

第 5 章 高性能防火壁

5. 高性能防火壁

5.1 高性能防火壁に係る目標性能の設定

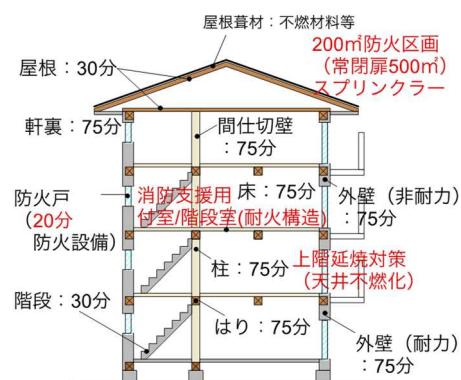
2019年6月の改正建築基準法の施行により法21条、法27条、法61条が性能規定化されたことで、従来、建物の規模や用途により耐火構造または耐火建築物が要求される建物を、消防活動支援措置や避難安全措施、延焼防止装置等を強化することにより準耐火構造等で設計することが可能となった。具体的に1時間を超える準耐火構造を用いて設計が可能ないくつかの建物例を下記に示す。改正建築基準法の施行時に制定された令和元年国土交通省告示第193号や194号では、主要構造部の75分準耐火構造や90分準耐火構造の仕様が例示されているが、従来の1時間準耐火構造や45分準耐火構造と比較すると、2020年4月現在では、仕様が限定的である。

そこで本事業では、昨年度からの高倍率・高階高耐力壁の検証仕様¹⁾および既往の防耐火に関する研究成果²⁾を踏まえ、1時間を超える準耐火性能を有する軸組構法による木造壁の仕様を検証する。また、実験の試験体仕様の検討においては、1時間を超える準耐火性能のうち75分準耐火構造が、防火地域・準防火地域以外での4階建てや、防火地域内の3階建てなど、直近での実現性および汎用性が高いことから、目標性能を75分準耐火構造に設定した。

75分準耐火構造・90分準耐火構造を用いて設計が可能な建物例

[防火地域・準防火地域 以外]

- ・ 規模：階数4階建て以下
 - ・ 用途：3階以上に特殊建築物^{*}を配置しない場合
- ^{*} 耐火建築物等を要する用途（法27条，法別表第一）



[防火地域・準防火地域]

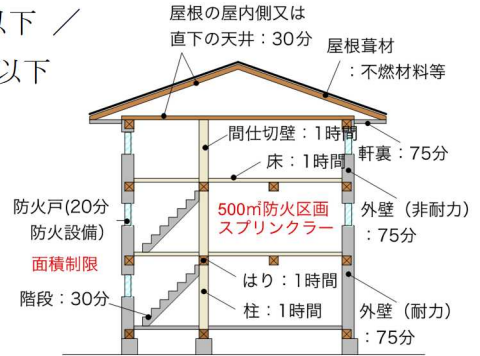
パターン①

- ・ 地域：防火地域
- ・ 規模：3階建て以下，延べ面積100㎡超え200㎡以下
- ・ 用途：住宅



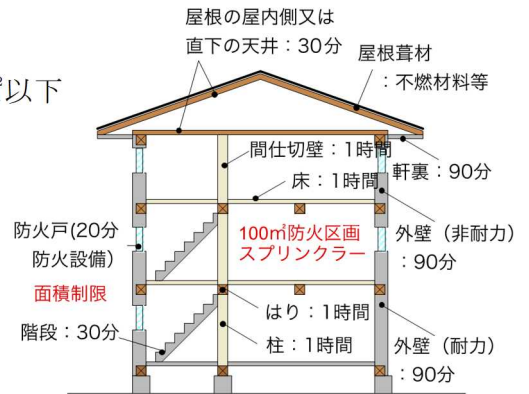
パターン②

- ・ 地域：防火地域，準防火地域
- ・ 規模：3階建て以下，防火地域 → 延べ面積 3,000 m²以下 /
準防火地域 → 延べ面積 1,500 m²を超え 3,000 m²以下
- ・ 用途：事務所，学校等，共同住宅，寮



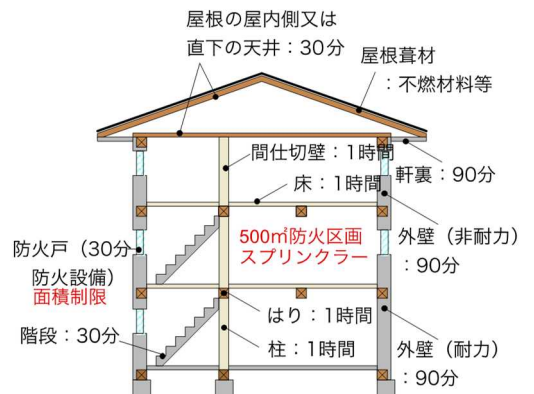
パターン③

- ・ 地域：防火地域，準防火地域
- ・ 規模：2階建て以下，
防火地域 → 延べ面積 3,000 m²以下 /
準防火地域 → 延べ面積 1,500 m²を超え 3,000 m²以下
- ・ 用途：共同住宅，保育園，ホテル



パターン④

- ・ 地域：防火地域，準防火地域
- ・ 規模：2階建て以下，
防火地域 → 延べ面積 3,000 m²以下 /
準防火地域 → 延べ面積 1,500 m²を超え 3,000 m²以下
- ・ 用途：店舗
(物販以外の店舗は 90 分準耐火構造)



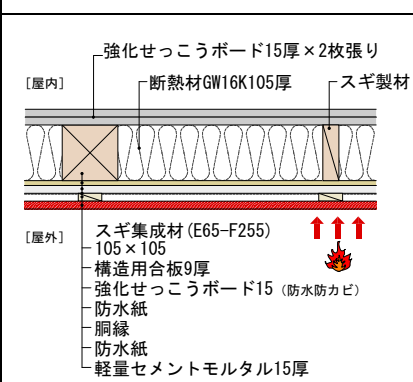
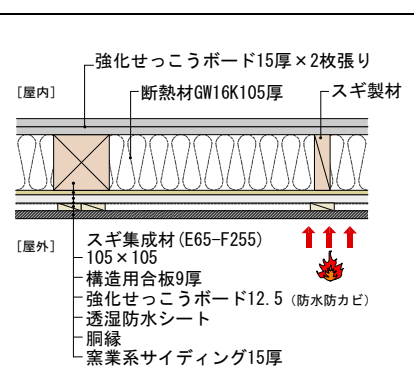
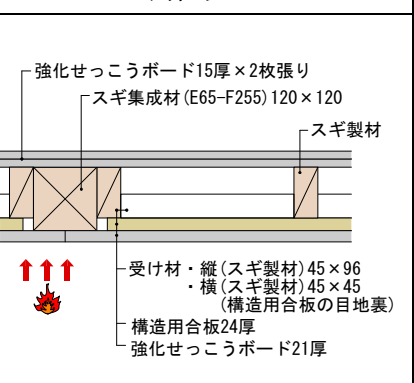
5.2 本試験

5.2.1 試験計画

(1) 試験体仕様

本事業では、外壁 2 仕様、間仕切壁 1 仕様について実験仕様を検討し、載荷加熱試験を実施した。各試験体の仕様は、前述の通り 75 分準耐火構造を目標性能とし、昨年度からの高倍率・高階高耐力壁の検証仕様¹⁾ および既往の防耐火に関する研究成果²⁾ を踏まえ決定した。試験体図の詳細については、5.5 の試験報告書を参照されたい。

表 5.2-1 試験体仕様の概要

外壁		間仕切壁
 <p>【屋内】 強化せっこうボード15厚×2枚張り 断熱材GW16K105厚 スギ製材</p> <p>【屋外】 スギ集成材 (E65-F255) 105×105 構造用合板9厚 強化せっこうボード15 (防水防カビ) 防水紙 胴縁 防水紙 軽量セメントモルタル15厚</p>	 <p>【屋内】 強化せっこうボード15厚×2枚張り 断熱材GW16K105厚 スギ製材</p> <p>【屋外】 スギ集成材 (E65-F255) 105×105 構造用合板9厚 強化せっこうボード12.5 (防水防カビ) 透湿防水シート 胴縁 窯業系サイディング15厚</p>	 <p>強化せっこうボード15厚×2枚張り スギ集成材 (E65-F255) 120×120 スギ製材</p> <p>受け材・縦 (スギ製材) 45×96 ・横 (スギ製材) 45×45 (構造用合板の目地裏) 構造用合板24厚 強化せっこうボード21厚</p>
<p>試験体 E-1 (軽量セメントモルタル仕上げ)</p>	<p>試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ)</p>	<p>試験体 P-1</p>

外壁 (試験体 E-1)

昨年度の構造本試験 (No. 11) の仕様および防耐火の性能評価試験の評価方法を踏まえ、柱は 105mm 角のスギ集成材、屋外側の構造用面材は構造用合板 9mm 厚 (大壁納まり)、外装材は、強化せっこうボード (防水防カビ) 15mm 厚の上に、75 分準耐火構造に関しては既往の知見が見あたらない軽量セメントモルタル 15mm 厚とした。軽量セメントモルタルは、日本建築仕上工業会 (NSK) の標準仕様とし、組成は表 5.2-2 に記載する。また、屋内側は、既往の知見²⁾ に基づき、強化せっこうボード (GB-F(V)) 15mm 厚の 2 枚張りとし、断熱材はグラスウール 16K105mm 厚とした。

外壁 (試験体 E-2)

昨年度の構造本試験 (No. 11) の成果および防耐火の性能評価試験の評価方法を踏まえ、柱は 105mm 角のスギ集成材、屋外側の構造用面材は構造用合板 9mm 厚 (大壁納まり)、外装材は窯業系サイディング 15mm 厚とした。試験体の窯業系サイディングは、日本窯業外装材協会 (NYG) の代表板とし、組成は表 5.2-3 に記載する。また屋外側の強化せっこうボード (防水防カビ) は、既往の研究成果²⁾ を踏まえ、仕様のスリム化を図ることを目的とし、12.5mm 厚とした。なお、屋内側は、試験体 E-1 と同様に、既往の知見²⁾ に基づき、強化せっこうボード (GB-F(V)) 15mm 厚の 2 枚張りとし、断熱材はグラスウール 16K105mm 厚とした。

間仕切壁（試験体 P-1）

昨年度の構造本試験（No. 12）の成果および防耐火の性能評価試験の評価方法を踏まえ、柱は120mm角のスギ集成材とし、柱両側の鉛直方向（縦）にスギ製材 45×96mm を設けた。また、加熱面側の構造用面材は、構造用合板 24mm 厚（真壁納まり）とし、構造用合板の横目地裏の水平方向（横）にスギ製材 45×45mm の受け材を設けた。加熱側の耐火被覆は、柱両側面の受け材による柱（荷重支持部）の延焼抑制、構造用合板の横目地裏の受け材による目地部からの火炎貫通抑制を見込み、強化せっこうボード（GB-F(V)）21mm 厚×1 枚張りとした。なお、非加熱面側は、既往の知見²⁾に基づき、強化せっこうボード（GB-F(V)）15mm 厚の 2 枚張りとし、断熱材はなしとした。

表 5.2-2 外壁（試験体 E-1）軽量モルタルセメントの組成表

大分類	小分類	質量 [%]	総質量 [%]
セメント	普通ポルトランドセメント	45	45
無機質混和材	無機質骨材	31	45
	パーライト	3.3	
	けい砂	27.7	
	無機質混和材	14	
	高炉スラグ	10.4	
	膨張材(石灰系)	3.6	
有機質混和材	有機質骨材	7.6	10
	エチレン酢酸ビニル・炭酸カルシウム発泡粒	2.1	
	ポリエチレン発泡粒	5.5	
	有機少量添加剤	2.1	
	増粘剤	0.7	
	保水剤(メチルセルロース)	1.4	
有機質繊維	有機質繊維	0.3	
	ポリエチレン繊維		

表 5.2-3 外壁（試験体 E-2）窯業系サイディングの組成表

大分類	小分類	質量 [%]
	ケイ酸カルシウム化合物	70
無機質混和材	マイカ 等	12
有機質繊維	セルロース繊維 等	7
有機質混和材	リグニン 撥水剤 等	11

(2) 試験方法・試験場所

- 1) 日時：2020年10月21日（水） 外壁・試験体 E-1
2020年10月22日（木） 間仕切壁・試験体 P-1
2020年11月18日（水） 外壁・試験体 E-2

- 2) 場所：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
壁炉（載荷加熱）・H=3.0m×W3.5m

3) 実験方法

・ 検証性能：75分準耐火構造

性能評価は、性能評価機関の「防耐火性能試験・評価業務方法書（準耐火等性能試験方法）」に則し、非損傷性を柱の軸方向の変位量及び速度より、遮熱性を壁の裏面温度より、遮炎性を目視観測により判断した。またより詳細な燃焼状況を観測するため、試験体の内部温度（外壁 26 点、間仕切壁 25 点）を計測した。

防耐火性能試験・評価業務方法書

<https://www.howtec.or.jp/relays/download/141/369/304/3018/?file=/files/libs/3018/201911071911496173.pdf>

・ 加熱方法

JIS A 1304 の標準加熱曲線 A（ISO834 の標準加熱曲線）に準じて、90 分間（75 分準耐火性能）を目標として、安全上、支障のない範囲にて延長が可能な場合には、90 分以降も加熱時間の延長を実施した。

・ 載荷方法

本試験は、油圧ジャッキを用いて鉛直荷重を加えた。試験体の荷重は、試験体中央の柱（外壁試験体は 105mm 角、間仕切壁試験体は 120mm 角）に長期許容応力度が発生する荷重を載荷した。なお載荷荷重は、柱の強度等級規格である同一等級構成 E65- F255 の基準強度（20.6 N/mm²）を用いて算定した。

5.2.2 試験結果・考察

いずれの仕様についても75分準耐火性能の見通しが得られた。各仕様の結果一覧および考察については、以下に示す。なお、各実験における試験体図および詳細な計測結果（グラフ）等については、5.5の試験報告書を参照されたい。

表 5.2-4 試験結果の概要

試験体	仕様※1 【特記なき場合はmm】		試験荷重	実験結果					
				中央の柱に 長期許容応力度 が発生する荷重 [kN]	①加熱時間 ②準耐火性能 を有する時間※2 (①÷1.2)	非損傷性※5		遮熱性	遮炎性
						①最大軸方向 収縮量[mm] ②最大軸方向 収縮速度[mm/分] ③最大面外方向 変形量[mm]	荷重支持部 が260℃を 越える時間 [分]		
外壁 試験体E-1 (軽量セメントモルタル)	加熱面	軽量セメントモルタル15厚/ 縦胴縁/透湿防水シート/ 強化せっこうボード15厚/ 構造用合板9/柱105角	25.6	①90分 ②66分※3	① 0.02 ② 0.02 ③ 2.0 (加熱側に凸)	83分 (柱隅角,16番)	50	なし	
	非加熱面	強化せっこうボード15厚×2枚 (総厚30)							
外壁 試験体E-2 (窯業系サイディング)	加熱面	窯業系サイディング15厚/ 縦胴縁/防水紙/ 強化せっこうボード12.5厚/ 構造用合板9/柱105角	25.6	①110分 ②91分	① 0.10 ② 0.05 ③ 15.2 (非加熱側に凸)	67分 (柱側面,2番)	65	なし	
	非加熱面	強化せっこうボード15厚×2枚 (総厚30)							
間仕切壁 試験体P-1	加熱面	強化せっこうボード21厚/ 構造用合板24/ 受け材 縦45×96,横45×45/ 柱120角	46.8	①104分 ②84分※4	① 7.75 ② 3.24 ③ 65.3 (非加熱側に凸)	40分 (柱表面,16番)	77	なし	
	非加熱面	強化せっこうボード15厚×2枚 (総厚30)							

※1 仕様の詳細は5.5試験報告書の試験体図参照

※2 非損傷性・遮熱性・遮炎性を確保した時間を示す

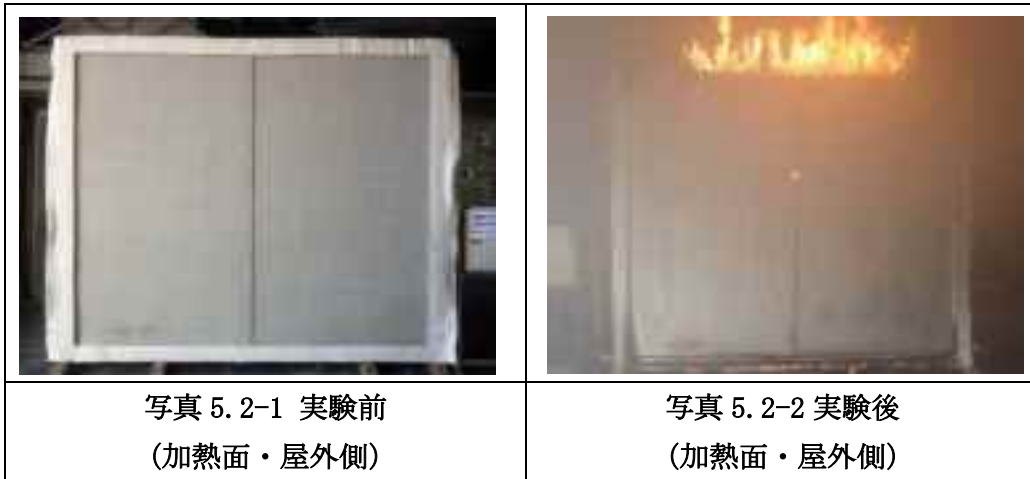
※3 加熱開始80分に耐火炉と試験体取り合い部の不具合が生じた発生により、80分以降は試験荷重の約8割の荷重をかけた状態にて90分まで加熱を継続したため、
②は80分を加熱時間として準耐火性能を有する時間を記載する

※4 加熱開始後104分まで加熱を継続したが、加熱開始後101分時点にて荷重支持能力が低下し載荷荷重が低減したため、②は101分を加熱時間として準耐火性能を有する時間を記載する

※5 外壁・試験体E-1については※3、間仕切壁試験体P-1については※4の理由により、非損傷性の①,②,③は、各々80分,101分時点での数値を記載する

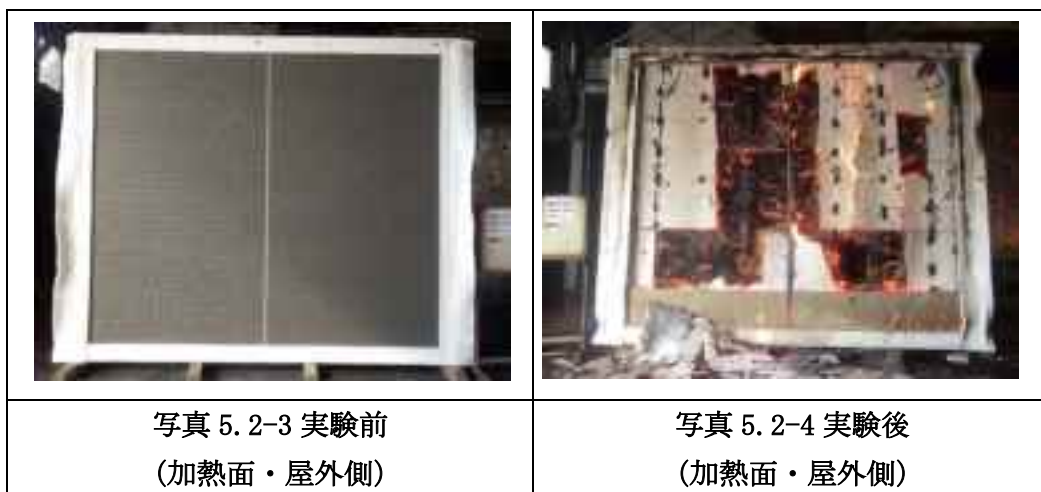
・外壁 試験体 E-1 (軽量セメントモルタル仕上げ)

本実験は、加熱開始 80 分 (以下、80 分) に耐火炉と試験体の取り合い部に不具合が生じたため、80 分以降は、試験荷重 (25.6kN) の約 8 割の荷重がかかった状態にて 90 分まで加熱を継続した。80 分までは、外装材等面材の脱落はなく、非損傷性、遮炎性、遮熱性を確保した。その後、83 分の表面温度が 260°C を越えるが、90 分まで遮炎性、遮熱性を確保し、また、実験後の柱 (105mm 角) の残存状況は隅角部に深さ 10mm 程度の炭化に留まっていた。これらの結果より、本仕様は 90 分加熱に耐え得る (75 分準耐火性能を有する) 可能性があると考えられる。





・外壁 試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ)

目標とする 90 分加熱 (75 分準耐火性能) および 108 分加熱 (90 分準耐火構造) に耐え、非損傷性、遮炎性、遮熱性を確保した。その後、110 分時点においても、軸方向収縮量に大きな変化はなく、加熱をさらに継続できたが、当初の目標性能を確認できたため、実験を終了した。実験後の柱 (105mm 角) の炭化深さは、正面で 20mm、側面で 17mm、隅角部で 33mm 程度確認されたが、加熱終了時まで外装材等面材の脱落はなく、非損傷性に影響を与える柱断面の減少遅延につながったと考えられる。



・間仕切壁 試験体 P-1

目標とする 90 分加熱（75 分準耐火性能）に耐え、非損傷性、遮炎性、遮熱性を確保した。その後、加熱開始 100 分を過ぎた頃から軸方向変形量が増大しはじめ、101 分に荷重支持能力が低下し、104 分にて実験を終了した。加熱開始 40 分を過ぎた頃より柱表面の温度が 260℃を超えたが、実験後の柱（120mm 角）の炭化深さが、正面で 40mm、隅角部で 60mm 程度であることから、加熱終了時まで耐火被覆（強化せっこうボード(GB-F(V)21mm 厚)の脱落しなかったこと、また、構造用面材横目地裏の受け材が壁内への火炎貫通を抑制し、さらには、柱両側面の受け材が非損傷性に影響を与える柱断面の減少を抑制したことが、性能確保に寄与と考えられる。

	
写真 5.2-5 実験前 (加熱面・屋外側)	写真 5.2-6 実験後 (加熱面・屋外側)

・外壁の各部計測値

試験体 E-1 (軽量セメントモルタル仕上げ), 試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ)

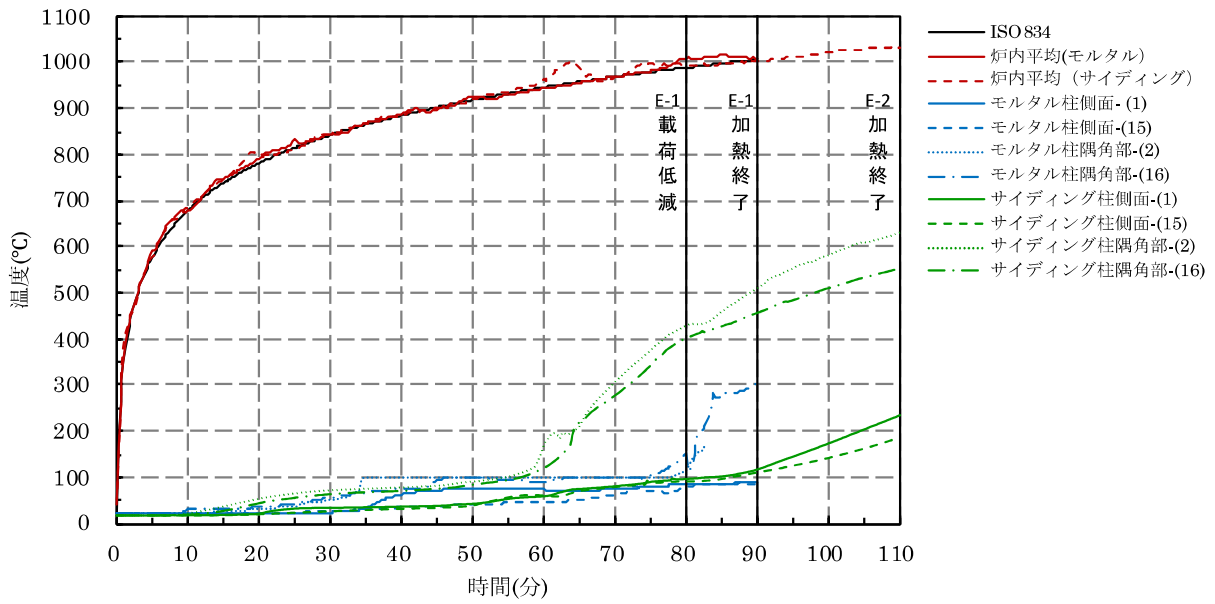


図 5.2-1 柱 (荷重支持部材) の温度推移

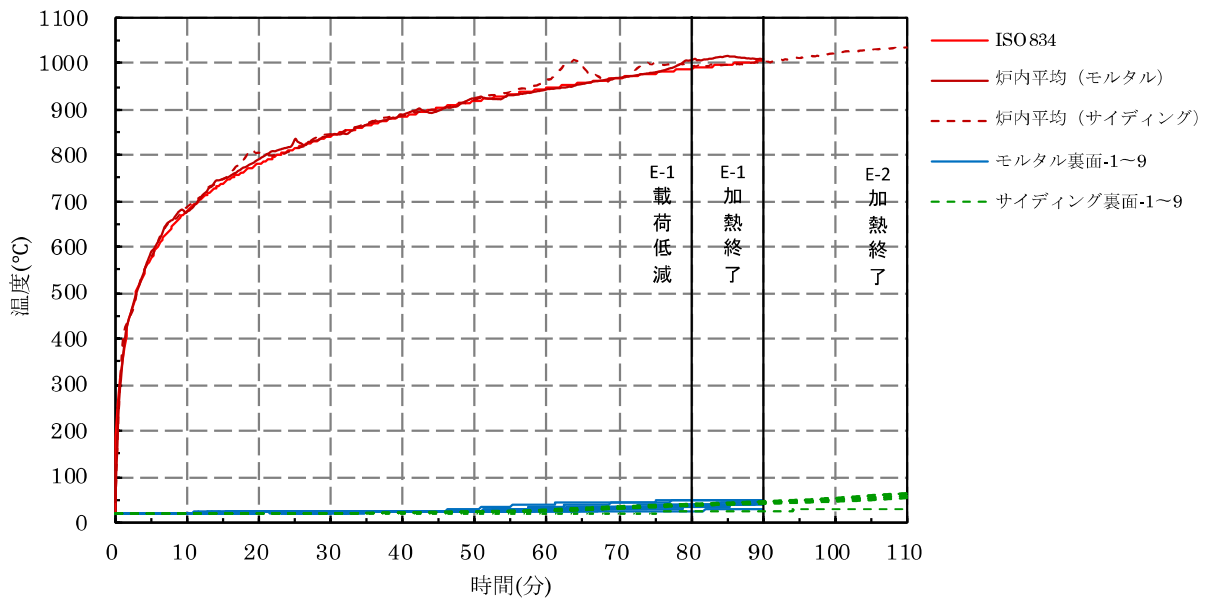


図 5.2-2 裏面温度推移

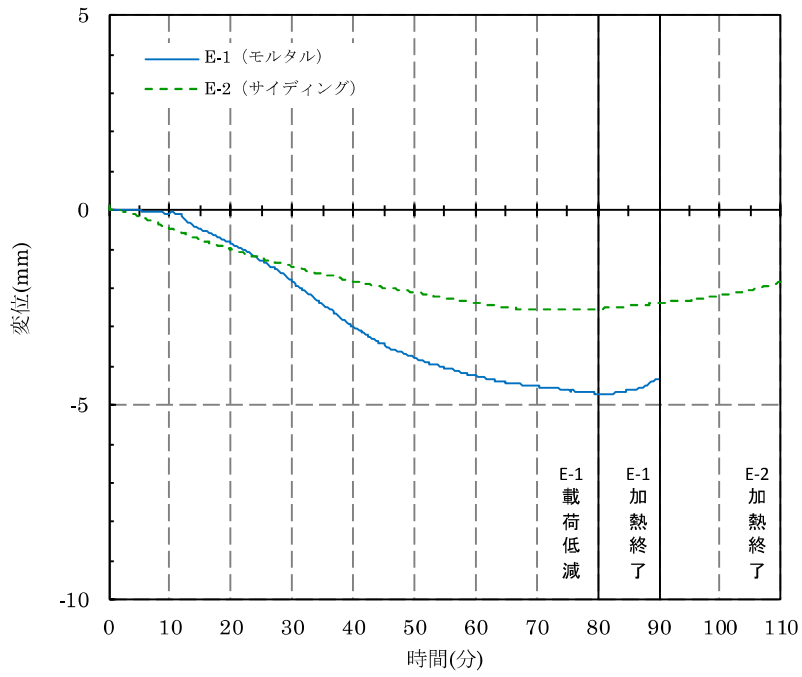


図 5.2-3 平均軸方向収縮量の推移

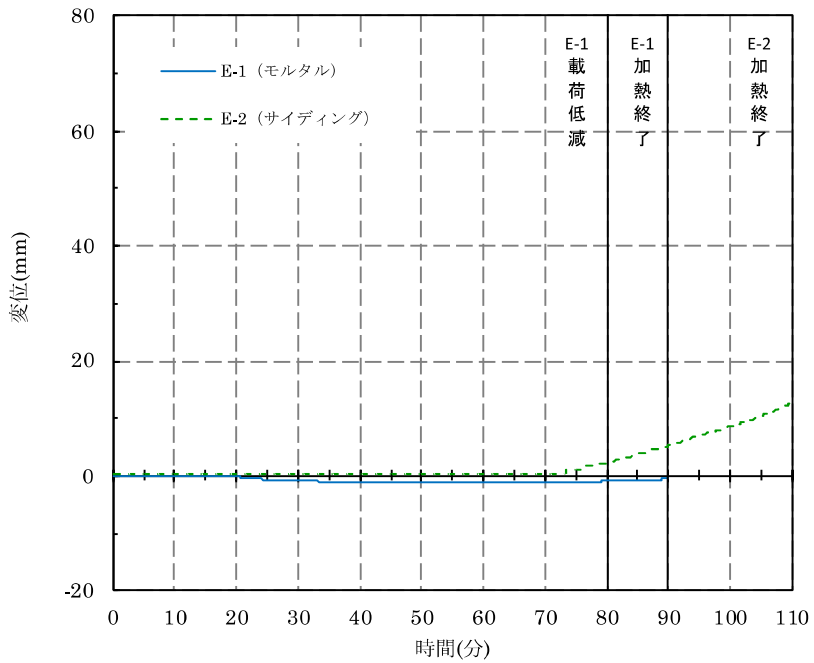


図 5.2-4 平均面外方向変位量の推移

・外壁 試験体 E-1（軽量セメントモルタル仕上げ）の試験経過観察

実験中の観察記録を表 5.2-5 に、実験中の写真 5.2-7～18 に示す。

表 5.2-5 観察記録

実験名:外壁(軽量セメントモルタル)・75分準耐火構造



試験場所:日本住宅・木材技術センター

日付:2020年10月21日(水) 10時59分～

気温:22℃

時刻	内容(加熱面・炉内)	内容(非加熱面・計測状況)
0:00:00		着火
0:08:22		試験体上部(炉との取り合い部)より白煙が発生する
0:10:42	外装材がはらみ浮き始める	
0:15:00		特に変化無し
0:16:11	外装材に亀裂を確認する	
0:25:18	外装材の亀裂より火炎が噴出し始める	
0:30:00		特に変化無し
0:34:10	木材の燃烧音(バキバキとした音)が連続的に発生する	
0:45:00		特に変化無し
0:55:12	破損音(バキッという音)がした	
0:59:07	外装材の亀裂より黒煙が発生する	試験体上部(炉との取り合い部)の白煙量が増す
1:00:00	破損音(バキッという音)がした	
1:05:50	試験体下部の外装材の亀裂より火炎が噴出し続ける	
1:08:20	大きな破損音(バキッという音)がした	間柱隅角部が260℃を超える
1:10:14	外装材の亀裂からの噴出火炎が増える	
1:11:53		石膏ボード下部より液体が流れ出る
1:20:00		試験体下部(炉との取り合い部)の不具合により載荷荷重低減
1:24:00		試験体の左右(炉との取り合い部)より火炎が噴出する
1:30:00		載荷加熱終了・脱炉作業開始
1:36:00		消火開始
1:55:00		消火終了

