

平成26年度千葉県森林整備加速化・林業再生事業

県産スギを用いた単板積層材(LVL)による  
耐火部材の開発  
実績報告書

2016年3月

株式会社 キーテック

## 目次

- 委員会構成
- 事業の概要

### 1. はじめに

### 2. 開発された耐火部材について

- 2. 1 LVL を用いた 30 分耐火屋根
- 2. 2 LVL を用いた 1 時間耐火床
- 2. 3 LVL を用いた 1 時間耐火柱
- 2. 4 LVL を用いた準不燃材料

### 3. 事業に用いた構造部材について

- 3. 1 ストレストスキンパネルとは
- 3. 2 構造部材（横架材）の違いについて

### 4. 耐火部材の運用

- 4. 1 運用について

### 5. まとめ

### 参考資料

#### 申請に関する書類一式

- ・屋根
- ・床
- ・柱
- ・準不燃材料

## 委員会構成

	東京大学生産技術研究所	腰原幹雄	教授
	桜設計集団	安井 昇	代表
	国土技術政策総合研究所	鈴木淳一	建築研究部
	国土技術政策総合研究所	水上点晴	建築研究部
	広島県立総合技術研究所	藤田和彦	林業研究部
	ビルディングランドスケープ	山代 悟	建築家
	丸菱油化工業(株)	亀岡祐史	営業部
	菊水化学工業(株)	加藤圭一	研究開発部
	(株)オーシカ	辻 健	建材開発推進部
	(株)オーシカ	中井 聡	中央研究所
委員	(株)オロチ	長谷川広一	品質管理ワークス
	(株)キーテック	大石哲也	開発部
	石巻合板工業(株)	高橋利信	東京営業所
	石巻合板工業(株)	古川 透	東京営業所
	日本ツーバイフォー協会	坂部芳平	技術部
	日本木造住宅産業協会	高木 郷	木造耐火性能研究WG 委員
	(株)日新	松下 清	
	ダウ化工株式会社	今田勝仁	技術・開発本部
	ダウ化工株式会社	木村吉晴	技術・開発本部
	メツァリーット コーポラティブ		
	メツァウッド ケルト	田邊公彰	日本事務所代表
		井上国雄	事務局長 (株)キーテック
		李 元羽	技術部長 (株)キーテック
事務局	一般社団法人全国 LVL 協会	成田敏基	技術課長 (株)キーテック
		大石哲也	(株)キーテック
		村山和繁	(株)キーテック

## 事業の概要

### 1. はじめに

本事業は、昨年度実施された平成 25 年千葉県森林整備加速化・林業再生基金事業における「木質耐火・準耐火構造部材の開発」の継続事業として実施された。耐火屋根・耐火床・準耐火壁の開発および大臣認定取得が行われた。本事業を実施している間にも世の中では非住宅の木造化の流れは止まらず、設計者からの耐火構造に関する問合せが多く寄せられた。開発されている木造の耐火構造・準耐火構造への反響は非常に高いと感ずる。

単板積層材(Laminated Veneer Lumber, 以下 L V L)は、原木丸太を剥いて作った単板を、繊維方向をほぼ平行にして、接着剤を用いて積層接着して製造する木質材料で、建築構造材や造作材として利用されている。特長として、間伐材などの小径木を利用できること、使用目的に応じた強度性能を有する断面・長さの軸材・面材を作れることがあげられる。L V Lは耐震性の高い中層大規模木造建築に多く使われている。しかし、L V Lは木質材料の宿命とも言える可燃性を有するため、燃え代設計の対象にはなっているものの、防耐火性能検証データの蓄積が少ないため、建築分野での使用は未だ十分と言えない。

一方、平成 10 年の建築基準法の改正で、建築物の火災安全性に関する性能が明確化されたことに伴い、木造建築物でも法規に定める耐火性能を付与すれば、鉄筋コンクリート造のような大規模で不特定多数が集まる建築物（デパート、集会場、映画館、ホテル、劇場など）の建設が可能となった。即ち、既に強度性能に関して高い評価を得ている L V Lに耐火性能を付与し、且つ、防耐火性能検証データを蓄積すれば、L V Lは、建築物の構造部材として使用できることとなり、結果、需要を拡大させることができることとなった。そこで、早急に、L V Lに耐火性能を付与するための研究開発に取り組むことが必要となっている。

近年非住宅分野での木造建築物が多く増えている。そのうち大型化する木造建築物の数も増えることから耐火建築物の需要も年々増している。今まで製材や集成材などを用いた耐火部材は開発及び大臣認定を取得しているが、まだ単板積層材(L V L)とくにスギを用いることが出来る製品では、耐火分野での大臣認定取得した耐火部材は数少ない。本事業では、昨年度に引き続き千葉県から多く出るスギ原木の需要を耐火部材という特殊な分野で拡大させることを試みながら、その他の樹種も適応することが可能な幅広い耐火部材を開発することで実用化に取り組んだ。



一般社団法人全国 LVL 協会と株式会社キーテックは共同で単板積層材(以下、LVL)を用いた耐火部材の開発及び国土交通大臣認定申請のための性能評価試験を行った。本事業は H26 年度千葉県補助事業により実施され平成 28 年 3 月まで実施した。木造建築のための耐火部材は数多く存在しているが、新しく開発された部材や特殊な材料はまだ使用出来る範囲が狭い。そのため、近年注目を浴びている LVL のストレススキンパネルが使えることを目的として 1 時間耐火の床、柱、屋根を目指して開発及び性能評価試験を行った。次ページに、所有する認定一覧と、本事業で認定取得を目指した構造を示した。

耐火関係認定 一覧

2015/10/1  
株式会社キーンテック  
全国LVL協会

用途	認定名称	区分	大臣認定番号	備考
1 床	強化せつこうボード・強化せつこうボード・構造用合板上張/強化せつこうボード重下張/木造床	1時間耐火構造	FP060FL-0125	形ジョイスト
2 床	人造鉱物繊維断熱材充てん/強化せつこうボード重・構造用合板上張/強化せつこうボード重下張リ/木造床	1時間耐火構造	FP060FL-0131	形ジョイスト、断熱材有
3 床	強化せつこうボード重・木質系ボード上張/強化せつこうボード重下張/木造床	1時間耐火構造	FP060FL-0124	形複合梁
4 床	人造鉱物繊維断熱材充てん/強化せつこうボード重・構造用合板上張/強化せつこうボード重下張リ/木造床	1時間耐火構造	FP060FL-0128	形複合梁、断熱材有
5 床	強化せつこうボード重・構造用合板上張/強化せつこうボード重下張/木造床	1時間耐火構造		ストレッチスキンパネル 本事業
6 屋根	人造鉱物繊維断熱材充てん/葺材・木質系ボード表張/強化せつこうボード・木質系ボード裏張/木製屋根	30分耐火構造	FP030RF-1821(1)~(7)	ストレッチスキンパネル、断熱材有
7 屋根	人造鉱物繊維断熱材充てん/葺材・木質系ボード表張/強化せつこうボード・木質系ボード裏張/木製屋根	30分耐火構造		ストレッチスキンパネル 本事業
8 柱	準不燃処理単板積層材重張被覆/木製柱	1時間耐火構造		準不燃LVL被覆型柱 本事業
9 壁	単板積層材表張/木製下地外壁	30分準耐火構造	QF030NE-0031	外壁(非耐力壁) 30分
10 壁	単板積層材表張/木製下地外壁	1時間準耐火構造	QF060NE-0032	外壁(非耐力壁) 1時間
11 壁	単板積層材造外壁	1時間準耐火構造	QF-060BE-0991	外壁(耐力壁) 1時間
12 壁	単板積層材造外壁	1時間準耐火構造		外壁(耐力壁) 1時間 性能評価委員会
13 壁	単板積層材造外壁	45分準耐火構造		外壁(耐力壁) 45分 性能評価委員会
14 内装材	りん・珪素系薬剤処理単板積層材	準不燃	QM-0778, 0779, 0780	30mm厚 積層面
15 内装材	りん・珪素系薬剤処理単板積層材	準不燃	QM0821(1)~(3)	15mm厚 積層面
16 燃え止り材	りん・珪素系薬剤処理単板積層材	準不燃		15mm厚 積層面 本事業

## 2. 開発された耐火部材について

### 2. 1 LVL を用いた 30 分耐火屋根

#### 2. 1. 1 概要

垂木としてよく用いられている LVL 及びストレートスキンパネルを耐火部材として用いるためには屋根構造において室内部の天井面を 30 分間加熱及び加熱時間の 3 倍の時間の間放置する試験方法を用いて性能評価及び大臣認定を取得する必要がある。試験は水平炉で行った。

試験体には特別な材料は施工方法を用いること無く大工経験をした人であれば施工出来るようなシンプルな仕様を採択し、工場生産にも適合しているストレートスキンパネルも仕様として読めるようにした。

耐火屋根は大臣認定を入れた仕様で大臣認定に相当する性能を満たした。屋根は室内の最適な温熱環境を維持するために最も高い断熱性能を必要とする建築部材である。今回の事業では断熱材を入れない仕様を行った。昨年度に実施した千葉県事業で認定を取得した、断熱材を入れた仕様の認定と合わせることで、地域ごとに必要とする断熱性能に合わせて入れる断熱材の厚さを変えることが可能なフレキシブルな仕様に変えることができる。



写真 2.1.1. 30 分耐火屋根試験体の屋根面

## 2. 1. 2 試験体仕様

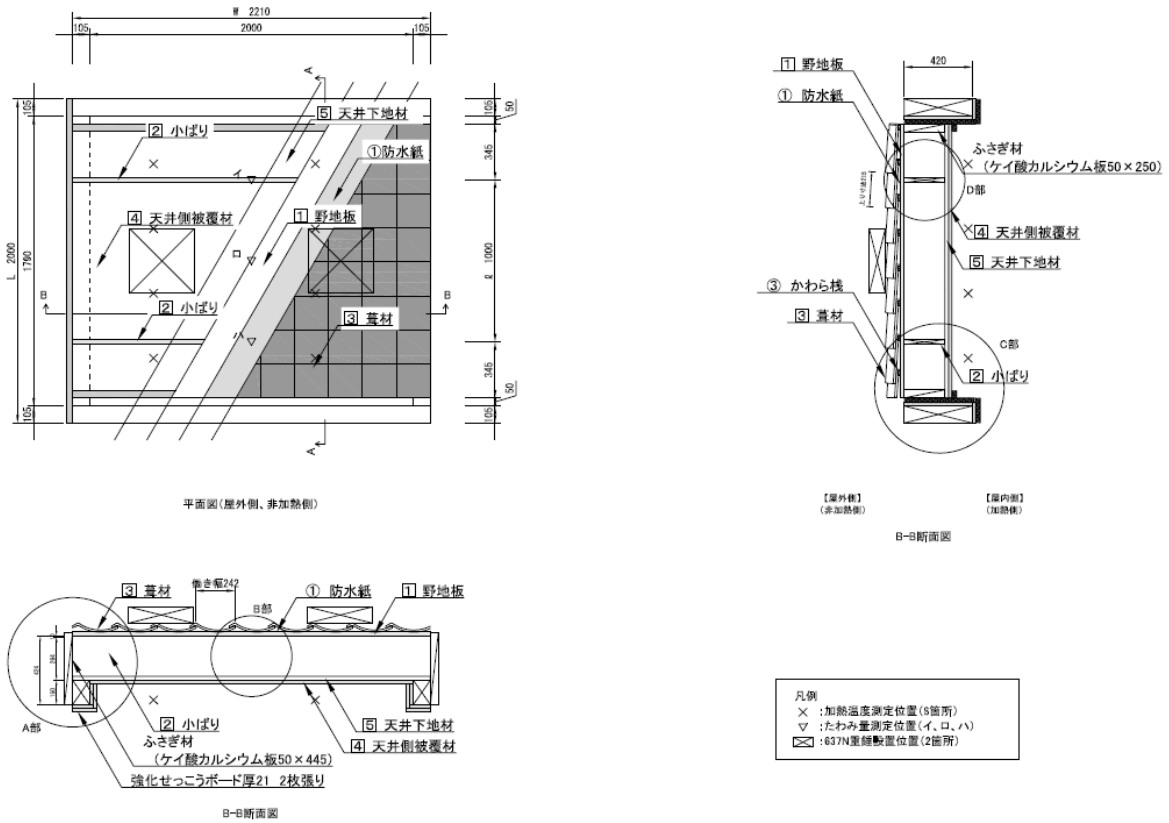


図-1 試験体の構造・寸法・温度測定位置(寸法単位:mm)

