

## コーンカロリメータによる塗膜の発熱性試験

財団法人 日本塗料検査協会  
東支部 検査部長 田原 芳雄

### 1. はじめに

2001年6月より新建築基準法が施工され、防火性能試験に用いられる試験方法がJIS規定の表面試験からISO規定の発熱性試験に変わって1年が過ぎました。

おかげさまを持ちまして、塗料業界を初め他の業界からも材料開発における性能確認試験及び認定材料の性能を維持するための自主管理試験として多数ご依頼を頂き、試験データもある程度蓄積されたので、これらデータの一部を整理し試験装置の紹介と併せて報告します。

### 2. 試験装置

新しく用いられることとなった発熱性試験は、コーンカロリメータと称する試験装置によって行われ、その要求性能等はISO 5660-1 Fire tests - Reaction to fire - , Part 1に規定されている。発熱性試験に用いられるコーンカロリメータとは、燃焼において発生する熱量は、消費する酸素の量との関係が有機材料の種類に関係なく酸素1Kg当たり13.1MJとなるという原理に基づいて、燃焼中の酸素消費量から材料の燃焼パラメータである発熱速度・総発熱量等を算出して求める装置である。

このことから、空気中の酸素濃度を直接測定する酸素濃度計の安定性に注意するのはもちろんのこと、測定環境で酸素濃度に変化を与えるような要因の排除にも十分な注意が必要である。

装置の外観を写真1に示す。

### 3. 試験及び評価

新建築基準法による材料に要求される防火性能の判定基準は表1の通りである。

但し、塗料の試験では、基材を含む合計有機質量が400g/m<sup>2</sup>以下の場合、③項のガス有害性試験は免除となる。

室内用塗料の場合試験体は、基材に代表として100×100×12.5mmの石膏ボードを用い、塗装後重量が安定するまで養生したものをを用いる。

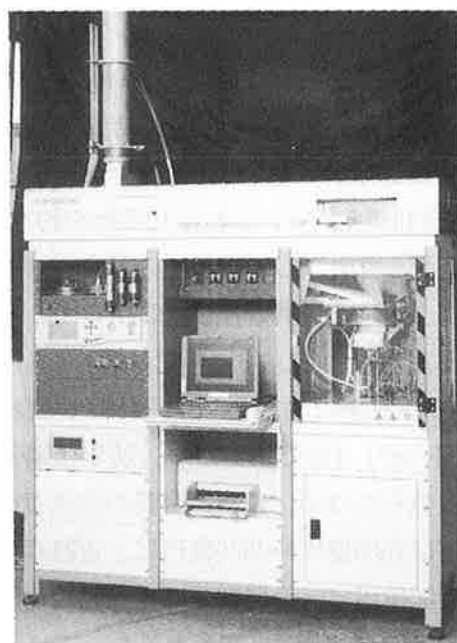


写真1 発熱性試験装置 (コーンカロリメータ)

表1 各材料の試験時間および要件(要求性能)

材 料	試験時間	要 件(要求性能)
不燃材料	20分	①燃焼しないこと。(総発熱量が8MJ/m <sup>2</sup> を越えない。200KW/m <sup>2</sup> を越える発熱量が10秒を越えて継続しない)
準不燃材料	10分	②防火上有害な変形・熔融・き裂を生じないこと。 (試験体裏面に達するき裂、貫通孔等を生じない)
難燃材料	5分	③避難上有害な煙・ガスを発生しないこと。 (マウスの平均行動停止時間が6.8分以上)

一方、コーンカロリメータによる測定パラメータは、以下の通りであるが、実際に防火性能として評価に用いられるのは、表1に示すように①最大発熱速度(HRR)と⑦総発熱量(THR)の2項目である。

- ①最大発熱速度(HRR) ②平均発熱速度(HRR)
- ③平均発熱速度 T60 ④平均発熱速度 T180
- ⑤平均発熱速度 T300 ⑥発熱量180
- ⑦総発熱量(THR) ⑧着火時間
- ⑨平均燃焼有効発熱量(HOC)
- ⑩平均比減光面積(SEA)
- ⑪平均質量減少率(MLR) ⑫最終サンプル質量
- ⑬サンプル質量減少

