

令和5年度 花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうち
スギ材の需要拡大対策のうち
花粉症対策木材の活用に向けた技術開発事業

地域材の難燃薬剤処理LVLを用いた
被覆型耐火構造の開発

実績報告書

令和7年 3月
一般社団法人全国LVL協会

目次

1. はじめに	-- P01
2. 目的と実施体制	-- P03
3. 性能評価試験	
3. 1 概要	-- P06
3. 2 被覆材の製造	-- P07
3. 3 90 分間耐火構造梁（小断面）1 体目	-- P16
3. 4 90 分間耐火構造梁（小断面）2 体目	-- P47
3. 5 2 時間耐火構造梁（小断面）1 体目	-- P70
4. 木質試験体が耐火試験時の炉内温度に及ぼす影響に関する検証実験	
4. 1 実験概要	-- P100
4. 2 実験条件	-- P101
4. 3 試験体	-- P101
4. 4 測定・記録項目	-- P101
4. 5 実験結果	-- P103
4. 6 まとめ	-- P114
5. まとめと今後の課題	-- P115
6. 別添資料	-- P116

1 はじめに

2000 年の建築基準法改正から 2005 年に耐火建築物としての都市木造が登場以降、木質系耐火部材の大臣認定取得により、数多くの都市木造が実現されてきた。都市木造実現から 10 年以上が経過し、一般被覆型、鋼材内蔵型、燃えどまり型の木質系耐火部材は、初期の認定仕様から実物件の現場での課題を反映して、防耐火性能だけでなく、施工性、意匠性を考慮した改良がすすめられている。

LVL を用いた木質系耐火部材では、基礎的な研究開発として単板への薬剤含侵処理による準不燃材料の実現に成功しており、この技術を応用した木質系耐火部材の開発を行ってきた。また、これからの木質系耐火部材開発においては、既存の技術との違いを明確にした開発目標が重要なため、本研究では、既存の木質系耐火建築に用いられてきた部材の特徴・課題を踏まえ、以下の特徴をもつ木質系耐火部材を目指すものとしている。

- ・ 木質系材料のみの構成による耐火部材

既存の木質系耐火部材は、せっこうボードなどの無機材料を被覆層として用い、その上に、仕上げ材として木質材料を付加することが多い。しかし、木造建築では、無機材料や鋼材を用いない木質系耐火部材が期待されている。

木質系材料による被覆は、被覆層の厚みによっては将来的に、火災後の鉛直荷重支持以外の構造機能を付加することが可能である。

- ・ 現場施工による新設・交換可能な燃えしろ・燃えどまり層

被覆材が仕上げ材を兼ねるため、施工時の養生に手間がかかるほか、施工時の損傷、汚れに対して修復が困難であった。また、火災後の建物の修復においても交換可能な耐火被覆となる。

- ・ 鉄骨造の耐火被覆として使用可能な木質系被覆材

内部の木材の耐火性能を満足できるのであれば、ほぼ同一の仕様で鉄骨造の耐火被覆材としても使用が可能である。

- ・ 仕上げ材として特徴のある耐火部材

LVL は、通常の板目面を仕上げ面とするだけでなく、製造によって生まれる特徴的な積層面を仕上げ面とすることができる。積層面を仕上げ面とする内装材としては、準不燃材料として既に実用化されており多くの建築で用いられるようになっている。

本研究では、木造の柱、梁の線材が中心であるが、被覆材の基本性能、部材の断面構成による弱点になりやすい箇所が整理されれば、今後さまざまな部位への適用も可能である。特に、柱・梁の線材と壁・床の面材の両方が実現可能な LVL では、面材への適用も期待される。

地球環境問題を踏まえた都市木造の部材開発においては、防耐火性能はもちろん、材料特性、構造性能を明確にするとともに、製造、施工の課題も整理する必要がある。こうした情報の提供が、プロジェクトの推進力になるとともに、設計支援になる。

2023 年の建築基準法改正に伴う、90 分耐火構造の登場により建物規模での耐火部材が合理的になった。

4 層	1 時間耐火
5 ～ 9 層	90 分耐火
10～14 層	2 時間耐火

都市木造としては、高さ 30m 程度が一つの市場と考えると、90 分耐火部材の整備も重要であり、ここも視野に開発を進めている。

今後、本部材が、木造建築の普及とともに、森林資源の有効活用、森林の活性化に寄与できることを期待している。

2. 目的と実施体制

全国 LVL 協会では、単板積層材（以下、LVL）を中大規模耐火建築物用の構造部材及び耐火被覆材として使用するために耐火構造の開発を行い国産材の需要開発を行ってきた。1 時間耐火構造（柱・梁）の大臣認定まで取得し、数々の採用実績を積んできた。被覆材である難燃薬剤処理 LVL の準不燃材料認定を取得し、耐火被覆材であるとともに内装制限がかかるインテリア材としての展開が可能になった。

令和 6 年度に 1 時間耐火構造と 2 時間耐火構造の間に 90 分耐火構造が告示で規定され、9 階建てまでの高層建築で 2 時間耐火構造性能まで要求されなくなったことで、適切な要求性能を満たした耐火構造の開発が可能となった。昨年度に実施した 90 分間及び 2 時間耐火構造柱の被覆検討を生かし、90 分と 2 時間耐火構造（梁）の検討と開発を行った。

本事業は以下の防耐火委員会で内容検討・実施した。

会議名	令和6年度		全国LVL協会 技術部会	
			防耐火委員会	
	1.	委員長 東京大学生産技術研究所	腰原幹雄	教授
	2.	委員 桜設計集団	安井 昇	代表
	3.	ビルディングランドスケープ	山代 悟	建築家
	4.	国立研究開発法人建築研究所	成瀬友宏	防火研究グループ グループ長
	5.	国立研究開発法人建築研究所	鈴木淳一	防火研究グループ 主任研究員
	6.	国立研究開発法人建築研究所	水上点晴	防火研究グループ 主任研究官
	7.	秋田県立大学	板垣直行	建築環境システム学科 建築材料科学グループ 教授
	8.	坂田涼太郎構造設計事務所	坂田涼太郎	代表取締役
	9.	鍋野友哉アトリエ / TMYA	鍋野友哉	主宰
	10.	藤田K林産技術士事務所	藤田和彦	所長
	11.	日本ツープイフォー建築協会	橋本由樹	技術部
	12.	日本木造住宅産業協会	高木 郷	技術開発委員
	13.	日本建築総合試験所	小宮祐人	試験研究センター
	会員会社			
	14.	株式会社オーシカ	岡田祐典	建材事業部 不燃推進グループ長
	15.	株式会社ウッドワン	牧野克己	構造システム営業部 シニアマネージャー
	16.	株式会社ウッドワン	菅田啓子	技術開発部 課長
	17.	株式会社ウッドワン	泉谷龍彦	技術開発部 係長
	18.	株式会社ウッドワン	岡本 肇	構造システム営業部 課長
	19.	株式会社ウッドワン	疋田慎二	構造システム営業部 係長
	20.	株式会社キータック	吉田智則	営業部 副部長
	21.	丸菱油化工業株式会社	亀岡祐史	営業本部 主席
	22.	丸菱油化工業株式会社	中嶋貴裕	研究本部 主査
	23.	株式会社ザイエンス	茂山知己	技術開発部 マネージャー
	24.	株式会社ザイエンス	重留 圭	技術開発部 リーダー
	25.	シネジック株式会社	寺澤正広	R&D推進室 マネージャー
	26.	株式会社オロチ	滝田哲也	品質管理部 次長
	27.	株式会社オロチ	長谷川貴次	品質管理部
	28.	光洋産業株式会社	木村茂樹	KR化成品部
	29.	セメダイン株式会社	久住 明	研究開発部 顧問
	30.	セメダイン株式会社	高橋 駿	研究開発部開発グループ技術開発チーム
	31.	齋藤木材工業株式会社	志村 智	建築部 課長
	32.	株式会社 日新	黄 箭波	常務
	33.	株式会社 日新	松下 清	NS木質科学研究所 部長
	34.	石巻合板工業株式会社	阿部勝浩	製造部管理チーム 次長
	35.	石巻合板工業株式会社	野田和成	企画課 課長
	36.	株式会社ユニウッドコーポレーション	横尾國治	代表取締役会長
	37.	ファーストプライウッド株式会社	白山友樹	工場長
	38.	ファーストプライウッド株式会社	松本泰輔	管理部
	39.	ファーストプライウッド株式会社	久保 光	品質管理課
	オブザーバー			
	40.	林野庁木材産業課	遠藤修平	住宅資材班 住宅資材企画係長
	42.	木構造振興株式会社	平原章雄	常務取締役
	43.	桜設計集団	加来千紘	
	44.	ビルディングランドスケープ	西澤高男	
	45.	ビルディングランドスケープ	吉田京平	
	46.	ビルディングランドスケープ	中村知世	
	事務局			
	47.	全国LVL協会	平沼孝太	事務局長
	48.		李 元羽	技術部長
	49.		成田敏基	技術課長
	50.		崔 華暉	

本耐火構造を含む LVL の準耐火・耐火・防火材料に関する開発の歴史を示した。

全国LVL協会 防耐火委員会
2024.03

年度	LVL等トピックス	LVL協会技術部会			建築等 ※内装準不燃は多数実績有
		防耐火	成果物等	外部事業	
H21	2009				
H22	2010 東日本大震災	準耐火60分(LVL厚板) ○	木層ウォールブック	木構造振興1件(防耐火)	
H23	2011				
H24	2012	内装準不燃30mm厚 ○		林野庁(防耐火・内装、5団体・構造利用)	
H25	2013 LVLのJAS改正B種LVL 規格化	内装準不燃15mm厚 ○	内装材ハンドブック	千葉県(会員会社受託防耐火) 林野庁(4団体・構造利用)	
H26	2014	準耐火60分(厚板) ○ 耐火1H床(石膏ボード) ○ 耐火被覆検討	耐火構造ハンドブック	千葉県(会員会社受託防耐火・構造)	7F混構造試験設計
H27	2015	耐火1H床(石膏ボード) ○ 耐火1H柱 小断面 性能検証		林野庁(材料強度・接合部データ収集)	みやむら動物病院
H28	2016 壁・床・屋根 燃え代告示化	耐火1H柱 小断面 ○	LVL耐火・準耐火構造マニュアル	木構造振興(防耐火)	
H29	2017	耐火1H柱 大断面 ○	LVL防耐火ハンドブック改定	6社出資事業(防耐火・耐火柱1H大断面)	
H30	2018	耐火2H柱 小断面 性能検証		林野庁(防耐火)	
R01	2019	耐火1H梁 小断面 ○		林野庁(防耐火)	やはた幼稚園耐火柱
R02	2020 LVLのJAS改正新強度区分 単板シミュレーション等	耐火1H梁 大断面 ○	LVL耐火構造プロモビデオ	林野庁(防耐火)	
R03	2021	耐火1H 接合部 ○ 被覆材LCA評価	LVL耐火構造接合部ハンドブック	木構造振興(防耐火)	
R04	2022 LVLJAS 寸法許容差拡大・2次接着	耐火2H柱 小・大断面 検討 被覆材準不燃 ○	LVL耐火構造接合部ハンドブック 改訂	木構造振興(防耐火)	アキュラ川崎展示場SF
R05	2023	耐火90min・2H柱 ○	LVL耐火構造接合部ハンドブック 改訂	木構造振興(防耐火)	名古屋烏森オフィス・大阪都島P



3. 性能評価試験

3. 1 概要

これまで、1 時間耐火構造梁の仕様を使用し、90 分間耐火では被覆材側面厚 90mm、底面厚 90mm+30mm、2 時間耐火では被覆材側面 120mm、底面厚 150mm とした。2 時間耐火では昨年度の 2 時間耐火柱仕様と同様の役物とした。今年度は最小断面の梁の取得を目標とした。

3. 2 被覆材の製造

被覆材として採用した難燃薬剤処理 LVL は、1 時間耐火構造の柱、梁の被覆材と同じ仕様とした。厚 30mm のスギ LVL の製品に減圧加圧法により難燃薬剤を含浸した。難燃薬剤は丸菱油化工業製のリン酸・窒素系 W2-50 とした。難燃処理単板積層材の薬剤含浸量の管理は表 3.2-1 の通りとし、試験体に使用する被覆材の含浸量は最小 132 kg/m³未満、平均 146 kg/m³未満とした。

難燃薬剤の含浸、乾燥は茨城県小美玉市の株式会社森久で行った。30mm 厚の難燃処理 LVL を 2 次接着する工程は長野県小県郡の齋藤木材工業株式会社の工場で行った。接着剤はレゾルシノール樹脂を用い、温度 20℃で圧縮圧 1.0MPa、24 時間以上とした。解压後、厚みは削らずに長さや幅の寸法を荷重支持部材の断面寸法に合わせてカットし、試験体製作を行う東亜理科に搬入した。

表 3.2-1

90分耐火梁

90分耐久実

荷重支持部材		被覆材			備考
断面寸法 mm		難燃薬剤含浸量 kg/m ³			
		最小値（1枚）		平均（全数）	
105x600	試験体	A	B	AとB	
		133.0未満	133.0未満	146.0未満	
	評価書	132以上			146以上

120分耐火梁

120分耐久実

荷重支持部材		被覆材			備考
断面寸法 mm		難燃薬剤含浸量 kg/m ³			
		最小値（1枚）		平均（全数）	
105x600	試験体	A	B	AとB	
		133.0未満	133.0未満	146.0未満	
	評価書	132以上		146以上	

3. 2. 1 難燃薬剤含浸

含浸前の LVL の重量を測定してから難燃薬剤を減圧加圧釜で含浸し、含浸直後の重量を測定して薬剤含浸量を算出した。含浸した LVL は 1 か月程度の乾燥した。含浸は評価機関の日本建築総合試験所の立ち合いのもと、2024 年 9 月 17 日から 4 日間かけて行った。表 3. 2-2～3. 2-4 に含浸結果を示した。写真 3. 2-1～3. 2-4 に含浸作業を示した。

材料：スギ B 種構造用 LVL 平均密度 0.47

厚 30×幅 300×長 3200 110 本

厚 30×幅 380×長 3200 120 本

厚 30×幅 450×長 3200 20 本

難燃薬剤：W2-50（丸菱油化製） 含浸結果：平均 145 kg/m³（128～165 kg/m³）

表 3.2-2 含浸結果

番号	種類	厚さ	幅	長さ	含水率 (含水率計)			体積 V	初期 重量	初期 比重	含浸後 重量	重量差	薬剤量	含浸量	乾燥後 重量	比重	含浸量
					左	中	右		W1	R1	W2	(W2-W1)/V	G1	W3			
									%	%	%						kg
		mm	mm	mm	%	%	%	m3	kg	g/cm3	kg	kg	kg/m3	kg/m3	kg	g/cm3	kg/m3
48	杉	3000	3000	32000	8.0%	12.0%	11.0%	0.0288	13.560	0.471	28.400	14.84	515.28	128.819	16.400	0.569	98.61
51	杉	3000	3000	32000	9.5%	11.0%	11.0%	0.0288	13.660	0.474	28.500	14.84	515.28	128.819	16.440	0.571	96.53
32	杉	3000	3000	32000	10.0%	12.5%	11.0%	0.0288	13.500	0.469	28.440	14.94	518.75	129.688	16.560	0.575	106.25
37	杉	3000	3000	32000	10.0%	13.5%	11.5%	0.0288	13.980	0.485	28.940	14.96	519.44	129.861	17.120	0.594	109.03
40	杉	3000	3000	32000	7.5%	13.5%	11.5%	0.0288	13.920	0.483	28.900	14.98	520.14	130.035	16.980	0.590	106.25
38	杉	3000	3000	32000	7.5%	11.5%	8.5%	0.0288	14.060	0.488	29.120	15.06	522.92	130.729	17.160	0.596	107.64
49	杉	3000	3000	32000	9.0%	13.0%	10.0%	0.0288	13.580	0.472	28.660	15.08	523.61	130.903	16.520	0.574	102.08
52	杉	3000	3000	32000	9.0%	11.5%	11.5%	0.0288	13.440	0.467	28.520	15.08	523.61	130.903	16.400	0.569	102.78
47	杉	3000	3000	32000	10.0%	12.0%	11.0%	0.0288	13.620	0.473	28.760	15.14	525.69	131.424	16.600	0.576	103.47
53	杉	3000	3000	32000	10.0%	13.0%	8.5%	0.0288	13.280	0.461	28.480	15.20	527.78	131.944	16.480	0.572	111.11
42	杉	3000	3000	32000	9.5%	11.5%	11.5%	0.0288	13.800	0.479	29.020	15.22	528.47	132.118	16.760	0.582	102.78
46	杉	3000	3000	32000	10.5%	13.0%	8.5%	0.0288	13.680	0.475	28.920	15.24	529.17	132.292	16.700	0.580	104.86
50	杉	3000	3000	32000	8.5%	13.0%	9.5%	0.0288	13.580	0.472	28.840	15.26	529.86	132.465	16.680	0.579	107.64
35	杉	3000	3000	32000	8.0%	13.0%	10.5%	0.0288	13.560	0.471	28.860	15.30	531.25	132.813	16.660	0.578	107.64
44	杉	3000	3000	32000	8.5%	13.0%	10.0%	0.0288	14.280	0.496	29.580	15.30	531.25	132.813	17.300	0.601	104.86
39	杉	3000	3000	32000	9.5%	12.0%	8.0%	0.0288	13.940	0.484	29.320	15.38	534.03	133.507	17.020	0.591	106.94
64	杉	3000	3000	32000	10.0%	12.5%	8.0%	0.0288	13.560	0.471	29.000	15.44	536.11	134.028	16.560	0.575	104.17
56	杉	3000	3000	32000	8.5%	13.5%	10.0%	0.0288	13.460	0.467	29.280	15.48	537.50	134.375	16.320	0.567	100.00
34	杉	3000	3000	32000	10.0%	11.5%	8.0%	0.0288	13.820	0.480	29.320	15.50	538.19	134.544	17.020	0.591	111.11
36	杉	3000	3000	32000	8.5%	11.5%	11.0%	0.0288	13.800	0.479	29.320	15.52	538.89	134.722	17.040	0.592	112.50
45	杉	3000	3000	32000	10.5%	12.5%	9.0%	0.0288	13.800	0.479	29.360	15.56	540.28	135.069	16.920	0.588	108.33
33	杉	3000	3000	32000	9.0%	12.5%	8.5%	0.0288	13.420	0.466	29.000	15.58	540.97	135.243	16.620	0.577	111.11
93	杉	3000	3000	32000	9.5%	13.5%	9.5%	0.0288	13.840	0.481	29.420	15.58	540.97	135.243	16.980	0.590	109.03
31	杉	3000	3000	32000	10.5%	11.5%	11.0%	0.0288	13.120	0.456	28.740	15.62	542.36	135.590	16.440	0.571	115.28
55	杉	3000	3000	32000	9.0%	12.0%	10.0%	0.0288	13.460	0.467	29.100	15.64	543.06	135.764	16.580	0.576	106.33
41	杉	3000	3000	32000	10.5%	12.5%	10.5%	0.0288	13.780	0.478	29.420	15.64	543.06	135.764	16.860	0.585	106.94
91	杉	3000	3000	32000	9.5%	12.0%	11.5%	0.0288	13.280	0.461	28.940	15.66	543.75	135.938	16.320	0.567	105.56
79	杉	3000	3000	32000	10.5%	12.5%	10.0%	0.0288	13.840	0.481	29.580	15.72	545.83	136.458	17.200	0.597	116.67
63	杉	3000	3000	32000	8.0%	12.5%	11.5%	0.0288	13.500	0.469	29.240	15.74	546.53	136.632	16.800	0.583	114.58
43	杉	3000	3000	32000	8.0%	11.0%	10.0%	0.0288	13.620	0.473	29.380	15.76	547.22	136.806	16.800	0.583	110.42
72	杉	3000	3000	32000	7.5%	13.0%	11.0%	0.0288	13.500	0.469	29.320	15.82	549.31	137.326	16.800	0.583	114.58
108	杉	3000	3000	32000	7.0%	12.0%	11.0%	0.0288	13.820	0.480	29.640	15.82	549.31	137.326	16.920	0.588	107.64
68	杉	3000	3000	32000	10.5%	12.5%	9.5%	0.0288	13.480	0.468	29.320	15.84	550.00	137.500	16.860	0.585	117.36
77	杉	3000	3000	32000	8.0%	11.0%	10.5%	0.0288	13.460	0.467	29.300	15.84	550.00	137.500	16.820	0.584	116.67
54	杉	3000	3000	32000	10.0%	11.5%	8.0%	0.0288	13.460	0.467	29.380	15.90	552.08	138.021	16.620	0.577	109.72
65	杉	3000	3000	32000	7.5%	11.0%	11.0%	0.0288	13.300	0.462	29.240	15.94	553.47	138.368	16.740	0.581	119.44
78	杉	3000	3000	32000	10.0%	11.5%	8.5%	0.0288	14.020	0.487	29.860	15.94	553.47	138.368	17.400	0.604	117.36
76	杉	3000	3000	32000	9.0%	12.0%	11.0%	0.0288	13.180	0.458	29.140	15.96	554.17	138.542	16.560	0.575	117.36
60	杉	3000	3000	32000	9.5%	11.5%	11.5%	0.0288	13.240	0.460	29.280	16.04	556.94	139.236	16.440	0.571	111.11
66	杉	3000	3000	32000	8.5%	11.0%	8.0%	0.0288	13.460	0.467	29.520	16.06	557.64	139.410	16.780	0.583	115.28
67	杉	3000	3000	32000	9.5%	13.0%	11.0%	0.0288	13.320	0.463	29.380	16.06	557.64	139.410	16.680	0.578	115.97
75	杉	3000	3000	32000	7.5%	11.0%	9.0%	0.0288	13.580	0.472	29.640	16.06	557.64	139.410	16.940	0.588	116.67
69	杉	3000	3000	32000	8.0%	11.0%	9.0%	0.0288	13.300	0.462	29.400	16.10	559.03	139.757	16.760	0.582	120.14
59	杉	3000	3000	32000	10.5%	11.0%	11.5%	0.0288	13.380	0.465	29.480	16.10	559.03	139.757	16.540	0.574	109.72
70	杉	3000	3000	32000	8.5%	12.0%	8.0%	0.0288	13.380	0.465	29.500	16.12	559.72	139.931	16.740	0.581	116.67
92	杉	3000	3000	32000	7.5%	11.0%	8.0%	0.0288	13.280	0.461	29.400	16.12	559.72	139.931	16.580	0.576	114.58
57	杉	3000	3000	32000	9.0%	11.0%	8.0%	0.0288	13.180	0.458	29.300	16.12	559.72	139.931	16.600	0.576	118.75
107	杉	3000	3000	32000	7.5%	12.5%	11.0%	0.0288	13.300	0.462	29.440	16.14	560.42	140.104	16.500	0.573	111.11
71	杉	3000	3000	32000	10.0%	13.5%	8.5%	0.0288	13.200	0.456	29.300	16.18	561.81	140.451	16.600	0.576	118.06
62	杉	3000	3000	32000	9.5%	13.0%	10.0%	0.0288	13.140	0.456	29.340	16.20	562.50	140.625	16.780	0.583	126.39
58	杉	3000	3000	32000	10.0%	12.5%	8.5%	0.0288	13.360	0.464	29.620	16.26	564.58	141.146	16.700	0.580	115.97
74	杉	3000	3000	32000	9.0%	11.5%	11.0%	0.0288	13.640	0.474	29.840	16.30	565.97	141.493	17.020	0.591	117.36
83	杉	3000	3000	32000	8.5%	11.5%	10.0%	0.0288	13.420	0.466	29.740	16.32	566.67	141.667	16.900	0.587	120.83
95	杉	3000	3000	32000	7.0%	11.0%	11.0%	0.0288	13.160	0.457	29.500	16.34	567.36	141.840	16.580	0.576	118.75
96	杉	3000	3000	32000	10.5%	11.0%	9.5%	0.0288	13.440	0.467	29.780	16.34	567.36	141.840	16.720	0.581	113.89
106	杉	3000	3000	32000	10.0%	13.0%	8.0%	0.0288	13.420	0.466	29.760	16.34	567.36	141.840	16.680	0.578	113.19
87	杉	3000	3000	32000	7.0%	13.5%	8.0%	0.0288	13.580	0.472	29.860	16.38	568.75	142.188	17.020	0.591	118.44
105	杉	3000	3000	32000	10.0%	12.0%	8.0%										

表 3.2-3 含浸結果

番号	種類	厚さ	幅	長さ	含水率 (含水率計)			体積 V	初期 重量	初期 比重	含浸後 重量	重量差	薬剤量	含浸量	乾燥後 重量	比重	含浸量
					左	中	右		W1	R1	W2			W2-W1	G1		W3
149	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	11.5%	8.5%	0.0365	17.540	0.481	38.760	19.22	526.86	131.716	20.900	0.573	92.11
175	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	11.0%	8.5%	0.0365	17.460	0.479	38.820	19.36	530.70	132.675	21.240	0.582	103.62
191	杉	3000	3800	3200.0	10.0%	13.5%	10.5%	0.0365	17.680	0.485	37.180	19.50	534.54	133.635	21.480	0.589	104.17
164	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	12.0%	9.5%	0.0365	17.360	0.476	38.940	19.58	536.73	134.183	20.920	0.573	97.95
140	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	12.5%	9.5%	0.0365	16.820	0.461	38.420	19.60	537.28	134.320	20.480	0.561	99.78
190	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	13.0%	8.0%	0.0365	17.900	0.491	37.500	19.60	537.28	134.320	21.760	0.596	105.81
151	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	12.5%	10.0%	0.0365	17.480	0.479	37.100	19.62	537.83	134.457	21.160	0.580	100.88
150	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	11.5%	8.5%	0.0365	17.680	0.485	37.340	19.66	538.93	134.731	21.440	0.588	103.07
176	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	12.0%	10.5%	0.0365	17.840	0.489	37.680	19.84	543.86	135.965	21.720	0.595	106.36
163	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	11.5%	11.0%	0.0365	17.720	0.486	37.620	19.90	545.50	136.376	21.320	0.584	98.68
188	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	13.5%	11.0%	0.0365	17.540	0.481	37.480	19.94	546.60	136.650	21.320	0.584	103.62
189	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	13.0%	10.0%	0.0365	17.620	0.482	37.560	19.94	546.60	136.650	21.480	0.588	105.81
121	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	12.0%	9.0%	0.0365	17.480	0.479	37.440	19.96	547.15	136.787	21.380	0.586	106.91
152	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	11.5%	8.5%	0.0365	17.400	0.477	37.480	20.06	549.89	137.473	21.300	0.584	106.91
154	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	11.5%	9.5%	0.0365	17.360	0.476	37.420	20.06	549.89	137.473	21.260	0.583	106.91
174	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	12.0%	8.5%	0.0365	17.780	0.487	37.840	20.06	549.89	137.473	21.800	0.598	110.20
119	杉	3000	3800	3200.0	10.0%	13.0%	10.5%	0.0365	17.620	0.483	37.720	20.10	550.99	137.747	21.660	0.594	110.75
118	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	12.0%	11.5%	0.0365	17.260	0.473	37.420	20.16	552.63	138.158	21.320	0.584	111.29
179	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	13.0%	10.0%	0.0365	17.620	0.483	37.800	20.18	553.18	138.295	21.600	0.592	109.10
142	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	13.5%	11.5%	0.0365	16.960	0.465	37.180	20.22	554.28	138.569	20.780	0.570	104.71
115	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	13.5%	9.0%	0.0365	17.120	0.469	37.340	20.22	554.28	138.569	21.200	0.581	111.84
227	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	13.0%	9.0%	0.0365	17.620	0.483	37.860	20.24	554.82	138.706	21.320	0.584	101.43
133	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	12.0%	8.5%	0.0365	17.720	0.486	38.020	20.30	556.47	139.117	21.760	0.596	110.75
173	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	12.0%	8.0%	0.0365	17.580	0.482	37.880	20.30	556.47	139.117	21.740	0.596	114.04
143	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	13.5%	10.0%	0.0365	17.580	0.482	37.840	20.36	558.11	139.529	21.500	0.589	107.46
165	杉	3000	3800	3200.0	10.0%	12.5%	9.0%	0.0365	17.680	0.484	38.020	20.36	558.11	139.529	21.640	0.593	109.10
114	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	11.0%	11.5%	0.0365	17.160	0.470	37.100	20.40	559.21	139.803	21.180	0.581	110.20
167	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	11.0%	10.0%	0.0365	17.380	0.476	37.780	20.40	559.21	139.803	21.380	0.586	109.10
134	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	11.5%	11.5%	0.0365	17.620	0.483	38.040	20.42	559.76	139.940	21.680	0.594	111.29
117	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	12.0%	9.0%	0.0365	17.400	0.477	37.860	20.46	560.86	140.214	21.480	0.589	111.84
139	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	11.5%	8.0%	0.0365	16.940	0.464	37.420	20.48	561.40	140.351	20.940	0.574	109.65
166	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	13.5%	8.0%	0.0365	17.580	0.482	38.080	20.48	561.40	140.351	21.580	0.592	109.65
186	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	11.0%	8.5%	0.0365	17.660	0.484	38.180	20.50	561.95	140.488	21.680	0.594	109.65
172	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	12.5%	9.0%	0.0365	17.540	0.481	38.080	20.54	563.05	140.762	21.760	0.596	115.68
187	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	10.5%	10.0%	0.0365	17.800	0.486	38.580	20.58	564.14	141.036	21.820	0.598	110.20
158	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	11.5%	8.5%	0.0365	17.520	0.480	38.120	20.60	564.69	141.733	21.400	0.587	106.36
141	杉	3000	3800	3200.0	9.5%	11.0%	8.5%	0.0365	17.160	0.470	37.780	20.62	565.24	141.310	21.160	0.580	109.65
212	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	13.0%	9.5%	0.0365	17.660	0.484	38.300	20.64	565.79	141.447	21.560	0.591	106.91
120	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	11.0%	10.0%	0.0365	17.480	0.479	38.220	20.74	568.53	142.133	21.720	0.595	116.23
144	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	12.5%	10.5%	0.0365	17.560	0.481	38.300	20.74	568.53	142.133	21.560	0.591	109.65
184	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	13.0%	11.0%	0.0365	16.920	0.464	37.740	20.82	570.72	142.681	21.100	0.578	114.58
145	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	13.5%	10.5%	0.0365	17.260	0.473	38.100	20.84	571.27	142.818	21.380	0.586	112.94
157	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	11.5%	11.5%	0.0365	17.740	0.486	38.680	20.84	571.27	142.818	21.740	0.596	109.65
168	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	12.0%	10.5%	0.0365	17.560	0.481	38.480	20.90	572.92	143.229	21.720	0.595	114.04
171	杉	3000	3800	3200.0	10.0%	11.5%	8.5%	0.0365	17.780	0.487	38.720	20.94	574.01	143.503	22.060	0.605	117.32
192	杉	3000	3800	3200.0	9.5%	13.0%	8.0%	0.0365	17.320	0.475	38.280	20.96	574.56	143.640	21.300	0.584	109.10
202	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	11.0%	11.0%	0.0365	17.140	0.470	38.140	21.00	575.66	143.914	21.380	0.586	116.23
129	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	11.0%	9.0%	0.0365	16.940	0.464	37.880	21.04	576.75	144.189	21.240	0.582	117.87
146	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	11.5%	10.0%	0.0365	17.460	0.479	38.500	21.04	576.75	144.189	21.760	0.596	117.87
183	杉	3000	3800	3200.0	7.5%	13.0%	8.0%	0.0365	17.120	0.469	38.220	21.08	578.40	144.600	21.400	0.587	112.94
156	杉	3000	3800	3200.0	8.5%	11.0%	11.5%	0.0365	17.040	0.467	38.140	21.10	578.40	144.600	21.120	0.579	111.84
116	杉	3000	3800	3200.0	9.0%	13.5%	8.0%	0.0365	17.420	0.478	38.620	21.20	581.14	145.285	21.620	0.593	115.13
194	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	12.5%	9.5%	0.0365	16.980	0.465	38.180	21.20	581.14	145.285	21.080	0.578	112.39
209	杉	3000	3800	3200.0	10.5%	12.5%	11.5%	0.0365	17.400	0.477	38.640	21.24	582.24	145.559	21.640	0.593	116.23
135	杉	3000	3800	3200.0	10.0%	13.5%	11.0%	0.0365	17.340	0.475	38.600	21.26	582.79	145.696	21.780	0.597	121.71
201	杉	3000	3800	3200.0	7.0%	12.5%	11.5%	0.0365	17.420	0.478	38.700	21.28	583.33	145.833	21.780	0.597	119.52
211	杉	3000	3800	3200.0	8.0%	12.0%	9.5%	0.0365	17.820	0.488	39.120	21.30	583.88	145.970	21.920	0.600	116.23
197	杉	3000															

