

試験番号：IIA-13-0029(5)

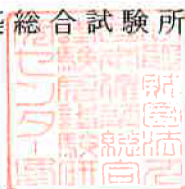
受付日：平成26年 3月26日

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S]  
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 一郎



報告書発行責任者

構造試験室長

博士(工学) 安井 信行



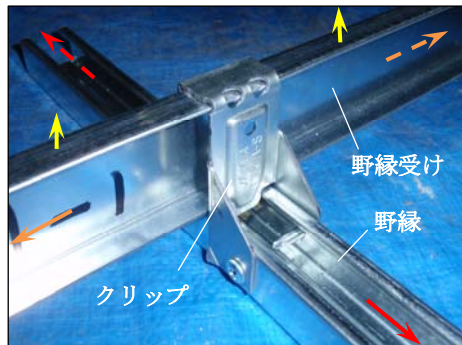
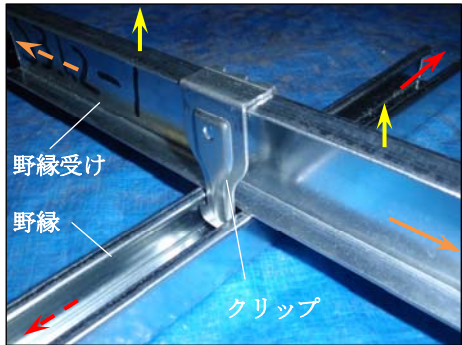
試験名称	天井部材クリップ接合部の強度試験																																																																																										
商品名	TT スーパークリップ S																																																																																										
依頼者(所在地)	株式会社サワタ (兵庫県尼崎市田能5丁目8番1号)																																																																																										
試験実施日	平成26年3月28日～4月4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)」																																																																																										
試験体	構成材料の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>クリップ: TTスーパークリップS</li> <li>野縁: CS-19 (JIS A 6517) ・野縁受け: CC-19 (JIS A 6517)</li> </ul>																																																																																									
	試験因子と試験体数	<table border="1"> <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 rowspan="2">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>正側</th> <th>負側</th> <th>正負繰返し加力</th> <th>一方向加力</th> <th>正側</th> <th>負側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>背掛け</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体<sup>注1)</sup></td> <td>3体</td> <td>省略<sup>注3)</sup></td> <td>1体<sup>注2)</sup></td> </tr> <tr> <td>腹掛け</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体<sup>注1)</sup></td> <td>3体</td> <td>省略<sup>注3)</sup></td> <td>1体<sup>注2)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p>									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	正側	負側	正負繰返し加力	一方向加力	正側	負側	背掛け	3体	3体	3体	2体 <sup>注1)</sup>	3体	省略 <sup>注3)</sup>	1体 <sup>注2)</sup>	腹掛け	3体	3体	3体	2体 <sup>注1)</sup>	3体	省略 <sup>注3)</sup>	1体 <sup>注2)</sup>																																											
	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	正側	負側	正負繰返し加力	一方向加力	正側	負側																																																																																		
背掛け	3体	3体	3体	2体 <sup>注1)</sup>	3体	省略 <sup>注3)</sup>	1体 <sup>注2)</sup>																																																																																				
腹掛け	3体	3体	3体	2体 <sup>注1)</sup>	3体	省略 <sup>注3)</sup>	1体 <sup>注2)</sup>																																																																																				
組立時外観と加力方向	<div style="text-align: center;"> <p>引張方向: <span style="color: yellow;">→</span> 水平(野縁)方向 : 正側 <span style="color: red;">→</span> 負側 <span style="color: red;">- - - →</span></p> <p>水平(野縁受け)方向: 正側 <span style="color: orange;">→</span> 負側 <span style="color: orange;">- - - →</span></p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>(a) 背掛け (b) 腹掛け</p>																																																																																										
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"> <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><math>P_a</math> (N) [α]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N) [α]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N) [α]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N) [α]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">背掛け</td> <td>引張方向</td> <td>670[1.50]</td> <td>3220</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>870[1.50]</td> <td>2707</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁)方向</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>269</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>625</td> <td>390[1.50]</td> <td>174</td> <td>720[1.50]</td> <td>513</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁受け)方向</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>710[1.50]</td> <td>327</td> <td>710[1.50]</td> <td>327</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">腹掛け</td> <td>引張方向</td> <td>1070[1.50]</td> <td>1600</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1390[1.50]</td> <td>1299</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁)方向</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>251</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>858</td> <td>620[1.50]</td> <td>283</td> <td>1070[1.50]</td> <td>878</td> </tr> <tr> <td>水平(野縁受け)方向</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>720[1.50]</td> <td>250</td> <td>720[1.50]</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>試験結果の一覧 ..... 表1.1～表2.6</li> <li>荷重<math>P</math>—変形<math>\delta</math>関係 ..... 図1.1～図2.6</li> <li>破壊の状態 ..... 写真1.1～写真2.6</li> <li>資料5 試験データ集</li> </ul> <p>注) 表・図・写真1.<math>n</math> は「評価方法1」による試験結果を、表・図・写真2.<math>n</math> 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)	$P_a$ (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	670[1.50]	3220	—	—	870[1.50]	2707	—	—	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	269	不確定[1.50]	625	390[1.50]	174	720[1.50]	513	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	710[1.50]	327	710[1.50]	327	腹掛け	引張方向	1070[1.50]	1600	—	—	1390[1.50]	1299	—	—	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	251	不確定[1.50]	858	620[1.50]	283	1070[1.50]	878	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	720[1.50]	250	720[1.50]	250
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	670[1.50]	3220	—	—	870[1.50]	2707	—	—																																																																																		
	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	269	不確定[1.50]	625	390[1.50]	174	720[1.50]	513																																																																																		
	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	710[1.50]	327	710[1.50]	327																																																																																		
腹掛け	引張方向	1070[1.50]	1600	—	—	1390[1.50]	1299	—	—																																																																																		
	水平(野縁)方向	不確定[1.50]	251	不確定[1.50]	858	620[1.50]	283	1070[1.50]	878																																																																																		
	水平(野縁受け)方向	—	—	—	—	720[1.50]	250	720[1.50]	250																																																																																		
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 $\delta_d$		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 $\sigma$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$		(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$	
1	1101	1011	82	0.319	0.314	3220	2656	2610	A
2	939			0.286			2503		A
3	993			0.337			2670		A
許容耐力 $P_a$ (N)	670			$a$	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

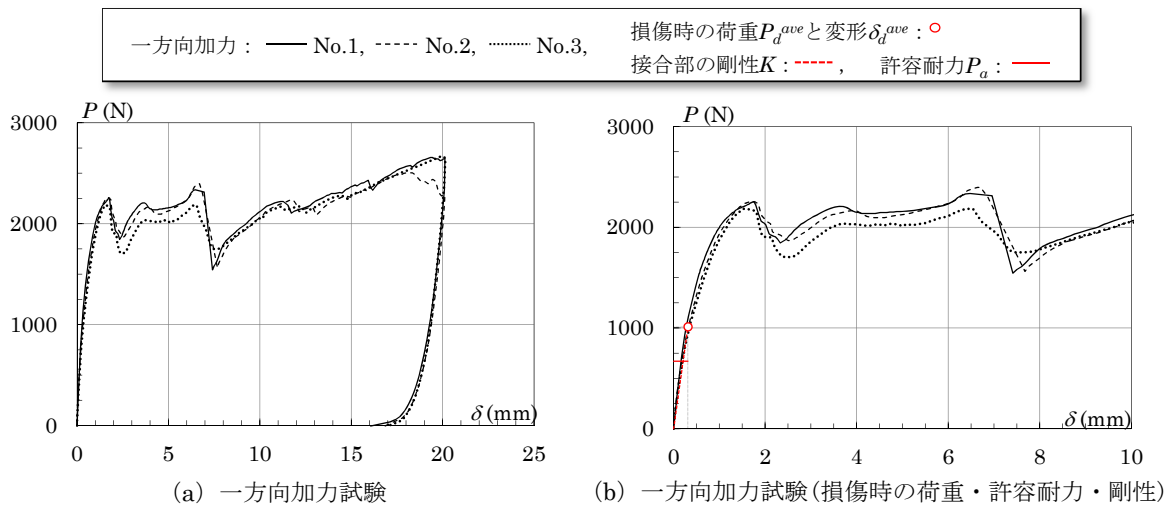
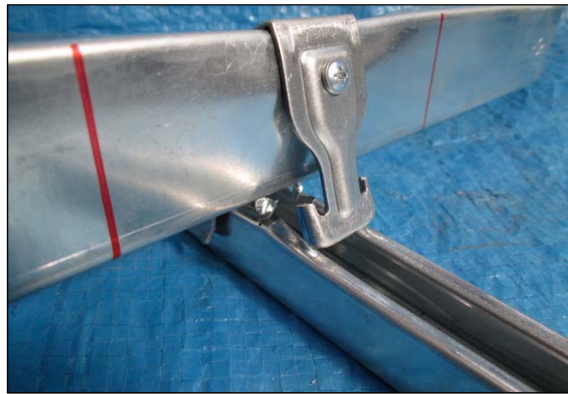


図1.1 荷重 $P$ －変形 $\delta$  関係（引張方向加力，背掛け，評価方法1）



【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 $\delta_d$		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 $\sigma$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$		(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$	
1	1842	1603	218	1.382	1.002	1600	4144	4162	A
2	1552			0.925			4158		A
3	1415			0.700			4185		A
許容耐力 $P_a$ (N)	1070			$a$	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

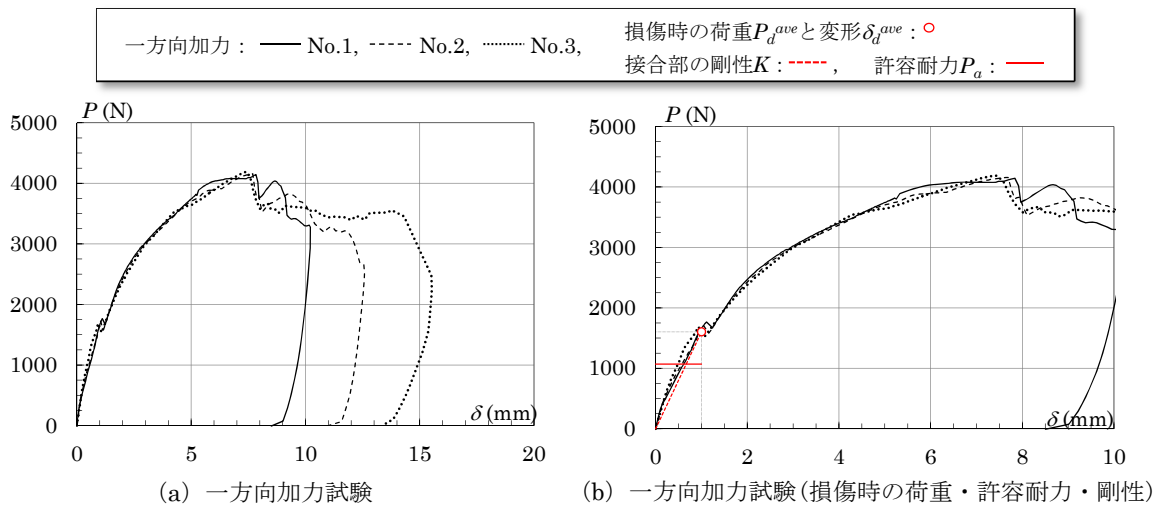


図1.2 荷重 $P$ －変形 $\delta$  関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）



【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 $\delta_d$		接合部の剛性 $K$ (N/mm)	最大荷重 $P_{max}$		破壊 <sup>*3</sup> の状態	
		(N)	平均値 $P_d^{ave}$	標準偏差 $\sigma$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$		(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$		
正側	1	240	334	128	0.507	1.243	269	3727	3739	A	
	2	283			0.832			3870		A	
	3	480			2.390			3620		A	
負側	1	1679	1681	59	2.562	2.688	625	2990	2985	B	
	2	1740			3.028			3027		B	
	3	1623			2.475			2939		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) <sup>*2,*4</sup>						最大荷重 <sup>*4</sup> $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*4</sup> の状態
	(mm)	$a$		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.829	1.50	267	482	1.81	—	—	—	—	—	—
負側	1.792	1.50	1345	1149	0.85	—	—	—	—	—	—
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。

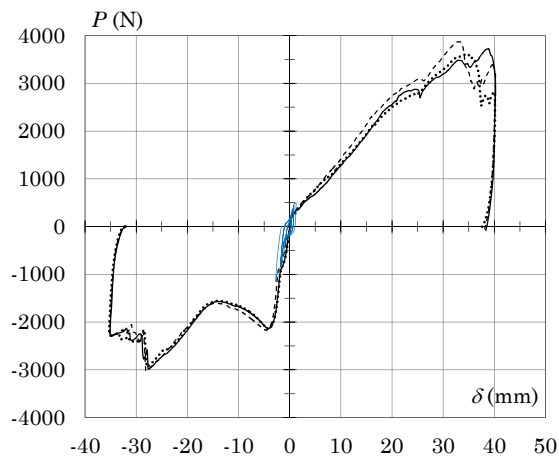
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

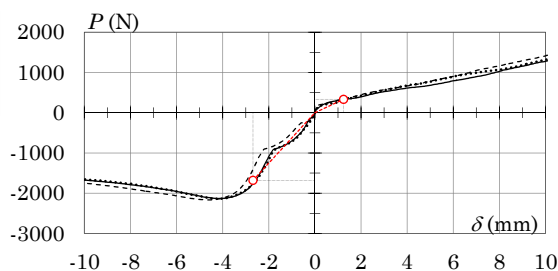
A：クリップ・野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

