

第3章 3層3プライ大型有開口パネル実大構面水平加力実験

3.1 試験の目的

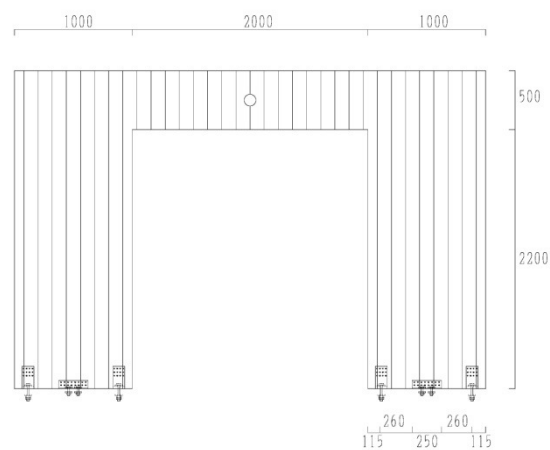
低層建物での使用が予想される 3 層 3 プライ CLT パネルの構造性能を把握することと、対応する解析モデルの妥当性を検証するため、開口形状をパラメータとした構面試験を実施した。

3.2 試験体概要

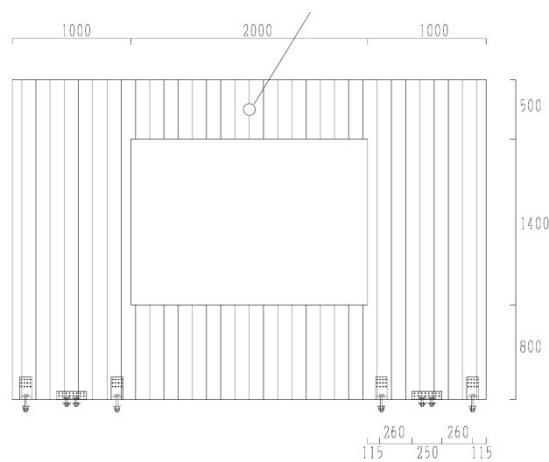
試験体寸法・形状を表 3.2.1 及び図 3.2.1 に、接合金物を図 3.2.2 に示す。使用した CLT の樹種はスギ、強度区分は Mx60A である。パネル脚部及び中央下部に取り付ける UT 金物及び US 金物は、ビス STS-C65 で留めつけた。また UT 金物型及び US 金物は基礎治具とは M16 高力ボルトで固定した。

表 3.2.1 試験体寸法：形状

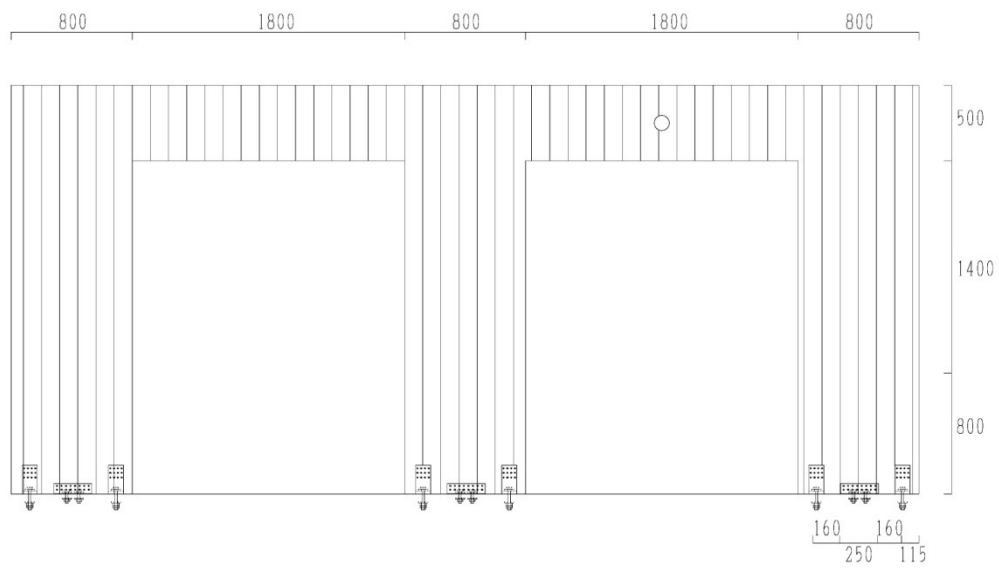
試験体名	試験体サイズ (L×H)	開口形状
1S4A-	4m×2.7m	ドア型
1S4B-	4m×2.7m	窓型
1S6-C	6m×2.7m	ドア型
1S6-D	6m×2.7m	窓型
面外座屈	6m×2.7m	-



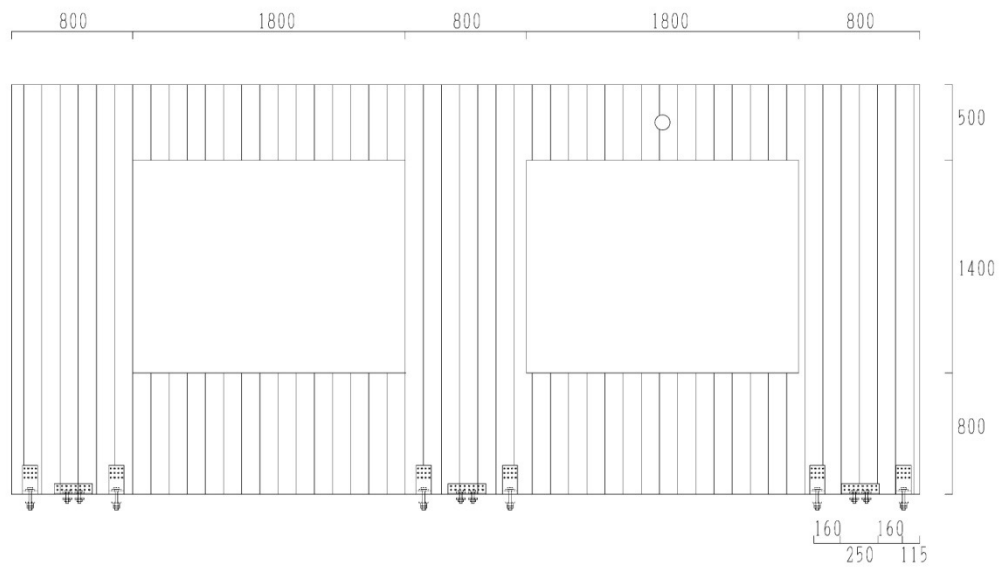
(1) 1S4-A



(2) 1S4-B

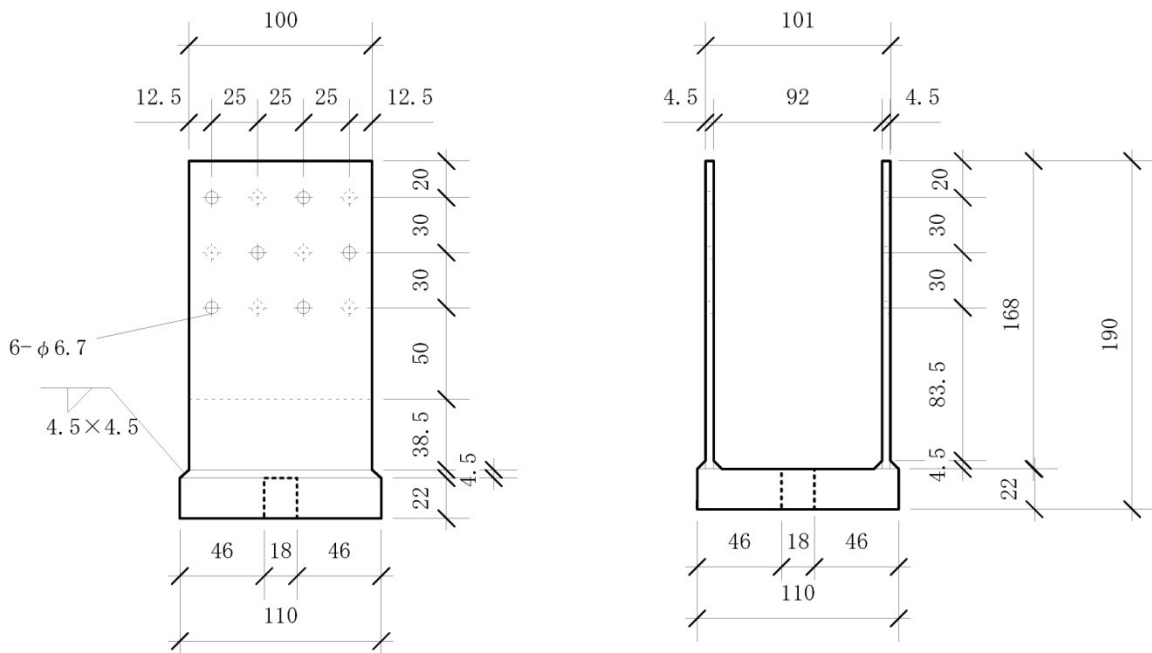


(3) 1S6-C

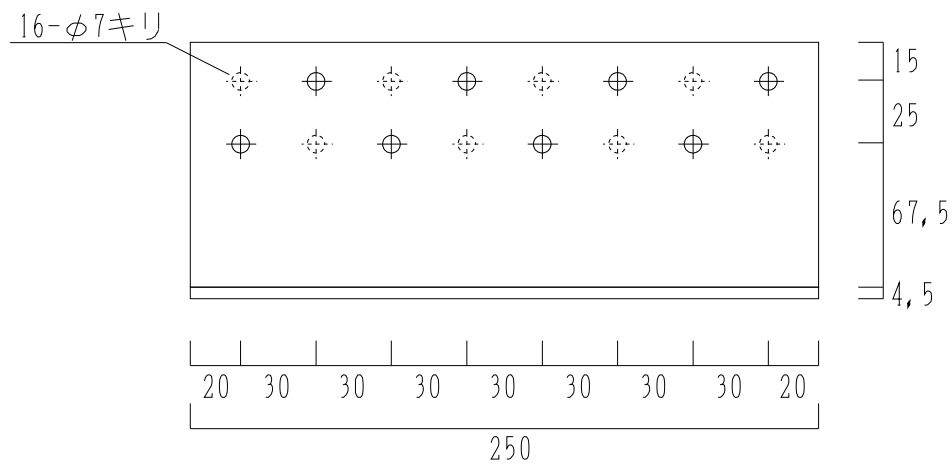
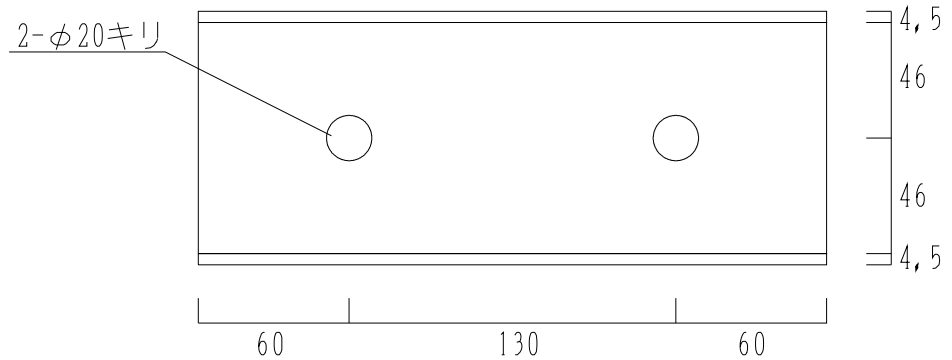


(4) 1S6-C

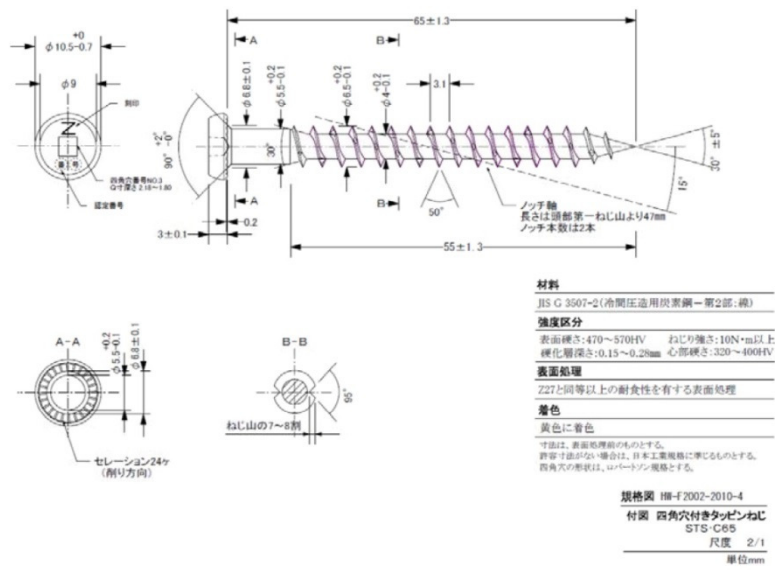
図 3. 2. 1 試験体図



(1) UT 金物 (引張用)



(2) US 金物 (せん断用)



(3) 接合具 (STS-C65 : 天野製作所)

図 3.2.2 金物仕様図

3.3 加力・計測方法

3.3.1 加力方法

構面試験は、図 3.3.1 に示すアクチュエータのストローク変位による見かけの変位による制御とした。加力は正負交番 3 回繰り返し加力とし、目標変形角は $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50$ 、 $1/30$ rad とした (図 3.3.2)。引き側を正とし、加力高さは試験体脚部から 2450mm である。

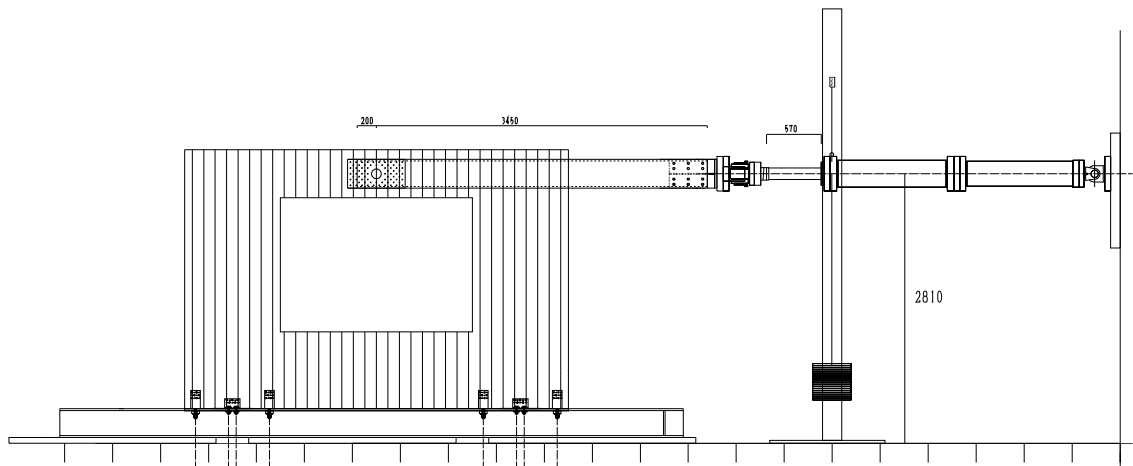


図 3.3.1 加力装置概要図

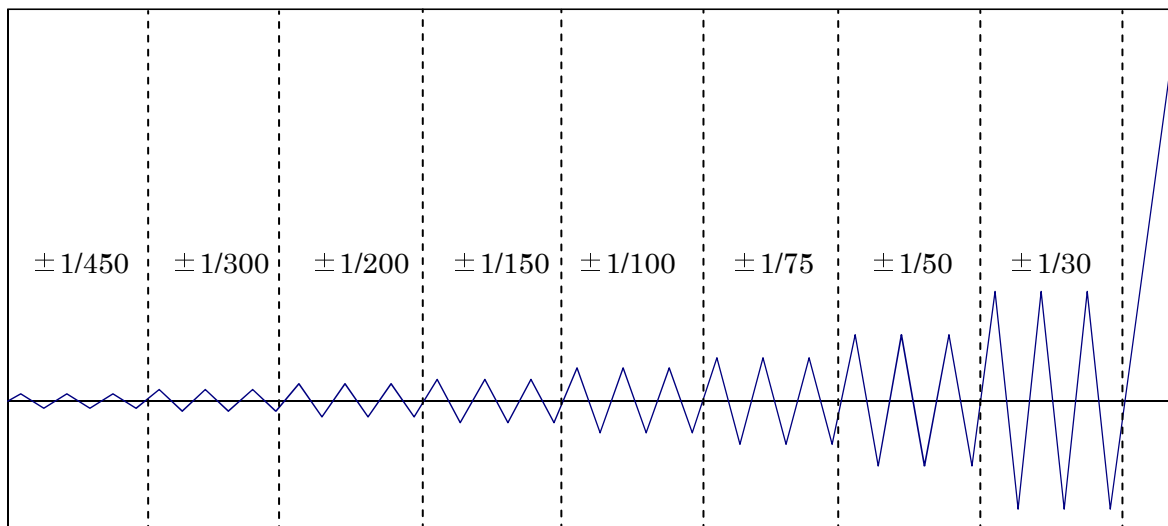
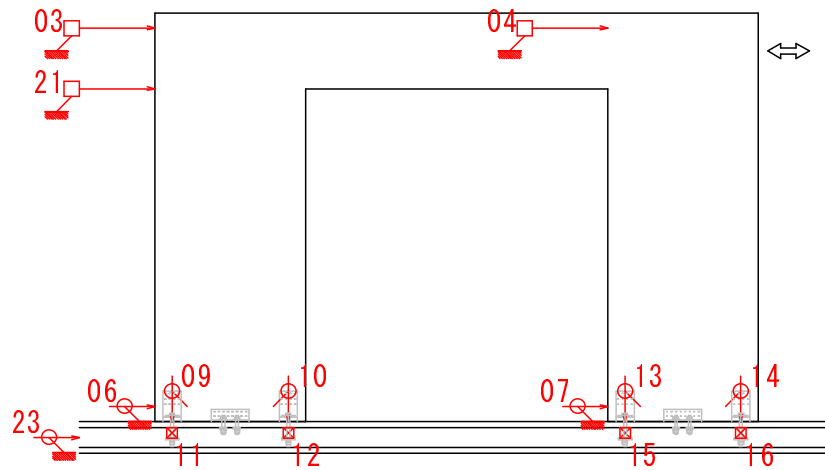


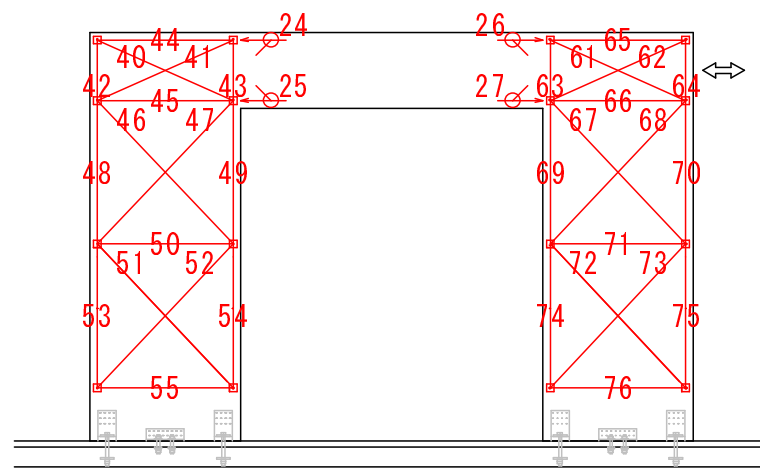
図 3.3.2 加力スケジュール

(2) 計測方法

図 3.3.3～3.3.6 に計測器の配置図、表 3.3.1～3.3.4 に変位計リストを示す。



(1) 絶対変位



(2) 相対変位

図 3.3.3 計測器設置図 (1S4-A4)

