

# 액상 항균제를 도포한 하수시설용 단면복구재의 내구특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Durability Properties of Repair Mortar for Sewer Spread with Liquefied Antibiotic

이 동 혁\*      장 재 봉\*      나 철 성\*\*      조 봉 석\*\*      김 재 환\*\*      김 무 한\*\*\*  
Lee, Dong-Heck      Jang, Jae-bong      Na, Chul-Sung      Cho, Bong-Suk      Kim, Jae-hwan      Kim, Moo-Han

### Abstract

Recently, Deterioration of the concrete sewer concrete structures by biochemical corrosion has been issued and a development of the inhibition system of corrosion that has been demanded. The sulfuric acid may react with the hardened cement paste and originate expansive products which can induce swelling and breakless of concrete. Also, a sulphuric acid reacts with calcium hydroxide to form  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . This reaction accounts for consumption of the calcium hydroxide present in hardened cement paste.

In this study, To present from biochemical corrosion of the sewer repair mortar that was spread with liquefied antibiotic and then its experimental properties were experimentally investigated and to estimate the effect of absorbed condition of restorative mortar, the number of coating times and coating contents with antibiotic on the durability properties of restorative mortar spread with antibiotics. Also, testing items such as carbonation depth, chlorate ion penetration depth and chemical resistance was tested to estimate the durability properties in third study.

In results, the novellus bacillus inhabiting in sewer concrete structures was restrained by antibiotics developed in this study. And carbonation depth, chlorate ion penetration depth and chemical resistance of restorative mortar spread with antibiotics was superior to that of plain mortar.

키 워 드 : 황산, 생화학적 부식, 단면복구재, 항균제, 중성화 깊이, 열화물이온 침투깊이, 화학저항성

Keywords :  $\text{H}_2\text{S}$ , Biochemical corrosion, Restorative mortar, Antibiotics, Carbonation depth, Chloride ion penetration depth and Chemical resistance

## 1. 서 론

현대사회에 있어 하수시설은 도심지의 침수방지를 위한 우수배제, 오수의 수송처리, 수세화 보급에 의한 생활환경개선 이외에도 하천, 호소, 해역 등의 수질보존, 보건환경 및 위생 등 국민의 환경권 보장에 있어서 필수불가결한 사회기반시설이며, 관거의 정비 및 개선을 위한 타당성 조사사업과 시범사업을 실시하고 있는 등 나날이 그 중요성이 증대되고 있다.

한편 이러한 하수시설 콘크리트의 손상형태를 살펴보면 파손, 관통 등 다양한 형태로 구분할 수 있으며, 특히 하수시설의 특수한 환경조건상 황산염 환원세균 및 황산화 세균 등의 서식에 의해 발생된 황산수소( $\text{H}_2\text{S}$ )에 기인하는 생화학적 부식이 대표적인 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 또한 하수시설 부식실태를 조사한 결과에 의하면 국내의 경우에도 상술한 바와 같은 생화학적 부식에 의해 하수시설의 부식현상이 진행되고 있으며, 최근에는 전국적으로 하수시설의 부식현상이 진행되고 있는 실정이다.<sup>2)</sup> 한편, 이러한 하수시설의 유지관리를 위

해 정부에서는 2002년에 개최된 「하수관거 효율향상을 위한 국제세미나」에서 하수관거의 정비를 하수도정책의 최우선으로 추진할 수 있도록 「하수관거정비 7대 중점과제」를 발표한 바 있다.

