院内感染対策用内装システムの開発研究

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF INTERIOR FINISHING SYSTEM TO PREVENT HOSPITAL INFECTIONS

北山 大 ——*1
森山 聡 ——*2
土田恭義 ——*3

Hiroshi KITAYAMA
Satoshi MORIYAMA
Yasuyoshi TSUCHIDA

This report describes the interior finishing system to prevent hospital infections. This system's finishing materials have an antibacterial activity and chemical resistance, and are easy to clean. First, their efficiencies were evaluated by three laboratory tests. Next, a field test was carried out by putting them to practical use. Finally, to check the durability of the antibacterial agent, the materials were washed, and subject to UV rays and abrasions. Then their antibacterial activities were evaluated. As the result, the durability of the antibacterial agent, and the effectiveness of this test method in evaluating the durability (of this agent) were confirmed.

キーワード：
院内感染, 内装, システム, 開発研究, 抗菌性, 評価方法

Keywords:
Hospital infections, Finishing, System, Research and development, Antibacterial activity, Evaluation method

1. はじめに

近年、病院や医療福祉施設等において、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) をはじめとする環境汚染菌による院内感染に対して、医療従事者の関心のみならず社会的にも関心が高まっている。医療分野では、院内感染の経路に対し、多種多様な対策がなされているが、感染経路は複雑で多岐にわたるため、全ての感染経路に対する対策を講じることは困難である。このことから、医療以外の分野からの対策が必要とされており、建築分野においても、抗菌性建材や空調機器の開発・実用化等様々な対策が行われている。しかし、これらの対策が室内環境向上に及ぼす効果を定量的に評価する方法が確立されていない等の理由により、妥当性のある対策は確立されていないのが現状である。

著者らは、建築の分野から院内感染対策を行うことを目的とし、室内環境の清浄化を目指した内装材の開発に着手し、医療機関への実態調査や既設医療施設での実地試験、内装材等の室内環境に対する影響の評価方法に関する検討を重ね、医療現場の要求に応じた「院内感染対策用内装システム」を開発したので報告する。

本報告は、これまでに報告したもの^{1),2)}に加筆検討して、とりまとめたものである。

2. 本システムの概要

2.1 本システムの構成

従来の床、壁、天井に使用されている内装材は、環境汚染菌に対する増殖抑制効果 (抗菌性) や、病院や医療福祉施設等で使用され

ている消毒・滅菌剤 (アルコール・ホルマリン等) に対する耐薬品性に乏しく、付着した血液等の汚れが落ちにくい等の欠点があり、室内の環境悪化の原因となる等の問題があった。このことから、本システム及びその内装材は、以下の3つの性能を有するものとした。

- ①抗菌性: MRSAや緑膿菌の菌数を抑える性能。長期の持続性、かつ人体への安全性を有するものとする。
- ②耐薬品性: 病院や医療福祉施設等で使用する様々な消毒・滅菌剤に侵されない性能。
- ③汚れ除去性: 付着したゴミや汚れが容易に除去できる性能。

2.2 本システムの構成

図1に本システムの構成内装材とその性能を示す。本システムは、病院や医療福祉施設等の部屋内部の床、壁、天井に、2.1 ①~③の性能を有する内装材を用い、建具、設備機器、手摺等の表面に同様の性能を有するクリアーコーティング材を塗布し、巾木部分に「塗床サニタリー工法」を取り入れるものとした。「塗床サニタリー工法」は、塗床と巾木との取合い部を、R面木とフィット巾木で構成することにより、シームレスに立ち上げる工法であり、埃溜まりを防止することができる。また、R面木とフィット巾木の材質がフレキシブルであるため、不陸のある床下地や壁においても施工が可能である。以下に各構成内装材について述べる。いずれの内装材も、人体への安全性が高い無機質銀系抗菌剤を主として配合している。

- 1) 塗床材: 無機質銀系抗菌剤を配合したエポキシ樹脂系複色塗床材。抗菌性、耐薬品性、汚れ除去性をはじめ、耐摩耗性、耐衝撃性等に優れる。色調は複色と単色があり、選択することができる。

