

# 新設標準火災試験炉の概要とB級防火仕切 及び防火扉の試験結果例について

小池正衛\* 金子俊男\*

An Outline of the New Standard Fire Test Furnace and Some Results  
of Tests on Fire Retarding Bulkheads and Fire Proof Doors

By

Masae Koike and Toshio Kaneko

The details of method of the standard fire test have been regulated in Chapter II, Part D, of the Interational Convention on the Safety of Life at Sea 1960 (the so-called SOLAS). In these regulations, it is required for specimens to have a surface of approximately 50 square feet (or 4.65 square metres) and height of 8 feet (or 2.44 metres) resembling as closely as possible the intended construction etc.

As the former fire test furnace in the Ship Research Institute, Ministry of Transport, had become obsolete and insufficient in size to carry on the standard fire test conforming to the new regulations, an improved large-sized fire test furnace was newly installed there in 1966.

This report presents the outline of the new furnace, and some results of fire tests conducted in it on 20 types of fire retarding bulkheads and 5 types of fire proof doors attached to those bulkheads.

## 1. 序 言

陸上建築物については50年以上も前から実物大に近い構造部材の耐火試験が行なわれているが、船舶の場合この種の試験については、1960年の海上人命安全条約(通称 SOLAS 60年条約と云う)によって標準火災試験の方法が具体的にきめられるまでは、国際的に共通する基準は存在していなかった。SOLAS 60年条約に於て試験の寸法が実物大に略近い(高さ 2.44m, 巾 1.91m以上—8 フィート×6 ¼ フィート—及び面積, 4 m<sup>2</sup> 65~50 平方フィート) 以上という寸法と、これに伴う若干の規制がきめられ、昭和40年5月に条約は発効した。月島時代の古い火災試験炉は同条約で定められた標準火災試験には小型のため利用できず、この1両年の間に必要に応じ建設省建築研究所及び東京都建築材料検査所の炉に依り試験を行なっていたが、40年度に三鷹集中整備計画の一環として新試験炉が整備された。

本文はこの試験炉の概要と若干の試験結果を報告し関連する二、三の問題点について解説を行なったものである。

## 2. 新試験炉の概要

新試験炉の概要を表1に示す。表中には月島時代の旧試験炉及び国内の他の施設も比較してある。

### 2.1 炉の構造について

図1に示す通り、この炉はガスバーナー及び配管系をもった炉体と、炉体正面から軌条に沿って移動し得る試験体用枠付台車及び加熱温度制御装置並びに温度記録装置からなっている(写真1)。炉体は耐火煉瓦と断熱煉瓦にて積み、型钢及び鋼板で補強している。

ガス配管系は炉体背面に設け(写真2)ガスバーナー群は加熱面を水平方向に3区分し、夫々の系統に分けて制御が行なえるようになっている。

台車は型钢、鋼板及び車軸部からなり、キャスタブル(断熱材の一種)で防熱された鋼製枠が固着され、炉体加熱面と垂直に軌条の上を移動し得るようになっている。台車車軸は3軸で安定し、前軸は試験に際し炉体に設けられた凹入部に入りこむ構造とし、試験の際には台車及び供試体が炉体に密着するような配置となっている。

### 2.2 加熱面の寸法について

炉体加熱面の寸法は高さ2.44m, 巾3.00の隔壁標本

\* 艦装部

表 1 炉 の 比 較 表

試験炉 項目	新 試 験 炉 (三 鷹)	旧 試 験 炉 (月 島)	建築研究所の炉	都建築材料検査所 の炉
炉 の 型 式	縦型無載荷炉	同 左	縦型載荷炉	同 左
炉 の 用 途	壁 体 専 用	壁 体 甲 板 兼 用	壁 体 専 用	壁, 柱 体 兼 用
供 試 体 寸 法 (最大)	高 巾 2.50m 3.00m	2.20m 1.30m	3.00m 3.00m	3.00m 3.00m
加 熱 面 積	m <sup>2</sup> 7.50	2.86	9.00	9.00
使 用 燃 料	L. P. G	都 市 ガ ス	都 市 ガ ス (L. P. G 併 用 可)	都 市 ガ ス
加 熱 時 間	1 時 間 以 上	1 時 間 以 上	2 時 間	2 時 間
加 熱 温 度 最 高	1,000°C 以上	約 1,000°C	約 1,000°C	約 1,000°C
加 熱 温 度 制 御 方 式	自 動 制 御 (手 動 可 能)	手 動	手 動	自 動 制 御 (手 動 可 能)
供 試 体 運 搬 台 車	正 面 移 動 方 式	正 面 移 動 方 式	加 熱 面 に 平 行 移 動 方 式	柱 体 の み 正 面 移 動 方 式
温 度 記 録 法	自 動 記 録 方 式	同 左	読 取 記 録 方 式	自 動 記 録 方 式
運 搬 設 備	遠 隔 操 作 式 電 動 ホ イ ス ト (2.5\$)	手 動 式 チ エ ン プ ロ ッ ク	同 左	天 井 走 行 ク レ ーン (3\$)
備 考	試 材 室 (恒 温 恒 湿) が 付 属 する			

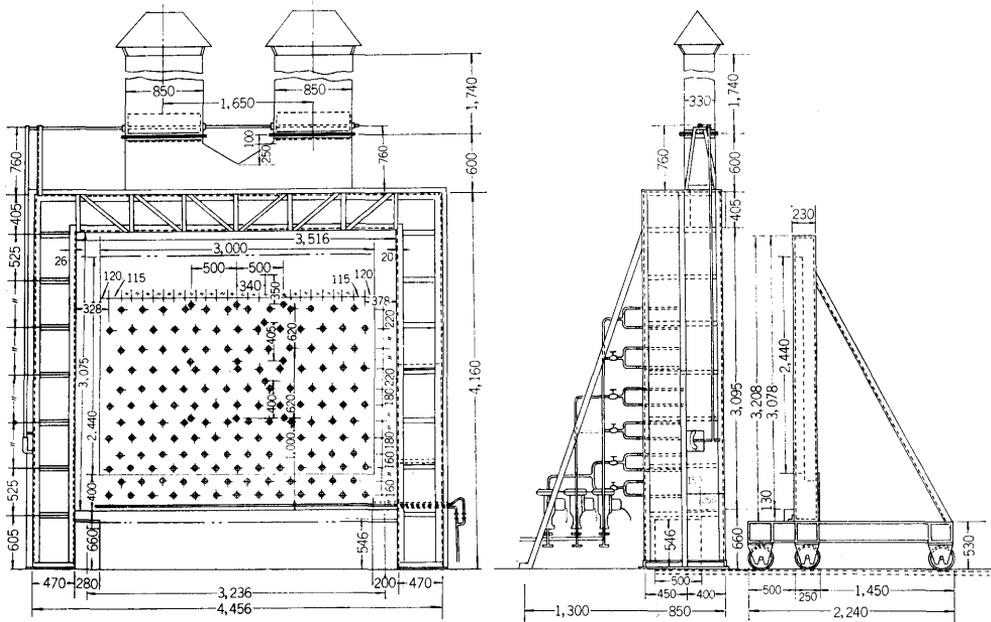


図 1 標 準 火 災 試 験 炉

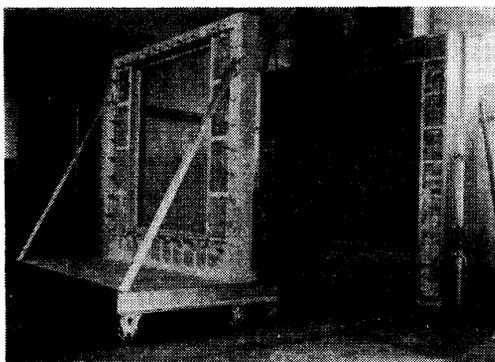


写真 1 標準火災試験炉正面

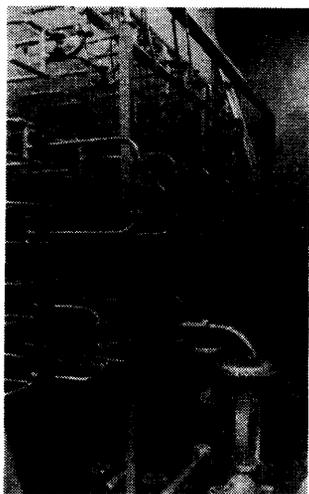


写真 2 標準火災試験炉背部

を試験できる大きさ（加熱面積7.50m<sup>2</sup>）を有し、国内及び国際的にも最大の大きさに属し、前掲 SOLAS 条約できめられた規制を充分満足する寸法である。

標準火災試験とは、SOLAS 条約第2章第35規則において「該当する隔壁または甲板の標本であって約50平方フィート（または4.65 m<sup>2</sup>）の表面積および8フィート（または2.44m）の高さを有し、目的の構造物とできる限り類似させ且つ必要に応じ少なくとも一つの継手を含ませたものを試験炉の中でおおむね次に掲げる一連の時間温度関係で火にさらされるような試験をいう。

