

令和4年度 中大規模木造建築技術実証事業

国産材を使用する LVL 被覆耐火構造部材の寸法拡大

成果報告書

令和5年 2月

一般社団法人全国 LVL 協会

目次

1. 目的と体制	-- P01
2. 被覆材の製造	
2. 1 被覆材の含浸	-- P03
2. 2 被覆材の2次接着	-- P07
3. 1時間耐火性能の検討	
3. 1 耐火性能確認試験 (柱)	-- P08
3. 2 耐火性能確認試験 (梁)	-- P13
4. まとめと今後の課題	-- P19

1. 目的と体制

LVL 被覆 1 時間耐火構造の認定において、荷重支持部材の梁の最大寸法は幅 210mm×せい 900mm (図 1)、柱は 600mm 角 (図 3) である。やはた幼稚園では長スパンの床・屋根を構成するために梁を現行認定の最大断面寸法よりも大きな断面にする必要があり、採用を見送られた経緯があった。そこで、超大断面の梁と柱の耐火試験を行い、大臣認定取得時の耐火性能と同等の性能であることを実証、断面寸法を拡大することでやはた幼稚園における本耐火構造の可能性を再検証する。今後採用される機会を増やし、耐火構造における木材使用量の拡大につなげる。

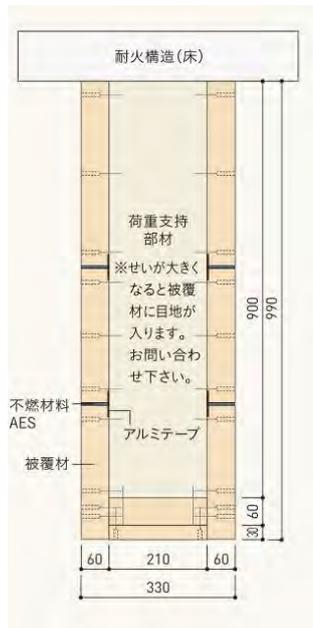


図 1 最大断面寸法 (梁 現行認定)

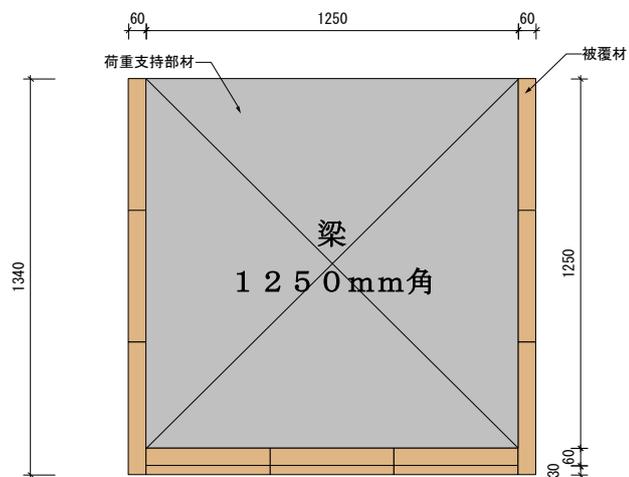


図 2 実証する耐火梁

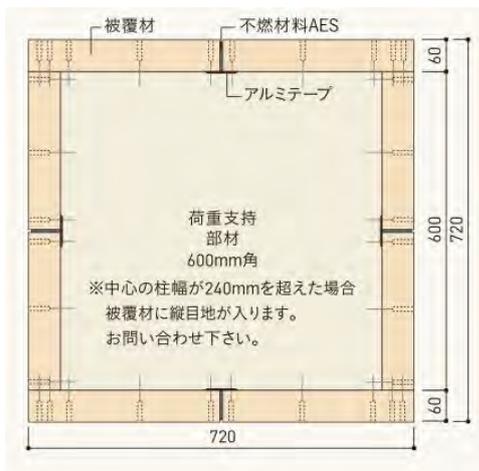


図 3 最大断面寸法 (柱 現行認定)

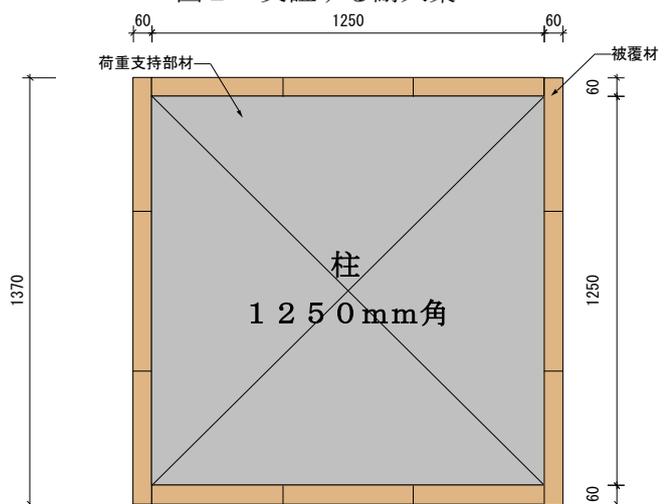


図 4 実証する耐火柱

事業実施体制

会議名	令和4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.		国土技術政策総合研究所	水上点晴 建築研究部 防火基準研究室 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.		日本ツーバイフォー建築協会	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	小竹宏明 建材事業部 係長
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.		丸菱油化工業株式会社	亀岡祐史 研究本部 主席研究員
21.		株式会社ザイエンス	茂山知己 技術開発部 マネージャー
22.		シネジック株式会社	寺澤正広 R&D推進室 リーダー
23.		株式会社オロチ	滝田哲也 品質管理部 次長
24.		光洋産業株式会社	釜澤友樹 KR化成品部 次長
25.		セメダイン株式会社	久住 明 技術部 専任部長
26.		セメダイン株式会社	倉内晴久 技術部開発グループ第四チーム チームリーダー
27.		セメダイン株式会社	紺野 誠 技術部開発グループ第四チーム
28.		セメダイン株式会社	高橋 駿 技術部開発グループ第四チーム
29.		セメダイン株式会社	橋向秀治 技術部開発グループ グループリーダー
30.		齋藤木材工業株式会社	志村 智 建築部 課長
31.		齋藤木材工業株式会社	貴船 達也 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 次長
34.		メツァ・ウッド (Metsa Wood)	田邊公彰 ケルトLVL部門
オブザーバー			
35.		林野庁木材産業課	原田憲佑 住宅資材班 住宅資材企画係長
36.		林野庁木材産業課	横江美幸 木材製品調査班 企画係長
37.		木構造振興株式会社	平原章雄 常務取締役
38.		日本住宅・木材技術センター	高橋秀樹 研究技術部
39.		桜設計集団	加來千紘
40.		ビルディングランドスケープ	西澤高男
41.		ビルディングランドスケープ	吉田京平
42.		丸菱油化工業株式会社	中嶋貴裕 研究本部 研究第1グループ
事務局			
43.		全国LVL協会	平沼孝太 事務局長
44.			李 元羽 技術部長
45.			成田敏基 技術課長
46.			崔 華暉
47.			井上天仁

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、平成 28 年度から開発した 1 時間耐火構造の柱・梁の被覆材と同じ仕様とした。具体的には、厚 30mm のスギ B 種構造用 LVL に減圧加圧法により難燃薬剤を浸透させた。難燃薬剤は丸菱油化工業製のりん・窒素系 W2-50 とした。含浸量は 130kg/m³~144kg/m³ を目標とした。含浸後に乾燥したスギ LVL をレゾルシノール樹脂で 2 次接着し、2 枚合せて厚 60mm 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の注入釜を使用した。30mm 厚の難燃薬剤処理 LVL を 2 次接着する工程は長野県小県郡長和町の齋藤木材工業株式会社のナガト工場で行った。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。解圧後、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。

2. 1 被覆材の含浸

性能確認試験用の含浸を茨城県の株式会社森久で行った。性能確認を実施する日本建築総合試験所の web 立ち合いのもと行った。含浸は 2022 年 10 月 18 日から 21 日の 4 日間かけて行った。

2. 1. 1 試験体と含浸条件

材料：スギ B 種構造用 LVL

厚 30×幅 455×長 3200 30 枚

厚 30×幅 385×長 3200 15 枚

厚 30×幅 355×長 3200 66 枚 計 111 枚

乾燥条件：70℃ 3 週間



写真 3.1.1 スギ LVL 検品



写真 3.1.2 含浸釜



写真 3.1.11 重量測定



写真 3.1.12 乾燥釜に投入される LVL

2. 1. 2 結果

表 2.1.1 に含浸結果を示した。132kg/m³ から 143.5kg/m³ の範囲に含まれる試験体を本番仕様の被覆材として採用した。

表 2.1.1 含浸結果

番号	種類	厚さ mm	幅 mm	長さ mm	かさ比重	含水率 %			体積 m ³	初期 重量 W1	含浸後 重量 W2	薬剤量 W2-W1	薬剤量 kg/m ³	含浸量 最終	乾燥後 重量 W3	比重	含浸量 ②		含水率 (含水率計)		
						左	中	右		kg	kg	kg		kg/m ³			kg/m ³	kg/m ³	%	%	%
67	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.514	12.0	12.0	11.5	0.04368	22.46	50.40	27.94	639.65	140.723	27.48	0.629	114.93	6.5	8.0	8.0	
68	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.524	12.5	14.0	12.0	0.04368	22.90	50.54	27.64	632.78	139.212	27.84	0.637	113.10	5.0	9.0	5.5	
69	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.533	13.5	12.5	10.5	0.04368	23.26	49.76	26.50	606.68	133.471	27.84	0.637	104.85	6.0	8.0	9.5	
70	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.531	11.5	12.5	11.0	0.04368	23.18	49.98	26.80	613.55	134.922	27.76	0.636	104.85	6.5	12.0	13.0	
71	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.526	14.0	11.0	9.0	0.04368	22.98	50.20	27.22	623.17	137.097	28.12	0.644	117.67	10.0	18.5	12.0	
72	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.559	13.5	12.0	13.5	0.04368	24.42	51.70	27.28	624.54	137.389	28.98	0.663	104.40	8.0	8.5	8.5	
73	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.522	13.5	9.5	12.0	0.04368	22.80	50.32	27.52	630.04	138.608	28.00	0.641	119.05	7.0	13.0	12.0	
74	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.535	12.0	12.0	10.5	0.04368	23.36	50.20	26.84	614.47	135.183	28.02	0.641	106.68	5.0	19.0	11.0	
75	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.513	10.5	11.5	11.5	0.04368	22.40	49.58	27.18	622.25	138.898	27.22	0.623	110.35	8.5	8.5	7.0	
76	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.519	11.5	12.5	11.0	0.04368	22.66	50.04	27.38	626.83	137.903	27.36	0.626	107.60	4.5	9.5	5.5	
77	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.530	12.5	11.5	13.5	0.04368	23.16	50.06	26.90	615.84	135.485	27.84	0.637	107.14	8.0	11.0	4.5	
78	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.532	13.5	12.0	11.0	0.04368	23.22	50.04	26.82	614.01	135.092	27.92	0.639	107.60	6.5	11.0	11.5	
79	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.546	13.5	13.5	13.0	0.04368	23.84	50.58	26.74	612.18	134.679	28.24	0.647	100.73	5.0	9.5	5.0	
80	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.533	12.5	13.5	11.5	0.04368	23.28	50.36	27.08	619.96	138.382	28.04	0.642	108.97	5.0	15.5	11.5	
81	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.540	13.5	13.5	12.5	0.04368	23.58	49.98	26.40	604.40	132.987	27.94	0.640	98.82	4.5	7.0	6.5	
82	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.524	13.0	12.0	12.0	0.04368	22.88	50.86	27.98	640.57	140.825	27.56	0.631	107.14	3.5	7.5	10.0	
83	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.541	14.0	13.0	11.5	0.04368	23.62	49.98	26.36	603.48	132.786	28.28	0.647	106.68	7.0	14.5	8.0	
84	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.535	12.5	14.0	12.0	0.04368	23.36	49.72	26.36	603.48	132.786	27.64	0.637	97.99	4.0	7.5	5.0	
85	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.530	14.0	13.5	12.0	0.04368	23.14	49.68	26.54	607.60	133.872	27.56	0.631	101.19	4.5	6.5	6.0	
86	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.525	14.0	13.0	10.0	0.04368	22.94	50.14	27.20	622.71	138.896	27.40	0.627	102.11	6.5	6.5	7.5	
87	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.514	11.5	12.0	10.0	0.04368	22.44	48.92	26.48	606.23	133.370	26.62	0.609	95.70	2.5	5.5	4.5	
88	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.531	14.0	13.0	10.5	0.04368	23.18	49.92	26.74	612.18	134.679	27.74	0.635	104.40	6.0	14.0	22.0	
89	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.558	14.0	13.0	12.5	0.04368	24.38	50.56	26.18	599.36	131.859	28.52	0.653	94.78	3.5	6.5	6.5	
90	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.535	12.5	13.5	13.0	0.04368	23.38	50.18	26.80	613.55	134.982	27.46	0.629	93.41	4.0	6.5	6.0	
91	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.507	13.0	11.5	12.5	0.04368	22.14	49.54	27.40	627.29	138.004	26.48	0.606	99.36	3.5	4.0	3.5	
92	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.509	13.5	11.5	10.5	0.04368	22.22	49.34	27.12	620.88	138.593	26.50	0.607	97.99	5.5	4.5	5.0	
93	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.540	11.0	12.5	10.0	0.04368	23.60	50.24	26.64	609.89	134.178	27.94	0.640	99.36	5.0	9.5	4.0	
94	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.542	12.0	11.5	14.0	0.04368	23.68	50.20	26.52	607.14	133.571	28.00	0.641	98.90	4.0	8.5	5.5	
95	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.559	13.5	13.0	11.5	0.04368	24.42	51.38	26.96	617.22	135.398	28.76	0.658	99.36	8.0	8.0	8.5	
96	LVL	30.0	455.0	3200.0	0.515	11.5	10.5	9.5	0.04368	22.48	49.52	27.04	619.05	136.180	26.98	0.618	103.02	5.0	6.5	7.0	

