

2. 6 (株)鳥取 CLT／(株)ハフニウムアーキテクト

2. 6. 1 建築物の仕様一覧

事業名		CLT90の耐震壁開発による安定供給に向けた実証	
実施者（担当者）		株式会社鳥取CLT／株式会社ハフニウムアーキテクト（福山弘）	
建築物の概要	用途	事務所	
	建設地	鳥取県米子市	
	構造・工法	鉄骨造+CLT耐震壁	
	階数	4	
	高さ（m）	16.52	
	軒高（m）	15.96	
	敷地面積（㎡）	15060.59	
	建築面積（㎡）	788.4545（予定）	
	延べ面積（㎡）	2941.8345（予定）	
	階別面積	1階	788.45
		2階	666.62
		3階	755.26
		4階	731.50
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、床
	CLT使用量（㎡）		加工前製品量205㎡、建築物使用量174㎡（予定）
	壁パネル1	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	壁パネル2	寸法	36mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	36mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		柱：スギ集成材 梁：スギ集成材
	木材使用量（㎡）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		331㎡（構造材のみ、予定）
仕上	主な外部仕上	屋根	金属板
		外壁	窯業系サイディング
		開口部	カーテンウォール
	主な内部仕上	界壁	在来軸組+GB25(12.5+12.5)
		間仕切り壁	在来軸組+GB25(12.5+12.5)
		床	CLT36+GB42(21+21)+ブラ東H120程度+CLT36(OA下地)+CPt8
構造	天井		GB42(21+21)+クロス
	構造計算ルート		ルート3
	接合方法		製作金物
	最大スパン		7m
耐火	問題点・課題とその解決策		施工性、耐火性能の高い高耐力接合部の開発、壁の自由設計システムの構築：事業内の試験で検証
	防火上の地域区分		その他地域
	耐火建築物等の要件		耐火建築物
	本建築物の防耐火仕様		1時間耐火建築物
温熱	問題点・課題とその解決策		接合金物による耐火層貫通：事業内の試験で検証
	建築物省エネ法の該当有無		適合義務（規制対象）
	温熱環境確保に関する課題と解決策		特になし、十分な断熱
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	未定
		外壁	グラスウール165(120+45) mm
		床	未定
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		乾式2重床
	建て方における課題と解決策		-
	給排水・電気配線設置上の工夫		乾式2重床内のスペース、横引きダクトスペースの確保
	劣化対策		-
工程	設計期間		R6年4月～R7年7月（16ヵ月）
	施工期間		R7年8月～R8年12月予定（17ヵ月）
	CLT躯体施工期間		-
	竣工（予定）年月日		2025/12月末予定
体制	発注者		株式会社 鳥取CLT
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		株式会社ハフニウムアーキテクト 福山弘
	構造設計者		株式会社ハフニウムアーキテクト 福山弘
	施工者		美保テクノス株式会社
	CLT供給者		鳥取CLT
	ラミナ供給者		石川県森林組合連合会

2. 6. 2 実証事業の概要

実証事業名：CLT90 の耐震壁開発による安定供給に向けた実証

建築主等／協議会運営者：株式会社鳥取 CLT／株式会社ハフニウムアーキテクト

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所		
建設地		鳥取県米子市		
構造・工法		木造軸組工法+CLT 床・壁の一部		
階数		4		
高さ (m)		16.52	軒高 (m)	15.96
敷地面積 (㎡)		15060.59	建築面積 (㎡)	788.45
階別面積 (㎡)	1 階	788.45	延べ面積 (㎡)	2941.83
	2 階	666.62		
	3 階	755.26		
	4 階	731.50		
CLT 採用部位		壁、床		
CLT 使用量 (m³)		加工前製品量 205 m³、建築物使用量 174 m³ (予定)		
CLT を除く木材使用量 (m³)		331m³(構造材のみ、予定)		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	90mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ		
	床	36mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ		
	屋根	36mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ		
設計期間		R6 年 4 月～R7 年 7 月 (16 カ月)		
施工期間		R7 年 8 月～R8 年 12 月予定 (17 ヲ月)		
CLT 躯体施工期間		未定		
竣工 (予定) 年月日		2026 年 12 月末日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

- ・ 各種接合部構造試験を行って、壁の設計を自由に行えるようなシステムを構築したうえで、実大試験にてその計算方法の有効性を確かめ、実証事業後に設計マニュアルとしてより汎用性を持たせてまとめる準備を行った。
- ・ 当該部の耐震壁頭しの場合の金物接合部が耐火層貫通を起こすかどうかについて防耐火構造試験にて確認した。

3. 協議会構成員

(設計統括・構造設計) 株式会社ハフニウムアーキテクト：福山【協議会運営者】
(防耐火アドバイザー) 桜設計集団：安井
(施工) ミヨシ産業株式会社：高野
(原木供給) 株式会社米子木材市場
(材料) 株式会社鳥取 CLT：岩坂
(金物・試験) 株式会社ストローク：大倉

4. 課題解決の方法と実施工程

接合部の仕様についてはハフニウムアーキテクトが中心となり設計仕様、試験条件をとりまとめ、性能確認は株式会社ストロークの試験場にて行った。金物の仕様は、ストロークとの協議を経て生産合理性と構造性能の最適なところを協議調整しながら開発に臨んだ。ストローク社にて金物製作と試験が可能のため、圧縮したサイクルで開発が可能。部分試験として5条件各7体を行った。実大壁としての構造試験は2条件各1体を終了。仕様変更後の確認試験2体を実施する。

壁頭壁脚部の金物による耐火層貫通部については、桜設計集団安井氏が中心となり試験体仕様を取り纏め、部分耐火構造試験にて接合金物周りの熱伝導による耐火層の燃え抜けを検証した。壁脚側は試験上問題なかったが壁頭側には燃え抜けが確認された。壁頭側の耐火層2重化と壁脚側の強化のための断熱の付加を決定した。

<協議会の開催>

- 第1回(9/19, 米子) 問題点洗い出し
- 第2回(10/3, web) 全体会議(第1回) 金物製作関連
- 第3回(10/7, web 併用) 実施設計整理
- 第4回(10/29, 米子) 実施設計打合せ、施工時間問題点整理
- 第5回(11/12, 米子) 施工時間問題点整理
- 第6回(11/13, web) 全体会議(第2回)
- 第7回(12/27, web) 全体会議(第3回)
- 第8回(1/14-15, 富山) 施工性・ディテールの再検討会議
- 第9回(1/21, web) 防耐火試験ディテールの再検討会議
- 第10回(2/10, つくば) 仕様変更会議
- 第11回(2/13, web) 全体会議、最終運用仕様の決定

<設計>

R6年9-R7年3月：実施設計

<施工>

R7年4月以降：工事契約予定

7月：着工予定

<性能確認（構造）>

接合部試験（12月下旬） 7条件各7体（予備含む、計49体）終了

実大壁試験（1/14, 15） 2条件2(1+1)体 終了

※ 2試験体を仕様変更後の载荷に回すことを決定（於、株式会社ストローク）

<性能確認（耐火）>

12月中旬 試験体図確定（金物・CLT加工製作開始）

1月27日頃 東亜理科埼玉第一工場納入

2月10日 ベターリビングにて加熱実験

5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

- （1）耐震壁を構成する各接合部の構造性能、実大壁の構造性能
- （2）接合部周りの耐火性能（耐火層貫通による延焼可能性の検証）

6. 本実証により得られた成果

- ・ 耐火建築物まで幅広く用いることのできる耐震壁の仕様
- ・ 耐震壁を構成する各接合部の構造性能
- ・ 構造設計モデルとして整理したものとの比較、今後のマニュアル的整備へのベース
- ・ 耐火試験での検証結果