最初の5分後、華氏1,000度（または摂氏538度）

“ 10分後 “ 1,300度（または “ 704度）

“ 30分後 “ 1,550度（または “ 843度）

“ 60分後 “ 1,700度（または “ 927度）

これは J I S の加熱試験温度（A-1304）と略一致している。

### 2.3 加熱能力および加熱時間

この試験炉の加熱能力を調べる為に、標準試験体として高さ2.50m、巾3.00m不燃材標本（アスベストボード）を用いて加熱試験を行なった結果を図2-1により示す。加熱温度の計測点は9点、制御用計測点は3点で、まずはじめ非自動でガス量を30～50%におさえ加熱をはじめ、10分後には更に量を増加し15分後に全開した。平均加熱温度は40分後に1,000°Cを超え、標準火災温度曲線を容易に超える実績を得た。また図2-2は SOLAS 条約できめられた寸法（巾1.91m、高2.44m）の標準試験体（アスベストボード）を用い、条約できめられた加熱条件により性能試験を行なった結果を

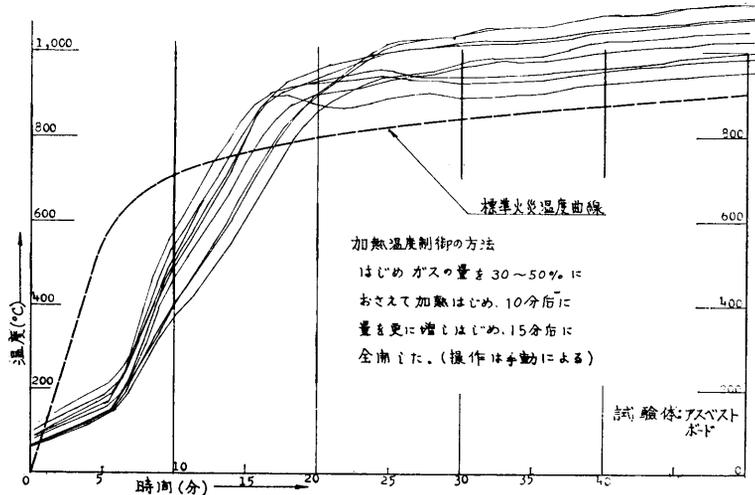


図 2-1 標準試験体による加熱試験の結果 (1)

示すもので、温度計測端にはクロメルアルメルの裸熱電対を用い精度を期した。数度の性能試験、調整等により略々期待以上の試験精度および性能を確認することができたので、実用の各種試験体について試験を開始した。その結果については3項において述べる。図2-3は加熱面および裏面の温度計測点を示すもので、3.1項で述べる防火仕切の試験ではこの配置を準用した。

2.4 使用燃料

都市ガス使用の従来例によれば（建築研究所および東京都）標準火災試験を行なうのに約250~300m<sup>3</sup>/hのガス量が必要とされている（図4）。当所の新試験炉では燃料として液化石油ガス（L.P.G.）を使用することになり、加熱能力が強化された。即ち計画最大加熱能力100kg/h（プロパン）は、都市ガスに換算し凡そ340m<sup>3</sup>/hに該当する。この量のL.P.G.を発生させ、燃料端におけるガス圧を200~300mm.aq.に保つためにL.P.G.発生装置（図3）および調整弁を設

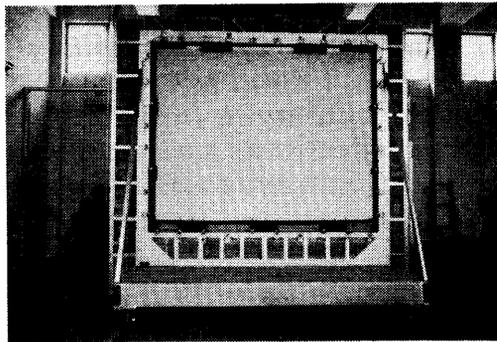
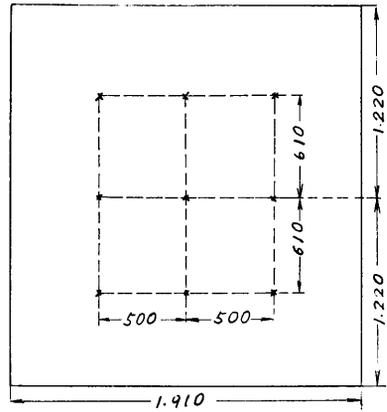
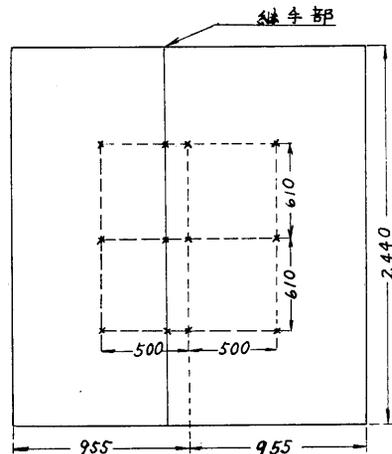


写真3 台車枠に標準試験体（高2.50m×巾3.00m）をとりつけた状態

備した。L.P.G.発生装置は電熱による温水式で、温度は60~70°Cに自動調節される。



加熱面



裏面

注 ×印は熱電対位置、単位はミリメートルとする。

図2-3 温度計測点配置

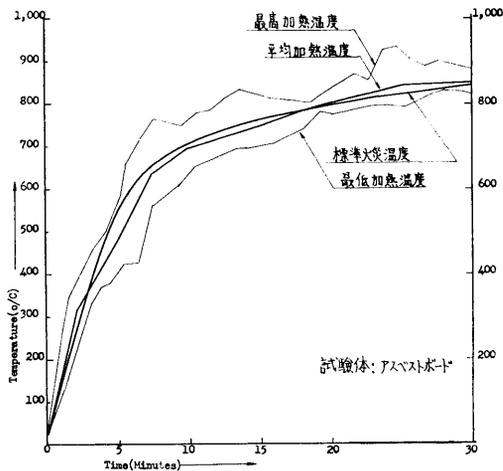


図2-2 標準試験体による加熱試験結果 (2)

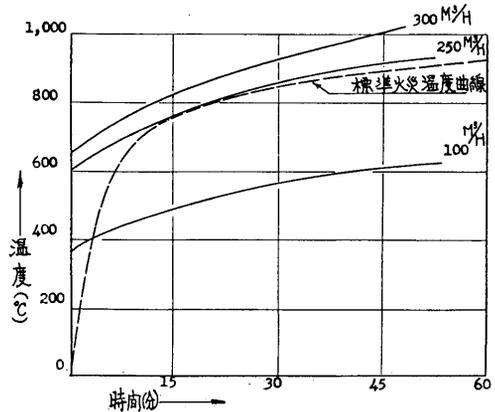


図4 炉内温度計算結果

L.P.G. の性能を検討するために都市ガスと比較すると表2の通りである。2種のガスの主な相違は、重さ（比重、密度）発熱量、所要空気量等であろう。簡単に云えば、重さが都市ガスは空気より軽く L.P.G. は空気より重い。発熱量が L.P.G. の方が格段に高

い。燃焼に際し、L.P.G. の方が都市ガスより格段に多くの空気が必要ということである。このような性格の相違のため、まず所要空気量の補給用に所要ガス量に見合う強力なブローが必要である。このブローにより補給された空気と燃料ガスがミキサーにより混

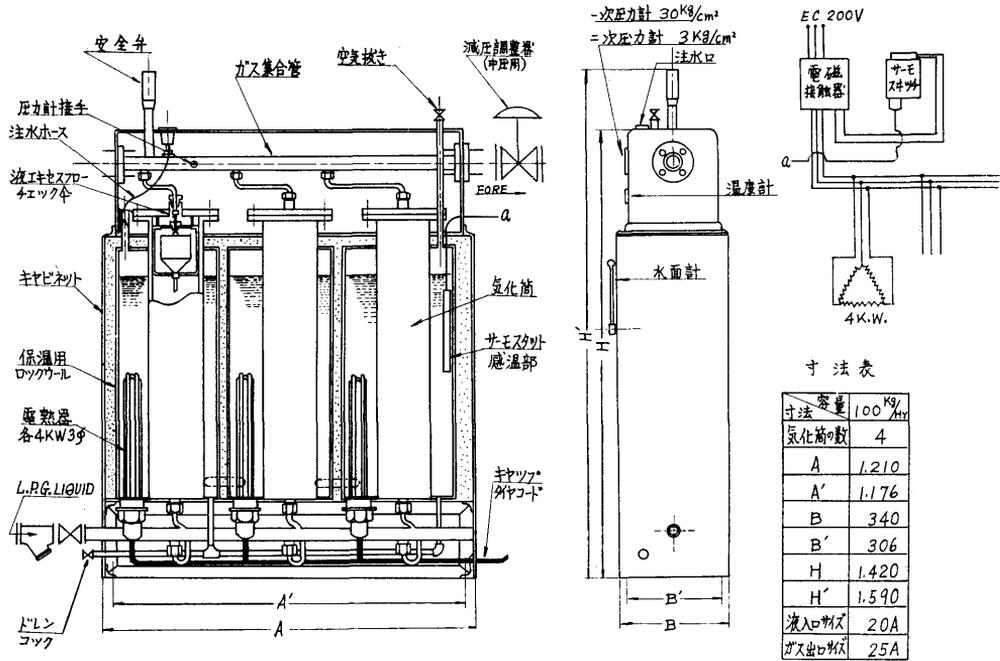
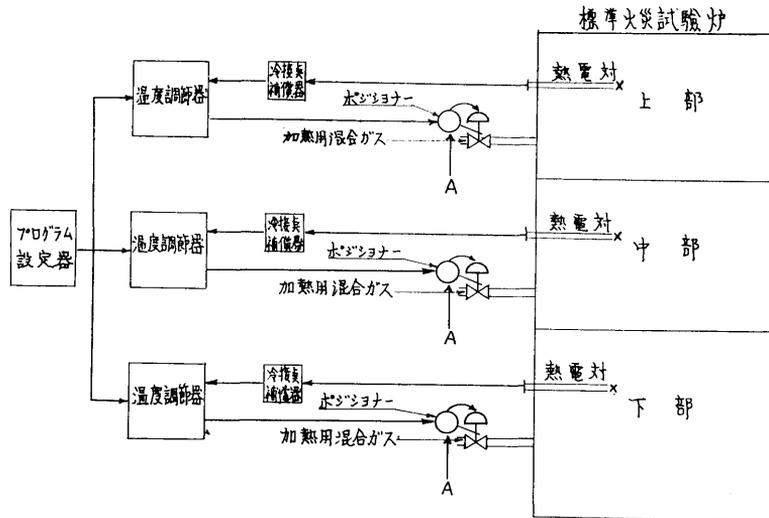


