

3) 防火研究グループ

3) - 2 スモークチャンバー試験を用いたガス有害性試験の代替手法提案に向けた基礎的研究【安全・安心】

Basic study for proposal of substituting smoke chamber test for domestic gas toxicity test

(研究開発期間 令和4~6年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

成瀬 友宏
NARUSE Tomohiro

吉岡 英樹
Hideki YOSHIOKA

趙 玄素*1
Xuansu ZHAO *1 現国土技術政策総合研究所

The rotative cages smoke toxicity test of Japan evaluates the toxicity of combustion gases referencing to the time to behavioral incapacitation of 8 mice, an alternative method using gas analysis is needed for animal protection movement. In this study, the feasibility of applying the SDC test which is widely used in Europe to Japan is investigated. The necessary tasks for adopting SDC as an alternative method, in cooperation with domestic and international organizations, were also reported.

【研究開発の目的】

建築基準法では、不燃材料を評価する国土交通大臣認定に関わる性能評価試験として、不燃性試験、発熱性試験の他に、ガス有害性試験が定められている。わが国で用いられているガス有害性試験はマウスを用いた動物試験であり、動物愛護等の観点から代替手法の確立が早急に求められている。

欧州諸国では、ガス有害性を評価する方法として、燃焼ガス成分の定量分析法が使用されており(EN 17084、ISO/TS 19021¹⁾)、これは ISO 5659-2 スモークチャンバー試験 (Smoke Density Chamber Test: 以下 SDC 試験) で発生した煙をサンプリングし、フーリエ赤外分光光度計 (以下 FTIR) を用いて定量分析し、測定したガスの濃度から計算した毒性指数 CIT_G 値により、評価する手法である。

本研究開発では、欧州で広く用いられている SDC 試験のわが国への適用の可能性について検討し、国内外組織の協力を得ながら、SDC を代替手法として検討する上で解明すべき課題について取り組んだ。

【研究開発の内容】

- ①スモークチャンバーを用いたガス有害性試験の代替手法の開発
- ②スモークチャンバー+FTIR について、ISO/TS 19021 に係るラウンドロビン試験の実施を ISO/TC92/SC1 に提案
- ③国内指定性能評価機関の協力を得ながらガス有害性試験の代替手法を検討

【研究開発の結果】

①スモークチャンバーを用いたガス有害性試験の代替手法の開発

本研究開発ではスモークチャンバーを代替手法として適用できる可能性について検討するために 2 つの観点か

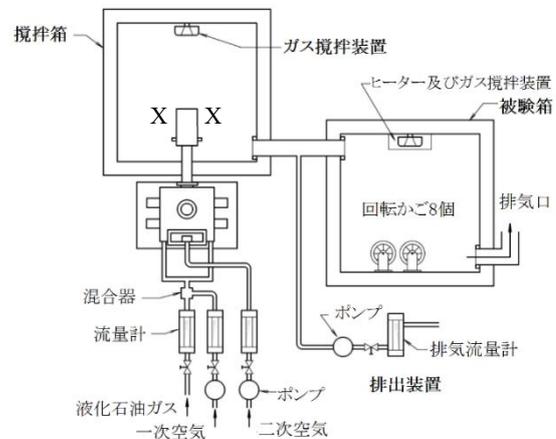


図1 ガス有害性試験装置概略図

ら考察を行った。

一つ目は、スモークチャンバー試験とガス有害性試験の加熱条件の比較を行うために、ガス有害性試験を実施した。試験装置の概略図を図1に示す。試験体は、木材 (WOOD)、塩化ビニル (PVC)、高密度ポリエチレン (HDPE)、アクリル樹脂 (PMMA) の4種類とした。実験の結果から、当量比および V_{CO}/V_{CO2} を計算し、ISO19706の火災進展段階について検討したところ、ガス有害性試験の火災進展段階は2-3aに該当しており、燃料支配型燃焼からフラッシュオーバー前の換気支配型燃焼となっている。過去の文献²⁾から、SDC試験は同じ火災進展段階が該当しており、ガス有害性試験に近い燃焼条件を再現できることから、SDC試験を用いてガス有害性試験の代替手法を提案できる可能性があることが示された³⁾。

二つ目は、スモークチャンバー試験の結果とガス有害性試験の結果の整合性の検討であり、そのためにISO/TS 19021に従ってスモークチャンバー試験を実施し、 CIT_G 値の計算を行い、ガス有害性試験のマウスの行動停止時

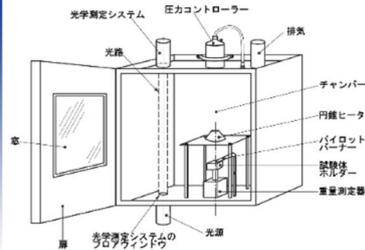


図2 SDC 試験装置 図3 SDC 試験本体部分装置図
間と比較を行った。SDC 試験装置および主要部分の装置図を図2、3に示す。試験体は中密度繊維板 (MDF) 12mmと15mm、壁紙 (塩化ビニル、絹、レーヨン)、アクリル樹脂 (PMMA) の計6種を用いた。さらに、チャンバー天井中央部に固定したプローブから生成ガスをサンプリングし、FTIR を用いて生成ガスの成分や濃度の測定を行った。

