

試験番号：IIA-13-0029(6)

受付日：平成26年 3月26日

報告日：平成26年11月28日

天井部材クリップ接合部の強度試験
[商品名：TT スーパークリップW]
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。

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 井上 一朗



報告書発行責任者

構造試験室長

博士(工学) 安井 信行



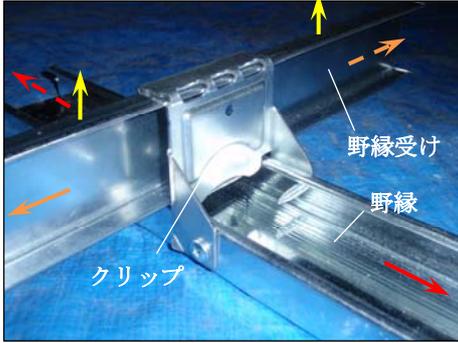
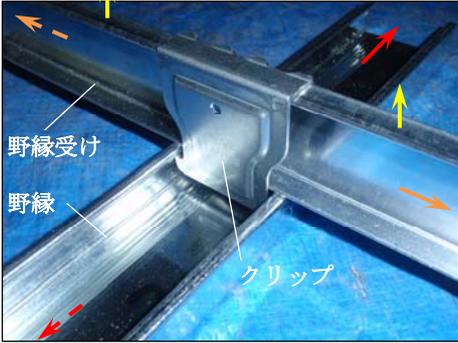
試験名称	天井部材クリップ接合部の強度試験																																																																																										
商品名	TT スーパークリップ W																																																																																										
依頼者(所在地)	株式会社サワタ (兵庫県尼崎市田能5丁目8番1号)																																																																																										
試験実施日	平成26年3月31日～4月7日および平成26年8月18日～8月22日																																																																																										
試験目的	当該商品を用いたクリップ接合部の許容耐力 P_a および剛性 K を求めること。																																																																																										
準拠基準	「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説 第II編 天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法 (平成25年10月 国土交通省国土技術政策総合研究所)」																																																																																										
試験因子と試験体数	構成材料の概要	・クリップ：TTスーパークリップW ・野縁：CW-19 (JIS A 6517) ・野縁受け：CC-19 (JIS A 6517)																																																																																									
	クリップの掛け方	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">クリップの掛け方</th> <th colspan="7">加力方向および加力方法</th> </tr> <tr> <th>引張方向</th> <th colspan="3">水平(野縁)方向</th> <th colspan="3">水平(野縁受け)方向</th> </tr> <tr> <th>一方向加力</th> <th>一方向加力</th> <th>正負繰返し加力</th> <th>一方向加力</th> <th>正負繰返し加力</th> </tr> <tr> <td>背掛け</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体^{注1)}</td> <td>3体</td> <td>省略^{注3)}</td> <td>1体^{注2)}</td> </tr> <tr> <td>腹掛け</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体^{注1)}</td> <td>3体</td> <td>省略^{注3)}</td> <td>1体^{注2)}</td> </tr> </thead> </table>									クリップの掛け方	加力方向および加力方法							引張方向	水平(野縁)方向			水平(野縁受け)方向			一方向加力	一方向加力	正負繰返し加力	一方向加力	正負繰返し加力	背掛け	3体	3体	3体	2体 ^{注1)}	3体	省略 ^{注3)}	1体 ^{注2)}	腹掛け	3体	3体	3体	2体 ^{注1)}	3体	省略 ^{注3)}	1体 ^{注2)}																																													
	クリップの掛け方	加力方向および加力方法																																																																																									
		引張方向	水平(野縁)方向			水平(野縁受け)方向																																																																																					
一方向加力		一方向加力	正負繰返し加力	一方向加力	正負繰返し加力																																																																																						
背掛け	3体	3体	3体	2体 ^{注1)}	3体	省略 ^{注3)}	1体 ^{注2)}																																																																																				
腹掛け	3体	3体	3体	2体 ^{注1)}	3体	省略 ^{注3)}	1体 ^{注2)}																																																																																				
試験体数	注1) 「資料3」および「資料4」による試験を1体ずつ実施した。 注2) 「資料4」による試験を1体実施した。 注3) 水平(野縁受け)方向では、試験体形状が対称のため負側の試験を実施しなかった。																																																																																										
試験体	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 引張方向： → 水平(野縁)方向 : 正側 → 負側 - - - → 水平(野縁受け)方向 : 正側 → 負側 - - - </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 背掛け</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 腹掛け</p> </div> </div>																																																																																										
形状・寸法	「資料1 試験体の構成材料と形状・寸法の詳細」																																																																																										
備考	試験体の組み立ては依頼者によって行われた。																																																																																										
試験方法および評価方法	「資料2 加力・計測方法」、「資料3 接合部の許容耐力・剛性の評価方法1」 「資料4 接合部の許容耐力・剛性の評価方法2」																																																																																										
試験結果	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">掛け方</th> <th rowspan="3">加力方向</th> <th colspan="4">評価方法1 (資料3)</th> <th colspan="4">評価方法2 (資料4)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">正側</th> <th colspan="2">負側</th> <th colspan="2">正側</th> <th colspan="2">負側</th> </tr> <tr> <th>P_a (N) [α]</th> <th>K (N/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">背掛け</td> <td>引張方向</td> <td>820[1.50]</td> <td>2572</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>920[1.50]</td> <td>2328</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁)方向</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>493</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>813</td> <td>520[1.50]</td> <td>196</td> <td>920[1.50]</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁受け)方向</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>860[1.50]</td> <td>355</td> <td>860[1.50]</td> <td>355</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">腹掛け</td> <td>引張方向</td> <td>1030[1.50]</td> <td>2591</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1550[1.50]</td> <td>1604</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁)方向</td> <td>270[1.50]</td> <td>509</td> <td>1310[1.50]</td> <td>1017</td> <td>630[1.50]</td> <td>262</td> <td>1090[1.50]</td> <td>1089</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁受け)方向</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>840[1.50]</td> <td>306</td> <td>840[1.50]</td> <td>306</td> </tr> </tbody> </table> <p>・試験結果の一覧 ----- 表1.1～表2.6 ・荷重P—変形δ関係 ----- 図1.1～図2.6 ・破壊の状態 ----- 写真1.1～写真2.6 ・資料5 試験データ集</p> <p>注) 表・図・写真1.n は「評価方法1」による試験結果を、表・図・写真2.n は「評価方法2」による試験結果を表す。なお、上記試験結果中の記号の定義は「資料2」、「資料3」、「資料4」による。</p>									掛け方	加力方向	評価方法1 (資料3)				評価方法2 (資料4)				正側		負側		正側		負側		P_a (N) [α]	K (N/mm)	背掛け	引張方向	820[1.50]	2572	—	—	920[1.50]	2328	—	—	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	493	不確定[1.50]	813	520[1.50]	196	920[1.50]	800	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	860[1.50]	355	860[1.50]	355	腹掛け	引張方向	1030[1.50]	2591	—	—	1550[1.50]	1604	—	—	水平(野縁)方向	270[1.50]	509	1310[1.50]	1017	630[1.50]	262	1090[1.50]	1089	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	840[1.50]	306	840[1.50]	306						
掛け方	加力方向	評価方法1 (資料3)				評価方法2 (資料4)																																																																																					
		正側		負側		正側		負側																																																																																			
		P_a (N) [α]	K (N/mm)	P_a (N) [α]	K (N/mm)	P_a (N) [α]	K (N/mm)	P_a (N) [α]	K (N/mm)																																																																																		
背掛け	引張方向	820[1.50]	2572	—	—	920[1.50]	2328	—	—																																																																																		
	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	493	不確定[1.50]	813	520[1.50]	196	920[1.50]	800																																																																																		
	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	860[1.50]	355	860[1.50]	355																																																																																		
腹掛け	引張方向	1030[1.50]	2591	—	—	1550[1.50]	1604	—	—																																																																																		
	水平(野縁)方向	270[1.50]	509	1310[1.50]	1017	630[1.50]	262	1090[1.50]	1089																																																																																		
	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	840[1.50]	306	840[1.50]	306																																																																																		
担当者	構造部 構造試験室 試験責任者：杉本 敏和 試験担当者：河合 大・中尾 裕典																																																																																										

表1.1 試験結果の一覧（引張方向加力，背掛け，評価方法1）

一方向加力試験										
試験体	損傷時の荷重 P_d^{*1}			損傷時の変形 δ_d			接合部の剛性 K (N/mm)	最大荷重 P_{max}		破壊 ^{*2} の状態
	(N)	平均値 P_d^{ave}	標準偏差 σ	(mm)	平均値 δ_d^{ave}	(N)		平均値 P_{max}^{ave}		
1	1368	1227	191	0.515	0.477	2572	2915	2769	A	
2	1009			0.422					2554	A
3	1304			0.495					2837	A
許容耐力 P_a (N)	820			a	1.50	備考	-			

※1 損傷時の荷重の算出結果の詳細は「資料5 試験データ集」に示す。

※2 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップつめによる野縁の亀裂

一方向加力：—— No.1, ---- No.2, No.3, 損傷時の荷重 P_d^{ave} と変形 δ_d^{ave} ：○
接合部の剛性 K ：-----, 許容耐力 P_a ：——

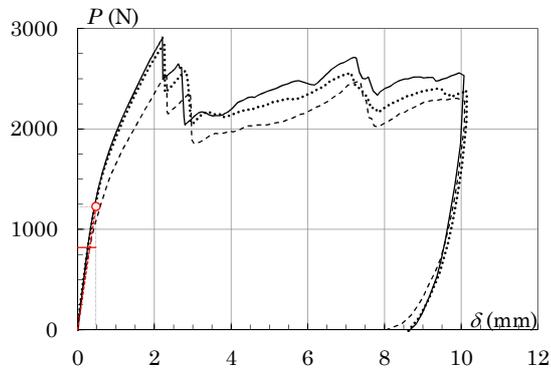


図1.1 荷重 P －変形 δ 関係（引張方向加力，背掛け，評価方法1）



【破壊の状態A】

写真1.1 破壊の状態（引張方向加力，背掛け）

表1.2 試験結果の一覧（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）

一方向加力試験										
試験体	損傷時の荷重 P_d^{*1}			損傷時の変形 δ_d			接合部の剛性 K (N/mm)	最大荷重 P_{max}		破壊 *2 の状態
	(N)	平均値 P_d^{ave}	標準偏差 σ	(mm)	平均値 δ_d^{ave}	(N)		平均値 P_{max}^{ave}		
1	1726	1544	186	0.749	0.596	2591	4783	4663	A	
2	1354			0.438					A	
3	1551			0.600					A	
許容耐力 P_a (N)	1030			a	1.50	備考	-			

※1 損傷時の荷重の算出結果の詳細は「資料5 試験データ集」に示す。

※2 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップつめによる野縁の亀裂

一方向加力：—— No.1, ---- No.2, No.3, 損傷時の荷重 P_d^{ave} と変形 δ_d^{ave} ：○
接合部の剛性 K ：- - - - - , 許容耐力 P_a ：—

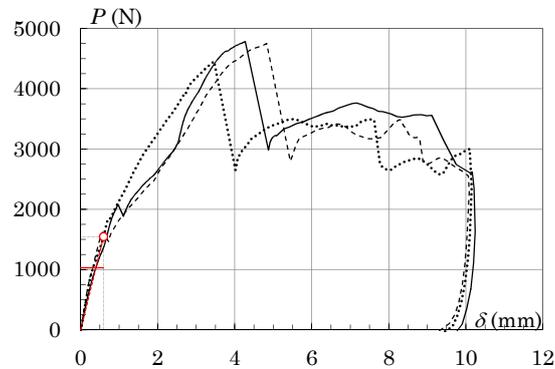
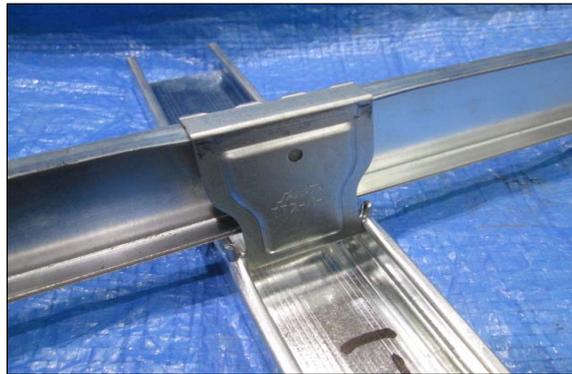


図1.2 荷重 P －変形 δ 関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）



【破壊の状態A】

写真1.2 破壊の状態（引張方向加力，腹掛け）

表1.3 試験結果の一覧（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法1）

一方向加力試験											
方向	試験体	損傷時の荷重 P_d^{*1}			損傷時の変形 δ_d		接合部の剛性 K (N/mm)	最大荷重 P_{max}		破壊 ^{*3} の状態	
		(N)	平均値 P_d^{ave}	標準偏差 σ	(mm)	平均値 δ_d^{ave}		(N)	平均値 P_{max}^{ave}		
正側	1	288	354	70	0.319	0.718	493	3606	3363	A	
	2	347			0.957			3481		A	
	3	428			0.878			3003		A	
負側	1	1406	1333	330	1.906	1.639	813	3421	3533	A	
	2	972			1.233			3689		A,B	
	3	1620			1.779			3490		A,B	
正負繰返し加力試験											
方向	制御変形基準値 D_a		判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha$	$\pm 1.5 D_a$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N) ^{*2}						最大荷重 ^{*4} P_{max} (N)	破壊 ^{*4} の状態
	(mm)	a		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.479	1.50	283	510	1.80	501	1.77	501	1.77	—	—
負側	1.093	1.50	1066	1048	0.98	1015	0.95	1020	0.96	3838	A,B
許容耐力 P_a (N)		正側		負側		備考					
		—		—		正負繰返し加力試験において、 $1.5 D_a$ 到達時の荷重が判定荷重を満たさなかったため、許容耐力は確定しなかった。					

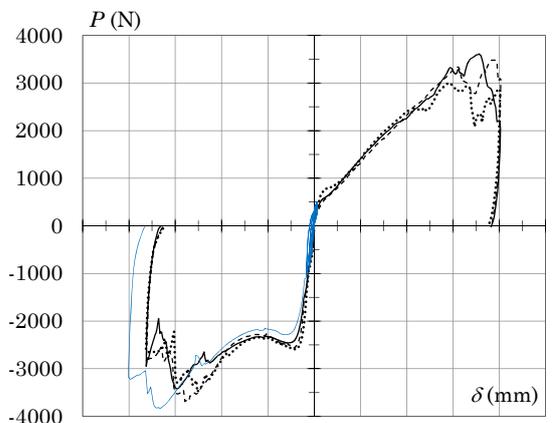
※1 損傷時の荷重の算出結果の詳細は「資料5 試験データ集」に示す。

※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

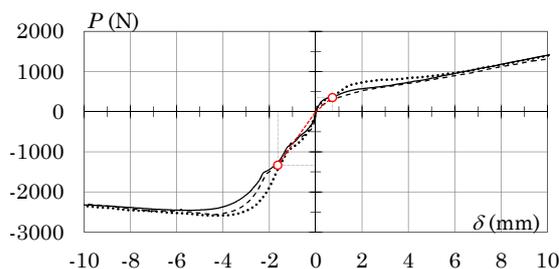
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップ・野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

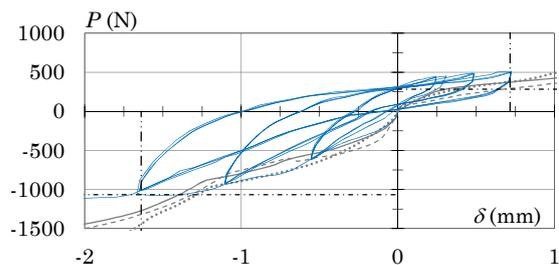
一方向加力(正負)： — No.1, - - - No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d^{ave} と変形 δ_d^{ave} ： ○，接合部の剛性 K ： - - -
 正負繰返し加力： —，判定荷重：， $\pm 1.5 D_a$ ： - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験 (損傷時の荷重・許容耐力・剛性)



(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図1.3 荷重 P —変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法1）



(a) 破壊の状態A (正側)



(b) 破壊の状態A (負側)



(c) 破壊の状態B

写真1.3 破壊の状態（水平（野縁）方向加力，背掛け）

表1.4 試験結果の一覧（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法1）

一方向加力試験											
方向	試験体	損傷時の荷重 P_d^{*1}			損傷時の変形 δ_d		接合部の剛性 K (N/mm)	最大荷重 P_{max}		破壊 ^{*3} の状態	
		(N)	平均値 P_d^{ave}	標準偏差 σ	(mm)	平均値 δ_d^{ave}		(N)	平均値 P_{max}^{ave}		
正側	1	388	412	77	0.712	0.810	509	3041	3192	A	
	2	498			1.290			3161		A	
	3	350			0.428			3374		A	
負側	1	2264	1967	296	2.041	1.935	1017	3397	3285	A,B	
	2	1964			2.749			3064		A	
	3	1672			1.014			3393		A	
正負繰返し加力試験											
方向	制御変形基準値 D_a		判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha$	$\pm 1.5 D_a$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N) ^{*2}						最大荷重 P_{max} (N)	破壊 ^{*3} の状態
	(mm)	a		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.540	1.50	330	436	1.32	450	1.36	463	1.40	—	—
負側	1.290	1.50	1574	1933	1.23	1849	1.17	1803	1.15	3555	A,B
許容耐力 P_a (N)		正側		負側		備考		—			
		270		1310							