그러나 국내의 경우 하수도 정비사업에 있어서 매우 중요한 기술요소 중 하나인 콘크리트 하수시설의 황산화 세균에 의한 생화학적 부식의 방지대책이 전혀 고려되지 않은 채 정비사업이 수행되고 있다. 한편, 최근 국내에서도 생화학적 부식 등에 의해 열화된 하수시설 콘크리트의 보수공법으로서 에폭시 도포공법, 각종 섬유패널 부착공법, 재알칼리 공법 등이 개발되어 적용되고 있으나, 보수공정의 복잡성, 고가의 원재료, 효과의 지속성 등에 의문점이 지적되고 있으며, 기존 하수시설 콘크리트의 생화학적 부식에 대한 근본적이고 반영구적인 하수시설내에서의 황산화세균의 서식을 억제할 수 있는 보수재료·공법의 개발이 시급히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 하수시설용 단면복구재의 부식을 방지하기 위한 방안으로 도포형 액상 항균제를 개발한 후, 그림 1에 나타낸 바와 같은 일련의 연구를 통해 하수시설용 단면복구재의 부식방지 시스템을 개발하고자 하였으며, 이에 본 연구에서는 개발된 액상 항균제를 도포한 하수시설용 단면복구재의 내구특성을 실험실증적으로 비교분석함으로써 도포

