

平成 27 年度 林野庁委託事業
CLT 等新たな製品・技術の開発・普及事業（木質耐火部材開発）

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告会

平成 28 年 3 月 3 日（木）
木材会館 7 階檜ホール
〒136-0082 東京都江東区新木場 1-18-8

山佐木材株式会社

後援

超高層ビルに木材を使用する研究会、（一社）全国木材組合連合会、
（一社）日本 CLT 協会、（公社）日本木材加工技術協会、
（一社）日本建築構造技術者協会、（一社）日本鋼構造協会

プログラム

13：30 主催者挨拶：佐々木 幸久（山佐木材(株)代表取締役社長）

13：35 林野庁挨拶：小島 孝文（林野庁林政部木材産業課長）

13：45～14：00 【事業報告① 事業概要】

「CLT床の2時間耐火性能の取得に向けて」

村田 忠（山佐木材(株)取締役 CLT 部長）

14：00～14：30 【事業報告② 成果報告概要】

「成果報告の概要とポイント」

稲田 達夫（超高層ビルに木材を使用する研究会会長、福岡大学工学部教授）

14：30～15：10 【事業報告③ 福岡大学報告】

「構造的課題と小型炉による検討」

倉富 洋（福岡大学工学部助教）

15:10～15：25 休憩

15：25～15：40 【事業報告④ 大分大学報告】

「S造フレーム+CLT床 面内せん断性能」

田中 圭（大分大学工学部助教）

15：40～16：00 【関連事業紹介①】

「2時間耐火性能評価試験概要と結果 上面（床）加熱試験」

佐川 修（（一財）建材試験センター中央試験所主幹）

16：00～16：20 【関連事業紹介②】

「2時間耐火性能評価試験概要と結果 下面（床）加熱試験」

矢埜 和彦（（一財）建材試験センター西日本試験所主幹）

16:20～16：35 【関連事業紹介③】

「CLT施工性確認試験及び歩行振動試験概要紹介」

西胤 謙吉（山佐木材(株)技術本部企画係長）

16：35～17：00 総括、質疑

目 次

■事業報告

【事業報告①】「事業概要」	1	村田 忠
【事業報告②】「成果報告の概要とポイント」	4	稲田 達夫
【事業報告③】「構造的課題と小型炉による検討」	13	倉富 洋
【事業報告④】「S造フレーム+CLT床面内せん断性能」	39	田中 圭

■関連事業紹介（かごしま木づかい推進交付金事業）

【関連事業紹介①】「上面(床)加熱試験」	50	佐川 修
【関連事業紹介②】「下面(床)加熱試験」	59	矢埜 和彦
【関連事業紹介③】「CLT施工性確認試験及び歩行振動試験概要紹介」	69	西胤 謙吉

平成27年度林野庁委託事業 CLT等新たな製品・技術の開発・普及事業
(木質耐火部材開発)

「鋼構造オフィスビル床のCLT化」事業概要

～CLT床の2時間耐火性能の取得に向けて～

Woodist 山佐木材株式会社

CLT部 村田 忠

一般社団法人
日本CLT協会

鋼構造建築物の床の木質化

▶ 利点

- ①建物の軽量化
- ②建築計画上の自由度拡大
- ③テナント誘致の優位性
- ④製品化の容易さ
- ⑤熟練工不足への対応
- ⑥森林資源の有効活用
- ⑦地球環境問題への貢献

▶ 問題点

- ①建設費用の問題
- ②構造性能の問題
- ③施工性の問題
- ④防耐火の問題
- ⑤遮音性の問題

引用: 稲田達夫先生資料

これまでの取り組み

● 25年度補正予算

- 鉄骨梁とCLT床の接合法
- CLT床どうしの接合法
- 鉄骨梁とCLT壁の接合法
- 試設計(設計図書、標準図等の準備)
- 施工性の確認

● 26年度予算

- CLT床の耐火性能を有する被覆仕様の検討

3

27年度事業概要「鋼構造オフィスビル床のCLT化」

@woodist
www.woodist.co.jp

実用化<施工性:コスト削減>に主眼

■ 新たな2時間耐火床システムの開発

繰り返し荷重下被覆材の脱落防止、吊りボルトの熱橋

■ 耐火被覆の仕様検討(上面、下面、木口、鋼材接面)

■ 構造的課題

CLTとスタッドの縁方向の接合強度の把握

CLT床同士の接合強度・剛性の把握

天井吊り材の接合強度の把握

関連課題(かごしま木づかい推進交付金事業)

二時間床耐火性能評価

遮音性能の把握、歩行時の振動、施工性の確認

4

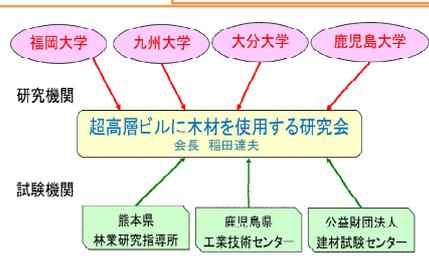
実施体制

委員会

委員長
福岡大学
稲田達夫教授

○建築研究所
材料研究グループ 榎本敬大
防火研究グループ 成瀬友宏
○国土技術政策総合研究所
建築研究部
防火基準研究室 鈴木 淳一
材料・部材基準研究室 中川貴文

事業責任者: 山佐木材(株)



委託

○福岡大学
CLTに関する事項全般。耐火仕様、天井仕様等に関する実験
○大分大学
CLTの接合強度、床剛性に関すること。
○建材試験センター
防耐火実験の場所・装置の提供
○森林総合研究所
防耐火実験の場所・装置の提供

<http://tyoukousoumokuzejimdo.com/>

成果報告の概要とポイント

2016年3月3日
超高層ビルに木材を使用する研究会会長
福岡大学教授
稲田 達夫

1

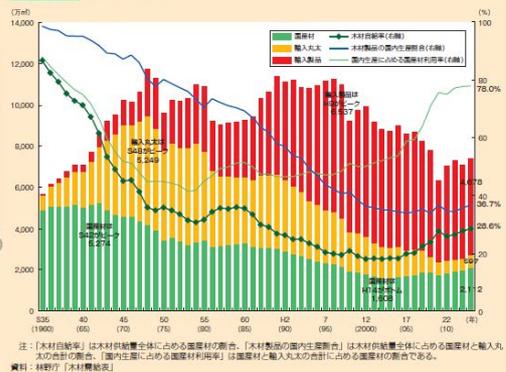
なぜ今非住宅中大規模木造か

資料Ⅱ-1 我が国の森林蓄積の推移



注1：各年とも3月31日現在の数値。
注2：平成19(2007)年と平成24(2012)年は、都道府県において取極表の見直し等精度向上を図っているため、単純には比較できない。
資料：林野庁「森林資源の現況」

資料Ⅰ-36 木材供給量の推移



注：「木材自給率」は木材供給量全体に占める国産材の割合、「木材製造の国内生産割合」は木材供給量全体に占める国産材と輸入材の合計の割合、「国内生産に占める国産材利用率」は国産材と輸入材と輸入材の合計に占める国産材の割合である。
資料：林野庁「木材供給量」

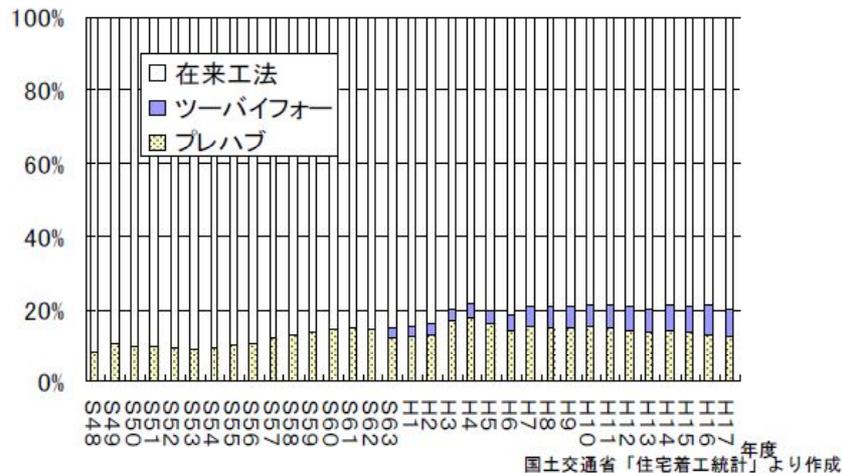
2

CLT建築の用途の可能性

構造種別		適合用途	利点	課題	備考	
木質構造	軸組構造	在来工法	戸建て住宅	歴史性(少ない資材で高耐震性を実現、我国が誇るべき貴重な文化)	大規模建物には向かない(寺社建築は別にして)	
		大断面集成材工法	非住宅建築 ドーム等	大スパン構造に適している 軽量	多層建物には課題も	
		SAMURA(鉄筋内蔵大断面集成材工法)	比較的低層な非住宅建築 (工場、ショッピングセンター)	大スパン構造に適している モールド伝達構造を実現	多層建物については未知数	鹿児島大学 塩屋教授考案
	壁式構造	2×4工法	戸建て住宅 中小規模非住宅建築	高耐震性、省CO2 経済性、施工性	大規模建物には向かない 最近では中規模2×4も	
		CLT工法	多層中大規模集合住宅	高耐震性、省CO2 施工性	耐火性、重量衝撃音 経済性	
	鋼構造	混合構造	柱梁S造 +床CLT構造	多層大部屋型非住宅建築	高耐震性、省CO2 軽量、改修自由度大	耐火性、経済性 施工方法が成熟していない
柱梁S造 +床RC構造			多層大部屋型非住宅建築			
RC構造	軸組構造	RCラーメン構造	中小規模非住宅建築	経済性 施工性	建設時におけるCO2排出大 改修自由度小	
		RC耐震壁内蔵 ラーメン構造	多層中大規模集合住宅			
	壁式構造	RC壁式構造	中小規模集合住宅			

戸建住宅分野でのCLT利用の可能性

【図表2】工法別の新設住宅着工戸数全体に占める割合



非住宅大規模建物へのCLT適用

- 想定需要： 大型の分譲マンション
大型ビルのオフィスの床
- プラス要因： 高い構造性能
施工性(熟練工不足への対応)
- 阻害要因： 外材との価格競争
過大な設備投資
耐火性能の問題
構造性能の問題
建設コスト

5

阻害要因をいかに克服するか

- 外材との価格競争： 受注生産→市場製品
環境価値等を評価
- 過大な設備投資： 用途・形状を限定
設備投資を抑制する工夫
- 耐火性能の問題： 2時間耐火、ヒートブリッジ
- 構造性能の問題： 鉄骨梁との接合法
天井、耐火被覆の取付
剛床仮定の成立の可否
床歩行振動、遮音
- 建設コスト： CLT単価の問題
耐火被覆の取付

6

本構造システムの利点と問題点

▶ 利点

- ①建物の軽量化
- ②建築計画上の自由度拡大
- ③テナント誘致の優位性
- ④製品化の容易さ
- ⑤熟練工不足への対応
- ⑥森林資源の有効活用
- ⑦地球環境問題への貢献

▶ 問題点

- ①建設費用の問題
- ②構造性能の問題
- ③施工性の問題
- ④防耐火の問題
- ⑤遮音性の問題

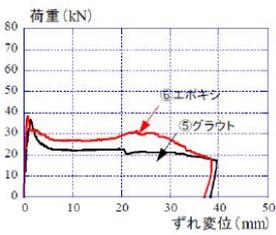
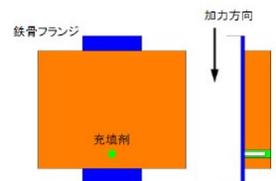
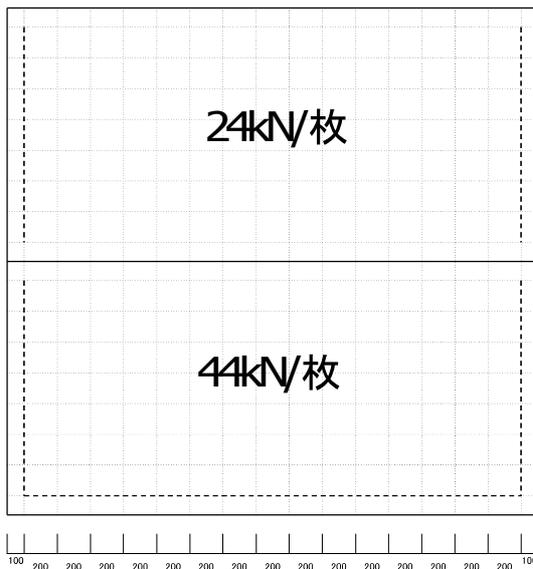
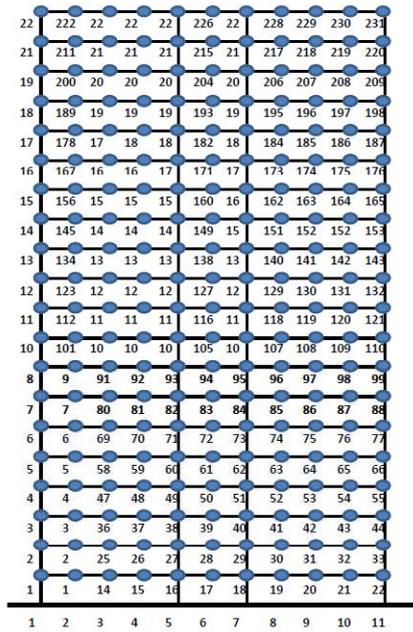
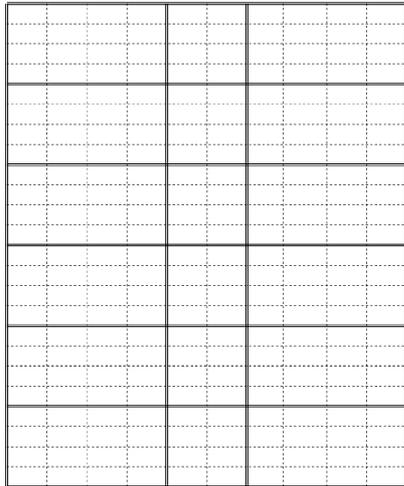
7

本日の報告会の構成

- 耐火性能の問題
 - 耐火被覆の構成 → 事業報告③倉富
 - ヒートブリッジ → 事業報告③倉富
 - 2時間耐火認定の取得 → 関連事業紹介①佐川②矢
埜
- 構造性能の問題
 - 鉄骨梁との接合法 → 事業報告③倉富④田中
 - 天井、耐火被覆の取付 → 事業報告③倉富
 - 剛床仮定の成立の可否 → 事業報告②稲田
 - 床歩行振動、遮音 → 事業報告②稲田
- 建設コスト
 - CLT単価の問題 → 事業報告②稲田
 - 耐火被覆の施工手間の問題 → 関連事業紹介③西胤

