

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告会

平成 27 年 2 月 26 日（木）

木材会館 7 階檜ホール

〒136-0082 東京都江東区新木場 1-8-8

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

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：小坂 善太郎（林野庁林政部木材産業課木材製品技術室室長）

13 : 45～14 : 45

【基調講演】「我国初の木床超高層ビルの実現に向けて」

【事業報告①】「鉄骨造梁と CLT 床の接合方法」

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 : 45～15 : 00 休憩

15 : 00～15 : 30

【事業報告②】「CLT 床の 2 時間耐火の実現に向けて」

倉富 洋（福岡大学工学部助教）

15 : 30～16 : 00

【事業報告③】「CLT を用いた木床の施工性確認実験と CLT パネルの製造・加工」

村田 忠（山佐木材(株)取締役製造部長）

16 : 00～16 : 40

【特別講演】「SAMURAI 集成材の設計と施工」

～鉄筋補強木質ラーメン構造による試作棟～

塩屋 晋一（鹿児島大学大学院理工学研究科教授）

16 : 40～17 : 00 質疑応答

目 次

■成果報告会資料

【講師紹介】	1
【基調講演】 「我国初の木床超高層ビルの実現に向けて」	2
	稲田 達夫
【事業報告①】「鉄骨造梁と CLT 床の接合方法」	10
	稲田 達夫
【事業報告②】「CLT 床の 2 時間耐火の実現に向けて」	28
	倉富 洋
【事業報告③】「CLT を用いた木床の施工性確認実験と CLT パネルの製造・加工」	35
	村田 忠
【特別講演】「SAMURAI 集成材の設計と施工」	39
	塩屋 晋一

■関連資料

- ・構造設計標準資料（CLT 床パネル 30 階建て事務所モデル新築工事）

講師紹介

■基調講演

稲田 達夫 (いなだ たつお)

福岡大学工学部教授

超高層ビルに木材を使用する研究会会長

一級建築士、構造設計一級建築士、技術士（建設部門）

専門： 構造設計、鋼構造、木質構造、地球環境問題

主な担当物件： 丸の内ビルディング、日本工業倶楽部会館など

1951 年生まれ、京都出身

1974 年 東京大学工学部建築学科卒

1974 年 三菱地所株式会社

2009 年 日本建築学会地球環境委員長

2010 年 福岡大学工学部建築学科教授

■特別講演

塩屋 晋一 (しおや しんいち)

鹿児島大学大学院理工学研究科建築学専攻教授

日本建築学会奨励賞（1997 年）

一級建築士、構造設計一級建築士

1959 年生まれ、鹿児島県垂水市出身

1984 年 鹿児島大学大学院理工学研究科修了（建築学）

1984 年 九州芸術工科大学助手芸術工学部（現九州大学芸術工学院）

1993 年 テキサス大学（研究員）

1994 年 鹿児島大学工学部助手

1997 年 鹿児島大学工学部助教授

2009 年 鹿児島大学大学院理工学研究科教授

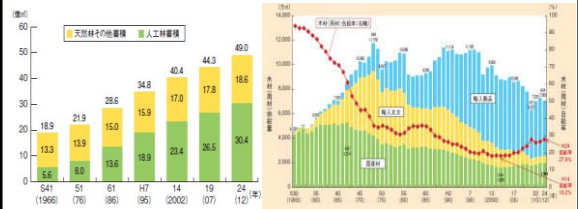
平成25年度補正予算 林野庁委託事業
CLT等新製品・新技術利用促進事業のうちCLT実用化促進（接合部データの収集・分析）
『鋼構造オフィスビル床のCLT化』研究成果報告会

我国初の木床超高層ビル の実現に向けて

2015年2月26日
稲田達夫（福岡大学）

1

建築分野における木材活用のシナリオ —新築着工木造率70%・木材自給率40%を目指して—



人口林蓄積量：約30億m³
国産木材生産量
1960年当時：約4000万m³
現在：約2000万m³
1960年の水準に戻すことが課題

新たな木材市場の開拓 （非住宅建物の床に木材を）

項目	計算結果
年間新築着工床面積	1.5億m ²
非住宅非木造建築比率	40%
地上階比率	75%
CLT床厚	150mm
木材使用量（製材）	675万m ³
歩留り	60%
木材使用量（丸太）	1125万m ³

非住宅建物の床の木質化を進めることで、
1000万m³超の木材市場の拡大につながる。

木材利用の新しい方向性

- ・ 中大規模オフィスでの木材大量活用
例えば木床：モジュールが決まっている
デッキプレート、照明、駐車場等
木壁：制震装置との組み合わせ
- ・ 国産木材生産量：1000万m³超の需要拡大
- ・ 超高層ビルに木材を使用する研究会
2013年10月設立、会員数：約50名
4大学、3研究機関が連携

4

私たちの提案

- 超高層オフィスに木材を大量使用

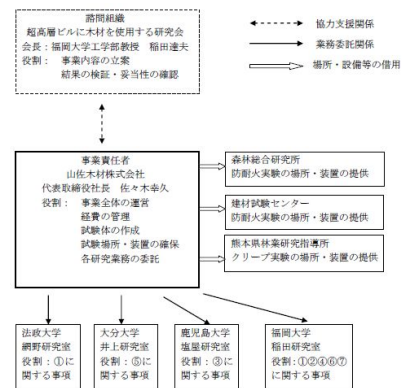
柱・梁：鉄骨造
床：木造（国産材：杉）
内装：間伐材

	資材	CO ₂ 削減率 (t-CO ₂ /t)	CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /m ²)
地上	柱・梁（鉄骨）	0.190	1.0
	コンクリート	0.380	0.4
	鉄筋	0.010	1.0
地下躯体			0.20
設備機器			0.35
その他	木造化可能部分		0.05
	木造化不可能部分		0.10

建設時CO₂排出量：0.2t-CO₂/m²削減

研究体制

林野庁より補助
事業受託
「CLT等新製品・
新技術利用
促進事業」



林野庁補助事業の具体的内容

- 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(2時間)

7

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耐火の問題
- ⑤遮音性の問題

8

検討のための仮定条件

- 平面形状: 32m × 48m (地上部分)
- 基準階面積: 約1500m²
- 延べ床面積: 約30000m² (地上部分)
- 階数: 地上20層
- CLT床厚: 150mm
- 地震用荷重: 8kN/m²
- 床仕様: 最上階はRC造、地上階はCLT

9

建物の軽量化

単位: kN/m²

	コンクリート	CLT
床仕上げ	0.10	0.10
スラブ	2.88	0.75
耐火被覆		1.08
デッキプレート	0.20	
天井	0.20	0.20
柱・梁	1.50	1.50
内壁	0.21	0.21
外壁	0.63	0.63
積載荷重	0.80	0.80
総重量	6.51	5.26
重量比	1.000	0.808

10

木材の材料特性

杉材 (E70)				
引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	比重
17.4	23.4	1.8	7000	0.4
コンクリート (FC21)				
引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	比重
2.1	21.0	2.1	20500	2.3
鋼材 (SN490)				
引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	比重
325.0	325.0	187.0	205000	7.8

木材は意外と強い。
CLTのせん断強度はもっと強いはず。

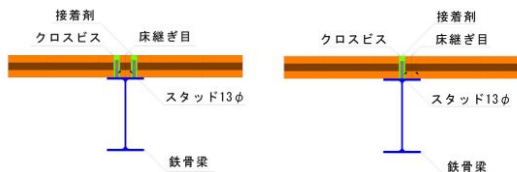
11

構造性能(床のたわみ)

	コンクリート 床	CLT床	
床厚(mm)	120	210	150
ラミナ厚(mm)		30	30
床幅(mm)	1000	1000	1000
断面強さ(mm ²)	120000	210000	150000
断面2次モーメント(mm ⁴)	144000000	771750000	281250000
ヤング係数(N/mm ²)	20500	5000	5000
積載荷重(kN/m ²)	3.800	3.800	3.800
自重(kN/m ²)	2.880	0.840	0.600
耐火被覆重量(kN/m ²)		1.080	1.080
デッキプレート重量(kN/m ²)	0.200		
総重量(kN/m ²)	6.880	5.720	5.480
スパン(mm)	3200	3200	3200
中央たわみ(mm)	3.18	2.02	5.32

12

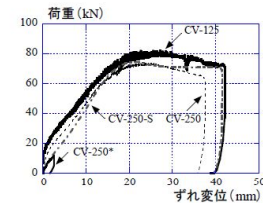
鉄骨梁とCLT床の接合



今後の検討事項：充填剤はエポキシで良いか
防耐火の観点
解体容易性の観点

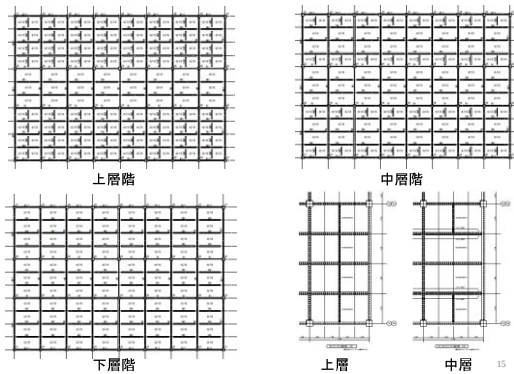
13

木床どうしの接合方法



今後の検討事項：より剛性の高い接合方式。

剛床仮定は成立するか



15

施工性の確認試験



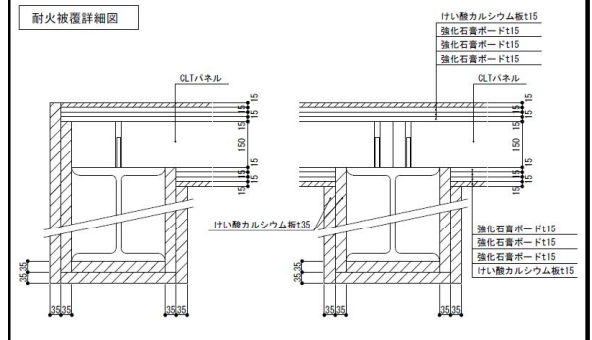


木床の設置時間(速報)

床番号	スタッド本数					取り付け時間			備考
	上	右	左	下	全	設置	調整	全体	
①	1	1	0	1	3	145	230	375	
②	1	0	2	1	4	80	398	478	
③	2	0	2	1	5	97	123	220	
④	2	2	0	1	5	113	415	528	
⑤	1	1	0	1	3	68	247	315	
⑥	1	0	1	1	3	69	314	383	
⑦	1	1	0	2	4	96	96	192	
⑧	1	0	1	2	4	57	214	271	
⑨	1	2	2	0	5	501	1196	1697	トラブル有
⑩	0	2	2	1	5	156	100	256	
⑪	1	1	1	0	3	162	190	352	
⑫	0	1	1	1	3	386	408	794	トラブル有

21

2時間耐火の実現



床耐火被覆目地処理



23

既存構造材料との比較

- コンクリート: ローコストで安定した生産体制
津々浦々に生コン工場
- 鋼材: 徹底した品質管理体制
技術者育成／工場認定
設計図／工作図／製作要領書
- 木材: 生産体制整備が課題
分業化(ラミナ製作、CLT組み立て、等)
流通(受注生産→市場製品、商社の介在)
品質管理体制

24

コストの問題をいかに克服するか

延床面積	3	万m ²
工事単価	120	万円／坪
総工事費	109	億円
構造関連費用	22	億円

木床体積	4,500	m ³
木床単価	7.0	万円／m ³
木床工事費	3.15	億円

コンクリート床体積	3,600	m ³
コンクリート単価	1.0	万円／m ³
コンクリート床工事費	0.36	億円

注) 材料費のみの比較。工事の手間を考慮すれば、差は縮まる。

項目	単位	コンクリート	CLT
床厚	mm	120	150
材料単価	円/m ³	10,000	70,000
スラブ価格	円/m ²	1,200	10,500
デッキプレート	円/m ²	3,630	
鉄筋	円/m ²	784	
耐火被覆	円/m ²		3,430
価格合計	円/m ²	4,830	13,930
価格比		1	2.88

延床面積	m ²	30,000	30,000
材料価格	百万円	145	418

注) 工事の手間を考慮すれば、差はさらに縮まるはず。

建物重量軽減によるコスト削減

延床面積	3	万m ²
坪当たり鋼材量	0.60	ton/坪
鋼材量	0.55	万ton
鋼材単価	18	万円/ton
鉄骨関連工事費	10	億円
重量軽減率	0.20	
影響係数	0.50	
減額鉄骨工事費	0.98	億円

27

工期短縮によるコスト削減効果

- 木床による材料費のアップ分： 約2.73億円
- 重量軽減による効果： 約9800万円
- 差額： 1.75億円

賃料	2.5	万円／坪
月当たり収入	1.6	億円／月

- 工期約1ヵ月強の短縮で相殺が可能

28

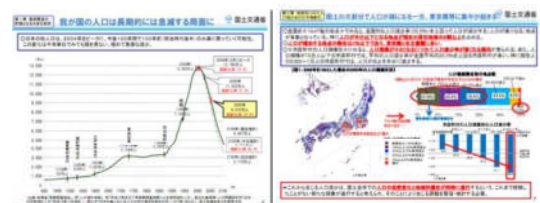
工期の短縮の可能性

- 高層棟の躯体建設工期： 5日/階
- 木床1枚の設置時間： 約5分/枚
- 1階当たり木床枚数： 280枚/階
- 1階当たりの木床設置時間： 約3.1日
- コンクリート打設・配筋が不要
- 熟練工が不要、全てが乾式工事でできる
- ユニット化、クレーン台数を増やす等の工夫

●木床のメリット： 本来は工期短縮

29

行き詰まる日本の状況



超人口減少社会の到来 大都市圏一極集中と地方の過疎化

- 地方都市の縮退をいかにして食い止めるか

30

地方創生への道

- 大都市圏： 人とお金が集まる構造
法人税の多くは本社のある大都市圏に
輸出産業の工場は地方から海外に
若者は職を求めて大都市圏に
- 地方都市： 豊かな資源が埋もれている
安全・安心な農作物、新鮮な魚介類
多様な観光資源
豊かな森林資源
- **大都市圏から地方にお金を還流する仕組み**

31

森林資源による地方創生の戦略

- 大都市圏： 高い事業性を活かした再開発
超高層木床システムの普及拡大
大都市圏の資金を地方に還流(地産都消)
- 地方都市： CLT生産拠点の整備
関連産業の進出→ 税収・雇用拡大
既存市街地を活かした再開発
魅力ある街並みの創出
若者を地方に呼び戻す

32

今後の展望

- 木材利用率の提案
柱：梁：床：壁＝ 3：2：4：1(オフィスの場合)
- 本建物の木材利用率： 50%
木材利用率の高い超高層オフィスの第1号
- さらに高度な木材利用率を目指して

今後、柱梁の木質化を進めることにより
木材利用率はさらに高まる

33

海外の事例1

これまでの実績で有名な建物としては、
2009年にロンドン市内に建設された9階建て(1階はRC+残り8階がCLT)のアパート
(Stadhouse)が知られている。



34

海外の事例2

メルボルン市内に10階建てのアパート(Fortéと命名されているらしい)が
CLTを用いて建設中(2012年10月完成?)であるという情報も入っている。

Forté

Location
667 Bourke Street, Victoria Harbour
Melbourne, Victoria

Size

- Forté is the tallest timber apartment building in the world
- It stretches up to 32.17 metres

Population

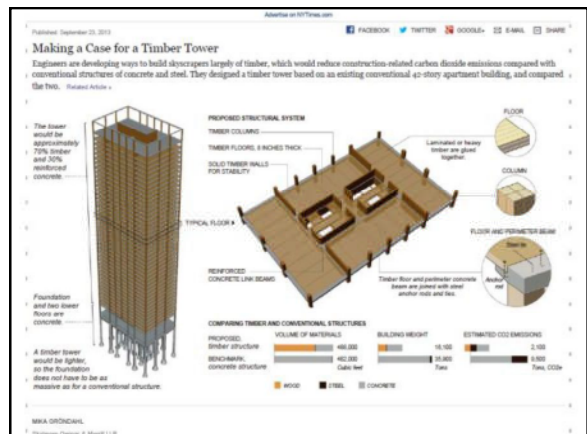
- 23 apartments, over 40 storeys including:
- 7 x 1 bedroom (50m²)
 - 14 x 2 bedroom, 2 bathroom (80m²)
 - 2 x 2 bedroom penthouse (102m²)

Time Frame

Start on site: February 2012
Begin Cross Laminated Timber (CLT) installation: May 2012
CLT structure complete: August 2012
Target construction completion: October 2012



35



世界の大規模木質建物の動向

プロジェクト名称	層数	構造	竣工年	都市	国名
Via Cenni Project	8	CLT構造	2013	ミラノ	イタリア
ブリッドポートハウス	8	CLT構造	2012	ロンドン	英国
FORTE	10	CLT構造	2013	メルボルン	オーストラリア
Treet	14	軸組+CLT構造	2015 (予定)	ベルゲン	ノルウェー
コンペ案	34	超高層ハイブリッド 計画案	2023 (予定)	ストックホルム	スウェーデン
コンセプトモデル	42	超高層ハイブリッド 計画案	構想案	シカゴ	米国
LOT ONE	7	ハイブリッド木造	2012	ドゥルピン	オーストリア
IZM (水力発電センター)	5	ハイブリッド木造	2013	ヴァンダース	オーストリア
Pyramidenkogel tower	塔 100m	ハイブリッド木造	2013	クレーゲンフルト	オーストリア

日田木造担い手育成事業20141115、加美熊彦氏(現代計画研究所)講演から

37

今後の検討項目(1)

- 適切な2時間耐火床システムの実現
 - ・小型炉による要素実験
 - ALC板がどこまで使えるか
 - ヒートブリッジの排除
 - 鉄骨部材、頭無しスタッド、エポキシ
 - 天井・設備配管等の取り付け金物
 - ・大型炉による性能確認
 - 上面燃焼実験
 - パネルの隙間からの燃え抜け防止

38

今後の検討項目(2)

- 木床と鉄骨梁の接合方法
 - ・エポキシ樹脂の問題
 - 発火・熔融温度
 - 取り外しが困難
 - ・他に代わる方式は
 - 無収縮モルタル等を使う
 - LSBとボルトによる接合

39

今後の検討項目(3)

- 遮音性
 - ・要求は住宅ほど厳しくは無い
 - ・耐火被覆材による遮音効果
 - 耐火被覆材: ALC板、珪カル板
 - ・性能確認実験を実施したい

40

今後の検討項目(4)

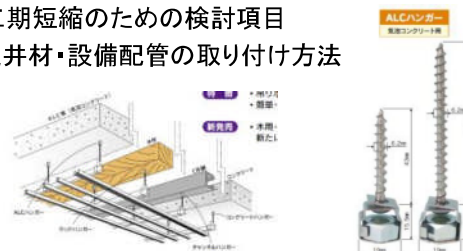
●施工精度

部位	変形	精度
パネル間隙		$d \leq 4\text{mm}$
傾き		$\delta \leq 3.5/1000$
段差		$r \leq 3.5\text{mm}$
パネルと鉄骨梁 フランジのすきま		$e1 \leq 3\text{mm}$
パネルと鉄骨柱 のすきま		$e2 \leq 10\text{mm}$

41

今後の検討項目(5)

- 工期短縮のための検討項目
 - ・天井材・設備配管の取り付け方法



- ・天井材等の取り付け金物の熱伝導
- ・耐火被覆材への取り付け強度・耐久性

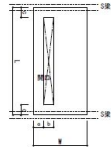
42

今後の検討項目(6)

●床に開口がある場合

開口部①

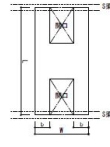
項目	(mm)
hの最低寸法	≧
hの最大寸法	≧
hの最低寸法	≧



開口部②

開口部最大寸法は下記を参考にして寸法を確保すること。
開口部にかかるフリーアクセスフロアの最大スパンはメーカー仕様によること。

L (mm) × H (mm)	GLの厚み (mm)	hの最低寸法 (mm)
3600 × 1800	150	350
3600 × 1800	210	130
3200 × 1800	180	230
3200 × 1800	210	100



43

最後に

- 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。
- この技術は今後のS造超高層ビル建設の大きな技術革新につながる。
- 是非、この技術を採用したビルの建設を、ご検討頂きたい。

44

1. 木床と鉄骨梁の接合方法

1.1 スタッド押し抜き試験

(1) 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、CLT 床と鉄骨梁の接合方法について、特に床から鉄骨梁へのせん断力の伝達が、適切に行われるかを確認するために行うものである。CLT 床と鉄骨梁の接合方法は、あらかじめ鉄骨梁に打設された頭無しスタッド（13φ）に、あらかじめ穴開けを行った CLT パネルを差し込み、充填剤で固結させる方法とする。充填剤としては、本実験では、エポキシ樹脂を使用した。具体的な、CLT 床と鉄骨梁の接合方法を図 1.1-1 に示す。

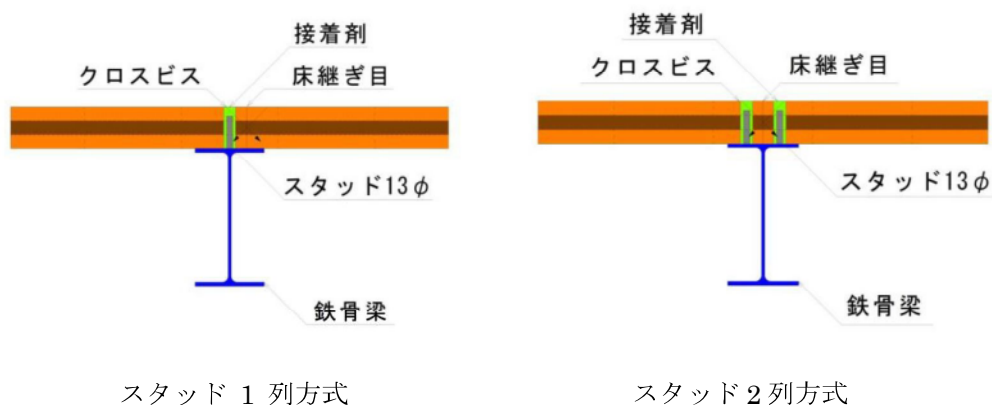


図 1.1-1 CLT 床と鉄骨梁の接合方法

接合方式としては、スタッド 1 列方式と 2 列方式の 2 方式を想定している。いずれの方式を採用するかは、建物の特性を考慮して設計者が選定する。

本実験を行うことにより、建築の構造計算で重要な、剛床仮定の成立の有無に関するデータを得ることができる。

b) 実験の実施機関・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 9 月

a) 試験体

Figure 1 illustrates the details of the connection between CLT panels and H-shaped steel beams. The figure is divided into four cross-sectional views, showing the connection details and dimensions.