表 3.3.1 変位計リスト 1S4-A4

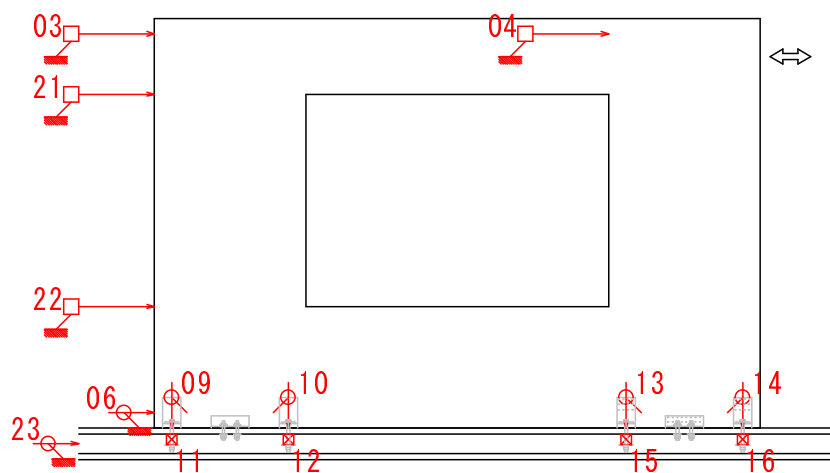
CH	記号	内容	測定器
1	P1	試験機荷重(1F)	ロードセル
2	D1	試験機変位(1F)	内部回路
3	S-01	絶対水平変位(左壁頂部)	DP-1000E
4	S-02	絶対水平変位(右壁頂部)	DP-1000E
5	S-03	絶対水平変位(中壁頂部)	DP-1000E
6	S-04	絶対水平変位(左壁脚部)	CDP-50
7	S-05	絶対水平変位(右壁脚部)	CDP-50
8	S-06	絶対水平変位(中壁脚部)	CDP-50
9	S-07	絶対上下変位(左壁左脚部) 裏	SDP-100
10	S-08	絶対上下変位(左壁右脚部) 裏	SDP-100
11	N-01	引抜き力(左壁左脚部) 裏	KCM
12	N-02	引抜き力(左壁右脚部) 裏	KCM
13	S-09	絶対上下変位(中壁左脚部) 裏	SDP-100
14	S-10	絶対上下変位(右壁右脚部) 裏	SDP-100
15	N-03	引抜き力(右壁左脚部) 裏	KCM
16	N-04	引抜き力(右壁右脚部) 裏	KCM
17	S-11	絶対上下変位(中壁左脚部) 裏	SDP-100
18	S-12	絶対上下変位(中壁右脚部) 裏	SDP-100
19	N-05	引抜き力(中壁左脚部) 裏	KCM
20	N-06	引抜き力(中壁右脚部) 裏	KCM
21	S-13	絶対水平変位(まぐさ)	DP-1000E
22	S-14	絶対水平変位(腰壁)	DP-1000E
23	S-15	絶対水平変位(鉄骨梁台)	CDP-50
24	S-16	相対水平変位(左壁下-まぐさ)	CDP-50
25	S-17	相対水平変位(左壁下-まぐさ)	CDP-50
26	S-18	相対水平変位(右壁下-まぐさ)	CDP-50
27	S-19	相対水平変位(右壁下-まぐさ)	CDP-50
28	S-20	相対水平変位(中壁左上-まぐさ)	CDP-50
29	S-21	相対水平変位(右壁左上-まぐさ)	CDP-50
30	S-22	相対水平変位(中壁右上-まぐさ)	CDP-50
31	S-23	相対水平変位(右壁右下-まぐさ)	CDP-50
32	S-24	相対水平変位(左壁上-腰壁)	CDP-50
33	S-25	相対水平変位(左壁下-腰壁)	CDP-50
34	S-26	相対水平変位(右壁上-腰壁)	CDP-50
35	S-27	相対水平変位(右壁下-腰壁)	CDP-50
36	S-28	相対水平変位(中壁左上-腰壁)	CDP-50
37	S-29	相対水平変位(右壁左上-腰壁)	CDP-50
38	S-30	相対水平変位(中壁右上-腰壁)	CDP-50
39	S-31	相対水平変位(右壁右下-腰壁)	CDP-50

CH	記号	内容	測定器
40	S-32	全面壁相対対角変位(左壁①)※	CDP-25 ⑧
41	S-33	全面壁相対対角変位(左壁②)※ 裏	CDP-25 ⑨
42	S-34	全面壁相対上下変位(左壁③)※	CDP-25 ⑧
43	S-35	全面壁相対上下変位(左壁④)※	CDP-25 ⑧
44	S-36	全面壁相対水平変位(左壁⑤)※	CDP-25 ⑧
45	S-37	全面壁相対水平変位(左壁⑥)※	CDP-25 ⑧
46	S-38	全面壁相対対角変位(左壁⑦)※ 裏	CDP-25 ⑨
47	S-39	全面壁相対対角変位(左壁⑧)※ 裏	CDP-25 ⑨
48	S-40	全面壁相対上下変位(左壁⑨)※	CDP-25 ⑧
49	S-41	全面壁相対上下変位(左壁⑩)※	CDP-25 ⑧
50	S-42	全面壁相対水平変位(左壁⑪)※	CDP-25 ⑧
51	S-43	全面壁相対対角変位(左壁⑫)※ 裏	CDP-25 ⑨
52	S-44	全面壁相対対角変位(左壁⑬)※ 裏	CDP-25 ⑨
53	S-45	全面壁相対上下変位(左壁⑭)※	CDP-25 ⑧
54	S-46	全面壁相対上下変位(左壁⑮)※	CDP-25 ⑧
55	S-47	全面壁相対水平変位(左壁⑯)※	CDP-25 ⑧
56	S-48	全面壁相対水平変位(左壁⑰)※	CDP-25 ⑧
57	S-49	全面壁相対対角変位(左壁⑱)※ 裏	CDP-25 ⑨
58	S-50	全面壁相対上下変位(左壁⑲)※	CDP-25 ⑧
59	S-51	全面壁相対上下変位(左壁⑳)※	CDP-25 ⑧
60	S-52	全面壁相対水平変位(左壁㉑)※	CDP-25 ⑧
61	S-53	全面壁相対対角変位(右壁①)	CDP-25 ⑩
62	S-54	全面壁相対対角変位(右壁②) 裏	CDP-25 ⑪
63	S-55	全面壁相対上下変位(右壁③)	CDP-25 ⑩
64	S-56	全面壁相対上下変位(右壁④)	CDP-25 ⑩
65	S-57	全面壁相対水平変位(右壁⑤)	CDP-25 ⑩
66	S-58	全面壁相対水平変位(右壁⑥)	CDP-25 ⑩
67	S-59	全面壁相対対角変位(右壁⑦) 裏	CDP-25 ⑪
68	S-60	全面壁相対対角変位(右壁⑧) 裏	CDP-25 ⑪
69	S-61	全面壁相対上下変位(右壁⑨)	CDP-25 ⑩
70	S-62	全面壁相対上下変位(右壁⑩)	CDP-25 ⑩
71	S-63	全面壁相対水平変位(右壁⑪)	CDP-25 ⑩
72	S-64	全面壁相対対角変位(右壁⑫) 裏	CDP-25 ⑪
73	S-65	全面壁相対対角変位(右壁⑬) 裏	CDP-25 ⑪
74	S-66	全面壁相対上下変位(右壁⑭)	CDP-25 ⑩
75	S-67	全面壁相対上下変位(右壁⑮)	CDP-25 ⑩
76	S-68	全面壁相対水平変位(右壁⑯)	CDP-25 ⑩
77	S-69	全面壁相対対角変位(右壁⑰)	CDP-25 ⑩
78	S-70	全面壁相対対角変位(右壁⑱) 裏	CDP-25 ⑪
79	S-71	全面壁相対上下変位(右壁⑲)	CDP-25 ⑩
80	S-72	全面壁相対上下変位(右壁⑳)	CDP-25 ⑩
81	S-73	全面壁相対水平変位(右壁㉑)	CDP-25 ⑩
82	S-74	全面壁相対対角変位(左壁①)	CDP-25 ⑫
83	S-75	全面壁相対対角変位(左壁②) 裏	CDP-25 ⑬
84	S-76	全面壁相対上下変位(左壁③)	CDP-25 ⑫
85	S-77	全面壁相対上下変位(左壁④)	CDP-25 ⑫
86	S-78	全面壁相対水平変位(左壁⑤)	CDP-25 ⑫
87	S-79	全面壁相対水平変位(左壁⑥)	CDP-25 ⑫
88	S-80	全面壁相対水平変位(左壁⑦)	CDP-25 ⑫
89	S-81	全面壁相対対角変位(左壁⑧)	CDP-25 ⑫
90	S-82	全面壁相対対角変位(左壁⑨) 裏	CDP-25 ⑬
91	S-83	全面壁相対上下変位(左壁⑩)	CDP-25 ⑫
92	S-84	全面壁相対上下変位(左壁⑪)	CDP-25 ⑫
93	S-85	全面壁相対水平変位(左壁⑫)	CDP-25 ⑫

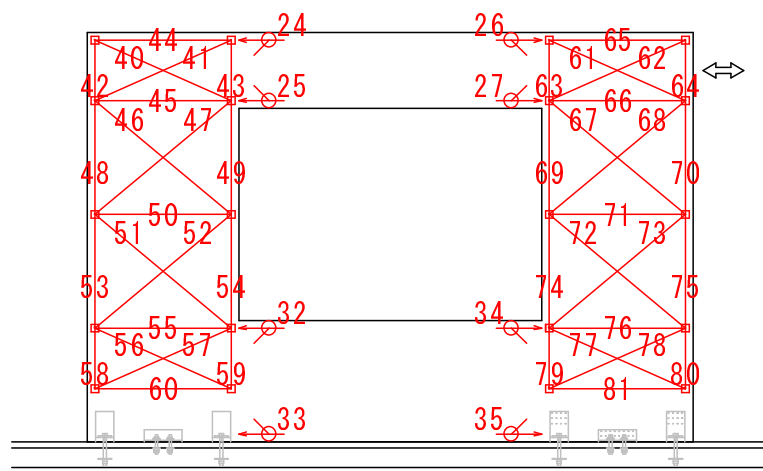
DP-1000E	7
CDP-50	7
SDP-100	4
KCM	4
CDP-25	32

54

※4m幅構面では左壁、6m構面(全面壁が3箇所)では中壁となる。



(1)絶対変位



(2)相対変位

図 3.3.4 計測器設置図(1S4-B4)

表 3.2.2 変位計リスト 1S4-B4

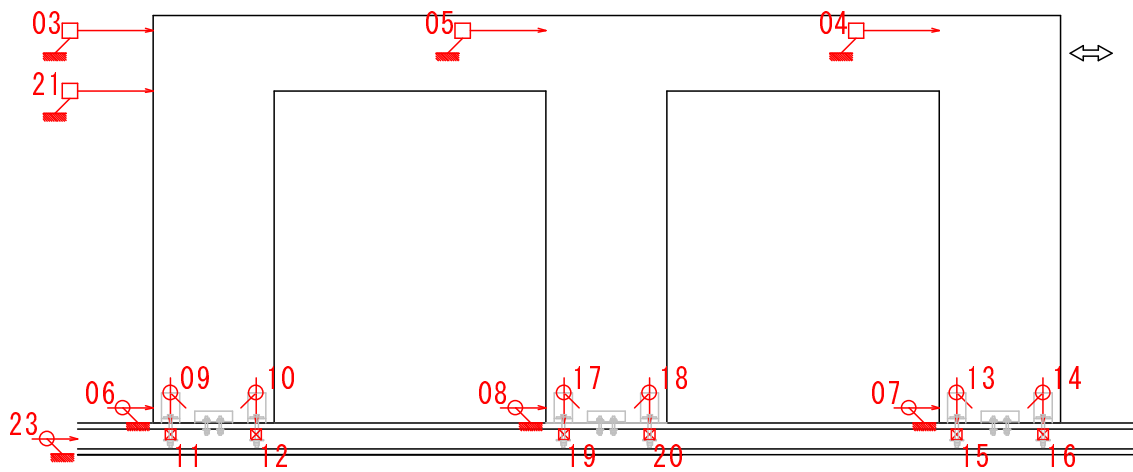
CH	記号	内容	測定器
1	P1	試験機荷重 (1F)	ロードセル
2	D1	試験機変位 (1F)	内部回路
3	S-01	絶対水平変位 (左壁頂部)	DP-1000E
4	S-02	絶対水平変位 (右壁頂部)	DP-1000E
5	S-03	絶対水平変位 (中壁頂部)	DP-1000E
6	S-04	絶対水平変位 (左壁脚部)	CDP-50
7	S-05	絶対水平変位 (左壁脚部)	CDP-50
8	S-06	絶対水平変位 (中壁脚部)	CDP-50
9	S-07	絶対上下変位 (左壁左脚部) 裏	SDP-100
10	S-08	絶対上下変位 (左壁右脚部) 裏	SDP-100
11	N-01	引抜き力 (左壁左脚部) 裏	KCM
12	N-02	引抜き力 (左壁右脚部) 裏	KCM
13	S-09	絶対上下変位 (右壁左脚部) 裏	SDP-100
14	S-10	絶対上下変位 (右壁右脚部) 裏	SDP-100
15	N-03	引抜き力 (右壁左脚部) 裏	KCM
16	N-04	引抜き力 (右壁右脚部) 裏	KCM
17	S-11	絶対上下変位 (中壁左脚部) 裏	SDP-100
18	S-12	絶対上下変位 (中壁右脚部) 裏	SDP-100
19	N-05	引抜き力 (中壁左脚部) 裏	KCM
20	N-06	引抜き力 (中壁右脚部) 裏	KCM
21	S-13	絶対水平変位 (まぐさ)	DP-1000E
22	S-14	絶対水平変位 (腰壁)	DP-1000E
23	S-15	絶対水平変位 (鉄骨架台)	CDP-50
24	S-16	相対水平変位 (左壁上-まぐさ)	CDP-50
25	S-17	相対水平変位 (左壁下-まぐさ)	CDP-50
26	S-18	相対水平変位 (右壁上-まぐさ)	CDP-50
27	S-19	相対水平変位 (右壁下-まぐさ)	CDP-50
28	S-20	相対水平変位 (中壁左上-まぐさ)	CDP-50
29	S-21	相対水平変位 (中壁左下-まぐさ)	CDP-50
30	S-22	相対水平変位 (中壁右上-まぐさ)	CDP-50
31	S-23	相対水平変位 (中壁右下-まぐさ)	CDP-50
32	S-24	相対水平変位 (左壁上-腰壁)	CDP-50
33	S-25	相対水平変位 (左壁下-腰壁)	CDP-50
34	S-26	相対水平変位 (右壁上-腰壁)	CDP-50
35	S-27	相対水平変位 (右壁下-腰壁)	CDP-50
36	S-28	相対水平変位 (中壁左上-腰壁)	CDP-50
37	S-29	相対水平変位 (中壁左下-腰壁)	CDP-50
38	S-30	相対水平変位 (中壁右上-腰壁)	CDP-50
39	S-31	相対水平変位 (中壁右下-腰壁)	CDP-50

DP-1000E	8
CDP-50	10
SDP-100	4
KCM	4
CDP-25	42

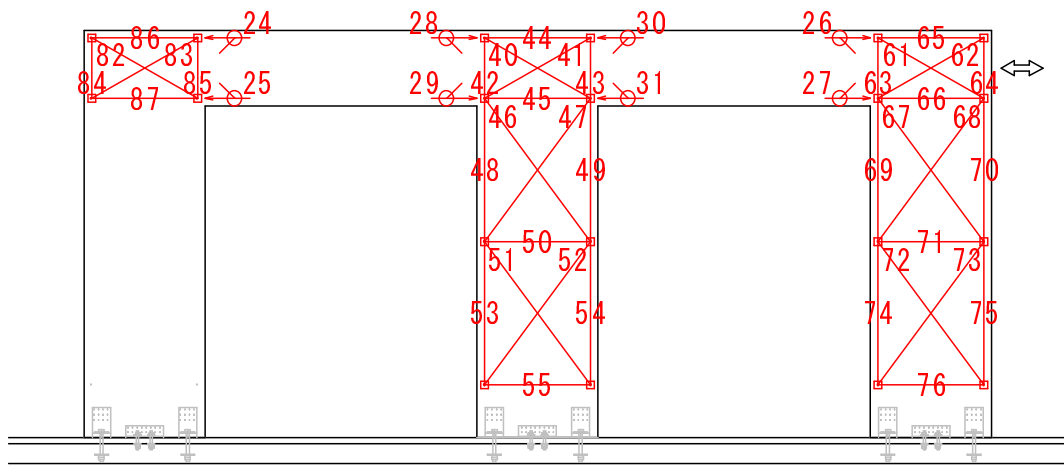
68

CH	記号	内容	測定器
40	S-32	全面壁相対対角変位 (左壁①) ※	CDP-25 ⑧
41	S-33	全面壁相対対角変位 (左壁②) ※	裏 CDP-25 ⑨
42	S-34	全面壁相対上下変位 (左壁③) ※	CDP-25 ⑧
43	S-35	全面壁相対上下変位 (左壁④) ※	CDP-25 ⑧
44	S-36	全面壁相対水平変位 (左壁⑤) ※	CDP-25 ⑧
45	S-37	全面壁相対水平変位 (左壁⑥) ※	CDP-25 ⑧
46	S-38	全面壁相対対角変位 (左壁⑦) ※	裏 CDP-25 ⑨
47	S-39	全面壁相対対角変位 (左壁⑧) ※	裏 CDP-25 ⑨
48	S-40	全面壁相対上下変位 (左壁⑨) ※	CDP-25 ⑧
49	S-41	全面壁相対上下変位 (左壁⑩) ※	CDP-25 ⑧
50	S-42	全面壁相対水平変位 (左壁⑪) ※	CDP-25 ⑧
51	S-43	全面壁相対対角変位 (左壁⑫) ※	裏 CDP-25 ⑨
52	S-44	全面壁相対対角変位 (左壁⑬) ※	裏 CDP-25 ⑨
53	S-45	全面壁相対上下変位 (左壁⑭) ※	CDP-25 ⑧
54	S-46	全面壁相対上下変位 (左壁⑮) ※	CDP-25 ⑧
55	S-47	全面壁相対水平変位 (左壁⑯) ※	CDP-25 ⑧
56	S-48	全面壁相対対角変位 (左壁⑰) ※	CDP-25 ⑧
57	S-49	全面壁相対対角変位 (左壁⑱) ※	裏 CDP-25 ⑨
58	S-50	全面壁相対上下変位 (左壁⑲) ※	CDP-25 ⑧
59	S-51	全面壁相対上下変位 (左壁⑳) ※	CDP-25 ⑧
60	S-52	全面壁相対水平変位 (左壁㉑) ※	CDP-25 ⑧
61	S-53	全面壁相対対角変位 (右壁①)	CDP-25 ⑩
62	S-54	全面壁相対対角変位 (右壁②)	裏 CDP-25 ⑪
63	S-55	全面壁相対上下変位 (右壁③)	CDP-25 ⑩
64	S-56	全面壁相対上下変位 (右壁④)	CDP-25 ⑩
65	S-57	全面壁相対水平変位 (右壁⑤)	CDP-25 ⑩
66	S-58	全面壁相対水平変位 (右壁⑥)	CDP-25 ⑩
67	S-59	全面壁相対対角変位 (右壁⑦)	裏 CDP-25 ⑪
68	S-60	全面壁相対対角変位 (右壁⑧)	裏 CDP-25 ⑪
69	S-61	全面壁相対上下変位 (右壁⑨)	CDP-25 ⑩
70	S-62	全面壁相対上下変位 (右壁⑩)	CDP-25 ⑩
71	S-63	全面壁相対水平変位 (右壁⑪)	CDP-25 ⑩
72	S-64	全面壁相対対角変位 (右壁⑫)	裏 CDP-25 ⑪
73	S-65	全面壁相対対角変位 (右壁⑬)	裏 CDP-25 ⑪
74	S-66	全面壁相対上下変位 (右壁⑭)	CDP-25 ⑩
75	S-67	全面壁相対上下変位 (右壁⑮)	CDP-25 ⑩
76	S-68	全面壁相対水平変位 (右壁⑯)	CDP-25 ⑩
77	S-69	全面壁相対対角変位 (右壁⑰)	CDP-25 ⑩
78	S-70	全面壁相対対角変位 (右壁⑱)	裏 CDP-25 ⑪
79	S-71	全面壁相対上下変位 (右壁⑲)	CDP-25 ⑩
80	S-72	全面壁相対上下変位 (右壁⑳)	CDP-25 ⑩
81	S-73	全面壁相対水平変位 (右壁㉑)	CDP-25 ⑩
82	S-74	全面壁相対対角変位 (左壁①)	CDP-25 ⑫
83	S-75	全面壁相対対角変位 (左壁②)	裏 CDP-25 ⑬
84	S-76	全面壁相対上下変位 (左壁③)	CDP-25 ⑫
85	S-77	全面壁相対上下変位 (左壁④)	CDP-25 ⑫
86	S-78	全面壁相対水平変位 (左壁⑤)	CDP-25 ⑫
87	S-79	全面壁相対水平変位 (左壁⑥)	CDP-25 ⑫
88	S-80	全面壁相対水平変位 (左壁⑯)	CDP-25 ⑫
89	S-81	全面壁相対対角変位 (左壁⑰)	CDP-25 ⑫
90	S-82	全面壁相対対角変位 (左壁⑱)	裏 CDP-25 ⑬
91	S-83	全面壁相対上下変位 (左壁⑲)	CDP-25 ⑫
92	S-84	全面壁相対上下変位 (左壁⑳)	CDP-25 ⑫
93	S-85	全面壁相対水平変位 (左壁㉑)	CDP-25 ⑫

※4m幅構面では左壁、6m構面(全面壁が3箇所)では中壁となる。



(1)絶対変位



(2)相対変位

図 3.3.5 計測器設置図 (1S6-C)

