

콘크리트 침투성 표면보호재의 자기세정 및 내구특성

Self Cleaning and Durability of Silicate Impregnant of Concrete

송 훈* 추 용 식* 이 종 규**
Song, Hun Chu, Yong Sik Lee, Jong Kyu

ABSTRACT

Deterioration in the concrete structure are due to carbonation, chloride ion attack and frost attack. Therefore, concrete structure is needed to surface protection for increase durability using silicate impregnants. Thus, this study is concerned with self-cleaning and durability of silicate hydrophilic impregnants of concrete structure using lithium and potassium silicates.

From the experimental test results, lithium and potassium silicates have a good properties as a carbonation resistance. Lithium and potassium silicates make good use of hydrophilic impregnants of concrete structures.

요 약

Silicate계 표면보호재는 Sodium silicate 혹은 Lithium 및 Potassium silicate를 주성분으로 하는 수용액이며 탄산화한 부분의 알칼리 부여와 성능저하가 예상되는 부위의 강화 등 콘크리트 성능회복에 주로 이용된다. Silicate계는 콘크리트에의 침투성을 향상시키기 위해 계면활성제나 콘크리트 중의 Calcium hydroxide와의 반응을 개선하기 위한 반응촉진제, 경화제 등이 첨가된다. Sodium silicate계는 습윤 바탕에 적용하며 Lithium silicate계는 건조바탕에 도포하여 양생을 실시하는 것이 일반적이다. 콘크리트 구조물 외관의 손상없이 비교적 간편하게 시공할 수 있으며 미세기공을 완전하게 메우지 않으므로 콘크리트 본래의 호흡성을 손상하지 않는다.

본 연구에서는 콘크리트 침투성 표면보호재로서 가격이나 시공성에서 우수한 Lithium 및 Potassium silicate를 이용하여 부유 오염원 제거를 위한 친수성 표면형성과 상온경화가 가능한 표면보호재를 제조하였으며, 제조된 표면보호재의 탄산화 저항성 및 Cl^- 침투저항성, 동결융해 저항성 등의 내구성능에 대해 검토하고자 한다.

* 요업기술원 시멘트·콘크리트팀, 선임연구원

** 요업기술원 시멘트·콘크리트팀, 책임연구원

1. 서 론

시판되는 침투성 표면보호재의 주성분은 Silane계 및 Silicate계로 구분할 수 있다. Silane계 표면보호재는 Alkyl alkoxy silane monomer 및 Oligomer가 이용되며 이들을 물 혹은 유기용제에 희석한 침투성 함침제를 통칭하는 것으로 콘크리트 표면이나 균열부에 수 mm의 범위에 걸쳐 함침하며 Hydrophobic surface를 형성하여 물 혹은 Cl⁻ 등의 열화인자 침입을 방지한다. Silane계는 내구성능 면에서 Silicate계에 비해 우수하나 자기세정, 도포 시공성능 및 가격에서 불리하다^{(1)~(3)}.

본 연구에서는 콘크리트 침투성 표면보호재로서 가격이나 시공성에서 우수한 Lithium 및 Potassium silicate를 이용하여 부유 오염원 제거를 위한 친수성 표면형성과 상온경화가 가능한 표면보호재를 제조하였으며, 제조된 표면보호재의 탄산화 저항성 및 Cl⁻ 침투저항성, 동결융해 저항성 등의 내구성능에 대해 검토하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1. 사용재료

콘크리트 침투성 표면보호재의 출발원료로는 Lithium 및 Potassium silicate를 사용하였다. 콘크리트 표층부예의 침투성능 향상 및 점도조절을 위해 SiO₂ 함량을 조절하였고, Al계 경화제를 중량비로 0.15%를 첨가하여 침투성 표면보호재를 제조하였다. 제조된 침투성 표면보호재는 SiO₂의 함량은 5, 10, 20%이며 원료의 배합표는 표 1과 같다. 모르타르 및 콘크리트 바탕에의 침투성 표면보호재의 사용량은 0.3kg/m²이며 붓과 롤러를 이용하여 도포하였다.