図 2.1.1 試験体構造・寸法

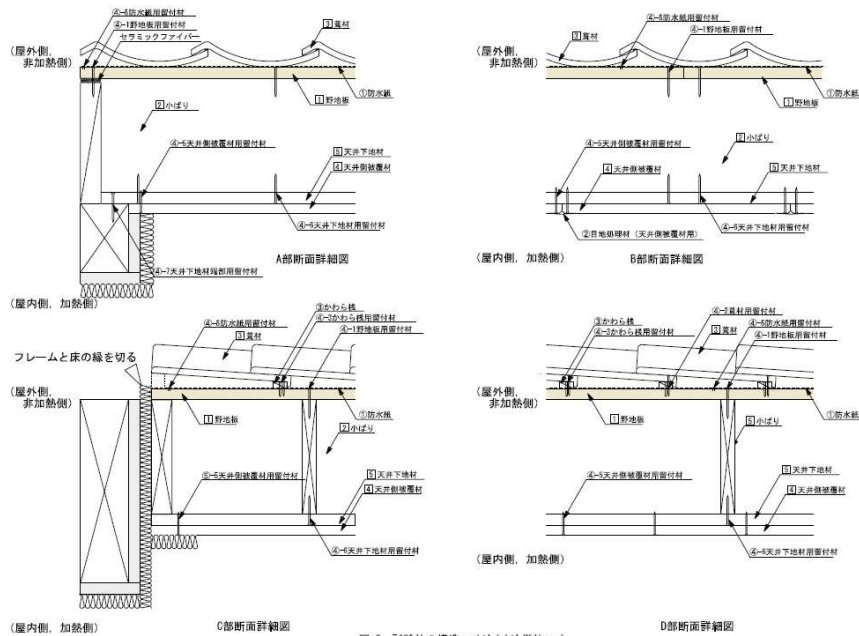


図 2.1.2 試験体構造・寸法



2. 1. 3 写真



写真 2.1.3.1 試験体製作



写真 2.1.3.2 試験体加熱面



写真 2.1.3.3 ルーフィング



写真 2.1.3.4 瓦葺き屋根

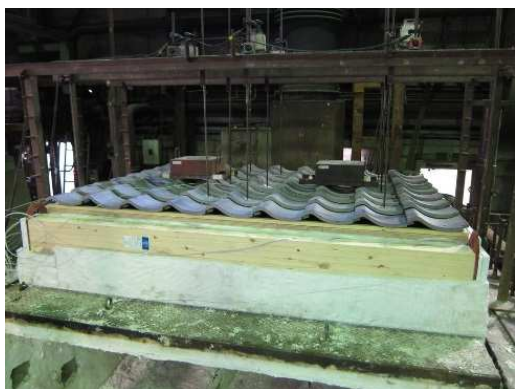


写真 2.1.3.5 試験体設置、載荷



写真 2.1.3.6 試験後加熱面



写真 2.1.3.7 石膏ボード除去後加熱面



写真 2.1.3.8 LVL梁に炭化見られず

## 2. 1. 4 結果

LVLを垂木とした屋根構造の30分耐火試験を行い、30分の性能を満たした。加熱中、放冷中の試験体の最大たわみが規定値以下であり、主要な構造部に炭化が見られず、合格であった。今後は大臣認定の申請を行い、耐火構造認定の番号を取得する予定である。

### 返信票

(別表)

発信日 28年 1月 20日

一般財団法人 日本建築総合試験所 建築確認評定センター 委員会事務局：中野、門岡、木野 宛 TEL: 06-6966-7600 / FAX: 06-6966-7680	一般社団法人全国 LVL 協会 事務局 TEL: 03-6743-0087 / FAX: 03-5534-3959 株式会社キーテック 開発本部開発部開発課 TEL: 03-5534-3745 / FAX: 03-5534-3750 大石 哲也 様
--	--

平成 27 年度 第 11 回 防耐火構造部材性能評価委員会(平成 27 年 11 月 16 日)の結果報告

評価結果	・技術的基準に適合		・条件付承認		・保留	
受付番号	III-X-15-206	評価番号	GBRC 建評-15-011A-060			
件名 (商品名)	葺材・木質系ボード表張/強化せっこうボード・木質系ボード裏張/木製屋根 (一)					
分割申請	なし		・あり ( 14 分割申請)			
該当ページ	指摘及び検討事項 (質問等を含む)			申請者回答欄 回答及び処置 (添付資料)		
	特に技術的な指摘事項は認められなかった。					

## 2. 2 1時間耐火床

### 2. 2. 1 概要

非住宅建築の床の梁部材として注目されている LVL のストレススキンパネルを耐火部材として用いるために、床構造において室内部の天井面を1時間加熱、加熱時間の3倍の時間の間放置する試験方法を用いて性能評価及び大臣認定を取得する必要がある。試験は水平炉で行った。

試験体には特別な材料は施工方法を用いることなく大工経験をした人であれば施工出来るようなシンプルな仕様を採択し、工場生産にも適合しているストレススキンパネルも仕様として読めるようにした。床と天井の間には遮音対策として断熱材を入れることが多いが、屋根と同様に設計者の要望に応じてフレキシブルに断熱材を入れられるように、今年度は断熱材無の仕様で試験を行った。

耐火床は、加熱側の天井側から構造部材の炭化が見られ、1時間耐火の性能に達しなかった。設計者の選択肢を増やすために認定で読める範囲をなるべく広くするため、LVL 梁部材を薄くしたことが原因と考えている。来期以降の課題としたい。



写真 2.2.1. 1時間耐火床試験体

## 2. 2. 2 試験体仕様

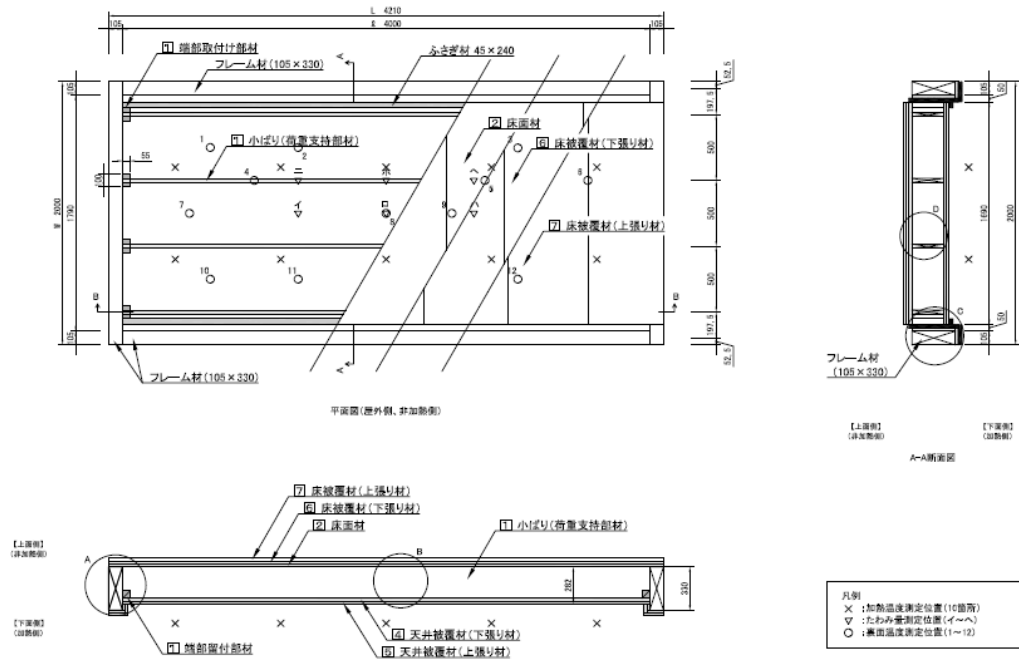


図 2.2.1 試験体の構造・寸法・温度測定位置

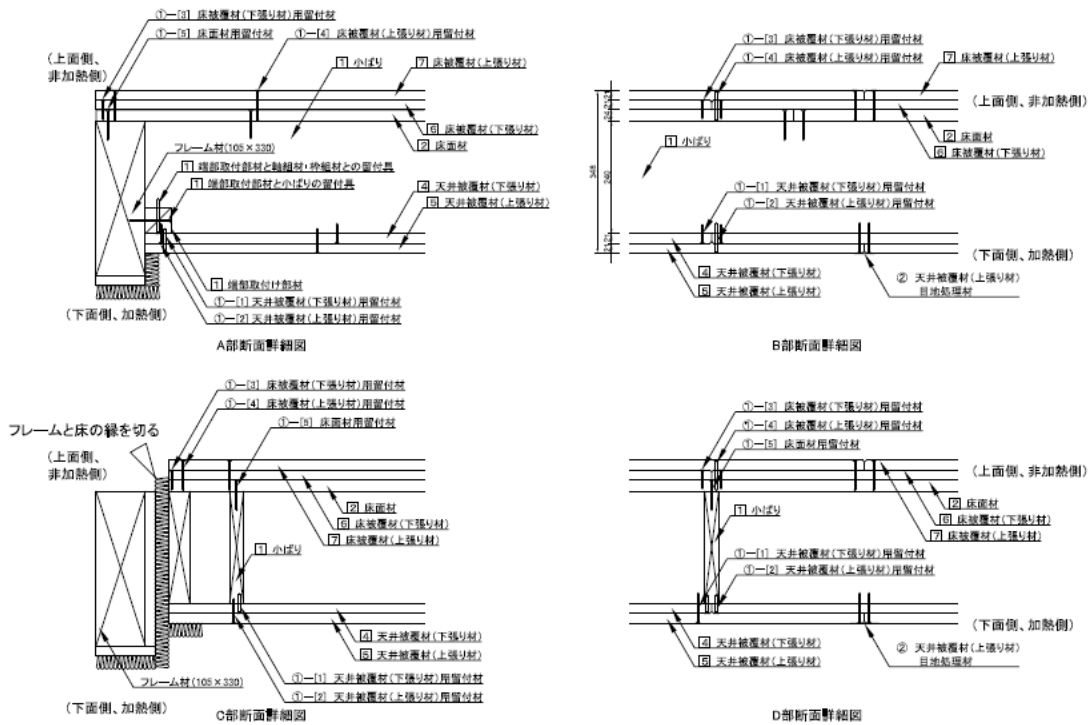


図 2.2.2 試験体の断面詳細図



2. 2. 3 写真



写真 2.2.3 試験体製作



写真 2.2.4 試験体加熱面

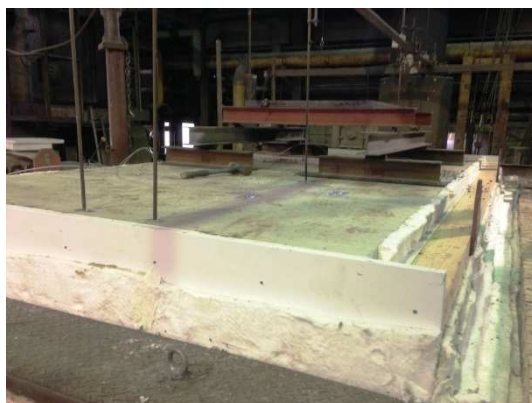


写真 2.2.5 試験体設置、載荷



写真 2.2.6 試験後加熱面



写真 2.2.7 せっこうボード除去後加熱面  
(合格)



写真 2.2.8 せっこうボード除去後加熱面  
(不合格)



写真 2.2.9 不合格部拡大図 (1)



写真 2.2.10 不合格部拡大図 (2)

\*小梁留め付け部で一部炭化が見られたため、不合格

#### 2. 2. 4 結果

本試験における 2 体の試験体の内、1 体は合格したが、1 体は不合格となった。不合格理由は、小梁留め付け部において一部炭化が見られたためである（写真 2.2.9、写真 2.2.10 参照）。炭化部を確認したところ、小梁留め付け用の釘が、非常に近い間隔で打ち込まれていた。これにより、釘 2 本分の熱が小梁留め付け部に集中し、炭化が加速したと考えられる。よって、主な原因は LVL 梁部材を薄くしたためと思われる。小梁のサイズは、設計者の選択肢を増やすため、認定で読める範囲を広くすることを目的として設定した。

今回の試験を受け、より広い断面の小梁を使用することおよび施工時の釘打ち込みに注意することで、十分に合格は可能であると考ええる。合格に向けての仕様については、今後改めて、検討することとする。

## 2. 3 1 時間耐火柱

### 2. 3. 1 実験概要

1 時間耐火性能を目標に、4 面加熱の試験体を製作し、「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠した載荷加熱試験を行った。

### 2. 3. 2 試験体概要

試験体は断面寸法 150×150 mm のスギ構造用集成材を構造部材とする試験体について載荷加熱試験を実施した。加熱試験体の構成部材、組立仕様などの試験体仕様の一覧を表 2.3.2-1～2 と図 2.3.2-1～4 に示す。

表 2.3.2-1 試験体構成材料 (寸法単位:mm)

項 目	試験体の構造
荷重支持部材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 構造用集成材(日本農林規格に適合するもの)</li> <li>・樹種 すぎ</li> <li>・密度 0.38g/cm<sup>3</sup>(気乾,実測値)</li> <li>・断面寸法 105×105、600×600</li> </ul>
胴縁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材</li> <li>・薬剤含浸量 150kg/m<sup>3</sup></li> <li>・断面寸法 25×50</li> <li>・取付間隔 50、275</li> </ul>
被覆材 (下張り材)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材</li> <li>・薬剤含浸量 150kg/m<sup>3</sup></li> <li>・厚さ 25</li> </ul>
被覆材 (上張り材)	
被覆材 (仕上げ材)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 平成 12 年建設省告示第 1452 号の第六号に規定する無等級材又は第七号に規定する木材</li> <li>・厚さ 15</li> </ul>
被覆材 (塗料)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 アクリル・ウレタン系樹脂</li> <li>・質量 73.5g/m<sup>2</sup> (固形量) (有機質量 67.0g/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
横胴縁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材</li> <li>・薬剤含浸量 150kg/m<sup>3</sup></li> <li>・断面寸法 25×50</li> </ul>

表 2.3.2-2 試験体構成材料留付材 (寸法単位:mm)

