

平成2年度農林水産省補助事業
日本住宅・木材技術センター事業

平成2年度 住宅部材安全性能向上事業

乾式真壁外周壁構造の防火性能開発

報 告 書

平成3年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

平成2年度農林水産省補助事業

(財)日本住宅・木材技術センター

平成2年度住宅部材安全性能向上事業
乾式真壁外周壁構造の防火性能開発

報 告 書

平成3年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

平成2年度、住宅部材安全性能向上事業報告書

乾式真壁、外周壁構造の防火性能開発

目 次

	ページ
1. はじめに	1
2. 開発研究目的	2
3. 開発研究の概要	3
4. 試験体	4
5. 試験方法	14
5.1 加熱方法	14
5.2 測定内容	14
(1) 温度計測	
(2) 映像記録	
(3) 目視観察	
(4) 炭化状況	
6. 実験結果	19
7. まとめ	52
8. 考察	74

平成2年度、住宅部材安全性能向上事業報告書

乾式真壁、外周壁構造の防火性能開発

1. はじめに

我が国の市街地内に木造住宅を建築する場合は、建築基準法令の規定により準防火地域においては延焼の恐れのある部分については、外壁を鉄網モルタル塗りと同等以上の性能を有する構造すなわち、防火構造とすることが義務づけられている。防火構造として認められている外装材料はモルタルの他に窯業系の不燃材料及び準不燃材料等であり、木質材料を市街地内の外壁に使用する場合は延焼の恐れのない部分に限られるためその使用は極めて少なくなっている。

一方、木質材料の性質として、吸放湿性、断熱性等と共に木材から得られる安心感、柔らか味、温か味等があり、木質材料を建物の内装だけでなく外装にも用いた町並みは快適な居住環境を提供出来うと思われる。しかし、木質材料を建物の内外装に用いる場合は火災時に外部への延焼を防止し、隣棟火災に対して類焼を防止する性能を有することが都市の防火対策として重要である。従って、木質材料を木造住宅の内外装に用いた場合の防火性能開発が極めて重要な課題となっている。そこで、木造住宅部材に木質材料を用いた場合の火災安全性能を向上するための防火性能開発として本事業を実施することとした。

2. 開発研究目的

平成元年度までの本事業においては、一般住宅の防・耐火性能を、主に実大火災実験を通して明らかにしてきた。しかし、実施設計に結び付ける各部位・部材の詳細仕様や、木の味を生かした防火性のある一般住宅の設計手順を確立するための防火設計については、まだ十分に検討が行われていない。そこで、本事業においては、木質材を外壁表面に用いた場合の防火性の検証を中心に研究開発を行う。

昭和63年度においては、薬剤処理木材を外壁及び内壁に用いた場合の防・耐火性能（遮炎・遮炎性能）の検証実験を行った。その結果、各種の材料との組み合わせによる遮炎・遮炎性能及び真壁のチリジャクリと突き付け施工による遮炎・遮炎性能に関する基礎的資料が収集された。しかし、これらの実験結果を検討する上で、現在の建築基準法に規定されている防火構造との関係を明確にしておくことが必要となった。そこで、元年度は、薬剤処理をした木材による外壁を製作し、防火2級加熱と耐火加熱との関係を明らかにするための検証実験を実施した。その結果、防火2級加熱は耐火加熱20分以内の加熱とほぼ同等の性能があることが推測されたが、試験体の数量が少ないこと及び試験体の寸法による影響などが明らかにされていない。そこで、今年度は、前年度に引き続き防火2級試験と耐火加熱試験との比較を実施する。

本開発研究を実施するために以下の委員会を設置し、実験計画の作成、試験体仕様の選定、実験の実施、結果の検討などを行った。

平成2年度 住宅部材安全性能開発事業

乾式真壁外周壁構造の防火性能開発委員会

（敬称略、順不同）

委員長	菅原 進一	東京大学工学部建築学科助教授
委員	中村 賢一	建設省建築研究所防火材料研究室長
委員	上杉 三郎	農林水産省森林総合研究所難燃化研究室、主任研究官
委員	西脇 武	浅野スレート株式会社中央研究所、課長
協力者	日本建築仕上材工業会（富士川建材工業株式会社）	
同上	ヤマハ株式会社	
事務局	倉田 久敬	（財）日本住宅木材技術センター試験研究部長
同上	山田 誠	（財）日本住宅木材技術センター、主任研究員

3. 研究の概要

今回の研究では、内壁側材料をせっこうボードとし、外壁側材料を乾式材料とした場合の防火性能の把握を試みる。また、外壁の防火性能としては、現在、建築基準法により準防火地域に建築する建物の延焼の恐れのある部分は防火構造とすることが規定されており、木質材料を外壁材料として用いた場合の防火構造相当の防火性が確保できるか、並びに、耐火加熱試験と防火加熱試験との比較については耐火加熱が防火2級加熱の何分に相当するのかを6つの供試体を用いてそれぞれの加熱試験を行い比較検討する。また、真壁構造と大壁構造の比較は、これらの供試体のうち小型の真壁構造の供試体（E、F）により、柱部分の防火性能を分析し、一般的な真壁構造の防火性能を推測し、それをもとに、大壁構造との比較を行う。

4. 供試体

(1) 実験に用いた供試体は、外壁側を大壁構造（供試体記号A～D）とした場合は、ラスモルタル、難燃処理木材（18mm、27mm）、硬質木片セメント板を表面材料として用いた。外壁材に20mmのラスモルタル、27mmの難燃処理木材を用いる場合は、厚さ9mmの構造用合板、18mmの難燃処理木材を用いる場合は、厚さ12mmのせっこうボード、12mmの硬質木片セメント板を用いる場合は、厚さ7mmの構造用合板を下地材として張り、防水紙（アスファルトフェルト17Kg/m²）を張った上に表面材を留めた。壁内にはロックウール断熱材（40K、厚さ50mm）を充填した。

柱（150x150）、間柱にはベイツガ材を用い、胴つなぎ、当て木にはスギ材を用いた。供試体の外寸は幅1,970mm、高さ2,730mmとし、450mm間隔で間柱を配した。

(2) 外壁側を真壁構造（供試体記号E、F）とした場合は、難燃処理木材（18mm、9mm）を表面材料として用いた。外壁材に18mmの難燃処理木材を用いる場合は、厚さ9mmの構造用合板、9mmの難燃処理木材を用いる場合は、厚さ6mmのけいカル板を下地材として張り、防水紙（アスファルトフェルト17Kg/m²）を張った上に、柱にチリジャクリをつけ、受け材を配して表面材を留めた。壁内にはロックウール断熱材（40K、厚さ50mm）を充填した。
供試体の外寸は幅960mm、高さ960mmとした。

(3) 内壁側はすべての供試体とも真壁構造とし、表面材料として12mmのせっこうボード張りとした。

(4) 各供試体の仕様を表4-1-1と表4-1-2に示し、各供試体の概要図を図4-1-1～図4-2-2に示す。

(5) 各材料は以下の寸法のものを用いた。

供試体記号A～D	供試体記号E	供試体記号F
柱 : 150x150mm	柱 : 100x100mm	柱 : 100x100mm
間柱 : 45x105mm	供試体枠 : 45x100mm	供試体枠 : 45x100mm
胴つなぎ : 15x90mm	当て木 : 30x60mm	当て木 : 30x75mm
当て木 : 30x42mm		

表4-1-1 供試体仕様（供試体外寸：2,730x1,970mm）

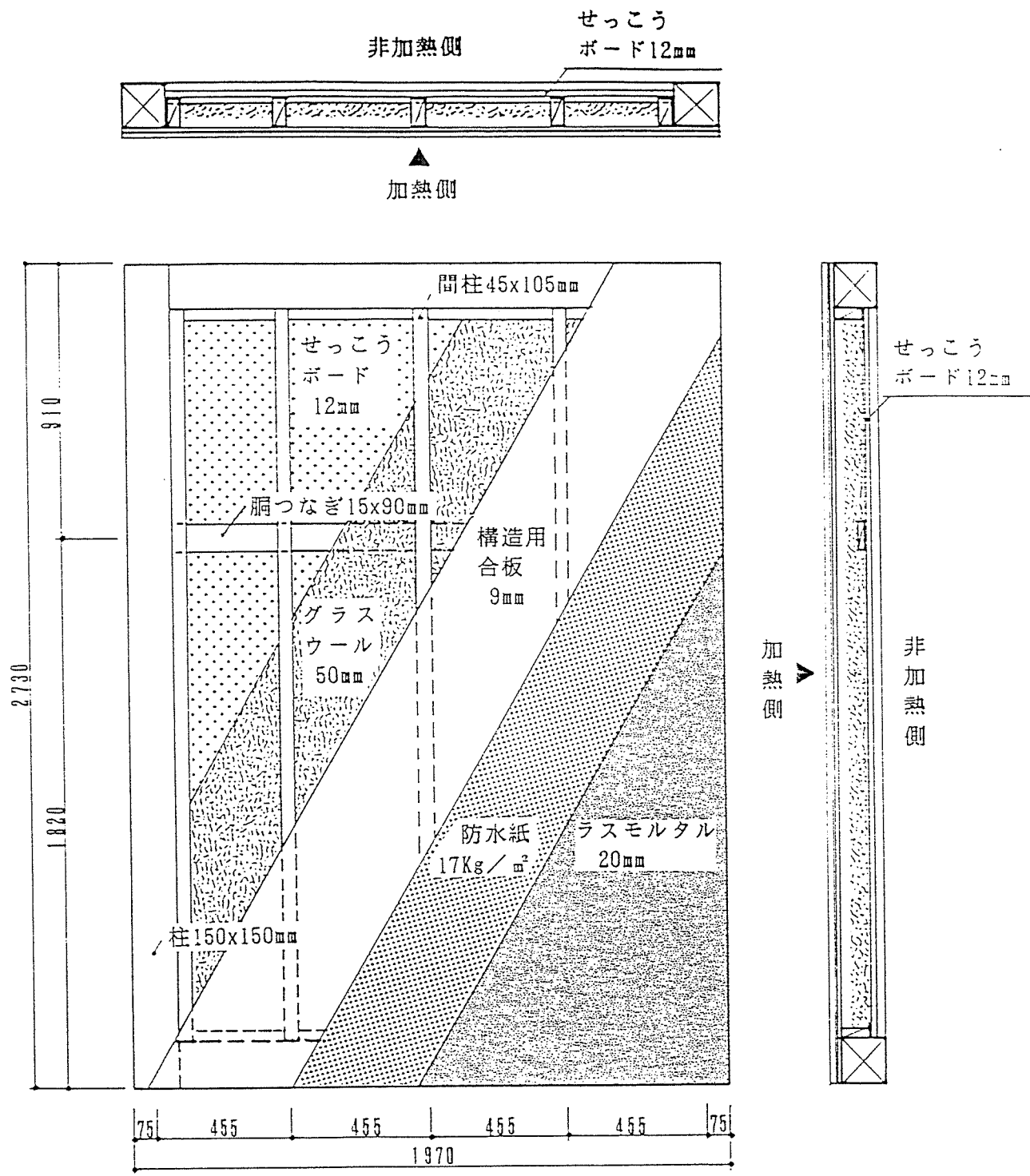
供試体記号		加熱方法	外装側材料 種類・厚さ	断熱材	内装側材料 種類・厚さ
A	A-T	耐火加熱	構造用合板 9mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	A-B	防火2級	ラスモルタル 20mm		
B	B-T	耐火加熱	せっこうボード 12mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	B-B	防火2級	難燃処理木材 18mm		
C	C-T	耐火加熱	構造用合板 9mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	C-B	防火2級	難燃処理木材 27mm		
D	D-T	耐火加熱	構造用合板 7mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	D-B	防火2級	硬質木片セメント板 12mm		

注：外壁側は大壁仕様、内壁側は真壁仕様。GW：グラスウール（柱寸法150角）

表4-1-2 供試体仕様（供試体外寸：960x960mm）

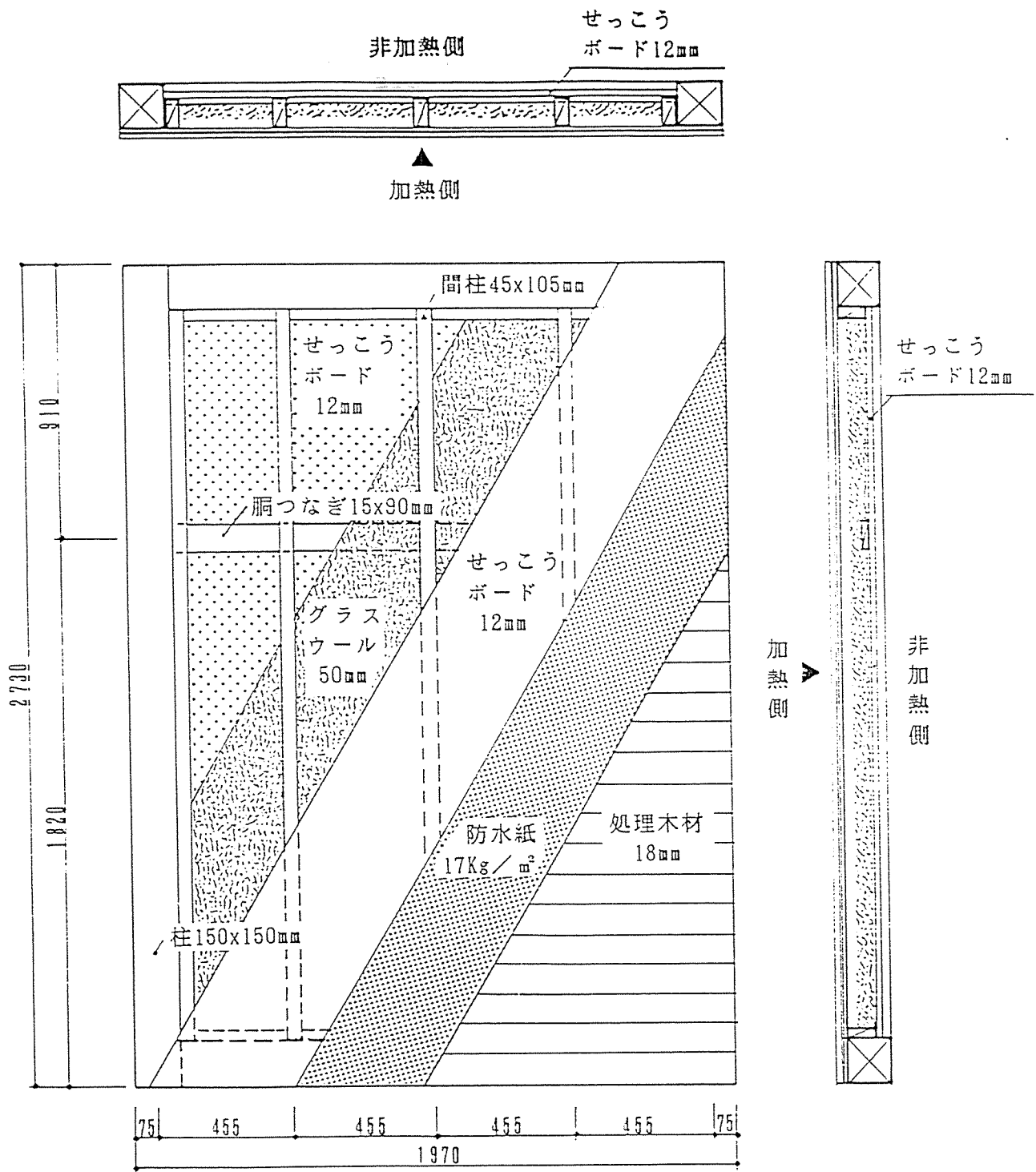
供試体記号		加熱方法	外装側材料 種類・厚さ	断熱材	内装側材料 種類・厚さ
E	E-T	耐火加熱	構造用合板 9mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	E-B	防火2級	難燃処理木材 18mm		
F	F-T	耐火加熱	けいカル板 6mm下地 防水紙 17kg/m ²	GW 10K 50mm	せっこうボード 12mm
	F-B	防火2級	難燃処理木材 9mm		