表 3.2-4 含浸結果

番号	種類	厚さ	幅	長さ	含水率 (含水率計)			体積	初期 重量	初期 比重	含浸後 重量	重量差	薬剤量	含浸量	乾燥後 重量	比重	含浸量
					左	中	右	V	W1	R1	W2						
		mm	mm	mm	%	%	%	m3	kg	g/cm3	kg	kg	W2-W1 (W2-W1)/V	G1	W3		
		mm	mm	mm	%	%	%	m3	kg	g/cm3	kg	kg	kg/m3	kg/m3	kg	g/cm3	kg/m3
231	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.5%	12.5%	10.0%	0.0432	20.600	0.477	47.220	26.62	616.20	154.051	26.500	0.613	136.57
232	杉	30.00	450.0	3,200.0	9.5%	13.5%	9.0%	0.0432	20.500	0.475	45.580	25.08	580.56	145.139	26.020	0.602	127.78
233	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.5%	11.0%	11.0%	0.0432	20.900	0.484	45.920	25.02	579.17	144.792	26.340	0.610	125.93
234	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.5%	11.5%	11.0%	0.0432	20.560	0.476	46.260	25.70	594.91	148.727	25.960	0.601	125.00
235	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.0%	11.0%	10.0%	0.0432	20.640	0.478	45.580	24.94	577.31	144.329	25.880	0.599	121.30
236	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.0%	13.5%	8.0%	0.0432	20.580	0.476	46.540	25.96	600.93	150.231	25.920	0.600	123.61
237	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.5%	12.0%	10.0%	0.0432	20.660	0.478	46.280	25.62	593.06	148.264	25.960	0.601	122.69
238	杉	30.00	450.0	3,200.0	9.5%	12.0%	10.5%	0.0432	20.340	0.471	46.480	26.12	604.63	151.157	25.760	0.596	125.46
239	杉	30.00	450.0	3,200.0	8.5%	12.5%	9.0%	0.0432	21.080	0.488	46.400	25.32	586.11	146.528	26.440	0.612	124.07
240	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.0%	13.5%	9.0%	0.0432	20.900	0.484	46.240	25.34	586.57	146.644	26.240	0.607	123.61
241	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.0%	11.0%	8.0%	0.0432	20.480	0.474	47.240	26.76	619.44	154.861	26.440	0.612	137.96
242	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.0%	13.5%	11.5%	0.0432	20.380	0.472	46.420	25.04	579.63	144.907	25.840	0.598	126.39
243	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.5%	13.0%	10.0%	0.0432	20.880	0.483	46.940	25.06	580.09	145.023	26.300	0.609	125.46
244	杉	30.00	450.0	3,200.0	9.0%	13.0%	8.0%	0.0432	20.660	0.478	46.080	25.40	587.96	146.991	26.060	0.603	125.00
245	杉	30.00	450.0	3,200.0	9.0%	12.5%	8.5%	0.0432	20.660	0.478	46.500	24.84	575.00	143.750	25.820	0.598	119.44
246	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.0%	12.5%	11.5%	0.0432	20.540	0.475	46.300	25.76	596.30	149.074	25.840	0.598	122.69
247	杉	30.00	450.0	3,200.0	10.0%	13.0%	9.5%	0.0432	20.400	0.472	46.180	25.76	596.30	149.074	25.680	0.594	122.22
248	杉	30.00	450.0	3,200.0	9.0%	13.5%	10.0%	0.0432	20.200	0.468	46.380	26.18	606.02	151.505	25.700	0.595	127.31
249	杉	30.00	450.0	3,200.0	7.5%	13.5%	8.0%	0.0432	20.960	0.485	46.080	25.12	581.48	145.370	26.240	0.607	122.22
250	杉	30.00	450.0	3,200.0	8.0%	11.5%	11.0%	0.0432	20.600	0.477	45.980	25.38	587.50	146.875	25.900	0.600	122.69



写真 3.2-1



写真 3.2-2



写真 3.2-3

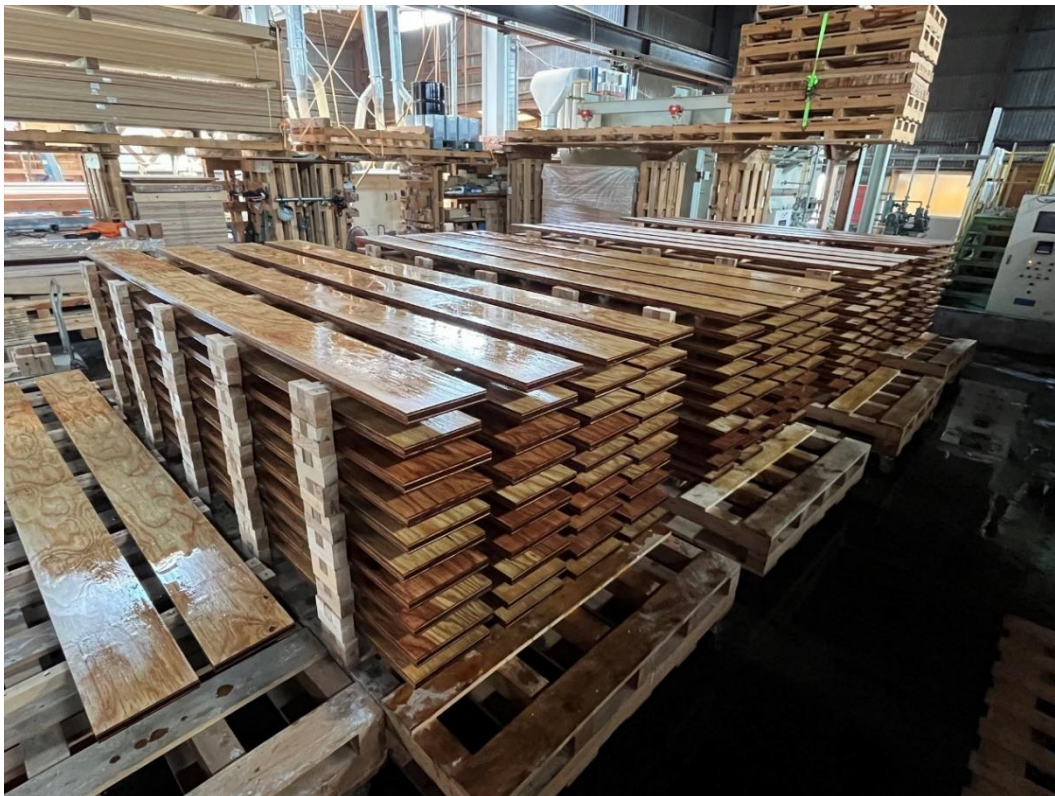


写真 3.2-4

3. 2. 2 被覆材の2次接着

乾燥した難燃薬剤処理 LVL を厚 90mm、120mm の被覆材とするため、耐火性能の高いレゾルシノール樹脂を使用して 2 次接着を行った。2 次接着及び被覆材の加工は長野県の齋藤木材工業で行った。被覆材の 2 次接着及び加工は写真 3. 2-5～3. 2-8 を示した。

接着仕様：

接着剤：レゾルシノール樹脂系 塗布量： $350 \pm 35 \text{ g/m}^2$ 以下

圧縮圧：0.98MPa (10 kgf/cm^2) 養生期間：解圧後 24 時間以上



写真 3. 2-5 圧縮



写真 3. 2-6 被覆材加工前

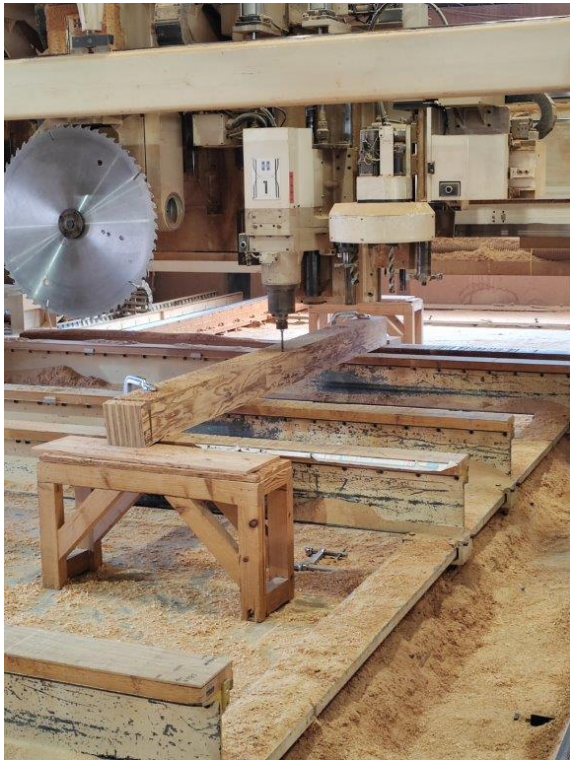


写真 3.2-7 被覆材ビス穴あけ



写真 3.2-8 被覆材加工後

3.3 90 分間耐火構造梁 性能評価試験 1 体目

3.3.1 概要

梁の 90 分間耐火構造性能評価試験を大阪池田市の日本建築総合試験所で実施した。荷重支持部材の梁断面は幅 105mm×せい 600mm のスギ集成材とし、被覆材は 30 mm 厚の難燃薬剤処理単板積層材を 2 次接着し厚 90mm とした。難燃薬剤処理単板積層材の薬剤注入量は最小 134 kg/m³、平均 145 kg/m³とした。被覆材は現場用ウレタン樹脂を塗布し、先孔を開けてビスで梁に緊結し、木栓を埋めた。塗装は有機質量 300g/m²とした。

3.3.2 実験

一般社団法人日本建築総合試験所の「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠し、日本建築総合試験所の水平炉にて載荷加熱試験を行った。図 3-3-1 に水平炉の試験装置図を示した。試験実施日は令和 6 年 12 月 24 日であった。

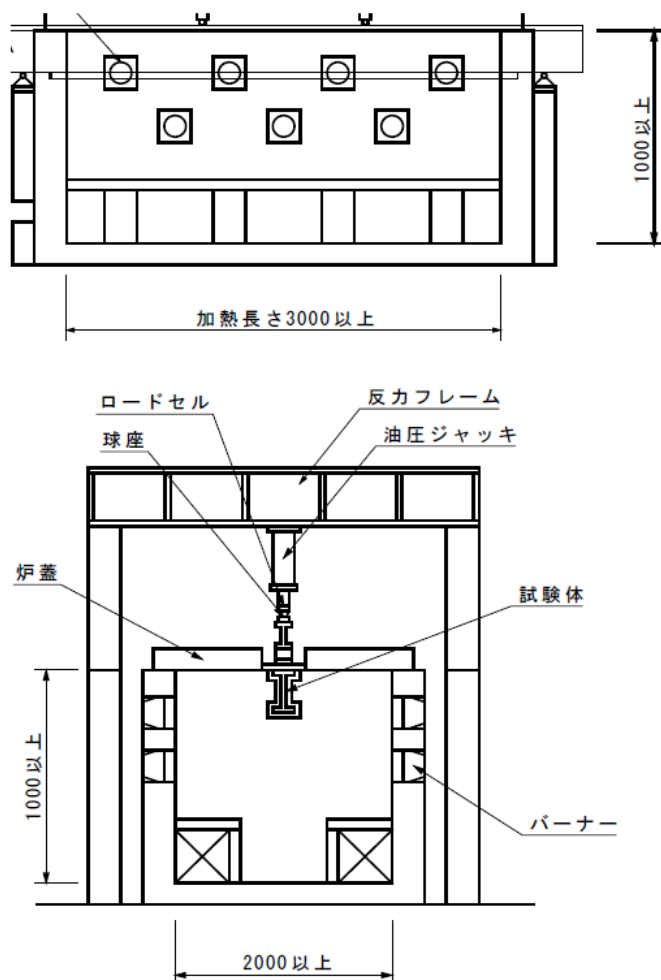


図 3-3-1 試験装置図

(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、载荷の継続が困難となった場合、または内部温度が炭化温度を大幅に超えた場合に試験を中止する事とした。

(2) 測定項目

- ①試験体内部温度
- ②炉内温度
- ③たわみ変形量
- 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乾燥した後の重量から、含水率を測定した。

- ⑥その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。



写真 3-3-1 耐火梁試験

3.3.3 試験体

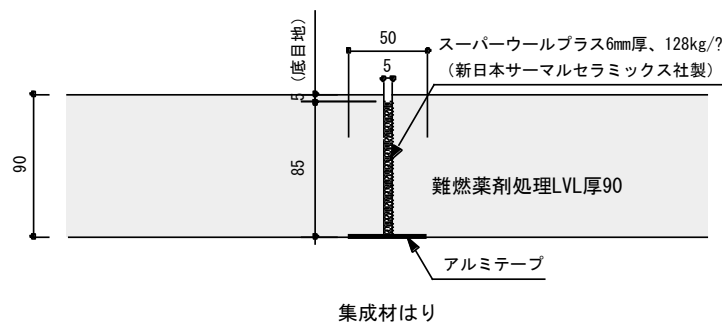
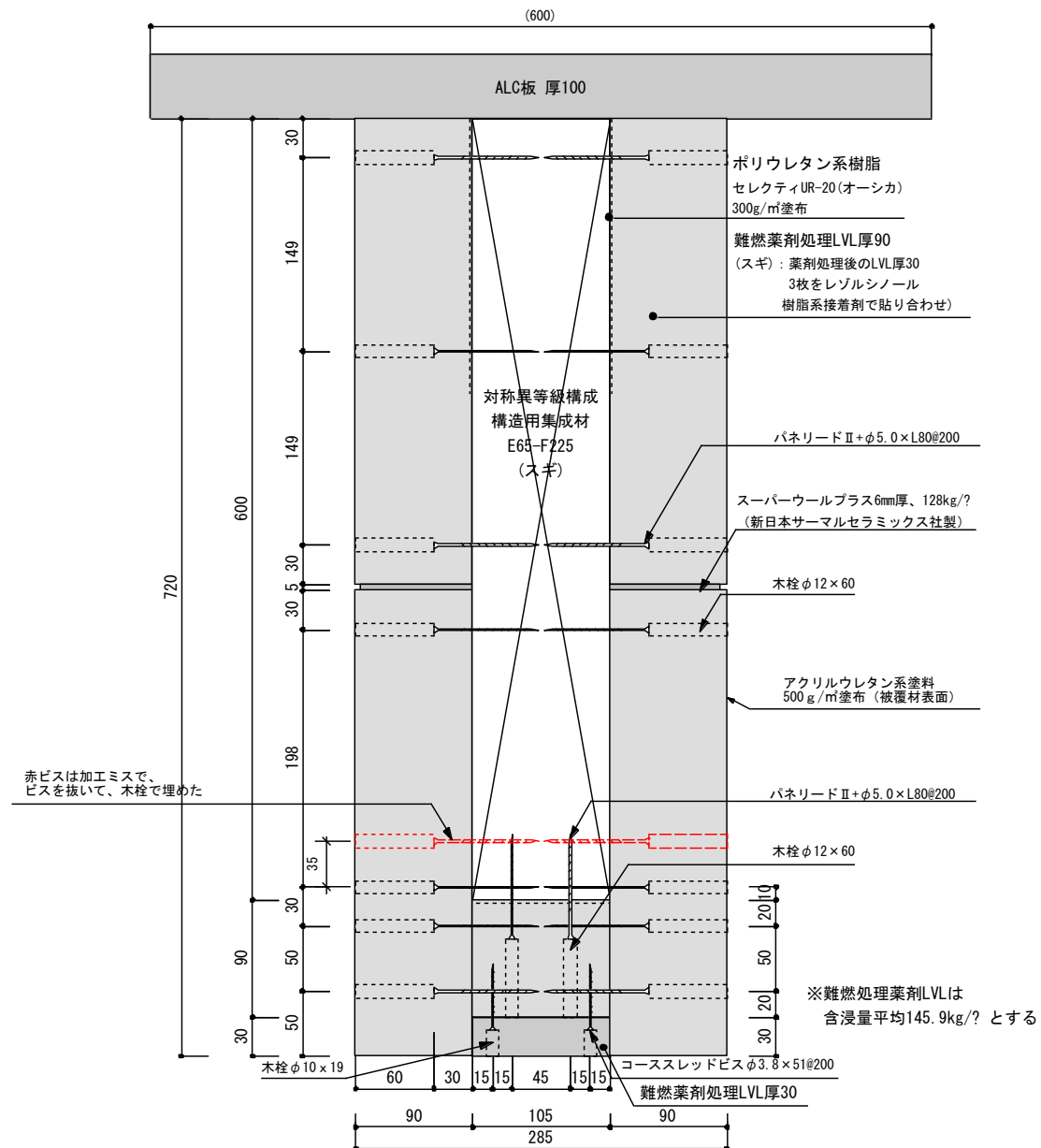
試験体の構成部材、組立仕様などの試験体仕様の一覧を製作時の様子を表 3-3-1～2 と図 3-3-2～5、写真 3-3-2～5 に示す。

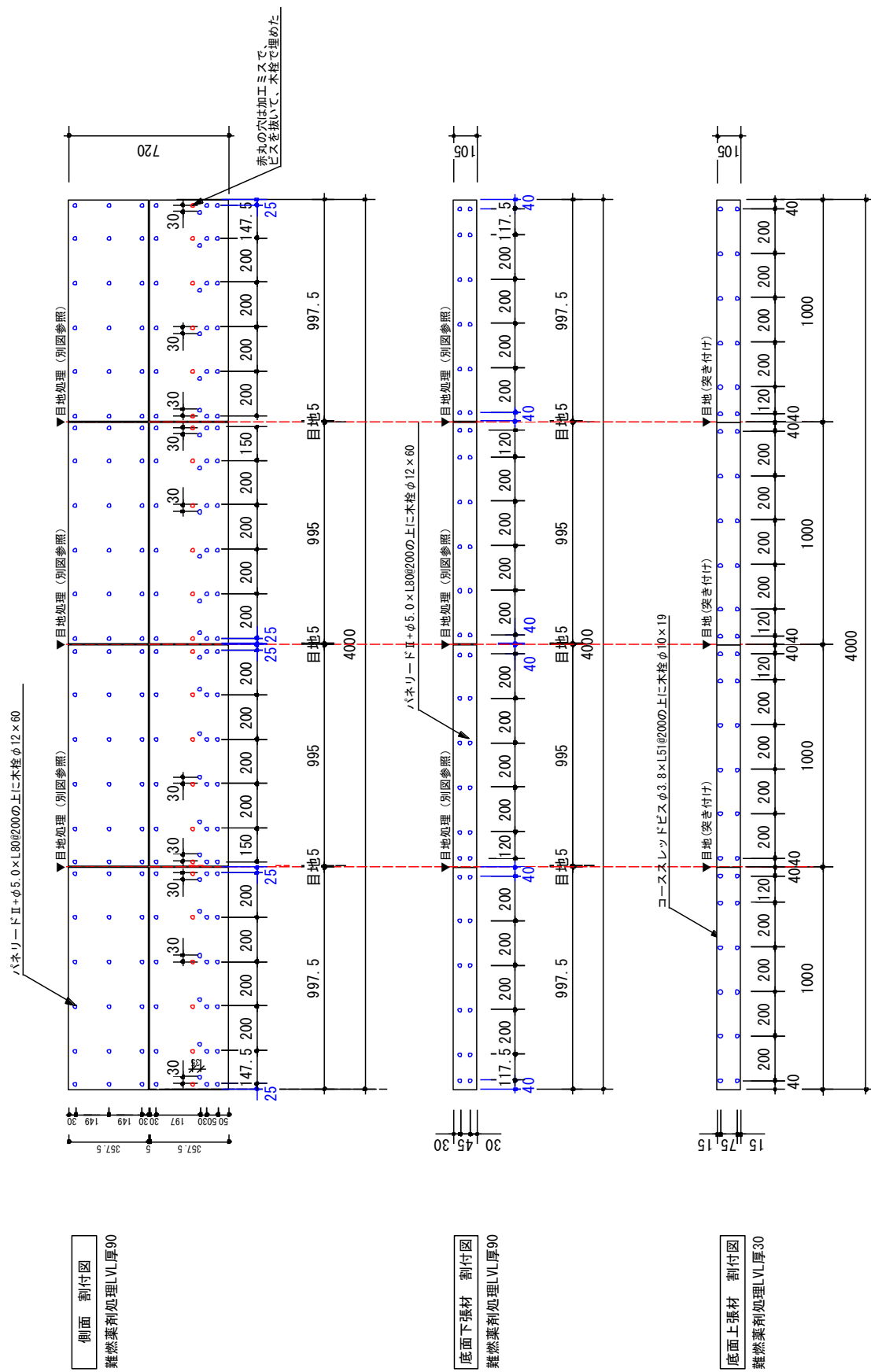
表 3-3-1 試験体構成材料 (寸法単位:mm)

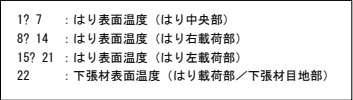
項 目	試験体の構造
荷重支持部材	・材質 対称異等級構造用集成材(日本農林規格に適合するもの) ・樹種 スギ ・密度 0.38g/cm^3(気乾、実測値) ・断面寸法 105×600
被覆材	・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材 ・薬剤含浸量 最小 134 kg/m^3 平均 145kg/m^3 ・厚さ 厚さ 30 の板を積層

表 3-3-2 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	[1]被覆材留付用 [1]-1 ねじ ・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの) ・寸法 $\phi 5\text{ mm}\times\text{L}90\text{ mm}$ ・留付間隔 200 以下 [1]-2 接着剤 ・材質 ウレタン系樹脂接着剤 ・塗布量 300g/m^2 [1]-3 木栓 ・材質 木 ・寸法 $\phi 12\text{ mm}\times\text{L}60\text{ mm}$
表面塗装	[1]アクリル系樹脂塗料 ・塗布量 500g/m^2脂塗(有機質量 317.5g/m^2)







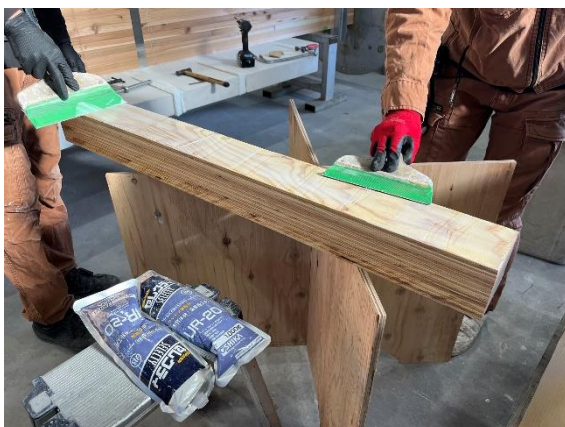


写真 3-3-2 製作時の様子



写真 3-3-3 製作時の様子

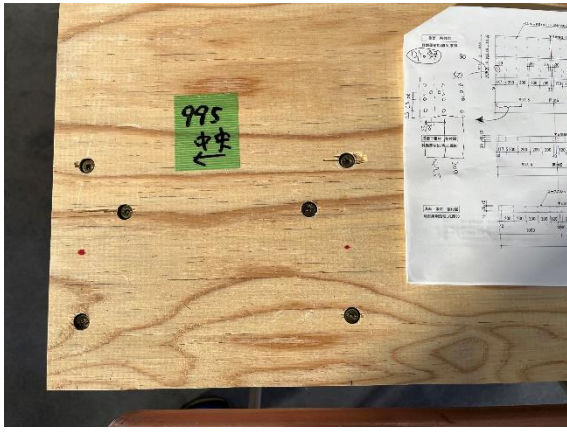


写真 3-3-4 製作時の様子



写真 3-3-5 製作時の様子

3.3.4 結果及び考察

(1) 結果

9時45分に加熱を開始し90分後の11時15分に加熱を終了、後追いに入った。加熱開始後840分で試験を終了し脱炉した。炉内温度推移を図3-3-6、たわみ変形量を図3-3-7、熱電対の内部温度曲線を図3-3-8～11に示す。記録写真を写真3-3-6～写真3-3-39に示した。