표 1 표면보호재의 배합표

단위(wt.%)

Type		SiO ₂ Content (%)	Liquid		Hardener (wt.%)
			Potassium silicate	Lithium silicate	
Plain		-	-	-	-
HP-P	5	5	100	-	0.15
	10	10	100	-	0.15
	20	20	100	-	0.15
HP-PL	5	5	75	25	0.15
	10	10	75	25	0.15
	20	20	75	25	0.15

표 2 바탕콘크리트 시험체의 배합표

	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)				AE agent (C*%)	Slump (cm)	Air content (%)	Compressive strength (MPa)
			W	C	S	G				
Con	54.3	47.5	157	289	888	989	0.9	11	4.7	24

2.2 시험체 제작 및 시험방법

표면보호재의 표면특성을 측정하기 위한 모르타르 시험체는 KS F 5105의 시멘트 모르타르의 제작

방법에 준하여 제작하였으며 시멘트 강도 시험용 표준사를 사용하였다. 시멘트와 표준사의 무게비는 1:2.45이며 W/C는 48.5%이다. 표면보호제의 표면특성은 접촉각 시험기를 사용하여 측정하였다.

탄산화 저항성, Cl^- 침투저항성 및 동결융해 저항성은 직경100mm 높이200mm의 원형 콘크리트 시험체를 사용하여 측정하였으며 배합표는 표 2와 같다. 탄산화 저항성 시험은 20°C, 60%R.H., 10%의 CO_2 조건의 축진 탄산화 챔버를 사용하여 실시하였으며, 1% Phenolphthalein 용액을 분무하여 백색을 발하는 부분을 탄산화 깊이로 측정하였다. 또한, Cl^- 침투저항성 시험은 20°C의 2.5% 용액 중에 14일간 침적한 후, 0.1% Fluorescein sodium 용액과 0.1N $AgNO_3$ 용액을 분무하여 형광을 발하는 부분까지를 Cl^- 침투깊이로 산정하였다. 동결융해 저항성 시험은 KS F 2456에 준하여 동결융해 챔버를 사용하여 실시하였으며 동결온도는 -18°C, 융해온도는 4°C로 유지하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 표면접촉각

시멘트 페이스트로 바탕처리 한 모르타르 표층에서의 접촉각은 83~120°으로 나타났다. 모르타르 바탕면의 경우 어느 정도의 미세한 표면 요철로 인해 부위에 따라 접촉각은 약간 다르게 나타난다. 콘크리트 표면의 친수성 및 소수성은 물에 의한 접촉각으로서 평가하는데 친수성의 경우 30°이하를, 100°이상의 경우 소수성으로 평가한다. 일반적으로 건축물에서의 자기세정은 내구성의 측면에서 유리한 Silane계 표면보호제를 이용하여 소수성 표면을 형성하는 방법과 TiO_2 를 이용하여 광분해에 의한 오염물 제거 방법이 주로 사용된다⁽¹⁾. 본 실험에서도 실리카 함량이 5%인 HP-P5 및 HP-PL5의 경우 접촉각은 65~105° 및 65~95°이었으나 실리카 함량이 10% 이상인 시험체의 경우 30°이하의 접촉각을 나타내 오염물 제거가 가능한 친수성 표면을 형성하였다.

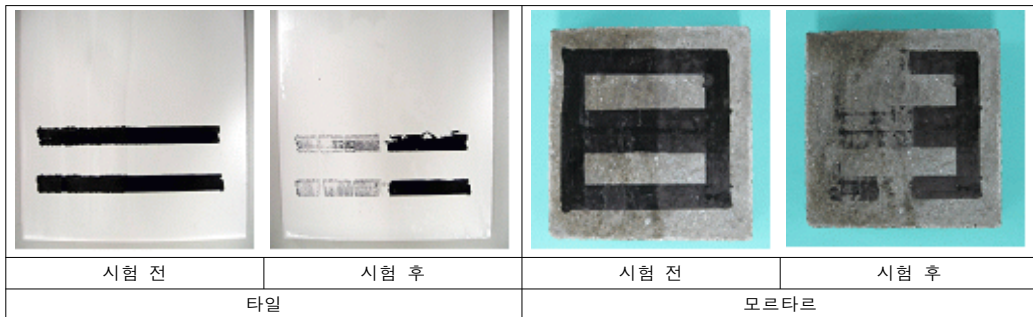


그림 1 실리케이트 표면보호제의 자기세정 특성

3.2 내구성능 평가

탄산화깊이, Cl^- 침투깊이 및 동결융해시험 결과를 그림2, 3, 4에 나타내었다. 표면보호제는 일반적으로 나노미터 크기의 입자이므로 콘크리트의 모세관공극을 충전하여 구체강화 및 탄산화 저항성의 효과를 발휘한다. 본 실험에서도 콘크리트 표면보호제를 적용한 HP 시험체의 경우 Plain 시험체 보다 탄산화의 진행이 적어 표면보호제의 효과를 확인할 수 있었다. 또한 HP-P 및 HP-PL 시험체 모두 실리카함량이 높을수록 탄산화의 진행정도가 작은 경향을 보였다. 실리카함량이 높을수록 모세관 충전에 의한 효과는 기대할 수 있으나 점도가 증가하는 경우 반대로 콘크리트에의 침투능성이 저하하므로 적

