

試験番号：IIA-13-0029(8)

受付日：平成26年 3月26日

報告日：平成26年11月28日

## 天井部材斜め部材上端接合部の強度試験

[商品名：すじかい君 C-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



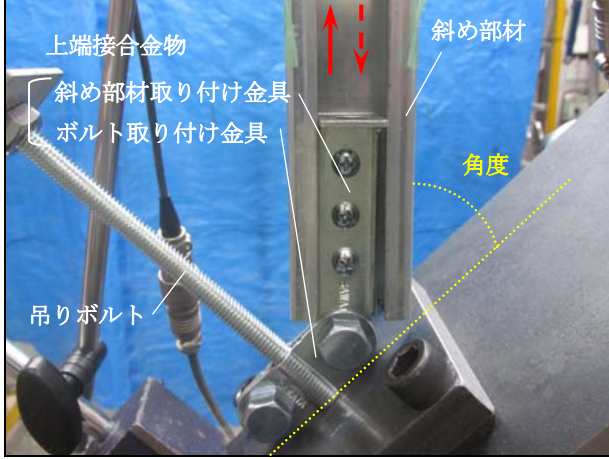
試験名称	天井部材斜め部材上端接合部の強度試験																																																												
商品名	すじかい君 C-S																																																												
依頼者(所在地)	株式会社サワタ (兵庫県尼崎市田能5丁目8番1号)																																																												
試験実施日	平成26年4月17日～4月22日および平成26年8月26日～8月29日																																																												
試験目的	当該商品を用いた斜め部材上端接合部の許容耐力 $P_a$ 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>・上端接合金物：すじかい君C-S ・吊りボルト：W3/8inch</li> <li>・斜め部材：C-40×20×10×1.6</li> </ul>																																																											
	試験因子と試験体数	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th colspan="9">斜め部材と天井面の角度および加力方法 (加力方向：水平方向)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">30度</th> <th colspan="3">45度</th> <th colspan="3">60度</th> </tr> <tr> <th colspan="2">一方向加力</th> <th rowspan="2">正負繰返し加力</th> <th colspan="2">一方向加力</th> <th rowspan="2">正負繰返し加力</th> <th colspan="2">一方向加力</th> <th rowspan="2">正負繰返し加力</th> </tr> <tr> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>正側</th> <th>負側</th> <th>正側</th> <th>負側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体<sup>注)</sup></td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体<sup>注)</sup></td> <td>3体</td> <td>3体</td> <td>2体<sup>注)</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>注)「資料3」および「資料4」による試験を1体ずつ実施した。</p>									斜め部材と天井面の角度および加力方法 (加力方向：水平方向)									30度			45度			60度			一方向加力		正負繰返し加力	一方向加力		正負繰返し加力	一方向加力		正負繰返し加力	正側	負側	正側	負側	正側	負側	3体	3体	2体 <sup>注)</sup>	3体	3体	2体 <sup>注)</sup>	3体	3体	2体 <sup>注)</sup>									
	斜め部材と天井面の角度および加力方法 (加力方向：水平方向)																																																												
	30度			45度			60度																																																						
	一方向加力		正負繰返し加力	一方向加力		正負繰返し加力	一方向加力		正負繰返し加力																																																				
正側	負側	正側		負側	正側		負側																																																						
3体	3体	2体 <sup>注)</sup>	3体	3体	2体 <sup>注)</sup>	3体	3体	2体 <sup>注)</sup>																																																					
組立時外観と加力方向	<div style="text-align:center; border:1px solid black; padding:5px; margin-bottom:10px;">           加力方向 : 正側 <span style="color:red">→</span> 負側 <span style="color:red">- - - →</span> </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	斜め部材と斜め部材取り付け金具の組み立ては依頼者が、その他の組み立ては依頼者指示のもとで当所職員が行った。なお、六角ボルト・ナットの締め付けトルク値は30N・mとした。																																																												
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%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">斜め部材と天井面の角度</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)[<math>\alpha</math>]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N)[<math>\alpha</math>]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N)[<math>\alpha</math>]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> <th><math>P_a</math> (N)[<math>\alpha</math>]</th> <th><math>K</math> (N/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30度</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>10902</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>32448</td> <td>3490 [1.50]</td> <td>5380</td> <td>2830 [1.50]</td> <td>7869</td> </tr> <tr> <td>45度</td> <td>1440 [1.50]</td> <td>28130</td> <td>1490 [1.50]</td> <td>27506</td> <td>3060 [1.50]</td> <td>8788</td> <td>3820 [1.50]</td> <td>6159</td> </tr> <tr> <td>60度</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>16047</td> <td>不確定[1.50]</td> <td>23250</td> <td>2530 [1.50]</td> <td>6538</td> <td>4860 [1.50]</td> <td>5589</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>・試験結果の一覧 ----- 表1.1～表2.3</li> <li>・荷重<math>P</math>—変形<math>\delta</math>関係 ----- 図1.1～図2.3</li> <li>・破壊の状態 ----- 写真1.1～写真2.3</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>									斜め部材と天井面の角度	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)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	30度	不確定[1.50]	10902	不確定[1.50]	32448	3490 [1.50]	5380	2830 [1.50]	7869	45度	1440 [1.50]	28130	1490 [1.50]	27506	3060 [1.50]	8788	3820 [1.50]	6159	60度	不確定[1.50]	16047	不確定[1.50]	23250	2530 [1.50]	6538	4860 [1.50]	5589
斜め部材と天井面の角度	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)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)	$P_a$ (N)[ $\alpha$ ]	$K$ (N/mm)																																																					
30度	不確定[1.50]	10902	不確定[1.50]	32448	3490 [1.50]	5380	2830 [1.50]	7869																																																					
45度	1440 [1.50]	28130	1490 [1.50]	27506	3060 [1.50]	8788	3820 [1.50]	6159																																																					
60度	不確定[1.50]	16047	不確定[1.50]	23250	2530 [1.50]	6538	4860 [1.50]	5589																																																					
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 (30度, 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	2012	2682	737	0.079	0.246	10902	10957	10469	A	
	2	2562			0.157			11453		A	
	3	3471			0.503			8997		A	
負側	1	2375	2174	192	0.084	0.067	32448	9085	8498	B	
	2	1992			0.048			6906		B	
	3	2155			0.069			9502		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</sup>						最大荷重 $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*3</sup> の状態
	(mm)	$a$		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.164	1.50	2146	3119	1.45	2962	1.38	2915	1.36	11912	A
負側	0.045	1.50	1739	1687	0.97	1641	0.94	1632	0.94	—	—
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。

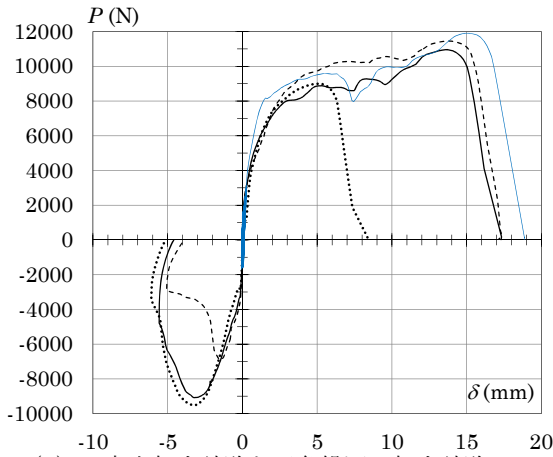
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

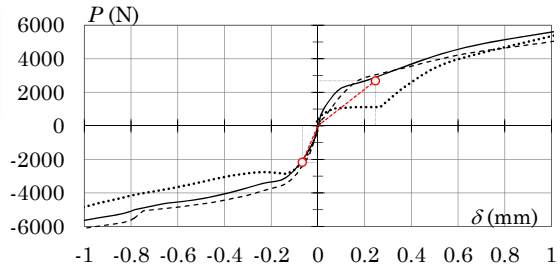
A: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の破断

B: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の曲げ変形による上端接合部の面外座屈

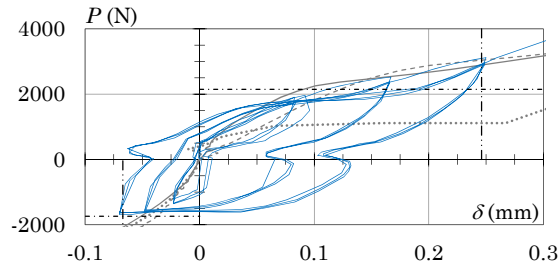
一方向加力(正負): — No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d^{ave}$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - - -  
 正負繰返し加力: —, 判定荷重: - - - -,  $\pm 1.5 D_a$ : - - - -



(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1.1 荷重 $P$  - 変形 $\delta$  関係 (30度, 評価方法1)



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B

写真1.1 破壊の状態 (30度)

表1.2 試験結果の一覧（45度，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	1689	2166	621	0.040	0.077	28130	8542	9191	A	
	2	2869			0.129			9664		A	
	3	1941			0.061			9367		A	
負側	1	2729	2228	546	0.081	0.081	27506	10948	11456	B	
	2	1646			0.052			13465		B	
	3	2310			0.111			9956		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</sup>						最大荷重 $P_{max}$ (N)	破壊 <sup>*3</sup> の状態
	(mm)	$a$		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.051	1.50	1733	1914	1.10	1970	1.14	1993	1.15	—	—
負側	0.054	1.50	1782	1947	1.09	2021	1.13	2053	1.15	10684	B
許容耐力 $P_a$ (N)		正側		負側		備考		—			
		1440		1490							

※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。

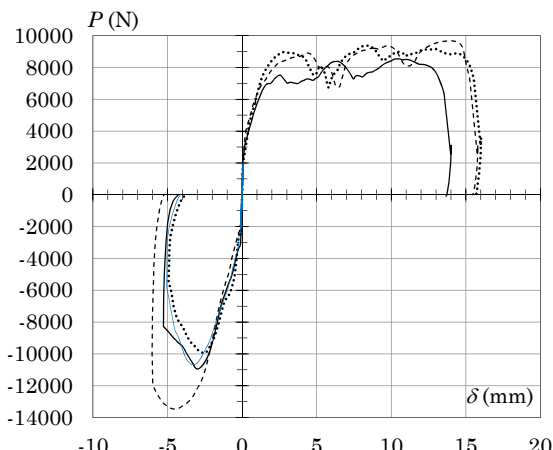
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave} / \alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

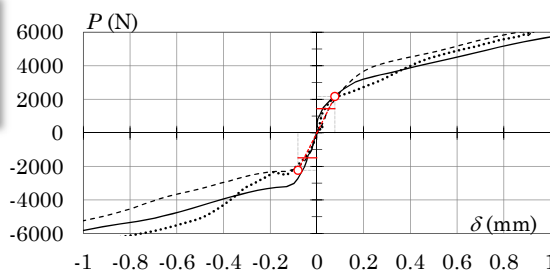
A：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の破断

B：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の曲げ変形による上端接合部の面外座屈

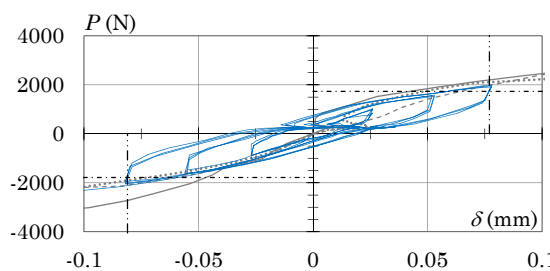
一方向加力(正負)：—— No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d^{ave}$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ：○, 接合部の剛性 $K$ ：- - - -  
 許容耐力 $P_a$ ：——  
 正負繰返し加力：——, 判定荷重：- - - -,  $\pm 1.5 D_a$ ：- - - -



(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1.2 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係（45度，評価方法1）



