長150	4	枚	2	8	枚

＊スギ合板は、試験所が準備

試験体形状4（あおり止め金物）

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS　甲種2級	204	600	4	本	3	12	本
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長76	2	枚		6	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	15mm	幅89×長150	2	枚		6	枚

表 4.4.2　試験体材料表

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量	単位
SPF	JAS　甲種2級	204	500	8	本
SPF	JAS　甲種2級	204	400	28	本
SPF	JAS　甲種2級	204	1000	4	本
SPF	JAS　甲種2級	204	600	12	本
Hem-fir	JAS　甲種2級	404	400	4	本
Hem-fir	JAS　甲種2級	404	1000	4	本
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長150	16	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長200	8	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長89	8	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	12mm	幅60×長76	6	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	15mm	幅89×長300	16	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	15mm	幅89×長150	6	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	28mm	幅89×長400	4	枚
針葉樹	JAS　構造用合板2級	28mm	幅89×長1000	4	枚

＊合板は、表裏面の繊維方向を長さとする。

金物	数量	単位
金物形状1	10	枚
金物形状2	10	枚
金物形状3	20	枚
金物形状4	10	枚
金物形状5	10	枚

ビス　L=45　　800本程度

4.5　試験実施時の試験体形状（試験前形状を調整）

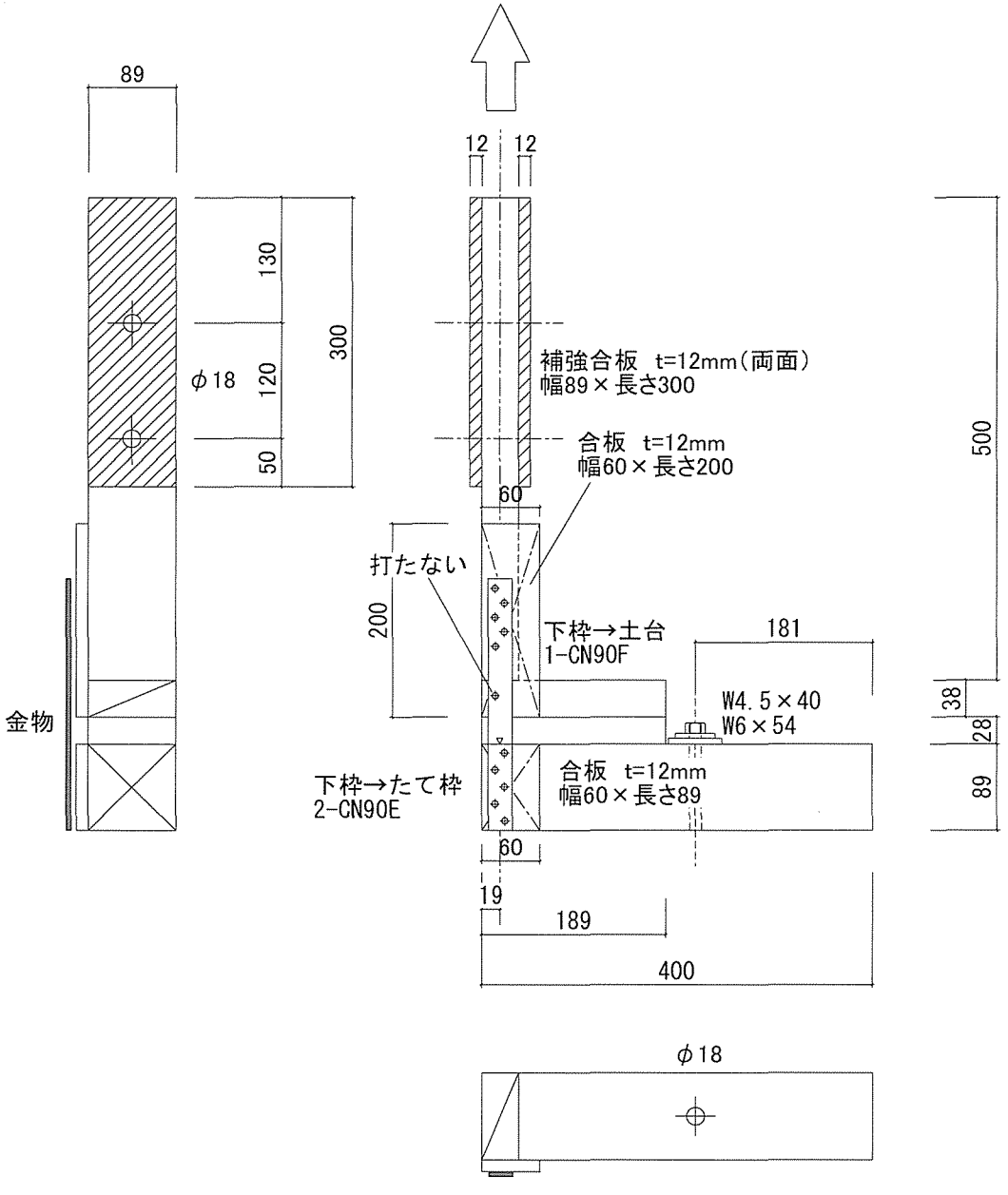


図 4.5.1　1階用隅柱帯金物試験体図

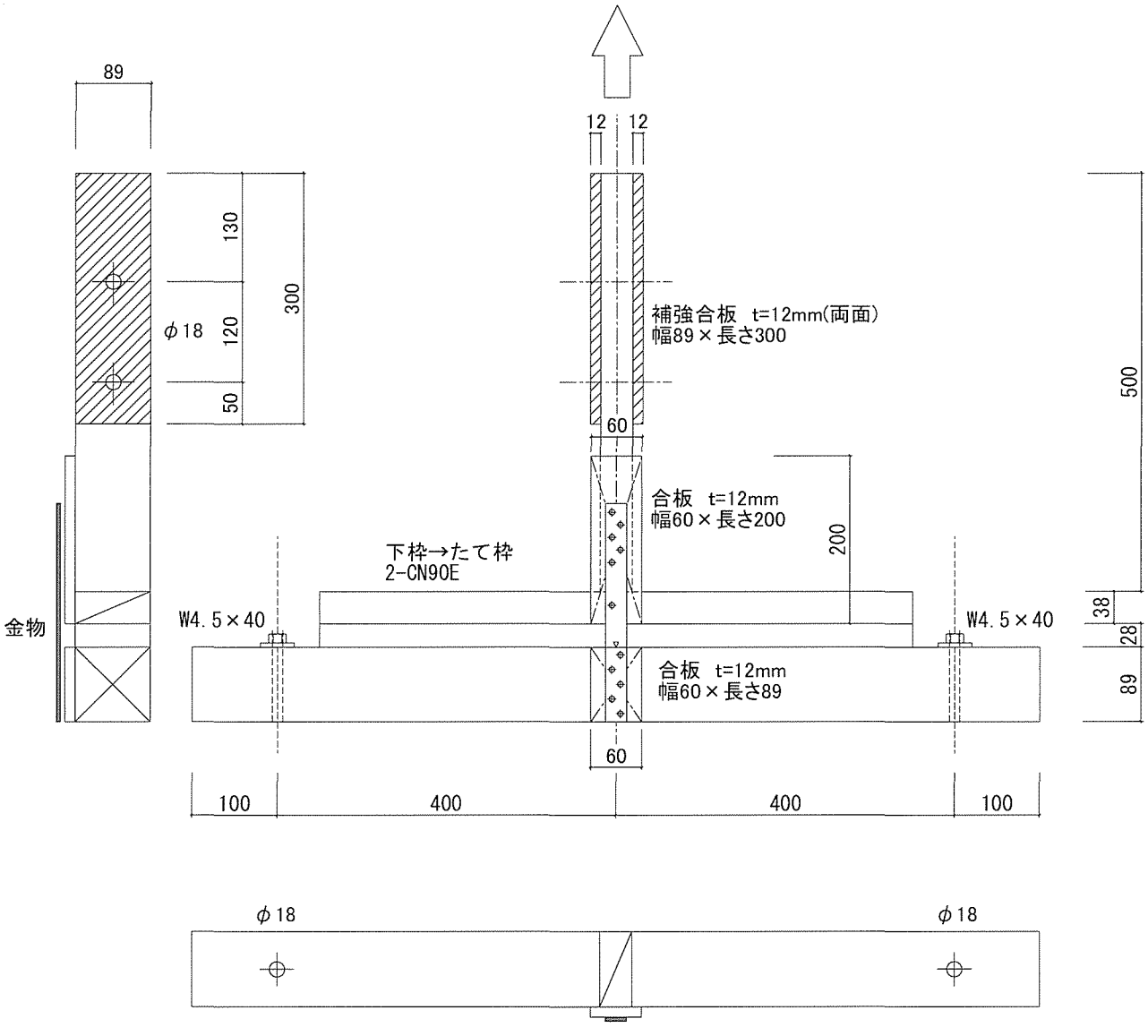


図 4.5.2　1 階用中柱帯金物試験体図

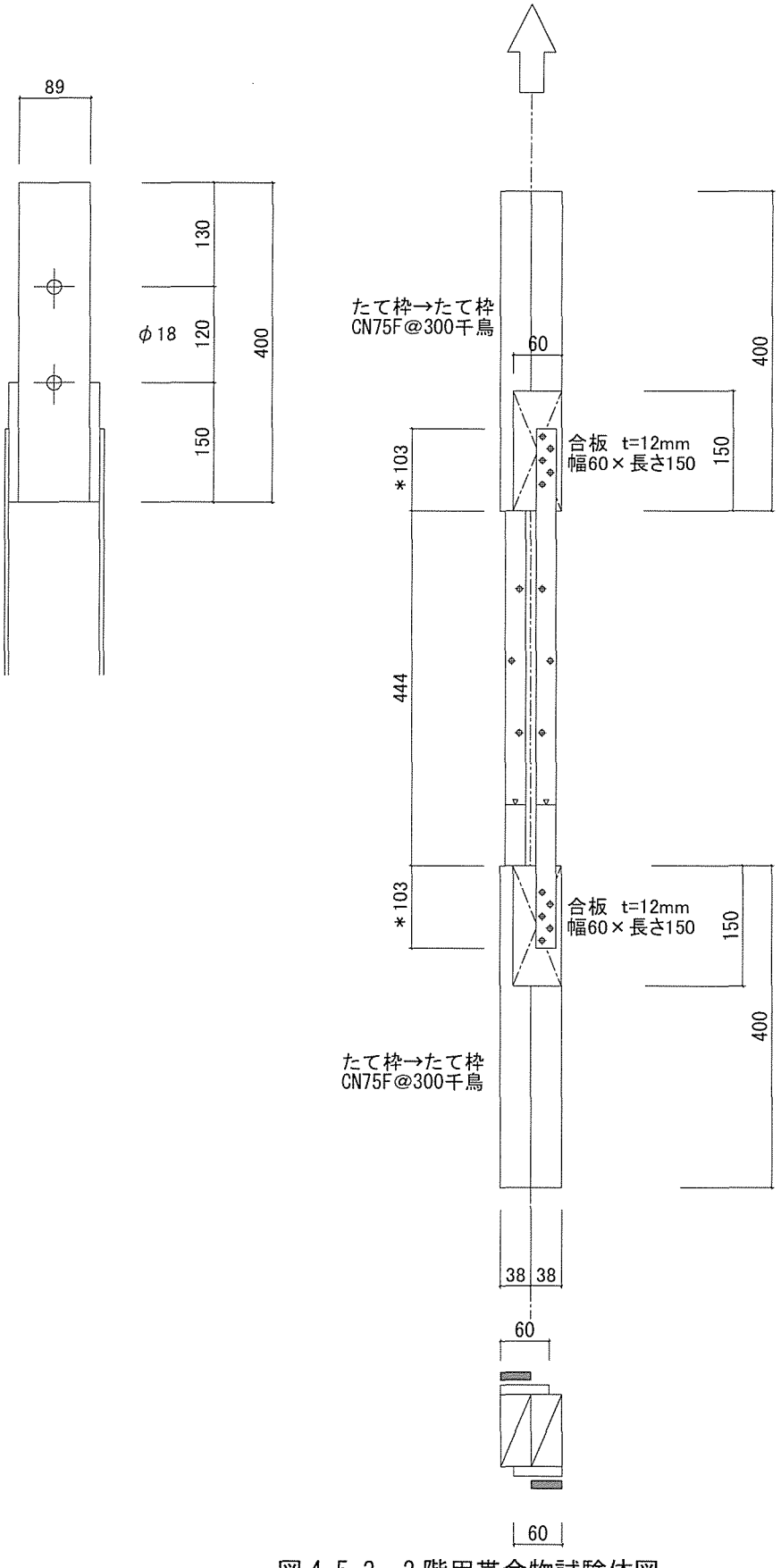


図 4.5.3　2 階用帯金物試験体図

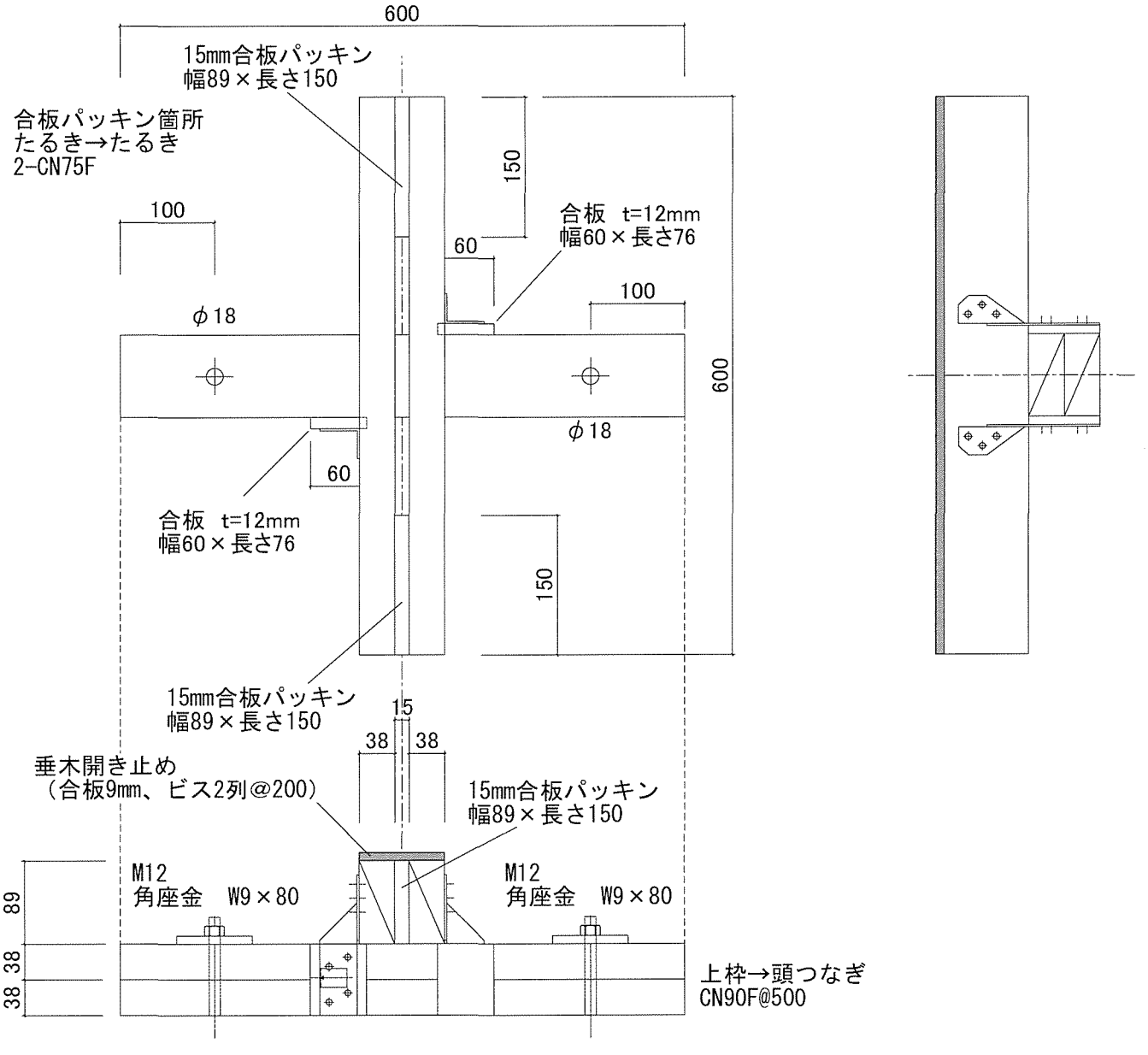


図 4.5.4 あおり止め金物試験体図

4.6　試験結果

（1）試験結果一覧と破壊状況

繰り返し加力を予定していたが、単調加力で目標耐力を満足することができなかったため、各仕様、単調加力各一体行った。

表 4.6.1　結果表

-	試験体名称	金物全長 (mm)	金物幅 (mm)	ビス長さ (mm)	Pmax (kN)	Py (kN)	破壊性状	特記
1階用帯金物隅柱	2625P12-1	260	25	45	7.5	4.09	土台割裂	土台座金　W4.5×40
	2625P12Z5-1	260	25	45	8.31	5.08	ビス母材引き抜け	土台座金　W4.5×40＋W6.0×54
2階用帯金物	6525P12-1	650	25	45	10.16	4.74	ビス母材引き抜け	
	6525P12L6-1	650	25	65	10.81	6.04	金物破断	
あおり止め	―	-	-	45	失敗		-	2丁合わせの垂木が開いた
	KANE-1	-	-	45	8.48	4.29	金物破断	垂木開き止め仕様
1階用帯金物中柱	NZ4-1	260	25	45	8.31	5.03	たて枠引き抜け	土台座金　W4.5×40

写真 4.6.1　2625P12-1（ビス 45mm）

写真 4.6.2　2625P12Z5-1（ビス 45mm）

写真 4.6.3　6525P12-1（ビス 45mm）

写真 4.6.4　6525P12L6-1（ビス 65mm）

写真 4.6.5　KANE-2（垂木上端開き止め有）

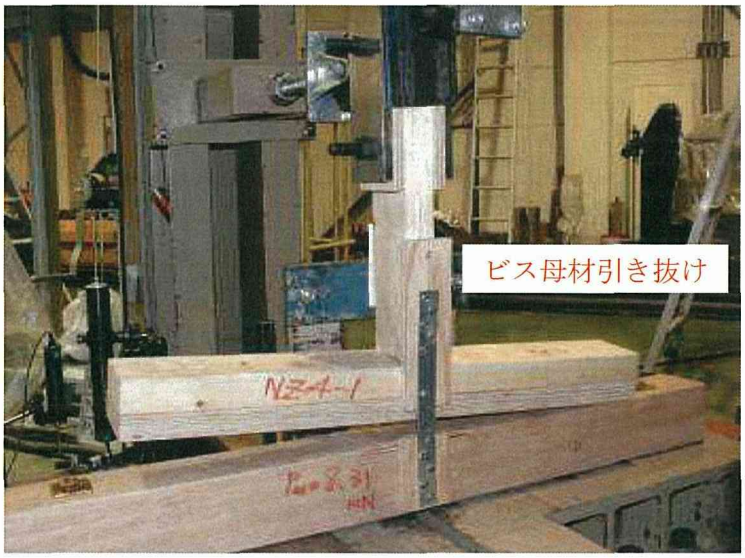


写真 4.6.6　NZ4-1（ビス 45mm）

（2）試験結果グラフ

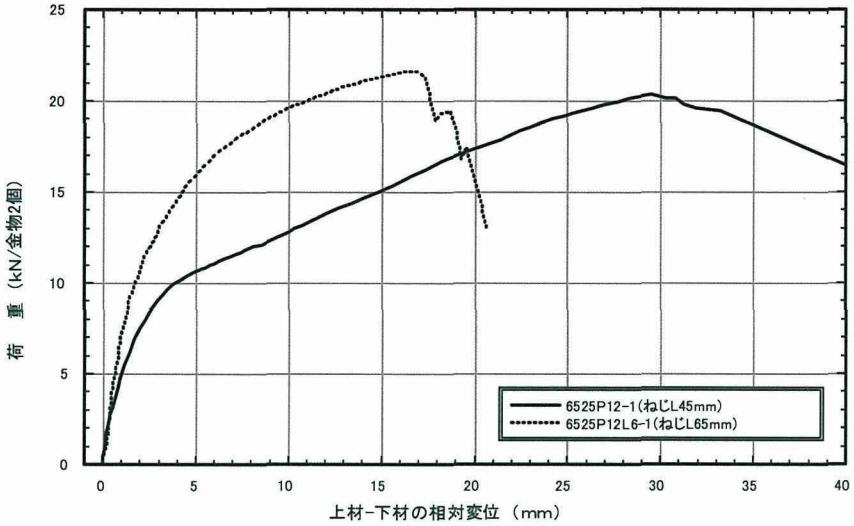


図 4.6.1　たて枠接合の帯金物（L650×B25×t1.6mm）引張載荷試験の荷重-変位曲線

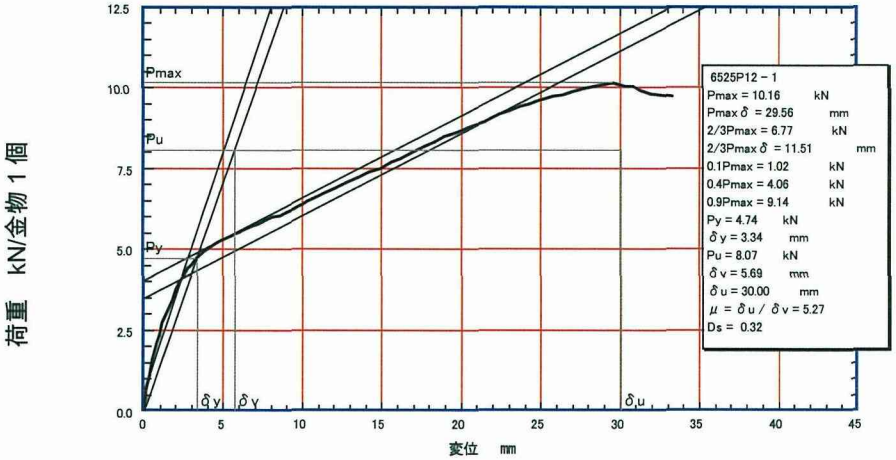


図 4.6.2　帯金物（たて枠同士接合、L45mm）の荷重-変位包絡線

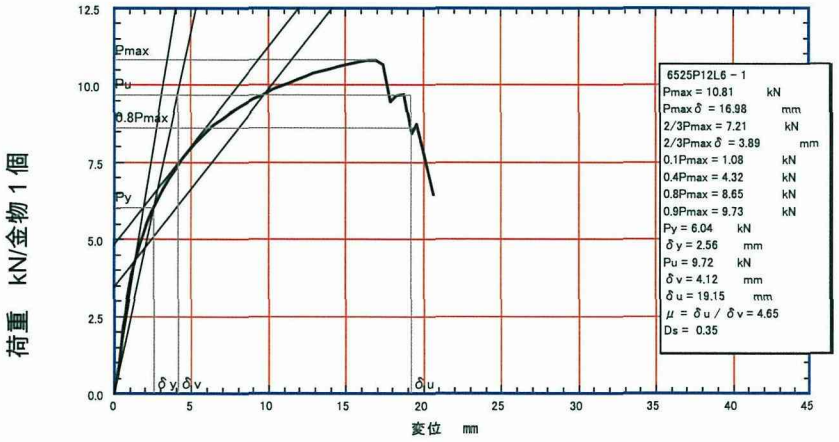


図２．２：帯金物（たて枠同士接合、L65mm）の荷重－変位包絡線

図 4.6.3　帯金物（たて枠同士接合、L65mm）の荷重-変位包絡線

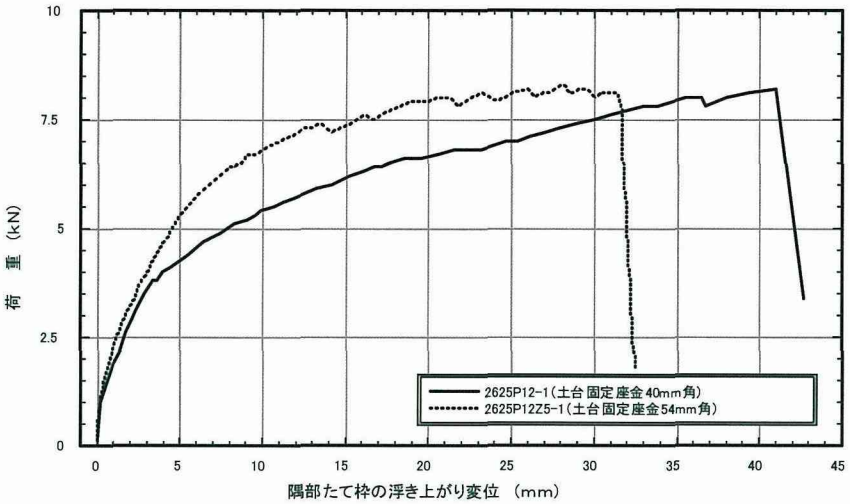


図 4.6.4　隅部たて枠接合の帯金物（L260×B25×t1.6mm）引張載荷試験の荷重-変位曲線

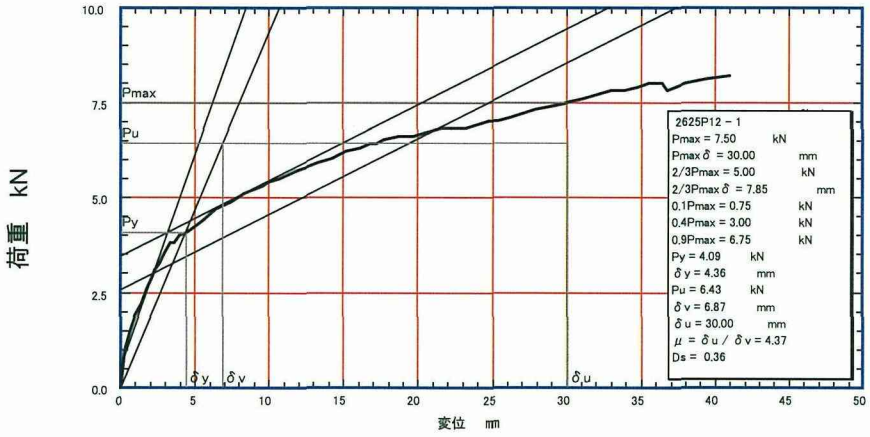


図 4.6.5　帯金物（隅部たて枠、固定座金 40 角）の荷重-変位包絡線

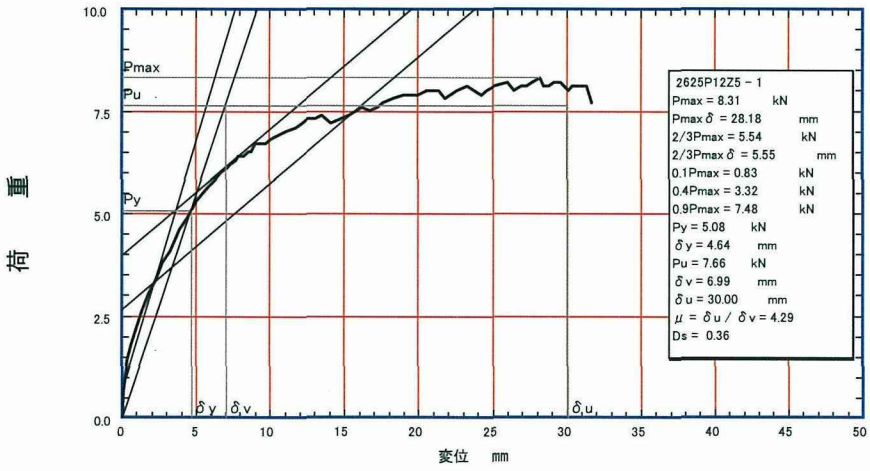


図 4.6.6　帯金物（隅部たて枠、固定座金 54 角）の荷重-変位包絡線

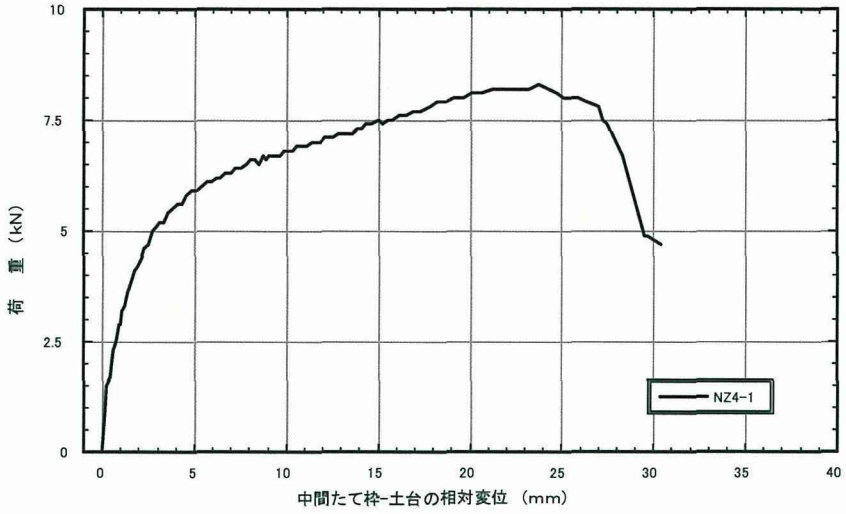


図 4.6.7　中間たて枠接合の帯金物（L260×B25×t1.6mm）引張載荷試験の荷重-変位曲線

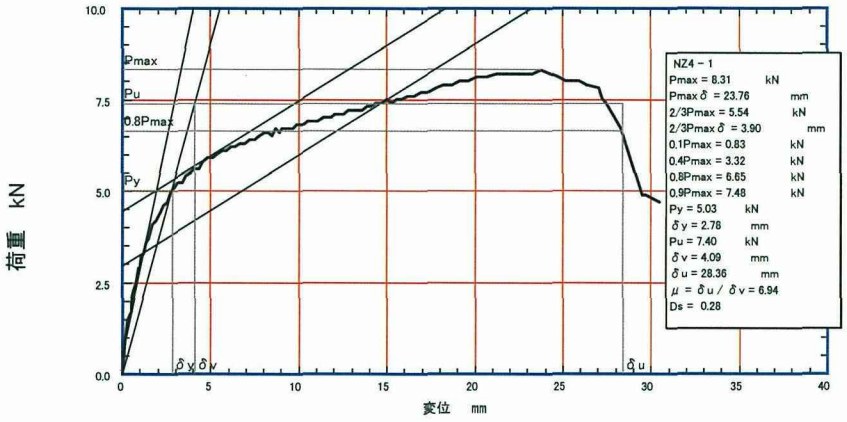


図 4.6.8　帯金物（中間部たて枠、固定座金 40 角）の荷重-変位包絡線

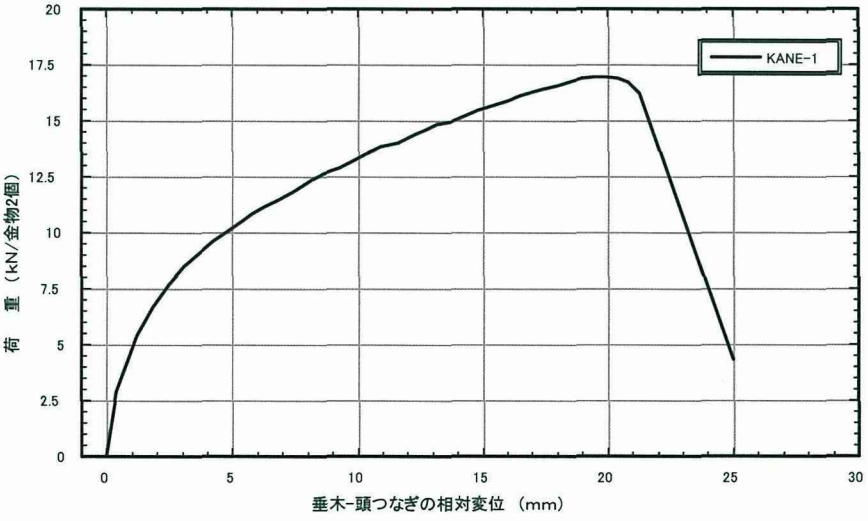


図 4.6.9　KANE-1　あおり止め金物の引張載荷試験の荷重-変位曲線

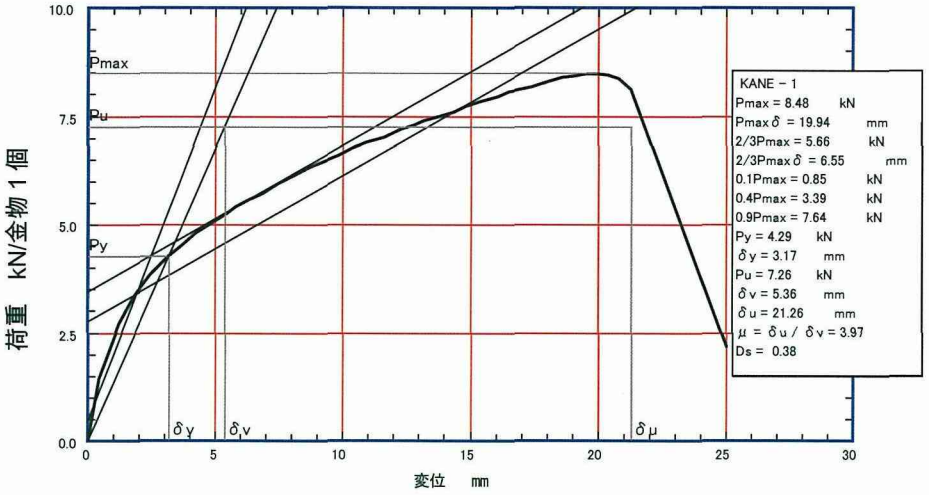


図 4.6.10　あおり止め金物の荷重-変位包絡線

４．７　考察

ビス仕様金物形状の検討や試験方法の検討を行い、金物の試作、第一次試験・評価を行ったが、金物耐力は目標耐力に達していなかった。そこで各金物の問題点を考察し、金物改良方針の検討を行い、第二次試験に向けて再度、計画を行うものとする。

（１）1 階用帯金物

・隅柱、中柱タイプの実験をビス長さ 45mm で実施した。

・ビス 45mm では母材より引き抜けが発生し、耐力低下を起こしていた。65mm 長さへのサイズアップによって引き抜き抵抗を増加させ、せん断抵抗型へ移行させ、耐力向上を図る。金物形状においてもビス単体性能が発揮可能なよう検討必要。

・ビス長さ 65mm に対応し、金物が先行破壊しないよう、金物断面（厚み・幅）およびビス配列の見直しが必要。金物の厚みは 1.6mm から 2.3mm、幅は 25mm から 35mm 程度までサイズアップを考えている。

・隅柱の 1 体目、２体目で破壊性状や耐力が若干、異なったが、これは２体目においてローラー位置補正したため鉛直方向への加力精度向上によるものと思われる。

（２）2 階用帯金物

・ビス長さ 45mm、65mm の 2 種類で試験を行った。

・ビス長さ 45mm は母材より引き抜けてしまい、早期に耐力低下した。

・ビス長さ 65mm では引き抜きは発生せず、ビス頭の傾斜も見られなかったが、金物破断が発生してしまったため、ビス性能が発揮されず、Pmax が完全に出なかった。

・ビス長さ 65mm に対応し、金物が先行破壊しないよう、金物断面（厚み・幅）およびビス配列の見直しが必要。金物の厚みは 1.6mm から 2.3mm、幅は 25mm から 35mm 程度までサイズアップを考えている。

・2 階用帯金物は繊維方向が同一な試験仕様であり、メカニズムが他仕様に比べ単純であるため、金物の断面特定や必要本数などの検討は２階用帯金物試験で実施することとしたい。

（3）あおり止め

・1体目で引張り側となる2丁合わせの垂木がハの字に開いてしまい、正しい相対変位が測定できなくなってしまったため、加力を中止した。合わせ部材の開きが発生しないよう適宜、開き止めを設ける必要があった。2体目からは垂木上端に合板9mmをビス留め（2列@200）し、開き止めとした。

・2体目で、目標耐力に若干及ばないという結果であった。金物のスリム化が過剰であったため、最終的には金物破断が発生した。ひねり部分の断面形状変更と納まりの両面で見直す必要がある。

・ビス長さ65mmは垂木から先端が出過ぎるため長さは45mmまでとし金物形状変更でビス単体性能を引き出し、耐力向上を図る。

・金物と枠材の間には合板を介して接合する本来の納まりとしたが、実際は合板の定尺の関係で頭つなぎより20mm程度、下がる。この合板定尺の関係で実際には、頭つなぎと金物の間に中空となる部分が発生し、頭つなぎへのビスの耐力は余り期待できない。したがって頭つなぎのビスは金物の回転止め等の補足的役割とし、構造的には上枠に留められたビスで抵抗させる。また合板は上枠上端までとするか検討課題である。

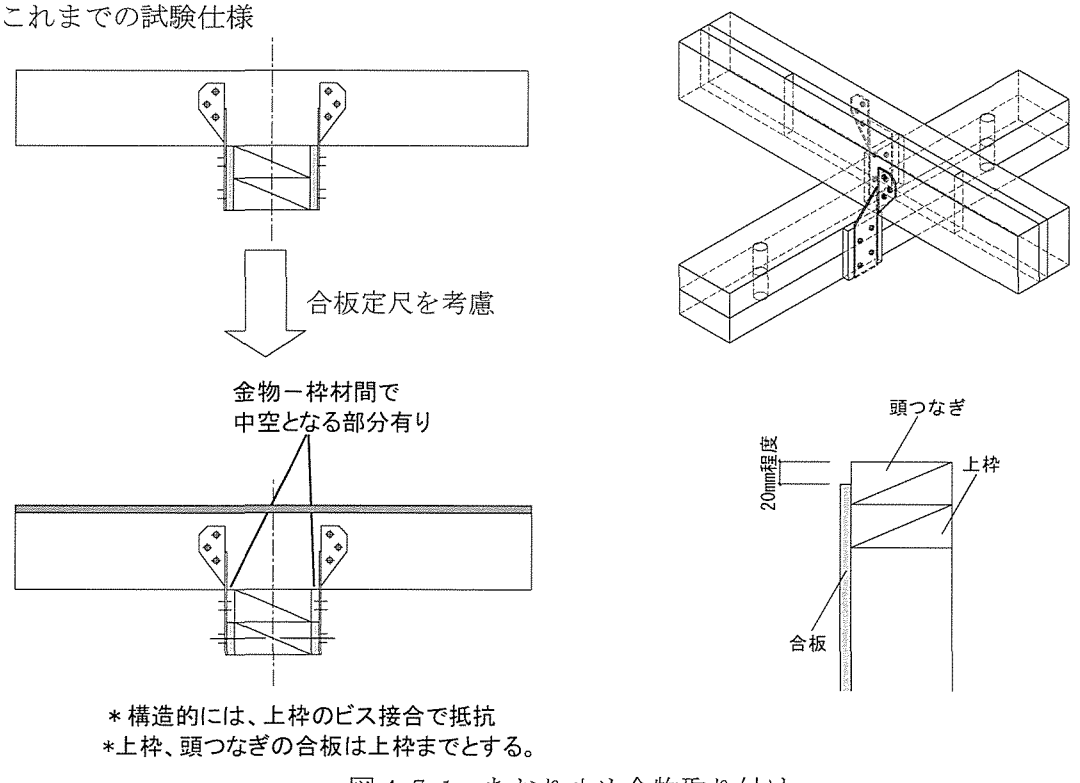


図4.7.1　あおり止め金物取り付け

5．第二次試験結果

5.1　試験体仕様

第一次試験の結果を踏まえ、第二次試験では　金物断面特定と必要本数決定を最優先と考え、メカニズムが単純な繊維方向が同一となる試験仕様（２階用帯金物）で先行実験・検証を行う。また第一次試験であおり止め金物は目標耐力に近い値を示したことから、試験対象は２階用帯金物、あおり止め金物とした。なお側材の合板厚さは12mm とし枠材へ釘打ちしない。帯金物の新断面として設定した各断面の目標耐力に対する余裕度の比較結果は以下の通りである。

表 5.1.1　帯金物断面の目標耐力に対する余裕度

金物断面		目標耐力	目標耐力に対する		ビス長さ
幅	厚み		降伏時余裕度	破断荷重までの余裕度	
35	2.3	10kN	1.344	2.016	65
38	2.3		1.485	2.228	
35	3.2		1.870	2.804	

帯金物の幅は 35mm と 38mm の２種、厚さを基本 2.3mm とし 3.2mm は金物破断しない十分な断面として設定した。ばらつき評価を行った場合、幅 35mm、38mm に対し、厚 2.3mm の金物断面では、目標耐力に対して余裕がない可能性がある。一方、単体性能で得られているビス（65mm×5 本）性能を最大限引き出すため、金物側に破断荷重の余裕を持たせた 3.2mm 厚仕様も試験対象とした。極力、金物厚さは抑えていきたいため、試験結果を適宜判断し、試験順序を決定することとする。

あおり止め金物は第一次試験で破断となった箇所の形状変更、端距離に余裕を持たせる、上枠の３本を抵抗要素とする等が変更点である。あおり止めタイプ１、タイプ２では、ひねり部分における先穴配置の影響を、あおり止めタイプ３、４で上枠側のビス配列の影響を確認する。

5.2　試験体図

試験体図及び各金物形状図を図 6.2.1～6.2.16 に示した。

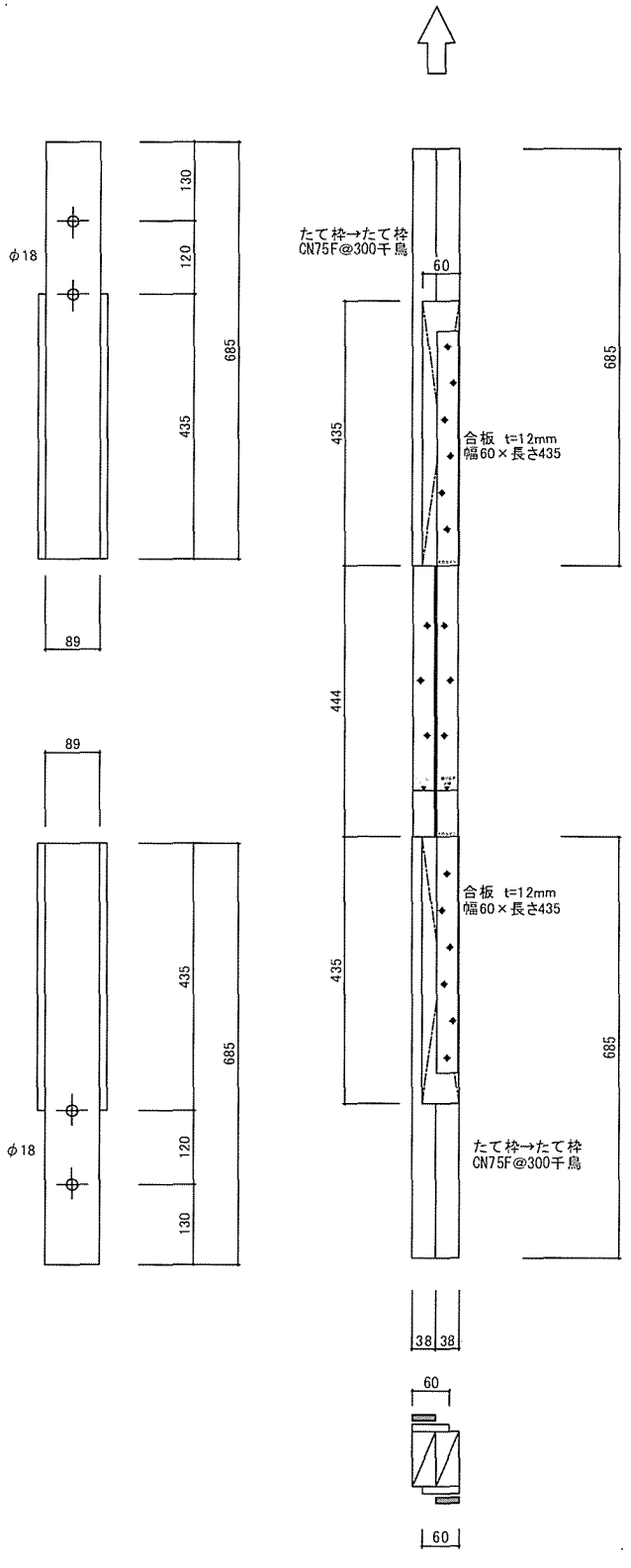


図 5.2.1　帯金物試験体図

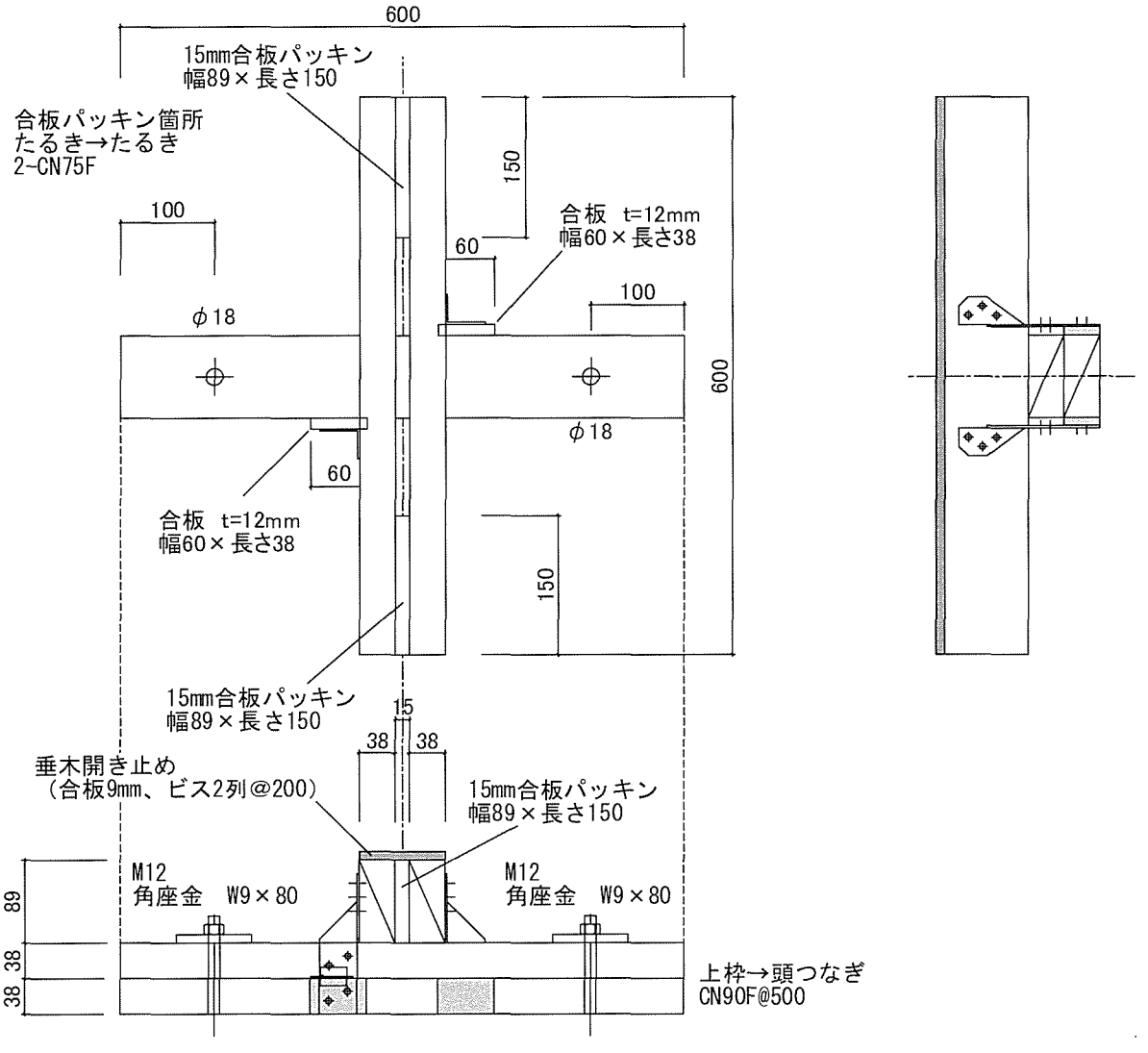


図 5.2.2　あおり止め金物試験体図

○帯金物試験体名称の解説

ビス穴タイプは計８種類あり、それぞれ帯タイプ１～８と表記する。金物断面には３種類の幅・厚みがあり、各帯タイプの枝番として１～３をつけ表記する。帯タイプと金物断面の組み合わせで２４種類の試験仕様となる。詳細は図面参照。

例 1) ビス穴タイプが帯タイプ１の場合（枝番の 1～3 が各断面に対応）

・帯タイプ 1-1 は、35mm 幅、2.3 厚みの断面形状仕様

・帯タイプ 1-2 は、38mm 幅、2.3 厚みの断面形状仕様

・帯タイプ 1-3 は、35mm 幅、3.2 厚みの断面形状仕様

例 2) ビス穴タイプが帯タイプ 3 で 38mm 幅、2.3 厚みの場合、帯タイプ 3-2 と表記される。

帯タイプを以下に示した。ビス配列は、いずれのビスも繊維方向に対して同一ラインとならないよう配慮した。そのビス配列を基本として、ビス間隔を@15、@30、@60 と拡大させ、木口からの離れも 33mm、60mm の２種とし、各影響を把握する。これらの対象から試験的に繊維方向に対する適切な配列を導き出すこととする。

