

試験番号：Ⅱ Z - 1 8 - 0 0 0 5

受付日：2 0 1 9 年 1 1 月 1 4 日

報告日：2 0 1 9 年 4 月 日

木造軸組耐力壁の面内せん断試験 報 告 書

試験結果は、本報告のとおりであることを証明します。

大阪府吹田市藤白台五丁目 8 番 1 号

一般財団法人 日 本 建 築 総 合 試 験 所

試 験 研 究 セ ン タ ー

センター長

工学博士 河野 昭彦

報告書発行責任者

構造試験室長

博士（工学） 足立 将人

1 一般事項

試験名称		木造軸組耐力壁の面内せん断試験
性能評価番号		GBRC建評-18-111A-007
性能評価 申請者	会社名	株式会社 テツヤ・ジャパン
	代表者名	代表取締役 木村 哲哉
	所在地	兵庫県神戸市垂水区清水が丘3丁目7-2
試験目的		建築基準法施行令第46条第4項表1（八）の規定に基づく「木造の耐力壁及びその倍率性能評価」の資料とするため
耐力壁の構造方法		厚 12mm ロシア白樺耐水合板張り／太め鉄丸くぎ CN65／外周部@100mm、中通り@200mm／大壁造の直張り仕様／木造軸組耐力壁
耐力壁に用いる面材等の名称（一般名称）		ロシア白樺耐水合板
試験実施期間		2018年12月27日
試験実施場所		大型構造試験室

2 試験体

試験体は、厚さ 12mm のロシア白樺耐水合板を柱、横架材、継手間柱、間柱および胴つなぎに太め鉄丸くぎ(CN65)を用いて留め付けた木造軸組耐力壁である。

- | | |
|-------------------------|---------|
| (1) 試験体の形状・寸法 | : 図1.1※ |
| (2) 継手間柱、間柱および胴つなぎの取付詳細 | : 図1.2※ |
| (3) 面材のくぎ留め位置 | : 図1.3※ |
| (4) 面材の納まり | : 図1.4※ |
| (5) ホールダウン金物の形状・寸法 | : 図1.5※ |
| (6) 面材の仕様 | : 表1.1※ |
| (7) 面材の留め付けに用いる接合具 | : 表1.2※ |
| (8) 軸組構成部材の仕様 | : 表1.3※ |
| (9) 接合部に用いる接合金物および接合具 | : 表1.4※ |
| (10) 試験体数 | : 3体 |

備考：軸組の組立および面材の留め付けは竹沢建設(株)（大阪府池田市豊島南2丁目196）により行われた。なお、面材のくぎ留めは軸組を立てた状態で、高圧エア釘打（(株)マキタ、モデル：AN934H）を用いて行われた。

※：申請者の提出資料による。

3 試験方法

- (1)試験規格：当法人制定「木造の耐力壁及びその倍率性能試験・評価業務方法書（2012年4月変更）」第3条(2)試験・評価方法による。
- (2)載荷方法：無載荷式
- (3)試験装置：図2に示す。

4 試験結果

試験結果を以下の表および図に示す。

なお、短期基準せん断耐力および壁倍率の算定方法は、当法人制定「木造の耐力壁及びその倍率性能試験・評価業務方法書（2012年4月変更）」第3条(2)試験・評価方法による。

- ・ $P-\gamma$ 関係（主な発生現象） ----- 図3
- ・ 試験結果一覧 ----- 表2
- ・ $P-\gamma$ 関係の包絡線（試験体相互の比較） ----- 図4

上記試験結果中に示した記号の定義を〔資料1〕に示す。

5 試験結果のまとめ

5.1 破壊状況

図3に示すように、いずれの試験体も $\gamma=+10.1\sim+13.4\times 10^{-3}\text{rad}$ 時で接合くぎ軸部の柱からの抜け出しが始まった。その後、 $\gamma=+37.7\sim+41.1\times 10^{-3}\text{rad}$ 時に接合くぎ軸部の柱からの抜け出しが進展し、荷重が低下した。試験体 No.3 においては、 $\gamma=+63.3\times 10^{-3}\text{rad}$ 時に引張側柱脚部ホルダウン金物付近の柱にひび割れが生じた。なお、すべての試験体において、真のせん断変形角 γ_0 が $1/300\text{rad}$ 時に著しい損傷はなかった。

5.2 壁倍率

すべての試験体で降伏耐力 P_y 時の真のせん断変形角 γ_{0y} は $1/300$ (3.33×10^{-3}) rad より大きかった。そこで、表2 (ii) に示すように、短期基準せん断耐力 P_0 (18.00 kN) は項目 (a) の P_y で決定し、 $\alpha=1$ (考えられる耐力低減の要因を評価する係数) とした場合の壁倍率は5.0となった。

