

# 무기계 표면침투제 용액으로 함침한 콘크리트의 특성 연구

## A Study on Characteristics of Concrete Impregnated with the Inorganic Surface Penetration Agents

배 주 성<sup>1)\*</sup>

김 혁 중<sup>2)</sup>

박 국 준<sup>3)</sup>

한 중 원<sup>4)</sup>

Bae, Ju Seong

Kim, Hyeok Jung

Park, Gook Jun

Han, Jong Won

### Abstract

The concrete structure's durability and integrity is reduced owing to various deterioration phenomena. Therefore, it is important to prevent the deterioration phenomena. This study inquired into the various experimental results of specimens with different dilution concentration and impregnation time by the each solution to present the economic and efficient using method of the inorganic surface penetration agents. As a results, the reasonable dilution concentration and impregnation time of colloidal silica solutions are 15% and 5 minute. and for the sodium alumina silicate solutions are 17% and 10 second.

**Keywords** : Inorganic surface penetration agent, Impregnation time, Dilution concentration, Deterioration phenomena.

## 1. 서론

경제·산업 분야의 급속한 성장에 따라 신축되는 건설 구조물은 구조의 다양화, 고층화 및 대형화가 추세이다. 이러한 구조물은 주로 콘크리트 구조로써 많은 장점이 있으나 사용재료의 품질, 외기 환경 및 하중조건 등에 따라 구조물의 내구성 및 건전도가 저하된다(한국건설교통기술평가원, 2003). 콘크리트 구조물의 내구성 저하는 균열, 중성화, 화학적 침식 및 동결융해 등 외부의 환경조건에 의해 발생되고 이러한 요인들은 대부분 콘크리트 표면으로부터 침투 및 화학작용에 의해 내부로 확산되는 특성을 갖는다. 콘크리트는 내부에 갇힌 공기, 연행공기, 모세관 공극 및 겔 공극 등 다공질 재료로 공극이 외부 열화 요인의 확산 통로가 되어 내구성능 저하에 영향을 미치게 된다. 따라서 콘크리트 구조물의 내구성 개선 방안으로는 외부 열화요인의 침투 방지 방법으로 유기 또는 무기재료를 사용하여 콘크리트 표면을 코팅하거나 침투시키는 방법이 사용되고 있다(조명석 등, 2007).

콘크리트의 공극 내부로 표면침투제의 침투 시 콘크리트 내부에 잔존하는 수산화칼슘과 반응하여 추가적인 수

화물(C-S-H ; Calcium Silicate Hydrate)을 생성하게 되어 모세관 공극(capillary pore)을 치밀하게 형성하는 효과를 나타낸다. 그러므로, 표면침투제를 사용한 보수·보강 시 가장 효과적인 방법은 콘크리트 표면의 침투 깊이를 개선시키는 것이다. 이에 대한 적절한 시공성이 확보된다면 열화인자에 대하여 효과적인 내구성 확보 방법으로 사용될 수 있다(권성준 등, 2008).

따라서, 본 연구는 프리캐스트 및 콘크리트 2차 제품과 같은 소규모 콘크리트의 성능개선을 위해 효율적인 표면 침투제 함침방법을 도출하기 위하여, 표면침투제를 원액 및 희석 농도, 함침시간을 다양하게 변화시켜 점도, 표면 장력, 압축강도, 내약품성 및 내흡수량, 염소이온 침투성 평가 시험결과를 비교 고찰하였다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 시멘트 및 골재

본 연구에서 사용한 시멘트는 KS L 5201의 규정에 적

1) 정회원, 전북대학교 공과대학 토목공학과 교수, 공업기술연구원  
2) 학생회원, 전북대학교 대학원 토목공학과 박사수료, 공업기술연구원 객원 연구원  
3) 정회원, 전북대학교 대학원 토목공학과 박사수료, 국토해양부 익산지방국토관리청 도로계획과

4) 학생회원, 전북대학교 대학원 토목공학과 석사과정  
\* Corresponding author : seong@chonbuk.ac.kr 063-270-2427  
• 본 논문에 대한 토의를 2010년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2010년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Table 1 표면침투제용액의 화학성분

