

V-473

防菌剤を混入したモルタルの防菌効果

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
九州大学大学院 正会員 鶴田浩章 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. 目的

コンクリート構造物において菌類の付着による「汚れ」が問題となっている。また、「汚れ」だけでなく、菌類の発生によるコンクリートの劣化や海洋構造物における貝類、藻類の付着といった問題も知られている。そこで、コンクリート構造物に対する菌類の付着防止を目的とし、コンクリートへの防菌剤の適用に向けて、モルタルに混入した防菌剤の防菌効果および耐久性を把握するために抵抗性試験を行った。同時に防菌コンクリートが実用に耐えるか否かを検討するために曝露試験を行った。

2. 内容

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防菌効果が期待できると思われる防菌剤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)の3種とした。ここで、海中曝露試験にのみ、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。セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3 、比表面積 $3300\text{cm}^2/\text{g}$)、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(比重2.64)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. MIL 変法の詳細

試験法	MIL STD 810D Method 508.3変法
培地	Detmer添加 PDA(ジャガイモ・ブドウ糖寒天培地) Detmer:PDA培地= 4.5 : 5.5
培養条件	温度 : $27^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 湿度 : $95\%\pm 5\%\text{RH}$ 風速 : 60cm/sec 1日のうち8時間は1500 lux、 16時間は0 lux
培養期間	60日

2.2 抵抗性試験

防菌剤を混入したモルタル供試体の菌に対する抵抗性を確認するためにMIL 変法(表1、2参照)により抵抗性試験を行った。ただし、MIL 変法は本来62菌にて行うが、今回は海洋構造物への防菌剤の使用を考慮して25種の藻類を加えた。また、防菌剤の溶出を促すため乾湿を繰り返して抵抗性試験を行うことで、防菌剤の耐久性について検討した。ここで、供試体寸法は、 $4\times 4\times 2\text{cm}$ とした。

表2. MIL 変法の評価

評価	菌の発育
評価 0	菌の発育なし
評価 1	菌のわずかな発育有り
評価 2	菌の少量の発育有り
評価 3	菌の中間的な発育有り
評価 4	菌の激しい発育有り

結果を表3に示す。試験結果より、まず、乾湿なしにおける抵抗性試験に着目すると防菌剤Aを混入したもの全てにおいて60日経過しても菌の発育は見られないが、それ以外では菌の発育が認められた。次に乾湿なし、乾湿ありの結果を比較すると防菌剤Aを混入した供試体以外において、乾湿ありでは乾湿なしより早い時期に菌の発育が見られた。

この要因として、防菌剤の溶出が考えられる。溶出性が大きい

表3. 抵抗性試験結果

施工方法	防菌剤	乾湿なし				乾湿あり			
		14日	28日	42日	60日	14日	28日	42日	60日
モルタル	A 3%	0	0	0	0	0	0	0	0
	A 6%	0	0	0	0	0	0	0	0
	B 3%	0	2	3	4	2	3	4	4
	B 6%	0	2	3	4	1	3	4	4
	C 3%	0	2	3	4	0	2	3	3~4
	C 6%	0	2	3	4	1	3	4	4
	—	0	2	3	4	2	4	4	4
樹脂	A 1.5%	0	0	0	0	0	0	0	0
	—	0	2	3	4	0	2	3	4
P.P.	A 3%	0	0	0	0	0	0	0	0
モルタル	—	0	2	3	4	2	4	4	4

防菌剤B、Cと比較して防菌効果が長期的に期待でき、しかも過酷な環境下でもその防菌効果を最も発揮すると思われる。培養期間14日は一般環境における1年間、60日は10年間に相当するため、防菌剤Aは実環境においても効果が十分に

キーワード: 防菌剤、防菌コンクリート、抵抗性試験、曝露試験

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel 092-641-3131 内線 8654 FAX 092-642-3271

期待できる。

2.3 曝露試験

モルタル供試体に混入した防菌剤の実環境における防菌効果を把握するために、気中、土中、海中にて曝露試験を行った。曝露環境の設定においては、菌が繁殖しやすい過酷な場所かつ供試体の回収、管理が容易な場所であることを考慮した。曝露供試体種類を表4に示す。ただし、海中曝露試験については曝露環境が他のものより厳しいことが予想されるため、規定量の3倍混入したものについても試験を行った。ここで、供試体寸法は、10×10×2cmとした。測定としては色差測定、菌数測定、写真撮影、また、海中曝露試験のみ付着物質質量測定を行った。