以 上

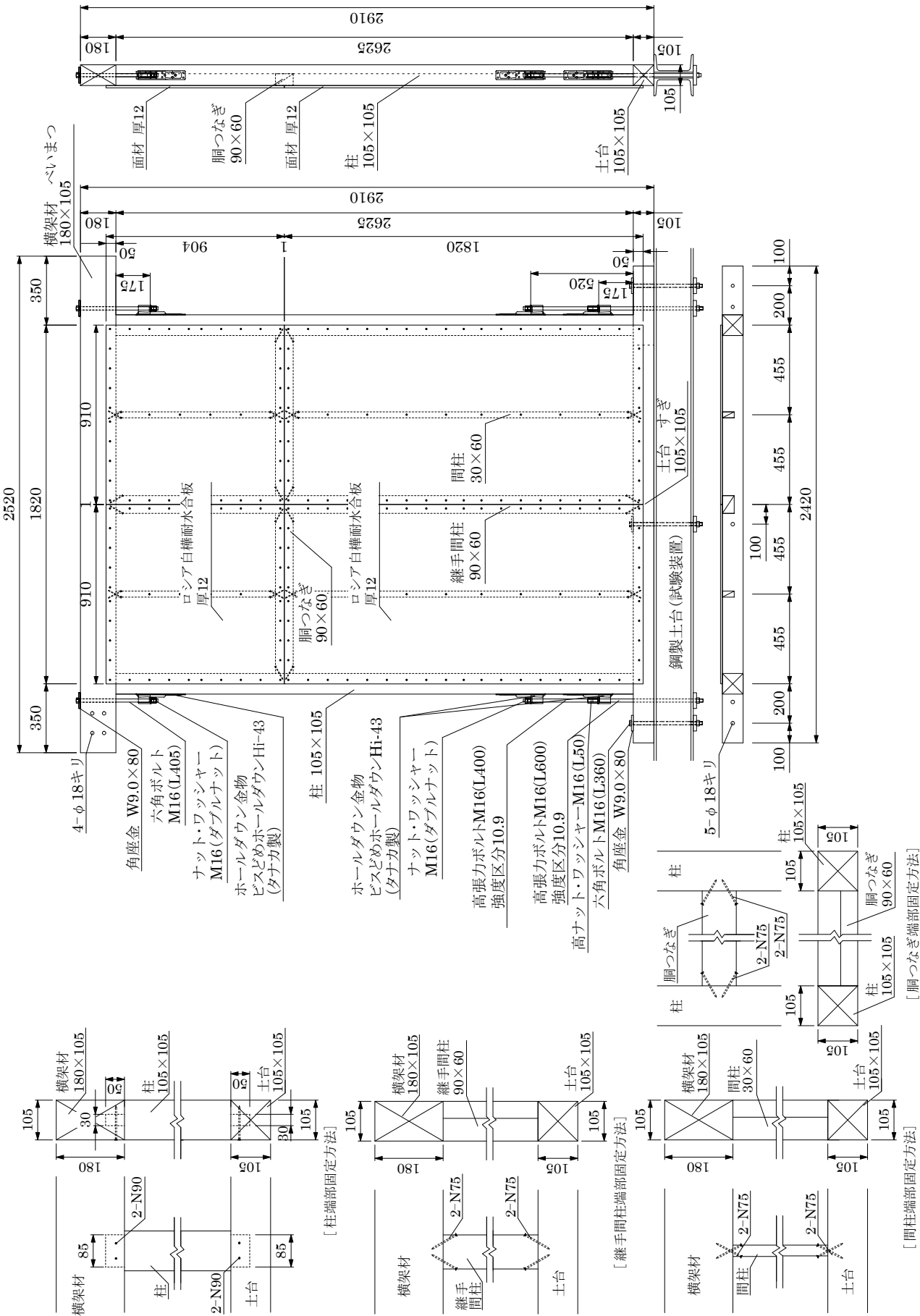
構造部 構造試験室

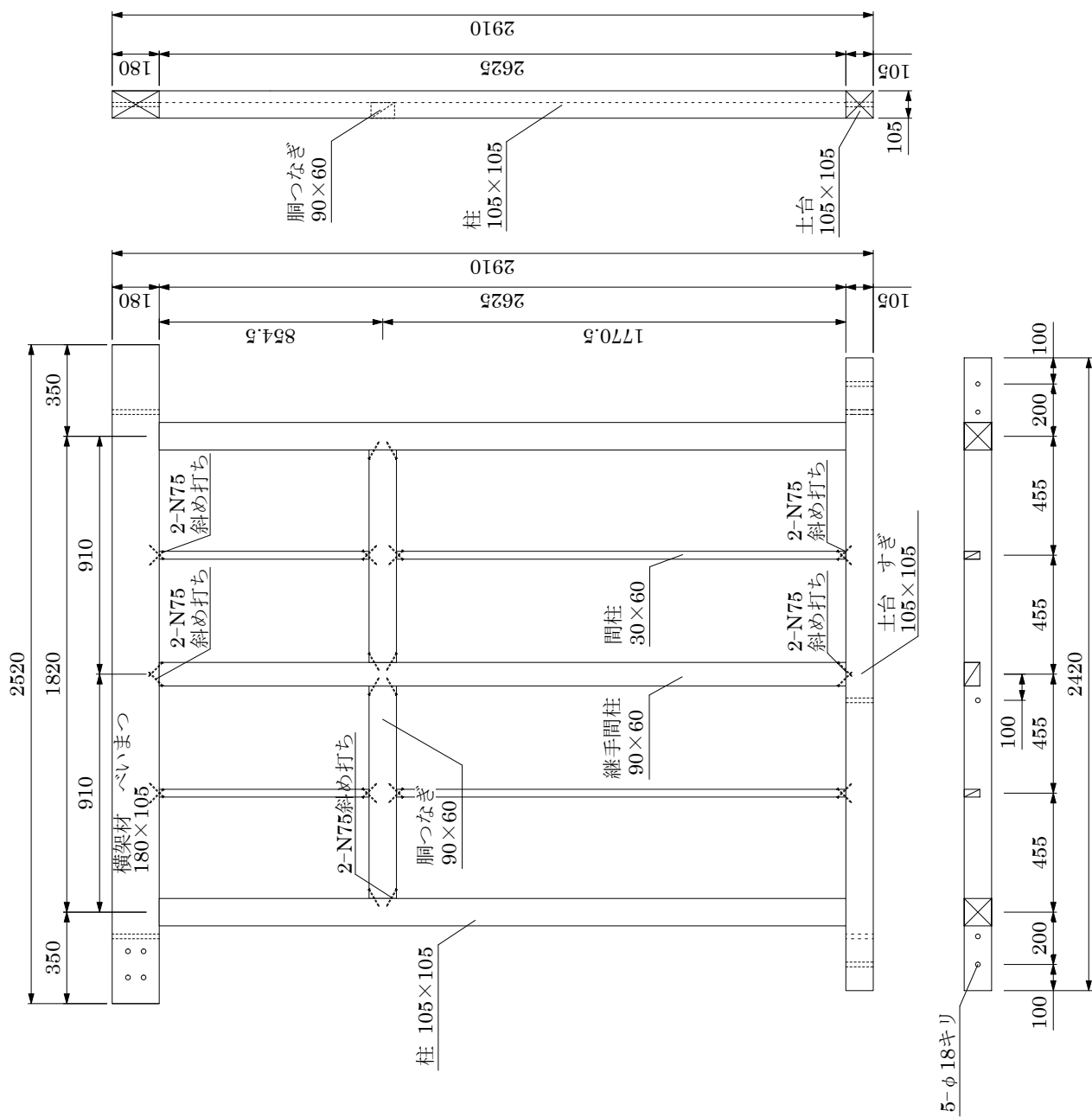
試験責任者 杉 本 敏 和

試験担当者 加 藤 百 合 子

今 西 達 也

図1.1 試験体の形状・寸法 (寸法単位: mm)



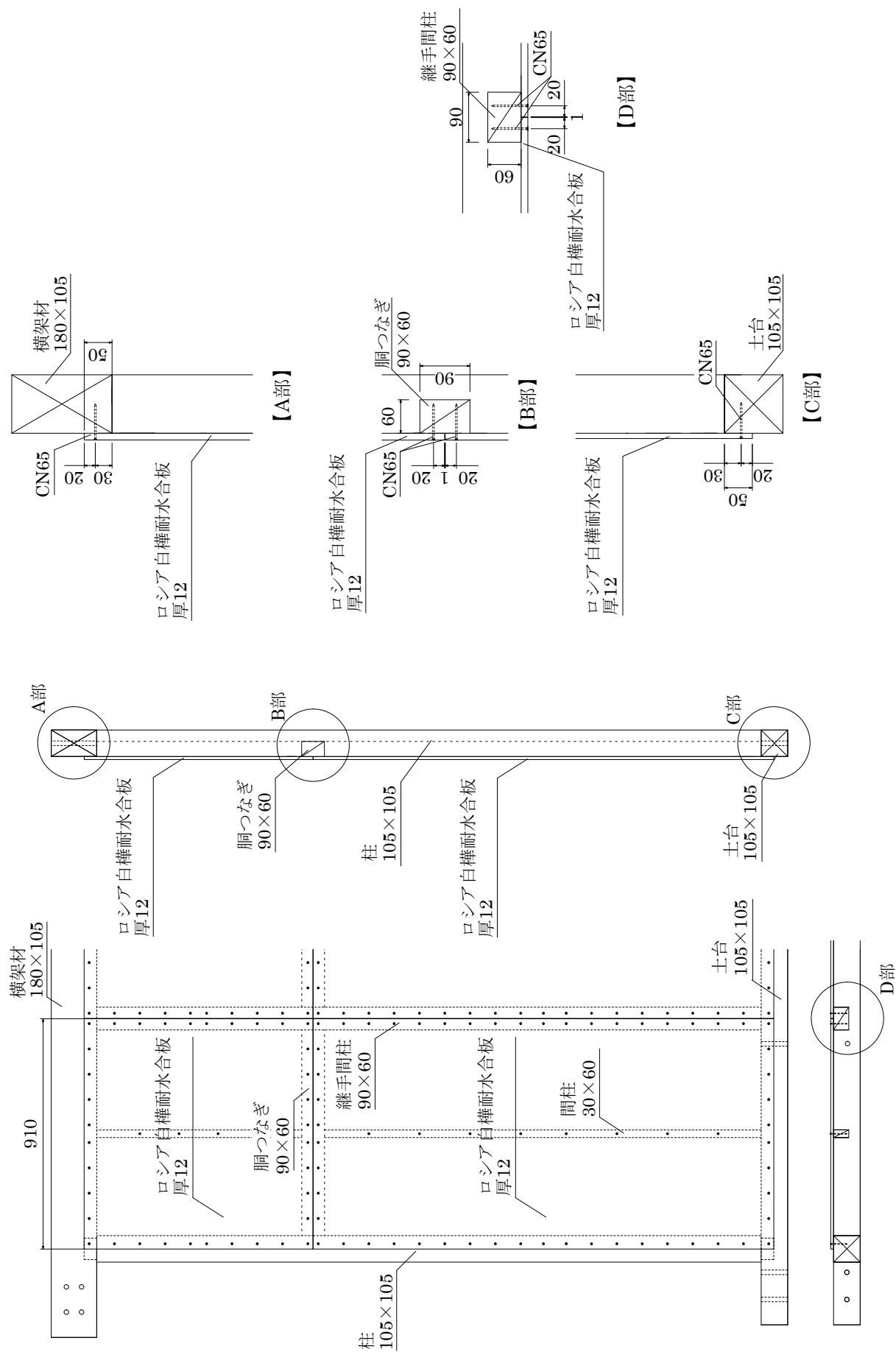


(寸法単位: mm)