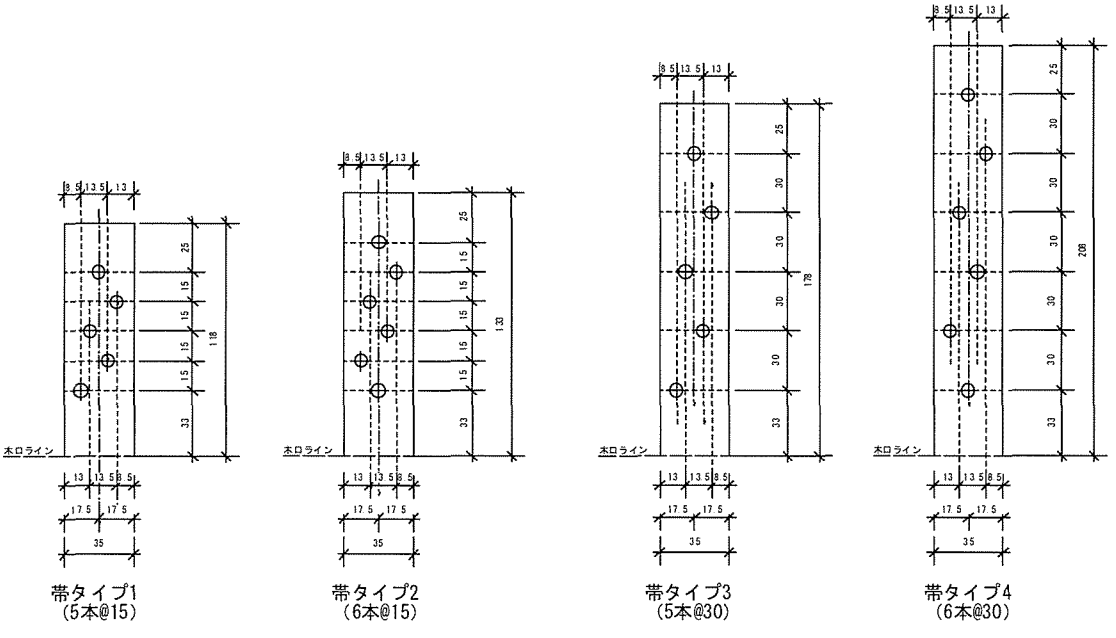


図 5.2.3　帯タイプ１～４（幅 35mm、厚み 2.3 の場合）

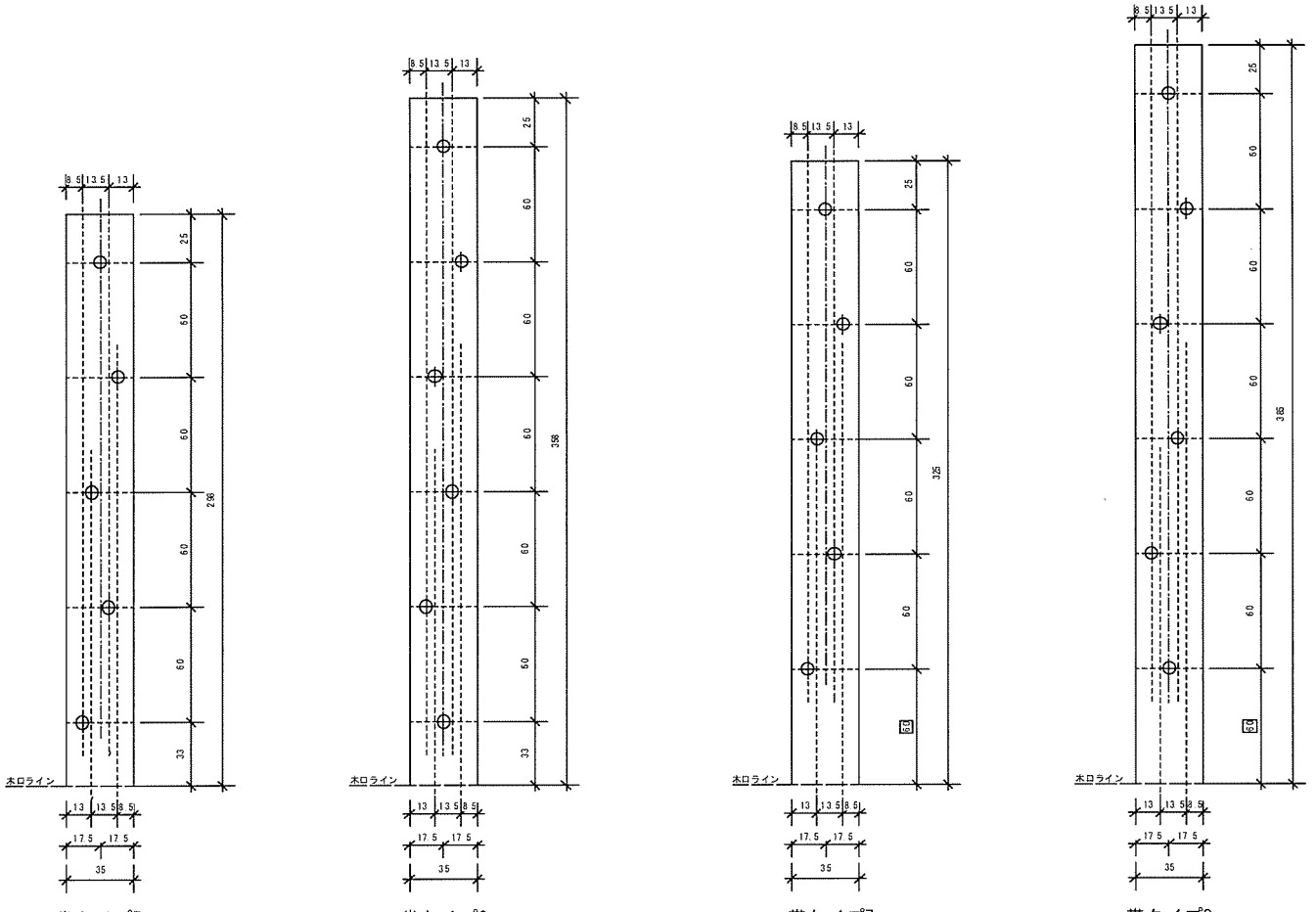


図 5.2.4　帯タイプ５～８（幅 35mm、厚み 2.3 の場合）

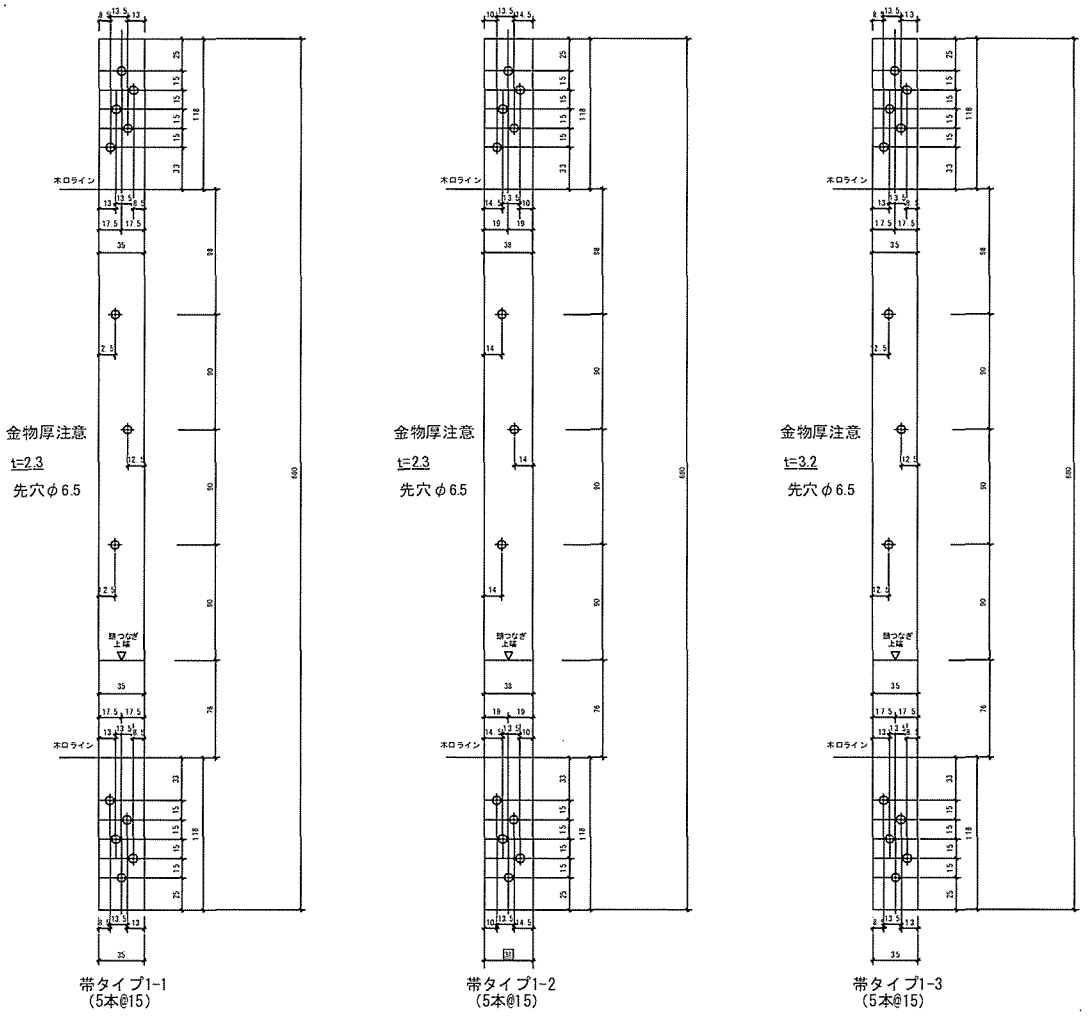


図 5.2.5　帯金物タイプ 1

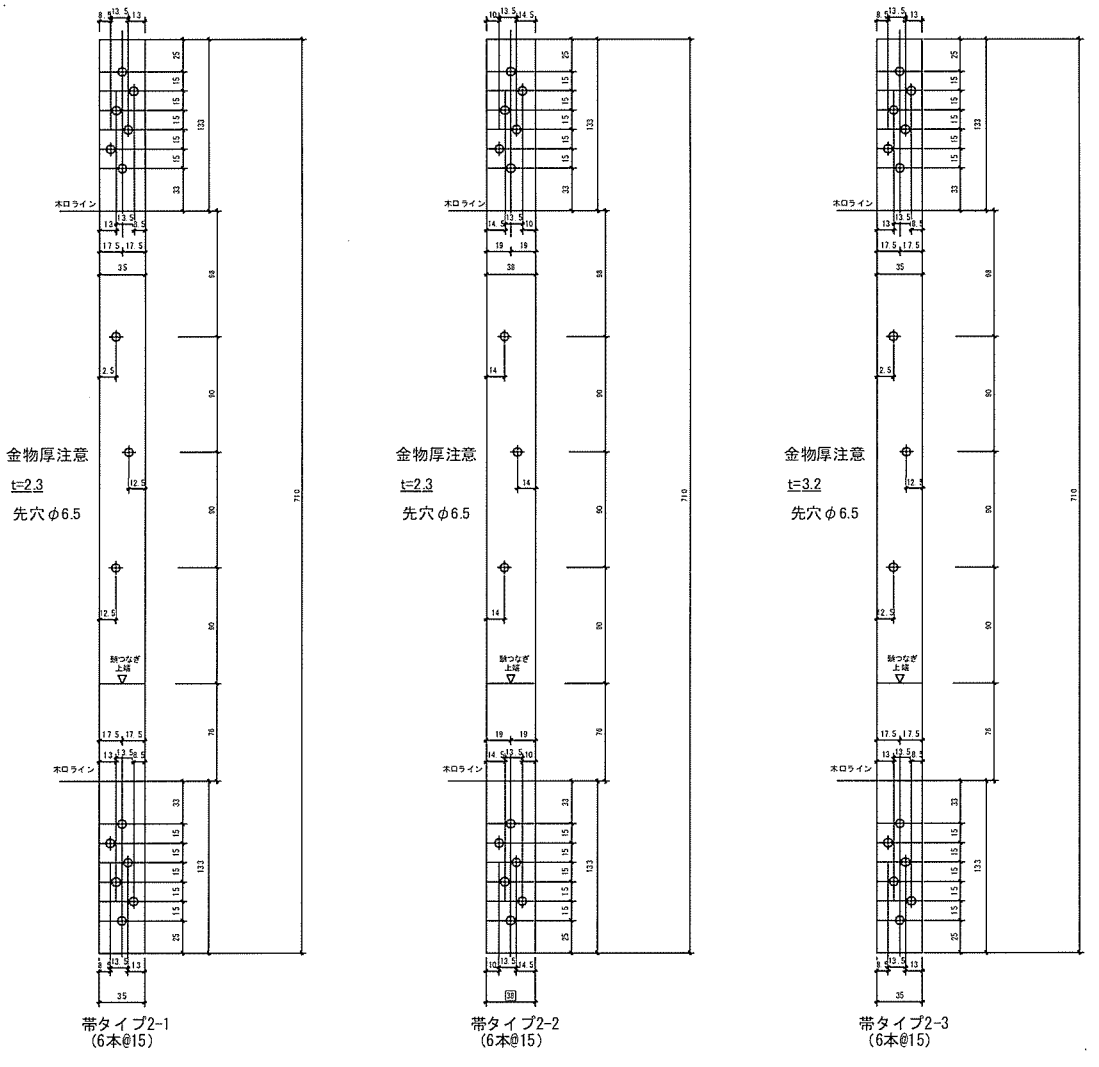


図 5.2.6　帯金物タイプ２

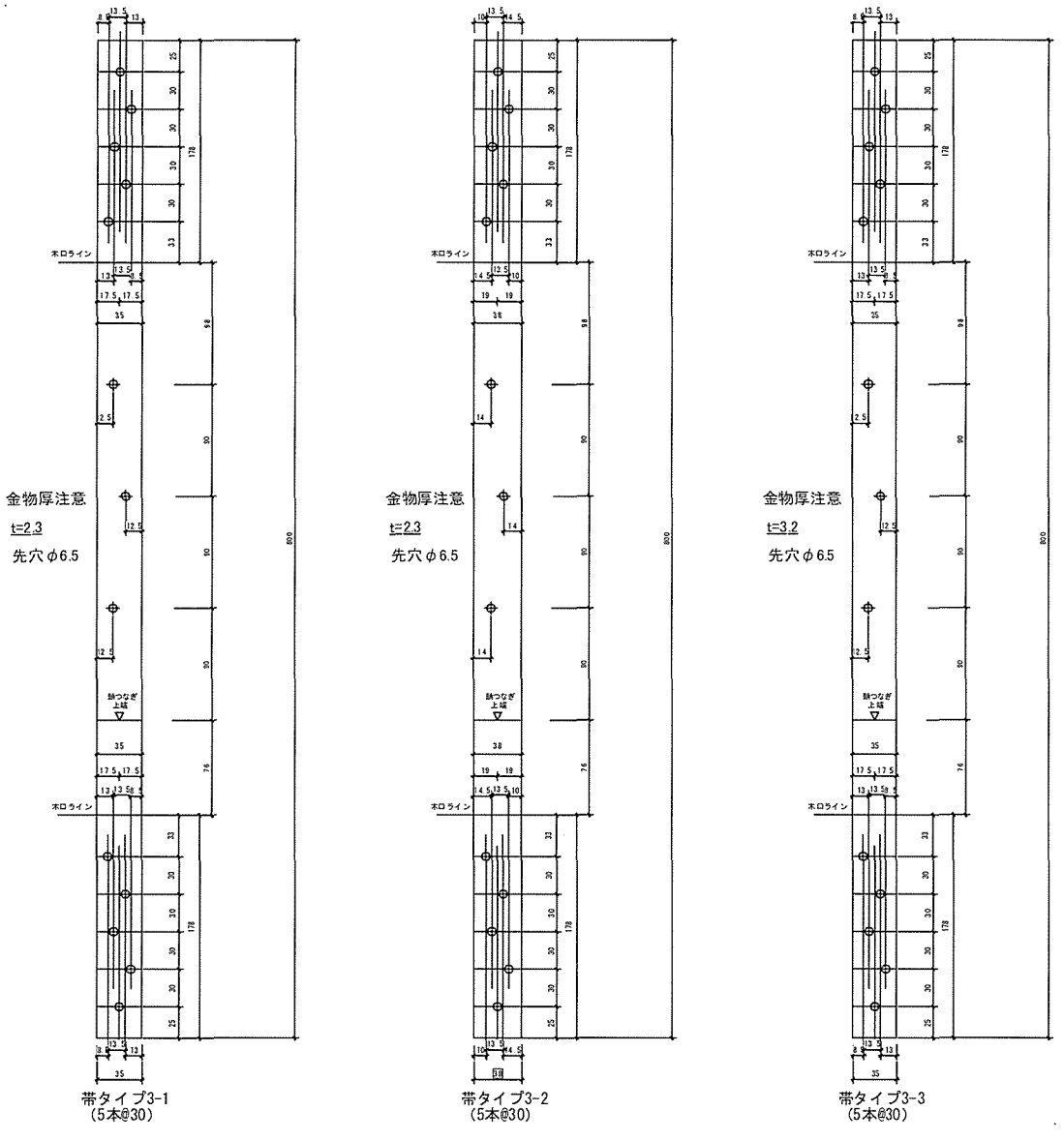


図 5.2.7　帯金物タイプ 3

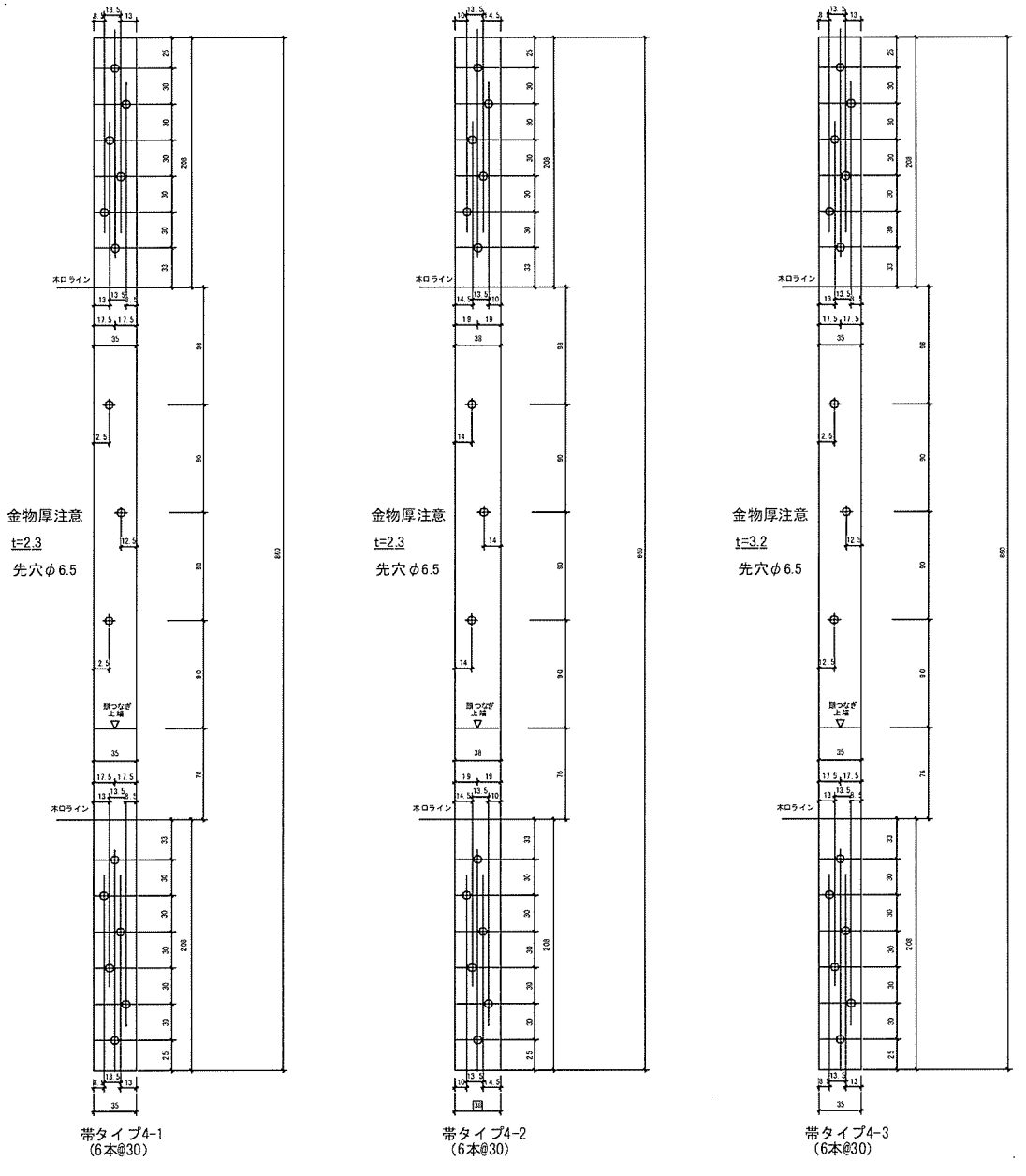


図 5.2.8　帯金物タイプ 4

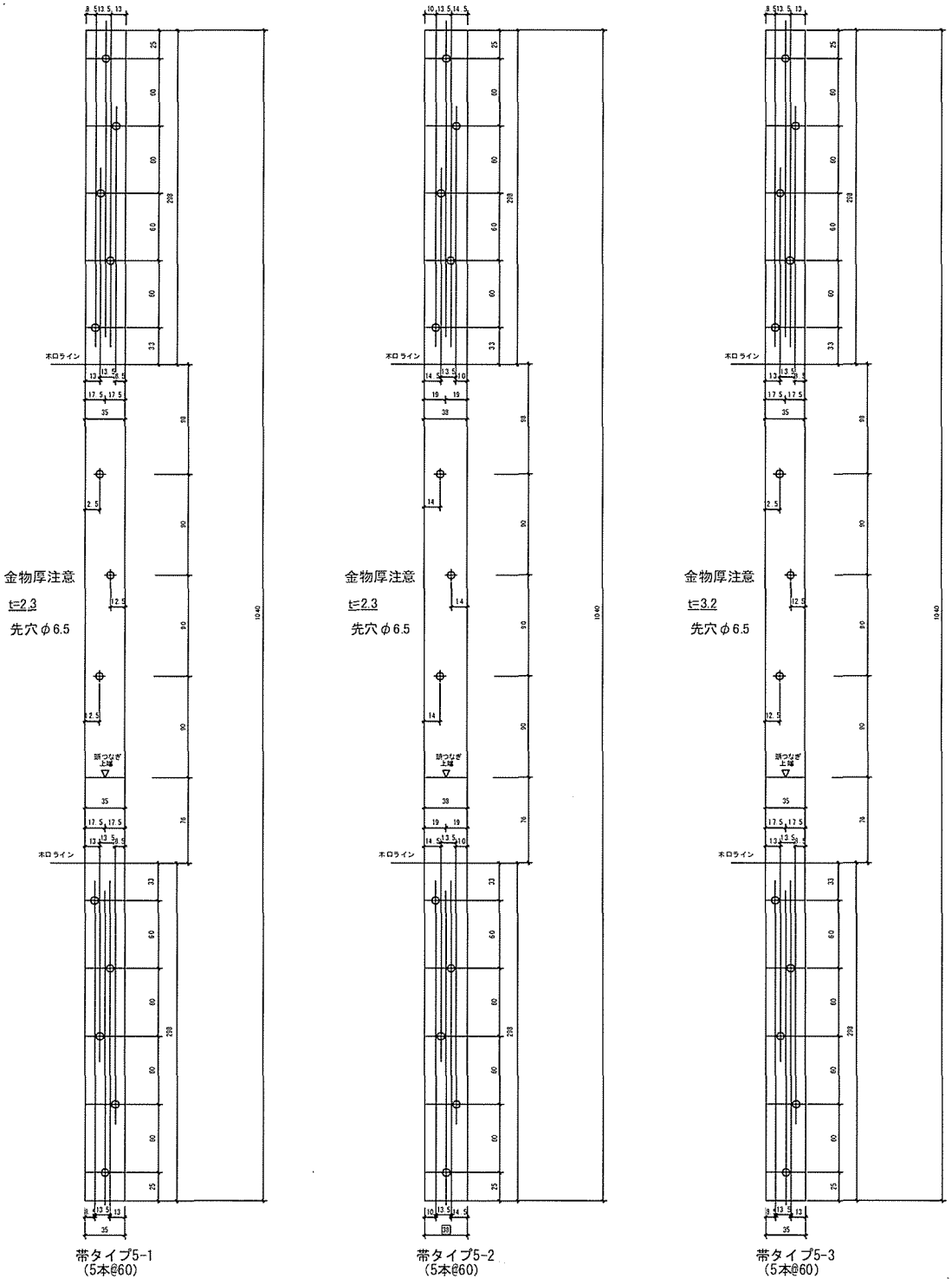


図 5.2.9　帯金物タイプ 5

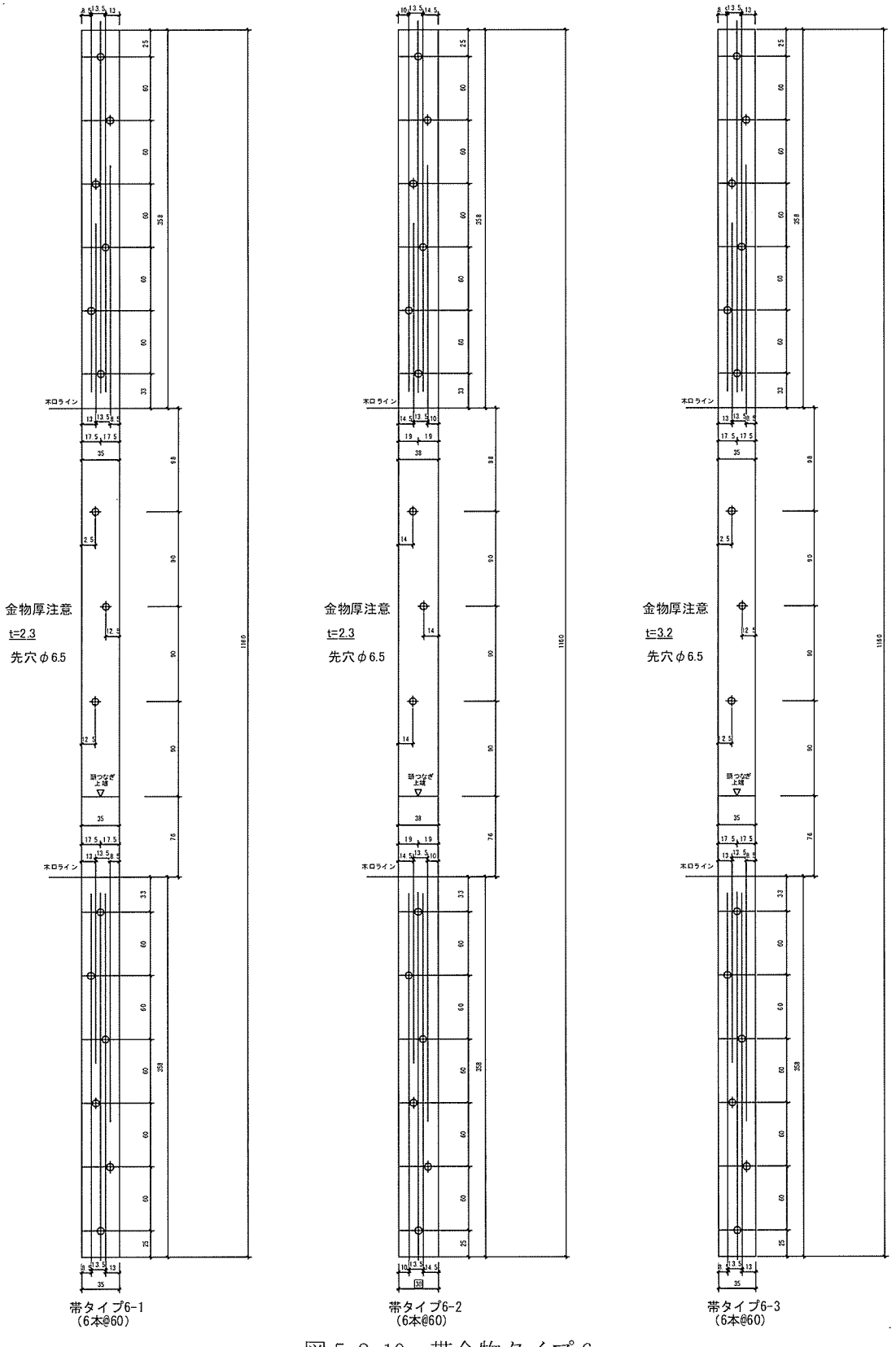


図 5.2.10　帯金物タイプ 6

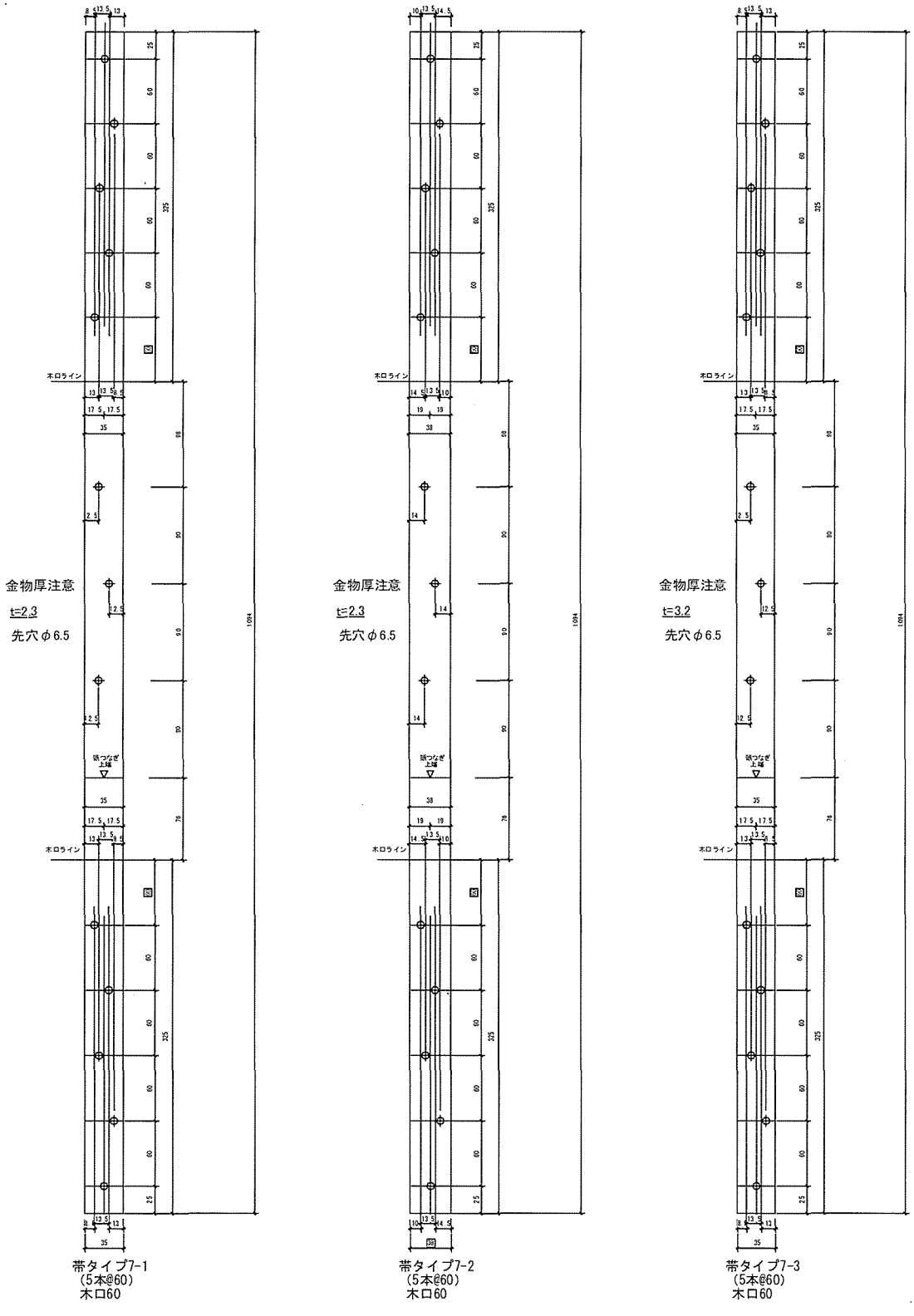


図 5.2.11　帯金物タイプ 7

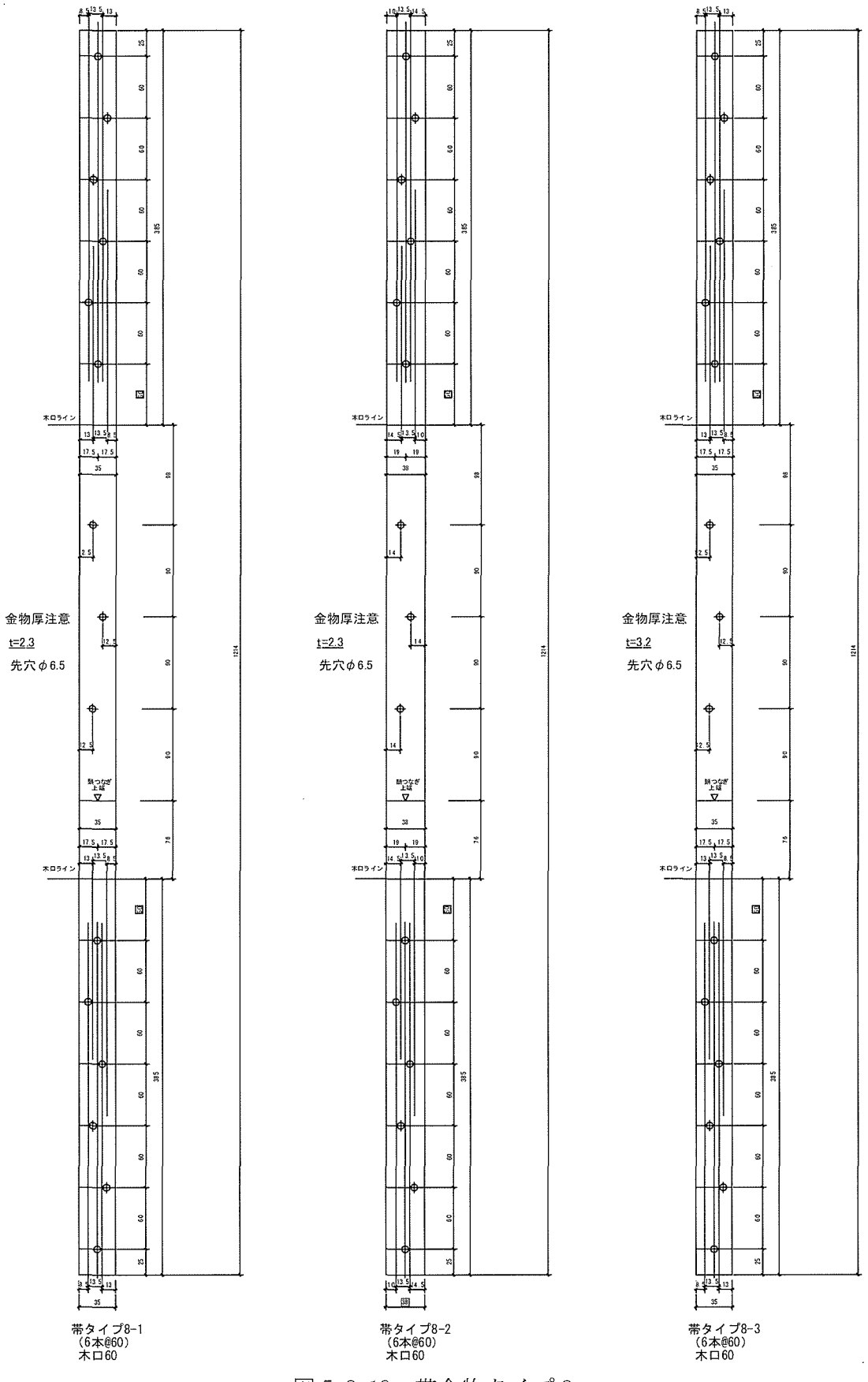


図 5.2.12　帯金物タイプ 8

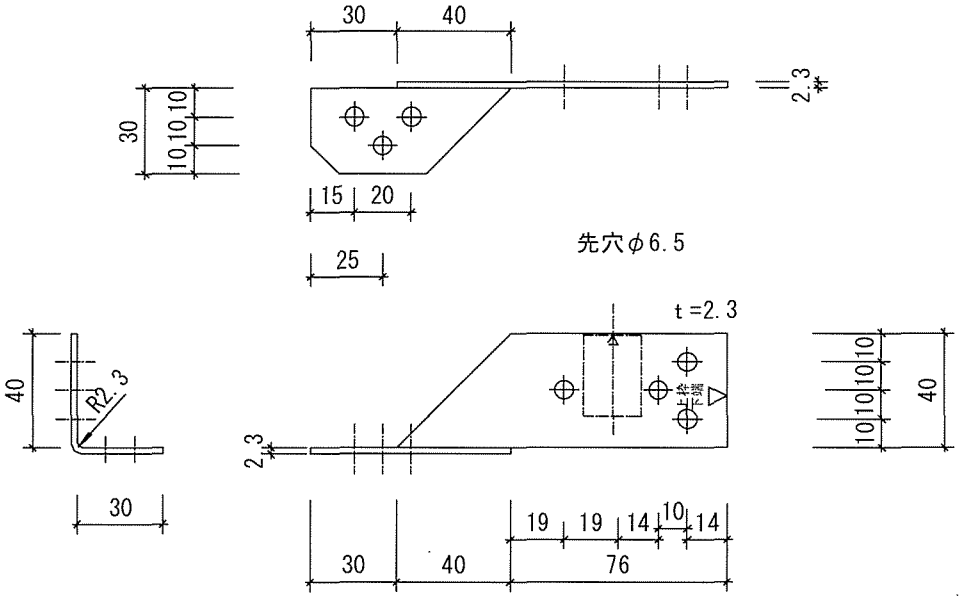


図 5.2.13　あおり止めタイプ１

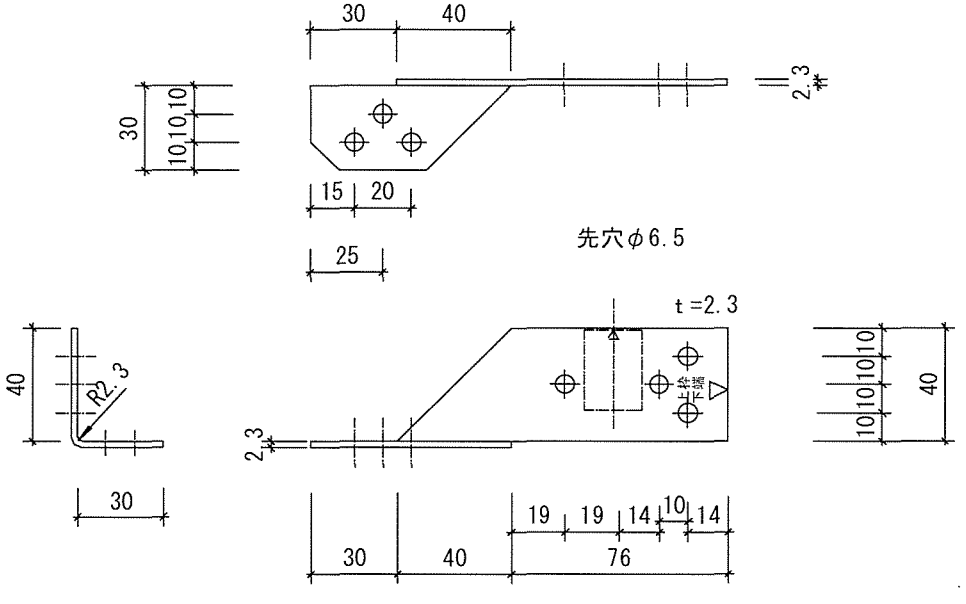


図 5.2.14　あおり止めタイプ２

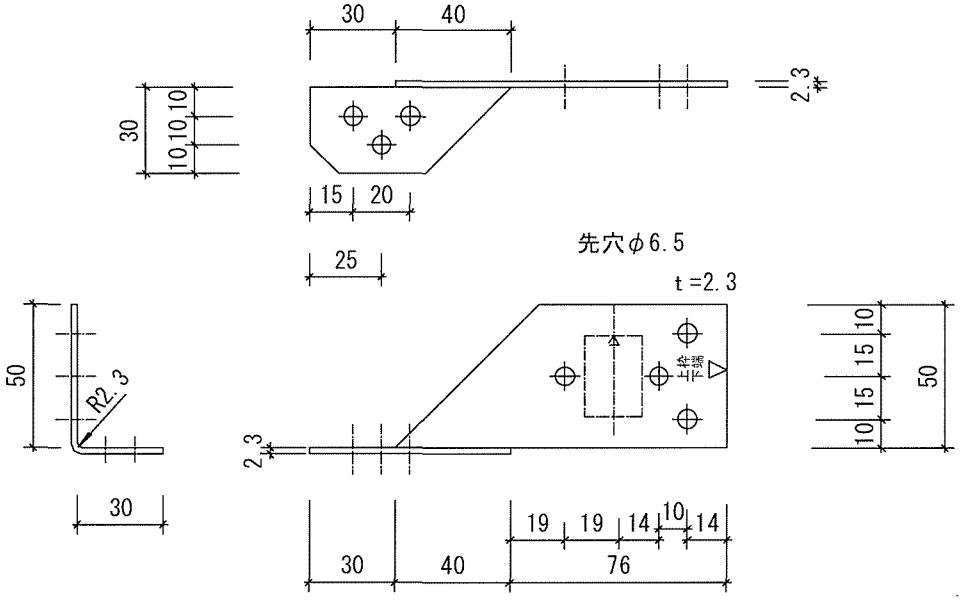


図 5.2.15　あおり止めタイプ３

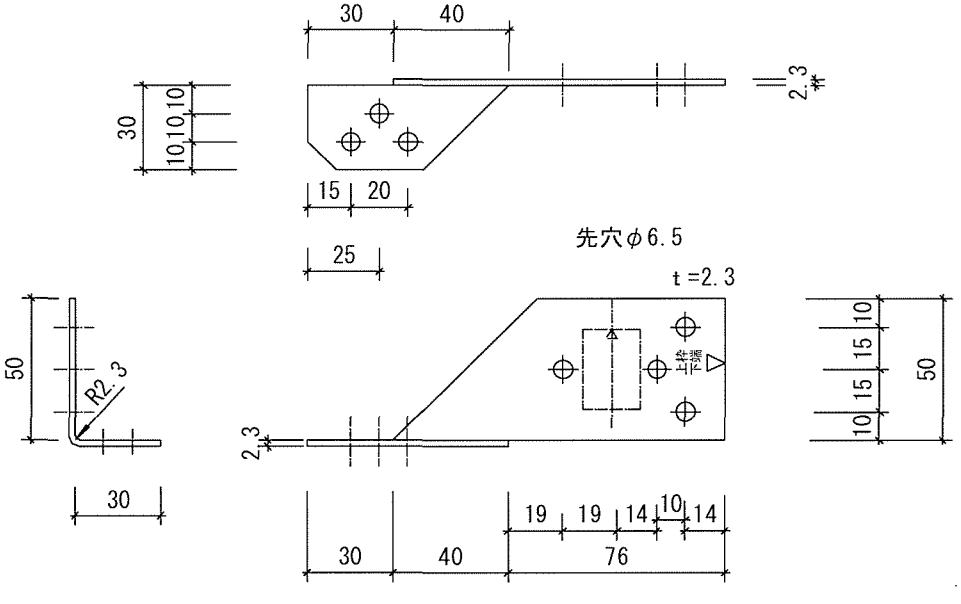


図 5.2.16　あおり止めタイプ４

5.3 試験体数

帯金物、あおり止め金物それぞれ単調加力を各１体実施し、耐力の見込みがある仕様は追加で１体実施することとする。

表 5.3.1 試験体数（帯金物）

断面		ビス5本仕様				ビス6本仕様			
		近接ビス間距離			`@60及び木口離れ60	近接ビス間距離			`@60及び木口離れ60
幅	厚	@15	@30	@60		@15	@30	@60	
35	2.3	各1体、見込み有り仕様は追加2体				各1体、見込み有り仕様は追加2体			
38	2.3								
35	3.2								

5.4 使用材料表

表 5.4.1 各試験体の使用材料

帯金物試験体

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS 甲種2級	204	685	4	本	40	160	本
針葉樹	JAS 構造用合板2級	12mm	幅60×長435	4	枚	40	160	枚

あおり止め金物試験体

樹種	等級	断面・厚み	大きさ・長さ(mm)	数量／1体	単位	試験体数	発注数量	単位
SPF	JAS 甲種2級	204	600	4	本	8	32	本
針葉樹	JAS 構造用合板2級	12mm	幅60×長38	2	枚		16	枚
針葉樹	JAS 構造用合板2級	15mm	幅89×長150	2	枚		16	枚
針葉樹	JAS 構造用合板2級	9mm	幅91×長600	1	枚		8	枚

金物

種類	数量
帯金物タイプ1-1、1-2、1-3	各4
帯金物タイプ2-1、2-2、2-3	各4
帯金物タイプ3-1、3-2、3-3	各4
帯金物タイプ4-1、4-2、4-3	各4
帯金物タイプ5-1、5-2、5-3	各4
帯金物タイプ6-1、6-2、6-3	各4
帯金物タイプ7-1、7-2、7-3	各4
帯金物タイプ8-1、8-2、8-3	各4
あおり止めタイプ1	4
あおり止めタイプ2	4
あおり止めタイプ3	4
あおり止めタイプ4	4

ビス本数

L＝45　　200 本程度

L＝65　　2000 本程度

5.5　試験実施時の試験体形状（試験前形状を調整）

基本的な試験体形状は以下の通り。試験仕様にビス本数の増加仕様（７本仕様）を追加した。

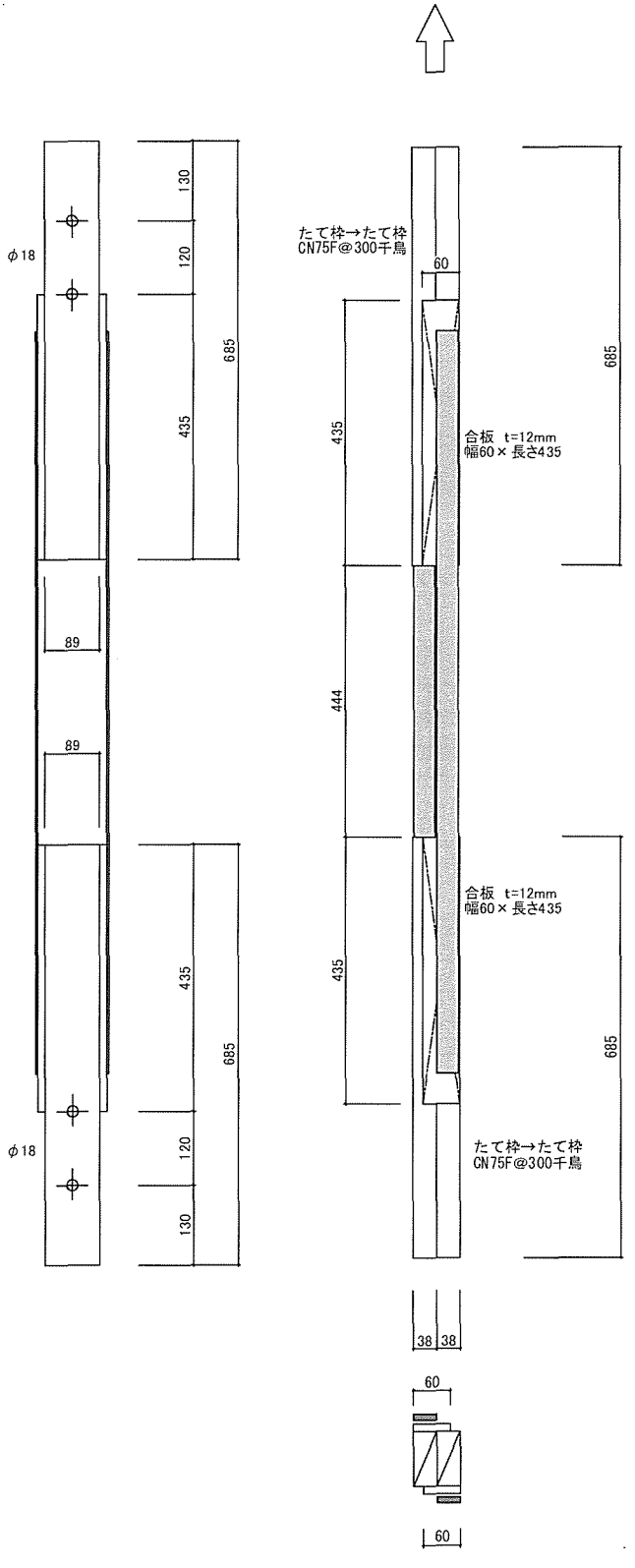


図 5.5.1　２階用帯金物試験体図

追加仕様（ビス７本）①（幅 38mm、厚 2.3mm）

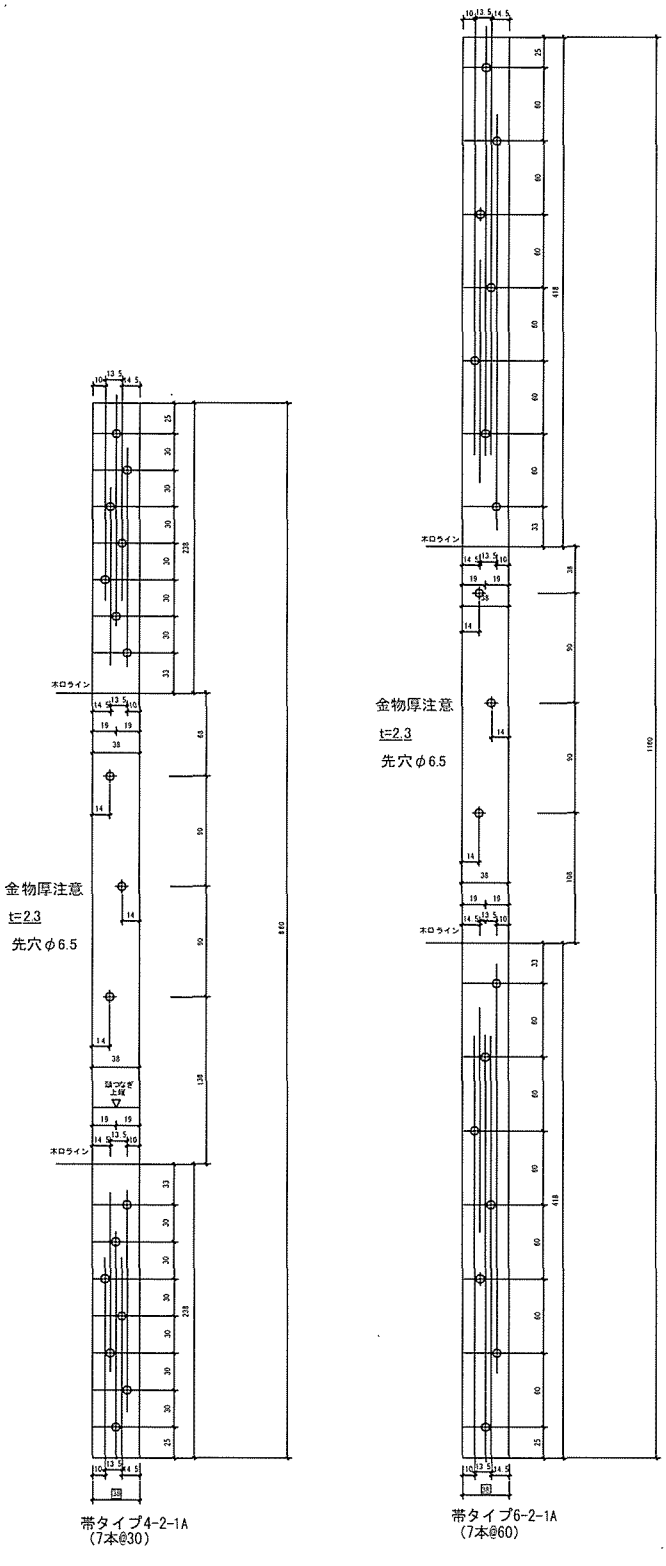


図 5.5.2　７本仕様金物図①

追加仕様（ビス７本）②（幅 35mm、厚 3.2mm）

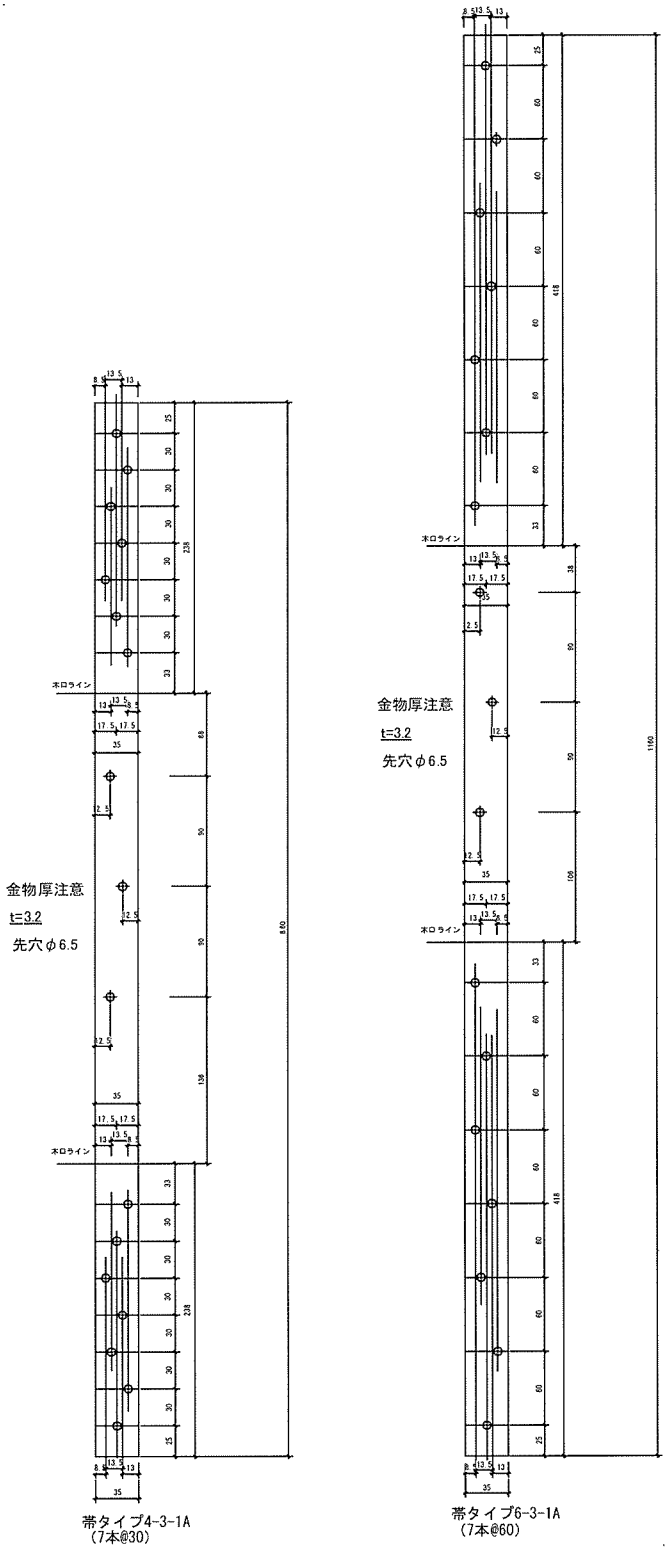


図 5.5.3　７本仕様金物図②

基本的な試験体形状は以下の通り。金物のビス本数を減じた仕様を追加した。

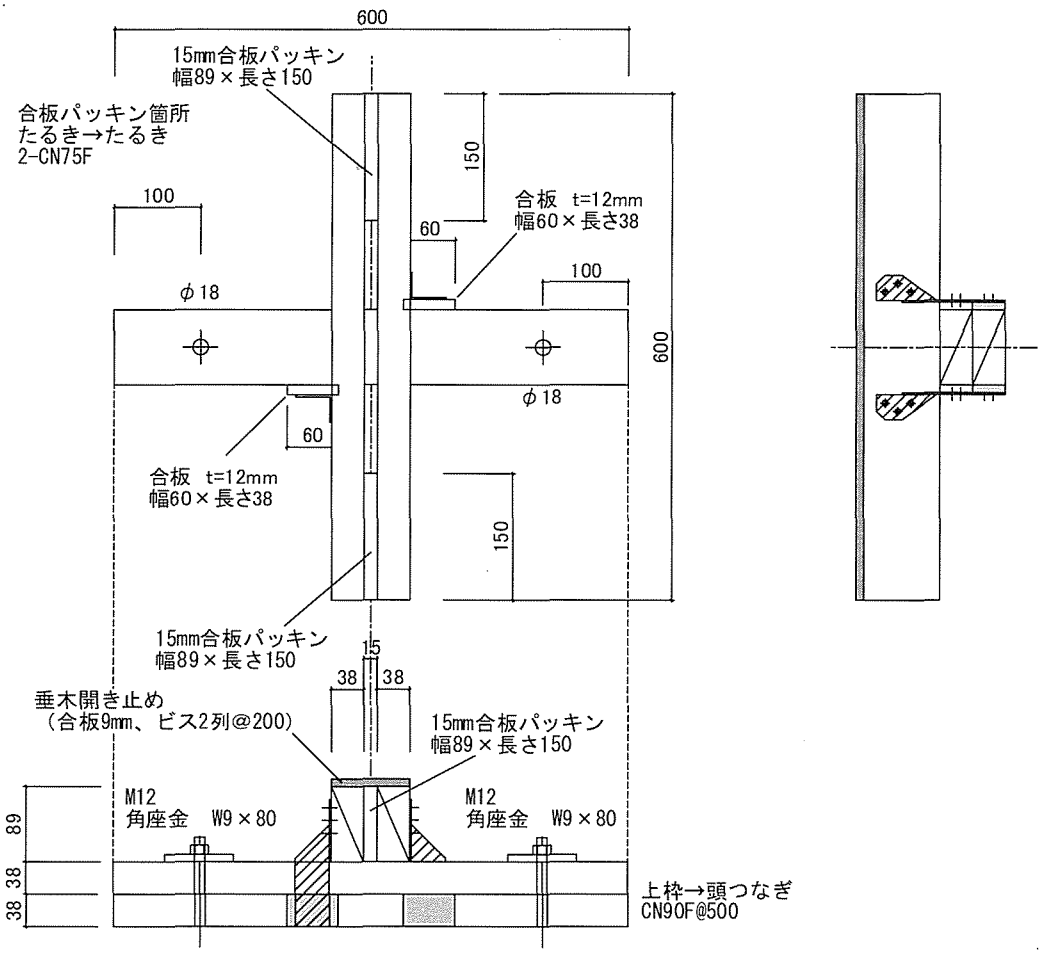
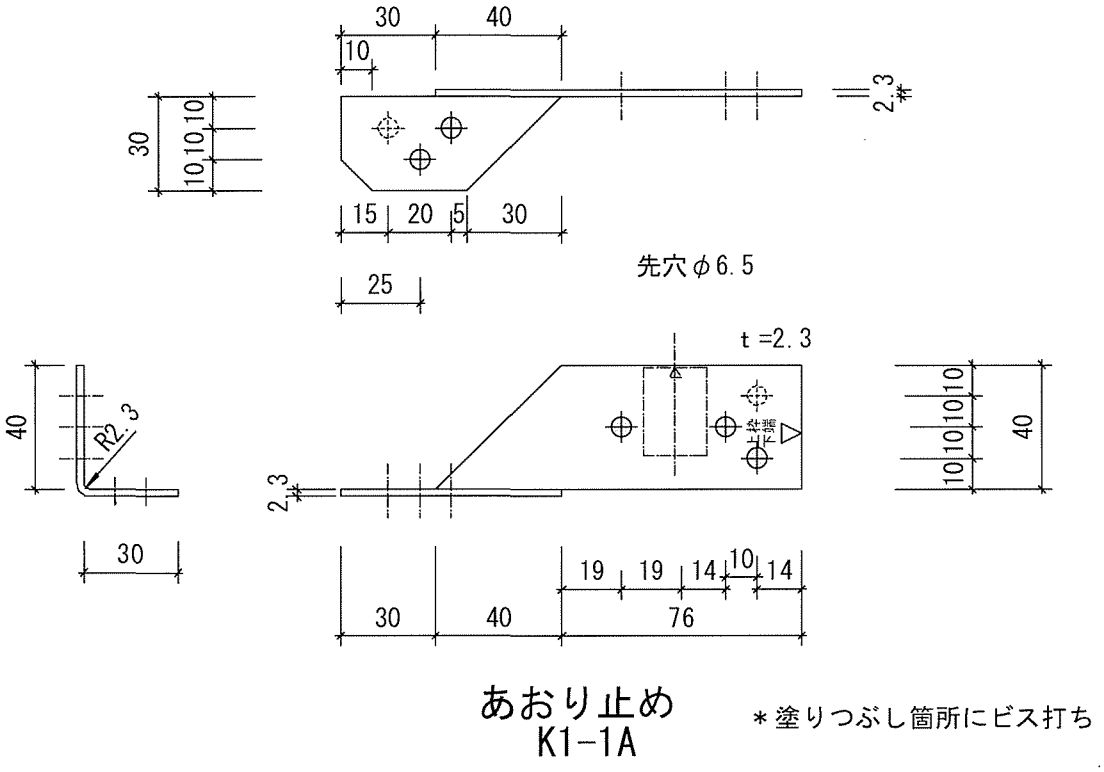


