CLT等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進(耐火部材開発)

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」(耐火部材開発) 研究成果報告書

平成27年3月

山佐木材株式会社

さる学会誌上にて非木造建築の一部(主に床)を使用する事で新たに膨大な木材需要の道が開けるという主張を見ました。それを書いたのが、福岡大学工学部教授稲田達夫氏でした。更に先生のご意見や方法論を直接伺いました。その話を九州内の信頼する大学や公設試験場などの専門家に打診したところ、思いがけない強い共感を得られ、ここに「超高層ビルに木材を使用する研究会」が生まれました。

共感を得られた1つの理由に、木造建築の新しい構法や材料を開発しても、新しく木材 需要が生まれるのではなく、ただ単に木造建築内での場所取り争いになるケースが多かっ た事が上げられます。

稲田先生の提案はまさに新たな木材需要開拓先として「盲点を突いたもの」、「夢のような話」でした(各委員の先生方の最初の感想です)。

林野庁の本事業公募に際し、幸いにも私どもの提案が認められ、採択されました。林野庁や関係機関、委員の先生や多くのアドバイザーの方々のおかげで、「夢のような話」が実現に向け大きく進展、このような成果を得られたことを心から感謝申し上げます。

平成27年2月 山 佐 木 材 株 式 会 社 代表取締役 佐々木 幸久 「CLT 等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進(耐火部材開発)」

もくじ

	貝
第1章 はじめに	1
1-1. 事業目的 1-2. 事業の実施内容 1-3. 事業の進め方 1-4. 委員会構成	
第2章 小型炉による加熱確認試験	6
2-1. 第一回加熱試験 2-1-1. 試験目的 2-1-2. 試験体仕様 2-1-3. 試験方法 2-1-4. 試験結果 2-1-5. 考察 2-2. 第二回加熱試験 2-3. 第三回加熱試験 2-4. まとめ	
第3章 水平炉による加熱試験	39
3-1. 第一回水平炉による加熱試験 3-2. 第二回水平炉による加熱試験 3-3-1. CLT 等新たな製品・技術の開発推進事業のうち中高層建築物に係る技術開等の促進(CLT 普及戦略の作成) 第一回 CLT 強度データー収集等連絡会議 資料抜粋 資料 3 超高層 S 造床への CLT の利用検討の進捗のうち 国土交通省よりの指摘留意点 3-3-2. 第一回水平炉による加熱試験 試験報告書(写) 3-3-3. 第二回水平炉による加熱試験 試験報告書(写)	
第4章 考察およびまとめ	.67
委員会 議事録·······1	.69

第1章 はじめに

- 1-1 事業目的
- 1-2 事業の実施内容
- 1-3 事業の進め方
- 1-4 委員会構成

第1章 はじめに

1-1. 事業目的

従来補強コンクリート構造(RC 造)で造られていた非住宅建物(特に超高層鋼構造オフィスビル等)の床の構造体にCLTを使用することにより、国産木材の新たな市場分野を開拓し、国産木材の使用量を飛躍的に増大させることが、本事業の目的である。

我が国の国産木材の利用促進を図るためには、

表 1-1 新たな国産木材市場の開拓

項目	計算	結果
年間新築着工床面積	1.5	億m2
非住宅非木造建築比率	40	%
地上階比率	75	%
CLT床厚	150	mm
木材使用量(製材)	675	万m3
歩留り	60	%
木材使用量(丸太)	1125	万m3

国内に新たな木材市場を開拓することが必要である。具体的には、従来我国では木材の積極的利用が行われることの殆ど無かった、非住宅建物分野への木質材料の使用促進を進めることを提案する。試算によれば、仮に年間に建設される全ての非住宅建物の床を木質化すれば、丸太ベースで約1000 π 3 超の木材需要の拡大に繋がるが(表1 参照)、現況における年間の我が国の国産木材需要が約2000 π 3 であることを考慮すると、非住宅建物の床の木質化が、極めて効果的な試みであることは明らかである。

1-2. 本事業の実施内容

本事業が提案する「非住宅建物(特に超高層鋼構造オフィスビル等)の床の CLT 化」の実用化に向けての検討すべき課題の内、特に今回の事業が対象とするのは防耐火性能に関わる事項である。本事業が提案する、超高層ビルを含めたオフィス床の CLT 化を進めるためには、木床の 2 時間耐火性能の実現が不可欠である。CLT 床の 2 時間耐火の実現にあたり、検討すべき課題としては、

- ①耐火被覆材の仕様
- ②耐火被覆材取り付け用コースレッドからのヒートブリッジの有無、回避の方法
- ③鉄骨から伝わる熱による CLT の発火の有無、回避の方法
- の3項目が挙げられる。

耐火被覆の方式としては、下図に示す、被覆タイプと燃え止まりタイプの2方式について検討 を行う。



図 1-1 被覆タイプ



図 1-2 燃え止まりタイプ

本事業は、山佐木材、福岡大学の他、森林総合研究所、建材試験センター等とも連携しながら検討を進めるものとする。

1-3. 本事業の進め方

防耐火に関わる問題の検討方針は以下である。

まず、第一ステップとしては、森林総合研究所の協力を得て、小型炉による検討を行う。この段階の主な目的としては、最適と思われる耐火材料(ケイ酸カルシウム板、石膏ボード、ALC 板等)の組み合わせを導き出すことである。

第2ステップとしては、建材試験センターの協力を得て、大型炉による検討を行う。この段階の主な目的は、鉄骨梁・耐火材料取り付け用コースレッド等からのヒートブリッジによる発火の有無および、載荷した場合の耐火性能の確認である。

1-4. 委員会構成

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」(耐火部材開発)委員会名簿(順不同・敬称略)

	氏 名	所 属
委員長	稲田 達夫	福岡大学 工学部建築学科 教授
副委員長	塩屋 晋一	鹿児島大学大学院 理工学研究科 教授
委員	倉富 洋	福岡大学 工学部建築学科 助教
委員	堺 純一	福岡大学 工学部建築学科 教授
委員	井上 正文	大分大学 工学部・福祉環境工学科 建築コース 教授
委員	荒木 博章	熊本県林業研究指導所 林産加工部長
委員	山之内 清竜	鹿児島県工業技術センター 地域資源部長
委員	矢垰 和彦	建材試験センター西日本試験所
委員	鈴木 淳一	国土技術政策総合研究所 防火基準研究室 主任研究官
委員	成瀬 友宏	建築研究所 防火研究グループ 上席研究員
委員	上川 大輔	森林総合研究所 主任研究員
委員	梶原 茂	(株)オーシカ 九州営業所長
委員	佐々木 幸久	山佐木材(株) 代表取締役
委員	村田 忠	山佐木材(株) 取締役部長
事務局	塩﨑 征男	山佐木材(株) 常務取締役
事務局	前田 和浩	山佐木材(株) 総務経理部次長
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株) 総務経理部

事業期間

平成 26 年 9 月 26 日~平成 27 年 3 月 13 日

委員会の開催

平成 26 年 10 月 18 日(土) 第1回委員会

場所:福岡大学 工学部5号館 4階 544教室

平成27年1月24日(土) 第2回委員会

場所:福岡大学 工学部5号館 4階 544教室

平成27年2月21日(土) 第3回委員会

場所:建材試験センター西日本試験所

第2章 小型炉による加熱確認試験

- 2-1. 第一回加熱試験
- 2-1-1. 試験目的
- 2-1-2. 試験体仕様
- 2-1-3. 試験方法
- 2-1-4. 試験結果
- 2-1-5. 考察
- 2-2. 第二回加熱試験
- 2-2-1. 試験目的
- 2-2-2. 試験体仕様
- 2-2-3. 試験方法
- 2-2-4. 試験結果
- 2-2-5. 考察
- 2-3. 第三回加熱試験
- 2-3-1. 試験目的
- 2-3-2. 試験体仕様
- 2-3-3. 試験方法
- 2-3-4. 試験結果
- 2-3-5. 考察
- 2-4. まとめ

第2章 小型炉による加熱確認試験

(a) 試験概要

2 時間耐火性能を有する床構造を実現するため、耐火被覆材の厚さ、材質および被覆方法 を検討することに重点を置き、小型耐火炉を用いて予備実験を実施した。予備実験は三回 に分けて行い、それぞれの実験結果を考察して最適な被覆方法を検討する。

(b) 実験を行なった場所・時期

場所:(独)森林総合研究所 木材特殊実験棟

時期:平成26年6月下旬(第一回)

平成26年10月上旬(第二回)

平成27年1月中旬~3月上旬(第三回)

2-1. 第一回加熱試験

2-1-1. 試験の目的

2 時間耐火性能を有する床構造の実現のために必要な耐火被覆材の厚さおよび材質について検討する。本試験に用いた耐火被覆材は、珪酸カルシウム板と強化石膏ボードの二種類である。また被覆方法として、被覆タイプと、燃え止まりタイプの二つの方法について検討した。

2-1-2. 試験体の仕様

本試験では、被覆タイプ 2 体、燃え止まりタイプ 1 体の計 3 体実施した。試験体詳細図を図 2-1-1 に、試験体一覧を表 2-1-1 に、それぞれ示す。図中〇囲みの数字は熱電対取り付け位置である。試験体は 700x700mm とし、燃焼部は 500x500mm である。なお、CLT パネルと耐火被覆材は、何れの試験体もコースレッド(非加熱部のみ)と接着剤を用いて接着している。

(a) 被覆タイプ

被覆タイプの CLT パネルはラミナ厚 45 mm の 3 層 3 プライ(厚さ 135 mm)とした。耐火被覆材の厚さは何れも 75 mm 厚とし、材質はそれぞれ珪酸カルシウム板($25 mm \times 3$ 層)と強化石膏ボード($15 mm \times 5$ 層)の仕様である。

(b) 燃え止まりタイプ

本試験における燃え止まりタイプは、木材を現わしで使用することを想定したものである。燃え止まりタイプの CLT パネルは、ラミナ厚 $30 \, \mathrm{mm}$ の $3 \, \mathrm{max}$ $2 \, \mathrm{max}$ $2 \, \mathrm{max}$ を用いた。耐火被覆材には珪酸カルシウム板を選定し、厚さは $2 \, \mathrm{max}$ $2 \, \mathrm{max$

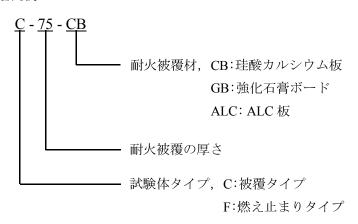
番号	試験体名	タイプ	被覆材の厚さ (mm)	耐火被覆の仕様
1	C-75-CB	被覆	75	珪酸カルシウム板25mm x 3枚
2	C-75-GB	被覆	75	強化石膏ボード15mm x 5枚
3	F-50-CB	燃え止まり	50	珪酸カルシウム板25mm x 2枚

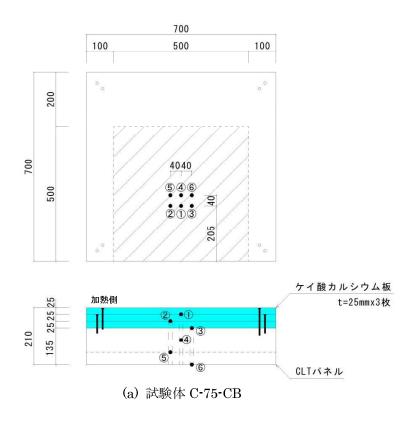
表 2-1-1 第一回小型炉加熱試験の試験体一覧

珪酸カルシウム板:ニュータイカライト1号(日本インシュレーション(株))

強化石膏ボード:タイプZ(吉野石膏(株))

試験体名凡例





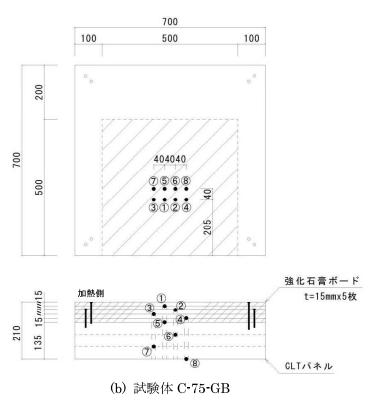


図 2-1-1 試験体詳細図 (つづく)

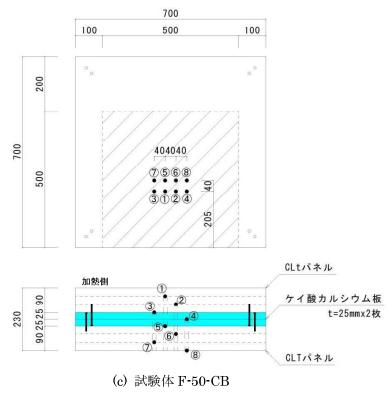


図 2-1-1 試験体詳細図 (つづき)

2-1-3. 試験方法

本試験では、(独)森林総合研究所の小型耐火炉を使用した(写真 2-1-1 参照)。加熱は ISO834標準加熱温度曲線に従い、加熱時間は2時間とし、その後は炉内に試験体を設置したまま、加熱時間の3倍時間にあたる6時間放置した。

温度測定は、試験体内部の温度を ϕ 2.3mm のシース型熱電対で、CLT 裏面の温度を素線 ϕ 0.65mm のディスク付き熱電対で測定した。特に試験体内部は、耐火被覆材同士および CLT パネルとの境界面を重点的に測定した。

耐火性能の評価基準として、試験後の脱炉・分解時に目視により炭化の有無を確認する。 また、試験時には耐火被覆材と CLT パネルの境界面温度が、木材発火温度とされる 260° C を超過しないことも併せて確認することとした。



写真 2-1-1 小型耐火炉

2-1-4. 試験結果

(a) 1. C-75-CB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-1-2 に示す。CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中③で表記)は、ピーク時(試験開始後 236 分)で 128^{\circ} C程度であり、木材の発火温度とされる 260^{\circ} Cまで達していないことがわかる。また、写真 2-1-2 に示すように、試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、炭化や変色は見られなかった。このことより、本試験体の仕様は、2 時間耐火性能を確保することが可能であるものと推察される。

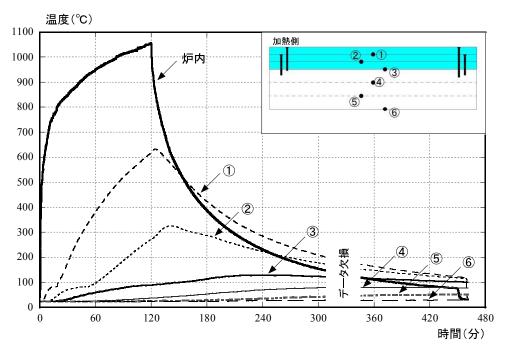


図 2-1-2 実験結果 (温度-時間曲線)



(a) 加熱面の珪酸カルシウム板



(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-1-2 実験終了後

(b) 2. C-75-GB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-1-3 に示す。CLT パネルと強化石膏ボードの境界面温度(図中⑤で表記)は、加熱後 90 分あたりから 100^{\circ}C付近に達し、放置中もこの温度を保持した。試験後に試験体を解体すると、加熱側より三層目までの石膏ボードは脆性的な崩れ方を示したが、四層目および五層目の石膏ボードは元の形状を保持していた。また、写真 2-1-3 に示すように、試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、焦げや変色は見られなかった。このことより、本試験体の仕様は、2 時間耐火性能を付与できるものと考えられる。

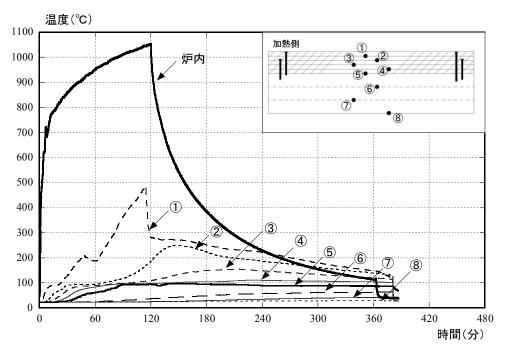


図 2-1-3 実験結果 (温度一時間曲線)



(a) 加熱面の強化石膏ボード



(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-1-3 実験終了後

(c) 3. F-50-CB

試験で得られた温度-時間曲線を図 2-1-4 に示す。本試験では、所定の時間 480 分が経過しても、CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中⑤で表記)は温度上昇が観察されたため、その後も継続して試験を行なった。720 分あたりから全体的に温度が下降をはじめ、境界面温度のピークは 749 分で 167° Cを観測した。最終的には加熱側 CLT パネルの側面から火が燃え抜けたことで実験を終了しており、加熱側の CLT パネルには赤熱現象が見られた。その様子を写真 2-1-4(a)に示す。同写真(b)には試験体解体後の CLT 非加熱側を示しており、変色が観察されていることがわかる。

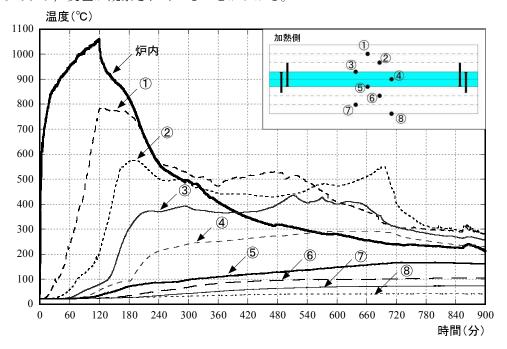


図 2-1-4 実験結果 (温度-時間曲線)



(a) 加熱面の CLT パネル



(b) 裏面の加熱側 CLT パネル

写真 2-1-4 実験終了後

2-1-5. 考察

第一回加熱試験により,以下のことを明らかとした。

- 1) 被覆タイプとして使用する場合, 珪酸カルシウム板および強化石膏ボードともに, 厚さ 75mm あれば二時間耐火性能を確保できる。
- 2) 珪酸カルシウム板は長時間加熱しても形状を保持するが、強化石膏ボードと比較すると 熱を通しやすい。一方で、強化石膏ボードは結晶水を含んでいるため、結晶水があるう ちは 100℃近くを保持するが、蒸発してしまうと脆性的に崩れる。これらの性質を踏ま えると、形状を保持する珪酸カルシウム板を加熱側に、温度上昇を抑制する強化石膏ボ ードを内部層に配置する被覆方法が有効であるものと考えられる。
- 3) 本試験体仕様の燃え止まりタイプは、珪酸カルシウム板と非加熱側 CLT パネルの境界 面温度が 260℃に達しなかったものの、非加熱側の CLT パネル表面には変色が見られ、 加熱側 CLT パネルには赤熱現象が観察された。また、本試験では側面から燃え抜けて しまったため、燃え抜け防止策を施して再度試験を行なう必要がある。

2-2. 第二回加熱試験

2-2-1. 試験の目的

第一回目の試験結果を踏まえ、本試験ではより合理的な被覆方法を検討する。

第二回目の主な目的は、可能な限り薄い耐火被覆材を用いて二時間耐火性能を確保する ことである。

被覆タイプの場合,前回試験より 75mm 厚で二時間耐火性能が確保されることを示した。 しかしながら,被覆材に 75mm の厚さを取られることは,床全体の厚さとして考慮した際 に厚くなりすぎるため,より薄い仕様で性能を確保することが必要であると考えられる。 そこで,前回試験より明らかとなった珪酸カルシウム板と強化石膏ボードの特徴を活かし た被覆仕様を検討し,加熱試験を実施する。

また、燃え止まりタイプは、側面からの燃え抜け防止策を施したうえで、前回より薄い 耐火被覆材を用いて実験する。

2-2-2. 試験体の仕様

図 2-2-1 に試験体図を、表 2-2-1 に試験体一覧をそれぞれ示す。試験体の幅およびせい、 CLT パネルの仕様は前回試験と同様である。図中〇囲みの数字は熱電対取り付け位置である。

本試験で実施するのは、被覆タイプ1体、燃え止まりタイプ1体の計2体である。

(a) 被覆タイプ

被覆タイプの耐火被覆材は、珪酸カルシウム板と強化石膏ボードの複合タイプとした。 珪酸カルシウム板は厚さ 15mm、強化石膏ボードは厚さ 30mm(15mm x 2 枚)であり、 被覆材の厚さは計 45mm となる。

(b) 燃え止まりタイプ

燃え止まりタイプに使用した耐火被覆材は珪酸カルシウム板であり、厚さは 30mm ($15mm \times 2$ 枚) とした。前回仕様より薄くしているのは、被覆材自体の厚さをより薄くすることを目的としていることと、前回試験結果より非加熱側 CLT パネルと珪酸カルシウム板との境界面の温度が 167 \mathbb{C} に抑えられていたことを勘案した。

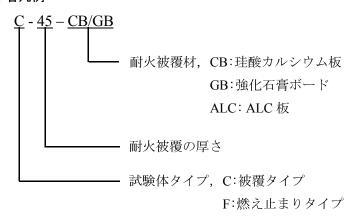
番号	試験体名	タイプ	被覆材の厚さ (mm)	耐火被覆の仕様
4	C-45-CB/GB	被覆	45	珪酸カルシウム板15mm + 強化石膏ボード15mmx 2枚
5	F-30-CB	燃え止まり	30	珪酸カルシウム板15mm x 2枚

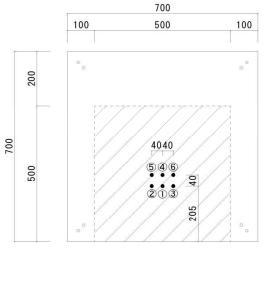
表 2-2-1 第二回小型炉加熱試験の試験体一覧

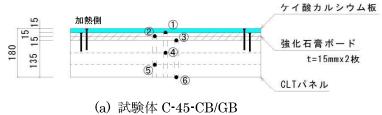
珪酸カルシウム板:ニュータイカライト1号(日本インシュレーション(株))

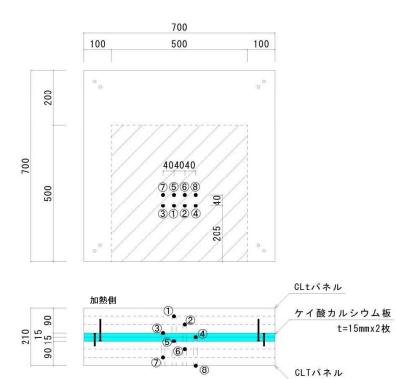
強化石膏ボード:タイプZ(吉野石膏(株))

試験体名凡例









(b) 試験体 F-30-CB図 2-2-1 試験体詳細図

2-2-3. 試験方法

前回同様,本試験では,(独)森林総合研究所の小型耐火炉を使用した。加熱は ISO834標準加熱温度曲線に従い,加熱時間は 2 時間とし,その後は炉内に試験体を設置したまま,加熱時間の 3 倍時間にあたる 6 時間放置した。

温度測定は、試験体内部の温度を ϕ 2.3mm のシース型熱電対で、CLT 裏面の温度を素線 ϕ 0.65mm のディスク付き熱電対で測定した。特に試験体内部は、耐火被覆材同士および CLT パネルとの境界面を重点的に測定した。

耐火性能の評価基準として、試験後の脱炉・分解時に目視により炭化の有無を確認する。 また、試験時においては耐火被覆材裏面の CLT パネル表面温度が木材着火温度とされる 260℃を超過しないことも併せて確認することとした。

2-2-4. 試験結果

(a) 4. C-45-CB/GB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-2-2 に示す。試験は所定の時間を放置した時点で熱電対④~⑥の位置で温度上昇が確認されたため、試験を継続した。CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中③で表記)は、ピーク時(試験開始後 295 分)で 217℃程度であり、木材の発火温度とされる 260℃まで達していないことがわかる。しかしながら、試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、脱炉・分解時に CLT 表面の右側を中心に赤熱燃焼が継続しており、写真 2-2-1 に示すように加熱範囲全体に炭化が見られ、断熱性能が不足していることが窺えた。

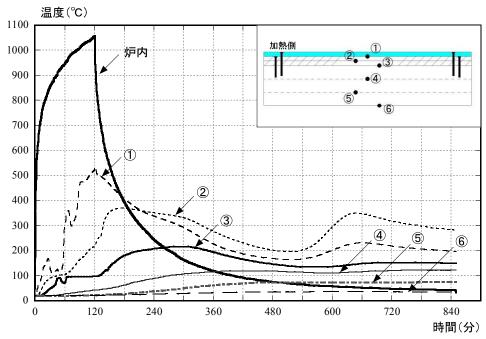


図 2-2-2 実験結果 (温度-時間曲線)



(a) 加熱面の珪酸カルシウム板



(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-2-1 実験終了後

(b) 5. F-30-CB

試験で得られた温度-時間曲線を図 2-2-3 に示す。試験は所定の時間を放置した時点で熱電対②~\$の位置で温度上昇が確認されたため、試験を続行した。CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中⑤で表記)は、ピーク時(試験開始後 652 分)で 228 $^{\circ}$ C程度であった。脱炉時の写真を 2-2-2 に示す。加熱範囲のほとんどで加熱側 CLT は燃え尽きており、上部と側面の炭化物が赤熱燃焼を続けていた。裏面側 CLT パネルの加熱側では、加熱範囲の多くで炭化が見られ、断熱性が不足していることが確認された。なお、本試験では側面を石膏ボードで被覆したため、燃え抜けは見られなかった。

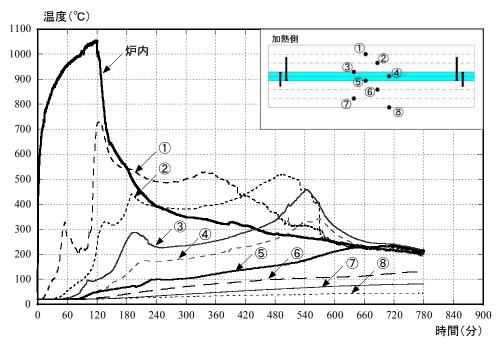


図 2-2-3 実験結果(温度一時間曲線)







(b) 裏面の加熱側 CLT パネル

写真 2-2-2 実験終了後

2-2-5. 考察

第二回加熱試験により,以下のことを明らかとした。

- 1) 被覆タイプでは耐火被覆層を 45mm としたが、試験終了後の解体において CLT パネル に炭化が観察されたことから、二時間耐火性能を確保できなかった。しかしながら、珪 酸カルシウム板を加熱側に配置したことで強化石膏ボードの崩れは防止でき、二層目の 石膏ボードで一定時間の温度上昇を抑制できたため、本試験体のような複合方式は有効 であるものと考えられる。
- 2) 燃え止まりタイプも同様に 30mm 厚の耐火被覆では二時間耐火性能を確保できなかった。また、加熱側の CLT パネルを 90mm としているため、完全に燃え尽きるまで時間を要することが確認された。このことより、燃え止まりタイプの改善策の一つとして、加熱側の CLT パネルを 90mm より薄くし、短時間で燃え尽きさせるような工夫が必要であるものと考えられる。
- 3) 本試験では、何れも 220℃前後で CLT パネルの炭化が確認された。通常、木材の発火 温度は 260℃とされているが、本試験の CLT パネルは比較的比重の小さいスギ材を用 いていることを考慮すると、境界面温度は 200℃程度に抑えておく必要があるものと考 えられる。
- 4) 前回試験結果と比較考察すると、耐火被覆材 75mm では十分に耐火性能を有しており、 45mm では不十分であった。このことより、温度上昇や炭化状況等を考慮すると、耐火 被覆材の厚さは 60mm 程度が最も実現性が高いものと推察される。

2-3. 第三回加熱試験

2-3-1. 試験の目的

前回,前々回までの試験結果より,二時間耐火性能を有する床構造の被覆方法について 概ね目途がついた。そこで,第三回目の試験では,以下の三点を主な目的とする。

(a) 耐火被覆材の比重の違いが耐火性能に及ぼす影響

耐火被覆の重量は、そのまま建物重量に加算されるため、可能な限り比重の小さい被覆材を選定することが重要である。そこで、これまで使用してきた強化石膏ボードや珪酸カルシウム板(ニュータイカライト 1 号)より 1 ランク下げた比重の小さい廉価版の被覆材を使用し、耐火性能の違いを検証する。

(b) 新たな耐火被覆材の耐火性能に関する検討

本試験ではこれまで使用してきた珪酸カルシウム板と石膏ボードに加え、新たな耐火被 覆材である ALC 板のユカテック(旭化成建材株式会社)の耐火性能を検証する。

(c) 燃え止まりタイプの仕様改善

前回,前々回の試験結果より,厚さ90mmのCLTパネルでは燃え尽きるまでに長時間を要し,結果として床材の耐火性能に良好な影響を及ぼさなかった。そこで,本試験では厚さ30mmの挽き板を加熱面に配置することにより,加熱時に木材を早期に燃え尽きさせ,二層目の耐火被覆で断熱性を確保することとした。本試験では厚さ30mmの挽き板と耐火被覆材を組合わせることにより,耐火性能を担保させることを狙いとする。

2-3-2. 試験体の仕様

図 2-3-1 に試験体図を、表 2-3-1 に試験体一覧をそれぞれ示す。試験体の幅およびせい、 CLT パネルの仕様は前回、前々回試験と同様である。図中〇囲みの数字は熱電対取り付け 位置である。

本試験で実施するのは、被覆タイプ6体、燃え止まりタイプ2体の計8体である。

(a) 被覆タイプ

被覆タイプの耐火被覆材は,珪酸カルシウム板,石膏ボードおよび ALC 板の三種類である。珪酸カルシウム板,石膏ボードの厚さは何れも 50mm とした。試験体番号 6 と 7 で珪酸カルシウム板のニュータイカライト 1 号,2 号の比較を行ない,試験体番号 8 と 9 で強化石膏ボードと普通石膏ボードの比較を行なう。試験体番号 10 と 11 は ALC 板ユカテックを用いており,36mm 厚 x 2 枚の 72mm 厚および,50mm 厚+強化石膏ボード 15mm 厚の計65mm 厚の被覆層を有する試験体を準備した。

(b) 燃え止まりタイプ

燃え止まりタイプ (試験体番号 12 と 13) に使用した耐火被覆材は珪酸カルシウム板と ALC 板であり、厚さはそれぞれ 30mm (15mm \times 2 枚)、36mm とした。何れの試験体も加熱側に 30mm 厚の挽き板を配置した。

表 2-3-1 第三回小型炉加熱試験の試験体一覧

番号	試験体名	タイプ	被覆材の厚さ (mm)	耐火被覆の仕様
6	C-50-CB	被覆	50	珪酸カルシウム板25mm x 2枚
7	C-50-CB*	被覆	50	珪酸カルシウム板*25mm x 2枚
8	C-50-GB	被覆	50	強化石膏ボード12.5mm x 4枚
9	C-50-GB*	被覆	50	普通石膏ボード12.5mm x 4枚
10	C-65-ALC/GB	被覆	65	ALC板50mm+強化石膏ボード15mm
11	C-72-ALC	被覆	72	ALC板36mm + 2枚
12	F-30-CB	燃え止まり	30	珪酸カルシウム板15mm x 2枚
13	F-36-ALC	燃え止まり	36	ALC板36mm

珪酸カルシウム板:ニュータイカライト1号(日本インシュレーション(株)),かさ密度0.35g/cm3

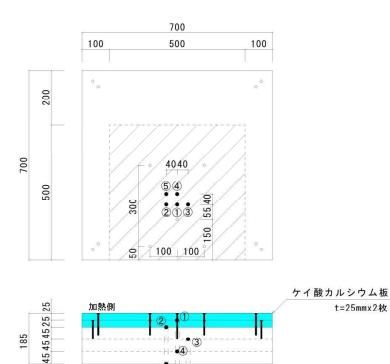
ニュータイカライト2号(日本インシュレーション(株)), かさ密度0.25g/cm3, 表中CB*で表記