절한 점도 유지가 필요하다. 본 시험에 적용된 표면보호재의 경우 20cP 이하의 저 점도로 콘크리트 표층부로의 흡수에 의한 효과를 기대할 수 있었다. HP 시험체는 자기세정에 의한 오염원을 제거하기 위하여 기존의 표면침투재에 기능성을 부여한 것으로 자기세정이 가능하지만 지속적인 효과의 지속을 위한 내수성 향상 및 효과를 극대화하기 위한 시공방법의 적용도 필요 불가결하다.

본 연구 이후 침투깊이에 따른 구체강화 효과나 알칼리회복 등의 성능항목과 현장적용성에 대해 지속적인 연구가 필요하다.

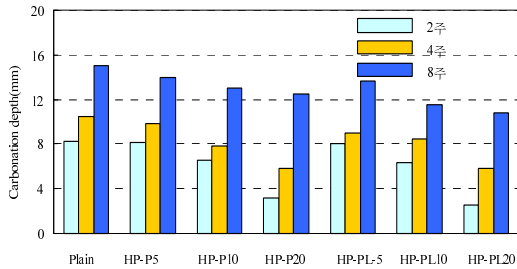


그림 2 탄산화 깊이

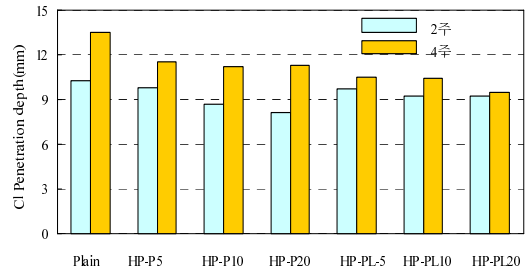


그림 3 Cl⁻ 침투깊이

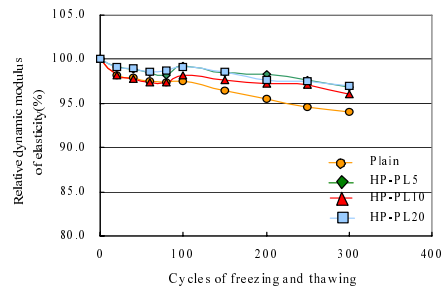
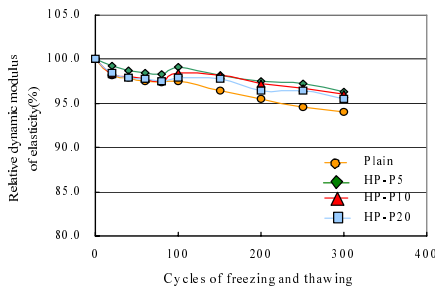


그림 4 동결융해시험

4. 결 론

- (1) HP-P 및 HP-PL계 침투성 표면보호재는 30° 이하의 표면접촉각을 나타내 친수성 표면을 형성하였으며 오염원에 대한 자기세정이 가능하지만 효과지속을 위한 방안이 필요하다.
- (2) HP-P 및 HP-PL계 침투성 표면보호재의 적용에 따라 탄산화 저항성, Cl⁻ 침투 저항성 및 동결융해 저항성이 향상되어 내구성능 개선 효과가 확인되었다. 특히, 탄산화 시험결과 열화요인에 대해 초기 개선효과가 크게 나타나 도포시기나 방법을 조절한다면 보강효과의 지속이 가능하다.

참고문헌

1. JSCE, "Recommendation for Concrete Repair and Surface Protection of Concrete Structures," Japan Soc. of Civil Eng., 2005.
2. AIJ, "Japanese Architectural Standard Specification, JASS 18 Paint Work," Architectural Institute of Japan, 1998.
3. Ralph K, Iler, "The Chemistry of Silica, A Wiley-Interscience Publication, 1979.