

## 1) - 3 火災時に生成する有害性ガスを除去する技術に関する基礎的研究【安全・安心】

### A basic study on relationship between catalyst and concentration of toxic gases generated during fire

(研究開発期間 平成30～令和3年度)

防火研究グループ  
Dept. of Environmental Engineering

○趙 玄素  
Xuansu ZHAO

The toxic gases generated during fire diffuse faster than flame, and is the biggest risk factor for evacuees in the early stages of fire. Smoke exhaust systems and sprinklers are useful to reduce the diffusion of smoke gases, but difficult to use in small buildings and construction sites because they are huge and expensive. This study conducted fire experiments to investigate the effect of catalysts to reduce concentrations of toxic gases, and the relationship between catalyst amount and concentration of gases. FT-IR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy) was used for analyzing the gas concentrations.

#### 【研究開発の目的及び経過】

近年の火災による総死者数な年々減少傾向にあるが、火災による死因は一酸化炭素中毒・窒息による件数の割合が高く、火災種類については出火件数の割合と比較して住宅火災による死者数が非常に高くなっている。また、火災時に発生する有害性ガスの拡散速度は火炎よりも速く、火災初期において避難者の命を脅かす一番の原因である。大規模な建築物においては、高温により生成した煙層の拡散を二層ゾーンモデルに従って考え、在館者の避難可能となる高さに降下するまでの時間を避難限界時間とし、在館者が安全な場所まで移動するのに必要な時間である避難必要時間と比較することにより、建物全体の火災避難安全性能を確かめることが建築基準法によって義務付けられており、防火シャッターおよび排煙設備、不燃材料など、様々な対策が講じられている。しかし、面積の狭い住宅では煙やガスの降下する時間が短く、避難限界時間の確保が難しい。

本研究では有害性ガスが拡散する前に化学反応させることによって無害な物質にする手法の開発を目指し、過去の文献から有害性ガスを除去できる触媒を選定し、触媒の濃度および散布頻度を変えながら燃焼実験を行い、触媒の有用性について確かめた。また、本研究では火災室とは別の空間に煙およびガスが拡散し、避難に与える影響を留めるために触媒を散布する状況を想定して実験を行った。

#### 【研究開発の内容】

本研究では、上記の研究目的に対応して、以下の2つの研究項目について検討を行った。

(1) 材料試験による触媒有用性の確認

(2) 中規模および実大規模試験における触媒有用性の確認

#### 【研究開発の結果】

(1) 材料試験による触媒有用性の確認

選定した触媒の有用性を材料レベルで確かめるため、図1に示す装置を製作し実験を行った。容積80cm<sup>3</sup>となる2つのチャンバーを煙道で連結させ、左側のチャンバー内で試験体を燃焼させ、生成した煙やガスが右側のチャンバーに流入するようにし、右側のチャンバーの天井中央部から触媒および水を散布した。図2に示すように、試験体は木クリブを用い、各試験回の質量減少量を記録した。触媒はホブカライト、水素化ホウ素ナトリウム、酸化チタンの3種類を散布した。また、比較を行うために、「散布なし」および「水散布」の条件においても実験を行った。図3に実験風景を示す。右側の散布室の右壁中央部に熱電対およびサンプリングチューブを設置し、散布室中央の温度および各種生成ガス濃度の測定を行った。

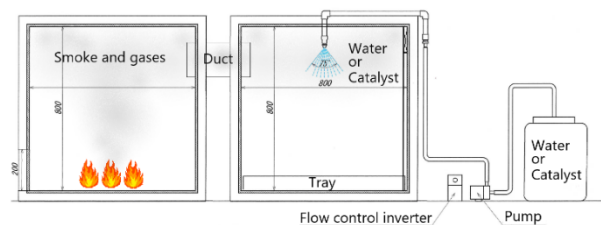


図1 触媒散布用の試験装置

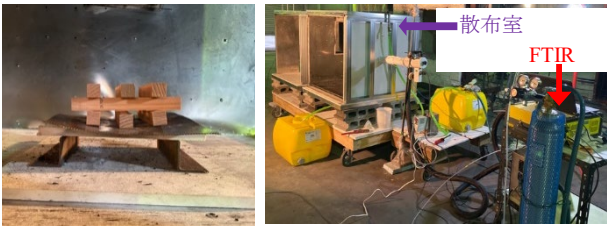


図2 試験体

図3 実験風景

実験の結果を図4に示す。図4から「水散布時」および「散布なし時」と比較し、ホブカライトを散布した時の一酸化炭素の濃度のピーク値がより低い結果となった。また、他の触媒についても、水酸化ホウ酸ナトリウムを散布した時にホルムアルデヒド、酸化チタンを散布した時にシアン化水素の生成濃度に減少傾向が見られた。