図3 S.T.V. 型電熱式 L.P.G. 気化器



注. A. 水シシヨナー調節用圧縮空気  
図5 加熱温度制御系統模型図

表 2 各種ガスの物理性一覧

(丸善石油技術資料より)

分類		都市ガス	プロパン	ブタン
項目				
分子式		$C_{0.56}H_{2.1}N_{0.41}$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$
分子量		—	44.094	58.12
標準状態		ガス体	ガス体	ガス体
蒸気圧 ( $kg/cm^2$ (ゲージ))		—	12.3	2.62
比重 ( $60^\circ F$ )	液状	—	.508	.584
	ガス状	0.6~0.75	1.522	2.006
ガス密度 ( $kg/m^3$ ( $60^\circ F$ ))		0.89	1.86	2.45
ガス発生量 ( $60^\circ F$ )	$m^3/l$	—	.273	.238
	$m^3/kg$	—	.537	.407
総発熱量 ( $60^\circ F$ )	$kcal/kg$	—	12,000	11,850
	$kcal/m^3$	5,000	22,450	29,450
理論空気量	$m^3/m^3$	約 4~5	23.87	31.03
所要酸素量	$m^3/m^3$	約 1.0	5.0	6.5
爆発限界 (空气中 (%))	下限	約 5.0	2.0~2.4	1.5~1.9
	上限	約 34	7.0~9.5	5.7~8.5
臨界温度 $^\circ C$		—	96.8	152.0
着火温度 $^\circ C$		550~600	490~550	480~540
最高火焰温度 $^\circ C$	理論値	2,250	1925	1895
	実測	1,650		
最高火焰 温度とな るガス	% 空気	理論値 21.7	4.0~4.4	$3.15$ ~ $3.4$

合ガスを作り、これを制御弁で加減する方式をとった。また2次空気の補給は夫々のバーナーの給気孔からの自然吸気による。

なお、L.P.G. が空気より重い点については取扱い上若干の配慮を要し、ガスの溜り易い場所などについては流通をよくし密閉をさける必要がある。

発熱量が都市ガスに比べ非常に高いことは、L.P.G. の著しい特長の一つで、高熱が簡単に得られることは実験上便利と考えられる。更に L.P.G. 使用の場合、都市ガスに比べ配管工事等の施設費が少なく済み、間接的使用に経済的などの利点がある。

## 2.5 加熱温度の制御方式

大型の壁体加熱試験炉は、加熱面積が大きくなるので均等加熱が非常に難しい。均等加熱およびプログ

ラム温度制御の目的で加熱操作を自動制御方式で行なうことは、諸外国では常識となっており、試験精度をあげ且つ平均化するためにも自動制御方式が望まれる。図5は新試験炉に採用された自動制御方式を模型図として示したものである。

加熱面積が広いのでこれを上中下3箇に分け区分制御することとした。プログラム設定器に設けられたプログラムにより、夫々の三つの加熱部分への加熱混合ガスが、専属の調整弁において調節器により調節され、更に加熱面の略中心におかれた制御用の熱電対により、加熱温度の過不足をフィードバックして調節器をチェックするようになっている。これ等の操作は全て自動的に行なわれるが、その一部または全部を手動で遠隔操作することも可能である。

なお、部分的な調整のため各バーナー毎にバルブの調節をしておくことは当然必要である。

加熱面の制御区分の方式は、制御機構の複雑化と製作費で抑えられるが、3~4区画に分けるのが普通である。前述の通り新試験炉では上下方向に3区分したが、そのほか図6に示されるように種々の例がある。

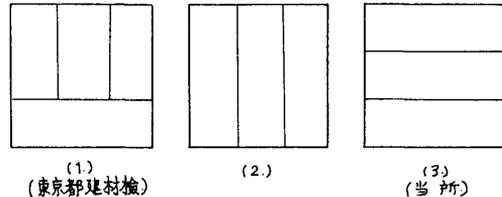


図 6 加熱面制御区分の方式

## 2.6 供試体取付枠及び台車

供試体取付枠および台車の構造は、標準火災試験が小人数で能率的に実験できるような方式が望ましい。このため試験体を取りつける枠と2種類の寸法のものが取付可能のように計画した。その一つは試験炉の全加熱面積を使用するもの(高さ2.44m、巾3.00m)で国際的に通用するものとして最大型に属する。もう1種の枠は SOLAS 60 年条約の標準火災試験できめられている標本の寸法(高さ2.44m、巾1.91m)を満足するもので、大型の枠の両側にキャストブルと型鋼で形成された長方形のブロックを縦にはめ込むことによって得られる。

供試体を枠に固定する方法については、試験結果に影響するところが大きいと考えられながら諸外国とも夫々の試験担当者の考え方によって方法が異り、標準火災試験の他の実施要領と同様に国際的に統一がとれておらず、試験実施方法の画一化が前記条約で勧告さ

れている。IMCO（政府間海事協議機関）にも各国から種々の提案が行なわれ、わが国としては「下縁及び左右を固定し、上縁は固定しない」ことにきめているが、新試験炉の枠には特殊の留め金具を用意しているので、必要に応じて如何なる固着方法にも応じ得ようになっている。

台車の型式としては炉体に平行に移動する方式（建築研究所の例）、炉体にとりつけられている枠に直接供試体を取りつける方式、炉体に垂直に移動する方式（東京都、当所月島の炉および新試験炉）、あるいは枠そのものは固定し炉体自身が移動する方式等があるが（図7）、試験関連作業の能率化や、運搬設備等種々の観点から図7の(3)の型式を採用し、また台車には少数の人員で移動可能のようにボールベアリングを使用した。

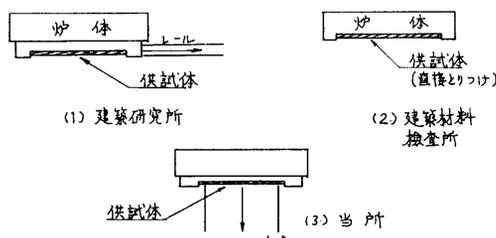


図7 供試体取り付けの方式

### 2.7 付帯諸設備について

国際条約によって、試験体の寸法が実物大の大きさにきめられ、重量が人間による運搬能力を超える重さとなってきたので、作業能率をあげるために容量2.5トンの遠隔操作盤付電動ホイストを整備した。

また、四季に激変する気候により、供試体の乾燥状態の変動を防ぐため、防火実験室内に温度および湿度をある範囲（温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $45\sim 65\%$ ）に保持できる、巾 $4.00\text{m}$ 、奥行 $5.00\text{m}$ 、高さ $6.00\text{m}$ の試材室を整備し、試験時の状態を整えることにした。この試材室には常時10体程度の供試体を格納、養生することができる。

### 3. 標準火災試験の結果例について

新試験炉の工事完了後若干期間、標準試験体（アスベストボード）による性能確認試験および調整等に經過し、略々期待した試験精度および性能を確認したので、とりえずB級防火仕切について実用試験体による評価試験を開始した。これ等は関連業者からの受託試験および造船研究協会との共同研究のための試験等

を含むものであるが、試験開始以来約半年の間に実施した20体のB級仕切および5体の防火扉（B級仕切用）について試験結果の概要を次に述べる。

#### 3.1 B級防火仕切について

B級防火仕切は SOLAS 60 年条約で定義されている性能別に分けると、不燃性と可燃性の2種に大別され、更に材料別に分類すると不燃性のものは鋼およびアスベスト、可燃性のものは合板およびパーティクルボードに分けられる。またこの中間的なものとして木片セメント板がある。耐火性の点で安定しているものは鋼およびアスベストであるのはいうまでもない。

