

第4章 垂壁一壁接合部の振動台実験

4.1 実験目的

垂壁－壁接合部の面内曲げに関する応力変形特性の確認を目的とする。

4.2 試験体

4.2.1 試験体概要

試験体は小幅パネル架構の1層試験体であり、水平構面の構成をパラメータとした「試験体G」、「試験体C」の2仕様である。両仕様共に、壁幅1.0mの小幅パネル架構構成であり、壁パネルと垂壁パネルはS60-3-3（90mm厚）である。脚部をピン支点とした左右の壁パネルと垂壁パネルで構成される2つの鉛直構面を床組による水平構面をつないだ箱型の形状であり、水平耐力要素は垂壁－壁接合部の面内曲げ抵抗のみである。垂壁－壁のせん断接合部は χ マーク金物のSPを用い、鉛直構面と水平構面の引張接合部は χ マーク金物のTC90を用いている。鉛直構面と水平構面のせん断接合部はコの字金物（製作金物）を用いた。

「試験体 G」は昨年の振動台実験の試験体と同様の仕様としており、平面形状は 4.64m×1.82m であり、加振方向は試験体長辺（Y 通り）方向である。Y1、Y2 通り構面を実験の対象とし、加振直交（X 通り）方向には製材を用いたブレースを設けている。水平構面は集成材梁及び 24mm 合板による在来床組みで構成し、集成梁は E65-F225(90mm×210mm)である。梁端接合部は梁受金物を用いた。

「試験体 C」は架構構成を「試験体 G」と同様とし、平面形状を 4.64m×1.82m であり、加振方向は試験体長辺（Y 通り）方向である。Y1、Y2 通りの 2 構面が実験の対象である。加振直交（X 通り）方向には製材を用いたブレースを設けている。水平構面は CLT パネルで構成し、床・屋根パネルは Mx60-7-7（210mm 厚）である。床パネルは壁－垂壁の接合部位置で試験体長辺（加振）方向に 3 分割とし、加振方向を弱軸としている。

両試験体共に積載可能な錘重量を増やすために試験体を覆うように「加力フレーム」を設けている。加力フレームは、集成材梁及び 24mm 合板による在来床組の水平構面を加振方向に両端ピンとした集成材柱 4 本で支持する架構である。試験体と加力フレームは両端ピンとした接続治具で接続することで、鉛直荷重は伝達せず、水平力のみを伝達する機構とした。

表4.2.1.1に試験体概要、表4.2.1.2に加力フレーム概要を示す。

表 4.2.1.1 試験体概要

名称	試験体 G	試験体 C
階数	1	
階高	3030mm	
平面寸法	4640mm×1910mm	4640mm×1910mm
壁 CLT パネル	幅 1000mm (S60-3-3、90mm 厚)	
垂壁 CLT パネル	幅 500mm (S60-3-3、90mm 厚)	
床	在来床組 梁 90mm×210mm 合板 24mm 厚 梁受金物:PS-18U	CLT パネル Mx60-7-7 210mm 厚
引張接合部	1 階脚部 :無し(ピン接合) 1 階壁頂部 :TC90 床-床 :無し	1 階脚部 :無し(ピン接合) 1 階壁頂部 :TC90 床-床 :SFT
せん断接合部	1 階脚部:無し(ピン接合、写真 4.2.2.1) 壁-床: コの字金物(製作金物) 壁-垂壁:SP	1 階脚部:無し(ピン接合、写真 4.2.2.2) 壁-床:LST 壁-垂壁:SP

表 4.2.1.2 加力フレーム概要

名称	加力フレーム
階数	1
階高	3814mm
平面寸法	5950mm×1940mm
床	在来床組 梁 120mm×360mm 合板 24mm 厚 梁受金物:PS-33U
柱	集成材柱 E95-F315 120mm×120mm
柱頭柱脚接合部	ピン接合治具(製作金物)

図4.2.1.1～4.2.1.7に試験体図を示す。

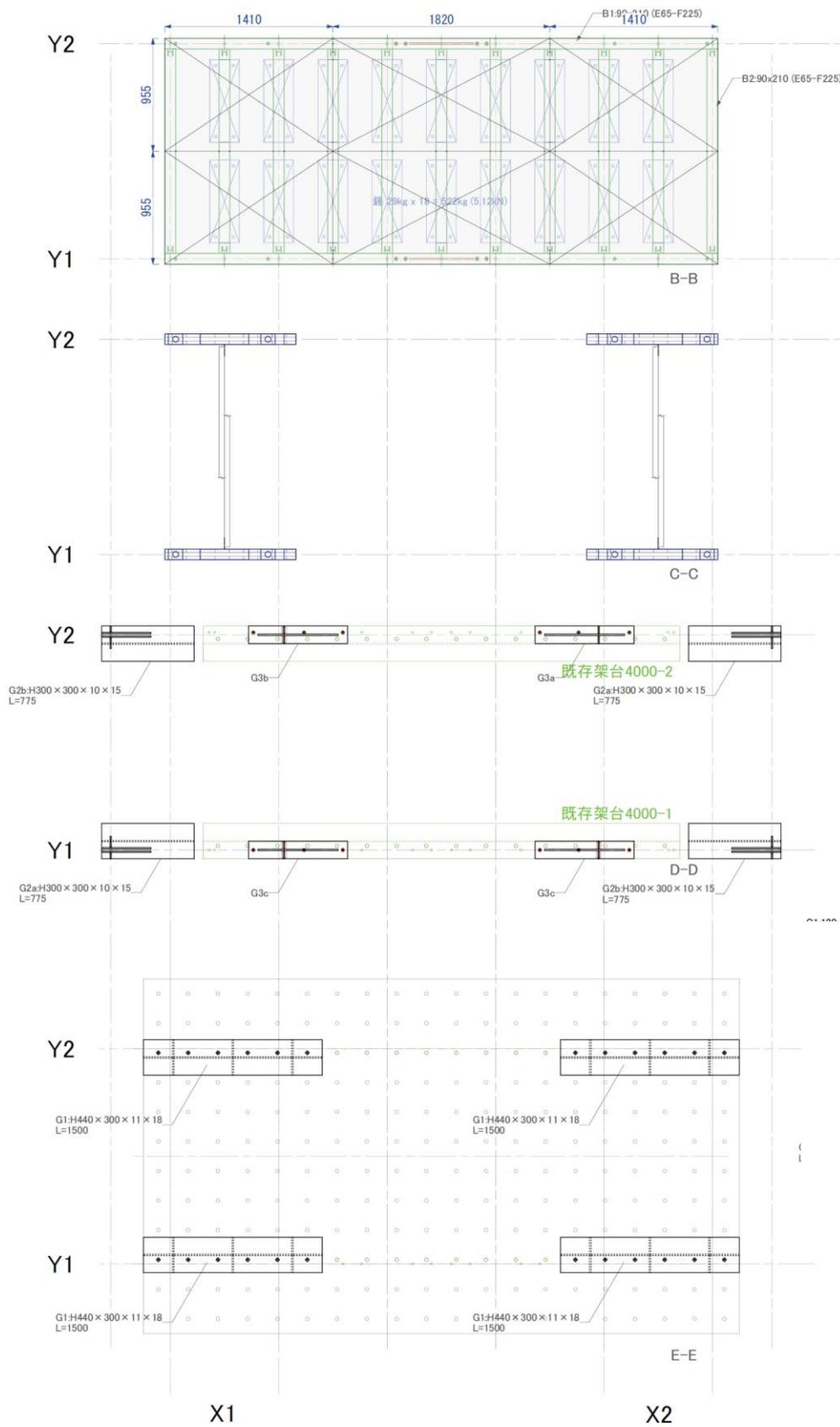


図4.2.1.1 試験体G 伏図

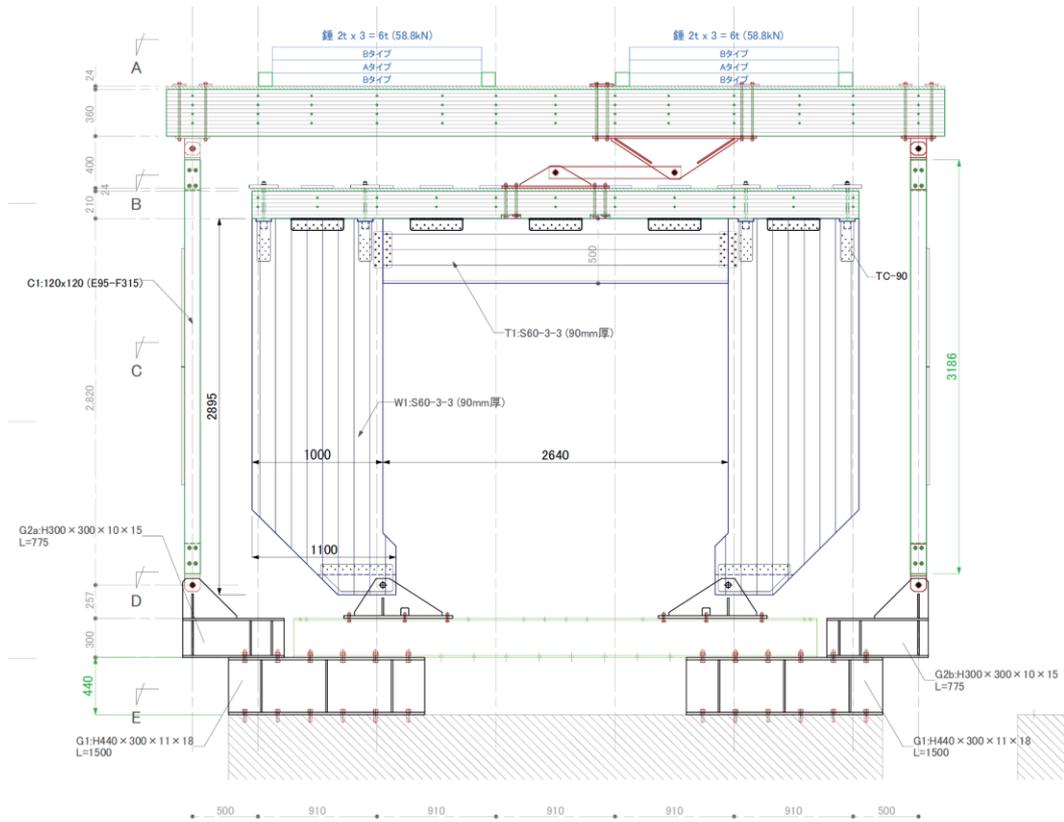


図4.2.1.2 試験体G 軸組図 Y方向(加振方向)

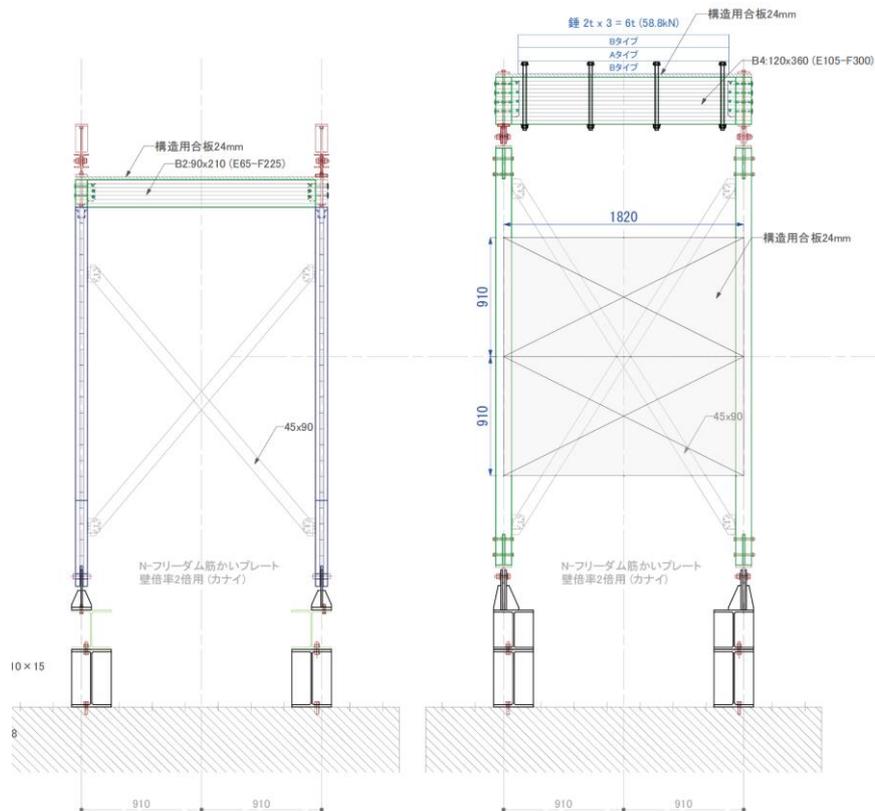


図4.2.1.3 試験体G 軸組図 X方向(加振直交方向)