The top row shows the connection with adhesive (接着剤) and a stud bolt (スタッドボルト). The dimensions for the top row are 50, 125, 100, 175, 75, 200, 125, and 75.

The bottom row shows the connection with a steel plate (H-200x200x8x12). The dimensions for the bottom row are 270, 135, 135, 75, 120, 75, and 75.

The dimensions for the bottom row are also provided in a table below the diagrams:

90	200	90
380		

90	200	90
380		

(a) スタッド1列方式 (b) スタッド2列方式

図 1.1-2 試験体図

表 1.1-1 試験体一覧

試験体名	CLT	鉄骨	スタッド			試験体数
			サイズ	ピッチ	列数	
STD ₁ -100	270x90x400 (30mm x 3枚)	H-200x200x8x12 材長 l =400mm	径13mm	100	1	3
STD ₂ -200			長さ70mm	200	2	3

- 11 -

b) 載荷方法

写真 1.1-3 に、載荷方法および変位計等の装着状況を示す。写真に示すように、試験体下部には試験体が倒れたり離れたりするのを防止するための離れ止めが、装着されている。

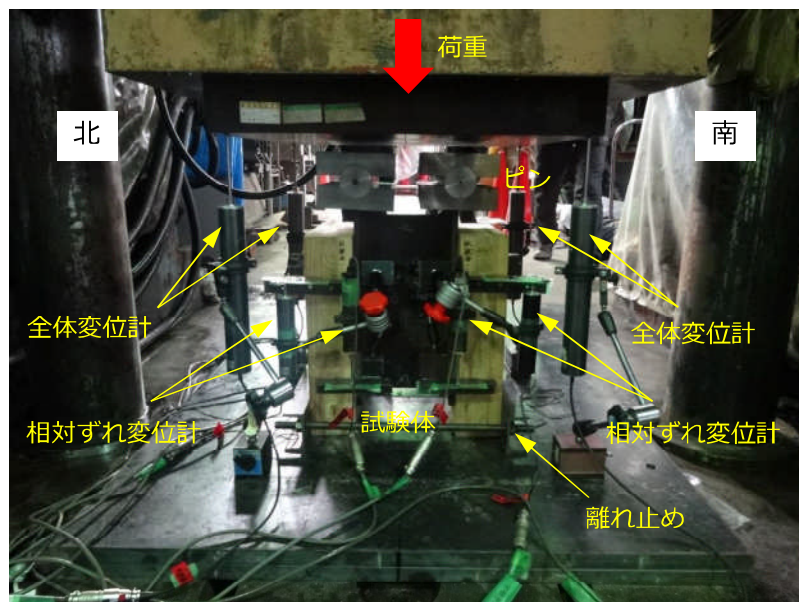
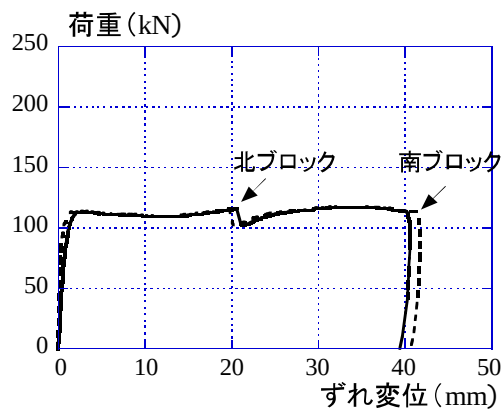


写真 1.1-3 載荷方法

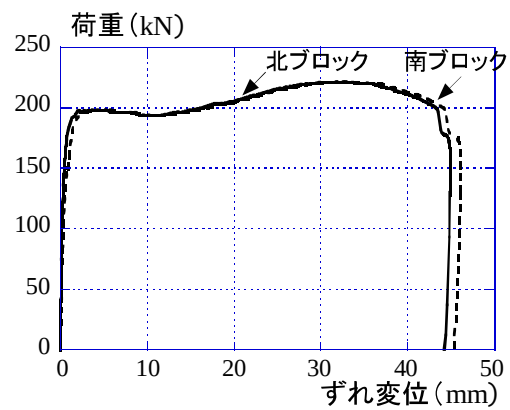
(3) 実験結果

a) 荷重変形関係

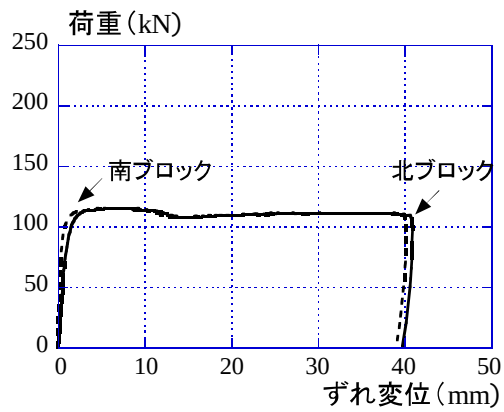
実験結果を図 1.1-3 及び表 1.1-2 に示す。図及び表より求められる、CLT 床とスタッドの 1 本当たりの接合強度は、降伏レベルで約 17kN/本、終局レベルで約 25kN/本である。



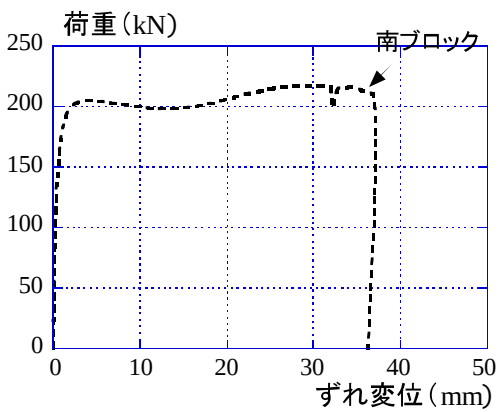
(a) STD1@100①



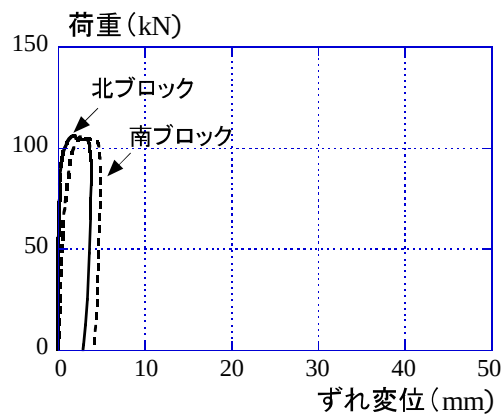
(b) STD2@200①



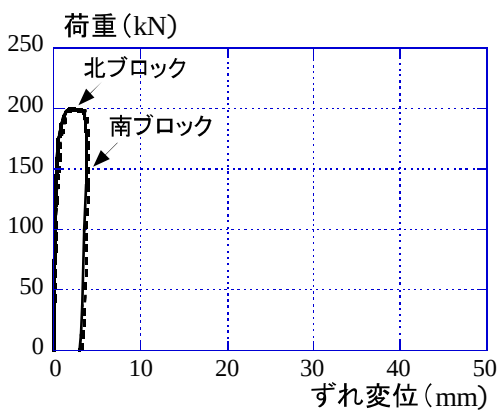
(c) STD1@100②



(d) STD2@200②



(e) STD1@100③



(f) STD2@200③

図 1.1-3 荷重—ずれ変形関係

1.3 木床付き鉄骨梁の曲げ試験

(1) 実験概要

a) 実験の目的

本実験は、CLT 床と鉄骨梁の接合において、床と鉄骨梁相互の補剛効果が適切に発揮されており、合成梁として機能しているかを確認することを目的として実施するものである。

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

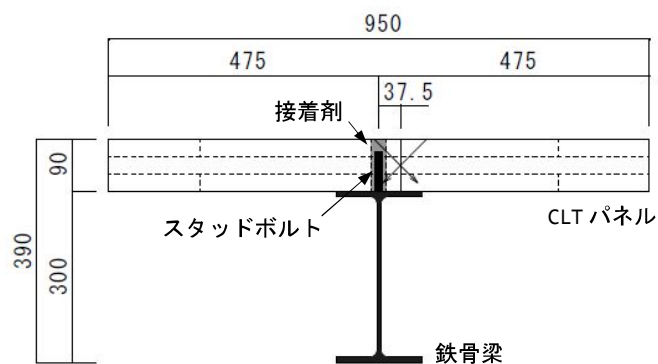
場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 9 月

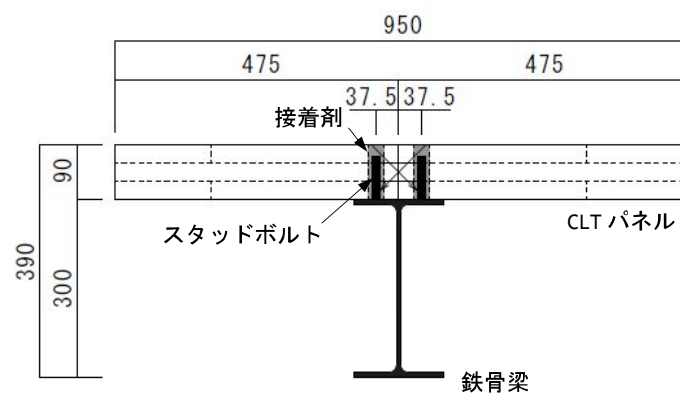
(2) 実験の方法

a) 試験体

実験は、スタッド1列方式、2列方式の双方を、対象とする。本実験で採用した試験体図を図 1.3-1 に示す。また表 1.3-1 に本実験で実施する実験試験体の一覧を示す。



(a)スタッドスド一列方式 (CLTS-STD1@100)



(b) スタッド二列方式 (CLTS-STD2@200)

図 1.3-1 試験体断面図

表 1.3-1 試験体一覧

試験体名	CLTパネル (mm)	鉄骨	スタッド		
			サイズ	ピッチ	列数
CLTS-STD ₁ @100	950x90 (1枚当たり475x90)	H-300x150x6.5x9	軸径 13mm 長さ 70mm	100	1
CLTS-STD ₁ @200				200	
CLTS-STD ₂ @200					2
CLTS-STD ₂ @200N					
CLT		—	—		
S	—	H-300x150x6.5x9			

※試験体名CLTS-STD₂@200NはCLT床パネル同士をクロスビスで接合していない試験体

1.3.2 載荷方法

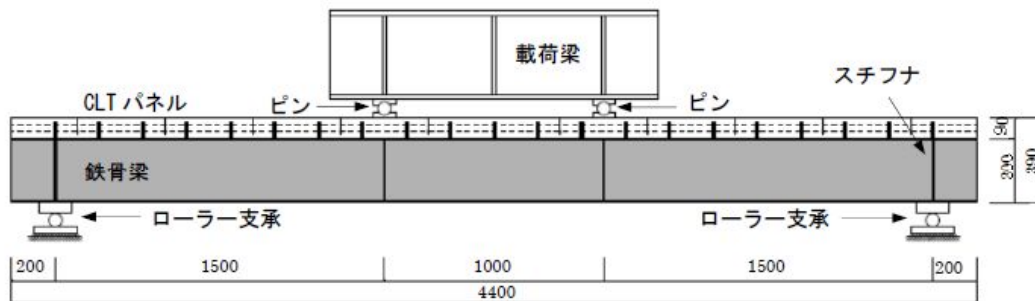


図 1.3.2 載荷装置図



写真 1.3.1 実験風景

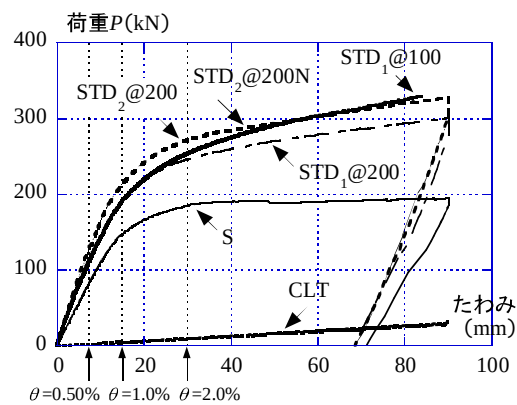


図 1.3-4 試験体の比較

表 1.3-2 実験結果

試験体名	K (kN/mm)	$P_{\theta=0.5\%}$ (kN)	$P_{\theta=1.0\%}$ (kN)	$P_{\theta=2.0\%}$ (kN)	純鉄骨梁に対する比率		
					K	$P_{\theta=1.0\%}$	$P_{\theta=2.0\%}$
CLTS-STD ₁ @100	14.9	112	190	254	1.36	1.29	1.37
CLTS-STD ₁ @200	14.4	108	190	246	1.31	1.29	1.33
CLTS-STD ₂ @200	17.3	130	213	271	1.58	1.45	1.46
CLTS-STD ₂ @200N	17.1	128	214	271	1.55	1.46	1.46
CLT	0.26	1.95	4.81	9.36	0.02	0.03	0.05
S	11.0	82.5	147	185	1.00	1.00	1.00

K:変形角 $\theta=0.50\%$ 時における割線剛性, $P_{\theta=0.5\%}$:変形角 $\theta=0.50\%$ 時における耐力 ($P=1.0\%$, $P=2.0\%$ も同義)

2. 木床と木床の接合方法

2.1 ビス押し抜き実験

(1) 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、隣接する CLT 床相互の接合方法について、せん断力の伝達が、適切に行われるかを確認するために行うものである。CLT 床相互の接合は、長尺の全ネジボルト 2 本を斜め 45 度方向にクロスするようにねじ込むことで行われる。(以下クロスビス接合と呼ぶ、下図参照)

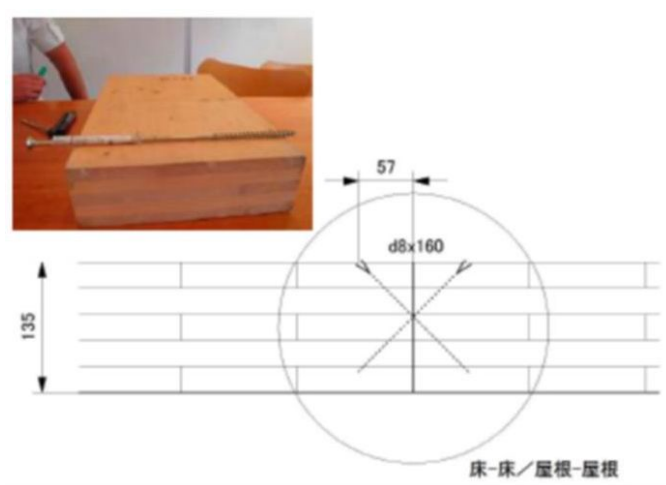


図 2.1-1 長尺の全ネジボルトによるクロスビス接合

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 10 月

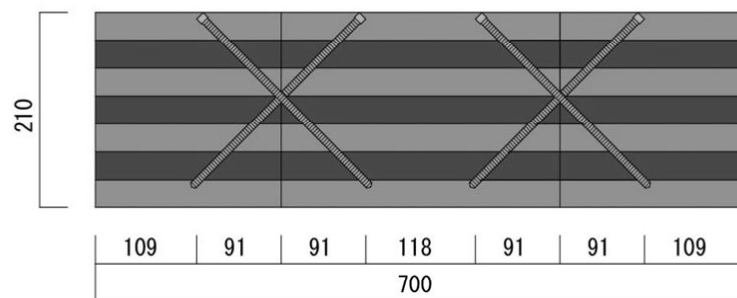
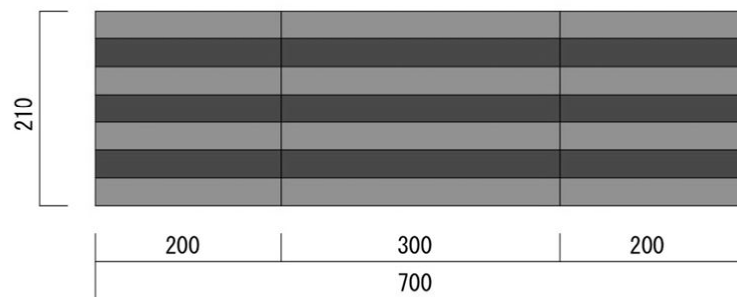
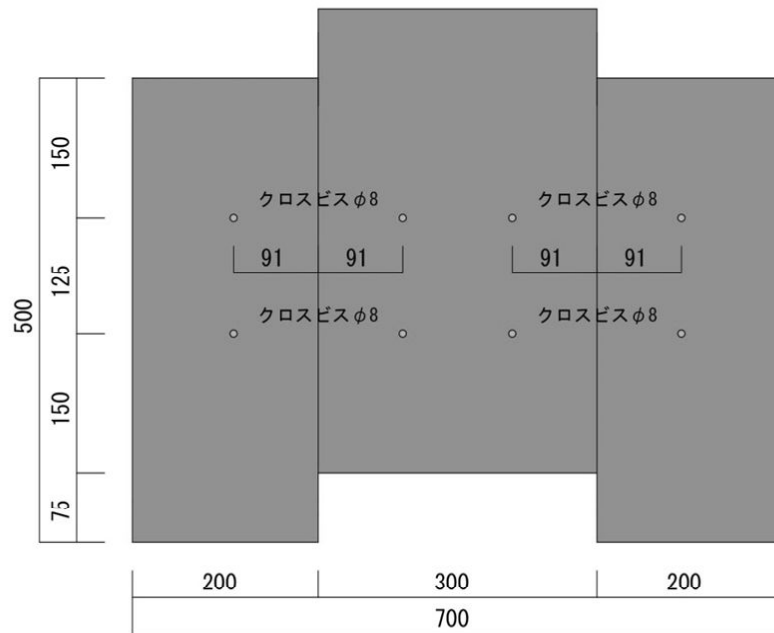
(2) 実験の方法

a) 試験体

表 2.1-1 に本実験で実施する実験試験体の一覧を示す。また、本実験で採用した試験体詳細図を図 2.1-2 に示す。

表 2.1-1 試験体一覧

試験体名	CLT	クロスビス	
		サイズ	ピッチ
CV-125	200 x 210 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 7枚)	径8mm 長さ260mm	125
CV-250	300 x 210 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 7枚)		250
CV-250-S	200 x 90 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 3枚)		250
	300 x 90 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 3枚)		



(a) CV-125

図 2.1-2a 試験体詳細図 (つづく)

b) 載荷方法

写真 2.1-1 に、載荷方法および変位計等の装着状況を示す。写真に示すように、試験体下部には試験体が倒れたり離れたりするのを防止するための離れ止めが、装着されている。