表 2.1.2 含浸結果

番号	種類	厚さ mm	幅 mm	長さ mm	かさ比重	含水率 %			体積 m ³	初期 重量 W1	含浸後 重量 W2	薬剤量 W2-W1	薬剤量 kg/m ³	含浸量 最終	乾燥後 重量 W3	比重	含浸量 ②		含水率 (含水率計)		
						左	中	右		kg	kg	kg		kg/m ³			kg/m ³	kg/m ³	%	%	%
97	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.538	12.5	11.5	12.0	0.03696	19.90	42.90	23.00	622.29	138.805	23.66	0.640	101.73	4.5	5.0	5.5	
98	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.538	12.0	10.0	11.0	0.03696	19.88	42.70	22.82	617.42	135.833	23.54	0.637	99.03	3.5	6.0	5.5	
99	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.540	9.5	10.5	10.0	0.03696	19.94	42.74	22.80	616.88	135.714	23.56	0.637	97.94	3.0	4.5	4.5	
100	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.544	11.0	12.0	11.0	0.03696	20.10	43.58	23.48	635.28	139.782	23.82	0.644	100.65	4.0	4.5	5.0	
101	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.542	11.0	11.5	11.5	0.03696	20.04	43.66	23.62	639.07	140.595	23.70	0.641	99.03	3.5	5.0	5.5	
102	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.552	11.0	11.5	12.5	0.03696	20.40	43.76	23.36	632.03	139.048	23.96	0.648	96.32	4.0	5.5	5.0	
103	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.545	11.0	12.5	14.0	0.03696	20.14	43.32	23.18	627.16	137.876	23.70	0.641	96.32	3.5	5.0	4.0	
104	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.557	11.0	12.5	12.5	0.03696	20.58	43.32	22.74	615.26	135.357	23.96	0.648	91.45	5.0	5.5	4.5	
105	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.555	10.0	11.5	11.5	0.03696	20.50	43.46	22.96	621.21	136.887	24.10	0.652	97.40	4.5	7.0	4.5	
106	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.551	11.0	11.0	9.0	0.03696	20.38	43.62	23.24	628.79	138.333	23.96	0.648	96.86	3.0	5.5	4.5	
107	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.552	12.0	13.5	12.5	0.03696	20.42	43.58	23.16	626.62	137.887	24.02	0.650	97.40	2.5	7.0	5.0	
108	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.526	10.0	11.0	10.0	0.03696	19.44	42.20	22.76	615.90	135.478	23.90	0.620	93.61	3.0	4.5	3.0	
109	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.545	11.0	13.0	10.5	0.03696	20.14	43.14	23.00	622.29	138.805	23.76	0.643	97.94	3.0	8.5	5.0	
110	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.523	9.5	10.5	10.5	0.03696	19.34	41.80	22.46	607.68	133.690	22.70	0.614	90.91	3.0	5.0	5.0	
111	LVL	30.0	385.0	3200.0	0.524	10.0	9.0	9.5	0.03696	19.38	41.84	22.46	607.68	133.690	22.86	0.619	94.16	3.5	5.5	5.0	

表 3.1.3 含浸結果

番号	種類	厚さ mm	幅 mm	長さ mm	かさ比重	含水率 %			体積 m ³	初期 重量 W1 kg	含浸後 重量 W2 kg	薬剤量 W2-W1 kg	薬剤量 kg/m ³	含浸量 最終 kg/m ³	乾燥後 重量 W3 kg	比重	含浸量 ②		含水率 (含水率計)			
						左	中	右									kg/m ³	kg	kg/m ³	%	%	%
1	LVL	300	355.0	3200.0	0.514	10.5	12.0	10.5	0.03408	17.52	39.60	22.08	647.89	142.535	21.22	0.623	108.57	3.5	4.0	3.5		
2	LVL	300	355.0	3200.0	0.519	11.5	13.0	11.0	0.03408	17.70	39.98	22.28	653.76	143.826	21.44	0.629	109.74	4.5	5.0	5.0		
3	LVL	300	355.0	3200.0	0.532	9.5	12.0	12.0	0.03408	18.12	39.16	21.04	617.37	135.822	21.74	0.638	106.22	4.5	11.0	3.5		
4	LVL	300	355.0	3200.0	0.536	10.0	12.0	13.5	0.03408	18.26	39.40	21.14	620.31	138.487	21.84	0.641	105.05	7.5	10.0	4.0		
5	LVL	300	355.0	3200.0	0.526	10.5	12.5	11.5	0.03408	17.94	39.68	21.74	637.91	140.340	21.96	0.644	117.96	6.5	14.5	4.5		
6	LVL	300	355.0	3200.0	0.528	11.0	12.0	13.5	0.03408	17.98	39.82	21.84	640.85	140.988	21.88	0.642	114.44	6.0	12.5	11.0		
7	LVL	300	355.0	3200.0	0.523	10.0	10.5	11.0	0.03408	17.84	39.62	21.78	639.08	140.599	21.90	0.643	119.13	5.0	16.5	13.0		
8	LVL	300	355.0	3200.0	0.525	12.0	10.0	12.5	0.03408	17.90	39.86	21.96	644.37	141.761	21.84	0.641	115.61	6.5	12.0	6.0		
9	LVL	300	355.0	3200.0	0.514	10.5	12.0	10.5	0.03408	17.52	39.30	21.78	639.08	140.599	21.38	0.627	113.26	3.5	7.5	7.5		
10	LVL	300	355.0	3200.0	0.518	11.0	10.5	10.5	0.03408	17.64	39.48	21.84	640.85	140.988	21.42	0.629	110.92	5.5	5.5	5.0		
11	LVL	300	355.0	3200.0	0.567	13.0	13.5	13.0	0.03408	19.32	40.90	21.58	633.22	139.308	22.80	0.669	102.11	5.0	7.5	8.5		
12	LVL	300	355.0	3200.0	0.571	13.0	12.5	14.0	0.03408	19.46	40.90	21.44	629.11	138.404	22.94	0.673	102.11	4.0	10.0	12.5		
13	LVL	300	355.0	3200.0	0.555	13.5	13.5	13.0	0.03408	18.90	39.94	21.04	617.37	135.822	22.24	0.653	98.60	3.0	11.5	8.5		
14	LVL	300	355.0	3200.0	0.552	12.0	13.0	13.0	0.03408	18.80	39.90	21.10	619.13	136.209	22.22	0.652	100.35	5.5	10.5	6.5		
15	LVL	300	355.0	3200.0	0.544	12.5	12.5	13.5	0.03408	18.54	39.84	21.30	625.00	137.500	22.04	0.647	102.70	3.5	8.0	6.5		
16	LVL	300	355.0	3200.0	0.540	11.5	13.5	12.0	0.03408	18.40	39.72	21.32	625.59	137.629	21.96	0.644	104.46	4.5	7.5	5.0		
17	LVL	300	355.0	3200.0	0.547	11.5	13.5	13.5	0.03408	18.64	39.22	20.58	603.87	132.852	22.06	0.647	100.35	2.5	5.5	5.0		
18	LVL	300	355.0	3200.0	0.537	12.0	14.0	14.0	0.03408	18.30	39.02	20.72	607.98	133.756	21.82	0.640	103.29	3.0	7.0	6.0		
19	LVL	300	355.0	3200.0	0.530	12.0	12.0	12.5	0.03408	18.06	39.06	21.00	616.20	135.563	21.64	0.635	105.05	2.5	6.5	5.0		
20	LVL	300	355.0	3200.0	0.537	13.5	13.5	12.0	0.03408	18.30	39.14	20.84	611.50	134.531	21.80	0.640	102.70	4.0	7.0	5.0		
21	LVL	300	355.0	3200.0	0.509	12.5	12.5	12.5	0.03408	17.36	39.10	21.74	637.91	140.340	20.92	0.614	104.46	0.0	5.0	3.5		
22	LVL	300	355.0	3200.0	0.511	12.0	10.5	10.0	0.03408	17.42	38.90	21.48	630.28	138.662	20.96	0.615	103.87	3.0	5.0	3.0		
23	LVL	300	355.0	3200.0	0.549	9.0	12.5	12.0	0.03408	18.70	39.24	20.54	602.70	132.594	22.36	0.656	107.39	3.0	16.0	6.5		
24	LVL	300	355.0	3200.0	0.549	9.0	12.5	11.5	0.03408	18.72	38.96	20.24	593.90	130.657	22.26	0.653	103.87	3.5	13.0	5.0		
25	LVL	300	355.0	3200.0	0.562	13.0	12.0	13.5	0.03408	19.14	39.64	20.50	601.53	132.336	22.50	0.660	98.59	2.5	6.5	4.5		
26	LVL	300	355.0	3200.0	0.557	11.0	12.5	13.0	0.03408	18.98	39.44	20.46	600.35	132.077	22.30	0.654	97.42	4.0	5.5	5.0		
27	LVL	300	355.0	3200.0	0.531	11.0	13.5	13.5	0.03408	18.08	38.62	20.54	602.70	132.594	21.54	0.632	101.53	2.5	7.0	5.5		
28	LVL	300	355.0	3200.0	0.529	9.5	12.5	12.5	0.03408	18.04	38.52	20.48	600.94	132.207	21.56	0.633	103.29	3.5	8.0	4.5		
29	LVL	300	355.0	3200.0	0.513	10.0	11.0	10.0	0.03408	17.50	37.84	20.34	596.83	131.303	20.82	0.611	97.42	0.0	5.0	3.5		
30	LVL	300	355.0	3200.0	0.516	9.5	10.5	9.5	0.03408	17.60	38.12	20.52	602.11	132.465	20.92	0.614	97.42	3.0	4.5	3.5		
31	LVL	300	355.0	3200.0	0.549	12.5	12.0	11.0	0.03408	18.70	39.36	20.66	606.22	133.369	22.08	0.648	99.18	2.5	6.0	5.5		
32	LVL	300	355.0	3200.0	0.546	13.0	13.5	13.5	0.03408	18.62	39.38	20.76	609.15	134.014	21.94	0.644	97.42	3.5	6.5	5.0		
33	LVL	300	355.0	3200.0	0.550	13.5	14.0	13.0	0.03408	18.76	39.42	20.66	606.22	133.369	22.00	0.646	95.07	3.0	7.5	5.0		
34	LVL	300	355.0	3200.0	0.539	12.5	13.5	11.0	0.03408	18.38	39.16	20.78	609.74	134.143	21.68	0.636	96.83	3.0	5.0	4.0		
35	LVL	300	355.0	3200.0	0.549	10.5	13.5	13.5	0.03408	18.70	39.22	20.52	602.11	132.465	21.84	0.641	92.14	2.5	8.0	5.0		
36	LVL	300	355.0	3200.0	0.548	12.5	13.0	12.5	0.03408	18.66	39.24	20.58	603.87	132.852	21.94	0.644	96.24	4.5	7.5	5.0		
37	LVL	300	355.0	3200.0	0.526	11.5	13.5	11.5	0.03408	17.92	38.88	20.96	615.02	135.305	21.52	0.631	105.63	0.0	5.5	4.5		
38	LVL	300	355.0	3200.0	0.529	11.5	13.0	12.0	0.03408	18.04	38.96	20.92	613.85	135.047	21.60	0.634	104.46	2.5	7.0	3.5		
39	LVL	300	355.0	3200.0	0.532	10.5	12.5	10.0	0.03408	18.14	38.32	20.18	592.14	130.270	21.56	0.633	100.35	3.0	8.5	3.0		
40	LVL	300	355.0	3200.0	0.534	10.5	12.0	11.5	0.03408	18.20	38.58	20.38	598.00	131.561	21.54	0.632	98.00	2.5	11.0	5.0		
41	LVL	300	355.0	3200.0	0.556	10.5	10.5	11.0	0.03408	18.94	39.70	20.76	609.15	134.014	22.32	0.655	99.18	3.0	6.5	4.0		
42	LVL	300	355.0	3200.0	0.559	13.5	13.5	12.5	0.03408	19.04	39.88	20.84	611.50	134.531	22.40	0.657	98.59	3.5	6.0	7.0		
43	LVL	300	355.0	3200.0	0.538	11.0	13.0	13.0	0.03408	18.32	38.46	20.14	590.96	130.012	21.74	0.638	100.35	0.0	11.5	6.0		
44	LVL	300	355.0	3200.0	0.538	13.0	13.5	11.5	0.03408	18.34	38.64	20.30	595.66	131.045	21.74	0.638	99.77	2.5	10.0	5.5		
45	LVL	300	355.0	3200.0	0.521	10.5	11.5	10.5	0.03408	17.76	38.52	20.76	609.15	134.014	21.30	0.625	103.87	2.5	7.5	4.5		
46	LVL	300	355.0	3200.0	0.523	13.0	13.0	11.5	0.03408	17.82	38.54	20.72	607.98	133.756	21.26	0.624	100.94	0.0	6.5	3.0		
47	LVL	300	355.0	3200.0	0.529	9.5	11.5	13.0	0.03408	18.02	38.50	20.48	600.94	132.207	21.60	0.634	105.05	2.5	7.5	6.5		
48	LVL	300	355.0	3200.0	0.534	9.0	12.0	13.0	0.03408	18.20	38.54	20.34	596.83	131.303	21.56	0.633	98.59	2.5	6.0	10.0		
49	LVL	300	355.0	3200.0	0.538	11.0	11.5	11.5	0.03408	18.34	38.98	20.64	605.63	133.239	21.96	0.644	106.22	3.0	10.0	7.5		
50	LVL	300	355.0	3200.0	0.538	10.5	13.0	11.5	0.03408	18.34	39.04	20.70	607.39	133.627	21.80	0.640	101.53	3.5	8.5	5.0		
51	LVL	300	355.0	3200.0	0.524	11.5	12.0	11.0	0.03408	17.86	39.14	21.28	624.41	137.371	21.44	0.629	105.05	3.0	5.0	4.0		
52	LVL	300	355.0	3200.0	0.529	11.5	12.5	14.0	0.03408	18.04	39.28	21.24	623.24	137.113	21.50	0.631	101.53	4.5	6.5	5.0		
53	LVL	300	355.0	3200.0	0.534	12.0	14.0	12.5	0.03408	18.20	38.30	20.10	589.79	129.754	21.40	0.628	93.90	2.5	4.5	3.0		
54	LVL	300	355.0	3200.0	0.539	11.0	14.0	12.0	0.03408	18.36	38.48	20.12	590.38	129.883	21.46	0.630	90.96	2.5	5.0	3.0		
55	LVL	300	355.0	3200.0	0.525	9.5	13.0	13.5	0.03408	17.90	38.58	20.68	606.81	133.498	21.54	0.632	106.81	3.5	3.5	8.5		
56	LVL	300	355.0	3200.0	0.532	10.5	13.0	13.0	0.03408	18.14	38.78	20.64	605.63	133.239	21.40	0.628	95.66	5.5	5.5	6.5		
57	LVL	300	355.0	3200.0	0.537	11.0	12.0	12.5	0.03408	18.30	39.30	21.00	616.20	135.563	21.94	0.644	106.81	4.0	8.0	7.0		

2. 2 被覆材の2次接着

含浸し乾燥したスギ LVL を60mm厚の被覆材とするため、レゾルシノール樹脂を使用
して2次接着を行った。2次接着は齋藤木材工業株式会社のナガト工場で行った。

接着剤：レゾルシノール樹脂系

塗布量：340±30g/m² 以下

圧縮圧：0.98 MPa (10kgf/cm²)

養生期間：解圧後 24 時間以上



写真 2.2.1 2次接着前のLVL



写真 2.2.2 レゾルシノール樹脂塗布



写真 2.2.3 2次接着後



写真 2.2.4 60mm 厚被覆材

3. 1 性能評価試験（柱）

大臣認定された LVL 被覆 1 時間耐火構造（柱大断面）の仕様に基づき、性能確認試験のうち柱試験を大阪池田市の日本建築総合試験所で実施した。難燃処理単板積層材の難燃薬剤注入量は $132\text{--}142\text{ kg/m}^3$ とし、30 mm 厚の単板積層材を 2 次接着して、現場用ウレタン樹脂とビスにて柱に取り付けた。

3. 1. 1 実験概要

4 面加熱の試験体を製作し、一般社団法人日本建築総合試験所の水平炉を使用し、同試験所の「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠して加熱試験を行った。断面寸法的に柱炉に入らないので、水平炉で実施した。図 1-1 に水平炉の試験装置図を示した。試験実施日は令和 5 年 1 月 27 日であった。

