

콘크리트 내구성 향상을 위한 표면처리제의 영향

The Influence of Polymer Paint on Durability of Concrete백종명*[†], 신민호** , 윤인구*** , 심재일****Jong-Myeong Baek*[†], Min-Ho Shin ** , In-Gu Yun *** , Jae-Il Sim ***

Abstract This experiment was compared and analyzed between the original surface paint through chloride penetration, neutralization, freeze-thaw and chemical corrosion resistance in order to evaluate the effect of increase in durability of the newly modeled nano synthesized polymer paint painted on concrete surface which results improvement on air permeability to increase the durability of concrete structures. Chloride penetration depth of concrete, painted with nano synthesized polymer paint, was decreased more than 92% compared to non-painted concrete and 70% with water-based epoxy painted concrete. Especially, chemical corrosion resistance test set with aqueous solution of 5% sulfuric acid, non-painted concrete and water-based epoxy painted concrete showed weight loss of 4% after dipping for 12 days.

Keywords : Nano synthesized polymer, Durability of concrete, Neutralization resistance of concrete, Free-thaw of concrete, Chloride penetration resistance

초 록 콘크리트 구조물의 내구성을 향상하기 위해 개발된 통기성이 개선된 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 콘크리트의 내구성향상 효과를 평가하기 위해 염분침투, 탄산화, 동결융해 및 화학적 침식 저항성에 대한 실험을 진행하여 기존 표면처리제와 비교 분석하였다. 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 콘크리트의 염분침투 깊이는 무도포 콘크리트에 비해 약 92% 이상, 수성 에폭시 표면처리제를 도포한 콘크리트보다도 약 70% 이상 감소하였다. 특히 황산 5% 수용액에 침지 실험한 화학적 침식 저항성 실험에서는 침지 12일 이후 무도포 콘크리트와 수성 에폭시 표면처리제를 도포한 콘크리트에서 -4%의 중량 감소를 보였다.

주요어 : 나노합성폴리머, 콘크리트 내구성, 콘크리트 탄산화, 콘크리트 동결융해, 화학적 침식저항성

1. 서 론

콘크리트 구조물의 내구성에 영향을 미치는 인자는 재료조건, 구조물의 용도, 외기 환경 조건 등으로 분류할 수 있다. 이중 외기 환경에 접하는 콘크리트 구조물은 염분, 이산화탄소, 수분 등으로 인한 콘크리트 탄산화 동결융해 및 화학적 침식등에 의해 열화된다[1]. 따

*[†] 교신저자: 서울메트로 안전조사처 부장

** 한국철도기술 연구원 첨단인프라연구팀 수석연구원

*** 지엘기술(주) 대표이사

**** 지엘기술(주) 기술연구소 선임연구원

라서 본 연구에서는 구조물의 내구성을 향상시키기 위해 나노 수준에서 합성하여 콘크리트와 일체화된 화학결합을 나타내는 것으로 알려진 무기질계 나노합성 폴리머(이하, 나노합성 폴리머)표면 처리제와 기존 표면처리제에 대한 염분, 탄산화, 동결융해 및 화학적 침식 저항성을 평가하였다.

2. 실험

2.1 실험계획

2.1.1 변수설정

콘크리트의 내구성에 대한 표면처리제의 영향을 파악하기 위해 무처리한 실험체(GS)와 수성 에폭시계(HAS) 및 나노합성 폴리머 표면처리제(NPS)를 도포한 콘크리트 실험체를 비교하였다. 각각의 표면처리제에 대한 콘크리트의 내구성능은 탄산화, 염분침투, 동결융해 및 화학적 침식의 실험을 통해 평가하였다. 표면처리제의 종류에 따른 미세조직의 변화를 관찰하기 위한 실험은 모르타르에서 진행하였다.

