

放射線共重合技術を活用したホルムアルデヒド吸着壁紙に関する研究 Studies on the chemical adsorbent wall paper for formaldehyde using a radiation-induced copolymerization technology

○笈川大介¹⁾、道津隆²⁾、進藤泰介²⁾、関根嘉香³⁾

1) AIREX 株式会社、2) グラフトン株式会社、3) 東海大学大学院地球環境科学研究科

○Daisuke Oikawa*, Takashi Dotu**, Taisuke Sindo** and Yoshika Sekine***

AIREX INC. * GRAFTON INC. **Graduate School of Earth and Environmental Sciences, Tokai University***

Abstract

We have developed a sorptive wall paper for formaldehyde using the GRAFTON is chemical adsorbent made using radiation-induced copolymerization technology (GF wall). In this study, we tested JIS A 1905-1/ISO16000-23 and field performance, evaluated the reduction of formaldehyde concentrations by GF wall. As a result, sorption velocity : $22 \mu \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, equivalent ventilation rate : $2.2(\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$, and suggested product loading factor and equivalent air change rate could be similar by linear relations. Also, we were able to confirm reduction of formaldehyde in field performance.

キーワード : ホルムアルデヒド , 放射線共重合 , 吸着材料 , 壁紙

Key Words : Formaldehyde, radiation-induced copolymerization, Sorptive Material, wall paper

1. 緒言

ホルムアルデヒドは、IARC(International Agency for Research on Cancer)において、ヒトに対して発ガン性が認められる物質として Group1 に分類されている。国内では、厚生労働省室内濃度指針値ほか、化管法および PRTR 法において特定第 1 種指定化学物質に特定(2008)されており、労働安全衛生法では特定予防規則改正(2007)により、ホルムアルデヒドを第 3 類から特定第 2 類に変更し、大量漏洩防止措置、発散抑制措置及び作業環境測定実施を事業者に義務付けられている。一方、国外では EPA (US Environmental Protection Agency) の IRIS (Integrated Risk Information System:2010) 及び HHS (United States Department of Health and Human Services) による NTP (National Toxicology Program:2011) において副鼻腔ガン及び骨髄性白血病の原因として特定している(2011)。また、中国における第 11 次 5 年規格(2011)では白血病誘発因子として国家的対策を急ぐことを提唱している。発ガンリスクという点においては、曝露濃度を出来る限りゼロに近づける努力が必要であり、日本国内で一般的尺度とされている厚生省室内濃度指針値以下を達成するためにも、吸着材料活用は有効手段と考える。そこで、本研究では放射線共重合を活用し

た化学吸着剤(以下 GRAFTON 剤)のホルムアルデヒド吸着壁紙への応用について検討を行ったので報告する。

2. 試験方法

居室で使用される塩ビクロスに GRAFTON 剤を適宜量塗布したものを試験体とし、以下に示す試験及び実験を行うことで効果検証を行った。

2.1 小形チャンバー法による性能評価

本試験では、JIS1905-1/ISO16000-23 に基づく小形チャンバー法低減性能評価を行った (Fig.1)。供給するホルムアルデヒド濃度は $100 \mu \text{g}/\text{m}^3$ とし、試料負荷率(m^2/m^3)は 2.2、1.1、0.6 に変化させた。ホルムアルデヒドの定量は DNPH 捕集-HPLC 法で行った。

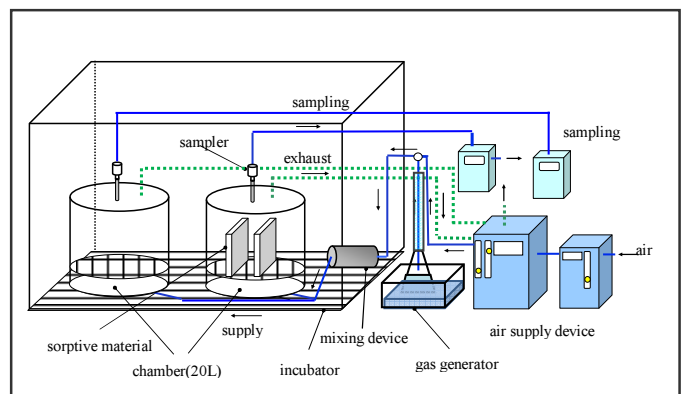


Fig.1 Schematic view of the test chamber system

2.2 フィールド実験

2.2.1 一般塩ビクロス施工との有意差

本試験は一般的なマンション居室にて実験を行った。実験当たっては、一般的な塩ビクロスを全面的に施工した居室及び天井を GRAFTON 剤塗工クロス(以下 GF クロス)で施工した居室を各 6 部屋用意した。それぞれホルムアルデヒド発生源は居室を構成する建材であり、各居室の気中ホルムアルデヒド濃度を測定することで有意差が認められるかを検証した。居室における温湿度は成り行きとし、常時換気設備は停止状態で測定を行った。気中ホルムアルデヒド濃度測定は JIS A1962 に定められる DNPH 吸光光度法で行った。

