

2. 4 協同組合東農地域木材流通センター／(株)ハフニウムアーキテクト

2. 4. 1 建築物の仕様一覧

事業名	地域工務店による高環境性能事務所の建築実証		
実施者(担当者)	協同組合東農地域木材流通センター／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	岐阜県恵那市	
	構造・工法	木造軸組工法+CLT床・屋根の一部等	
	階数	2	
	高さ(m)	7.16	
	軒高(m)	5.7	
	敷地面積(m ²)	459.98	
	建築面積(m ²)	190.61	
階別面積	延べ面積(m ²)	262.98	
	1階	186.14	
	2階	76.84	
CLTの仕様	CLT採用部位	床、屋根	
	CLT使用量(m ³)	加工前製品量15.37m ³ 、建築物使用量13.50m ³	
	壁パネル	寸法	-
		ラミナ構成	-
		強度区分	-
		樹種	-
	床パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	屋根パネル	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(CL T以外の構造材)	柱:ヒノキ 梁:スギ	
	木材使用量(m ³) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CL T以外とする	44.48m ³	
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.4) 立てハゼ葺き
		外壁	ヒノキ板t20縦目透かし張り
		開口部	樹脂複合サッシ+3層複層ガラス(Low-E、断熱ガス、中空層幅15mm) 木製サッシ+3層複層ガラス(Low-E、中空層幅16mm) [南面]
	主な内部仕上	界壁	-
		間仕切り壁	GB12.5 + ペーパークロス
		床	土間顕しモルタル金鏝、CL T顕し+オイル塗装
構造	天井	CL T顕し	
	構造計算ルート	仕様規定(壁量計算)	
	接合方法	ビス接合+顎掛け	
	最大スパン	4.55(床)、8.645(屋根)	
防火	問題点・課題とその解決策	床のCL Tは確実に音抜けする。同時使用がほとんどないものとして両面顕しとしたが実使用時に問題が生じた場合は天井を付加することとなっている。	
	防火上の地域区分	その他地域	
	耐火建築物等の要件	無	
	本建築物の防耐火仕様	なし	
温熱	問題点・課題とその解決策	なし	
	建築物省エネ法の該当有無	該当なし	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	CL Tは外壁に不使用	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	グラスウール20K 215(120+105)mm + 38K 105(53+53)mm
外壁		グラスウール20K 330(120+105+105)mm	
床		なし	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	使用条件によってクリア、音対策なし	
	建て方における課題と解決策	トラスについては精度の高い加工が求められた	
	給排水・電気配線設置上の工夫	壁は在来とすることで壁内に納めた	
	劣化対策	屋根面における厚い付加断熱層は劣化対策上も有効	
工程	設計期間	R5年4月~R6 11月(20ヵ月)	
	施工期間	R6年12月~R7年6月予定(7ヵ月)	
	CL T躯体施工期間	R7年2月中旬(床2~3時間、トラス2日(ただしトラスの大部分は製材))	
	竣工年月日	2025/6月末予定	
体制	発注者	協同組合東農地域木材流通センター	
	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	金子建築工業	
	CL T供給者	中東・鳥取CL T	
	ラミナ供給者	石川県森林組合連合会	

2. 4. 2 実証事業の概要

実証事業名：地域工務店による高環境性能事務所の建築実証

建築主等／協議会運営者：協同組合東濃地域木材流通センター／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	岐阜県恵那市			
構造・工法	木造軸組工法+CLT床・屋根の一部等			
階数	2			
高さ (m)	7.16	軒高 (m)	5.7	
敷地面積 (㎡)	459.98	建築面積 (㎡)	190.61	
階別面積 (㎡)	1階	186.14	延べ面積 (㎡)	262.98
	2階	76.84		
CLT採用部位	床、屋根			
CLT使用量 (m ³)	加工前製品量 15.37 m ³ 、建築物使用量 13.50 m ³			
CLTを除く木材使用量 (m ³)	44.48m ³			
CLTの仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	—		
	床	150mm厚/5層5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	R5年4月～R6年11月(20ヵ月)			
施工期間	R6年12月～R7年6月予定(7ヵ月)			
CLT躯体施工期間	R7年2月中旬(床2～3時間、トラス2日(ただしトラスの大部分は製材))			
竣工年月日	2025年6月末日			

2. 実証事業の目的と設定した課題

- ・ トラス嵌合部のCLT木口の接合部支圧特性、および接合部全体としての構造特性値の取得
- ・ 建物全体としての環境性能の定量的評価とそれを達成するための各部仕様の検討

3. 協議会構成員

- (設計統括・構造設計) (株)ハフニウムアーキテクト：福山【協議会運営者】
(環境設計・施工) 金子建築工業(株)：堀
(環境設計監修) 東京大学前研究室：前
(原木供給) 石川県森林組合連合会、岐阜県森林組合連合会東濃林産共販所：赤池、
(材料) (株)中東：北野、鳥取 CLT：岩坂、協同組合東濃地域木材流通センター・木 point：
片田
(金物) (株)シネジック：石森
(試験) 森林文化アカデミー：小原

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、性能確認は森林文化アカデミーで行った。CLT 木口と木の嵌合接合部の支圧試験を3条件各7体行った。破壊性状に問題がなく十分な余力があること、CLT 特有の木口めり込みの変形性状が確認された。

また室内環境については、前研究室によって全体の熱収支の確認と詳細な条件入力に基づく非定常解析を行い、オフグリッド化も可能であるレベルの内部環境が得られることが分かった。

<協議会の開催>

- 第1回(9/18, web) 問題点洗い出し、前研究室との環境設計整理
第2回(10/2, web) 実施設計整理
第3回(10/16, web) 環境シミュレーション結果報告と設備設計整理(第2回)
第4回(10/28 web) プレカットに関する打合せ
第5回(11/6, web) プレカットに関する打合せ(第2回)
第6回(11/13, web) 環境シミュレーション結果報告と設備設計整理(第3回)
第7回(11/22, 現地) プレカットに関する打合せ@東海プレカット岐阜(第3回)
第8回(11/27, web) 環境シミュレーション結果報告と設備設計整理(第4回)
第9回(12/4, web) 定例実施設計会議 (意匠構造と断熱納まりに関する協議等)
第10回(12/11, web) 定例実施設計会議 (意匠構造と断熱納まりに関する協議等)
第11回(12/18, web) 定例実施設計会議 (意匠構造と断熱納まりに関する協議等)
第12回(12/25, web) 定例実施設計会議 (意匠構造と断熱納まりに関する協議等)
第13回(1/8, web) 定例実施設計会議 (意匠構造と断熱納まりに関する協議等)
第14回(1/15-16, 現地) 現場定例設計会議 (第1回)
第15回(1/22, web) 現場定例設計会議 (第2回)
第16回(1/27, 現地) 現場定例設計会議 (第3回)
第17回(2/5, web) 現場定例設計会議 (第4回)
第18回(2/12-14, 現地) 現場定例設計会議 (第5回)

<設計>

R6年 9-10月：実施設計

11-12月：建築確認申請手続き

12/13 確認済証受領

<施工>

R6年 12月：工事契約

R7年 1月初旬：着工

1月下旬：基礎工事終了

1月下旬：土台敷き、一部の鉄骨柱の先行建方

R7年 2月 10日～：木工事

<性能確認>

R6年 11/18-22：支圧接合部せん断試験、3条件 21体（岐阜県立森林文化アカデミー）

5. 得られた実証データ等の詳細

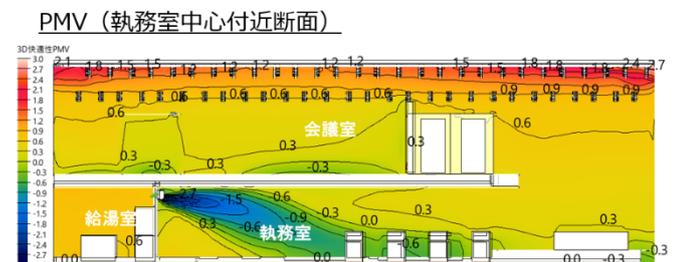
設定した課題において次の結果が得られた。

(1) t36mmCLT の嵌合接合部の構造特性値の取得

(2) CLT 床を利用して極小化した一体空間の環境特性のシュミレーション結果

6. 本実証により得られた成果

- ・ 非住宅建物の高断熱高気密化を図るための、構造と一体となったディテールの整理
- ・ CLT 嵌合支圧接合部の仕様検討と試験
- ・ 日射取得や床下温水循環の効果、冷暖房時の気流などをシミュレーションによって定量的に評価。今後の自主的なデータ取得により実測値も得る予定。



*PMVは0.6clo(長シャツ+長ズボン)程度の着衣量を想定している。
人が滞在する空間では-0.5~0.5の快適範囲を満たしており、熱だまりによる放射温度の影響も大きくは受けていないことがわかる。

図1 接合部試験の様子、および室内環境シミュレーションの例

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



写真1 建方の様子

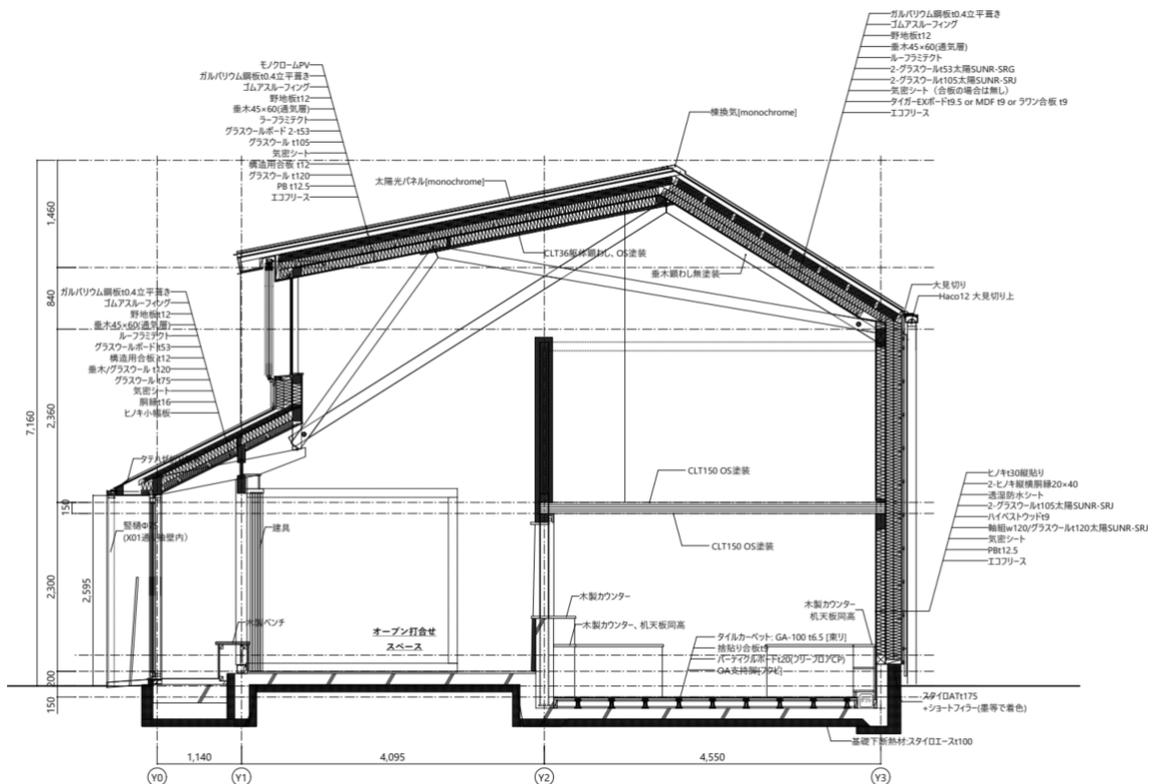


図2 矩計図

2. 4. 3 成果物

2.4.3.1 設定した課題

トラス嵌合部の CLT 木口の接合部支圧特性、および接合部全体としての構造特性値の取得
建物全体としての環境性能の定量的評価とそれを達成するための各部仕様の検討

2.4.3.2 設計の概要

用途：事務所

規模：地上 2 階建て

構造：木造軸組工法

延床面積：約 260 m²

2 階建てショールーム兼事務所を 4 号建築物（構造設計・仕様規定ルート）として設計した。薄物 CLT を利用したトラス架構と、CLT 床を利用して全体高さを絞りながら一室空間化した。設計した平面図・断面図を図 1~3 に、建て方状況を写真 1~2 示す。