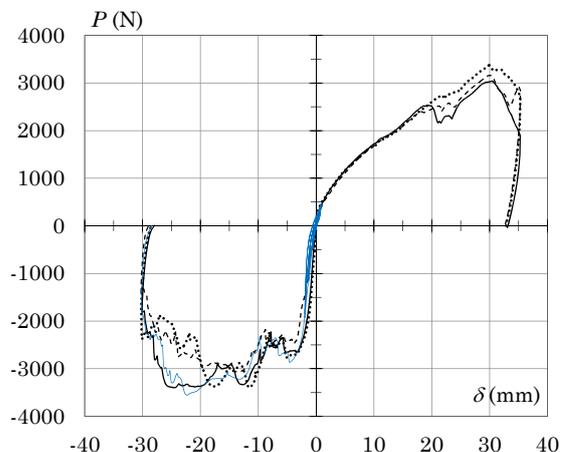
※1 損傷時の荷重の算出結果の詳細は「資料5 試験データ集」に示す。

※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

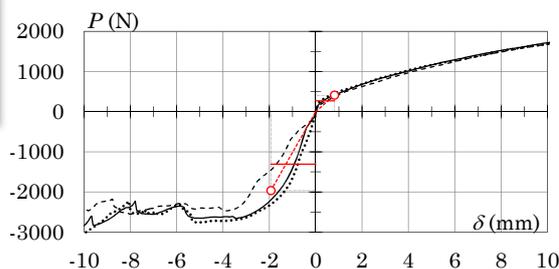
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップ・野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

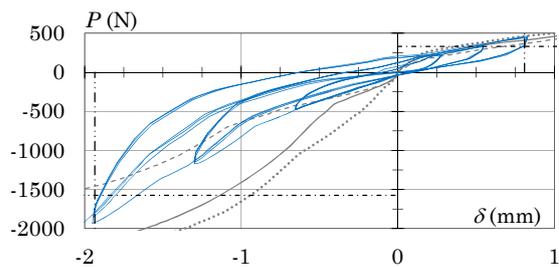
一方向加力(正負)：—— No.1, - - - - No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d^{ave} と変形 δ_d^{ave} ：○, 接合部の剛性 K ：- - - -
 許容耐力 P_a ：——
 正負繰返し加力：——, 判定荷重：- - - -, $\pm 1.5 D_a$ ：- - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験 (損傷時の荷重・許容耐力・剛性)



(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図1.4 荷重 P —変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法1）



(a) 破壊の状態A (正側)



(b) 破壊の状態A (負側)



(c) 破壊の状態B

写真1.4 破壊の状態（水平（野縁）方向加力，腹掛け）

表2.1 試験結果の一覧（引張方向加力，背掛け，評価方法2）

一方向加力試験											
試験体	損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		2/3 $\cdot P_d$ 時の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u		最大荷重 P_{max}		破壊の状態
	(N)	備考*1	(mm)	平均値 δ_d^{ave}			(N)	平均値 P_u^{ave}	(N)	平均値 P_{max}^{ave}	
1	1385	①終局耐力	0.526	0.595	0.297	2328	2915	2769	2915	2769	A
2			0.717		0.370		2554		2554		A
3			0.543		0.306		2837		2837		A
許容耐力 P_a (N)		920	α	1.50	備考	-					

※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※2 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップつめによる野縁の亀裂

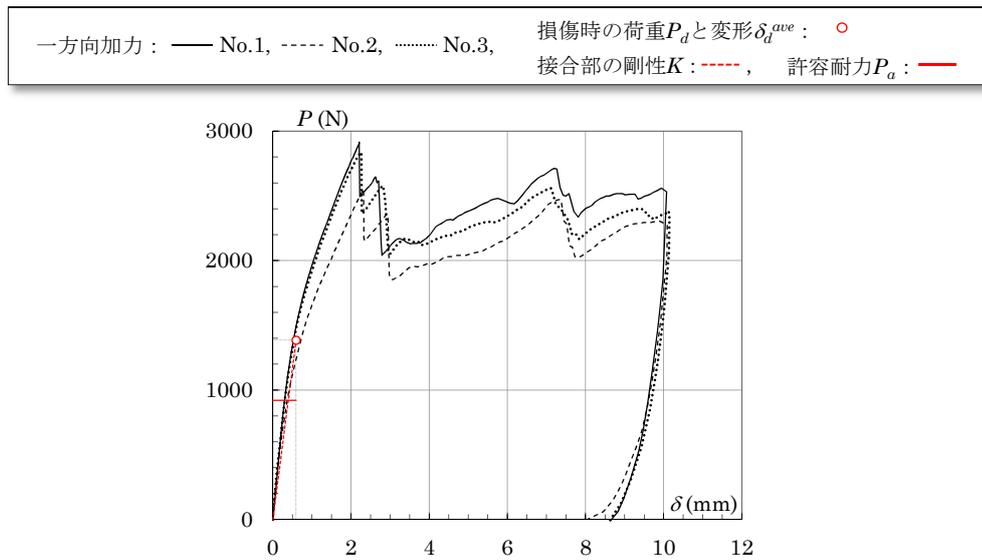


図2.1 荷重 P —変形 δ 関係（引張方向加力，背掛け，評価方法2）



【破壊の状態A】

写真2.1 破壊の状態（引張方向加力，背掛け）

表2.2 試験結果の一覧（引張方向加力，腹掛け，評価方法2）

一方向加力試験											
試験体	損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		2/3 $\cdot P_d$ 時の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u		最大荷重 P_{max}		破壊の状態
	(N)	備考*1	(mm)	平均値 δ_d^{ave}			(N)	平均値 P_u^{ave}	(N)	平均値 P_{max}^{ave}	
1	2332	①終局耐力	1.531	1.454	0.680	1604	4783	4663	4783	4663	A
2			1.670		0.527		4751		4751		A
3			1.161		0.602		4454		4454		A
許容耐力 P_a (N)		1550	α	1.50	備考	-					

※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※2 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップつめによる野縁の亀裂

一方向加力：—— No.1, - - - - No.2, No.3, 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d^{ave} ：○
接合部の剛性 K ：- - - - , 許容耐力 P_a ：——

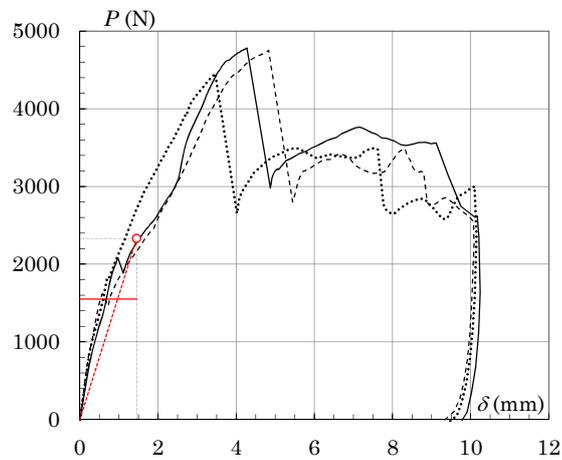
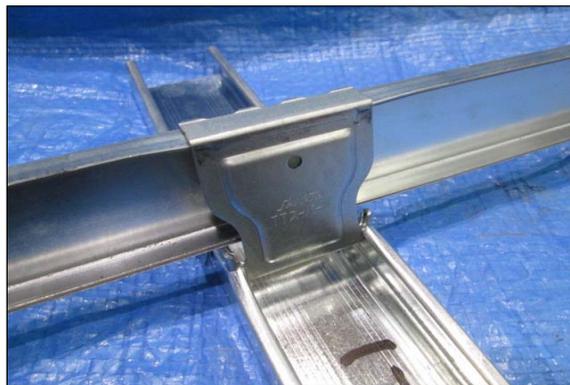


図2.2 荷重 P －変形 δ 関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法2）



【破壊の状態A】

写真2.2 破壊の状態（引張方向加力，腹掛け）

表2.3 試験結果の一覧（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法2）

一方向加力試験											
試験体	損傷時の荷重 P_d (N)	備考*1	損傷時の変形 δ_d (mm)		$2/3 \cdot P_d$ 時 の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の 剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u (N)		最大荷重 P_{max} (N)		破壊*3 の状態
			平均値 δ_d^{ave}				平均値 P_u^{ave}		平均値 P_{max}^{ave}		
正側	779	③許容耐力 時変形制限	4.503	3.975	1.458	196	2258	2325	3606	3363	A
			4.809		2.000		2320		3481		A
			2.614		1.078		2398		3003		A
負側	1376	①終局耐力	1.836	1.721	1.261	800	2669	2752	3421	3533	A
			1.735		1.187		2774		3689		A,B
			1.593		1.067		2812		3490		A,B
正負繰返し加力試験											
方向	変形制御値 $\pm D_a^{1.5}$ (mm)	判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d / a$ (N)			$\pm D_a^{1.5}$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N)*2				最大 荷重 P_{max} (N)	破壊*3 の状態	
		a	2回目	判定	3回目	判定					
正側	0.756	623	1.50	830	1.33	857	1.38	—	—		
負側	1.691	1101	1.50	1381	1.25	1367	1.24	3592	A,B		
許容耐力 P_a (N)		正側	負側	備考							
		520	920	—							

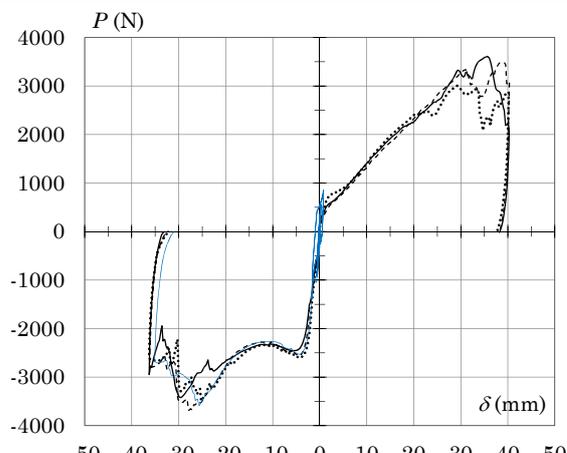
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

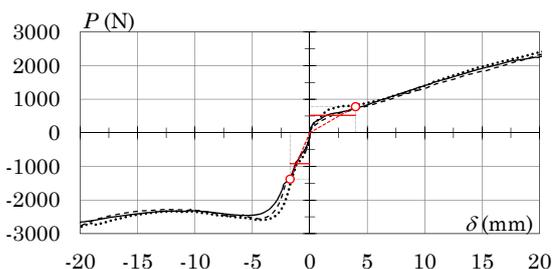
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

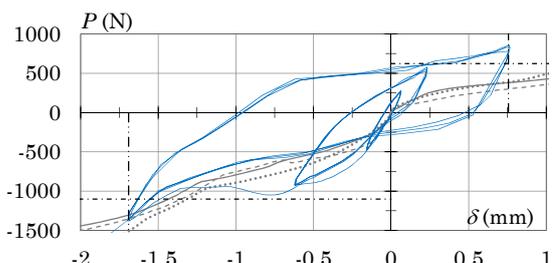
一方向加力(正負)：—— No.1, - - - - No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d^{ave} ：○, 接合部の剛性 K ：- - - -
 許容耐力 P_a ：——
 正負繰返し加力：——, 判定荷重：- - - -, $\pm D_a^{1.5}$ ：- - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験（損傷時の荷重・許容耐力・剛性）



(c) 正負繰返し加力試験（判定結果）

図2.3 荷重 P —変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法2）



(a) 破壊の状態A（正側）



(b) 破壊の状態A（負側）



(c) 破壊の状態B

写真2.3 破壊の状態（水平（野縁）方向加力，背掛け）

表2.4 試験結果の一覧（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法2）

一方向加力試験											
試験体	損傷時の荷重 P_d (N)	備考*1	損傷時の変形 δ_d (mm)		2/3 $\cdot P_d$ 時 の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の 剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u (N)		最大荷重 P_{max} (N)		破壊*3 の状態
			平均値 δ_d^{ave}				平均値 P_u^{ave}		平均値 P_{max}^{ave}		
正側	938	③許容耐力 時変形制限	3.493	3.584	1.738	262	2531	2529	3041	3192	A
			3.820		2.000		2451		3161		A
			3.438		1.668		2605		3374		A
負側	1638	①終局耐力	1.193	1.504	0.776	1089	3369	3275	3397	3285	A,B
			2.331		1.431		3064		3064		A
			0.988		0.657		3393		3393		A
正負繰返し加力試験											
方向	変形制御値 $\pm D_a^{1.5}$ (mm)	判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d / a$ (N)		a	$\pm D_a^{1.5}$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N)*2				最大 荷重 P_{max} (N)	破壊*3 の状態	
		2回目	判定		3回目	判定					
正側	2.438	750	1.50	955	1.27	950	1.27	—	—		
負側	1.312	1310	1.50	1562	1.19	1548	1.18	3476	A		
許容耐力 P_a (N)		正側	負側	備考	—						
		630	1090								

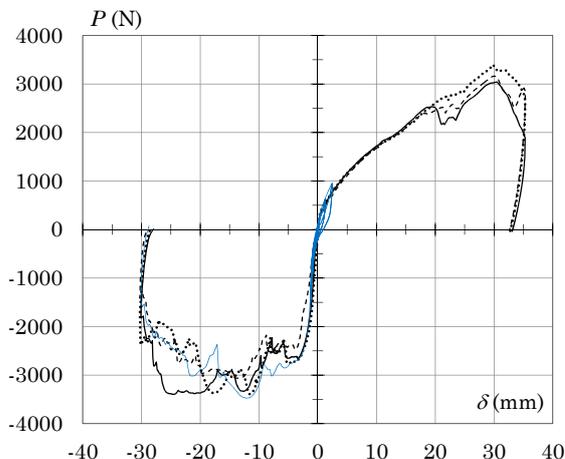
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

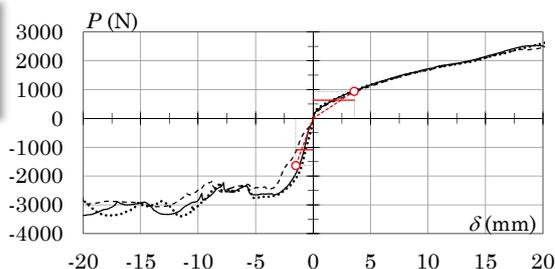
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A：クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

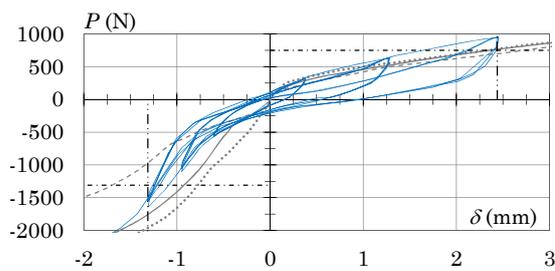
一方向加力(正負)：—— No.1, - - - - No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d^{ave} ：○, 接合部の剛性 K ：- - - -
 許容耐力 P_a ：——
 正負繰返し加力：——, 判定荷重：- - - -, $\pm D_a^{1.5}$ ：- - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験（損傷時の荷重・許容耐力・剛性）



(c) 正負繰返し加力試験（判定結果）

図2.4 荷重 P —変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法2）



(a) 破壊の状態A（正側）



(b) 破壊の状態A（負側）



(c) 破壊の状態B

写真2.4 破壊の状態（水平（野縁）方向加力，腹掛け）

表2.5 試験結果の一覧 (水平 (野縁受け) 方向加力, 背掛け, 評価方法2)

一方向加力試験														
試験体	損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		$2/3 \cdot P_d$ 時の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u		最大荷重 P_{max}		破壊 ^{*3} の状態			
	(N)	備考 ^{*1}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}			(N)	平均値 P_u^{ave}	(N)	平均値 P_{max}^{ave}				
正側	1	1286	③許容耐力時変形制限	3.661	3.627	355	3258	3300	3258	3300	A,B			
	2			3.564							1.814	3323	3323	A,B
	3			3.656							1.916	3319	3319	A,B
負側	試験体形状が対称のため試験を実施しなかった													
正負繰返し加力試験														
方向	変形制御値 $\pm D_a^{1.5}$ (mm)	判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d / a$		$\pm D_a^{1.5}$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N) ^{*2}				最大荷重 P_{max} (N)	破壊 ^{*3} の状態					
		(N)	a	2回目	判定	3回目	判定							
正側	3.578	1029	1.50	1289	1.25	1261	1.23	3342	A,B					
負側	3.035	1029	1.50	1251	1.22	1228	1.19	—	—					
許容耐力 P_a (N)		正側	負側	備考										
		860	860	—										