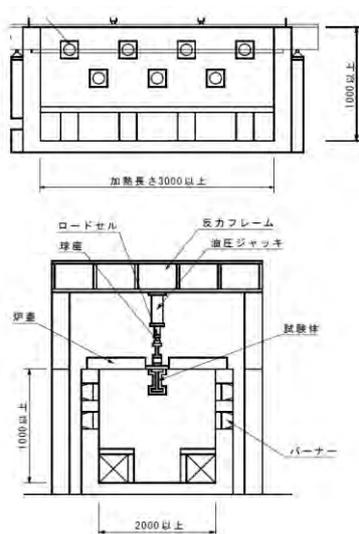


図 1-1 試験装置図（日総試 HP 試験装置図から引用）

(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。

(2) 測定項目

- ① 試験体内部温度
- ② 炉内温度
- ③ 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。

④ 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°C 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。

⑤ その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。

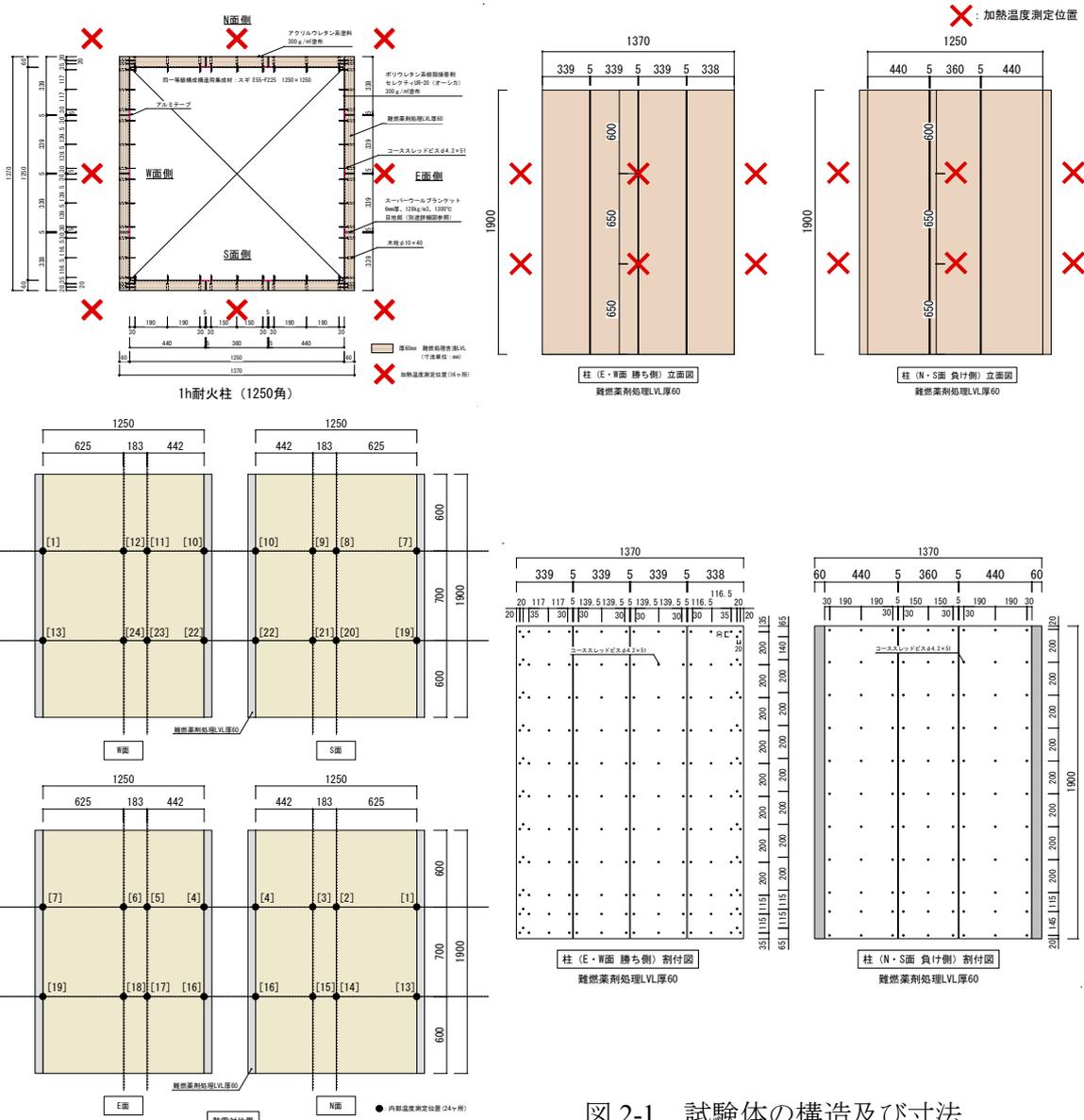


図 2-1 試験体の構造及び寸法

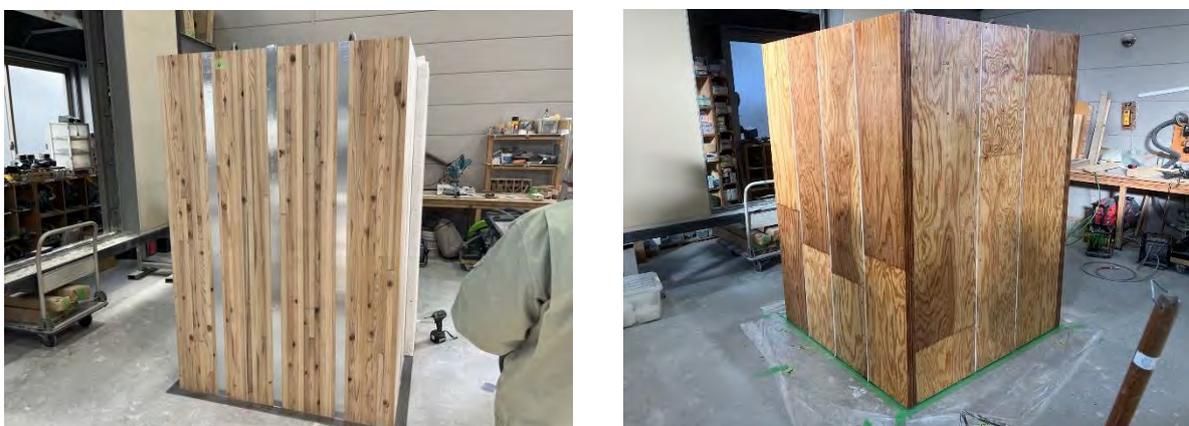


写真 2-1 製作時の様子

3. 1. 3 実験結果及び考察

(1) 実験結果

加熱開始後1350分で各計測点の温度の下降と変形速度の安定を確認し、試験を終了した。加熱温度測定結果及び熱電対の内部温度曲線を図3-1に示す。記録写真を写真2-2に示した。

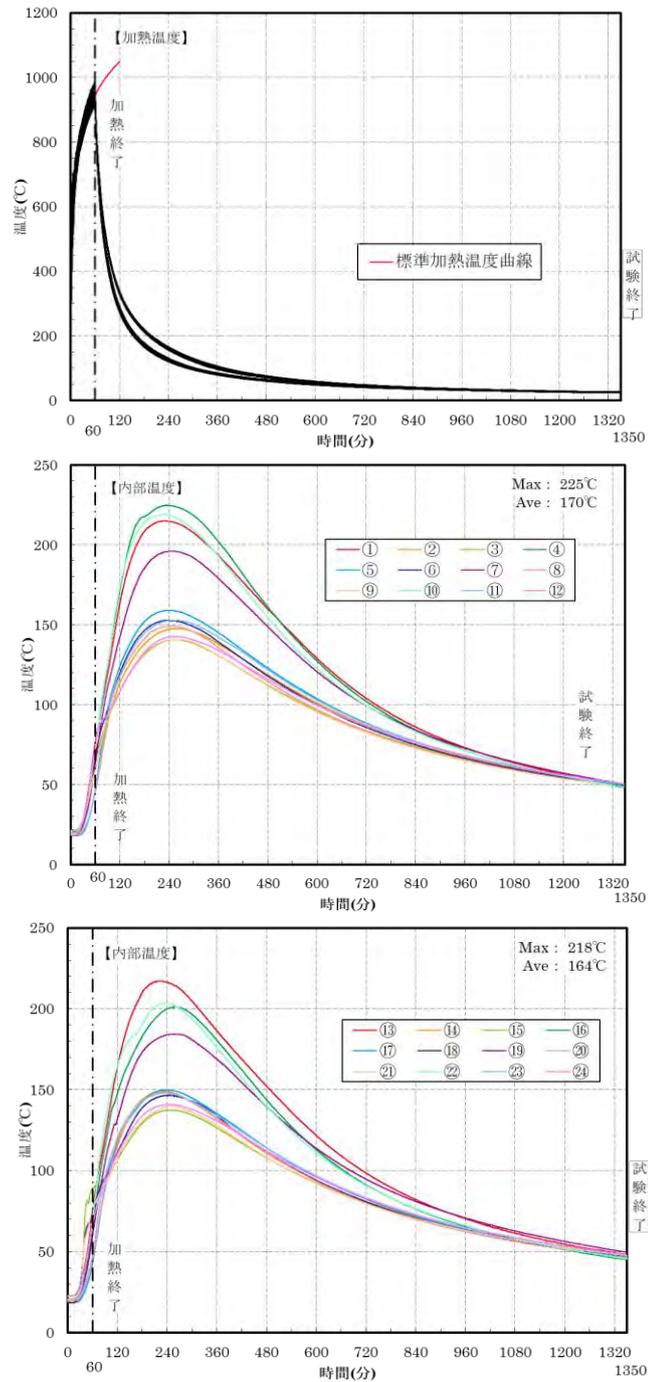


図 3-1 加熱温度測定及び内部温度曲線



写真 2-2 解体写真

(2) 考察

10時26分に加熱開始して一時間後である11時26分に加熱を終了した。加熱3分で被覆材表面に難燃薬剤が発泡しているのが観察された。被覆材は南面上部で一部脱落があった。

加熱開始後1350分(22.5時間)で脱炉した。荷重支持柱のうち、隅部の最高温度は1/3点の4番で225℃(230分)、平部の最高温度は1/3点の5番で159℃(234分)であった。

熱電対を設置した高さで外周部分を切り出し、荷重支持部材に炭化があるかを確認した。荷重支持柱の炭化は見られなかった。60mm厚の被覆材のうち平部では15mm程度が健全な部分が残っていた。隅角部ではほぼ黒色化していた。

試験結果の比較	
既認定(柱)	寸法拡大(柱)
	
	

上記の写真により、既認定との断面の状況が変わらないことが分かった。隅角部は性能が十分に発揮されており、被覆の中央部では余裕(未炭化部分)がある。また、断面拡大に伴う性能の低下は見られなかった。

3. 2 性能確認試験（梁）

大臣認定された LVL 被覆 1 時間耐火構造（梁大断面）の仕様に基づき、性能確認試験のうち梁試験を大阪池田市の日本建築総合試験所で実施した。難燃処理単板積層材の難燃薬剤注入量は $133\text{--}143\text{ kg/m}^3$ とし、30 mm 厚の単板積層材を 2 次接着して、現場用ウレタン樹脂とビスにて梁に取り付けた。

3. 2. 1 実験概要

3 面加熱の試験体を製作し、一般社団法人日本建築総合試験所の水平炉を使用し、同試験所の「防耐火性能・標準業務方法書」に準拠して加熱試験を行った。図 1-1 に水平炉の試験装置図を示した。試験実施日は令和 5 年 1 月 31 日であった。

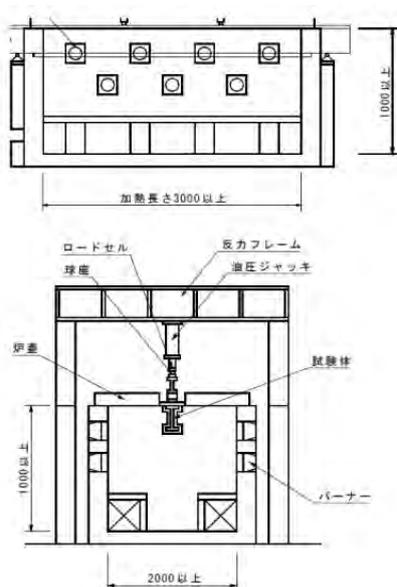


図 1-1 試験装置図

(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。

(2) 測定項目

- ① 試験体内部温度
- ② 炉内温度
- ③ 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

④ 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°C 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。

⑤ その他

試験体の目視観察、写真撮影等を行った。

3. 2. 2 試験体概要

試験体の構成部材、組立仕様などの試験体仕様のうち主なものの一覧と、製作時の様子を表 3-1～2 と図 3-1、写真 3-1 に示す。

表 3-1 梁試験体構成材料 (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"> ・材質 対称異等級構成構造用集成材(日本農林規格に適合するもの) ・樹種 スギ ・密度 0.48g/cm³(気乾、実測値) ・断面寸法 1250×1250
被覆材	<ul style="list-style-type: none"> ・材質 りん・窒素系薬剤処理単板積層材 ・薬剤含浸量 133-143kg/m³ ・厚さ 60(厚さ 30 の板を積層)

表 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	<p>[1]被覆材留付用</p> <p>[1]-1 ねじ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材質 鉄鋼(防錆処理をしたもの) ・寸法 φ4.2 mm×L51 mm ・留付間隔 200 以下 <p>[1]-2 接着剤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材質 ウレタン系樹脂接着剤 ・塗布量 350g/m² <p>[1]-3 木栓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材質 ブナ(広葉樹) ・寸法 φ10
表面塗装	<p>[1]アクリル・ウレタン樹脂系塗料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塗布量 300g/m²