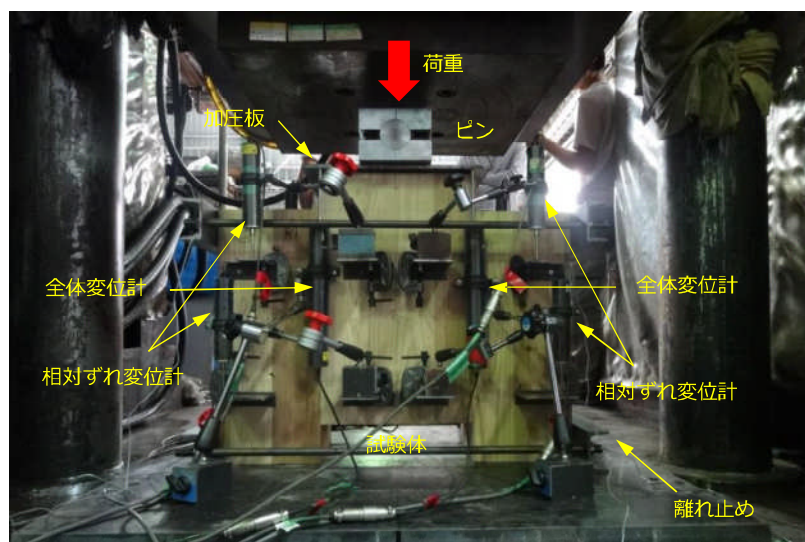


写真 2.1-1 載荷方法

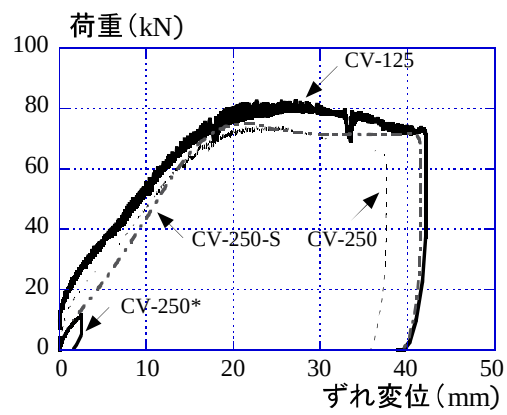


図 2.1-4 試験体の比較

表 2.1-2 実験結果

試験体名	K (kN/mm)	P_y (kN)	δ_y (mm)	ビス一組当たり P_y (kN)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	ビス一組当たり P_{max} (kN)
CV-125	95.1	8.56	0.090	2.14	79.0	24.6	19.7
CV-250	92.8	4.12	0.044	1.03	74.0	24.6	18.5
CV-250-S	30.1	2.35	0.078	0.59	74.9	21.2	18.7
CV-250*	11.0	2.75	0.25	0.69	-	-	-

* K :初期剛性, P_y :降伏せん断耐力, δ_y :降伏時変形, P_{max} :最大せん断耐力, δ_{max} :最大耐力時変形

2.2 クロスビス接合された木床の曲げ試験

(1) 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、隣接する CLT 床どうしをクロスビス接合した場合の、床の曲げ性能を把握するために行ったものである。CLT 床に設備配管等のための床開口が生じた場合等の、床の性状を検討するために有用な実験である。

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 10 月

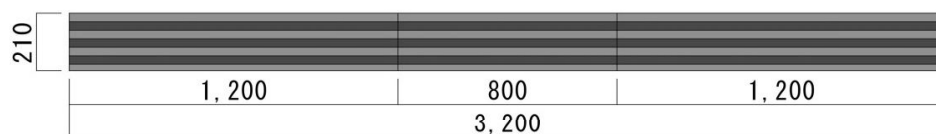
（２）実験の方法

a) 試験体

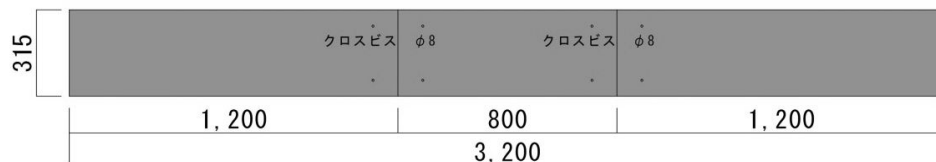
表 2.2-1 に本実験で使用する実験試験体の一覧を示す。また、本実験で採用した試験体詳細図を図 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 試験体一覧

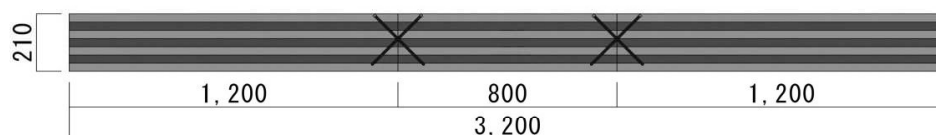
試験体番号	クロスビス			CLT		載荷方法
	ピッチ	ビス本数	接合数	断面	材長（mm）	
1	200	8	2	315×210	1200+800+1200	1点載荷
2	100	12				
3	200	8				2点載荷
4	100	12				
5	なし				3200	2点載荷



立面図

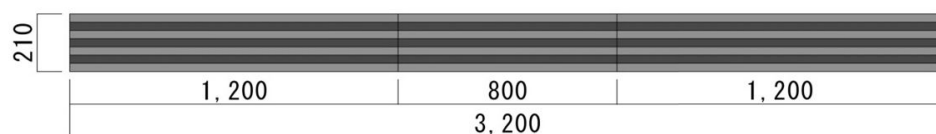


平面図

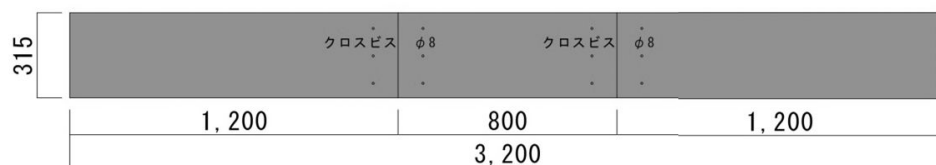


断面図

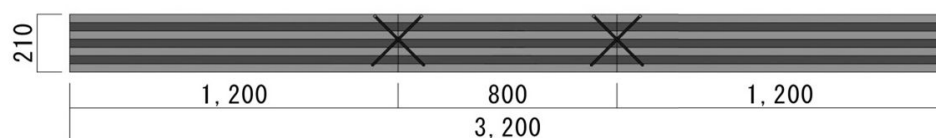
(a) 試験体 1 および試験体 3



立面図



平面図



断面図

(b) 試験体 2 および試験体 4

図 2.2-1 試験体詳細図

b) 載荷方法

図 2.2-2 に、載荷方法を示す。また、写真 2.2-1 に載荷方法及び変位計等の装着状況を示す。

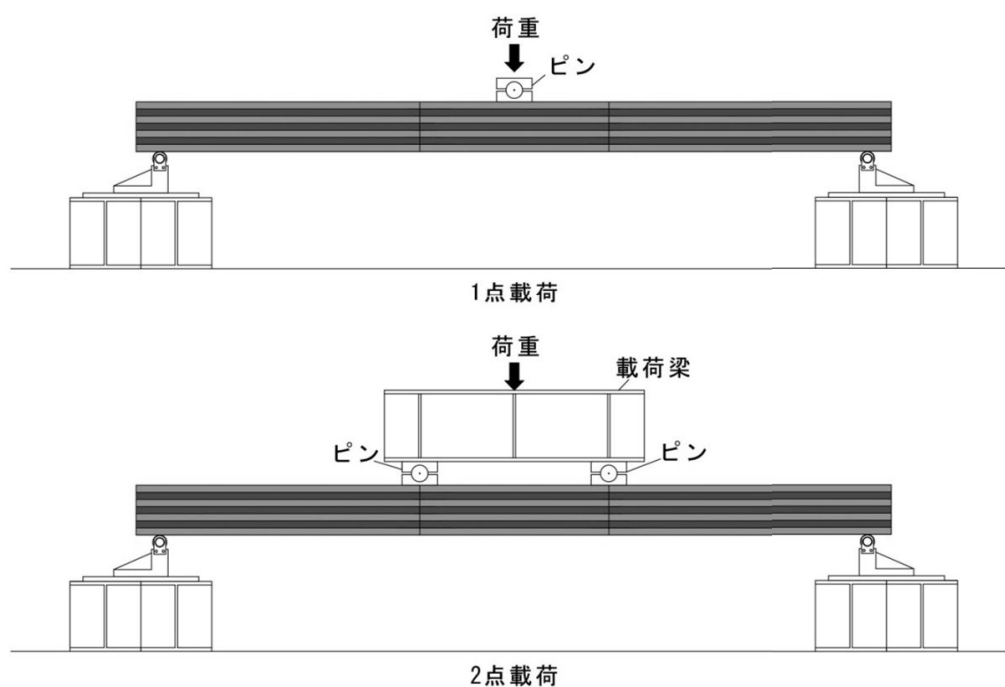


図 2.2-2 載荷方法

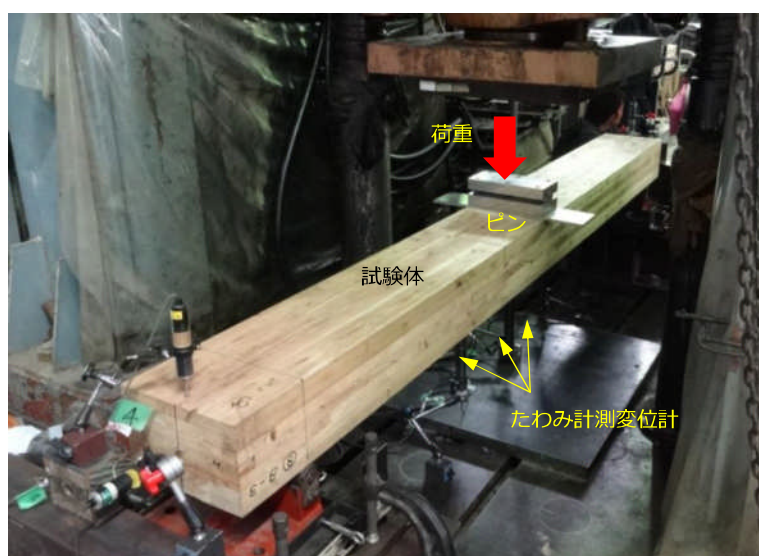
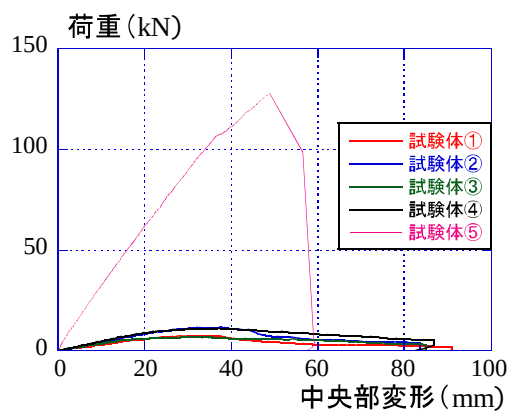
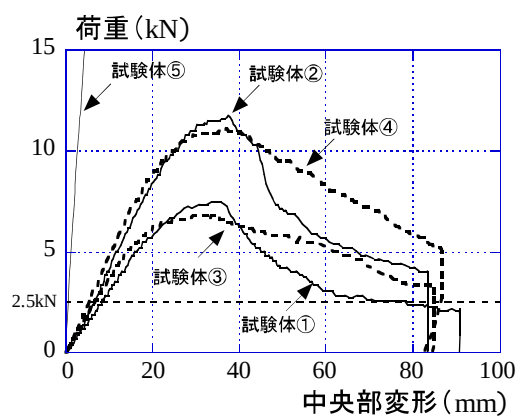


写真 2.2-1 載荷風景



(a) 試験体比較



(b) 試験体比較 (拡大)

図 2.2-4 試験体ごとの比較

表 2.2-2 実験結果

試験体	K (kN/mm)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	全ネジボルトの耐力 (k N)		2.5kN時の変位量 (mm)
				1組あたり	1本あたり	
1	0.347	7.45	35.7	3.73	1.86	8.42
2	0.386	12.4	40.6	4.13	2.07	6.95
3	0.380	6.77	36.2	3.39	1.69	8.34
4	0.504	11.1	36.6	3.70	1.85	6.40
5	3.10	128	49.7	-		1.00

「鋼構造オフィスビル床のCLT化」研究成果報告会	2015.02.26
CLT床の2時間耐火の実現に向けて	
福岡大学	倉富 洋

目次	2
1. 目的	
2時間耐火の必要性	
床構造の仕様について	
2. 小型耐火炉による加熱試験（試験方法等）	
被覆タイプ	
燃え止まりタイプ	
3. 大型耐火炉による加熱試験	
試験体概要	
実験結果	

なぜ2時間耐火が必要か？	3
◆ 鋼構造オフィスビル床のCLT化	
可燃物である木材→耐火の問題	
◆ 耐火建築物とは	
耐火構造であり、耐火性能の基準に適合する構造	
通常の火災が終了するまで倒壊、延焼を防止するために必要とされる性能	
◆ 2時間耐火とは	
2時間の火災終了後も建物が崩壊しないこと	

必要な耐火性能とは？

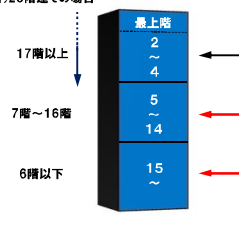
4

◆耐火性能について

非損傷性	遮熱性	遮炎性
変形、溶融、破壊等しない	燃焼温度に達しない	火炎を出す亀裂を生じない

◆耐火時間について

建物規模と構造部分で異なる

床の必要耐火時間	5										
◆ 床の場合											
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">建築基準法における要件と必要耐火時間</th> </tr> <tr> <th>非損傷性</th> <th>遮熱性</th> </tr> <tr> <td>1時間</td> <td>1時間</td> </tr> <tr> <td>2時間</td> <td>1時間</td> </tr> <tr> <td>2時間</td> <td>1時間</td> </tr> </table>	建築基準法における要件と必要耐火時間		非損傷性	遮熱性	1時間	1時間	2時間	1時間	2時間	1時間	
建築基準法における要件と必要耐火時間											
非損傷性	遮熱性										
1時間	1時間										
2時間	1時間										
2時間	1時間										
例)20階建ての場合 											
➡ 2時間耐火の床構造の実現が必須											

どうやって木造耐火構造を実現させる？

6

◆ 木造耐火構造の考え方

被覆型

Diagram illustrating the covering type (被覆型) of fire-resistant construction. It shows a white rectangular block representing the support material (支持部材) and an orange rectangular block representing the fire-resistant covering material (耐火被覆材) placed on top of it.

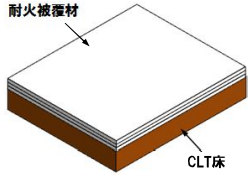
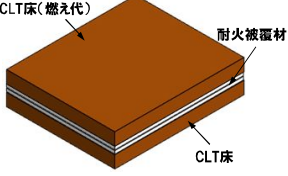
燃え止まり型

Diagram illustrating the fire-stopping type (燃え止まり型) of fire-resistant construction. It shows a brown rectangular block representing the support material (支持部材) and a white rectangular block representing the fire-stopping material (燃え代) placed on top of it.

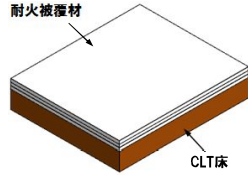
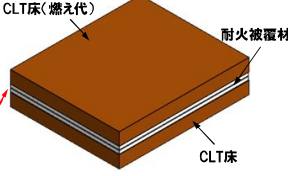
鉄骨内蔵型

Diagram illustrating the internal steel reinforcement type (鉄骨内蔵型) of fire-resistant construction. It shows a brown rectangular block representing the support material and a grey I-beam representing the steel reinforcement (鉄骨) embedded within the top of the block.

耐火性能を確保する仕様は？ 7

被覆タイプ	燃え止まりタイプ
 耐火被覆材 CLT床 被覆材の材質や枚数の調整が容易 木材が見えない	 CLT床(燃え代) 耐火被覆材 CLT床 木材を「現し」で表現できる 燃え代層や被覆材に工夫が必要

性能検証に必要な検討事項は？ 8

被覆タイプ	燃え止まりタイプ
 耐火被覆材 CLT床	 CLT床(燃え代) 耐火被覆材 CLT床

目的

どれくらいの厚さ？ 材質は何？

詳細な検証方法 9

◆ 耐火被覆材の材質

ケイ酸カルシウム板
強化石膏ボード

厚さ

実験にて検討

◆ 検証方法

小型耐火炉 (森林総合研究所)
大型耐火炉 (建材試験センター中央試験所)

ある程度絞り込む

目次 10

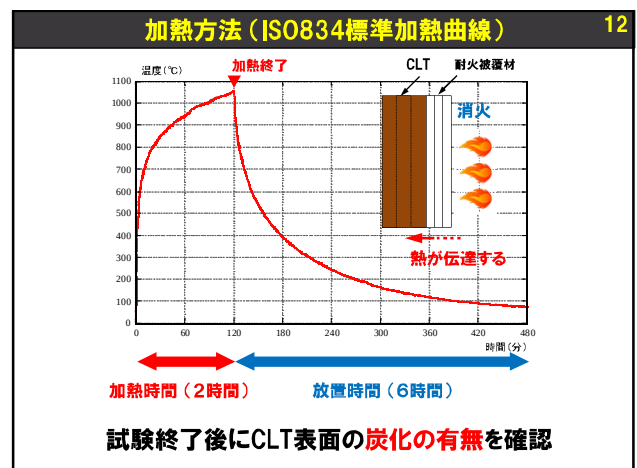
1. 目的
 - 2時間耐火の必要性
 - 床構造の仕様について
2. 小型耐火炉による加熱試験 (試験方法等)
 - 被覆タイプ
 - 燃え止まりタイプ
3. 大型耐火炉による加熱試験
 - 試験体概要
 - 実験結果

小型耐火炉とはどんなものか？ 11

試験体寸法: 700x700mm
燃焼部: 500x500mm

CLT
耐火被覆材

試験は床を90°回転させたイメージ



炭化の有無とは？ 13

火炎
耐火被覆材
CLT床

<試験終了後>

炭化なし (OK) 炭化あり (NG)

木材が炭化する温度は？ 14

260℃

※あくまでも目安。材種・比重によって変化する

◆ 温度の測定方法

境界面温度が重要

断面図

目次 15

1. 目的
 - 2時間耐火の必要性
 - 床構造の仕様について
2. 小型耐火炉による加熱試験 (試験方法等)
 - 被覆タイプ**
 - 燃え止まりタイプ
3. 大型耐火炉による加熱試験
 - 試験体概要
 - 実験結果

被覆タイプの試験体 16

合計3体実施

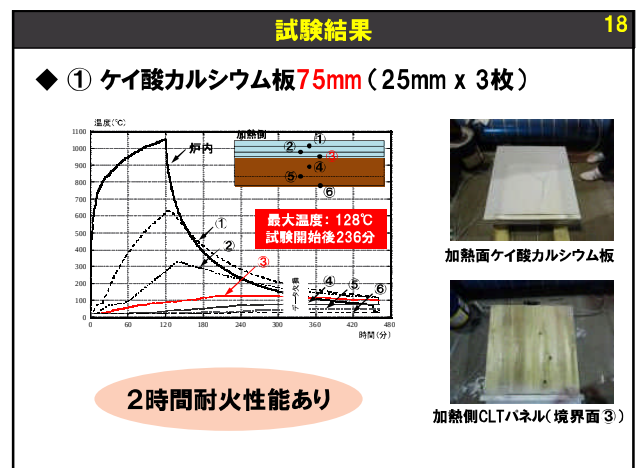
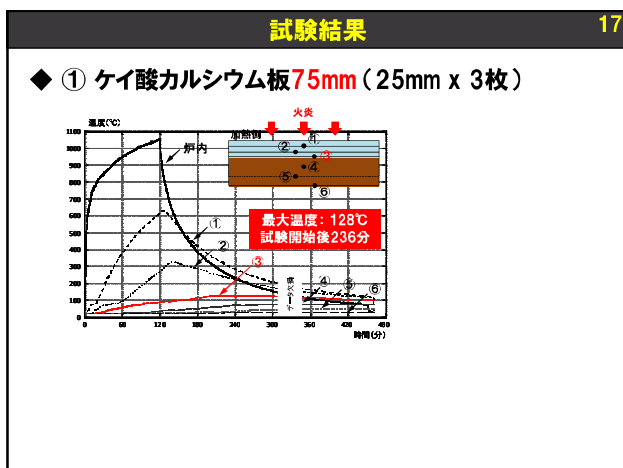
◆耐火被覆材の種類と厚さ