※4  $1.5 D_a$ 到達時の荷重が判定荷重を満たさなかったため、試験を途中で終了した。

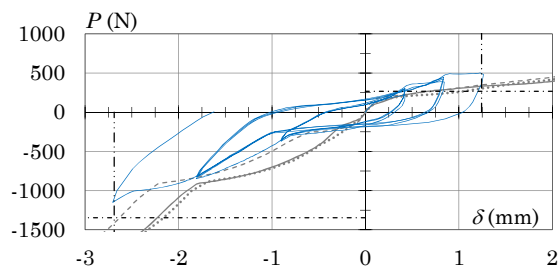
一方向加力(正負)： — No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d^{ave}$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ： ○, 接合部の剛性 $K$ ： - - - -  
 正負繰返し加力： —, 判定荷重： - - - -,  $\pm 1.5 D_a$ ： - - - -



(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 $\delta$  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



(b) 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 $\delta_d$		接合部の剛性 $K$ (N/mm)	最大荷重 $P_{max}$		破壊 <sup>*3</sup> の状態	
		(N)	平均値 $P_d^{ave}$	標準偏差 $\sigma$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$		(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$		
正側	1	1259	1138	112	5.288	4.530	251	3003	3187	A	
	2	1117			4.300			3156		A	
	3	1039			4.001			3402		A	
負側	1	1893	1994	187	2.141	2.324	858	3717	3538	A,B	
	2	2209			2.882			3203		A,B	
	3	1879			1.950			3694		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) <sup>*2,*4</sup>						最大荷重 <sup>*4</sup> $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*4</sup> の状態
	(mm)	$a$		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	3.020	1.50	910	—	—	—	—	—	—	—	—
負側	1.549	1.50	1595	1451	0.91	—	—	—	—	—	—
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。

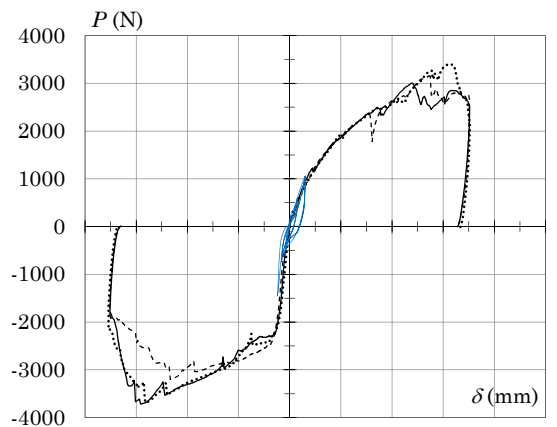
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

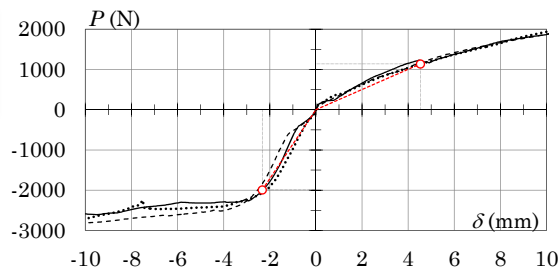
A：クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊 B：クリップつめによる野縁の亀裂

※4  $1.5 D_a$ 到達時の荷重が判定荷重を満たさなかったため、試験を途中で終了した。

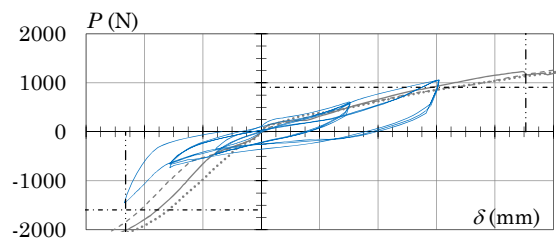
一方向加力(正負)： — No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d^{ave}$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ： ○, 接合部の剛性 $K$ ： - - - -  
 正負繰返し加力： —, 判定荷重： - - - -,  $\pm 1.5 D_a$ ： - - - -



(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1.4 荷重 $P$ —変形 $\delta$  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）,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 $\delta_d$		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 $\delta_d^{ave}$			(N)	平均値 $P_u^{ave}$	(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$	
1	1305	①終局耐力	0.423	0.482	0.223	2707	2656	2610	2656	2610	A
2			0.489		0.256		2503		2503		A
3			0.534		0.279		2670		2670		A
許容耐力 $P_a$ (N)		870	$\alpha$	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

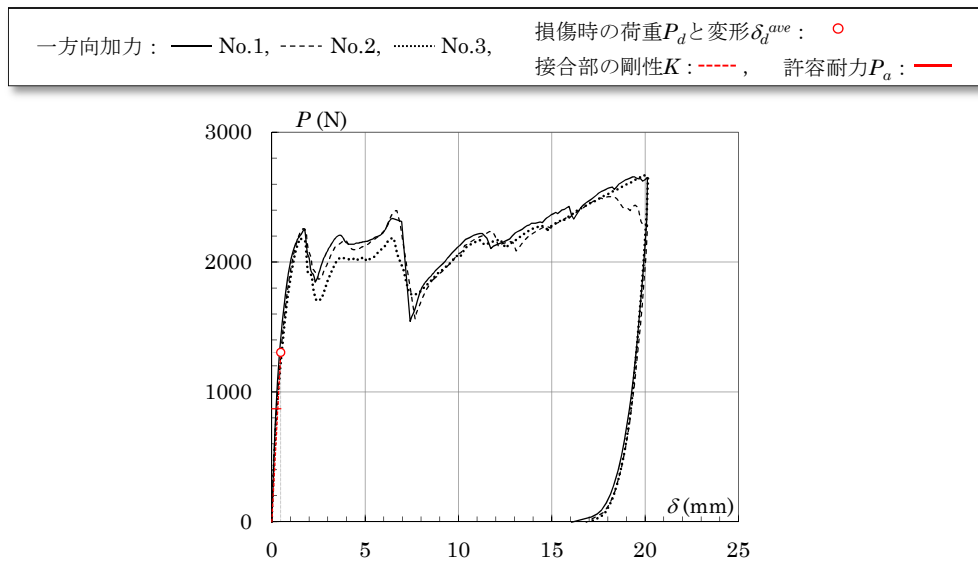


図2.1 荷重 $P$ －変形 $\delta$  関係（引張方向加力，背掛け，評価方法2）



【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 $\delta_d$		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 $\delta_d^{ave}$			(N)	平均値 $P_u^{ave}$	(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$	
1	2081	①終局耐力	1.590	1.602	0.823	1299	4144	4162	4144	4162	A
2			1.592		0.828		4158		4158		A
3			1.625		0.668		4185		4185		A
許容耐力 $P_a$ (N)		1390	$\alpha$	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 $\delta_d^{ave}$ ：○  
接合部の剛性 $K$ ：- - - - , 許容耐力 $P_a$ ：——

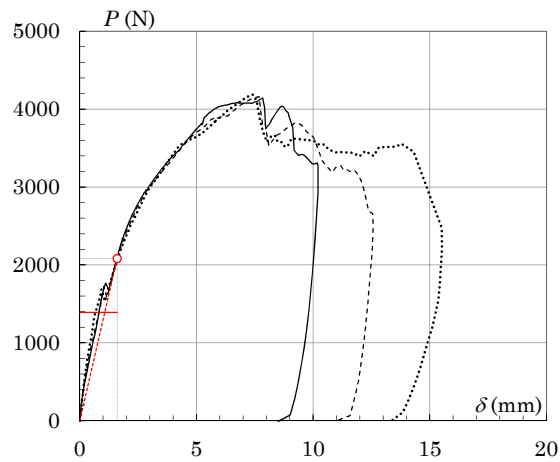


図2.2 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法2）



【破壊の状態A,B】

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)	損傷時の変形 $\delta_d$ (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 <sup>*3</sup> の状態	備考			
								平均値 $\delta_d^{ave}$	平均値 $P_u^{ave}$		
正側	590	③許容耐力 時変形制限	3.715	3.397	2.000	174	2554	2597	3727	3739	A
			3.194		1.575		2733		3870		A
			3.283		1.826		2503		3620		A
負側	1082	①終局耐力	1.995	2.111	1.055	513	2173	2163	2990	2985	B
			2.411		1.445		2169		3027		B
			1.926		1.014		2146		2939		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)		$\alpha$	$\pm D_a^{1.5}$ 到達時の荷重 $P_d^{cyc}$ (N) <sup>*2</sup>			最大 荷重 $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*3</sup> の状態		
		2回目	判定		3回目	判定					
正側	2.195	472	1.50	607	1.29	649	1.38	3550	A		
負側	3.276	866	1.50	1052	1.21	1048	1.21	—	—		
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考							
		390	720	—							

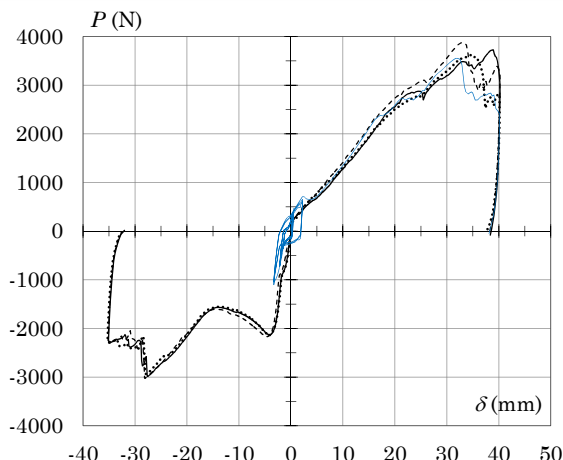
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※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。

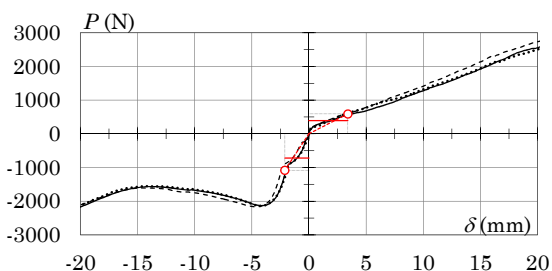
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

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

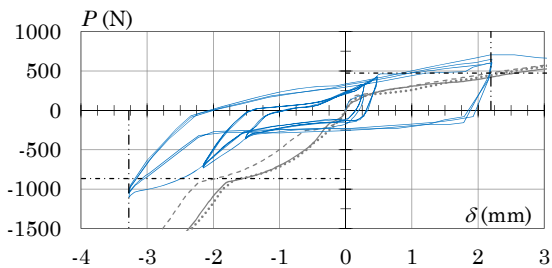
一方向加力(正負): — No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - - -  
 許容耐力 $P_a$ : ————  
 正負繰返し加力: ————, 判定荷重: - - - -,  $\pm D_a^{1.5}$ : - - - -



(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 $\delta$  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



(b) 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 $\delta_d$ (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 の状態*3
			平均値 $\delta_d^{ave}$				平均値 $P_u^{ave}$		平均値 $P_{max}^{ave}$		
正側	933	③許容耐力 時変形制限	3.020	3.297	1.868	283	2603	2603	3003	3187	A
			3.437		1.948		2635		3156		A
			3.435		2.000		2571		3402		A
負側	1604	①終局耐力	1.792	1.826	1.321	878	3309	3207	3717	3538	A,B
			2.083		1.634		3041		3203		A,B
			1.604		1.086		3272		3694		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)		$a$	$\pm D_a^{1.5}$ 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	3.270	746	1.50	959	1.29	959	1.29	—	—		
負側	2.633	1283	1.50	1488	1.16	1451	1.13	3430	A,B		
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考	—						
		620	1070								

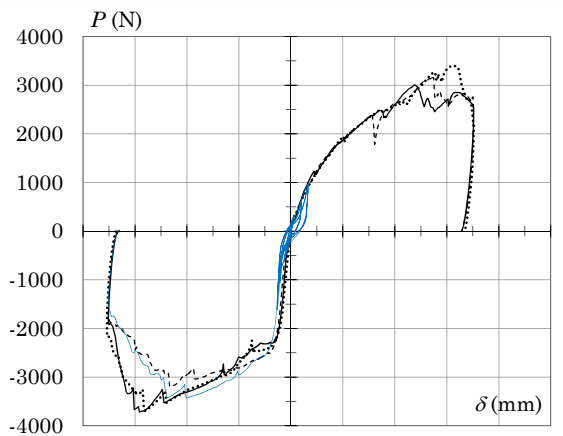
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※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。

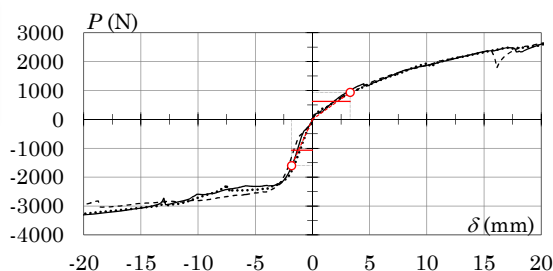
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

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

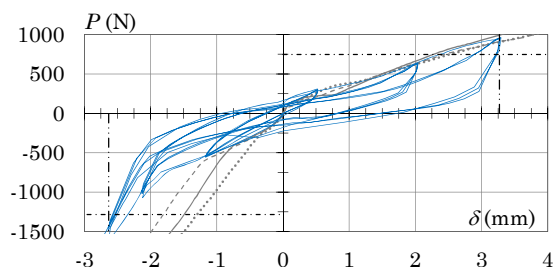
一方向加力(正負): — No.1, - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - -  
 許容耐力 $P_a$ : —  
 正負繰返し加力: —, 判定荷重: - - - - ,  $\pm D_a^{1.5}$ : - - -