構造は全部1枚板で試験体には少くとも1箇所の実用継手を用いることになっており、最も多く使用されているのがやといざね構造である。これ等の試験体は全てやといざねを用いている。やといざねの材料は石綿板（フレキシブルボード）または貼り合せ合板および種々の材料のサンドイッチ板であるが、石綿板が一般的に良い耐火性を示している。なお石綿板には従来の試験結果により金属継手も使用できる。

継手には接着剤を用いてパネルを固着するのが普通で、接着剤は特に耐熱性のよいものが望ましく、メラミン樹脂、フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂、尿素樹脂等が用いられているが、20体のB級仕切試験体の標準火災試験の結果は表3の通りである。

試験体1～8は難燃合板、9～19は難燃パーティクルボード、20はデコラ貼りアスベスト板である。

試験体1 厚さ22ミリ、継手は特殊合板貼り合せのうえ発泡性塗料を塗布し接着剤を用いていない。（図8-1）

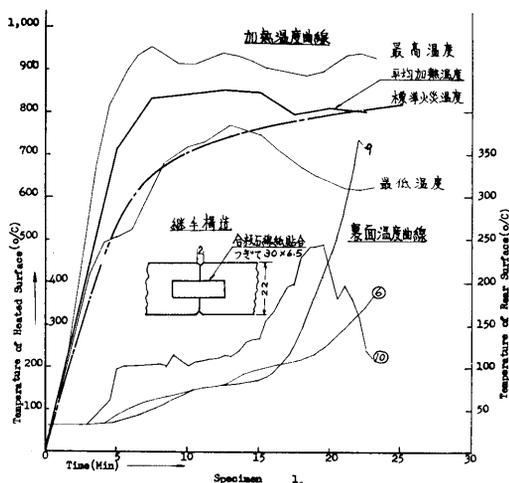


図8-1 標準火災試験結果（その1）

表3 標準火災試験結果 (B級仕切)

試験体 番号	タイプ	厚 (mm)	かさ 比重	継 手			試 験 結 果			備 考
				材 料	構造及寸法	接 着 剤	試験継 続時間	判定	判定の 時間 及 原因	
1	合 板	25	0.60	合 板	やといざね 30×6.5	使用しない。 但し発泡性塗 料塗布	23'	不適	21' もえぬけ及 継手脱落	面取り 加工
2	合 板	22	0.60	石綿板	やといざね 20×6	フェノール 樹 脂	30'	不適	26' もえぬけ	面取り 加工
3	合 板	22	0.73	石綿板	やといざね 24.5×6	レゾルシノール 樹 脂	30'	不適	20'40" もえぬけ	
4	合 板	25	0.65	石綿板	やといざね 24.5×6	レゾルシノール 樹 脂	26'	不適	24' もえぬけ	
5	合 板	25	0.65	石綿板	やといざね 24.5×6	レゾルシノール 樹 脂	28'30"	不適	25' もえぬけ	
6	合 板	25	0.60	石綿板 及鋼板	やといざね (サンドイッ チ) 38×7	フェノール 樹 脂	30'	不適	25' もえぬけ	面取り 加工
7	合 板	25	0.60	石綿板	やといざね 38×6	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	面取り 加工
8	合 板	25	0.60	石綿板	やといざね 38×6	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	面取り 加工
9	パーティクル ボード	22	0.68 0.70	石綿板	やといざね 30×5	フェノール 樹 脂	27'55"	不適	27'30" もえぬけ	
10	パーティクル ボード	22	0.68 0.70	石綿板	やといざね 30×5	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	
11	パーティクル ボード	22	0.63	石綿板	やといざね 30×4	尿 素 樹 脂	27'	不適	21'30" 継手破壊	
12	パーティクル ボード	22	0.63	石綿板	やといざね 20×6	尿 素 樹 脂	30'	適	30' —	
13	パーティクル ボード	22	0.65	合 板	やといざね	使用しない	20'	不適	13' もえぬけ 継手脱落	
14	パーティクル ボード	25	0.65	合 板	やといざね	使用しない	30'	不適	20' もえぬけ 継手脱落	デコラ 貼り
15	パーティクル ボード	25	0.64	石綿板	やといざね 30×5	フェノール 樹 脂	31'	適	30' —	面取り 加工
16	パーティクル ボード	25	0.64	石綿板	やといざね 30×5	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	
17	パーティクル ボード	25	0.64	石綿板	やといざね 30×5	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	面取り 加工
18	パーティクル ボード	25.2	0.63	石綿板	やといざね 20×6	フェノール 樹 脂	30'	不適	20' 継手破壊	デコラ 貼り
19	パーティクル ボード	25.2	0.60	石綿板	やといざね 20×6	フェノール 樹 脂	30'	不適	28'30" 継手脱落	デコラ 貼り
20	アスベスト	25.2	0.60	石綿板	やといざね 20×6	フェノール 樹 脂	30'	適	30' —	デコラ 貼り

加熱状態は加熱面に着炎してから温度が高めに上ったまま推移した。その結果予想より早く燃えぬけ、また継手も脱落した。可燃性材料の場合難燃処理が不充分などの原因で加熱面着炎による均等温度制御が困難の場合が少なくなかった。

試験体2および3 厚さ22ミリで加熱試験は比較的順調に終始したが、いずれも30分間の試験に耐えられなかった。(図8-2, 3)

試験体4および5 3と同じタイプの25ミリ合板であるが、加熱温度が若干高めに出了部分があり、何れも予想より早めに燃えぬけた。(写真4)

(図8-4, 5)



写真4 合板製B級仕切試験体の試験(Specimen 4) 試験開始24分後に炎上

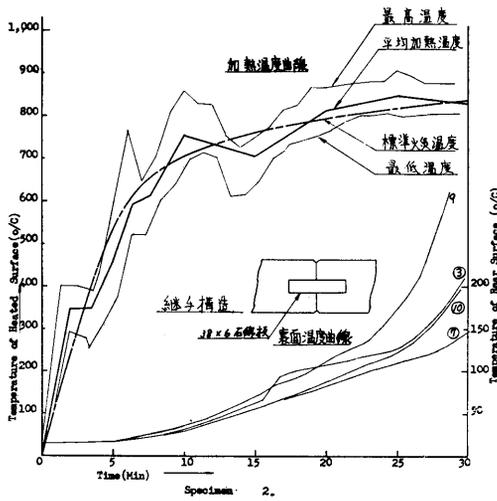


図8-2 標準火災試験結果(その2)

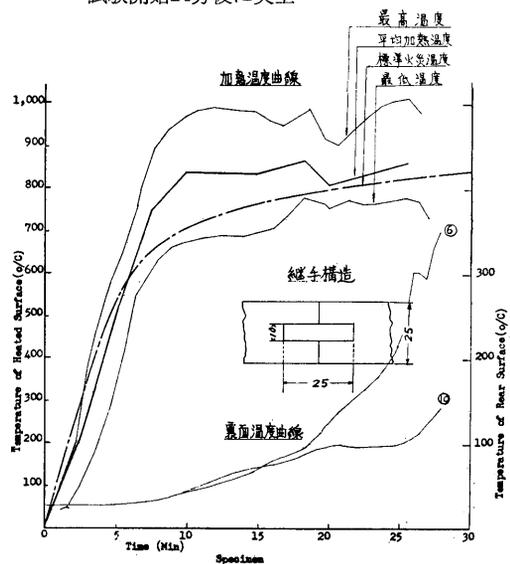


図8-4 標準火災試験結果(その4)

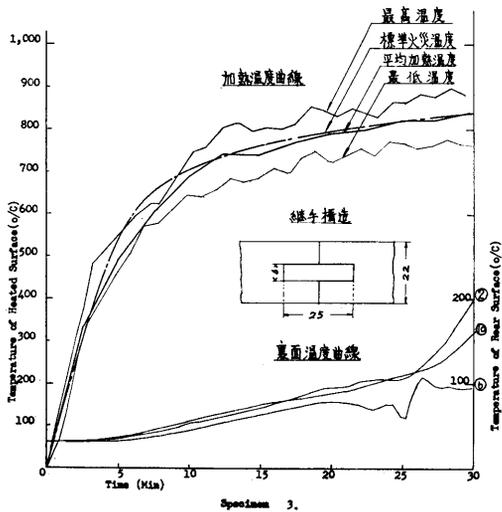


図8-3 標準火災試験結果(その3)

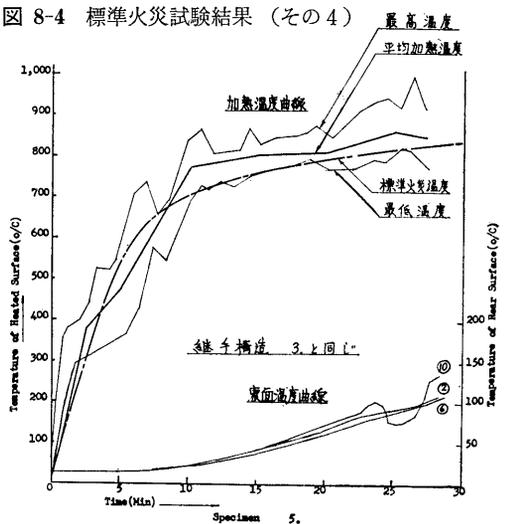


図8-5 標準火災試験結果(その5)