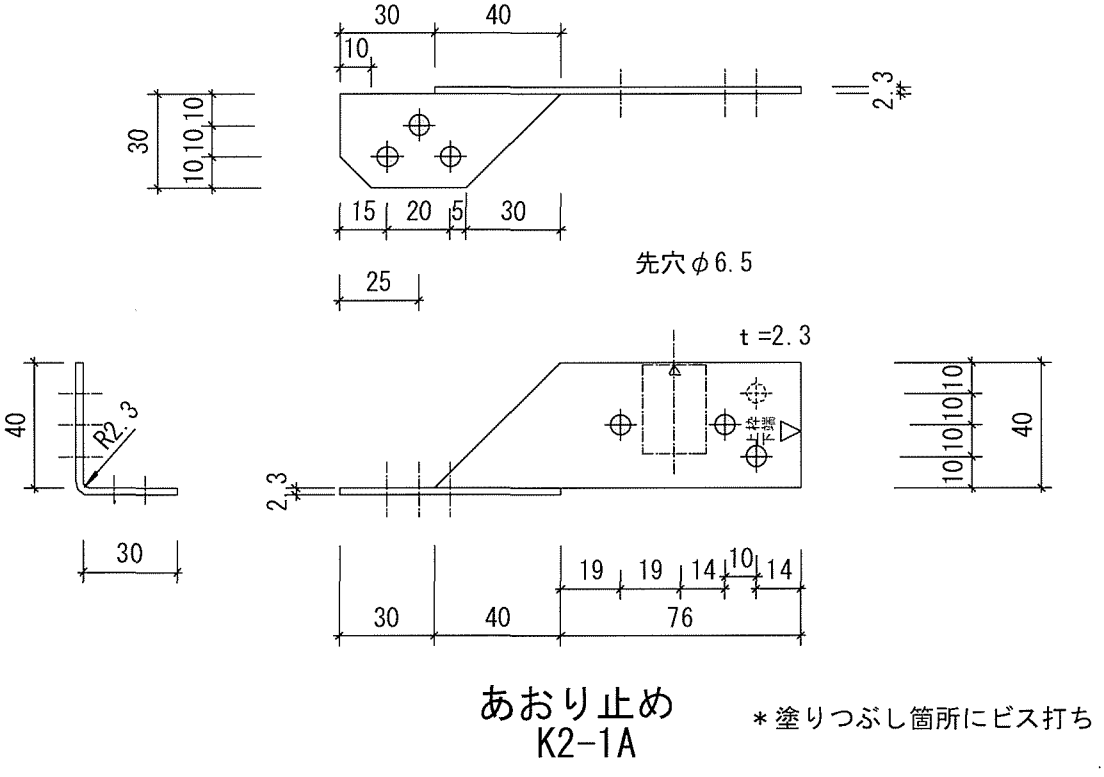
図 5.5.4　あおり止め金物試験体図



あおり止め
K1-1A

＊塗りつぶし箇所にビス打ち

図 5.5.5　上枠、垂木ビス２本仕様



あおり止め
K2-1A

＊塗りつぶし箇所にビス打ち

図 5.5.6　上枠ビス２本、垂木ビス３本仕様

5.6　試験結果

（１）帯金物（ビス L=65）

試験はビス本数５本仕様で金物断面が最小な幅 35mm、厚 2.3mm について、順次ビスピッチや木口離れの寸法を変えて試験を行った。ビス本数６本仕様については、幅 35mm 厚 2.3mm 断面、幅 38mm 厚 2.3mm 断面、幅 35mm 厚 3.2mm 断面の３種類に対し、同様にビスピッチや木口離れの寸法を変えて試験を行った。６本仕様の結果を踏まえ、さらに耐力の高い仕様として７本仕様を追加作成し、幅 38mm 厚 2.3mm 断面、幅 35mm 厚 3.2mm 断面の２種類について木口離れ寸法を 33mm に固定し、ビスピッチ@30、@60 の仕様で試験を行った。

1)5 本仕様

最小断面である幅 35mm、厚 2.3mm では、ビスピッチが大きく耐力に影響した。@15 ではビスが近接しているため、ビス打ちされた部分の母材が一体となって割れてしまい耐力が向上しなかった。ビスピッチ@30 と@60 の耐力を比較すると@60 の耐力が若干高く、どちらも最終的に母材の割れが発生した。木口の離れが 33mm と 60mm では、60mm 仕様で若干耐力が下がった。ビス１本当たりの耐力は@15 のみ耐力が低いが、その他の仕様は概ね 1.7ｋN 程度を示しており、@30 以上のビスピッチが有効であることがわかる。しかし単体試験によるビス１本当たりの耐力 3kN には達していない。これは、側材の合板（12mm）による耐力低減が大きな原因と考えられる。

2)6 本仕様

＜幅 35mm、厚 2.3mm 仕様＞

ビス 6 本においても@15 はその他のビスピッチに比べ著しく耐力が低くなり@30 以上のビスピッチでは耐力が 10.5ｋN 程度に安定する。5 本仕様の結果で耐力は 8.8ｋN 程度、ビス１本当たりの耐力は 1.7ｋN であったが、６本仕様の耐力を予測してみると 8.8kN＋1.7kN＝10.5kN となり、試験結果と概ね合致する耐力になる。これより@30 以上のビスピッチを確保することによって安定的な金物耐力が発現するものと考えられる。これはビス１本当たりの耐力 1.7ｋN に本数を掛けることによって、金物耐力が設計できることに繋がる。また合板（12mm）を介した接合（母材 SPF）であると１本当たりのビス耐力は ZN65 の耐力の 2.5 倍程度になることから、現在の C マーク金物で面材を介する納まりの金物では釘をビスに変更することにより本数を約半分にすることが可能となる。また木口の離れが 33mm と 60mm で耐力は概ね変わらなかった。

＜幅 38mm、厚 2.3mm 仕様＞

ビスピッチとして@15は適当ではないと判断し、@30以上を対象に試験を行った。幅35mm、厚2.3mmの結果と変わらず、10ｋＮ程度であった。また木口の離れが33mmと60mmで耐力は概ね変わらなかった。

＜幅35mm、厚3.2mm仕様＞

@30以上を対象に試験を行った。幅38mm、厚2.3mmの結果とあまり変わらず、11ｋＮ程度であった。６本仕様における結果より、ビスが発揮できる耐力の限界に達しており、金物耐力の向上を考えた場合、本数の増加が必須である。ビスピッチ@15を除き、金物断面に関わらず目標耐力10ｋＮを満足しているが、繰り返し加力や試験体によるばらつきを考慮すると、試験耐力としては12kN程度、確保しておきたいため７本仕様を試験に追加することとした。また木口の離れが33mmと60mmで耐力は、これまでの試験結果と同様に概ね変わらないため、木口寸法は33mmで７本仕様の試験を行うこととした。

3)7本仕様

幅35mm、厚2.3mmの金物断面では、破断強度に余裕がないため試験対象から除外した。幅38mm、厚2.3mmにおいても目標試験耐力12kNに対し破断強度は若干不足するが、厚み2.3mmにおける限界を確認するため対象範囲に加えた。試験対象は幅38mm、厚2.3mmと幅35mm、厚3.2mmの金物断面でビスピッチを@30と@60、木口離れを33mmとした。

＜幅38mm、厚2.3mm仕様＞

耐力は12kN程度発現しているが、最終破壊形状として金物が破断したが40mm程度の変形まで追従しているため、脆性的であるとは考えない。しかし金物の計算上の破断強度を試験体の最大荷重に置換すると11ｋＮ程度の耐力となり、繰り返し加力や試験体によるばらつきを考慮すると若干耐力が不足する可能性が考えられる

＜幅35mm、厚3.2mm仕様＞

耐力は十分に発現しおよそ13～14ｋＮであった。最終破壊形状は金物破断ではなくビスの引き抜けとなっていた。最大荷重は計算上の金物破断強度以内であり、最終的にビスの引き抜けで耐力低下しているため、７本のビス性能を最大限発揮させた結果となった。この仕様は、ビスの本数と金物断面がバランスした仕様であったといえる。

（２）あおり止め金物（L=45）

ビスの配列と形状を第一次試験仕様から変更し、ビス長さL=45で試験を行った。ビスの配列と金物形状の組み合わせを４パターンとし試験を行ったが、３パターンま

で大きな耐力性状の違いがみられないため打ち切りとした。耐力は 3.8～4.2kN であり、第一次試験結果より耐力が低い。第一次試験においては上枠、頭つなぎそれぞれに対し２本ずつ（計４本）のビスで緊結していたが、今回の試験から壁の一体性を考慮し、頭つなぎのビスは膨れ防止とし、上枠のビスが構造上有効であると考えた。ビス３本で上枠のみによって抵抗させると、上枠に対するビス本数の不足やビス配列の問題によって、上枠のビス引き抜けや材割れが発生し耐力が向上しない。材の割れを考慮し垂木と上枠のビス本数のバランス調整を行った試験体（K1-1A、K2-1A）で試験をしたが、剛性・耐力ともに低く、割れも結果的に発生した。

表 5.6.1　試験結果一覧

帯金物(材質:SGHC)、ビス(L＝65mm　18TN-65-1　18A浸炭)　　注)最大荷重Pmaxは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

ビス	幅 (mm)	厚 (mm)	木口離れ (mm)	ビスピッチ (mm)	試験体名称	Py (kN/試験体1体)	Pmax (kN/試験体1体)	PO (kN/金物1枚)	破断強度計算値 (kN/試験体1体)	ビス予測分担耐力 (kN/本)	破壊性状
5本	35	2.3	33	@15	1-1-1	12.62	25.93	6.3	40.312	1.26	ビス部母材の割れ(下側の裏)
				@30	3-1-1	17.26	36.86	8.6		1.72	木口押し抜きせん断(上側裏)、木口割れ(下側表)
				@60	5-1-1	17.67	37.53	8.8		1.76	ビス相互の干渉による割れなく、ビス引き抜け。木口端部割れ(上側、下側)
			60	@60	7-1-1	16.86	34.37	8.4		1.68	ビス引き抜け(下側引き抜け)
6本	35	2.3	33	@15	2-1-1	15.87	31.43	7.9		1.32	ビス引き抜けと母材の割れ(上側)
				@30	4-1-1	20.97	41.69	10.4		1.73	ビス引き抜けと母材の割れ
				@60	6-1-1	22.17	44.43	11.0		1.83	ビス穴部で破断。(膨れ防止ビス穴部)ビス引き抜けなく頭部傾斜程度。
			60	@60	8-1-1	20.08	43.51	10.0		1.67	ビス穴部で破断。(膨れ防止ビス穴部)ビス引き抜けなく頭部傾斜程度。
	38	2.3	33	@30	4-2-1	19.44	40.34	9.7	44.556	1.62	ビス引き抜け。押し抜きせん断(下側)
				@60	6-2-1	22.15	46.24	11.0		1.83	ビス引き抜けと木口の割れ(上側)
			60	@60	8-2-1	21.87	44.84	10.9		1.82	ビス引き抜けと木口の割れ(上側)
	35	3.2	33	@30	4-3-1	22.53	46.15	11.2	56.088	1.87	ビス打ち箇所の節より母材ごと割れ。押し抜きせん断と木材の引張り破断の複合。
				@60	6-3-1	22.86	46.15	11.4		1.90	ビス引き抜け(上側)
			60	@60	8-3-1	23.09	46.45	11.5		1.92	ビス引き抜け(上側)
7本	38	2.3	33	@30	4-2-1A	24.06	47.66	12.0	44.556	1.71	押し抜きせん断(下側)後、金物破断。
				@60	6-2-1A	24.05	48.55	12.0		1.71	金物破断。
	35	3.2	33	@30	4-3-1A	27.92	54.55	13.9	56.088	1.99	ビス引き抜け、木口割れ(上側)
				@60	6-3-1A	25.9	52.45	12.9		1.84	ビス引き抜け、木口割れ(上側)

あおり止め金物(材質:SGHC)、ビス(L＝45mm　18TN-45-1　18A浸炭)　　注)最大荷重Pmaxは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

試験体名称	Py (kN/試験体1体)	Pmax (kN/試験体1体)	PO (kN/金物1枚)	破壊性状
K1-1	7.68	14.81	3.8	上枠ビス引き抜け
K2-1	7.85	15.32	3.9	たるき割れとビス引き抜け、上枠ビス引き抜け
K3-1	8.48	15.37	4.2	たるき割れ、上枠割れとビス引き抜け
K1-1A	4.72	9.51	2.3	たるき割れ
K2-1A	6.33	12.16	3.1	上枠の割れとビス引き抜け

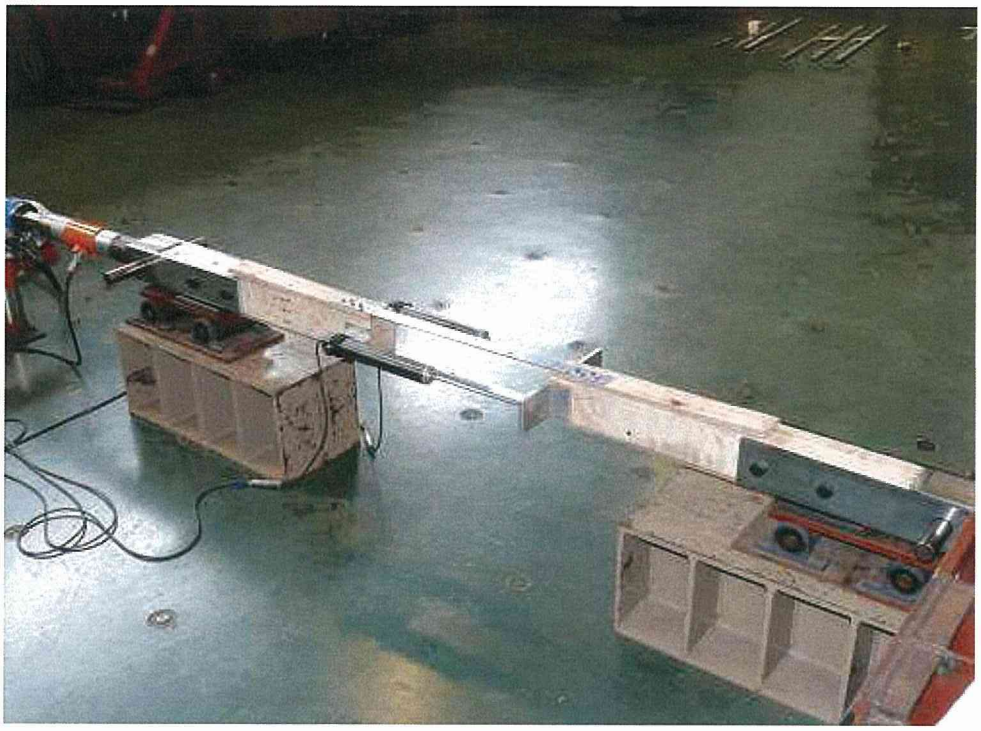


写真 5.6.1　帯金物試験概要

写真 5.6.2　試験体 1.1.1　母材割れ

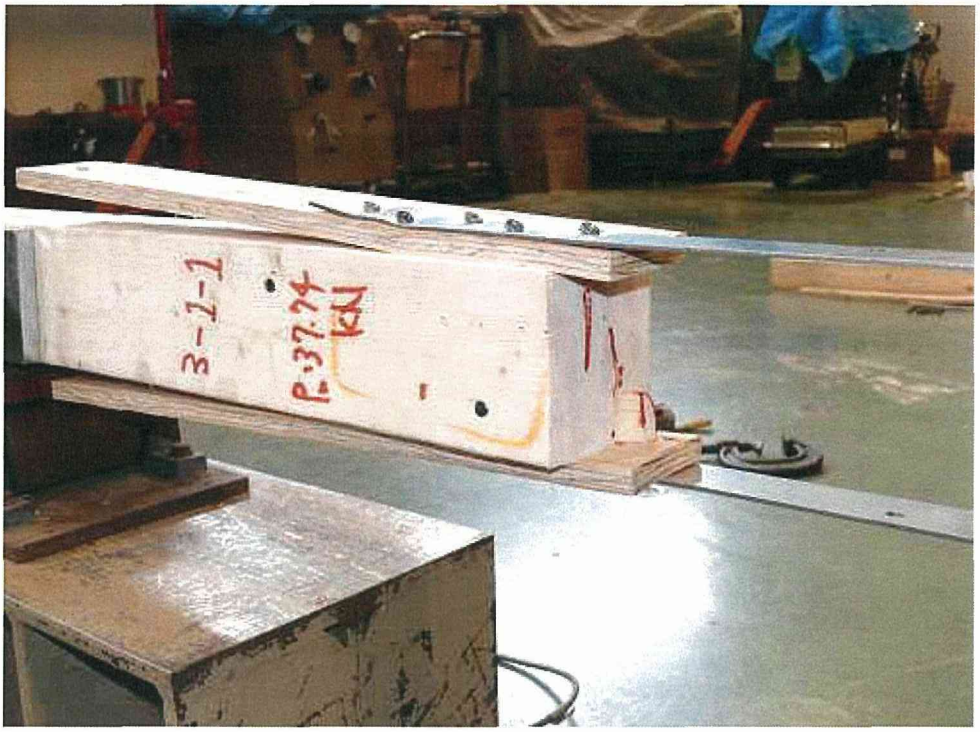


写真 5.6.3　試験体 3.1.1　押し抜きせん断

写真 5.6.4　試験体 5.1.1　ビス引き抜け

写真 5.6.5　試験体 7.1.1　ビス引き抜け、木口割れ

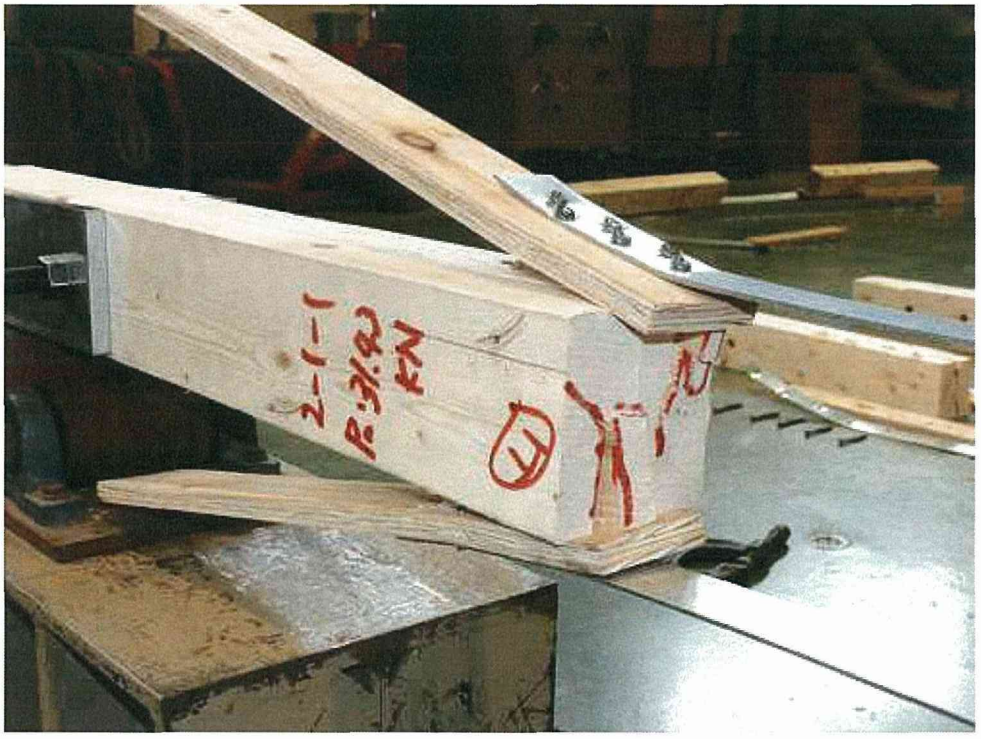


写真 5.6.6　試験体 2.1.1　ビス引き抜けと母材割れ

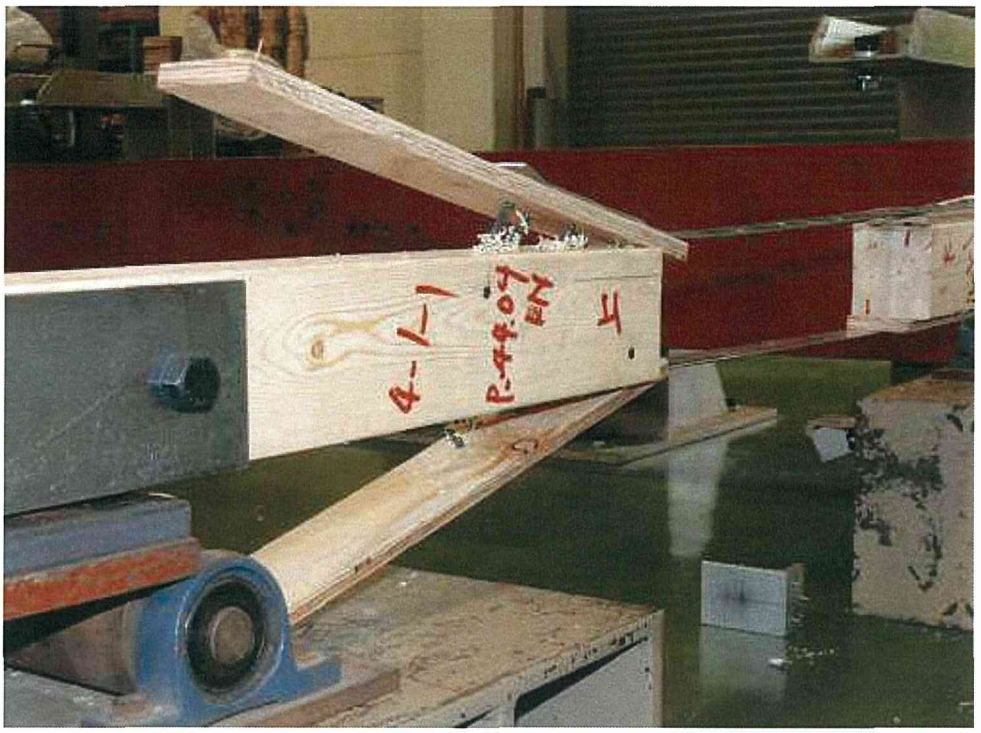


写真 5.6.7　試験体 4.1.1　ビス引き抜け、母材の割れ

写真 5.6.8　試験体 6.1.1　ビス穴部破断

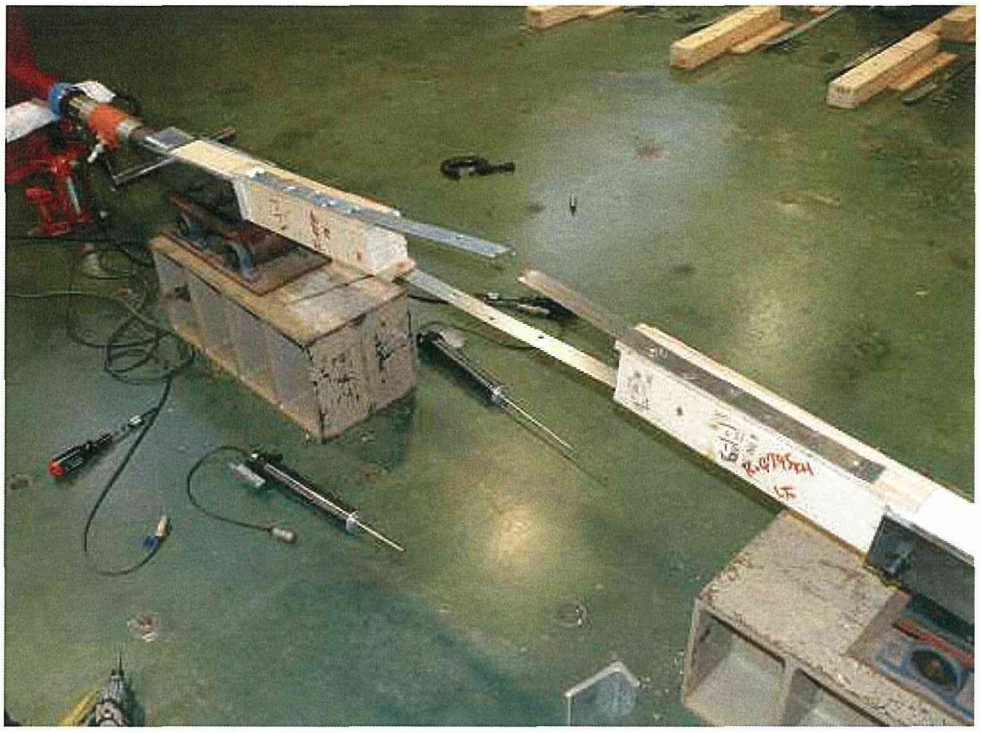


写真 5.6.9　試験体 8.1.1　ビス穴部破断

写真 5.6.10　試験体 4.2.1　ビス引き抜け、押し抜きせん断

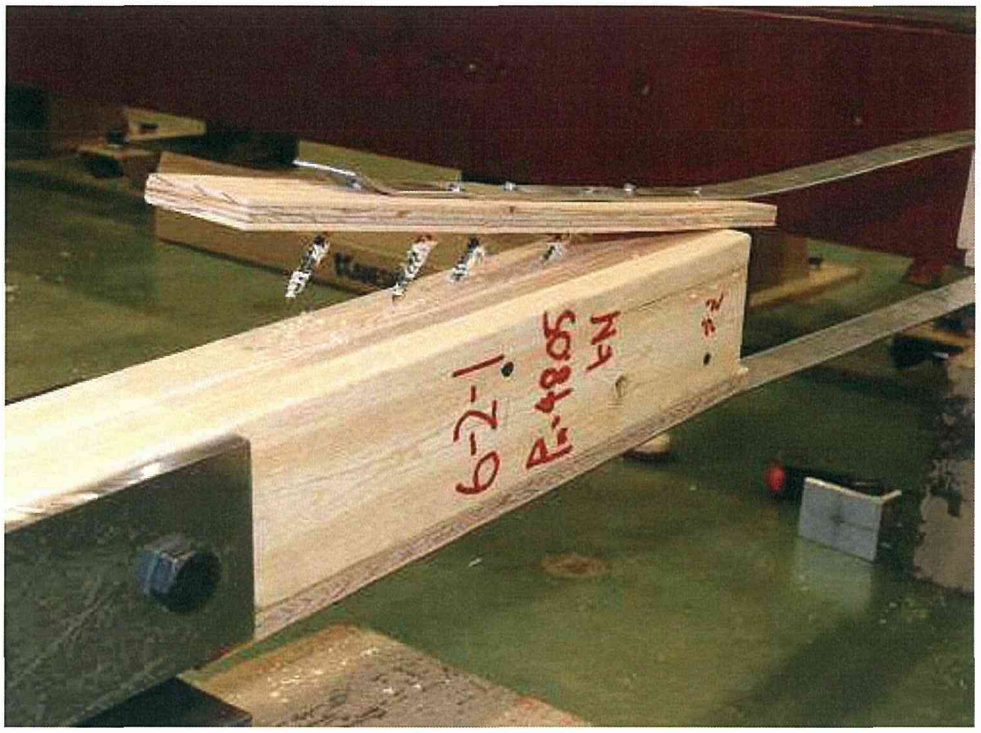


写真 5.6.11　試験体 6.2.1　ビス引き抜け、木口割れ

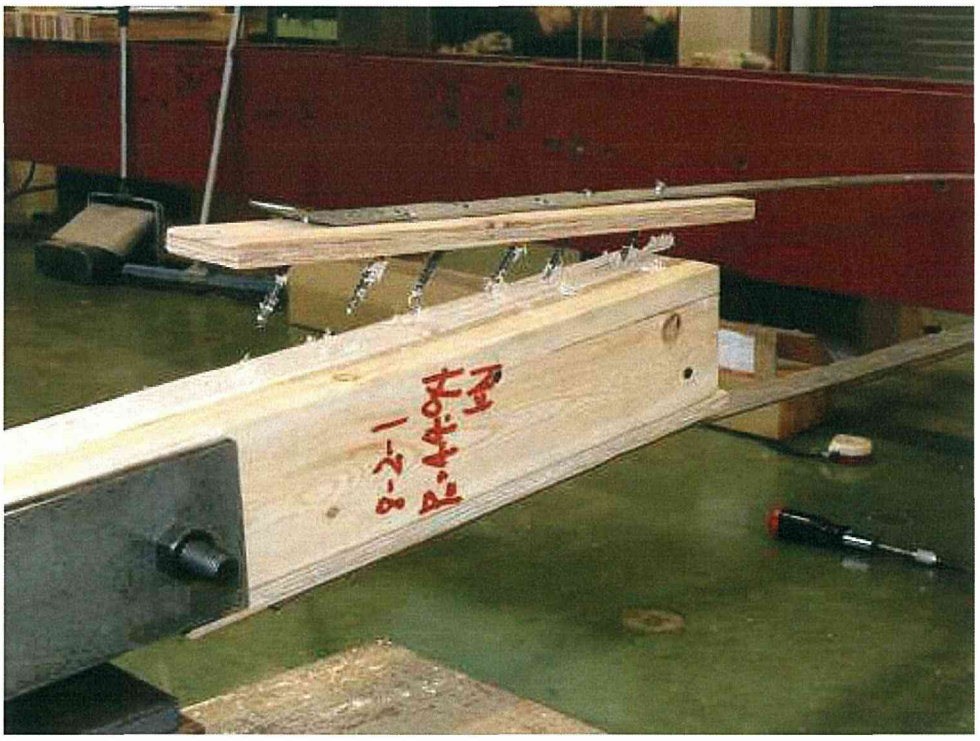


写真 5.6.12　試験体 8.2.1　ビス引き抜け、木口割れ

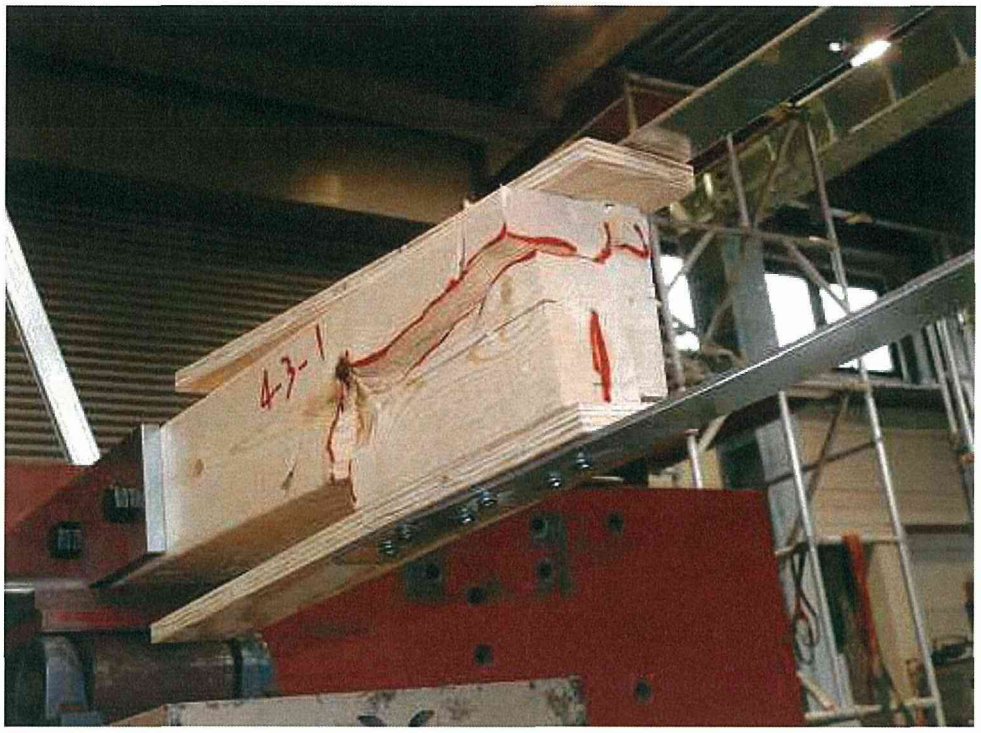


写真 5.6.13　試験体 4.3.1　押し抜きせん断、木材引張り破断

写真 5.6.14　試験体 6.3.1　ビス引き抜け

写真 5.6.15　試験体 8.3.1　押し抜きせん断、木材引張り破断

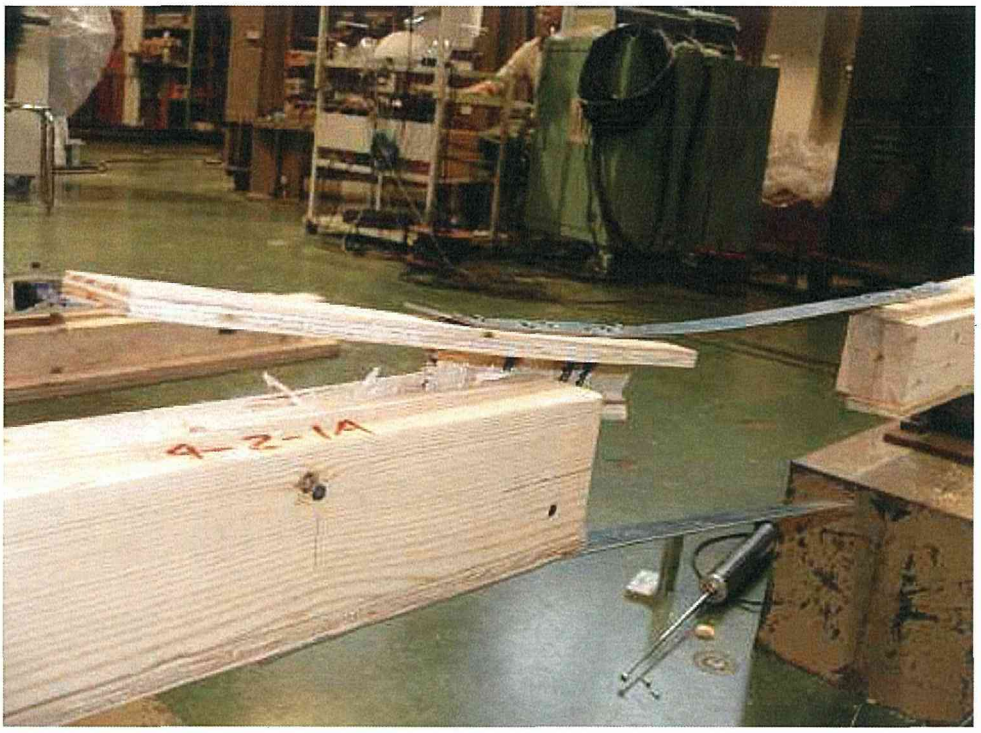


写真 5.6.16　試験体 4.2.1A　押し抜きせん断後、金物破断

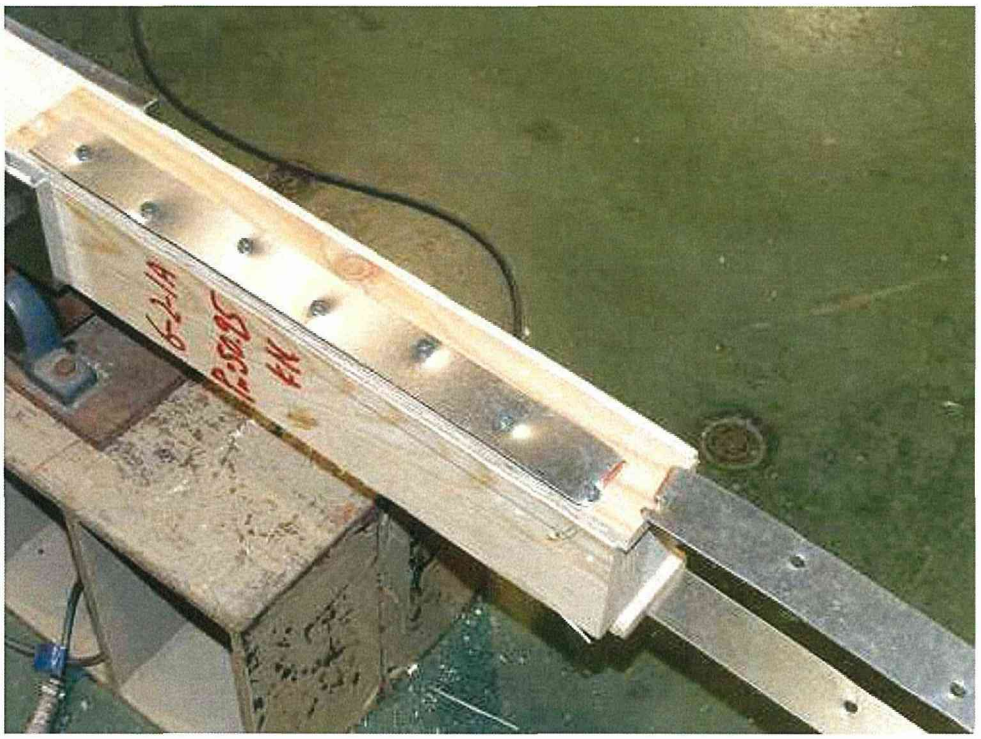


写真 5.6.17　試験体 6.2.1A　金物破断

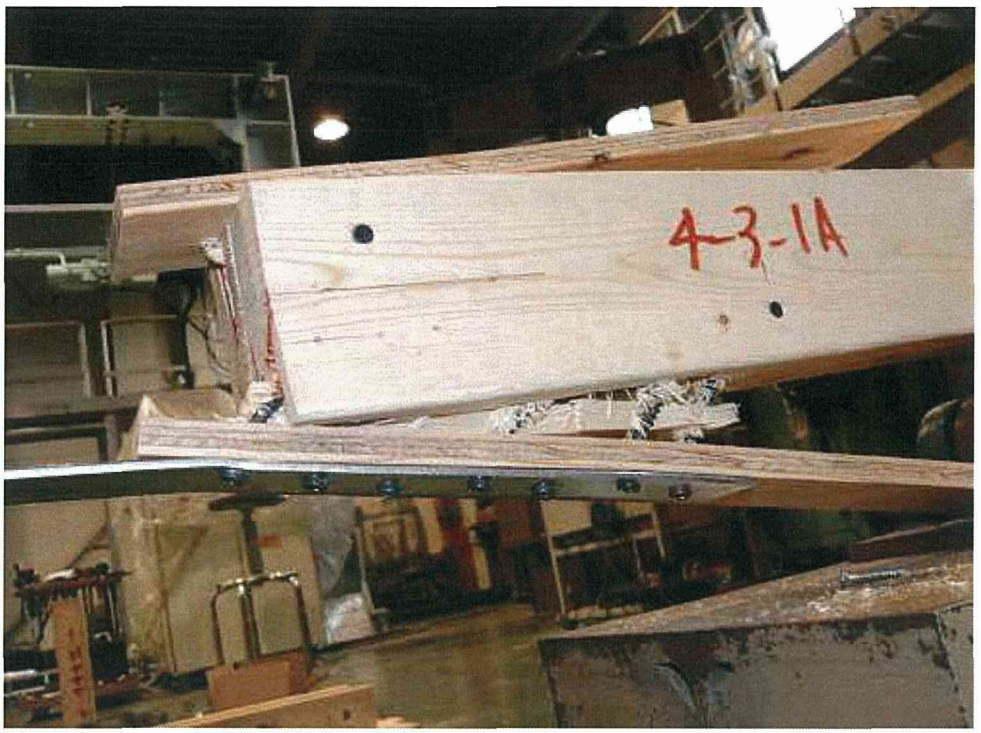


写真 5.6.18　試験体 4.3.1A　ビス引き抜け、木口割れ

写真 5.6.19　試験体 6.3.1A　ビス引き抜け、木口割れ

写真 5.6.20　あおり止め試験概要

写真 5.6.21　試験体 K1-1　上枠ビス引き抜け

写真 5.6.22　試験体 K1-1　上枠ビス引き抜け詳細

写真 5.6.23　試験体 K2-1　たるき割れとビス引き抜け

写真 5.6.24　試験体 K2-1　上枠ビス引き抜け

写真 5.6.25　試験体 K3-1　たるき割れ

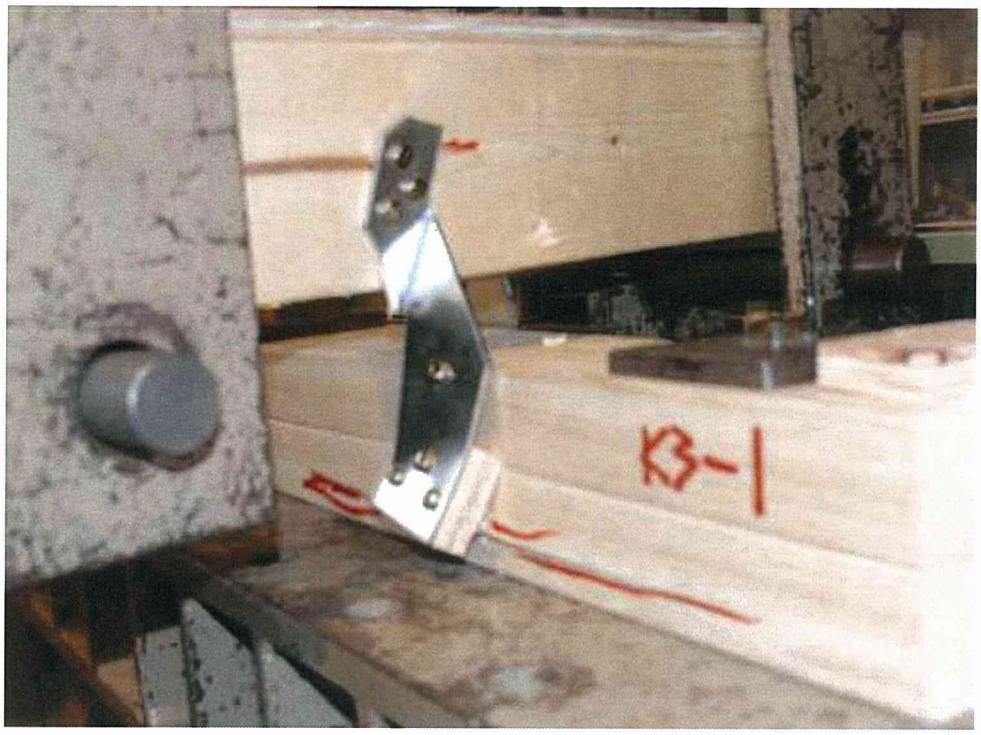


写真 5.6.26　試験体 K3-1　上枠割れとビス引き抜け

写真 5.6.27　試験体 K1-1A　たるき割れ

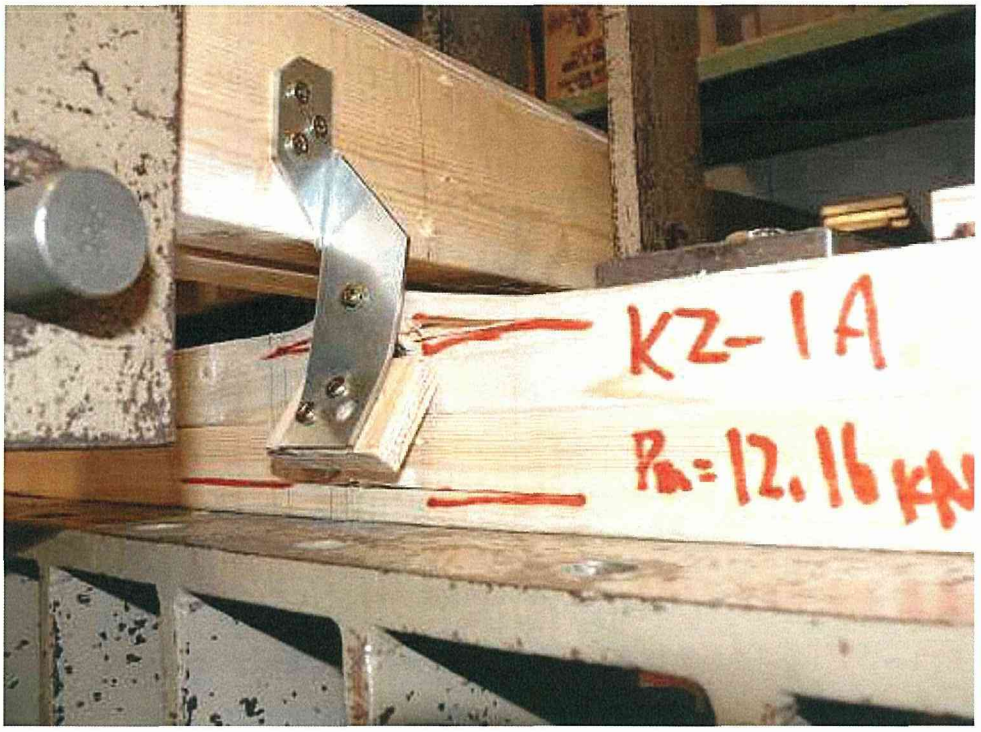


写真 5.6.28　試験体 K2-1A　上枠割れとビス引き抜け

（３）帯金物グラフ（幅35×厚2.3mm、ビス５本タイプ）

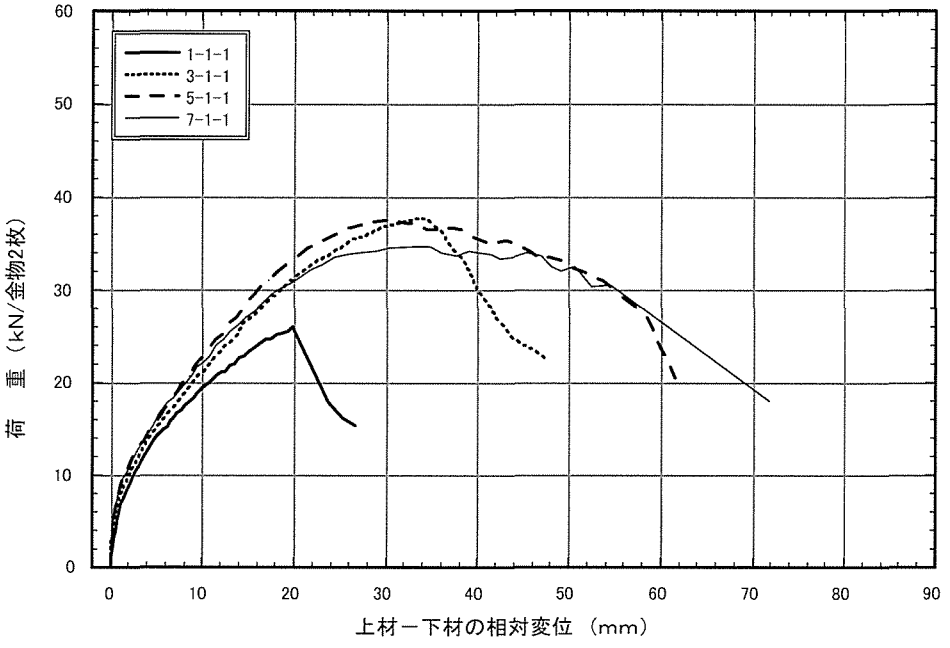


図5.6.1：1～7-1-1　帯金物で接合した上下たて枠の引張り載荷試験の荷重－変位曲線

表5.6.2：帯金物(幅35×厚2.3mm,ﾋﾞｽ5本)の引張載荷試験（試験体1体）

試験体記号 / 項目	@15mm	@30mm	@60mm	@と端距離60mm
	1-1-1	3-1-1	5-1-1	7-1-1
1/10Pm (kN)	2.59	3.69	3.75	3.44
1/10δm (mm)	0.25	0.34	0.21	0.18
2/5Pm (kN)	10.37	14.74	15.01	13.75
2/5δm (mm)	2.64	4.68	4.39	3.65
2/3Pm (kN)	17.28	24.57	25.02	22.91
2/3δm (mm)	7.84	13.18	11.92	10.72
9/10Pm (kN)	23.33	33.17	33.78	30.93
9/10δm (mm)	15.06	22.67	20.55	20.00
Pm (kN)	25.93	36.86	37.53	34.37
δm (mm)	19.89	30.00	30.00	30.00
δu時荷重 (kN)	25.93	36.86	37.53	34.37
δu (mm)	19.89	30.00	30.00	30.00
降伏耐力 Py (kN)	12.62	17.26	17.67	16.86
δy (mm)	4.00	6.75	6.25	5.53
終局耐力 Pu (kN)	21.83	31.52	33.01	30.11
初期剛性 K (kN/mm)	3.15	2.56	2.83	3.05
降伏点変位 δv (mm)	6.92	12.32	11.68	9.88
塑性率 μ=δu/δv	2.87	2.44	2.57	3.04
構造特性係数 Ds	0.46	0.51	0.49	0.44
金物1枚あたりP0 (kN)	**6.3**	**8.6**	**8.8**	**8.4**

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重、1/10δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

