

燃焼性試験器の特長

*片野 邦夫

燃焼性試験は、その試験対象や目的、試験方法、評価方法により、非常に数多くの種類の試験規格や法律が存在します。試験対象となるものは、自動車、航空機、鉄道、船舶、建材、インテリア、服飾、家電、電気電子部品等、身の回りのあらゆるものです。評価方法についても、着火性、試料表面を延焼する速度、発熱量、発煙量、生成ガスの有毒性、燃焼継続性等様々であり、規模についても卓上試験が可能な比較的小規模なものから、防爆設備が必要

となるような大規模なものまで多様です。

本稿では、その中でも特に代表的な燃焼性試験であるMVSS燃焼性試験、45°燃焼性試験、酸素指数燃焼性試験、UL94燃焼性試験を中心に、試験についての概要と、当社が試験器を製作する上で、各試験規格に準拠し、なおかつ試験の再現性や試験精度アップのためにどのような工夫をしているかを解説致します。

1. MVSS燃焼性試験器

(1) MVSS燃焼性試験とは

米国運輸省の高速道路交通安全局が定める法律である米国連邦自動車安全基準 (Federal Motor Vehicle Safety Standards) によって規定された、自動車内装材の燃焼性試験です。元々米国内で自動車を販売するためには、輸入車も含めすべてこの基準をクリアする事が必要ですが、日本国内も同様に、国土交通省の道路運送車両保安基準に内装材料の難燃基準が規定され、車両全般について義務付けられています。内容としては、内装材の試料表面を炎が水平方向に延焼する速度 (燃焼速度) の測定法が規定されています。

・試験規格：

FMVSS No.302 (その他、FMVSSをベースとした類似の規格としてSAE J369a、JIS D 1201、ISO 3795等)

・試験方法概略：

- ① U字型枠 (試料ホルダ) により、水平に固定した試料の一端をバーナで15秒間加熱 (図1)
- ② 延焼した距離、時間から燃焼速度を算出
- ③ 燃焼速度が基準を満たせば適合

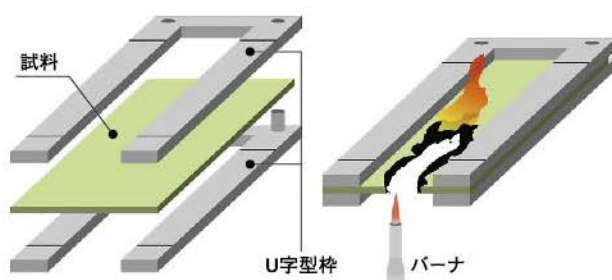


図1 U字型枠 (試料ホルダ) で試料水平固定

(2) MVSS燃焼性試験器MVSS-2型 (写真1)

当社のMVSS燃焼性試験器MVSS-2型の特長として、第一に、異なる試験者による接炎の個人差を無くす工夫が挙げられます。

この試験は、基本的にはバーナを試験片に近づけて接炎する、15秒間の接炎時間をカウントする、バーナを試験片から離す (又は消火する)、という一連の動作を試験者が手作業で行うため、試験者の癖によって接炎時間や接炎位置にズレが生じることが考えられます。MVSS-2型では、

- ① 試験槽側面に扉を設け、扉を閉めるとバーナが所定の接炎位置に来る様にバーナを扉に設置
- ② 扉を閉めると接炎時間カウンタが作動し、15秒のカウント開始
- ③ 接炎時間カウンタの15秒カウントアップにより、ガス回路の電磁弁が閉で消火という仕組みと動作をとることにより、前述の様な個人差を無くした試験が可能となっています。

また、試料により燃焼時に腐食性ガスが発生する場合、耐食性の低い材質の燃焼箱では腐食により試験槽に欠陥が生まれ、試験結果に影響を与えてしまう可能性があります。当社の燃焼性試験器はMVSS-2型に限らず、全機種に耐食ステンレス製の燃焼箱を標準としています。



写真1. MVSS燃焼性試験器 (MVSS-2型)