구분		화학성분(%)					색깔
기호	용액명	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	
A	콜로이달 실리카	30	0.6	-	-	69.4	반투명
B	소듐 알루미늄 실리케이트	30	7.5	2.5	0.05	60.0	흰색

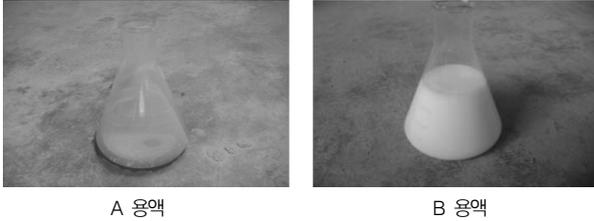


Photo 1 표면침투제 용액사진

합한 H사의 1종 포틀랜드시멘트이고, 골재는 최대치수 25mm, 밀도가 2.64인 쇄석과 밀도가 2.53인 하천사를 사용하였다.

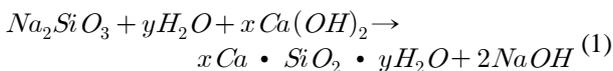
### 2.1.2. 표면침투제 용액

본 연구에서 사용한 표면침투제 용액의 화학성분은 Table 1과 같고 A, B는 각각 콜로이달 실리카용액과 소듐 알루미늄 실리케이트 용액으로 무기계이며 주요 성분은 실리케이트(Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub>)이다.

A 용액의 화학구조는 실록산 결합(Si-O-Si)의 Si에 2개의 (-OH)가 결합한 원자단을 가지고 있고, 그 양단에 Na가 달린 형태로 Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O이다. 이 용액에서 나트륨 이온은 결합력이 약하고 강력하게 수화 특성을 가지므로 시멘트나 시멘트 밀크 중의 Ca나 흡 입자 중의 Ca와 치환반응하여 CaO·SiO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O형태로 고화물을 형성하고, 또한 Si-OH기를 가지므로 친수성을 가진다. 반면에, B 용액은 Na<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·SiO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O 형태의 화합물로 안정성이 있어 콘크리트 면의 공극을 조밀하게 하므로써 표면강도를 증진시켜 고밀도 표면층을 형성하여 뛰어난 발수성을 가진다(홍광표, 특허, 10-0601787, 2006).

### 2.1.3. 표면침투제 용액의 반응메카니즘

실리케이트를 콘크리트에 적용하면 포졸란 반응이 활성화되어 콘크리트 내부에 남아 있는 미활성화된 수산화칼슘과 화학작용에 의해 C-S-H가 모세관 공극에 생성되고 C-S-H 양에 따라 공극과 미세균열에 충전되어 콘크리트 구체 내부의 공극량을 감소시켜 강도증진 효과를 나타낸다.



식(1)은 무기계 침투제의 화학반응식을 나타내고 있다. 이와 같이 실리케이트를 콘크리트에 도포하면 콘크리트

Table 2 배합표

G <sub>max</sub> (mm)	W/C (%)	S/a (%)	slump (mm)	air (%)	unit weight (kg/m <sup>3</sup> )			
					W	C	S	G
25	48	43	80	5	160	335	744	1029

Table 3 시험체 종류

구분	표기설명
OPCC	<p>A(B) 00 C H(M,S)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 함침시간</li> <li>→ 콘크리트</li> <li>→ 농도</li> <li>→ 용액의 종류</li> </ul> <p>예) A30C1H : 콜로이달 실리카 30%용액으로 1시간 함침한 콘크리트 시험체</p>
A30C1H A15C1H A8C1H	
A30C30M A15C30M A8C30M	
A30C10S A15C10S A8C10S	
B34C1H B17C1H B8C1H	
B34C30M B17C30M B8C30M	
B34C10S B17C10S B8C10S	

조직이 치밀해져 결과적으로 내구성능이 향상된다(권성준 등, 2007).

## 2.2 시험체 제작

### 2.2.1 배합설계

시험체의 설계기준강도  $f_{ck}$ =24MPa이며, 본 연구의 배합표는 Table 2와 같다.

### 2.2.2 시험체 종류

시험체는 기준시험체인 OPCC(Ordinary portland cement concrete)와 표면침투제 용액의 종류, 희석농도 및 함침시간에 따라 분류하였으며, 그 종류는 Table 3과 같다.