8

剛床仮定成立の 可能性について



↓
スタッド押抜強度
= 10kN/本₁₀

層間変形比較 極稀地震(ELCENTRO NS500gal)

単位: cm

層	層間変形				
	剛床	非剛床			
10	1.96	2.03	1.95	1.95	2.03
9	2.44	2.42	2.54	2.54	2.42
8	2.92	2.94	2.97	2.97	2.94
7	3.24	3.22	3.30	3.30	3.22
6	3.05	3.07	3.04	3.04	3.07
5	3.18	3.16	3.16	3.16	3.16
4	3.40	3.34	3.38	3.38	3.34
3	3.26	3.22	3.21	3.21	3.22
2	3.30	3.22	3.28	3.28	3.23
1	2.40	2.38	2.35	2.35	2.38

層	層間変形				
	剛床	非剛床			
20	1.31	1.29	1.31	1.31	1.29
19	1.81	1.80	1.82	1.82	1.80
18	2.17	2.15	2.17	2.17	2.15
17	2.40	2.36	2.45	2.45	2.36
16	2.44	2.49	2.44	2.44	2.49
15	2.60	2.65	2.59	2.59	2.65
14	2.62	2.59	2.66	2.66	2.59
13	2.68	2.64	2.72	2.72	2.64
12	2.59	2.64	2.51	2.51	2.64
11	2.66	2.61	2.71	2.71	2.61
10	2.78	2.78	2.79	2.79	2.78
9	2.86	2.88	2.85	2.85	2.88
8	3.00	3.03	2.98	2.98	3.03
7	3.04	3.02	3.07	3.07	3.02
6	3.11	3.08	3.16	3.16	3.08
5	3.08	3.14	3.04	3.04	3.14
4	3.03	3.01	3.06	3.06	3.01
3	3.00	2.97	3.04	3.04	2.97
2	2.79	2.83	2.76	2.76	2.83
1	1.75	1.74	1.77	1.77	1.74

床に作用するせん断力 稀地震(EL CENTRO NS 250gal) 単位: kN

層	床応力										
	10	875.7	423.6	31.4	486.1	226.3	226.3	486.0	31.4	423.6	875.7
9	527.5	326.3	124.5	87.5	101.8	101.8	87.5	124.5	326.3	527.5	
8	345.7	184.5	24.3	139.0	80.7	80.7	139.0	24.3	184.5	345.7	
7	375.6	197.1	15.9	165.7	90.2	90.2	165.7	15.9	197.1	375.6	
6	336.5	159.2	64.6	206.2	89.4	89.4	206.2	64.6	159.2	336.5	
5	321.8	156.3	20.6	178.5	83.1	83.1	178.5	20.6	156.3	321.8	
4	272.3	137.7	7.2	142.4	68.6	68.6	142.4	7.2	137.7	272.3	
3	294.7	147.7	33.7	154.9	73.9	73.9	154.9	33.7	147.7	294.7	
2	261.9	128.4	10.8	147.4	66.9	66.9	147.4	10.8	128.4	261.9	
1	234.7	109.6	39.9	142.6	62.6	62.6	142.6	39.9	109.6	234.7	

←最上階はRC床

スタッド間隔200mm
の場合の、床1列
当たりの許容せん
断力=818kN

スタッド間隔100mm
の場合の、床1列
当たりの許容せん
断力=1388kN

床に作用するせん断力
 極稀地震(EL CENTRO NS 500gal) 単位:kN

層	床応力									
10	1751.3	847.3	62.8	972.1	452.5	452.6	972.1	62.8	847.3	1751.3
9	1055.0	652.6	249.0	175.0	203.4	203.4	174.9	249.0	652.6	1055.0
8	691.4	369.0	48.5	278.0	161.5	161.5	278.0	48.5	369.0	691.4
7	751.2	394.3	31.9	331.3	180.5	180.5	331.3	31.9	394.3	751.2
6	673.0	318.3	129.1	412.5	178.9	178.9	412.5	129.1	318.3	673.0
5	643.5	312.6	41.1	357.2	166.3	166.3	357.0	41.1	312.6	643.5
4	544.6	275.5	14.4	284.9	136.8	136.8	284.9	14.5	275.5	544.6
3	589.3	295.4	67.3	309.8	137.1	137.1	309.8	67.4	295.4	589.3
2	523.8	256.8	21.6	294.9	133.9	133.9	294.9	21.6	256.8	523.8
1	469.4	219.2	79.7	285.2	125.2	125.2	285.2	79.7	219.2	469.4

←最上階はRC床

スタッド間隔200mm
 の場合の、床1列
 当たりの許容せん
 断力=818kN

スタッド間隔100mm
 の場合の、床1列
 当たりの許容せん
 断力=1388kN

13

床に作用するせん断力
 極稀地震(EL CENTRO NS 500gal) 単位:kN

層	床応力									
20	1265	681	95	492	293	293	492	95	681	1265
19	671	381	89	202	146	146	202	89	381	671
18	563	317	71	176	123	123	176	71	317	563
17	496	276	56	165	110	110	166	56	276	496
16	393	200	117	288	103	103	288	117	200	393
15	510	276	41	196	118	118	196	41	276	510
14	628	387	171	190	129	129	190	171	387	628
13	578	318	60	204	130	130	204	60	318	578
12	527	302	148	341	126	126	341	148	302	527
11	674	432	189	209	122	122	209	189	432	674
10	510	277	68	260	118	118	260	68	277	510
9	483	260	65	242	113	113	242	65	260	483
8	519	281	42	198	120	120	198	42	281	519
7	574	328	147	174	124	124	174	147	328	574
6	535	292	47	198	122	122	198	47	292	535
5	464	246	117	249	114	114	249	117	246	464
4	517	290	122	179	116	116	179	122	290	517
3	521	280	37	206	121	121	206	37	280	521
2	501	251	117	256	126	126	256	117	251	501
1	500	243	48	277	129	129	277	48	243	500

←最上階はRC床

スタッド間隔200mm
 の場合の、床1列
 当たりの許容せん
 断力=818kN

スタッド間隔100mm
 の場合の、床1列
 当たりの許容せん
 断力=1388kN

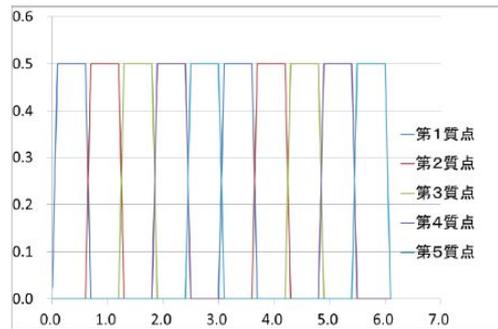
14

CLT床の歩行振動

(1) 方針： 5質点モデルによる振動覆う等解析



(2) 歩行荷重の考え方

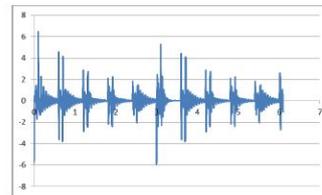
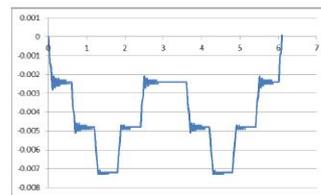


15

RC120mm
3.2mスパン

固有振動数
=16.4Hz

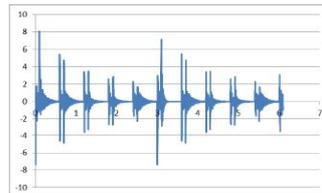
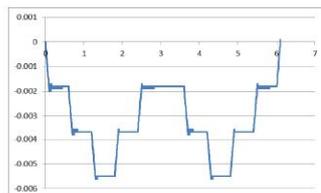
厚さ (cm)	L (cm)	B (cm)	単位重量 (kN/m ³)	支配面積 (m ²)	質点全重量 (kN)	質点重量 (kN)	E	I	P	たわみ (cm)	全体剛性 (kN/cm)	要素剛性 (kN/cm)
12.0	320	160	25	5.12	15.36	2.560	2050	23040	1	0.014	69.2	104



CLT10mm
3.2mスパン

固有振動数
=27.1Hz

厚さ (cm)	L (cm)	B (cm)	単位重量 (kN/m ³)	支配面積 (m ²)	質点全重量 (kN)	質点重量 (kN)	E	I	P	たわみ (cm)	全体剛性 (kN/cm)	要素剛性 (kN/cm)
21.0	320	160	4	5.12	4.30	0.717	500	123480	1	0.011	90.4	136
12.0	320	160	5	5.12	3.07	0.512	耐火被覆					



建設コストについて

材料単価によるアップ分	項目	RC床		CLT床	
		総工費	25 万円/m ²		
	床材料単価	1,200	円/m ²	10,500	円/m ²
	床単価(DP、耐火被覆等含む)	4,830	円/m ²	13,930	円/m ²
	軽量化による減額分			▼3,267	円/m ²
	軽量化を考慮した床単価	4,830	円/m ²	10,663	円/m ²
	CLTによる増額分			5,833	円/m ²
				2.33	% アップ

別途、施工手間による増額分： 約10% → 25,000円/m²

なぜ今木床超高層か

- 背景： 地球環境、森林資源活用、地方創生
- 高齢化に伴う熟練工の不足、人件費の高騰
- 建設業： 労働集約型産業からの脱却
- 工事をいかにして省力化するかが課題
- コストダウンより工期短縮
- **木床超高層の技術は、今や実現可能なレベルにある。問題は、その第1号を誰が手掛けるかである。是非、この技術の可能性を検討して頂きたい。**
- **我々は、興味のある向きには、いつでも協力するため馳せ参じる所存である。**

18

構造的課題と小型炉による検討

福岡大学

倉富 洋

目次

2

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑦CLT床同士の接合

⑥岩綿吹き付け

⑧スタッドの縁距離

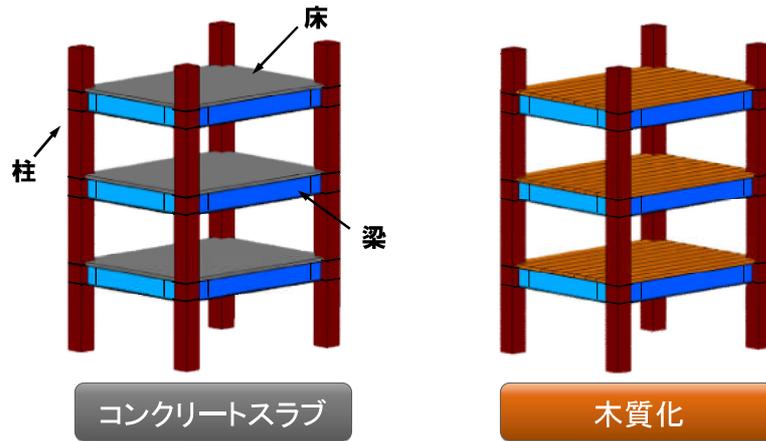
検討項目3

(構造的課題)

3. まとめ

柱梁鉄骨造・床木質化システムの開発

■ 一般的な事務所ビル



■ 鉄骨梁とCLT床の接合方法

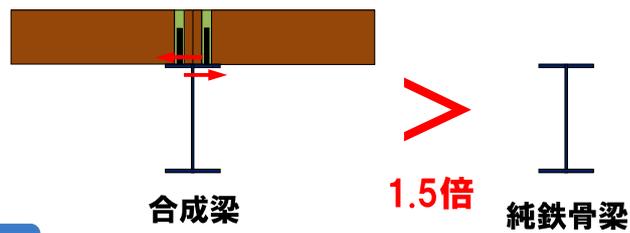


■ 鉄骨梁とCLTパネルの接合方法



- ① 鉄骨梁にスタッド溶接, CLTパネルに貫通孔を設けておく
- ② CLTパネルを鉄骨梁に載せる
- ③ エポキシを充填し, 一体化する

■ 鉄骨梁とCLTパネルの接合方法



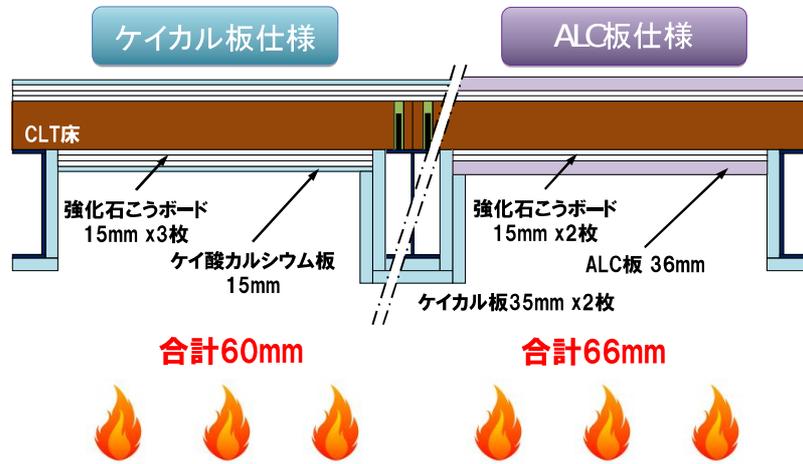
応力伝達

せん断力: 15kN/本

合成梁効果

曲げ剛性・最大曲げ耐力ともに1.5倍向上

■ 2時間耐火性能を確保する仕様



※参考:1時間耐火は強化石膏ボード21mm x2枚 =42mm

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

構造・耐火の主問題をクリア

2. 今年度の検討課題

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

検討項目3

(構造的課題)

⑦CLT床同士の接合

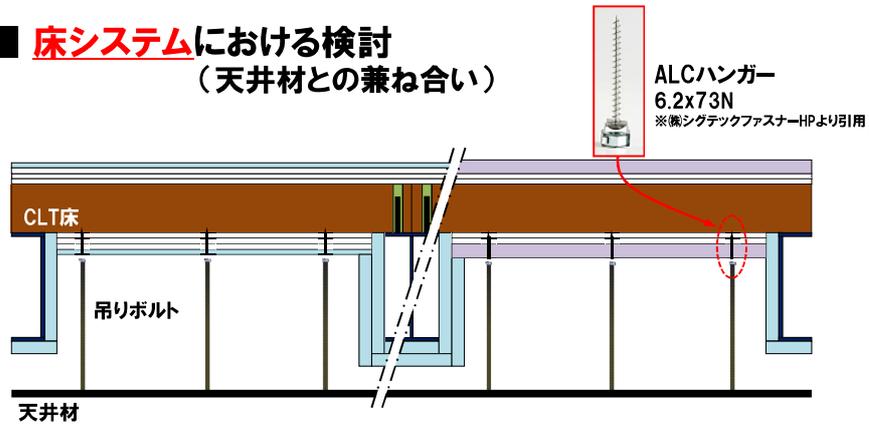
⑧スタッドの縁距離

3. まとめ

検討項目1

9

■ 床システムにおける検討 (天井材との兼ね合い)