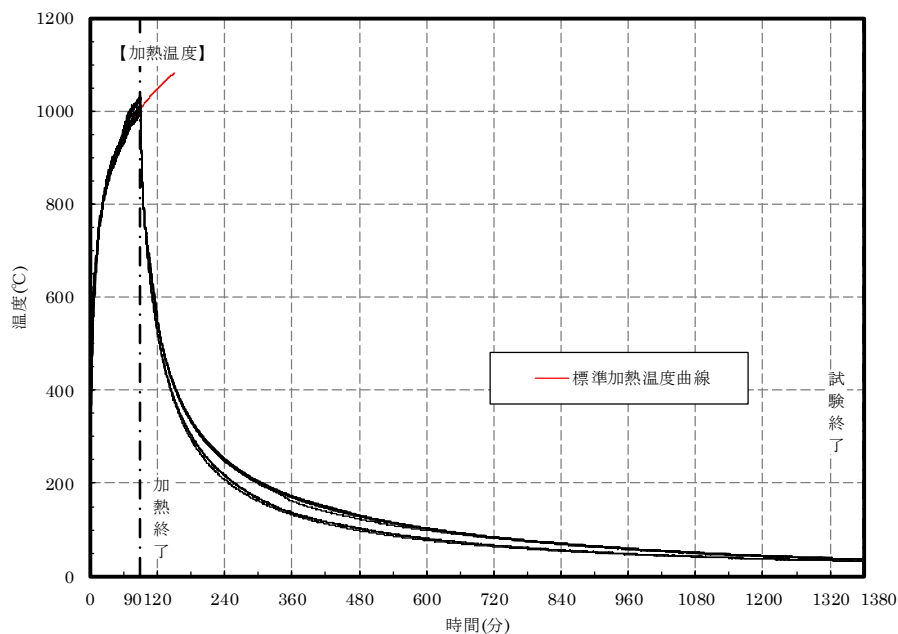


図 3-3-6 炉内温度推移

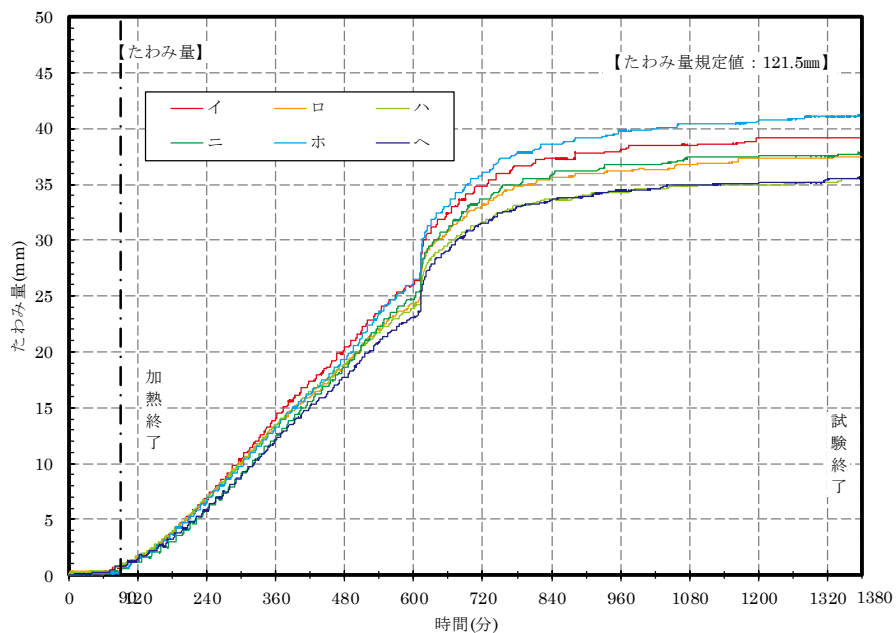


図 3-3-7 たわみ変形量

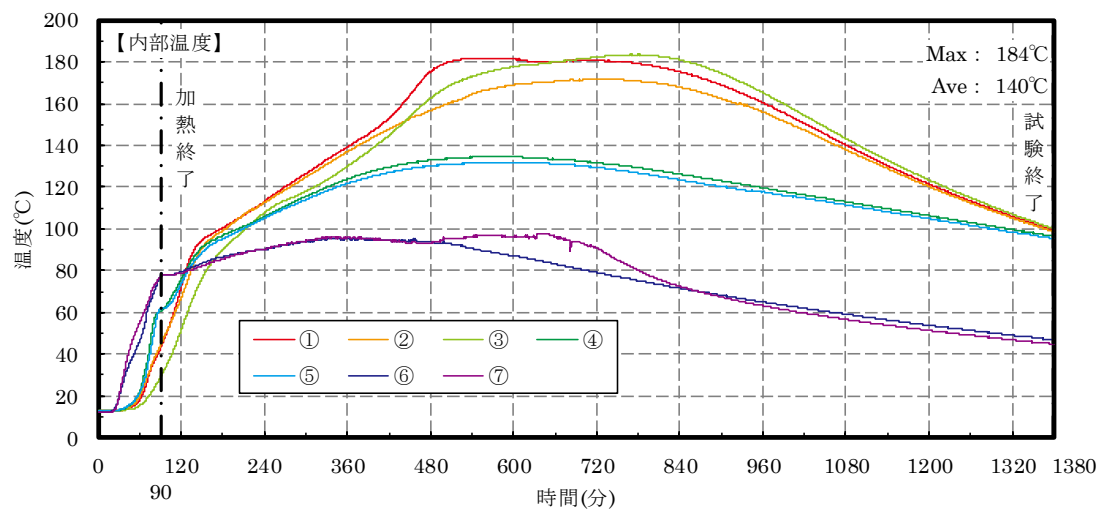


図 3-3-8 内部温度測定曲線（部位毎）

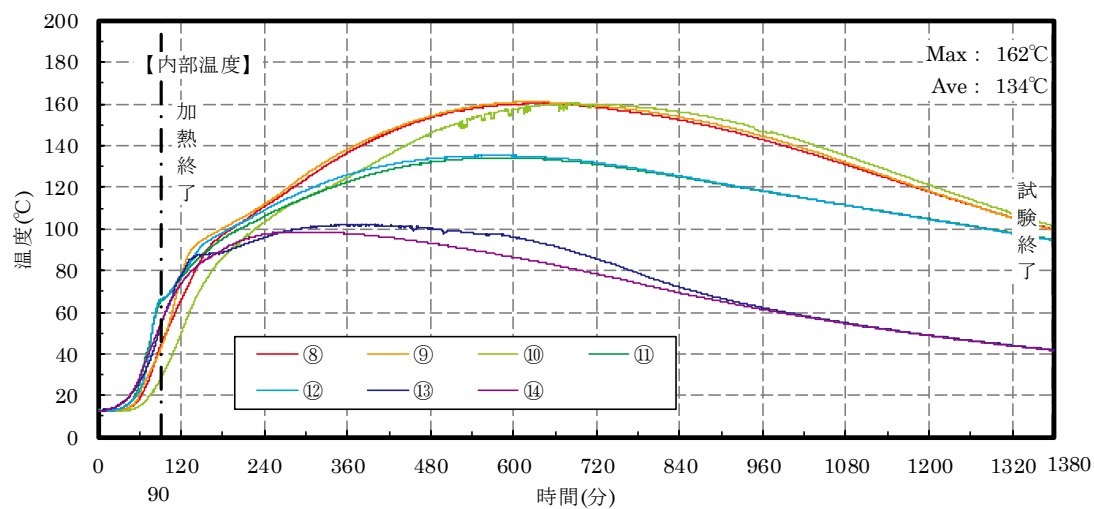


図 3-3-9 内部温度測定曲線（部位毎）

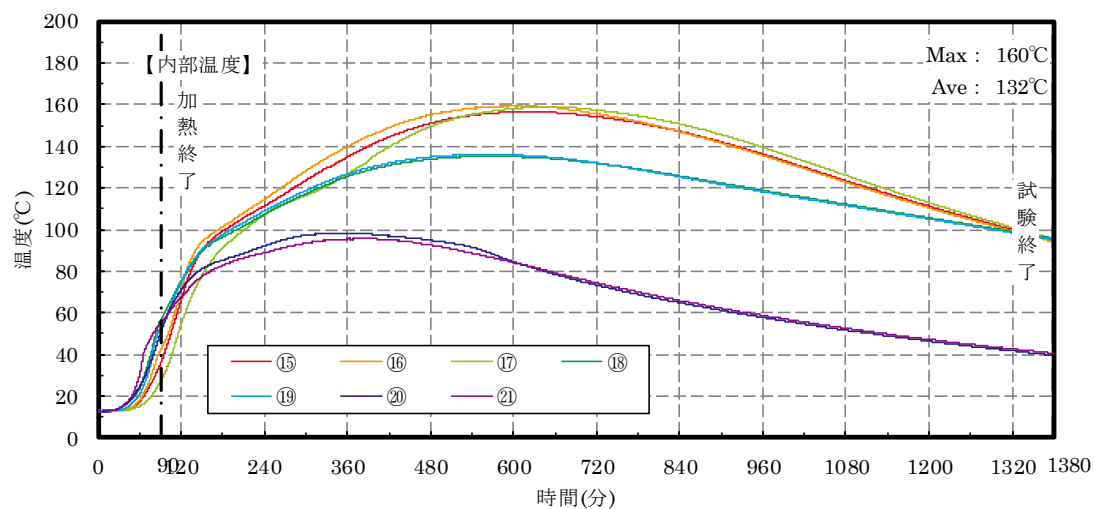


図 3-3-10 内部温度測定曲線（部位毎）

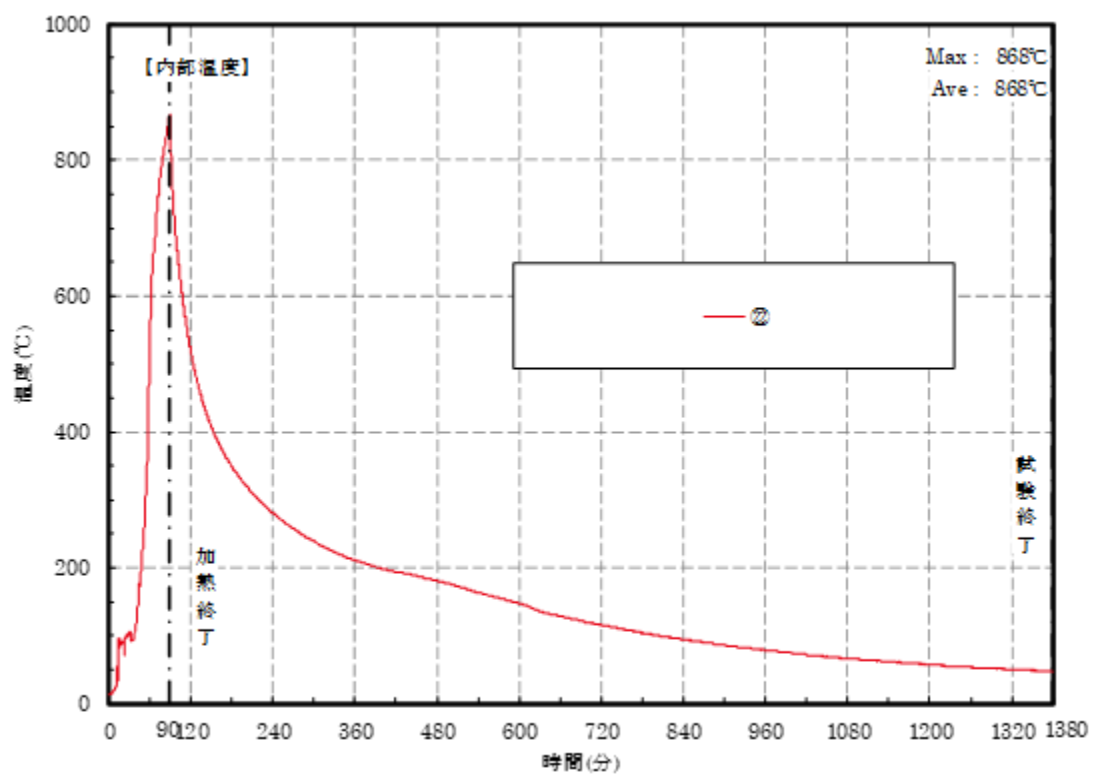


図 3-3-11 内部温度測定曲線（部位毎）



写真 3-3-6 水平炉（試験体設置後）



写真 3-3-7 試験体設置後



写真 3-3-8 梁試験体載荷スパン



写真 3-3-9 炉内試験前



写真 3-3-10 炉内試験前（試験体底面）



写真 3-3-11 炉内試験前（試験体側面）



写真 3-3-12 加熱後 2 分



写真 3-3-13 加熱後 3 分



写真 3-3-14 加熱後 4 分



写真 3-3-15 加熱後 6 分



写真 3-3-16 3 分



写真 3-3-17 13 分



写真 3-3-18 50 分

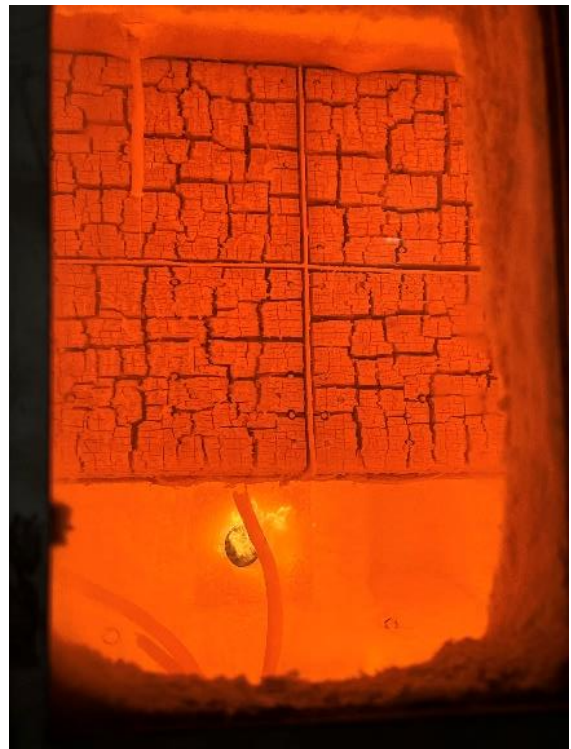


写真 3-3-19 88 分



写真 3-3-20 脱炉後



写真 3-3-21 脱炉後



写真 3-3-22 脱炉後 試験体底面（目地部中央）



写真 3-3-23 試験体底面（目地部中央）



写真 3-3-24 解体前

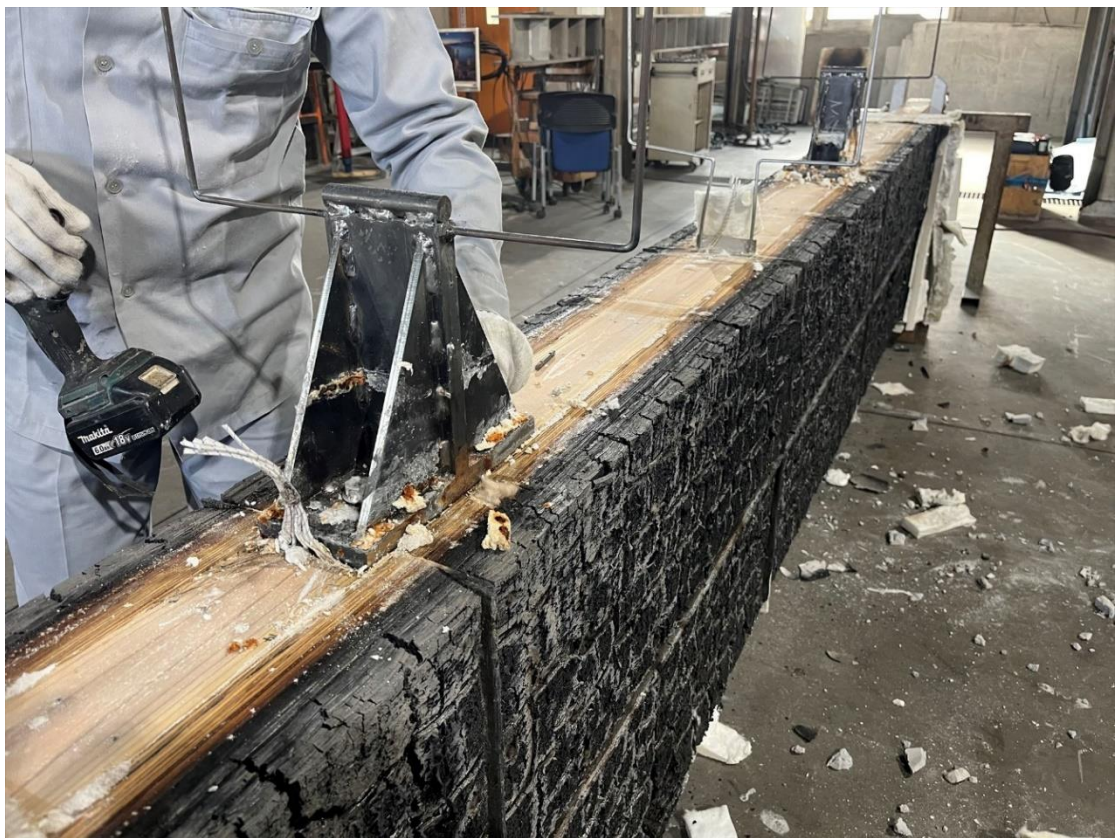


写真 3-3-25 载荷治具（解体前）



写真 3-3-26 載荷治具（解体後）



写真 3-3-27 荷重支持部のめり込み状況



写真 3-3-28 被覆材端部



写真 3-3-29 試験後被覆材の木栓の所



写真 3-3-30 試験後木栓



写真 3-3-31 試験体切断



写真 3-3-32 各断面 切断後



写真 3-3-33 試験体断面（中央から N 側へ 1000mm）



写真 3-3-34 試験体断面（中央部）

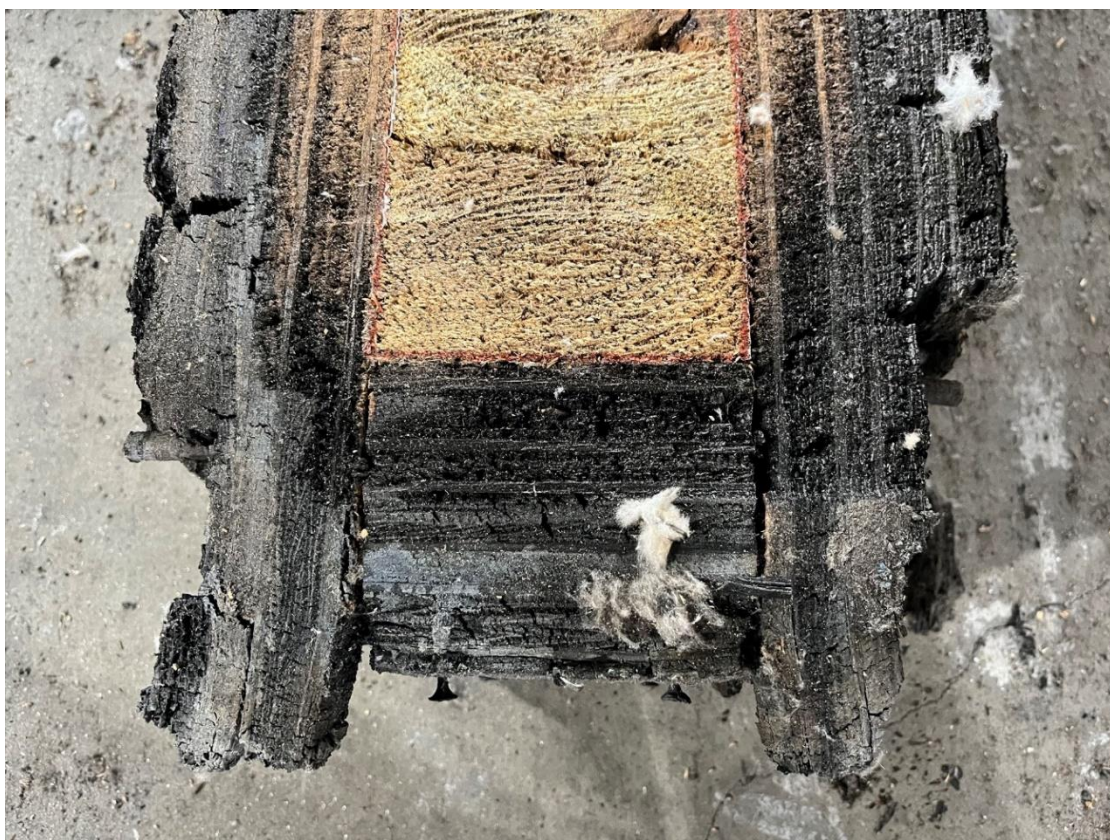


写真 3-3-35 試験体断面（中央部）



写真 3-3-36 試験体断面（中央から S 側へ 1000mm）



写真 3-3-37 荷重支持部の炭化確認（中央部）



写真 3-3-38 荷重支持部の炭化確認（中央部）



写真 3-3-39 加重支持部の炭化確認

(2) 考察

加熱 90 分、後追い 1380 分（23 時間）で脱炉、断面 3 カ所を観察したところ荷重支持部材に炭化は見られず、合格の判断となった。次ページに、2020 年に実施した 1 時間耐火梁性能評価試験（105mm×210mm、被覆 60mm 厚）のグラフと比較した。

炉内温度は加熱終了後 200 度に下がったのは 240 分を過ぎ、1 時間耐火の 120 分過ぎに比べて時間がかかっていた。たわみ変形量は思ったより進み、1080 分（18 時間）で 40mm 程度に達し、変形進行が少なくなった。途中 600 分を過ぎたところで 3mm 程度一度に変形が増大していた。内部温度が高い状態が 1 時間耐火の時より時間が長く荷重支持部材の温度が上がり、被覆材と梁を留め付けているビスとウレタン接着剤のどこかが滑ったのではないかと考えられる。脱炉後の中間点の断面を見たところ、中間点下の引張応力が一番かかるところには曲げ破壊は見られなかった。加熱前に初期の長期応力に相当する荷重をかけた際の変形量は荷重支持部材だけの計算だと 11mm だったのに対し、7mm であった。被覆材が曲げ剛性の向上に寄与していた。

内部温度の最大を見ると、中間点の隅部 1 番で 540 分で 182 度、下面中間点の 3 番で 780 分で 184 度と、1 時間耐火試験時の同位置 128 度に比べて遅い時間で高い温度となった。加熱時間が 30 分増えてより大きな熱量が入ったことがわかった。梁上端と ALC 床との隙間 6,7 番の温度上昇も 1 時間耐火の時と比べて 600 分過ぎまで 100 度近くを保っており、大きな熱が入ったことがわかった。中間点下端の隅部温度が、2 時間耐火梁の被覆のやり方は、梁底面の中間点の目地を無くし、中間点に熱が入らないようにすることとした。今後の偏平特大断面実施の際も同様としたい。

荷重支持部材が高温にさらされたことで加力点において治具のスギ集成材へのめり込みも進んでおり、5mm 程度のめり込みが見られた。

塗料の有機質量を増やし、種類を変更した。加熱当初の 3 分程度は今までの試験で観察されたような、難燃薬剤が高温を受けての反応（黒色化および発泡）はすぐにおこらず、5 分ほどで発泡が見られた。耐火性能への大きな影響はなかったと考えられる。

脱炉後の試験体では、底面の 30mm 厚の被覆材は何か所か落ちていたが、被覆材の大きな脱落はなかった。一番温度が上昇した中間点の断面を見たところ、荷重支持梁隅部近くまで被覆材の黒色化は進んでいたが、底面の被覆材をはつっても荷重支持梁に炭化は見られなかった。1/29 の性能評価 2 体目を実施することになった。

今回の試験体はビス位置の加工ミスで、ビスを抜いて木栓を埋める形で処理した。性能評価試験上、耐火性能が特に影響がなかった。万が一、現場でビス位置加工を間違った場合、木栓で埋める処理方法の可能性はある。

左：(1 時間耐火 スギ梁断面 105×210 被覆 60mm 2020 年)

右：(90 分間耐火 スギ梁断面 105×600 被覆 90mm 本報告)

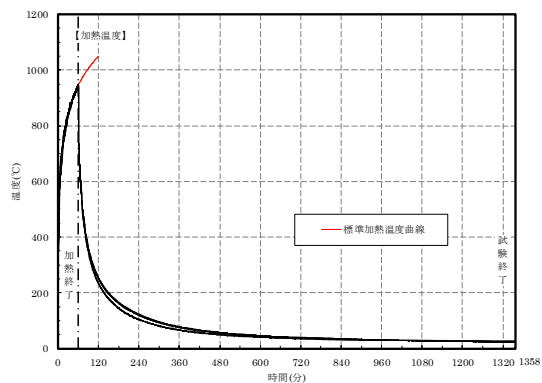


図 炉内温度(1 時間耐火)

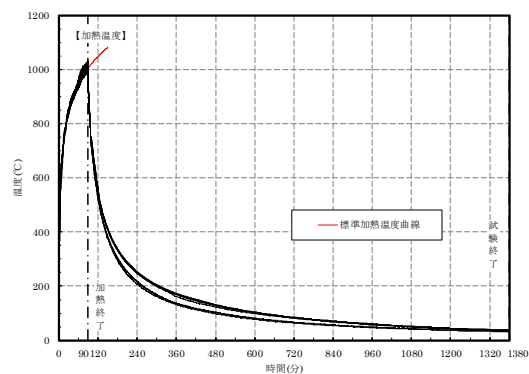


図 炉内温度(90 分間耐火)

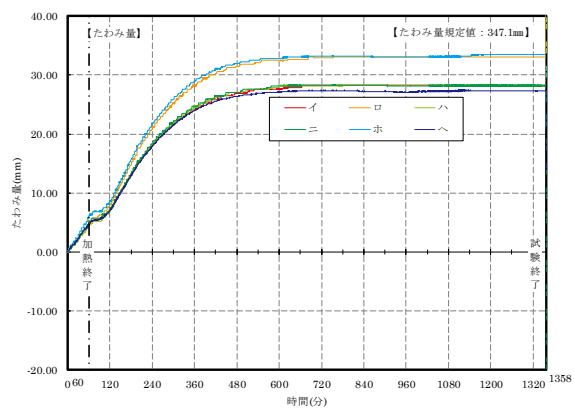


図 たわみ変形量(1 時間耐火)

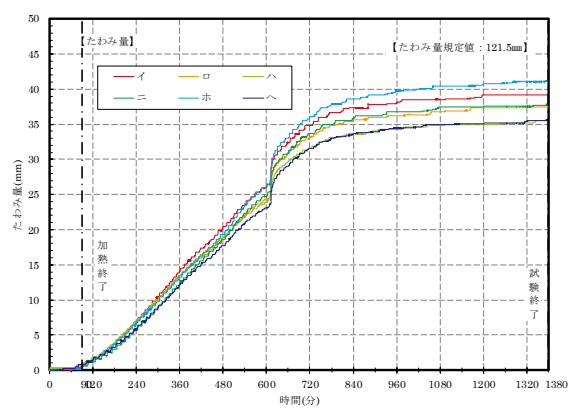


図 たわみ変形量(90 分間耐火)

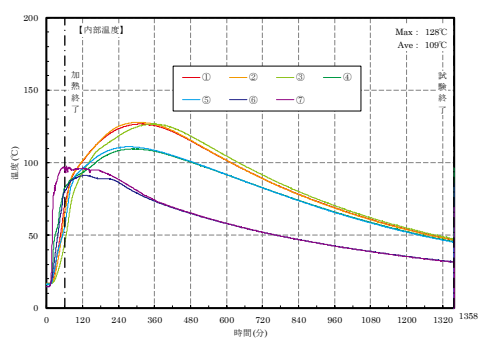


図 内部温度 (中間点) (1 時間耐火)

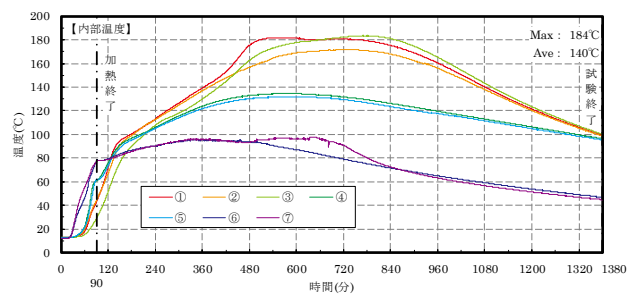


図 内部温度 (中間点) (90 分間耐火)

3.4 90 分間耐火構造梁 性能評価試験 2 体目

3.4.1 概要

梁の 90 分間耐火構造性能評価試験を大阪池田市の日本建築総合試験所で実施した。荷重支持部材の梁断面は幅 105mm×せい 600mm のスギ集成材とし、被覆材は 30 mm 厚の難燃薬剤処理単板積層材を 2 次接着し厚 90mm とした。難燃薬剤処理単板積層材の薬剤注入量は最小 134 kg/m³、平均 145 kg/m³とした。被覆材は現場用ウレタン樹脂を塗布し、先孔を開けてビスで梁に緊結し、木栓を埋めた。塗装は有機質量 300g/m²とした。

3.4.2 実験

一般社団法人日本建築総合試験所の「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠し、日本建築総合試験所の水平炉にて載荷加熱試験を行った。図 3-4-1 に水平炉の試験装置図を示した。試験実施日は令和 7 年 1 月 29 日であった。

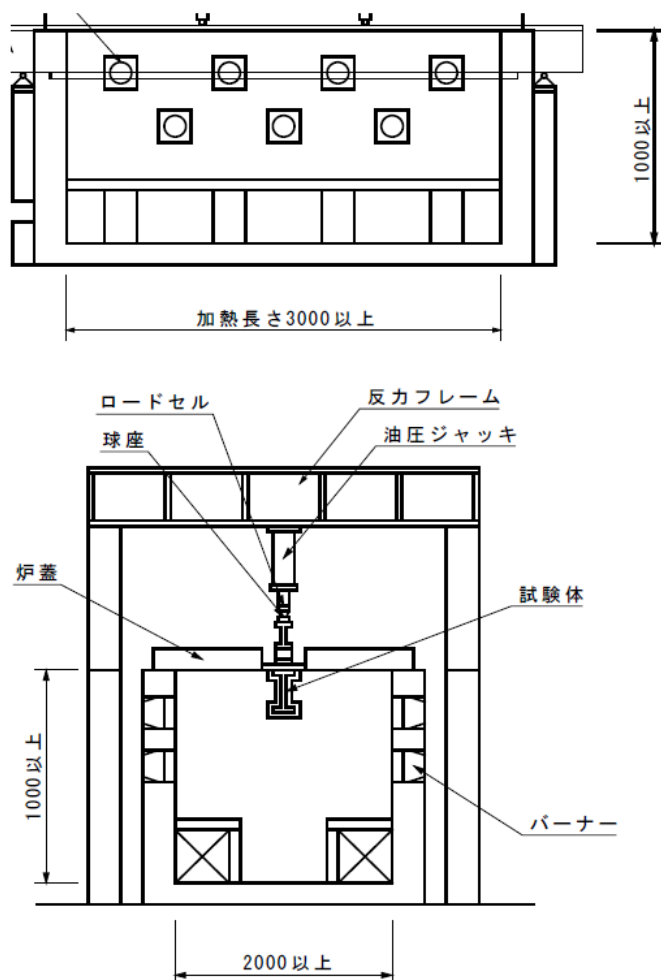


図 3-4-1 試験装置図

(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、载荷の継続が困難となった場合、または内部温度が炭化温度を大幅に超えた場合に試験を中止する事とした。

