

地域材利用拡大緊急対策事業（木材の新規用途の導入促進）のうち  
地域の特性に応じた木材部材・工法の開発・普及等支援事業  
地域木材「信州カラマツ」による準耐火構造壁開発事業

## 事業報告書

2017年3月

小林木材株式会社

上田第三木材合資会社

有限会社和建築設計事務所

## 目次

1. 事業の目的	P 2
2. 実施した項目	P 2
3. 実施体制	P 2
4. 実施内容	
1) 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁の開発	
① 「信州カラマツ」外装材の仕様検討	P 3
② 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁仕様検討	P 9
③ 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁断熱性能検証	P 17
2) 耐火性能試験の実施	
① 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 30 分の耐火性能試験実施	P 19
② 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 45 分の耐火性能試験実施	P 26
③ 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 1 時間の耐火性能試験実施	P 31
3) 耐火性能試験の結果	P 41
4) 今後の課題・展開等	P 41

## 1. 事業の目的

本事業では、「信州カラマツ」材製品のより付加価値を高めるため、2020年の建築物断熱義務化に対応すべく、開発済みの防火構造の見直しを図り、大都市圏での需要が見込まれる木造軸組み工法及びCLT工法の準耐火構造壁開発を行い、開発技術の普及活動を実施するものである。本事業により新規販路開拓を行い地域木材「信州カラマツ」の需要拡大を図る。

## 2. 実施した項目

- 1) 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁の開発
  - ① 「信州カラマツ」外装材の仕様検討
  - ② 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁仕様検討
  - ③ 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁断熱性能検証
- 2) 耐火性能試験の実施
  - ① 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 30 分の耐火性能試験実施
  - ② 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 45 分の耐火性能試験実施
  - ③ 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 1 時間の耐火性能試験実施

## 3. 実施体制

- 1) 事業責任者：小林木材株式会社 専務取締役 小林保経
- 2) 事業技術責任者：有限会社和建築設計事務所 代表取締役 青木和壽
- 3) 事業担当技術者：小林木材株式会社 3 名、上田第三木材合資会社 2 名、有限会社和建築設計事務所 2 名（2 級建築士）
- 4) 試験実施機関：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

#### 4. 実施内容

##### 1) 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁の開発

##### ① 「信州カラマツ」外装材の仕様検討

##### ア. 品質

「信州カラマツ」外装材の密度は、 $0.49\sim 0.65\text{ g/cm}^2$  含水率 15%以下とした。外装材表面の死節・欠節、やにつぼは隙間ないように補修する仕様とした。

構造製材の辺材利用した「信州カラマツ」の外装材寸法は、厚み 30 mm以上、働き幅 100~180 mmとした。

「信州カラマツ」外装材の試作を行い、比重  $0.57\text{ g/cm}^2$  含水率 11%を確認した。

表 4.1.1.1 品質管理 1 (形状加工後)

材番号	断面(cm <sup>2</sup> )	長さ(cm)	重さ(g)	比重	含水率(%)
29	24.400	400.0	4920	0.50	11.00
12	24.400	400.0	4960	0.51	11.00
205	24.400	400.0	4980	0.51	11.10
173	24.400	400.0	4880	0.50	11.20
94	24.400	400.0	5580	0.57	11.00
100	24.400	400.0	5900	0.60	10.90
87	24.400	400.0	5200	0.53	10.90
81	24.400	400.0	5900	0.60	11.00
4	24.400	400.0	5740	0.59	11.20
9	24.400	400.0	5520	0.57	11.00
3	24.400	400.0	5320	0.55	11.00
44	24.400	400.0	5540	0.57	11.10
11	24.400	400.0	5440	0.56	11.00
13	24.400	400.0	5300	0.54	11.30
19	24.400	400.0	5600	0.57	11.00
112	24.400	400.0	5340	0.55	11.00
31	24.400	400.0	5600	0.57	11.20
39	24.400	400.0	5800	0.59	11.30
66	24.400	400.0	5560	0.57	11.20
42	24.400	400.0	5120	0.52	11.70
26	24.400	400.0	5480	0.56	11.00
22	24.400	400.0	5600	0.57	11.10
23	24.400	400.0	5480	0.56	11.10
93	24.400	400.0	5340	0.55	11.00
106	24.400	400.0	5720	0.59	11.00
103	24.400	400.0	5580	0.57	11.20
107	24.400	400.0	5680	0.58	11.20
38	24.400	400.0	5020	0.51	11.00
111	24.400	400.0	5200	0.53	11.10
90	24.400	400.0	5440	0.56	11.10
89	24.400	400.0	5060	0.52	11.20
92	24.400	400.0	5580	0.57	11.20
99	24.400	400.0	5740	0.59	11.20
109	24.400	400.0	5880	0.60	11.10
78	24.400	400.0	5820	0.60	11.20
95	24.400	400.0	5780	0.59	11.20
80	24.400	400.0	5400	0.55	11.40
79	24.400	400.0	5540	0.57	11.40
85	24.400	400.0	5800	0.59	11.20

材番号	断面(cm <sup>2</sup> )	長さ(cm)	重さ(g)	比重	含水率(%)
102	24.400	400.0	5480	0.56	11.00
91	24.400	400.0	5400	0.55	11.20
75	24.400	400.0	5020	0.51	11.10
76	24.400	400.0	5200	0.53	11.20
86	24.400	400.0	5000	0.51	11.20
97	24.400	400.0	5320	0.55	11.20
83	24.400	400.0	5460	0.56	11.20
64	24.400	400.0	5540	0.57	11.20
65	24.400	400.0	5520	0.57	11.30
68	24.400	400.0	5260	0.54	11.10
72	24.400	400.0	5580	0.57	11.10
67	24.400	400.0	5860	0.60	11.10
77	24.400	400.0	5480	0.56	11.20
74	24.400	400.0	5520	0.57	11.20
73	24.400	400.0	5740	0.59	11.30
60	24.400	400.0	5940	0.61	11.10
55	24.400	400.0	5760	0.59	11.30
51	24.400	400.0	5460	0.56	11.10
61	24.400	400.0	5400	0.55	11.10
70	24.400	400.0	5180	0.53	11.00
58	24.400	400.0	5280	0.54	11.20
57	24.400	400.0	5740	0.59	11.30
69	24.400	400.0	5200	0.53	11.10
36	24.400	400.0	5620	0.58	11.50
37	24.400	400.0	5400	0.55	11.10
47	24.400	400.0	5820	0.60	11.30
52	24.400	400.0	5100	0.52	11.00
50	24.400	400.0	5240	0.54	11.10
18	24.400	400.0	5600	0.57	11.20
34	24.400	400.0	5000	0.51	11.20
24	24.400	400.0	5680	0.58	11.30
6	24.400	400.0	5600	0.57	11.00
7	24.400	400.0	5060	0.52	11.00
5	24.400	400.0	5820	0.60	11.10
1	24.400	400.0	5760	0.59	11.00
25	24.400	400.0	5400	0.55	11.00
40	24.400	400.0	5540	0.57	11.30
14	24.400	400.0	5780	0.59	11.10
216	24.400	400.0	5380	0.55	11.00

地域木材「信州カラマツ」による準耐火構造壁開発事業

材番号	断面(cm)	長さ(cm)	重さ(g)	比重	含水率(%)
220	24.400	400.0	5300	0.54	11.30
204	24.400	400.0	5440	0.56	11.00
201	24.400	400.0	5140	0.53	11.00
203	24.400	400.0	5220	0.53	11.00
191	24.400	400.0	5500	0.56	11.00
196	24.400	400.0	5880	0.60	11.00
188	24.400	400.0	5880	0.60	11.10
184	24.400	400.0	5540	0.57	11.00
183	24.400	400.0	5450	0.56	11.10
193	24.400	400.0	5600	0.57	11.00
171	24.400	400.0	5620	0.58	11.00
170	24.400	400.0	5340	0.55	11.00
169	24.400	400.0	5380	0.55	11.00
182	24.400	400.0	5580	0.57	11.00
181	24.400	400.0	5020	0.51	11.10
162	24.400	400.0	5740	0.59	11.00
148	24.400	400.0	5760	0.59	11.00
158	24.400	400.0	5820	0.60	11.20
156	24.400	400.0	5280	0.54	11.00
164	24.400	400.0	5520	0.57	11.00
166	24.400	400.0	5000	0.51	11.20
175	24.400	400.0	5400	0.55	11.00
172	24.400	400.0	5640	0.58	11.00
174	24.400	400.0	5280	0.54	11.20
139	24.400	400.0	5660	0.58	11.00
153	24.400	400.0	5780	0.59	11.00
160	24.400	400.0	5540	0.57	11.00
152	24.400	400.0	5680	0.58	11.00
150	24.400	400.0	5100	0.52	11.00
161	24.400	400.0	5800	0.59	11.00
159	24.400	400.0	5500	0.56	11.00
155	24.400	400.0	5900	0.60	11.10
127	24.400	400.0	5560	0.57	11.30
126	24.400	400.0	5480	0.56	11.20
138	24.400	400.0	5560	0.57	11.30
135	24.400	400.0	5560	0.57	11.00
154	24.400	400.0	5980	0.61	11.00
118	24.400	400.0	5280	0.54	11.20
113	24.400	400.0	5480	0.56	11.10
125	24.400	400.0	5440	0.56	11.10
131	24.400	400.0	5160	0.53	11.20
116	24.400	400.0	5580	0.57	11.20

