

초소수성 발수제를 사용한 모르타르 표면의 결빙 방지 효과

Anti-freezing effect of mortar surface with superhydrophobic water repellent

김상진¹ · 인병은¹ · 강석표^{2*}

Kim, Sang-Jin¹ · In, Byung-Eun¹ · Kang, Suk-Pyo^{2*}

Abstract

In order to examine the adhesion characteristics of road pavement according to environmental conditions, the freezing time of cement mortar and the adhesion performance between ice and pavement were evaluated depending on the presence or absence of polymer and water repellent. As a result of measuring the ice formation time, it was found that there was no delay when a polymer was added, but the complete freezing time was delayed when a water repellent was added. As a result of measuring the strength of ice adhesion, it was found that the bonding force between ice and the surface of the test body was greatly generated in the test body without water repellent. In the case of a test specimen to which a water repellent was added, it was found that the bonding strength between the test specimen surface and ice was reduced.

키 워 드 : 시멘트 모르타르, 소수성, 초소수성, 부착강도

Keywords : cement mortar, hydrophobicity, superhydrophobicity, adhesion strength

1. 서 론

시멘트 콘크리트 구조물은 강성이고 내구성이 높기 때문에 다른 재료와 비교하여 파손이 상대적으로 적어 수명주기 동안의 유지 관리 비용이 저렴한 장점이 있다[1]. 그러나 최근 동결 융해, 및 탄산화 등 다양한 원인에 의해 구조물의 손상사례가 증가하고 있다[2]. 특히 이러한 시멘트 콘크리트 재료는 수분에 노출되면 다공성 모세관이 물로 가득 차 흡수, 팽창, 동결, 융해 등의 과정을 반복하여 균열을 발생시키며, 이로 인하여 구조물의 내구성, 내력, 안정성이 상실되고 있다[3]. 수분 침투로 인한 시멘트 콘크리트의 문제점을 개선하기 위하여 초소수성에 관한 연구가 진행 되고 있다. 초소수성이란 표면이 매우 큰 소수성을 지녀서 물에 젖기 힘든 현상을 말하며, 시멘트 재료 표면에 물방울이 굴러떨어지도록 하는 것으로서 수분침투로 인한 내구성 저하를 개선 가능하다[4]. 이러한 초소수성의 연구는 습윤을 제어하여 표면 자체에서 결빙 방지 효과가 나타내는데 중요한 역할을 한다. 따라서 본 논문은 환경조건에 따른 도로포장체의 부착특성을 검토하기 위한 방안으로서 폴리머 및 발수제 첨가 유무에 따른 시멘트 모르타르의 얼음형성시간 및 얼음과 표장면과의 부착성능을 비교 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

시멘트 모르타르를 제조하기 위한 배합비는 시멘트:잔골재:물 = 40:45:15로 설정하였으며, 폴리머는 시멘트에 대한 중량 대 체율 5%, 발수제는 기준배합 R, RP 전체 중량에 대한 중량 비율로서 5% 외할 첨가하였다. 시멘트는 U사의 초속경 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 S사의 규사 7호사를 사용하였다. 발수제는 실록산계 울리고며 발수제를 사용하였으며 울리고며 발수제의 활성성분은 60wt%이며 주요한 활성성분은 Poly hydroxy terminated으로 구성되어 있으며 비중은 1.01, pH는 6~8이다. 본 연구에서 사용한 폴리머는 EVA폴리머를 사용하였으며 EVA폴리머는 흰색미세분말의 형태를 사용하였고 비중은 475±50g/L, 평균 입자 지름은 Max. 2% > 400µm, pH는 9.1이다. 부착특성을 검토하기 위한 시험체는 50x50x50mm 몰드에 시멘트 모르타르를 타설하고 24시간 동안 온도 20±2°C에서 경화시킨 후 탈형하고 지정된 재령까지 온도 20±2°C, 수중에서 27일 동안 양생하였다. 제작한 시험체를 항온항습기에 넣어 -10°C의 온도로 고정시킨 후 결빙 실험을 진행하였으며, 물이 어는 단계별로 완전히 결빙될 때까지 걸리는 시간을 5분 단위로 시간을 측정하였다. 얼음부착강도를 측정하기 위하여 혼합물 첨가량에 따른 시험체 표면 위에 얼음을 형성하였고, 얼음이 모든 시험체 표면에 부착되어 형성된 것을 확인한 후 수평으로 고정하여 측정하였다.

