

콘크리트 균열보수부의 내피로성능에 관한 연구

A study on the fatigue performance of repaired concrete structure.

권용주* 강동수** 김규용*** 박성우****
Kwon Yong Joo Kang Dong Soo Kim Kyu Yong Park Sung Woo

ABSTRACT

The problem of the crack which occurs from the reinforced concrete structure could be caused by the complexed factors. When the crack happen, it caused fatal blennish to manage and maintain the structure such as structural problem, licking, spalling, viewing Even though they study and work hard to solve this kind of problem in the world, there are no countermeasure for perfect prevention of crack. After the crack checked out, a method of repair-reinforcement has been studied and operated actively.

In this experiment, studied durability of repair material. Experiment wave and durability of epoxy and urethane's were shown good result, and micro cement's durability displayed result that is not good. Result of a repeat tired experiment displayed result that micro cement is bad.

1. 서론

일반 콘크리트 구조물의 균열에 사용되고 있는 각종 보수재료는 그 종류가 다종다양하며, 품질 및 성능에 있어서도 업체의 생산능력에 따라 상당히 많은 차이를 보이고 있다. 또한, 제품 상호간 성능을 비교, 평가할 수 있는 기준 및 지침이 없기 때문에 사용에 많은 어려움이 존재하고 있는 실정이다. 현재공사 중인 구조물이나 사용중인 구조물에서 발생한 균열의 보수를 구조물의 특성과 결합의 원인을 정확히 규명하지 않고 보수전문업체의 권유나 엔지니어의 주관적인 판단에 따라 균열보수가 이루어지고 있으며, 이는 구조물의 성능을 손상시킬 우려가 있기 때문에 구조물의 안전성 및 내구성 향상을 위해서도 적용 부위별 구조물 환경별 보수재료 및 공법의 품질 및 성능평가 지침을 수립하여 철저하고 지속적인 관리가 이루어져야 할 필요가 있으며, 이를 위해서 보수후 재료의 내구특성을 파악할 필요가 있다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 내피로성능 평가방법 개요

보수공사가 완료된 부위에 동결과 융해가 반복하여 작용하는 경우 콘크리트의 체적팽창에 의한 조직의 이완이나 파괴로 인해 보수재료와 콘크리트의 계면 사이가 떨어지거나 보수부위가 외기의 환경에 접하여 있을 경우 반복적으로 이루어지는 구조체의 팽창과 수축에 따라 균열보수부위가 박락 또는 파괴 될 수가 있다.

* 정회원, KG케미칼(주) 건설소재사업본부 건설재료연구팀 연구원
** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 재료연구팀 연구원
*** 정회원, 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 재료연구팀 선임연구원
**** 정회원 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소 재료연구팀 수석연구원

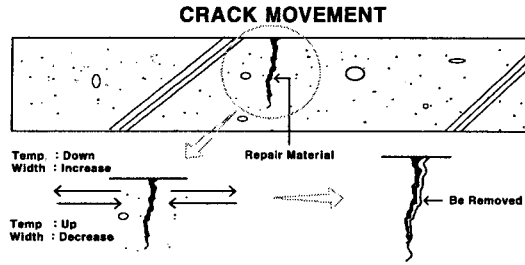


그림 1 균열보수재료 피로환경 개요

이러한 경우 보수공사의 목적인 구조체의 보호 및 수밀성, 내구성 증진 효과가 저감될 수 있으므로 이에 대한 저항성능을 평가하기 위하여 보수재료의 접착강도 실험과 동결융해저항성 실험, 피로반복 저항성 실험을 실시하였다.

2.2 성능평가 방법

2.2.1 접착강도시험

보수재료의 시공조건에 따른 접착성 발현성능을 평가하기 위한 시험으로 각기 다른 양생조건에서의 보수재료 부착특성을 검토하기 위하여 실시하였다. 양생조건 및 시험방법은 KS F 4923을 기준으로 시험을 진행하였다.

2.2.2 동결융해실험

현재 국내에 균열보수재료의 동결융해저항성을 확인할 수 있는 실험방법은 별도로 제정되어있지 않은 상태이며 또한 실구조물에서 core를 채취하여 실험을 진행하기엔 어려움이 있어 주택공사에서 유사한 사례의 실험을 인용하여 동결융해 저항시험을 실시하였다. 동결융해 시험에 사용된 시험체의 크기는 KS F 2403에 따라 10×10×40cm의 크기로 제작 하여 시험체의 중앙을 절단 하여 8주간의 양생을 하여 사용하였다.