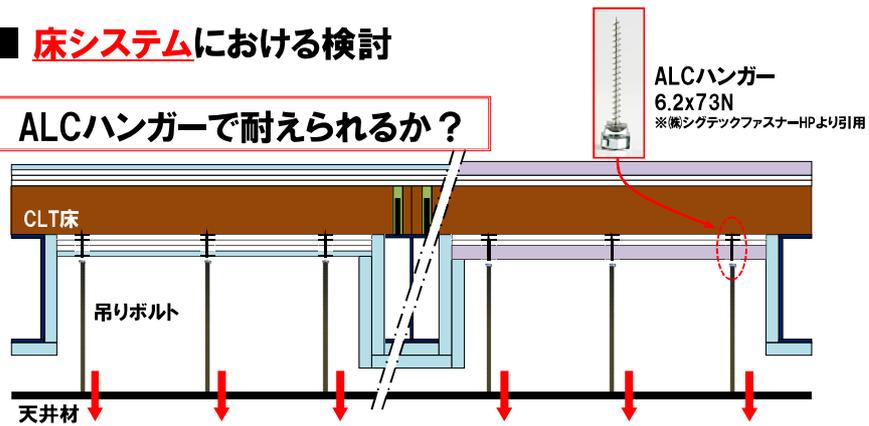


- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ スタッドの引き抜き耐力

検討項目1

10

■ 床システムにおける検討



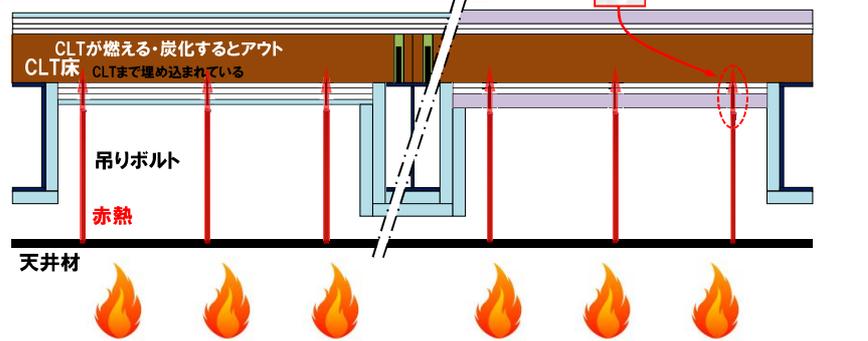
- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ スタッドの引き抜き耐力

検討項目1

11

床システムにおける検討

熱橋でCLTが炭化しないか？



① 天井吊り材の接合強度 ② 吊りボルトの熱橋検証

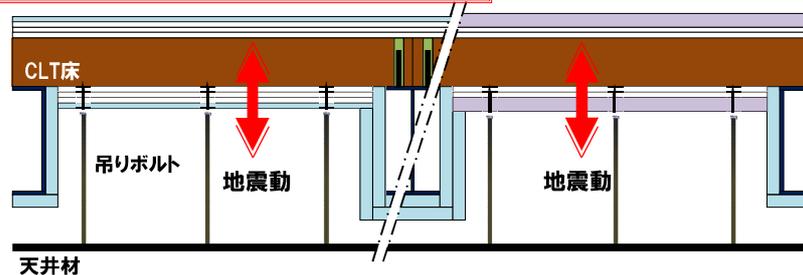
③ 繰返し荷重による検討 ④ スタッドの引き抜き耐力

検討項目1

12

床システムにおける検討

被覆材が脱落しないか？

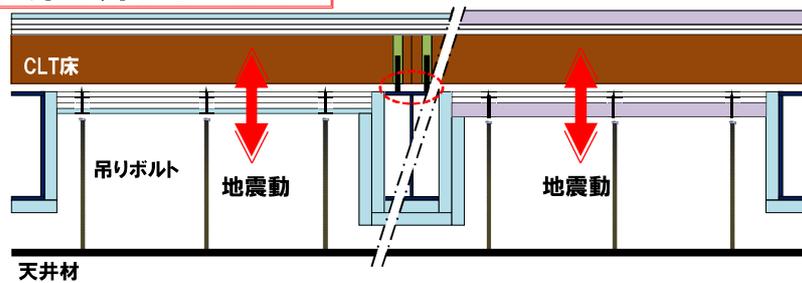


① 天井吊り材の接合強度 ② 吊りボルトの熱橋検証

③ 繰返し荷重による検討 ④ スタッドの引き抜き耐力

■ **床システム**における検討

床が外れないか？



- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ **スタッドの引き抜き耐力**

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法
2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

- | | | |
|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| <p>検討項目1
(床システムとして)</p> | <p>① 吊り材の接合強度</p> <p>③ 繰返し荷重の検討</p> | <p>② 吊りボルトの熱橋</p> <p>④ 引き抜き耐力</p> |
| <p>検討項目2
(被覆仕様について)</p> | <p>⑤ 被覆枚数の低減</p> | <p>⑥ 岩綿吹き付け</p> |
| <p>検討項目3
(構造的課題)</p> | <p>⑦ CLT床同士の接合</p> | <p>⑧ スタッドの縁距離</p> |

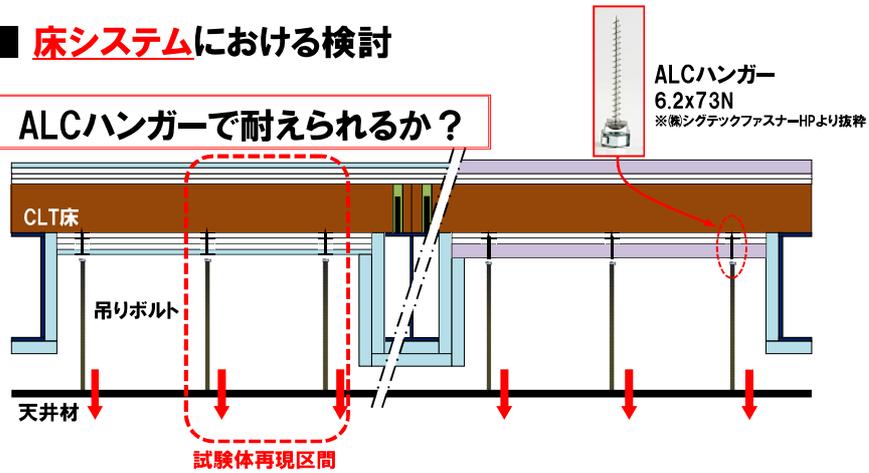
3. まとめ

検討項目 ①天井吊り材の接合強度

15

■ 床システムにおける検討

ALCハンガーで耐えられるか？

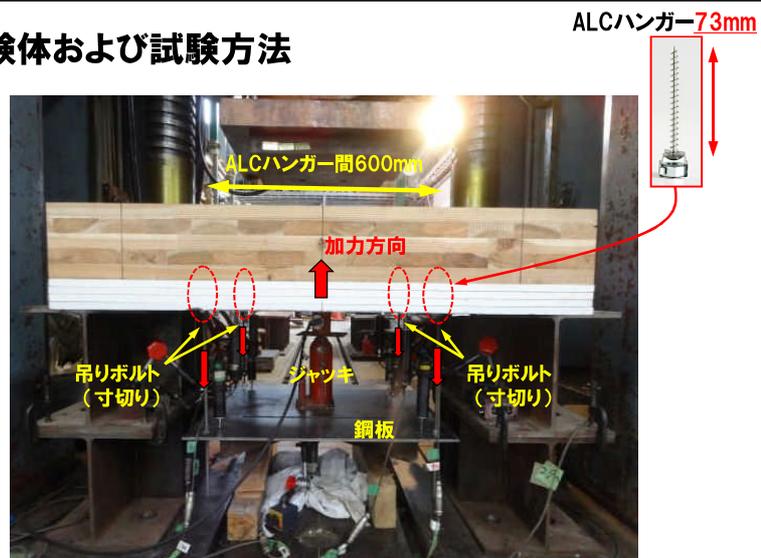


- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ スタッドの引き抜き耐力

検討項目 ①天井吊り材の接合強度

16

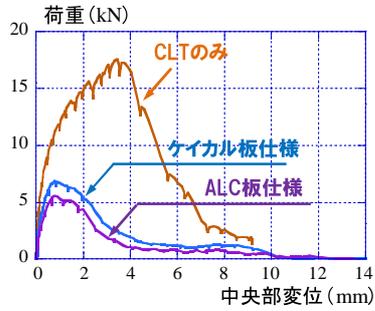
■ 試験体および試験方法



検討項目 ①天井吊り材の接合強度

17

■ 実験結果



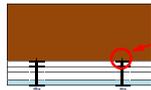
実験終了時

CLTのみ



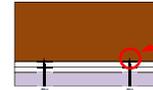
※ハンガー長さ43mm

ケイカル板仕様



CLT埋込長さ: 73mm - 60mm = 13mm

ALC板仕様

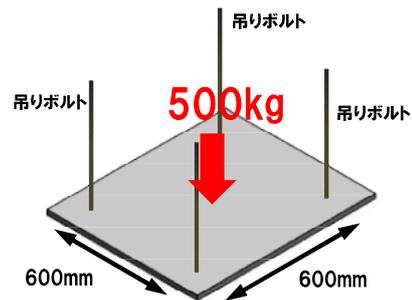
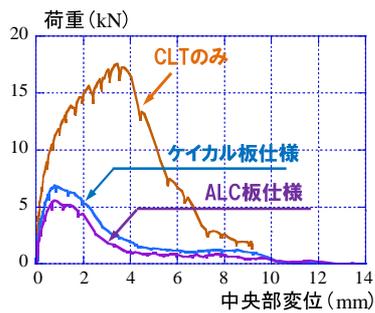


CLT埋込長さ: 73mm - 66mm = 7mm

検討項目 ①天井吊り材の接合強度

18

■ 実験結果



CLTのみ



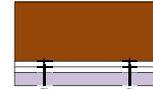
※ハンガー長さ43mm

ケイカル板仕様



CLT埋込長さ: 73mm - 60mm = 13mm

ALC板仕様



CLT埋込長さ: 73mm - 66mm = 7mm

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

OK

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

検討項目3

(構造的課題)

⑦CLT床同士の接合

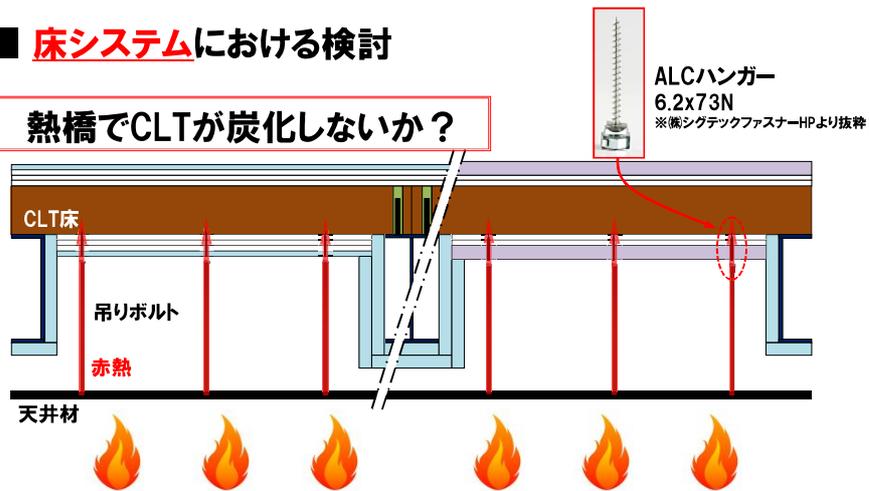
⑧スタッドの縁距離

3. まとめ

検討項目 ②吊りボルトの熱橋検証

■ 床システムにおける検討

熱橋でCLTが炭化しないか？

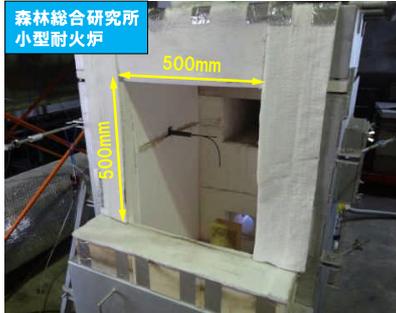


① 天井吊り材の接合強度 ② 吊りボルトの熱橋検証

③ 繰返し荷重による検討 ④ スタッドの引き抜き耐力

検討項目 ②吊りボルトの熱橋検証

21



試験体寸法: 700x700mm
燃焼部: 500x500mm



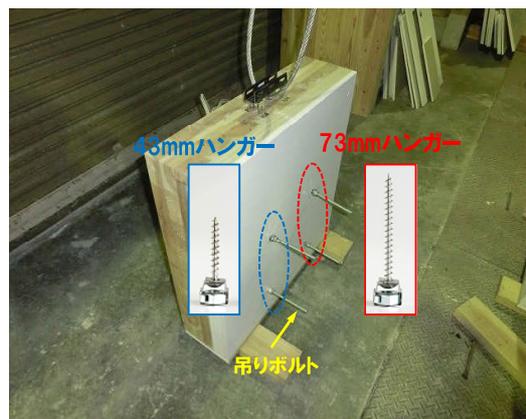
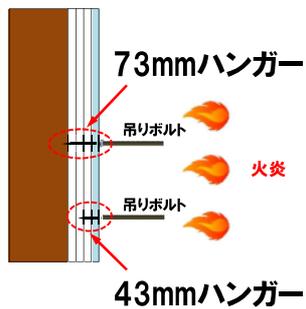
試験は床を90° 回転させたイメージ