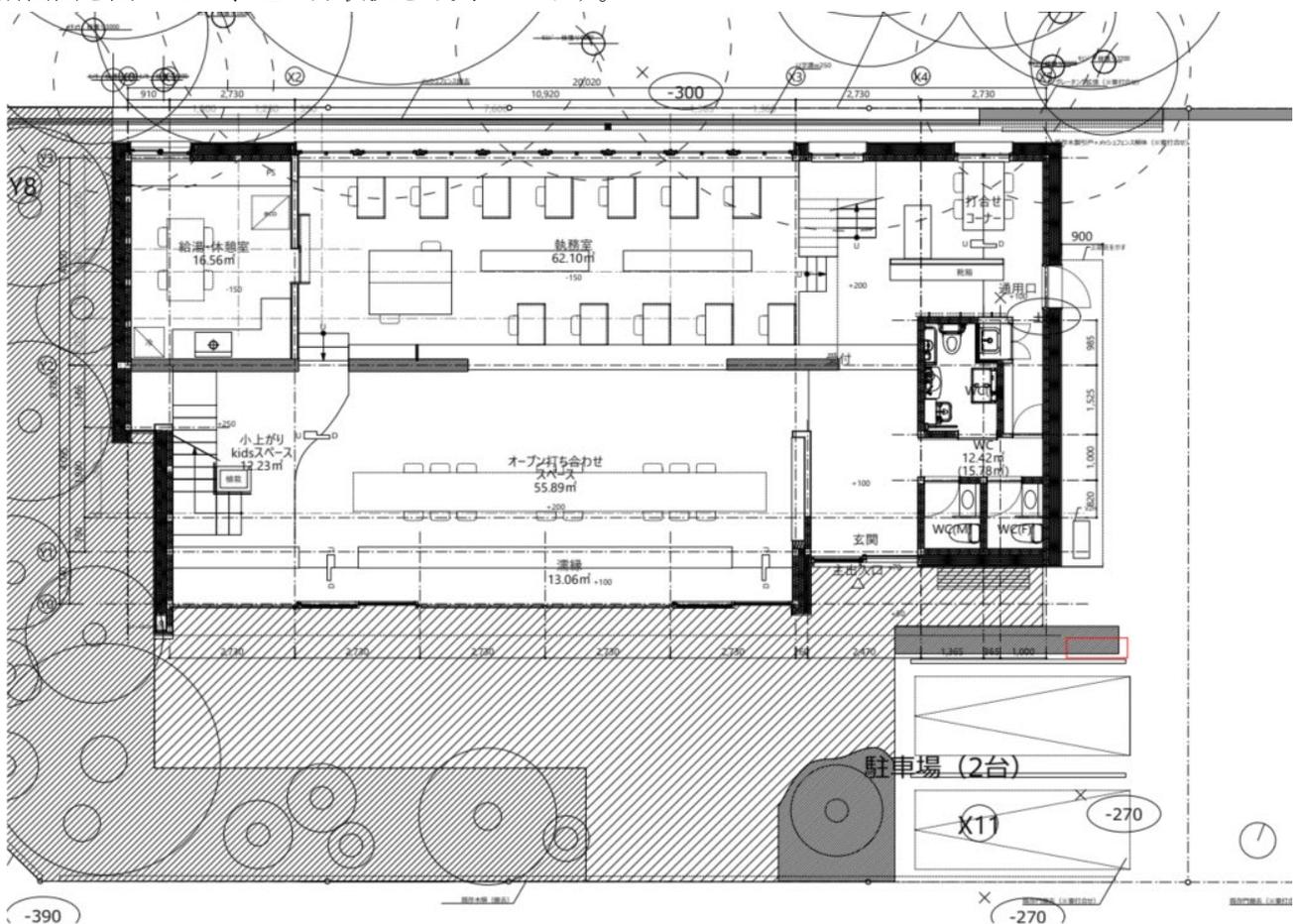


図-1 1F 平面図

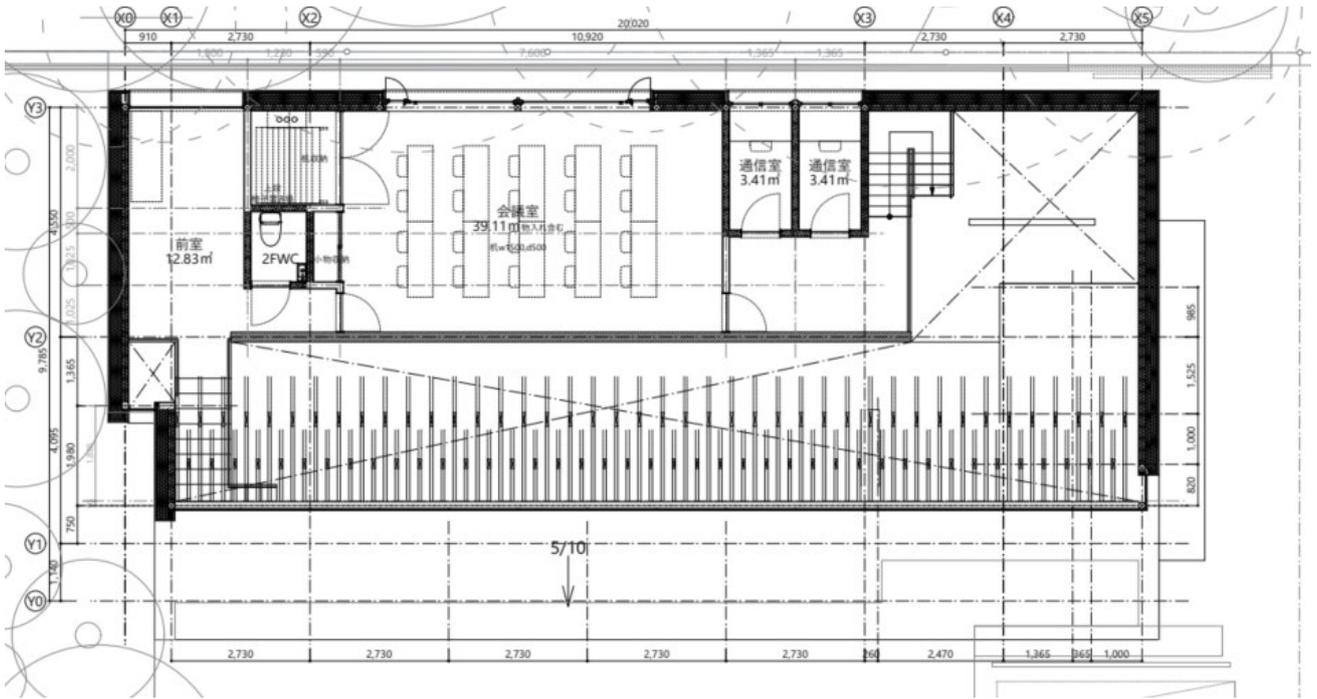


図-2 2F 平面図

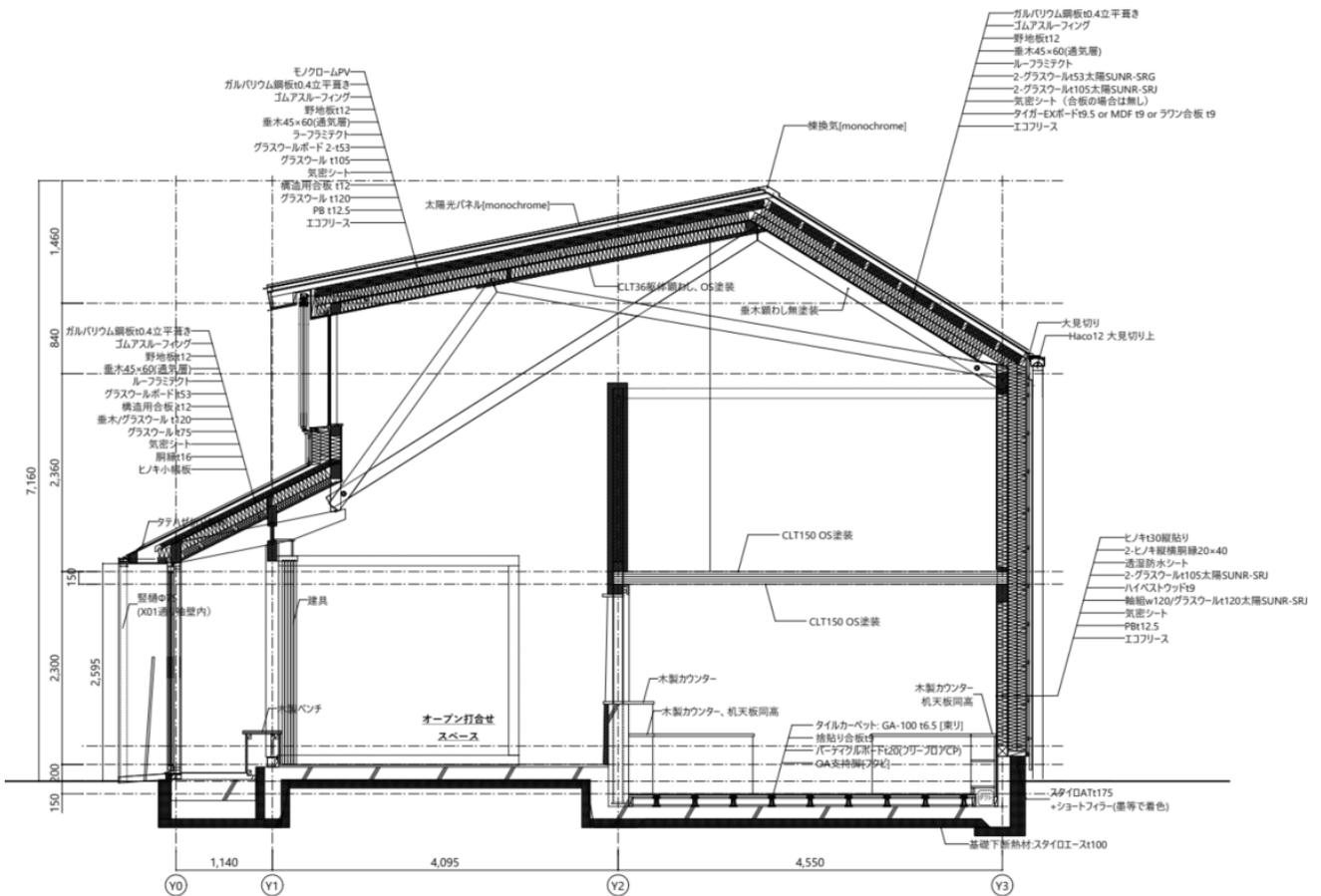


図-3 断面図



写真-1 建て方状況



写真-2 建て方状況

2.4.3.3 構造解析ソフトによる検討

薄物 CLT を圧縮材として利用したトラス架構について、構造解析ソフト midas iGen v8.5.1 (R1)を用いて検討を行った。

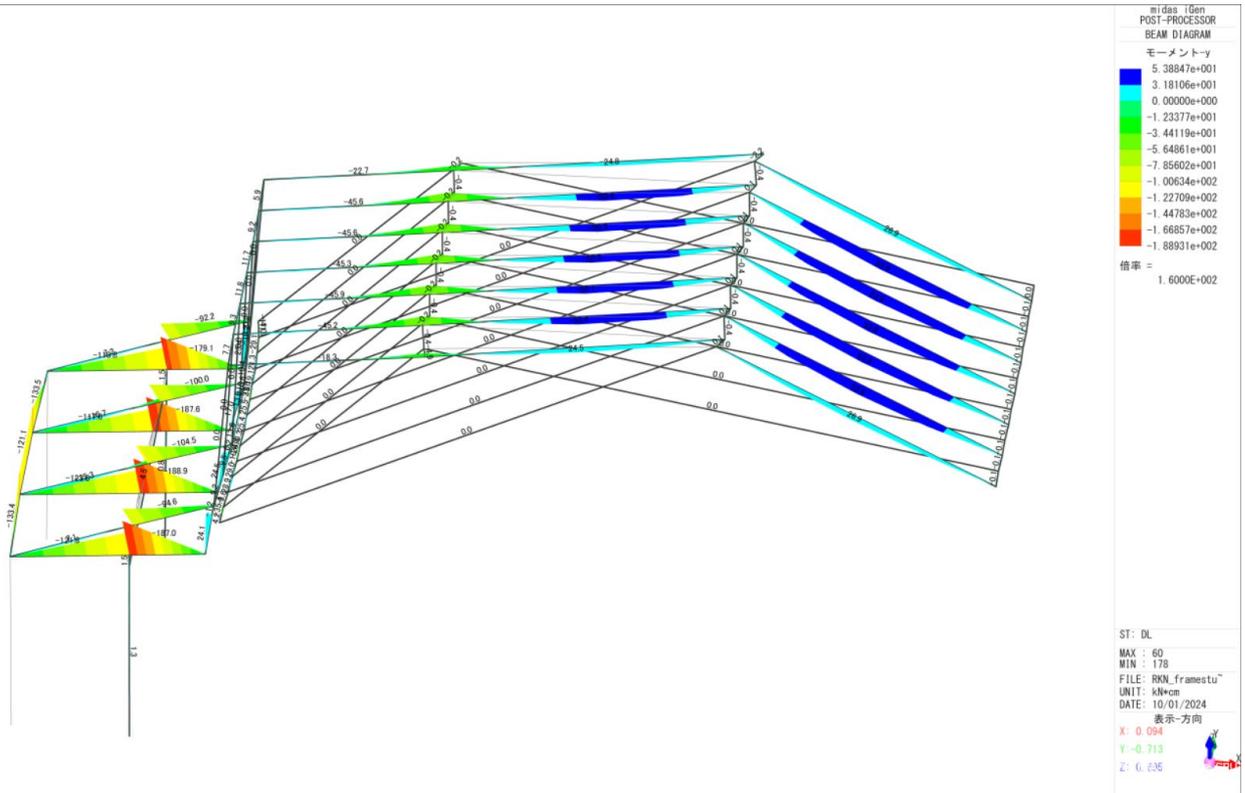


図-1 曲げの解析

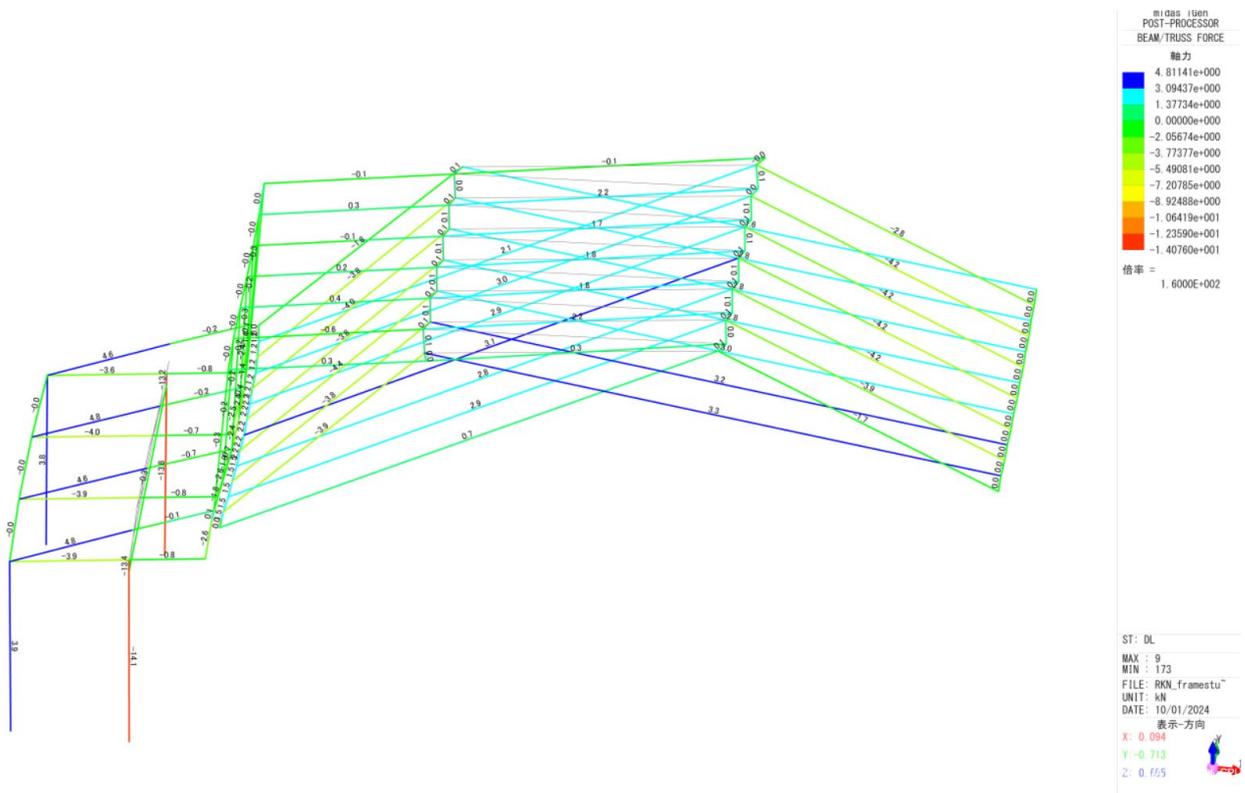
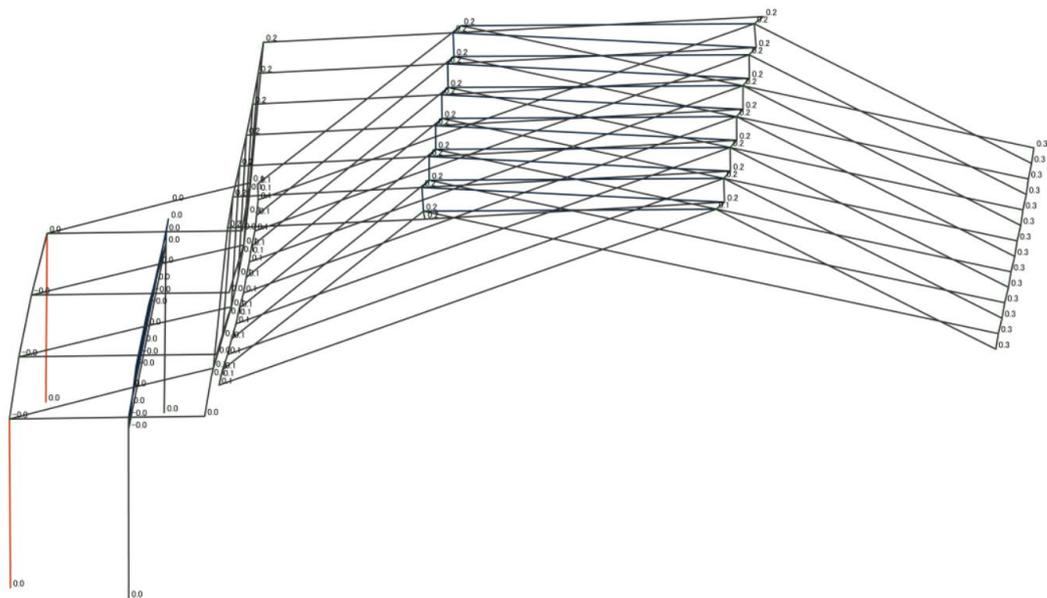


図-2 軸力の解析



midas iGen
 POST-PROCESSOR
 DEFORMED SHAPE
 X-方向
 X-DIR= 2.983E-001
 NODE= 77
 Y-DIR= 0.000E+000
 NODE= 1
 Z-DIR= 0.000E+000
 NODE= 1
 COMB = 5.575E-001
 NODE= 2
 倍率 = 1.600E+002

ST: DL
 MAX : 77
 MIN : 116
 FILE: RKN_Framestu
 UNIT: cm
 DATE: 10/01/2024
 表示-方向
 X: 0.094
 Y:-0.713
 Z: 0.665

図-3 垂直変位の解析

2.4.3.4 支圧接合部試験

1) 試験概要

薄物 CLT を圧縮材として利用したトラス架構について、その端部接合部（図 1、図 2）の剛性、強度は設計上非常に重要であるが、CLT を用いるため既存の設計式的前提条件に当てはまらないと考えられる。加えて、軸材端部せん断破壊の有無も確認の必要があるため、支圧接合部試験を行った。