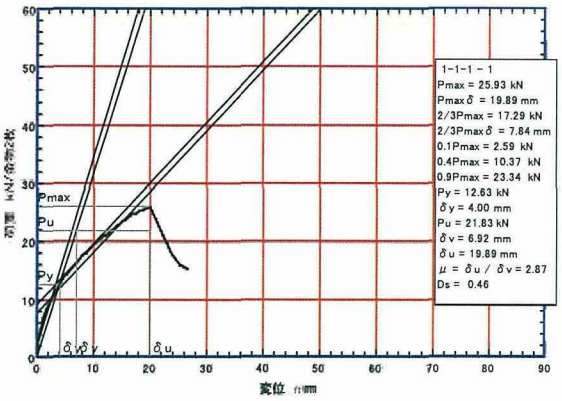


図 5.6.2：1.1.1 の荷重－変位包絡線

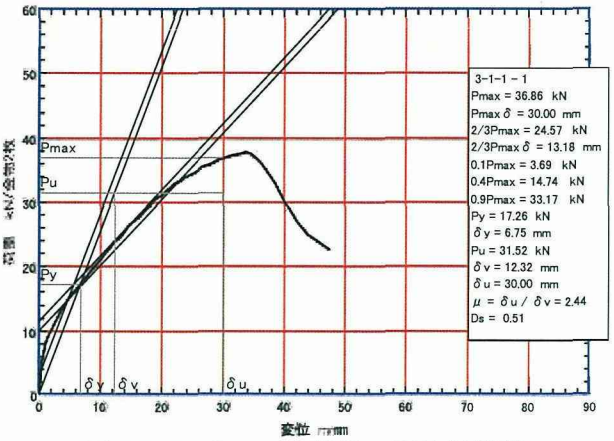


図 5.6.3：3.1.1 の荷重－変位包絡線

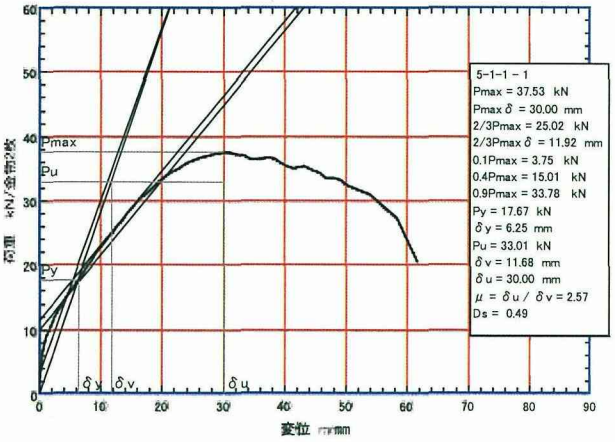


図 5.6.4：5.1.1 の荷重－変位包絡線

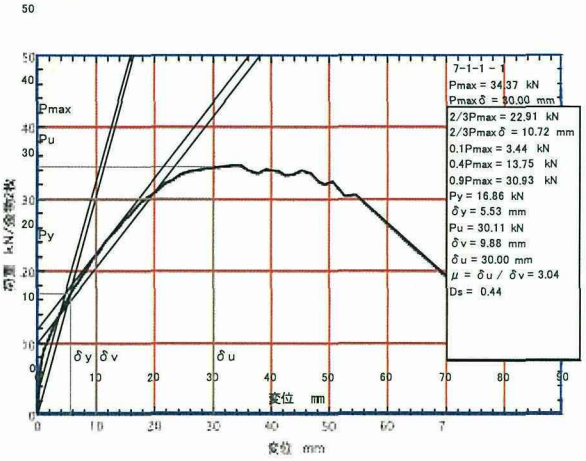


図 5.6.5：7.1.1 の荷重－変位包絡線

（4）帯金物グラフ（幅35×厚2.3mm、ビス6本タイプ）

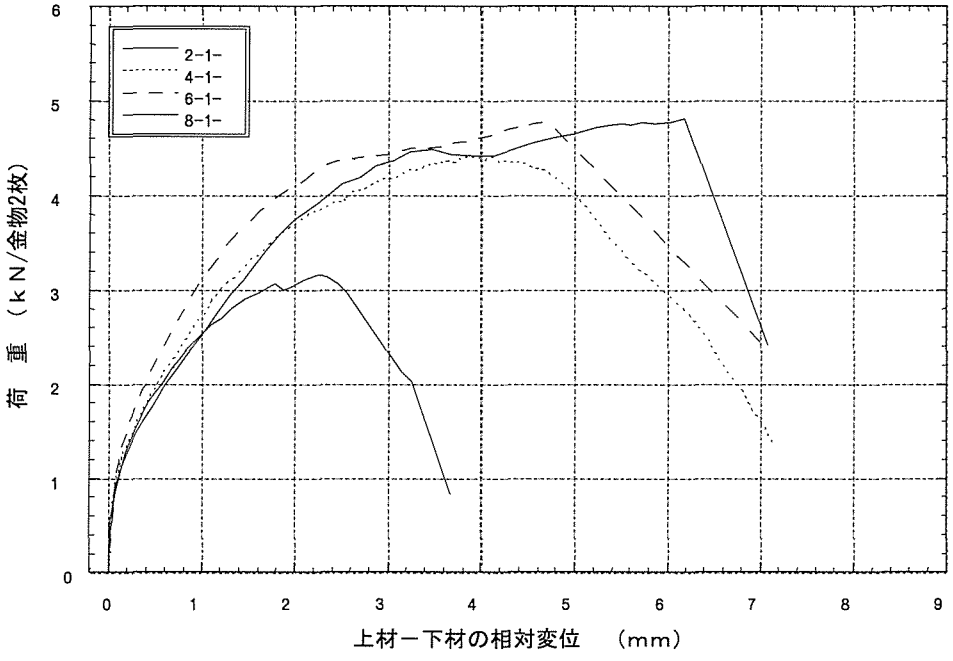


図 5.6.6　　2～8-1-1　帯金物で接合した上下たて枠の引張載荷試験の荷重-変位曲線

表 5.6.3：帯金物(幅 38×厚 2.3mm、ﾋﾞｽ 6 本ﾀｲﾌﾟ)の引張載荷試験（試験体 1 体）

試験体記号 / 項目	@15mm	@30mm	@60mm	@と端距離60mm
	2-1-1	4-1-1	6-1-1	8-1-1
1/10Pm　(kN)	3.14	4.17	4.44	4.35
1/10δm (mm)	0.20	0.26	0.30	0.25
2/5Pm　(kN)	12.57	16.68	17.77	17.40
2/5δm (mm)	1.79	3.42	2.98	4.47
2/3Pm (kN)	20.96	27.79	29.62	29.01
2/3δm (mm)	6.24	10.41	9.10	12.81
9/10Pm (kN)	28.29	37.52	39.99	39.16
9/10δm (mm)	13.79	20.88	18.39	22.46
Pm　(kN)	31.43	41.69	44.43	43.51
δm (mm)	22.54	30.00	30.00	30.00
δu時荷重 (kN)	29.73	41.69	44.43	43.51
δu (mm)	25.65	30.00	30.00	30.00
降伏耐力 Py (kN)	15.87	20.97	22.17	20.08
δy (mm)	3.20	5.72	4.94	6.22
終局耐力 Pu (kN)	28.02	36.28	39.51	36.92
初期剛性 K (kN/mm)	4.96	3.67	4.49	3.23
降伏点変位　δv (mm)	5.64	9.89	8.80	11.43
塑性率　μ=δu/δv	4.54	3.03	3.41	2.63
構造特性係数 Ds	0.35	0.44	0.41	0.49
金物1枚あたりP0 (kN)	7.9	10.4	11.0	10.0

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重、1/10δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

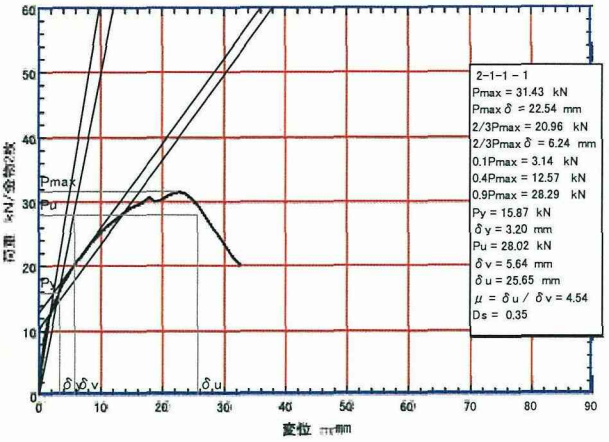


図 5.6.7：2.1.1 の荷重－変位包絡線

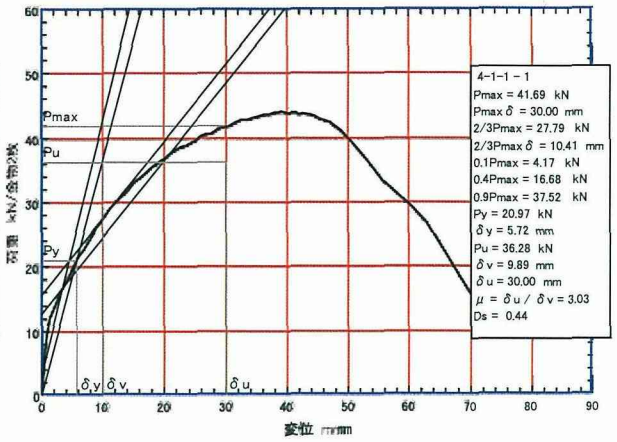


図 5.6.8：4.1.1 の荷重－変位包絡線

図 5.6.9：6.1.1 の荷重－変位包絡線

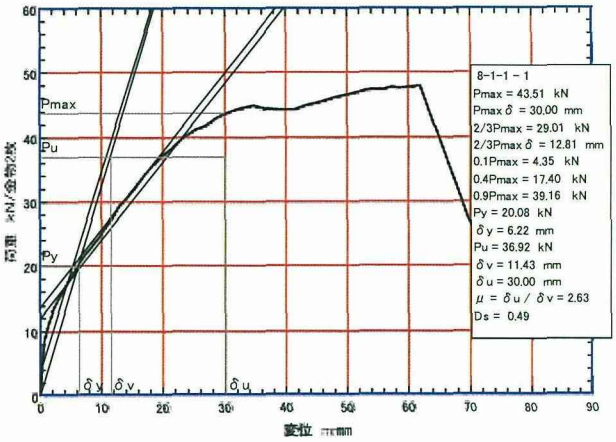


図 5.6.10：8.1.1 の荷重－変位包絡線

（5）帯金物グラフ（幅 38×厚 2.3mm、ビス 6 本タイプ）

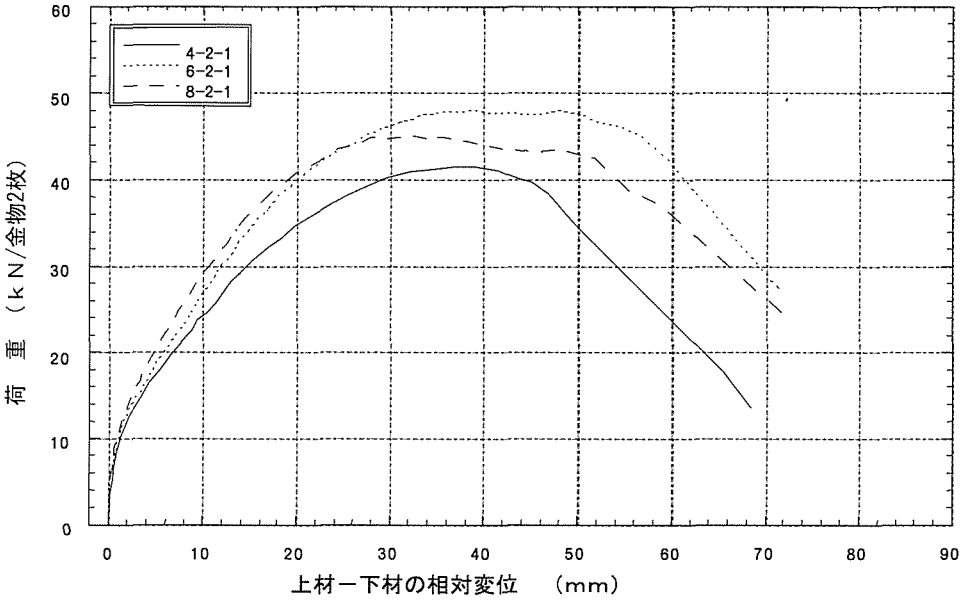


図 5.6.11 ：4～8-2-1　帯金物で接合した上下たて枠の引張載荷試験の荷重-変位曲線

表 5.6.4：帯金物(幅 38×厚 2.3mm、ﾋﾞｽ 6 本ﾀｲﾌﾟ)の引張載荷試験（試験体 1 体）

試験体記号 / 項目	@30mm	@60mm	@と端距離60mm
	4-2-1	6-2-1	8-2-1
1/10Pm (kN)	4.03	4.62	4.48
1/10 δm (mm)	0.29	0.23	0.22
2/5Pm (kN)	16.14	18.50	17.94
2/5 δm (mm)	4.19	4.87	3.80
2/3Pm (kN)	26.89	30.83	29.89
2/3 δm (mm)	12.17	12.59	10.63
9/10Pm (kN)	36.31	41.62	40.36
9/10 δm (mm)	22.34	21.87	19.55
Pm (kN)	40.34	46.24	44.84
δm (mm)	30.00	30.00	28.05
δu時荷重 (kN)	40.34	46.24	44.75
δu (mm)	30.00	30.00	30.00
降伏耐力 Py (kN)	19.44	22.15	21.87
δy (mm)	6.43	7.15	5.76
終局耐力 Pu (kN)	34.75	40.78	39.76
初期剛性 K (kN/mm)	3.03	3.10	3.79
降伏点変位 δv (mm)	11.48	13.17	10.48
塑性率 μ=δu/δv	2.61	2.28	2.86
構造特性係数 Ds	0.49	0.53	0.46
金物1枚あたりP0 (kN)	9.7	11.0	10.9

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重、1/10δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

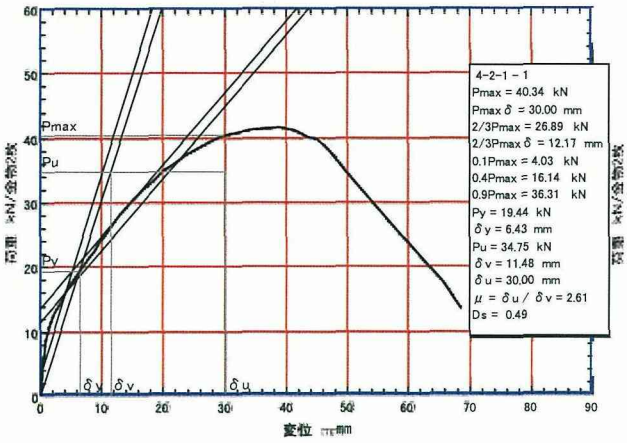


図 5.6.12：4.2.1 の荷重－変位包絡線

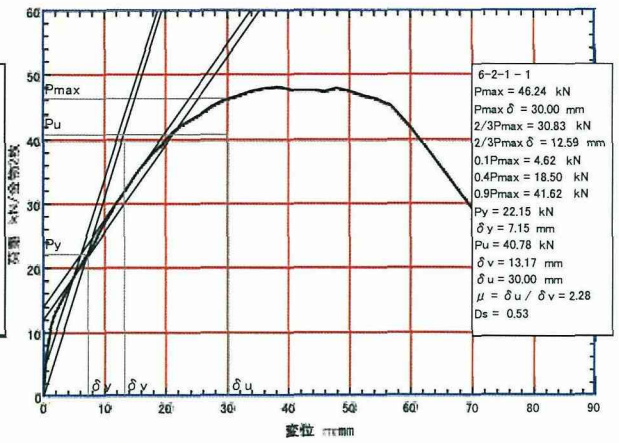


図 5.6.13：6.2.1 の荷重－変位包絡線

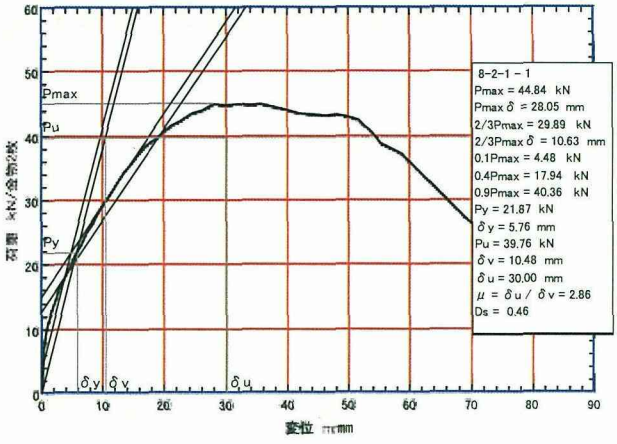


図 5.6.14：8.2.1 の荷重－変位包絡線

（6）帯金物（幅 35×厚 3.2mm、ビス 6 本タイプ）

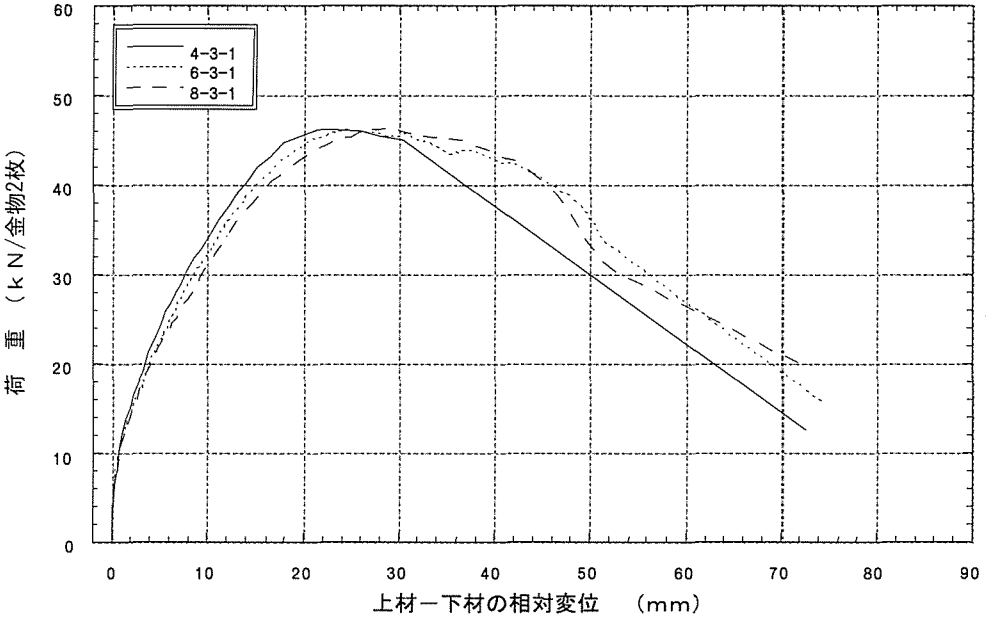


図 5.6.15 ：4～8-3-1 帯金物で接合した上下たて枠の引張載荷試験の荷重-変位曲線

表 5.6.5：帯金物(幅 35×厚 3.2mm、ﾋﾞｽ6 本ﾀｲﾌﾟ)の引張載荷試験（試験体 1 体）

試験体記号 / 項目	@30mm	@60mm	@と端距離60mm
	4-3-1	6-3-1	8-3-1
1/10Pm (kN)	4.62	4.62	4.65
1/10 δm (mm)	0.19	0.19	0.19
2/5Pm (kN)	18.46	18.46	18.58
2/5 δm (mm)	2.92	3.43	3.55
2/3Pm (kN)	30.77	30.77	30.97
2/3 δm (mm)	8.07	8.96	9.85
9/10Pm (kN)	41.54	41.54	41.81
9/10 δm (mm)	14.99	16.53	18.41
Pm (kN)	46.15	46.15	46.45
δm (mm)	23.42	24.36	28.92
δu時荷重 (kN)	45.09	45.55	46.14
δu (mm)	30.00	30.00	30.00
降伏耐力 Py (kN)	22.53	22.86	23.09
δy (mm)	4.34	5.23	5.64
終局耐力 Pu (kN)	42.33	42.38	41.82
初期剛性 K (kN/mm)	5.19	4.37	4.10
降伏点変位 δv (mm)	8.15	9.70	10.21
塑性率 μ=δu/δv	3.68	3.09	2.94
構造特性係数 Ds	0.40	0.44	0.45
金物1枚あたりP0 (kN)	11.2	11.4	11.5

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重、1/10 δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

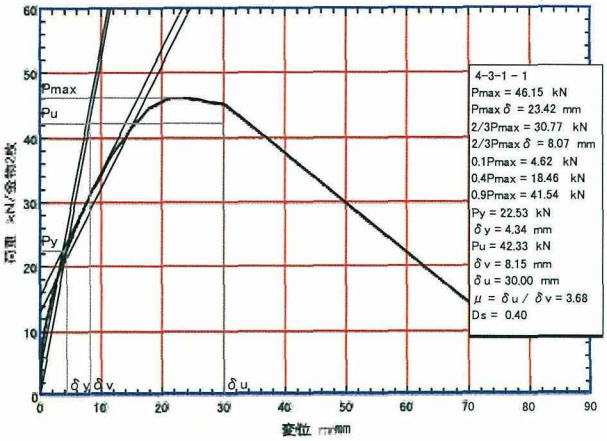


図 5.6.16 : 4.3.1 の荷重－変位包絡線

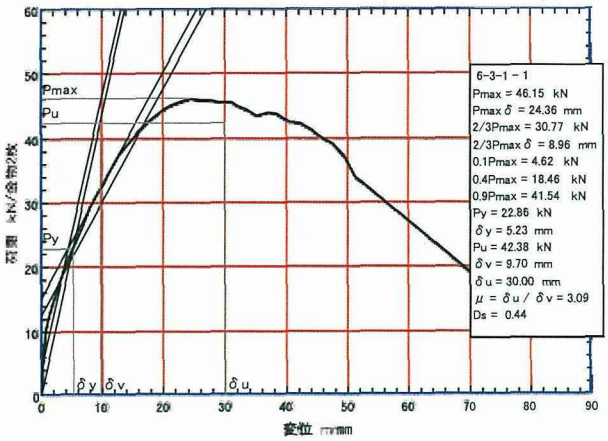


図 5.6.17 : 6.3.1 の荷重－変位包絡線

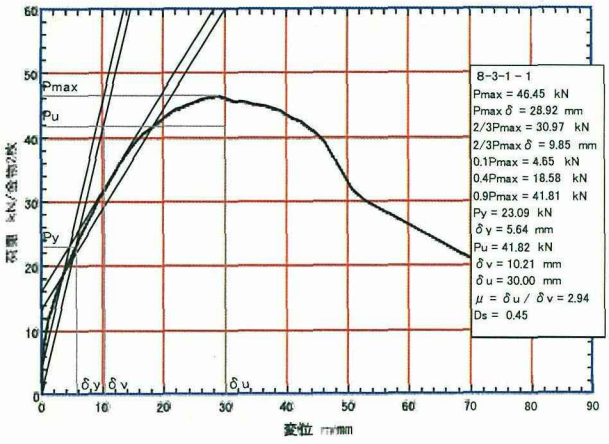


図 5.6.18 : 8.3.1 の荷重－変位包絡線

（７）帯金物（幅 38×厚 2.3mm、幅 35×厚 3.2mm ビス７本タイプ）

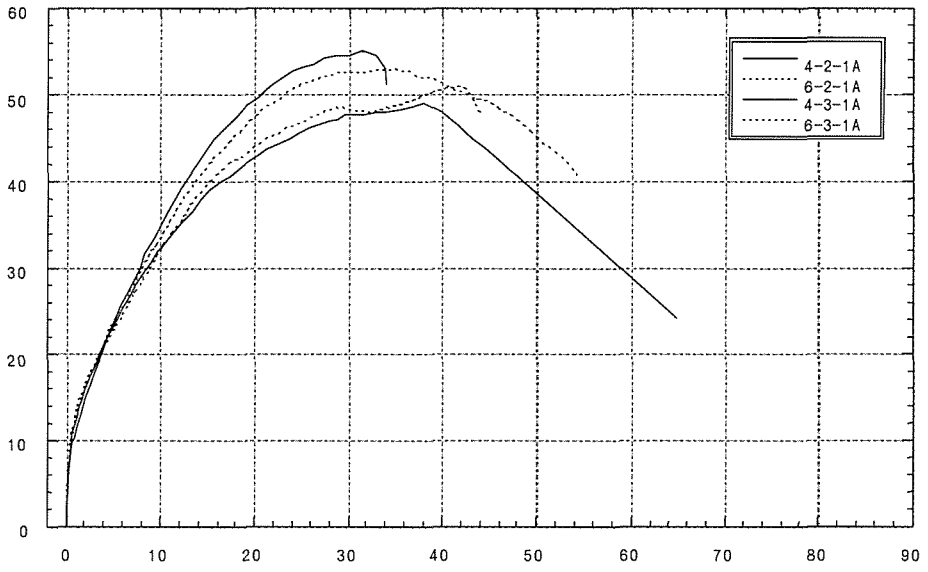


図 5.6.19：4～6-2～3-1A　帯金物で接合した上下たて枠の引張載荷試験の荷重-変位曲線

表 5.6.6：帯金物(幅 38×t2.3、幅 35×t3.2mm ﾋﾞｽ７本)の引張載荷試験（試験体１体）

試験体記号 / 項目	@30mm	@60mm	@30mm	@と端距離60mm
	4-2-1A	6-2-1A	4-3-1A	6-3-1A
1/10Pm (kN)	4.77	4.85	5.45	5.25
1/10δm (mm)	0.23	0.18	0.29	0.20
2/5Pm (kN)	19.06	19.42	21.82	20.98
2/5δm (mm)	3.26	3.37	4.41	3.96
2/3Pm (kN)	31.77	32.37	36.37	34.97
2/3δm (mm)	9.81	10.18	10.71	10.80
9/10Pm (kN)	42.89	43.69	49.09	47.21
9/10δm (mm)	20.14	19.75	19.66	19.71
Pm (kN)	47.66	48.55	54.55	52.45
δm (mm)	30.00	29.22	30.00	30.00
δu時荷重 (kN)	47.66	48.35	54.55	52.45
δu (mm)	30.00	30.00	30.00	30.00
降伏耐力 Py (kN)	24.06	24.05	27.92	25.90
δy (mm)	5.45	5.74	6.88	6.16
終局耐力 Pu (kN)	41.76	43.37	49.48	46.89
初期剛性 K (kN/mm)	4.42	4.19	4.06	4.20
降伏点変位 δv (mm)	9.46	10.35	12.20	11.15
塑性率 μ=δu/δv	3.17	2.90	2.46	2.69
構造特性係数 Ds	0.43	0.46	0.51	0.48
金物1枚あたりP0 (kN)	12.0	12.0	13.9	12.9

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重、1/10δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

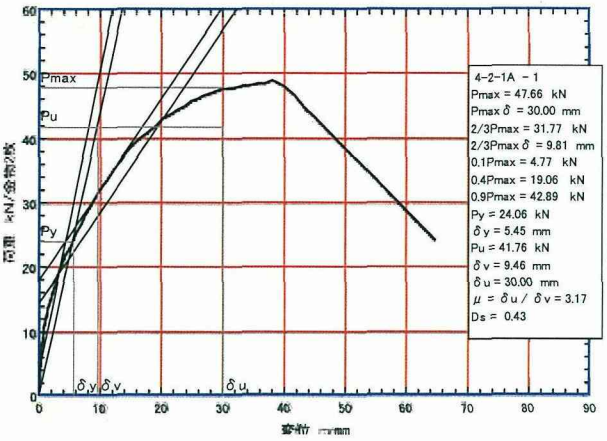


図 5.6.20：4.2.1A の荷重－変位包絡線

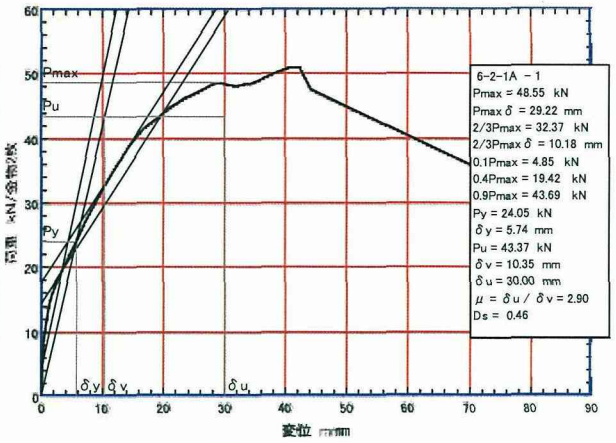


図 5.6.21：6.2.1A の荷重－変位包絡線

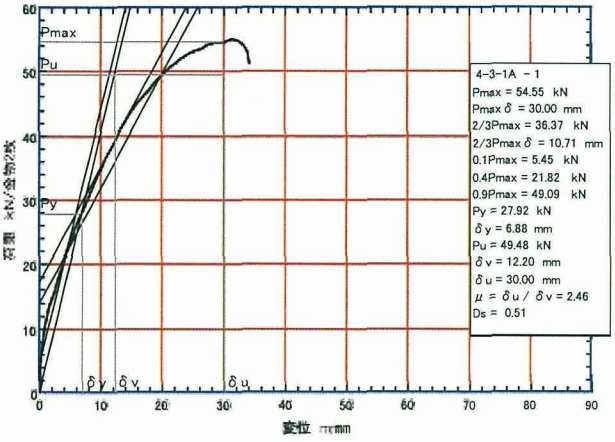


図 5.6.22：4.3.1A の荷重－変位包絡線

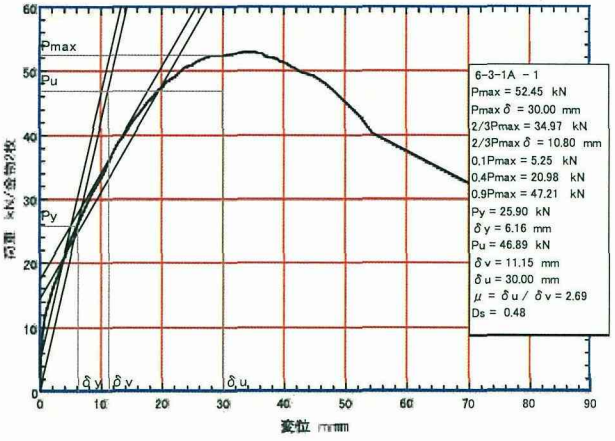


図 5.6.23：6.3.1A の荷重－変位包絡線

（8）あおり止め金物グラフ

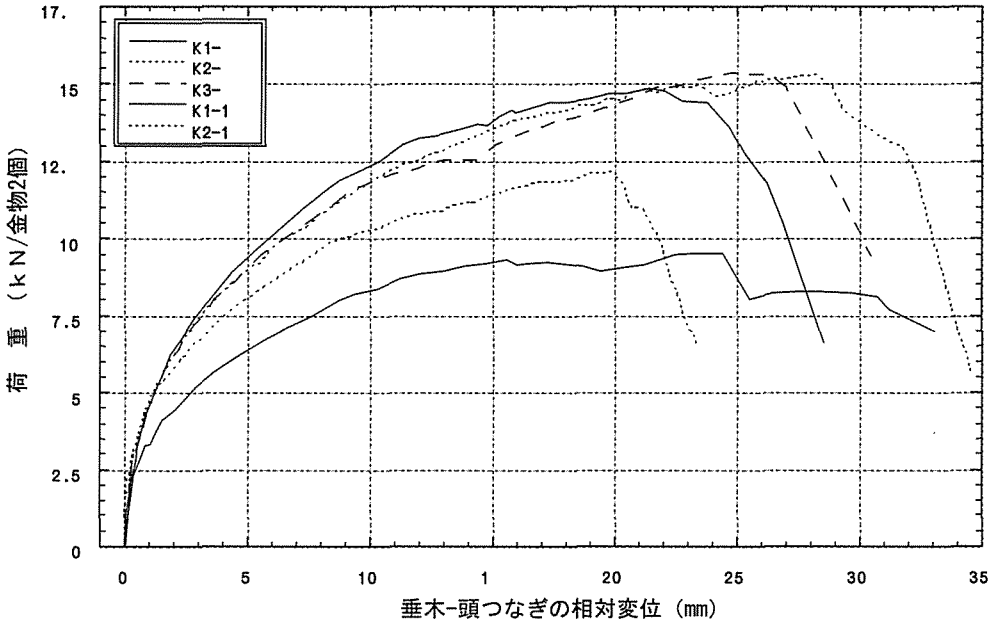


図 5.6.24：あおり止め金物の引張載荷試験の荷重-変位曲線

表 5.6.7：K　あおり止め金物の引張載荷試験の算出結果（試験体１体）

試験体記号 / 項目	幅40mmﾋﾞｽ7本	幅40mmﾋﾞｽ7本	幅50mmﾋﾞｽ7本	幅40mmﾋﾞｽ5本	幅40mmﾋﾞｽ6本
	K1-1	K2-1	K3-1	K1-1A	K2-1A
1/10Pm　(kN)	1.48	1.53	1.54	0.95	1.22
1/10δm (mm)	0.20	0.07	0.14	0.17	0.09
2/5Pm　(kN)	5.92	6.13	6.15	3.80	4.86
2/5δm (mm)	1.72	1.89	1.96	1.34	1.12
2/3Pm (kN)	9.87	10.21	10.25	6.34	8.11
2/3δm (mm)	5.76	7.10	7.02	4.97	5.14
9/10Pm (kN)	13.33	13.79	13.83	8.56	10.94
9/10δm (mm)	12.82	15.83	17.85	10.83	12.91
Pm　(kN)	14.81	15.32	15.37	9.51	12.16
δm (mm)	21.41	28.19	24.74	23.28	19.84
δu時荷重 (kN)	11.85	13.78	14.86	8.18	9.81
δu (mm)	26.10	30.00	27.03	30.00	21.92
降伏耐力 Py (kN)	7.68	7.85	8.48	4.72	6.33
δy (mm)	3.14	3.48	4.30	2.38	2.54
終局耐力 Pu (kN)	13.30	13.58	13.57	8.52	10.65
初期剛性 K (kN/mm)	2.44	2.26	1.97	1.98	2.50
降伏点変位 δv (mm)	5.44	6.01	6.88	4.30	4.27
塑性率 μ=δu/δv	4.80	4.99	3.93	6.98	5.14
構造特性係数 Ds	0.34	0.33	0.38	0.28	0.33
金物1個あたりのP0 (kN)	3.8	3.9	4.2	2.3	3.1

1/10Pm；0.1Pmax時の荷重 、 1/10δm；0.1Pmax時の変位

注）最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

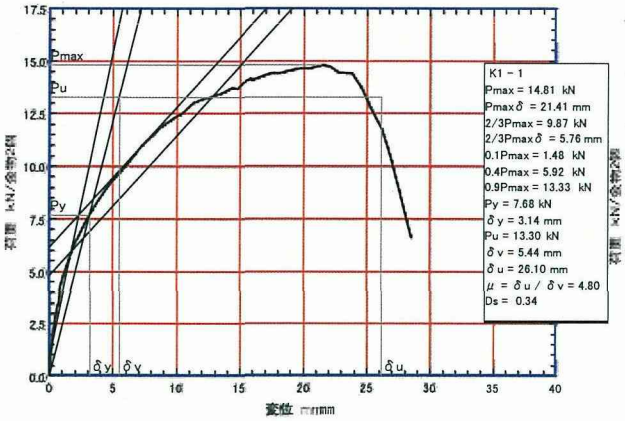


図 5.6.25：K1-1 の荷重－変位包絡線

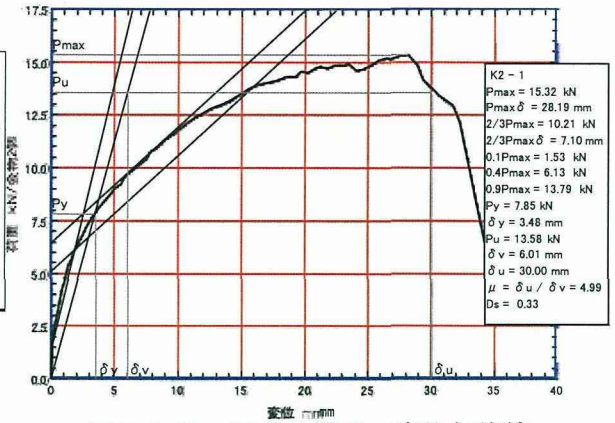


図 5.6.26：K2-1 の荷重－変位包絡線

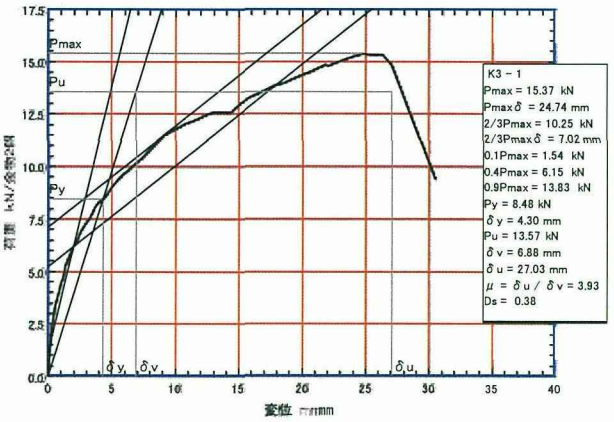


図 5.6.27：K3-1 の荷重－変位包絡線

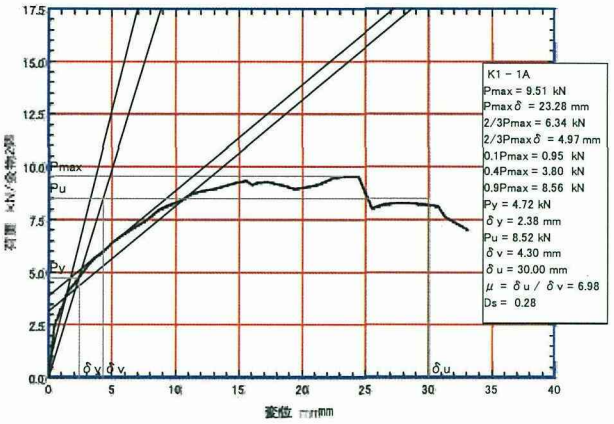


図 5.6.28：K1-1A の荷重－変位包絡線

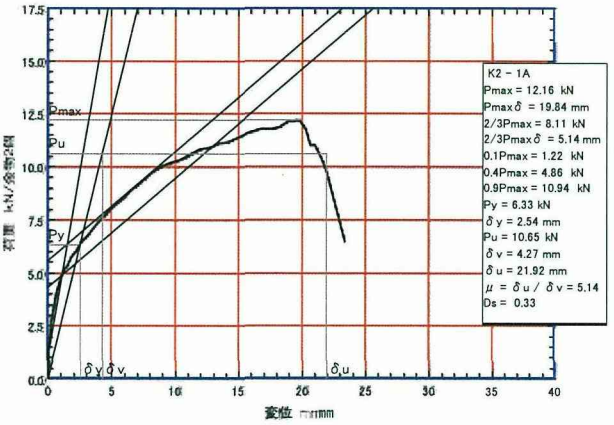


図 5.6.29：K2-1A の荷重－変位包絡線

5.7 考察

帯金物の試験結果より、側材 12mm 合板を介した繊維平行方向の接合耐力は、ビス単体一面せん断耐力 3kN／本を下回り、1.7kN／本程度であったが、ZN65 の耐力の 2.5 倍の耐力を有した。目標耐力 10kN を満足させるには、ビス本数は 6 本以上必要である。ビス間隔@15 では母材側の割れを誘発するが@30 から近接による影響は少なくなり、さらに@60 では全く相互干渉せず割れを誘発しない。また@30 と@60 では耐力に差がみられないことよりビスの基本間隔は@30 を標準とし、5d 以上をビス間隔の目安と考える。適切なビス間隔（@30 以上）を確保すれば、ビス配列による不具合は発生しなかったため、この配列を繊維平行方向におけるビスの基本配列とする。金物端部におけるビス穴の離れを 25mm としたが、特に問題は看取されなかった。計算上、寸法を縮小することは可能であるが、金物の寸法調整の余力として金物端部における離れは 25mm を基本寸法とする。木口離れは 33mm と 60mm で大きな耐力差は見られないため 33mm を基本寸法とする。ビス 5 本@30、幅 35mm・厚 2.3mm 仕様であれば、材のばらつきや繰り返し荷重による低減を加味しても短期許容で 6kN 程度は確保可能と思われ、現行 C マーク金物の S-65 代替としても取り扱える仕様である。また 7 本仕様、幅 38mm・厚 2.3mm 又は幅 35mm・厚 3.2mm、@30 仕様であれば目標耐力 10kN を満足させることが可能である。（7 本仕様、幅 38mm 厚 2.3mm では金物の破断強度計算値まで余裕が少ないため、ばらつき評価によって 10kN 弱の耐力になる可能性有り。）

あおり止め金物の耐力は 3.8～4.2kN であり、第一次試験結果より耐力が低い。第一次試験においては上枠、頭つなぎそれぞれに対し２本ずつ（計４本）のビスで緊結していたが、今回の試験から壁の一体性を考慮し、頭つなぎのビスは膨れ防止とし、上枠のビスが構造上有効であると考えた。ビス 3 本で上枠のみによって抵抗させると、上枠に対するビス本数の不足やビス配列の問題によって、上枠のビス引き抜けや材割れが発生し耐力が向上しない。材の割れを考慮し垂木と上枠のビス本数のバランス調整を行った試験体（K1-1A、K2-1A）で試験をしたが、剛性・耐力ともに低く、割れも結果的に発生した。材割れ防止を優先課題としビス間隔を拡大させ金物の肥大化させることは適当ではない。一方、現在の耐力においても現行 C マーク金物の耐力より高いことなどから目標耐力の再設定を行うこととしたい。耐力向上の方法としては、上枠側のみビス長さを 65mm にする、斜め打ちを併用するなど考えられるため、引き続き検討を行うこととしたい。また今回の試験に供したあおり止め金物の頭つなぎ用ビス位置では垂木に工具が干渉するため、穴位置を垂木から逃げる方向に調整する必要がある。

今後の課題としては、今回得られた寸法値をもとに上下階用帯金物の確定、柱脚用帯金物の確定を目標に繊維直交方向のビス配列・間隔の検討、ビス用ホールダウン金物やビス引き抜き抵抗型金物、VP-3 金物の開発検討を行っていく。

第３章　タッピングネジを使った面材耐力壁のせん断試験

第３章　タッピングネジを使った面材耐力壁のせん断試験

１．試験の目的

Ｚマーク、Ｃマーク表示金物用に開発したネジの用途拡大のため、木造軸組及び枠組壁工法の面材にネジを使用した耐力壁の面内せん断試験を行い、実験的にそのせん断性能を確認する。

２．ネジ打ち間隔等の設定

試験体の記号は外周ネジ間隔の略数字（@200→「20」と表記、@100→「10」と表記）の頭に木造軸組工法は「J」を枠組壁工法は「W」を付け表した。高耐力なビスの特性を活かすため各工法とネジ間隔の組み合わせは以下のように設定した。

①J20；木造軸組工法：外周@200mm、中通り@400mm
②J10；木造軸組工法：外周@100mm、中通り@200mm
③W15；枠組壁工法　：外周@150mm、中通り@300mm
④W10；枠組壁工法　：外周@100mm、中通り@200mm

３．試験体

（１）試験体の詳細は、表 3.1、表 3.2 及び図 3.1～図 3.4 に示す。
（２）面材は、公称厚さ 9mm の構造用合板である。
（３）面材の接合には、TN45 皿を用いる。形状詳細を図 3.5 に示す。
（４）面材、木材の密度は重量を体積で除して求め、木材の含水率は高周波含水率計により測定した結果を示す。

表 3.1　木造軸組耐力壁の試験体仕様

項目	仕様詳細	
試験体寸法	幅 2000×2730mm（芯々寸法）	
試験体記号	J20	J10
試験体数	1 体	1 体
面材の張り方	直張り仕様	
面材	構造用合板（住友林業クレスト㈱製） 単板樹種；スギ（全層） 接着の程度；特類 強度の等級；2 級 構成単板；積層数 3 板面の品質；C-D 厚さ；9mm 寸法；幅 1000×長 1820mm、幅 1000×長 910mm 密度；0.38～0.44g/cm^3（計測値）	
面材の接合	接合具；Z ネジ TN45 皿頭（八尾製鋲㈱製） 寸法；呼び径 6.3×45mm 詳細寸法；全長 45, 首下径 6.0, 外径 6.3, 谷径 3.9, 頭部径 9.3mm 材料；SWCH18A 冷間圧造用炭素鋼線（JIS G 3507-2） 表面処理；有色クロメート	
	ネジ間隔；外周@200mm、中通り@400mm	ネジ間隔；外周@100mm、中通り@200mm
	縁端距離；12mm	
軸組材	柱、土台；105mm 角スギ 梁；幅 105×高 180mm ベイマツ 継手間柱、胴つなぎ；幅 45×厚 60mm スギ 間柱；幅 27×厚 60mm スギ	柱、土台；105mm 角スギ 梁；幅 105×高 180mm ベイマツ 継手間柱、胴つなぎ；幅 45×厚 105mm スギ 間柱；幅 27×厚 105mm スギ

柱頭、柱脚の仕口及び金物	仕口；短ほぞ＋2-くぎ N90 柱頭；引き寄せ金物 HD-B20 柱脚；2-引き寄せ金物 HD-B15	仕口；短ほぞ＋2-くぎ N90 柱頭；引き寄せ金物 HD-B25 柱脚；2-引き寄せ金物 HD-B20
木材の密度、含水率	柱；0.38,0.42g/cm^3、9.5,10.0% 土台；0.34g/cm^3、8.0% 梁；0.54g/cm^3、13.5% 継手間柱；0.46g/cm^3、20.5% 間柱；0.39g/cm^3、13.5,15.0% 胴つなぎ；0.45g/cm^3、19.0%	柱；0.38,0.40g/cm^3、10.0,11.0% 土台；0.40g/cm^3、10.5% 梁；0.53g/cm^3、15.0% 継手間柱；0.47g/cm^3、21.0% 間柱；0.35,0.36g/cm^3、15.0,18.5% 胴つなぎ；0.44g/cm^3、17.5%

表 3.2　枠組壁工法耐力壁の試験体仕様

項目	仕様詳細	
試験体寸法	幅 2000×2460mm（芯外寸法）	
試験体記号	W15	W10
試験体数	1 体	1 体
面材	構造用合板 単板樹種；スギ（全層） 接着の程度；特類 強度の等級；2 級 構成単板；積層数 3 板面の品質；C-D 厚さ；9mm 寸法；幅 1000×長 1820mm、幅 1000×長 602mm 密度；0.39～0.45g/cm^3（計測値）（住友林業クレスト㈱製）	
面材の接合	名称；TN45 皿頭（Z ネジ）（八尾製鋲㈱製） 寸法；呼び径 6.3×45mm 詳細寸法；全長 45, 首下径 6.0, 外径 6.3, 谷径 3.9, 頭部径 9.3mm 材料；SWCH18A 冷間圧造用炭素鋼線（JIS G 3507-2） 表面処理；有色クロメート	
	ネジ間隔；外周@150mm、中通り@300mm	ネジ間隔；外周@100mm、中通り@200mm
	縁端距離；たて枠、継手受材 10mm、上下枠 19mm	
枠組材	たて枠、上枠、下枠、継手受材及び頭つなぎ 断面寸法；寸法型式 204 樹種；樹種グループ SⅡ 樹種群；S-P-F 品質；甲種枠組材 2 級の乾燥材	
枠組材の緊結	平成 13 年国土交通省告示第 1540 号の第 5 第 15 号の規定に準拠	
加力用木材	下側；89mm 角、ベイツガ製材 上側；幅 89×高 140mm、ベイマツ製材	
木材の密度、含水率	たて枠；0.43～0.46g/cm^3、14.0～15.5% 上枠；0.45g/cm^3、11.5% 下枠；0.51g/cm^3、18.5% 継手受材；0.46g/cm^3、13.0% 頭つなぎ；0.50g/cm^3、16.0%	たて枠；0.46～0.49g/cm^3、12.0～14.0% 上枠；0.45g/cm^3、11.5% 下枠；0.50g/cm^3、13.5% 継手受材；0.50g/cm^3、13.0% 頭つなぎ；0.45g/cm^3、14.5%

