

액상 유·무기 복합 항균제를 도포한 콘크리트의 물리적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Physical Properties of Concrete
Spread with Liquefied Organic and Inorganic Complex Antibiotics

김 무 한*

Kim, Moo-Han

김 재 환**

Kim, Jae-Hwan

조 봉 석**

Cho, Bong-Suk

이 의 배***

Lee, Eui-Bae

Abstract

Recently sewage facilities mainly consisted of concrete structures are being deteriorated seriously by biodeterioration originated from sulfur-oxidizing bacteria. In this study, to prevent biochemical corrosion of the sewer concrete, antibiotics which prevent growth of sulfur-oxidizing bacteria were developed and antimicrobial performance of it was investigated. After that, to consider applicability of antibiotics to concrete, physical properties of concrete spread with antibiotics were investigated. As a results of the study, it was proved that the antimicrobial performance of antibiotics was available. Also compressive strength and bond strength of concrete didn't closely connected with antibiotics, and resistance to abrasion, water absorption and air permeability of concrete was improved remarkably by spraying with it.

요 지

현대사회에 있어 필수불가결한 사회기반시설인 하수시설은 대부분 주요 재질이 콘크리트이며, 이러한 콘크리트 하수시설은 최근 황산화세균에 기인한 생화학적 부식에 의해 심각하게 열화되고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 생화학적 부식을 방지하기 위한 기법으로서 황산화세균의 성장을 억제할 수 있는 항균제를 개발한 후 황산화세균에 대한 항균성능을 평가하였으며, 콘크리트에 대한 적용성을 검토하기 위해 항균제를 도포한 콘크리트의 각종 물리적 성능을 실험적으로 검토하였다. 그 결과 항균제의 항균성능은 유효하였으며, 항균제 도포에 의한 압축강도 및 부착강도는 유의할 만한 경향을 보이지 않았고, 마모저항성, 흡수계수 및 투기계수는 현저히 증가하는 것으로 나타났다.

Keywords : Biochemical Corrosion, Antibiotics, Sewage Concrete, Sulfur-Oxidizing Bacteria, Corrosion Prevention

핵심 용어 : 생화학적 부식, 항균제, 하수시설 콘크리트, 황산화세균, 부식방지

* 정희원, 충남대학교 공과대학 건축공학과 교수, 공학박사

** 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정

*** 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

E-mail : mir-246@hanmail.net 042-821-7731

•본 논문에 대한 토의를 2006년 4월 30일까지 학회로 보내 주시면 2006년 7월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

1. 서 론

현대사회에 있어 하수시설은 도심지의 침수방지를 위한 우수배제, 오수의 수송처리, 수세화 보급에 의한 생활환경 개선 이외에도 하천, 호소, 해역 등의 수질 보존, 보건환경 및 위생 등 국민의 환경권 보장에 있어서 필수불가결한 사회기반시설로,⁽¹⁾ 이러한 하수시설의 최적 유지관리를 위해 정부에서는 2002년에 개최된 『하수관거 효율향상을 위한 국제세미나』에서 하수관거의 정비를 하수도정책의 최우선으로 추진할 수 있도록 『하수관거정비 7대 중점과제』를 발표한 바 있으며, 최근에는 전국적으로 하수관거의 정비 및 개선을 위한 타당성 조사사업과 시범사업을 실시하고 있는 등 나날이 그 중요성이 증대되고 있다.

한편, 하수시설의 대부분을 이루고 있는 하수관거는 주요 재질이 콘크리트이며, 이러한 콘크리트 하수관거의 수명을 저해하는 요인은 크게 시멘트 수화물, 골재, 철근 등의 화학적 침해와 유체 흐름에 의한 물리적 침식으로 대별될 수 있다. 실제 하수시설 콘크리트의 부식 메커니즘에 있어서는 이와 같은 다종다양한 열화요인이 복합적으로 작용하고 있으며, 이 중에서도 특히 미생물 작용에 의해 생성되는 황산(H_2SO_4)과 시멘트 수화물이 반응하여 부식을 유발하는 생화학적 부식이 주요 원인인 것으로 보고되고 있다.^{(1),(4)}