(3) FMVSS No.302類似規格への対応

MVSS燃焼性試験には、FMVSS No.302をベースとした試験規格が複数有り、その規格間で、規定内容に微妙な差異が存在します。部品や試験片の寸法に於いては数ミリ程度の違いであったり、燃焼物の受け皿の有無であったりというもので、JIS D 1201にも、「この規格で試験した結果は、FMVSS No.302 (中略) の結果と同等である。」との解説が有りますが、当社としては、各規格に厳密に準拠した試験を行うことができるよう、それぞれに対応したMVSS-2型、MVSS-3型の2機種を用意しています (表1参照)。

2. 45°燃焼性試験器

(1) 45°燃焼性試験とは

カーテン、緞帳(どんちょう)、絨毯、カーペット、建築用内装シートなどの繊維製品は、火災時において建物天井への延焼をまねき被害拡大の大きな原因となることから、日本に於いては45°法による繊維製品の燃焼性試験が消防法、JISに規定されています。

消防法に於いて、高層建築物や地下街等、不特定多数の人の出入りがある場所で使用する繊維製品には、一定の防災性能を持つ製品の使用と、その性能の証明である防災マーク (写真2) の表示が義務付けられており、その性能審査に45°燃焼性試験が行われます。尚、燃焼性試験に先立ち行う前処理試験として、洗濯試験やドライクリーニング試験が規定されています。

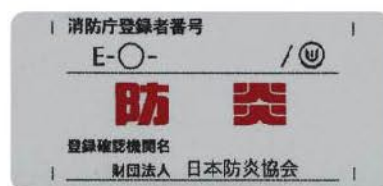


写真2. 防災マーク

45°燃焼性試験には、使用するバーナの異なる、マイクロバーナ、メッセルバーナ、エアミックスバーナ、接炎バーナの4種の試験方法があり、試料の性質により行う試験方法が決まります (写真3)。機種は、マイクロバーナ、メッセルバーナ、接炎バーナのいずれかで試料の下方より垂直加熱しカーテン類、建築用シート、展示用合板、熔融する試料等の試験を行うFL-45M型、エアミックスバーナで試料上方を水平加熱し、絨毯等の敷物の試験を行うFL-45C型、両方の試験ができるFL-45MC型 (写真4) があります。

表1 試験規格内容と対応機種

規格番号	FMVSS No.302、SAE J369a 国土交通省道路運送車両の保安基準の細目を定める告示 【2005.11.09】別添27 (内装材料の難燃性の技術基準) 規定	ISO 3795、JIS D 1201
燃焼箱寸法	約 381×356×203mm	約 385×360×204mm
換気用隙間寸法	13mm	15mm
受け皿	なし	あり
スガ対応機種	MVSS-2型	MVSS-3型



マイクロバーナ（薄手試料用）



メッケルバーナ（厚手試料用）



エアミックスバーナ（絨毯、カーペット等）



接炎バーナ（熔融する試料用）

写真3. 4種バーナ

ここでは薄手の試料の試験時に行われる45°マイクロバーナ法を例として試験方法を説明致します。

試験規格：消防法、JIS L 1091・L 4404等

・試験方法概略：例.45°マイクロバーナ法（図2）

- ①試料を45°に傾斜して取り付け、下部よりバーナで加熱し、着火までの加熱時間を測定
- ②着火後、3秒間加熱を継続した後、バーナを消火
- ③試験中、以下2項目を測定
 残炎時間：バーナを消火後、火炎を出して燃える時間
 残じん時間：バーナを消火後、火炎を出さずに燃える時間
- ④試験後、以下2項目を測定
 燃焼長さ：燃焼した部分の長さ方向長さ
 燃焼面積：燃焼した部分の総面積

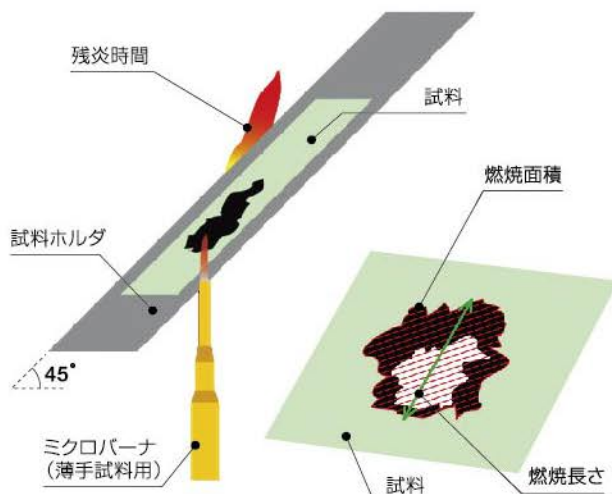


図2 ミクロバーナ法

(2) 45°燃焼性試験器 FL-45MC型（写真4）

前項に示す通り、45°燃焼性試験では、着火までの加熱時間、着火後の3秒間、残炎時間、残じん時間のカウント又は測定と、バーナの着火、消火作業、着火の目視確認の連続した動作が求められます。

