

難燃性ガスケットの発煙性低減に関する研究
(その1) 難燃性ガスケットの発煙性の検討

正会員 ○松永正美*
同 川端芳英*

ガスケット 発煙性試験 発煙性能
難燃性

1. はじめに

一般に建築用ガスケットの難燃性は壁用耐火試験炉にて評価している。そのうち、難燃性ガスケットは、後述の BGA 規格などの発煙特性試験に合格したものを云う。耐火試験では当然のことながら、発煙が発生するが、試験体によっては極めて顕著な発煙があり、試験担当者の体調に影響が出たり、近隣住民から「火事でないか」と通報されかねないこともある。

本来、人命を守るために設置されている防火戸であるにも関わらず、防火戸から発生した煙に巻かれて命を落としてしまう、極めて危険な事態も考えられる。耐火試験がいかに重要とはいえ、試験担当者がガスマスクを装着しないと作業できないほどの煙が発生する状態は異常であり、本末転倒であると言わざるを得ない。また、乙種防火戸通則認定制度がスタートした際の解説に「加熱面の裏側に著しい発煙を生じないこと」と記されていた。それにもにもかかわらず、いつのまにか削除され有名無実となってしまっていることも問題である。

本報文はガスケットの発煙を低減できないかを、検討する第一段階として、まず現状ある難燃性ガスケットの発煙性の現状とその程度を検証した結果を報告する。

2. 試験体

BGAに定めた「防火設備(防火戸)用グレイジングガスケット・緩衝材-2010-」におけるガスケットの発熱特性試験に合格したCR(クロロプレンゴム)、SR(シリコーンゴム)の二種類の材料および参考として難燃性EPDMの計三種類の材料を選定し、発煙性の試験を行なった。

表-1 試験に使用した材料の難燃性能

材料種	酸素指数	発熱特性試験	
		着炎時間(秒)	温度時間(面積℃分)
SR	38.5	245	9.4
CR	39.5	着炎せず	測定せず
EPDM	27.0	101	136.7
備考	酸素指数;材料が燃焼を持続するのに必要な最低酸素濃度		

これらはいずれも当社の配合で製造されたものである。特に今回試験に供したEPDMについては、CR、SR

と比較する目的で、後述するように燃焼時に水を放出して冷却する方策の難燃化を行った。

試験に使用した材料の難燃性能についてあらかじめ測定した結果を表-1に示す。

3. 試験方法

建築用ガスケットの発煙性を評価する適当な方法が現在のところ見当たらない。本試験ではBS規格燃焼性試験~客室用材料6853:1999 Annex D 発煙性試験8.3による3mキューブ試験を採用した。試験概要を図-1に示す。

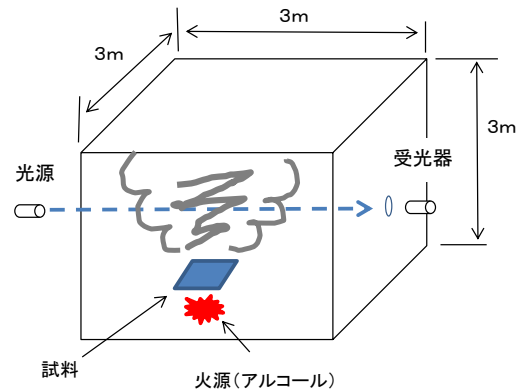


図-1 3mキューブ試験概要

表-2 BS規格燃焼性試験条件の詳細

項目	試験条件
光源	タングステンフィラメント付きハロゲンランプ(タイプM28) 100W 12V
受光器	φ150mm光電セル
試料	140mm×60mm×3mm
発火源	エタノール/メタノール/水=90/4/6の1000ml溶液

本試験は1981年のロンドン地下鉄の鉄道車両火災事故の後に英国で開発された試験方法である。試験は3m立方の試験室内で、アルコール燃料を用い、所定の試験片を燃焼させ、試験室内に発生した封入された煙による光透過率の減衰により発煙量を評価する方法である。試験方法の詳細は、試料を発火源溶液の液面から175mmの高さに置く。発火源に着火し、立方体内の煙密度を記録する。当初の光度と透過光の光度を規格に従い下式によ

