

균열깊이에 따른 폴리머 시멘트 복합체 보수 단면의 휨접착성능에 관한 연구

A Study on the Flexural Adhesion Performance of Repair Section of Polymer Cement Composites by Crack Depth

김상현¹ · 박동엽¹ · 이창민¹ · 조영국^{2*}

Kim, Sang-Hyeon¹ · Park, Dong-Yeop¹ · Lee, Chang-Min¹ · Jo, Young-Kug^{2*}

Abstract : This study is a study on the flexural adhesion performance of polymer cement composites(PCCs) repair section according to the crack depth, and the flexural adhesion strength was obtained through a flexural strength test of cement mortar that was filled into cracks and repaired to a certain thickness using PCCs made of ultra high-early strength cement and polymer dispersion of EVA. As a result of the study, the flexural adhesion performance according to the crack width and crack depth was expected to decrease the flexural adhesion strength as the crack depth increased at the crack width 3.0mm, but the crack width 2.0mm and 1.5mm did not show any tendency according to the crack depth. In addition, even in the final destruction, the fact that the cracks and bottoms filled with PCCs were not cut or dropped proves that PCCs have excellent adhesion and rich toughness.

키워드 : 폴리머 시멘트 복합체, 폴리머 시멘트비, 휨접착강도

Keywords : polymer cement composites, polymer cement ratio, flexural adhesion strength

1. 서론

RC 구조물의 균열보수용 재료로서 에폭시 수지나 우레탄 수지의 단점을 극복하기 위해서는 피착체인 시멘트 콘크리트와 동질의 재료이면서 접착성능과 보수 후 응력변화에 따른 변형 추종성이 우수한 재료가 필요하다[1]. 한편, 시멘트계 재료에 혼입하여 각종 물리적 성질과 내구성을 개선할 수 있는 재료가 수성 폴리머 디스퍼전으로 시멘트와 적절한 혼입비율로 만든 것이 폴리머 시멘트 복합체 (Polymer Cement Composites; PCCs)이다. 폴리머 디스퍼전은 폴리머 입자를 물속에 분산시킨 에멀전 형태로 시멘트와 혼입하면 시멘트 수화과정과 폴리머 입자의 응집현상에 의한 3차원 폴리머 필름의 형성이 시멘트 모르타르 속에서 동시에 이루어져 폴리머 필름이 시멘트 수화물 입자를 둘러싸아 조직의 구조적 개선되어 물리적 성질과 내구성이 개선된다. 한편, 균열부위를 PCCs로 보수한 단면은 지속적으로 균열부위에 외력이 발생하여도 우수한 접착성과 개선된 인성으로 보수 단면이 균열에 대한 추종성이 개선되어 피착체로부터 탈락되기 어려워 보수효과를 유지할 수 있다. 본 연구에서는 수성 폴리머 디스퍼전과 시멘트로 만들어진 PCCs를 RC 구조물의 균열 보수재료로 개발하기 위한 기초연구로서 균열두께와 균열깊이에 따른 휨접착강도와 파괴 후 보수단면의 형상을 고찰하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구는 결합재로서 초조강시멘트를 시멘트 혼화용 수성 폴리머 디스퍼전은 보수 및 방수재료로 널리 사용되고 있는 EVA(ethylene vinyl acetate)를 사용하였다. 또한 PCCs는 폴리머 시멘트비(polymer-cement ratio; P/C) 100%, 폴리머의 높은 점도를 조정하기 위하여 물시멘트비를 200%로 조정하였으며, 연행 공기량을 제어하기 위하여 폴리머 고형분의 1.5% 실리콘계 소포제를 혼입하여 제작하였다. 본 연구의 시험편은 그림 1과 같은 보통시멘트로 만든 시멘트 모르타르 제작시 미리 균열에 아크릴판을 고정하여 균열폭 1.5mm, 2.0mm, 3.0mm 및 균열깊이 10mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm, 35mm의 16종류로 변화하여 제작하였다. 시멘트 모르타르는 28일간 수증양생(20°C)을 실시한 후 균열부위에 PCCs를 주사기를 사용하여 충전하였으며, 시험편의 밑면을 1cm² 면적당 1.5ml 로 PCCs 보수단면을 만들었다. 시멘트 모르타르에 PCCs가 충전된 시험편을 기중(20°C, R.H. 50%)에서 28일간 양생을 실시한 후, 휨강도시험을 실시하여 시험편의 균열 형태에 따른 보수단면의 휨접착성능 개선 정도와 보수단면의 파괴성상을 관찰하였다.

