

キーワード：発煙性、繊維製品、高分子材料、煙濃度、燃焼生成ガス

### 概要

床材やカーテンなど建築内装材の火災安全性の特性として、燃えにくいこと、着火しても延焼しないことがあげられますが、万一の燃焼に対する低発煙性も重要です。とくにビル建造物や航空機などの公共の場所に用いられる材料については、火災時の恐慌回避や避難時の視界確保のためにも低発煙性能が強く要求されます。

ASTM E 662に規定されているNBS発煙性試験装置は、材料を強制加熱した際に発生する煙の量を測定する装置です。また、この装置を用いて、燃焼時の有害ガスの測定も可能です。ここではNBS発煙性試験方法と装置の概要ならびに測定例を紹介します。

### NBS 発煙性試験

この試験には、無炎燃焼試験と有炎燃焼試験があります。無炎燃焼試験は、図1のように密閉した発煙箱中に試料を垂直に置き、電熱ヒーターで輻射熱を与えて、この輻射熱のみで加熱し、発煙させる方法です。有炎燃焼試験は輻射熱に加えてバーナーによっても加熱し、燃焼・発煙させます。

そして、発生した煙は光電管による透過光の強さから減光係数を求め、発煙量として評価し

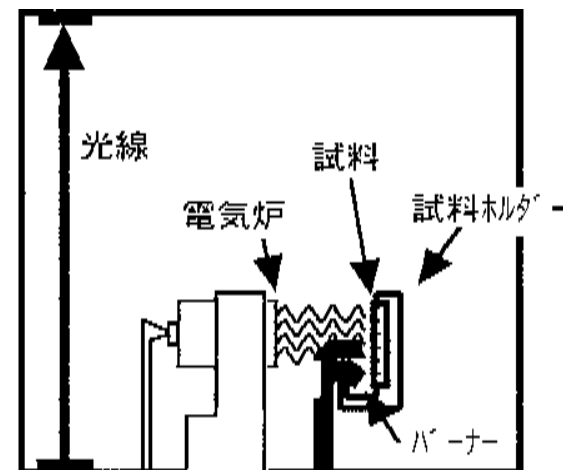


図1 NBS 発煙性試験機の概略図

ます。試験時間は試料を試料ホルダーに設置し、試験箱を密閉してから20分間で、試験結果はその時間内における最大発煙量および最大値への到達時間で表します。

なお、航空機会社などでは火災初期の避難行動の視界確保という点から、燃焼開始から4分後の発煙量も評価しています。

また、有害ガスの測定は図2のように発煙箱の上部から装置内の空気をテドラバッグに採取し、対象ガスの濃度の分析により行います。

### 発煙量の測定

煙とは液体やスなどの微粒子および燃焼生成ガスが浮遊拡散している状態をいい、また、煙の有害性として、心理的要因をはじめとして、視程障害要因や燃焼生成ガスの毒性などがあげられます。

煙を測定する場合、煙を構成する煙粒子の大きさおよびその分布を知ることも大切ですが、実際問題としては煙の総体的な量を測定するのが一般的です。自動車排気や煙突の煤煙といった大気汚染の分野では様々な研究が行われ、単位容積あたりの重量濃度や粒子濃度(粒子の個数)などいくつかの煙濃度表示方法が示されています<sup>1)</sup>。

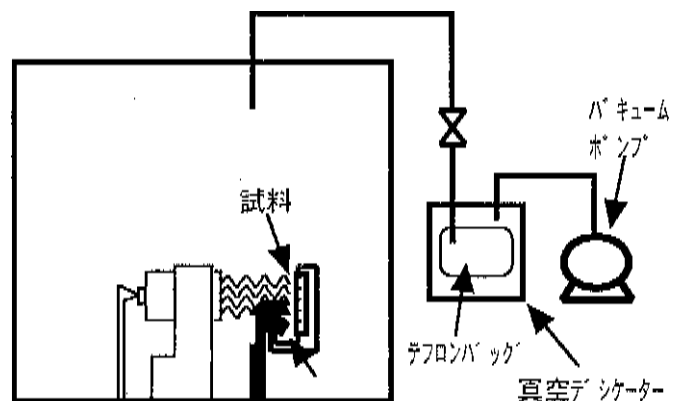


図2 燃焼生成ガスサンプリング装置

火災時の煙を想定した場合には、避難あるいは煙中での行動のための視界確保が必要であり、見透かし距離との相関性が重要となります。そのため光の減衰あるいは散乱を利用した光学的方法による濃度表示がよく利用され、特に Lambert-Beer の法則に基づく減光係数がよく用いられます。この減光係数(Cs)と見透かし距離(Z)の間には  $Cs \times Z = \text{一定}$  という関係が証明されています<sup>2)</sup>。

