

순환형 폐기물이 혼입된 ECC의 섬유 분산성 평가

Evaluation of Fiber Dispersion of ECC Incorporated by Recycled Mineral Wastes

김 윤 용^{*} 박 준 형^{**} 현 정 환^{**}
Kim, Yun Yong Park, Jun Hyung Hyun, Jung Hwan

ABSTRACT

The fiber dispersion performance in fiber-reinforced cementitious composites is a crucial factor with respect to achieving desired mechanical performance. Thus, fiber dispersion of ECC incorporated by recycled mineral wastes was evaluated to more accurately predict uniaxial tension behavior.

요 약

ECC의 우수한 인장 성능은 섬유가 매트릭스의 균열 면에서 가교작용을 함으로써 발생되기 때문에 섬유의 분산성이 복합재료의 성능에 결정적인 영향을 미치게 된다. 따라서 순환형 폐기물이 혼입된 ECC의 인장 거동을 보다 정확히 예측하기 위하여 섬유의 분산성을 평가하였다.

1. 서 론

고인성 시멘트 복합재료 중의 하나인 ECC(Engineered Cementitious Composite)는 복합재료 내에 약 2% 정도의 합성섬유를 혼입하여 2% 이상의 인장변형률 경화거동을 보이는 재료이다[1]. 이러한 우수한 인장 성능은 섬유가 매트릭스의 균열 면에서 가교작용을 함으로써 발생되기 때문에 섬유의 분산성이 복합재료의 인장 거동에 결정적인 영향을 미치게 된다[2]. 이 연구에서는 김윤용 등[2]이 제시한 섬유 분류 및 검출 기법을 활용하여 순환형 폐기물인 고로슬래그와 플라이애시를 ECC에 개별적으로 25%씩 혼입하였을 경우 섬유의 분산성에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 섬유 분산성 평가

섬유의 분산성은 섬유를 매트릭스로부터 정확히 검출하고, 각 섬유의 위치와 단면에서 섬유 이미지의 형상에 따라 분산성을 정량적으로 나타낼 수 있는 계수를 통해 평가할 수 있다. ECC에 사용되는 PVA 섬유는 형광 현미경을 통하여 촬영이 가능하며, 촬영된 이미지에는 섬유의 형광특징으로 인해 섬유만 녹색으로 나타나게 된다. 촬영된 단면 이미지에서 섬유만을 검출하기 위해 먼저 칼라 이미지(RGB image)를 회색 이미지(gray-scale image)로 변환한 후 회색 이미지를 이진 이미지(binary image)로 변환함으로써 검은 배경에 해당하는 매트릭스로부터 섬유를 검출할 수 있게 된다.

* 정회원, 충남대학교, 토목공학과, 교수

** 정회원, 충남대학교, 토목공학과, 석사과정

검출된 섬유 분산성은 식 (1)과 같은 분산계수를 통하여 정량적으로 나타낼 수 있다[3].

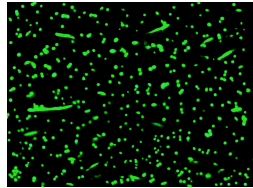
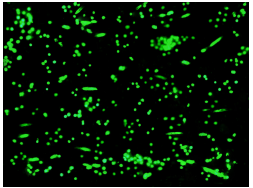
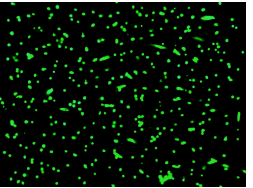
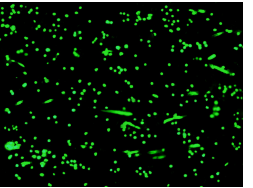
$$\alpha_f = \exp \left[- \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - 1)^2}{n}} \right] \quad (1)$$

여기서, x_i 는 섬유가 균일하게 분포하였을 때 하나의 섬유가 차지하게 되는 i 번째 영역 안에 있는 섬유의 개수이며, n 은 섬유의 총 개수이다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 순환형 폐기물이 혼입된 ECC의 섬유 분산성을 섬유 이미지와 함께 나타내고 있다.

표 1 섬유 분산성 평가 결과

고로슬래그 혼입		플라이애시 혼입	
W/C = 60 %	W/C = 48 %	W/C = 60 %	W/C = 48 %
			
$\alpha_f = 0.437$	$\alpha_f = 0.378$	$\alpha_f = 0.408$	$\alpha_f = 0.347$

섬유 분산성 평가 결과 플라이애시를 혼입한 경우보다 고로슬래그를 혼입한 경우가 상대적으로 분산성이 우수하나 그 차이는 상당히 미소하다는 것을 확인할 수 있다. 또한 동일한 순환형 폐기물이 혼입된 경우 W/C에 따라서는 60%가 48%보다 더 우수하다는 사실을 알 수 있는데, 이는 W/C가 낮을수록 유동성이 저하되고, 그로 인해 섬유의 뭉침 현상이 발생하게 되어 분산성이 저하되는 것으로 판단된다.

4. 결 론

섬유의 분산성이 우수할수록 더욱 뚜렷한 인장변형을 경화거동을 한다는 기존의 연구결과를 통해 고로슬래그와 플라이애시를 혼입한 ECC의 인장거동은 유사할 것으로 예상되며, 다만 동일한 순환형 폐기물이 혼입된 경우 W/C 48%보다는 60%가 더 우수한 인장 성능을 보일 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단(No. R01-2008-000-11539-0)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김운용, "시멘트계 모르타르 매트릭스를 활용한 섬유복합재료 ECC (Engineered Cementitious Compioste)의 설계와 시공 성능," 한국복합재료학회지, 제20권 제2호, 2007, pp. 21-26.
2. 김운용, 이방연, 김진근 (2008), "PVA-ECC 단면 이미지의 섬유분류 및 검출 기법", 콘크리트학회 논문집, Vol.20, No.4, pp.513-522.
3. Kobayashi, K., "Fiber reinforced concrete", Tokyo: Ohm-sha.