

実環境下における防菌剤の効果

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
九州大学大学院 正会員 陶 佳宏
(株)都夢創ジャパン 藤井道義

1. はじめに

近年問題となっているようなコンクリート構造物の「汚れ」の要因として菌類・かび類等の付着が考えられる。また、この菌類・かび類の付着は「汚れ」だけでなく、コンクリート自体の劣化や特に海洋構造物における貝類、藻類の付着といった問題の原因となっている。そこで、本研究はコンクリート構造物に対する菌類、かび類の付着を防止することを目的とし、コンクリートへの防菌剤の適用について検討したものである。これまで室内の実験レベルにおいて、防菌剤は十分な防菌効果を発揮したが、実環境下における防菌剤の効果把握のためさら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199菌に対して有効とされ、コンクリートへの混入においても防菌効果が期待できるとされる防菌剤Aを基準として、それとの比較の為に防菌剤B(有機系)、防菌剤C(無機系)、防菌剤Aを藻類対策に改良した防菌剤D(海中曝露試験にのみ使用)の4種とした。表1にこれらの防菌剤の特徴を示す。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さ試験用標準砂(密度2.64g/cm³)を用いた。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	チアゾリル スルファミド化合物	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199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 曝露試験

様々な環境下における防菌剤の効果把握するため、海中、土中、気中の3環境下にて曝露試験を行った。ここで、防菌剤をモルタルに直接混入したもの他に、エポキシ樹脂(以下樹脂)、ポリアクリル酸エステル系ポリマーモルタル(以下P.P.モルタル)、ビニルエステル系レジンコンクリート製の埋設型枠(レジンコンクリート(R)とゲルコート層(G層)から成る)に防菌剤を混入したものについてもそれぞれ実験を行った。なお、海中曝露試験は環境が厳しいことが予想されるため、防菌剤を規定量(モルタル混入;3%、その他;1.5%)の3倍混入した供試体についても試験を行った。曝露供試体種類については表2に示す。曝露期間については気中曝露および土中曝露試験は12ヵ月間行ったが、海中曝露試験については貝類が多量に付着したため6ヶ月間の曝露となった。その評価方法としては各供試体について色差測定、菌数測定、同定試験、目視による評価および写真撮影による経時変化の評価を行った。

3. 試験結果と考察

3.1 気中曝露試験

菌数測定および同定試験では、通常環境で10⁵~10⁸程度検出されるが、

表2 曝露試験供試体

施工方法	防菌剤	気	土	海
モルタル	A 3%	○	○	○
	A 9%			○
	B 3%	○	○	○
	C 3%	○	○	○
	D 3%			○
	D 9%			○
	無混入	○	○	○
P.P.モルタル	A 1.5%	○	○	○
	A 4.5%			○
	無混入	○	○	○
樹脂	A 1.5%	○	○	○
	無混入	○	○	○
埋設型枠	A 1.5%	(G層)	○	○
	A 4.5%			○
	A 1.5%	(G層+R)	○	○
	A 4.5%			○
	無混入		○	○

今回は検出菌の数が最も多いもので 10^3 と少なく、曝露期間が短いと思われる。防菌剤の有無による明確な菌の減少は確認されなかった。検出菌の種類については測定時期によって様々であるが、アスペ

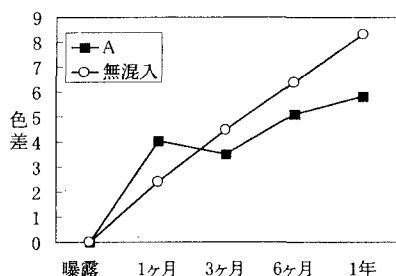


図1 色差変化(気中曝露; P.P.モルタル混入)

ルギルス菌、フザリウム菌、クラドスポリウム菌、トリコデルマ菌、ペニシリウム菌が多く検出された。また、色差測定においては、測定時の供試体の状態により値のばらつきが大きくなった。P.P.モルタルでは防菌剤の混入により色の変化が抑えられた(図1)が、特にモルタル混入においては、防菌効果が発揮されたとは言えない結果となった(図2)。樹脂は太陽光による変色が大きく、色差による菌の評価は困難であると考えられる。