*1 (株)フジタ技術研究所 研究員
(〒224 横浜市都筑区大圃町74)
*2 (株)フジタ技術研究所 研究員
*3 (株)フジタ技術研究所 グループリーダー

*1 Research Engineer, Fujita Corporation Technical Research Institute

*2 Research Engineer, Fujita Corporation Technical Research Institute

*3 Group Leader, Fujita Corporation Technical Research Institute

2) 長尺塩ビシート: 高い抗菌性、耐薬品性、耐摩耗性を持ち、防滑性に優れる。

3) ビニルクロス: 従来のビニルクロスの構成のうえに無機質銀系抗菌剤をコーティングした透明フィルムを積層している。フィルムにより耐薬品性、汚れ除去性に優れ、高い抗菌性を有する。(無機質1級壁紙、壁装材料第0005号認定)

4) 内装用塗料及びクリヤーコーティング材: 水性反応硬化型樹脂に銀系抗菌剤を配合した特殊塗料。水性反応硬化型樹脂は、低臭であり、また、強固な塗膜を形成するため、高い耐薬品性、汚れ除去性を有する。下地処理材にも抗菌剤を配合しており、塗膜に傷等がついた場合において、抗菌性を発揮する。(防火材料基材同等第0001号認定)

5) 床用ワックス: 水性反応硬化型樹脂に銀系抗菌剤を配合した床用クリヤーコーティング材。強固な塗膜を形成し、低臭でしかも施工が簡単のため張床、塗床のメンテナンス材として最適な材料である。耐久性は通常のワックスに比べ優れている。

3. 構成内装材の性能評価試験

まず、各構成内装材の性能を評価、確認する目的で、抗菌性試験及び耐薬品性試験を行った。

3.1 抗菌性試験(滴下法)

1) 試験方法

試料表面に、所定の菌による菌液(0.5cc)を滴下し、温度27℃、湿度70~80%の条件下で培養し、24時間経過後の菌数を測定した(滴下法)。試料として、本システムの構成内装材から、塗床材、ビニルクロス、内装用塗料(以下、抗菌性内装材)及び各々の材料と同材質の内装材(以下、非抗菌性内装材)を選定し、試料寸法は50mm×50mmとした。菌種は、院内感染における代表的菌種であるMRSA(グラム陽性)、緑膿菌(グラム陰性)とした。試験は、(財)食品薬品安全センターにて実施した。

2) 試験結果

試験の結果を表1に示す。いずれの菌種、試料の場合も、抗菌性内装材における菌数は、非抗菌性内装材における菌数と比べ非常に小さい数値を示していることがわかる。このことから、抗菌性内装材は非抗菌性内装材に比べ、MRSA、緑膿菌に対して高い抗菌性を有するといえる。

3.2 抗菌性試験(ハロー法)

1) 試験方法

一定量の菌を塗布した寒天培地上に試料を置き、試料から寒天培地中に溶出する抗菌剤により形成される発育阻止帯(ハロー)の有無により、抗菌性を評価した(図2参照)。菌種はMRSA、大腸菌等とし、試料は内装用塗料とし、抗菌性内装材及び非抗菌性内装材を用いた。試験は、(財)食品薬品安全センターにて実施した。

2) 試験結果

試験の結果、抗菌性内装材には明確なハローを確認できた一方、非抗菌性内装材にはハローが形成されなかった。このことから、抗菌性内装材は非抗菌性内装材に比べ高い抗菌性を有するといえる。

3.3 耐薬品性試験

1) 試験方法

試料表面に試薬(2.0cc)を滴下し、24時間放置した後、滴下部分を拭き取り変化を観察した。試料は、塗床材、ビニルクロス、内装用塗料とし、抗菌性内装材及び非抗菌性内装材を用いた。

2) 試験結果

試験の結果を表2に示す。表から、いずれの薬品、試料の場合においても抗菌性内装材は、非抗菌性内装材に比べ変化が少ないことがわかる。このことから、通常院内で使用される薬品に対し、抗菌性内装材は、非抗菌性内装材に比べ安定した耐薬品性を有しているといえる。

図1 本システムの構成内装材とその性能

表1 抗菌性評価試験結果((財)食品薬品安全センター)

