

防火試験法に関する研究（1）

難燃性試験法についての一実験

阿 部 寛⁽¹⁾
福 井 康 夫⁽²⁾
平 田 利 美⁽³⁾

I 序 言

有機質の一般的特徴として、木質材料は高温において熱分解を起こし、燃焼する。木質材料がそのすぐれた特長を失なわずに、完全に不燃化されることは、現在のところほとんど不可能であると考えられる^{1) 2)}。難燃性という言葉で表現される防火性能は、かかる木質材料の限界内で求められるものである。すなわち、難燃材料は火災の初期において急速な火災の拡大に抵抗することによって生じた時間的余裕を生かして、避難を容易にし、有効な消火活動に入れるようにするという目的をもっている³⁾。

JIS A 1321 に規定されている難燃性試験法では、着炎、残炎、残じん、裏面温度等が判定の支配的因子とされているが、上述された難燃性の意義から、炎の拡大に対する材料の抵抗性を、難燃性判定の規準とすべきであると考えられる。JIS に規定されている難燃性試験法では、どの程度材料の延焼性が見られているか不明であり⁴⁾、本報告はその解明を目的としている。

材料の延焼性の測定には、トンネル型の試験炉⁵⁾が適当と考えられるが、これに要する試験時間が長く、かつ試験片の大なるものを使用しなければならないという不便がある。そこで、本報告では、JIS A 1321 に基づく加熱試験炉⁶⁾によるデータと比較しやすいデータをうるという点から、JIS A 1321 の試験炉を改造した炉を試作して、延焼性に関するデータを測定し、JIS に規定されている難燃性試験法によるデータと関連付けた。

本報告の実験を行なうにあたって、試験炉を製作していただいた木材部応用研究室、佐俣伸太郎技官、藤井光雄技官、高橋武夫技官、加熱試験中の写真を製作してもらった井上 衛技官ならびに加熱試験の実行に協力をうけた日本大学の学生三浦 正氏に謝意を表する。

II 実 験 方 法

A. 延焼性判定のための試験炉（局部加熱炉）

1. 構 造

この炉の製作において必要な条件は、①現行の難燃材料試験法にもとづく全面均等加熱法による試験データと比較しやすいデータをうること、②試験片に着いた炎の拡がり状態がわかりやすいこと、③試験片が特に大きくないこと、④試験所要時間が短く、小人数でできること等である。そのために、Fig. 1 に示されるようなパイプ式小型鉛直炉を製作した。試験片取付棒や試験片移動装置と試験炉バーナーとの相対的位置は Fig. 2 に示されている。試験片取付棒には、60cm×90cm サイズの試験片が設置できるよう

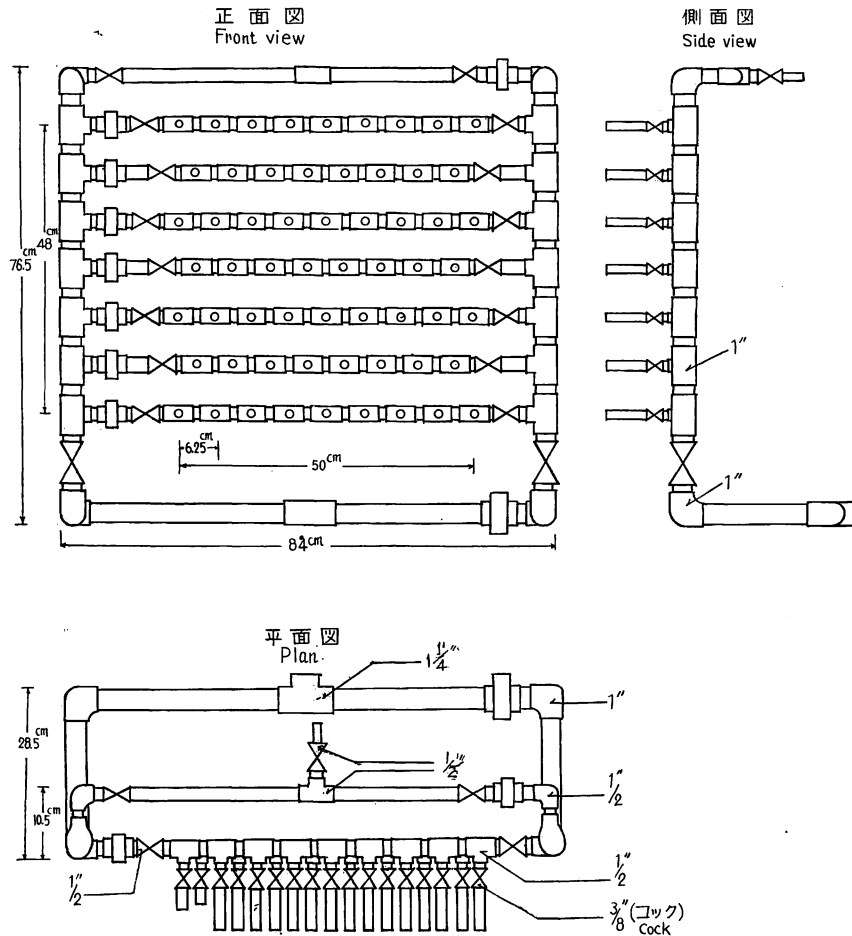


Fig. 1 パイプ式小型鉛直炉におけるガスバーナー部分の構造
The structure of the gas burners (pipe type) in the small vertical furnace,

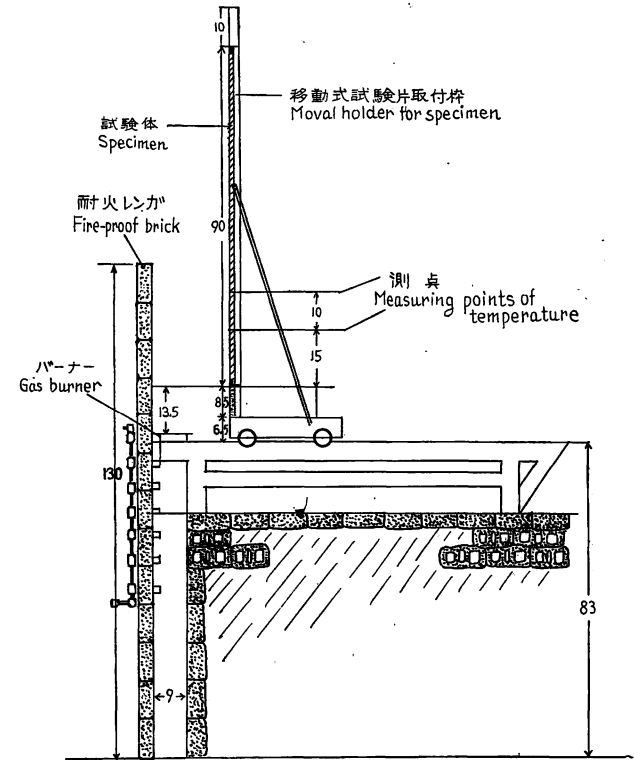


Fig. 2 パイプ式小型鉛直炉
The small vertical furnace with the gas
(pipe type),

になっており、試験片が下部から加熱される局部加熱式である。炉の加熱炎による全面均等加熱面は難燃性試験法のそれと大体同じくらいの $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ の大きさである。試験片の加熱は、試験片移動装置により試験片が炉の炎に向かって前進させられることによりなされる。

2. 炉の性能

①ガス流量は種々に変えることができるが(最大約 $30\text{m}^3/\text{hr}$)、上に述べた条件を満たしうる最低流量は約 $10\text{m}^3/\text{hr}$ である。

②温度の分布状態を加熱時間と関連付けて見れば Fig. 3 のごとくなる。この時の温度の測定位置は Fig. 4 に示している。温度測定は、アルメルクロメル熱電対(径 0.65mm)を使用した。この場合の試験片はパーライト板である。温度規制は Fig. 4 における⑥の点の温度が JIS A1321 に規定されている温度—時間曲線 (Fig. 5 参照) にのるようにしてなされた。

前述の Fig. 3 は以上のごとき条件下における温度分布を示しており、これは縦軸に温度、横軸に時間をそれぞれとっている。Fig. 3 からわかるように、加熱のはじめは試験片の上部の方が下部より高温を示すが、試験片を加熱炎に接近せしめるにつれて、最高温度を示す点が下部に移動している。また、Fig. 6 に斜線で示しているように、Fig. 4 の点⑥を対角線の交点とする $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ の正方形が JIS A1321 に基づくほぼ均等な温度の加熱面に相当しているようである。

③スギ板 400°C 着炎。関係湿度75%、温度 20°C の恒温恒湿室に放置した平衡含水率15%くらいのスギ板(5cm厚)を上述した方法で加熱試験した場合、加熱時間5分40秒、 400°C 前後で着炎する。なお、スギ板は無処理、無欠点材である。