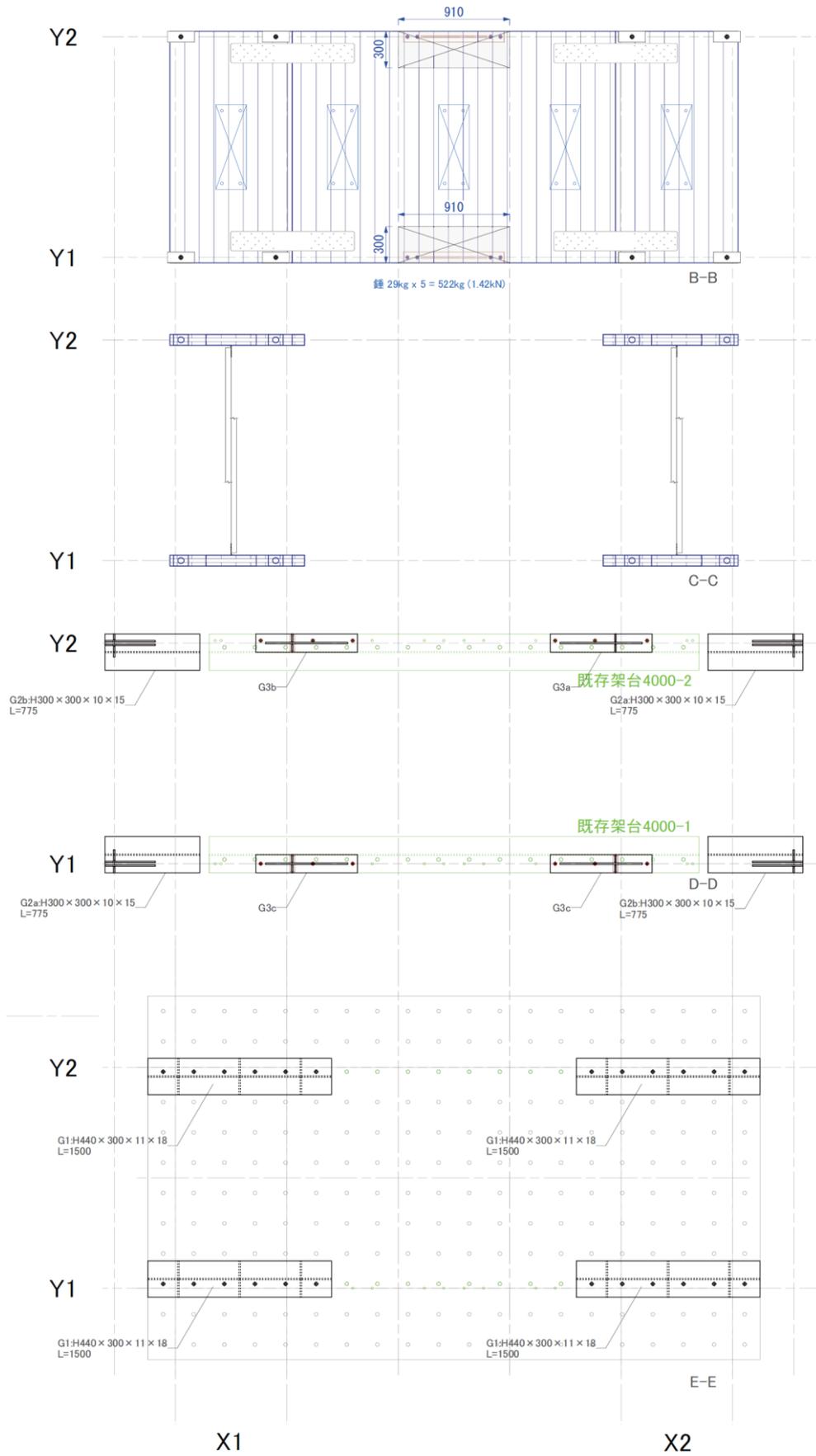


図4.2.1.4 試験体C 伏図

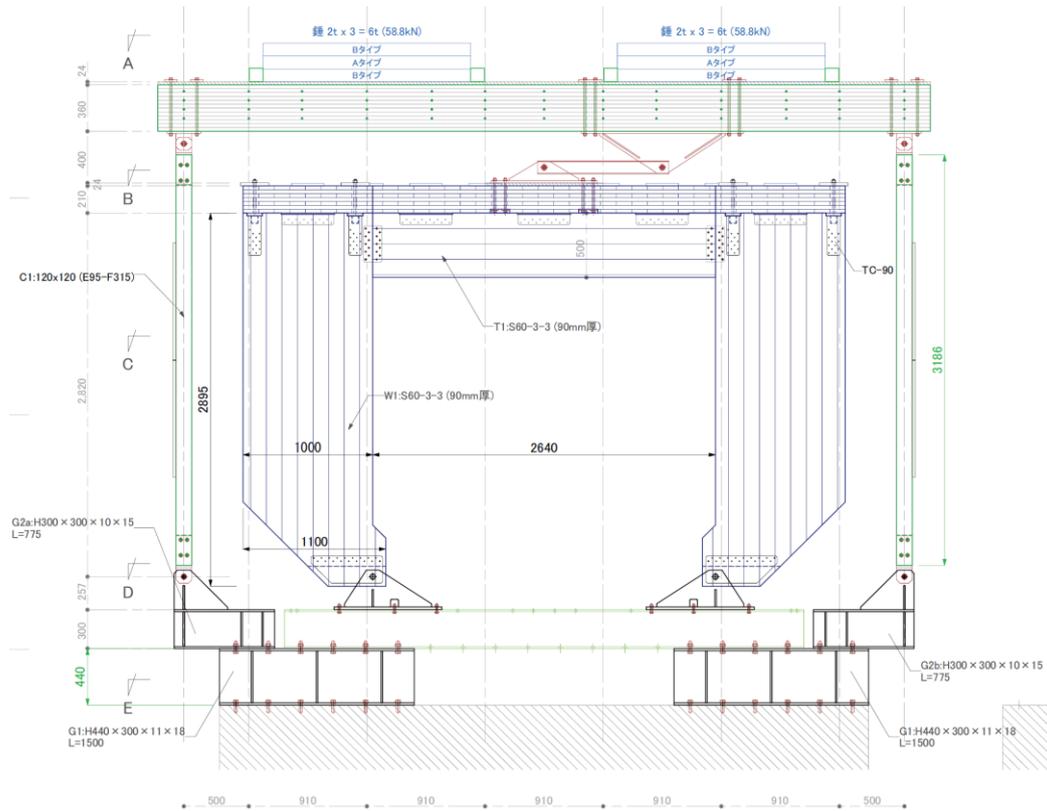


図4.2.1.5 試験体C 軸組図 Y方向(加振方向)

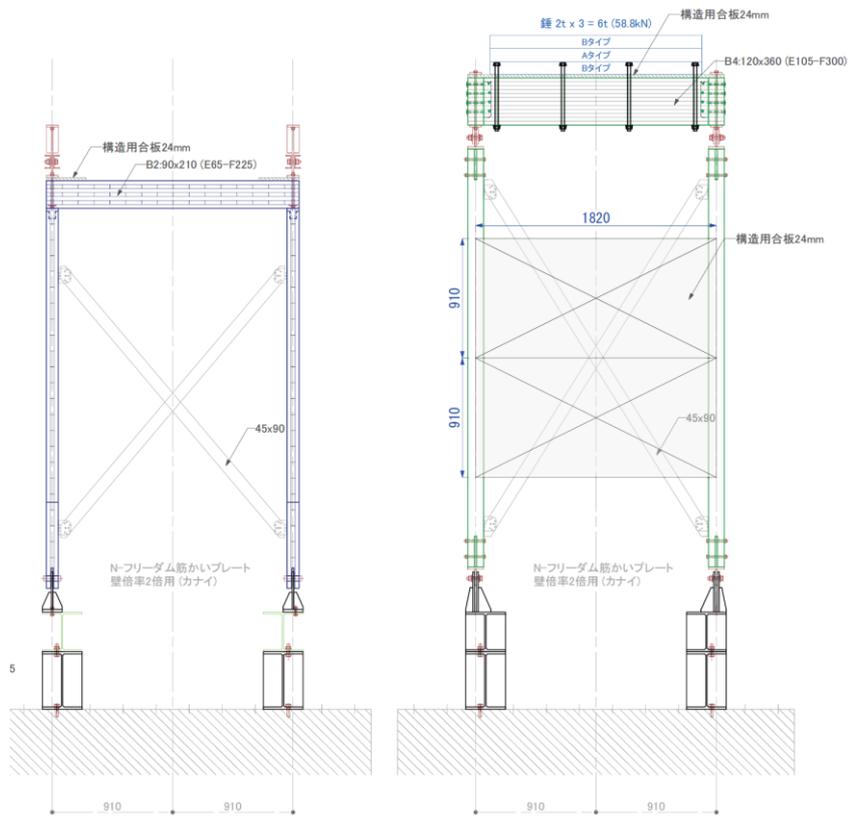


図4.2.1.6 試験体C 軸組図 X方向(加振直交方向)

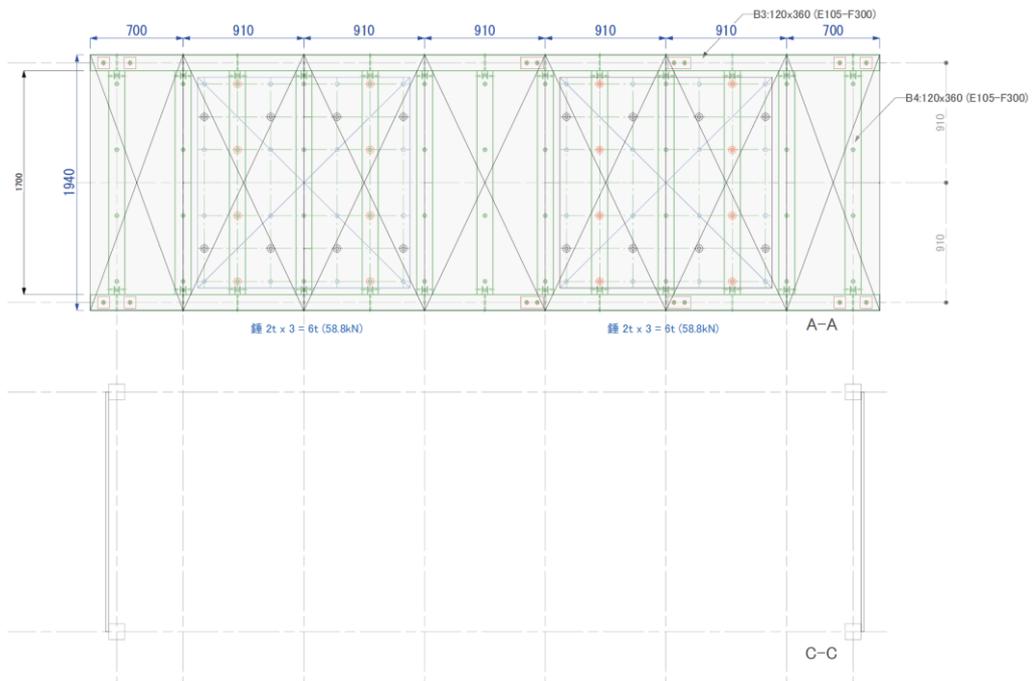


図4.2.1.7 加カフレーム 伏図

図4.2.1.8～図4.2.1.18に試験体及び加力フレーム、製作金物の部品図を示す。

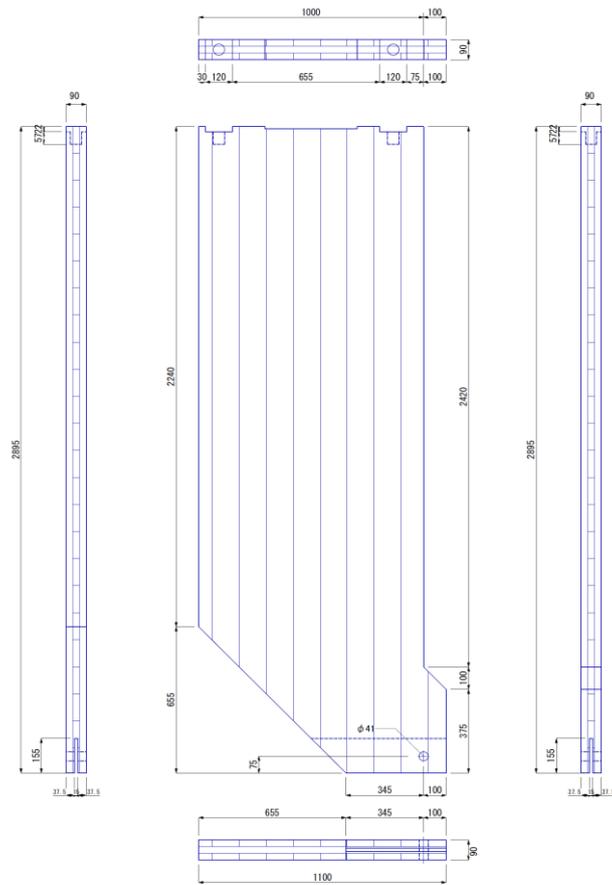


図4.2.1.8 CLT壁パネル部品図(試験体G、試験体C共通)

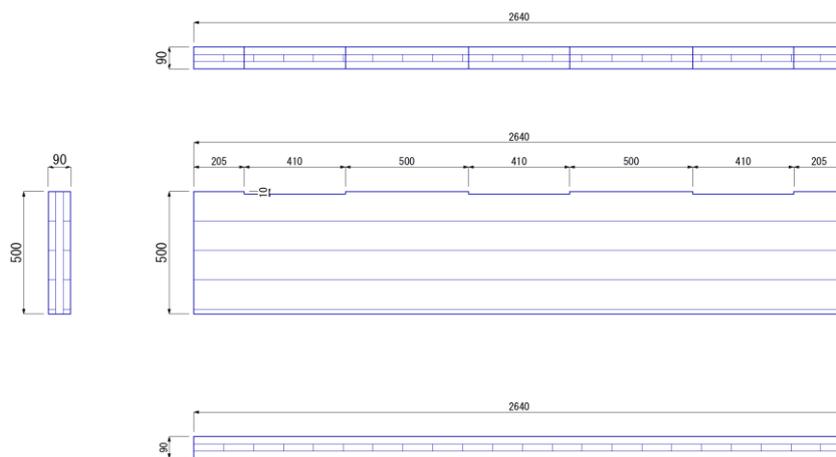


図4.2.1.9 CLT垂壁パネル部品図(試験体G、試験体C共通)

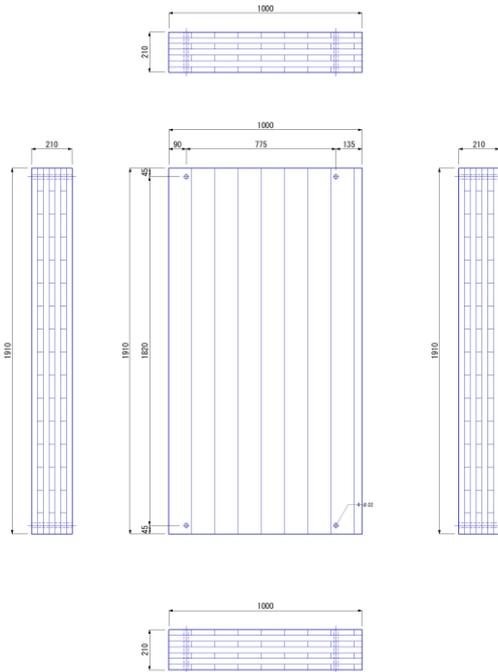


図4.2.1.10 CLT床パネル部品図1(試験体C)

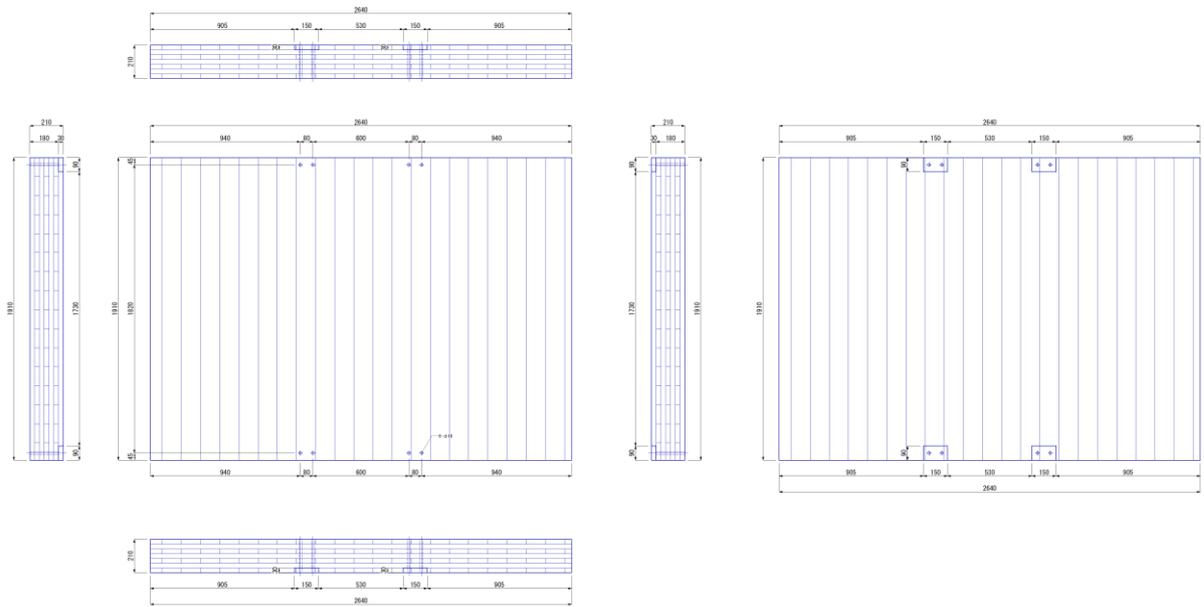


図4.2.1.11 CLT床パネル部品図2(試験体C)

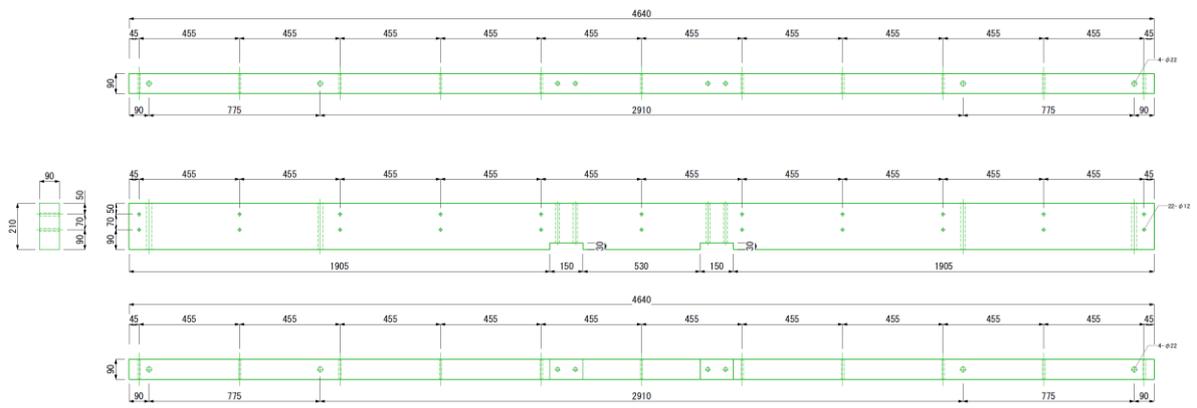


図4.2.1.12 集成材梁部品図1(試験体G)

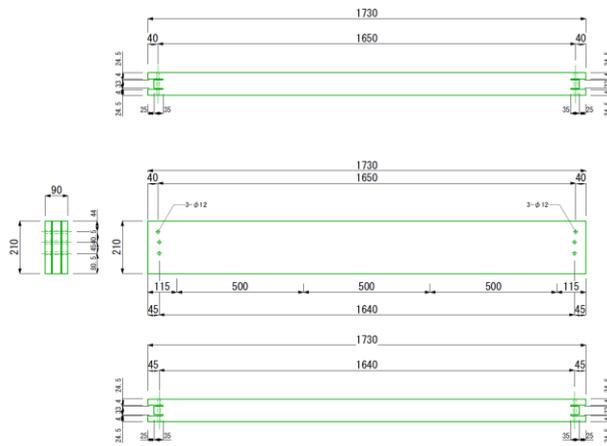


図4.2.1.13 集成材梁部品図2(試験体G)