(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 $\delta$  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), 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 $\delta_d$		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 <sup>*3</sup> の状態	
	(N)	備考 <sup>*1</sup>	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$			(N)	平均値 $P_u^{ave}$	(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$		
正側	1	1060	①終局耐力	3.357	3.244	327	2155	2120	3059	3065	A,B	
	2			3.078			1.570		2063		3124	A,B
	3			3.296			1.552		2141		3013	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) <sup>*2</sup>				最大荷重 $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*3</sup> の状態			
		(N)	$a$	2回目	判定	3回目	判定					
正側	3.110	848	1.50	1061	1.25	1043	1.23	2990	A,B			
負側	3.062	848	1.50	1052	1.24	1029	1.21	—	—			
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考								
		710	710	—								

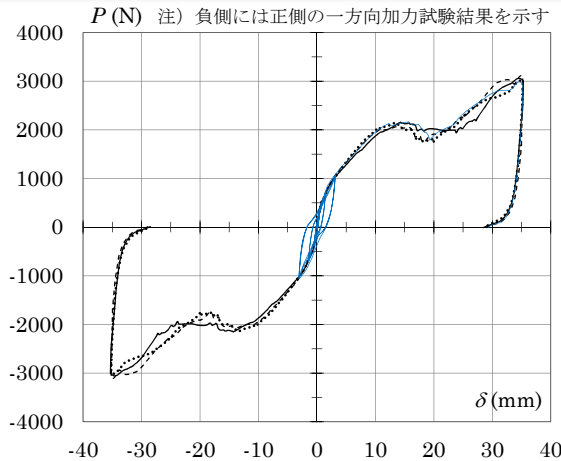
※1 備考欄には、「資料4」に示す損傷時の荷重の決定要因を示す。

※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。

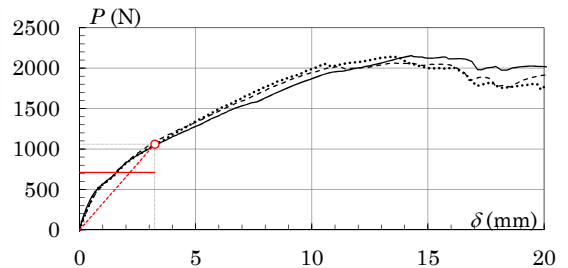
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

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

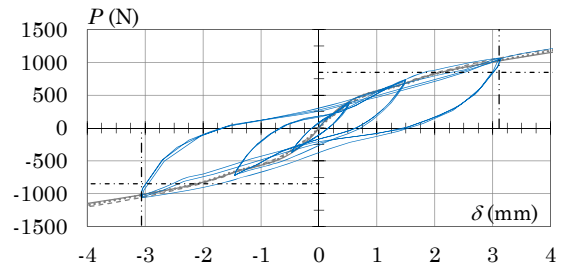
一方向加力(正負)：—— No.1, ---- No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ：○，接合部の剛性 $K$ ：- - - -  
 許容耐力 $P_a$ ：—  
 正負繰返し加力：—，判定荷重：- - - -， $\pm D_a^{1.5}$ ：- - - -



(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 $\delta$ 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 $\delta_d$		$2/3 \cdot P_d$ 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 $\delta_d^{ave}$			(N)	平均値 $P_u^{ave}$	(N)	平均値 $P_{max}^{ave}$			
正側	1 2 3	1086	③許容耐力時変形制限	4.756	4.344	250	2470	2510	3054	2965	A,B,C		
				3.809					1.578		2577	2943	A,B,D
				4.468					1.865		2484	2897	A,B,D
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				
		(N)	$a$	2回目	判定	3回目	判定						
正側	4.712	869	1.50	1057	1.22	1034	1.19	3031	A,B,C				
負側	4.192	869	1.50	1057	1.22	1038	1.19	—	—				
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考									
		720	720	—									

※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。

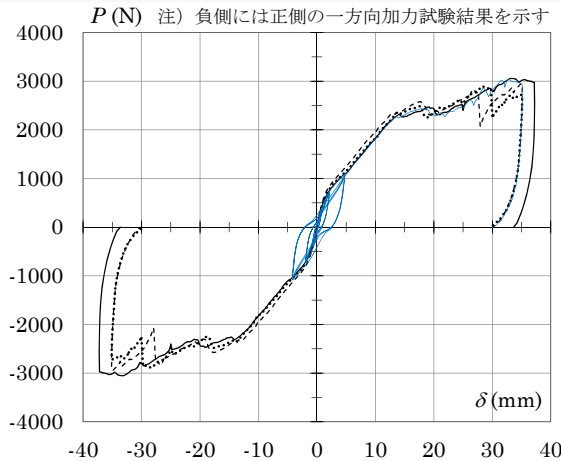
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

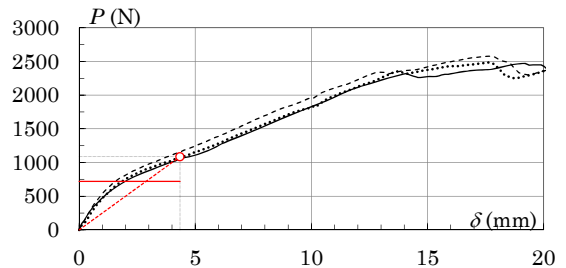
A: クリップつめによる野縁の亀裂 B: クリップ-野縁接合ねじによる野縁の支圧破壊

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

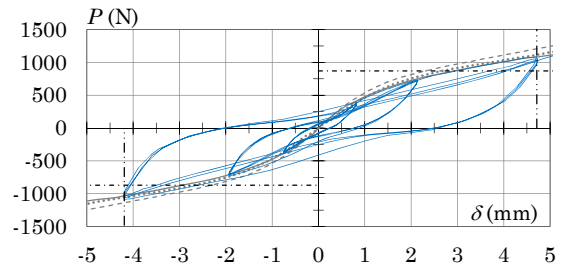
一方向加力(正負): — No.1, ---- No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - - -  
 許容耐力 $P_a$ : ————  
 正負繰返し加力: ————, 判定荷重: - - - - ,  $\pm D_a^{1.5}$ : - - - -



(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 $\delta$ 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）

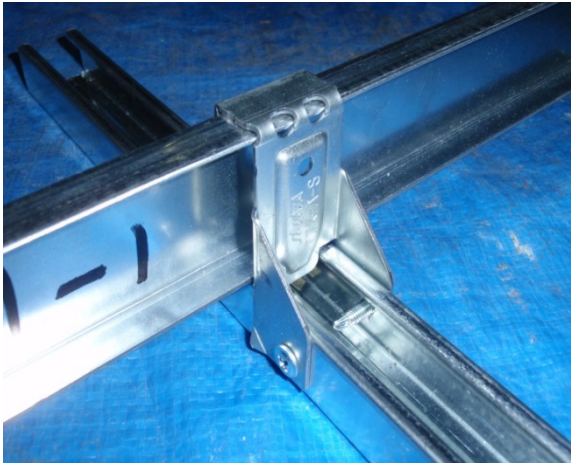
## 資料1 試験体の構成材料と形状・寸法の詳細

- ・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

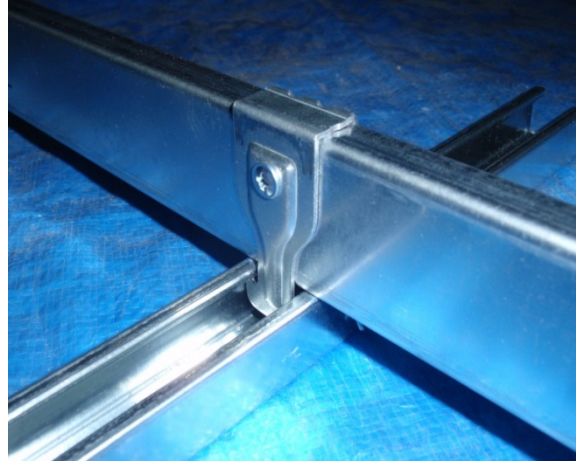
付表 1 試験体構成材料の一覧

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S)	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：CS-19)	25×19×0.5	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)

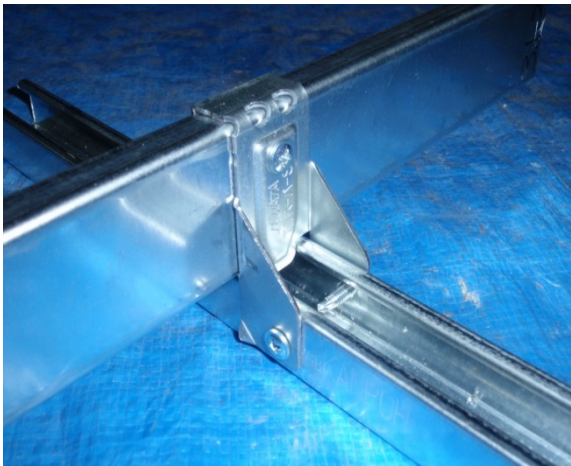
注) 依頼者提出資料



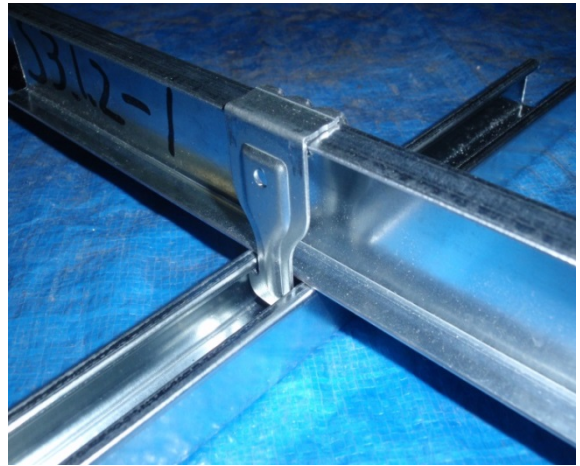
(a) 背掛け（野縁受け腹側）



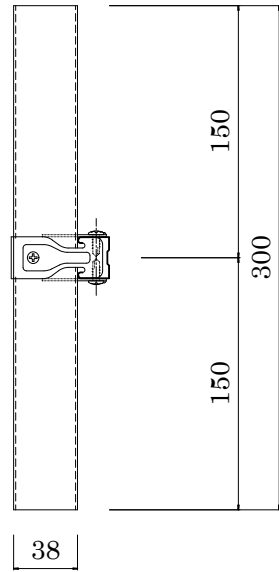
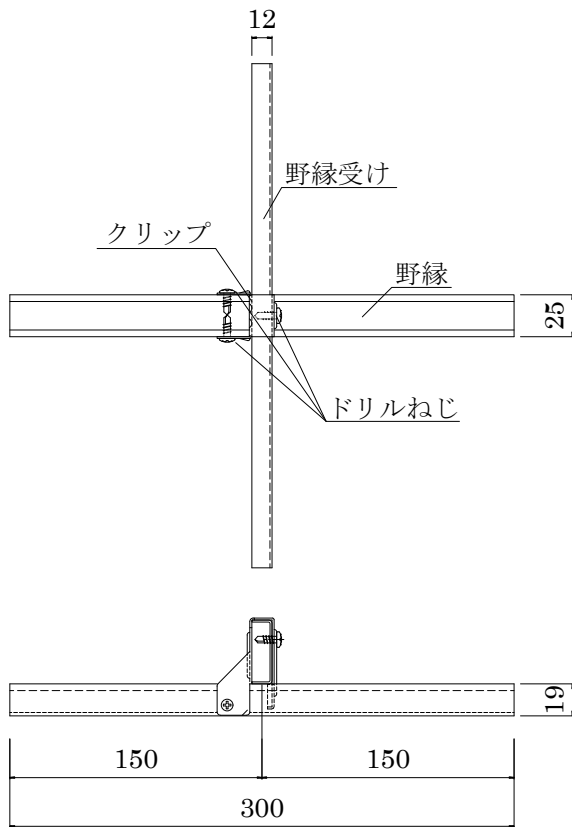
(b) 背掛け（野縁受け背側）



(c) 腹掛け（野縁受け背側）



(d) 腹掛け（野縁受け腹側）

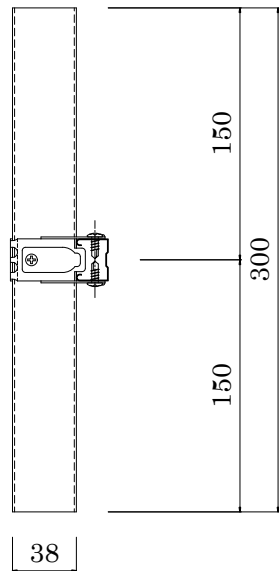
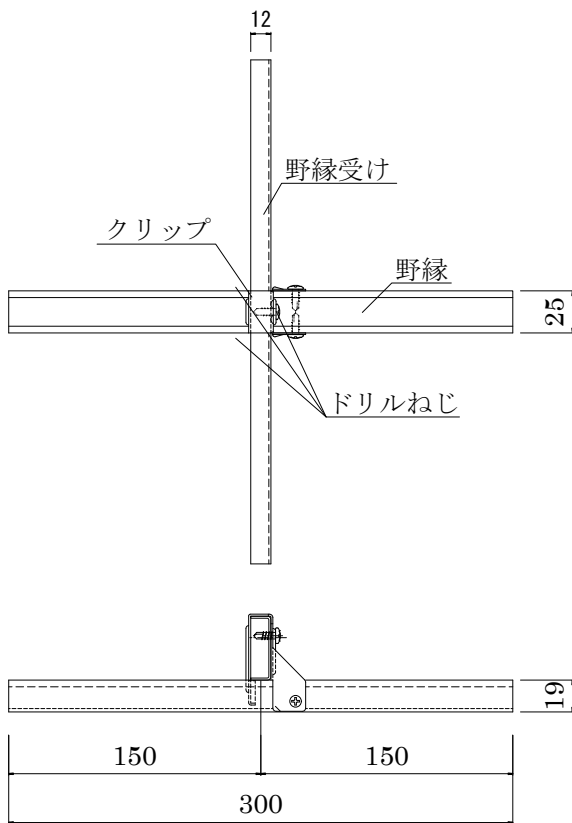