検討項目 ②吊りボルトの熱橋検証

22

■ 試験体

ケイカル板仕様

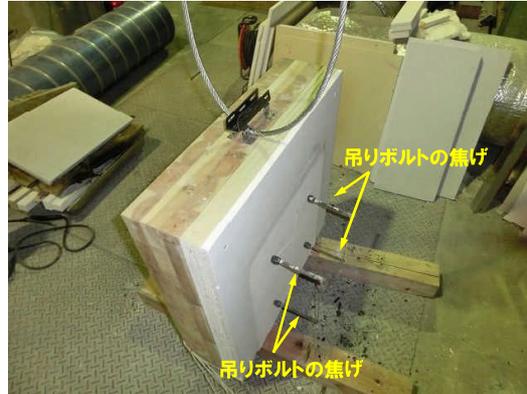
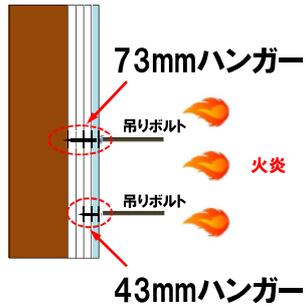


73mmハンガー: CLTまで到達する
43mmハンガー: 被覆材でとめる

CLTが炭化しなければOK

■ 試験体

ケイカル板仕様



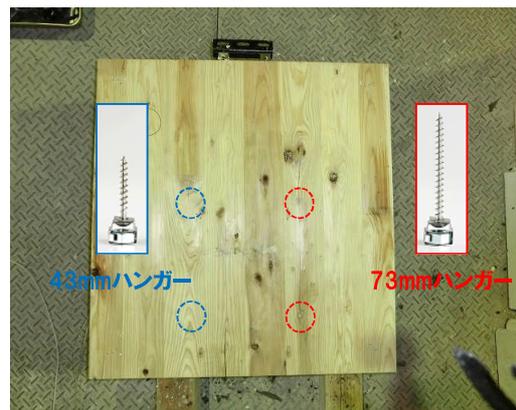
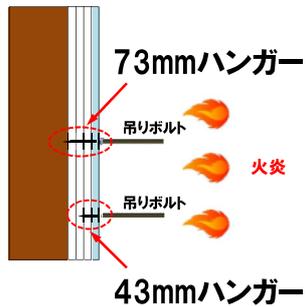
加熱後の試験体

73mmハンガー:CLTまで到達する
43mmハンガー:被覆材でとめる

CLTの表面は大丈夫か？

■ 試験体

ケイカル板仕様



加熱後のCLTパネル表面

どちらのハンガーを使用しても炭化は見られない

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題



検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

検討項目3

(構造的課題)

⑦CLT床同士の接合

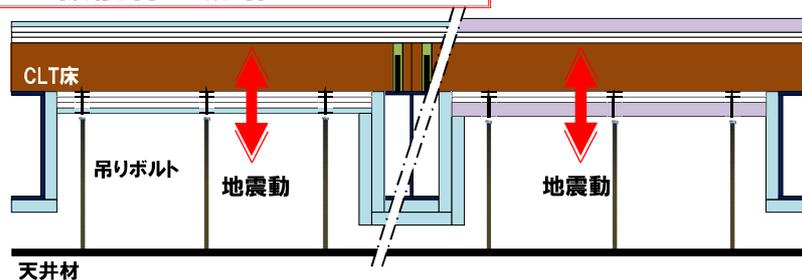
⑧スタッドの縁距離

3. まとめ

検討項目 ③繰返し荷重による検討

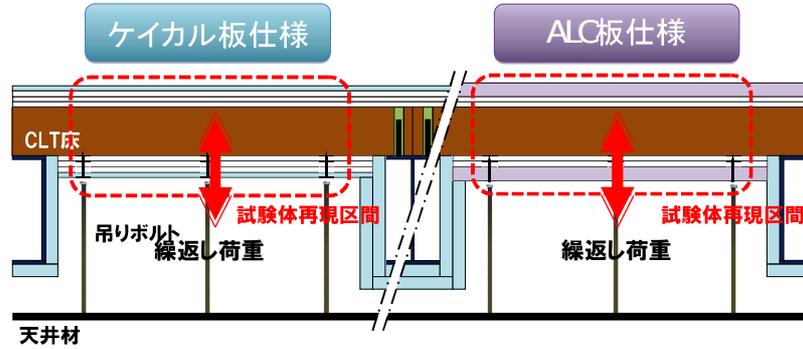
■ 床システムにおける検討

被覆材が脱落しないか？

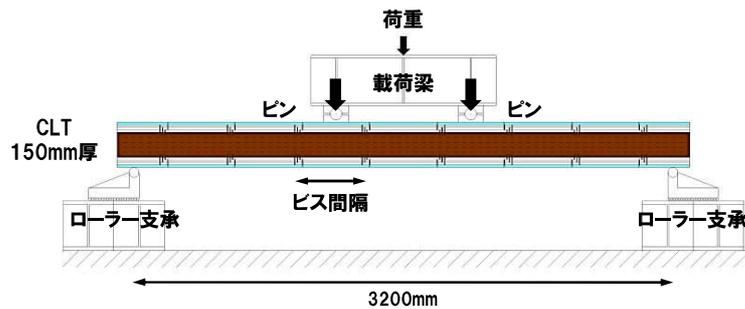


- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ スタッドの引き抜き耐力

■ **床システム**における検討



- ① 天井吊り材の接合強度
- ② 吊りボルトの熱橋検証
- ③ 繰返し荷重による検討
- ④ スタッドの引き抜き耐力



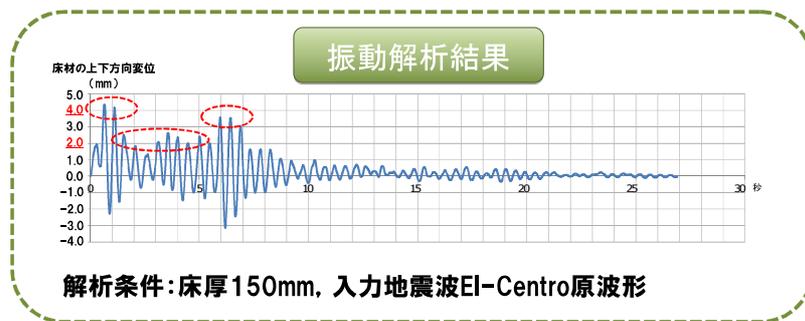
■ 荷重方法: 二点荷重による一方向繰返し

■ 被覆仕様: ケイカル板仕様 ALC板仕様

■ ビス間隔 : @400mm, @600mm, @900mm

■ 繰返し荷重の実施にあたり...

変位振幅と回数を決定する必要がある

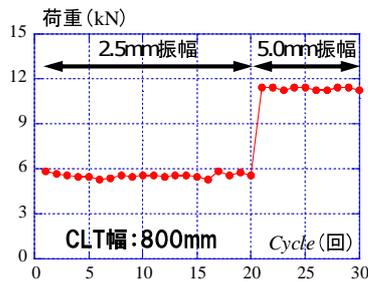


床の中央部のたわみ量で変位制御

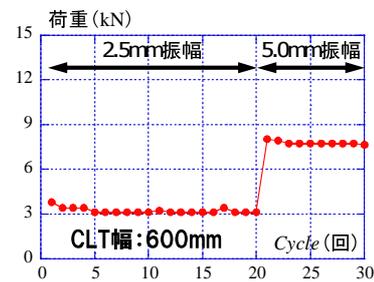
- 荷重プログラム 2.5mm振幅:20回 合計30回
- 5.0mm振幅:10回

■ 実験結果

ケイカル板仕様@900mm



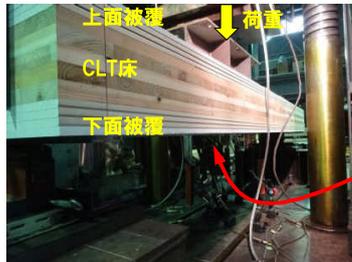
ALC板仕様@400mm



■ ビス間隔による違い: **なし**

■ 繰返し荷重による耐力低下: **なし**

■ 実験結果



実験終了時の写真

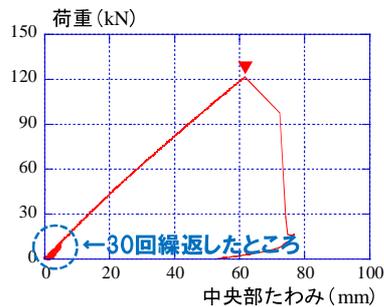


試験体を下から見た写真

- ビス間隔による違い:なし
- 繰返し荷重による耐力低下:なし
- 被覆材の脱落:なし

■ 実験結果（おまけ：最終破壊性状に関して）

ケイカル板仕様@900mm



ALC板仕様@400mm



- 破壊形式はCLTの曲げ破壊
- 上下振動によって床が曲げ破壊することはない

■ 実験結果（おまけ：最終破壊性状に関して）

ケイカル板仕様@900mm



ALC板仕様@400mm



■ 破壊形式はCLTの曲げ破壊

■ 上下振動によって床が曲げ破壊することはない

■ 実験結果（おまけ：最終破壊性状に関して）

ケイカル板仕様@900mm



ALC板仕様@400mm



■ 破壊形式はCLTの曲げ破壊

■ 上下振動によって床が曲げ破壊することはない

■ 被覆材はほぼ無損傷（ALC板は一部欠損有り）

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法
2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

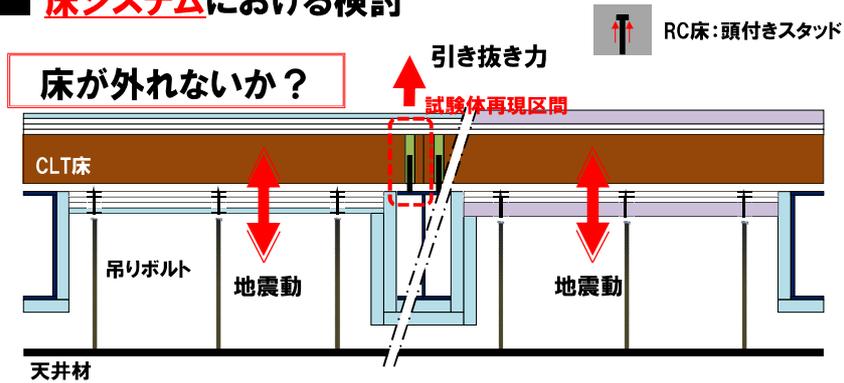
- | | | |
|---------------------|------------|-----------|
| 検討項目1
(床システムとして) | ①吊り材の接合強度 | ②吊りボルトの熱橋 |
| 検討項目2
(被覆仕様について) | ③繰返し荷重の検討 | ④引き抜き耐力 |
| | ⑤被覆枚数の低減 | ⑥岩綿吹き付け |
| 検討項目3
(構造的課題) | ⑦CLT床同士の接合 | ⑧スタッドの縁距離 |

OK

3. まとめ

検討項目 ④スタッドの引き抜き耐力

■ 床システムにおける検討

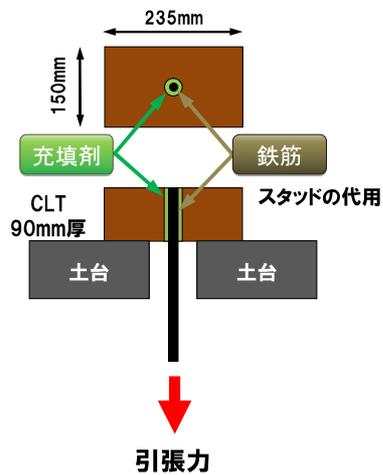


- | | |
|--------------|---------------|
| ① 天井吊り材の接合強度 | ② 吊りボルトの熱橋 |
| ③ 繰返し荷重による検討 | ④ スタッドの引き抜き耐力 |

検討項目 ④スタッドの引き抜き耐力

37

■ 試験体



■ 実験変数

充填剤 : エポキシ, グラウト

鉄筋 : 異形鉄筋, 丸鋼

■ 載荷方法

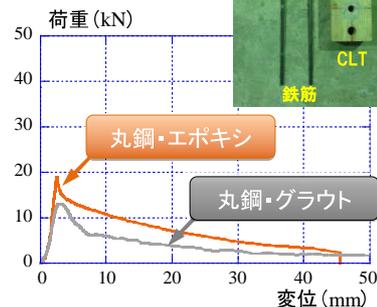
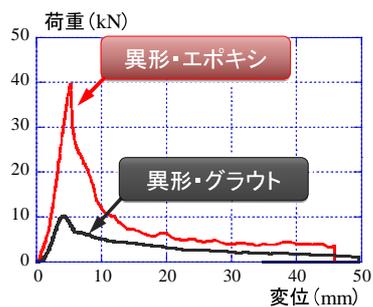


100t 万能試験機

検討項目 ④スタッドの引き抜き耐力

38

■ 実験結果



■ 充填剤による違い: **グラウト < エポキシ**

■ 鉄筋による違い: **丸鋼 < 異形鉄筋**

■ 丸鋼 + エポキシの組み合わせ: 20kN弱/本は確保できる

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

OK

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

検討項目3

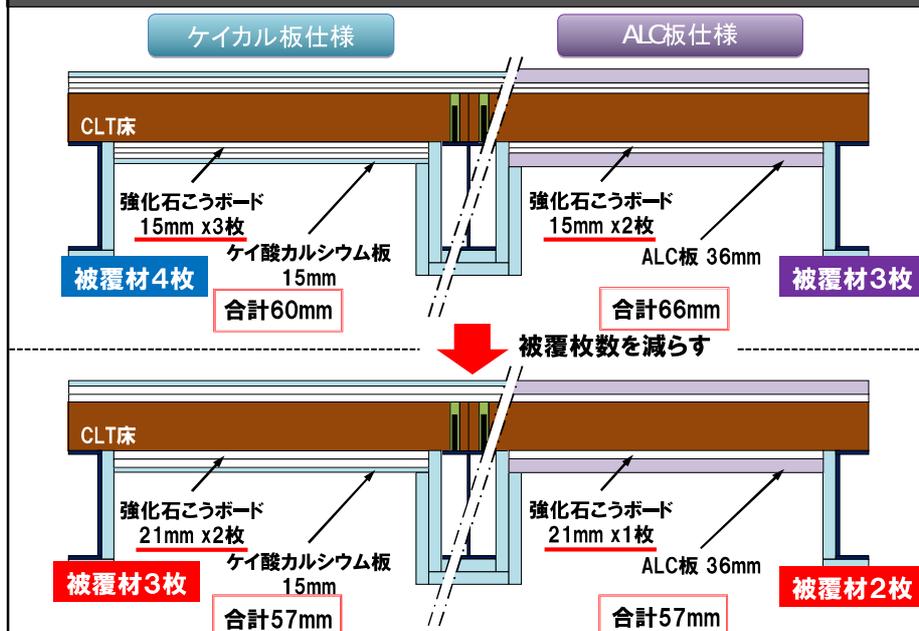
(構造的課題)