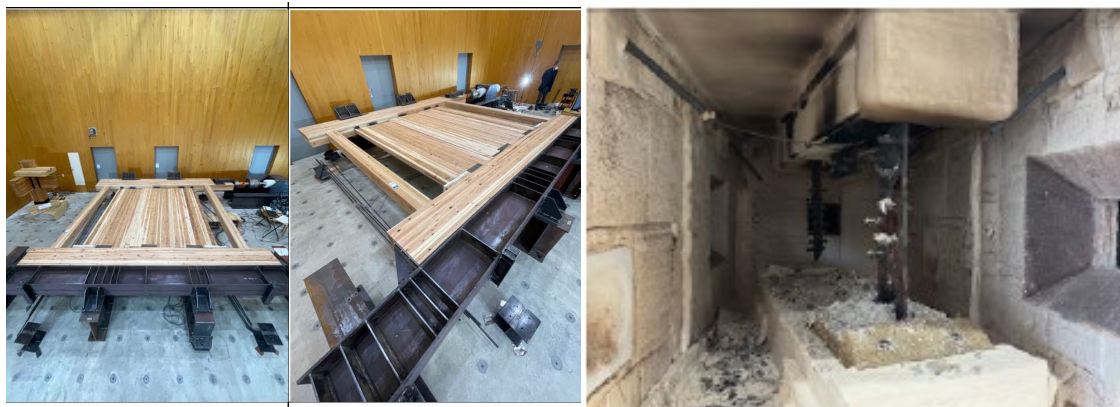


写真1 実大耐震壁加力試験（左）と接合部周りの加熱試験（右）

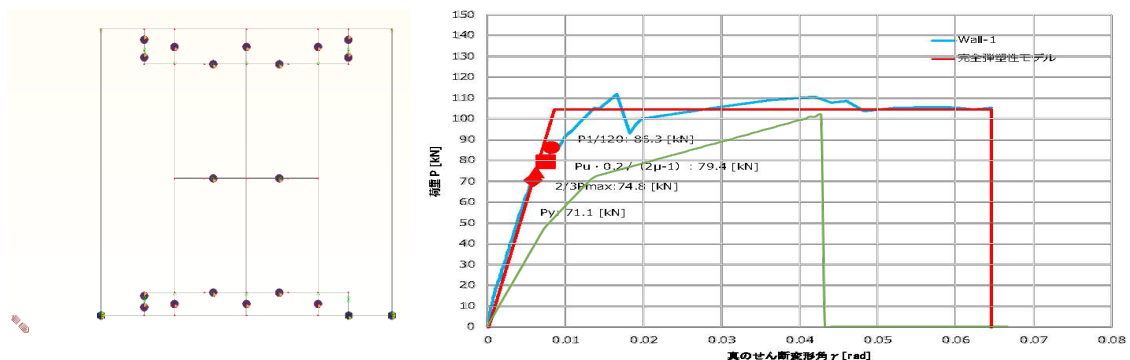


図1 解析モデルと解析結果、試験結果

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



写真 1 耐震壁の建物利用イメージ

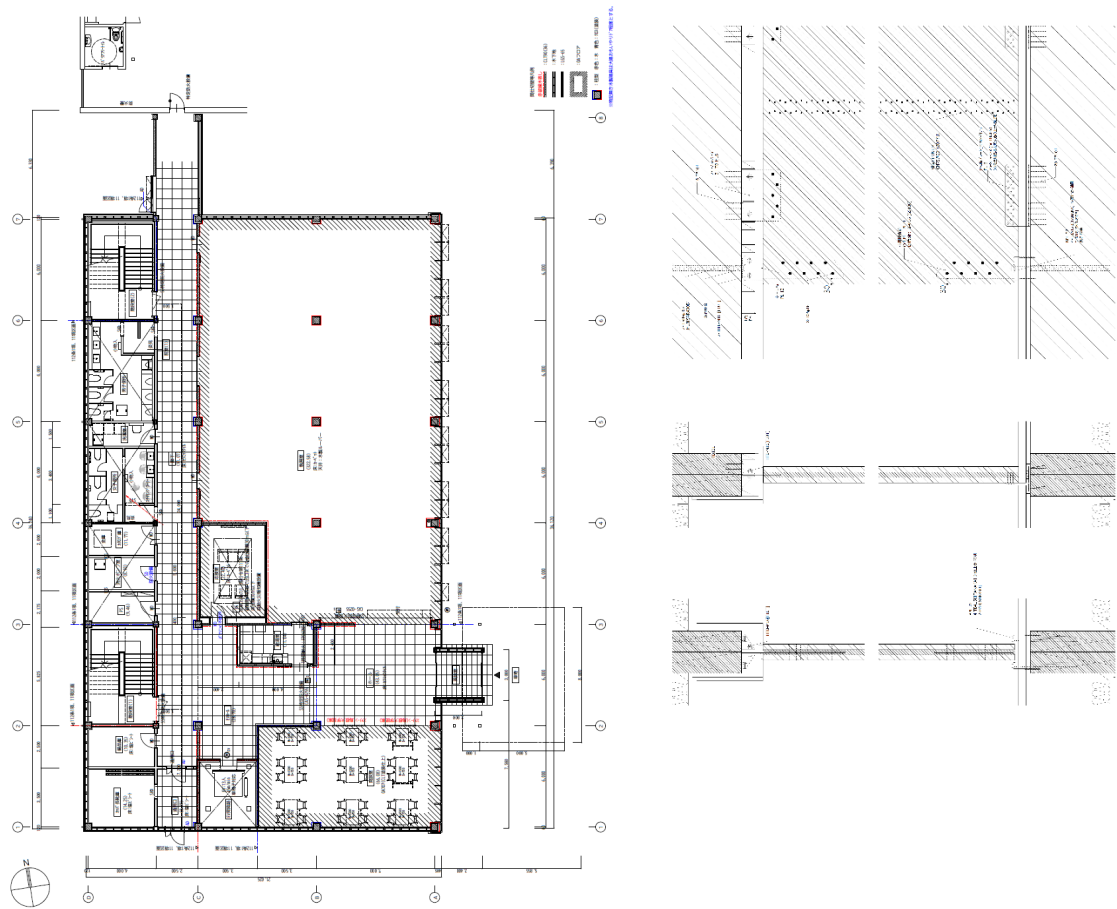


図 2 平面図（左）、耐震壁接合部詳細図（右）

2. 6. 3 成果物

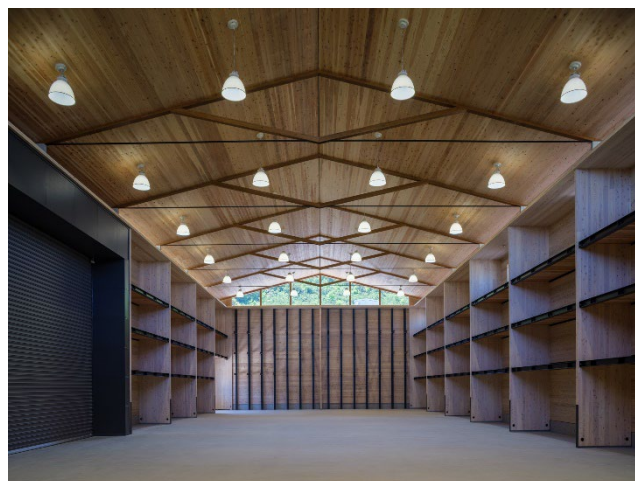
1) 設定した課題

90mm 厚さの小幅 CLT 材は CLT パネル工法の枠組みの中で使用しようとする構造的な不利さからメリットを見出しにくい、取り回しのしやすさといった利点がある。ある程度スパンや延べ面積の大きいオフィス系用途を想定し、軸組内にインフィルとして納める常時軸力を負担しない耐震壁としての利用開発を行う。現場での接合は高力ボルトによるものをメインとした施工性の良いものとし 90mm の小幅 CLT の可搬性というメリットを生かす。納まりは準耐火以下の木造や耐火 S 造の柱梁フレーム内でも利用できる汎用性を持つように配慮している。

試験としては、各種接合部試験を行う計画としており、壁の設計を自由に行えるようなシステムを構築したうえで、実大試験にてその計算方法の有効性を確かめ、設計マニュアルとしてまとめる。また、仮に当該部の耐震壁が顕しとなった場合でも接合部が耐火層貫通を起こさないことを部分での防耐火構造試験にて確認する。



90mm 厚 CLT (3 層 3 プライ)



90mm 厚 CLT 使用例
(倉庫壁板兼棚間仕切り)

2) 計画建物

物件名：ミヨシ産業米子本社

地番：鳥取県米子市上福原 1463-1 他

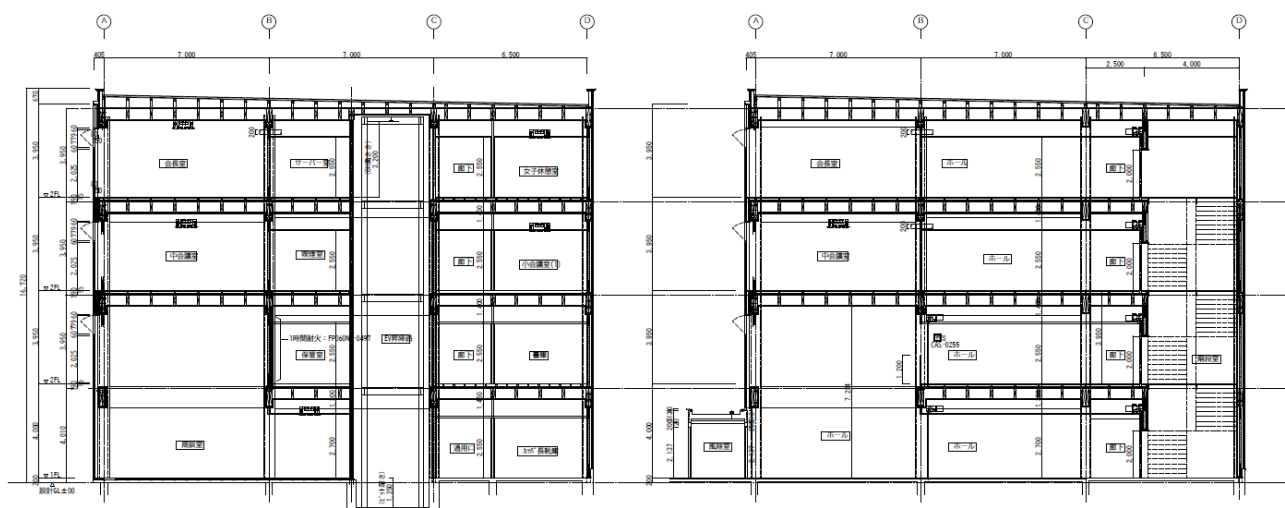
概要：4階建て約3000㎡の事務所棟、平屋約500㎡の本社別棟3棟、2階建て約2000㎡の倉庫棟の3棟よりなる建物である。その中の事務所棟にて先述の耐力壁を用いる。