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B

写真1.2 破壊の状態（45度）



表1.3 試験結果の一覧（60度，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	1827	1701	129	0.165	0.106	16047	6994	7583	A	
	2	1569			0.068			7759		B	
	3	1708			0.086			7995		B	
負側	1	1928	2325	526	0.155	0.100	23250	15963	14588	C	
	2	2125			0.091			13789		C	
	3	2921			0.053			14012		C	
正負繰返し加力試験											
方向	制御変形基準値 $D_a$		判定荷重 $0.8 \cdot 1.5P_d^{ave}/\alpha$	$\pm 1.5D_a$ 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
	(mm)	$a$		1回目	判定	2回目	判定	3回目	判定		
正側	0.071	1.50	1361	1970	1.45	1868	1.37	1863	1.37	—	—
負側	0.067	1.50	1860	1812	0.97	1692	0.91	1678	0.90	13636	C
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、 $1.5D_a$ 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。

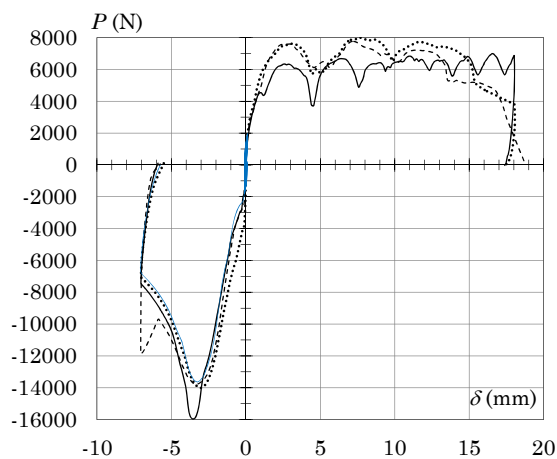
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc}/(0.8 \cdot 1.5P_d^{ave}/\alpha)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

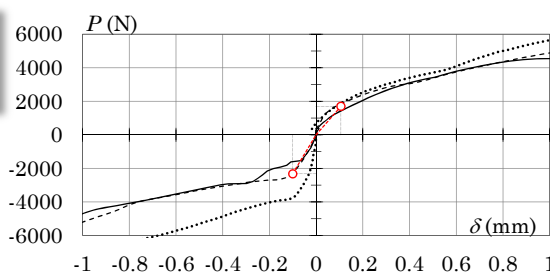
A：吊りボルトねじ山の破壊      B：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の破断

C：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の曲げ変形による上端接合部の面外座屈

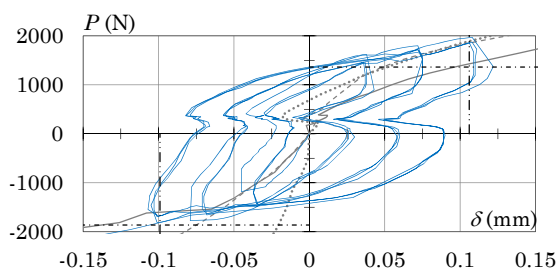
一方向加力(正負)： — No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d^{ave}$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ： ○, 接合部の剛性 $K$ ： - - - -  
 正負繰返し加力： —, 判定荷重： - - - -,  $\pm 1.5D_a$ ： - - - -



(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)

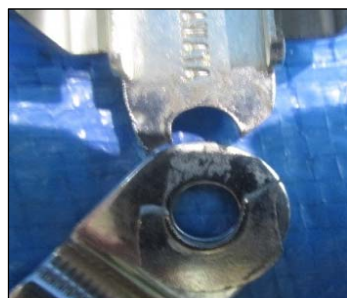


(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図1.3 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係（60度，評価方法1）



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B



(c) 破壊の状態C

写真1.3 破壊の状態（60度）

表2.1 試験結果の一覧 (30度, 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	5235	①終局耐力	0.843	0.973	5380	10957	10469	10957	10469	A			
	2			1.111							0.381	11453	11453	A
	3			0.965							0.506	8997	8997	A
負側	1	4249	①終局耐力	0.460	0.540	7869	9085	8498	9085	8498	B			
	2			0.335							0.089	6906	6906	B
	3			0.825							0.130	9502	9502	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) <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	0.521	4188	1.50	5020	1.20	4973	1.19	10665	C					
負側	0.088	3399	1.50	4292	1.26	4209	1.24	—	—					
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考										
		3490	2830	—										

※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。

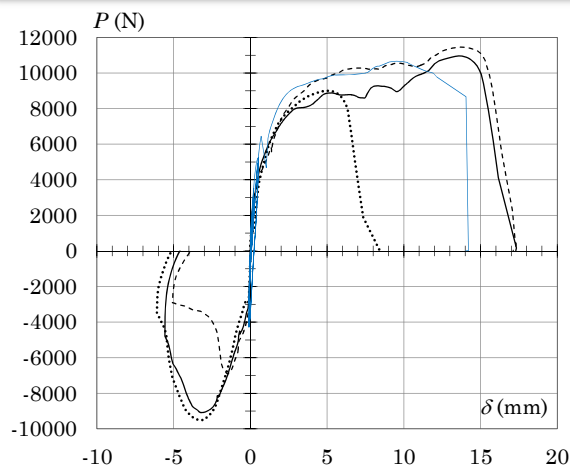
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

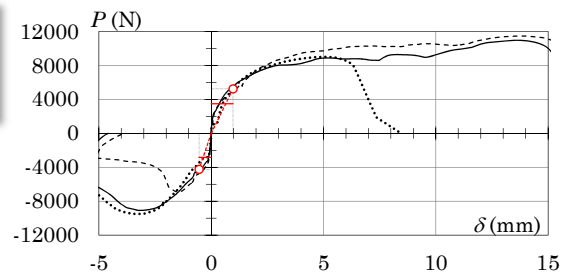
A: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の破断

B: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の曲げ変形による上端接合部の面外座屈 C: 吊りボルトの破断

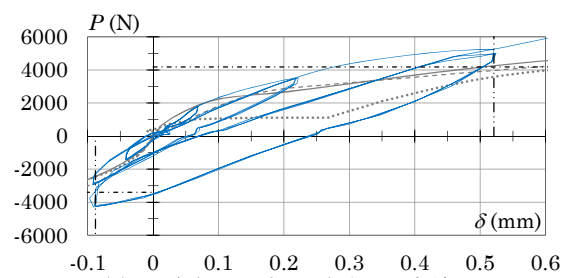
一方向加力(正負): — No.1, - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - -  
 許容耐力 $P_a$ : —  
 正負繰返し加力: —, 判定荷重: - - - ,  $\pm D_a^{1.5}$ : - - -



(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2.1 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係 (30度, 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

写真2.1 破壊の状態 (30度)

表2.2 試験結果の一覧（45度，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	4596	①終局耐力	0.625	0.523	8788	9191	8542	9191	8542	A
	2			0.426				9664		9664	A
	3			0.519				9367		9367	A
負側	1	5728	①終局耐力	0.964	0.930	6159	11456	10948	11456	10948	B
	2			1.167				13465		13465	B
	3			0.659				9956		9956	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 $0.8 \cdot 1.5 P_d / a$		$\pm D_a^{1.5}$ 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	0.845	3677	1.50	4667	1.27	4918	1.34	—	—		
負側	1.021	4582	1.50	5372	1.17	5469	1.19	11421	B		
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考							
		3060	3820	—							

※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。

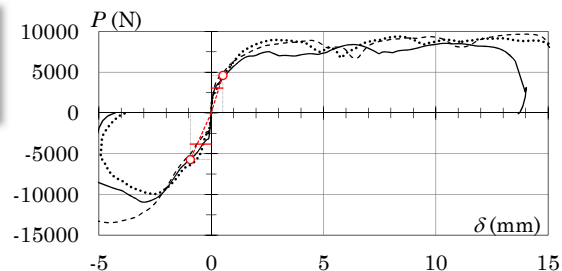
※2 判定欄の値は $P_d^{cyc} / (0.8 \cdot 1.5 P_d / a)$ を表し、判定荷重を満たさない場合は赤字で示す。

※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

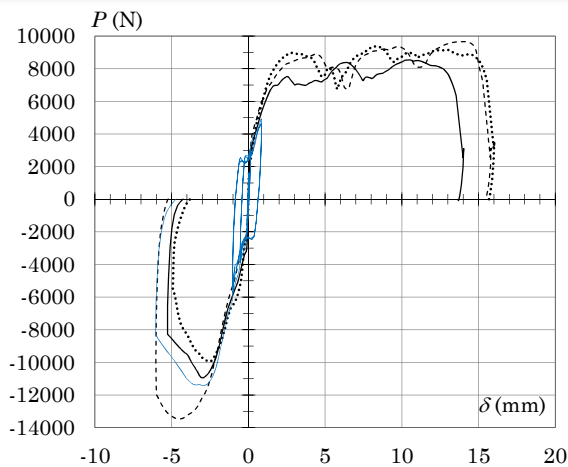
A：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の破断

B：上端接合金物（斜め部材取り付け金具）の曲げ変形による上端接合部の面外座屈

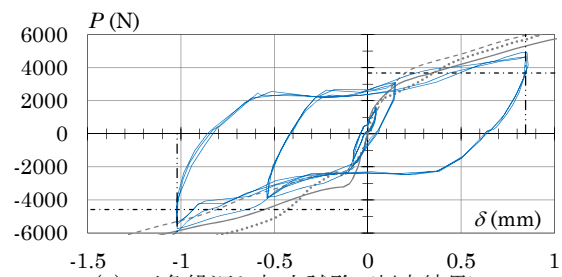
一方向加力(正負)：—— No.1, - - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ ：○，接合部の剛性 $K$ ：- - - -  
 許容耐力 $P_a$ ：——  
 正負繰返し加力：——，判定荷重：- - - -， $\pm D_a^{1.5}$ ：- - - -



(b) 一方向加力試験（損傷時の荷重・許容耐力・剛性）



(a) 一方向加力試験と正負繰返し加力試験



(c) 正負繰返し加力試験（判定結果）

図2.2 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係（45度，評価方法2）



(a) 破壊の状態A



(b) 破壊の状態B

写真2.2 破壊の状態（45度）

表2.3 試験結果の一覧 (60度, 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	3792	①終局耐力	0.600	0.580	6538	7583	6994	7583	6994	A	
	2			0.611				0.229		7759	7759	B
	3			0.529				0.200		7995	7995	B
負側	1	7294	①終局耐力	1.507	1.305	5589	14588	15963	14588	15963	C	
	2			1.355				0.929		13789	13789	C
	3			1.054				0.398		14012	14012	C
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	0.414	3034	1.50	3615	1.19	3518	1.16	—	—			
負側	1.207	5835	1.50	6392	1.10	5947	1.02	15940	C			
許容耐力 $P_a$ (N)		正側	負側	備考		—						
		2530	4860									

※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。

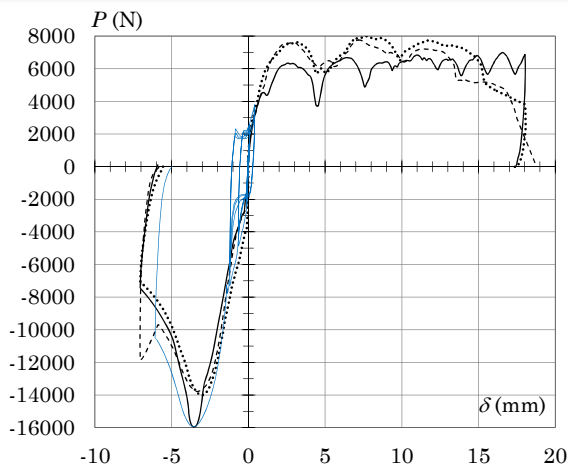
※3 破壊の状態に関する記号の定義を以下に示す。

A: 吊りボルトねじ山の破壊

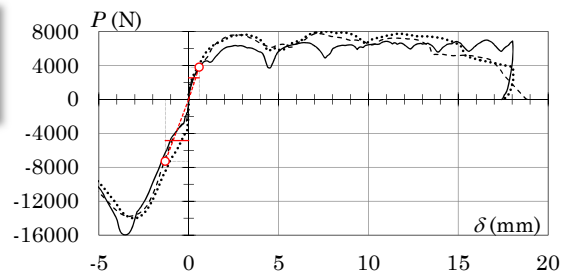
B: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の破断