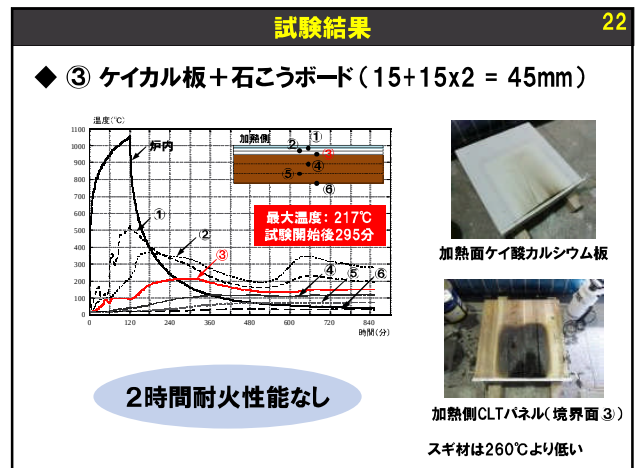
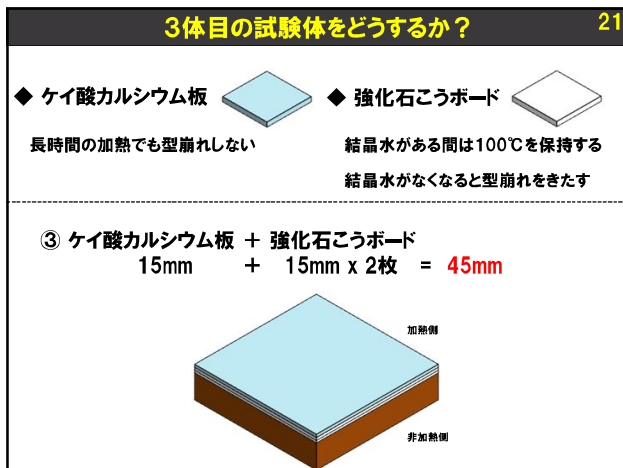
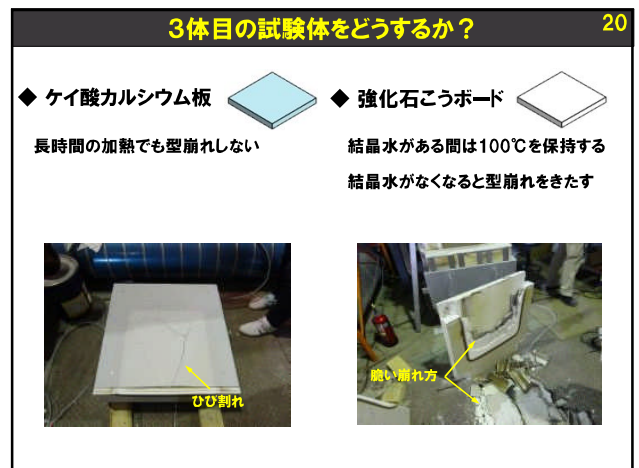
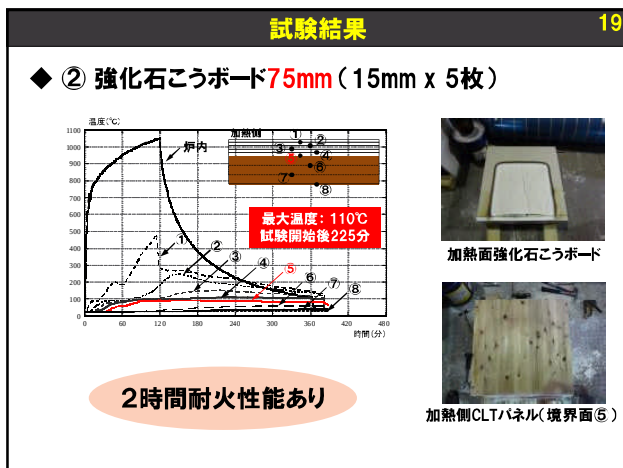
① ケイ酸カルシウム板
25mm x 3枚 = **75mm**

② 強化石膏ボード
15mm x 5枚 = **75mm**

CLTパネル: 135mm (45mm x 3層)

※参考
1時間耐火:
強化石膏ボード42mm





被覆タイプの試験結果まとめ 23

耐火被覆材	厚さ	境界面の温度
ケイ酸カルシウム板	75mm	128℃
強化石こうボード	75mm	110℃
ケイカル板+石こうボード	45mm	217℃

◆ 被覆材の厚さ

75mm: 比較的余裕がある
45mm: やや厳しい

→ 60mmあたりが最適か

目次 24

1. 目的	2時間耐火の必要性 床構造の仕様について
2. 小型耐火炉による加熱試験 (試験方法等)	被覆タイプ 燃え止まりタイプ
3. 大型耐火炉による加熱試験	試験体概要 実験結果

燃え止まりタイプの試験体

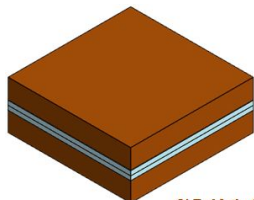
25

合計3体実施

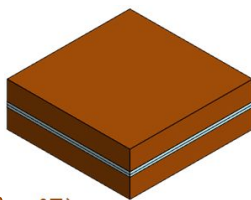
◆耐火被覆材の種類と厚さ

① ケイ酸カルシウム板
25mm x 2枚 = 50mm

② ケイ酸カルシウム板
15mm x 2枚 = 30mm



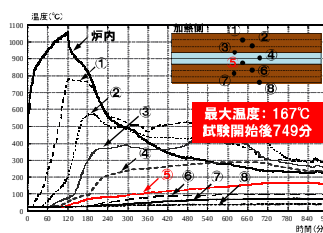
CLTパネル: 90mm (30mm x 3層)
※上下とも



試験結果

26

◆① ケイ酸カルシウム板50mm (25mm x 2枚)



加熱面CLTパネル



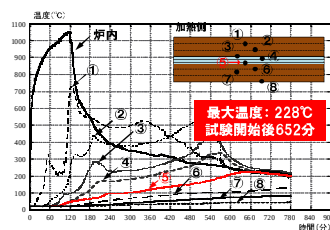
非加熱側CLTパネル(境界面 5)

2時間耐火性能なし?

試験結果

27

◆② ケイ酸カルシウム板30mm (15mm x 2枚)



加熱面CLTパネル



非加熱側CLTパネル(境界面 5)

2時間耐火性能なし

燃え止まりタイプの試験結果まとめ

28

耐火被覆材	厚さ	境界面の温度
ケイ酸カルシウム板	50mm	167°C
ケイ酸カルシウム板	30mm	228°C

燃え代層や被覆材の厚さ等, 検討の余地あり

目次

29

1. 目的

2時間耐火の必要性
床構造の仕様について

2. 小型耐火炉による加熱試験 (試験方法等)

被覆タイプ

燃え止まりタイプ

被覆タイプに絞って実験する

3. 大型耐火炉による加熱試験

試験体概要

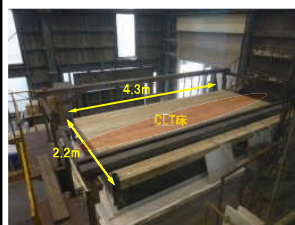
実験結果

大型耐火炉の概要

30

建材試験センター中央試験所にて実施

鉄骨梁がついたCLT床の耐火性能を確認 (2時間耐火)

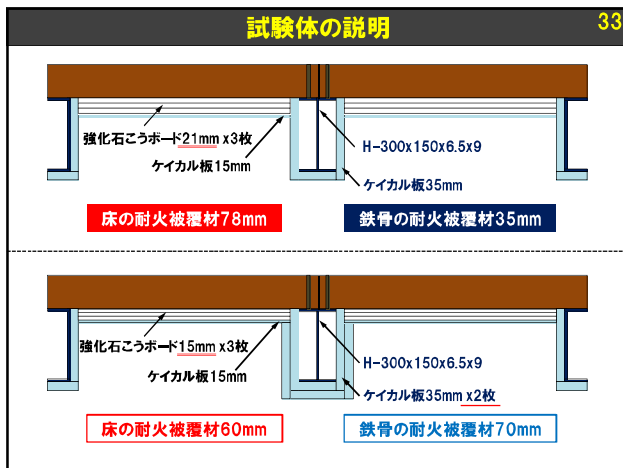
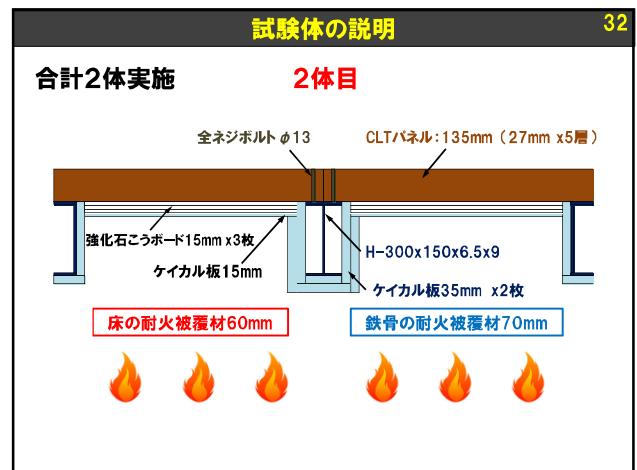
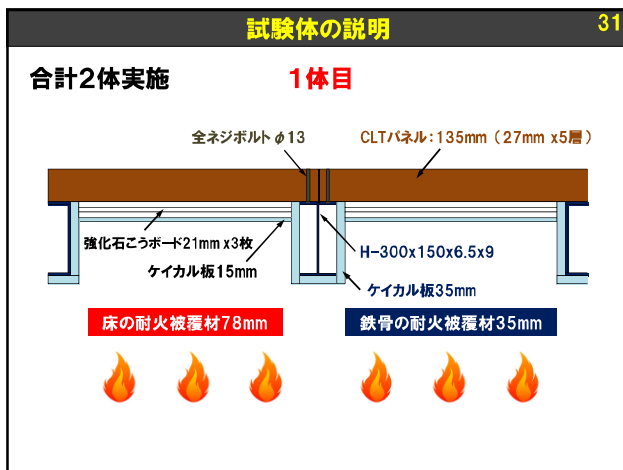


全景



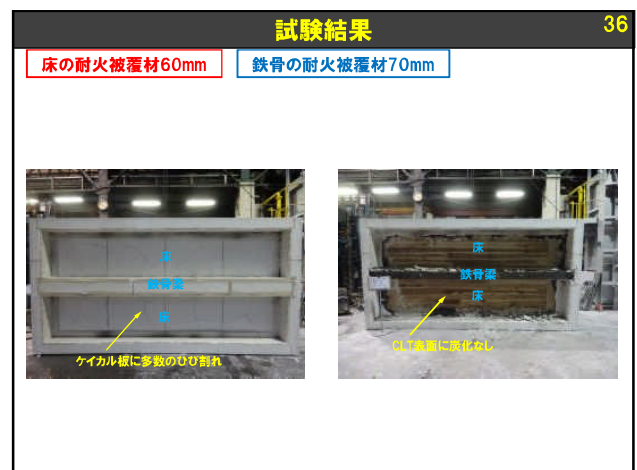
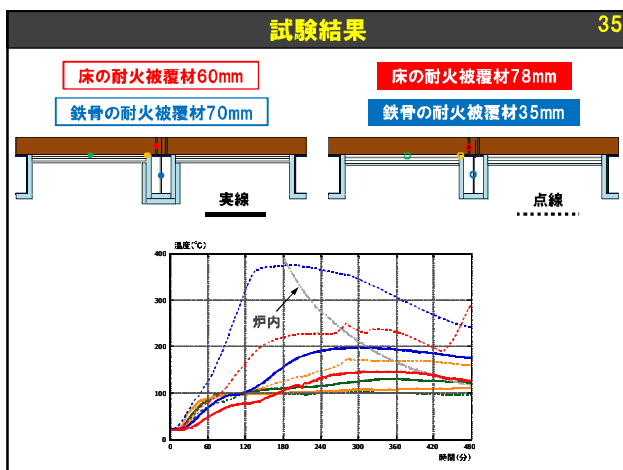
炉内

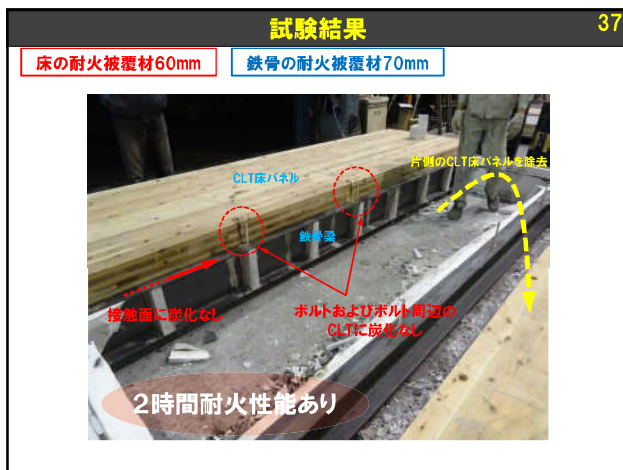
鉄骨梁からの熱伝達の影響を調べる



目次 34

1. 目的
 - 2時間耐火の必要性
 - 床構造の仕様について
2. 小型耐火炉による加熱試験（試験方法等）
 - 被覆タイプ
 - 燃え止まりタイプ
3. 大型耐火炉による加熱試験
 - 試験体概要
 - 実験結果



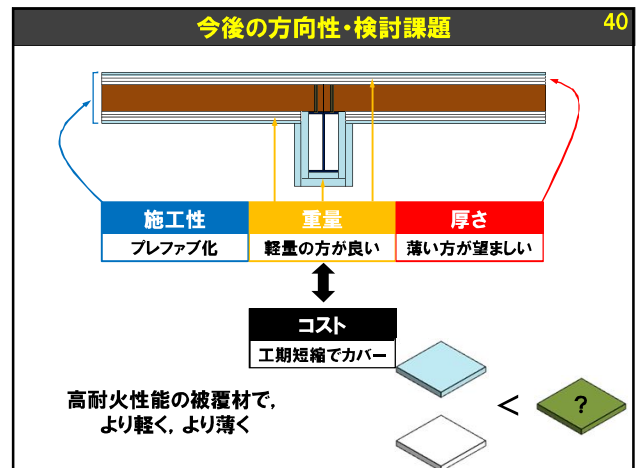


39

大型炉の試験結果まとめ

- ◆ **床の耐火被覆**
 厚さ**60mm**でOK → 2時間耐火性能を満足する
- ◆ **鉄骨梁の耐火被覆**
 厚さ**70mm**は必要

ただ厚くするだけではなく、CLT床に温度を伝達させない工夫等も要検討



山佐木材株式会社 @woodist

平成25年度補正 林野庁委託事業
「CLT等新製品・新技術利用促進事業のうちCLT実用化促進（接合部データ等の収集・分析）」

CLTを用いた床板の施工性確認実験
CLTパネルの製造・加工

山佐木材 株）村田 忠

(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist



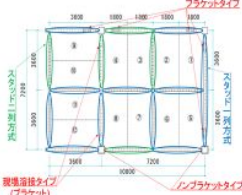
「平成25年度補正 林野庁委託事業」「CLT等新製品・新技術利用促進事業のうちCLT実用化促進（接合部データ等の収集・分析）」

(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

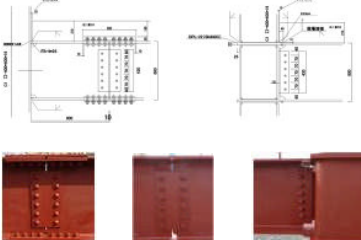
鉄骨フレーム

(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

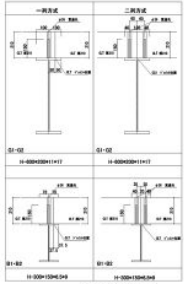
施工性確認試験



(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験




一列方式



二列方式

(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

チェック項目	計測に使用した道具
①鉄骨の精度(柱、梁)	水準器
②木床の精度(厚さ)	ノギス
③木床の精度(長さ)	メジャー
④木床の含水率(内部、外部)	含水率計
⑤木床の設置時間	ストップウォッチ
⑥クローズビス取付時間	ストップウォッチ
⑦木床と梁の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑧木床と木床の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑨木床と木床の長さ	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑩木床の傾き	水準器

(c)YAMASA Materials Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

(c)YAMASA Motomu Co., Ltd. All right reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

①梁及び柱の精度確認

(c)YAMASA Motomu Co., Ltd. All right reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

④床パネルの含水率

④5 (100) 床板			⑩ (100) 床板		
部位	西	東	部位	西	東
a	146	147	a	176	178
	150	151	b	176	178
	153	154	c	176	178
	150	151	d	176	178
	149	150	e	176	178
f	151	152	f	176	178
	154	155	g	176	178
	151	152	h	176	178
	154	155	i	176	178
	151	152	j	176	178
g	151	152	k	176	178
	154	155	l	176	178
	151	152	m	176	178
	154	155	n	176	178
	151	152	o	176	178
h	151	152	p	176	178
	154	155	q	176	178
	151	152	r	176	178
	154	155	s	176	178
	151	152	t	176	178
i	151	152	u	176	178
	154	155	v	176	178
	151	152	w	176	178
	154	155	x	176	178
	151	152	y	176	178
j	151	152	z	176	178
	154	155	aa	176	178
	151	152	ab	176	178
	154	155	ac	176	178
	151	152	ad	176	178
k	151	152	ae	176	178
	154	155	af	176	178
	151	152	ag	176	178
	154	155	ah	176	178
	151	152	ai	176	178
l	151	152	aj	176	178
	154	155	ak	176	178
	151	152	al	176	178
	154	155	am	176	178
	151	152	an	176	178
m	151	152	ao	176	178
	154	155	ap	176	178
	151	152	aq	176	178
	154	155	ar	176	178
	151	152	as	176	178
n	151	152	at	176	178
	154	155	au	176	178
	151	152	av	176	178
	154	155	aw	176	178
	151	152	ax	176	178
o	151	152	ay	176	178
	154	155	az	176	178
	151	152	ba	176	178
	154	155	bb	176	178
	151	152	bc	176	178
p	151	152	bd	176	178
	154	155	be	176	178
	151	152	bf	176	178
	154	155	bg	176	178
	151	152	bh	176	178
q	151	152	bi	176	178
	154	155	bj	176	178
	151	152	bk	176	178
	154	155	bl	176	178
	151	152	bm	176	178
r	151	152	bn	176	178
	154	155	bo	176	178
	151	152	bp	176	178
	154	155	bq	176	178
	151	152	br	176	178
s	151	152	bs	176	178
	154	155	bt	176	178
	151	152	bu	176	178
	154	155	bv	176	178
	151	152	bw	176	178
t	151	152	bx	176	178
	154	155	by	176	178
	151	152	bz	176	178
	154	155	ca	176	178
	151	152	cb	176	178
u	151	152	cc	176	178
	154	155	cd	176	178
	151	152	ce	176	178
	154	155	cf	176	178
	151	152	cg	176	178
v	151	152	ch	176	178
	154	155	ci	176	178
	151	152	cj	176	178
	154	155	ck	176	178
	151	152	cl	176	178
w	151	152	cm	176	178
	154	155	cn	176	178
	151	152	co	176	178
	154	155	cp	176	178
	151	152	cq	176	178
x	151	152	cr	176	178
	154	155	cs	176	178
	151	152	ct	176	178
	154	155	cu	176	178
	151	152	cv	176	178
y	151	152	cw	176	178
	154	155	cx	176	178
	151	152	cy	176	178
	154	155	cz	176	178
	151	152	da	176	178
z	151	152	db	176	178
	154	155	dc	176	178
	151	152	dd	176	178
	154	155	de	176	178
	151	152	df	176	178
aa	151	152	dg	176	178
	154	155	dh	176	178
	151	152	di	176	178
	154	155	dj	176	178
	151	152	dk	176	178
ab	151	152	dl	176	178
	154	155	dm	176	178
	151	152	dn	176	178
	154	155	do	176	178
	151	152	dp	176	178
ac	151	152	dq	176	178
	154	155	dr	176	178
	151	152	ds	176	178
	154	155	dt	176	178
	151	152	du	176	178
ad	151	152	dv	176	178
	154	155	dw	176	178
	151	152	dx	176	178
	154	155	dy	176	178
	151	152	dz	176	178
ae	151	152	ea	176	178
	154	155	eb	176	178
	151	152	ec	176	178
	154	155	ed	176	178
	151	152	ee	176	178
af	151	152	ef	176	178
	154	155	eg	176	178
	151	152	eh	176	178
	154	155	ei	176	178
	151	152	ej	176	178
ag	151	152	ek	176	178
	154	155	el	176	178
	151	152	em	176	178
	154	155	en	176	178
	151	152	eo	176	178
ah	151	152	ep	176	178
	154	155	eq	176	178
	151	152	er	176	178
	154	155	es	176	178
	151	152	et	176	178
ai	151	152	eu	176	178
	154	155	ev	176	178
	151	152	ew	176	178
	154	155	ex	176	178
	151	152	ey	176	178
aj	151	152	ez	176	178
	154	155	fa	176	178
	151	152	fb	176	178
	154	155	fc	176	178
	151	152	fd	176	178
ak	151	152	fe	176	178
	154	155	ff	176	178
	151	152	fg	176	178
	154	155	fh	176	178
	151	152	fi	176	178
al	151	152	fi	176	178
	154	155	gj	176	178
	151	152	gk	176	178
	154	155	gl	176	178
	151	152	gm	176	178
am	151	152	gn	176	178
	154	155	go	176	178
	151	152	gp	176	178
	154	155	gq	176	178
	151	152	gr	176	178
an	151	152	gs	176	178
	154	155	gt	176	178
	151	152	gu	176	178
	154	155	gv	176	178
	151	152	gw	176	178
ao	151	152	gx	176	178
	154	155	gy	176	178
	151	152	gz	176	178
	154	155	ha	176	178
	151	152	hb	176	178
ap	151	152	hc	176	178
	154	155	hd	176	178
	151	152	he	176	178
	154	155	hf	176	178
	151	152	hg	176	178
aq	151	152	hi	176	178
	154	155	hj	176	178
	151	152	hk	176	178
	154	155	hl	176	178
	151	152	hm	176	178
ar	151	152	hn	176	178
	154	155	ho	176	178
	151	152	hp	176	178
	154	155	hq	176	178
	151	152	hr	176	178
as	151	152	hs	176	178
	154	155	ht	176	178
	151	152	hu	176	178
	154	155	hv	176	178
	151	152	hw	176	178
at	151	152	hx	176	178
	154	155	hy	176	178
	151	152	hz	176	178
	154	155	ia	176	178
	151	152	ib	176	178
au	151	152	ic	176	178
	154	155	id	176	178
	151	152	ie	176	178
	154	155	if	176	178
	151	152	ig	176	178
av	151	152	ih	176	178
	154	155	ii	176	178
	151	152	ij	176	178
	154	155	ik	176	178
	151	152	il	176	178
aw	151	152	im	176	178
	154	155	in	176	178
	151	152	io	176	178
	154	155	ip	176	178
	151	152	iq	176	178
ax	151	152	ir	176	178
	154	155	is	176	178
	151	152			

