

防菌剤を混入したモルタルの防菌効果に関する研究

九州大学工学部 学生会員 山村拓郎
九州大学大学院 フェロー 松下博通
松尾建設(株) 正会員 陶 佳宏
九州大学工学部 坂本賢次

1. はじめに

コンクリート構造物において菌類、かび類の付着による「汚れ」の問題が起きている。また、「汚れ」だけでなく、菌類の発生によるコンクリート自体の劣化や海洋構造物において、貝類、藻類の付着といった問題も知られている。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。

ここでは、モルタルに混入した防菌剤の耐久性を把握するために、抵抗性試験を行い、さらに、モルタル混入以外の施工法に対しても防菌剤が防菌効果を発揮するかを検討した。

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。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 3.15 g/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 (比重 2.64) を用いた。

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

2. 2 作製供試体

供試体作製は JIS R 5201-1997 に基づいて行い、供試体寸法は、4×4×2 cm とした。防菌剤 A に関してはモルタル自体に混入したものと樹脂 (エポキシ樹脂)、P.P.モルタルに混入しモルタル供試体に塗布したものについて実験を行なった。これは、単に施工法による違いを比較するという目的だけではなく、モルタル混入は新設の建築物にしか適用できないのに対し、樹脂、P.P.モルタルは既存の建築物に塗布することで、防菌効果を付加することが出来るというメリットがある。このような考えから、3種類の施工法について実験を行なった。また、本試験において、防菌剤の溶出を促進することにより防菌効果がどの程度低下するかを把握するため、各2個の供試体を作製し、一つは、28日間養生した後、即抵抗性試験を開始(乾湿なし)、他方は28日間養生し、乾湿を繰り返した後試験を開始した。乾湿は「供試体を水中に16~17時間程度つけた後、40~50℃の乾燥機に7~8時間入れて供試体を絶乾させる」を1サイクルとし、これを50サイクル行った。

防菌剤のモルタルへの混入量に関しては防菌剤 B、C についてのセメントに対する規定はなく、防菌剤 A に関してもセメント質量の2%とあるものの使用例がほとんどないため、本研究では基準量をセメント質量の3%と定め、水に内割で置換して混入した。防菌剤の添加量による防菌効果の違いを見るためにセメント

質量の6%についても実験を行った。また、P.P.モルタルについてはエマルジョン質量の3%を基準量とし、樹脂については樹脂質量の1.5%を基準量とした。

2. 3 抵抗性試験

試験方法として、MIL 変法 (MIL STD 810D Method 508.3 変法) を採用した。ただし、MIL 変法においては本来 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 種類の藻類を加えた。今回の抵抗性試験の主な条件を表2に示す。

3. 実験結果および考察

表3に乾湿なしおよび乾湿ありの供試体についての抵抗性試験の評価結果を示す。評価は MIL

変法に従い5段階で行った(表4参照)。これらの抵抗性試験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る。その要因として、防菌剤の溶出が考えられる。溶出性の防菌剤を用いた場合、時間の経過とともに防菌効果の低下が起こればと考えられ、その防菌効果の持続期間も短くなるため、コンクリートの寿命に対して防菌剤の耐

用年数が短くなるという問題が生じる。しかし、防菌剤 A については 60 日目においても菌の発育は見られず防菌効果の低下は認められないことから、防菌剤の溶出は起きていないといえる。また、無添加のモルタルについても乾湿ありにおいて菌の発育がより早い時期に見られるが、これは乾湿を繰り返すことで菌の発育に適した環境を作ることとなり、このような結果になったと思われる。以上のことより、防菌剤 A は、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。また、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期待できると思われる。樹脂、P.P.モルタルの防菌剤 A を混入した供試体についても 60 日目の時点で菌の発育は見られず、乾湿を繰り返してもその防菌効果を失わないことが確認できた。

4. まとめ

防菌剤 B、C に関しては、乾湿を繰り返して抵抗性試験を行ったことで防菌効果の低下が見られ、その使用が限定されると言える。防菌剤 A に関しては防菌剤の溶出も見られず、モルタルに混入した際に大きな防菌効果を発揮し、十分実用に耐え得ると考えられ、また、モルタル混入以外の施工法においても十分な防菌効果を発揮した。

なお、抵抗性試験と同時に曝露試験を土中、気中、海中において行ったが、気中、土中に関しては曝露期間が短かったこともあり変化が見られず、現在も曝露試験を進行中である。海中曝露試験については貝が付着してしまい曝露条件および方法の改善を検討中である。

表2. MIL変法の条件

試験法	MIL STD 810D Method 508.3変法
培地	Detmer添加 PDA(じゃがいも・ブドウ糖寒天培地) Detmer:PDA培地 = 4.5 : 5.5
培養条件	温度 : 27℃~30℃ 湿度 : 95%±5%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

表3. 抵抗性試験の評価結果

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.モルタル	A 3%	0	0	0	0	0	0	0	0
	—	0	2	3	4	2	4	4	4

表4. MIL変法の評価法

評価	菌の発育
評価 0	菌の発育が全く見られない
評価 1	僅かに発育が見られる
評価 2	少し発育が見られる
評価 3	中間的な発育が見られる
評価 4	激しい発育が見られる