3.2 土中曝露試験

菌数測定および同定試験(図3、4、5参照)では、気中曝露試験同様、検出菌の数は多いもので 2×10^3 と比較的少ない。埋設型枠では防菌剤の混入により付着菌が減少したと言いき難い結果となったが、樹脂、P.P.モルタルについては防菌剤を混入した供試体において菌が少なくなっており、防菌効果を発揮しているといえる。しかし、プレーンのモルタルにおける検出菌は少なく、より長期的な曝露試験が必要であるように思う。検出菌の種類はトリコデルマ菌、アスペルギルス菌、サッカロミセス菌が多く検出された。色差測定については土の付着による汚れがひどくなるため、菌の付着による汚れを評価することが出来ず、土中曝露試験においては色差での評価は困難である。

3.3 海中曝露試験

海中曝露供試体については1ヶ月目ですでに貝類が付着し、色差測定、菌数測定および同定試験のどちらにおいても防菌効果を示す結果を得ることはできなかった。曝露環境に対して、防菌剤の混入量の不足が貝類付着の原因であると考え、防菌剤を30%混入したものについて追加実験を行ったが、1年間の曝露の結果、やはり貝類の付着が認められ、厳しい環境において、特に貝類に対してその効果は期待できないと思われる。貝類に対しては、防菌剤による防菌効果だけでなく、表面形状、メンテナンス方法についても検討していく必要がある。

4.まとめ

気中曝露試験では、色差測定よりP.P.モルタル混入の際には防菌効果が認められるが、全体的に曝露期間が短く、より長期的な曝露が必要である。土中曝露試験では、色差による評価は困難であるが、菌数測定の結果より樹脂混入の際に特に防菌効果を発揮した。しかし、気中曝露試験と同様、より長期的な曝露を必要とする。海中曝露試験においては防菌剤単身では厳しい環境下で貝類の付着を防ぐのは難しく、更なる検討が必要である。また、既存の評価方法に代わる新たな評価方法を確立していく必要がある。

謝辞:本研究は文部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 No.10875090)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次第である。

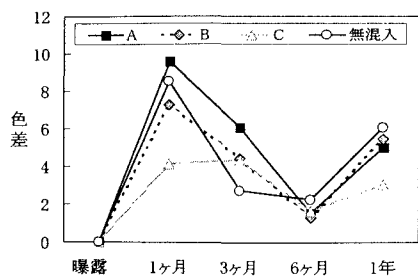


図2 色差変化(気中曝露; モルタル混入)

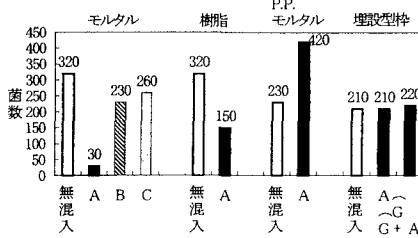


図3 菌数測定結果(土中曝露; 3ヶ月)

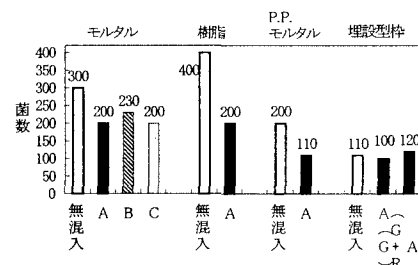


図4 菌数測定結果(土中曝露; 6ヶ月)

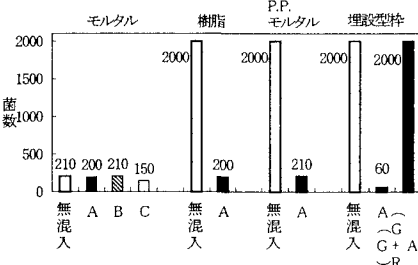


図5 菌数測定結果(土中曝露; 12ヶ月)