・外壁 試験体 E-1（軽量セメントモルタル仕上げ）の試験写真

	
<p>写真 5.2-7 実験前の加熱面</p>	<p>写真 5.2-8 加熱開始時（非加熱面）</p>
	
<p>写真 5.2-9 加熱開始 15 分後</p>	<p>写真 5.2-10 加熱開始 30 分後</p>
	
<p>写真 5.2-11 加熱開始 45 分後</p>	<p>写真 5.2-12 加熱開始 60 分後</p>

	
<p>写真 5.2-13 加熱開始 75 分後</p>	<p>写真 5.2-14 加熱開始 80 分後</p>
	
<p>写真 5.2-15 加熱開始 90 分後 (加熱終了時)</p>	<p>写真 5.2-16 加熱開始 90 分後 (加熱終了時の炉内の様子)</p>
	
<p>写真 5.2-17 脱炉直後の加熱面</p>	<p>写真 5.2-18 消火後の試験体内部</p>

・外壁 試験体 E-1（軽量セメントモルタル仕上げ）の炭化状況

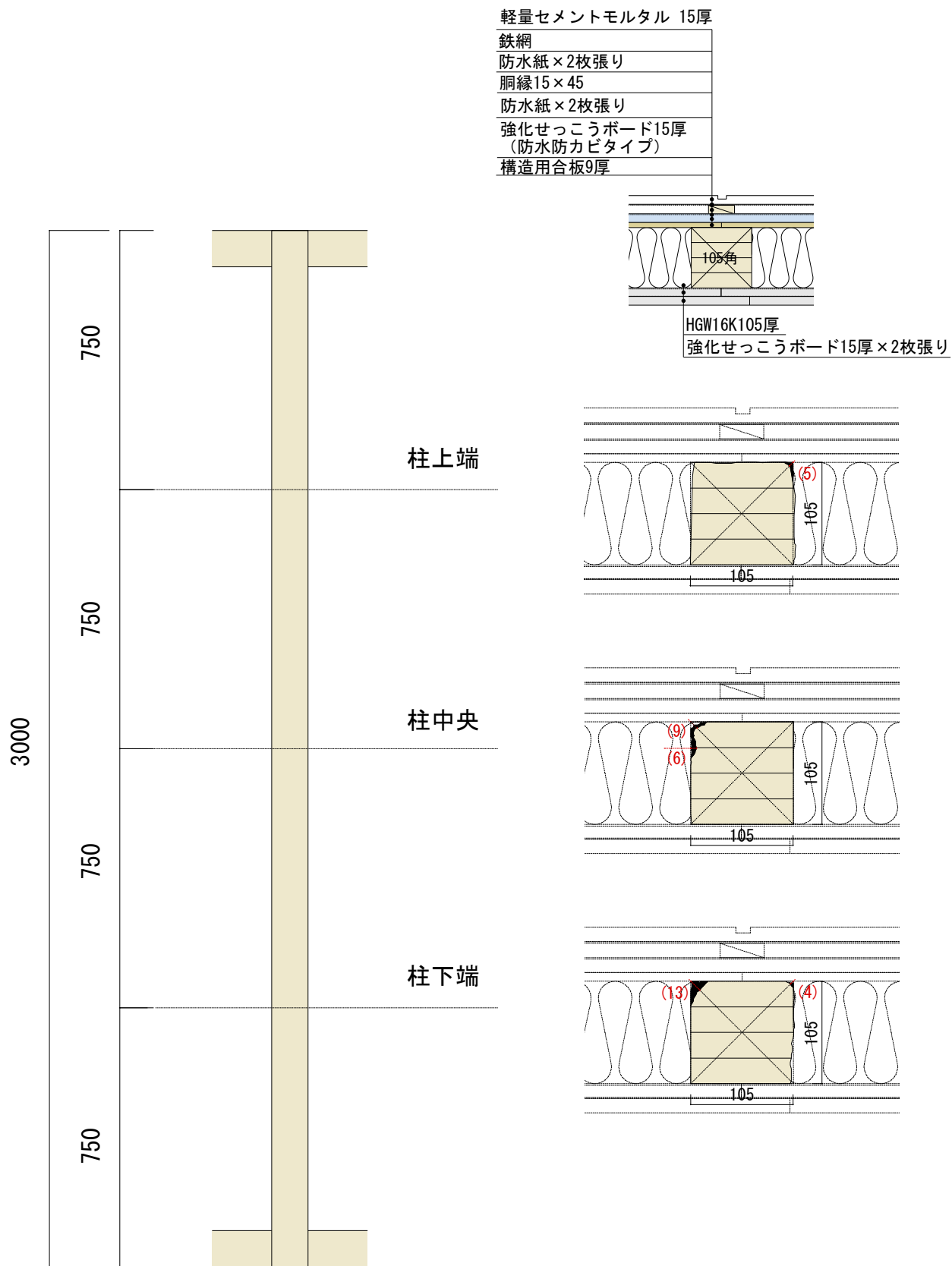


図 5.2-5 柱の炭化図（単位：mm）

・外壁 試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ) の試験経過観察

実験中の観察記録を表 5.2-6 に、実験中の写真 5.2-19～30 に示す。

表 5.2-6 観察記録

実験名：外壁(窯業系サイディング)・75分準耐火構造

試験場所：日本住宅・木材技術センター

日付：2020年11月18日(水) 10時30分～

気温：18℃

時刻	内容 (加熱面・炉内)	内容 (非加熱面・計測状況)
0:00:00	着火	
0:05:48		試験体上部 (炉との取り合い部) より白煙が発生する
0:13:14	目地のシーリングが溶解する	
0:15:00	外装材がはらみ浮き始める	特に変化無し
0:21:48	燃焼ガスに火がつき火炎が噴出する	
0:30:00		試験体上部 (炉との取り合い部) の白煙量が増す
0:41:30	外装材が変形し波打つ	
0:45:00	目地の開きが大きくなり、火炎の噴出が続く	柱隅角部より、構造用合板表面(一般部)の方が温度高い
0:57:00		構造用合板裏面の温度が200℃を超える
1:00:00	外装材の目地から火炎の噴出が増す(合板が燃え出す)	
1:07:28		柱隅角部の温度が260℃を超える
1:12:45	大きな破損音 (バキッという音) がした	
1:14:04	外装材のはらみが大きくなり、隙間から石膏ボードの破片が落下し始める	
1:15:00		面外変形量が増加し始める
1:30:00	目標性能達成 (75分準耐火構造) ・ 載荷加熱を継続する	
	木材の燃焼音(バキバキとした音)が連続的に発生する	
1:50:00	載荷加熱終了・脱炉作業開始	
1:55:50		消火開始
2:12:00		消火終了

・外壁 試験体 E-2（窯業系サイディング仕上げ）の試験写真







	
<p>写真 5.2-19 実験前の加熱面</p>	<p>写真 5.2-20 加熱開始時（非加熱面）</p>
	
<p>写真 5.2-21 加熱開始 15 分後</p>	<p>写真 5.2-22 加熱開始 30 分後</p>
	
<p>写真 5.2-23 加熱開始 45 分後</p>	<p>写真 5.2-24 加熱開始 60 分後</p>



写真 5.2-25 加熱開始 75 分後



写真 5.2-26 加熱開始 90 分後



写真 5.2-27 加熱開始 105 分後



写真 5.2-28 加熱開始 110 分後
(加熱終了時)



写真 5.2-29 脱炉直後の加熱面



写真 5.2-30 消火後の試験体内部

・外壁 試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ) の炭化状況

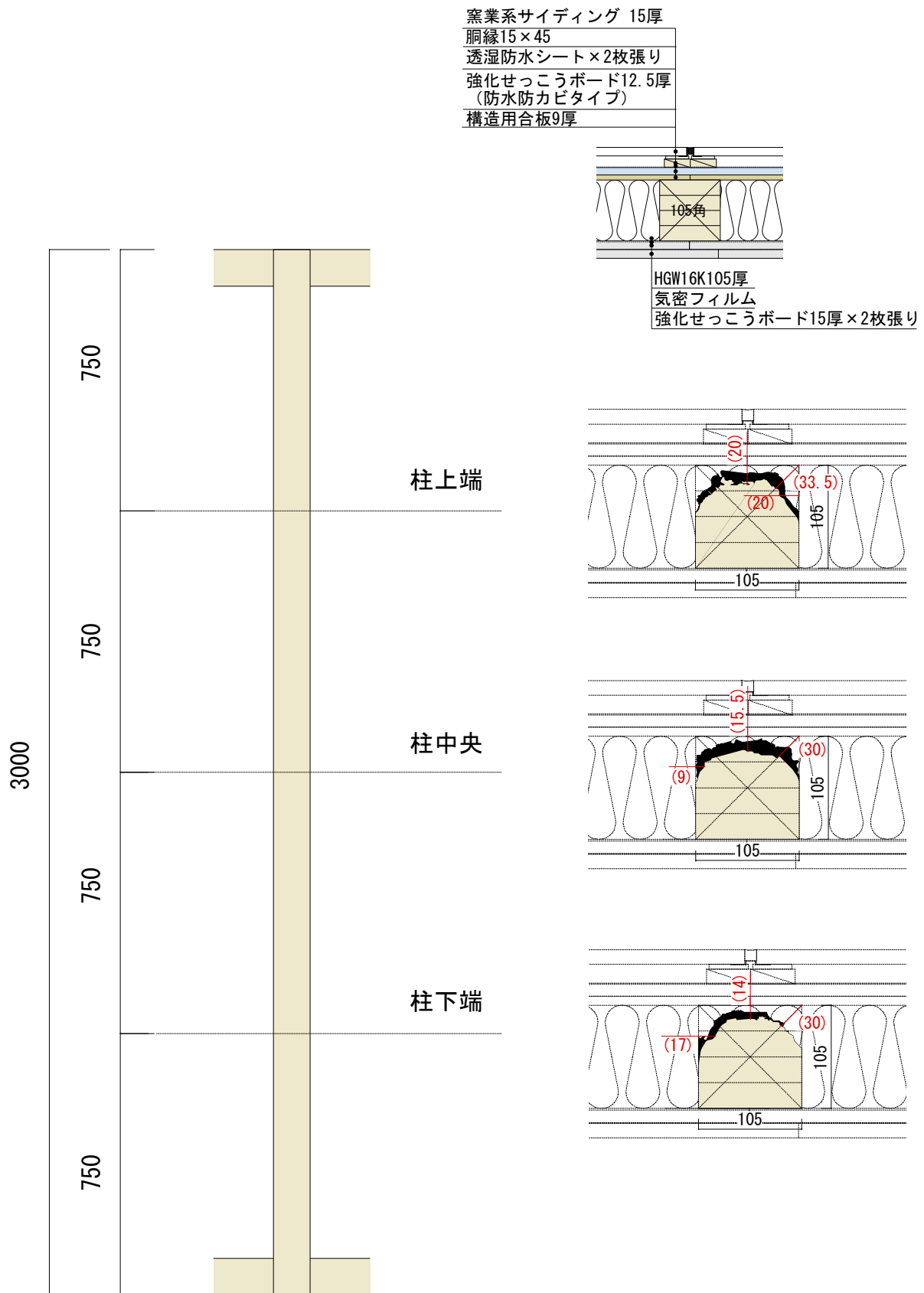


図 5.2-6 柱の炭化図 (単位 : mm)

・ 間仕切壁 試験体 P-1 の各部計測値

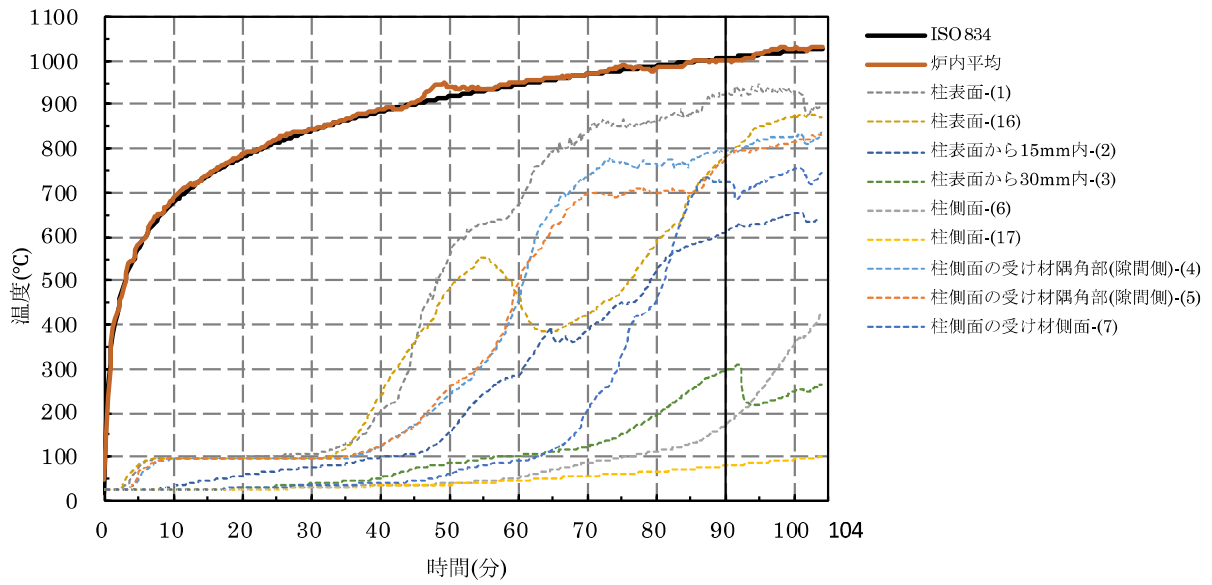


図 5.2-7 柱（荷重支持部材）・受け材の温度推移

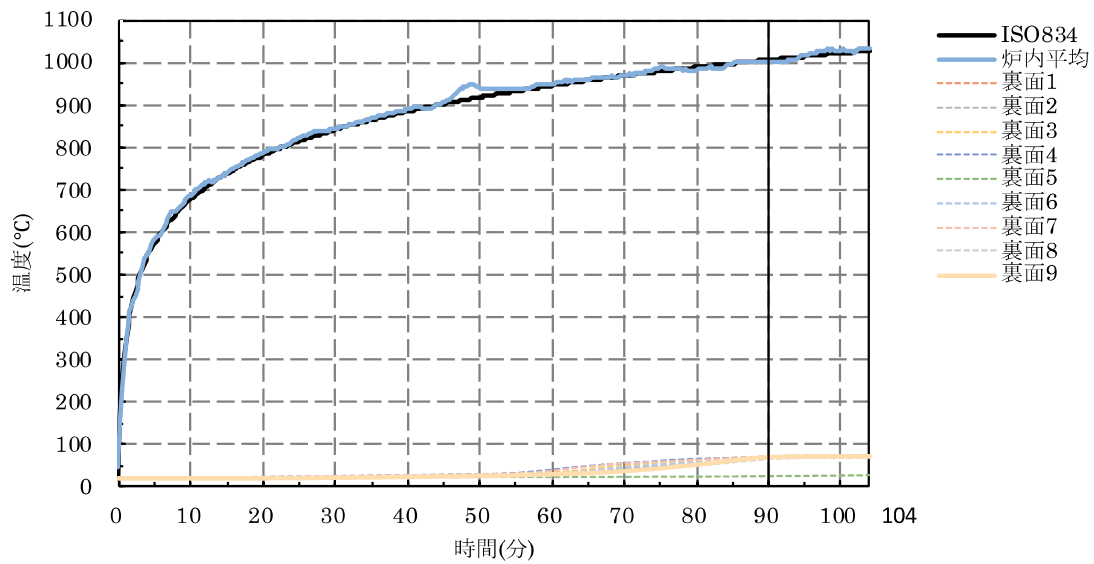


図 5.2-8 裏面温度推移

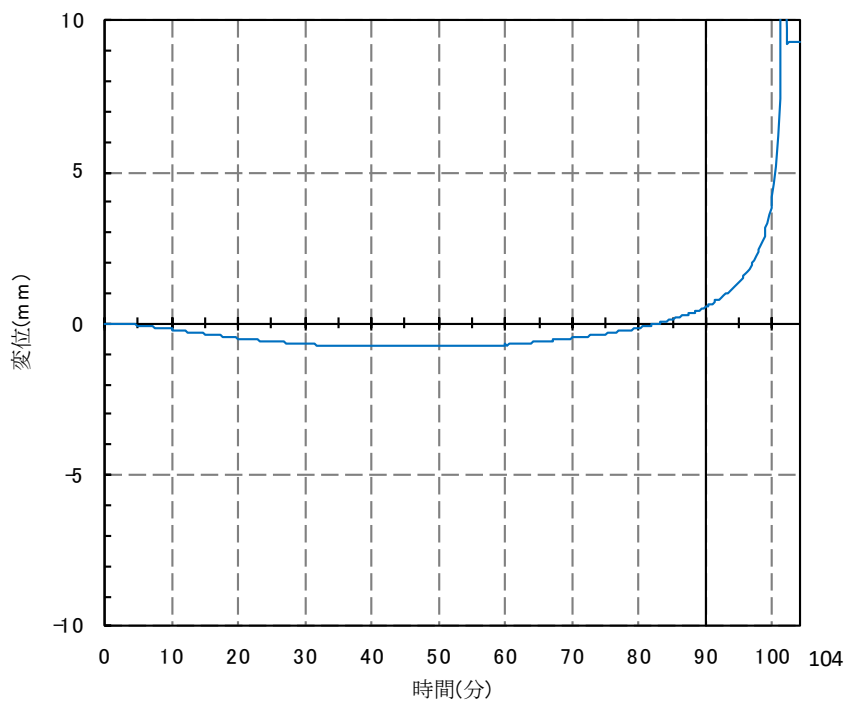


図 5.2-9 平均軸方向収縮量の推移

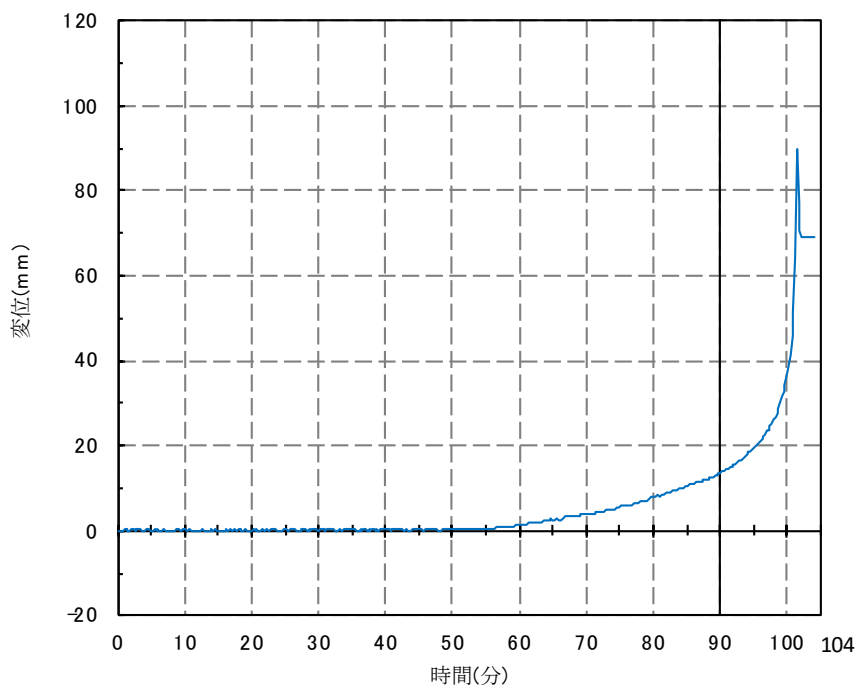


図 5.2-10 平均面外方向変位量の推移

・間仕切壁 試験体 P-1 の試験経過観察

実験中の観察記録を表 5.2-7 に、実験中の写真 5.2-31～42 に示す。

表 5.2-7 観察記録

実験名:間仕切壁・75分準耐火構造

試験場所:日本住宅・木材技術センター

日付:2020年10月22日(水) 11時40分～

気温:23℃

時刻	内容(加熱面・炉内)	内容(非加熱面・計測状況)
0:00:00		着火
0:08:32	石膏ボードの原紙が燃焼し落下し始める	
0:09:02	石膏ボードの横目地が開き始める(2～3mm程度)	
0:15:00		特に変化無し
0:18:03	石膏ボードがはらみ浮き始める	
0:30:00		特に変化無し
0:37:37	石膏ボードに亀裂が生じ始める	
0:39:07	石膏ボードに亀裂より火炎が噴出し始める	
0:40:00		柱の表面温度が260℃を超える
0:45:00		特に変化無し
0:57:24	木材の燃焼音(バキバキとした音)	
	石膏ボードの横目地が開きが大きくなる(10mm程度)	
0:59:25		面外変形量が増加し始める
1:00:00	石膏ボードの亀裂からの噴出火炎が増える	
1:19:30	大きな破損音(バキッという音)がした	
	石膏ボードの浮きが大きくなる	
1:30:00	目標性能達成(75分準耐火構造)・載荷加熱を継続する	
1:41:33		荷重支持能力低下(載荷荷重低減)
1:44:00	載荷加熱終了・脱炉作業開始	
1:50:00		消火開始
2:07:00		消火終了

・ 間仕切壁 試験体 P-1 の試験写真



写真 5. 2-31 実験前の加熱面



写真 5. 2-32 加熱開始時 (非加熱面)



写真 5. 2-33 加熱開始 15 分後



写真 5. 2-34 加熱開始 30 分後



写真 5. 2-35 加熱開始 40 分後
(炉内の様子)



写真 5. 2-36 加熱開始 45 分後



写真 5.2-37 加熱開始 60 分後



写真 5.2-38 加熱開始 75 分後



写真 5.2-39 加熱開始 90 分後



写真 5.2-40 加熱開始 104 分後
(加熱終了時)



写真 5.2-41 脱炉直後の加熱面



写真 5.2-42 消火後の試験体内部

・ 間仕切壁 試験体 P-1 の炭化状況

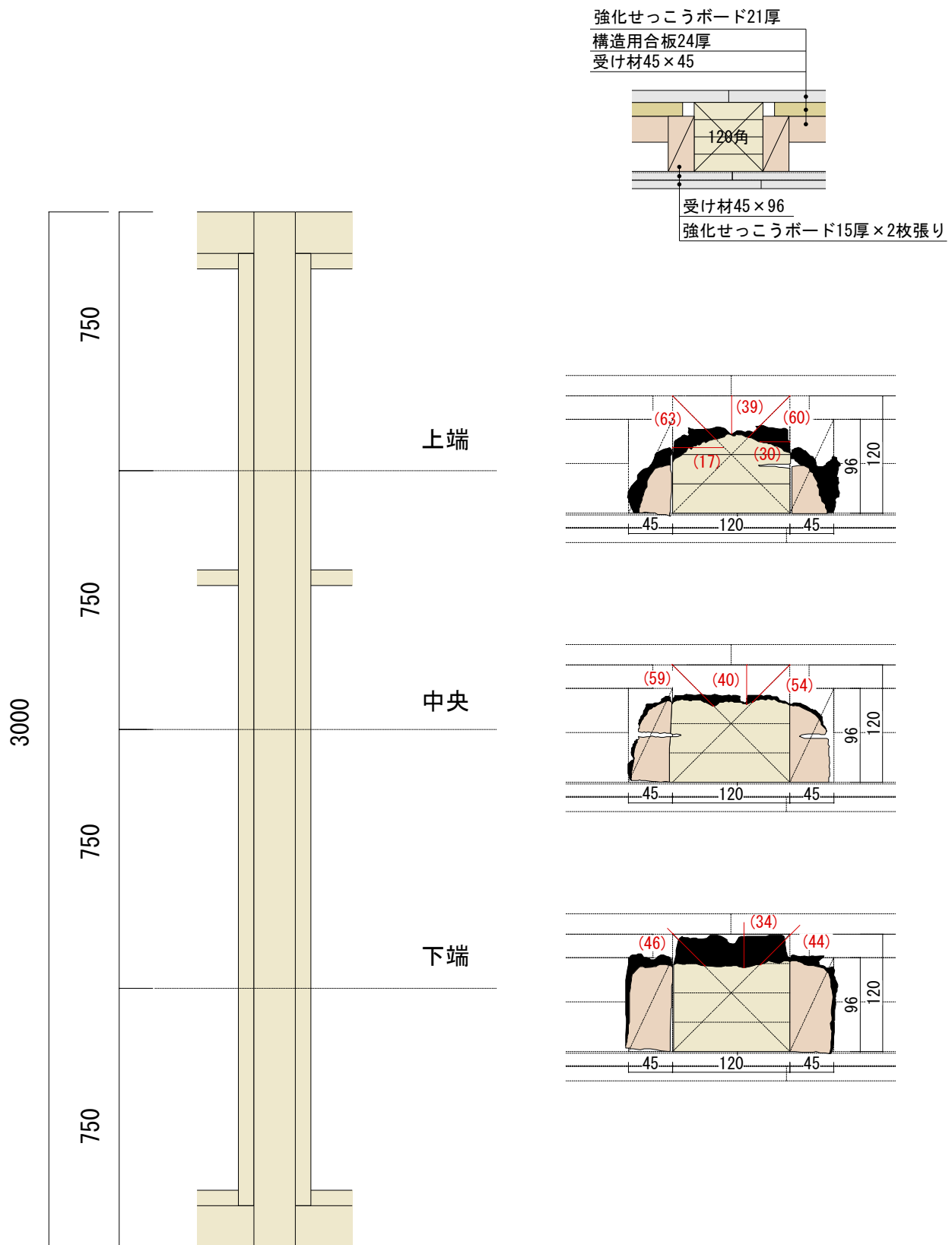


図 5.2-11 柱・受け材の炭化図 (単位 : mm)

5.3 まとめ

5.3.1 試験結果のまとめ

本事業においては、防耐火に関して下記の成果が得られた。

- ・ 表 5.3-1 に示す外壁および間仕切壁の仕様において 75 分準耐火性能が確認され、大臣認定仕様の開発における見通しが得られた。
- ・ また本事業および既往事業^{1),2)}の成果を踏まえ、表 5.3-2 に示す構造実験の仕様と防耐火性能の関係を明らかにした。

表 5.3-1 試験体概要の一覧

外壁		間仕切壁
<p>【屋内】 強化せっこうボード15厚×2枚張り 断熱材GW16K105厚 スギ製材</p> <p>【屋外】 スギ集成材 (E65-F255) 105×105 構造用合板9厚 強化せっこうボード15 (防水防カビ) 防水紙 胴縁 防水紙 軽量セメントモルタル15厚</p>	<p>【屋内】 強化せっこうボード15厚×2枚張り 断熱材GW16K105厚 スギ製材</p> <p>【屋外】 スギ集成材 (E65-F255) 105×105 構造用合板9厚 強化せっこうボード12.5 (防水防カビ) 透湿防水シート 胴縁 窯業系サイディング15厚</p>	<p>強化せっこうボード15厚×2枚張り スギ集成材 (E65-F255) 120×120 スギ製材</p> <p>受け材・縦 (スギ製材) 45×96 ・横 (スギ製材) 45×45 (構造用合板の目地裏) 構造用合板24厚 強化せっこうボード21厚</p>
<p>試験体 E-1 (軽量セメントモルタル仕上げ)</p>	<p>試験体 E-2 (窯業系サイディング仕上げ)</p>	<p>試験体 P-1</p>

表 5.3-2 構造実験の仕様と防火実験 (既往の事業・本事業) の関係表

構造用面材の仕様・納まり	試験体 No. (構造実験)	75分準耐火性能の見通し※1					
		既存事業 (PSATS)		本事業		既存事業 (PSATS)	本事業
		外壁 (屋外側)	外壁 (屋内側)	外壁 (屋外側)	外壁 (屋内側)	間仕切壁 強化せっこうボード 15mm厚×2枚	間仕切壁
構造用MDF9mm厚 (大壁納まり)	11						
	13	◎	◎	◎	◎	◎	-
	19						
構造用合板24mm厚 (真壁納まり)	12						
	17	-	○※	-	○※	○※	◎
	20						
構造用面材 9~12mm厚 (真壁納まり)	14						
	15	-	○※	-	○※	○※	未検討
	18						
構造用合板12mm厚 (真壁納まり・両面)	16,21,22	-	-	-	-	○※	未検討

【凡例】

◎: 既往の事業成果および本事業の実験結果をもって、性能の見通しがつく

○※: 既往の事業成果および本事業の実験結果をもって、性能の見通しがつく

ただし、構造用面材が真壁納まりの場合、柱の断面寸法によっては間柱の断面寸法が既存の防耐火性能の検証仕様より小さくなるため、性能評価試験への応用の際は、注意のこと

未検討: 未検証の仕様

-: 断面構成や納まり上、検証の対象外

【注記】

※1: 壁の断面構成の詳細については、下記文献の内容をご確認ください

既往の事業 (PSATS): 安井昇 他 1時間を超える準耐火性能を有する木製間仕切壁と外壁の開発, 日本建築学会北海道支部研究報告集No.93 (2020年6月)

本事業: 本報告書の5章参照

5.3.2 構造用面材等の仕様について

本事業にて載荷加熱実験を実施した試験体の仕様について、防耐火性能における考え方を下記に整理する。

(1) 強化せっこうボードについて

本事業では、強化せっこうボードはひる石いり（GB-F(V)）を用いて性能を確認した。そのため、性能評価試験などへ展開においても同様のひる石いり（GB-F(V)）を用いる必要がある。

(2) 構造用面材について

本事業は構造用面材に「構造用合板」を用いて実験を行っており、性能評価試験に際しては、下記面材の種類のもものが、防耐火性能上同等性があるものと評価される。なお、厚み及び密度については、性能を確認したものを非損傷性上不利となる最小として、より厚くなる場合またはより密度が増す場合には、防耐火性能上影響はないものと考え得る。

- ・木質系ボード
構造用合板／構造用パネル／パーティクルボード／単板積層材(LVL)／直交集成板(CLT)／繊維板
- ・セメント板
硬質木片セメント板／パルプセメント板／けい酸カルシウム板
- ・火山性ガラス質複層板

(3) 留付材および間隔について

本事業の試験体仕様に用いた留付材の寸法（径,長さ）は、非損傷性上不利となる最小として、より径が太く長さが長い場合には、防耐火性能上影響はないものと考え得る。

また留付間隔については、非損傷性上不利となる最大として、より間隔が狭くなる場合には、防耐火性能上影響はないものと考え得る。

5.4 今後の課題

前述までの5章の内容を踏まえ、本事業における今後の課題・展望は下記内容が考えられる。

(1) 構造性能に寄与する細部の納まりと防耐火性能との整合性

本事業の間仕切壁（試験体 P-1）の防耐火実験では、実設計へ展開する場合に、非損傷性（柱の燃焼による断面減少に支配される）の確保に下記二点が影響することが考えられる。そのため、今後は継続的に下記の性能を検証することで、より実設計に即した部材・工法の開発・普及への展開が明確になると考えられる。

① 柱頭柱脚部の金物の納まり

柱頭柱脚部の金物と耐火被覆、受け材を切り欠く場合の防耐火性能への影響の有無および防耐火性能へ影響する場合の措置の検討

② 構造用面材を真壁納まりにする場合の柱際の隙間寸法（20mm）

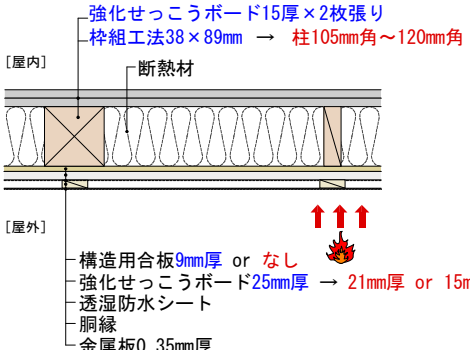
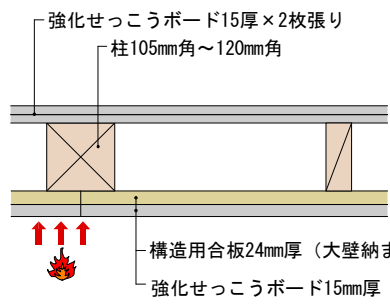
隙間寸法が20mmより大きくする場合の、防耐火性能への影響の有無（隙間寸法が20mmより小さくなる場合には、防火上有利と考え得るため、本事業での実験結果を応用できるものと考えられる。）

(2) 防火被覆低減の可能性

既往の事業成果および本事業での検証結果を踏まえ、さらなる75分準耐火構造の仕様拡充により、実用的な部材・工法の開発・普及への展開が考えられる。

外壁：外装材を金属板（木造の外壁に用いられる一般的な外装材）とした仕様の防火被覆低減の可能性

間仕切壁：構造用合板24mm厚（大壁納まり）を耐火被覆として考慮した仕様の検証

外壁の仕様（案）	間仕切壁の仕様（案）
 <p>強化せっこうボード15厚×2枚張り 枠組工法38×89mm → 柱105mm角～120mm角</p> <p>断熱材</p> <p>[屋外]</p> <p>構造用合板9mm厚 or なし 強化せっこうボード25mm厚 → 21mm厚 or 15mm厚 透湿防水シート 胴縁 金属板0.35mm厚</p> <p>青文字：既往の事業で性能が確認された仕様 赤文字：検討仕様(案)</p>	 <p>強化せっこうボード15厚×2枚張り 柱105mm角～120mm角</p> <p>構造用合板24mm厚（大壁納まり） 強化せっこうボード15mm厚 または 21mm厚</p>

5.5 試験報告書（依 R02-53）

次頁以降に、本章に記載される 3 体の壁実験に関する試験報告書（（公財）日本住宅・木材技術センター発行）を掲載する。

5.6 既往技術調査

[参考文献]

- 1) 一般社団法人 木を活かす建築推進協議会，平成 30 年度(補正)非住宅・中大規模木造建築用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討 事業報告書，令和 2 年 2 月
- 2) 特定非営利活動法人 建築技術支援協会，平成 30 年度 木質建築における新たな防耐火仕様の研究開発 事業報告書，令和 2 年 3 月

試験報告書

令和3年 1月 22日

依頼番号 依R02-53

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 殿

公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

理事長 古久保 英嗣



ご依頼の試験結果はつぎのとおりです。

1. 試験依頼者の名称 及び住所	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 代表理事 大橋 好光 殿 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル5階
2. 件名	高性能防火壁の準耐火性能試験 (90分加熱)
3. 試験概要	<p>[1] 目的 令和元年度林野庁補助事業 (補正) 非住宅・中大規模木造建築用の高倍率、高階高耐力壁、接合金物及び高性能防火壁の開発検討事業における高性能防火壁の性能確認のため</p> <p>[2] 試験体記号及び試験体仕様</p> <p>1) 試験体記号: 依R02-53(A)、(B)、(C) 計3体</p> <p>2) 名称: 依R02-53(A): グラスウール充てん/軽量セメントモルタル塗・両面 [E-1] 薬剤処理ボード用原紙張せっこう板・構造用合板表張/強化せっこうボード重裏張/木製軸組造外壁 依R02-53(B): 片面強化せっこうボード・構造用合板張/片面強化 [P-1] せっこうボード重張/木製軸組造間仕切壁 依R02-53(C): グラスウール充てん/窯業系サイディング・両面薬 [E-2] 剤処理ボード用原紙張せっこう板・構造用合板表張/ 強化せっこうボード重裏張/木製軸組造外壁</p> <p>3) 加熱面: 屋外側、強化せっこうボード (厚さ 21) 側</p> <p>4) 試験体の大きさ (mm): 幅3500mm×高さ3000mm (試験体の詳細については、別紙 (準耐火性能試験成績書) に示すとおり。)</p> <p>[3] 試験規格 (公財) 日本住宅・木材技術センターが認める防耐火性能試験・評価業務方法書の「準耐火等性能試験方法」に準じる。</p>
4. 試験結果	別紙 (準耐火性能試験成績書)、別添1 (載荷荷重の算出根拠) 及び別添2 (写真記録) に示すとおり。
5. 試験場所	東京都江東区新砂3丁目4番2号 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 試験研究所
6. 試験受付日	令和2年10月21日
7. 試験実施日	令和2年10月21日、22日、11月18日
8. 試験担当者及び 試験報告書作成者	佐藤 章、木島 裕行、鈴木 慎琴、長谷川 亮輔