이에 일본 및 미국 등의 선진국에서는 일찍이 하수관거의 생화학적 부식에 대한 연구와 더불어 부식 예측식 개발과 같은 부식에 대한 대책이 강구되어 왔으며, 현재에는 부식방지를 위한 하수관거 설계지침 및 기준을 수립하여 시행함으로써 하수시설 콘크리트의 부식방지를 도모하고 있다. 반면 국내의 경우 하수관거의 생화학적 부식을 인식하기 시작한지 불과 수년에 지나지 않아 체계적인 연구가 아직 미비한 실정이며, 최근 정부에서 대규모 하수도 정비사업을 실시하고 있으나 생화학적 부식을 고려하지 않고 시행되고 있는 실정이다.⁽²⁾

한편 최근 신설용 하수시설 콘크리트의 생화학적 부식을 방지하기 위한 대책으로서 황산화세균의 생육을 억제하기 위한 콘크리트 혼화용 항균제가 개발되었으나 이들은 중금속인 니켈, 텅스텐 등의 항균금속이 콘크리트관 원심성형 제조시 비중차에 의해 관 외부에



Fig. 1 본 연구의 내용 및 범위

집중되는 문제가 지적되고 있으며, 이를 해결하기 위해 다공질의 제올라이트 입자에 항균금속을 혼입시키는 공법이 개발되었으나 제조원가의 상승 등으로 인해 그 사용실적이 미미한 실정이다. 또한 신설관의 화학저항성을 높이고자 에폭시를 응용하는 공법도 있으나, 재료가 고가이며 황산화세균에 대한 항균성능이 결여되어 있는 문제점이 지적되고 있다.

이에 본 연구에서는 Fig. 1과 같이 황산화세균에 대한 항균성능, 콘크리트의 물성 개선효과 및 경제성을 갖도록 개발된 액상 유·무기 복합 항균제를 콘크리트에 도포한 후, 콘크리트의 물리적 특성을 실험·실증적으로 비교·분석하여 하수시설용 콘크리트에 대한 항균제의 적용성을 검토함으로써 항균제 도포에 의한 하수시설 콘크리트의 부식방지 시스템을 구축하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구의 개요

2.1 생화학적 부식의 메커니즘

Fig. 2는 하수관거 콘크리트의 황산화 세균에 의한 생화학적 부식 메커니즘에 대한 모식도를 나타낸 것으로, 1차적으로 하수관거의 하수층 하부에 퇴적되어 있는 슬러지 층에 생존하는 혐기성 미생물이 황산이온과 유기물을 이용하여 황화수소(H_2S)를 생성하게 된다.

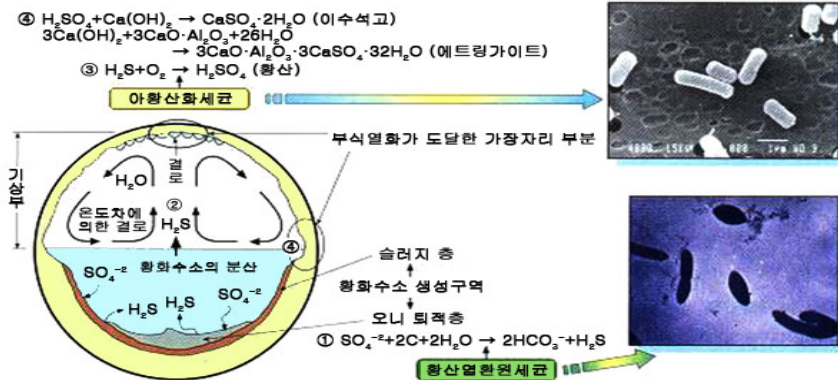


Fig. 2 하수시설에 있어서 황산화 세균에 의한 생화학적 부식의 메커니즘

생성된 황화수소는 기층부로 상승·이동하게 되고, 콘크리트 면에 서식하는 호기성 미생물인 황산화 세균에 의해 황산(H_2SO_4)으로 전환된다. 생성된 황산은 콘크리트의 시멘트수화물과 화학반응을 일으켜 이수석고 등을 발생시킴으로서 최종적으로 시멘트수화물의 조직 와해 및 콘크리트의 열화를 유발시키게 되며, 이러한 생화학적 부식의 진행단계를 개략적으로 나타내면 다음과 같다.