り光透過率（ε）を算出する。

$$\varepsilon = (\lambda / \lambda_0) \times 100$$

ここに、λ；当初の光度 λ₀；透過光の光度
試験条件の詳細を表—2に示す。

4. 試験結果と考察

発煙性試験結果を表—3に示す。

表—3 3mキューブ発煙性試験結果

材料種	3mキューブ 光透過率%	煙の色
SR	81.7	白
CR	23.5	黒
EPDM	84.0	白

(1) 燃焼によるSRとCRの発煙性の違い

SRとCRでは酸素指数はほぼ同等であるにも関わらず発煙による光透過率は大きな差が生じた。また、発生した煙はSRは少量の白煙に過ぎなかったが、CRは極めて顕著な量の黒煙が生じた。これは燃焼時に完全燃焼に近いSRが白煙を発生し、不完全燃焼に近いCRが黒煙を発生したものと考えられる。この完全燃焼と不完全燃焼の差は、材料の種別による難燃化のシステムの違いによるものと推定される。

(2) 消火可能な燃焼と消火の3要素について

消火の可能性に及ぼす燃焼の3要素は、①可燃物、②酸素供給源、③熱源（点火源）であり、1つ以上を取り除けば消火可能である。これに対して消火の3要素は、①除去消火（可燃物）②窒息消火（酸素供給源）③冷却消火（熱源）があり、1つ以上実施すれば消火可能である。

(3) 代表的なSR難燃化の一般的な方法

SRの難燃化の場合、白金Ptをゴム中に添加することで、燃焼時のレジニ化が促進され、表面にシリカ層を作り、それにより酸素を遮断する効果によるものと考えられている。そのため、表面のシリカ層が燃焼により消失すると一気にゴムが燃焼し始める。SR自体は可燃性であることから完全燃焼に近い状態となる。そのため少量の白煙が発生するのみとなる。

(4) 代表的なCR・EPDMの難燃化の一般的な方法

CRやEPDMの難燃化の場合、SRとは異なり、様々な難燃物質を添加することで難燃化する。難燃剤は燃焼時に不燃性ガスを発生してゴムと酸素を遮断するものと、燃焼時に水を放出して冷却するものの2種類があり、量を調整して添加している。

これらの難燃剤で不燃性ガスを発生し、ゴムと酸素を

遮断して難燃性にするものは、ゴムが燃焼している間も作用しているため、不完全燃焼が生じて黒煙が発生する
と考える。

(5) 難燃性EPDMについて

参考として試験に供した難燃性EPDMは、添加する難燃材に不燃性ガスを発生する難燃剤は使用せず、燃焼時に水を放出して冷却するタイプの難燃剤のみを使用した。その結果、酸素指数は低いものの光透過率はSRと同等の完全燃焼に近い結果が得られた。

以上のことから、発煙性という観点でのみ、難燃性のゴムガスケットを選択するのであればSRが優れていると思われる。また、CRでも難燃剤の種類を選ぶことで発煙性を低減することは可能と考える。

5. まとめと今後の課題

難燃性ガスケットが燃焼により発生する煙の人体への影響を検討する第一段階としてガスケットの材料別に発煙性試験を行った。

- ① SRは完全燃焼に近く、白煙のみで人体への影響は少ないと思われる。
- ② CRは黒煙が顕著に発生し、難燃剤の種類を精査する必要がある。
- ③ EPDMは難燃剤を選んだため、完全燃焼に近く、白煙のみで人体への影響が少ないと判断された。
- ④ ガスケット製品はメーカーごとに配合が異なるので製品ごとの検査が必要である。今回の報告では当社のゴムガスケット材に限定して試験を行った。しかし、建築ガスケットとしては、メーカーによって配合を変えて調整しており、硬さ・引張強さなどの性能が同じでも配合の組成が異なることが多い。また、建築用ガスケットとしては、PVCやTPEなどの樹脂系の材料があり、これらの材料については建築ガスケット工業会の協力も得ながら検証を進めたい。
- ⑤ 今回の報告は燃焼における発煙量に着目して検証したが、やみくもに白煙は安全、黒煙は危険と判断するのは早計である。今後の検討課題として人体への影響を明らかにするため、煙の成分分析などを行わねばならない。

参考文献

- ・BS規格燃焼性試験～客室用材料6853：1999 Annex D 発煙性試験8.3
- ・財団法人全国危険物安全協会刊危険物取扱者保安講習テキスト平成24年度版「危険物の保安管理・一般編」