試験体6 25ミリ厚さの合板で継手には石棉板と鉄板の張り合せという特殊の構造で、加熱状態は概ね順調であったが、30分の試験に耐えられず、下半部分に燃えぬけ箇所ができた。(図 8-6)

試験体7および8 厚さ25ミリで同一仕様のものである。石棉板のやといねぎ構造を持ちフェノール樹脂接着剤を使用している(写真5)。7は加熱温度のばらつきがあったが8は順調であった。2体とも若干の炭化着色が認められたが、辛うじて30分の試験に耐えた。(図 8-7, 8)

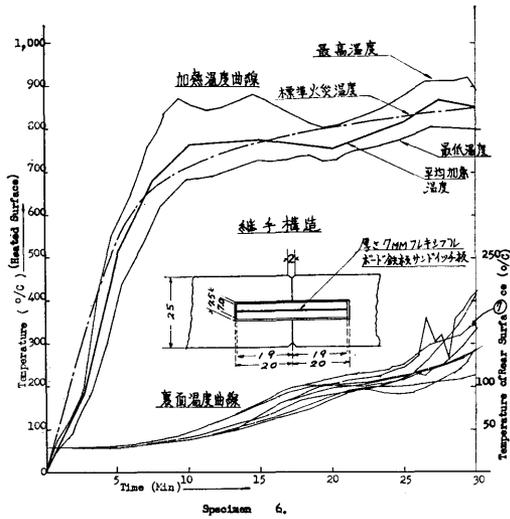


図 8-6 標準火災試験結果(その6)

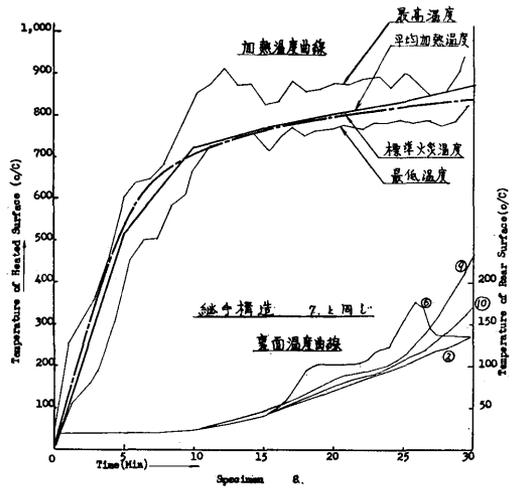


図 8-8 標準火災試験結果(その8)

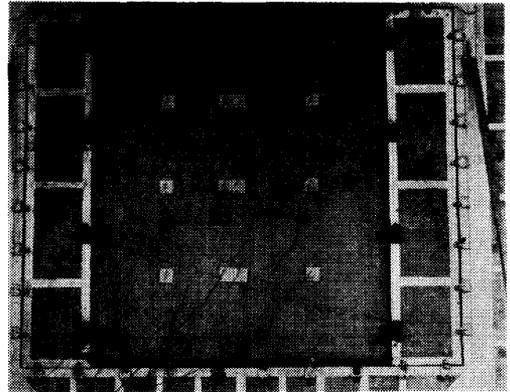


写真 5 合板製B級仕切試験体 (Specimen 8)

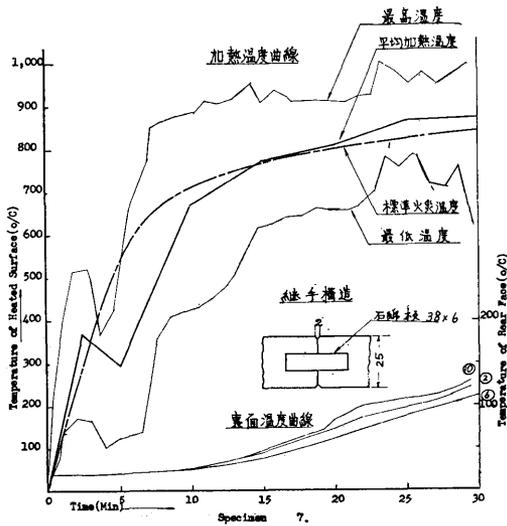


図 8-7 標準火災試験結果(その7)

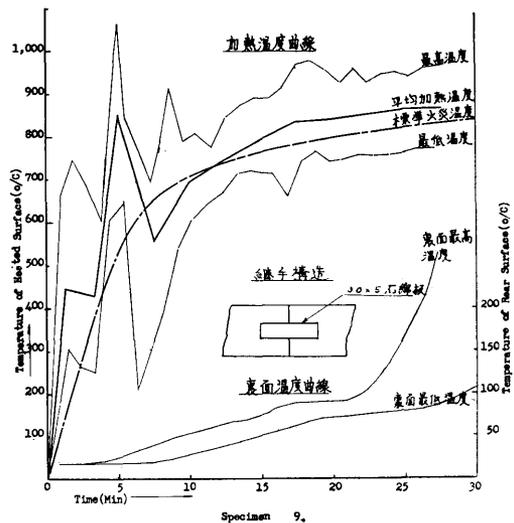


図 8-9 標準火災試験結果(その9)

試験体9および10 厚さ22ミリのパーティクルボードで同一仕様のものである。2体とも加熱状態は余り順調でなく、特に9は温度差が著しかった。そのため9は30分の試験に耐えられなかったが、10は耐えた。(図 8-9, 10)

試験体11および12 22ミリのパーティクルボードで継手構造だけが僅かに相違する。継手はやといざね構造で尿素樹脂接着剤を用いている。11は加熱

温度が多少高めで試験中継手が破壊し、30分の試験に耐えられなかった。12は部分的に高温の部分が見われたが30分の加熱試験に耐えることができた。(図 8-11, 12)

試験体13および14 同じタイプのパーティクルボードで13は22ミリの母材のまま、14は25ミリの両面にデコラ貼りである。継手は難燃処理をしない合板張り合せのやといざねで接着剤を使用せず、両

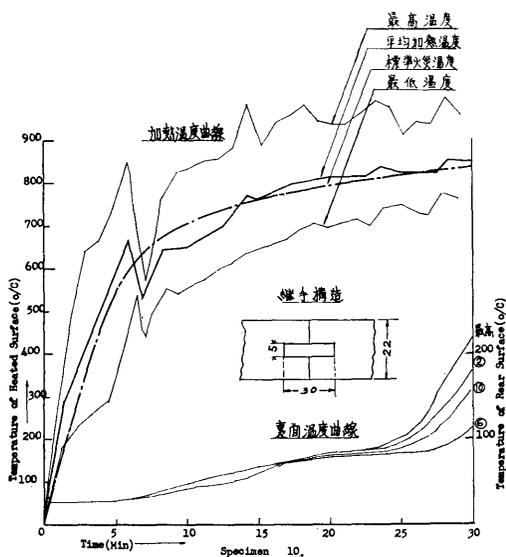


図 8-10 標準火災試験結果 (その10)

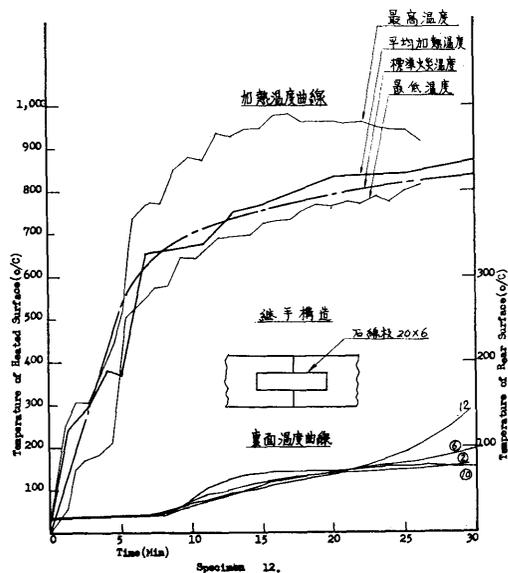


図 8-12 標準火災試験結果 (その12)

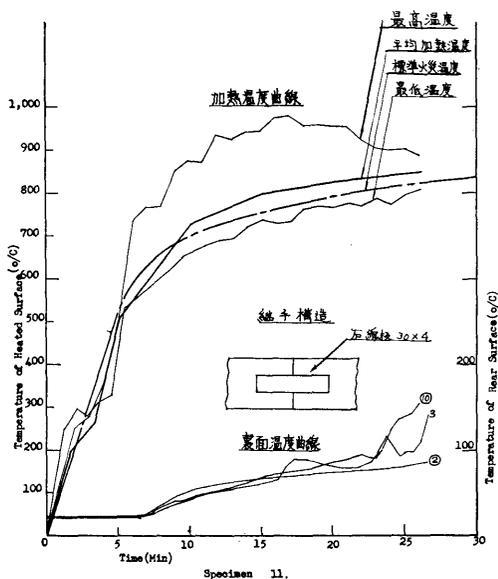


図 8-11 標準火災試験結果 (その11)