⑦CLT床同士の接合

⑧スタッドの縁距離

3. まとめ

検討項目 ⑤被覆枚数の低減

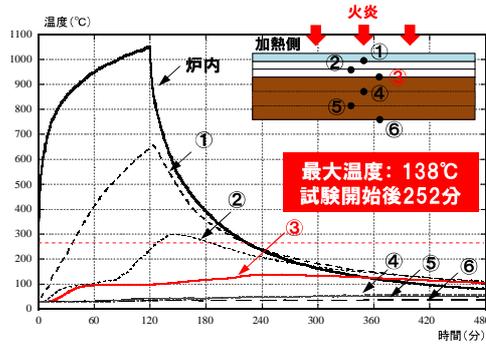


検討項目 ⑤被覆枚数の低減

41

ケイカル板仕様

■ ケイカル板15mm + 強化石膏ボード21mm x2枚



加熱側強化石膏ボード



加熱側CLTパネル(境界面③)

2時間耐火性能あり

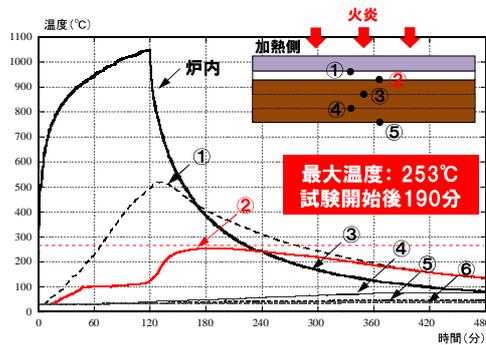
※水平炉では不合格

検討項目 ⑤被覆枚数の低減

42

ALC板仕様

■ ALC板36mm + 強化石膏ボード21mm x1枚



加熱側強化石膏ボード



加熱側CLTパネル(境界面②)

2時間耐火性能なし

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

検討項目1

①吊り材の接合強度

②吊りボルトの熱橋

(床システムとして)

③繰返し荷重の検討

④引き抜き耐力

NG

検討項目2

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

(被覆仕様について)

検討項目3

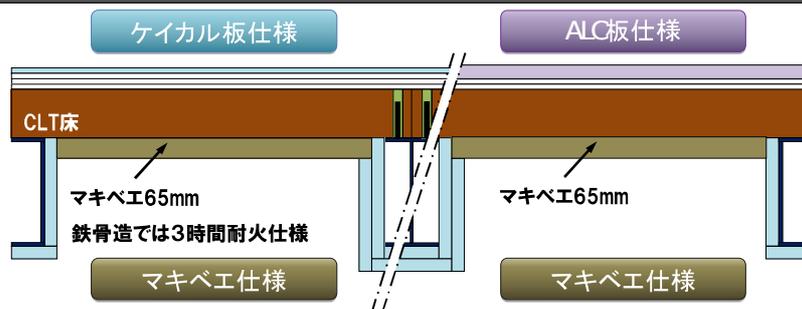
⑦CLT床同士の接合

⑧スタッドの縁距離

(構造的課題)

3. まとめ

検討項目 ⑥岩綿吹き付けの検討



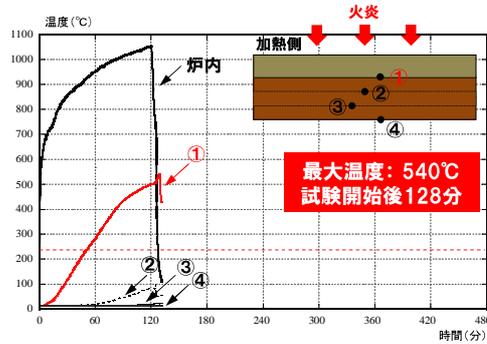
施工前



施工後

マキベエ仕様

■ マキベエ65mm



加熱側マキベエ



加熱側CLTパネル(境界面①)

2時間耐火性能なし

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑦CLT床同士の接合

⑥岩綿吹き付け

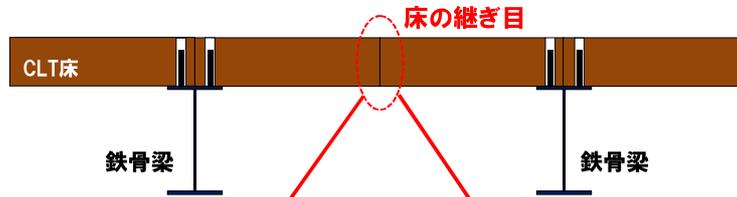
⑧スタッドの縁距離

検討項目3

(構造的課題)

NG

3. まとめ

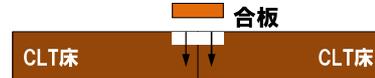


■ クロスビス接合



欧州でよく採用されている
 施工に時間と手間がかかる

■ 表層スプライン式



施工が容易
 地震力の伝達は期待しない

1. 前年度までの成果

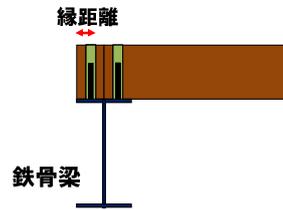
鉄骨梁とCLT床の接合方法
 2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

- | | | |
|---------------------|------------------------|----------------------|
| 検討項目1
(床システムとして) | ①吊り材の接合強度
③繰返し荷重の検討 | ②吊りボルトの熱橋
④引き抜き耐力 |
| 検討項目2
(被覆仕様について) | ⑤被覆枚数の低減 | ⑥岩綿吹き付け |
| 検討項目3
(構造的課題) | ⑦CLT床同士の接合 | ⑧スタッドの縁距離 |

3. まとめ



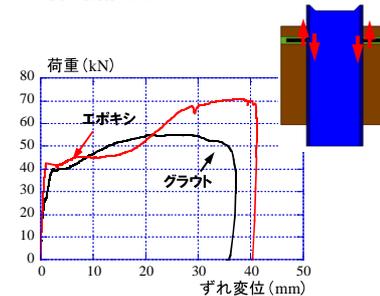
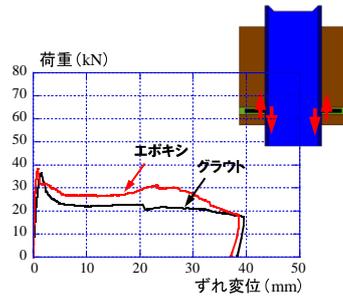


■ 条件

CLT厚90mm

スタッド長さ70mm

縁距離50mm



押し抜き実験結果

1. 前年度までの成果

鉄骨梁とCLT床の接合方法

2時間耐火性能を有する被覆仕様の検討

2. 今年度の検討課題

検討項目1

(床システムとして)

①吊り材の接合強度

③繰返し荷重の検討

②吊りボルトの熱橋

④引き抜き耐力

検討項目2

(被覆仕様について)

⑤被覆枚数の低減

⑥岩綿吹き付け

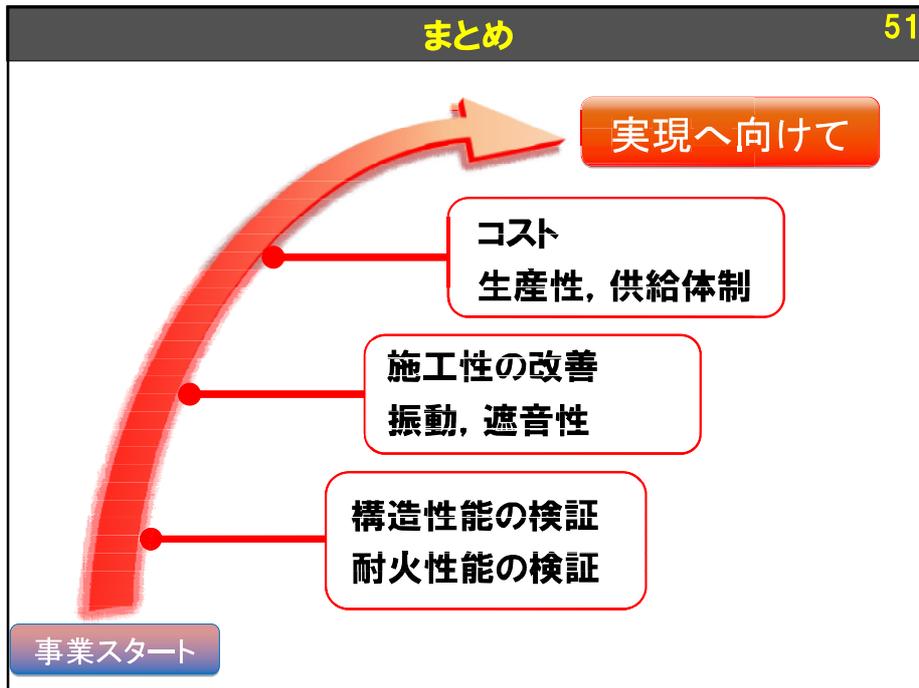
検討項目3

(構造的課題)

⑦CLT床同士の接合

⑧スタッドの縁距離

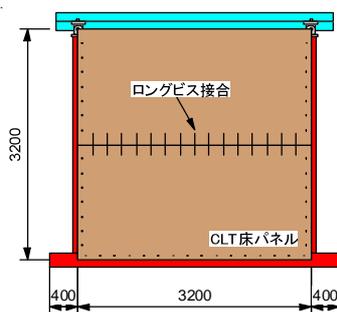
3. まとめ



S造フレーム+CLT床 面内せん断性能

大分大学工学部
助教 田中 圭

実大床試験体概要



規格: Mx60A

樹種: スギ

接着剤:

水性高分子

イソシアネート系樹脂接着剤

幅はぎ接着: あり

面材-フレーム間の接合:

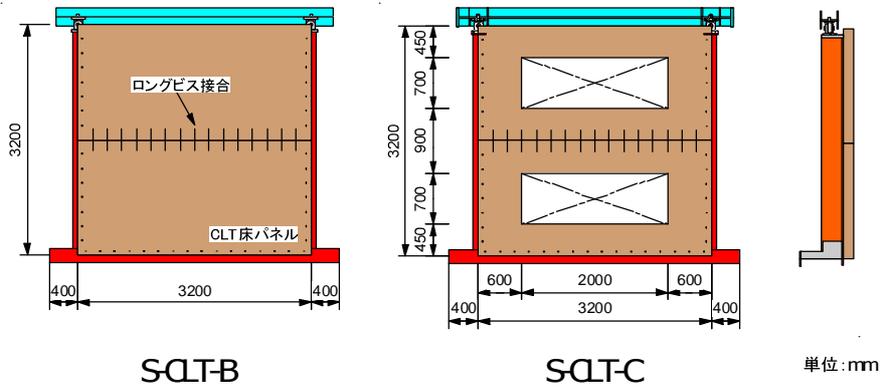
エポキシ樹脂接着剤

面材間の接合:

ロングビス

総重量 約2t!!

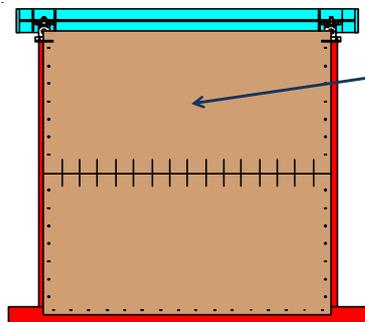
実大床試験体概要



	枠組	面材	スタッド
S-CLT-A	鋼材フレーム	-	-
S-CLT-B		CLT(開口なし)	φ13@200
S-CLT-C		CLT(開口あり)	

3

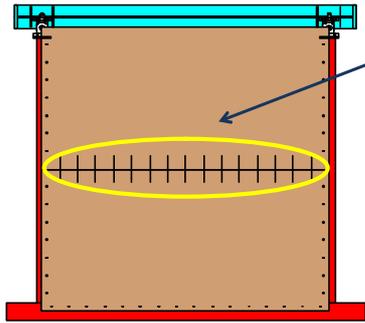
試験体製作



鉄骨フレームのスタッド位置にあわせてCLTパネルを設置

4

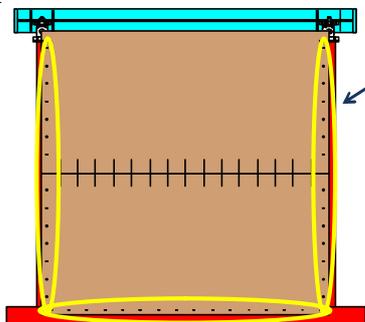
試験体製作



ロングビスを斜め打ちし、
CLTパネルどうしを接合する

5

試験体製作



CLTパネルにあけた孔から
接着剤を注入する

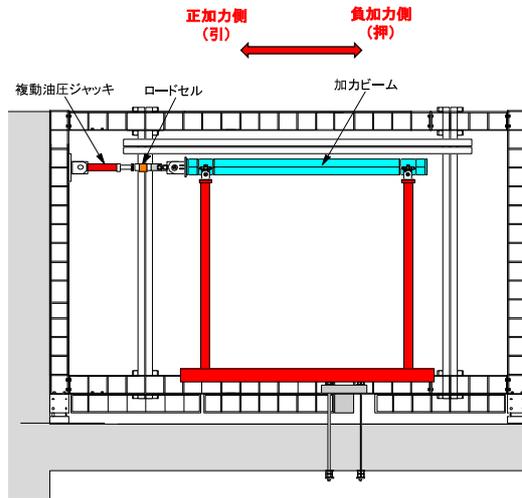
6

試験概要

加力方法:
正負交番1回繰り返し

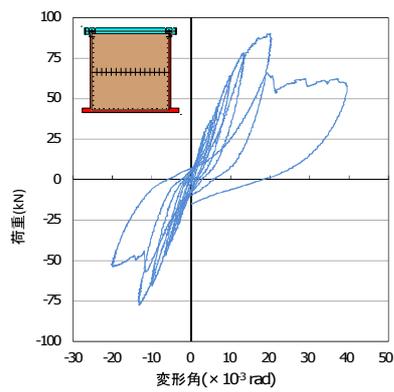
目標変形角:
1/450, 1/300, 1/200, 1/150
1/100, 1/75, 1/50 rad

変位計:
レーザー変位計

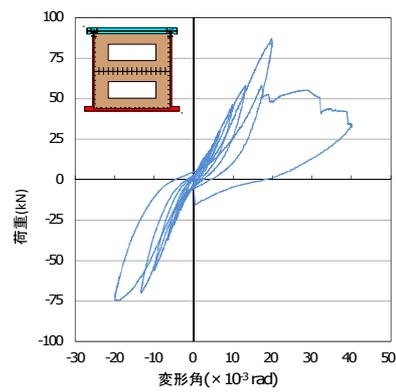


7

試験結果(荷重-変形角曲線)