2.2.3 실구조물에서의 균열거동

실구조물의 환경에서 변화하는 온도진폭에 따른 균열의 거동을 파악하기 위하여 경기도 수원에 위치한 000현장의 옹벽부위의 균열을 대상으로 보수재료 중 접착강도가 가장 우수한 건식에폭시주입재의 보수전 거동과 보수 후 거동을 측정하였으며 측정 시기는 늦여름(8~9월)이며 일교차가 약 5~8℃ 정도의 조건에서 화창한 날씨에 조사를 실시하였다.

2.2.4 보수재료의 피로반복실험

본 실험에서는 실구조물의 거동에 주목하여 장기적으로 피로하중을 받는 균열보수부의 내구성능을 평가하기 위하여 진행하였으며 실험방법은 동경대학교 다나카 연구실에서 개발한 피로시험장치를 사용하였다. 실험조건은 온도진폭이 15℃일 때를 기준으로 각 재료별 보수 후의 거동폭을 동경대학교 다나카 연구실에서 제안한 예측식에 의하여 산정하여 습식에폭시 0.002mm, 우레탄 0.038mm, 무기계 그라우트재 0.0005mm등으로 적용하였다. 반복횟수는 3만회까지 하였는데 이는 흐림이나 우천시의 경우 연간300회 정도가 예상되고, 단순히 계산하여 100년 정도에 상당하기 때문이다.

3. 실험결과

3.1 접착강도

시험 결과 에폭시 수지의 접착강도는 표준조건(60kgf/cm²) 및 특수조건(30kgf/cm²)의 기준강도에 상회하는 결과를 나타내었으나 우레탄 수지 및 무기질계 주입재료의 경우에는 표준조건 및 특수조건에서의 기준강도에 미치지 못하는 결과를 나타내었으며 전반적으로 에폭시 주입재료의 성능이 우레탄 및 무기질계 주입재료에 비해 월등하게 뛰어난 접착강도를 나타내었다.

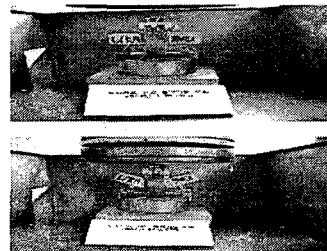
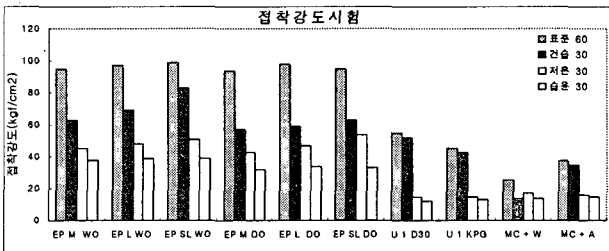


그림2 접착강도 실험결과

3.2 동결융해

측정결과 보수재료 중 우레탄, 무기질계 보수재료가 30cycle 전후에 이미 60%에 못미치는 결과를 나타내었으며 특히 무기질계 주입재의 경우 약 60cycle의 시험이 끝난 후 보수부분이 박리현상을 나타내며 떨어진 것이 확인되었다.

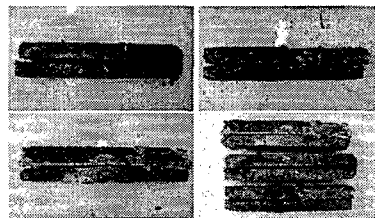
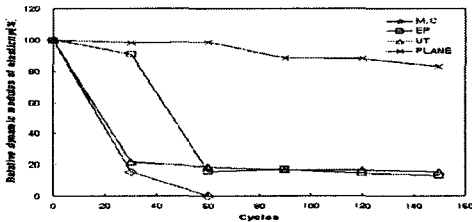


그림3 동결융해 실험결과

본 실험은 실 구조체의 구성체계와 달리 구속된 부위가 없는 상태에서 동결융해반복에 대한 시험을 실시하여 보수부위에 대한 온도응력 및 거동을 반영할 수는 없으나, 무기질 보수재료의 경우 기존 에폭시나 우레탄 계의 보수재료보다 접착력과 미세한 충격에 약한 특성을 갖고 있는 것으로 나타났으며, 외부온도에 따른 거동에도 계면에서의 부착부위가 다른 유기질 재료에 비하여 쉽게 떨어지는 결과를 보이고 있다.