- 제 1단계 $SO_4^{2-} + \text{유기물} \rightarrow H_2S(g)$
- 제 2단계 $H_2S(g) + 2O_2 \rightarrow H_2SO_4$
- 제 3단계 $H_2SO_4 + \text{시멘트수화물} \rightarrow \text{이수석고 등}$

2.2 액상 유·무기 복합 항균제

2.2.1 항균제의 개요

본 연구에서 개발한 항균제는 유·무기 복합형태인 아크릴변성실리콘 고분자에 반응성 모노머로서 TEOS (Tetraethylorthosilicate)에 혼합시킨 액상 혼합물에 항균금속으로서 은(Ag), 니켈(Ni), 텅스텐(W) 등을 첨가하여 제조하였으며, 반응성 모노머인 TEOS는 나노(nm) 크기로 존재하기 때문에 콘크리트 표면 공극으로 쉽게 침투하고, 알칼리성인 콘크리트 내부 미세공극에서 아크릴변성실리콘 고분자와 가교결합반응을 통하여 3차원 망목구조로 경화반응이 진행되며, 기층에서 도막을 형성하는 특성을 갖고 있다.

또한, 100% 유효성분으로 구성되어 있어 콘크리트



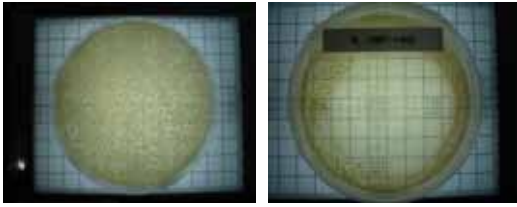
Fig. 3 콘크리트 표면과 공극에서 항균제의 침투 및 부착 모습도

의 표면에서 반응 후 부피의 감소가 거의 없으며, 수분을 밀어내는 특성이 있어 습윤상태의 콘크리트 면에도 도포가 가능하고, 인체에 전혀 무해한 성분으로 구성되어 있는 등의 특성을 갖고 있다.

상기된 바와 같이 개발된 항균제는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 콘크리트 표면에 도포되어 일부는 내부로 침투하여 강화층을 형성하고 일부는 표면에 도막을 형성하며, 이 내부에 항균금속이 고정화되어 항균성능을 지니게 된다.

2.2.2 항균제의 항균성능

본 연구에서 개발된 항균제의 황산화세균에 대한 항균성능을 평가하기 위해 먼저 배지를 제조하여 페트리 디쉬(Petri dish)에 약 10ml의 배지를 넣은 후 배양한 황산화 세균을 배지에 고르게 분산시키고 항균제를 0.05ml 투여하여 약 한달 동안 인큐베이터에 배양시켜 클리어존(Clear zone)의 생성여부로서 항균성



(a) 항균제 무투입 (b) 항균제 투입

Photo 1 Thiobacillus novellus에 대한 항균제의 항균성능 평가



Photo 2 주걱바름

Photo 3 뽐칠

능을 평가하였다.

그 결과, Photo 1에 나타난 바와 같이 항균제를 투입한 경우가 투입하지 않은 경우에 비해 클리어존(Clear zone)이 뚜렷이 생성되었으며, 이로서 본 연구에서 개발한 항균제의 황산화 세균 증식억제 성능을 실증적으로 확인할 수 있었다.

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

Table 1은 본 연구에서 개발한 액상 유·무기 복합

Table 1 실험 계획

시리즈	모체 콘크리트		항균제	
	물시멘트비 (%)	모체표면 흡수상태	도포방법	도포횟수 (회)
I	45 55	기건	주걱바름	1
II	55	기건 표건 습윤	주걱바름	1
III	55	기건	주걱바름 ¹⁾ 뽐칠 ²⁾	1
IV	55	기건	주걱바름	0, 1 2, 3

주 1) 주걱을 사용하여 항균제 도포 (Photo 2 참조)

2) 에어컴프레셔와 스프레이건을 사용하여 도포 (Photo 3 참조)

항균제를 도포한 콘크리트의 물리적 특성을 검토하기 위한 실험 계획을 나타낸 것으로서, 물시멘트비는 현재 신설용 하수시설 콘크리트에 상용되고 있는 PC제품의 45%와 28일 압축강도가 27MPa인 현장타설콘크리트의 55% 2수준을 설정하였으며, 신설용 하수시설을 고려하여 모체의 함수상태를 기건, 표건 및 습윤의 3수준으로 설정하였다. 또한 항균제의 도포방법을 주걱바름과 뽐칠의 2수준으로 설정하였으며, 항균제의 도포횟수를 0, 1, 2 및 3회의 4수준으로 설정하였다.