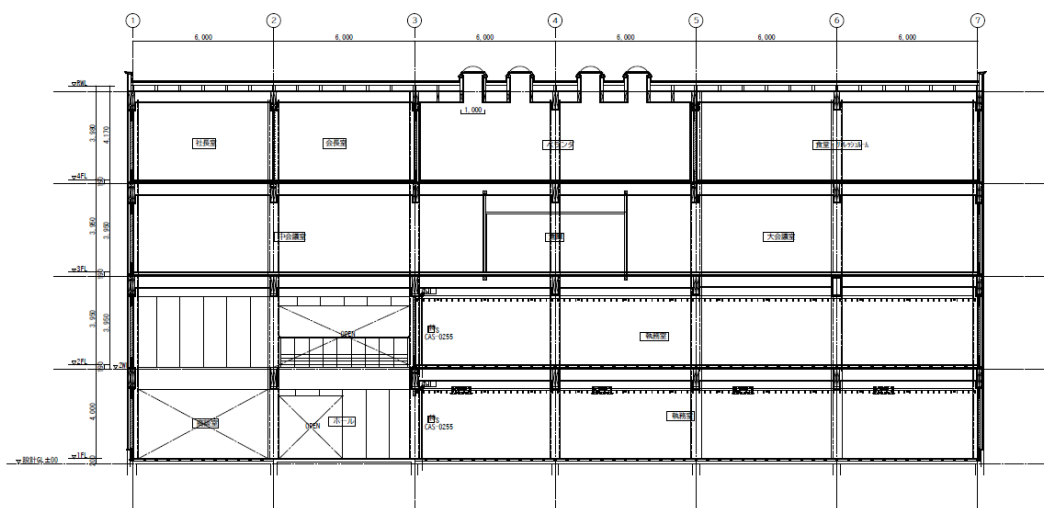
外観



内観



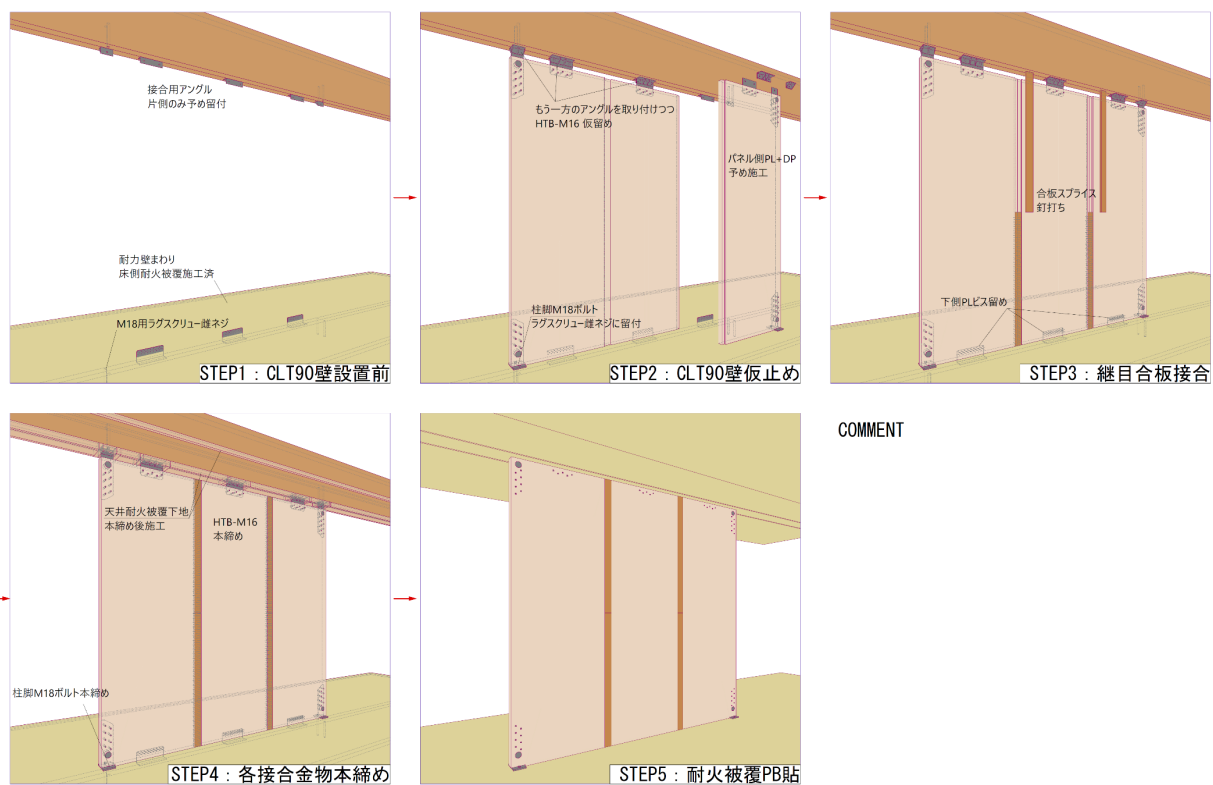
短手断面図



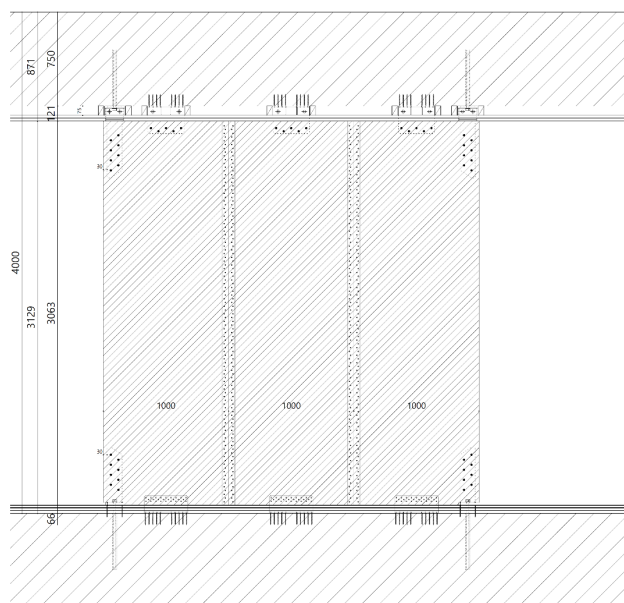
長手断面図

3) 耐震壁まわりの設計概要

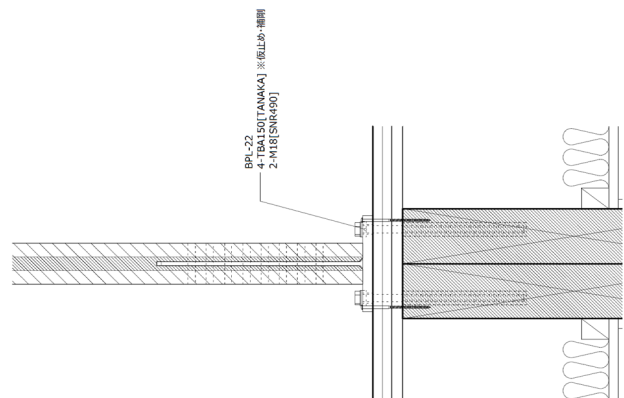
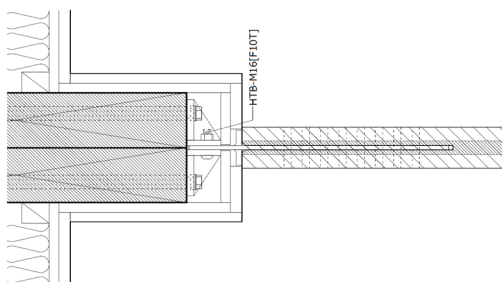
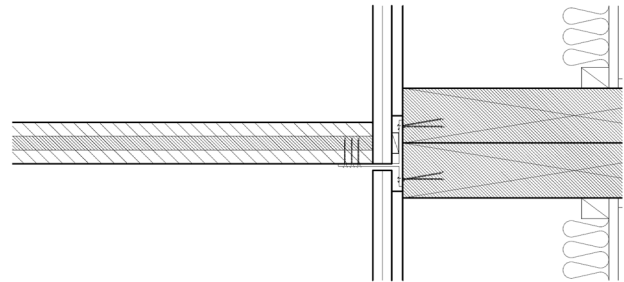
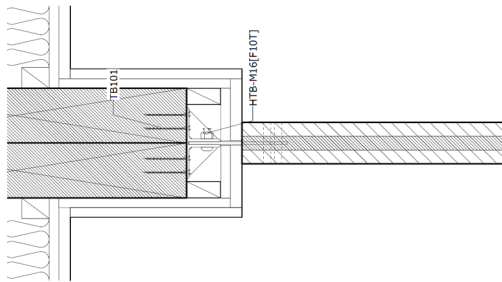
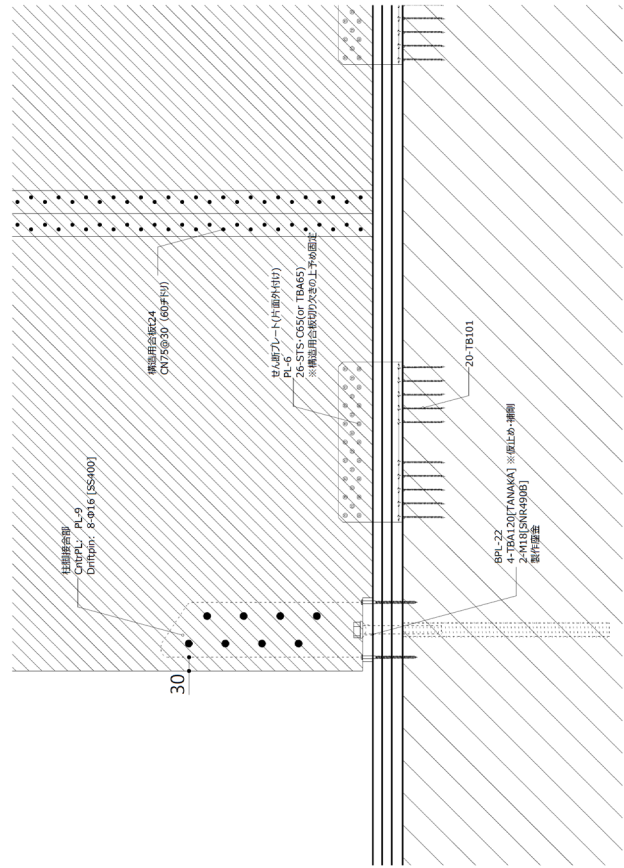
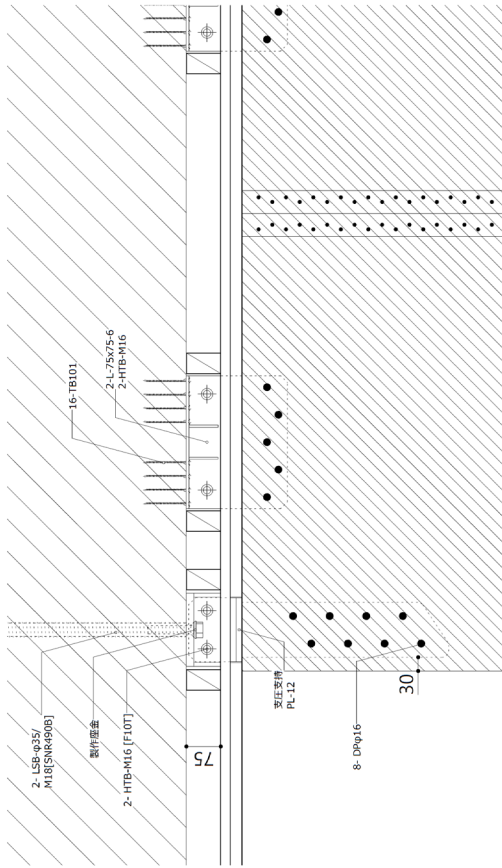
耐力壁は軸組と耐力壁周りの耐火被覆施工後、以下のように施工する想定である。



