

# 콘크리트 보수재료의 동결융해저항성에 관한 연구

## A study on the Freezing-Thawing Resistance for Repair Material of Concrete Structure

이 봉 춘\*    채 성 태\*\*    정 상 화\*\*\*    우 영 제\*\*\*\*    문 재 흠\*\*\*\*\*    김 태 상\*\*\*\*\*  
Lee, Bong Chun    Chae, Sung Tae    Jung, Sang Hwa    Woo, Young Je    Moon, Jae Heum    Kim, Tae Sang

---

### ABSTRACT

Repair materials which applied to the concrete structures may have different quality characteristics depending on the environmental factors. Evaluation on durability of domestic repair materials have not yet secured enough quality performance on durability, mainly due to the lack of test methods resulted from various environmental factors. In this study, we carried out the tests on freezing and thawing resistance of domestic repair materials with different environmental factors applied under BS EN 13687, and analyzed the results by comparing with Korea's national test standards(KS F 4716). The results indicate that after the repetition of dry and wet conditions and the test on freezing and thawing with salt immersion resistance bond strength might show great difference depending on the type of repair materials and the size of sample. For securing better quality performance of repair materials, it is required to establish various standards on the test methods of freezing and thawing resistance with different environmental factors applied.

### 요 약

콘크리트 구조물에 적용되는 보수재료는 적용되는 환경요인에 따라 품질특성이 다르게 나타난다. 국내의 보수재료에 대한 내구성 평가는 다양한 환경요인에 따른 시험법의 미비로 내구성에 대한 품질 성능이 확보되지 않은 실정이다. 본 연구에서는 국내에서 생산되는 보수재료에 대하여 적용환경에 따른 동결융해저항성능을 BS EN 13687에 준하여 시험하였고, 국내시험규격(KS F 4716)과 비교 분석하였다. 연구결과 건습반복과 염수침지동결융해 시험 후의 부착강도 값은 보수재료의 종류 및 시편의 크기에 따라 다소 큰 차이가 나타났다. 보다 양호한 보수재료의 품질관리를 위해서는 적용환경에 따른 다양한 동결융해저항시험방법에 대한 규격제정이 요구된다.

---

\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 선임연구원  
\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 센터장  
\*\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 팀장  
\*\*\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 선임연구원  
\*\*\*\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 선임연구원  
\*\*\*\*\* 정회원, 한국건자재시험연구원 건설기반기술센터 선임연구원

## 1. 서 론

콘크리트 구조물의 보수공사에 사용되고 있는 공법과 재료의 종류는 매우 다양하며, 공법에 따른 재료의 성능수준도 다양하기 때문에 성능이 저하된 부위에 적합한 재료의 사용은 매우 중요하다. 보수재는 주로 콘크리트 표면에 접촉되어 사용되므로 양호한 부착성능이 요구된다. 외부에 노출된 콘크리트 보수재료는 자외선, 열, 온도, 습도, 산성비 등의 환경인자에 의해 열화가 발생되며, 재료들의 열화정도에 따라서 보수재료의 부착성능이 저하되는 것으로 알려지고 있다. 최근 현장에서는 콘크리트 구조물에 대하여 보수공사를 시행한 후 환경요인에 의해 재열화가 발생하는 경우가 빈번한 실정으로, 환경적 열화인자에 대한 보수재료의 내구성능평가의 요구가 점차 증대되고 있는 실정이다. 기존의 보수재료들은 사용환경에 관계없이 획일적으로 동일한 시험방법을 사용하고 있는 실정으로 적용환경과 사용재료에 따라 요구되는 성능평가 및 시험방법이 요구된다. 현재 보수재료의 온도환경에 따른 국내규격은 온냉반복시험(KS F 4716)을 하도록 규정되고 있으나, 실질적으로 보수·보호재료는 사용환경에 따라 다양한 온도환경에서 적용되고 있다. 유럽에서는 BS EN 1504를 통해 보수재료에 대한 품질관리 시스템을 종합적이고 체계적으로 관리하고 있다.

본 연구에서는 보수재료의 온도적응성을 평가하기 위하여 국내에서 생산되는 시멘트 모르타르 2종류, 폴리머모르타르 3종류 및 에폭시 수지에 대하여 사용환경별 동결융해(건습반복, 염수침지)시험을 통한 부착강도 변화를 측정하여 국내 보수재료의 열적 적합성 및 기존 시험법과의 비교평가를 수행하였다.