3.2 콘크리트의 배합 및 사용재료

본 실험에 사용된 모체 콘크리트의 배합은 Table 2에 나타난 바와 같다. 또한 Table 3은 모체콘크리트에 사용된 재료를 나타낸 것으로서 시멘트는 국내 S사의 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 굵은골재로는 밀도 2.65g/cm³, 최대치수 20mm의 퇴촌산 부순골재를 사용하였고, 잔골재로는 밀도 2.56g/cm³의 인천산 제염사를 사용하였다.

또한 본 연구에서 사용한 유·무기 복합형태의 반응성 항균제는 아크릴변성실리콘 고분자 성분, 반응성 모노머인 TEOS 성분 및 항균금속으로 구성되어 있

Table 2 모체 콘크리트의 배합

W/C (%)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	S/a (%)	단위중량 (kg/m ³)			
				W	C	S	G
45	15±2	4.5±1.5	47	180	400	786	903
55	15±2	4.5±1.5	47	180	317	814	935

Table 3 모체 콘크리트용 사용재료의 기초물성

사용재료	기 초 물 성
시멘트	1종 보통포틀랜드시멘트 밀도 : 3.15g/cm ³ , 분말도 : 3,230cm ² /g
굵은골재	퇴촌산 부순자갈 밀도 : 2.65g/cm ³ , 최대치수 : 20mm
잔골재	인천산 제염사 밀도 : 2.56g/cm ³ , 조립율 : 2.9

Table 4 항균제의 주요 성분 및 기초물성

항균제의 주요 성분	항균제의 물성
<ul style="list-style-type: none"> 아크릴변성실리콘고분자 TEOS 항균금속 	<ul style="list-style-type: none"> 고형분농도 : 99% pH : 8~9 비중 : 1.2±0.

며, 항균제의 기초물성은 Table 4에 나타난 바와 같다.

3.3 시험체 제작 및 양생방법

콘크리트의 비빔은 용량 100 l의 팬타입 믹서를 사용하여 시멘트와 잔골재를 투입한 후 30초간 건비빔을 실시하고 물을 첨가하여 60초간 비빔을 실시하였으며 소정의 유동성을 확보한 후 굵은골재를 혼입하여 60초간 비빔을 실시하였다. 비빔 완료된 콘크리트는 각 몰드에 타설하고 1일간 실내에서 존치한 후 탈형하여 14일간 20±3 °C의 표준수증양생을 실시하였으며, 이후 모체콘크리트의 표면함수상태를 조절하고 각 요인 및 수준에 따라 항균제를 도포한 후 재령 28일까지 20±3 °C의 실내에서 기건양생을 실시하였다.

3.4 시험방법

액상 유·무기 복합 항균제를 도포한 콘크리트의 물리적 성능 및 내구적 성능을 검토하기 위한 측정항목 및 시험방법은 Table 5에 나타난 바와 같으며, 마모감소량은 KS F 2812에 제시된 낙사법을 이용하였으며, 총 2kg의 연삭재를 낙하시켜 마모되어 감소된 중량을 산정하였다. 투기계수는 일본콘크리트학회 콘크리트 시험방법에 제안된 방법을 토대로 Fig. 4에 나타

Table 5 측정항목 및 시험방법

측 정 항 목	시험 방법	시험체 치수 (mm)
• 압축강도 (MPa)	KS F 2405	φ 100×200
• 부착강도 (MPa)	KS F 4716	70×70×10
• 마모감소량 (mg)	KS F 2812	50×50×10
• 흡수계수 (kg/m ² ·h ^{0.5})	KS F 2609	-
• 투기계수 (cm/sec)	-	-