表 3.3.3 変位計リスト 1S6-C

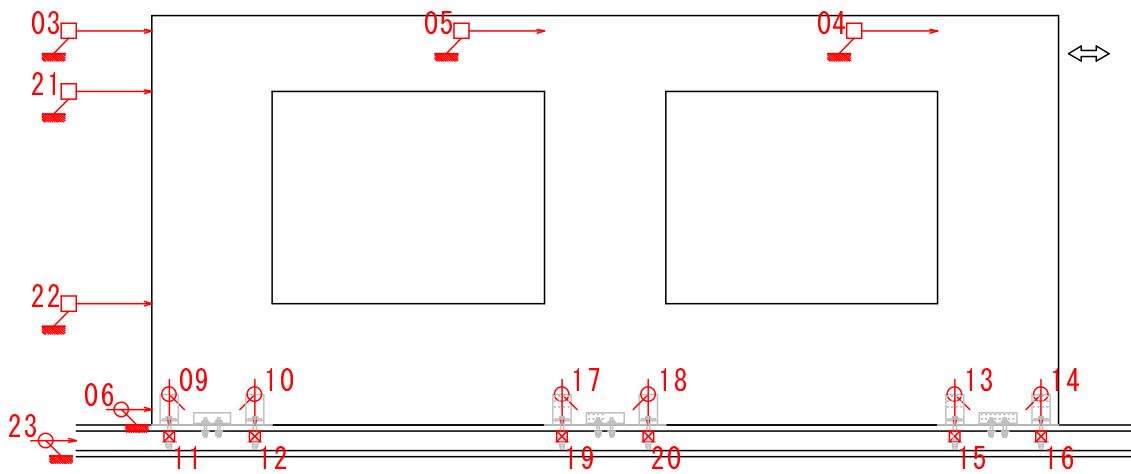
CH	記号	内容	測定器
1	P1	試験機荷重(1F)	ロードセル
2	D1	試験機変位(1F)	内部回路
3	S-01	絶対水平変位(左壁頂部)	DP-1000E
4	S-02	絶対水平変位(右壁頂部)	DP-1000E
5	S-03	絶対水平変位(中壁頂部)	DP-1000E
6	S-04	絶対水平変位(左壁脚部)	CDP-50
7	S-05	絶対水平変位(右壁脚部)	CDP-50
8	S-06	絶対水平変位(中壁脚部)	CDP-50
9	S-07	絶対上下変位(左壁左脚部) 裏	SDP-100
10	S-08	絶対上下変位(左壁右脚部) 裏	SDP-100
11	N-01	引抜き力(左壁左脚部) 裏	KCM
12	N-02	引抜き力(左壁右脚部) 裏	KCM
13	S-09	絶対上下変位(右壁左脚部) 裏	SDP-100
14	S-10	絶対上下変位(右壁右脚部) 裏	SDP-100
15	N-03	引抜き力(右壁左脚部) 裏	KCM
16	N-04	引抜き力(右壁右脚部) 裏	KCM
17	S-11	絶対上下変位(中壁左脚部) 裏	SDP-100
18	S-12	絶対上下変位(中壁右脚部) 裏	SDP-100
19	N-05	引抜き力(中壁左脚部) 裏	KCM
20	N-06	引抜き力(中壁右脚部) 裏	KCM
21	S-13	絶対水平変位(まぐさ)	DP-1000E
22	S-14	絶対水平変位(腰壁)	DP-1000E
23	S-15	絶対水平変位(鉄骨架台)	CDP-50
24	S-16	相対水平変位(左壁上-まぐさ)	CDP-50
25	S-17	相対水平変位(左壁下-まぐさ)	CDP-50
26	S-18	相対水平変位(右壁上-まぐさ)	CDP-50
27	S-19	相対水平変位(右壁下-まぐさ)	CDP-50
28	S-20	相対水平変位(中壁左上-まぐさ)	CDP-50
29	S-21	相対水平変位(右壁左下-まぐさ)	CDP-50
30	S-22	相対水平変位(中壁右上-まぐさ)	CDP-50
31	S-23	相対水平変位(右壁右下-まぐさ)	CDP-50
32	S-24	相対水平変位(左壁上-腰壁)	CDP-50
33	S-25	相対水平変位(左壁下-腰壁)	CDP-50
34	S-26	相対水平変位(右壁上-腰壁)	CDP-50
35	S-27	相対水平変位(右壁下-腰壁)	CDP-50
36	S-28	相対水平変位(中壁左上-腰壁)	CDP-50
37	S-29	相対水平変位(右壁左下-腰壁)	CDP-50
38	S-30	相対水平変位(中壁右上-腰壁)	CDP-50
39	S-31	相対水平変位(右壁右下-腰壁)	CDP-50

DP-1000E	10
CDP-50	12
SDP-100	6
KCM	6
CDP-25	38

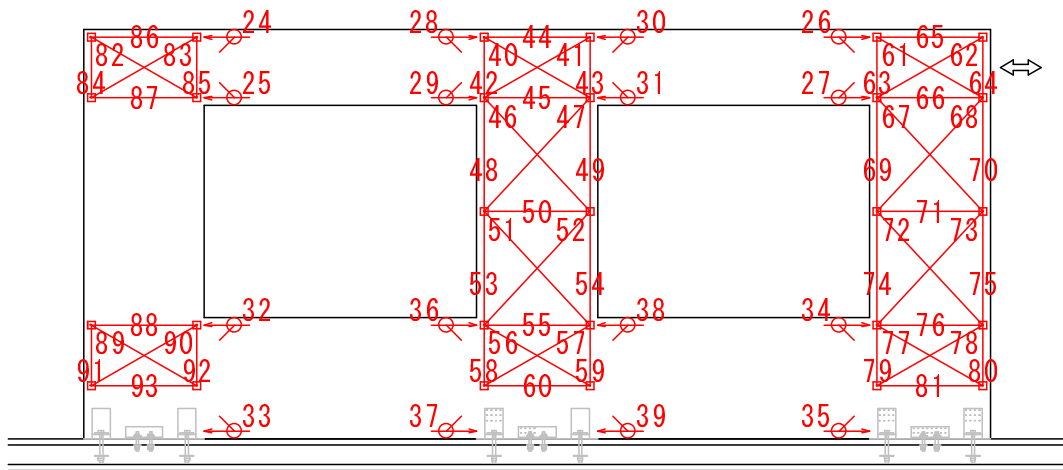
72

CH	記号	内容	測定器
40	S-32	全面壁相対対角変位(中壁①)※	CDP-25 ⑧
41	S-33	全面壁相対対角変位(中壁②)※	裏 CDP-25 ⑨
42	S-34	全面壁相対上下変位(中壁③)※	CDP-25 ⑧
43	S-35	全面壁相対上下変位(中壁④)※	CDP-25 ⑧
44	S-36	全面壁相対水平変位(中壁⑤)※	CDP-25 ⑧
45	S-37	全面壁相対水平変位(中壁⑥)※	CDP-25 ⑧
46	S-38	全面壁相対対角変位(中壁⑦)※	裏 CDP-25 ⑨
47	S-39	全面壁相対対角変位(中壁⑧)※	裏 CDP-25 ⑨
48	S-40	全面壁相対上下変位(中壁⑨)※	CDP-25 ⑧
49	S-41	全面壁相対上下変位(中壁⑩)※	CDP-25 ⑧
①	50	全面壁相対水平変位(中壁⑪)※	CDP-25 ⑧
②	51	全面壁相対対角変位(中壁⑫)※	裏 CDP-25 ⑨
③	52	全面壁相対対角変位(中壁⑬)※	裏 CDP-25 ⑨
④	53	全面壁相対上下変位(中壁⑭)※	CDP-25 ⑧
⑤	54	全面壁相対上下変位(中壁⑮)※	CDP-25 ⑧
⑥	55	全面壁相対水平変位(中壁⑯)※	CDP-25 ⑧
⑦	56	全面壁相対対角変位(中壁⑰)※	CDP-25 ⑧
⑧	57	全面壁相対対角変位(中壁⑱)※	裏 CDP-25 ⑨
⑨	58	全面壁相対上下変位(中壁⑲)※	CDP-25 ⑧
⑩	59	全面壁相対上下変位(中壁⑳)※	CDP-25 ⑧
⑪	60	全面壁相対水平変位(中壁㉑)※	CDP-25 ⑧
⑫	61	全面壁相対対角変位(右壁①)	CDP-25 ⑩
⑬	62	全面壁相対対角変位(右壁②)	裏 CDP-25 ⑩
⑭	63	全面壁相対上下変位(右壁③)	CDP-25 ⑩
⑮	64	全面壁相対上下変位(右壁④)	CDP-25 ⑩
⑯	65	全面壁相対水平変位(右壁⑤)	CDP-25 ⑩
⑰	66	全面壁相対水平変位(右壁⑥)	CDP-25 ⑩
⑱	67	全面壁相対対角変位(右壁⑦)	裏 CDP-25 ⑩
⑲	68	全面壁相対対角変位(右壁⑧)	裏 CDP-25 ⑩
⑳	69	全面壁相対上下変位(右壁⑨)	CDP-25 ⑩
㉑	70	全面壁相対上下変位(右壁⑩)	CDP-25 ⑩
㉒	71	全面壁相対水平変位(右壁⑪)	CDP-25 ⑩
㉓	72	全面壁相対対角変位(右壁⑫)	裏 CDP-25 ⑩
㉔	73	全面壁相対対角変位(右壁⑬)	裏 CDP-25 ⑩
㉕	74	全面壁相対上下変位(右壁⑭)	CDP-25 ⑩
㉖	75	全面壁相対上下変位(右壁⑮)	CDP-25 ⑩
㉗	76	全面壁相対水平変位(右壁⑯)	CDP-25 ⑩
㉘	77	全面壁相対対角変位(右壁⑰)	CDP-25 ⑩
㉙	78	全面壁相対対角変位(右壁⑱)	裏 CDP-25 ⑩
㉚	79	全面壁相対上下変位(右壁⑲)	CDP-25 ⑩
㉛	80	全面壁相対上下変位(右壁⑳)	CDP-25 ⑩
㉜	81	全面壁相対水平変位(右壁㉑)	CDP-25 ⑩
㉝	82	全面壁相対対角変位(左壁①)	CDP-25 ⑫
㉞	83	全面壁相対対角変位(左壁②)	裏 CDP-25 ⑬
㉟	84	全面壁相対上下変位(左壁③)	CDP-25 ⑫
㊱	85	全面壁相対上下変位(左壁④)	CDP-25 ⑫
㊲	86	全面壁相対水平変位(左壁⑤)	CDP-25 ⑫
㊳	87	全面壁相対水平変位(左壁⑥)	CDP-25 ⑫
㊴	88	全面壁相対水平変位(左壁⑦)	CDP-25 ⑫
㊵	89	全面壁相対対角変位(左壁⑧)	CDP-25 ⑫
㊶	90	全面壁相対対角変位(左壁⑨)	裏 CDP-25 ⑬
㊷	91	全面壁相対上下変位(左壁⑩)	CDP-25 ⑫
㊸	92	全面壁相対上下変位(左壁⑪)	CDP-25 ⑫
㊹	93	全面壁相対水平変位(左壁⑫)	CDP-25 ⑫

※4m幅構面では左壁、6m構面(全面壁が3箇所)では中壁となる。



(1)絶対変位



(2)相対変位

図 3.3.6 計測器設置図(1S6-D)

表 3.2.4 変位計リスト 1S6-D

CH	記号	内容	測定器
1	P1	試験機荷重(1F)	ロードセル
2	D1	試験機変位(1F)	内部回路
3	S-01	絶対水平変位(左壁頂部)	DP-1000E
4	S-02	絶対水平変位(右壁頂部)	DP-1000E
5	S-03	絶対水平変位(中壁頂部)	DP-1000E
6	S-04	絶対水平変位(左壁脚部)	CDP-50
7	S-05	絶対水平変位(左壁脚部)	CDP-50
8	S-06	絶対水平変位(中壁脚部)	CDP-50
9	S-07	絶対上下変位(左壁左脚部) 裏	SDP-100
10	S-08	絶対上下変位(左壁右脚部) 裏	SDP-100
11	N-01	引抜き力(左壁左脚部) 裏	KCM
12	N-02	引抜き力(左壁右脚部) 裏	KCM
13	S-09	絶対上下変位(右壁左脚部) 裏	SDP-100
14	S-10	絶対上下変位(右壁右脚部) 裏	SDP-100
15	N-03	引抜き力(右壁左脚部) 裏	KCM
16	N-04	引抜き力(右壁右脚部) 裏	KCM
17	S-11	絶対上下変位(中壁左脚部) 裏	SDP-100
18	S-12	絶対上下変位(中壁右脚部) 裏	SDP-100
19	N-05	引抜き力(中壁左脚部) 裏	KCM
20	N-06	引抜き力(中壁右脚部) 裏	KCM
21	S-13	絶対水平変位(まぐさ)	DP-1000E
22	S-14	絶対水平変位(腰壁)	DP-1000E
23	S-15	絶対水平変位(鉄骨架台)	CDP-50
24	S-16	相対水平変位(左壁上-まぐさ)	CDP-50
25	S-17	相対水平変位(左壁下-まぐさ)	CDP-50
26	S-18	相対水平変位(右壁上-まぐさ)	CDP-50
27	S-19	相対水平変位(右壁下-まぐさ)	CDP-50
28	S-20	相対水平変位(中壁左上-まぐさ)	CDP-50
29	S-21	相対水平変位(右壁左下-まぐさ)	CDP-50
30	S-22	相対水平変位(中壁右上-まぐさ)	CDP-50
31	S-23	相対水平変位(右壁右下-まぐさ)	CDP-50
32	S-24	相対水平変位(左壁上-腰壁)	CDP-50
33	S-25	相対水平変位(左壁下-腰壁)	CDP-50
34	S-26	相対水平変位(右壁上-腰壁)	CDP-50
35	S-27	相対水平変位(右壁下-腰壁)	CDP-50
36	S-28	相対水平変位(中壁左上-腰壁)	CDP-50
37	S-29	相対水平変位(右壁左下-腰壁)	CDP-50
38	S-30	相対水平変位(中壁右上-腰壁)	CDP-50
39	S-31	相対水平変位(右壁右下-腰壁)	CDP-50

DP-1000E	5
CDP-50	18
SDP-100	6
KCM	6
CDP-25	54

89

CH	記号	内容	測定器
40	S-32	全面壁相対対角変位(中壁①)※	CDP-25 ⑧
41	S-33	全面壁相対対角変位(中壁②)※ 裏	CDP-25 ⑨
42	S-34	全面壁相対上下変位(中壁③)※	CDP-25 ⑧
43	S-35	全面壁相対上下変位(中壁④)※	CDP-25 ⑧
44	S-36	全面壁相対水平変位(中壁⑤)※	CDP-25 ⑧
45	S-37	全面壁相対水平変位(中壁⑥)※	CDP-25 ⑧
46	S-38	全面壁相対対角変位(中壁⑦)※ 裏	CDP-25 ⑨
47	S-39	全面壁相対対角変位(中壁⑧)※ 裏	CDP-25 ⑨
48	S-40	全面壁相対上下変位(中壁⑨)※	CDP-25 ⑧
49	S-41	全面壁相対上下変位(中壁⑩)※	CDP-25 ⑧
①	50	全面壁相対水平変位(中壁⑪)※	CDP-25 ⑧
①	51	全面壁相対対角変位(中壁⑫)※ 裏	CDP-25 ⑨
②	52	全面壁相対対角変位(中壁⑬)※ 裏	CDP-25 ⑨
②	53	全面壁相対上下変位(中壁⑭)※	CDP-25 ⑧
②	54	全面壁相対上下変位(中壁⑮)※	CDP-25 ⑧
②	55	全面壁相対水平変位(中壁⑯)※	CDP-25 ⑧
③	56	全面壁相対対角変位(中壁⑰)※	CDP-25 ⑧
③	57	全面壁相対対角変位(中壁⑱)※ 裏	CDP-25 ⑨
③	58	全面壁相対上下変位(中壁⑲)※	CDP-25 ⑧
③	59	全面壁相対上下変位(中壁⑳)※	CDP-25 ⑧
60	S-52	全面壁相対水平変位(中壁㉑)※	CDP-25 ⑧
61	S-53	全面壁相対対角変位(右壁①)	CDP-25 ⑩
62	S-54	全面壁相対対角変位(右壁②) 裏	CDP-25 ⑩
63	S-55	全面壁相対上下変位(右壁③)	CDP-25 ⑩
64	S-56	全面壁相対上下変位(右壁④)	CDP-25 ⑩
65	S-57	全面壁相対水平変位(右壁⑤)	CDP-25 ⑩
⑤	66	全面壁相対水平変位(右壁⑥)	CDP-25 ⑩
⑥	67	全面壁相対対角変位(右壁⑦) 裏	CDP-25 ⑪
⑥	68	全面壁相対対角変位(右壁⑧) 裏	CDP-25 ⑪
⑦	69	全面壁相対上下変位(右壁⑨)	CDP-25 ⑩
⑦	70	全面壁相対上下変位(右壁⑩)	CDP-25 ⑩
④	71	全面壁相対水平変位(右壁⑪)	CDP-25 ⑩
④	72	全面壁相対対角変位(右壁⑫) 裏	CDP-25 ⑪
⑤	73	全面壁相対対角変位(右壁⑬) 裏	CDP-25 ⑪
⑤	74	全面壁相対上下変位(右壁⑭)	CDP-25 ⑩
⑥	75	全面壁相対上下変位(右壁⑮)	CDP-25 ⑩
⑥	76	全面壁相対水平変位(右壁⑯)	CDP-25 ⑩
⑦	77	全面壁相対対角変位(右壁⑰)	CDP-25 ⑩
⑦	78	全面壁相対対角変位(右壁⑱) 裏	CDP-25 ⑪
79	S-71	全面壁相対上下変位(右壁⑲)	CDP-25 ⑩
80	S-72	全面壁相対上下変位(右壁⑳)	CDP-25 ⑩
81	S-73	全面壁相対水平変位(右壁㉑)	CDP-25 ⑩
82	S-74	全面壁相対対角変位(左壁①)	CDP-25 ⑫
83	S-75	全面壁相対対角変位(左壁②) 裏	CDP-25 ⑬
84	S-76	全面壁相対上下変位(左壁③)	CDP-25 ⑫
85	S-77	全面壁相対上下変位(左壁④)	CDP-25 ⑫
86	S-78	全面壁相対水平変位(左壁⑤)	CDP-25 ⑫
87	S-79	全面壁相対水平変位(左壁⑥)	CDP-25 ⑫
88	S-80	全面壁相対水平変位(左壁⑯)	CDP-25 ⑫
89	S-81	全面壁相対対角変位(左壁⑰)	CDP-25 ⑫
90	S-82	全面壁相対対角変位(左壁⑱) 裏	CDP-25 ⑬
91	S-83	全面壁相対上下変位(左壁⑲)	CDP-25 ⑫
92	S-84	全面壁相対上下変位(左壁㉑)	CDP-25 ⑫
93	S-85	全面壁相対水平変位(左壁㉒)	CDP-25 ⑫

※4m幅構面では左壁、6m構面(全面壁が3箇所)では中壁となる。

パネルのせん断変位計測の様子を図 3.3.7 に示す。4 つの標点、6 つの変位計を 1 セットとし、仕口は 1 セット、壁は 2 セットを用いて計測した。

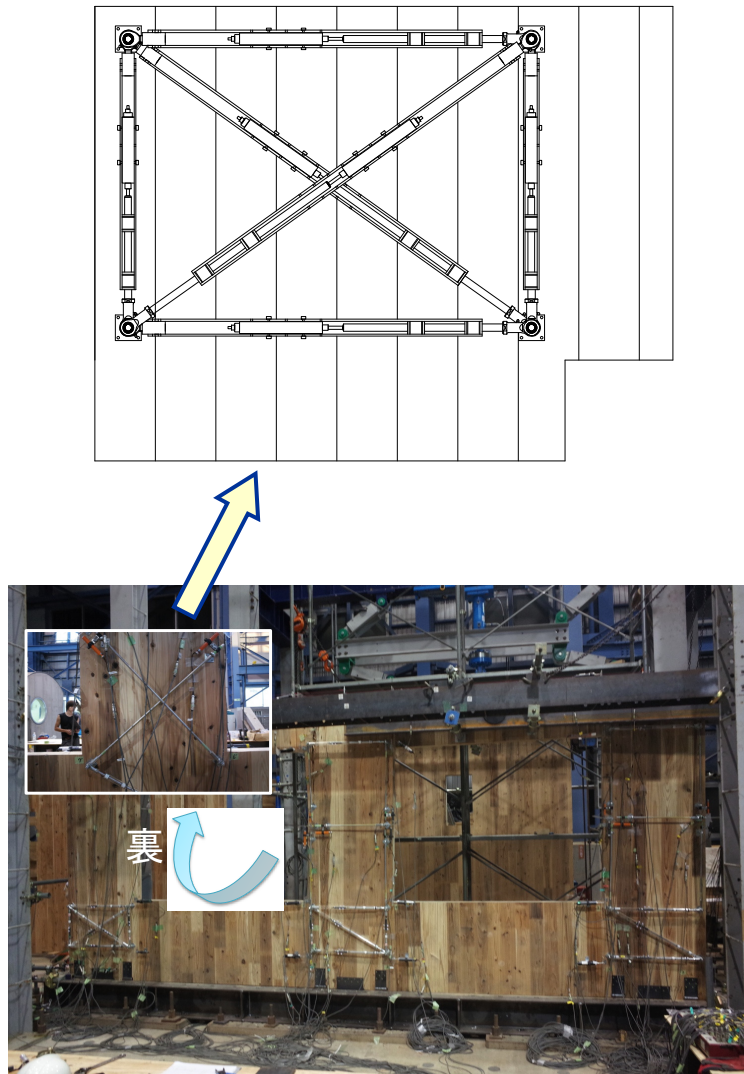


図 3.3.7 CLT パネルせん断変形の計測方法

ひずみゲージの位置を図 3.3.8 と図 3.3.9 に示す。まぐさ部分のひずみゲージは 2 層目に添付し、その他の部分に関しては 1 層目と 3 層目に添付している。