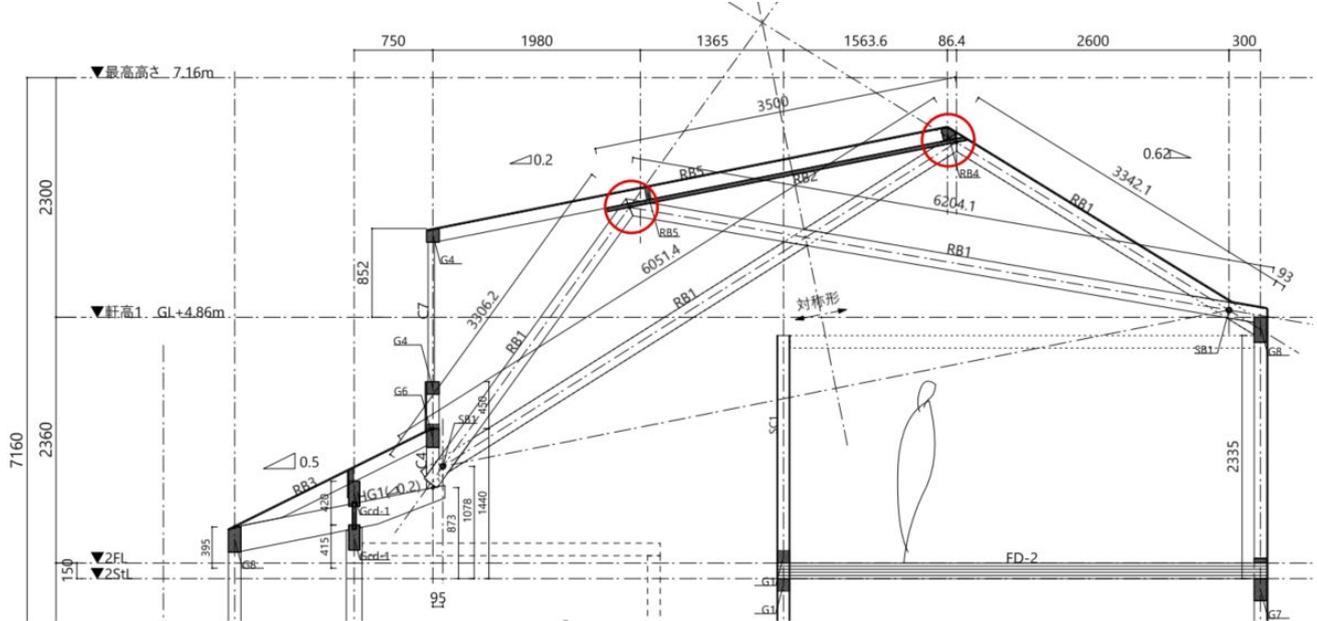


図-1 トラス断面図

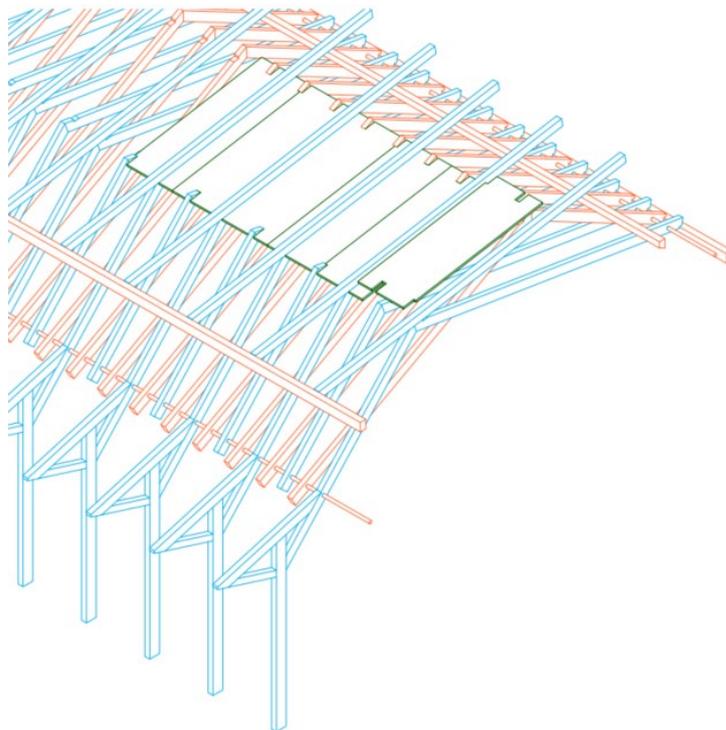


図-2 トラスの3Dモデル

3) 試験結果

実仕様の試験結果を表 1、図 5 に示す。

表-1 実仕様 試験結果表

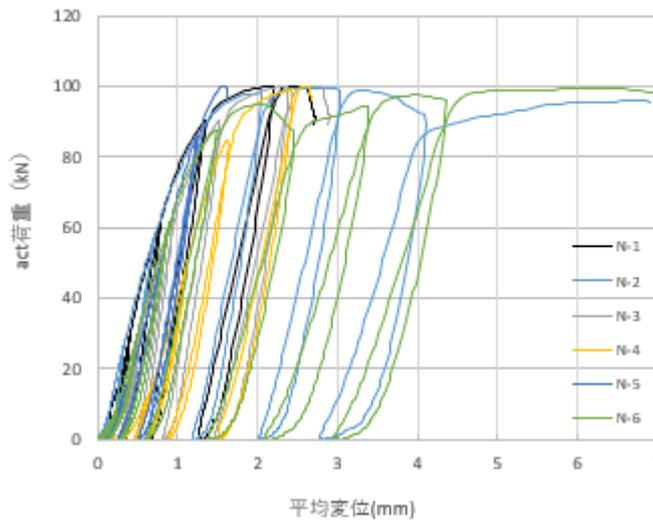
実仕様

試験体記号	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	平均	標準偏差	係数K	ばらつき係数	95%下限値
最大耐力 Pmax [kN]	99.90	99.50	99.91	99.89	99.92	99.48	99.77	0.19			
最大荷重時変形角 δ_{pmax} [mm]	2.65	2.52	3.36	2.18	1.50	8.10	3.38	2.18			
2/3Pmax [kN]	66.60	66.34	66.61	66.59	66.61	66.32	66.51	0.13	2.34	1.00	66.21
2/3 δ_{max} [mm]	0.87	0.79	0.87	0.87	0.88	0.85	0.86	0.03			
降伏耐力 Py [kN]	58.52	54.73	76.30	87.01	2.30	63.65	68.04	11.96	2.46	0.57	38.57
降伏変形変位 δ_y [mm]	0.74	0.61	1.02	1.23	0.03	0.81	0.88	0.22			
終局耐力 Pu [kN]	95.31	93.73	97.18	100.17	0.00	97.07	96.69	2.15			
降伏点変形変位 δ_v [mm]	1.20	1.05	1.29	1.42	0.00	1.23	1.24	0.12			
終局変形変位 δ_u [mm]	2.65	2.52	3.36	2.18	1.50	8.10	3.38	2.18			
剛性(0.1-0.4Pmax) K [kN/mm]	80.62	95.21	75.36	74.19	70.15	81.01	79.42	7.99			
塑性率 μ	2.20	2.39	2.60	1.54	0.00	6.59	3.06	1.80			
構造特性係数 Ds	0.54	0.51	0.49	0.69	0.00	0.29	0.50	0.13			

試験機Limite: 100 kN

弾塑性不可

荷重—平均変位



荷重—act変位

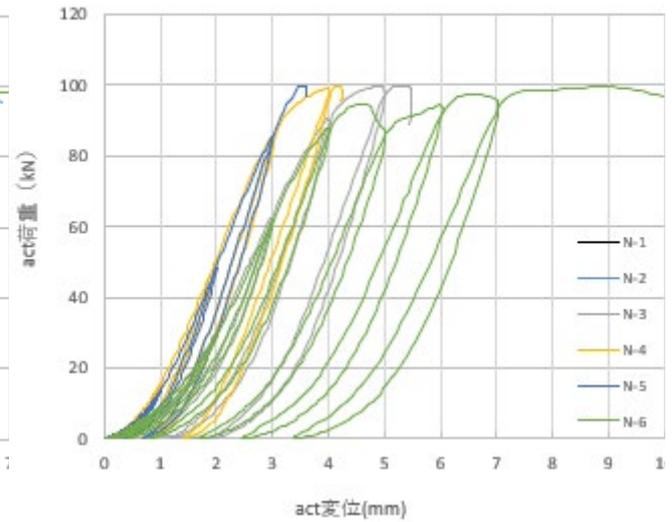


図-5 実仕様 荷重-変位曲線、荷重-act 変位曲線

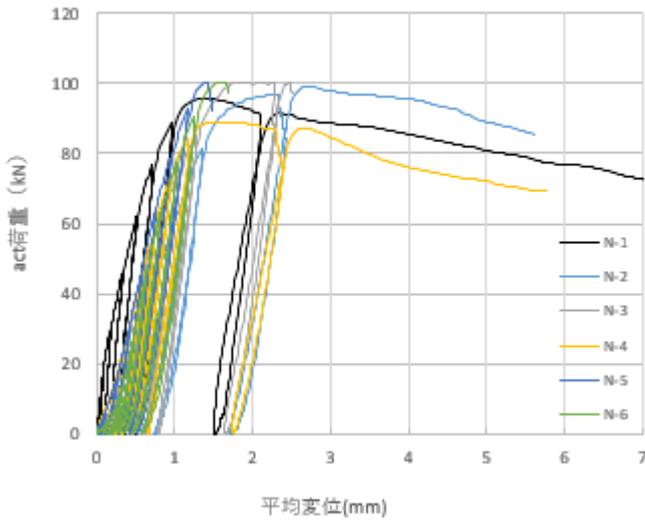
繊維直交方向仕様の試験結果を表 2、図 6 に示す。

表-2 繊維直交方向仕様 試験結果

繊維直交

試験体記号	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	平均	標準偏差	係数K	ばらつき係数	95%下限値
最大耐力 Pmax [kN]	44.40	55.43	37.55	51.36	50.03	51.35	48.35	5.82			
最大荷重時変形角 δ pmax [mm]	10.00	9.64	10.00	10.00	10.00	10.00	9.94	0.13			
2/3Pmax [kN]	29.60	36.95	25.03	34.24	33.35	34.23	32.23	3.88	2.34	0.72	23.17
2/3 δ max [mm]	2.62	2.19	2.15	3.06	1.92	2.40	2.39	0.37			
降伏耐力 Py [kN] (0.1-0.4P _{max} , 0.5-0.8P _{max} 交点)	21.85	27.34	18.60	25.18	24.81	25.13	23.82	2.83	2.34	0.72	17.20
降伏変形変位 δ y [mm]	1.27	1.30	1.01	0.95	1.07	1.08	1.11	0.13			
終局耐力 Pu [kN]	-	-	-	-	-	-	-	-			
降伏点変形変位 δ v [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-			
終局変形変位 δ u [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-			
剛性(0.1-0.4Pmax) K [kN/mm]	17.24	21.00	18.36	26.59	23.17	23.34	21.61	3.17			
塑性率 μ	-	-	-	-	-	-	-	-			
構造特性係数 Ds	-	-	-	-	-	-	-	-			