材番号	断面(cm)	長さ(cm)	重さ(g)	比重	含水率(%)
137	24.400	400.0	5180	0.53	11.10
125	24.400	400.0	5440	0.56	11.10
131	24.400	400.0	5160	0.53	11.20
116	24.400	400.0	5580	0.57	11.20
137	24.400	400.0	5180	0.53	11.10
147	24.400	400.0	5940	0.61	11.00
119	24.400	400.0	5100	0.52	11.00
124	24.400	400.0	5100	0.52	11.00
130	24.400	400.0	5400	0.55	11.00
144	24.400	400.0	5640	0.58	11.10
82	24.400	400.0	6000	0.61	10.90
108	24.400	400.0	6100	0.63	11.20
88	24.400	400.0	6080	0.62	11.20
101	24.400	400.0	6160	0.63	11.20
98	24.400	400.0	6140	0.63	11.20
71	24.400	400.0	6120	0.63	11.10
82	24.400	400.0	6100	0.63	11.10
59	24.400	400.0	6000	0.61	11.20
30	24.400	400.0	6140	0.63	11.20
49	24.400	400.0	6100	0.63	11.00
56	24.400	400.0	6100	0.63	11.40
219	24.400	400.0	6160	0.63	11.20
214	24.400	400.0	6080	0.62	11.00
197	24.400	400.0	6000	0.61	11.00
208	24.400	400.0	6040	0.62	11.00
198	24.400	400.0	6000	0.61	11.00
190	24.400	400.0	6100	0.63	11.10
180	24.400	400.0	6120	0.63	11.00
149	24.400	400.0	6140	0.63	11.10
129	24.400	400.0	6100	0.63	11.20
123	24.400	400.0	5080	0.52	11.20
平均				0.5763	

確認日：2016年9月1日 実施場所：小林木材

写真 4.1.1.1 品質管理確認状況



写真1  
加工後材料



写真2  
加工後材料



写真3  
加工後材料



写真4  
加工後材料



写真5  
加工後材料



写真6  
加工後材料

表 4.1.1.2 品質管理 2 (形状加工後)

材番号	断面(cm)	長さ(cm)	重さ(Kg)	比重	含水率(%)	材番号	断面(cm)	長さ(cm)	重さ(Kg)	比重	含水率(%)
1	25.000	400.0	5.26	0.53	9%以下	42	25.000	400.0	4.92	0.49	9%以下
3	25.000	400.0	5.58	0.56	9%以下	43	25.000	400.0	5.64	0.56	9%以下
5	25.000	400.0	5.58	0.56	9%以下	44	25.000	400.0	5.70	0.57	9%以下
6	25.000	400.0	5.46	0.55	9%以下	45	25.000	400.0	5.92	0.59	9%以下
7	25.000	400.0	5.26	0.53	9%以下	46	25.000	400.0	5.72	0.57	9%以下
8	25.000	400.0	5.60	0.56	9%以下	47	25.000	400.0	5.16	0.52	9%以下
9	25.000	400.0	5.82	0.58	9%以下	48	25.000	400.0	4.96	0.50	9%以下
10	25.000	400.0	5.52	0.55	9%以下	49	25.000	400.0	5.98	0.60	9%以下
11	25.000	400.0	5.66	0.57	9%以下	50	25.000	400.0	5.06	0.51	9%以下
12	25.000	400.0	5.30	0.53	9%以下	51	25.000	400.0	5.08	0.51	9%以下
15	25.000	400.0	5.00	0.50	9%以下	52	25.000	400.0	5.10	0.51	9%以下
16	25.000	400.0	5.90	0.59	9%以下	53	25.000	400.0	5.56	0.56	9%以下
17	25.000	400.0	5.14	0.51	9%以下	54	25.000	400.0	5.16	0.52	9%以下
18	25.000	400.0	5.80	0.58	9%以下	55	25.000	400.0	5.98	0.60	9%以下
19	25.000	400.0	5.66	0.57	9%以下	56	25.000	400.0	5.58	0.56	9%以下
20	25.000	400.0	5.82	0.58	9%以下	57	25.000	400.0	5.96	0.60	9%以下
21	25.000	400.0	5.94	0.59	9%以下	58	25.000	400.0	5.62	0.56	9%以下
22	25.000	400.0	5.90	0.59	9%以下	60	25.000	400.0	5.46	0.55	9%以下
23	25.000	400.0	4.98	0.50	9%以下	61	25.000	400.0	6.26	0.63	9%以下
24	25.000	400.0	5.34	0.53	9%以下	63	25.000	400.0	5.40	0.54	9%以下
25	25.000	400.0	6.44	0.64	9%以下	64	25.000	400.0	6.00	0.60	9%以下
27	25.000	400.0	5.74	0.57	9%以下	65	25.000	400.0	5.32	0.53	9%以下
28	25.000	400.0	6.12	0.61	9%以下	66	25.000	400.0	5.70	0.57	9%以下
29	25.000	400.0	6.40	0.64	9%以下	67	25.000	400.0	5.08	0.51	9%以下
30	25.000	400.0	5.30	0.53	9%以下	68	25.000	400.0	6.36	0.64	9%以下
31	25.000	400.0	5.64	0.56	9%以下	69	25.000	400.0	5.88	0.57	9%以下
32	25.000	400.0	5.34	0.53	9%以下	70	25.000	400.0	5.56	0.56	9%以下
33	25.000	400.0	6.30	0.63	9%以下	71	25.000	400.0	6.04	0.60	9%以下
34	25.000	400.0	5.48	0.55	9%以下	72	25.000	400.0	6.20	0.62	9%以下
35	25.000	400.0	5.24	0.52	9%以下	73	25.000	400.0	5.16	0.52	9%以下
36	25.000	400.0	6.00	0.60	9%以下	74	25.000	400.0	5.20	0.52	9%以下
37	25.000	400.0	4.92	0.49	9%以下	75	25.000	400.0	5.50	0.55	9%以下
38	25.000	400.0	5.62	0.56	9%以下	76	25.000	400.0	5.86	0.59	9%以下
39	25.000	400.0	4.98	0.50	9%以下	77	25.000	400.0	5.36	0.54	9%以下
40	25.000	400.0	6.02	0.60	9%以下	78	25.000	400.0	6.00	0.60	9%以下
41	25.000	400.0	4.92	0.49	9%以下	79	25.000	400.0	4.96	0.50	9%以下

材番号	断面(cm)	長さ(cm)	重さ(Kg)	比重	含水率(%)
83	25.000	400.0	6.02	0.60	9%以下
84	25.000	400.0	4.98	0.50	9%以下
85	25.000	400.0	5.44	0.54	9%以下
86	25.000	400.0	4.92	0.49	9%以下
87	25.000	400.0	6.24	0.62	9%以下
88	25.000	400.0	5.56	0.56	9%以下
90	25.000	400.0	6.24	0.62	9%以下
91	25.000	400.0	5.58	0.56	9%以下
92	25.000	400.0	5.04	0.50	9%以下
93	25.000	400.0	5.28	0.53	9%以下
94	25.000	400.0	5.10	0.51	9%以下
95	25.000	400.0	5.38	0.54	9%以下
97	25.000	400.0	6.36	0.64	9%以下
平均				0.56	

確認日：2016年11月18日 実施場所：小林木材

写真 4.1.1.2 品質管理確認状況



写真7  
加工後材料



写真8  
加工後材料



写真9  
加工後材料品質確認 寸法計測

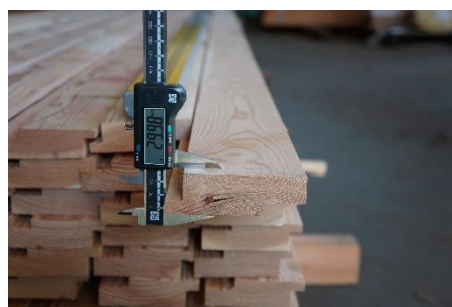


写真10  
加工後材料品質確認 寸法計測



写真11  
加工後材料品質確認 含水率計測



写真12  
加工後材料品質確認 質量計測

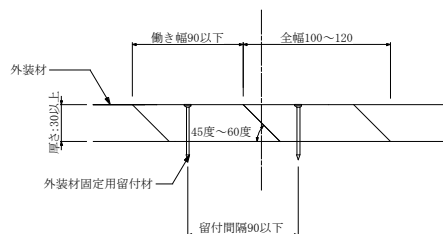
イ. 目地形状

「信州カラマツ」の外装材の形状について、遮炎性能が劣る形状を断面欠損率計算で検討した。計算の結果、働き巾が最小の目地形状「あいじゃくり」が断面欠損率最大であった。遮炎性能試験における面材の目地形状を「あいじゃくり」とした。仕上げ面は木裏とした。外装材の張り方向は、縦張り、横張り、斜め張り等が対応できるものとした。