施工手順



耐力壁姿図

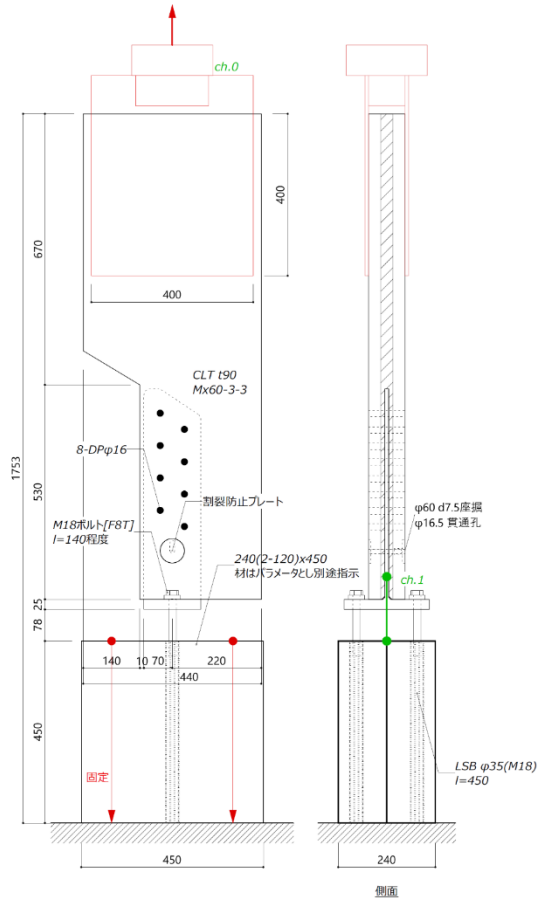


CLT-躯体接合詳細

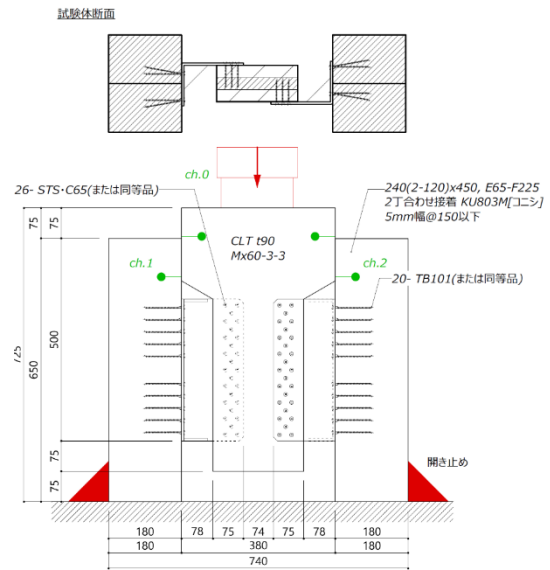
4) 構造耐力試験

・要素試験試験体

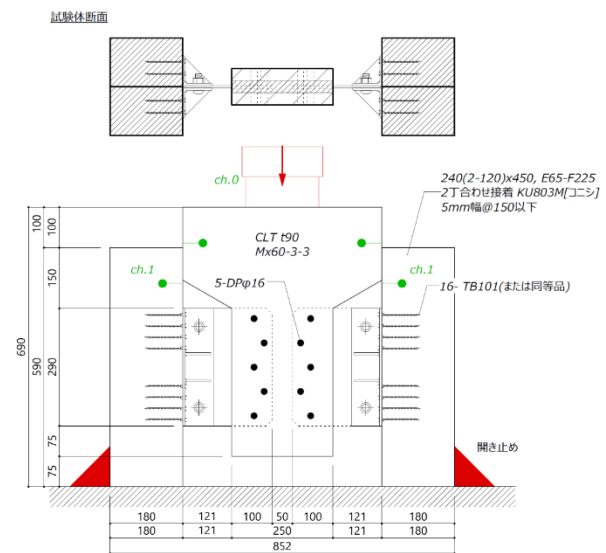
柱頭柱脚金物引張試験[J-1]



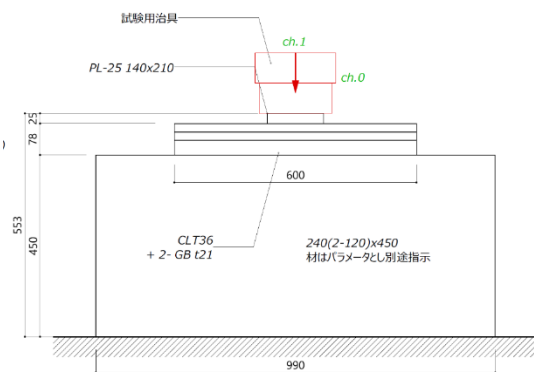
柱脚金物せん断試験[J-2]



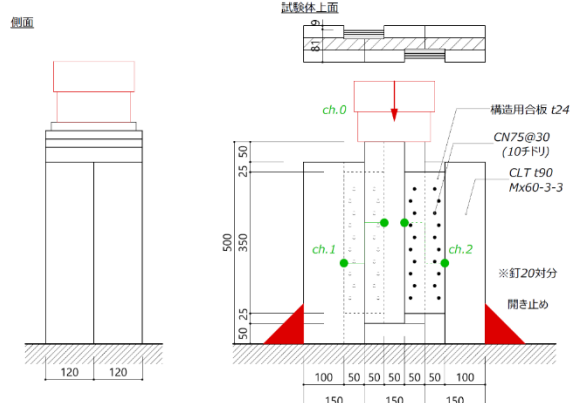
柱頭金物せん断試験[J-3]



柱脚圧縮試験[J-5]

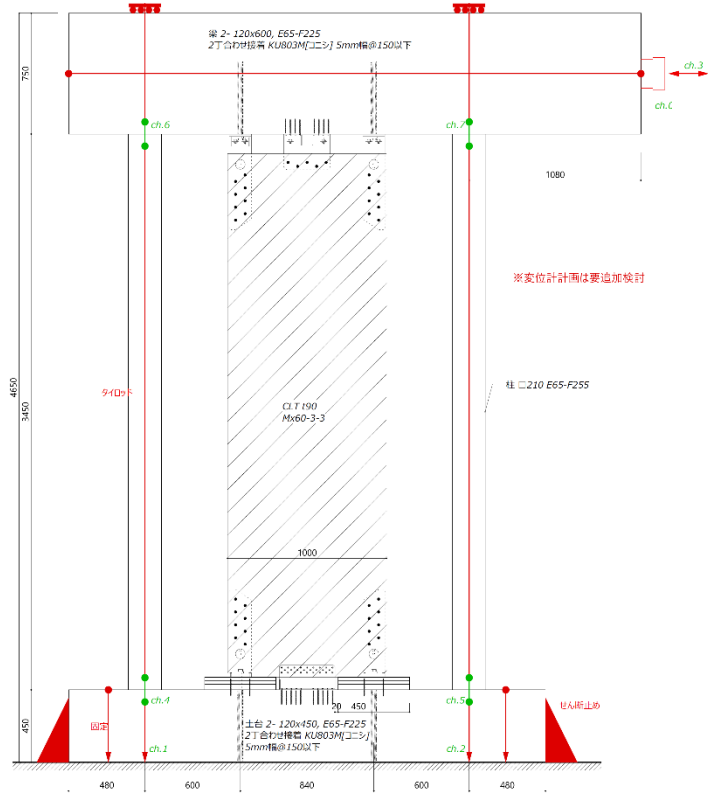


目地せん断試験[J-4]