この試験報告書を転載するときは、必ず全文を記載してください。

準耐火性能試験成績書 (準耐火構造)

依頼番号	依R02-53	
依頼者の名称 及び住所	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル5階	
試験実施場所	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 試験研究所	
試験 体	名 称	グラスウール充てん/軽量セメントモルタル塗・両面薬剤処理ボード用原紙張 せっこう板・構造用合板表張/強化せっこうボード重裏張/木製軸組造外壁
	建築物の部分	外壁 (耐力)
	材 令	試験体製作後約一週間
	気 乾 密 度 (g/cm ³)	柱: 0.44、間柱: 0.37、外装材: 0.99、下地材: 0.77、構造用面材: 0.49、内 装材: 0.78、胴縁: 0.33
	含水率 (%)	柱: 11、間柱: 12、外装材: 4、下地材: 0、構造用面材: 11、内装材: 0、胴 縁: 13 (下地材・内装材 40℃、その他 105℃ 7日間乾燥)
	試験体の材料及び構成 (水平断面詳細図、単位: mm)	
試 験 方 法	試験体記号: 依 R02-53(A)	
	柱: スギ集成材 [E65-F255]	(断面寸法 105×105)
	間柱: スギ製材または集成材	(断面寸法 30×105)
	間柱(目地部): スギ製材または集成材	(断面寸法 45×105)
	外装材: 軽量セメントモルタル 鉄網	(厚さ 15) (単位面積質量 500g/m ²)
	充てん断熱材: 高性能グラスウール	(密度 16kg/m ³ 、厚さ 105)
	下地材: 強化せっこうボード (防水防カビタイプ)	(厚さ 15)
	構造用面材: 構造用合板	(厚さ 9)
	内装材: 強化せっこうボード (重張)	(厚さ 15×2=30)
	胴縁: スギ製材	(断面寸法 15×45)
防水紙: アスファルトフェルト 430 (胴縁上、胴縁下 各2枚張り×2)		
<p>(試験体図は依頼者提出資料による)</p>		
試験規格	(公財) 日本住宅・木材技術センターが認める防耐火性能試験・評価業務方法書の「準耐火等性能試験方法」に準じる。	
加熱炉の熱源	都市ガス 13A. 46.04655MJ (11,000kcal)	
炉内温度測定位置	別図-24に示す。(加熱面から 100 mm離れた位置の温度)	
非加熱面温度測定位置	別図-7 に示す。(内部温度測定位置図を別図-7 に示す。)	
載荷荷重	25.93kN (載荷装置を別図-24、載荷荷重量算出根拠を別添 1 に示す。)	
変位測定位置	別図-8 に示す。	

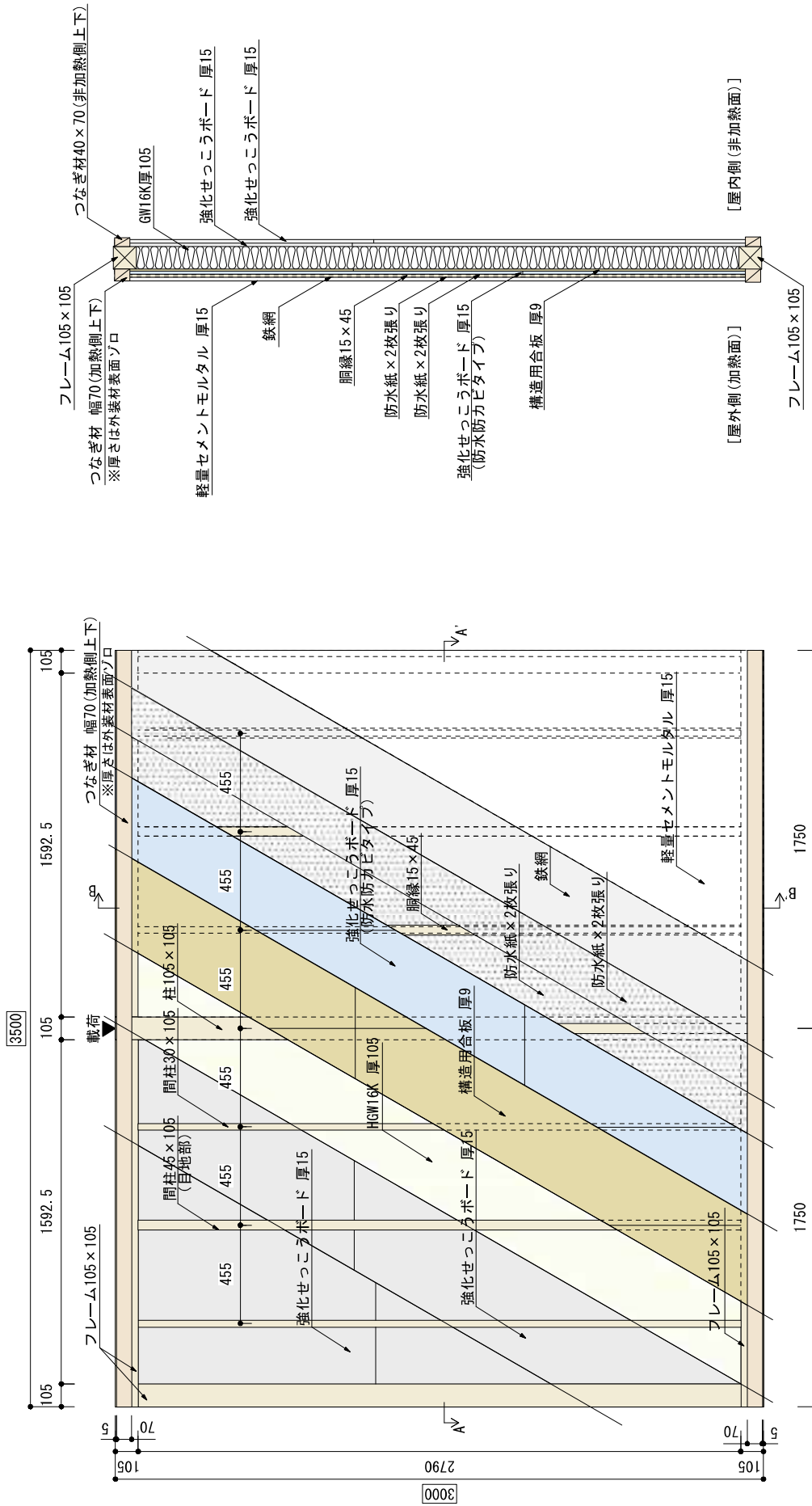
準耐火性能試験成績書 (準耐火構造)

依頼番号	依 R 0 2 - 5 3	
依頼者の名称 及び住所	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル 5 階	
試験実施場所	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 試験研究所	
試 験 体	名 称	片面強化せっこうボード・構造用合板張/片面強化せっこうボード重張/木製軸組造間仕切壁
	建築物の部分	間仕切壁 (耐力)
	材 令	試験体製作後約一週間
	気 乾 密 度 (g/cm ³)	柱 : 0.47、間柱 : 0.34、間柱(目地部) : 0.45、内装材 : 0.77、受け材 0.30、 構造用面材 : 0.46、上張材 : 0.76
	含水率 (%)	柱 : 12、間柱 : 11、間柱(目地部) : 13、内装材 : 0、受け材 11、構造用面材 : 10、上張材 : 0 (内装材・上張材 40℃、その他 105℃ 7 日間乾燥)
	試験体の材料及び構成 (水平断面詳細図、単位 : mm)	詳細を別図-9~14に示す。
	試験体記号 : 依 R02-53(B)	
	柱 : スギ集成材 [E65-F255]	(断面寸法 120×120)
	間柱 : スギ製材または集成材	(断面寸法 30×96)
	間柱(目地部) : スギ製材または集成材	(断面寸法 45×96)
内装材 : 強化せっこうボード (重張)	(厚さ 15×2=30)	
受け材 : スギ製材または集成材	(断面寸法 45×45)	
構造用面材 : 構造用合板	(厚さ 24)	
上張材 : 強化せっこうボード	(厚さ 21)	
	(試験体図は依頼者提出資料による)	
試 験 方 法	試 験 規 格	(公財) 日本住宅・木材技術センターが認める防耐火性能試験・評価業務方法書の「準耐火等性能試験方法」に準じる。
	加 熱 炉 の 熱 源	都市ガス 13A. 46.04655MJ (11,000kcal)
	炉 内 温 度 測 定 位 置	別図-24に示す。(加熱面から 100 mm離れた位置の温度)
	非加熱面温度測定位置	別図-14に示す。(内部温度測定位置図を別図-14に示す。)
	載 荷 荷 重	47.31kN(載荷装置を別図-24、載荷荷重量算出根拠を別添 1 に示す。)
変 位 測 定 位 置	別図-15に示す。	

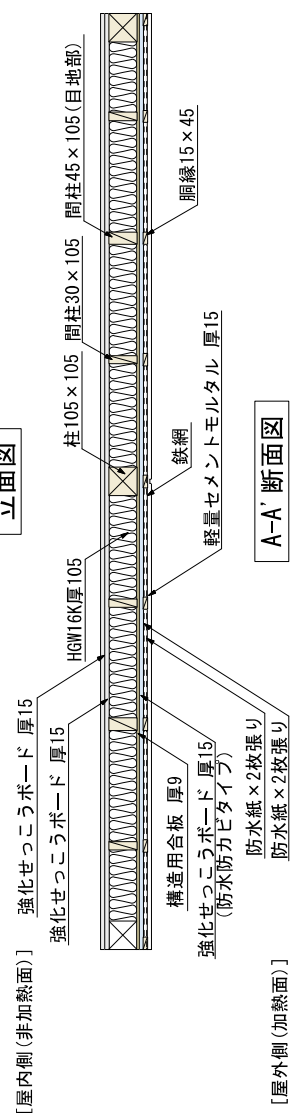
準耐火性能試験成績書 (準耐火構造)

依頼番号	依R02-53	
依頼者の名称 及び住所	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル5階	
試験実施場所	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 試験研究所	
試験 体	名 称	グラスウール充てん/窯業系サイディング・両面薬剤処理ボード用原紙張せつこう板・構造用合板表張/強化せつこうボード重裏張/木製軸組造外壁
	建築物の部分	外壁 (耐力)
	材 令	試験体製作後約一週間
	気 乾 密 度 (g/cm ³)	柱: 0.39、間柱: 0.37、間柱(目地部): 0.33、外装材: 1.13、充てん断熱材: 0.01、下地材: 0.79、構造用面材: 0.47、内装材: 0.77、胴縁: 0.35
	含水率 (%)	柱: 12、間柱: 10、間柱(目地部): 11、外装材: 4、下地材: 0、構造用面材: 10、内装材: 0、胴縁: 11 (内装材・下地材 40℃、その他 105℃ 7日間乾燥)
	試験体の材料及び構成 (水平断面詳細図、単位: mm)	詳細を別図-16~22 に示す。
試験 方 法	試験体記号: 依 R02-53(C)	
	柱: スギ集成材 [E65-F255]	(断面寸法 105×105)
	間柱: スギ製材または集成材	(断面寸法 30×105)
	間柱(目地部): スギ製材または集成材	(断面寸法 45×105)
	外装材: 窯業系サイディング	(厚さ 15)
	充てん断熱材: 高性能グラスウール	(密度 16kg/m ³ 、厚さ 105)
	下地材: 強化せつこうボード (防水防カビタイプ)	(厚さ 12.5)
	構造用面材: 構造用合板	(厚さ 9)
	内装材: 強化せつこうボード (重張)	(厚さ 15×2=30)
	胴縁: スギ製材	(断面寸法 15×45)
防湿材: 透湿防水シート (2枚張り)	(厚さ 0.3×2=0.6)	
気密材: 気密フィルム	(厚さ 0.2)	
(試験体図は依頼者提出資料による)		
試験規格	(公財) 日本住宅・木材技術センターが認める防耐火性能試験・評価業務方法書の「準耐火等性能試験方法」に準じる。	
加熱炉の熱源	都市ガス 13A. 46.04655MJ (11,000kcal)	
炉内温度測定位置	別図-24に示す。(加熱面から 100 mm離れた位置の温度)	
非加熱面温度測定位置	別図-22に示す。(内部温度測定位置図を別図-22に示す。)	
載 荷 荷 重	25.93kN(載荷装置を別図-24、載荷荷重量算出根拠を別添 1 に示す。)	
変 位 測 定 位 置	別図-23に示す。	

試験結果	試験体記号	依 R02-53 (A)	依 R02-53 (B)	依 R02-53 (C)		
	試験日	令和2年10月21日	令和2年10月22日	令和2年11月18日		
	試験体の大きさ	幅3500mm×高さ3000mm	幅3500mm×高さ3000mm	幅3500mm×高さ3000mm		
	加熱面	屋外側	強化せっこうボード (厚さ21) 側	屋外側		
	加熱時間	90分	104分	110分		
	炉内温度曲線	別図-25に示す。	別図-30に示す。	別図-35に示す。		
	遮熱性	非加熱面温度曲線	別図-25に示す。	別図-30に示す。	別図-35に示す。	
		初期温度	21℃	23℃	18℃	
		非加熱面温度	全測定点の最高値 【参考値：初期温度+180K】	50℃ (87分15秒) 【201℃】※	77℃ (103分00秒) 【203℃】※	65℃ (109分00秒) 【198℃】※
			平均の最高値 【参考値：初期温度+140K】	43℃ (89分00秒) 【161℃】※	68℃ (99分45秒) 【163℃】※	56℃ (109分30秒) 【158℃】※
	非損傷性	軸方向変位曲線	別図-28に示す。	別図-33に示す。	別図-38に示す。	
		試験体の初期高さ (h)	3000mm	3000mm	3000mm	
		最大軸方向収縮量 【参考値：h/100 (mm)】	0.0mm 【30.0mm】※	18.7mm 【30.0mm】※	0.1mm 【30.0mm】※	
最大軸方向収縮速度 【参考値：3h/1000 (mm/分)】		0.11mm/分 【9.00mm/分】※	13.54mm/分 【9.00mm/分】※	0.05mm/分 【9.00mm/分】※		
遮炎性	非加熱側へ10秒を超えて 継続する火炎の噴出の有無	なし	なし	なし		
	非加熱面で10秒を超えて 継続する発炎の有無	なし	なし	なし		
	火炎が通る亀裂等の有無	なし	なし	なし		
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・面外方向の最大変位量は、試験体依R02-53(A)では2.0mm(35分15秒・加熱側に凸)、試験体依R02-53(B)では116.5mm(101分30秒・非加熱側に凸)、試験体依R02-53(C)では15.2mm(110分00秒・非加熱側に凸)であった(面外方向変位曲線を、それぞれ別図-29、34、39に示す)。 ・依R02-53(B)と依R02-53(C)は余力を確認するためそれぞれ104分、110分まで加熱時間を延長した。 ・依R02-53(A)は76分45秒に荷重を維持するのが困難となったため除荷したが、遮熱性・遮炎性を確認するため試験は継続した。また、84分00秒に炉と試験体の間から火炎が噴出し試験継続が困難となったため90分で試験を終了した。 ・依R02-53(B)は101分30秒に最大軸方向収縮速度の参考値(性能評価における規定値)を超え座屈したため除荷したが、遮熱性・遮炎性を確認するため試験は104分まで継続した。 ・依R02-53(C)は遮熱性・非損傷性・遮炎性に余力があったが依頼者の意向により110分で試験を終了した。 ・試験の状況を別添2に示す。 <p>※：参考値は、試験規格の「判定」に基づいた値である。</p>					
試験担当者	佐藤 章、木島 裕行、鈴木 慎琴、長谷川 亮輔					



立面図

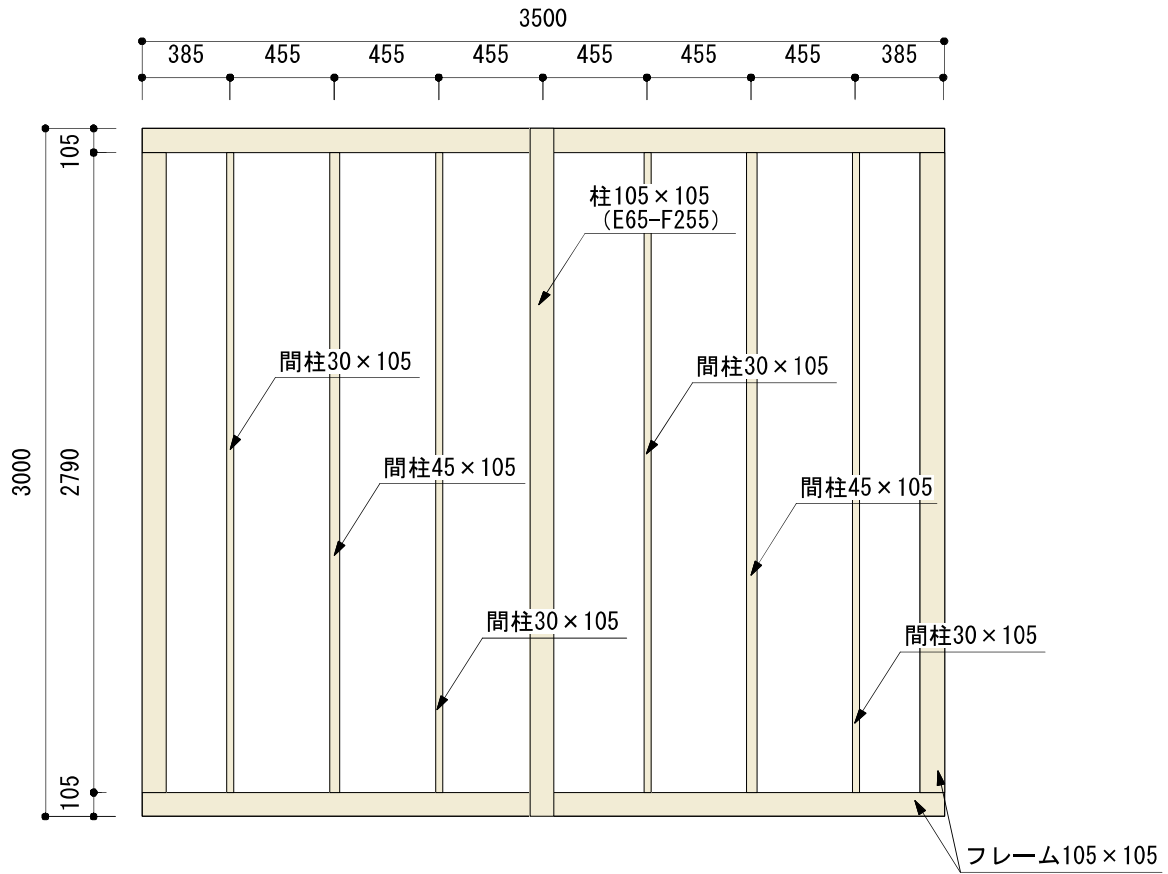


A-A' 断面図

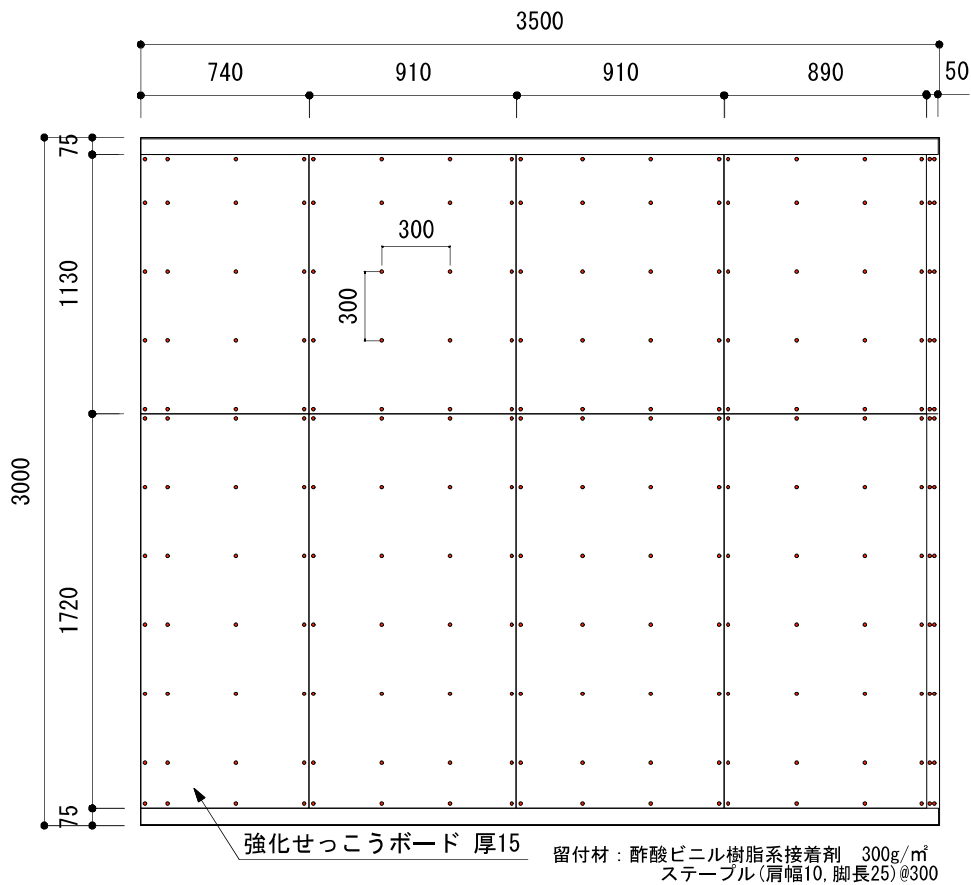
B-B' 断面図

- 柱 : スギ集成材 (E65-F255) 105 × 105、含水率15%以下
 - 間柱 : スギ製材または集成材、含水率15%以下
 - 胴縁 : スギ製材、含水率15%以下
 - フレーム : スギ集成材
 - 断熱材 : 高性能グラスウール16K105厚
 - 防水紙 : アスファルトフェルト430 (計4枚張り)
- ※特記なき場合、強化せつこうボードはGB-F(N)とする。
 ※試験体の両端はケイカル板等で被覆する。