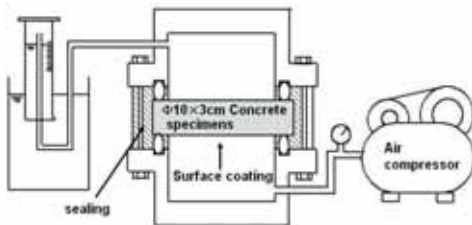


Fig. 4 투기계수 시험방법의 모식도

낸 바와 같이 내부직경 7cm의 실린더에 시험체를 고정하고 실링한 후, 0.2MPa의 압축공기를 주입하여 메스실린더를 이용한 수증치환법에 의해 투기량을 측정하였으며, 다르시(Darcy)의 법칙을 적용한 식(2)를 이용하여 투기계수를 산정하였다.

$$K = \frac{2 P_2 h \gamma}{P_1^2 - P_2^2} \cdot \frac{Q}{A} \dots \dots \dots \text{Eq. (2)}$$

- 여기서, K : 투기계수 (cm/sec)
- P₁ : 재하압력 (kgf/cm²)
- P₂ : 대기압 (1.0332kgf/cm²)
- h : 시험체 두께 (cm)
- Q : 투기량 (cm³/sec)
- A : 투기면적 (cm²)
- γ : 기체 단위용적중량 (1.205×10⁻⁶kg/cm³)

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 압축강도

Fig. 5(a)는 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 함수 상태에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것으로서 물시멘트비 45%의 경우가 55%의 경우에 비해 약 10MPa 정도 높게 나타나고 있으며, 모체 함수상태에 따른 유의할 만한 경향은 나타나지 않았다.

또한 Fig. 5(b)는 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 재령 28일 압축강도를 나타낸 것으로서 뿔칠의 경우가 일반에 비해, 항균제를 도포하지 않은 경우가 도포한 경우에 비해 다소 높은 압축강도를 나타내고 있으나 그 차이는 미미한 것으로 나타났다.

4.2 부착강도

Fig. 6(a)는 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 함수 상태에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 부착강도를 나타낸 것으로서 물시멘트비 45%와 55%의 경우 각