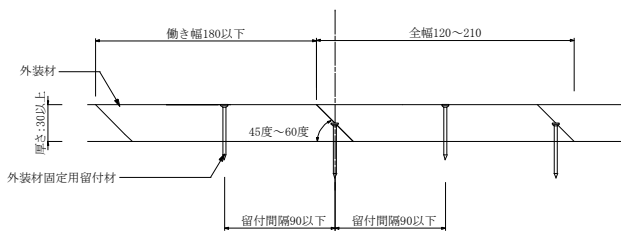
図 4.1.1.1 外装材目地欠損率

目地形状例：スカーフジョイント

働き幅が90以下の場合

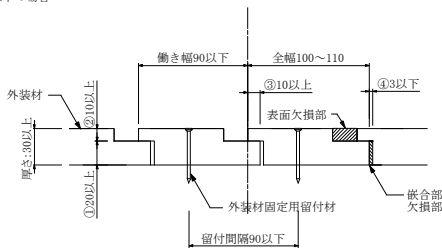


働き幅が150以下の場合

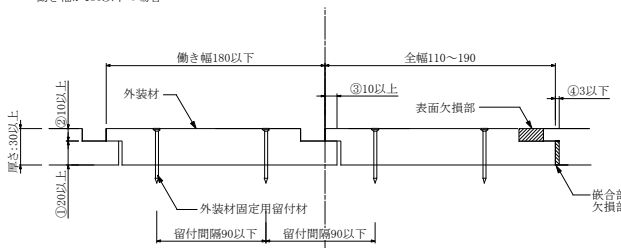


目地形状例：あいじゃくり

働き幅が90以下の場合



働き幅が180以下の場合



欠損率の算出方法

(厚さ30を超える場合は裏面から30以下の加工等による欠損率とする)

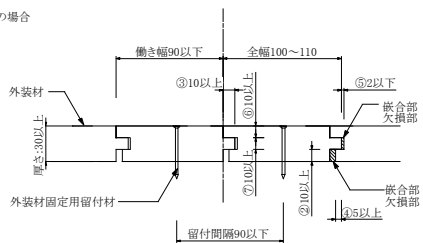
$$\text{欠損率}(\%) = (\text{幅1m当たりの表面欠損部と嵌合部欠損部の体積合計 (m^3)}) / (30(\text{mm}) \times 1000(\text{mm}) \times 1000(\text{mm}) \times 100)$$

凡例

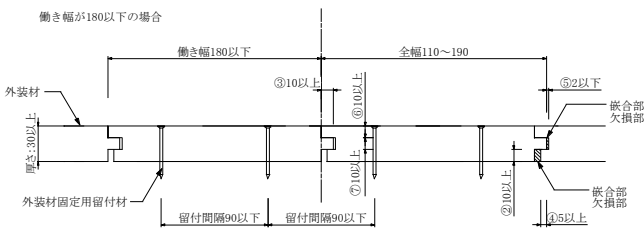
- ①：最小部厚さ（表面欠損部）
- ②：最小部厚さ（嵌合部欠損部）
- ③：重なり幅
- ④：嵌合部欠損部の幅

目地形状例：本さね

働き幅が90以下の場合



働き幅が180以下の場合



欠損率の算出方法

(厚さ30を超える場合は裏面から30以下の加工等による欠損率とする)

$$\text{欠損率}(\%) = (\text{幅1m当たりの嵌合部欠損部の体積合計 (m^3)}) / (30(\text{mm}) \times 1000(\text{mm}) \times 1000(\text{mm}) \times 100)$$

凡例

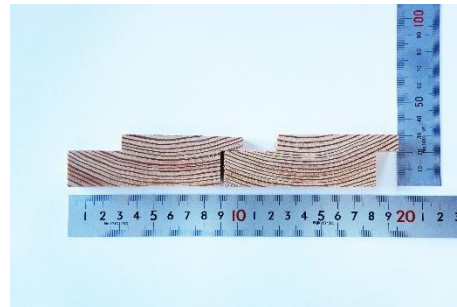
- ①：最小部厚さ（表面側）
- ②：最小部厚さ（裏面側）
- ③：重なり幅（表面側）
- ④：重なり幅（裏面側）
- ⑤：嵌合部欠損部の幅（雄実部）
- ⑥：接触面見込み寸法
- ⑦：雄実見込み寸法