## 2.3 실험방법

### 2.3.1 점도 및 표면장력 실험

표면침투제의 용액의 점도와 표면장력에 따른 침투성을 평가하기 위하여 농도를 달리한 두 용액의 점도 및 표면장력을 각각 KS A 0531 및 KS A 2709에 따라 실시하였다.

### 2.3.2 압축강도 실험

압축강도는 표면침투제 용액의 종류, 농도 및 함침시간을 달리하여 함침한 원주형 공시체(Φ100×200mm)를 KS F 2405에 따라 측정하였다.

### 2.3.3 내약품성실험

ASTM C 267에 따라 각 시험체를 5% 황산용액에 침

지하여 중량감소율을 측정하였으며, 시험시 황산용액에 침지되어 있는 부분은 솔로 제거하고 물 세척 및 표면의 물기 제거 후 다음 중량을 측정하였다.

### 2.3.4 내흡수량 실험

각 시험체의 내흡수량 실험은 KS F 2609(건축재료의 물 흡수계수 측정방법)에 따라 약 20°C의 물에 2~10mm 정도 깊이로 침지하였으며, 침지시간(10분, 30분, 1시간, 6시간 및 24시간) 및 시험체의 무게(시험체 표면의 물 제거)로부터 내흡수량을 구하였다.

### 2.3.5 염소이온침투저항성 시험

ASTM C 1202 실험방법은 콘크리트 양단에 60V의 직류전압을 6시간 동안 가하여 염소이온의 이동을 촉진시키는 방법으로 Whiting이 제안하였으며, 이와 유사한 방법인 AASHTO T 277은 동일조건에서 30V의 전압을 인가하여 12시간 동안 전류를 측정하여 구한 총 통과전하량으로부터 염소이온 침투 저항성을 평가하는 방법으로서 실험장치는 Fig. 1과 같다.

실험방법은 콘크리트의 공극이 증류수로 포화된 실험체를 두께 50mm로 절단하여 양극셀에서 0.3M의 NaOH 수용액을, 음극셀에는 3%의 NaCl 수용액을 채우고 DC 60V의 전위차로 6시간 동안 통전시키면서 시간대별 전류값을 측정하여 통과전하량을 산정한다. 통과전하량은 측정된 전류값을 식 (2)에 의하여 6시간 동안의 총통과전하량을 산정한다.

$$Q_{total} = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_{330} + 2I_{360}) \quad (2)$$

여기서,  $Q_{total}$  : 총통과전하량(Coulomb)

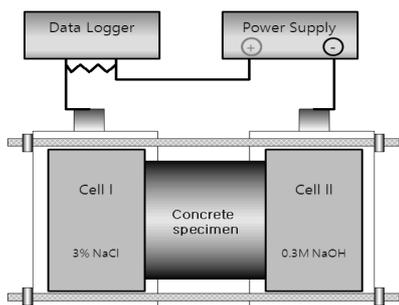


Fig. 1 염소이온 침투 저항성 시험 장치 모식도

Table 4 염소이온에 따른 침투저항성

Total coulombs	Penetration resistance
> 4000	High
2000 ~ 4000	Medium
1000 ~ 2000	Low
100 ~ 1000	Very low
< 100	Negligible

식 (2)로부터 계산된 총 통과전하량을 근거로 Table 4에 제시된 범위구간과 비교하여 염소이온에 대한 침투저항성을 판단한다.

### 2.3.6 SEM분석

표면침투제 용액에 의한 콘크리트의 표면 및 내부 공극의 치밀화를 확인하기 위하여 각 시험체의 SEM분석을 하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 점도 및 표면장력

각 표면침투제 용액의 농도에 따른 점도 및 표면장력은 Table 5와 같다.

용액의 농도가 낮아질수록 점도와 표면장력이 낮아짐을 알 수가 있으며, 일반적으로 표면침투제 용액을 콘크리트에 적용할 때 표면장력과 점도가 높을수록 침투성이 저하하여, 역학적 성능과 내구성능의 개선효과가 저감하는 것으로 알려져 있다. 그러나 침투가 용이하다고 해서 역학적 성능과 내구성능이 개선되는 것이 아니기 때문에 표면침투제의 농도를 달리하여 콘크리트의 성능을 개선시키는 점도 및 표면장력을 알고자 본 시험을 수행하였으며, 본 시험의 결과와 같이 압축강도, 내약품성, 내흡수량 및 염소이온 침투저항성 시험결과가 같은 경향을 나타내는 것을 알 수 있었다.