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験




(a) 打ち込みの様子 (b) 二人体制時

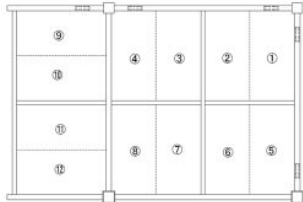
全ネジビスの打ち込み状況

(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

⑦ 床パネルとフランジ間の隙間

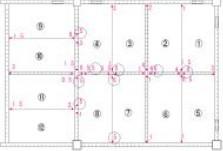
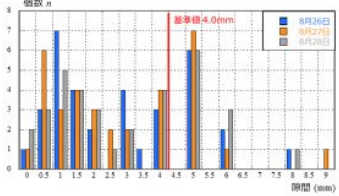




(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

隙間 (mm)

(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験



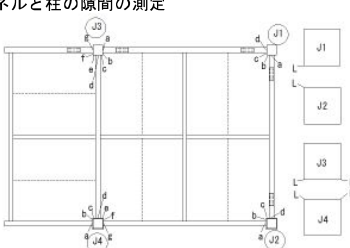

床パネル同士の隙間 計測方法

(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

⑨ 床パネルと柱の隙間の測定

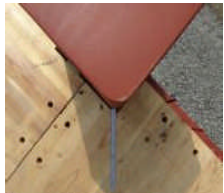


部位	8月28日							
	a	b	c	d	e	f	g	h
J1	8.0	8.0	8.0	8.0				27.0
J2	8.0	8.0	10.0	12.0				28.0
J3	8.0	8.0	9.0	10.0	10.0	12.0	14.0	35.0
J4	10.0	10.0	12.0	9.0	8.0	10.0	8.0	32.0

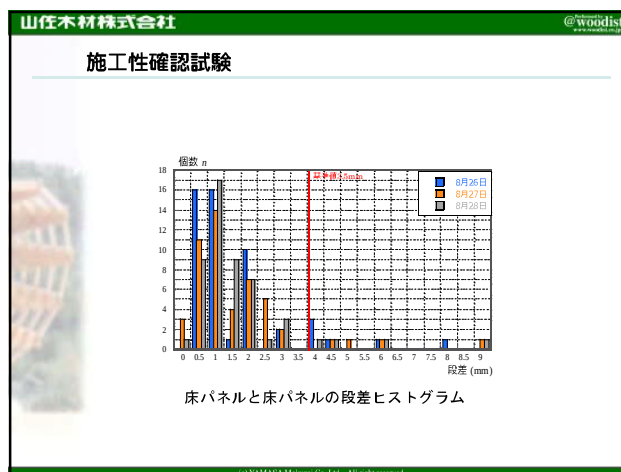
(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.

山佐木材株式会社 @woodist

施工性確認試験

(c) YAMASA Material Co., Ltd. All rights reserved.



SAMURAI集成材の設計と施工 鉄筋補強木質ラーメン構造による試作棟



鹿児島大学大学院理工学研究科
建築学専攻 塩屋晋一

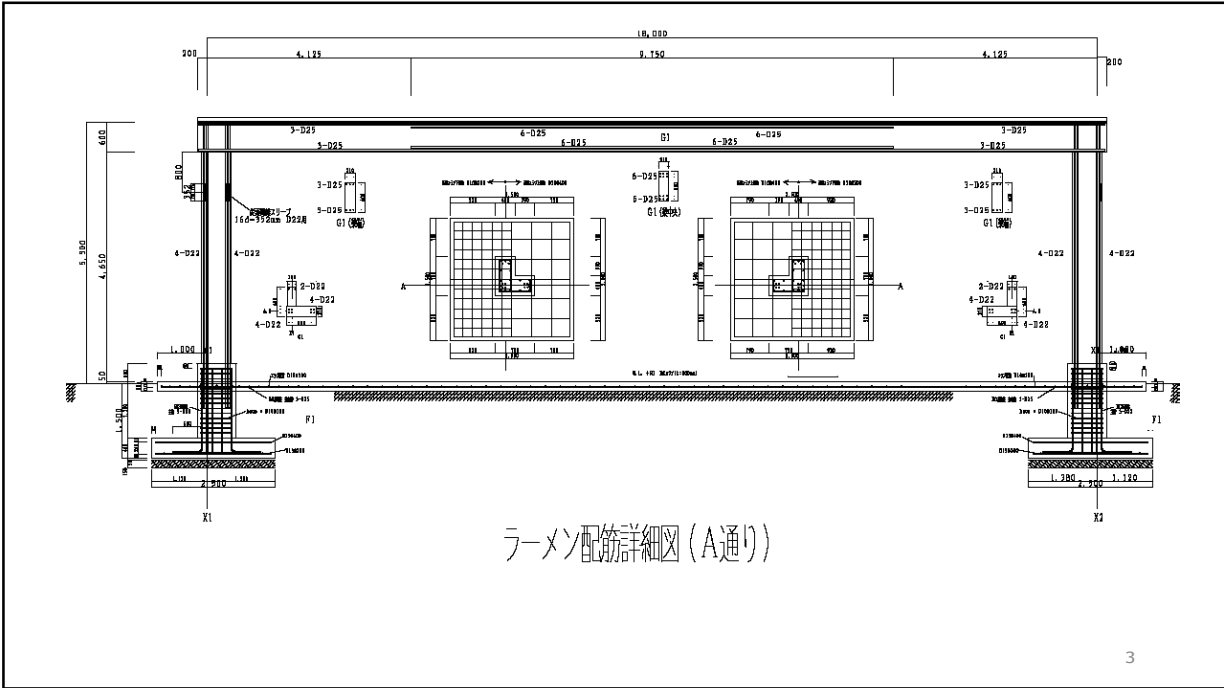
1

SAMURAI

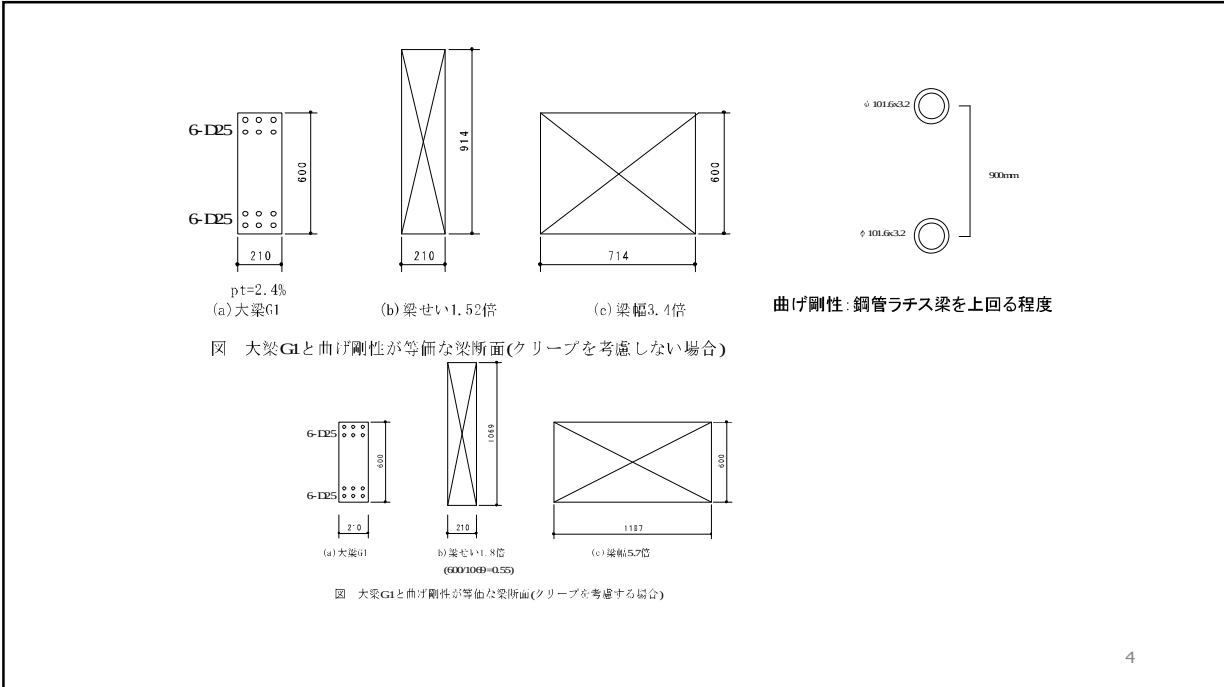
@woodist
www.woodist.co.jp



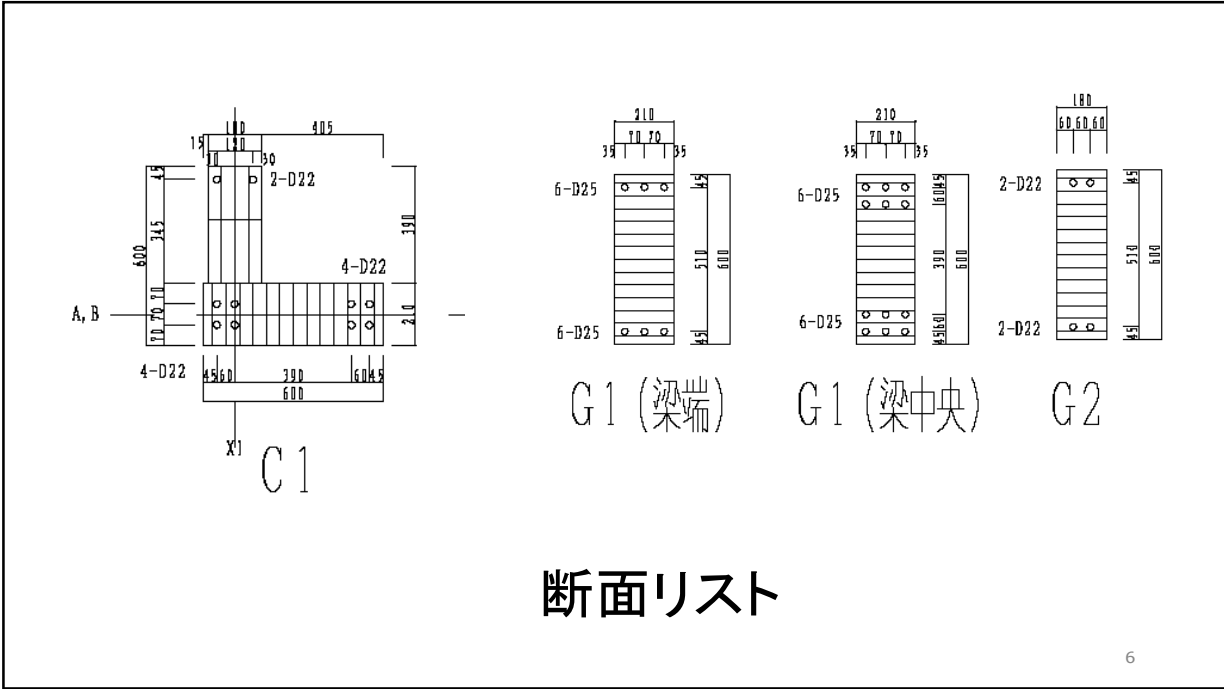
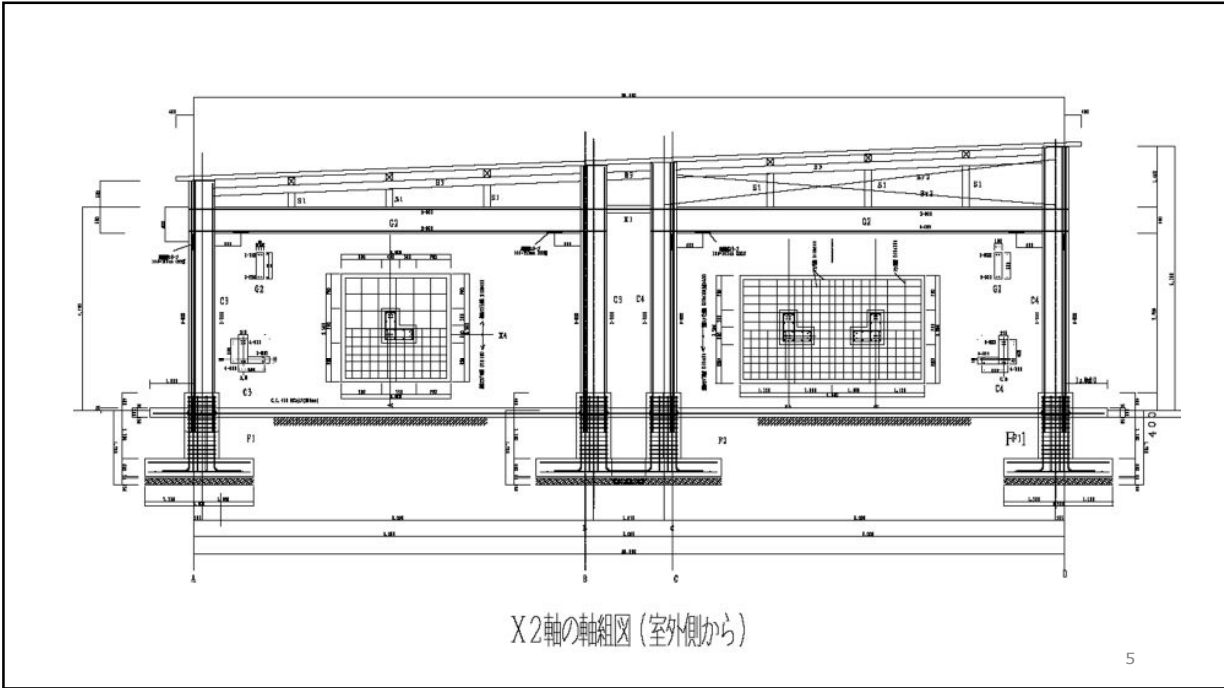
2



3



4



曲げ剛性の評価

$$I_e = I_w + (n-1) \cdot I_s \quad (1)$$

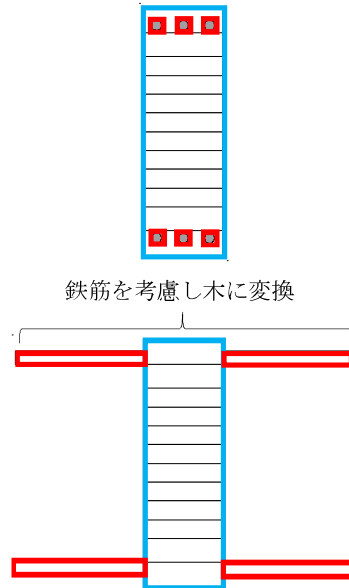
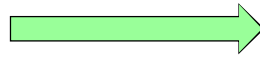
I_w : 集成材の断面二次モーメント

I_s : 鉄筋の集成材岡心軸に対する
断面二次モーメント

n : 集成材の曲げヤング係数 E_w に対する
鉄筋のヤング係数 E_s の比 $n = 31.5$



鉄筋を考慮した仮想断面



7

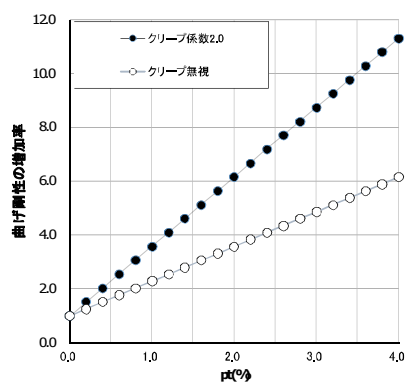


図 クリープも考慮した
曲げ剛性の増加率

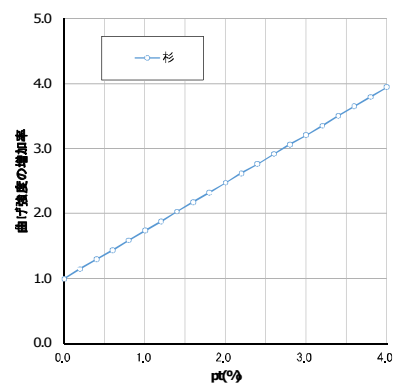
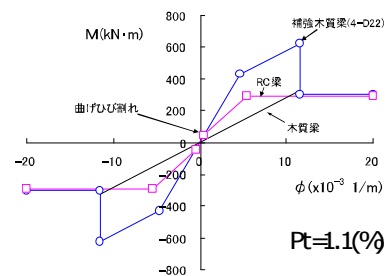
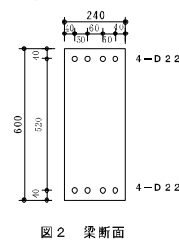


