

액상 항균제를 도포한 단면복구용 모르타르의 기초물성에 관한 실험적 연구

An Experimental study on the Fundamental Properties of Restorative Mortar Spread with Liquefied Antibiotics for Repair of Sewer Concrete

이 동 혁* 장 재 봉* 조 봉 석** 김 재 환** 이 병 기*** 김 무 한****
 Lee Dong-Heck Jang, Jae Bong Cho, Bong-Suk Kim, Jae-Hwan Lee, Byoung-Ky Kim, Moo-Han

ABSTRACT

The sulfuric acid may react with the hardened cement paste and originate expansive products which can induce swelling and disaggregation of concrete. The purpose of this study is to estimate the antibacterial performance of antibiotics and the effect of absorbed condition of restorative mortar, the number of coating times and coating contents with antibiotic on the fundamental properties of restorative mortar spread with antibiotics. Also, testing items such as bonding strength, abrasion contents, contents of water absorption, contents of air permeability was tested to estimate the fundamental properties in this study .

In results, the novellus bacillus inhabiting in sewer concrete structures was restrained by antibiotics developed in this study. And bonding strength of restorative mortar spread with antibiotics was similla to that of plain mortar. But, resistance to abrasion, water absorption and air permeability of restorative mortar spread with antibiotics was superior to that of plain mortar.

1. 서 론

최근 하수시설 콘크리트의 부식현상에 대한 사회적 관심이 대두되고 있어 하수관거의 정비 및 개선을 위한 조사 및 시범사업을 실시하여 중요성이 증대되고 있다. 이러한 하수시설 콘크리트의 손상형태는 환경조건상 황산염 환원세균 및 황산화 세균 등에 의한 황산수소(H₂S)에 기인하는 생화학적 부식으로 알려져 있다.¹⁾ 최근 국내에서도 생화학적 부식에 대한 하수시설내에서의 황산화세균의 서식에 대한 보수재료·공법의 개발이 시급히 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 그림 1에 나타낸 바와 같이 도포형 액상 항균제를 이용한 보수공법을 개발한 후 개발된 보수공법의 적용성 검증에 위하여 단면복구재 표면함수상태, 항균제의 도포량 및 도포횟수에 따른 기초물성을 실험·실증적으로 평가하고자 하였다.

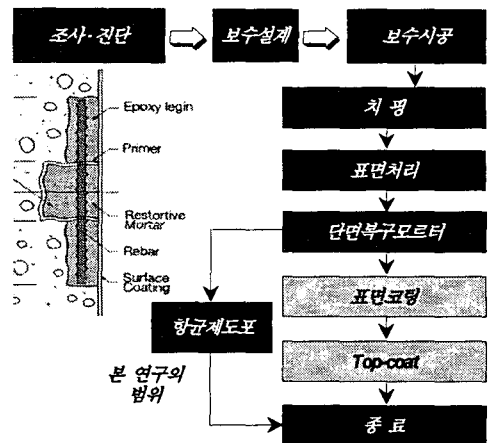
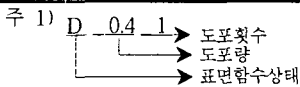


그림.1 본 연구의 열화된 하수시설 콘크리트의 보수공법 플로우

* 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과 석사과정
 ** 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과 박사과정
 *** 정희원, (주) 트라이포드 기술이사, 공학박사
 **** 정희원, 충남대학교 건축공학과 교수,공학박사

표 1 본 연구의 실험요인 및 수준

시리즈	기 호	표 면 함수상태	항 균 제		측 정 항 목
			도포량 (g/cm ²)	도포횟수	
I	DA_04_1 ¹⁾	기건	0.4	1	<ul style="list-style-type: none"> 부착강도 (MPa)
	SD_04_1	표건			
	MC_04_1	습윤			
II	SD_04_1	표건	0.4	1	<ul style="list-style-type: none"> 마모감량 (g) 흡수계수 (kg/m² · h^{0.5})
	SD_08_1		0.8		
	SD_1.2_1		1.2		
III	SD_04_1	표건	0.4	1	<ul style="list-style-type: none"> 투기계수 (cm/sec)
	SD_04_2			2	
	SD_04_3			3	