試料	菌種	MRSA		緑膿菌	
		初発菌数	24時間後	初発菌数	24時間後
塗床材	抗菌	2.6×10^{-7}	$< 10^{-1}$	5.5×10^{-7}	2.2×10^{-5}
	非抗菌	2.6×10^{-7}	5.2×10^{-7}	5.5×10^{-7}	9.6×10^{-7}
ビニルクロス	抗菌	2.6×10^{-7}	5.2×10^{-2}	5.5×10^{-7}	1.0×10^{-4}
	非抗菌	2.6×10^{-7}	1.0×10^{-4}	5.5×10^{-7}	1.6×10^{-6}
内装用塗料	抗菌	2.6×10^{-7}	$< 10^{-1}$	5.5×10^{-7}	$< 10^{-1}$
	非抗菌	2.6×10^{-7}	5.1×10^{-7}	5.5×10^{-7}	5.1×10^{-7}

図2 ハロー法の概要

表2 耐薬品性試験結果

薬品	内装材		塗床材		ビニルクロス		内装用塗料	
	抗菌	非抗菌	抗菌	非抗菌	抗菌	非抗菌	抗菌	非抗菌
エタノール	○	○	○	×	○	×	○	×
クレゾール石鹼	△	△	△	×	○	△	○	△
次亜塩素酸ナトリウム	○	○	○	×	○	○	○	○
塩化ベンゾルコニウム	○	○	○	×	○	○	○	○
ホルマリン	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒドピン	○	○	○	△	○	○	○	○

○: 変化なし △: やや変化あり ×: 変化あり

4. 実地における性能評価試験

次に、実際の使用状況下における性能評価を行う目的で、横浜市のY高齢者施設の隔離室に本システムの塗床材、ビニルクロス、内装用塗料等（抗菌性内装材）を施工し、室内空間の環境を対象とした下記の試験を実施した。なお、この施設においては、消毒薬を用い、1日1回モップ洗浄による床面及び壁面の消毒清掃を実施している。

4.1 抗菌性評価試験の概要

1) 試験方法

施工から約1年経過後、図3の①及び②（塗床材施工部分）でスタンプ法により36cm²当たりの付着菌を採取し、24時間37℃で培養後、菌数を測定した。なお、採取場所には採取前24.6.0時間シャーレをかぶせることにより、落下菌及び空調や人の動き等による影響を遮断した。また、比較する目的で採取場所近傍に非抗菌性内装材を設置し、同様の試験を行った。対象菌種は一般生菌とした。試料数は2とし、測定値の平均値を算出した。

2) 試験結果

一般生菌に関する結果を図4、5に示す。図から、抗菌性内装材における菌数は非抗菌性内装材における菌数に比べ明らかに少ない傾向が確認できる。このことから、実際の施設の使用条件下において、抗菌性内装材は非抗菌性内装材に比べて抗菌性を発揮することが確認できる。

一方、シャーレをかぶせた時間と菌数との間に一定の傾向がみられないことから、試験結果には、建材の抗菌性以外の他の要因が影響していると考えられる。スタンプ法には、菌捕集力が一般的に低く、試料の材質や表面形状に影響を受けやすいこと等の影響も考えられる。

4.2 目視観察の概要

施工から約1年経過後、図3の床面及び壁面において目視による観察を行った。隣接する部屋に施工した非抗菌内装材と比較した結果、抗菌性内装材には、非抗菌性内装材に生じる変色や汚れの付着、劣化等は見られなかった。このことから、抗菌性内装材は、非抗菌性内装材に比べ、より高い耐薬品性及び汚れ除去性を有するといえる。

5. 抗菌性の持続性に関する評価試験

実際の使用条件下において抗菌性を評価するうえでは、抗菌性の持続性を何らかの指標で客観的に評価することが重要と考えられる。このため、病院や医療福祉施設等の日常の使用条件下における抗菌性の持続性を評価することを目的とした、内装材の促進劣化試験方法を提案し、以下の通り実施した。

5.1 促進劣化試験の概要

促進劣化試験の概要を表3に示す。本試験は、JIS A 5663, A 6909, A 6921に準じ、病院、医療福祉施設等の日常の消毒清掃、紫外線、磨耗等の内装材の劣化要因を再現したものである。試料は、塗床材、ビニルクロス、内装用塗料とし、本システムの抗菌性内装材を用いた。洗浄の場合の試験状況を一例として写真1に示す。

試験の結果、洗浄の場合には、いずれの試料も変化は見られなかった。紫外線照射の場合に、一部試料において変色を確認した。

図3 隔離室におけるスタンプ法による菌採取位置

図4 スタンプ法による一般生菌数測定結果
(測定点：図3①)