### 3.2 압축강도

OPCC 및 표면침투제 용액에 시간별로 함침한 각 시험체의 압축강도의 측정결과를 Fig. 2~5에 나타내었다.

압축강도 측정결과로부터 표면침투제 용액에 함침한 모든 시험체의 압축강도가 OPCC보다 최소 약 5%에서 최대 16% 정도 증진하였다.

표면침투제 용액의 농도별로 구분한다면 원액 보다 원액의 절반 농도에서 함침시간에 관계없이 압축강도 증진이 크게 나타났으며, 원액인 경우는 표면침투제 용액의 점도가 커서 콘크리트 내부로 침투가 용이하지 않아 점도

Table 5 표면침투제 용액의 농도에 따른 점도 및 표면장력

Kind	concentration (%)	viscosity (mPa.s)	surface tension (mN/m)
A	30(원액)	7.5	70.7
	15	2.1	54.0
	8	1.6	36.5
B	34(원액)	2.4	44.4
	17	1.6	34.6
	8	1.5	30.5

Table 6 실험결과

Specimens	Compressive Strength (MPa)	Weight change (%)	Water absorption (g/m <sup>2</sup> )	Chloride penetration	
				Total coulombs	Penetration resistance
OPCC	27.5	-2.19	3.06	2707.5	Medium
A30C1H	31.3	-1.85	2.23	2408.2	Medium
A15C1H	31.4	-1.76	2.14	2255.4	Medium
A8C1H	29.8	-1.90	2.39	2593.8	Medium
A30C30M	30.8	-1.86	2.23	2421.8	Medium
A15C30M	31.3	-1.77	2.19	2377.4	Medium
A8C30M	29.7	-1.91	2.41	2612.7	Medium
A30C5M	30.7	-1.86	2.23	2462.6	Medium
A15C5M	31.7	-1.55	2.09	2056.4	Medium
A8C5M	29.3	-1.92	2.42	2629.8	Medium
A30C10S	30.3	-1.88	2.39	2507.9	Medium
A15C10S	30.8	-1.70	2.13	2317.6	Medium
A8C10S	28.8	-1.95	2.45	2660.3	Medium
B34C1H	31.3	-1.83	2.20	2402.8	Medium
B17C1H	31.4	-1.74	2.07	2257.3	Medium
B8C1H	29.8	-1.98	2.37	2593.5	Medium
B34C30M	31.1	-1.85	2.21	2413.1	Medium
B17C30M	31.7	-1.75	2.09	2270.9	Medium
B8C30M	30.0	-2.02	2.43	2562.4	Medium
B34C5M	30.8	-1.87	2.22	2438.0	Medium
B17C5M	31.6	-1.73	2.10	2260.5	Medium
B8C5M	29.8	-2.02	2.42	2609.1	Medium
B34C10S	30.5	-1.88	2.22	2418.0	Medium
B17C10S	31.6	-1.53	2.05	2176.0	Medium
B8C10S	29.9	-2.04	2.50	2659.1	Medium

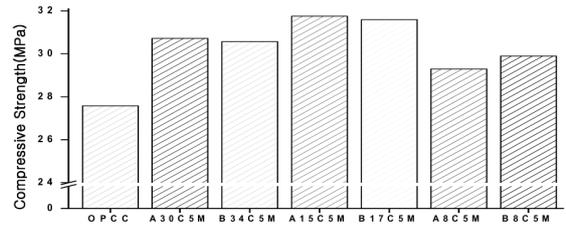


Fig. 4 5분 함침한 시험체의 농도별 압축강도

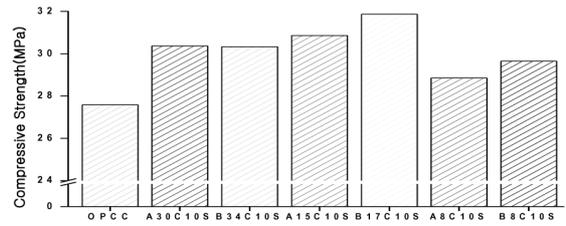


Fig. 5 10초 함침한 시험체의 농도별 압축강도

이 절반 농도 때보다 적어 강도 증진 효과가 미소하였다. 이런 결과로 보아 표면침투제 용액이 적정 농도일 때 즉 적정한 점도 및 표면장력을 가지고 있을 때 콘크리트 내부로 침투가 용이하여 포졸란 반응의 활성화됨으로써 강도가 증진된 것으로 판단된다. (조명석 등, 2006)