荷重—平均変位



荷重—act変位

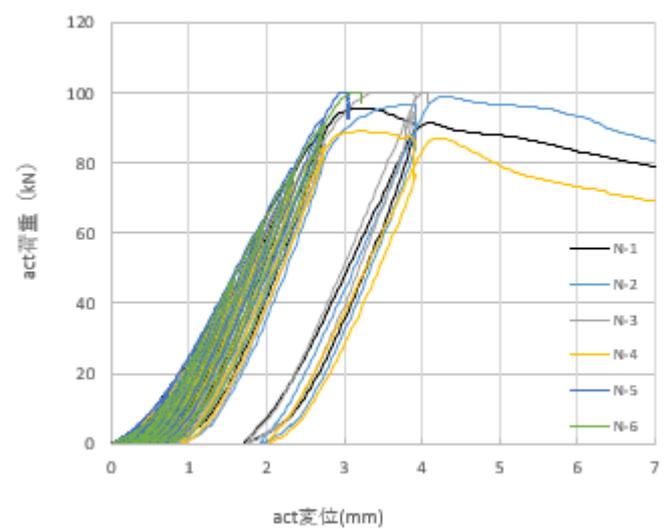


図-6 繊維直交方向仕様 荷重-変位曲線、荷重-act 変位曲線

繊維平行方向仕様の試験結果を表 3、図 7 に示す。

表-3 繊維平行方向仕様 試験結果

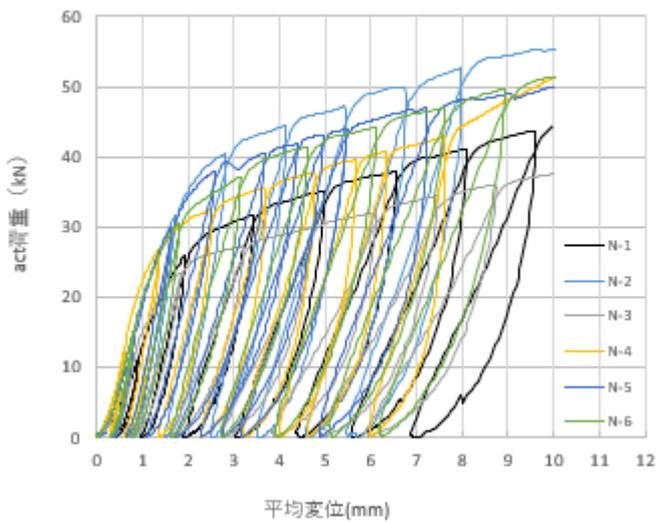
繊維平行

試験体記号	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	平均	標準偏差	係数K	ばらつき係数	95%下限値
最大耐力 Pmax [kN]	95.50	99.10	99.90	88.99	99.94	99.93	97.23	4.00			
最大荷重時変形角 δ_{pmax} [mm]	1.40	2.64	1.75	1.58	1.37	1.50	1.70	0.44			
2/3Pmax [kN]	63.67	66.07	66.60	59.33	66.63	66.62	64.82	2.67	2.34	0.90	58.58
2/3 δ_{max} [mm]	0.56	1.00	0.80	0.73	0.73	0.70	0.75	0.13			
降伏耐力 Py [kN]	49.77	88.20	53.26	108.35	101.10	40.25	57.87	18.15	2.68	0.16	9.22
降伏変形変位 δ_y [mm]	0.40	1.48	0.59	0.00	0.00	0.14	0.65	0.50			
終局耐力 Pu [kN]	85.86	93.66	88.76	0.00	0.00	73.88	85.54	7.29			
降伏点変形変位 δ_v [mm]	0.69	1.57	0.98	0.00	0.00	0.26	0.87	0.38			
終局変形変位 δ_u [mm]	6.30	6.13	1.75	5.11	1.37	1.50	3.69	2.19			
剛性(0.1-0.4Pmax) K [kN/mm]	135.37	63.97	93.59	77.98	87.77	97.17	92.64	22.01			
塑性率 μ	9.08	3.91	1.80	0.00	0.00	5.74	5.13	2.67			
構造特性係数 Ds	0.24	0.38	0.62	0.00	0.00	0.31	0.39	0.14			

試験機Limite: 100 kN

弾塑性不可

荷重—平均変位



荷重—act変位

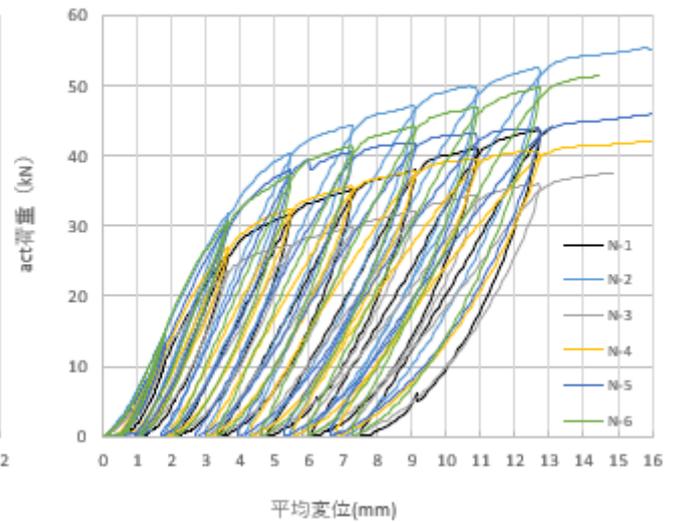
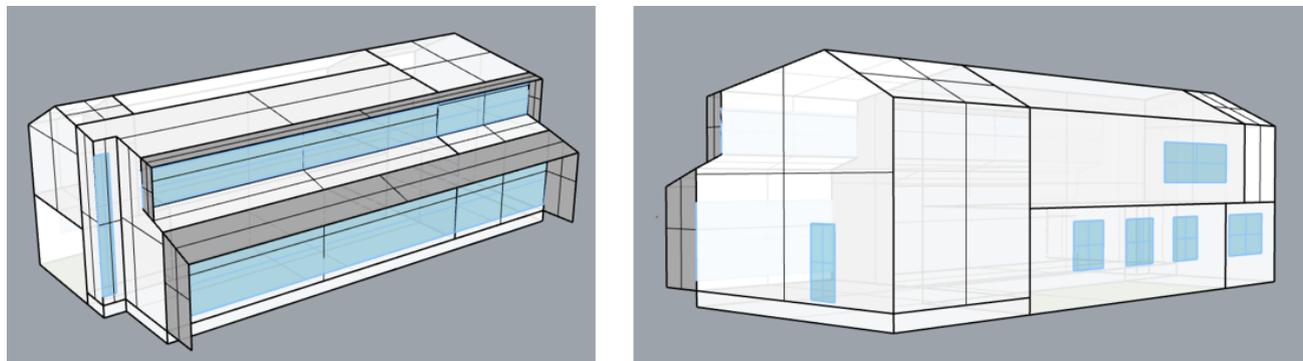


図-7 繊維平行方向仕様 荷重-変位曲線、荷重-act 変位曲線

2.4.3.5 熱負荷シミュレーション

1) 熱負荷解析設定条件

CLT 床を利用して全体高さを絞りながら一室空間化し、日射取得を得ながら高断熱化することで、安定した室内環境が得られることを実証する。東京大学の前真之研究室に依頼し、熱負荷のシミュレーションを行った。設計者の図面・3Dモデルを元にして図-1のように熱負荷検討用モデルを作成した。



Zoneは6つ+基礎の7つで設定

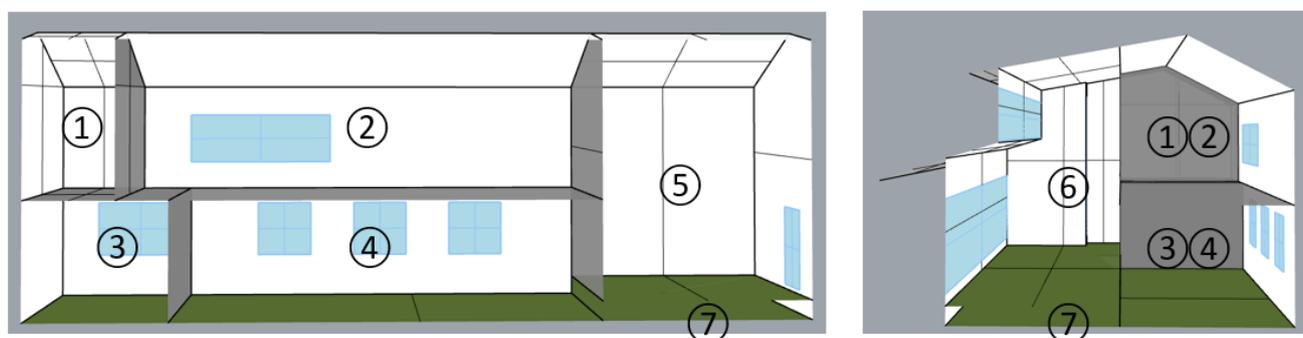


図-1 熱負荷検討用のモデル

外皮の仕様は設計者の断面図に従って設定した。開口部については、南面の大開口のみ日射取得型、それ以外は日射遮蔽型とし、U値：0.7、取得型 η 値：0.58、遮蔽型 η 値：0.33とした。

また、比較用として図2の一般断熱仕様モデルも作成した。

	木造軸組構法			設計値	基準値
	製品名	断熱材種類	厚さ [mm]	熱抵抗 [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]	熱抵抗 [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]
天井	太陽SUN(SS)/ ハウスロンZERO(HZS)	GWHG16-38	155	4.1	4.0
壁	太陽SUN(SS)/ ハウスロンZERO(HZS)	GWHG16-38	105/ 90	2.8/ 2.4	2.2
床	露断プレミア/露断ビンレス	GWHG24-36	80	2.2	2.2
開口部	窓:4.7[$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] ドア:4.7[$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]				
土間	外気に接する部分:1.7[$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] その他の部分:0.5[$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]				

図-2 比較用標準仕様

空調スケジュールは、すべての Zone において冷房 (26°C設定) : 8:00-21:00 (平日)、暖房 (22°C設定) : 8:00-21:00 (平日)、換気は 1 回/h の設定とした。

その他の機器・照明などのスケジュールは図 3~5 に示すように、Climate Studio の Office 標準設定に合わせた。

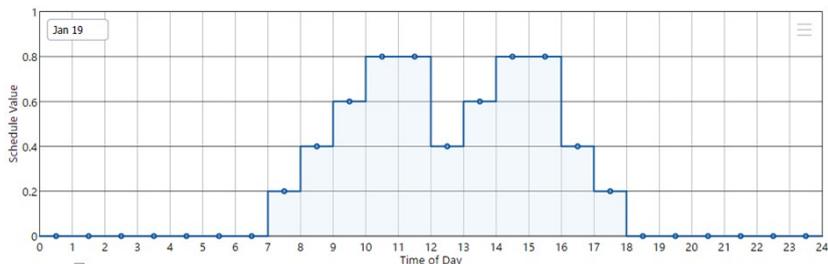


図-3 人のスケジュール

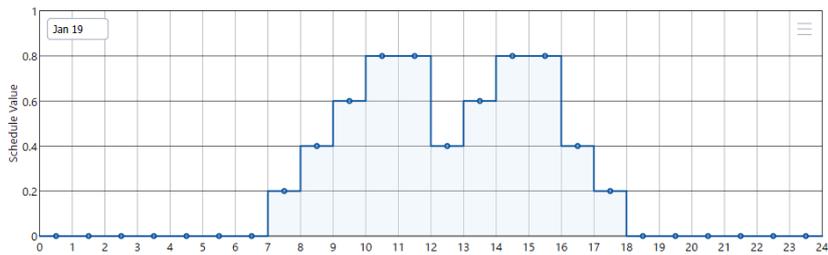


図-4 機器のスケジュール

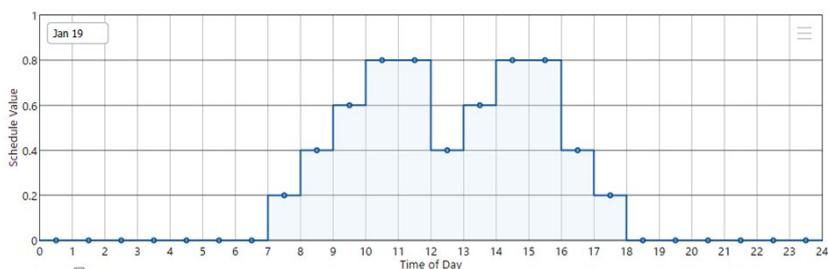


図-5 照明のスケジュール

また、中央部の土壁の蓄熱効果を確認するためのシミュレーションも行った。間仕切りを少なくした簡易的なモデルに作り直し、熱容量(容積比熱) : 1100[kJ/m³K]、比熱 : 0.86[kJ/kg°C]、密度 : 1280[kg/m³]を設定し、室全体の熱負荷や室温に与える影響などを調べた。