ここで、パラメータの後ろに記されてる数字は、試験開始後の経過時間を秒で表しており、たとえば平均発熱速度T300とは開始から300秒経過時までの発熱速度の平均値を表している。

#### 4. 発熱性試験

塗料の試験では、基材として12.5mm厚の石膏ボード板が用いられるが、基材自身約200g/m<sup>2</sup>の有機質量を含んでおり、ある程度の発熱量発生が見込まれる。

基材自身の発熱性試験結果を図1に示す。

これより、基材自身である石膏ボード板が最大発熱速度で92kW/m<sup>2</sup>、総発熱量で5.4MJ/m<sup>2</sup>を有することがわかる。

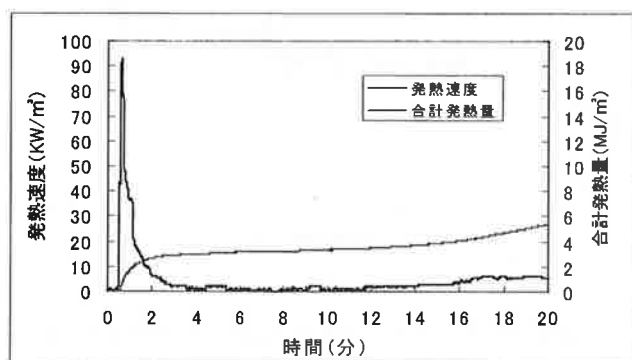


図1 石膏ボード板の発熱性試験結果

今回、検討に用いたのは従来より基材同等001号として認定されている以下の9種類の塗料で塗装された、合

計171枚の石膏ボード板である。

- ①アルミニウムペイント (JIS K 5492)
- ②つや有合成樹脂エマルジョンペイント (JIS K 5660)
- ③フタル酸樹脂エナメル (JIS K 5572)
- ④アクリル樹脂系非水分散形塗料 (JPMS-24)
- ⑤塩化ビニル樹脂エナメル (JIS K 5582)
- ⑥合成樹脂エマルジョンペイント (JIS K 5663)
- ⑦合成樹脂エマルジョン模様塗料 (JIS K 5668)
- ⑧合成樹脂調合ペイント (JIS K 5516)
- ⑨多彩模様塗料 (JIS K 5667)

これら試験片の発熱性試験結果より、有機質量と各発熱性を表すパラメータとの間の相関性を求め、一覧表として表2に示す。

これより全試験片の測定データを用いた場合、いずれの発熱性パラメータも有機質量と相関していないことがわかる。

さらに、塗料の種類によって何か特別の傾向がないか測定データをクラスター分析(最長距離法)を用いてグループに分けてみると、以下の2グループに分類されることが判った。

- ①アルミニウムペイントの総てと合成樹脂エマルジョンペイントの一部塗料。
- ②上記以外の塗料

ここで、①グループに属するアルミニウムペイントについては、自身ある程度の有機質量を持つにも関わらず、基板自身の発熱量と比べても極端に低い発熱量(20分の試験で総発熱量が2MJ/m<sup>2</sup>以下)を示している。

また、同じく合成樹脂エマルジョンペイントの一部塗料は、パテに代表される材料が多く含まれており、これらグループに属する塗膜はいずれも試験中着火が観測されないという特徴を示す。なお、②グループに属する塗料は、何れも試験開始後早い時期に着火を認めており、

