

# 고성능 표면침투제가 도포된 콘크리트의 물리특성

## Physical Characteristics of Concrete Coated High Performance Surface Penetration Agency

유성원\* 서정인\* 하헌재\*\* 이상민\*\*\* 이상근\*\*\*  
Yoo, Sung Won Suh, Jeong In Ha, Hyun Jae Lee, Sang Min Lee, Sang Guen

### ABSTRACT

The evaluation of characteristics of concrete coated by high performance surface penetration agency was examined through various tests, i.e., compressive strength, penetration depth, water and air permeability, absorption according to various high performance surface penetration agencies and various compressive strengths of base concrete. The 4 types of high performance surface penetration agencies were used i.e., organic, inorganic, water soluble, and alcohol soluble. And 3 types of compressive strength of base concrete were used such as 21, 24 and 30 MPa. The characteristics of concrete coated high performance surface penetration agency was more improved than that of non-coated concrete, and especially, water soluble inorganic agency was most effective. And if compressive strength of base concrete was low, the improved effects would be larger.

### 1. 서론

최근 콘크리트 구조물의 내구성 개선을 통한 구조물의 안정성을 높이는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 콘크리트 열화를 방지하기 위하여 고성능 표면 침투제를 사용하여 콘크리트 표면 밀도를 증진시킨 후, 콘크리트의 물성 변화를 실험을 통하여 평가하고자 한다.

### 2. 실험 계획

#### 2.1 사용된 고성능 표면침투제

기존 무기계 및 유기계 재료의 특성분석을 통해 최적의 고분말도 무기계 및 유기계 재료를 선정하였다. 선정된 제품의 성능 평가를 위하여 3종류의 콘크리트를 제작한 후, 압축강도, 침투깊이, 투수성, 흡수율 등을 평가하였다.

본 실험에 사용된 콘크리트 배합과 제작된 시편 수량은 다음 표 1에 나타내었으며, 고성능 표면 침투제 3종류(수용성 무기계, 알콜용해성 무기계 및 유·무기계)와 참고로 국산화가 가능한 알콜용해성 무기계의 고성능 표면 침투제 1종류 등 총 4 종류를 제작된 시험체에 도포하여 각종 물리적 성능을 평가하였으며, 고성능 표면 침투제를 도포하지 않은 시편과 비교·분석하였다. 사용된 고성능 표면 침투제의 특성은 다음 표 2에 나타내었다

\*정회원, 우석대학교 토목공학과 조교수

\*\*정회원, 우석대학교 토목공학과 석사과정

\*\*\*정회원, (주)비엔티엔지니어링

표 1. 콘크리트 배합표 및 시편 수량 (단 위 : kgf, cm, %)

강도	슬럼프	W/(C+F)	S/a	W	C	Fly-ash	S	G
210	15	50.9	45.0	178	280	70	779	960
240		46.8	43.7		380	-	751	976
300		33.6	45.7		530	-	649	954
시편 수량		- $\Phi 10 \times 20$ cylinder : 600 EA(각 배합별 200 EA) - 20 × 20 × 10cm : 125 EA(각 배합별 41 EA) - 40 × 40 × 10cm : 125 EA(각 배합별 41 EA)						

표 2. 실험에 사용된 고성능 표면 침투제

ID	성분	특징
N	미도포된 원 콘크리트	-
B	Modified Sodium Silicate Type	수용성 무기계
C	Silane-siloxane Type	알콜용해성 무기계
D	Gemite(Solvent)	알콜용해성 무기계 (국산화가능)
E	R <sub>2</sub> O Type Silicate+ Sodium Alginate+ Solution Polymer	유·무기계

## 2.2 실험 항목

선정된 고성능 표면 침투제 3종류(수용성 무기계, 알콜용해성 무기계 및 유·무기계)와 참고로 국산화가 가능한 알콜용해성 무기계의 고성능 표면 침투제 1종류 등 총 4종류를 제작된 시험체에 도포한 후, 침투제의 경화가 종료될 것으로 추정되는 14일 재령(전체 약 80일 재령)에서 압축 및 인장강도를 측정하였다. 또한 고성능 표면 침투제를 도포한 콘크리트의 특성을 평가하기 위하여 침투깊이, 투수성, 투기성 및 흡수율 등을 측정하였다.