\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정, 정회원

\*\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정, 정회원

\*\*\* 충남대학교 건축공학과, 교수·공방, 정회원



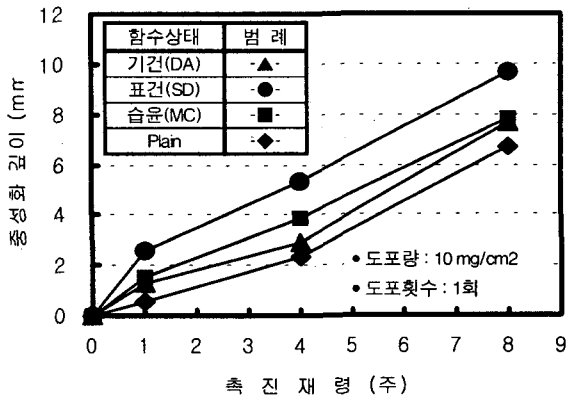


그림 1. 표면합수상태별 중성화 깊이의 변화

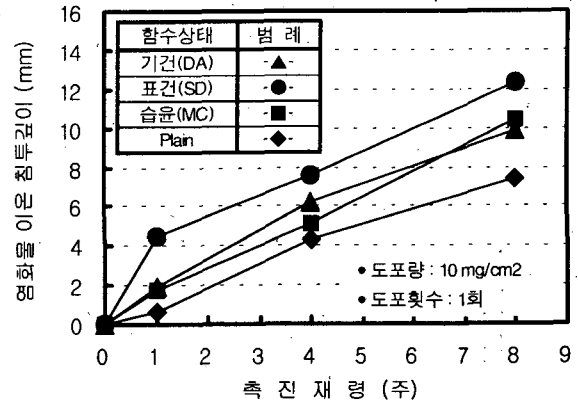


그림 2. 표면합수상태별 염화물이온 침투깊이의 변화

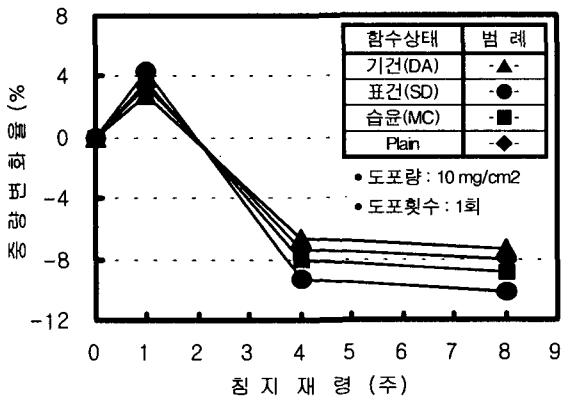


그림 3. 황산수용액 침지재령에 따른 중량변화율

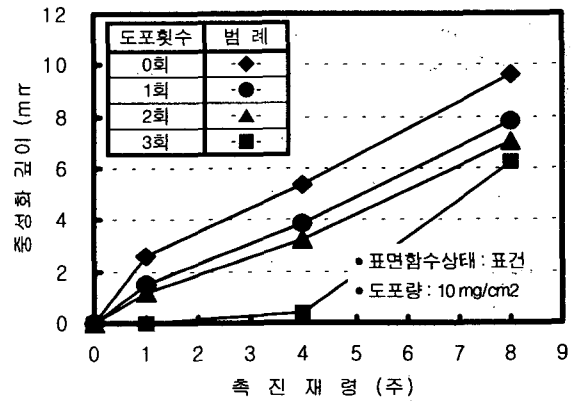


그림 4. 도포횟수별 중성화 깊이의 변화

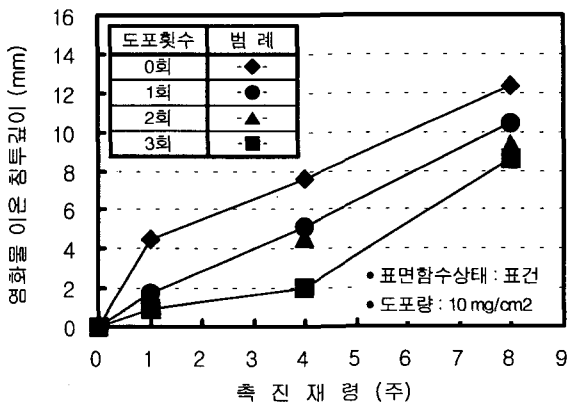


그림 5. 도포횟수별 염화물이온 침투깊이의 변화

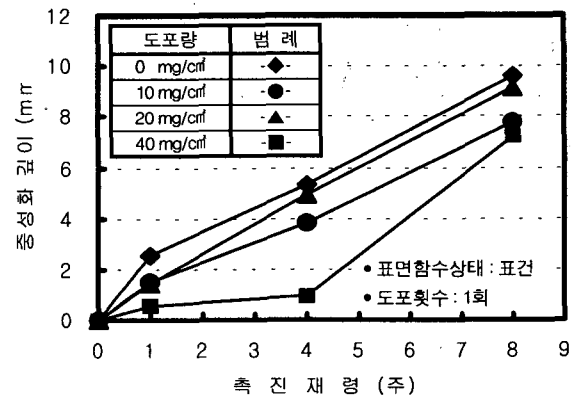


그림 6. 도포량별 중성화 깊이의 변화

으로, 침지재령 4주에 있어서 중량변화는 항균제를 도포한 경우가 도포하지 않은 경우에 비해 낮은 값을 보이고 있어 본 연구에서 개발한 항균제(SWP-HN-AP)의 도포에 의해 황산에 대한 화학저항성이 향상되는 것을 확인하였다. 한편, 침지재령 1주에 있어서 중량변화는 항균제를 도포한 경우와 도포하지 않은 경우 유사한 수준을 보이고 있으며, 이는 사용된 단면복구재가 화학적항성을 향상시킨 내산모르타르 제품이기 때문인 것으로 사료된다.

### 3.2 항균제의 도포횟수에 따른 내구성 평가

그림 4 및 5는 항균제의 도포횟수에 따른 단면복구모르타르의 축진재령별 중성화깊이 및 염화물이온 침투깊이의 변화를 나타낸 것으로, 단면복구모르타르의 중성화깊이 및 염화물이온 침투깊이는 항균제를 도포한 경우가 도포하지 않은 경우에 비해 모든 수준에서 낮은 값을 보이고 있으며, 본 연구에서 개발한 항균제의 도포에 의해 단면복구재의 중성화 저항성 및 염해 저항성을 향상시킬 수 있는 것으로 확인되었다. 한편, 항균제를 도포한 단면복구모르타르의 중성화 깊이

및 염화물이온 침투깊이는 항균제의 도포횟수가 증가함에 따라 침투깊이는 감소하는 것으로 나타나, 항균제의 도포횟수가 증가할수록 중성화 저항성 및 염해 저항성은 향상되는 것으로 나타났으며, 도포횟수 2 및 3회의 경우 유사한 경향을 보여 시공성 및 경제성을 고려할 경우 2회도포시 유효할 것으로 사료된다.