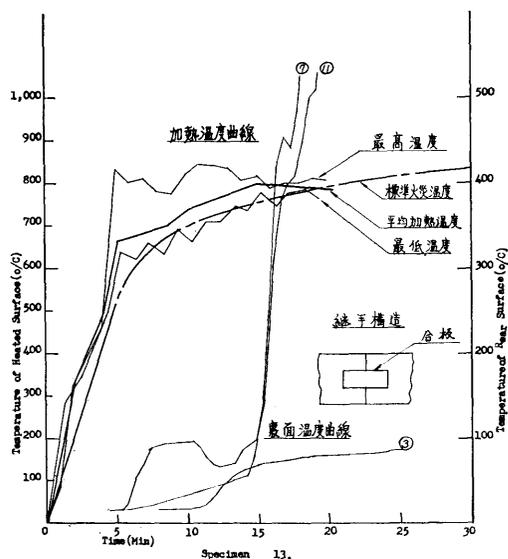


図 8-13 標準火災試験結果 (その13)

試験体とも加熱面の燃焼が早く短時間（14—20分，13—13分）で継手が破壊し燃えぬけた。

（図 8-13, 14）

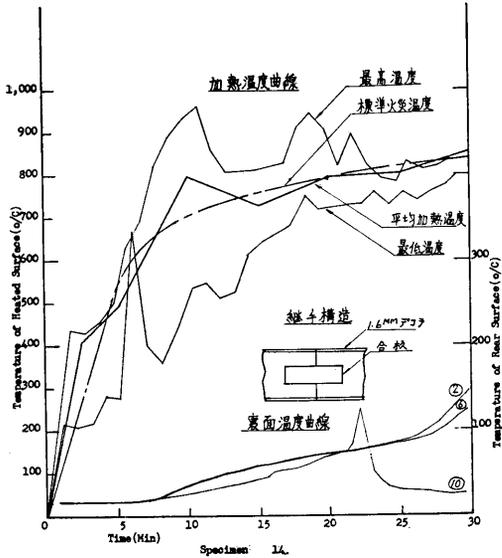


図 8-14 標準火災試験結果（その14）

試験体15, 16および17 同じタイプの25ミリ難燃パーティクルボードで，継手構造は同じ寸法の石綿板やといぎねでフェノール樹脂接着剤を用い，15, 17は裏面に面取り加工を施しているが試験結果には殆んど影響がなかったと考えられる。

加熱状態は15は多少低めに16は多少高めであったが，この3体とも加熱試験に耐えることができ

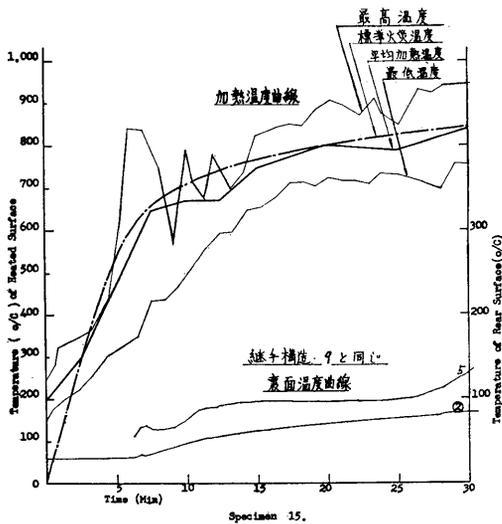


図 8-15 標準火災試験結果（その15）

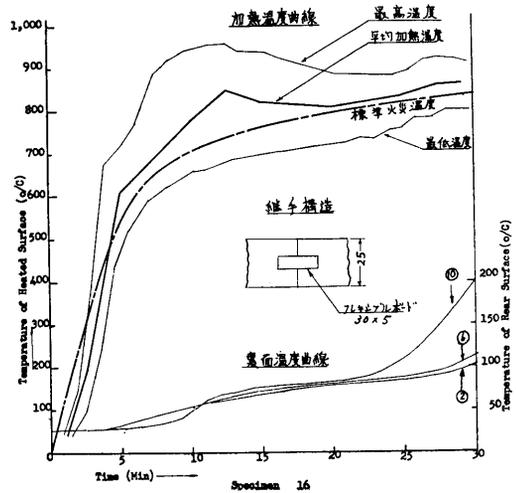


図 8-16 標準火災試験結果（その16）

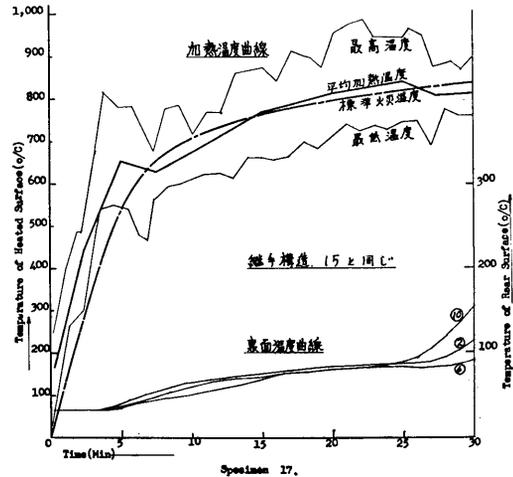


図 8-17 標準火災試験結果（その17）

た。（図 8-15～17）

試験体18, 19および20 3体とも厚さ25.2ミリのうち両面に1.6ミリのデコラ張りが施され，母材は18, 19は同一仕様の22ミリパーティクルボード，20は22ミリのアスベスト板である。継手は3体とも同一寸法の石綿板を用いフェノール樹脂接着剤を使用している。デコラ貼りの試験体は加熱当初一時急激に燃焼し，試験結果に好影響をおよぼさない。均等な加熱制御が難かしく部分的に温度むらが生じ，30分の加熱試験に耐えられたのは母材にアスベストを使用した20だけでは，18, 19試験中に継手が破壊して試験に耐えられなかった。

（図 8-18～20）

図 8-1~図8-20 (Specimen 1~20) は以上 20 体の試験体の温度計測結果と継手構造を示すもので、加熱温度は 9 点の計測点における最高、最低および平均温度を裏面温度はその一部を示した。(継手部の裏面温度は○で囲んだ)

以上の20体の試験結果を総合すると、

1) 可燃性B級仕切の厚さは合理的に難燃処理された合板で25ミリ、パーティクルボードで22ミリが最低限度であり、耐火性の点のみからみればパーティクルボードが有利であると考えられる。

2) 現状では継手構造としては石綿単板が適当で、金属継手は不燃材仕切には使用できるが、可燃性仕切には一般的には不適当と考えられる。

3) メラミン等の上塗り剤の影響は耐火性の上から好ましくない結果を示している。従って標準火災試験はこのような加工の影響を考慮する必要のない母材の形で評価するのが妥当と考えられる。

4) 個々の試験体についてふれなかったことで、試験時に湿気を多くもっているものは撓みが大きくなり継手部が開いたり、また継手やパネルの爆裂、脱落等の誘因となるので、加工の際注意が肝要と思われる。

3. 2 B級仕切用防火扉について

船用防火扉 (B級) については SOLAS 60 年条約 Annex A, Chapter II. Part D. Reg. 39 に「すべ

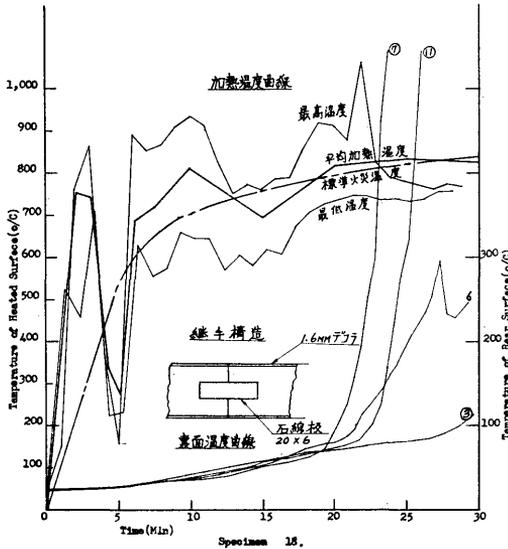


図 8-18 標準火災試験結果 (その18)

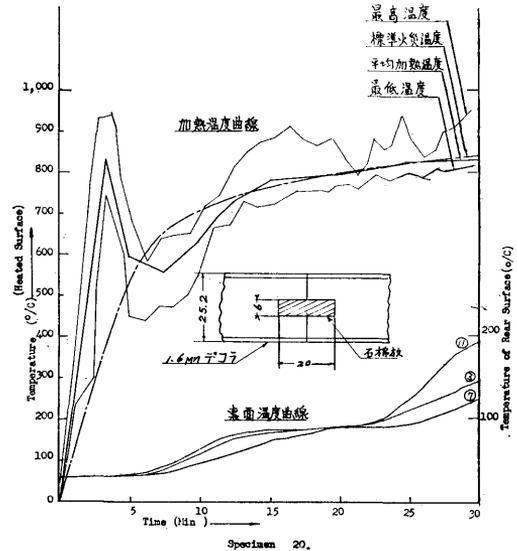


図 8-20 標準火災試験結果 (その20)