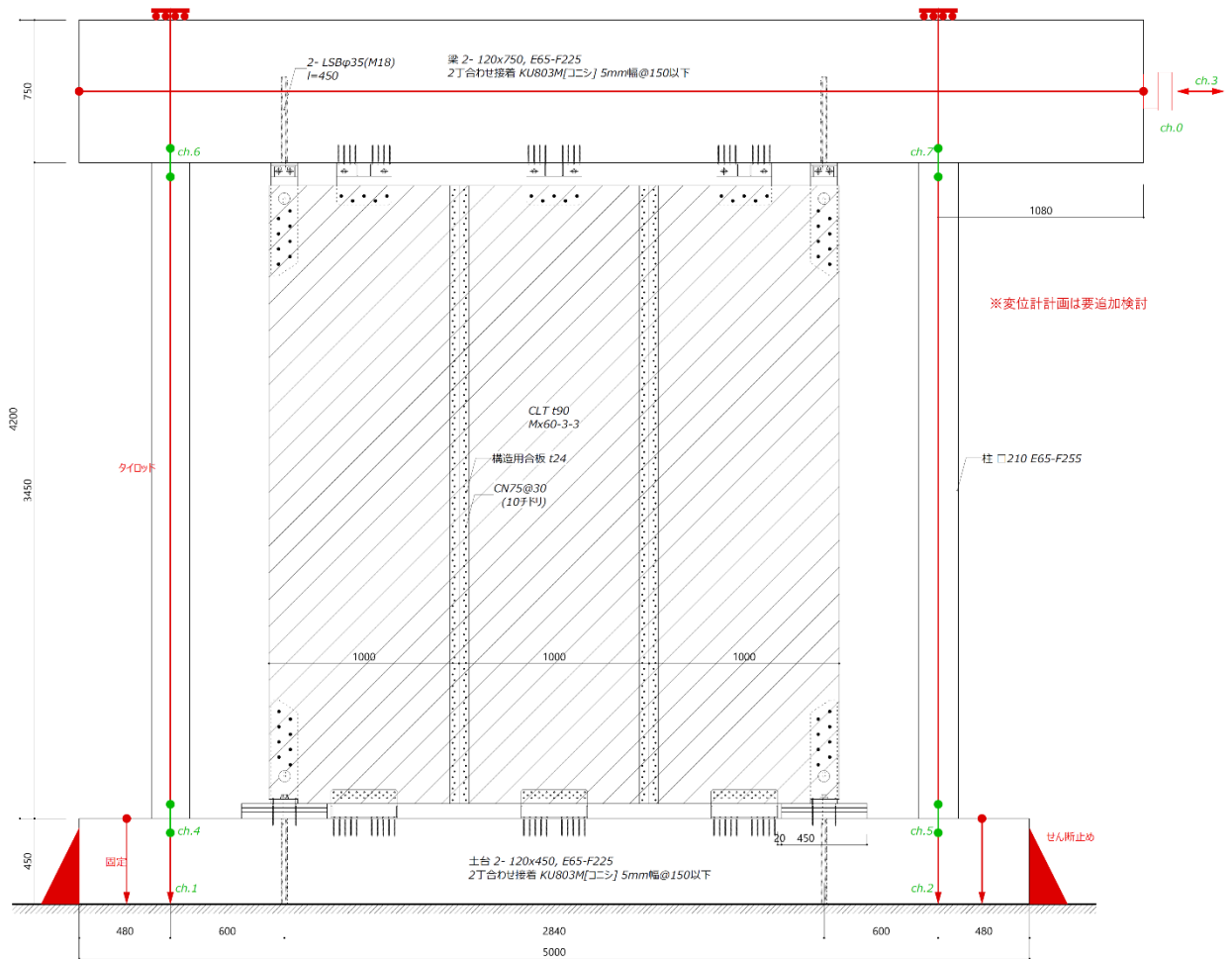


・実大耐力壁試験体

実大耐力壁せん断試験(1P)



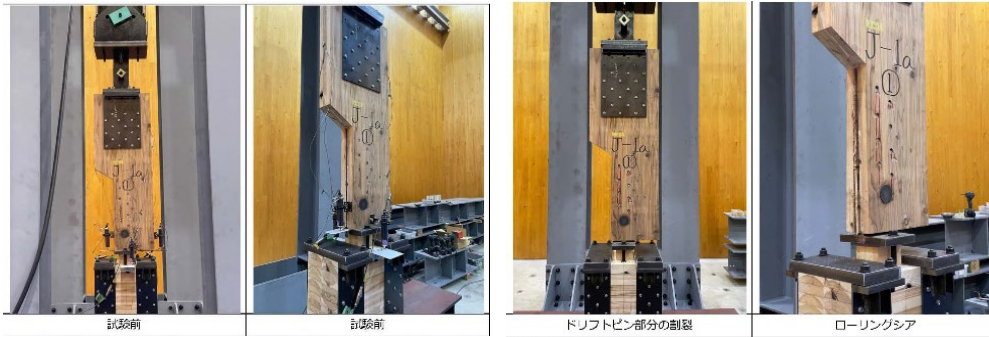
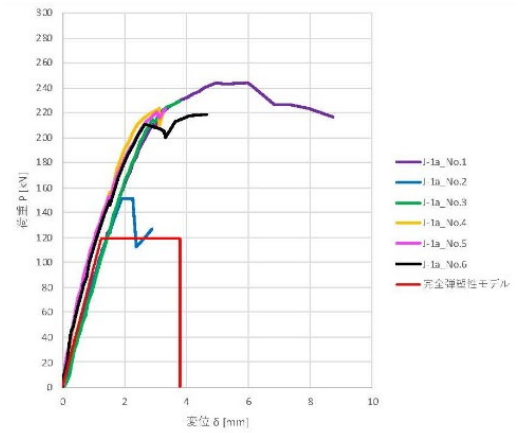
実大耐力壁せん断試験(3P)



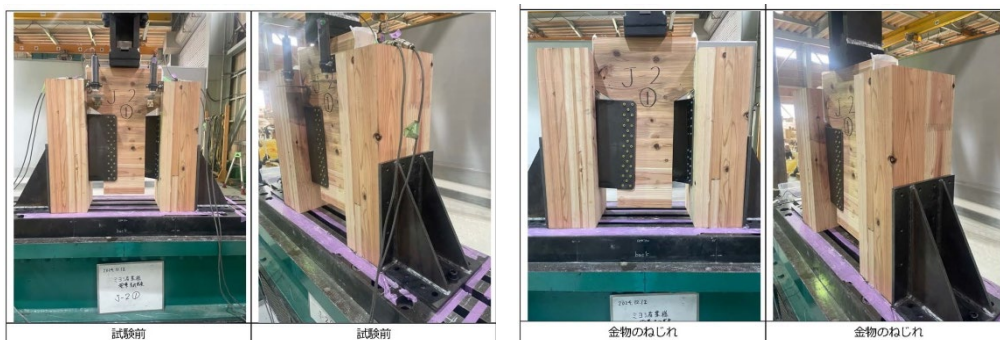
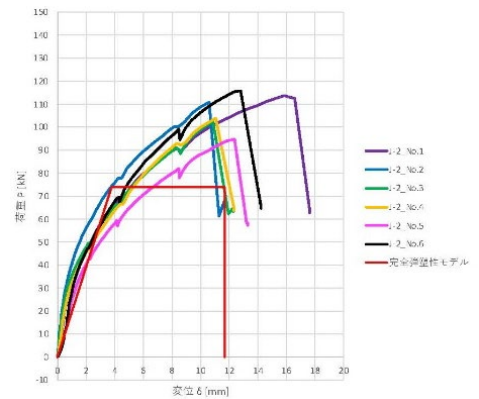
・試験結果

J-1(柱頭柱脚金物引張試験)

		Pmax	2/3Pmax	Py	Pu	δmax	δy	δv	δu	μ	K
		最大荷重 [kN]	最大荷重 ×2/3 [kN]	降伏耐力 [kN]	終局耐力 [kN]	最大荷重時 の変位 [mm]	降伏変位 [mm]	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角 [mm]	終局変位 [mm]	変位率 (δu/δv) —	剛性 [kN/mm]
No.	1	244	163	148	230	4.96	1.78	2.78	8.73	3.16	83.1
	2	152	101	73.0	133	1.91	0.81	1.48	2.88	1.95	89.7
	3	229	153	132	212	3.77	1.58	2.54	3.77	1.49	83.4
	4	224	149	113	204	3.13	0.98	1.77	3.25	1.83	115
	5	224	149	112	197	3.31	0.92	1.63	3.31	2.04	121
	6	219	146	115	205	4.65	1.04	1.85	4.65	2.50	110
平均値(Ave)		215	143	115	197	3.62	1.19	2.01	4.43	2.16	100
標準偏差(sd)		32.3	21.5	25.2	33.2	1.11	0.40	0.52	2.19	0.59	16.9
変動係数(cv)		0.150	0.150	0.218	0.169	0.306	0.334	0.259	0.494	0.273	0.169
ばらつき係数		0.65	0.65	0.49	0.61	0.91	0.90	0.92	0.85	0.92	0.95
95%下限値 (k=2.336)		=Ave・(1-k・cv)	140	93.2	56.5	119	—	—	—	—	—
50%下限値 (k=0.297)		=Ave・(1-k・cv)	—	—	—	3.29	1.07	1.85	3.78	1.99	95.4
Po 短期基準耐力		2/3Pmax・Py の下限値の最小値	—	56.5	—	—	—	—	—	—	—

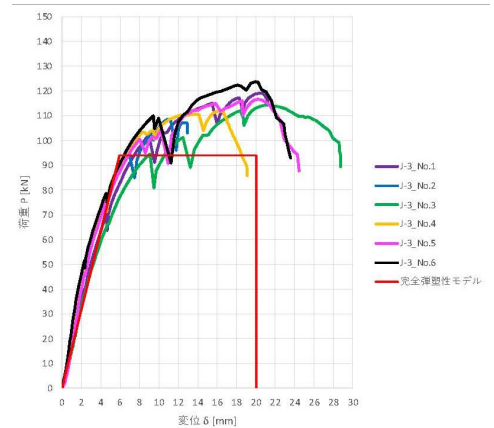


		Pmax	2/3Pmax	Py	Pu	δmax	δy	δv	δu	μ	K
		最大荷重 [kN]	最大荷重 ×2/3 [kN]	降伏耐力 [kN]	終局耐力 [kN]	最大荷重時 の変位 [mm]	降伏変位 [mm]	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角 [mm]	終局変位 [mm]	変位率 (δu/δv) —	剛性 [kN/mm]
No.	1	114	75.7	58.2	78.5	15.9	3.25	5.17	16.6	3.21	19.1
	2	111	73.9	56.4	73.5	10.6	2.20	3.31	10.6	3.20	28.2
	3	102	68.3	51.0	68.0	10.5	2.39	4.08	10.5	2.66	21.3
	4	104	69.2	51.6	68.5	11.1	2.54	4.53	11.1	2.44	19.6
	5	94.0	63.2	47.4	62.0	12.4	2.58	4.53	12.4	2.74	17.7
	6	116	77.3	57.5	98.8	12.8	2.36	5.13	12.8	2.49	19.3
平均値(Ave)		107	71.3	53.7	91.1	12.3	2.52	4.45	12.4	2.8	20.8
標準偏差(sd)		8.0	5.3	4.3	7.3	1.97	0.39	0.72	2.24	0.34	3.8
変動係数(cv)		0.075	0.075	0.080	0.080	0.161	0.149	0.155	0.181	0.121	0.182
ばらつき係数		0.83	0.83	0.81	0.81	0.95	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95
95%下限値 (k=2.336)		=Ave・(1-k・cv)	88.3	58.9	43.5	74.0	—	—	—	—	—
50%下限値 (k=0.297)		=Ave・(1-k・cv)	—	—	—	11.7	2.51	4.24	11.7	2.69	19.7
Po 短期基準耐力		2/3Pmax・Py の下限値の最小値	—	43.5	—	—	—	—	—	—	—