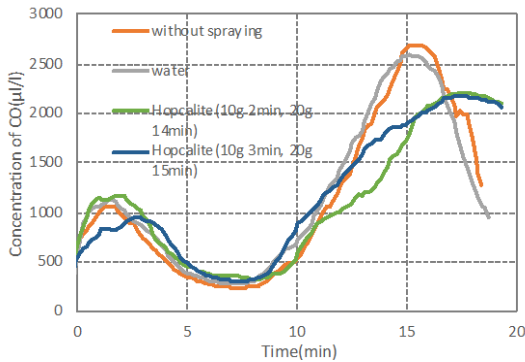


図4 散布室における一酸化炭素の濃度

(2) 中規模および実大規模試験における触媒有用性の確認

材料試験の結果を受けて、中規模試験および実大規模試験をそれぞれ実施し、触媒ホブカライトおよび酸化チタンの有用性についてさらに確かめた。2つの試験共に内壁に12mmの木の合板を用いた。中規模試験はISO17431 模型箱試験の寸法×0.8のサイズで試験体を4つ作成し(図5)、それぞれ散布なし、水散布、ホブカライト散布、ホブカライトおよび酸化チタン散布をしながら加熱試験を行った。加熱強度は11kWとし、フラッシュオーバーするまで加熱を行った。燃焼生成ガスは模型箱中央からサンプリングし、定量分析を行った。

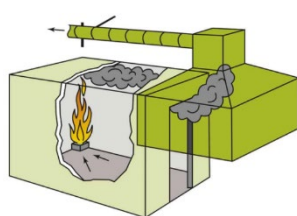
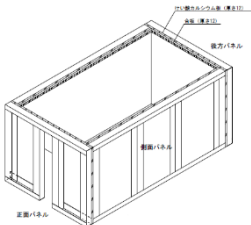


図5 中規模試験試験体

図6 実大規模試験試験体

中規模試験における一酸化炭素濃度の結果を図7に示す。図7から、水を散布した際の一酸化炭素濃度が一番低かった。ホブカライトと酸化チタンを散布した回では、散布している間の一酸化炭素濃度に低下が見られた。ホ

ブカライトのみを散布した回については、散布装置に故障があったため、効果の判断ができなかった。また、シアン化水素についても同様の傾向が見られた。

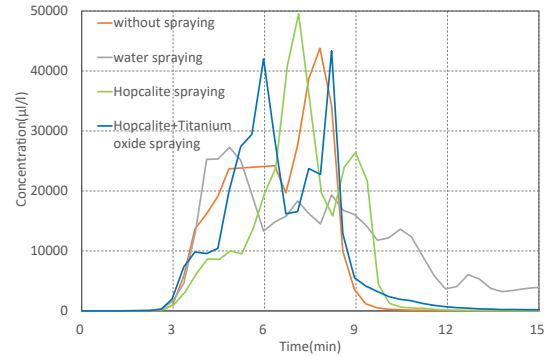


図7 模型箱内における一酸化炭素の濃度

実大規模試験は、ISO9705-1 ルームコーナー試験装置を用いて試験を行った。試験体は2体作成し、それぞれ散布なし、ホブカライトおよび酸化チタン散布をしながら実験を行った。加熱強度は100kWで10分間、300kWで10分間、合計20分間加熱を行った。燃焼生成ガスは排煙ダクトよりサンプリングし、定量分析を行った。

実大規模試験の結果を図8に示す。図8から、ホブカライトおよび酸化チタンを散布した時の一酸化炭素濃度がより低い値となった。シアン化水素の濃度についても調べたが、生成濃度が低かったため、比較はできなかった。

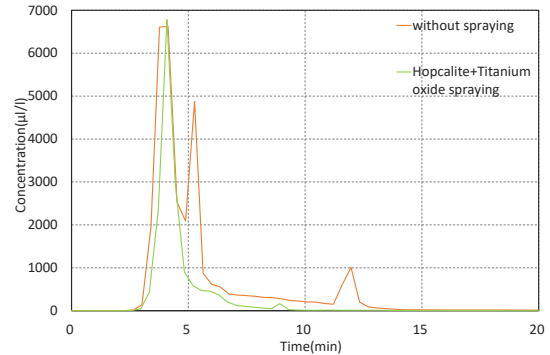


図8 ルームコーナー排煙ダクト内における一酸化炭素の濃度

中規模試験および実大規模試験の結果においても、触媒を散布することで、有害性ガスの濃度が低下することが確かめられた。今後の課題として、火災環境における触媒の反応速度や反応量を調べ、火災時に生成する有害性ガスを除去する技術について引き続き検討していく予定である。

#### 【参考文献】

- [1] Yasuhisa Hasegawa, Ken-Ichiro Sotowa, Katsuki Kusakabe, Permeation behaviour during the catalytic oxidation of CO in a Pt-loaded Y-type zeolite membrane, Chemical Engineering Science Volume 58, Issue 13, July 2003, Pages 2797-2803.
- [2] 平川 力, 米良 信昭, 佐野 泰三, 根岸 信彰, 竹内 浩士: 光触媒による化学剤の分解, YAKUGAKU ZASSHI 129(1), 2009, Pages 71-92.