別図-1 依R02-53 (A) 屋外側構成図・断面図

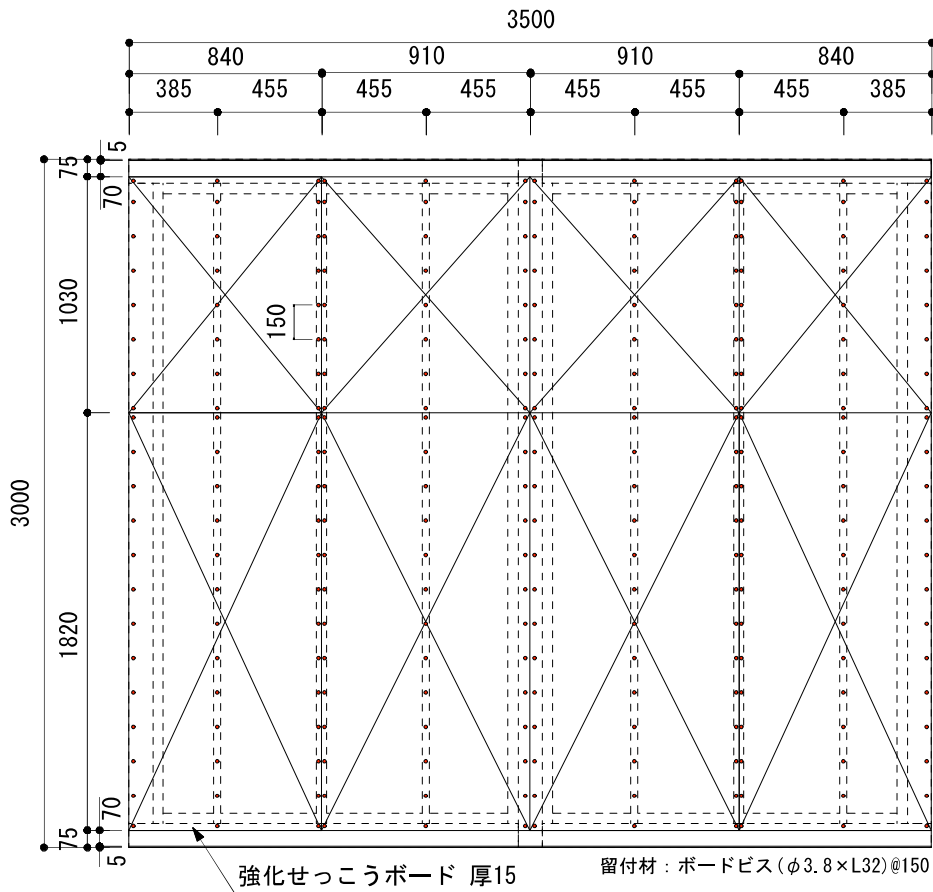


軸組図

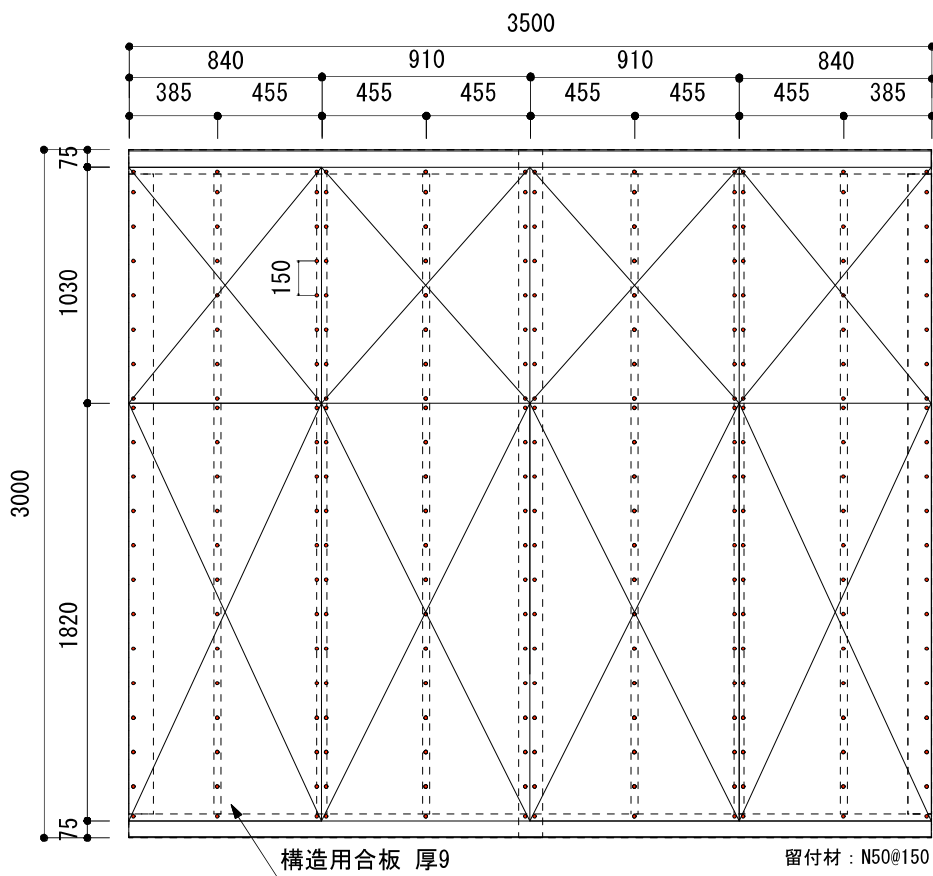


非加熱面上張材

別図-2 依R02-53(A) 軸組図・上張材割付図

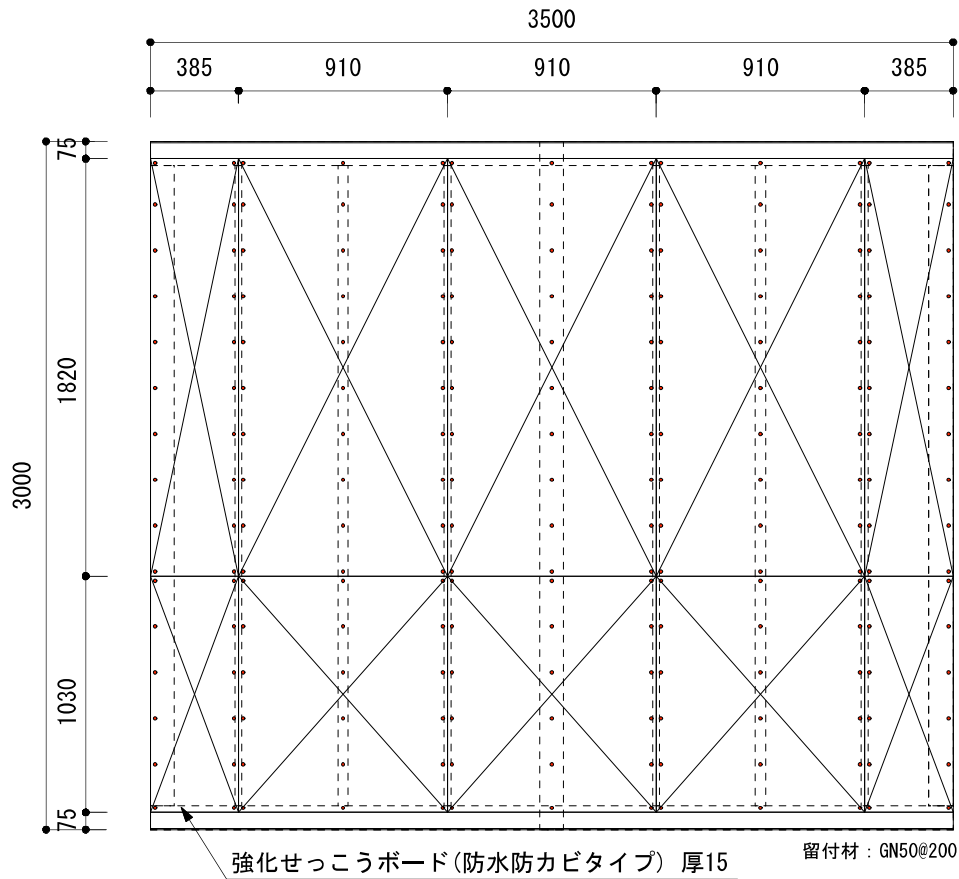


非加熱面の下張材

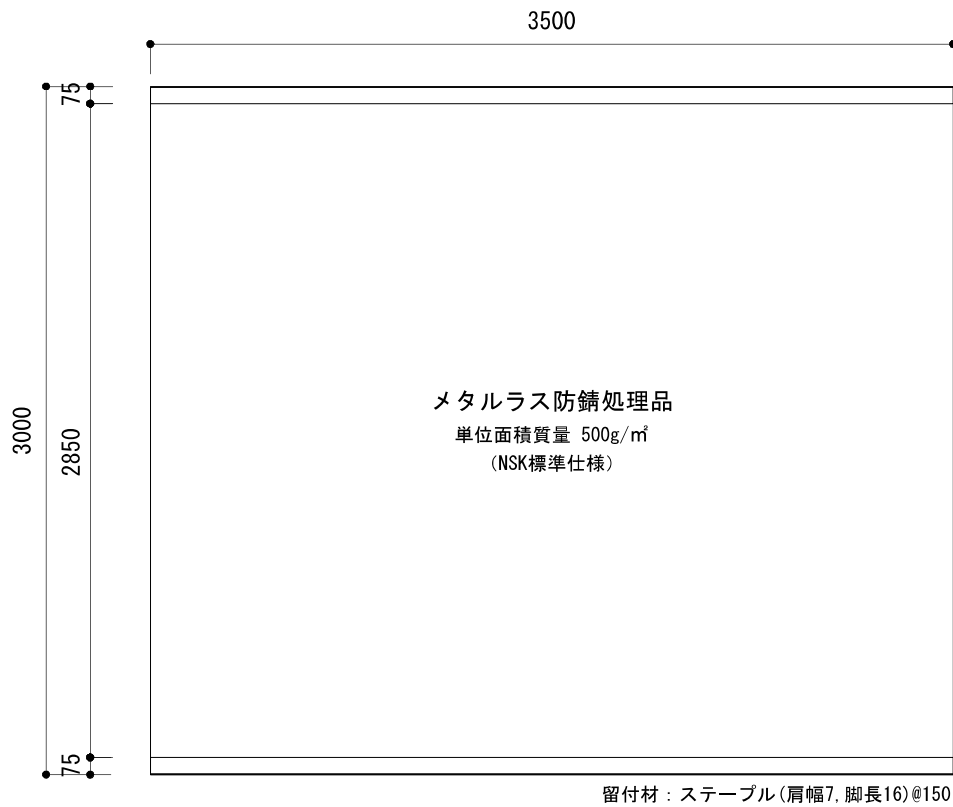


加熱面の構造用合板

別図-3 依R02-53(A) 下張材割付図・構造用合板割付図

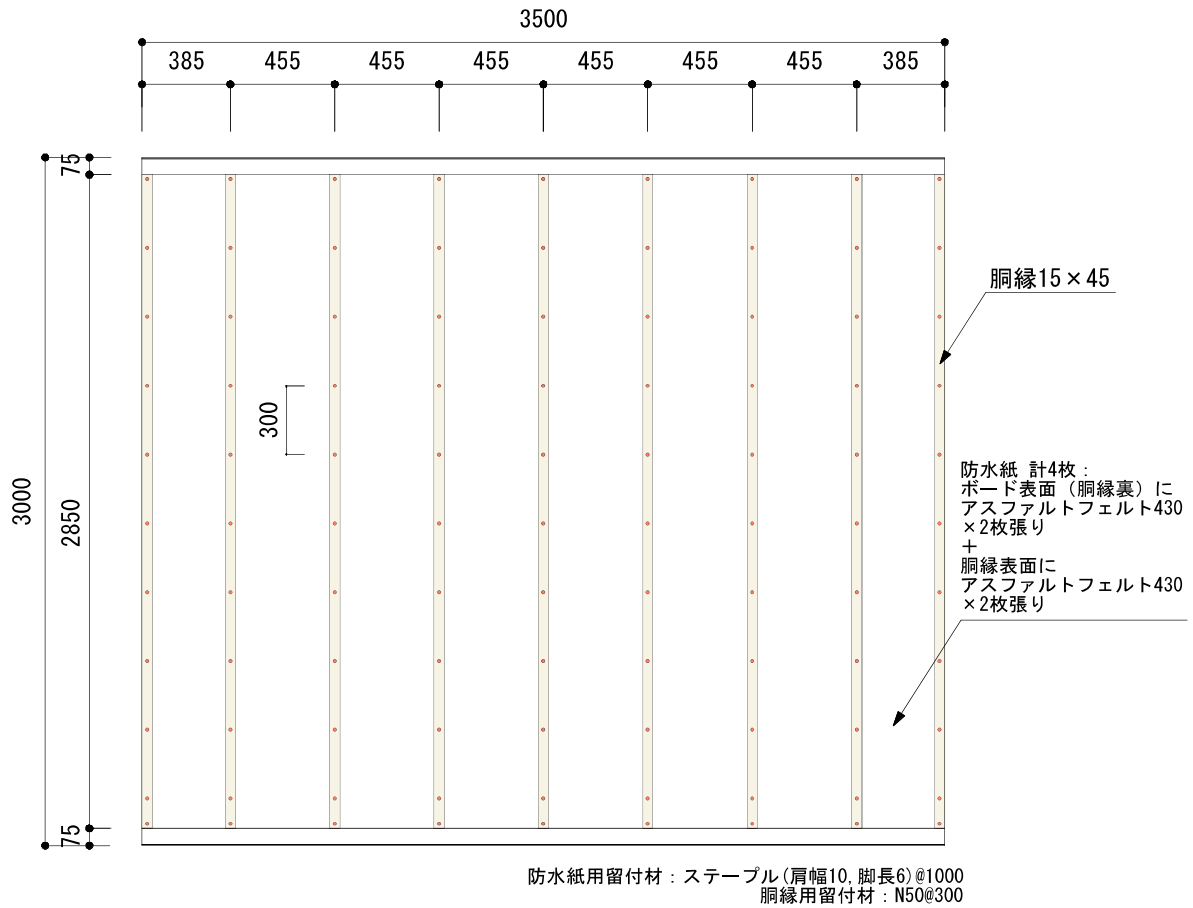


加熱面の強化せっこうボード

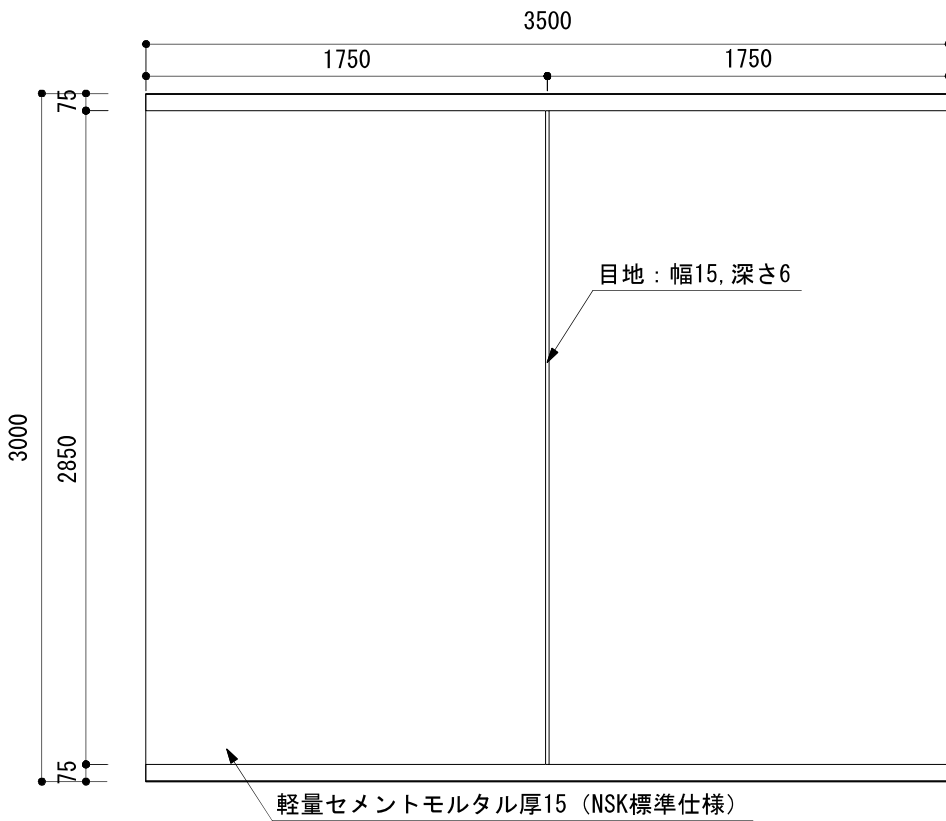


加熱面の鉄網

別図-4 依R02-53(A) 強化せっこうボード割付図・鉄網割付図

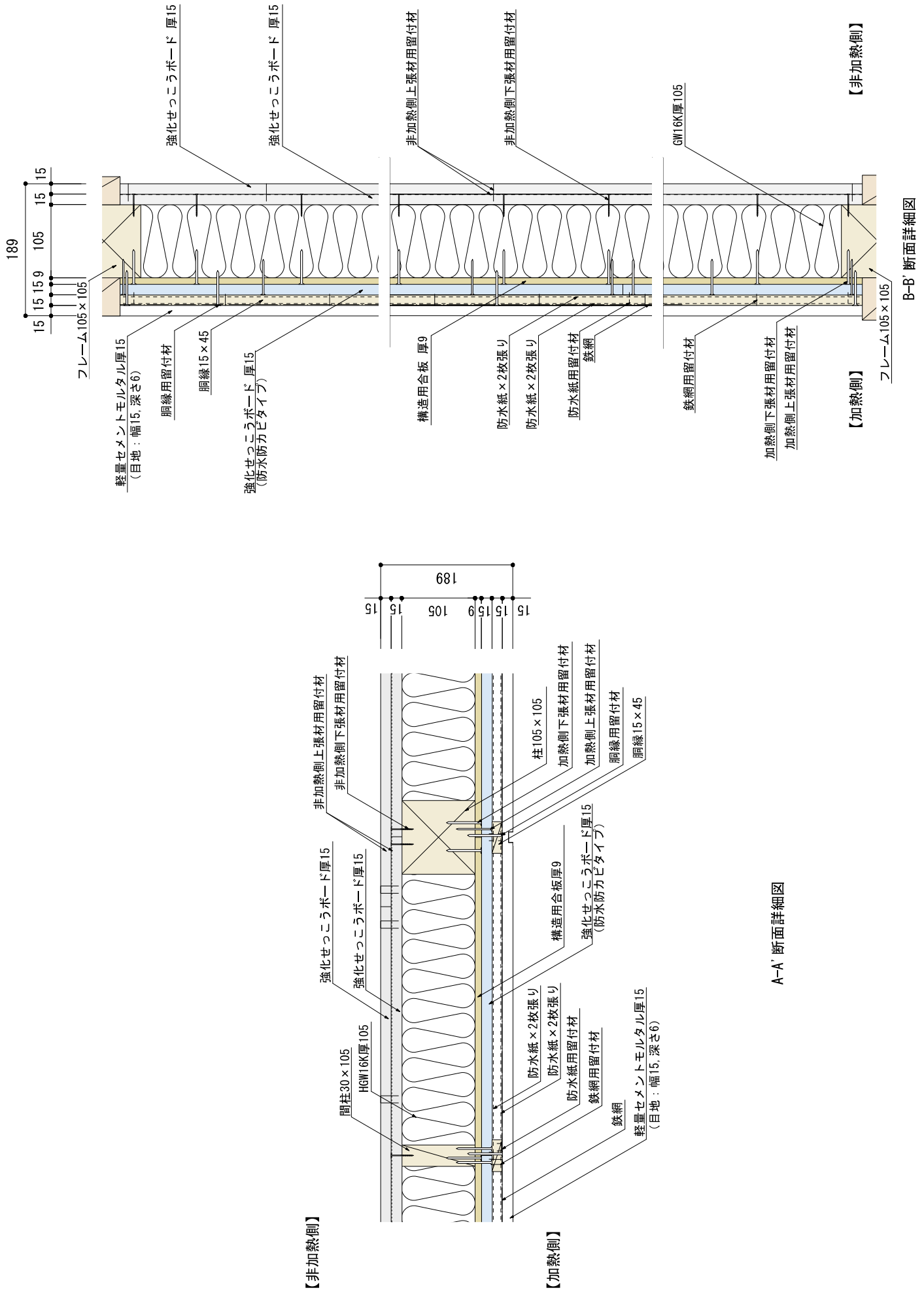


加熱面の防水紙・胴縁

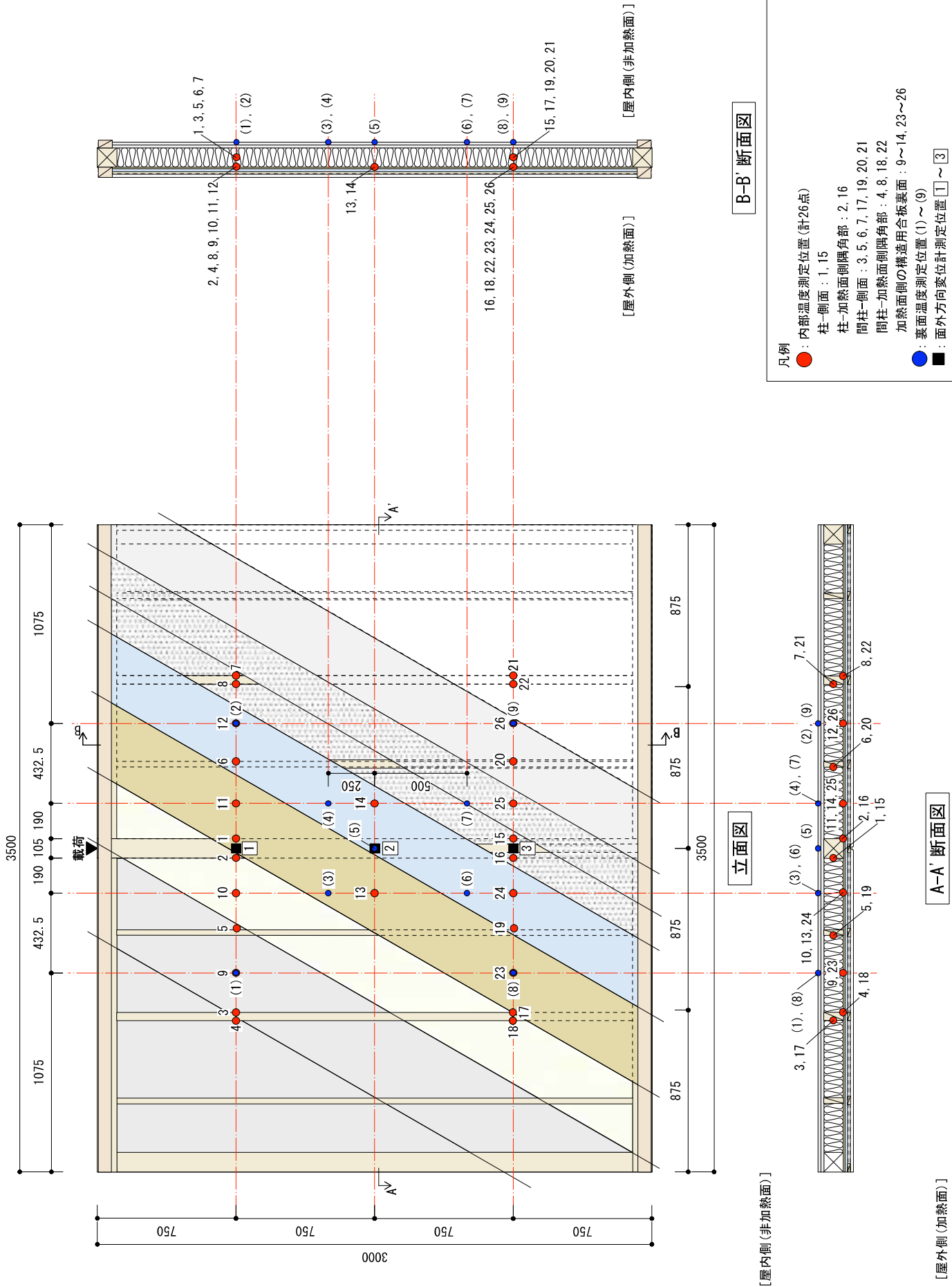


加熱面の外装材

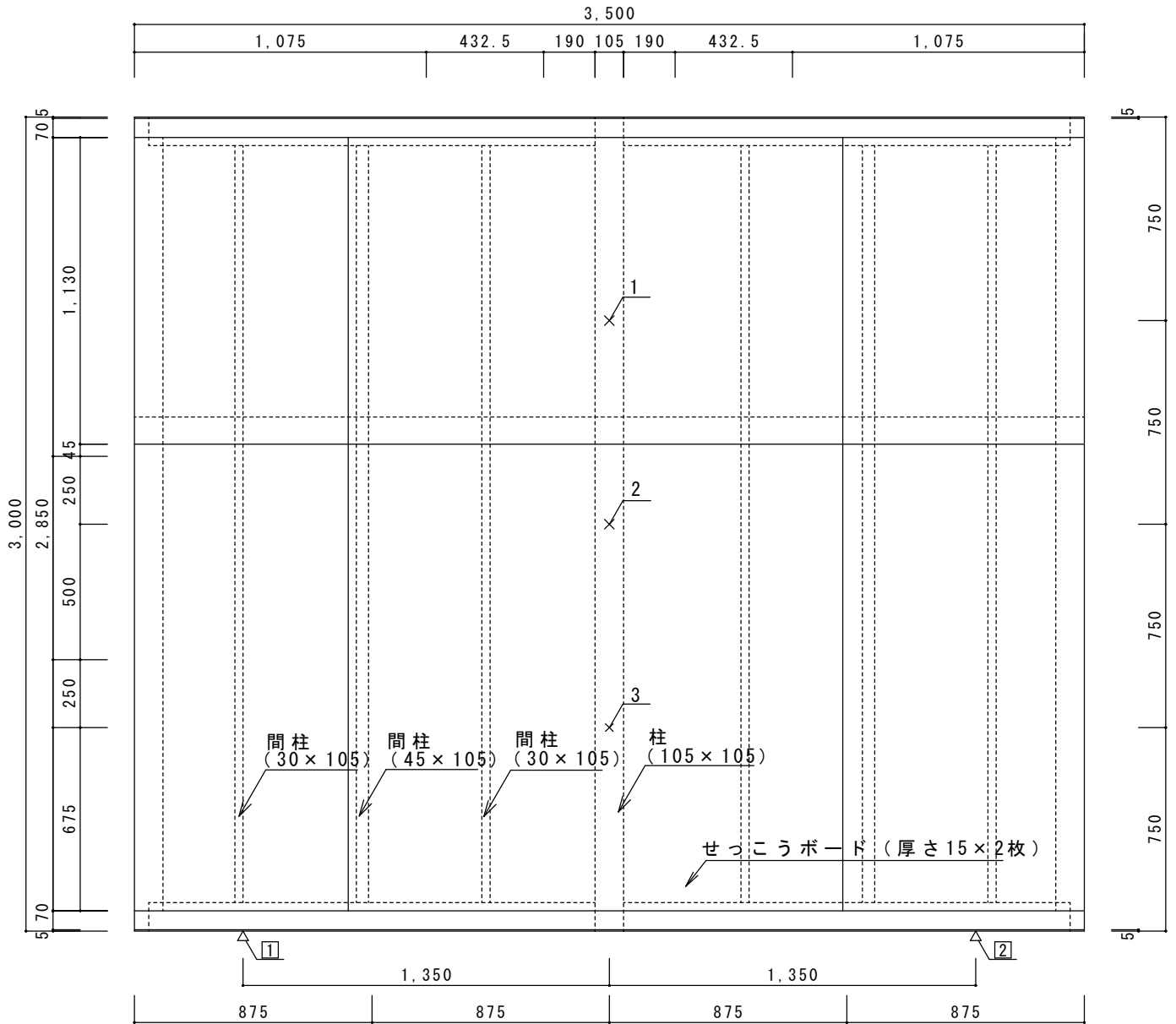
別図-5 依R02-53(A) 防水紙・胴縁割付図・外装材割付図



別図-6 依R02-53(A) A-A' 水平断面詳細図・B-B' 垂直断面詳細図 ※留付材については、図-3,4を参照のこと



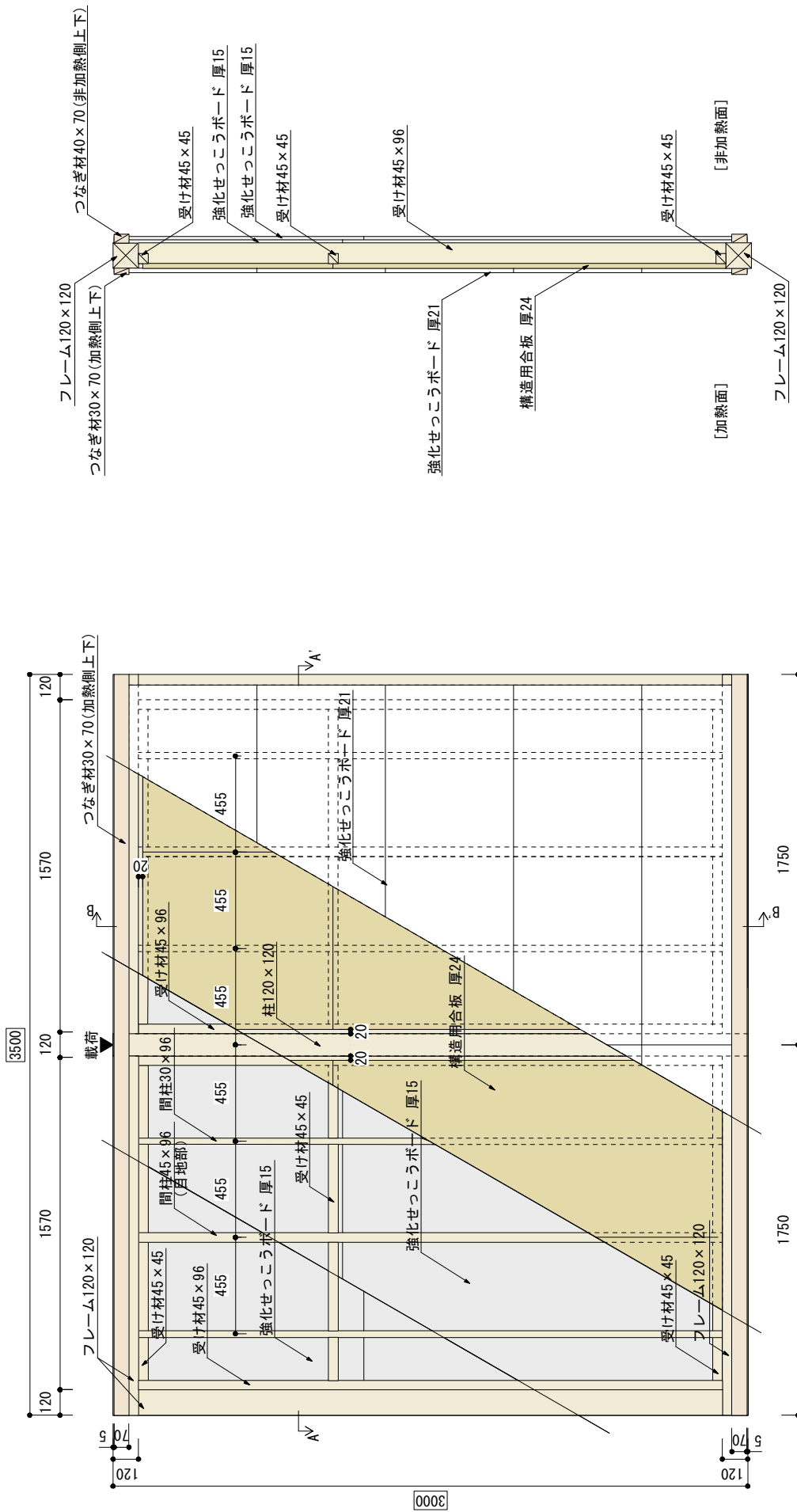
別図-7 依R02-53(A) 内部温度・非加熱面温度測定位置図



凡例

- △：軸方向変位測定位置（計2点）
- ×：面外方向変位測定位置（計3点）

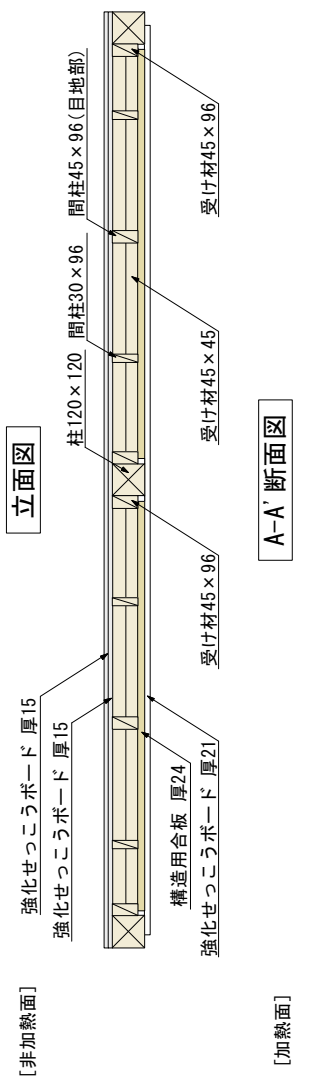
別図-8 依R02-53(A) 軸方向・面外方向変位測定位置図



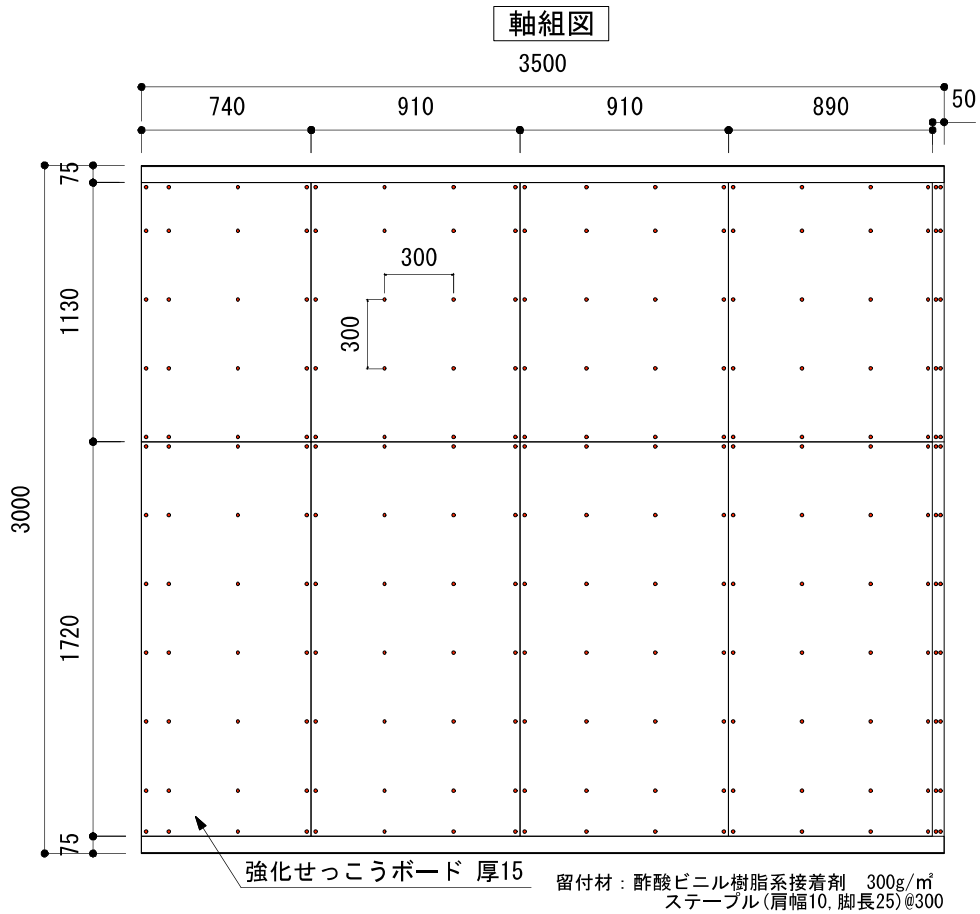
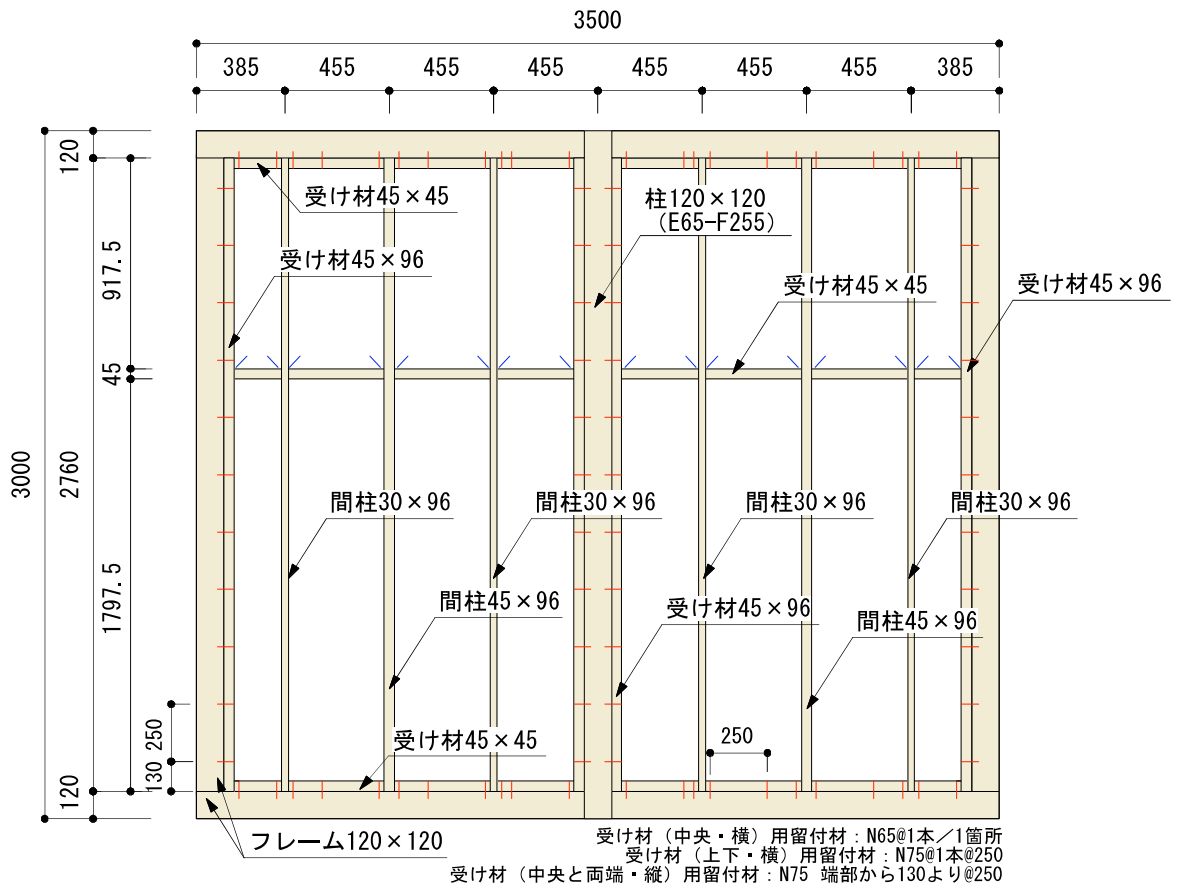
B-B' 断面図

柱 : スギ集成材 (E65-F255) 120×120, 含水率15%以下
 間柱・受け材 : スギ製材または集成材, 含水率15%以下
 フレーム : スギ集成材
 ※特記なき場合、強化せつこうボードは68-F(V)とする。

