

ホルムアルデヒド吸着剤を活用した健康リスク配慮型集合住宅の施工事例

The construction example of a healthy consideration type apartment using chemical absorbent for formaldehyde.

○笈川大介¹⁾、白石孝道²⁾、道津隆³⁾、立花英幸⁴⁾ 関根嘉香⁵⁾

1) AIREX 株式会社、2)新栄住宅株式会社、3)グラフトン株式会社、4)株式会社保健科学東日本
5) 東海大学大学院地球環境科学研究科

○Daisuke Oikawa*, Takamichi Shiraishi**, Dotu Takashi***, Hideyuki Tachibana****
and Yoshika Sekine*****

AIREX INC. * Shinei Housing CO., LTD. **GRAFTON INC. ***Health Sciences Research Institute East Japan
CO., LTD. ****Graduate School of Earth and Environmental Sciences, Tokai University*****

Abstract

Formaldehyde has high carcinogenicity. Being exposed to formaldehyde may increase the risk of developing leukemia cancer. EPA announces the unit risk of formaldehyde with $1.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}^{-1} \text{m}^3$. So, we will report on the construction example of a health conscious type apartment using chemical sorbent. We were using GRAFTON, which contain amino group held by radiation-induced copolymerization technology to chemical sorbent. Also, we decided coating area by tested results that JIS A 1905-1/ISO 16000-23. As a result, equivalent air change rate : 0.25 (/h) can be ensured by ceiling only coating. Result, we were able to confirm reduction of formaldehyde in apartment.

キーワード：ホルムアルデヒド，健康リスク，集合住宅，吸着

Key Words : Formaldehyde, Healthy Risk, Apartment, Adsorption

1. 緒言

IARC monographs (2009)によるとホルムアルデヒドは鼻咽頭がん、白血病及びリンパ腫の原因物質であるとしており、NTP(毒性国家プログラム)においても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、US EPA(米国環境保護庁)のIRIS(統合リスク情報システム)では最新のユニットリスクがファイナルレポートとして公表されている(2010)。IRISによると年齢による感受性の違い(Age-Dependent Adjustment Factor, ADAF)を考慮したユニットリスクは $1.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}^{-1} \text{m}^3$ としている。このときのADAFは成人と比較して2歳児未満の乳児は10倍、16歳未満の若年層は3倍と見積もられている。ホルムアルデヒドと同じく白血病の原因であるベンゼンは、 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という環境基準が設定されているが、これは発がん確率を 10^{-5} とした場合であり、ホルムアルデヒドに対して同様の発がん確率で環境基準を求めると $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となる。これは、現在の国内ガイドライン値の1000倍厳しい値である。一方、フランスでは学校などの公共施設を対象に2015年からは $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2023

年からは $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とする長期曝露を考慮した新たな指針が施行された(2011)。可能な限り発がんリスクを低減していくには、長期曝露を想定した視点での予防的取り組みが必要である。そこで、我々は居室内におけるホルムアルデヒド曝露量を可能な限り抑制する方法の一つとして、内装用塩化ビニル樹脂系壁紙にホルムアルデヒド吸着剤を塗布する施工を実施したので報告する。

2. 試験方法

塩化ビニル樹脂系壁紙(シンコー九州製)にホルムアルデヒド吸着剤(GRAFTON製)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本施工の効果確認を行った。

2.1 性能評価および適用面積の検討

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。既報¹⁾においてGRAFTON社製吸着材が、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明らかになっているため、試料負荷率 $2.2(\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$ における試験を行うことで施工時に必要な試料負荷率を決定した。