(2) 測定項目

①試験体内部温度

②炉内温度

③たわみ変形量

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乾燥した後の重量から、含水率を測定した。

⑥その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。



写真 3-4-1 耐火梁試験

3.4.3 試験体

試験体の構成部材、組立仕様などの試験体仕様の一覧を製作時の様子を表 3-4-1～2 と図 3-4-1～4、写真 3-4-2 に示す。

表 3-4-1 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	・材質 対称異等級構造用集成材(日本農林規格に適合するもの) ・樹種 スギ ・密度 0.38g/cm^3(気乾、実測値) ・断面寸法 105×600
被覆材	・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材 ・薬剤含浸量 最小 134 kg/m^3 平均 145kg/m^3 ・厚さ 厚さ 30 の板を積層

表 3-4-2 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	[1]被覆材留付用 [1]-1 ねじ ・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの) ・寸法 $\phi 5\text{ mm}\times\text{L}90\text{ mm}$ ・留付間隔 200 以下 [1]-2 接着剤 ・材質 ウレタン系樹脂接着剤 ・塗布量 300g/m^2 [1]-3 木栓 ・材質 木 ・寸法 $\phi 12\text{ mm}\times\text{L}60\text{ mm}$
表面塗装	[1]アクリル系樹脂塗料 ・塗布量 500g/m^2脂塗(有機質量 317.5g/m^2)

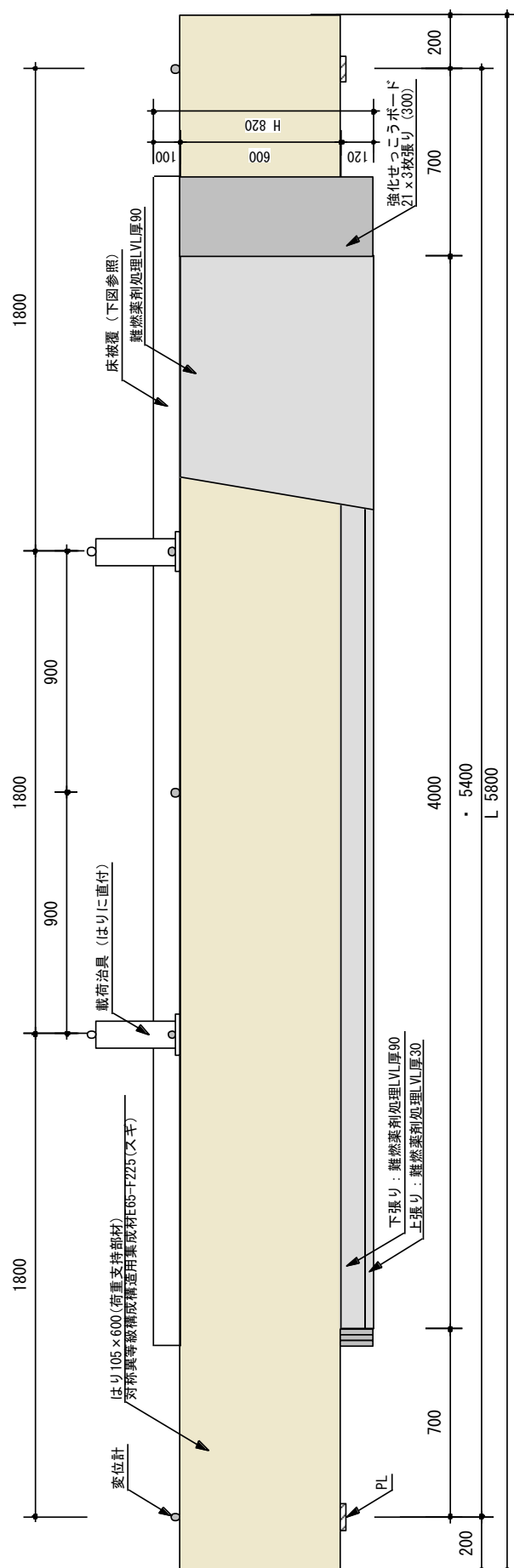
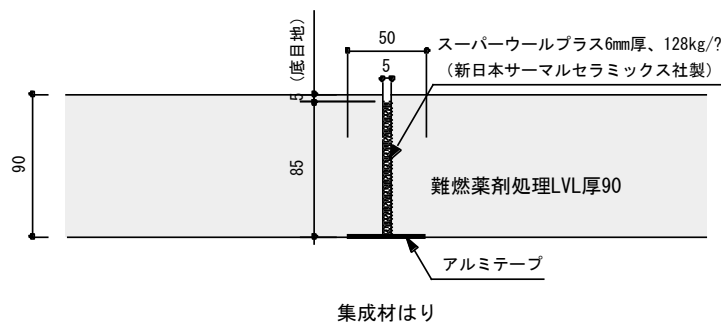
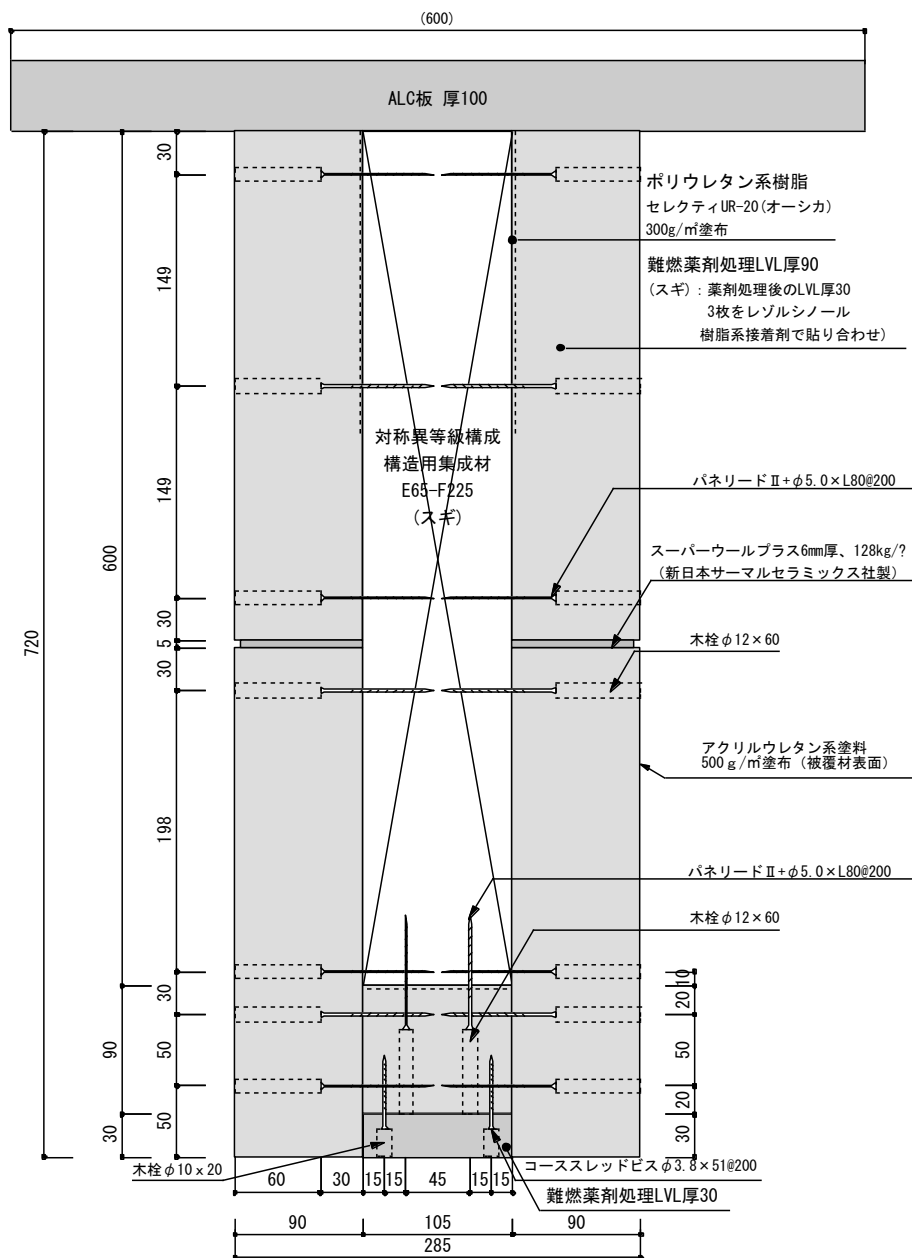


図 3-4-1 試験体の構造及び寸法



難燃薬剤処理LVL目地部詳細図

図 3-4-2 試験体の構造及び寸法

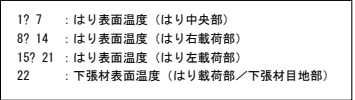




写真 3-4-2 製作時の様子

3.4.4 結果及び考察

(1) 結果

9時45分に加熱を開始し90分後の11時15分に加熱を終了、後追いに入った。加熱開始後840分で試験を終了し脱炉した。炉内温度推移を図3-4-5、たわみ変形量を図3-4-6、熱電対の内部温度曲線を図3-4-7～図3-4-10に示す。記録写真を写真3-4-3～写真3-4-25示した。

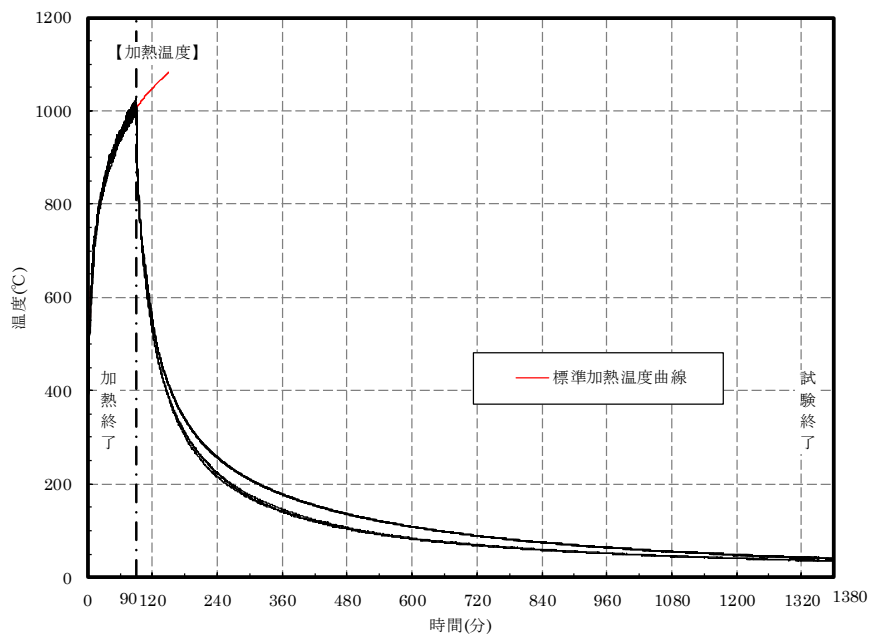


図 3-4-5 炉内温度推移

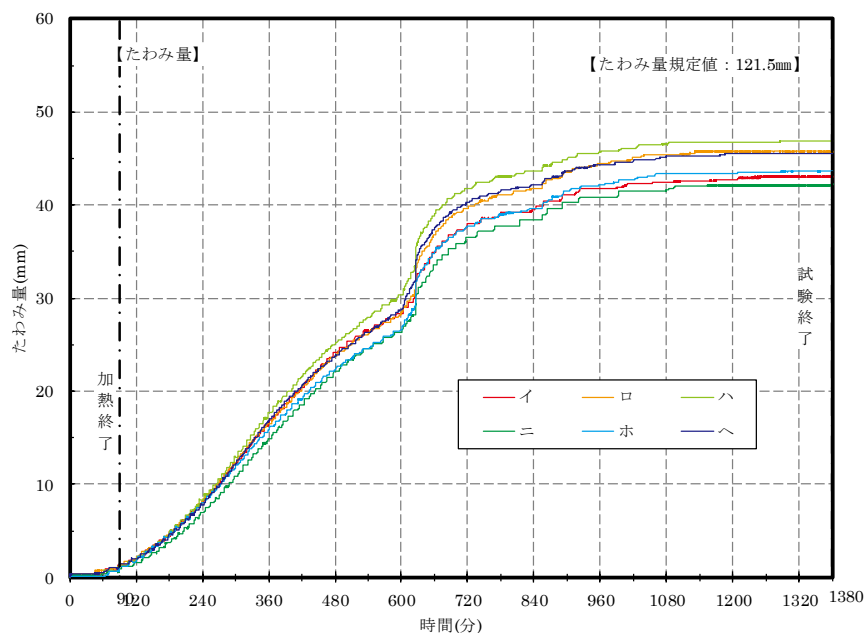


図 3-4-6 たわみ変形量

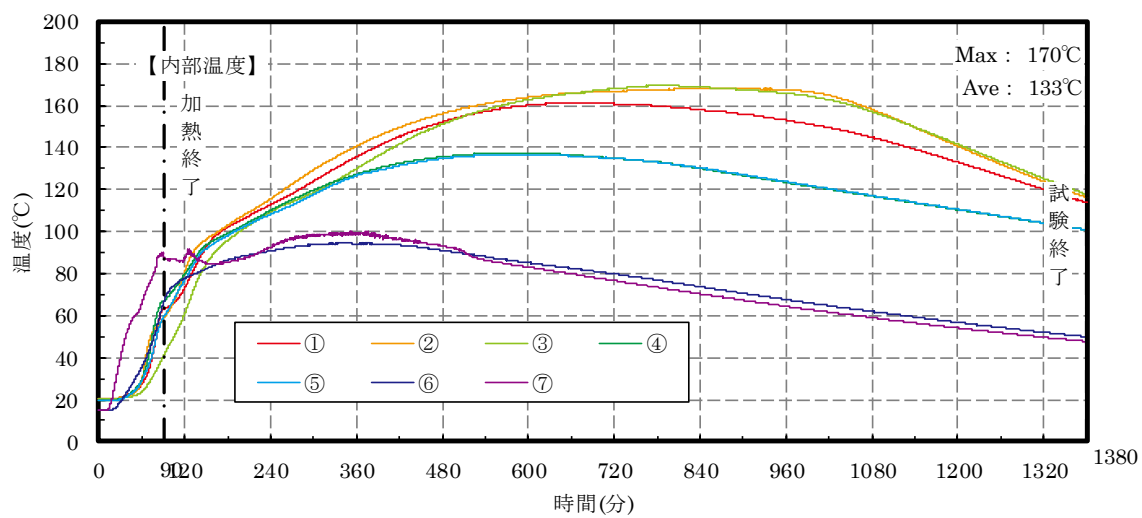


图 3-4-7 内部温度测定曲线（部位毎）

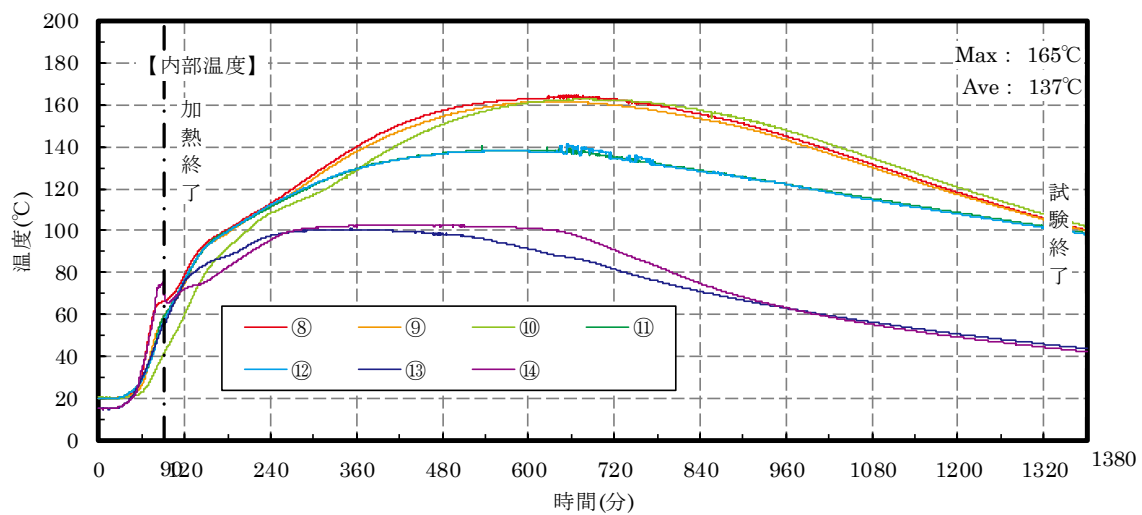


图 3-4-8 内部温度测定曲线（部位毎）

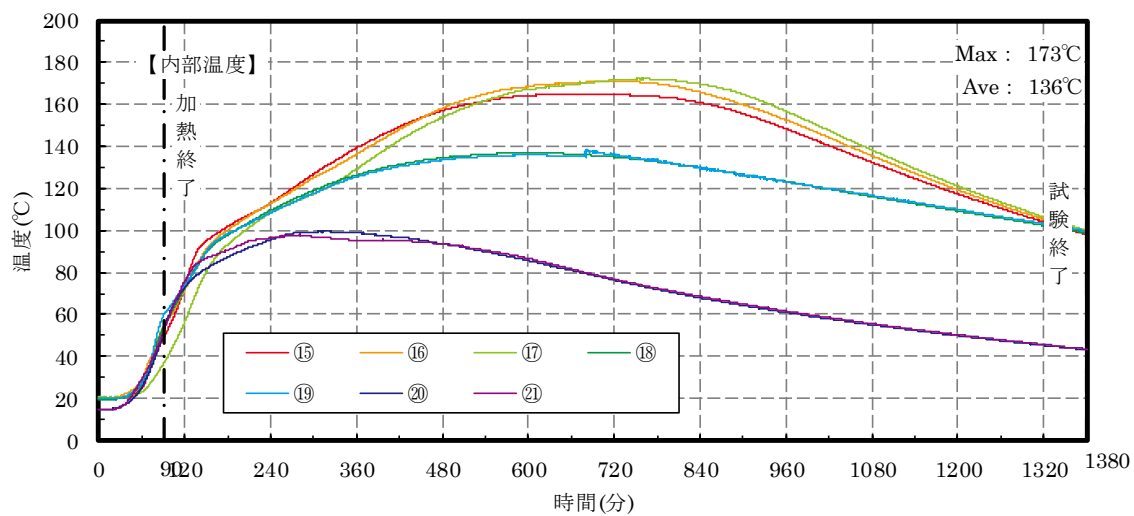


图 3-4-9 内部温度测定曲线（部位毎）

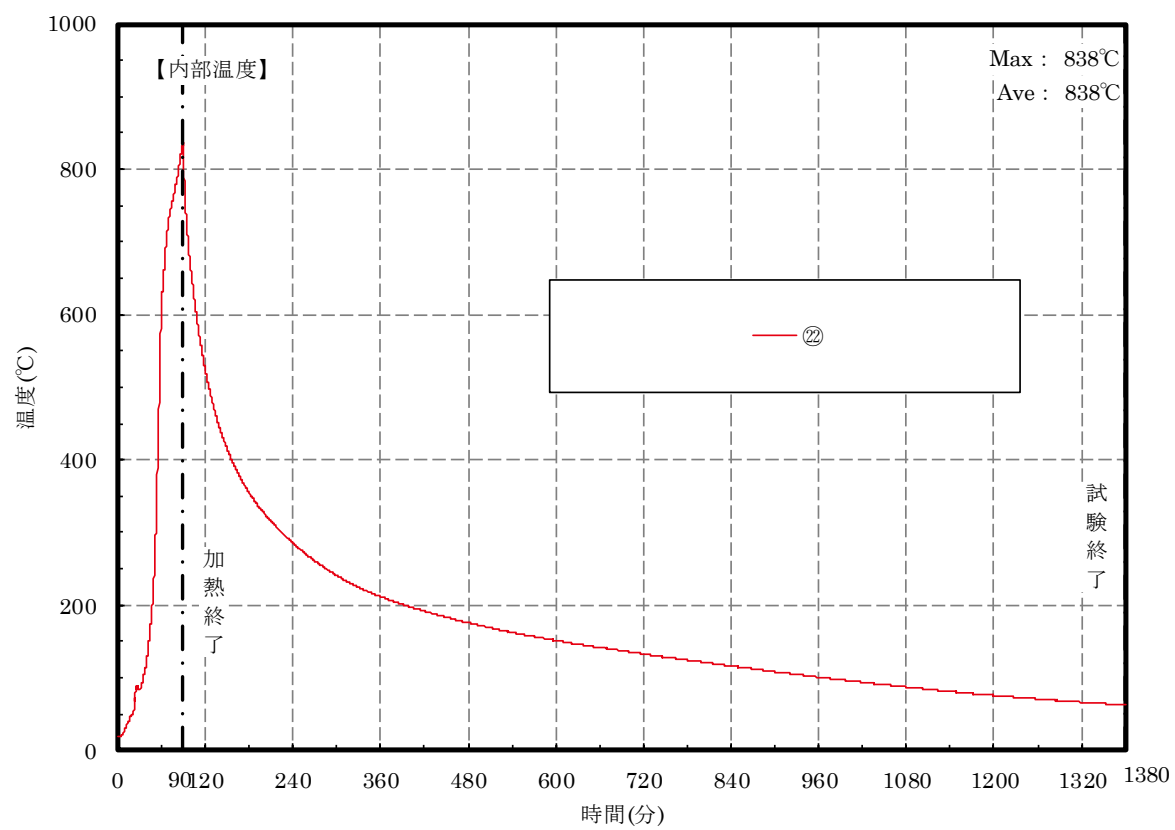


図 3-4-10 内部温度測定曲線（部位毎）



写真 3-4-3 炉内試験前



写真 3-4-4 炉内試験前



写真 3-4-5 加熱後 2 分



写真 3-4-6 加熱後 10 分



写真 3-4-7 加熱後 40 分



写真 3-4-8 加熱後 85 分



写真 3-4-9 脱炉試験後（側面）



写真 3-4-10 脱炉試験後（側面）



写真 3-4-11 脱炉試験後（底面）



写真 3-4-12 脱炉試験後（底面）



写真 3-4-13 梁全体



写真 3-4-14 側面底面（目地）



写真 3-4-15 載荷部分



写真 3-4-16 載荷部分

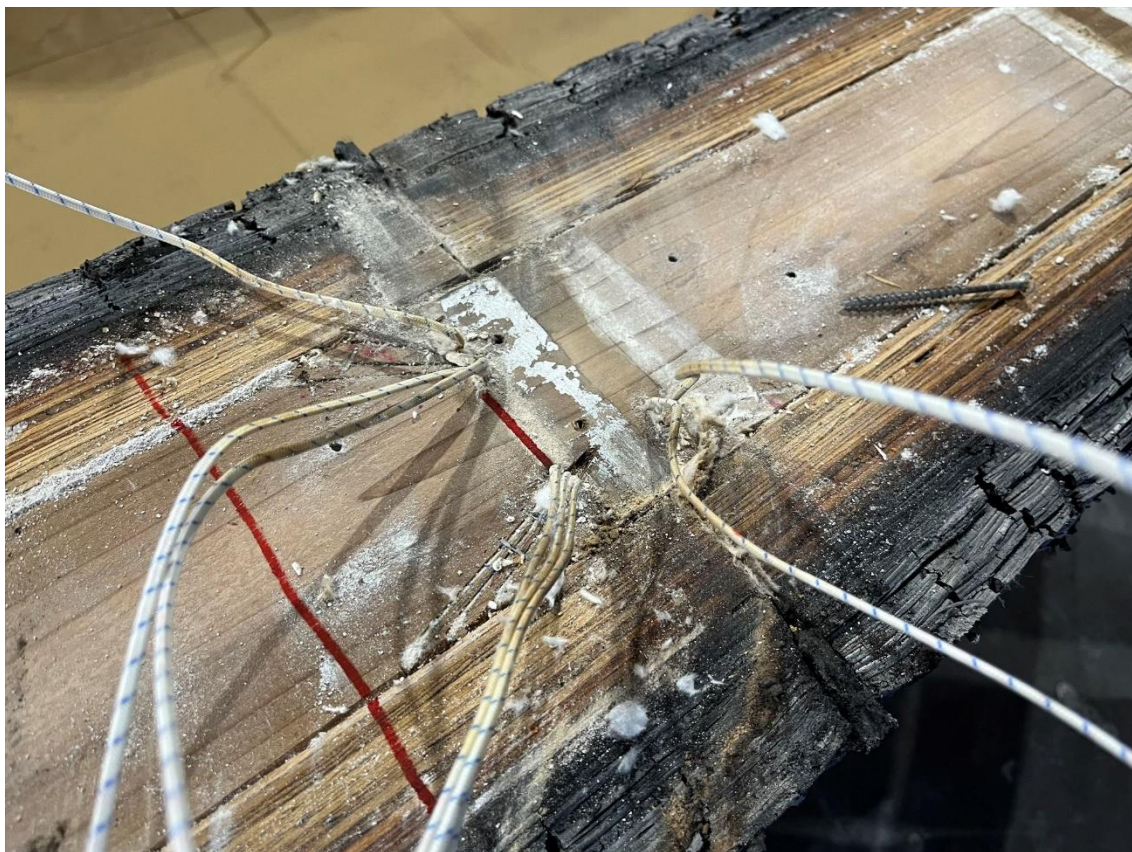


写真 3-4-17 載荷部分



写真 3-4-18 梁断面切断



写真 3-4-19 梁断面（中央から N 側に 1000mm）



写真 3-4-20 被覆材炭化部
（中央から N 側に 1000mm）



写真 3-4-21 梁断面（中央部）



写真 3-4-22 被覆材炭化部（中央部）



写真 3-4-23 梁断面（中央から S 側に 1000mm）



写真 3-4-24 被覆材炭化部（中央から S 側に 1000mm）



写真 3-4-25 試験体断面切断後

(2) 考察

加熱 90 分、後追い 1380 分（23 時間）で脱炉、断面 3 カ所を観察したところ荷重支持部材に炭化は見られず、合格の判断となった。

炉内温度は加熱終了後 200 度に下がったのは 240 分過ぎと 1 体目と同様の温度推移であった。たわみ変形量は最終的に 1080 分で 45mm 前後で落ち着き、1 体目より 5mm ほど大きい変形量となった。途中 600 分を過ぎたところで 3mm 程度一度に変形が増大していたのは 1 体目と同様であり、耐火部材でない他の原因があるのではないかと考えられた。

内部温度の最大を見ると、中間点の隅部 3 番で 540 分で 170 度、1/4 点の隅部 1 7 番で 780 分で 173 度であり、1/4 点の方がより高い温度に達していた。

脱炉後の試験体では、1 体目と同様、底面の 30mm 厚の被覆材は何か所か落ちていたが、被覆材の大きな脱落はなかった。一番温度が上昇した中間点と 1/4 点の断面を見たところ、荷重支持梁隅部近くまで被覆材の黒色化は進んでいたが、底面の被覆材をはつっても荷重支持梁に炭化は見られなかった。

90 分間耐火構造梁は性能評価試験 2 体合格し、今後委員会を経て国交省への大臣認定番号申請となる。次に取り組む 2 時間耐火の同断面梁の被覆に関しては、隅部を今回と同様の勝ち負けの被覆では、過去に勝ち負けで被覆した柱で性能を満たすことができなかったことから、勝ち負けをやめて昨年度に実施した L 字の役物で被覆し、隅部に対してより安全に被覆することとした。

3.5 2時間耐火構造梁 性能評価試験 1 体目

3.5.1 概要

梁の2時間耐火構造性能評価試験を大阪池田市の日本建築総合試験所で実施した。荷重支持部材の梁断面は幅105mm×せい600mmのスギ集成材とし、被覆材は30mm厚の難燃薬剤処理単板積層材を2次接着し、側面は厚120mm、底面は厚150mmとした。難燃薬剤処理単板積層材の薬剤注入量は最小132 kg/m³、平均145 kg/m³とした。被覆材は現場用ウレタン樹脂を塗布し、先孔を開けてビスで梁に緊結し、AES+木栓を埋めた。塗装は有機質量300g/m²とした。

3.5.2 実験

一般社団法人日本建築総合試験所の「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠し、日本建築総合試験所の水平炉にて載荷加熱試験を行った。図3-5-1に水平炉の試験装置図を示した。試験実施日は令和7年3月27日であった。