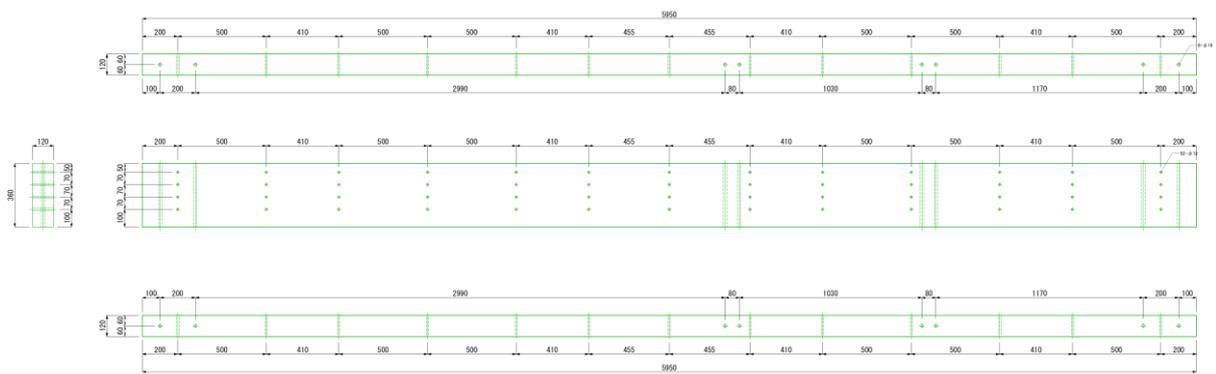


図4.2.1.14 集成材梁部品図1(加力フレーム)

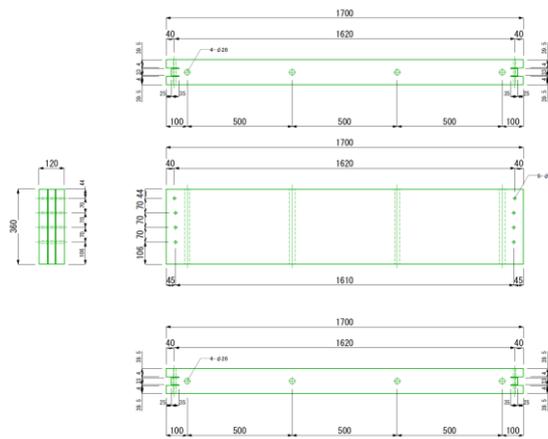


図4.2.1.15 集成材梁部品図2(加力フレーム)

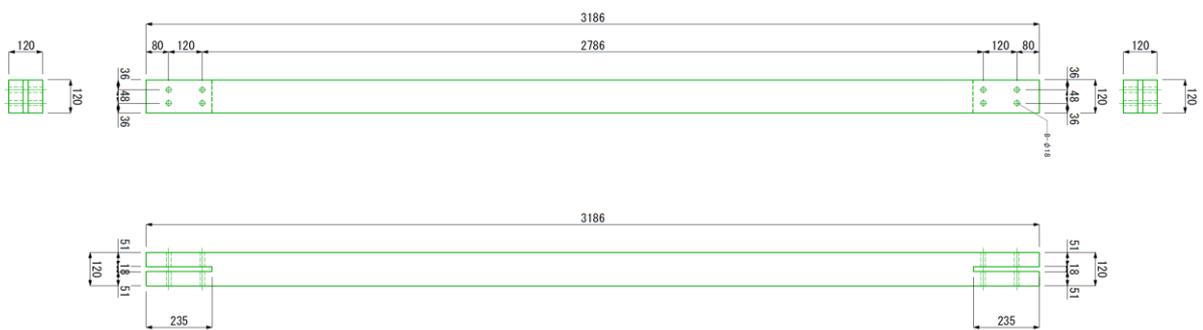


図4.2.1.16 集成材柱部品図(加力フレーム)

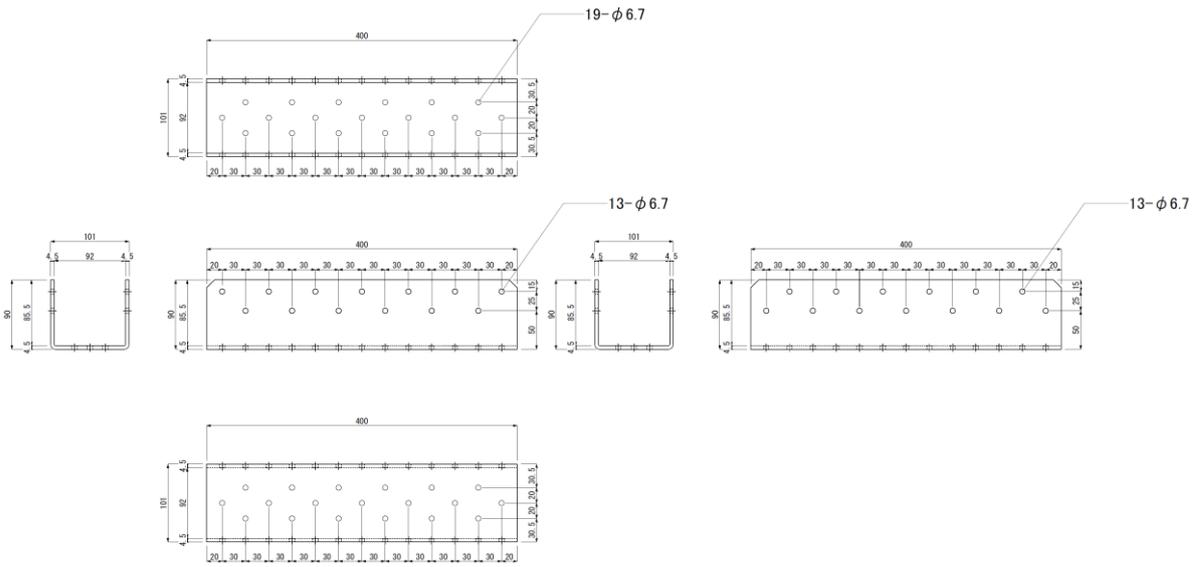


図4.2.1.17 コの字製作金物(試験体G,C共通)

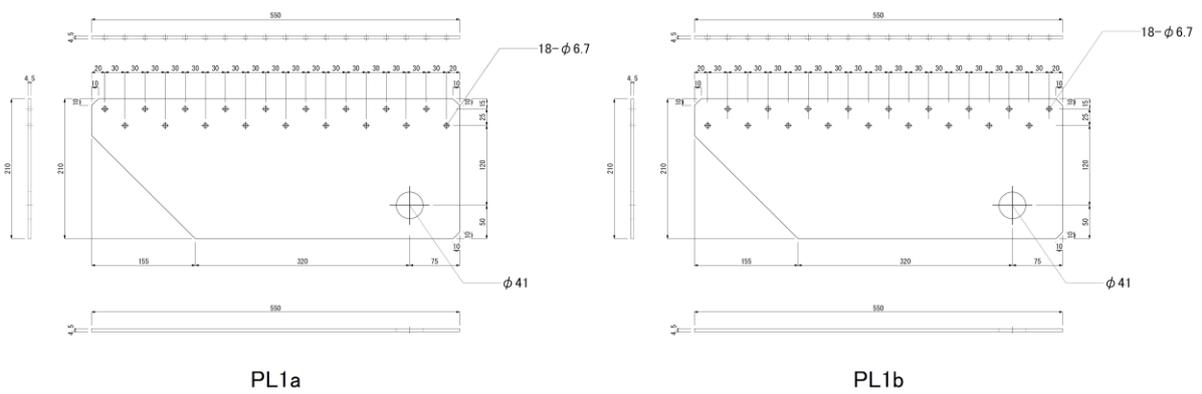


図4.2.1.18 柱脚部添え板プレート部品図(試験体G,C共通)

写真4.2.1.1～4.2.1.8に接合部を示す。



写真 4.2.1.1 壁脚接合部(試験体 G,C 共通)
ピン接合(φ40 鋼棒+PL4.5)



写真 4.2.1.2 壁脚接合部(試験体 G,C 共通)
ピン接合(φ40 鋼棒+PL4.5)



写真 4.2.1.3 壁脚接合部(試験体 G)
引張(TC-90)、せん断(コの字製作金物、SP)



写真 4.2.1.4 壁脚接合部(試験体 C)
引張(TC-90)、せん断(コの字製作金物、SP)



写真 4.2.1.5 コの字製作金物(試験体 G,C 共通)
※写真は試験体 G

4.2.2 試験体配置、倒壊防止策

試験体に積載可能な錘重量を増やすために試験体を覆うように加力フレームを設けた。試験体の設置状況を写真 4.2.2.1 に示す。試験体と加力フレームは写真 4.2.2.2 に示す両端ピンをとした接続治具で接続し、鉛直荷重は伝達せず水平力のみを伝達する機構としている。

試験体倒壊時の振動台施設の周辺架構への接触及び加振方向以外への倒壊の防止を目的として、試験体の内部に鉄骨の櫓を設置した。大変形時には試験体の水平構面が櫓上に着地させると同時に鉄骨櫓と集成材梁、CLT 床パネルを接続したワイヤーで加振方向への一定以上の変形及び加振直交方向への倒壊を防止している。なお、倒壊防止策で最大層間変位を 980mm 程度に抑えることを想定している。

図 4.2.2.1～4.2.2.2 に倒壊防止計画図を、図 4.2.2.3 に変形図を示す。

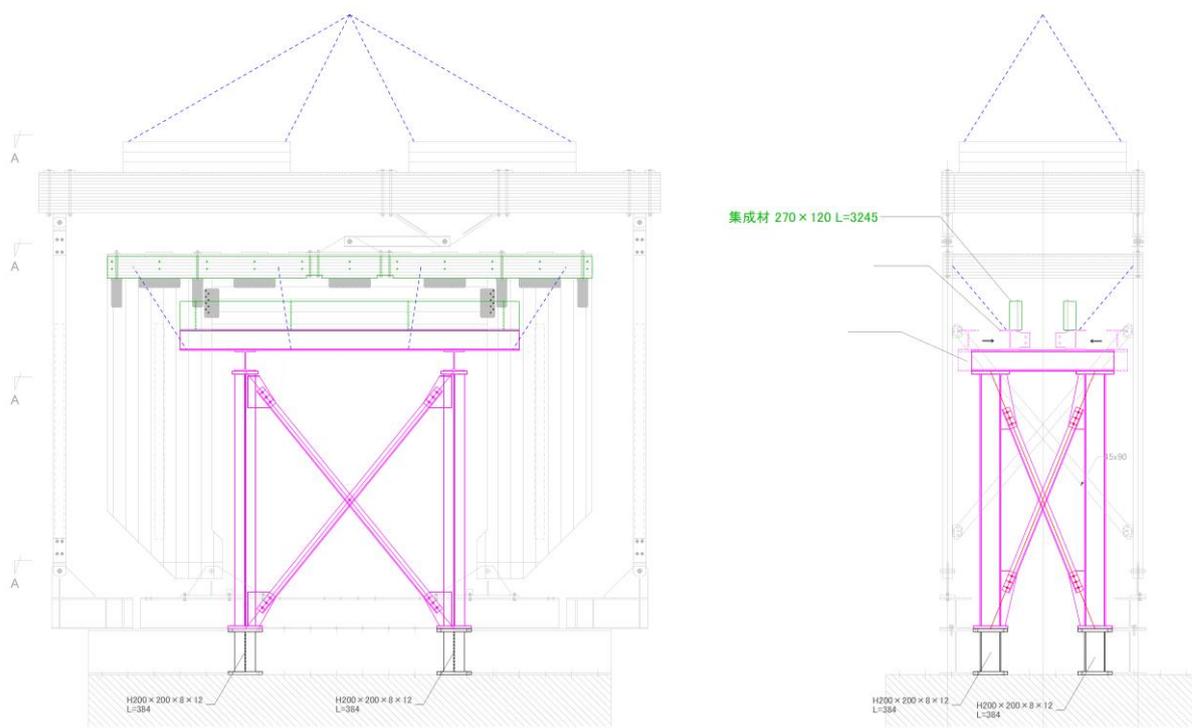


図 4.2.2.1 倒壊防止計画 軸組図

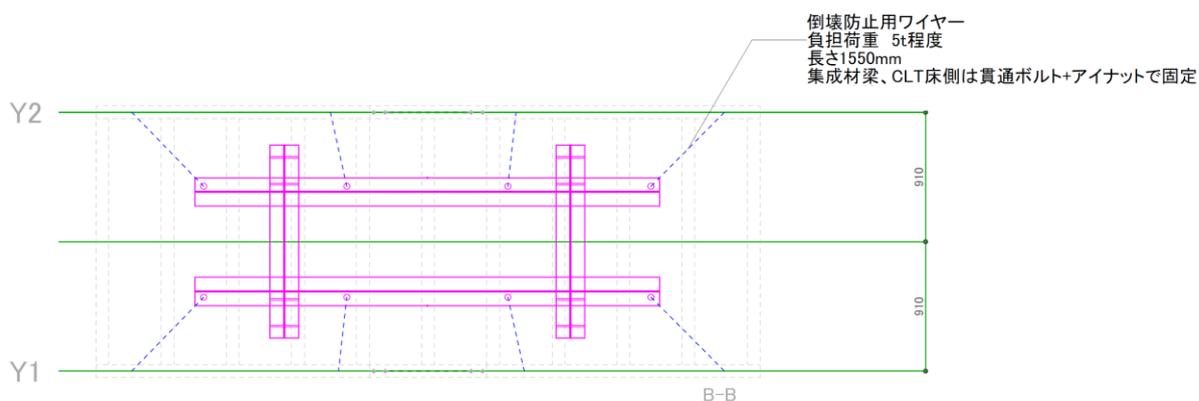


図 4.2.2.2 倒壊防止計画 伏図

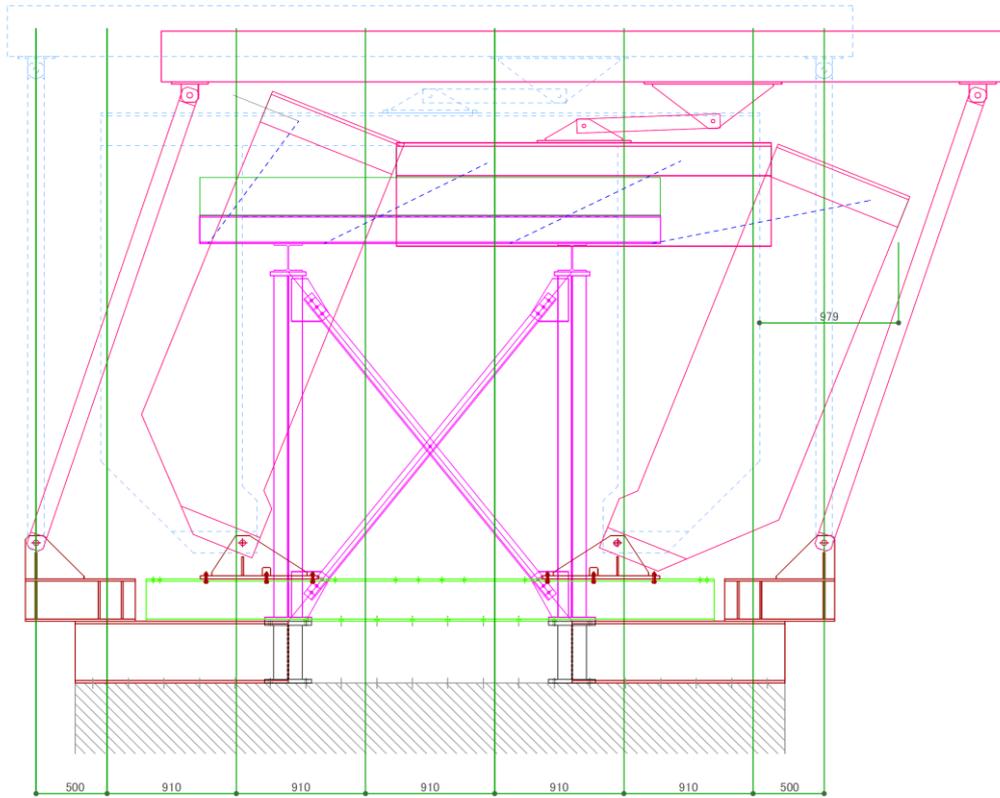


图 4.2.2.3 变形图

写真 4.2.2.1～4.2.2.6 に試験体設置状況を示す。



写真 4.2.2.1 試験体全景(試験体 G)



写真 4.2.2.2 試験体全景(試験体 C)



写真 4.2.2.3 接統治具(試験体 G,C 共通)
※写真は試験体 G



写真 4.2.2.4 鉄骨槽(試験体 G,C 共通)