④最初の着炎点は温度測定点⑥の付近である。これは試験片の下部に着炎させ、炎が上部に広がっていくのを観察するうえに好都合である。

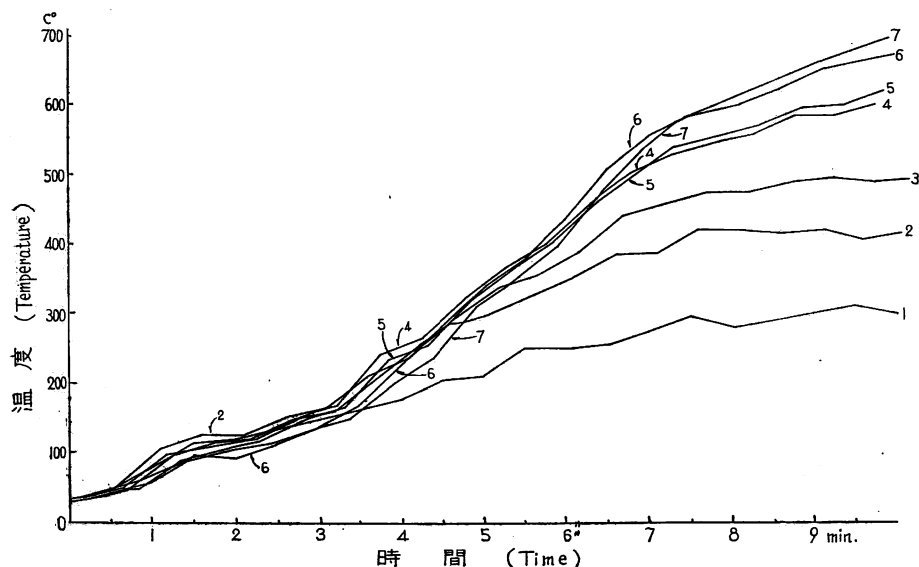


Fig. 3 温度—時間曲線(⑥の点の温度を JIS A1321 に規定された温度—時間曲線にあわせた場合) ガス流量: $10\text{m}^3/\text{hr}$.

The time-temperature curves in the case of which the position No. ⑥ has the same temperature as in the JIS A1321. The rate of the gas supply: $10\text{m}^3/\text{hr}$.

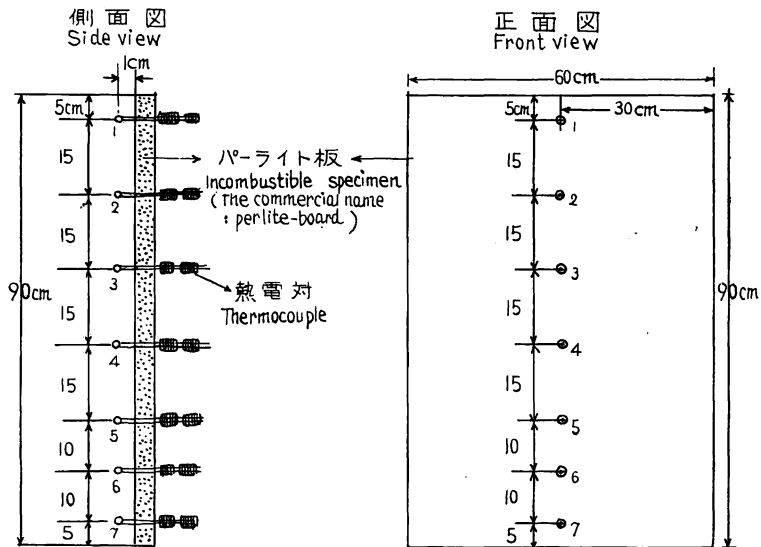


Fig. 4 温度測定位置
The measuring position of temperature.

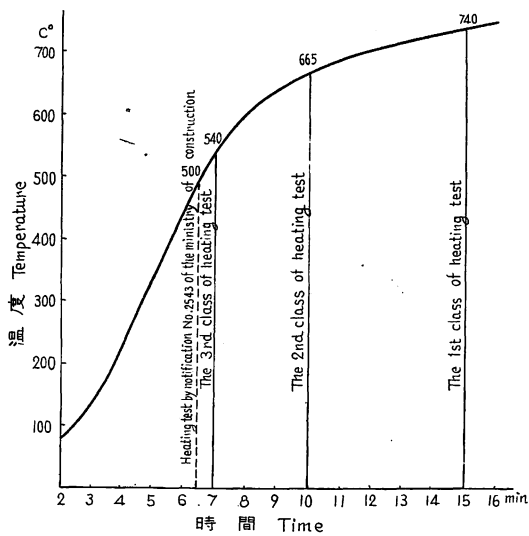


Fig. 5 JIS A 1321 に規定の温度—時間曲線
The time-temperature curve prescribed in JIS A 1321.

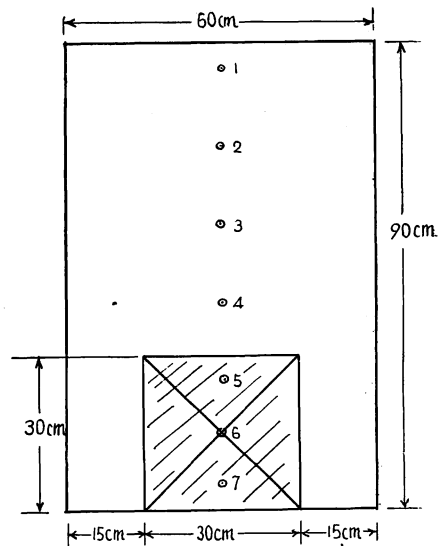


Fig. 6 JIS A 1321 に規定された全面均等加熱面 (斜線の部分)
The overall uniform heating area prescribed in JIS A 1321 (the oblique lined area).

以上の性能をうるために試験片移動装置を上下させたり、この装置の囲いを種々に変えて、周囲からの流入空気による熱気流を変化させたり、ガス流量をいろいろ変えたりした。

B. 全面均等加熱炉

1. 構造

これは JIS A 1321 に基づいたもので、Fig. 7 に示されているようにタンク式炉である。使用される試験片の大きさは 30cm×30cm である。試験片取付枠は鋼製で、試験片を加熱炎に対して所定の位置に保持できる構造のものである。熱源は都市ガス炎で、その熱気流によって加熱面の全面をほぼ均等に加熱する。

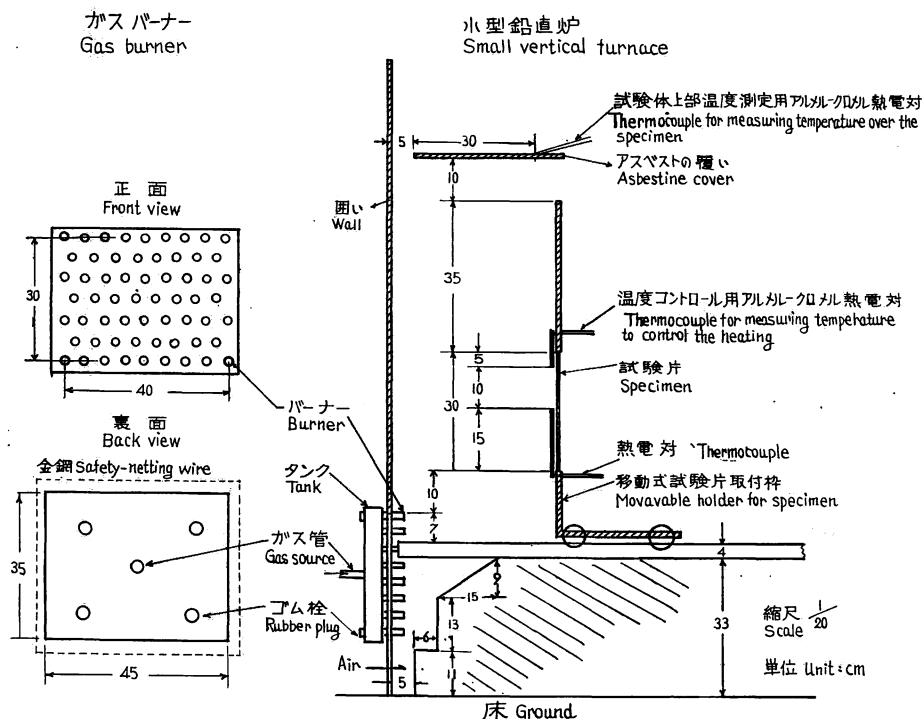


Fig. 7 JIS A 1321 に基づいた小型鉛直炉とそのガスバーナー
The small vertical furnace (tank type) based on JIS A 1321
and the gas burner.