強化石膏ボード:タイプZ(吉野石膏(株)), 比重0.78

普通石膏ボード: 吉野石膏(株), 比重0.65, 表中GB*で表記

ALC板: ユカテック(旭化成建材(株)), 比重0.50~0.60

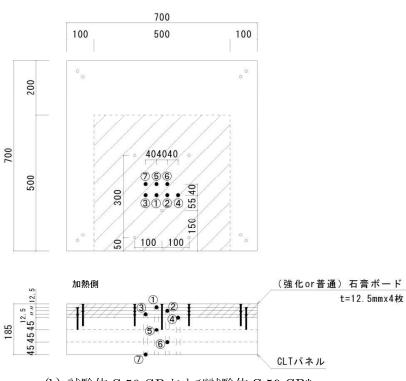
※かさ密度、比重の数値は各社ホームページの製品情報より抜粋または算定した



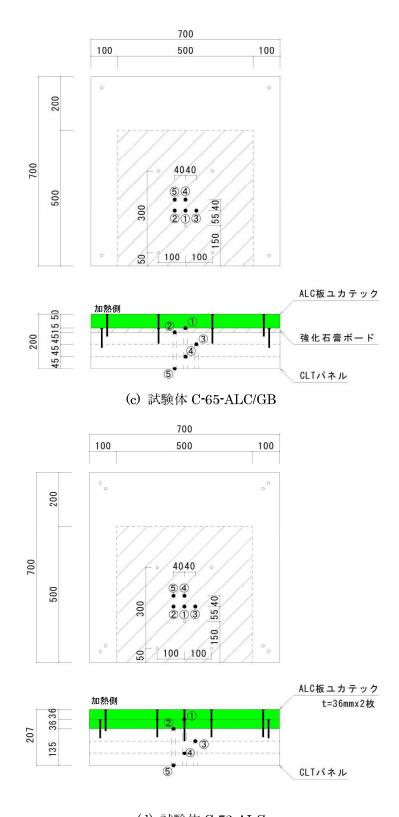
(a) 試験体 C-50-CB および試験体 C-50-CB*

t=25mmx2枚

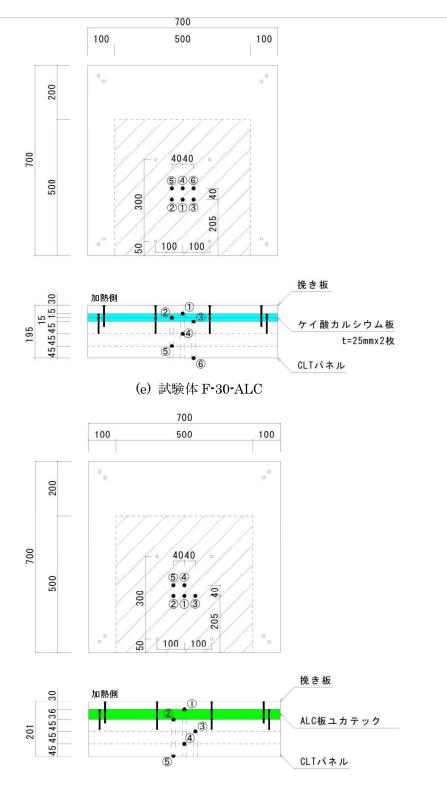
CLTパネル



(b) 試験体 C-50-GB および試験体 C-50-GB* 図 2-3-1 試験体詳細図 (つづく)



(d) 試験体 C-72-ALC図 2-3-1 試験体詳細図 (つづく)



(f) 試験体 F-36-ALC図 2-3-1 試験体詳細図 (つづき)

2-3-3. 試験方法

前回同様,本試験では,(独)森林総合研究所の小型耐火炉を使用した。加熱は ISO834標準加熱温度曲線に従い,加熱時間は 2 時間とし,その後は炉内に試験体を設置したまま,加熱時間の 3 倍時間にあたる 6 時間放置した。

温度測定は、試験体内部の温度を ϕ 2.3mm のシース型熱電対で、CLT 裏面の温度を素線 ϕ 0.65mm のディスク付き熱電対で測定した。特に試験体内部は、耐火被覆材同士および CLT パネルとの境界面を重点的に測定した。

耐火性能の評価基準として、試験後の脱炉・分解時に目視により炭化の有無を確認する。 また、試験時においては耐火被覆材裏面の CLT パネル表面温度が木材着火温度とされる 260℃を超過しないことも併せて確認することとした。

2-3-4. 試験結果

(a) 6. C-50-CB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-2 に示す。試験開始後 120 分で CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中②で表記)は 200℃付近まで達した。その後,240 分で木材発火温度 260℃を大幅に超過した 300℃に達したため,この時点で脱炉・分解作業を行なった。写真 2-3-1 に示すように,試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると,加熱範囲全体に炭化が見られ,断熱性能が不足していることが窺える。

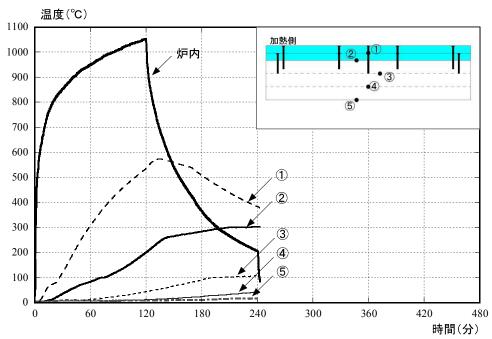
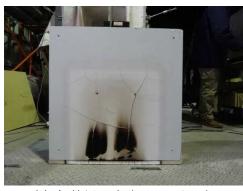


図 2-3-2 実験結果 (温度一時間曲線)



(a) 加熱側の珪酸カルシウム板



(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-3-1 実験終了後

(b) 7. C-50-CB*

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-3 に示す。試験開始後 120 分で CLT パネルと珪酸カルシウム板の境界面温度(図中②で表記)は 200 \mathbb{C} を超えた。その後,240 分で木材発火温度 260 \mathbb{C} を大幅に超過した 330 \mathbb{C} に達したため,この時点で脱炉・分解作業を行なった。写真 2-3-2 に示すように,試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると,加熱範囲全体に炭化が見られ,断熱性能が不足していることが窺える。また,ニュータイカライト 1 号を使用した \mathbb{C} -50- \mathbb{C} と比較すると,本試験体の方が境界面温度は全体的に 20~30 \mathbb{C} 程度高く測定された。

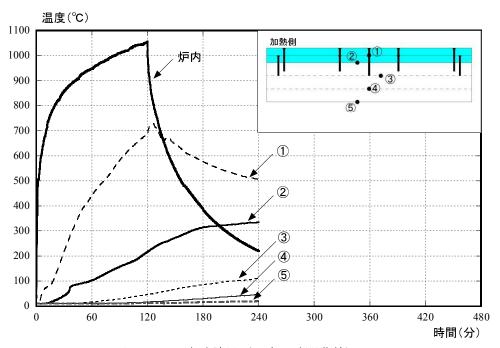


図 2-3-3 実験結果 (温度-時間曲線)



(a) 加熱側の珪酸カルシウム板

(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-3-2 実験終了後

(c) 8. C-50-GB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-4 に示す。試験開始後 120 分で CLT パネルと普通石膏ボードの境界面温度(図中④で表記)は 100 \mathbb{C} を保持していたが,150 分後,温度が急激に上昇をはじめた。270 分付近で木材発火温度 260 \mathbb{C} を超過した 300 \mathbb{C} に達し,320 \mathbb{C} をピークに下降に転じた。実験終了後に脱炉・解体した様子を写真 2-3-3 に示す。石膏ボードは加熱側から三層目まで脆い崩れ方をしており,加熱側 CLT パネル表面にも加熱範囲全体に炭化が見られ,断熱性能が不足していることが窺える。

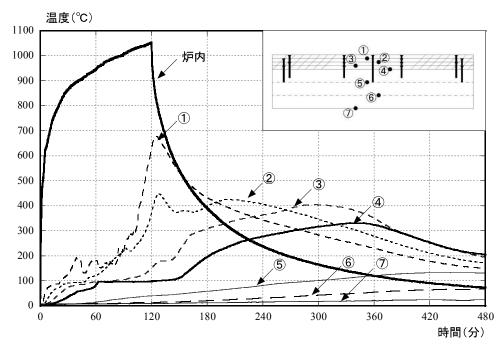


図 2-3-4 実験結果(温度一時間曲線)





(a) 加熱側の普通石膏ボード

(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-3-3 実験終了後

(d) 9. C-50-GB*

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-5 に示す。試験開始後 120 分で CLT パネルと普通石膏ボードの境界面温度(図中④で表記)は 100 $\mathbb C$ を保持していたが,消火後,温度が急激に上昇をはじめ,140 分で炉内左上に火炎が確認された。180 分で木材発火温度 260 $\mathbb C$ た幅に超過した 300 $\mathbb C$ に達したため,この時点で脱炉・分解作業を行なった。写真 2-3-4 に示すように,試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると,加熱範囲全体に炭化が見られ,断熱性能が不足していることが窺える。

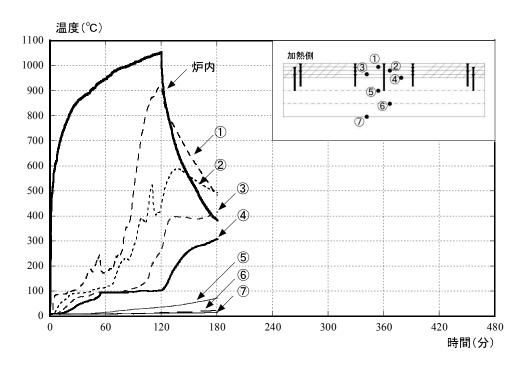


図 2-3-5 実験結果 (温度-時間曲線)







(e) 10. C-65-ALC/GB

試験で得られた温度-時間曲線を図 $2 \cdot 3 \cdot 6$ に示す。CLT パネルと強化石膏ボードの境界面温度(図中②で表記)は、加熱後 70 分あたりから 100℃付近に達し、放置中もこの温度を保持した。その後 150 分あたりから温度が上昇をはじめ、220 分付近で 195℃のピークを観測した。試験後に試験体を解体すると、ALC 板には大きなひび割れは見られなかったものの、加熱側石膏ボードは炭化が見られた。また、写真 $2 \cdot 3 \cdot 5$ に示すように、試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、変色が見られているが、場合によっては炭化と判断される可能性もある結果となった。このことより、本試験体の仕様は、2 時間耐火性能を付与するには心許ないものであると考えられる。

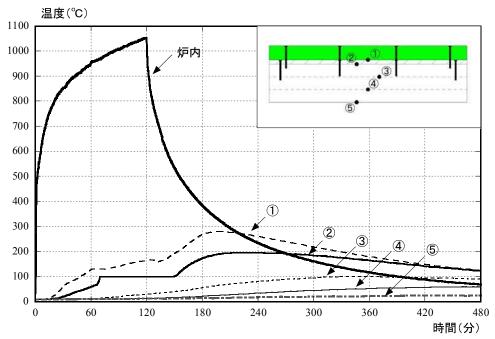


図 2-3-6 実験結果 (温度-時間曲線)





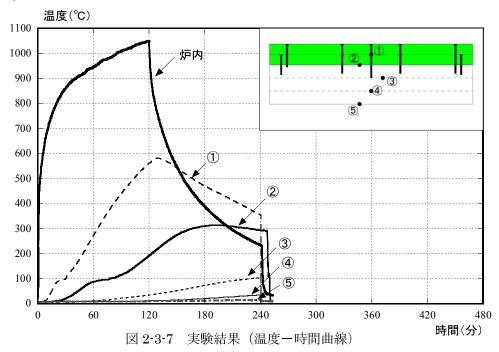
(a) 加熱側の石膏ボード

(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-3-5 実験終了後

(f) 11. C-72-ALC

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-7 に示す。CLT パネルと ALC 板の境界面温度 (図中②で表記) は、加熱後 80 分あたりから 100℃を超えて上昇をはじめ、加熱終了の 120 分で 200℃、試験開始後 180 分で 300℃を超えた。その後温度が下降を始めたため、240 分の時点で試験を終了した。試験後に試験体を解体すると、ALC 板にはひび割れは見られなかったものの、表面には木材の分解ガスによるものとみられるススの付着が観察された。また、写真 2-3-6 に示すように、加熱範囲全体に炭化が見られ、断熱性能が不足していることが窺える。珪酸カルシウム板では 75mm で二時間耐火性能を付与できたことを鑑みると、ALC 板を使用する場合は、石膏ボードを挟むなど、仕様を吟味する必要があるものと考えられる。









(b) 加熱側 CLT パネル

写真 2-3-6 実験終了後

(g) 12. F-30-CB

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-8 に示す。試験開始後 60 分付近からグラフが上下し始めた。また,熱電対位置③の 100 分~120 分間は計測が適切に行えなかったため,直線補間している。試験開始後約 50 分で加熱側のパネルが燃え尽き,被覆材に直接炎が当たる状態となった。CLT パネルとユカテックの境界面温度(図中③で表記)は温度が一定になることなく上昇を続け,120 分の時点で 300℃を超えたため,この時点で脱炉・分解作業を行なった。写真 2-3-7 に示すように,試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると,加熱範囲のほとんどで加熱側 CLT は燃え尽きており,上部と側面の炭化物が赤熱燃焼を続けていた。加熱範囲全体に炭化が見られ,断熱性能が不足していることが窺える。

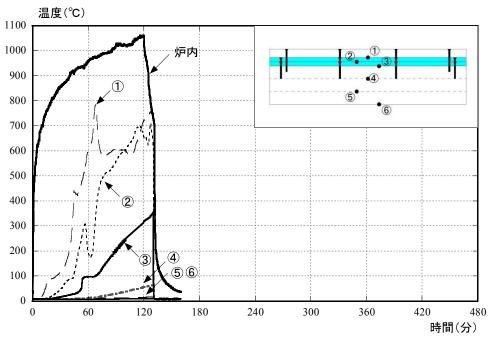


図 2-3-8 実験結果 (温度-時間曲線)



(a) 加熱側の CLT パネル



(b) 裏面の加熱側 CLT パネル

写真 2-3-7 実験終了後

(h) 13. F-36-ALC

試験で得られた温度一時間曲線を図 2-3-9 に示す。試験開始後約 50 分で加熱側のパネルが燃え尽き、被覆材に直接炎が当たる状態となった。CLT パネルとユカテックの境界面温度 (図中②で表記) は 90 分程度までは 100℃を保持していたが、その後温度が急激に上昇をはじめ、120 分で 300℃を超えたため、この時点で脱炉・分解作業を行なった。境界面で100℃を保持したのはユカテックに乾燥処理を行なっておらず、含水率が高い状態であったためだと考えられる。写真 2-3-8 に示すように、試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、加熱範囲のほとんどで加熱側 CLT は燃え尽きており、上部と側面の炭化物が赤熱燃焼を続けていた。加熱範囲全体に炭化が見られ、断熱性能が不足していることが窺える。

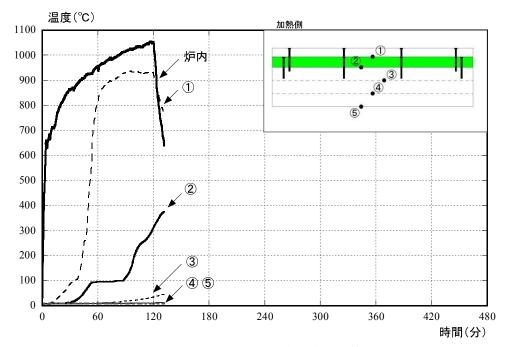


図 2-3-9 実験結果(温度-時間曲線)





(a) 加熱側の CLT パネル

(b) 裏面の加熱側 CLT パネル

写真 2-3-8 実験終了後

2-3-5. 考察

第三回加熱試験により,以下のことを明らかとした。

- 1) 被覆タイプ 50mm では、何れの条件においても二時間耐火性能を担保させることは難 しい。
- 2) 珪酸カルシウム板のニュータイカライト1号および2号の比較では、CLTパネルと珪酸カルシウム板の境界面温度に20~30℃ほどの差があり、断熱性能はニュータイカライト1号の方が優れる。
- 3) 同様に、強化石膏ボードと普通石膏ボードの比較では、2)の考察同様、境界面温度に 20~30℃ほどの差があり、普通石膏ボードの方が反りによる変形が生じやすいことが わかった。境界面温度も強化石膏ボードの方が 100℃付近を長時間保持しており、総合 的に判断して耐火性能に優れている。
- 4) ALC 板と強化石膏ボードを組合わせた試験体(番号 10)では、ぎりぎりではあるが二時間耐火性能を付与できることを示したが、ALC 板 36mm 2 枚貼りの試験体(番号 11)では二時間耐火性能は確保できなかった。このことより、強化石膏ボードを層間に設けることにより耐火性能の向上が期待できることを示した。さらに、第一回目の珪酸カルシウム板 75mm で二時間耐火性能を付与できていたことを鑑みると、ALC 板は単独で使用するよりも、石膏ボードを挟むなど仕様を工夫することで活用できるものと考えられる。
- 5) 燃え止まりタイプはいずれも所定の耐火性能を担保させることは難しく、燃え代層と耐火被覆材の厚さを再検討する必要がある結果となった。燃え代層に難燃処理を施すなど、様々なケースを検討する必要があるものと考えられる。

2-4 まとめ

二時間耐火性能を有する床構造の被覆方法を検討するため、小型耐火炉による加熱試験を行なったところ、以下の知見を得た。また、表 2-4-1 に本試験で行なった実験結果一覧をまとめた表を示す。

- 1) 珪酸カルシウム板,強化石膏ボードを用いた場合,厚さ 75mm であれば二時間耐火性能を確保できる。
- 2) 耐火被覆材の厚さが 50mm 以下では CLT パネルが炭化してしまうため, 1)の結論を鑑みると, 厚さ 60mm 程度が最も現実的であるものと考えられる。
- 3) 燃え止まりタイプは、本試験体仕様では二時間耐火性能を担保させることはできなかった。燃え代層の厚さや耐火被覆材の材質等、今後検討する必要がある。
- 4) 耐火被覆材の組み合わせとして、型崩れしにくいケイ酸カルシウム板や ALC 板を加熱側に配置し、温度上昇を 100℃付近で抑止する石膏ボードを内側に配置する方法が最も合理的であるものと考えられる。
- 5) 珪酸カルシウム板や石膏ボードの被覆材に対して、廉価版のニュータイカライト 2 号や普通石膏ボード仕様を試したが、どちらもよく使用されているニュータイカライト 1 号および強化石膏ボードに耐火性能は劣る結果となった。

境界面*のピーク 被覆材の厚さ 二時間 番号 試験体名 タイプ (mm) 耐火性能 温度(℃) 時間(min) 1 C-75-CB 75 128 236 \bigcirc 被覆 2 C-75-GB 75 110 225 0 被覆 F-50-CB 燃え止まり 167 749 3 50 Δ 4 C-45-CB/GB 被覆 45 217 295 F-30-CB 5 燃え止まり 30 228 652 C-50-CB 被覆 50 303 242 6 X 7 C-50-CB* 335 240 被覆 50 × 8 C-50-GB 被覆 50 331 342 9 C-50-GB* 被覆 50 308 180 10 C-65-ALC/GB 被覆 65 195 221 0 314 11 C-72-ALC 被覆 72 190 X 12 F-30-CB 燃え止まり 30 353 130 F-36-ALC 燃え止まり 376 131 13 36

表 2-4-1 実験結果一覧

珪酸カルシウム板:ニュータイカライト1号(日本インシュレーション(株)),かさ密度0.35g/cm³

ニュータイカライト2号(日本インシュレーション(株)),かさ密度0.25g/cm3,表中CB*で表記

強化石膏ボード:タイプZ(吉野石膏(株)), 比重0.78

普通石膏ボード: 吉野石膏(株), 比重0.65, 表中GB*で表記

ALC板: ユカテック(旭化成建材(株)), 比重0.55

※かさ密度、比重の数値は各社ホームページの製品情報より抜粋または算定した

※境界面*とは、耐火被覆材とCLTパネルの境界を指す

第3章 水平炉による加熱試験

- 3-1 第1回水平炉による加熱試験
- 3-1-1. 試験の目的
- 3-1-2. 試験体の仕様
- 3-1-3. 試験方法(加熱・測定)
- 3-1-4. 試験結果
- 3-1-5. 考察
- 3-2 第2回水平炉による加熱試験
- 3-2-1. 試験の目的
- 3-2-2. 試験体の仕様
- 3-2-3. 試験方法 (加熱·測定)
- 3-2-4. 試験結果
- 3-2-5. 考察
- 3-3-1 CLT 等新たな製品・技術の開発推進事業のうち中高層建築物等に係る 技術開発等の促進 (CLT 普及戦略の作成) 第一回 CLT 強度データー収集等連絡会議 資料抜粋 資料 3 超高層 S 造床への CLT の利用検討の進捗のうち 国土交通省よりの指摘留意点
- 3-3-2 11月実施 第1回水平炉による加熱試験 試験報告書(写)
- 3-3-3 2 月実施 第2回水平炉による加熱試験 試験報告書(写)

第3章 水平炉による加熱試験

3-1. 第1回水平炉による加熱試験

3-1-1. 試験目的

2時間耐火性能を有する被覆型床構造を実現するため、耐火被削材の厚さ、材質および被 覆方法を検討する要素試験を第2章の通り実施した。水平炉第1回目の試験では、先に実 施した2回の要素試験結果において有効と考えられた仕様の被覆材について、性能評価試 験と同様のサイズで加熱試験を行うことで、被覆材の性能確認を行うと共に、鉄骨構造への 利用を目的としているため、鋼材接合部での状況を確認することを目的として試験を実施 した。

試験は、被覆材の性能の確認を目的としていた為、上面の被覆及び載荷加熱は行わず、 また、鋼材の耐火被覆仕様も考慮して試験を実施した。

試験を行った場所・時期

場所:一般財団法人 建材試験センター中央試験所

時期:第1回目 1体目 平成26年11月6日(木)

2体目 平成26年11月11日(火)

3-1-2. 試験体仕様

本試験では、2体の試験体での試験を実施した。

CLT は、杉 Mx60 B 種 5 層 5 プライ 厚 135mm 未評価幅ハギ 接着剤:レゾルシノール 試験体被覆仕様は下表の通りである。ただし下面被覆のみ。

箇所	11月6日実施 試験体A	11 月 11 日実施 試験体 B
被覆材 1	強化石膏ボード	強化石膏ボード
	15mm×3枚 内層	21mm×3枚 内層
被覆材 2	珪酸カルシウム板	珪酸カルシウム板
	15mm×1 枚 外層	15mm×1枚 外層
鋼材	珪酸カルシウム板	珪酸カルシウム板
	35mm×2枚 2時間耐火厚×2倍	35mm×1 枚 2 時間耐火仕様

表 3-1-1 耐火被覆材仕様

試験体は、次頁の図 3-1-1, 3-1-2 を参照。

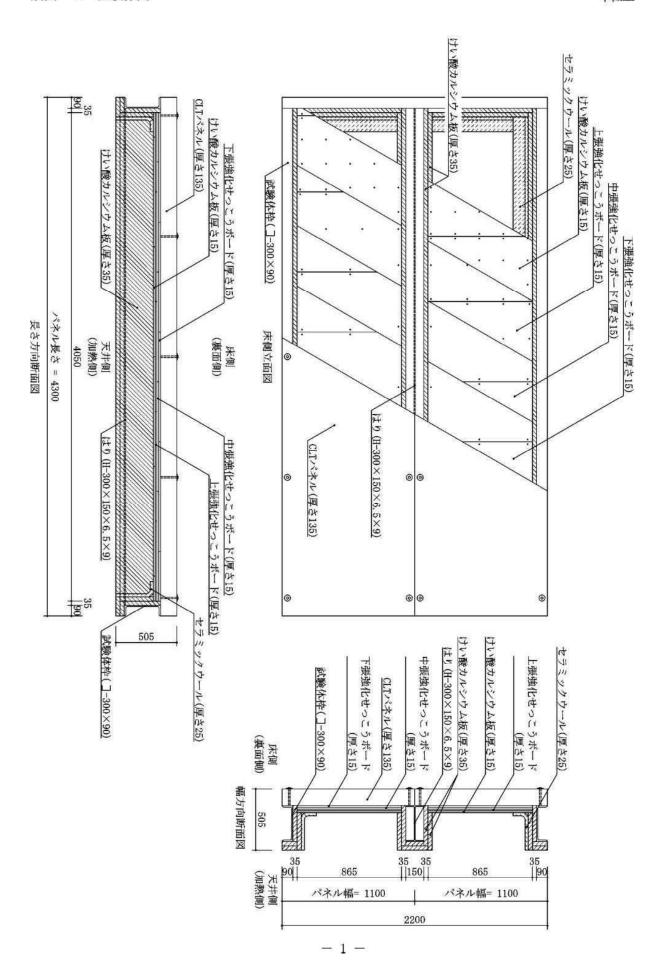
その他仕様として

- a) 被覆材の CLT への止め付けには $3.8\phi \times 51$, $4.2\phi \times 75$, $4.5\phi \times 90$ のビスを用いて 加熱面から CLT 材自体への止め付け、加熱面から強化石膏ボードへの止め付け、 内層から CLT 材への止め付けと数種類を行い、試験後の熱橋の影響を確認する。
- b) 中央に配した H 型鋼のウェブ、CLT を止め付けるボルト軸部に熱電対を設置し鋼材の 温度測定を行う。
- c) 被覆材各層間に熱電対を設置し被覆材間の温度測定を行う。

 第
 号

 別図-1
 試験体図

単位.mm



第号別図-2試験体図

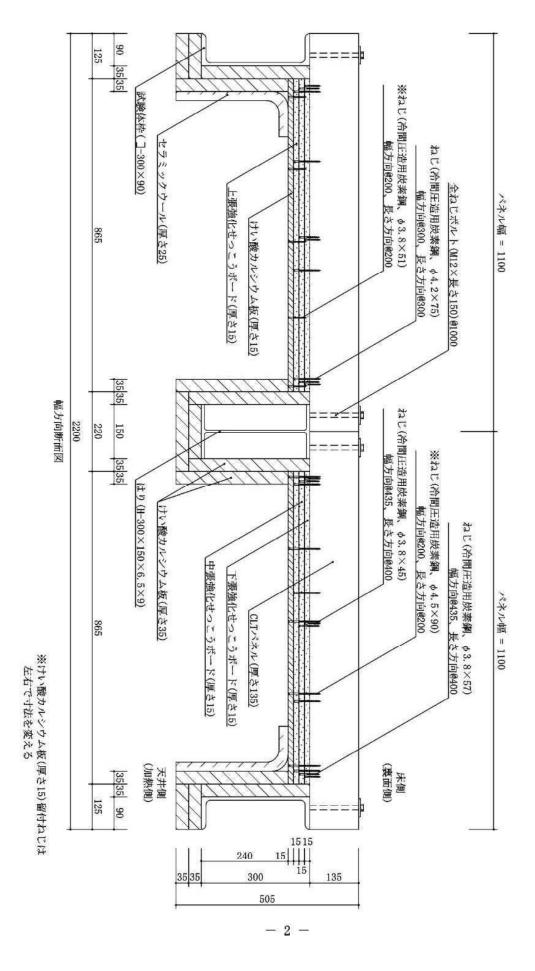


図 3-1-1. A試験体図-3 第 号 別図-3 試験体図 ※ねじ(冷間圧造用炭素鋼、右側: φ4.5×90、左側: φ3.8×51) 幅方向@200、長さ方向@200 90 中張強化せっこうボード(厚さ15) 35 下張強化せっこうボード(厚さ15) 試験体枠(J-300×90) セラミックウール(厚さ25) ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ3.8×45) 上張強化せっこうボード(厚き15) ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ4.2×75) 幅方向@300、長さ方向@300 幅方向@435、長さ方向@400 パネル長さ = 4300 長さ方向断面図 ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ3.8×57) 幅方向@435、長さ方向@400 4050 けい酸カルシウム板(厚さ15) はり(H-300×150×6,5×9) けい酸カルシウム板(厚さ35) CLTパネル (厚さ135) (¥12×長さ150)@1000 全ねじボルト ※けい酸カルシウム板(厚さ15)留付ねじは 左右で寸法を変える 天井側 (加熱側) 床侧 (裏面侧) 35 90 15 15 15 | | | | | 15 240

3 -

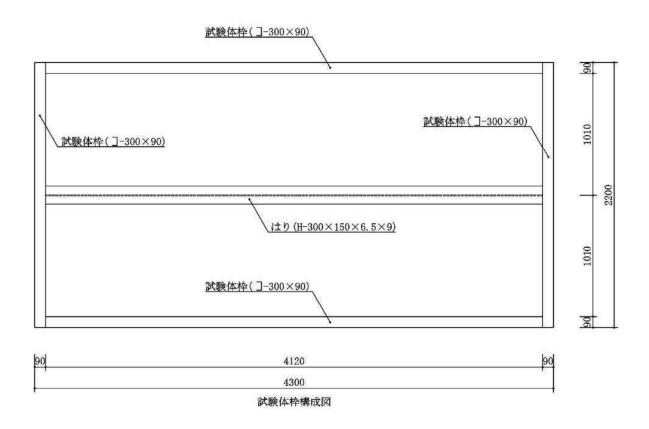
135

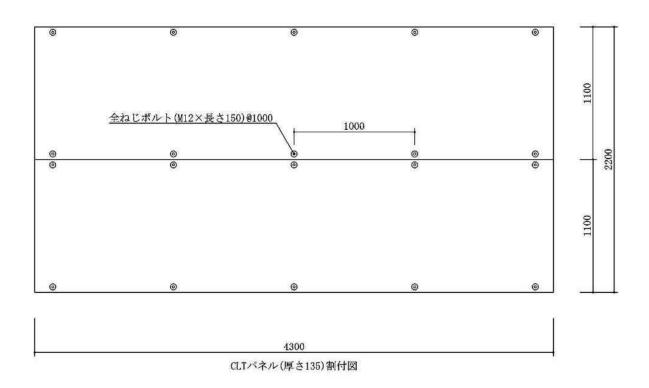
300

505

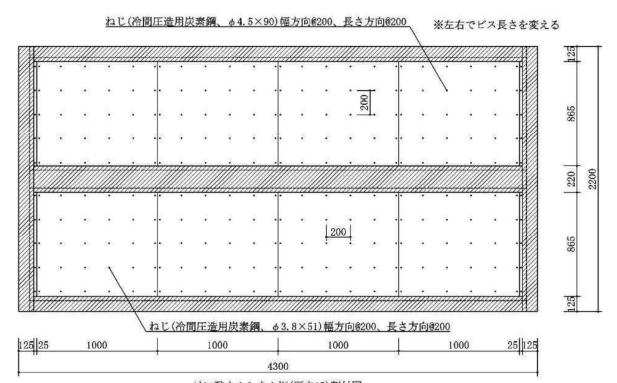
35 35

第 号 別図-4 試験体図

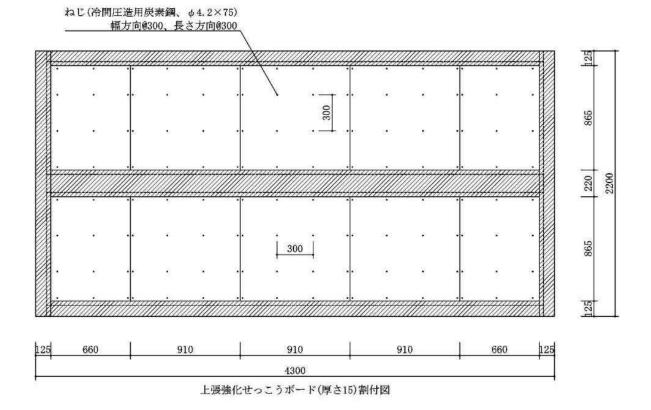




第 号 別図-5 試験体図

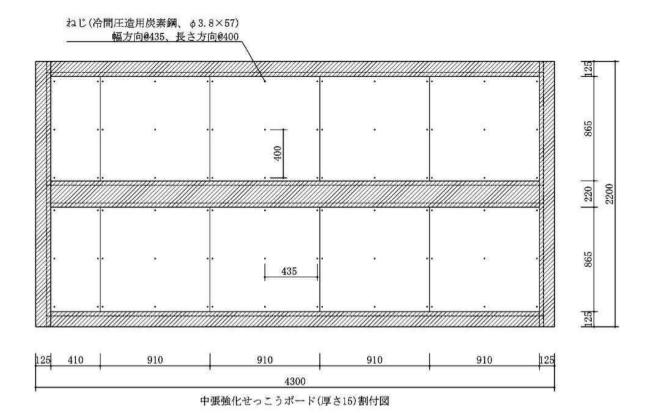


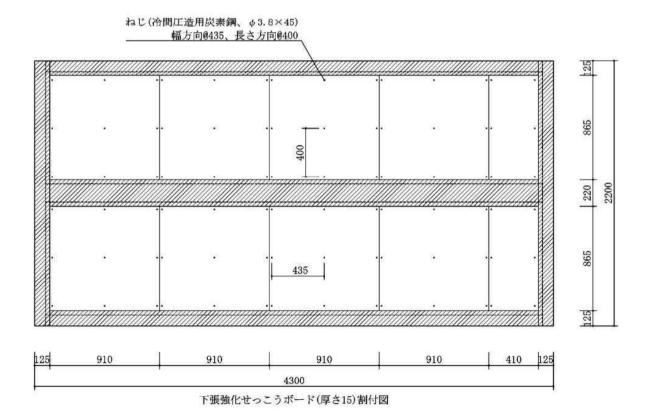
けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図