## 3. 실험 결과 및 분석

### 3.1 콘크리트

제작된 강도수준별 콘크리트의 압축강도, 슬럼프 및 공기량 실험 결과는 다음 표 3에 나타내었으며, 표 3에서 알 수 있듯이 목표값에 유사하게 나타난 것으로 평가되었다.

표 3 콘크리트 강도, 슬럼프 및 공기량 시험 결과(단 위 : kgf, cm, %)

강도	슬럼프	공기량	압축강도				인장강도
			3일	7일	28일	80일	
210	16	1.7	111	146	209	238	18.1
240	17	4.2	187	191	232	250	21.4
300	18	6.0	229	235	296	298	24.3

### 3.2 압축 및 인장강도

압축 및 인장강도를 측정한 결과를 다음 그림 1에 나타내었다. 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 강도 증진율은 압축강도의 경우 108 ~ 124 %, 인장강도의 경우 105 ~ 129 % 수준으로 나타났다. 원 콘크리트의 강도 수준별 강도 증진율은 보통 강도인 240kgf/cm<sup>2</sup>가 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로 저강도인 210kgf/cm<sup>2</sup>가 크게 증진되며 고강도 콘크리트일수록 작게 증진되나, 저강도 배합인 210kgf/cm<sup>2</sup>에 Fly-ash를 사용한 이유로 Fly-ash가 콘크리트의 미세 공극을 충전하므로 보통 강도보다

강도 증진율이 떨어지는 것으로 나타났고, 고강도 콘크리트는 치밀한 조직을 가지므로 침투 효과가 상대적으로 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 인장강도의 증진율 역시 압축강도 결과와 거의 동일하게 나타났다.

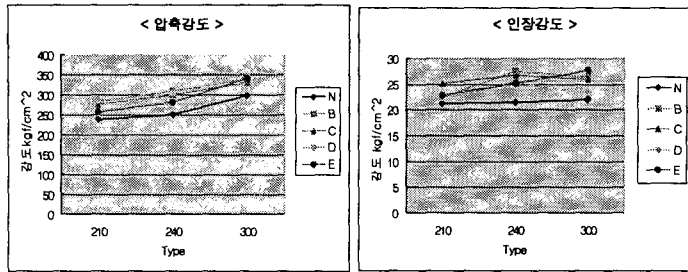


그림 1 고성능 표면 침투제에 따른 콘크리트 강도 시험 결과

### 3.3 콘크리트 내 침투성능평가(침투깊이)

고성능 표면 침투제 침투 콘크리트의 침투깊이를 측정한 결과를 다음 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 알 수 있듯이 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 침투깊이는 2 ~ 7 mm 수준으로 나타났다. 침투깊이는 보통 강도가 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로 저강도가 크게 침투되며 고강도 콘크리트일수록 작게 침투되는 것으로 나타났다.

한편 침투제별 침투깊이는 수용성 유·무기계 침투제(E)또는 수용성 무기제(B)가 가장 큰 효과를 나타내며, 상대적으로 알칼리 용해성 무기제 침투제(C, D)의 성능이 저하되는 것을 추정할 수 있다.

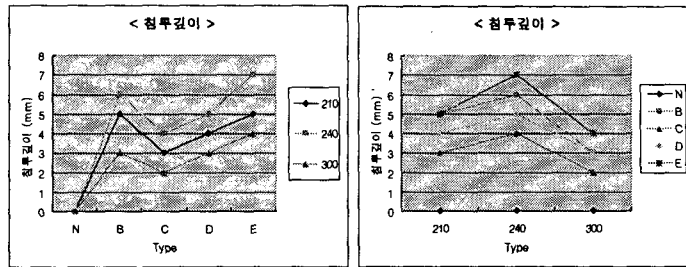


그림 2 고성능 표면 침투제에 따른 침투깊이 시험 결과

### 3.4 방수성능 평가시험

고성능 표면 침투제 침투 콘크리트의 투수계수를 측정한 결과를 다음 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 알 수 있듯이 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 투수계수는 26.4 ~ 85.4 [ $\text{mm}^2/\text{sec} \cdot \text{BAR}$ ]  $\times 10^{-6}$ 으로 측정되었다. 이때 침투처리하지 않은 원 콘크리트의 투수계수는 111.8 ~ 170.7 [ $\text{mm}^2/\text{sec} \cdot \text{BAR}$ ]  $\times 10^{-6}$ 으로 나타났다. 침투제가 처리되면 투수성이 상당히 저하됨을 알 수 있다. 강도 수준별 투수계수는 앞의 강도 실험 결과와 유사한 경향을 보이고 있다.