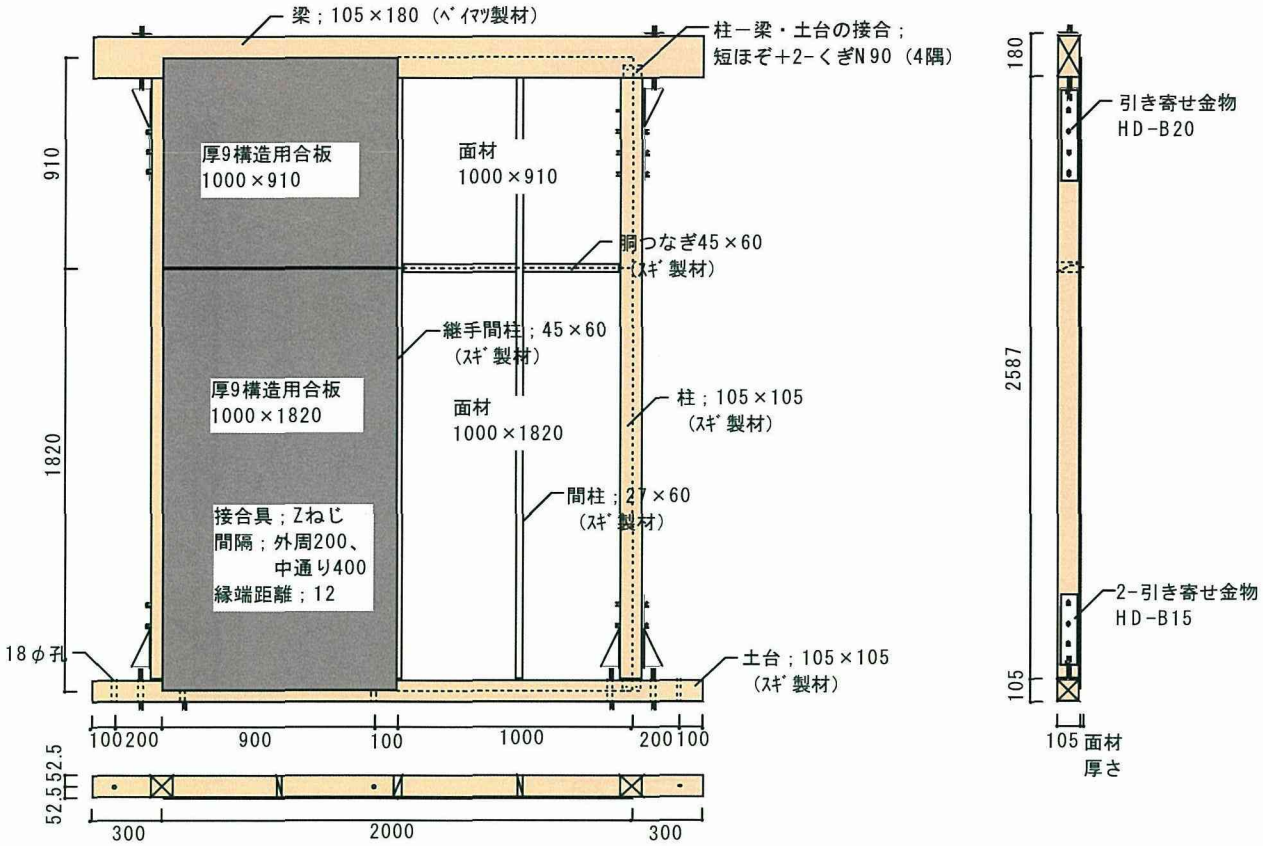


図 3.1　試験体記号 J20 の木造軸組耐力壁の試験体の詳細図　（mm）

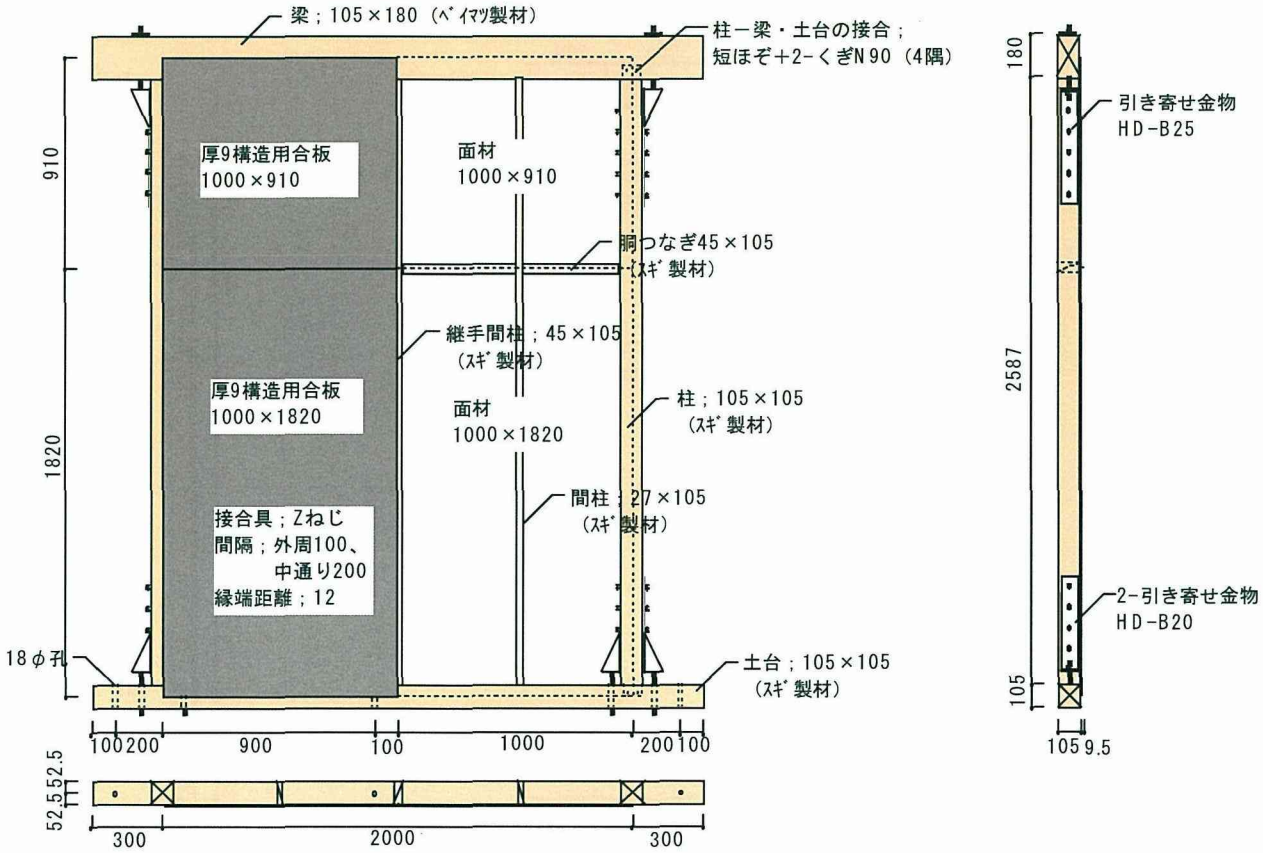


図 3.2　試験体記号 J10 の木造軸組耐力壁の試験体の詳細図　（mm）

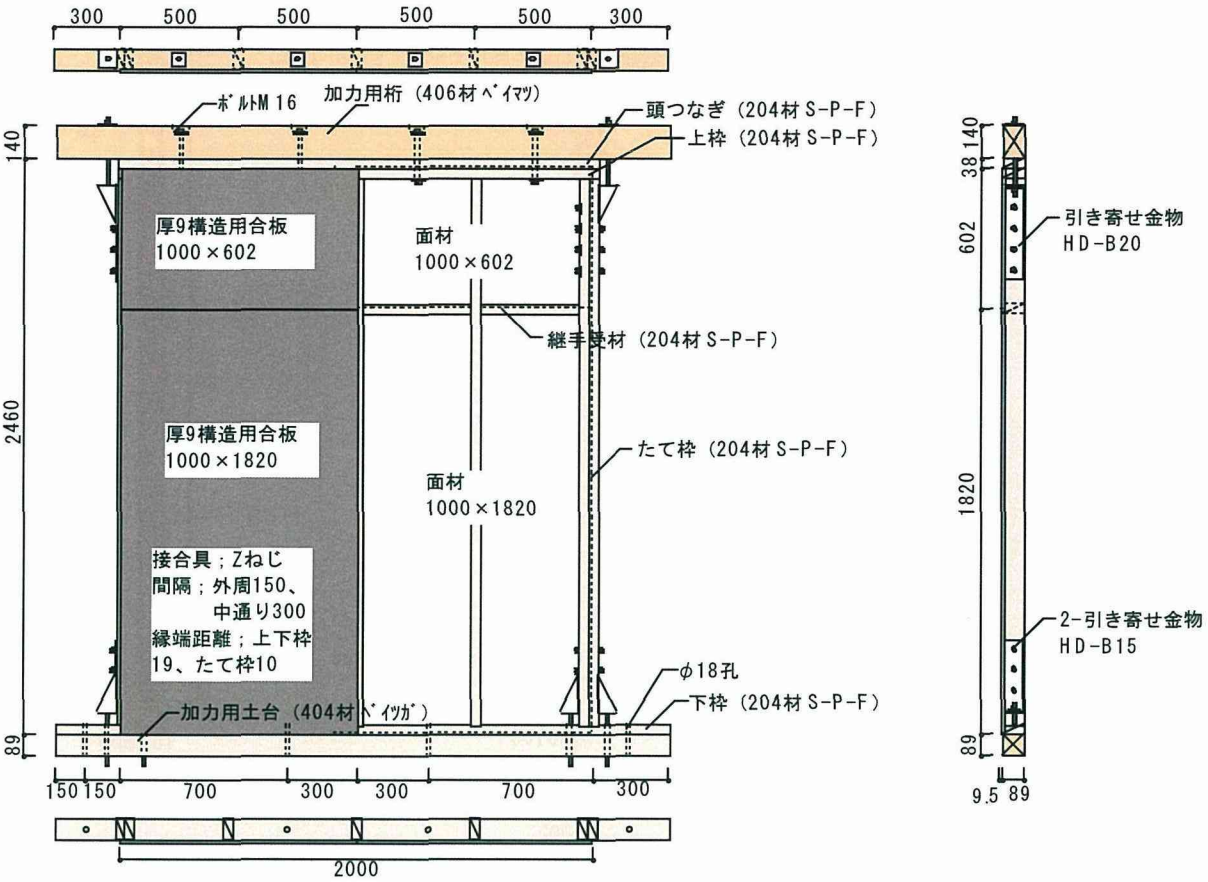


図 3.3　試験体記号 W15 の枠組壁工法耐力壁の試験体の詳細図　（mm）

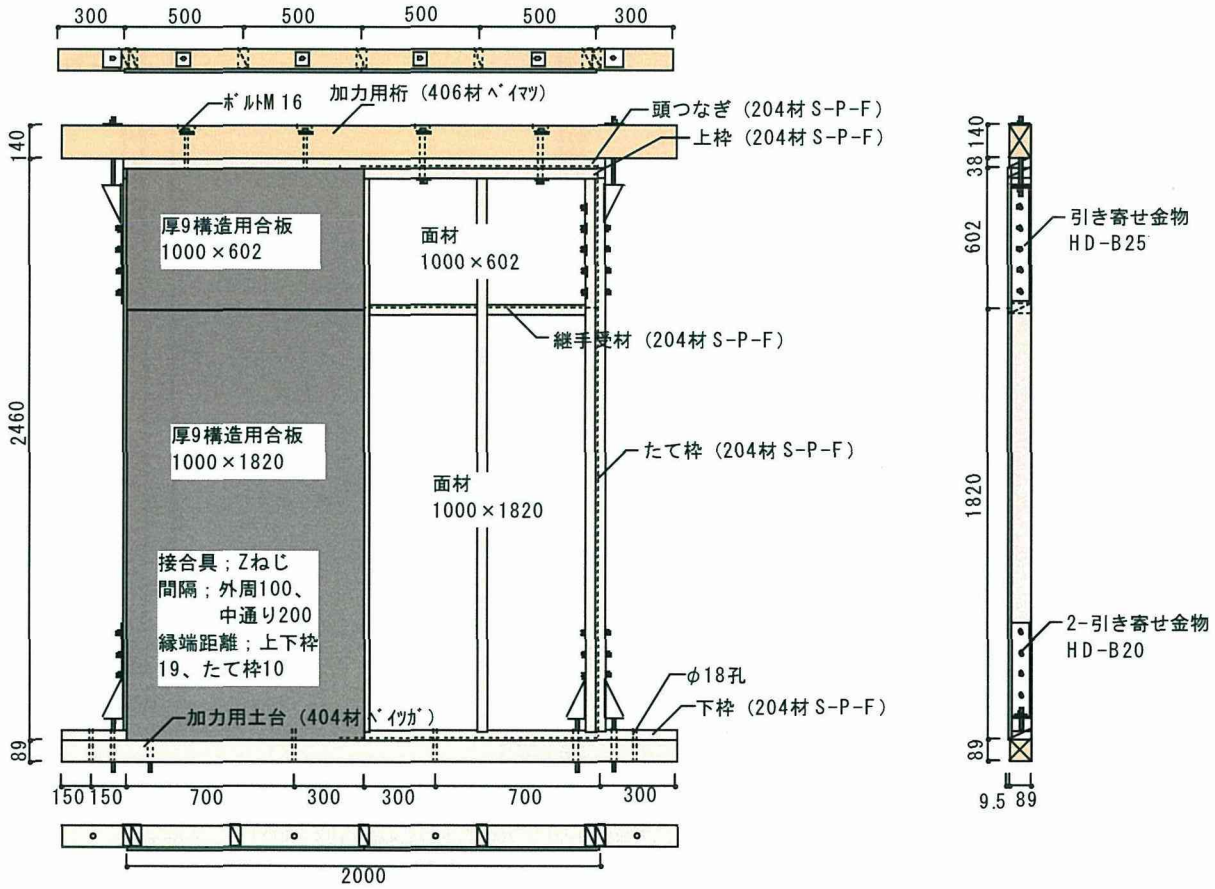


図 3.4　試験体記号 W10 の枠組壁工法耐力壁の試験体の詳細図　（mm）

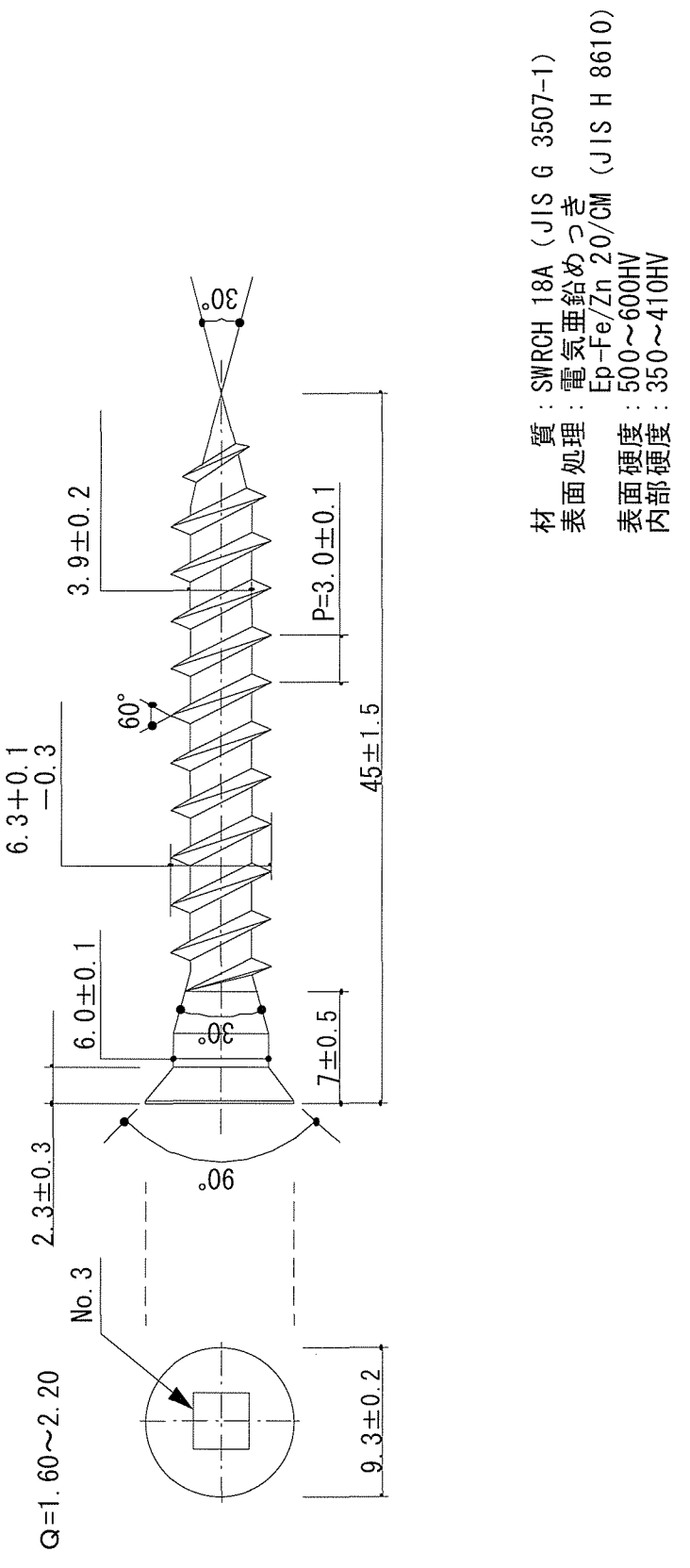


図 3.5　タッピングネジ TN45 皿の形状詳細図　（mm）

4．試験方法

（1）木造軸組耐力壁の試験方法は、当財団が定める「木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書」（以下、耐力壁業務方法書という。）に準拠する、無載荷式の面内せん断試験とし、図 4.1 に試験方法の概要を示す。

（2）枠組壁工法耐力壁の試験方法は、当財団が定める「枠組壁工法耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書」（以下、枠組壁業務方法書という。）に準拠する、無載荷式の面内せん断試験とし、図 4.2 に試験方法の概要を示す。

（3）繰り返し加力は、同一ステップで３回の繰り返しとし、見かけのせん断変形角制御で 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負交番とする。

（4）計測に用いた機器の詳細は次のとおりとする。

ロードセル；（容量 100kN、出力 4000×10^{-6} ひずみ）

変位計；（容量 300mm、出力 33×10^{-6}/mm 及び容量 100mm、出力 30×10^{-6}/mm）

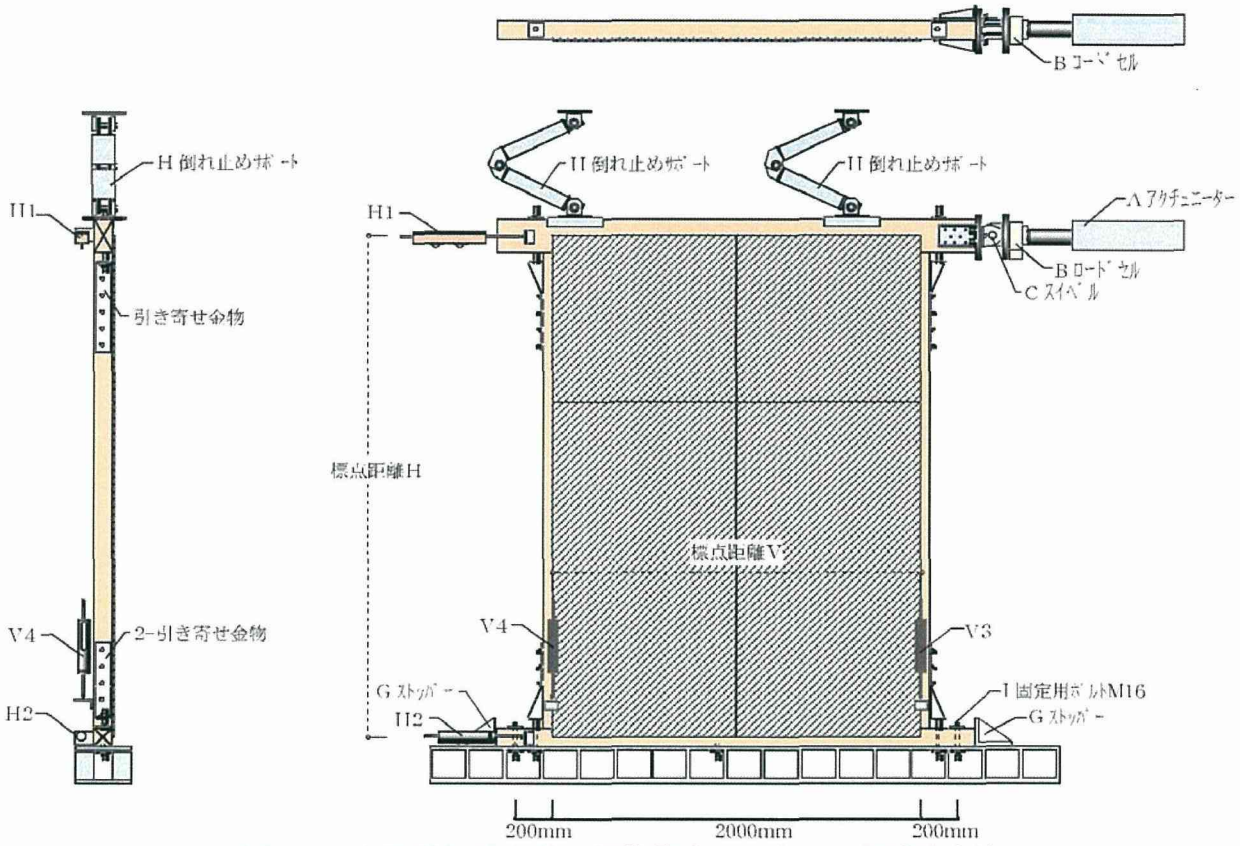


図 4.1　木造軸組耐力壁の無載荷式の面内せん断試験方法

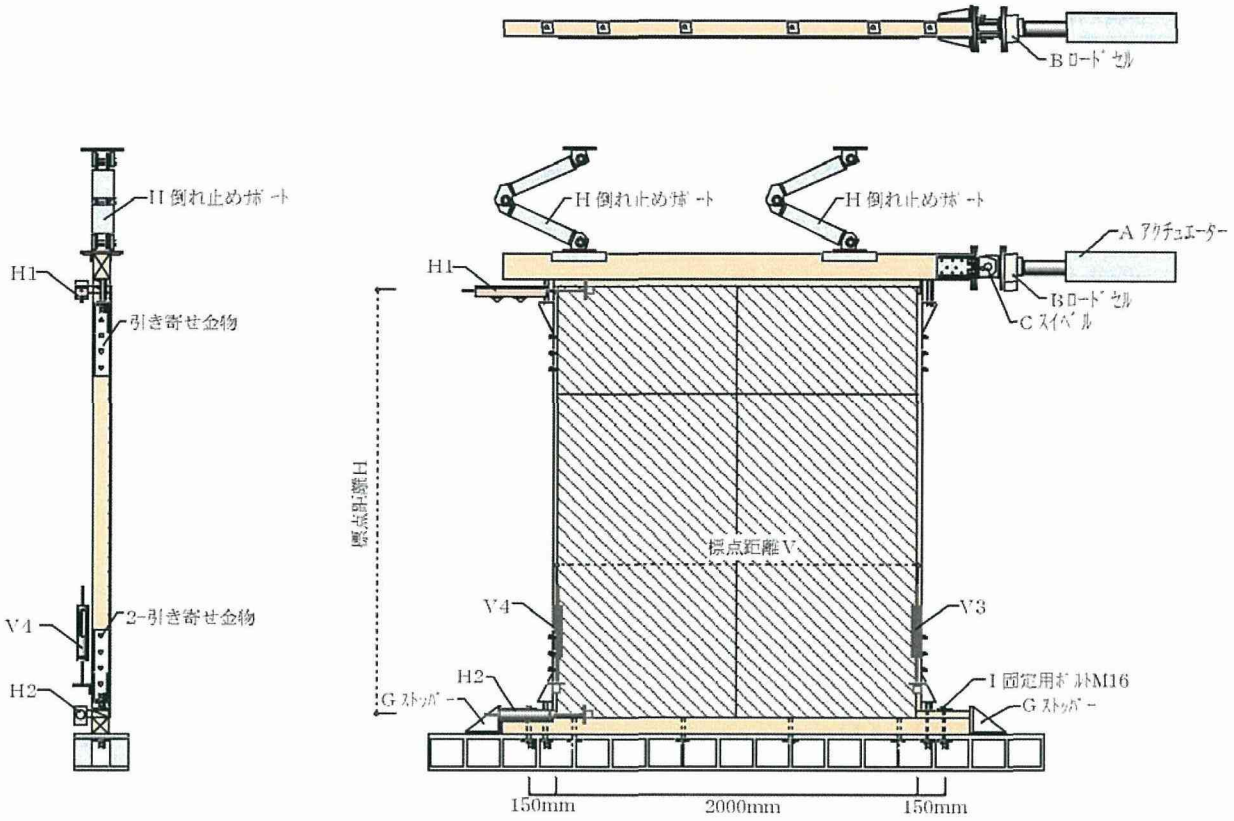


図 4.2　枠組壁工法耐力壁の無載荷式の面内せん断試験方法

５．試験結果

5.1　結果概要

（１）試験実施場所

東京都江東区新砂３丁目４番２号

財団法人　日本住宅・木材技術センター　試験研究所

（２）試験実施日

平成１９年　８月１５、１６日

（３）試験実施担当者及び試験報告書作成者

技術主任　後藤　隆洋

技術主任　清水　庸介

認証部長　飯島　敏夫

技術主任　鈴木　　圭

（４）試験結果の概要は、表 5.1 に示す。

（５）見かけのせん断変形角（γ）、脚部のせん断変形角（θ）及び真のせん断変形角（γ_0）は、次式を用いて算出する。

$\gamma = (H1-H2) / H$

$\theta = (V3-V4) / V$

$\gamma_0 = \gamma - \theta$

ここで、γ；見かけのせん断変形角（rad）

H1；試験体頂部の水平変位（mm）

H2；試験体脚部の水平変位（mm）

H；H1 と H2 の距離（mm）

θ；脚部のせん断変形角（rad）

V3；試験体加力側脚部の上下方向変位（mm）

V4；試験体反加力側脚部の上下方向変位（mm）

V；V3 と V4 の距離（mm）

γ_0；真のせん断変形角（rad）

（６）荷重−せん断変形角曲線は、図 5.1.1～図 5.1.8 に示す。

（７）試験体の主な破壊状況は写真 5.1.1～写真 5.1.21 に示す。

表 5.1　試験結果の概要

試験体記号	最大荷重時		破壊状況
	最大荷重 (kN/2.00m)	変形角 γ (rad)	
J20	18.49	1/50	面材のパンチングアウト、端部破壊。
J10	35.96	1/28	面材のパンチングアウト、端部破壊。
W15	22.12	1/28	面材のパンチングアウト、端部破壊。
W10	30.51	1/37	面材のパンチングアウト、端部破壊。

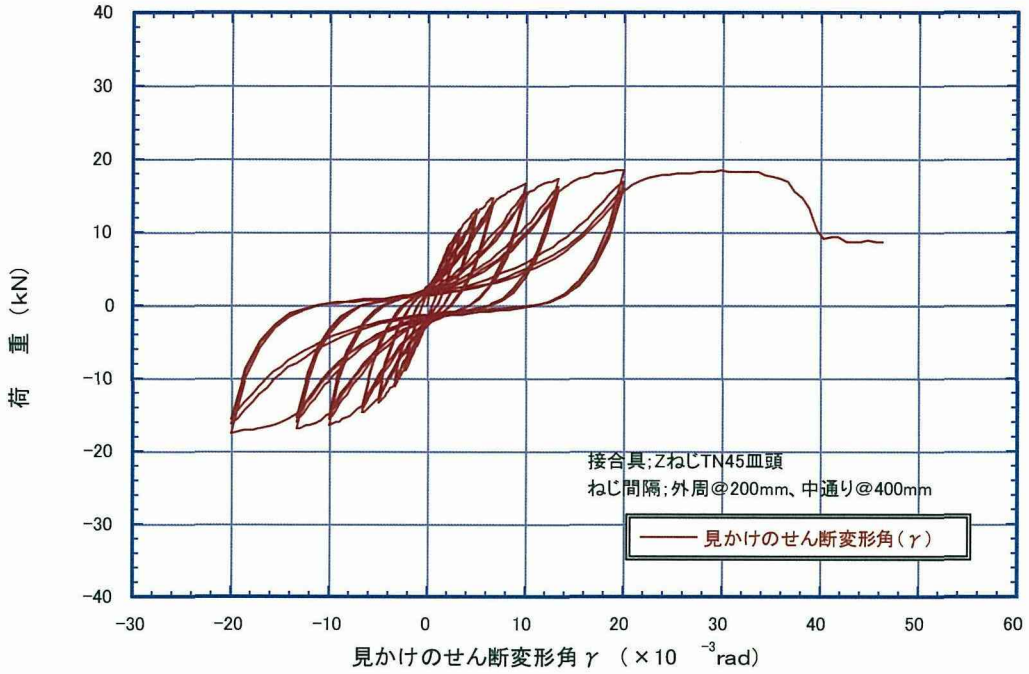


図 5.1.1　J20　厚 9mm 構造用合板直張り木造軸組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

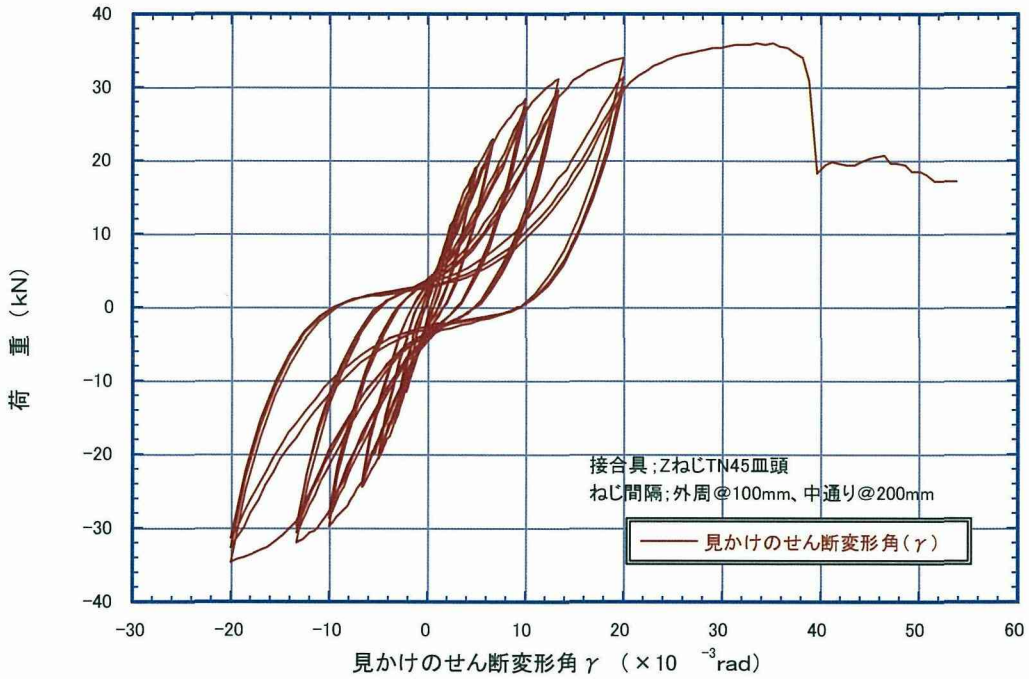


図 5.1.2　J10　厚 9mm 構造用合板直張り木造軸組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

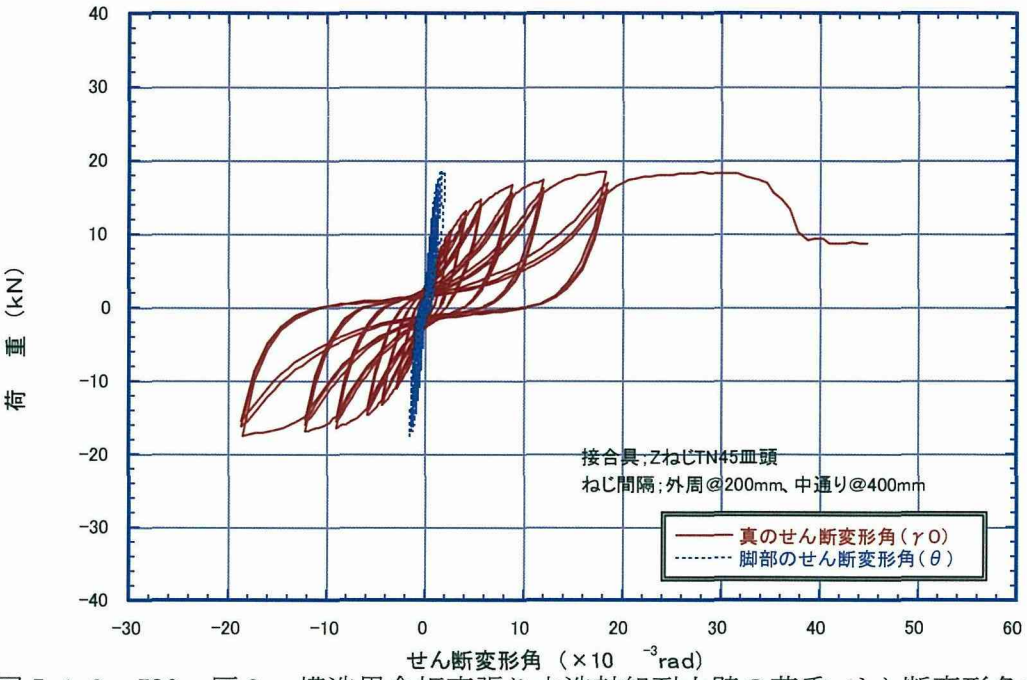


図 5.1.3　J20　厚 9mm 構造用合板直張り木造軸組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

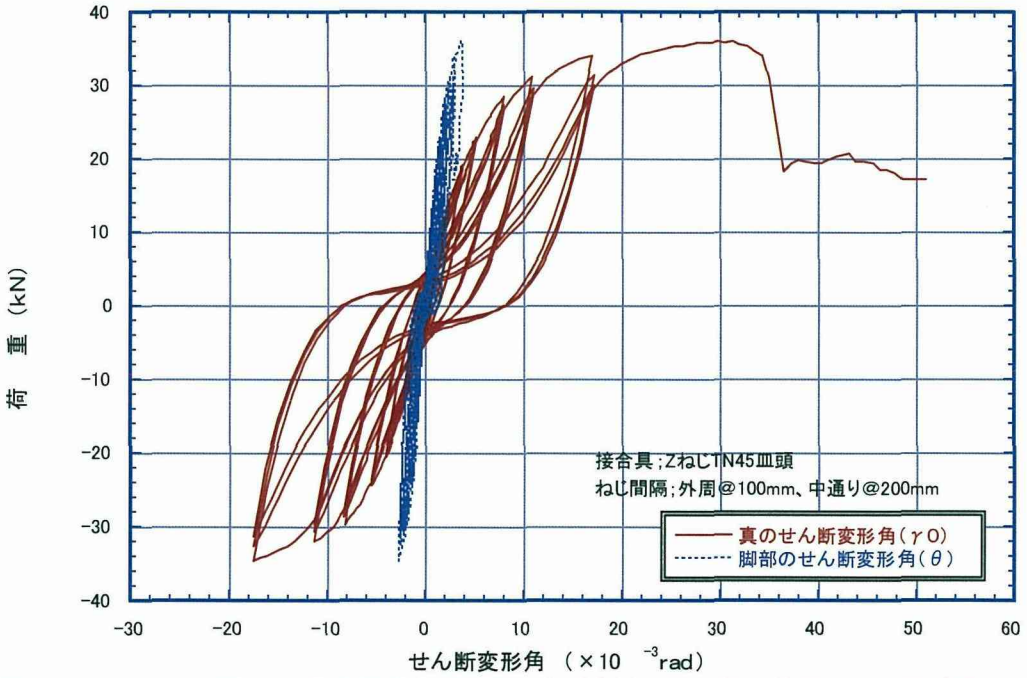


図 5.1.4　J10　厚 9mm 構造用合板直張り木造軸組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

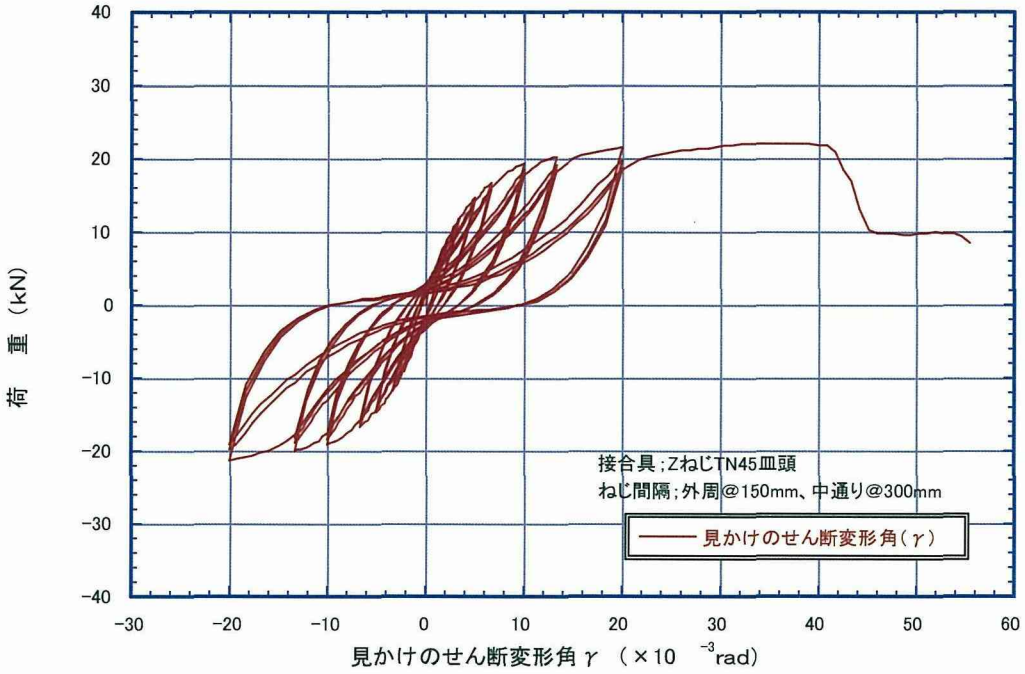


図 5.1.5　W15　厚 9mm 構造用合板直張り枠組壁工法耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

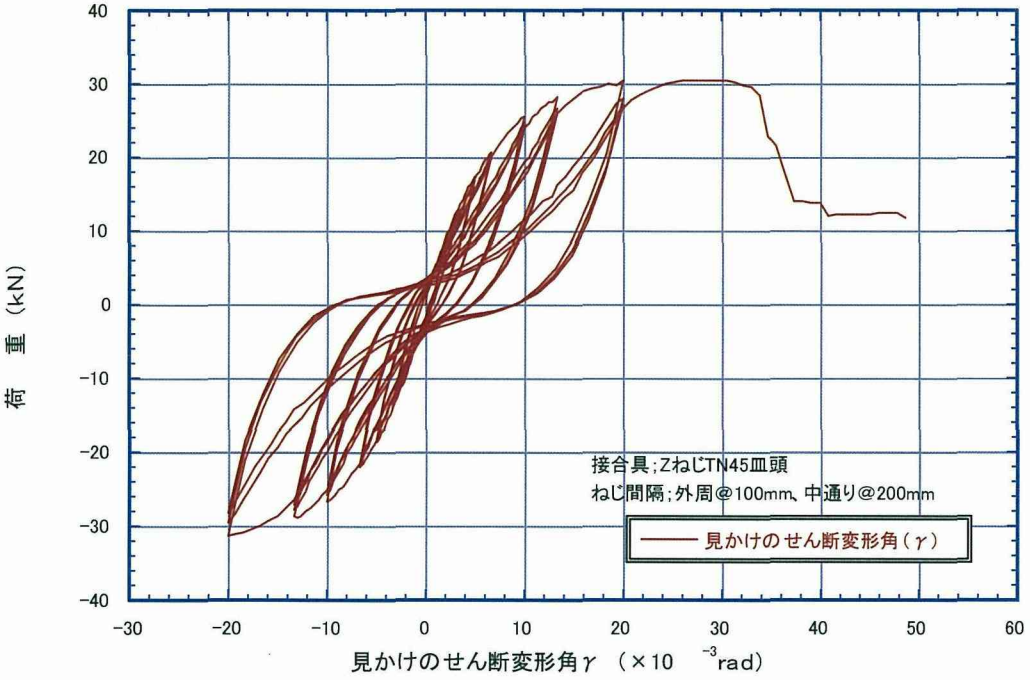


図 5.1.6　W10　厚 9mm 構造用合板直張り枠組壁工法耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

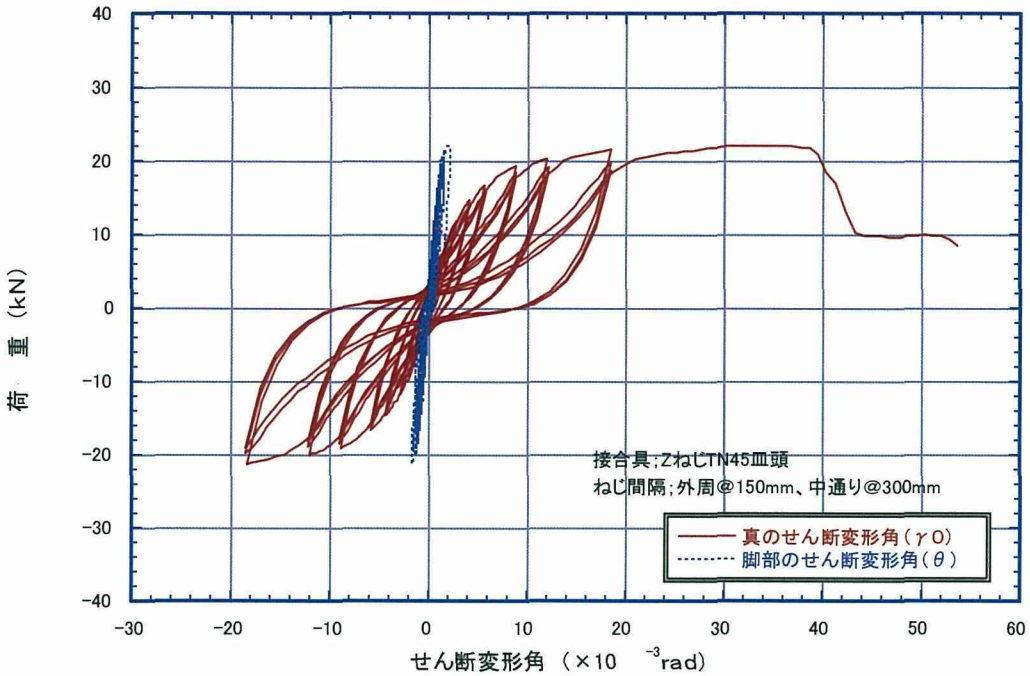


図 5.1.7　W15　厚 9mm 構造用合板直張り枠組壁工法耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

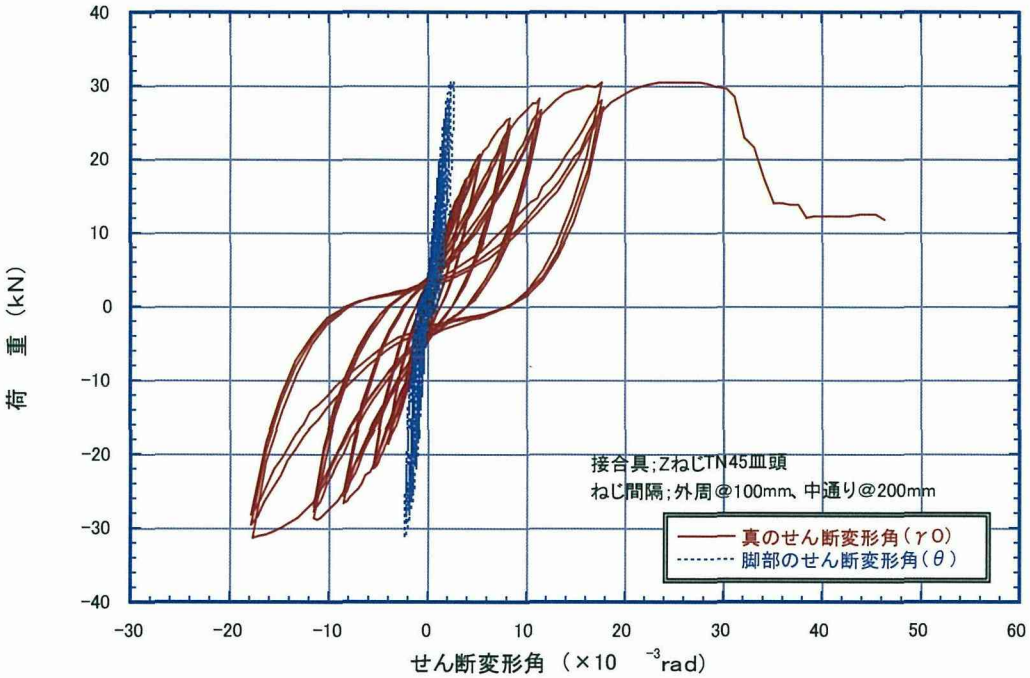


図 5.1.8　W10　厚 9mm 構造用合板直張り枠組壁工法耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

5.2　短期基準せん断耐力及び倍率の試算

短期基準せん断耐力及び倍率の試算は、枠組壁業務方法書の評価方法に準拠する。

5.2.1　短期基準せん断耐力の試算

（1）包絡線は、終局破壊した側の荷重-見かけのせん断変形曲線より作製し、図 5.2.1～図 5.2.4 に示す。

（2）上記の包絡線から完全弾塑性モデルにより降伏耐力等の特性値を算出し、表 5.2.1 に示す。

（3）短期基準せん断耐力 P_0 は、下記の①～④で求めた各平均値にばらつき係数を乗じた５０％下限値の最小値であるが、ここでは試験体が各１体のため最小値を短期基準せん断耐力 P_0 と仮定する。

①降伏耐力Ｐｙ
②終局耐力Ｐu・（０．２/Ｄｓ）
③最大耐力Ｐmax・２/３
④見かけのせん断変形角が１/１２０rad 時の耐力Ｐ120

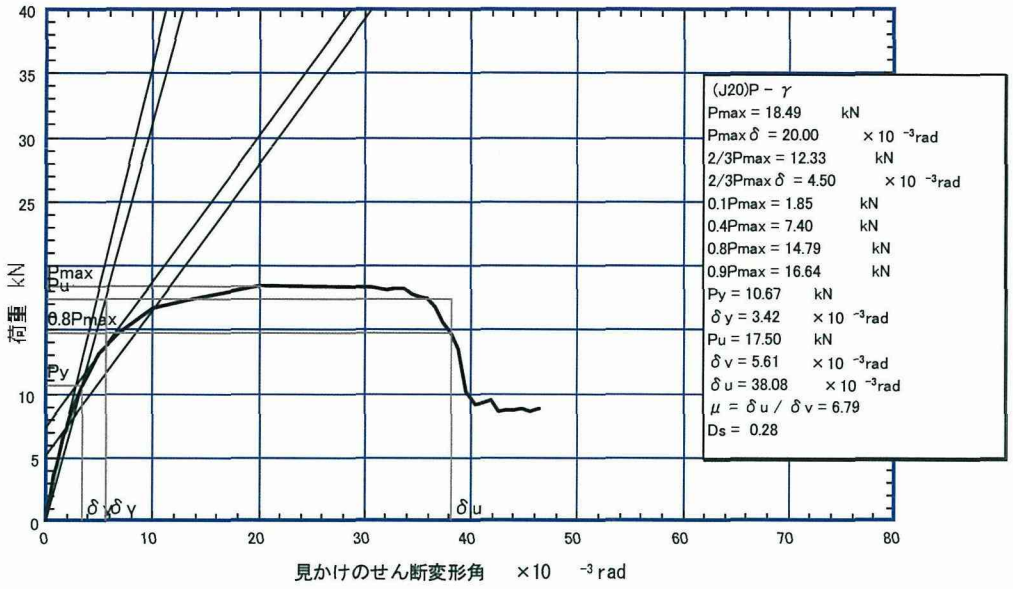


図 5.2.1　J20 の荷重－変形角包絡線

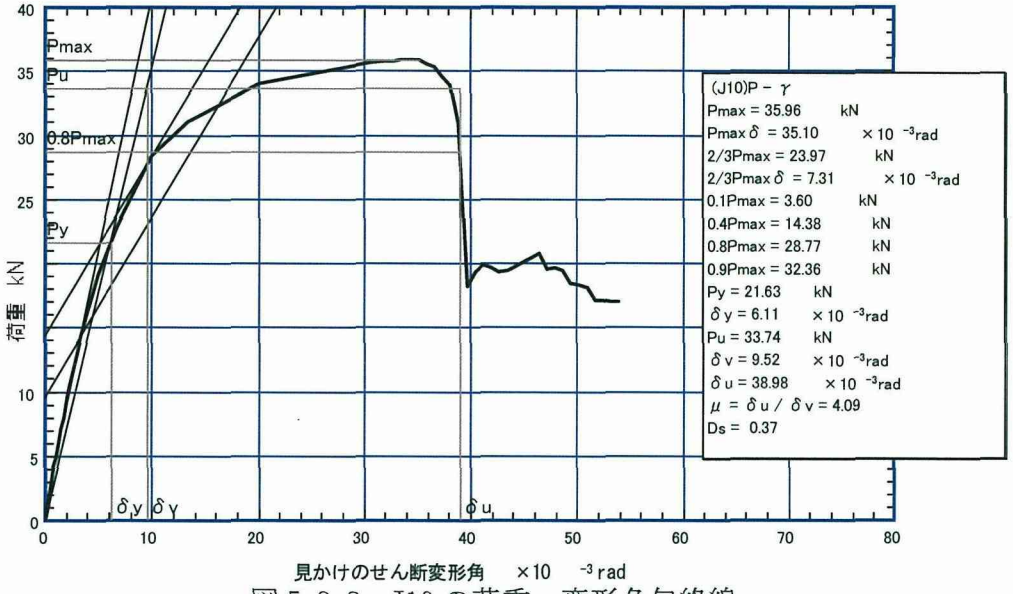


図 5.2.2　J10 の荷重－変形角包絡線

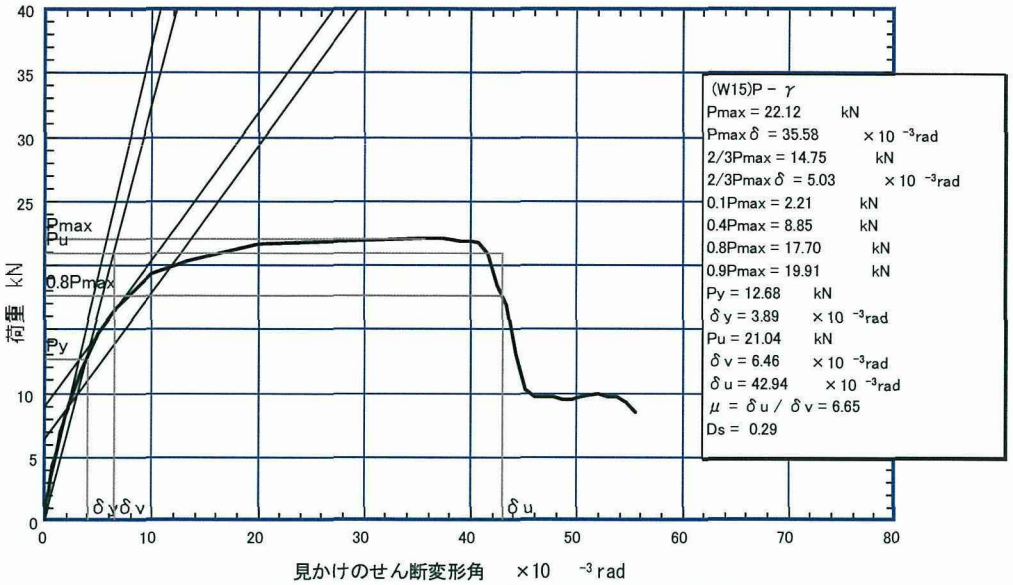


図 5.2.3　W15 の荷重－変形角包絡線

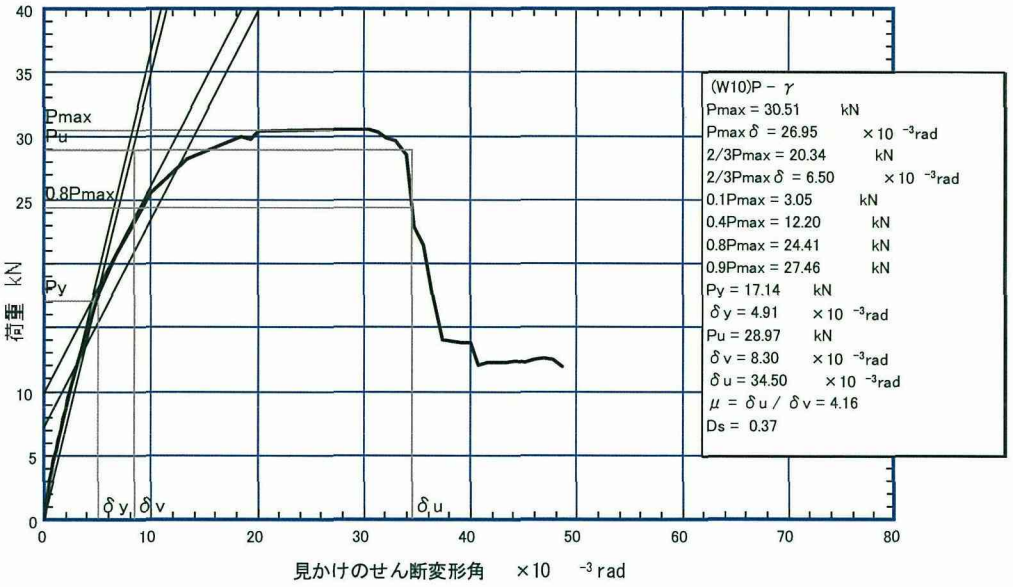


図 5.2.4　W10 の荷重－変形角包絡線

表 5.2.1　算出した特性値

試験方法	無載荷式			
耐力壁の種類	木造軸組耐力壁		枠組壁工法耐力壁	
試験体記号	J20	J10	W15	W10
最大耐力 Pmax (kN/2.0m)	18.49	35.96	22.12	30.51
最大耐力時変形角 δmax (10^{-3}rad)	20.00	35.10	35.58	26.95
降伏耐力 Py (kN/2.0m)	10.67	21.63	12.68	17.14
降伏変形角 δy (10^{-3}rad)	3.42	6.11	3.89	4.91
終局耐力 Pu (kN/2.0m)	17.50	33.74	21.04	28.97
終局変形角 δu (10^{-3}rad)	38.08	38.98	42.94	34.50
降伏点変形角 δv (10^{-3}rad)	5.61	9.52	6.46	8.30
剛性 K (MN/rad)	3.12	3.54	3.26	3.49
塑性率 μ	6.79	4.09	6.65	4.16
構造特性係数 Ds	0.28	0.37	0.29	0.37
Pu・(0.2/Ds) (kN/2.0m)	12.50	18.24	14.51	15.66
2/3Pmax (kN/2.0m)	12.33	23.97	14.75	20.34
一定変形時耐力(kN/2.0m)				
見かけ　1/300rad	10.54	14.28	11.64	12.92
見かけ　1/200rad	13.10	19.13	14.70	17.38
見かけ　1/120rad	15.66	25.65	18.01	23.08

5.2.2　倍率の試算

（1）短期基準せん断耐力P_0から試算した倍率は下式より算出し、表 5.2.2 に示す。

倍率＝P_0×(1/1.96)×(1/L)

ここで、P_0；短期基準せん断耐力（kN）

1.96；倍率＝1の基準値（kN/m）

L；壁長さ（m）（ここでは 2.0）

表 5.2.2　試算した倍率

試験体記号	J20	J10	W15	W10
P_0	10.67	18.24	12.68	15.66
倍率	**2.7**	**4.6**	**3.2**	**3.9**