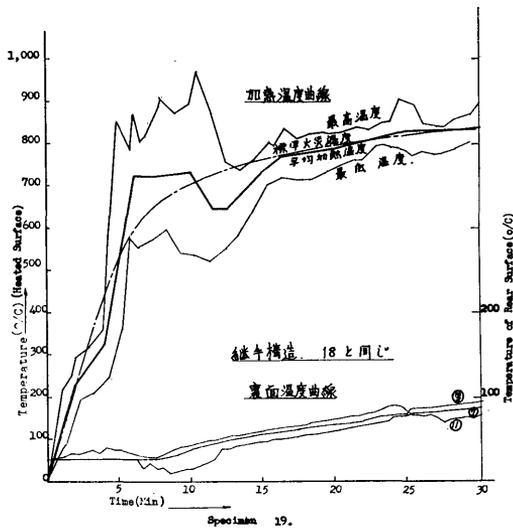


図 8-19 標準火災試験結果 (その19)

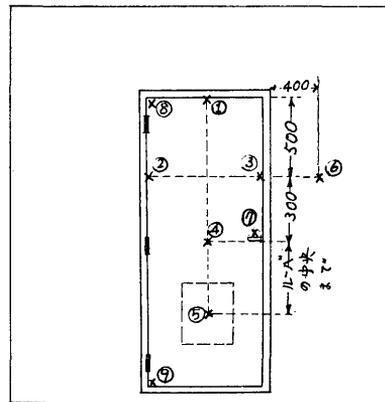


図 9 扉の裏面温度計測点

ての戸口および類似の開口には、これらの設けられている隔壁の型式と調和のとれている方法の閉鎖装置を備えさせなければならない。」とあるのみで、具体的な試験方法や判定の基準等については明示されておらず、IMCOの防火小委員会およびその作業部会の動向を見守るほかないが、当所としては試験方法は標準火災試験を準用し、また観測および計測の内容はB級仕切の場合にくらべ若干の追加省略を行なった。即ち、

- 1) 裏面温度の計測点は別図8に示す①～⑨とする。
- 2) 変形、枠および扉等に生ずる変形の模様
- 3) 煙の発生状況について、位置、時間等
- 4) 通風のための開口（ルーバー）についてルーバー内の火焰および煙の通過の有無
- 5) 火焰の通過等
- 6) その他の著しい現象

表4 標準火災試験結果（B級扉）

項目		試験体				
		21	22	23	24	25
種	類	合板扉	合板扉	スティールサッシュ扉	アスベストソリッド扉	アスベストサンドイッチ扉
扉の	寸法	(巾) 690mm (高) 1,840mm (厚) 37mm	690mm 1,840mm 37mm	676mm 1,810mm 35.2mm	674mm 1,810mm 35mm	674mm 1,810mm 35mm
扉の 材 料	主材料	難燃合板	難燃合板	薄鋼板	アスベスト石綿セメント板	難燃合板 珪酸カルシウム 石綿セメント板
	その他	—	—	—	扉枠は1.6mm鋼板使用	扉枠は1.6mm鋼板使用
	備考	戸当り部にゴムパッキン及び発泡シール材を使用	戸当り部にゴムパッキン及び発泡シール材を使用	断熱材を用いない。戸当り部にアスベストパッキンを使用	戸当り部にアスベストパッキンを使用	戸当り部にアスベストパッキンを使用
ルー バ ー	材 料	—	—	鋼 製	鋼 製	鋼 製
	寸 法	—	—	(高) 236mm (巾) 356mm	450mm 400mm	450mm 400mm
	構 造	—	—	シャッター付	シャッター付	シャッター付
扉 枠 及 パ ネ ル	枠材料	木材(60mm)	木材(60mm)	鋼 板	鋼 板	鋼 板
	パネル材料	難燃合板(25mm)	難燃合板(25mm)	アスベスト(22mm)	アスベスト(22mm)	アスベスト(22mm)
	パネルの継手	やといぎね(6×38フレキシブルボード)	やといぎね(6×38フレキシブルボード)	鋼製I型継手	鋼製I型継手	鋼製I型継手
そ の 他	蝶 材 料	ステンレス	ステンレス	ステンレス	ステンレス	ステンレス
	番 数	3	3	3	3	3
	把手部	真 鍍	真 鍍	真 鍍	真 鍍	真 鍍
	ドックボルト	無	無	無	無	無
試 験 結 果	時 間	30分	30分	30分	30分	30分
	継 続 時 間	30分	30分	30分	30分	30分
	ウエスによる着炎試験	必要がなかった	必要がなかった	必要がなかった	扉下縁の間隙につき行ったが異常を認めない。	扉下縁の間隙につき行い着炎した。
	防 熱 性	あ る	あ る	な い	あ る	あ る
	問 題 点		扉上部の歪が過大	必要ならば防熱性に考慮を要す		扉下縁部の構造に改良の余地あり



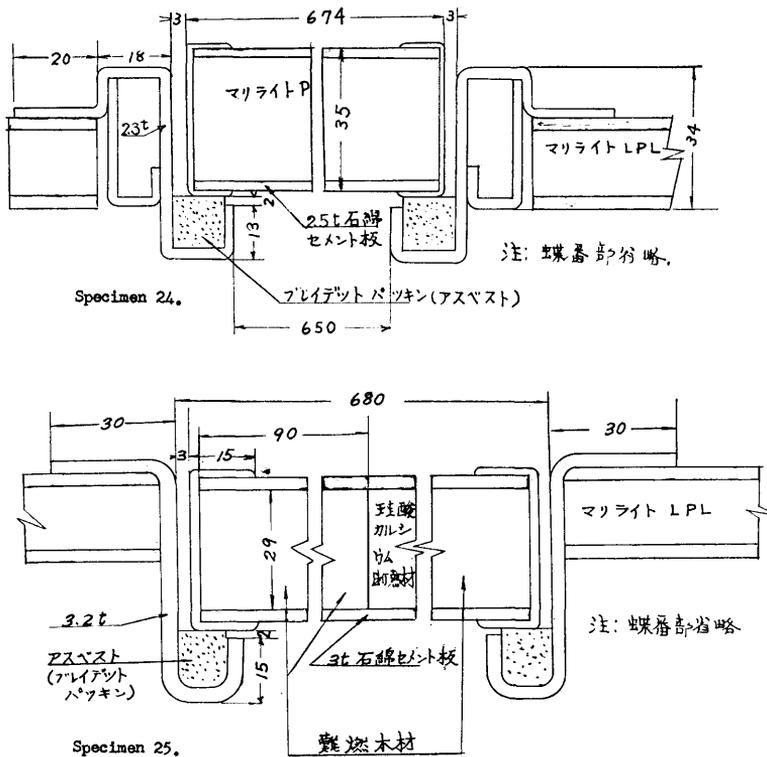


図 11 B級扉試験体構造図 (2)

等につき観測，計測および記録を行なう。

5体のB級仕切用扉試験体について試験した結果および試験体の構造の概要は，表4，図9および図10の通りである。また図8-21～図8-25 (Specimen 21～25) は5体の防火扉試験体の加熱温度および裏面温度の計測結果で，加熱温度曲線は，加熱温度計測点9点の最高温度，最低温度および平均値を結んだもので，裏面温度は①～⑨のうち全部または1部の温度を示した。

次に各試験体について試験の概要を述べる。

試験体21および22

2体とも同じ難燃合板の扉で構造が若干異なるほか試験体および枠パネルの厚さ，難燃処理等同じものである。21の構造が22にくらべやや複雑で大量製産向きでない難点がある。構造上は何れも戸当り部に発泡性シール材をとりつけ，戸当り部からの炎，煙等の通過を阻止しようとするのが特長である。2体ともルーバーはない。21の場合加熱温度の均衡がとれず多少部分的に高めにでたので，枠パネルの下部に1部炭化を生じた。しかし

30分の加熱試験中扉はよく保全性を保った。22は扉，パネルとも異常は認めなかったが，試験中扉上部の歪が少々過大となり，炉内の炎が見える程度に迄歪んだのでこの点改良の余地が認められ

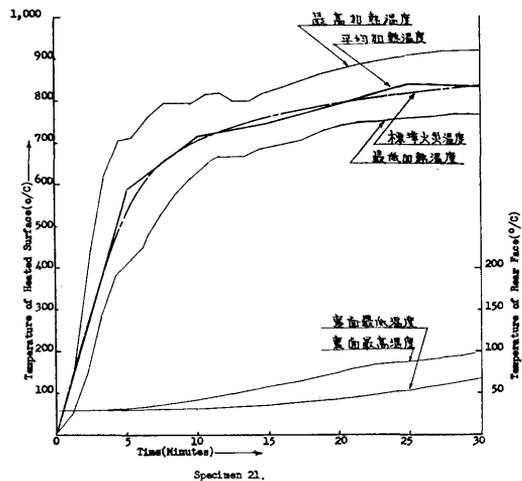


図 8-21 標準火災試験結果 (その21)