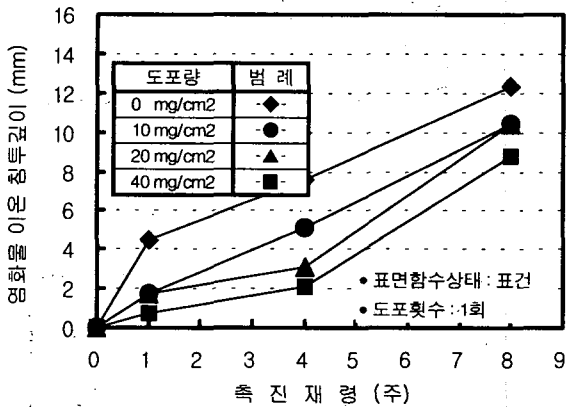


그림 7. 도포량별 염화물이온 침투깊이의 변화

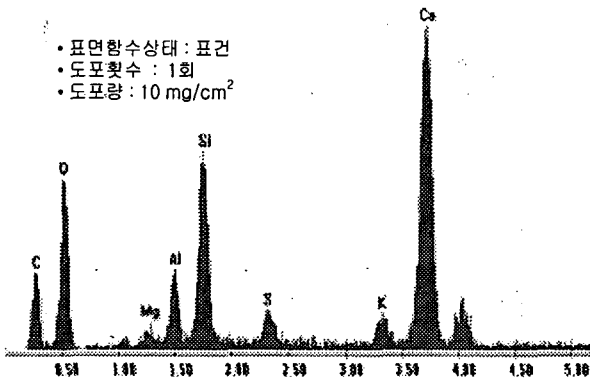


그림 8. 항균제의 침투깊이 측정결과 (EDX)

### 3.3 항균제 1회 도포량

그림 6 및 7은 항균제의 1회 도포량에 따른 단면복구모르타르의 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이의 변화를 나타낸 것으로 항균제를 도포한 경우가 도포하지 않은 경우에 비해 모든 수준에서 낮은 값을 보이고 있어, 항균제의 성능을 확인할 수 있었으며, 또한 항균제의 도포량이 증가할수록 중성화 저항성 및 염해 저항성은 향상되는 것으로 나타났으며, 도포량 10, 20 mg/cm²의 경우 유사한 경향을 보여 시공성 및 경제성을 고려할 경우 10mg/cm² 도포시 유효할 것으로 사료된다.

한편, 그림 8은 항균제를 도포한 단면복구모르타르의 항균제 침투깊이 측정결과 일례를 나타낸 것으로, 단면복구모르타르의 표면으로부터 깊이 약 4.5 mm에서도 표면강화제 성분인 탄소(C)가 검출되어, 본 연구에서 개발한 항균제의 침투성을 검증할 수 있었다.

## 4. 결 론

액상 항균제를 도포한 하수시설용 단면복구모르타르의 내구특성을 비교검토했던 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 본 연구에서 개발한 항균제는 습윤면에서도 기건상태와 동등한 결과를 나타내어 습윤면에서도 시공이 가능할 것으로 판단된다.
- 2) 시공성 및 경제성을 고려할 경우 도포횟수 2회, 도포량 10mg/cm²의 경우가 유효할 것으로 사료되며, 또한 단면복구모르타르의 표면으로부터 깊이 약 4.5 mm에서도 표면강화제 성분인 탄소(C)가 검출되어, 항균제의 침투성을 검증할 수 있었다.

## 감 사 의 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.

## 참 고 문 헌

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", 건설교통부 보고서, 1994
3. 강석표 외 "하수도시설물의 열화환경을 고려한 내황산성 단면복구모르타르 개발에 관한 연구", 한국구조물진단학회 봄 학술발표논문집, 제 7권 1호, 2003, 5. pp. 333~334