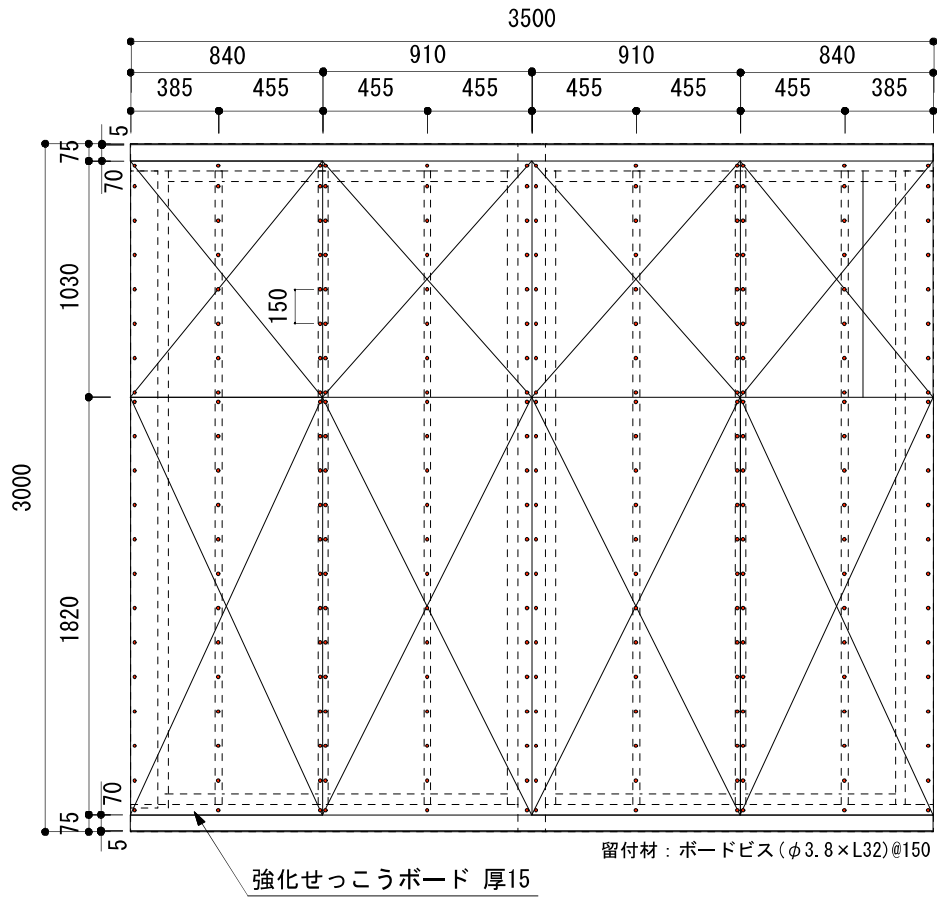
立面図



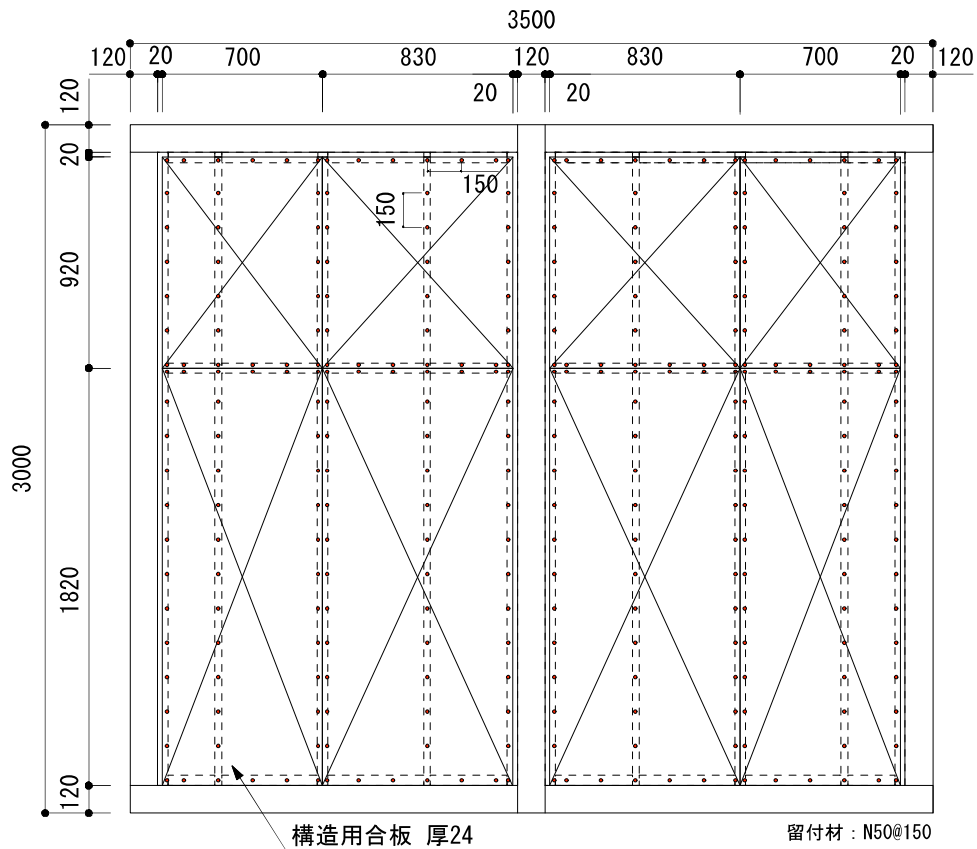
別図-9 依R02-53(B) 屋外側構成図・断面図



別図-10 依R02-53(B) 軸組図・上張材割付図

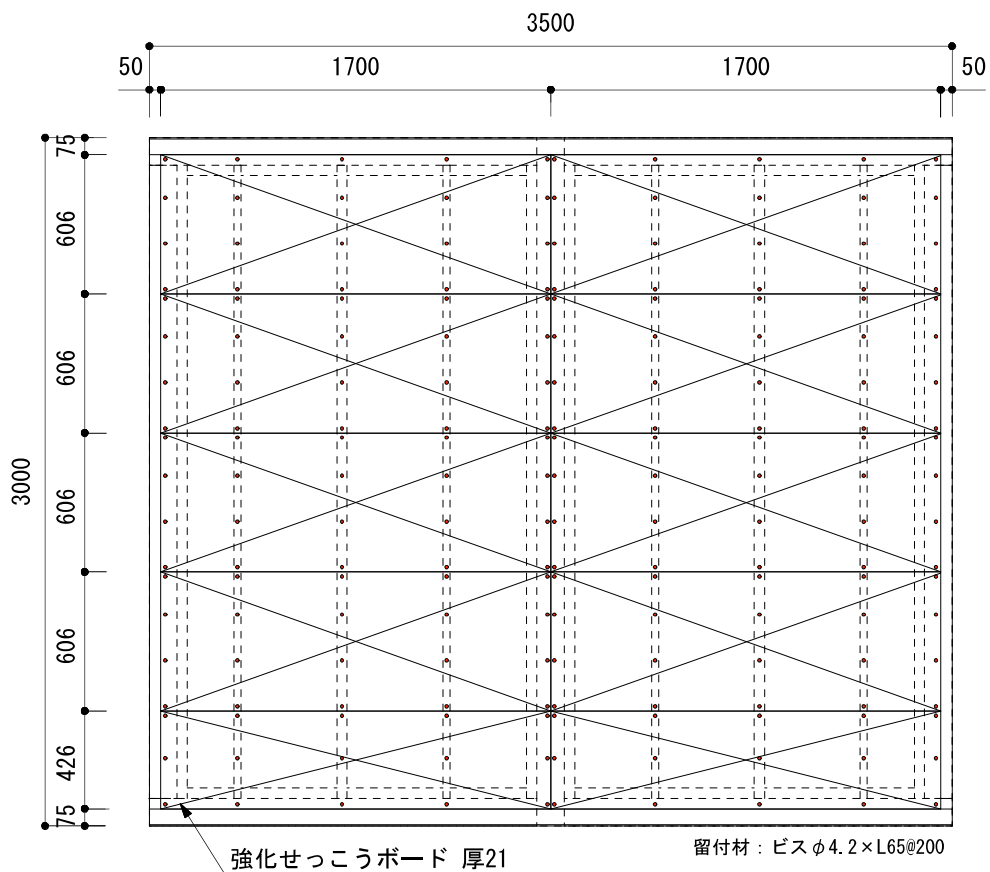


非加熱面の下張材



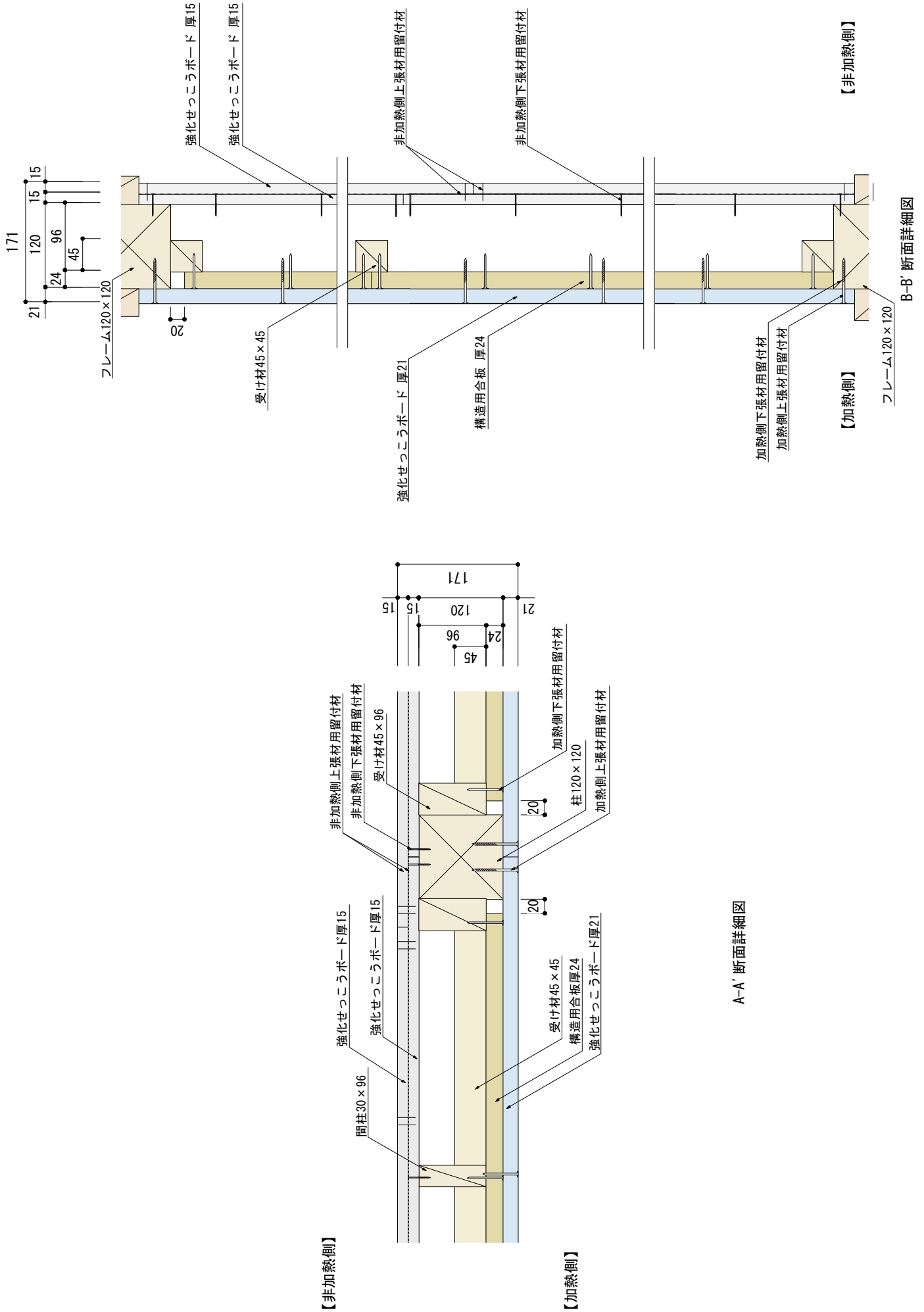
加熱面の構造用合板

別図-11 依R02-53(B) 下張材割付図・構造用合板割付図



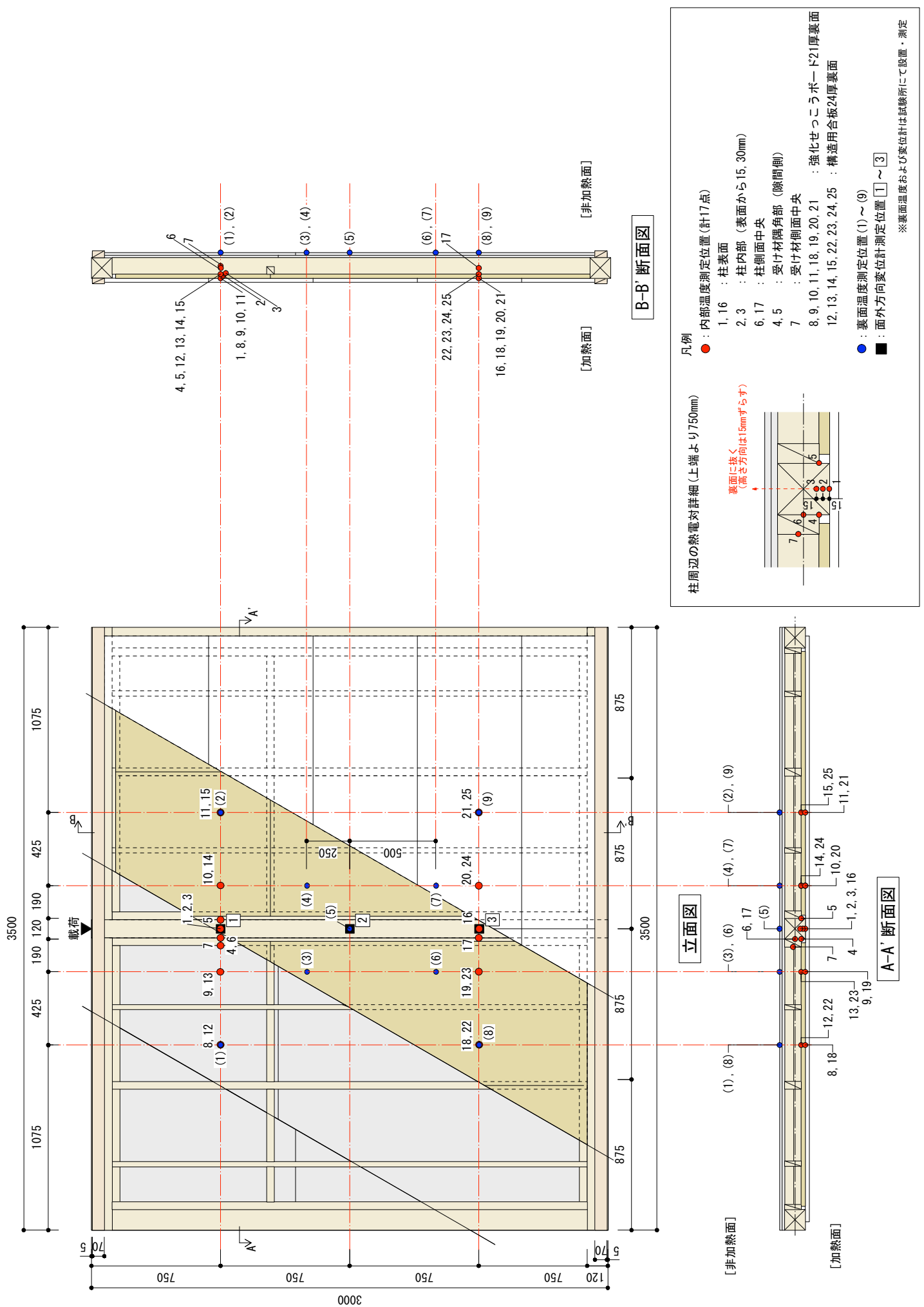
加熱面の強化せっこうボード

別図-12 依R02-53(B) 強化せっこうボード割付図

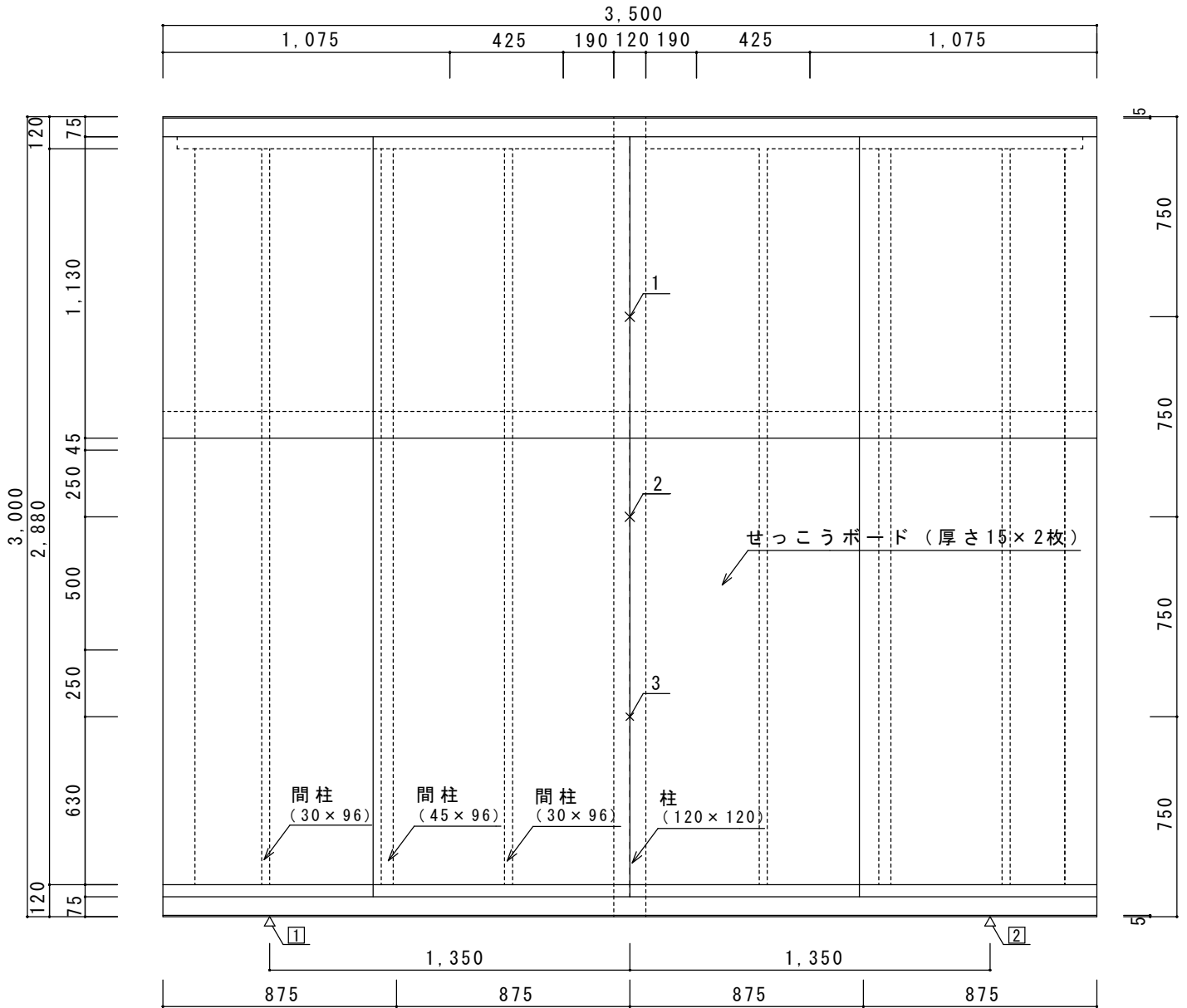


別図-13 依R02-53 (B) A-A' 水平断面詳細図・B-B' 垂直断面詳細図

※留付材については、図-3, 4を参照のこと



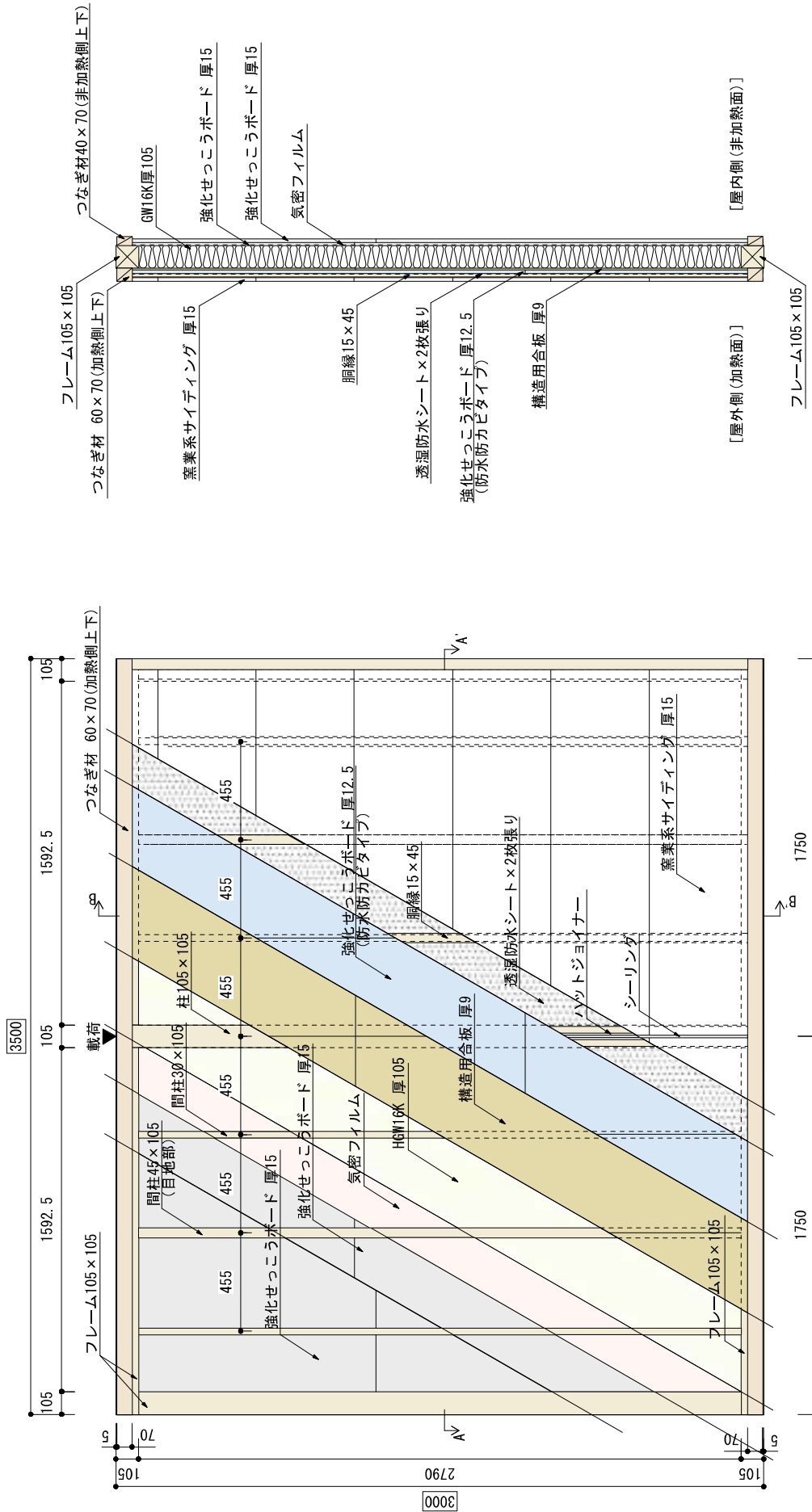
別図-14 依R02-53(B) 内部温度・非加熱面温度測定位置図



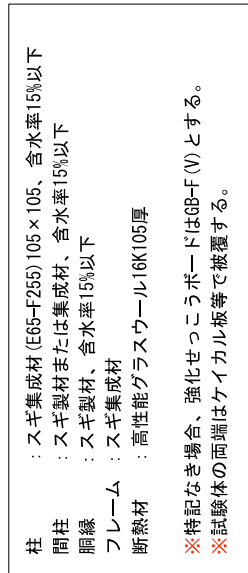
凡例

- △：軸方向変位測定位置（計2点）
- ×：面外方向変位測定位置（計3点）

別図-15 依R02-53(B) 軸方向・面外方向変位測定位置図



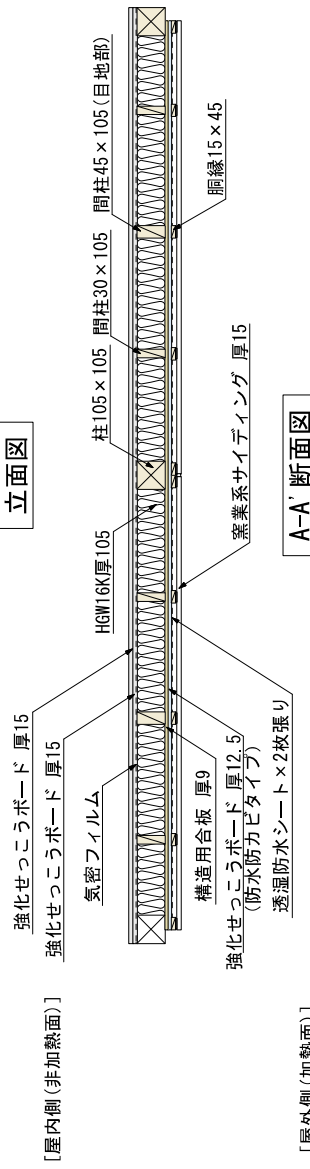
B-B' 断面図



柱 : スギ集成材 (E65-F256) 105×105、含水率15%以下
 間柱 : スギ製材または集成材、含水率15%以下
 胴縁 : スギ製材、含水率15%以下
 フレーム : スギ集成材
 断熱材 : 高性能グラスウール16K105厚

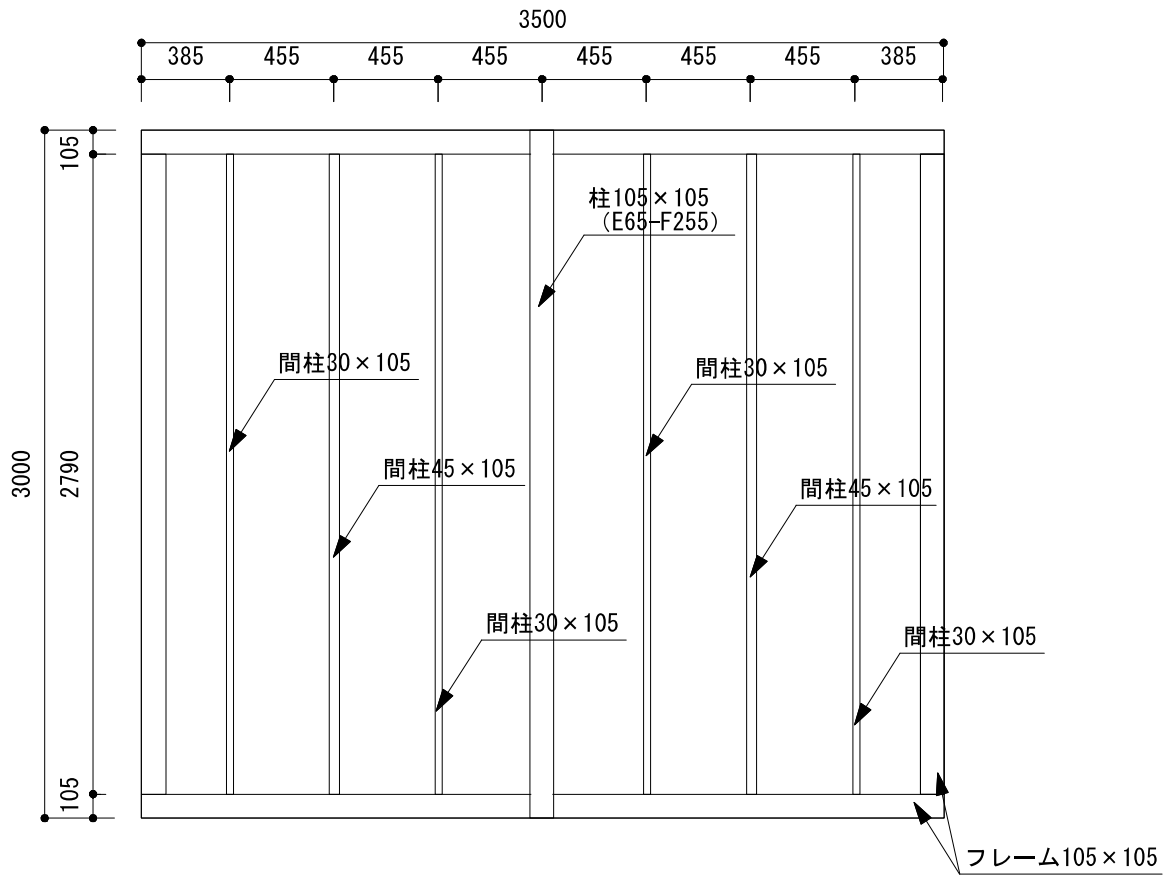
※特記なき場合、強化せつこうボードは68F(V)とする。
 ※試験体の両端はケイカル板等で被覆する。