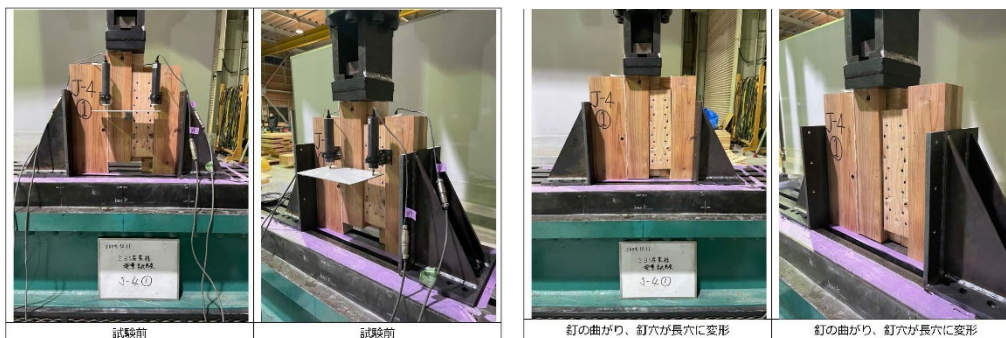
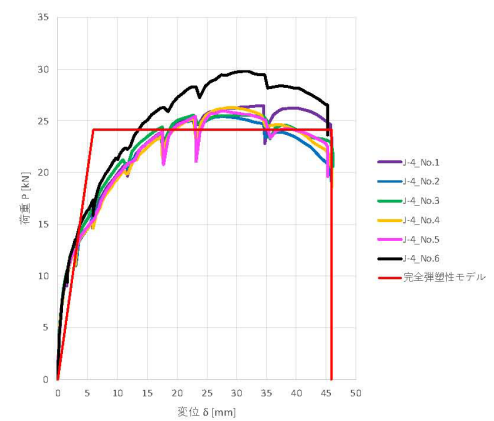
J-3(柱頭側せん断金物せん断試験)

		Pmax	2/3Pmax	Py	Pu	δmax	δy	δv	δu	μ	K
		最大荷重 [kN]	最大荷重 ×2/3 [kN]	降伏耐力 [kN]	終局耐力 [kN]	最大荷重時の 変位 [mm]	降伏変位 [mm]	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角 [mm]	終局変位 [mm]	塑性率 (δu/δv)	剛性 [kN/mm]
No.	1	119	79.4	72.2	110	20.5	4.94	7.53	21.3	2.83	14.6
	2	109	72.5	65.4	98.7	11.2	3.52	5.31	13.0	2.44	18.6
	3	114	76.2	74.5	105	21.0	5.64	7.94	28.7	3.62	13.2
	4	112	74.6	60.4	103	16.4	3.11	5.29	19.1	3.60	19.4
	5	117	77.8	74.8	107	20.2	4.51	6.47	24.3	3.75	16.6
平均値(Ave)		116	77.2	70.9	106	18.2	4.37	6.51	21.6	3.30	16.6
標準偏差(sd)		5.4	3.6	6.6	5.1	3.80	0.93	1.10	5.32	0.53	2.4
変動係数(cv)		0.047	0.047	0.093	0.049	0.209	0.212	0.169	0.247	0.162	0.142
ばらつき係数		0.89	0.89	0.78	0.89	0.94	0.94	0.95	0.93	0.95	0.96
95%下限値 (k=2.336)		=Ave・(1-k・cv)	103.2	68.8	55.4	—	—	—	—	—	—
50%下限値 (k=0.297)		=Ave・(1-k・cv)	—	—	—	17.1	4.09	6.18	20.0	3.14	15.9
Po 短冊基準耐力		2/3Pmax,Py の各下限値の最小値	—	—	55.4	—	—	—	—	—	—



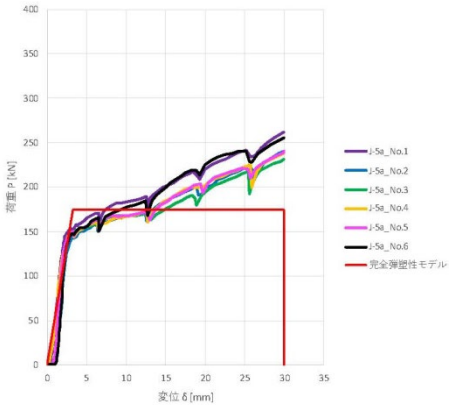
J-4(目地せん断試験)

		Pmax	2/3Pmax	Py	Pu	δmax	δy	δv	δu	μ	K
		最大荷重 [kN]	最大荷重 ×2/3 [kN]	降伏耐力 [kN]	終局耐力 [kN]	最大荷重時の 変位 [mm]	降伏変位 [mm]	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角 [mm]	終局変位 [mm]	塑性率 (δu/δv)	剛性 [kN/mm]
No.	1	26.5	17.7	13.9	24.1	34.6	3.41	5.93	45.9	7.75	4.07
	2	25.4	16.9	12.5	22.8	27.2	2.85	5.22	45.6	8.72	4.37
	3	25.6	17.0	12.9	23.6	22.9	3.01	5.51	46.1	8.37	4.28
	4	26.3	17.5	13.5	23.4	28.6	3.66	6.36	45.5	7.16	3.69
	5	25.9	17.3	12.8	23.3	27.5	3.21	5.84	45.3	7.76	4.00
平均値(Ave)		26.6	17.7	13.5	24	28.6	3.39	6.02	45.6	7.67	4.02
標準偏差(sd)		1.63	1.09	1.09	1.46	3.95	0.48	0.71	0.35	0.88	0.28
変動係数(cv)		0.061	0.061	0.081	0.061	0.138	0.141	0.119	0.008	0.115	0.071
ばらつき係数		0.86	0.86	0.81	0.85	0.96	0.96	0.96	1.00	0.97	0.98
95%下限値 (k=2.336)		=Ave・(1-k・cv)	22.8	15.2	11.0	20.6	—	—	—	—	—
50%下限値 (k=0.297)		=Ave・(1-k・cv)	—	—	—	27.5	3.24	5.80	45.5	7.41	3.9
Po 短冊基準耐力		2/3Pmax,Py の各下限値の最小値	—	—	11.0	—	—	—	—	—	—



J-5(柱脚圧縮試験)

		Pmax	2/3Pmax	Py	Pu	δmax	δy	δv	δu	μ	K
		最大荷重	最大荷重 ×2/3	降伏耐力	終局耐力	最大荷重時 の変位	降伏変位	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角	終局変位	塑性率 (δu/δv)	剛性
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	—	[kN/mm]
No.	1	261.8	174.5	148.2	206.6	30.0	2.47	3.44	30.0	8.71	60.00
	2	240.3	160.2	141.0	188.8	30.0	3.05	4.08	30.0	7.35	46.23
	3	231.4	154.3	143.7	184.7	30.0	2.64	3.40	30.0	8.83	54.35
	4	238.9	159.3	142.7	190.2	30.0	2.51	3.34	30.0	8.97	56.91
	5	240.1	160.1	144.0	190.5	30.0	2.68	3.54	30.0	8.47	53.81
	6	255.4	170.3	142.2	202.5	30.0	2.73	3.89	30.0	7.72	52.10
平均値(Ave)	—	244.7	163.1	143.6	194	30.0	2.68	3.62	30.0	8.34	53.90
標準偏差(sd)	—	11.44	7.63	2.50	8.61	0.00	0.21	0.30	0.00	0.66	4.66
変動係数(cv)	—	0.047	0.047	0.017	0.044	0.000	0.077	0.083	0.000	0.079	0.086
ばらつき係数	—	0.89	0.89	0.96	0.90	1.00	0.98	0.98	1.00	0.98	0.97
95%下限值 (k=2.336)	=Ave・(1-k・cv)	217.9	145.3	137.8	173.8	—	—	—	—	—	—
50%下限值 (k=0.297)	=Ave・(1-k・cv)	—	—	—	—	30.0	2.62	3.53	30.0	8.15	52.5
P0 短期基準耐力	2/3Pmax,Py の各下限値の最小値	—	—	137.8	—	—	—	—	—	—	—