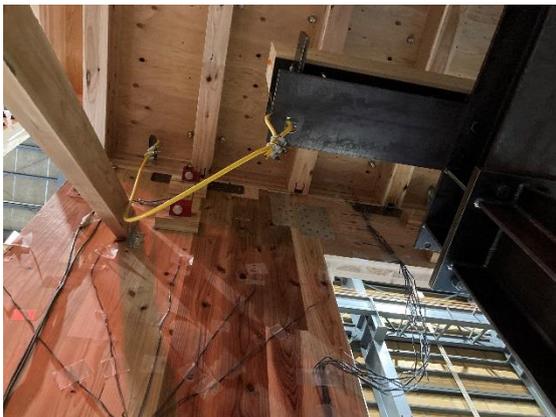


写真 4.2.2.5 倒壊防止ワイヤー(試験体 G,C 共通)
※写真は試験体 G



写真 4.2.2.6 錘揚重ワイヤー(試験体 G,C 共通)
※写真は試験体 G

4.2.3 試験体重量

試験体 G と試験体 C の総重量が概ね等しくなるように加力フレーム RF 上及び試験体 RF 上に鋼製の錘を配置した。表 4.2.3.1 に試験体重量を示す。表中に示すルート 1 検定比上限重量は、ルート 1 における許容水平耐力を $C_0=0.2$ で除した値となるように下式により算出した値である。

$$(15+1.5 \times 2) / 0.2 \times 4 = 360 \text{ kN}$$

表 4.2.3.1 試験体重量

重量内訳	試験体 G (kN)	試験体 C (kN)	参考：2022 年度試験体 (kN)
総重量	137.0	137.4	56.4
錘(加力フレーム RF 上)	117.6	117.6	-
加力フレーム	6.8	6.8	-
錘(試験体 RF 上)	5.1	1.4	49.0
試験体重量	7.4	11.5	7.4
参考：ルート 1 検定比上限重量	360	360	360

写真 4.2.3.1～写真 4.2.3.4 に錘の設置状況を示す。



写真 4.2.3.1 錘設置状況(加力フレーム)

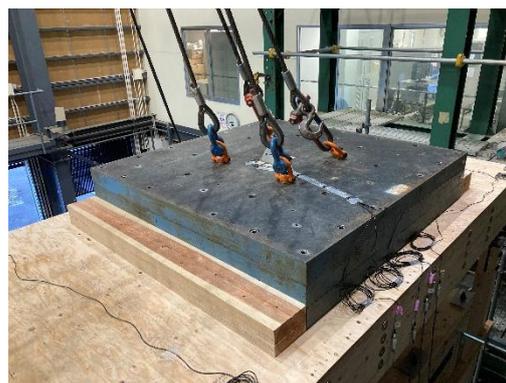


写真 4.2.3.2 錘設置状況(加力フレーム)



写真 4.2.3.3 錘設置状況(試験体 G)



写真 4.2.3.4 錘設置状況(試験体 C)

図4.2.3.1～図4.2.3.3に錘の配置図を示す。

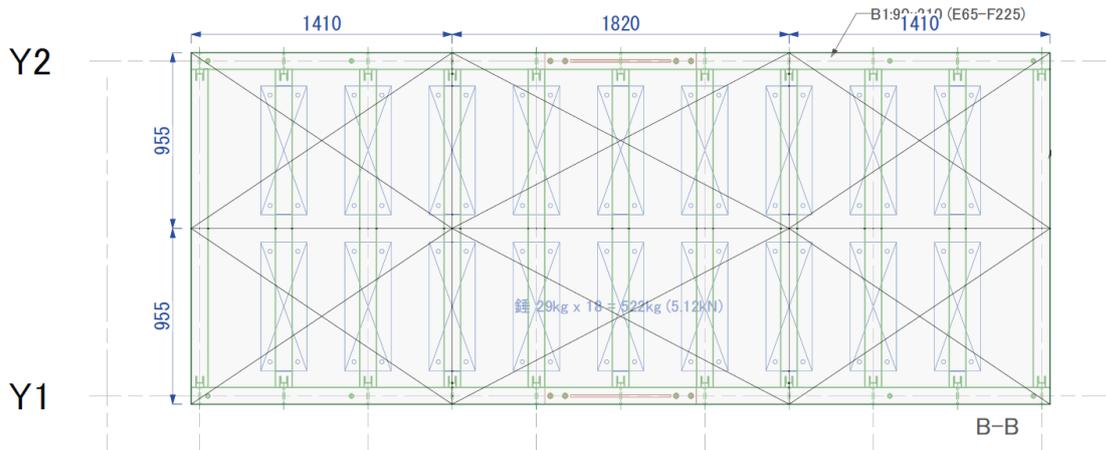


図 4.2.3.1 試験体 RF 上錘配置(試験体 G)

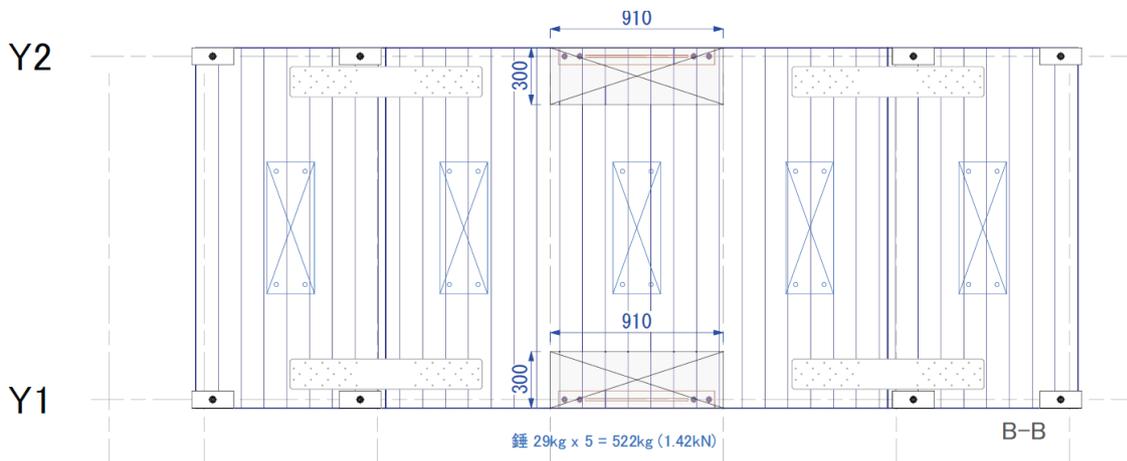


図 4.2.3.2 試験体 RF 上錘配置(試験体 G)

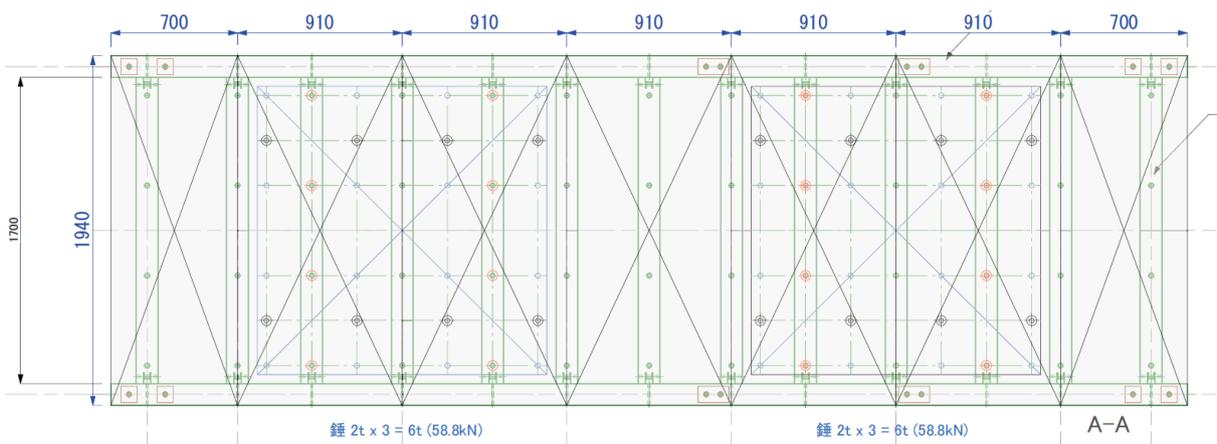


図 4.2.3.3 加力フレーム RF 上錘配置

4.2.4 計測計画

以下に計測項目を示す。

(1)振動台、鉄骨架台及び床パネルの加速度

加速度計の配置及び測定成分は以下に示す通り。

- ・振動台及び試験体 RF : X、Y の 2 方向成分
- ・加力フレーム垂上の中央 : X、Y の 2 方向成分
- ・鉄骨架台及び試験体 RF、加力フレーム RF の Y1、Y2 通り上 : 加振方向に平行な Y 方向 1 成分
- ・加力フレーム RF の X1、X2 通り上 : 加振方向に直交な X 方向 1 成分



写真 4.2.4.1 試験体床上加速度計



写真 4.2.4.2 架台上加速度計

(2)各階の層間変位

加振方向の層間変位は試験体外の鉄骨フレームから試験体及び加力フレームの RF 位置及び試験体壁脚を巻き取り変位計で計測した。計測数は Y1、Y2 通りで両方向からとし各レベル 4 か所、計 12 か所計測した。加振直交方向は X1、X3 通り付近で各階 2 か所ずつ配置した。



写真 4.2.4.3 RF 位置巻き取り変位計

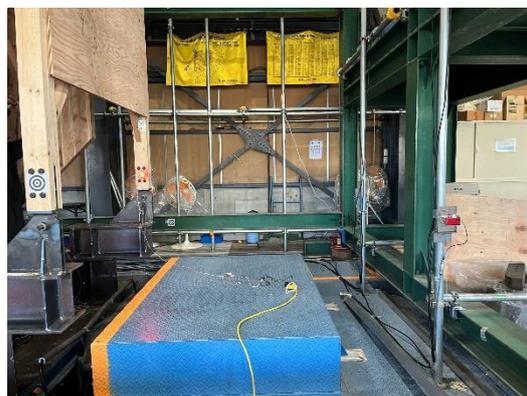


写真 4.2.4.4 壁脚部巻き取り変位計

(3)垂壁－腰壁部、壁脚部回転

壁－垂壁の回転及び壁脚の回転を巻き取り変位計で計測した。壁－垂壁の回転は垂壁上下端で壁パネルと垂れ壁パネルの相対変位を、壁脚部は壁脚に固定した巻き取り変位計から直下の架台にワイヤーを伸ばし絶対変位を計測した。