立面図

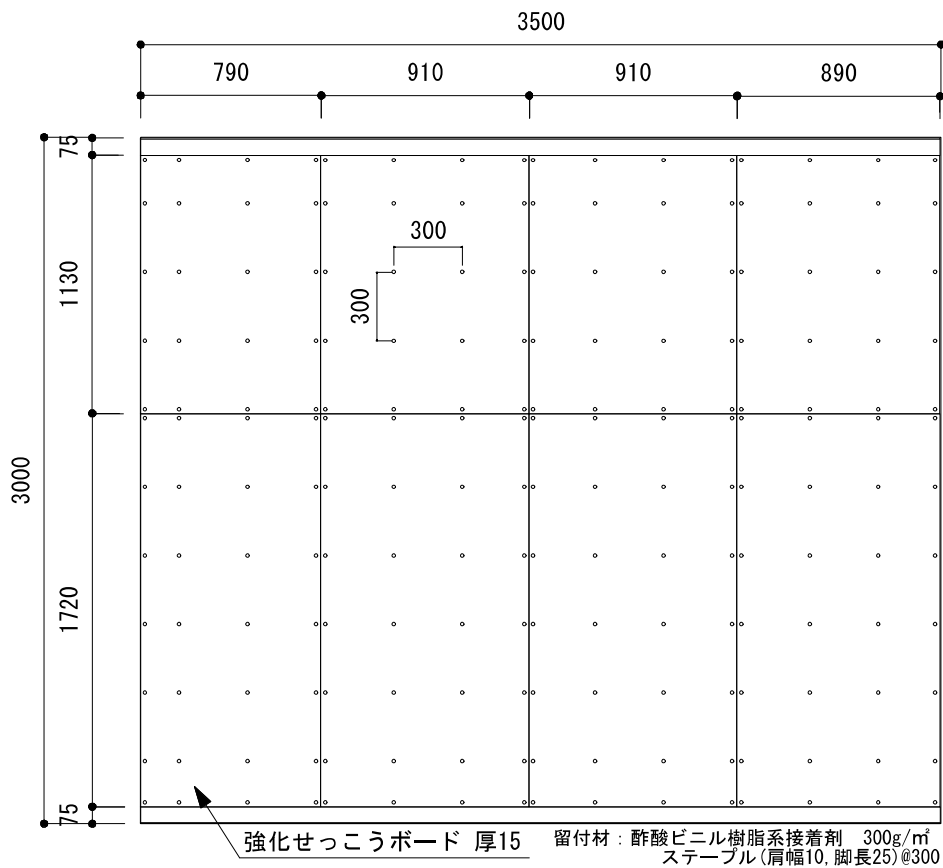


A-A' 断面図

別図-16 依R02-53(C) 屋外側構成図・断面図

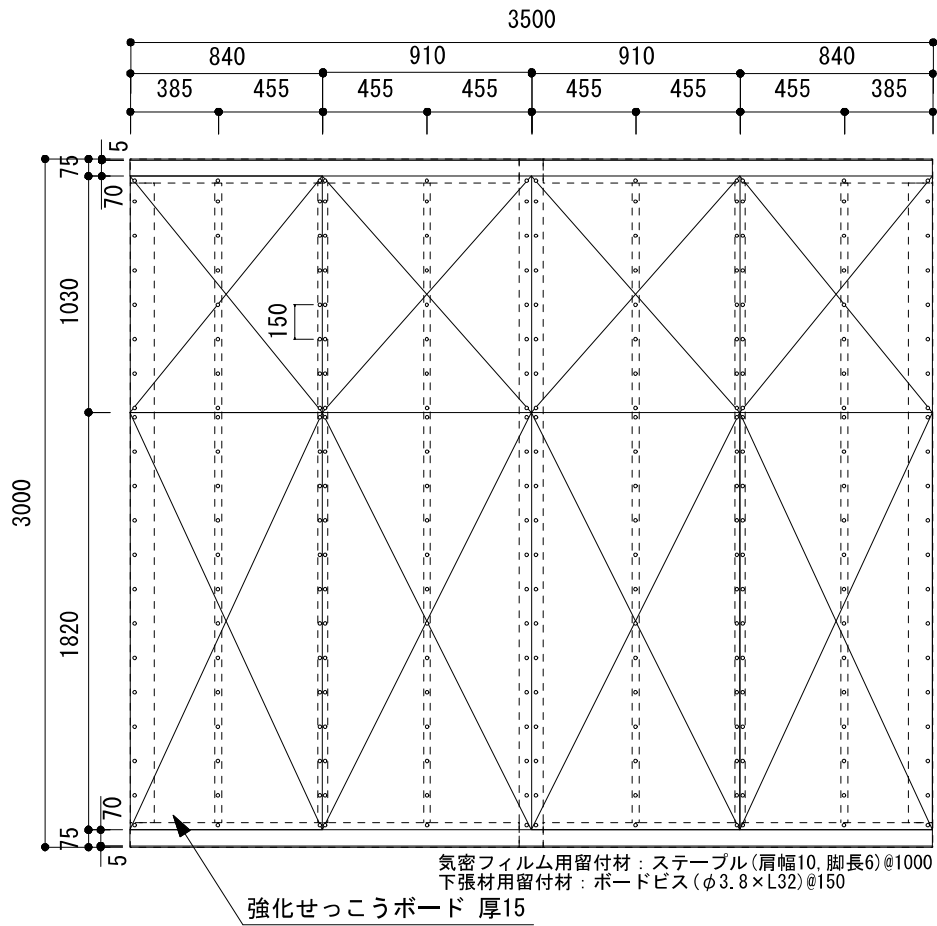


軸組図

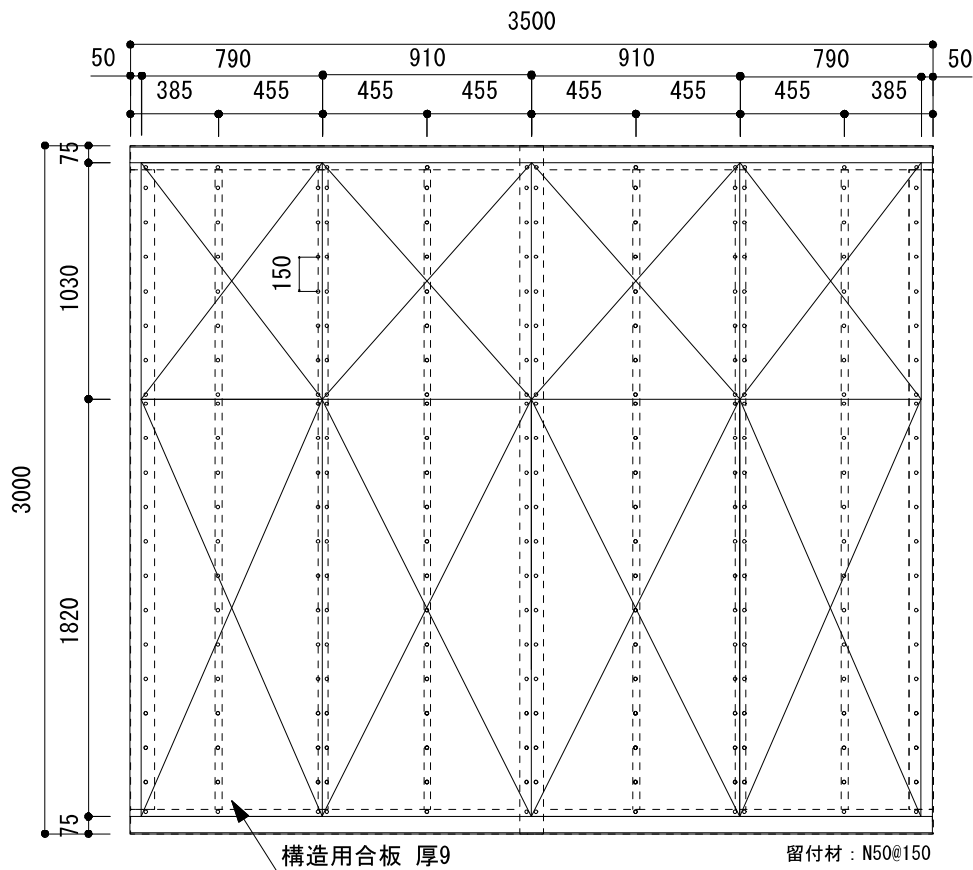


非加熱面上張材

別図-17 依R02-53(C) 軸組図・上張材割付図

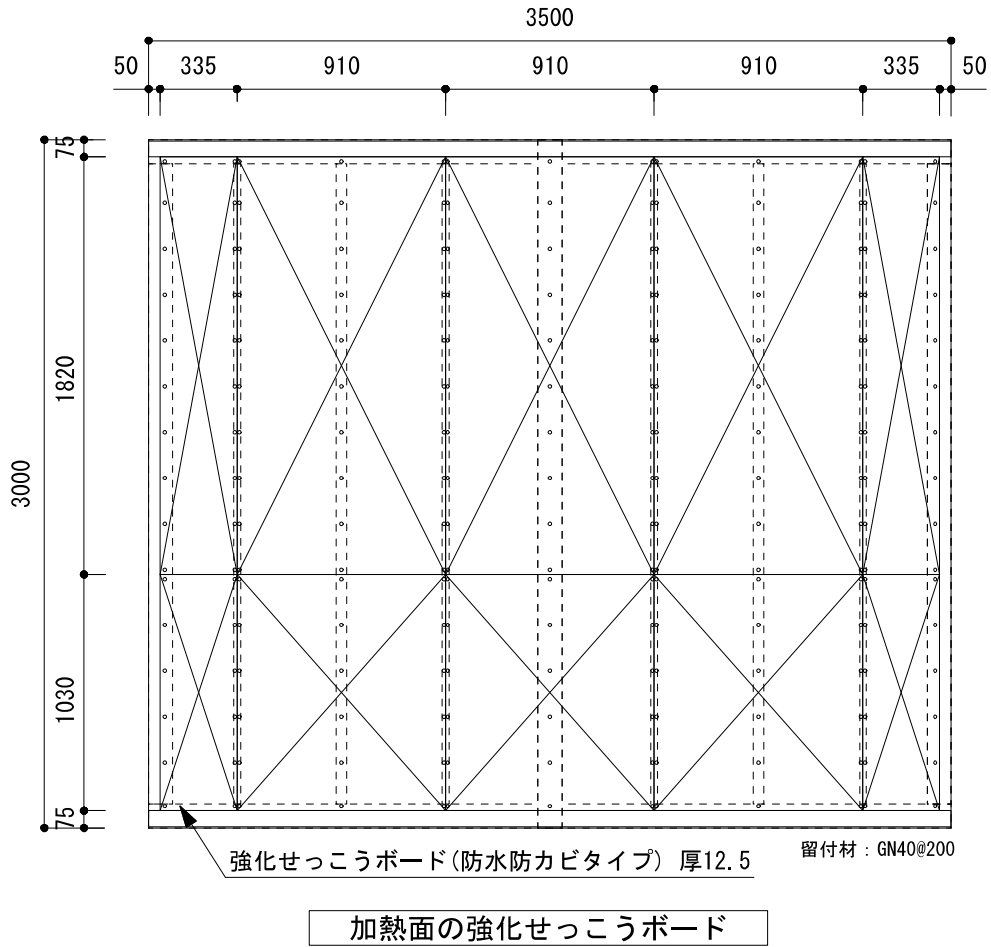


非加熱面の下張材

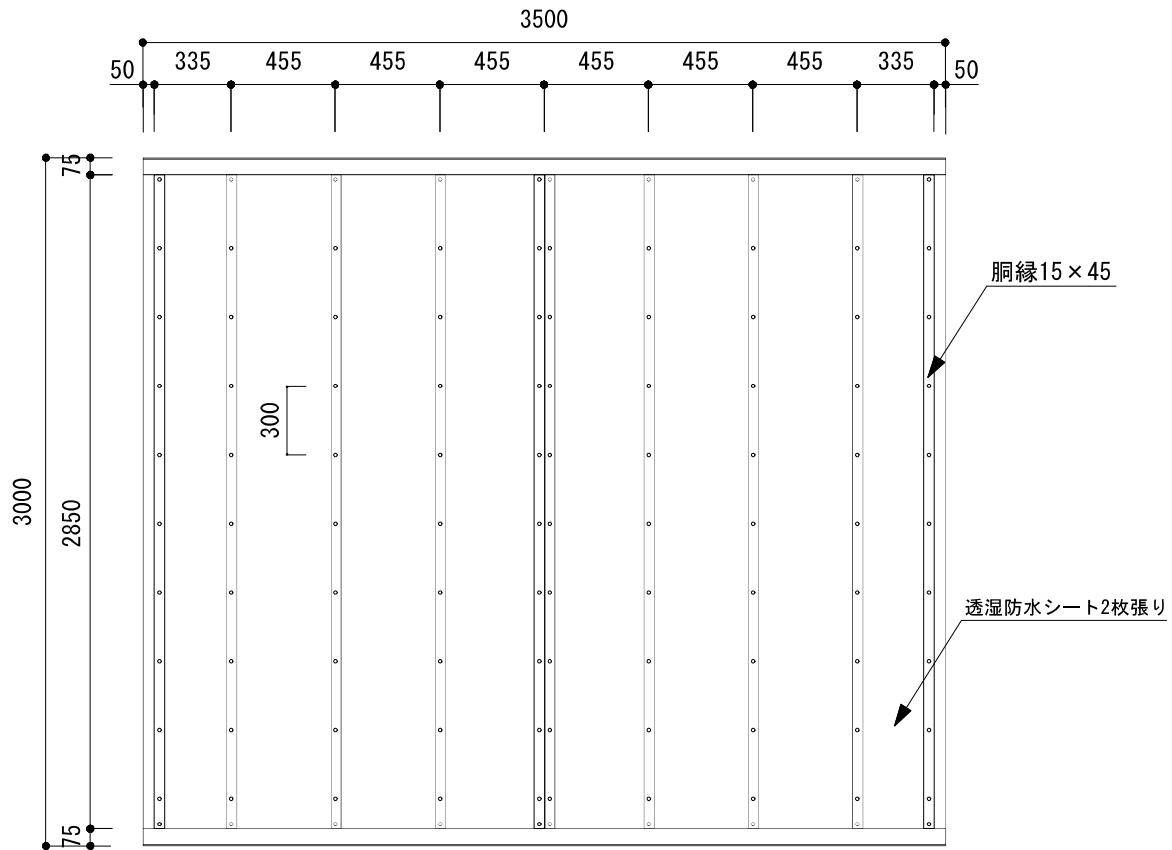


加熱面の構造用合板

別図-18 依R02-53(C) 下張材割付図・構造用合板割付図

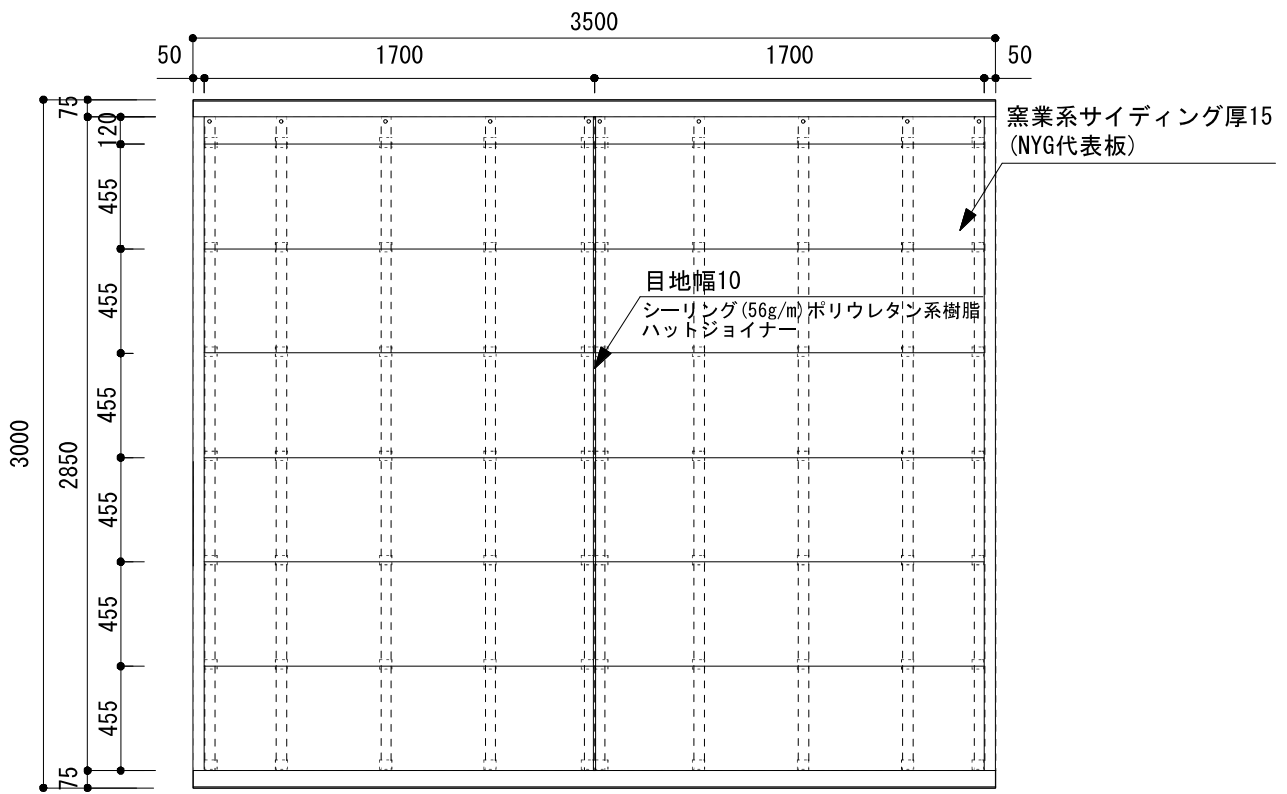


別図-19 依R02-53(C) 強化せっこうボード割付図



透湿防水シート用留付材：ステーブル(肩幅10, 脚長6)@1000
 胴縁用留付材：N50@300

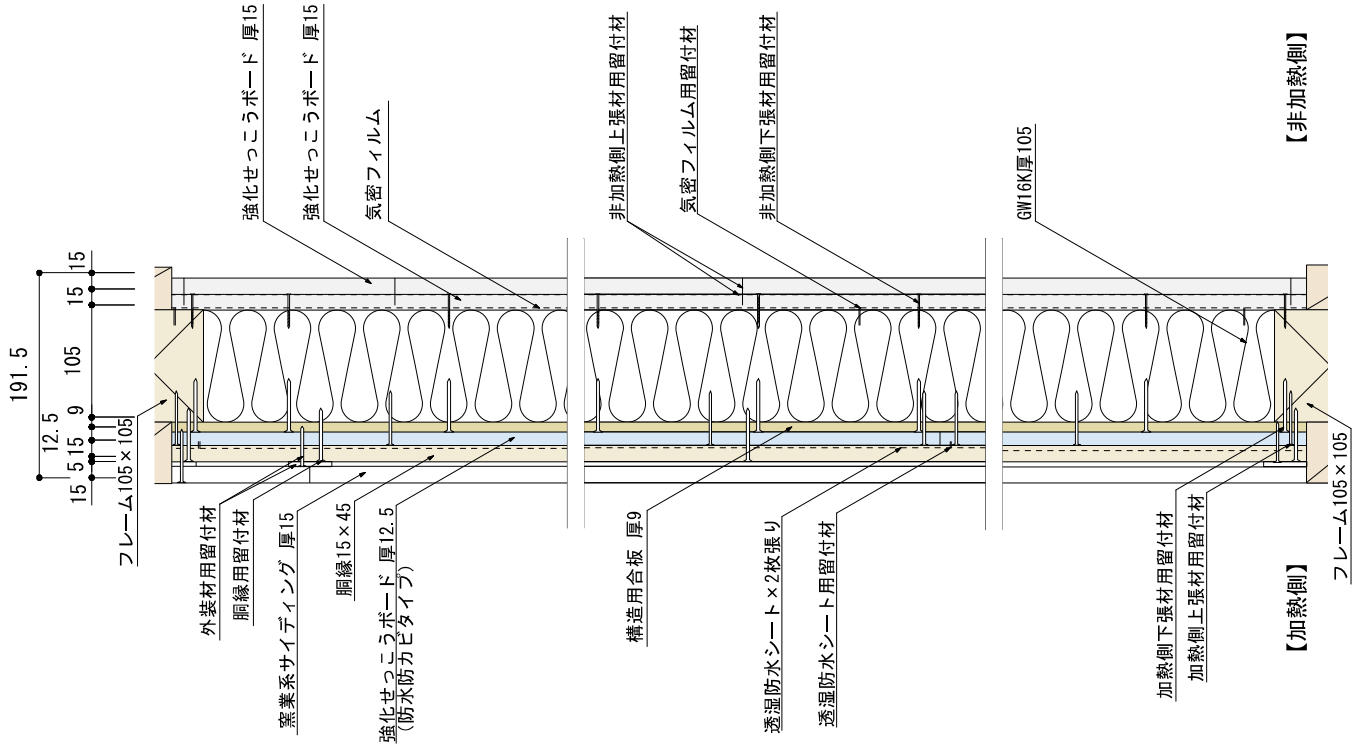
加熱面の防水紙・胴縁



外装材用留付材：外装材留金具5mm
 リングくぎ(ステンレス鋼製)φ2.3×L38mm, 1本留め

加熱面の外装材

別図-20 依R02-53(C) 防水紙・胴縁割付図・外装材割付図



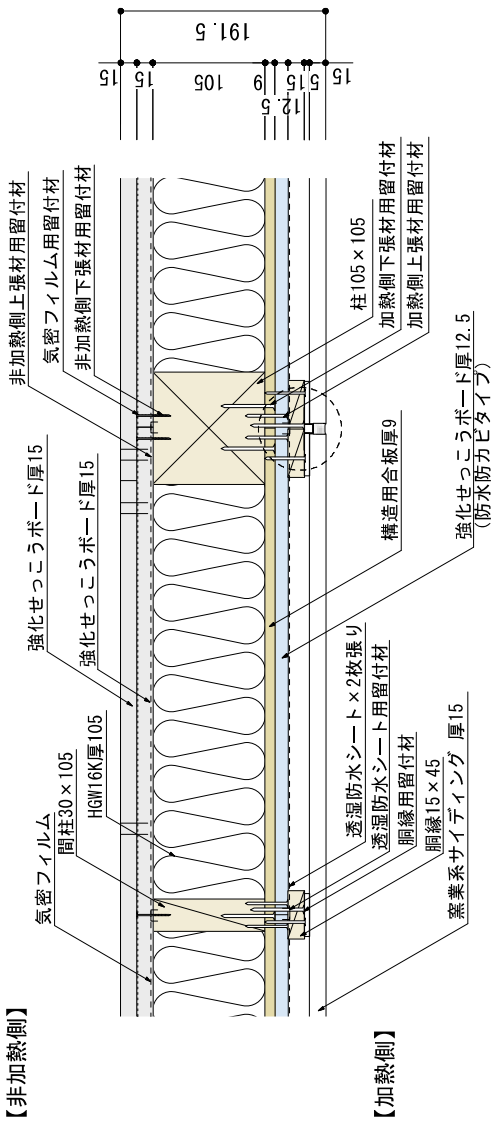
B-B' 断面詳細図

※留付材については、図-3, 4を参照のこと

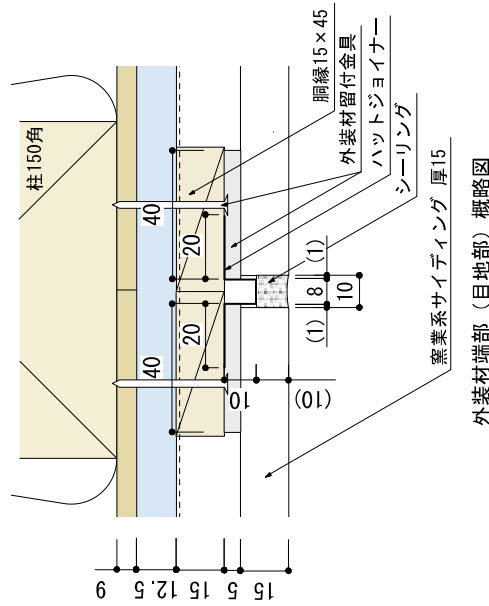
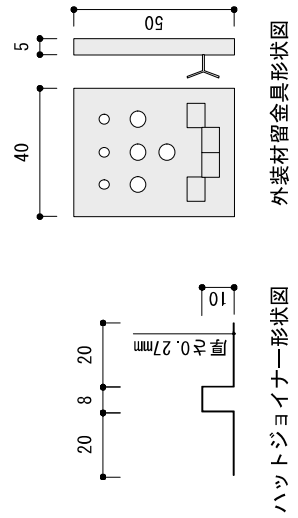
別図-21 依R02-53 (C) A-A' 水平断面詳細図・B-B' 垂直断面詳細図