図 曲げ強度の増加率

8

目指す構造性能の特徴

- 安価な鉄筋により曲げ補強を行う部材
- 曲げ剛性 3倍
- 曲げクリープ変形に対して 6倍
- 曲げ強度 2.5倍
- スパンの大きな建物が実現



9

単位重量に対する短期曲げ強度比の比較

本構法部材 : 一般集成材 : RC部材

ptが1.08%の場合 1.00 : 0.62 : 0.19

ptが2.00%の場合 1.00 : 0.45 : 0.16

単位重量に対する曲げ剛性比の比較

本構法部材 : 一般集成材 : RC部材

ptが1.08%の場合 1.00 : 0.32 : 0.05

ptが2.00%の場合 1.00 : 0.21 : 0.04

10

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp

溝加工



11

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp

溝加工 + 鉄筋



12

SAMURAI

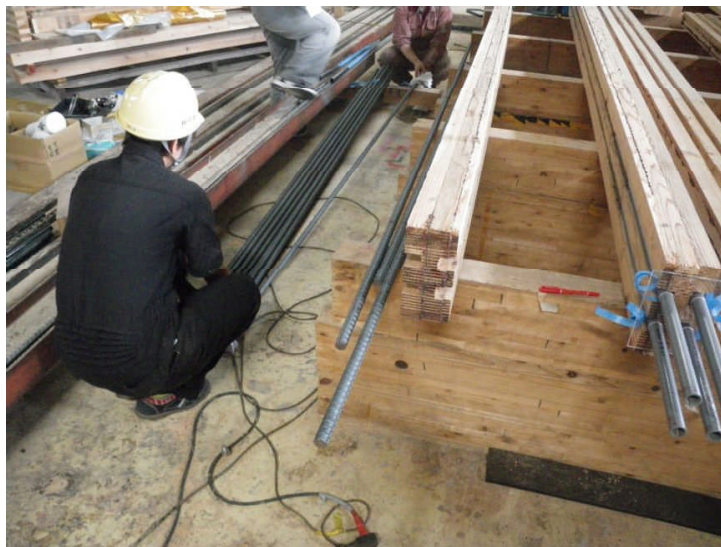
@woodist
www.woodist.co.jp



13

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



14

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp

圧締状況 18M



15

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



16



17

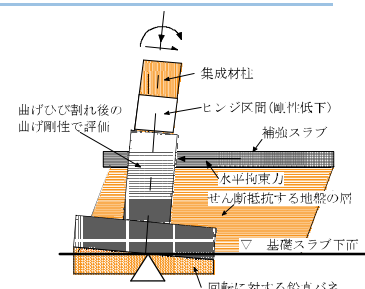


図1 柱脚とRC独立基礎の支持モデル

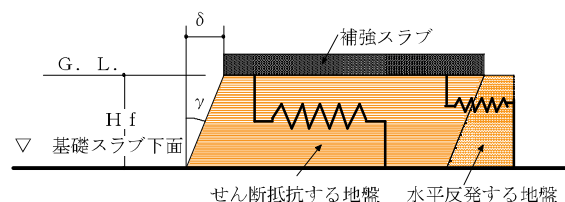


図2 補強スラブの支持バネモデル₁₈

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



19

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



20

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



21

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



22

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



23

SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp



24



25

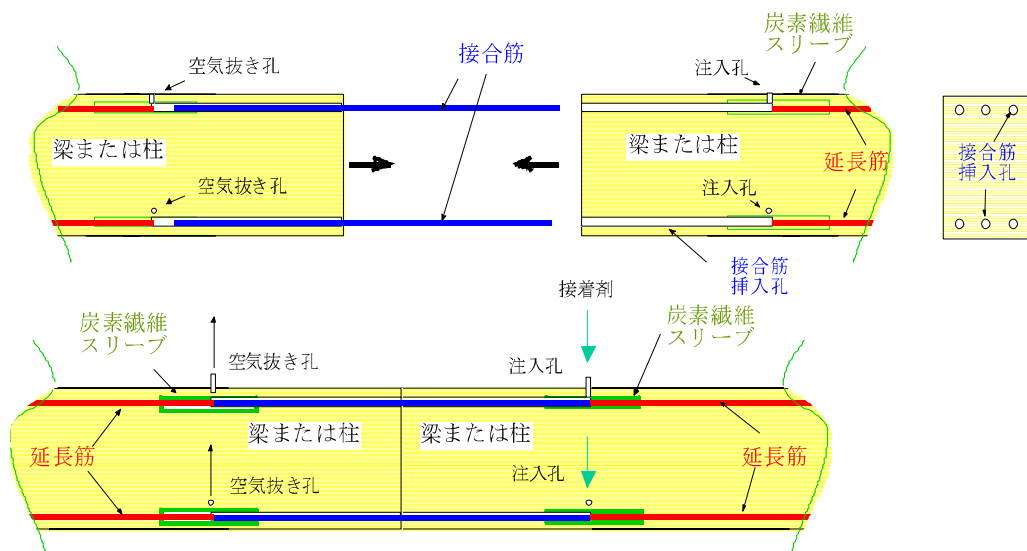


図11 繊維方向が一致する梁または柱の接合状況と作業手順（接合Ⅳ）

26



(a) 炭素繊維スリーブと接合鉄筋

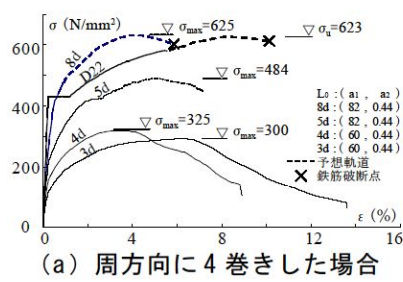


(b) 断面



(c) 接合状況

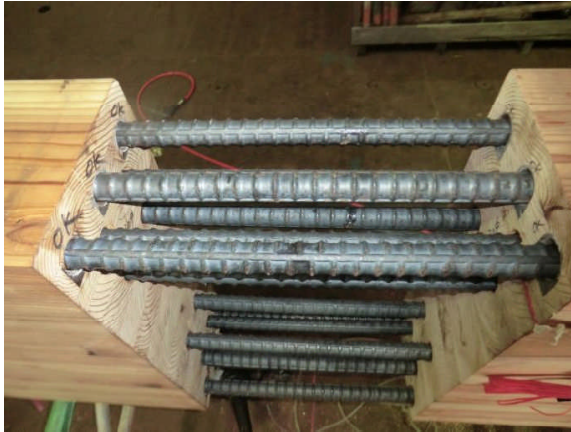
写真 炭素繊維スリーブ



SAMURAI

@woodist
www.woodist.co.jp





29

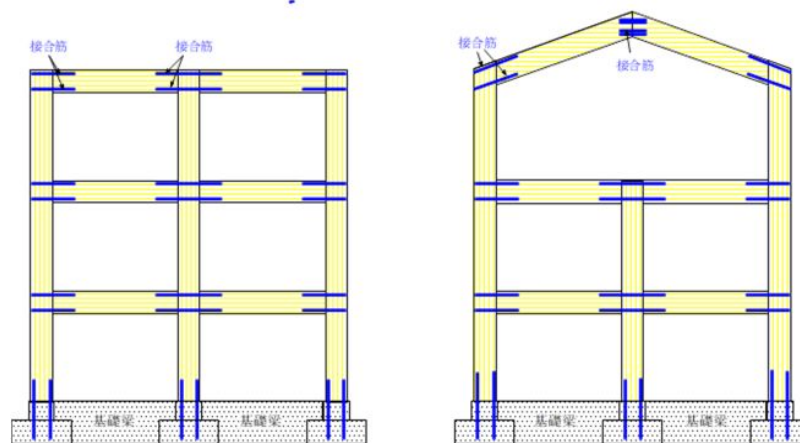
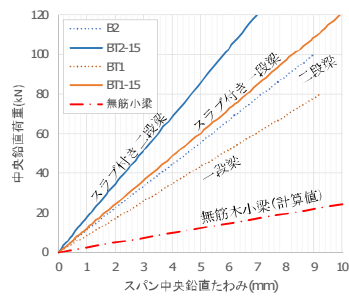
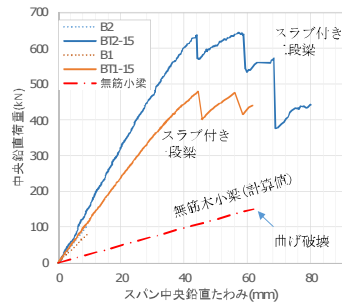


図1 既往の構法が対象にする架構形状と接合筋による接合状況

30



初期の中央鉛直荷重－鉛直たわみ関係



中央鉛直荷重－鉛直たわみ関係

初期剛性と比例限界荷重および最大荷重

二段筋試験体

試験体名	B2	BT2-30	BT2-3015	BT2-15
スラブ厚さ(mm)	210			
ボルト間隔(mm)	0	300	300,150	150
初期剛性	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
K _i (kN/mm)	11.1	15.5	16.6	17.2
K _i /K ₀	1.00	1.39	1.50	1.55
K _i /K _w	4.56	6.34	6.82	7.05
比例限界(kN)	弾性範囲の加力のため無し			387.1
最大荷重(kN)	弾性範囲の加力のため無し			637.7

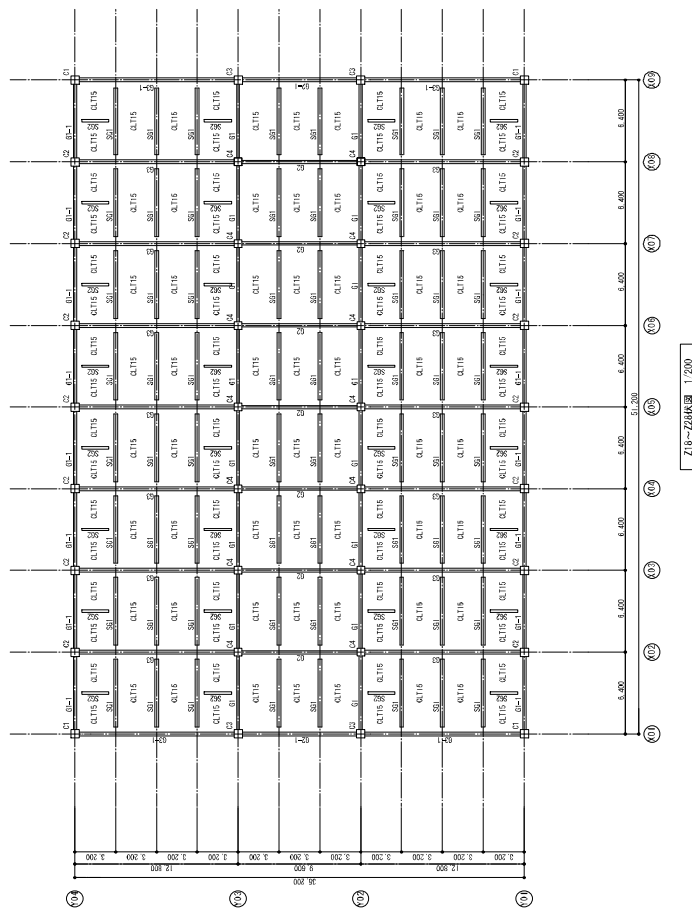
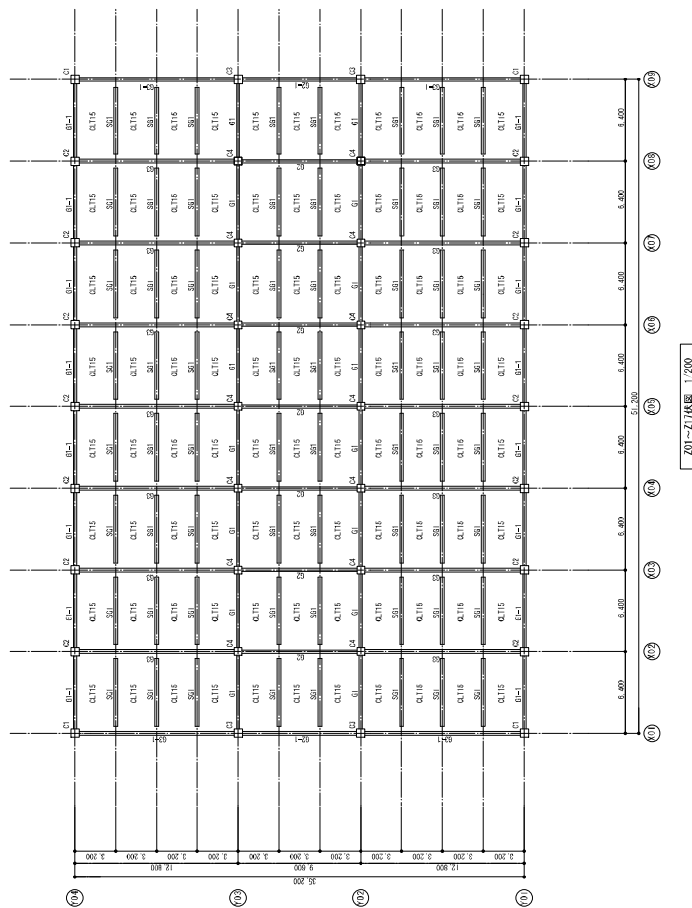
K_w: 鉄筋を配筋しない素成材の小梁だけの初期剛性の計算値(曲げ変形とせん断変形を考慮。E_wは6500N/mm²としG_wはE_w/15とする。)

一段筋試験体

試験体名	B1	BT1-30	BT1-3015	BT1-15
スラブ厚さ(mm)	150			
ボルト間隔(mm)	0	300	300,150	150
初期剛性	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
K _i (kN/mm)	8.7	11.3	11.8	12.1
K _i /K ₀	1.00	1.30	1.36	1.39
K _i /K _w	3.56	4.64	4.85	4.95
比例限界(kN)	弾性範囲の加力のため無し			301.8
最大荷重(kN)	弾性範囲の加力のため無し			480.2

K_w: 鉄筋を配筋しない素成材の小梁だけの初期剛性の計算値(曲げ変形とせん断変形を考慮。E_wは6500N/mm²としG_wはE_w/15とする。)