項 目	試験体の構造
-----	--------

留付材	<p>[1]胴縁</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木ねじ</li> <li>・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの)</li> <li>・寸法 <math>\phi 3.8 \times L51</math></li> <li>・留付間隔 300</li> </ul> <p>[2]下張材</p> <p>[2]-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木ねじ</li> <li>・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの)</li> <li>・寸法 <math>\phi 3.8 \times L51</math></li> <li>・留付間隔 200</li> </ul> <p>[2]-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋め木</li> <li>・材質 木材</li> <li>・寸法 <math>\phi 8.0</math></li> </ul> <p>[2]-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウレタン系樹脂接着剤</li> <li>・塗布量 <math>500\text{g}/\text{m}^2</math></li> </ul> <p>[3]上張材</p> <p>[3]-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木ねじ</li> <li>・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの)</li> <li>・寸法 <math>\phi 3.8 \times L32</math></li> <li>・留付間隔 200</li> </ul> <p>[3]-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋め木</li> <li>・材質 木材</li> <li>・寸法 <math>\phi 8.0</math></li> </ul> <p>[3]-3 ウレタン系樹脂接着剤</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塗布量 <math>500\text{g}/\text{m}^2</math></li> </ul> <p>[4]仕上げ材</p> <p>[4]-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ピンくぎ</li> <li>・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの)</li> <li>・寸法 <math>\phi 0.6 \times L35</math></li> <li>・留付間隔 300</li> </ul> <p>[4]-2 ウレタン系樹脂接着剤</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塗布量 <math>500\text{g}/\text{m}^2</math></li> </ul> <p>[5]横胴縁</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木ねじ</li> <li>・材質 )鉄鋼(防錆処理をしたもの)</li> <li>・寸法 <math>\phi 3.8 \times L51</math></li> <li>・留付本数 2本</li> </ul>
-----	---

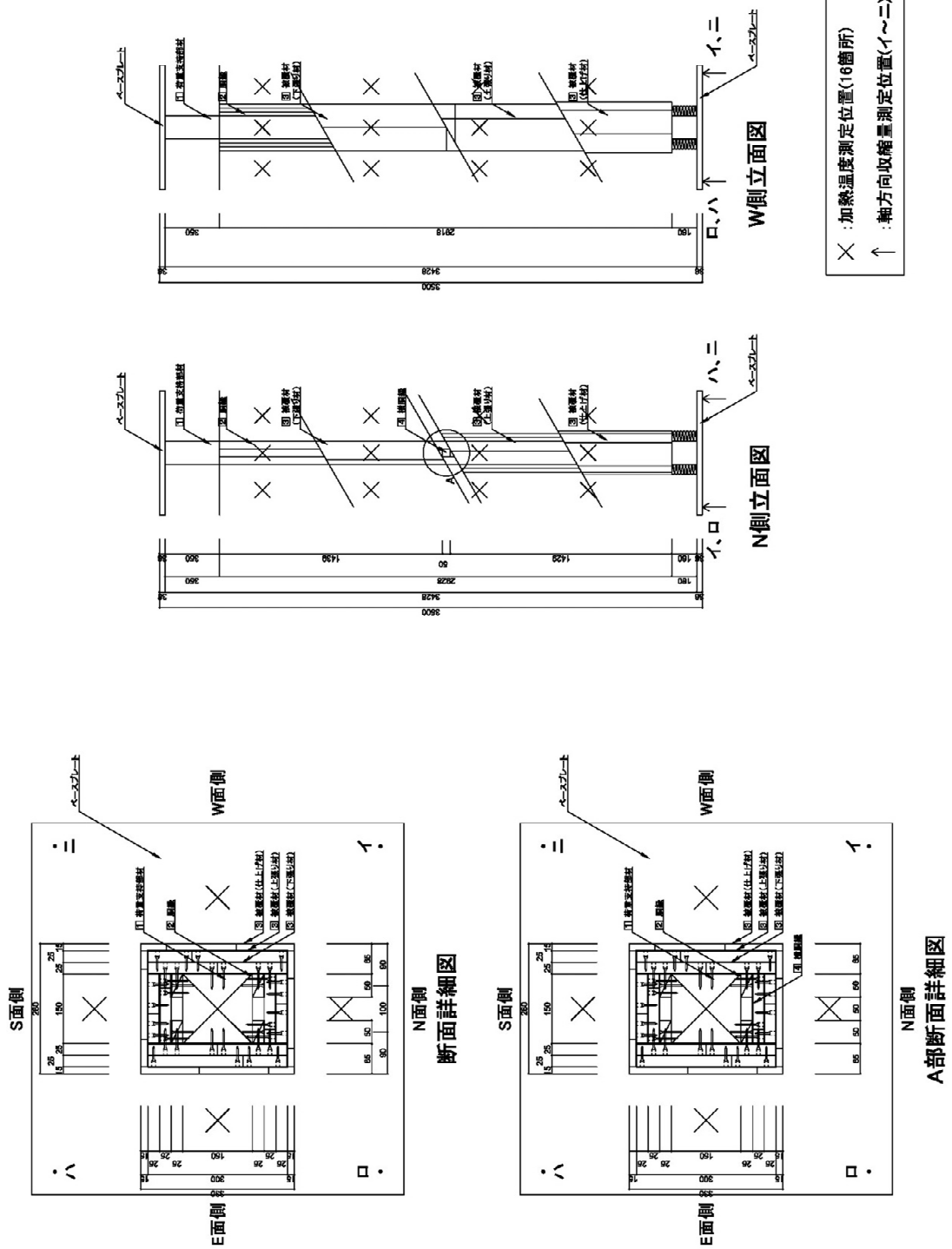
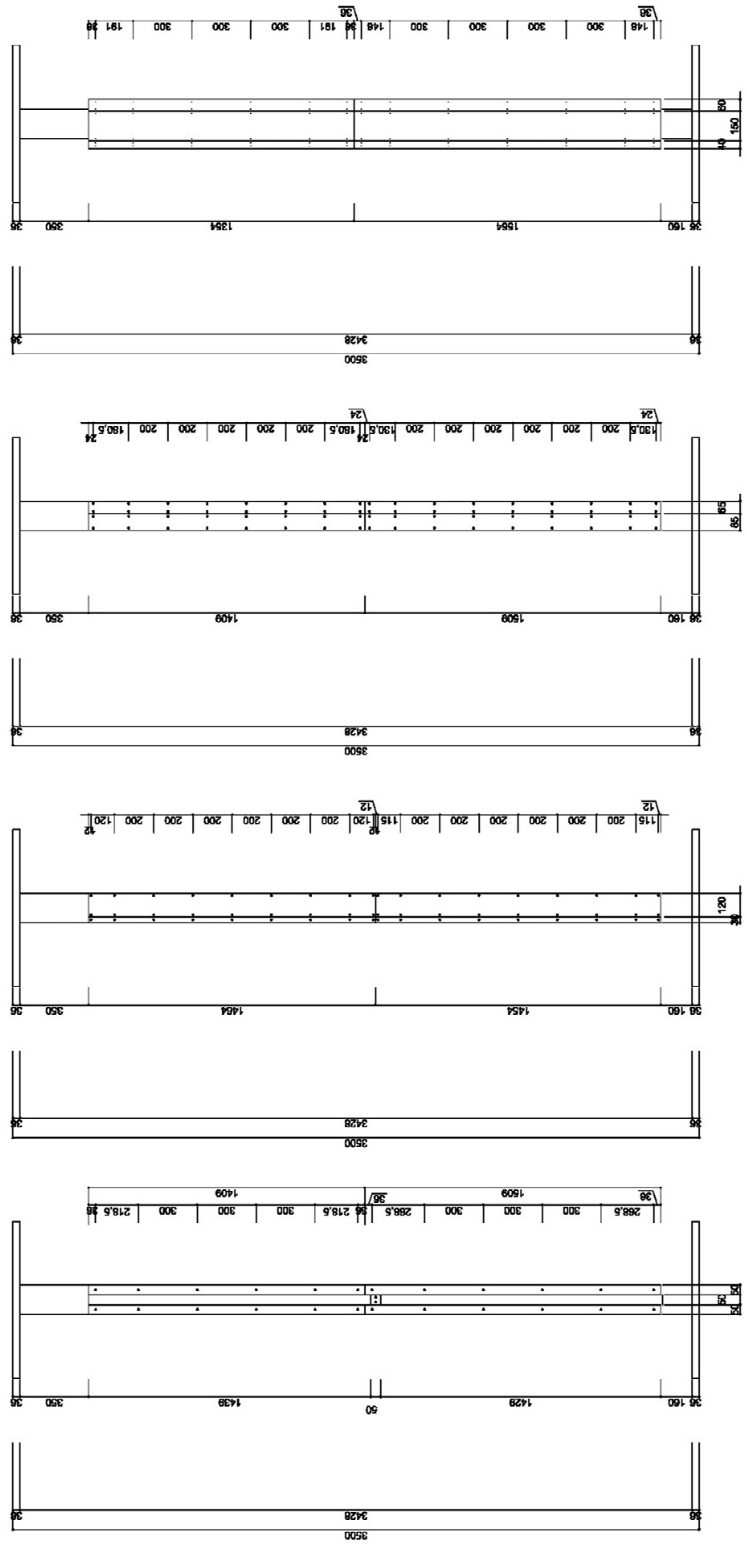


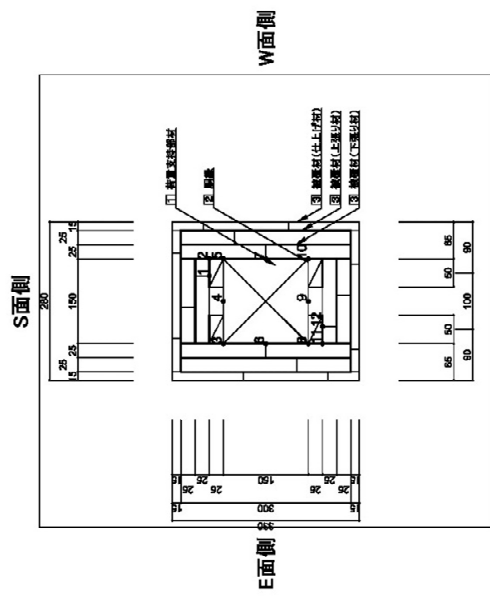
図 2.3.2-1 試験体断面図および立面図



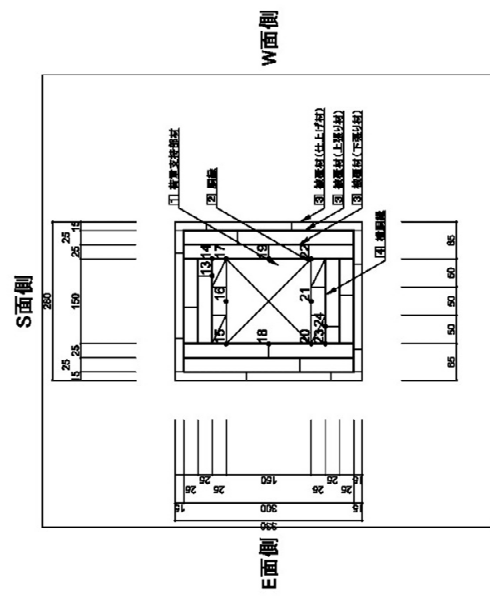
N、S側 洞縁割付図      N、S側 被覆材(下張り材)割付図      N、S側 被覆材(上張り材)割付図      N、S側 仕上げ材割付図

図 2.3.2-2 試験体被覆材区割付図

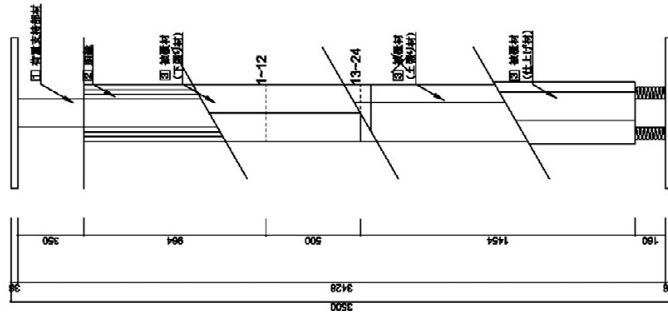




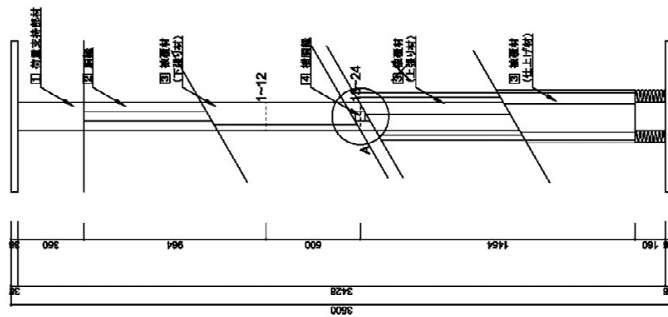
断面詳細図



断面詳細図  
A部



W側立面図



N側立面図

図 2.3.2-4 試験体の熱電対の位置



### 2.3.3 試験方法

載荷加熱試験は、(一財)日本建築総合試験所の柱炉を使用し、「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠した載荷加熱試験を行った。図 2.3.3-1 に柱炉の試験装置図を示す。試験実施日は、平成 27 年 12 月 4 日であった。