写真 4.1.3 外装材形状

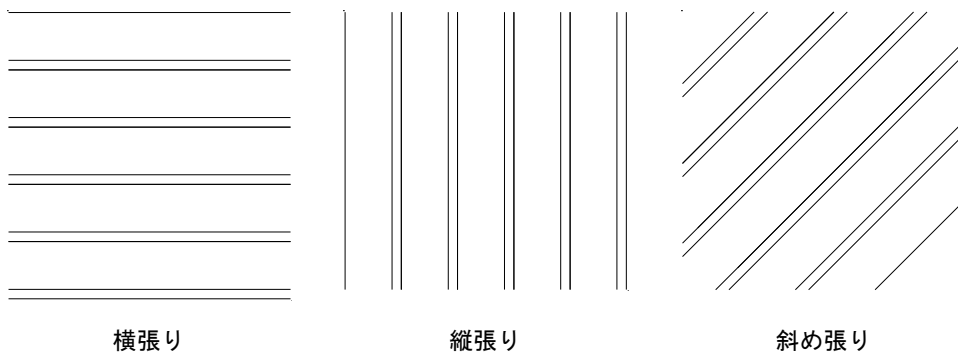


4.1.3 写真1  
外装材形状 表面ラフゾーン加工



4.1.3 写真2  
外装材形状 木裏加工

図 4.1.1.2 外装材張り方向

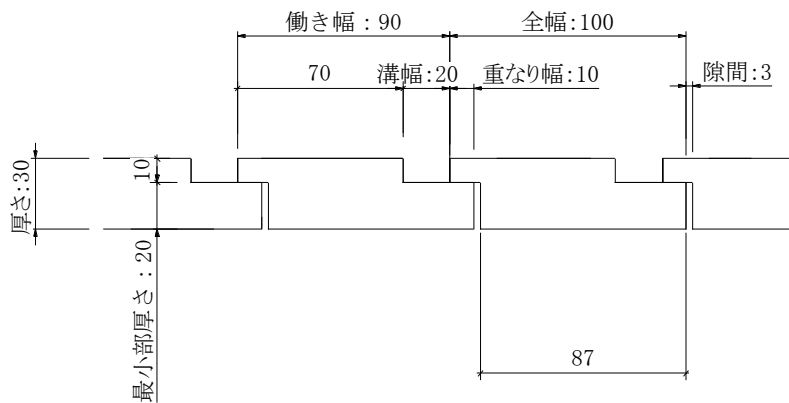


横張り

縦張り

斜め張り

図 4.1.1.3 遮炎性能試験体用外装材加工形状







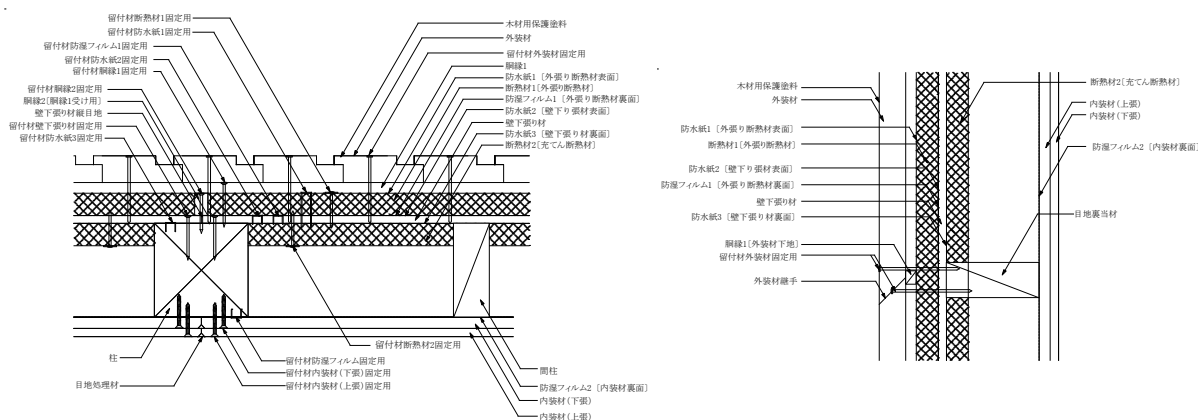




b) 耐火時間 45 分の仕様

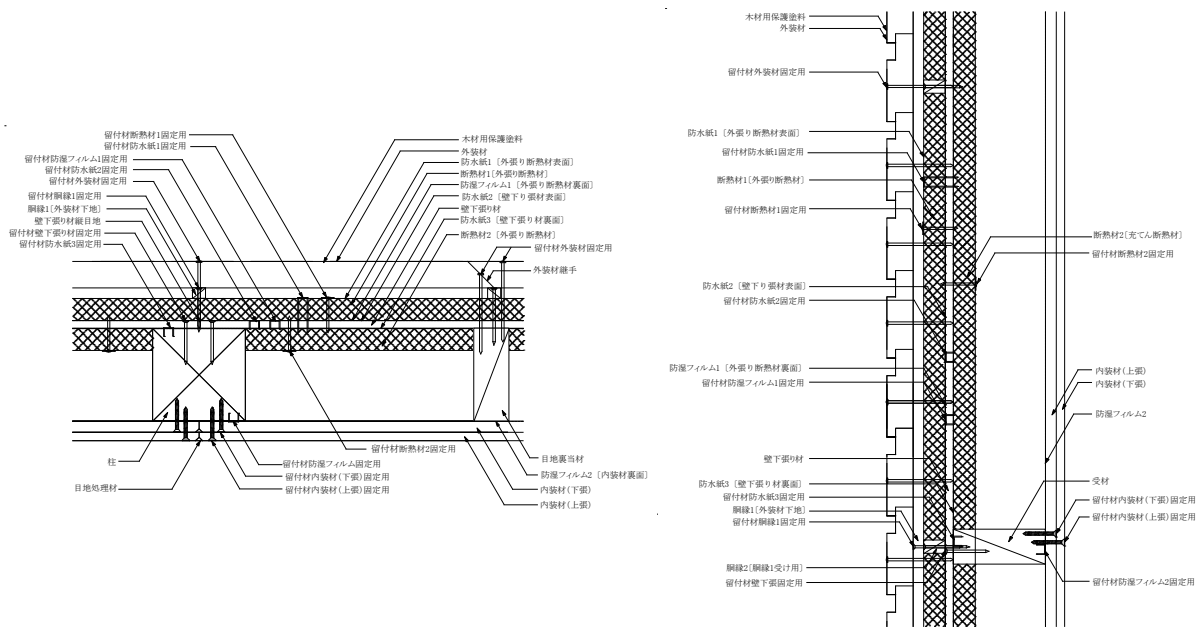
外断熱材及び充てん断熱材はグラスウール又はロックウールとした。内装材は平成 12 年建設省告示第 1358 号第 1 第 1 号口に示すせっこうボード 12 mm と 9 mm の 2 枚張りとした。

図 4.1.2.3 耐火時間 45 分の仕様



外断熱・充てん断熱仕様  
外装材縦張り 水平断面

外断熱・充てん断熱仕様  
外装材縦張り 鉛直断面



外断熱・充てん断熱仕様  
外装材横張り 水平断面

外断熱・充てん断熱仕様  
外装材横張り 鉛直断面





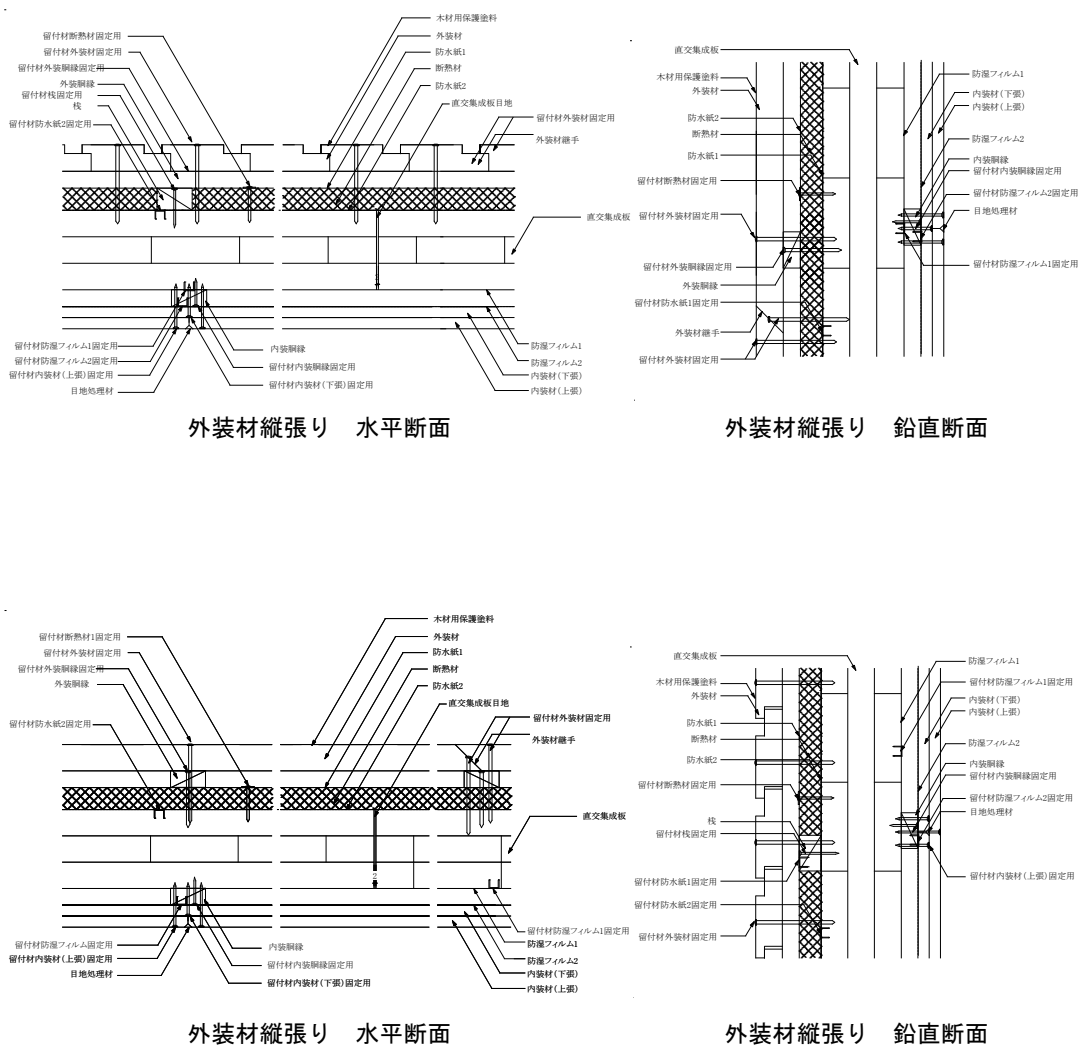


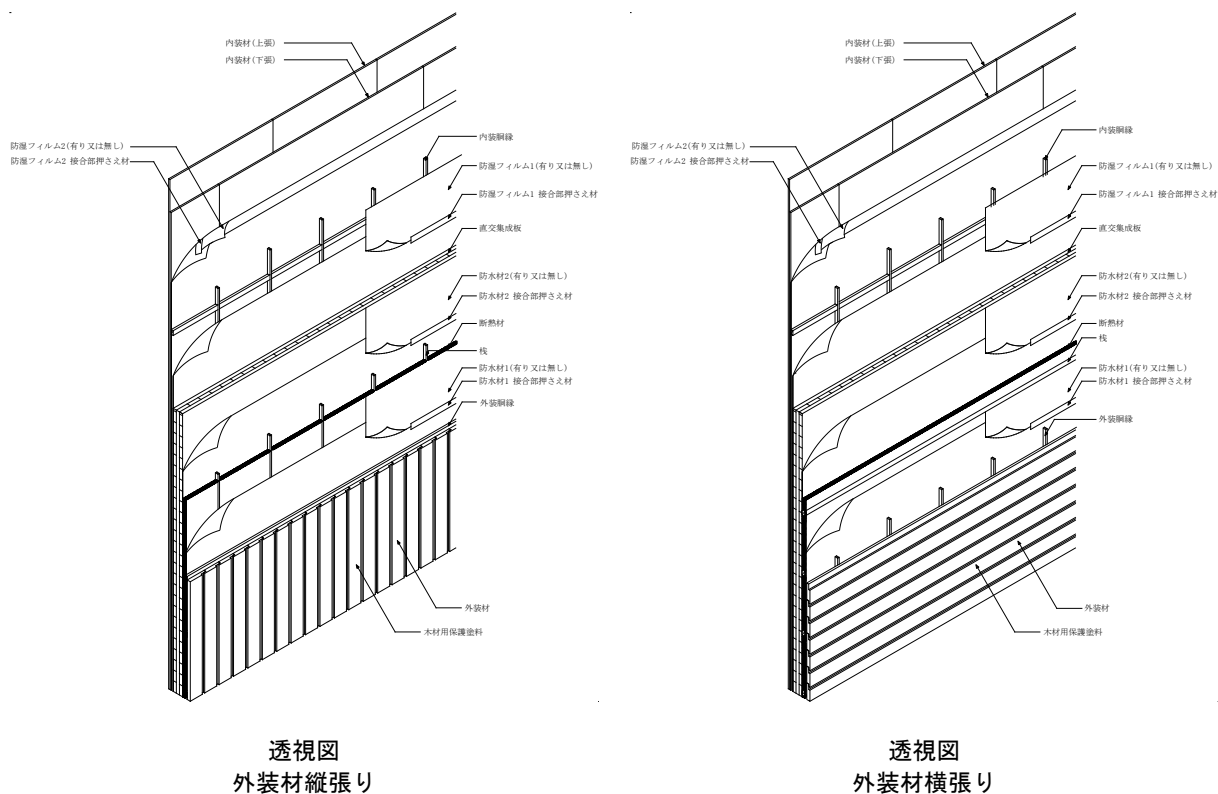
c) 耐火時間 1 時間の仕様

構造体である直交集成板のラミナ材樹種はスギとし、ラミナ寸法は厚み 30 mm、幅 150 mm、強度等級 E65-F225 とした。形状は 3 層 3 プライとし、直交集成板の厚みは 90 mm とした。接着剤は使用環境 C の水性高分子イソシアネートとした。幅はぎの接着は無しとした。