注：外壁側、内壁側は真壁仕様。GW：グラスウール（柱寸法100角）



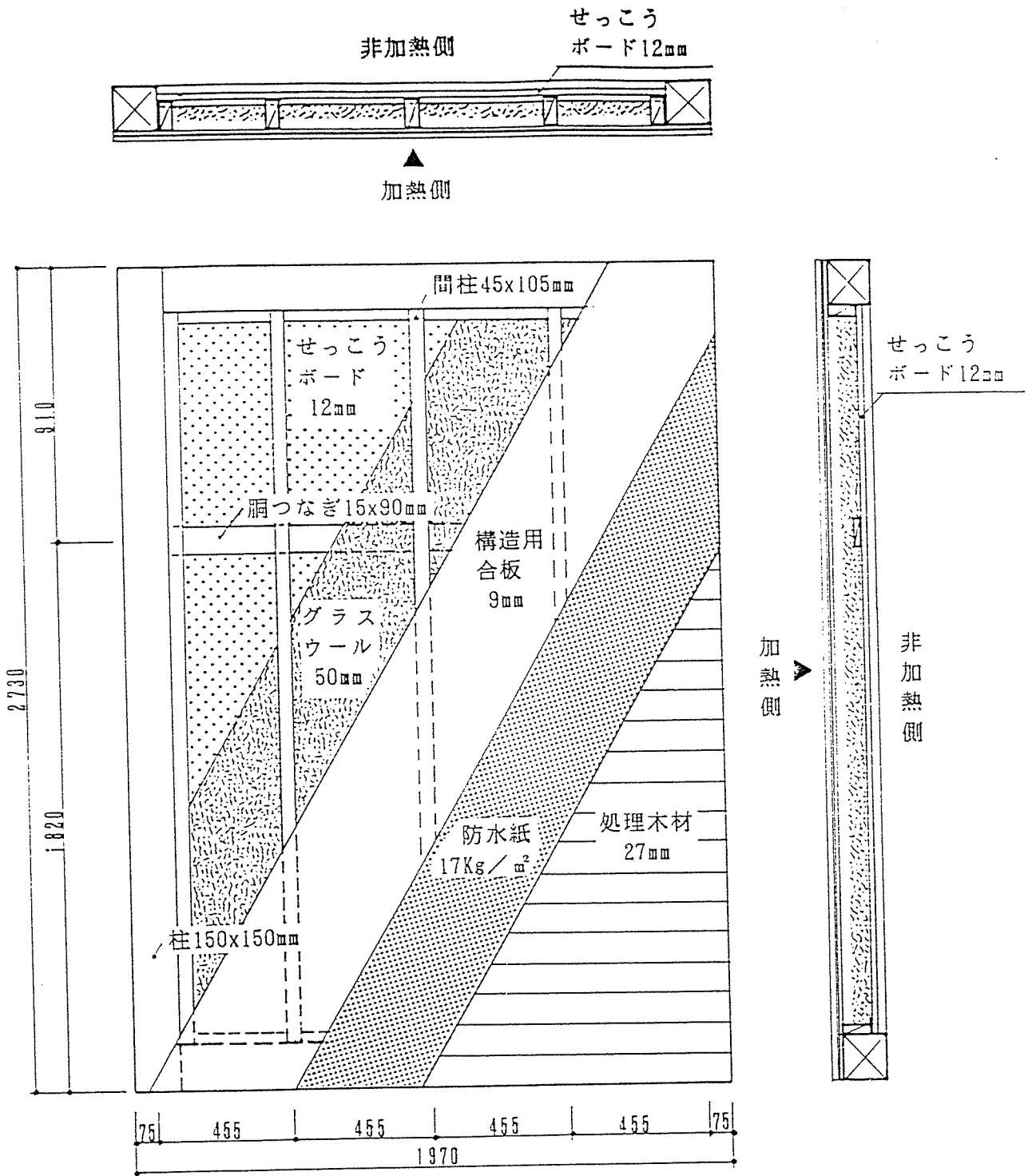
単位：mm

図 4-1-1 供試体姿図 供試体 A-T, A-B



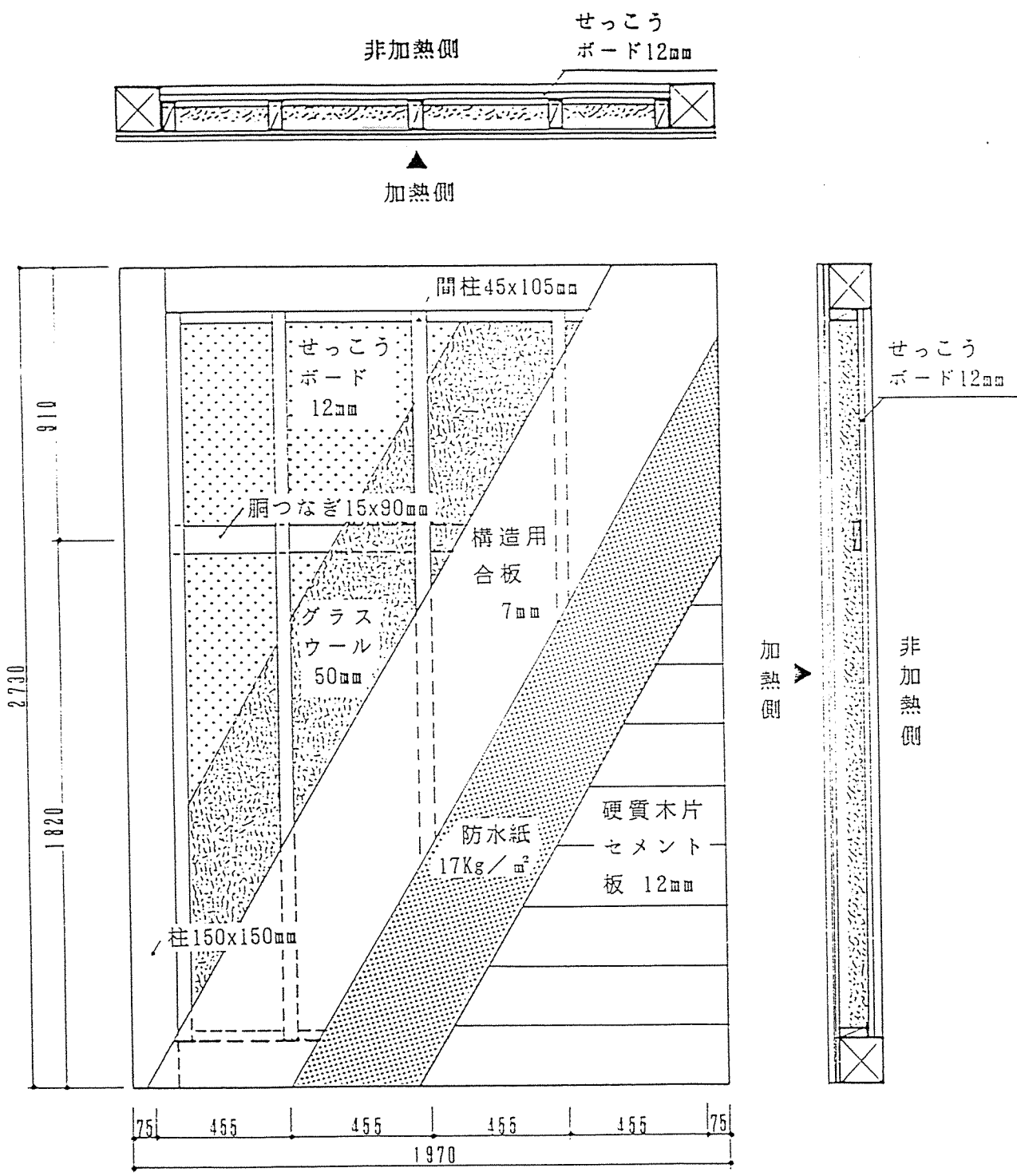
単位：mm

図 4-1-2 供試体姿図 供試体 B-T, B-B



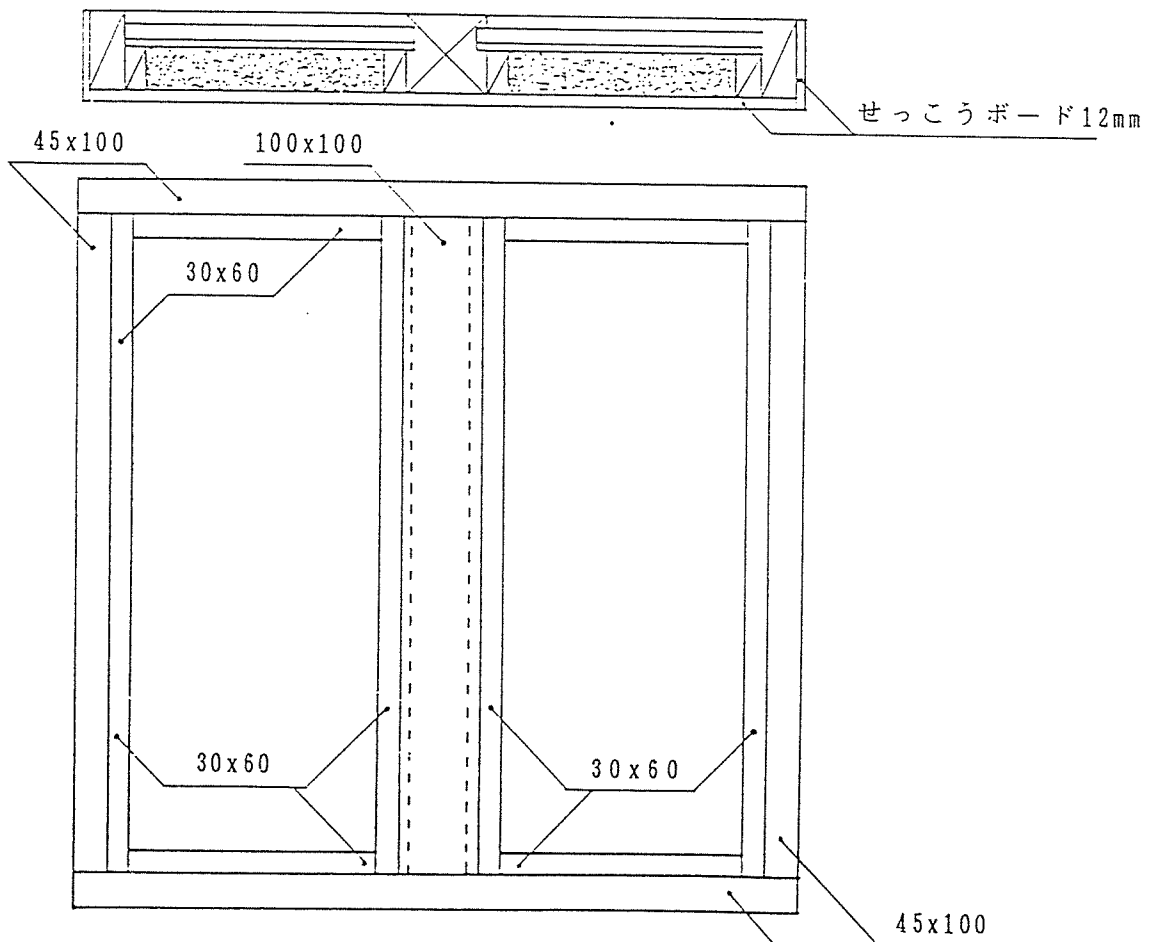
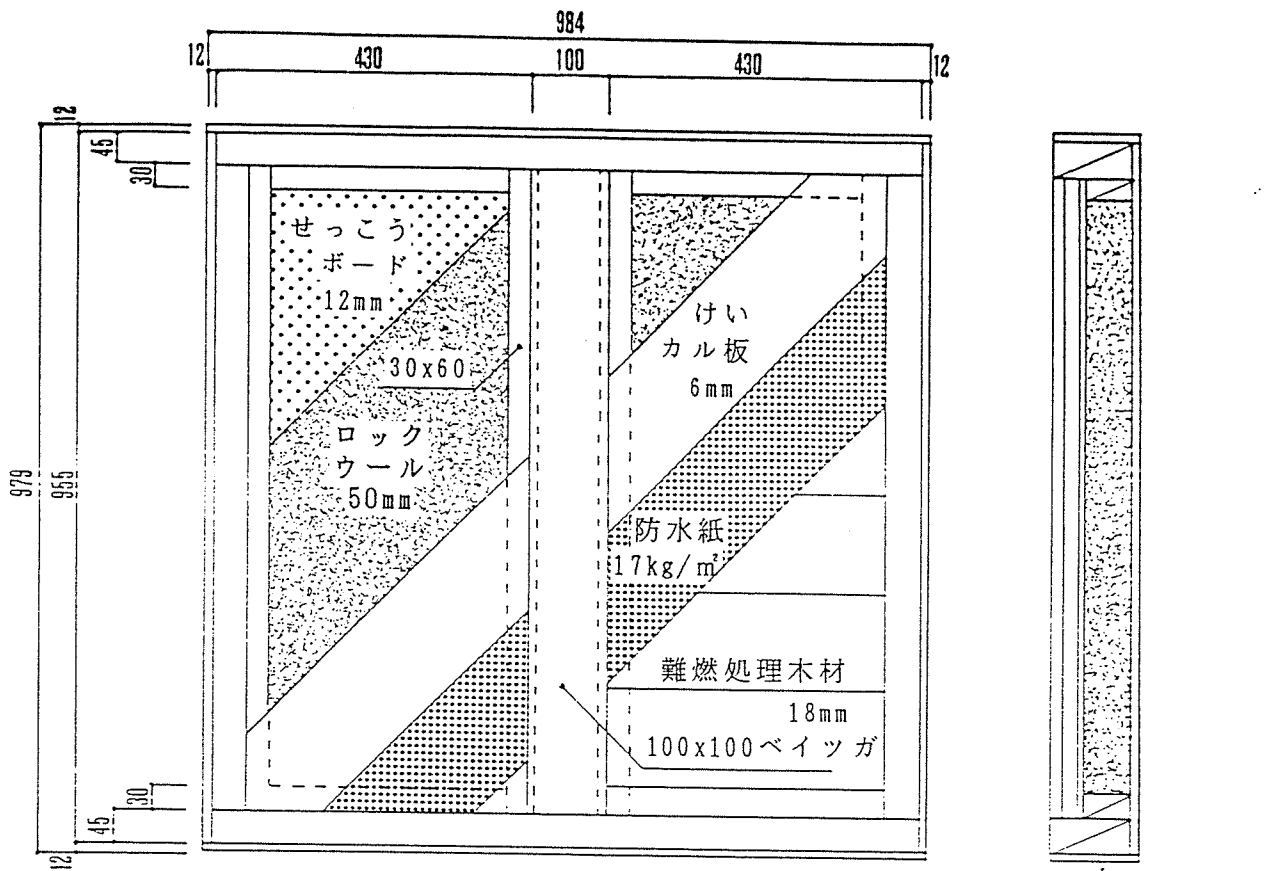
単位：mm

図 4-1-3 供試体姿図 供試体 C-T, C-B



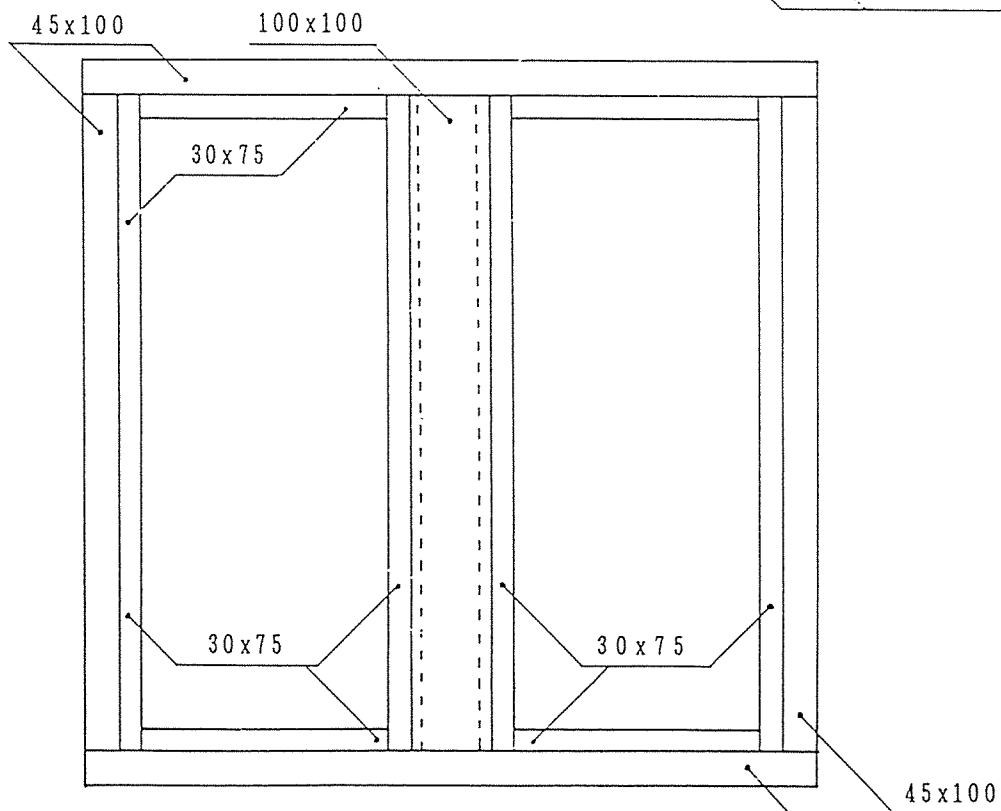
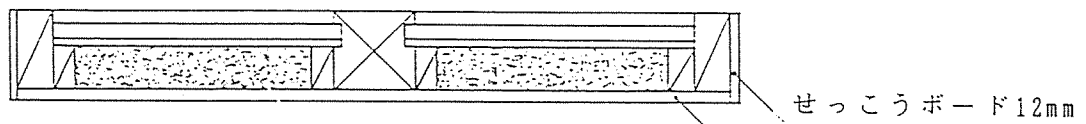
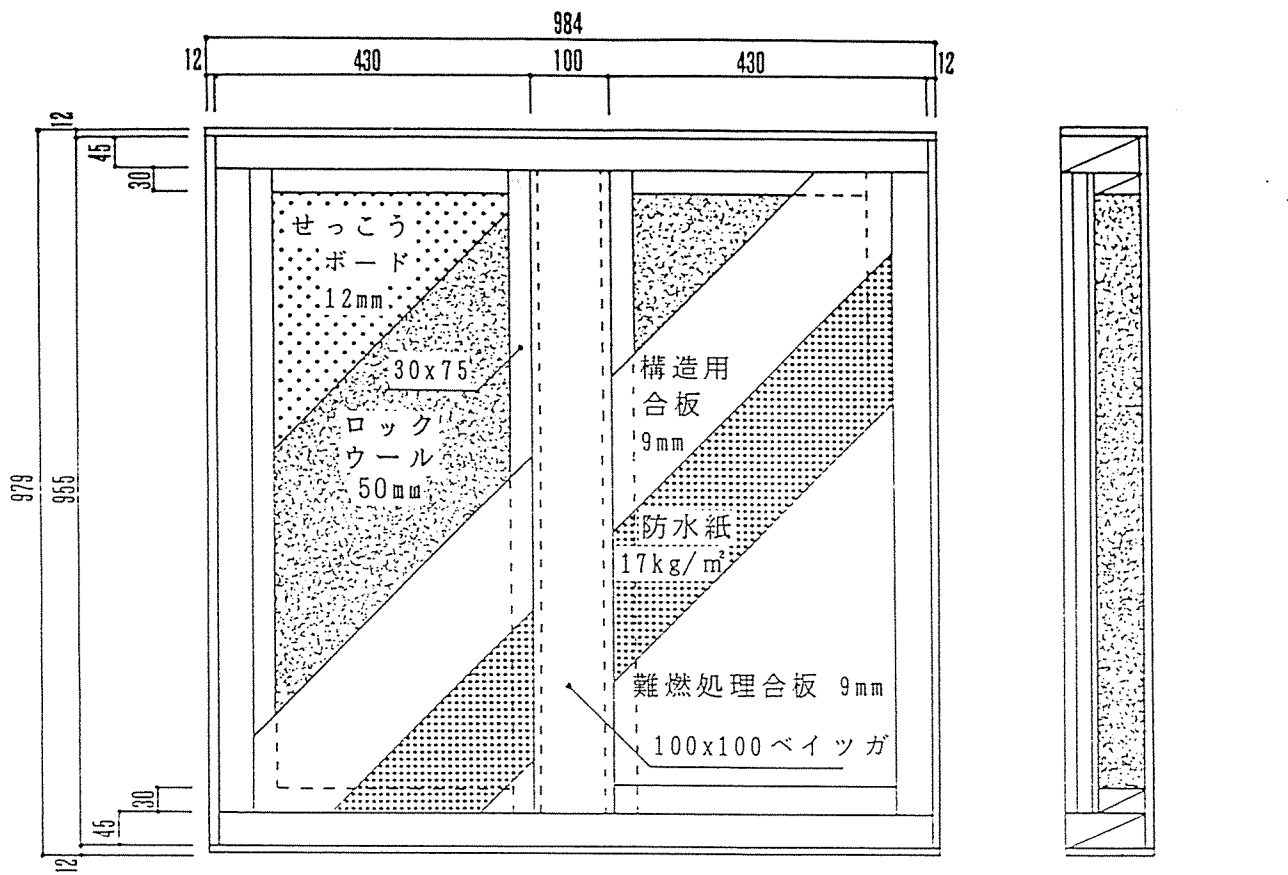
単位：mm

図 4-1-4 供試体姿図 供試体 D-T, D-B



単位：mm

図 4-1-5 供試体姿図 供試体 E-T, E-B



単位：mm

図 4-1-6 供試体姿図 供試体 F-T, F-B

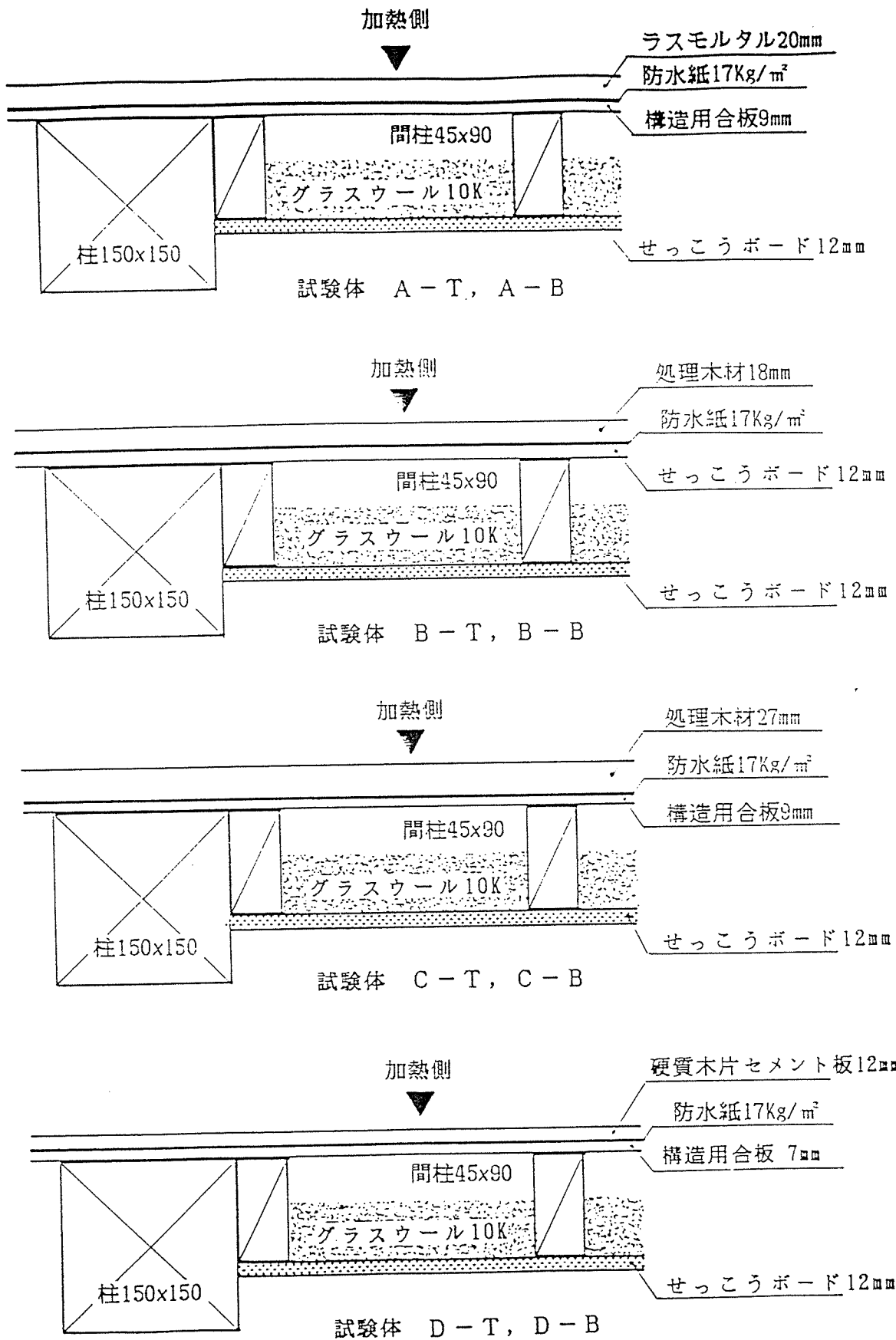


図 4-2-1 供試体断面詳細図 A ~ D

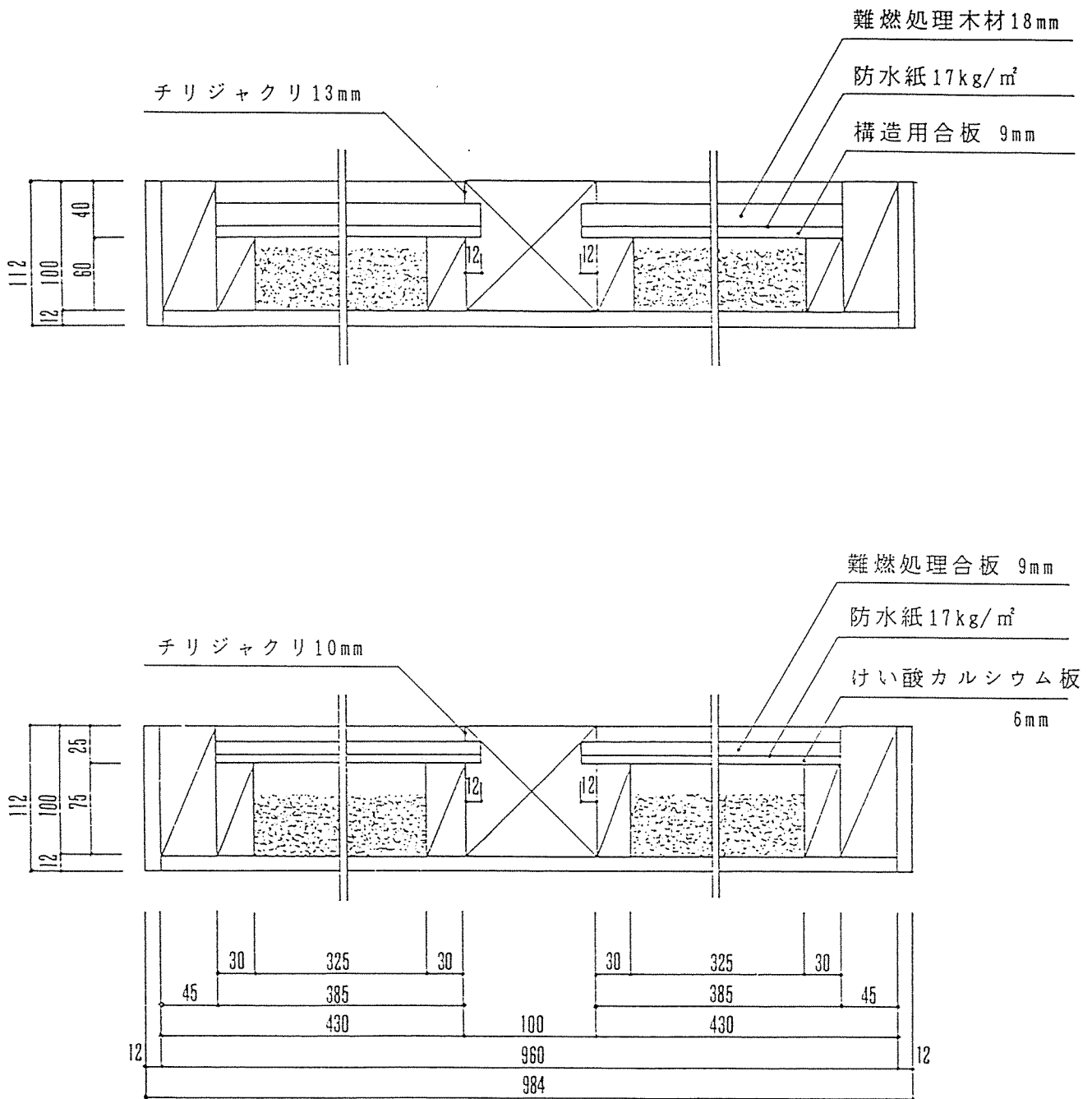


図 4-2-2 供試体断面詳細図 E, F

5. 加熱方法

5.1 加熱方法

加熱は、プロパンガスを燃料とする垂直加熱炉（幅 3.0m、高さ 3.2m）を用い、防火2級加熱及び耐火加熱試験を行った。防火2級加熱は JIS A 1301 「建築物の木造部分の防火試験方法」に規定する防火2級特性曲線を用い、耐火加熱は JIS A 1304 「建築構造部分の耐火試験方法」に規定する耐火加熱標準曲線に沿って行った。耐火加熱試験では、加熱側の火炎が壁内中空部に侵入するまで加熱を継続することとした。