2. 性能

- ①スギ板 400°C 着火。加熱ならびにスギ板の状態は前述のとおりである。
- ②全面均等加熱である。
- ③ガス流量は、10m³/hrである。

C. 試験片

試験片は種々の程度に処理された合板と無処理合板である。試験材料として合板を選んだのは、現在防火上問題になっていることは、合板に関するものが多く、また今日、合板が建築物の内装材料として相当部分を占めており、しかも最も手軽に求めうる材料だからである。なお、樹種はすべてラワンである。

1. 構成

厚さはすべて約 5.5mm である。処理ごとに単板の平均厚さを mm 単位で示せば、次のようになる。

処理記号	構成
(25A)	表板 0.8—中板 4.0—裏板 0.9

- (40A) 表板 0.6—中板 4.0—裏板 0.9
 (HW) オーバーレイ 0.25—表板 0.7—中板 4.0—裏板 0.9
 (AN) 表板 0.5—中板 4.0—裏板 1.0
 (AT) 表板 0.8—中板 4.0—裏板 0.8

2. 処 理

市販の材料であるため、詳しい処理はわからないが、大体は次のごとくなる。

- ① HWは塩化ビニールで表面処理されたオーバーレイ合板で、台板は中板だけ処理されている難燃合板である。
- ② ANは無処理合板である。
- ③ ATは中板だけ処理されている難燃合板である。
- ④ 25Aならびに40Aはともに中板、表裏板とも処理されている難燃合板である。

3. 形状・寸法

局部加熱用の試験片は 60cm×90cm の長方形で全面均等加熱用は 30cm×30cm の正方形である。約 180cm×90cm の合板から、上記の形状の試験片を採取したが、60cm×90cm の試験片にあっては木理を長辺に平行せしめた。

4. 調 湿

関係湿度75%、温度 20°C の恒温恒湿室に放置して含水率を平衡させた。加熱試験直前にこの室から逐次取り出して試験に供した。

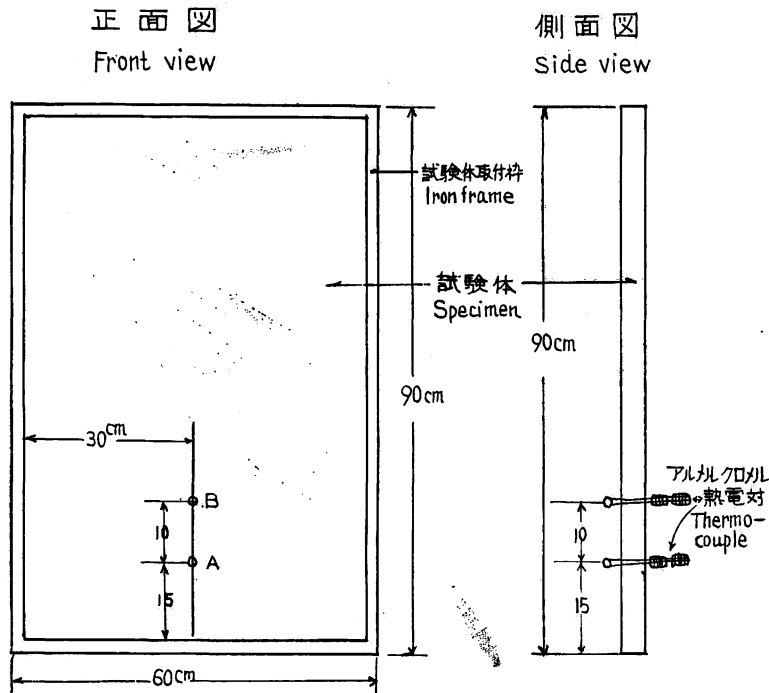


Fig. 8 局部加熱試験における試験片の温度測定点
 The measuring position of temperature on the specimen in the localized heating test.

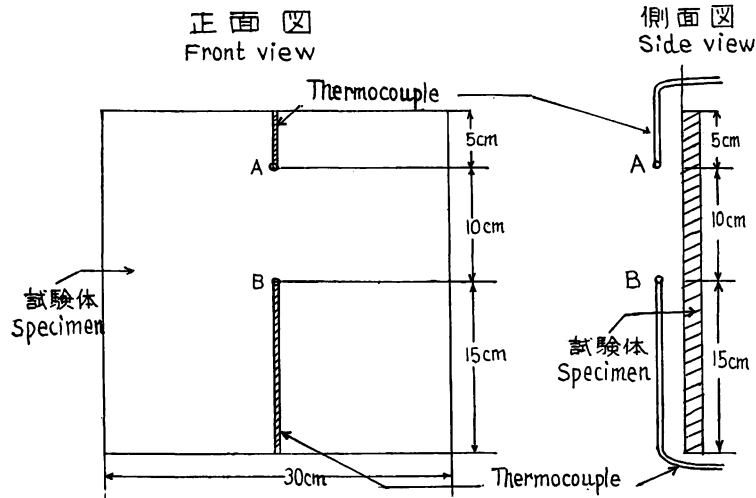


Fig. 9 全面加熱試験における試験片の温度測定点
The measuring position of temperature on the specimen in the overall uniform heating test.

D. 加熱試験

試験手順は、両方の装置についてほとんど同じである。すなわち、上述したごとく、あらかじめ調湿されている試験片を試験片移動装置上の試験片取付枠に木理が垂直になるように固定し、すでに述べた JIS A 1321 に規定されている温度—時間曲線にのせて加熱試験する。この温度—時間曲線について、加熱時間を 6 分 30 秒までにした場合、建設省告示第 2543 号による加熱試験となる。ここでは加熱時間を 6 分 30 秒にし、次の E 項で述べる値を測定する。

温度規制のための温度測定方法は次のとおりである。

イ. 60cm×90cm 試験片の場合には、Fig. 8 の試験片の A および B の位置にドリルで穿孔し、アルメルクロメル熱電対 (径 0.65mm) をさし込み、A で測定した温度が規定の温度—時間曲線にのるようにした*1。なお、A は温度分布図 Fig. 3 の⑩の点に相当する。

ロ. 30cm×30cm の試験片については Fig. 9 に示されているように、A および B の点に通じている熱電対によって、その点の温度を測定し B 点の温度を規定の温度—時間曲線にのせて調整する*2。アルメルクロメル熱電対は氷による零接点冷却器を通過してパイロメーターに至る。

ガス流量の調節は、炉の元管についているコックを開閉して行なう。コック開閉の程度はコックの先についている乾式ガス流量計を使用して上述したガス流量になるようにする。

E. 測定値

1. 変色時間と温度

これは材料の初期のある一定の熱分解を起こす時間ならびに温度と考えられ、熱分解の数的な値は不明だが、肉眼で観察して材料の色と異なった淡い色が材料に生じた時である。これは一見、観察者の主観で一定になり難く思われるが、訓練によりかなり客観的な値がでると考えられる。なお、この値は材料の熱

*1 B 点の熱電対による温度はチェックの意味で測定されたものである。

*2 A および B の 2 点で温度を測るのは、規格 (J. A. S.) にもあるように、いつも全面均等加熱であるよう、この 2 点間の温度差がないようにチェックをするためである。

に対する実用限界を知る際には有効であるように考えられる。

2. 炭化時間と温度

変色よりは相当高度な熱分解程度を示す値で、材料に暗黒色が発生した時をいう。

3. フラッシュ時間と温度

熱分解ガスが瞬間的に、すき透った青色の炎を発生せしめる時と温度で、炎はまだ完全に試験片に定着しない感じである。

4. 着炎時間と温度

炎が試験片に定着し始めた時間と温度で、その炎は、時間的に連続しており、明るい橙黄色を呈するものが大部分である。

5. 残炎時間

炉による加熱を止めてから、試験片に残っている炎が消えるまでの時間である。この場合、6分30秒以後に炎が着いている時間であり、炎の大小は問わない。

6. 重量減少率

次式で示す。

$$\frac{g_0 - g}{g_0} \times 100 = \text{重量減少率}$$

g_0 : 試験前の試験片の重量 g : 試験直後の試験片の重量

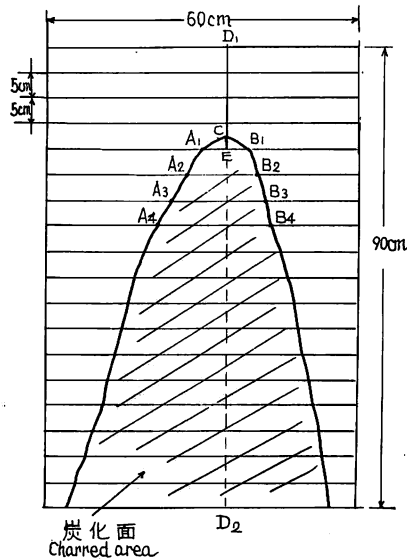


Fig. 10 局部加熱試験における試験片の炭化面

The charred area on the specimen in the localized heating test.