図1.2 継手間柱、間柱および胴つなぎの取付詳細



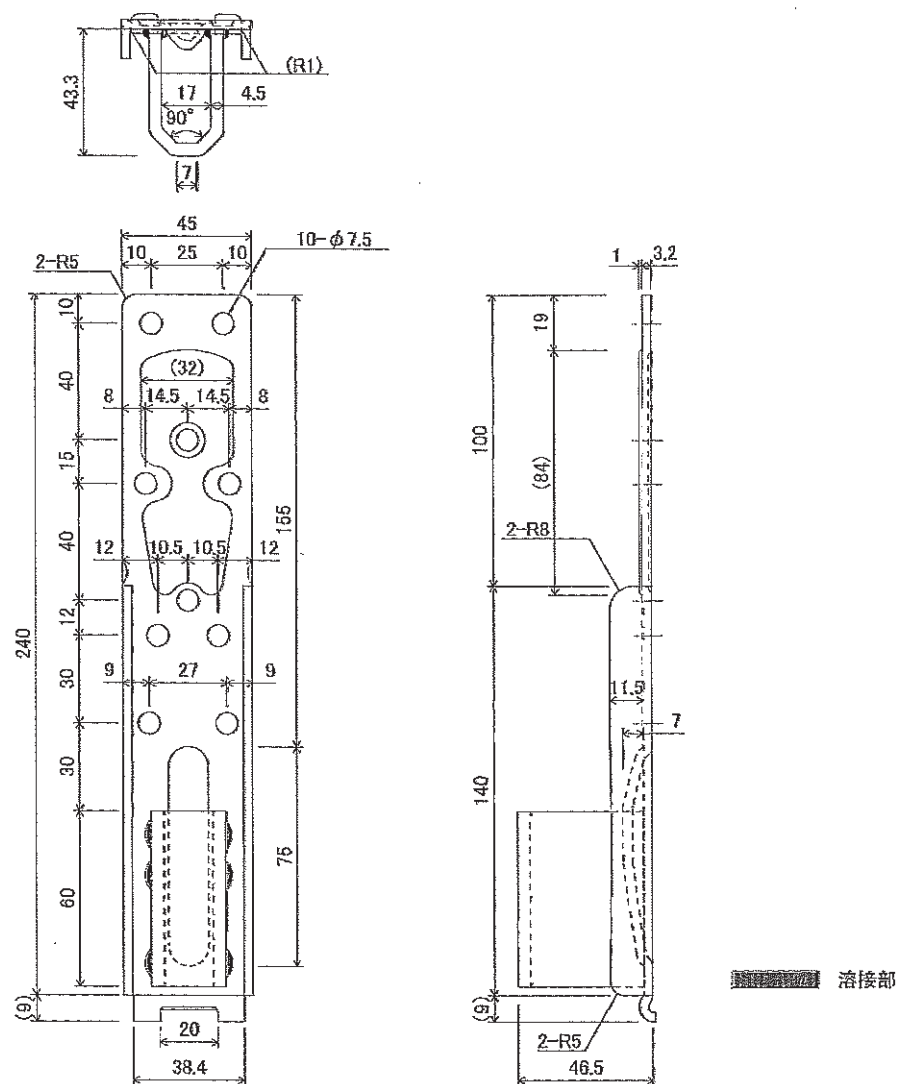
図1.3 面材のくぎ留め位置 (寸法単位: mm)



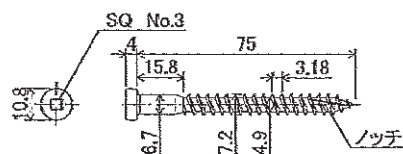
(寸法単位 : mm)

図1.4 面材の納まり

単位 mm



接合金物:ビスどめホルダウンHi43
材 質:背 板 SPFH590(JIS G 3134)
U金具 SPHC(JIS G 3131)
表面処理:ジオメット処理



接 合 具:木ねじ TBB-75
材 質:以下の化学成分を満足する炭素鋼
C:0.18~0.23% Mn:0.70~1.00% P:0.030%以下 S:0.050%以下
表面処理:エコーTWH処理

注)依頼者提出資料

図1.5 ホルダウング物の形状・寸法

表1.1 面材の仕様

名称		ロシア白樺耐水合板
寸 法		910×1820×12mm, 910×904×12mm
積層数		9層(樹種：全層シラカバ, 単板厚さ：1.5mm)
製造所		Syktvykar Plywood Mill ltd. (ロシア)
接着層接着剤	名 称	SFJ-3013
	規 格	GOST20907-75 (ロシア国家標準規格)
	種 類	フェノール樹脂系接着剤
	組 成	フェノール樹脂系接着剤 [95～100%] フェノール [26.0(±0.5)%] ホルムアルデヒド [16.5(±0.5)%] 水酸化ナトリウム [7.0(±0.5)%] 水 [50.5(±0.5)%]
		炭酸カルシウム [0～5%]
		小麦粉 [0～5%]
	製造会社	Syktvykar Plywood Mill ltd. (ロシア)
	塗布量	133(±3)g/m ² (1層当たり)
	圧縮圧	8kgf/cm ²
	圧縮時間	350秒
	養生時間	120秒 (蒸気養生)
単位面積当たりの質量※1		8.07 kg/m ²
密 度※2		0.67 g/cm ³
含水率※2		10.0%

注) ※1：試験体に用いた6枚(910×1820×12mm, 910×904×12mm)の平均値を示す。

※2：1荷口から採取した試験片7片(□-150mm×150mm)の平均値を示す。

表1.2 面材の留め付けに用いる接合具

部位	取り付けの部材 または位置	種類	間隔	へりあき	規格・材質等	製造所
面材	柱, 横架材, 土台, 継手間柱, 胴つなぎ	太め鉄丸くぎ (CN65)	@100mm	20mm	JIS A 5508	SUZHOU XINGYA NAIL
	間柱		@200mm	20mm		