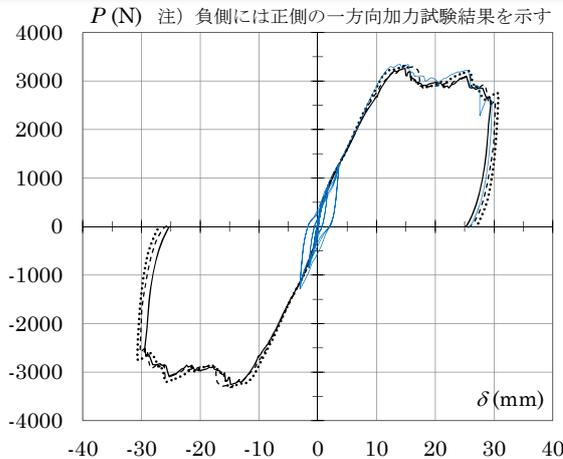
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

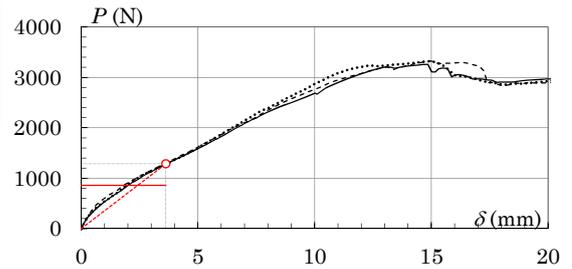
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A: クリップつめによる野縁の亀裂 B: クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊

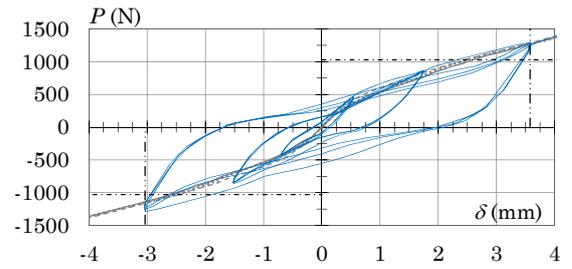
一方向加力(正負): — No.1, ---- No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d^{ave} : ○, 接合部の剛性 K : - - - -
 許容耐力 P_a : ————
 正負繰返し加力: ————, 判定荷重: - - - - , $\pm D_a^{1.5}$: - - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験 (損傷時の荷重・許容耐力・剛性)



(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図2.5 荷重 P —変形 δ 関係 (水平 (野縁受け) 方向加力, 背掛け, 評価方法2)



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B

写真2.5 破壊の状態 (水平 (野縁受け) 方向加力, 背掛け)

表2.6 試験結果の一覧 (水平 (野縁受け) 方向加力, 腹掛け, 評価方法2)

一方向加力試験													
試験体	損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		2/3 $\cdot P_d$ 時の変形 $\delta_{2/3d}$ (mm)	接合部の剛性 K (N/mm)	終局耐力 P_u		最大荷重 P_{max}		破壊の状態 ^{*3}		
	(N)	備考 ^{*1}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}			(N)	平均値 P_u^{ave}	(N)	平均値 P_{max}^{ave}			
正側	1	1260	③許容耐力時変形制限	4.207	4.117	306	2907	3005	2985	3031	A,B,C		
	2			4.003					1.737		2994	2994	A,B,C
	3			4.142					1.993		3115	3115	A,B,C
負側	試験体形状が対称のため試験を実施しなかった												
正負繰返し加力試験													
方向	変形制御値 $\pm D_a^{1.5}$ (mm)	判定荷重 $0.8 \cdot 1.5 P_d / a$		$\pm D_a^{1.5}$ 到達時の荷重 P_d^{cyc} (N) ^{*2}				最大荷重 P_{max} (N)	破壊の状態 ^{*3}				
		(N)	a	2回目	判定	3回目	判定						
正側	3.792	1008	1.50	1210	1.20	1182	1.17	3189	A,B,C,D				
負側	3.288	1008	1.50	1233	1.22	1210	1.20	—	—				
許容耐力 P_a (N)	正側		負側		備考		—						
	840		840										

※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

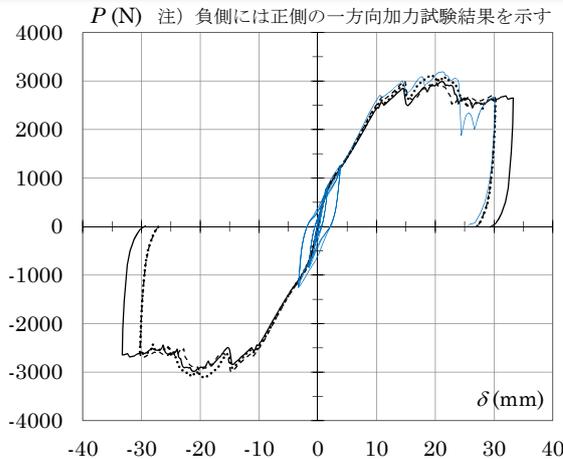
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

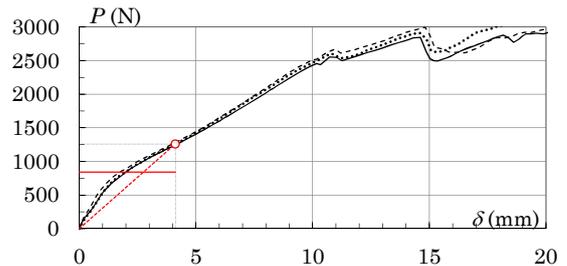
A: クリップつめによる野縁の亀裂 B: クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊

C: クリップ背側金物による野縁の亀裂 D: クリップ折り返し部の亀裂

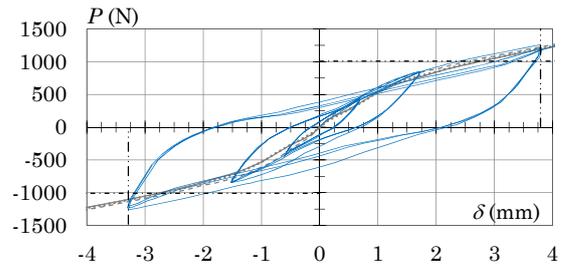
一方向加力(正負): — No.1, ---- No.2, No.3
 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d^{ave} : ○, 接合部の剛性 K : - - - -
 許容耐力 P_a : ————
 正負繰返し加力: ————, 判定荷重: ·····, $\pm D_a^{1.5}$: - - - -



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(b) 一方向加力試験 (損傷時の荷重・許容耐力・剛性)



(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図2.6 荷重 P —変形 δ 関係 (水平 (野縁受け) 方向加力, 腹掛け, 評価方法2)



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B



(c) 破壊の状態C



(d) 破壊の状態D

写真2.6 破壊の状態 (水平 (野縁受け) 方向加力, 腹掛け)

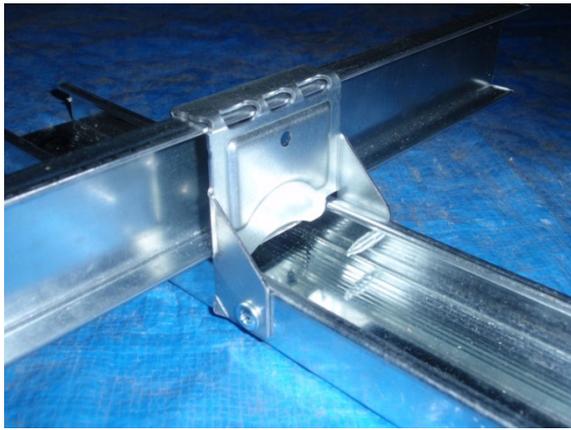
資料1 試験体の構成材料と形状・寸法の詳細

- ・試験体構成材料の一覧.....付表 1
- ・試験体組立時の外観.....写真 I
- ・試験体の形状・寸法.....付図 1.1～付図 1.8
- ・試験体構成部品の形状・寸法.....付図 1.9, 付図 1.10

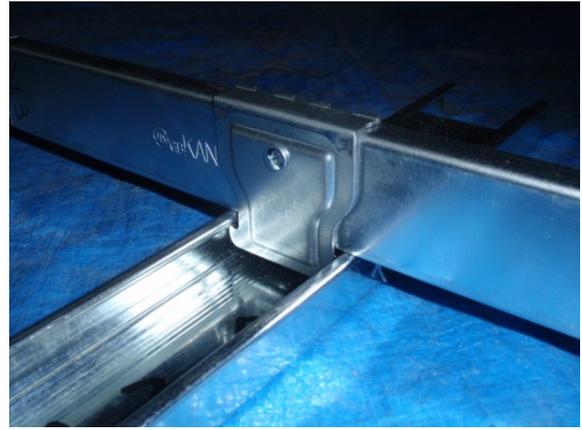
付表 1 試験体構成材料の一覧

部材名	形状・寸法 (mm)	材質・区分	製造所
クリップ (品名：TTスーパークリップW)	t=1.2	SGCC [JIS G 3302]	(株)サワタ
クリップー野縁, 野縁受け接合具 ドリルねじ (品名：マイクロライヴ)	φ4×13	SWCH18A相当 [JIS G 3507-2]	北村精工(株)
野縁 [JIS A 6517] (記号：CW-19)	50×19×0.5	SGCC [JIS G 3302]	関包スチール(株)
野縁受け [JIS A 6517] (記号：CC-19)	38×12×1.2	SGCC [JIS G 3302]	関包スチール(株)

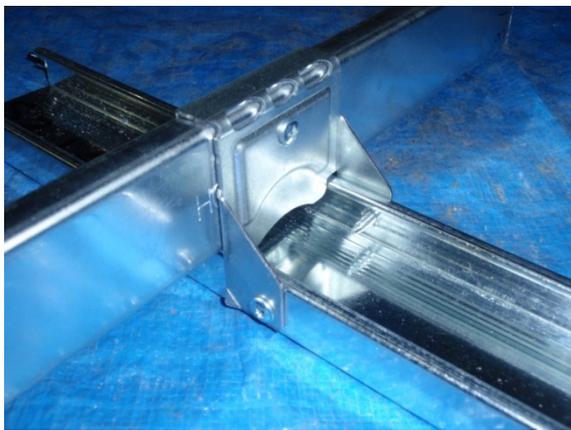
注) 依頼者提出資料



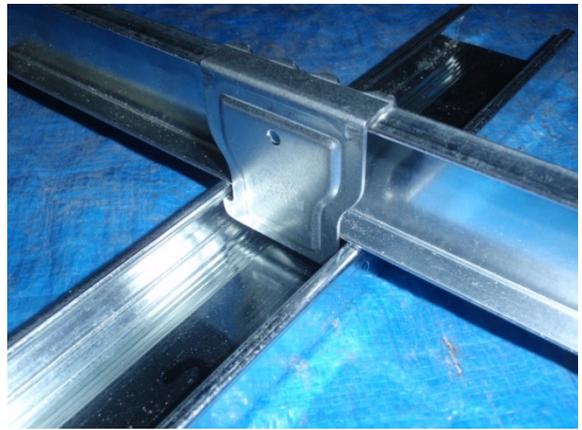
(a) 背掛け（野縁受け腹側）



(b) 背掛け（野縁受け背側）

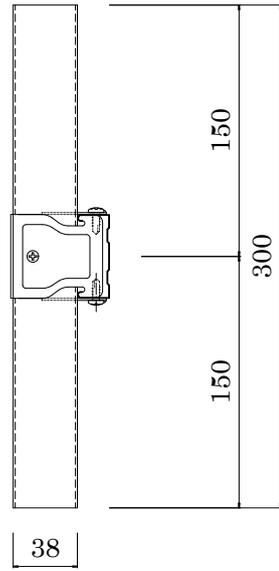
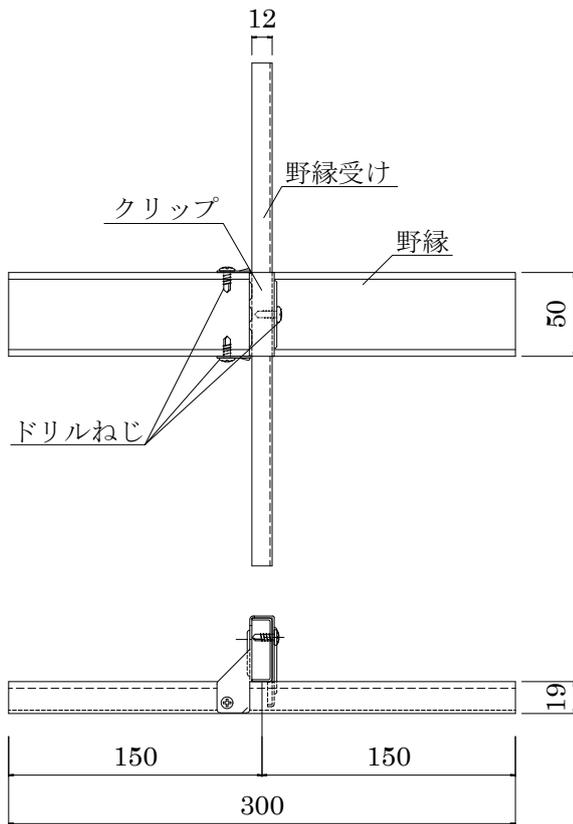


(c) 腹掛け（野縁受け背側）



(d) 腹掛け（野縁受け腹側）

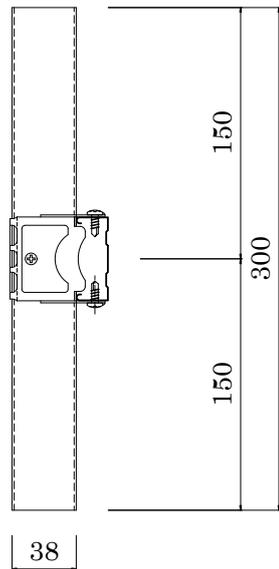
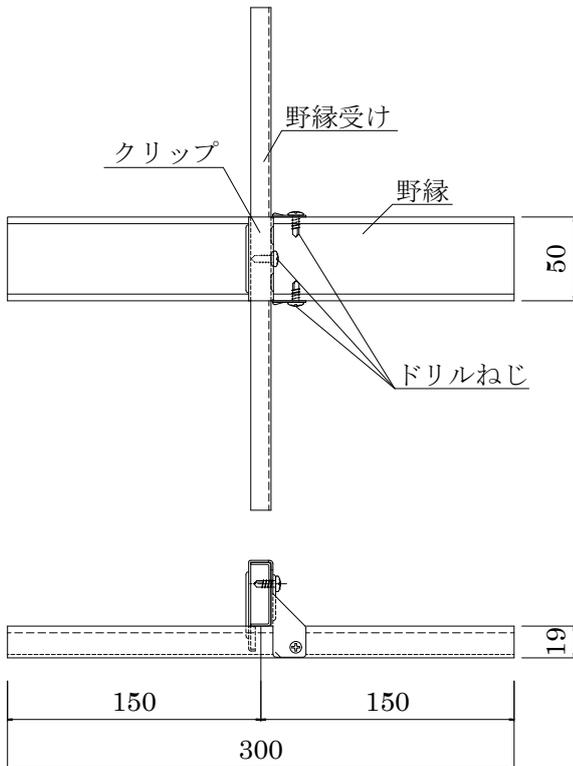
写真 I 試験体組立時の外観



注) 依頼者提出資料

付図1.1 試験体の形状・寸法 (引張方向加力, 背掛け)

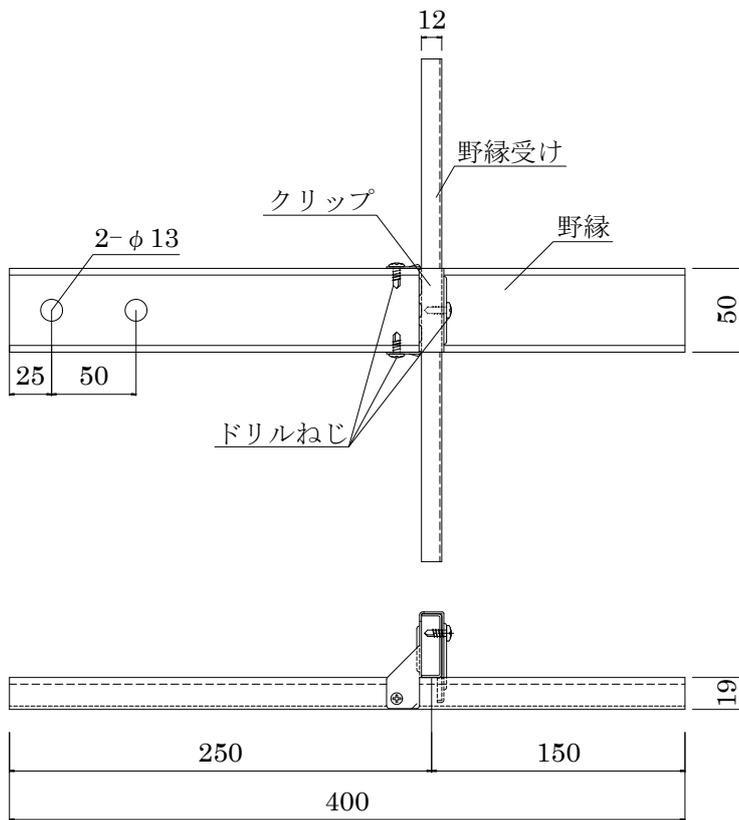
(寸法単位: mm)