5.2 測定内容

(1) 温度測定

供試体の温度変化を JIS C 1602 「熱電対」に規定する0.75級以上の性能を有する径0.65mmのガラス被覆をしたK(CA)熱電対を用いて測定した。

表5.2-1 温度測定位置及び測定点番号

供試体記号 A～D

測定位置	測定点番号
柱表面	1～8
間柱表面	9～20
下地材裏面	21～36
外装材裏面	37～52
裏面杉板表面	53～64

供試体記号 E、F

測定位置	測定点番号
外装材裏面	1～6
下地材裏面	7～12
チリジャクリ	13～18
断熱材裏面	19～24
裏面杉板表面	25～30

温度測定位置を図 5-2-1 と図 5-2-2に示す。

(2) 映像記録

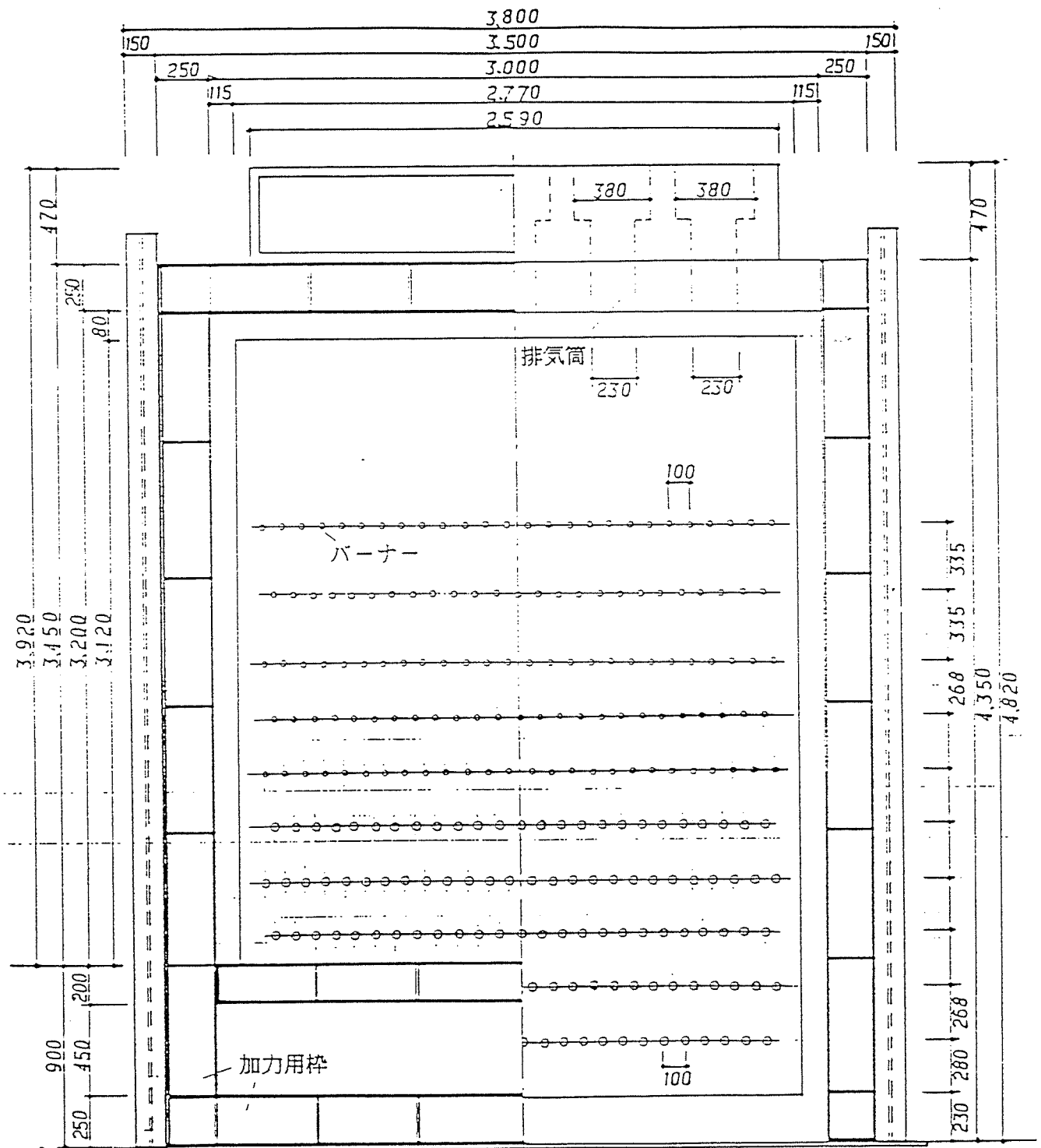
加熱試験中の供試体の非加熱側の変化状況を写真及びビデオ撮影により記録した。

(3) 目視観察

加熱試験中の供試体の加熱面及び非加熱面の変化状況を目視により観察記録した。

(4) 炭化状況

加熱実験終了後、小型供試体（E、F）の柱部分の炭化状況を調べるために断面の炭化深さの測定した。

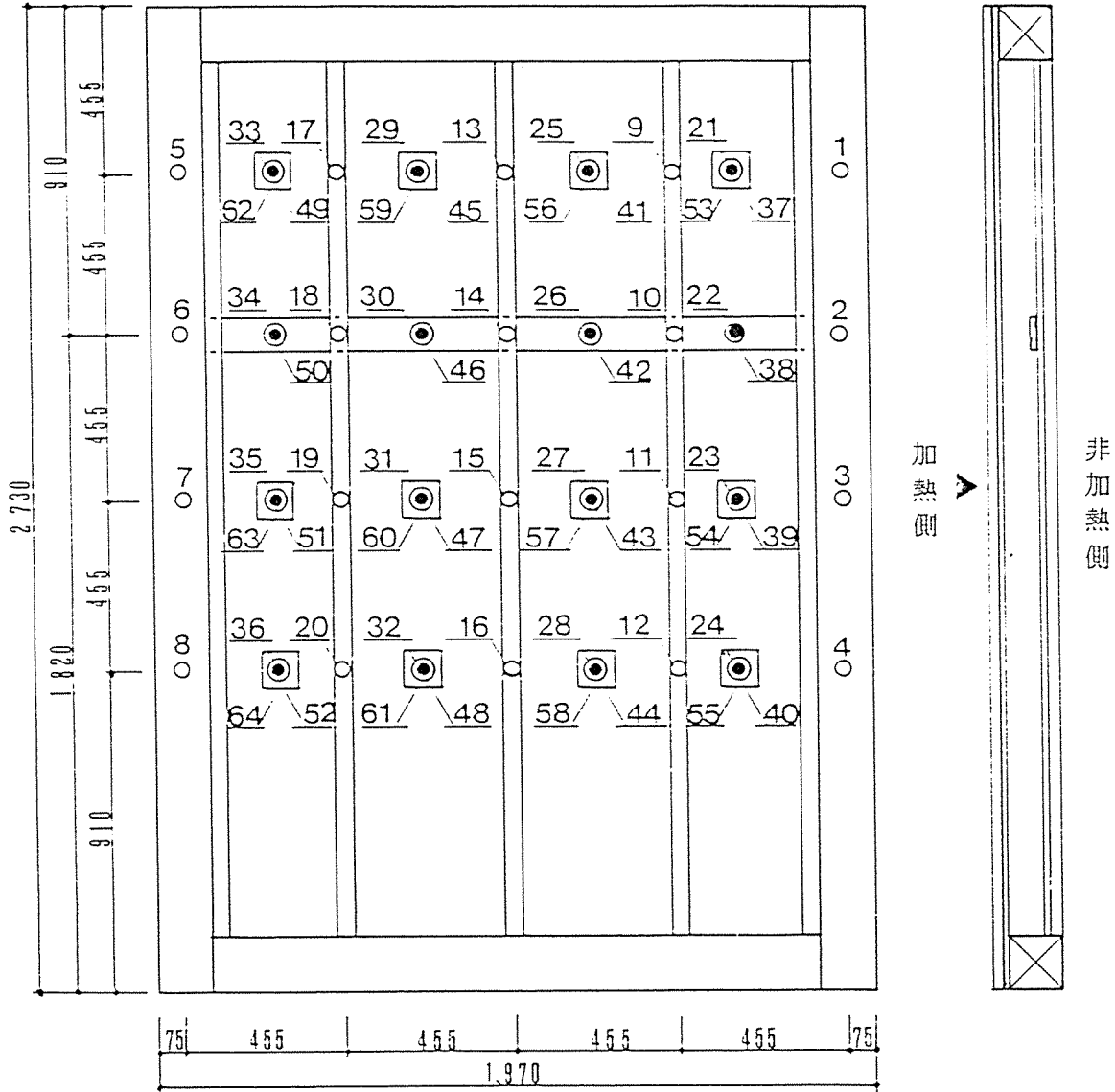
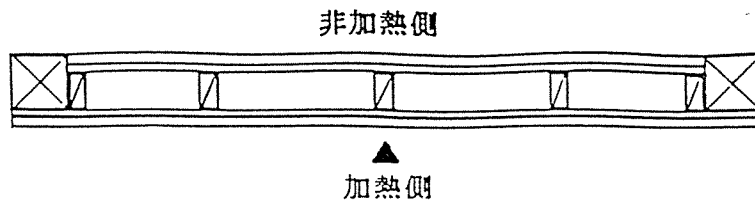


加熱面：3.0x3.2m

燃料：プロパンガス
 炉壁：セラミックファイバー張り

単位：mm

図 5-1-1 加熱試験炉 A~D

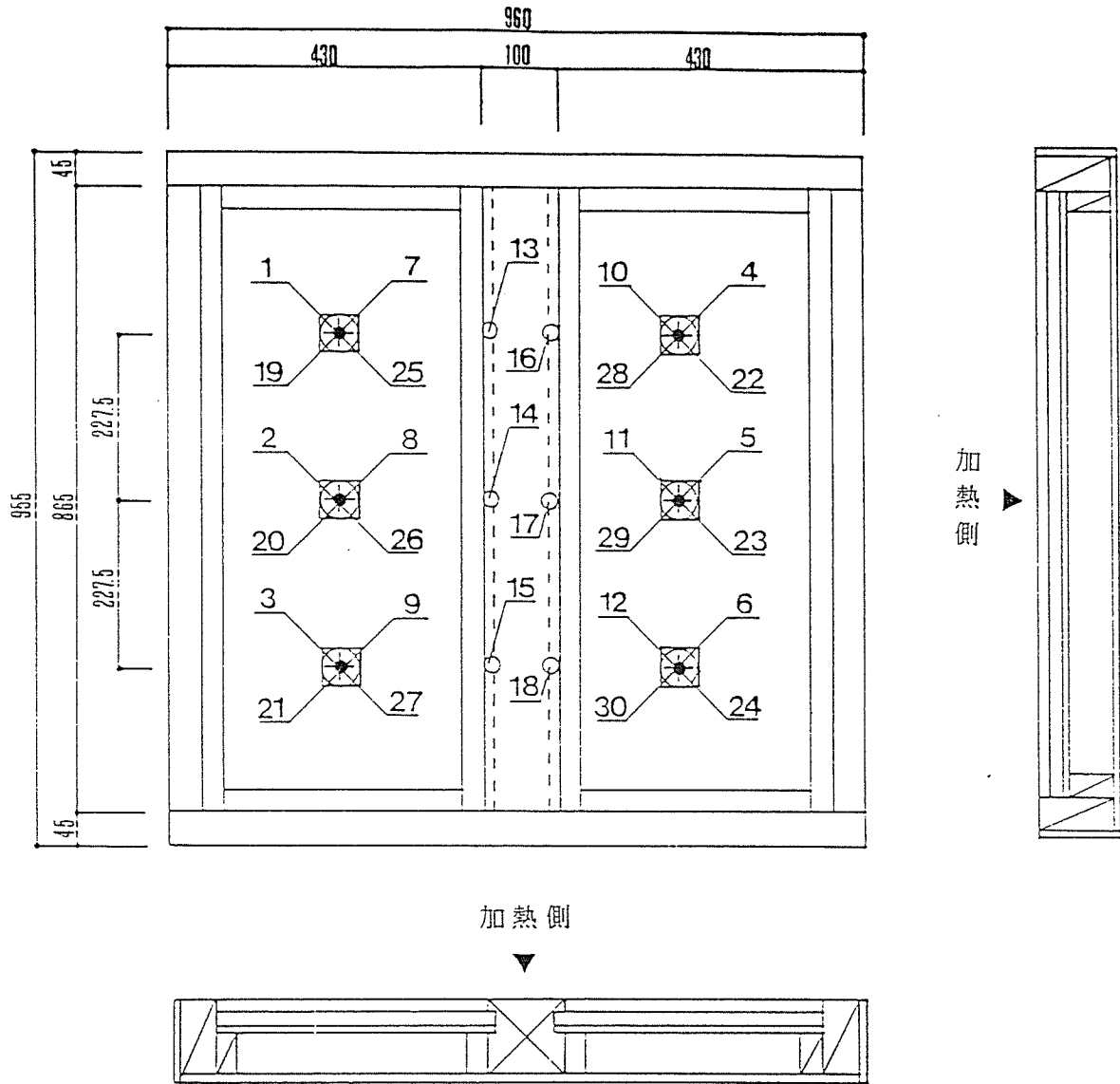


- 1～ 8：柱表面
- 9～20：間柱表面
- 21～36：下地材裏面
- 37～52：外装材裏面
- 53～64：非加熱側表面

単位：mm

*：加熱側から見た温度測定位置図

図 5-2-1 温度測定位置 A～D



単位：mm

- 1～6：外壁材裏面
- ＋ 7～12：下地材裏面
- 13～18：テリジャクリ内部
- 19～24：断熱材裏面
- 25～30：裏面杉板表面

*：非加熱側から見た測定位置図

図 5-2-2 温度測定位置 E, F

6. 実験結果

6.1 観察記録

各温度測定位置における平均温度、最高温度、最低温度がそれぞれ、100℃、260℃、450℃に達した時間を表 6-1-1～表 6-3-2に示す。また、各位置の平均最高温度及び最高温度と最高温度に達した時間を表 6-4-1と表 6-4-2に示す。

6.1-1 供試体記号 A-T

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、ラスモルタル 20mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 4分39秒頃に中央左端の火の当たっている部分が焦げ始めた。6分45秒頃に下部で亀裂が生じ、8分00秒頃に下部の亀裂の幅が多少広がり、上部にも亀裂が生じた。8分30秒頃に下部の亀裂が縦にも広がり、9分15秒頃にはその部分が盛り上がってきた。10分30秒頃にはその部分の上部が盛り上がってきた。16分15秒頃に上部の亀裂が多少膨らんできて、17分15秒頃には下部の亀裂が黒くなった。21分00秒頃には、その亀裂の間から炎がでてきた。22分30秒頃に下部の亀裂の膨らみは5cm位になり、24分00秒頃には下部の亀裂の内部に炎が入った。25分00秒に加熱を終了した。

以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃が、18.5分、17.6分、18.5分、5.3分、260℃に達したのは、外装材裏面のみで、19.8分であった。また、最高温度は218℃、207℃、124℃、378℃、各点平均最高温度は137℃、110℃、110℃、305℃で、到達時間は、すべて終了時25.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-1に示す。

6.1-2 供試体記号 A-B（グラスウール充填）

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、ラスモルタル 20mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 4分30秒頃に下部の火の当たっている部分が黒くなり、7分00秒頃に上部まで黒くなった。9分20秒頃に下部に横方向の亀裂が入った。10分00秒頃に、上部に亀裂が入り、その部分が盛り上がり、11分00秒頃には下部の亀裂の部分が盛り上がった。12分30秒頃では上下とも亀裂が拡大した。38分00秒に加熱を終了した。

以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃が、15.0分、13.5分、17.5分、7.9分、260℃に達したのは、外装材裏面のみで、26.0分であった。また、最高温度は、118℃、140℃、239℃、269℃で、到達時間は、外装材裏面のみ、34.0分で、他は終了時38.0分、各点平均最高温度は105℃、116℃、195℃、235℃で、到達時間は、外装材裏面のみ、31.5分で、他は終了時38.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-2に示す。

6.1-3 供試体記号 B-T (グラスウール充填)

外壁：せっこうボード 12mm、防水紙、難燃処理木材 18mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 1分00秒頃に加熱面下部で表面が焦げ始め、1分30秒頃に下部で処理材表面の発泡が始まり、1分40秒頃に発泡が全体に広がった。3分30秒頃は表面の焦げが全体に広がり、4分30秒頃は表面に亀裂が入った。9分00秒頃は炭化層の落下が始まり、9分46秒頃には、横目地が開いてきた。11分00秒頃は、処理材全体に反りが見られ、11分20秒頃に処理材目地より薬剤がはみ出し発泡した。12分30秒頃は煙が多く発生し、また反り、亀裂も大きくなった。14分30秒頃は炭化層が継続的に落下し、15分30秒頃には反りが更に大きくなった。19分26秒頃は処理材目地から炎が出現し、21分00秒頃は、大きな炭化層が落下した。25分00秒頃は処理材の大部分が落下し、25分57秒頃にはせっこうボードの大部分も焦げた。26分00秒に加熱を終了した。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で、100℃が、23.7分、21.5分、17.0分、また、260℃、450℃に達したのは、外装材裏面のみで、順に、18.8分、21.1分であった。以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。最高温度は、99℃、116℃、143℃、1045℃で、到達時間は、22.0分、26.0分、26.0分、25.0分、各点平均最高温度は、97℃、101℃、119℃、913℃で、到達時間は、それぞれ、24.5分、26.0分、26.0分、25.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-3に示す。

6.1-4 供試体記号 B-B (グラスウール充填)

外壁：せっこうボード 12mm、防水紙、難燃処理木材 18mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 3分50秒頃に下部の炎の当たる部分が焦げ、表面処理材の発泡が始まり、4分30秒頃には焦げる部分が広がった。5分00秒頃に上部まで焦げが広がり表面全体が発泡し、5分40秒頃にはほぼ全体が黒くなった。6分00秒頃に下部の表面

から煙が発生し、7分00秒頃には表面全体に炎が這い、亀裂を生じ、炭化落下し始めた。11分00秒頃に下部表面が白くなり、12分00秒頃には板に反りが生じた。13分00秒頃に炎は弱ったが、反りは大きくなり、15分00秒頃にはさらに反りが大きくなり、そこから煙が発生した。20分00秒頃に下部の炎が小さくなり、21分20秒頃には上部の炎が消えた。25分00秒頃には炭化部分はあまり落下しなくなった。38分00秒に加熱終了した。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で、100℃が、35.0分、24.5分、14.4分であった。以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。最高温度は、98℃、102℃、113℃、194℃で、到達時間は、26.5分、38.0分、35.5分、23.5分、各点平均最高温度は、96℃、96℃、111℃、165℃で、到達時間は、それぞれ、28.5分、30.0分、35.5分、24.5分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-4に示す。

6.1-5 供試体記号 C-T (グラスウール充填)

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、難燃処理木材 27mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 1分00秒頃に加熱面下部で表面の焦げが始まり、1分22秒頃には焦げた部分で表面の発泡が始まった。2分00秒頃に焦げが全体に広がり、3分00秒頃には表面全体が発泡した。5分00秒頃は表面下部で処理材が燃焼し、亀裂が入った。