表2 全測定データを用いた各パラメータ間の相関係数

	有機質量	最大発熱速度(HRR)	平均発熱速度(HRR)	平均発熱速度 T60	平均発熱速度 T180	平均発熱速度 T300	発熱量(THR)	発熱量 T180
有機質量	1.000	0.403	0.255	0.156	0.313	0.327	0.292	0.334
最大発熱速度(HRR)	0.403	1.000	0.409	0.844	0.789	0.711	0.516	0.918
平均発熱速度(HRR)	0.255	0.409	1.000	0.413	0.695	0.802	0.990	0.604
平均発熱速度 T60	0.156	0.844	0.413	1.000	0.853	0.763	0.475	0.884
平均発熱速度 T180	0.313	0.789	0.695	0.853	1.000	0.978	0.734	0.952
平均発熱速度 T300	0.327	0.711	0.802	0.763	0.978	1.000	0.827	0.902
発熱量(THR)	0.292	0.516	0.990	0.475	0.734	0.827	1.000	0.681
発熱量 T180	0.334	0.918	0.604	0.884	0.952	0.902	0.681	1.000

早い時期より塗膜の燃焼が始まっていることが考えられる。

この②グループに属する一般塗料の発熱性試験結果を図2に、①グループに属し試験中に着火を認めない塗料の発熱性試験結果を図3に示す。

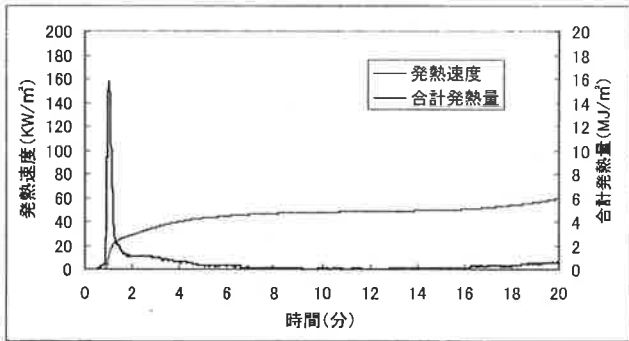


図2 一般の塗料の発熱性試験結果

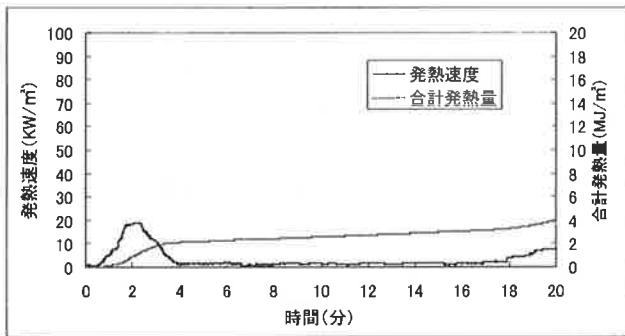


図3 パテ類の発熱性試験結果

次に、先ほどクラスター分析で異なる特性を有すると分類されたアルミニウムペイントと合成樹脂エマルジョンペイントを除いた72枚の測定データを用いて再度有機質量と各発熱性を表すパラメータとの間の相関性を求めると表3に示すように一部のパラメータ間に相関性

が認められるようになった。

ここで、有機質量と発熱性パラメータの間の相関性に着目するとある傾向がみうけられる。

依然として、総発熱量は有機質量と相関しないものの、試験開始後3分間の発熱量(T180)及び最大発熱速度が有機質量と0.8以上の高い相関性を示している。

また、試験開始後の経過時間の違いによる相関係数の大小についてみてみると、平均発熱速度のT60、T180、T300と有機質量とはある程度の相関係数を示しているが、試験開始後3分間までの平均発熱速度が塗料の有機質量と最も高い相関性を示している。