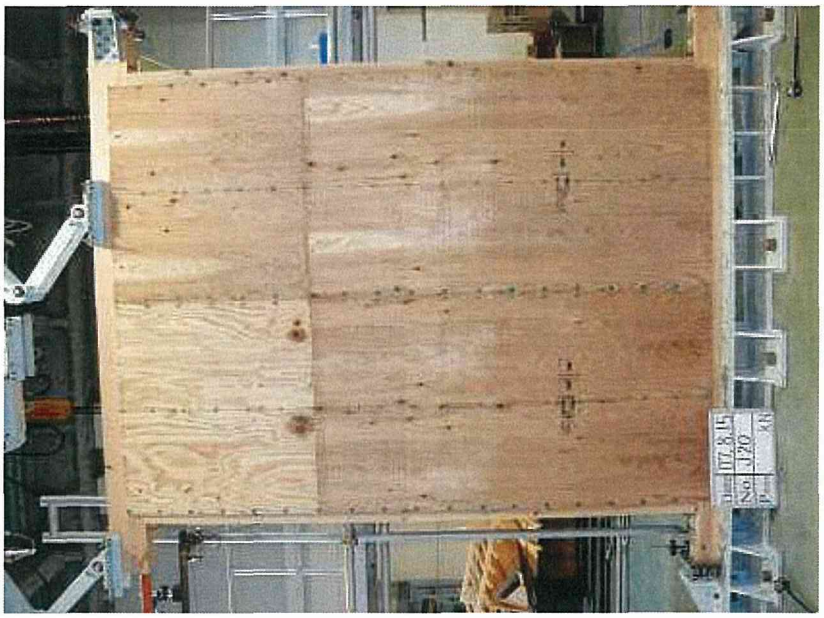
但し、この倍率にはばらつき係数、低減係数は乗じていない。

写真番号　5.1.1

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ２０

概　要　説　明

厚 9mm 構造用合板張り木造軸組耐力壁の面内せん断試験前の状況。
（ねじ TN45 皿頭, 外周@200mm, 中通@400mm）

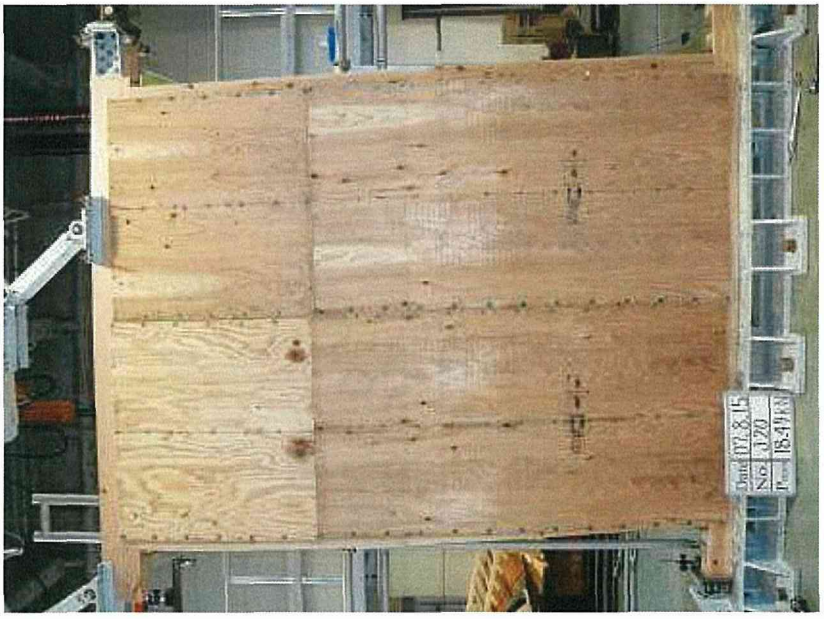


写真番号　5.1.2

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ２０

概　要　説　明

試験終了時。
P_{max}＝18.49kN

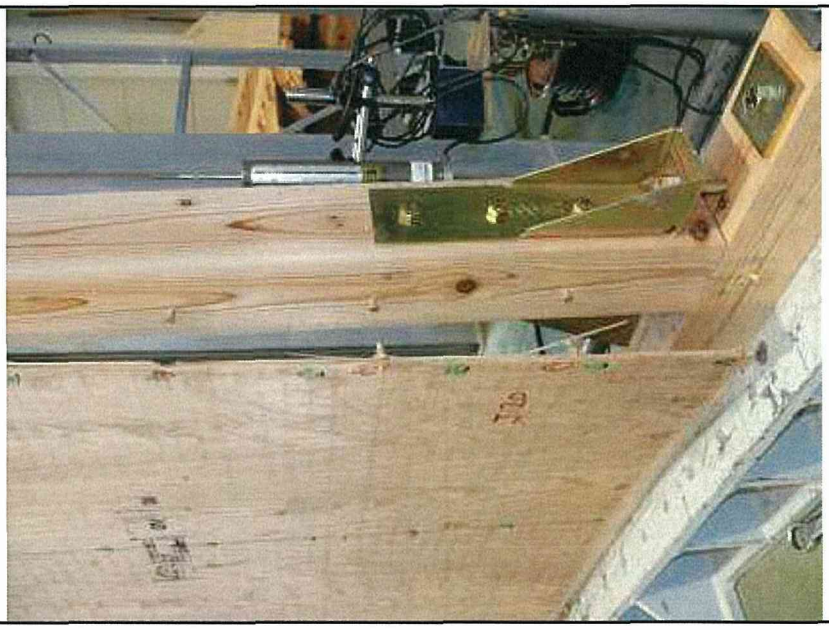


写真番号　5.1.3

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ２０

概　要　説　明

加力側柱脚部の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。

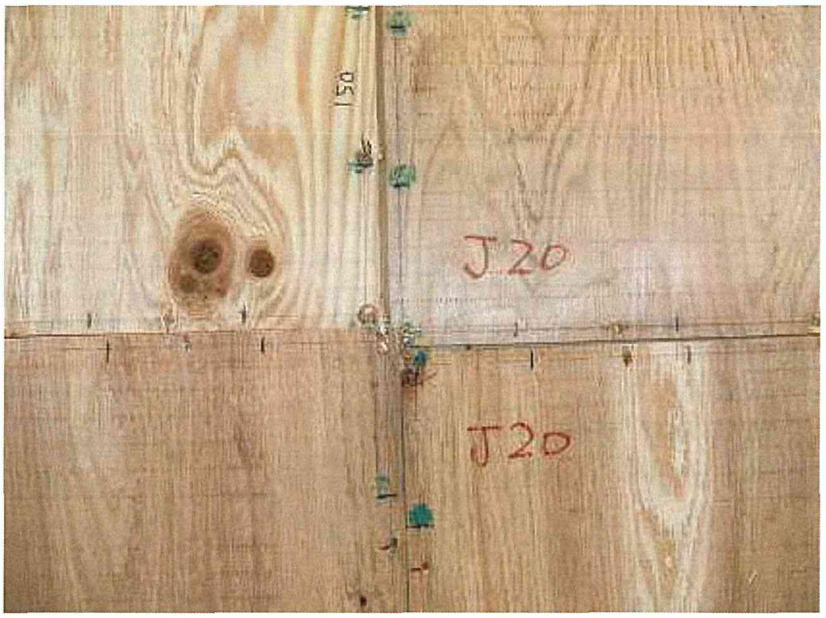


写真番号　5.1.4

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ２０

概　要　説　明

面材突き合わせ部の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。



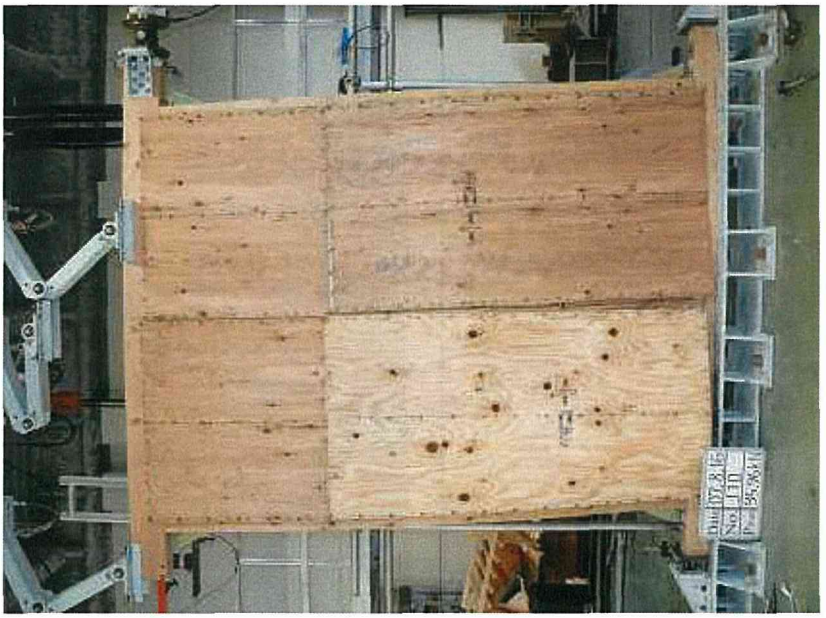
写真番号　5.1.5

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ１０

概　要　説　明

厚 9mm 構造用合板張り木造軸組耐力壁の面内せん断試験終了時。
（ねじ TN45 皿頭, 外周@100mm, 中通@200mm）

P_{max}＝35.96kN

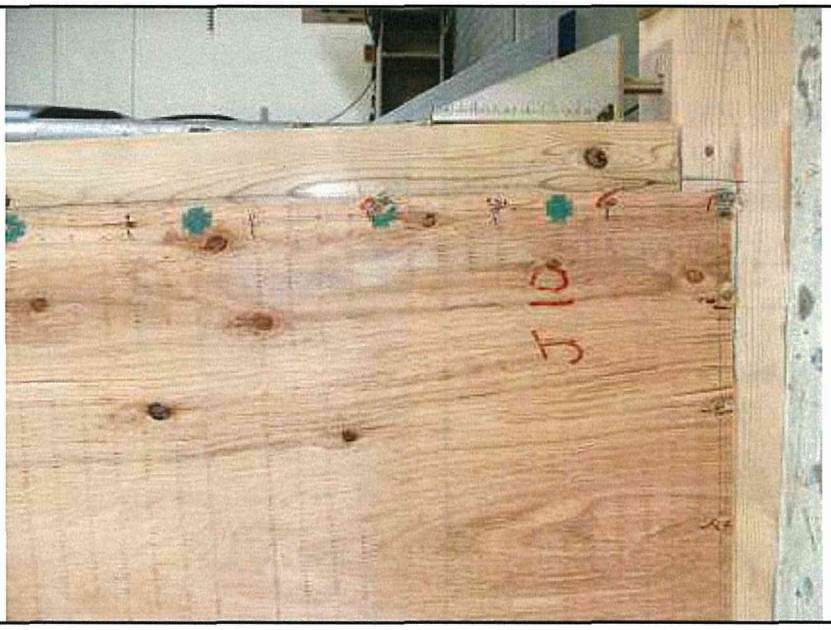


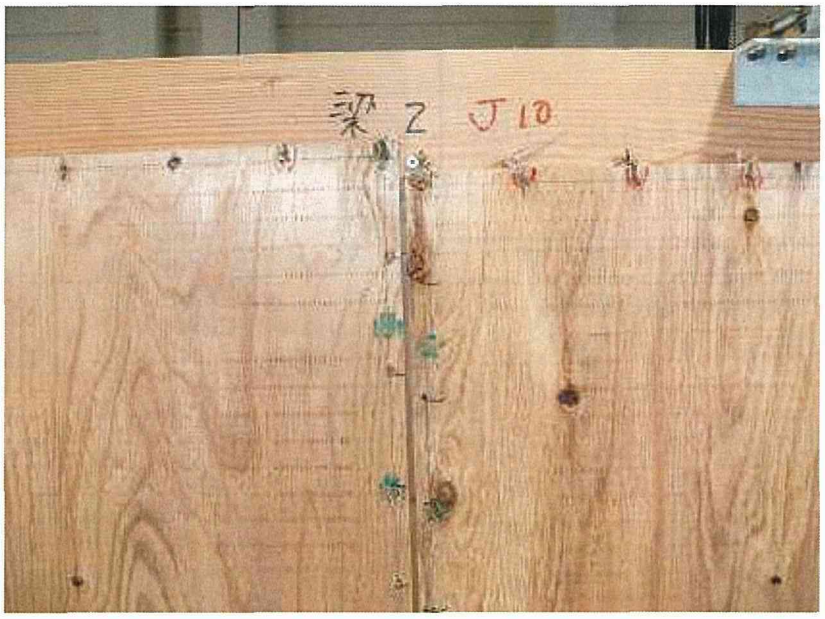
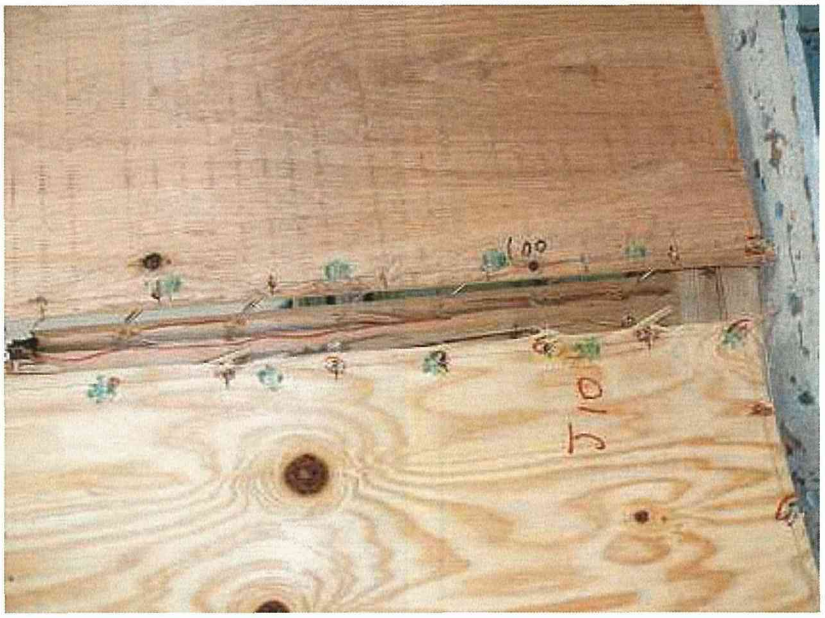
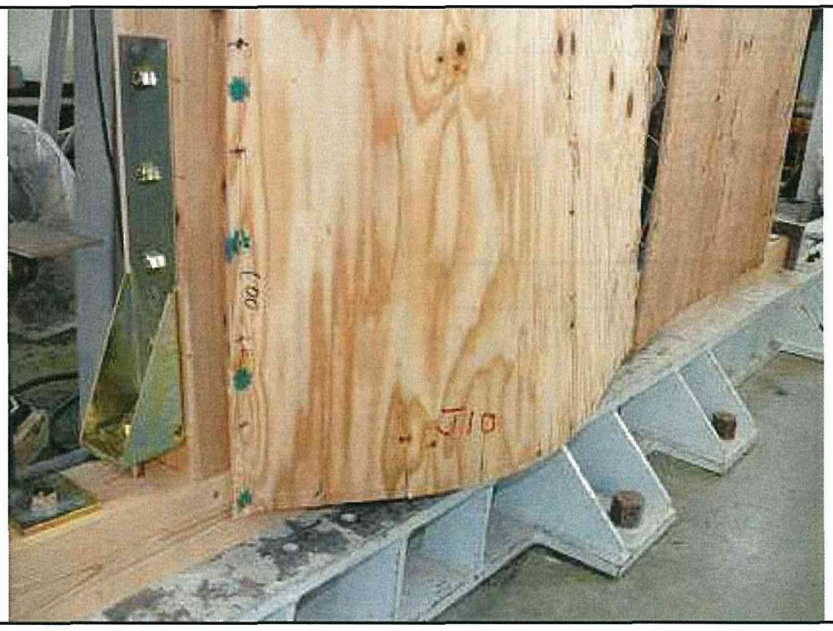
写真番号　5.1.6

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ１０

概　要　説　明

加力側柱脚部の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。



写真番号　5.1.7 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｊ１０ 概　要　説　明 面材突き合わせ上部の状況。 面材の端部破壊及びパンチングアウト。	
写真番号　5.1.8 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｊ１０ 概　要　説　明 面材突き合わせ下部の状況。 ねじによる継手間柱の割れ破壊。	
写真番号　5.1.9 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｊ１０ 概　要　説　明 反加力側柱脚部の状況。 面材のパンチングアウト及び座屈変形。	

写真番号　5.1.10

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｊ１０

概　要　説　明

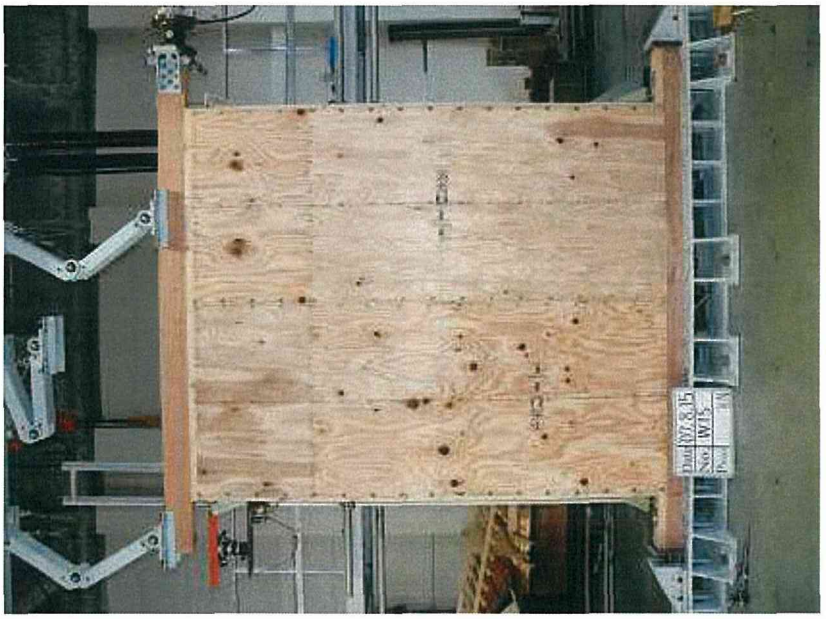
試験終了後の解体状況。
柱へのねじの変形。

写真番号　5.1.11

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

厚 9mm 構造用合板張り枠組壁工法耐力壁の面内せん断試験前の状況。
（ねじ TN45 皿頭, 外周@150mm, 中通@300mm）

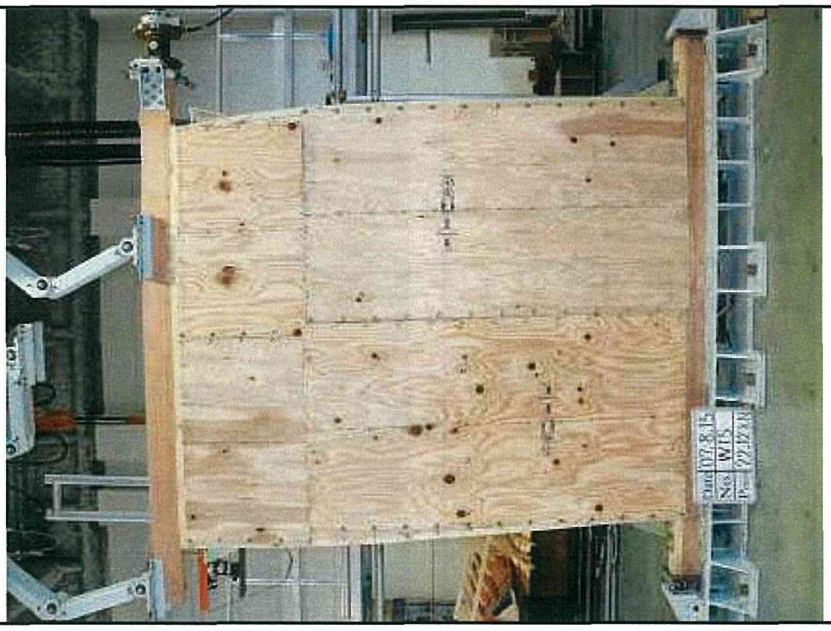


写真番号　5.1.12

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

試験終了時。
P_{max}＝22.12kN



写真番号　5.1.13

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

加力側たて枠脚部の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。

写真番号　5.1.14

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

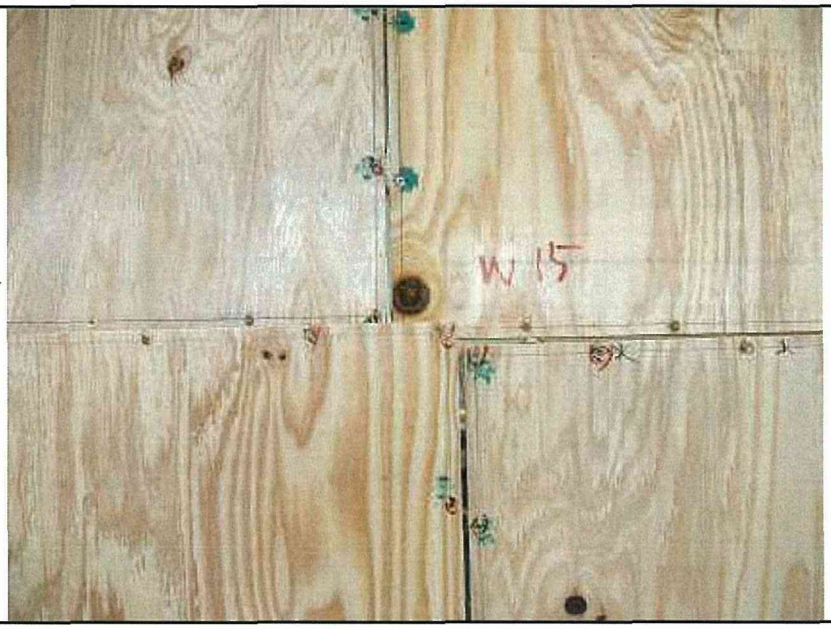
加力側たて枠の状況。
面材のパンチングアウト。
たて枠節部より曲げ破壊。

写真番号　5.1.15

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

面材突き合わせ部の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。



写真番号　5.1.16

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１５

概　要　説　明

反加力側たて枠の状況。
面材のパンチングアウト。

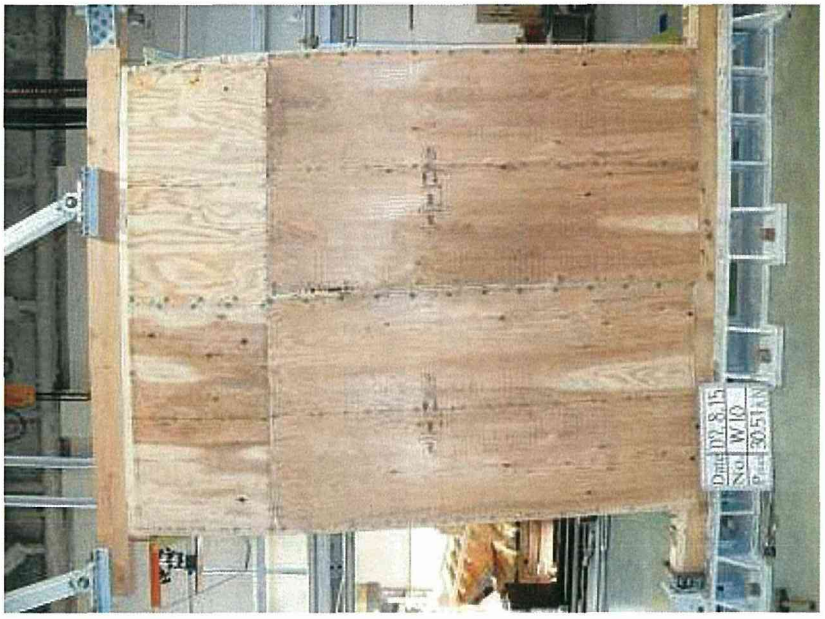
写真番号　5.1.17

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１０

概　要　説　明

厚 9mm 構造用合板張り枠組壁工法耐力壁の面内せん断試験終了時。
（ねじ TN45 皿頭, 外周@100mm, 中通@200mm）

P_{max}＝30.51kN

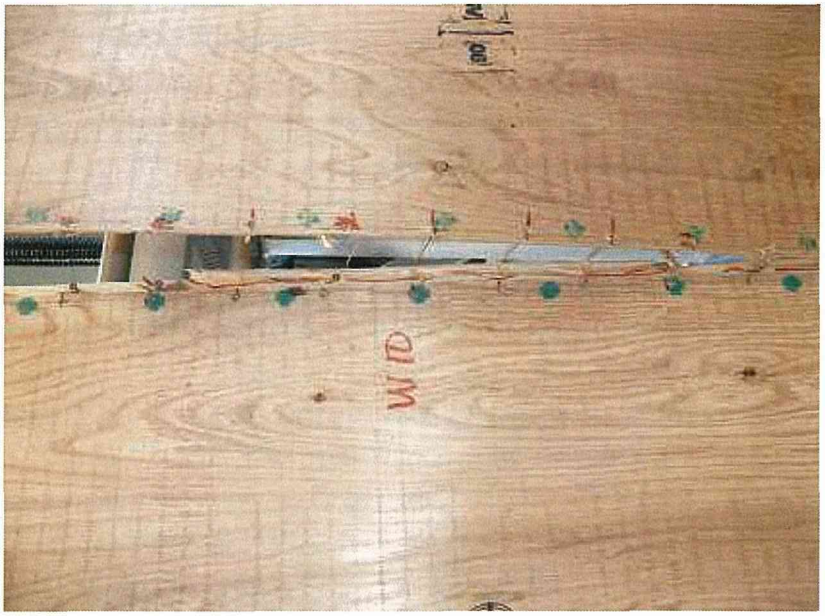
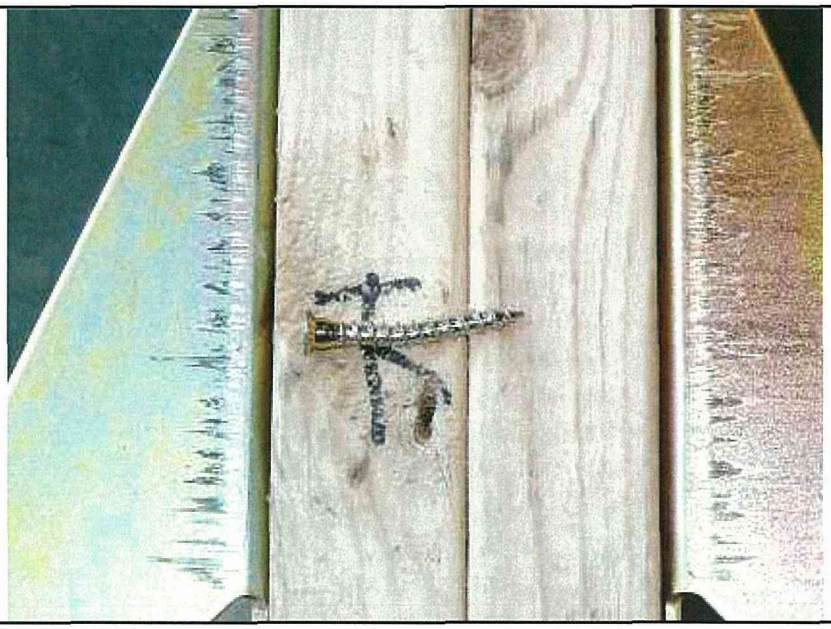


写真番号　5.1.18

試験実施日
平成１９年８月１５日
試験体記号
Ｗ１０

概　要　説　明

加力側たて枠の状況。
面材のパンチングアウト及び端部破壊。

写真番号　5.1.19 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｗ１０ 概　要　説　明 面材突き合わせ部の状況。 ねじによるたて枠の割れ破壊。	
写真番号　5.1.20 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｗ１０ 概　要　説　明 反加力側たて枠脚部の状況。 面材のパンチングアウト及び端部破壊。	
写真番号　5.1.21 試験実施日 平成１９年８月１５日 試験体記号 Ｗ１０ 概　要　説　明 試験終了後の解体状況。 たて枠へのねじの変形。	

６．考察

面材をネジにより緊結した木造軸組及び枠組壁工法耐力壁の主な破壊は面材のパンチングアウト及び端部破壊であった。面材の破壊が多く見られたのは合板の樹種にスギ（全層）を用いていたこと、ネジ単体の保持力が高いため引き抜けが発生しにくいことが影響したものと思われる。ネジ打ち間隔を合板外周@100 とした場合においては木造軸組工法で 4.6 倍、枠組壁工法で 3.9 倍の壁倍率を有し、ネジ間隔を@100 より大きめに設定しても工法に関わらず 2.5 倍以上の壁倍率が確保できることが確認できた。さらに高倍率化を目標とする場合、大変形域における接合部のエネルギー吸収の比重を高め、面材のパンチングアウトや端部破壊が先行しない（Ds が悪くならない）配慮が必要と思われる。試算の域を超えることはできないが、木造軸組：外周@100 仕様（J10）と枠組壁工法の外周@100 仕様（W10）が仮に Py によって壁倍率が決定した場合、木造軸組工法 5.5 倍、枠組壁工法 4.37 倍を有していたことになる。

Ｄｓを良くし、Py で壁倍率を決定させるには面材と接合具の適切なバランスの他、端部軸材（柱、たて枠）のめり込み特性や軸材の曲げ性能など様々な要素を考慮してバランスを取らなければならない。接合具の高耐力化だけで耐力壁の高倍率化を図るには限界があることは否めない。今回の試験によりネジを使った各工法の耐力壁性能の概要は把握できた。今後は各工法の特性を踏まえた上で耐力壁の目標性能を定め、面内せん断性能の把握を行っていくこととしたい。

第４章　伝統構法　継ぎ手・仕口接合部の評価方法の検討

第４章　伝統構法　継ぎ手・仕口接合部の評価方法の検討

１．業務の目的

本業務では、伝統的な木造軸組工法住宅等の供給の促進のために、構造要素（継ぎ手）の構造耐力性能データを収集し、そのデータを適正に評価する方法を検討します。

２．業務の内容

本業務の具体的な内容は以下に示す事項である。

①代表的な構造要素についての耐力試験の実施によるデータ収集

②収集データの適正な評価方法の検討

表 3.1　腰掛け鎌継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 120・120)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

:入力するところ

試験体シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
鎌-T-1	0	6.40	6.73	—	0.65	0.76	—	0.90	8.91	25.81	9.88	鎌せん断	
鎌-T-1	1	5.85	6.80	—	0.49	0.76	—	0.76	9.11	18.63	11.92	鎌せん断	
鎌-T-1	2	7.36	7.14	—	0.54	0.48	—	0.73	9.97	4.80	13.70	鎌せん断	
鎌-T-1	3		9.18	—		1.70	—					鎌せん断	Py算出できず
鎌-T-1	4	7.29	8.84	—	0.40	0.56	—	0.66	11.96	12.39	18.23	鎌せん断	
鎌-T-1	5	5.19	6.53	—	0.85	1.20	—	1.44	8.82	3.71	6.14	鎌せん断	
鎌-T-1	6	8.78	11.83	—	0.72	1.18	—	1.30	15.84	3.98	12.14	鎌せん断	
試験体数(N)		5	6	—	5	6	—	5	5	5	5		
平均値(Ave)		6.89	8.39	—	0.60	0.98	—	0.98	11.14	8.70	12.43		
最大値(Max)		8.78	11.83	—	0.85	1.70	—	1.44	15.84	18.63	18.23	鎌せん断(6体)	
最小値(Min)		5.19	6.53	—	0.40	0.48	—	0.66	8.82	3.71	6.14		
変動係数(CV)		0.18	0.22	—	0.27	0.43	—	0.33	0.23	0.68	0.31		
95%上限値		9.99	12.68	9.99	—	—		—	17.53	—	—		
50%下限値		6.48	7.84	6.48	—	—		—	10.28	—	—		
95%下限値		3.80	4.10	3.80	—	—		—	4.75	—	—		
3/4Ave		5.17	6.29	5.17	—	—		—	8.36	—	—		

計算用データ

95%上限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	-2.464	-2.336		-2.464	-2.336		-2.464	-2.464	-2.464	-2.464
ばらつき係数 (1-CV·k)	1.45	1.51		1.67	2.01		1.82	1.57	2.67	1.77
50%下限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	0.331	0.297		0.331	0.297		0.331	0.331	0.331	0.331
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.94	0.93		0.91	0.87		0.89	0.92	0.78	0.90
95%下限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	2.464	2.336		2.464	2.336		2.464	2.464	2.464	2.464
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.55	0.49		0.33	-0.01		0.18	0.43	-0.67	0.23

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
鎌-T-1	1	5.85	9.99	6.89	3.80	10.2	19.02	12.58	6.14	0.49	0.76
	2	7.36				10.71				0.54	0.48
	3	0.00				13.77				0.00	1.70
	4	7.29				13.26				0.40	0.56
	5	5.19				9.79				0.85	1.20
	6	8.78				17.75				0.72	1.18

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷重		
鏡-T-1	0	1.6	2.7	4.0	5.6	6.9	7.3	7.8	8.2	8.4	8.3	8.8	8.9	9.1	9.3	9.5	9.6	9.6	9.8	9.7	9.7	9.3	9.2	8.6	8.4	8.1	8.1	8.0	8.0			
鏡-T-1	1	2.4	3.6	4.9	5.9	7.1	7.6	8.1	8.0	8.7	9.1	9.3	9.5	9.7	9.1	10.1	9.6	9.5	9.6	9.6	9.4	9.1	8.8	8.2	7.8	7.3	7.1	7.0	6.7	28	30.0	6.7
鏡-T-1	2	3.1	4.6	5.8	7.2	8.2	8.1	9.0	9.0	9.5	9.9	10.2	10.3	10.5	9.6	6.7														15	5.0	6.7
鏡-T-1	3	1.1	1.2	1.4	1.9	3.1	4.4	6.6	7.9	9.7	10.6	11.8	12.3	13.0	12.9	13.7														15	5.0	13.7
鏡-T-1	4	3.7	5.2	6.3	8.3	10.7	11.5	12.2	12.5	13.1	13.1	13.1	13.2	13.0	12.6	12.7	12.6	12.1	11.5	11.2	11.1	10.4	9.4	8.3	7.1	6.6	6.0	5.2	4.7	28	30.0	4.7
鏡-T-1	5	1.6	2.4	2.9	3.6	5.0	5.8	6.7	7.2	8.0	8.3	9.2	9.6	9.5	7.1	6.3														15	5.0	6.3
鏡-T-1	6	2.5	3.9	5.2	7.1	9.4	10.7	12.3	13.3	14.8	15.6	17.0	17.6	16.2	11.2	10.6														15	5.0	10.6
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
平均値(Ave)		2.40	3.49	4.40	5.68	7.25	8.03	9.16	9.64	10.61	11.10	11.76	12.10	11.98	10.41	10.02																
最大値(Max)		3.74	5.23	6.26	8.35	10.71	11.52	12.32	13.26	14.76	15.58	17.01	17.56	16.17	12.88	13.71																
最小値(Min)		1.05	1.18	1.42	1.92	3.10	4.44	6.63	7.19	7.97	8.29	9.18	9.51	9.51	7.11	6.33																
変動係数(CV)		0.37	0.39	0.39	0.39	0.36	0.31	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.20	0.20	0.27																
95%上限値		4.47	6.66	8.38	10.88	13.30	13.86	14.61	15.15	16.34	16.95	18.14	18.65	17.45	15.15	16.45																
50%下限値		2.14	3.09	3.90	5.01	6.48	7.28	8.46	8.94	9.88	10.36	10.95	11.26	11.28	9.81	9.20																
95%下限値		0.33	0.32	0.43	0.47	1.21	2.19	3.71	4.14	4.88	5.25	5.39	5.54	6.51	5.66	3.59																
3/4Ave		1.80	2.62	3.30	4.26	5.44	6.02	6.87	7.23	7.96	8.32	8.82	9.07	8.98	7.81	7.52																

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
	1.86	1.91	1.90	1.92	1.83	1.73	1.60	1.57	1.54	1.53	1.54	1.54	1.46	1.46	1.64
	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
	0.89	0.88	0.89	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.92
	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
	0.14	0.09	0.10	0.08	0.17	0.27	0.40	0.43	0.46	0.47	0.46	0.46	0.54	0.54	0.36

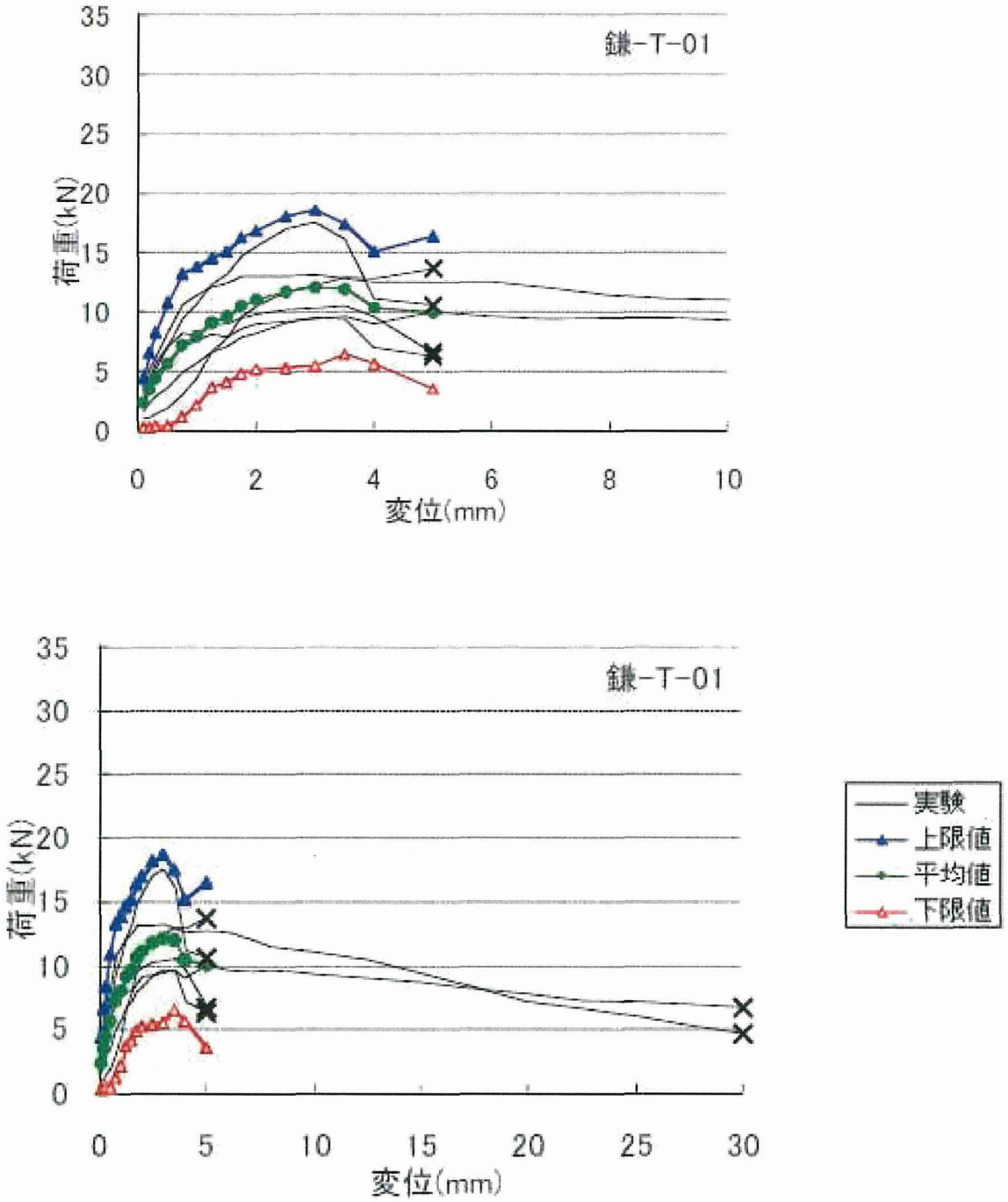


図 3.1　腰掛け鎌継ぎ(引張)(寸法型式 120・120)の荷重-変位曲線

（2）試験結果（寸法型式 120・150）

表 3.2　腰掛け鎌継ぎ（引張）試験結果一覧（寸法型式 120・150）

CV=標準偏差/平均値
δy：降伏点変位(Py時の変位)
δv：仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu：終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K：初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

：入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
鎌-T-2	0	9.21	7.75	—	1.62	1.35	—	1.81	10.26	2.55	5.67	鎌せん断	
鎌-T-2	1	5.24	6.67	—	0.60	1.08	—	1.00	8.63	3.73	8.68	鎌せん断	
鎌-T-2	2	8.55	9.99	—	1.16	1.42	—	1.85	13.59	4.78	7.34	鎌せん断 雌	
鎌-T-2	3		9.45	—		1.79	—			2.64	4.35	鎌せん断	Py算出できず
鎌-T-2	4	10.08	11.63	—	0.67	0.82	—	1.03	15.54	8.02	15.07	鎌せん断	
鎌-T-2	5	12.12	9.99	—	0.97	0.71	—	1.05	13.12	8.92	12.55	鎌せん断	
鎌-T-2	6	11.31	11.77	—	0.49	0.50	—	0.70	16.38	2.70	23.24	鎌せん断	
試験体数(N)		5	6	—	5	6	—	5	5	6	6		
平均値(Ave)		9.46	9.92	—	0.78	1.05	—	1.13	13.45	5.13	11.87		
最大値(Max)		12.12	11.77	—	1.16	1.79	—	1.85	16.38	8.92	23.24	鎌せん断(5体)	
最小値(Min)		5.24	6.67	—	0.49	0.50	—	0.70	8.63	2.64	4.35		
変動係数(CV)		0.26	0.17	—	0.32	0.42	—	0.34	0.20	0.48	0.52		
95%上限値		15.45	13.86	13.86	—	—		—	20.09	—	—		
50%下限値		8.65	9.41	8.65	—	—		—	12.56	—	—		
95%下限値		3.47	5.97	3.47	—	—		—	6.81	—	—		
3/4Ave		7.09	7.44	7.09	—	—		—	10.09	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.464	-2.336		-2.464	-2.336		-2.464	-2.464	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV-k)		1.63	1.40		1.79	1.97		1.84	1.49	2.13	2.21		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.331	0.297		0.331	0.297		0.331	0.331	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV-k)		0.91	0.95		0.89	0.88		0.89	0.93	0.86	0.85		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.464	2.336		2.464	2.336		2.464	2.464	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV-k)		0.37	0.60		0.21	0.03		0.16	0.51	-0.13	-0.21		

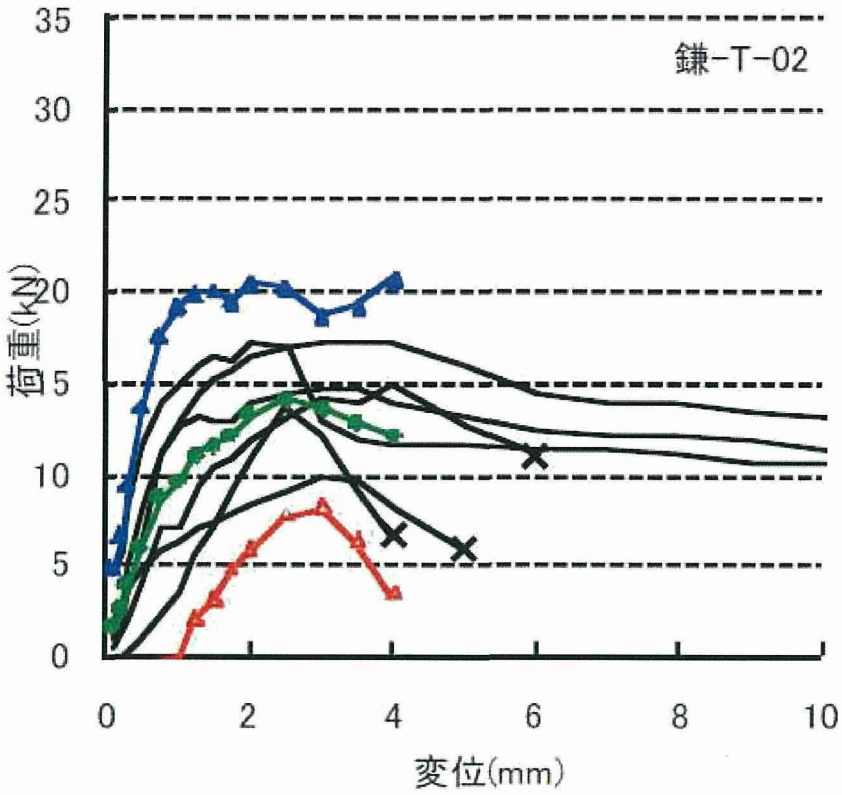
		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
鎌-T-2	1	5.24	15.45	9.46	3.47	10	20.80	14.88	8.95	0.60	1.08
	2	8.55				14.99				1.16	1.42
	3	0.00				14.18				0.00	1.79
	4	10.08				17.44				0.67	0.82
	5	12.12				14.99				0.97	0.71
	6	11.31				17.65				0.49	0.50

試験体 :II

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷重		
鎌-T-2	0	0.3	0.7	1.2	2.3	4.1	5.5	7.5	8.6	9.7	10.3	11.6	9.0	8.1	7.7	7.4																
鎌-T-2	1	2.1	3.0	3.8	4.9	6.0	6.4	7.2	7.5	7.9	8.4	9.2	9.9	9.7	8.2	5.8														15	5.0	5.8
鎌-T-2	2	0.6	1.5	2.1	4.1	7.1	7.0	9.3	10.2	10.8	11.9	13.1	14.0	13.9	14.9	12.5	11.1													16	6.0	11.1
鎌-T-2	3	0.0	0.1	0.4	0.9	2.3	3.6	5.6	7.0	9.1	10.9	13.6	12.2	9.4	6.6															14	4.0	6.6
鎌-T-2	4	1.3	3.2	5.0	8.2	11.3	13.0	14.6	15.4	15.7	16.7	17.1	17.3	17.3	17.2	16.0	14.6	14.0	14.0	13.6	13.2	11.8	10.6	10.3	10.3	10.4	9.7	9.5	8.9	28	30.0	8.9
鎌-T-2	5	0.9	2.0	3.4	6.4	11.1	12.6	13.2	12.9	13.0	14.0	14.4	14.7	14.8	14.1	13.2	12.6	12.3	12.2	12.0	11.6	9.9	9.1	6.9						23	17.5	6.9
鎌-T-2	6	4.4	5.8	8.2	11.6	13.9	15.0	16.0	16.6	16.4	17.3	17.2	12.9	11.9	11.8	11.7	11.3	11.4	11.1	10.7	10.8	10.1	10.4	10.2	10.4	8.9	8.7	8.5	7.2	28	30.0	7.2
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2			
平均値(Ave)		1.56	2.60	3.83	6.01	8.64	9.62	10.99	11.60	12.17	13.22	14.10	13.52	12.84	12.13																	
最大値(Max)		4.44	5.79	8.23	11.63	13.91	15.05	15.99	16.58	16.42	17.34	17.18	17.32	17.30	17.23																	
最小値(Min)		0.04	0.15	0.39	0.94	2.35	3.64	5.65	6.97	7.93	8.44	9.20	9.95	9.39	6.61																	
変動係数(CV)		0.92	0.67	0.64	0.56	0.45	0.43	0.35	0.32	0.26	0.24	0.19	0.17	0.22	0.31																	
95%上限値		4.91	6.68	9.52	13.84	17.71	19.32	19.99	20.17	19.61	20.57	20.40	18.84	19.38	20.87																	
50%下限値		1.14	2.08	3.10	5.02	7.48	8.39	9.85	10.51	11.22	12.28	13.30	12.84	12.01	11.02																	
95%下限値		-1.78	-1.49	-1.87	-1.81	-0.44	-0.08	1.99	3.03	4.73	5.87	7.80	8.19	6.30	3.39																	
3/4Ave		1.17	1.95	2.87	4.51	6.48	7.22	8.24	8.70	9.12	9.91	10.58	10.14	9.63	9.10																	

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
	3.14	2.57	2.49	2.30	2.05	2.01	1.82	1.74	1.61	1.56	1.45	1.39	1.51	1.72
	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
	0.73	0.80	0.81	0.83	0.87	0.87	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.94	0.91
	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
	-1.14	-0.57	-0.49	-0.30	-0.05	-0.01	0.18	0.26	0.39	0.44	0.55	0.61	0.49	0.28



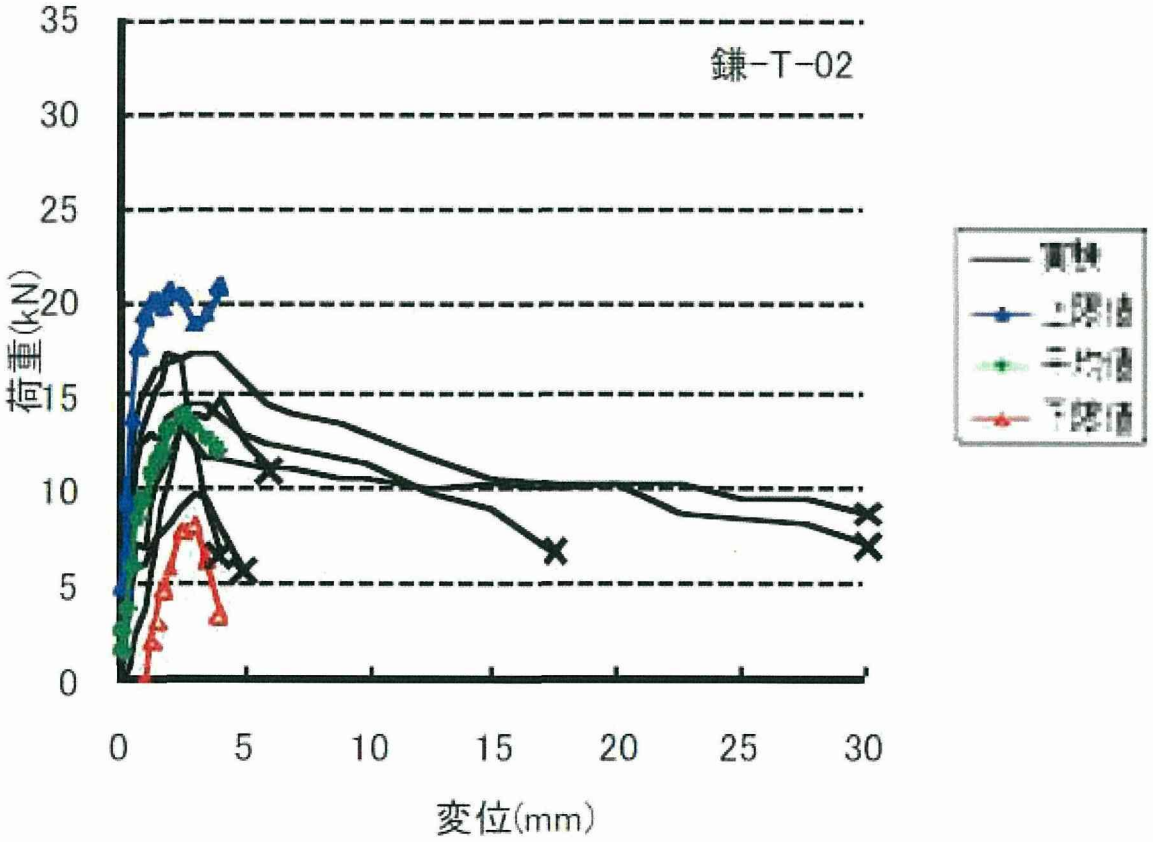


図 3.2　腰掛け鎌継ぎ(引張)(寸法型式 120・150)の荷重-変位曲線

（3）試験結果（寸法型式 180・120）

表 3.3　腰掛け鎌継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 180・120)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

:入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
鎌-T-3	0	8.46	8.84	—	0.20	0.21	—	0.28	11.82	31.34	43.04	鎌せん断	
鎌-T-3	1	6.69	7.95	—	0.42	0.55	—	0.66	10.44	11.50	15.94	鎌せん断	
鎌-T-3	2	6.55	8.09	—	0.17	0.28	—	0.29	10.91	17.53	37.84	鎌せん断	
鎌-T-3	3	8.04	10.41	—	0.61	1.59	—	0.95	12.42	5.86	13.13	鎌せん断	
鎌-T-3	4	11.71	11.63	—	1.10	1.52	—	1.53	16.23	19.26	10.67	鎌せん断	
鎌-T-3	5	8.40	8.57	—	0.74	0.75	—	1.02	11.49	14.88	11.31	鎌せん断	
鎌-T-3	6	8.06	9.45	—	0.83	1.01	—	1.33	12.93	5.59	9.75	鎌せん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		8.24	9.35	—	0.65	0.95	—	0.96	12.41	12.43	16.44		
最大値(Max)		11.71	11.63	—	1.10	1.59	—	1.53	16.23	19.26	37.84	鎌せん断(6体)	
最小値(Min)		6.55	7.95	—	0.17	0.28	—	0.29	10.44	5.59	9.75		
変動係数(CV)		0.21	0.14	—	0.46	0.51	—	0.42	0.15	0.43	0.59		
95%上限値		12.22	12.43	12.22	—	—		—	16.86	—	—		
50%下限値		7.73	8.96	7.73	—	—		—	11.84	—	—		
95%下限値		4.26	6.27	4.26	—	—		—	7.95	—	—		
3/4Ave		6.18	7.01	6.18	—	—		—	9.30	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.48	1.33		2.07	2.18		1.99	1.36	2.00	2.39		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.94	0.96		0.86	0.85		0.87	0.95	0.87	0.82		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.52	0.67		-0.07	-0.18		0.01	0.64	0.00	-0.39		

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
鎌-T-3	1	6.69	12.22	8.24	4.26	11.93	18.65	14.03	9.40	0.42	0.55
	2	6.55				12.14				0.17	0.28
	3	8.04				15.61				0.61	1.59
	4	11.71				17.44				1.10	1.52
	5	8.40				12.85				0.74	0.75
	6	8.06				14.18				0.83	1.01

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷重		
鎌-T-3	0	5.9	8.5	10.0	11.1	12.0	11.7	11.8	12.2	12.3	12.4	12.6	12.9	13.1	13.2	12.7	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.6	11.6	11.3	11.4	11.5	11.4	11.1			
鎌-T-3	1	2.4	3.7	5.5	7.5	9.4	11.1	11.3	9.7	11.8	11.6	10.9	11.0	11.1	11.0	10.8	10.7	10.8	10.5	9.6	9.6	9.3	8.5	8.2	7.6	7.4	7.1	6.9	6.8	28	30.0	6.8
鎌-T-3	2	5.0	6.6	8.3	10.0	10.0	11.5	11.5	10.5	11.8	11.7	11.2	11.6	11.8	11.8	12.1	12.0	11.7	11.3	11.1	11.0	10.6	9.8	9.8	9.3	9.0	8.6	8.2	7.7	28	30.0	7.7
鎌-T-3	3	3.2	4.9	6.0	7.4	8.1	9.6	10.0	9.5	11.6	11.8	12.8	14.0	15.4	12.4	12.6	12.2	12.2	11.8	11.6	11.4	10.3	9.1	8.3	7.7	7.1	6.6	6.7	6.1	28	30.0	6.1
鎌-T-3	4	2.0	3.2	4.6	6.3	9.0	11.1	12.5	11.3	14.0	14.4	14.5	15.6	15.9	16.3	17.0	17.2	17.1	16.8	16.9	17.0	17.0	16.4	15.4	13.3	12.3	11.2	10.6	9.9	28	30.0	9.9
鎌-T-3	5	2.6	3.2	4.6	5.6	8.1	9.7	10.6	9.3	11.6	11.9	12.2	12.6	12.6	12.6	12.5	12.4	12.2	11.8	11.8	11.0	10.7	10.2	10.2	9.8	9.2	9.4	9.2	9.1	28	30.0	9.1
鎌-T-3	6	1.1	2.2	3.2	5.8	7.6	9.3	10.5	10.1	12.1	12.7	13.4	14.0	13.8	13.5	13.0	10.7	9.4	8.9	8.6	8.8	8.8	8.5	8.2	8.0	7.6	7.4	7.1	7.1	28	30.0	7.1
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
平均値(Ave)		2.70	3.98	5.36	7.12	8.70	10.38	11.07	10.08	12.13	12.36	12.51	13.14	13.42	12.94	12.99	12.55	12.23	11.85	11.61	11.47	11.13	10.42	9.98	9.30	8.76	8.39	8.12	7.78			
最大値(Max)		5.02	6.63	8.33	10.04	10.03	11.54	12.46	11.32	13.96	14.38	14.49	15.55	15.90	16.32	17.01	17.23	17.05	16.82	16.95	16.97	17.02	16.40	15.37	13.31	12.30	11.16	10.64	9.89			
最小値(Min)		1.07	2.25	3.20	5.64	7.58	9.28	10.03	9.34	11.57	11.62	10.93	11.04	11.11	11.03	10.85	10.68	9.44	8.88	8.58	8.82	8.84	8.50	8.16	7.63	7.10	6.59	6.69	6.06			
変動係数(CV)		0.45	0.36	0.30	0.21	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.13	0.15	0.18	0.19	0.21	0.23	0.23	0.24	0.26	0.25	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17			
95%上限値		5.55	7.31	9.06	10.61	10.68	12.41	12.93	11.67	14.08	14.61	15.38	16.78	17.56	16.88	17.47	17.69	17.74	17.55	17.78	17.59	17.48	16.82	15.90	13.91	12.90	12.05	11.46	10.86			
50%下限値		2.34	3.56	4.88	6.68	8.44	10.12	10.83	9.88	11.88	12.07	12.14	12.68	12.90	12.44	12.42	11.89	11.53	11.13	10.83	10.69	10.32	9.61	9.23	8.72	8.24	7.92	7.70	7.39			
95%下限値		-0.15	0.65	1.65	3.63	6.72	8.34	9.21	8.50	10.18	10.11	9.63	9.50	9.28	9.00	8.51	7.40	6.71	6.15	5.44	5.34	4.78	4.02	4.06	4.69	4.62	4.72	4.79	4.70			
3/4Ave		2.02	2.99	4.02	5.34	6.52	7.78	8.30	7.56	9.10	9.27	9.38	9.85	10.07	9.71	9.75	9.41	9.17	8.89	8.71	8.60	8.35	7.82	7.49	6.98	6.57	6.29	6.09	5.83			

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336				
	2.06	1.84	1.69	1.49	1.23	1.20	1.17	1.16	1.16	1.18	1.23	1.28	1.31	1.30	1.34	1.41	1.45	1.48	1.53	1.53	1.57	1.61	1.59	1.50	1.47	1.44	1.41	1.40				
	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297				
	0.87	0.89	0.91	0.94	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95				
	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336				
	-0.06	0.16	0.31	0.51	0.77	0.80	0.83	0.84	0.84	0.82	0.77	0.72	0.69	0.70	0.66	0.59	0.55	0.52	0.47	0.47	0.43	0.39	0.41	0.50	0.53	0.56	0.59	0.60				