6分54秒頃は処理材横目地に隙間が見られ、7分40秒頃は表面から煙が発生し、8分00秒頃は上部で亀裂が入り、炭化層の落下が見られた。10分00秒頃は表面全体で反りが見られ、目地の隙間が大きくなった。16分00秒頃は処理材の縮小が見られ、17分10秒頃は炭化層が継続的に落下した。17分30秒頃に表面全体が燃焼し、23分10秒頃に処理材の一部燃え抜けた。29分00秒頃から炭化層が継続的に落下し、31分00秒頃は表面が激しく燃えた。36分00秒に加熱を終了した。

以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃が、33.5分、34.5分、31.5分、22.5分、また、260℃、450℃に達したのは、外装材裏面のみで、順に、29.4分、34.1分であった。また、最高温度は100℃、104℃、128℃、762℃で、到達時間は、33.5分、36.0分、36.0分、35.0分、各点平均最高温度は、97℃、94℃、108℃、323℃で、到達時間は、すべて終了時36.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-5に示す。

6.1-6 供試体記号 C-B (グラスウール充填)

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、難燃処理木材 27mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 4分30秒頃に下部の炎の当たる部分が焦げてきて、5分30秒頃には焦げた部分が広がった。6分00秒頃に下部の表面処理材の発泡が始まり、7分00秒頃には表面から煙が発生した。7分30秒頃に亀裂を生じ下部表面が燃焼し、炭化落下し始め、9分00秒頃には全体に炎がまわった。12分30秒頃には板表面を炎が下から上へ這うようになるが、13分00秒頃には表面の炎は無くなった。15分00秒頃に表面全体が炭化し下部の炎の当たる部分は白くなり、16分30秒頃には上部の炭化した部分が所々継続的に落下した。19分00秒頃には下部の炎の当たっている部分が炭化して落下し、21分00秒頃には炎が消えた。25分00秒頃には下部表面は白くなり全体的に炭化し亀裂を生じ、一部は落下し続けた。40分00秒に加熱を終了した。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃に達したのは、外装材裏面のみで、25.5分であった。以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。最高温度は、91℃、81℃、95℃、111℃で、到達時間は、40.0分、39.5分、40.0分、38.0分、各点平均最高温度は、77℃、75℃、91℃、107℃で、到達時間は、それぞれ、40.0分、39.5分、40.0分、38.5分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図 6-1-6に示す。

6.1-7 供試体記号 D-T (グラスウール充填)

外壁：構造用合板 7mm、防水紙、硬質木片セメント板 12mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後 2分00秒頃に縦目地が黒くなった。4分48秒頃に縦目地の所に炎が見られ、5分00秒頃には板表面を炎が下から上へ這っていた。5分30秒頃に板表面の下部が黒くなった。6分00秒頃に下端から炎が出てきて、6分30秒頃には、ほぼ全体が黒くなった。7分14秒頃に表面がゆがんだ。8分00秒頃に炎が直接あたっている部分が白くなってきて、9分00秒頃には下端の炎はなくなり、縦目地が開き、9分30秒頃には板が反ってきた。10分30秒頃に右下端の炎が再び付いて、先程よりも激しく燃え、12分00秒頃には同じく右下の縦目地の下に火がついた。12分30秒頃に板表面の下半分は真っ白になり、12分49秒頃には横目地が5mm位開いた。13分30秒頃に板の反りが大きくなった。15分40秒頃に板表面を這う炎が激しくなり、16分00秒頃には表面が浮き上がり始めた。16分35秒頃に左上の縦目地の隙間に火がつき、18分00秒頃には左下の表面が剥がれた。19分00秒に加熱を終了した。

以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃が、12.5分、13.8分、14.5

分、12.8分、また、260℃、450℃に達したのは、下地材裏面、外装材裏面のみで、順に260℃が、17.3分、16.2分で、450℃が、18.4分、18.0分であった。また、最高温度は149℃、158℃、458℃、599℃で、到達時間は、下地材裏面のみ、18.5分、他はすべて終了時19.0分、各点平均最高温度は113℃、117℃、158℃、383℃で、到達時間は、すべて終了時19.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図6-1-7に示す。

6.1-8 供試体記号 D-B (グラスウール充填)

外壁：構造用合板 7mm、防水紙、硬質木片セメント板 12mm

内壁：せっこうボード 12mm

実験開始後4分20秒頃に下部が黒く焦げてきて、4分46秒頃には目地部分が黒く焦げてきた。5分26秒頃に縦目地部分が燃えてきて、6分15秒には表面全体が焦げた。7分40秒頃に表面の焦げたあとが白くなり、8分14秒頃には焦げ臭くなった。

8分22秒頃に煙の量が増して、8分45秒頃には表面は全体的に黒く、縦目地の部分のみ炎が出ていた。9分40秒頃に下部の白い部分が多少膨らんできて、11分30秒頃には横目地部分が膨らんで目地の隙間が大きくなり、12分41秒頃には炎が目地に沿って走っていた。13分35秒頃には一番下の板が反って膨らみ、炎が中に入っていて、14分29秒頃には横目地の間隔が開いてそこから炎が出ていた。15分09秒頃には一番下の部分がオレンジ色に光っていた。16分57秒頃には縦目地部分は依然炎がでていて、18分50秒頃に下から2番目の板は大幅に膨らんでいた。19分55秒頃に下部の目地には炎が残っていたが、20分36秒頃には表面に炎はほとんど無かった。21分05秒頃に下部の目地から白い煙が出てきて、22分40秒頃にその煙は少し増えた。26分32秒頃には依然下部から煙が出ていた。35分00秒に加熱を終了した。

以下、測定値は柱表面、間柱表面、下地材裏面、外装材裏面の順で記す。

各測定点の加熱温度の各基準温度の到達時間は、100℃が、18.5分、18.0分、16.0分、13.0分、また、260℃に達したのは、下地材裏面、外装材裏面のみで、順に260℃が、27.8分、22.2分で、450℃に達したのは、外装材裏面のみで、33.1分であった。また、最高温度は164℃、181℃、353℃、464℃で、到達時間は、外装材裏面のみ、33.5分、他は終了時35.0分、各点平均最高温度は144℃、158℃、313℃、339℃で、到達時間は、すべて終了時35.0分であった。

各温度測定位置の平均温度変化を図6-1-8に示す。

6.1-9 供試体記号 E-T

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、難燃処理木材18mm横張り

内壁：せっこうボード12mm

実験開始後 0分32秒頃に表面が焦げて、発泡が始まった。2分30秒頃に全体が焦げて、下枠左部分に火が付き、パチパチという小さな音がし始め、3分30秒頃には下枠の表面が白くなってきた。4分50秒頃に上枠まで火が付き、5分39秒頃には目地が隆起し始めた。6分00秒頃に柱の表面下半分が白くなり、9分18秒頃には柱や枠の表面を炎が這っていた。10分35秒頃に目地の開き幅は5mm位になり、11分12秒頃には下部の合板が反り始め、11分35秒頃には合板の表面も白くなってきた。12分22秒頃に柱が赤く光ってきて、13分22秒頃には白くなった部分が広がり始めた。14分18秒頃に目地は更に広がり、合板も更に反ってきて、14分50秒頃には上枠も白くなった。15分18秒頃に下枠左部分で炭化層が落下し、17分22秒頃には下枠が部分的に隆起していた。20分00秒に加熱を終了した。その後、20分25秒頃に目地の開き幅は15mm位となり、20分54秒頃には合板は剥落し、表面中央には残炎があった。また、枠や柱は赤く光っていた。なお、非加熱側は変化が無かった。

各測定点の加熱温度は、外装材裏面においては、12.0分に100℃、19分に260℃に達し、20分加熱終了時の最高温度は、275℃であった。下地材裏面の最高温度は、20分加熱終了時の100℃であった。チリジャクリは、9.5分に100℃に達し、その後緩やかに下降した。断熱材裏面は、緩やかに上昇し、20分加熱終了時に最高温度30℃を記録した。

各測定位置の温度変化を図6-1-9に示す。

6.1-10 供試体記号 E-B

外壁：構造用合板 9mm、防水紙、難燃処理木材18mm横張り

内壁：せっこうボード12mm

実験開始後 2分26秒頃に柱の下半分が炭化してきて、2分58秒頃に合板の右下部分が炭化した。3分58秒頃に合板の右下部分が発泡、右枠に火が付いて、4分25秒頃に合板の右下部分と下枠に火が付いた。5分44秒頃に合板の左下部分が発泡し始め、6分55秒頃には全体に亀裂が生じた。8分21秒頃に柱と下枠が炎に包まれ、9分01秒頃には目地が開いてきた。11分00秒頃に下半分が炭化して、赤く光っていた。12分52秒頃に表面が白くなってきた、13分53秒頃には目地が更に開いてきた。15分04秒頃に合板が反ってきて、19分11秒頃には表面が白い灰となって飛び始めた。25分06秒頃に下枠の左部分表面が剥落した。26分59秒頃に火が消えて、28分09秒頃に

は下枠左部分に残っていた赤い部分が消えた。35分00秒頃には柱中央部分に赤く光っている部分が残っていたが、35分45秒頃に消えた。40分00秒に加熱を終了した。なお、非加熱側は変化が無かった。

各測定点の加熱温度は、外装材裏面においては、13.0分に 100℃、23.7分に 260℃に達し、40分加熱終了時に 450℃に達した。その後もじょじょに上昇し、44.5分に 563℃の最高温度を記録した。下地材裏面においては、20.4分に 100℃、35.3分に 260℃に達し、40分加熱終了時に、325℃に達した。その後もじょじょに上昇し、42.0分に 450℃、45.0分に 519℃の最高温度を記録した。チリジャクリは、緩やかに上昇し 8.0分 97℃の最高温度に達し、その後緩やかに下降した。断熱材裏面においては、39.9分に 100℃に達し、その後も上昇し 45.0分に 215℃の最高温度を記録した。

各測定位置の温度変化を図6-1-10に示す。

6.1-11 供試体記号 F-T

外壁：けい酸カルシウム板 6mm、防水紙、難燃処理合板 9mm

内壁：せっこうボード12mm

実験開始後 0分10秒頃に下枠と柱下部が炭化してきて、1分22秒頃には下枠左部分と柱下部に炎が付いた。2分39秒頃に板表面右下部分が炭化し始め、3分04秒頃には板表面左下部分が炭化し始めた。3分14秒頃に下枠右部分と柱下部が白くなつて、3分30秒頃にはパチパチという小さな音がし始めた。4分39秒頃に全体が炭化し、4分43秒頃には上枠の炭化層に亀裂が生じた。5分52秒頃に板表面右下部分に亀裂が生じた。7分13秒頃に全体に亀裂が入って、7分36秒頃には中央目地が隆起してきてきた。9分00秒頃に板上部より剝落があり、12分22秒頃には中央の目地が約7mm開いていた。15分22秒頃に下部右中央が大きく隆起して亀裂を生じ、16分01秒頃には中央の目地が更に広がった。17分10秒頃に右下部分全体が赤く光っていた。18分00秒頃に下端の穴からの煙が止まった。18分03秒頃に左下部分で縦に亀裂が生じ、20分33秒頃には右下部分が約10cm隆起した。22分38秒頃には下枠や柱下部に残炎があった。一方、非加熱側では、12分30秒頃に下端左の熱電対を通す穴から煙が出てきて、14分00秒頃には上端左部分が湿って変色した。16分30秒頃に上端から水蒸気と水滴が発生し、16分40秒頃に下端右の熱電対を通す穴から煙が出てきた。18分00秒頃に下端の穴からの煙が止まった。19分00秒頃に上端右から水滴が発生して、20分00秒頃にはその部分が変色した。この時点で加熱を終了した。

各測定点の加熱温度は、外装材裏面においては、5.5分に 100℃、9.2分に 260℃に達し、11.4分に 450℃に達した。その後も上昇をし、20分加熱終了時に最高温

度 999℃を記録した。下地材裏面温度においては、8.0分に 100℃、13.5分に 260℃に達し、15.3分に 450℃を記録した。その後も上昇し、20分加熱終了時に最高温度 771℃を記録した。チリジャクリにおいては、8.0分に 100℃、18.6分に 260℃に達し、その後も上昇し20分加熱終了時に最高温度 325℃を記録した。断熱材裏面は、13.0分に 100℃に達し、その後も上昇し19.5分に最高温度 212℃を記録した。

各測定位置の温度変化を図6-1-11に示す。

6.1-12 供試体記号 F-B

外壁：けい酸カルシウム板 6mm、防水紙、難燃処理合板 9mm

内壁：せっこうボード12mm

実験開始後 3分27秒頃に表面が炭化し始め、4分10秒頃には下枠右部分に炎が見られた。4分24秒頃にパチパチという小さな音がし始め、5分00秒頃には柱チリジャクリ全体に炎が発生し他た。5分13秒頃にパチパチという音が多くなり、7分00秒頃には柱の表面が炭化した。7分30秒頃にピチピチピチ…という連続音となり、8分40秒頃には表面に細かい亀裂が生じた。10分15秒頃に目地が約 5mm開き、板が反ってきて、11分04秒頃にはパチパチという音はまばらになった。12分00秒頃に表面が薄くはがれている所があり、13分30秒頃には目地右周辺の板が大幅に反って膨らんでいた。14分45秒頃に右下部分の亀裂が大きくなり、剥落した。17分00秒頃に表面下部が浮いた状態となり、20分00秒頃には上半分は完全に炭化した。22分00秒頃に表面に炎はなくなり、全体が完全に炭化した。23分45秒頃にパチパチというお音はしなくなり、26分00秒頃には下枠中央部分が赤く光っていた。26分30秒頃には残炎は無くなった。27分15秒頃にチリジャクリ中央部分が赤く光っていたが、28分00秒頃には消えた。29分30秒頃に下枠中央部分が時々赤く光っていたが、30分30秒頃には殆どが燃え尽きた。34分00秒頃には変化は無くなった。一方、非加熱側では、15分10秒頃に下端左の熱電対を通す穴から煙が出てきた。27分13秒頃には石こうボードの表面が熱くなり、29分18秒頃には上端右部分から水蒸気が発生した。40分00秒に加熱を終了した。

各測定点の加熱温度は、外装材裏面においては、8.5分に 100℃、14.2分に 260℃に達し、22.0分に最高温度 358℃を記録し、その後、除々に下降した。下地材裏面においては、11.8分に 100℃、20.8分に 260℃に達し、26.0分に最高温度 331℃を記録し、その後、徐々に下降した。チリジャクリは、14.5分に 100℃に達し、32.5分に最高温度 148℃を記録し、その後は緩やかな下降をした。断熱材裏面は、緩やかな上昇をし21分に最高温度 94℃を記録し、その後は緩やかな下降をした。

各測定位置の温度変化を図6-1-12に示す。

6.2 炭化深さ

供試体E、Fについては、チリジャクリ付近の燃焼状態を見るために供試体それぞれの柱について、3箇所断面における炭化深さを測定した。

測定結果を図 6-2-1～図 6-2-4に示す。

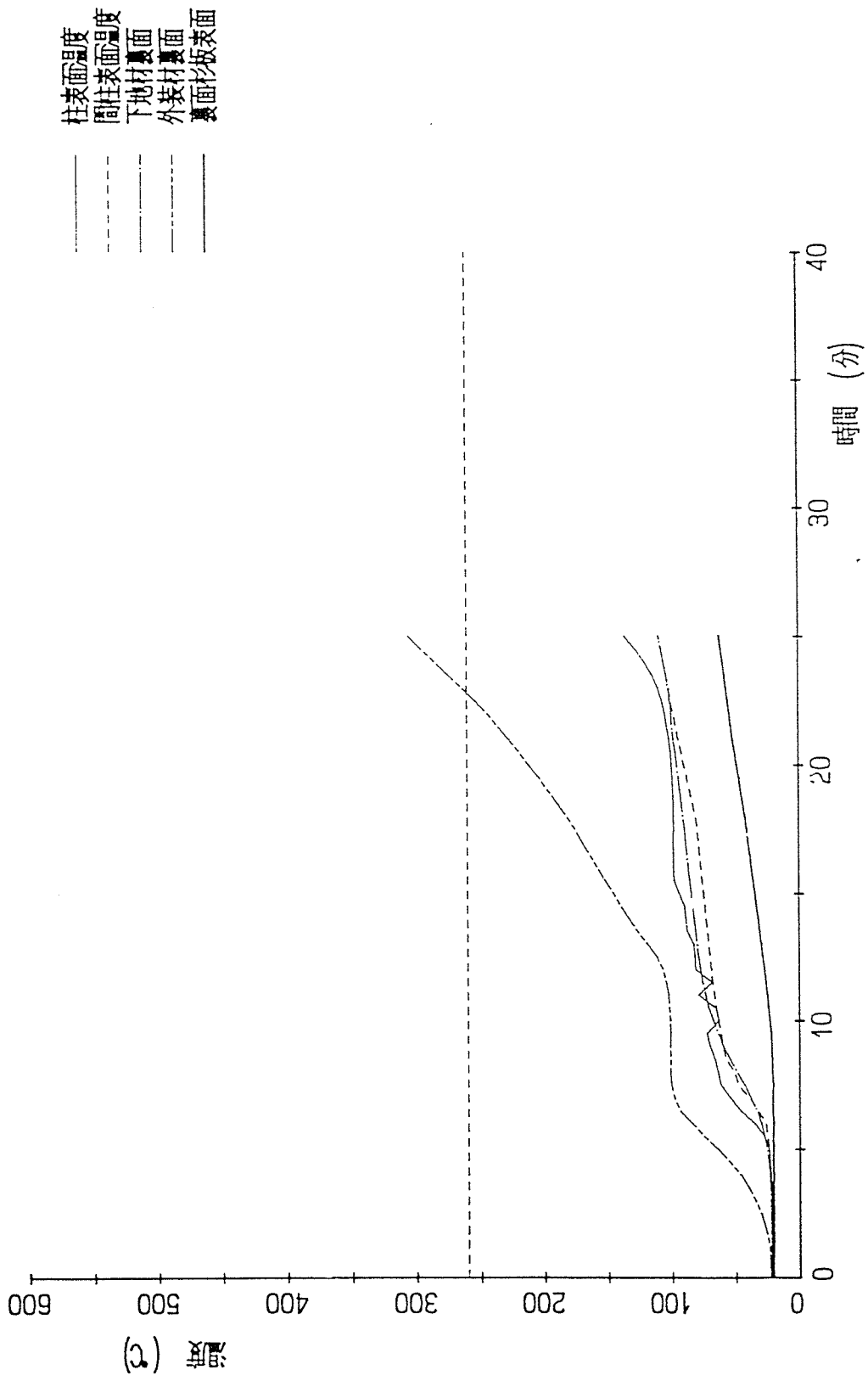
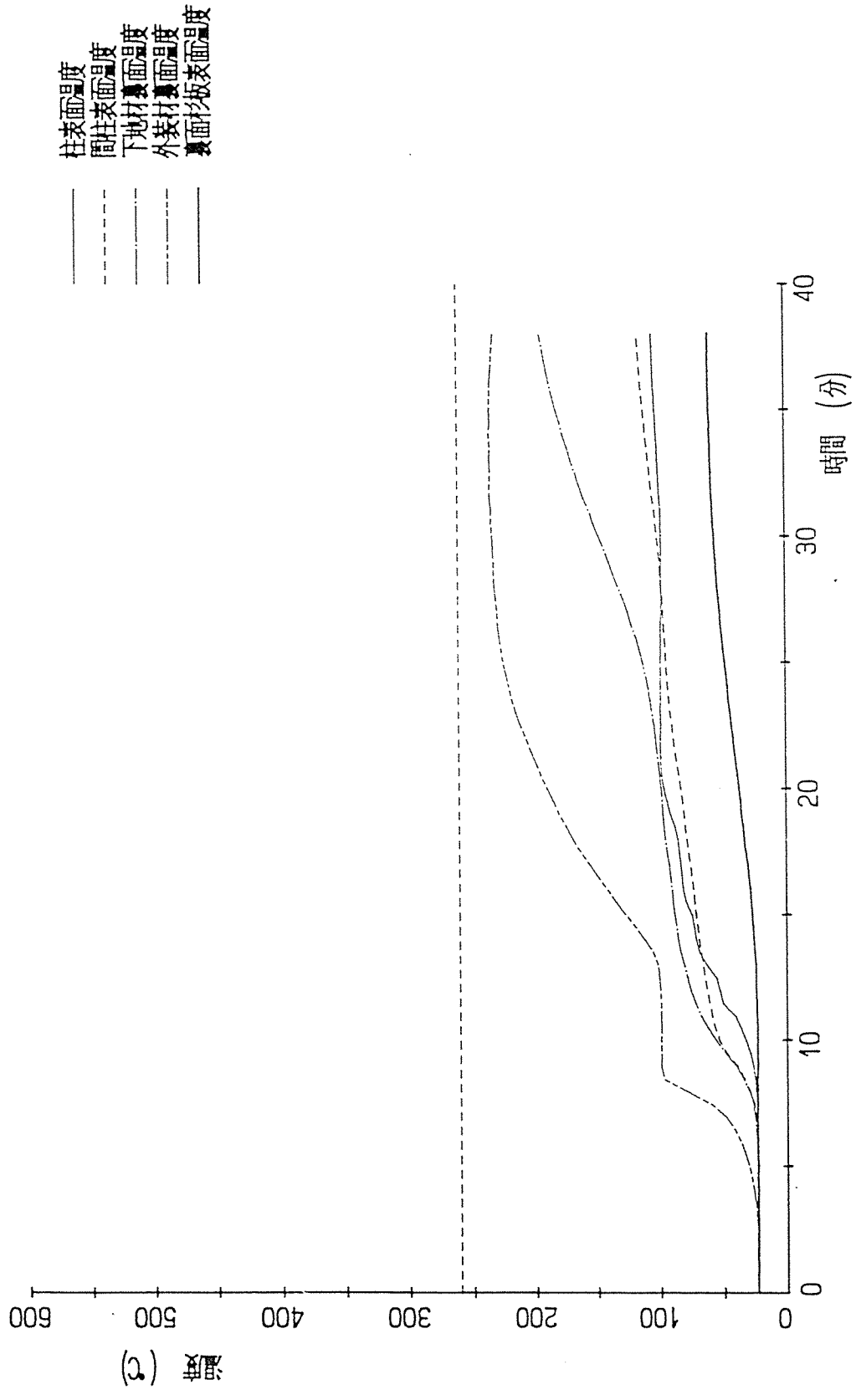
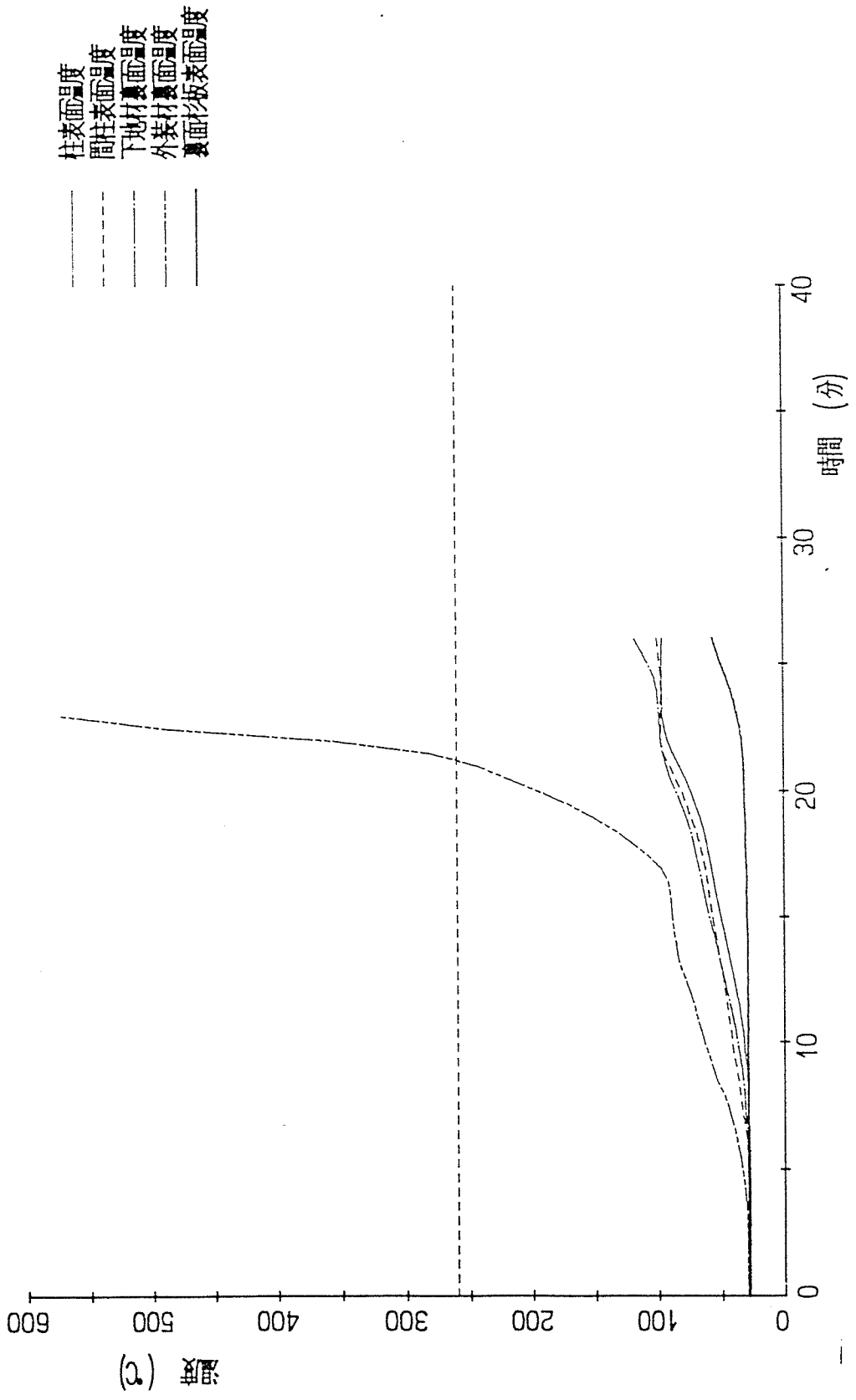