### 3.5 흡수율

고성능 표면 침투제 침투 콘크리트의 흡수율을 측정한 결과를 다음 그림 5에 나타내었다. 그림 4에서 알 수 있듯이 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 흡수율은 0.05 ~ 0.85 % 수준으로 측정

되었다. 이때 침투처리하지 않은 원 콘크리트의 흡수율은 1.96 ~ 2.72 % 수준으로 나타났다. 흡수율이 작을수록 콘크리트의 내구성능은 향상된다 할 수 있으며 실험결과에서 알 수 있듯이 고성능 표면 침투제를 침투시킨 콘크리트의 흡수율은 상당히 감소되어 내구성능이 향상될 것으로 추정된다.

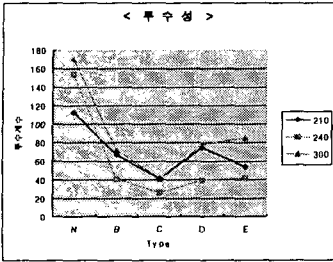


그림 3 투수계수 시험 결과

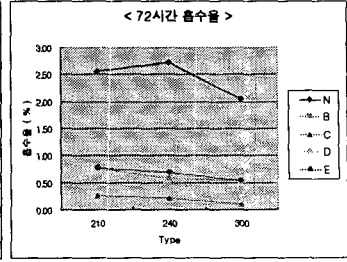
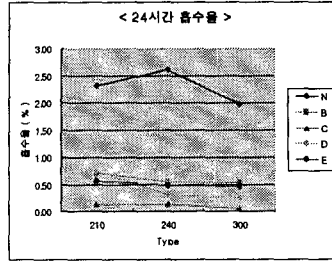


그림 4 흡수율 시험 결과

#### 4. 결론

본 연구에서는 콘크리트 열화를 방지하기 위하여 고성능 표면 침투제를 사용하여 콘크리트 표면밀도를 증진시킨 후, 콘크리트의 강도시험, 침투깊이, 투수성, 투기성, 흡수율 시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 강도 증진율은 압축강도의 경우 108 ~ 124 %, 인장강도의 경우 105 ~ 129 % 수준으로 나타났으며, 수용성 무기계 침투제가 가장 큰 효과를 나타내며, 상대적으로 유·무기계 침투제의 성능이 저하되는 것을 추정할 수 있다.
- 2) 침투제별 침투깊이는 6시간 이내의 짧은 시간에서의 침투 성능은 수용성일수록 우수하고, 알콜용해성일수록 불리한 것으로 나타났으며 이러한 현상은 알콜의 휘발성 특성에 기인한 것으로 사료된다.
- 3) 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 투수계수는 수용성 또는 알콜용해성 무기계 및 무기계와 유·무기계 침투제간을 구분할 수 있는 개연성이 없는 것으로 나타났으며, 모든 침투제에서 투수계수가 감소하므로 방수성능이 우수해짐을 확인 할 수 있었다.
- 4) 고성능 표면 침투제가 처리된 시편에서의 흡수율은 0.05 ~ 0.85 % 수준으로 측정되었다. 이때 침투처리하지 않은 원 콘크리트의 흡수율은 1.96 ~ 2.72 % 수준으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 한국건설기술연구원, “김도겸, 이장화 외, RC구조물 보수·보강제에 관한 조사 연구”, 1997.
2. Wacker-Chemie GmbH, WACKER No 5492, 1989
3. S.S. Kim, H.Y. MOON, H.S. KIM, "Effect of Aluminum Oxide-Isocyanate Coating Material for the Protection of Steel Reinforcement in Concrete against". Repair Rehabilitation, and Maintenance of Concrete Structures, and Innovations in Design and Construction, Fourth International Conference Seoul, Korea, 2000
4. 오상근, 안상덕 외 2명, “습윤환경하의 콘크리트방수성 향상을 위한 재료 및 공법에 관한 연구” 대한건축학회 학술 발표대회논문집.
5. Amstock, Joseph s., Adhesives and Sealants in Construction, McGraw-Hill, 2000