

建築材料のガス有害性試験方法に関する検討

正会員 ○福田 泰孝*¹
同 遊佐 秀逸*²
同 土橋 常登*³
同 田坂 茂樹*³

ガス有害性試験 燃焼ガスの毒性 実験動物
シアン化水素

1. はじめに

不燃材料等の防火材料の性能の一つとして要求される建築基準法施行令第108条の2「避難上有害な煙又はガスを発生しないものであること」を評価するため、ガス有害性試験が実施されている。本試験は、試験体の燃焼時に発生する燃焼生成ガスを実験動物(マウス)に暴露し、マウス行動停止時間によって、ガス毒性を確認する試験であり、その試験方法は国土交通省から指定された性能評価機関により試験・評価業務方法書に規定されている。当該業務方法書中のガス有害性試験・評価方法の適用では、例えば不燃材料の場合は化粧層等の有機化合物の合計質量が200g/m²以下のものは本試験を省略できることとなっている。本報告は近年の動物愛護の背景を踏まえてその省略規定の拡大及び妥当性を検討するものである。

2. 試験方法

本試験に用いる試験体は、大きさ220mmの正方形、厚さは製品厚(最大15mm)としている。試験装置は、加熱炉、拡散箱、披検箱、回転かご、マウス行動記録装置等で構成される。マウスを1匹づつ入れた回転かご8個を披検箱内に設置し、試験体を副熱源(プロパンガス)で3分間加熱後、さらに主熱源(電気ヒーター1.5kw)を加えて合計6分間加熱する。測定は、マウスが回転かごを回転させる行動を加熱開始後16分を経過するまで電氣的に記録する。以下の式で求めたマウス平均行動停止時間(χ_s)の値が6.8分以上の基準を満足する場合を合格としている。

$$\chi_s = \chi_{ave} - \sigma$$

ここに、

χ_{ave} : 8匹のマウス行動停止時間の平均値(単位:分)

σ : 標準偏差(単位:分)

3. ガス有害性試験省略規定の検討

3.1 予備試験

ガス有害性試験の省略規定を検討するに当たり、一般的な内装材料について、本試験でのマウスの行動停止時間と対象材料のm²当たりの質量g/m²の関係を見出し、本試験を省略できるg/m²を決定することを基本方針とし、今回はシアン化水素(HCN)が発生するポリアクリロニトリル繊維クロス(以下、クロスと呼ぶ)について調べた。また、発生するHCNについて検知管により濃度を測定した。燃焼生成ガスの採取位置はマウス披検箱内、中央、

高さは設置したマウスとほぼ同じ高さとした。試験は業務方法書の「ガス有害性試験・評価方法」に従って実施した。

3.2 試験体及び試験結果

試験体は、クロス以外の有機成分を少なくするため、基材は金属板(標準板:厚さ0.27mm)とし、クロスと基材は周囲をアルミテープにより固定した。燃焼重量を変化させるため、基材に貼りつけるクロスの重量(面積)を変化させた。試験体仕様及び重量減少量、マウス平均行動停止時間 χ_s 等の結果一覧を表1に、重量減少量と χ_{ave} 、 σ 、 χ_s との関係を図1に示す。また、No.1~4のガス分析値を表2に、No.7~11の加熱開始後3分・6分・7分・10分・15分時点でのHCN濃度測定結果を表3に、加熱終了時(6分)のHCN濃度と重量減少量の関係を図2に示す。

表1 試験体仕様及び試験結果一覧

No.	加熱面積	幅(mm)	重量(g)	重量減少量		χ_{ave} (分)	σ	χ_s (分)	加熱終了時のHCN濃度(ppm)
				(g)	(g/m ²)				
No.1	全面	220	16.8	11.8	295	5.86	0.8	5.06	-
No.2	2/3	147	11	6.7	167.5	7.36	0.66	6.7	-
No.3	1/2	110	8.4	4.9	122.5	10.15	0.97	9.18	-
No.4	1/2	110	8.4	4.3	107.5	9.13	1.76	7.37	-
No.5	全面	220	16.9	7.9	197.5	7.04	1.17	5.87	-
No.6	1/2	110	8.5	4.6	115	12.16	1.66	10.5	-
No.7	2/3	147	11	4.6	115	9.69	2.68	7.01	180
No.8	1/3	74	5.6	2.9	72.5	13.06	2.04	11.02	120
No.9	全面	220	16.5	7.8	195	-	-	-	450
No.10	1/2	110	8.3	3.7	92.5	-	-	-	190
No.11	1/4	55	4.4	2.2	55	-	-	-	102

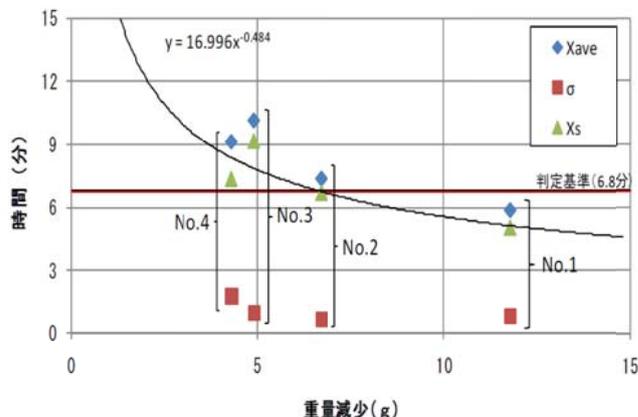


図1 重量減少とマウスの行動停止時間の関係

表2 ガス分析値

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
COmax (%)	0.15	0.14	0.08	0.09
CO2max (%)	2.83	2.22	1.99	1.99
O2min (%)	16.07	17.56	17.85	17.47