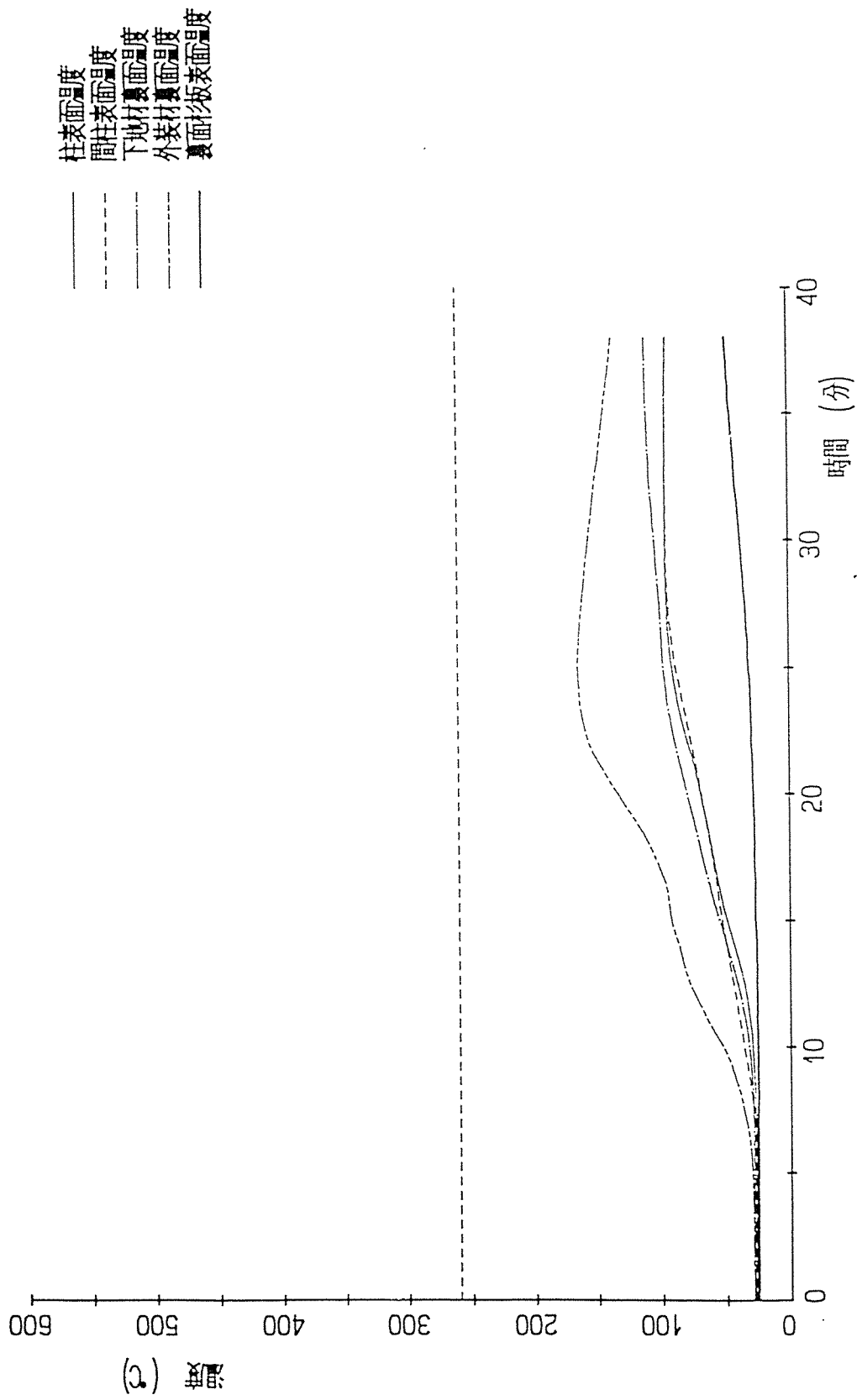
図 6-1-1 A-T 各点平均温度



☒ 6-1-2 A-B 各点平均温度



☒ 6-1-3 B-T 各点平均温度



☒ 6-1-4 B-B 各点平均温度

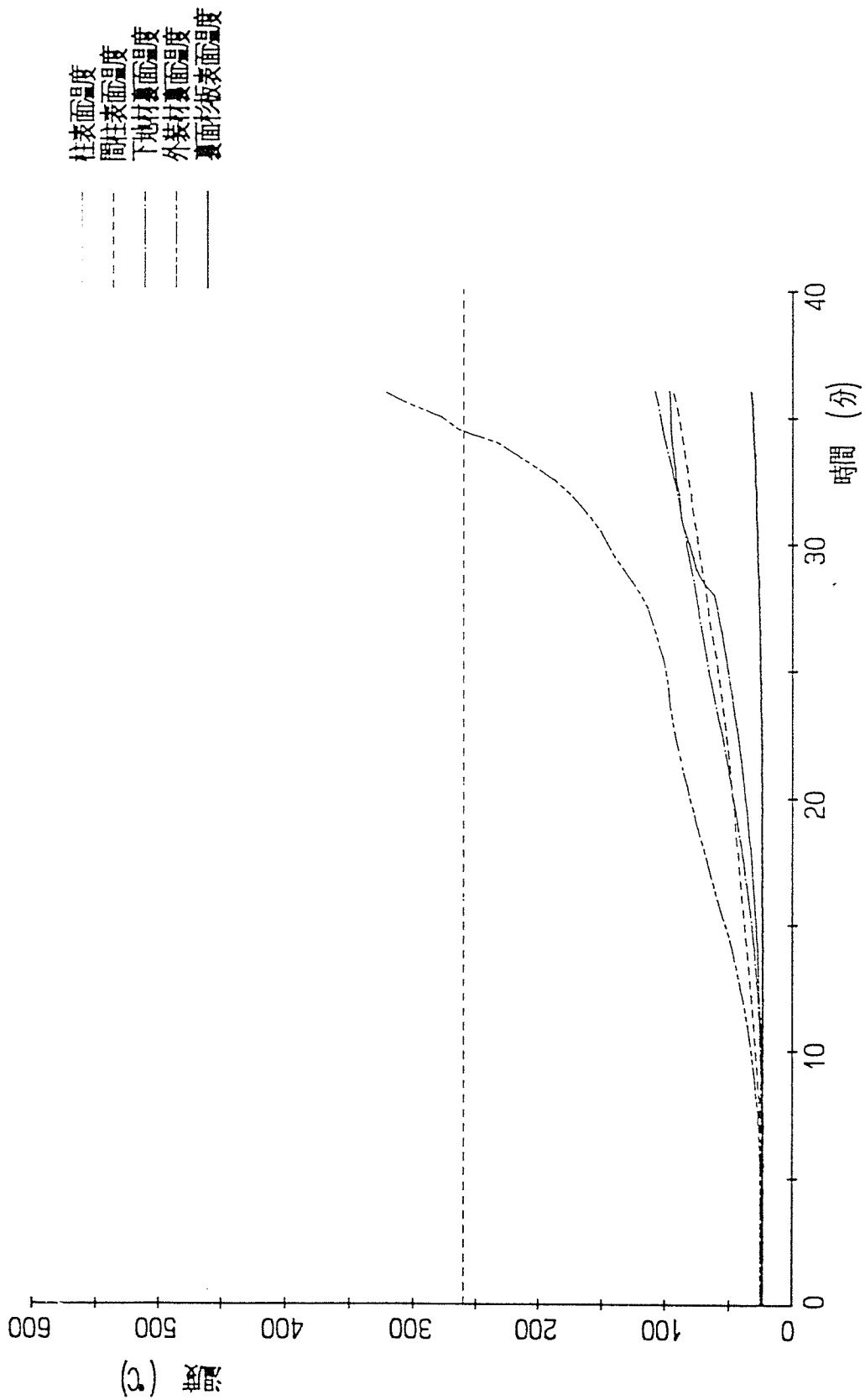


図 6-1-5 C-T 各点平均温度

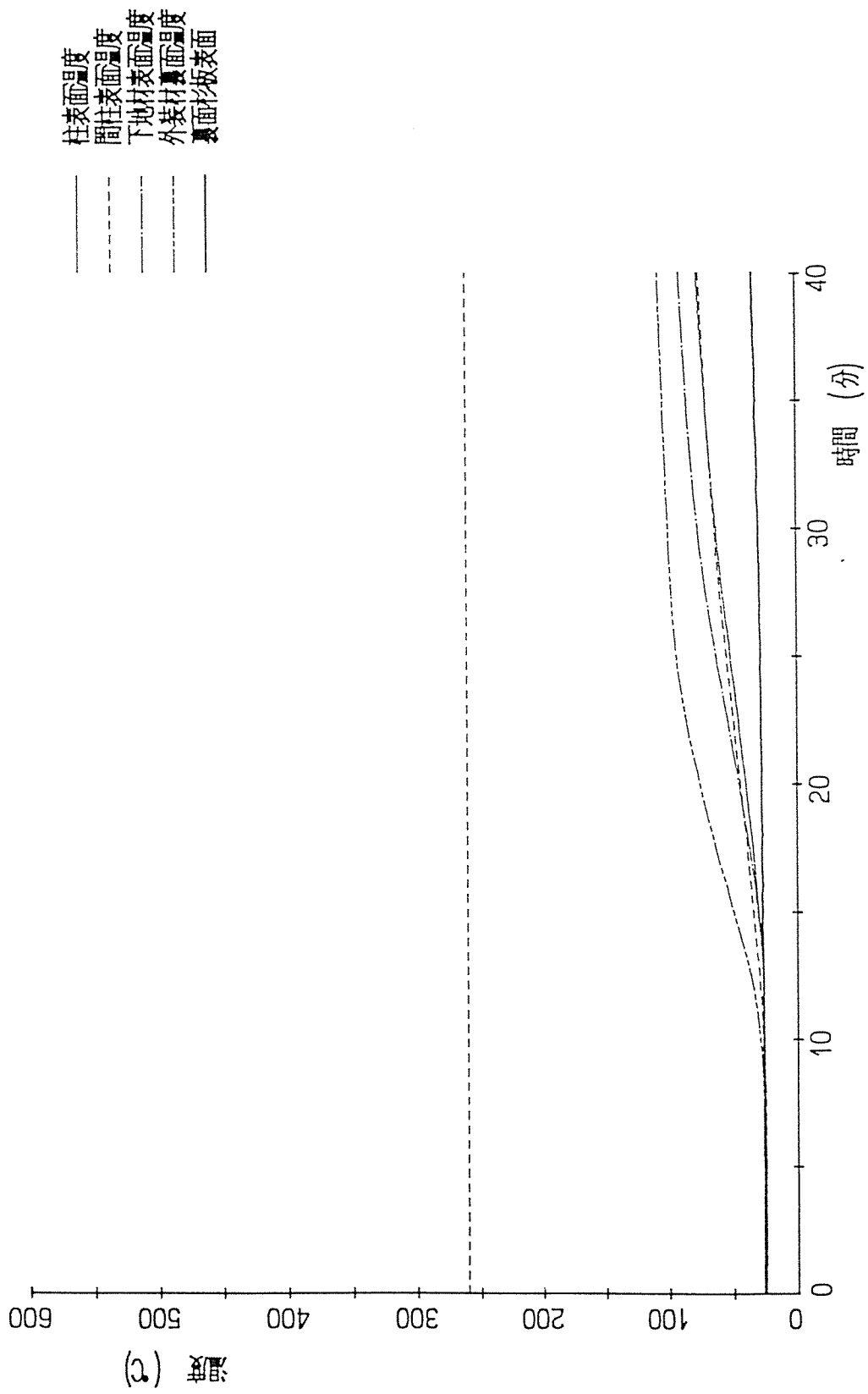


図 6-1-6 C-B 各点平均温度

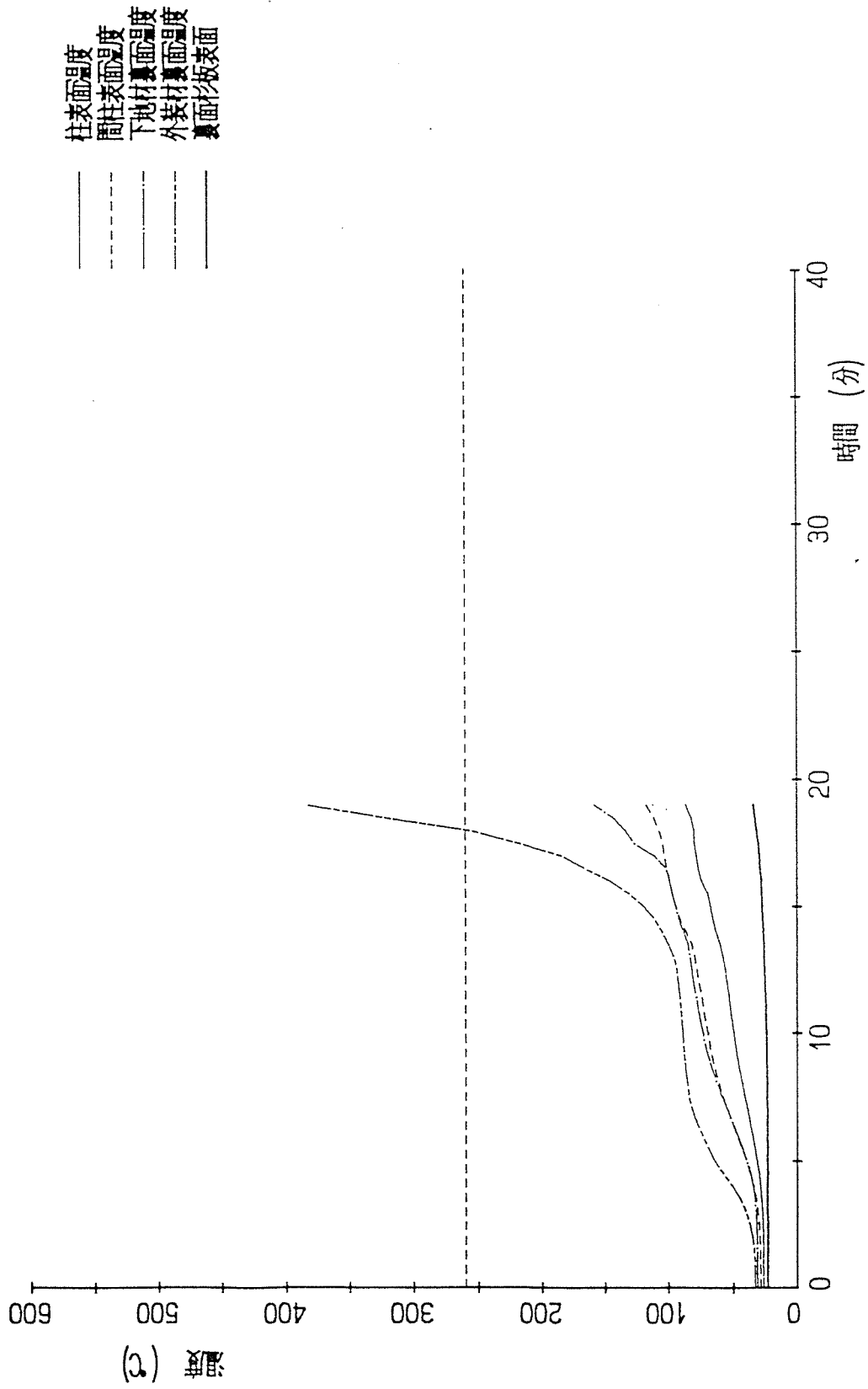


图 6-1-7 D-T 各点平均温度

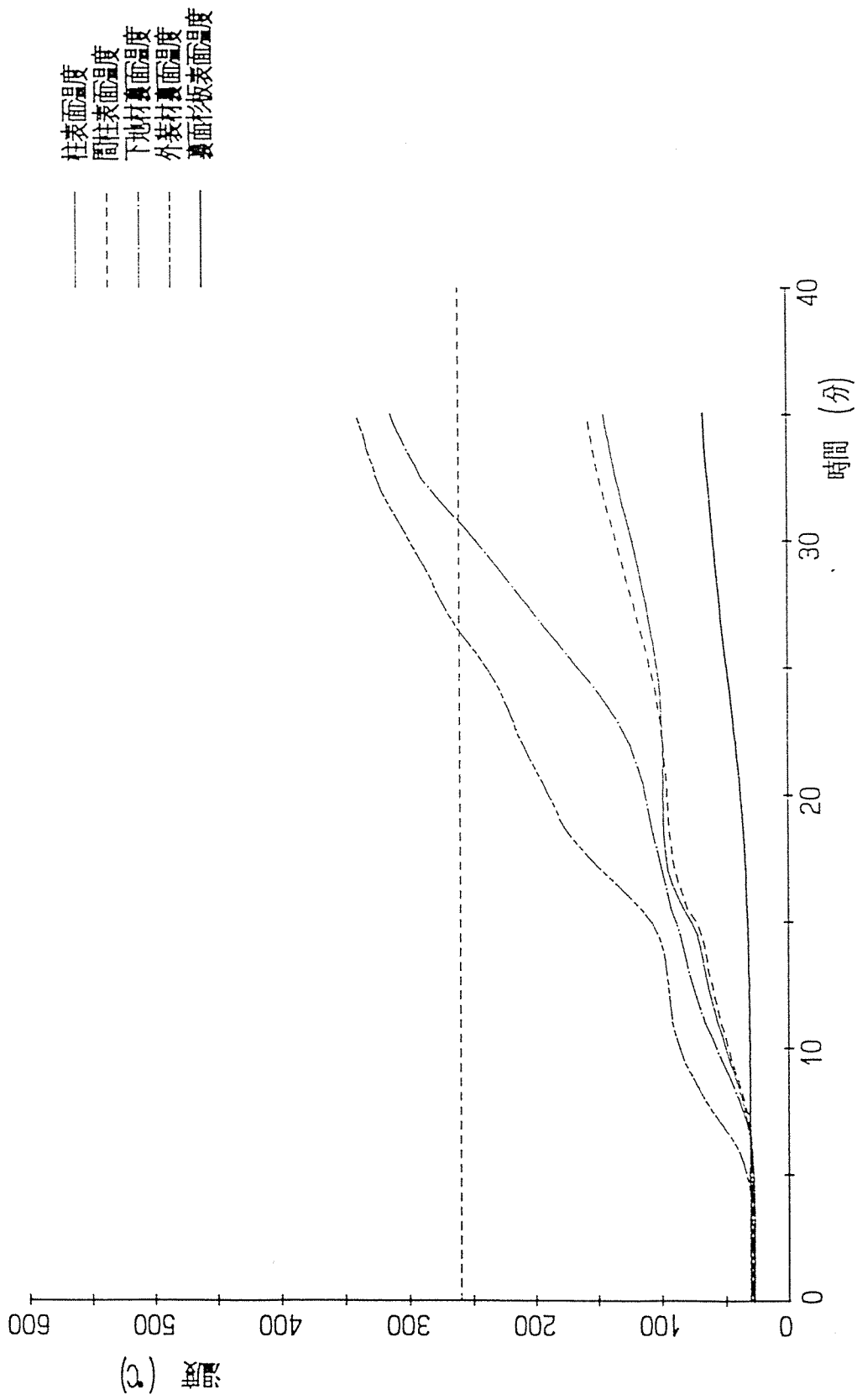


図 6-1-8 D-B 各点平均温度

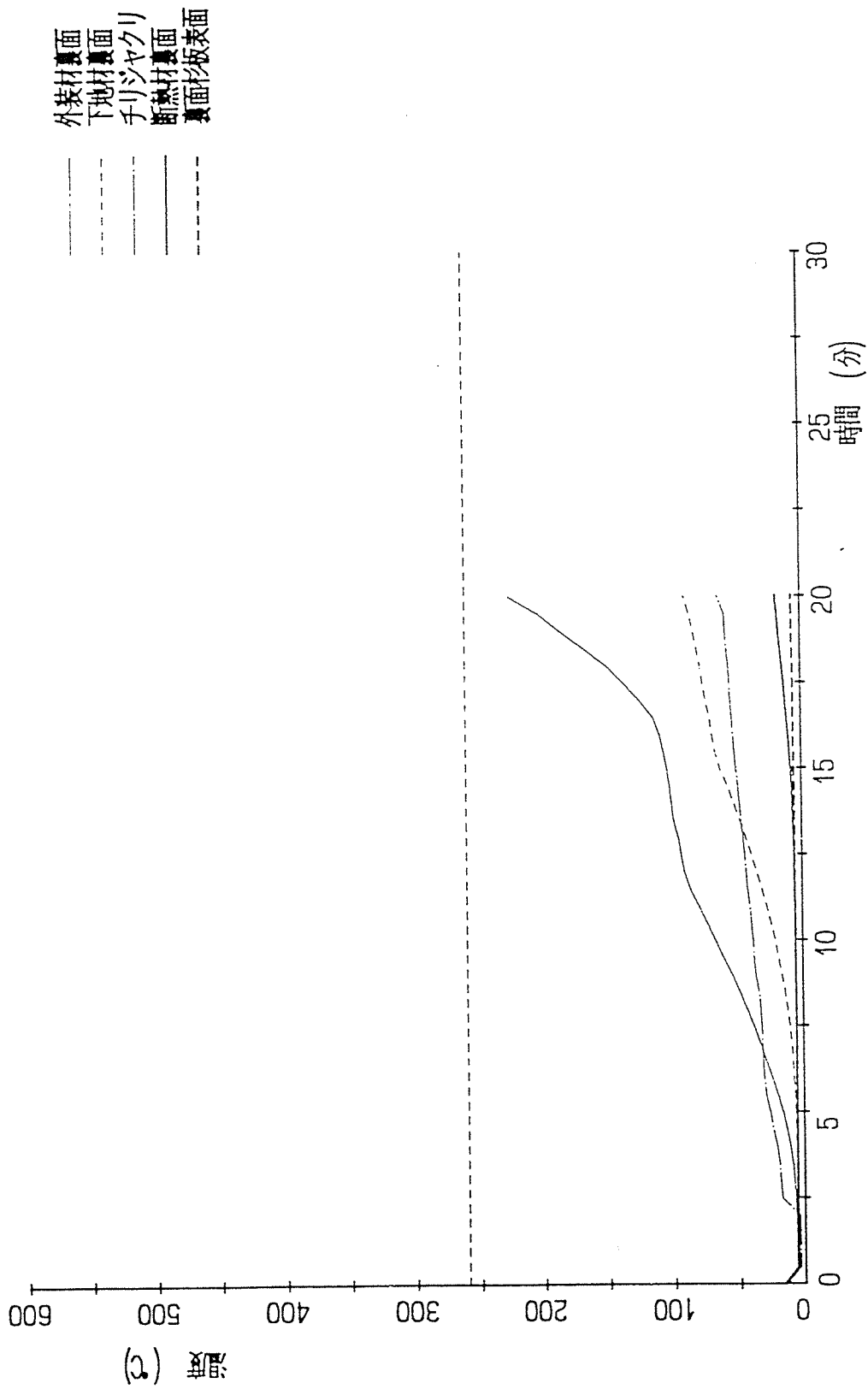


図 6-1-9 E-T 各点平均温度

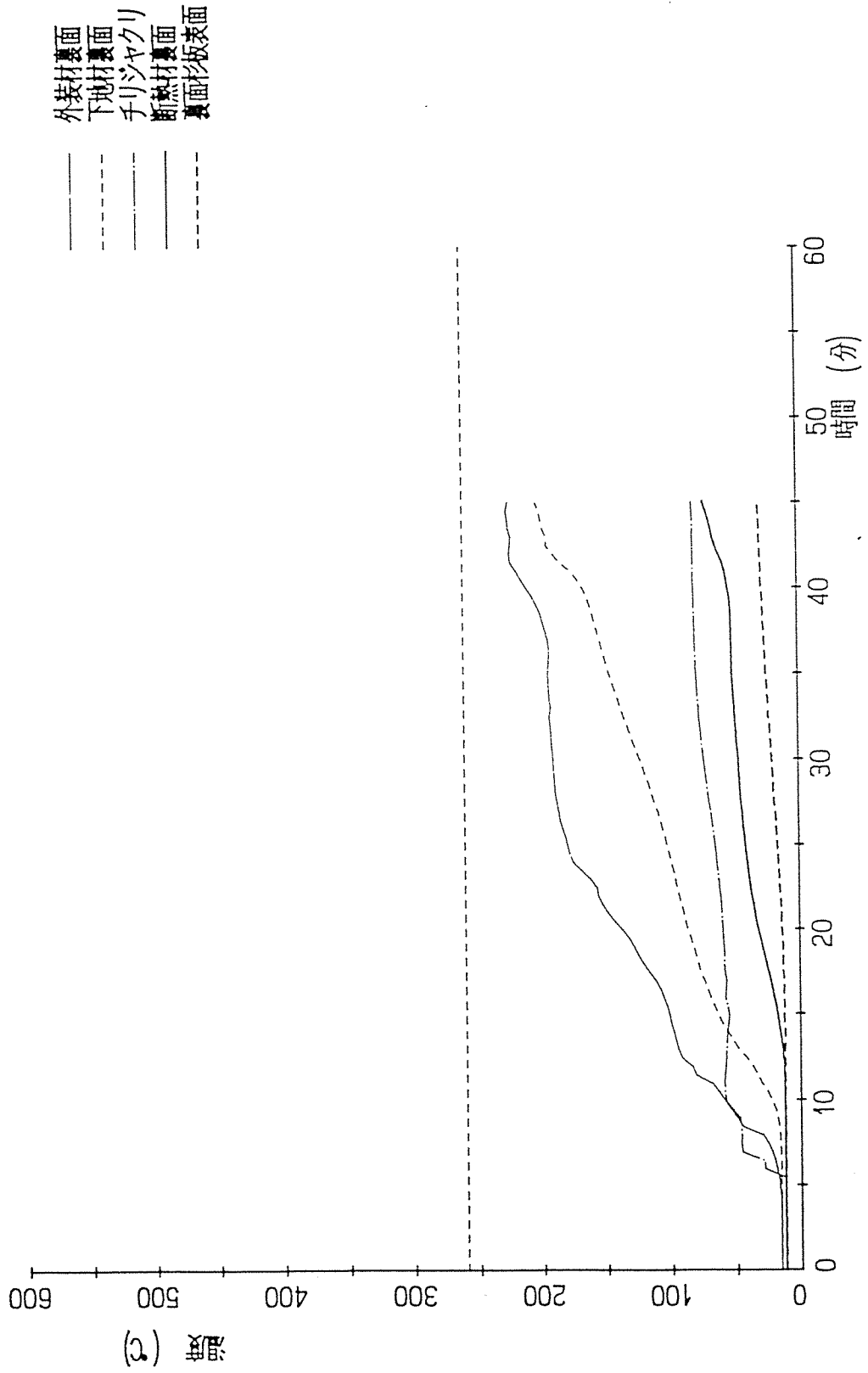