6ヶ月間の曝露試験の結果を以下にまとめる。気中曝露試験において色差は値がばらつき、その傾向は把握し難いが、曝露6ヶ月の時点で防菌剤のモルタル混入供試体において無混入供試体と比較し、若干ではあるが色差の減少が見られる。菌数測定については、図1に示すようにエタノール拭き取り前ではあまり防菌効果を確認できないが、エタノール拭き取り後では防菌剤混入により菌数の減少が認められる（図2参照）。

土中試験においては色差はばらついており、防菌効果は確認できなかった。エタノール拭き取り前の菌数測定では、防菌剤Aの混入により菌数の減少が見られるが、エタノール拭き取り後では認められなかった。

海中曝露試験においては色差、菌数測定でも防菌剤の防菌効果を明確に示す結果を得ることはできず、付着物質質量測定では曝露1ヶ月目で防菌剤の防菌効果が認められるが、それ以降では認められなかった。

以上のように曝露試験において十分な防菌効果を示す結果を得ることはできなかったが、曝露方法、測定方法、曝露環境等に様々な問題があるように思われる。まず、気中、土中曝露試験においては防菌剤の防菌効果を確認するには曝露期間が短かったと考えられる。また、海中曝露試験は曝露環境が予想以上に過酷であり特に多くの問題が生じた。曝露環境に対して防菌剤の混入量が少なかった上、各供試体を5cm間隔で設置したため、供試体寸法に対して間隔が狭く、海水の流れを著しく変化させ、供試体を設置した位置により曝露環境に違いを生じた。また、供試体の表面形状によって汚れの付着具合が異なること、汚れの付着により防菌剤の防菌効果が抑制されることから、防菌剤の混入の有無より表面形状が菌の付着により影響を及ぼしたと思われる。

供試体の測定においては1つの供試体を追わなかったため、すべての測定結果にばらつきが生じた。色差の測定時において、供試体の乾湿の程度により色差に差が生じ、更に土中曝露試験では、供試体に付着している土を刷毛で払う際にばらつきが生じ、色差に影響したと思われる。また、エポキシ樹脂は紫外線や土による変色が激しいため、菌の付着による色差の変化が目立たないと思われる。菌数測定においては通常 $10^4 \sim 10^8$ 程度検出されるが、今回の試験では検出された菌数が少なかったように思われる。

3. 結論

抵抗性試験において防菌剤Aは十分に防菌効果を発揮し、耐久性も併せ持つことが確認された。また、気中曝露試験では防菌効果を発揮したものの、特に海中曝露試験において十分な防菌効果は認められなかった。上記の問題点を考慮し曝露方法を検討していく共に、曝露環境を変えてさらに試験を行う必要があると思われる。なお、気中、土中曝露についてはより長期の曝露試験が必要と思われる。

謝辞：本研究に関して貴重な助言をいただきました（株）日本応用化学工業の中江純一郎氏に感謝の意を表します。

表4. 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	○	○	○
エポキシ樹脂	A 1.5%	○	○	○
	無混入	○	○	○
埋設型枠	A 1.5% (G層)	○	○	○
	A 4.5% (G層)			○
	A 1.5% (G層+R)	○	○	○
	A 4.5% (G層+R)			○
	無混入	○	○	○

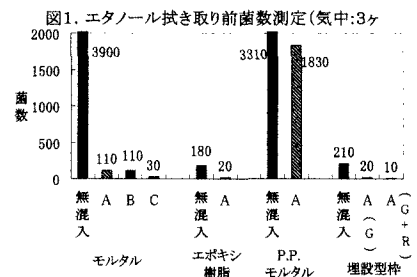
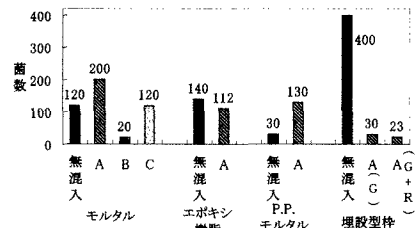


図2. エタノール拭き取り後菌数測定（気中：3ヶ月）