38

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)

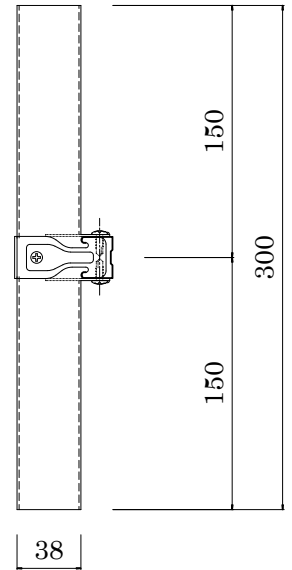
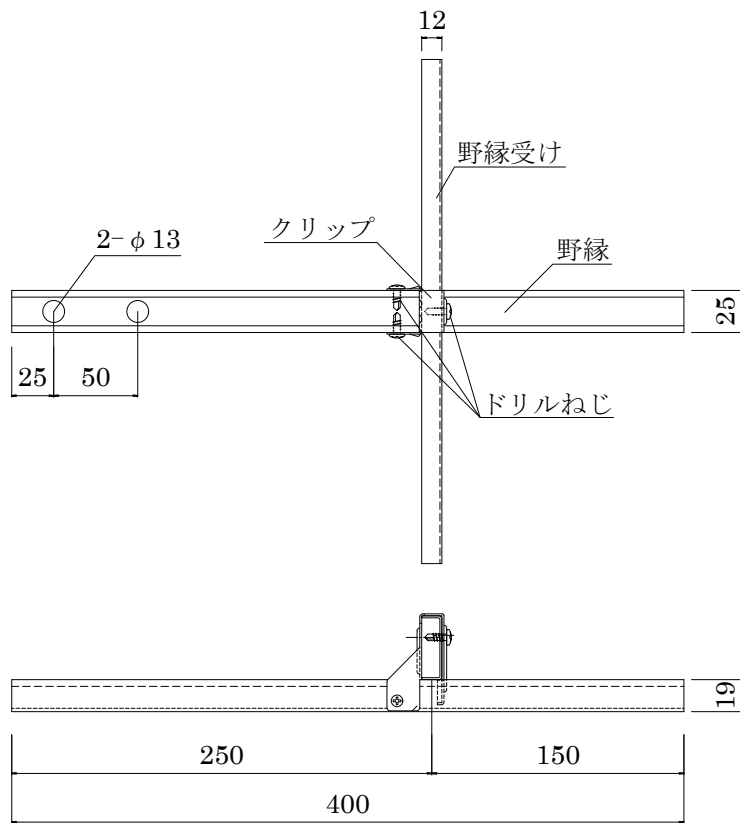


38

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)

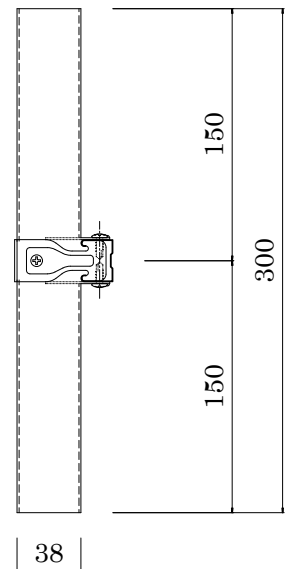
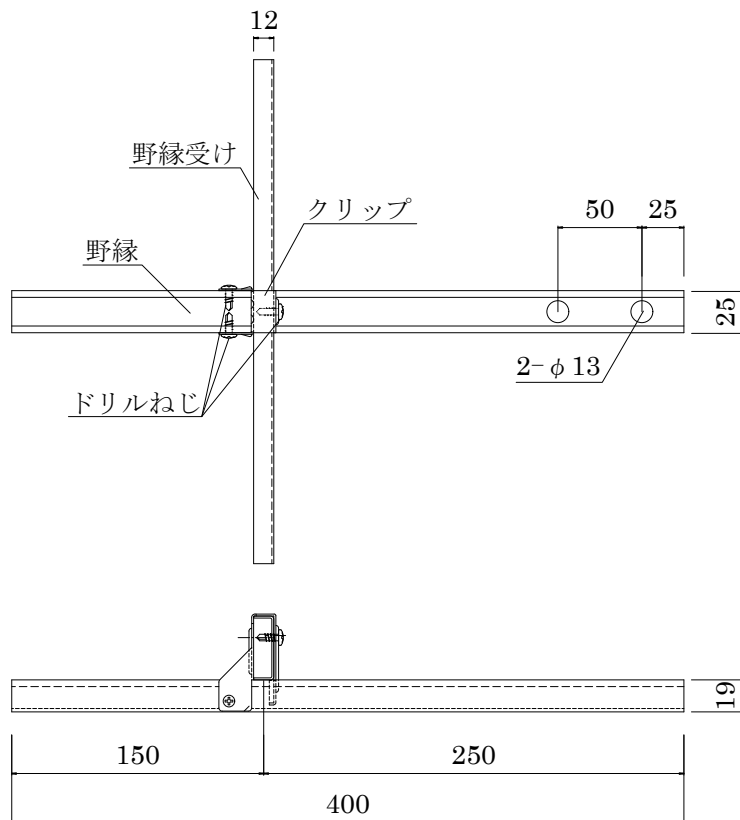
(寸法単位: mm)



注) 依頼者提出資料

(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)

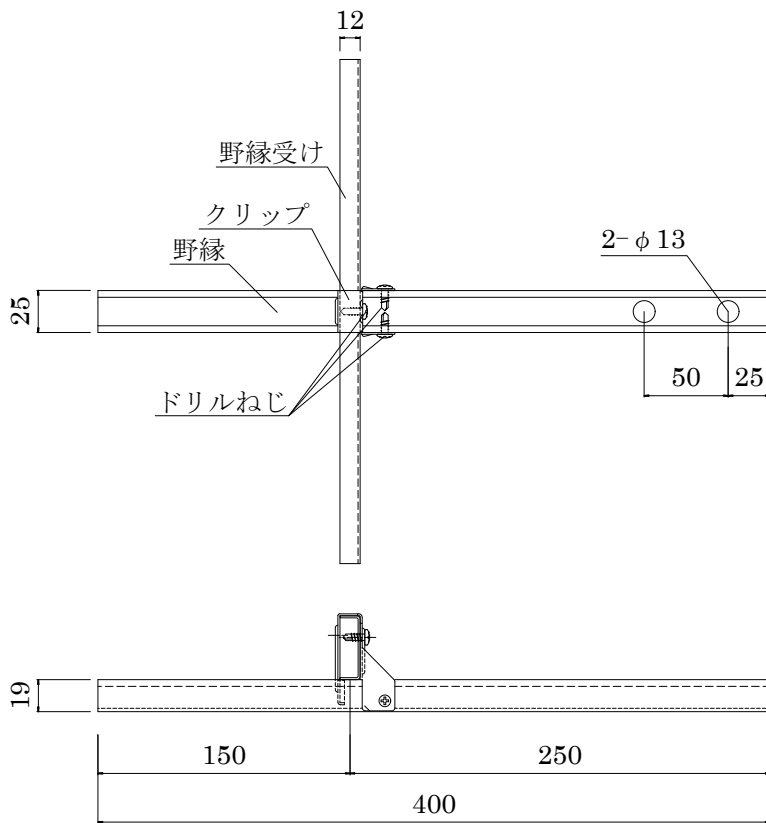


注) 依頼者提出資料

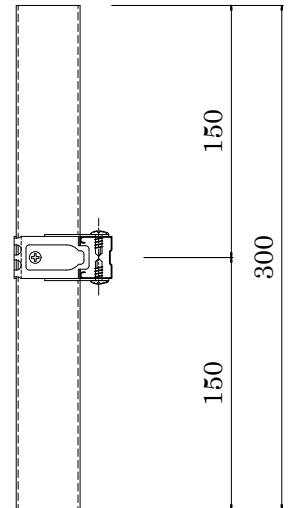
(寸法単位: mm)

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)





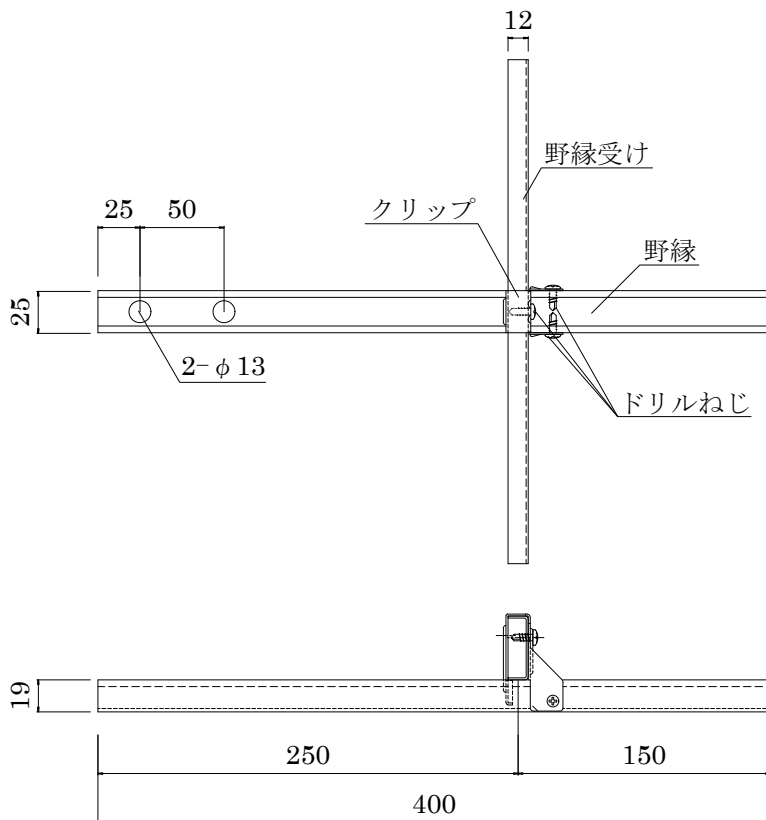
付図1.5 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力正側，腹掛け）



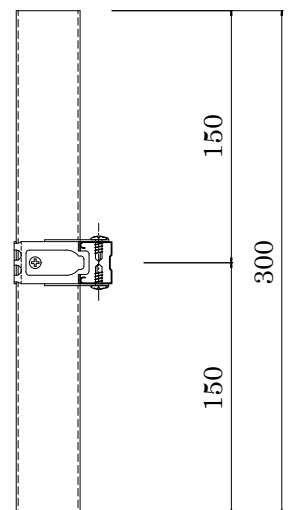
38

注) 依頼者提出資料

(寸法単位: mm)