표면함수상태: DA = 기건 SD = 표건 MC = 습윤

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 사용재료

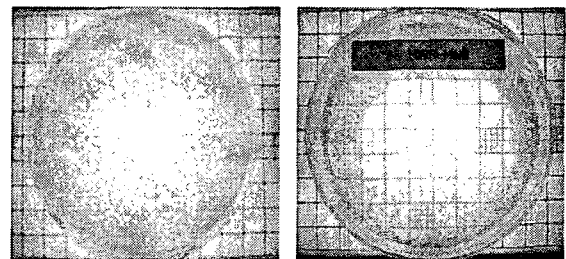
항균제를 도포한 단면복구재의 기초물성 평가를 위해 단면복구모르타르의 함수상태, 항균제의 도포량, 도포횟수에 따른 부착강도, 마모감량, 흡수계수 및 투기계수 등의 기초물성을 평가하고자 하였으며, 이를 위한 실험수준 및 요인을 표 1에 나타내었다.

표 2. 도포형 액상 유·무기 복합 항균제의 주요 성분 및 기초물성

항균제의 주요 성분	항균제의 기초물성
<ul style="list-style-type: none"> ■ 아크릴변성실리코분자 ■ TEOS (Tetraethyl orthosilicate) ■ 항균금속: 니켈 (Ni) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고형분 농도 (%): 99 ■ pH: 8 ~ 9 ■ 비중: 1.2 ± 0.1

2.2 사용재료

표 2는 항균제의 기초물성을 나타낸 것이며, 사용된 항균제는 콘크리트 모세관 공극에 깊숙이 침투하여 모세관 공극에 존재하는 Ca(OH)₂와 반응하여 액상이 고상으로 변하는 메커니즘을 가지고 있다. 또한 사진 1에서 보는 바와 같이 항균제를 첨가하기 전 노벨러스균이 서식하고 있으나, 항균제를 첨가한 1시간 후에는 더 이상 서식하지 않아 본 연구에서는 이러한 항균성능이 검증된 항균제를 사용하였다. 한편, 국내 H사의 하수시설 보수용 내황산모르타르를 사용하였으며, 물모르타르비는 제조사 사양서에 맞추어 16.4%로 설정하여 사용하였다.



a) 항균제 0.00 ml

d) 도포후 1시간

사진 1. 항균성능 실험

2.3 시험체 제작 및 시험방법

시험체 제작은 단면복구모르타르를 타설후 24시간동안 실내에 존치시킨 후 탈형하였으며, 48시간동안 20 ± 3 °C 수중에 침적하여 함수상태를 조절, 항균제를 도포하였으며, 도포후 습윤양생기(온도 20 ± 3 °C, RH 80 ± 5%)에서 양생(재령 28일)을 실시하였다. 측정방법은 각각의 KS규준에 의거하여 실시하였으며, 투기량은 시험체를 투기셀에 장착한 후 20kg/cm²의 공기압으로 가압하여 투과되는 공기량을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 단면복구모르타르의 표면흡수상태에 따른 기초물성 평가

그림 2는 단면복구모르타르의 흡수상태별 부착강도 및 마모감량의 변화를 나타낸 것으로 부착강도는 항균제 도포시 단면복구모르타르가 습윤상태인 경우 저하하였으며, 이는, 연질층인 표면피복층이 증가되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 마모감량의 경우 단면복구모르타르의 흡수상태의 경우 유사한 수준을 보이고 있다. 그림 3은 단면복구재 표면흡수상태별 흡수계수 및 투기계수의 변화를 나타낸 것으로 습윤상태인 경우가 다소 높은 흡수계수를 보이고 있다. 이는 습윤상태의 모르타르 표면에는 다량의 수분이 함유되어 있어 도포된 항균제층이 균일하게 형성되지 않았기 때문인 것으로 사료된다. 투기계수는 단면복구모르타르의 흡수상태가 기건, 표건, 습윤의 순으로 투기저항성이 우수한 것으로 나타났다.