C: 上端接合金物 (斜め部材取り付け金具) の曲げ変形による上端接合部の面外座屈

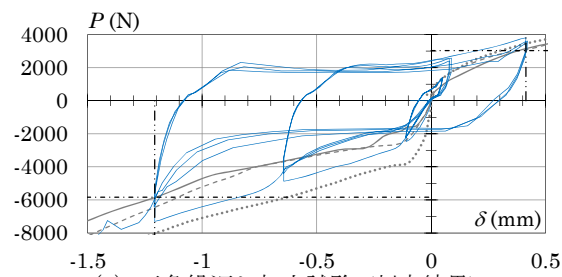
一方向加力(正負): — No.1, - - - No.2, ..... No.3  
 損傷時の荷重 $P_d$ と変形 $\delta_d^{ave}$ : ○, 接合部の剛性 $K$ : - - -  
 許容耐力 $P_a$ : —  
 正負繰返し加力: —, 判定荷重: - - - - ,  $\pm D_a^{1.5}$ : - - -



(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)

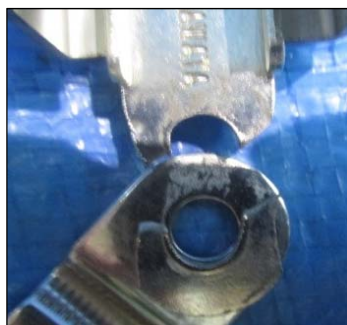


(c) 正負繰返し加力試験 (判定結果)

図2.3 荷重 $P$ —変形 $\delta$  関係 (60度, 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

写真2.3 破壊の状態 (60度)

## 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
- ・ 試験体構成部品の形状・寸法 ..... 付図 1.2～付図 1.6

付表 1 試験体構成材料の一覧

部材名	形状・寸法	材質・区分	製造所
上端接合金物 (品名：すじかい君C-S, ボルト取り付け金具)	t=2mm	SPHC [JIS G 3131]	(株) サワタ
上端接合金物 (品名：すじかい君C-S, 斜め部材取り付け金具)	t=2mm	SPHC [JIS G 3131]	(株) サワタ
上端接合金物相互接合具 六角ボルト (品名：UNC六角全ねじボルト日規)	W3/8inch×L20mm	SWRM8K相当 [JIS G 3505]	(株) 協栄製作所
上端接合金物相互接合具 六角ナット (品名：UNC六角ホームーナット)	W3/8inch	SWCH10A相当 [JIS G 3507-1]	紀州ファスナー 工業 (株)
上端接合金物－斜め部材 ドリルねじ (品名：ナベ頭ドリルネジ)	φ5(4.8)mm×16mm	SWCH18A相当 [JIS G 3507-2]	北村精工(株)
斜め部材	C-40×20× 10×1.6mm	SSC400-Z18 [JIS G 3350]	麻布成形(株)
吊りボルト	W3/8inch×L250mm	SWRM12相当 [JIS G 3505]	安田産業(株)

注) 依頼者提出資料





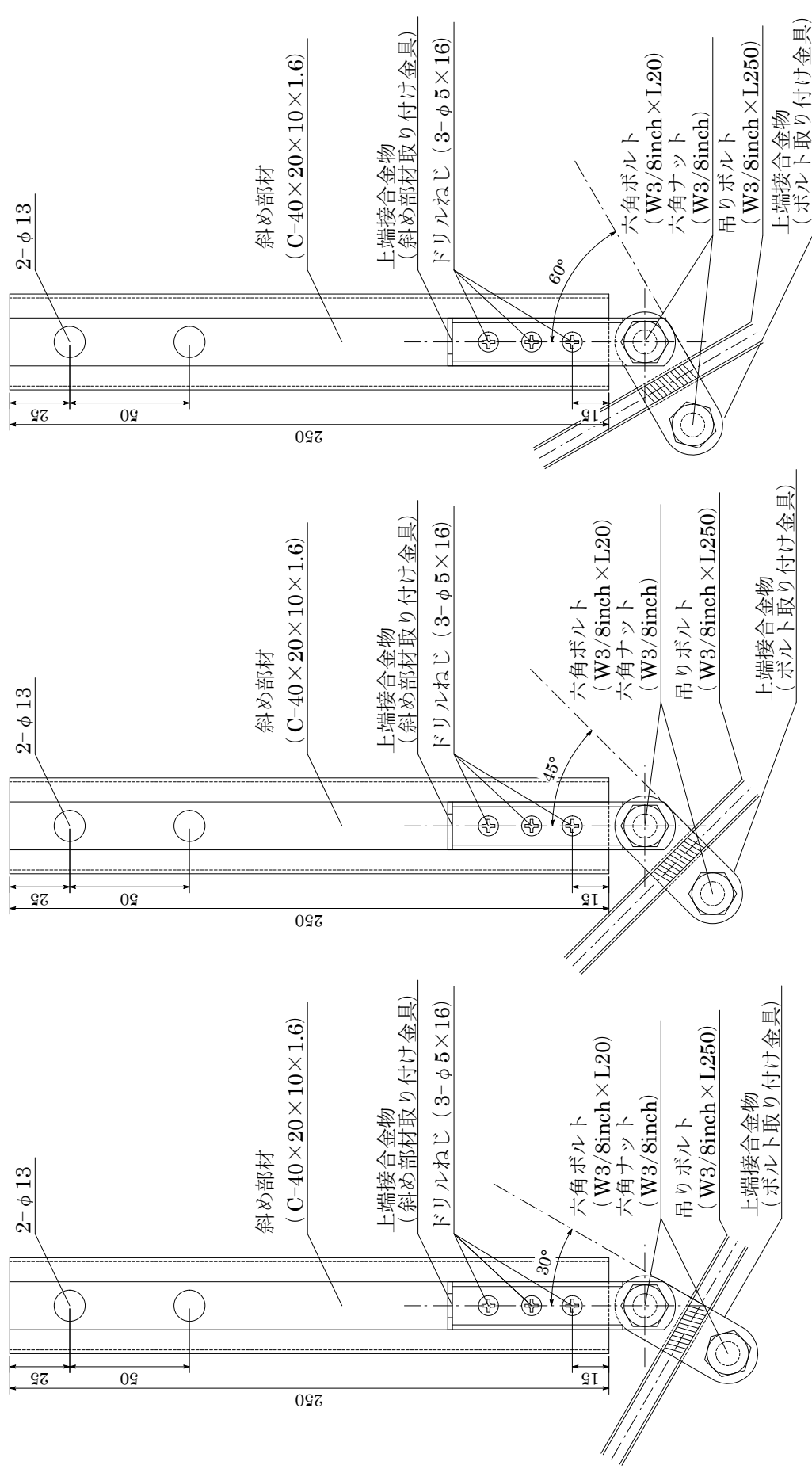
(a) 天井面と斜め部材の角度：30度



(b) 天井面と斜め部材の角度：45度



(c) 天井面と斜め部材の角度：60度  
写真 I 試験体組立時の外観



(a) 天井面と斜め部材の角度：30度

(b) 天井面と斜め部材の角度：45度

(c) 天井面と斜め部材の角度：60度

付図1.1 試験体の形状・寸法 (寸法単位：mm)