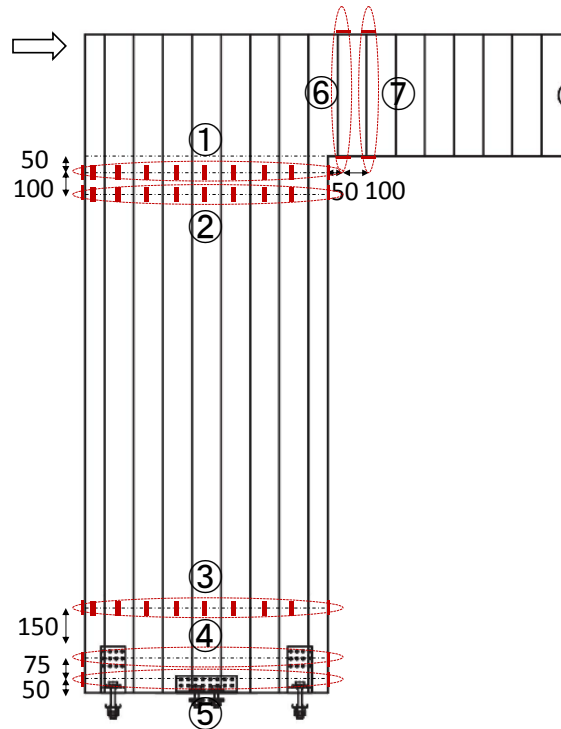


図 3.3.8 ひずみゲージ貼付位置 (IS4-A4)

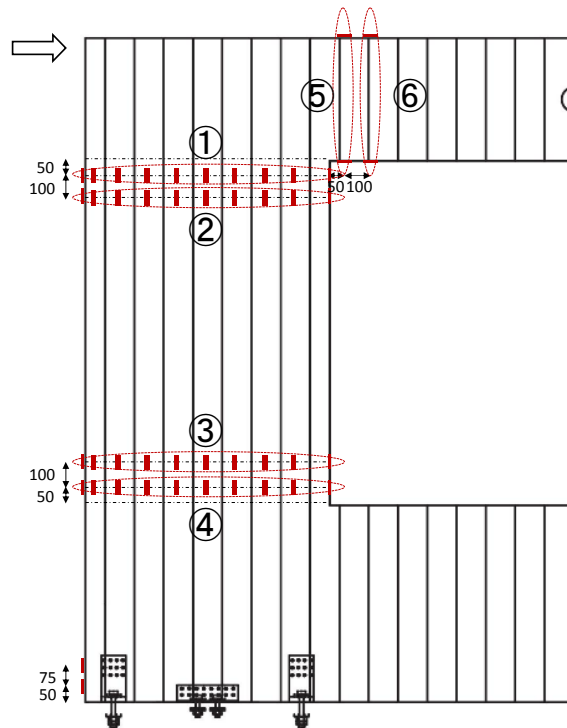


図 3.3.9 ひずみゲージ貼付位置 (IS4-B4)

3.4 実験結果

3.4.1 結果の整理方法

各試験体の実験結果として、各試験体の実験経過、破壊性状、層せん断力-層間変形角関係を示す。さらに、各部の挙動として、構面試験体では脚部軸力-層間変形角関係、脚部軸力-浮き上がり関係を、面外座屈試験体では層せん断力-面外変位関係を示す。各応力の算出方法は以下の通りとした。

- ・層せん断力 Q [kN]

試験体頂部に並列に取り付けた 2 台のアクチュエータにそれぞれ内蔵されたロードセルによって計測した値の和とする。

- ・層間変形角 θ [rad]

試験体頂部、試験体脚部にそれぞれ水平に取り付けた変位計によって計測した値から下式によって算出した。下部の水平変位はそれぞれの脚部の水平変位からなる平均値とした。

$$\theta = (\Delta_{\text{頭部}} - \Delta_{\text{脚部}}) \div h$$

ここで、

$\Delta_{\text{頭部}}$: 各層上部に水平に取り付けた変位計によって計測した値の平均値

$\Delta_{\text{脚部}}$: 各層下部に水平に取り付けた変位計によって計測した値の平均値

h : 各層上部、下部にそれぞれ水平に取り付けた変位計の距離

(構面試験では 2,350mm、面外座屈試験では 2,200mm)

とする。

- ・脚部軸力 N [kN]

引張抵抗金物に設置したロードセルによって計測した値とした。

- ・脚部浮き上がり Δ [mm]

引張抵抗金物の芯に垂直に設置した変位計によって計測した値とした。

3.4.2 損傷状況、層せん断力-層間変形角関係、各部の挙動

各試験体の損傷状況、層せん断力-層間変形角関係、各部の挙動を以下に示す。

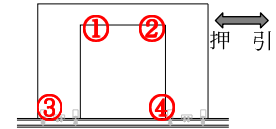
(1) 1S4-A4



試験体全景

■実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引 押	試験経過
1/100	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図①、写真A)
1/100	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図②)
1/75	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図②)
1/50	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図①)
1/50	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図②、写真B)
1/30	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図①、写真C) 入隅上部から垂れ壁の曲げによる破断(図②、写真D) 脚部引張接合部のビス抜け(図③④、写真E)
1/30	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる破断(図②、写真F)



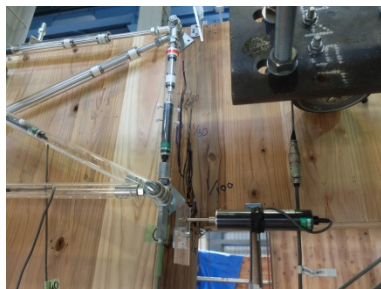
試験体全景 (試験終了時)



A 入隅部から亀裂 (1/100rad 引)



B 入隅部から破断 (1/50rad 押)



C 入隅上部から破断 (1/30rad 引)



D 入隅部から亀裂 (1/30rad 引)



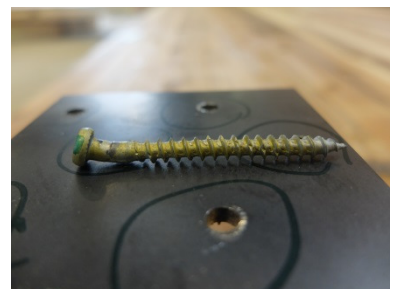
E 入隅部から亀裂 (1/30rad 引)



F 入隅部から亀裂 (試験終了時)



G 引張金物ビスのずれ跡 (解体後)

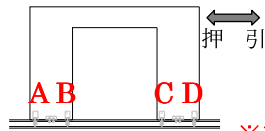
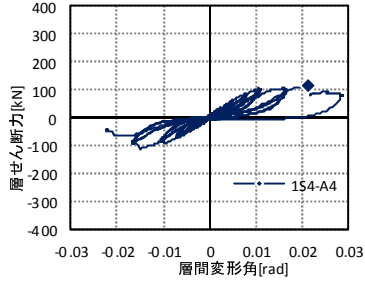


H 引張金物ビスのせん断 (解体後)

図 3.4.1 破壊性状 (1S4-A4)

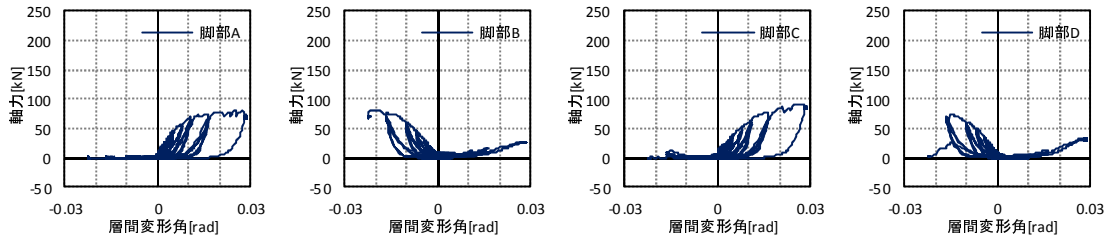
■ 層せん断力-層間変形角関係

	P _{max} [kN]	θ _{Pmax} [rad]
1S4-A4	112.4	0.0210

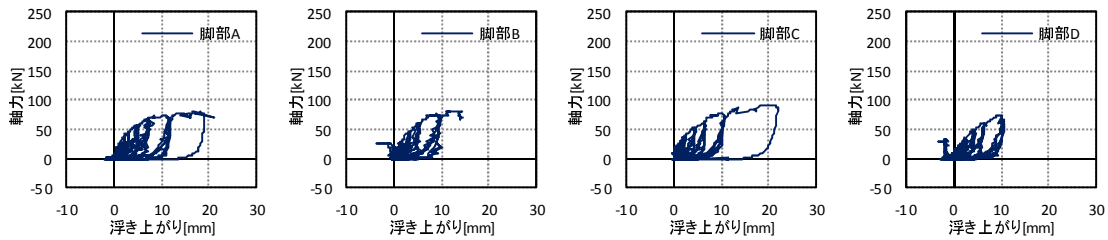


※赤字: 脚部番号

■ 脚部軸力-層間変形角関係



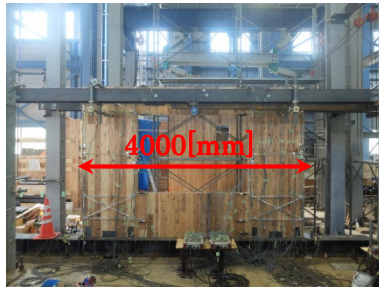
■ 脚部軸力-浮き上がり関係



※引張抵抗金物のボルトには、5L5P(前回)の脚部引きボルト同様、初期張力として10kNを加えている。5L5Pの脚部軸力は、初期張力を加えた後にイニシャルをとっているが、3L3P(今回)は、イニシャルをとらずに試験をしている。

図 3.4.2 各部の挙動(1S4-A4)

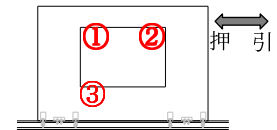
(2) 1S4-B4



試験体全景

■実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引 押	試験経過
1/100	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の(図①、写真A)
1/75	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図①、写真B) 入隅部から腰壁の曲げによる亀裂(図④、写真C)
1/75	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図②、写真D) 入隅部から腰壁の曲げによる亀裂(図③、写真E)
1/50	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる破断(図②、写真F) 入隅部から腰壁の曲げによる亀裂の進展(図④、写真G)



試験体全景 (試験終了時)



A 入隅部から亀裂 (1/100rad 引)



B 入隅部から亀裂 (1/75rad 引)



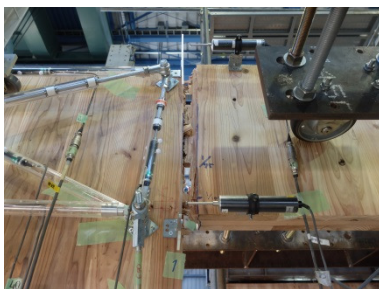
C 入隅上部から亀裂 (1/75rad 引)



D 入隅部から亀裂 (1/75rad 押)



E 入隅部から亀裂 (1/75rad 押)



F 入隅部から破断 (試験終了時)



G 入隅部から亀裂 (試験終了時)

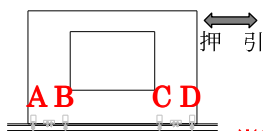
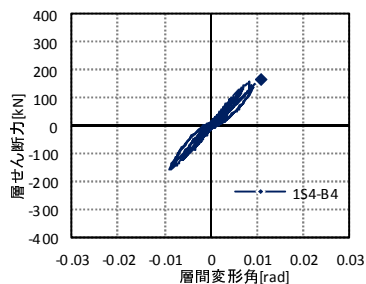


H 引張金物ビスのずれ跡 (解体後)

図 3. 4. 3 破壊性状 (1S4-B4)

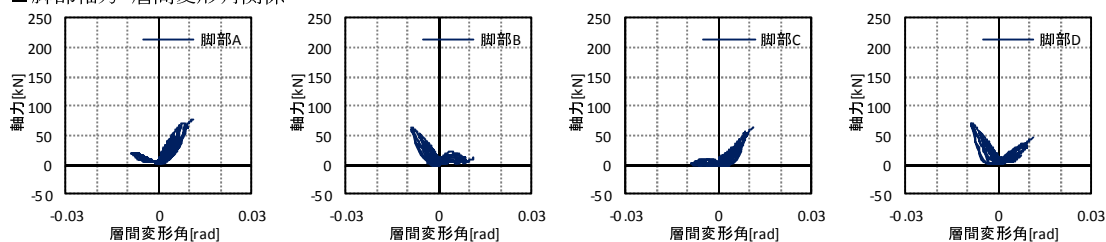
■ 層せん断力-層間変形角関係

	P_{max} [kN]	$\theta_{P_{max}}$ [rad]
1S4-B4	167.9	0.0110

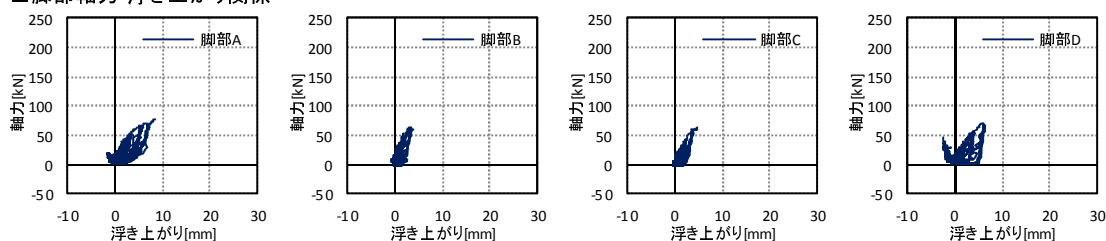


※赤字: 脚部番号

■ 脚部軸力-層間変形角関係



■ 脚部軸力-浮き上がり関係



※引張抵抗金物のボルトには、5L5P(前回)の脚部引きボルト同様、初期張力として10kNを加えている。5L5Pの脚部軸力は、初期張力を加えた後にイニシャルをとっているが、3L3P(今回)は、イニシャルをとらずに試験をしている。

図 3.4.4 各部の挙動(1S4-B4)

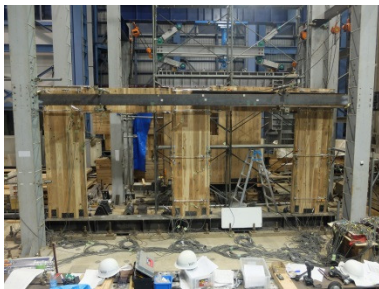
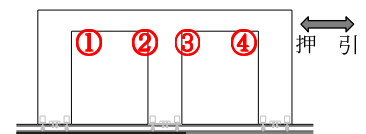
(3) 1S6-C



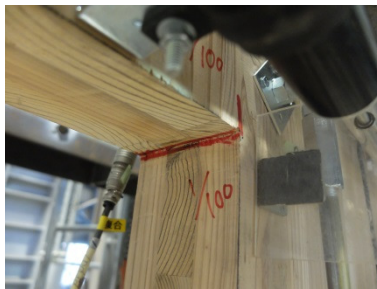
試験体全景

■実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引 押	試験経過
1/100	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図②④、写真A)
1/75	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図①③、写真B)
	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図②④)
1/50	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図①③、写真C)
	押	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図②④)
1/30	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる破断(図③、写真DE)



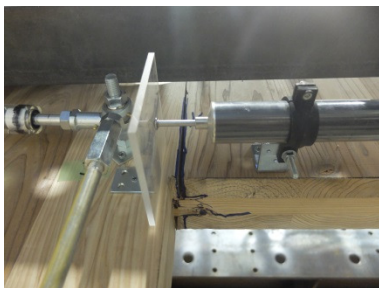
試験体全景 (試験終了時)



A 入隅部から亀裂 (1/100rad 押)



B 入隅部から亀裂 (1/75rad 引)



C 脚部接合部の亀裂 (1/50rad 引)
※10kN 程度低下



D 入隅部から破断 (試験終了時)

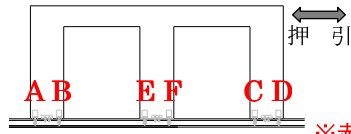
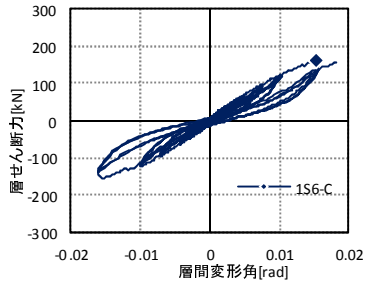


E 入隅部から破断 (試験終了時)

図 3. 4. 5 破壊性状(1S6-C)

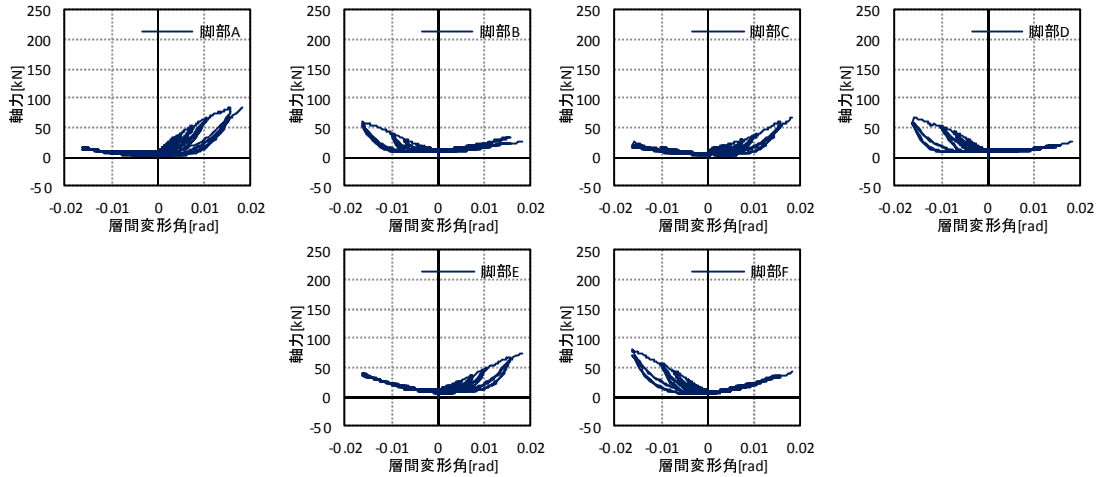
■層せん断力-層間変形角関係

	P_{max} [kN]	$\theta_{P_{max}}$ [rad]
1S6-C	160.6	0.0154

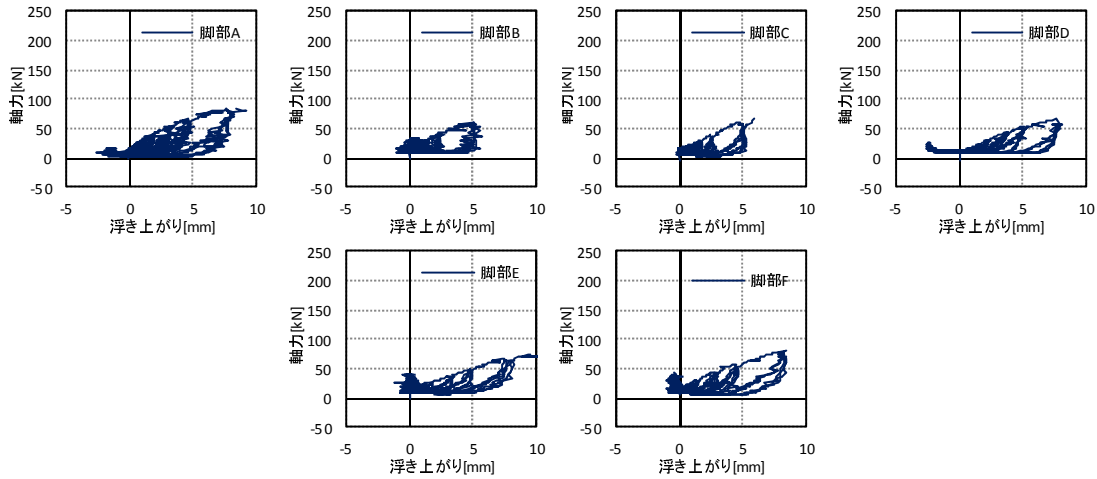


※赤字:脚部番号

■脚部軸力-層間変形角関係



■脚部軸力-浮き上がり関係



※引張抵抗金物のボルトには、5L5P(前回)の脚部引きボルト同様、初期張力として10kNを加えている。5L5Pの脚部軸力は、初期張力を加えた後にイニシャルをとっているが、3L3P(今回)は、イニシャルをとらずに試験をしている。

図 3.4.6 各部の挙動(1S6-C)

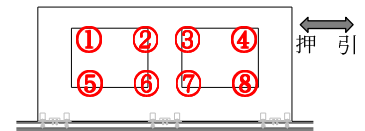
(4) 1S6-D



試験体全景

■実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引押	試験経過
1/50	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂(図③、写真A) ※200kN程度の低下がみられるもののそれほど大きな損傷はない ※脚部すべりの影響と考えられる ※すべり防止用プレートや面外拘束の追加(写真BC)
1/50	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる亀裂の進展(図③)
1/30	引	入隅部から垂れ壁の曲げによる破断(図③、写真D) 入隅上部から垂れ壁の曲げによる破断(図②、写真E) 入隅部から全面壁の曲げによる亀裂(図⑥、写真FG) 入隅部から腰壁の曲げによる亀裂(図⑧、写真H)



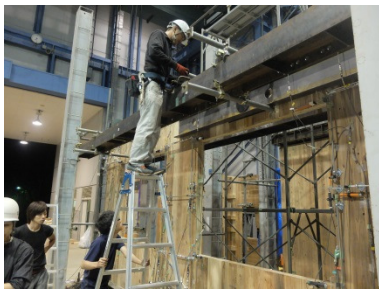
試験体全景 (試験終了時)



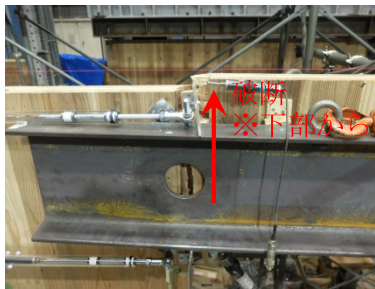
A 入隅部から亀裂 (1/50rad 引)
※200kNの低下※すべりの影響?