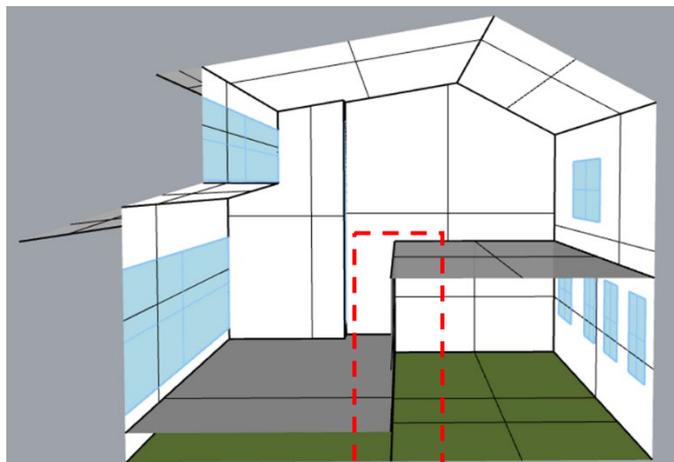


図-6 土壁部分

2) 熱負荷解析結果

解析ソフトは Rhinoceros + Grasshopper + Climate Studio を用いた。解析結果を図 7 に示す。

グラフを見ると、新社屋仕様は窓からの貫流熱損失が非常に小さくなっている。一方で、窓からの日射熱取得は大幅に増加しており、夏場は南面の窓に外部スクリーン等を設置して、日射を遮蔽することが効果的であることが確認できた。

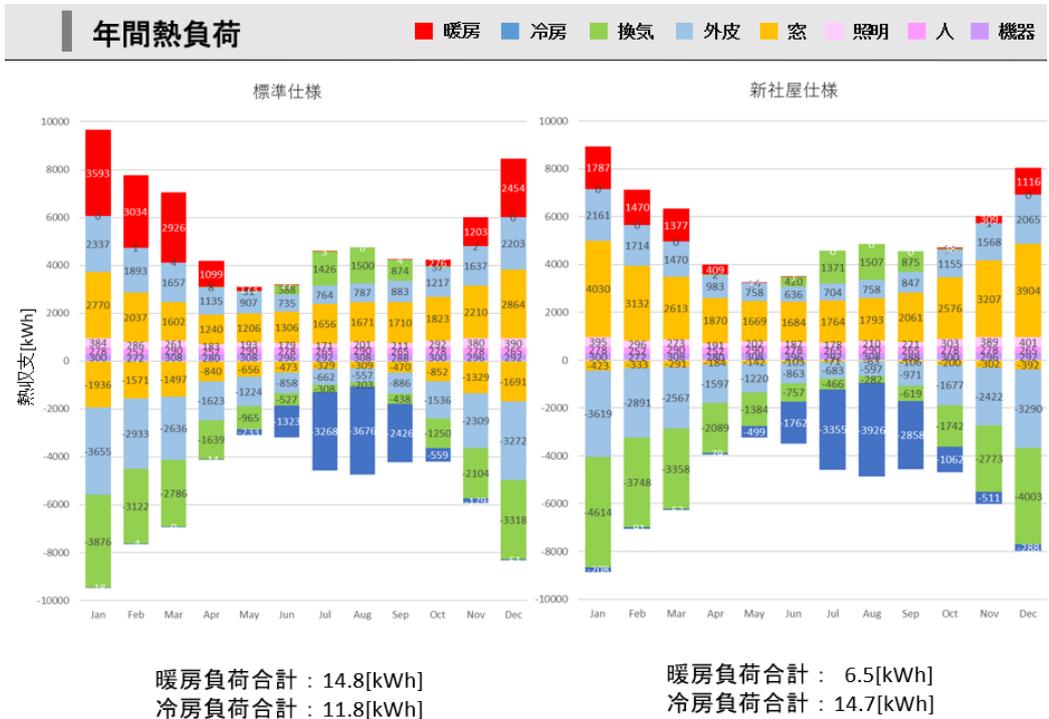


図-7 解析結果

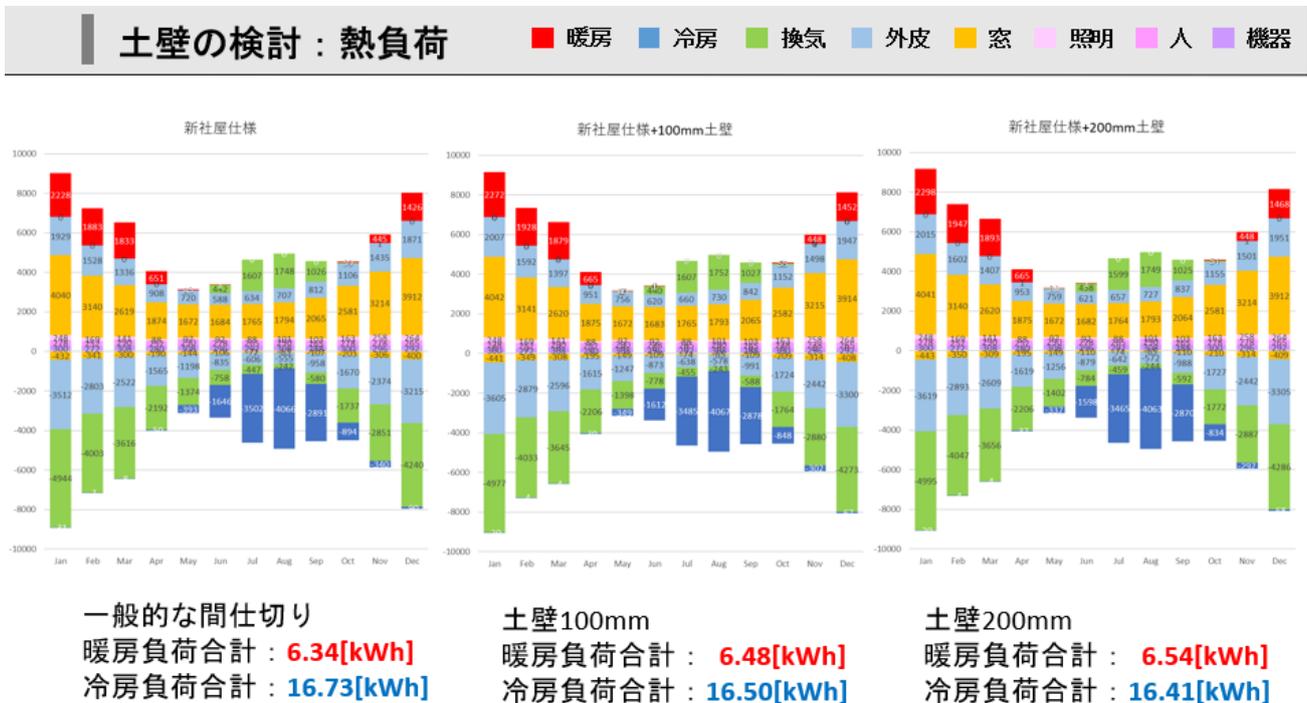


図-8 解析例

また、土壁の蓄熱検討の解析結果を図 8 に、自然室温の解析結果を図 9,10 に示す。昼間の急激温度上昇を抑え、厚さ 200mm 程度で 1℃程度の温度上昇を抑えられることが確認できた。一方で冬場の暖房負