写真 4.2.4.5 壁－垂壁部巻き取り変位計



写真 4.2.4.6 壁脚部巻き取り変位計

(4)壁パネル及び垂壁パネル、集成材梁のひずみ

ひずみゲージを用いて、壁パネル及び垂壁パネル、集成材梁のひずみを計測した。

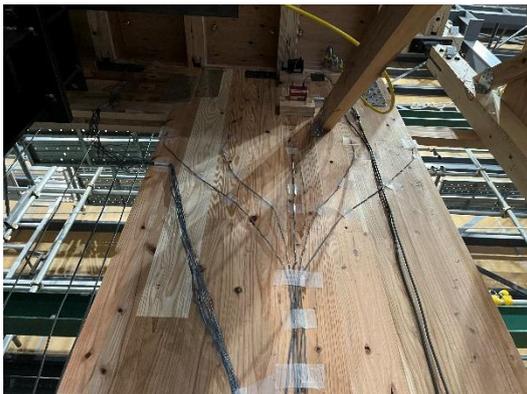


写真 4.2.4.7 壁パネルひずみゲージ



写真 4.2.4.8 垂壁パネルひずみゲージ

(5)引張金物、接続治具のひずみ

ひずみゲージを用いて、床－床引張金物(STF)及び接続治具のひずみを計測した。

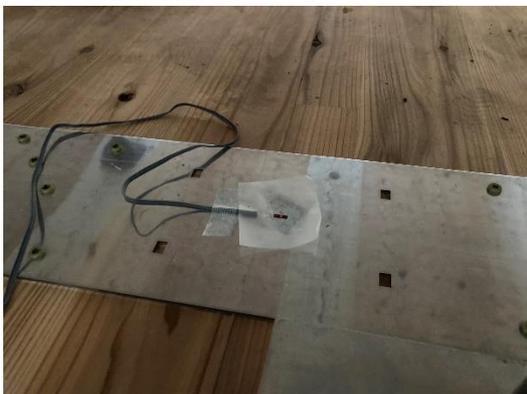


写真 4.2.4.9 壁パネルひずみゲージ



写真 4.2.4.10 垂壁パネルひずみゲージ

図 4.2.4.1～図 4.2.4.4 に計測器配置を示す。

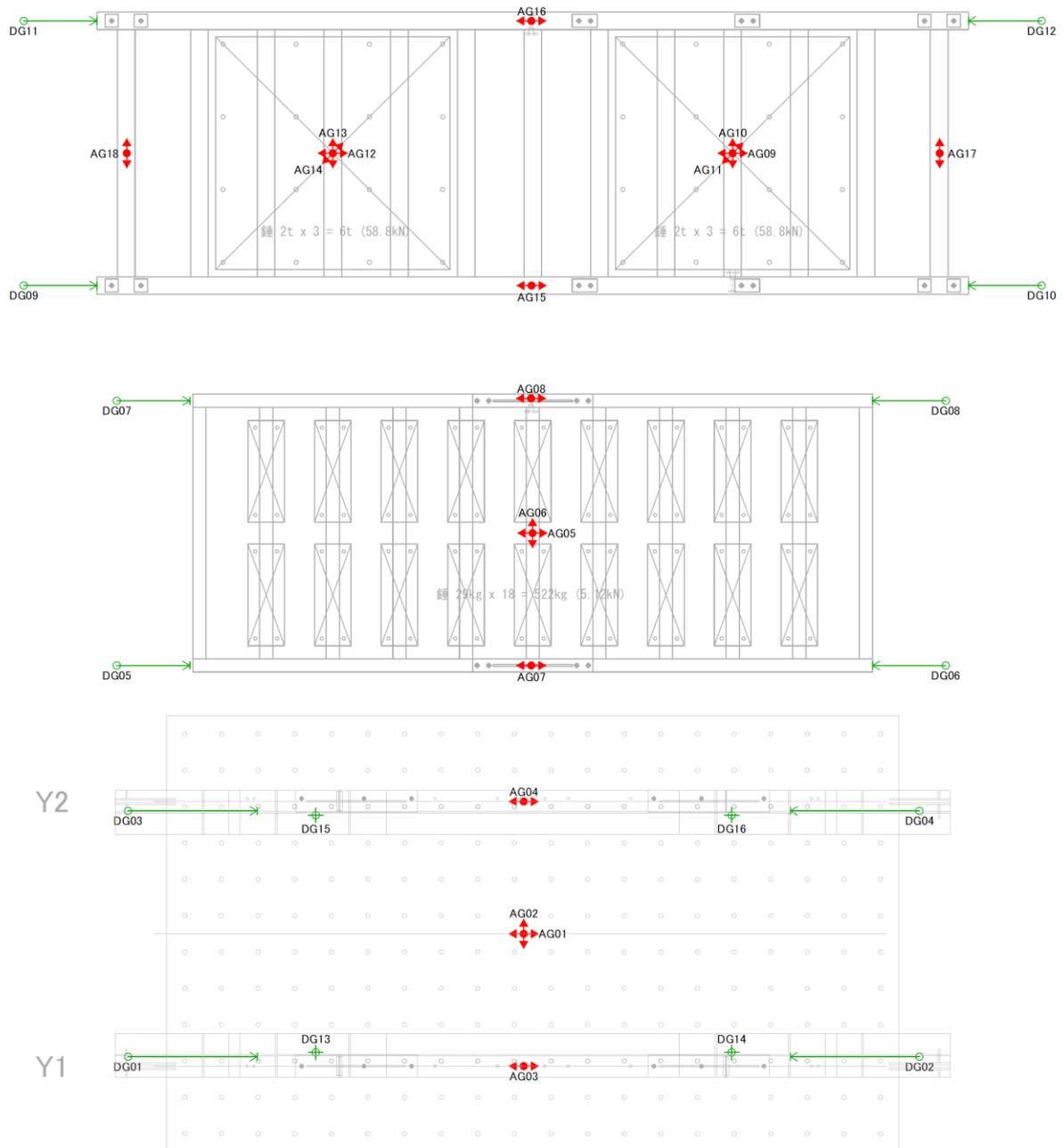


図 4.2.4.1 計測器配置 試験体 G 伏図

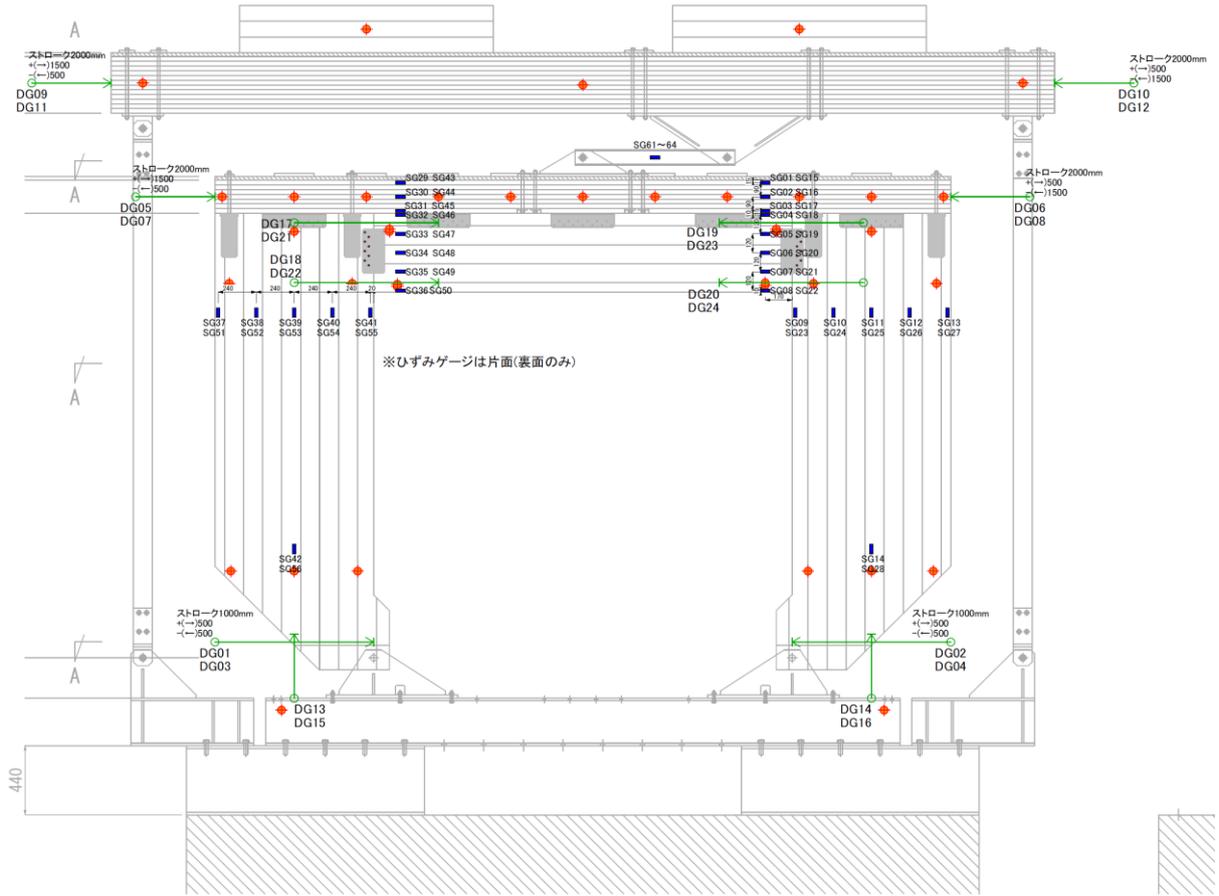


図 4.2.4.2 計測器配置 試験体 G 軸組図

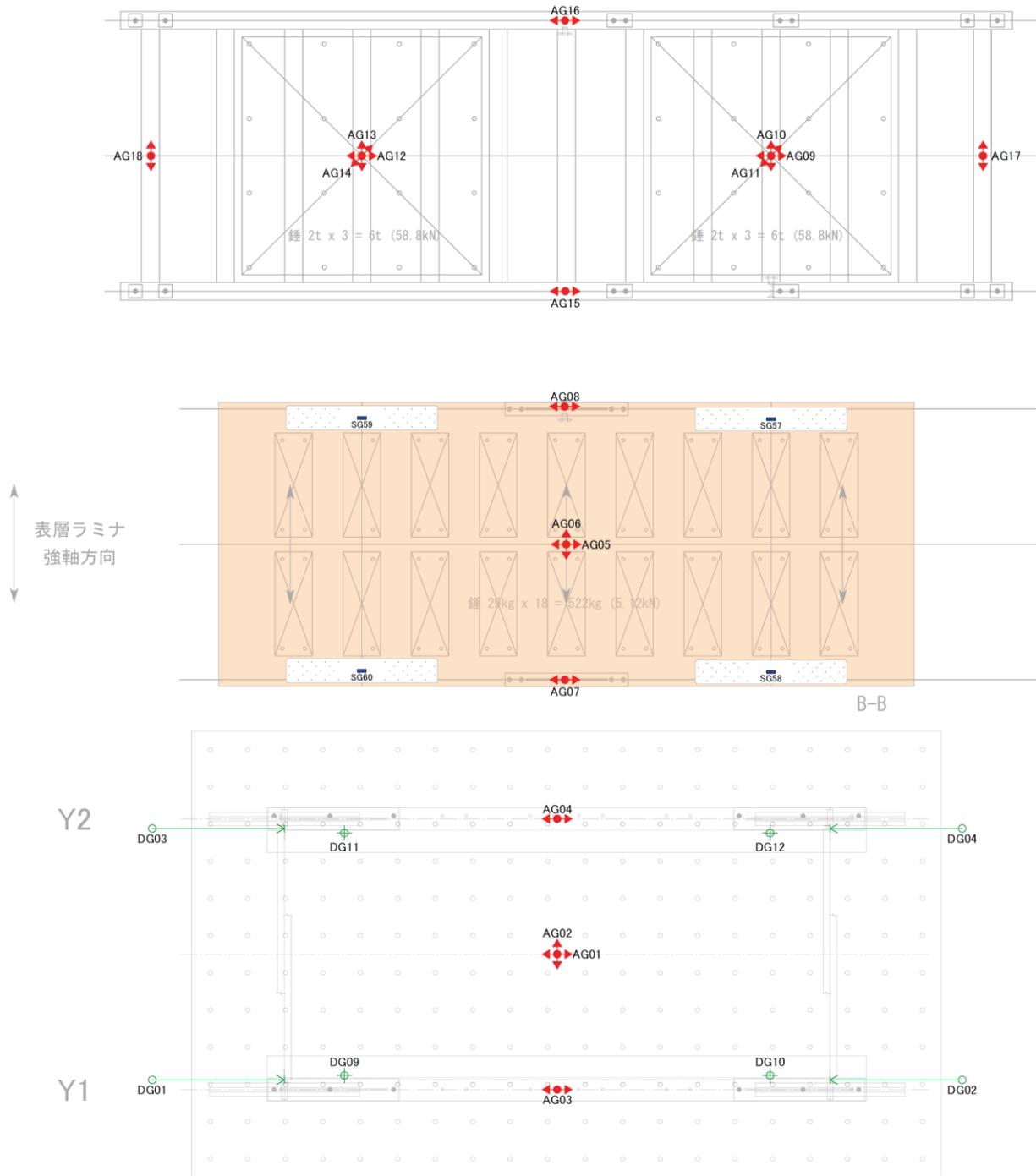


図 4.2.4.3 計測器配置 試験体 C 伏図

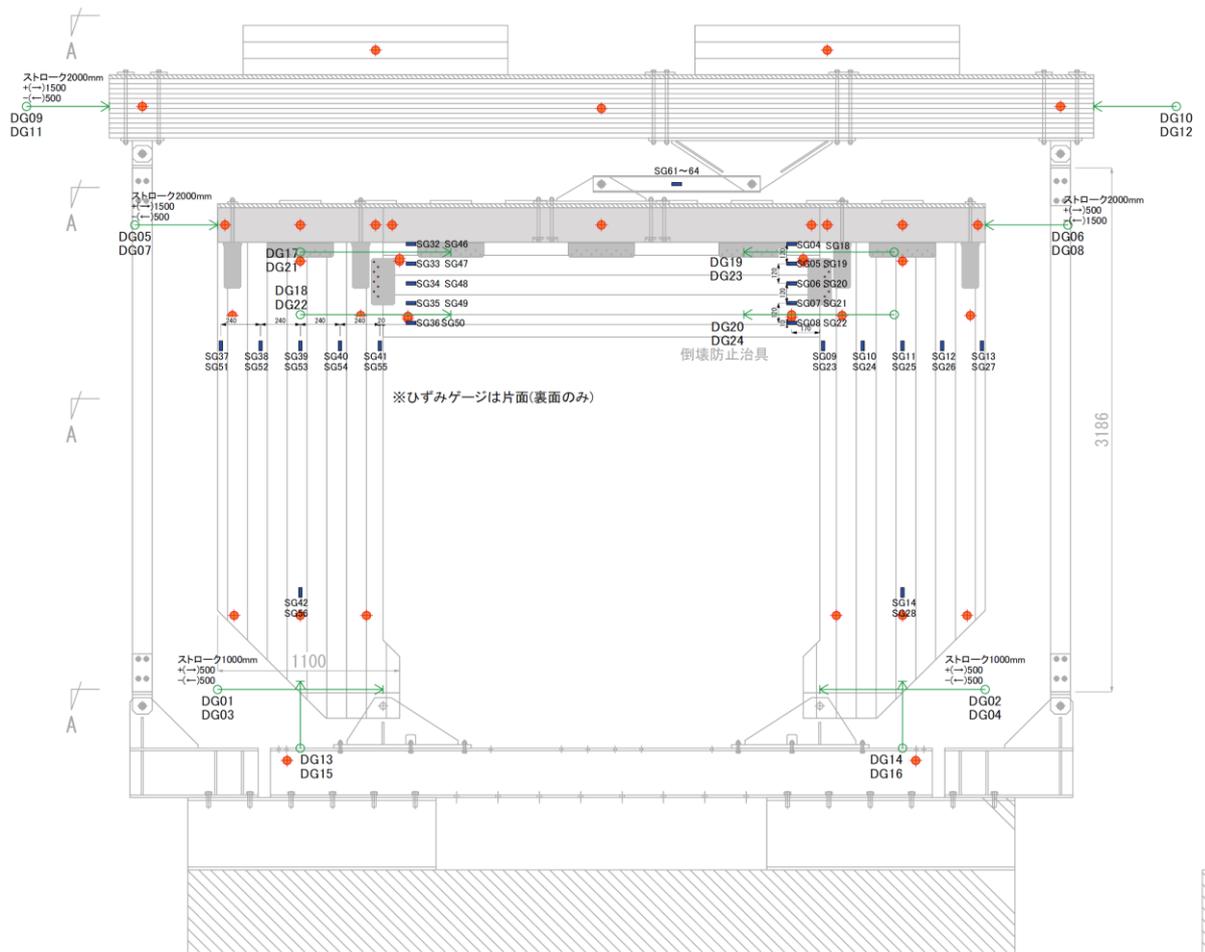


図 4.2.4.4 計測器配置 試験体 C 軸組図

表 4.2.4.1～表 4.2.4.2 に計測器リストを示す。

表 4.2.4.1 計測器リスト 試験体 G

	ケーブル(m)	box	CH	記号	項目	位置	単位	方向	測定器	所有	校正係数	定格出力	容量
1	10		1	DG01	CLT 壁脚部-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
2	20		2	DG02	CLT 壁脚部-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
3	10		3	DG03	CLT 壁脚部-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
4	20		4	DG04	CLT 壁脚部-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
5	10		5	DG05	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
6	30		6	DG06	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
7	10		7	DG07	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
8	30		8	DG08	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
9	10		9	DG09	加力フレーム屋根-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
10	30		10	DG10	加力フレーム屋根-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
11	10		11	DG11	加力フレーム屋根-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP2000C	京大	0.2	10000	2000
12	30		12	DG12	加力フレーム屋根-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
13	10		13	DG13	1F 壁脚回転	Y1 通り-X1	mm	Z	DP2000C	京大	0.2	10000	2000
14	20		14	DG14	1F 壁脚回転	Y1 通り-X2	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
15	10		15	DG15	1F 壁脚回転	Y2 通り-X1	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
16	20		16	DG16	1F 壁脚回転	Y1 通り-X2	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
17	20		17	DG17	垂壁-壁開き	Y1 通り-X1 上	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
18	20		18	DG18	垂壁-壁開き	Y1 通り-X1 下	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
19	20		19	DG19	垂壁-壁開き	Y1 通り-X2 上	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
20	20		20	DG20	垂壁-壁開き	Y1 通り-X2 下	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
21	20		21	DG21	垂壁-壁開き	Y2 通り-X1 上	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
22	20		22	DG22	垂壁-壁開き	Y2 通り-X1 下	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
23	20		23	DG23	垂壁-壁開き	Y2 通り-X2 上	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
24	20		24	DG24	垂壁-壁開き	Y2 通り-X2 下	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
30	20	1	30	SG01	Y1-梁裏(右)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
31	20	1	31	SG02		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
32	20	1	32	SG03		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
33	20	1	33	SG04	Y1-垂壁裏(右)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
34	20	1	34	SG05		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
35	20	1	35	SG06		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
36	20	1	36	SG07		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
37	20	1	37	SG08	Y1-X2 壁裏(上)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
38	20	2	38	SG09		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
39	20	2	39	SG10		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
40	20	2	40	SG11		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
41	20	2	41	SG12	Y1-X2 壁裏(下)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
42	20	2	42	SG13		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
43	20	2	43	SG14		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
44	13	3	44	SG15		Y2-梁裏(右)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0
45	13	3	45	SG16	Y2		μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
46	13	3	46	SG17	Y2		μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
47	13	3	47	SG18	Y2-垂壁裏(右)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
48	13	3	48	SG19		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
49	13	3	49	SG20		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
50	13	3	50	SG21		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
51	13	3	51	SG22	Y2-X2 壁裏(上)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
52	13	4	52	SG23		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
53	13	4	53	SG24		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
54	13	4	54	SG25		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
55	13	4	55	SG26		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
56	13	4	56	SG27		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
57	13	4	57	SG28	Y2-X2 壁裏(下)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
58	10	5	58	SG29	Y1-梁裏(左)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
59	10	5	59	SG30		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
60	10	5	60	SG31		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0

	ケーブル(m)	box	CH	記号	項目	位置	単位	方向	測定器	所有	校正係数	定格出力	容量
61	10	5	61	SG32	Y1-垂壁裏(左)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
62	10	5	62	SG33		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
63	10	5	63	SG34		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
64	10	5	64	SG35		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
65	10	5	65	SG36		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
66	10	6	66	SG37	Y1-X1 壁裏(上)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
67	10	6	67	SG38		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
68	10	6	68	SG39		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
69	10	6	69	SG40		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
70	10	6	70	SG41	Y1-X1 壁裏(下)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
71	10	6	71	SG42		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
72	10	7	72	SG43	Y2-梁裏(左)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
73	10	7	73	SG44		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
74	10	7	74	SG45		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
75	10	7	75	SG46	Y2-垂壁裏(左)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
76	10	7	76	SG47		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
77	10	7	77	SG48		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
78	10	7	78	SG49		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
79	10	7	79	SG50		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
80	10	8	80	SG51	Y2-X1 壁裏(上)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
81	10	8	81	SG52		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
82	10	8	82	SG53		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
83	10	8	83	SG54		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
84	10	8	84	SG55		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
85	10	8	85	SG56	Y2-X1 壁裏(下)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
86	20		86		Y1	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0	
87	20		87		Y1	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0	
88	10		88		Y2	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0	
89	10		89		Y2	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0	
90	20	2	90	SG61	接続治具 Y1 通り	Y1	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0
91	20	2	91	SG62	接続治具 Y1 通り	Y1	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0
92	20	4	92	SG63	接続治具 Y2 通り	Y2	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0
93	20	4	93	SG64	接続治具 Y2 通り	Y2	μ	X	FLAB-5	購入	2/2.1	0	0
100	10		100	AG01	振動台加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
101	10		101	AG02	振動台加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
102	10		102	AG03	架台加速度	Y1 通り	gal	X	ARF50A	建研			
103	10		103	AG04	架台加速度	Y2 通り	gal	X	ARF50A	建研			
104	20		104	AG05	CLT 試験体 RF 加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
105	20		105	AG06	CLT 試験体 RF 加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
106	20		106	AG07	CLT 試験体 RF 加速度	Y1 通り	gal	X	ARF50A	建研			
107	20		107	AG08	CLT 試験体 RF 加速度	Y2 通り	gal	X	ARF50A	建研			
108	20		108	AG09	錘加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
109	20		109	AG10	錘加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
110	20		110	AG11	錘加速度	中央	gal	Z	ARF50A	建研			
111	20		111	AG12	錘加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
112	20		112	AG13	錘加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
113	20		113	AG14	錘加速度	中央	gal	Z	ARF50A	建研			
114	20		114	AG15	加力フレーム RF 加速度	Y1 通り	gal	X	ARF200A	防災研			
115	20		115	AG16	加力フレーム RF 加速度	Y2 通り	gal	Y	ARF200A	防災研			
116	20		116	AG17	加力フレーム RF 加速度	X1 通り	gal	Y	ARF200A	防災研			
117	20		117	AG18	加力フレーム RF 加速度	X2 通り	gal	Z	ARF200A	防災研			