표면침투제 용액에 함침시간별로 구분한다면 함침시간이 길수록 압축강도 증진율이 미소하지만 좋았다. 그러나 콘크리트 2차 제품의 생산성 및 경제성을 고려한다면 A 용액의 경우 희석농도 15%, 함침시간 5분인 경우와 B 용액은 희석농도 17%, 함침시간 10초인 경우에 각각 압축강도가 가장 크게 나타났다.

### 3.3 내약품성

OPCC 및 표면침투제 용액에 시간별로 함침한 각 시험체를 황산 5%용액에 침지하여 측정된 중량감소율은 Fig. 6~9와 같다.

각 시험체의 중량감소율 측정결과로 부터 표면침투제 용액에 함침한 모든 시험체의 중량감소율이 OPCC보다 작게 나타나 표면침투제 용액이 콘크리트 내약품성향상에 효과적임을 알 수 있었다.

표면침투제의 용액의 농도별로 구분하여 보면 압축강도 결과와 일치하듯이 원액보다는 절반농도에서 중량감소율이 작게 나타났다. 이는 적정한 점도 및 표면장력을 가지고 있을 때 콘크리트 내부로 침투가 용이하여 포졸란 반응의 활성화로 콘크리트 내부가 치밀한 조직으로 변화되었다고 판단된다. 그러나 농도가 낮은 표면침투제 용액의 8%에서는 활성화된 수산화칼슘과 반응, 즉 포졸란 반응이 절반 농도 때보다 적어 치밀한 조직의 형성효과가 미소하였다(김도겸 등, 2001).

표면침투제 용액에 함침한 시간별로 구분한다면 함침

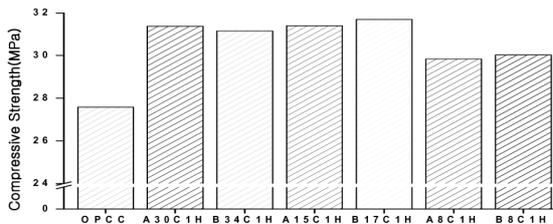


Fig. 2 1시간 함침한 시험체의 농도별 압축강도

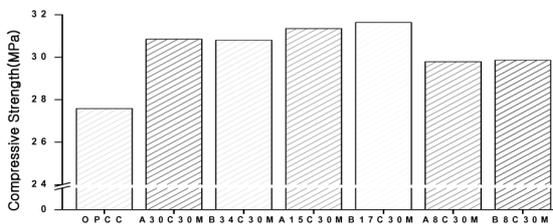


Fig. 3 30분 함침한 시험체의 농도별 압축강도

가 낮은 절반농도에 비해 압축강도 증진이 낮았고, 8%인 경우는 콘크리트 내부의 침투는 어느 농도 때보다 용이하긴 하나, 미활성화된 수산화칼슘과 반응, 즉 포졸란 반응