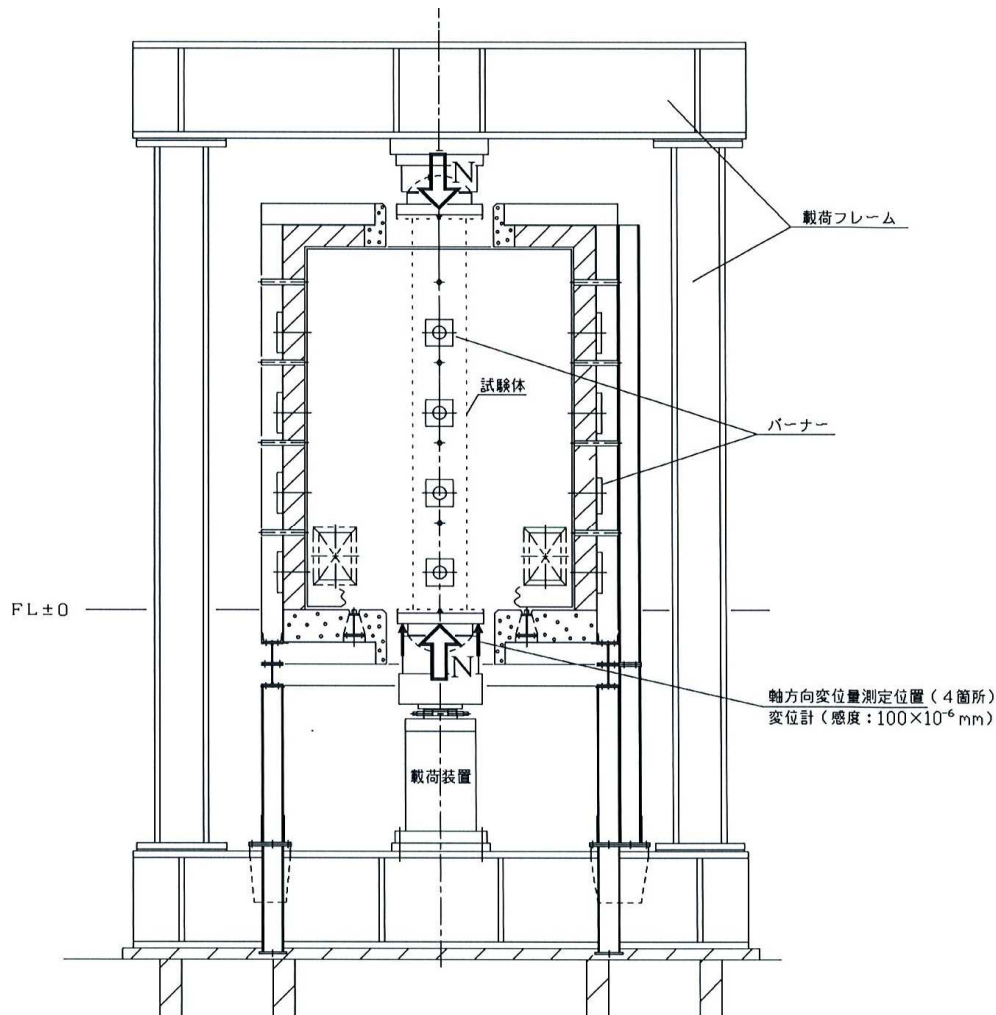


図 2.3.3-1 試験装置図

#### (1) 加熱方法

ISO834 に規定する標準加熱曲線に準拠した加熱を行った。たわみ変形が進み、載荷の継続が困難となった場合に試験を中止する事とした。

#### (2) 載荷方法

試験荷重  $N$  は、長期許容圧縮応力度 ( $f_c=3.716\text{N/mm}^2$ ) より算出した。

$$\text{試験荷重 } N = 3.716\text{N/mm}^2 \times 22500\text{mm}^2 (\text{有効断面積}) = 83.6\text{kN}$$

ただし、 $F=20.6\text{N/mm}^2$ 、 $lk=3500\text{mm}$  (座屈長さ) とし、 $f_c$  を算出した。

### (3) 測定項目

- ①試験体内部温度
- ②炉内温度
- ③軸方向収縮(変形)量
- ④炭化状況

試験終了後、試験体各部を切断し、加熱後の炭化深さ及び残存断面を測定した

#### ⑤含水率

試験体に使用した構造用集成材の端部から作成されたサンプルを 105℃の絶乾状態に設定した恒温器を用いて 12 日間養生した後、重量減少を測定して、含水率を測定した。含水率は次式から求めた。

$$\text{含水率(\%)} = ((\text{絶乾前の重量} - \text{絶乾後の重量}) \div \text{絶乾後の重量}) \times 100$$

#### ⑥その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。

## 2. 3. 4 実験結果及び考察

実験の結果、加熱開始後270分でたわみ量の増加により試験体の荷重支持能力がなくなったため、実験を終了した。加熱温度測定結果を図2.3.4-1、軸方向収縮量測定結果を図2.3.4-2に示す。

試験体含水率と密度及び実験経過など次の通りである。

①試験体の含水率は、下記の通りである。

柱(スギ集成材)： 11.06%で気乾密度は0.43g/cm<sup>3</sup>

仕上げ材(スギ板)： 13.82%で気乾密度は0.34g/cm<sup>3</sup>

上張材・下張材(りん・窒素系薬剤処理単板積層材)： 7.30%で気乾密度は0.59g/cm<sup>3</sup>

胴縁(りん・窒素系薬剤処理単板積層材)： 6.15%で気乾密度は0.57g/cm<sup>3</sup>

②炭化状況と記録写真を写真2.3.4-1～写真2.3.4-10に示す。

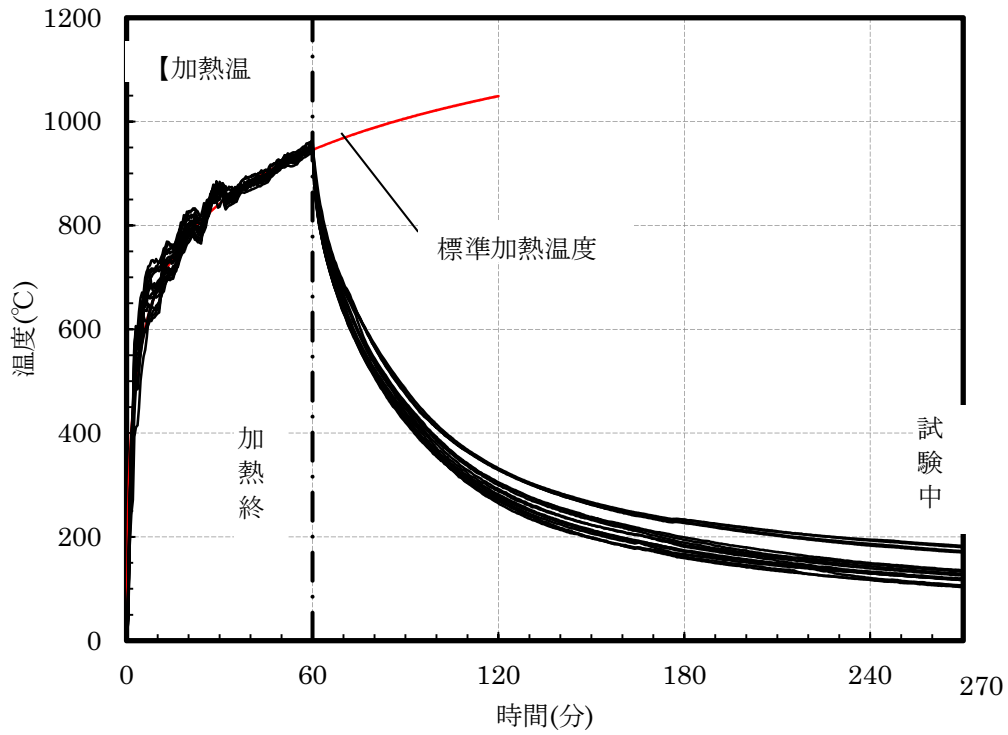


図 2.3.4-1 加熱温度測定結果

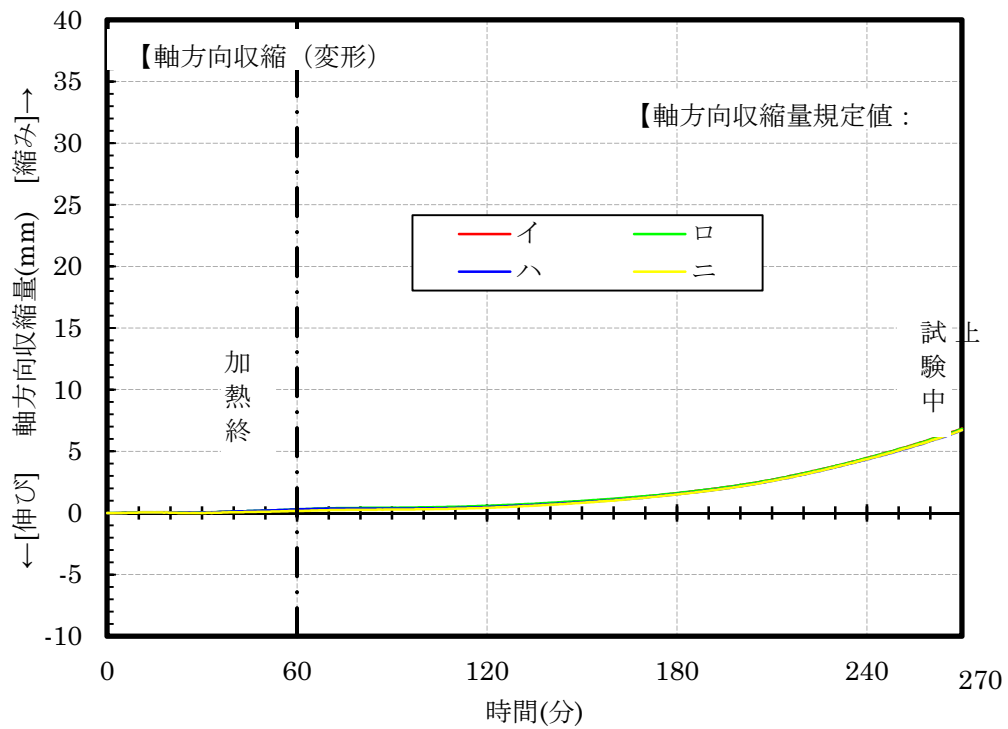
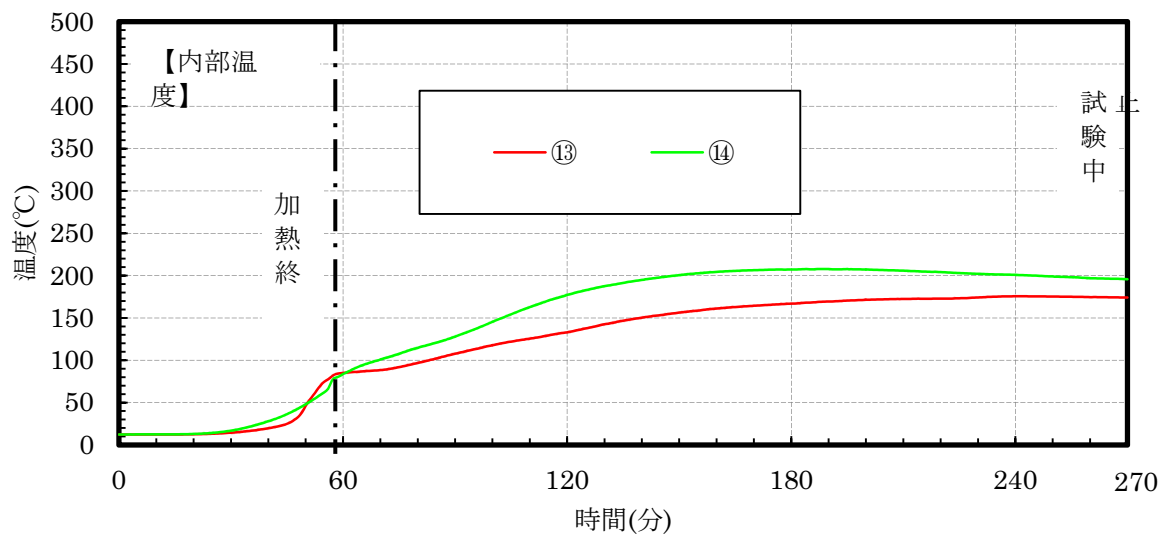
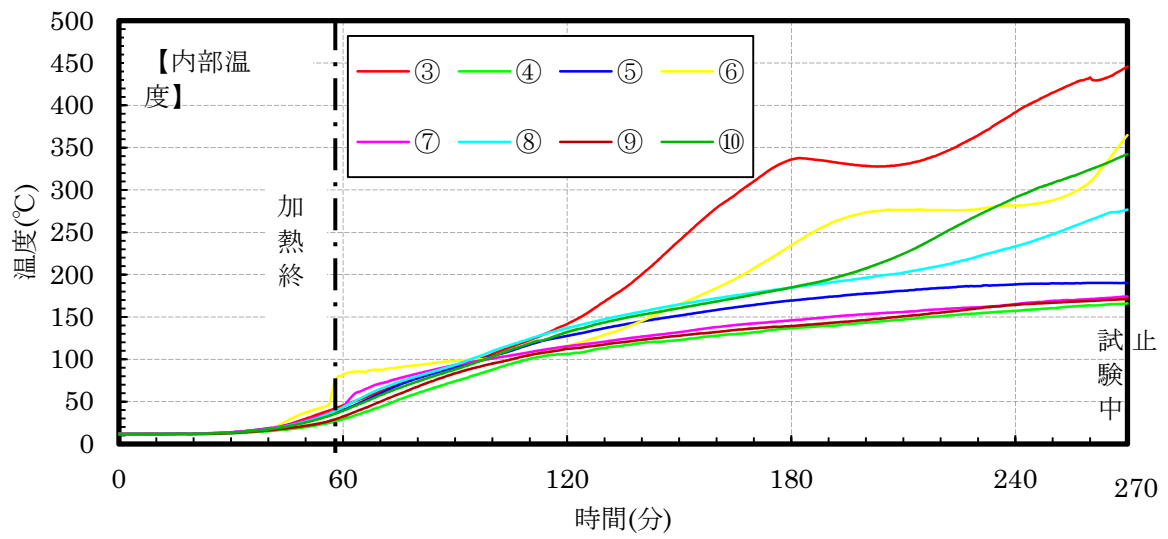
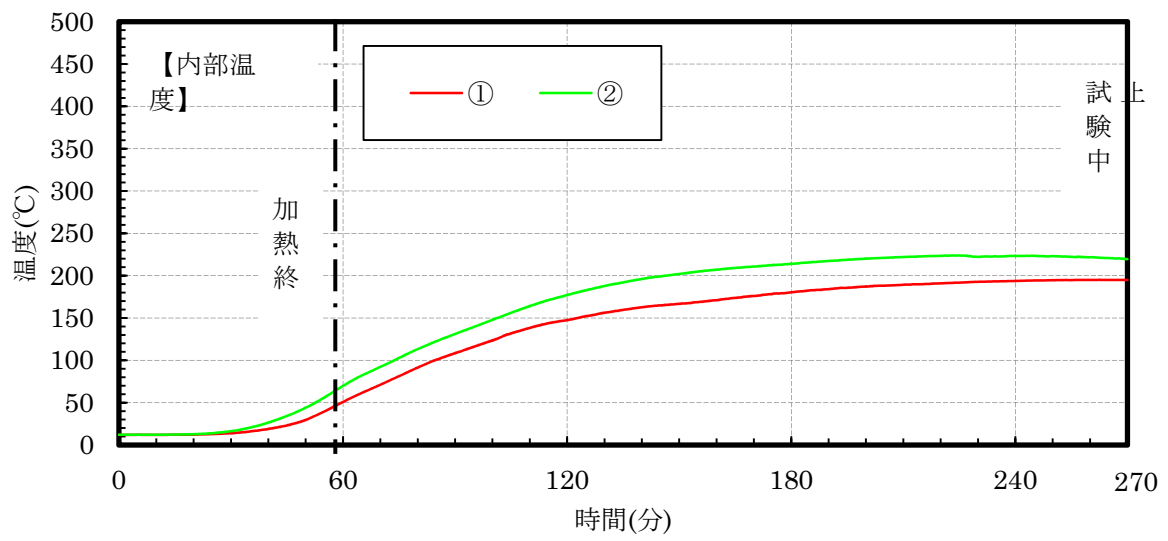