図5 スタンプ法による一般生菌数測定結果
(測定点：図3②)

表3 促進劣化試験の概要

促進劣化方法	条件	仕様	JIS の仕様
洗浄	洗浄試験機	右に準拠	A6909, A5663
	介在物	水道水、薬品①～④* より選定	石鹼水
	荷重	800g/34.2c m ²	450g/34.2c m ²
	往復回数	1,000回	300回
	アタッチメント	ガーゼ	ブラシ
紫外線照射	フェードメータ	右に準拠	A6909, A6921
	照射時間	250時間	材質による
磨耗		厚さの1/3を除去	—
促進劣化なし		—	—

*①塩酸アルキルジアミノエチルグリシン0.2%水溶液

②グルコン酸クロルヘキシジナルコール0.5%溶液

③塩化ベンザルコニウム0.2%水溶液

④グルタルアルデヒド2.0%水溶液

5.2 抗菌性評価試験の概要

1) 試験方法

5.1 で促進劣化させた各試料 (50mm×50mm) の表面に各菌による菌液 0.5ml (初発菌数、十万) を滴下し、ポリエチレンフィルムを被せ、24 時間経過後の菌数を測定した (密着法、図 6 参照)。また、比較する目的で促進前の内装材 (以下、促進劣化なし) 及び各試料と同材質で抗菌剤非配合の内装材 (非抗菌性内装材) についても同様の試験を行った。対象菌種は院内感染における代表的菌種である MRSA 及び緑膿菌とした。試料数は 2 とし、測定値の平均を算出した。抗菌性試験は、(財) 日本食品分析センターにて実施した。

2) 試験結果

試験結果の一例として、塗床材、緑膿菌の場合を図 7 に示す。図から、非抗菌性建材の場合には、菌数が増加する一方、他のいずれの促進劣化方法の場合も、促進劣化なしの場合と同様に菌数が減少することがわかる。また、他の場合にも同様の傾向が確認できた。このことから、いずれの促進劣化方法、試料、菌種の場合も、促進劣化をさせていない試料と同様の抗菌性を有することがわかる。

一方、一部試料において変色が発生していることから、実際の負荷に比べて過剰な負荷がかかっている可能性があるといえる。このことから、本試験の促進劣化方法と実際の使用条件との相関をさらに検討し、実験を継続的に実施するとともに、妥当性のある促進劣化試験方法を確立する必要があるといえる。

写真1 促進劣化試験状況の一例 (表3の洗浄の場合)

図6 密着法の概要

図7 促進劣化後の抗菌性試験結果の一例
((財) 日本食品分析センター)

6. 適用事例

1996 年 6 月現在、千葉県K総合病院 (写真2)、広島県H病院、広島県K病院等数多くの物件に適用されている。今後も、病院をはじめ、老人保健施設、特別養護老人ホーム等医療福祉施設を対象に幅広く適用する予定である。

7. おわりに

室内評価試験及び病院や医療福祉施設等の実際の使用条件下における試験で、本システムが十分に抗菌性、耐薬品性、汚れ除去性を発揮することを確認した。併せて、室内環境評価方法並びに新たに提案した促進劣化方法について一定の知見を得た。今後、これらの結果を踏まえ、さらに実地における評価試験等を継続するとともに、試験条件を含め評価方法の確立を目指していく計画である。

高齢化社会に入り、高齢者施設の増加が予想される。筆者らは、今後、施設の目的・用途に応じた最適な環境を創造することを目的とし、本システムに適切な平面計画、設備計画、衛生管理、維持管理を組み合わせ、総合的に高環境を創造することのできるシステムを研究・開発する予定である。

参考文献

- 1) 北山大、土田恭義：建材の抗菌性の評価方法に関する研究 (その1) 抗菌性評価方法の比較検討、日本建築学会大会学術講演梗概集A-1、pp.1425～1426, 1995.8
- 2) 北山大、土田恭義、森山聡：建材の抗菌性の評価方法に関する研究 (その2) 抗菌性の持続性評価に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集A-1、pp.1039～1040, 1996.9

写真2 千葉県K総合病院 手術室

[1996年6月28日原稿受理 1996年9月10日採用決定]