欧州では、鉄道車両内での火災時における乗客・乗員の安全性確保という観点から車両に使用する材料に一定の防火性能を要求しており、SDC 試験で測定したガス濃度から CIT_G 値を算出し、EN 17084 で定める「危険レベル」によって材料の分類を行っている。本研究では SDC+FTIR を用いて CIT_G 値を計算した。

次に、SDC 試験とガス有害性試験のマウスの行動停止時間 (X_s) を比較した。なお、ガス有害性試験は既往実験の結果を用いた。

SDC 試験はより相関性が高い 25kW/m² の実験結果から、開始10分間における CIT_G の最大値を用いた。CIT_G 値およびマウスの行動停止時間を行動停止時間が長いものから順に表1に示し、その関係を図4に示す。

表1および図4から、今回の試験体については、計算した CIT_G の値とマウスの行動停止時間に一定の相関があることがわかる⁴⁾。

②スモークチャンバー+FTIRについて、ISO/TS 19021に係るラウンドロビン試験の実施をISO/TC92/SC1に提案

ISO/TS 19021 に係るラウンドロビン試験をISO/TC92/SC1に提案し、2024年10月の国際会議で詳細の話し合いが行われた。2025年1月にプロジェクトリーダーから各機関の装置の条件を確認するアンケート調査が行われ、建築研究所の情報を提出した。4月以降に次のステップとしてスペクトルの解析が行われる予定である。
③国内指定性能評価機関の協力を得ながらガス有害性試験の代替手法を検討

ISO国内委員会にISO/TC92/SC1/ラウンドロビン試験検討WG (ISO/TS 19021) を立ち上げ、日本国内からスモークチャンバー試験装置を持つ4機関 (JECTEC, RIME, TSV, BRI) および指定性能評価機関 (一財) 日本建築

センター、(一財) 建材試験センター、(一財) ベタリービング、(一財) 日本建築総合試験所) が参加し、それぞれ試験を行い結果の比較を行い、機関による試験結果の違いについて確かめた。また、スモークチャンバー試験を使ってガス有害性試験の代替手法の検討をしている内容について説明し、各指定性能評価機関と情報の共有を行い、状況の理解を促した。

表1 着炎・消炎時間、CIT_G 値およびマウスの行動停止時間の結果

試験体名	着炎時間 (s)	消炎時間 (s)	CIT _G 値	行動停止時間 (min)
レーヨン壁紙 +せっこうボード9.5mm	86	120	0.06	15
絹壁紙 +せっこうボード9.5mm	91	159	0.09	11.32
PMMA	59	690	0.18	10.77
PVC壁紙 +せっこうボード9.5mm	39	81	0.30	8.39
MDF12mm	75	消炎せず	0.52	7.76
MDF15mm	74	消炎せず	0.40	7.25

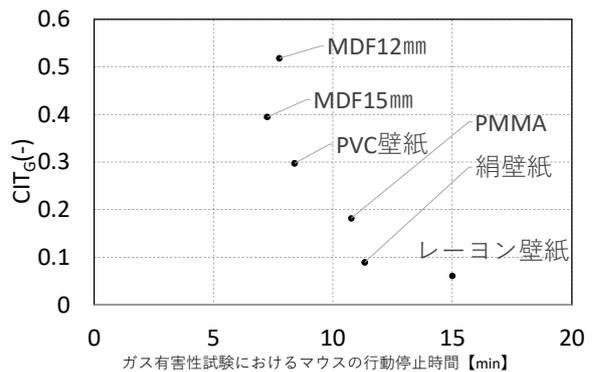


図4 CIT_G 値とマウスの行動停止時間の関係

①②③の成果は、ガス有害性試験の代替手法を提案するために活用される予定である。また、論文等の学会発表によって、社会的・学術的に広く公表された。

【参考文献】

- 1) ISO/TS 19021:2018, Test method for determination of gas concentrations in ISO 5659-2 using Fourier transform infrared spectroscopy.
- 2) T. Richard Hull, Keith T. Paul: Bench-scale assessment of combustion toxicity -A critical analysis of current protocols, Fire safety Journal, Vol. 42, Issue5, 2007, pp340-365
- 3) 福田泰孝ほか：ガス有害性試験における ISO 19706 火災進行段階について、日本建築学会大会学術講演梗概集、2025
- 4) 趙玄素ほか：ISO 5659-2 スモークチャンバー試験とガス有害性試験の比較に関する研究-CITG 値 (Conventional Index of Toxicity, general products) とマウスの行動停止時間の比較-, 日本建築学会大会学術講演梗概集、2024