荷は増加するが、日射熱を蓄熱利用した場合には負荷の低減につながると考えられる。

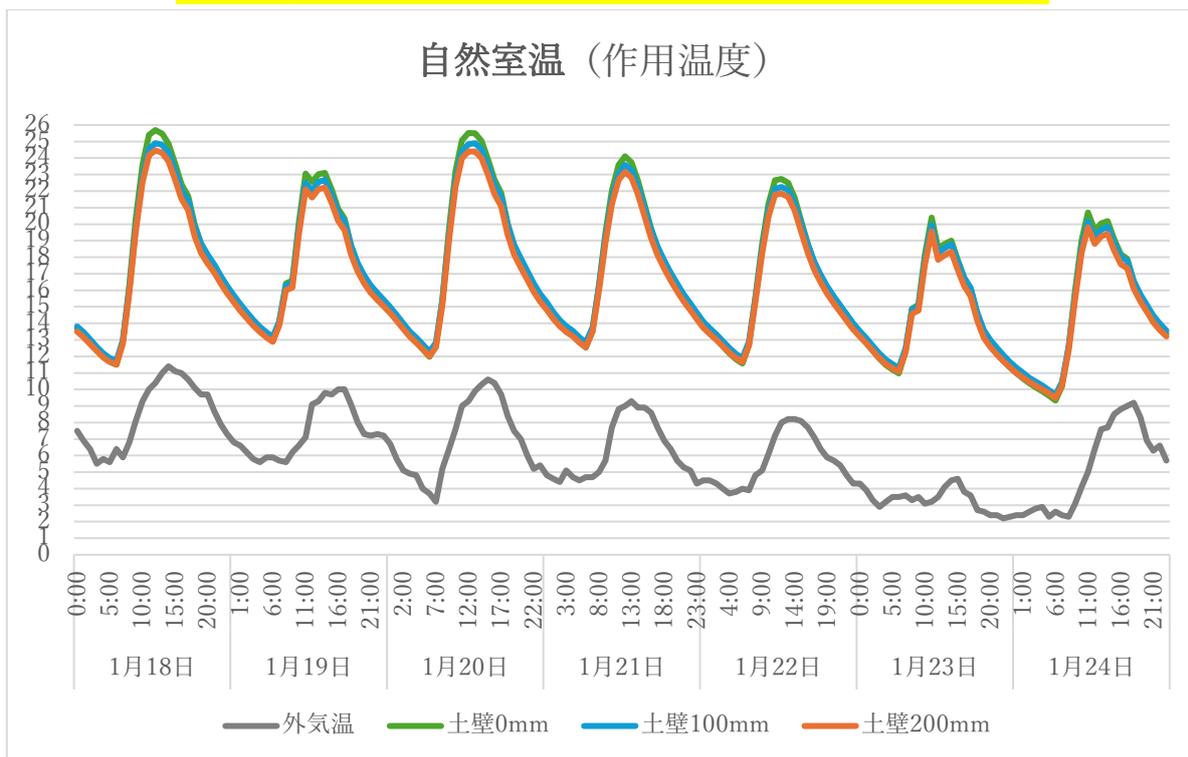


図-9 冬(1/18-1/24)の自然室温解析結果

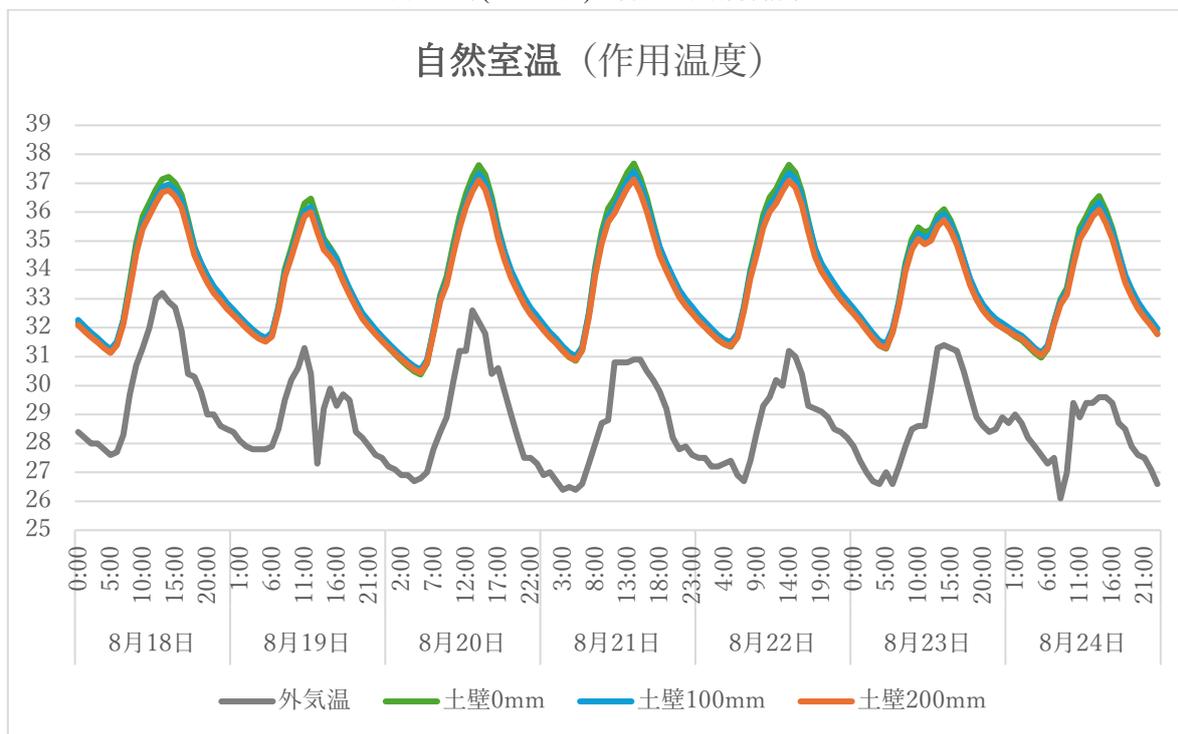


図-10 夏(8/18-8/24)の自然室温解析結果

3) 特定日時解析

特定日時解析により、エアコンによる立ち上がり時間の検証を行った(図 11,12)。空調機を置く想定である各室それぞれで解析を行い、熱負荷計算ソフトにおける暖房負荷・冷房負荷の数値に反映した。

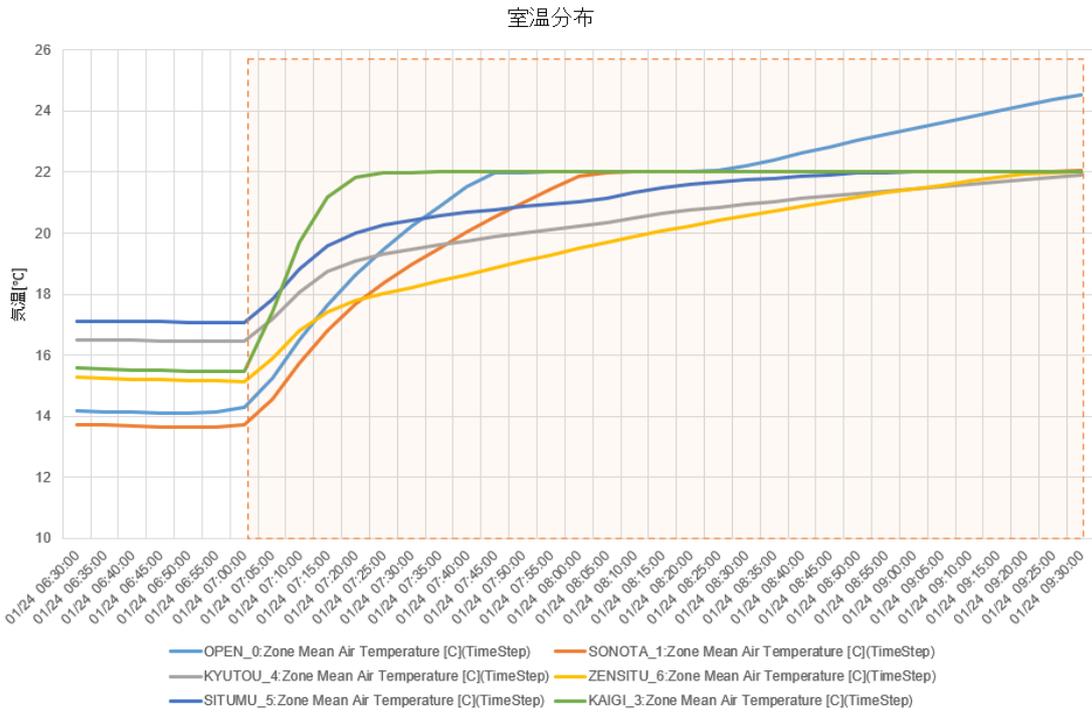


図-11 暖房立ち上がり時間の解析

会議室【暖房能力：7 kW】

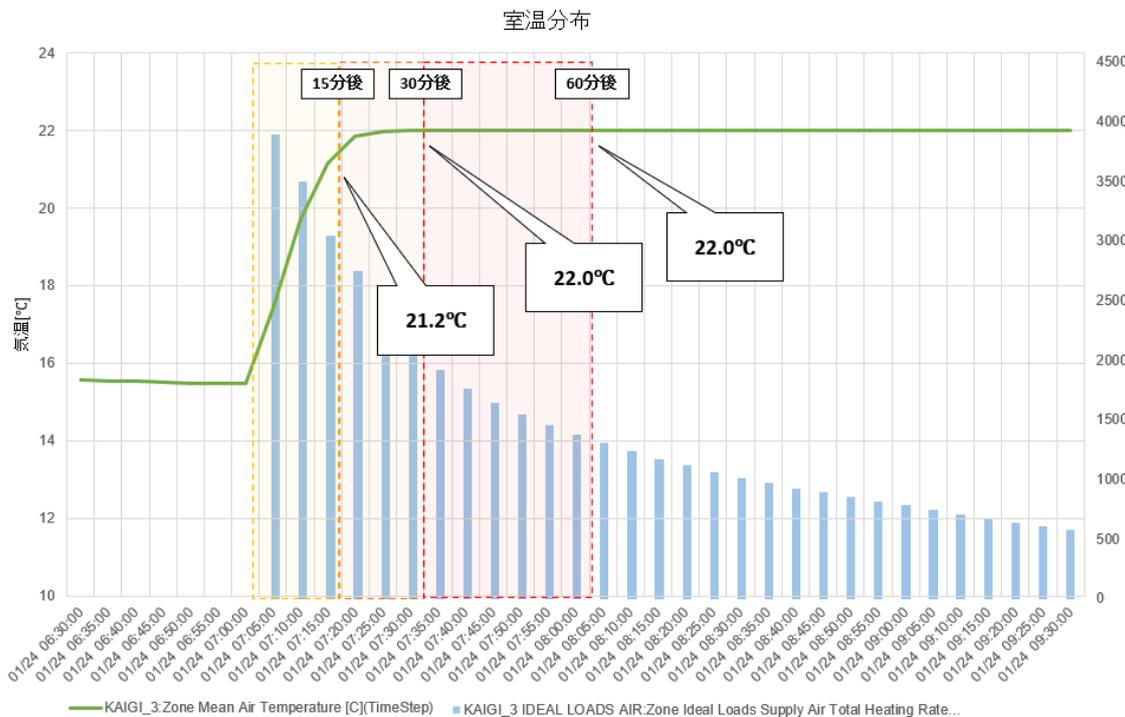


図-12 会議室における暖房立ち上がり時間の解析

4)CFD 解析の設定条件

空調方式、換気方式等の詳細な検討のため、様々な条件での CFD 解析を行った。モデルは Rhinoceros で作成し、FlowDesigner で解析を行った。

解析条件を図 13 に、ポリカーボネートによる断熱境界位置を図 14 に、設定エアコン位置を図 15 に、設定した給排気位置を図 16、17 に示す。給気は熱交換換気の利用を想定して夏期 28.1°C、冬期 19.5°C とした。

夏

- 温度条件**
- 外気温：35°C
 - 基礎下温度：20°C
- 内部発熱条件**
- 機器：4.5W/m²
 - 人：100W×4人
- エアコンについて**
- 吹出温度：16°C
 - 冷房能力：0.6kW
 - 風量：600m³/h
 - 台数：4台

冬

- 温度条件**
- 外気温：0°C
 - 基礎下温度：15°C
- 内部発熱条件**
- 機器：4.5W/m²
- エアコンについて**
- 吹出温度：30°C
 - 冷房能力：0.6kW
 - 風量：600m³/h
 - 台数：4台

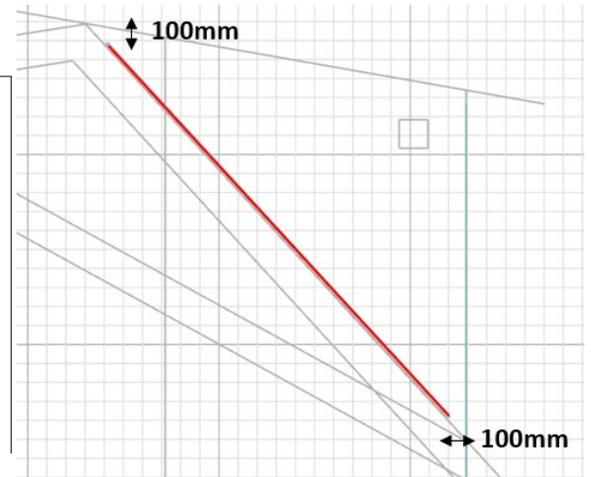


図-13 解析例

図-14 ポリカーボネート設置位置

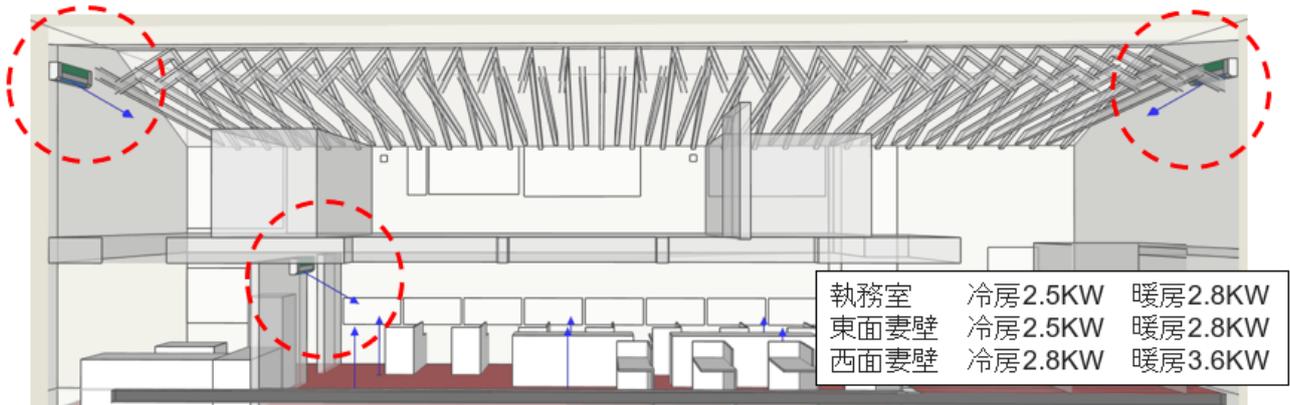
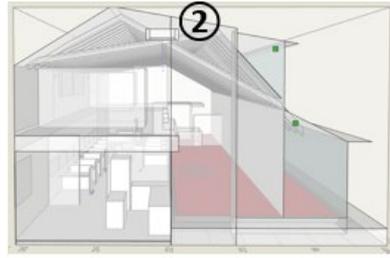