外断熱材及び充てん断熱材はグラスウール又はロックウールとした。内装材は平成 27 年国土交通省告示第 253 号第 1 第 3 号に示すせっこうボード 12 mm の 2 枚張りとした。

図 4.1.2.4 耐火時間 1 時間の仕様





③ 「信州カラマツ」外装材による防耐火壁断熱性能検証

②で設定した防耐火壁仕様（壁厚最大寸法）の断熱性能検証を、ISO 10077-1 (Thermal performance of windows, doors and shutters -- Calculation of thermal transmittance Part 1: General)によるWIN ISO 2D Professional Ver7.96にて実施した。この計算は窓の熱貫流率計算方法であるが、窓パネル部分を仕様壁に置きかえる設定により、壁の断熱性能が計算で求められる。計算した結果、耐火時間 30 分仕様壁の最小熱貫流率は  $0.219\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 、耐火時間 45 分仕様壁の最小熱貫流率は  $0.160\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 、耐火時間 60 分仕様壁の最小熱貫流率は  $0.246\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ を確認した。2020 年の建築物断熱義務化に対応できる断熱性能値を確保した。

図 4.1.3.1 耐火時間 30 分の仕様の断熱性能

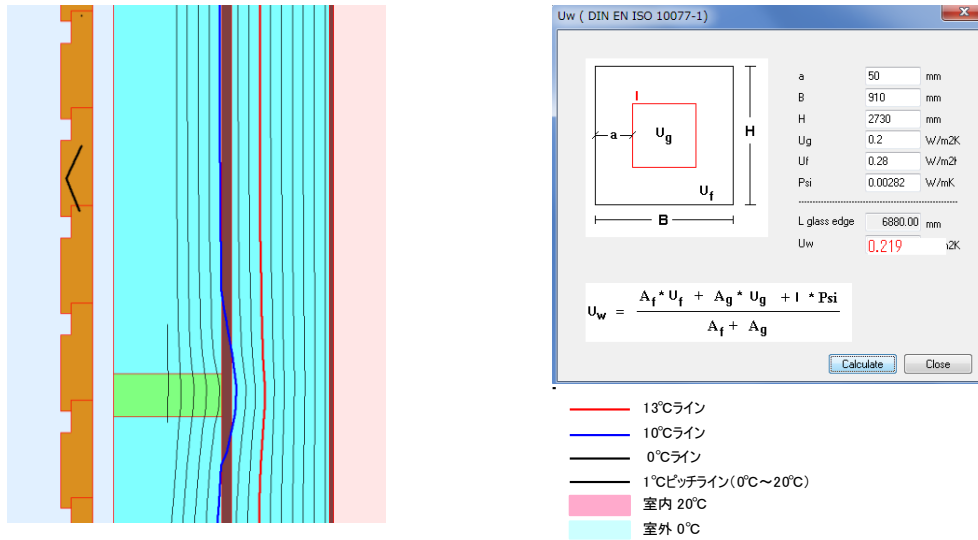


図 4.1.3.2 耐火時間 45 分の仕様の断熱性能

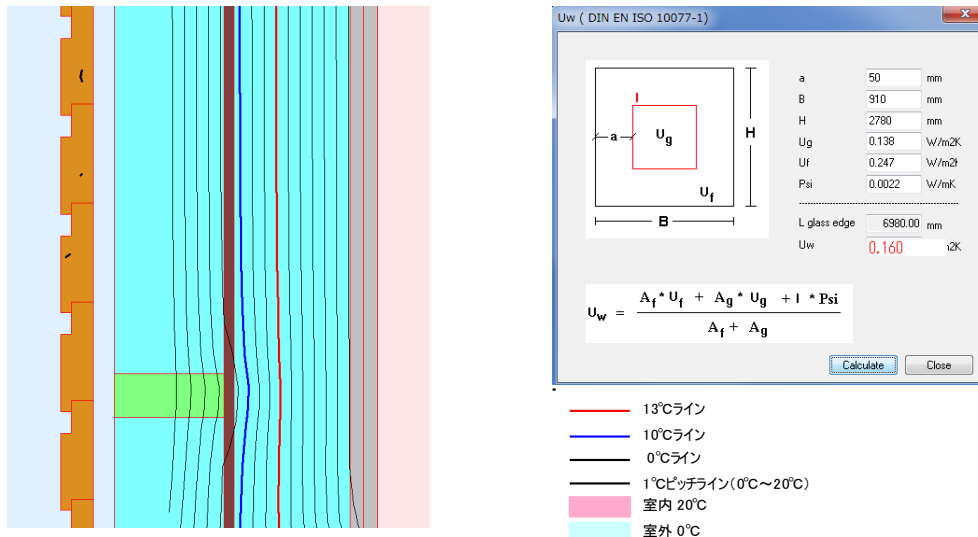
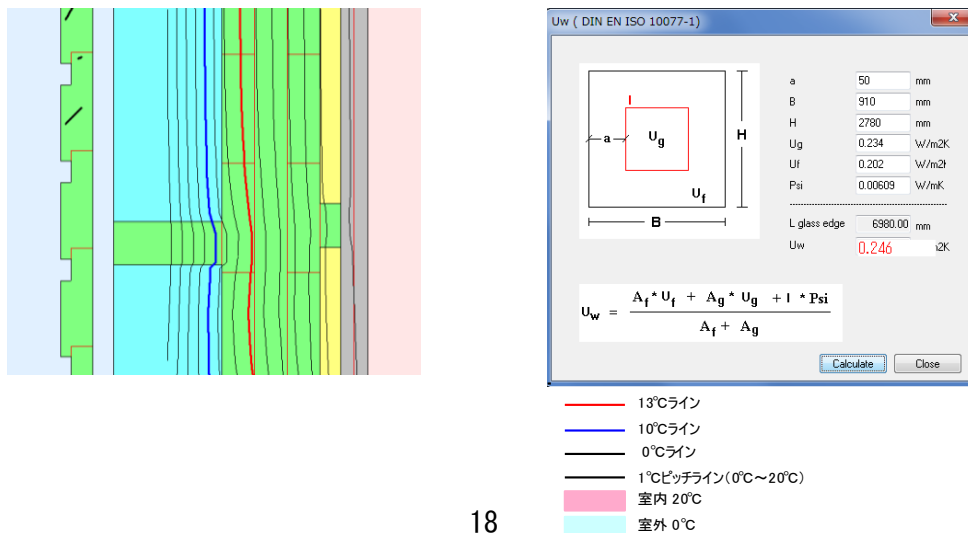