2.1.2 시편제작

배합은 콘크리트와 모르타르로 구분하여 진행하였으며, 콘크리트와 모르타르 모두 물시멘트비(W/C)는 50%로 고정하였다. 콘크리트에서는 잔골재율을 46%로, 슬럼프와 공기량은 각각 150 mm와 $4.5 \pm 1.5\%$ 로 결정하였다. 모르타르는 시멘트에 대한 잔골재의 비는 2로 결정하였다. 배합에 사용된 시멘트는 보통 포틀랜드시멘트이며, 비중은 3.14이다. 잔골재와 굵은골재의 비중은 각각 2.62와 2.78이며, 조립률은 각각 2.82와 6.80이다. 모든 표면처리제는 붓을 이용하여 30분 간격으로 2회 도장하였으며, 도장두께는 나노합성 폴리머와 수성 에폭시계 표면처리제가 각각 $80 \mu\text{m}$ 와 $500 \mu\text{m}$ 였다.

3. 실험결과 분석

3.1 염분침투 저항성

침지시간 경과에 따른 각 실험체들의 염분침투 깊이의 시간적 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 염분 침투깊이는 무도포의 경우 18.47 mm, 수성 에폭시 표면처리제와 나노합성 폴리머 표면처리제는 각각 7.15 mm와 1.27 mm였다. 특히, 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 실험체의 경우 매우 적은 염분침투깊이를 나타내었다.

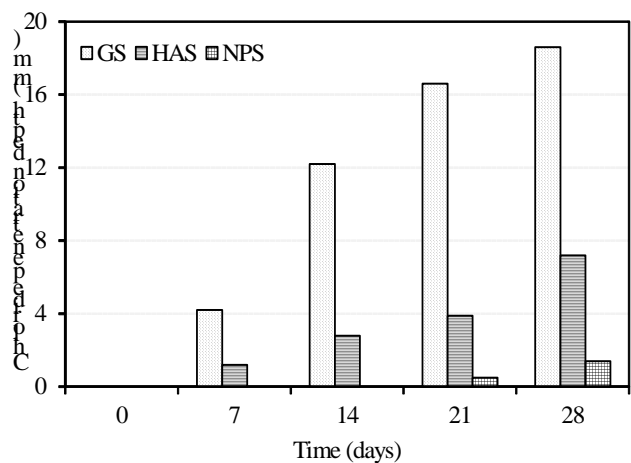


Figure 1 Chloride penetration depth depending on time

3.2 탄산화 저항성

표면처리제 종류에 따른 탄산화의 깊이를

Fig. 2에 나타내었다. 표면처리제를 도포한 시험체는 무도포 시험체보다 탄산화 깊이가 매우 감소하였다. 35일간 축진 탄산화를 실시한 경우, 무도포 시험체의 탄산화 깊이는 10.5 mm이며, 수성에폭시 표면처리제를 도포한 시험체는 5.8 mm였지만, 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 시험체는 1.0이였다.

3.3 동결융해 저항성

표면처리제 종류에 따른 상대동탄성계수를 Fig. 3에 나타내었다. 콘크리트의 동해 피해를 방지하기 위해서는 300 cycle의 동결 융해 반복 후 상대동탄성계수가 60%이상 되어야 한다[2]. 300cycle의 동결융해를 반복한 상대동탄성계수는 무도포 실험체에서 53%, 수성에폭시 표면처리제를 도포한 시험체에서 75% 및 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 시험체에서 92%를 나타내었다.

3.4 화학적 침식 저항성

황산 5% 수용액에 침지한 실험체의 재령에 따른 질량 변화율을 Fig. 4에 나타내었다. 황산 5% 수용액에 12일간 침지한 결과, 무도포한 시험체는 6에서 -4% 범위의 중량변화율을, 수성 에폭시 표면처리제를 도포한 시험체는 +4에서 -4% 범위의 중량변화율을, 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 시험체는 +2에서 -2% 범위의 안정적인 중량변화율을 나타내었다.