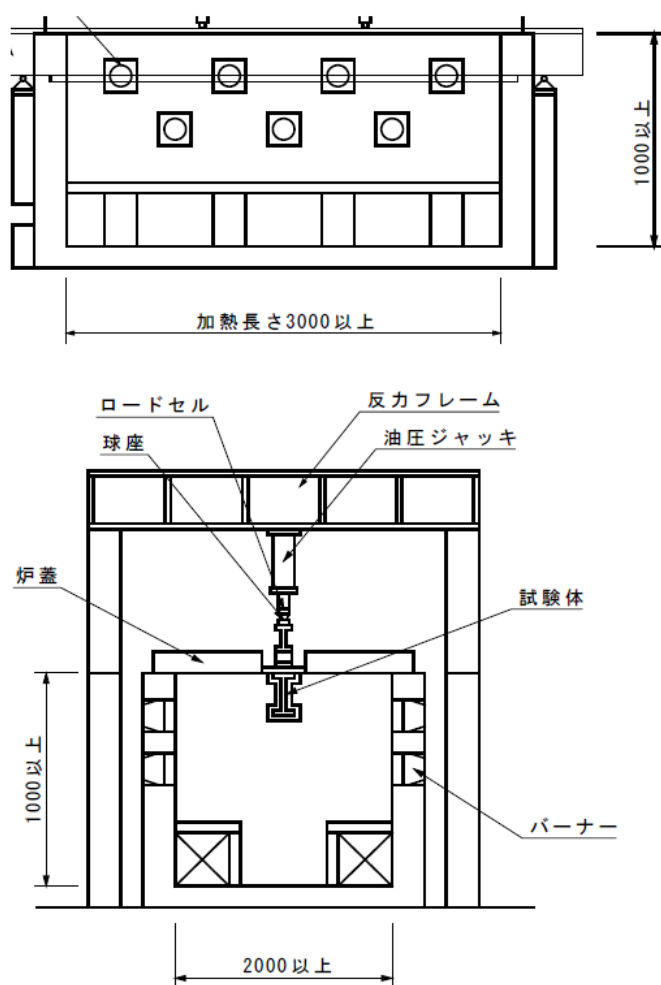


図 3-5-1 試験装置図

(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、载荷の継続が困難となった場合、または内部温度が炭化温度を大幅に超えた場合に試験を中止する事とした。

(2) 測定項目

- ①試験体内部温度
- ②炉内温度
- ③たわみ変形量
- 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乾燥した後の重量から、含水率を測定した。

- ⑥その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。



写真 3-5-1 耐火梁試験

3.5.3 試験体

試験体の構成部材、組立仕様などの試験体仕様の一覧を製作時の様子を表 3-5-1～2 と図 3-5-1～4、写真 3-5-2 に示す。

表 3-5-1 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	・材質 対称異等級構造用集成材(日本農林規格に適合するもの) ・樹種 スギ ・密度 0.38g/cm^3(気乾、実測値) ・断面寸法 105×600
被覆材	・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材 ・薬剤含浸量 最小 132 kg/m^3 平均 145kg/m^3 ・厚さ 厚さ 30 の板を積層 (底面 L 型役物)

表 3-4-2 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	[1]被覆材留付用 [1]-1 ねじ ・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの) ・寸法 $\phi 5\text{ mm}\times\text{L}105\text{ mm}$ ・留付間隔 200 以下 [1]-2 接着剤 ・材質 ウレタン系樹脂接着剤 ・塗布量 300g/m^2 [1]-3 木栓 ・材質 木 ・寸法 $\phi 12\text{ mm}\times\text{L}60\text{ mm}$
表面塗装	[1]アクリル系樹脂塗料 ・塗布量 500g/m^2 脂塗(有機質量 317.5g/m^2)

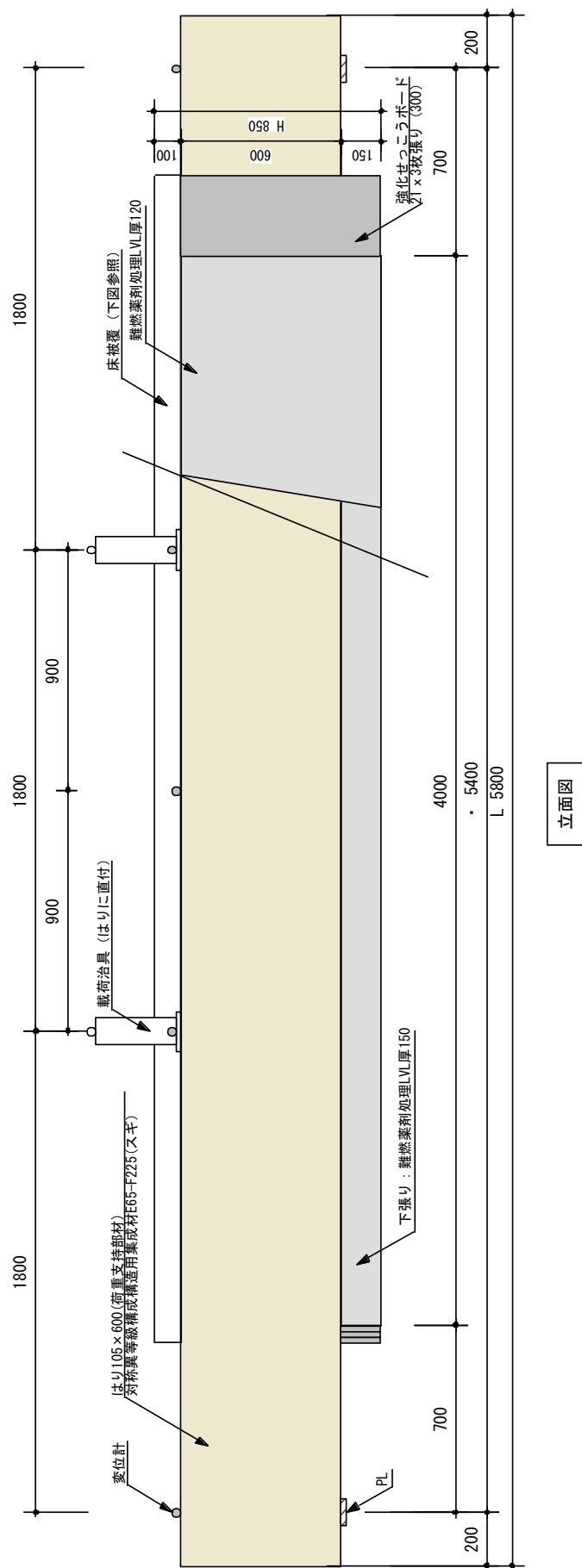
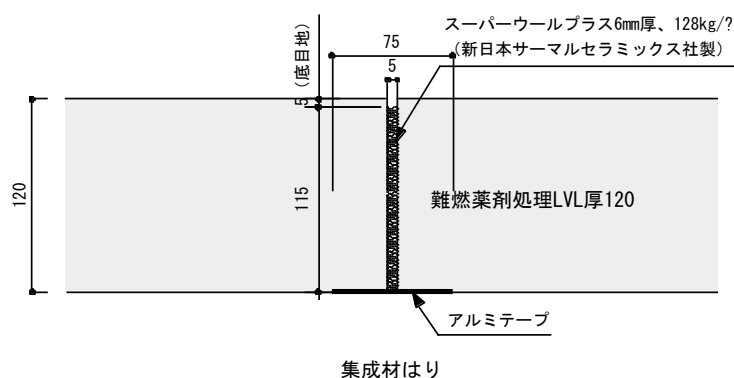
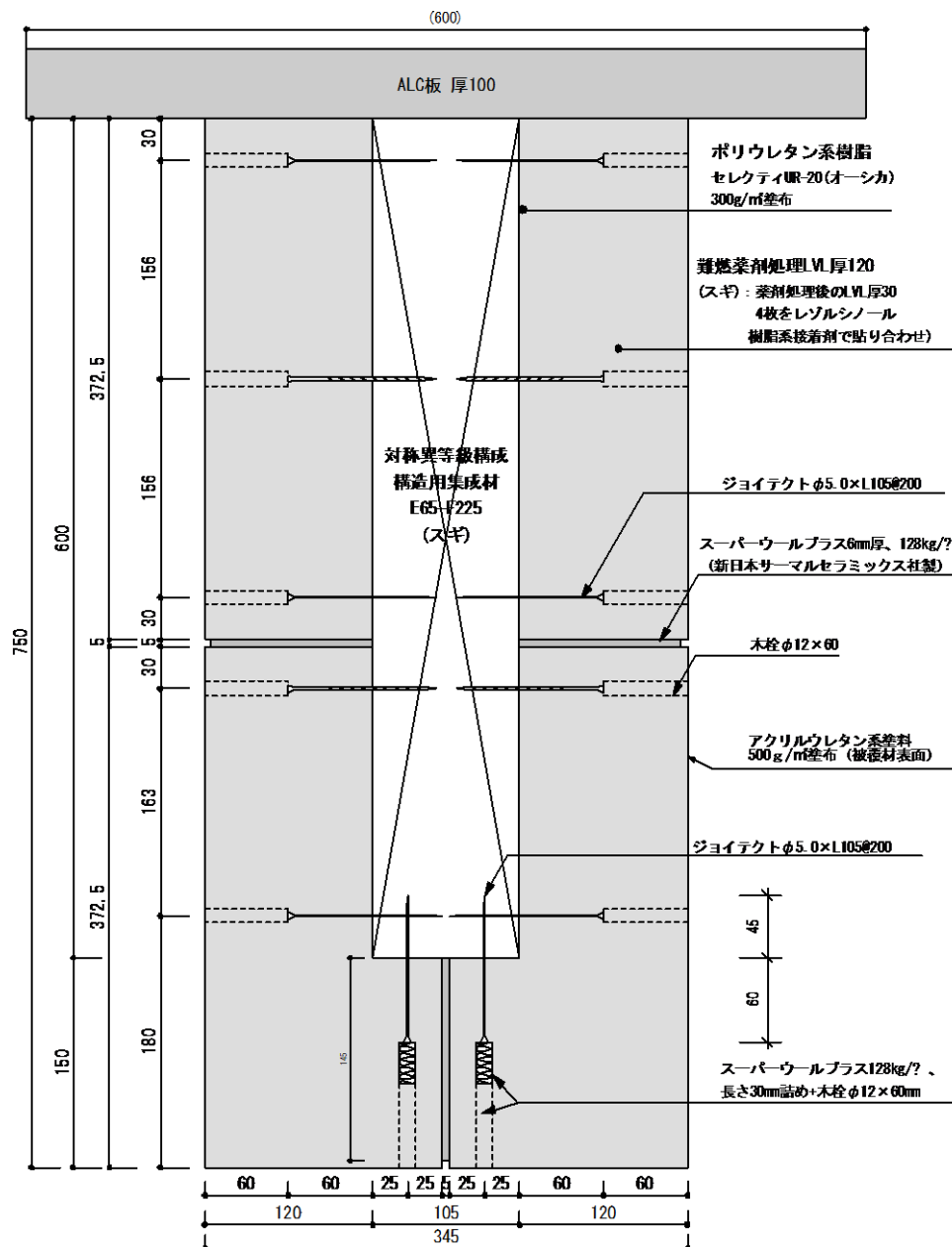
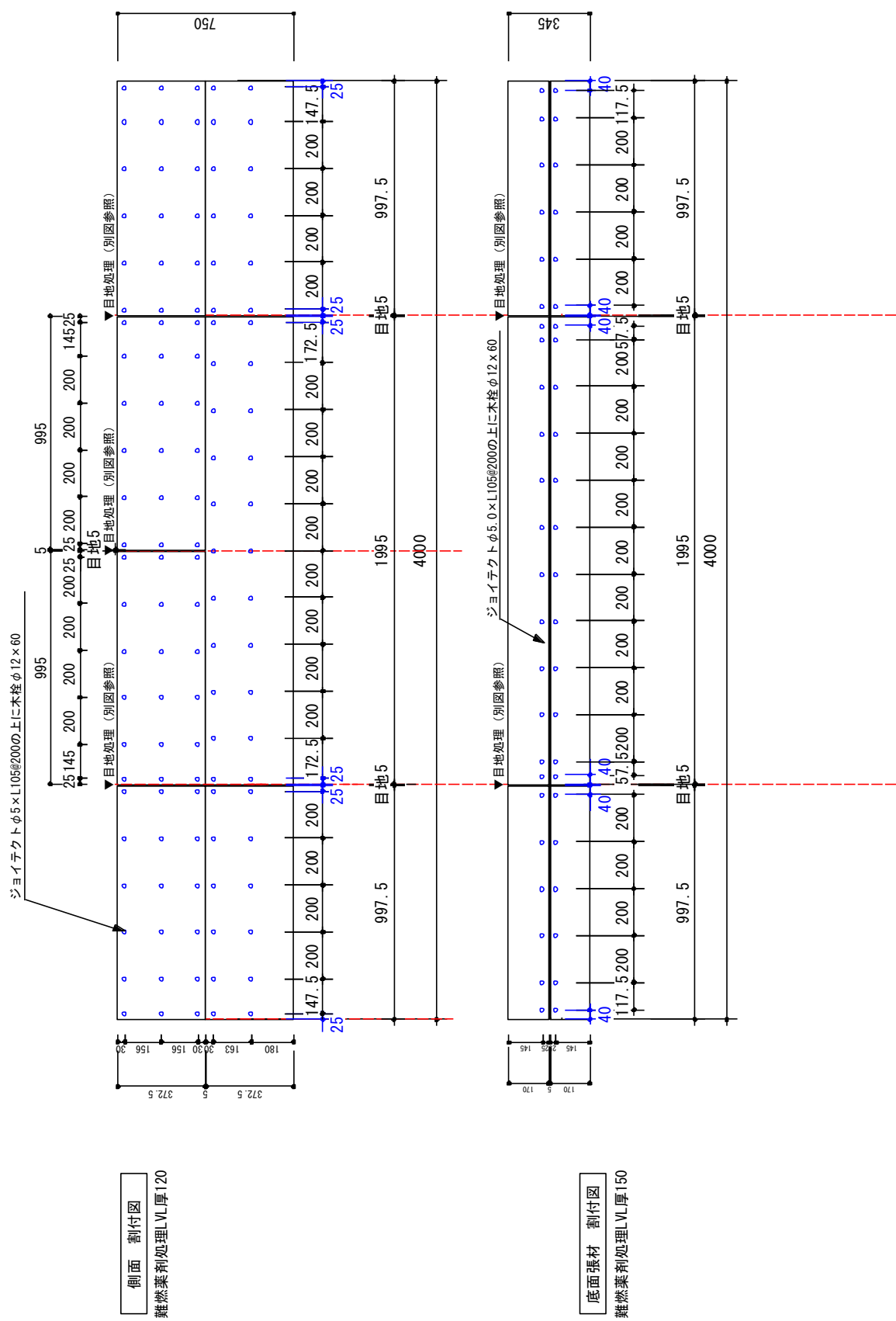


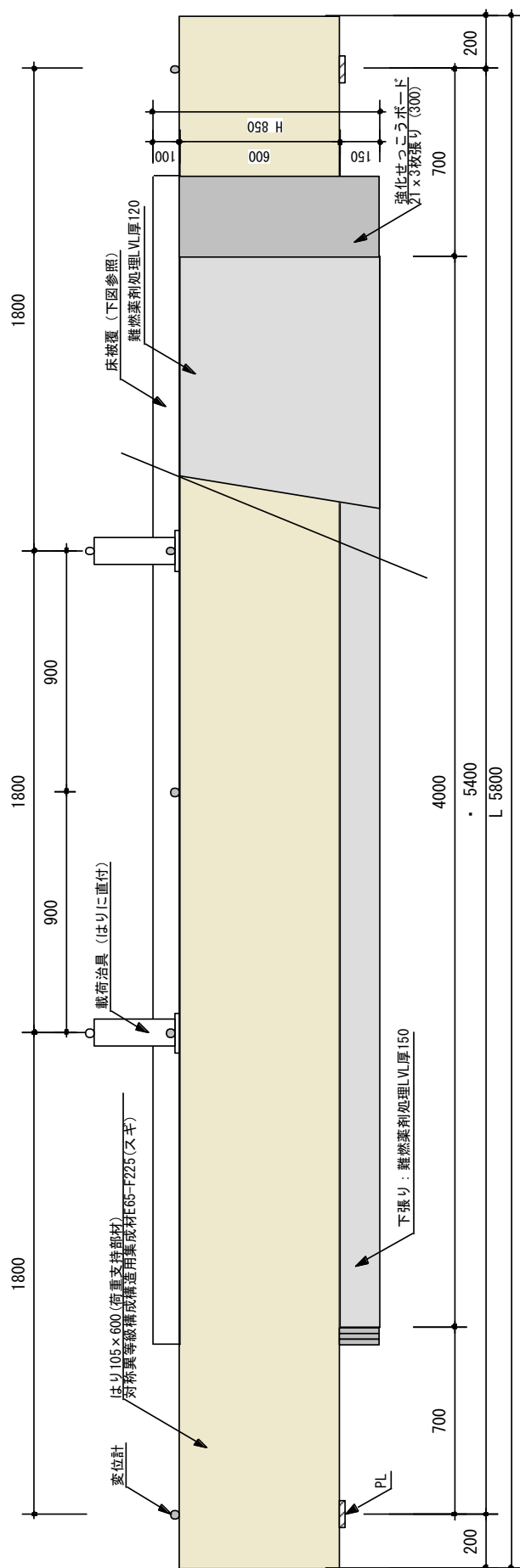
図 3-5-1 試験体の構造及び寸法



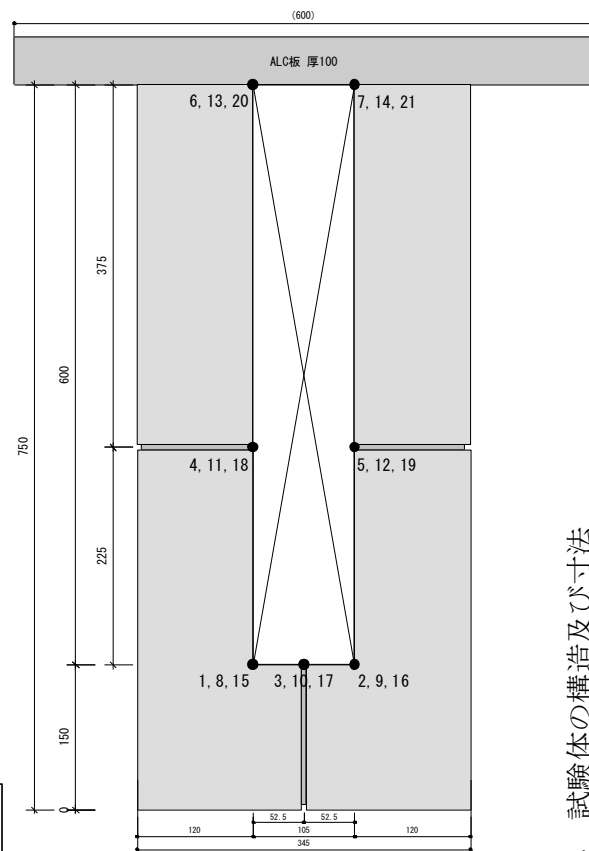
難燃薬剤処理LVL目地部詳細図

図 3-5-2 試験体の構造及び寸法





立面図



1? 7 : はり表面温度 (はり中央部)
 8? 14 : はり表面温度 (はり右載荷部)
 15? 21 : はり表面温度 (はり左載荷部)

図 3-5-4 試験体の構造及び寸法

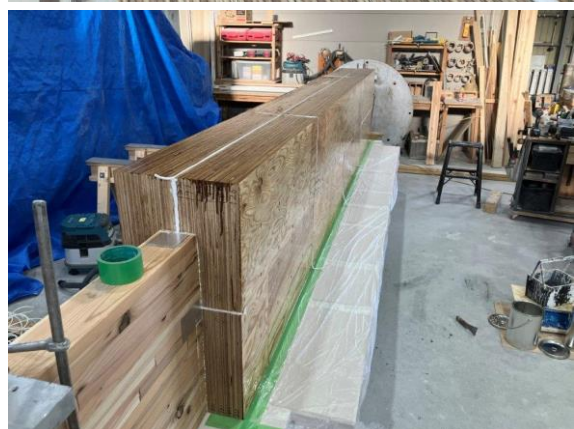
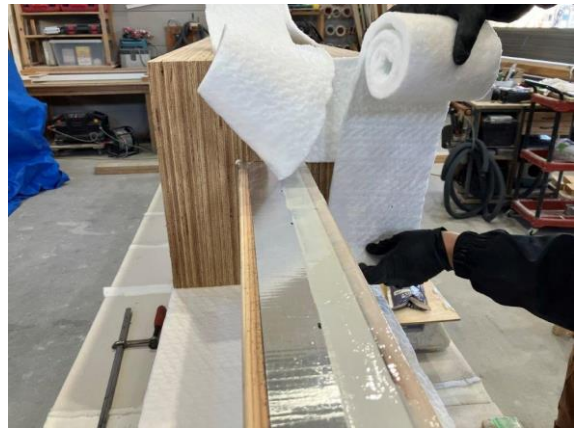
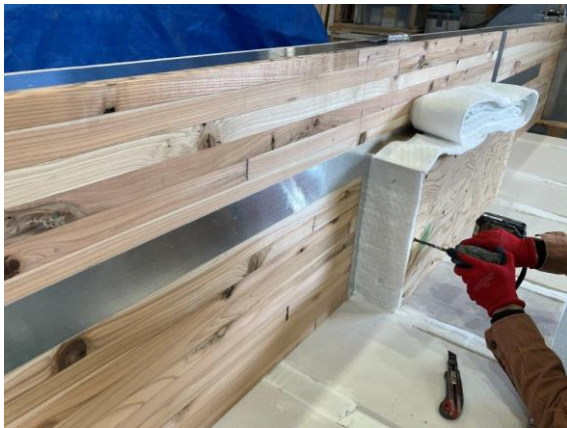


写真 3-5-2 製作時の様子

3.5.4 結果及び考察

(1) 結果

9時55分に加熱を開始し120分後の11時55分に加熱を終了、後追いに入った。加熱開始後1380分で試験を終了し脱炉した。炉内温度推移を図3-5-5、たわみ変形量を図3-5-6、熱電対の内部温度曲線を図3-5-7～図3-5-9に示す。記録写真を写真3-5-3～写真3-5-25に示した。