図 2.3.4-2 軸方向収縮量測定結果



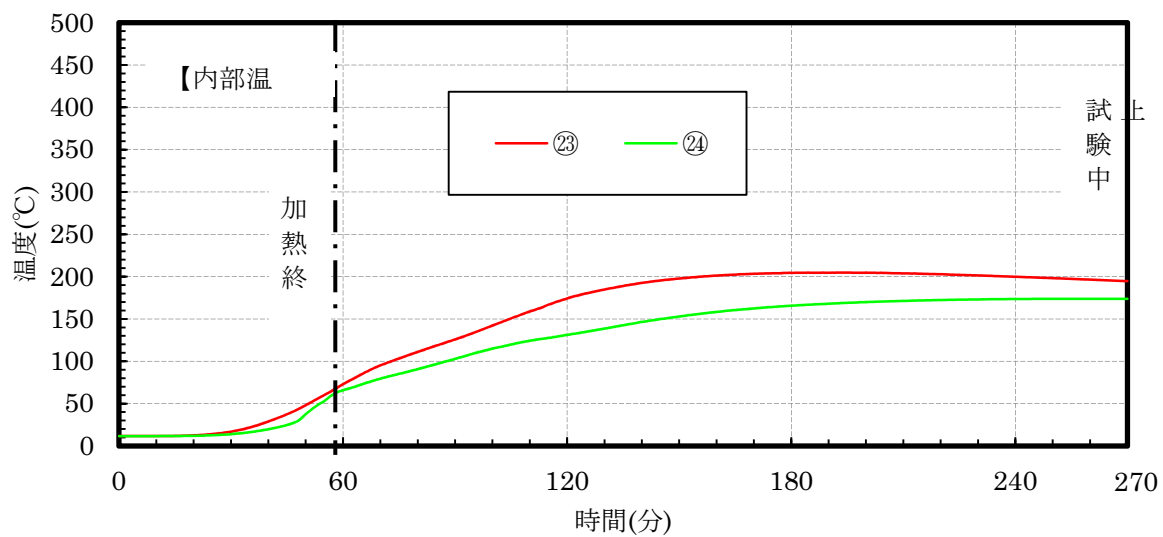
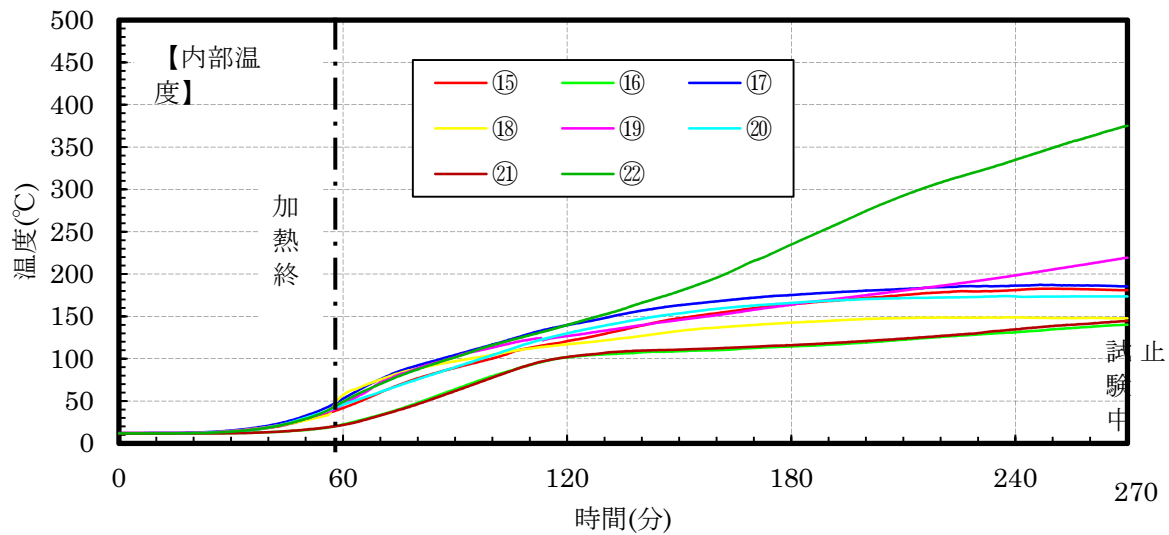


図 2.3.4-3 熱電対の温度曲線

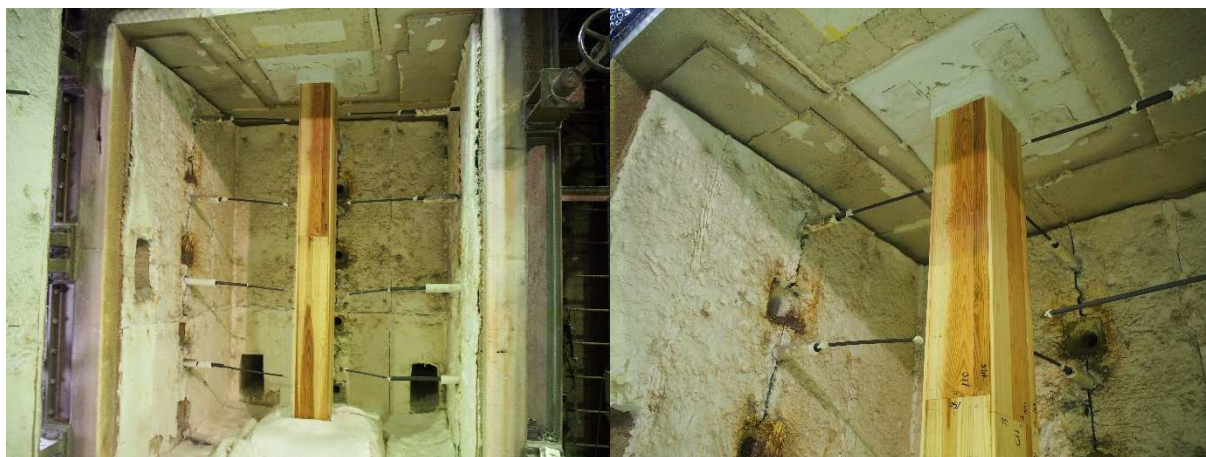


写真2.3.4-1 試験体

写真2.3.4-2 試験体上部





写真2.3.4-3 試験体の設置状況



写真2.3.4-4 試験体下部



写真2.3.4-5 脱炉後の試験体



写真2.3.4-6 西面の脱炉後の試験体



写真2.3.4-7 柱上部の炭化状況



写真2.3.4-8 柱中部の炭化状況



写真 2.3.4-9 柱下部の炭化状況



写真 2.3.4-10 柱下部の炭化状況

#### (4) 実験結果の考察

①燃え止まり層に使った、りん・窒素系薬剤処理単板積層材の接合部分から熱が貫通することで、荷重支持部材が燃焼して軸方向の収縮変形が進んだ。その結果、荷重の支持が出来なくなり不合格になった。

②燃え止まり層に使った、りん・窒素系薬剤処理単板積層材の平部分に関しては、燃え止まり層の性能が確認できており、270分までの燃えこみに関しては問題ないと考えられる。また、縦目地と横目地部分に関しても、同様に炭化の損傷は見られなかった。



## 2. 4 LVL 準不燃材料

### 2. 4. 1 はじめに

2.3 で触れた 1 時間耐火柱では、中心の荷重を負担する柱の周りに難燃薬剤を注入した LVL を貼っている。耐火柱の大臣認定番号を得るためには、周囲を構成する 25mm 厚の LVL が難燃か準不燃相当であることを、証明しなくてはならなかった。そこで、上記 LVL に関して準不燃材料の性能評価試験を実施、大臣認定番号を得ることを目的とした。試験結果としては、今回求めていた準不燃性能を持つ材料の性能評価の合格基準を上回る高い性能があることを確認することが出来た。

### 2. 4. 2 準不燃 LVL の製造

#### 2. 4. 2. 1 LVL

樹種は、過去の薬剤注入の実績からスギとした。同じスギでも、スギの産地、単板の厚み、工場、製造条件により、比重が異なる。木材の燃えにくさは比重の影響を大きく受けるため、なるべく多くの範囲の LVL を読めるように、比重の比較的低い石巻合板製と比重の大きいキヤテック製の 2 種類の LVL を製作し、試験に供した。

#### 2. 4. 2. 2 加圧注入

薬剤の加圧注入は、滋賀県草津市のバイオマス研究所の釜で行った。薬剤は、今まで LVL 協会での製造実績があるノンネン W50 (丸菱油化製) とした。注入量は、試験供試用として 120kg/m<sup>3</sup> のものと、品質管理用として 150kg/m<sup>3</sup> の 2 仕様を設定した。加圧注入した LVL について、注入量と含水率を全数検査し、基準を満たすもののうち最小値の LVL を試験体とした。



写真 2.4.1 スギ LVL



写真 2.4.2 薬剤加圧注入 (低比重)



写真 2.4.2 薬剤加压注入（高比重）



写真 2.4.3 重量測定による注入量検査

## 2. 4. 3 実験

### 2. 4. 3. 1 試験体

乾燥された準不燃 LVL は所定の寸法にカットされた後、試験を行う日本総合試験所（大阪市吹田市）に納入され、含水率が安定するまで室内で養生された後、試験に供された。試験体仕様は表 2.4.3.1 の通りである。

表 2.4.3.1 試験体仕様

比重	薬剤注入量	
	120Kg/m <sup>3</sup>	150Kg/m <sup>3</sup>
低比重 0.45	①低比重 120	③低比重 150
高比重 0.49	②高比重 120	④高比重 150

### 2. 4. 3. 1 コーンカロリー試験

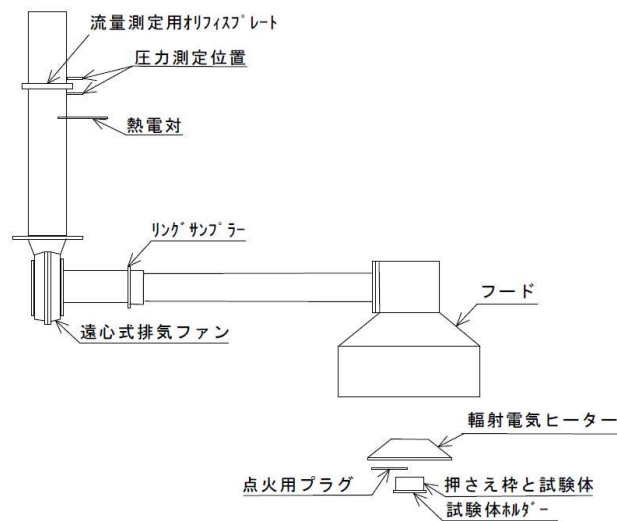
大阪の日本総合試験所のコーンカロリー試験機により発熱性試験を行った。日本総合試験所「防耐火性能試験・評価業務方法書」により以下が規定されている。