新火災警報設備図 1.1. 煙感センサーの設置位置 1.2. 煙感センサーの設置位置 1.3. 煙感センサーの設置位置 1.4. 煙感センサーの設置位置 1.5. 煙感センサーの設置位置 1.6. 煙感センサーの設置位置 1.7. 煙感センサーの設置位置 1.8. 煙感センサーの設置位置 1.9. 煙感センサーの設置位置 1.10. 煙感センサーの設置位置 1.11. 煙感センサーの設置位置 1.12. 煙感センサーの設置位置 1.13. 煙感センサーの設置位置 1.14. 煙感センサーの設置位置 1.15. 煙感センサーの設置位置 1.16. 煙感センサーの設置位置 1.17. 煙感センサーの設置位置 1.18. 煙感センサーの設置位置 1.19. 煙感センサーの設置位置 1.20. 煙感センサーの設置位置 1.21. 煙感センサーの設置位置 1.22. 煙感センサーの設置位置 1.23. 煙感センサーの設置位置 1.24. 煙感センサーの設置位置 1.25. 煙感センサーの設置位置 1.26. 煙感センサーの設置位置 1.27. 煙感センサーの設置位置 1.28. 煙感センサーの設置位置 1.29. 煙感センサーの設置位置 1.30. 煙感センサーの設置位置 1.31. 煙感センサーの設置位置 1.32. 煙感センサーの設置位置 1.33. 煙感センサーの設置位置 1.34. 煙感センサーの設置位置 1.35. 煙感センサーの設置位置 1.36. 煙感センサーの設置位置 1.37. 煙感センサーの設置位置 1.38. 煙感センサーの設置位置 1.39. 煙感センサーの設置位置 1.40. 煙感センサーの設置位置 1.41. 煙感センサーの設置位置 1.42. 煙感センサーの設置位置 1.43. 煙感センサーの設置位置 1.44. 煙感センサーの設置位置 1.45. 煙感センサーの設置位置 1.46. 煙感センサーの設置位置 1.47. 煙感センサーの設置位置 1.48. 煙感センサーの設置位置 1.49. 煙感センサーの設置位置 1.50. 煙感センサーの設置位置 1.51. 煙感センサーの設置位置 1.52. 煙感センサーの設置位置 1.53. 煙感センサーの設置位置 1.54. 煙感センサーの設置位置 1.55. 煙感センサーの設置位置 1.56. 煙感センサーの設置位置 1.57. 煙感センサーの設置位置 1.58. 煙感センサーの設置位置 1.59. 煙感センサーの設置位置 1.60. 煙感センサーの設置位置 1.61. 煙感センサーの設置位置 1.62. 煙感センサーの設置位置 1.63. 煙感センサーの設置位置 1.64. 煙感センサーの設置位置 1.65. 煙感センサーの設置位置 1.66. 煙感センサーの設置位置 1.67. 煙感センサーの設置位置 1.68. 煙感センサーの設置位置 1.69. 煙感センサーの設置位置 1.70. 煙感センサーの設置位置 1.71. 煙感センサーの設置位置 1.72. 煙感センサーの設置位置 1.73. 煙感センサーの設置位置 1.74. 煙感センサーの設置位置 1.75. 煙感センサーの設置位置 1.76. 煙感センサーの設置位置 1.77. 煙感センサーの設置位置 1.78. 煙感センサーの設置位置 1.79. 煙感センサーの設置位置 1.80. 煙感センサーの設置位置 1.81. 煙感センサーの設置位置 1.82. 煙感センサーの設置位置 1.83. 煙感センサーの設置位置 1.84. 煙感センサーの設置位置 1.85. 煙感センサーの設置位置 1.86. 煙感センサーの設置位置 1.87. 煙感センサーの設置位置 1.88. 煙感センサーの設置位置 1.89. 煙感センサーの設置位置 1.90. 煙感センサーの設置位置 1.91. 煙感センサーの設置位置 1.92. 煙感センサーの設置位置 1.93. 煙感センサーの設置位置 1.94. 煙感センサーの設置位置 1.95. 煙感センサーの設置位置 1.96. 煙感センサーの設置位置 1.97. 煙感センサーの設置位置 1.98. 煙感センサーの設置位置 1.99. 煙感センサーの設置位置 2.00. 煙感センサーの設置位置 2.01. 煙感センサーの設置位置 2.02. 煙感センサーの設置位置 2.03. 煙感センサーの設置位置 2.04. 煙感センサーの設置位置 2.05. 煙感センサーの設置位置 2.06. 煙感センサーの設置位置 2.07. 煙感センサーの設置位置 2.08. 煙感センサーの設置位置 2.09. 煙感センサーの設置位置 2.10. 煙感センサーの設置位置 2.11. 煙感センサーの設置位置 2.12. 煙感センサーの設置位置 2.13. 煙感センサーの設置位置 2.14. 煙感センサーの設置位置 2.15. 煙感センサーの設置位置 2.16. 煙感センサーの設置位置 2.17. 煙感センサーの設置位置 2.18. 煙感センサーの設置位置 2.19. 煙感センサーの設置位置 2.20. 煙感センサーの設置位置 2.21. 煙感センサーの設置位置 2.22. 煙感センサーの設置位置 2.23. 煙感センサーの設置位置 2.24. 煙感センサーの設置位置 2.25. 煙感センサーの設置位置 2.26. 煙感センサーの設置位置 2.27. 煙感センサーの設置位置 2.28. 煙感センサーの設置位置 2.29. 煙感センサーの設置位置 2.30. 煙感センサーの設置位置 2.31. 煙感センサーの設置位置 2.32. 煙感センサーの設置位置 2.33. 煙感センサーの設置位置 2.34. 煙感センサーの設置位置 2.35. 煙感センサーの設置位置 2.36. 煙感センサーの設置位置 2.37. 煙感センサーの設置位置 2.38. 煙感センサーの設置位置 2.39. 煙感センサーの設置位置 2.40. 煙感センサーの設置位置 2.41. 煙感センサーの設置位置 2.42. 煙感センサーの設置位置 2.43. 煙感センサーの設置位置 2.44. 煙感センサーの設置位置 2.45. 煙感センサーの設置位置 2.46. 煙感センサーの設置位置 2.47. 煙感センサーの設置位置 2.48. 煙感センサーの設置位置 2.49. 煙感センサーの設置位置 2.50. 煙感センサーの設置位置 2.51. 煙感センサーの設置位置 2.52. 煙感センサーの設置位置 2.53. 煙感センサーの設置位置 2.54. 煙感センサーの設置位置 2.55. 煙感センサーの設置位置 2.56. 煙感センサーの設置位置 2.57. 煙感センサーの設置位置 2.58. 煙感センサーの設置位置 2.59. 煙感センサーの設置位置 2.60. 煙感センサーの設置位置 2.61. 煙感センサーの設置位置 2.62. 煙感センサーの設置位置 2.63. 煙感センサーの設置位置 2.64. 煙感センサーの設置位置 2.65. 煙感センサーの設置位置 2.66. 煙感センサーの設置位置 2.67. 煙感センサーの設置位置 2.68. 煙感センサーの設置位置 2.69. 煙感センサーの設置位置 2.70. 煙感センサーの設置位置 2.71. 煙感センサーの設置位置 2.72. 煙感センサーの設置位置 2.73. 煙感センサーの設置位置 2.74. 煙感センサーの設置位置 2.75. 煙感センサーの設置位置 2.76. 煙感センサーの設置位置 2.77. 煙感センサーの設置位置 2.78. 煙感センサーの設置位置 2.79. 煙感センサーの設置位置 2.80. 煙感センサーの設置位置 2.81. 煙感センサーの設置位置 2.82. 煙感センサーの設置位置 2.83. 煙感センサーの設置位置 2.84. 煙感センサーの設置位置 2.85. 煙感センサーの設置位置 2.86. 煙感センサーの設置位置 2.87. 煙感センサーの設置位置 2.88. 煙感センサーの設置位置 2.89. 煙感センサーの設置位置 2.90. 煙感センサーの設置位置 2.91. 煙感センサーの設置位置 2.92. 煙感センサーの設置位置 2.93. 煙感センサーの設置位置 2.94. 煙感センサーの設置位置 2.95. 煙感センサーの設置位置 2.96. 煙感センサーの設置位置 2.97. 煙感センサーの設置位置 2.98. 煙感センサーの設置位置 2.99. 煙感センサーの設置位置 3.00. 煙感センサーの設置位置 3.01. 煙感センサーの設置位置 3.02. 煙感センサーの設置位置 3.03. 煙感センサーの設置位置 3.04. 煙感センサーの設置位置 3.05. 煙感センサーの設置位置 3.06. 煙感センサーの設置位置 3.07. 煙感センサーの設置位置 3.08. 煙感センサーの設置位置 3.09. 煙感センサーの設置位置 3.10. 煙感センサーの設置位置 3.11. 煙感センサーの設置位置 3.12. 煙感センサーの設置位置 3.13. 煙感センサーの設置位置 3.14. 煙感センサーの設置位置 3.15. 煙感センサーの設置位置 3.16. 煙感センサーの設置位置 3.17. 煙感センサーの設置位置 3.18. 煙感センサーの設置位置 3.19. 煙感センサーの設置位置 3.20. 煙感センサーの設置位置 3.21. 煙感センサーの設置位置 3.22. 煙感センサーの設置位置 3.23. 煙感センサーの設置位置 3.24. 煙感センサーの設置位置 3.25. 煙感センサーの設置位置 3.26. 煙感センサーの設置位置 3.27. 煙感センサーの設置位置 3.28. 煙感センサーの設置位置 3.29. 煙感センサーの設置位置 3.30. 煙感センサーの設置位置 3.31. 煙感センサーの設置位置 3.32. 煙感センサーの設置位置 3.33. 煙感センサーの設置位置 3.34. 煙感センサーの設置位置 3.35. 煙感センサーの設置位置 3.36. 煙感センサーの設置位置 3.37. 煙感センサーの設置位置 3.38. 煙感センサーの設置位置 3.39. 煙感センサーの設置位置 3.40. 煙感センサーの設置位置 3.41. 煙感センサーの設置位置 3.42. 煙感センサーの設置位置 3.43. 煙感センサーの設置位置 3.44. 煙感センサーの設置位置 3.45. 煙感センサーの設置位置 3.46. 煙感センサーの設置位置 3.47. 煙感センサーの設置位置 3.48. 煙感センサーの設置位置 3.49. 煙感センサーの設置位置 3.50. 煙感センサーの設置位置 3.51. 煙感センサーの設置位置 3.52. 煙感センサーの設置位置 3.53. 煙感センサーの設置位置 3.54. 煙感センサーの設置位置 3.55. 煙感センサーの設置位置 3.56. 煙感センサーの設置位置 3.57. 煙感センサーの設置位置 3.58. 煙感センサーの設置位置 3.59. 煙感センサーの設置位置 3.60. 煙感センサーの設置位置 3.61. 煙感センサーの設置位置 3.62. 煙感センサーの設置位置 3.63. 煙感センサーの設置位置 3.64. 煙感センサーの設置位置 3.65. 煙感センサーの設置位置 3.66. 煙感センサーの設置位置 3.67. 煙感センサーの設置位置 3.68. 煙感センサーの設置位置 3.69. 煙感センサーの設置位置 3.70. 煙感センサーの設置位置 3.71. 煙感センサーの設置位置 3.72. 煙感センサーの設置位置 3.73. 煙感センサーの設置位置 3.74. 煙感センサーの設置位置 3.75. 煙感センサーの設置位置 3.76. 煙感センサーの設置位置 3.77. 煙感センサーの設置位置 3.78. 煙感センサーの設置位置 3.79. 煙感センサーの設置位置 3.80. 煙感センサーの設置位置 3.81. 煙感センサーの設置位置 3.82. 煙感センサーの設置位置 3.83. 煙感センサーの設置位置 3.84. 煙感センサーの設置位置 3.85. 煙感センサーの設置位置 3.86. 煙感センサーの設置位置 3.87. 煙感センサーの設置位置 3.88. 煙感センサーの設置位置 3.89. 煙感センサーの設置位置 3.90. 煙感センサーの設置位置 3.91. 煙感センサーの設置位置 3.92. 煙感センサーの設置位置 3.93. 煙感センサーの設置位置 3.94. 煙感センサーの設置位置 3.95. 煙感センサーの設置位置 3.96. 煙感センサーの設置位置 3.97. 煙感センサーの設置位置 3.98. 煙感センサーの設置位置 3.99. 煙感センサーの設置位置 4.00. 煙感センサーの設置位置 4.01. 煙感センサーの設置位置 4.02. 煙感センサーの設置位置 4.03. 煙感センサーの設置位置 4.04. 煙感センサーの設置位置 4.05. 煙感センサーの設置位置 4.06. 煙感センサーの設置位置 4.07. 煙感センサーの設置位置 4.08. 煙感センサーの設置位置 4.09. 煙感センサーの設置位置 4.10. 煙感センサーの設置位置 4.11. 煙感センサーの設置位置 4.12. 煙感センサーの設置位置 4.13. 煙感センサーの設置位置 4.14. 煙感センサーの設置位置 4.15. 煙感センサーの設置位置 4.16. 煙感センサーの設置位置 4.17. 煙感センサーの設置位置 4.18. 煙感センサーの設置位置 4.19. 煙感センサーの設置位置 4.20. 煙感センサーの設置位置 4.21. 煙感センサーの設置位置 4.22. 煙感センサーの設置位置 4.23. 煙感センサーの設置位置 4.24. 煙感センサーの設置位置 4.25. 煙感センサーの設置位置 4.26. 煙感センサーの設置位置 4.27. 煙感センサーの設置位置 4.28. 煙感センサーの設置位置 4.29. 煙感センサーの設置位置 4.30. 煙感センサーの設置位置 4.31. 煙感センサーの設置位置 4.32. 煙感センサーの設置位置 4.33. 煙感センサーの設置位置 4.34. 煙感センサーの設置位置 4.35. 煙感センサーの設置位置 4.36. 煙感センサーの設置位置 4.37. 煙感センサーの設置位置 4.38. 煙感センサーの設置位置 4.39. 煙感センサーの設置位置 4.40. 煙感センサーの設置位置 4.41. 煙感センサーの設置位置 4.42. 煙感センサーの設置位置 4.43. 煙感センサーの設置位置 4.44. 煙感センサーの設置位置 4.45. 煙感センサーの設置位置 4.46. 煙感センサーの設置位置 4.47. 煙感センサーの設置位置 4.48. 煙感センサーの設置位置 4.49. 煙感センサーの設置位置 4.50. 煙感センサーの設置位置 4.51. 煙感センサーの設置位置 4.52. 煙感センサーの設置位置 4.53. 煙感センサーの設置位置 4.54. 煙感センサーの設置位置 4.55. 煙感センサーの設置位置 4.56. 煙感センサーの設置位置 4.57. 煙感センサーの設置位置 4.58. 煙感センサーの設置位置 4.59. 煙感センサーの設置位置 4.60. 煙感センサーの設置位置 4.61. 煙感センサーの設置位置 4.62. 煙感センサーの設置位置 4.63. 煙感センサーの設置位置 4.64. 煙感センサーの設置位置 4.65. 煙感センサーの設置位置 4.66. 煙感センサーの設置位置 4.67. 煙感センサーの設置位置 4.68. 煙感センサーの設置位置 4.69. 煙感センサーの設置位置 4.70. 煙感センサーの設置位置 4.71. 煙感センサーの設置位置 4.72. 煙感センサーの設置位置 4.73. 煙感センサーの設置位置 4.74. 煙感センサーの設置位置 4.75. 煙感センサーの設置位置 4.76. 煙感センサーの設置位置 4.77. 煙感センサーの設置位置 4.78. 煙感センサーの設置位置 4.79. 煙感センサーの設置位置 4.80. 煙感センサーの設置位置 4.81. 煙感センサーの設置位置 4.82. 煙感センサーの設置位置 4.83. 煙感センサーの設置位置 4.84. 煙感センサーの設置位置 4.85. 煙感センサーの設置位置 4.86. 煙感センサーの設置位置 4.87. 煙感センサーの設置位置 4.88. 煙感センサーの設置位置 4.89. 煙感センサーの設置位置 4.90. 煙感センサーの設置位置 4.91. 煙感センサーの設置位置 4.92. 煙感センサーの設置位置 4.93. 煙感センサーの設置位置 4.94. 煙感センサーの設置位置 4.95. 煙感センサーの設置位置 4.96. 煙感センサーの設置位置 4.97. 煙感センサーの設置位置 4.98. 煙感センサーの設置位置 4.99. 煙感センサーの設置位置 5.00. 煙感センサーの設置位置 5.01. 煙感センサーの設置位置 5.02. 煙感センサーの設置位置 5.03. 煙感センサーの設置位置 5.04. 煙感センサーの設置位置 5.05. 煙感センサーの設置位置 5.06. 煙感センサーの設置位置 5.07. 煙感センサーの設置位置 5.08. 煙感センサーの設置位置 5.09. 煙感センサーの設置位置 5.10. 煙感センサーの設置位置 5.11. 煙感センサーの設置位置 5.12. 煙感センサーの設置位置 5.13. 煙感センサーの設置位置 5.14. 煙感センサーの設置位置 5.15. 煙感センサーの設置位置 5.16. 煙感センサーの設置位置 5.17. 煙感センサーの設置位置 5.18. 煙感センサーの設置位置 5.19. 煙感センサーの設置位置 5.20. 煙感センサーの設置位置 5.21. 煙感センサーの設置位置 5.22. 煙感センサーの設置位置 5.23. 煙感センサーの設置位置 5.24. 煙感センサーの設置位置 5.25. 煙感センサーの設置位置 5.26. 煙感センサーの設置位置 5.27. 煙感センサーの設置位置 5.28. 煙感センサーの設置位置 5.29. 煙感センサーの設置位置 5.30. 煙感センサーの設置位置 5.31. 煙感センサーの設置位置 5.32. 煙感センサーの設置位置 5.33. 煙感センサーの設置位置 5.34. 煙感センサーの設置位置 5.35. 煙感センサーの設置位置 5.36. 煙感センサーの設置位置 5.37. 煙感センサーの設置位置 5.38. 煙感センサーの設置位置 5.39. 煙感センサーの設置位置 5.40. 煙感センサーの設置位置 5.41. 煙感センサーの設置位置 5.42. 煙感センサーの設置位置 5.43. 煙感センサーの設置位置 5.44. 煙感センサーの設置位置 5.45. 煙感センサーの設置位置 5.46. 煙感センサーの設置位置 5.47. 煙感センサーの設置位置 5.48. 煙感センサーの設置位置 5.49. 煙感センサーの設置位置 5.50. 煙感センサーの設置位置 5.51. 煙感センサーの設置位置 5.52. 煙感センサーの設置位置 5.53. 煙感センサーの設置位置 5.54. 煙感センサーの設置位置 5.55. 煙感センサーの設置位置 5.56. 煙感センサーの設置位置 5.57. 煙感センサーの設置位置 5.58. 煙感センサーの設置位置 5.59. 煙感センサーの設置位置 5.60. 煙感センサーの設置位置 5.61. 煙感センサーの設置位置 5.62. 煙感センサーの設置位置 5.63. 煙感センサーの設置位置 5.64. 煙感センサーの設置位置 5.65. 煙感センサーの設置位置 5.66. 煙感センサーの設置位置 5.67. 煙感センサーの設置位置 5.68. 煙感センサーの設置位置 5.69. 煙感センサーの設置位置 5.70. 煙感センサーの設置位置 5.71. 煙感センサーの設置位置 5.72. 煙感センサーの設置位置 5.73. 煙感センサーの設置位置 5.74. 煙感センサーの設置位置 5.75. 煙感センサーの設置位置 5.76. 煙感センサーの設置位置 5.77. 煙感センサーの設置位置 5.78. 煙感センサーの設置位置 5.79. 煙感センサーの設置位置 5.80. 煙感センサーの設置位置 5.81. 煙感センサーの設置位置 5.82. 煙感センサーの設置位置 5.83. 煙感センサーの設置位置 5.84. 煙感センサーの設置位置 5.85. 煙感センサーの設置位置 5.86. 煙感センサーの設置位置 5.87. 煙感センサーの設置位置 5.88. 煙感センサーの設置位置 5.89. 煙感センサーの設置位置 5.90. 煙感センサーの設置位置 5.91. 煙感センサーの設置位置 5.92. 煙感センサーの設置位置 5.93. 煙感センサーの設置位置 5.94. 煙感センサーの設置位置 5.95. 煙感センサーの設置位置 5.96. 煙感センサーの設置位置 5.97. 煙感センサーの設置位置 5.98. 煙感センサーの設置位置 5.99. 煙感センサーの設置位置 6.00. 煙感センサーの設置位置 6.01. 煙感センサーの設置位置 6.02. 煙感センサーの設置位置 6.03. 煙感センサーの設置位置 6.04. 煙感センサーの設置位置 6.05. 煙感センサーの設置位置 6.06. 煙感センサーの設置位置 6.07. 煙感センサーの設置位置 6.08. 煙感センサーの設置位置 6.09. 煙感センサーの設置位置 6.10. 煙感センサーの設置位置 6.11. 煙感センサーの設置位置 6.12. 煙感センサーの設置位置 6.13. 煙感センサーの設置位置 6.14. 煙感センサーの設置位置 6.15. 煙感センサーの設置位置 6.16. 煙感センサーの設置位置 6.17. 煙感センサーの設置位置 6.18. 煙感センサーの設置位置 6.19. 煙感センサーの設置位置 6.20. 煙感センサーの設置位置 6.21. 煙感センサーの設置位置 6.22. 煙感センサーの設置位置 6.23. 煙感センサーの設置位置 6.24. 煙感センサーの設置位置 6.25. 煙感センサーの設置位置 6.26. 煙感センサーの設置位置 6.27. 煙感センサーの設置位置 6.28. 煙感センサーの設置位置 6.29. 煙感センサーの設置位置 6.30. 煙感センサーの設置位置 6.31. 煙感センサーの設置位置 6.32. 煙感センサーの設置位置 6.33. 煙感センサーの設置位置 6.34. 煙感センサーの設置位置 6.35. 煙感センサーの設置位置 6.36. 煙感センサーの設置位置 6.37. 煙感センサーの設置位置 6.38. 煙感センサーの設置位置 6.39. 煙感センサーの設置位置 6.40. 煙感センサーの設置位置 6.41. 煙感センサーの設置位置 6.42. 煙感センサーの設置位置 6.43. 煙感センサーの設置位置 6.44. 煙感センサーの設置位置 6.45. 煙感センサーの設置位置 6.46. 煙感センサーの設置位置 6.47. 煙感センサーの設置位置 6.48. 煙感センサーの設置位置 6.49. 煙感センサーの設置位置 6.50. 煙感センサーの設置位置 6.51. 煙感センサーの設置位置 6.52. 煙感センサーの設置位置 6.53. 煙感センサーの設置位置 6.54. 煙感センサーの設置位置 6.55. 煙感センサーの設置位置 6.56. 煙感センサーの設置位置 6.57. 煙感センサーの設置位置 6.58. 煙感センサーの設置位置 6.59. 煙感センサーの設置位置 6.60. 煙感センサーの設置位置 6.61. 煙感センサーの設置位置 6.62. 煙感センサーの設置位置 6.63. 煙感センサーの設置位置 6.64. 煙感センサーの設置位置 6.65. 煙感センサーの設置位置 6.66. 煙感センサーの設置位置 6.67. 煙感センサーの設置位置 6.68. 煙感センサーの設置位置 6.69. 煙感センサーの設置位置 6.70. 煙感センサーの設置位置 6.71. 煙感センサーの設置位置 6.72. 煙感センサーの設置位置 6.73. 煙感センサーの設置位置 6.74. 煙感センサーの設置位置 6.75. 煙感センサーの設置位置 6.76. 煙感センサーの設置位置 6.77. 煙感センサーの設置位置 6.78. 煙感センサーの設置位置 6.79. 煙感センサーの設置位置 6.80. 煙感センサーの設置位置 6.81. 煙感センサーの設置位置 6.82. 煙感センサーの設置位置 6.83. 煙感センサーの設置位置 6.84. 煙感センサーの設置位置 6.85. 煙感センサーの設置位置 6.86. 煙感センサーの設置位置 6.87. 煙感センサーの設置位置 6.88. 煙感センサーの設置位置 6.89. 煙感センサーの設置位置 6.90. 煙感センサーの設置位置 6.91. 煙感センサーの設置位置 6.92. 煙感センサーの設置位置 6.93. 煙感センサーの設置位置 6.94. 煙感センサーの設置位置 6.95. 煙感センサーの設置位置 6.96. 煙感センサーの設置位置 6.97. 煙感センサーの設置位置 6.98. 煙感センサーの設置位置 6.99. 煙感センサーの設置位置 7.00. 煙感センサーの設置位置 7.01. 煙感センサーの設置位置 7.02. 煙感センサーの設置位置 7.03. 煙感センサーの設置位置 7.04. 煙感センサーの設置位置 7.05. 煙感センサーの設置位置 7.06. 煙感センサーの設置位置 7.07. 煙感センサーの設置位置 7.08. 煙感センサーの設置位置 7.09. 煙感センサーの設置位置 7.10. 煙感センサーの設置位置 7.11. 煙感センサーの設置位置 7.12. 煙感センサーの設置位置 7.13. 煙感センサーの設置位置 7.14. 煙感センサーの設置位置 7.15. 煙感センサーの設置位置 7.16. 煙感センサーの設置位置 7.17. 煙感センサーの設置位置 7.18. 煙感センサーの設置位置 7.19. 煙感センサーの設置位置 7.20. 煙感センサーの設置位置 7.21. 煙感センサーの設置位置 7.22. 煙感センサーの設置位置 7.23. 煙感センサーの設置位置 7.24. 煙感センサーの設置位置 7.25. 煙感センサーの設置位置 7.26. 煙感センサーの設置位置 7.27. 煙感センサーの設置位置 7.28. 煙感センサーの設置位置 7.29. 煙感センサーの設置位置 7.30. 煙感センサーの設置位置 7.31. 煙感センサーの設置位置 7.32. 煙感センサーの設置位置 7.33. 煙感センサーの設置位置 7.34. 煙感センサーの設置位置 7.35. 煙感センサーの設置位置 7.36. 煙感センサーの設置位置 7.37. 煙感センサーの設置位置 7.38. 煙感センサーの設置位置 7.39. 煙感センサーの設置位置 7.40. 煙感センサーの設置位置 7.41. 煙感センサーの設置位置 7.42. 煙感センサーの設置位置 7.43. 煙感センサーの設置位置 7.44. 煙感センサーの設置位置 7.45. 煙感センサーの設置位置 7.46. 煙感センサーの設置位置 7.47. 煙感センサーの設置位置 7.48. 煙感センサーの設置位置 7.49. 煙感センサーの設置位置 7.50. 煙感センサーの設置位置 7.51. 煙感センサーの設置位置 7.52. 煙感センサーの設置位置 7.53. 煙感センサーの設置位置 7.54. 煙感センサーの設置位置 7.55. 煙感センサーの設置位置 7.56. 煙感センサーの設置位置 7.57. 煙感センサーの設置位置 7.58. 煙感センサーの設置位置 7.59. 煙感センサーの設置位置 7.60. 煙感センサーの設置位置 7.61. 煙感センサーの設置位置 7.62. 煙感センサーの設置位置 7.63. 煙感センサーの設置位置 7.64. 煙感センサーの設置位置 7.65. 煙感センサーの設置位置 7.66. 煙感センサーの設置位置 7.67. 煙感センサーの設置位置 7.68. 煙感センサーの設置位置 7.69. 煙感センサーの設置位置 7.70. 煙感センサーの設置位置 7.71. 煙感センサーの設置位置 7.72. 煙感センサーの設置位置 7.73. 煙感センサーの設置位置 7.74. 煙感センサーの設置位置 7.75. 煙感センサーの設置位置 7.76. 煙感センサーの設置位置 7.77. 煙感センサーの設置位置 7.78. 煙感センサーの設置位置 7.79. 煙感センサーの設置位置 7.80. 煙感センサーの設置位置 7.81. 煙感センサーの設置位置 7.82. 煙感センサーの設置位置 7.83. 煙感センサーの設置位置 7.84. 煙感センサーの設置位置 7.85. 煙感センサーの設置位置 7.86. 煙感センサーの設置位置 7.87. 煙感センサーの設置位置 7.88. 煙感センサーの設置位置 7.89. 煙感センサーの設置位置 7.90. 煙感センサーの設置位置 7.91. 煙感センサーの設置位置 7.92. 煙感センサーの設置位置 7.93. 煙感センサーの設置位置 7.94. 煙感センサーの設置位置 7.95. 煙感センサーの設置位置 7.96. 煙感センサーの設置位置 7.97. 煙感センサーの設置位置 7.98. 煙感センサーの設置位置 7.99. 煙感センサーの設置位置 8.00. 煙感センサーの設置位置 8.01. 煙感センサーの設置位置 8.02. 煙感センサーの設置位置 8.03. 煙感センサーの設置位置 8.04. 煙感センサーの設置位置 8.05. 煙感センサーの設置位置 8.06. 煙感センサーの設置位置 8.07. 煙感センサーの設置位置 8.08. 煙感センサーの設置位置 8.09. 煙感センサーの設置位置 8.10. 煙感センサーの設置位置 8.11. 煙感センサーの設置位置 8.12. 煙感センサーの設置位置 8.13. 煙感センサーの設置位置 8.14. 煙感センサーの設置位置 8.15. 煙感センサーの設置位置 8.16. 煙感センサーの設置位置 8.17. 煙感センサーの設置位置 8.18. 煙感センサーの設置位置 8.19. 煙感センサーの設置位置 8.20. 煙感センサーの設置位置 8.21. 煙感センサーの設置位置 8.22. 煙感センサーの設置位置 8.23. 煙感センサーの設置位置 8.24. 煙感センサーの設置位置 8.25. 煙感センサーの設置位置 8.26. 煙感センサーの設置位置 8.27. 煙感センサーの設置位置 8.28. 煙感センサー	
---	--