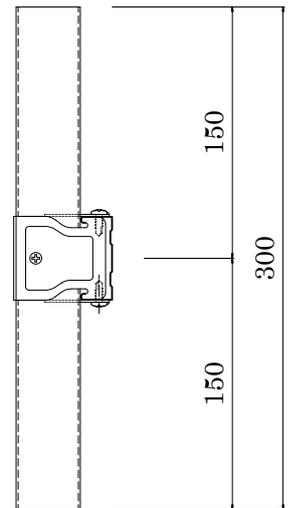
注) 依頼者提出資料

付図1.2 試験体の形状・寸法 (引張方向加力, 腹掛け)

(寸法単位: mm)



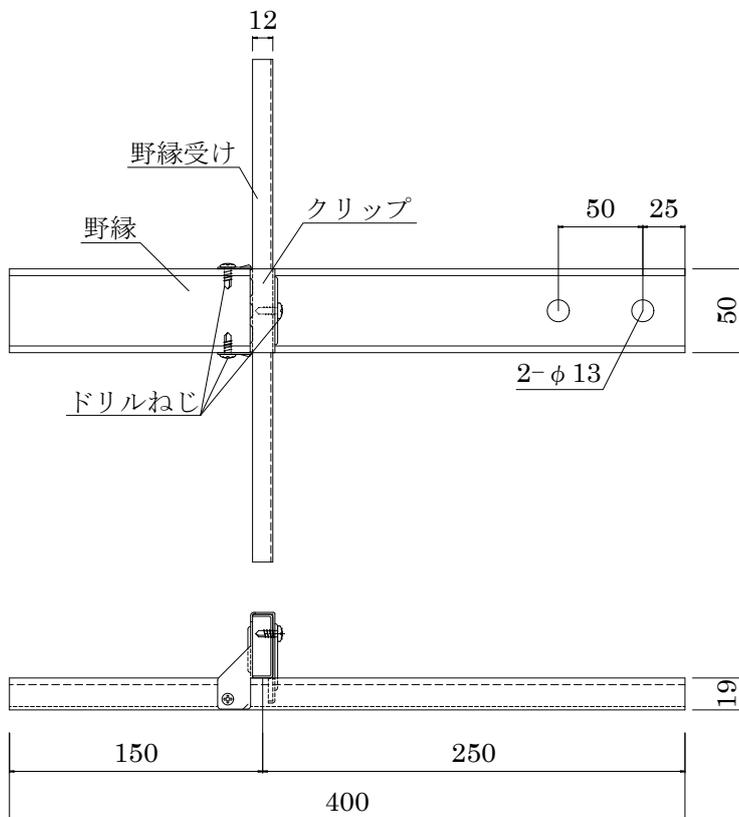
付図1.3 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力正側，背掛け）



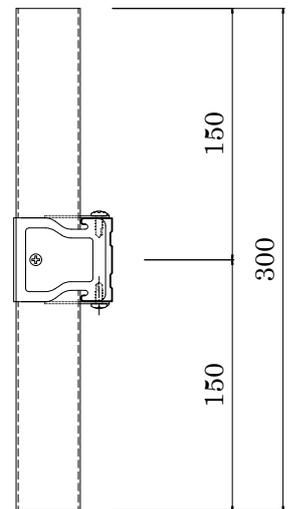
38

注) 依頼者提出資料

（寸法単位：mm）



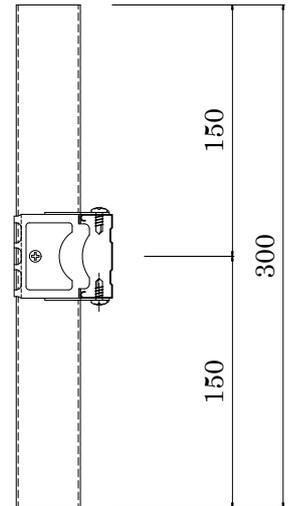
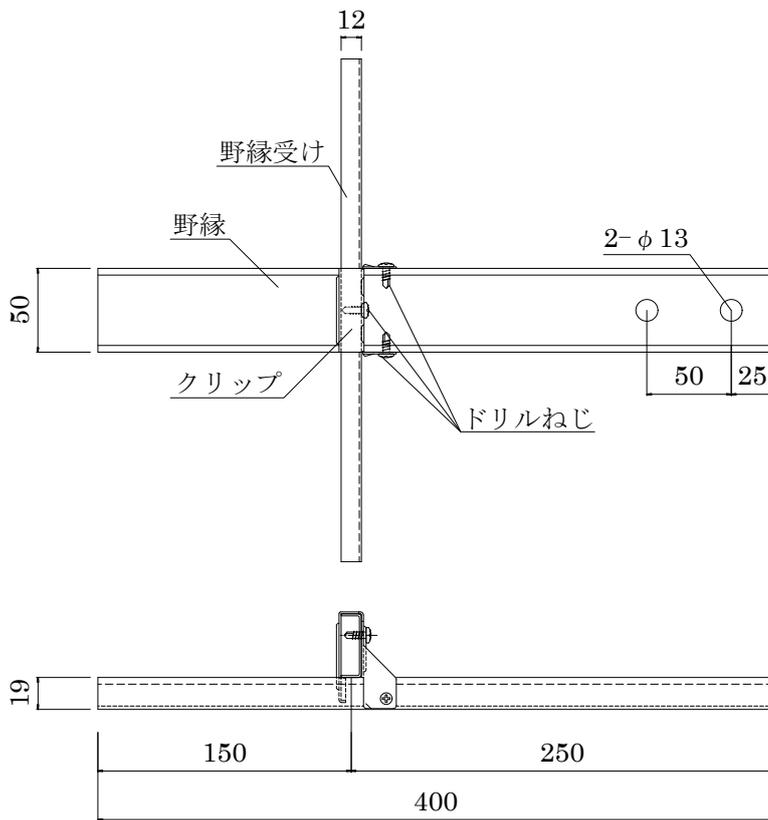
付図1.4 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力負側，背掛け）



38

注) 依頼者提出資料

（寸法単位：mm）

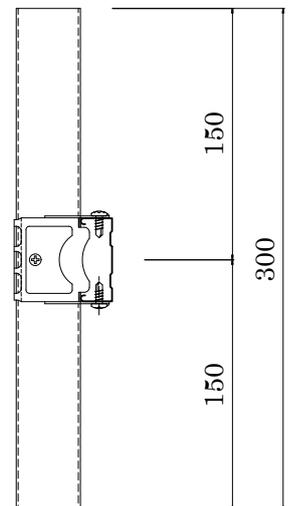
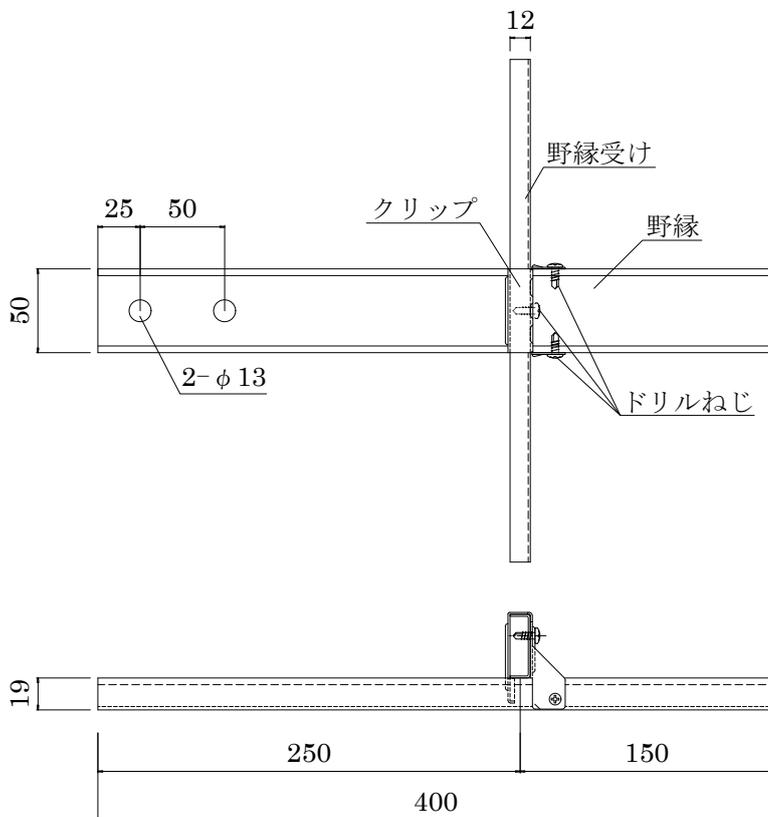


38

注) 依頼者提出資料

付図1.5 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力正側，腹掛け）

（寸法単位：mm）

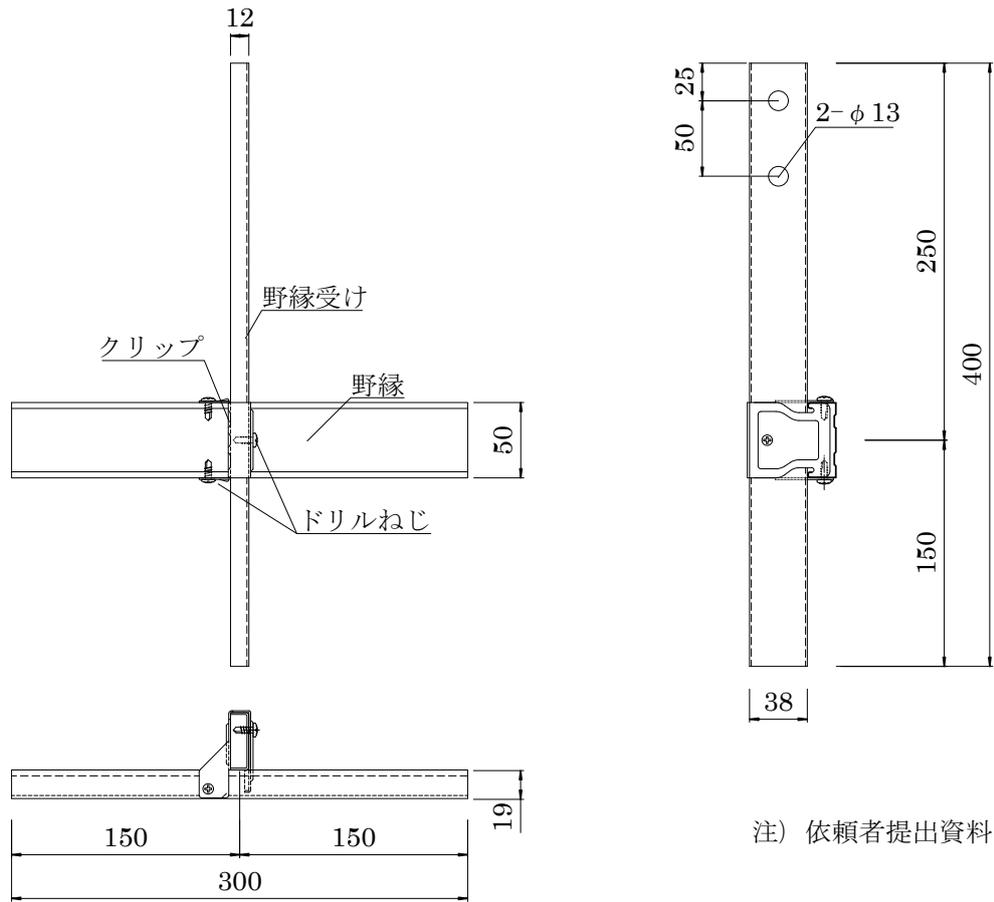


38

注) 依頼者提出資料

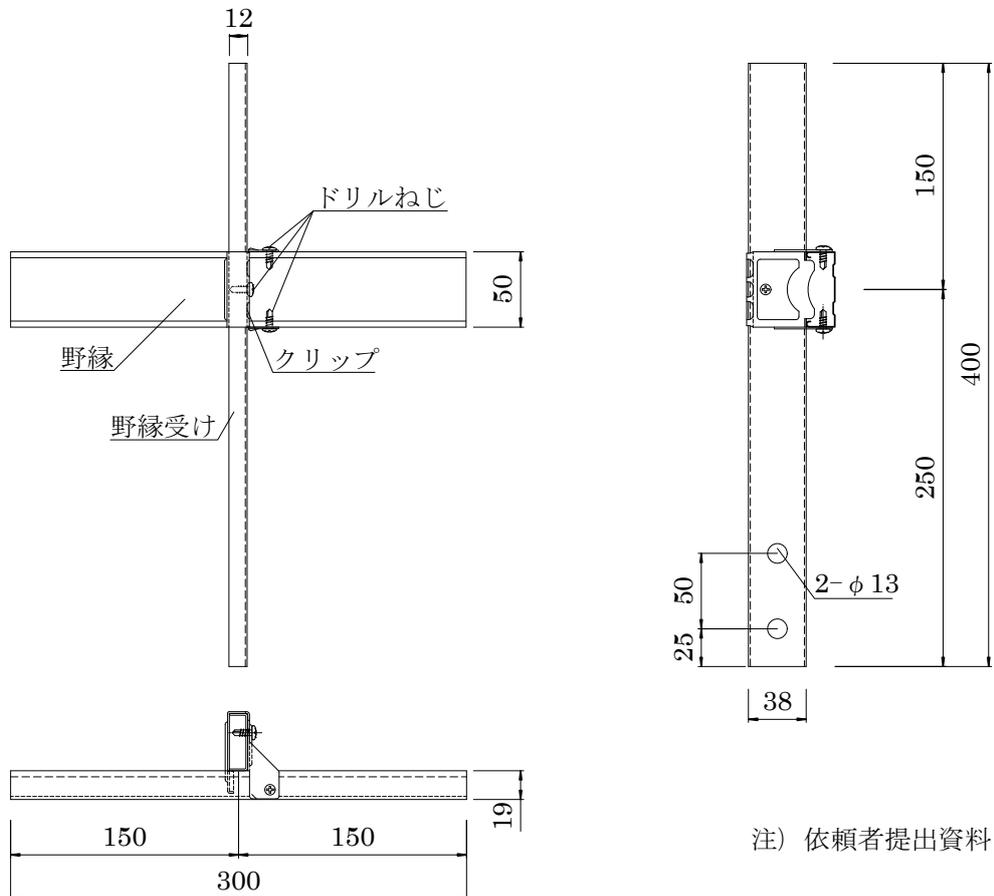
付図1.6 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力負側，腹掛け）