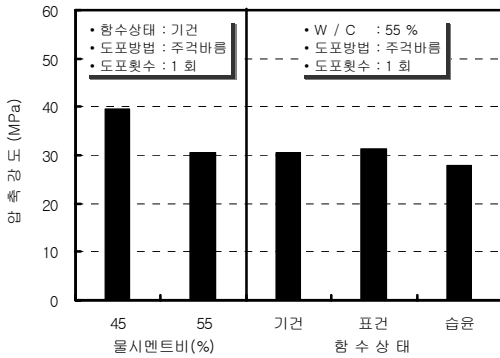


Fig. 5 (a) 물시멘트비 및 함수상태에 따른 압축강도

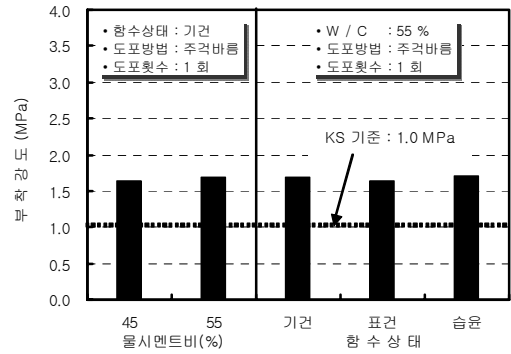


Fig. 6 (a) 물시멘트비 및 함수상태에 따른 부착강도

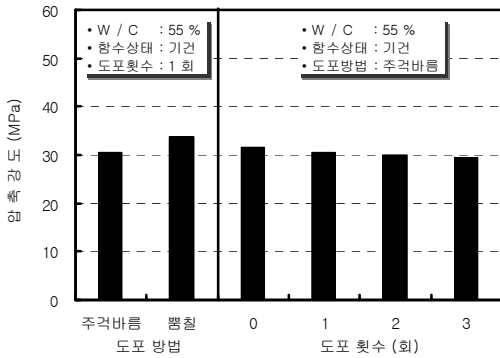


Fig. 5 (b) 도포방법 및 도포횟수에 따른 압축강도

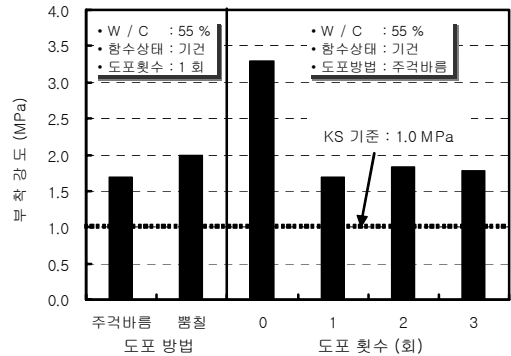


Fig. 6 (b) 도포방법 및 도포횟수에 따른 부착강도

각 1.63 MPa, 1.70 MPa, 기건, 표건 및 습윤의 경우 각각 1.70 MPa, 1.64 MPa, 1.71 MPa로 나타나 서로 유사한 값을 보이고 있다.

Fig. 6 (b)는 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따른 부착강도를 나타낸 것으로서 주걱바름, 뿔칠의 경우 각각 1.70 MPa, 1.98 MPa로 나타나 뿔칠의 경우가 주걱바름에 비해 다소 높은 부착강도를 보이고 있다. 또한 항균제의 도포횟수에 따른 부착강도는 무도포의 경우가 3.29인데 반해 도포횟수 1~3회의 경우 1.70 ~1.83MPa의 범위로 무도포에 비해 현저히 낮은 값을 나타내고 있으며, 이는 Photo 4에 나타낸 바와 같이 항균제로 인해 계면탈락이 발생했기 때문인 것으로 사료된다.

한편, 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 도포면의 함수상태, 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따른 항균제



(a) 도포횟수 0회 (b) 도포횟수 2회

Photo 4 부착강도 측정 모습

의 부착강도 모두 KS F 4936의 부착강도 표준상태 기준인 1.0 MPa를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

4.3 마모감소량

Fig. 7 (a)는 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 함수상태에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 마모감소량

을 나타낸 것으로서 물시멘트비 45%와 55%의 경우 각각 28mg, 27mg으로 유사한 마모감소량을 보이고 있으며, 기건, 표건, 습윤의 경우 각각 27mg, 25mg, 31mg으로 습윤의 경우가 다소 높은 마모감소량을 보이고 있다.

Fig. 7(b)는 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따른 마모감소량을 나타낸 것으로서 주걱바름, 뿔칠의 경우 각각 27mg, 19mg으로 뿔칠의 경우가 다소 낮은 마모감소량을 보이고 있다. 또한 항균제를 도포하지 않은 경우 마모감소량이 40mg으로 나타나 항균제를 도포한 경우, 특히 2, 3회 도포한 경우에 비해 약 5배 정도 높은 마모감소량을 보이고 있으며, 이는 항균제 도포에 의해 탄성도막층이 형성되어 마모저항성이 향상된 것으로 사료된다.

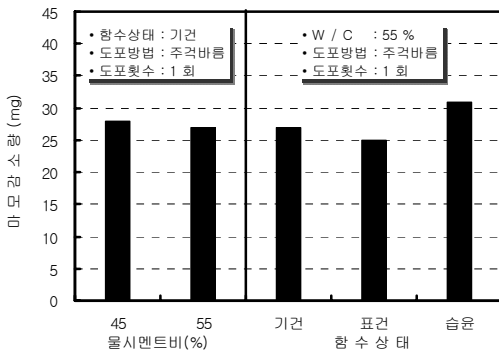


Fig. 7(a) 물시멘트비 및 항수상태에 따른 마모감소량

4.4 흡수계수

Fig. 8(a)는 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 도포면 항수상태에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 흡수계수를 나타낸 것으로서 물시멘트비 45%와 55%의 경우 각각 $0.023 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$, $0.058 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ 로 나타나 물시멘트비 45%의 경우가 낮은 값을 보이고 있으며, 기건, 표건, 습윤의 경우 각각 $0.058 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$, $0.028 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$, $0.070 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ 로 습윤의 경우가 다소 높은 흡수계수를 보이고 있다.