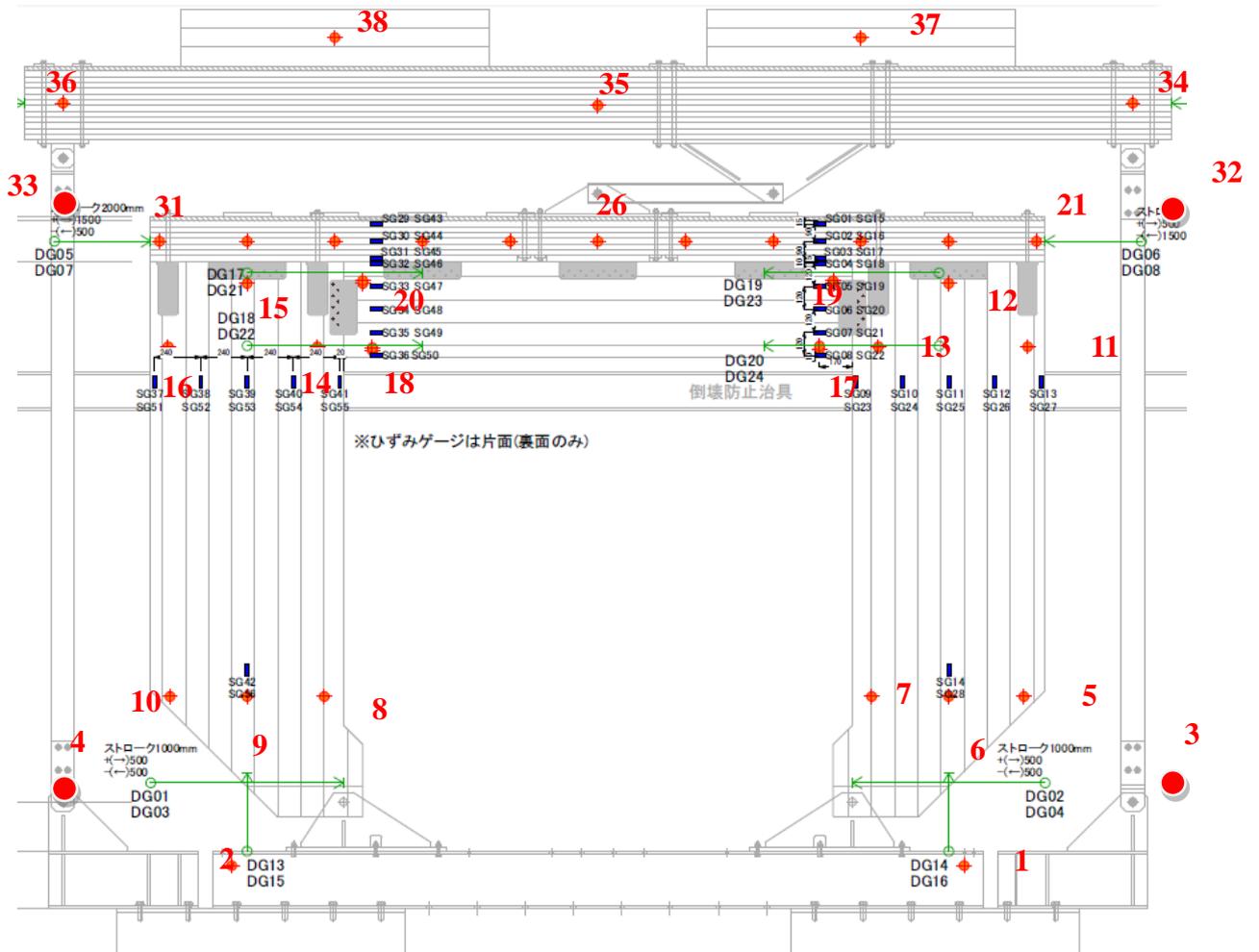
表 4.2.4.2 計測器リスト 試験体 C

	ケーブル(m)	box	CH	記号	項目	位置	単位	方向	測定器	所有	校正係数	定格出力	容量
1	10		1	DG01	CLT 壁脚部-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
2	20		2	DG02	CLT 壁脚部-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
3	10		3	DG03	CLT 壁脚部-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
4	20		4	DG04	CLT 壁脚部-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP1000E	建研	0.1	10000	1000
5	10		5	DG05	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
6	30		6	DG06	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
7	10		7	DG07	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
8	30		8	DG08	CLT 試験体屋根-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP2000E	建研	0.2	10000	2000
9	10		9	DG09	加力フレーム屋根-不動点変位	Y1 通り X1 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
10	30		10	DG10	加力フレーム屋根-不動点変位	Y1 通り X2 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
11	10		11	DG11	加力フレーム屋根-不動点変位	Y2 通り X1 側	mm	X	DP2000C	京大	0.2	10000	2000
12	30		12	DG12	加力フレーム屋根-不動点変位	Y2 通り X2 側	mm	X	DP2000E	京大	0.2	10000	2000
13	10		13	DG13	1F 壁脚回転	Y1 通り-X1	mm	Z	DP2000C	京大	0.2	10000	2000
14	20		14	DG14	1F 壁脚回転	Y1 通り-X2	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
15	10		15	DG15	1F 壁脚回転	Y2 通り-X1	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
16	20		16	DG16	1F 壁脚回転	Y1 通り-X2	mm	Z	DP1000E	京大	0.1	10000	1000
17	20		17	DG17	垂壁-壁開き	Y1 通り-X1 上	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
18	20		18	DG18	垂壁-壁開き	Y1 通り-X1 下	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
19	20		19	DG19	垂壁-壁開き	Y1 通り-X2 上	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
20	20		20	DG20	垂壁-壁開き	Y1 通り-X2 下	mm	X	DP500E	建研	0.05	10000	500
21	20		21	DG21	垂壁-壁開き	Y2 通り-X1 上	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
22	20		22	DG22	垂壁-壁開き	Y2 通り-X1 下	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
23	20		23	DG23	垂壁-壁開き	Y2 通り-X2 上	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
24	20		24	DG24	垂壁-壁開き	Y2 通り-X2 下	mm	X	DP500E	京大	0.05	10000	500
30	20		30			Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
31	20		31			Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
32	20		32			Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
33	20	1	33	SG04	Y1-垂壁裏(右)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
34	20	1	34	SG05		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
35	20	1	35	SG06		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
36	20	1	36	SG07		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
37	20	1	37	SG08		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
38	20	2	38	SG09	Y1-X2 壁裏(上)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
39	20	2	39	SG10		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
40	20	2	40	SG11		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
41	20	2	41	SG12		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
42	20	2	42	SG13	Y1-X2 壁裏(下)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
43	20	2	43	SG14		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
44	13		44	SG15	Y2-垂壁裏(右)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
45	13		45	SG16		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
46	13		46	SG17		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
47	13	3	47	SG18		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
48	13	3	48	SG19		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
49	13	3	49	SG20		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
50	13	3	50	SG21		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
51	13	3	51	SG22	Y2-X2 壁裏(上)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
52	13	4	52	SG23		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
53	13	4	53	SG24		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
54	13	4	54	SG25		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
55	13	4	55	SG26		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
56	13	4	56	SG27	Y2-X2 壁裏(下)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
57	13	4	57	SG28		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
58	10		58		Y1-垂壁裏(左)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
59	10		59			Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
60	10		60			Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
61	10	5	61	SG32		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
62	10	5	62	SG33		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
63	10	5	63	SG34		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0

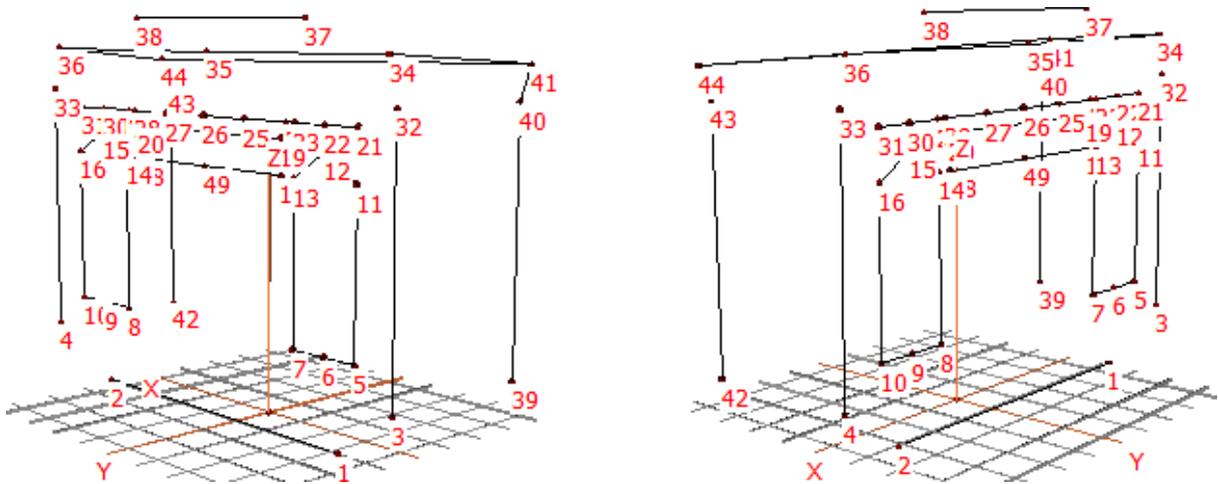
	ケーブル(m)	box	CH	記号	項目	位置	単位	方向	測定器	所有	校正係数	定格出力	容量
64	10	5	64	SG35	Y1-X1 壁裏(上)	Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
65	10	5	65	SG36		Y1	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
66	10	6	66	SG37		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
67	10	6	67	SG38		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
68	10	6	68	SG39		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
69	10	6	69	SG40		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
70	10	6	70	SG41		Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
71	10	6	71	SG42	Y1-X1 壁裏(下)	Y1	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
72	10		72		Y2-垂壁裏(左)	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
73	10		73			Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
74	10		74			Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
75	10	7	75	SG46		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
76	10	7	76	SG47		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
77	10	7	77	SG48		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
78	10	7	78	SG49		Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
79	10	7	79	SG50	Y2	μ	X	PFL-30	購入	2/2.09	0	0	
80	10	8	80	SG51	Y2-X1 壁裏(上)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
81	10	8	81	SG52		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
82	10	8	82	SG53		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
83	10	8	83	SG54		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
84	10	8	84	SG55		Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
85	10	8	85	SG56	Y2-X1 壁裏(下)	Y2	μ	Z	PFL-30	購入	2/2.09	0	0
86	20	1	86	SG57	SFT Y1-X2	Y1	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
87	20	3	87	SG58	SFT Y2-X2	Y1	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
88	10	6	88	SG59	SFT Y1-X1	Y2	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
89	10	7	89	SG60	SFT Y2-X1	Y2	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
90	20	2	90	SG61	接続治具 Y1 通り	Y1	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
91	20	2	91	SG62	接続治具 Y1 通り	Y1	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
92	20	4	92	SG63	接続治具 Y2 通り	Y2	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
93	20	4	93	SG64	接続治具 Y2 通り	Y2	μ	X	FLAB-5	購入		0	0
100	10		100	AG01	振動台加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
101	10		101	AG02	振動台加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
102	10		102	AG03	架台加速度	Y1 通り	gal	X	ARF50A	建研			
103	10		103	AG04	架台加速度	Y2 通り	gal	X	ARF50A	建研			
104	20		104	AG05	CLT 試験体 RF 加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
105	20		105	AG06	CLT 試験体 RF 加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
106	20		106	AG07	CLT 試験体 RF 加速度	Y1 通り	gal	X	ARF50A	建研			
107	20		107	AG08	CLT 試験体 RF 加速度	Y2 通り	gal	X	ARF50A	建研			
108	20		108	AG09	錘加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
109	20		109	AG10	錘加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
110	20		110	AG11	錘加速度	中央	gal	Z	ARF50A	建研			
111	20		111	AG12	錘加速度	中央	gal	X	ARF50A	建研			
112	20		112	AG13	錘加速度	中央	gal	Y	ARF50A	建研			
113	20		113	AG14	錘加速度	中央	gal	Z	ARF50A	建研			
114	20		114	AG15	加力フレーム RF 加速度	Y1 通り	gal	X	ARF200A	防災研			
115	20		115	AG16	加力フレーム RF 加速度	Y2 通り	gal	Y	ARF200A	防災研			
116	20		116	AG17	加力フレーム RF 加速度	X1 通り	gal	Y	ARF200A	防災研			
117	20		117	AG18	加力フレーム RF 加速度	X2 通り	gal	Z	ARF200A	防災研			

(6)画像計測

試験体及び架台に、LED マーカーと紙マーカーを設置し、画像計測による計測を行った。図 4.2.4.5 ~4.2.4.6 にマーカーの番号と位置を示す。

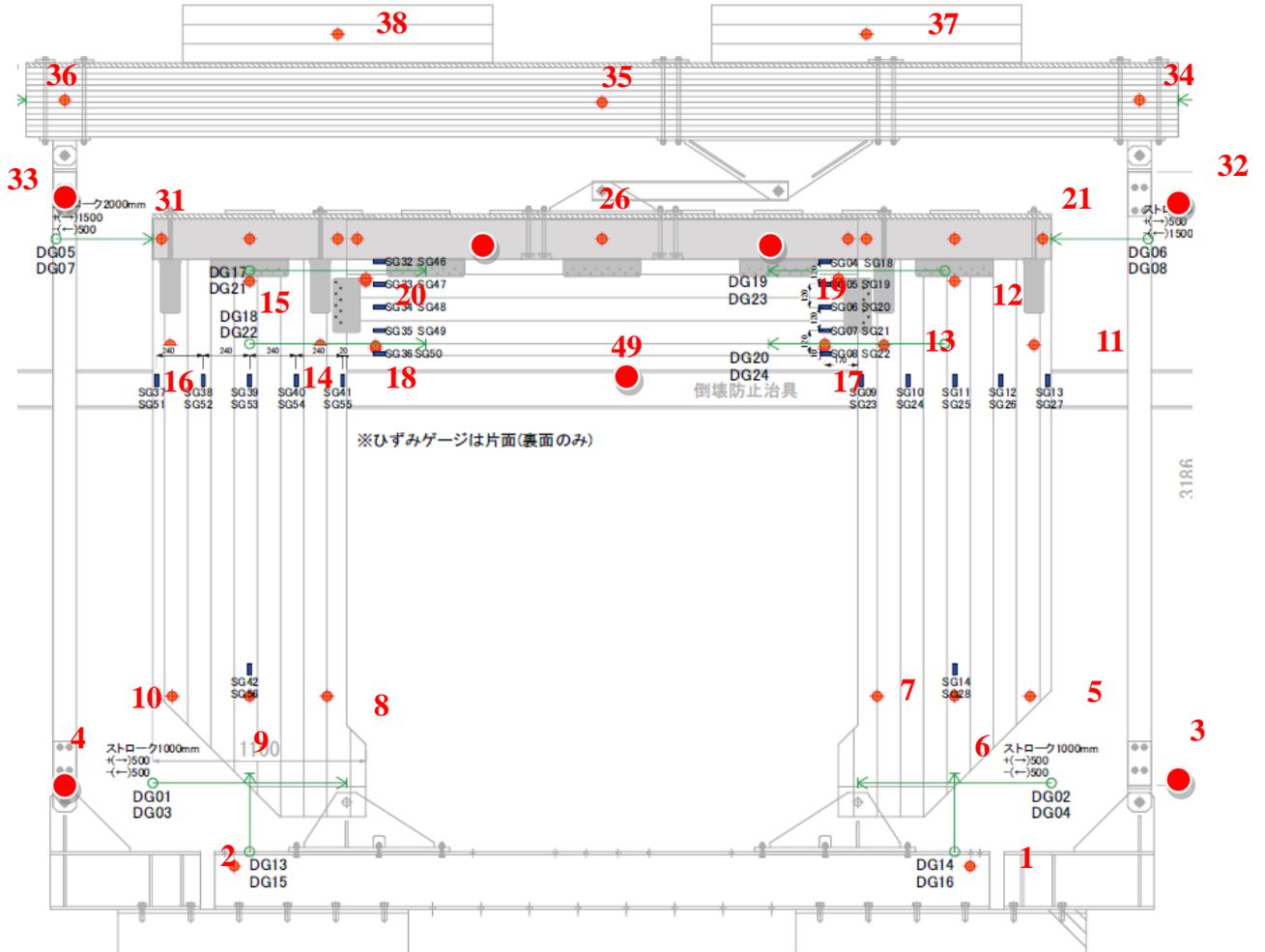


(a)軸組図

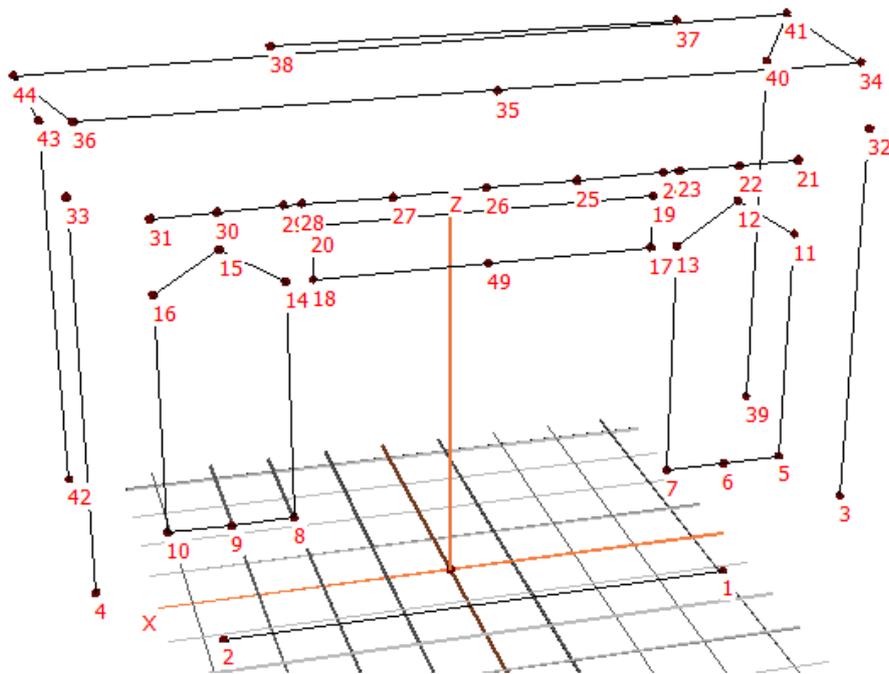


(b)フレーム図

図 4.2.4.5 試験体 G のマーカー配置



(a)軸組図



(b)フレーム図

図 4.2.4.6 試験体 C のマーカー配置

4.3 入力波の設定

図 4.3.1 に 2022 年度の試験体の A- Δ 関係と入力候補波の Sa-Sd 関係を示す。2022 年度の試験体の A- Δ 関係に関しては、事前解析結果の加速度を 2.4 で除した値も併記しており、これは本年度の試験体重量(137.0kN)と 2022 年度の試験体重量(56.7kN)の比で除すことで本年度の応答変位を予測するためである。図 4.3.1 より、振動台実験の入力波候補を試験体 G、試験体 C とともに下記とする。

