

モルタルに混入した防菌剤の実環境下における防菌効果

九州大学大学院 学生会員 山村拓郎
九州大学大学院 フェロー 松下博通
福岡大学工学部 正会員 添田政司
九州大学大学院 正会員 鶴田浩章

1. はじめに

近年、コンクリート構造物において汚れが問題となっており、その要因として塵埃の付着の他に菌類・藻類の付着が挙げられる。塵埃の付着による汚れについては研究⁽¹⁾が進んでいるが、菌類・藻類の付着について実環境下で試験を行った事例は少ない。これまで、一般建築物において頻繁に検出される 57 菌や藻類に対して室内において抵抗性試験を行った結果、防菌剤は十分な防菌効果を示した⁽²⁾。そこで、本研究では実環境下における防菌剤の防菌効果を把握するために曝露試験を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

使用した防菌剤は 237 菌に対して有効とされ防菌効果が期待できるとされる有機系防菌剤 A を基準として、それとの比較の為に有機系防菌剤 B、無機系防菌剤 C の 3 種とした。ここで、海水中曝露試験においては防菌剤 A を藻類対策用に改良した防菌剤 D についても試験を行った(表 1)。セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³、比表面積 3300cm²/g)、細骨材として JIS R 5201-1997 に定められるセメント強度試験用標準砂(密度 2.64g/cm³)を用いた。供試体作製は JIS R 5201-1997 に基づいて行った。基本配合は W/C=50%、S/C=3 とした。

表 1 使用防菌剤

防菌剤	有効主成分	特徴
A	ジメチル・フェニル・スルファミド	有機系。建築物から検出される57菌および25種の藻を含む237菌に対して低濃度で有効。熱、紫外線、酸、アルカリで分解せず、長時間の効果が期待できる
B	ベンズイミダゾール	有機系。建築物から検出される57菌のうち26菌を含む32菌に有効。現在多くの抗菌製品に用いられている
C	Ag/TiO ₂	無機系。銀がチタニア超微粒子に固着しており、銀の溶出が少なく安全性に富むが、銀の酸化により効果が減少する
D		防菌剤Aを藻類対策用に改良したもの

2. 2 曝露環境および曝露期間

曝露環境の設定に際しては菌類の生息場所を考慮し、気中、土中、海水中および淡水中を選定した。それぞれの曝露場所、考慮した点および曝露期間を表 2 に示す。

表 2 曝露環境・条件

	曝露場所	考慮点	曝露期間
気中	九州大学講内	湿度が高く、直射日光が過度にあたらず、風が少ない場所	2年
土中	福岡県飯塚市内のぼた山	地表面において最も汚れが激しくなることが予想されたため、供試体を上部2~3cm出した状態で埋め、表土の流出がおきないように留意した	2年
海水中	福岡県苅田町苅田港	供試体の設置高さは、周囲の環境を急に観察し、干満帯の中でも貝類や藻類が最も付着すると思われる高さになるように配慮した	6ヶ月
淡水中	福岡県粕屋郡宇美川	流れが少なく汚れが付着しやすいような場所の水面下10cm	6ヶ月

2. 3 曝露供試体・評価方法

供試体種類を表 3 に示す。海水中曝露試験については他環境より厳しい条件となる事が予想されたため、規定量の 3 倍(9%) 混入したものについても試験を行った。また、評価方法については色差測定(JIS Z 8729、8730) および菌数測定を採用した。菌数測定においてはフードスタンプにて供試体より菌を採取した。また、淡水中については表面に多量の汚れが付着し、色差を測定する事は出来なかった。

3. 曝露試験結果

色差測定の結果を示す（気中：図1、土中：図2、海水中：図3）。ここで、モルタル面において、汚れは色差値（ ΔE^* ）3を越える程度から汚れと認識されはじめ⁽¹⁾、15を越えると汚れ感覚尺度において汚れとされ⁽¹⁾⁽³⁾、35程度が汚れの限界であると言われている⁽¹⁾。したがって、気中曝露試験においてはどの供試体も汚れと認識されるが、許容範囲内であるといえる。土中曝露試験においては汚れは進んでいるものの防菌剤を混入する事で色差の低減が認められた。海水中曝露試験においてはどの供試体も色差が25付近で収束しており、防菌剤の混入の有無による差は見られない。また、この結果より海水中においては色差25~30程度が汚れの限界であると考えられる。しかし、この色差限界値は環境が変わると付着物の違い等により多少の差が生じると考えられる。