Fig. 8(b)는 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따른 흡수계수를 나타낸 것으로서 주걱바름, 뿔칠의 경우가 다소 낮은 흡수계수를 보이고 있다. 또한 항균제를 도포한 경우 $0.022 \sim 0.058 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{0.5}$ 의 범

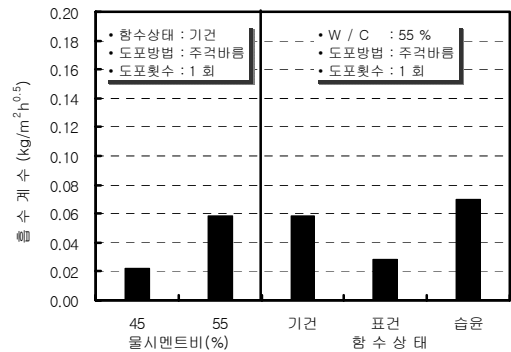


Fig. 8(a) 물시멘트비 및 항수상태에 따른 흡수계수

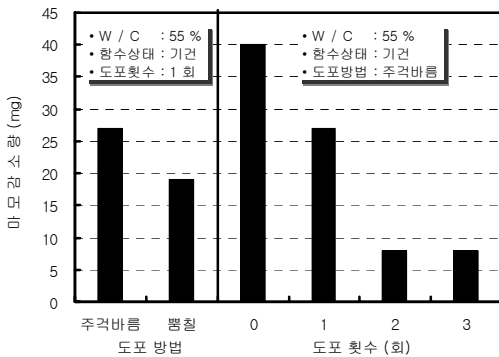


Fig. 7(b) 도포방법 및 도포횟수에 따른 마모감소량

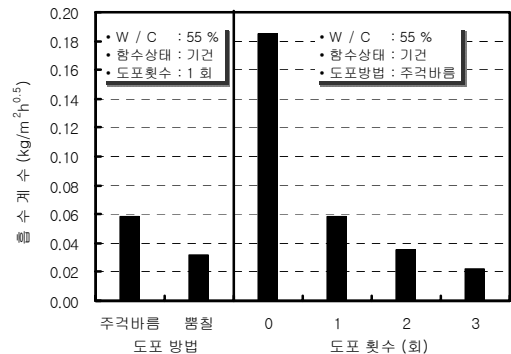


Fig. 8(b) 도포방법 및 도포횟수에 따른 흡수계수

위로 항균제를 도포하지 않은 경우에 비해 1/4~1/9 정도 낮은 흡수계수를 보이고 있으며, 도포횟수가 증가할수록 흡수계수는 낮아지는 경향을 보이고 있다.

4.5 투기계수

Fig. 9(a)는 모체 콘크리트의 물시멘트비 및 함수 상태에 따른 항균제를 도포한 콘크리트의 투기계수를 나타낸 것으로서 물시멘트비 45%와 55%의 경우 각각 2.70×10^{-11} cm/sec, 5.63×10^{-11} cm/sec로 나타나 물시멘트비 45%의 경우가 다소 낮은 투기계수를 보이고 있으며, 기건, 표건, 습윤의 경우 각각 5.63×10^{-11} cm/sec, 4.51×10^{-11} cm/sec, 4.73×10^{-11} cm/sec으로 기건의 경우가 다소 높은 투기계수를 보이고 있으나 그 차이는 미미한 것으로 나타났다.