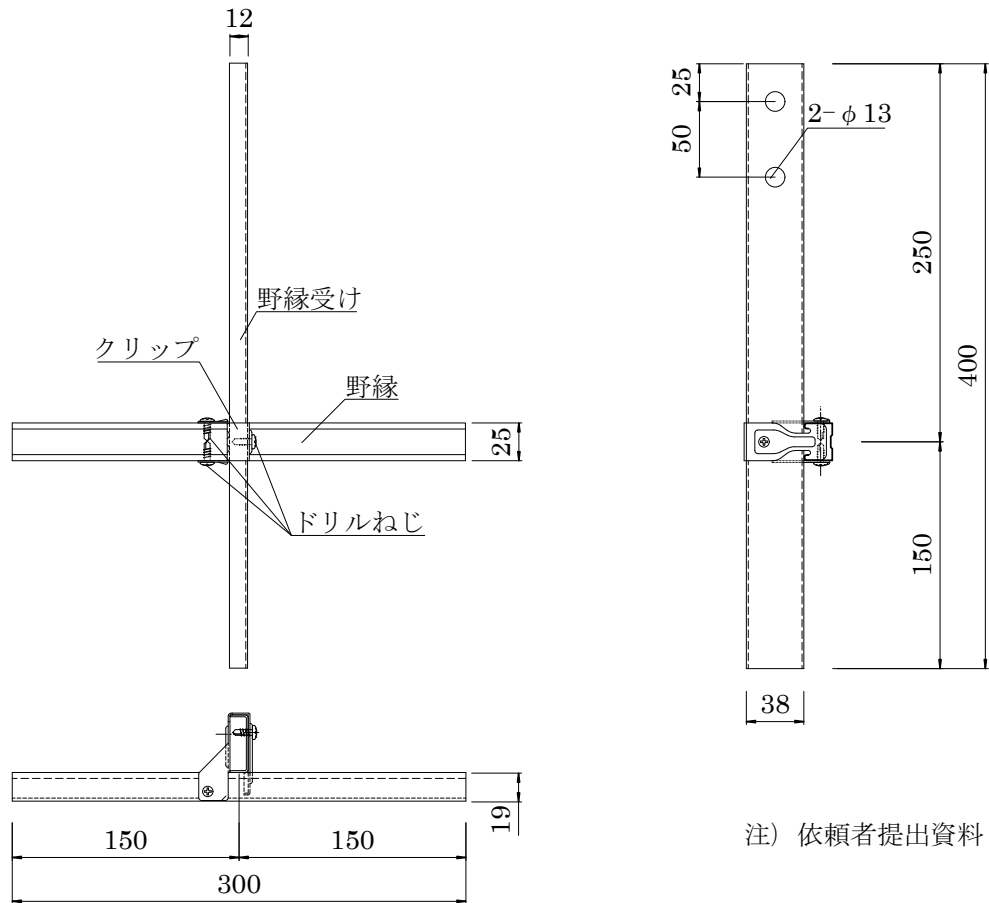
付図1.6 試験体の形状・寸法（水平（野縁）方向加力負側，腹掛け）



38

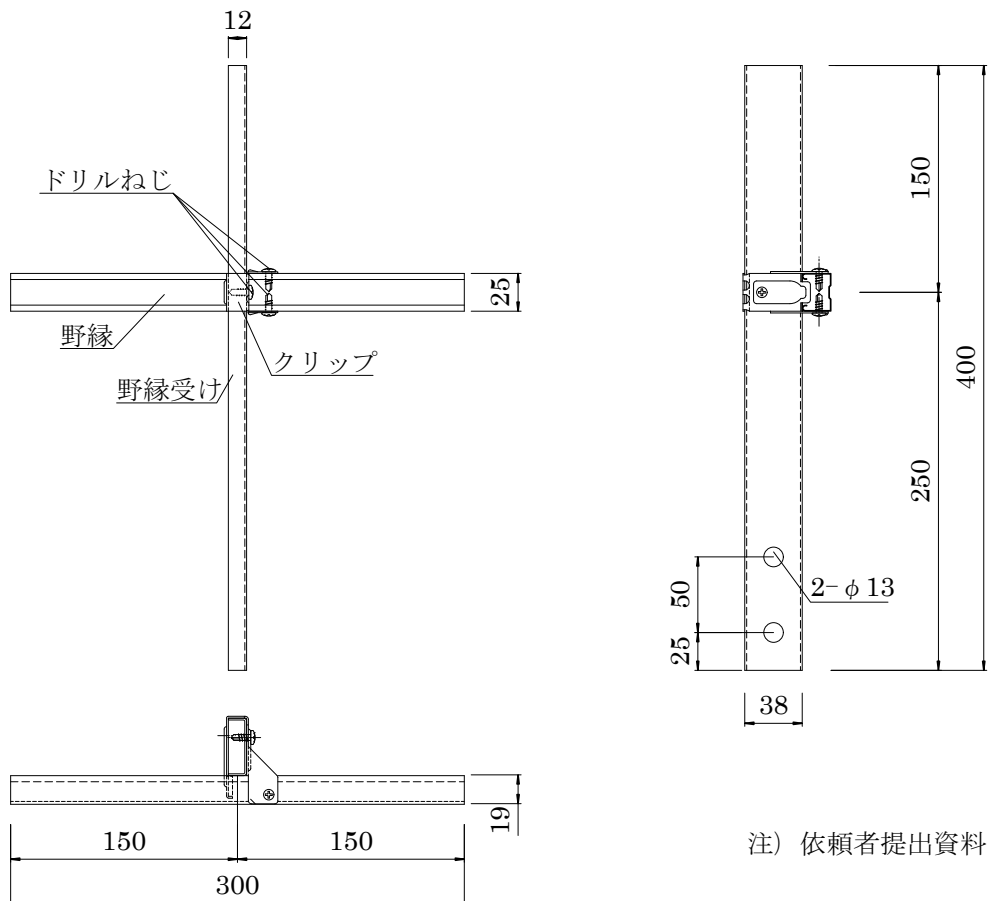
注) 依頼者提出資料

(寸法単位: mm)



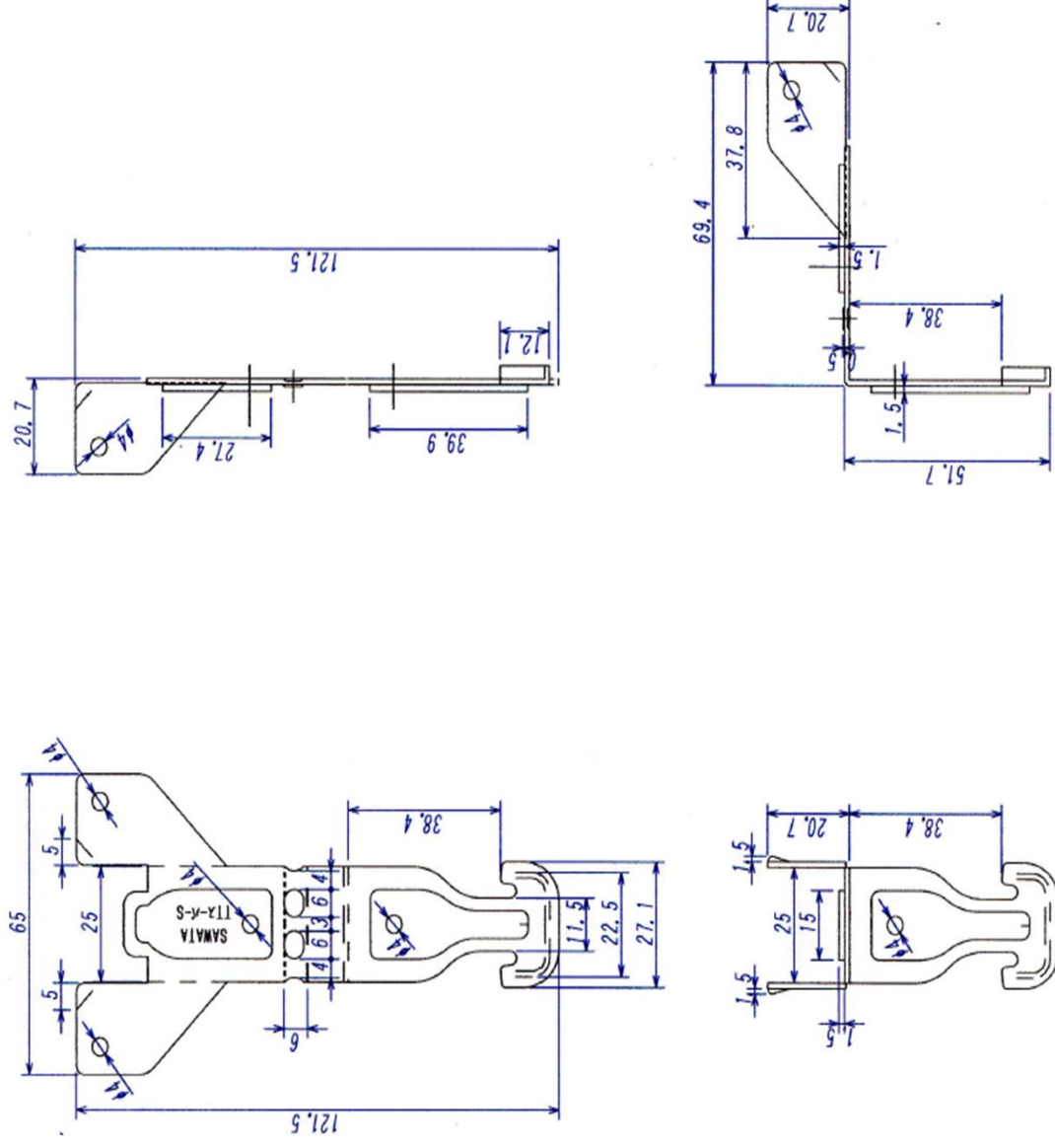
注) 依頼者提出資料

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

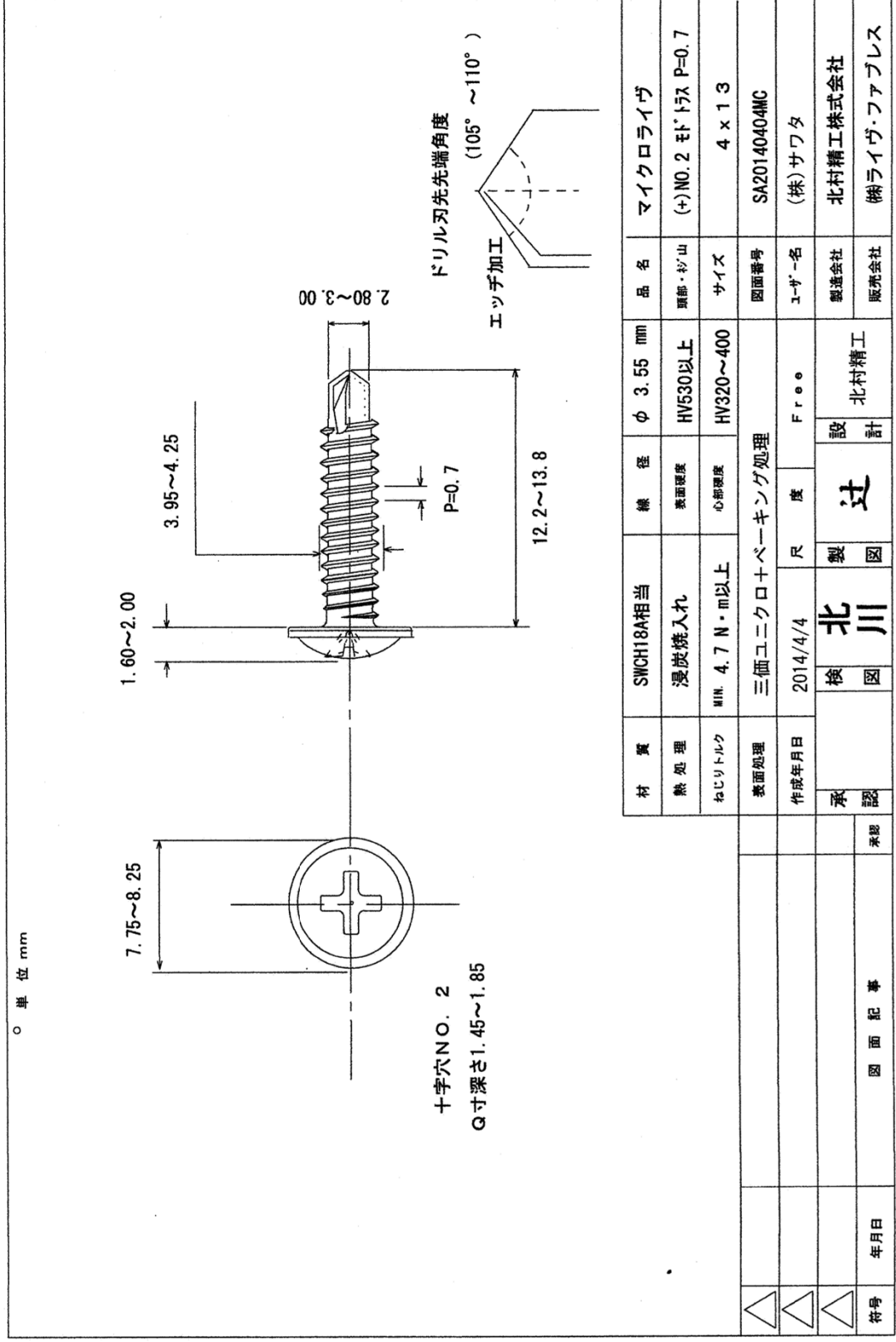
付図1.8 試験体の形状・寸法（水平（野縁受け）方向加力，腹掛け）（寸法単位：mm）



注) 依頼者提出資料

(寸法単位: mm)

付図1.9 試験体構成部品の形状・寸法 (TTスーパークリップS)



注) 依頼者提出資料

(寸法単位: mm)

付図1.10 試験体構成部品の形状・寸法 (ドリルねじ)

## 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向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。一方向加力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 $\delta$ は(2.1)式により求めた。

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

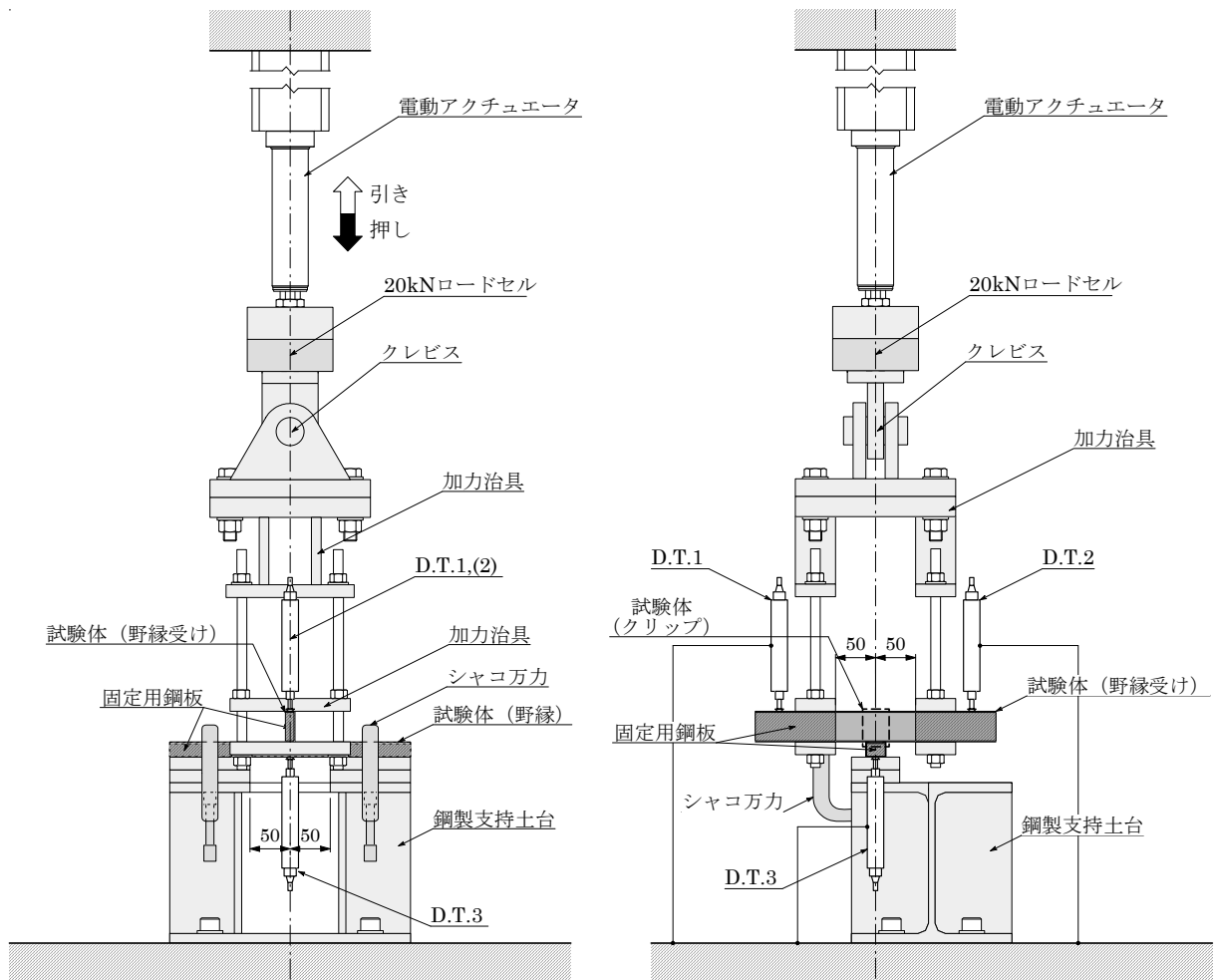
ここで、 $D_i$ は、付図2.1に示す位置に設置した変位計D.T. $i$ による変位の測定値(加力方向を正とする)である。