（寸法単位：mm）



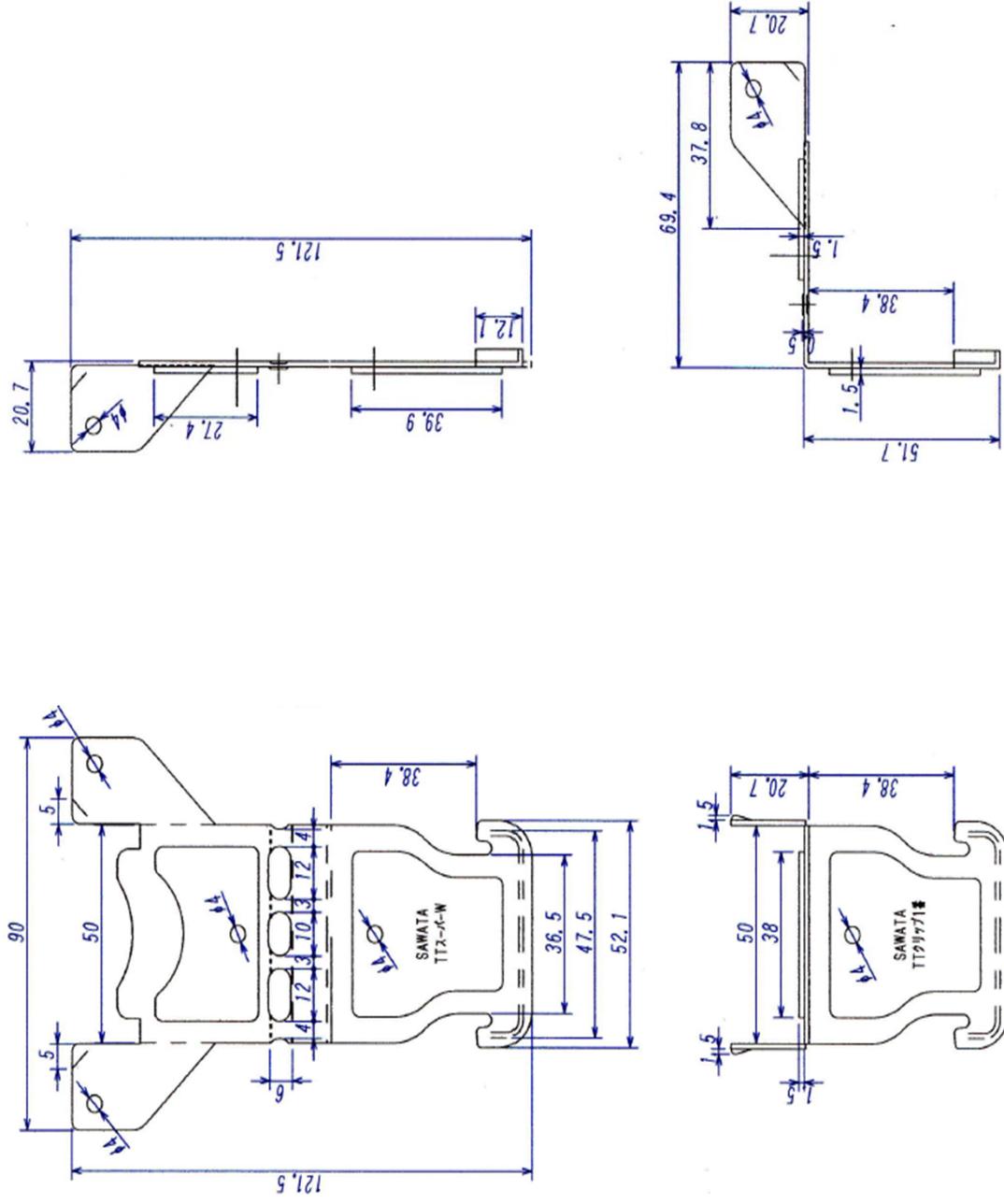
注) 依頼者提出資料

付図1.7 試験体の形状・寸法（水平（野縁受け）方向加力，背掛け）（寸法単位：mm）



注) 依頼者提出資料

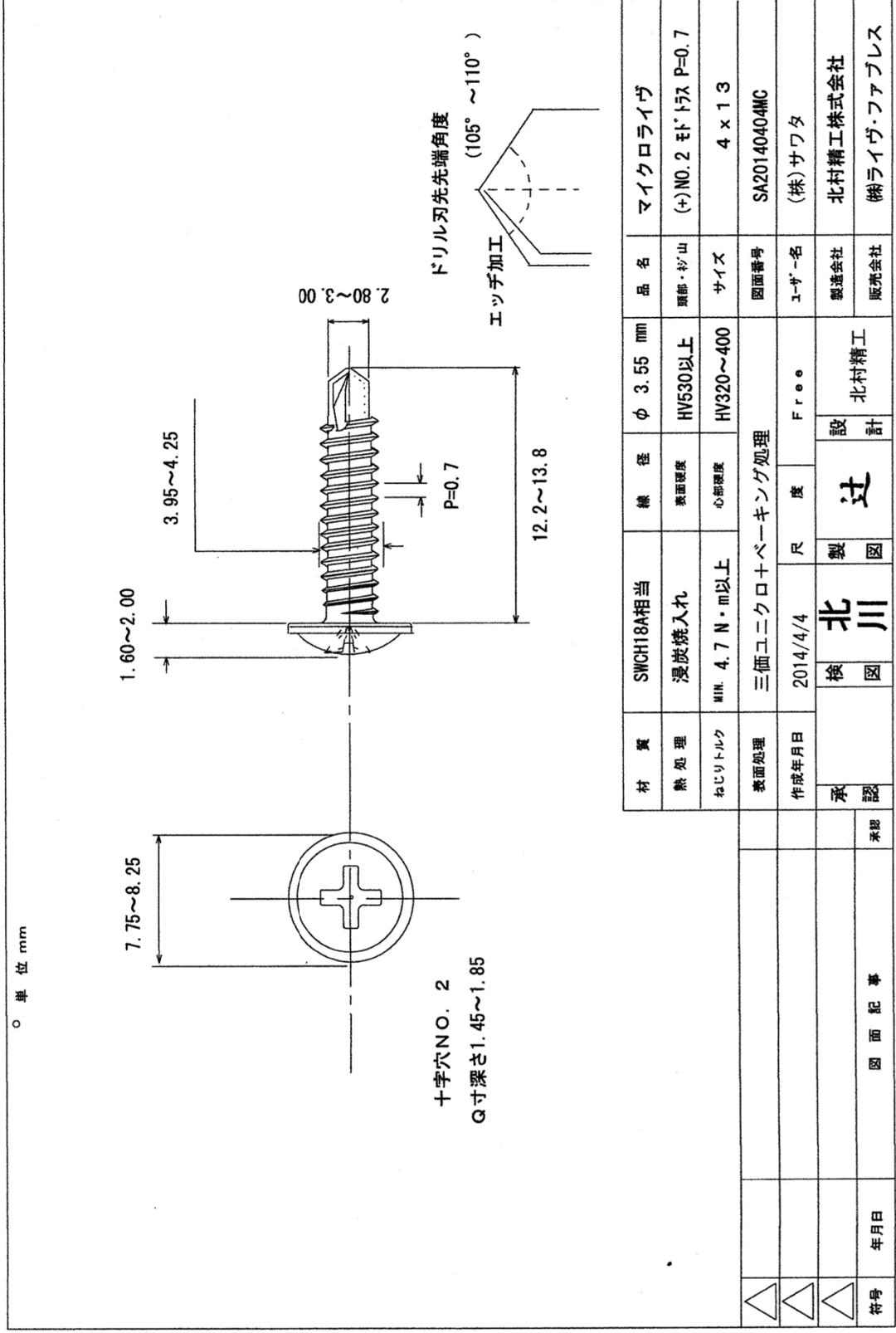
付図1.8 試験体の形状・寸法（水平（野縁受け）方向加力，腹掛け）（寸法単位：mm）



付図1.9 試験体構成部品の形状・寸法 (TTスーパーカップW)

(寸法単位：mm)

注) 依頼者提出資料



注) 依頼者提出資料

付図1.10 試験体構成部品の形状・寸法 (ドリルねじ) (寸法単位: mm)

資料2 加力・計測方法

(1) 引張方向

加力は、付図2.1に示すように、野縁両端をシャコ万力で鋼製土台に固定し、最大容量20kNの電動アクチュエータを用いて加力治具を介して野縁受け両端に引張方向の一方荷重を加える方法で行った。なお、野縁両端の支持部および野縁受け両端の加力部には、局所的な変形を抑制するために固定用鋼板を挿入した。一方荷重はアクチュエータ引き方向の単調加力によって行い、クリップ接合部を破壊に至らしめた。

荷重 P の検出には最大容量20kNのロードセルを用い、接合部の変形 δ は(2.1)式により求めた。

$$\text{接合部の変形 } \delta: \delta = (D1 + D2) / 2 - D3 \quad (2.1)$$

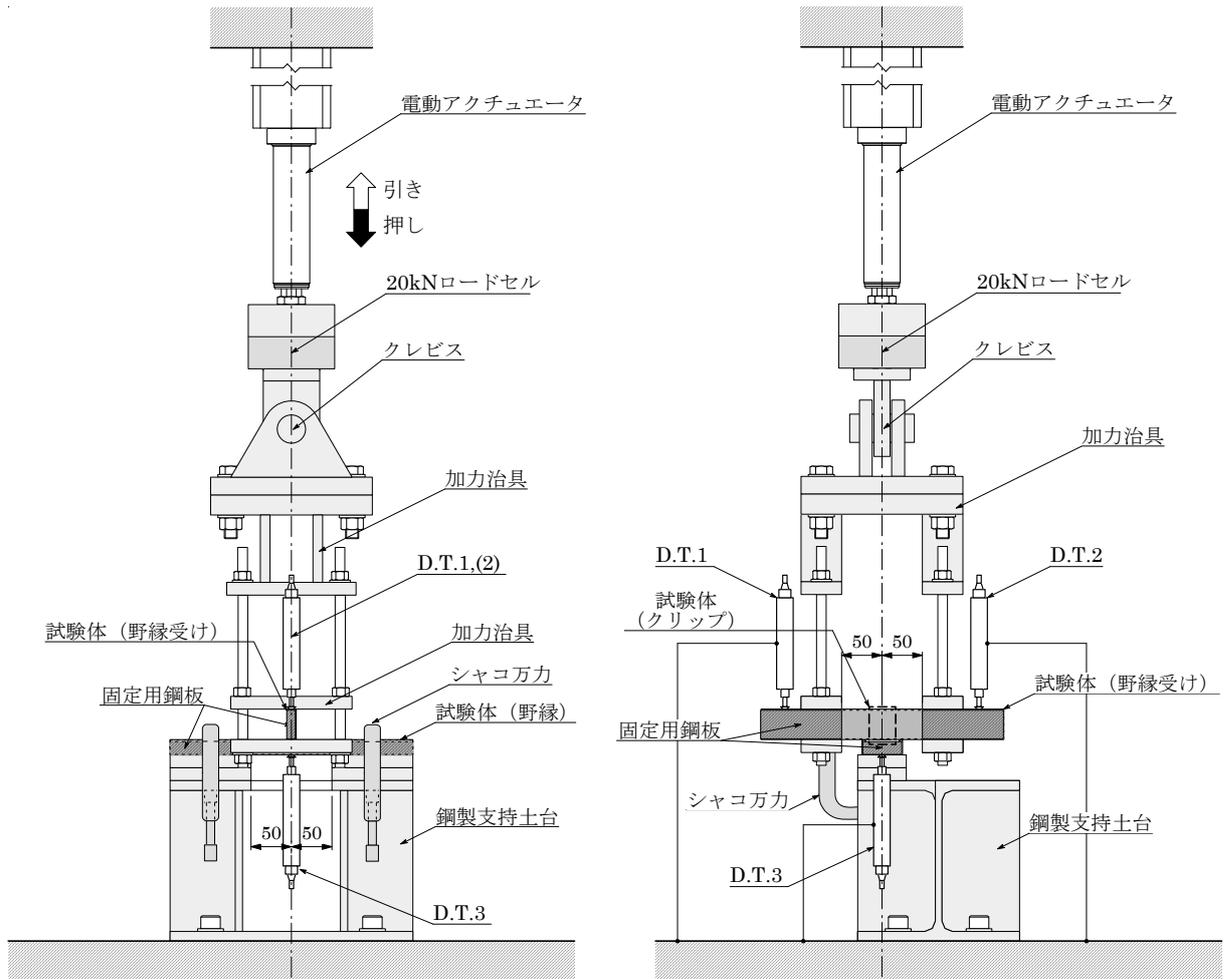
ここで、 D_i は、付図2.1に示す位置に設置した変位計D.T. i による変位の測定値(加力方向を正とする)である。

注) 1. 変位計の仕様(図中のD.T. i は変位計番号を表す。)

変位計番号	型式	感度	非直線性	F.S
D.T.1~D.T.3	CDP-25	$500 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.1%F.S	25mm

2. ロードセルの仕様

型式	容量	定格出力(RO)	非直線性	ヒステリシス
LUK-2TBS	20kN	4000×10^{-6}	0.1%RO	0.1%RO



付図2.1 引張方向加力の試験装置 (寸法単位: mm)

(2) 水平（野縁）方向

加力は、付図2.2に示すように、野縁受け両端をシャコ万力で鋼製土台に固定し、最大容量20kNの電動アクチュエータを用いて、野縁に材軸方向の一方向荷重または正負繰返し荷重を加える方法で行った。なお、野縁受け両端の支持部には、局所的な変形を抑制するために固定用鋼板を挿入した。一方向加力（正側・負側）はアクチュエータ引き方向の単調加力によって行い、クリップ接合部を破壊に至らしめた。正負繰返し加力は、資料3または資料4に示す繰返し加力履歴をアクチュエータ引き・押し方向の正負交番加力によって行い、その後引き方向への単調加力によってクリップ接合部を破壊に至らしめた。

荷重 P （正側加力時の荷重を正とする）の検出には最大容量20kNのロードセルを用い、接合部の変形 δ は(2.2)式により求めた。

$$\text{接合部の変形}\delta: \delta = (D1 + D2) / 2 - (D3 + D4) / 2 \quad (2.2)$$

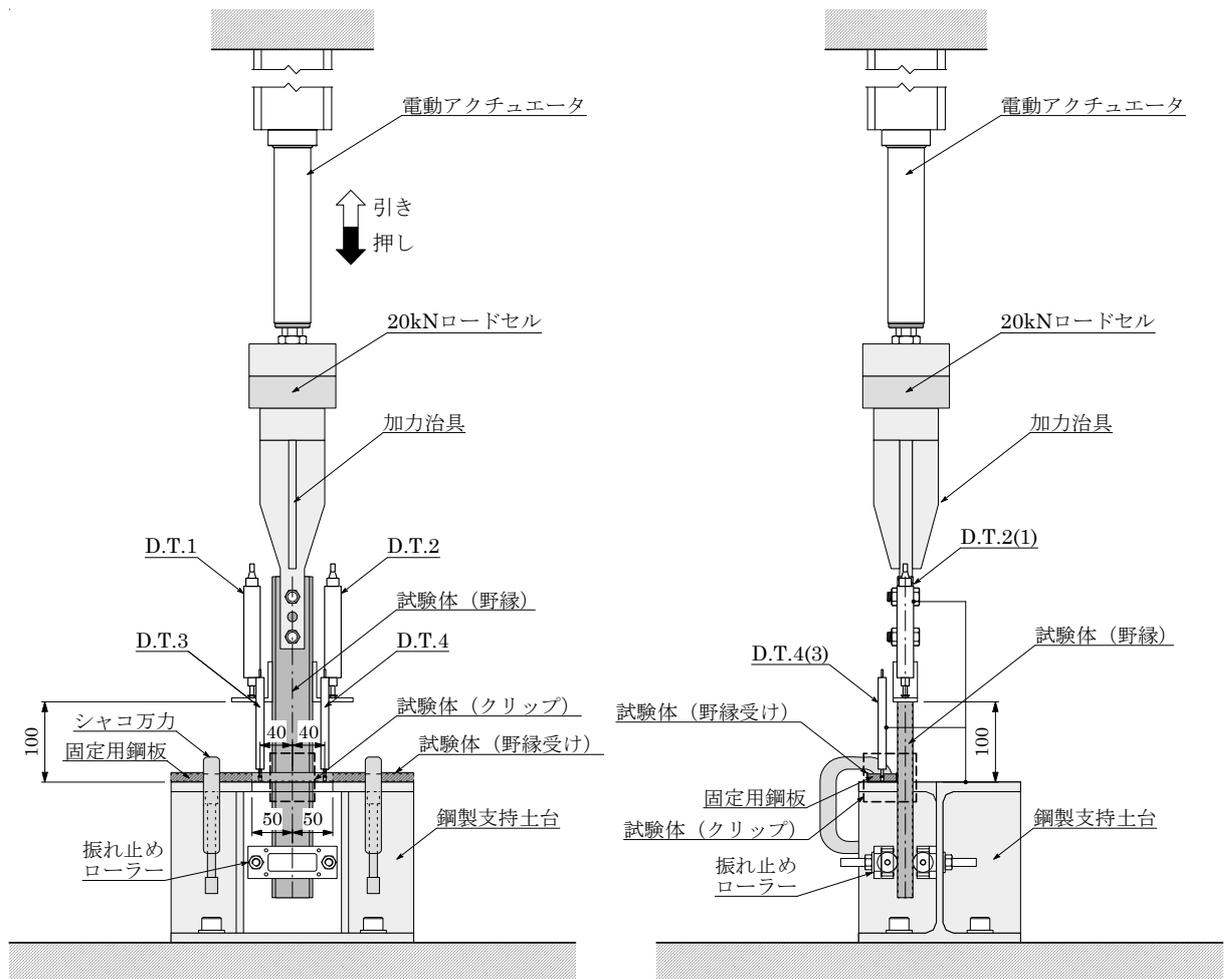
ここで、 D_i は、付図2.2に示す位置に設置した変位計D.T. i による変位の測定値（正側加力時の変位を正とする）である。

注) 1. 変位計の仕様 (図中のD.T. i は変位計番号を表す。)

変位計番号	型式	感度	非直線性	F.S
D.T.1・D.T.2	CDP-50M	$200 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.3%F.S	50mm
D.T.3・D.T.4	CDP-25M	$500 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.3%F.S	25mm

2. ロードセルの仕様

型式	容量	定格出力(RO)	非直線性	ヒステリシス
LUK-2TBS	20kN	4000×10^{-6}	0.1%RO	0.1%RO



付図2.2 水平（野縁）方向加力の試験装置（寸法単位：mm）

(3) 水平（野縁受け）方向

加力は、付図2.3に示すように、野縁両端をシャコ万力で鋼製土台に固定し、最大容量20kNの電動アクチュエータを用いて、野縁受けに材軸方向の一方向荷重または正負繰返し荷重を加える方法で行った。なお、野縁両端の支持部には、局所的な変形を抑制するために固定用鋼板を挿入した。一方向加力（正側・負側）はアクチュエータ引き方向の単調加力によって行い、クリップ接合部を破壊に至らしめた。正負繰返し加力は、資料3または資料4に示す繰返し加力履歴をアクチュエータ引き・押し方向の正負交番加力によって行い、その後引き方向への単調加力によってクリップ接合部を破壊に至らしめた。