試験前



試験前

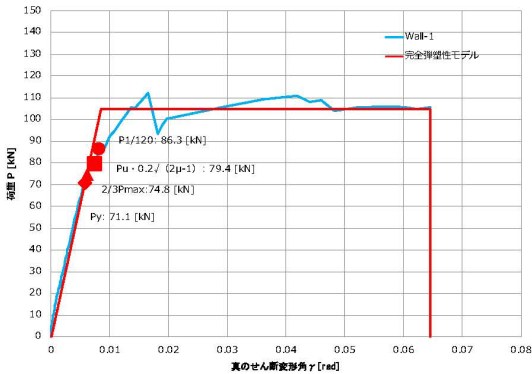


各部材_めり込み破壊



各部材_めり込み破壊

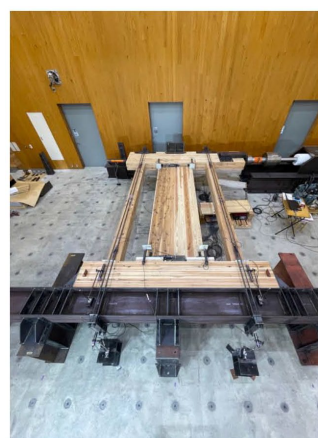
実大耐力壁試験(1P)



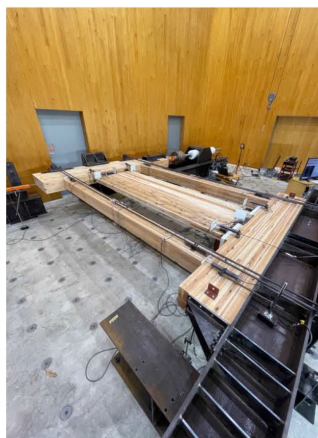
		Wall-1
最大荷重	Pmax	112.2
最大荷重時の変形角	γ max	0.0165
2/3・Pmax	2/3Pmax	74.8
2/3・Pmax 時の変形角	γ 2/3・Pmax	0.0062
降伏耐力	Py	71.1
降伏変形角	γ y	0.0057
終局耐力	Pu	105.0
完全弾塑性モデルの降伏	γ v	0.0084
終局変位時の荷重	P γ u	105.6
終局変形角	γ u	0.0646
剛性	K	12,429
塑性率	μ	7.64
構造特性係数	DS	0.26
—	Pu・0.2/(2μ-1)	79.4
1/200rad時の荷重	P1/200	64.4
1/150rad時の荷重	P1/150	78.6
1/120rad時の荷重	P1/120	86.3
—	壁倍率	17.8

実大耐力壁試験(3P)

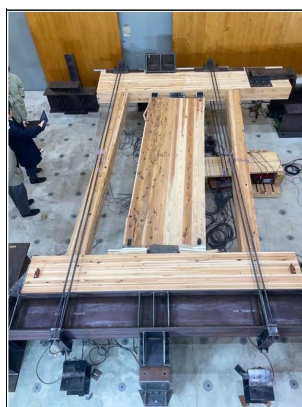
1P 耐力壁試験時の様子



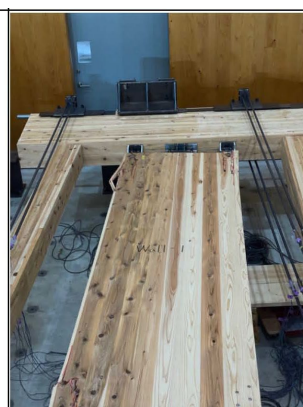
試験前



試験前

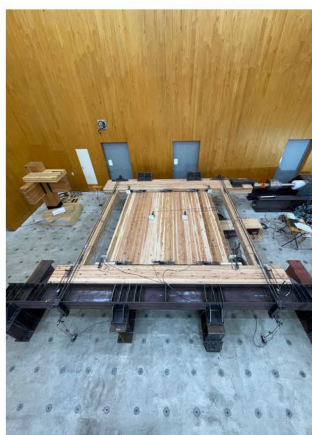


試験後



壁端部_引張負担部分の破壊

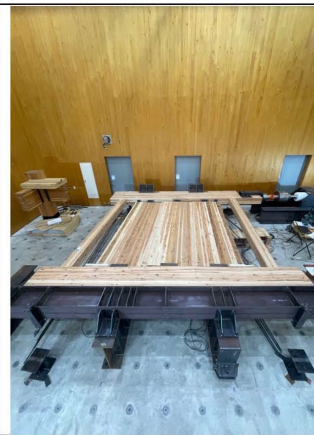
3P 耐力壁試験時の様子



試験前



試験前



試験後

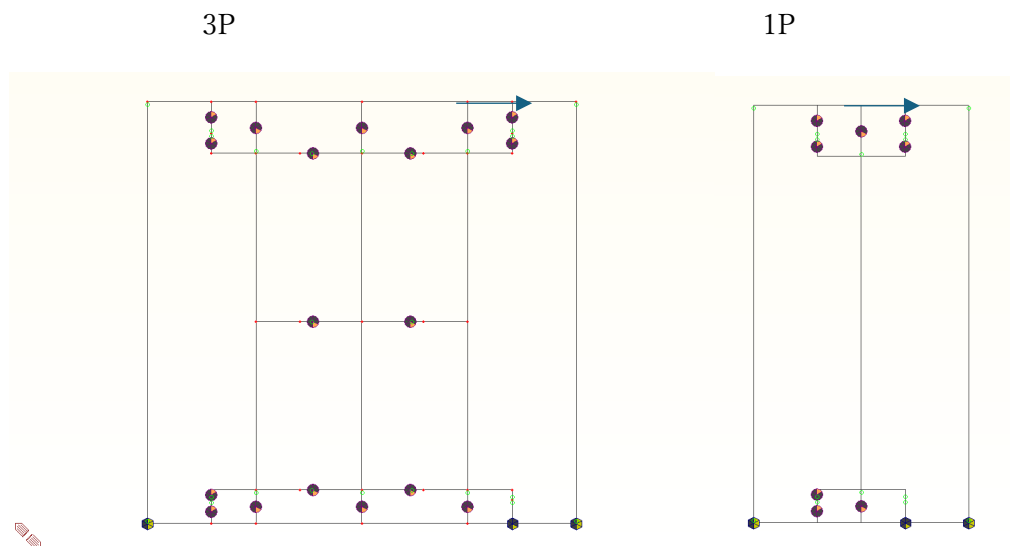


試験後

5) 構造解析

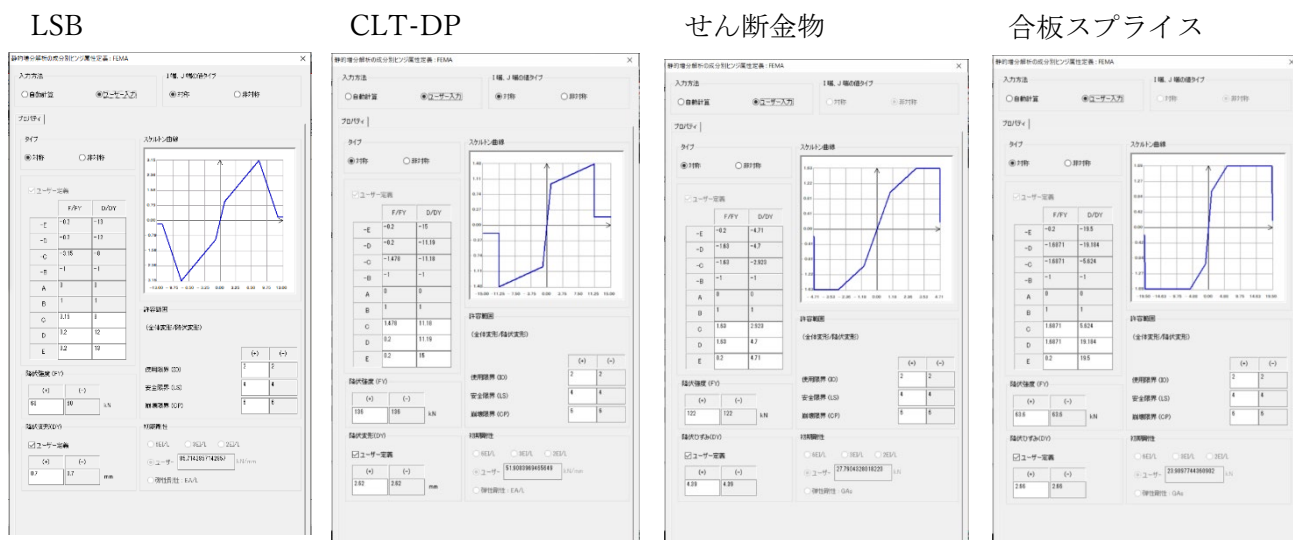
要素実験を行う前に先行研究により終局までの接合部データを推定し、壁の構造解析モデルを作成し、静的増分解析を行いながら各部の設計を行った。

今後は要素試験により取得した接合部データを解析モデルに入力し、実大耐力壁試験との比較検証を行いながらモデルの妥当性を検証したのち、接合部の設計変更、実大建物の設計を行う。



モデル図

左上の柱頭圧縮側も、金物で LSB を押し込むこと(金物-梁のめり込みが 14kN/mm で LSB 雌ネジ 97kN/mm のほうが高い)、ドリフトピン接合も引張側と同じように作用することから引張側と同じバネとなるとした。右下の圧縮側は仮に 100kN/mm とし、降伏は生じないものとした。