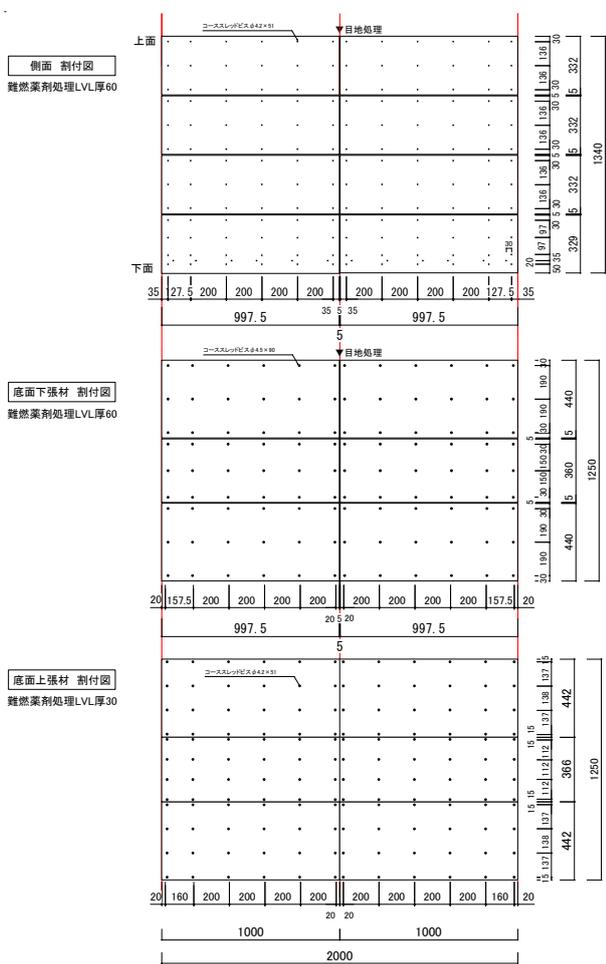
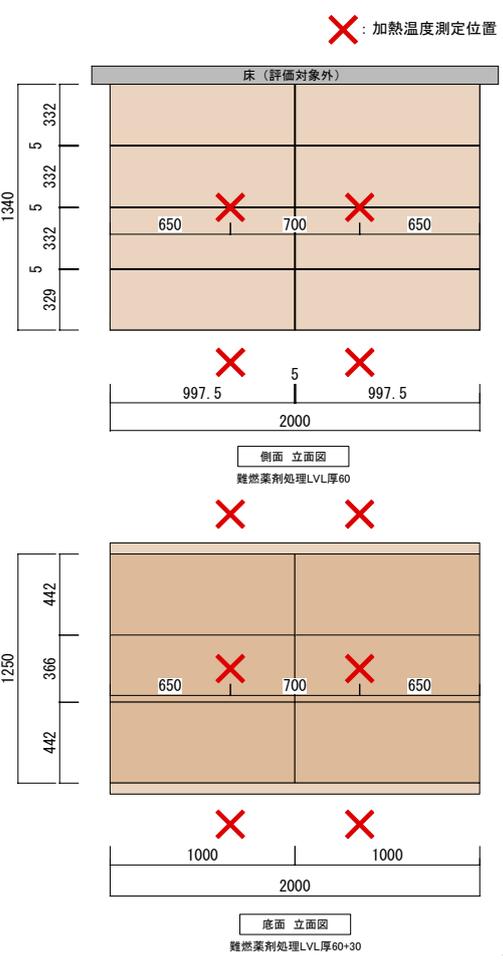
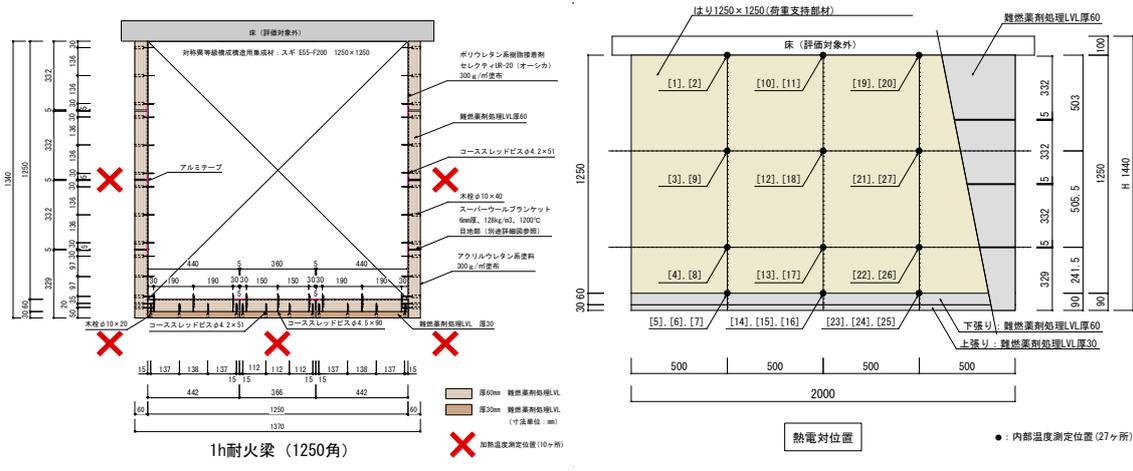


図 3-1 試験体の構造及び寸法



写真 3-1 試験体製作

3. 2. 3 実験結果及び考察

(1) 実験結果

加熱開始後600分で各計測点の温度の下降の安定を確認し、試験を終了した。加熱温度測定曲線及び熱電対の内部温度曲線を図4-1～2に示す。記録写真を写真4-1に示した。

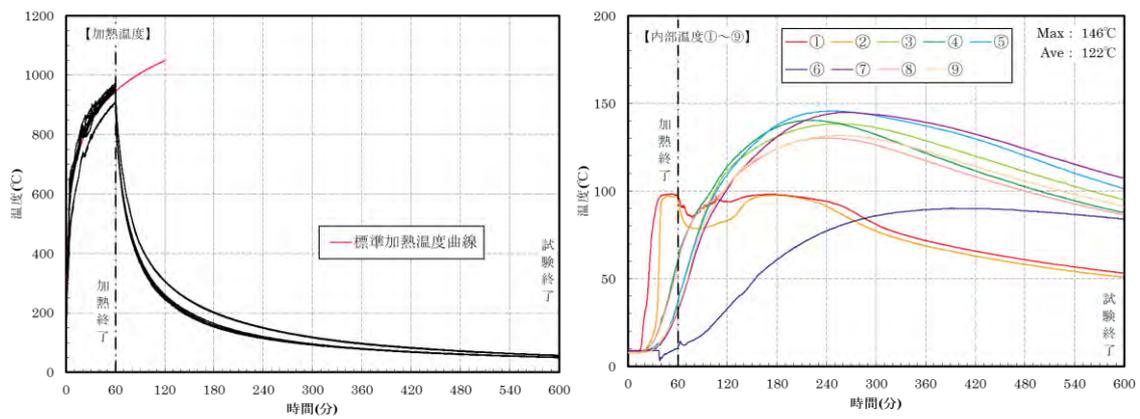


図 4-1 加熱温度測定及び内部温度曲線

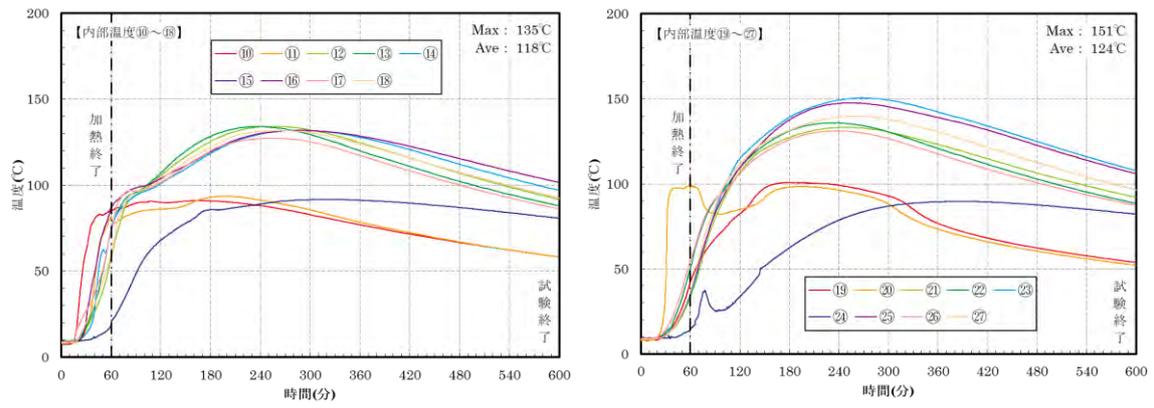


図 4-2 内部温度曲線

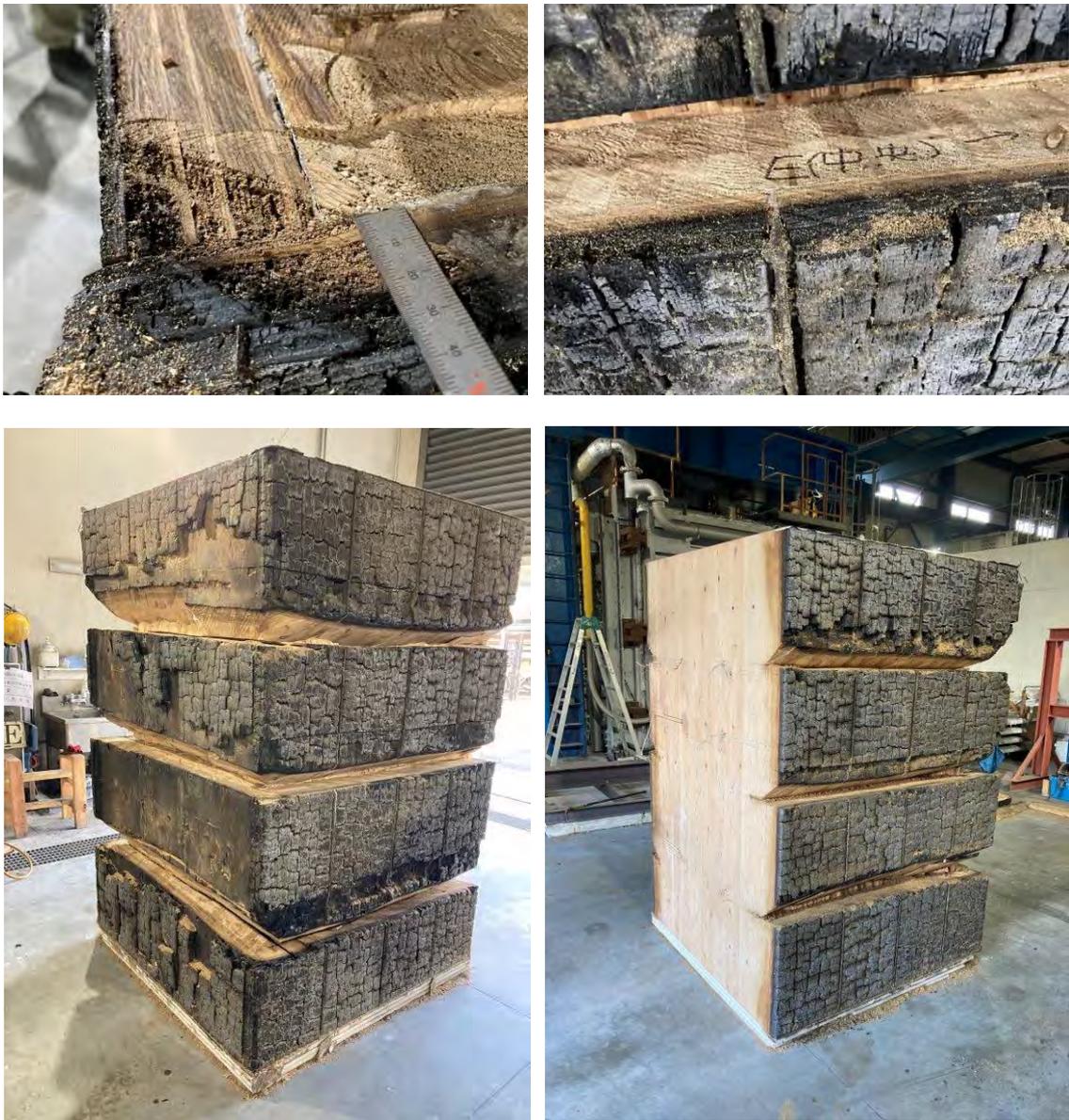


写真 4-1 解体写真

(2) 考察

9時37分に加熱開始して一時間後である10時37分に加熱を終了した。加熱5分に被覆材表面で難燃薬剤が発泡しているのが観察された。被覆材は側面も下面も脱落することなく、60分で加熱を停止した。

加熱開始後60分(10時間)で脱炉した。荷重支持梁のうち、隅部の最高温度は1/4点の23番で151℃(264分)、下部の平部の最高温度は1/4点の15番で91℃(318分)、側面の平部の最高温度は27番で140℃(264分)であった。

熱電対を設置した3ヶ所の外周部分を切り出し、荷重支持部材に炭化があるかを確認した。荷重支持はりの炭化は見られなかった。60mm厚の被覆材のうち側面平部では20mm前後、隅部では20mm前後の健全部分が残っていた。目地については、大断面の時と同様に縦目地と横目地の両方を設けても1時間耐火の性能に問題ないことが確認した。



上記の写真により、既認定との断面の状況が変わらないことが分かった。隅角部は性能が十分に発揮されており、被覆の中央部では余裕(未炭化部分)がある。また、断面拡大に伴う性能の低下は見られなかった。

4. まとめと今後の課題

本事業で実施した、LVL 被覆 1 時間耐火構造の荷重支持部材の寸法拡大において、柱と梁の耐火試験を実施した結果、1 時間耐火の性能を有した。今まで最大断面に制限のあった建築でより大きな断面寸法の柱と梁を適用できることになり、設計の自由度を上げることが可能になった。本事業で検討対象となったやはた幼稚園においては設計時に小さい断面で設計せざるを得なかったが、より大きな断面を使えることにより、石膏ボード被覆にせざるを得なかった柱や梁を木表しの LVL 被覆耐火構造に置き換えることが可能になった。建物を使用する方々に木表しの意匠を見せることができるようになると同時に、炭素固定量を増やす効果が見込まれる。