- ・JMA 神戸 NS 波
- ・JR 鷹取 NS 波

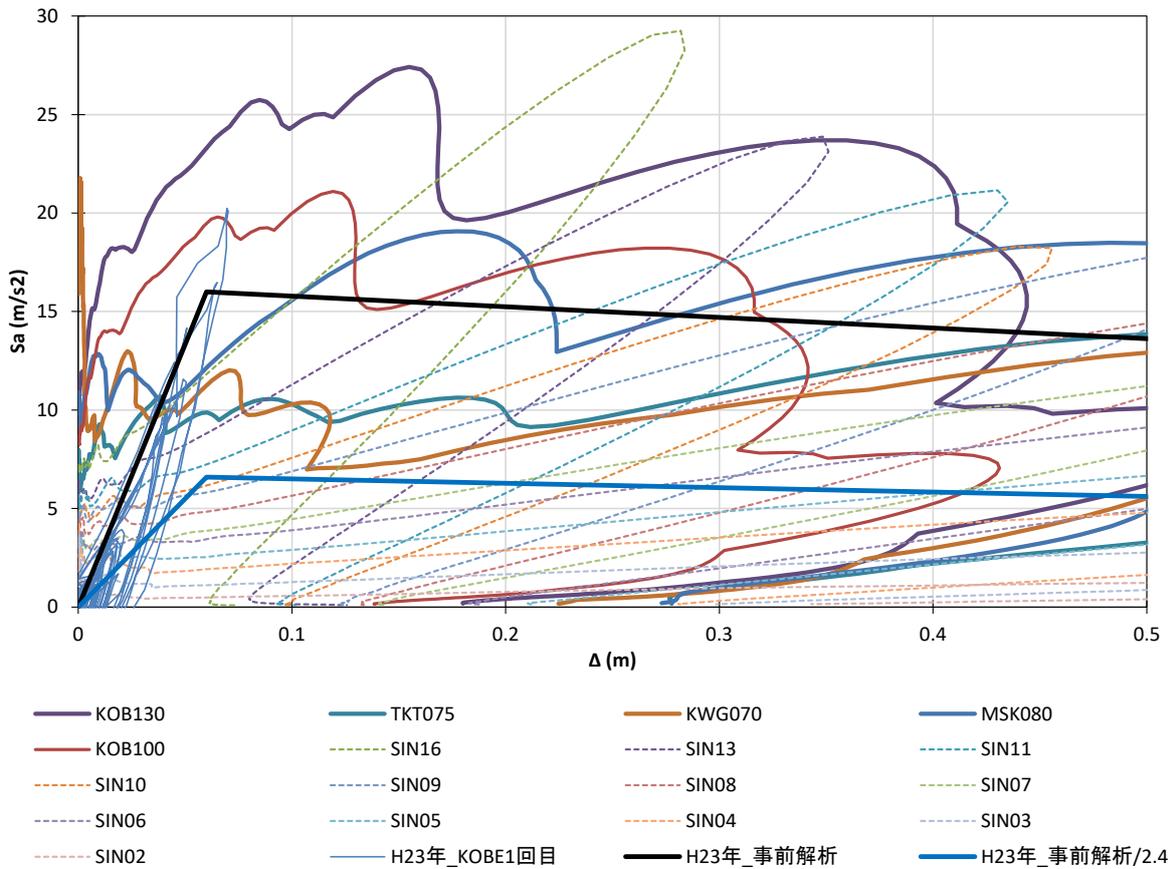


図 4.3.1 入力波候補の Sa-Sd(h=0.1)

4.4 試験結果

4.4.1 加振スケジュール

表 4.4.1.1 に加振スケジュールを示す。

1/17(水) 試験体 G 表 4.4.1.1 加振スケジュール

時刻	所要時間	作業	備考
8:30		集合	
8:30	0:30	試験体補強部材撤去等、加振前損傷観察	
9:00	0:30	振動台起動、暖機	
9:25	0:15	01_WN20 計測器確認用ホワイトノイズ入力	集計 Excel 確認
9:40	0:10	02_JMA100 神戸 NS 波-100%入力	試験終了
9:50		振動台停止	
		安全確認、損傷観察	
		試験体撤去、試験体入れ替え	

1/24(水) 試験体 C

時刻	所要時間	作業	備考
8:30		集合	
8:30	0:30	試験体補強部材撤去等、加振前損傷観察	
9:00	0:30	振動台起動、暖機	
9:25	0:15	01_WN20 計測器確認用ホワイトノイズ入力	集計 Excel 確認
9:35	0:15	02_JMA100 神戸 NS 波 100%入力	
9:50	0:10	03_JRTAK75 神戸 NS 波 75%入力	試験終了
10:00		振動台停止	
		安全確認、損傷観察	
		試験体撤去	
終了			

4.4.2 層せん断力－層間変位関係

(1) 層せん断力、層間変位の算出方法

層せん断力及び層間変位の算出は以下による。

層間変位 : 床レベル変位－脚部変位

床水平力 : 床加速度×床重量+床回転角 $\tan\theta$ ×床重量^{※1}

フレーム水平力 : フレーム加速度×フレーム重量+フレーム回転角 $\tan\theta$ ×フレーム重量^{※1}

連結材軸力 : 連結材断面積×連結材ひずみ×連結材 $E(205\text{kN/mm}^2) \times 1.1$ ^{※2}

※1 P-d 効果水平力を考慮

※2 係数 1.1 は連結材の圧縮試験結果におけるロードセル測定値とひずみ値からの算定値の比から算出した。

(2) 層せん断力－層間変位曲線

試験体 G の層せん断力－層間変形角関係を図 4.4.2.1 に示す。層間変位 120mm(1/23rad)程度で集成材梁の折損による荷重低下後、層間変位 300mm(1/9.4rad)程度まで 50kN 程度の耐力を保持した。フレーム水平力と連結材軸力を比較すると連結材軸力の値が高い傾向が見られた。

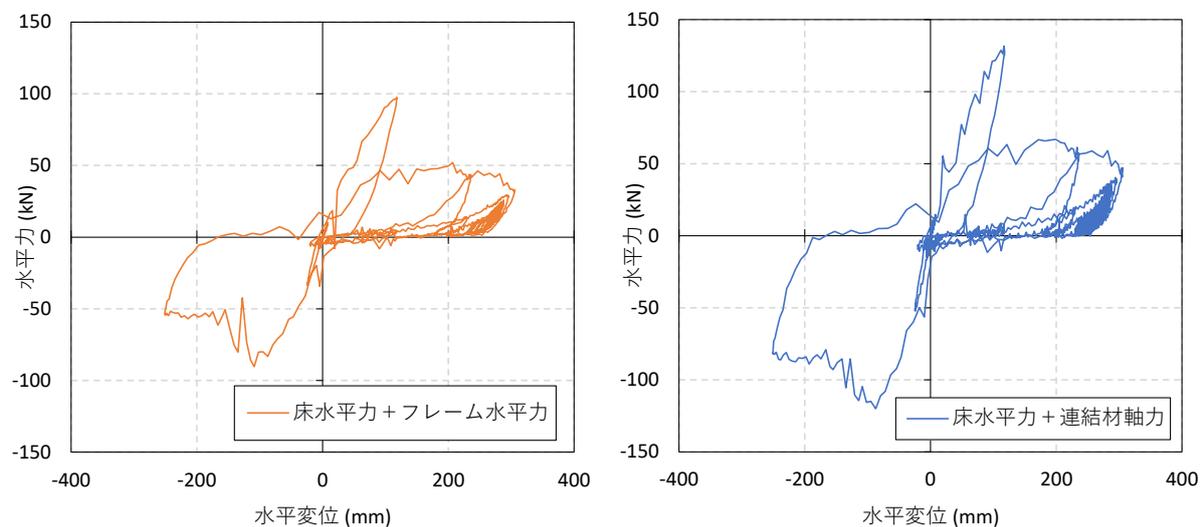


図 4.4.2.1 層せん断力－層間変位曲線 試験体 G 神戸 100%

試験体 C の層せん断力－層間変形角関係を図 4.4.2.2～4.4.2.3 に示す。1 加振目の JMA 神戸 100% 入力
 で層間変位 250mm(1/11.3rad)程度まで変形し 75kN 程度の耐力を保持した。2 加振目の JR 鷹取 75%では祖
 層間変位 300mm(1/9.4rad)程度で床パネル引張金物の STF の剥がれにより試験体が壁－垂壁接続位置で 3
 分割された。フレーム水平力と連結材軸力を比較すると連結材軸力の値が高い傾向が見られた。

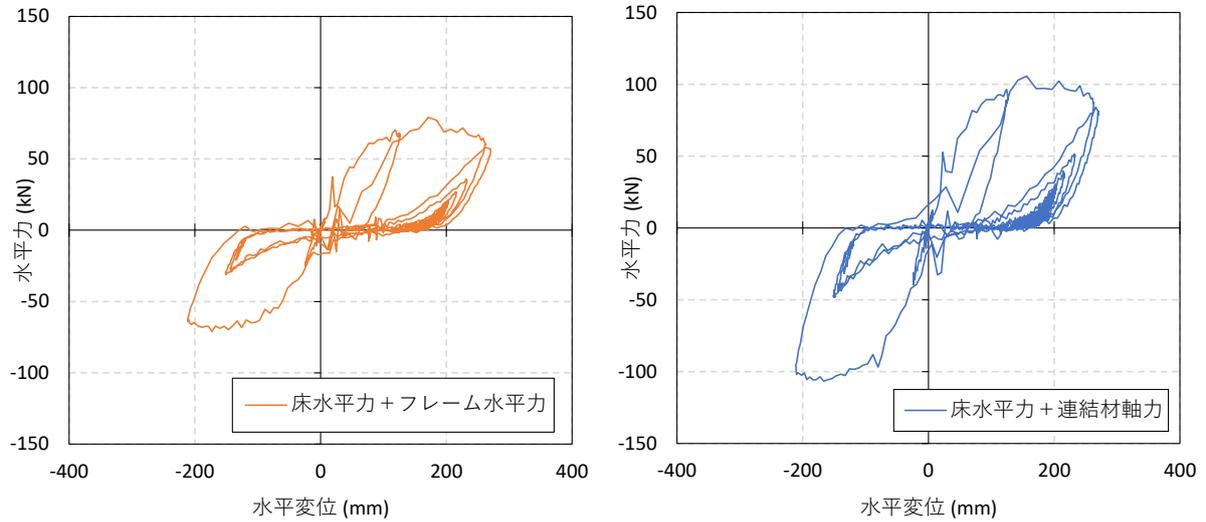


図 4.4.2.2 層せん断力－層間変位曲線 試験体 C 神戸 100%

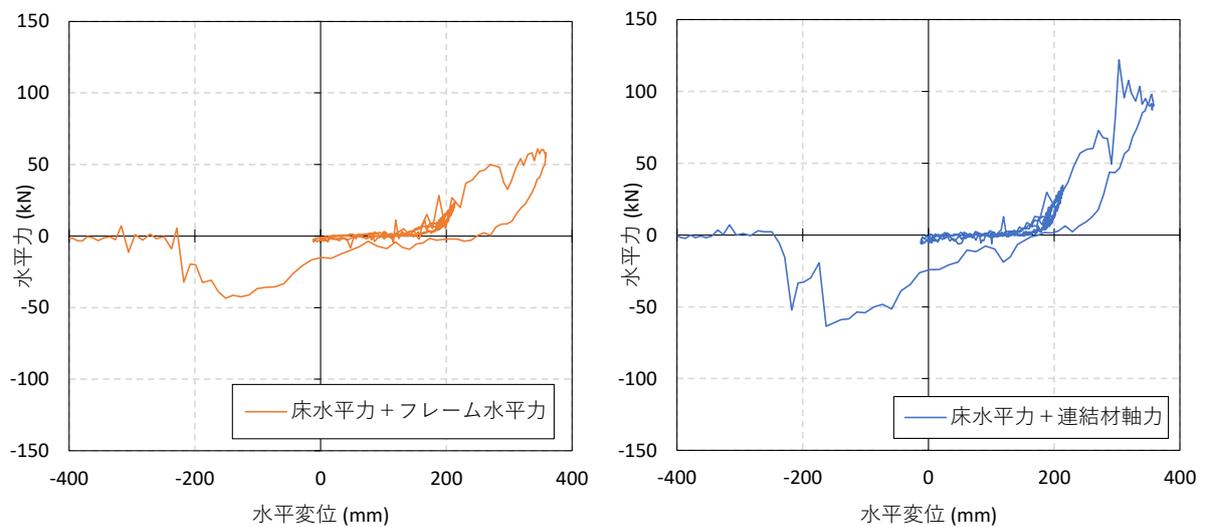


図 4.4.2.3 層せん断力－層間変位曲線 試験体 C 鷹取 75%

4.4.3 接合部のモーメント－回転角関係

(1) 接合部のモーメント－回転角の算出方法

接合部のモーメント及び回転角の算出方法の算出は以下による。

モーメント：水平力(kN)×階高(2820mm)/1000/2

層間変形角：層間変位(mm)/階高(2820mm)×1000

(2) 接合部のモーメント－回転角関係

各試験体の層せん断力－層間変形角関係を図 4.4.3.1～4.4.3.3 に示す。モーメントの算出には床水平力＋フレーム水平力の値を用いた。振動台実験の結果に加え、垂壁－接合部の要素実験(参考「第 3 章 垂壁－壁接合部の水平加力(面内曲げ)実験」)の結果を示す。

試験体 G は、荷重低下までは振動台実験が接合部試験よりも荷重が大きく、荷重低下後は振動台実験と接合部試験の結果が概ね整合していた。試験体 C は、最大荷重は振動台実験の方が高く、変形能力は接合部試験の方が高い結果であった。試験体 C で振動台実験の変形能力が低かった要因として、床パネル引張金物の STF 接合部に生じる浮き上がり方向の変形により、SFT が剥がれてしまったためと考えられる。