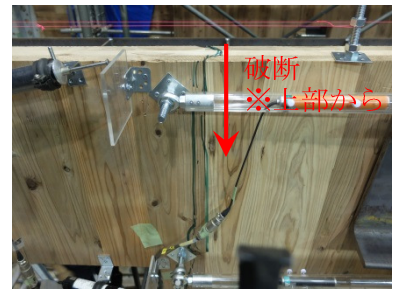
B すべり防止プレートの設置



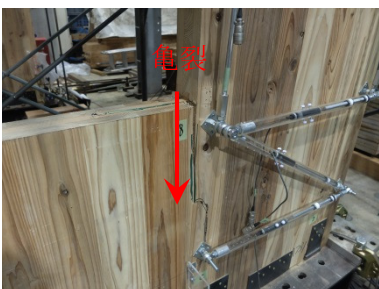
C 面外拘束の追加



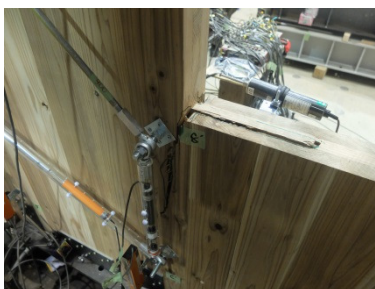
D 入隅部から破断 (試験終了時)



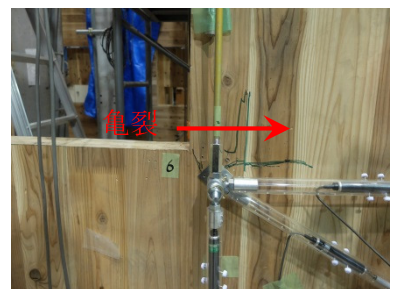
E 入隅上部から破断 (試験終了時)



F 入隅部から亀裂 (試験終了時)



G 入隅部から亀裂 (試験終了時)

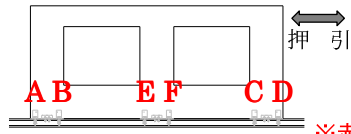
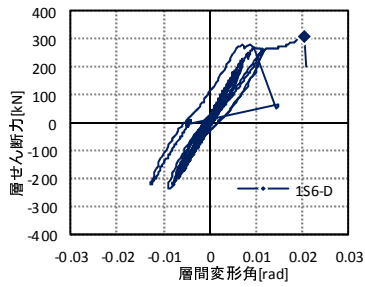


H 入隅部から亀裂 (試験終了時)

図 3. 4. 7 破壊性状(1S6-D)

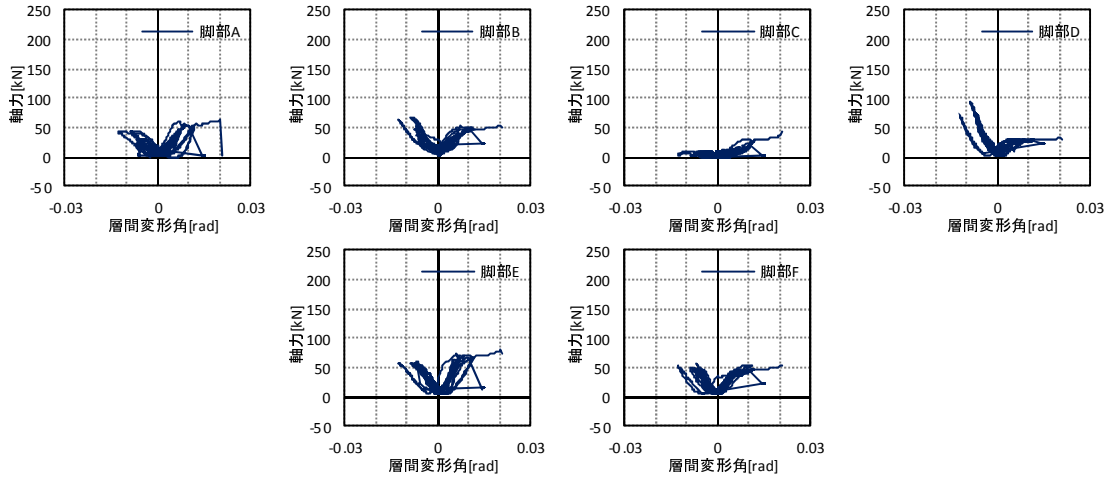
■層せん断力-層間変形角関係

	P_{max}	$\theta_{P_{max}}$
	[kN]	[rad]
1S6-D	305.7	0.0202

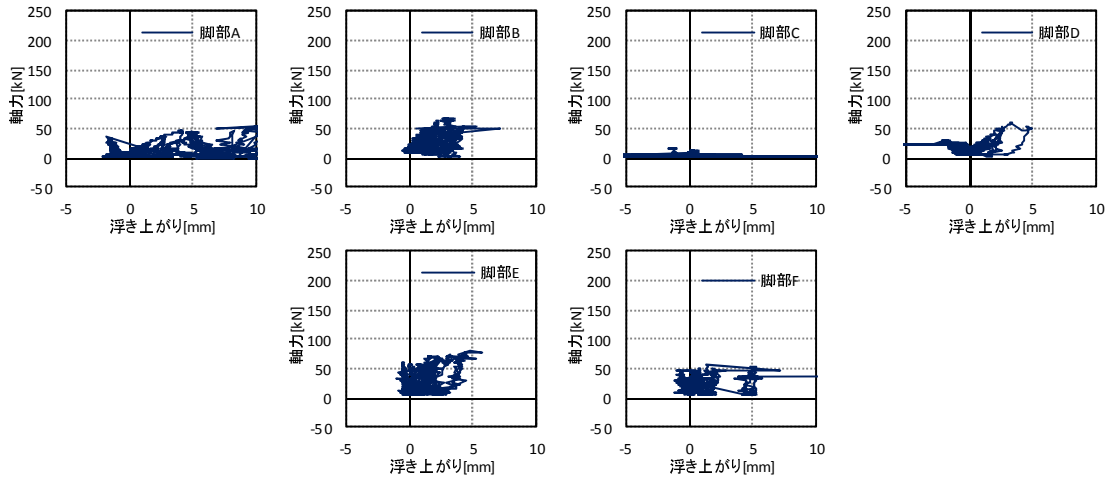


※赤字: 脚部番号

■脚部軸力-層間変形角関係



■脚部軸力-浮き上がり関係



※引張抵抗金物のボルトには、5L5P(前回)の脚部引きボルト同様、初期張力として10kNを加えている。5L5Pの脚部軸力は、初期張力を加えた後にイニシャルをとっているが、3L3P(今回)は、イニシャルをとらずに試験をしている。

図 3.4.8 各部の挙動(1S6-D)

3.4.3 CLT パネルのせん断変形

(1) 仕口部

仕口について、各ピークの変形状態を以下に示す。

1) 1S4-A4

(a) 計測位置

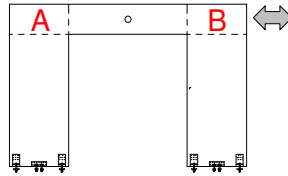


図 3.4.9 計測位置 (1S4-A4)

(b) 変形の様子

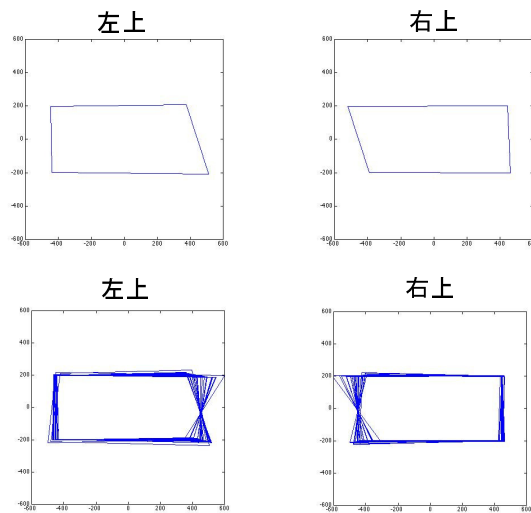


図 3.4.10 パネル変形の様子 (1S4-A4)

上段 引き 1/100rad 時の変形 (変位量を 100 倍に拡大)

下段 各ピークの変形 (変位量を 100 倍に拡大)

2) 1S4-B4

(a) 計測位置

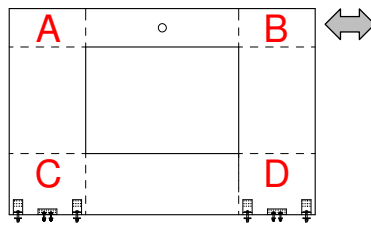


図 3. 4. 11 計測位置 (1S4-B4)

(b) 変形の様子

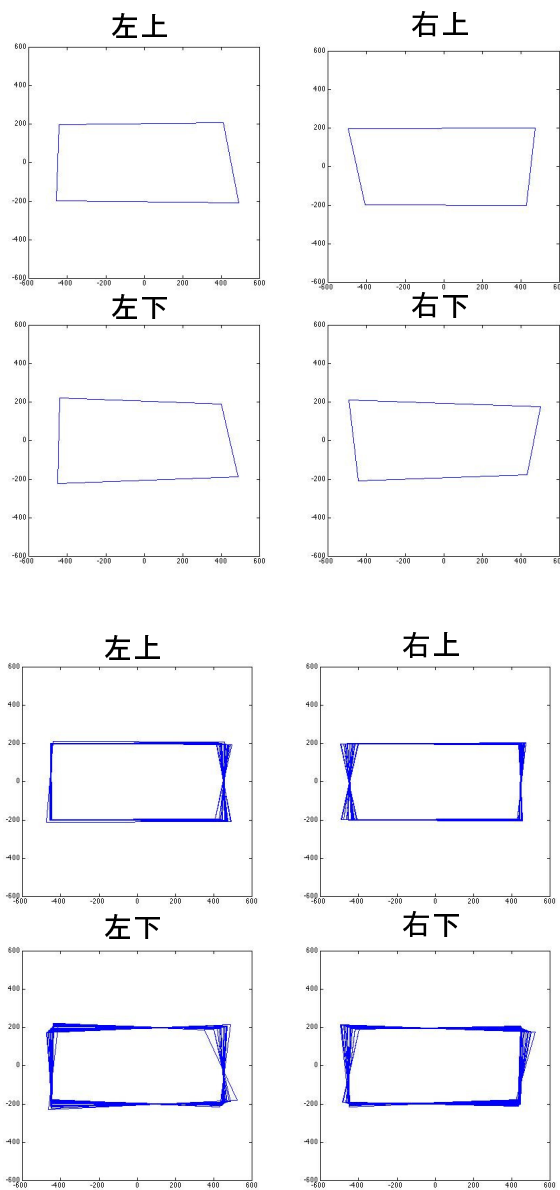


図 3. 4. 12 パネル変形の様子 (1S4-B4)

左 : 引き 1/100rad 時の変形 (変位量 100 倍に拡大) 右 : 各ピークの変形 (変位量 100 倍に拡大)

3) 1S-6C

(a) 計測位置

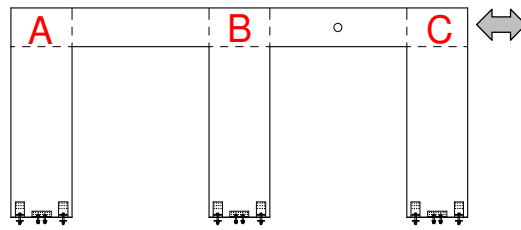


図 3.4.13 計測位置 (1S-6C)

(b) 変形の様子

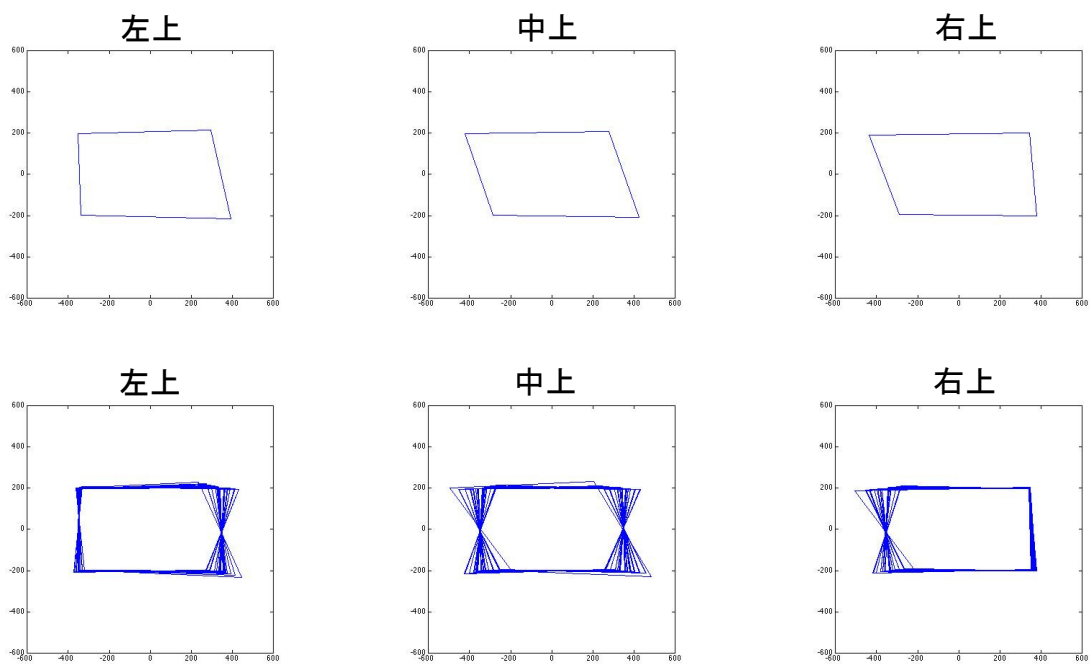


図 3.4.14 変形の様子 (1S-6C)

上段：引き 1/100rad 時の変形 (変位量を 100 倍に拡大)

下段：各ピークの変形 (変位量を 100 倍に拡大)

4) 1S-6D

(a) 計測位置

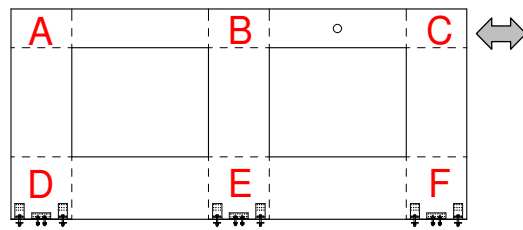


図 3. 4. 15 計測位置(1S-6D)

(b) 変形の様子

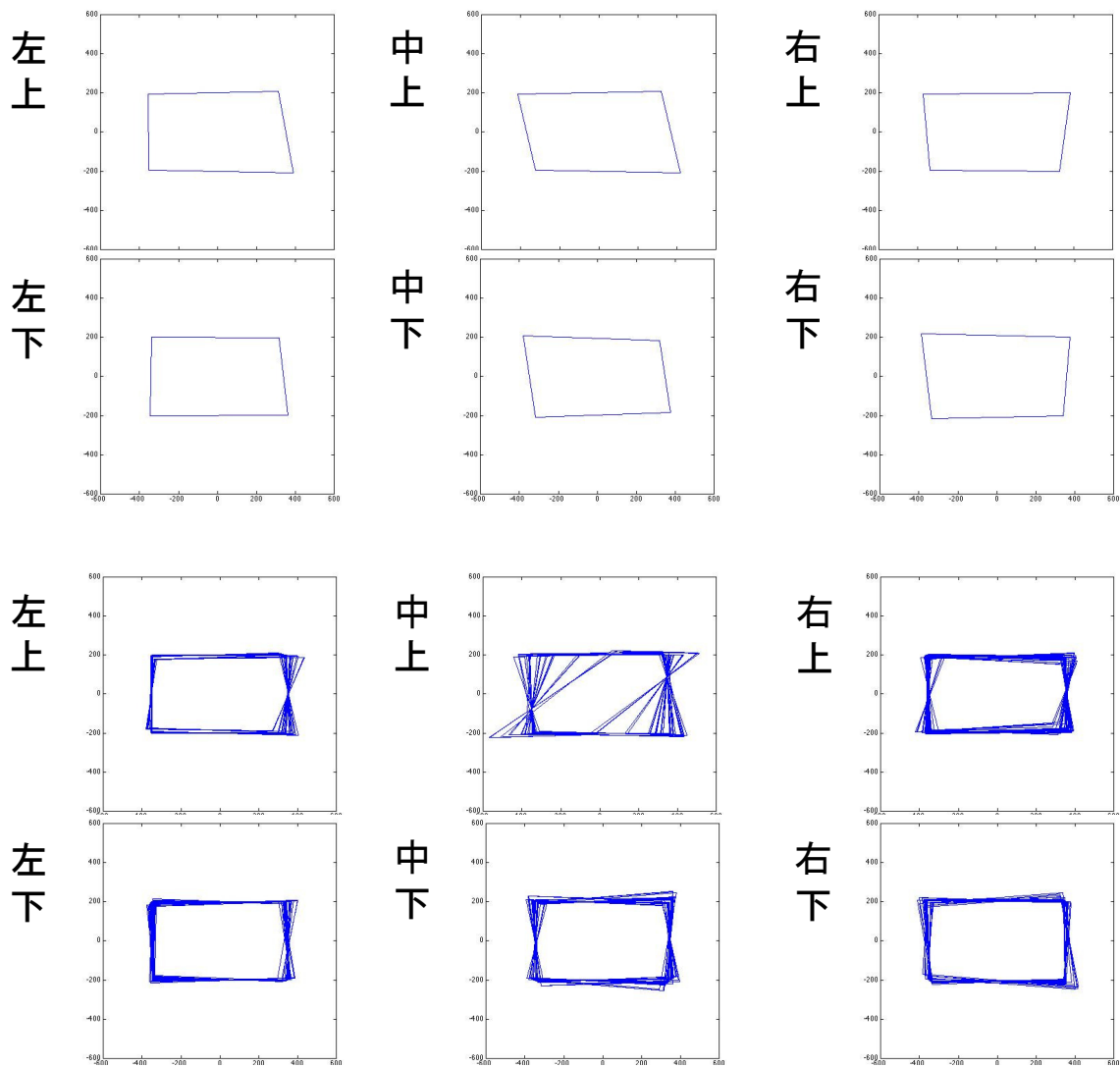


図 3. 4. 16 パネル変形の様子(1S-6D)

上段：引き 1/100rad 時の変形（変位量を 100 倍に拡大）

下段：各ピークの変形（変位量を 100 倍に拡大）

表 3. 4. 1 引き 1/100rad 時のすべてのパネル変形角一覧 (+: 閉じる方向、 -: 開く方向)

(rad)	4A			4B				6C			6D					
	4A-A	4A-B	4B-A	4B-B	4B-C	4B-D	6C-A	6C-B	6C-C	6D-A	6D-B	6D-C	6D-D	6D-E	6D-F	
左下	1/ 3401	1/ 304	1/ -5421	1/ 452	1/ -1429	1/ 1181	1/ 1587	1/ 282	1/ 286	1/ 3739	1/ 406	1/ 1056	1/ -344	1/ 860	1/ 924	
右下	1/ -286	1/ -2165	1/ -468	1/ 906	1/ -535	1/ 476	1/ -382	1/ -258	1/ -578	1/ -434	1/ -365	1/ 821	1/ -943	1/ -957	1/ 929	
左上	1/ -1866	1/ -236	1/ -46961	1/ -451	1/ 70754	1/ -609	1/ -900	1/ -259	1/ -249	1/ -1582	1/ -347	1/ -808	1/ 6674	1/ -519	1/ -630	
右上	1/ 267	1/ 1815	1/ 427	1/ -912	1/ 391	1/ -767	1/ 308	1/ 239	1/ 781	1/ 404	1/ 317	1/ -1079	1/ 877	1/ 553	1/ -1730	

表 3. 4. 2 引き 1/100rad 時の全体変形角に対する各隅部の変形角の割合 (+: 閉じる方向、 -: 開く方向)

(rad)	4A-A	4A-B	4B-A	4B-B	4B-C	4B-D	6C-A	6C-B	6C-C	6D-A	6D-B	6D-C	6D-D	6D-E	6D-F
左下	4%	43%	-3%	32%	-10%	12%	9%	49%	52%	5%	50%	19%	-5%	23%	22%
右下	-46%	-6%	-31%	16%	-27%	31%	-38%	-53%	-14%	-43%	-55%	25%	-21%	-21%	22%
左上	-7%	-44%	0%	-32%	0%	-24%	-15%	-53%	-55%	-13%	-58%	-25%	3%	-39%	-32%
右上	49%	7%	34%	-16%	37%	-19%	45%	57%	18%	50%	64%	-19%	23%	37%	-12%