表3 HCN 濃度測定結果(単位: ppm)

時間(分)	3	6	7	10	15
No.7(2/3)	56	180	170	145	130
No.8(1/3)	15	120	130	116	110
No.9(全面)	60	450	430	410	400
No.10(1/2)	74	190	180	170	170
No.11(1/4)	9	102	104	104	116

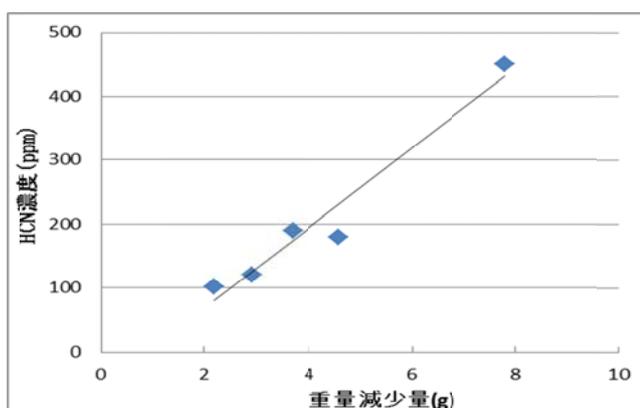


図2 加熱終了時の HCN 濃度と重量減少量の関係

表1及び図1の結果より、クロスの重量減少量が少なくなるに従い、マウス行動停止時間は長くなっており、図2では、重量減少量が大きくなるに従い、HCN濃度が大きくなっている。

判定基準値を満足するのはクロス面積が1/2以下のものであった。判定基準付近の結果となったのはNo.2で、加熱面積を200mm×200mmとしてm²あたりの重量減少量を算出すると167.5g/m²となる。この結果は現在のガス有害性試験の省略規定である有機質量上限値(200g/m²)を下回っており、アクリロニトリル繊維の省略規定適用について検討する必要がある。

3.3 既往の建築材料との比較

各評価機関がラウンドロビンテストで実施した木質系ボード(パーティクルボード、MDF、ベイマツ、ヒノキ、スギ、及びラワン)のデータを重量減少量 g/m²で纏め、今回のクロスNo.1~4も含めて図3に示す。木質系に比べ、クロスは少ない量で行動停止に至っている。ラウンドロビンでの木質系ボードのCO濃度最大値は約1%であったが、クロスでの全面加熱ではCO 0.15%、HCN 450ppm(0.045%)であり、HCNの毒性の強さが確認できる。

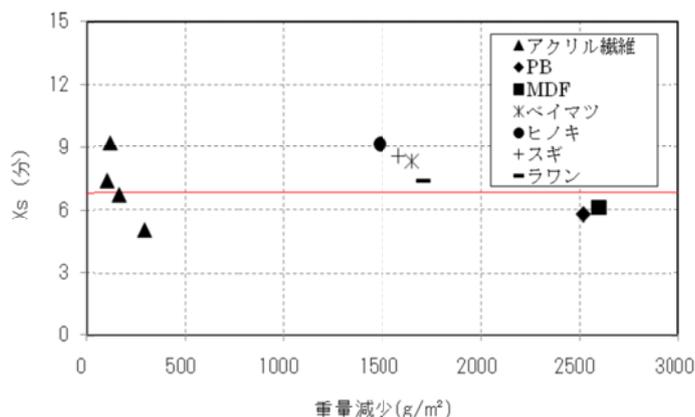


図3 1 m²あたりの重量減少量と行動停止時間

4. 今後の検討課題

現行の業務方法書での不燃材料を対象としたガス有害性試験省略規定上限値の有機質量 200 g/m²では、試験体の受熱面(18cm×18cm)あたりの質量に換算すると、6.5g程度にすぎない。これに対して、判定基準(平均行動停止時間 6.8分)を決定したときの赤ラワンの加熱減量は60g~70g程度である。試験体の含水率の影響を考慮せず加熱減量全てが有機質成分の燃焼と仮定し、m²あたりの質量に換算すると約1500 g/m²となり、規定値 200 g/m²に対し約7.5倍であり、十分に安全側の設定となっている。

一方では少ない質量でも、今回の材料のように、その材質によっては毒性の強いものがある。

ガス有害性試験省略規定を合理化するためには、通常使用される建築材料について、大凡の組成の把握をもとに、当該試験法においてマウスが行動停止する量と15分以上行動を停止しない量との比較で、十分な安全率を勘案して決定する必要がある。

今後の検討予定としては、今回実施したポリアクリロニトリル繊維クロスでの行動停止に至らない質量の把握やポリアクリロニトリル繊維クロス以外のHCNの発生の可能性があるメラミン樹脂板、硬質ウレタンフォーム板等での検証が挙げられる。

[参考文献]

- (1)一般財団法人ベターリビング：防耐火性能試験・評価業務方法書
- (2)上垣拓也 他：ガス有害性試験における燃焼ガスの毒性評価についての検討(その1~その3)、2006年日本建築学会大会梗概集
- (3)上垣拓也、土橋常登 他：ガス有害性試験における毒性評価についての検討、2007年日本建築学会学術講演梗概集
- (4)遊佐秀逸、土橋常登 他：建築材料のガス有害性試験方法に関する検討、2011年日本火災学会研究発表会概要集

*1一般財団法人ベターリビング

*2一般財団法人ベターリビング・工博

*3一般財団法人日本建築総合試験所

*1Center for Better Living.

*2Center for Better Living, Dr. Eng.

*3General Building Research Corporation of Japan