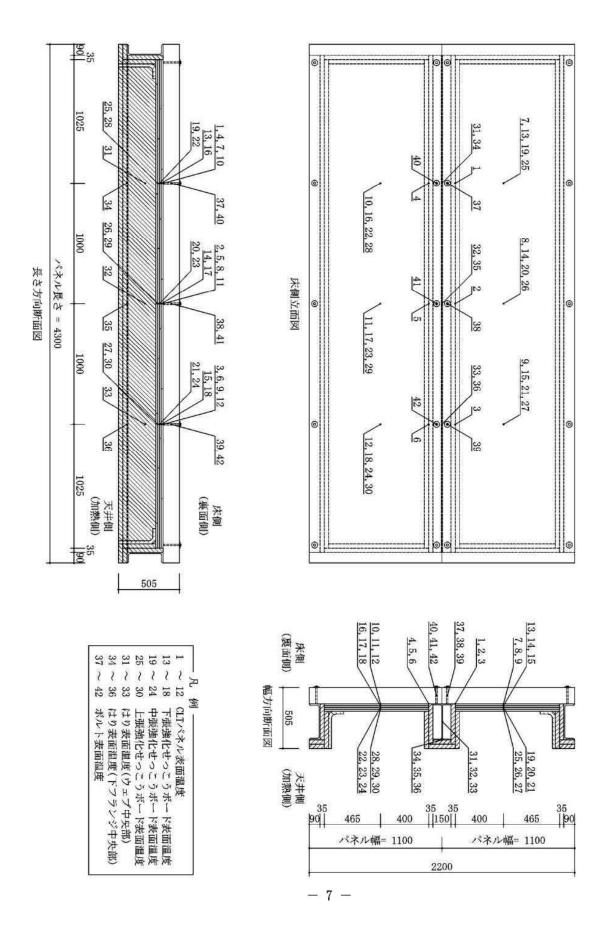
- 5 -

第 号 別図-6 試験体図

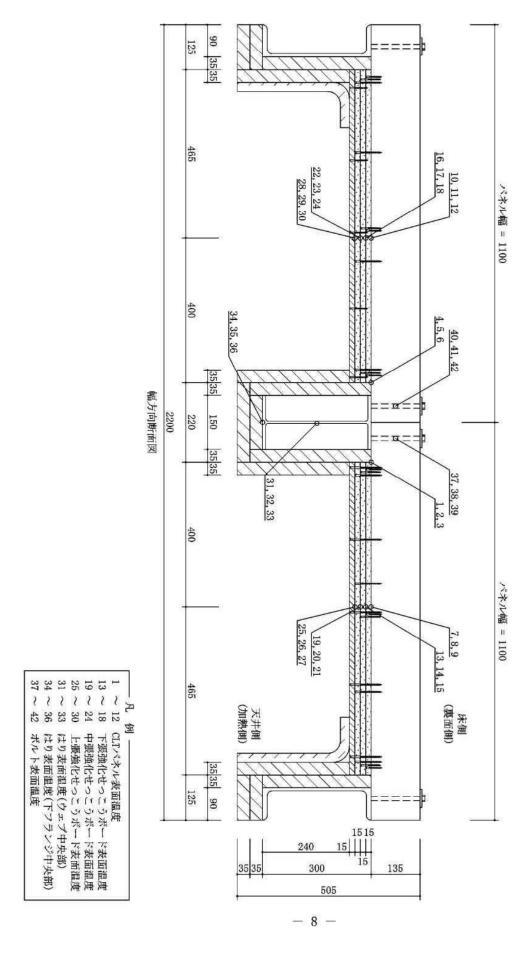




第 号 別図-7 試験体図(内部温度測定位置)



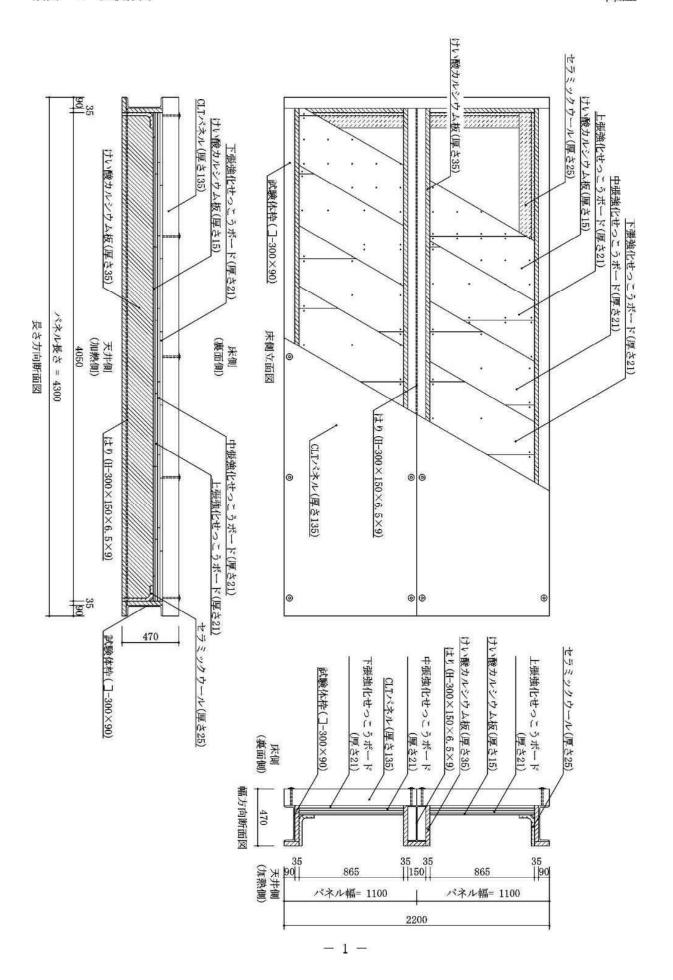
第 号 別図-8 試験体図



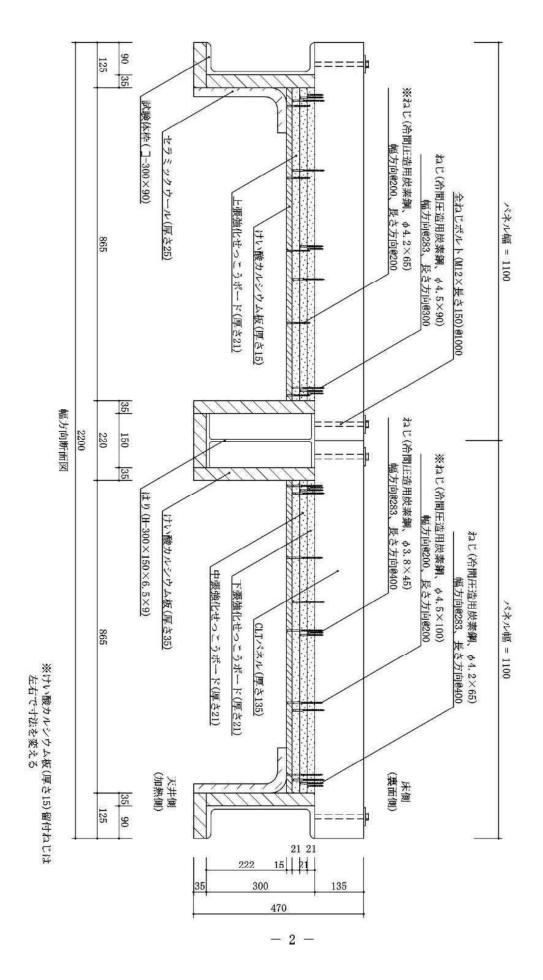
 第
 号

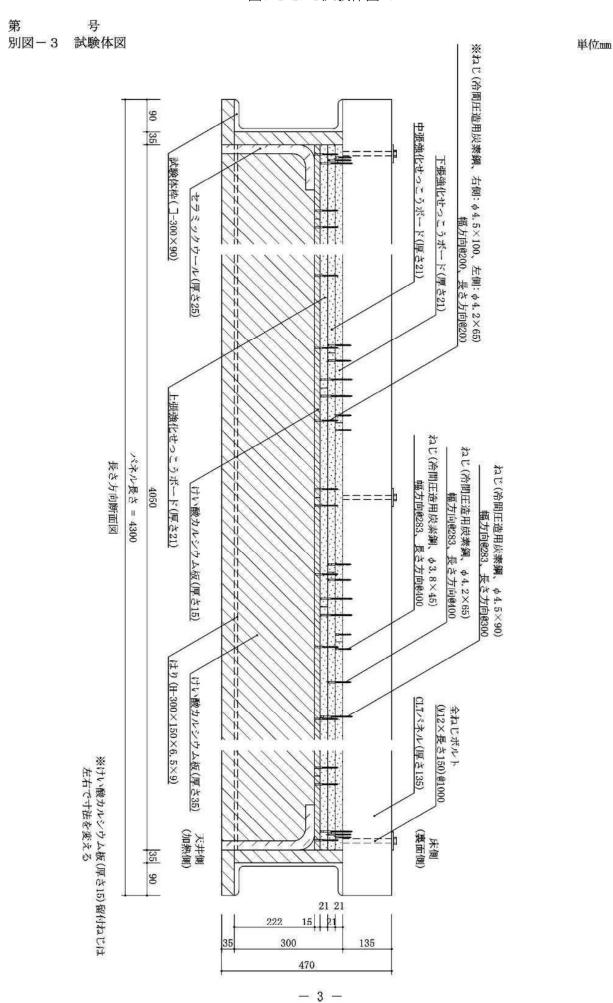
 別図-1
 試験体図

単位.mm

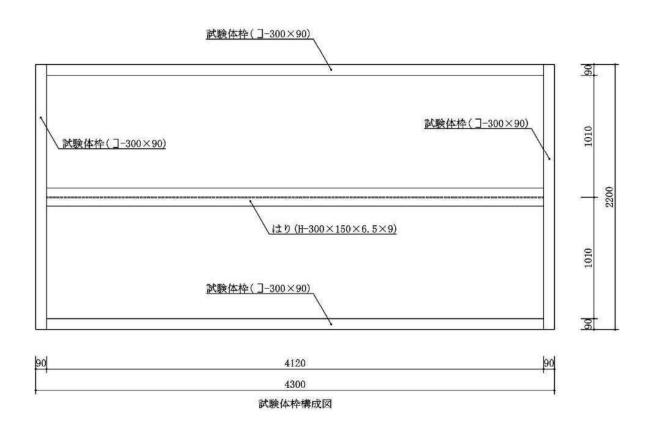


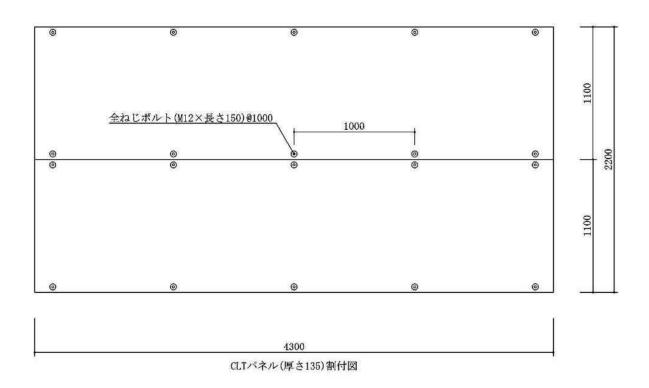
第 号 別図-2 試験体図



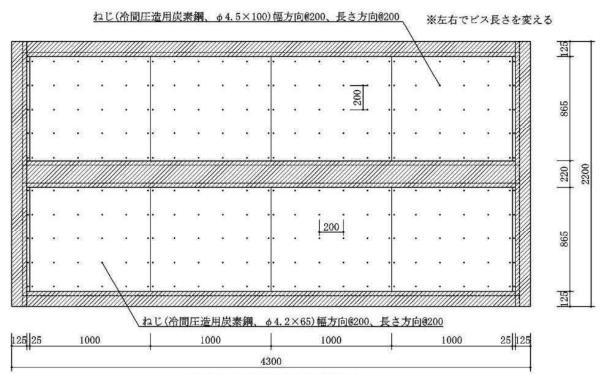


第 号 別図-4 試験体図

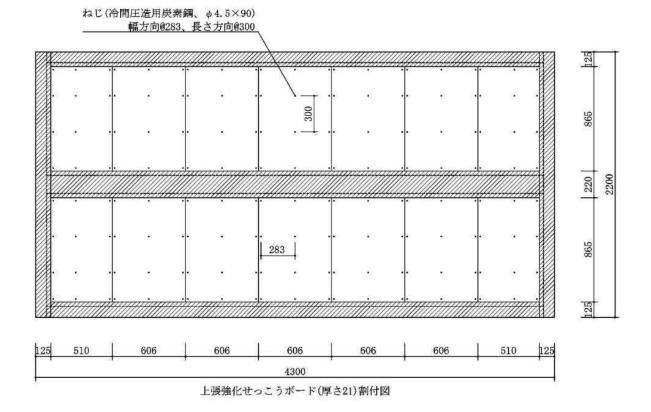




第 号 別図-5 試験体図



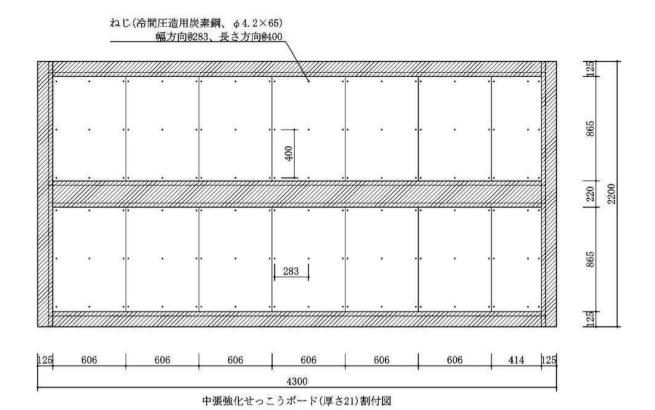
けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図



- 5 -

第 号 別図-6 試験体図

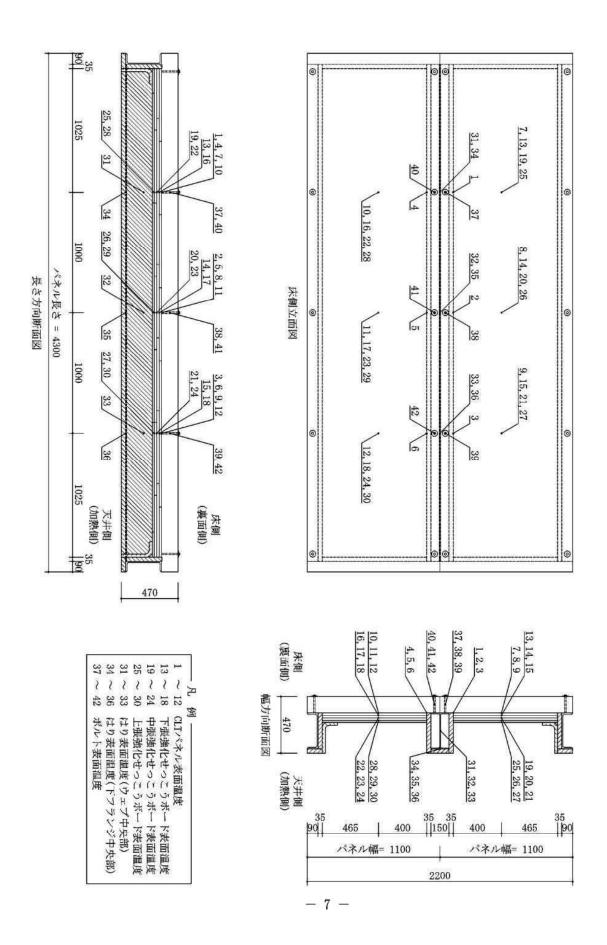
単位mm



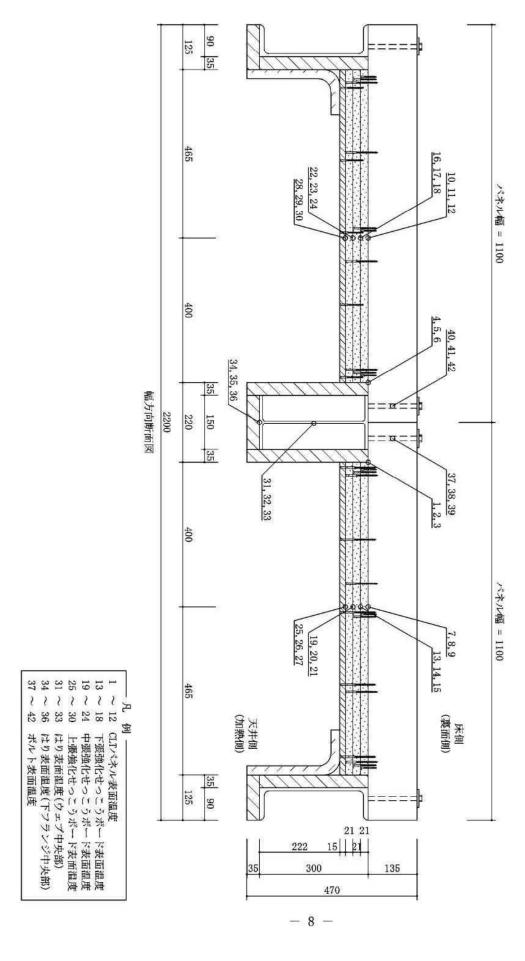
ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ3.8×45) 幅方向@283、長さ方向@400

下張強化せっこうボード(厚さ21)割付図

第 号 別図-7 試験体図(内部温度測定位置)



第 号 別図-8 試験体図



3-1-3. 試験方法(加熱・測定)

本試験では、(一財)建材試験センター中央試験所の水平炉を使用した。

試験体姿図は、写真 3-1-1,2 参照。加熱は、ISO834 標準加熱温度曲線に従い、加熱時間は 2 時間としその後炉内に試験体を設置したまま、加熱時間の 3 倍にあたる 6 時間放置した。

温度測定は、試験体内部の温度を ϕ 2.3mm のシース型熱電対で、CLT 裏面の温度を素線 ϕ 6.5mm のディスク付熱電対で測定した。耐火被覆材同士及び CLT パネルとの境界面の 温度はもつろんであるが、今回の目的でもある鋼材(H型鋼、ボルト)の温度を重点的に測定した。

試験結果の判定は、性能評価機関である(一財)建材試験センターの判定による。



写真 3-1-1 試験体加熱側

写真 3-1-2 試験体非加熱側

3-1-4. 試験結果

a) 試験体 A

試験で得られた温度一時間曲線を以下の図 3-1-3~3-1-7 に示す。



図 3-1-3 試験体A 炉内温度

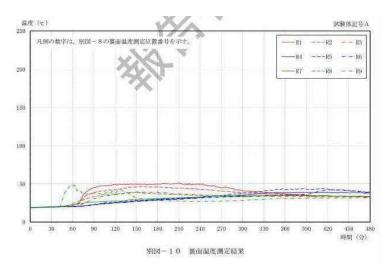


図 3-1-4 試験体A 非加熱側 CLT 表面温度

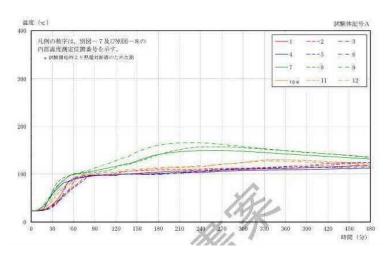


図 3-1-5 試験体 A 加熱側 CLT 表面温度

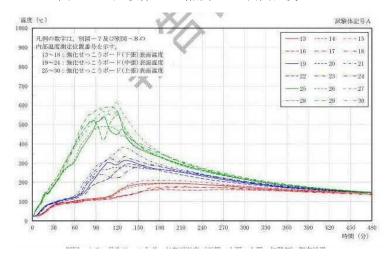


図 3-1-6 試験体 A 被覆材間温度

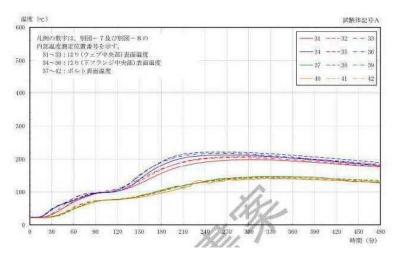


図 3-1-7 試験体 A Η型鋼、ボルト表面温度

上図の通り、今回の特に注目をした鋼材の温度については、H 型鋼の被覆材に珪酸カルシウム板 35mm を二重とした為に H 型鋼で 220 $^{\circ}$ $^{\circ}$ 、CLT を止め付けている全ネジボルトでは 200 $^{\circ}$ $^{\circ}$ 以下であったため、CLT への影響は見受けられなかった。

また、加熱側 CLT 表面温度も、200°Cには達していない。図 3-1-6 に見られるように、耐火被覆材間の温度は、外層から 3 枚目 4 枚目間の強化石膏ボードの位置で木材の着火温度とされる 260°Cに達していない。試験終了後に解体した CLT パネルを観察すると、炭化や変色は見られなかった。(写真 3-1-3, 3-1-4)このことより第 2 章の要素試験第 2 回目結果において、強化石膏ボード $15\text{mm}\times2$ 枚の仕様では、CLT の表面には炭化が見られたが、強化石膏ボード $15\text{mm}\times3$ 枚とすることで CLT との境界温度が 200°C程度あったことより今回の仕様が 2 時間耐火性能に向けての最薄の仕様でないかと考えられる。

本試験の仕様は、CLT パネル・鋼材共に 2 時間耐火性能を確保する事が可能である ものと推察される。ただし、上面被覆をしていないため上面からの放熱も考えられる。 また載荷加熱をしていないため、被覆材の撓みによる影響が無かったことなども考え られるため、二回目の水平炉試験では、これらも考慮した試験を計画することとした。



写真 3-1-3 試験終了時 加熱面



写真 3-1-4 加熱面 CLT 表面

b) 試験体 B

試験で得られた温度-時間曲線を以下の図 3-1-8~3-1-12 に示す。

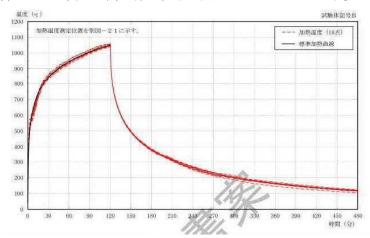


図 3-1-8 試験体 B 炉内温度

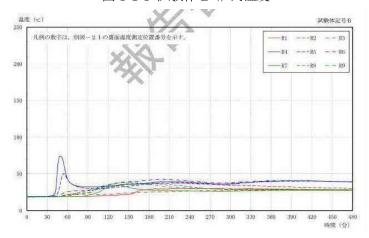


図 3-1-9 試験体 B 非加熱側 CLT 表面温度

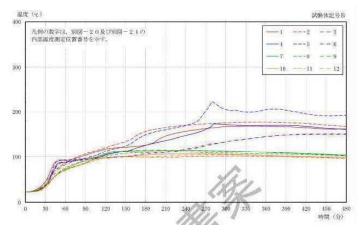


図 3-1-10 試験体 B 加熱側(被覆材内側) CLT 表面温度

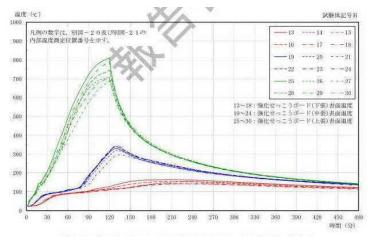


図 3-1-11 試験体 B 被覆材間温度

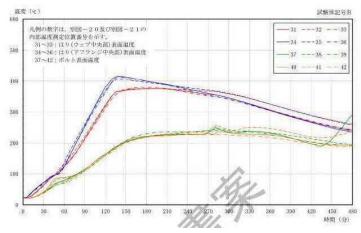


図 3-1-12 試験体 B H 型鋼、ボルト表面温度

試験体 B での CLT の耐火被覆材厚は、試験体 A に対して計 18mm 厚く配置したが、 CLT 加熱側表面温度は、かなり高い温度となった。また、被覆材間温度も増加している。 温度上昇は A 試験体と比して珪酸カルシウム板と 1 層目の硬質石膏ボード間の温度が高い 結果となった。これらは、H 型鋼の被覆厚の差によって H 型鋼自体の温度が、

A 試験体の場合、220°Cであったものが 400°C超まで上昇したことによるものと考えられる。 420 分を経過した頃から全ネジボルト部の温度が上昇し始め、ボルト接合部から煙が出始めた。 (写真 3-1-5) 試験終了後に CLT パネル解体すると全ネジボルト止め付け部において CLT パネルの燃焼が確認され(写真 3-1-6)、H 型鋼のフランジ部分に接していた CLT パネルが炭化していることも確認された。 (写真 3-1-7)

鉄骨構造の耐火 2 時間構造での鋼材危険温度は 500^{\circ} 程度と言われており、今回の試験体でも 400^{\circ} 超えとなった。木材の着火温度 260^{\circ} 以上になる事が確認された本試験により、CLT パネルと鋼材の接合部についての検討が重要課題であることが確認できた。

また、鉄骨構造 2 時間耐火構造における仕様である珪酸カルシウム板 35mm1 枚仕様では、珪酸カルシウム板の突きつけ部に収縮のため隙間が出来ていた。この点も鋼材温度を上昇させる要因でもあると考える。



写真 3-1-5 試験体 B ボルト接合部から白煙が発生



写真 3-1-6 試験体 B ボルト接合孔部に燃焼を確認



写真 3-1-7 試験体 B H 型鋼フランジ接触部の炭化

3-1-5. 考察

第1回水平炉における加熱試験により、以下のことを確認した。

- 1) 耐火被覆材として珪酸カルシウム板 15mm+強化石膏ボード 15mm×3 枚の仕様による 二時間耐火加熱試験において、一般部分(鋼材と接していない面)での CLT パネル面 の自体の炭化や変色は見られなかった。(ただし、上面被覆・載荷の影響は、次回水平炉 加熱試験での確認項目とする。)
- 2) 最外層から直接 CLT に対してビスで止めつけた箇所においても、熱橋による CLT の炭化・変色は見られなかった。
- 3) 鉄骨構造床に CLT を使用する場合には、CLT 自体の被覆材仕様も重要であるが、それ 以上に鋼材の温度上昇に対しての対応が、重要課題と考える。今年度の試験計画におい て試験実施は出来ないため来年度の重要検討項目とする。

本事業内容の推進において下記の課題・意見をいただいたので下記に記載する。

1) (一財)建材試験センターでの確認

床耐火性能評価においては、接合部(鉄骨への止め付け)は評価対象とはならない。 その為、あくまで被覆材としての試験・評価となるため木造・鉄骨造共に同仕様の試験 での実施となるが、木造耐火構造ではなく鉄骨耐火構造となり合格したとしても木造に は使用出来ない。本件に関して、センター内会議において検討をいただくこととした。

2) 国土交通省より提示された留意点

平成 26 年 11 月 5 日開催された、「CLT 等新たな製品・技術の開発推進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進(CLT 普及戦略の作成)第一回 CLT 強度データー収集等連絡会議」において、当事業の今後の推進において留意するべき点として次の二項の意見をいただいた。

- ① 床板の剛性と耐力について
- ② 火災時の床抜けについて

繰り返し地震荷重での被覆材の落下、鋼材温度による影響についてが、主たる内容であった。3-3-1 項として詳細内容を添付

3-2.第2回水平炉による加熱試験

3-2-1. 試験目的

先に実施した第1回水平炉による加熱試験結果及び第2章で報告された小型炉での加熱 試験結果に基づき選定した耐火被覆材仕様での水平炉による加熱試験を実施し耐火性能を 確認する。

今回の加熱試験は、性能評価試験と同様の試験方法とする為、上面にも耐火被覆を施しての載荷加熱を行った。また 3-1.で述べた通り性能評価試験においては、接合部を対象としないため H 型鋼や全ネジボルトは無く、床版単体での試験となる。

試験を行った場所・時期

場所: 一般財団法人 建材試験センター西日本試験所 時期: 第1回目 1体目 平成27年2月21日(土) 2体目 平成27年2月22日(日)

3-2-2. 試験体仕様

本試験では、2体の試験体での試験を実施した。

CLT は、杉 Mx60 B 種 5 層 5 プライ 厚 150mm 未評価幅ハギ 接着剤:API(高分子イソシアネート)接着剤

試験体被覆仕様は下表の通りである。ただし上・下面共同仕様とした。

表 3-2-1 耐火被覆材仕様

箇所	2月21日実施 試験体A	2月22日実施 試験体B
被覆材 1	強化石膏ボード	強化石膏ボード
	15mm×2枚 内層	15mm×3枚 内層
被覆材 2	ALC ユカテック	珪酸カルシウム板
	36mm×1枚重ね 外層	15mm×1 枚重ね 外層

試験体は、次頁の図 3-2-1, 3-2-2 を参照。

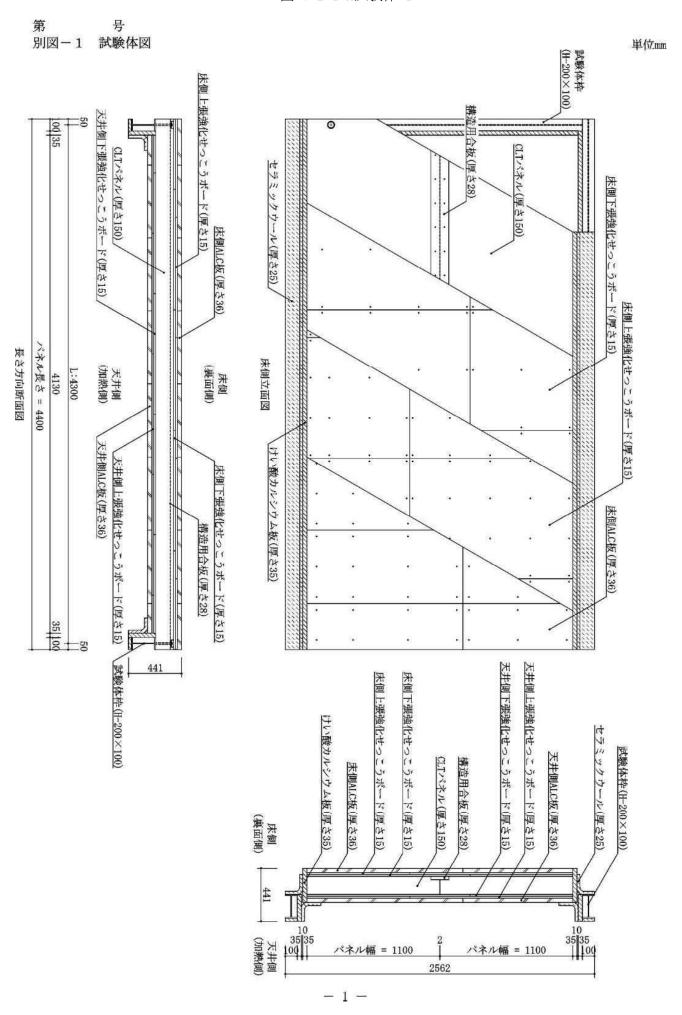
3-2-3. 試験方法(加熱・測定)