#### 2. 4. 3. 1. 1 試験体

- (1) 試験体の材料及び構成は原則として製品と同一とする。
- (2) 試験体は、製品から採取することを原則とする。ただし製品から試験体を切り出して作製することが、技術的に困難な場合は、実際の製品の性能を適切に評価できるように材料構成や組成、密度等を製品と同じようにして試験体を作製する。
- (3) 試験体の個数は 3 個とする。
- (4) 試験体の形状及び寸法は、1 辺の大きさが 99mm±1mm の正方形で厚さを 50mm 以下とする。

### 2. 4. 3. 1. 2 試験装置

- (1) 試験装置は、円錐状に形作られた輻射電気ヒーター、点火用プラグ、輻射熱遮蔽板、試験体ホルダー、ガス濃度分析装置及びガス流量の測定のできる排気システム、熱流束計等で構成される。
- (2) 輻射電気ヒーターは、 $50 \text{ k W/m}^2$ の輻射熱を試験体表面に均一な照射が安定してできるものとする。
- (3) 輻射熱遮蔽板は、試験開始前の輻射熱から試験体を保護できるものとする。



### 2. 4. 3. 1. 3 試験体判定基準

加熱試験の結果、次の基準を満足する場合に、その試験体を合格とする。

- (1) 加熱開始後 10 分間の総発熱量が、 $8 \text{ M J/m}^2$ 以下であること。
- (2) 加熱開始後 10 分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴がないこと。
- (3) 加熱開始後 10 分間、発熱速度が、10 秒以上継続して  $200 \text{ k W/m}^2$ を超えないこと。

2. 4. 3. 1. 3 結果

①低比重 120

総発熱量は  $8 \text{ MJ/m}^2$  以下であり、準不燃性能の性能を有した。

発熱性試験 低比重 120

試験年月日:平成28年 2月 17日

輻射強度:  $50 \text{ kW/m}^2$

試験体	総発熱量 [ $\text{MJ/m}^2$ ]	最高発熱速度 [ $\text{kW/m}^2$ ]	防火上有害な 変形の有無	最高発熱速度が継 続して $200 \text{ kW/m}^2$ を超過した時間	着火時間 [ 秒 ]	備考
A	5.0	11.63	なし	0	発炎せず	図-1
B	4.9	12.04	なし	0	発炎せず	図-2
C	4.4	14.67	なし	0	発炎せず	図-3

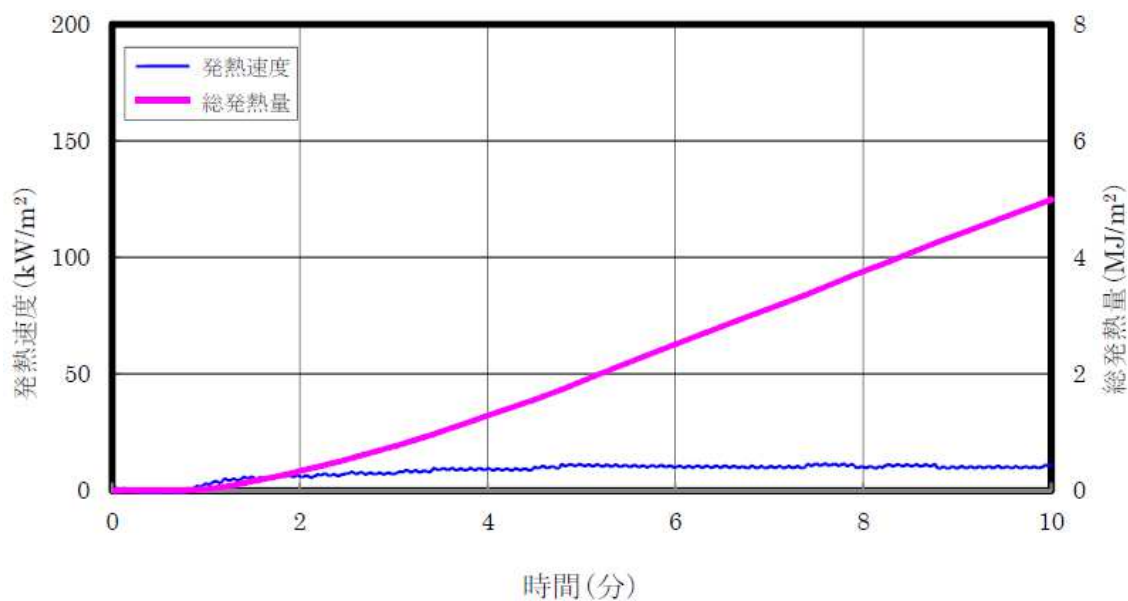


図-1 発熱速度及び総発熱量 (試験体A)

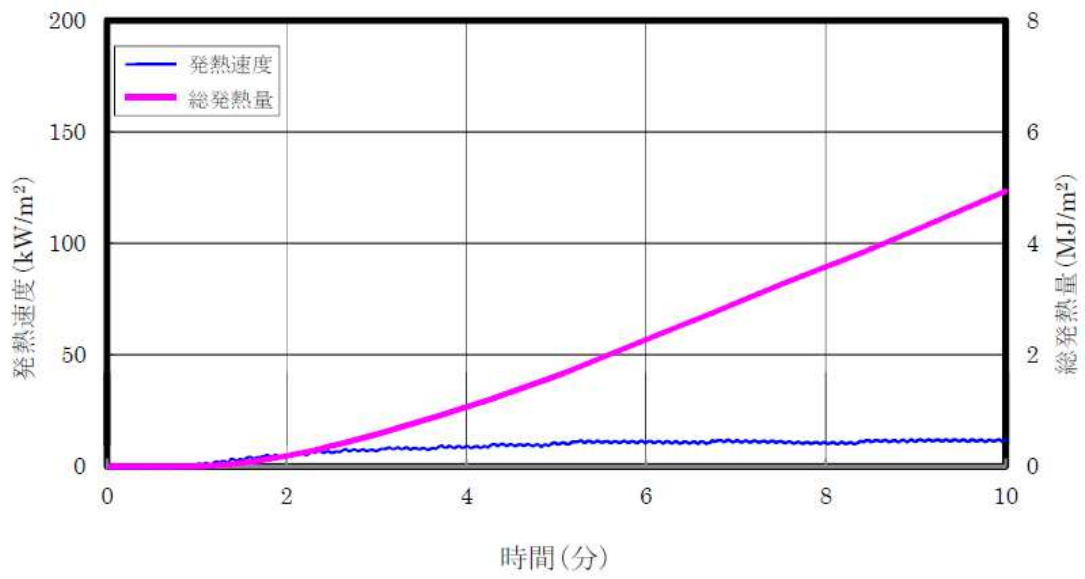


図-2 発熱速度及び総発熱量 (試験体B)

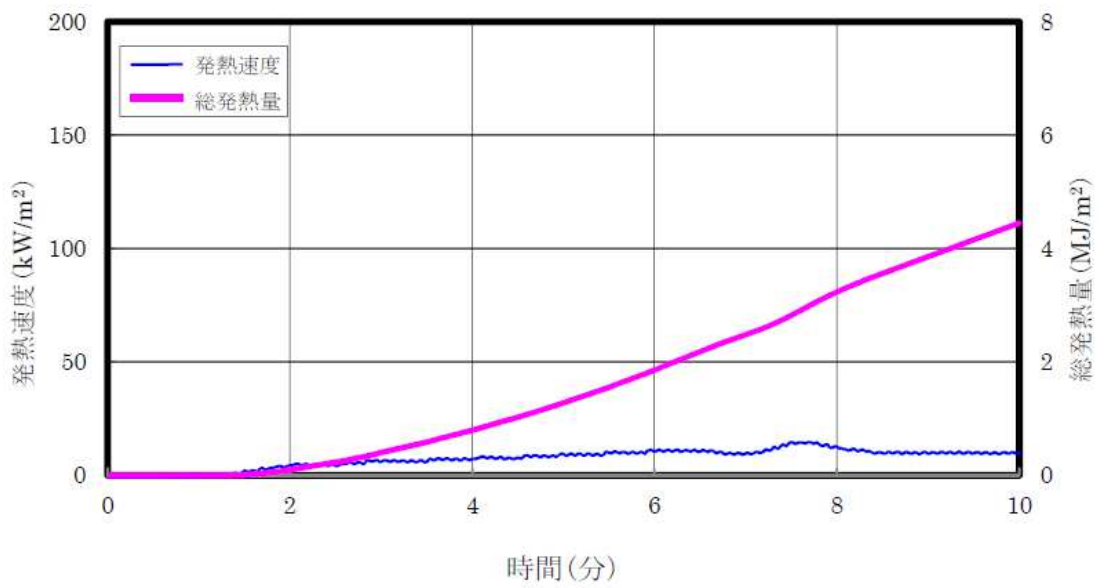


図-3 発熱速度及び総発熱量 (試験体C)



写真-1  
試験体A 試験前



写真-2  
試験体A 試験後



写真-3  
試験体B 試験前



写真-4  
試験体B 試験後



写真-5  
試験体C 試験前



写真-6  
試験体C 試験後



② 低比重 150

総発熱量は  $8 \text{ MJ/m}^2$  以下であり、準不燃性能の性能を有した。

発熱性試験 低比重 150

試験年月日:平成28年 2月 17日

輻射強度 :  $50 \text{ kW/m}^2$

試験体	総発熱量 [ $\text{MJ/m}^2$ ]	最高発熱速度 [ $\text{kW/m}^2$ ]	防火上有害な 変形の有無	最高発熱速度が継続して $200 \text{ kW/m}^2$ を超過した時間	着火時間 [ 秒 ]	備考
A	3.4	10.78	なし	0	発炎せず	図-1
B	3.5	11.31	なし	0	発炎せず	図-2
C	3.6	10.76	なし	0	発炎せず	図-3

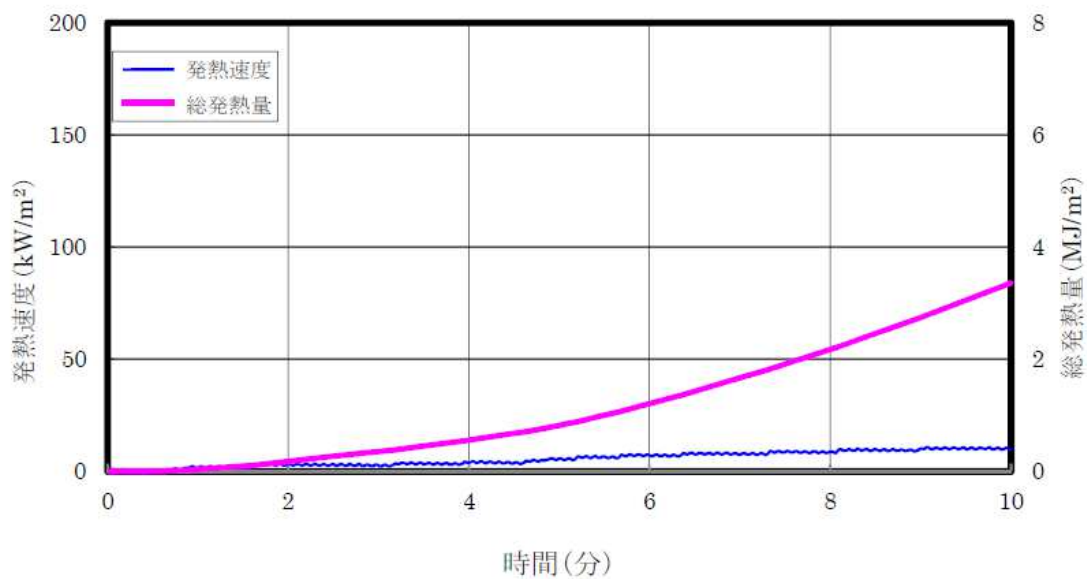


図-1 発熱速度及び総発熱量 (試験体A)

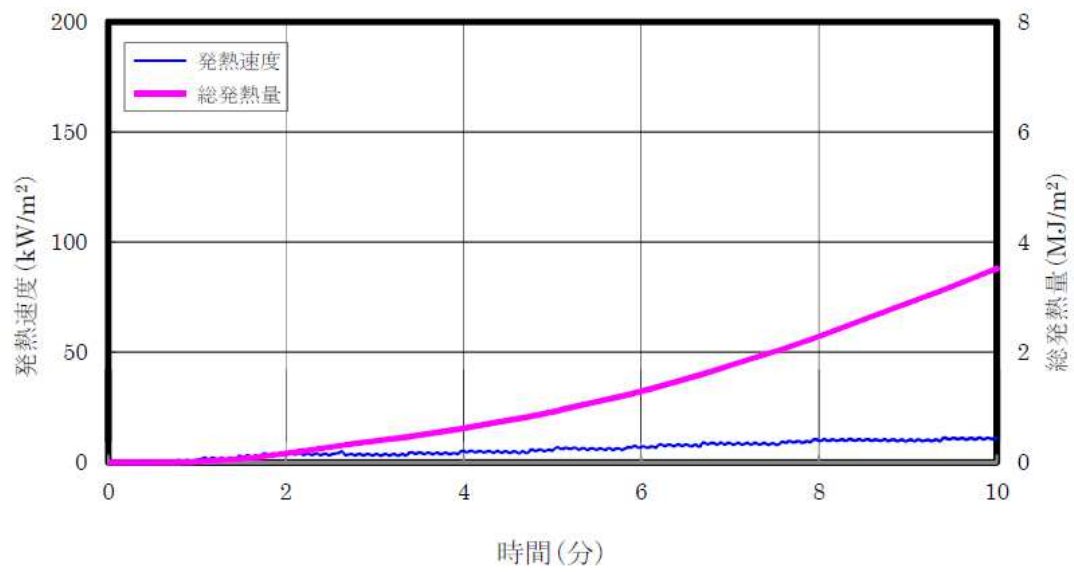


図-2 発熱速度及び総発熱量 (試験体B)