1) 우석대학교 건설공학과 석사과정

2) 우석대학교 건축학과 교수, 교신저자(ksp0404@woosuk.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

폴리머 및 발수제 첨가 유무에 따른 시멘트 모르타르의 얼음형성시간 측정결과를 그림 1에 나타내었다. 10°C 온도 조건에서 폴리머, 발수제 유무에 따른 결빙시간을 측정한 결과 완전 결빙시간은 적게 5분에서 최대 25분까지 지연시키는 효과를 나타냈다. -10°C에서는 PB5가 초기 결빙부터 표면 결빙이 될 때까지 지연효과가 가장 높았으나, 완전 결빙시간에서 P5실험체와 동일한 시간에 결빙이 이루어졌다. 폴리머만 혼합한 P5의 경우 P와 시간이 같거나 5분 정도의 차이를 보여주어 결빙지연에 영향이 크지 않은 것으로 나타났다.

폴리머 및 발수제 첨가 유무에 따른 시멘트 모르타르의 얼음부착강도 측정결과를 그림 2에 나타내었다. 실험체 R의 경우 342N의 부착강도를 보이며 얼음과 실험체 면과의 결합력이 크게 발생한 것으로 나타났고, 실험체 RW5의 경우 31N의 낮은 부착강도가 나타났으며 얼음과 실험체 면과의 결합력이 낮아진 것으로 나타났다. 실험체 RP의 경우 340N의 부착강도를 보였으며 실험체 P의 부착강도보다 조금 낮아진 모습을 볼 수 있다. 실험체 RPW의 경우 26N의 부착강도가 나타났으며 발수제의 혼합이 실험체 면과 얼음과의 결합력을 저하시키게 하는 것을 다시 한번 확인할 수 있다.

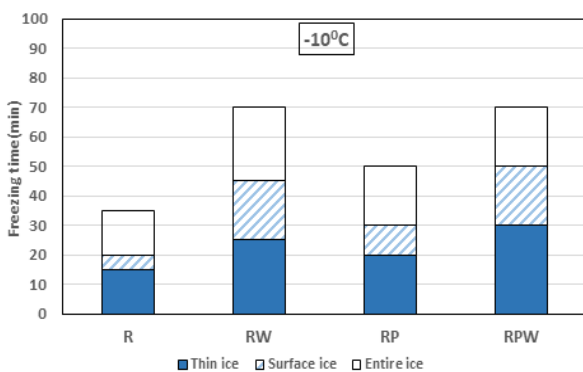


그림 1. 얼음형성시간

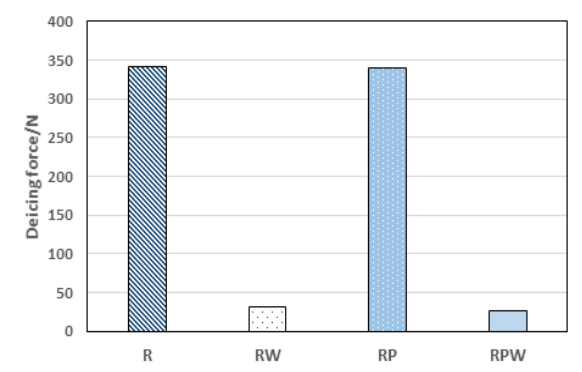


그림 2. 얼음부착강도

4. 결 론

얼음형성시간 측정결과 발수제 첨가 유무에 따른 완전결빙 시간은 최대 25분까지 지연시키는 효과를 나타내었지만, 폴리머 첨가유무에 따른 완전결빙 시간은 비슷하게 나타내었으며 결빙지연에 영향이 크지 않은 것으로 나타났다. 얼음부착강도 측정결과 발수제를 첨가하지 않은 시험체는 얼음과 시험체 면과의 결합력이 크게 발생한 것으로 나타났다. 발수제를 첨가한 시험체의 경우 시험체면과 얼음과의 결합력을 저하시키는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구 지원(20CTAP-C157045-01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Oh, H., Kim, Y., & Jang, N., Strength and Durability Characteristics of MPC Mortar Used for Repairing Concrete Pavements. Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, 19(3), 2019, 185-193.
- Lee, B.D., Choi, Y.S., Kim, Y.G., Choi, J.S., and Kim, I.S.. A study on the durability improvement of highway-subsidiary concrete structure exposed to deicing salt and freeze-thaw. Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, 20(4), 2016, pp. 128-135.
- Cho, Y. I., Hong, K. N., Kim, M. S., & Park, J. K.. Effect of curing temperature on mechanical properties of polymer mortar for urgent repairing. Journal of the Korean Society of Safety, 31(5), 2016, 109-116.
- Wang, W., Wang, S., Yao, D., Wang, X., Yu, X., & Zhang, Y.. Fabrication of all-dimensional superhydrophobic mortar with enhanced waterproof ability and freeze-thaw resistance. Construction and Building Materials, 238, 2020, 117626.