※外装材端部（目地部）の詳細については、下図を参照のこと

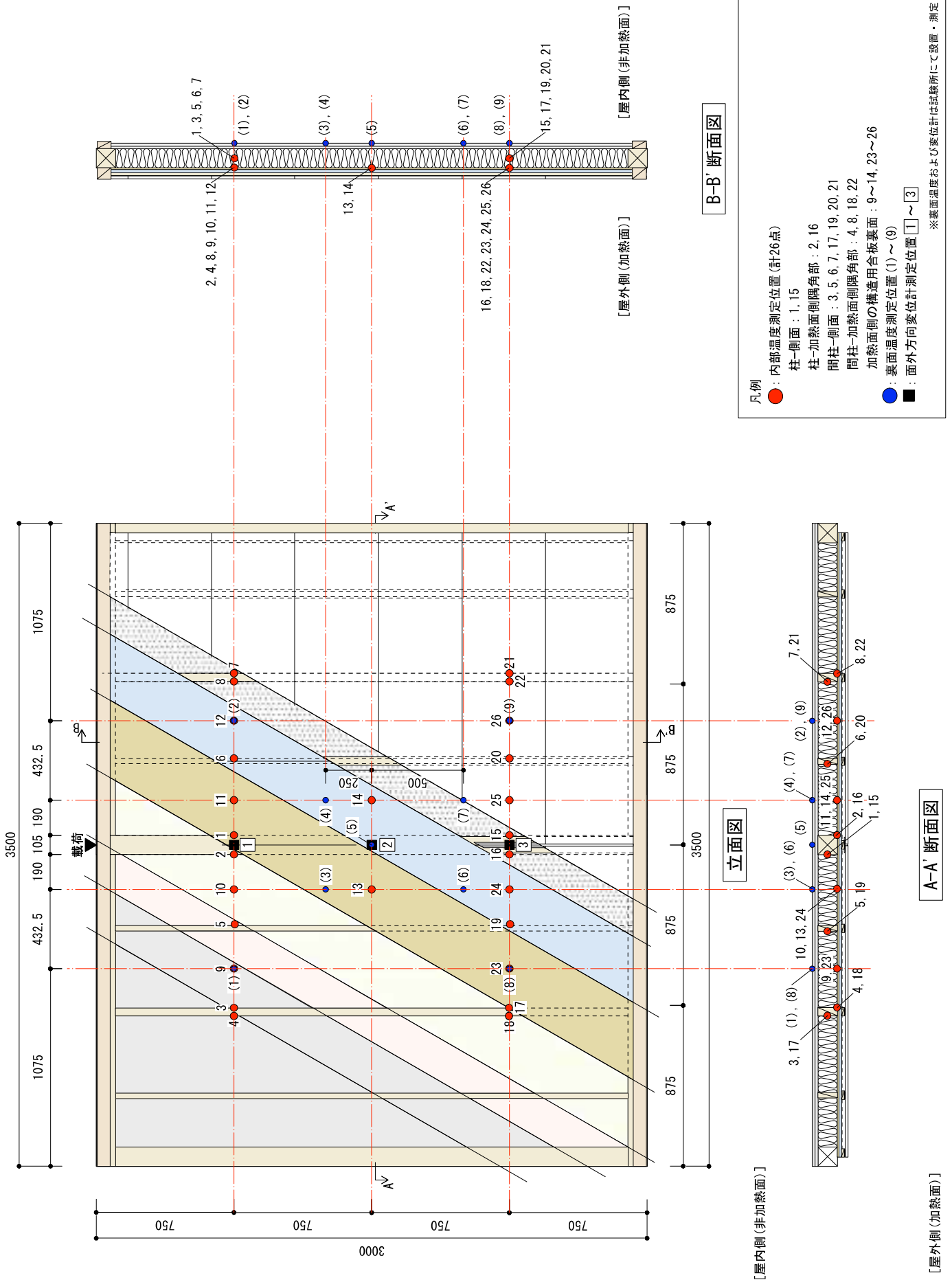
A-A' 断面詳細図



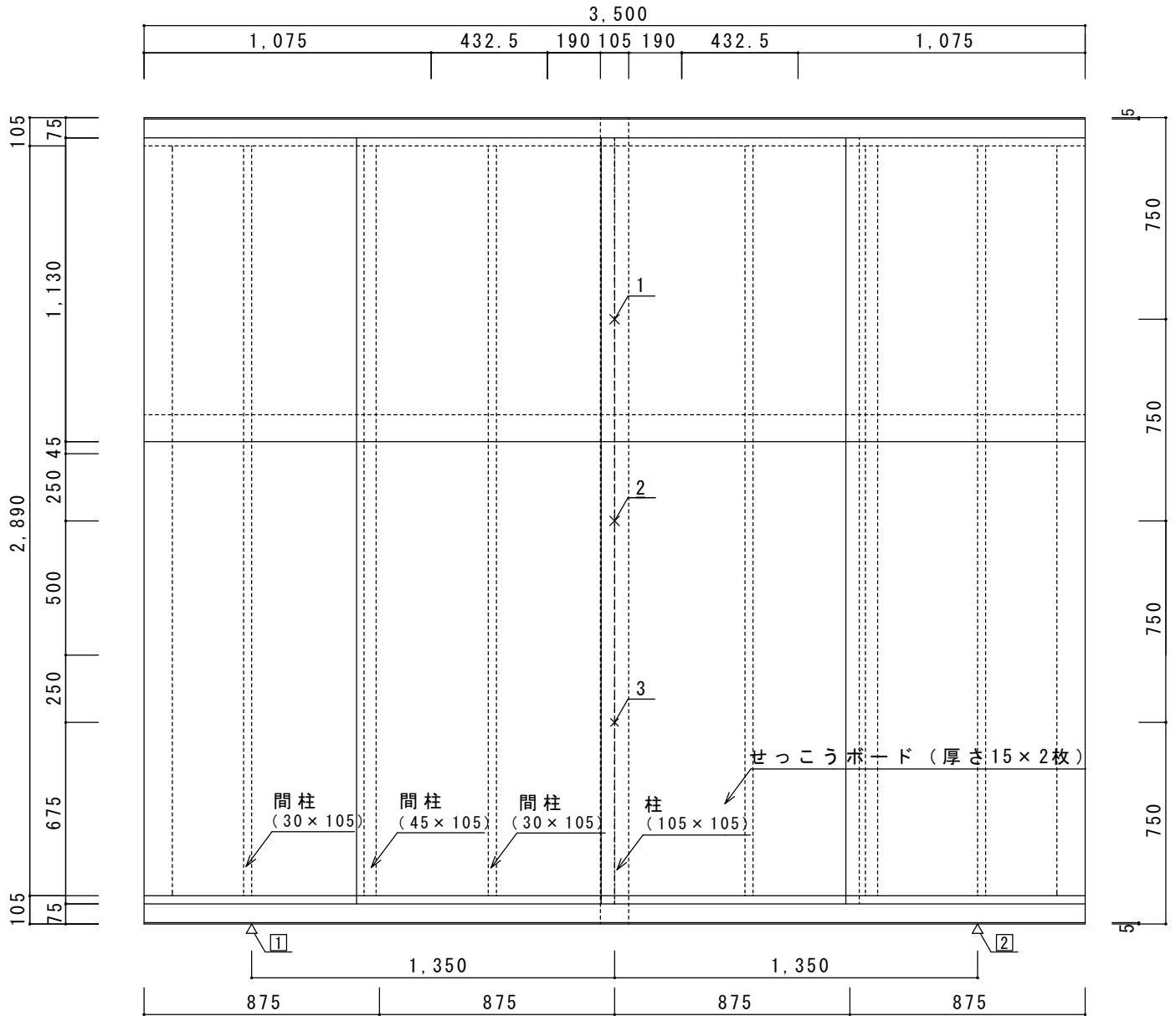
A-A' 断面概略図



外装材端部（目地部）概略図



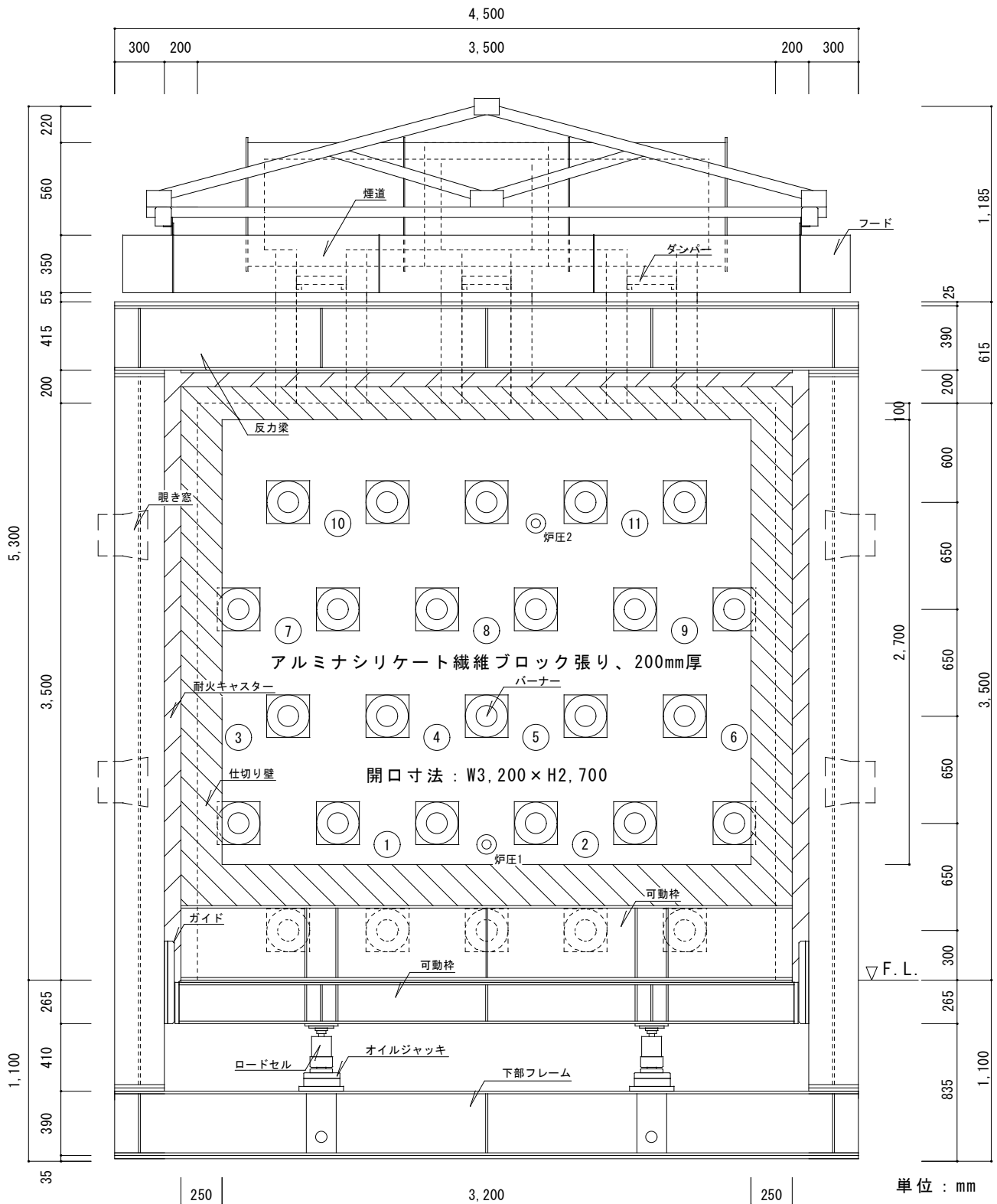
別図-22 依R02-53(C) 内部温度・非加熱面温度測定位置図



凡例

- △：軸方向変位測定位置（計2点）
- ×：面外方向変位測定位置（計3点）

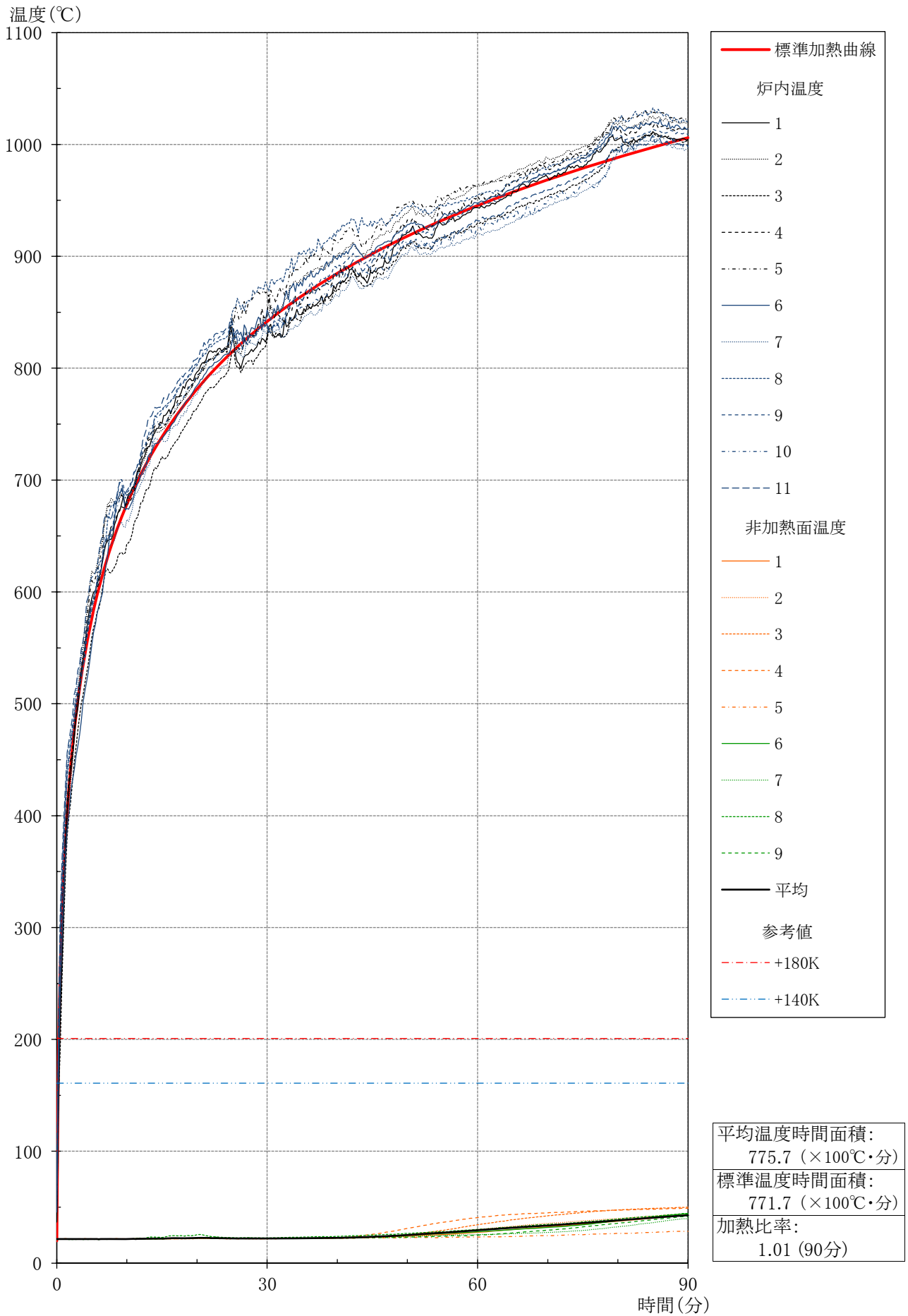
別図-23 依R02-53(C) 軸方向・面外方向変位測定位置図



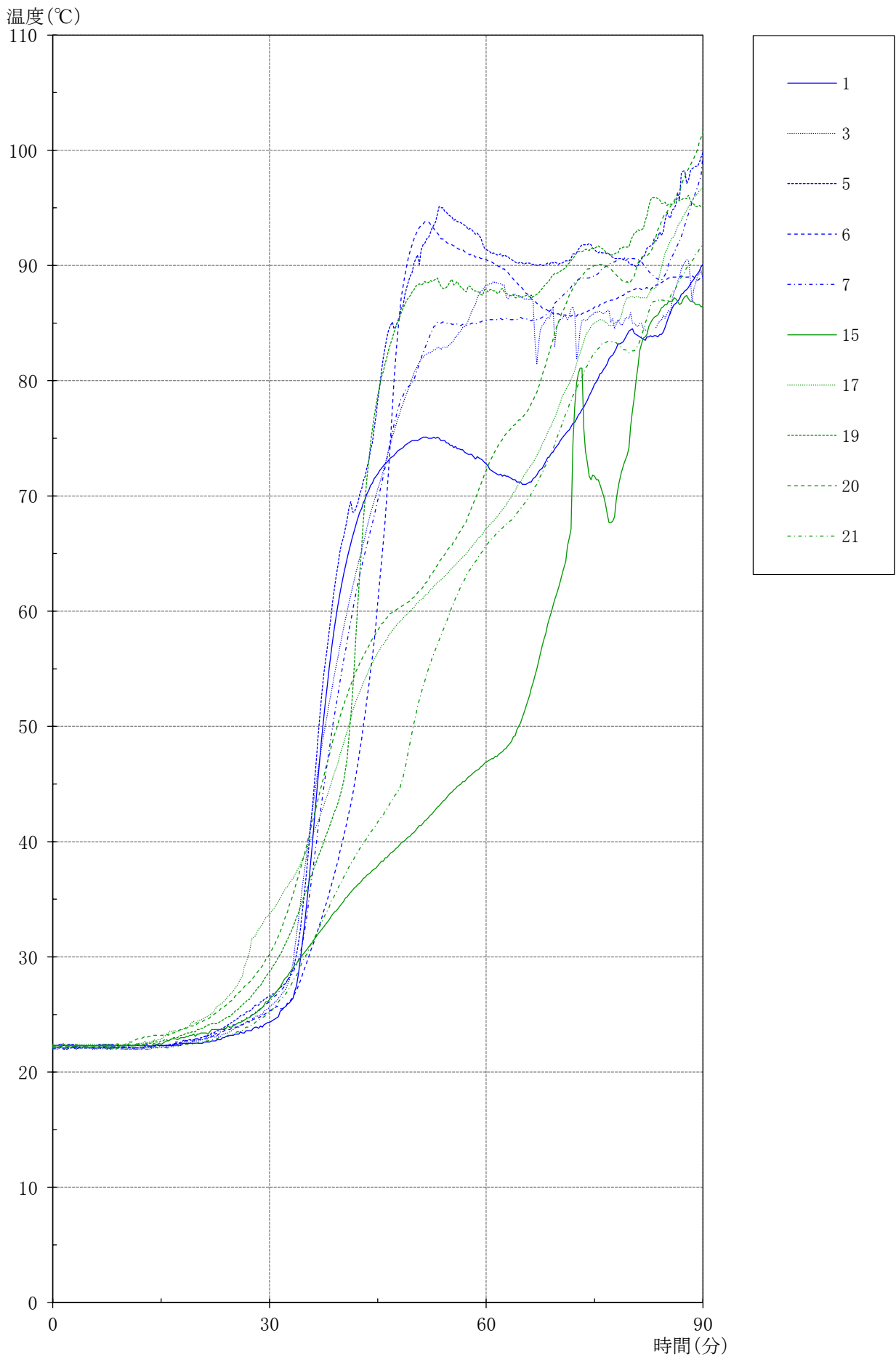
記号

- ①～⑪：炉内温度測定位置
- ◎：炉内圧力測定位置

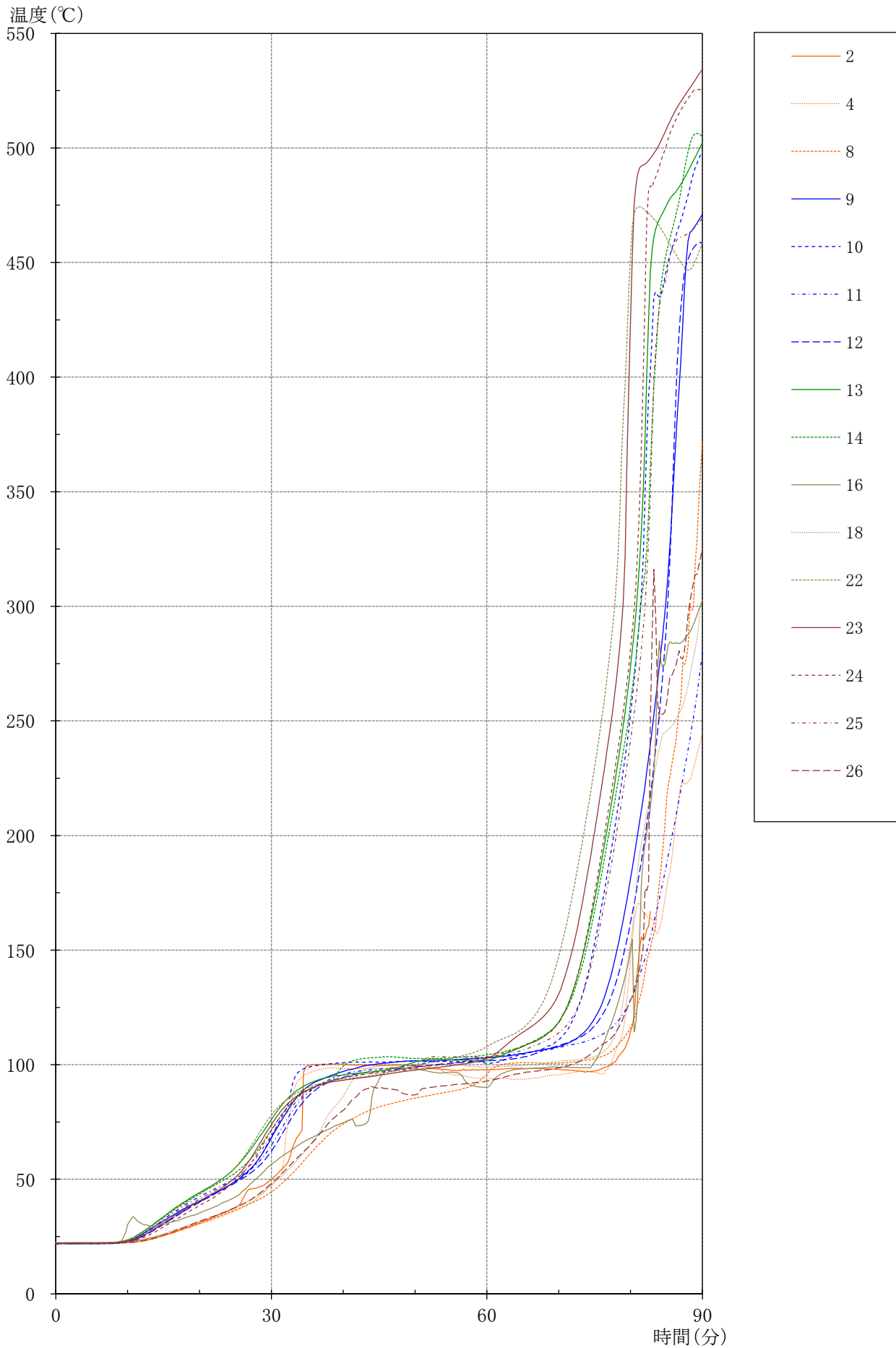
別図-24 加熱炉・載荷装置図 (炉内温度測定位置図)



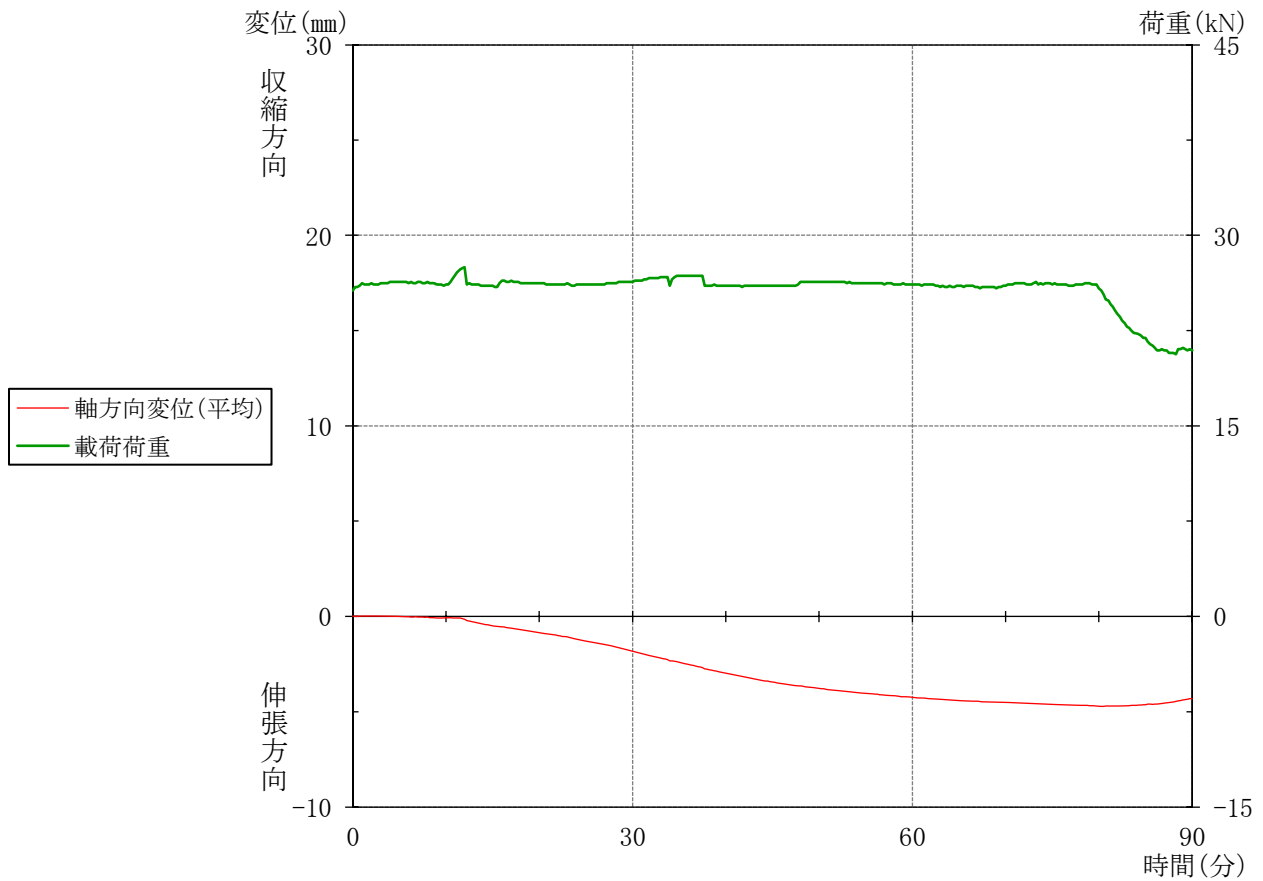
別図-25 依R02-53(A) 炉内温度・非加熱面温度曲線



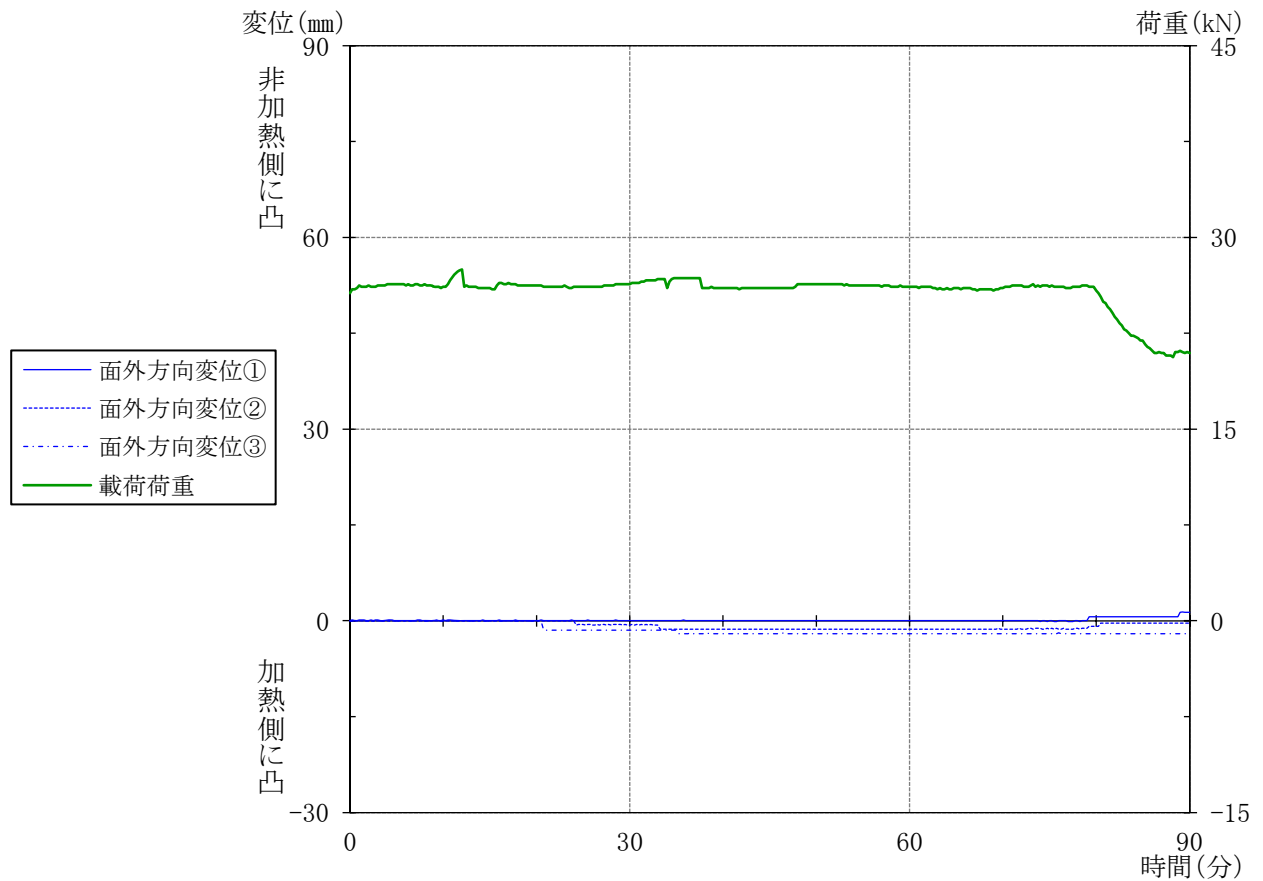
別図-26 依R02-53(A) 内部温度(柱・間柱中央部) 曲線



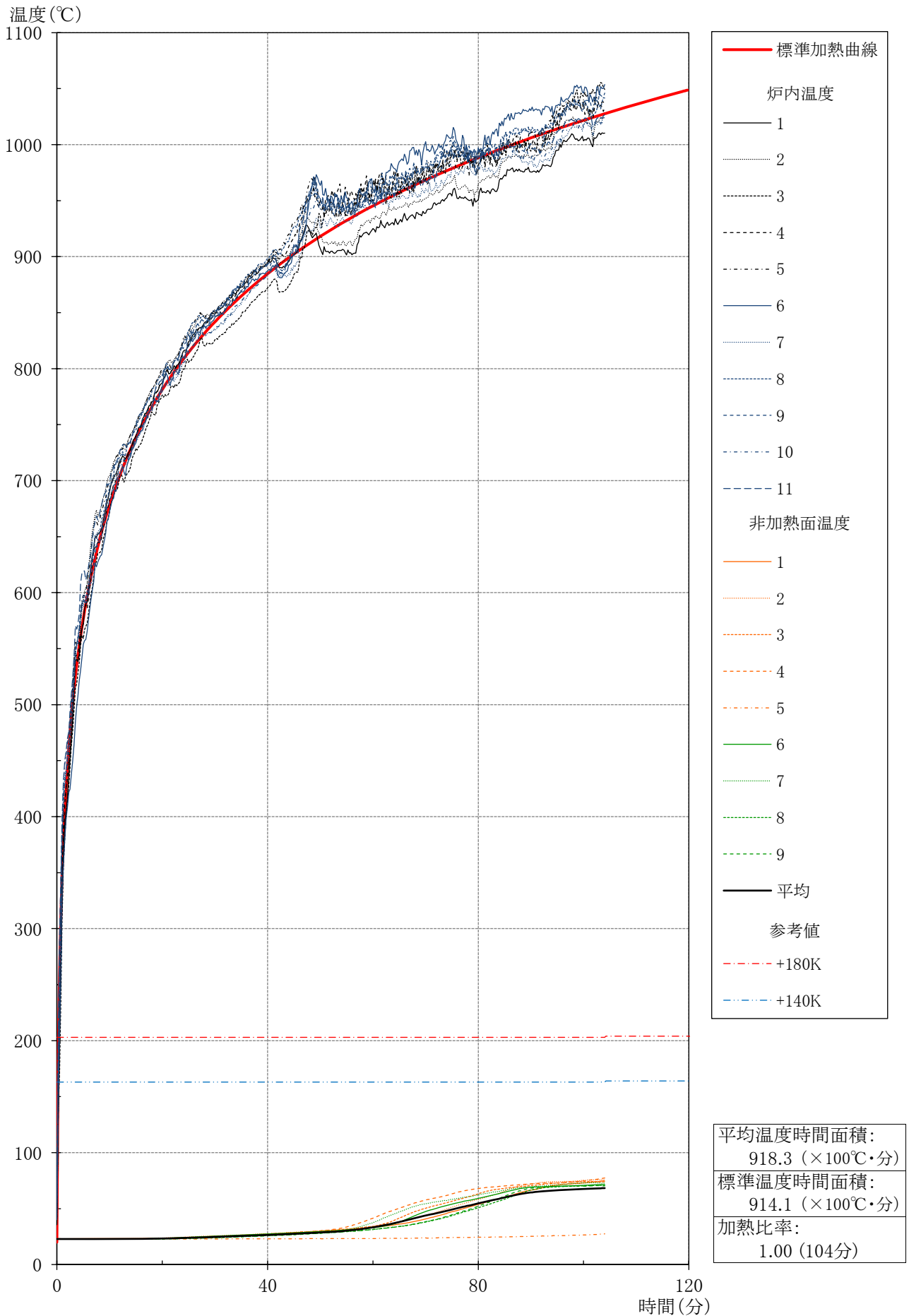
別図-27 依R02-53(A) 内部温度(柱・間柱隅角部/構造用合板裏面) 曲線