1) 청운대학교, 학부생

2) 청운대학교, 교수, 교신저자(ykjo@chungwoon.ac.kr)



그림 1. 휨접착강도 시험

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 균열두께와 균열 깊이에 따른 휨접착강도를 나타내고 있다. 균열두께 3.0mm의 휨접착강도는 균열깊이가 작을수록 예상한 바와 같이 크게 나타났으나 균열두께 2.0mm와 1.5mm에서는 균열깊이의 변화에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았는데, 이는 균열두께가 비교적 작은 경우 균열에 집중되는 외력이 커 PCCs에 의한 보수단면이 균열변형에 대한 추종성은 있으나 강도에는 영향을 미치지 않은 것으로 볼 수 있다. 또한, 균열부위에 PCCs를 충전하고 이와 더불어 균열부위 밀면을 일정한 두께로 보수한 경우, 균열깊이 10mm를 제외하고 거의 모든 시험편에서 최종파괴하중에서 단면이 절단되지 않고 피착체에 접착되어 있었는데 이는 균열부위가 변형 추종성이 우수하다는 의미이며 PCCs 균열부위 보수에 따른 접착성능 개선과 방수성능이 지속적으로 유지될 것으로 볼 수 있다. 그림 3과 같이 최종파괴에서 PCCs로 보수한 시험편은 취성적 파괴가 아니라 상당히 인성을 보유하여 처짐량이 크게 나타났으며 그림 4와 같이 균열 부위가 파괴되더라도 PCCs 충전 균열과 밀면 보수단면이 피착체와 탈락되지 않고 파괴되지 않았다.

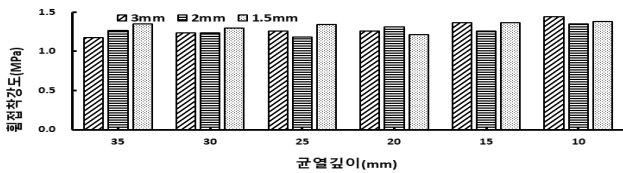


그림 2. PCCs 충전 시멘트 모르타르의 휨접착강도



그림 3. PCCs 보수 시험편의 인성개선에 의한 파괴 전 처짐



그림 4. 균열두께 3mm의 균열 깊이에 따른 PCCs 보수 단면의 휨접착강도 시험 후 파괴 성상

4. 결론

RC 구조물의 균열보수용 조강성 PCCs의 균열폭 및 균열깊이에 따른 휨접착성능은 균열폭 3.0mm에서 균열 깊이가 클수록 휨접착 강도가 작아지는 예상된 결과를 얻었으나, 균열폭 2.0mm와 1.5mm의 경우는 균열깊이에 따른 어떠한 경향성을 보이지 않았다. 또한 PCCs로 충전하고 밀면에 보수단면을 형성한 시험편에서 최종 휨하중에서도 단면이 절단되거나 탈락되지 않은 것은 보수단면에서 PCCs의 우수한 접착성과 풍부한 인성으로 인한 것으로 판단되어 균열 보수용으로서 PCCs의 유용성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2021년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A1046181).

참고문헌

1. 조영국, 홍대원, 권우찬, 김완기. RC 구조물의 균열 보수용 폴리머 시멘트 복합체의 접착특성에 관한 연구. 한국건축시공학회지. 2022. 제22권 1호. p. 23-34.