合は0となり、数値として扱いやすいから、未炭化長をとった。

9. 試験体上部温度

この温度測定箇所は、大略次のとおりである。60cm×90cmの場合はFig. 11に測定箇所を示している。すなわち、試験片上端より8.5cmで試験片幅の各4等分点の計3点で測る。熱電対を試験片移動装置に取

これは材料の熱分解量を示すと考えられる。

7. 炭化面積

炭化時間ならびに温度の測定で述べた炭化の色がついている部分の試験後の面積である。次のように近似値として計算する。60cm×90cmの試験片の長辺に直角に、上から5cmごとに直線をひき、Fig. 10に示す線分A₁—B₁、線分A₂—B₂等々の長さを測り、図形A₁B₁B₂A₂や、図形A₂B₂B₃A₃等々の面積を台形として計算し、これを合計して炭化面積とする。ただし、図形A₁CB₁は三角形として計算するため線分CEの長さを測定する。なお、これらの長さを測る前に、あらかじめ、炭化面と未炭化面の境界を鉛筆で区別する。

8. 未炭化長

Fig. 10における線分CD₁の長さをいう。これは炭化面積とともに延焼性を示すと考えられる。延焼性を示すには一般に炭化長(CD₂)がよいように思われるが、試験片上端まで炭化されたものにおいては未炭化長の場合

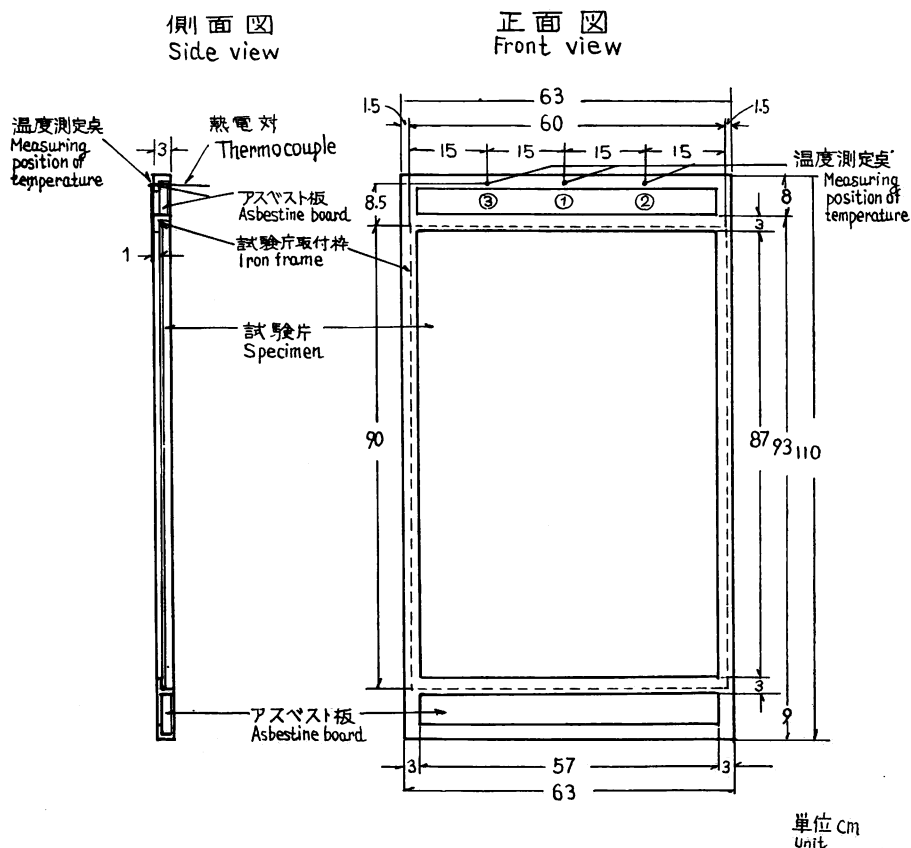


Fig. 11 局部加熱試験における試験体上部温度測定点

The measuring position of temperature over the specimen in the localized heating test.

The number of measuring position corresponds to that in Fig. 22.

り付けたため、加熱時間の経過に従って水平に移動する。30×30cm試験片は 30cm×90cm試験片の場合と異なり、炉の上部の覆として固定されたアスベスト板に熱電対があるための測定点が固定されており、一点だけで測っている。Fig. 12 にその大略を示す。

この両方に使用されている熱電対は、ともに径 0.65mm のアルメルクロメル線で、60cm×90cm 試験片の方は、打点間隔 5 秒、12 点の自記記録計に通じ、30cm×30cm 試験片の方は一点のペン書き記録計に通じている。この測定のためには、試験片から発生する可燃性ガスによる炎の強さにある。すなわち、高温のものほど強大な炎の発生を示すと考えられる。

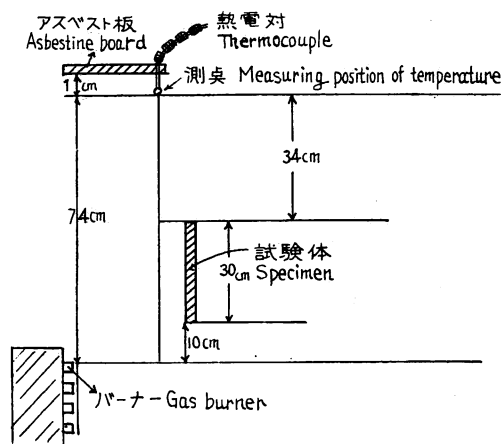


Fig. 12 全面加熱試験における試験体上部温度測定点
The measuring position of temperature over the specimen in the localized heating test.

III 結果および考察

A. 測定値一覧表ならびに写真

測定値は一覧表にして Table 1 に示している。

この表において残炎の項については、着炎しなければ斜線 (/), 着炎しても加熱を止めると同時に消炎すれば 0, また炎が試験片の裏面にまわり、これを注水消火すれば∞で、これを表わしている。時間の単位は分と秒で、それぞれ ('), (") で表わしている。

各試験片の試験後の写真は Fig. 13 に示している。この写真から分かることは、

(1). 無処理試験片は Fig. 13—1 に示されるように最上端まで燃焼しており、試験片の裏面に炎がまわったため途中で消火したが、放置すれば燃焼が拡大し、炭化面ももっと拡大するはずである。途中で消火しても、なお裏面まで炭化しているのが認められる。

(2). 処理試験片は、Fig. 13—2 ~ Fig. 13—4 に示されるように上端まで炭化が進んでいないし、炭化

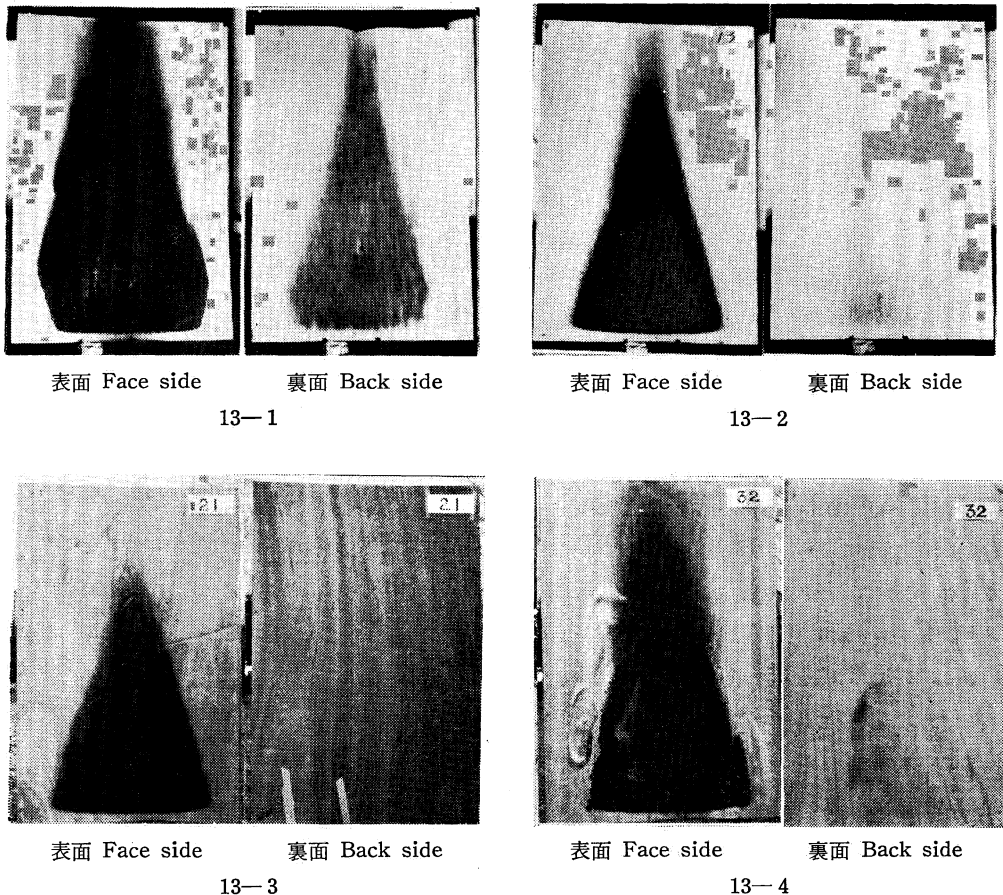


Fig. 13 加熱終了後の 60×90cm の試験片 (処理方法, 処理薬剤はそれぞれ異なる)

The specimens with 60cm×90cm in dimension after the heating-test.