3.2 항균제 도포량에 따른 기초물성 평가

그림 4는 항균제 1회 도포량별 부착강도 및 마모감량의 변화를 나타낸 것으로 도포량이 증가할수록 부착강도는 다소 저하하였으며, 마모감량은 도포량이 증가할수록 마모감량은 증가하고 있다. 이는 표면에 항균제층이 두껍게 형성되어 마모감량이 증가한 것으로 판단된다. 그림 5는 항균제 1회 도포량별 흡수계수 및 투기계수의 변화를 나타낸 것으로 흡수계수의 경우 항균제 1회 도포량을 변화시킨 0.8 및 1.2g/cm²의 경우 유사한 수준을 보이고 있어 경제성을 고려할 경우 1회 도포량은 0.8g/cm²로 하는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 투기계수는 도포량이 증가할수록 투기계수는 다소 감소하였으며, 항균제 1회 도포량이 0.8 및 1.2g/cm²의 경우 투기량은 유사한 수준을 보이고 있다.

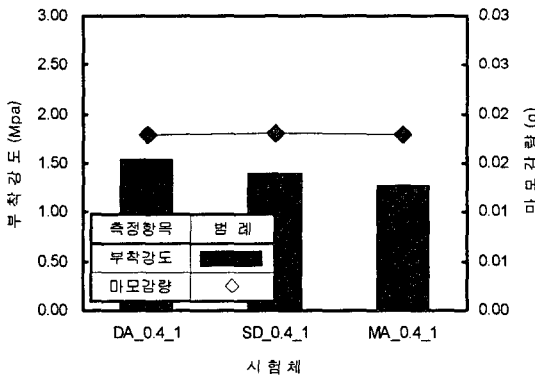


그림 2. 표면흡수상태별 부착강도 및 마모감량의 변화

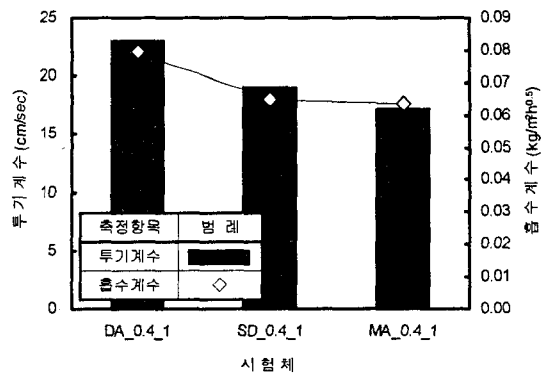


그림 3. 표면흡수상태별 흡수계수 및 투기계수의 변화

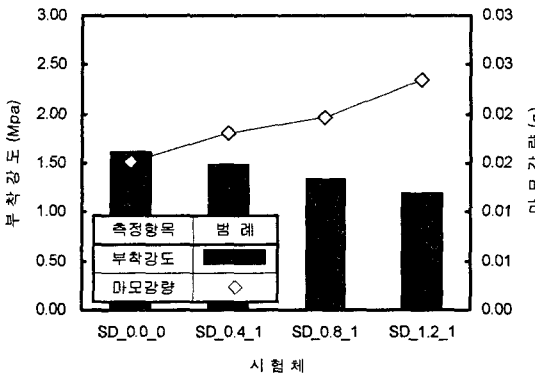


그림 4. 1회 도포량별 부착강도 및 마모감량의 변화

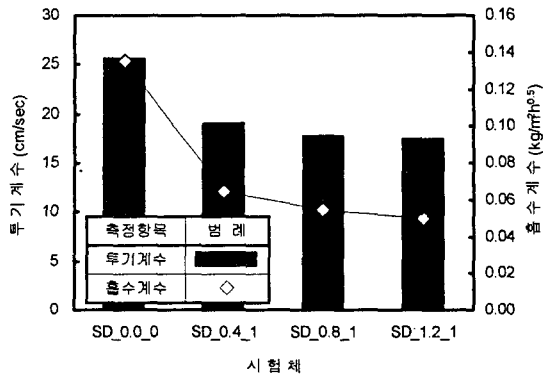


그림 5. 1회 도포량별 흡수계수 및 투기계수의 변화

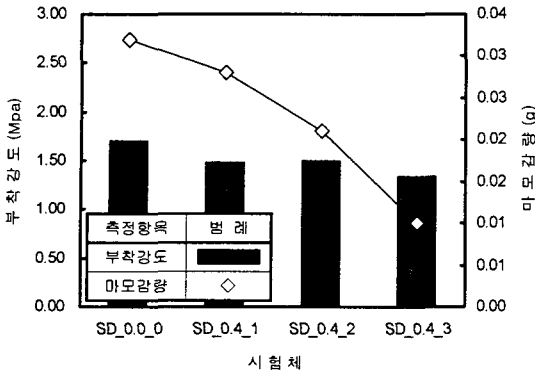


그림 6. 도포횟수별 부착강도 및 마모감량의 변화

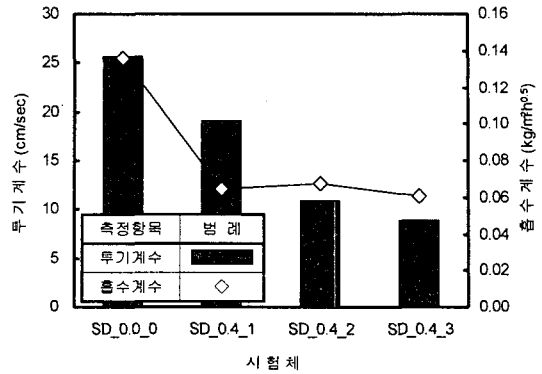


그림 7. 도포횟수별 흡수계수 및 투기계수의 변화

3.3 항균제 도포횟수에 따른 기초물성 평가

그림 6은 항균제 도포횟수에 따른 부착강도 및 마모감량의 변화를 나타낸 것으로 부착강도의 경우 항균제의 도포횟수가 증가할수록 다소 저하하였으며, 마모감량의 경우 도포횟수가 증가할수록 마모감량은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 표면에 항균제층이 두껍게 형성되어 마모감량이 증가한 것으로 판단된다. 그림 7은 항균제 도포횟수에 따른 흡수계수 및 투기계수의 변화를 나타낸 것으로 도포횟수가 증가할수록 흡수계수는 감소하는 경향을 보이고 있으며, 2, 3회 도포한 경우에는 유사한 수준을 보이고 있어 항균제 2회(도포량 0.8g/cm²) 도포가 유효할 것으로 사료되며, 도포횟수가 증가할수록 투기량은 감소하는 경향을 보이고 있다.

