

ECC 배합에 따른 섬유 분포 특성

Distribution of Fiber Orientation According to ECC Mix-Proportion

이 방 언*
Lee, Bang Yeon

김 윤 용**
Kim, Yun Yong

김 진 근***
Kim, Jin-Keun

ABSTRACT

This paper presents evaluation results of fiber dispersion, number of fibers in a unit area, fiber orientation according to the mix-proportion of ECC and bridging stress calculated on the basis of fiber distribution characteristics.

요 약

이 논문에서는 이미지 프로세싱 기법을 이용하여 ECC 배합에 따라 섬유 분산성, 단위 면적당 섬유 개수, 섬유 방향성을 평가하고, 이 결과로 섬유 가교 응력을 예측한 결과를 제시하고자 한다.

1. 서 론

ECC는 균열면에서 다수의 섬유가 가교작용을 함으로써 다중 균열에 의한 극한 변형 성능(2%)을 나타낸다. 섬유의 가교작용¹⁾은 섬유의 방향과 매립길이의 분포에 따라 달라지는데 이제까지 섬유의 방향에 대한 확률 밀도 함수는 2차원이나 3차원으로 가정하였다. 이 연구에서는 ECC의 배합에 따른 섬유 분포 특성을 평가하고, 이 결과로 섬유 가교 곡선을 예측하고자 한다.

2. 섬유 분포 특성

이 연구에서는 2%의 PVA 섬유와 물/결합제비와 슬래그 유무에 따라 제조된 ECC 2가지 실험체²⁾에 대하여 섬유 분포 특성을 평가하였다(표 1). 섬유 분포 특성을 평가하기 위하여 형광 현미경과 이미지 프로세싱 기법을 사용하였다³⁾. 섬유 분포 특성은 섬유 분산성, 단위 면적(mm²)당 섬유 개수, 섬유 방향성으로 평가하였다.

표 1. 배합

Test variables	C	W	S	Slag	HRW ^a	HPMC ^b
wc60wos	1.0	0.60	0.8	0	0	0.001
wc60ws	1.0	0.60	0.8	0.25	0	0.001

^a High-range water-reducing admixture

^b Hydroxypropylmethyl-cellulose

3. 결과 및 분석

* 정회원, 한국과학기술원 건설및환경공학과 박사후 연구원

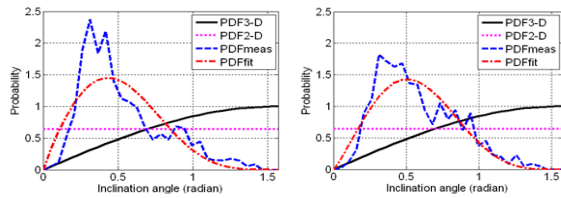
** 정회원, 충남대학교 토목공학과 교수

*** 정회원, 한국과학기술원 건설및환경공학과 교수

표 2는 두 가지 배합에 대한 섬유 분산성 계수와 단위 면적당 섬유 개수를 나타낸다. 동일 물/시멘트 비 일 경우 슬래그를 첨가함으로써 섬유 분산성이 더 좋게 나타남을 알 수 있다. 섬유 개수는 슬래그를 넣은 경우가 더 크게 나왔는데 두 경우 모두 섬유 방향성에 대한 분포를 1차원과 2차원으로 가정하여 이론적으로 계산된 섬유개수보다는 작게 측정되었다. 그림 1은 섬유 방향에 대한 확률밀도함수를 나타낸다. 그림 1에서 확인할 수 있듯이 배합별로는 큰 차이를 보이지 않지만 측정된 섬유 방향성 분포는 2차원과 3차원으로 가정한 분포와 매우 다른 양상을 나타낸다. 따라서 섬유 개수와 방향성 계측 결과를 바탕으로 섬유 가교 응력을 계산해야만 정확히 평가할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 섬유 방향성과 섬유 개수를 고려하여 식 (1)을 이용하여 가교 응력을 계산한 결과 wc60wos의 경우 초기 응력이 1.33MPa, 최대 가교 응력이 4.74MPa로 나타났으며, wc60ws의 경우 초기 응력이 1.5MPa, 최대 가교 응력이 5.62MPa로 나타났다.

표 2. 섬유 분포 특성

	PDF	wc60wos	wc60ws
fiber dispersion coeff.		0.311	0.321
F_n	Measured	8.95	9.94
	1D	16.7	
	2D	10.7	
	3D	8.37	



(a) wc60wos (b) wc60ws
그림 1. 섬유 방향에 대한 확률밀도함수

$$\sigma_B(\delta) = \alpha_{nf} \frac{4V_f}{\pi d_f^2} \int_0^{\pi/2} \int_0^{L_f/2} P(\theta, L_e, \delta) p(\theta) \cos(\theta) dL_e d\theta \quad (1)$$

4. 결론

배합별 섬유 분포 특성을 평가한 결과 배합별로 섬유 분산성, 단위 면적당 섬유 개수, 섬유 방향성이 상이하게 나타났다. 특히, 섬유 방향성은 2차원과 3차원으로 가정한 확률밀도함수와 매우 다른 양상을 보였다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 기초과학연구사업에서 콘크리트 균열제어연구단에 지원된 연구비에 의해 수행된 연구이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lin, Z., Kangda, T., and Li, V. C., On interface property characterization and performance of fiber reinforced cementitious composites, Concrete Science and Engineering(RILEM), vol.1, 1999, pp.173-184.
2. 김윤용, 김정수, 김희신, 하기주, 김진근, 마이크로역학에 의하여 설계된 ECC(Engineered Cementitious Composite)의 역학적 특성, Vol.17, No.5, 2005, pp.709-716.
3. 이방연, 이미지 프로세싱 기반 섬유 분포 특성 평가 및 섬유 분포 특성이 시멘트 복합체의 인장거동에 미치는 영향, 한국과학기술원 박사학위 논문, 2009.