(The degree, the chemicals and the methods of treatment are different.)

Table 1. 測定値一覧表

Values of measurements.

Size of specimens	60cm × 90cm						30cm × 30cm				
Measurement	Non charred length	Charred area	Flaming duration after heating	Time to flame	Time to charring	Ratio of wt. loss	Flaming duration after heating	Time to flash	Time to charring	Time to discoloration	Ratio of wt. loss
No. of specimens											
	cm	cm ²				%					%
21 (25A 1)	30.0	1363	0	6' 25"	6' 10"	3.5	/	6' 18"	4' 15"	3' 20"	16.1
24 (25A 2)	31.5	1375	/	/	5' 10"	4.3	/	5' 44"	4' 35"	3' 45"	20.3
25 (40A 1)	30.0	1267	10"	6' 24"	5' 24"	4.8	/	5' 54"	4' 30"	3' 50"	19.2
27 (40A 2)	39.0	1121	/	/	5' 04"	3.3	/	6' 28"	4' 30"	3' 30"	16.2
32 (HW 1)	10.0	2023	4' 33"	4' 56"	5' 46"	5.0	3' 57"	5' 47"	3' 55"	3' 20"	26.8
35 (HW 2)	2.5	2678	1' 20"	5' 18"	4' 33"	8.8	1' 46"	6' 08"	4' 10"	3' 30"	26.7
1 (AN 1)	0	2425	∞	6' 19"	—	—	1' 21"	5' 50"	5' 15"	4' 00"	30.6
3 (AN 2)	0	2658	∞	5' 42"	4' 34"	—	2' 28"	5' 58"	5' 15"	3' 55"	33.0
6 (AN 3)	0	2428	∞	5' 39"	5' 35"	—	3' 34"	6' 02"	5' 20"	4' 16"	32.4
8 (AN 4)	0	2338	5' 55"	4' 59"	—	—	3' 57"	6' 20"	5' 30"	4' 10"	39.6
9 (AN 5)	0	2253	4' 56"	5' 41"	—	—	3' 23"	6' 01"	5' 20"	3' 50"	34.3
12 (AT 1)	14.5	1691	11"	6' 07"	3' 55"	4.6	26"	6' 10"	4' 15"	3' 10"	14.9
13 (AT 2)	21.0	1507	25"	6' 18"	4' 10"	4.5	8"	5' 44"	4' 00"	3' 00"	21.1
15 (AT 3)	4.0	2145	54"	5' 45"	4' 18"	7.6	5"	5' 25"	3' 50"	3' 10"	29.6
17 (AT 4)	7.7	2022	45"	5' 37"	4' 05"	7.2	4"	5' 35"	3' 50"	3' 00"	29.0
19 (AT 5)	15.5	1766	1' 50"	6' 01"	4' 22"	4.6	17"	5' 45"	4' 00"	3' 30"	21.3

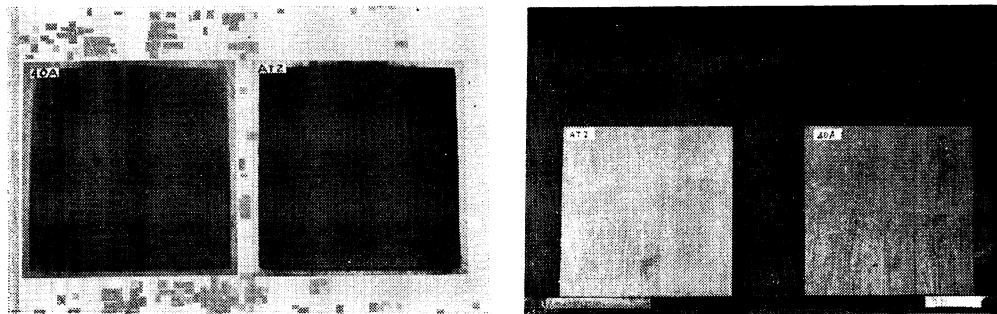
Annotation :

- ① Second and minute are expressed as (") and (') in the table respectively.
 ② The ratio of wt. loss is calculated by the following equation ;

$$r = \frac{g - g_0}{g_0} \times 100$$

Where r is the ratio, g is wt. of the specimen after the test and g_0 is wt. of the specimen before the test.

- ③ ∞ express that the flame occurred in the backside of the specimen.



1. 表面 Face side

2. 裏面 Back side

Fig. 14 加熱終了後の 30cm×30cm の試験片

(40Aは着火しない。AT 2は着火するが、いずれも表面は全面炭化している。)

The specimen with 30cm×30cm in dimension after heating-test.

The 40A specimen does not ignited but the AT 2 specimen ignited. Both are treated but the kind of the treatment are different between 40A and AT 2. In the case of this dimension of the specimen, the charred areas are almost same.

面の形はほぼ三角形をなしているのが認められる。裏面はほとんど炭化していない。

(3). 30cm×30cm の試験片では、Fig. 14 のように、着火するものでも、着火しないものでも著しい差異は認められない。

60cm×90cmの試験片について、無処理と処理の加熱試験中の状態の変化の一例を示したのが Fig. 15 である。この処理はAT処理である。この写真からも、処理と無処理では、着火時間にあまり差は認められないが、着火した後の炎の拡大と残炎等に明白な区別が出ているのが分かる。

B. 未炭化長と 30cm×30cm 試験片の残炎

この関係をグラフに図示したのが Fig. 16 である。ここでは、横軸に残炎時間、縦軸に未炭化長をとっている。すなわち、未炭化長の大きなものは残炎が極端に小さく、未炭化長が小さくなるにつれて、残炎

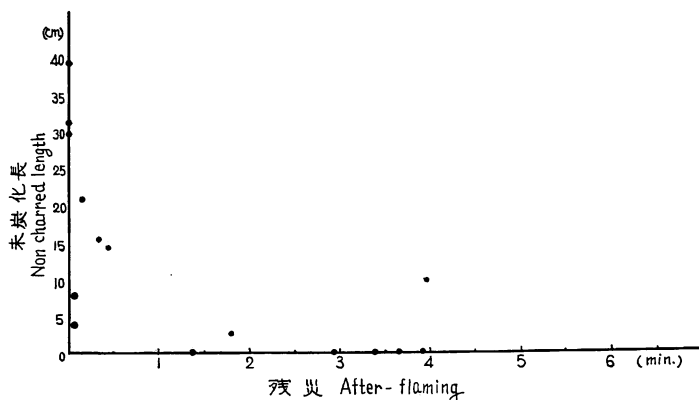


Fig. 16 未炭化長と 30×30cm 試片の残炎

The non charred length and the flaming time after the heating.

Dimension of specimens for the non charred length: 60cm × 90cm.

Dimension of specimens for flaming time after the heating: 30cm × 30cm.

