

## ガス有害性試験における燃焼生成ガスの毒性評価についての検討

## その1 ガス有害性試験の試験方法及び標準板の試験結果

正会員	○上垣 拓也*1	同	土橋 常登*1
同	田中 義昭*1	同	田坂 茂樹*1
同	西本 俊郎*2	同	入江 雄司*3
同	遊佐 秀逸*4		

ガス有害性試験 燃焼ガスの毒性 ラウンドロビンテスト  
木材 実験動物

## 1. はじめに

不燃材料等の防火材料の性能評価では、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に、ガス有害性試験を実施している。ガス有害性試験は実験動物（マウス）を使用する試験で、試験体が燃焼した際に発生する燃焼生成ガスをマウスに暴露し、マウスの行動が停止するか否かによって、材料から発生するガスの毒性を確認する試験である。本試験は、平成12年6月以前は昭和51年建設省告示第1231号に規定されており、当時では試験装置の維持管理の目的から、標準材料（赤ラワン）を燃焼させた際のマウスの行動停止時間が、管理値内にあるか否かの確認を行った上で試験を実施していた。現在では、天然木材の輸入が制限されていることもあり赤ラワンが入手できず、前述の確認作業を実施することができないためマウスの平均行動停止時間の基準値を6.8分と定めている。また、動物保護の観点から動物実験を実施することの困難な国や地域があり、実験動物による試験を極力減らし、ガス分析値等から定量的な評価を行えるよう考えていかねばならない状況にある。

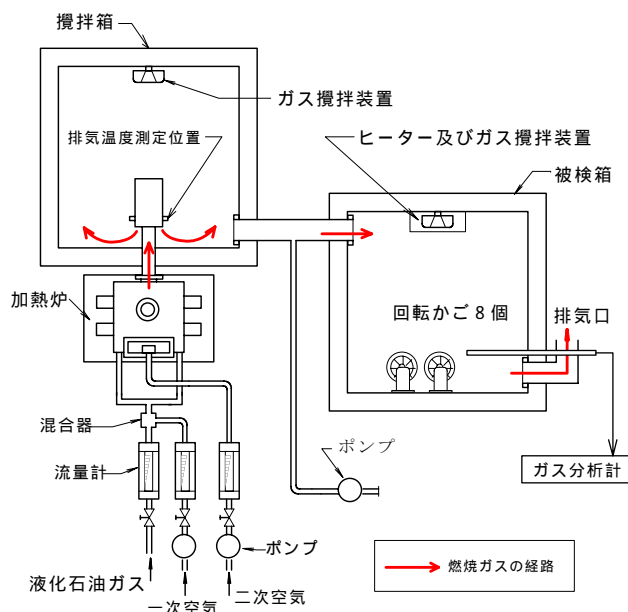


図1 ガス有害性試験装置の概要

そのようなことから、本研究では試験装置の管理状況や試験手順について再確認するとともに、標準材料として赤ラワン以外の新たな材料を用いた装置の維持管理の検討、さらに燃焼ガスの毒性を、実験動物を使用せず CO ガスに着目した定量分析を行うことで評価する方法について検討することを目的とし、今回は 4 試験機関においてのラウンドロビンテストを実施した。本報では試験装置の概要、試験体仕様及び標準板（繊維強化セメント板）による各機関の試験結果について報告する。

## 2. 試験装置

試験装置は加熱炉、攪拌箱、被検箱、ガス分析装置で構成されている。ガス有害性試験試験装置の概要を図 1 に、装置の外観を図 2 に示す。

## (1)加熱炉

加熱炉は繊維強化セメント板製で、有効加熱面積は 180 × 180mm である。加熱源としてガスバーナー（LP ガス）と電熱ヒーターを使用している。加熱は、ガスバーナーのガス量（350ml /min）や混合空気量（30 /min）、電熱ヒーターの強度（1.5 kW）が規定されており、炉内に供給される空気量（250 /min）についても一定に制御されている。このため、同じ熱源を与えられた際により激しく燃焼する材料については炉内の空気が不足し不完全燃焼を起こし易い状況となる。

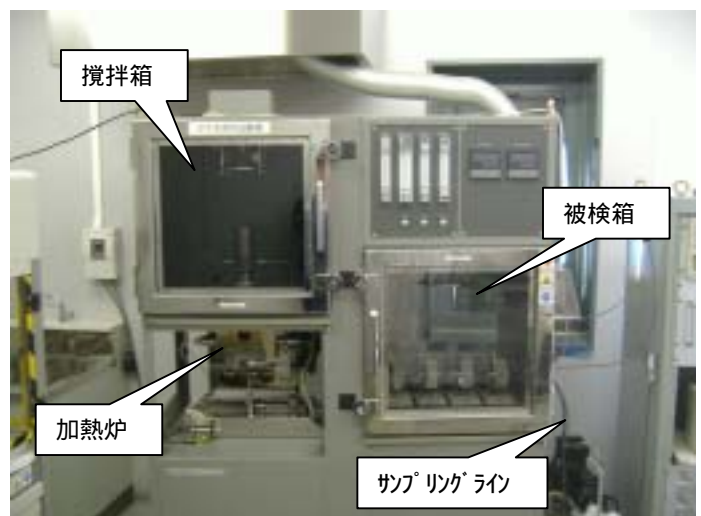


図2 ガス有害性試験装置の外観

## (2) 攪拌箱

攪拌箱は内寸 500×500mm で、上部にガスを攪拌させるためのファンが設置されている。加熱炉から噴出した燃焼生成ガスは、攪拌箱で一旦攪拌されてから被検箱へ排出される。排出量は毎分 10ℓ（バイパス流量）で、排出は加熱中に限られる。