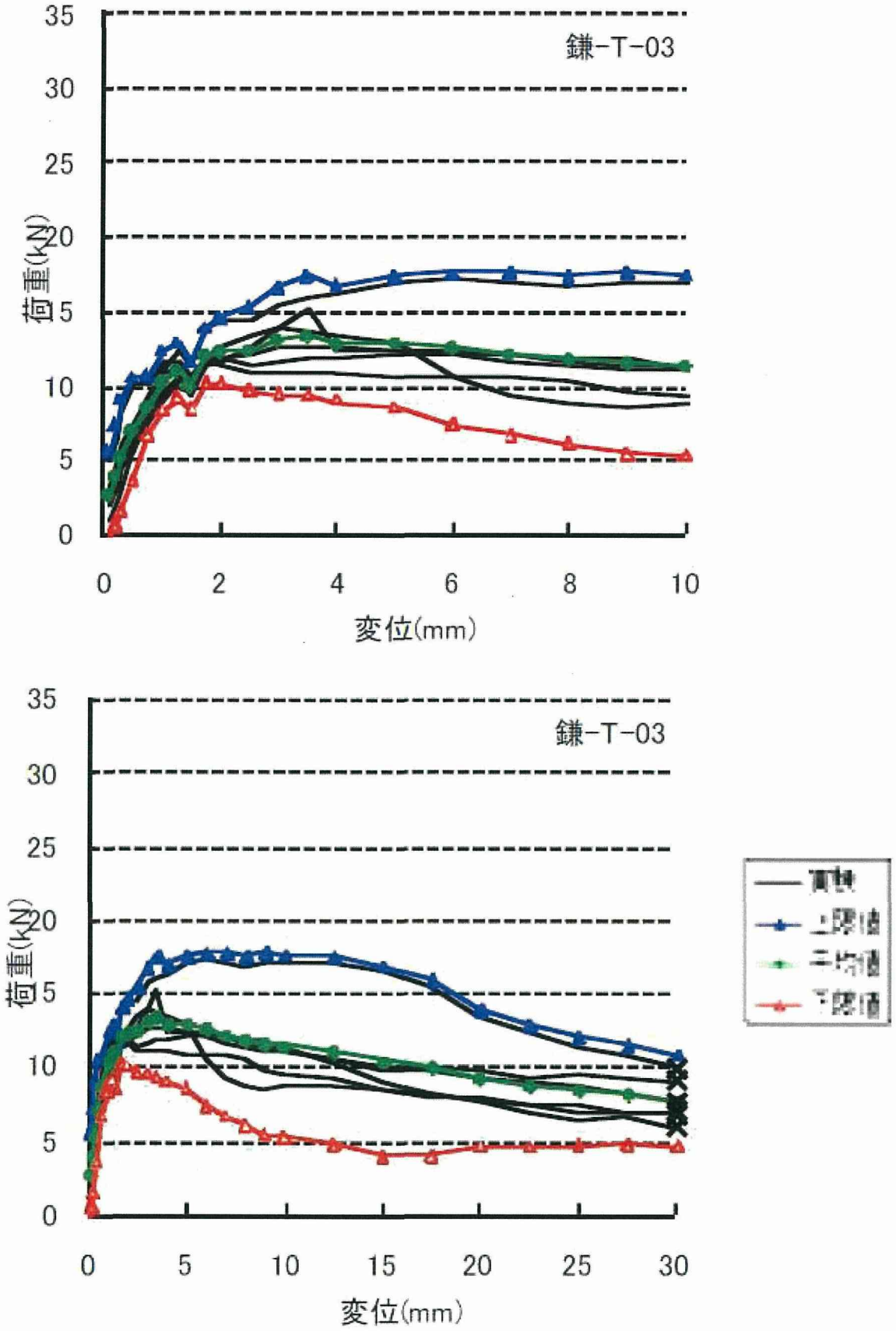


図 3.3　腰掛け鎌継ぎ(引張)(寸法型式 180・120)の荷重-変位曲線

4．金輪継ぎの評価・検討

（1）試験結果（寸法型式 150・300）

表 4.1　金輪継ぎ（引張）試験結果一覧（寸法型式 150・300）

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.34	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

:入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ ②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ (2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
金輪-T-1	0	16.31	20.95	—	0.87	2.18	—	1.46	27.44	12.00	18.81	母材せん断	
金輪-T-1	1	11.14	18.57	—	1.86	5.55	—	3.86	23.10	13.79	5.99	栓圧縮	
金輪-T-1	2	15.52	23.73	—	0.54	4.14	—	1.00	28.76	13.66	28.75	母材せん断	
金輪-T-1	3	12.00	19.79	—	0.75	5.49	—	1.42	22.93	14.28	16.11	母材せん断	
金輪-T-1	4	13.92	21.15	—	0.47	2.59	—	0.86	25.49	7.82	29.55	母材せん断	
金輪-T-1	5	15.30	15.57	—	0.56	0.59	—	0.79	21.46	13.66	27.22	母材せん断	
金輪-T-1	6	13.75	22.51	—	1.40	5.27	—	2.78	27.23	13.35	9.80	母材せん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		13.61	20.22	—	0.93	3.94	—	1.79	24.83	12.76	19.57		
最大値(Max)		15.52	23.73	—	1.86	5.55	—	3.86	28.76	14.28	29.55	母材せん断(6体)	
最小値(Min)		11.14	15.57	—	0.47	0.59	—	0.79	21.46	7.82	5.99		
変動係数(CV)		0.12	0.13	—	0.56	0.46	—	0.64	0.10	0.17	0.48		
95%上限値		17.34	26.47	17.34	—	—		—	30.83	—	—		
50%下限値		13.13	19.42	13.13	—	—		—	24.06	—	—		
95%下限値		9.87	13.97	9.87	—	—		—	18.82	—	—		
3/4Ave		10.20	15.16	10.20	—	—		—	18.62	—	—		

計算用データ

95%上限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	1.27	1.31		2.31	2.08		2.50	1.24	1.41	2.13
50%下限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.97	0.96		0.83	0.86		0.81	0.97	0.95	0.86
95%下限値のkとばらつき係数										
k(表から自動選択)	2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.73	0.69		-0.31	-0.08		-0.50	0.76	0.59	-0.13

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
金輪-T-1	1	11.14	17.34	13.61	9.87	27.85	39.70	30.33	20.95	1.86	5.55
	2	15.52				35.6				0.54	4.14
	3	12.00				29.68				0.75	5.49
	4	13.92				31.72				0.47	2.59
	5	15.30				23.36				0.56	0.59
	6	13.75				33.76				1.40	5.27

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
金輪-T-1	0	5.9	9.9	12.2	14.6	16.0	16.9	18.1	18.8	19.9	20.4	21.7	22.8	23.8	24.8	26.6	28.0	29.2	30.2	31.1	31.0								
金輪-T-1	1	4.3	6.1	7.2	8.2	8.9	9.3	10.0	10.4	11.0	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	27.0	26.6							
金輪-T-1	2	8.1	11.3	13.2	15.3	16.3	16.8	17.4	17.9	18.6	19.0	20.1	21.2	22.3	23.4	25.6	27.8	29.9	31.8	33.6	34.9	34.1							
金輪-T-1	3	6.1	8.1	9.4	11.1	12.1	12.5	13.0	13.3	13.8	14.1	14.9	15.7	16.6	17.4	19.0	20.6	22.3	23.9	25.5	27.1	29.6							
金輪-T-1	4	6.3	9.4	11.4	14.1	15.2	15.9	16.9	17.5	18.5	19.2	20.8	22.5	24.2	25.8	28.7	30.7	30.7											
金輪-T-1	5	6.1	9.4	11.5	14.7	16.7	17.2	17.9	18.2	18.6	18.9	19.7	20.4	20.9	21.0	21.4	21.8	22.1	22.5	22.8	23.2	21.5							
金輪-T-1	6	5.8	7.9	9.3	11.2	12.4	12.8	13.5	14.0	14.6	15.1	16.2	17.4	18.5	19.6	21.9	24.2	26.4	28.6	30.6	32.4	32.2							
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0
平均値(Ave)		6.10	8.69	10.33	12.44	13.61	14.08	14.77	15.21	15.86	16.29	17.36	18.44	19.47	20.46	22.35	24.08	25.47											
最大値(Max)		8.08	11.29	13.22	15.34	16.69	17.17	17.88	18.17	18.62	19.18	20.85	22.51	24.18	25.84	28.75	30.66	30.68											
最小値(Min)		4.28	6.12	7.15	8.23	8.91	9.34	9.97	10.40	11.02	11.42	12.42	13.43	14.44	15.44	17.45	19.46	21.47											
変動係数(CV)		0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15											
95%上限値		8.68	12.42	14.91	18.27	20.02	20.59	21.45	21.93	22.68	23.20	24.54	25.93	27.28	28.63	31.30	33.43	34.27											
50%下限値		5.77	8.21	9.74	11.70	12.79	13.25	13.92	14.35	14.99	15.41	16.45	17.49	18.48	19.42	21.21	22.89	24.35											
95%下限値		3.52	4.95	5.74	6.61	7.19	7.57	8.10	8.48	9.03	9.38	10.19	10.95	11.67	12.28	13.40	14.74	16.67											
3/4Ave		4.58	6.52	7.74	9.33	10.21	10.56	11.08	11.41	11.89	12.22	13.02	13.83	14.60	15.34	16.76	18.06	19.10											

-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34	-2.46	-2.46	-2.46	-2.46
1.42	1.43	1.44	1.47	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.40	1.39	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.331	0.331	0.331	0.331
0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00
2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.464	2.464	2.464	2.464
0.58	0.57	0.56	0.53	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.61	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00

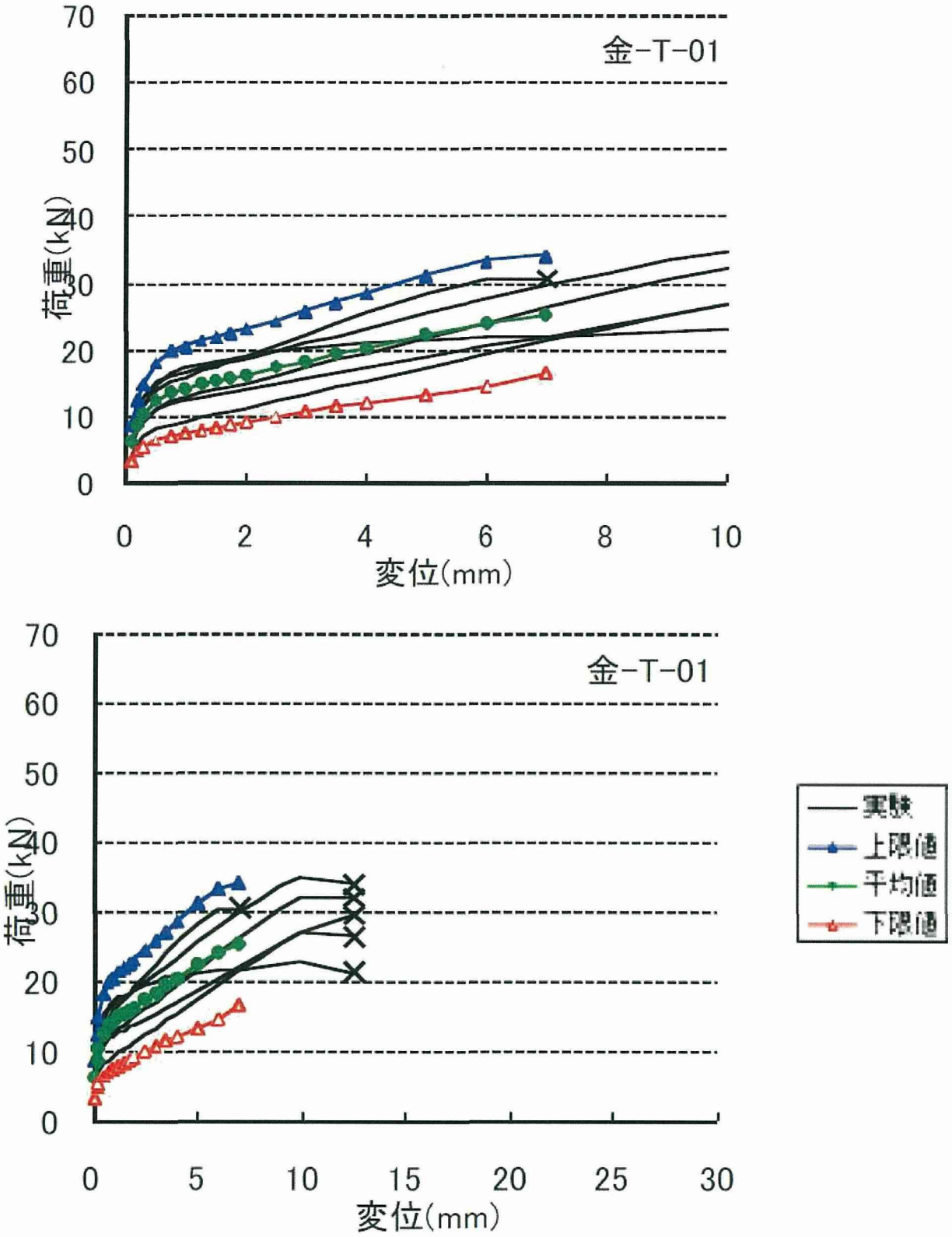


図 4.1　金輪継ぎ(引張)（寸法型式 150・300)の荷重-変位曲線

（2） 試験結果（寸法型式 180・360）

表 4.2　金輪縫ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 180・360)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

: 入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
金輪-T-2	0	17.17	25.50	—	0.66	3.34	—	1.21	31.30	11.55	25.95	栓圧縮	
金輪-T-2	1	16.25	24.14	—	0.70	4.39	—	1.23	28.51	12.95	23.11	栓圧縮	
金輪-T-2	2	17.71	28.69	—	1.78	5.64	—	3.48	34.65	12.87	9.96	母材のせん断	
金輪-T-2	3	15.32	23.05	—	0.88	3.42	—	1.67	28.95	12.77	17.36	栓圧縮	
金輪-T-2	4	16.45	20.40	—	0.51	1.47	—	0.84	26.95	10.77	32.03	栓圧縮	
金輪-T-2	5	15.12	22.57	—	0.61	3.32	—	1.14	28.15	12.74	24.72	栓圧縮	
金輪-T-2	6	17.02	28.29	—	2.66	6.96	—	5.50	35.18	14.74	6.40	母材のせん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		16.31	24.52	—	1.19	4.20	—	2.31	30.40	12.81	18.93		
最大値(Max)		17.71	28.69	—	2.66	6.96	—	5.50	35.18	14.74	32.03	栓圧縮(5体)	
最小値(Min)		15.12	20.40	—	0.51	1.47	—	0.84	26.95	10.77	6.40		
変動係数(CV)		0.06	0.12	—	0.65	0.42	—	0.72	0.11	0.09	0.46		
95%上限値		18.42	31.58	18.42	—	—		—	38.00	—	—		
50%下限値		16.04	23.63	16.04	—	—		—	29.43	—	—		
95%下限値		14.20	17.47	14.20	—	—		—	22.80	—	—		
3/4Ave		12.23	18.39	12.23	—	—		—	22.80	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.13	1.29		2.53	1.98		2.68	1.25	1.21	2.08		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.98	0.96		0.81	0.88		0.79	0.97	0.97	0.86		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.87	0.71		-0.53	0.02		-0.68	0.75	0.79	-0.08		

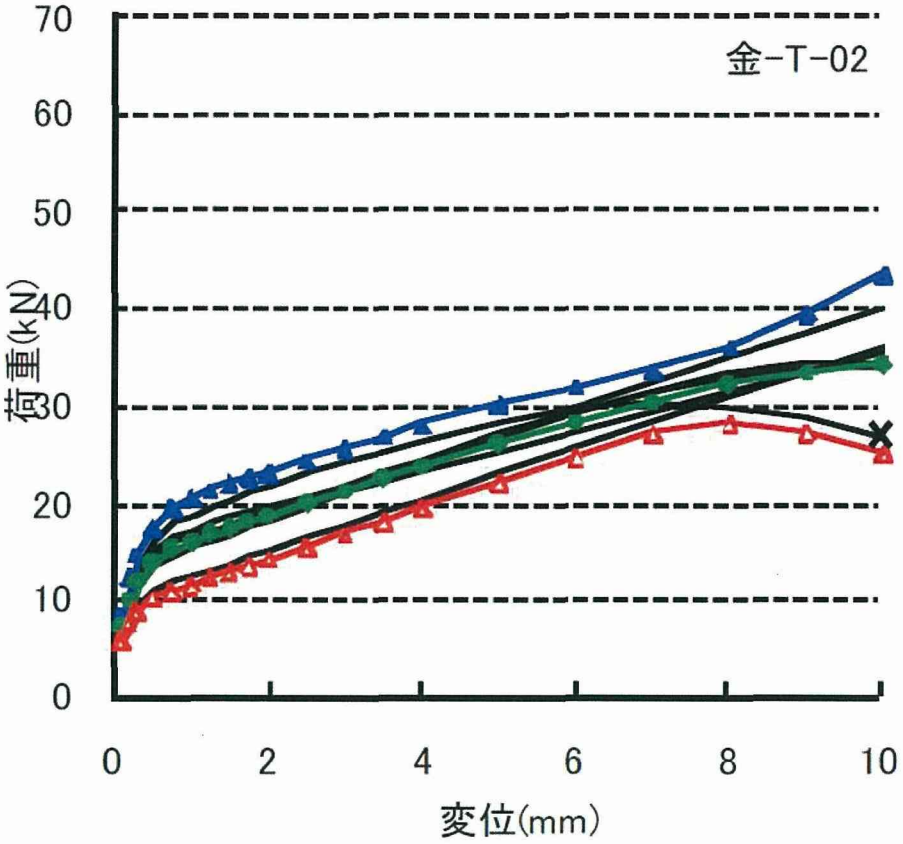
		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
金輪-T-2	1	16.25	18.42	16.31	14.20	36.21	47.36	36.79	26.21	0.70	4.39
	2	17.71				43.04				1.78	5.64
	3	15.32				34.58				0.88	3.42
	4	16.45				30.6				0.51	1.47
	5	15.12				33.86				0.61	3.32
	6	17.02				42.43				2.66	6.96

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
金輪-T-2	0	6.5	9.9	12.5	15.8	17.8	18.6	19.5	20.1	21.0	21.6	23.1	24.5	26.0	27.4	30.2	32.7	34.9	36.7	37.9	38.1								
金輪-T-2	1	6.9	10.4	12.4	14.9	16.6	17.3	17.9	18.3	18.9	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	25.4	27.4	29.4	31.4	33.4	35.3	32.5							
金輪-T-2	2	7.5	10.3	12.0	13.9	14.9	15.5	16.3	16.9	17.8	18.3	19.8	21.2	22.6	24.0	26.9	29.7	32.5	35.2	37.9	40.3	40.7							
金輪-T-2	3	7.2	10.0	11.8	13.6	15.0	15.8	17.0	17.7	18.5	19.1	20.5	21.9	23.3	24.6	27.1	29.4	31.5	33.2	34.3	34.4	28.7							
金輪-T-2	4	7.8	11.6	13.7	16.3	18.1	18.9	19.9	20.5	21.3	21.8	23.1	24.4	25.6	26.6	28.5	30.1	30.6	30.3	29.0	27.1								
金輪-T-2	5	7.6	10.4	12.2	14.4	15.9	16.6	17.3	17.9	18.6	19.2	20.4	21.7	23.0	24.3	26.9	29.2	31.2	32.8	33.7	33.8	28.3							
金輪-T-2	6	6.2	8.1	9.5	11.2	12.1	12.7	13.5	14.0	14.8	15.3	16.6	17.9	19.2	20.5	23.1	25.8	28.4	31.0	33.6	36.2	42.0							
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	0	0	0	0	0	0	0
平均値(Ave)		7.19	10.14	11.91	14.06	15.44	16.13	17.00	17.54	18.31	18.83	20.12	21.40	22.68	23.90	26.31	28.59	30.59	32.32	33.64	34.51								
最大値(Max)		7.82	11.65	13.69	16.30	18.10	18.93	19.90	20.48	21.27	21.79	23.07	24.35	25.58	26.59	28.53	30.06	32.52	35.20	37.87	40.26								
最小値(Min)		6.18	8.12	9.48	11.23	12.14	12.67	13.45	13.98	14.76	15.29	16.60	17.91	19.21	20.52	23.14	25.76	28.38	30.29	28.95	27.10								
変動係数(CV)		0.07	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.06	0.05	0.04	0.05	0.08	0.11								
95%上限値		8.45	12.58	14.83	17.65	19.71	20.59	21.52	22.06	22.81	23.30	24.54	25.81	27.05	28.12	30.25	32.16	33.79	36.15	39.70	43.66								
50%下限値		7.03	9.83	11.54	13.60	14.90	15.56	16.42	16.96	17.74	18.26	19.55	20.84	22.12	23.36	25.81	28.14	30.18	31.83	32.86	33.35								
95%下限値		5.94	7.71	9.00	10.47	11.17	11.67	12.48	13.02	13.82	14.36	15.69	17.00	18.31	19.68	22.37	25.02	27.39	28.49	27.58	25.37								
3/4Ave		5.40	7.61	8.93	10.55	11.58	12.10	12.75	13.15	13.74	14.12	15.09	16.05	17.01	17.93	19.73	21.44	22.94	24.24	25.23	25.89								

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
	1.17	1.24	1.24	1.26	1.28	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.15	1.12	1.10	1.12	1.18	1.27
	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.97
	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
	0.83	0.76	0.76	0.74	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.78	0.79	0.81	0.82	0.85	0.88	0.90	0.88	0.82	0.73



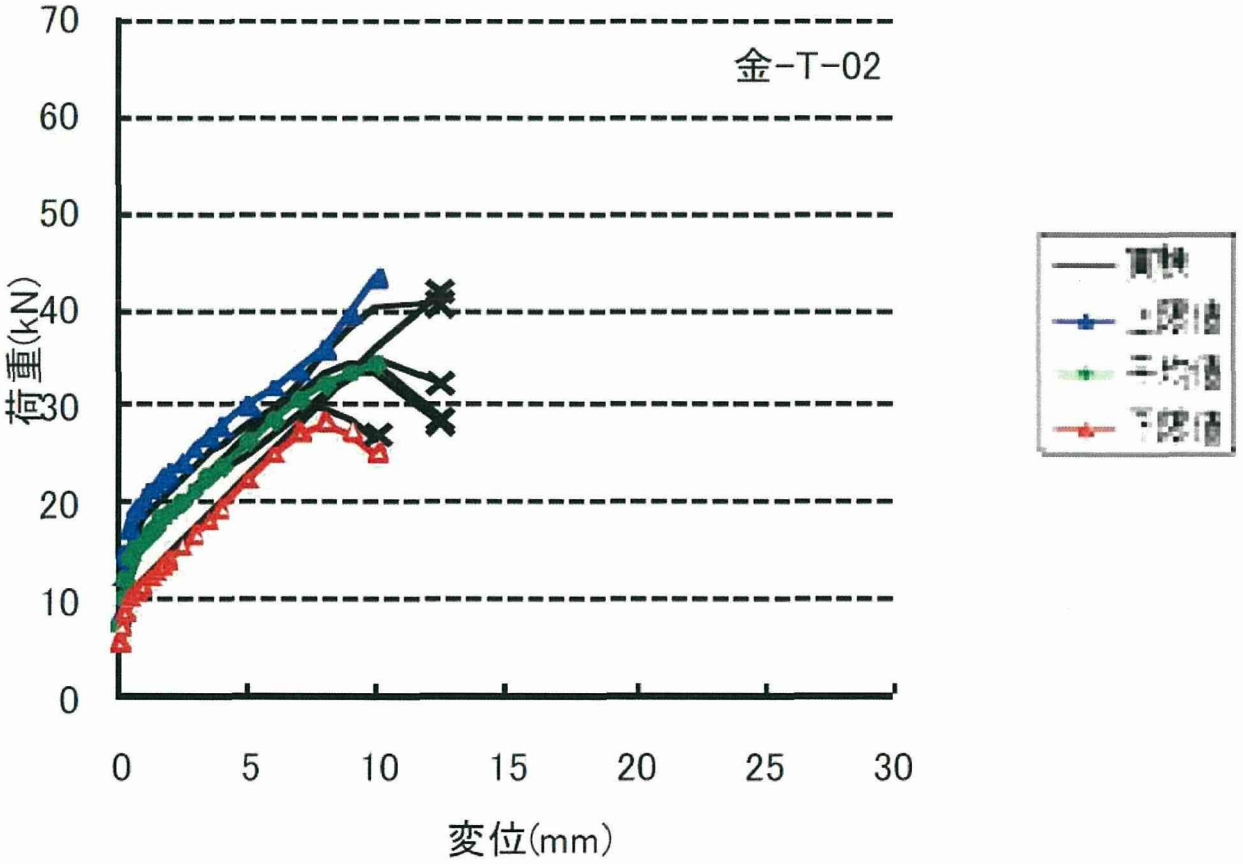


図 4.2　金輪継ぎ(引張)（寸法型式 180・360)の荷重-変位曲線

（3） 試験結果 （寸法型式 180・480）

表 4.3 金輪継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 180・480)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

:入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	(1) Py (kN)	(2) 2/3Pmax (kN)	(3) min((1),(2)) (kN)	(4) δy (mm)	(5) δ(2/3Pmax) (mm)	(6) δ(3) (mm)	(7) δv (mm)	(8) Pu (kN)	(9) δu (mm)	(10) K (kN/mm)	(11) 破壊形式	(12) 特記
金輪-T-3	0	19.05	21.97	—	0.65	1.25	—	1.00	29.51	29.41	29.41	栓圧縮	
金輪-T-3	1	14.32	23.87	—	1.97	6.36	—	3.98	28.97	7.28	7.28	栓圧縮	
金輪-T-3	2	12.24	20.40	—	1.57	5.76	—	3.14	24.48	7.79	7.79	栓圧縮	
金輪-T-3	3	16.96	24.55	—	0.81	3.44	—	1.42	29.74	20.97	20.97	栓圧縮	
金輪-T-3	4	16.19	26.18	—	2.01	6.02	—	4.02	32.42	8.07	8.07	栓圧縮	
金輪-T-3	5	15.15	23.53	—	1.11	3.67	—	2.16	29.55	13.69	13.69	栓圧縮	
金輪-T-3	6	10.23	10.75	—	0.49	0.57	—	0.71	14.74	20.72	20.72	栓圧縮	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		14.18	21.54	—	1.33	4.30	—	2.57	26.65	13.09	13.09		
最大値(Max)		16.96	26.18	—	2.01	6.36	—	4.02	32.42	20.97	20.97	栓圧縮(7体)	
最小値(Min)		10.23	10.75	—	0.49	0.57	—	0.71	14.74	7.28	7.28		
変動係数(CV)		0.16	0.24	—	0.43	0.47	—	0.49	0.22	0.45	0.45		
95%上限値		19.58	33.52	19.58	—	—		—	40.25	—	—		
50%下限値		13.49	20.02	13.49	—	—		—	24.92	—	—		
95%下限値		8.78	9.57	8.78	—	—		—	13.05	—	—		
3/4Ave		10.64	16.16	10.64	—	—		—	19.99	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.38	1.56		2.00	2.09		2.13	1.51	2.05	2.05		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.95	0.93		0.87	0.86		0.86	0.94	0.87	0.87		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.62	0.44		0.00	-0.09		-0.13	0.49	-0.05	-0.05		

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
金輪-T-3	1	14.32	19.58	14.18	8.78	35.8	50.28	32.32	14.35	1.97	6.36
	2	12.24				30.6				1.57	5.76
	3	16.96				36.82				0.81	3.44
	4	16.19				39.27				2.01	6.02
	5	15.15				35.29				1.11	3.67
	6	10.23				16.12				0.49	0.57

試験体　⑬

シリーズ名　No.　特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷重		
金輪-T-3	0	7.6	11.4	14.0	17.6	20.0	20.9	22.2	22.8	23.6	24.1	25.2	26.4	27.4	28.2	29.8	31.3	32.6	32.8	32.6	31.7	26.4										
金輪-T-3	1	4.4	7.0	8.8	10.8	11.8	12.2	12.9	13.3	14.0	14.4	15.5	16.6	17.7	18.7	20.9	23.1	25.3	27.4	29.6	31.8	35.8								21	12.5	35.8
金輪-T-3	2	4.3	6.6	8.1	9.8	10.7	11.1	11.7	12.1	12.7	13.1	14.0	15.0	16.0	17.0	18.9	20.9	22.8	24.8	26.7	28.7	30.5								21	12.5	30.5
金輪-T-3	3	6.7	9.9	11.7	14.5	16.9	17.9	18.9	19.5	20.4	20.9	22.2	23.4	24.7	26.0	28.5	31.0	33.6	35.8	36.8	34.1									20	10.0	34.1
金輪-T-3	4	5.6	8.6	10.2	12.0	13.0	13.6	14.4	14.9	15.7	16.2	17.4	18.7	19.9	21.2	23.6	26.1	28.6	31.0	33.4	35.5	39.1	32.4							22	15.0	32.4
金輪-T-3	5	6.2	9.0	10.7	12.8	14.1	14.8	15.8	16.5	17.5	18.1	19.8	21.5	23.0	24.5	27.5	30.3	32.5	34.2	35.3	34.6									20	10.0	34.6
金輪-T-3	6	4.9	7.1	8.5	10.3	11.6	12.1	12.5	12.7	13.0	13.2	13.8	14.3	14.7	15.2	15.8	16.1	15.9	15.6	15.3	14.8	12.9								21	12.5	12.9
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6											
平均値(Ave)		5.36	8.03	9.65	11.70	13.02	13.63	14.37	14.84	15.53	15.99	17.12	18.25	19.34	20.42	22.54	24.58	26.45	28.13	29.52	29.91											
最大値(Max)		6.74	9.86	11.70	14.47	16.91	17.92	18.94	19.53	20.39	20.90	22.17	23.44	24.70	25.97	28.51	31.04	33.57	35.81	36.78	35.55											
最小値(Min)		4.29	6.63	8.08	9.82	10.73	11.12	11.71	12.10	12.68	13.07	13.78	14.31	14.75	15.18	15.80	16.06	15.93	15.61	15.33	14.77											
変動係数(CV)		0.17	0.15	0.13	0.14	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.23	0.24	0.24	0.24											
95%上限値		7.48	10.83	12.69	15.43	17.81	18.88	20.08	20.80	21.88	22.55	24.26	26.01	27.76	29.48	33.08	36.83	40.50	43.87	46.32	46.59											
50%下限値		5.09	7.68	9.27	11.23	12.41	12.97	13.65	14.08	14.73	15.15	16.21	17.26	18.27	19.27	21.20	23.02	24.66	26.13	27.38	27.79											
95%下限値		3.24	5.24	6.61	7.97	8.24	8.39	8.67	8.88	9.19	9.42	9.97	10.48	10.93	11.36	12.00	12.33	12.39	12.40	12.72	13.24											
3/4Ave		4.02	6.02	7.24	8.78	9.77	10.23	10.78	11.13	11.65	11.99	12.84	13.68	14.51	15.32	16.91	18.43	19.83	21.10	22.14	22.44											

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
	1.40	1.35	1.32	1.32	1.37	1.38	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.43	1.44	1.44	1.47	1.50	1.53	1.56	1.57	1.56
	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93
	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
	0.60	0.65	0.68	0.68	0.63	0.62	0.60	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57	0.56	0.56	0.53	0.50	0.47	0.44	0.43	0.44

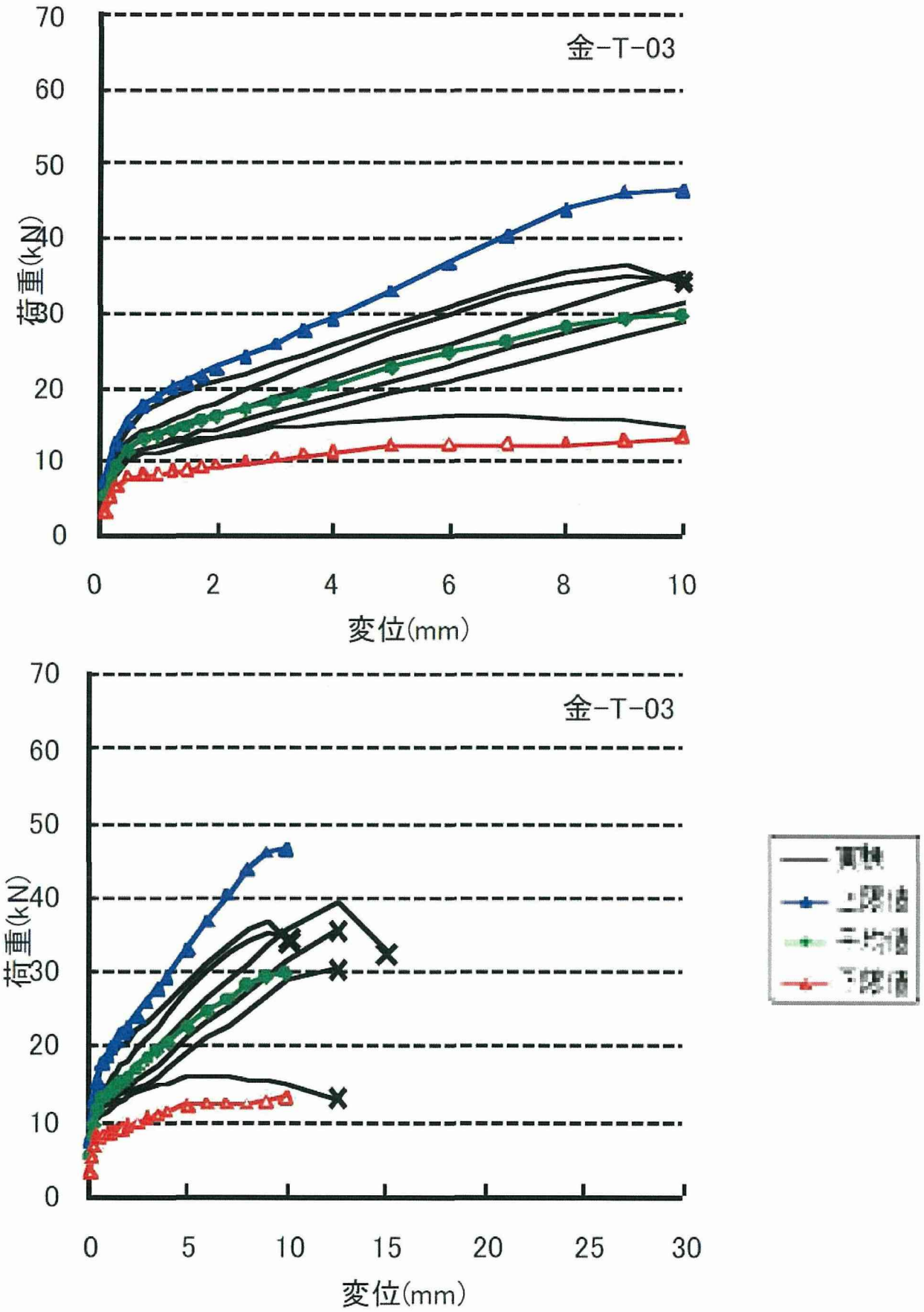


図 4.3　金輪継ぎ(引張)（寸法型式 180・480)の荷重-変位曲線

（4） 試験結果 （寸法型式 240・480）

表 4.4 金輪継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 240・480)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δ(Py))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

: 入力するところ

試験体		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
シリーズ名	No.	Py	2/3Pmax	min(①,②)	δy	δ(2/3Pmax)	δ(③)	δv	Pu	δu	K	破壊形式	特記
		(kN)	(kN)	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN/mm)		
金輪-T-4	0	26.80	34.07	—	0.71	2.36	—	1.13	42.79	9.96	37.74	栓圧縮	
金輪-T-4	1	25.59	30.94	—	0.84	2.18	—	1.32	39.99	11.61	30.33	栓圧縮	
金輪-T-4	2	26.16	37.19	—	0.91	4.24	—	1.57	44.94	13.67	28.63	栓圧縮	
金輪-T-4	3	30.00	35.91	—	0.87	1.65	—	1.40	48.18	13.17	34.46	栓圧縮	
金輪-T-4	4	25.03	27.81	—	0.78	1.26	—	1.16	37.38	14.34	32.23	栓圧縮	
金輪-T-4	5	25.09	33.11	—	0.75	3.21	—	1.23	41.08	12.44	33.34	栓圧縮	
金輪-T-4	6	27.12	30.67	—	0.71	1.17	—	1.05	40.09	10.69	38.10	栓圧縮	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		26.50	32.61	—	0.81	2.29	—	1.29	41.94	12.65	32.85		
最大値(Max)		30.00	37.19	—	0.91	4.24	—	1.57	48.18	14.34	38.10	栓圧縮(7体)	
最小値(Min)		25.03	27.81	—	0.71	1.17	—	1.05	37.38	10.69	28.63		
変動係数(CV)		0.06	0.10	—	0.09	0.49	—	0.13	0.09	0.10	0.09		
95%上限値		30.52	40.10	30.52	—	—		—	50.30	—	—		
50%下限値		25.99	31.65	25.99	—	—		—	40.88	—	—		
95%下限値		22.48	25.11	22.48	—	—		—	33.59	—	—		
3/4Ave		19.87	24.45	19.87	—	—		—	31.46	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.15	1.23		1.20	2.13		1.30	1.20	1.23	1.22		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.98	0.97		0.97	0.86		0.96	0.97	0.97	0.97		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.85	0.77		0.80	-0.13		0.70	0.80	0.77	0.78		

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
金輪-T-4	1	25.59	30.52	26.50	22.48	46.41	60.14	48.91	37.67	0.84	2.18
	2	26.16				55.79				0.91	4.24
	3	30.00				53.86				0.87	1.65
	4	25.03				41.72				0.78	1.26
	5	25.09				49.67				0.75	3.21
	6	27.12				46				0.71	1.17

試験体　13

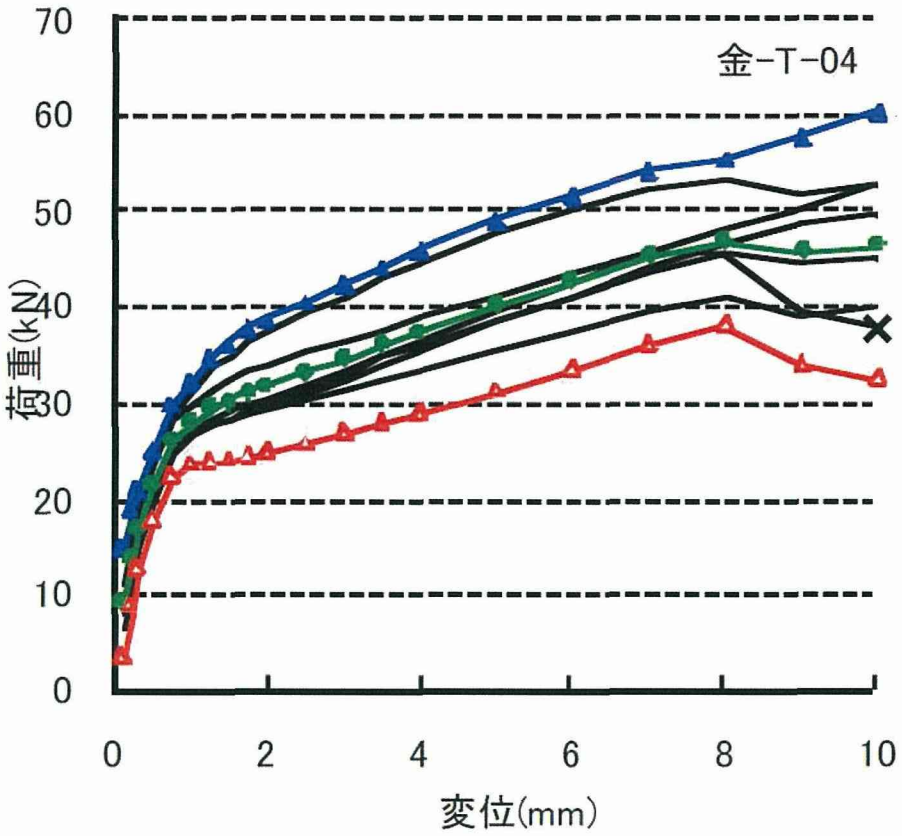
シリーズ名　No.　特定変位(mm)時の荷重(kN)

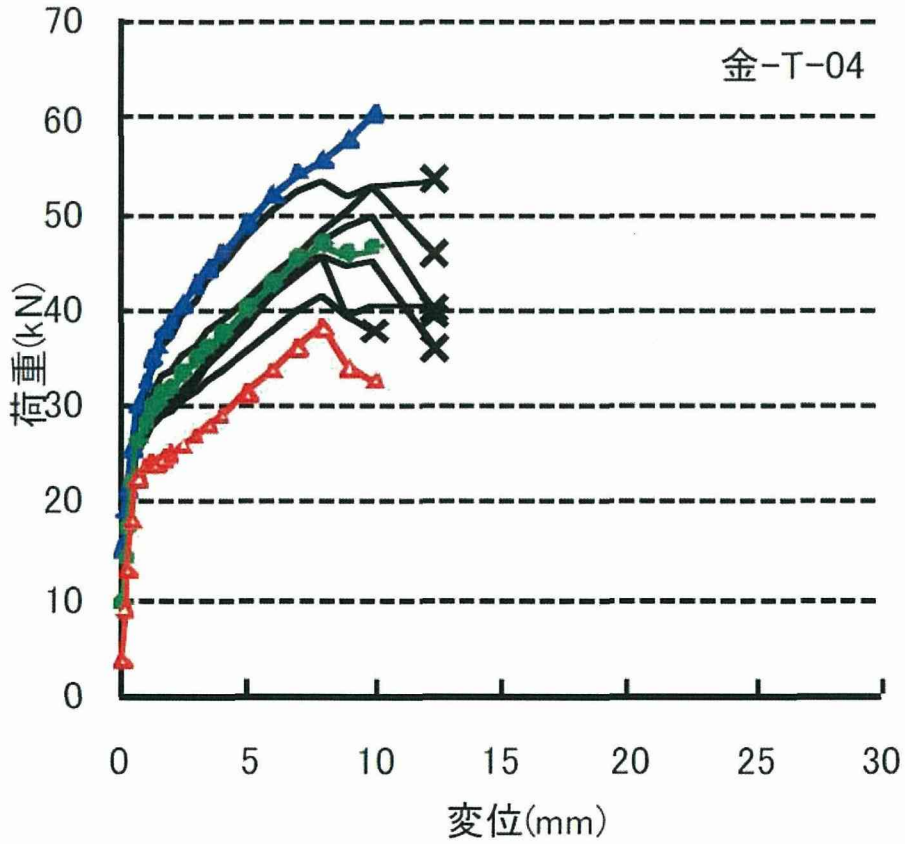
		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷		
金輪-T-4	0	12.4	16.3	19.2	23.8	27.6	28.8	30.3	31.0	32.1	32.8	34.6	36.2	37.9	39.5	42.4	45.2	47.9	50.4	50.5	42.6											
金輪-T-4	1	6.3	11.6	15.4	20.4	25.2	27.0	28.4	29.0	29.9	30.4	31.8	33.2	34.6	36.0	38.7	41.2	43.7	45.6	44.5	44.8	36.0								21	12.5	36.
金輪-T-4	2	8.4	12.0	15.1	19.8	24.9	26.9	27.9	28.5	29.5	30.1	31.7	33.3	34.8	36.4	39.6	42.7	45.8	48.2	50.6	52.9	53.5								21	12.5	53.
金輪-T-4	3	11.0	16.8	19.3	23.7	29.1	31.6	33.9	35.1	36.7	37.6	39.6	41.4	43.2	44.8	47.8	50.4	52.6	53.6	52.1	53.2	45.9								21	12.5	45.
金輪-T-4	4	8.5	13.8	16.6	20.9	25.2	26.8	27.9	28.4	29.1	29.6	30.6	31.6	32.6	33.6	35.6	37.6	39.6	41.3	39.3	40.5	40.3								21	12.5	40.
金輪-T-4	5	8.0	13.1	16.7	21.5	25.4	26.7	27.6	28.2	29.0	29.6	31.1	32.5	34.0	35.4	38.3	41.2	44.1	46.8	48.8	49.7	39.5								21	12.5	39.
金輪-T-4	6	13.9	17.2	19.7	24.0	28.0	29.7	31.3	32.0	33.1	33.8	35.1	36.4	37.6	38.7	41.1	43.4	45.5	45.5	39.6	37.8									20	10.0	37.
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	0	0	0	0	0	0	0			
平均値(Ave)		9.37	14.09	17.12	21.72	26.30	28.10	29.49	30.22	31.21	31.86	33.32	34.73	36.13	37.50	40.17	42.75	45.19	46.84	45.80	46.48											
最大値(Max)		13.94	17.21	19.70	24.02	29.06	31.55	33.88	35.14	36.69	37.63	39.61	41.40	43.17	44.82	47.79	50.35	52.56	53.61	52.10	53.19											
最小値(Min)		6.34	11.58	15.09	19.81	24.89	26.67	27.60	28.18	29.04	29.57	30.59	31.59	32.59	33.59	35.60	37.60	39.60	41.32	39.28	37.83											
変動係数(CV)		0.26	0.16	0.10	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.11	0.13											
95%上限値		15.11	19.22	21.29	25.45	30.07	32.47	34.91	36.20	37.77	38.74	40.71	42.50	44.25	45.93	49.00	51.77	54.21	55.46	57.65	60.30											
50%下限値		8.64	13.43	16.59	21.25	25.82	27.54	28.80	29.46	30.38	30.98	32.38	33.75	35.09	36.43	39.04	41.60	44.04	45.75	44.30	44.72											
95%下限値		3.62	8.95	12.96	17.99	22.53	23.73	24.07	24.24	24.65	24.97	25.93	26.97	28.00	29.07	31.33	33.73	36.16	38.23	33.95	32.66											
3/4Ave		7.02	10.56	12.84	16.29	19.73	21.07	22.12	22.66	23.41	23.89	24.99	26.05	27.10	28.13	30.13	32.06	33.89	35.13	34.35	34.86											

	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
	1.61	1.36	1.24	1.17	1.14	1.16	1.18	1.20	1.21	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.21	1.20	1.18	1.26	1.30

	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
	0.92	0.95	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.96

	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
	0.39	0.64	0.76	0.83	0.86	0.84	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.80	0.82	0.74	0.70





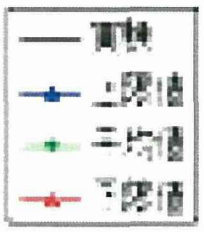


図 4.4　金輪継ぎ(引張)（寸法型式 240・480)の荷重-変位曲線

（5） 試験結果 （寸法型式 300・600）

表 4.5 金輪縦ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 300・600)

CV=標準偏差/平均値
δy:降伏点変位(Py時の変位)
δv:仮想降伏点変位(完全弾塑性モデルの折れ点の変位)
δu:終局変位(0.8Pmax時の変位(線形補完して求めた0.8Pmax時の変位を超えない最も近い測定点の変位))
K:初期剛性(Py/δPy))
統計値処理には予備試験体は除外。

ばらつき係数を求めるためのk

	N=6	N=5	N=4
95%上限	-2.336	-2.464	-2.681
50%下限	0.297	0.331	0.383
95%下限	2.336	2.464	2.681

:入力するところ

試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (kN)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
金輪-T-5	0	32.14	38.21	—	0.97	1.23	—	1.63	53.89	5.08	33.01	栓圧縮	
金輪-T-5	1	29.46	35.57	—	0.66	1.62	—	1.06	46.92	12.60	44.45	栓圧縮	
金輪-T-5	2	41.96	42.09	—	1.30	1.31	—	1.87	60.04	12.03	32.17	栓圧縮	
金輪-T-5	3	28.07	40.19	—	2.31	4.67	—	4.35	52.97	13.80	12.16	栓圧縮, せん断	
金輪-T-5	4	27.10	36.38	—	0.86	2.93	—	1.47	46.52	12.45	31.60	栓圧縮	
金輪-T-5	5	27.74	38.01	—	0.66	3.58	—	1.13	47.32	14.10	41.91	栓圧縮	
金輪-T-5	6	27.21	30.19	—	0.74	1.21	—	1.08	40.13	12.06	37.00	栓圧縮	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		30.26	37.07	—	1.09	2.55	—	1.83	48.98	12.84	33.22		
最大値(Max)		41.96	42.09	—	2.31	4.67	—	4.35	60.04	14.10	44.45	栓圧縮(6体)	
最小値(Min)		27.10	30.19	—	0.66	1.21	—	1.06	40.13	12.03	12.16		
変動係数(CV)		0.17	0.10	—	0.54	0.50	—	0.64	0.13	0.06	0.32		
95%上限値		42.61	45.91	42.61	—	—		—	63.44	—	—		
50%下限値		28.69	35.95	28.69	—	—		—	47.15	—	—		
95%下限値		17.90	28.24	17.90	—	—		—	34.53	—	—		
3/4Ave		22.69	27.80	22.69	—	—		—	36.74	—	—		
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.41	1.24		2.26	2.18		2.49	1.30	1.15	1.74		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.95	0.97		0.84	0.85		0.81	0.96	0.98	0.91		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.59	0.76		-0.26	-0.18		-0.49	0.70	0.85	0.26		

		Py	上限	平均	下限	Pmax	上限	平均	下限	δy	δ(2/3Pmax)
金輪-T-5	1	29.46	42.61	30.26	17.90	53.35	68.86	55.61	42.35	0.66	1.62
	2	41.96				63.14				1.30	1.31
	3	28.07				60.28				2.31	4.67
	4	27.10				54.57				0.86	2.93
	5	27.74				57.02				0.66	3.58
	6	27.21				45.29				0.74	1.21

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	Xの変位、荷重		
金輪-T-5	0	6.4	10.6	13.7	19.5	27.9	32.8	39.7	43.6	48.9	51.1	52.5	53.4	54.4	55.3	57.2																
金輪-T-5	1	10.6	16.1	20.5	26.2	31.0	32.6	34.1	35.1	36.2	37.0	38.9	40.8	42.6	44.5	48.3	52.0	53.3	51.8	50.1	50.2	43.2								21	12.5	43.2
金輪-T-5	2	8.0	12.9	16.2	22.5	30.4	35.2	41.9	45.5	49.5	51.5	53.9	55.1	56.4	57.6	60.1	62.6	62.1	63.0	60.9	62.7									20	10.0	62.7
金輪-T-5	3	4.0	7.6	10.1	13.7	17.5	19.2	21.4	22.7	24.7	26.0	29.3	32.4	34.9	37.2	41.6	45.9	50.2	54.1	57.5	59.7	55.7								21	12.5	55.7
金輪-T-5	4	6.7	11.4	15.8	21.5	26.5	28.4	30.0	30.9	32.2	32.9	34.8	36.6	38.5	40.3	44.0	47.4	50.8	53.4	54.5	54.1	43.6								21	12.5	43.6
金輪-T-5	5	11.9	16.4	19.6	24.9	28.8	29.5	30.5	31.2	32.1	32.8	34.4	36.1	37.7	39.4	42.7	46.0	49.3	52.4	54.9	56.6	52.7								21	12.5	52.7
金輪-T-5	6	10.1	15.1	18.1	23.0	28.0	29.4	30.5	31.1	31.9	32.4	33.5	34.7	35.9	37.1	39.4	41.8	43.7	45.3	44.2	43.3	32.2								21	12.5	32.2
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6											
平均値(Ave)		8.54	13.26	16.70	21.97	27.03	29.06	31.39	32.76	34.43	35.44	37.48	39.28	41.01	42.68	46.01	49.27	51.57	53.33	53.67	54.44											
最大値(Max)		11.86	16.37	20.51	26.21	31.00	35.19	41.88	45.54	49.46	51.54	53.90	55.14	56.37	57.61	60.08	62.55	62.13	63.00	60.87	62.68											
最小値(Min)		3.96	7.58	10.09	13.71	17.53	19.23	21.37	22.72	24.72	26.04	29.34	32.37	34.94	37.06	39.41	41.76	43.70	45.28	44.18	43.35											
変動係数(CV)		0.31	0.23	0.20	0.18	0.17	0.17	0.19	0.21	0.22	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.11	0.10	0.10	0.12											
95%上限値		14.75	20.45	24.66	31.35	37.55	40.63	45.58	48.67	52.02	53.85	55.82	56.85	58.04	59.32	62.01	64.83	64.51	65.47	66.17	69.26											
50%下限値		7.75	12.34	15.69	20.78	25.69	27.58	29.58	30.74	32.20	33.10	35.14	37.05	38.84	40.56	43.97	47.30	49.92	51.79	52.08	52.55											
95%下限値		2.33	6.06	8.75	12.59	16.52	17.49	17.20	16.86	16.84	17.03	19.13	21.71	23.97	26.04	30.01	33.72	38.63	41.19	41.17	39.61											
3/4Ave		6.41	9.94	12.53	16.48	20.27	21.79	23.54	24.57	25.83	26.58	28.11	29.46	30.75	32.01	34.51	36.96	38.68	40.00	40.25	40.83											
		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336											
		1.73	1.54	1.48	1.43	1.39	1.40	1.45	1.49	1.51	1.52	1.49	1.45	1.42	1.39	1.35	1.32	1.25	1.23	1.23	1.27											
		0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297											
		0.91	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97											
		2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336											
		0.27	0.46	0.52	0.57	0.61	0.60	0.55	0.51	0.49	0.48	0.51	0.55	0.58	0.61	0.65	0.68	0.75	0.77	0.77	0.73											