## 2. 동결융해저항성 시험

### 2.1 개요

동결융해시험을 위해 보수재의 밑판으로 사용되는 기준콘크리트 위에 단면 복구재, 표면보호재 및 균열주입재를 적용한 후 온도  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 습도  $65\pm 20\%$ 에서 28일간 양생시킨 후 시험조건별 온도사이클(건습반복, 염수침지)동안 침지한 후 외관조사를 실시하고, 부착강도를 측정하였다. 또한, 기존 KS규격에서 제시하고 있는 온냉반복시험에 따른 부착강도 시험과 더불어 시험시편(70mm×70mm, 300mm×300mm)에 따른 Size effect를 검토하였다.

### 2.2 온도사이클

보수재료의 건습반복과 염수침지 조건에서의 온도사이클에 대한 국내 규격은 없어 보수, 보호재의 품질향상과 재료의 안전성 확보를 위하여 보다 강화된 시험조건인 유럽규격 EN 13687-1, 13687-3을 인용하여 적용하였다.

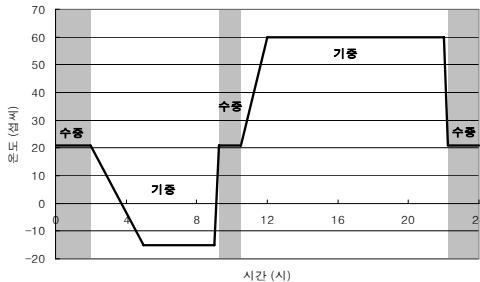


그림 2.3 건습반복 온도사이클

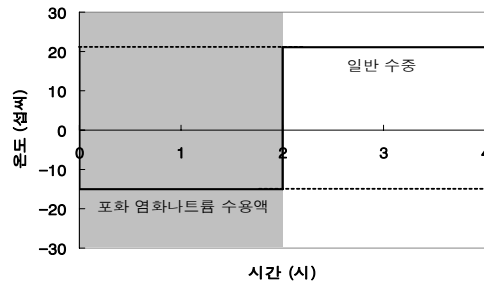


그림 2.4 염수침지 온도사이클

### 2.3 시험방법

보수재료의 동결융해시험을 위해 시험용 밀판(가로 300mm×세로 300mm×높이100mm)을 제작하였다. 기준콘크리트는 물시멘트비 45%, S/a 42%, 단위시멘트량 360kg/m<sup>3</sup>의 배합비로 28일 압축강도 41MPa로 제작하였으며 배합후 온도, 20±2℃, 상대습도 70%이상에서 48시간 경과 후 탈형하여 온도 20℃±2℃ 수중에서 26일간 양생하였다. 양생이 완료된 시험체는 건습반복 및 염수침지 동결융해 시험을 수행하기 전에 보수·보강재 시공면을 제외한 모든 측면 및 바닥면을 KS F 4920을 만족하는 도막 방수재 혹은 열경화성 수지 등으로 코팅처리하여 충분히 경화한 후 시험을 실시하였다. 이는 건습반복 및 염수침지 동결융해 시험중에 물이 시험용 밀판의 측면 및 바닥면으로 침투하는 것을 막기 위함이다. 시험준비가 된 시험체는 챔버내에 세워서 배치하였으며 하며, 배치시에는 벽과 시험체 사이에 최소 50mm, 시험체들 사이에는 적어도 100mm의 거리를 두도록 하였다. 건습반복과 염수침지의 온도사이클을 각각 50회와 20회 반복 시험하였다.



그림 2.3 시편제작



그림 2.4 동결융해시험장치 및 부착강도 측정

### 2.4 시험결과

시멘트모탈 2종, 폴리머 3종 및 에폭시에 대하여 건습반복 동결융해시험을 수행한 결과는 그림 2.5와 같다. 이를 살펴보면 시멘트 모르타의 경우는 온냉반복시험보다 다소 큰 값을 나타내고 있으나, 폴리머계열 및 에폭시의 경우 품질의 변동이 크게 나타났다. 폴리머 및 에폭시 계열의 재료에서는 시편의 크기가 작은 경우(70×70mm)가 시편이 큰 경우(300×300mm)보다 오히려 높은 부착강도 특성을 나타내고 있는데 이러한 결과는 시료의 열팽창계수 차이에 따른 성능저하가 시편이 큰 경우에 더욱 크게 적용된 것으로 사료되며 향후 이에 대한 추가적인 연구검토가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 염수침지 동결융해시험 결과는 그림 2.6과 같다. 폴리머 계열의 염수침지시험은 온냉반복 시험에 비해 부착강도특성이 감소하는 경향을 보이고 있으며, 폴리머(A,C)의 경우는 온냉반복시험에서 적합한 것으로 나타났으나, 염수침지 동결융해 결과값은 부적합 것으로 나타났다.