3.3 실구조물에서의 균열거동

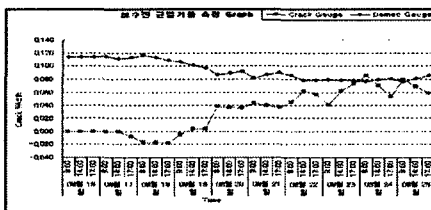


그림 4 보수전 균열거동

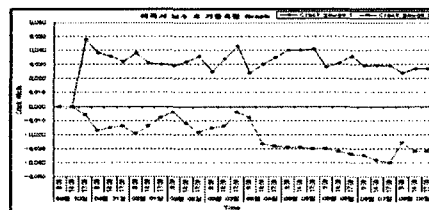


그림 5 보수후 균열거동

접착강도가 가장 우수한 건식 에폭시 주입재의 보수전과 보수후의 거동측정결과 보수 전의 균열 거동범위가 보수재료를 주입한 이후에 극단적으로 줄어들었지만 여전히 미세하게 거동하는 것을 알 수 있으며 이것은 보수재료를 선정할 때 미세하지만 지속적으로 반복되는 피로하중의 검토가 이루어져야함을 알수있다.

3.5 피로반복실험

건식 에폭시수지는 반복적인 진행과 함께 응력진폭은 서서히 저하하며 파괴직전에는 응력진폭은 급격히 저하하며 파괴에 이며 반복회수는 12000회이고 파괴위치는 모르타르 부분이다. 우레탄 주입 보수재에 있어서는 건식 에폭시수지 보수재와 같은 반복적인 진행과 함께 응력진폭은 저하했으며 파괴의 수전회전부터 급격하게 저하하고 그 회수는 12000 정도였다. 또한 파괴위치는 우레탄 주입 보수재와 계면이 혼재했다. 무기계 그라우트재에 있어서는 건식 에폭시수지 보수재와 같게 반복적인 진행과 함께 응력진폭은 서서히 저하하고 파괴에 이르며 파괴까지의 반복회수는 3000회 정도이고, 파괴위치는 보수재와 계면이 혼재하는 부분이었다.

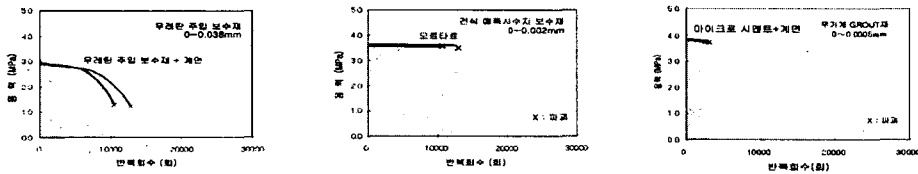


그림 6 피로반복거동실험 결과

4. 결론

본 실험에서는 균열보수재료의 내피로특성에 관한 실험을 수행하고 각 재료의 내구특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 접착강도 실험결과 표준조건에서는 대부분 보수재료의 성능기준에 만족하나 특수환경(저온,습윤)에서는 취약한 특성을 나타냈다.
2. 습윤환경에서 동결융해의 작용을 받을 경우 상대적으로 무기계 보수재료가 취약한 특성을 나타냈으며 유기질 재료역시 60cycle이후에 상대 동탄성계수가 60%이하로 저하하는 현상을 나타내었다.
3. 실구조물에서의 보수전과 보수후의 균열거동을 측정된 결과 접착강도가 가장 뛰어난 에폭시 수지의 보수 후에도 여전히 균열은 거동하는 현상을 보였다.
4. 피로반복실험에서는 접착강도가 높을수록 반복되는 피로하중에 저항하는 성능이 좋은 것으로 나타났다.

균열보수는 일시적인 성능회복을 목표로 하는 것이 아니라 균열에 의해 손상된 구조물의 성능이 계속하여 회복된 상태로 되는 것을 목적으로 실시해야한다. 이를 위하여 보수재료 및 공법의 내구성이 보수설계의 단계에서 충분히 검토되어야 한다.

참고문헌

1. 콘크리트 구조물의 균열보수 재료 및 공법의 선정방법연구, 대한주택공사 이성복, 고진수 외, 2003
2. 균열주입보수재의 종류에 따른 콘크리트 균열보수부의 내피로성 평가, 동경공업대학 건축물리 연구센터 다나카 연구실, 2004