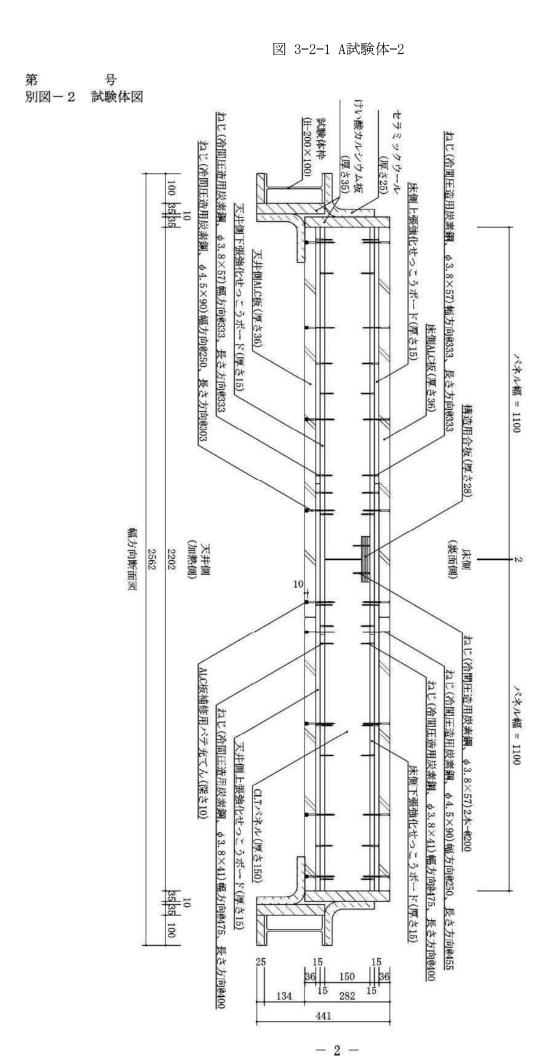
本試験では、(一財) 建材試験センター西日本試験所の水平炉を使用した。(写真 3-2-1) 試験体は、写真 3-2-2,3-2-3 参照。加熱は、ISO834 標準加熱温度曲線に従い、加熱時間は 2 時間としその後炉内に試験体を設置したまま、加熱時間の 3 倍にあたる 6 時間放置した。

温度測定は、試験体内部の温度を ϕ 2.3mm のシース型熱電対で、CLT 裏面の温度を素線 ϕ 6.5mm のディスク付熱電対で測定した。耐火被覆材同士及び CLT パネルとの境界面の 温度の他に CLT パネルの加熱側から 3 層目までの層間境界での温度も測定した。

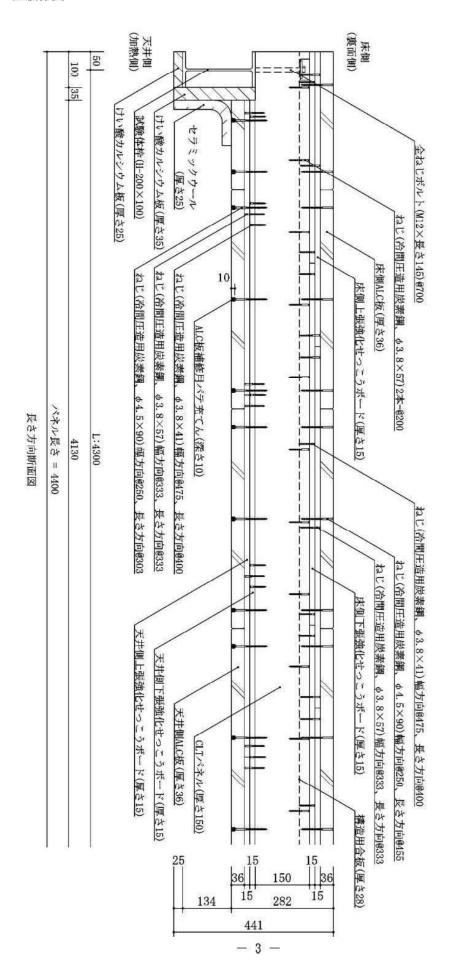
載荷条件としては、建築基準法施行令第85条より事務所相当・床の構造計算をする場合に おける積載荷重の2,900 N/m²を等分布荷重として載荷した。(図3-2-3)(写真3-2-4)

試験結果の判定は、性能評価機関である(一財)建材試験センターの判定による。

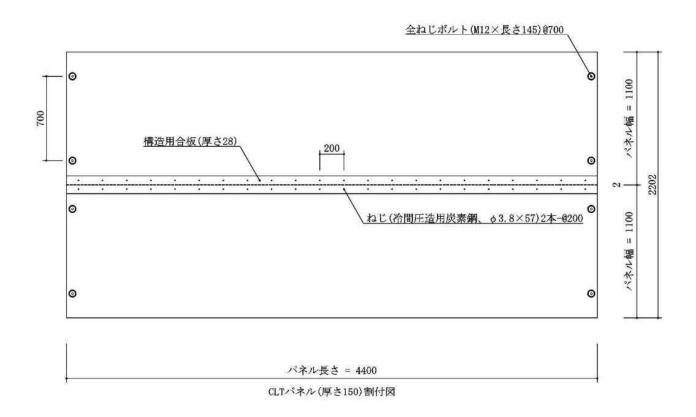




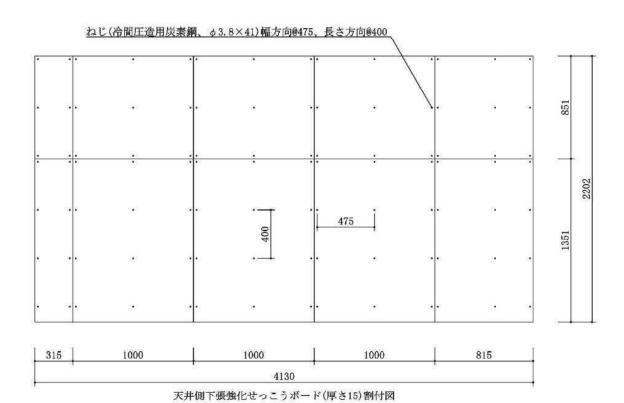
単位.mm

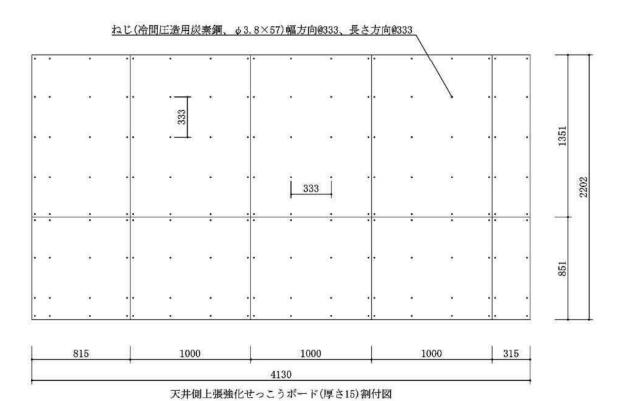


第 号 別図-4 試験体図



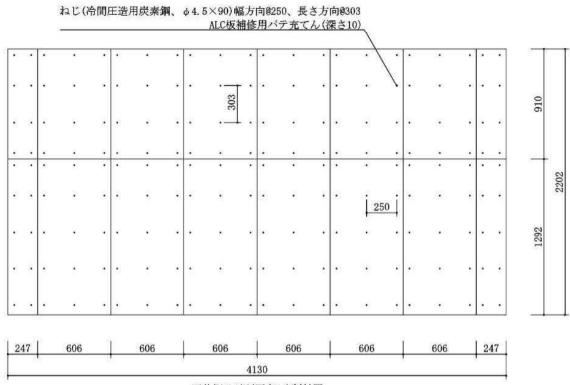
第 号 別図-5 試験体図



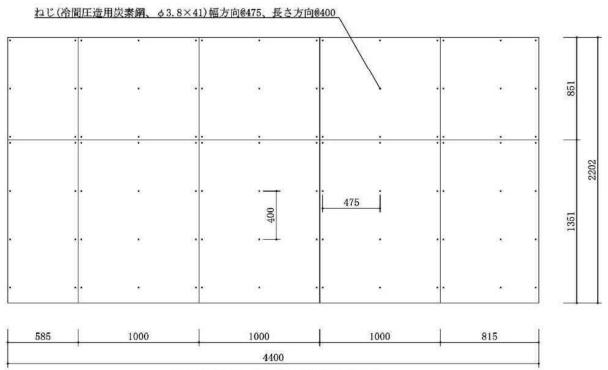


 第
 号

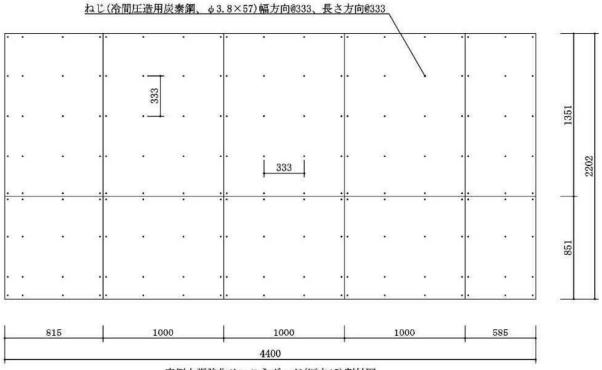
 別図-6
 試験体図



天井側ALC板(厚さ36)割付図

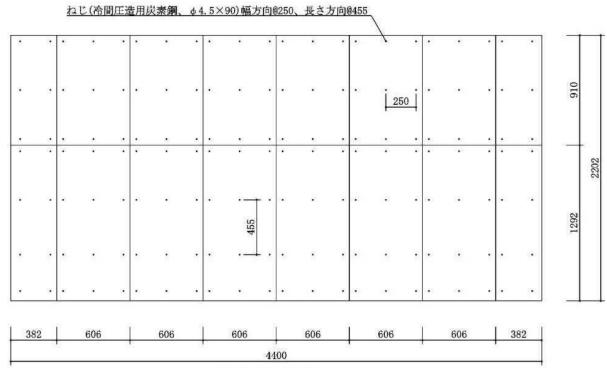


床側下張強化せっこうボード(厚さ15)割付図



床側上張強化せっこうボード(厚さ15)割付図

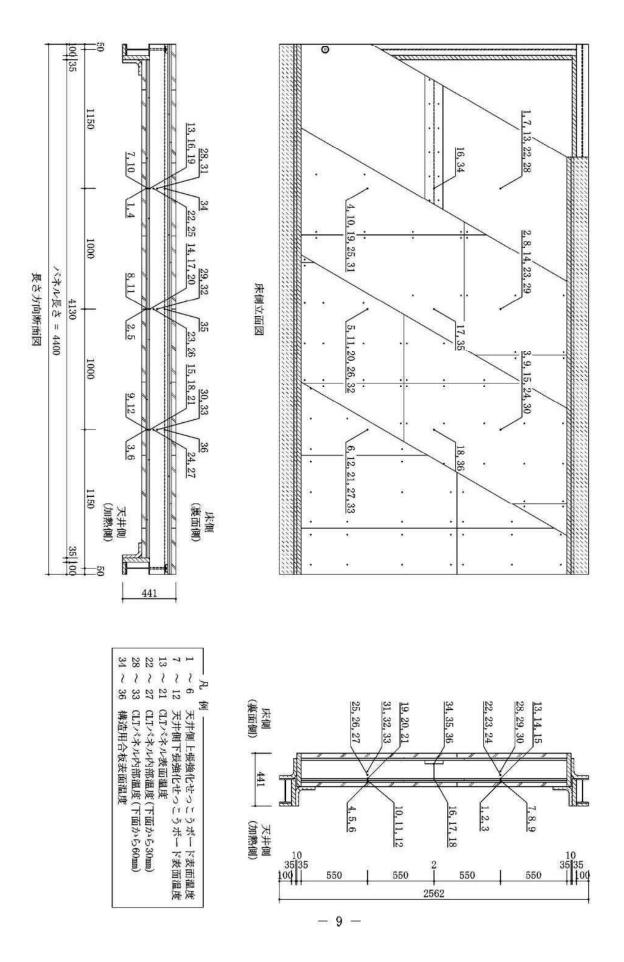
第 号 別図-8 試験体図

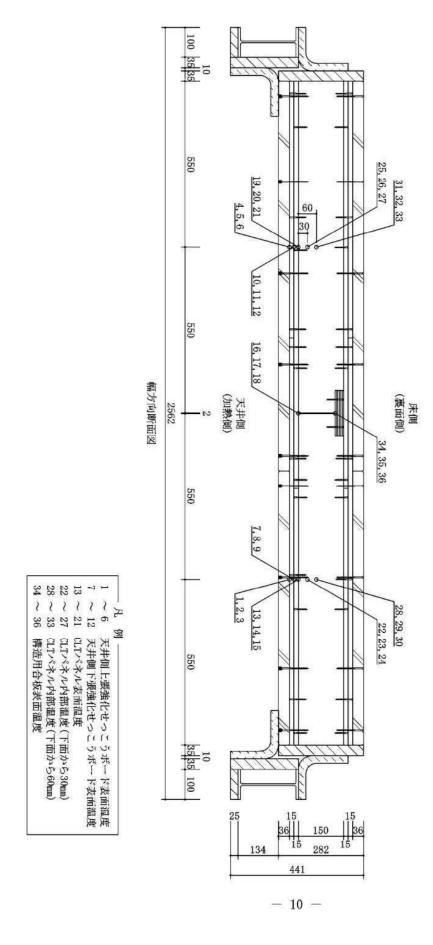


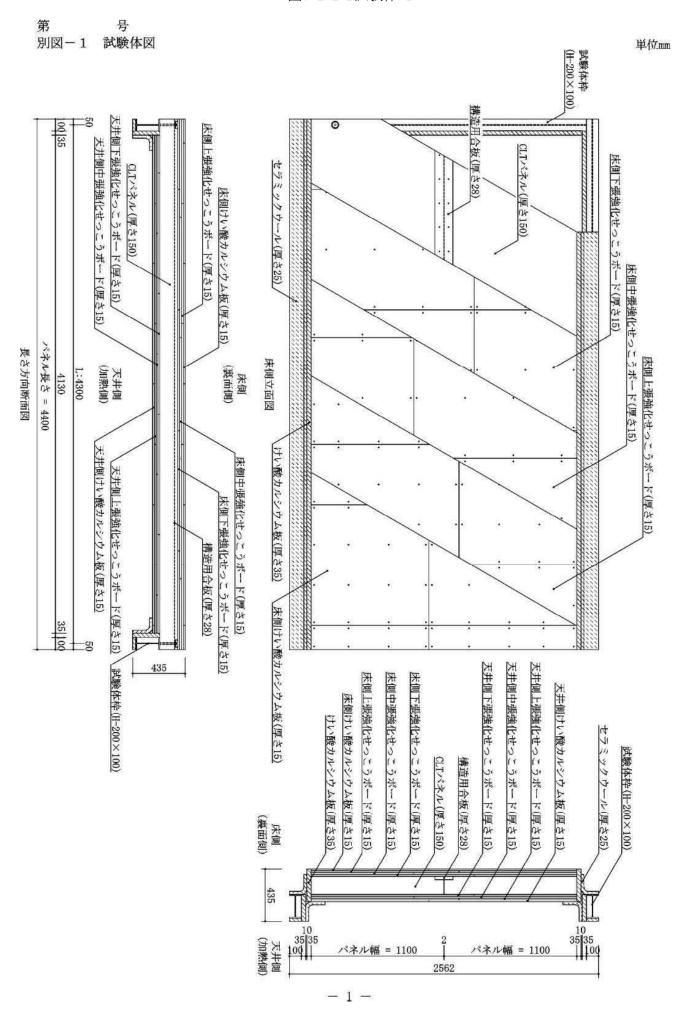
床側ALC板(厚さ36)割付図

第 号 別図-9 試験体図(内部温度測定位置)

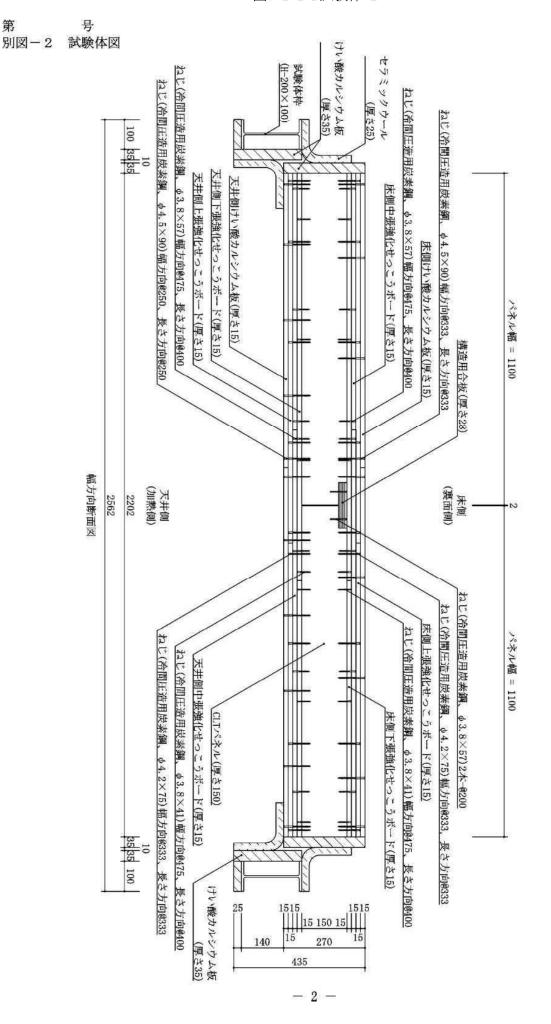
単位mm

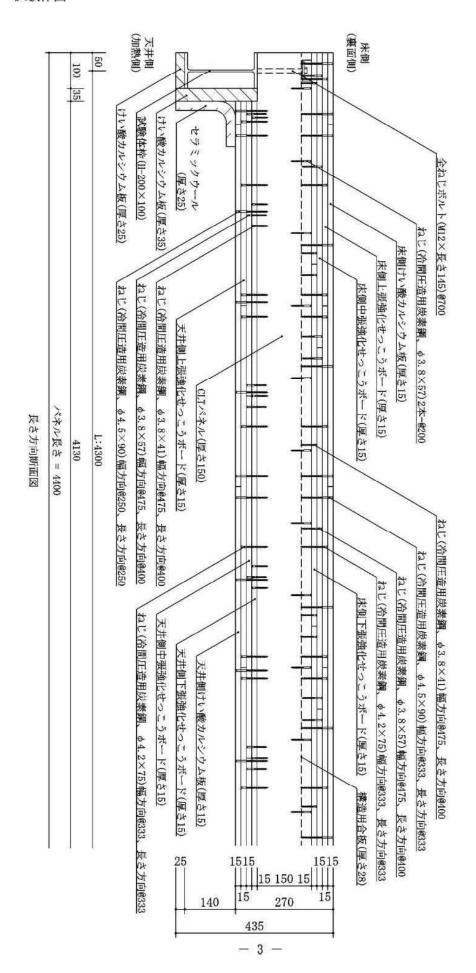




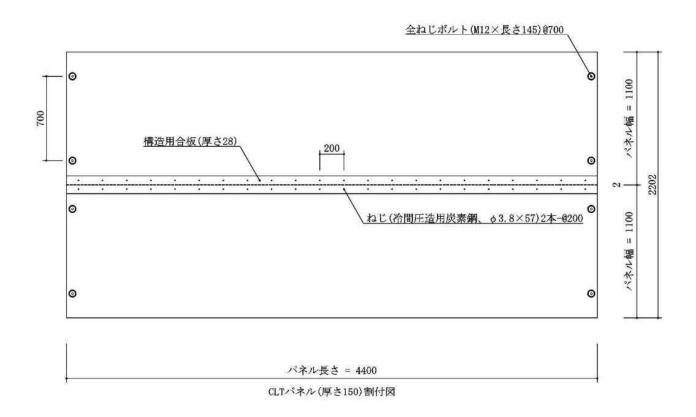


単位.mm

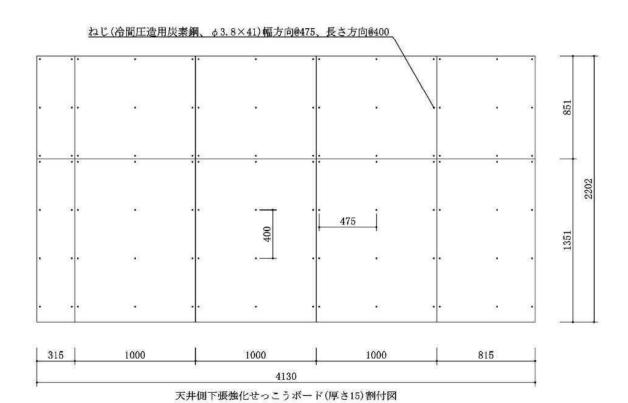


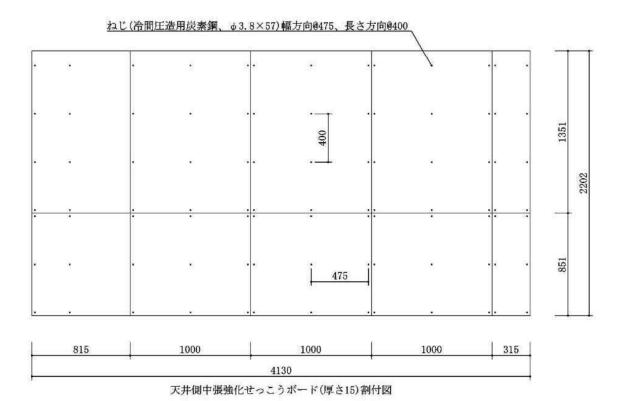


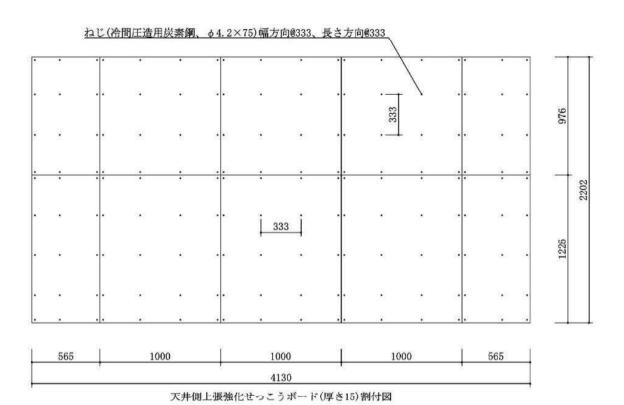
第 号 別図-4 試験体図



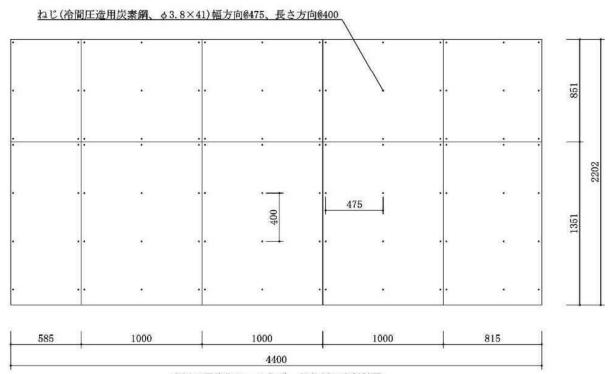
第 号 別図-5 試験体図



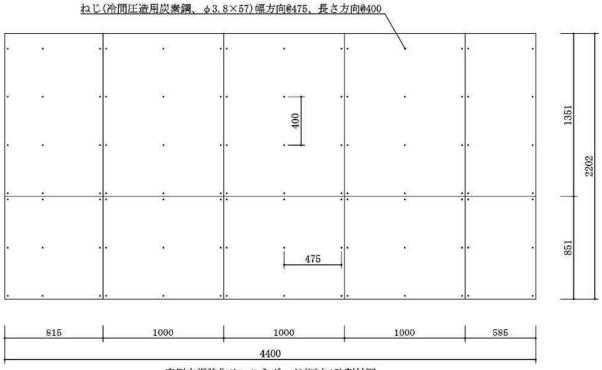




天井側けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

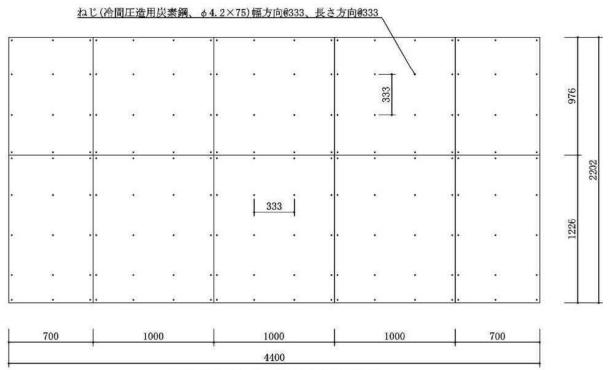


床側下張強化せっこうボード(厚さ15)割付図

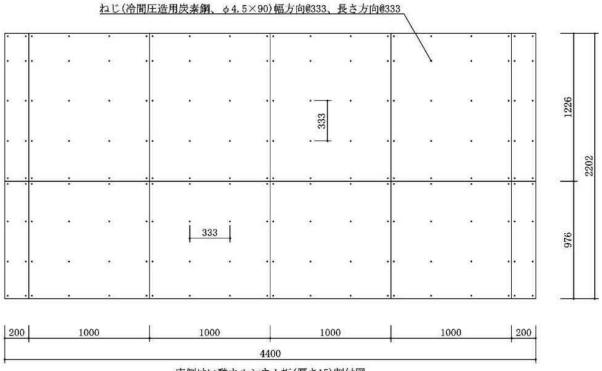


床側中張強化せっこうボード(厚さ15)割付図

第 号 別図-8 試験体図



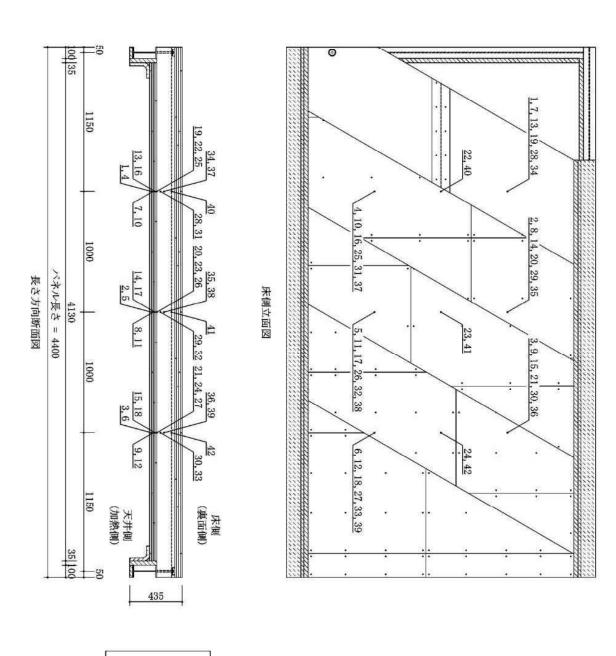
床側上張強化せっこうボード(厚さ15)割付図



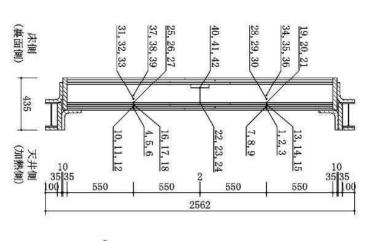
床側けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

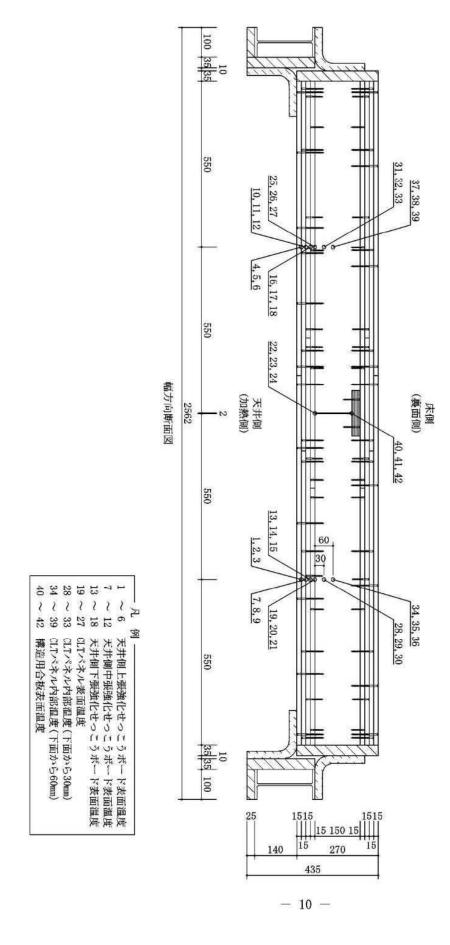
第 号 別図-9 試験体図(内部温度測定位置)

単位mm









錘は、下図2タイプを用意 計 30sets 作成

単位mm

95.26kg \times 30sets= 2,857.8 kg

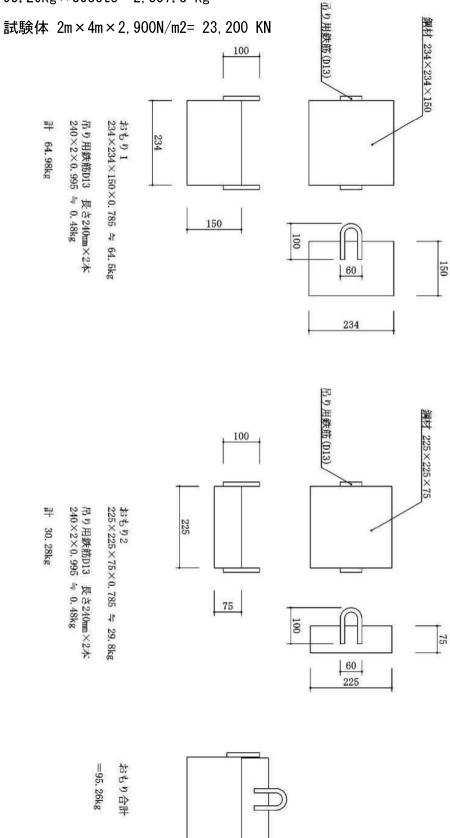




写真 3-2-1 加熱試験水平炉



写真 3-2-2 試験体



写真 3-2-3 試験体



写真 3-2-4 載荷オモリ

3-2-4. 試験結果

a) A 試験体

試験で得られた温度-時間曲線を以下の図 3-2-4~3-2-7 に示す。

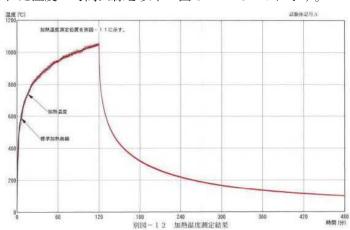


図 3-2-4 A 試験体 炉内温度

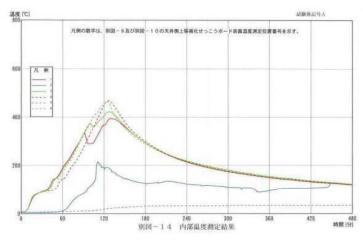


図 3-2-3 A 試験体 ALC-1 層目強化石膏ボード間温度

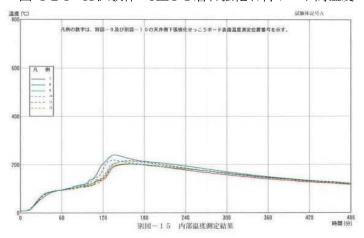


図 3-2-6 A試験体 1層-2層 強化石膏ボード間温度

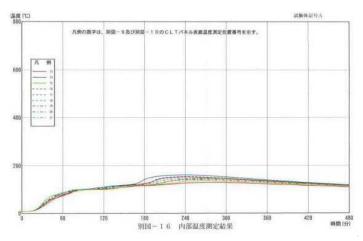


図 3-2-7 A 試験体 強化石膏ボード・CLT 間(CLT 表面)温度 上記グラフの様に、CLT 表面温度は、最高で 160.8でまで上昇した。 解体後の表面には、炭化・変色は見られなかった。 (写真 3-2-5)