図 6-1-10 E-B 各点平均温度

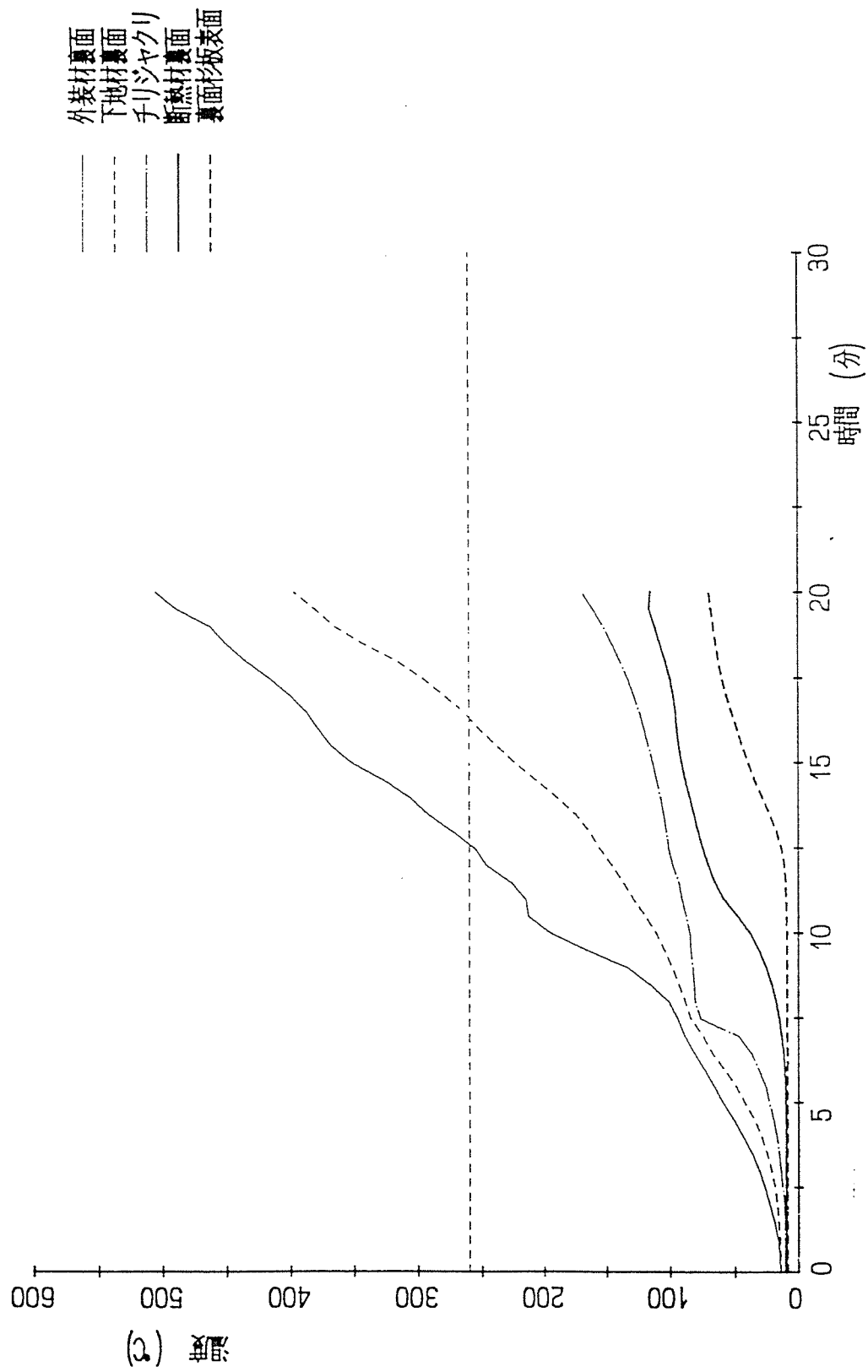


図 6-1-11 F-T 各点平均温度

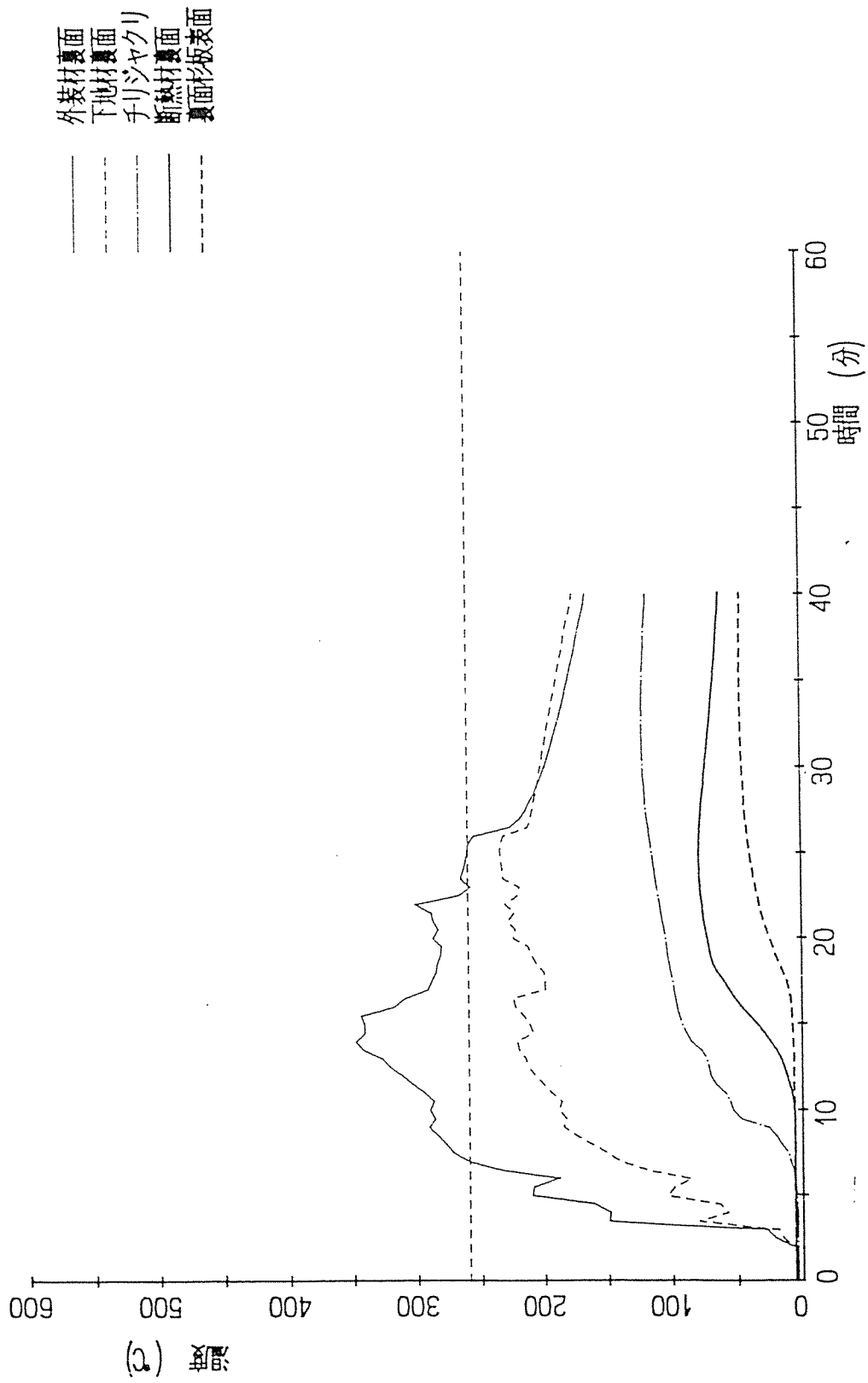
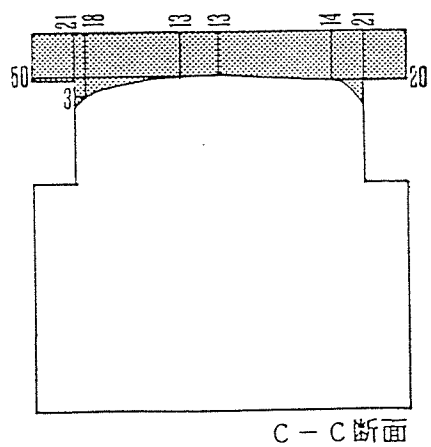
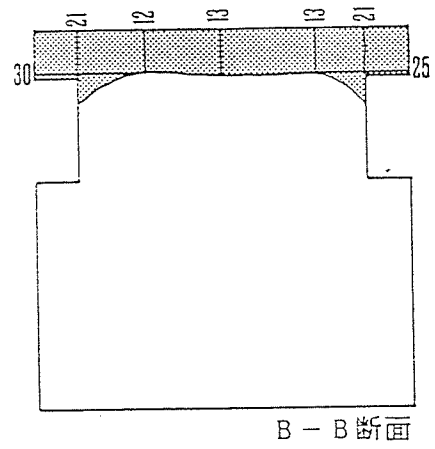
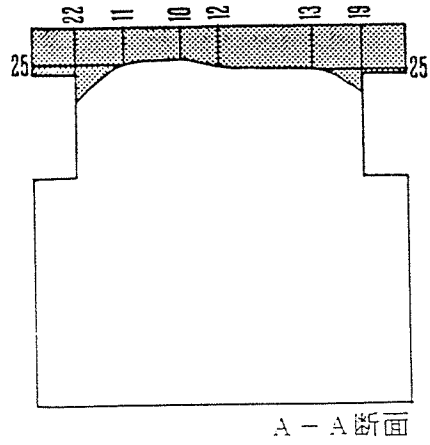
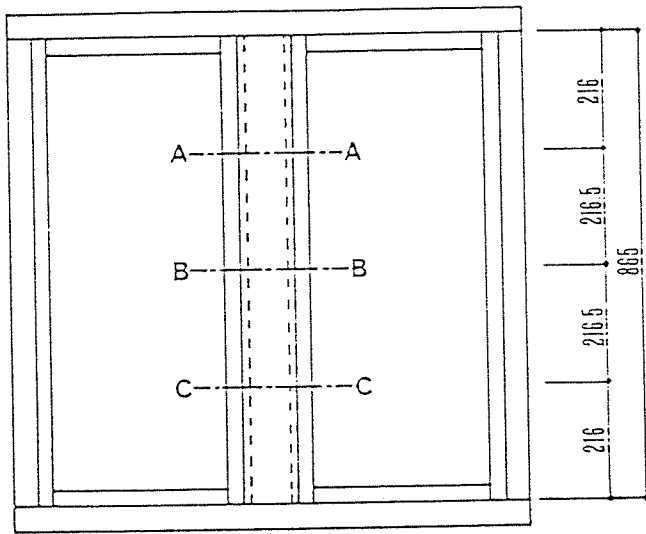
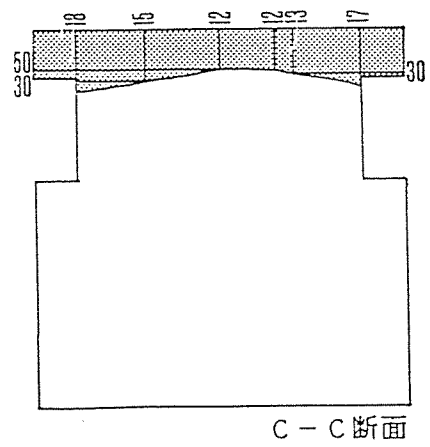
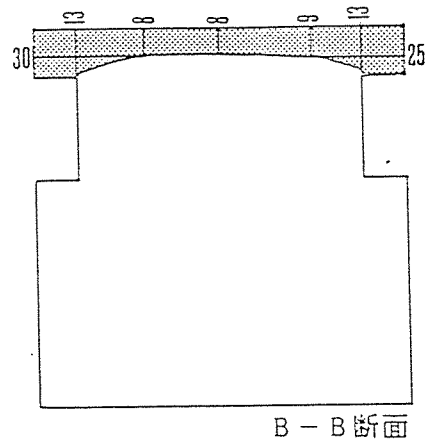
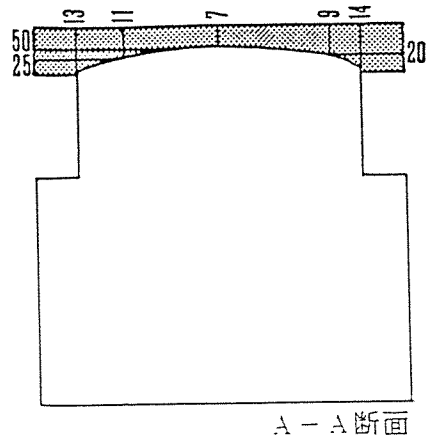
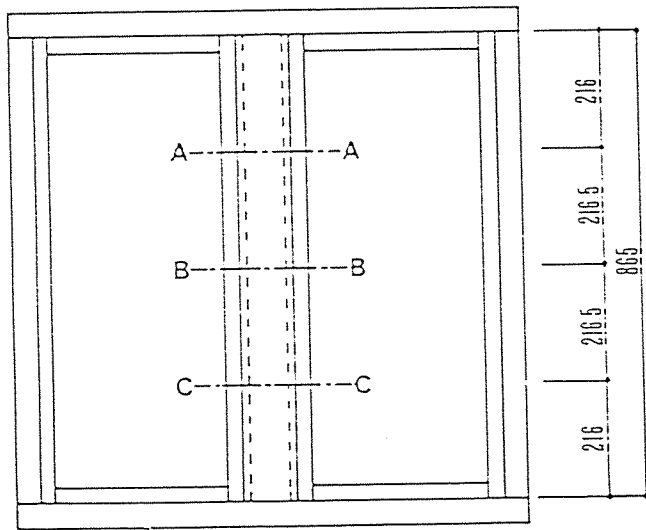