荷重 P （正側加力時の荷重を正とする）の検出には最大容量20kNのロードセルを用い、接合部の変形 δ は(2.3)式により求めた。

$$\text{接合部の変形}\delta: \delta = (D1 + D2) / 2 - (D3 + D4) / 2 \quad (2.3)$$

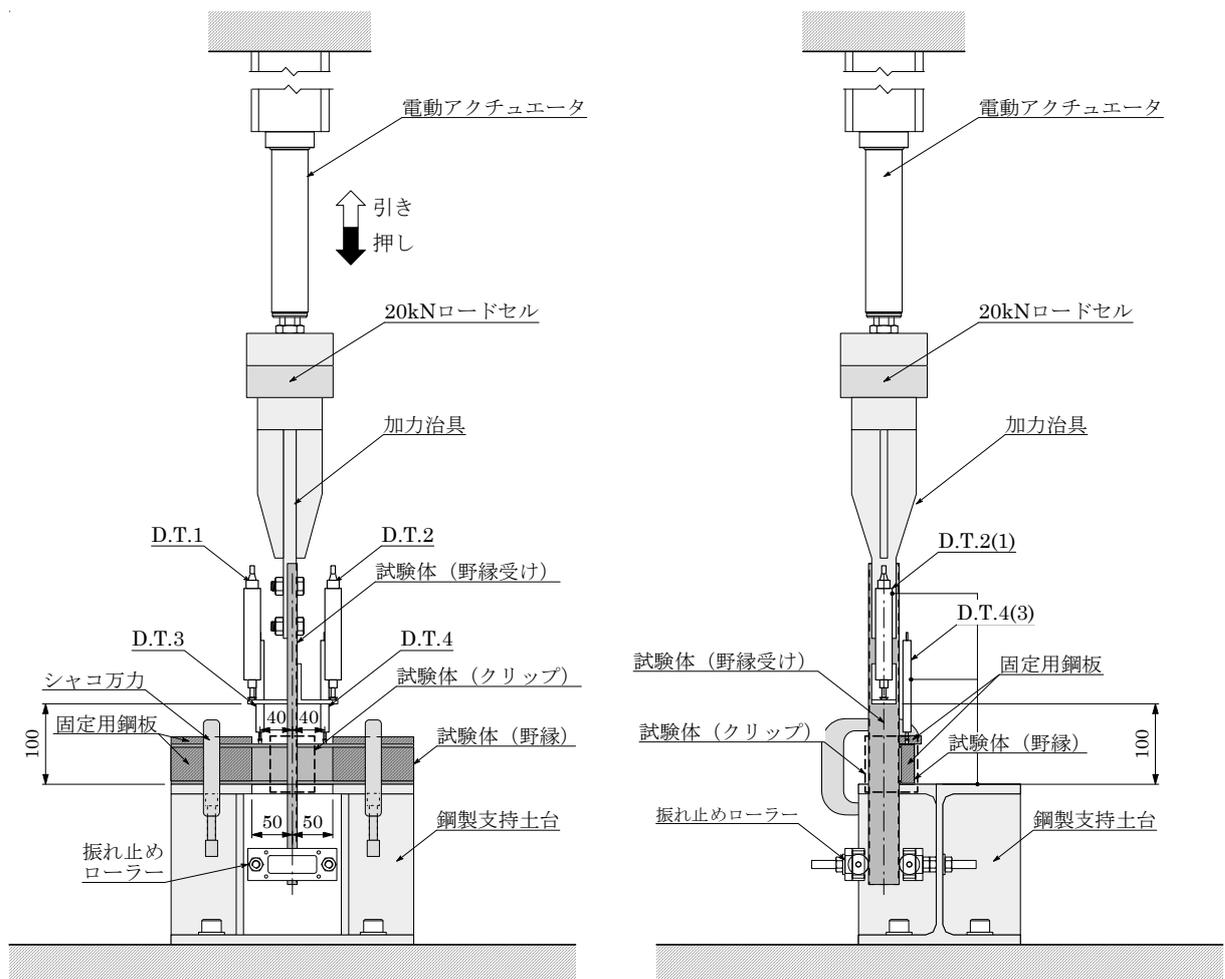
ここで、 D_i は、付図2.3に示す位置に設置した変位計D.T. i による変位の測定値（正側加力時の変位を正とする）である。

注) 1. 変位計の仕様 (図中のD.T. i は変位計番号を表す。)

変位計番号	型式	感度	非直線性	F.S
D.T.1・D.T.2	CDP-50M	$200 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.3%F.S	50mm
D.T.3・D.T.4	CDP-25M	$500 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.3%F.S	25mm

2. ロードセルの仕様

型式	容量	定格出力(RO)	非直線性	ヒステリシス
LUK-2TBS	20kN	4000×10^{-6}	0.1%RO	0.1%RO



付図2.3 水平（野縁受け）方向加力の試験装置（寸法単位：mm）

資料3 接合部の許容耐力・剛性の評価方法1

(1) 評価の方針

本資料による評価方法は、「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説 第Ⅱ編 天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法（平成 25 年 10 月 国土交通省国土技術政策総合研究所）」に示された「一例」に従うことを基本としたものである。

(2) 損傷時の荷重

一方向加力試験結果の荷重 P —変形 δ 曲線に基づき、損傷時の荷重 P_d を以下の方法によって算出する。付図3.1に損傷時の荷重 P_d の算出方法を示す。

- ① P — δ 曲線において荷重が $\zeta_1 \cdot P_u$ と $\zeta_2 \cdot P_u$ となる2点を結ぶ直線を直線Ⅰとし、その傾きを初期剛性 k とする。ここで、 P_u は δ が許容される限界変形 δ_u に到達するまでの最大荷重、 ζ_1 および ζ_2 は係数であり、 δ_u は10mm、 ζ_1 は0、 ζ_2 は0.2を原則とする。
- ② P — δ 曲線に接する k の1/3の傾きを有する直線を、直線Ⅱとする。
- ③ 直線Ⅰと直線Ⅱの交点における荷重を損傷時の荷重 P_d とする。また、 P — δ 曲線において、荷重が P_d に到達した点の変形を損傷時の変形 δ_d とする。

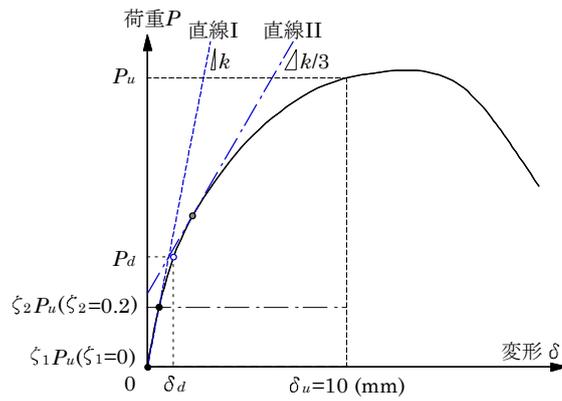
ただし、 P — δ 曲線に以下の特徴が見られる場合は、以下の方法により P_d を算出する。

【剛性が一旦低下した後に再度増加する場合】

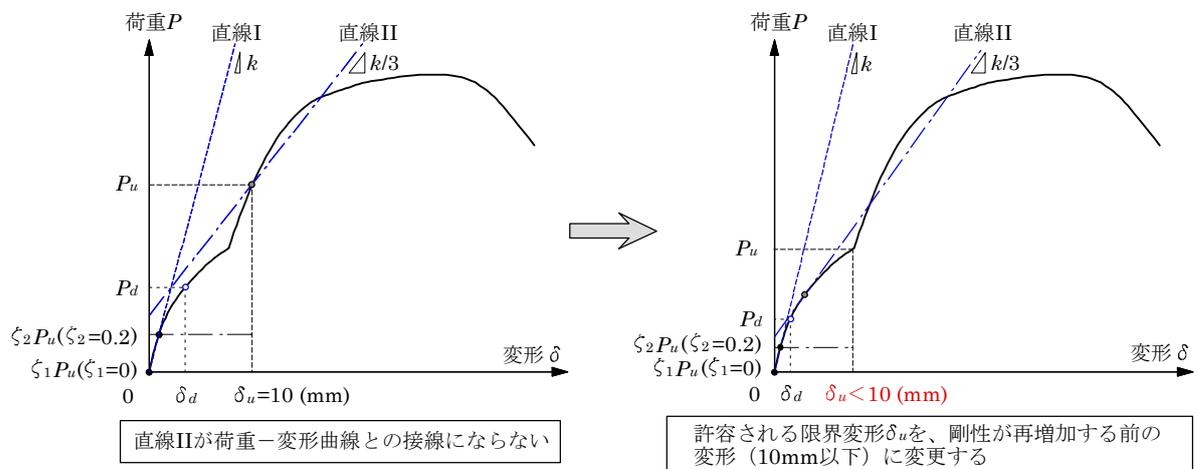
付図 3.1(b)に示すように、 P — δ 曲線の剛性が一旦低下した後に再度増加し、上記方法に従うと直線Ⅱが P — δ 曲線との接線にならない場合は、 k の算出過程（上記①）において、許容される限界変形 δ_u を P — δ 曲線の剛性が再増加する前の変位（10mm以下）に変更する。

【初期の剛性が小さい場合】

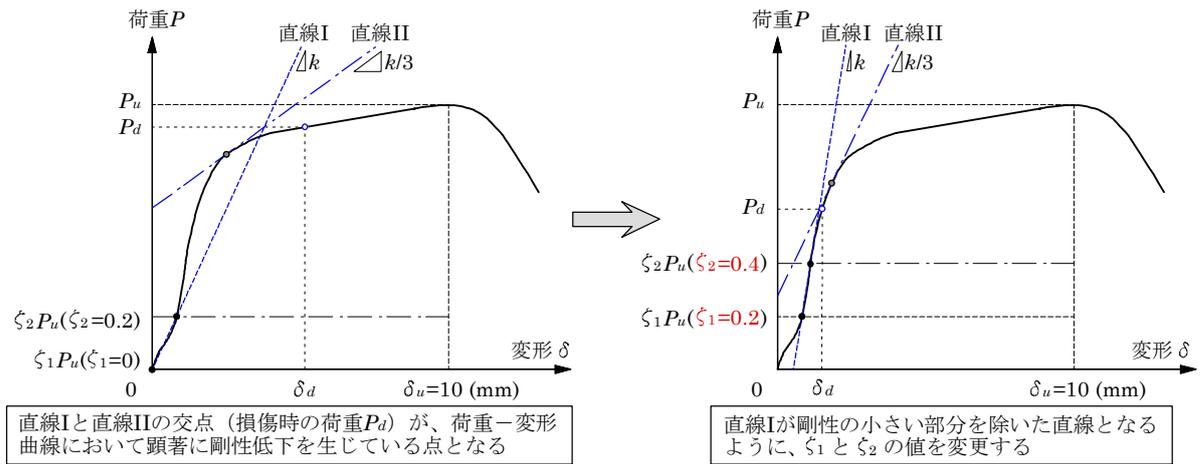
付図 3.1(c)に示すように、 P — δ 曲線の初期の剛性が小さく、上記方法に従うと直線Ⅰと直線Ⅱの交点の荷重（ P_d ）が、直線Ⅱと P — δ 曲線の接点の荷重よりも大きい場合は、 k の算出過程（上記①）において、直線Ⅰが初期の剛性の小さい部分を除いた直線となるように、 ζ_1 と ζ_2 の値をそれぞれ0、0.2から変更する（ただし、 $\zeta_2 - \zeta_1 \leq 0.2$ とする）。



(a) 標準的な荷重－変形曲線の場合



(b) 荷重－変形曲線の剛性が一旦低下した後再度増加する場合



(c) 荷重－変形曲線の初期の剛性が小さい場合

付図 3.1 損傷時の荷重 P_d の算出方法

(3) 接合部の許容耐力

「引張方向」

一方向加力試験の結果に基づいて、接合部の許容耐力 P_a を(3.1)式によって算出する。

$$P_a = P_d^{ave} / \alpha \quad (3.1)$$

ここで、 P_d^{ave} は損傷時の荷重 P_d の平均値で、 α は1.5とする。なお、 P_a (N)は一の位を四捨五入して表示する。

「水平（野縁および野縁受け）方向」

一方向加力試験および正負繰返し加力試験の結果に基づき、正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を以下の方法によって算出する。

- ① 一方向加力試験の結果に基づいて、正負繰返し加力試験における制御変形の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を(3.2)式によって設定し、付図 3.2 に示す加力履歴（変形 δ が $0.5D_a$ 、 $1.0D_a$ 、 $1.5D_a$ となる正負の各変形段階でそれぞれ3回繰り返す）による正負繰返し加力試験を行う。

$$D_a^+ = \delta_d^{ave,+} / \alpha^+、D_a^- = \delta_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.2)$$

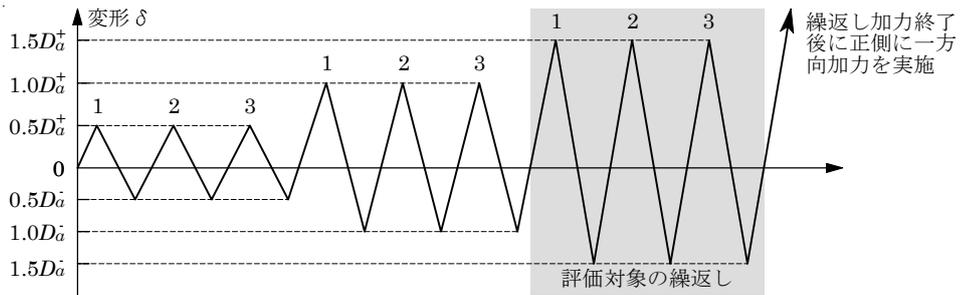
ここで、 $\delta_d^{ave,+}$ 、 $\delta_d^{ave,-}$ は正側と負側の損傷時の変形 δ_d^+ 、 δ_d^- のそれぞれの平均値で、 α^+ 、 α^- は1.5とする。

- ② 正負繰返し加力試験の結果が(3.3)式に適合する場合には、一方向加力試験の結果に基づいて正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を(3.4)式によって算出する。

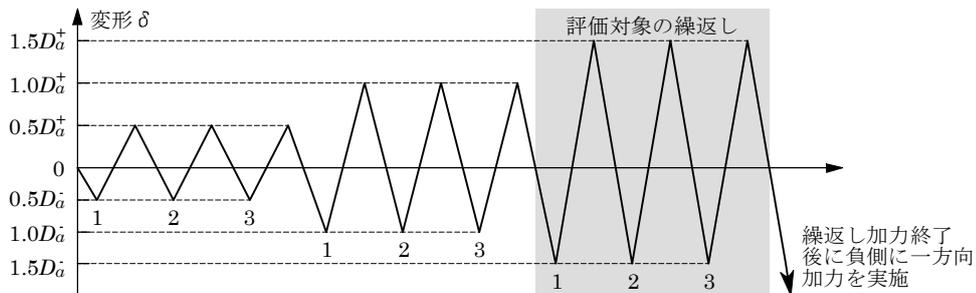
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,+} / \alpha^+、\left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.3)$$

$$P_a^+ = P_d^{ave,+} / \alpha^+、P_a^- = P_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.4)$$

ここで、 $P_d^{cyc,+}$ 、 $P_d^{cyc,-}$ は正負繰返し加力試験結果による制御変形 $1.5D_a$ 到達時の正側および負側の各荷重で、 $P_d^{ave,+}$ 、 $P_d^{ave,-}$ は正側と負側の損傷時の荷重 P_d^+ 、 P_d^- のそれぞれの平均値で、 α^+ 、 α^- は1.5とする。なお、 P_a^+ 、 P_a^- (N)は一の位を四捨五入して表示する。



(a) 一方向加力試験の正側の最大荷重の平均値が大きい場合



(b) 一方向加力試験の負側の最大荷重の平均値が大きい場合

付図 3.2 正負繰返し加力試験の加力履歴

正負繰返し加力試験の結果が(3.3)式に適合しない場合には、以下に述べる【低減方法 1】または【低減方法 2】によって、正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を算出する。

【低減方法 1】

- ① (3.2)式の a^+ 、 a^- を(3.5)式に置き換えて制御変形の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を再設定し、付図 3.2 に示す加力履歴による正負繰返し加力試験を再度行う。

$$a^+ = (\delta_d^{ave,+} / \delta_d^{min,+}) \cdot 1.5, \quad a^- = (\delta_d^{ave,-} / \delta_d^{min,-}) \cdot 1.5 \quad (3.5)$$

ここで、 $\delta_d^{min,+}$ 、 $\delta_d^{min,-}$ は正側と負側の損傷時の変形の最小値である。

- ② 再度行った正負繰返し加力試験の結果が(3.3)式に適合する場合には、正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を(3.4)式によって算出する。ただし、(3.3)式および(3.4)式の a^+ 、 a^- は(3.5)式による。

【低減方法 2】

- ① (3.2)式の a^+ 、 a^- を(3.6)式に置き換えて制御変形の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を再設定し、付図 3.2 に示す加力履歴による正負繰返し加力試験を再度行う。

$$a^+ = (\delta_d^{ave,+} / \delta_d^{2\sigma,+}) \cdot 1.5, \quad a^- = (\delta_d^{ave,-} / \delta_d^{2\sigma,-}) \cdot 1.5 \quad (3.6)$$

ここで、 $\delta_d^{2\sigma,+}$ 、 $\delta_d^{2\sigma,-}$ は正側と負側の荷重が $P_d^{ave,+} - 2\sigma^+$ 、 $P_d^{ave,-} - 2\sigma^-$ に到達した点の変形の平均値で、 σ^+ 、 σ^- は正側と負側の損傷時の荷重の標準偏差である。