注) 依頼者提出資料

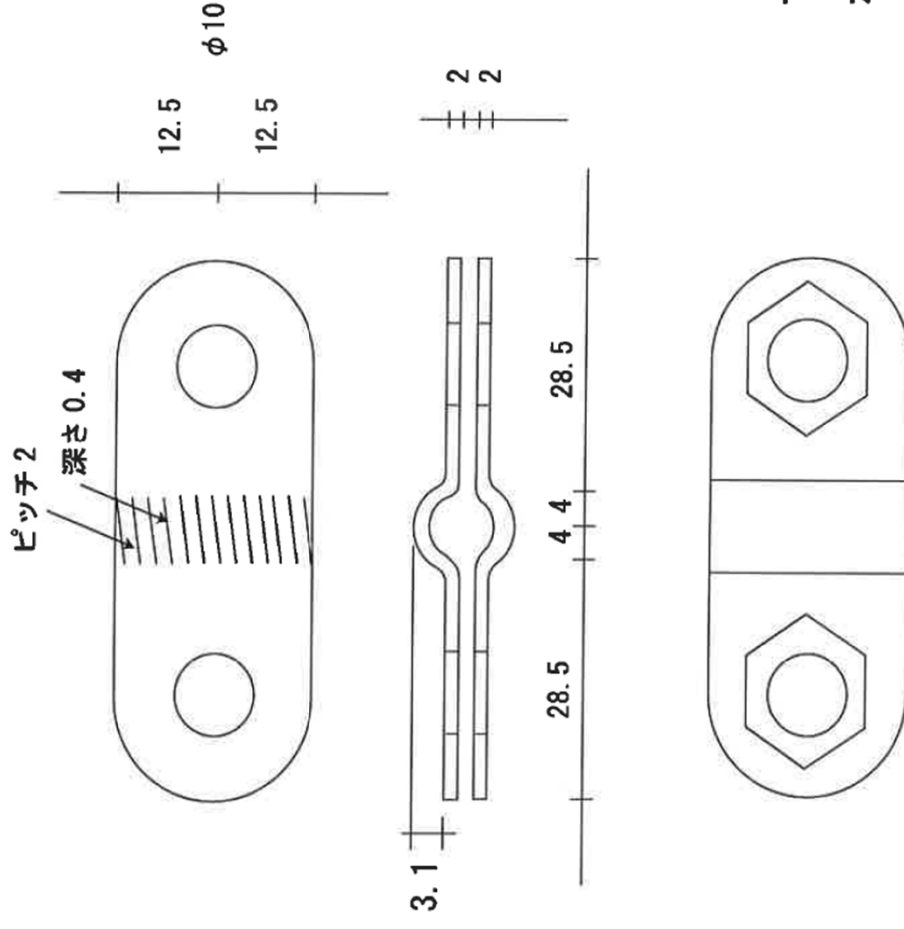
# すじかい君

## ボルト取り付け金具

許容差 ±0.1

三価クロメート仕上げ

板厚 2.0 mm



ナット  $W\frac{3}{8}$  2ヶ  
ボルト  $W\frac{3}{8} \times 20$  2本

付図1.2 試験体構成部品の形状・寸法（ボルト取り付け金具）

（寸法単位：mm）

注）依頼者提出資料

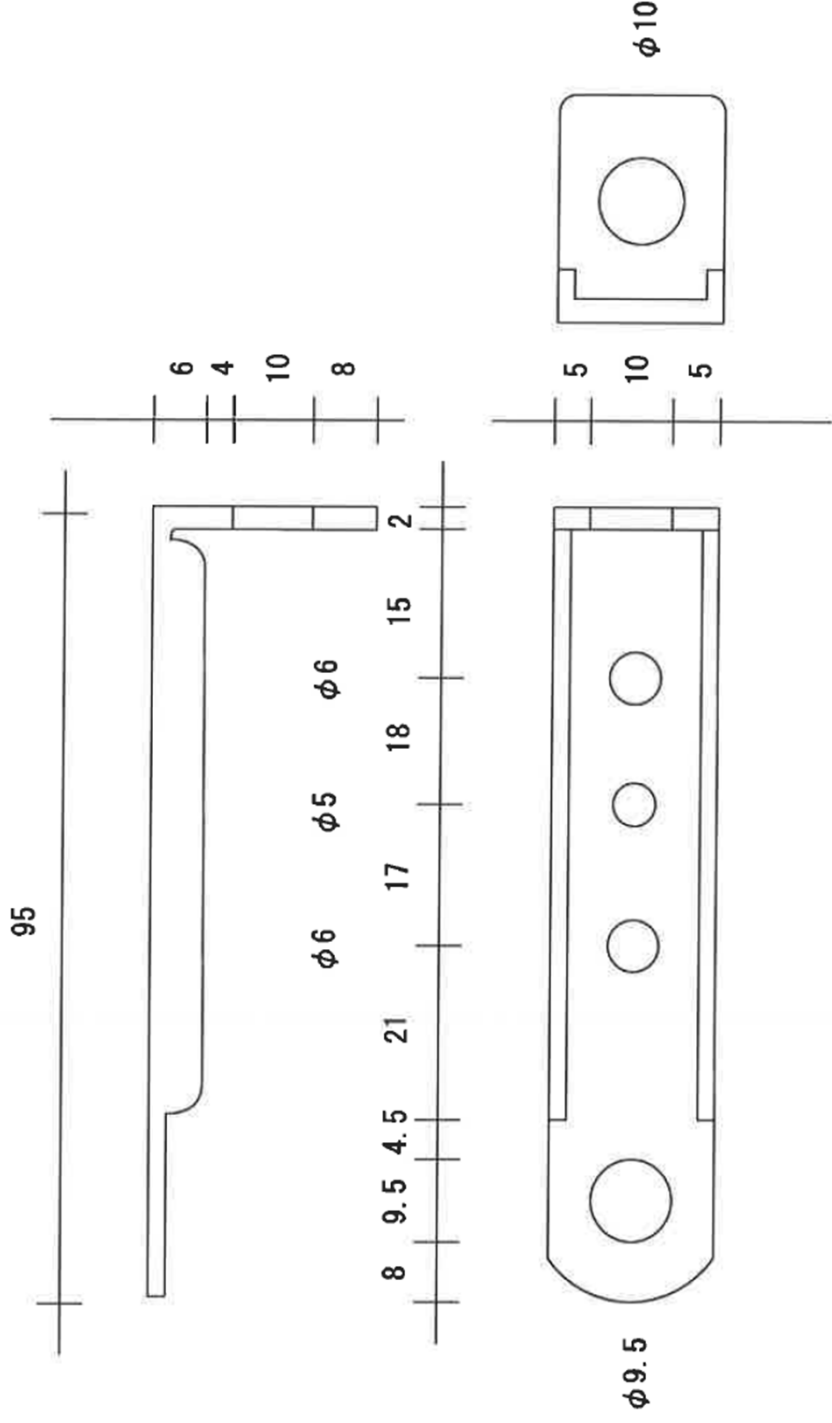
# すじかい君

## 部材①

許容差 ±0.1

三価クロメート仕上げ

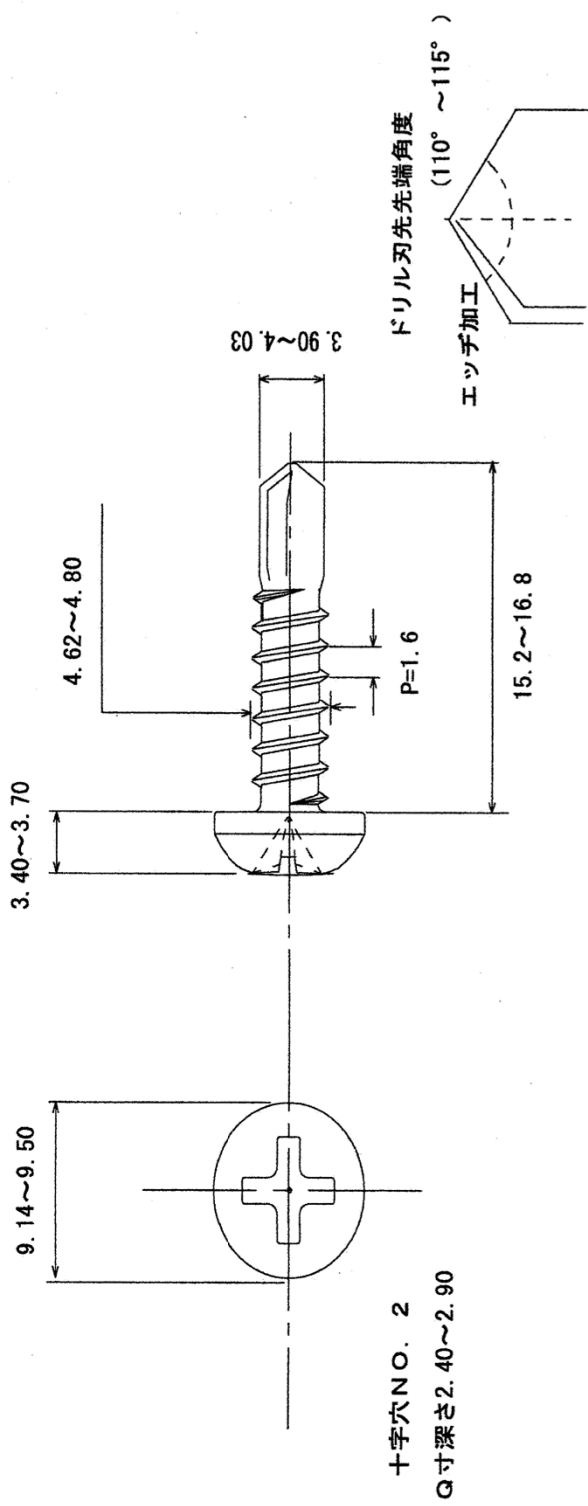
板厚 2.0 mm



付図1.3 試験体構成部品の形状・寸法（斜め部材取り付け金具）（寸法単位：mm）

注）依頼者提出資料

○ 単位 mm



十字穴NO. 2  
Q寸深さ2.40~2.90

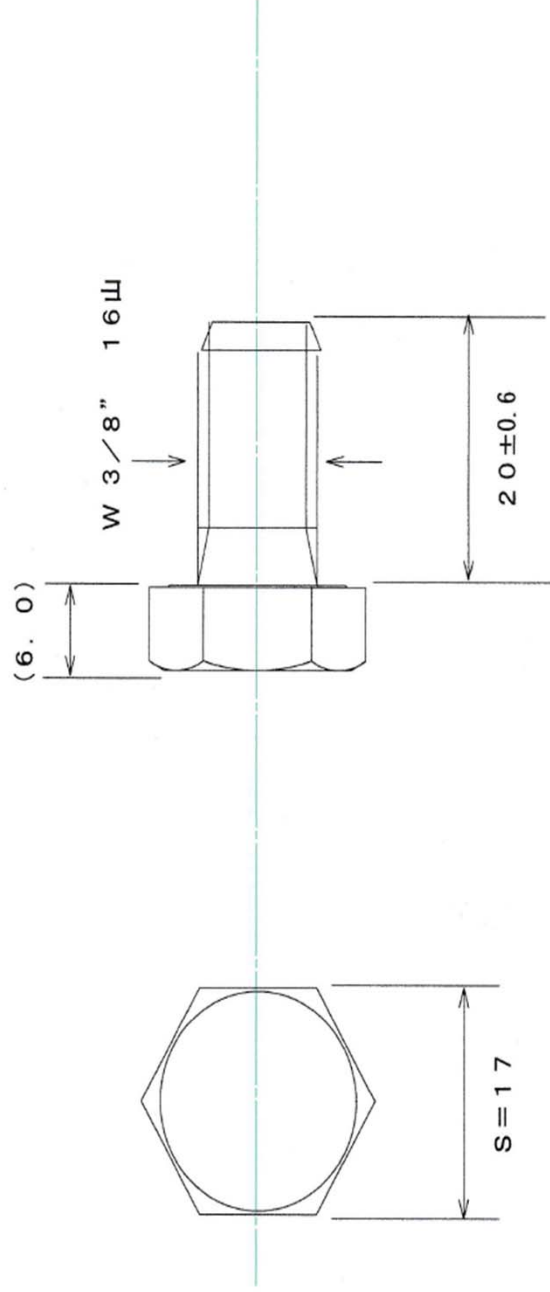
材質	SWCH18A相当	線径	φ 3.85 mm	品名	ナベ頭ドリルネジ
熱処理	浸炭焼入れ	表面硬度	HV530以上	頭部・山	(+)NO. 2ナベ: P=1.61
ねじトルク	MIN. 6.9 N・m以上	心部硬度	HV320~400	サイズ	5 (4.8) x 16
表面処理	三価クロメート+ペーキング処理	図面番号	SA20140404	ユーザ名	(株)サワタ
作成年月日	2014/4/4	尺 度	Free	製造会社	北村精工株式会社
承認	北川	製 図	北村精工	販売会社	㈱ライヴ・ファブレス
年月日		検 図			
符号		設 計			

注) 依頼者提出資料

付図1.4 試験体構成部品の形状・寸法 (ドリルねじ) (寸法単位: mm)



○ 単位 mm



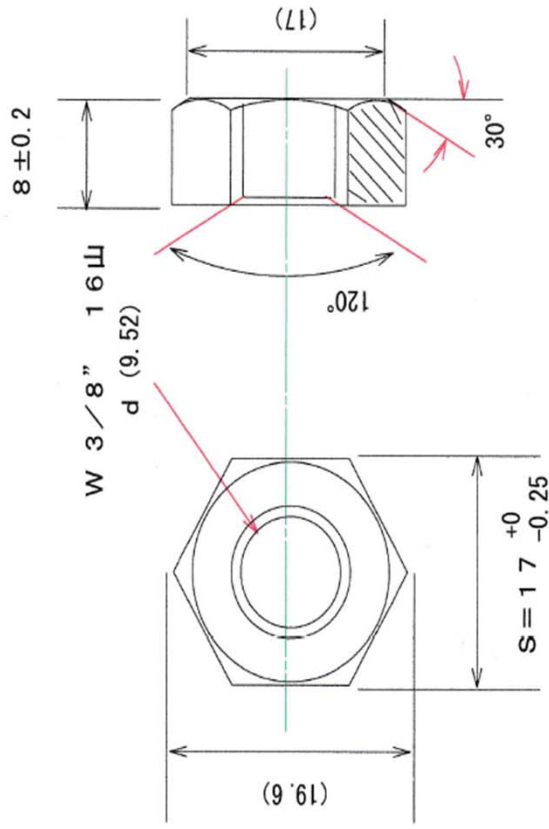
材質	SWRM 8 K相当 (JIS G 3505準拠)	品名	UNC 六角全ねじボルト 日規
表面処理	三価クロム2μ以上 Ep-Fe/Zn2 CM1A Cr+3	サイズ	S=17 W <sup>3</sup> / <sub>8</sub> × 20 P=16山/Inch
		図面番号	LF20140517SW-1
		尺 度	Free
		作成年月日	2014.05.17
		製 図	Tsuji
		株式会社	サワタ (株式会社ライヴ・ファブレス)

付図1.5 試験体構成部品の形状・寸法 (六角ボルト)

(寸法単位: mm)

注) 依頼者提出資料

○ 単位 mm



材質	SWCH10A相当 (JIS G 3507-1準拠)	品名	UNC 六角ホーマーナット
表面処理	三価クロム以上 Ep-Fe/Zn2 CM1A Cr+3	サイズ	W" 3/8 P=16山/Inch
		図面番号	LF20140517SW-5
		製図	Tsuji
		尺度	Free
		作成年月日	2014.05.17
		株式会社	サワタ (株式会社ライヴ・ファブレス)

付図1.6 試験体構成部品の形状・寸法 (六角ナット)

(寸法単位: mm)

注) 依頼者提出資料

## 資料2 加力・計測方法

加力は、付図 2.1 に示すように、所定の角度（斜め部材と天井面の角度が 30 度、45 度、60 度）となるように設置した天井面構成治具に吊りボルトを固定し、最大容量 20kN の電動アクチュエータを用いて、吊りボルトに緊結された斜め部材に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。一方向加力はアクチュエータ引き方向（正側）または押し方向（負側）の単調加力によって行い、斜め部材上端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、その後アクチュエータ引き方向（正側）または押し方向（負側）の単調加力によって斜め部材上端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  $\delta$ 、吊りボルトの変形  $\delta_b$  はそれぞれ(2.1)式、(2.2)式により求めた。