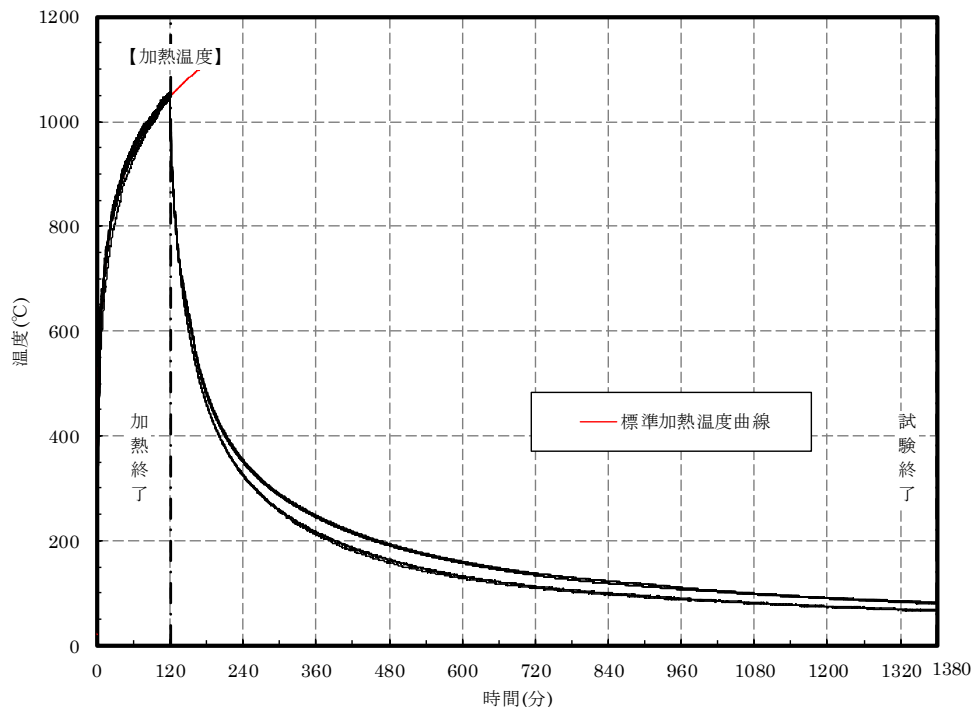


図 3-5-5 炉内温度推移

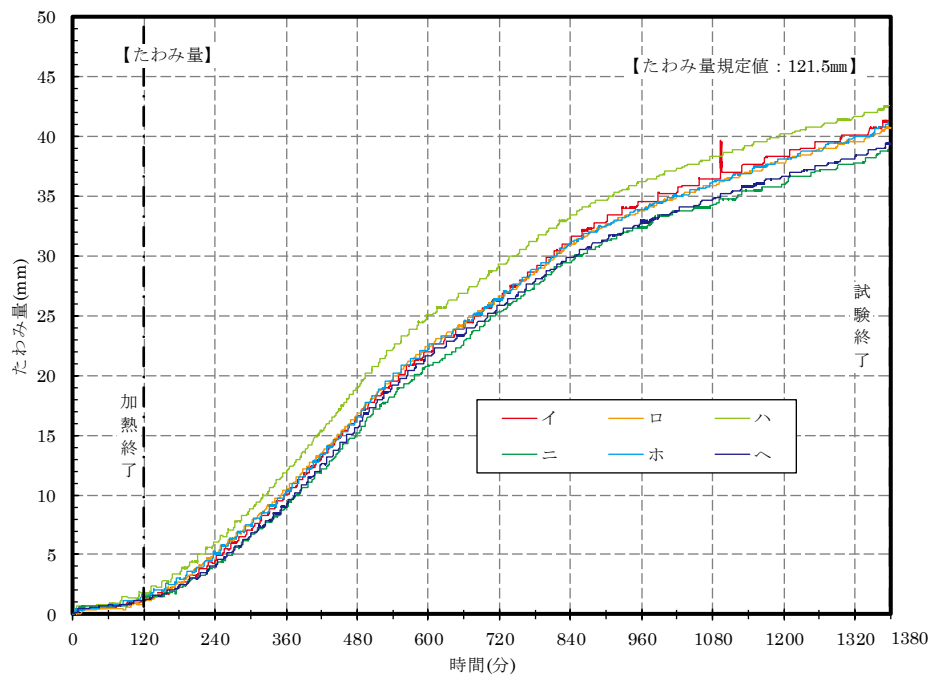


図 3-5-6 たわみ変形量

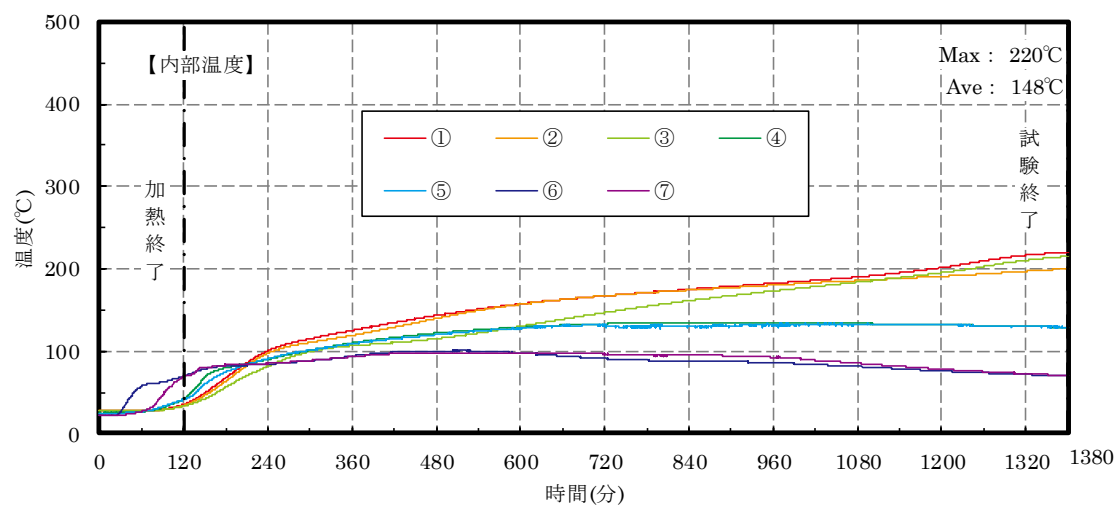


図 3-5-7 内部温度測定曲線（部位毎）

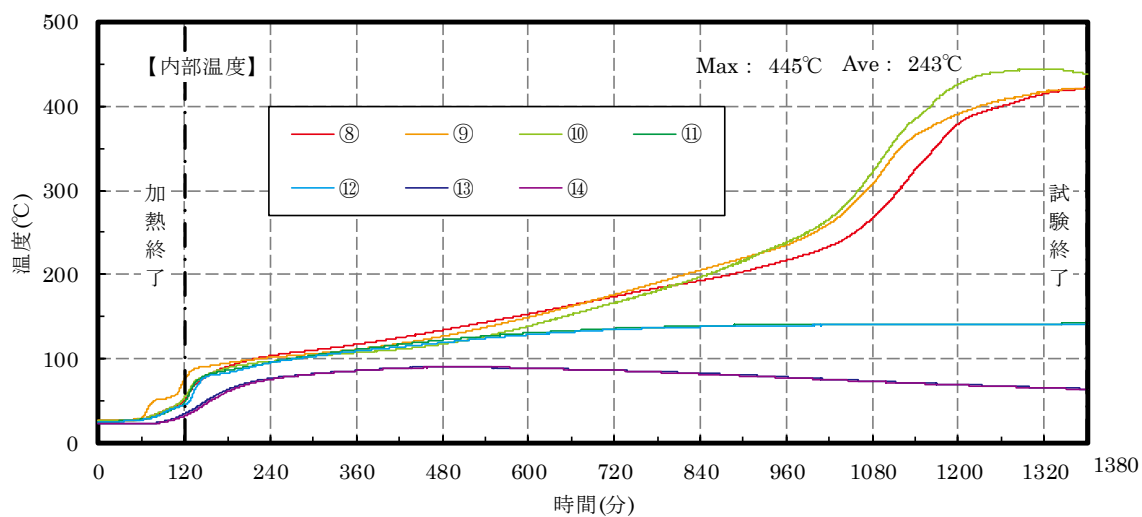


図 3-5-8 内部温度測定曲線（部位毎）

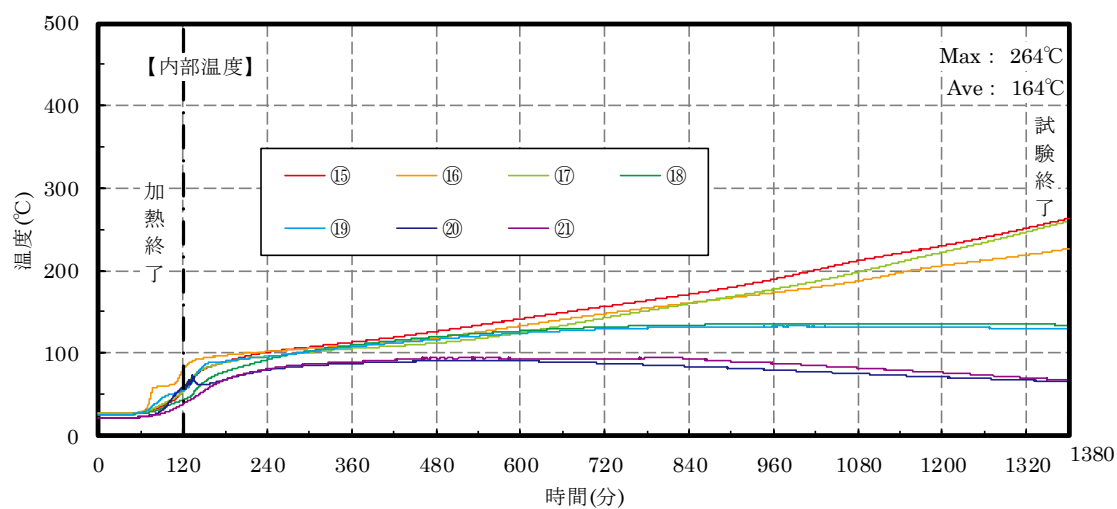


図 3-5-9 内部温度測定曲線（部位毎）

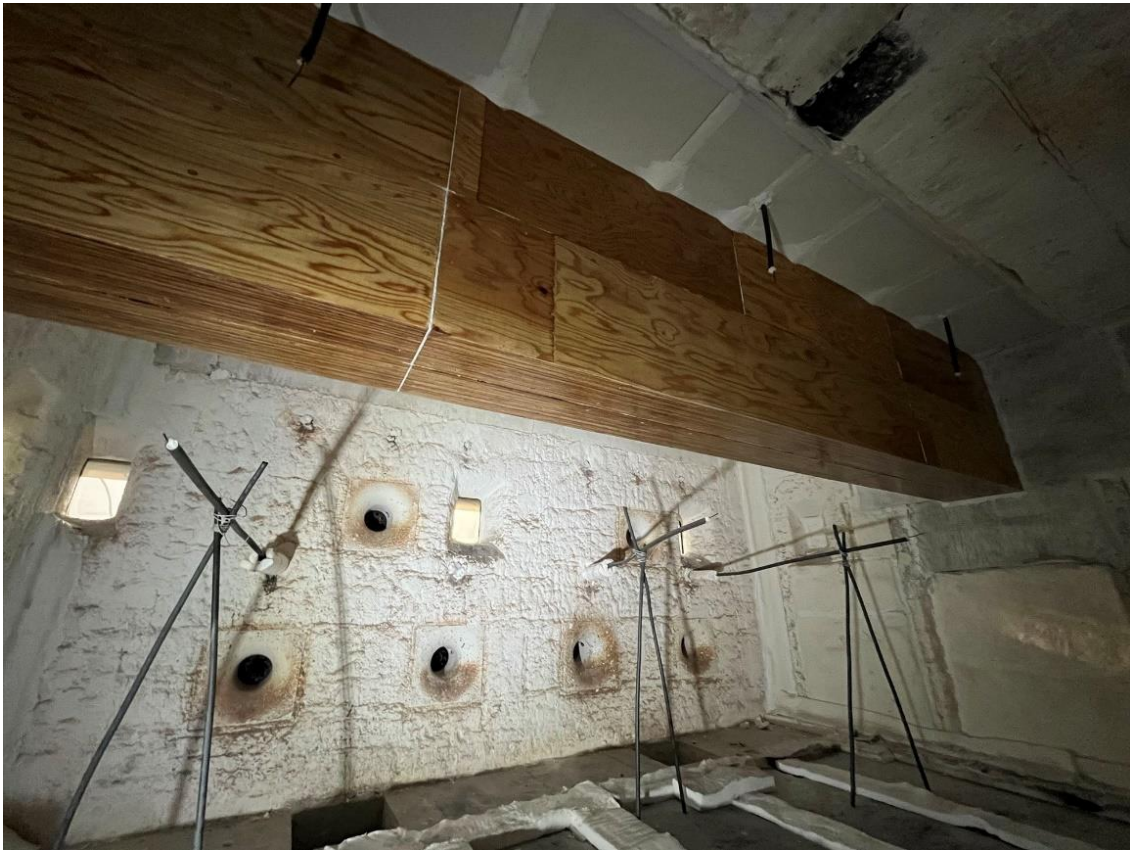


写真 3-5-3 炉内試験前

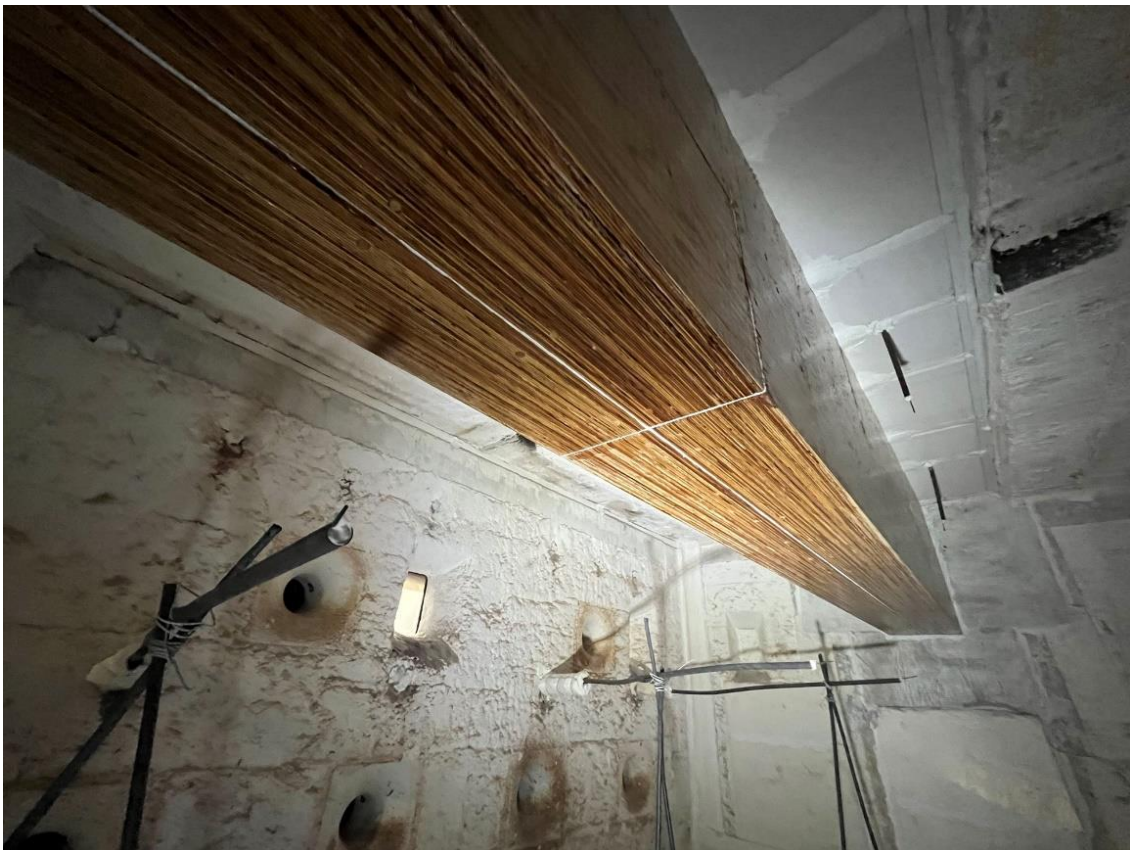


写真 3-5-4 炉内試験前



写真 3-5-5 試験前



写真 3-5-6 加熱開始後 10 分



写真 3-5-7 脱炉後（側面）



写真 3-5-8 脱炉試験後（側面）



写真 3-5-9 脱炉試験後（側面）



写真 3-5-10 脱炉試験後（底面）



写真 3-5-11 脱炉試験後（底面）



写真 3-5-12 梁全体

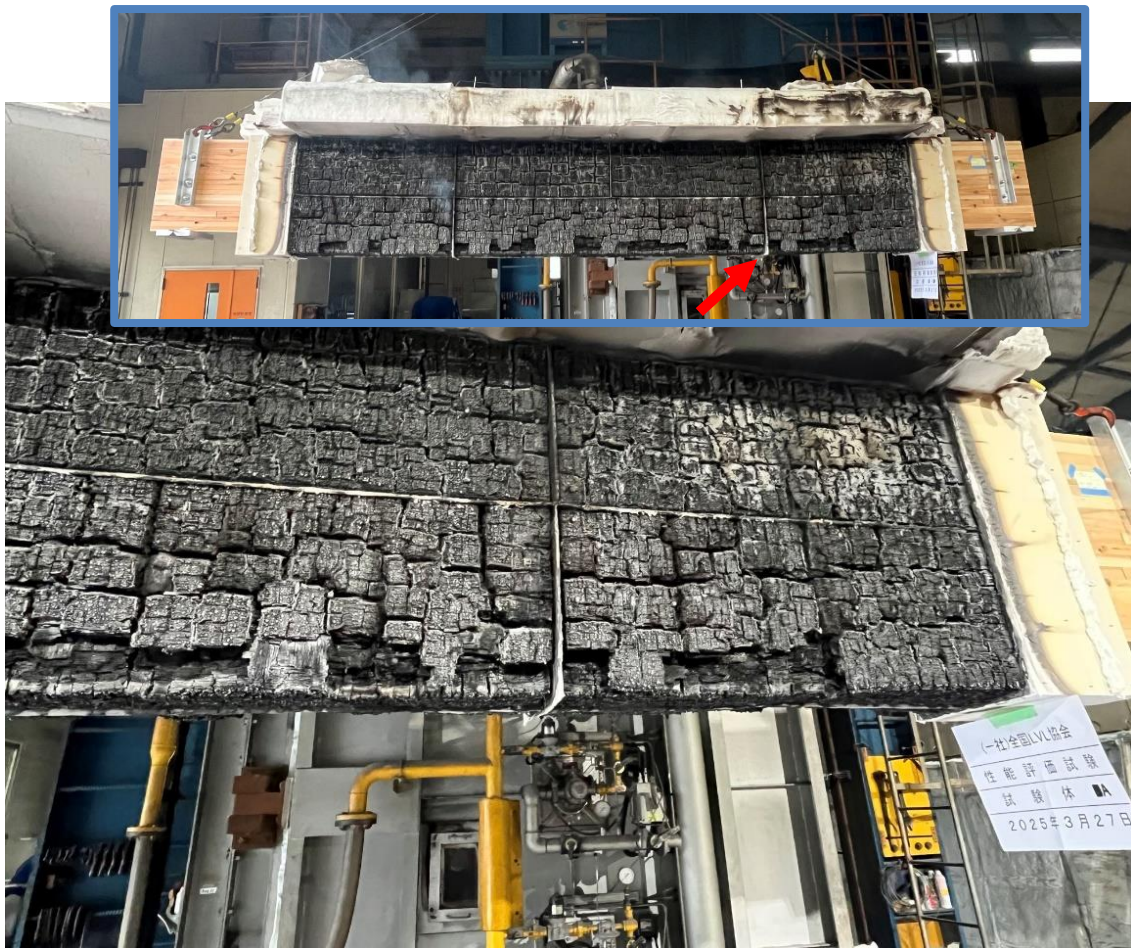


写真 3-5-13 側面底面（目地）



写真 3-5-14 載荷部分

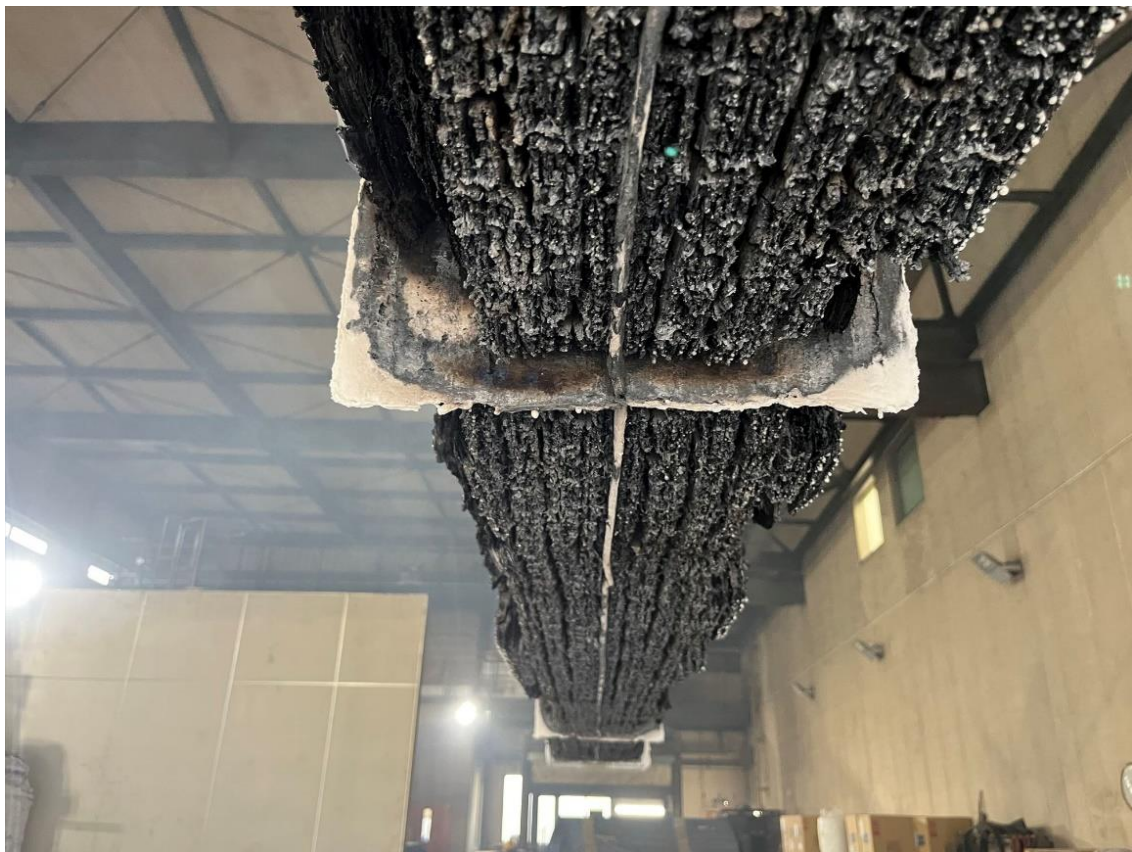


写真 3-5-15



写真 3-5-16



写真 3-5-17 载荷部分



写真 3-5-18 载荷部分



写真 3-5-19 梁断面切断



写真 3-5-20 梁断面（中央から N 側に 1000mm）



写真 3-5-21 被覆材炭化部



写真 3-5-22 梁断面（中央部）



写真 3-5-23 被覆材炭化部（中央部）



写真 3-5-24 梁断面（中央から S 側に 1000mm）



写真 3-5-25 被覆材炭化部（中央から S 側に 1000mm）



写真 3-5-26 試験体断面切断後



写真 3-5-27



写真 3-5-28



写真 3-5-29

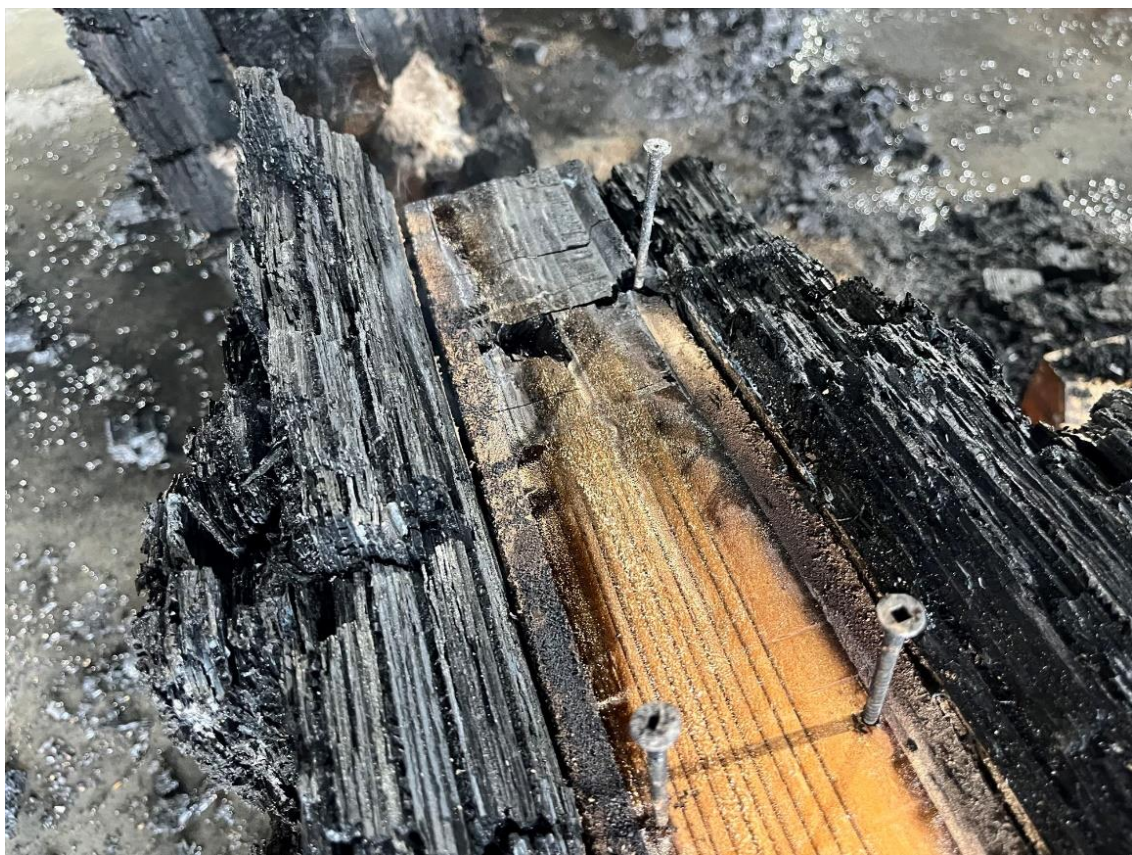


写真 3-5-30



写真 3-5-31



写真 3-5-32



写真 3-5-33

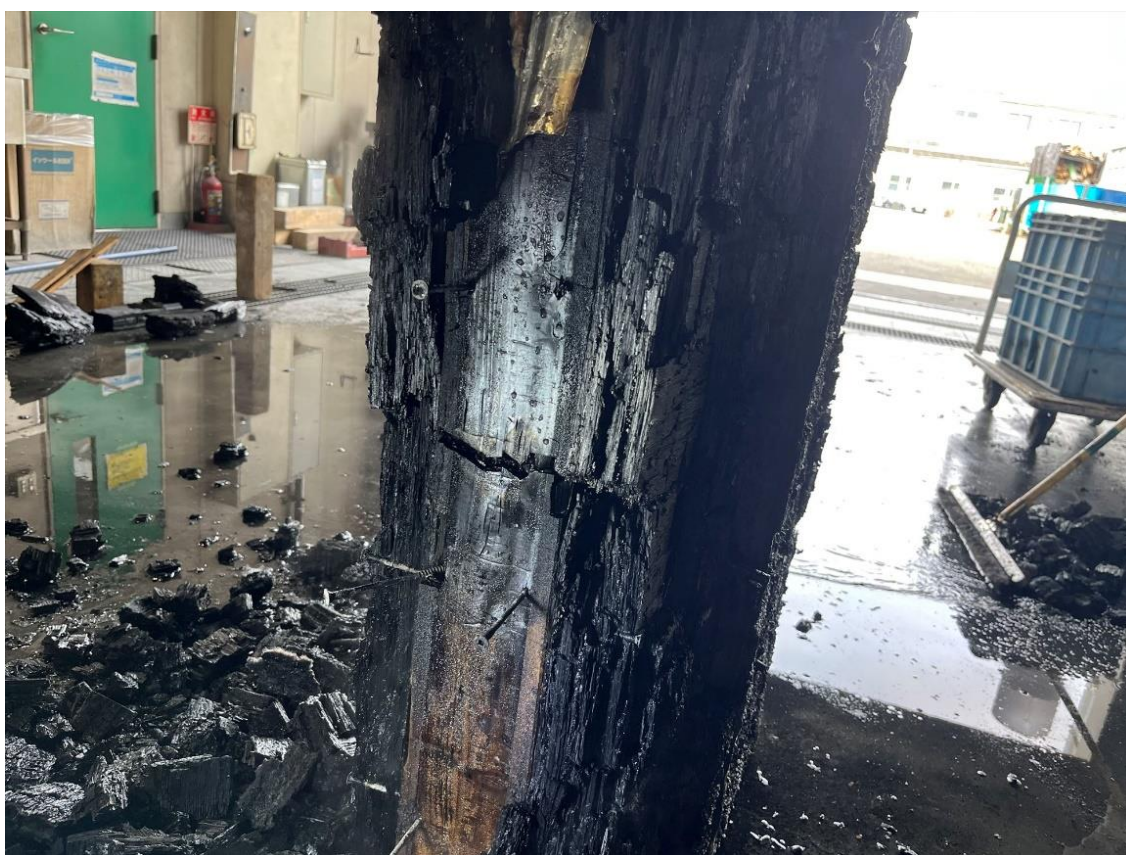


写真 3-5-34

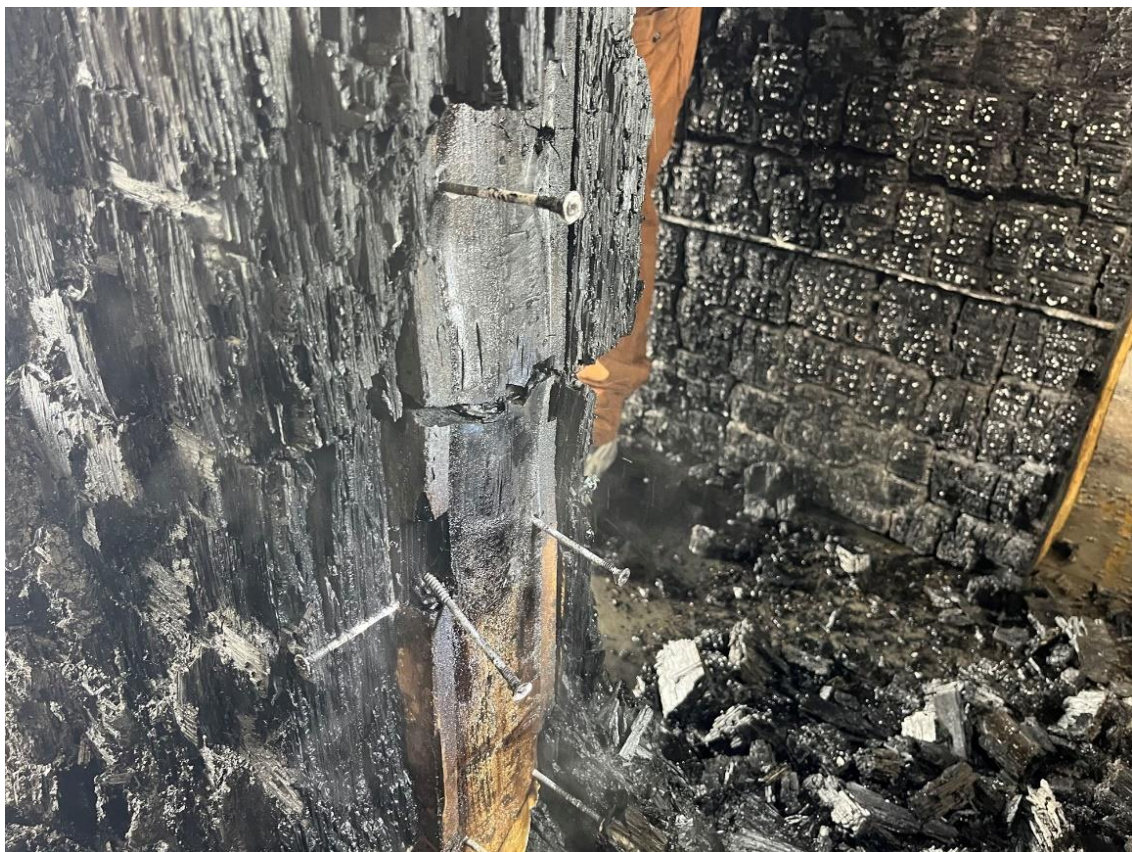


写真 3-5-35

(2) 考察

2 時間加熱、後追い 1380 分 (23 時間) で脱炉、断面 3 カ所を観察したところ荷重支持部材の炭化が確認された。

温度があがり、燃えこんだ理由として以下が考えられた。

○105×600 と細長の材であり、熱容量が小さかった。

(同断面の 90 分間加熱では最大 180℃程度だった 隅部の被覆は勝ち負け)

○側面の縦目地と底面の目地が交差する十字部分 (1/4 点 2 か所)

中間点の目地を無くしたことにより 1/4 点の目地に開きが大きくなった可能性

1/4 点の目地が加力点の直下にある、開きが大きくなっていた可能性

○梁底面で、L 字の目地部でない、熱電対では拾えていなかった部分が燃えこんでいた。底面の被覆とアルミテープをはがしたところ、大きく炭化してひび割れが入っていたところはビスが打たれていたところではなく、ビスの熱橋はなかったと考えられる。被覆に関して今までの耐火梁仕様と大きく変わったのは、L 字型にしたことで梁下面が板目面でなく積層面となったこと、底面中心に目地が一直線になったことである。十字部分でないところも燃えこんでいたので、この被覆仕様自体を考える必要がある。

底面の被覆を勝ち負けから柱被覆で実績のあった、より安全と思われる L 字の役物としたが、別の場所に設けた目地部が燃えこんだこと、目地でない部分も燃えこんだ結果となった。2 時間の梁に関しては、荷重支持部材の断面を大きくして熱容量を大きくすること、荷重がかかって変形が大きい底面の被覆方法を再検討する必要があることがわかった。

4. 木質試験体が耐火試験時の炉内温度に及ぼす影響に関する検証実験

4.1 実験概要

木質試験体は耐火試験時に自己燃焼するため、不燃試験体に比べて放冷時の炉内温度が高温で推移する傾向がある。その程度は試験体の表面積（断面寸法）に依存すると考えられる。異なる寸法の木質試験体を加熱し、不燃試験体を加熱した場合と比較可能な炉内温度データおよび試験体の燃焼状況に関する各種データを取得する。