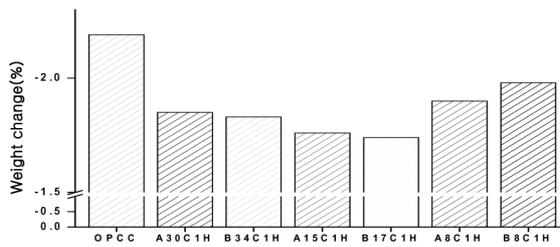


Fig. 6 1시간 함침한 시험체의 농도별 중량감소를

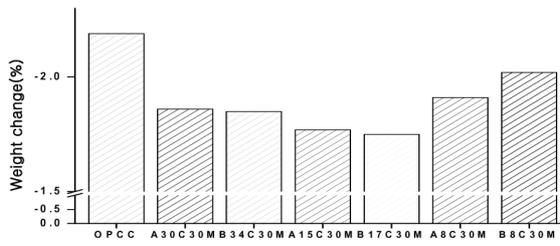


Fig. 7 30분 함침한 시험체의 농도별 중량감소를

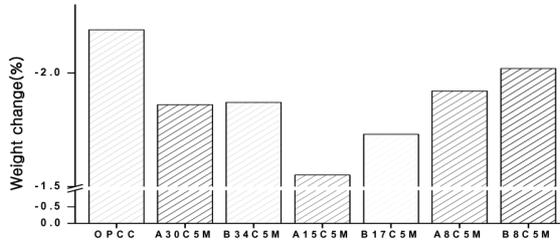


Fig. 8 5분 함침한 시험체의 농도별 중량감소를

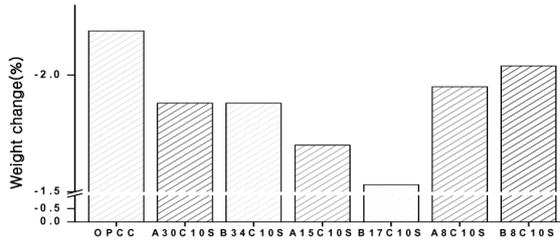


Fig. 9 10초 함침한 시험체의 농도별 중량감소를

시간이 길수록 내약품성은 좋으나, 변화가 미소하다. 본 실험에서는 A용액의 경우 희석농도 15%, 함침시간 5분인 경우와 B용액은 희석농도 17%, 함침시간 10초인 경우 중량감소율이 가장 작게 나타나 내약품성이 좋은 것으로 판단된다.

### 3.4 내흡수량

OPCC 및 표면침투제 용액에 시간별로 함침한 각 시험체의 내흡수량을 측정한 결과는 Fig. 10~13에 나타내었다.

표면침투제 용액에 함침한 모든 시험체의 내흡수량은 OPCC보다 최소 18%에서 최대 30%정도 작게 나타나 표면침투제 용액이 콘크리트의 내부조직을 치밀화하여 수