表1.3 軸組構成部材の仕様

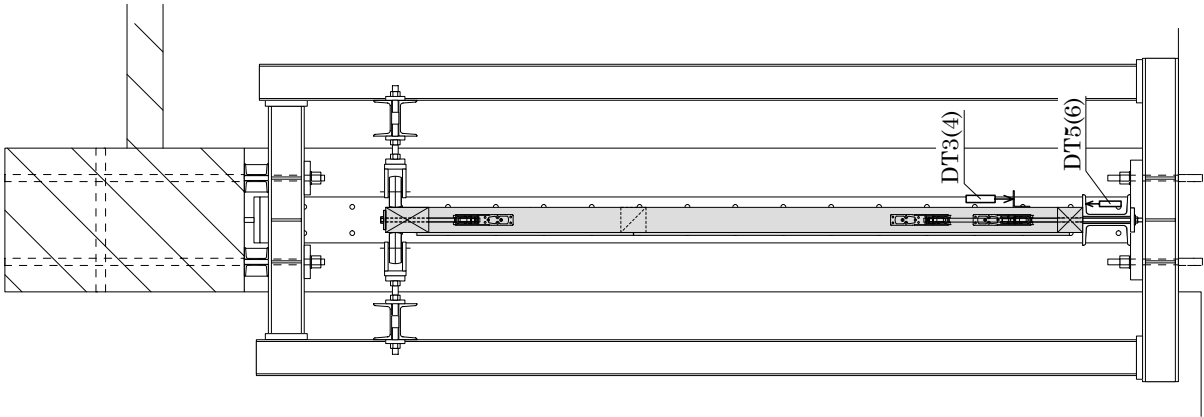
部位	使用材料	断面寸法 (mm)	規 格	製造所	密度※ ¹ (g/cm ³)	含水率※ ¹
柱, 土台	すぎ製材	□-105×105	JAS針葉樹構造用 製材乙種3級	(株)木栄	0.40 (0.39)	17.6%
継手間柱, 胴つ なぎ		□-90×60	無等級材		0.36 (0.35)	16.8%
間柱		□-30×60			0.35 (0.35)	13.4%
横架材	べいまつ製材	□-180×105	JAS機械等級区分 構造用製材E110以上	中国木材(株)	0.49 (0.50)	13.0%

注)※1：1荷口から採取した試験片6片または10片(厚さ30mm)の平均値を示す。なお、密度の()内の値は含水率15%換算の値を示す。

表1.4 接合部に用いる接合金物および接合具

接合部	種 類		記号等※	規格・材質等	製造所
柱－横架材	仕口	短ほぞ		－	－
	接合具	鉄丸くぎ		N90（2本）	JIS A 5508 アマテイ(株)
	接合金物	引き寄せ金物		ビスどめホールダウン Hi43	図1.5参照 (株) タナカ
	接合具	柱側	専用ねじ	TBB-75×10本 (ϕ 6.7mm×L75mm)	
		横架材側	座金	ϕ 32mm (内径 ϕ 17mm)×t6	BXカネシン(株)
			六角ボルト	M16×L405	(株)アキテック
			角座金	W9.0×80	Zマーク表示金物 コンドーテック(株)
柱－土台	仕口	短ほぞ		－	－
	接合具	鉄丸くぎ		N90（2本）	JIS A 5508 アマテイ(株)
継手間柱, 間柱－ 土台, 横架材	仕口	突きつけ		－	－
	接合具	鉄丸くぎ		2-N75（斜め打ち）	JIS A 5508 アマテイ(株)
胴つなぎ－ 柱, 継手間柱, 間柱	仕口	突きつけ		－	－
	接合具	鉄丸くぎ		2-N75（斜め打ち）	JIS A 5508 アマテイ(株)
柱－鋼製土台	接合金物	引き寄せ金物		ビスどめホールダウン Hi43	図1.5参照 (株) タナカ
	接合具	柱側	専用ねじ	TBB-75×10本 (ϕ 6.7mm×L75mm)	
		鋼製土台側 (上)	座金	ϕ 32mm (内径 ϕ 17mm)×t6	BXカネシン(株)
			ナット	M16(2個)	S45C (JIS G 4051:2016) 濱中ナット販売(株)
			全ねじボルト	M16×L400	強度区分:10.9 －
		鋼製土台側 (下)	座金	ϕ 32mm (内径 ϕ 17mm)×t6	BXカネシン(株)
			高耐力 高ナット	M16×L50	S45C (JIS G 4051:2016)
			全ねじボルト	M16×L600	強度区分:10.9 －
土台－鋼製土台	接合具	六角ボルト		M16×L360	(株)市川鋳螺製作所
		角座金		W9.0×80	Zマーク表示金物 コンドーテック(株)

注)※：記号等の欄には、型番（商品名）またはサイズを示す。



(寸法単位:mm)

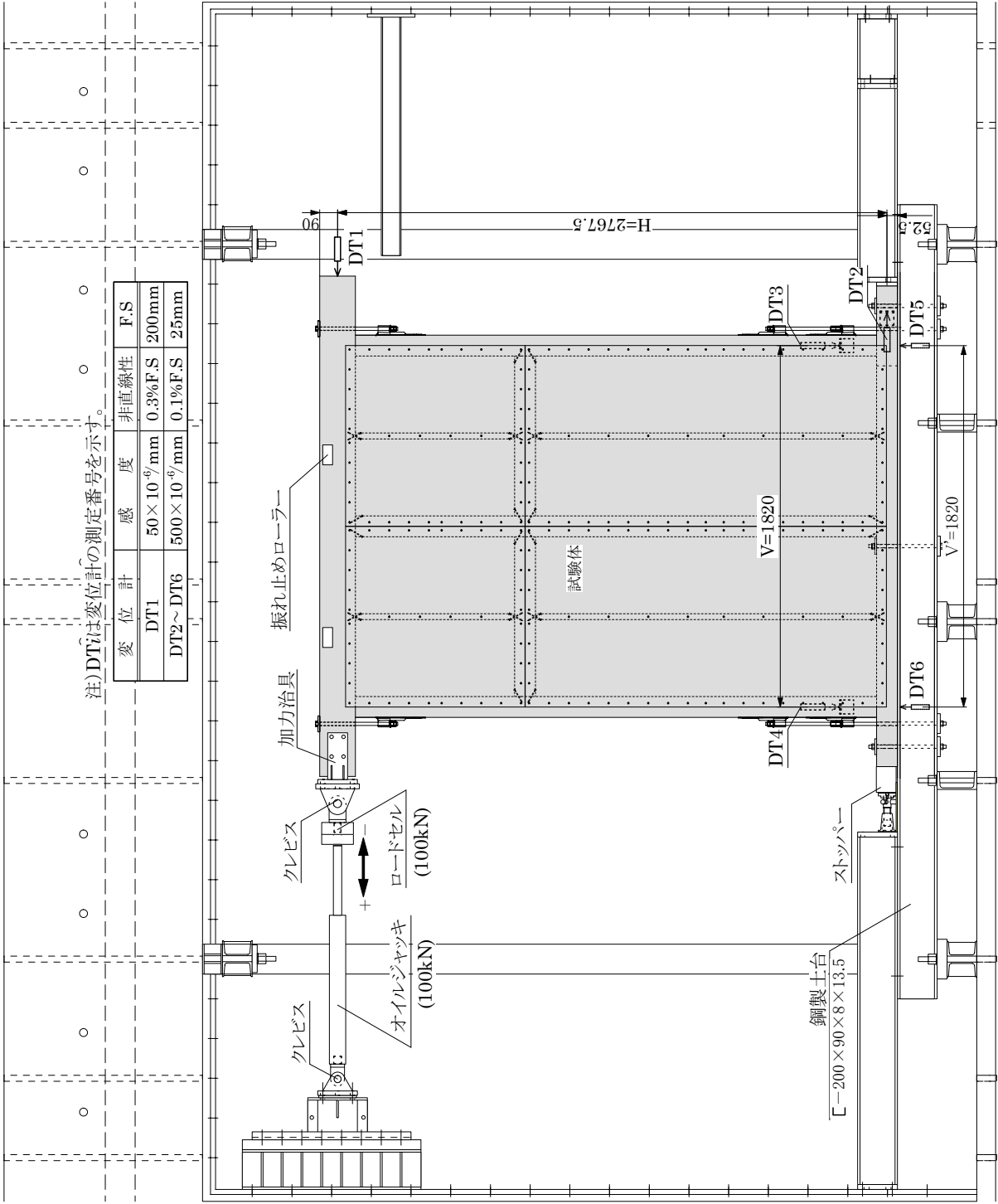
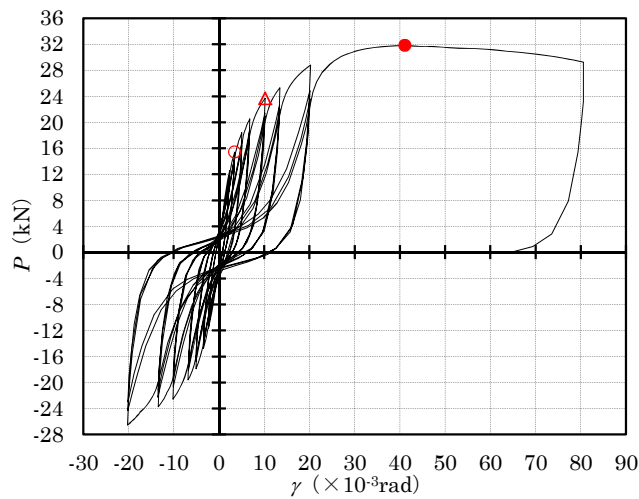
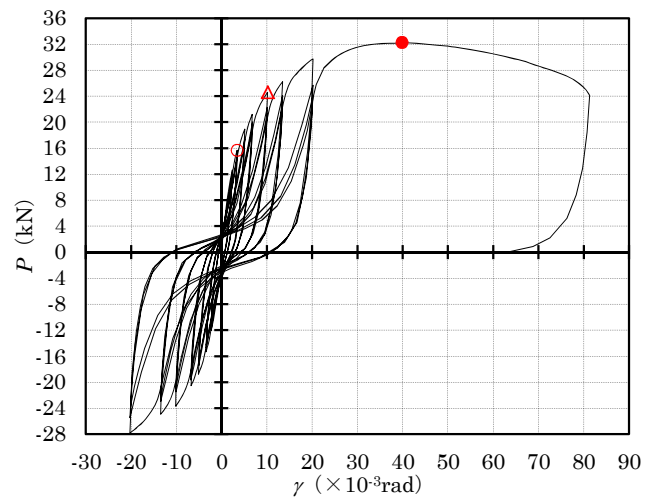