本試験では、ALC(36mm)の利用を試みたが、強化石膏ボード 15mm 二重貼との組み合わせにおいて、二時間耐火性能を確認することが出来た。



写真 3-2-5 A 試験体解体後 加熱側表面

b) B試験体

A 試験体同様、試験で得られた温度一時間曲線を以下の図 3-2-8~3-2-12 に示す。

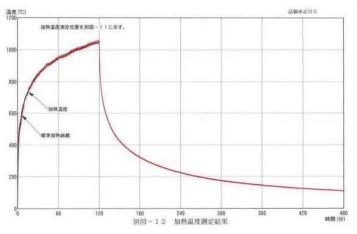


図 3-2-8 B 試験体 炉内温度

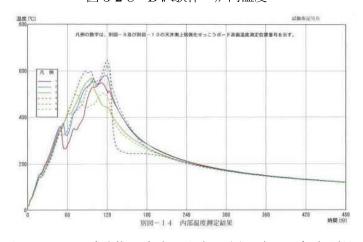


図 3-2-9 B試験体 珪酸カルシウム板-1層目強化石膏ボード間温度

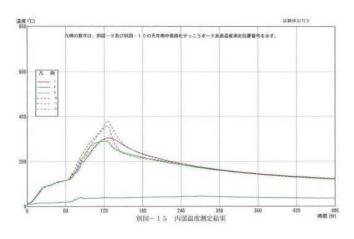


図 3-2-10 B 試験体 強化石膏ボード 1-2 層間温度

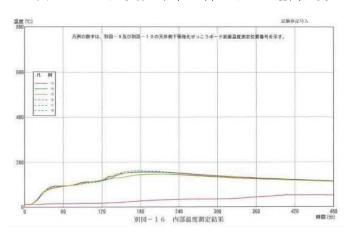


図 3-2-11 B 試験体 強化石膏ボード 2-3 層間温度

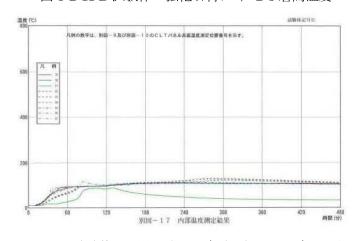


図 3-2-12 B 試験体 3 層目強化石膏ボード-CLT 間(CLT 表面)温度

上記グラフの様に、B試験体においての CLT 表面温度は、最高で 131 $^{\circ}$ まで上昇した。 B 試験体は、11 月に実施した水平炉における非載荷の加熱試験においての合格内容だった仕様でもあり、今回の載荷加熱試験においても解体後の CLT 表面には、炭化・変色は見られなかった。 (写真 3-2-6)



写真 3-2-6 B 試験体解体後 CLT 表面

3-2-5. 考察

第2回水平炉における加熱試験により、以下のことを確認した。

- 1) 耐火被覆材として ALC36mm+強化石膏ボード 15mm×2 枚重ね及び珪酸カルシウム板 15mm+強化石膏ボード 15mm×3 枚重ねの両仕様共、二時間耐火載荷加熱試験において、解体後の CLT パネル表面には、炭化や変色は見られなかった。
- 2) 変位量は、最大 15mm であり許容値内であった。
- 3) 最外層から直接 CLT に対してビスで止めつけた箇所においても、熱橋による CLT の炭化・変色は見られず、保持力も保たれていた。

以上より、両仕様とも床二時間耐火構造の性能を有することが、確認できた。

今後の検討課題として

- 1) 耐火被覆材の課題
 - ① 下面 天井材の吊り保持強度の確認。
 - ② 上面 遮音性能などを考慮した仕様の選択。
- 2) 鉄骨構造との接合部
- 3) 下面側耐火被覆材の地震動による脱落防止の確認

上記 1)~3)の検討項目については、今後の検討において確認を行うこととする。

3-3-1 CLT等新たな製品・技術の開発推進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進(CLT普及戦略の作成)第一回 CLT強度データー収集等連絡会議 資料抜粋 資料3 超高層S造床へのCLTの利用検討の進捗のうち 国土交通省よりの指摘留意点

H26/11/5 資料13

鉄骨造の建築物の床にCLTを用いる場合の留意点について

1. 床版の剛性・耐力について

CLT床の面内せん断性能は、CLT床自体の面内せん断剛性・耐力と、CLTと梁等を接続する接合部の剛性・耐力で決まるため、両者の性能がわかれば床のモデル化は可能。

剛性・耐力の確認については、地震時に繰返しせん断力がかかるため、以下のように繰返 し加力の検討が必要。

- 1)繰り返し載荷による荷重変形関係の確認と許容・終局耐力の確認
- 2) 構造計算用の剛性及び強度の設定法の検討

なお、床材相互の接合、床材と梁との接合にも、同様のことが言える。

2. 火災時の床抜けについて

2時間耐火の床であれば、基本的には床自体が崩壊する可能性は極めて低いが、S造の 梁・柱と木造の床それぞれの熱が互いに影響を及ぼすため、床と梁・柱との熱伝達に留意す る必要がある。

1)被覆材の脱落防止

希に(数十年に一度程度)発生する地震力によって被覆材が脱落しないよう実験により 検証することが必要。

2) CLTの床とS造の梁・柱の取り合い部分

S造(危険温度 500℃程度) の梁・柱からの熱の伝達によりCLTの床が崩壊しないよう、鋼材の被覆を厚くし鋼材の温度上昇を木材の着火危険温度(200℃程度)以下に抑える等の対応が必要。梁のみでなく、梁に接続するダイアフラム、柱についても同様のことが言える。

3)被覆型(上面、下面ともに被覆)の床版の側面 外壁周りや竪穴部分に生じる床版の側面、区画貫通部の温度上昇について、被覆を厚 くし鋼材温度を木の着火危険温度以下にするなどの対応が必要。

4) 木現しの燃え止まり型の鋼材の温度上昇

床が自己消火する間に木部の発熱が鋼材に伝達し鋼材が温度上昇し、鋼の柱・梁が崩壊する可能性があるため、鋼材の耐力に影響を与えない条件を床版と梁を組み合わせた 試験体等の加熱実験により把握することが必要。

5) 木現しの燃え止まり型の連鎖崩壊

上階の床の崩壊による連鎖崩壊をさせないためには下記の検証が必要。 火災階の床の火災時耐力 > 火災階の荷重+上階の荷重の衝撃荷重

3-3-2

品質性能試験報告書(写)

試験名称:耐火構造床の2時間耐火性能試験

試験場所:一般財団法人 建材試験センター 中央試験所

試験 日: 平成26年11月6日 及び 平成26年11月11日

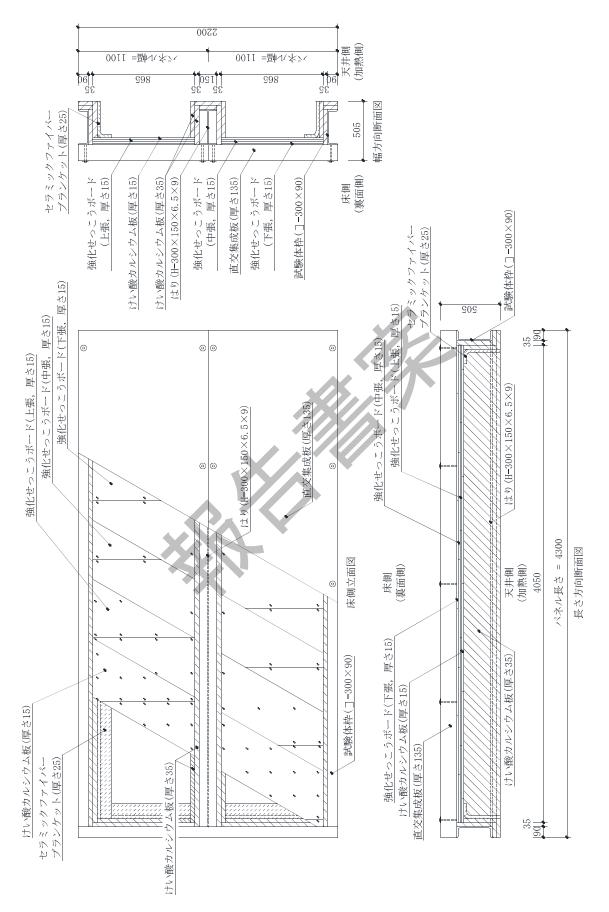
体 数:2体

発行番号:第14A1258号

品質性能試験報告書(**案**) その1

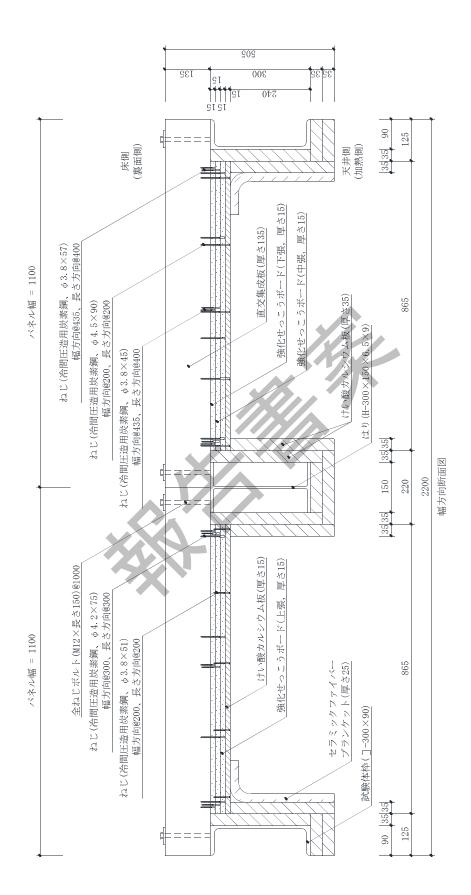
試験名称	耐火構造床の2時間耐火性能試験
依頼者	山佐木材株式会社
試験体	構 造 名:直交集成板(135mm)上張/強化せっこうボード(15mm×3重張)・ 繊維混入けい酸カルシウム板(15mm)下張/鉄骨造床 商 品 名: — 建築物の部分:床 製 作 日:平成26年10月30日 形状・寸法:別図−1~別図−6に示す。 密 度:直交集成板 0.36g/cm²(105℃,22日間乾燥) けい酸カルシウム板 0.44g/cm²(105℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.76g/cm²(40℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 12.8質量%(105℃,22日間乾燥) けい酸カルシウム板 12.8質量%(105℃,22日間乾燥) けい酸カルシウム板 2.8質量%(105℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.5質量%(40℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.5質量%(40℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.5質量%(40℃,13日間乾燥)
試験方法	(一財) 建材試験センターが定めた「防耐火性能試験・評価業務方法書」の耐火性能試験・評価方法に基づく耐火性能試験。 要求耐火時間:480分(加熱時間120分,試験時間480分以上) 内部温度測定位置:別図ー7に示す。 加熱温度及び裏面温度測定位置:別図ー8に示す。
試 験 結 果	試験体記号 A 試験年月日 平成26年11月6日 試験体の大きさ mm 4300×2200×505 加熱
試験期間	平成26年 11月 6日 ~ 11日
担当者	防耐火グループ 統 括 リ ー ダ ー 白 岩 昌 幸 主 任 佐 川 修(主担当) 高 橋 一 徳
試験場所	中央試験所

(一財) 建材試験センター -1/30別図-1 試験体図 単位 \mathbf{nm}



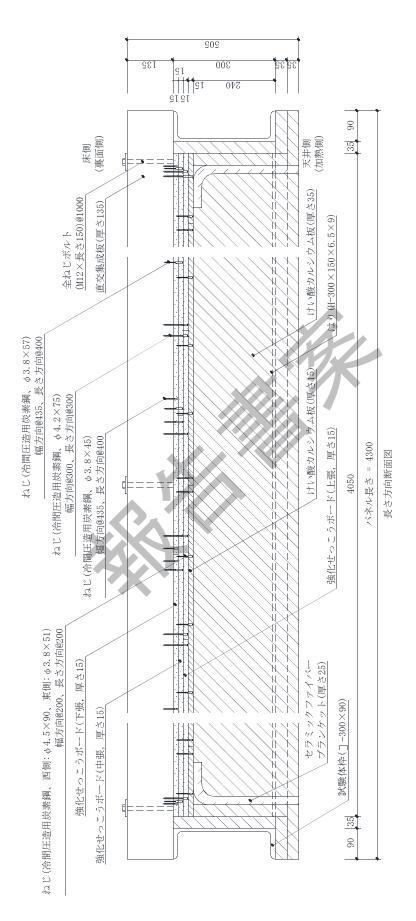
(一財) 建材試験センター -2/30-

別図-2 試験体図 単位 \mathbf{nm}



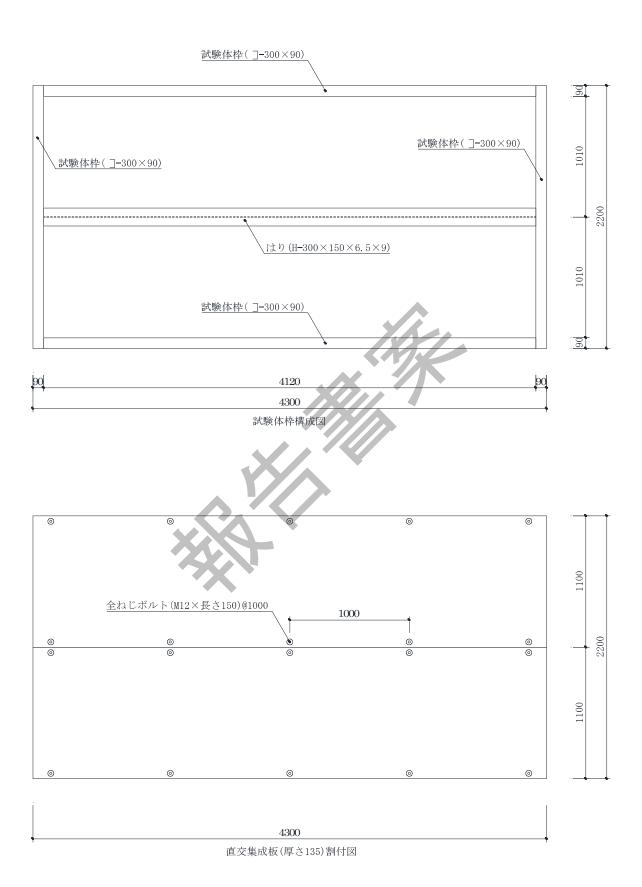
(一財) 建材試験センター -3/30-

別図-3 試験体図 単位 **mm**



(一財) 建材試験センター -4/30-

別図-4 試験体図 単位 **mm**

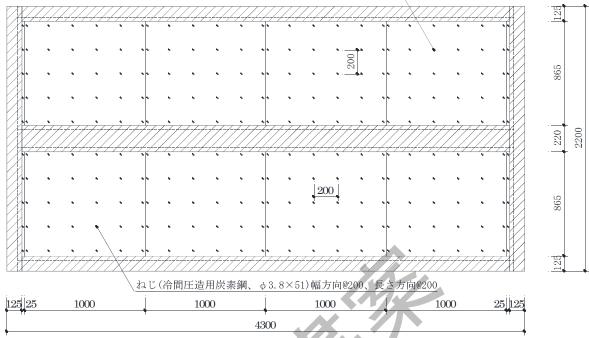


(一財) 建材試験センター-5/30-

発行番号:第14A1258号

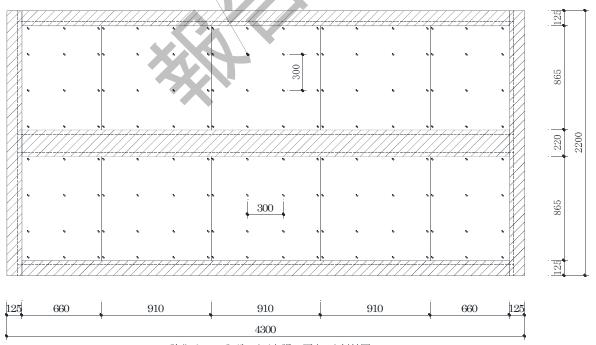
別図-5 試験体図 単位 \mathbf{nm}





けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ4.2×75) 幅方向@300、長さ方向@300



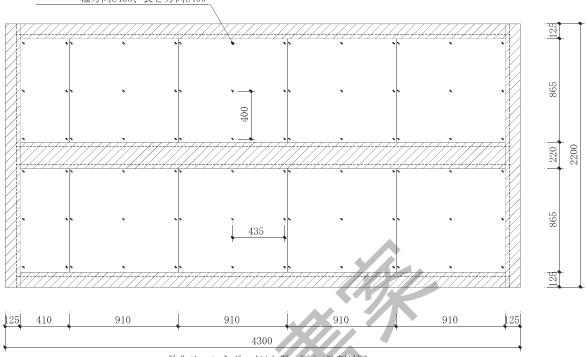
強化せっこうボード(上張,厚さ15)割付図

(一財) 建材試験センター -6/30-

発行番号:第14A1258号

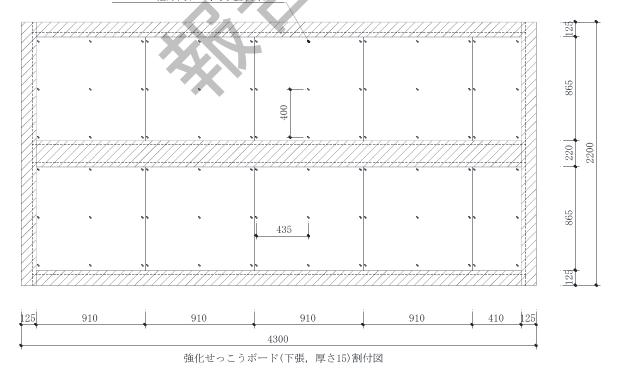
別図-6 試験体図 単位 \mathbf{nm}



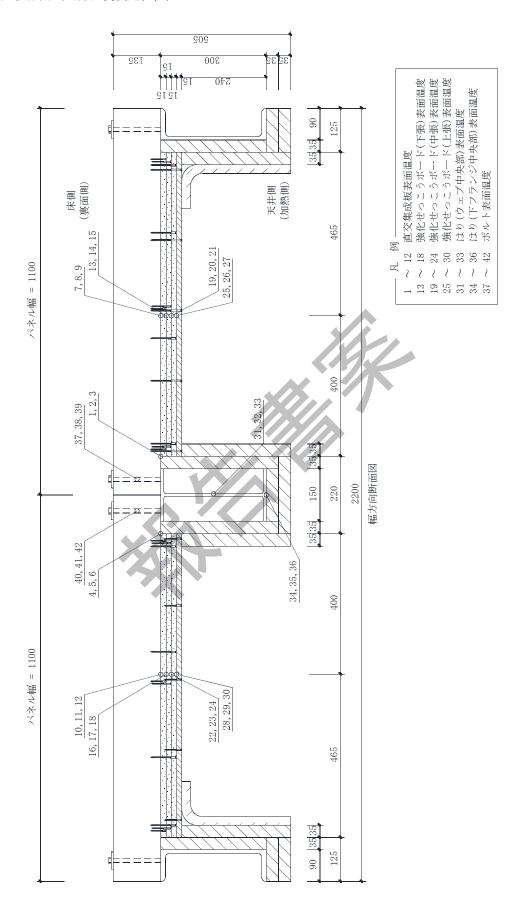


強化せっこうボード(中張,厚さ15)割付図

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、 ϕ 3.8×45) 幅方向@435、長さ方向@400

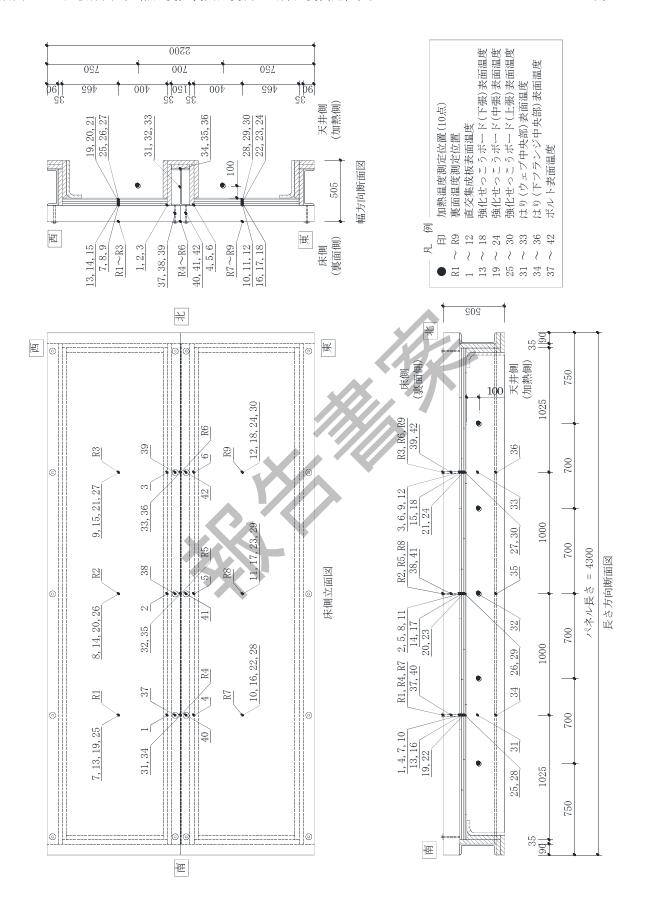


(一財) 建材試験センター -7/30-

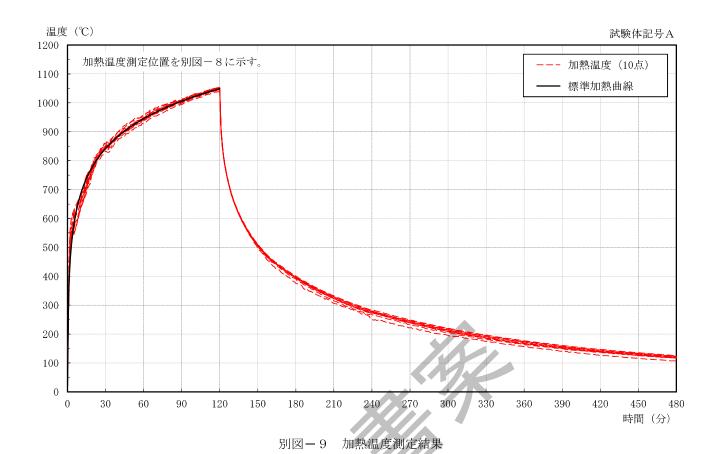


(一財) 建材試験センター -8/30-

単位 mm



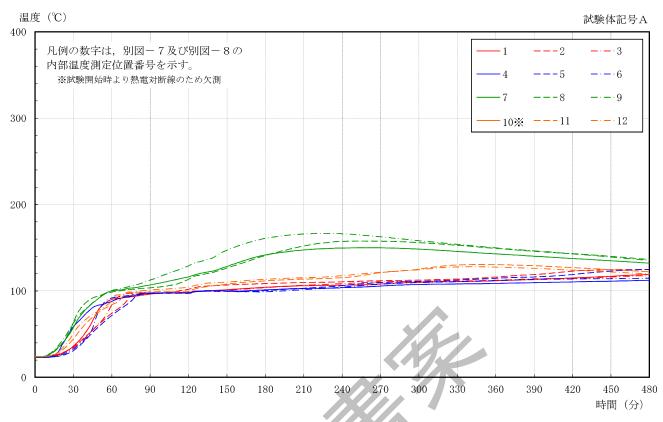
(一財)建材試験センター-9/30-



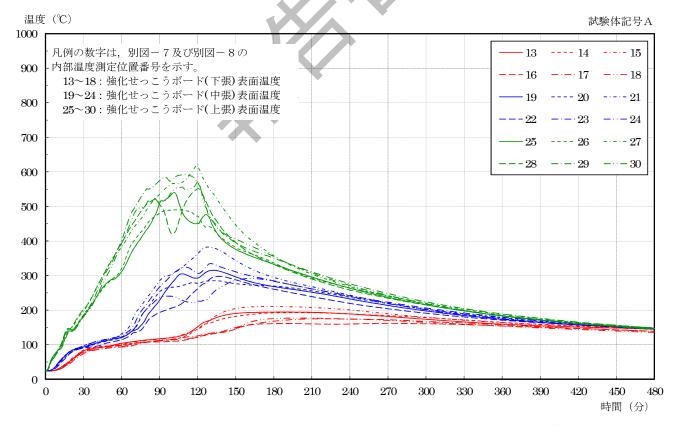
温度 (℃) 試験体記号A 250 凡例の数字は、別図-8の裏面温度測定位置番号を示す。 - R1 ---R2 -·-·R3 ---R5 -·-·R6 200 - R7 ---R8 -·-·R9 150 100 50 0 0 30 60 120 180 210 240 270 300 330 360 390 420 480 90 150 450 時間 (分)

(一財) 建材試験センター -10/30-

別図-10 裏面温度測定結果

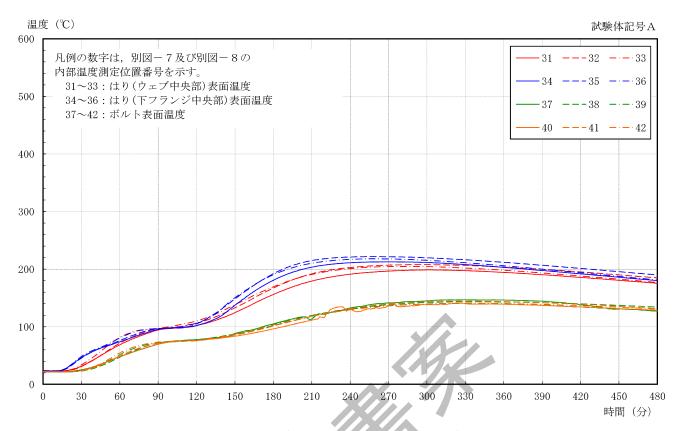


別図-11 直交集成板表面温度(加熱側)測定結果



別図-12 強化せっこうボード表面温度(下張・中張・上張:加熱側)測定結果

(一財) 建材試験センター-11/30-



別図-13 鋼材及びボルト表面温度測定結果



写真-1 試験前の加熱側 (天井側) の状況 (試験体記号A)

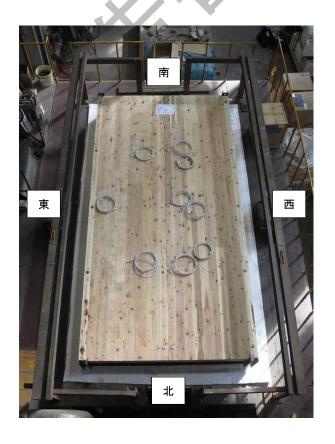


写真-2 試験前の裏面側(床側)の状況(試験体記号A)

(一財) 建材試験センター -13/30-



写真-3 試験後の加熱側(天井側)の状況(試験体記号A)

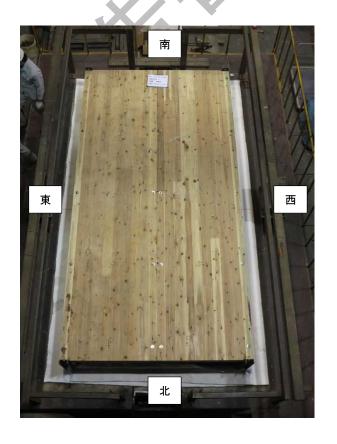


写真-4 試験後の裏面側(床側)の状況(試験体記号A)

(一財) 建材試験センター - 14/30-



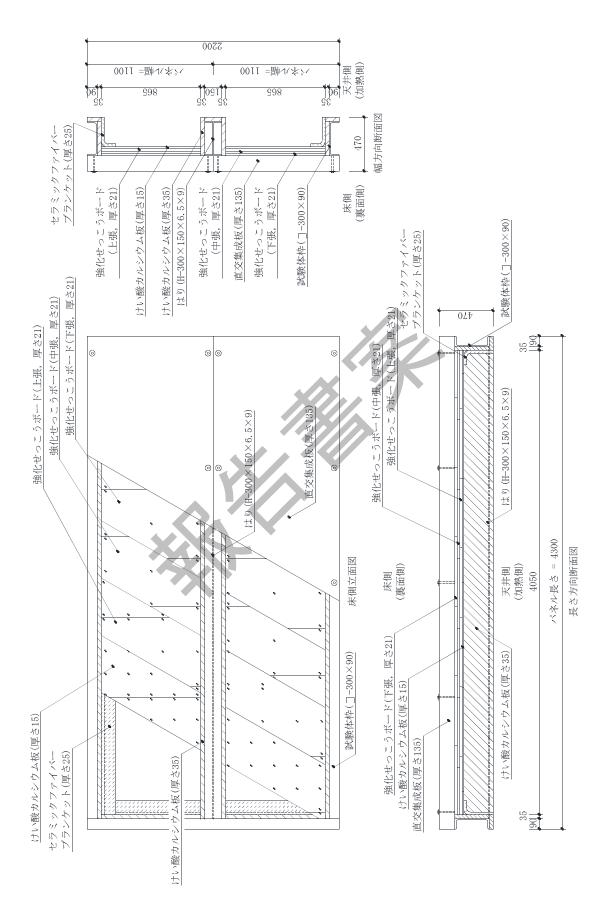
写真-5 試験後の直交集成板 (加熱側) の状況 (試験体記号A)