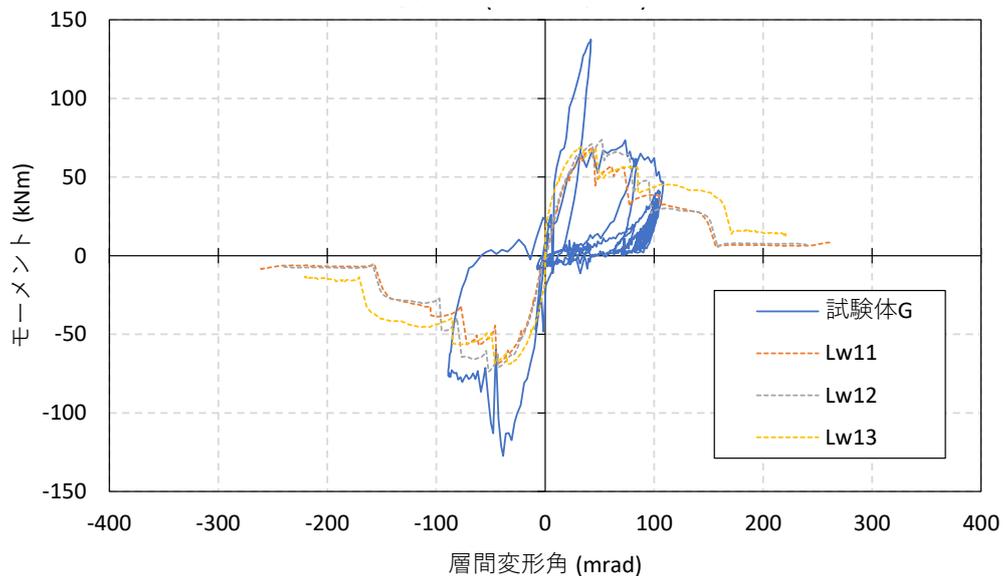
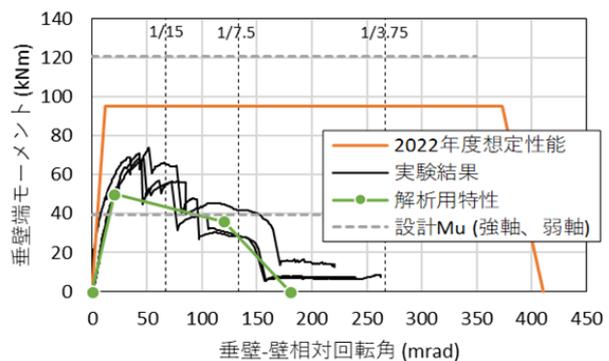


図 4.4.3.1 接合部のモーメント－回転角関係 試験体 C 神戸 100%



参考：対応する接合部要素試験 Lw1

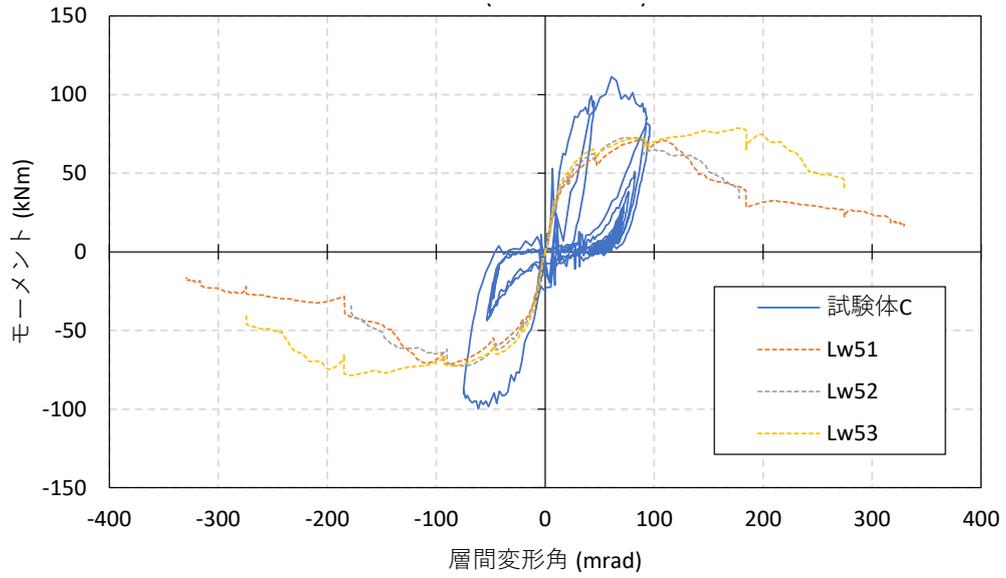


図 4.4.3.2 接合部のモーメント-回転角関係 試験体 C 神戸 100%

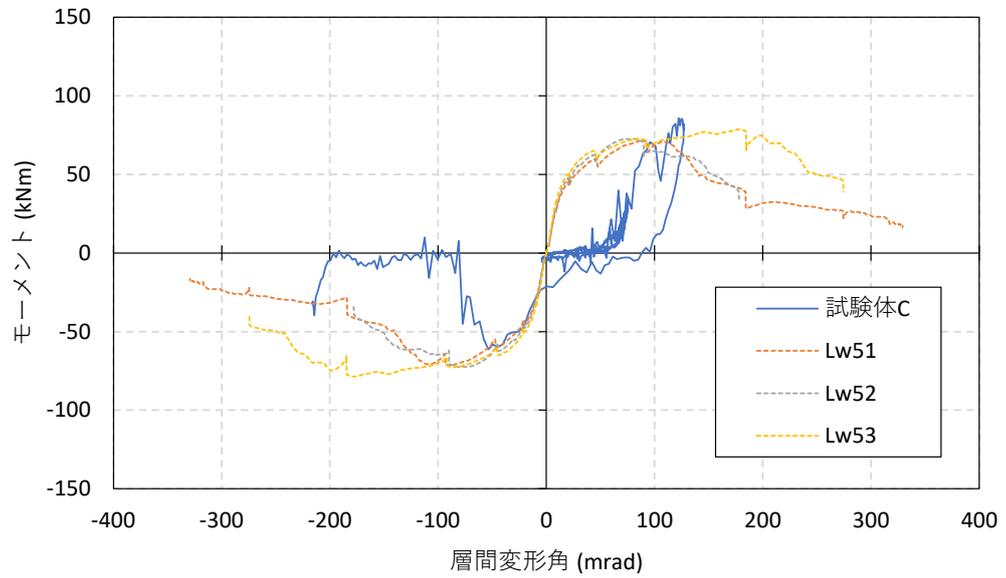
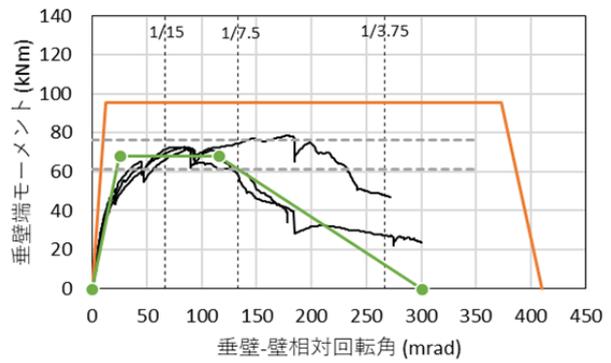


図 4.4.3.3 接合部のモーメント-回転角関係 試験体 C 神戸 100%



参考：対応する接合部要素試験 Lw5

4.4.4 試験体の損傷状況

写真 4.4.4.1～4.4.4.12 に JMA 神戸 100%入力後の試験体 G の損傷状況を示す。

試験体 G JMA 神戸 100%後



写真 4.4.4.1 加振終了後全景



写真 4.4.4.2 加振終了後全景



写真 4.4.4.3 集成材梁折損 垂壁端部めり込み
Y1 通り X1 側



写真 4.4.4.4 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y1 通り X2 側



写真 4.4.4.5 集成材梁折損 垂壁端部めり込み
Y2 通り X1 側



写真 4.4.4.6 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y2 通り X2 側

試験体 G JMA 神戸 100%後

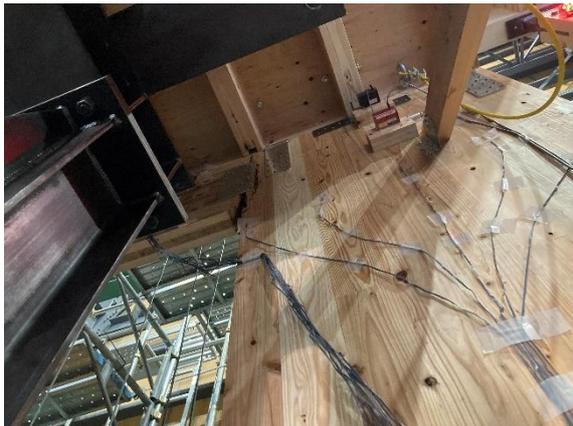


写真 4.4.4.7 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y2 通り X2 側

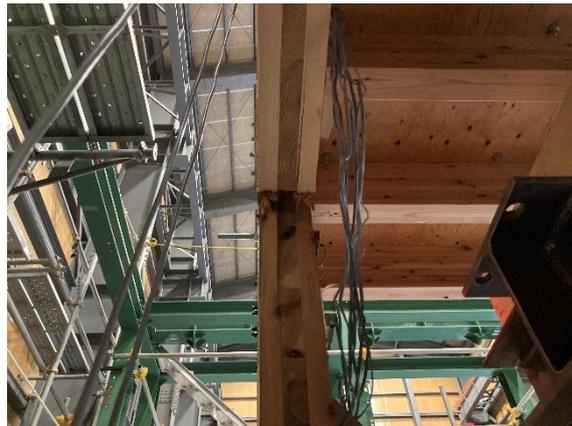


写真 4.4.4.8 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y2 通り X2 側



写真 4.4.4.9 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y2 通り X2 側



写真 4.4.4.10 集成材梁折損 垂壁端部開き
Y2 通り X2 側



写真 4.4.4.11 集成材梁折損 垂壁端部めり込み
Y2 通り X1 側

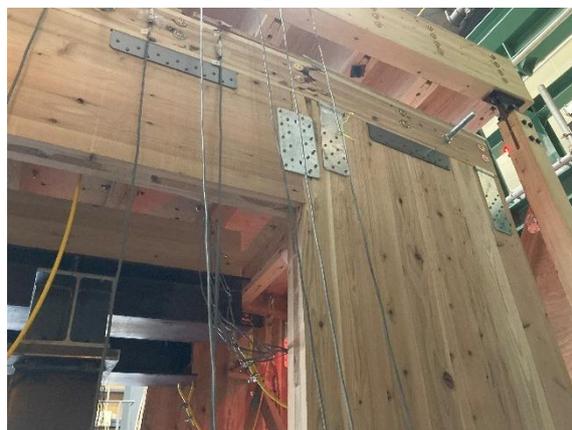


写真 4.4.4.12 集成材梁折損 垂壁端部めり込み
Y2 通り X1 側

写真 4.4.4.13～4.4.4.18 に JMA 神戸 100%入力後の試験体 C の損傷状況を示す。

試験体 C JMA 神戸 100%後



写真 4.4.4.13 加振終了後全景



写真 4.4.4.14 加振終了後全景



写真 4.4.4.15 垂壁端部めり込み
Y1 通り X1 側



写真 4.4.4.16 垂壁端部開き
Y1 通り X2 側



写真 4.4.4.17 壁脚部
Y1 通り X1 側



写真 4.4.4.18 壁脚部
Y1 通り X2 側

写真 4.4.4.19～4.4.4.28 に JR 鷹取 75%入力後の試験体 C の損傷状況を示す。

試験体 C JR 鷹取 75%後



写真 4.4.4.19 加振終了後全景



写真 4.4.4.20 加振終了後全景

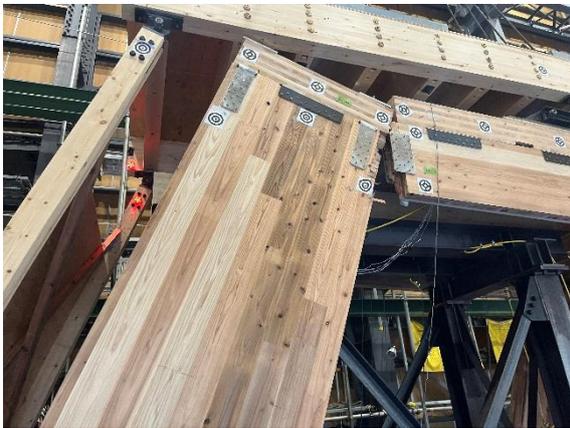


写真 4.4.4.21 床パネル離れ、垂壁端部開き
Y1 通り X1 側

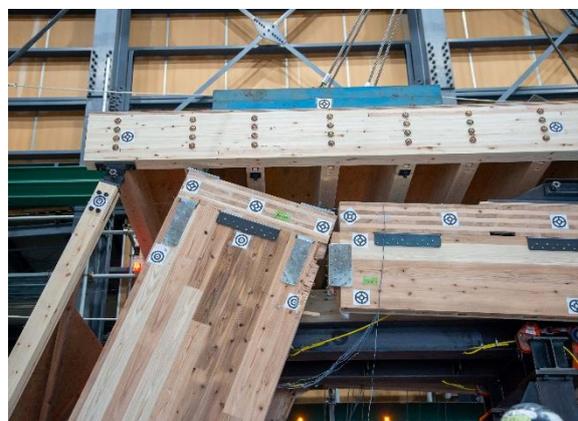


写真 4.4.4.22 床パネル離れ、垂壁端部開き
Y1 通り X1 側

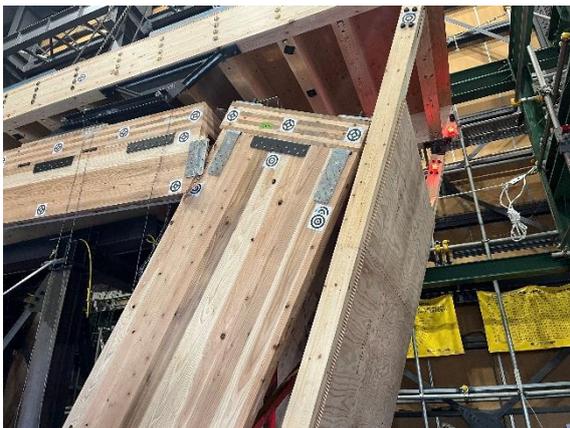


写真 4.4.4.23 床パネル離れ、垂壁端部開き
Y1 通り X2 側

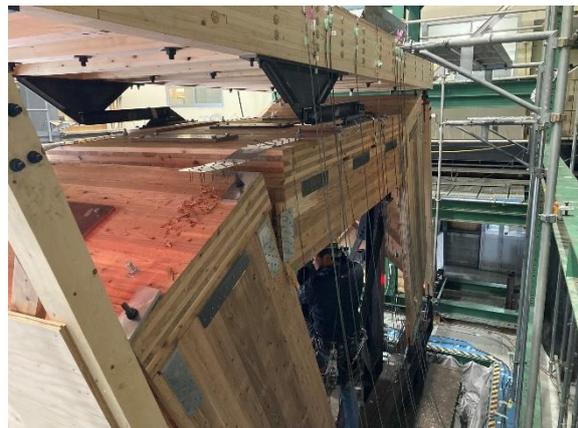


写真 4.4.4.24 床パネル離れ、垂壁端部開き
Y2 通り X2 側

試験体 C JR 鷹取 75%後

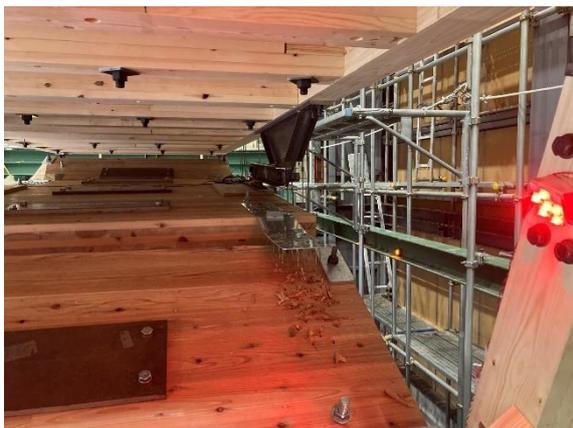


写真 4.4.4.25 SFT 剥がれ
Y2 通り X2 側



写真 4.4.4.26 SFT 剥がれ
Y1 通り X2 側

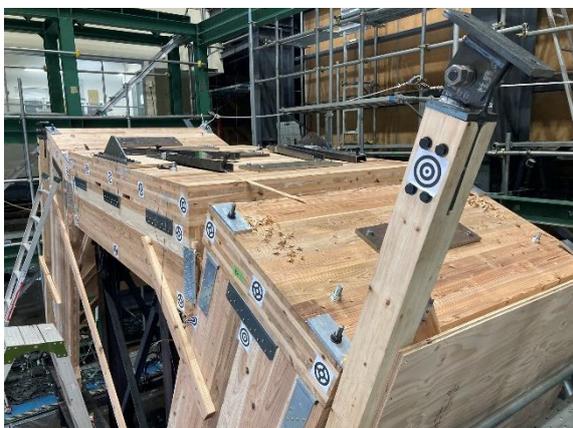


写真 4.4.4.27 床パネル変形状況



写真 4.4.4.28 SFT ビス孔
Y1 通り X2 側