図2 試験装置



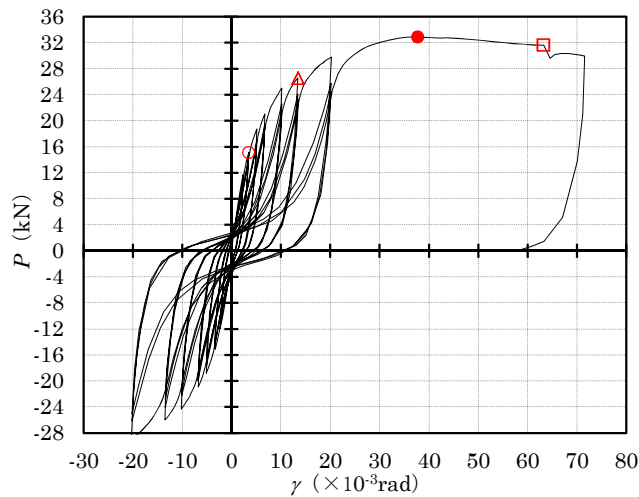
図中 記号	サイクル 数	P (kN)	γ ($\times 10^{-3}$ rad)	発生現象
○	4	15.4	3.5	①
△	13	23.7	10.2	②
●	22	31.8	41.1	$P_{\max}$

(a) 試験体 : No.1



図中 記号	サイクル 数	P (kN)	γ ($\times 10^{-3}$ rad)	発生現象
○	4	15.7	3.4	①
△	13	24.6	10.1	②
●	22	32.2	39.9	$P_{\max}$

(b) 試験体 : No.2



図中 記号	サイクル 数	P (kN)	γ ($\times 10^{-3}$ rad)	発生現象
○	4	15.1	3.5	①
△	16	26.6	13.4	②
●	22	32.9	37.7	$P_{\max}$
□	22	31.6	63.3	③

(c) 試験体 : No.3

注) $P_{\max}$: 正加力側最大耐力時



真のせん断変形角 $\gamma_0=+1/300$ rad時の試験体の状況



図3 $P-\gamma$ 関係 (主な発生現象)

表2 試験結果一覧

(i) 各試験体の試験結果					
			試験体		
			No.1	No.2	No.3
(1)	P_y	(kN)	17.68	18.22	19.21
(2)	$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	(kN)	23.74	24.12	22.84
(3)	$(2/3) \cdot P_{\max}$	(kN)	21.19	21.50	21.92
(4)	P_{120}	(kN)	21.50	22.41	22.65
(5)	P_{300}	(kN)	16.58	16.51	16.88
	$P_{\max}$	(kN)	31.78	32.25	32.88
	P_u	(kN)	29.75	30.12	30.90
	K	($\times 10^3$ kN/rad)	3.77	3.85	3.40
	μ	(-)	8.46	8.52	7.33
	$1/\sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.25	0.25	0.27
	γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	4.68	4.74	5.65
	γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	7.88	7.83	9.10
	γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	66.67	66.67	66.67
	γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	3.79	4.00	4.64
	γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	4.87	4.63	4.74
破壊状況			A	A	A,B

注) すべての試験体において、降伏耐力 P_y 時の真のせん断変形角 γ_{0y} が $1/300$ (3.33×10^{-3}) rad よりも大きい値であったため、下表(a)～(d)に掲げる耐力により短期基準せん断耐力 P_0 を求めた。

(ii) 壁倍率の算出結果						
		平均値 (kN)	変動係数 CV	ばらつき 係 数	50%下限値 (kN)	P_0 (kN)
(a)	P_y	18.37	0.042	0.980	18.00	18.00
(b)	$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	23.57	0.028	0.987	23.26	
(c)	$(2/3) \cdot P_{\max}$	21.54	0.017	0.992	21.37	
(d)	P_{120}	22.19	0.027	0.987	21.90	
						壁倍率 5.0

注) 1.壁倍率: $P_0 \times (1/1.96) \times (1/L)$

L : 壁の長さ (=1.82m)

2.破壊状況の記号の定義を以下に示す。

A: 面材接合ねじくぎ軸部の柱・土台からの抜け出し

B: 柱のひび割れ

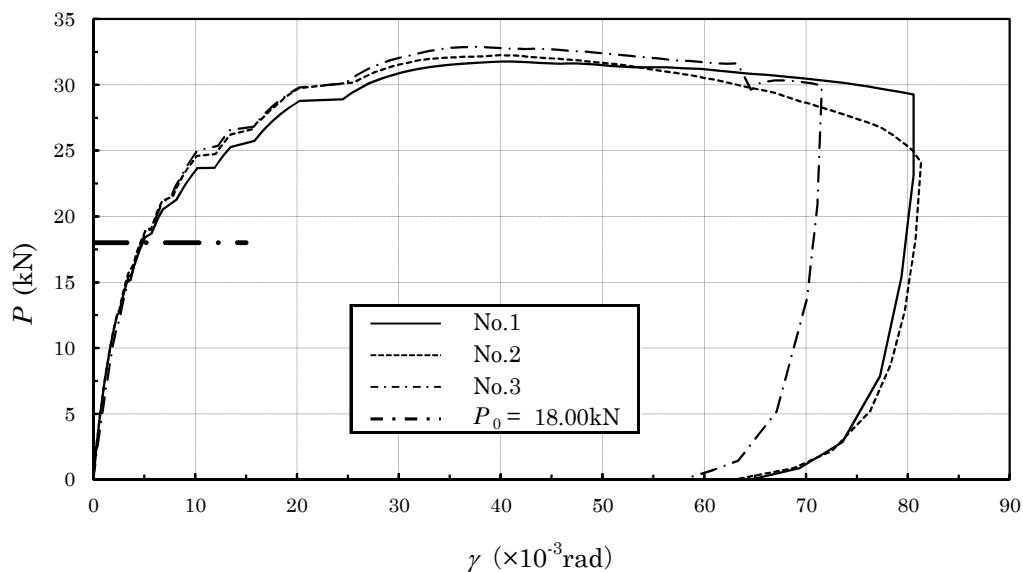


図4 $P - \gamma$ 関係の包絡線(試験体相互の比較)