Fig. 9(b)는 항균제의 도포방법 및 도포횟수에 따

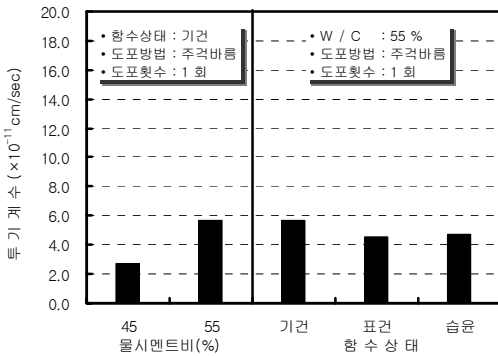


Fig. 9(a) 물시멘트비 및 함수상태에 따른 투기계수

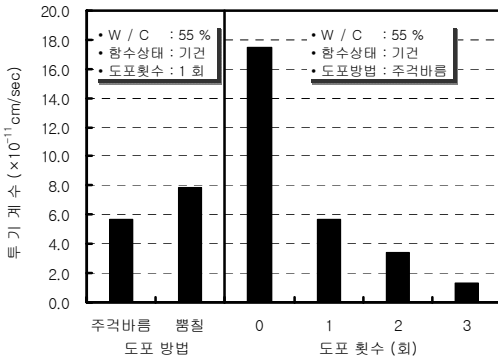


Fig. 9(b) 도포방법 및 도포횟수에 따른 투기계수

른 투기계수를 나타낸 것으로서 주격바름, 뽐칠의 경우 각각 5.63×10^{-11} cm/sec, 7.89×10^{-11} cm/sec로 나타나 주격바름의 경우가 다소 낮은 투기계수를 보이고 있다. 또한 항균제를 도포한 경우 $1.35 \sim 5.63 \times 10^{-11}$ cm/sec의 범위로 항균제를 도포하지 않은 경우에 비해 1/3~1/12 정도 낮은 투기계수를 보이고 있으며, 도포횟수가 증가함에 따라 투기계수는 낮아지는 경향을 보이고 있다.

5. 결론

액상 유·무기 복합 항균제를 도포한 하수시설용 콘크리트의 물리적 특성을 실험·실증적으로 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 항균제를 도포함에 따른 압축강도는 영향이 없는 것으로 나타났으며, 부착강도는 다소 저하하였으나 KS 기준은 만족하는 것으로 나타났다. 또한 마모 감소량의 경우 항균제를 도포함에 따라 마모감소량이 다소 낮아지는 경향을 보였으며, 특히 도포횟수 2회 이상의 경우 마모저항성은 현저히 증가하는 것으로 나타났다.
- 2) 항균제 도포요인 및 수준에 따라 다소 차이는 있으나, 대체적으로 항균제를 도포한 경우가 도포하지 않은 경우에 비해 흡수계수는 1/4~1/9, 투기계수는 1/3~1/12 정도 낮아지는 것으로 나타나, 항균제 도포에 의해 물질투과성능이 개선되는 것으로 나타났다.
- 3) 항균제를 뽐칠하여 도포한 경우, 주격바름으로 도포한 경우와 유사한 물리적 성능을 보이고 있으며, 도포횟수 2회 이상의 경우 마모감소량, 흡수 및 투기계수가 가장 우수하게 나타나고 있어, 실제 현장 시공에 적용할 경우에 있어서는 시공성 및 경제성 측면에서 도포횟수 2회가 가장 효율적일 것이라 사료된다.

이와 같이 항균제를 도포함으로써 콘크리트의 물리적 성능이 대체적으로 무도포의 경우와 동등 이상으로 향상됨을 확인할 수 있었으며, 향후 인공촉진 및 현장 폭로시험과 현장적용성 평가에 의해 본 연구에서 개발한 하수시설 부식방지공법의 지속적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 차세대 핵심환경기술개발사업인 『도포형 액상 무기질 항균제에 의한 하수시설 콘크리트의 부식방지 시스템 및 실용화 기술 개발』에 관한 일련의 연구결과로 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 하수관거의 부식에 관한 연구, 한국건설기술연구원, 1994.
2. 송호면, 콘크리트 하수관의 생·화학적 부식특성에 관한 연구, 박사학위논문, 2000. 2.
3. 김무한 외, “재유화형 분말수지계와 규산질계 혼합형 구체 방수제의 방수효과에 관한 연구”, 한국콘크리트학회 논문집, pp.15~24, 2000. 6, 한국 콘크리트학회.
4. 下水道コンクリート構造物の腐食制御技術及び防蝕技術指針・同マニュアル, 日本下水道事業団, 2002.
5. 김무한 외, “콘크리트의透氣係數をよび中性化速度に及ぼす養生條件の影響”, 第55回 セメント技術大會, 第55回 セメント技術大會, pp.126~127, 2001.12, 日本セメント協會.
6. Moo-han Kim etc., “An Experimental Study on the Air Permeability Coefficient Influencing to the Carbonation of Mortar and Concrete”, Proceeding of Japan/Korea Joint Symposium, pp.267~274, 2000. 08.

(접수일자 : 2005년 3월 17일)