実験には(一財)日本建築総合試験所の柱炉を用い、令和7年2月17日と19日の2日間で2回実施した。試験装置図を図4-に示す。

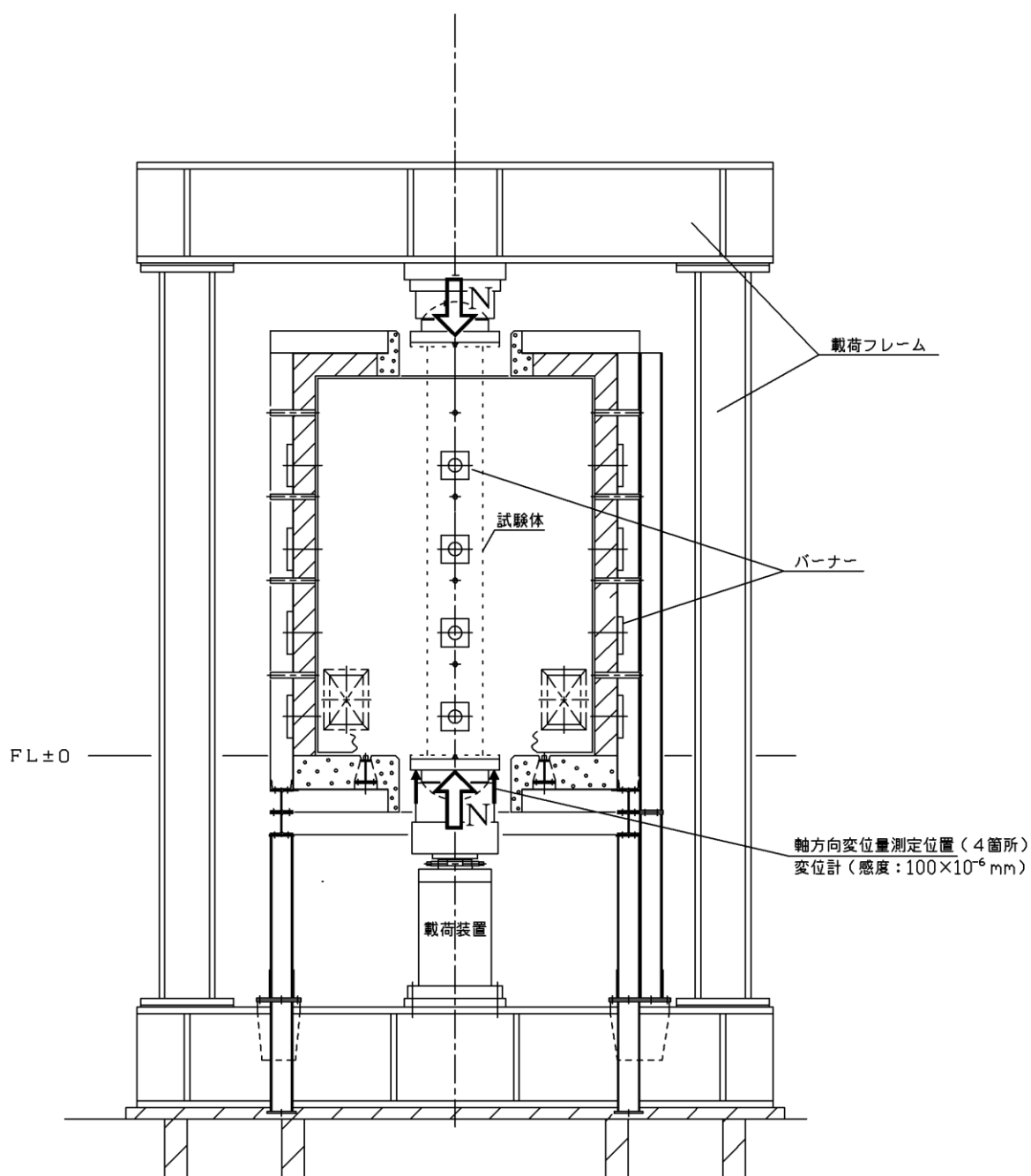


図 4-1 試験装置図

4.2 実験条件

実験条件は下記のとおりとした。

- ・加熱：ISO834 標準温度曲線による 1 時間加熱の後、5 時間程度放冷
- ・荷重：無載荷
- ・給気：加熱中は温度制御による。加熱終了後はバーナーの最小出力にて給気を継続した。
(通常の耐火試験時と同様)
- ・排気：炉圧の制御¹⁾による。

4.3 試験体

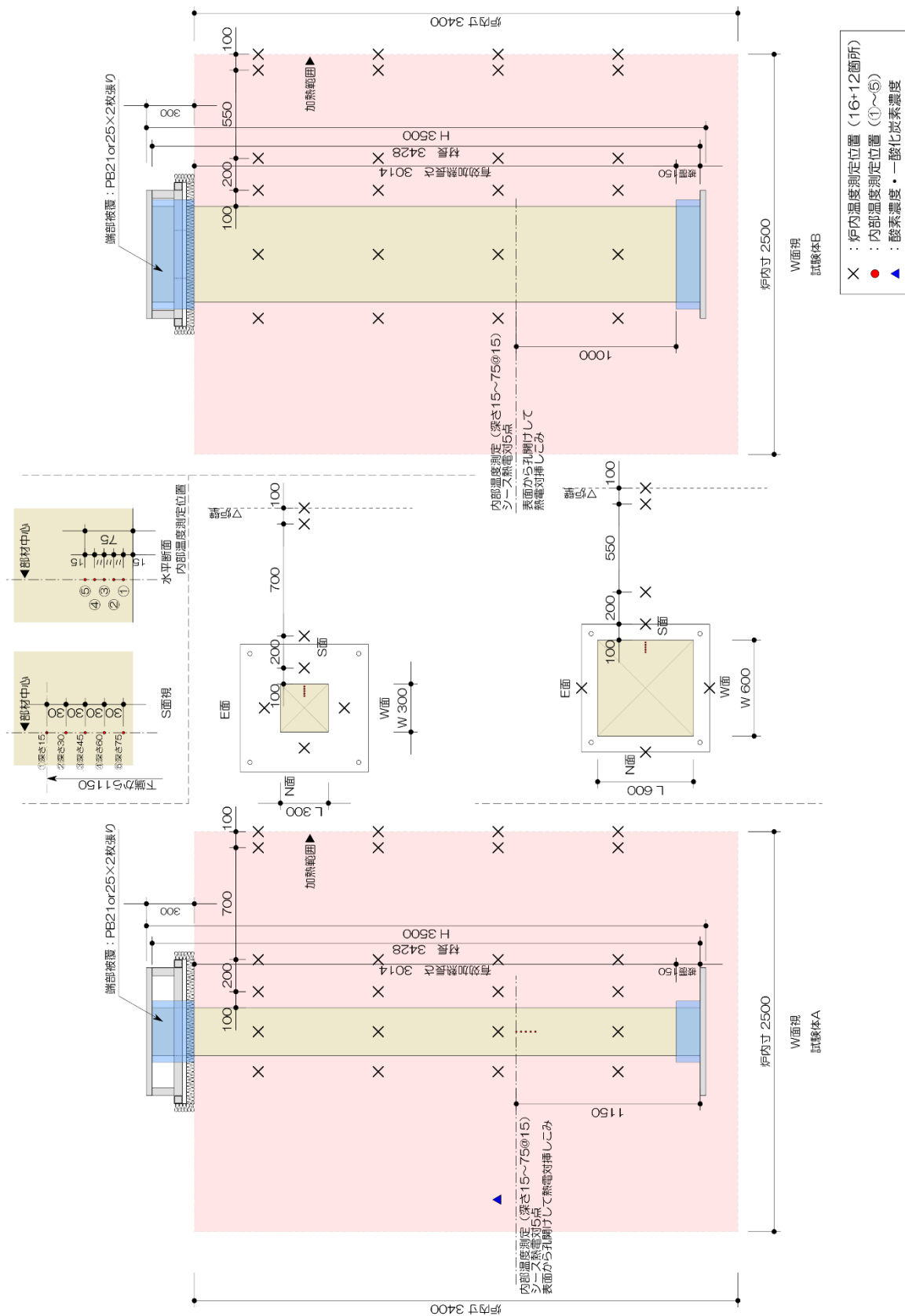
試験体図を図 4-2 に示す。試験体はスギ集成材（同一等級構成 E65-F255）の木製柱とし、断面寸法は 300×300mm（加熱表面積 3.6m²）および 600×600mm（加熱表面積 7.2m²）とする。使用環境 A とし、積層にはレゾルシノール樹脂接着剤を使用した。

4.4 測定・記録項目

測定項目は下記のとおりとした。測定位置は図 4-1 に示す。

- ・炉内温度（試験体表面から 100mm・300mm・炉壁から 100mm・炉壁表面）
- ・排気温度（排気口入口付近の温度）
- ・炉圧
- ・給気量・ガス供給量
- ・炉内酸素濃度・一酸化炭素濃度
- ・試験体内部温度（試験体表面から 15～75mm@15mm）
- ・試験体重量変化（載荷荷重計測用ロードセルによる）
- ・炉内映像（ビデオ記録）
- ・実験終了後の試験体断面

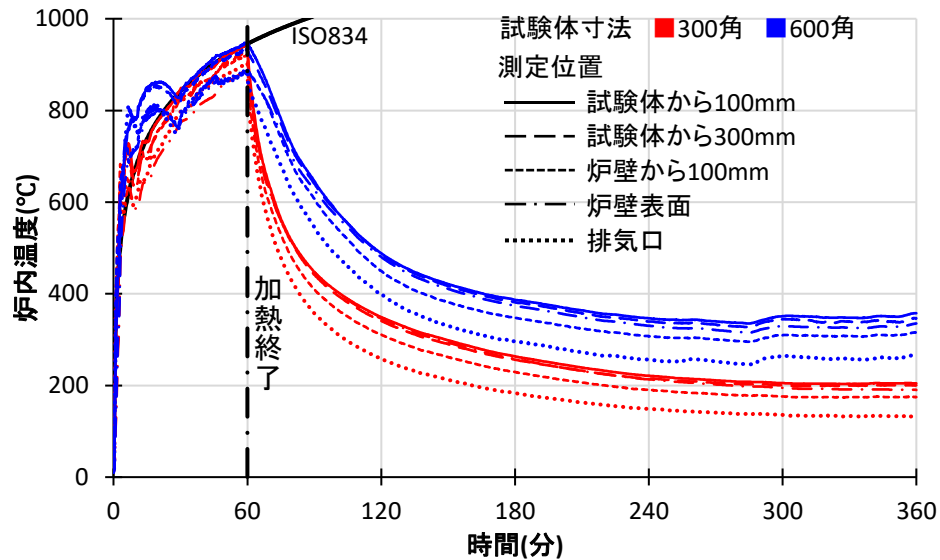
1) 日本建築総合試験所制定, 防耐火性能試験・評価業務方法書, 2024.6



4.5 実験結果

4.5.1 炉内温度

炉内温度の時刻歴を図に示す。試験体または炉壁からの距離ごとに平均した。加熱終了後の放冷温度は、試験体から100mm、300mmの炉内温度および炉壁表面温度はほぼ同程度で推移し、炉壁から100mmの温度がやや低かった。炉壁付近の炉内温度が低いのは、バーナーからの給気により冷却されるためと考えられる。試験体の寸法が大きいほど炉内温度は下がりにくく、300角よりも600角のほうが100～150℃程度高い温度で推移した。



60 分、120 分、180 分時点の炉内温度分布を図 1 に示す。加熱時(a)は試験体側が高温、炉壁側が低温となっているが、これは試験体の燃焼の影響と考えられ、不燃試験体の場合はむしろ熱源である炉壁側が高温になっていると推察される。放冷時(b, c)も試験体側のほうが炉壁側よりも高温になっているが、全体としては水平方向よりも鉛直方向に温度分布ができており、炉の上部ほど高温になっている。また炉壁に近い炉内温度よりも炉壁表面のほうが温

度が高く、炉壁から炉内へ放熱していると考えられる。

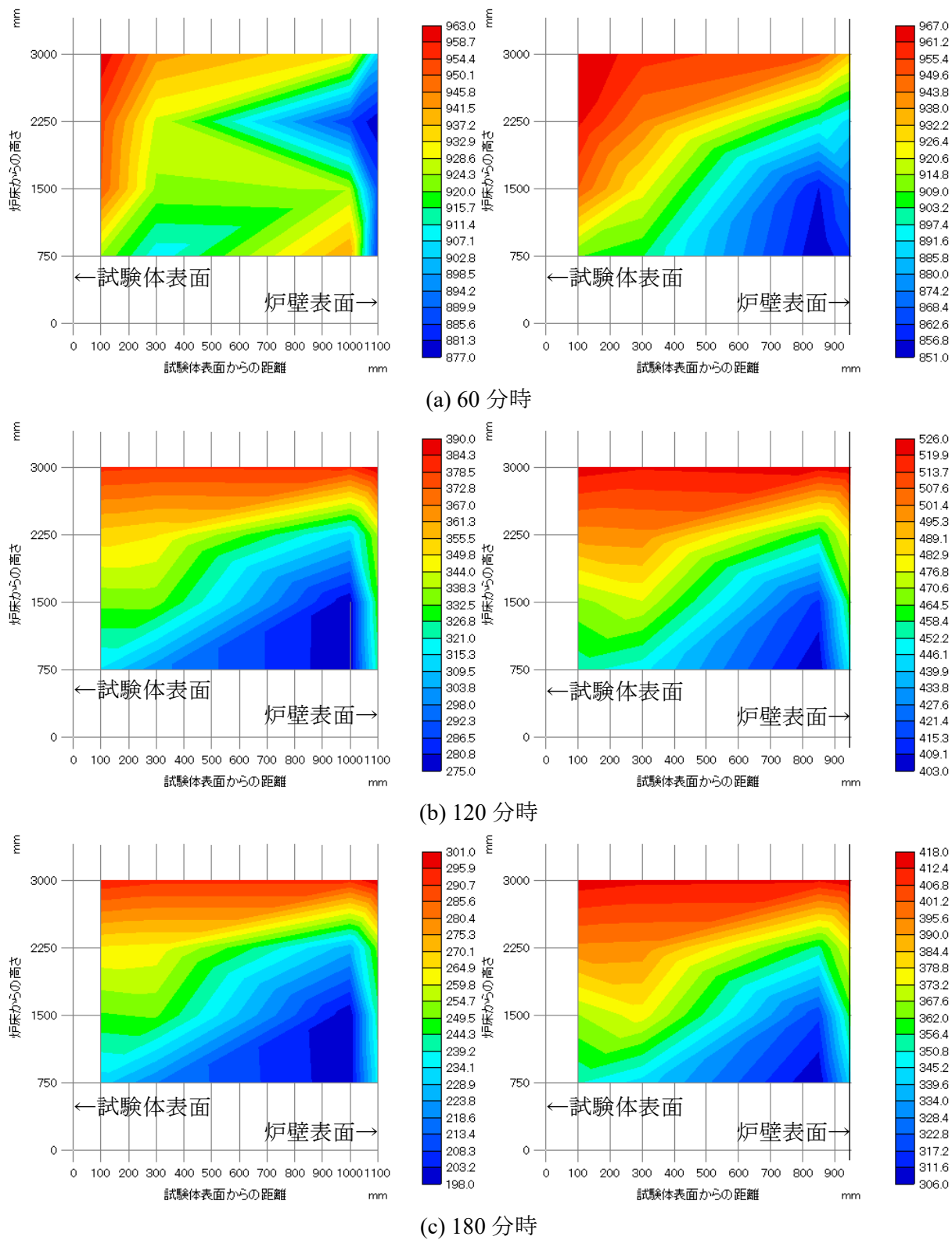


図 1-4 炉内温度分布 (左 : 300 角・右 : 600 角)

4.5.2 炉圧

炉内圧力の時刻歴を図 4-5 に示す。300 角、600 角とも同様の推移であり、正常に炉圧制御できている。

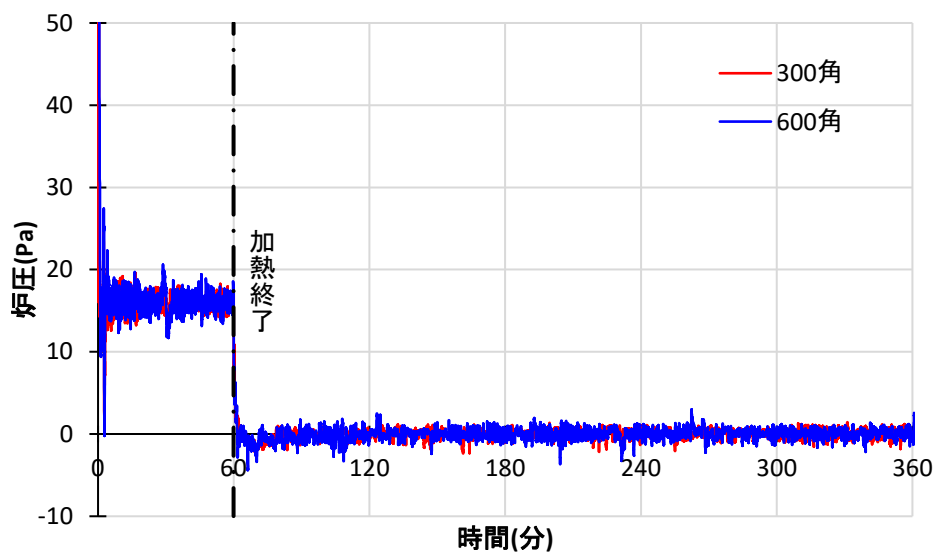


図 4-5 炉床から高さ 3000mm の炉内圧力の時刻歴

4.5.3 エア流量・ガス流量

エア流量とガス流量の時刻歴を図 に示す。加熱中も試験体の燃焼により炉内温度が上昇しており、バーナーの出力はほとんど上げていないため、エア流量は実験中を通してほとんど変わらない。加熱中はバーナーを間引いて運転しており、間引いたバーナーの台数は 300 角よりも 600 角の方が多いため、加熱中のガス流量は 600 角のほうが少ない。

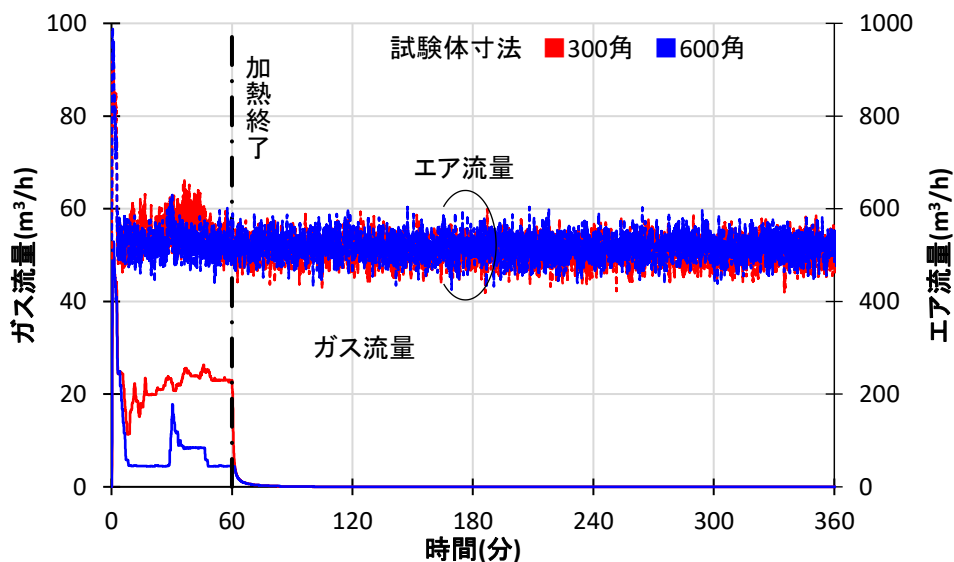


図 4-6 エア流量とガス流量の時刻歴

4.5.4 酸素濃度・一酸化炭素濃度

酸素濃度と一酸化炭素濃度の時刻歴を図 4-7 に示す。加熱中の酸素濃度は 300 角ではおよそ 15% 程度、600 角ではおよそ 3~8% 程度で推移した。一酸化炭素は加熱初期に発生していたが、300 角では 5 分程度、600 角では 20 分程度で減衰し、以降はほとんど発生しておらず、概ね完全燃焼していたと推察される。加熱終了後は酸素濃度が上昇したが、大気の大気濃度（およそ 21%）までは回復せず、300 角ではおよそ 19%、600 角ではおよそ 18% 程度で推移した。一酸化炭素濃度は 300 角では加熱終了後およそ 15 分から、600 角ではおよそ 30 分から上昇し、赤熱が発生していることが伺える。放冷時の一酸化炭素濃度を試験体寸法で比較すると、300 角より 600 角のほうが 2~4 倍程度高かった。

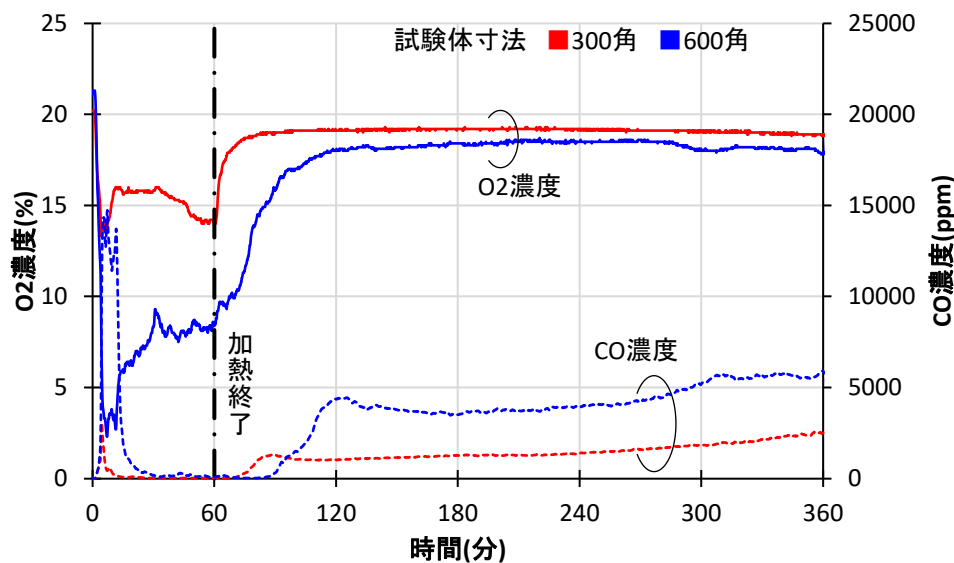


図 4-7 酸素濃度と一酸化炭素濃度の時刻歴

4.5.5 試験体内部温度

試験体内部温度の時刻歴を図 に示す。加熱中は 300 角と 600 角で概ね同様の推移であった。加熱終了後、表面に近い温度は 300 角よりも 600 角のほうが下降が緩慢であり、炉内温度の影響が伺える。表面から 60mm、75mm の温度は放冷中まで含めて概ね同様の推移であり、300 分以降 300 角のほうが高い温度まで上昇した。

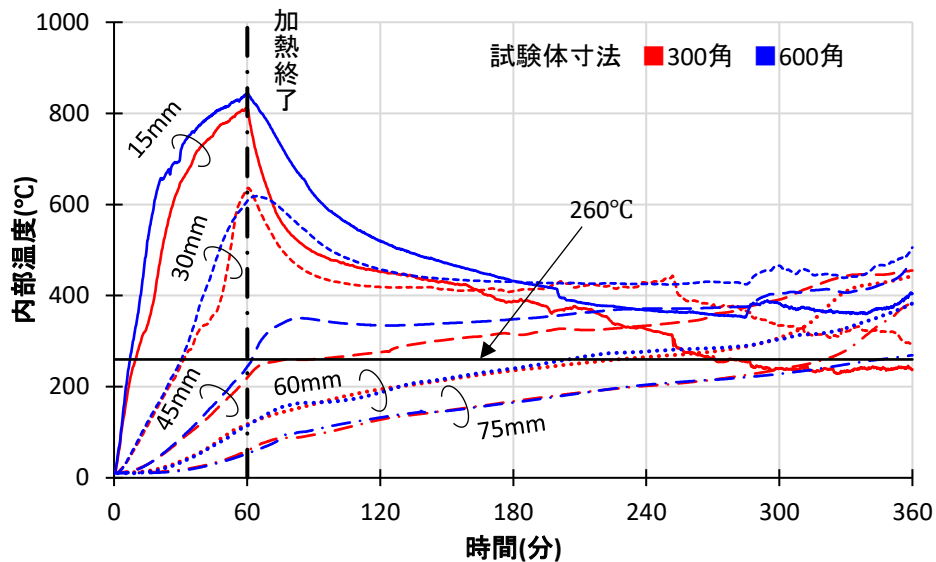


図 4-8 試験体内部温度の時刻歴

内部温度の 260°C到達時間と試験体深さの関係を図 に示す。260°Cに到達した部分まで炭化したと考えると、加熱中におよそ 45mm まで炭化し、放冷中は 0.1～0.13mm/分程度の速度で炭化が進行した。

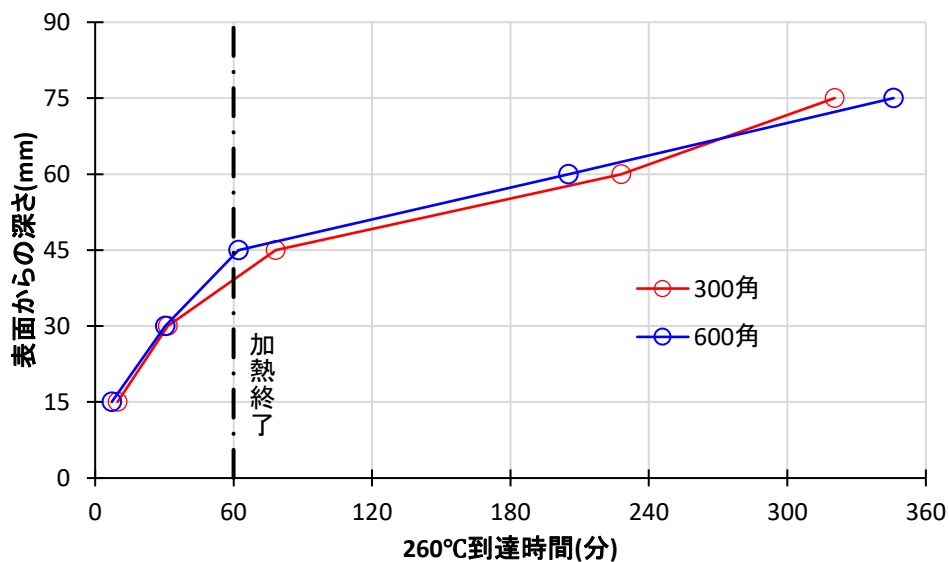


図 4-9 260°C到達時間

4.5.6 試験体の重量変化

試験体の重量変化を図 に示す。重量が減少した分だけ熱分解し炉内で燃焼したと考えられる。変化量は 300 角よりも 600 角のほうが大きい。重量減少量は加熱表面積に比例すると予想されたが、加熱終了時の重量減少は 300 角がおよそ 20kg に対して 600 角はおよそ 90kg となっており、表面積比以上に 600 角のほうが重量減少が大きかった。全体を通した推移はいずれも類似しており、加熱中に重量減少した後、加熱終了後一時的に重量減少が緩慢になり、およそ 180 分から再度重量減少した。

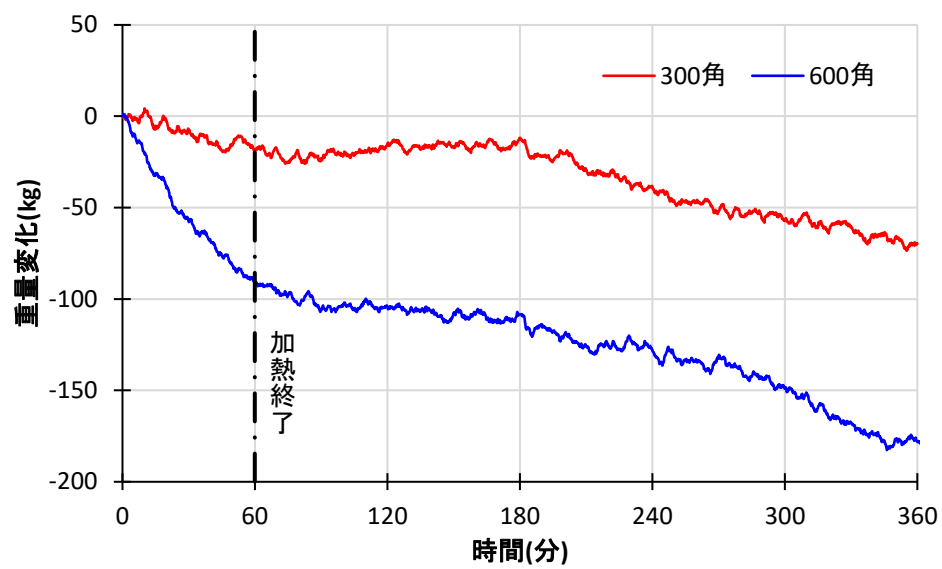


図 4-10 試験体の重量変化

4.5.7 試験体の燃焼状況

試験体の燃焼状況を表 4-1 に示す。加熱中は激しく有炎燃焼しており、加熱終了後 20～30 分程度で収まった。赤熱は加熱終了後 30～60 分程度でいったん収まった後、徐々に増加し、試験終了時には全体的に赤熱していた。

表 4-1 試験体の燃焼状況

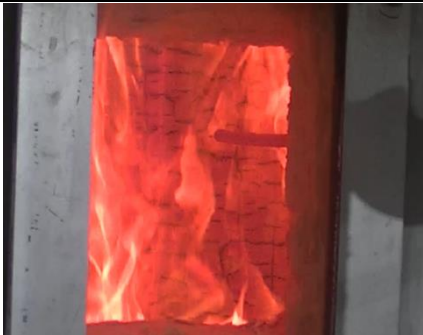
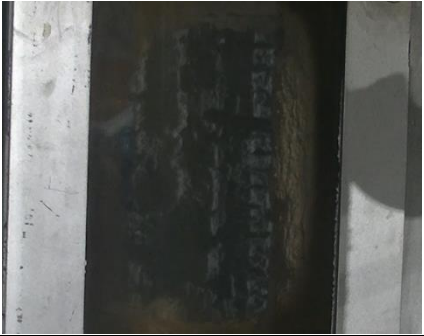
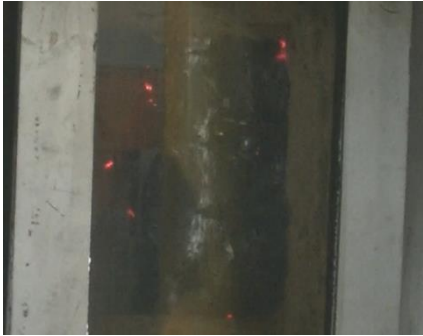
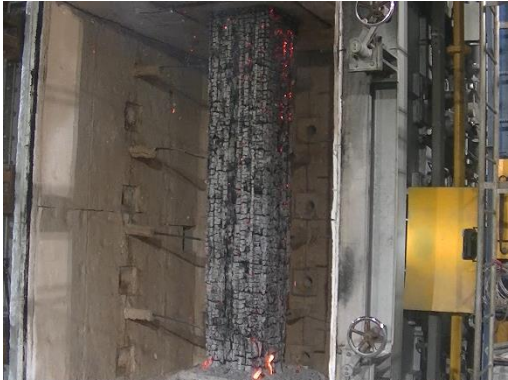
時間	300 角	600 角
30 分	 激しく有炎燃焼している。	 有炎燃焼している。窓に煤が付着している。
61 分 加熱終了 直後	 激しく有炎燃焼している。	 有炎燃焼している。窓に煤が付着している。
70 分	 有炎燃焼が収まってきた。 表面全体が赤熱している。	 激しく有炎燃焼している。 窓の煤がとれてきた。
90 分	 赤熱が収まってきた。	 表面全体で赤熱している。