4. 결 론

항균제를 도포한 하수시설 콘크리트용 단면복구모르타르의 기초물성에 미치는 단면복구모르타르의 함수상태, 항균제의 도포량 및 도포횟수의 영향을 검토한 결과, 다음과 같다.

1) 단면복구모르타르의 표면함수상태에 따른 부착강도는 습윤상태인 경우 저하하였으며, 이는 표면수에 의해 항균제 접착이 불량하였기 때문인 것으로 판단된다. 마모감량의 경우 유사한 수준을 보이고 있으며, 흡수계수는 습윤상태의 모르타르 표면에 다량의 수분이 함유되어 있어 도포된 항균제층이 균일하게 형성되지 않아 높은 수준을 보이고 있으며, 투기계수는 기건, 표건, 습윤의 순으로 투기저항성이 우수한 것으로 나타났다.

2) 항균제 도포량이 증가할수록 부착강도는 다소 저하하였으며, 마모감량은 증가하고 있다. 이는 표면에 항균제층이 두껍게 형성되어 마모감량이 증가한 것으로 판단된다. 또한 흡수계수는 경제성을 고려할 경우 1회 도포량은 0.8g/cm²로 하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

3) 항균제의 도포횟수가 증가할수록 부착강도의 경우 다소 저하하였으며, 마모감량의 경우 도포횟수가 증가할수록 마모감량은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 표면에 항균제층이 두껍게 형성되어 마모감량이 증가한 것으로 판단된다. 도포횟수가 증가할수록 흡수계수는 감소하는 경향을 보이고 있으며, 항균제 2회(도포량 0.8g/cm²) 도포가 유효할 것으로 사료되며, 도포횟수가 증가할수록 투기량은 감소하는 경향을 보이고 있다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 차세대 핵심환경 기술개발사업인 「도포형 액상 무기질 항균제에 의한 하수시설 콘크리트의 부식방지 시스템 및 실용화 기술 개발」에 관한 일련의 연구결과로 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 三品文雄, “下水道施設におけるコンクリートの微生物腐食とその対策”, 2003
2. 한국건설기술연구원, “하수관거의 부식에 관한 연구”, 건설교통부보고서, 1994