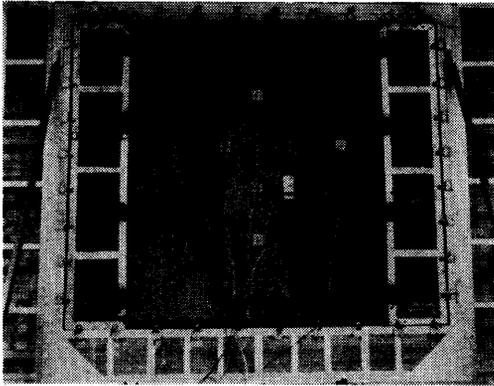


写真 6 合板製B級仕切用防火扉試験体 (Specimen 21)

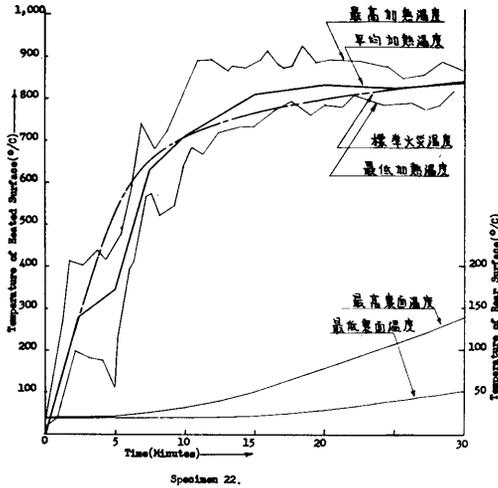


図 8-22 標準火災試験結果 (その22)

る。2体とも裏面温度は低く防熱性はすぐれていると考えられる。(図 8-21, 22, 写真6)

試験体23 防熱材を施さないスティールサッシュドアで枠パネルはアスベスト板を用いている。可燃材の扉と異りシャッター付ルーバーが設けられ、また戸当り部にアスベストパッキンが使われている。防熱材が施していないので加熱試験開始後裏面に塗ってある塗料は変色してやがてはげ落ち、また裏面温度は急激に上昇して試験最終時には 500~600°Cを示した。然し扉も扉枠も同じ状態で彎曲したため歪の相違による隙間も生ずることなく、防熱性はないが保全性は確認することができた。(図 8-23, 23-2)

試験体24および25 24はアスベスト製扉で、25は石綿セメント、難燃合板および無機断熱材との合成

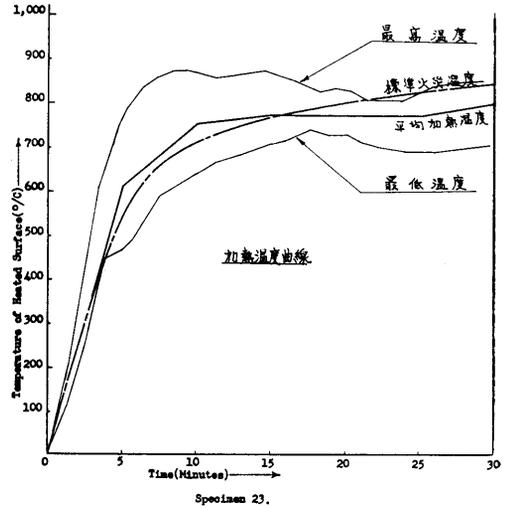


図 8-23 標準火災試験結果 (その23)

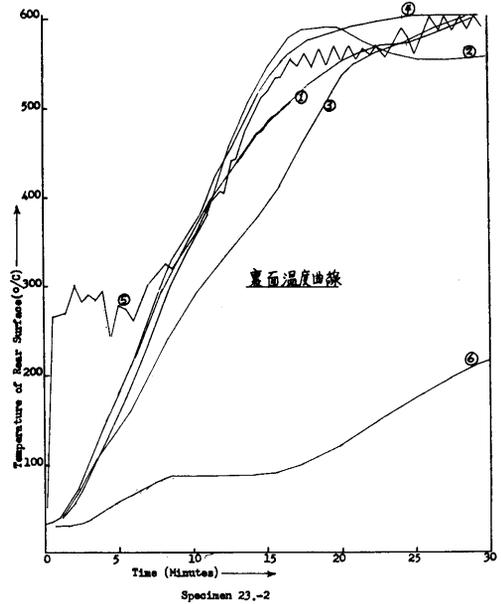


図 8-23-2 標準火災試験結果 (その23-2)

扉である。2体とも枠は寸法、構造等殆んど同一で鋼製、パネルはアスベスト板で、戸当り部にはアスベストパッキンを用いている。(図8-24, 25)

加熱試験では、24は特に安定した耐火性を示し、25は若干の蒸気、煙の発生をみた。また扉の下縁に若干の間隙があるが、試験終了前にこの部分にウェスを一分間当てて着炎試験を行なったところ、24の場合は殆んど異常なく、25の場合着炎した。従って25については扉枠のこの部分の構造

に若干の改良を要する。

以上5体のB級仕切用扉の試験結果によれば、

- 1) 扉の防火性は扉と枠の歪の出来方によって左右されるといえよう。従って構造はこの点に重点をおいて考えるべきである。
- 2) 扉材料は合成のものより単材の構成が望ましい。



写真7 B級仕切用スチールサッシュ扉試験体 (Specimen 23)

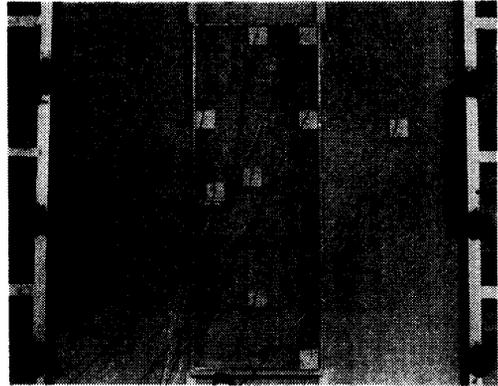


写真8 B級仕切用アスベストサンドイッチ扉試験体 (Specimen 25)

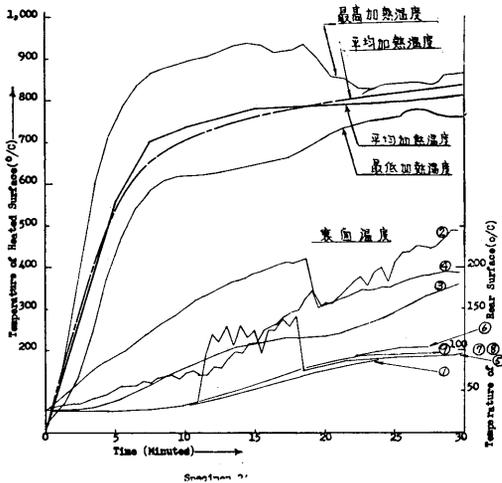


図 8-24 標準火災試験結果 (その24)

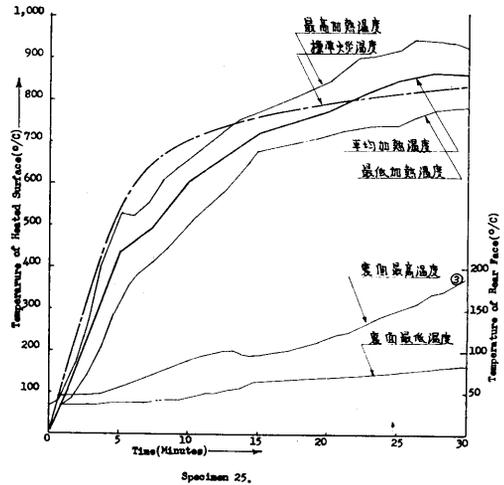


図 8-25 標準火災試験結果 (その25)

3) 可燃材扉の場合戸当り部に不燃性パッキンおよびシール材等を用い、枠との間に隙間を作らない構造が望ましい。

4) 30分程度の試験ではドックボルトは必ずしも必要ではない。

5) 可燃材扉の把手、錠等金属部分と接触する部分は中間に不燃材を介在させ、直接金属と可燃材を接触しない構造が望ましい。

(試験体21, 23, 25は日本造船研究協会との共同研究によるものである。)

なお標準火災試験炉の整備にあたり、種々有益な助言を頂いた建設省建築研究所の川越、森本両博士、東京都建築材料検査所の高野係長ほか両所の各位に厚く謝意を表するものである。

## 参 考 文 献

- 1) 日本瓦斯協会編, 都市ガス工業, 器具編
- 2) 矢木栄, 国井大蔵, 工業窯炉, 共立出版
- 3) 1960年海上人命安全条約, 海文堂
- 4) 川越邦雄ほか, 大型壁体用耐火試験炉の性能について, 建築学会論文報告集 57号 昭和32年7月
- 5) 日本造船研究協会報告第22号, 船舶の不燃構造に関する研究
- 6) 日本造船研究協会, 昭和40年度研究成果概要
- 7) U.S.Coast Guard Rules and Regulations. Subchapter Q. 164.008. Specification for Bulkhead Panels for Merchant Vessels.
- 8) Cdr. S.W.W.Shor, U.S.N. Lt. V.R. Milano, U. S. N. Effects of Fire in Constellation. Buships Journal, July, 1961.
- 9) P.Nash and L. A.Ashton. Research in Fire Fighting and Fire Protection in Ships. T.I. M.E. Sept. 1965.
- 10) British Standard 476. Fire Tests on Building Materials and Structures. Section one and two.