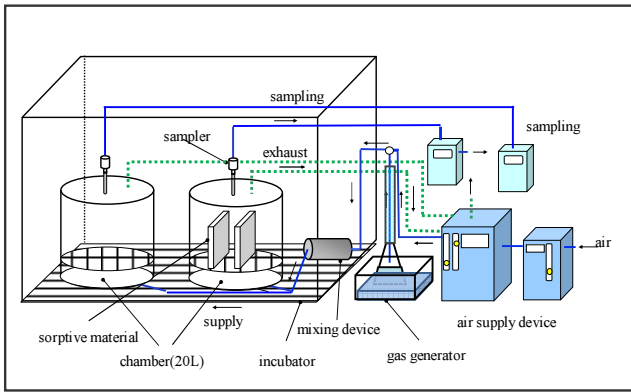


Fig.1 Schematic view of the test chamber system

2.2 効果検証

施工効果を確認するため大気中ホルムアルデヒド濃度と 10 戸を対象とした施工前後の測定を行った。室内については、測定前日に窓開け換気を行った後、5 時間以上の密閉作業を行った。測定はパッシブ法で行い、サンプリング時間は 24 時間とした。また、パッシブサンプラーは DSD-DNPH (SUPELCO 社製) を使用し、定量分析は HPLC-UV で行った。このときの定量下限値は $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

3. 結果・考察

3.1 性能評価および適用面積の検討

小形チャンバー試験の結果、吸着速度： $18.4(\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$ 、換算換気量： $0.74(\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}))$ であった。GRAFTON 社製吸着材は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から、機械換気回数 $0.5(\text{h})$ の半分に相当する換気回数 $0.25(\text{h})$ を確保するために必要な試料負荷率を $0.35(\text{m}^2/\text{m}^3)$ とした。試料負荷率 $0.35(\text{m}^2/\text{m}^3)$ での面積確保は天井のみの施工で可能であることから施工箇所を天井のみとした。このときの吸着剤塗布量は $100\text{g}/\text{m}^2$ とした。



Fig.1 Construction states photograph of a chemical sorbent coating.

3.2 効果検証

3.2 測定結果

測定の結果を Table1 に示す。施工前の平均濃度が $20.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対し施工後では $13.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、施工前後において室内空气中ホルムアルデヒド濃度に有意差が認められた ($P > \alpha 0.05$)。一方、801 及び 809 の角部屋で比較的高濃度になる傾向が見られたことから、日当たりの影響を考慮する必要があることが示唆された。

Table1 Result of the measurement of formaldehyde concentration at before and after construction.

test room	before construction			after construction		
	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	In/Out	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	In/Out
801 living room	0.024	30.0	12.0	0.014	17.3	5.6
801 bed room	0.020	24.7	9.9	0.010	13.0	4.2
803 living room	0.010	13.1	5.2	0.008	9.5	3.1
803 bed room	0.016	19.4	7.7	0.005	5.8	1.9
805 living room	0.015	18.5	7.4	0.013	15.9	5.1
805 bed room	0.016	20.5	8.2	0.011	13.2	4.3
807 living room	0.014	18.1	7.2	0.007	8.6	2.8
807 bed room	0.014	18.0	7.2	0.010	12.4	4.0
809 living room	0.012	14.4	5.8	0.014	17.7	5.7
809 bed room	0.025	30.7	12.3	0.021	25.9	8.4
out door	0.002	2.5	-	0.003	3.1	-
Average	0.017	20.7	8.3	0.011	13.9	4.5

3.3 施工の効果

室内空気質評価には外気濃度が重要なファクターとなる。本試験での外気濃度との比較 (I/O 比) は、施工前で平均 8.3、最少 5.2~最大 12.3 の範囲で、施工後では平均 4.5、最少 1.9~最大 8.4 の範囲であった。現在のガイドライン値 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を最大値と考えた場合、I/O 比が 40.0 および 32.2 となることから、本施工による空気質が良好な結果にあると考えられた。

4. まとめ

天井に施工した塩化ビニル樹脂系壁紙にホルムアルデヒド吸着剤を塗布することにより、効果的なホルムアルデヒド濃度低減が可能であることがわかった。一方、日当たり条件の考慮および家具の搬入などといった新たな放散減の出現に対して現状を維持できるかどうかの確認を行う必要がある。

- 1) 笈川ら：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、室内環境学会学術大会要旨集 (2012)