今後は本事業の成果を使い、オール木材で構成する LVL 被覆耐火構造をお施主さんや意匠設計者・構造設計者に周知し、国産材の利用を喚起していく。

試験番号：ⅢA-22-0037

受付日：2022年 10月 17日

報告日：2023年 4月 5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

工学博士 川瀬 博

報告書発行責任者

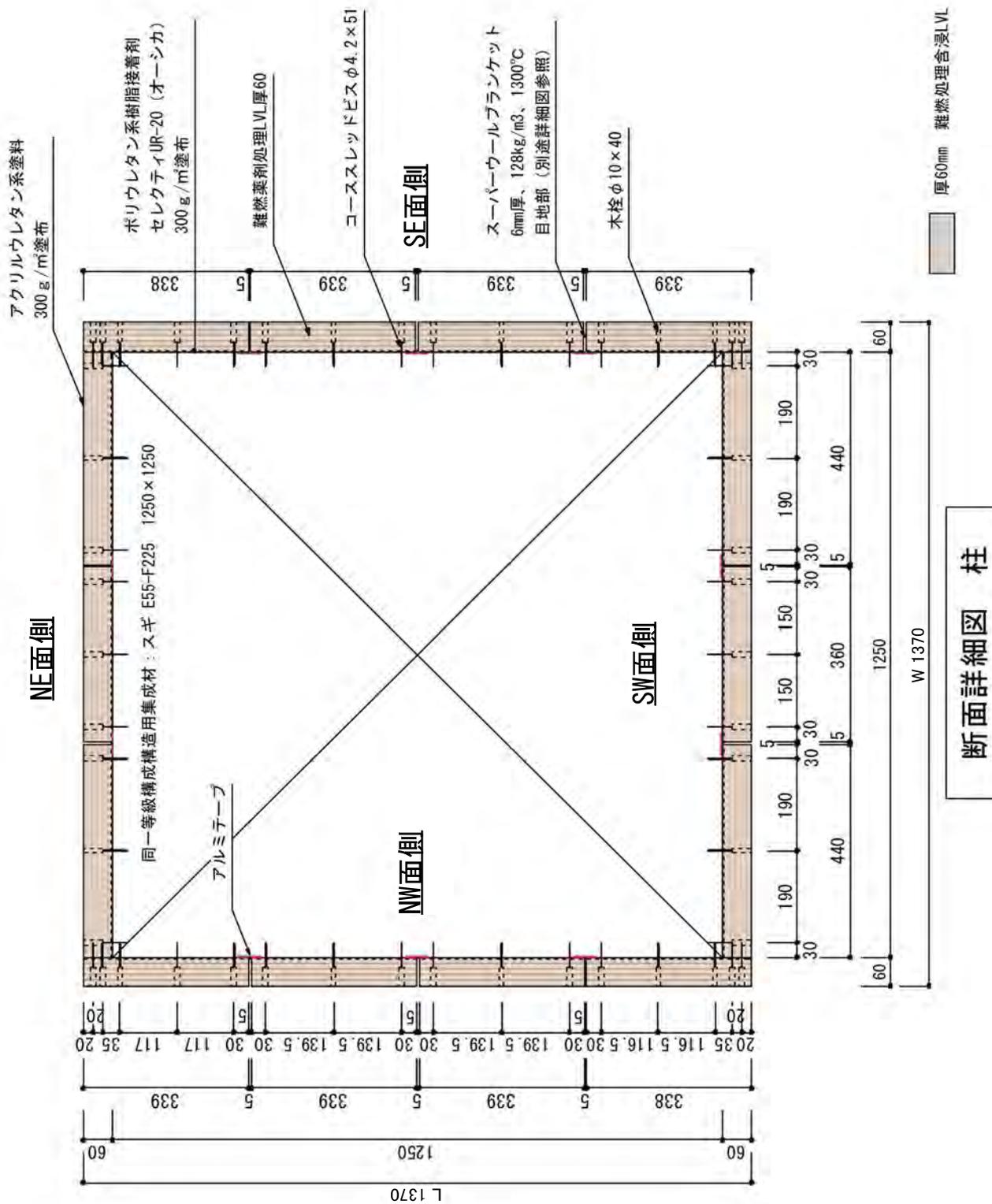
耐火構造試験室長

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		
構造名	試験体A：りん窒素系薬剤処理単板積層材(60mm)被覆／木製柱 試験体B：りん窒素系薬剤処理単板積層材(側面60mm・下面60+30mm)被覆／木製はり			
商品名	-			
建築物の部分	柱・はり	耐火性能	1時間	
試験	材令	試験体製作日：2023年 1月 13日		
	比重	試験体A	スギ集成材	: 0.40 (気乾), 0.37 (105℃・14日間乾燥)
			りん窒素系薬剤処理単板積層材 (t=60mm)	: 0.63 (気乾), 0.58 (105℃・14日間乾燥)
		試験体B	スギ集成材	: 0.39 (気乾), 0.36 (105℃・14日間乾燥)
			りん窒素系薬剤処理単板積層材 (t=60mm)	: 0.64 (気乾), 0.58 (105℃・14日間乾燥)
	含水率 (%)	試験体A	スギ集成材	: 8.66 (105℃・14日間乾燥)
			りん窒素系薬剤処理単板積層材 (t=60mm)	: 9.86 (105℃・14日間乾燥)
		試験体B	スギ集成材	: 8.89 (105℃・14日間乾燥)
			りん窒素系薬剤処理単板積層材 (t=60mm)	: 10.54 (105℃・14日間乾燥)
	備考	-		-
試験体の材料および構成 (断面図, 単位:mm)		詳細を図-1~9に示す。 (図-1~9は依頼者の提出資料による。)		
図	<p>試験体A (柱・水平断面)</p>		<p>試験体B (梁・鉛直断面)</p>	
	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 ただし、試験体寸法に関する規定は除く。		
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離れた位置の火炎温度		
	試験体設置図 加熱温度測定位置	図-10,11に示す。		
	内部温度測定位置	試験体Aは図-4に、試験体Bは図-8,9にそれぞれ示す。		

試 験 結 果	試 験 体 記 号	A	B
	試 験 年 月 日	2023年 1月 27日~28日	2023年 1月 31日
	試 験 体 の 大 き さ (mm)	W 1370 × L 1370 × H 1900	W 1370 × H 1340 × L 2000
	加 熱 面	4面	上面を除く3面
	試 験 時 間	1350 分 ^{*1}	600 分 ^{*1}
	加 熱 時 間	60 分	60 分
	加 熱 温 度 測 定 曲 線	図-12 に示す。	図-15 に示す。
	内 部 温 度 測 定 曲 線	図-13, 14 に示す。	図-16~18 に示す。
	そ の 他	荷重支持部材に炭化がないことを確認した。(写真-9~19参照)	荷重支持部材に炭化がないことを確認した。(写真-26~36参照)
備 考	<ul style="list-style-type: none"> ・ *1 : 内部温度が最大値を示したこと、および試験体に赤熱がないことを確認して試験を終了した。 ・ 試験状況を写真-1~36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：床・はり炉	
試 験 担 当 者	試験責任者： 小宮 祐人	試験担当者： 東 翔太	

以上



1h耐火柱 (1250角)

図-1 試験体図(試験体A) (寸法単位: mm)

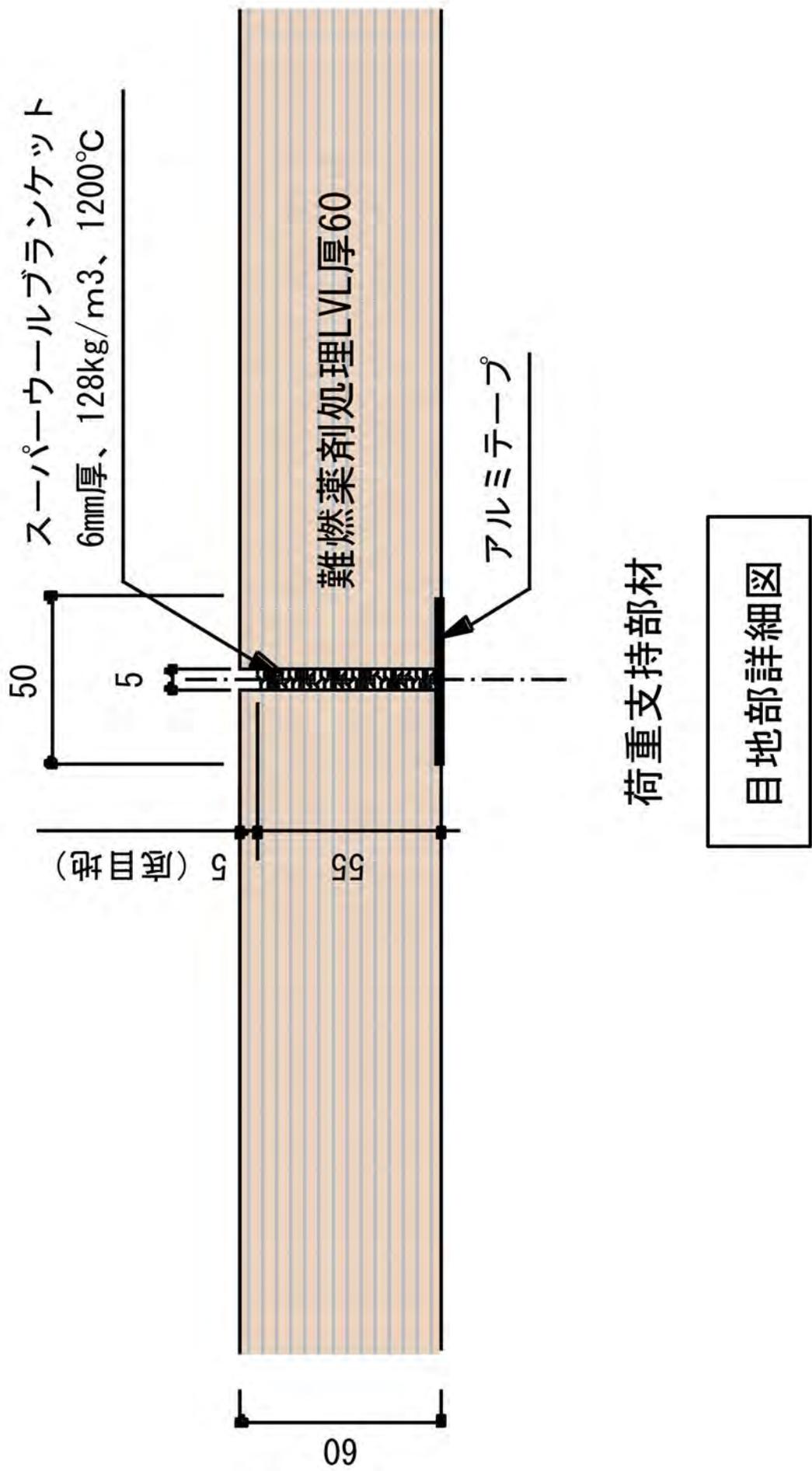
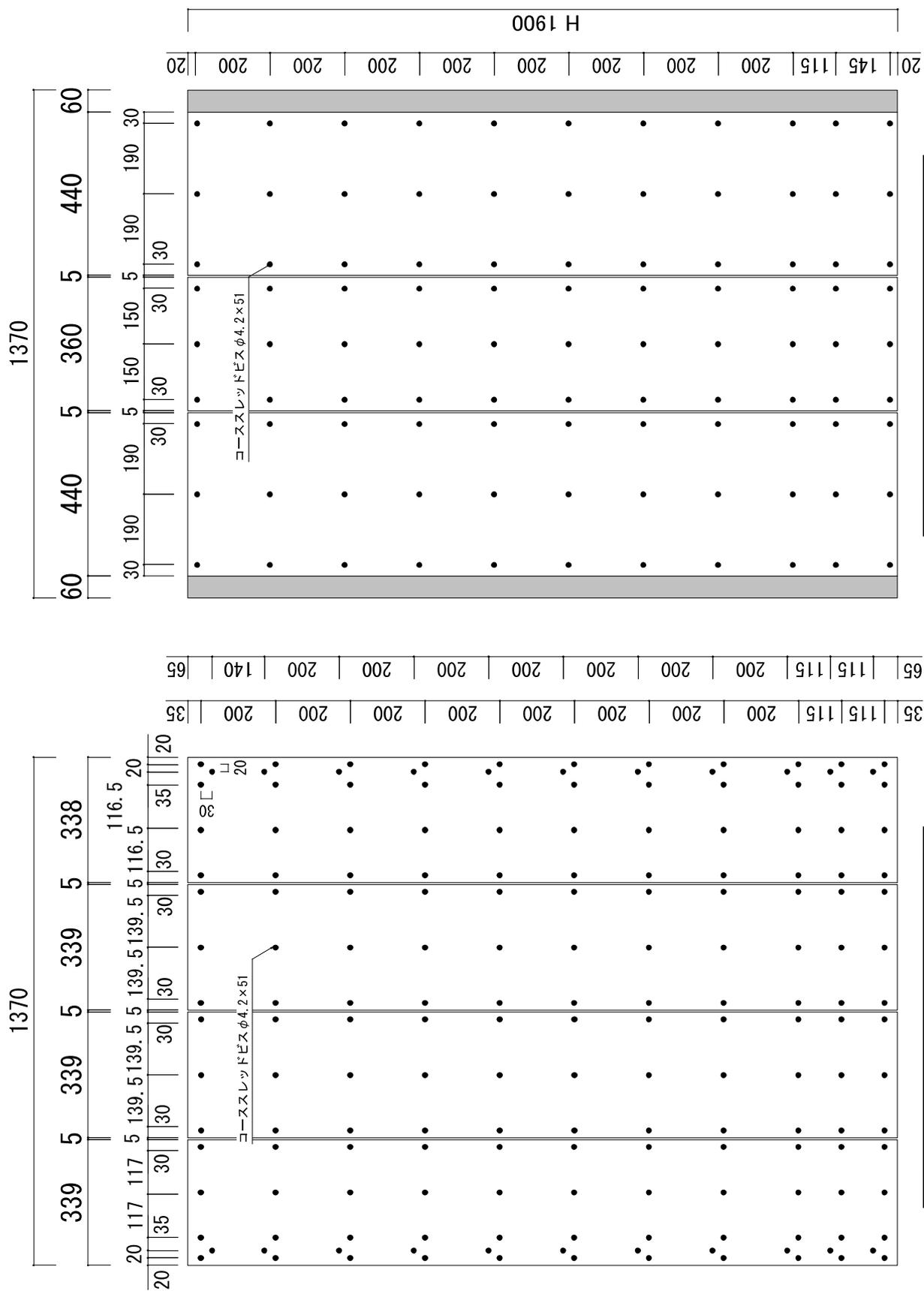


図-2 試験体図(試験体A)(寸法単位:mm)



柱 (NE・SW面 勝ち側) 割付図

柱 (SE・NW面 勝ち側) 割付図

難燃薬剤処理LVL厚60

難燃薬剤処理LVL厚60

図-3 試験体図 (試験体A) (寸法単位:mm)

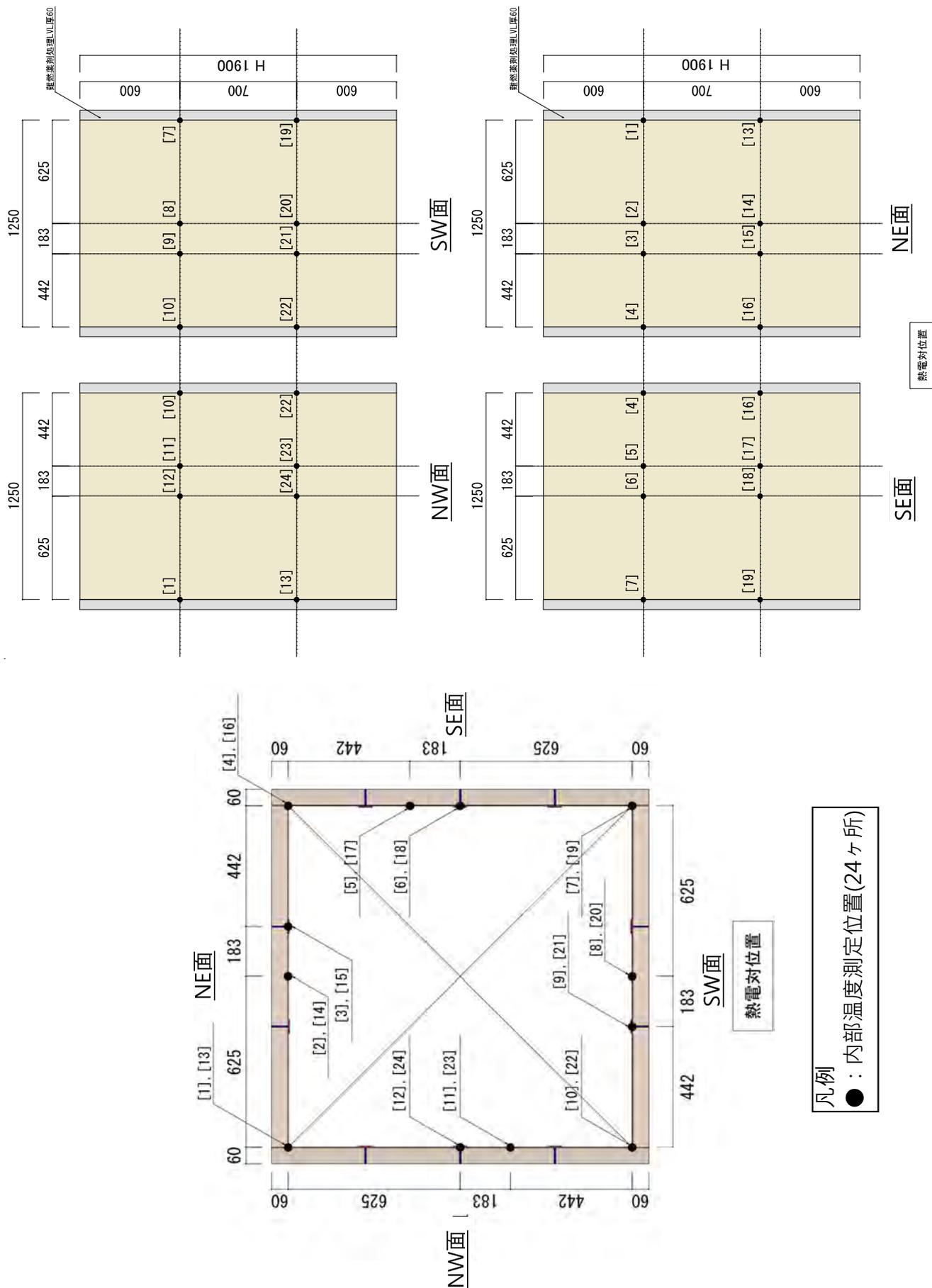


図-4 内部温度測定位置(試験体A)(寸法単位:mm)