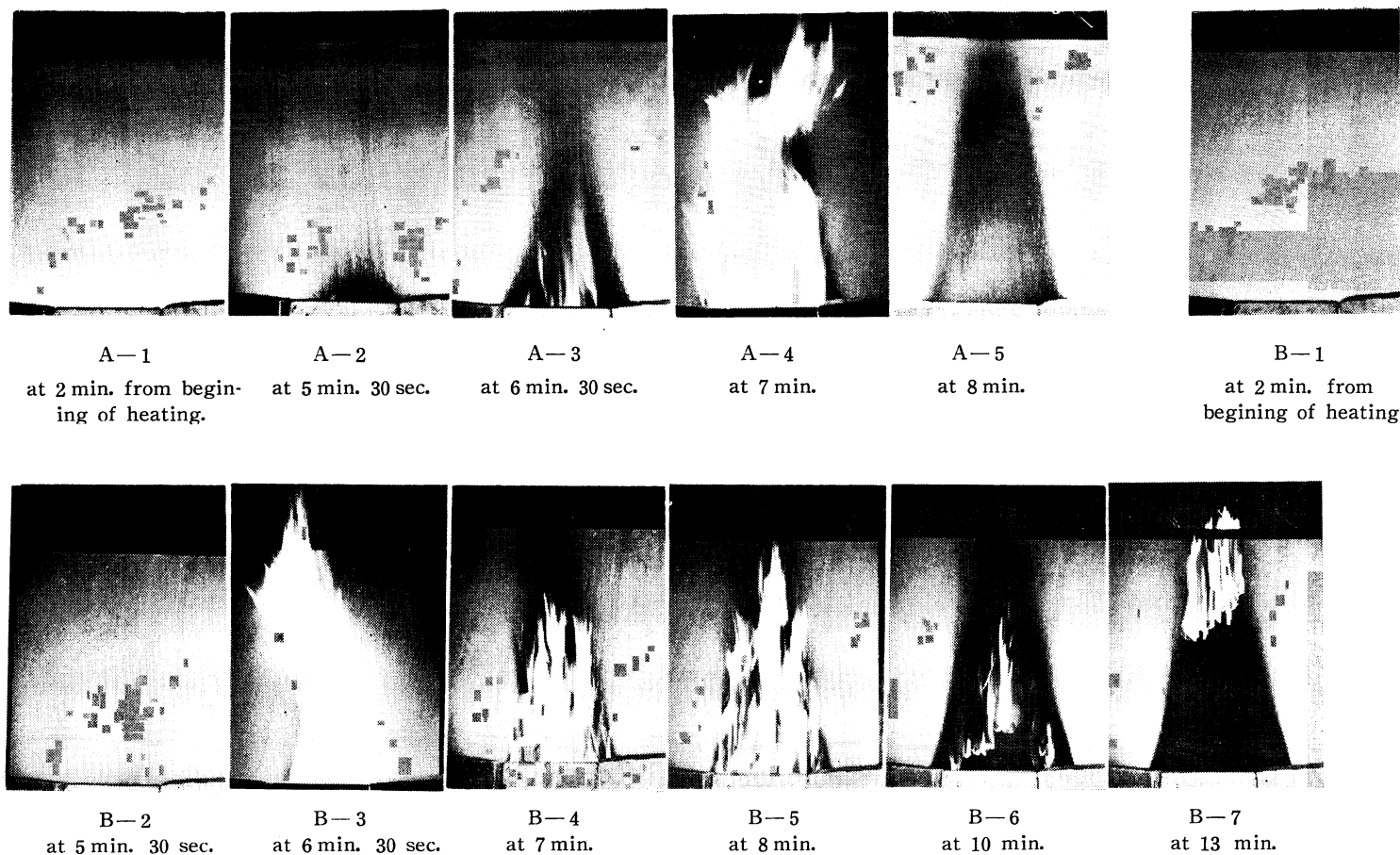


Fig. 15 加熱中の試験片の変化の状況 (Aは処理, Bは無処理)
Burning of treated specimen as compared with untreated specimen in the heating test.
The specimen with sign A is treated, and B untreated.

が双曲線的な傾向で大きくなっているといえよう。なお、この一般的な傾向からずれている例も二、三ある。

このグラフにおいて留意すべき点は、①炭化が試験片上端に達したものがすべて、未炭化長 0 cm としたこと。すなわち、試験片が 90cm より大きい場合には当然 0 cm 以外のそれぞれ異なった値で表わしうると考えられるものや、その時も 0 cm なるものもすべて含めて 0 cm としている。試験片 90cm の場合には、負の符号をとる数値を与えるべきなのを、その数値が不明で、すべて 0 cm としている。これはこのグラフに双曲線的傾向を与えるのに役立っていると考えられる。

②残炎は処理むら、すなわち処理の不良の所ほど大きいとすれば、僅かの処理むらが生じて、そこに炎の残る可能性が大きいと考えられる。一方炭化長は、次元が長さであり、処理むらに影響される可能性が時間を単位とする残炎に比べはるかに小さいと考えられる。これがこのグラフの一般的傾向に反する測定値を生じている原因の 1 つと考えられる。なお、処理むらは木質材料の組織からみて、溶液処理においては十分考えられる。

C. 未炭化長と炭化面積

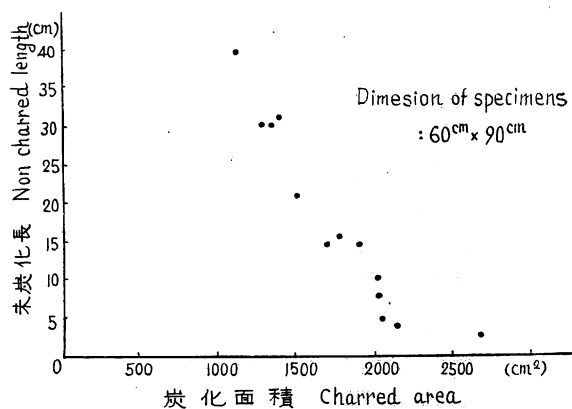


Fig. 17 未炭化長と炭化面積

The non charred length and the charred area.

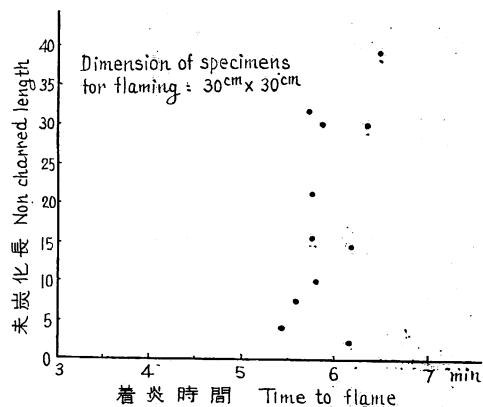


Fig. 18 未炭化長と着火時間

The non charred length and the time to flaming.

この炭化面積は 60cm×90cm 試験片に関するもので、これら 2 量間の関係が深ければ深いほど、延焼性をどちらか一方の量で判定してもよいことになる。横軸に炭化面積、縦軸に未炭化長をとってグラフに図示すれば、Fig. 17 となる。

なお、Bで述べた①の理由から、これ以後のグラフから未炭化長 0 を除いている。このグラフから、これら 2 量間に非常に密接な関係のあるのが分かる。この関係は、負の符号を持つ直線に近い。すなわち、未炭化長大なるものほど炭化面積が小さく、その増減の度合は直線的であるといえる。

D. 未炭化長と着火時間

着火時間は 30cm×30cm 試験片に関するものである。着火時間は木質材料の熱分解で生じた可燃性ガスが着火濃度に達する時間を表わすと考えられる。この場合の着火時間は加熱後最初に炎が発生した時間である。すなわち、フラッシュ時間若しくは、これが無い場合は着火時間がこれに相当する。Fig. 18は、横軸に着火時間、縦軸に未炭化長をとったグ

ラフである。このグラフからこれら2量間の関係を述べるには、かなりの危険性がともなうと考えられるが、本実験では大体縦軸に平行な直線的な関係があるように思われる。すなわち、未炭化長が大きくても、小さくても、着炎時間は一定に近い。

E. 未炭化長と重量減少率

重量減少率は、30cm×30cmの試験片に関するもので、これを横軸に、未炭化長を縦軸にとったグラフが、Fig. 19である。このグラフからかなり大ざっぱではあるが、これら2量間に負勾配の直線関係を見い出せる。重量減少率は、試験片の熱分解程度を表わしていると考えられる。なお、炎が裏面に達した場合、注水消火するため、その試験片の重量減少率は計算できないことは付記しておく。

F. 未炭化長と炭化時間および未炭化長と変色時間

未炭化長を縦軸に、30cm×30cm試験片の炭化時間を横軸にとれば、Fig. 20のごとくなる。これら2量間の関係は未炭化長と着炎時間のそれに似ている。すなわち、ほとんど縦軸に平行、若しくは僅かに正の勾配の直線で表わしうよう

に見える。したがって、未炭化長の大なるものは小なるものに比較して、ごくわずかばかり炭化の速い傾向がうかがわれる。2つの関係が(D)で述べた着炎時間と未炭化長の関係に類似している。これについては、炭化はある一定の熱分解を示す時間と考えられることと、着炎は初期の熱分解による生成可燃性ガスのある一定濃度および加熱試験中の輻射の影響を示すと考えられることを、

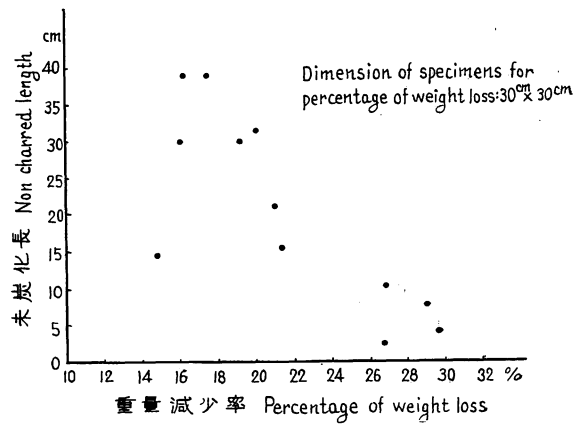


Fig. 19 未炭化長と重量減少率
The non charred length and the percentage of weight loss.