2.2.2 ホルムアルデヒドガス低減性能評価

一般壁紙の居室及び天井材を GF クロス施工した居室で、Fig.2 に示す器具を用いてホルムアルデヒドガスを 30 分間発生させた後、気中濃度測定を行った。測定は、ホルムアルデヒドガス発生直後、2 時間後及び 4 時間後に行った。

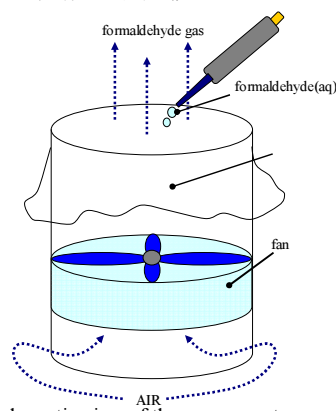


Fig.2 Schematic view of the gas generator.

3. 実験結果・考察

3.1 小形チャンバー法による性能評価

試験結果を Table 1 に示す。JIS A 1905-1 に定められる試料負荷率 $2.2(\text{m}^2/\text{m}^3)$ での吸着速度は $22(\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$ 、換算換気量は $2.2(\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$ であった。また、試料負荷率を下げると吸着速度が増す結果が得られたことから、吸着過程が零次反応で進行していることが示唆されたが、ホルムアルデヒドガス濃度依存性に関する試験も実施する必要があると考えられる。一方、試料負荷率と相当換気回数との関係 (Fig.3) は直線関係で近似できることから、厚労省室内濃度指針値付近の低濃度下において試料負荷率に応じた期待できる性能を予測できることが示唆された。

Table 1 Result of the chamber test (JIS A1905-1/ISO16000-23)

product loading factor(m^2/m^3)	2.2	1.1	0.6
sorption flux per time per area($\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)	22	37	66
equivalent ventilation rate($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)	2.2	2.3	2.2
equivalent air change rate(/h)	4.7	2.5	1.3

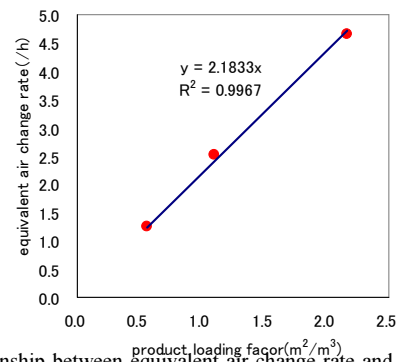


Fig.3 Relationship between equivalent air change rate and product loading

3.2.1 一般塩ビクロス施工との有意差

Table 2 に測定結果を示す。測定の結果、両者に有意差が認められた ($P > \alpha_{0.01}$)。このことから、GF クロス施工(天井)が効果的であることが確認された。

Table 2 Statistical significance of mean differences among using GRAFTON wall and normal wall

GRAFTON wall		normal wall	
room No.	conc. of formaldehyde (ppm)	room No.	conc. of formaldehyde (ppm)
G-1	0.011	A-1	0.033
G-2	0.022	A-2	0.028
G-3	0.016	A-3	0.025
G-4	0.014	A-4	0.028
G-5	0.019	A-5	0.025
G-6	0.018	A-6	0.030

3.2.2 ホルムアルデヒドガス低減性能評価

ホルムアルデヒドガス発生操作後の気中ホルムアルデヒド濃度測定結果を Table 3 に示す。その結果、GF クロス施工した居室ではホルムアルデヒド濃度が経時的に減衰したことから、GF クロスを天井材として用いることの有効性が確認できたと考えられる。

Table 3 Variations of indoor air concentration of gaseous formaldehyde in GRAFTON wall room and normal wall room

	(ppm)			
	time(h)	0	2	4
GRAFTON wall		0.32	0.15	0.08
normal wall		0.32	0.4	0.4

4. 結論

本研究の結果、GRAFTON 剤塗工壁紙の性能特性として試料負荷率と相当換気回数が直線関係で近似できることがわかった。また、フィールド実験の結果、一般施工された居室との有意差が認められたほか、低減機能を持った天井材としての有効性を確認することができた。今後は、吸着過程の解明と性能維持(寿命)に関する検討を行う。