図 4.1.3.2 耐火時間 1 時間の仕様の断熱性能



2) 耐火性能試験の実施

遮炎性能試験は、建築基準法で定められた防耐火性能試験とした。外装材の様子は同じとした。外装材の張り方向は横張りとした。

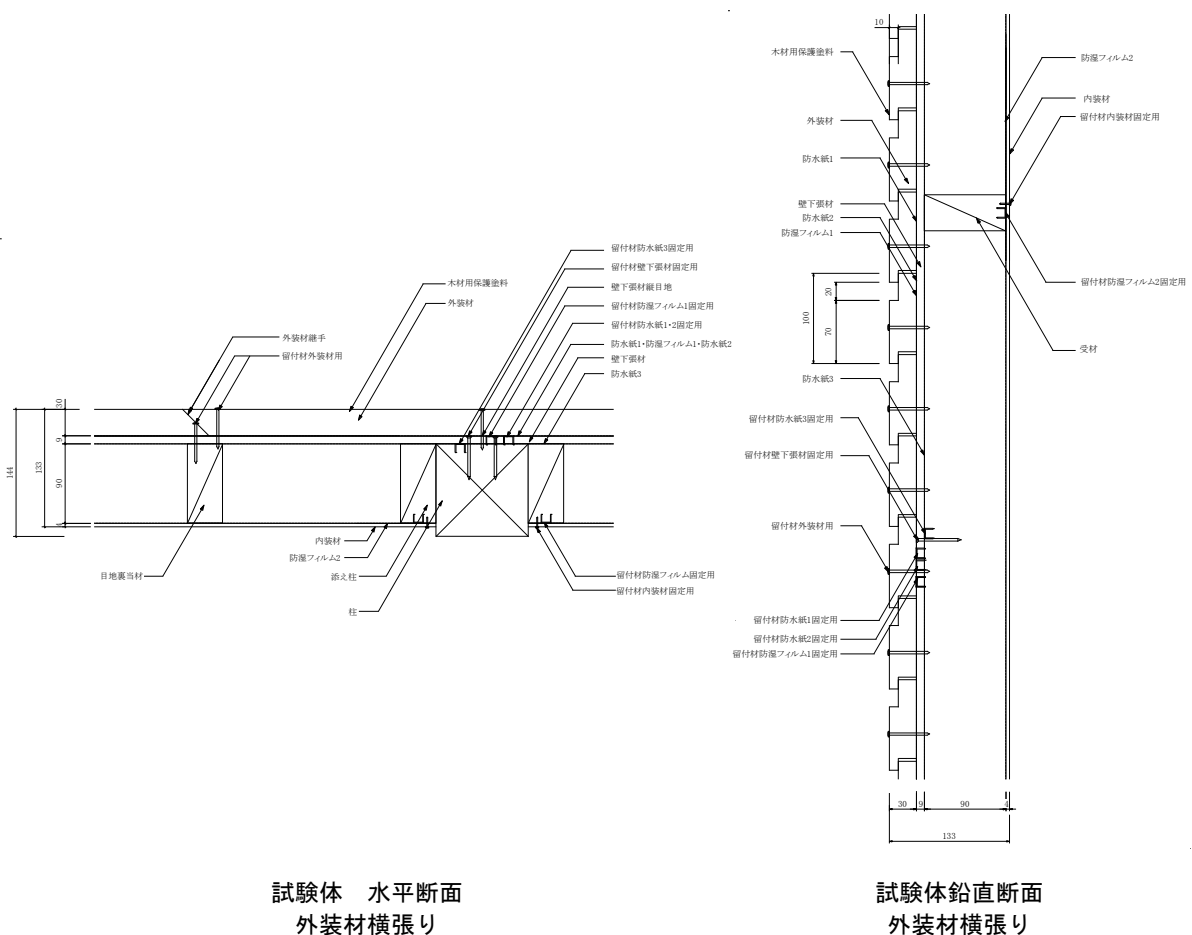
遮炎性能試験は外部加熱を2回実施した。

① 「信州カラマツ」外装材による耐火時間30分の耐火性能試験実施

建築基準法第2条第八号 外壁の耐力壁防火構造の認定に係る耐火性能試験（耐火時間30分）とした。加熱面は外壁のみとし、試験は2回実施した。

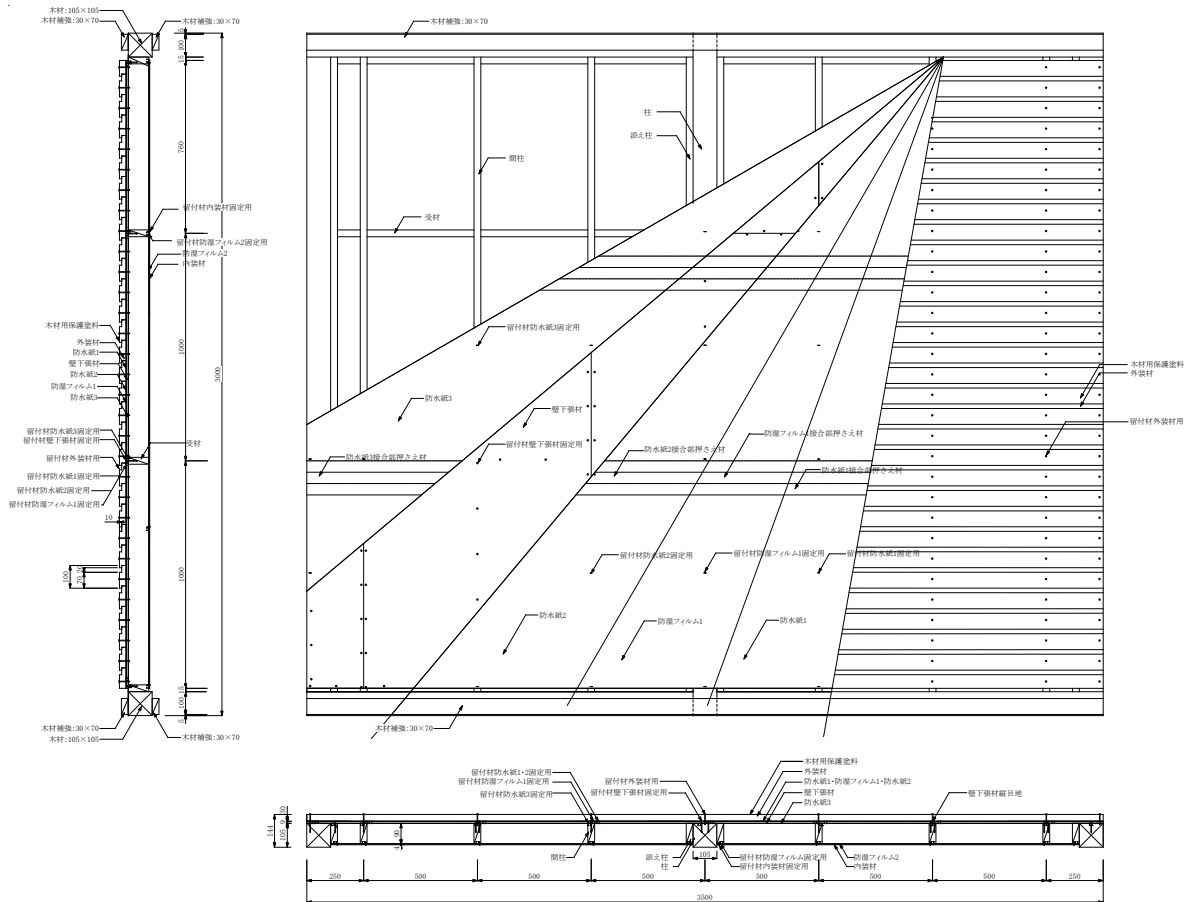
試験体仕様は、耐火性能が最も劣る外断熱材及び充てん断熱材無し、外壁通気層無しとした。

図 4.2.1.1 耐火時間30分試験体図



試験体 水平断面  
外装材横張り

試験体鉛直断面  
外装材横張り



試験体 透視図

ア. 試験体製作

a) 材料

写真 4.2.1.1 試験体図材料（耐火時間 30 分・45 分共通）



防水紙、気密フィルム



木材保護塗料



留め付け材



留め付け材



構造材（柱）



内装材（耐火時間 30 分）



内装材（耐火時間 45 分）

b) 試験体組立

期間：2016年9月7日から9日 場所：三生技研(株)