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	$4000 \times 10^{-6}$	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。一方荷重加力（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 $\delta$ は(2.2)式により求めた。

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

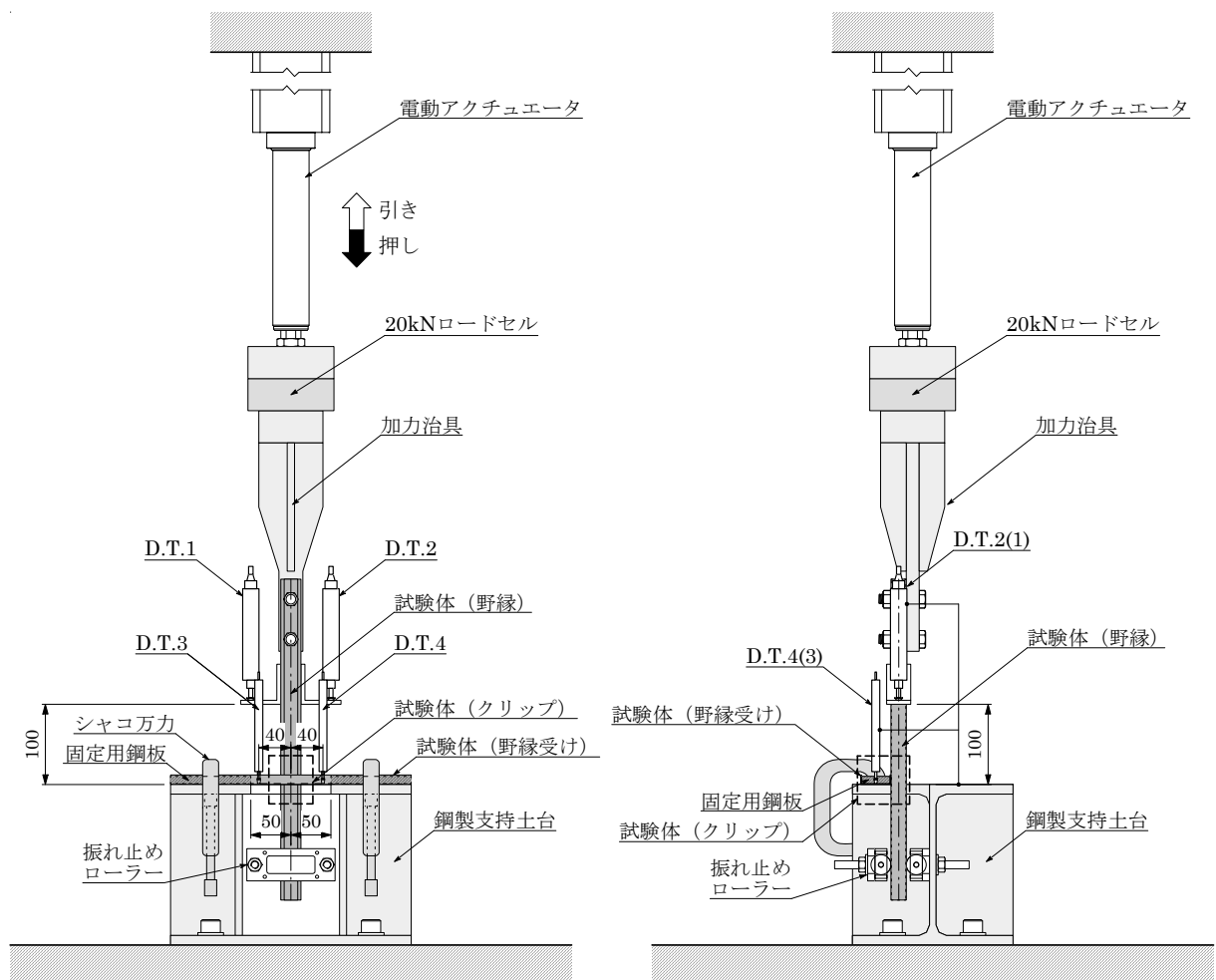
ここで、 $D_i$ は、付図2.2に示す位置に設置した変位計D.T. $i$ による変位の測定値（正側加力時の変位を正とする）である。

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	$4000 \times 10^{-6}$	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 $\delta$ は(2.3)式により求めた。

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

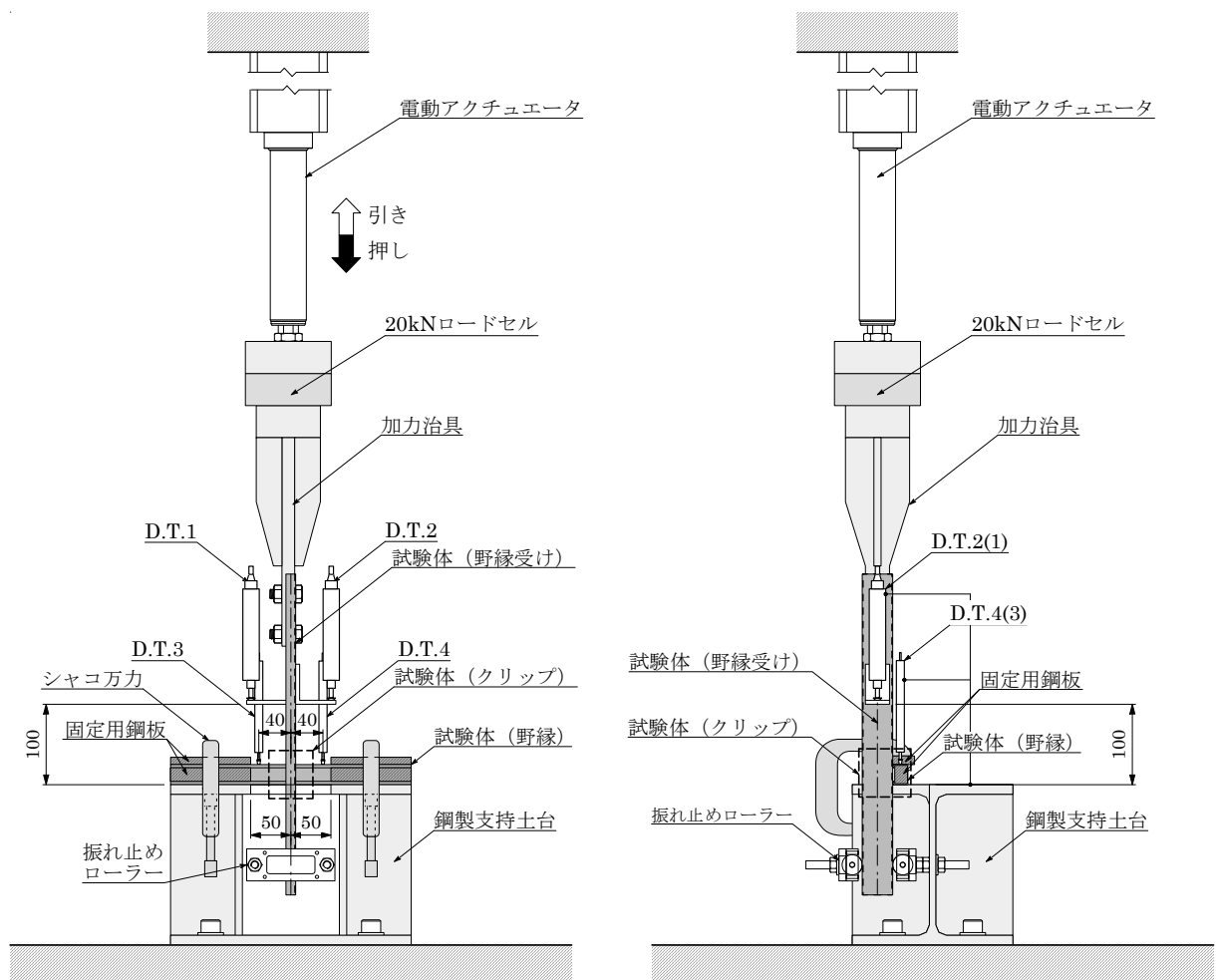
ここで、 $D_i$ は、付図2.3に示す位置に設置した変位計D.T. $i$ による変位の測定値（正側加力時の変位を正とする）である。

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	$4000 \times 10^{-6}$	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 $\delta$ 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  $P$ — $\delta$ 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 $\delta$ が許容される限界変形 $\delta_u$ に到達するまでの最大荷重、 $\zeta_1$ および $\zeta_2$ は係数であり、 $\delta_u$ は10mm、 $\zeta_1$ は0、 $\zeta_2$ は0.2を原則とする。
- ②  $P$ — $\delta$ 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、 $P$ — $\delta$ 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 $\delta_d$ とする。

ただし、 $P$ — $\delta$ 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。

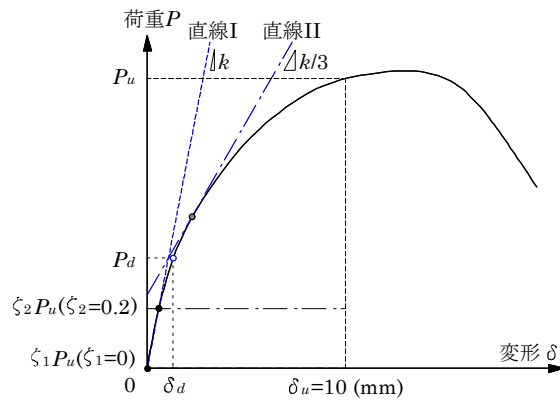
#### 【剛性が一旦低下した後に再度増加する場合】

付図 3.1(b)に示すように、 $P$ — $\delta$ 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 $P$ — $\delta$ 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 $\delta_u$ を $P$ — $\delta$ 曲線の剛性が再増加する前の変位（10mm 以下）に変更する。

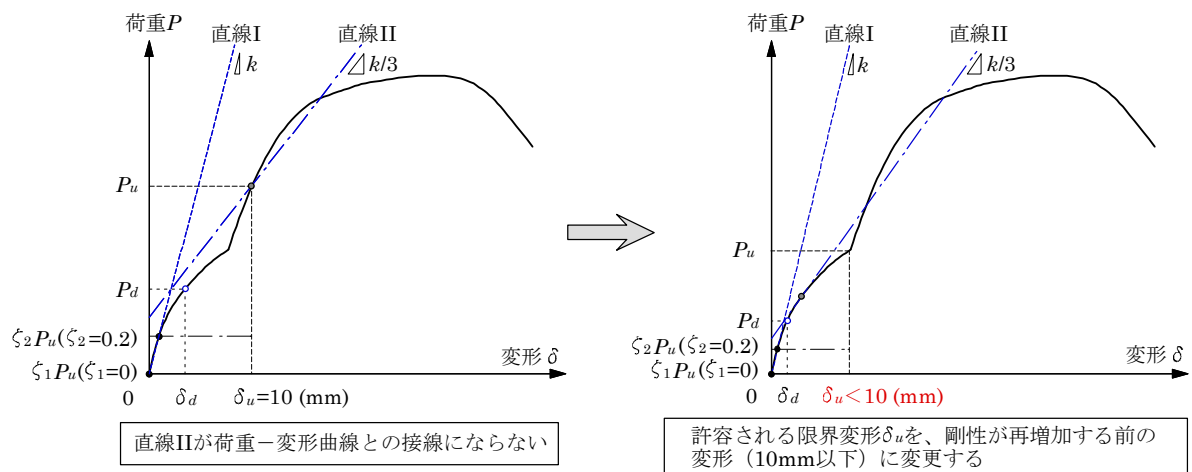
#### 【初期の剛性が小さい場合】

付図 3.1(c)に示すように、 $P$ — $\delta$ 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 $P$ — $\delta$ 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、 $\zeta_1$ と $\zeta_2$ 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）。