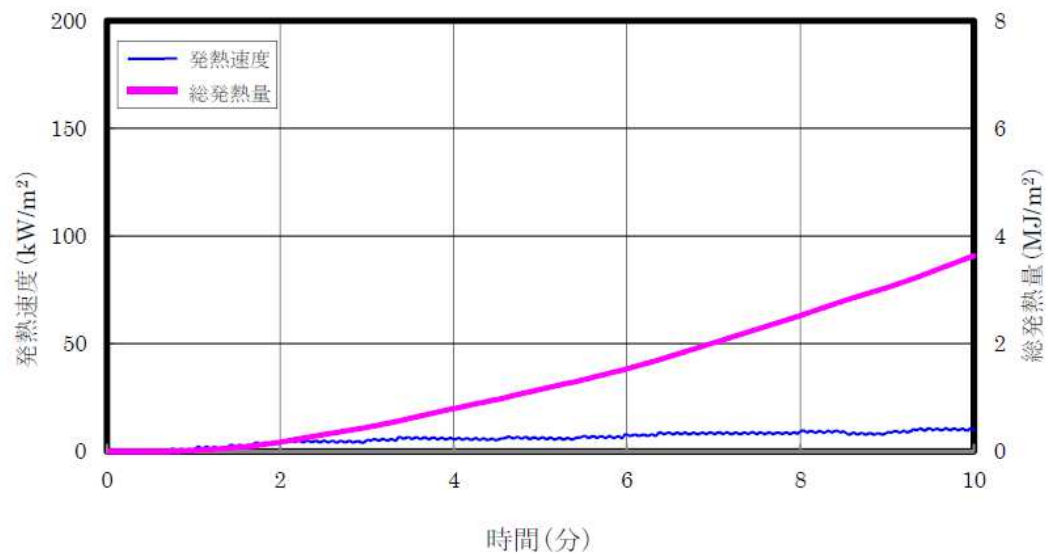


図-3 発熱速度及び総発熱量 (試験体C)





写真-1  
試験体A 試験前



写真-2  
試験体A 試験後



写真-3  
試験体B 試験前

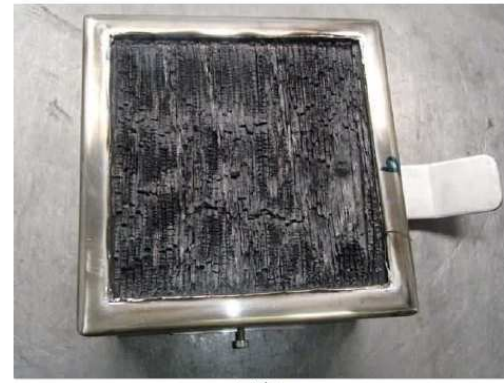


写真-4  
試験体B 試験後



写真-5  
試験体C 試験前

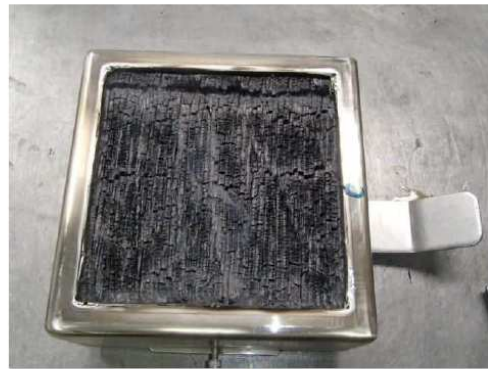


写真-6  
試験体C 試験後

③ 高比重 120

総発熱量は  $8 \text{ MJ/m}^2$  以下であり、準不燃性能の性能を有した。

発熱性試験 高比重 120

試験年月日:平成28年 2月 26日

輻射強度:  $50 \text{ kW/m}^2$

試験体	総発熱量 [ $\text{MJ/m}^2$ ]	最高発熱速度 [ $\text{kW/m}^2$ ]	防火上有害な 変形の有無	最高発熱速度が継続して $200 \text{ kW/m}^2$ を超過した時間	着火時間 [ 秒 ]	備考
A	4.3	12.07	なし	0	発炎せず	図-1
B	3.9	12.91	なし	0	発炎せず	図-2
C	4.0	13.28	なし	0	発炎せず	図-3

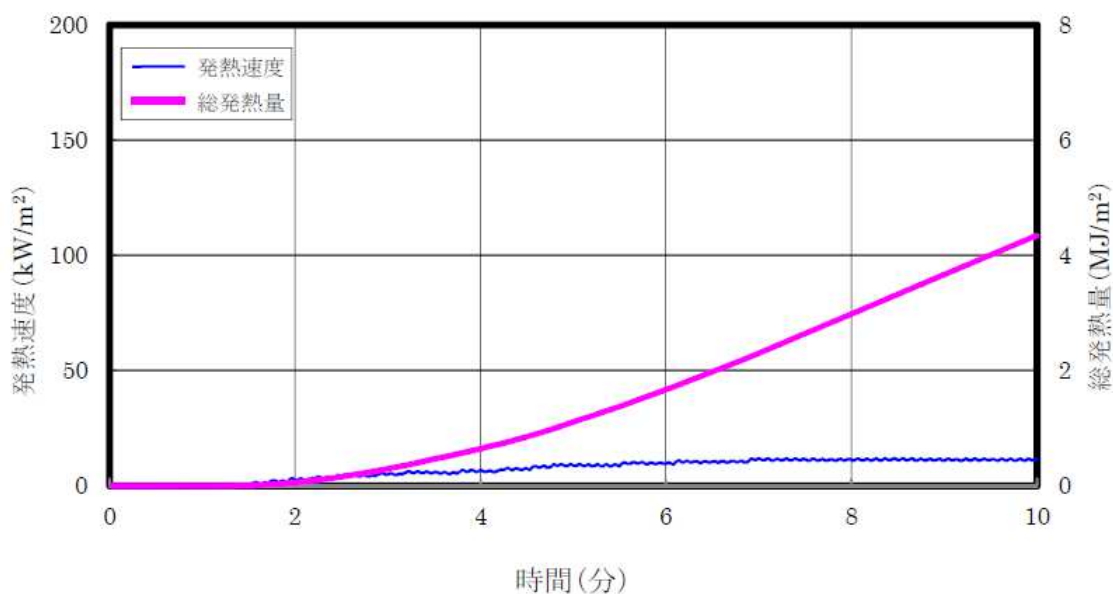


図-1 発熱速度及び総発熱量 (試験体A)

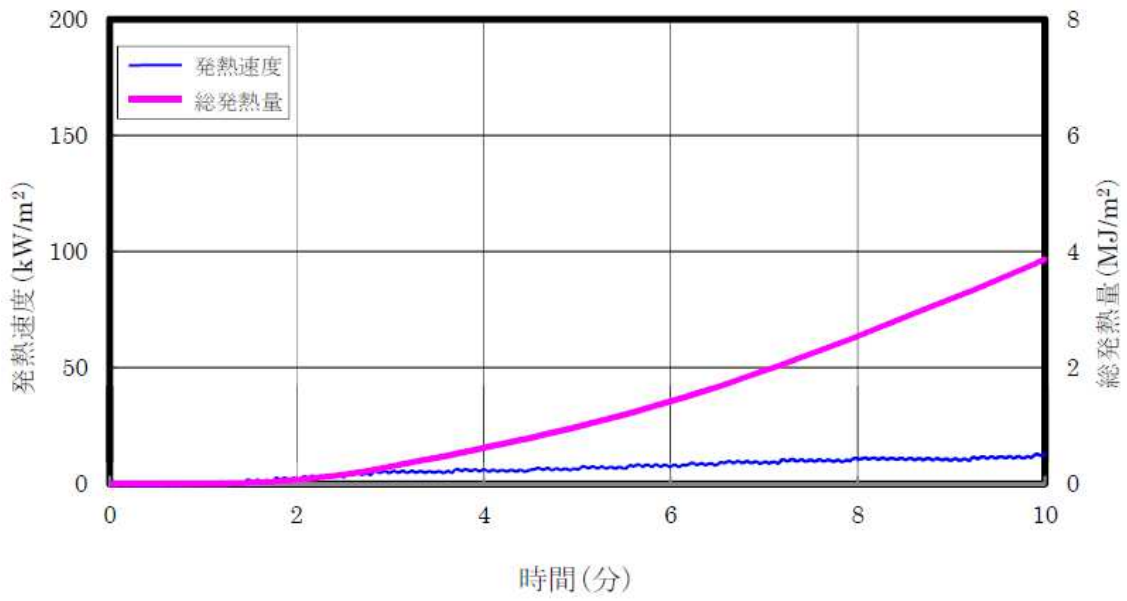


図-2 発熱速度及び総発熱量 (試験体B)

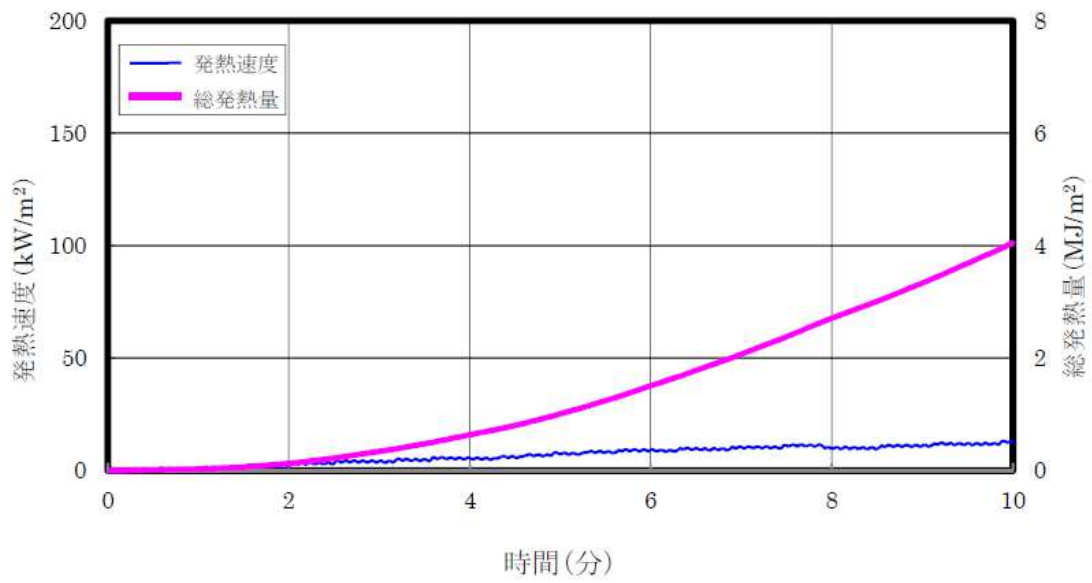


図-3 発熱速度及び総発熱量 (試験体C)



写真-1  
試験体A 試験前



写真-2  
試験体A 試験後



写真-3  
試験体B 試験前



写真-4  
試験体B 試験後



写真-5  
試験体C 試験前



写真-6  
試験体C 試験後

④高比重 150

総発熱量は  $8 \text{ MJ/m}^2$  以下であり、準不燃性能の性能を有した。

発熱性試験 高比重 150

試験年月日:平成28年 2月 26日

輻射強度 :  $50 \text{ kW/m}^2$

試験体	総発熱量 [ $\text{MJ/m}^2$ ]	最高発熱速度 [ $\text{kW/m}^2$ ]	防火上有害な 変形の有無	最高発熱速度が継続して $200 \text{ kW/m}^2$ を超過した時間	着火時間 [ 秒 ]	備考
A	3.3	10.45	なし	0	発炎せず	図-1
B	3.6	12.09	なし	0	発炎せず	図-2
C	2.8	9.76	なし	0	発炎せず	図-3

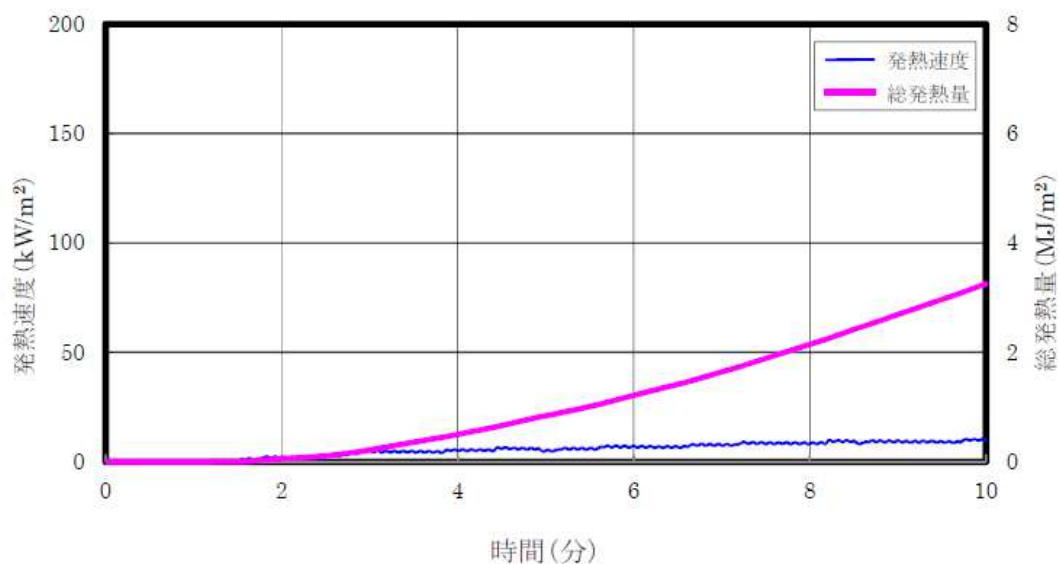


図-1 発熱速度及び総発熱量 (試験体A)