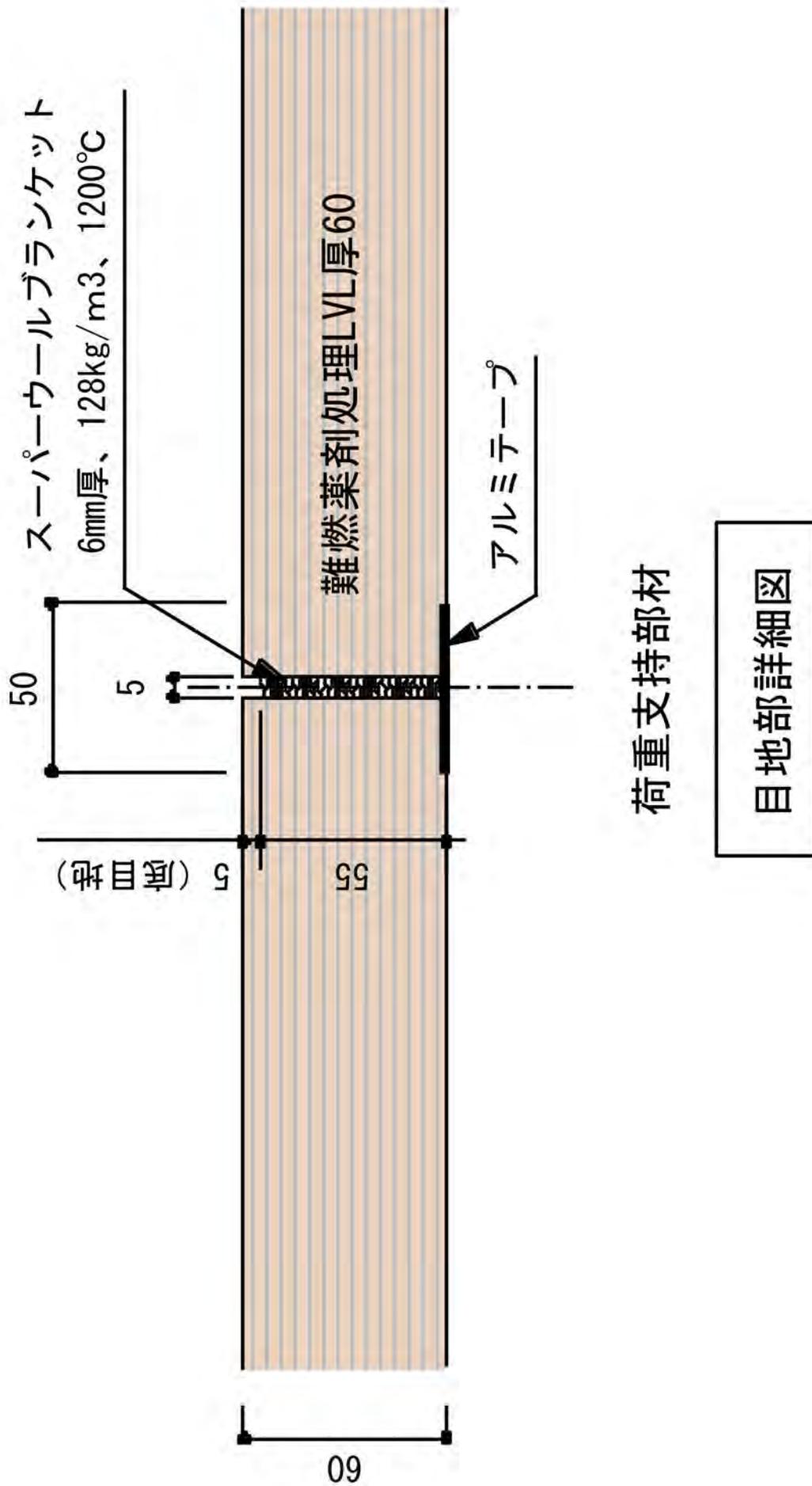
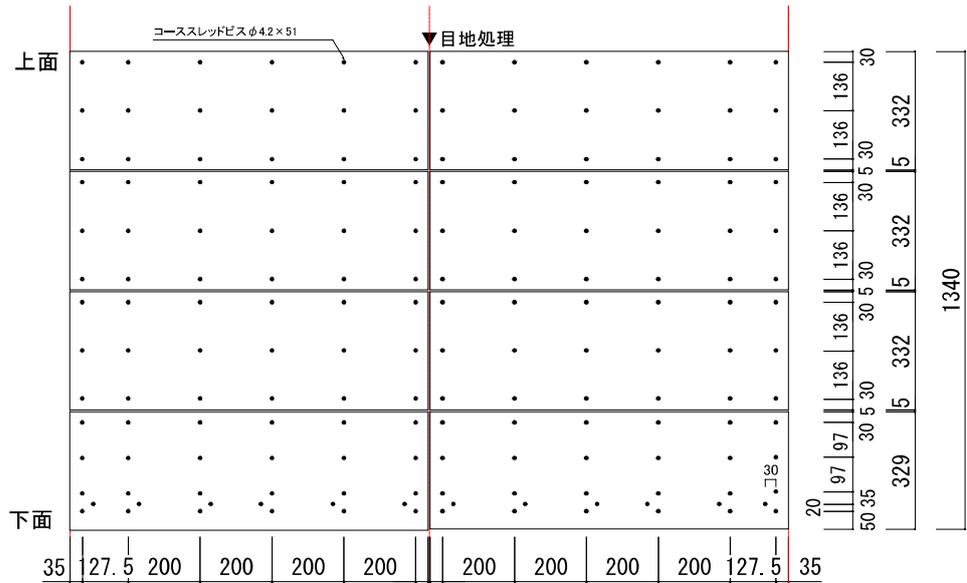


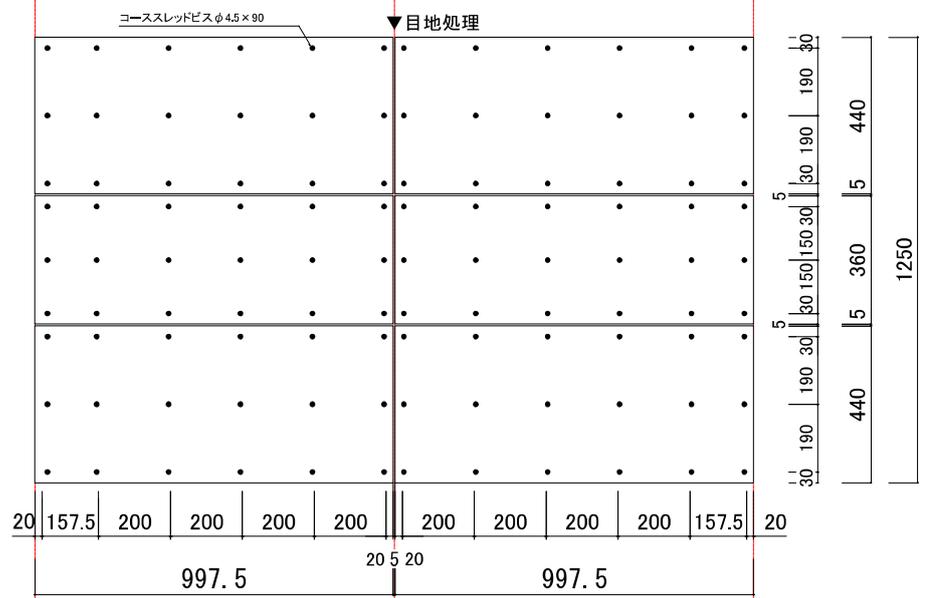
図-6 試験体図 (試験体B) (寸法単位: mm)

側面 割付図
難燃薬剤処理LVL厚60



底面下張材 割付図
難燃薬剤処理LVL厚60

N面



S面

底面上張材 割付図
難燃薬剤処理LVL厚30

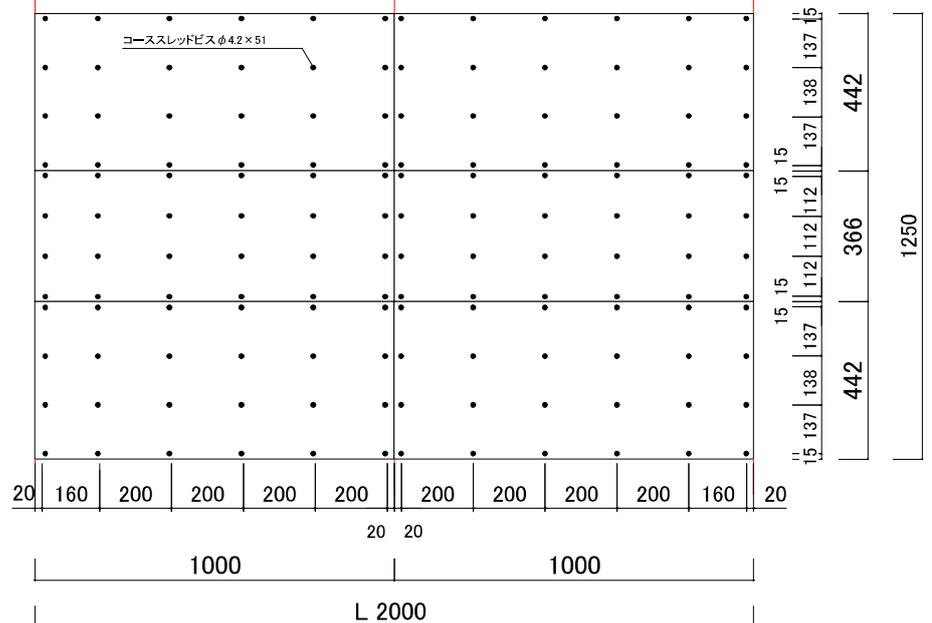


図-7 試験体図 (試験体B) (寸法単位 : mm)

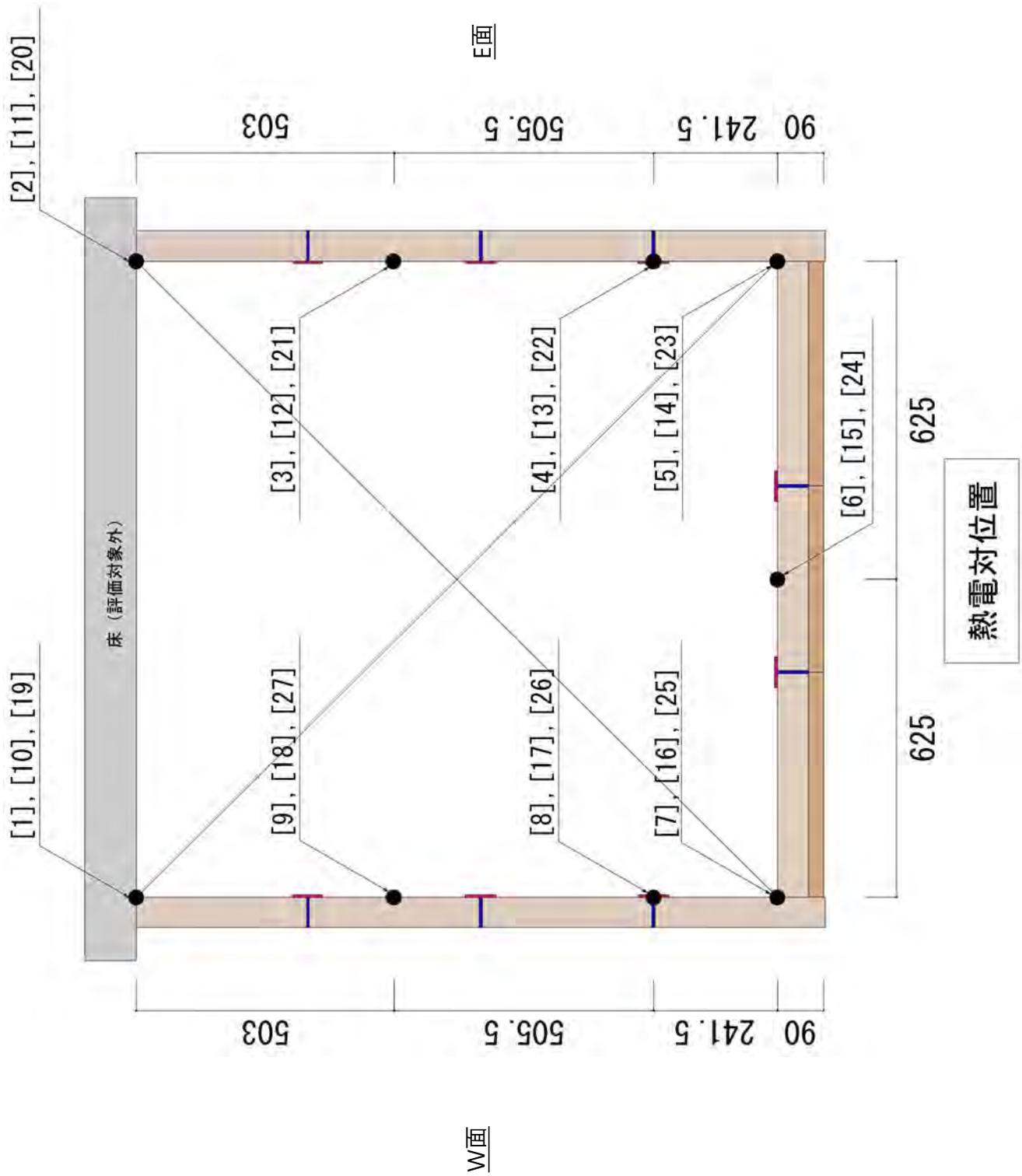
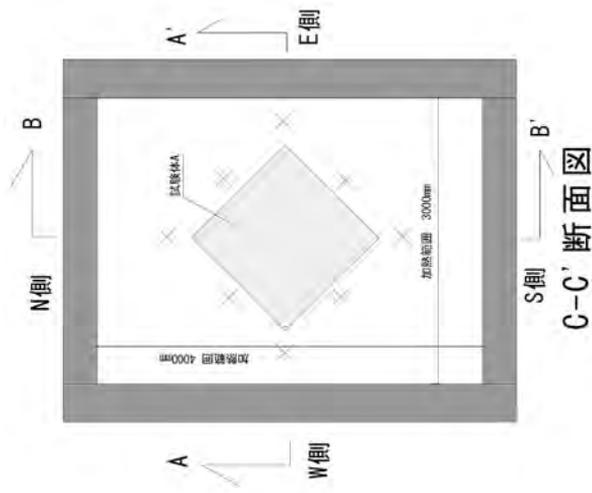


図-8 内部温度測定位置 (試験体B) (寸法単位: mm)