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

$$\text{吊りボルトの変形 } \delta_b \quad : \quad \delta_b = D3 \quad (2.2)$$

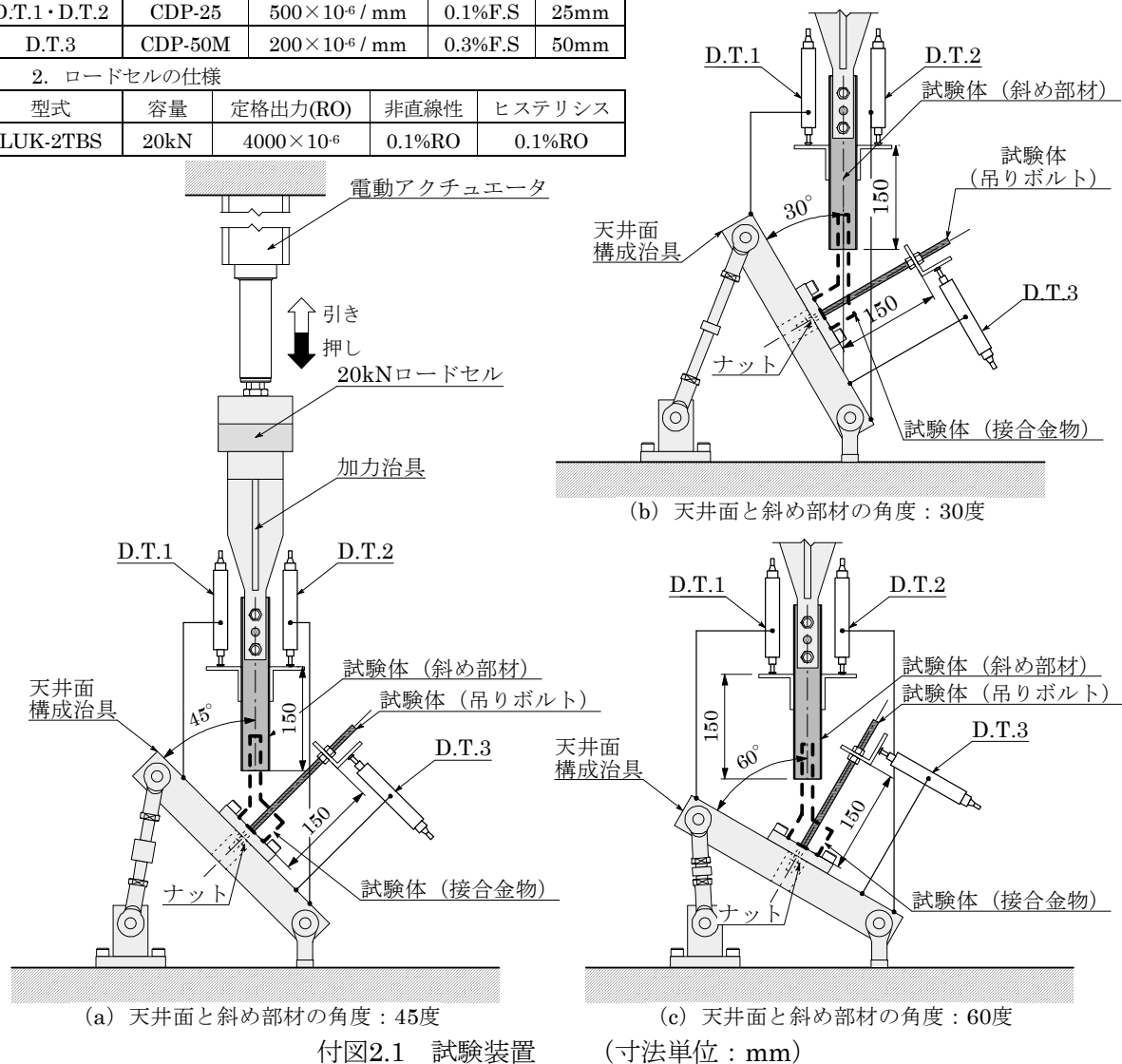
ここで、 $D_i$  は、付図 2.1 に示す位置に設置した変位計 D.T.i による変位の測定値（ $D1 \cdot D2$  は正側加力時の変位を正とし、 $D3$  はスピンドルが出る方向を正とする）である。

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.2	CDP-25	$500 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.1%F.S	25mm
D.T.3	CDP-50M	$200 \times 10^{-6} / \text{mm}$	0.3%F.S	50mm

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



### 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。

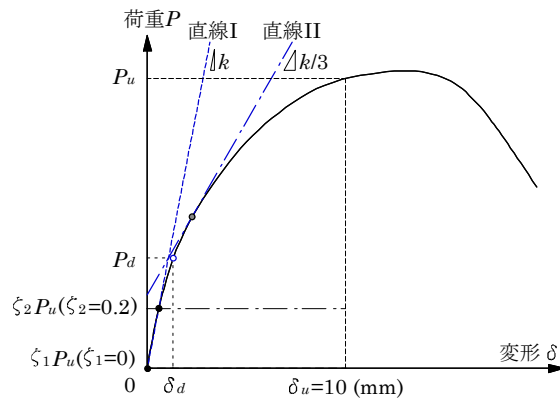
ただし、 $P$ — $\delta$ 曲線に以下の現象が見られる場合は、以下の方法により $P_d$ を算出する。

#### 【剛性が一旦低下した後に再度増加する場合】

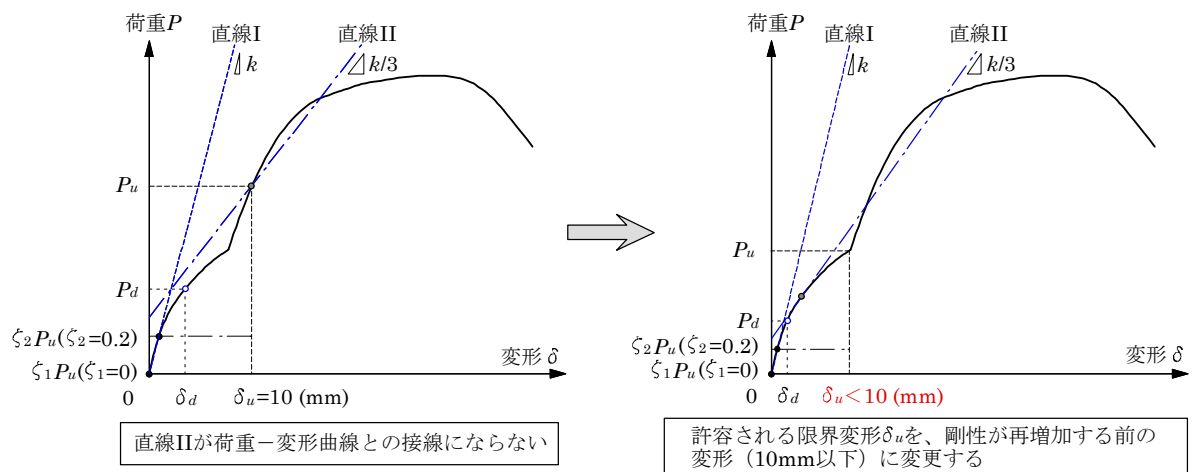
付図3.1(b)に示すように、 $P$ — $\delta$ 曲線の剛性が一旦低下した後に再度増加し、上記方法に従うと直線IIが $P$ — $\delta$ 曲線との接線にならない場合は、 $k$ の算出過程（上記①）において、許容される限界変形 $\delta_u$ を $P$ — $\delta$ 曲線の剛性が再増加する前の変位（10mm以下）に変更する。

#### 【初期の剛性が小さい場合】

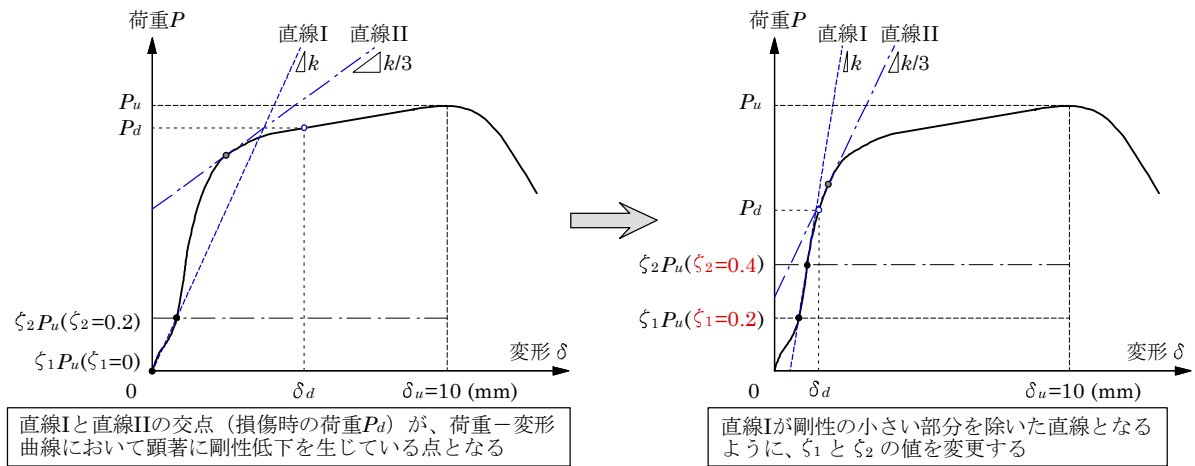
付図3.1(c)に示すように、 $P$ — $\delta$ 曲線の初期の剛性が小さく、上記方法に従うと直線Iと直線IIの交点の荷重（ $P_d$ ）が、直線IIと $P$ — $\delta$ 曲線の接点の荷重よりも大きい場合は、 $k$ の算出過程（上記①）において、直線Iが初期の剛性の小さい部分を除いた直線となるように、 $\zeta_1$ と $\zeta_2$ の値をそれぞれ0、0.2から変更する（ただし、 $\zeta_2 - \zeta_1 \leq 0.2$ とする）。



(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

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(3.1)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。

$$D_a^+ = \delta_d^{ave,+} / \alpha^+, \quad D_a^- = \delta_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.1)$$

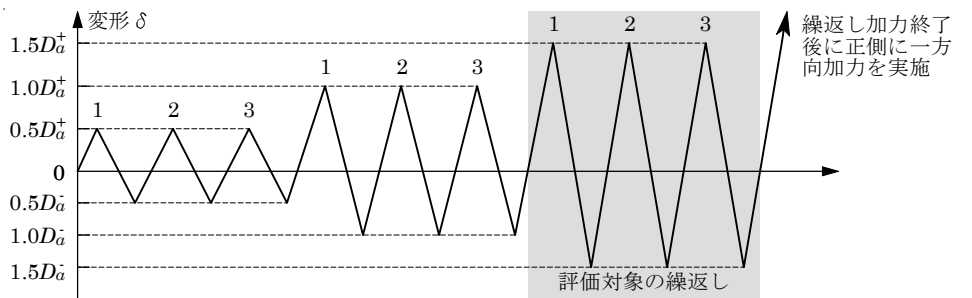
ここで、 $\delta_d^{ave,+}$ 、 $\delta_d^{ave,-}$  は正側と負側の損傷時の変形  $\delta_d^+$ 、 $\delta_d^-$  のそれぞれの平均値で、 $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  は 1.5 とする。

- ② 正負繰返し加力試験の結果が(3.2)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(3.3)式によって算出する。