表 4-1 試験体の燃焼状況（つづき）

時間	300 角	600 角
120 分		 赤熱が収まってきた。
240 分		
360 分 実験終了	 多数赤熱が認められる。	
炉開放時	 全体的に赤熱している。	 全体的に赤熱している。 柱脚部では有炎燃焼も認められる。

4.5.8 残存断面

実験後の残存断面を図 4-11、図 4-12 に示す。300 角では円状になっており、直径およそ 150mm 程度残存していた。600 角では角丸形になっており、辺どうしの距離がおよそ 450mm 程度であった。いずれも炭化深さに換算すると 75mm 程度であり、図 で実験終盤に 75mm まで 260℃に到達した（炭化した）結果と整合した。



(a) 上段



(b) 中段



(c) 下段

図 4-11 試験体の残存断面（300 角）



(a) 上段



(b) 中段



(c) 下段

図 4-12 試験体の残存断面 (600 角)

4.6 まとめ

300 角または 600 角のスギ集成材柱を試験体とし、炉内温度の推移および分布と試験体の燃焼状況に関する各種データを測定した。今後、不燃試験体の炉内温度と比較するとともに、試験体の燃焼速度に関するデータ（深さごとの 260℃到達時間、または重量減少速度）より試験体の発熱量を推定し、試験体の燃焼による炉内温度への影響について検討する。

5. まとめと今後の課題

LVL に難燃処理薬剤を加圧注入した材料を耐火被覆として、1 時間を超える耐火性能を有する柱や梁を検討している。

今年度は、90 分耐火構造・120 分耐火構造の梁に注力して、断面 105 x 600 について、実験的検討と性能評価試験を実施した。

性能評価試験では、梁の 105 x 600 断面の仕様について、90 分耐火構造試験に合格した。大断面については、柱炉における試験方法が、性能評価機関等で検討されており、その動向を見ながら、今後、取り組んでいきたい。

別添資料

- ・ 2 月 1 時間耐火 柱検証試験

試験番号：Ⅲ A - 2 4 - 0 0 5 1

受付日：2024年 12月 13日

報告日：2025年 3月 21日

耐火性能試験 成績書

大阪府池田市豊島南二丁目204番地

一般財団法人 日本建築総合試験所

試験研究センター

センター長

博士（工学） 西山 峰広

報告書発行責任者

耐火構造試験室長

田中 義昭

依頼者	社 名	一般社団法人 全国LVL協会		
	所 在 地	東京都江東区新木場1-7-22		
試験体	構 造 名	スギ集成材柱		
	商 品 名	－		
	建築物の部分	柱	耐火性能	1時間
	材 令	試験体製作日：2025年 1月 27日		
	比 重	スギ集成材(300mm)	： 0.43 (気乾), 0.40 (105℃・12日間乾燥)	
		スギ集成材(600mm)	： 0.43 (気乾), 0.39 (105℃・12日間乾燥)	
	含 水 率 (%)	スギ集成材(300mm)	： 9.33 (105℃・12日間乾燥)	
		スギ集成材(600mm)	： 9.24 (105℃・12日間乾燥)	
	備 考	－		
	試験体の材料および構成 (水平断面図, 単位:mm)		詳細を図-1に示す。 (全て依頼者の提出資料による。)	
【試験体A】 【試験体B】 凡例 × : 加熱温度測定位置 (16+12箇所)				
試験方法	試 験 規 格	一般財団法人 日本建築総合試験所制定 「防耐火性能試験・評価業務方法書」 4.1 耐火性能試験方法		
	加 熱 炉 の 熱 源	都市ガス (46090 kJ/m ³)		
	加 熱 温 度 の 測 定	加熱面から10cm, 30cm離れた位置の火炎温度 炉壁から10cm離れた位置の火炎温度 炉壁表面温度		
	温 度 測 定 位 置	図-1に示す。		
	試 験 荷 重			
	軸 方 向 収 縮 量 測 定 位 置			

試験	試験体記号		A	B		
	試験年月日		2025年 2月 17日	2025年 2月 19日		
	試験体の大きさ (mm)		W 300 × L 300 × H 3500	W 600 × L 600 × H 3500		
	加熱面		4面	4面		
	試験時間		360 分 ^{*1}	360 分 ^{*1}		
	加熱時間		60 分	60 分		
試験結果	加熱温度測定曲線		図-2 に示す。	図-4 に示す。		
	非 結 損	軸方向収縮量測定曲線				
		試験体初期高さ (h)				
		最大軸方向収縮量 [規定値 35.00 mm]				
		最大軸方向収縮速度 [規定値 10.50 mm/分]				
	傷 材 性 温 度	鋼	測定曲線			
			最高			
			平均			
	その他の		—	—		
	判定		—	—		
備考	・ *1：依頼者と協議の上、試験を終了した時間を示す。					
	・ 内部温度測定曲線を図-3,5に示す。なお、測定には依頼者が手配した熱電対を使用した。					
	・ 試験状況を写真-1～22に示す。					
試験機関		一般財団法人 日本建築総合試験所				
試験実施場所		池田事業所 大阪府池田市豊島南二丁目204番地 使用炉：柱炉				
試験担当者		試験責任者： 小宮 祐人 試験担当者： 浦野 直哉				

以上

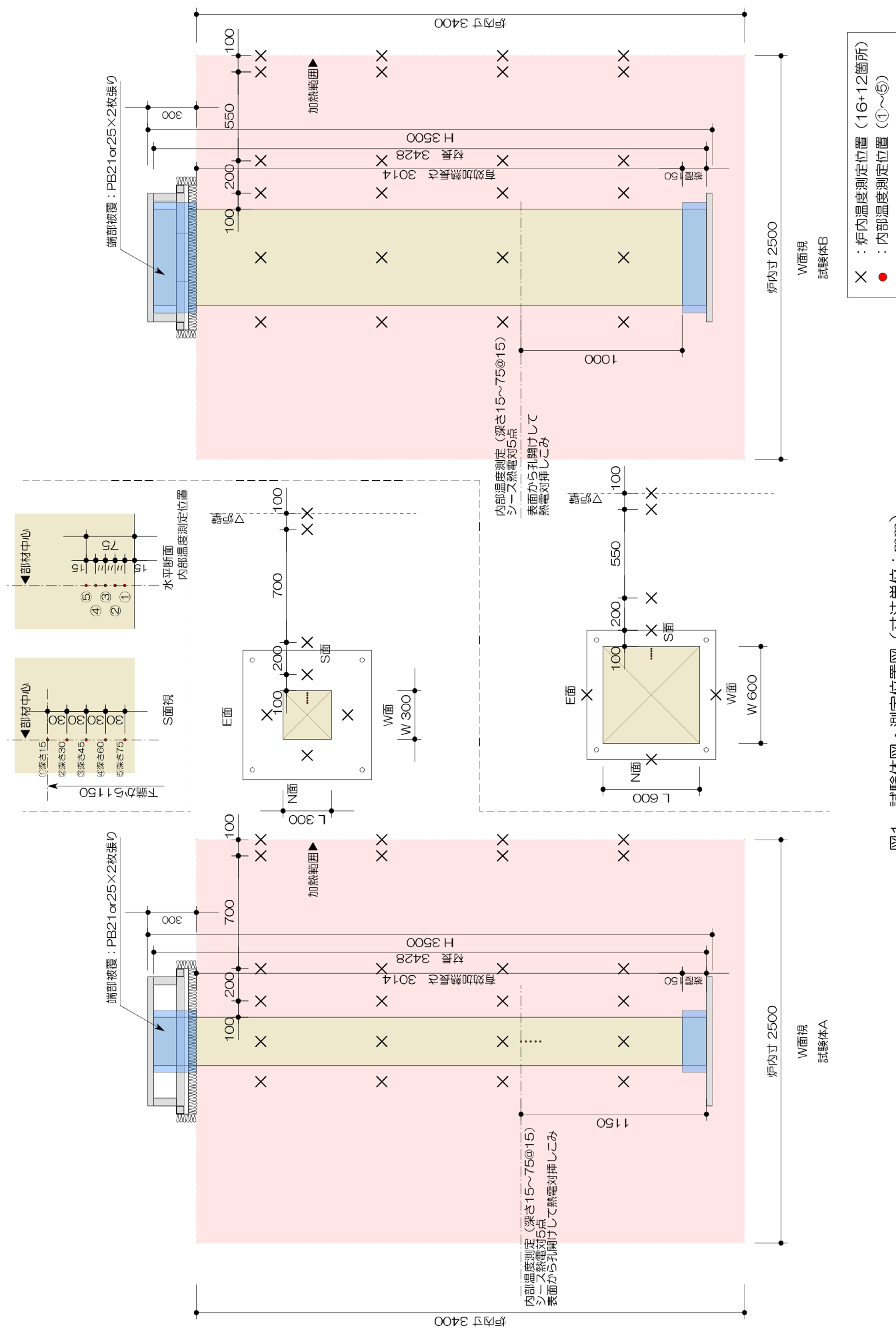


図1 試験体図・測定位置図(寸法単位:mm)

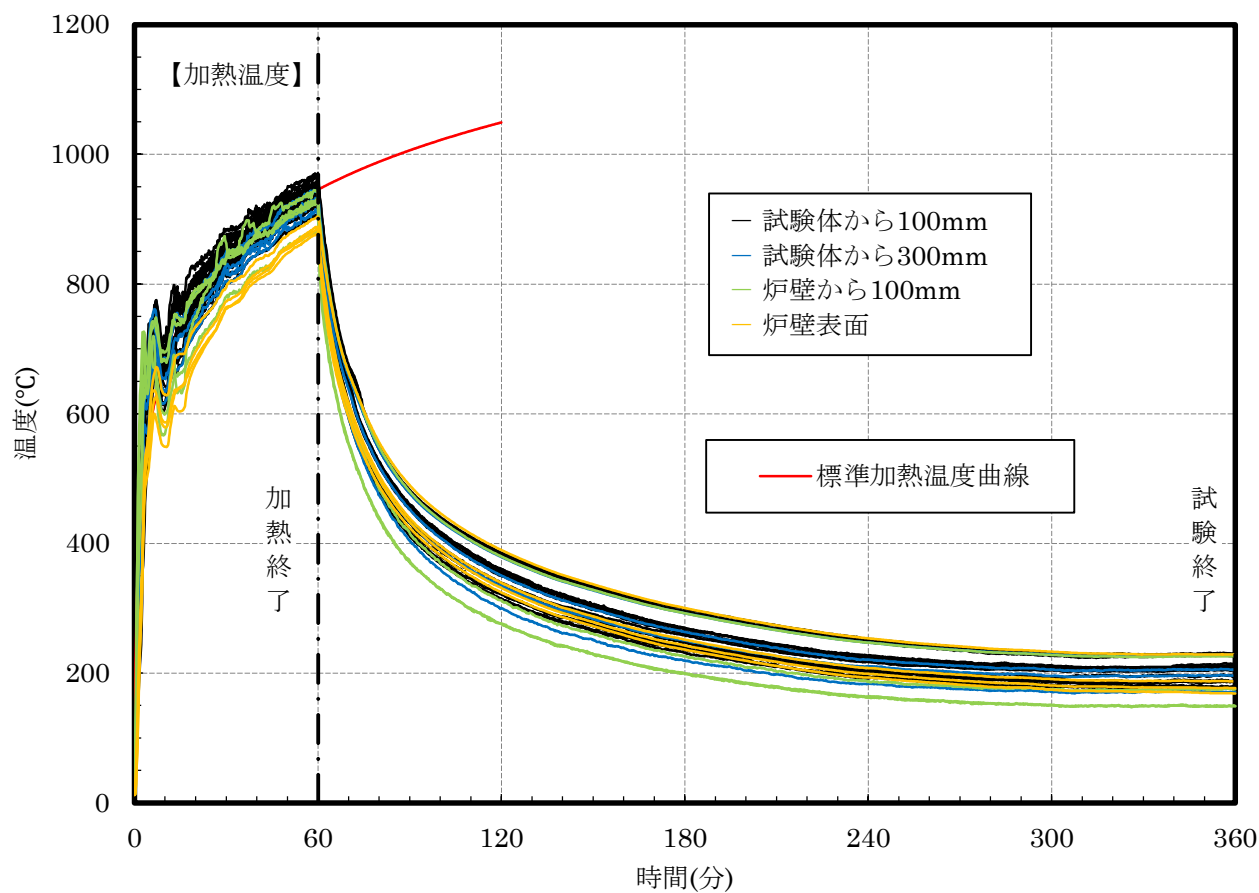


図-2 加熱温度測定曲線 (試験体A)

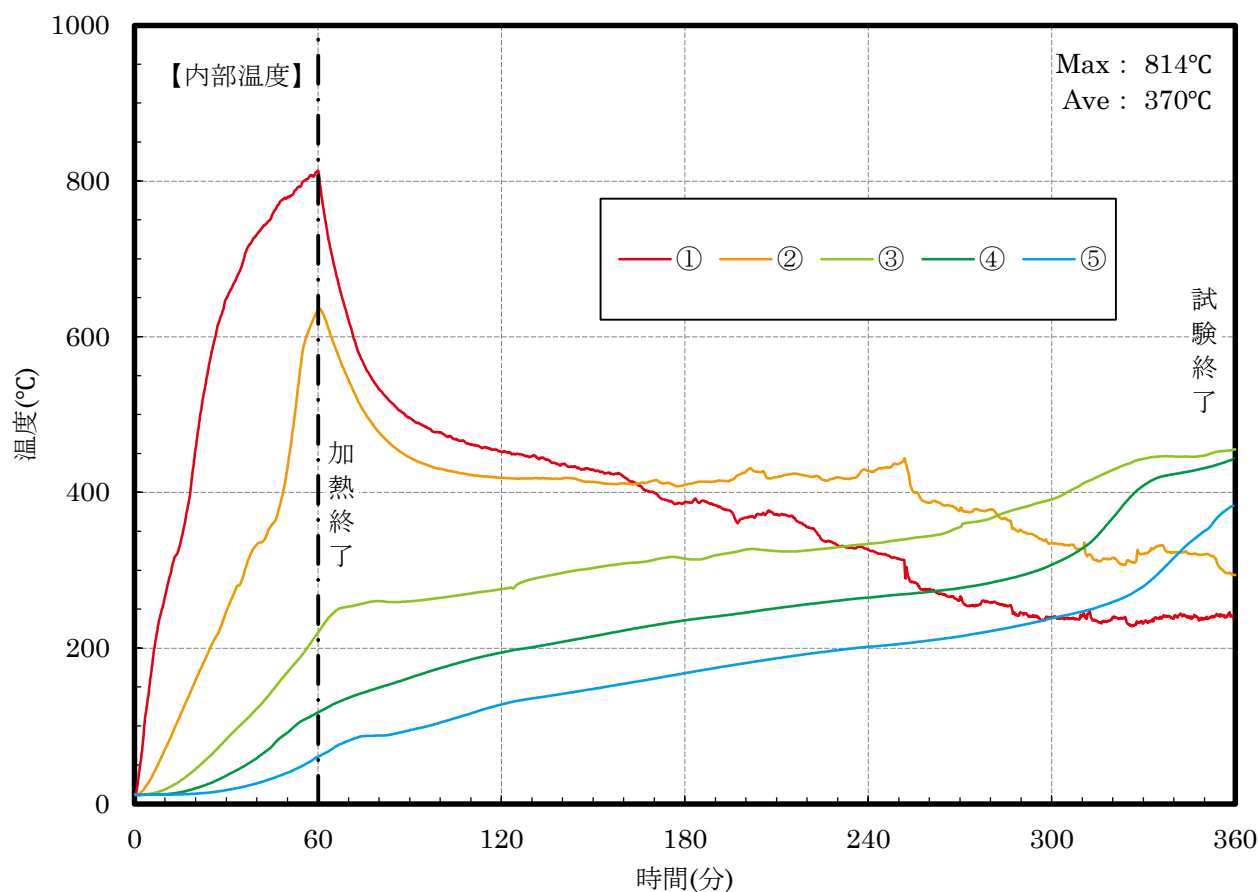


図-3 内部温度測定曲線 (試験体A)

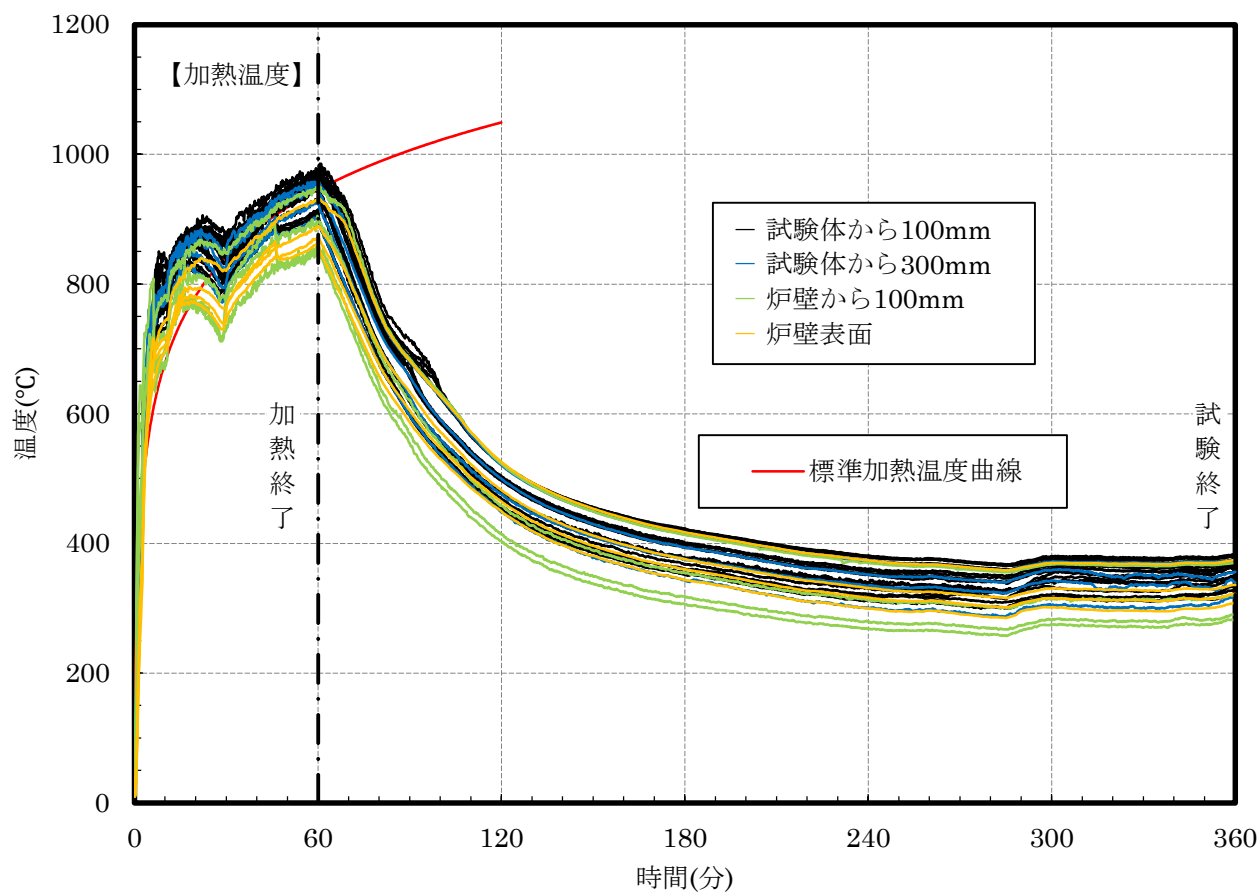


図-4 加熱温度測定曲線 (試験体B)

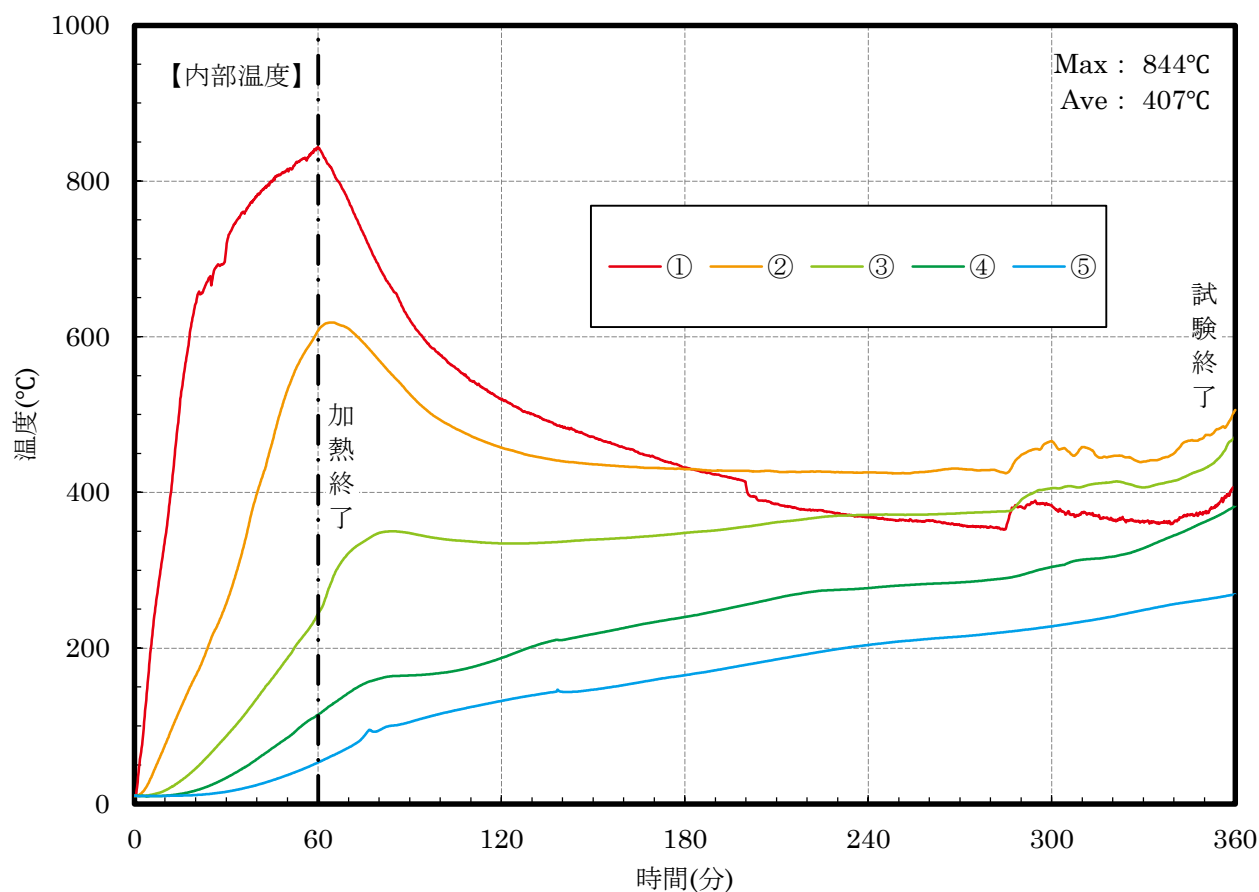


図-5 内部温度測定曲線 (試験体B)

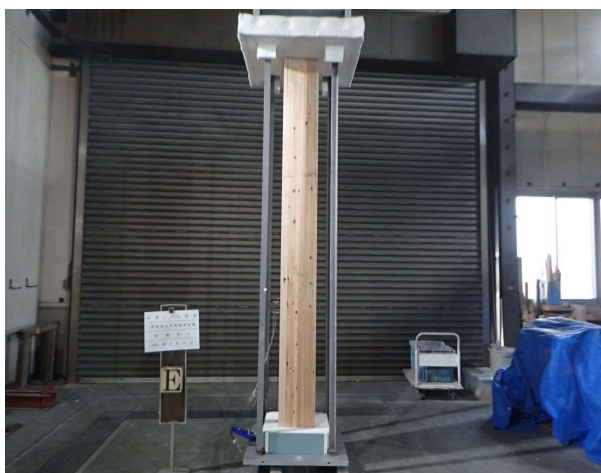


写真-1 試験体A E面側
(加熱前)

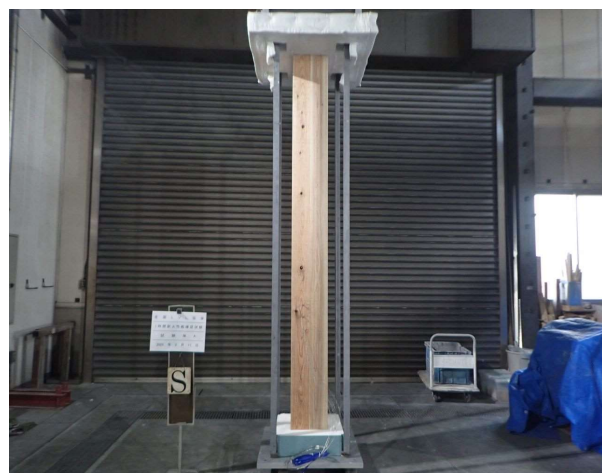


写真-2 試験体A S面側
(加熱前)



写真-3 試験体A W面側
(加熱前)



写真-4 試験体A N面側
(加熱前)



写真-5 試験体A E面側
(加熱後)



写真-6 試験体A S面側
(加熱後)



写真-7 試験体A W面側
(加熱後)



写真-8 試験体A N面側
(加熱後)

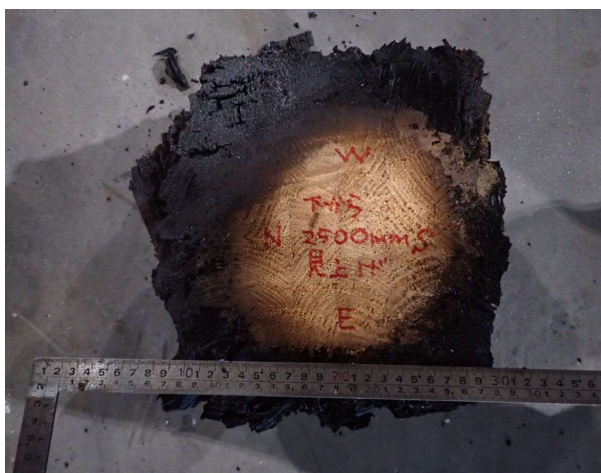


写真-9 試験体A 試験体断面
(下から2500mm)
(解体後)



写真-10 試験体A 試験体断面
(下から1700mm)
(解体後)



写真-11 試験体A 試験体断面
(下から1000mm)
(解体後)



写真-12 試験体B E面側
(加熱前)



写真-13 試験体B S面側
(加熱前)

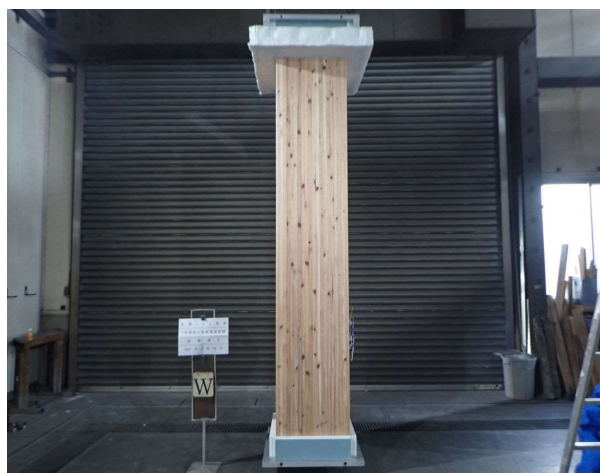


写真-14 試験体B W面側
(加熱前)



写真-15 試験体B N面側
(加熱前)



写真-16 試験体B E面側
(加熱後)



写真-17 試験体B S面側
(加熱後)



写真-18 試験体B W面側
(加熱後)



写真-19 試験体B N面側
(加熱後)



写真-20 試験体B 試験体断面
(下から2500mm)
(解体後)



写真-21 試験体B 試験体断面
(下から1700mm)
(解体後)



写真-22 試験体B 試験体断面
(下から1000mm)
(解体後)

本書の取扱いについて

- ・ 本書の最終ページは本ページです。
- ・ 本書の試験結果は、本書中に記載の依頼者より受領した試験体について得られたものです。
- ・ 本書のPDFファイルを複製したものや紙面へ印刷したものは原本ではありません。複製や印刷に対し、当試験所は責任を負いません。
- ・ 本試験結果の一部分を、当試験所の名称を付してカタログに掲載する等、一般に開示する場合は、文書によって当試験所の承認を得るようになして下さい。

本書についての問い合わせは、下記までお願いします。

一般財団法人 日本建築総合試験所 試験研究センター
耐火部 耐火構造試験室

T E L : 072-760-5053

F A X : 072-760-5063