- ② 再度行った正負繰返し加力試験の結果が(3.3)式に適合する場合には、正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を(3.4)式によって算出する。ただし、(3.3)式および(3.4)式の a^+ 、 a^- は(3.6)式による。

(4) 接合部の剛性

「引張方向」

接合部の剛性 K は、一方向加力試験の結果に基づいて(3.7)式によって算出する。

$$K = P_d^{ave} / \delta_d^{ave} \quad (3.7)$$

ここで、 P_d^{ave} は損傷時の荷重の平均値で、 δ_d^{ave} は損傷時の変形の平均値である。

「水平（野縁および野縁受け）方向」

正負の接合部の剛性 K^+ 、 K^- は、一方向加力試験の結果に基づいて(3.8)式によって算出する。

$$K^+ = P_d^{ave,+} / \delta_d^{ave,+}, \quad K^- = P_d^{ave,-} / \delta_d^{ave,-} \quad (3.8)$$

ここで、 $P_d^{ave,+}$ 、 $P_d^{ave,-}$ は正側および負側の損傷時の荷重の平均値で、 $\delta_d^{ave,+}$ 、 $\delta_d^{ave,-}$ は正側および負側の損傷時の変形の平均値である。

資料4 接合部の許容耐力・剛性の評価方法2

(1) 評価の方針

損傷時の荷重 P_d および許容耐力 P_a の評価の方針を以下に列挙する。

- ① 損傷時の荷重 P_d は、終局耐力 P_u の平均値 P_u^{ave} の 2 分の 1 の荷重とすることを基本とする。
ここで、終局耐力 P_u は終局変形 $\delta_u=20\text{mm}$ 到達時までの最大荷重とする。
- ② 損傷時の荷重到達時の変形（損傷時の変形） δ_d は、 5mm 以下となることを条件とする。
- ③ 許容耐力 P_a 到達時の変形 δ_a は、 2mm 以下となることを条件とする。

①は、天井材接合部の試験から得られる荷重－変形曲線の初期剛性が明確でない場合に、「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説 第Ⅱ編 天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法（平成 25 年 10 月 国土交通省国土技術政策総合研究所）」に示された「一例」に基づく損傷時の荷重が判断した初期剛性によって大きく変動することから設定したものである。

試験結果から得られた終局耐力 P_u の平均値 P_u^{ave} の 2 分の 1 の荷重を損傷時の荷重 P_d とする理由は、一般に降伏耐力（損傷荷重に相当）が最大耐力の 3 分の 2 程度であることが多いことに加え、試験体ごとのばらつきによる低減係数として 0.8 倍を考慮した結果である。

終局耐力 P_u を決定する終局変形 δ_u を 20mm とした理由は、天井が壁に衝突する変形以前に天井構成材の耐力を決定することによって、天井の脱落を天井と壁の衝突によらず、天井構成材の耐力によって決定するためである。特定天井は壁との間に 60mm 以上の隙間を設ける必要があるとしている。天井の水平変形が部材の変形を無視して接合部の変形だけで生じ、接合部の変形が「斜材の上端と下端」と「野縁と野縁受けのクリップ」の 3 箇所だけで生じるものとすれば、接合部 1 箇所当りの変形は 20mm となる。

②および③は、天井の変形が大きくなることを条件に定めている。

大地震時においても天井と壁が衝突しないものとし、中地震では大地震時の 5 分の 1 の変形にとどまるものと想定すれば、設計で想定される天井の水平変形を 12mm 以下とする必要がある（5 分の 1 は、2 次設計時の C_0 が 1 次設計時の 5 倍であることによる）。天井の水平変形が部材の変形を無視して接合部の変形だけで生じ、接合部の変形が「斜材の上端と下端」と「野縁と野縁受けのクリップ」の 3 箇所のみで生じるものとすれば、許容耐力 P_a 到達時の接合部 1 箇所当りの変形を 4mm 以下とする必要があるが、余裕を見て許容耐力 P_a 到達時の変形 δ_a を 2mm 以下とすることを目標とした。

損傷時の荷重 P_d 到達時の変形（損傷時の変形） δ_d は、許容耐力時の変形制限値 2mm の 2.5 倍である 5mm 以下を目標とした。損傷時の荷重 P_d 到達時までの荷重－変形曲線が線形関係にあれば、許容耐力到達時の変形制限値を 2mm とすると、損傷時の変形の制限値はその 1.5 倍（ $P_d/P_a=a$ が 1.5 以上の数値より）の 3mm となるが、損傷時の荷重 P_d 到達時には剛性がある程度低下していることから、許容耐力 P_a 到達時の変形の 2.5 倍まで許容して 5mm と設定した。

(2) 損傷時の荷重

一方向加力試験結果の荷重 P –変形 δ 曲線に基づき、損傷時の荷重 P_d を以下の方法によって算出する。付図4.1に損傷時の荷重 P_d の算出フローを示す。

① 終局耐力により決定する場合

損傷時の荷重 P_d を(4.1)式によって算定し、(4.1)式による P_d 到達時の変形を損傷時の変形 δ_d とする。

$$P_d = 0.5P_u^{ave} \quad (4.1)$$

ここで、 P_u^{ave} は終局耐力 P_u の平均値で、 P_u は終局変形 $\delta_u=20\text{mm}$ 到達時までの各試験体の最大荷重である。

ただし、各試験体の損傷時の変形 δ_d が損傷時の変形の制限値 $\delta_d^{\text{lim}}=5\text{mm}$ 以下、または $2/3 \cdot P_d$ 到達時の各試験体の変形 $\delta_{2/3d}$ が許容耐力時の変形の制限値 $\delta_a^{\text{lim}}=2\text{mm}$ 以下とならない場合は、損傷時の荷重 P_d および損傷時の変形 δ_d を次の②に従い算出する。

② 損傷荷重時の変形制限により決定する場合

損傷時の荷重 P_d を(4.2)式によって算定し、(4.2)式による P_d 到達時の変形を損傷時の変形 δ_d とする。

$$P_d = P_d^{\text{lim}} \quad (4.2)$$

ここで、 P_d^{lim} は損傷時の変形の制限値 $\delta_d^{\text{lim}}=5\text{mm}$ 到達時までの各試験体の最大荷重の最小値である。

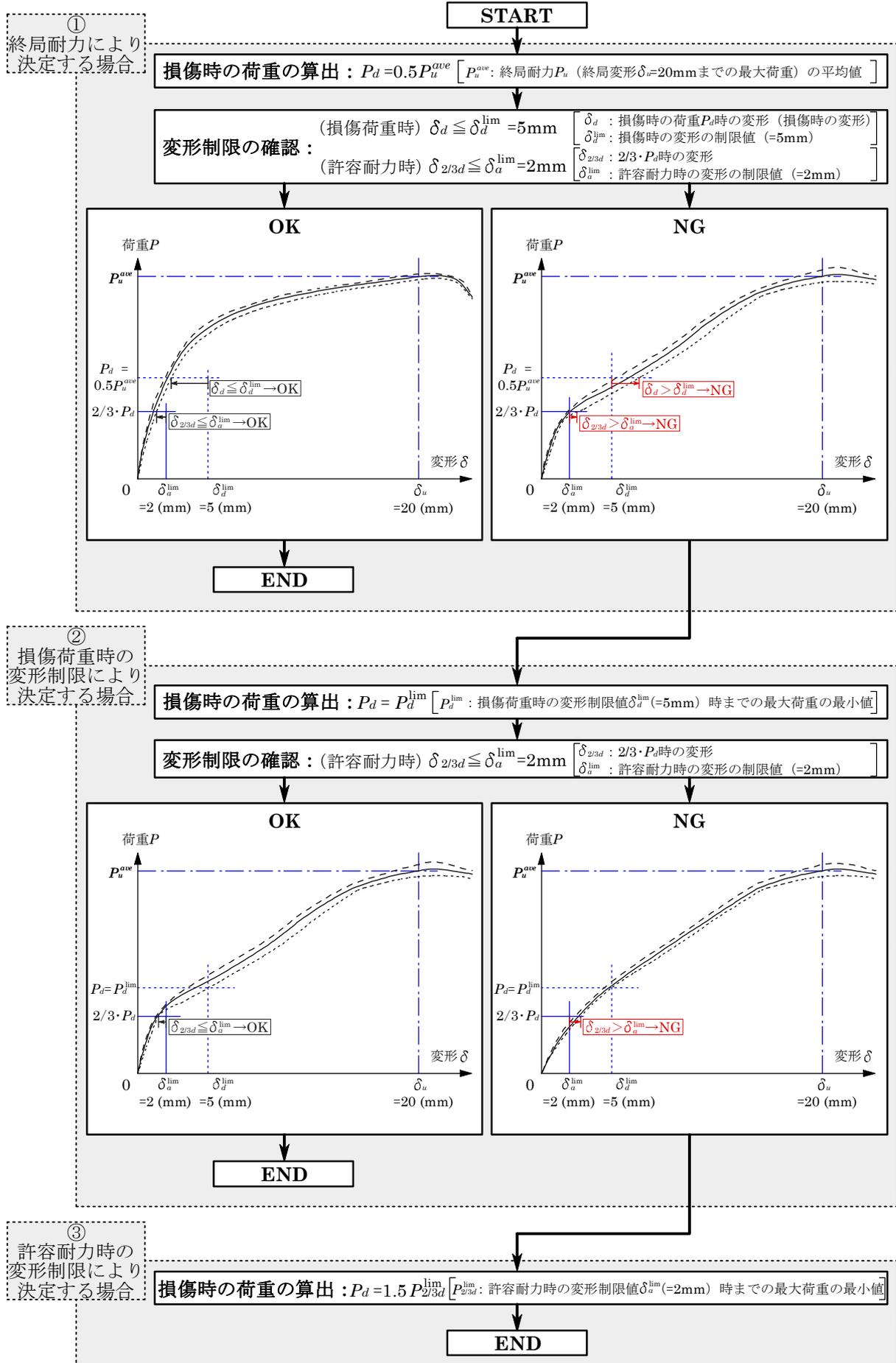
ただし、 $2/3 \cdot P_d$ 到達時の各試験体の変形 $\delta_{2/3d}$ が許容耐力時の変形の制限値 $\delta_a^{\text{lim}}=2\text{mm}$ 以下とならない場合は、損傷時の荷重 P_d および損傷時の変形 δ_d を次の③に従い算出する。

③ 許容耐力時の変形制限により決定する場合

損傷時の荷重 P_d を(4.3)式によって算定し、(4.3)式による P_d 到達時の変形を損傷時の変形 δ_d とする。

$$P_d = 1.5P_{2/3d}^{\text{lim}} \quad (4.3)$$

ここで、 $P_{2/3d}^{\text{lim}}$ は許容耐力時の変形の制限値 $\delta_a^{\text{lim}}=2\text{mm}$ 到達時までの各試験体の最大荷重の最小値である。



付図 4.1 損傷時の荷重 P_d の算出フロー

(3) 接合部の許容耐力

「引張方向」

一方向加力試験の結果に基づいて、接合部の許容耐力 P_a を(4.4)式によって算出する。

$$P_a = P_d / a \quad (4.4)$$

ここで、 P_d は損傷時の荷重で、 a は1.5とする。なお、 P_a (N)は一の位を四捨五入して表示する。

「水平（野縁および野縁受け）方向」

一方向加力試験および正負繰返し加力試験の結果に基づき、正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を以下の方法によって算出する。

- ① 正負繰返し加力試験を付図 4.2 に示す 3 段階の正負漸増繰返し加力履歴により行い、各段階では 1 回目を荷重制御、2 回目と 3 回目を変形制御とする 3 回ずつの繰返しを行う。

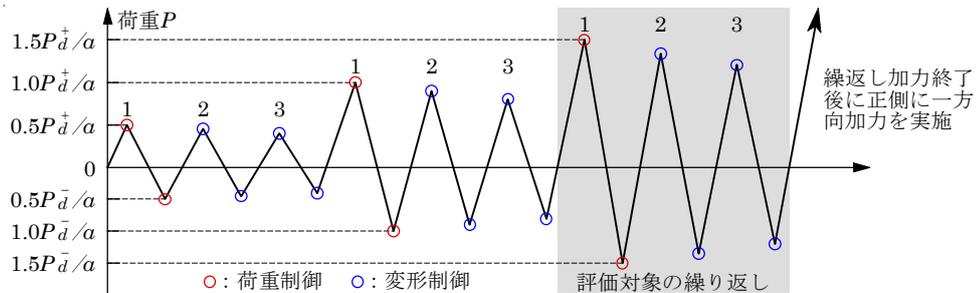
各段階における 1 回目の荷重制御値は、正側および負側の損傷時の荷重 P_d^+ 、 P_d^- に基づいて、正側は $0.5P_d^+ / a^+ \rightarrow 1.0P_d^+ / a^+ \rightarrow 1.5P_d^+ / a^+$ 、負側は $0.5P_d^- / a^- \rightarrow 1.0P_d^- / a^- \rightarrow 1.5P_d^- / a^-$ とする。ここで、 a^+ 、 a^- は1.5とする。各段階における 2 回目と 3 回目の正側の変形制御値 $D_a^{0.5,+}$ 、 $D_a^{1.0,+}$ 、 $D_a^{1.5,+}$ および負側の変形制御値 $D_a^{0.5,-}$ 、 $D_a^{1.0,-}$ 、 $D_a^{1.5,-}$ は、各段階における 1 回目の正側および負側の荷重制御値到達時の変形とする。

- ② 正負繰返し加力試験の結果が(4.5)式に適合する場合には、一方向加力試験の結果に基づいて正側と負側の接合部の許容耐力 P_a^+ 、 P_a^- を(4.6)式によって算出する。

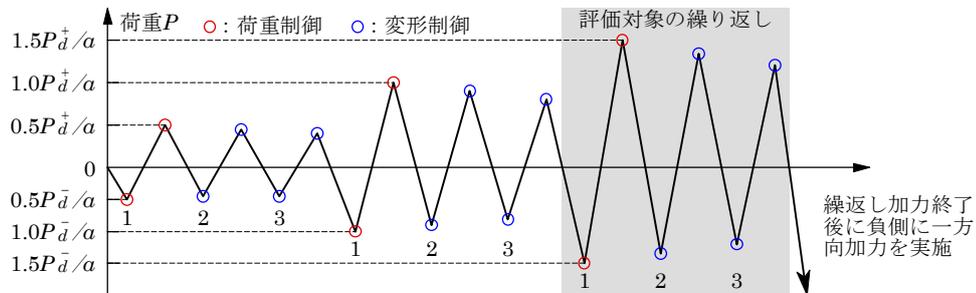
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^+ / a^+ , \quad \left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^- / a^- \quad (4.5)$$

$$P_a^+ = P_d^+ / a^+ , \quad P_a^- = P_d^- / a^- \quad (4.6)$$

ここで、 $P_d^{cyc,+}$ 、 $P_d^{cyc,-}$ は、正負繰返し加力試験結果における 3 段階目の変形制御値 $D_a^{1.5,+}$ 、 $D_a^{1.5,-}$ 到達時の正側および負側の各荷重である。なお、 P_a^+ 、 P_a^- (N)は一の位を四捨五入して表示する。



(a) 一方向加力試験の正側の最大荷重の平均値が大きい場合



(b) 一方向加力試験の負側の最大荷重の平均値が大きい場合

付図 4.2 正負繰返し加力試験の加力履歴

(4) 接合部の剛性

「引張方向」

接合部の剛性 K は、一方向加力試験の結果に基づいて(4.7)式によって算出する。

$$K = P_d / \delta_d^{ave} \quad (4.7)$$

ここで、 P_d は損傷時の荷重で、 δ_d^{ave} は損傷時の変形の平均値である。

「水平（野縁および野縁受け）方向」

正負の接合部の剛性 K^+ 、 K^- は、一方向加力試験の結果に基づいて(4.8)式によって算出する。

$$K^+ = P_d^+ / \delta_d^{ave,+}、K^- = P_d^- / \delta_d^{ave,-} \quad (4.8)$$

ここで、 P_d^+ 、 P_d^- は正側および負側の損傷時の荷重で、 $\delta_d^{ave,+}$ 、 $\delta_d^{ave,-}$ は正側および負側の損傷時の変形の平均値である。