기존의 보수재료에 대한 내구성평가는 온냉반복시험을 통한 부착강도값으로 품질을 규정하고 있으나, 보수재료의 적용환경에 따라 동결융해저항능이 다르게 나타나므로 이에 대한 규격제정을 통한 보수재료품질관리가 필요할 것으로 사료된다.

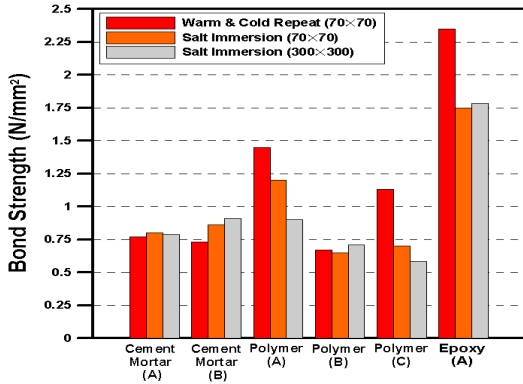


그림 2.5 보수재료별 부착강도(염수침지)

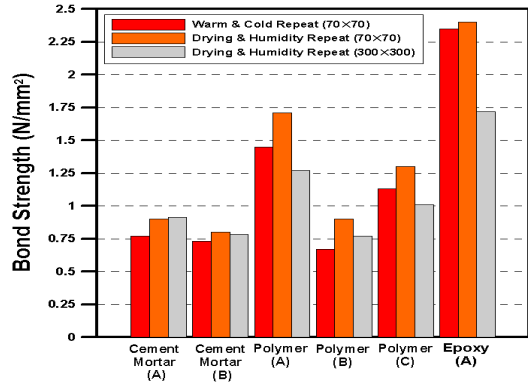


그림 2.6 보수재료별 부착강도(건습반복)

#### 4. 결 론

콘크리트 보수재료의 동결융해저항성능에 대한 연구를 통해 도출된 결과는 다음과 같다.

(1) 보수재료의 종류별 건습반복 동결융해저항성은 온냉반복시험과 유사한 경향을 나타냈으며, 폴리머계 시편의 경우 시편의 크기에 따라 성능차이가 크게 나타났다.

(2) 보수재료의 종류별 염수침지 동결융해저항성은 폴리머 및 에폭시 재료의 경우 온냉반복시험보다 부착강도가 크게 감소하는 경향을 나타냈다.

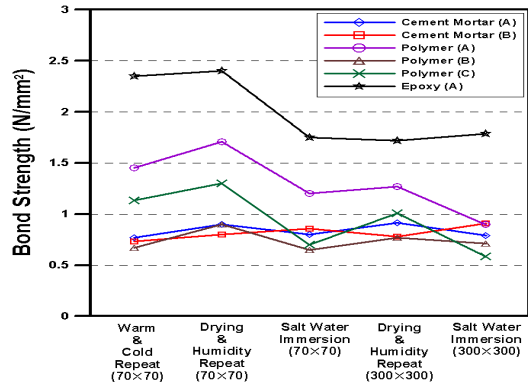


그림 2.7 동결융해조건별 부착강도

기존의 보수재료에 대한 내구성평가는 온냉반복시험을 통한 부착강도 값으로 품질을 규정하고 있으나, 보수재료의 적용환경에 따라 동결융해저항성능이 다르게 나타나므로 보수재료의 적용조건에 따른 다양한 동결융해저항시험에 대한 규격제정을 통해 보다 우수한 보수재료의 품질관리가 필요할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2007년 산업자원부 기술기반조성사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Danish Standards Association, Repair of Concrete Structures to EN 1504, 2004
2. 한국건설재시험연구원, 콘크리트구조 보수 및 보호시스템에서의 기준콘크리트 표준화 연구 최종 보고서, 산업자원부, 2007.
3. Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structure, Test methods Definition, Determination of Thermal Compatibility, BS EN 13687-1~3, 2002.