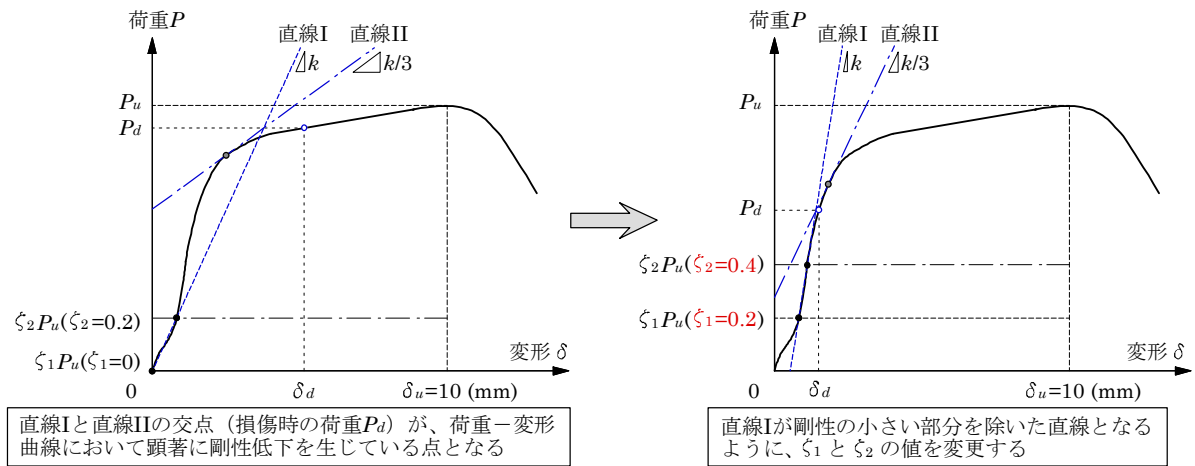




(a) 標準的な荷重－変形曲線の場合



(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、 $\alpha$ 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 $\delta$ 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。

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

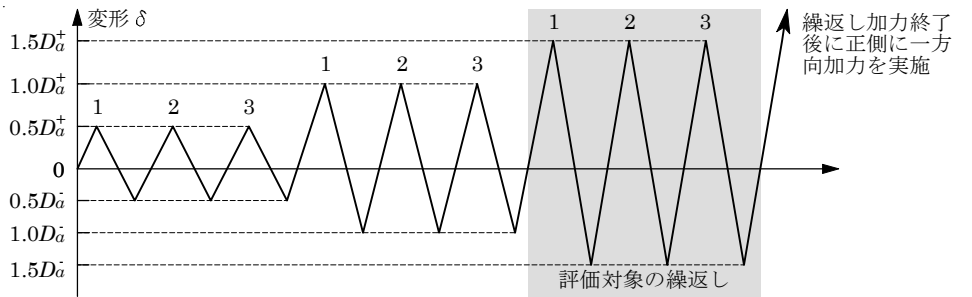
ここで、 $\delta_d^{ave,+}$ 、 $\delta_d^{ave,-}$ は正側と負側の損傷時の変形 $\delta_d^+$ 、 $\delta_d^-$ のそれぞれの平均値で、 $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$ は1.5とする。

- 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。

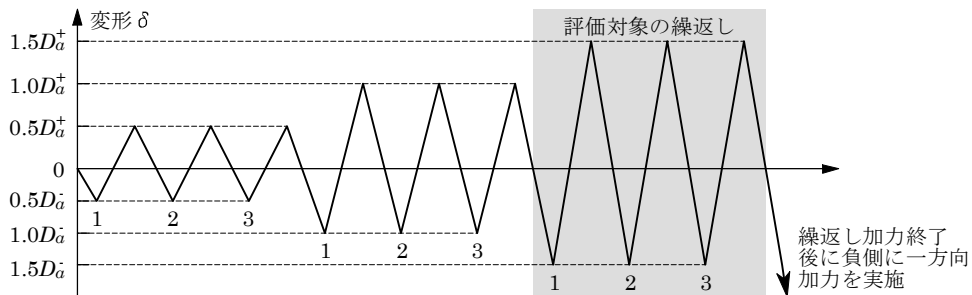
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,+} / \alpha^+、\left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.3)$$

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

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、 $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$ 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  $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  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。

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

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  $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  は(3.5)式による。

#### 【低減方法 2】

- ① (3.2)式の  $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  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。

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

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、 $\sigma^+$ 、 $\sigma^-$  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  $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  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、 $\delta_d^{ave}$  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） $\delta_d$  は、 $5\text{mm}$  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  $\delta_a$  は、 $2\text{mm}$  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  $\delta_u$  を  $20\text{mm}$  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  $60\text{mm}$  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  $20\text{mm}$  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  $12\text{mm}$  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  $4\text{mm}$  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  $\delta_a$  を  $2\text{mm}$  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） $\delta_d$  は、許容耐力時の変形制限値  $2\text{mm}$  の 2.5 倍である  $5\text{mm}$  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  $2\text{mm}$  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  $3\text{mm}$  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  $5\text{mm}$  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 $\delta$ 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 $\delta_d$ 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 $\delta_d$ 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 $\delta_d$ 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 $\delta_d$ とする。

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

ここで、 $P_d^{\text{lim}}$ 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。

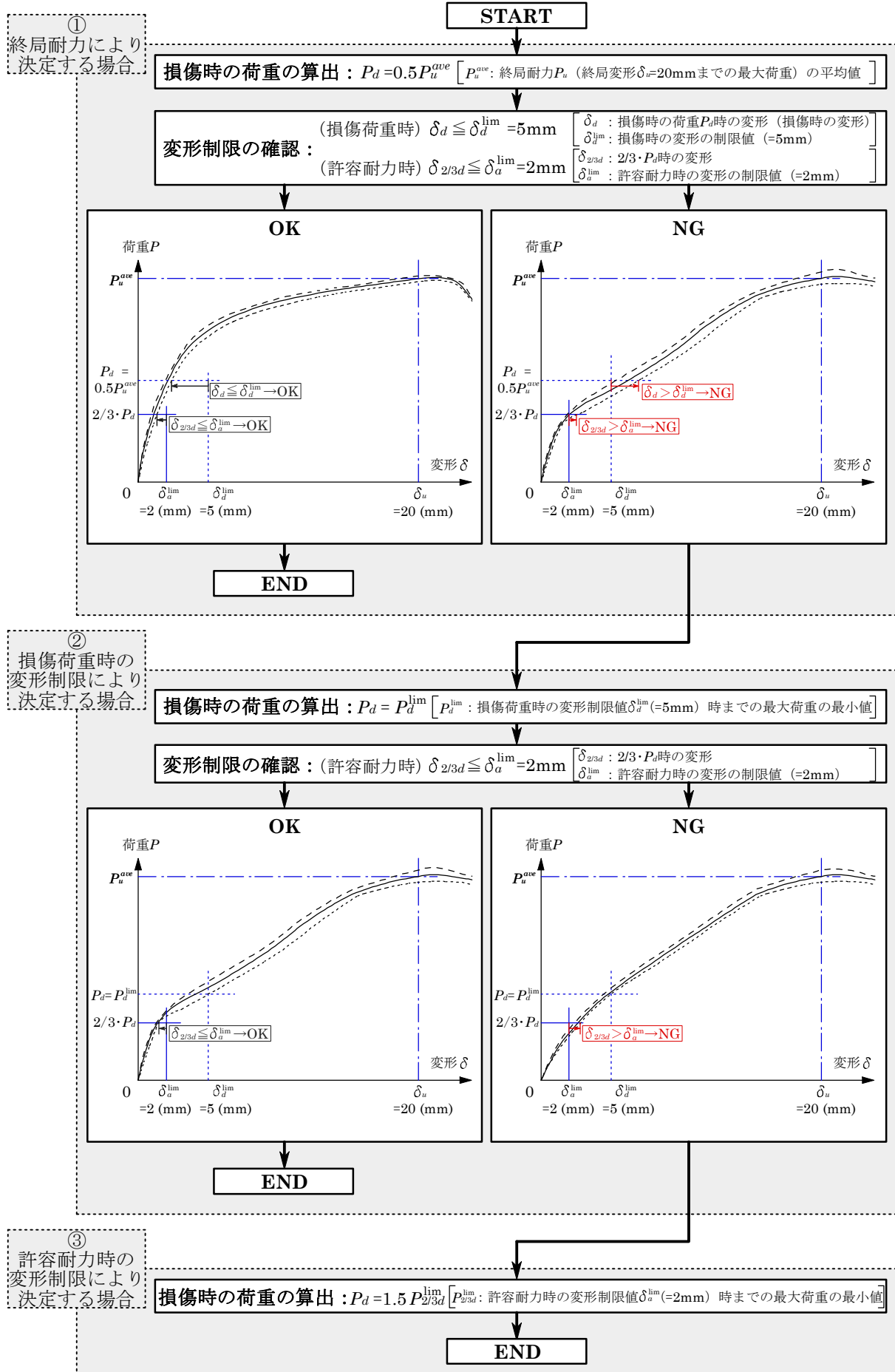
ただし、 $2/3 \cdot P_d$ 到達時の各試験体の変形 $\delta_{2/3d}$ が許容耐力時の変形の制限値 $\delta_a^{\text{lim}}=2\text{mm}$ 以下とならない場合は、損傷時の荷重 $P_d$ および損傷時の変形 $\delta_d$ を次の③に従い算出する。

### 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 $\delta_d$ 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。

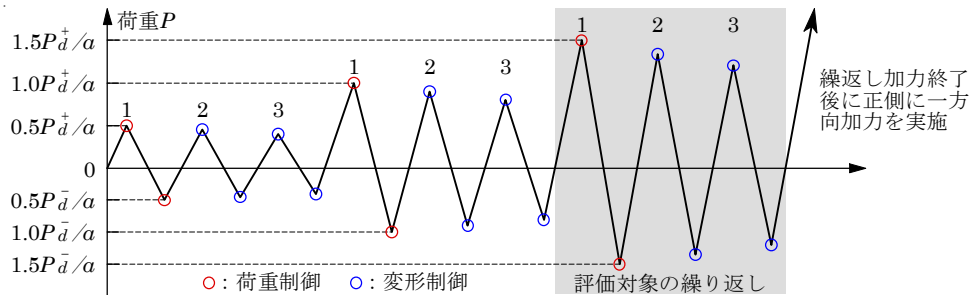
各段階における 1 回目の荷重制御値は、正側および負側の損傷時の荷重 $P_d^+$ 、 $P_d^-$ に基づいて、正側は $0.5P_d^+ / a^+ \rightarrow 1.0P_d^+ / a^+ \rightarrow 1.5P_d^+ / a^+$ 、負側は $0.5P_d^- / a^- \rightarrow 1.0P_d^- / a^- \rightarrow 1.5P_d^- / a^-$ とする。ここで、 $a^+$ 、 $a^-$ は1.5とする。各段階における 2 回目と 3 回目の正側の変形制御値 $D_a^{0.5,+}$ 、 $D_a^{1.0,+}$ 、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

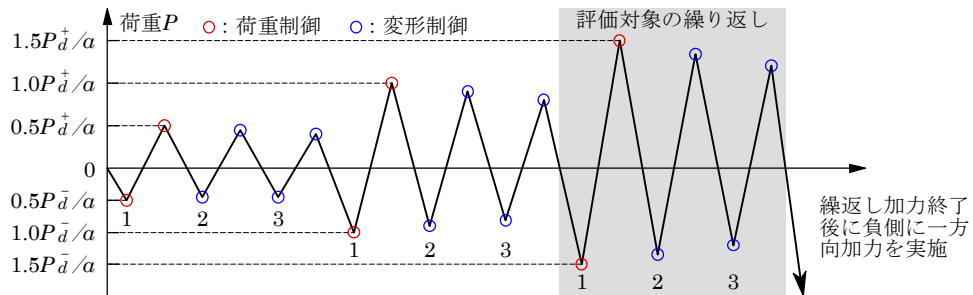
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^+ / a^+ , \quad \left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^- / a^- \quad (4.5)$$

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

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、 $\delta_d^{ave}$  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  $\delta$  関係..... 付図 5.1～付図 5.4

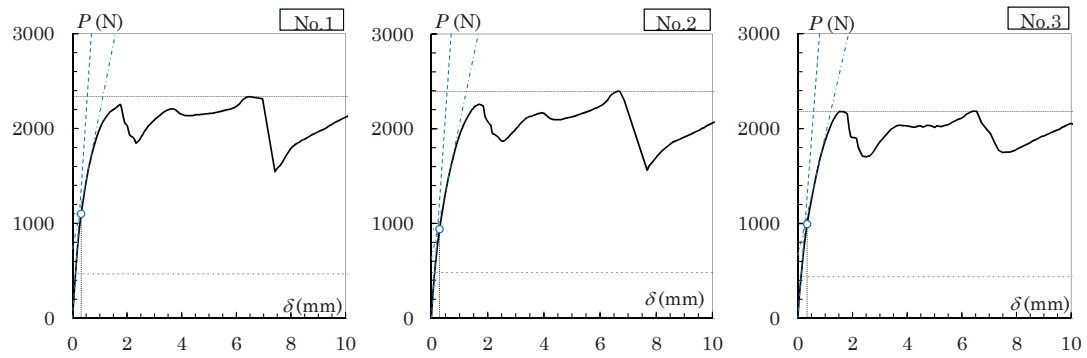
### 「試験写真の一覧」

- ・ 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 $\delta_d$	
	(N/mm)	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\delta_u$ 時までの最大荷重 $P_u$ (N)	$\delta_u$ (mm)	(N)	平均値 $P_d^{ave}$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$
1	4334	0	0.20	2336	10	1101	1011	0.319	0.314
2	4271	0	0.20	2396		939		0.286	
3	3781	0	0.20	2183		993		0.337	