[資料 1] 記号の定義

・荷 重： P (kN)

・見かけのせん断変形角： γ (rad)

$$\gamma = \frac{\delta 1 - \delta 2}{H} - \theta_b \quad \text{ここに、} H=2767.5\text{mm}$$

・脚部のせん断変形角（回転角）： θ (rad)

$$\theta = \frac{\delta 3 - \delta 4}{V} - \theta_b \quad \text{ここに、} V=1820\text{mm}$$

・真のせん断変形角： γ_0 (rad)

$$\gamma_0 = \gamma - \theta$$

・鋼製土台の回転角： θ_b (rad)

$$\theta_b = \frac{\delta 5 - \delta 6}{V'} \quad \text{ここに、} V'=1820\text{mm}$$

ただし、 $\delta 1 \sim \delta 6$ は図2に示す位置に設置した変位計DT1～DT6の読みを示す。なお、 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ は正加力方向を、 $\delta 3 \sim \delta 6$ は浮き上がる方向を正とする。

- ・ P_y : 降伏耐力 (kN)
- ・ $P_{\max}$: 正加力側最大耐力 (kN)
- ・ P_{120} : 見かけのせん断変形角 $\gamma=1/120\text{rad}$ 時の耐力 (kN)
- ・ P_u : 終局耐力 (kN)
- ・ K : 初期剛性 (kN/rad)
- ・ μ : 塑性率
- ・ γ_y : 降伏変形角 (rad)
- ・ γ_v : 完全弾塑性モデルの降伏点変形角 (rad)
- ・ γ_u : 終局変形角 (rad)
- ・ γ_{p0} : P_0 時の変形角 (rad)
- ・ P_{300} : 真のせん断変形角 $\gamma_0=1/300\text{rad}$ 時の耐力 (kN)
- ・ γ_{0y} : P_y 時の真のせん断変形角 (rad)

[資料2] 試験データ集

1 試験結果の一覧

- ・ 所定変形時における1回目と3回目の荷重比 ----- 付表1
 - ・ $P-\gamma$, θ , γ_0 関係----- 付図1
 - ・ $P-\gamma$ 関係の包絡線（諸量の評価） ----- 付図2
- 記号の定義を [資料1] に示す。