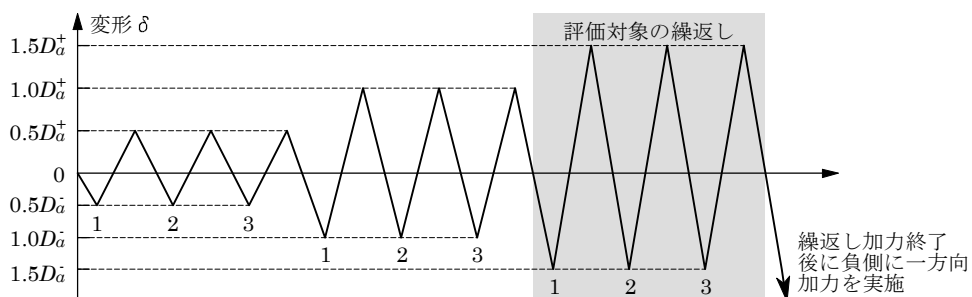
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,+} / \alpha^+, \quad \left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5 P_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.2)$$

$$P_a^+ = P_d^{ave,+} / \alpha^+, \quad P_a^- = P_d^{ave,-} / \alpha^- \quad (3.3)$$

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(3.2)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 (3.1)式の  $a^+$ 、 $a^-$  を(3.4)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。

$$a^+ = (\delta_d^{ave,+} / \delta_d^{min,+}) \cdot 1.5, \quad a^- = (\delta_d^{ave,-} / \delta_d^{min,-}) \cdot 1.5 \quad (3.4)$$

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(3.2)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(3.3)式によって算出する。ただし、(3.2)式および(3.3)式の  $a^+$ 、 $a^-$  は(3.4)式による。

#### 【低減方法 2】

- ① (3.1)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。

$$a^+ = (\delta_d^{ave,+} / \delta_d^{2\sigma,+}) \cdot 1.5, \quad a^- = (\delta_d^{ave,-} / \delta_d^{2\sigma,-}) \cdot 1.5 \quad (3.5)$$

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(3.2)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(3.3)式によって算出する。ただし、(3.2)式および(3.3)式の  $a^+$ 、 $a^-$  は(3.5)式による。

#### (4) 接合部の剛性

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(3.6)式によって算出する。

$$K^+ = P_d^{ave,+} / \delta_d^{ave,+}, \quad K^- = P_d^{ave,-} / \delta_d^{ave,-} \quad (3.6)$$

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。

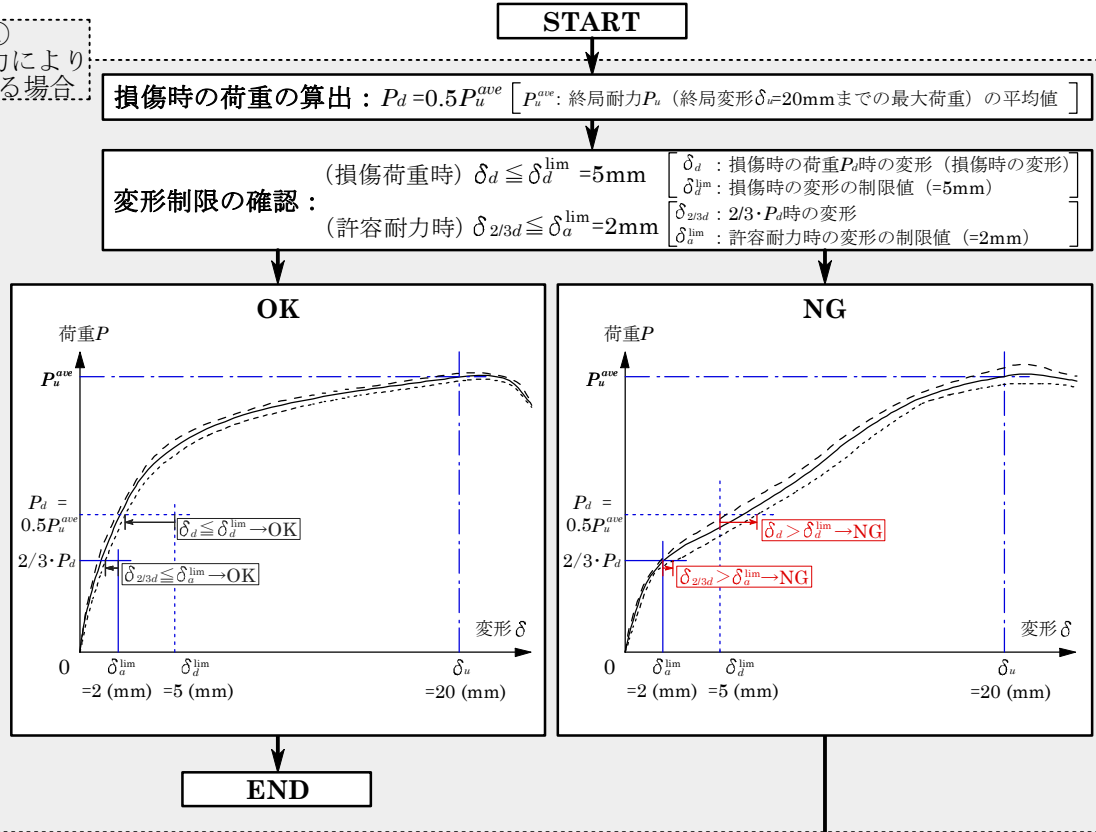
### ③ 許容耐力時の変形制限により決定する場合

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。

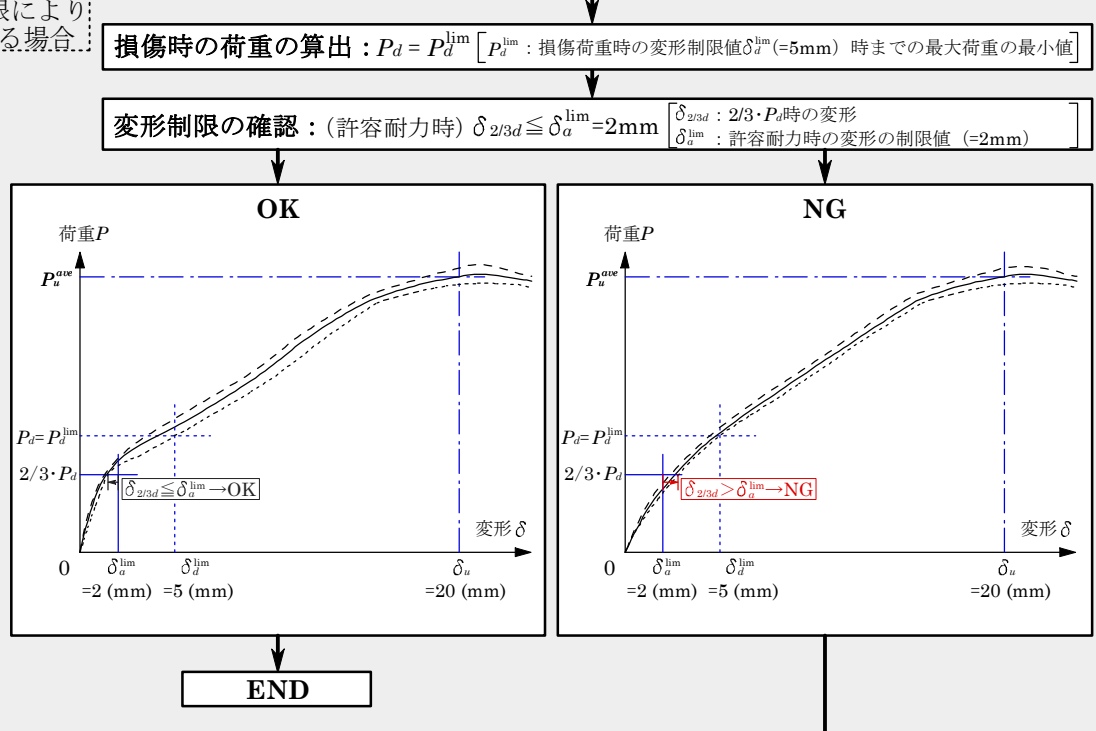
$$P_d = 1.5P_{2/3d}^{\text{lim}} \quad (4.3)$$

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。

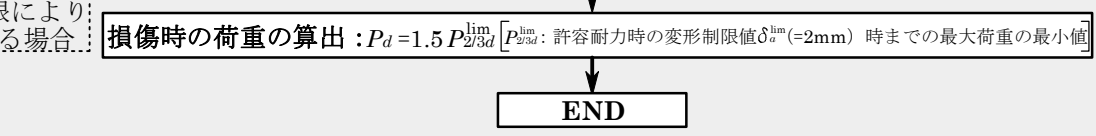
①  
終局耐力により  
決定する場合



②  
損傷荷重時の  
変形制限により  
決定する場合



③  
許容耐力時の  
変形制限により  
決定する場合



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

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。

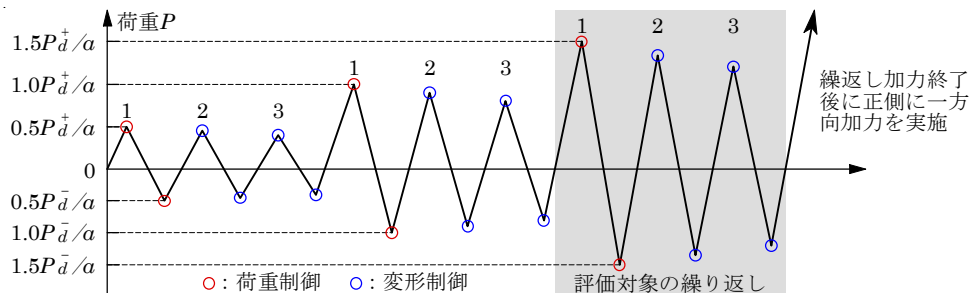
各段階における 1 回目の荷重制御値は、正側および負側の損傷時の荷重  $P_d^+$ 、 $P_d^-$  に基づいて、正側は  $0.5P_d^+ / \alpha^+ \rightarrow 1.0P_d^+ / \alpha^+ \rightarrow 1.5P_d^+ / \alpha^+$ 、負側は  $0.5P_d^- / \alpha^- \rightarrow 1.0P_d^- / \alpha^- \rightarrow 1.5P_d^- / \alpha^-$  とする。ここで、 $\alpha^+$ 、 $\alpha^-$  は 1.5 とする。各段階における 2 回目と 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(4.4)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(4.5)式によって算出する。

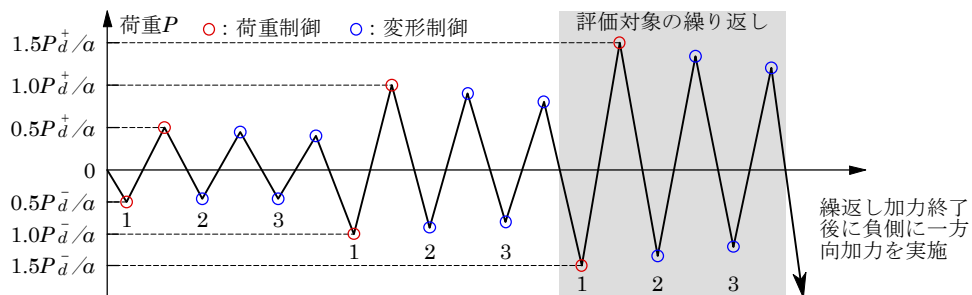
$$\left| P_d^{cyc,+} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^+ / \alpha^+ , \quad \left| P_d^{cyc,-} \right| \geq 0.8 \cdot 1.5P_d^- / \alpha^- \quad (4.4)$$

$$P_a^+ = P_d^+ / \alpha^+ , \quad P_a^- = P_d^- / \alpha^- \quad (4.5)$$

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

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(4.6)式によって算出する。

$$K^+ = P_d^+ / \delta_d^{ave,+} , \quad K^- = P_d^- / \delta_d^{ave,-} \quad (4.6)$$

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 5.3
- ・ 荷重  $P$ －変形  $\delta$  関係..... 付図 5.1～付図 5.3