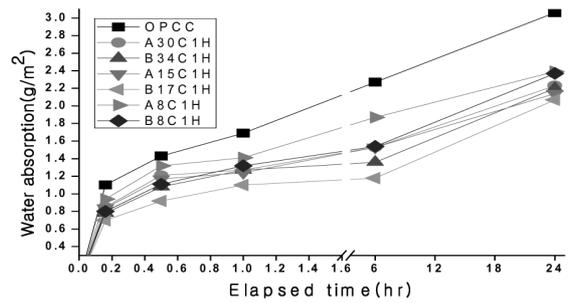


Fig. 10 1시간 함침한 시험체의 농도별 내흡수량

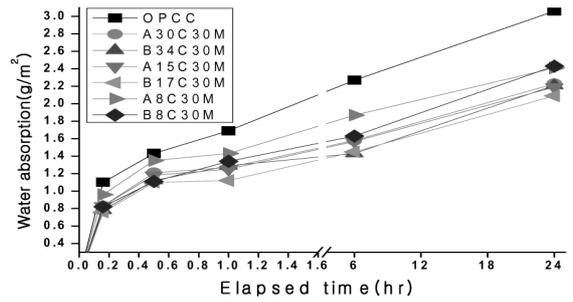


Fig. 11 30분 함침한 시험체의 농도별 내흡수량

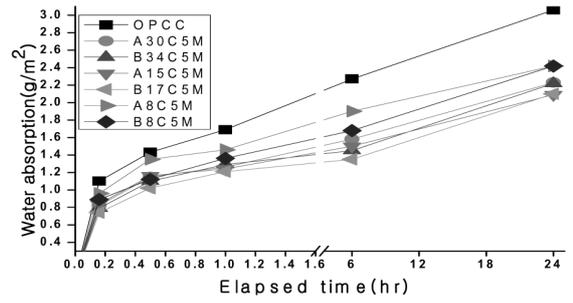


Fig. 12 5분 함침한 시험체의 농도별 내흡수량

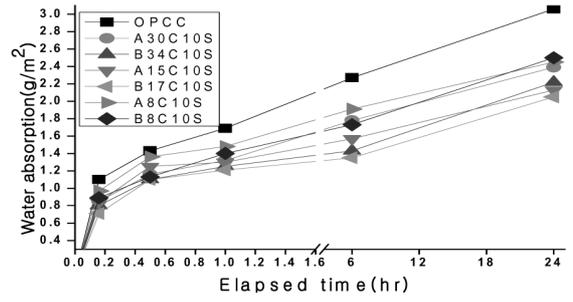


Fig. 13 10초 함침한 시험체의 농도별 내흡수량

분침투 억제에 효과적임을 알 수 있었다. 압축강도 및 중량감소를 결과와 마찬가지로 농도별로 본다면 희석농도가 각각 15% 및 17%로 내흡수량이 적었다. 함침시간에 따른 내흡수량은 함침시간이 길어질수록 내흡수량은 작게 나타났으나, 그 차이는 미소하여 콘크리트 2차 제품의 시공성 및 경제성을 고려한다면 A용액은 함침시간 5분, B용액은 10초에서 내흡수량이 가장 작은 것으로 나타났다. 특히 A용액보다 B용액의 내흡수량이 미소하나

작게 측정되었는데, 그 이유는 B용액이 발수성분을 가지고 있어 콘크리트 표면에 발수성 피막이 형성되어 수분의 침투를 억제한 결과라고 판단된다(강석표 등, 2006).

본 실험에서는 압축강도 및 중량감소를 측정결과와 마찬가지로 A용액의 경우 희석농도 15%, 함침시간 5분인 경우와 B용액은 희석농도 17%, 함침시간 10초인 경우 수분의 침투억제효과가 가장 크게 나타났으며, 특히 B용액이 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

### 3.5 염소이온침투 저항성

OPCC 및 표면침투제 용액에 시간별로 함침한 각 시험체의 염소이온침투 저항성을 판단하였을 때 전 시험체가 “Medium”이었다. 하지만, 총통과전하량이 표면침투제 용액에 함침한 시험체가 OPCC보다는 작게 측정되어 표면조직이 치밀함을 알 수 있었다. 다른 실험과 비슷한 경향의 결과로 표면침투제 용액의 점도와 표면장력에 기인한 것으로 사료되며, 본 실험에서의 표면침투제 A, B용액의 적정농도는 각각 15%, 17%로 판단된다. 또한 함침시간이 길다고 해서 좋은 결과를 나타내는 것이 아님을 알 수 있었으며, 적정 함침시간은 각각 용액에 대해 5분, 10초임을 알 수 있었다.

### 3.5 SEM분석

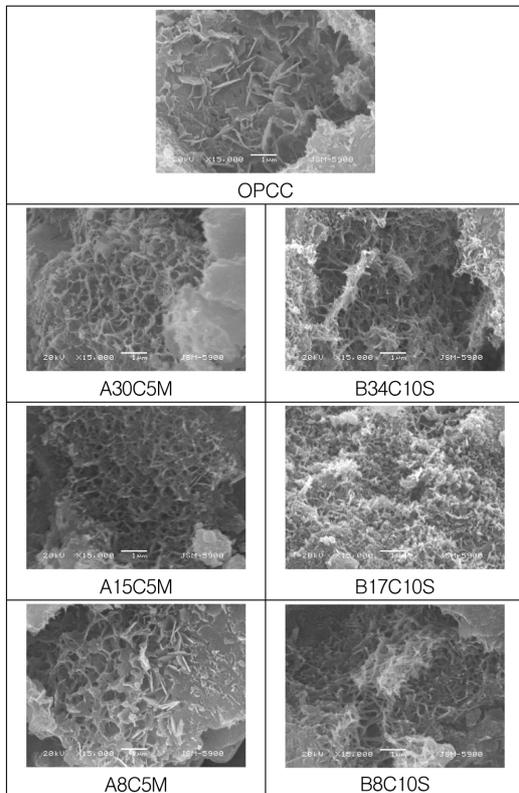


Fig. 14 각 시험체의 SEM(x15,000 배율)

OPCC 및 각 용액의 최적함침시간에 대한 희석농도별 시험체의 SEM 이미지는 Fig. 14와 같다.