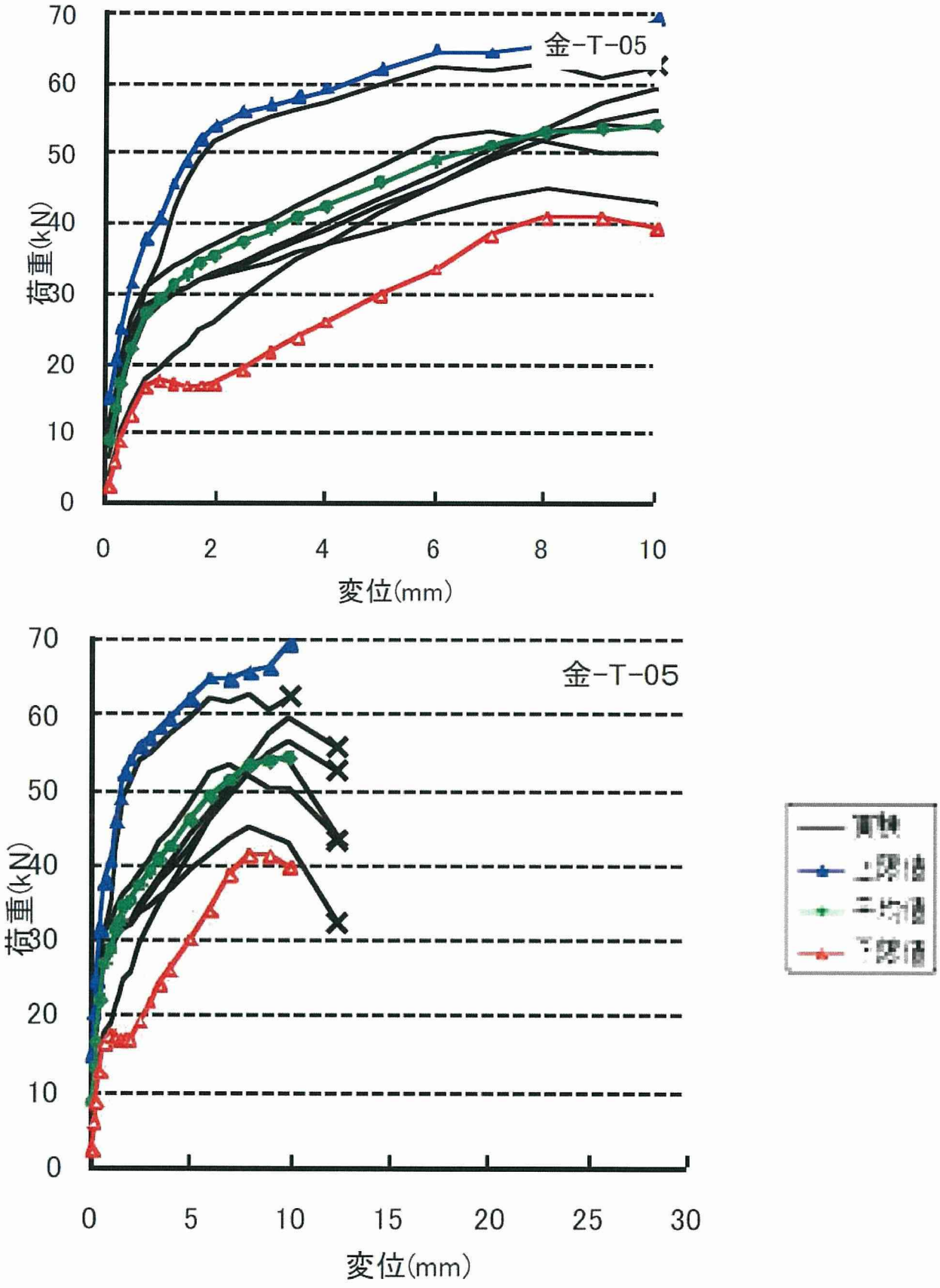


図 4.5　金輪継ぎ(引張)（寸法型式 300・600)の荷重-変位曲線

表 5.1　追掛け大栓継ぎ（引張）試験結果一覧（寸法型式 150・300）

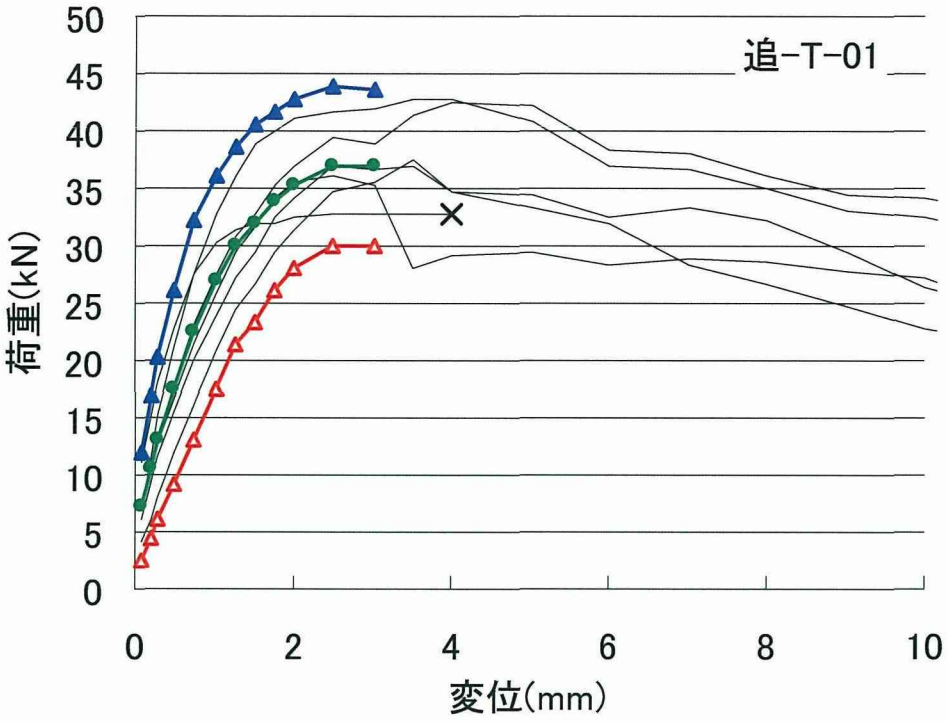
試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (mm)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
追-T-1	0	20.82	24.89	—	0.70	0.93	—	1.19	35.51	4.58	29.85	母材割裂	
追-T-1	1	23.62	28.69	—	0.60	0.80	—	0.99	39.06	8.40	39.37	母材せん断	
追-T-1	2	18.63	24.21	—	0.60	0.92	—	0.98	30.47	6.78	31.24	母材せん断	
追-T-1	3	22.56	25.09	—	1.12	1.30	—	1.67	33.64	6.58	20.16	母材せん断	
追-T-1	4	24.56	28.56	—	0.83	1.07	—	1.29	38.24	9.78	29.72	母材縦圧縮	
追-T-1	5	20.07	25.43	—	0.76	1.12	—	1.29	33.96	8.44	26.41	母材縦圧縮	
追-T-1	6	16.08	21.89	—	0.23	0.47	—	0.45	31.50	4.68	70.74	母材せん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		20.92	25.65	—	0.69	0.95	—	1.11	34.48	7.44	36.27	母材せん断(4)	
最大値(Max)		24.56	28.69	—	1.12	1.30	—	1.67	39.06	9.78	70.74	母材縦圧縮(2)	
最小値(Min)		16.08	21.89	—	0.23	0.47	—	0.45	30.47	4.68	20.16	母材割裂(1)	
変動係数(CV)		0.14	0.09	—	0.39	0.28	—	0.34	0.09	0.22	0.45		
95%上限値		27.84	31.23	27.84	—	—	—	—	41.93	—	—	—	
50%下限値		20.04	24.94	20.04	—	—	—	—	33.53	—	—	—	
95%下限値		14.00	20.06	14.00	—	—	—	—	27.03	—	—	—	
3/4Ave		15.69	19.24	15.69	—	—	—	—	25.86	—	—	—	
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.33	1.22		1.92	1.66		1.79	1.22	1.52	2.06		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.96	0.97		0.88	0.92		0.90	0.97	0.93	0.87		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.67	0.78		0.08	0.34		0.21	0.78	0.48	-0.06		

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
追-T-1	0	7.1	10.3	13.3	17.3	21.9	26.3	29.7	32.7	32.7	34.7	35.9	35.9	36.7	37.3	27.5	25.5	24.5	17.8										
追-T-1	1	7.0	11.7	15.1	21.2	27.6	32.7	36.2	38.8	40.1	41.0	41.7	41.9	42.7	42.8	40.9	37.1	36.7	35.0	33.1	32.5	28.8	25.1						
追-T-1	2	7.8	10.6	12.8	16.6	21.3	25.7	29.6	31.7	34.1	35.6	36.0	35.2	28.0	29.2	29.4	28.4	28.9	28.5	27.7	27.3	21.1	15.8	11.1	5.8	4.2	2.1		
追-T-1	3	4.2	6.2	8.1	11.9	16.2	20.7	24.3	26.7	29.4	31.4	34.7	35.5	37.4	34.8	33.4	31.9	28.4	26.6	24.6	22.8	20.1	16.1	13.0	11.2	9.1			
追-T-1	4	7.5	10.8	13.2	17.9	23.1	27.6	30.9	32.7	35.2	37.1	39.4	38.8	41.4	42.4	42.1	38.4	38.0	36.2	34.5	34.1	31.1	30.9	29.1	27.4	25.1	20.4		
追-T-1	5	6.2	9.5	11.5	15.5	19.9	24.0	27.2	29.3	32.4	34.2	36.9	36.8	37.1	34.8	34.4	32.6	33.2	32.2	29.5	26.5	21.8	18.9	12.6	8.8				
追-T-1	6	11.0	15.2	17.9	22.7	27.5	30.4	31.4	32.1	31.9	32.6	32.7	32.7	32.7	32.8														
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	2	0	0
平均値(Ave)		7.30	10.68	13.12	17.63	22.60	26.84	29.94	31.88	33.85	35.32	36.88	36.82																
最大値(Max)		11.02	15.16	17.93	22.69	27.61	32.69	36.25	38.76	40.05	41.05	41.66	41.88																
最小値(Min)		4.21	6.22	8.09	11.91	16.24	20.74	24.33	26.70	29.44	31.39	32.66	32.70																
変動係数(CV)		0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.15	0.12	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08																
95%上限値		12.07	16.88	20.20	26.00	32.09	36.08	38.57	40.48	41.58	42.69	43.81	43.60																
50%下限値		6.69	9.89	12.22	16.57	21.39	25.66	28.84	30.78	32.86	34.38	36.00	35.95																
95%下限値		2.53	4.47	6.04	9.26	13.10	17.59	21.31	23.27	26.11	27.95	29.96	30.03																
3/4Ave		5.48	8.01	9.84	13.22	16.95	20.13	22.45	23.91	25.39	26.49	27.66	27.61																

95%上限値のkとばらつき係数												
k(表から自動選択)	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	1.65	1.58	1.54	1.47	1.42	1.34	1.29	1.27	1.23	1.21	1.19	1.18
50%下限値のkとばらつき係数												
k(表から自動選択)	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
95%下限値のkとばらつき係数												
k(表から自動選択)	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.35	0.42	0.46	0.53	0.58	0.66	0.71	0.73	0.77	0.79	0.81	0.82



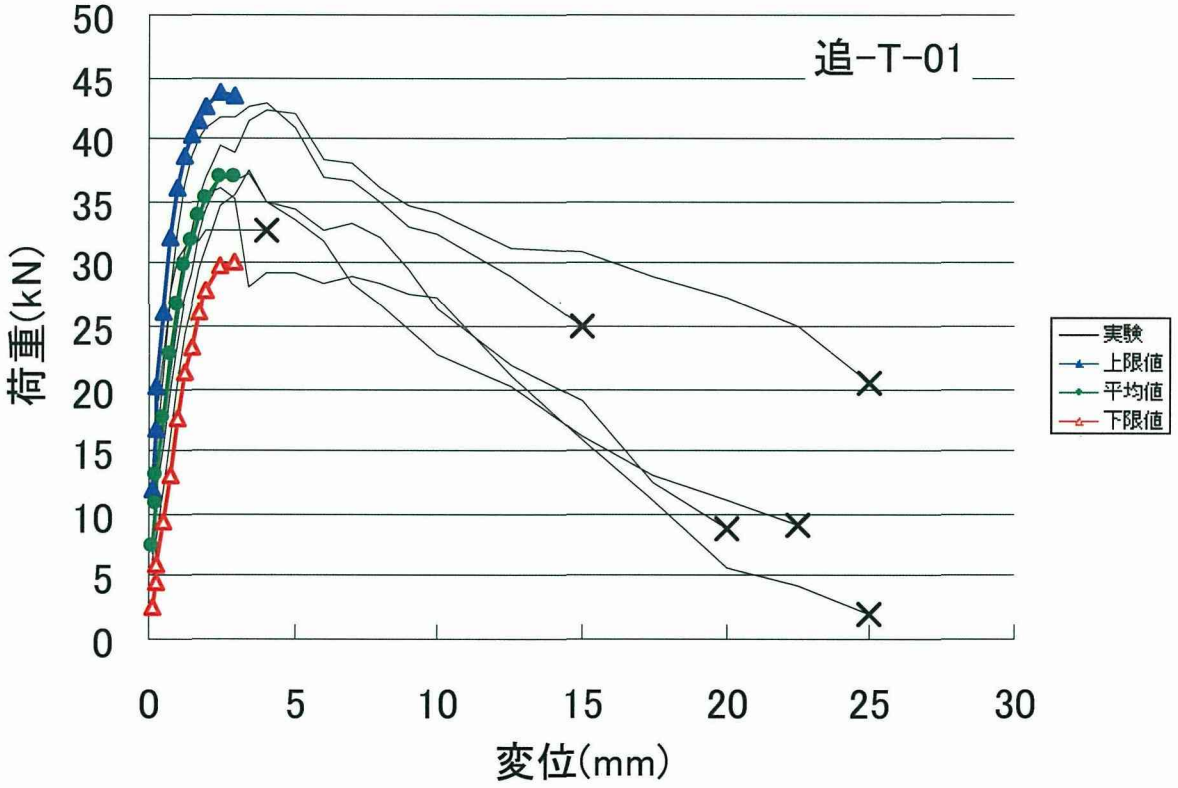


図 5.1　追掛け大栓継ぎ(引張)（寸法型式 300・600)の荷重-変位曲線

表 5.2 追掛け大栓継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 180・360)

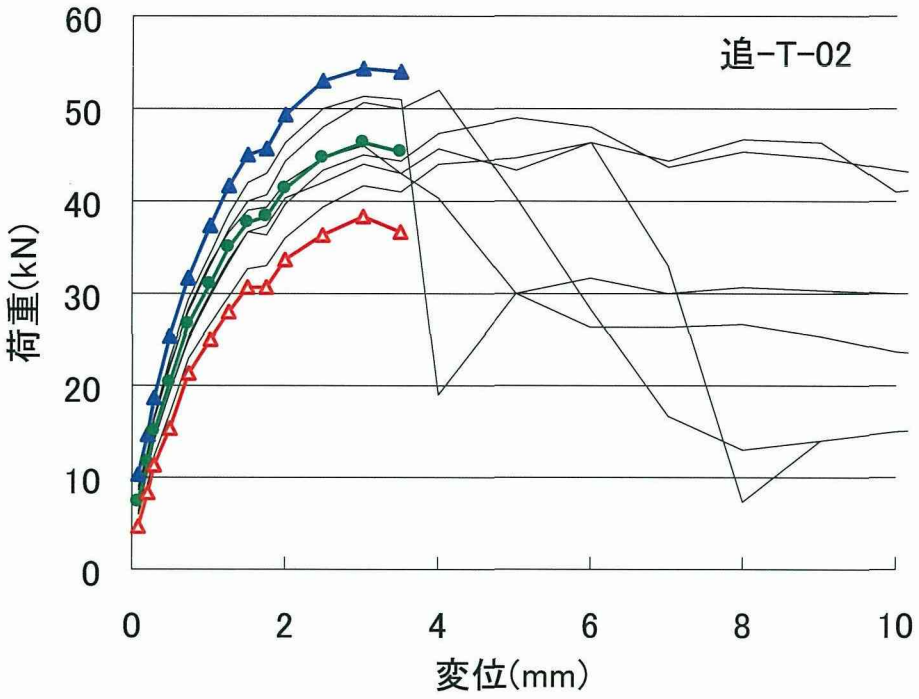
試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (mm)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
追-T-2	0	30.49	34.55	—	0.87	1.11	—	1.35	47.59	6.73	35.20	母材せん断	
追-T-2	1	29.03	32.64	—	0.96	1.20	—	1.43	43.15	17.11	30.14	母材せん断	
追-T-2	2	28.89	31.55	—	0.95	1.10	—	1.45	44.42	6.59	30.56	母材せん断	
追-T-2	3	27.91	34.34	—	0.70	1.02	—	1.19	47.77	3.82	40.16	母材せん断	
追-T-2	4	26.22	31.21	—	0.98	1.37	—	1.59	42.71	17.07	26.81	母材縦圧縮	
追-T-2	5	28.96	35.02	—	0.79	1.12	—	1.29	47.42	3.96	36.65	母材せん断	
追-T-2	6	27.29	31.15	—	0.71	0.89	—	1.11	42.75	4.01	38.61	母材せん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		28.05	32.65	—	0.85	1.12	—	1.34	44.70	8.76	33.82	母材せん断(6)	
最大値(Max)		29.03	35.02	—	0.98	1.37	—	1.59	47.77	17.11	40.16	母材縦圧縮(1)	
最小値(Min)		26.22	31.15	—	0.70	0.89	—	1.11	42.71	3.82	26.81		
変動係数(CV)		0.04	0.05	—	0.14	0.13	—	0.12	0.05	0.68	0.15		
95%上限値		30.47	36.22	30.47	—	—	—	—	49.66	—	—	—	
50%下限値		27.74	32.20	27.74	—	—	—	—	44.07	—	—	—	
95%下限値		25.63	29.08	25.63	—	—	—	—	39.74	—	—	—	
3/4Ave		21.04	24.49	21.04	—	—	—	—	33.53	—	—	—	
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.09	1.11		1.33	1.31		1.29	1.11	2.59	1.34		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.99	0.99		0.96	0.96		0.96	0.99	0.80	0.96		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.91	0.89		0.67	0.69		0.71	0.89	-0.59	0.66		

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
追-T-2	0	4.7	10.4	14.6	21.5	28.0	33.2	35.4	38.5	41.3	42.8	44.4	47.0	48.5	49.4	51.2	49.4	41.5	33.7	34.1	34.5	34.2	31.3	28.1	24.3	21.1	18.1	15.3	
追-T-2	1	6.2	11.0	14.1	19.2	25.1	29.7	33.5	36.6	36.4	39.6	43.2	45.1	44.4	47.2	48.9	48.1	43.8	45.5	44.6	43.3	40.6	39.5	22.1	21.6	20.9	20.1	18.7	
追-T-2	2	6.4	10.6	14.0	19.3	25.4	29.9	33.8	36.6	37.2	40.3	41.9	44.1	42.9	45.8	43.4	46.4	33.0	7.2	14.1	15.1	16.1	16.4	16.5	16.3	16.1	15.4	14.9	14.3
追-T-2	3	8.7	13.0	16.5	23.0	29.2	34.2	38.6	42.0	42.9	46.3	49.9	51.4	50.9	19.0	30.0	31.8	29.9	30.6	30.4	30.0	29.7	28.4	26.3	25.9	25.3	23.8	19.3	15.4
追-T-2	4	5.9	9.4	12.3	17.0	22.9	26.7	29.8	32.5	32.9	35.9	39.4	41.8	41.0	43.9	44.6	46.4	44.3	46.5	46.3	40.9	42.9	40.6	36.5	30.6	26.5	23.5	20.9	9.2
追-T-2	5	8.9	13.0	16.3	22.2	28.2	33.0	37.0	40.1	40.8	44.4	48.2	50.5	50.1	52.1	40.2	28.4	16.5	12.9	14.1	14.9	16.1	16.4	16.6	16.4	16.3	16.1	15.5	15.2
追-T-2	6	8.0	12.7	16.5	22.1	28.3	33.3	36.5	39.0	39.4	42.0	44.6	46.0	43.0	40.3	30.0	26.4	26.5	26.5	25.3	23.7	22.0	18.6	17.4	16.6	15.9	14.8	13.7	7.2
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
平均値(Ave)		7.36	11.59	14.97	20.46	26.50	31.11	34.85	37.81	38.27	41.42	44.53	46.48	45.37															
最大値(Max)		8.87	12.99	16.53	23.00	29.22	34.17	38.57	41.97	42.87	46.32	49.93	51.35	50.86															
最小値(Min)		5.92	9.45	12.34	17.00	22.85	26.68	29.76	32.54	32.94	35.92	39.44	41.81	40.96															
変動係数(CV)		0.17	0.12	0.11	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08															
95%上限値		10.21	14.76	18.67	25.42	31.74	37.18	41.61	44.87	45.77	49.27	52.89	54.45	54.10															
50%下限値		6.99	11.19	14.50	19.83	25.84	30.34	33.99	36.91	37.32	40.43	43.47	45.46	44.26															
95%下限値		4.51	8.43	11.27	15.50	21.27	25.04	28.08	30.74	30.77	33.58	36.18	38.50	36.63															
3/4Ave		5.52	8.70	11.23	15.34	19.88	23.33	26.14	28.36	28.70	31.07	33.40	34.86	34.03															

95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
ばらつき係数 (1-CV*k)	1.39	1.27	1.25	1.24	1.20	1.20	1.19	1.19	1.20	1.19	1.19	1.17	1.19
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
ばらつき係数 (1-CV*k)	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
ばらつき係数 (1-CV*k)	0.61	0.73	0.75	0.76	0.80	0.80	0.81	0.81	0.80	0.81	0.81	0.83	0.81



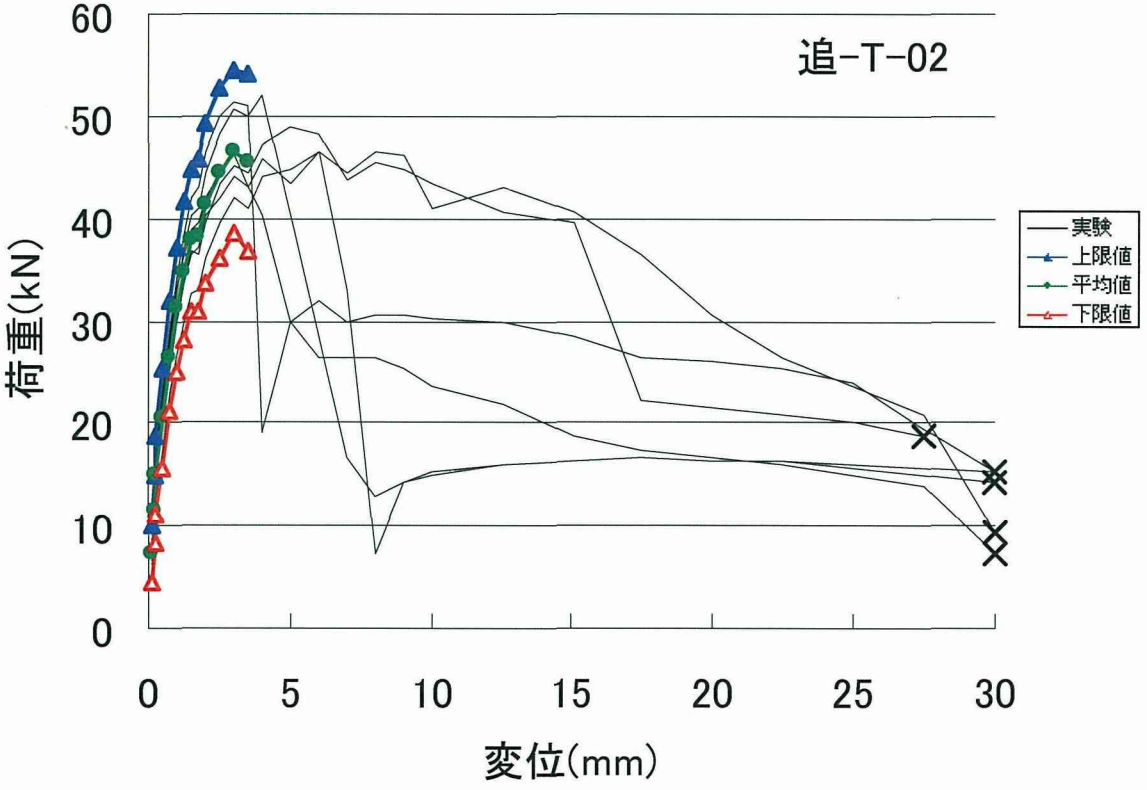


図 5.2　追掛け大栓継ぎ(引張)（寸法型式 180・360)の荷重-変位曲線

（3） 試験結果 （寸法型式 180・480）

表 5.3 追掛け大栓継ぎ（引張）試験結果一覧（寸法型式 180・480）

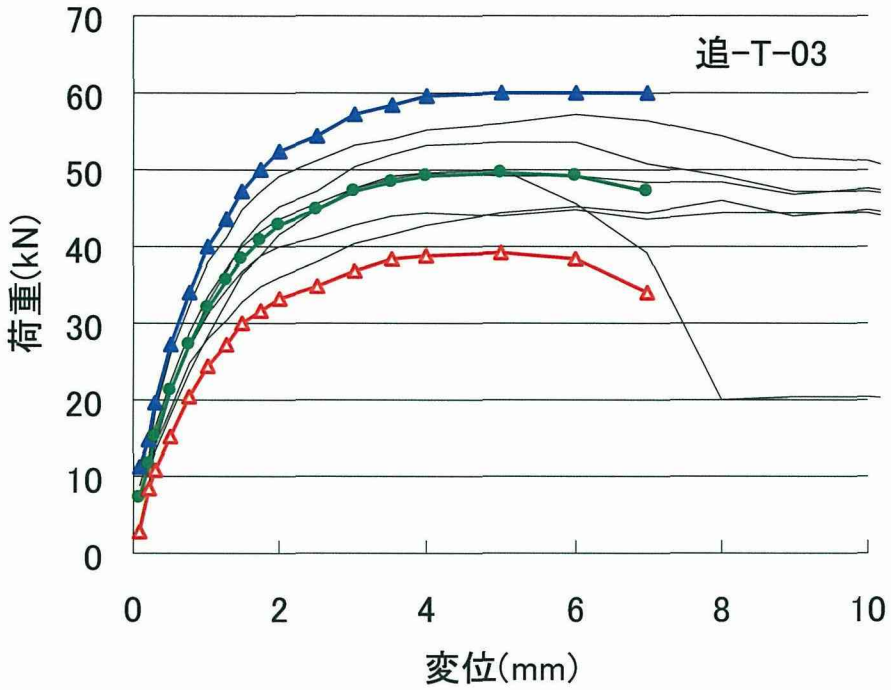
試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (mm)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
追-T-3	0	31.18	34.34	—	1.03	1.27	—	1.56	47.13	22.49	30.23	母材縦圧縮	
追-T-3	1	31.60	36.04	—	0.92	1.19	—	1.40	47.98	15.05	34.18	母材縦圧縮	
追-T-3	2	26.91	30.60	—	0.91	1.26	—	1.41	41.51	19.41	29.42	母材縦圧縮	
追-T-3	3	29.92	33.25	—	0.80	0.96	—	1.23	46.17	16.49	37.62	母材縦圧縮	
追-T-3	4	25.92	29.85	—	0.71	0.92	—	1.13	41.23	22.00	36.41	母材縦圧縮	
追-T-3	5	32.56	38.15	—	0.76	1.09	—	1.22	52.23	12.40	42.93	母材縦圧縮	
追-T-3	6	28.76	33.45	—	1.02	1.30	—	1.67	47.21	5.67	28.33	母材せん断	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		29.28	33.56	—	0.85	1.12	—	1.34	46.05	15.17	34.82	母材縦圧縮(6)	
最大値(Max)		32.56	38.15	—	1.02	1.30	—	1.67	52.23	22.00	42.93	母材せん断(1)	
最小値(Min)		25.92	29.85	—	0.71	0.92	—	1.13	41.23	5.67	28.33		
変動係数(CV)		0.08	0.09	—	0.12	0.13	—	0.13	0.08	0.35	0.14		
95%上限値		34.82	40.29	34.82	—	—	—	—	54.95	—	—	—	
50%下限値		28.57	32.70	28.57	—	—	—	—	44.92	—	—	—	
95%下限値		23.74	26.83	23.74	—	—	—	—	37.15	—	—	—	
3/4Ave		21.96	25.17	21.96	—	—	—	—	34.54	—	—	—	
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.19	1.20		1.29	1.30		1.31	1.19	1.81	1.33		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.98	0.97		0.96	0.96		0.96	0.98	0.90	0.96		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.81	0.80		0.71	0.70		0.69	0.81	0.19	0.67		

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
追-T-3	0	9.0	12.8	15.3	20.4	26.2	30.8	34.1	36.9	38.9	40.8	43.3	45.1	46.3	46.8	47.6	48.1	48.7	48.9	49.9	50.8	50.8	47.2	45.9	44.4	38.6	34.1	29.7	16.4
追-T-3	1	3.4	9.3	13.9	20.7	27.1	32.8	37.0	40.6	43.0	45.0	47.2	50.5	52.1	53.4	53.6	53.7	50.9	49.2	47.3	47.2	44.2	42.7	40.0	37.8	34.6	29.8	24.1	18.7
追-T-3	2	7.3	11.1	13.9	19.0	24.6	28.2	30.5	33.0	34.7	36.2	38.2	40.4	41.7	42.9	44.2	45.3	44.4	45.9	44.0	44.6	41.7	37.2	36.4	31.4	25.9	19.2	12.2	7.7
追-T-3	3	8.9	13.0	16.5	22.5	28.9	33.8	37.2	39.9	42.1	43.8	45.7	47.8	49.0	49.7	49.1	49.2	48.2	48.4	46.9	47.5	44.4	42.7	38.1	32.3	28.6	25.0	20.4	20.9
追-T-3	4	8.7	12.8	15.6	20.9	26.7	31.3	34.4	36.9	38.7	39.9	41.2	43.0	44.0	44.5	43.8	44.7	43.4	44.3	44.2	44.2	40.1	40.7	38.3	38.1	35.3	29.9	23.5	17.2
追-T-3	5	6.8	12.6	18.4	26.1	32.3	37.9	41.4	44.6	47.4	49.3	51.4	53.2	54.0	55.1	56.0	57.1	56.3	54.5	51.7	51.4	44.5	41.9	38.5	33.8	29.3	26.4	22.8	19.7
追-T-3	6	7.1	10.9	13.0	18.0	23.6	28.5	32.6	36.3	39.0	41.6	44.7	47.4	48.8	49.8	50.2	45.6	39.0	20.2	20.4	20.2	19.0	17.7	17.7	17.7	17.7	17.5	17.5	
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
平均値(Ave)		7.06	11.59	15.20	21.20	27.20	32.06	35.51	38.53	40.81	42.61	44.72	47.04	48.29	49.22	49.48	49.27	47.03											
最大値(Max)		8.93	12.95	18.38	26.09	32.32	37.90	41.38	44.61	47.36	49.26	51.40	53.24	54.02	55.11	55.98	57.12	56.29											
最小値(Min)		3.44	9.30	13.01	18.00	23.62	28.17	30.49	32.98	34.73	36.16	38.15	40.38	41.71	42.86	43.85	44.71	39.02											
変動係数(CV)		0.25	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12											
95%上限値		11.25	14.65	19.48	27.32	33.87	39.82	43.74	47.16	50.07	52.21	54.58	57.13	58.28	59.46	59.88	60.19	60.04											
50%下限値		6.52	11.21	14.66	20.42	26.36	31.08	34.47	37.44	39.64	41.39	43.47	45.76	47.02	47.92	48.16	47.88	45.38											
95%下限値		2.86	8.54	10.92	15.07	20.54	24.30	27.29	29.91	31.56	33.02	34.87	36.96	38.30	38.98	39.08	38.34	34.03											
3/4Ave		5.29	8.70	11.40	15.90	20.40	24.05	26.64	28.90	30.61	31.96	33.54	35.28	36.22	36.91	37.11	36.95	35.27											

95%上限値のkとばらつき係数																	
k(表から自動選択)	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	1.59	1.26	1.28	1.29	1.24	1.24	1.23	1.22	1.23	1.23	1.22	1.21	1.21	1.21	1.21	1.22	1.28
50%下限値のkとばらつき係数																	
k(表から自動選択)	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.92	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96
95%下限値のkとばらつき係数																	
k(表から自動選択)	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.41	0.74	0.72	0.71	0.76	0.76	0.77	0.78	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.78	0.72



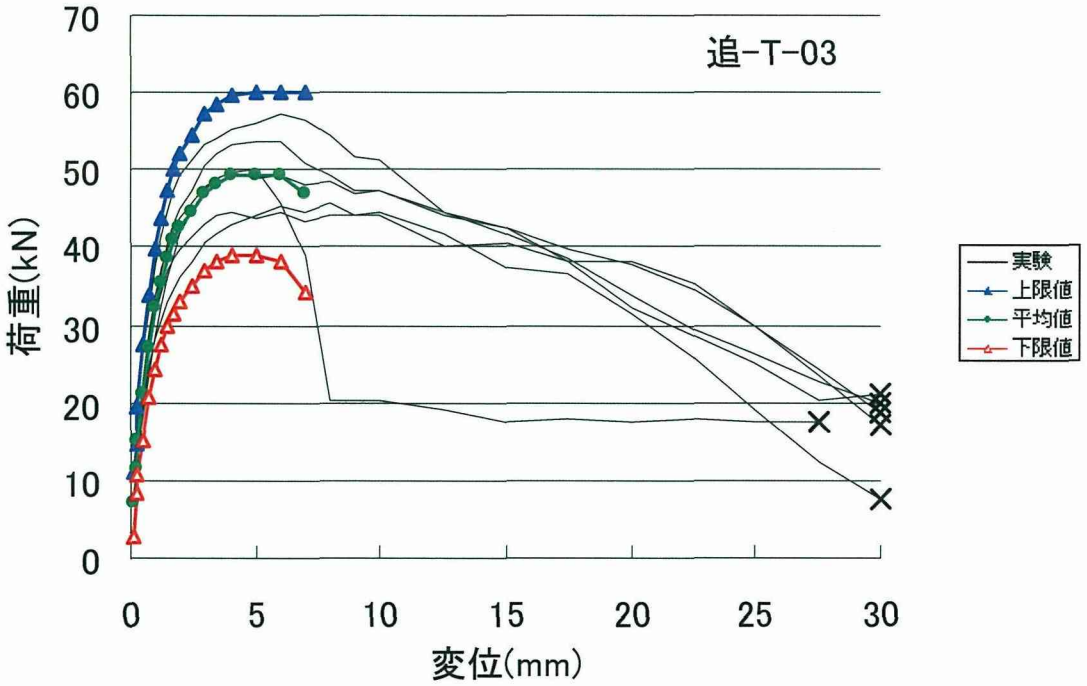


図 5.3　追掛け大栓継ぎ(引張)（寸法型式 180・480)の荷重-変位曲線

表 5.4 追掛け大栓継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 240・480)

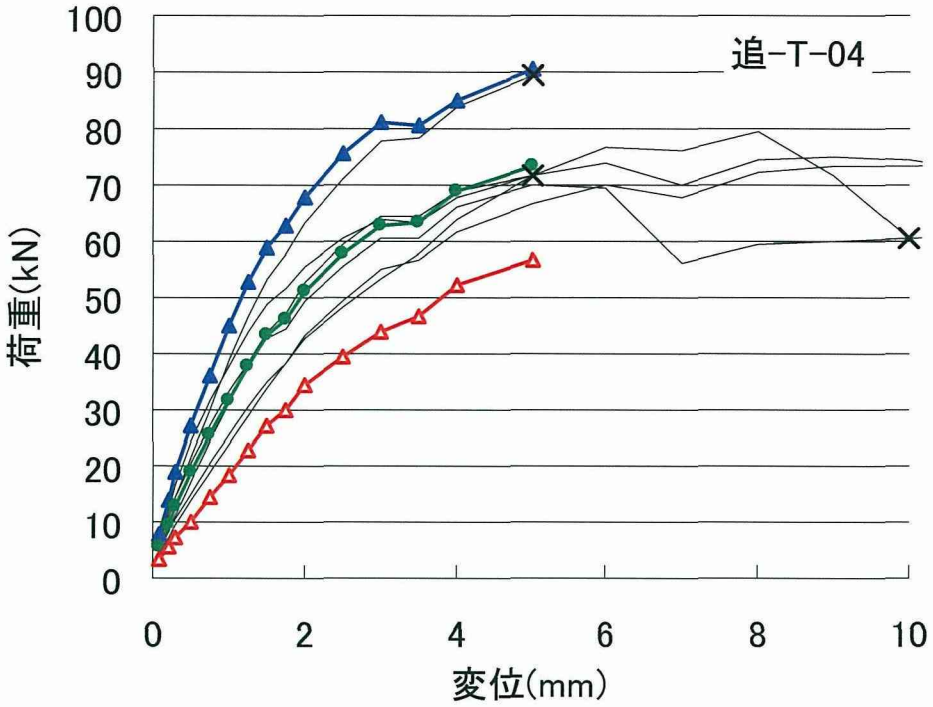
試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (mm)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
追-T-4	0	40.55	47.81	—	1.70	2.20	—	2.74	65.22	18.04	23.81	母材縦圧縮	
追-T-4	1	40.61	53.11	—	1.87	2.98	—	3.33	72.20	9.50	21.70	込栓部せん断	
追-T-4	2	55.39	61.07	—	1.59	1.91	—	2.39	83.46	5.81	34.88	込栓部せん断	
追-T-4	3	36.96	46.71	—	1.17	1.85	—	1.94	61.45	15.30	31.68	母材縦圧縮	
追-T-4	4	43.20	48.01	—	1.46	1.78	—	2.25	66.72	5.42	29.60	込栓部せん断	
追-T-4	5	46.04	49.64	—	2.21	2.51	—	3.31	68.94	20.31	20.82	母材せん断	
追-T-4	6	45.42	50.11	—	1.31	1.58	—	2.00	69.56	18.69	34.76	母材縦圧縮	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		44.60	51.44	—	1.60	2.10	—	2.54	70.39	12.50	28.91	込栓部せん断(3)	
最大値(Max)		55.39	61.07	—	2.21	2.98	—	3.33	83.46	20.31	34.88	母材縦圧縮(3)	
最小値(Min)		36.96	46.71	—	1.17	1.58	—	1.94	61.45	5.42	20.82	母材せん断(1)	
変動係数(CV)		0.13	0.09	—	0.22	0.23	—	0.23	0.10	0.47	0.20		
95%上限値		57.93	62.50	57.93	—	—	—	—	86.06	—	—	—	
50%下限値		42.91	50.03	42.91	—	—	—	—	68.39	—	—	—	
95%下限値		31.27	40.38	31.27	—	—	—	—	54.71	—	—	—	
3/4Ave		33.45	38.58	33.45	—	—	—	—	52.79	—	—	—	
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.30	1.22		1.51	1.54		1.53	1.22	2.11	1.46		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.96	0.97		0.93	0.93		0.93	0.97	0.86	0.94		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.70	0.78		0.49	0.46		0.47	0.78	-0.11	0.54		

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
追-T-4	0	5.0	8.9	11.4	16.3	22.4	27.7	32.4	37.0	41.3	44.8	51.0	55.8	60.0	62.7	67.5	70.3	71.6	71.1	69.4	67.8	66.8	63.8	59.8	56.2	52.5	45.8	33.3	24.7
追-T-4	1	5.1	8.5	10.8	15.1	20.4	25.6	30.7	35.2	38.2	42.8	48.5	53.5	57.8	63.9	71.4	76.5	76.3	79.5	71.7	60.5								
追-T-4	2	6.7	10.9	14.3	21.4	30.1	39.0	46.4	53.1	57.7	63.2	71.4	77.9	78.4	83.7	89.3													
追-T-4	3	6.9	11.3	14.5	20.5	27.3	33.6	38.6	42.7	44.6	49.4	55.7	60.6	60.7	66.0	69.8	69.7	56.0	59.5	60.2	60.8	60.9	60.5	53.9	45.7	33.6	31.8	27.4	
追-T-4	4	5.1	8.5	11.4	17.2	24.4	31.2	38.3	44.1	47.5	53.0	59.6	64.2	64.4	68.9	71.6													
追-T-4	5	4.2	7.2	9.5	13.9	19.0	23.8	28.9	34.1	38.4	43.3	49.5	54.8	56.7	61.9	66.7	69.8	67.6	72.4	73.4	73.1	73.8	70.5	65.2	60.0	50.9	38.8	35.7	35.6
追-T-4	6	5.9	11.9	16.7	24.4	31.6	38.0	44.0	49.2	51.6	55.5	60.7	64.0	63.1	67.7	71.9	74.1	69.9	74.4	75.1	74.7	69.5	73.3	68.2	63.2	57.0	45.4	40.3	33.3
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4								
平均値(Ave)		5.65	9.71	12.85	18.73	25.45	31.88	37.82	43.07	46.33	51.21	57.56	62.50	63.50	68.68	73.46													
最大値(Max)		6.94	11.95	16.73	24.37	31.56	38.98	46.41	53.14	57.66	63.24	71.39	77.92	78.39	83.68	89.30													
最小値(Min)		4.18	7.23	9.46	13.87	18.98	23.77	28.93	34.14	38.21	42.77	48.54	53.46	56.65	61.93	66.66													
変動係数(CV)		0.17	0.18	0.20	0.20	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.11	0.10	0.10													
95%上限値		7.90	13.77	18.72	27.32	36.39	45.24	52.70	59.09	62.52	67.81	75.55	81.28	80.30	85.24	90.53													
50%下限値		5.36	9.20	12.11	17.64	24.06	30.18	35.93	41.03	44.27	49.10	55.28	60.12	61.37	66.57	71.29													
95%下限値		3.39	5.66	6.99	10.15	14.52	18.51	22.93	27.05	30.14	34.60	39.57	43.72	46.71	52.11	56.40													
3/4Ave		4.23	7.29	9.64	14.05	19.09	23.91	28.36	32.30	34.75	38.41	43.17	46.88	47.63	51.51	55.10													

95%上限値のkとばらつき係数															
k(表から自動選択)	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	1.40	1.42	1.46	1.46	1.43	1.42	1.39	1.37	1.35	1.32	1.31	1.30	1.26	1.24	1.23
50%下限値のkとばらつき係数															
k(表から自動選択)	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97
95%下限値のkとばらつき係数															
k(表から自動選択)	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336
ばらつき係数 (1-CV·k)	0.60	0.58	0.54	0.54	0.57	0.58	0.61	0.63	0.65	0.68	0.69	0.70	0.74	0.76	0.77



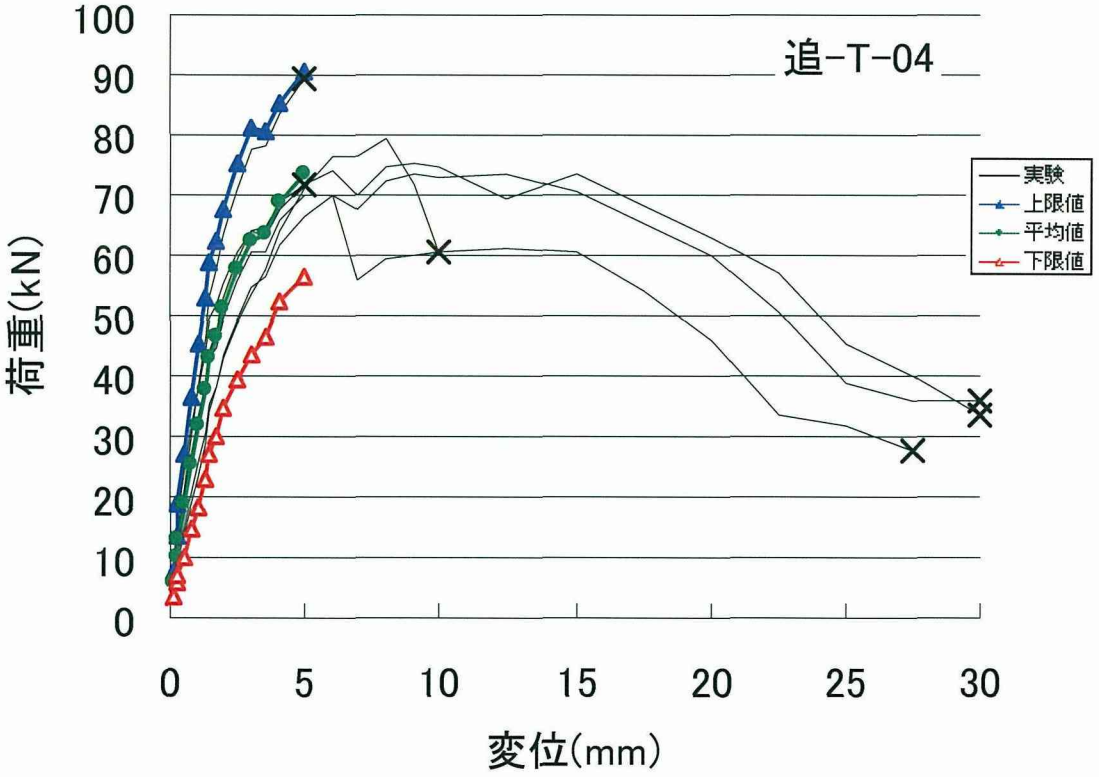


図 5.4　追掛け大栓継ぎ(引張)（寸法型式 240・480)の荷重-変位曲線

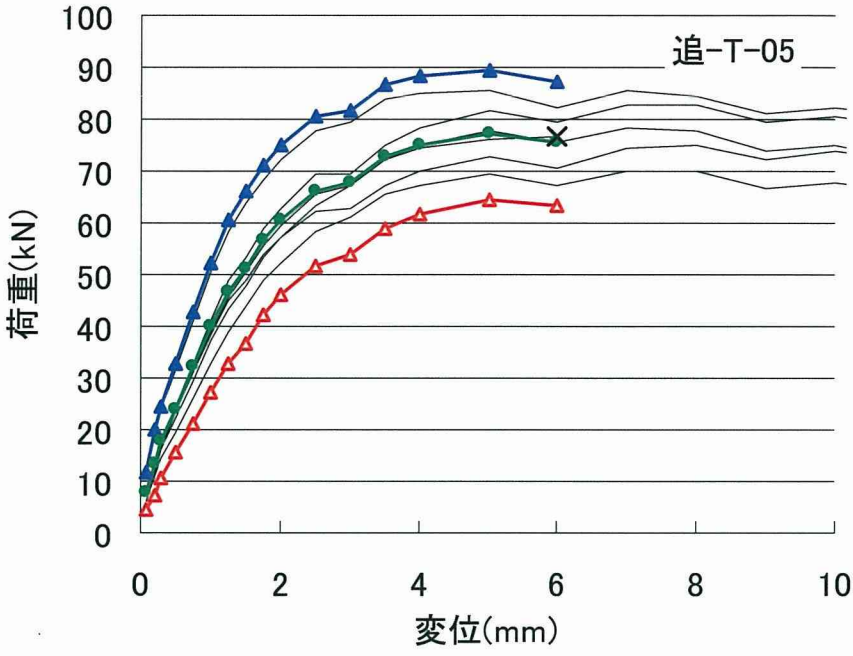
表 5.5 追掛け大栓継ぎ(引張)試験結果一覧(寸法型式 300・600)

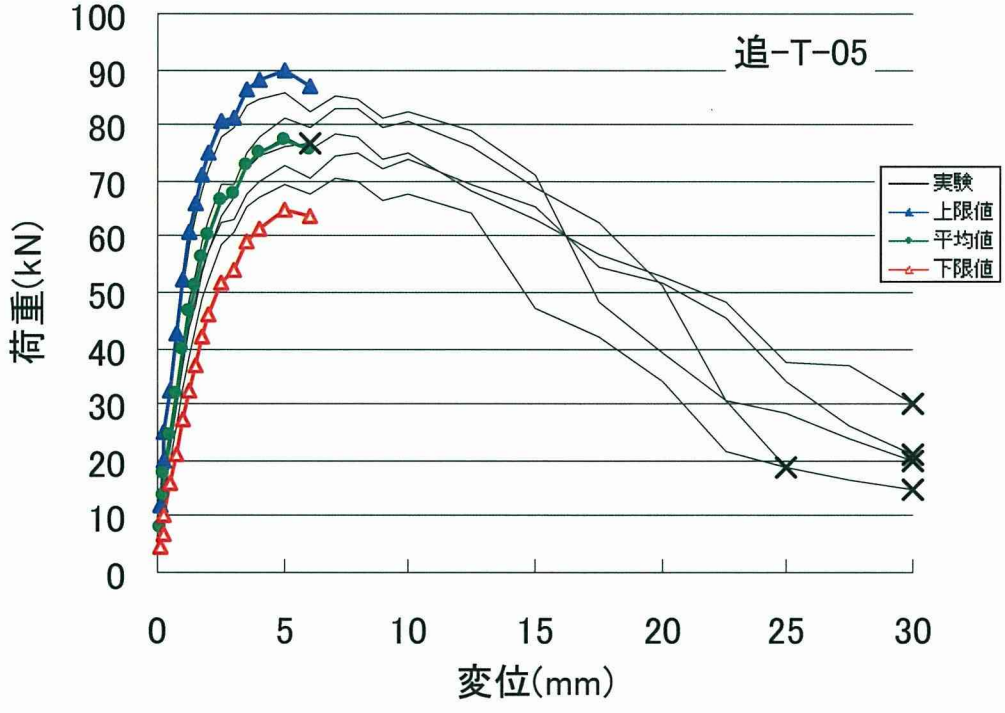
試験体 シリーズ名	No.	① Py (kN)	② 2/3Pmax (kN)	③ min(①,②) (kN)	④ δy (mm)	⑤ δ(2/3Pmax) (mm)	⑥ δ(③) (mm)	⑦ δv (mm)	⑧ Pu (kN)	⑨ δu (mm)	⑩ K (kN/mm)	⑪ 破壊形式	⑫ 特記
追-T-5	0	64.73	67.79	—	1.40	1.54	—	2.04	94.68	16.90	46.31	母材せん断	
追-T-5	1	51.14	55.35	—	1.35	1.59	—	2.03	77.07	16.82	37.88	母材縦圧縮	
追-T-5	2	49.56	57.25	—	0.98	1.22	—	1.59	80.46	15.25	50.50	込栓部せん断・割裂	
追-T-5	3	41.71	46.85	—	1.39	1.64	—	2.18	65.73	15.50	30.09	母材縦圧縮	
追-T-5	4	45.41	52.02	—	1.33	1.70	—	2.12	72.37	6.21	34.17	母材曲げ	
追-T-5	5	46.25	50.19	—	1.32	1.57	—	1.99	69.48	16.60	34.96	母材縦圧縮	
追-T-5	6	46.61	52.23	—	1.28	1.58	—	2.00	72.54	14.12	36.31	母材縦圧縮	
試験体数(N)		6	6	—	6	6	—	6	6	6	6		
平均値(Ave)		46.78	52.32	—	1.28	1.55	—	1.99	72.94	14.08	37.32	母材縦圧縮(4)	
最大値(Max)		51.14	57.25	—	1.39	1.70	—	2.18	80.46	16.82	50.50	母材曲げ(1)	
最小値(Min)		41.71	46.85	—	0.98	1.22	—	1.59	65.73	6.21	30.09	母材せん断(1)	
変動係数(CV)		0.06	0.06	—	0.11	0.10	—	0.10	0.07	0.26	0.17	込栓部せん断・割裂(1)	
95%上限値		53.83	60.18	53.83	—	—	—	—	84.15	—	—	—	
50%下限値		45.88	51.32	45.88	—	—	—	—	71.52	—	—	—	
95%下限値		39.73	44.45	39.73	—	—	—	—	61.74	—	—	—	
3/4Ave		35.09	39.24	35.09	—	—	—	—	54.71	—	—	—	
95%上限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.15	1.15		1.25	1.23		1.22	1.15	1.60	1.40		
50%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		0.297	0.297		0.297	0.297		0.297	0.297	0.297	0.297		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.98	0.98		0.97	0.97		0.97	0.98	0.92	0.95		
95%下限値のkとばらつき係数													
k(表から自動選択)		2.336	2.336		2.336	2.336		2.336	2.336	2.336	2.336		
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.85	0.85		0.75	0.77		0.78	0.85	0.40	0.60		

試験体 ⑬

シリーズ名 No. 特定変位(mm)時の荷重(kN)

		0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
追-T-5	0	13.9	20.3	25.9	34.5	45.3	54.0	61.6	66.9	72.3	76.9	83.0	85.7	88.6	90.3	92.0	95.5	98.6	100.1	101.3	101.5	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4
追-T-5	1	8.3	14.1	17.5	23.9	32.8	40.9	48.7	53.2	59.0	62.9	69.4	69.2	75.2	78.1	81.5	79.4	82.7	82.8	79.3	80.6	75.9	68.7	62.3	51.3	30.7	18.6		
追-T-5	2	10.8	19.4	24.1	31.6	41.3	50.3	58.4	63.7	68.4	72.3	78.0	79.3	83.7	84.9	85.7	82.3	85.3	84.6	81.0	82.3	78.8	71.0	48.2	39.4	30.6	28.4	24.1	20.1
追-T-5	3	6.2	10.9	14.3	19.7	26.3	33.0	38.8	43.7	48.6	52.4	58.5	61.0	65.3	67.3	69.5	67.4	70.3	69.9	66.5	67.7	64.0	47.2	42.2	34.2	21.5	18.8	16.6	14.6
追-T-5	4	7.9	12.7	16.3	22.3	29.5	37.1	43.6	47.9	53.3	57.5	63.5	67.2	72.1	74.5	75.9	76.6												
追-T-5	5	8.5	12.4	16.8	24.0	31.1	38.6	44.8	48.8	53.8	57.2	62.3	62.9	67.4	69.7	72.6	70.6	74.6	75.3	72.4	74.0	69.4	65.3	54.4	51.5	45.2	33.9	26.4	21.3
追-T-5	6	6.1	11.7	16.2	23.5	31.3	39.0	45.8	50.6	55.8	59.7	65.8	67.4	72.4	75.2	77.6	75.5	78.3	77.8	73.9	74.8	68.4	62.9	56.7	52.7	48.5	37.5	36.8	30.1
試験体数(N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6												
平均値(Ave)		7.97	13.54	17.53	24.16	32.05	39.82	46.67	51.32	56.50	60.32	66.25	67.83	72.70	74.95	77.16	75.32												
最大値(Max)		10.82	19.38	24.07	31.61	41.34	50.35	58.40	63.74	68.42	72.25	78.02	79.32	83.70	84.90	85.73	82.31												
最小値(Min)		6.12	10.91	14.33	19.69	26.33	32.99	38.82	43.67	48.61	52.41	58.45	60.96	65.33	67.29	69.54	67.42												
変動係数(CV)		0.20	0.21	0.18	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07												
95%上限値		11.66	20.06	24.72	32.67	42.83	52.19	60.73	65.92	70.91	74.79	80.77	81.52	86.52	88.25	89.69	87.08												
50%下限値		7.51	12.71	16.62	23.08	30.68	38.25	44.88	49.46	54.67	58.48	64.40	66.09	70.94	73.26	75.56	73.82												
95%下限値		4.29	7.01	10.34	15.65	21.27	27.45	32.61	36.72	42.09	45.85	51.72	54.14	58.88	61.64	64.62	63.56												
3/4Ave		5.98	10.15	13.15	18.12	24.04	29.87	35.00	38.49	42.38	45.24	49.68	50.87	54.52	56.21	57.87	56.49												
95%上限値のkとばらつき係数																													
k(表から自動選択)		-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336	-2.336												
ばらつき係数 (1-CV·k)		1.46	1.48	1.41	1.35	1.34	1.31	1.30	1.28	1.26	1.24	1.22	1.20	1.19	1.18	1.16	1.16												
50%下限値のkとばらつき係数																													
k(表から自動選択)		0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297												
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98												
95%下限値のkとばらつき係数																													
k(表から自動選択)		2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336	2.336												
ばらつき係数 (1-CV·k)		0.54	0.52	0.59	0.65	0.66	0.69	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.81	0.82	0.84	0.84												


追-T-05
荷重(kN)
変位(mm)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
2
4
6
8
10


追-T-05
実験
上限値
平均値
下限値
荷重(kN)
変位(mm)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
5
10
15
20
25
30