### 「吊りボルトの変形」

- ・ 荷重  $P$ －変形  $\delta_b$  関係..... 付図 6.1～付図 6.3

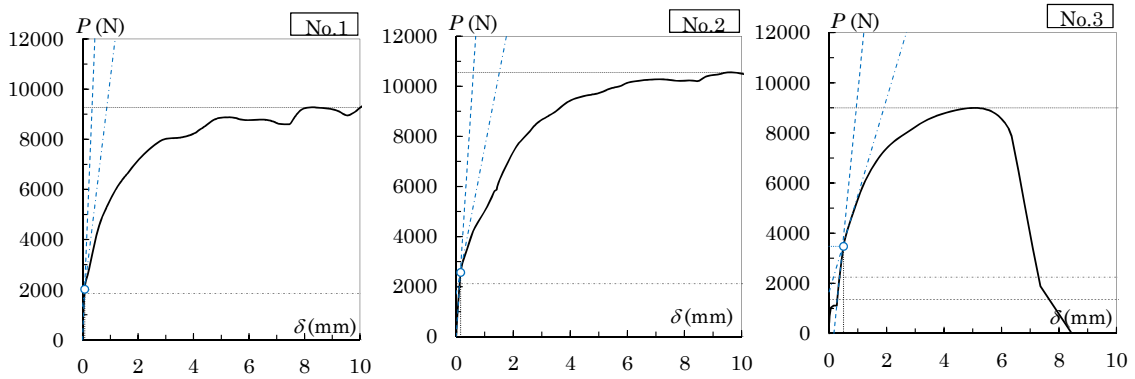
### 「試験写真の一覧」

- ・ 試験装置..... 写真 A
- ・ 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.3

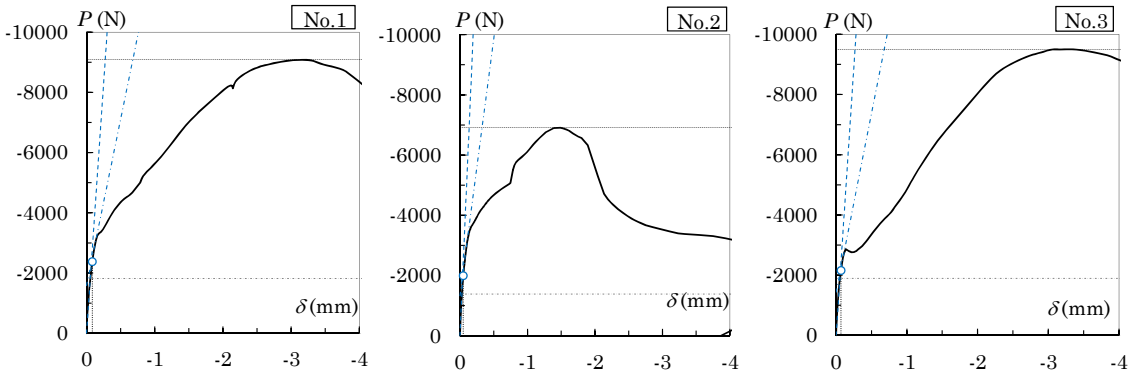
付表5.1 損傷時の荷重の算出結果 (30度, 評価方法1)

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	27202	0	0.20	9279	10	2012	2682	0.079	0.246
	2	17532	0	0.20	10559		2562		0.157	
	3	11544	0.15	0.25	8997		3471		0.503	
負側	1	33160	0	0.20	9085	10	2375	2174	0.084	0.067
	2	51157	0	0.20	6906		1992		0.048	
	3	35632	0	0.20	9502		2155		0.069	

○ : 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

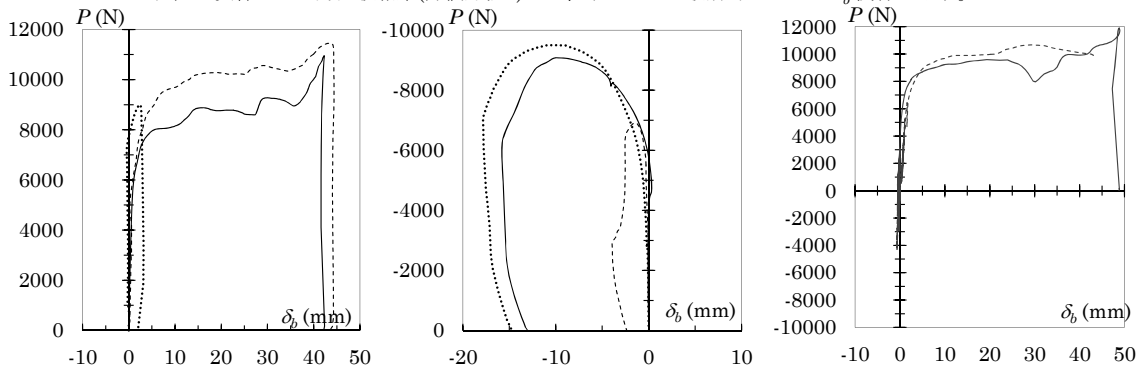


(b) 負側

付図5.1 荷重 $P$  - 変形 $\delta$ 関係 (30度, 評価方法1)

一方向加力(正負) : — No.1 - - - No.2 ····· No.3  
正負繰返し加力 : — 評価方法1 - - - 評価方法2

注) 正負繰返し加力試験結果(評価方法2)では、吊りボルト破断時までの $P$ - $\delta_b$  関係を示す。



(a) 一方向加力試験(正側)

(b) 一方向加力試験(負側)

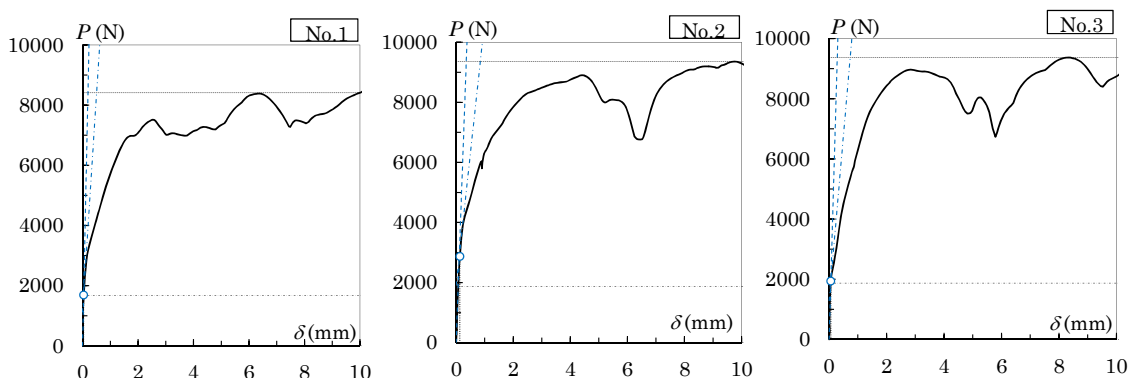
(c) 正負繰返し加力試験

付図6.1 荷重 $P$  - 変形 $\delta_b$  関係 (30度)

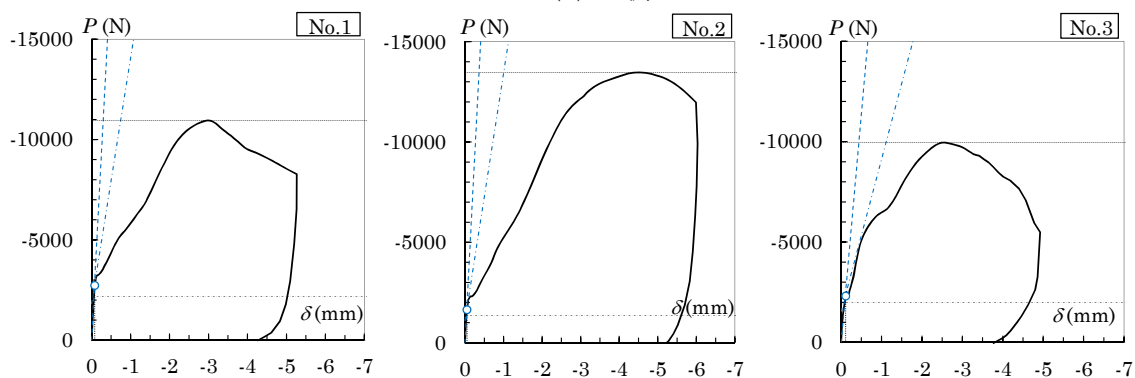
付表5.2 損傷時の荷重の算出結果 (45度, 評価方法1)

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	43032	0	0.20	8413	10	1689	2166	0.040	0.077
	2	26377	0	0.20	9358		2869		0.129	
	3	33053	0	0.20	9367		1941		0.061	
負側	1	36671	0	0.20	10948	10	2729	2228	0.081	0.081
	2	36949	0	0.10	13465		1646		0.052	
	3	22748	0	0.20	9956		2310		0.111	

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



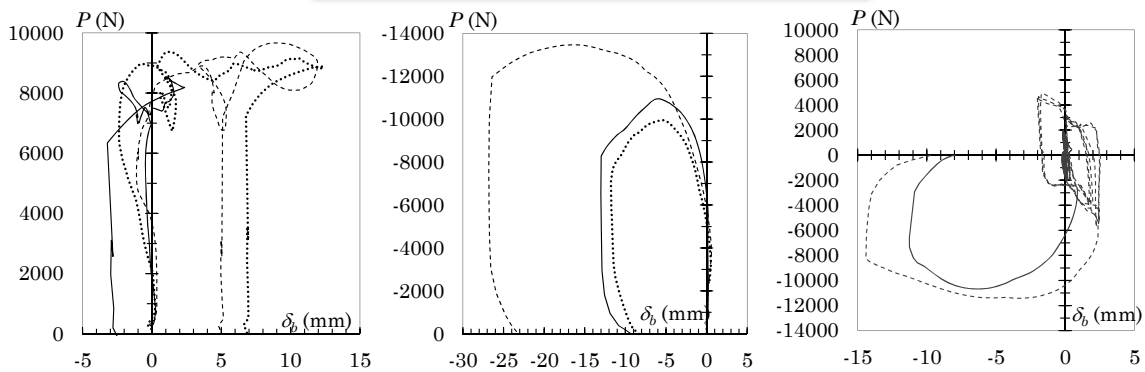
(a) 正側



(b) 負側

付図5.2 荷重 $P$  - 変形 $\delta$ 関係 (45度, 評価方法1)

一方向加力(正負) : — No.1 - - - No.2 ····· No.3  
正負繰返し加力 : — 評価方法1 - - - 評価方法2



(a) 一方向加力試験(正側)

(b) 一方向加力試験(負側)

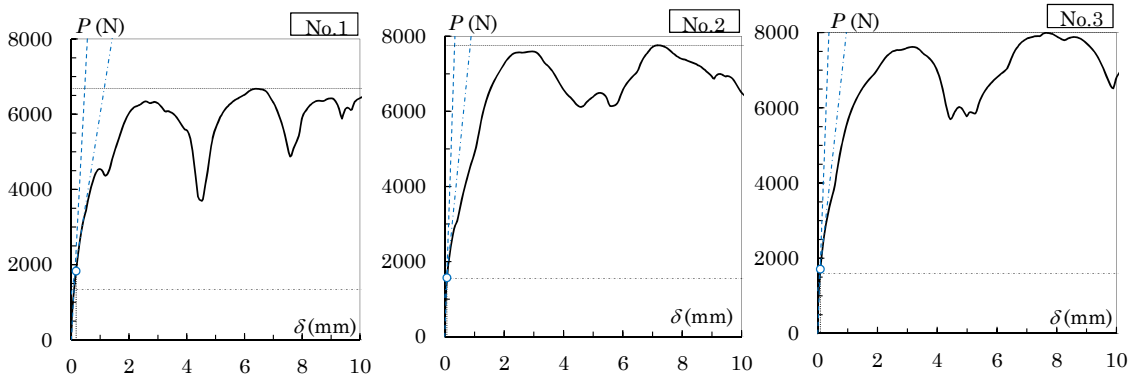
(c) 正負繰返し加力試験

付図6.2 荷重 $P$  - 変形 $\delta_b$ 関係 (45度)