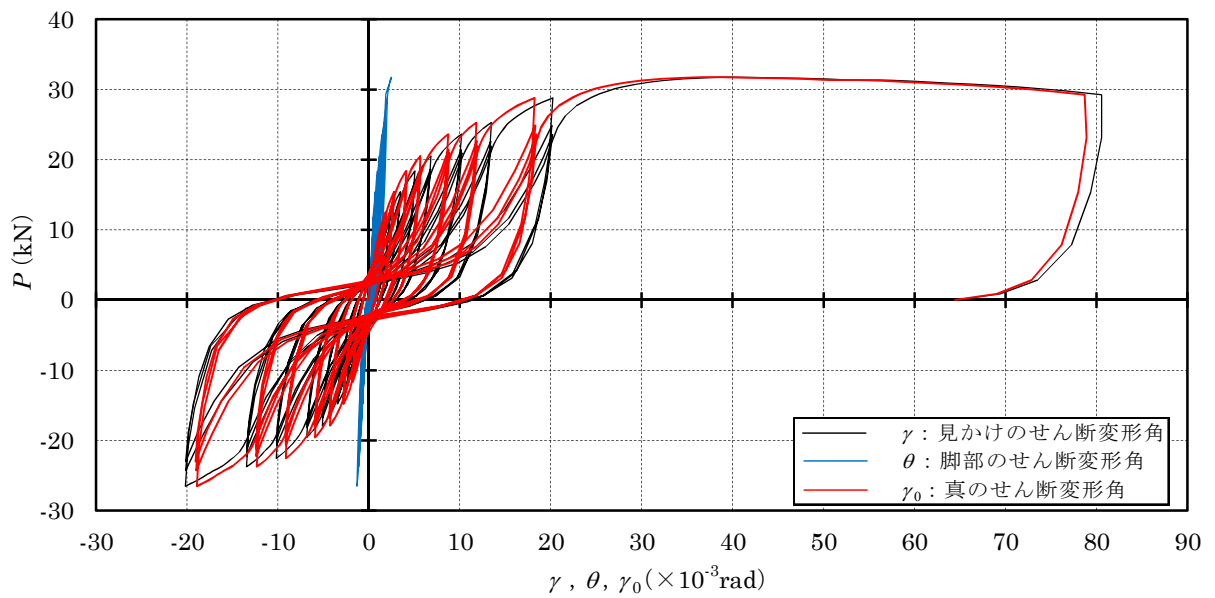
2 試験写真一覧

- ・ 試験装置 ----- 写真A
- ・ 試験終了時の試験体の状況----- 写真B.1.1～写真B.3.2

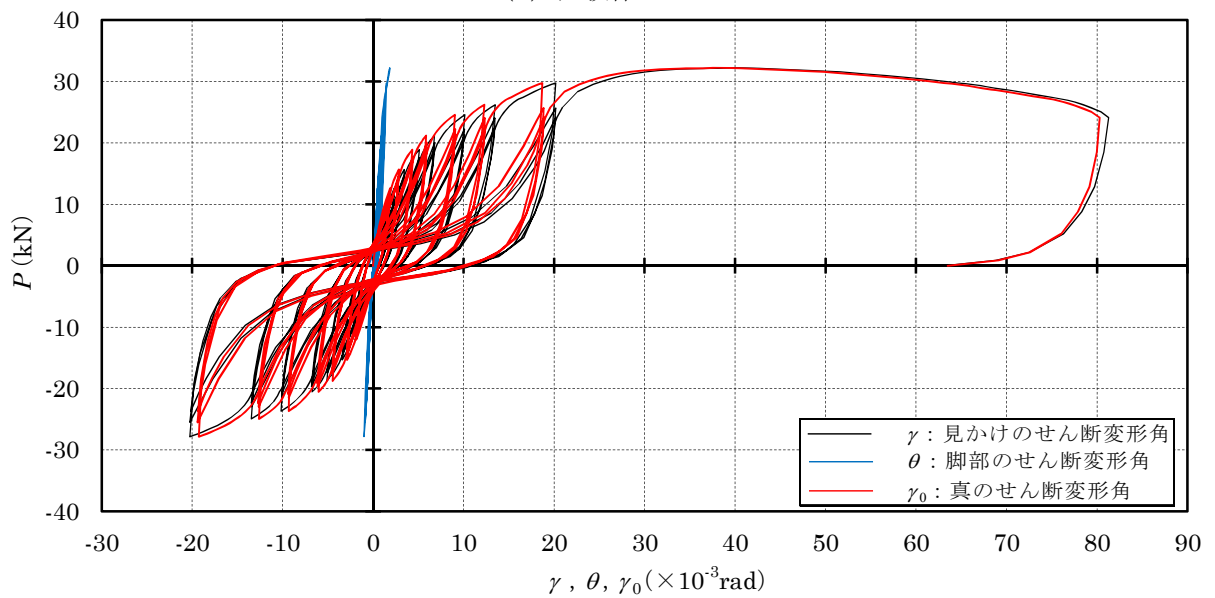
付表1 所定変形時における1回目と3回目の荷重比

	見かけの せん断変形角 γ (rad)	載荷 回数	試験体 : No.1		試験体 : No.2		試験体 : No.3	
			荷重 P (kN)	荷重比	荷重 P (kN)	荷重比	荷重 P (kN)	荷重比
正加力時	1/450	1回目	12.56	0.93	12.63	0.91	11.70	0.91
		3回目	11.62		11.55		10.59	
	1/300	1回目	15.42	0.92	15.67	0.92	15.13	0.92
		3回目	14.22		14.39		13.85	
	1/200	1回目	18.39	0.90	18.93	0.92	18.73	0.91
		3回目	16.50		17.44		17.02	
	1/150	1回目	20.52	0.89	21.19	0.90	21.06	0.90
		3回目	18.32		19.05		19.03	
	1/100	1回目	23.66	0.89	24.60	0.87	25.01	0.86
		3回目	20.97		21.36		21.63	
	1/75	1回目	25.28	0.87	26.21	0.86	26.58	0.88
		3回目	21.95		22.49		23.30	
	1/50	1回目	28.79	0.82	29.75	0.81	29.79	0.82
		3回目	23.59		24.18		24.47	
負加力時	-1/450	1回目	-11.65	0.97	-11.99	0.96	-11.94	0.94
		3回目	-11.30		-11.57		-11.23	
	-1/300	1回目	-14.79	0.96	-15.33	0.94	-15.11	0.96
		3回目	-14.15		-14.37		-14.44	
	-1/200	1回目	-17.90	0.93	-18.76	0.93	-18.81	0.93
		3回目	-16.60		-17.44		-17.48	
	-1/150	1回目	-19.62	0.91	-20.57	0.93	-20.92	0.92
		3回目	-17.83		-19.13		-19.25	
	-1/100	1回目	-22.56	0.87	-23.69	0.88	-24.30	0.90
		3回目	-19.59		-20.92		-21.80	
	-1/75	1回目	-23.76	0.89	-24.94	0.90	-26.02	0.88
		3回目	-21.21		-22.39		-22.85	
	-1/50	1回目	-26.53	0.87	-27.86	0.85	-29.01	0.86
		3回目	-23.03		-23.69		-25.09	

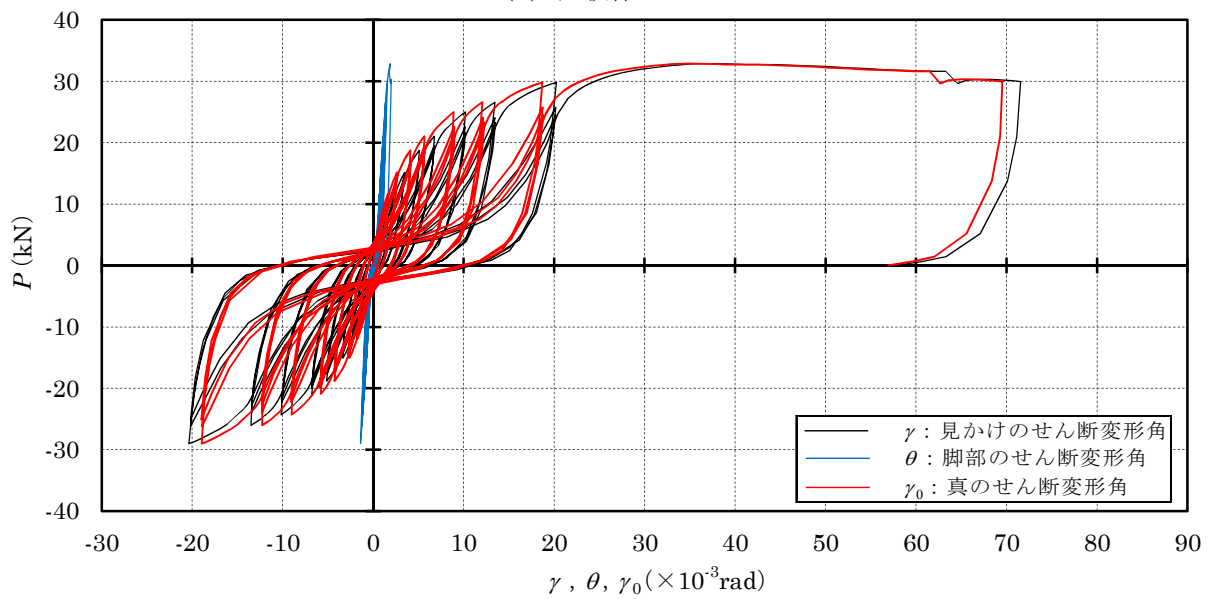
注) 荷重比は、各所定変形時における載荷回数1回目の荷重値に対する3回目のその比率を示す。



(a) 試験体 : No.1



(b) 試験体 : No.2



(c) 試験体 : No.3

付図1 $P - \gamma, \theta, \gamma_0$ 関係

P_y : 降伏耐力

P_u : 終局耐力

注) 1.表2参照

$P_{\max}$: 最大耐力

μ : 塑性率

2.表2(ii)の耐力 ((a)~(d))