資料5 試験データ集

「評価方法1による損傷時の荷重の算出結果の詳細」

- ・ 損傷時の荷重の算出結果..... 付表 5.1～付表 5.4
- ・ 荷重 P －変形 δ 関係..... 付図 5.1～付図 5.4

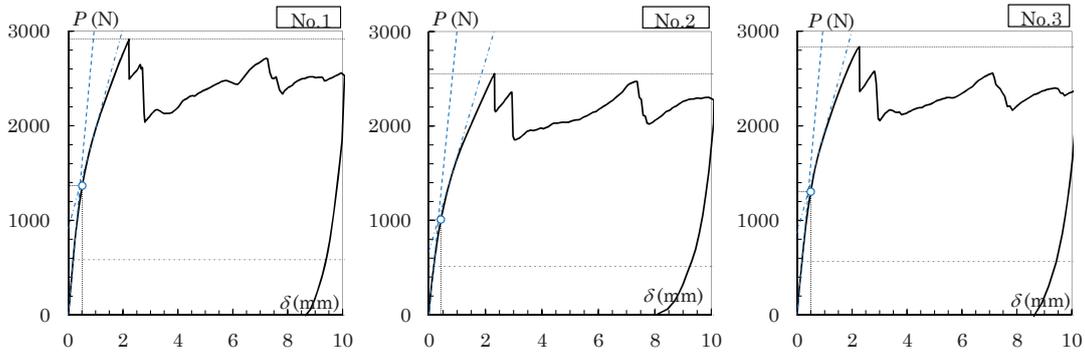
「試験写真の一覧」

- ・ 試験装置..... 写真 A.1～写真 A.2
- ・ 試験終了時および終了後の試験体の状況..... 写真 B.1～写真 B.6

付表5.1 損傷時の荷重の算出結果（引張方向加力，背掛け，評価方法1）

試験体	初期剛性 k					損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d	
	(N/mm)	ζ_1	ζ_2	δ_u 時までの最大荷重		(N)	平均値 P_d^{ave}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}
				P_u (N)	δ_u (mm)				
1	3184	0	0.20	2915	10	1368	1227	0.515	0.477
2	3022	0	0.20	2554		1009			
3	3213	0	0.20	2837		1304			

○ : 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d , --- : 初期剛性 k , -.-.- : $1/3k$, - - - : $\zeta_1 \cdot P_u$, - . - . - : $\zeta_2 \cdot P_u$, - - - - - : P_u

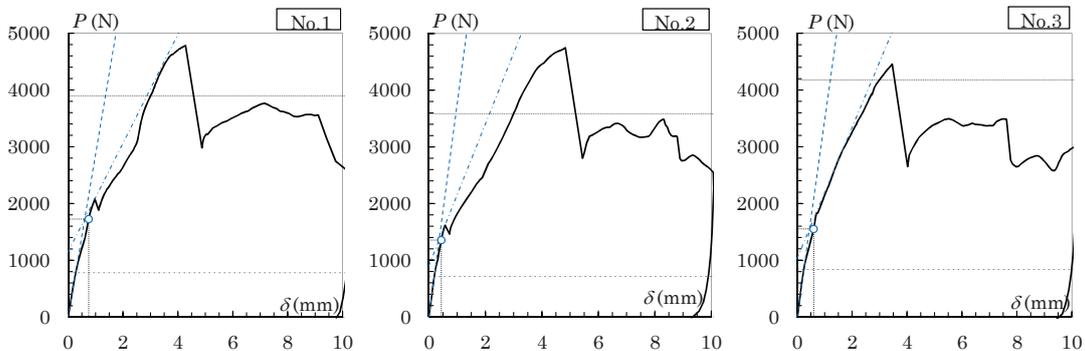


付図5.1 荷重 P －変形 δ 関係（引張方向加力，背掛け，評価方法1）

付表5.2 損傷時の荷重の算出結果（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）

試験体	初期剛性 k					損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d	
	(N/mm)	ζ_1	ζ_2	δ_u 時までの最大荷重		(N)	平均値 P_d^{ave}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}
				P_u (N)	δ_u (mm)				
1	2872	0	0.20	3892	3	1726	1544	0.749	0.596
2	3749	0	0.20	3589		1354			
3	3460	0	0.20	4182		1551			

○ : 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d , --- : 初期剛性 k , -.-.- : $1/3k$, - - - : $\zeta_1 \cdot P_u$, - . - . - : $\zeta_2 \cdot P_u$, - - - - - : P_u

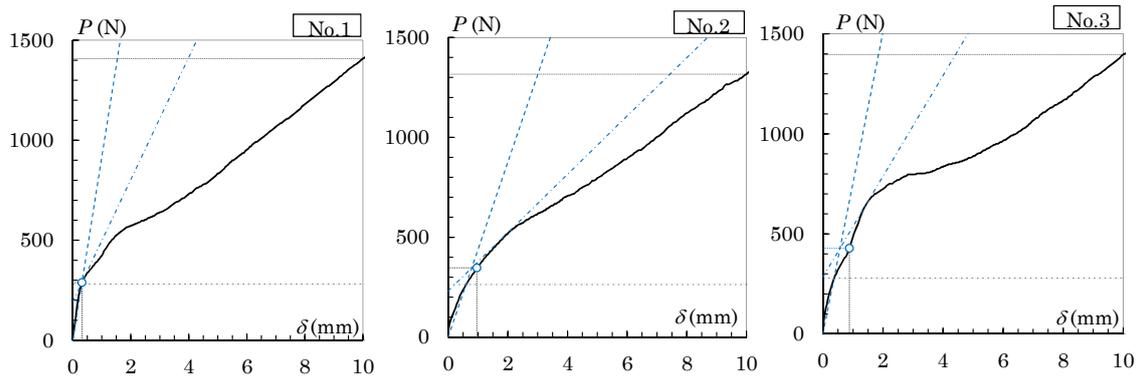


付図5.2 荷重 P －変形 δ 関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）

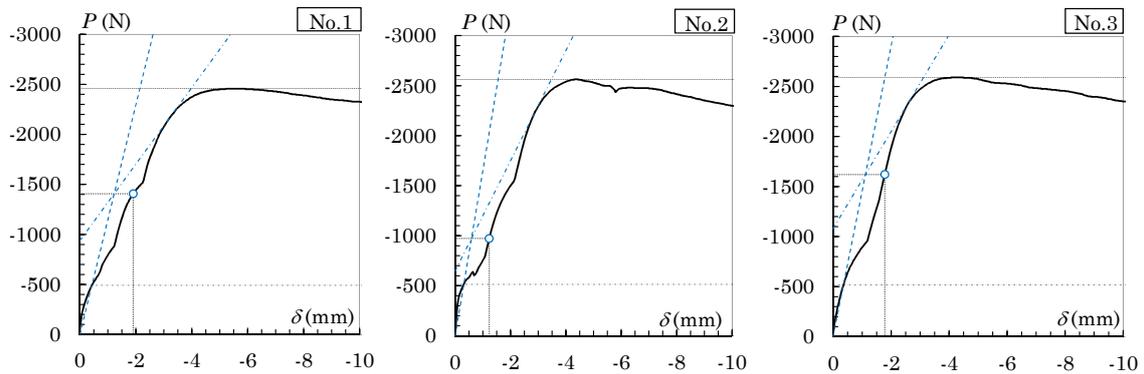
付表5.3 損傷時の荷重の算出結果（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法1）

方向	試験体	初期剛性 k				損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		
		(N/mm)	ζ_1	ζ_2	δ_u 時までの最大荷重 P_u (N)	δ_u (mm)	(N)	平均値 P_d^{ave}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}
正側	1	918	0	0.20	1408	10	288	354	0.319	0.718
	2	438	0	0.20	1317	10	347	354	0.957	
	3	755	0	0.20	1397	10	428	354	0.878	
負側	1	1147	0	0.20	2457	10	1406	1333	1.906	1.639
	2	1652	0	0.20	2563	10	972	1333	1.233	
	3	1452	0	0.20	2591	10	1620	1333	1.779	

○ : 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d , - - - : 初期剛性 k , - · - · : $1/3k$, - - - : $\zeta_1 \cdot P_u$, - · - · : $\zeta_2 \cdot P_u$, - - - : P_u



(a) 正側



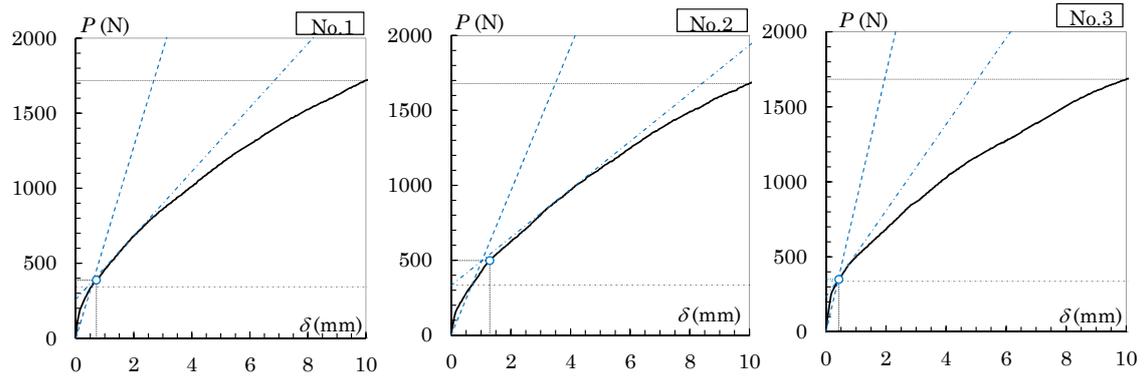
(b) 負側

付図5.3 荷重 P －変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法1）

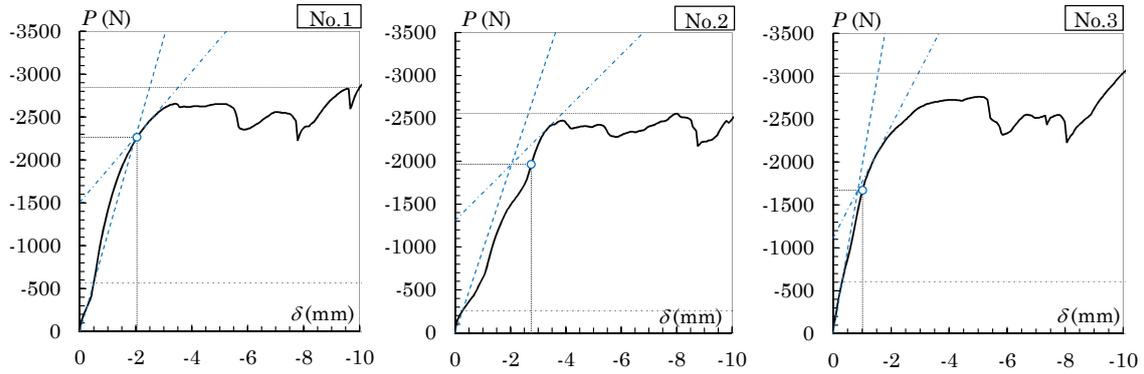
付表5.4 損傷時の荷重の算出結果（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法1）

方向	試験体	初期剛性 k				損傷時の荷重 P_d		損傷時の変形 δ_d		
		(N/mm)	ζ_1	ζ_2	δ_u 時までの最大荷重 P_u (N)	δ_u (mm)	(N)	平均値 P_d^{ave}	(mm)	平均値 δ_d^{ave}
正側	1	640	0	0.20	1720	10	388	412	0.712	0.810
	2	481	0	0.20	1680	10	498	412	1.290	
	3	862	0	0.20	1684	10	350	412	0.428	
負側	1	1141	0	0.20	2846	10	2264	1967	2.041	1.935
	2	967	0	0.10	2554	10	1964	1967	2.749	
	3	1960	0	0.20	3038	10	1672	1967	1.014	

○ : 損傷時の荷重 P_d と変形 δ_d , - - - : 初期剛性 k , - · - · : $1/3k$, - - - : $\zeta_1 \cdot P_u$, - · - · : $\zeta_2 \cdot P_u$, - - - : P_u



(a) 正側

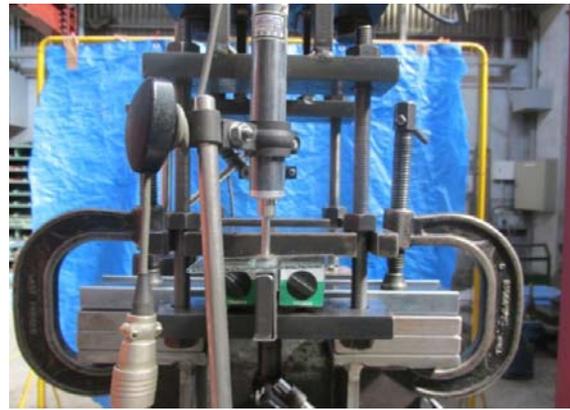


(b) 負側

付図5.4 荷重 P －変形 δ 関係（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法1）



(a) 全景



(b) 試験体の設置状況



(c) 変位計の設置状況 (D.T.1, D.T.2)



(d) 変位計の設置状況 (D.T.3)

写真A.1 試験装置 (引張方向)



(a) 全景



(b) 振れ止めの設置状況(加力方向:野縁方向)



(c) 振れ止めの設置状況(加力方向:野縁受け方向)



(d) 試験体の設置状況(加力方向:野縁方向)
および変位計の設置状況(D.T.1~D.T.4)



(e) 試験体の設置状況(加力方向:野縁受け方向)
および変位計の設置状況(D.T.1~D.T.4)

写真A.2 試験装置(水平(野縁, 野縁受け)方向)



(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



(e) 試験終了時



(b) 試験終了時



(d) 試験終了時



(f) 試験終了時

【No.1】

【No.2】

【No.3】

写真B.1 試験終了時および終了後の試験体の状況（引張方向加力，背掛け）



(a) 試験終了時



(d) 試験終了時



(g) 試験終了時



(b) 試験終了時



(e) 試験終了時



(h) 試験終了時



(c) 試験終了後



(f) 試験終了後



(i) 試験終了後

【No.1】

【No.2】

【No.3】

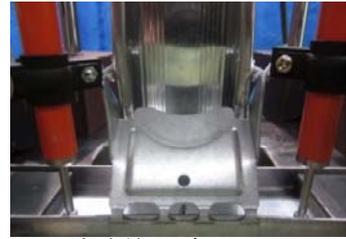
写真B.2 試験終了時および終了後の試験体の状況（引張方向加力，腹掛け）



(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



(e) 試験終了時



(b) 試験終了後
【No.1】



(d) 試験終了後
【No.2】



(f) 試験終了後
【No.3】

(1) 一方向加力試験 (正側)



(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



(e) 試験終了時



(b) 試験終了後
【No.1】



(d) 試験終了後
【No.2】

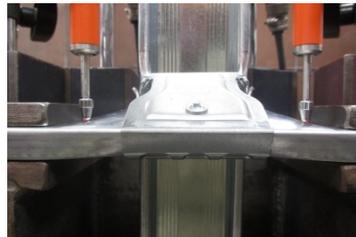


(f) 試験終了後
【No.3】

(2) 一方向加力試験 (負側)



(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



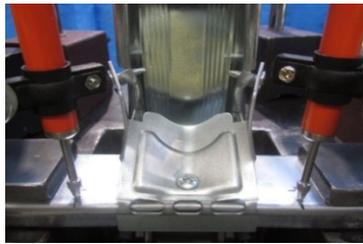
(b) 試験終了後
【評価方法1】



(d) 試験終了後
【評価方法2】

(3) 正負繰返し加力試験

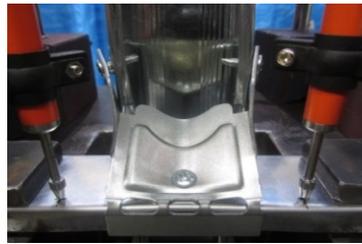
写真B.3 試験終了時および終了後の試験体の状況 (水平(野縁)方向加力, 背掛け)



(a) 試験終了時



(b) 試験終了後
【No.1】



(c) 試験終了時



(d) 試験終了後
【No.2】



(e) 試験終了時



(f) 試験終了後
【No.3】

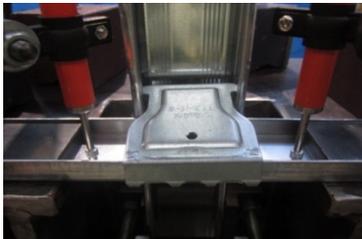
(1) 一方向加力試験 (正側)



(a) 試験終了時



(b) 試験終了後
【No.1】



(c) 試験終了時



(d) 試験終了後
【No.2】



(e) 試験終了時



(f) 試験終了後
【No.3】

(2) 一方向加力試験 (負側)



(a) 試験終了時



(b) 試験終了後
【評価方法1】



(c) 試験終了時



(d) 試験終了後
【評価方法2】

(3) 正負繰返し加力試験

写真B.4 試験終了時および終了後の試験体の状況 (水平(野縁)方向加力, 腹掛け)



(a) 試験終了後



(c) 試験終了後



(e) 試験終了後



(b) 試験終了後
【No.1】



(d) 試験終了後
【No.2】



(f) 試験終了後
【No.3】

(1) 一方向加力試験 (正側)



(a) 試験終了後



(b) 試験終了後

(2) 正負繰返し加力試験 (評価方法2)

写真B.5 試験終了時および終了後の試験体の状況 (水平(野縁受け)方向加力, 背掛け)



(a) 試験終了後



(c) 試験終了後



(e) 試験終了後



(b) 試験終了後
【No.1】



(d) 試験終了後
【No.2】



(f) 試験終了後
【No.3】

(1) 一方向加力試験 (正側)



(a) 試験終了後



(b) 試験終了後

(2) 正負繰返し加力試験 (評価方法2)

写真B.6 試験終了時および終了後の試験体の状況 (水平(野縁受け)方向加力, 腹掛け)

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 試験研究センター
構造部 構造試験室

〒565-0873 大阪府吹田市藤白台5丁目8番1号

TEL : 06-6834-7913 (直通)

06-6872-0391 (代表)

FAX : 06-6834-1230 (直通)

06-6872-0784 (代表)