SQT-B



SQT-C

8

試験結果(破壊性状)



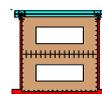
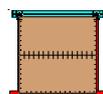
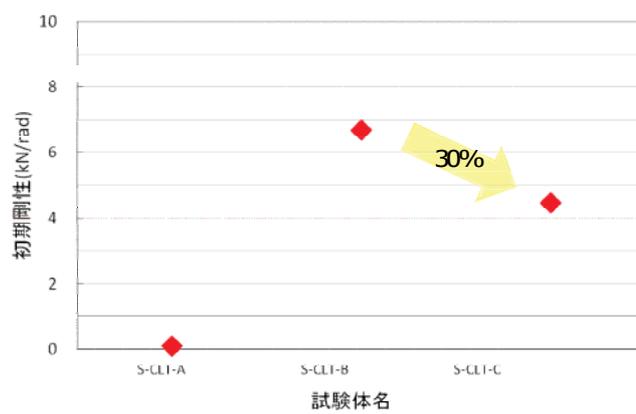
CLTの端抜け及び
スタッドの破断



小梁の変形

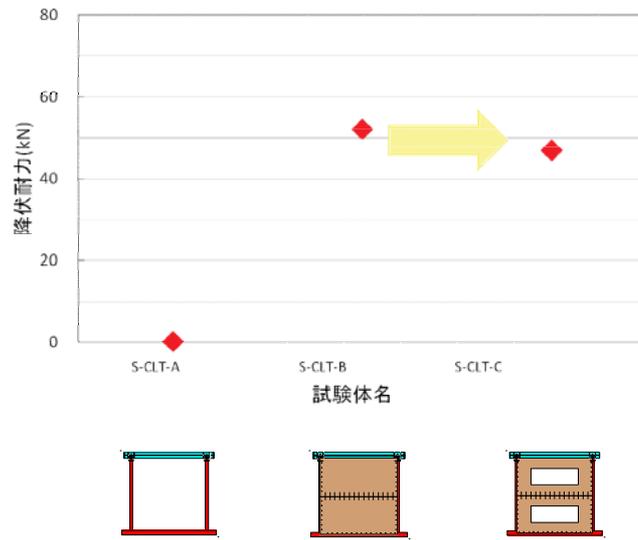
9

実験結果(初期剛性)



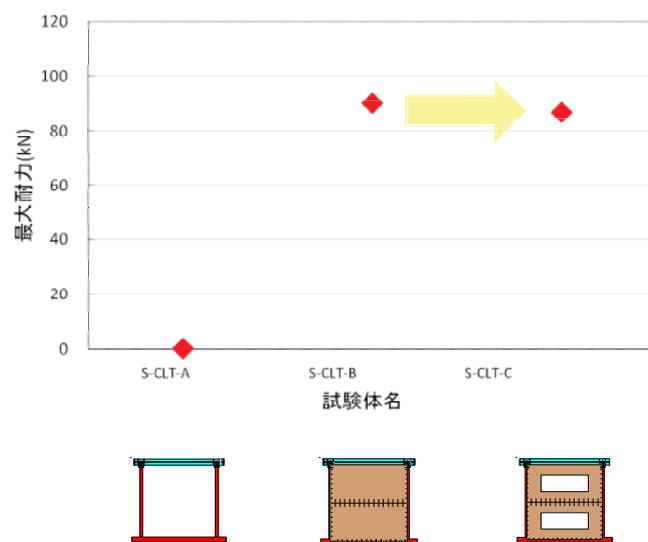
10

実験結果(降伏耐力)



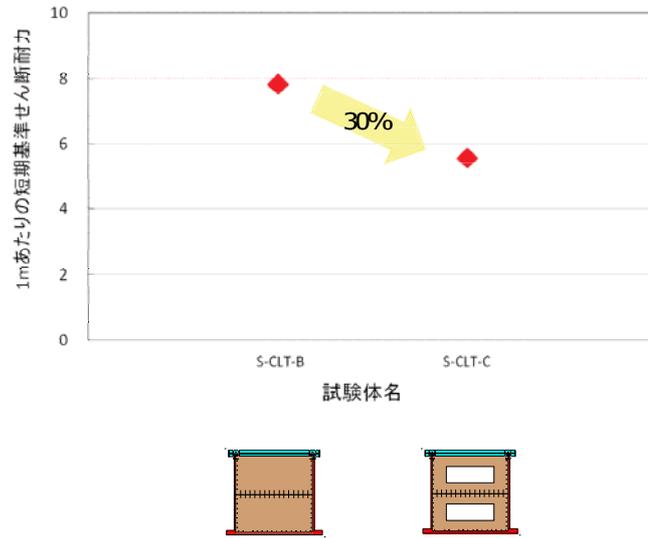
11

実験結果(最大耐力)



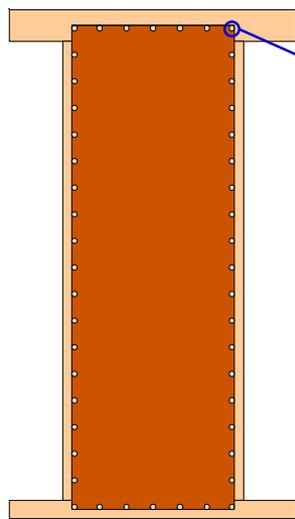
12

実験結果 (1mあたりの短期基準せん断耐力)

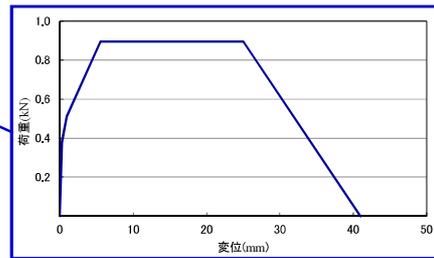


13

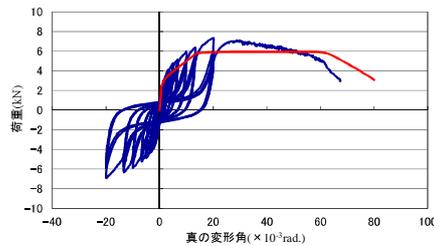
木造面材壁・面材床のせん断性能推定方法



合板耐力壁



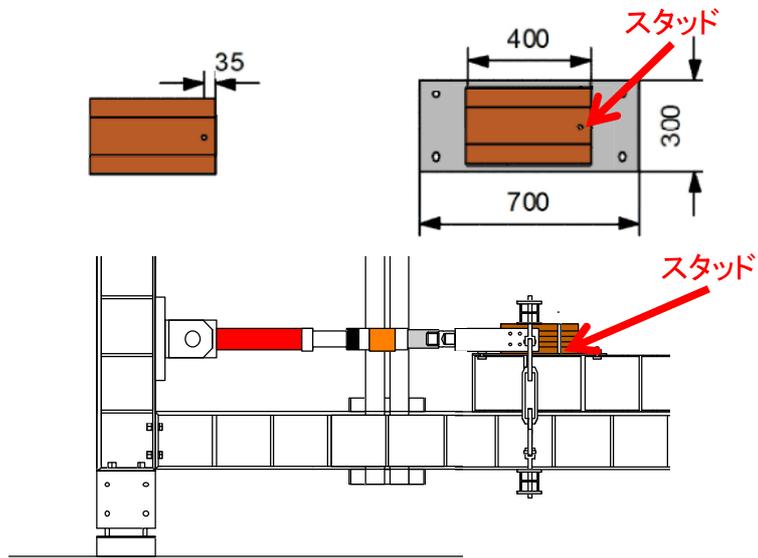
釘の荷重変位関係(トリリニアモデル)



耐力壁の実験値と推定値の比較

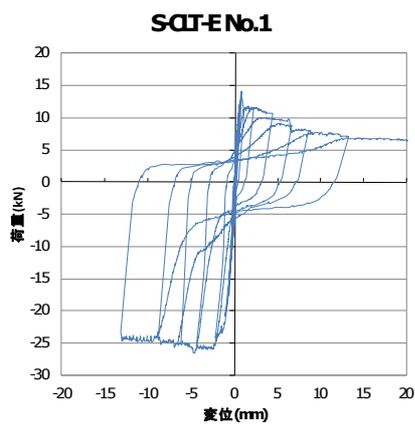
14

スタッド接合部の繰返し载荷試験



15

スタッド接合部の繰返し载荷試験 (結果)

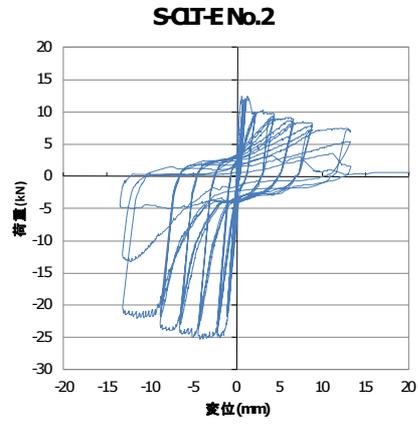


1回繰り返し



16

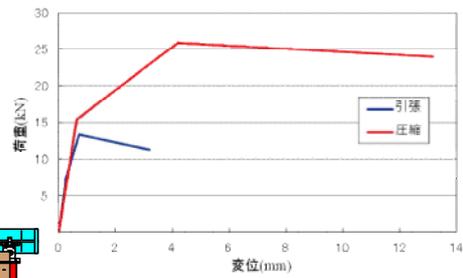
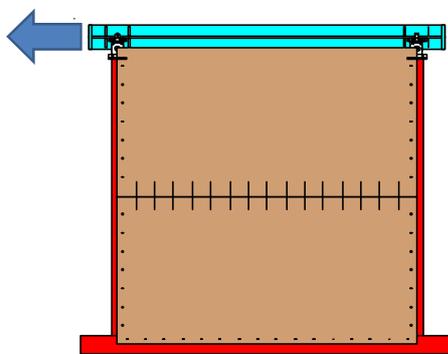
スタッド接合部の繰返し载荷試験(結果)



3回繰り返し

17

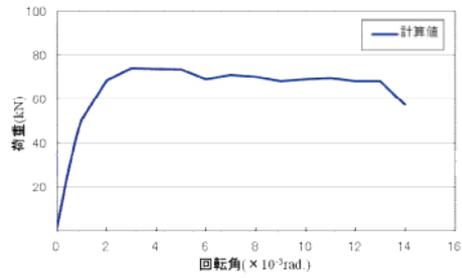
木造のせん断性能推定法の適用は可能か？



スタッド1本のトリニアモデル

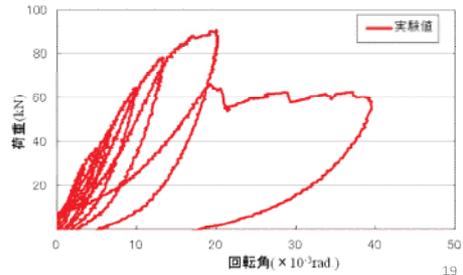
18

木造のせん断性能推定法の適用は可能か？



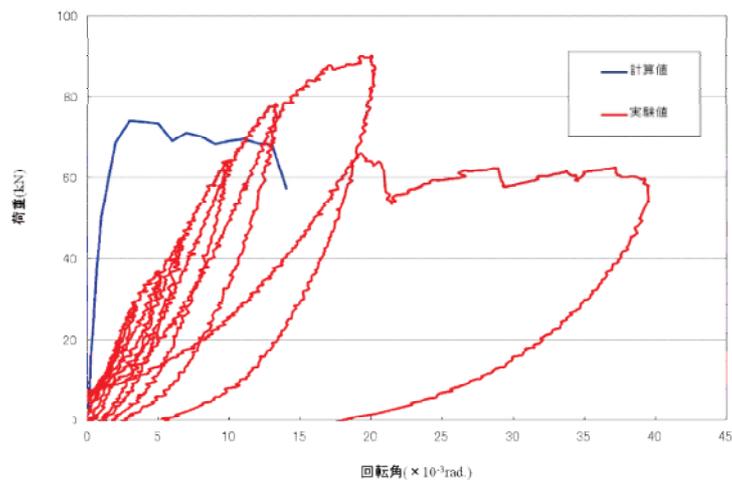
計算結果

実験結果



19

木造のせん断性能推定法の適用は可能か？



20

まとめ

■実大床の面内せん断試験

- ・CLTパネル上部にスタッドの端抜けによる亀裂が生じた。
- ・小梁の曲げ変形やスタッドの溶接部からの破断がみられた。
- ・開口の影響は、初期剛性のみ。耐力は接合部で決まる。

■木造面材床の推定方法の適用

- ・スタッド1本当たりの性能→押し引きで全く異なる。
- ・推定結果→耐力については概ね推定可能。
初期剛性、変形性能については課題。
- ・スタッド1本当たりの剛性が過大評価か
→実験方法の再検討が必要。

「鋼構造オフィスビル床のCLT化」 研究成果報告会

2時間耐火性能評価試験概要と結果 ～上面(床)加熱試験～

(一財)建材試験センター中央試験所
防耐火グループ 佐川 修

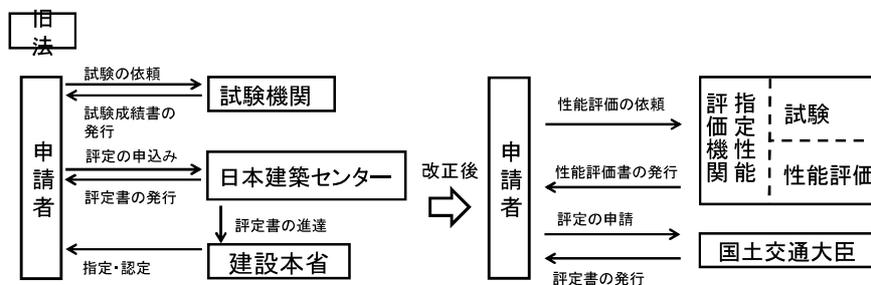
建築基準法に基づく大臣認定とは？

◆ 建築基準法改正(2000年)

- ・仕様規定から性能規定へ

例:耐火建築物の木質化

- ・指定性能評価機関の発足(建セ, 日総試など)