変形の傾向について、大きな開口を持つスギ CLT 大判パネルでは、パネルの各部において、面内曲げ・せん断変形が生じている。3 層のうち 2 層のラミナが縦方向を向いているため、開口の入り隅にあたるパネル仕口部では、横材の曲げに伴う局部変形が観察された。横長の仕口のうち、横材のとりついている辺に大きい変形が生じていることが分かる。横材が両側から取り付く仕口では、左右の辺いづれも大きな変形が生じている。この仕口部は、変形後の形状が平行四辺形であるが、これには曲げに伴う局部変形の影響も含まれると考えられる。

(2)全体のせん断変形

仕口と壁それぞれ、せん断応力と標点の対角を計測して得られたせん断変形の関係を如何に示す。また、参考のため、全体の変形の様子と水平荷重、層間変形角関係を合わせて示す。

1)1S-4A4

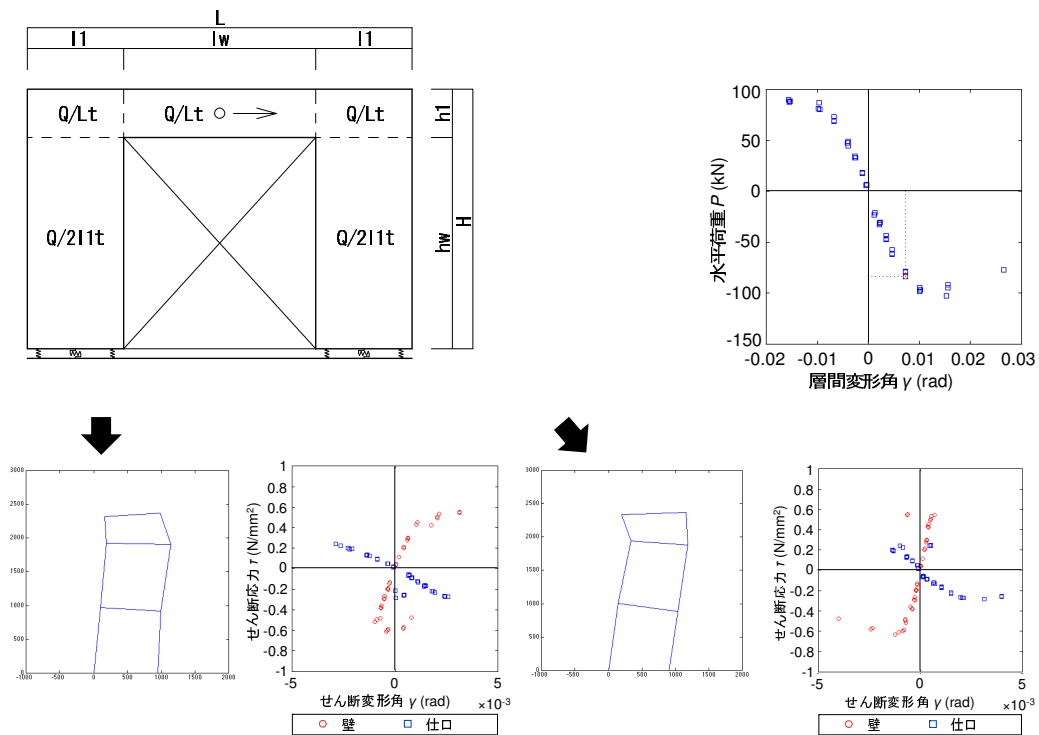


図 3. 4. 17 パネル変形の様子とせん断変形角とせん断応力度の関係 (1S-4A4)

2)1S-4B4

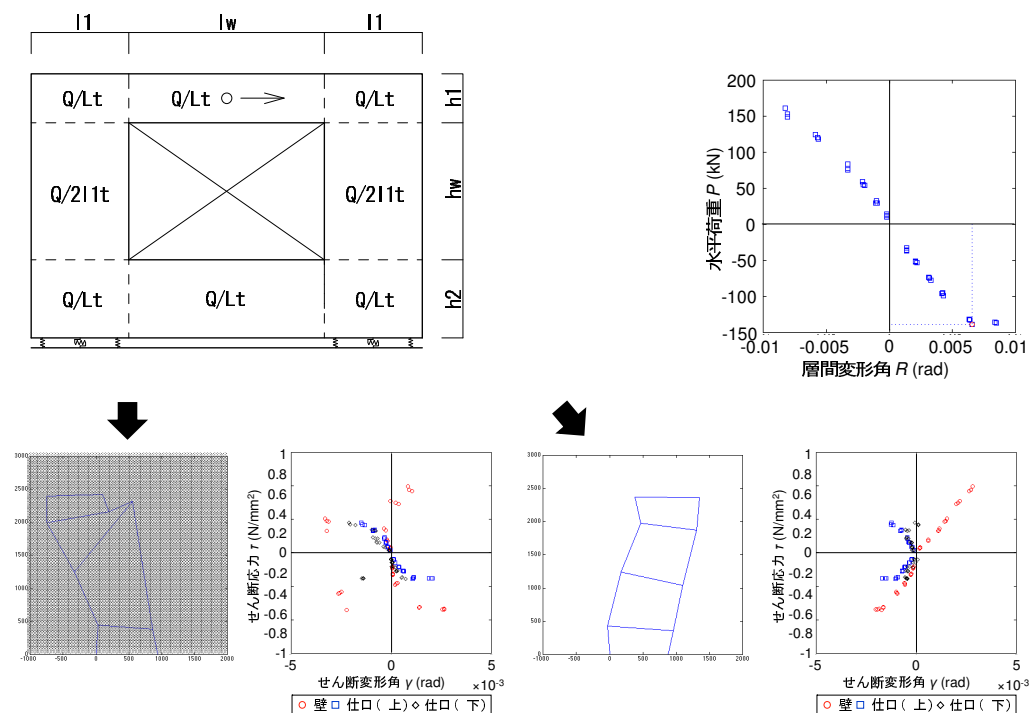


図 3. 4. 18 パネル変形の様子とせん断変形角とせん断応力度の関係 (1S-4B4)

3)1S-6C

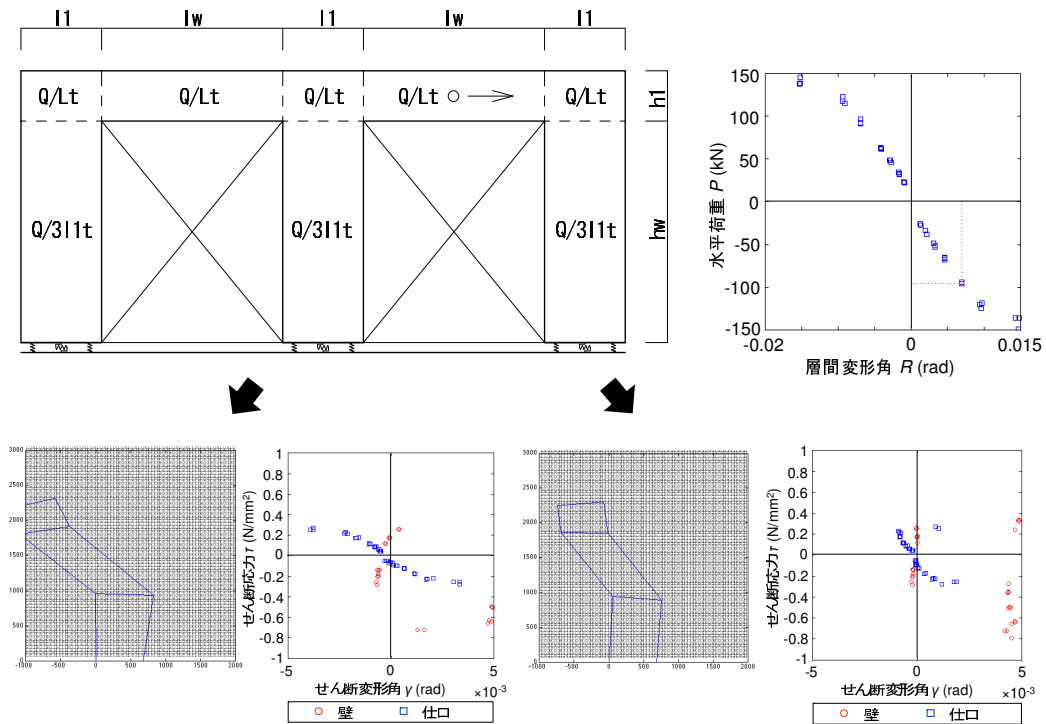


図 3. 4. 19 パネル変形の様子とせん断変形角とせん断応力度の関係 (1S-6C)

4)1S-6D

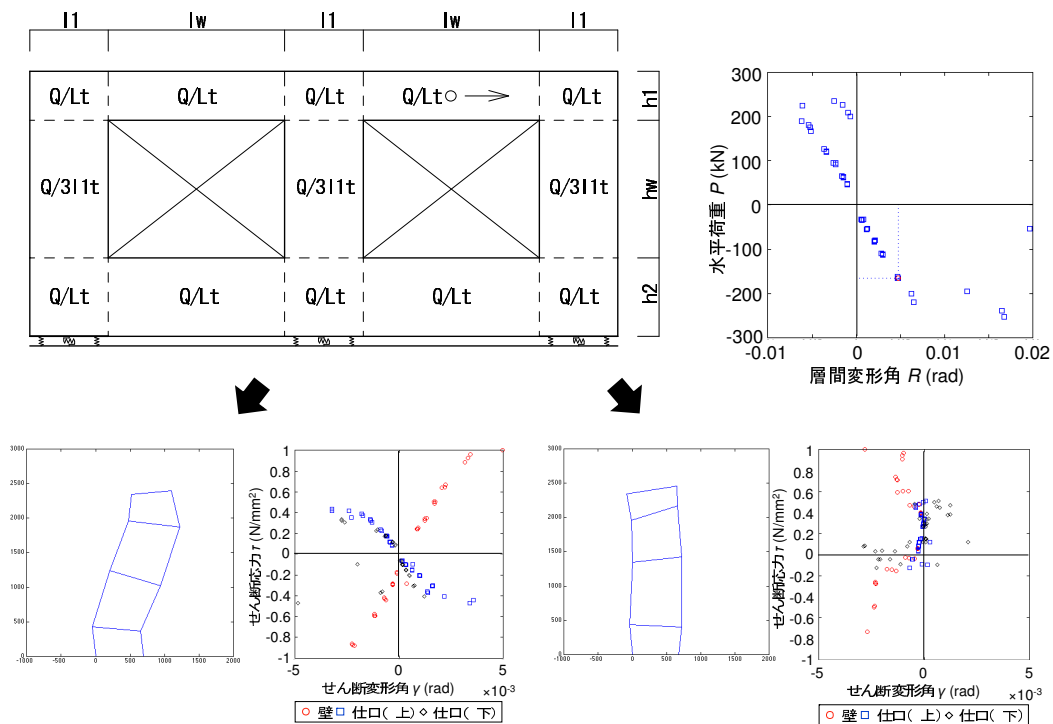


図 3. 4. 20 パネル変形の様子とせん断変形角とせん断応力度の関係 (1S-6D)

3.4.4 CLT パネルのひずみ分布

層間変形角 1/100、1/75、1/50rad.時における各位置のひずみ分布を図に示す。

(1) 1S4-A4

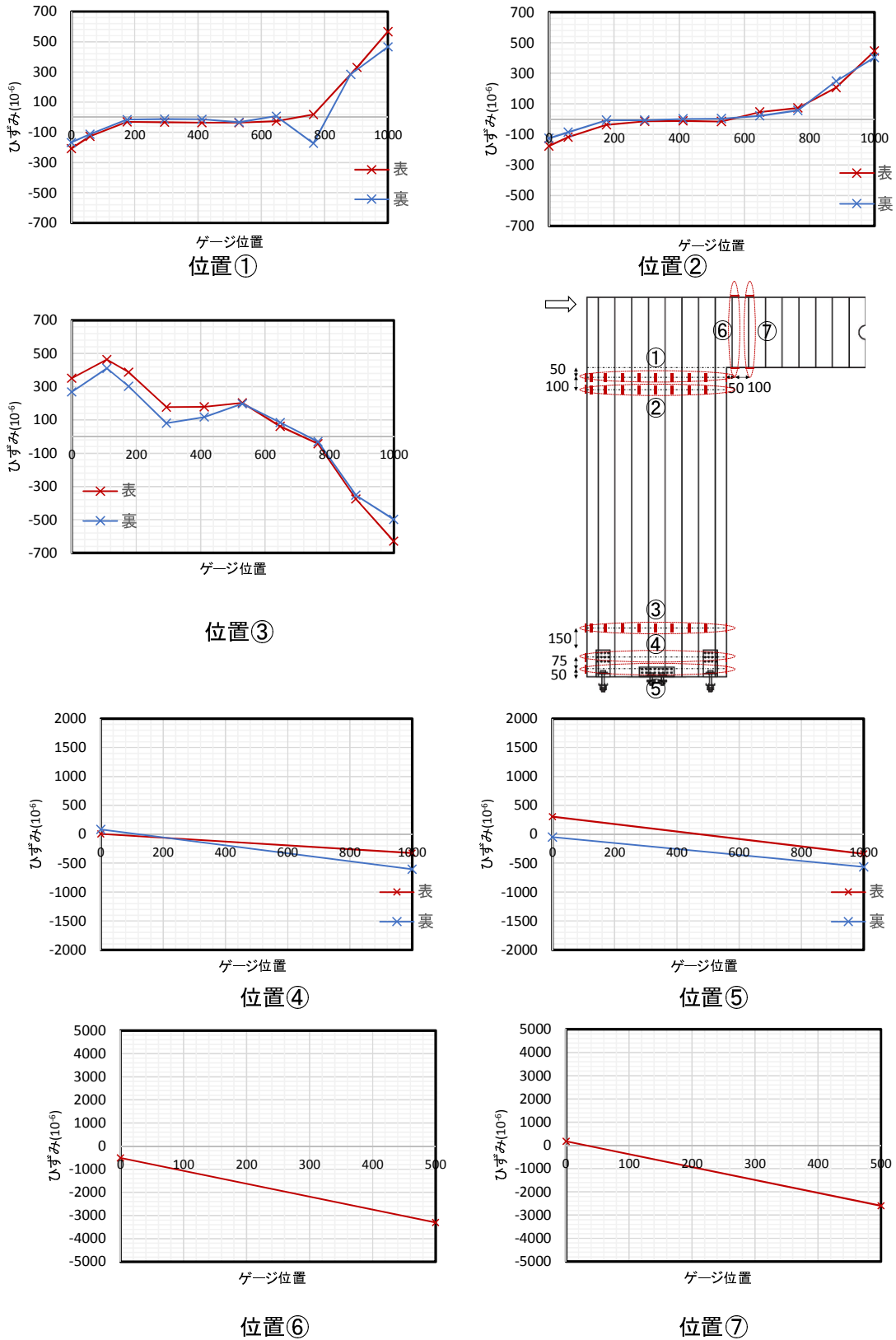
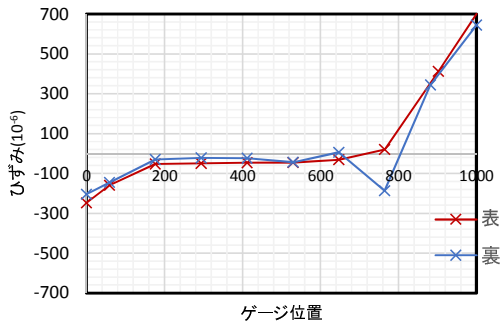
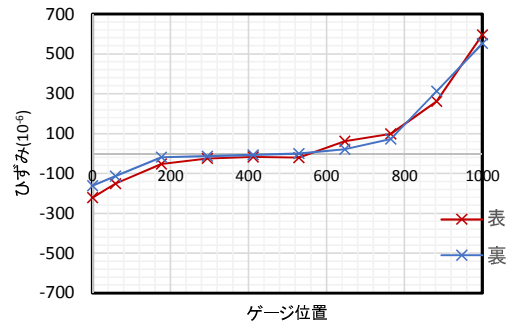


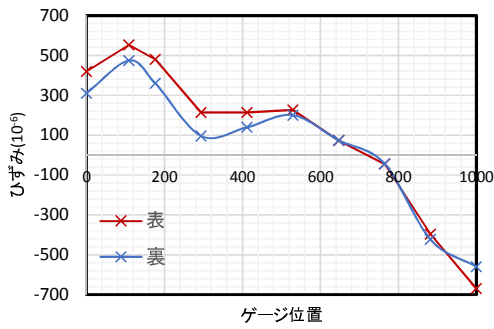
図 3.4.21 ひずみ分布(1S4-A4:層間変形角 1/100 押し)



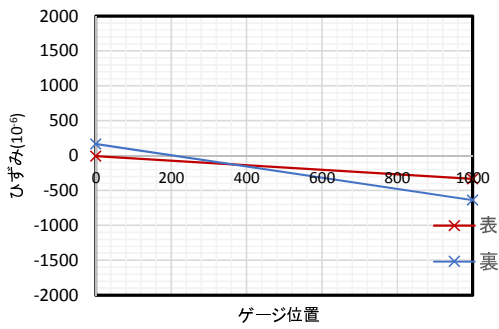
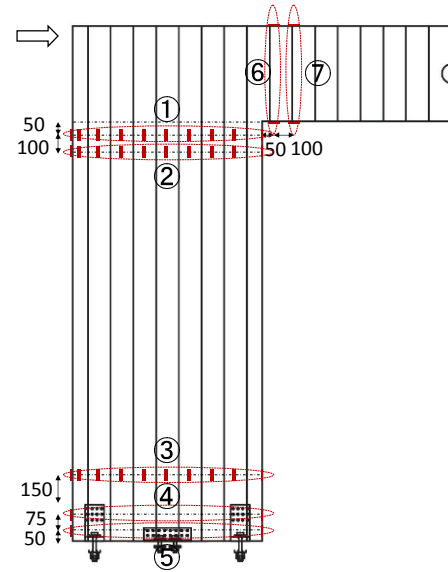
位置①



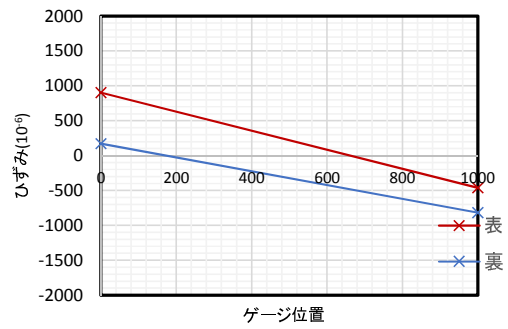
位置②



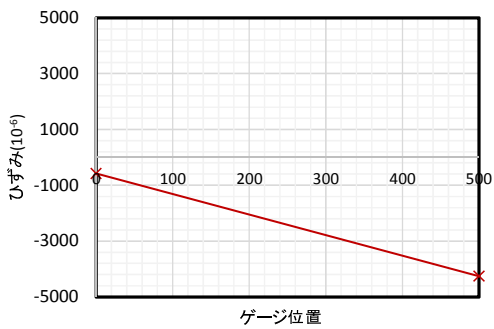
位置③



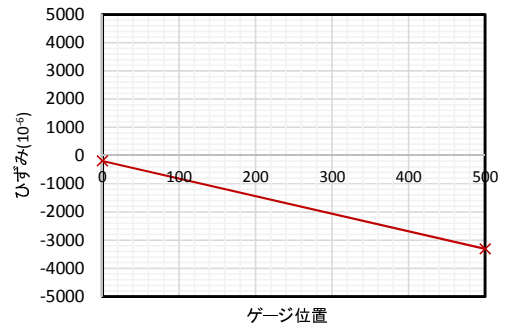
位置④



位置⑤

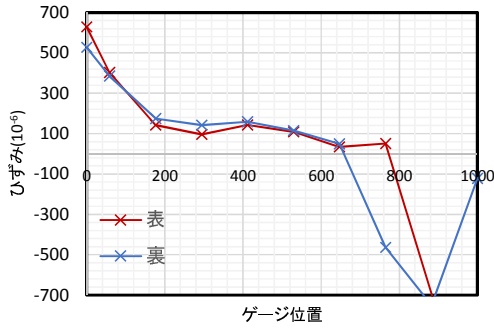


位置⑥

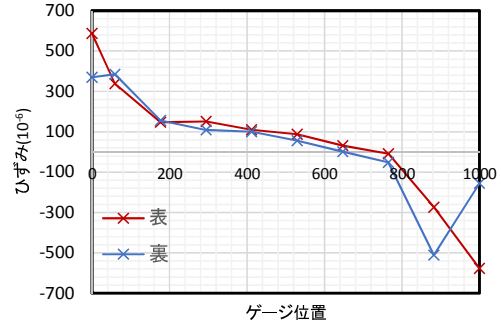


位置⑦

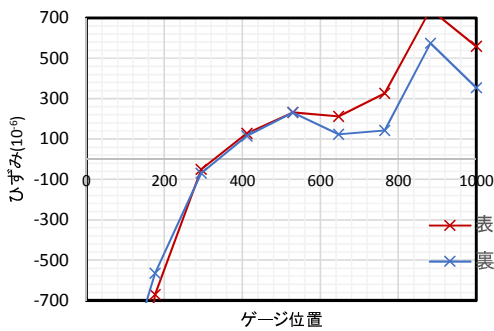
図 3. 4. 22 ひずみ分布 (1S4-A4: 層間変形角 1/75 押し)