図 6-1-12 F-B 各点平均温度



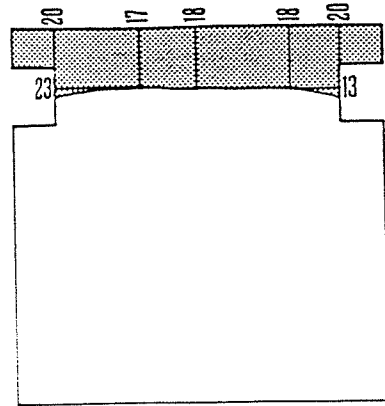
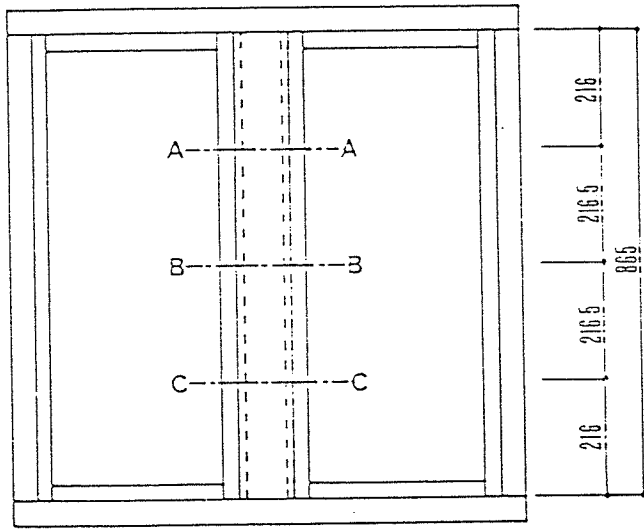
単位：mm

☒ 6-2-1 E-T 炭化深さ

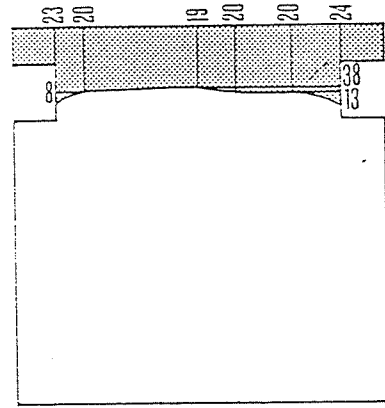


单位：mm

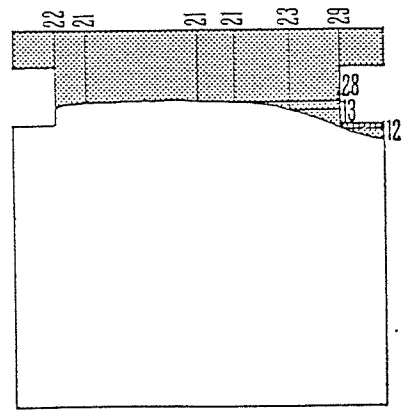
図 6-2-2 E-B 炭化深さ



A - A 断面



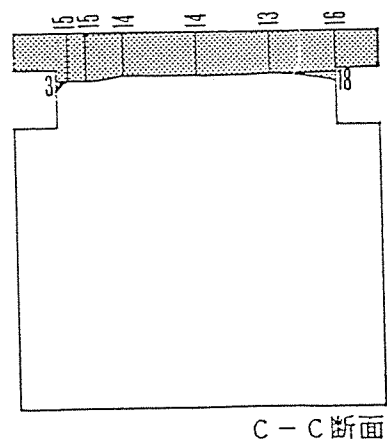
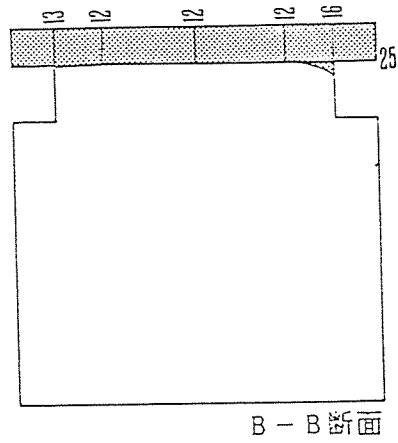
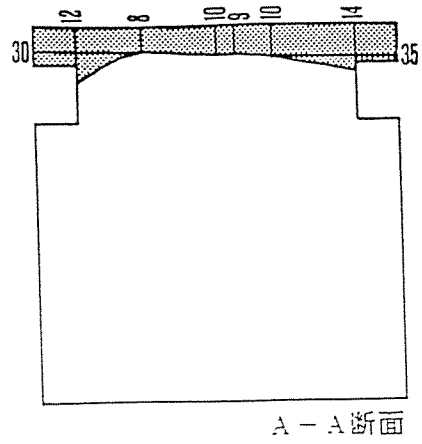
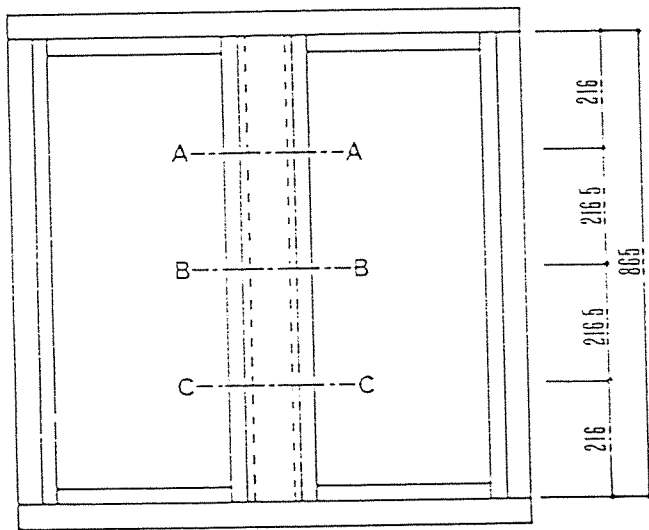
B - B 断面



C - C 断面

単位：mm

☒ 6 - 2 - 3 F - T 炭化深さ



単位：mm

☒ 6-2-4 F-B 炭化深さ

表6-1-1 試験結果一覧表・各位置の平均温度が100℃、260℃、450℃に達した時間（単位：分）

	仕 様			供 試 体 記 号	柱 表 面			間 柱 表 面			下 地 材 裏 面			外 装 材 裏 面			終 了
	外装材料	内装材料	断熱材		100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	20.0	—	—	22.3	—	—	21.5	—	—	7.3	22.8	—	25 分
				A-B 防火2級	32.5	—	—	29.5	—	—	20.8	—	—	12.0	—	—	
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	—	—	—	25.8	—	—	23.5	—	—	17.6	21.2	22.3	26 分
				B-B 防火2級	—	—	—	—	—	—	26.5	—	—	16.9	—	—	
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	—	—	—	—	—	—	34.0	—	—	25.3	34.5	—	36 分
				C-B 防火2級	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.5	—	—	
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	D-T 耐火加熱	16.5	—	—	16.2	—	—	16.2	—	—	13.5	18.0	—	19 分
				D-B 防火2級	23.0	—	—	22.5	—	—	17.2	30.8	—	—	14.1	26.4	

注 PW:構造用合板、RM:ラスモルタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

表6-1-2 試験結果一覧表・各位置の平均温度が 100℃、260℃、450℃に達した時間 (単位：分)

仕	様	供試体	外装材裏面			下地材裏面			チリジヤクリ			断熱材裏面			裏面杉板表面			終
			100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	
E	PW 9 NW 18	E-T 耐火加熱	14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20 分
		E-B 防火2級	14.5	—	—	24.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
F	SC 6 NB 9	F-T 耐火加熱	7.9	12.6	18.5	9.1	16.3	—	12.3	—	—	17.5	—	—	—	—	—	20 分
		F-B 防火2級	10.9	—	—	12.7	—	—	19.5	—	—	—	—	—	—	—	—	

注 内装材料：GB 12 断熱材：GW 50

PW：構造用合板、GB：せっこうボード、NW：難燃処理木材、NB：難燃処理合板、GW：グラスウール、SC：けい酸カルシウム板
記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

表6-2-1 試験結果一覧表・各位置の最高温度が100℃、260℃、450℃に達した時間（単位：分）

	仕 様		供 試 体 記 号	柱 表 面			間 柱 表 面			下 地 材 裏 面			外 装 材 裏 面			終 了		
	外装材料	内装材料		断熱材	100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260		450	
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	18.5	—	—	17.6	—	—	—	18.5	—	—	5.3	19.8	—	25 分
					15.0	—	—	13.5	—	—	17.5	—	—	7.9	26.0	—	38 分	
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	—	—	—	23.7	—	—	—	21.5	—	—	17.0	18.8		21.1
					—	—	—	35.0	—	—	24.5	—	—	14.4	—	—	38 分	
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	33.5	—	—	34.5	—	—	—	31.5	—	—	22.5	29.4		34.1
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.5	—	—	40 分	
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	D-T 耐火加熱	12.5	—	—	13.8	—	—	—	14.5	17.3	18.4	12.8	16.2		18.0
					18.5	—	—	18.0	—	—	16.0	27.8	—	13.0	22.2	33.1	35 分	

注 PW:構造用合板、RM:ラスモタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

表6-2-2 試験結果一覧表・各位置の最高温度が 100℃、260℃、450℃に達した時間 (単位：分)

仕	様	供試体	外装材裏面			下地材裏面			チリジャクリ			断熱材裏面			裏面杉板表面			終
			100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	
E	PW 9 NW 18	E-T 耐火加熱	12.0	19.8	—	20.0	—	—	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	了
			13.0	23.7	40.0	20.4	35.3	42.0	—	—	—	39.9	—	—	—	—	—	
F	SC 6 NB 9	F-T 耐火加熱	5.5	9.2	9.4	8.0	13.5	15.3	8.0	18.6	—	—	—	—	—	—	—	20 分
			8.5	14.2	—	11.8	20.8	—	—	14.5	—	—	—	—	—	—	—	

注 内装材料：GB 12 断熱材：GW 50

PW：構造用合板、GB：せっこうボード、NW：難燃処理木材、NB：難燃処理合板、GW：グラスウール、SC：けい酸カルシウム板
記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

表6-3-1 試験結果一覧表・各位置の最低温度が100℃、260℃、450℃に達した時間（単位：分）

仕	様		供試体 記号	柱表面			間柱表面			下地材裏面			外装材裏面			終了	
	外装材料	内装材料		断熱材	柱表面			間柱表面			下地材裏面			外装材裏面			
					100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260		450
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25分
				A-B 防火2級	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26分
				B-B 防火2級	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36分
				C-B 防火2級	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	D-T 耐火加熱	—	—	—	18.5	—	—	—	—	—	—	—	—	19分
				D-B 防火2級	28.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 PW:構造用合板、RM:ラスモタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表6-3-2 試験結果一覧表・各位置の最低温度が 100℃、260℃、450℃に達した時間 (単位：分)

仕	様	供試体 記号	外装材裏面			下地材裏面			チリジャクリ			断熱材裏面			裏面杉板表面			終了
			100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	100	260	450	
E	PW 9 NW 18	E-T 耐火加熱	16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20分
		E-B 防火2級	16.5	—	—	32.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
F	SC 6 NB 9	F-T 耐火加熱	10.6	—	—	11.3	—	—	14.5	—	—	—	—	—	—	—	—	20分
		F-B 防火2級	11.5	—	—	14.4	—	—	19.5	—	—	—	—	—	—	—	—	

注 内装材料：GB 12 断熱材：GW 50

PW：構造用合板、GB：せっぽうボード、NW：難燃処理木材、NB：難燃処理合板、GW：グラスウール、SC：けい酸カルシウム板
記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

表6-4-1 各測定点及び各点平均の最高温度及び到達時間

	仕 様			供試体 記 号	柱 表 面		間 柱 表 面		下 地 材 裏 面		外 装 材 裏 面		終 了
	外装材料	内装材料	断熱材		最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	218	137	207	110	124	110	378	305	25 分
					25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0		
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	118	105	140	116	239	195	269	235	38 分
					38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	34.0	31.5		
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	99	97	116	101	143	119	1045	913	26 分
					22.0	24.5	26.0	26.0	26.0	25.0	25.0		
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	B-B 耐火2級	98	96	102	96	113	111	194	165	38 分
					26.5	28.5	38.0	30.0	35.5	35.5	23.5	24.5	
				D-T 耐火加熱	100	97	104	94	128	108	762	323	36 分
					33.5	36.0	36.0	36.0	36.0	35.0	36.0		
				C-B 耐火2級	91	77	81	75	95	91	111	107	40 分
					40.0	40.0	39.5	39.5	40.0	40.0	38.0	38.5	
				D-B 耐火2級	149	113	158	117	458	158	599	383	19 分
					19.0	19.0	19.0	19.0	18.5	19.0	19.0	19.0	
					164	144	181	158	353	313	464	339	35 分
					35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	33.5	35.0	

注 PW:構造用合板、RM:ラスモルタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板
GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表6-4-2 各測定点及び各点平均の最高温度及び到達時間（上段：温度、下段：時間）

仕	様		供試体 記号	外装材裏面		下地材裏面		チリジャクリ		断熱材裏面		裏面杉板表面		終了
	外装材料	内装材料		最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	
E	PW 9	GB 12	E-T 耐火加熱	275	225	100	90	100	64	30	20	8	8	20分
	NW 18		44.5	20.0	20.0	20.0	9.5	20.0	20.0	20.0	20.0	18.5	20.0	
F	SC 6 NB 9	GB 12	E-B 防火2級	563	226	519	203	97	81	215	73	36	31	45分
			44.5	44.5	45.0	45.0	8.0	40.5	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	
	SC 6 NB 9	GB 12	F-T 耐火加熱	999	505	771	396	325	169	212	117	90	70	20分
			20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.5	19.5	17.0	
	SC 6 NB 9	GB 12	F-B 防火2級	358	233	331	210	148	122	94	79	70	47	40分
			22.0	22.0	26.0	27.5	32.5	30.5	21.5	24.0	26.0	33.5		

注 断熱材：GW 50

PW:構造用合板、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、NB:難燃処理合板、GW:グラスウール、SC:けい酸カルシウム板

記号後の数字は板厚を示す。単位：(mm)

7. まとめ

7.1 外装材の防火性能

以上の結果を 260℃となった時間を防火性能としてまとめると、

- (1) 今回の実験において、防火2級加熱では、ラスモルタル(A-B)、硬質木片セメント板(D-B)、難燃処理木材(E-B)と難燃処理合板(F-B)は、260℃を超えた。
- (2) 防火2級加熱において、難燃処理木材(B-B, C-B)は 260℃に達しなかった。
- (3) 外装材裏面の各点平均温度の最高温度を低いもの順に表7-1-1に示す。

表7-1-1

	供試体 記号	外装材	温度 (℃)	到達時間 (分)
1	C-B	難燃処理木材27mm	107	38.5
2	B-B	難燃処理木材18mm	165	24.5
3	E-B	難燃処理木材18mm	226	44.5
4	F-B	難燃処理合板 9mm	233	22.0
5	A-B	ラスモルタル20mm	235	31.5
6	D-B	硬質木片セメント板12mm	339	35.0

上記の表より難燃処理を施した材料については、防火構造であるラスモルタルよりも優れた性能を示した。さらに、難燃処理材については、板厚が大きいほど性能は優れている。

(4) 下地材裏面の各点平均温度の最高温度を低いもの順に表7-1-2に示す。

表7-1-2

	供試体 記号	下地材	温度 (℃)	到達時間 (分)
1	C-B	構造用合板 9mm	91	40.0
2	B-B	せっこうボード12mm	111	35.5
3	A-B	構造用合板 9mm	195	38.0
4	E-B	構造用合板 9mm	203	45.0
5	F-B	けいカル板 6mm	210	27.5
6	D-B	構造用合板 7mm	313	35.0

上記の表より、外装材に27mmの難燃処理木材を用いたもの（供試体C）と、下地材に不燃材料であるせっこうボードを用いたもの（供試体B）については、防火構造であるラスモルタルよりも優れた性能を示した。

(5) 今回の実験において、表 7-1-3より防火2級加熱の熱量は、耐火加熱の 7割程度と推測される（供試体A, D, E, Fについての比較）。

表7-1-3 外装材の防火性能（260℃を基準温度とする）

	A	B	C	D	E	F
耐火加熱（T）	19.8分	18.8分	29.4分	16.2分	19.8分	9.2分
防火2級（B）	26.0分	—	—	22.2分	23.7分	14.2分
T/B	0.76	—	—	0.73	0.84	0.65

7.2 加熱方法による炉内平均温度時間面積の比較

(1) 耐火加熱と防火2級加熱の、炉内の加熱量を温度時間面積によって比較する。

この時、木材の発火危険温度である 260℃を下限温度とした場合の結果を表 7-2-1に示す。

表7-2-1 炉内平均温度時間面積 [260℃を下限温度とする]

防火2級		耐火加熱					
供試体	30分	供試体	5分	10分	15分	20分	25分
A-B	72.89	A-T	2.56	16.13	38.96	65.64	94.69
B-B	77.02	B-T	2.73	20.02	45.43	73.82	107.38
C-B	76.56	C-T	3.12	22.24	47.44	75.05	103.80
D-B	73.24	D-T	2.96	21.43	45.54	68.20	—
E-B	73.06	E-T	4.44	25.68	50.46	77.92	—
F-B	79.52	F-T	5.25	29.67	57.86	86.53	—

注1：炉内においては、木材の出火危険温度 260℃を基準とした。

注2：D-Tについては計測データが19分までの為、推測により求めた値。

- (2) 表 7-2-1に示されたように防火2級加熱30分に相当する耐火加熱の時間を表 7-2-2に示す。ただし、耐火加熱において15分以降の温度時間面積は、一次関数的に推移するものとして計算した。

表7-2-2 防火2級加熱30分に相当する
耐火加熱時間

供試体	耐火加熱
A-T	21分00秒
B-T	20分30秒
C-T	20分30秒
D-T	20分00秒
E-T	19分00秒
F-T	19分00秒

上記の表 7-2-2より、防火2級加熱30分に相当する耐火加熱時間は、ほぼ20分といえる。

7.3 各供試体においての平均到達温度及び、平均温度時間面積の比較

- (1) 表 7-2-2より各供試体において、防火2級加熱と耐火加熱の加熱時間の相関関係が示された。そこで、防火2級加熱30分と、それに相当する耐火加熱時間の外装材裏面と下地材裏面について、平均到達温度及び平均温度時間面積を比較し、その結果を表 7-3-1、表 7-3-2に示す。

表7-3-1 防火2級加熱30分とそれに相当する耐火加熱時間の各測定位置による平均到達温度 (T、B 単位：℃)

	加熱方法	A	B	C	D	E	F
外装材 裏面	耐火加熱T	227	218	83	505	185	462
	防火2級B	233	156	100	299	191	212
	T/B	0.97	1.40	0.83	1.69	0.97	2.18
下地材 裏面	耐火加熱T	98	90	48	186	83	365
	防火2級B	148	105	77	246	123	209
	T/B	0.66	0.86	0.62	0.76	0.68	1.75

表7-3-2 防火2級加熱30分とそれに相当する耐火加熱時間の各測定位置による平均温度時間面積

	加熱方法	A	B	C	D	E	F
外装材 裏面	耐火加熱T	23.72	16.25	8.60	21.48	12.84	36.74
	防火2級B	39.86	28.47	16.89	41.10	29.93	42.39
	T/B	0.60	0.57	0.51	0.52	0.43	0.87
下地材 裏面	耐火加熱T	12.81	9.47	6.14	14.58	6.01	25.19
	防火2級B	22.92	18.04	12.07	29.16	17.93	33.68
	T/B	0.56	0.53	0.51	0.50	0.36	0.75

- (2) T/Bについて、表 7-3-1と表 7-3-2より防火2級加熱及び、耐火加熱の比較をする。

平均到達温度において、外装材裏面では、A、C、Eは防火2級加熱と耐火加熱の値はほぼ一致し、下地材裏面では、A～Eでは耐火加熱は防火2級加熱の7割前後の値となった。