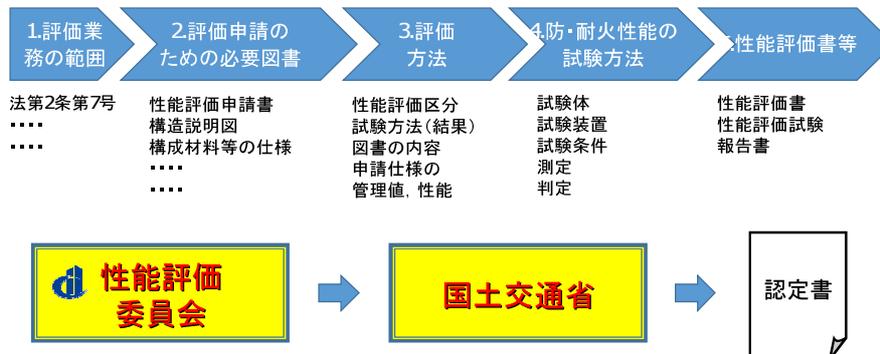
建築基準法に基づく大臣認定とは？

◆大臣認定の取得

- ゼネコン, ハウスメーカー等 ⇒ 主に次の方法による。
 - ・**ルートA**: 各認定の要求性能に適合(試験による適合性の確認)
 - ・**ルートB**: 性能検証法による検証
 - ・**ルートC**: 高度な検証方法による検証
 - 性能評価機関 ⇒ **業務方法書**に基づき性能評価を実施
 - ・建築基準法(要求項目)
建築基準法施行令(要求性能※)/
国交省(建設省)告示(令示仕様)
- ⇒各評価機関において「**業務方法書(試験体、試験方法及び判定基準等)**」を定め、国土交通大臣の認可を受け運用している。

3

防耐火性能試験・評価業務方法書に基づく床(耐火構造)の性能評価



4

防耐火性能試験・評価業務方法書 に基づく床(耐火構造)の性能評価

2.試験体

- ・試験体の個数 ⇒ 各加熱面ごとに2体
- ・試験体の形状及び大きさ ⇒ 実際のものと同じ※
 - ・床 ⇒ 形状を矩形
 - 下面加熱(天井) ⇒ 長辺: 4000mm以上、短辺: 3000mm以上※
厚さ: 実際のものと同じ
 - ※ただし、短辺のみで試験体を支持する場合は2000mm以上
 - 上面加熱(床) ⇒ 長辺: 2000mm以上、短辺: 1800mm以上
厚さ: 実際のものと同じ
- ・含水率: 木材: 15%以下(気乾),
せっこうボード: 2%以下(40℃乾燥)
その他材料: 5%以下(105℃乾燥)

5

防耐火性能試験・評価業務方法書 に基づく床(耐火構造)の性能評価

4.試験条件

- ・加熱温度 ⇒ $T=345\log_{10}(8t+1)+20$ (標準加熱曲線)
ここに、T: 炉内平均温度, t: 加熱時間
- ・載荷条件(常時垂直荷重を支持する構造: 柱, はり, 壁, 床)
⇒ 長期許容応力度に相当する応力度が生じるように載荷しながら試験
※ただし、使用する建築物の室の用途が特定される床
⇒ 令第85条の規定に基づく積載荷重を載荷
- ・試験時間
要求耐火時間(1h, 2h...) + 放冷時間(要求耐火時間の3倍)
例: 要求耐火時間 2時間の場合
試験時間: 加熱時間(2時間) + 放冷時間(2時間 × 3倍) = 8時間

6

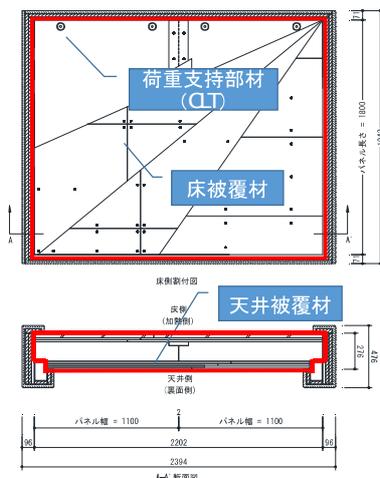
防耐火性能試験・評価業務方法書 に基づく床(耐火構造)の性能評価

6.判定

- ・常時垂直荷重を支持する構造 ⇒ **非損傷性**を有すること
最大たわみ量(mm) → $L^2/400d$ 以下
最大たわみ速度(mm/分) → $L^2/9000d$ 以下
ここに, L: 支持スパン, d: 床厚
 - ・非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと
 - ・非加熱面で10秒を超えて継続する発炎がないこと
 - ・火炎が通る亀裂等の損傷を生じないこと
 - ・試験体裏面温度上昇
→ 平均: **140K以下**, 最高: **180K以下**(**遮熱性**)
- ✓ 木質系耐火構造の柱, はり, 壁, 床の場合
⇒ 主構成材料(荷重支持部材: CLT)が**炭化**※しないこと。
※炭化深さ: 0.6mm以上を“炭化”

7

1.試験体概要

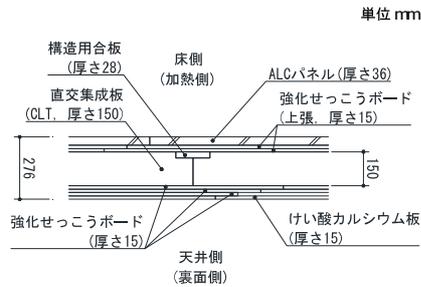


試験前 天井側

試験体寸法: 長辺2202mm×短辺1800mm
試験体数: 2体(試験体記号A1, A2)

8

1.試験体概要



単位 mm

試験体構成材料諸量

材 料	密度 (g/cm ³)	含水率 (質量%)
CLT	0.36	12.8<15
構造用合板	0.38	11.6<15
ALC	0.50	2.4<5
けい酸カルシウム板	0.41	1.7<5
強化せっこうボード※	0.74	0.4<2

含水率符号右側の値は, 試験体材料としての含水率基準値
 ※強化せっこうボード: 40°C乾燥, その他材料は105°C乾燥

床被覆材総厚さ: **66mm** 天井被覆材総厚さ: **60mm**

9

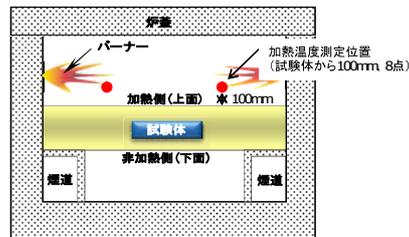
2.試験方法



試験装置外観

試験装置概要: 水平炉(梁炉)

- ・炉内寸法: 幅2000mm×長さ4200mm
- ・バーナー: 熱源 軽油
- ・加熱温度: シースK熱電対 (クラス2(JISC 1605)程度) (素線径0.65mm, 外径3.2mm)



10

2.試験方法

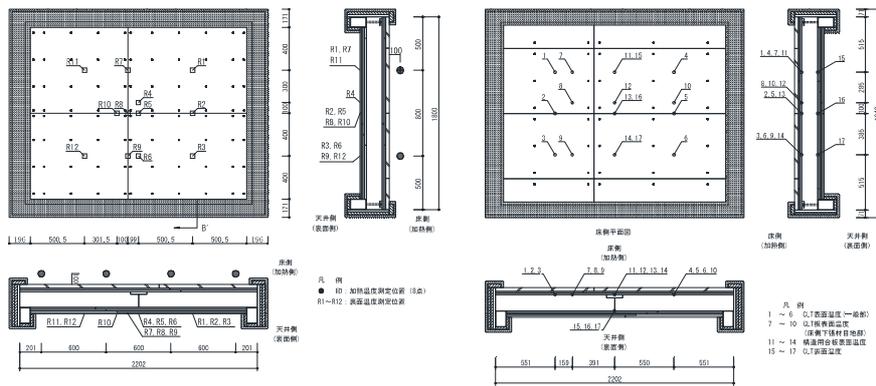


試験体の設置状況 (A2: 試験前)

床上面加熱試験を行う際のポイント

- ・試験体側面の被覆・養生を十二分に行う。

2.試験方法～裏面・内部温度測定位置～



裏面温度測定位置(判定値)

試験体内部温度測定位置(参考値)

3.試験中の状況

ALC目地部熱変形
加熱開始30分(A1)

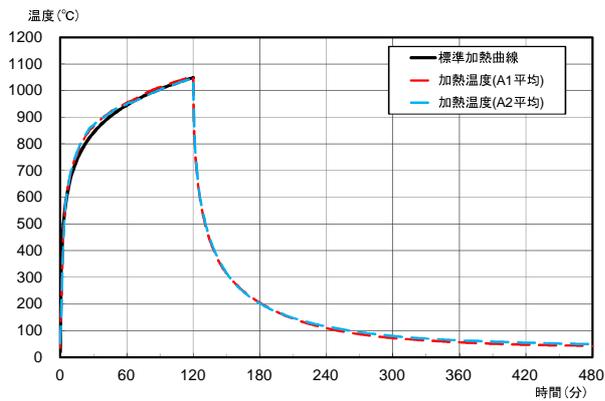
ALC端部, 表面細かいひび
加熱開始80分(A1)

目地部熱変形大留付材周囲ひび
加熱開始110分(A1)

加熱中, 裏面側での火炎の噴出等は確認できない
↓
試験終了時までこの状態を維持
⇒非損傷性を有する

13

4.試験結果～加熱温度～



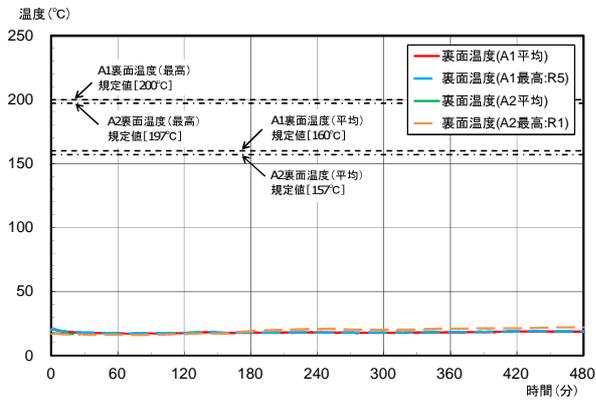
試験後加熱(床)側(A1)



試験後加熱(床)側(A2)

14

4.試験結果～裏面温度～



A1平均: 21°C
A1最高: 21°C

A2平均: 23°C
A2最高: 23°C



試験後裏面(天井)側(A1)



試験後裏面(天井)側(A2)

15

4.試験結果～床被覆材:強化せっこうボードの状況～



上張(加熱側:A1)



上張(加熱側:A2)

- 上張:
- ・表面紙: 一様に黒く変色
 - ・A1,A2共にボードは脆くなっている。
 - ・井桁状の細かいひびが多数発生。



下張(加熱側:A1)

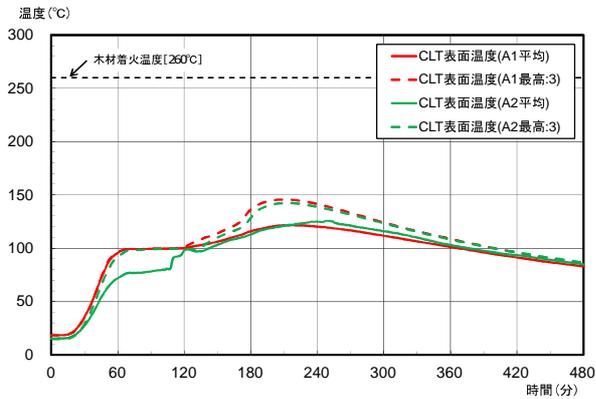


下張(加熱側:A2)

- 下張:
- ・表面紙はまだら状に黒く変色
 - ・ボードとしての強度は保持している状態。

16

4.試験結果～内部温度～



CLT表面(加熱側:A1)



CLT表面(加熱側:A2)

A1平均: 122°C A2平均: 126°C
A1最高: 146°C A2最高: 143°C

17

5.判定

判定項目	A1	A2	備考
非損傷性			
・10秒を超えて継続する火炎の噴出	なし	なし	
・10秒を超えて継続する発炎	なし	なし	
・火炎が通る亀裂等の損傷	なし	なし	
遮熱性			
・裏面温度の上昇: 平均140K以下, 最高180K以下	平均: 21°C 最高: 21°C	平均: 23°C 最高: 23°C	A1初期温度: 20°C A2初期温度: 17°C
荷重支持部材 (CLT) の炭化	なし	なし	

判 定 合 格 合 格

18

「2時間耐火性能評価試験概要と結果」

[下面(床)加熱試験]

(一財) 建材試験センター
矢埜和彦

1

はじめに

- 本報告は、大臣認定の取得を目指し、CLT（直交集成板）を用いた、床木質構造物について、「超高層ビルに木材を使用する研究会」にて被覆材の違いによる性能の検証結果をもとに、性能評価試験を行った結果報告である。

2

試験概要

- 耐火性能とは、構造物が火災が終了するまでの間、火災による建築物の倒壊及び延焼を防止する性能。
- 確認方法の種類として
被覆型、燃え止まり型など
- 被覆型による床の2時間耐火の性能確認。
- 被覆型とは、被覆材（不燃材料等）で耐火部材（CLT）を被覆する工法。

3

試験体

- CLTの樹種；すぎ
形状；5層5プライ、厚さ150mm
接着剤；水性高分子イソシアネート系
CLTパネルの大きさ
幅2202mm×長さ4400mm
- 被覆材の種類
 - 床上側；
軽量気泡コンクリート板(36mm)＋
強化せっこうボード(15mm) 2枚張
 - 床下側；
けい酸カルシウム板(15mm)＋
強化せっこうボード(15mm) 3枚張