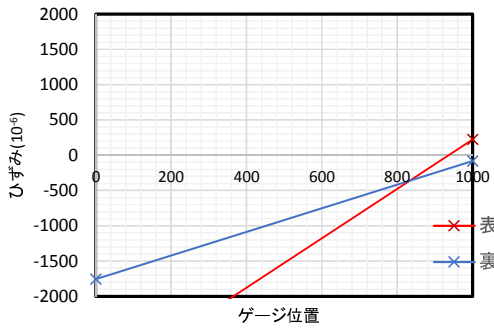
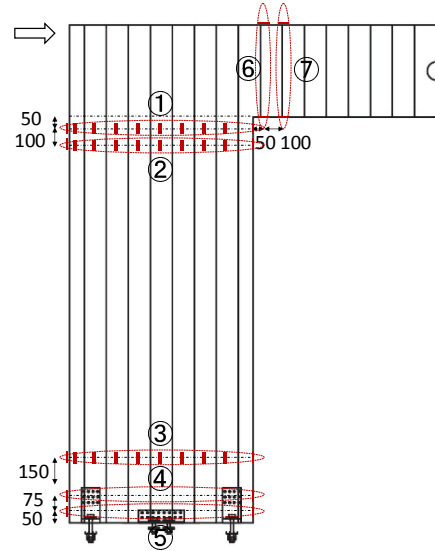
位置①



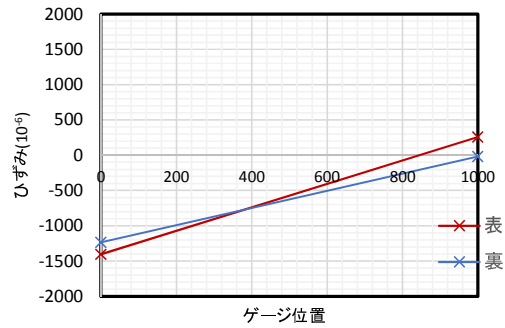
位置②



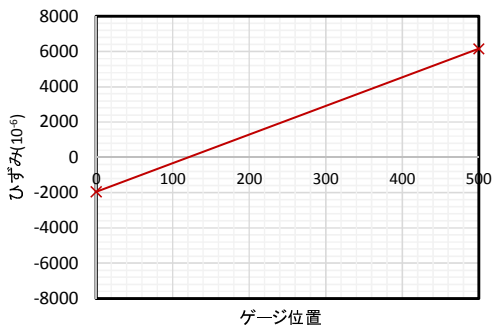
位置③



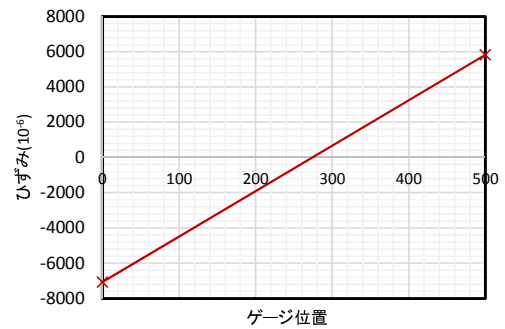
位置④



位置⑤

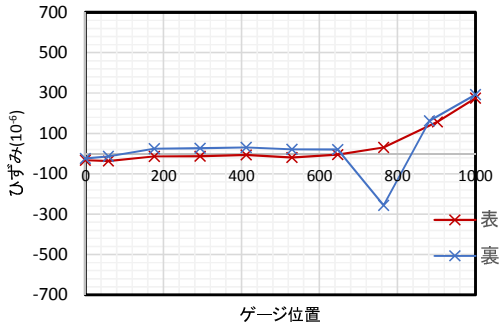


位置⑥

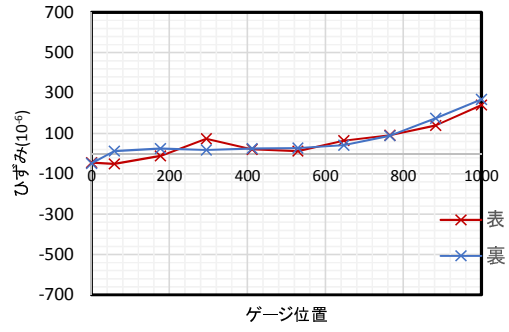


位置⑦

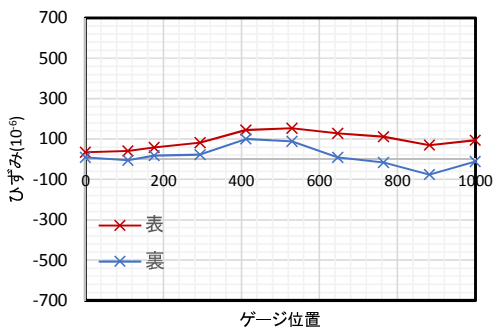
図 3. 4. 23 ひずみ分布(1S-4A4 : 最大荷重時 1/50 引き)



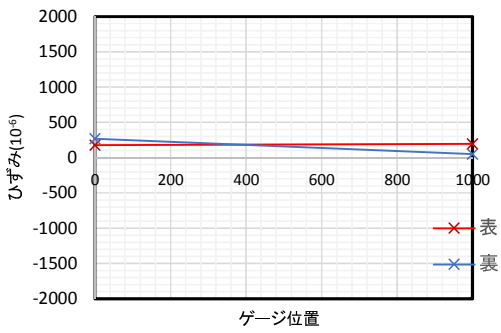
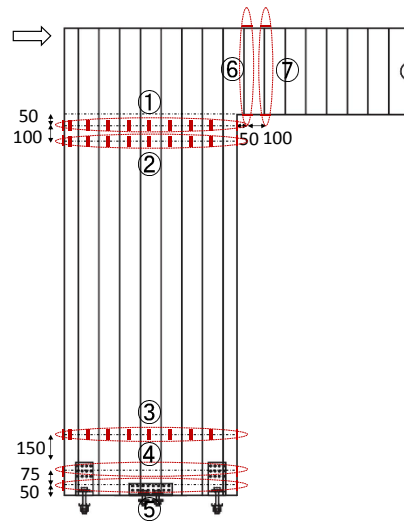
位置①



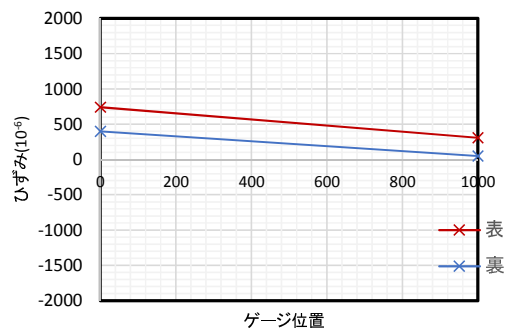
位置②



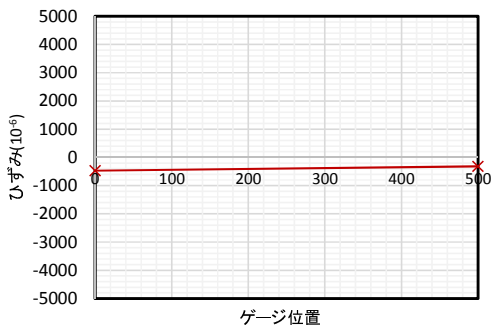
位置③



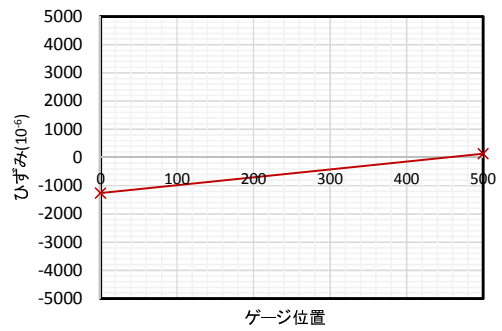
位置④



位置⑤



位置⑥



位置⑦

図 3. 4. 24 ひずみ分布(1S-4A4 : 層間変形角 1/50 押し)

(2)1S4-B4

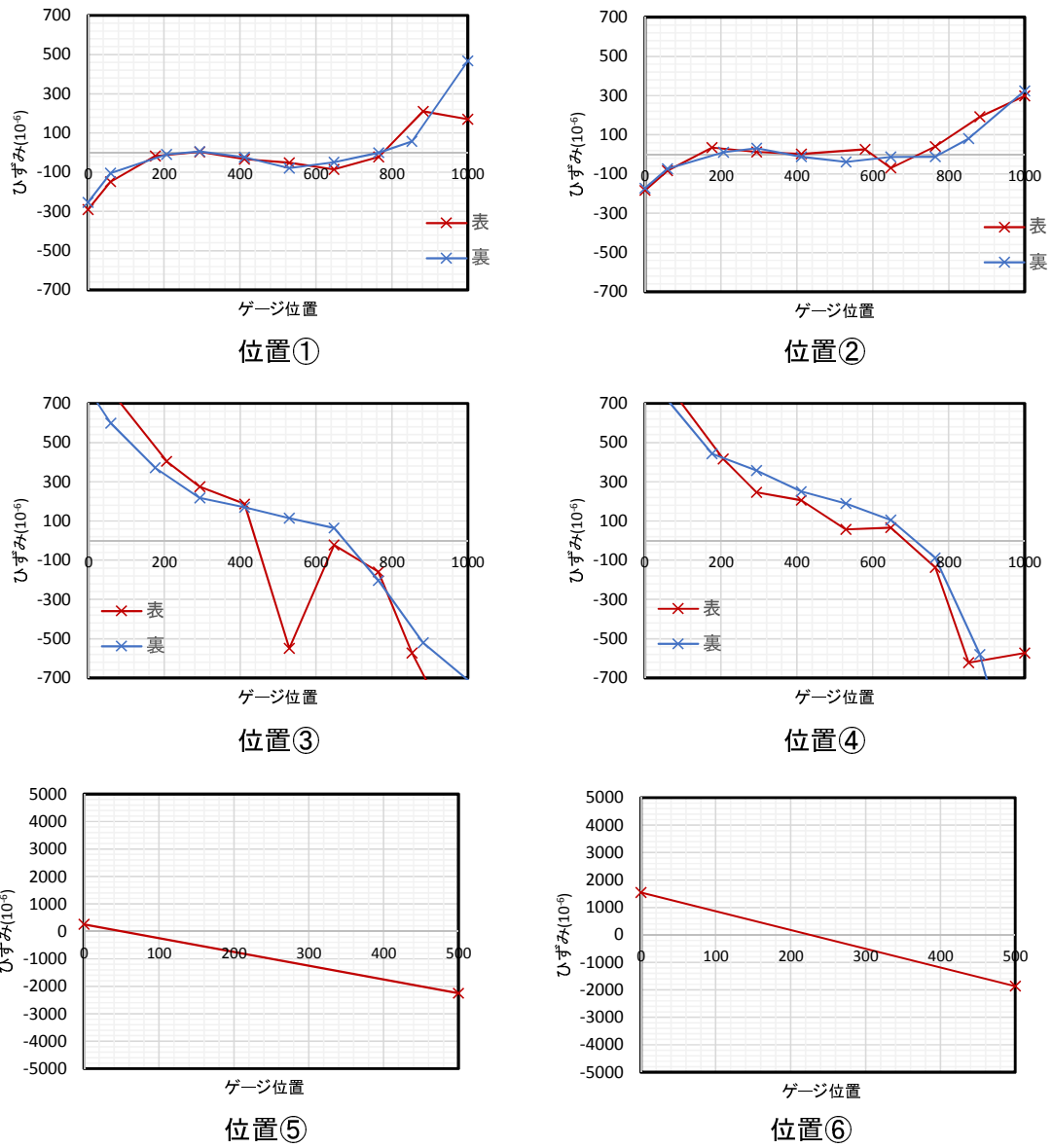
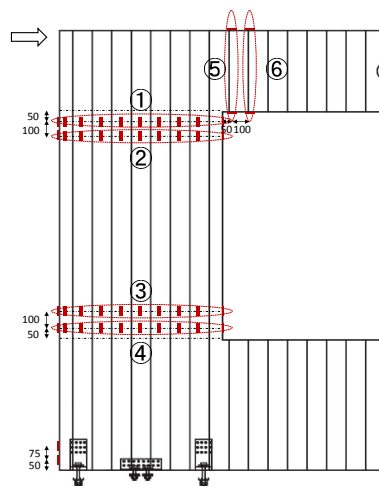


図 3. 4. 25 ひずみ分布(層間変形角 1/100 押し)



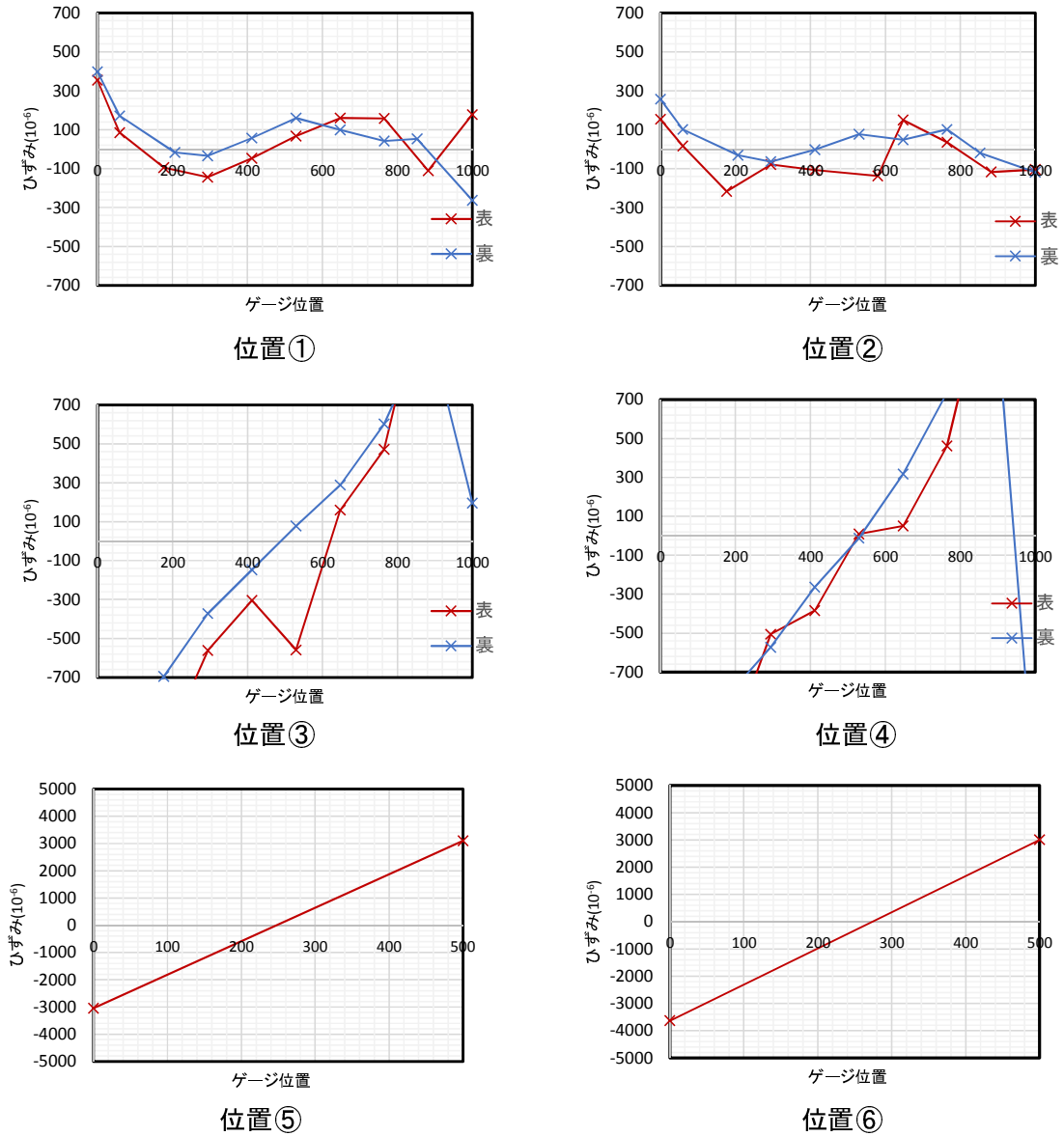
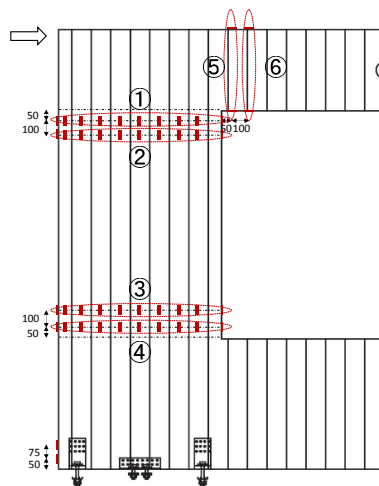


図 3.4.26 ひずみ分布(最大荷重時 層間変形角 1/75 引き)



(3) 軸力の算出

以上の結果より各層間変形角時の軸力図を算出した。その際、ヤング係数は 6000 N/mm^2 を用いた(JAS より引用)。1/100、1/75 では押し、1/50 では引きの時の値を用いている。ただし今回 1S4-A4 において位置④と位置⑤の値は両端のひずみしか計測できていないので除外している。

1) 1S4-A4

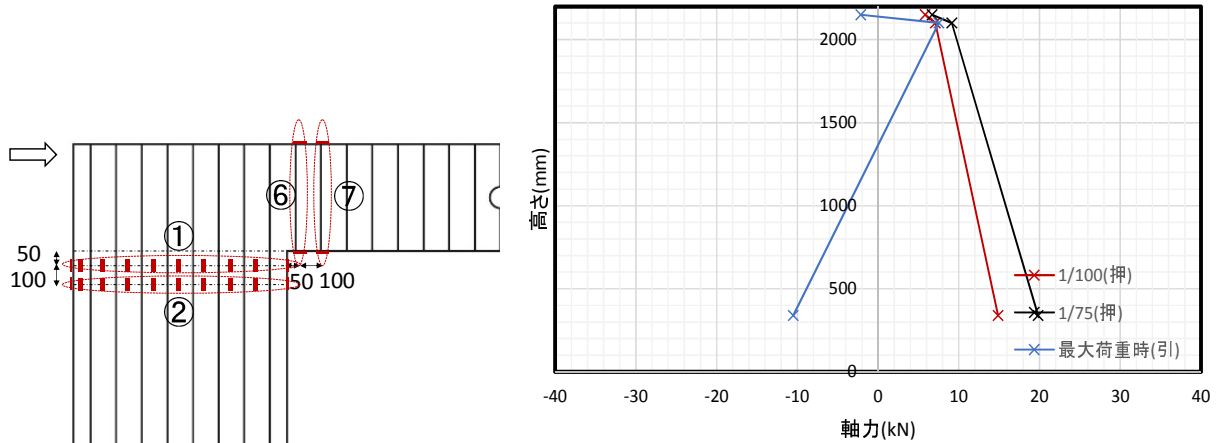


図 3. 4. 27 ①②③ (表)

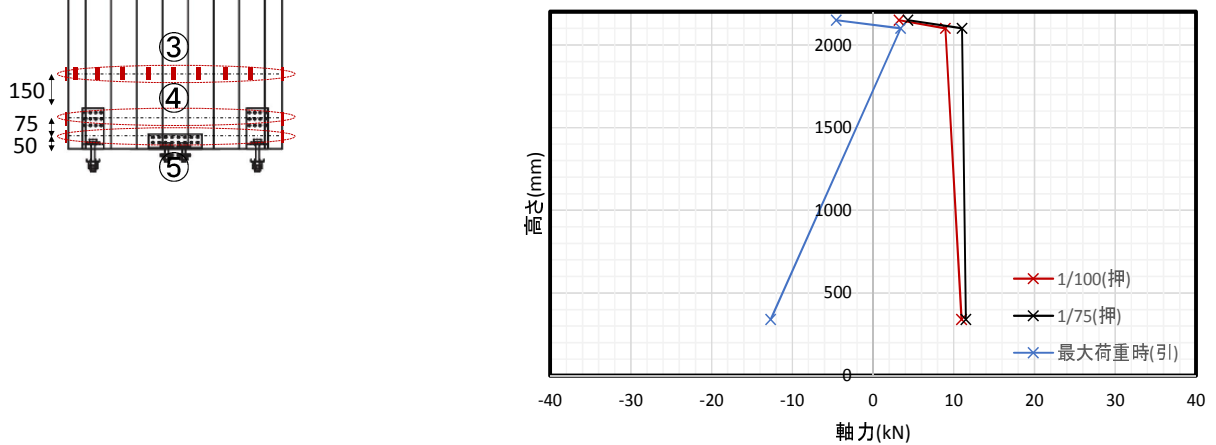


図 3. 4. 28 ①②③ (裏)

2)IS4-B4

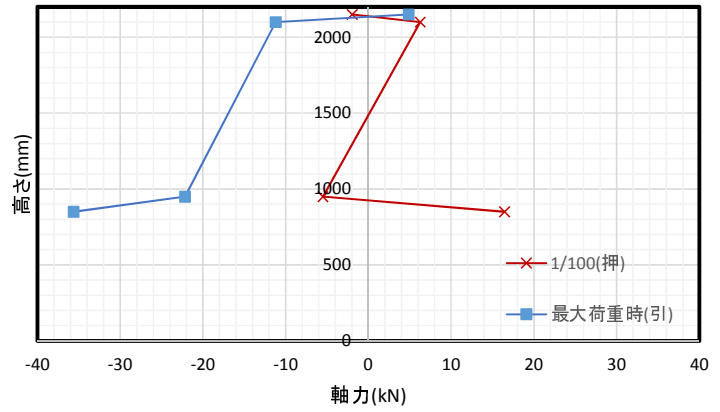
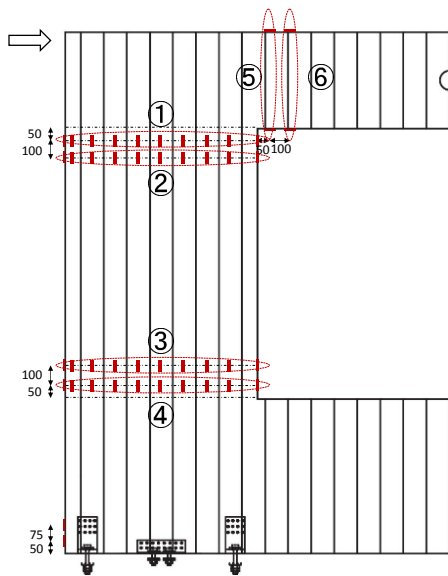