凡例
 ×：加熱温度測定位置
 試験体A：16箇所
 試験体B：10箇所

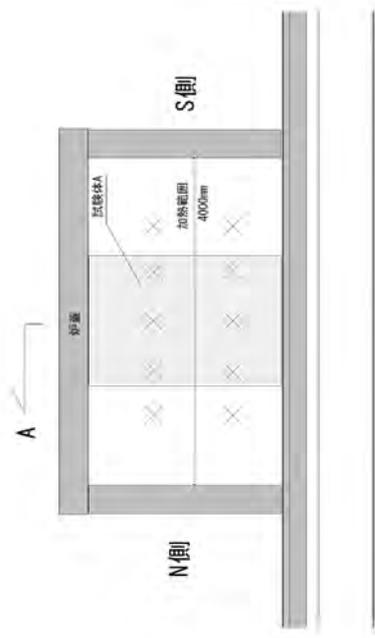


図-10 試験体設置図 (試験体A)

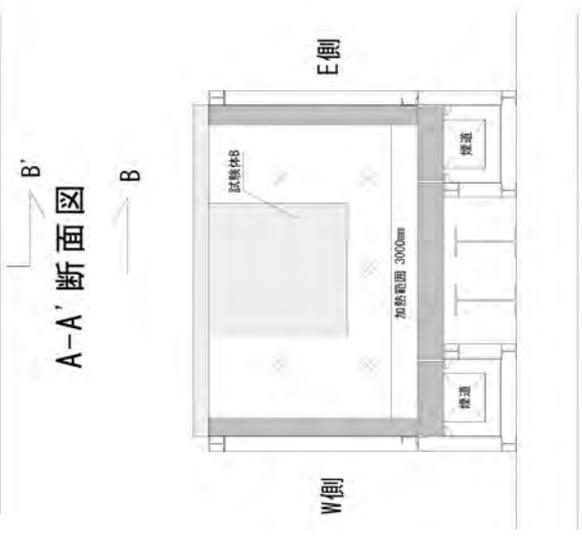
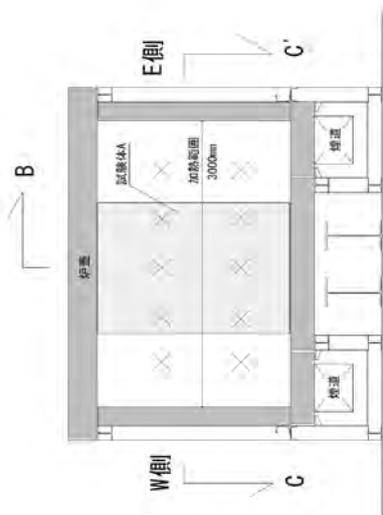
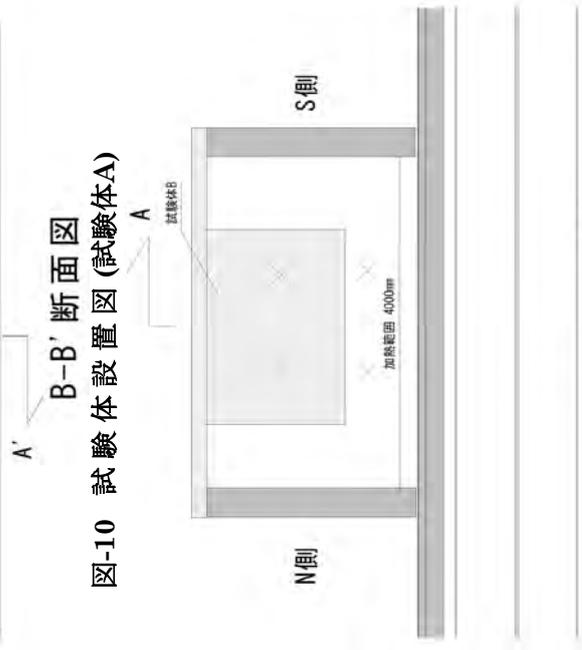


図-11 試験体設置図 (試験体B)

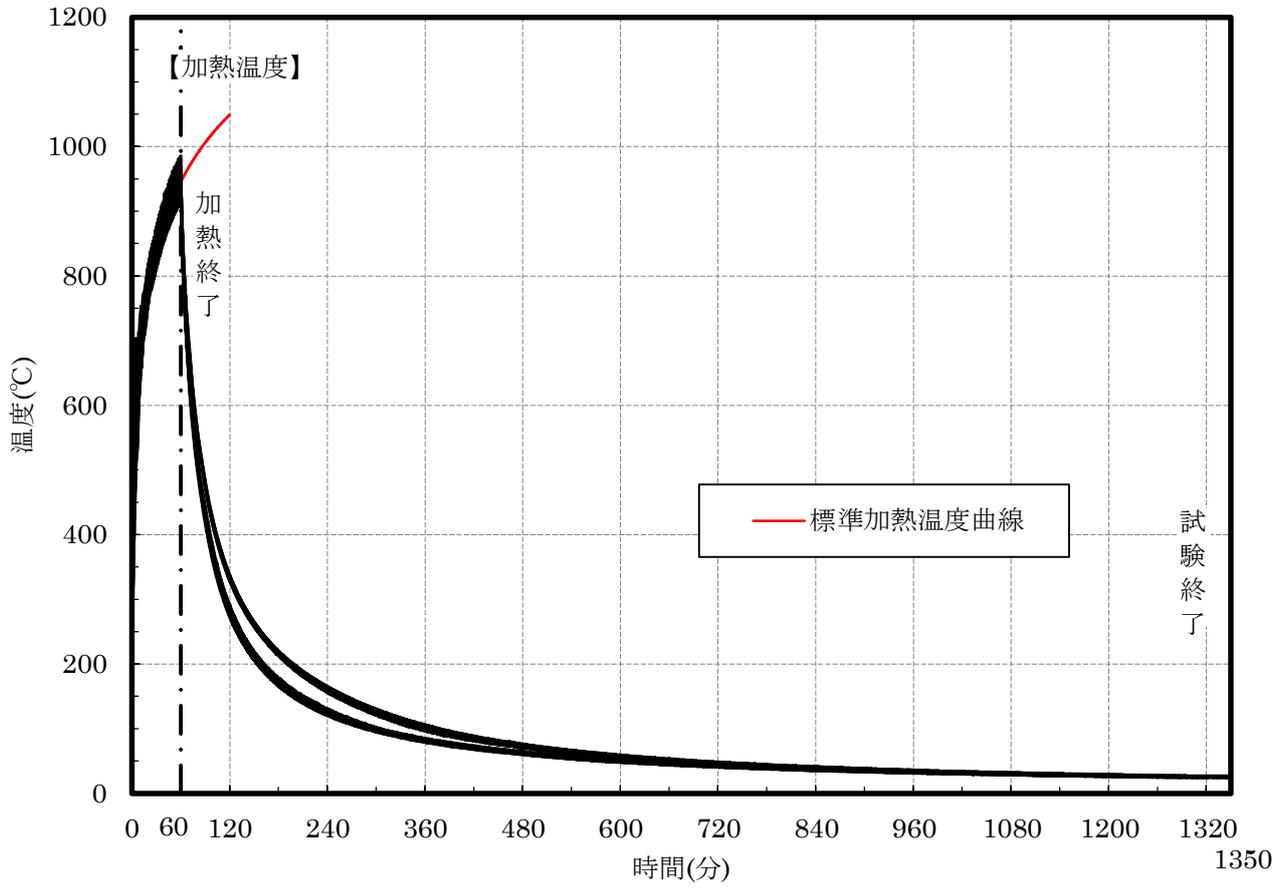


圖-12 加熱溫度測定曲線 (試驗體A)

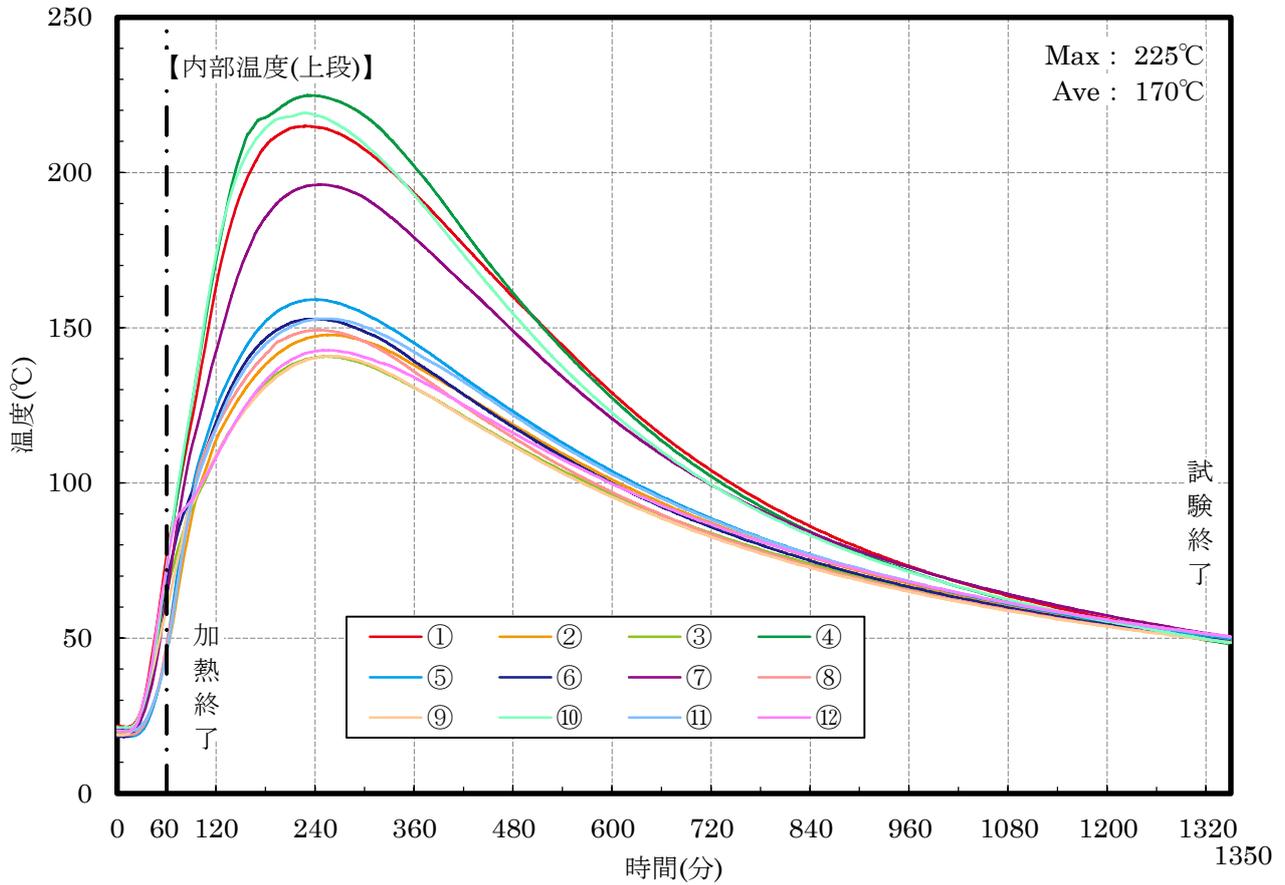


図-13 内部温度測定曲線 (試験体A, 上段)

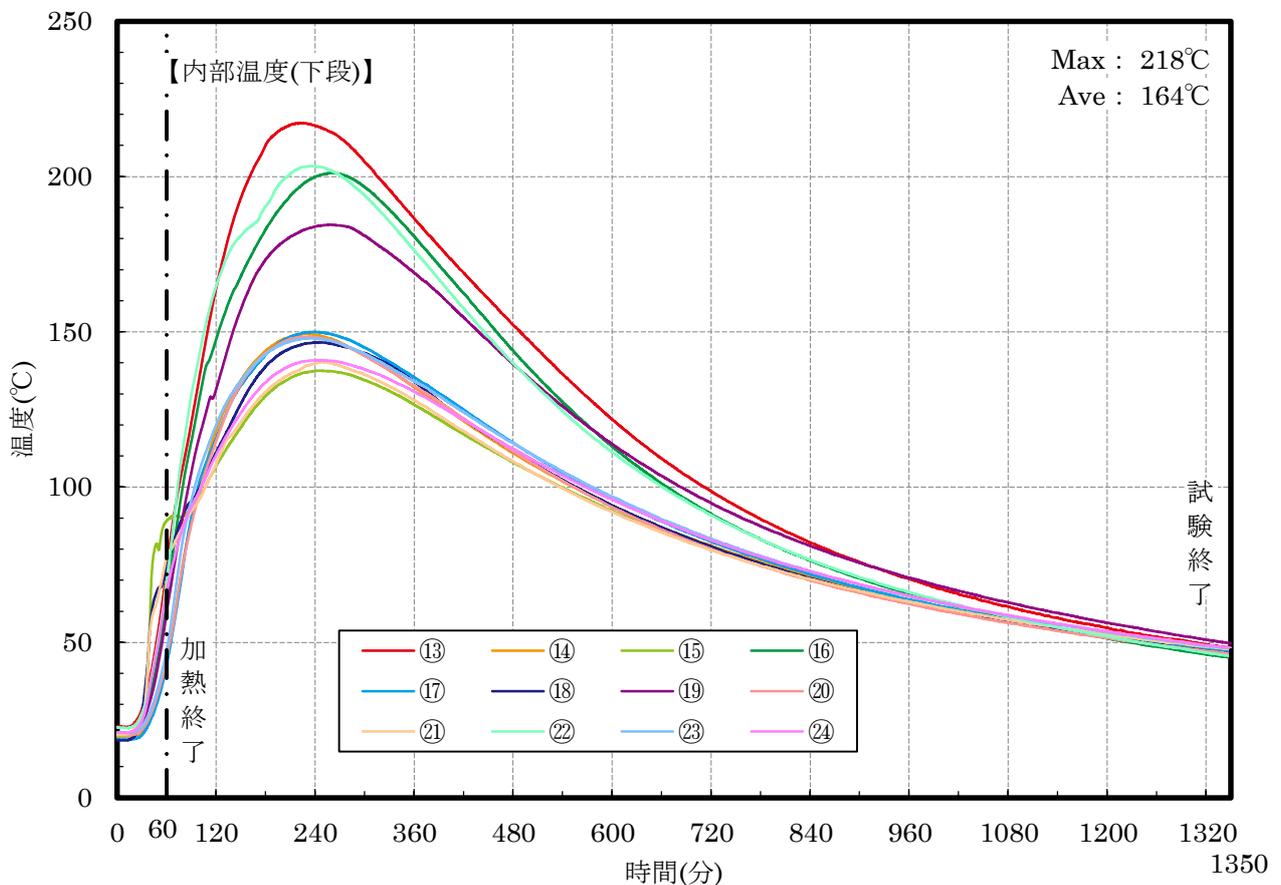


図-14 内部温度測定曲線 (試験体A, 下段)