しかし試験者の手作業による方法では、このような複雑な動作の試験に再現性や試験者の癖による個人差の低減を求めることは現実的ではありません。

そこで当社の45°燃焼性試験器FL-45MC型では、4つのタイマによるカウント、時間測定と、バーナの自動着火、自動消火動作を連動させることにより、試験者の作業を着火と、残炎、残じん終了の目視確認時の測定タイマ停止ボタンのプッシュのみとしています。これにより、複雑な操作なしに再現性のよい試験が可能です。



写真4. 45°燃焼性試験器（FL-45MC型）

3. 酸素指数燃焼性試験器

(1) 酸素指数燃焼性試験とは

MVSS燃焼性試験や45°燃焼性試験が主に試料表面を延焼する速度や延焼した面積を評価するのに対し、酸素指数燃焼性試験は、材料それ自体の持つ難燃性（燃えにくさ）を数値で表すための試験です。試験対象としては、例えばJIS規格に於いてはプラスチック、繊維、自動車等の試験規格に規定されており、分野は様々です。主に品質管理や難燃剤の効果の検証等の目的で使用されています。

燃焼とは発光、発熱を伴う急激な酸化反応であるため、試料周辺の酸素濃度が高ければ反応は起きやすく、低ければ反応は起きません。逆に言えば燃焼に必要な最低限の酸素濃度（これだけの量の酸素が在れば燃焼が可能という濃度）が低い材料は燃えやすく、高い材料は燃えにくいといえます。この燃焼に必要な最低限の酸素濃度を「酸素指数（Oxygen Index）」と呼び、材料の難燃性を数値で表わすことが可能です。各種材料の酸素指数測定結果例を表2に示します。実際に燃えやすいか燃えにくいかを判断する一つの目安として、大気中の酸素濃度が約21%であることから、酸素指数が21より低ければ燃えやすく、高ければ燃えにくい、ということが言えます。

試験規格：JIS L 1091・K 7201、ISO 4589等

・試験方法概略：

- ① 燃焼コラム内に酸素濃度を調節した酸素、窒素混合ガスを流す
- ② 燃焼コラム内の試料に着火し、燃焼させる
- ③ 燃焼が継続する必要最低限の酸素濃度「酸素指数」を求める

表2 酸素指数測定結果

材 料	酸素指数
メタクリル樹脂	17.3
ポリプロピレン	17.4
難燃ポリプロピレン	23.7
塩化ビニル樹脂	31.5
エポキシ樹脂	38.3
ふっ素樹脂	95.0

(2) 酸素指数燃焼性試験器ONシリーズ

酸素指数燃焼性試験は、試験規格により、燃焼コラムの寸法やガス流量調整方法やガスの流速等の規定内容が異なります（図3）。当社ではJIS L 1091規格に対応したON-1型、JIS K 7201、ISO 4589規格に対応したON-2M型（写真5）の2機種があり、さらに兼用型の製作も可能です。また、プラスチック材料（ペレット）や粉体塗料用原料である合成樹脂は貯蔵にあたり消防法で酸素指数基準が規定されています。専用のホルダや、薄いフィルムなど自立しない試験片を保持するコの字ホルダ、磁気式酸素濃度分析計などオプションで用意しています。