発行番号:第14A1258号

品質性能試験報告書(案) その2

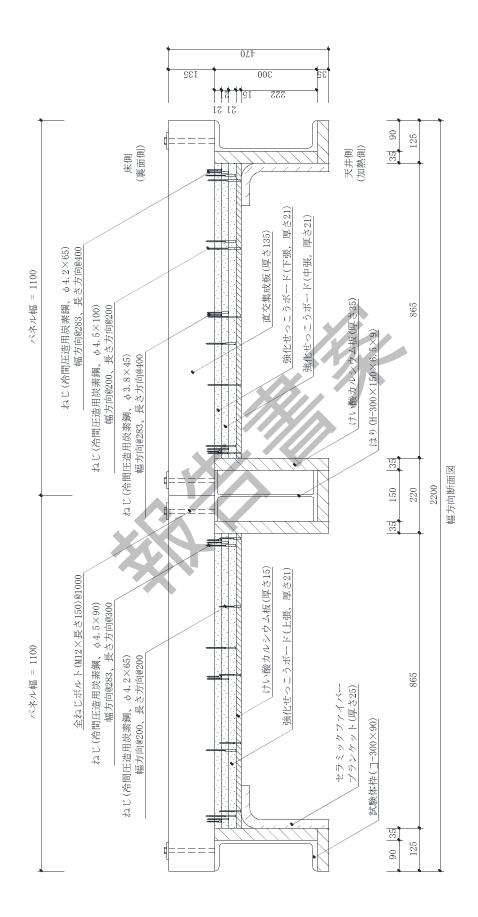
試験名称	耐火構造床の2時間耐火性能試験			
依 頼 者	山佐木材株式会社			
試験体	構 造 名:直交集成板(135mm)上張/強化せっこうボード(21mm×3重張)・ 繊維混入けい酸カルシウム板(15mm)下張/鉄骨造床 商 品 名: — 建築物の部分:床 製 作 日:平成26年10月30日 形状・寸法:別図−14~別図−19に示す。 密 度:直交集成板 37g/cm³(105℃,3日間乾燥) けい酸カルシウム板 0.44g/cm³(105℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.76g/cm³(40℃,13日間乾燥) な 水 率:直交集成板 0.3質量%(105℃,6日間乾燥) けい酸カルシウム板 2.8質量%(105℃,13日間乾燥) 強化せっこうボード 0.5質量%(40℃,13日間乾燥)			
	備 考: (1) 試験体図及び構成材料は、依頼者の提出資料による。 (2) 密度及び含水率の値は、試験体製作時に採取した試料から求めた。			
試験方法	(2) 密度及の含水率の値は、試験体製作時に採取した試料から水めた。 (一財) 建材試験センターが定めた「防耐火性能試験・評価業務方法書」の耐火性能試験・評価 方法に基づく耐火性能試験。 要求耐火時間:480分(加熱時間120分,試験時間480分以上) 内部温度測定位置:別図ー20に示す。 加熱温度及び裏面温度測定位置:別図ー21に示す。			
	試験体記号B			
	試験年月日平成26年11月6日			
	試験体の大きさ mm 4300×2200×470			
	加熱面床下側			
	加熱時間480分)			
	加熱温度測定曲線 別図-22に示す。			
	裏 面 温 度 測 定 曲 線 別図-23に示す。			
	内 部 温 度 測 定 曲 線 別図-24~別図-26に示す。			
試 験 結 果	非加熱側へ10秒を超えて 継続する火炎の噴出の有無 なし			
	非加熱面で10秒を超えて 継 続 す る 発 炎 の 有 無			
	火炎が通る亀裂等の 損傷の有無			
	〔備 考〕(1) 観察結果:試験終了後の観察において,直交集成板(一般部)に炭化は認められなかった。(2) 試験体の状況を写真-6~写真-11に示す。			
試験期間	平成26年 11月 6日 ~ 11日			
担当者	防耐火グループ統 括 リ ー ダ ー白 岩 昌 幸主任 佐 川 修(主担当)高 橋 一 徳			
試験場所	中央試験所			

(一財) 建材試験センター -16/30別図-14 試験体図 単位 mm



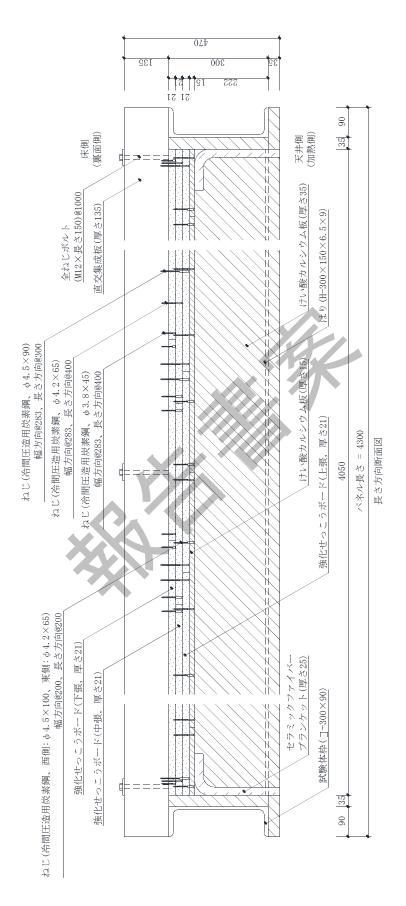
(一財) 建材試験センター -17/30-

別図-15 試験体図 単位 **mm**



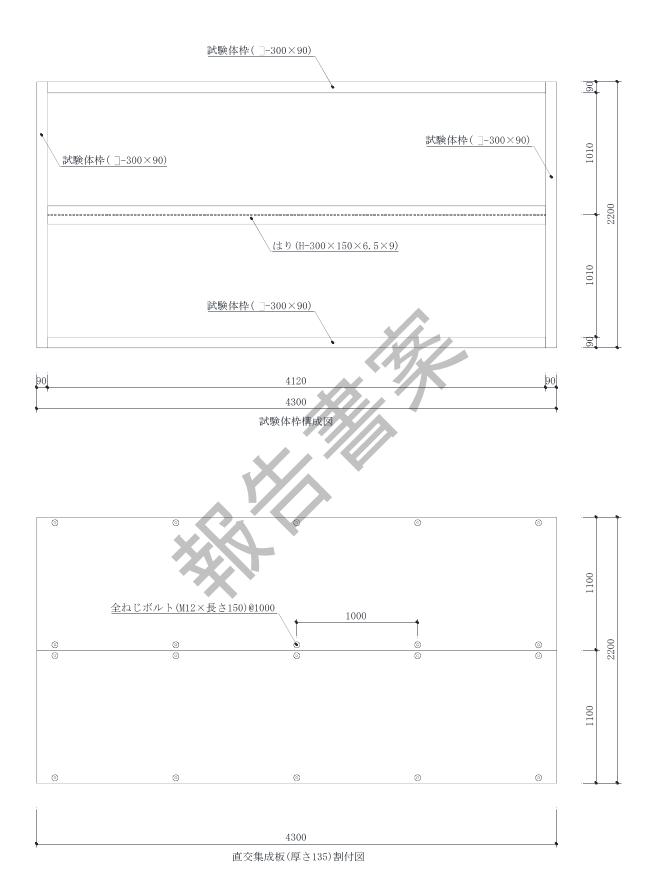
(一財) 建材試験センター - 18/30-

別図-16 試験体図 単位 mm



(一財) 建材試験センター - 19/30-

別図-17 試験体図 単位 **mm**

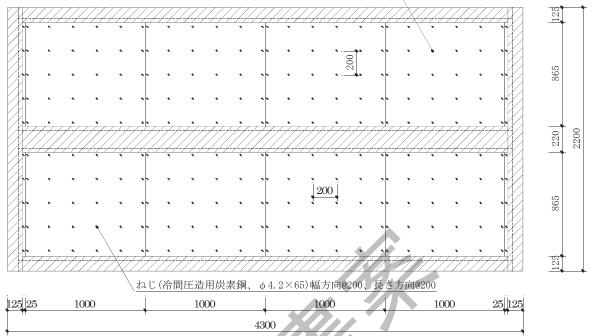


(一財) 建材試験センター20/30-

発行番号:第14A1258号

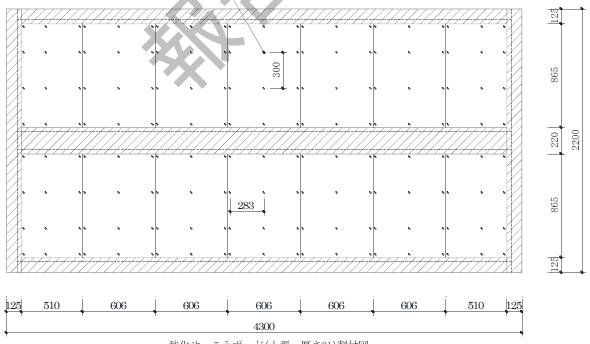
別図-18 試験体図 単位 **nm**

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ4.5×100)幅方向@200、長さ方向@200



けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、 φ4.5×90) 幅方向@283、長さ方向@300

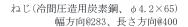


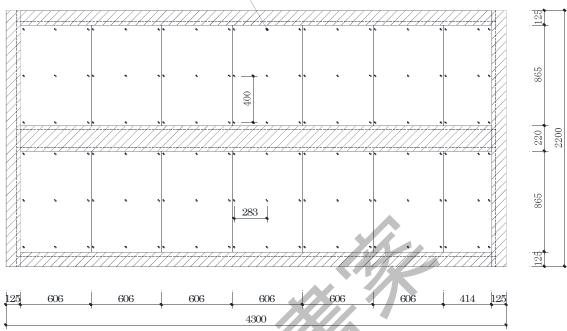
強化せっこうボード(上張, 厚さ21)割付図

(一財) 建材試験センター -21/30-

発行番号:第14A1258号

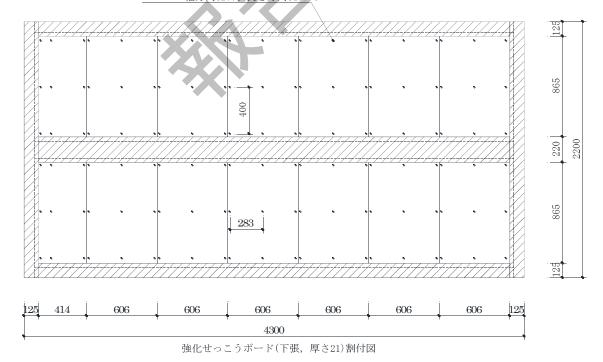
別図-19 試験体図 単位 **mm**



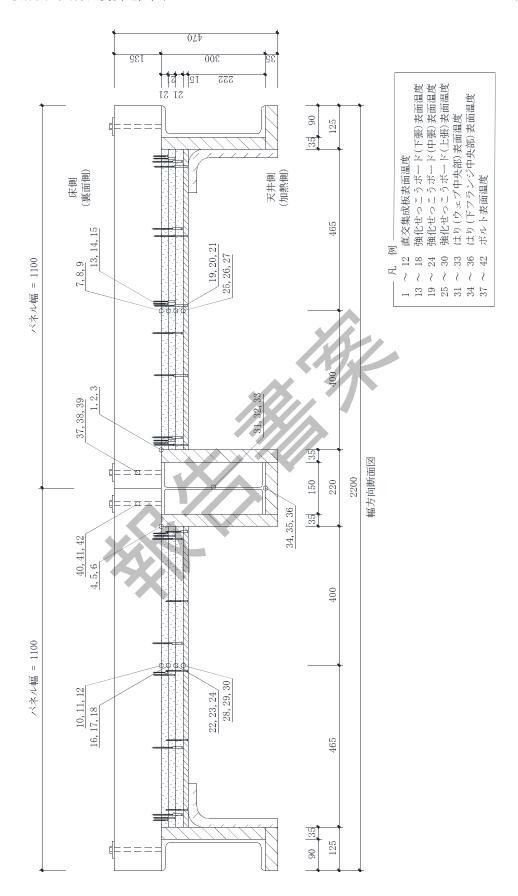


強化せっこうボード(中張,厚さ21)割付図

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、 φ3.8×45) 幅方向@283、長さ方向@400

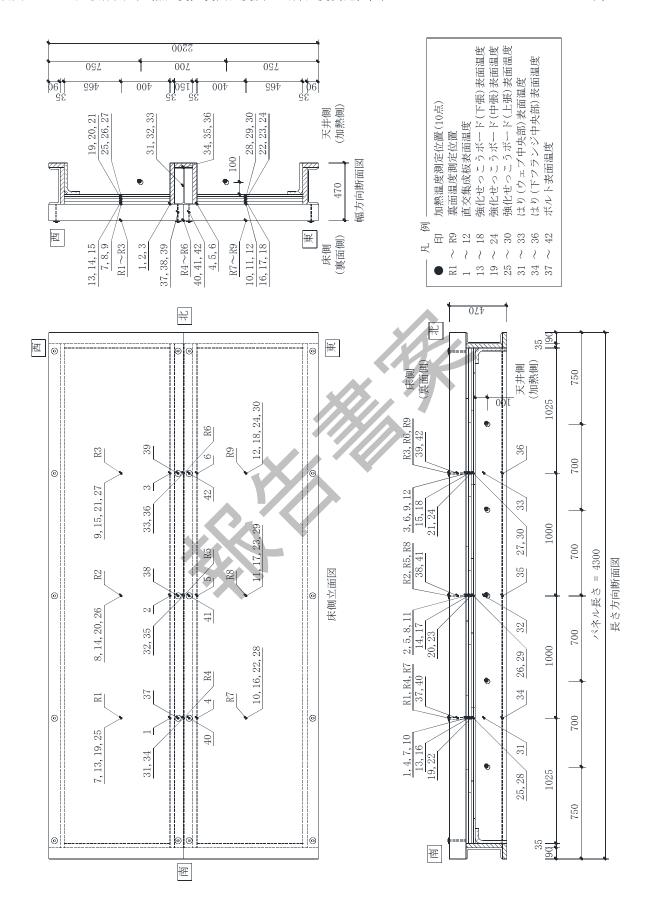


(一財)建材試験センター-22/30-



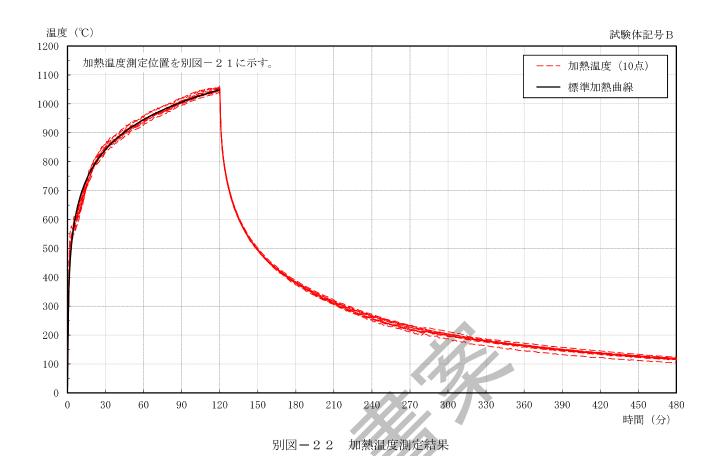
(一財) 建材試験センター23/30-

単位 mm



(一財) 建材試験センター-24/30-

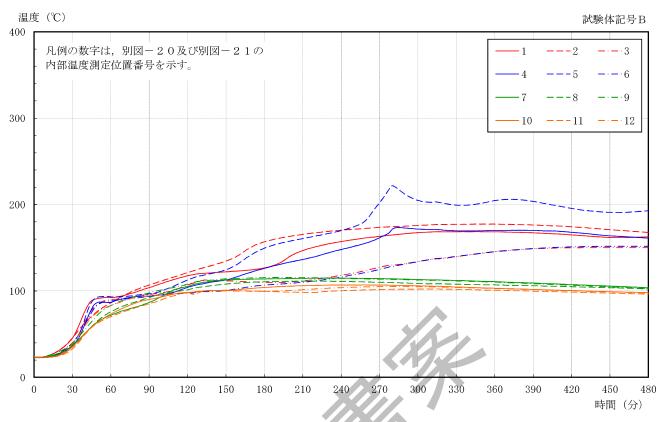
時間 (分)



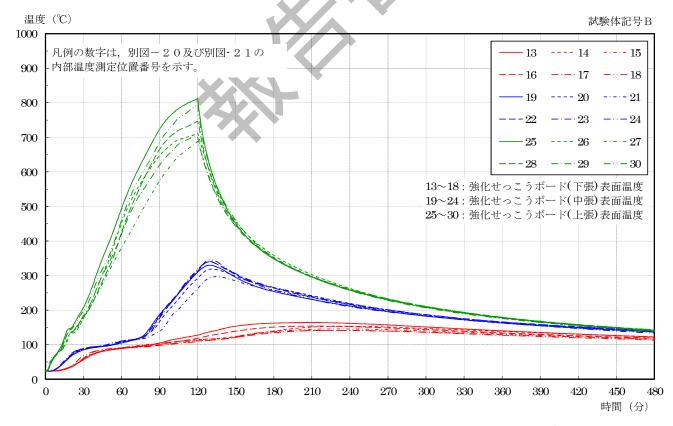
温度 (℃) 試験体記号B 250 凡例の数字は、別図-21の裏面温度測定位置番号を示す。 - R1 ---R2 -·-·R3 ---R5 -·-·R6 200 - R7 ---R8 -·-·R9 150 100 50 0 0 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360 390 420 480 450

別図-23 裏面温度測定結果

(一財) 建材試験センター25/30-

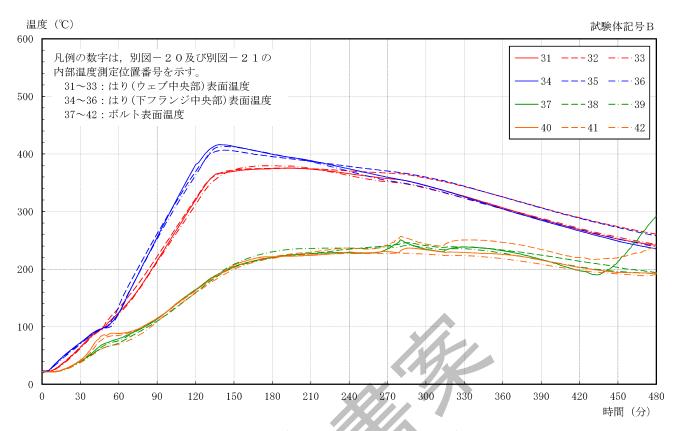


別図-24 直交集成板表面温度(加熱側)測定結果



別図-25 強化せっこうボード表面温度(下張・中張・上張:加熱側)測定結果

(一財)建材試験センター-26/30-



別図-26 鋼材及びボルト表面温度測定結果

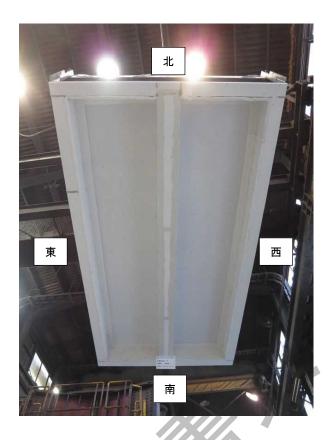


写真-6 試験前の加熱側(天井側)の状況(試験体記号B)



写真-7 試験前の裏面側(床側)の状況(試験体記号B)

(一財) 建材試験センター - 28/30-



写真-8 試験後の加熱側 (天井側) の状況 (試験体記号B)



写真-9 試験後の裏面側(床側)の状況(試験体記号B)

(一財) 建材試験センター - 29/30-

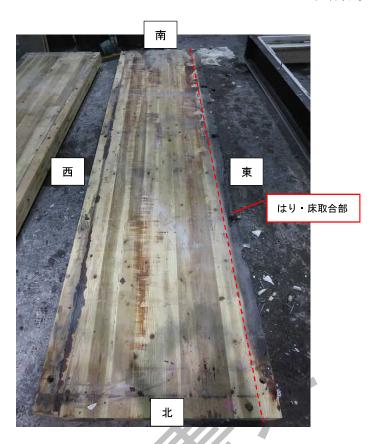


写真-10 試験後の直交集成板(西側:加熱側)の状況(試験体記号B)



写真-11 試験後の直交集成板(東側:加熱側)の状況(試験体記号B)

以下余白

3-3-3

品質性能試験報告書(写)

試験名称:耐火構造床の2時間耐火性能試験

試験場所:一般財団法人 建材試験センター 西日本試験所

試験 日:平成27年2月21日 及び 22日

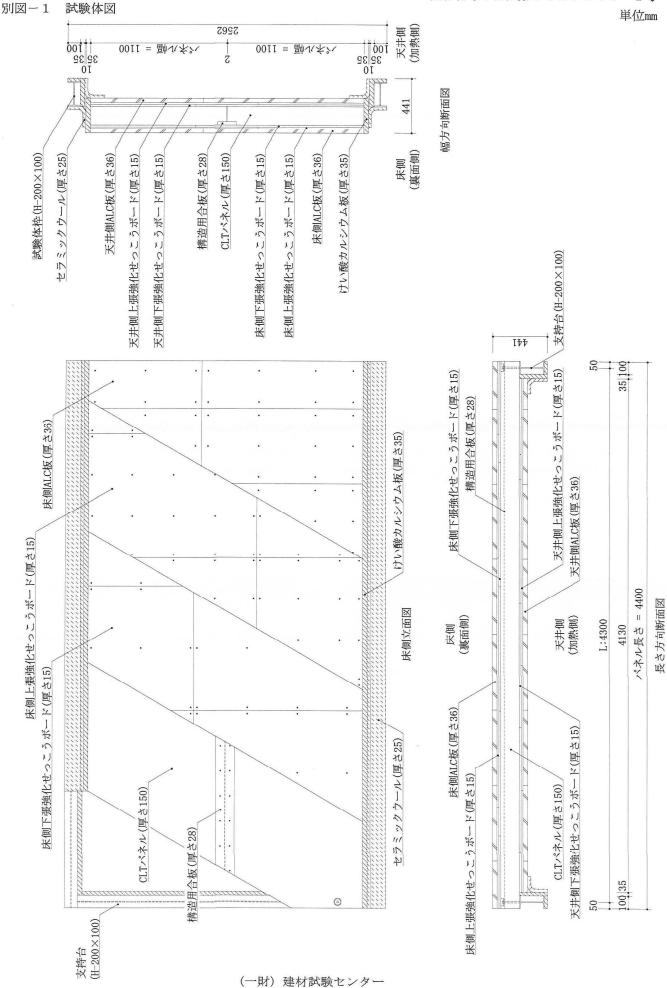
体 数:2体

品質性能試験報告書

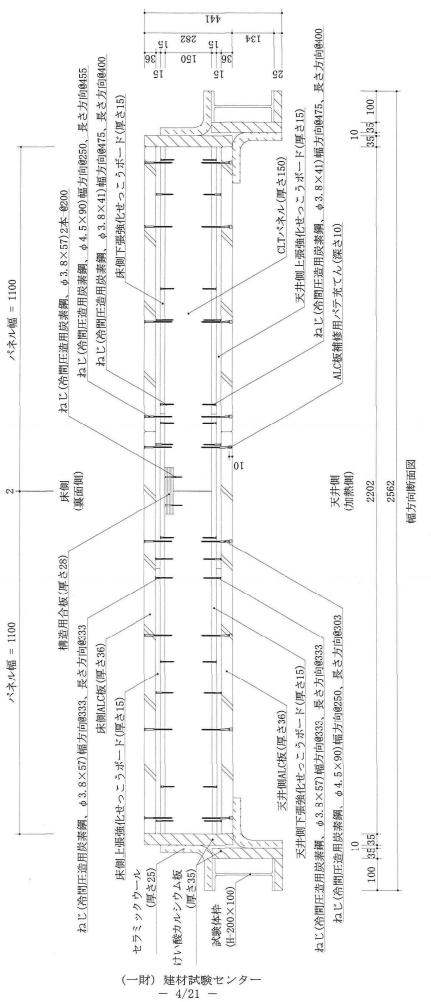
試	験 名	称	耐火構造床の2	時間耐火性能試験	
依	頼	者	山佐木材株式会	社	
			構 造 名: ALC板(36mm)・強化せっこうボード(15mm×2枚)重上張/ALC(36mm)・強化せっこうボード(15mm×2枚)重下張/直交集成板(150mm)造床		
			商 品 名 : 直交集成板	(CLT)	
			建築物の部分 : 床	*	
			製作日:平成27年		
			形状・寸法 : 別図-1~	別図-8に示す。	
			密 度: 直交集成板	0. 3 7 g/cm³ (1 0 5 ℃、1 0 日間乾燥)	
試	験	体	ALC板	O. 5 2 g/cm³ (1 0 5 ℃、 7 日間乾燥)	
			強化せっこ	うボード 0.76g/cm³ (40℃、 7日間乾燥)	
			含 水 率 : 直交集成板	9. 7質量% (105℃、10日間乾燥)	
			ALC板	3. 1質量% (105℃、 7日間乾燥)	
			強化せっこ	うボード 0.3質量% (40℃、7日間乾燥)	
			備 考: (1)密度及て	ご含水率値は依頼者から提出された試料から求めた。	
(2) 強化せっこうボード (種類: GB-F(V)、厚さ: 15 (3) 試験体図及び構成材料は、依頼者提出資料に			(2) 強化せっ	っこうボード(種類:GB-F(V)、厚さ:15mm)	
		(3) 試験体図	図及び構成材料は、依頼者提出資料による。		
武	当財団が制定した「防耐火性能試験・評価業務方法書」の耐火性能試験・評価方法に基づく耐火性能試験要求耐火時間:120分(加熱時間120分、試験時間480分)試験 荷重:953.2N×30=28596N (建築基準法施行令第85条による事務室の床の積載荷重は2900N/m² である。 試験荷重は積載荷重(2900N/m²×床面積9.6888m²=28098N)を上回るものとした。) 内部温度測定位置:別図-9~別図-10に示す。加熱温度及び裏面温度測定位置:別図-11に示す。載荷位置及び変位測定位置:別図-11に示す。				

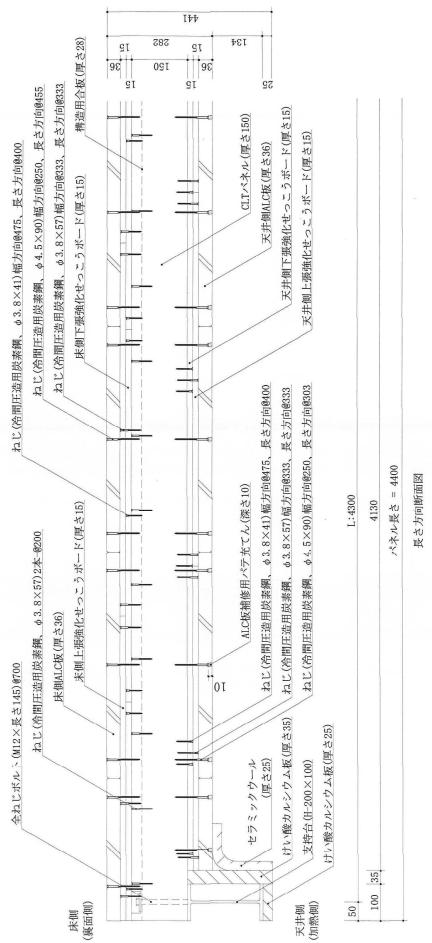
つづく

	試 験 体 記 号	A
	試 験 年 月 日	平成27年 2月21日
	試験体の大きさcm	2 2 0 . 2 × 4 4 0
-	加熱面	床下側
	加 熱 時 間	120分(試験時間480分)
	加熱温度測定曲線	別図-12に示す。
	温度測定曲線	別図-13~別図-19に示す。
-	たわみ量測定曲線	別図-20に示す。
	試験体の支点間距離(L)	4 3 0 0 mm
	最大たわみ量	15mm (260分)
		[規定値308mm] 1.0mm/分
試験結果	最大たわみ速度※	[規定値13.7mm/分]
W. C. W. L. N.	初 期 (試験体裏面平均)	3 ℃
	温度	45℃ (147分30秒) 〔規定値Ⅰ83℃〕
	裏面 平 均	22℃ (181分30秒)
	「規定値」	〔規定値143℃〕
	非加熱側へ10秒を超えて 継続する火炎の噴出の有無	なし
	非加熱面で10秒を超えて	なし
	継続する発炎の有無火炎が通る亀裂等の	
	損傷の有無	<i>ts.</i> L
-	(2) ※印の最大たわみ速度(3) 規定値算出時のdは、	その観察において、直交集成板に炭化は認められなかった。 ほは、たわみ量がL/30(143mm)を超える前においては適用しない。 直交集成板の厚さ150mmとした。 ・測定した。測定結果を別図-14~別図-19に示す。 ・1~写真-8に示す。
試験期間	平成27年 2月21日	
担 当 者	試験監督者 流 田試験責任者 矢 垰試験実施者 山 邊河 野	靖 博 和 彦 信 彦 博 紀
試験場所	西日本試験所	

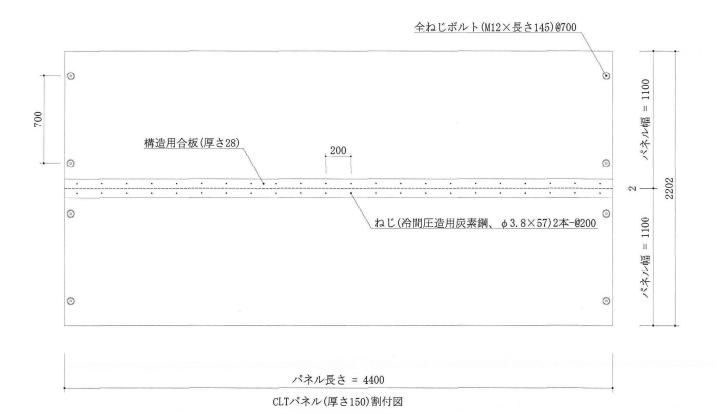


3/21

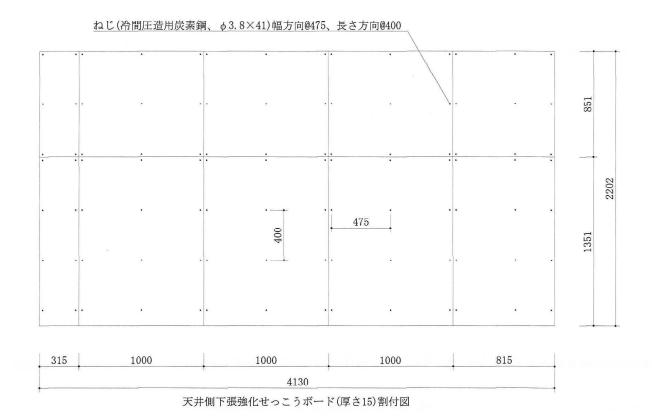




(一財) 建材試験センター - 5/21 -

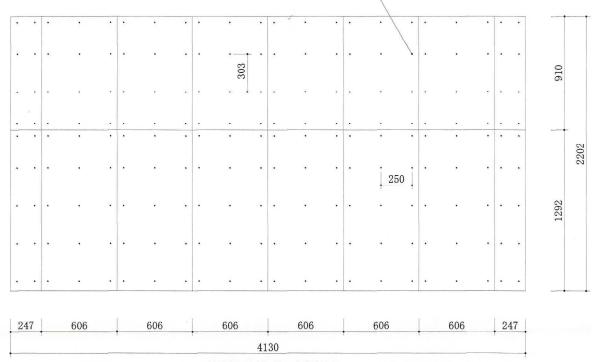


(一財) 建材試験センター - 6/21 -

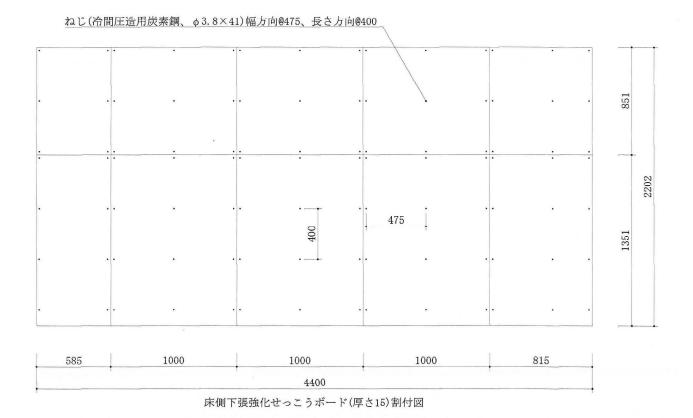


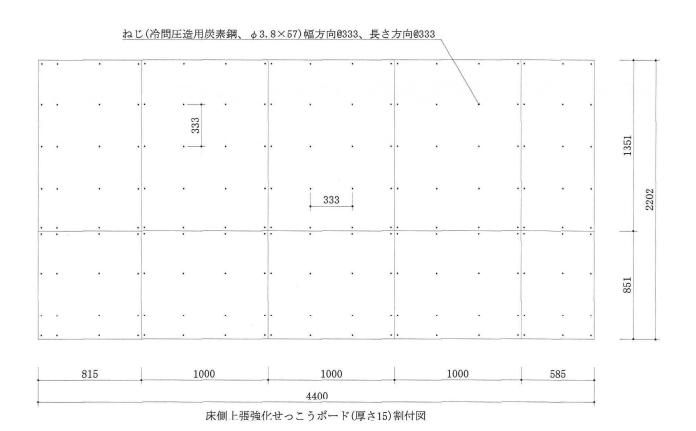
(一財) 建材試験センター - 7/21 -

ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ4.5×90)幅方向@250、長さ方向@303 ALC板補修用パテ充てん(深さ10)