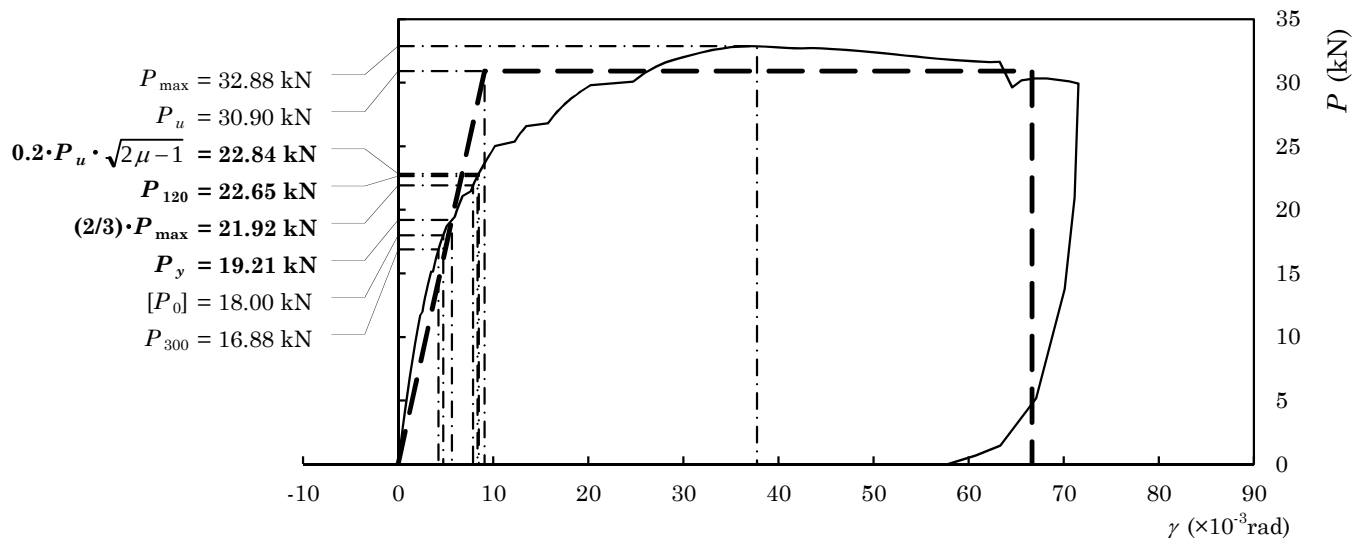
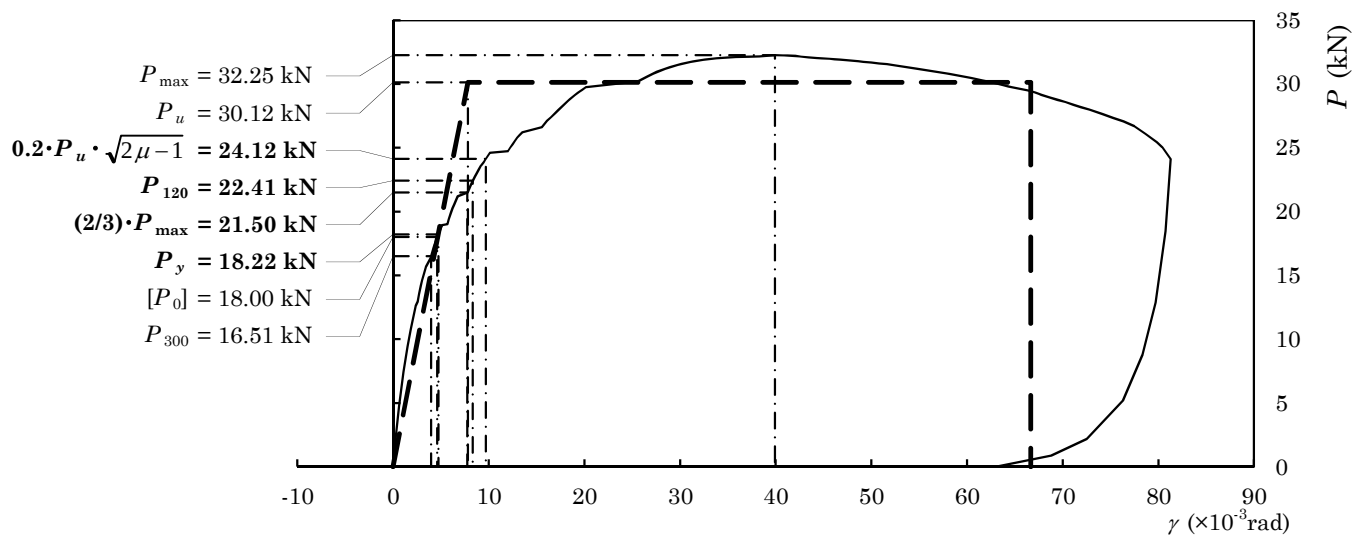
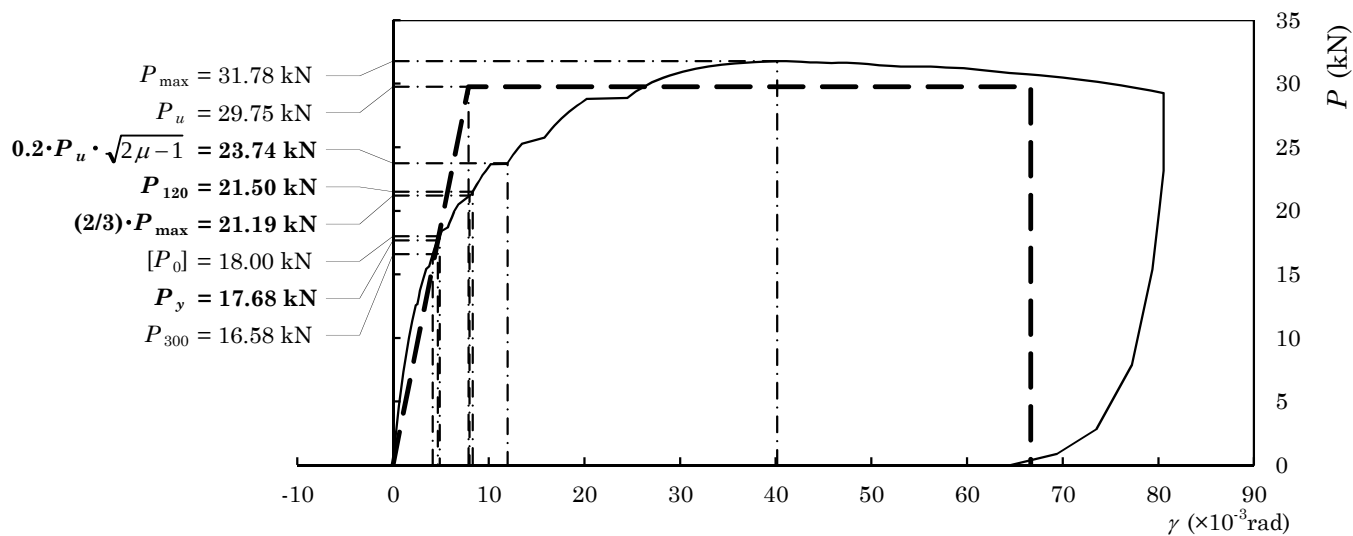
P_{120} : $\gamma=1/120\text{rad}$ 時の耐力

P_{300} : $\gamma_0=1/300\text{rad}$ 時の耐力

を太字で示す。

$[P_0]$: 短期基準せん断耐力

--- : 完全弾塑性モデル



付図2 $P - \gamma$ 関係の包絡線 (諸量の評価)



(a) 全景



(b) 加力部の状況



(c) 振れ止めの状況



(d) 変位計設置状況 [DT1]



(e) 変位計設置状況 [DT2,DT3,DT5]



(f) 変位計設置状況 [DT4,DT6]



(a) 全景 [表面]



(b) 全景 [裏面]



(c) 表面下部



(d) 表面上部



(e) 裏面下部



(f) 裏面上部

写真B.1.1 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.1, その①]



(a) 柱の土台へのめり込み



(b) 接合くぎ軸部の土台からの抜け出し



(c) 胴つなぎ留め付けくぎの抜け出し



(d) 接合くぎ頭部の面材へのめり込み

写真B.1.2 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.1, その②]



(a) 全景 [表面]



(b) 全景 [裏面]



(c) 表面下部



(d) 表面上部



(e) 裏面下部



(f) 裏面上部

写真B.2.1 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.2, その①]



(a) 柱の土台へのめり込み



(b) 接合くぎ軸部の柱からの抜け出し



(c) 胴つなぎ留め付けくぎの抜け出し



(d) 接合くぎ頭部の面材へのめり込み

写真B.2.2 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.2, その②]



(a) 全景 [表面]



(b) 全景 [裏面]



(c) 表面下部



(d) 表面上部



(e) 裏面下部



(f) 裏面上部

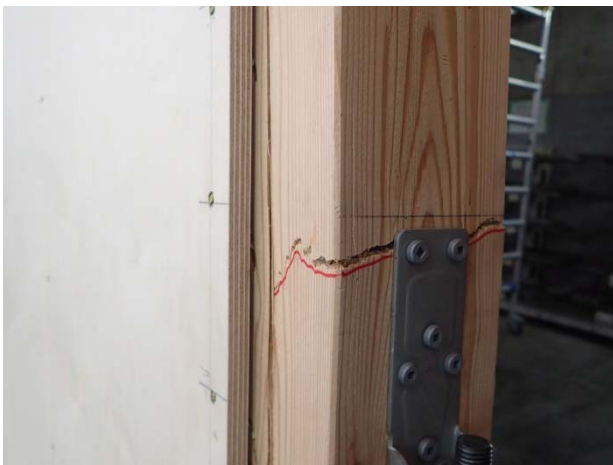
写真B.3.1 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.3, その①]



(a) 柱の土台へのめり込み



(b) 接合くぎ軸部の土台からの抜け出し



(c) 柱のひび割れ



(d) 接合くぎ頭部の面材へのめり込み

写真B.3.2 試験終了時の試験体の状況 [試験体：No.3, その②]

本書の取扱いについて

- ・ 本書の最終ページは本ページです。
- ・ 本書の試験結果は、本書中に記載の試験体について得られたものです。
- ・ 本書を複製して第三者に開示する場合は、必ず全文を複製することとし、一部分だけの複製は行わないで下さい。
- ・ 本試験結果の一部分を、当試験所の名称を付してカタログに掲載する等、一般に開示する場合は、文書によって当試験所の承認を得るようにして下さい。

本書についての問い合わせは、下記までお願いします。

一般財団法人 日本建築総合試験所
構造部 構造試験室

TEL : 06-6834-7913 (直通)

06-6872-0391 (代表)

FAX : 06-6155-5367 (直通)

06-6874-0784 (代表)