写真 4.2.1.2 試験体製作（耐火時間 30 分）



1. 構造材体組立



2. 防水紙 3 取付け



3. 下張材取付け



4. 防水紙 2 取付け

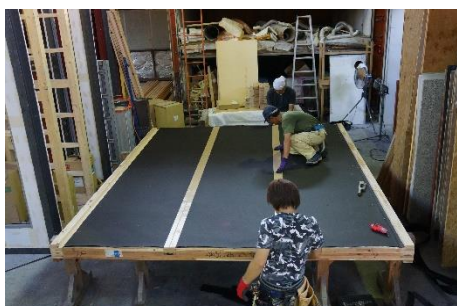




5. 下張材取付け



6. 防水紙 2 取付け



7. 防水紙 1 取付け



8. 外装材取付け



9. 屋内側



10. 気密フィルム 2 取付け



11. 内装材取付け



12. 外装材木材保護塗料塗装

イ. 遮炎性能試験（試験体 1）

試験日： 2016年9月13日

試験場所：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.1.3 試験体製作（耐火時間 30 分）



試験前加熱面



試験開始



試験終了



試験終了加熱面

ウ. 遮炎性能試験（試験体 2）

試験日： 2016年9月15日

試験場所：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.1.4 試験体製作（耐火時間 30 分）



試験前加熱面



試験開始





試験終了



試験終了加熱面

### エ. 遮炎性能の検証

構造体の柱、間柱までの燃え込みを確認した。構造上問題となる構造体の変位はなかった。

写真 4. 2. 1. 5 試験体検証（耐火時間 45 分）



試験終了 外装材



試験終了 外装材表面



試験終了 外装材下防水紙



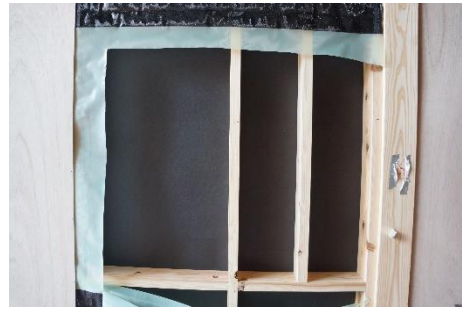
試験終了 下張り材



試験終了 内装材下  
気密フィルム



試験終了 気密フィルム下



試験終了 下張り材下防水紙3



外装材  
左：試験前 右：試験後



外装材  
上：試験前 下：試験後



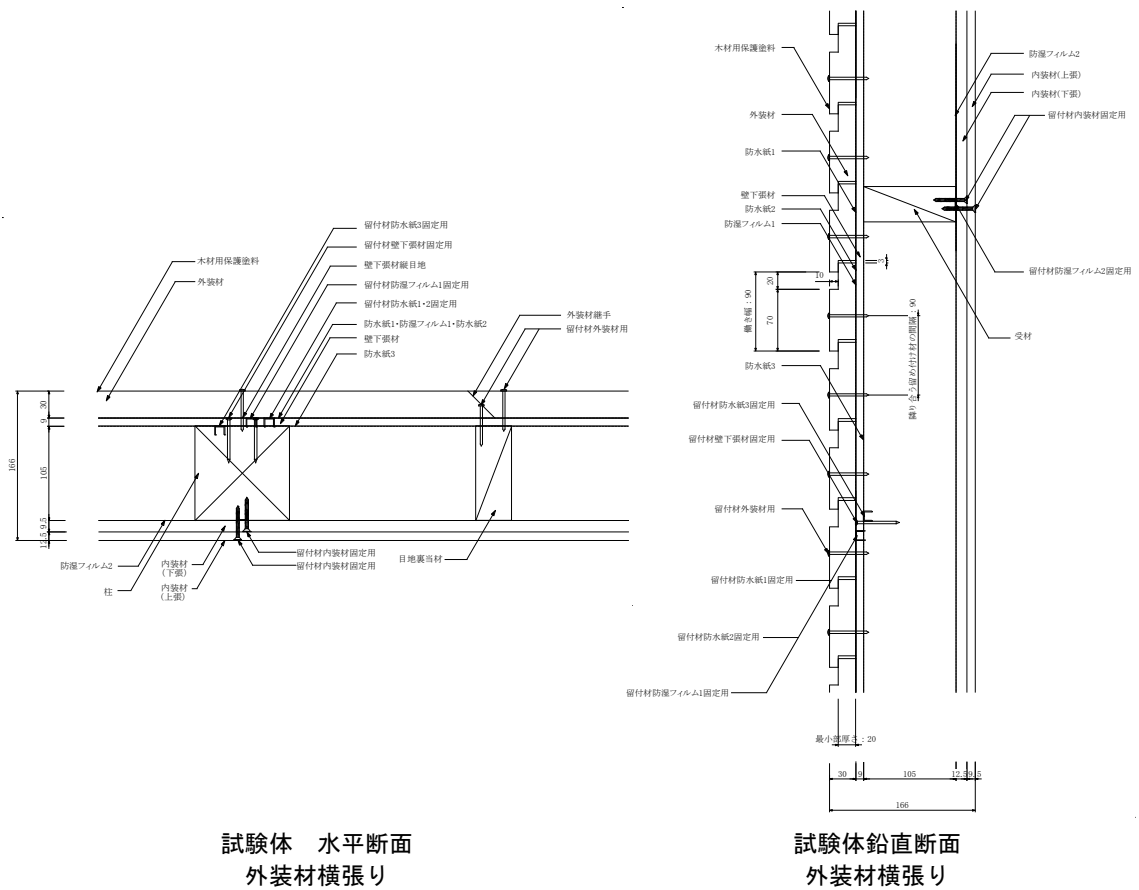
試験後 外装材目地部分

② 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 45 分の耐火性能試験実施

建築基準法第 2 条第七号の二 外壁の耐力壁準耐火構造の認定に係る耐火性能試験（耐火時間 45 分）とした。加熱面は外壁のみとし、試験は 2 回実施した。

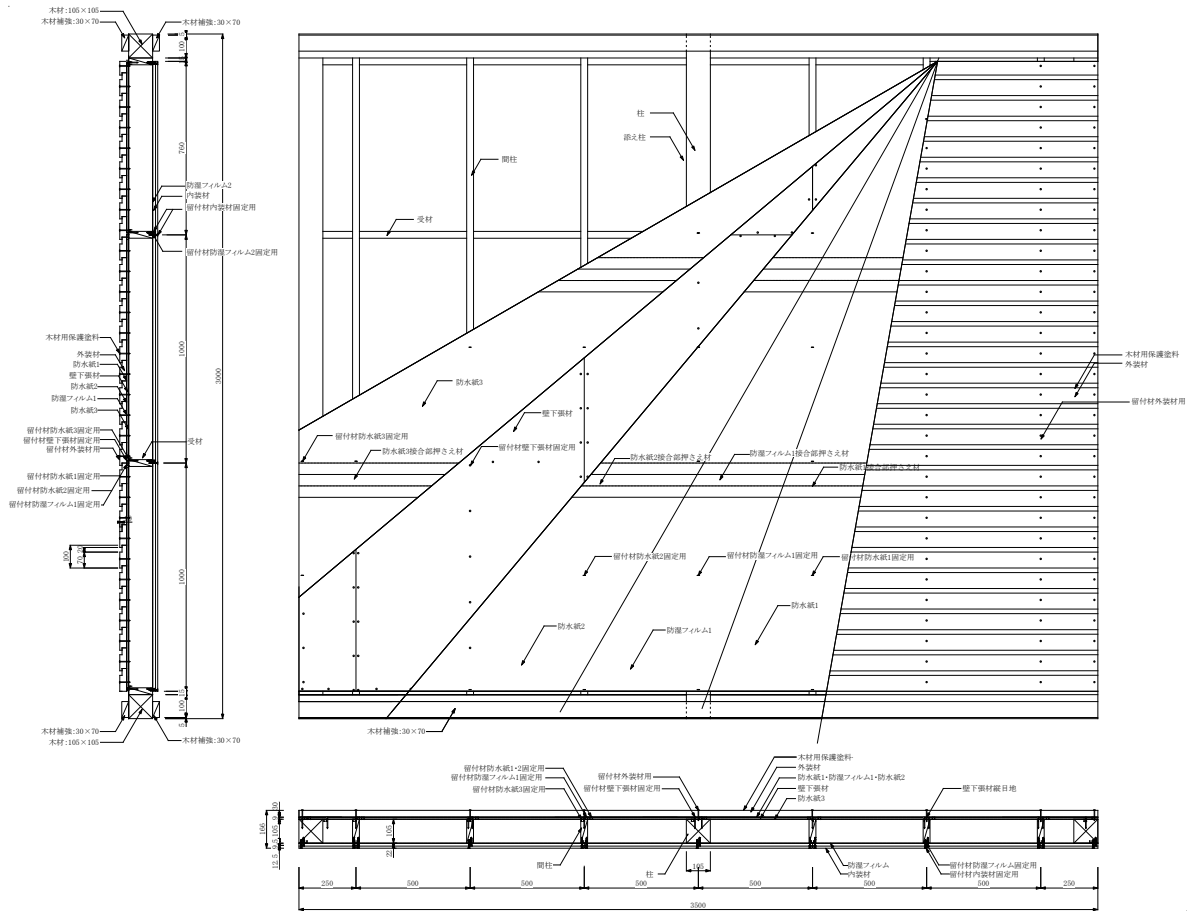
試験体仕様は、耐火性能が最も劣る外断熱材及び充てん断熱材無し、外壁通気層無しとした。

図 4.2.2.1 耐火時間 45 分試験体図



試験体 水平断面  
外装材横張り

試験体鉛直断面  
外装材横張り



試験体 透視図

ア. 試験体組立

期間：2016年9月7日から9日 場所：三生技研(株)

写真 4. 2. 2. 1 試験体製作（耐火時間 45 分）



1. 構造材体組立



2. 防水紙 3 取付け





3. 下張材取付け



4. 防水紙 2 取付け



5. 下張材取付け



6. 防水紙 2 取付け



7. 防水紙 1 取付け



8. 外装材取付け



9. 屋内側



10. 気密フィルム 2 取付け



11. 内装材取付け  
(下張り材)



12. 内装材取付け  
(上張り材)



13. 外装材護塗料塗装



14. 木材保護塗料塗装完了

イ. 遮炎性能試験 (試験体 1)

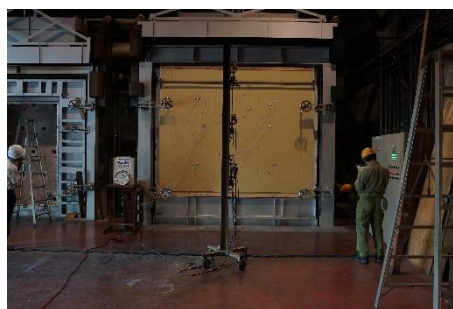
試験日： 2016年9月14日

試験場所： 一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.2.2 試験体製作 (耐火時間 45分)



試験前加熱面



試験開始



試験終了



試験終了加熱面



ウ. 遮炎性能試験（試験体 2）

試験日： 2016年9月16日

試験場所：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.2.3 試験体製作（耐火時間 45分）



試験前加熱面



試験開始



試験終了



試験終了加熱面

エ. 遮炎性能の検証

構造体の柱、間柱までの燃え込みを確認した。構造上問題となる構造体の変位はなかった。

写真 4.2.2.4 試験体検証（耐火時間 45分）



試験終了 試験体表面



試験終了 試験体表面（試験体下部）



試験終了 柱燃え込み計測（幅）



試験終了 柱燃え込み計測（高さ）



試験終了 非加熱面



試験終了 加熱面燃え抜き（内装材裏面）

### ③ 「信州カラマツ」外装材による耐火時間1時間の耐火性能試験実施

建築基準法施行令第115条の2の2の第1項第一号外壁の耐力壁の認定に係る準耐火性能試験（耐火時間1時間）とした。加熱面は外壁のみとし、試験は2回実施した。

試験体仕様は、2.2の耐火性能試験結果から、外断熱有り、外壁通気層無しとした。

直交集成板の目地は2mmのとした。





ア. 試験体製作

a) 材料

写真 4.2.3.1 試験体図材料



外断熱材（ロックウール）



断熱材取付け材



直交集成板

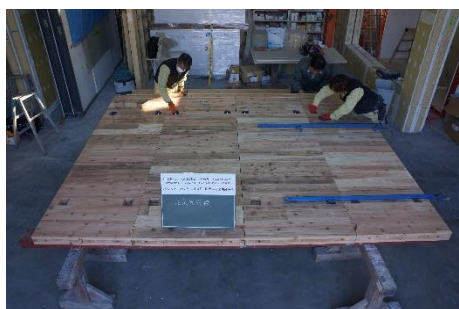


直交集成板

b) 試験体組立

期間：2016年11月25日から29日 場所：三生技研(株)