4. 결론

1. 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 실험체는 무도포한 실험체에 비해 염분침투 및 탄산화 억제에 탁월한 효과를 나타내었다.
2. 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한

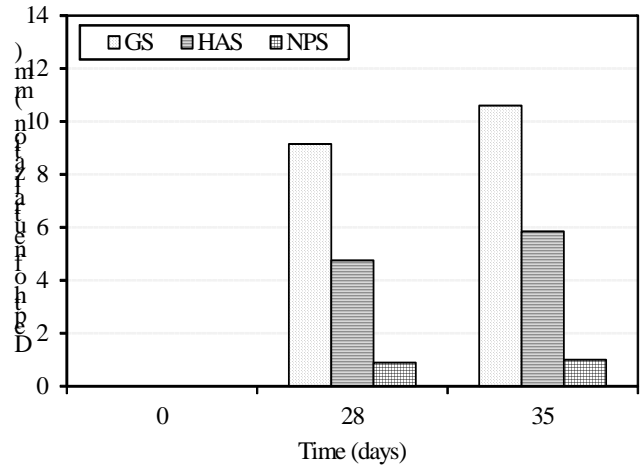


Figure 2 Neutralization depth of concrete depending on time

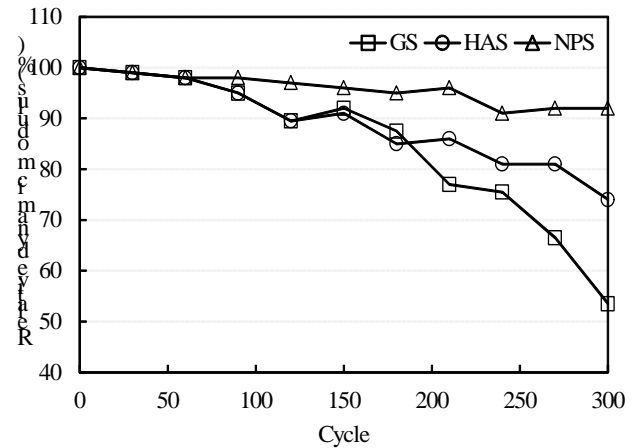


Figure 3 Relationship of freeze thaw cycle and relative dynamic elastic modulus

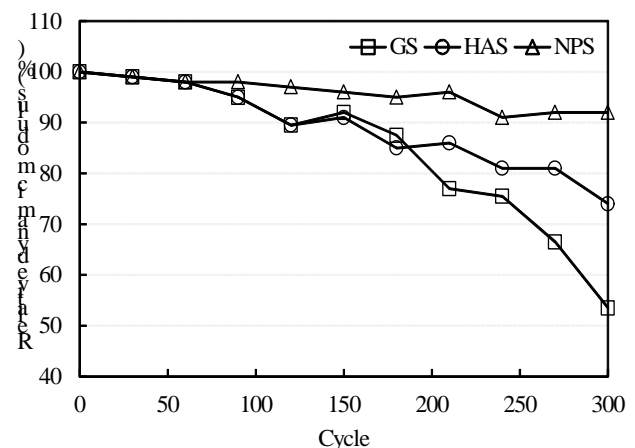


Figure 4 Mass change rate of concrete dipped in 5% sulfuric acid dynamic elastic modulus

실험체는 무처리 시험체에 비해 상대동탄성계수의 저하가 거의 발생하지 않아 높은 동결융해 저항성이 관찰되었다.

3. 나노합성 폴리머 표면처리제를 도포한 시험체는 무도포한 시험체에 비해 매우 안정적인 중량변화율을 나타내어 외부로부터 침투되는 산에 대한 화학적 저항성이 뛰어난 것으로 평가되었다.

참고문헌

- [1] Thomas Telford (1989) Durable Concrete Structure-Design Code, CEB General Task Group 20, 27-57.
- [2] Korea Standard (2013), KS F 2456: Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing, KS, Korea.

(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper Template 작성일: 2015.02.17)