図 3. 4. 29 ①②③④ (表)

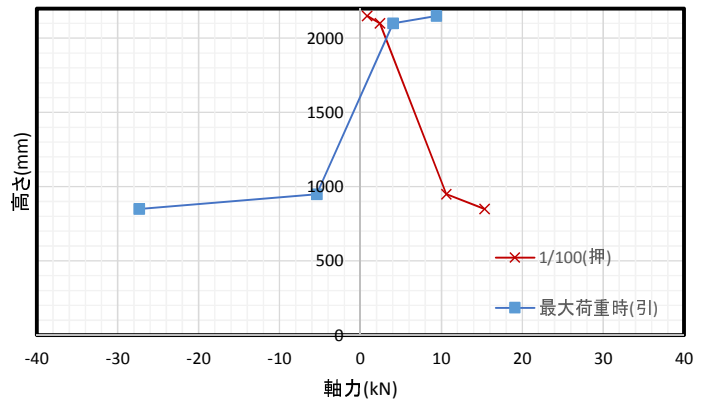


図 3. 4. 30 ①②③④ (裏)

(4)モーメントについて

以上の結果より、各層間変形角時のモーメントを算出した。その結果を表 3.4.3、3.4.4 に示す。ヤング係数は表層については 6000 N/mm² を、中間層については 3000 N/mm² 用いた(JAS より引用)。1/100、1/75 では押し、1/50 では引きの時の値を用いている。

1) 1S4-A4

表 3.4.3 各層間変形角時のモーメント

(1) 位置①のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント(表)	-6.84	-8.63	15.39
モーメント(裏)	-4.98	-6.73	15.06

(2) 位置②のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント(表)	-5.98	-7.77	10.55
モーメント(裏)	-5.34	-7.03	10.40

(3) 位置③のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント(表)	13.69	15.61	-31.49
モーメント(裏)	11.05	13.03	-23.94

(4) 位置④のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント(表)	10.31	12.06	-25.18
モーメント(裏)	4.93	4.89	-52.52

(5) 位置⑤のモーメント

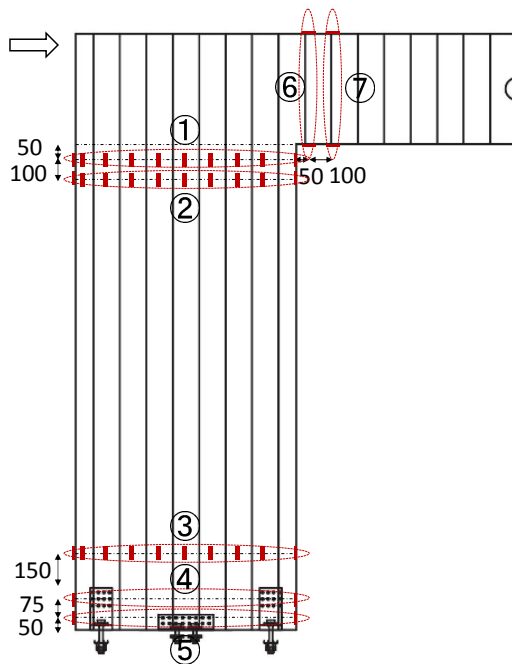
層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント(表)	7.74	14.81	-18.17
モーメント(裏)	9.63	20.43	-24.90

(6) 位置⑥のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント	-16.19	-20.32	8.43

(7) 位置⑦のモーメント

層間変形角	1/100	1/75	1/50
モーメント	-8.48	-13.87	-31.17



1/100、1/75 では押し、1/50 では引きの時の値を用いている。以下に M 図を示す。

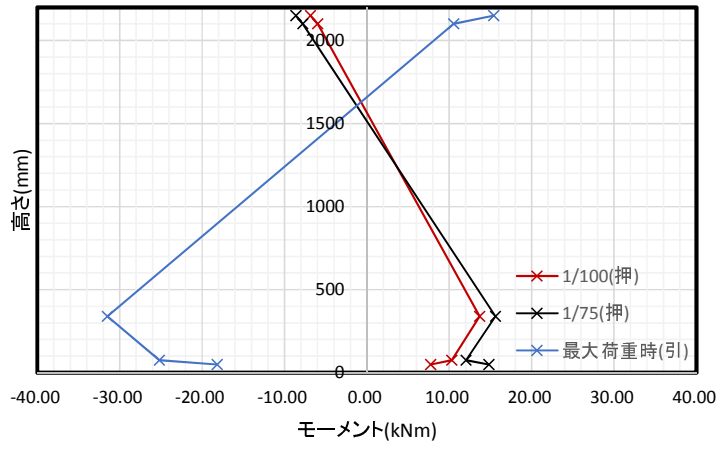


図 3. 4. 31 ①②③④⑤ (表)

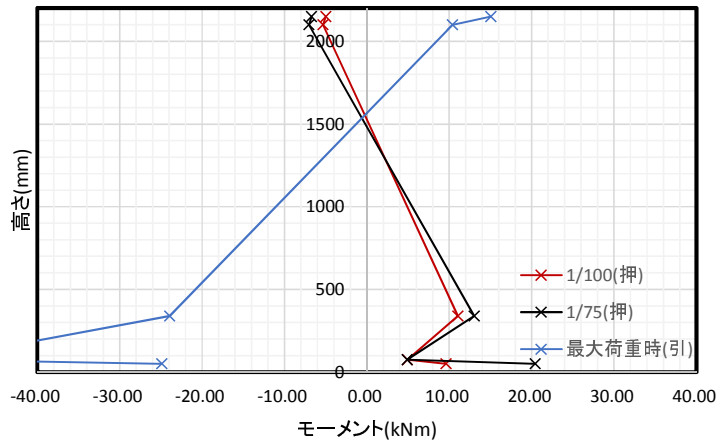


図 3. 4. 32 ①②③④⑤ (裏)

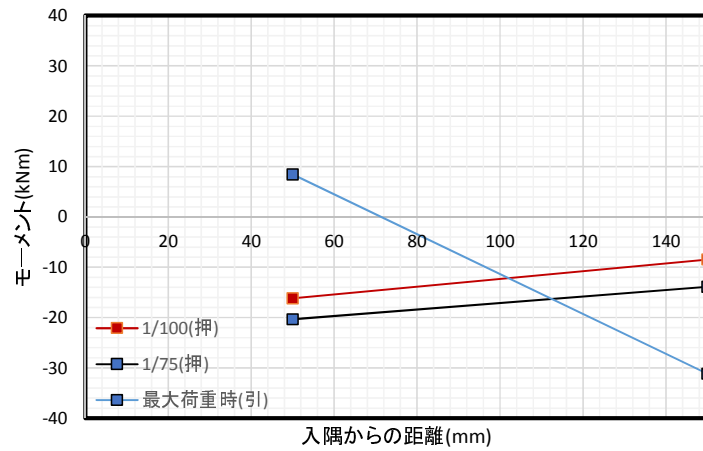


図 3. 4. 33 ⑥⑦

2) IS4-B4

表 3.4.4 各層間変形角時のモーメント

(1) 位置①のモーメント

層間変形角	1/100	1/75
モーメント(表)	-4.01	-1.29
モーメント(裏)	-4.58	2.74

(2) 位置②のモーメント

層間変形角	1/100	1/75
モーメント(表)	-3.80	-0.54
モーメント(裏)	-2.84	0.81

(3) 位置③のモーメント

層間変形角	1/100	1/75
モーメント(表)	24.59	-52.19
モーメント(裏)	18.34	-32.17

(4) 位置④のモーメント

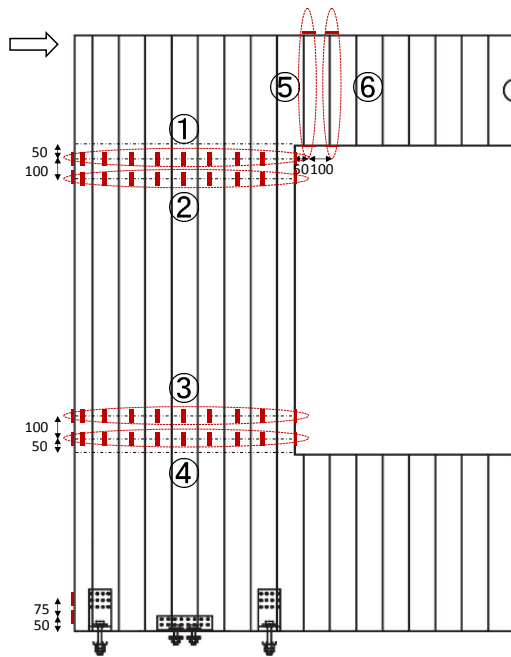
層間変形角	1/100	1/75
モーメント(表)	21.11	-45.24
モーメント(裏)	23.57	-32.54

(5) 位置⑤のモーメント

層間変形角	1/100	1/75
モーメント	-6.59	-11.26

(6) 位置⑥のモーメント

層間変形角	1/100	1/75
モーメント	4.54	-16.00



1/100 では押し、1/75 では引きの時の値を用いている。以下に M 図を示す。

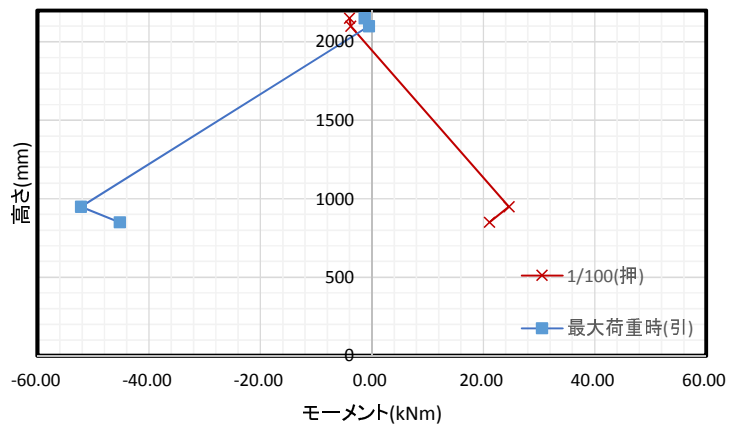


図 3. 4. 34 ①②③④ (表)

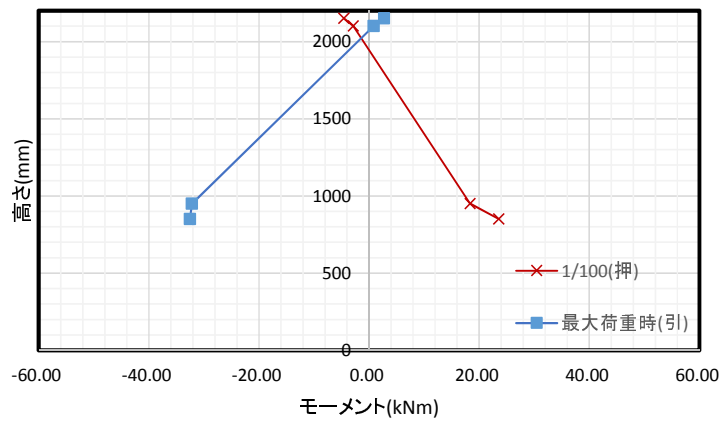


図 3. 4. 35 ①②③④ (裏)

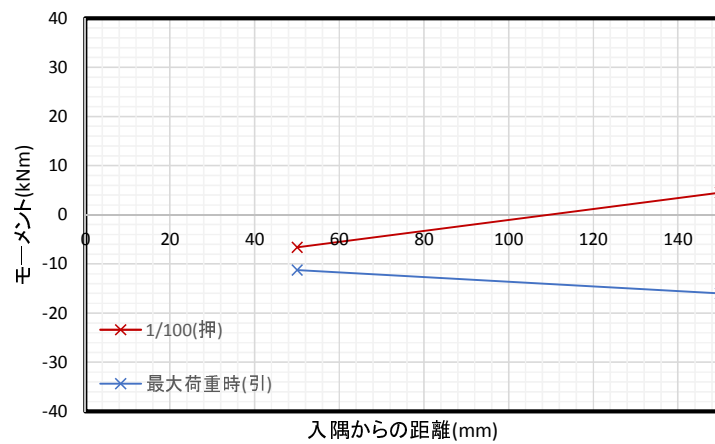


図 3. 4. 36 ⑤⑥

それぞれのひずみ分布の図より、ひずみ分布は直線にはならず両端にひずみが集中し、その他の部分は 0 に近い値となった。特に柱脚部分のひずみ分布はその傾向が顕著なため接合金物の影響が大きいと考えられる。また両端の 2 枚ずつのみにひずみゲージを貼っている箇所は、現在直線で結ばれているが、実際は中央あたりのひずみの値は 0 に近くなっていることが考えられる。

軸力図に関して、腰壁の有無で軸力図の傾向が変わることがわかる。表 3.4.5 と表 3.4.6 にひずみから算出した軸力とロードセルより検出した軸力の比較を示している。これらより、ひずみから算出した値は実際の値より低いことがわかる。

M 図に関して、反曲点は両試験体において試験体の上部にあることが予想される。またこれらの M 図より算出されるせん断力とその時の層せん断力の半分を表 3.4.7 と表 3.4.8 に示す。せん断力を算出するために使用したモーメントは両試験体とも位置①と位置②の値を用いた。これらの表より実際のせん断力の半分程度から 9 割と差が大きくなっていることがわかる。

表 3.4.5 ひずみから算出した軸力と実験値の比較 (1S4-A4)

変形角	ひずみから算出した軸力(kN)	実験値(kN)	比
1/100	25.83	62.85	0.41
1/75	31.32	72.10	0.43
最大荷重時	23.20	96.39	0.24

表 3.4.6 ひずみから算出した軸力と実験値の比較 (1S4-B4)

変形角	ひずみから算出した軸力(kN)	実験値(kN)	比
1/100	31.78	68.00	0.47
最大荷重時	62.00	80.48	0.77

表 3.4.7 ひずみから算出したせん断力と実験値の比較 (1S4-A4)

変形角	ひずみから算出したせん断力(kN)	層せん断力(kN)	比
1/100	20.49	43.45	0.47
1/75	24.69	51.21	0.48
最大荷重時	43.40	55.80	0.78

表 3.4.8 ひずみから算出したせん断力と実験値の比較 (1S4-B4)

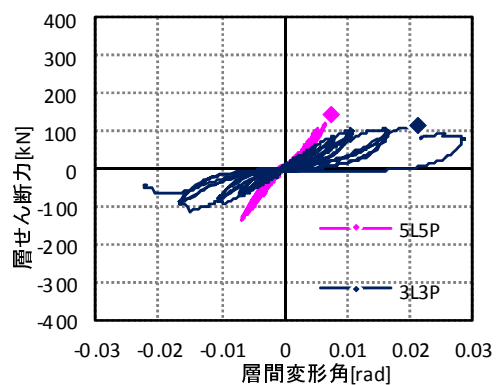
変形角	ひずみから算出したせん断力(kN)	層せん断力(kN)	比
1/100	43.10	69.26	0.62
最大荷重時	73.59	78.15	0.94

3.5 考察

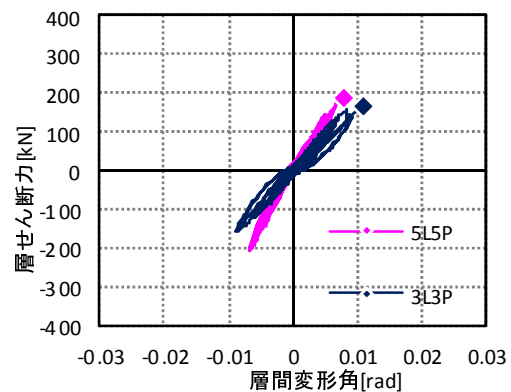
3.5.1 5層試験体との比較

図 3.5.1 に、同様のパネル寸法で 5 層 5 プライ（図中、5L5P）の試験体と比較した層せん断力-層間変形角関係を示す。1S-6D を除く 3 体の試験体では、初期剛性、最大層せん断力共に 3 層 3 プライ試験体の方が小さい結果を示した。一方、1S6-D では試験中に鉄骨架台とパネル脚部でせん断すべりが生じたため、これについては今後試験データを見直す必要がある。

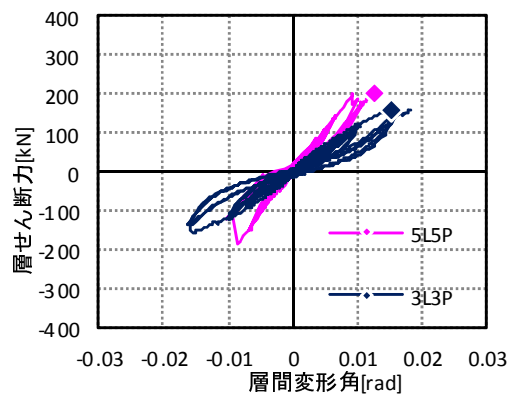
また、4m 幅で腰壁のない試験体 1S4-A4 では 1/40rad 程度まで試験を実施し、5 層 5 プライと比較して変形性能に優れた結果が得られた。



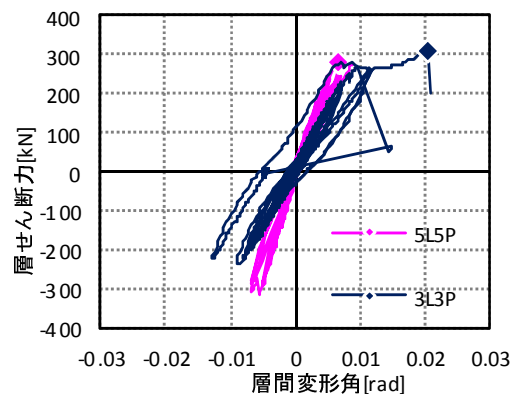
(1) 1S4-A4



(2) 1S4-B4



(4) 1S6-C



(3) 1S6-D

図 3.5.1 3層3プライと5層5プライの比較

3.5.2 特性値の比較

表 3.5.1 に、最大荷重、最大荷重時変形角、木造軸組工法の許容応力度設計に準じて算出した初期剛性、0.1Pmax 及び 0.4Pmax とそれぞれの変形角を結んだ初期剛性をまとめたものを示す。比較として、5 層 5 プライの実験結果を並べて示し、さらにそれらの比（3 層 3 プライ / 5 層 5 プライ）も示した。

3 層試験体と 5 層試験体の最大層せん断力の比は概ね 0.8~0.9 程度を示し、全試験体で最終的に曲げ破壊に至った垂れ壁部分の断面係数比 0.5 より高い値を示す結果となった。

表 3.5.1 特性値

		Pmax [kN]	θPmax [rad]	K0-Py [kN/rad]	K0.1-0.4 [kN/rad]	K0.1-0.4/K0-Py
1S4-A4	3L3P	112.4	0.0210	12036	12423	1.032
	5L5P	141.1	0.0076	18727	20001	1.068
	3L3P / 5L5P	0.797	2.783	0.643	0.621	
1S4-B4	3L3P	167.9	0.0110	21434	23754	1.108
	5L5P	188.4	0.0080	28849	30982	1.074
	3L3P / 5L5P	0.891	1.379	0.743	0.767	
1S6-C	3L3P	160.6	0.0154	13477	14294	1.061
	5L5P	200.8	0.0124	21348	24147	1.131
	3L3P / 5L5P	0.800	1.238	0.631	0.592	
1S6-D	3L3P	305.7	0.0202	30454	37366	1.227
	5L5P	283.4	0.0065	53815	58659	1.090
	3L3P / 5L5P	1.079	3.097	0.566	0.637	

Pmax: 最大層せん断力[kN]、θPmax: 最大層せん断力到達時の変形角[rad]、
 K0-Py: 木造軸組工法住宅の許容応力度設計に準じて算出した初期剛性[kN/rad]、
 K0.1-0.4: 0.1Pmax および 0.4Pmax とそれぞれの変形角を結んだ初期剛性[kN/rad]

3.6 まとめ

開口を有する 3 層 3 プライ CLT パネルの構面試験を実施した。まとめは以下の通りである。

- (1) 4m 掃出し及び窓型開口試験体の最大荷重は 110kN 及び 160kN、最大荷重時変形角は 1/50rad. 及び 1/90rad.、6m 掃出し及び窓型開口試験体の最大荷重は 160kN 及び 280kN、最大荷重時変形角は 1/75rad. 及び 1/100rad. 程度であった。
- (2) 同様の開口形状を有する 3 層試験体と 5 層試験体の最大層せん断力の比は概ね 0.8~0.9 程度を示し、全試験体で最終的に曲げ破壊に至った垂れ壁部分の断面係数比 0.5 より高い値を示す結果となった。