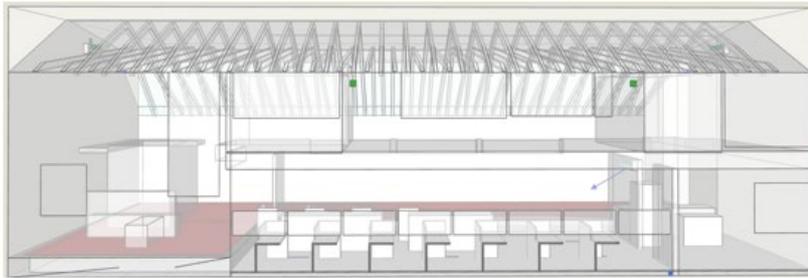
図-15 設定エアコン位置



東面



西面



北面

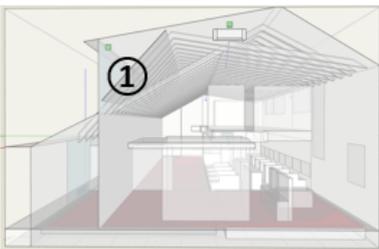
図-16 給気口位置

OA口は一つ150mm*150mm
とした

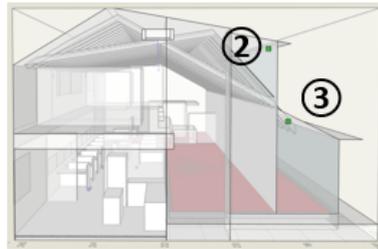
①：冷房上東 35°C
東冷房使用時のみ
348m³/h

②：冷房上西 35°C
西冷房使用時のみ
232m³/h

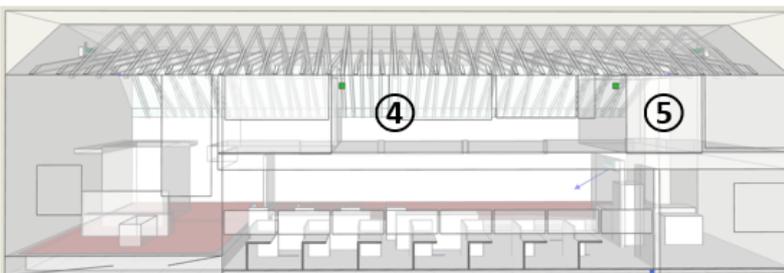
③：前頁より 28.1°C 240m³/h



東面



西面



北面

図-17 排気口位置

EA口は一つ150mm*150mmと
した

①：ポリカ東
東冷房使用時のみ 116m³/h

②：ポリカ西
東冷房使用時のみ
116m³/h

③：1階濡れ縁
東冷房使用時のみ
116m³/h

④：会議室南1
西冷房使用時のみ
116m³/h

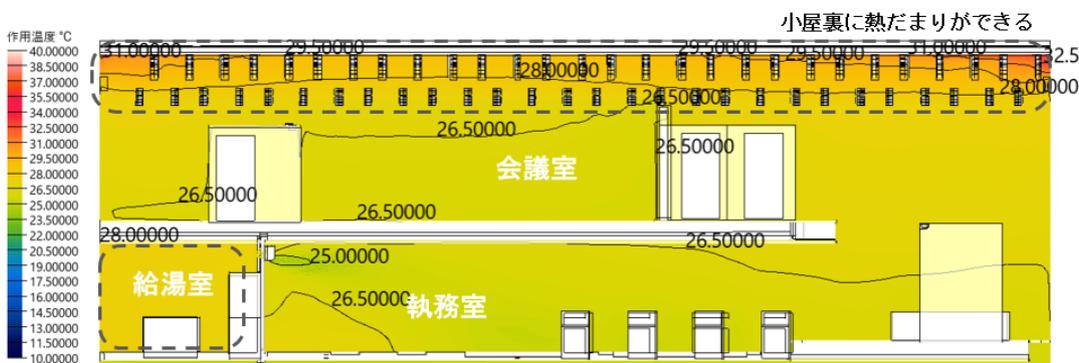
⑤：会議室南2
西冷房使用時のみ
116m³/h

5)CFD 解析の結果

CFD 解析結果の一部を図 18~21 に示す。冷房方式・ポリカーボネートの隙間・換気方式のパラメータを変更して比較した。解析結果から冷房期の熱だまり、給湯室の温度調節、エアコンの風による不快感などの懸念点が判明した。それらの対策として、エアコン位置や給排気量の調整を検討し、実際の設計にも反映させることとした。



作用温度（執務室中心付近断面）

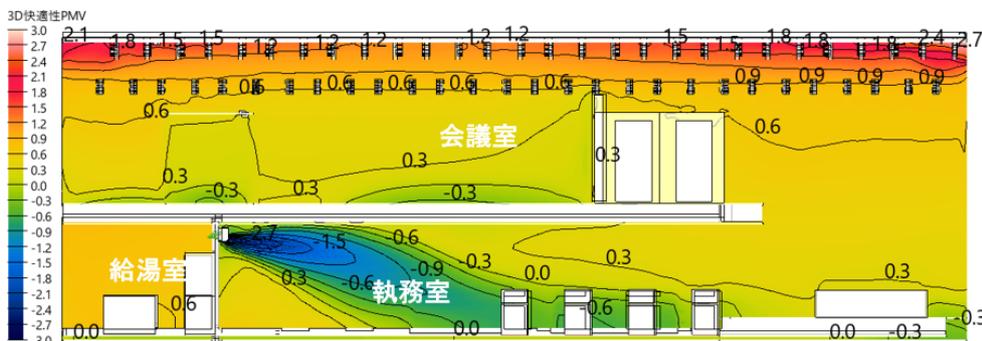


給湯室の温度が他に対して高くなっている

図-18 冷房期の温度解析



PMV（執務室中心付近断面）



*PMVは0.6clo(長シャツ+長ズボン)程度の着衣量を想定している。
人が滞在する空間では-0.5~0.5の快適範囲を満たしており、熱だまりによる放射温度の影響も大きくは受けていないことがわかる。

図-19 冷房機のPMV解析

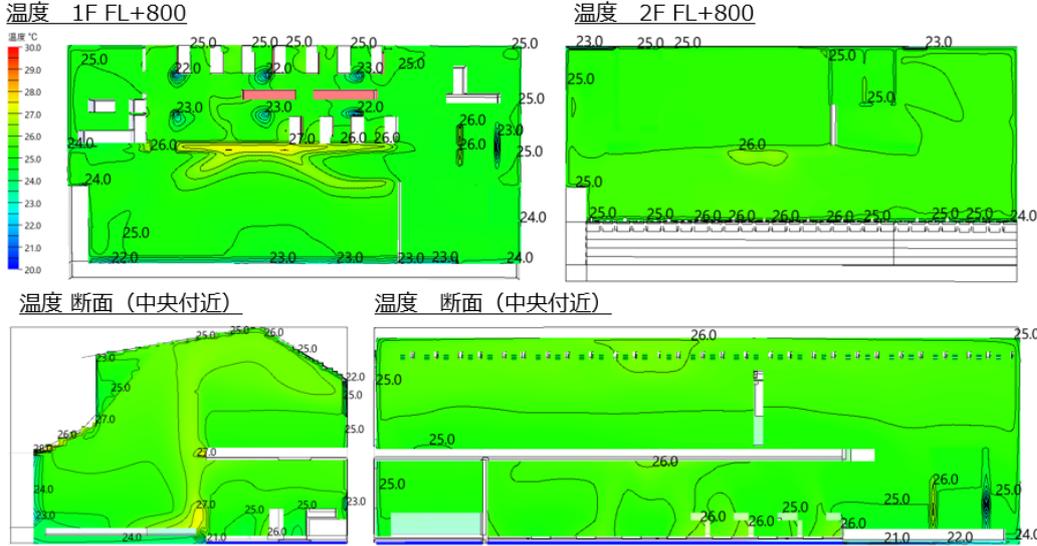
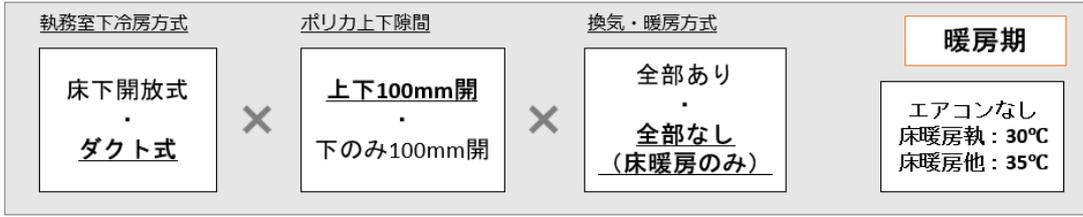
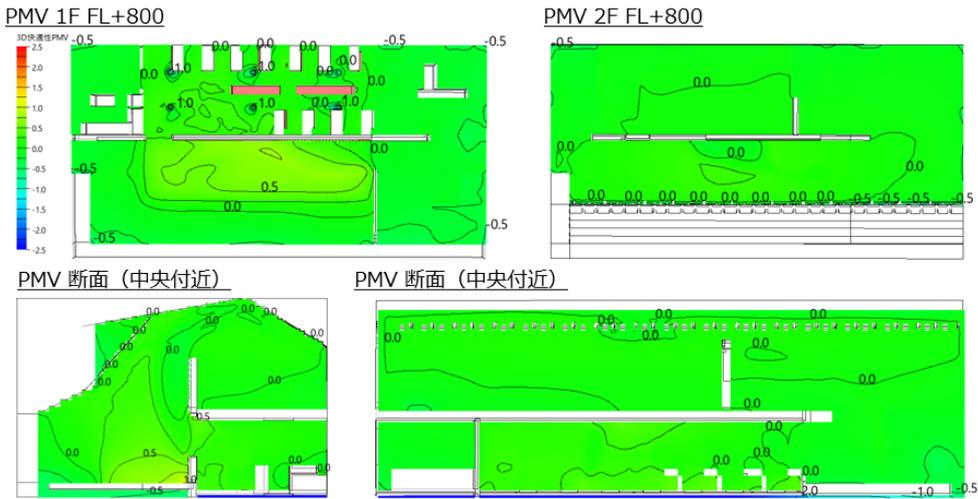
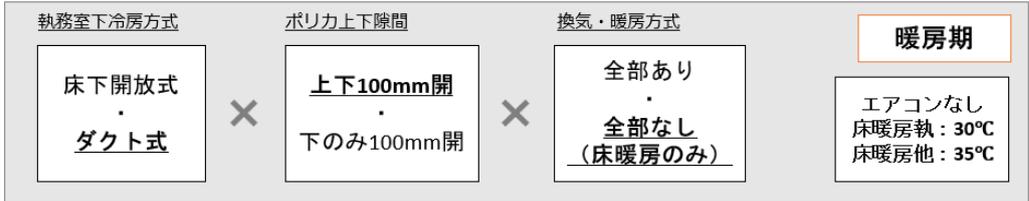


図-20 暖房期の温度解析



床暖房のみで、温度むらのない良好な室内環境が保たれている。

図-21 暖房期のPMV解析