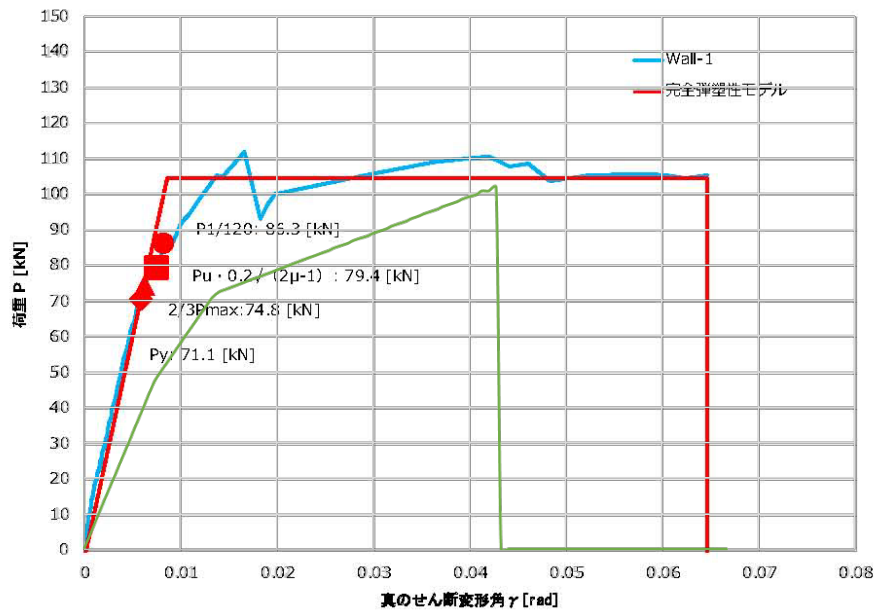


接合部特性

LSB は LSB 設計マニュアル p.32 の実験より。埋込長の違いにより剛性、耐力を 270/525 倍した。ほか CLT 接合部データ集より、適宜本数分補正。

・ P- θ 曲線、特性値の比較（緑色が解析値）

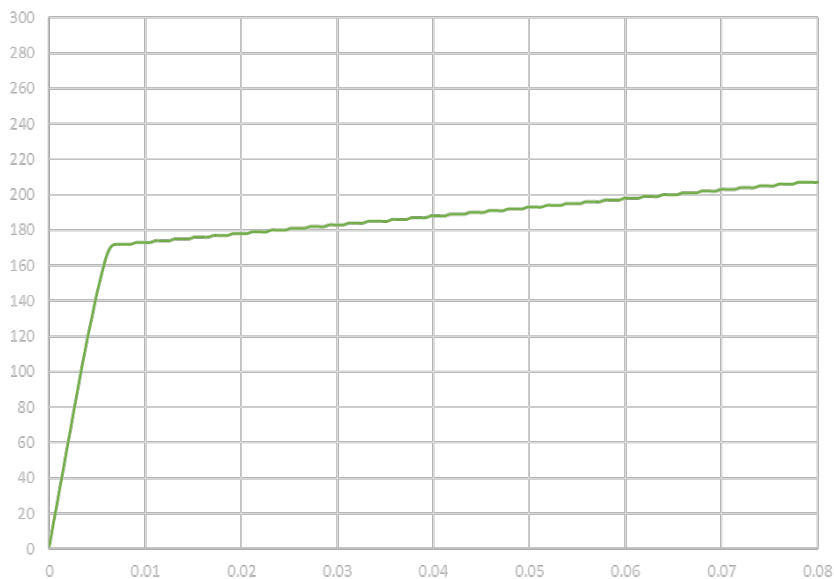
1P



解析上のステップ：降伏 55mm(1/72rad)

30mm(1/133rad)で LSB の 1 次降伏が生じ、その後 55mm(1/72rad)でドリフトピン接合部の降伏
終局 170mm(1/24rad)、LSB 破壊による

3P



解析上のステップ：降伏：24.4mm(1/163rad)

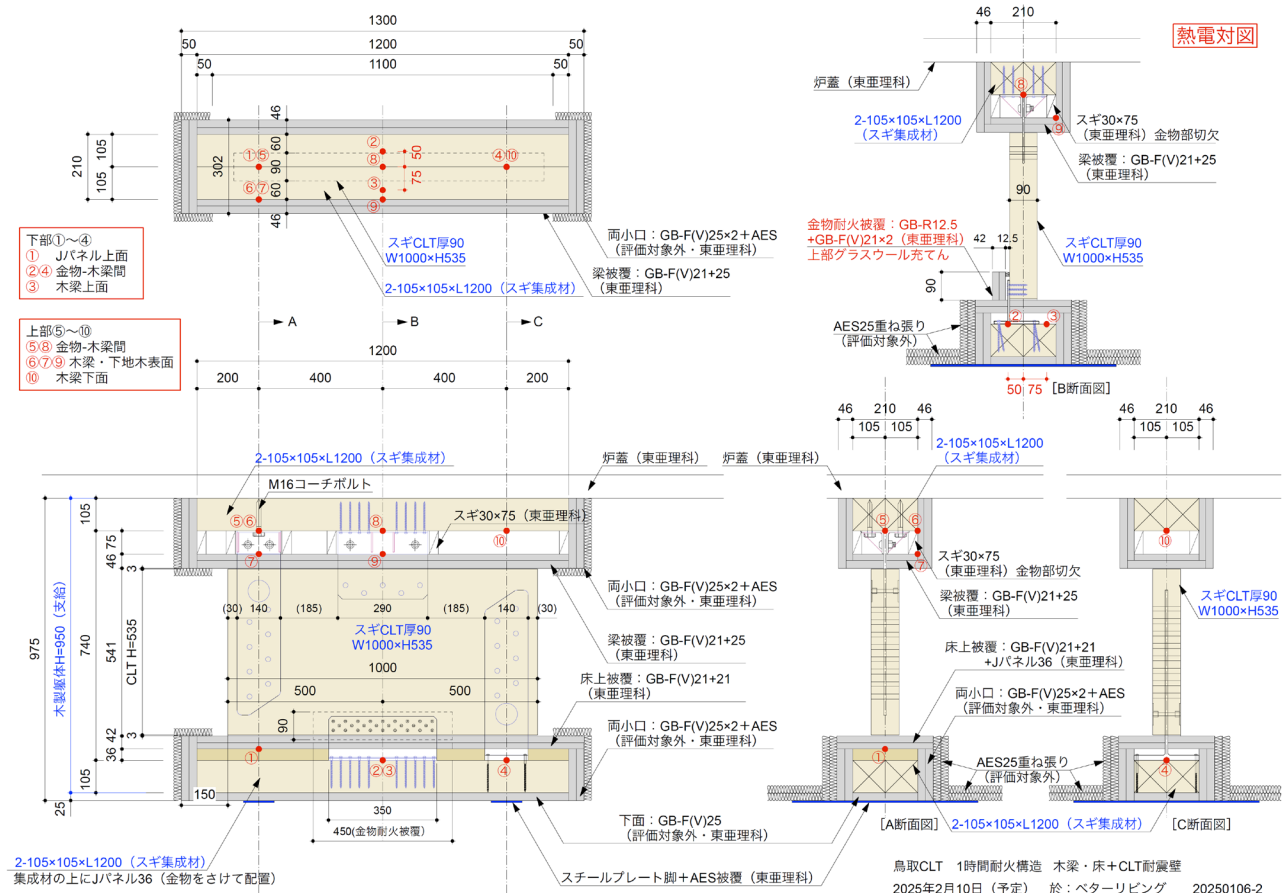
合板スプライスの降伏と LSB の 1 次降伏がほぼ同時に生じることによる
終局：980mm(1/4rad)

1P 耐力壁については剛性、耐力ともに低めに評価しており、3P 耐力壁については剛性、降伏耐力はよく合致しているものの終局の評価に課題がある。1P 耐力壁の剛性耐力は LSB、CLT ドリフトピン接合よりなる壁端金物接合部が支配的であり、剛性耐力の想定が実際と異なっていたことが 1P 耐力壁の評価のずれの最も大きな原因と考えられる。2P 以上の合板スプライス接合を有する壁は設計上の意図どおりに合板スプライス接合で決まるようにしており、剛性と降伏耐力はよく評価できている。終局については試験にて CLT-ドリフトピン接合部の破壊で決定されたことを受けて LSB を留め付ける M18 ボルトを 12.9→SNR490B とし、ボルトの伸びにて靱性を持たせる設計とする。

現状では接合特性に推定値を入力しているが、要素試験による接合特性を解析に入力して安全側に評価できることを確認し、設計手法を確立する。

6) 防耐火試験

以下のように上下2種類ずつ、計4種類の金物について、深さ1mの耐火炉に収まるように試験体を製作し、試験を行った。試験は以下の試験体1体について行った。



2025 年 2 月 10 日実験概要（於：ベターリビング）

■加熱方法：ISO834 標準加熱曲線に準じる 1 時間加熱、5.5 時間放置にて脱炉

■実験結果：上部、下部について構造躯体の燃焼の有無をまとめる

〔上部〕

- ① 柱頭金物部：躯体の燃焼あり
- ② せん断金物部：躯体の燃焼あり
- ③ せん断金物部：躯体の燃焼なし（ただし、燃焼開始直前）

〔下部〕

- ① 柱脚金物部：躯体及び J パネルの燃焼なし
- ② せん断金物部：躯体の燃焼なし（ただし、燃焼開始直前）
- ③ 一般部：躯体の燃焼なし、J パネルの燃焼あり（燃え止まり）

■改良案：

〔上部〕

- ① 耐火被覆 GB-F(V)21×2→GB-F(V)21×3
- ② 耐火炉深さ 1m→2m（水平炉）
- ③ 試験体を上部のみとする など

〔下部〕

- ① このままでもよいが、せん断金物を J パネル上に取り付けるとなお良い
（J パネルは主要構造部ではないので炭化は許容される（燃焼継続は NG））



写真1 加熱前



写真2 1時間加熱・5.5時間放置終了時



写真3 [上部] 脱炉後



写真4 [上部] 被覆解体後の木部



写真5 [下部] 脱炉後



写真6 [下部] 被覆解体後の木部



写真7 [下部] Jパネル解体後



写真8 [下部] せん断金物解体後

1時間の加熱終了後の放置中にも CLT 壁が燃え続けたこと、炉内の温度が下がらなかったことにより上側の梁の表面温度が 260℃を超え着火した。下側については梁に燃焼は見られなかった。本試験を受けて上側については下側と同じような納まりとし、金物と梁の間に石膏ボード t21+t21 の 2枚貼りを挟むような改良を行う。