< Lambert-Beer の法則 >

$$I = I_0 \cdot e^{-Cs \cdot L}$$

$$\text{すなわち } Cs = (2.303/L) \cdot \log(I_0/I)$$

$I_0$  : 試験前の透過光の強さ

$I$  : 試験後の透過光の強さ

$Cs$  : 減光係数,  $L$  : 光路長 (m)

なお、本装置では煙の透過率を測定し、減光係数をもとに、下式により比光学密度(単位面積あたりの発煙量)を求めています。

$$T = (I/I_0) \times 100$$

$$Ds = [V / (A \cdot L)] \cdot \log(100/T)$$

$T$  : 透過率(%)

$Ds$  : 比光学密度

$V$  : 発煙箱の容積 (m<sup>3</sup>)

$A$  : 試料表面積 (cm<sup>2</sup>)

### 有害ガス分析

一般に高分子材料が火災燃焼する場合、完全燃焼することは少なく、不完全燃焼によって多くの分解生成物が生じます。しかし、これらすべてを測定することは困難なため、現在、当研究所では、代表的なものについて、検知管法によって生成ガスの濃度を測定しています。

対象ガスは、有毒性が高く、測定用の検知管が市販されている、一酸化炭素、二酸化イオウ、窒素酸化物、シアン化水素、塩化水素、フッ化水素です。

### 測定例の紹介

図3にタイルカーペット、高分子床材および塩ビ樹脂をそれぞれ有炎、無炎燃焼させた結果を示します。高分子床材のような単一材料を有

炎燃焼させた場合、発煙量は初期に急激に増加し、やがて、材料が燃え尽きると、以後は徐々に減少傾向となります。また、塩ビ樹脂を無炎燃焼させた場合は、発煙速度は有炎のときに比べて遅く、発煙量は徐々に増加していきます。そして、材料が燃え尽きた後は、有炎のときのような減少傾向は示さず、平衡状態となります。一方、タイルカーペットでは、まず、表面のパイル素材が燃焼して煙濃度が上昇したのち、表面パイル層が燃え尽きて、煙濃度は一度減少します。しかし、強制加熱を続けると、裏面のバック層が燃焼しはじめ、再度、発煙量が増加するという特徴があります。

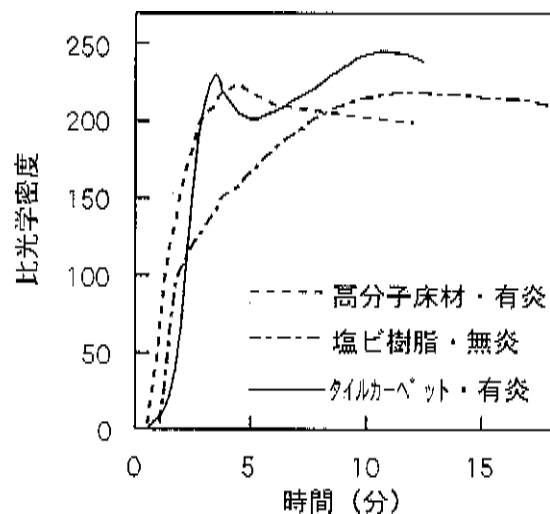


図3 発煙性試験結果

### まとめ

今回紹介したNBS発煙性試験装置は材料を強制燃焼させた時の発煙量を測定する装置であり、本装置と各種燃焼性測定機器を組み合わせることによって、火災に対して安全な材料を選択することが可能となります。

当研究所では上記装置に関する依頼試験および機器開放を行っております。試料の大きさなど詳細は担当者にご相談下さい。

### 参考文献

- 1)東京消防庁消防科学研究所監修「火と煙と有毒ガス」
- 2)神忠久：煙中の見透かし距離について，日本火災学会論文集，21，No.1(1971)