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

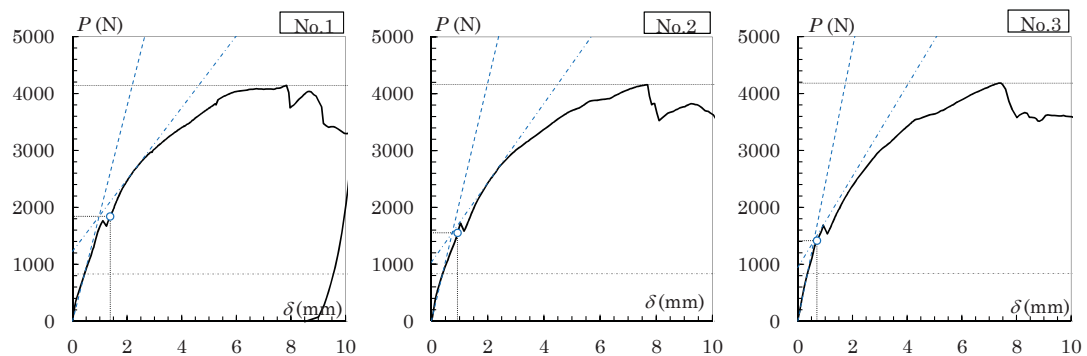


付図5.1 荷重 $P$ －変形 $\delta$ 関係（引張方向加力，背掛け，評価方法1）

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 $\delta_d$	
	(N/mm)	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\delta_u$ 時までの最大荷重 $P_u$ (N)	$\delta_u$ (mm)	(N)	平均値 $P_d^{ave}$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$
1	1893	0	0.20	4144	10	1842	1603	1.382	1.002
2	2092	0	0.20	4158		1552		0.925	
3	2400	0	0.20	4185		1415		0.700	

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

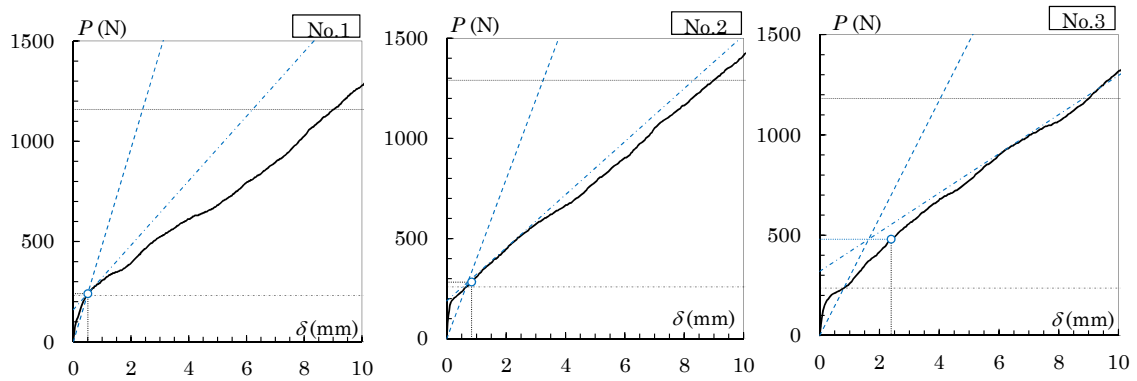


付図5.2 荷重 $P$ －変形 $\delta$ 関係（引張方向加力，腹掛け，評価方法1）

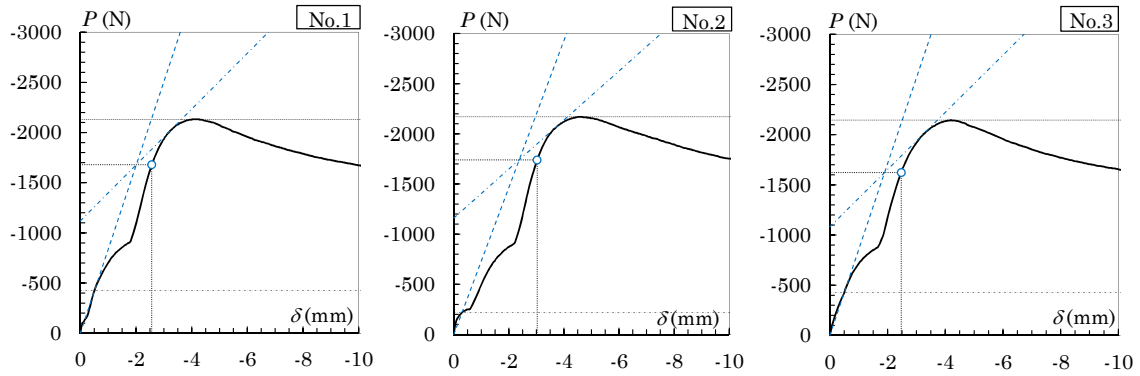
付表5.3 損傷時の荷重の算出結果（水平（野縁）方向加力，背掛け，評価方法1）

方向	試験体	初期剛性 $k$				損傷時の荷重 $P_d$		損傷時の変形 $\delta_d$		
		(N/mm)	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\delta_u$ 時までの最大荷重 $P_u$ (N)	$\delta_u$ (mm)	(N)	平均値 $P_d^{ave}$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$
正側	1	482	0	0.20	1158	9	240	334	0.507	1.243
	2	397	0	0.20	1291	283				
	3	293	0	0.20	1181	480				
負側	1	836	0	0.20	2132	10	1679	1681	2.562	2.688
	2	733	0	0.10	2169	1740				
	3	855	0	0.20	2146	1623				

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



(a) 正側



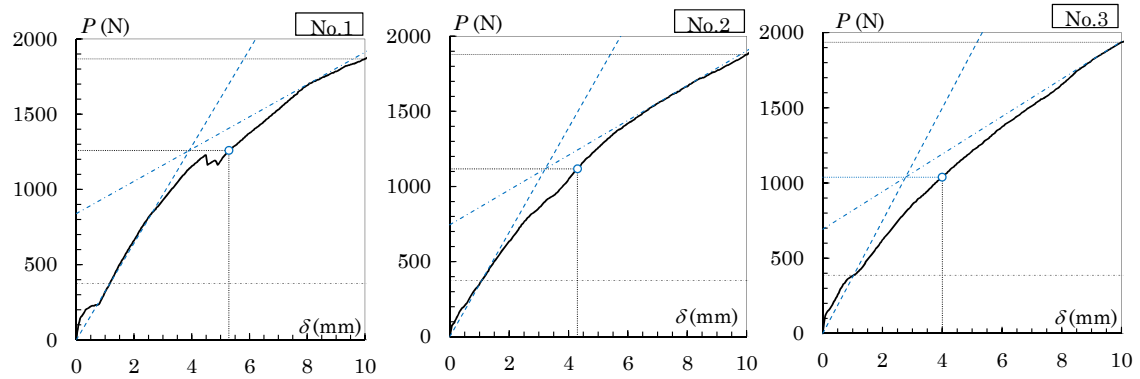
(b) 負側

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

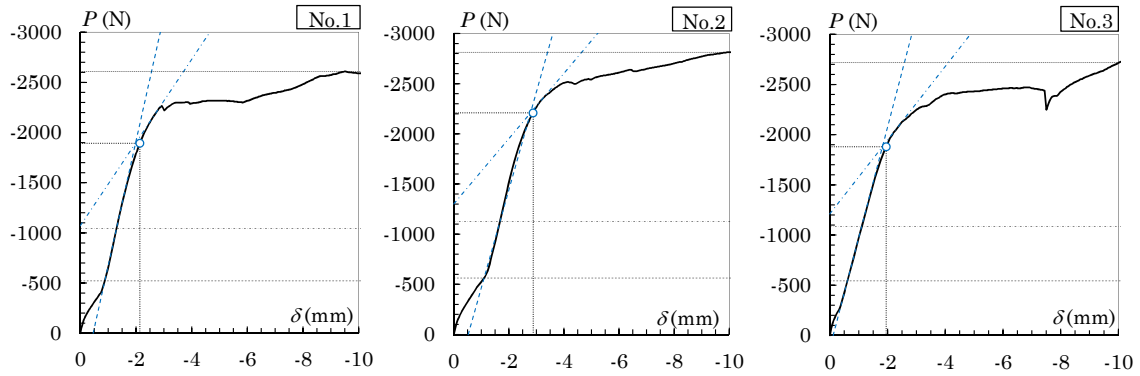
付表5.4 損傷時の荷重の算出結果（水平（野縁）方向加力，腹掛け，評価方法1）

方向	試験体	初期剛性 $k$				損傷時の荷重 $P_d$		損傷時の変形 $\delta_d$		
		(N/mm)	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\delta_u$ 時までの最大荷重 $P_u$ (N)	$\delta_u$ (mm)	(N)	平均値 $P_d^{ave}$	(mm)	平均値 $\delta_d^{ave}$
正側	1	322	0	0.20	1867	10	1259	1138	5.288	4.530
	2	347	0	0.20	1877	10	1117		4.300	
	3	374	0	0.20	1936	10	1039		4.001	
負側	1	1244	0.20	0.40	2610	10	1893	1994	2.141	2.324
	2	977	0.20	0.40	2813	10	2209		2.882	
	3	1101	0.20	0.40	2716	10	1879		1.950	

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

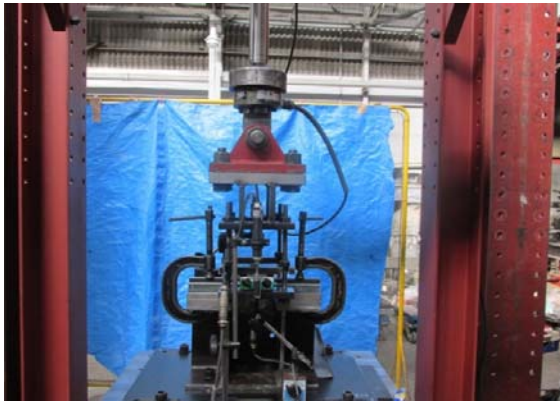


(a) 正側

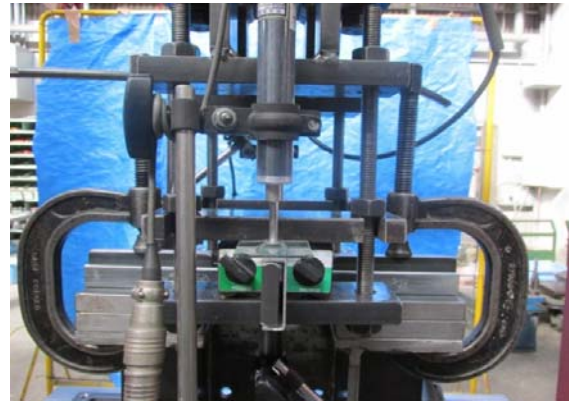


(b) 負側

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



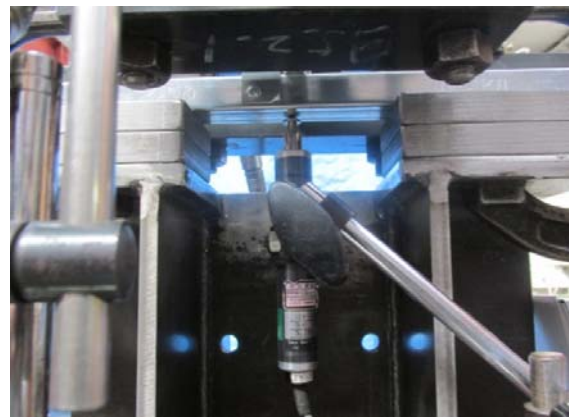
(a) 全景



(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



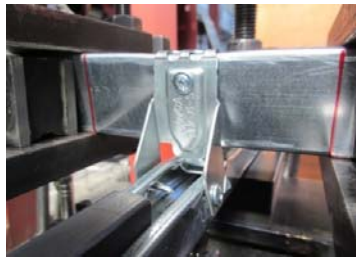
(f) 試験終了時

【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



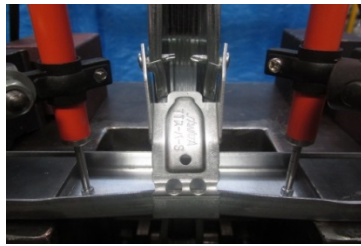
(i) 試験終了後

【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



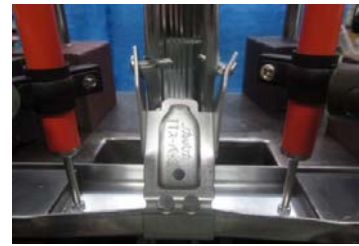
(b) 試験終了後  
【No.1】



(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.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)

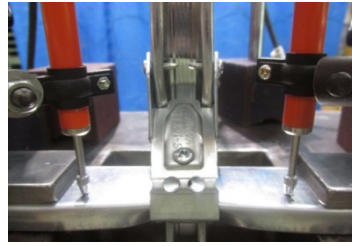




(a) 試験終了時



(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

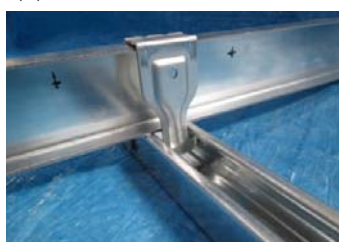


(f) 試験終了後  
【No.3】

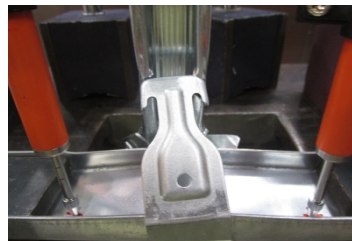
(2) 一方向加力試験 (負側)



(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)