写真 4.2.3.2 試験体製作（耐火時間1時間）



1. 直交集成板組立



2. 直交集成板組完了



3. 防水紙 2 取付け



4. 胴縁 2 取付け



5. 外断熱材取付け



6. 防水紙 1 取付け



7. 外装材取付け



8. 外装材取付け完了



9. 気密フィルム 2 取付



10. 気密フィルム 2 取付け完了





11. 内部胴縁取付け



12. 気密フィルム1取付け



13. 内装材取付け  
(下張り材)



14. 内装材取付け  
(上張り材)



15. 内装材取付け完了



16. 外装材木材保護塗料塗装付完了

イ. 遮炎性能試験（試験体1）

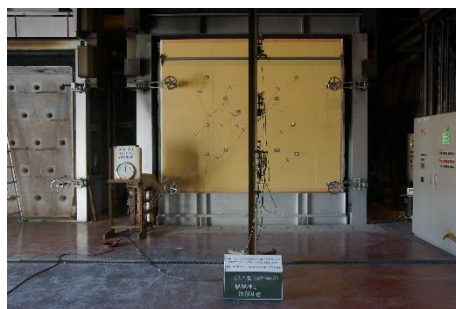
試験日： 2016年12月12日

試験場所：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.3.3 試験体製作（耐火時間1時間）



試験前加熱面



試験開始



試験終了



試験終了加熱面

ウ. 遮炎性能試験（試験体 2）

試験日： 2016年12月13日

試験場所：一般財団法人日本住宅・木材技術センター

写真 4.2.3.3 試験体製作（耐火時間1時間）



試験前加熱面



試験開始



試験終了



試験終了加熱面



エ. 遮炎性能の検証

構造体の直交集成板までの燃え込みを確認した。構造上問題となる構造体の変位はなかった。

写真 4.2.3.4 試験体検証（耐火時間 1 時間）



試験終了 試験体表面



試験終了 試験体表面  
直行集成板燃え込み確認



試験終了 試験体表面  
直行集成板継ぎ目計測



試験終了 試験体表面  
直行集成板燃え込み計測



試験終了 金物  
直行集成板欠損部 取付け金物箱抜き



試験終了 金物  
直行集成板抜き取り



試験終了 金物  
直行集成板抜き取り部断面



直行集成板

オ. 遮炎性能試験載荷荷重量

試験に用いる載荷荷重量は、構造耐力上主要な部分である壁の鉛直荷重部材（直交集成板）について、平成13年国土交通省告示第1024号（木材のめりこみ及び圧縮材の座屈の許容応力度等）に基づき、次の表に示す各式から算出した。

軸組工法：直交集成板造 試験体高さ：2700 mm、直交集成板：910 mm × 90 mm材、2枚分

表 4.2.3.1 試験体載荷荷重量計算

項目	数値・計算値	備考
層構成	3層3プライ	(= ⊥ =)
接着剤の使用環境	C	水性高分子イソシアネート系
t (cm)	3.0	ラミナ厚
n (枚)	2	平行層のラミナの枚数
n ⊥ (枚)	1	直交層のラミナの枚数
l x (cm)	9.0	座屈方向のせい
L b (cm)	91.0	材幅
A i (cm <sup>2</sup> )	273.0	1,3番目の各層の断面積
A o (cm <sup>2</sup> )	819.0	断面積
A A = ∑ E i A i / E o (cm <sup>2</sup> )	546.0	等価断面の断面積
σ c <sub>oml</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	21.6	強軸方向につき、最外層に使用されるラミナの基準強度 (M60A)
F c = σ c <sub>oml</sub> × A A / A o × 0.75 (N/mm <sup>2</sup> )	10.8	基準強度
A (cm <sup>2</sup> )	819.0	許容応力度計算での断面積 (強軸方向につき、全断面)
I (cm <sup>4</sup> )	5528.3	許容応力度計算での断面二次モーメント (強軸方向につき、全断面)
l (cm)	270.0	座屈長さ
λ = l √(A / I)	103.9	有効細長比
η	0.278	座屈低減係数
L f c (= 1.1/3 × F c) (N/mm <sup>2</sup> )	3.96	長期許容圧縮応力度
(kg f/cm <sup>2</sup> )	40.38	
L f k (= η × L f c) (N/mm <sup>2</sup> )	1.100	長期許容座屈応力度
(kg f/cm <sup>2</sup> )	11.22	
N (= L f k × A o) (kN)	90.09	直交集成板 1枚当たりの圧縮力

(kg f)	9187	
M (枚)	2	載荷される直交集成板の枚数
P (=N × M) (kN)	180.18	載荷荷重量
(kg f)	18373	

注) 材料強度は、平成13年国土交通省告示第1024号(木材のめりこみ及び圧縮材の座屈の許容応力度等)に基づく

【強軸】外層に使用されるラミナの圧縮強度

【弱軸】内層の最も外側の層に使用されるラミナの圧縮強度

	等級	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>3</sup> )
等級区分機による等級	M60A	21.6	6000
	M60B	21.6	6000
	上記と同等以上	21.6	6000
	30A	15.6	3000
	M30B	15.6	3000
	上記と同等以上	15.6	3000
目視等級区分	一等	26.4	7000
	二等	16.5	3000

最外層に使用されるラミナの圧縮の基準強度

	A <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	A <sub>i</sub> × E <sub>i</sub>
1層目	273	6000	1638000
2層目	0	0	0
3層目	273	6000	1638000
Σ E <sub>i</sub> × A <sub>i</sub>			3276000
E <sub>0</sub>		6000	
AA	546		

最外層に使用されるラミナのめりこみの基準強度

樹種	基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )
あかまつ、くろまつ、ダフリカカラマツ、サザンパイン、べいまつ、ホワイトサイプレスパイン及びウェスタンラーチ	9
ひのき、ひば、からまつ及びべいひ	7.8
つが、アラスカイエローシダー、ベにまつ、ラジアタパイン、べいつが、もみ、とどまつ、えぞまつ、べいもみ、スプルース、ロ	6



ツジポールパイン、ポンデローザパイン、おうしゅうあかまつ、すぎ、べいすぎ及びジャックパイン	
---	--

【直交集成板造 直交集成板：910 mm×90 mm材、2枚分】

項目	数値・計算値	備考
$\Sigma t$ (cm)	9.0	材厚
$L b$ (cm)	91.0	材幅
$A o$ (cm <sup>2</sup> )	819.0	断面積
$F cv$ (N/mm <sup>2</sup> )	6.0	基準強度(スギ)
$L f cv$ ( $=1.1/3 \times F cv$ ) (N/mm <sup>2</sup> )	2.20	長期許容圧縮応力度
(kg f/cm <sup>2</sup> )	22.43	
$N$ ( $=L f cv \times A o$ ) (kN)	180.18	直交集成板1枚当たりのめりこみ力
(kg f)	18373	
$M$ (枚)	2	載荷される直交集成板の枚数
$P$ ( $=N \times M$ ) (kN)	360.36	載荷荷重量
(kg f)	36746	

3) 耐火性能試験の結果

- ① 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 30 分の耐火性能試験  
壁の断熱性能 熱還流率 (U) = 0.21W/m<sup>2</sup>・K と耐火性能 耐火時間 30 分  
壁の開発ができた。
- ② 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 45 分の耐火性能試験  
壁の断熱性能 熱還流率 (U) = 0.16W/m<sup>2</sup>・K と耐火性能 耐火時間 45 分  
壁の開発ができた。
- ③ 「信州カラマツ」外装材による耐火時間 1 時間の耐火性能試験  
壁の断熱性能 熱還流率 (U) = 0.24W/m<sup>2</sup>・K と耐火性能 耐火時間 1 時  
間壁の開発ができた。

4) 今後の課題・展開等

① 課題

- ア. 木造軸組み以外構造体（枠組み壁工法、鉄骨造等）の防耐火壁開発  
本事業の成果を基に「信州カラマツ」外装材の需要が見込める木造枠組み壁  
工法や鉄骨造に対応した防耐火壁開発が必要である。
- イ. 建築物の構造非耐力壁（間仕切り壁）等の開発  
本事業の成果を基に、住宅系以外の施設での需要が見込める「信州カラ  
マツ」材を仕上げ材とした耐火間仕切り壁の開発が必要である。

② 展開

- ア. 開発した「信州カラマツ」外装材の商品化  
「あいじゃくり」、「本実」、「スカーフジョイント」目地による「信州カラ  
マツ」外装材の商品化を施工要領書の整備と合わせ早急に図る。
- イ. 開発した「信州カラマツ」外装材の販路開拓  
開発した「信州カラマツ」外装材は、都市部（建築基準法第 22 条指定地  
域、準防火地域、防火地域）での需要が大いに見込まれるため、都市部での  
既存販売ルート以外の新規販路開拓展開をする。
- ウ. 開発した「信州カラマツ」外装材の生産体制と素材供給体制整備

開発した「信州カラマツ」外装材の生産体制強化を図り、開発した外装材に使用する「信州カラマツ」の素材供給について、地域内の素材生産との連携強化をする。

以上

報告書作成：有限会社和建築設計事務所

青木 和壽      橘 瑞枝      横林 千佳