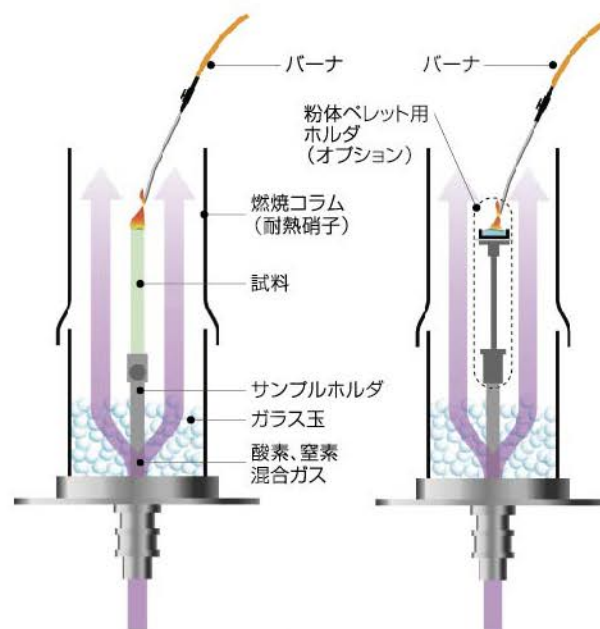


図3 燃焼コラム



写真5. 酸素指数燃焼性試験器（ON-2M型）

4. UL94燃焼性試験器

(1) UL94燃焼性試験とは

Underwriters Laboratories Inc.により制定された電気部品用のプラスチック材料の燃焼性試験規格です。事実上、電気部品用の強制規格として機能しており、日本に於いても標準的な安全規格として認知されています。試験内容としては、材料を垂直又は水平状態で燃焼させ、難燃性を等級付けしており、幅広い分野で普及しています。UL94には難燃性の等級や試料の性質により、水平、50W垂直、500W垂直、薄手材料垂直、発泡材料水平の全5種類の燃焼試験があります。ここでは水平燃焼試験、50W垂直燃焼試験を例として試験方法を説明致します。

・試験規格：UL94

・試験方法概略：

例.水平燃焼試験(図4)

①試料を水平に保持し、先端を45°に傾斜させたバーナによって加熱

②燃焼速度を評価

例.50W垂直燃焼試験(図5)

①試料を垂直に保持し、下方よりバーナによって加熱

②残炎時間、残じん時間、滴下物による綿の燃焼で評価



図4 水平燃焼試験方法

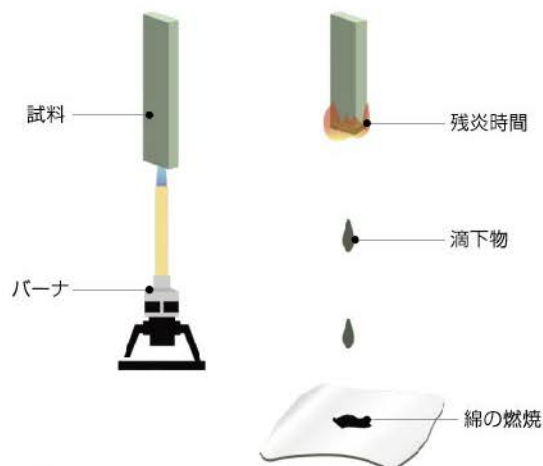


図5 50W垂直燃焼試験方法

(2) UL94燃焼性試験器 UL94型

UL94燃焼性試験器は、50W垂直燃焼試験専用のUL94 V型、水平燃焼試験専用のUL 94HB型があり、更に水平、50W垂直、500W垂直、薄手材料垂直、発泡材料水平の全5種類の燃焼試験とASTM D 5207に基づく試験炎の校正が可能なオールインワンタイプも用意しています(写真6)。垂直燃焼試験の場合、試料の接炎部とバーナの距離を一定に維持する必要があるため、試料の燃焼による変形に伴ってバーナを手作業で移動させる必要がありますが、UL94型では試験槽外からのレバー操作により試料の移動が可能であるため、安全に試験を行うことが可能です。



写真6. UL燃焼性試験器（UL94型 5種類試験対応）

当社は、埼玉県日高・川越工場で設計、板金加工、配線等、装置製作を一貫して行っていますので、お客様のご要望により、各種特殊仕様への対応や、現在、製品ラインナップにない燃焼性試験器の製作、新規の燃焼性試験規格への対応機種の開発等も行うことが可能です。また、現在、各機種には、炎の高さを調整するための炎高さゲージを標準付属するなど、使いやすさへの考慮がされていますが、さらに操作性やメンテナンス性の向上のために、改良を随時行ってまいります。

*日高・川越工場 製品検査課 主任