平均温度時間面積では、外装材裏面では、A～Eでは耐火加熱は防火2級加熱の5割前後の値となり、下地材裏面では、A～Dでは耐火加熱は防火2級加熱の5割前後の値となった。

7.4 炭化深さ

炭化深さに関しては、最高値はE-Tを除き下部のC-C断面で測定されており、最低値は全て上部のA-A断面で測定されている。これは炉内の火炎が下部のものの方が強かったためと思われる。

炭化数値としては、耐火加熱ではE-TよりもF-Tの方が7mmと、かなり大きくなっている。一方、防火2級加熱の方はというと、ほぼ同程度の数値となっている。これは、F-Tの場合は標準温度曲線よりも、かなり高い温度となる加熱を行ったために大幅に炭化深さが大きな数値となってしまったと思われる。

チリジャクリの部分に関しては、F-Tがチリジャクリ内部まで炭化してしまった以外は全て、ほぼチリジャクリの外側部分で炭化は止まっている。F-Tにしてもチリジャクリ内部まで炭化したのはA-A断面からC-C断面の3箇所の中のC-C断面の1箇所のみで、しかも右片側のみであり炭化の平均値としてはチリジャクリ内部まで達する値ではなくチリジャクリの外側で納まる値である。各供試体の炭化深さの値を表 7-4-1に示す。

表7-4-1 炭化深さ（単位：mm）

供試体 記号	最高値	最低値	平均値	備考
E-T	22.0 (A)	10.0 (A)	14.9	
E-B	18.0 (C)	7.0 (A)	12.0	
F-T	29.0 (C)	17.0 (A)	20.9	チリジャクリ内部まで炭化
F-B	16.0 (C)	8.0 (A)	12.7	

表7-5-1

	仕 様			柱 表 面 温 度 時 間 面 積													終 了
	外装材料	内装材料	断熱材	加熱方法	80℃	100℃	120℃	150℃	200℃	250℃	260℃	300℃	350℃	400℃			
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	1.59	2.21	16.15	18.87	20.72							25分	
				A-B 防火2級	3.03	5.81											
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	8.51											26分	
				B-B 防火2級	8.40												38分
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	9.29	14.33										36分	
				C-B 防火2級	16.55												40分
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	D-T 耐火加熱	4.36	7.04	9.65									19分	
				D-B 防火2級	6.29	10.26	17.97	26.45									35分

注 PW:構造用合板、RM:ラスモルタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-5-2

	仕 様			間 柱 表 面 温 度 時 間 面 積													終 了
	外装材料	内装材料	断熱材	加熱方法	80℃	100℃	120℃	150℃	200℃	250℃	260℃	300℃	350℃	400℃			
A	PW 9 RM 20	GB 12	GW 50	A-T 耐火加熱	1.72	3.43	13.35	14.67	22.06							25 分	
				A-B 防火2級	2.26	6.38	25.02										
B	GB 12 NW 18	GB 12	GW 50	B-T 耐火加熱	7.56	12.42										26 分	
				B-B 防火2級	8.70	22.71											
C	PW 9 NW 27	GB 12	GW 50	C-T 耐火加熱	8.96	17.62										36 分	
				C-B 防火2級	18.89												
D	PW 7 MB 12	GB 12	GW 50	D-T 耐火加熱	5.05	8.15	11.01	12.99								19 分	
				D-B 防火2級	6.13	9.07	15.48	21.86									

注 PW:構造用合板、RM:ラスモルタル、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、MB:硬質木片セメント板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-6-1

	仕 様			外 装 材 裏 面 温 度 時 間 面 積										終	
	外装材料	内装材料	断熱材	加熱方法	80℃	100℃	120℃	150℃	200℃	250℃	260℃	300℃	350℃		400℃
E	PW 9	GB 12	GW 50	E-T 耐火加熱	2.48	4.66	7.20	9.06	11.92	14.26	14.66				了
	NW 18			1.66	5.66	8.86	10.88	16.72	22.37	22.79	34.50	65.38	71.00	45 分	
F	SC 6	GB 12	GW 50	F-T 耐火加熱	1.73	2.69	5.05	5.70	6.53	7.48	7.73	8.61	9.49	10.55	20 分
	NB 9			1.44	2.33	4.71	6.16	7.96	10.22	10.72	28.94	32.35	40 分		

注 PW:構造用合板、GB:せっこうボード、NW:薬剤処理木材、NB:薬剤処理合板、SC:けい酸カルシウム板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-6-2

	仕 様			下 地 材	裏 面 温 度 時 間 面 積										終	
	外装材料	内装材料	断熱材		80℃	100℃	120℃	150℃	200℃	250℃	260℃	300℃	350℃	400℃		
E	PW 9	GB 12	GW 50	加熱方法												20分
	NW 18			E-T 耐火加熱	4.36											
F	SC 6	GB 12	GW 50	E-B 防火2級	6.43	8.38	13.13	17.52	22.75	30.67	32.57	42.62	48.21	50.77	45分	
	NB 9			F-T 耐火加熱	1.90	3.95	5.55	7.01	10.00	12.57	12.92	13.97	15.78	17.17		
				F-B 防火2級	1.35	3.87	5.67	7.77	13.65	18.86	19.71	23.81			40分	

注 PW:構造用合板、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、NB:難燃処理合板、SC:けい酸カルシウム板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-6-3

仕	様		チ	リ											積	終	
	外装材料	内装材料		断熱材	加熱方法	80°C	100°C	120°C	150°C	200°C	250°C	260°C	300°C	350°C			400°C
E	PW 9	GB 12	GW 50	E-T 耐火加熱	0.41	7.49											20分
	NW 18				1.19												
F	SC 6	GB 12	GW 50	F-T 耐火加熱	1.83	2.56	7.43	9.65	12.78	15.65	16.24	18.77					20分
	NB 9				0.99	5.42	13.71										

注 PW:構造用合板、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、NB:難燃処理合板、SC:けい酸カルシウム板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-6-4

	仕様様			断熱材裏面温度時間積											終了
	外装材料	内装材料	断熱材	加熱方法	80℃	100℃	120℃	150℃	200℃	250℃	260℃	300℃	350℃	400℃	
E	PW 9	GB 12	GW 50	E-T 耐火加熱	—										20分
	NW 18			E-B 防火2級	12.83	17.49	18.90	20.24	24.14						
F	SC 6	GB 12	GW 50	F-T 耐火加熱	2.04	3.98	8.55	9.56	11.29						20分
	NB 9			F-B 防火2級	2.52										

注 PW:構造用合板、GB:せっこうボード、NW:難燃処理木材、NB:難燃処理合板、SC:けい酸カルシウム板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-6-5

	仕 様			裏 面 杉 板 表 面 温 度 時 間 面 積										終 了		
	外装材料	内装材料	断熱材	加熱方法	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	100℃						
E	PW 9 NW 18	GB 12	GW 50	E-T 耐火加熱	—											20 分
				E-B 防火2級	—											
F	SC 6 NB 9	GB 12	GW 50	F-T 耐火加熱	1.66	1.84	2.20	2.75	4.29							20 分
				F-B 防火2級	1.99	2.66	6.31									

注 PW:構造用合板、GB:せっぽうボード、NW:難燃処理木材、NB:難燃処理合板、SC:けい酸カルシウム板、GW:グラスウール
記号後の数字は板厚を示す。単位:(mm)

表7-7-1 供試体 A 各点平均温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	38分
柱表面温度	1.13	3.84	7.86	12.78	18.35			
	1.15	2.41	5.23	9.49	14.41	19.31	24.29	27.40
間柱表面温度	1.13	3.36	6.84	10.88	15.89			
	1.17	2.73	5.91	9.75	14.22	19.08	24.41	27.83
下地材裏面温度	1.17	3.40	7.29	11.79	16.89			
	1.16	2.75	6.56	11.25	16.48	22.92	31.21	36.87
外装材裏面温度	1.75	6.45	12.32	21.16	33.94			
	1.25	4.54	9.78	17.84	28.35	39.86	51.59	58.60

注：終了時間は耐火加熱25分、防火加熱38分とする。

表7-7-2 供試体 B 各点平均温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	38分
柱表面温度	1.38	2.85	4.87	7.89	12.42	13.39		
	1.36	2.77	4.64	7.62	11.67	16.40	21.20	24.05
間柱表面温度	1.43	3.15	5.60	8.91	13.64	14.63		
	1.39	2.92	5.16	8.19	12.10	17.76	21.55	24.42
下地材裏面温度	1.47	3.08	5.47	8.99	13.86	14.99		
	1.46	2.97	5.08	8.47	12.99	18.04	23.42	26.77
外装材裏面温度	1.54	3.87	7.75	13.73	38.91	46.90		
	1.51	3.43	7.22	12.61	20.40	28.47	35.98	40.20

注：終了時間は耐火加熱26分、防火加熱38分とする。
耐火加熱の26分の値は、30分の欄に表示する。

表7-7-3 供試体 C 各点平均温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
柱表面温度	1.21	2.43	3.76	5.38	7.56	10.70	15.23	16.19
	1.24	2.50	3.89	5.62	7.90	10.77	14.12	17.82
間柱表面温度	1.22	2.53	4.20	6.33	8.95	12.28	16.36	17.28
	1.24	2.50	4.01	5.97	8.45	11.43	14.80	18.45
下地材裏面温度	1.24	2.49	3.91	5.86	8.66	12.38	17.04	18.10
	1.29	2.59	3.98	5.85	8.56	12.07	16.16	20.54
外装材裏面温度	1.28	2.70	4.78	8.14	12.71	18.60	28.43	31.45
	1.33	2.70	4.59	7.74	12.02	16.89	19.86	27.27

注：終了時間は耐火加熱36分、防火加熱40分とする。
耐火加熱の36分の値は、40分の欄に表示する。

表7-7-4 供試体 D 各点平均温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
柱表面温度	1.51	3.99	7.62	11.65				
	1.36	3.18	6.35	11.01	16.00	21.61	28.32	
間柱表面温度	1.59	4.43	8.39	12.55				
	1.39	3.15	6.16	10.60	15.63	21.72	29.09	
下地材裏面温度	1.67	4.56	8.69	13.40				
	1.42	3.39	7.12	12.21	18.85	29.16	43.40	
外装材裏面温度	2.09	6.15	11.02	19.39				
	1.49	4.36	9.23	16.30	27.56	41.10	57.19	

注：終了時間は耐火加熱19分、防火加熱35分とする。
耐火加熱の19分の値は、20分の欄に表示する。

表7-7-5 供試体 E 各点平均温度時間面積

測定場所	加熱方法	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分	45分
外装材裏面	耐火加熱	0.46	2.45	6.98	14.30					
	防火2級	0.82	2.45	6.74	12.59	20.58	29.93	39.57	49.47	60.56
下地材裏面	耐火加熱	0.33	0.94	2.96	6.77					
	防火2級	0.80	1.67	3.82	7.61	12.33	17.93	24.67	32.45	41.90
チリジャクリ	耐火加熱	0.69	2.37	4.62	7.41					
	防火2級	0.62	2.59	5.48	18.38	11.48	14.94	18.76	22.74	26.77
断熱材裏面	耐火加熱	0.33	0.64	1.00	1.71					
	防火2級	0.64	1.296	2.02	3.27	5.17	7.40	7.86	12.46	15.60
裏面杉板表面	耐火加熱	0.34	0.65	0.96	1.31					
	防火2級	0.63	1.25	1.88	2.54	3.32	4.28	5.43	6.76	8.22

注：終了時間は耐火加熱20分、防火加熱45分とする。

表7-7-6 供試体 F 各点平均温度時間面積

測定場所	加熱方法	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分	45分
外装材裏面	耐火加熱	1.51	6.75	19.88	40.95					
	防火2級	0.31	2.83	9.81	20.13	31.38	42.39	52.63	62.15	
下地材裏面	耐火加熱	1.12	5.09	13.03	28.23					
	防火2級	0.24	1.61	6.41	13.85	23.27	33.68	43.92	53.57	
チリジャクリ	耐火加熱	0.73	3.74	8.73	15.54					
	防火2級	0.21	1.11	4.72	9.68	15.18	21.12	27.21	33.20	
断熱材裏面	耐火加熱	0.53	1.47	5.06	10.20					
	防火2級	0.31	0.62	1.46	4.39	8.24	12.07	15.57	18.80	
裏面杉板表面	耐火加熱	0.48	0.96	1.90	4.80					
	防火2級	0.32	0.65	0.99	1.69	3.39	5.56	7.87	10.19	

注：終了時間は耐火加熱20分、防火加熱40分とする。

表7-8-1 供試体 A 各点最高温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	38分
柱表面温度	1.17	5.65	10.60	15.54	21.37			
	1.16	2.49	6.55	11.50	16.44	21.34	26.27	29.22
間柱表面温度	1.15	5.00	9.90	15.61	25.10			
	1.19	3.97	8.87	13.78	18.71	23.64	29.00	32.27
下地材裏面温度	1.19	3.91	8.05	12.55	17.81			
	1.19	3.50	7.82	12.15	17.59	24.97	35.06	42.02
外装材裏面温度	2.39	7.41	13.64	24.31	40.39			
	1.30	4.94	10.16	18.96	30.82	43.93	57.33	65.34

注：終了時間は耐火加熱25分、防火加熱38分とする。

表7-8-2 供試体 B 各点最高温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	38分
柱表面温度	1.41	2.93	5.53	9.37	14.23	15.21		
	1.39	2.84	4.88	8.26	12.65	17.53	22.36	25.23
間柱表面温度	1.45	3.43	6.20	10.02	14.90	15.86		
	1.42	3.03	5.52	8.66	12.91	17.79	22.71	25.73
下地材裏面温度	1.50	3.17	6.13	10.08	15.04	16.41		
	1.48	3.00	5.49	9.04	13.57	18.61	24.05	27.43
外装材裏面温度	1.56	4.46	8.81	17.88	53.36	61.75		
	1.53	3.63	7.72	13.67	22.80	31.78	39.78	44.16

注：終了時間は耐火加熱26分、防火加熱38分とする。

耐火加熱の26分の値は、30分の欄に表示する。

表7-8-3 供試体 C 各点最高温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
柱表面温度	1.22	2.46	3.92	5.79	8.36	11.74	16.16	17.15
	1.27	2.65	4.55	7.18	10.46	14.19	18.16	22.25
間柱表面温度	1.23	2.82	5.06	7.74	10.85	14.77	19.56	20.53
	1.27	2.62	4.66	7.36	10.46	13.83	17.42	21.20
下地材裏面温度	1.27	2.54	4.01	6.05	9.12	13.01	17.85	19.05
	1.33	2.66	4.07	6.25	9.46	13.39	17.72	22.31
外装材裏面温度	1.29	2.78	5.02	9.27	14.05	23.07	39.63	46.94
	1.37	2.79	5.00	8.81	13.47	18.41	23.48	28.77

注：終了時間は耐火加熱36分、防火加熱40分とする。
耐火加熱の36分の値は、40分の欄に表示する。

表7-8-4 供試体 D 各点最高温度時間面積 (上段：耐火加熱、下段：防火2級)

測定場所	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分
柱表面温度	1.66	4.76	9.79	15.23				
	1.38	3.46	6.96	11.75	16.74	22.64	29.93	
間柱表面温度	1.72	4.78	9.42	14.28				
	1.41	3.33	6.76	11.61	16.28	22.61	30.89	
下地材裏面温度	1.79	5.08	9.39	19.04				
	1.46	3.68	7.71	12.80	20.44	33.21	49.79	
外装材裏面温度	2.55	6.79	12.35	26.23				
	1.54	4.98	9.80	18.35	31.21	46.74	66.18	

注：終了時間は耐火加熱19分、防火加熱35分とする。

耐火加熱の19分の値は、20分の欄に表示する。

表7-8-5 供試体 E 各点最高温度時間面積

測定場所	加熱方法	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分	45分
外装材裏面	耐火加熱	0.52	2.79	7.71	16.57					
	防火2級	0.87	3.06	8.00	14.98	26.41	41.34	57.07	75.16	101.64
下地材裏面	耐火加熱	0.35	0.97	3.24	7.05					
	防火2級	0.85	1.78	4.91	8.98	13.57	20.84	31.92	46.19	68.57
チリジャクリ	耐火加熱	2.71	7.65	12.50	17.20					
	防火2級	0.64	4.57	9.01	12.99	16.84	20.63	24.63	28.80	32.97
断熱材裏面	耐火加熱	0.34	0.66	1.03	2.03					
	防火2級	0.68	1.36	2.22	3.96	6.44	9.55	13.23	17.58	25.40
裏面杉板表面	耐火加熱	0.34	0.66	0.99	1.35					
	防火2級	0.63	1.26	1.90	2.59	3.49	4.55	5.75	7.06	8.68

注：終了時間は耐火加熱20分、防火加熱45分とする。

表7-8-6 供試体 F 各点最高温度時間面積

測定場所	加熱方法	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分	45分
外装材裏面	耐火加熱	2.20	10.26	38.35	84.51					
	防火2級	0.33	3.83	12.89	26.91	43.06	58.56	71.79	82.84	
下地材裏面	耐火加熱	1.34	6.22	17.87	48.35					
	防火2級	0.25	2.35	8.04	17.70	32.49	48.74	62.80	74.39	
チリジャクリ	耐火加熱	0.93	4.41	9.56	20.32					
	防火2級	0.22	1.47	5.92	11.09	16.79	23.29	30.64	37.86	
断熱材裏面	耐火加熱	0.55	1.65	5.98	12.78					
	防火2級	0.32	0.63	2.07	6.24	10.87	15.15	19.09	22.83	
裏面杉板表面	耐火加熱	0.49	0.98	2.59	6.94					
	防火2級	0.33	0.66	1.01	2.36	5.63	8.98	12.14	15.08	

注：終了時間は耐火加熱20分、防火加熱40分とする。

8. 考察

8.1 木質材料を外装材に用いた場合の防火性能

今回の実験において、防火2級加熱時の最高到達温度で木質材料の防火性能を検討すると、現在防火構造とされているラスモルタル20mm厚の供試体Aを基準に比較した場合、外装材裏面の温度で見た場合は難燃処理木材を用いた供試体B、C、E、及びFについては、それ以上に優れた性能を示したが、供試体E、及びFについては下地材裏面の温度で見た場合、基準である供試体Aよりも劣った性能となった。これは供試体Eについては、外装材は供試体Bと同等であるが、下地材が供試体Bのせっこうボード12mmという不燃材料に比べ構造用合板9mmという可燃物であったため最高到達温度が高くなってしまったと思われる。またFについては、外装材に用いた難燃処理合板が他の供試体に比べ9mmと薄かったためであると思われる。

8.2 防火2級加熱と耐火加熱の比較

(1) 外装材裏面について、平均到達温度による比較

ある程度2つの値が近似しているものはA、C、及び、Eであった。これらに共通していることは下地材に構造用合板が使用されていることと、C、Eについては両方とも外装材に難燃処理を施した木質系材料を使用していることである。B及び、Dについては、耐火加熱の値が防火2級加熱の値の1.5倍程度となった。これらは、下地材と外装材の組み合わせが、せっこうボードと難燃処理木材、及び、構造用合板と硬質木片セメント板というように、木質系材料と不燃材料を組み合わせたものである。Fについては耐火加熱の値が防火2級加熱の2倍以上の値となってしまったが、これは、外装材の難燃処理木材が他の供試体に比べて薄い9mmであったために、燃え抜けが生じ急激な温度上昇となってしまった為であると思われる。

これらより、耐火加熱20分で防火加熱30分と同等の性能を有する外装材と下地材の組み合わせとしては、木質系材料同士を用いたものが有効的な結果となった。また、木質系材料と不燃材料との組み合わせの場合では有効的であると思われるようなデータは、今回の実験では得られなかった。さらに、薄いもの同士の組み合わせの場合、燃え抜け等が生じ有効的であると思われるデータは得られなかった。このことより、ある程度厚さのある材料を用いる事が必要であると思われる。

(2) 下地材裏面について、平均到達温度による比較

Fを除いて全て、耐火加熱の値が防火2級加熱の値の7割程度であった。このことより耐火加熱の方が温度上昇が緩やかであると思われる。また、前述の表 7-1-3に求められた耐火加熱における外装材の防火性能は、防火2級加熱における外装材の防火性能の7割程度であるという結果にも一致する。

(3) 平均温度時間面積による比較

耐火加熱の値が防火2級加熱の値の5割程度となったが、これは、加熱方法の違いから、耐火加熱は初期には比較的緩やかな温度上昇をし、防火2級加熱では加熱後直ちに急激な温度上昇を始める為であると思われる。

8.3 真壁構造と大壁構造の比較

(1) 炭化深さについて

測定の結果から、大勢を考えると、チリジャクリ内部まで炭化することはなく、内装部分にまで炭化が達することはないと思われる。よって真壁の柱構造であっても大壁と同様な防火性能は得られるものと思われる。

(2) 柱表面とチリジャクリ部分の温度について

大壁構造であるBと真壁構造であるEでは共に外装材に難燃処理木材18mmを用いており、この2つについて比較する。真壁構造の特長であるチリジャクリ部分の温度について検討するため、大壁構造であるBの柱表面温度と真壁構造であるEのチリジャクリの温度についての比較表を表 8-1-1に示す。表 8-1-1から、耐火加熱、防火2級加熱の両方共大壁構造に対して真壁構造は、8割程度の温度上昇しかしていない。このことから、真壁構造は大壁構造と同程度または、それ以上の防火性能を有していると思われる。

表8-1-1 各点平均の最高温度による比較

供試体 記号	測定箇所	最高温度	到達時間	E / B
B-T	柱表面	74	20分	0.86
E-T	チリジャクリ	64		
B-B	柱表面	96	30分	0.76
E-B	チリジャクリ	73		

注：耐火加熱は20分まで、防火2級加熱は30分までの間の最高温度とした。