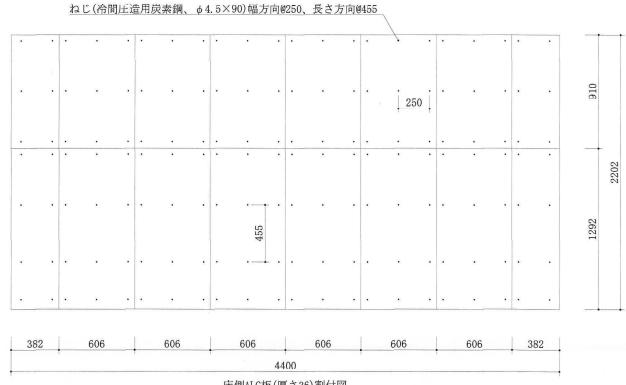


天井側ALC板(厚さ36)割付図

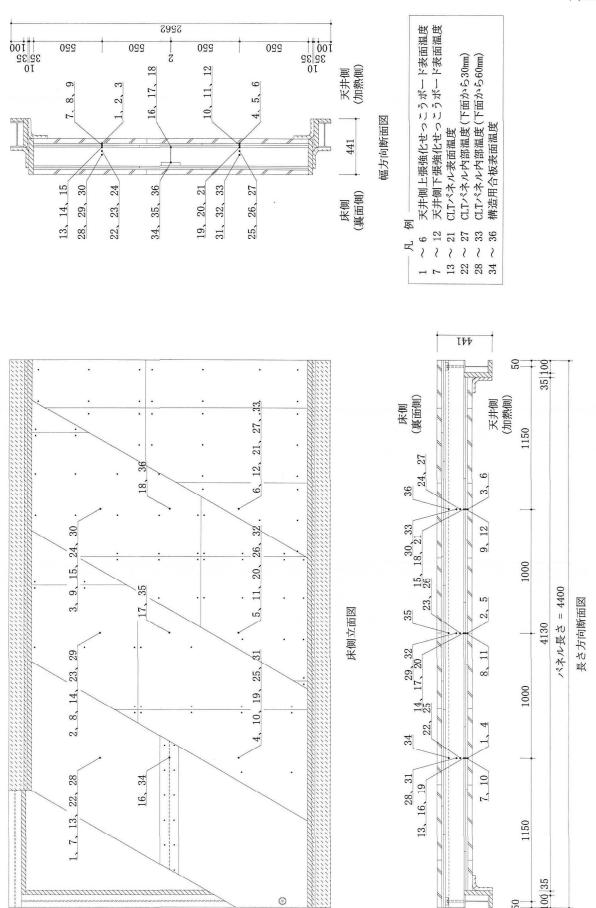




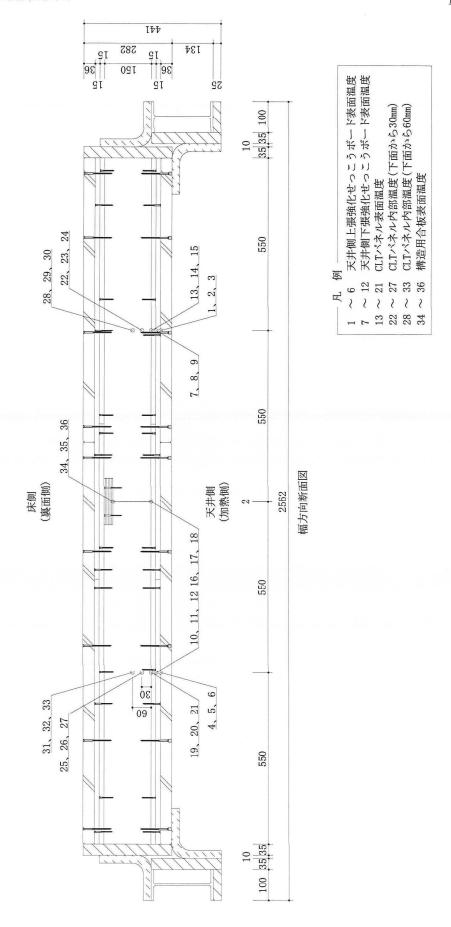
(一財) 建材試験センター - 9/21 -



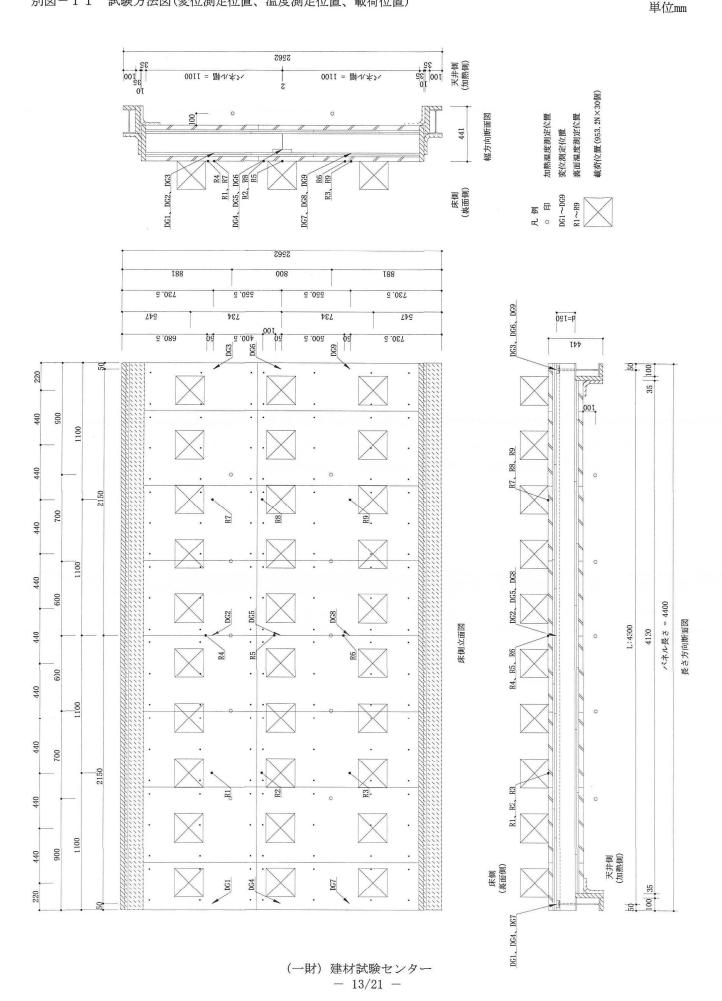
床側ALC板(厚さ36)割付図

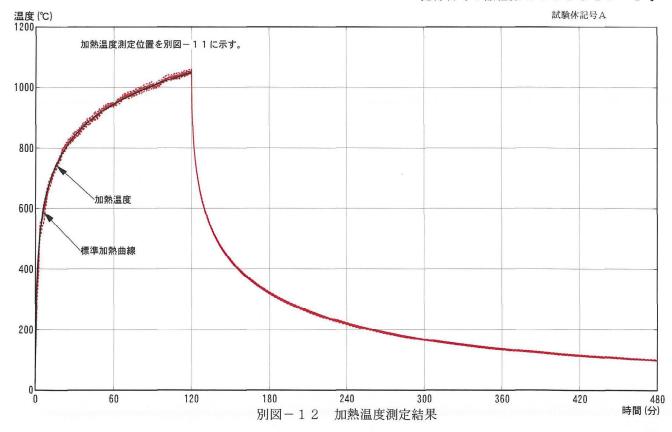


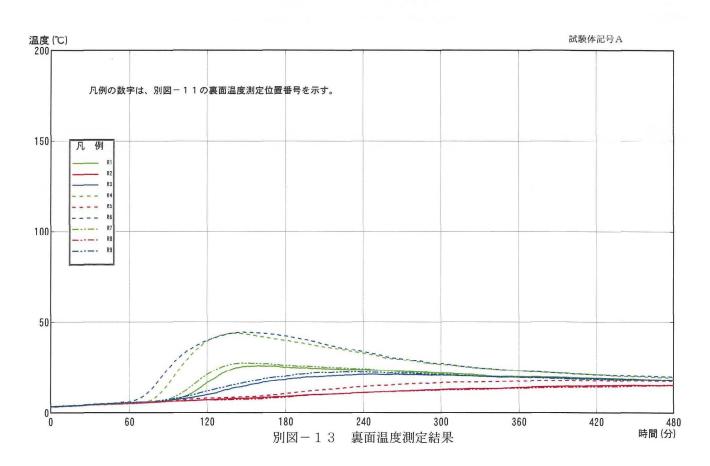
(一財) 建材試験センター - 11/21 -



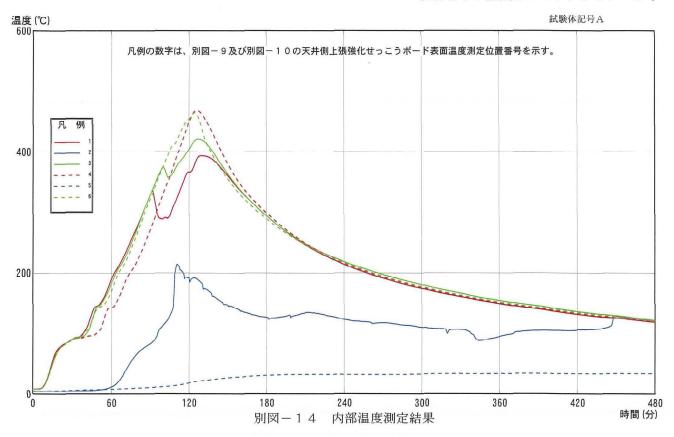
(一財) 建材試験センター - 12/21 -

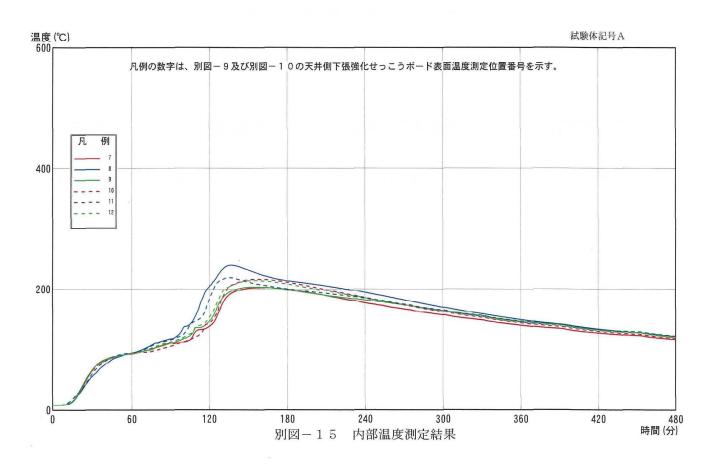




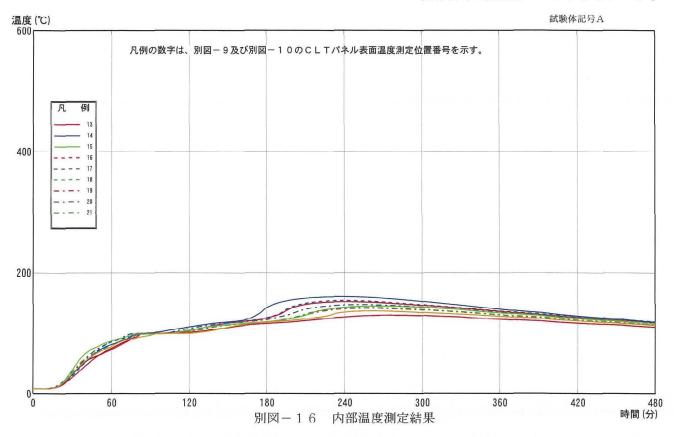


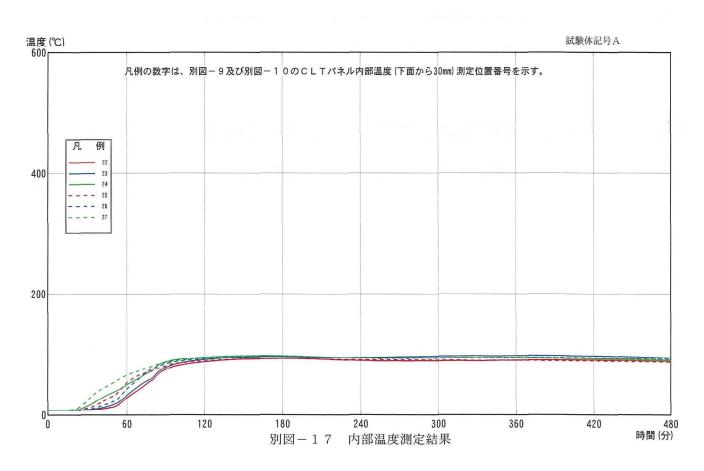
(一財) 建材試験センター14/21 -



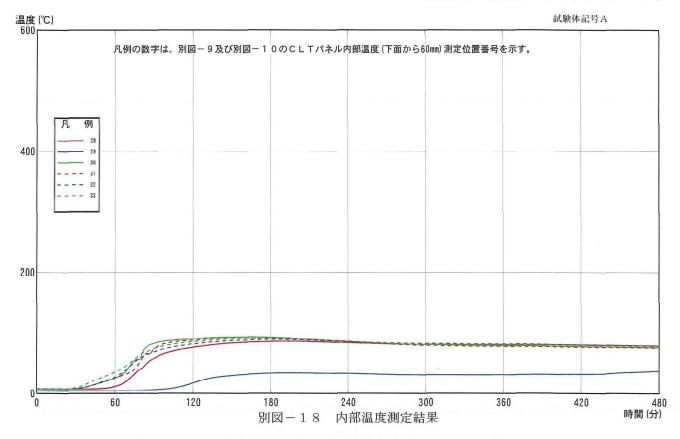


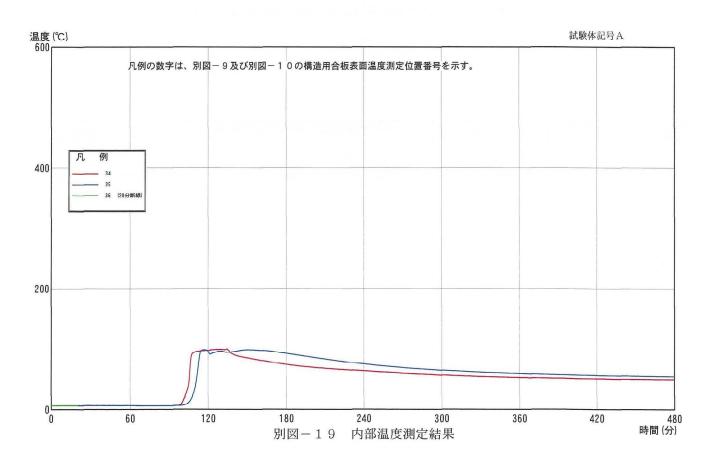
(一財) 建材試験センター15/21 -



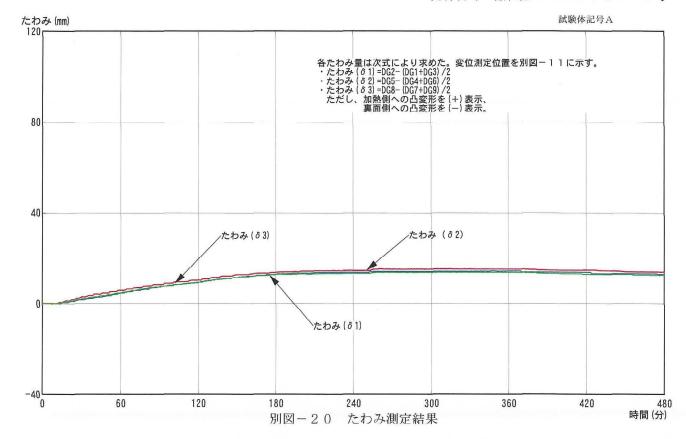


(一財) 建材試験センター - 16/21 -





(一財) 建材試験センター - 17/21 -



発行番号:品性第14C0549-1号

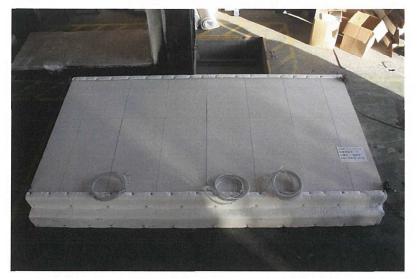


写真-1 試験前の裏面側(床側) の状況(試験体記号A)



写真-2 試験前の加熱側(天井側) の状況(試験体記号A)

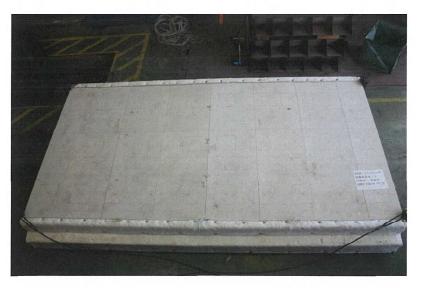


写真-3 試験後の裏面側(床側) の状況(試験体記号A)

(一財) 建材試験センター - 19/21

発行番号:品性第14C0549-1号



写真-4 試験後の加熱側(天井側) の状況(試験体記号A)



写真-5 試験後の加熱側(天井側) ALC表面の状況 (試験体記号A)



上張強化せっこうボード 表面の状況 (試験体記号A)

試験後の加熱側(天井側)

(一財) 建材試験センター - 20/21 -

発行番号:品性第14C0549-1号



写真-7 試験後の加熱側(天井側) 下張強化せっこうボード 表面の状況 (試験体記号A)



写真-8 試験後の加熱側(天井側) CLTパネル表面の状況 (試験体記号A)

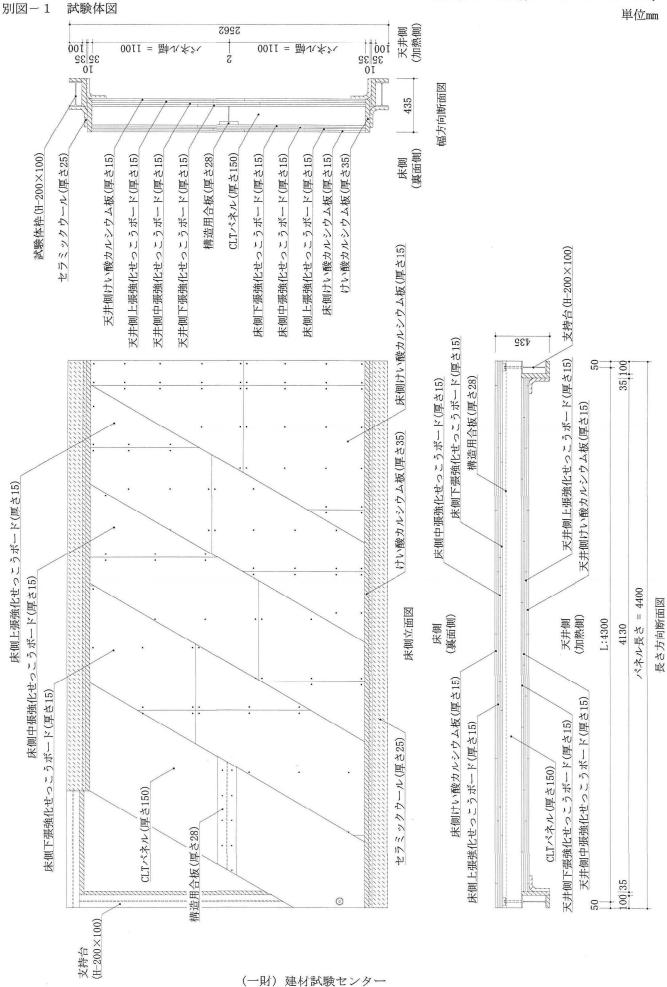
発行番号:品性第14C0549-2号

品質性能試験報告書

試験名称	耐火構造床の2時間耐火性能試験	
依 頼 者	山 佐 木 材 株 式 会 社	
	構 造 名: けい酸カルシウム板(15mm)・強化せっこうボード(15mm×3枚)重上張/けい酸カルシウム板(15mm)・強化せっこうボード(15mm×3枚)重下張/直交集成板(150mm)造床 商 品 名: 直交集成板(CLT) 建築物の部分:床 製 作 日: 平成27年2月17日 形状・寸法: 別凶-1~別凶-8に示す。	
試 験 体	密度: 直交集成板 0.37g/cm³ (105℃、10日間乾燥) けい酸カルシウム板 0.38g/cm³ (105℃、7日間乾燥) 強化せっこうボード 0.76g/cm³ (40℃、7日間乾燥) 9.7質量% (105℃、10日間乾燥) けい酸カルシウム板 1.2質量% (105℃、7日間乾燥) 強化せっこうボード 0.3質量% (40℃、7日間乾燥)	
	備 考: (1)密度及び含水率値は依頼者から提出された試料から求めた。 (2)強化せっこうボード(種類: GB-F(V)、厚さ:15mm) (3)試験体図及び構成材料は、依頼者提出資料による。	
当財団が制定した「防耐火性能試験・評価業務方法書」の耐火性能試験・評価方法耐火性能試験要求耐火時間:120分(加熱時間120分、試験時間480分)試験荷重:953.2N×30=28596N(建築基準法施行令第85条による事務室の床の積載荷重は29		
試験方法	である。 試験荷重は積載荷重(2900N/m²×床面積9.6888m²=28098N) を上回るものとした。) 内部温度測定位置:別図-9~別図-10に示す。 加熱温度及び裏面温度測定位置:別図-11に示す。 載荷位置及び変位測定位置:別図-11に示す。	

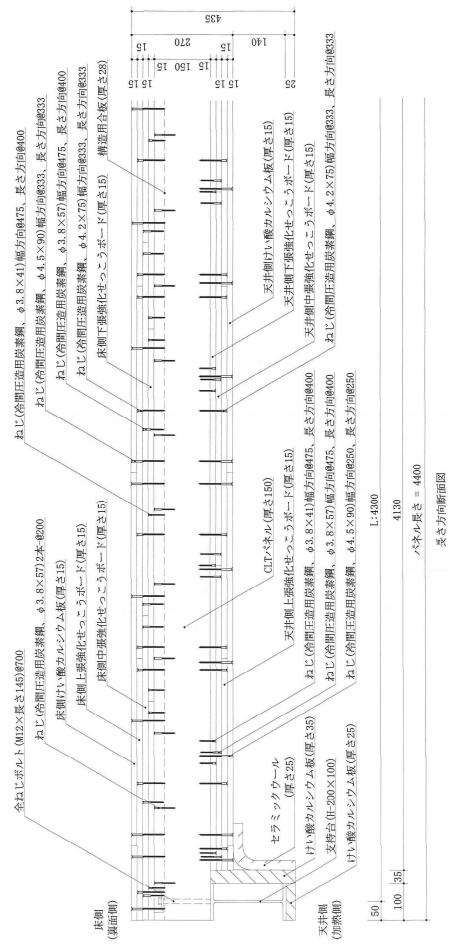
つづく

試験結果	試 験 体 記 号	В
	試 験 年 月 日	平成27年 2月22日
	試験体の大きさcm	2 2 0 . 2 × 4 4 0
	加熱面	床下側
	加熱時間	120分(試験時間480分)
	加熱温度測定曲線	別図-12に示す。
	温度測定曲線	別図-13~別図-20に示す。
	たわみ量測定曲線	別図-21に示す。
	試験体の支点間距離(L)	4 3 0 0 mm
	最 大 た わ み 量	14mm (239分)
		〔規定値308mm〕 0.8mm/分
	最大たわみ速度※ 期	〔規定値13.7㎜/分〕
	(試験体裏面平均)	1 2 ℃
	温度 最高 〔規定値〕	45℃(141分30秒) 〔規定値192℃〕
	裏面 平均	30℃ (142分)
	「規定値」	〔規定値152℃〕
	非加熱側へ10秒を超えて 継続する火炎の噴出の有無	なし
	非加熱面で10秒を超えて	なし
	継続する発炎の有無火炎が通る亀裂等の	
	損傷の有無	た
	(2) ※印の最大たわみ速度(3) 規定値算出時のdは、	の観察において、直交集成板に炭化は認められなかった。は、たわみ量が $L/30(143 \mathrm{mn})$ を超える前においては適用しない。直交集成板の厚さ $150 \mathrm{mm}$ とした。 測定した。測定結果を別図 $-14 \mathrm{w}$ 別図 $-20 \mathrm{k}$ 示す。 $1 \mathrm{w}$ 写真 $-9 \mathrm{k}$ に示す。
試験期間	平成27年 2月22日	
担 当 者	試験監督者 流 矢山 田	靖 博 和 彦 信 彦 憲 二 谷 誠 博 紀
試験場所	西日本試験所	
_		