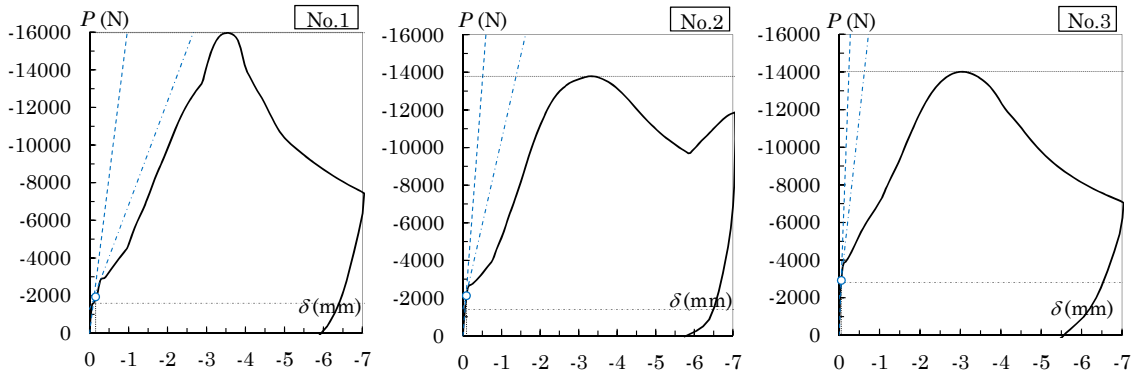
付表5.3 損傷時の荷重の算出結果 (60度, 評価方法1)

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	14396	0	0.20	6679	10	1827	1701	0.165	0.106
	2	23480	0	0.20	7759	10	1569	1701	0.068	
	3	21470	0	0.20	7995	10	1708	1701	0.086	
負側	1	16565	0	0.10	15963	10	1928	2325	0.155	0.100
	2	26956	0	0.10	13789	10	2125	2325	0.091	
	3	58127	0	0.20	14012	10	2921	2325	0.053	

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



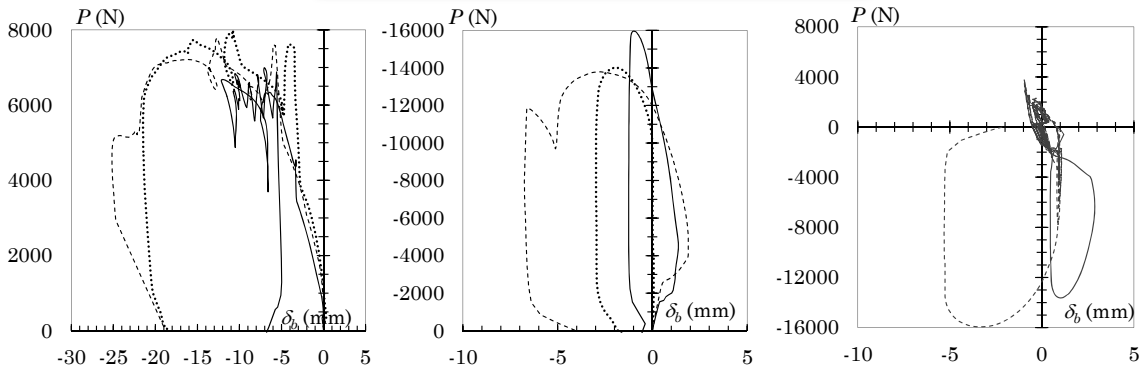
(a) 正側



(b) 負側

付図5.3 荷重 $P$  - 変形 $\delta$ 関係 (60度, 評価方法1)

一方向加力(正負) : — No.1 - - - No.2 ····· No.3  
正負繰返し加力 : — 評価方法1 - - - 評価方法2



(a) 一方向加力試験(正側)

(b) 一方向加力試験(負側)

(c) 正負繰返し加力試験

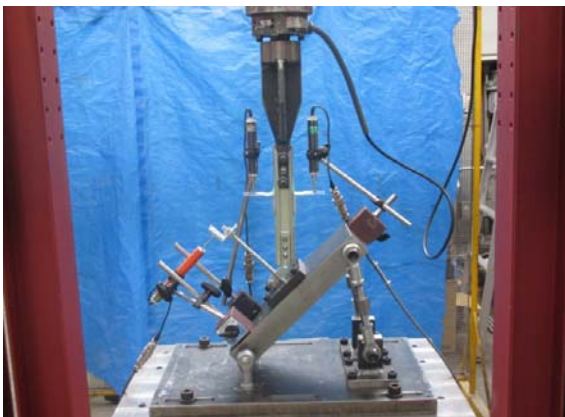
付図6.3 荷重 $P$  - 変形 $\delta_b$ 関係 (60度)



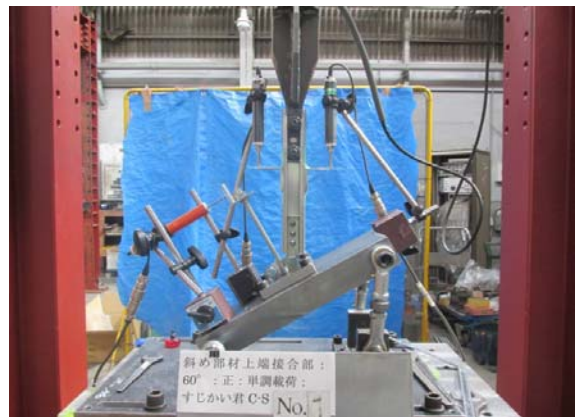
(a) 全景



(b) 試験体の設置状況 (30度)



(c) 試験体の設置状況 (45度)



(d) 試験体の設置状況 (60度)



(e) 変位計の設置状況 (D.T.1, D.T.2)

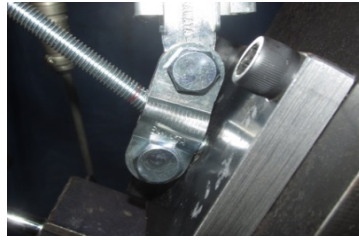


(f) 変位計の設置状況 (D.T.3)





(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



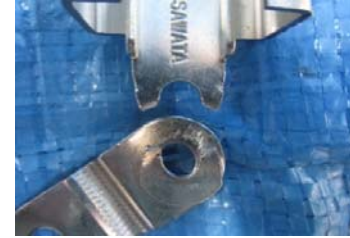
(e) 試験終了時



(b) 試験終了後  
【No.1】



(d) 試験終了後  
【No.2】

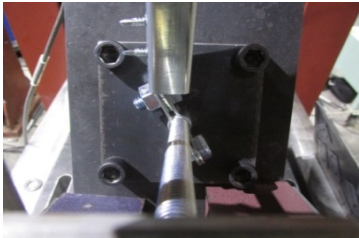


(f) 試験終了後  
【No.3】

(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】

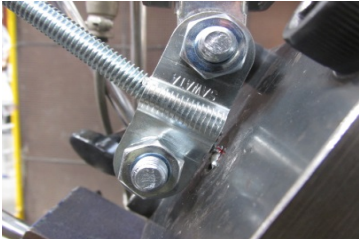


(f) 試験終了後  
【No.3】

(2) 一方向加力試験 (負側)



(a) 試験終了時



(c) 試験終了時



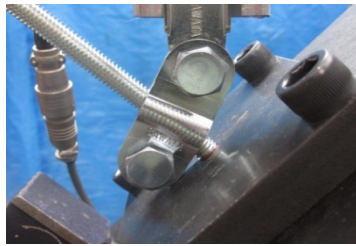
(b) 試験終了後  
【評価方法1】



(d) 試験終了後  
【評価方法2】

(3) 正負繰返し加力試験

写真B.1 試験終了時および終了後の試験体の状況 (30度)



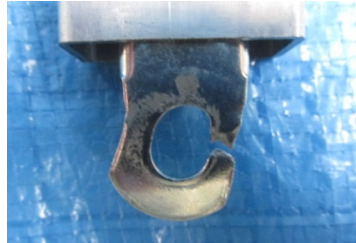
(a) 試験終了時



(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)



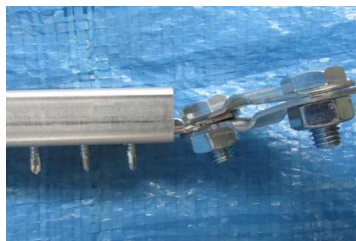
(a) 試験終了時



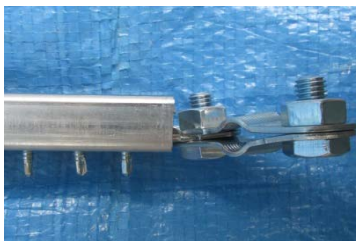
(c) 試験終了時



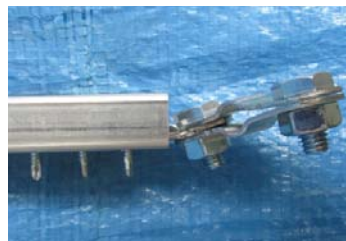
(e) 試験終了時



(b) 試験終了後  
【No.1】

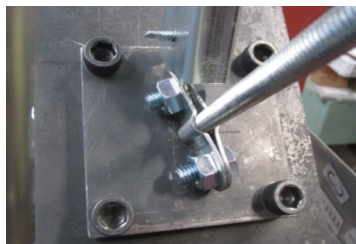


(d) 試験終了後  
【No.2】

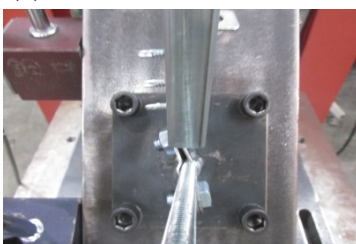


(f) 試験終了後  
【No.3】

(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】

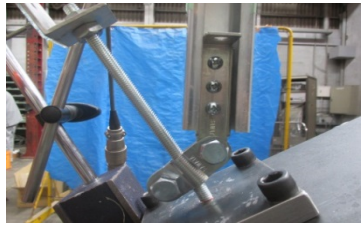


(d) 試験終了後  
【評価方法2】

(3) 正負繰返し加力試験

写真B.2 試験終了時および終了後の試験体の状況 (45度)





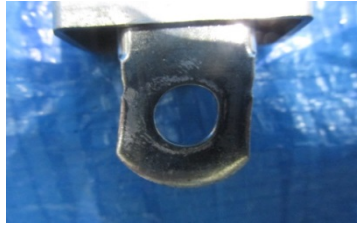
(a) 試験終了時



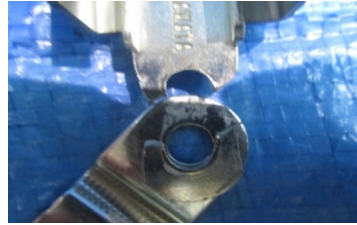
(c) 試験終了時



(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】

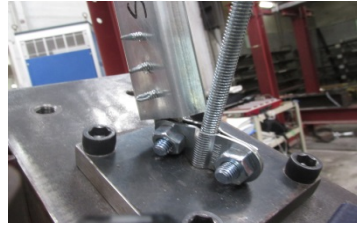


(f) 試験終了後  
【No.3】

(2) 一方向加力試験 (負側)



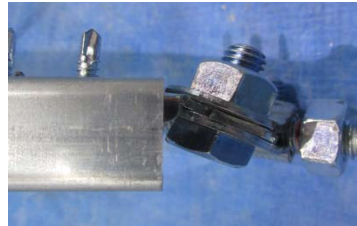
(a) 試験終了時



(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 (60度)

### 本書の取扱いについて

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

本書についての問い合わせは、下記までお願いします。

一般財団法人 日本建築総合試験所 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)