次に菌数測定については図4（気中）、図5（土中）、図6（海水中）、図7（淡水中）に示す。ここで、空気中において菌は $10^2 \sim 10^4$ 存在すると言われ、 10^2 が自然界における菌数の最低数と見なされている。また、土中においては土1g中は一億個（ 10^8 ）存在すると言われている。しかし、海水中と淡水中においては菌数は場所による影響が大きく、特定されていない。これらのことを考慮すると、気中・土中曝露試験においてはどの供試体においても 10^2 程度しか検出されていないことより全ての供試体が防菌効果を持っていると言える。細菌はpH3.5~5、真菌はpH3~7の範囲に生育が限られるため、pH1前後の強アルカリ性のモルタル自体が防菌効果を持っていると言える。また、海水中および淡水中曝露試験においてもほとんどの供試体において菌数は 10^3 以下であり、モルタル自体が防菌効果を発揮している。

4. まとめ

気中ではどの供試体においても激しい汚れはなく、土中においては防菌剤により色差の低減が見られる。また、海水中においては汚れの限界値として色差25~30程度が考えられる。菌数測定においては気中・土中は2年間曝露、海水中・淡水中においては6ヶ月曝露の結果、防菌剤無混入のモルタルも防菌効果を持つことが分かった。抵抗性試験においては28日（実環境における5年に相当）で防菌剤の防菌効果による差が出てくるため⁽³⁾、長期的に曝露試験を持続していく必要があると考えられる。

謝辞：本研究は文部科学省科学研究費補助金・萌芽的研究（代表者・九州大学 松下博通 No10875090）の一環として行われたものである。なお、本研究に関して貴重な助言を頂いた（株）日本応用化学工業の中江純一郎氏に感謝の意を表す。

【参考文献】

- (1) 仕入他：コンクリート壁面の汚れ、セメント・コンクリート No461、1958.7
- (2) 山村他：防菌剤を混入したモルタルの防菌効果に関する研究

土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1999.3

- (3) 長滝他：コンクリート構造物の汚れに影響を及ぼす要因とその評価手法 第46回セメント技術大会講演集 1992

表3 曝露試験供試体

防菌剤	気中	土中	海水	淡水
A 3%	○	○	○	○
A 9%			○	
B 3%	○	○	○	○
C 3%	○	○	○	○
D 3%			○	
D 9%			○	
無混入	○	○	○	○

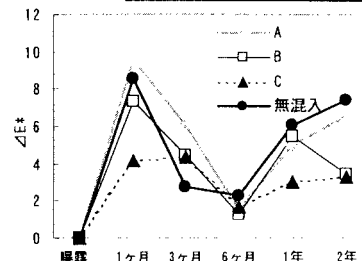


図1 色差（気中）

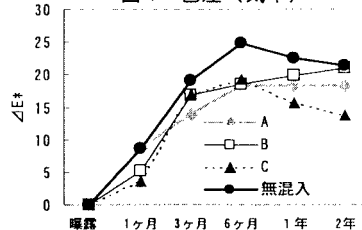


図2 色差（土中）

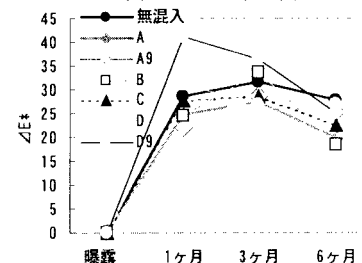


図3 色差（海水中）

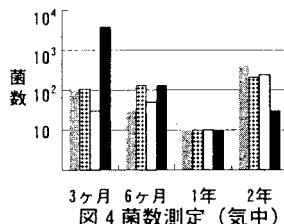


図4 菌数測定（気中）

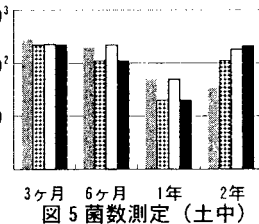


図5 菌数測定（土中）

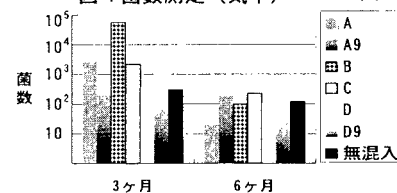


図6 菌数測定（海水中）

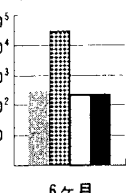


図7 菌数測定（淡水中）