용액의 종류 및 희석농도에 관계없이 표면침투제 용액에 함침한 경우 OPCC보다 표면조직이 치밀한 것을 확인할 수 있었으며, 특히 A용액의 경우 희석농도 15%에서, B용액의 경우 17%에서 표면조직이 더욱 치밀함을 알 수 있었다. 이러한 현상은 표면침투제 용액의 원활한 침투로 포졸란 반응이 활성화되어 C-S-H겔이 콘크리트의 내부 공극에 형성되었기 때문이라고 판단된다.

## 4. 결론

표면침투제 용액에 함침하지 않은 OPCC 및 표면침투제 용액의 종류, 희석농도 및 함침시간을 달리한 콘크리트의 특성을 비교 고찰하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 표면침투제 용액에 함침한 모든 시험체는 압축강도, 내약품성, 내흡수량 및 표면조직의 치밀화 등 그 성능이 OPCC보다 우수함을 알 수 있었다.

2) 시판되고 있는 표면침투제 용액은 원액 그대로 적용하는 것보다 물로 희석하여 점도와 표면장력을 저하시켜 적정 농도로 사용할 경우 콘크리트의 성능개선에 효과적임을 알 수 있었으며, 본 연구에서 적정농도는 콜로이드 실리카 용액의 경우 15%, 소듐 알루미늄 실리케이트 용액은 17%로 나타났다.

3) 전반적으로 함침시간이 길수록 콘크리트 성능이 개선되었으나 그 차이는 미소하였으며, 가장 효과적인 함침시간은 콜로이드 실리카 용액의 경우 5분, 소듐 알루미늄 실리케이트 용액은 10초로 나타났다.

4) 본 연구에서는 경제성 및 효율성을 고려할 때 콜로이드 실리카 용액은 농도 15%, 함침시간 5분인 경우와 소듐 알루미늄 실리케이트 용액은 농도 17%, 함침시간 10초인 경우가 표면침투제 용액의 가장 적절한 함침방법이라고 판단된다.

### 참고문헌

1. 강석표, 김정환 “함침계 표면보호제에 의한 콘크리트 표면의 세공구조 변화 및 내구성 향상”, 한국콘크리트학회 논문집 제 18권, 제1호, 2006. 2, p.129.
2. 권성준, 박상순, 노병철 “무기계 표면침투제를 적용한 콘크리트의 장기폭로실험을 통한 염해 내구성 평가”, 한국콘크리트학회 논문집, 제20권, 제3호, 2008. 6, pp. 283-284
3. 권성준, 박상순, 이상민, 김종우 “내구성 실험을 통한 최적 표면침투제의 선정”, 한국구조물진단학회지, 제11권, 제6호, 2007. 11, pp.78-79
4. 김도겸, 류금성, 고경택, 이종석, 김성욱 “콘크리트 보수재료로서 도포형 표면강화제의 개발”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, 2002. 10, p.238
5. 조명석, 송영철, 김도겸, 이장화 “표면침투보강제의 콘크리트 열화 방지 및 회복성능 평가”, 한국구조물진단학회지, 봄학술발

- 
- 표회 논문집, 18권, 1호, 2006, pp.322-323.
6. 한국건설교통기술평가원 “콘크리트 성능회복을 위한 표면처리 신재료 및 시공법 개발”, 2003, pp.2-3.
7. 홍광표 “소듐 알루미늄 실리케이트 조성물” 대한민국 특허, 2006. 7, p.4

(접수일자 : 2009년 5월 19일)  
(1차수정일자 : 2009년 8월 31일)  
(2차수정일자 : 2009년 10월 31일)  
(심사완료일자 : 2009년 11월 18일)

---

## 요 지

콘크리트 구조물은 여러 가지 열화현상으로 내구성 및 건전성이 크게 저하되므로, 열화현상을 억제하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 콘크리트의 열화현상을 억제하여 성능을 개선 시킬 수 있는 경제적이고 효율적인 표면침투제의 사용방법을 도출하기 위하여 표면침투제의 종류, 농도, 함침시간을 달리한 시험체의 점도, 표면장력, 압축강도, 내약품성, 내흡수량 및 염소이온 침투저항성 시험결과를 고찰하였다. 그 결과, 콜로이드 실리카 용액 및 소듐 알루미늄 실리케이트 용액의 적정 희석 농도와 함침시간은 각각 15%, 5분 및 17%, 10초로 나타났다.

**핵심 용어** : 무기계 표면침투제, 함침시간, 희석농도, 열화현상

---