このことから、塗膜はある程度下地試験板の影響を押さえながら、試験開始後3~4分で燃え尽きているのではないかと想像出来る。

また、高い相関性を示した試験開始後3分間の発熱量(T180)と有機質量との関係を散布図として図4に示す。

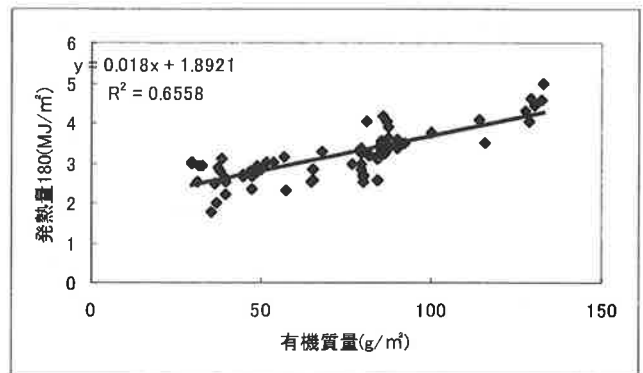


図4 試験開始後3分間の発熱量(T180)と有機質量との関係

## 5. まとめ

基材同等001号として認定されている比較的有機質量の少ない塗料について発熱性試験を行った結果以下の

表3 一部測定データを用いた各パラメータ間の相関係数

	有機質量	最大発熱速度(HRR)	平均発熱速度(HRR)	平均発熱速度 T60	平均発熱速度 T180	平均発熱速度 T300	発熱量 (THR)	発熱量 T180
有機質量	1.000	0.814	0.357	0.562	0.727	0.671	0.458	0.810
最大発熱速度(HRR)	0.814	1.000	0.322	0.739	0.733	0.630	0.456	0.922
平均発熱速度(HRR)	0.357	0.322	1.000	0.187	0.622	0.777	0.984	0.478
平均発熱速度 T60	0.562	0.739	0.187	1.000	0.706	0.542	0.246	0.750
平均発熱速度 T180	0.727	0.733	0.622	0.706	1.000	0.957	0.662	0.904
平均発熱速度 T300	0.671	0.630	0.777	0.542	0.957	1.000	0.800	0.813
発熱量(THR)	0.458	0.456	0.984	0.246	0.662	0.800	1.000	0.584
発熱量 T180	0.810	0.922	0.478	0.750	0.904	0.813	0.584	1.000

ような特徴が認められた。

- ①アルミニウムペイントは、20分の試験時間中、素地試験板の発熱性を押さえる効果がある。
- ②塗料を発熱性で二つのグループに分けると、主に着火の有無で分類出来る。
- ③この場合、一般の塗料は着火有りのグループに属し、今回調べた塗料のうちアルミニウムペイント及びパテ類が着火無しとしてもう一つのグループに分類できる。
- ④今回のデータからは不燃材料試験である20分間の試験で有機質量と総発熱量は相関しない。

④試験初期に着火する一般の塗料についてみると、最大発熱速度と初期3分間の発熱量(T180)が塗膜の有機質量と0.8以上の高い相関性を示した。なお、着火無しの塗料では何れの発熱性パラメータも有機質量との相関を示さなかった。

新しい試験方法ということもあり、コーンカロリメータによる塗膜の発熱試験データは、発表例が少ない。

今後も試験データの蓄積を図ると共に、旧表面試験結果との関係等他の方面からも検討し、またの機会に報告したいと思います。

## トピックス

### 「塗料試験設備の管理・取扱基準(2002年版)」

#### 発刊のご案内

ご承知のように、JIS K 5400(塗料一般試験方法)及びJIS K 5407(塗料成分試験方法)は、平成14年4月に廃止になりそれぞれJIS K 5600(塗料一般試験方法)及びJIS K 5601(塗料成分試験方法)に移行しました。

これに伴い(財)日本塗料検査協会では、当協会が主宰する「塗料試験方法研究会」の会員及び設備・機器会社のご協力をいただき、従来の「塗料試験設備の管理・取扱基準」(VOL.1及びVOL.2)を改訂いたしました。

新しい「塗料試験設備の管理・取扱基準(2002年版)」には、JIS K 5600及びJIS K 5601の試験に用いられる試験設備89種類が収録され、1冊にまとめられています。

広く、塗料の試験・検査の関係者にご活用いただきたく、ここに発刊のご案内をさせていただきます。

本件に関するご質問・お問い合わせは下記宛お願いいたします。

なお、本書は、ご希望の方に頒布いたしますので、注文書をご請求下さればすぐにお送りいたします。



財団法人 日本塗料検査協会

東支部： 〒251-0014 神奈川県藤沢市宮前428  
TEL 0466-27-1121 FAX 0466-23-1921

西支部： 〒572-0004 大阪府寝屋川市成田町

2番3号

TEL 072-831-1021 FAX 072-831-7510