4

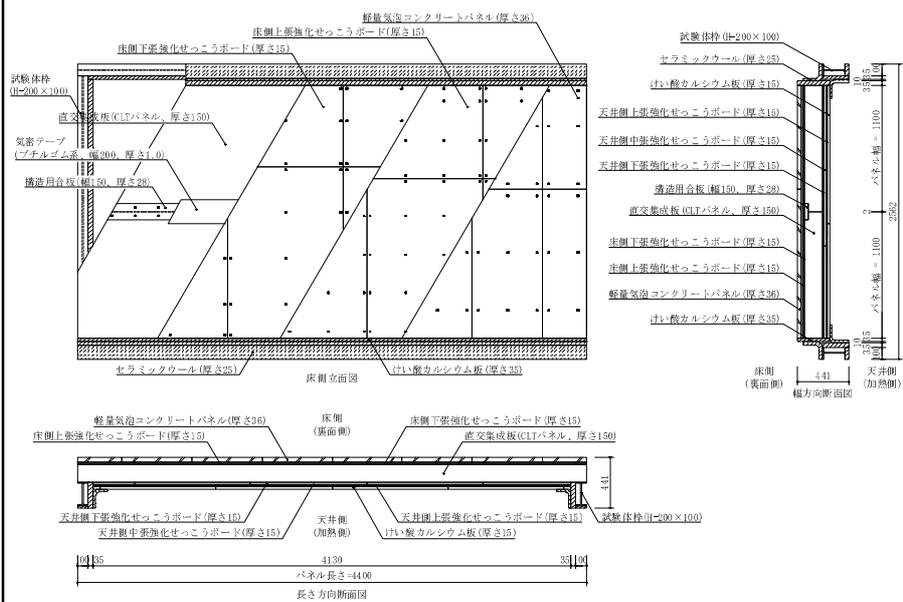
試験体

構成材料の密度及び含水率

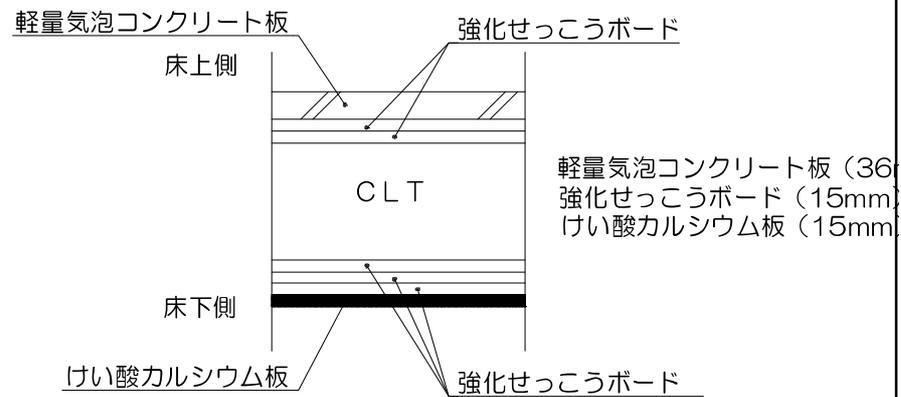
構成材料	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)
CLT	0.37	9.5
軽量気泡コンクリート板	0.40	1.0
けい酸カルシウム板	0.55	3.0
強化せっこうボード	0.76	0.4

5

試験体概要図



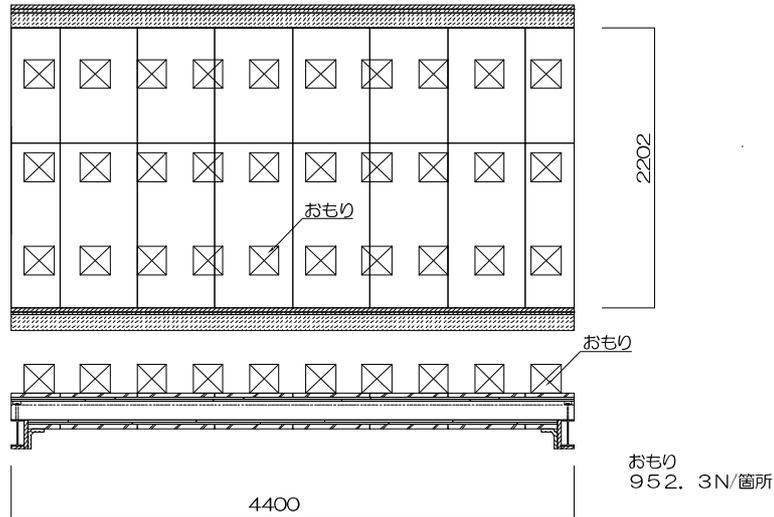
断面詳細図



試験方法

- 建材試験センターが定める「業務方法書」に従って行った。
- 加熱条件：
ISO834-1に規定される標準加熱曲線に従い、2時間加熱を行い、その後、加熱時間の3倍に当たる6時間の放冷。（測定温度の低下が認められるまで）
- 載荷条件：
建築基準法施行令第85条による事務室の床の積載荷重である2900N/m²を等分布荷重として載荷。

試験方法



測定内容

• 温度、たわみ測定及び外観観察：

加熱温度

裏面温度

（軽量気泡コンクリート板表面温度）

内部温度（CLT表面、目地部等）

最大たわみ量、たわみ速度

試験終了後、CLT加熱側表面の外観観察

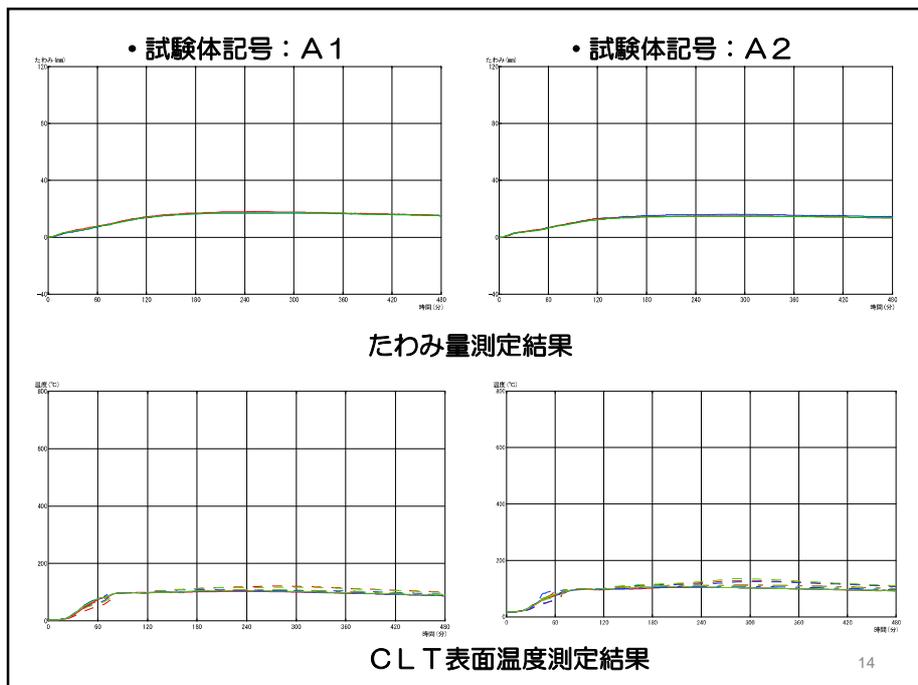
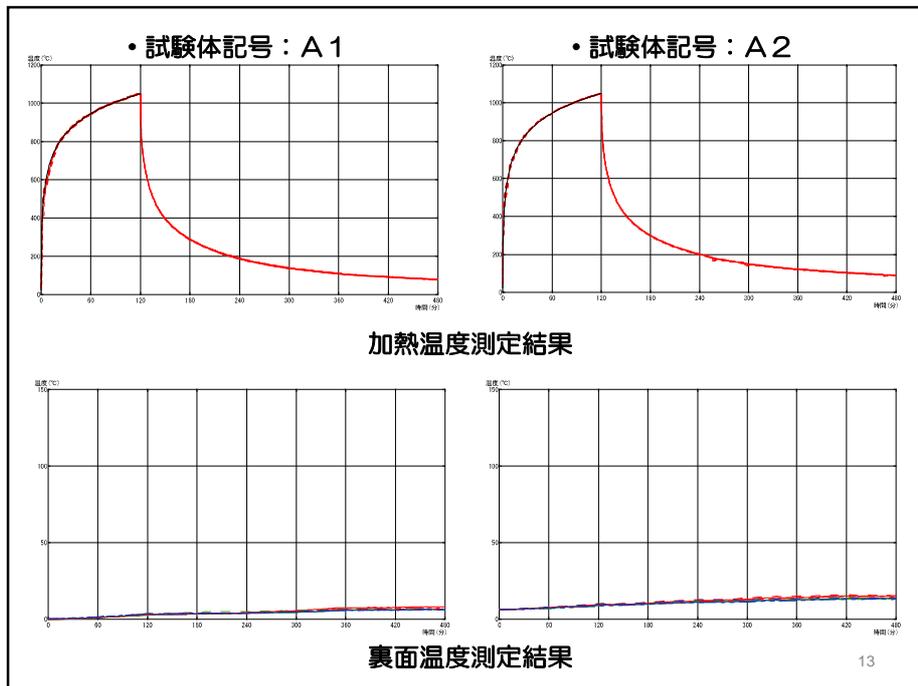
（変色、炭化の確認）

試験状況



試験結果

試験体記号		A1	A2
裏面温度	初期温度	0℃	6℃
	最高温度	8℃	16℃
	平均温度	7℃	14℃
最大たわみ量		18mm [規定値308mm]	16mm [規定値308mm]
最大たわみ速度		0.8mm/分 [規定値13.7mm/分]	0.8mm/分 [規定値13.7mm/分]
CLT表面温度	最高温度	122℃	135℃
	平均温度	108℃	116℃
試験後のCLT表面状態		変色・炭化は認められない	変色・炭化は認められない



• 試験体記号：A1



• 試験体記号：A2



試験前の床上側（軽量気泡コンクリート板）の状況



試験前の床下側（けい酸カルシウム板）の状況

15

• 試験体記号：A1



• 試験体記号：A2



試験後の床下側：けい酸カルシウム板の状況



試験後の床下側：上張強化せっこうボードの状況

16

• 試験体記号：A1



• 試験体記号：A2



試験後の床下側：中張強化せっこうボードの状況



試験後の床下側：下張強化せっこうボードの状況

17

• 試験体記号：A1



• 試験体記号：A2



試験後の床下側：CLT表面の状況

試験体記号A1・A2ともに、
CLT表面に、変色、炭化は認められなかった。

18

考察

検証試験で得られた結果に基づき、今回行った性能評価試験の結果、2時間の耐火性能を有する結果となった。

今後、大臣認定の申請を行う予定である。

19

まとめ

今回の結果をもとに、製品化として考えていきたい。

また、被覆材の種類、厚さの検討をさらに行い、新しい仕様（軽量化、コスト削減）についても今後の課題である。

20

【関連事業紹介③】

CLT床2時間耐火仕様における 施工性確認試験及び歩行振動試験 試験概要紹介

山佐木材株式会社 技術本部
西胤 謙吉

1

施工性確認試験

日 時：平成28年2月8日（月）～23（火）

場 所：山佐木材(株)敷地内（鹿児島県肝属郡）

目 的：

CLT床2時間耐火仕様はCLTの上面に3枚、下面に4枚、合計7枚の被覆材を貼ることになり、この手間（コスト）は大きくなることが懸念される。そのため、鉄骨モックアップを製作し、施工性確認と安全性、正確性等についての検証を行う。

- 手 順：①下面被覆材貼り付け作業@工場
②鉄骨モックアップへの取り付け作業
③鉄骨へ取付後、下面被覆材貼り付け作業（2種類方法を実施）
④上面被覆材貼り付け作業・梁被覆材貼り付け作業

試験体制： 試験実施者 ：山佐木材(株)
 CLT製造 ：山佐木材(株)
 鉄骨モックアップ製作 ：国基建設(株)（鹿児島県鹿屋市）
 被覆材貼り付け作業 ：国基建設(株)（鹿児島県鹿屋市）

2



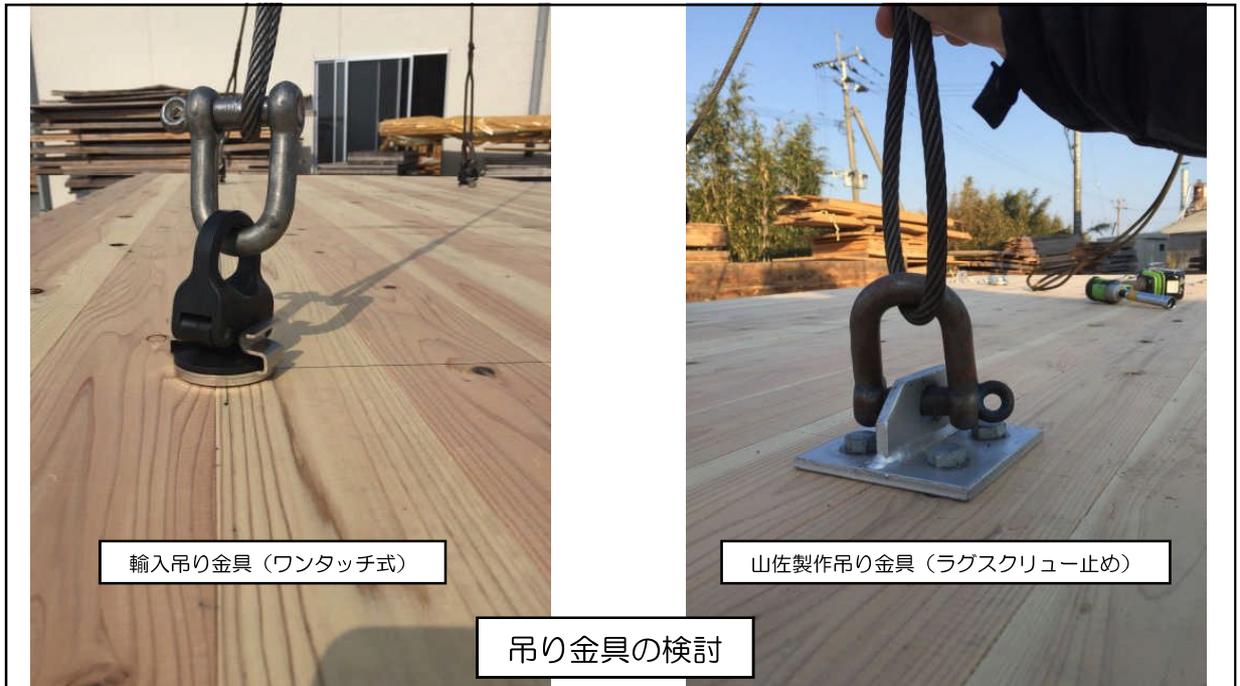
①下面被覆材貼り付け作業@工場

3



②鉄骨モックアップへの取り付け作業

4





歩行振動試験

日 時：平成28年2月25日（木）、26（金）

場 所：山佐木材(株)敷地内（鹿児島県肝属郡）

目 的：

CLT床2時間耐火仕様での歩行振動を測定し、CLTの歩行振動への影響等を検証し、実物件での利用を進める上での懸念材料を取り除くためのバックデータを収集する。

試験体制： 試験実施者 東京工業大学理工学部 横山裕教授 学生4名
三井ホームコンポーネント 松尾技術部長

9



下面からハンマーで叩き上面で加速度計で変形モードを測定

10



官能試験（実際の歩行振動を被験者の感覚を聞き取り調査）

11



100kgの重りを載荷し、レーザー変位計で変位を測定

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告会

平成 28 年 3 月 3 日発行

〒893-1206 鹿児島県肝属郡肝付町前田 972

山佐木材株式会社

TEL 0994-31-4141 FAX 0994-31-4142