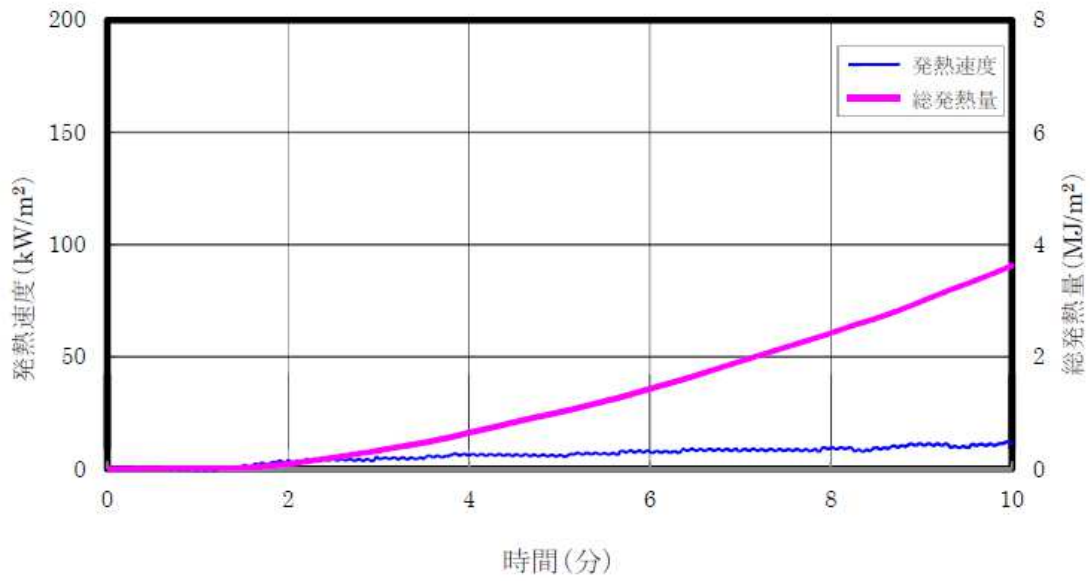


図-2 発熱速度及び総発熱量 (試験体B)

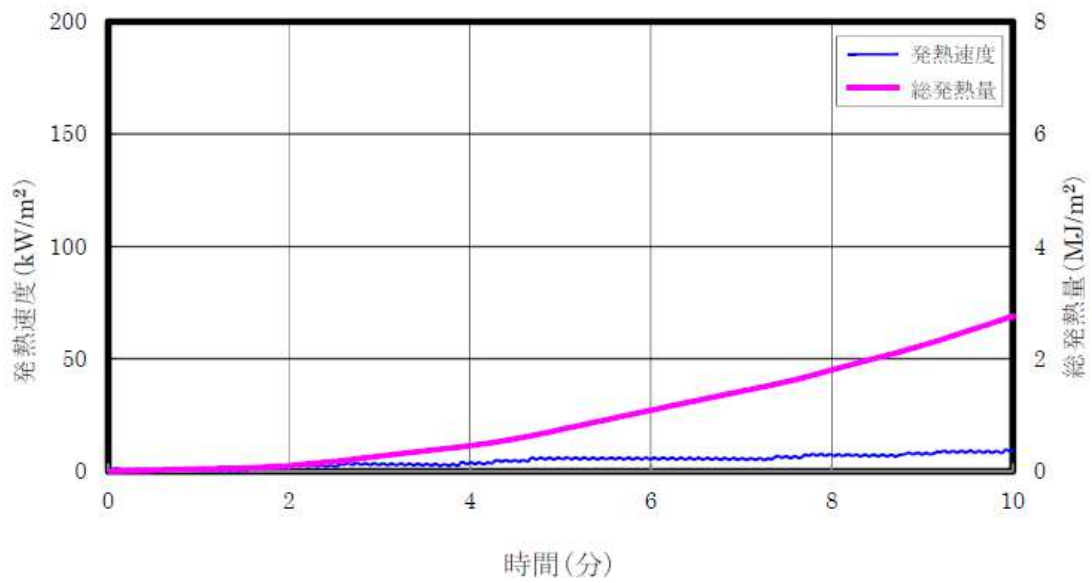


図-3 発熱速度及び総発熱量 (試験体C)





写真-1  
試験体A 試験前



写真-2  
試験体A 試験後



写真-3  
試験体B 試験前



写真-4  
試験体B 試験後



写真-5  
試験体C 試験前

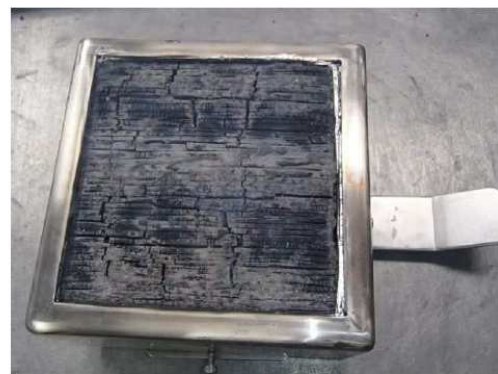


写真-6  
試験体C 試験後

## 2. 4. 3. 2 ガス有害性試験

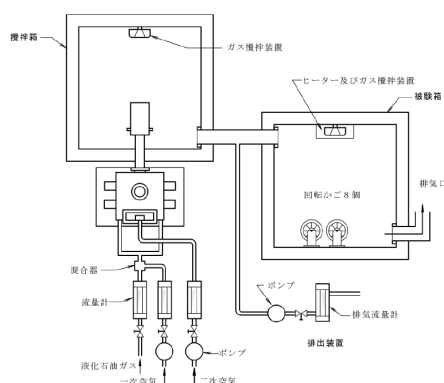
日本総合試験所「防耐火性能試験・評価業務方法書」により以下が規定されている。

### 2. 4. 3. 2. 1 試験体

- (1) 試験体の材料及び構成は、実際のものと同じとする。
- (2) 試験体は、製品から採取することを原則とする。ただし製品から試験体を切り出して作製することが、技術的に困難な場合は、実際の製品の性能を適切に評価できるように材料構成や組成、密度等を製品と同じようにして試験体を作製する。
- (3) 試験体の個数は2個とする。
- (4) 試験体の形状及び寸法は、1辺の大きさが  $220\text{mm} \pm 10\text{mm}$  の正方形で、厚さは  $50\text{mm}$  以下とする。

### 2. 4. 3. 2. 2 試験装置

試験装置は、加熱炉、攪拌箱、被検箱、回転かご、マウス行動記録装置から構成される。



### 2. 4. 3. 2. 3 測定

加熱を始めてからマウスが行動を停止するまでの時間を個々のマウス毎に、加熱開始後15分を経過するまで記録する。

### 2. 4. 3. 2. 4 判定

加熱試験の結果、次の式で求めたマウスの平均行動停止時間の値が6.8分以上の基準を満足する場合に、その試験体を合格とする。

### 3. 開発事業に用いた構造部材について

#### 3. 1 ストレストスキンパネルとは

LVLを用いたストレストスキンパネル、キーラム SS パネルは、梁部材で枠組みしたLVLウェブの上下面に面材を留めつけて一体化することで面外曲げモーメントに対する効率化を図ったパネルである。小梁の少ない空間を作るのに適した構造であるため、主に非住宅建築などの比較的スパンの大きな床を天井高を確保しながら構成する場合などに有効である。

#### ○ストレストスキンパネルの適用範囲

木造・S造・RC造の大規模建築物における長スパンの構造用床・屋根用パネル

#### ○特徴

6m～12mの床・屋根を飛ばすことができ、住宅から中層大規模木構造の大空間を構成します。中空であるために大断面部材に比べて軽量で、中空部に断熱材の入れ込みが可能です。工場生産して現場に搬入するため、工期短縮とコストダウンを実現します。床材・屋根材として木造、鉄骨造・RC造の軽い床や屋根を実現します。ウェブ材(LVL)のみで曲げ・せん断の安全を確認し、フランジ材(LVL)は環境振動対策として床剛性向上に貢献します。



写真3. 1 耐火試験に用いたストレストスキンパネルの形状

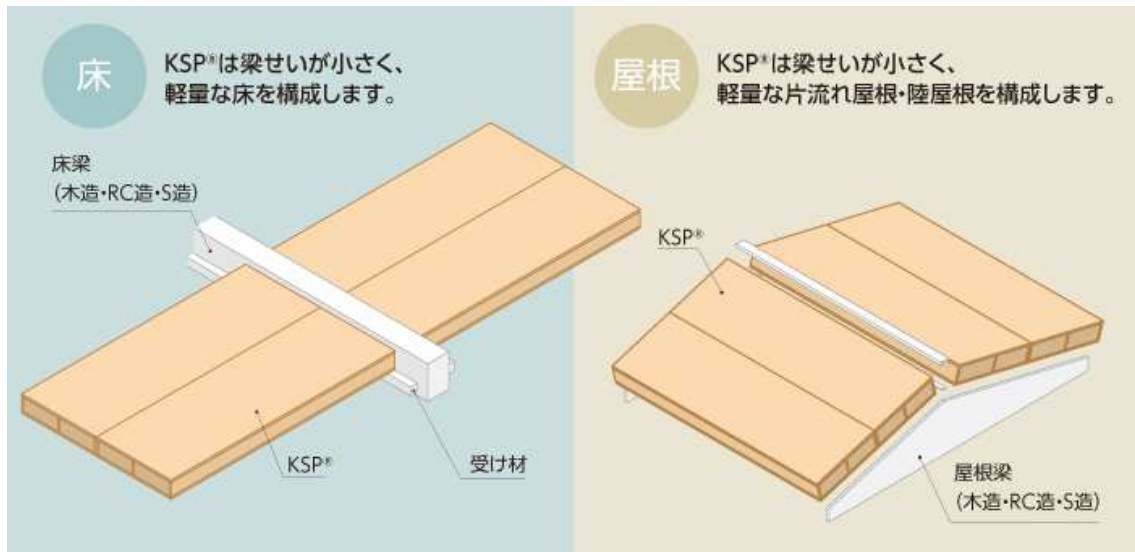


写真 3. 2 ストレススキンパネル使用方法 (床・屋根)

### 3. 2 構造部材（横架材）の違いについて

本開発事業に用いた構造部材（横架材）は仕様する建築物や希望によって使い分けることが可能な材料である。住宅等の小規模な建築物の床根太としてはI形ジョイスト、中規模以上の建築物には使い方や必要共同や飛ばすスパン長さに応じI形複合梁やストレススキンパネルを用いることが可能である。各材料別に適応することが可能な必要長さを下記の表に示した。



## 4. 耐火部材の運用

### 4. 1 運用について

昨年度から継続している本事業では、試験体を製作して耐火試験をはじめとする一連の検証実験を行って、LVL耐火構造部材を開発した。具体的内容としては、I形ジョイスト、I形複合梁、ストレススキンパネル及び木層ウォールを用いてLVL厚板の耐力壁の開発、強化石膏ボードを燃え止まり層とするメンブレン型1時間耐火構造材の開発し国土交通大臣認定を取得することで耐火部材として正式に使えるようになっている。

昨年度および今回の事業で取得した耐火部材仕様に関する大臣認定については一般社団法人全国LVL協会が平成27年度末に発刊予定の耐火部材施工要領マニュアル（仮）をもって運用する。耐火部材施工要領マニュアル（仮）により対応が難しい部分や収まり関係については一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会が発刊した「枠組壁工法耐火建築物 設計・施工の手引」や一般社団法人日本木造住宅産業協会が発刊している「木造軸組工法による耐火建築物設計マニュアル」を用いて運用する。



## 5. まとめ

本事業では、LVLを用いた耐火部材の開発及び国土交通大臣認定申請のための性能評価試験を行った。耐火屋根については、30分の耐火性能を確認した。今後は大臣認定の取得に移る。耐火床については、1時間の耐火性能を満たすことができなかった。天井材接合部の再検討が必要なことがわかった。耐火柱については、1時間の耐火性能を満たすことができなかった。スギLVLを用いた燃えどまり層の重ね合わせ方法の再検討が必要である。燃えどまり層については準不燃材料相当の耐火性能を確認でき、大臣認定が取得できる目処がついたので、来年度以降に耐火柱・耐火梁を開発するために大きな前進となった。

昨年度から継続して認定を取得しているLVLを用いた耐火部材については、県産スギLVLが使用可能である。この耐火構造を設計者に継続的に周知していくことにより、県産スギが世の中に使われるよう取り組んでいく。