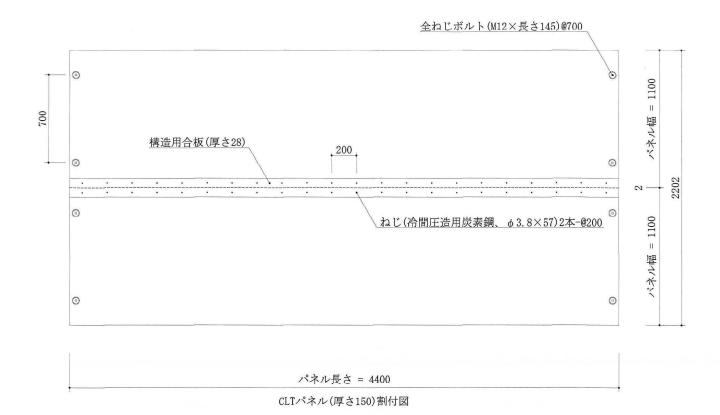


3/21

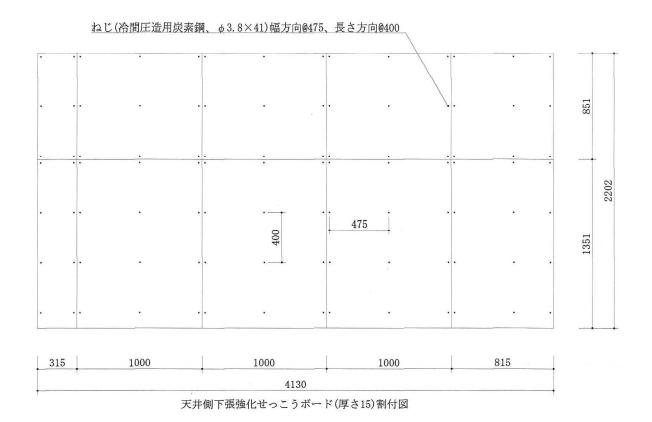
4/21

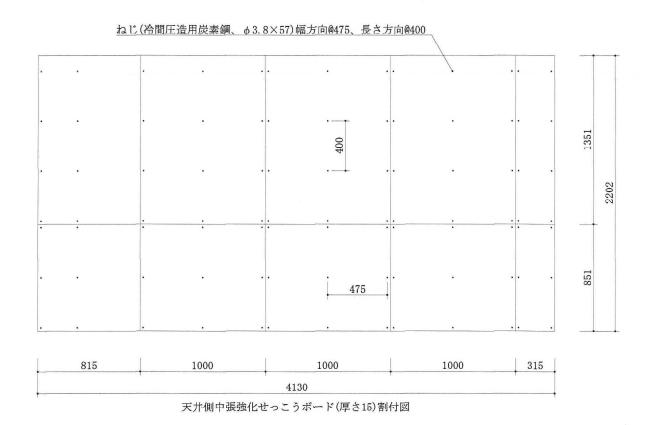


(一財) 建材試験センター - 5/21 -

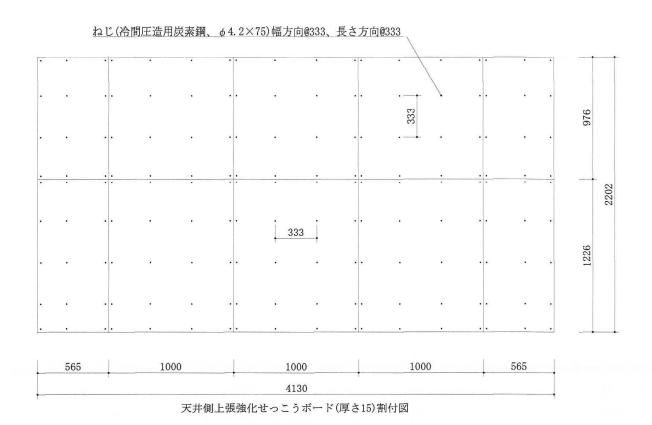


(一財) 建材試験センター - 6/21 -



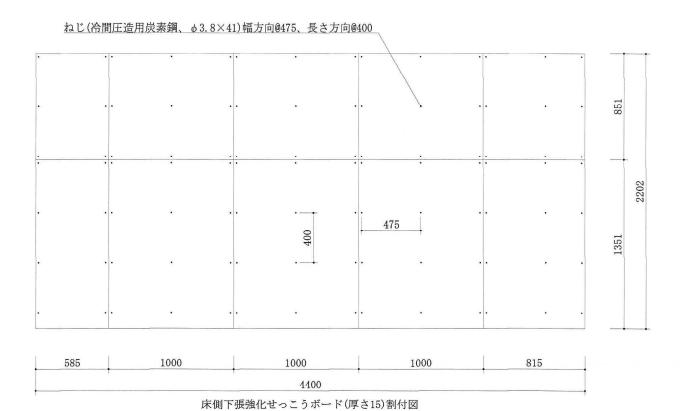


(一財) 建材試験センター - 7/21 -

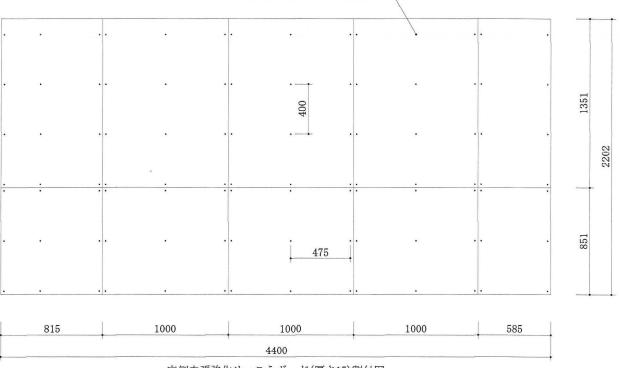


(一財) 建材試験センター8/21 -

天井側けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

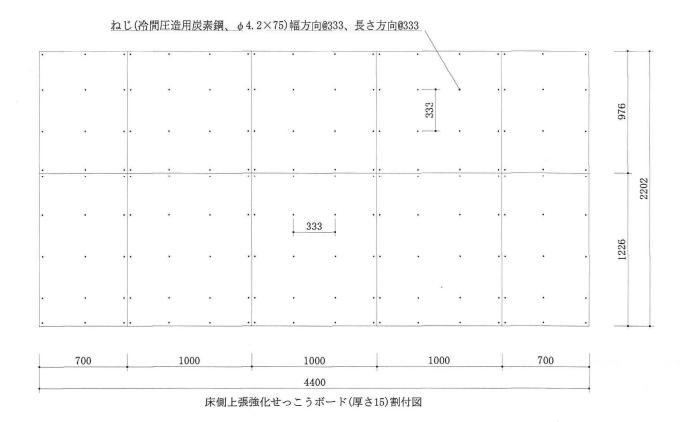


ねじ(冷間圧造用炭素鋼、φ3.8×57)幅方向@475、長さ方向@400



床側巾張強化せっこうボード(厚さ15)割付図

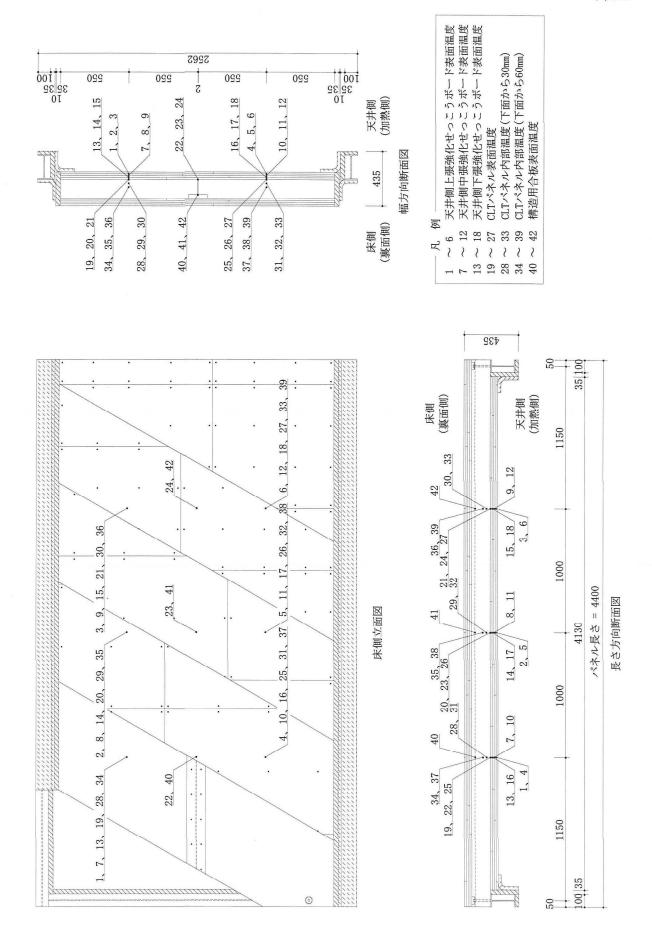
(一財) 建材試験センター- 9/21 -



(一財) 建材試験センター - 10/21 -

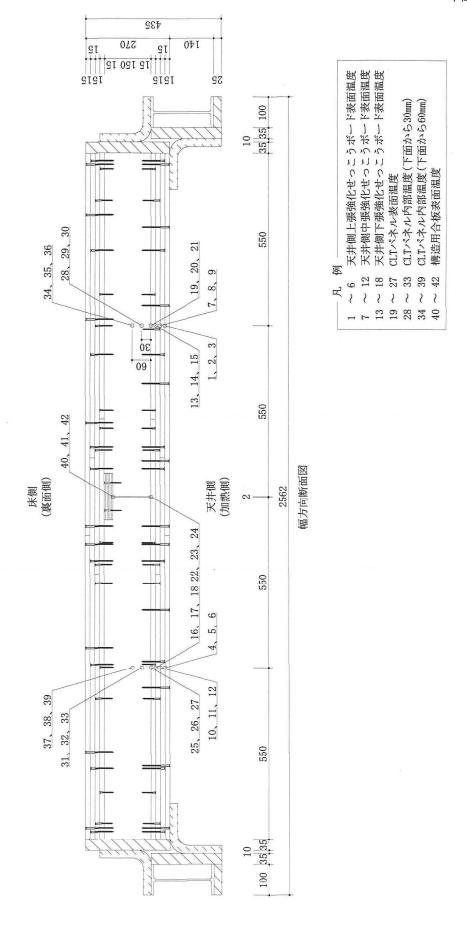
床側けい酸カルシウム板(厚さ15)割付図

単位mm

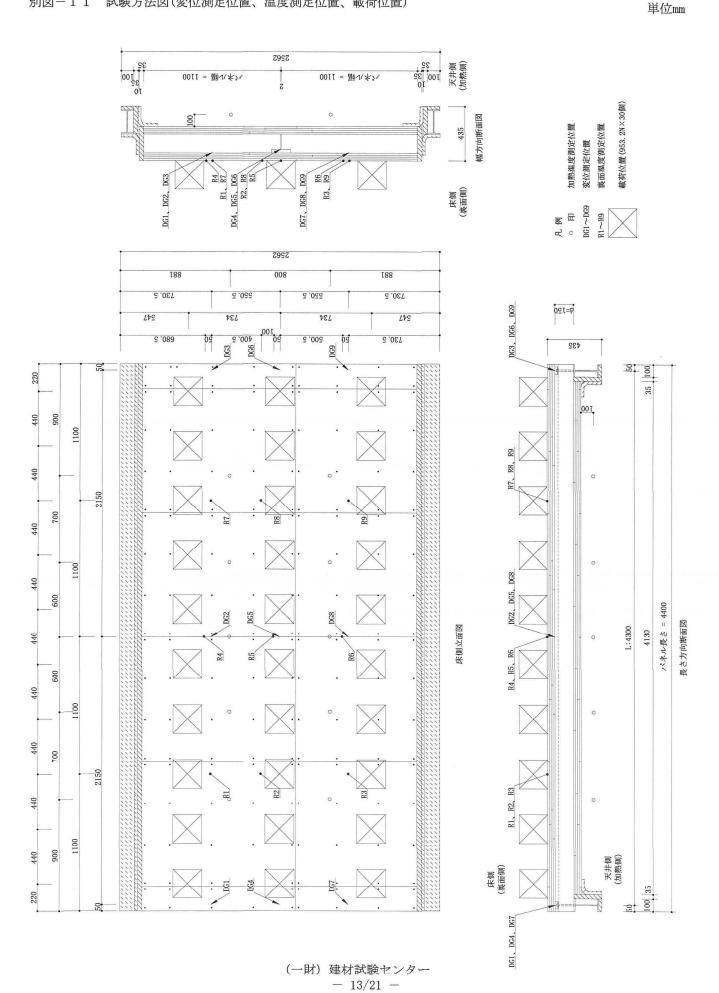


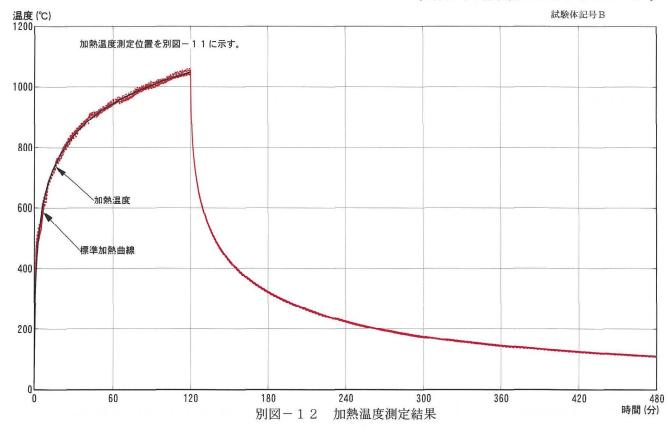
(一財) 建材試験センター - 11/21 -

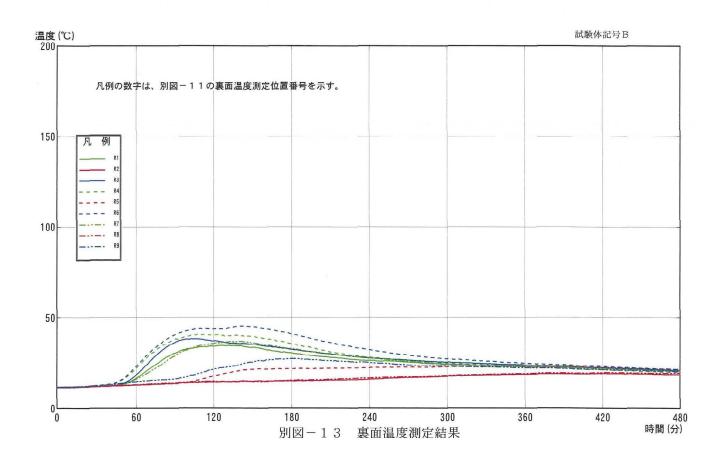
単位mm



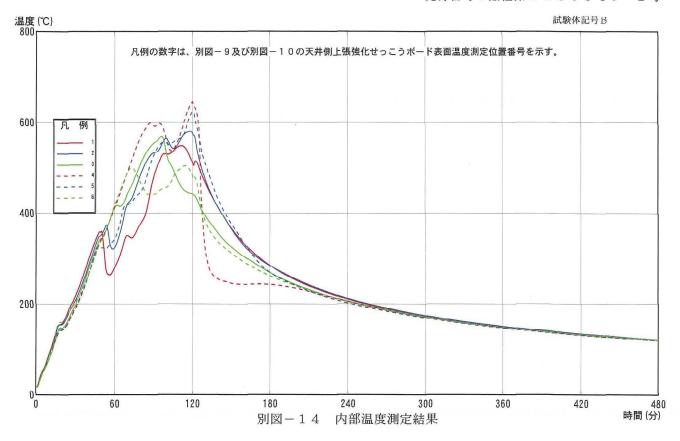
(一財) 建材試験センター - 12/21 -

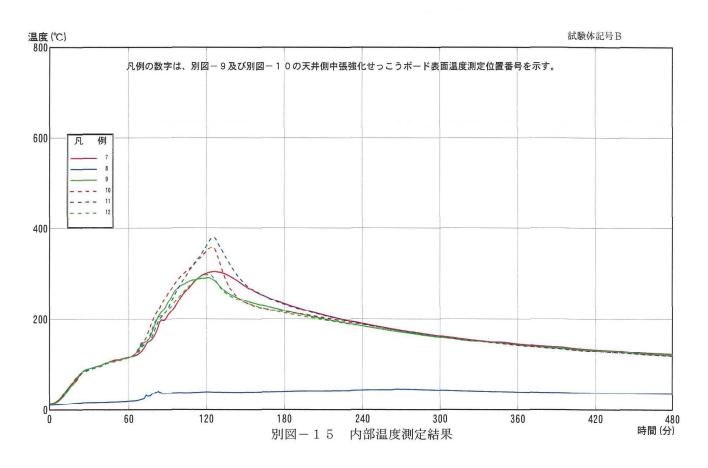




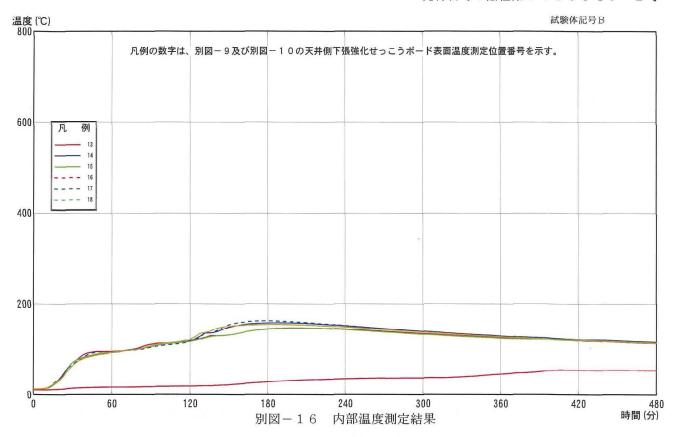


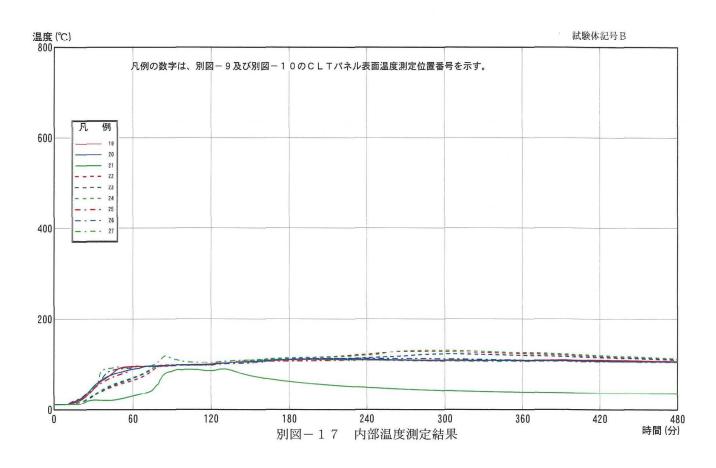
(一財) 建材試験センター - 14/21 -



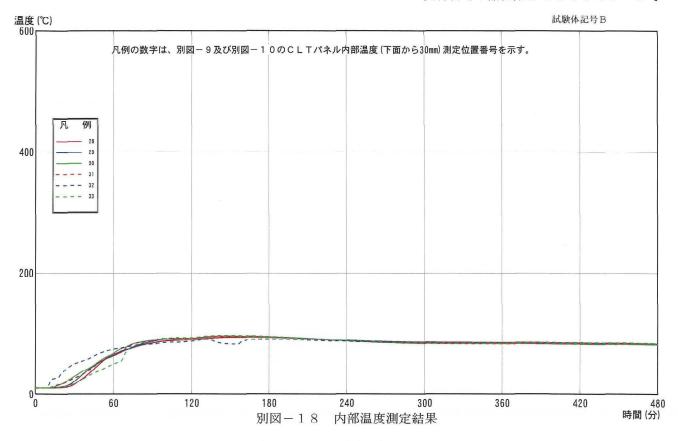


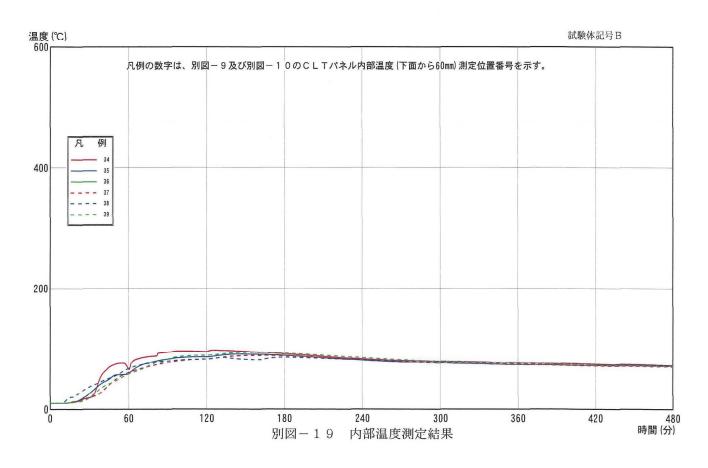
(一財) 建材試験センター 15/21 -



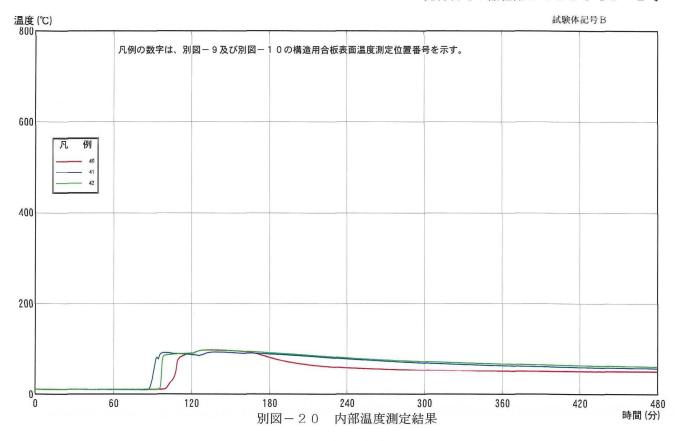


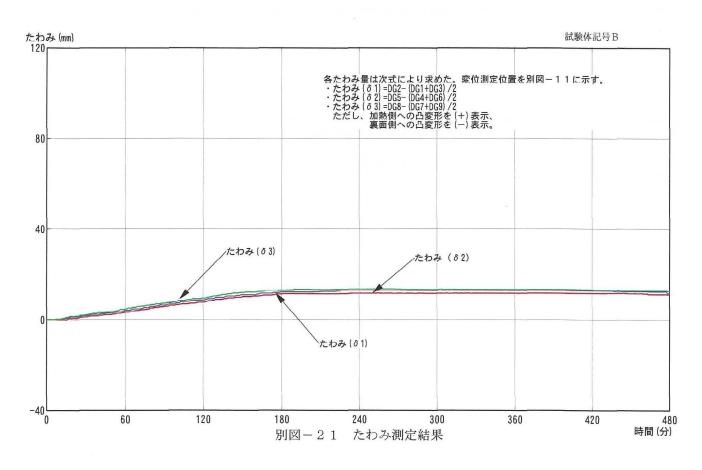
(一財) 建材試験センター 16/21 -





(一財) 建材試験センター - 17/21 -





(一財) 建材試験センター - 18/21 -

発行番号:品性第14C0549-2号

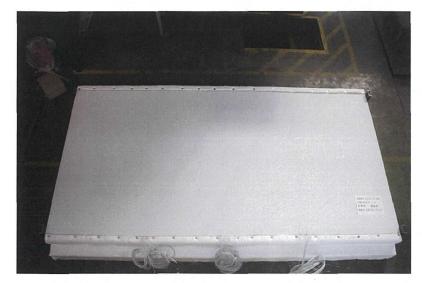


写真-1 試験前の裏面側(床側) の状況(試験体記号B)



写真-2 試験前の加熱側(天井側) の状況(試験体記号B)



写真-3 試験後の裏面側(床側) の状況(試験体記号B)

(一財) 建材試験センター - 19/21 -

発行番号:品性第14C0549-2号



写真-4 試験後の加熱側(天井側) の状況(試験体記号B)



写真-5 試験後の加熱側(天井側) けい酸カルシウム板表面 の状況 (試験体記号B)



写真-6 試験後の加熱側(天井側) 上張強化せっこうボード 表面の状況 (試験体記号B)

(一財) 建材試験センター - 20/21 -

発行番号:品性第14C0549-2号



写真-7 試験後の加熱側(天井側) 中張強化せっこうボード 表面の状況 (試験体記号B)



写真-8 試験後の加熱側(天井側) 下張強化せっこうボード 表面の状況 (試験体記号B)



写真-9 試験後の加熱側(天井側) CLTパネル表面の状況 (試験体記号B)

(一財) 建材試験センター - 21/21 -



第4章 考察およびまとめ

- a) 小型炉実験より確認できたこと
 - 一連の小型の実験を通して確認できたことは以下である。
- ①被覆タイプの場合、珪酸カルシウム板 75mm は、2 時間耐火の性能を十分有する。
- ②被覆タイプの場合、強化石膏ボード 75mm は、2時間耐火の性能を十分有する。
- ③被覆タイプの場合、ALC 板(ユカテック)72mm については、2時間耐火の性能を発揮することはできなかった。
- ④被覆タイプの場合、珪酸カルシウム版 15mm+石膏ボード 30mm では。ピーク時 CLT 境界面 温度は、217℃であったにも関わらず、炭化が見られた。
- ⑤珪酸カルシウム板は、表面温度が 1000 度程度に達しても、ひび割れは生じるものの、大きな崩れ等は生じないことが分かった。
- ⑥石膏ボードは、内部の結晶水が存在する間は、温度は 100 度を維持し高い遮熱性能を有するが、表面温度が高温に達し、内部の結晶水が消滅してしまうと、遮熱性能を失い大きな崩れが生じる。
- ⑦ALC 板(ユカテック)は、表面温度が高温に達しても、大きな崩れ・ひび割れ等は生じないことから、高温に対する耐火性能は高い。
- ⑧従って、2時間耐火実現のためには石膏ボードを CLT 側に配置し、表面(加熱面)を珪酸カルシウム板または ALC 板で覆うのが、有効な方法と判断される。
- ⑨燃え止まりタイプはいずれも2時間耐火の性能を満たすことはできなかった。
- ⑩燃え止まりタイプ (珪酸カルシウム板 50mm) の場合、側面からの燃え抜けが生じたが、このことから鉄骨梁との取り合い部分において、CLT の燃焼が、鉄骨梁上に進行しための工夫が必要であることが分かる。
- ⑪強化石膏ボードと普通石膏ボードでは、強化石膏ボードの方が、耐火性能は優れている。
- b) 大型水平炉実験より確認できた事
- ⑫以下の2タイプは、2時間耐火の性能を満足する。
 - ・珪酸カルシウム板 15mm+強化石膏ボード 45mm
 - ・ALC 板 (ユカテック) 36mm+強化石膏ボード 30mm
- ③鉄骨梁の耐火被覆は、鉄骨の2時間耐火仕様(珪酸カルシウム板 35mm)では、ヒートブリッジにより、CLT 板に発火現象が生じた。
- ④鉄骨梁の耐火被覆(珪酸カルシウム板70mm)では、CLT板に炭化は見られなかった。
- ⑮珪酸カルシウム板等の取り付けよう全ネジビスでは、CLT 板に炭化は見られなかった。
- c) 最後に

本事業により、2方式の CLT 床の2時間耐火システムを提案した。一方鉄骨梁について

は、ヒートブリッジの問題は、とりあえず珪酸カルシウム板 70mm で回避可能であることは明らかにしたが、さらなるスリム化、あるいは湿式岩綿吹き付け等による、さらに安価な方式について、検討する必要があることが分かった。

エポキシ樹脂の溶融・発火の問題については、今回の事業では解決の方向性を示すことはできなかった。今後の重要な課題である。

しかし、2時間耐火の方式をとりあえず2方式示すことができたことにより、接合部事業の成果と組み合わせれば、柱梁S造・床 CLT 構造システムについてはほぼ実現の目途が立ったと言っても過言ではない。是非、実プロジェクトが立ち上がり、実プロジェクトを通して、さらなる改良が行われることを、強く望む。

第一回 委員会 議事録 平成 26 年 10 月 18 日(土) $10:00\sim11:30$ 福岡大学 工学部 5 号館 544 号室

- ·委員会設立趣旨
- · 委員長承認
- · 自己紹介
- ・受託者挨拶 超高層ビルに木材を使用する研究会での受託が出来ず 山佐木材にて受託
- 1) 議事 1 本事業概要説明 村田 資料 1-1 に準じての説明
- 議事2本事業予算説明 資料1-2に準じての説明
- 3) 議事3 試験計画
- 4) 議事 5 小試験体試験の結果

前回 被覆 75mm で OK だったので 45mm で実施したが 表面が焦げた 45mm では難しい \rightarrow 60mm 辺り ? サンドイッチタイプ 厚み減 $50 \rightarrow 30$ やはり難しい 50 にしたい

杉・唐松の違い

性能評価においては 最低限の基準・仕様を抑えての試験実施

被覆 6075×ビス止めの2仕様を変える 4体

ケイカル 15mm+石膏ボード 60mm ケイカル 15mm+石膏ボード 45mm

鋼材耐火性能試験において温度 450 度 まで良いとなっているが 上面の CLT \sim の影響

継ぎ目の問題

CLT等新たな製品・技術の開発促進事業のうち 中高層建築物等に係る技術開発等の促進(耐火部材開発) 第2回委員会議事録

日 時:平成27年1月24日(土) 13:30~15:30

会 場:福岡大学 工学部 4 階 544 教室(福岡市城南区七隈 8 丁目 19-1)

出席者:(敬称略、順不同、[[]]は欠席)

委員 稲田 達夫(委員長)、「堺 純一」、倉富 洋、塩屋 晋一、

田中 圭 (井上 正文代理)、荒木 博章、中原 亨 (山之内 清竜代理)

矢垰 和彦、鈴木 淳一、成瀬 友宏、[上川 大輔]、[梶原 茂]、佐々木 幸久、

村田 忠

オブザーバー [西村 紘明]、[津村 真梨子]、高橋 佳久、大畑 勝人、青井 秀樹

事務局 塩崎 征男、前田 和浩、[佐々木 真理]

議 事:

1. 11 月実施 加熱試験報告

- 2. 第3回 小型試験炉加熱試験 試験体概要と一部速報
- 3.2月 水平炉試験(建材試験センター/西日本)試験計画について
- 4. 平成27年度 計画と課題
- 5. 次回日程

-議 事 録-

1. 第1回委員会議事録の確認

・ 「資料 2-1」を基に報告され、内容について承認された。

2.11 月実施 建材試験センター/中央試験所 試験報告

・ [資料 2-2]を基に、試験結果について報告を行った。(塩崎) 被覆材の性能については、合格の判定。今後の課題として、①鉄骨との接合部 ② エポキシ樹脂 ③鉄骨の被覆厚などが残されたことを確認した。

3. 第3回目 森林総合研究所における 小型試験炉での加熱試験概要と一部報告

- [資料 2-3]を基に、試験体の被覆材構成、計 8 体の説明と既に実施した 2 体の結果報告がなされた。 (倉富)
 - ⇒実施した 2 体(ケイカル 25mm×2、ALC ユカテック 36mm+CLT ラミナ 30mm(燃え止まり想定)では、 2 体とも加熱終了後、規定放置時間を待たず CLT の表面温度が 300~400℃となった為 途中での 中止となった。
 - ⇒燃え止まりタイプは、まだまだ検討が必要である。
 - ⇒ALC を検討する理由としては、① 軽量、② 設備や天井を止め付けるにあたってのビスの保持力に 期待しているので、今後も ALC での検討は継続したい。(稲田)

4. 二月実施予定 水平炉による載荷加熱試験計画について

4-1. 試験体図

- ・ 「資料 2-4」「資料 2-5」を基に試験体寸法、鋼製枠仕様と作成する錘について説明がなされた。(高橋)
- ・ 載荷荷重(錘)の算定根拠の説明がなされた。事務所 積載荷重 2,900 N/m²(矢垰)

4-2. 被覆材仕様の決定

- ・ 今までの試験結果(小試験、11 月水平炉試験)より、1 体の仕様を 最外層 15mm ケイ酸カルシウム板+内側 15mm×3 枚 強化石膏ホード 計 60mm を上下面被覆とする。
- ALC の可能性を探る意味も考慮し、最外層 ALC(ユカテック 36mm)+内側 15mm×2 枚 強化石膏ボードの計 66mmを上下面被覆とする。

4-3. 接着剤仕様について

- ・ 性能評価時の記載仕様は、どこまで詳細に書く必要があるのか? A 種・B 種、RF・API、幅ハギについて等 (塩﨑)
 - ⇒材料の仕様の記載内容、方法については 申請者の判断で決める事(鈴木・矢垰)
 - ⇒山佐木材にて判断し決定する。

4-4. スケジュールについて

- ・ 2月21日、22日に2体を実施予定。実施に当たってのタイムスケジュールを知らせて欲しい(塩崎)
 - ⇒試験のスケジュールを検討する。(矢垰)
 - ⇒試験体製作は、前週の月曜〜製作会社に予定してもらっている為、山佐木材からの CLT は 2 月 13 日までには納入して欲しい(高橋) ⇒ 了解した(村田)

5. 平成 27 年度 計画と予算について

5-1. 国土交通省・林野庁よりの留意点

- ・ 「資料 2-7」を基に11 月に開催された「CLT 強度データー収集等連絡会議」において当事業推進にあたっての指摘された留意点について報告がなされた。(塩﨑)
 - ⇒特に構造面では繰り返し荷重について、防耐火では鋼材との接合、開口部・端部など木口面や被覆材 の脱落防止についてである。
 - ⇒平成27年度事業内では、これらの確認を優先して実施することを計画することとした。

5-2. 平成 27 年度計画と予算

- ・ 「資料 2-8」を基に実施試験内容と林野庁への予算申請(案)が説明された。(塩﨑)
 - ⇒水平炉試験、小型炉試験、接合部・木口面加熱試験、耐久性確認試験、ダンパーなどの試験を計画し 総額¥40,000,000 の案を林野庁に提出済み。

6. 成果報告書作成

・ 「資料 2-9」を基に成果報告書の項目と執筆担当者(案)の説明がなされた。(塩﨑) 成果報告書の締切及び予算執行に関する支払い・伝票の締切については、後日事務局より各担当者に 連絡することとした。

7. その他

- ・ 次回委員会を平成 27 年 2 月 21 日 13:30~15:30 加熱試験の放冷時間に合わせて、建材試験センター/西日本試験所にて開催する。試験見学希望者は、後日試験スケジュールを連絡するので それに合わせ参加して欲しい。
- ・ 鈴木委員より、鋼材接合部検討にあたって鋼材の最低断面を指定する必要がある旨の提案がなされた。
- ・ 塩崎より、現状では 鉄骨構造と木構造の床耐火は、接合部が評価対象外にも係らず 別の評価となって いる。本件については、建材試験センター/中央試験所 佐川氏に検討を依頼している。

以上

CLT等新たな製品・技術の開発促進事業のうち 中高層建築物等に係る技術開発等の促進(耐火部材開発) 第3回委員会議事録(案)

日 時: 平成27年2月21日(十) 13:30~15:00

会 場:建材試験センター西日本試験所会議室(山口県山陽小野田市大字山川)

出席者:(敬称略、順不同、[[]は欠席)

委員 稲田 達夫(委員長)、堺 純一、倉富 洋、[塩屋 晋一]、

田中 圭 (井上 正文代理)、荒木 博章、中原 亨 (山之内 清竜代理)

矢垰 和彦、[鈴木 淳一]、[成瀬 友宏]、上川 大輔、梶原 茂、佐々木 幸久、

村田忠

オブザーバー [西村 紘明]、[津村 真梨子]、高橋 佳久、大畑 勝人、[青井 秀樹]

原田 寿郎

事務局 塩崎 征男、前田 和浩、[佐々木 真理]

議事:

1. 前回議事録(案)の確認

- 2. 当日実施、2時間載荷加熱試験の経過状況報告
- 3. 成果報告書 第2章 小型試験炉 内容説明
- 4. 同 報告書 第3章 水平炉加熱試験 内容説明
- 5. 成果報告書提出へのスケジュール確認
- 6. 来年度 検討・試験項目の確認
- 7. 当日実施、2時間載荷加熱試験体解体立会
- 8. その他

-議事録-

1. 第1回委員会議事録の確認

・ 事務局より[資料 3-1] 前回議事録(案)に基づき報告され、内容について承認された。

2. 当日実施試験 実施概要についての説明

[資料 3-3]に添付されていた、第2回目水平炉試験体図・錘図に沿って、当日実施している水平炉による2時間載荷加熱試験の概要と着火より現在にいたる経過報告を行った。(塩崎)

3. 小型試験炉分成果報告書(案)の説明

[資料 3-2]に基づき、森林総合研究所にて実施した小型炉による加熱要素試験に関する成果報告書 (案)の説明がなされた。(倉富)

その中で最終試験が、3月11日 本事業の締切前の実施予定であることの事前報告がなされた。

4. 水平炉 2 時間加熱試験分成果報告書(案)の説明

[資料 3-3]に基づき、建材試験センター中央試験所で 11 月実施した水平炉加熱試験、今回実施している載荷加熱試験(案)に関する成果報告書(案)の説明がなされた。

同センター西日本試験所 矢垰氏より、報告書作成に間に合うよう報告書の作成していただくこととした。(塩﨑)

5. 来年度以降の検討課題、試験実施計画について

- ・ 来年度、取り組む課題と既に予約済みの試験実施計画についての確認を行った。
 - 試験予定
 - a) 7月6日~10日(予定)建材試験センター中央試験所 上面加熱試験
 - b) 9月14日~18日(予定) 同 西日本試験所 下面・載荷加熱試験
 - c) 12月~H28年1月(予定) 性能評価試験
 - ② 検討項目
 - a) 鉄骨接合部
 - b) 施工後の耐久性、施工時の養生
 - c) 被覆材のより一層の経済・性能合理性の検討
 - d)
 - e) 耐火被覆材のプレファブ化
 - ③ 他の鉄骨構造への木材の利用⇒ダンパー他
- ・ 耐火炉の確保は前述通りであるが、接合部他後数回の試験が必要となる。森林総合研究所での小型試験炉の継続の他に建材試験センター(西日本試験所)より、今回同様に土曜日での試験対応について、対応いただけるとの申し出をいただいた。

6.. 試験終了後の確認

- 当日、実施していた試験終了後の確認を全員で行った。
- ・ 結果としては、ALC36mm+強化石膏ボード 15mm×2 枚貼の仕様においては、CLT の表面の炭化・変色は見られず、また最外層から CLT に直接ビス止めした箇所におけるビス熱橋による焦げ・変色も見受けられなかった。性能評価試験の判定基準としては「合格」の内容であることを 建材試験センター側より報告を受けた。

以上

平成 26 年度 林野庁委託事業

CLT 等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進 (耐火部材開発)

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」(耐火部材開発)研究成果報告書 平成 27 年 3 月発行

> 〒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