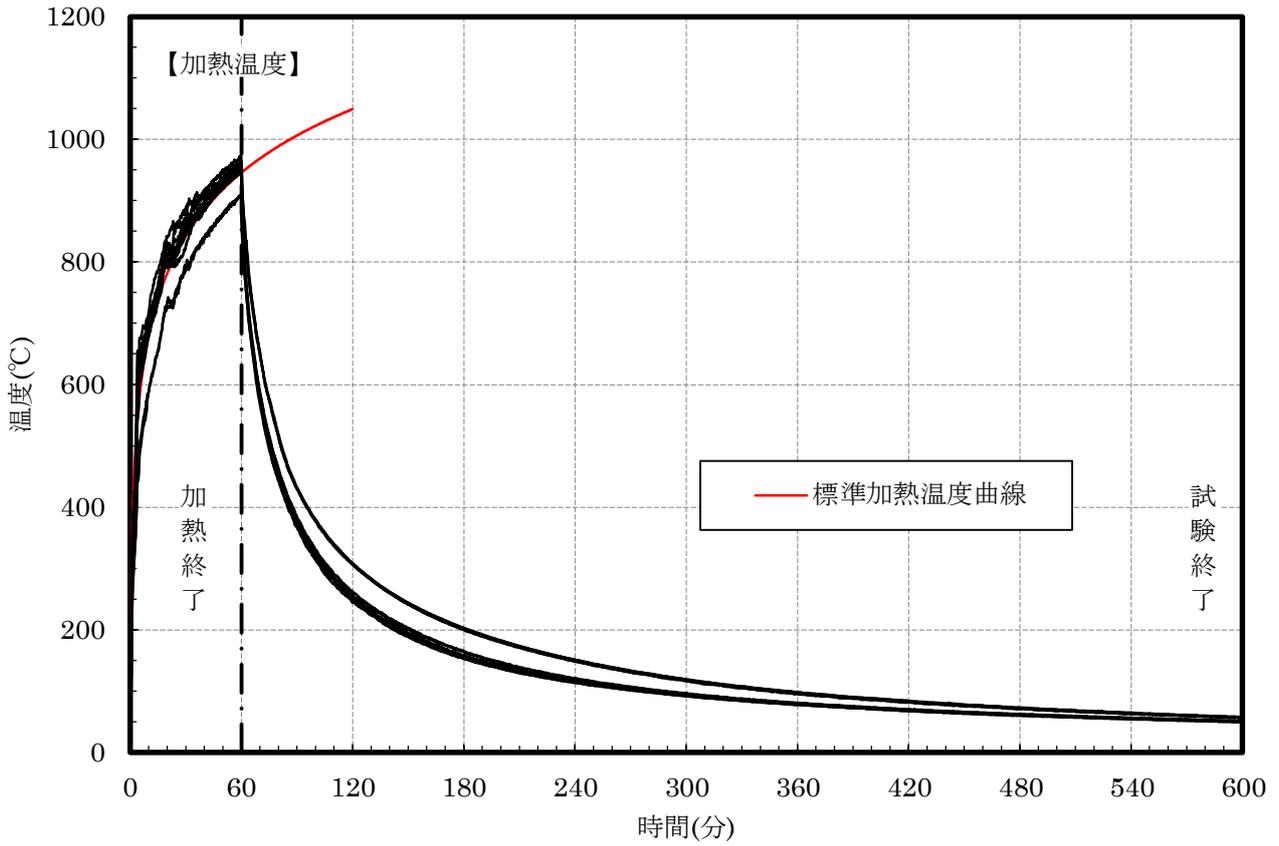


図-15 加熱温度測定曲線 (試験体B)

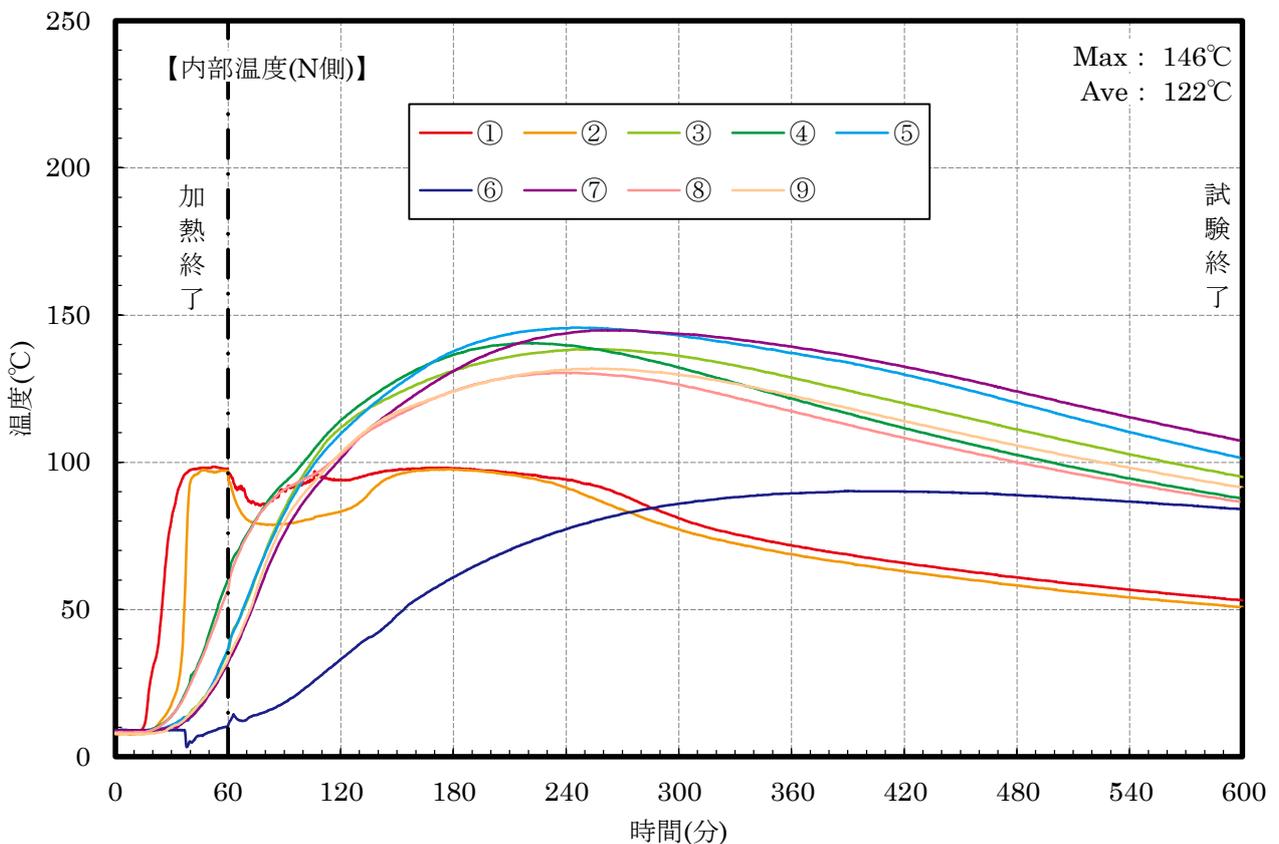


図-16 内部温度測定曲線 (試験体B, N側)

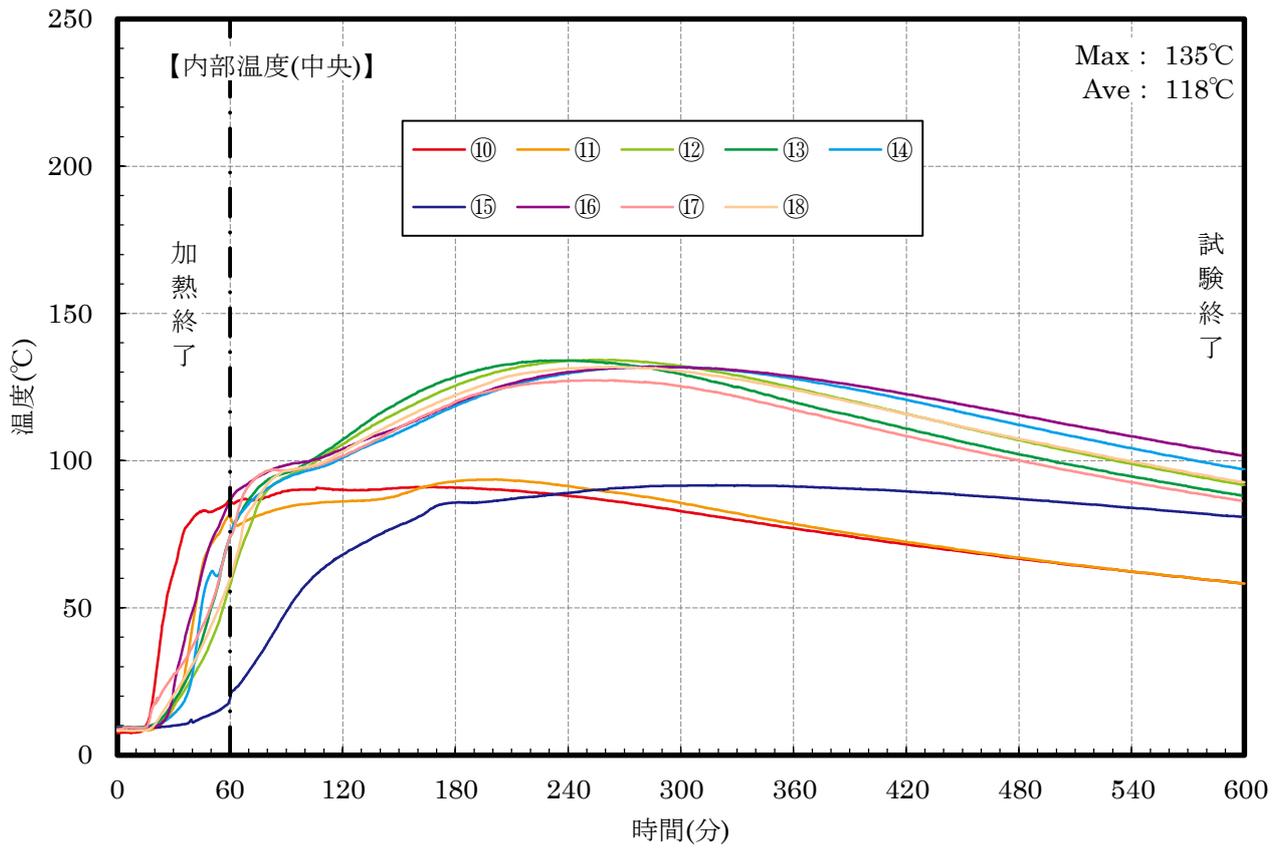


図-17 内部温度測定曲線 (試験体B, 中央)

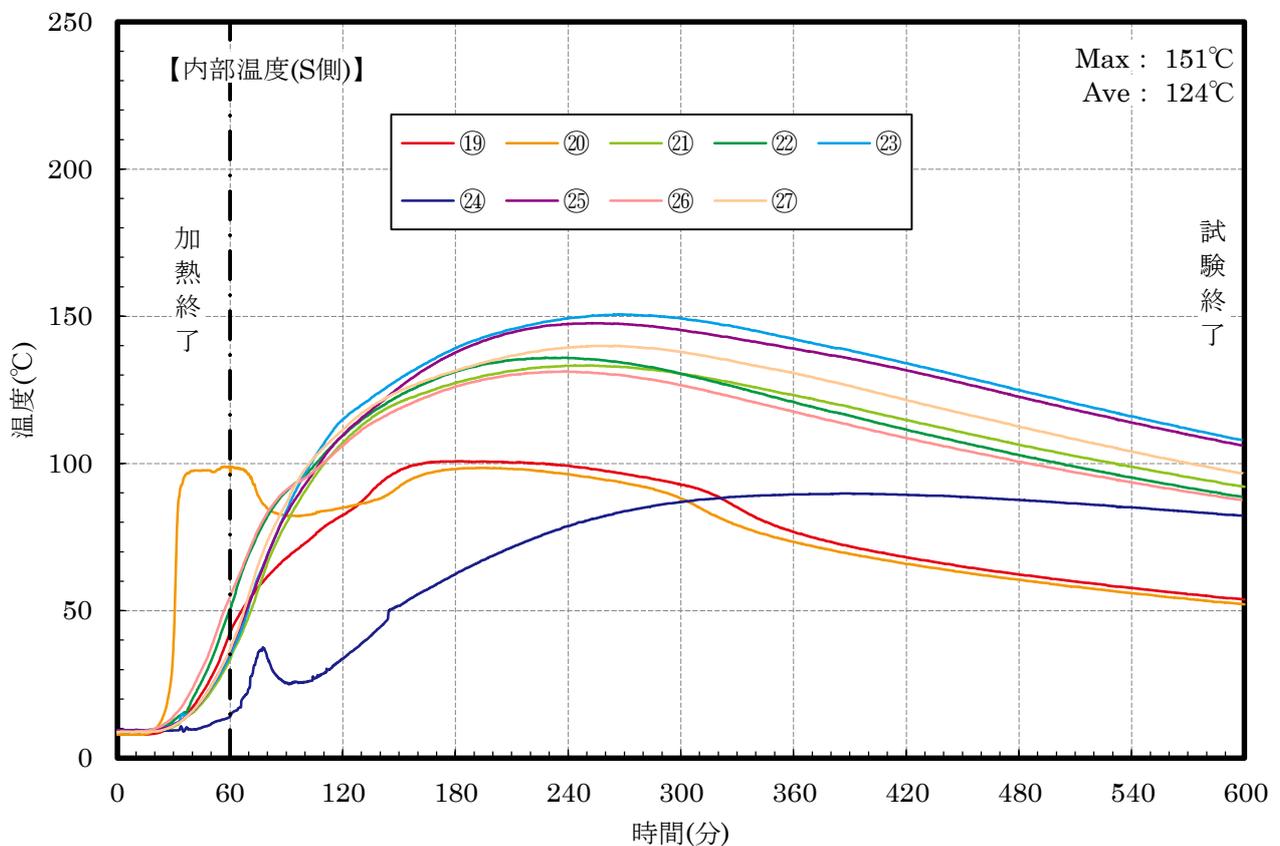


図-18 内部温度測定曲線 (試験体B, S側)



写真-1 試験体A NW面側
(加熱前)



写真-2 試験体A NE面側
(加熱前)



写真-3 試験体A SE面側
(加熱前)



写真-4 試験体A SW面側
(加熱前)



写真-5 試験体A NW面側
(加熱後)



写真-6 試験体A NE面側
(加熱後)



写真-7 試験体A SE面側
(加熱後)



写真-8 試験体A SW面側
(加熱後)



写真-9 試験体A NW面側(上段)
(解体後)



写真-10 試験体A NW面側(下段)
(解体後)



写真-11 試験体A NE面側(上段)
(解体後)



写真-12 試験体A NE面側(下段)
(解体後)



写真-13 試験体A SW面側(上段)
(解体後)



写真-14 試験体A SW面側(下段)
(解体後)



写真-15 試験体A SE面側(上段)
(解体後)



写真-16 試験体A SE面側(下段)
(加熱前)



写真-17 試験体A W側角部
(解体後)



写真-18 試験体A W側角部
(解体後)



写真-19 試験体A NE側平部
(解体後)



写真-20 試験体B E面側
(加熱前)



写真-21 試験体B W面側
(加熱前)



写真-22 試験体B 下面側
(加熱前)



写真-23 試験体B E面側
(加熱後)



写真-24 試験体B W面側
(加熱後)



写真-25 試験体B 下面側
(加熱後)



写真-26 試験体B E面(S側)
(解体後)



写真-27 試験体B E面(中央)
(解体後)



写真-28 試験体B E面(N側)
(解体後)



写真-29 試験体B W面(S側)
(解体後)



写真-30 試験体B W面(中央)
(解体後)



写真-31 試験体B W面(N側)
(解体後)



写真-32 試験体B 下面(S側)
(解体後)



写真-33 試験体B 下面(中央)
(解体後)



写真-34 試験体B 下面(N側)
(解体後)



写真-35 試験体B 下側平部
(解体後)



写真-36 試験体B E側角部
(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