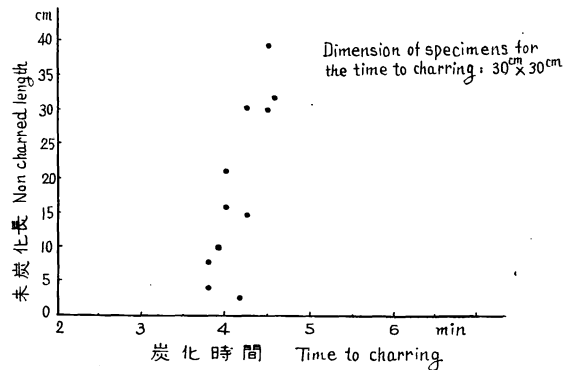


Fig. 20 未炭化長と炭化時間
The non charred length and the time to charring.

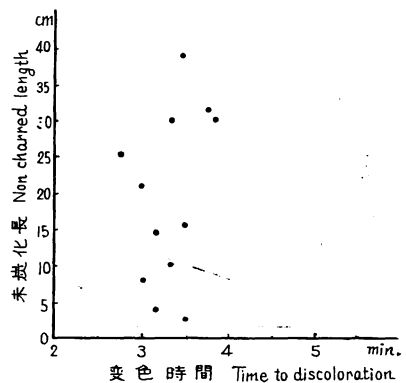


Fig. 21 未炭化長と変色時間
The non charred length and the time to discoloration.

Note: The every value of the non charred length is for the specimen of dimension 60cm×90cm, and the time to discoloration is for dimension 30cm×30cm.

思いあわせれば、理由は得られるかもしれない。なお、未炭化長と変色時間の関係も、上述されたものとほとんど同じように見え、Fig. 21 に示してある。

G. 試験体上部温度

1. 60cm×90cm試験片

これらの代表的な4つの例を図示すれば、Fig. 22 のごとくなる。加熱を始めてから5分30秒前後までは、無処理、処理のそれぞれの試験片の上部温度は大して変わらない。しかし、有機材料であっても着火するものは、着火と同時に急激に温度を上昇し、着火しないものとはっきり区別できる。最高温度および加熱を止めてからの傾向が、処理と無処理試験で異なっている。これを表にすれば、Table 2 となる。すなわち、難燃処理試験片は最高温度が低く、熱源を止めると急激に温度が下降している。無処理試験片は、それに比べ最高温度が高く、熱源を止めてもなかなか温度が低下しない。これは残炎が影響しているためであると思われる、この傾向は、試験体上部温度測定点①で著しい。②③では、着火しても、無処理と処理ではあまり変わらない。これは、無処理試験片では、熱源を止めた後も燃焼しつづける、側面や裏面に炎がまわるので途中で注水消火したためである。なお、着いた炎の拡がり方を Fig. 15 の写真に示している。

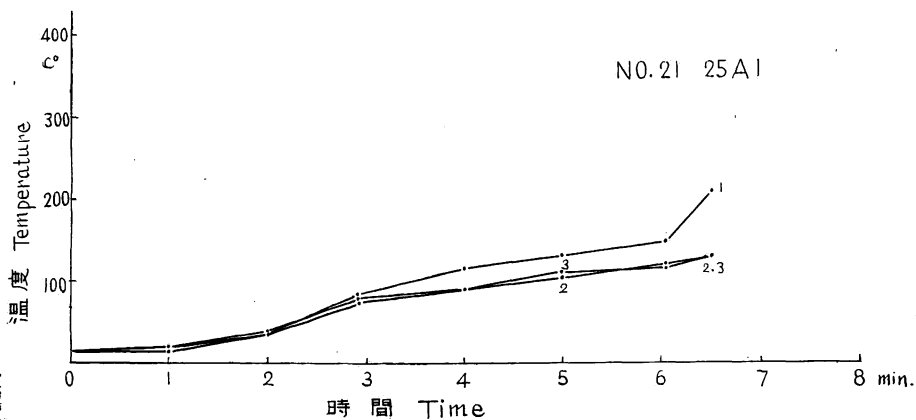


Fig. 22—1 60cm×90cm 試験片の試験体上部温度
Temperature over the 60cm×90cm specimen.

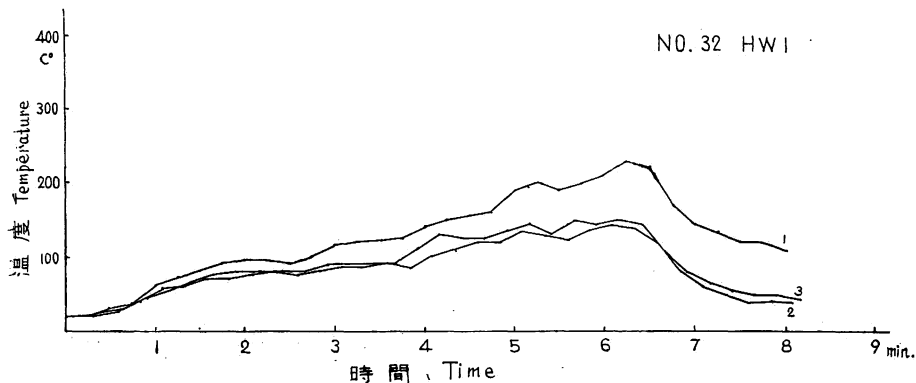


Fig. 22—2 Temperature over the 60cm×90cm specimen.

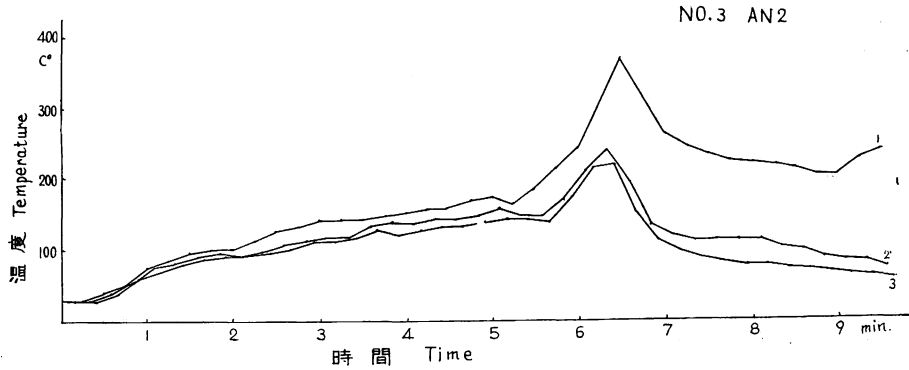


Fig. 22-3 Temperature over the 60cm×90cm specimen.

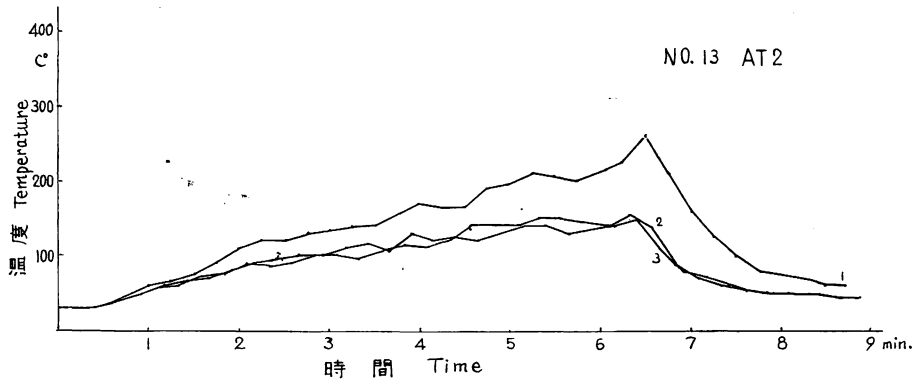


Fig. 22-4 Temperature over the 60cm×90cm specimen.

Table 2. 60cm×90cm 試験片の試験体上部温度
Temperature over the 60cm×90cm specimen.