## (3) 被検箱

被検箱は内寸 500×500mm である。被検箱には、マウスを入れた回転かごを 1 試験あたり 8 個設置する。回転かごと台座にはそれぞれマグネットが付いており、マウスが回転かごを回転させることによるマグネットの接点信号によって行動を記録する（図 3 参照）。試験中は被検箱内の温度を 28～30℃（マウスが活発に行動できる温度）に保たねばならない。試験に供するマウスは、ICR 系又は dd 系のメス（1 部を除く）とし、週齢 4～5、体重 18～22g とする。

## (4) ガス分析計

被検箱内からサンプリングされたガスの O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO 濃度を測定している。各機関の分析計のスペックを表 1 に示す。

## 3. 試験体

試験体は、パーティクルボード、MDF、ラワン、ベイマツ、ヒノキ、スギの 6 種類とし、各樹種とも 2 体ずつ試験を実施した。試験体仕様を表 2 に示す。

試験体は、温度 23℃、湿度 50%の養生室で質量が平衡状態になるまで養生した。ただし、ラワンに限り、平成

表 1 ガス分析計のスペック一覧

機関	O <sub>2</sub> 分析計	CO <sub>2</sub> 、CO分析計
A	Servomex 製 型式：Xentra 4100 測定レンジ：0～25%	大阪酸素工業 型式：UMT - 23W 測定レンジ：0～10% (CO <sub>2</sub> ) 測定レンジ：0～1% (CO)
B～D	富士電気製 ZAJ 磁気力式 測定レンジ：0～21%	富士電気製 ZRF 赤外線ガス分析計 測定レンジ：0～10% (CO <sub>2</sub> ) 測定レンジ：0～5% (CO)

表 2 試験体仕様

樹種	厚さ(mm)	質量(g)	比重
パーティクルボード	14.9±0.1	525±10	0.73±0.02
MDF	15.1±0.1	543±19	0.74±0.03
ラワン	9.8±0.2	242±8	0.53±0.03
ベイマツ	15.2±0.1	356±8	0.49±0.01
ヒノキ	15.2±0.1	314±10	0.43±0.02
スギ	15.3±0.2	257±12	0.35±0.01

\*1 (財) 日本建築総合試験所  
\*2 (財) 建材試験センター  
\*3 北海道立北方建築総合研究所  
\*4 (財) ベターリビング筑波試験研究センター・工博

12 年以前のデータとの整合を確認する目的から、40℃の乾燥機で 5 日以上乾燥させた後、デシケータに 1 日以上保管してから試験を実施した。

## 4. 試験手順

試験は「防耐火性能試験・評価業務方法書 4.11.3 ガス有害性試験・評価方法」に従って実施した。加熱の再現性を確認するにあたっては、厚さ 10mm、比重 0.9 の繊維強化セメント板（以下、標準板と呼ぶ）を使用した。

加熱炉の冷却は自然冷却とし、排気温度が 35～45℃になるまで冷却してから次の試験を開始することとした。

## 5. 平均行動停止時間の算定

マウスの行動停止時間 (Xs) を下式により算出する。ただし、この度の試験ではマウスの平均行動停止時間の算定において棄却検定は実施しなかった。

$$X_s = \bar{x} - \sigma$$

ここに、 $\bar{x}$  は 8 匹のマウスの行動停止までの時間平均、 $\sigma$  は  $\bar{x}$  の標準偏差を表す。

## 6. 標準板の加熱結果

標準板を燃焼させた際に発生したガスの分析結果を表 4 に示す。標準板から燃焼生成ガスの発生がないものと仮定して、火源である LPG ガスの燃焼の収支バランスを考えると、CO<sub>2</sub>/ΔO<sub>2</sub> の理論値は 0.6 となる。各機関の燃焼結果からも概ね 0.6 を満足することが確認できた。

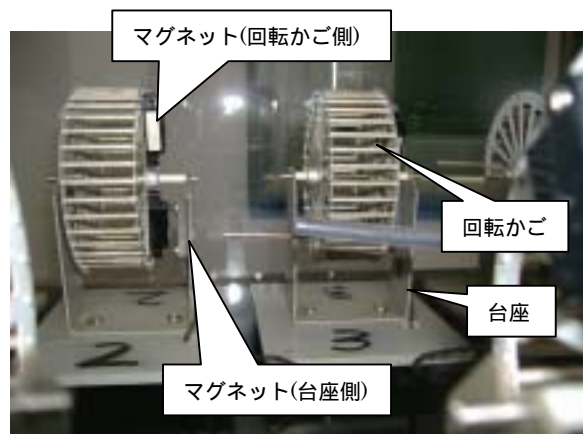


図 3 回転かごと台座

表 4 標準板のガス分析結果

機関	最小 O <sub>2</sub> 濃度 [%]	O <sub>2</sub> [%]	最大 CO <sub>2</sub> 濃度 [%]	CO <sub>2</sub> /ΔO <sub>2</sub>
A	19.20	1.80	1.23	0.68
B	19.14	1.86	1.12	0.60
C	18.98	2.02	1.17	0.58
D	18.98	2.02	1.27	0.63

\*1 General Building Research Corporation of Japan  
\*2 Japan Testing Center for Construction Materials  
\*3 Hokkaido Northern Regional Building Res.Int.  
\*4 Tsukuba Building Testing Laboratory, The Center for Better Living, Dr. Eng.