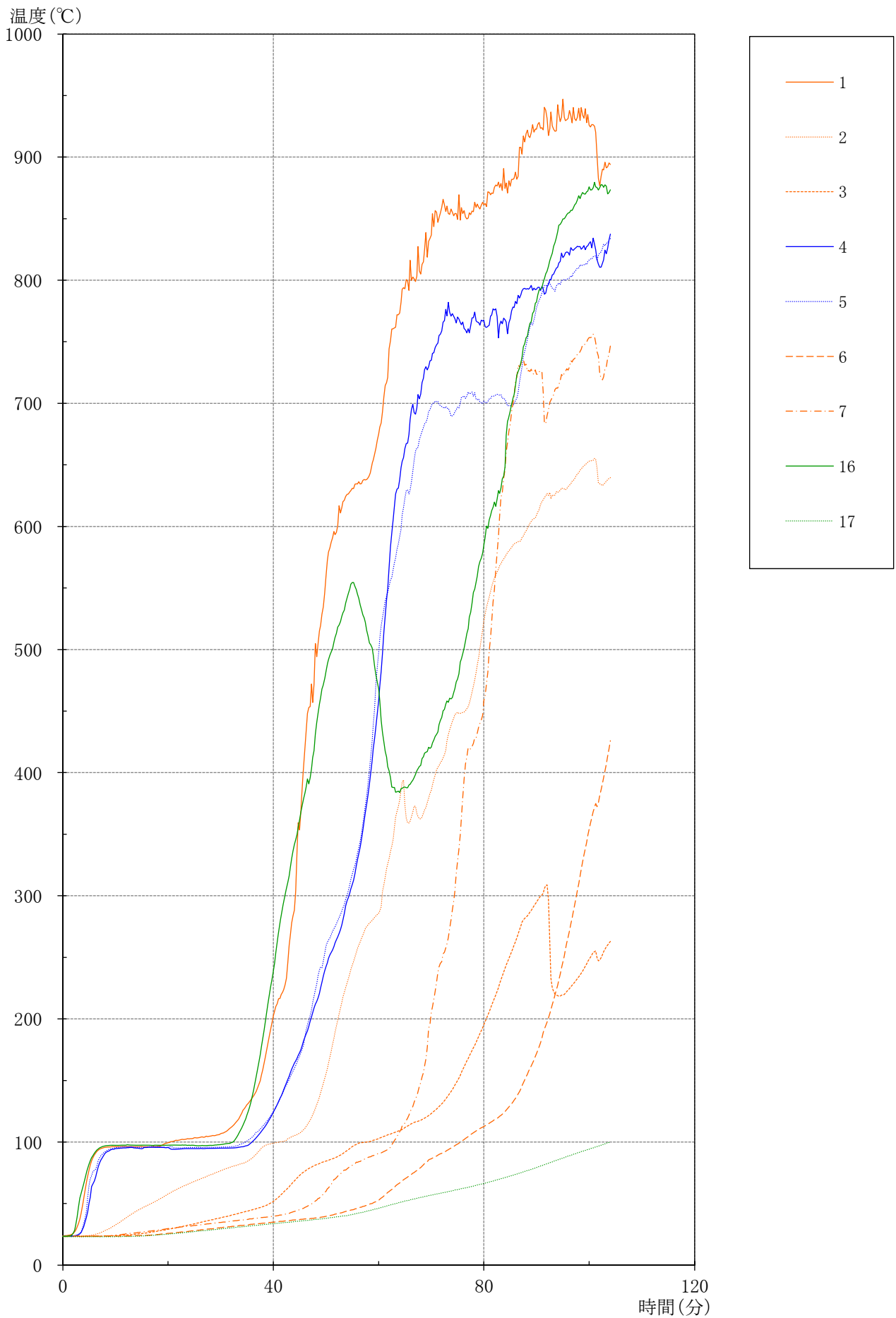
別図-28 依R02-53(A) 軸方向変位曲線



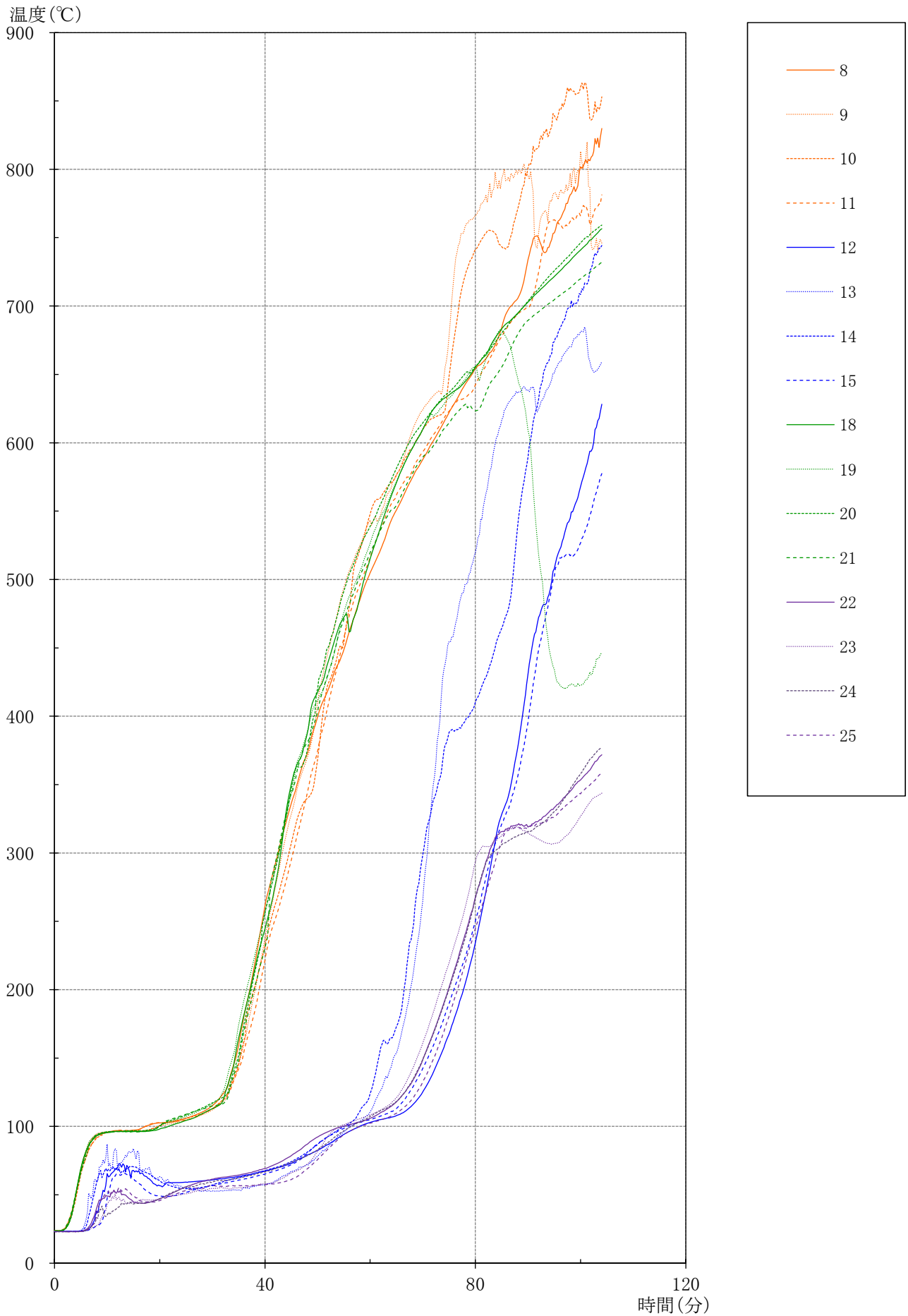
別図-29 依R02-53(A) 面外方向変位曲線



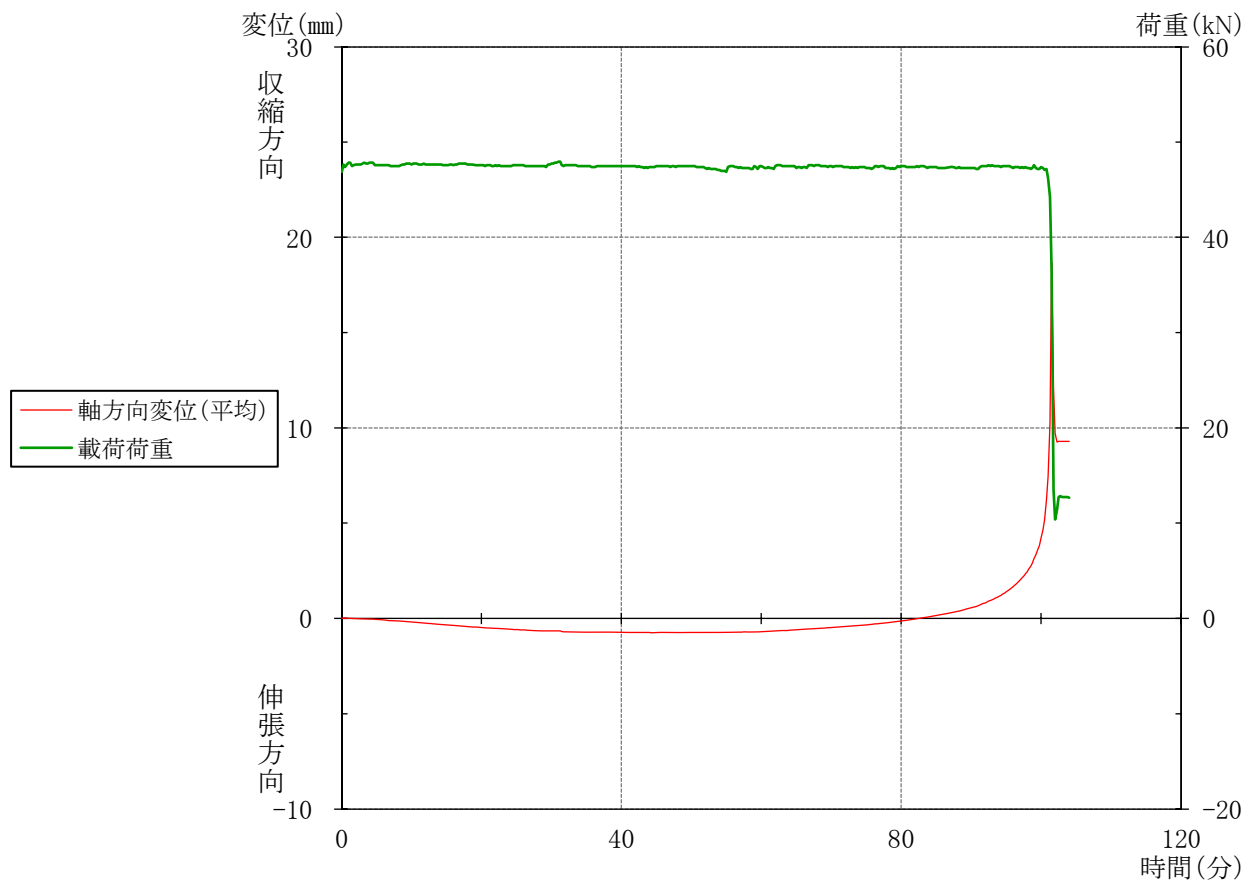
別図-30 依R02-53(B) 炉内温度・非加熱面温度曲線



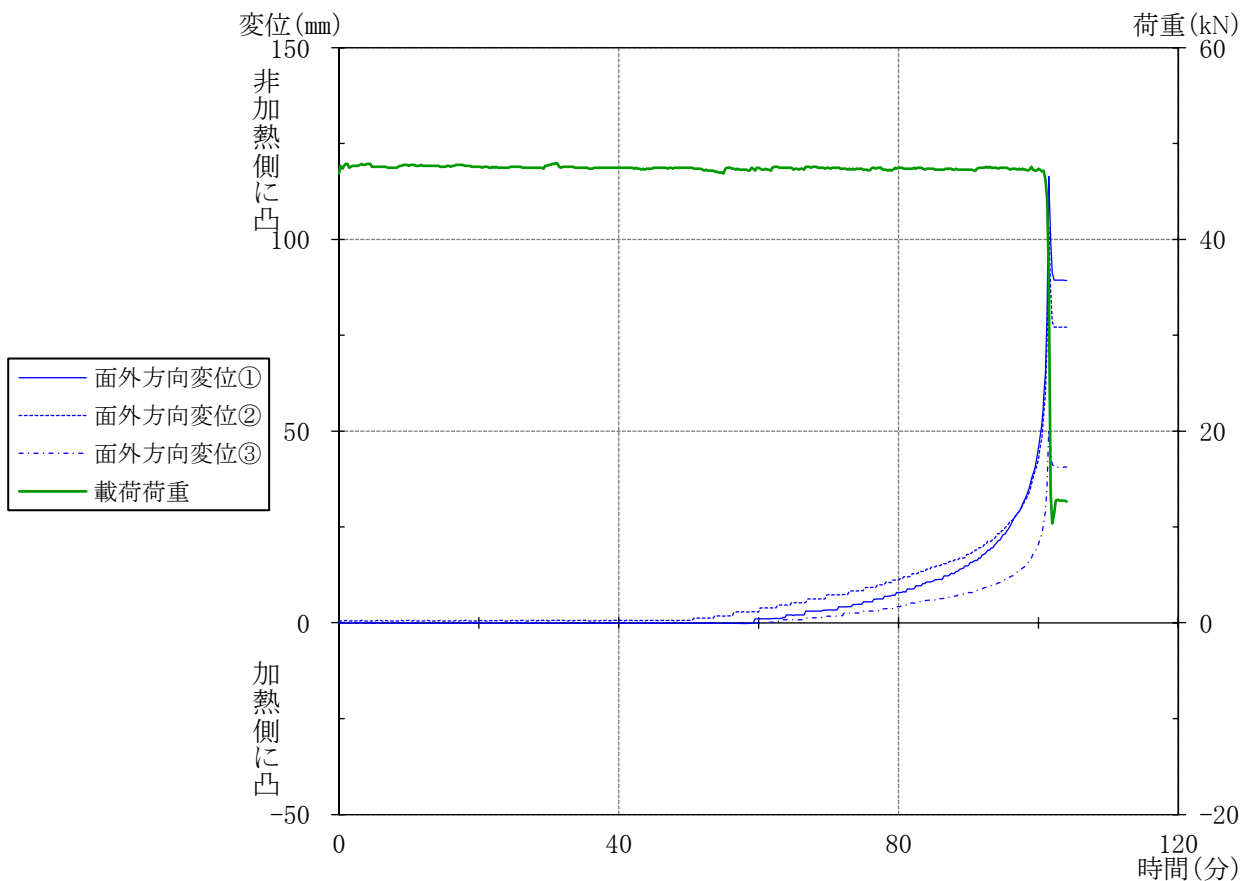
別図-31 依R02-53(B) 内部温度(柱周辺部) 曲線



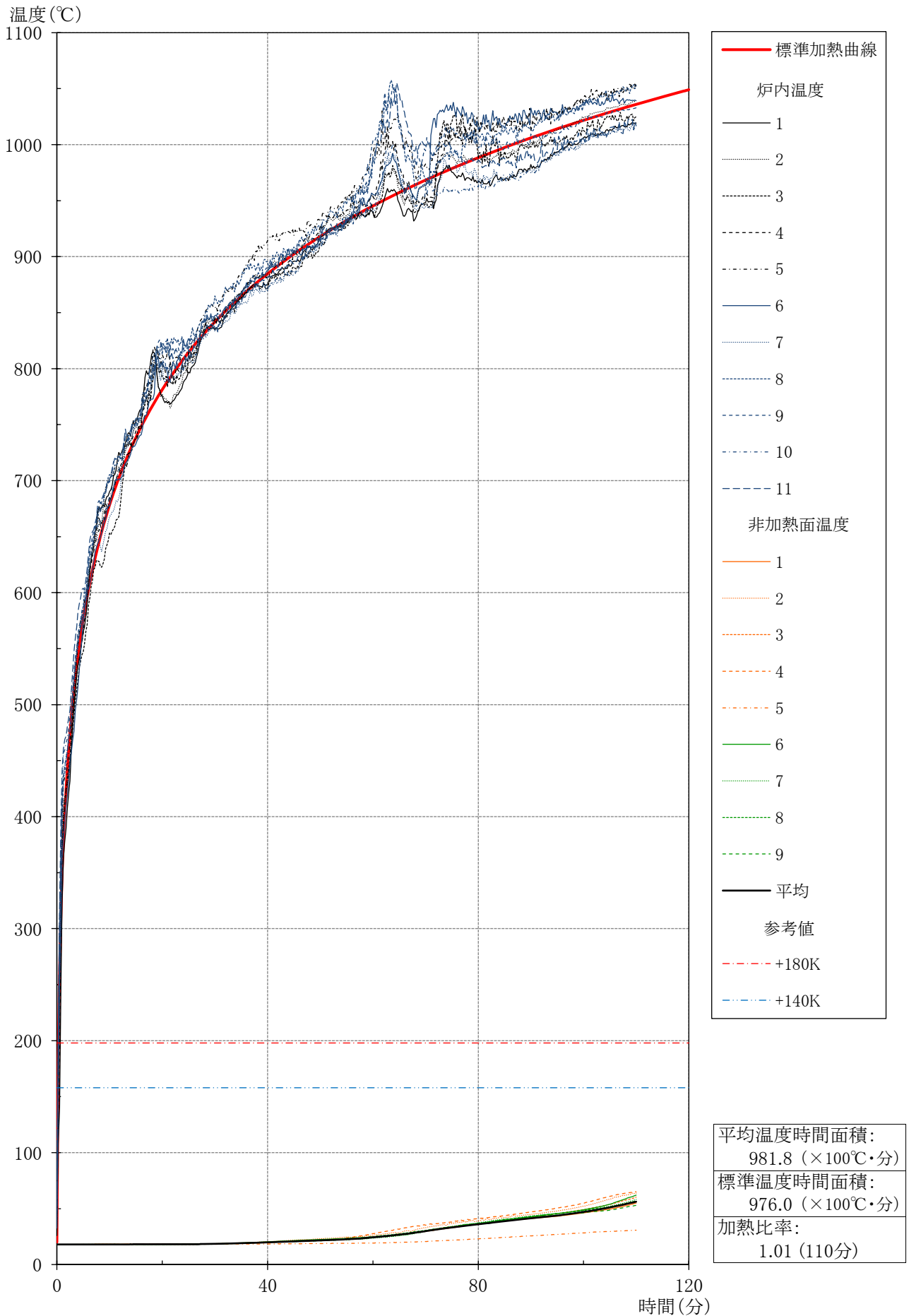
別図-32 依R02-53(B) 内部温度(構造用合板裏面)曲線



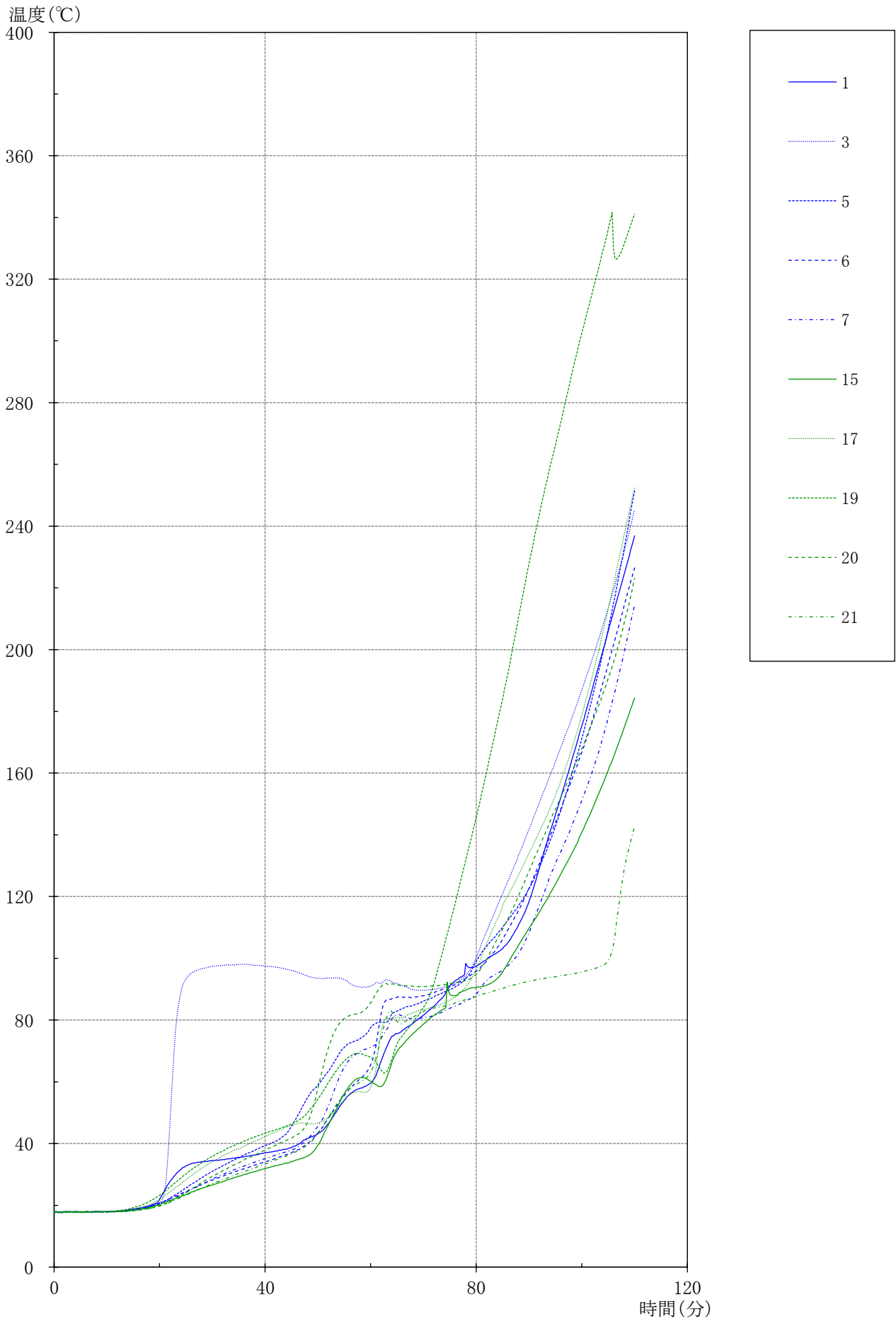
別図-33 依R02-53(B) 軸方向変位曲線



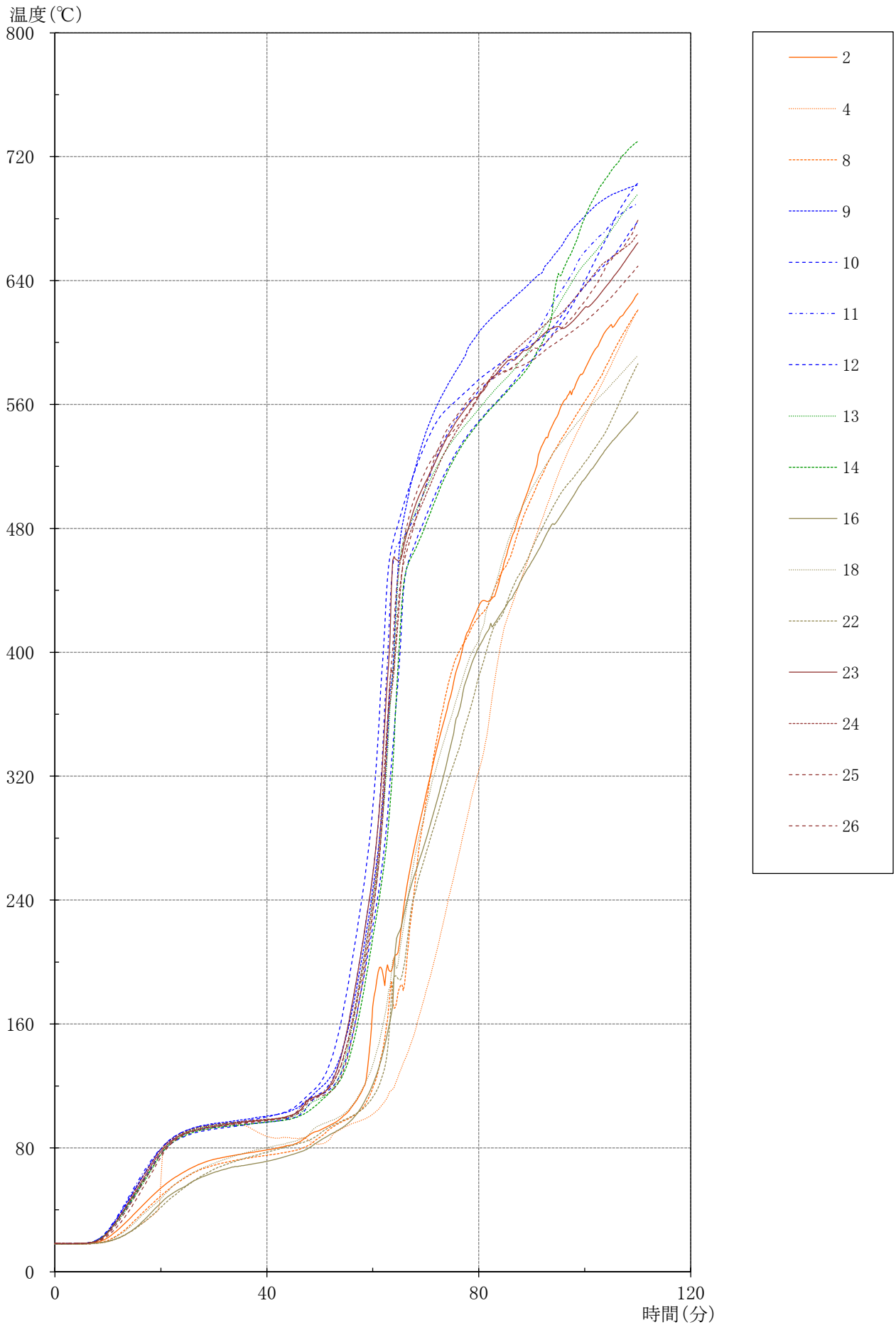
別図-34 依R02-53(B) 面外方向変位曲線



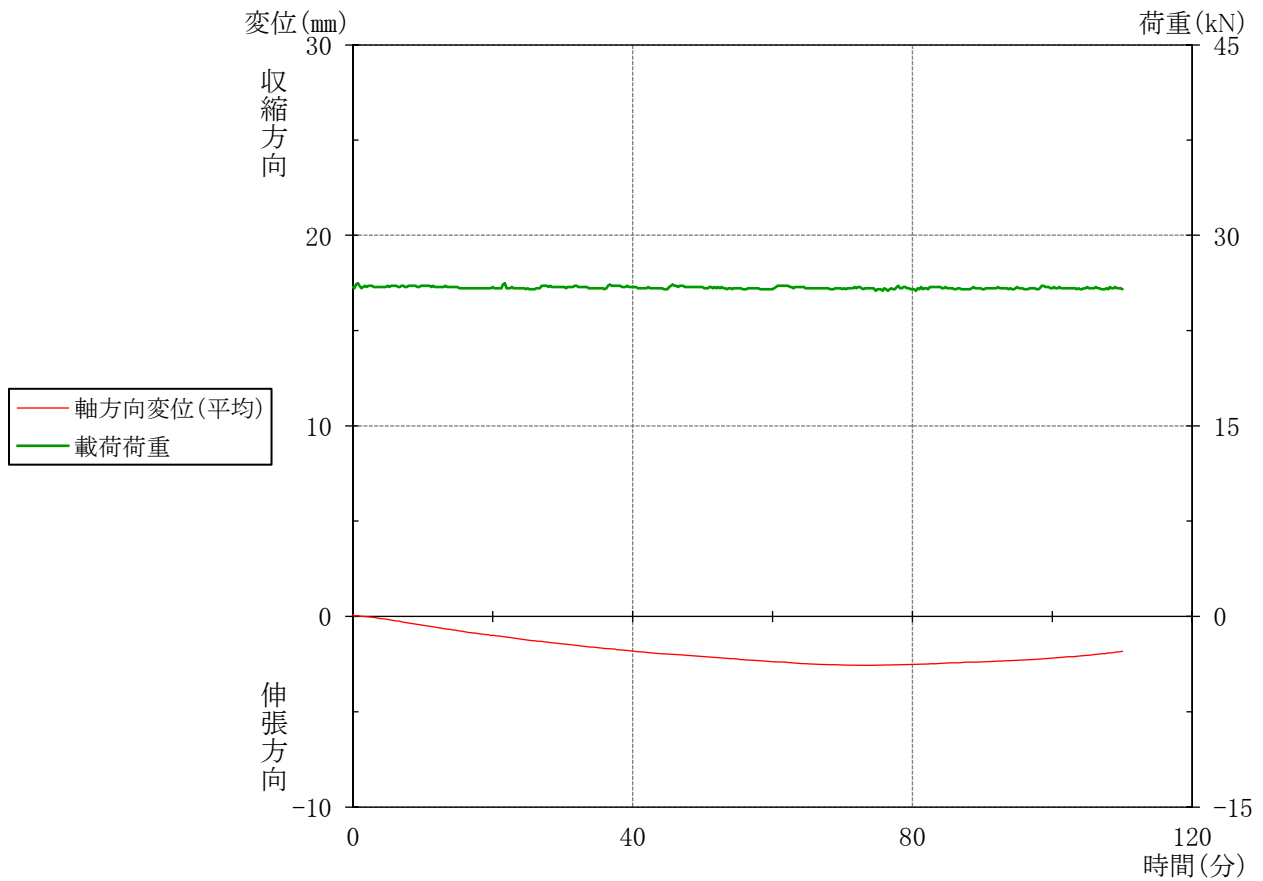
別図-35 依R02-53(C) 炉内温度・非加熱面温度曲線



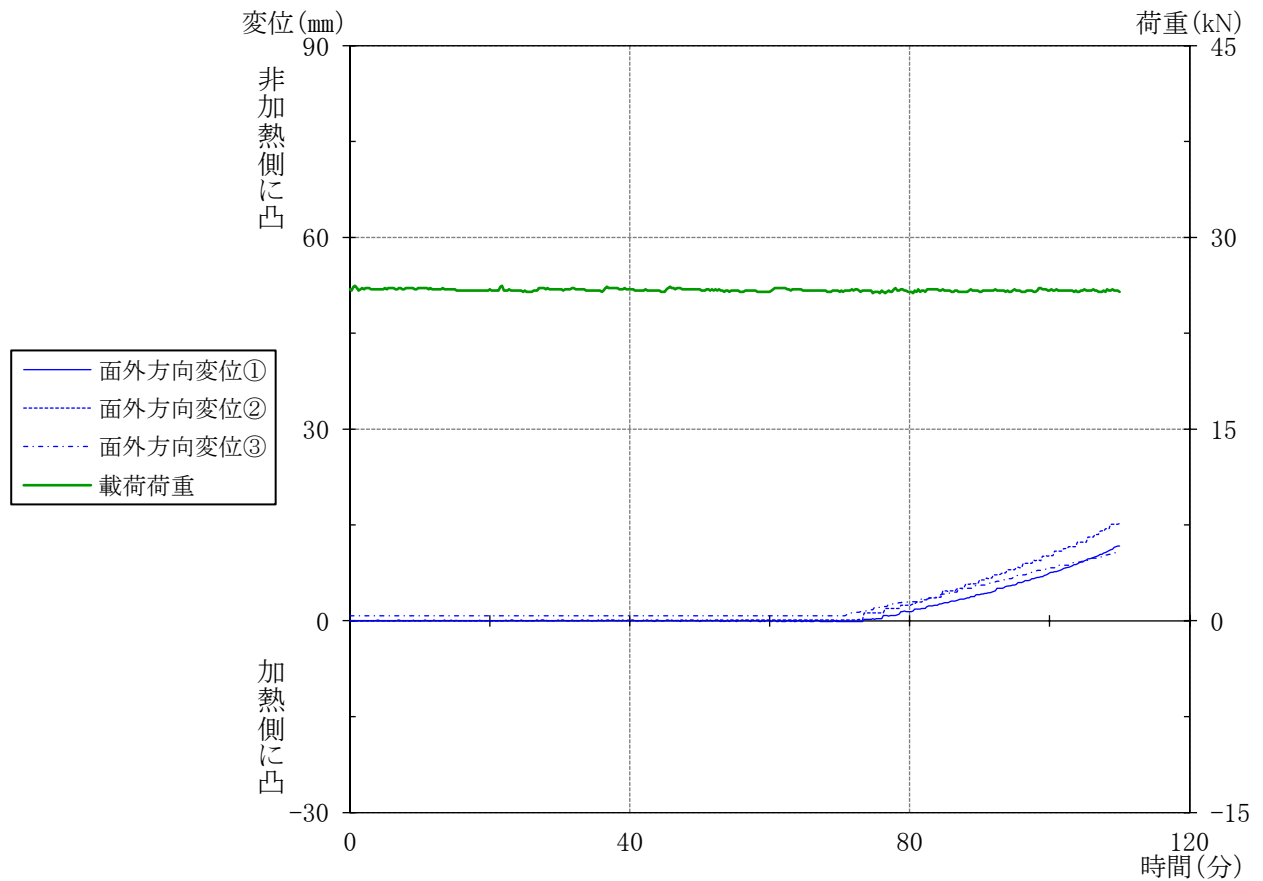
別図-36 依R02-53(C) 内部温度(柱・間柱中央部) 曲線



別図-37 依R02-53(C) 内部温度(柱・間柱隅角部/構造用合板裏面) 曲線



別図-38 依R02-53(C) 軸方向変位曲線



別図-39 依R02-53(C) 面外方向変位曲線

載荷荷重の算出根拠(依R02-53(A)、(C))

試験に用いた載荷荷重量は、構造耐力上主要な部分である柱について、平成13年国土交通省告示第1024号(特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件)に基づき、次の表に示す各式から算出した。

【軸組工法 試験体高さ：3,000mm、軸材(柱)：105mm×105mm材、1本分】

項目	数値・計算値	備考
l_x	10.5 (cm)	座屈方向のせい(材厚)
L_b	10.5 (cm)	材幅
A	110.25 (cm ²)	断面積
$i=l_x/3.46$	3.035 (cm)	断面二次半径(3.46=長方形断面)
l_k	300.0 (cm)	座屈長さ(材長)
$\lambda=l_k/i$	98.9	細長比
η	0.311	座屈低減係数
F_c	20.6 (N/mm ²)	材料強度(すぎ集成材、E65-F255)
${}_L f_c$	7.55 (N/mm ²)	長期許容圧縮応力度
	77.02 (kgf/cm ²)	
${}_L f_k (= \eta \times {}_L f_c)$	2.352 (N/mm ²)	長期許容座屈応力度
	23.99 (kgf/cm ²)	
$N (= {}_L f_k \times A)$	25.93 (kN)	柱1本当たりの圧縮力
	2645 (kgf)	
M	1 (本)	載荷される軸材の本数
$P (= N \times M)$	25.93 (kN)	載荷荷重量
	2645 (kgf)	

注) 材料強度は、平成13年国土交通省告示第1024号(特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件)に基づく。

載荷荷重の算出根拠(依R02-53(B))

試験に用いた載荷荷重量は、構造耐力上主要な部分である柱について、平成13年国土交通省告示第1024号（特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件）に基づき、次の表に示す各式から算出した。

【軸組工法 試験体高さ：3,000mm、軸材（柱）：120mm×120mm材、1本分】

項目	数値・計算値	備考
l_x	12.0 (cm)	座屈方向のせい（材厚）
L_b	12.0 (cm)	材幅
A	144.00 (cm ²)	断面積
$i=l_x/3.46$	3.468 (cm)	断面二次半径（3.46=長方形断面）
l_k	300.0 (cm)	座屈長さ（材長）
$\lambda=l_k/i$	86.5	細長比
η	0.435	座屈低減係数
F_c	20.6 (N/mm ²)	材料強度（すぎ集成材、E65-F255）
${}_L f_c$	7.55 (N/mm ²)	長期許容圧縮応力度
	77.02 (kgf/cm ²)	
${}_L f_k (= \eta \times {}_L f_c)$	3.286 (N/mm ²)	長期許容座屈応力度
	33.50 (kgf/cm ²)	
$N (= {}_L f_k \times A)$	47.31 (kN)	柱1本当たりの圧縮力
	4825 (kgf)	
M	1 (本)	載荷される軸材の本数
$P (= N \times M)$	47.31 (kN)	載荷荷重量
	4825 (kgf)	

注) 材料強度は、平成13年国土交通省告示第1024号（特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件）に基づく。

試験写真記録

1. 依頼番号：依R02-53

2. 依頼者の名称：一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

3. 名 称：依R02-53(A)：グラスウール充てん/軽量セメントモルタル塗・両面薬剤処理
ボード用原紙張せっこう板・構造用合板表張/強化せっこう
ボード重裏張/木製軸組造外壁
依R02-53(B)：片面強化せっこうボード・構造用合板張/片面強化せっこう
ボード重張/木製軸組造間仕切壁
依R02-53(C)：グラスウール充てん/窯業系サイディング・両面薬剤処理
ボード用原紙張せっこう板・構造用合板表張/強化せっこう
ボード重裏張/木製軸組造外壁

4. 試験実施場所：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 試験研究所

5. 試 験 日：令和2年10月21日・22日、11月18日

(依R02-53 試験写真)

写真No.01
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

加熱前の加熱面の状況



写真No.02
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

加熱開始直後の非加熱面の状況



写真No.03
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

加熱30分後の非加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

写真No.04
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

加熱60分後の非加熱面の状況



写真No.05
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

加熱終了時の非加熱面の状況
(加熱開始から90分後)



写真No.06
試験体記号：依 R02-53(A)
試験日：令和2年10月21日
加熱面：屋外側

試験終了後の加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

写真No.07
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱前の加熱面の状況



写真No.08
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱開始直後の非加熱面の状況



写真No.09
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

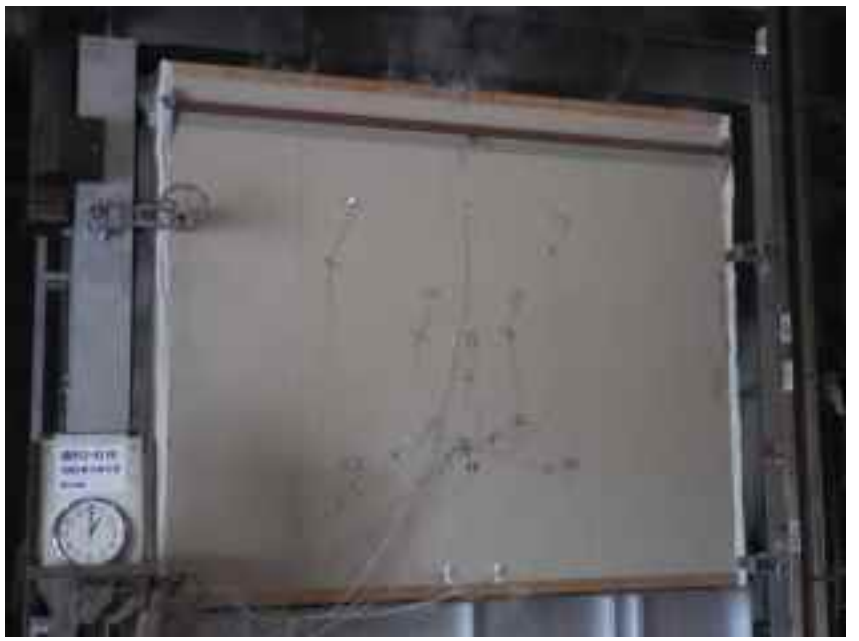
加熱30分後の非加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

写真No.10
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱60分後の非加熱面の状況



写真No.11
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱90分後の非加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

写真No.12
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱102分後の非加熱面の状況

依R02-53(B)は、101分30秒に
最大軸方向収縮速度の参考値
 (性能評価における規定値)を
超え座屈した。



写真No.13
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

加熱終了時の非加熱面の状況
 (加熱開始から104分後)



写真No.14
試験体記号：依 R02-53(B)
試験日：令和2年10月22日
加熱面：強化せっこうボード
 (厚さ21)側

試験終了後の加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

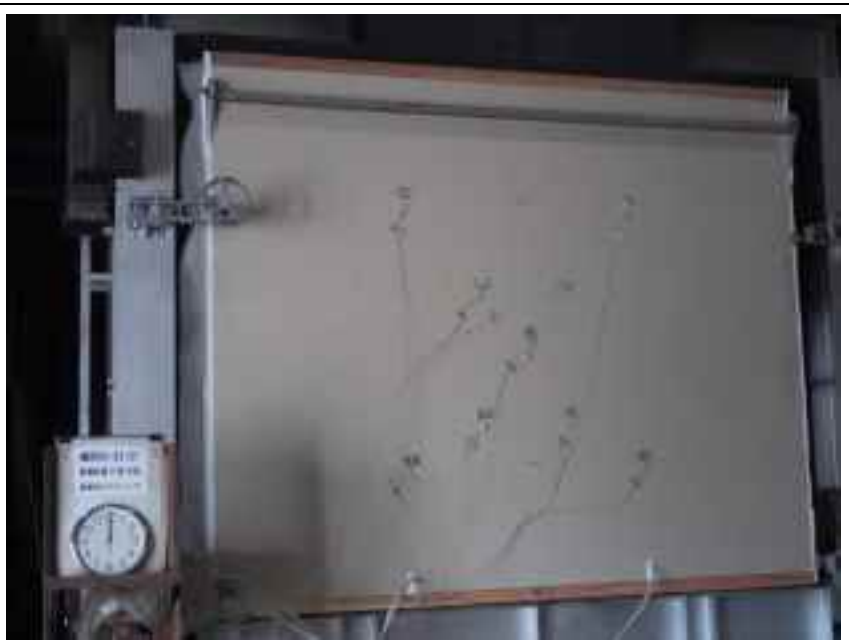
写真No.15
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱前の加熱面の状況



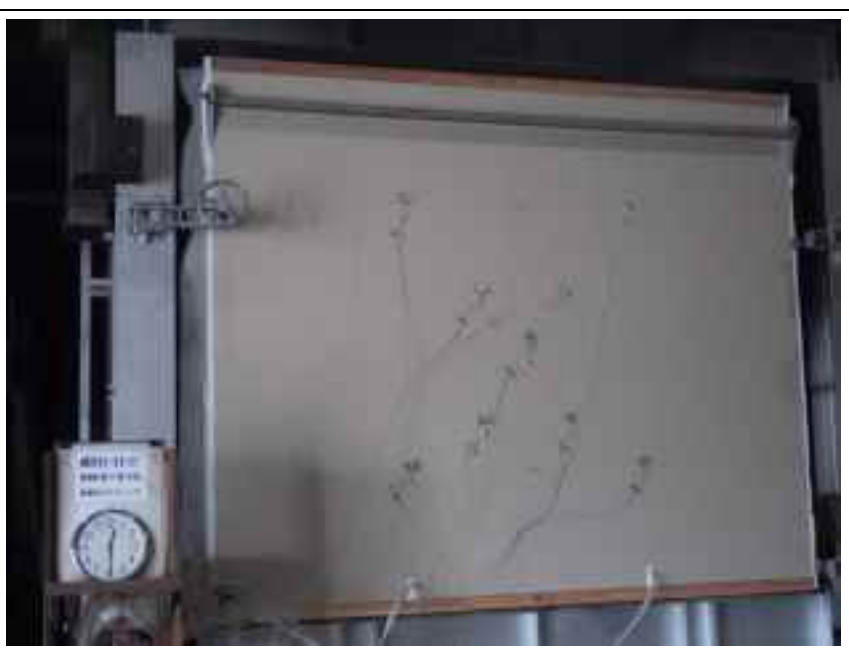
写真No.16
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱開始直後の非加熱面の状況



写真No.17
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

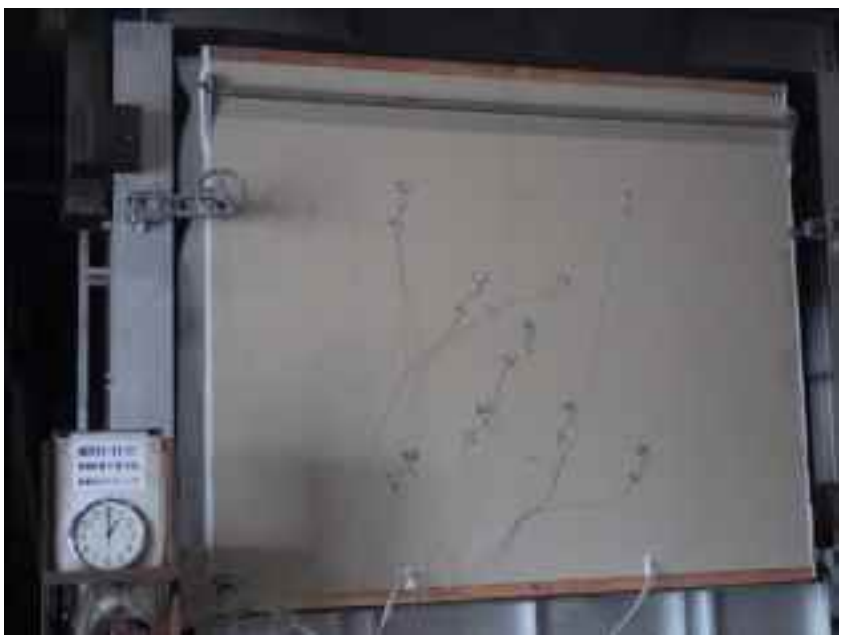
加熱30分後の非加熱面の状況



(依R02-53 試験写真)

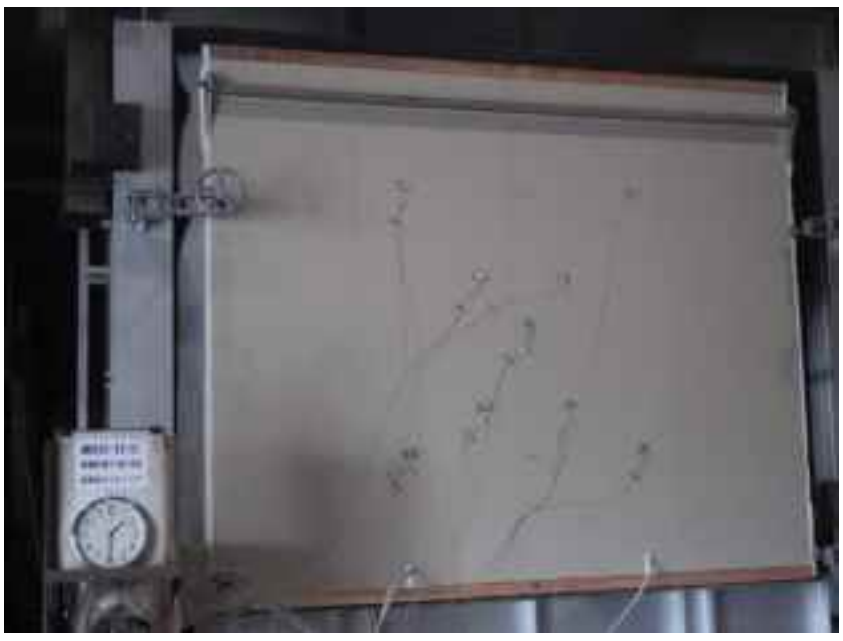
写真No.18
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱60分後の非加熱面の状況



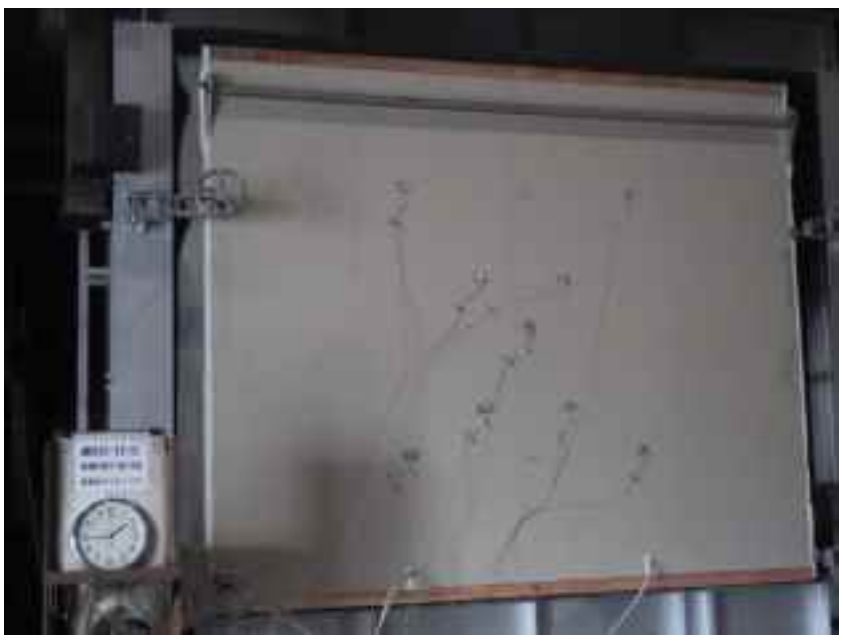
写真No.19
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱90分後の非加熱面の状況



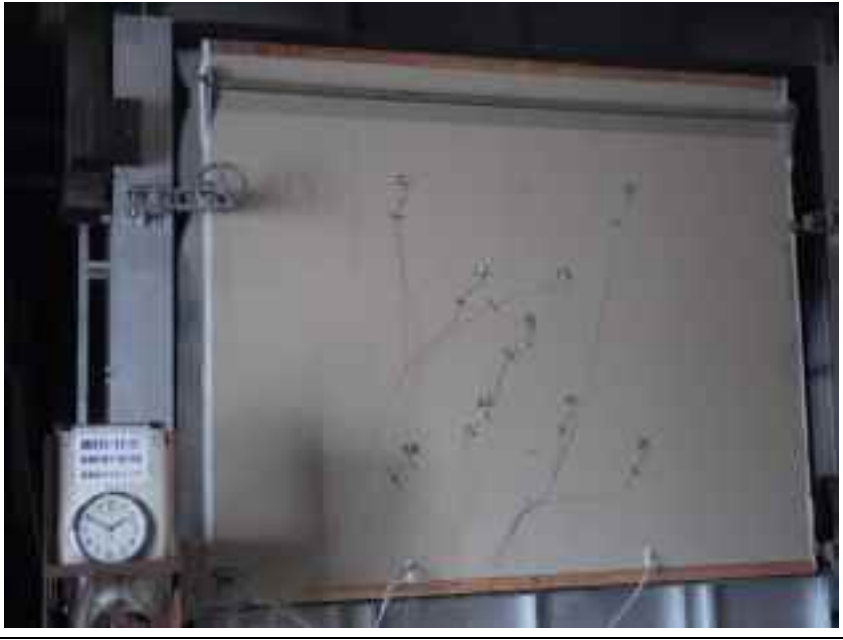
写真No.20
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱104分後の非加熱面の状況



写真No.21
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

加熱終了時の非加熱面の状況
(加熱開始から110分後)



写真No.22
試験体記号：依 R02-53(C)
試験日：令和2年11月18日
加熱面：屋外側

試験終了後の加熱面の状況