Treatment	Sign of specimen	Maximum temperature	Temperature with the lapse of time after the heating ceased.		
			30 sec	1 min 30sec	2 min 30sec
Untreated	AN 1	375°C	310°C	340°C	200°C
	AN 2	370	265	220	200
	AN 3	360	250	215	295
	AN 4	355	255	275	300
	AN 5	400	225	225	235
Face and rear veneer are untreated, but core is treated	AT 1	280	215	below 150以下	—
	AT 2	265	160	80	below 60以下
	AT 3	340	160	90	70
	AT 4	300	150	below 90以下	—
	AT 5	250	145	90	below 80以下

Face and rear veneer and core are treated	25A 1	210	—	—	—
	25A 2	205	110	below 70以下	—
	40A 1	220	105	80	—
	40A 2	200	below 30以下	—	—
Above AT treated fancy plywood, which is overlaid by polyvinylchloride resin	HW29	280	200	below 90以下	—
	HW30	230	200	140	85
	HW32	225	145	115	—
	HW35	310	135	75	—

Notation: The AT treatment is one which the specimen with sign AT has.

2. 30cm×30cm 試験片

JIS A 1321の全面均等加熱試験における試験体上部温度変化を、多くの試験例から代表的なものをグラフにしたのが Fig. 23 である。この図でDは着火しないもので、特徴ある温度変化を示している。一方、

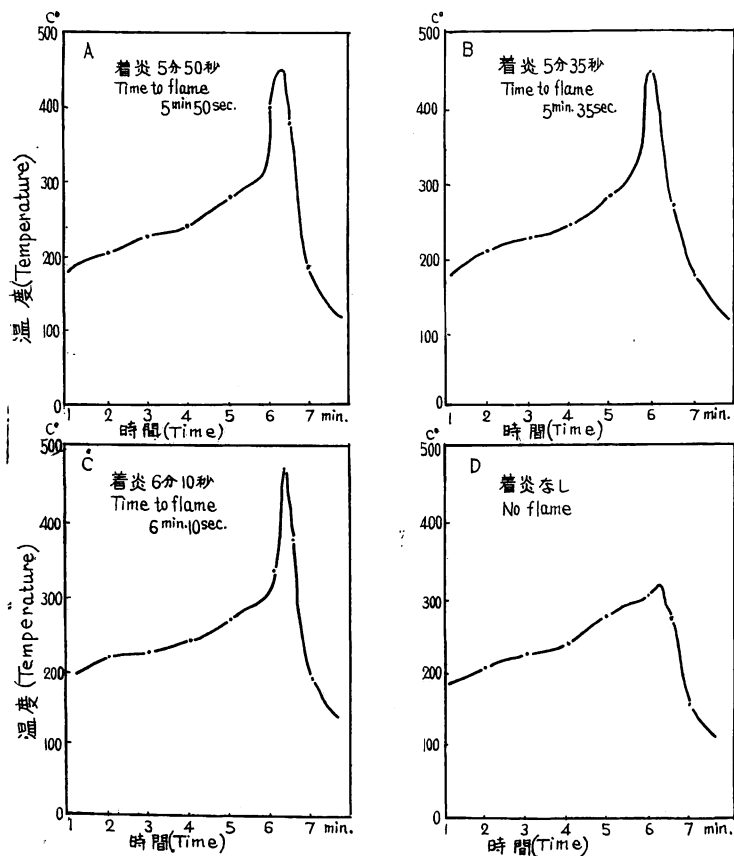


Fig. 23 試験体上部温度 (30cm×30cm 試験片)
Temperature over the specimen (30cm×30cm).
Note: The heating test in according to JIS A 1321.

A, B, C は着炎したものであるが、着炎時間と、炎の持続時間（加熱時間と着炎時間の差から着炎後途中で炎が消えていた時間を差引いた時間、すなわち、この試験では、6分30秒までは炎が着いていた時間の合計）が異なれば、最高温を示す時間に相違があるが、無処理試験片と処理試験片の差があまり明白に示されていない。

以上から、試験体上部温度では、60cm×90cm 試験装置の方が、より明確に差を出しうると考えられる。なお、30cm×30cm 試験装置と、60cm×90cm 試験装置とは、測定点等が同一でないから、すなわち、30cm×30cm 試験装置では測定点が固定されているが、60cm×90cm 試験装置では試験片と同時に移動するから、比較するにはあまり好ましいとはいえないが、これら両装置による試験体上部温度の差には、本質的に影響するものと考えられない。

本実験の結果から難燃性を判定するためには、全面均等加熱方式よりも局部加熱方式の方が好ましいことが一応分かったが、使用した加熱装置は試作のもので、炉の構造、性能上不十分なところもあり、性能判定法にも問題があるので、この実験に基づいて改良製作した加熱装置を用いて難燃性を判定する方法をさらに明らかにするつもりである。

IV 摘 要

A. 建築材料、なかんずく、木質材料の難燃性を判定するために、加熱試験装置を設計試作した。この試作炉による試験と同時に、旧来の試験炉で全面加熱試験（試験片サイズ30cm×30cm）を行ない比較した。

B. これらの試験では、変色、炭化、フラッシュ、着炎等の生ずる時間、6分30秒で加熱中止後の残炎、試験体上部温度、炭化面積、未炭化長等を測定した。

C. 難燃合板と無処理合板の燃焼傾向には Fig. 13～Fig. 15 に示す加熱試験後ならびに試験中の試験片の写真から、30cm×30cm 試験片については、ほとんど相違が認められないが、60cm×90cmの試験片については明りょうな差が認められ、JIS A 1321に規定されている試験片の全面均等加熱試験の欠陥を明示している。

D. 炎の拡がりの傾向は 60cm×90cm 試験片における未炭化長、炭化面積、試験体上部温度等でかなり良く表わされうが、30cm×30cm の試験片、すなわち、旧来の試験炉による加熱試験ではあまり測定できなかった。

E. 残炎時間と炎の拡がりとは大体において、関連性は認められるが、処理むらの部分に残ると考えられるごく小さい炎であっても、残炎とし測定されるため、残炎だけで難燃性を判定するのは、かなり危険であると思われる。

F. 着炎時間ならびに炭化時間に関しては、着炎するものにおいては、処理試験片と無処理試験片の間に大して差は発見されず、難燃性を判定する要素とするには、問題点があるように思われる。

文 献

- 1) Metz, L. : Holzschutz gegen Feuer. 2 Aufl. (1942)
- 2) 森本 博 : 燃える材料と燃えない材料, 材料と設計, 4, 2, (1958)
- 3) 浜田 稔ほか : 防火建築関係, JIS と建築基準解説, (1959)
- 4) 星野 昌一 : 立体試験炉による内装材料の難燃試験, 日本火災学会論文集, 11, 2,

pp. 59~63 (1961)

- 5) Standard Method of Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials, ASTM Standard, Part 5, pp. 1178~1184 (1961)
- 6) 浜田 稔ほか：難燃性試験用小型炉の試作とその性能について，日本火災学会論文集，**11**，2，pp. 32~39 (1961)

Studies on Testing Methods of Fire Proofing (1).
The experiment of testing methods of fire retarding.

Hiroshi ABE, Yasuo FUKUI and Toshimi HIRATA

(Résumé)

1. In order to determine the fire retarding qualities of building materials, especially the wood based materials, experimental furnace equipment for the heating test was designed and made. By this trial test furnace, the localized heating test which kept the temperature non-uniform on the front face (size 60cm×90cm) of specimens and, by the usual test furnace, the overall uniform heating test which kept temperature uniform on the front face (size 30cm×30cm) of specimens, were done, and then the results of these two kinds of tests were compared.

2. In these tests, the time from beginning of the heating to discoloration, charring, flash, and flame, the flaming duration after the heating, the temperature over the specimens, the charred area (only in 60cm×90cm specimens), and the non-charred length which is the distance from the top of charred area to the upper end of the specimen (in 60cm × 90cm specimens) were measured.

3. Photographs of specimens after and during the heating testes (see in Fig. 13~15) reveal that there is a difference between burning for the untreated and the fire retardant (treated) plywoods with respect to the specimens (size 60cm×90cm) for the localized heating test, whereas there is little difference in the case of specimens (size 30cm×30cm) for the overall uniform heating test. The overall uniform heating test makes clear the disadvantage.

4. The flame spreading is well expressed in the values of the non-charred length, the charred area, and the temperature over the specimen for the localized heating test, while there is not much of value in the measurements for the overall uniform heating test.

5. Generally there is a relation between the flame duration after the heating and flame spreading. It should be noted that even if the flame which may remain on the poorly treated part in the specimens is very small, it is measured as the flaming duration after the heating.

Therefore, the question is to determine the fire retarding capability of the materials on the basis of the flaming duration after the heating alone.

6. In the flamed materials, the difference between treated and untreated specimens is quite small from the beginning of the heating to the flame and charring stage, so it would seem that these measurements values are not important elements determining the fire retarding qualities.