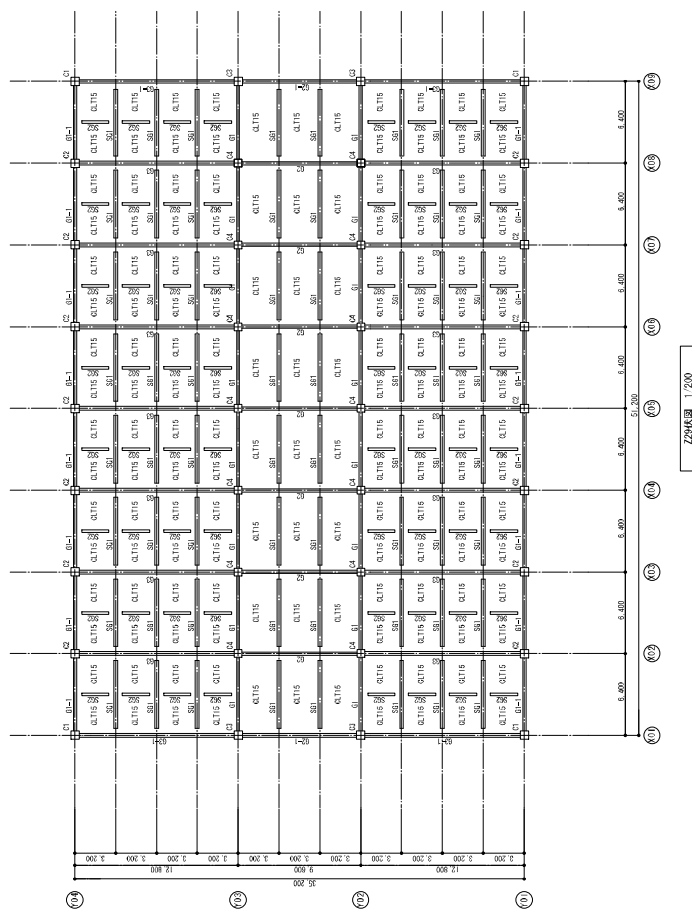
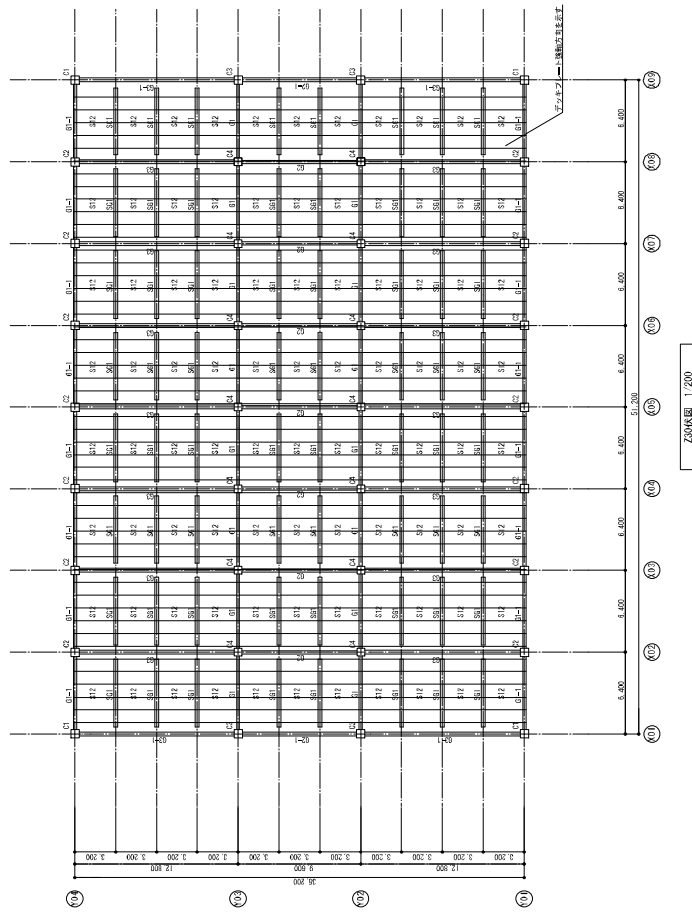


Q.LT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

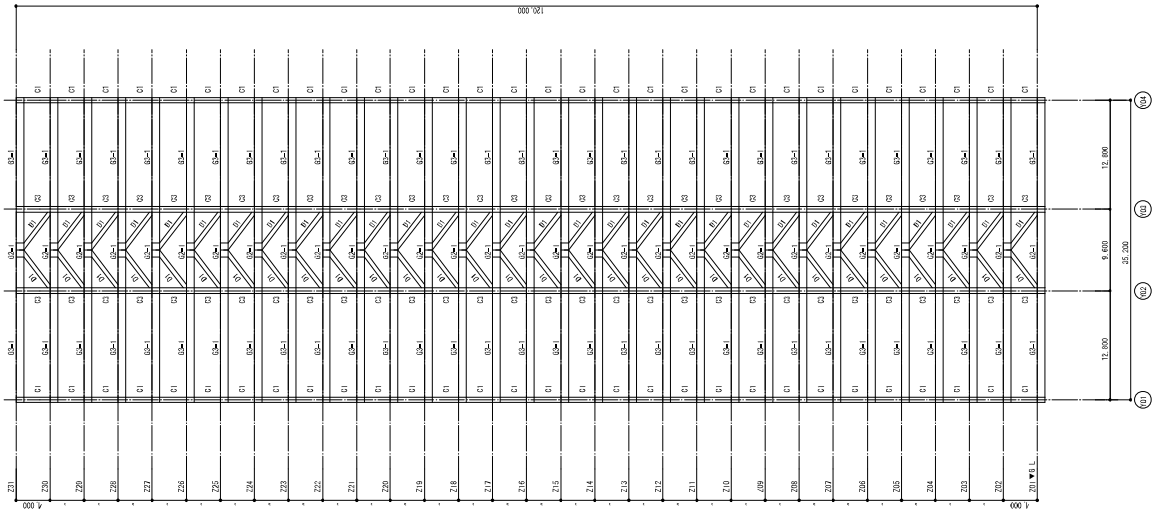
図面名称: 床パネル

縮尺: A1 1/200
A3 1/400

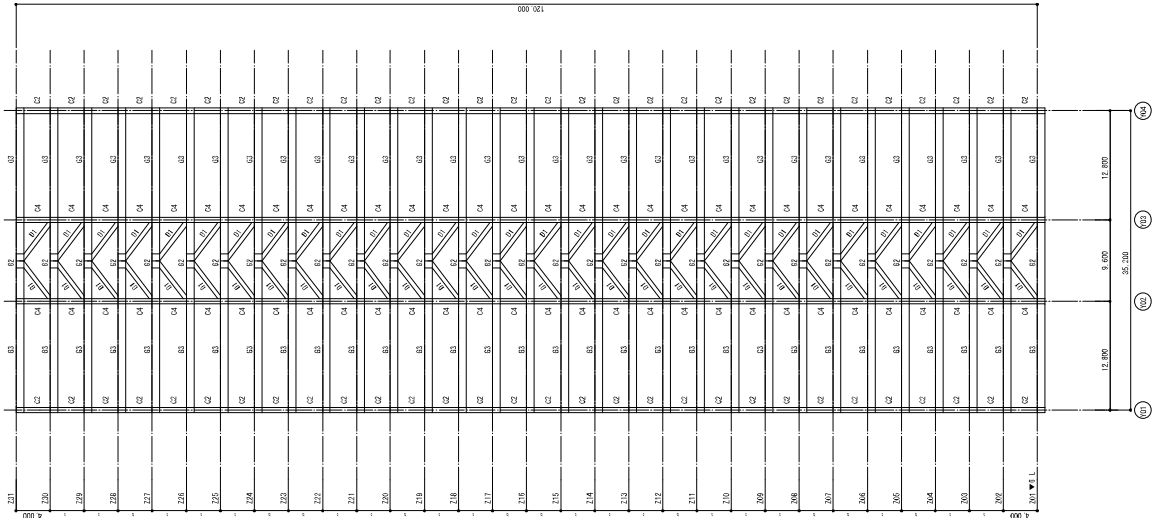
No. 4



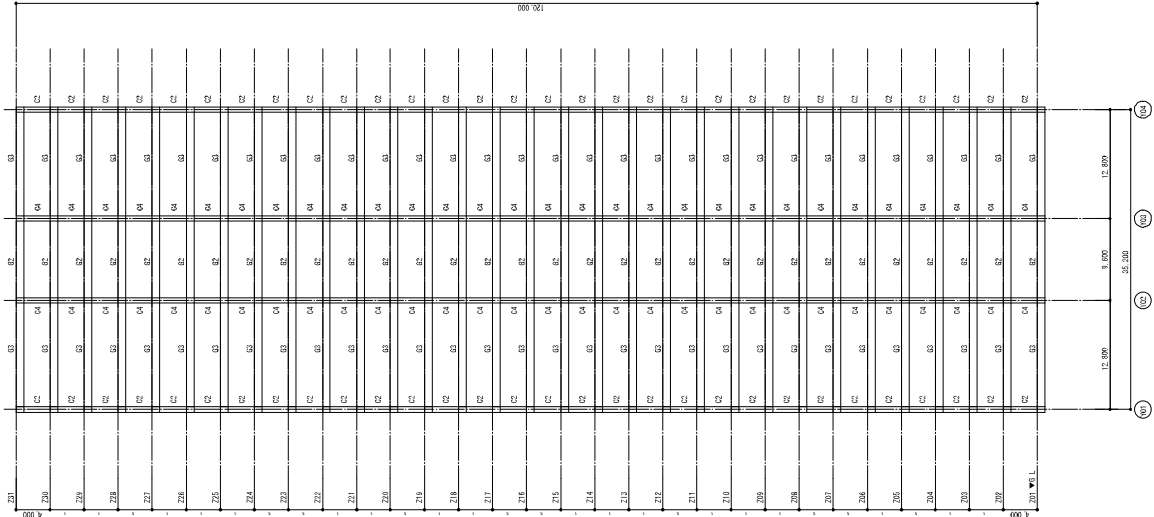
図面名称: 躯体図2	縮尺	No. 5
	A1 1/200	
	A3 1/400	
QLTはハネル30階建て事務所モデル新築工事		



X01: X01詳細図 1/200



X04: X04詳細図 1/200



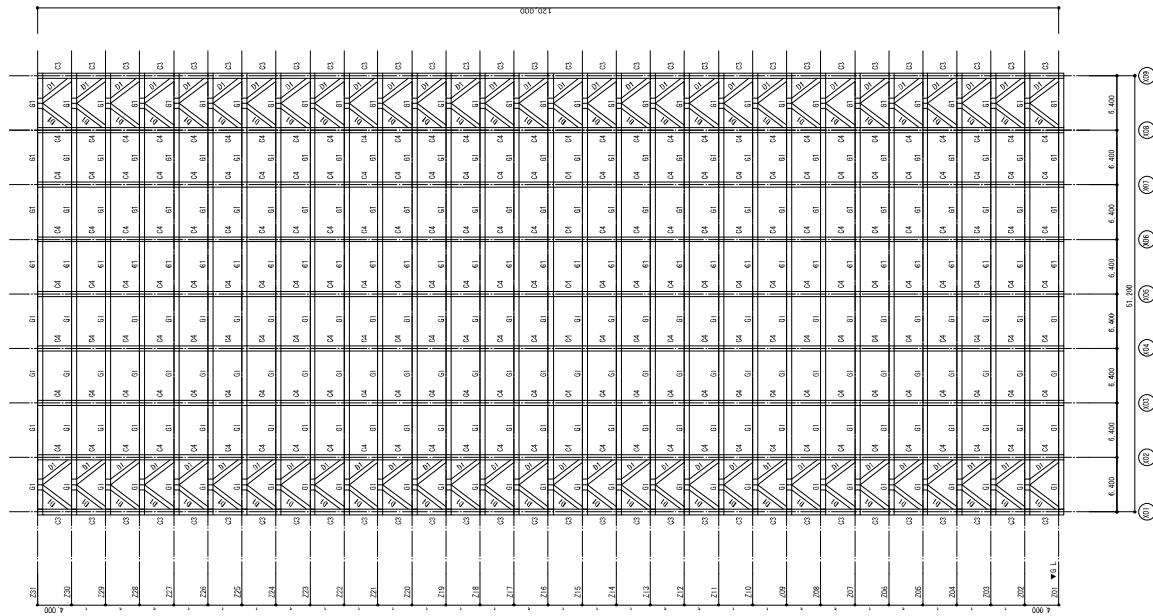
X02: X02, X05, X07, X08詳細図 1/200

QLTはハネル30断建て事務所モデル新築工事

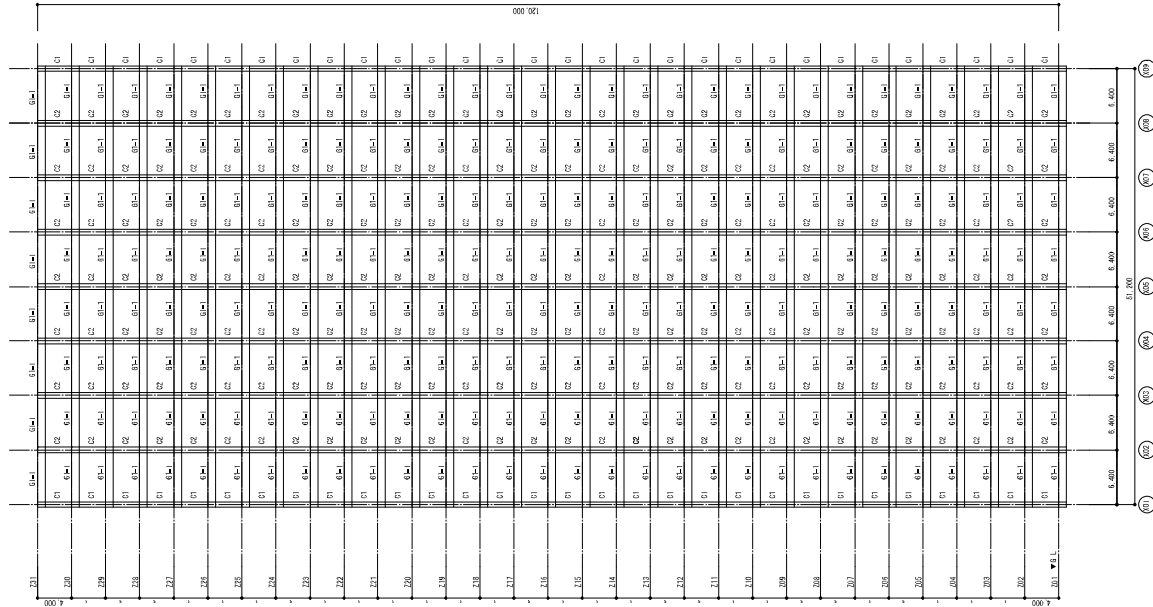
図面名称: 断建図 (1)

縮尺
A1 1/200
A3 1/600

No. 6



Y02, Y03断面 1/300



Y01, Y4断面 1/300

QLTはハネル30階建て事務所モデル新築工事

図面名称: 断面図 (2)

縮尺
A1 1/300
A3 1/600
No. 7

フレームリスト

階	3方向 幅員 (mm)	3方向 高さ (mm)	4方向 幅員 (mm)	4方向 高さ (mm)
Z10	12	121	12	99
Z15	12	121	12	99
Z16	12	125	12	105
Z17	12	133	12	108
Z16	12	137	12	112
Z15	12	141	12	115
Z14	12	145	12	119
Z13	12	149	12	123
Z22	12	154	12	128
Z21	12	159	12	133
Z20	16	162	12	135
Z19	16	165	12	138
Z18	16	169	16	138
Z17	16	173	16	142
Z16	16	177	16	146
Z15	16	181	16	150
Z14	16	185	16	154
Z13	16	189	16	158
Z12	16	193	16	162
Z11	16	197	16	166
Z10	19	201	16	170
Z9	19	205	19	174
Z8	19	209	19	178
Z7	22	213	19	182
Z6	22	217	19	186
Z5	22	221	22	190
Z4	22	225	22	194
Z3	22	229	22	198
Z2	26	233	26	202
Z1	26	237	26	206

床リスト

階	C1	C2	C3	C4
Z19~Z20	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z18~Z19	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z17~Z18	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z16~Z17	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z15~Z16	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z14~Z15	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z13~Z14	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z12~Z13	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z11~Z12	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z10~Z11	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z9~Z10	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z8~Z9	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z7~Z8	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z6~Z7	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z5~Z6	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z4~Z5	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z3~Z4	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z2~Z3	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18
Z1~Z2	C=10x70x50x18	断定	断定	C=10x60x50x18

大梁リスト

階	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Z19~Z20	H=400x200x13	H=400x200x13	H=400x200x13	H=400x200x13	H=400x200x13	H=400x200x13
Z18~Z19	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z17~Z18	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z16~Z17	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z15~Z16	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z14~Z15	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z13~Z14	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z12~Z13	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z11~Z12	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z10~Z11	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z9~Z10	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z8~Z9	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z7~Z8	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z6~Z7	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z5~Z6	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z4~Z5	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z3~Z4	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z2~Z3	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上
Z1~Z2	H=400x200x13	同上	同上	同上	同上	同上

小梁リスト

柱号	断面
S01	H=400x200x13
S02	H=400x200x13

引張りリスト

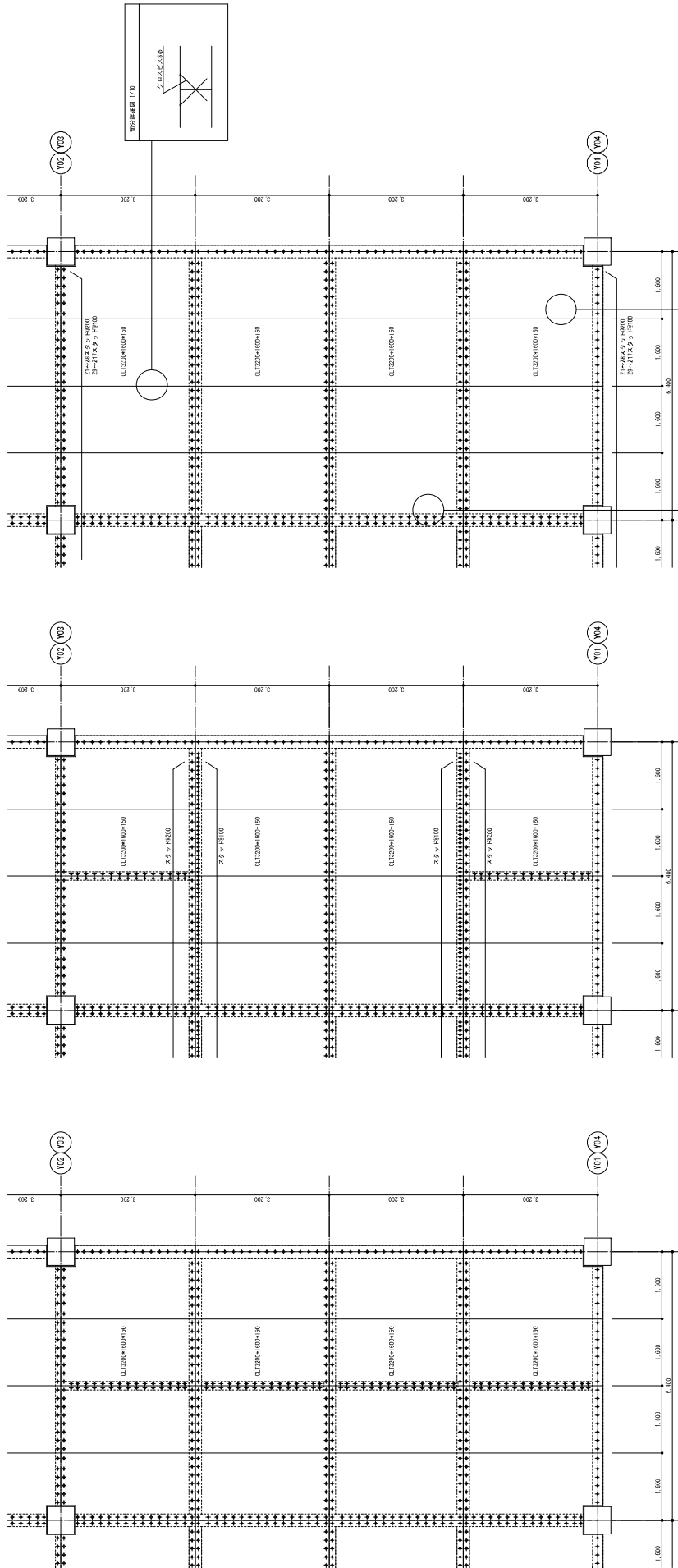
柱号	径	長さ	仕様
S01	φ16	1.0m	引張り筋
S02	φ16	1.0m	引張り筋

QLTはハネル30階建て事務所モデル新築工事

図面名称: 縦断リスト

縮尺
A1 1/200
A3 1/400

No. 8



229 CL1ハネル新付図 1/50

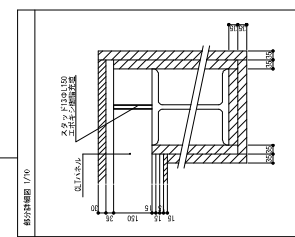
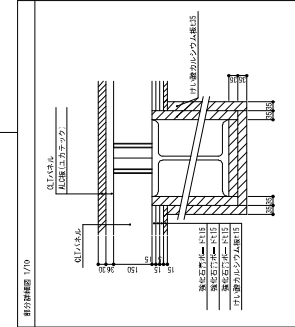
特記はスラッドピッチは200とする。

Z18～Z28 CL17スネル新付図 1/50

特記はスラッドピッチは400とする。

Z1～Z17 CL1ハネル新付図 1/50

特記はスラッドピッチは200とする。



	CL床パネル30層建て事務所モデル新竣工書	図重名称: CL新付図	縮尺	No. 9
			A1 1/50	
			A3 1/400	

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告会

平成 27 年 2 月 26 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

