

강섬유보강 경량폴리머 콘크리트의 변형 특성

Strain Properties of Steel Fiber Reinforced Lightweight Polymer Concrete

윤 준 노* · 성 찬 용 (충남대)
Youn, Joon-No* · Sung, Chan-Yong

Abstract

Lightweight polymer concrete with steel fiber can be used for thin panel, high building and large span structures due to its many advantages such as its durability, low weight, control of crack propagation, high strength and toughness. This study experimented about steel fiber reinforcement of lightweight polymer concrete using synthetic lightweight aggregate. The test result shows that the maximum strain and elastic modulus are in the range of 0.012~0.014 and $50.2 \times 10^3 \sim 51.0 \times 10^3$ kgf/cm², respectively. The flexural load-deflection curves after maximum load are shown in smoothly with increase of steel fiber content

I. 서 론

보통 시멘트 콘크리트에 비하여 폴리머 콘크리트 복합체는 압축·인장·휨 강도가 클 뿐만 아니라 내마모성, 내충격성, 내약품성, 전기 절연성, 방수성, 내동결융해성 등과 같은 물리·화학적 성능이 우수하지만, 재료적인 면에서 폴리머 콘크리트 자체의 일반적인 결점은 내화성이나 내열성이 약하고, 휨에 대하여 취성적으로 거동하며, 경화시 수축이 크다는 점인데 최근에는 이에 대한 많은 연구결과가 이루어져 상당한 개선을 가져오고 있으나 아직은 미흡한 실정이며, 주로 프리캐스트 제품으로 박스 및 파이프 등과 각종 판재로 적용되고 있으므로 압축과 휨 변형특성은 중요한 요인이 된다. 이러한 특성을 개선시키는데에는 섬유보강 폴리머 콘크리트가 효과적일 것으로 생각된다. 따라서, 본 연구에서는 폴리머 콘크리트의 단점을 개선하기 위하여 경량성을 부여한 경량 폴리머 콘크리트에 강섬유를 혼입한 강섬유보강 경량 폴리머 콘크리트에 대하여 적용범위를 넓히기 위한 자료를 제공코저 한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

1) 결합재

본 실험에 사용한 결합재는 코발트계 경화촉진제가 첨가되어 있는 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지, 메틸에틸케톤 프록사이드 55%인 DMP 용액의 개시제 및 구조부재로 사용할 경우 수축량에 의한 균열방지를 위한 폴리스틸렌을 스티렌 모노머에 용해시킨 수축 저감재를 사용하였다.

2) 충전재

충전재는 석회암을 분쇄하여 세분말화 한 국내산 탄산칼슘을 사용하였다.

3) 골재

굵은골재는 점토를 고온으로 가열하여 팽창·냉각시켜 만든 인공경량골재를 사용하였고, 잔골재는 퍼라이트를 사용하였으며, 골재의 함수량은 0.1% 이하가 되도록 110 ± 5 °C 인 건조기에서 24시간 건조시킨 후 냉각시켜 사용하였다.

4) 강섬유

강섬유는 국내에서 생산되고 있는 ASTM C 820 Type I의 강섬유(hooked-type round steel fiber)를 사용하였다.

2. 배합설계

강섬유 혼입율에 따른 특성을 구명하기 위하여 강섬유를 중량비로 0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%로 하였으며, 섬유뭉침 현상과 유동성이 저하되는 것을 방지하며 경제성을 고려하여 Table 1과 같이 배합비를 결정하였다.

Table 1. Mixing proportions of steel fiber reinforced lightweight polymer concrete (Unit : wt. %)

Mix type	Binder	Filler	Aggregate		Steel fiber	Total
			Coarse	Fine		
FRLP1	35	23	29.38	12.62	-	100
FRLP2			26.63	12.17	3.20	100
FRLP3			23.97	11.79	6.24	100
FRLP4			21.47	11.41	9.12	100

3. 시험방법

1) 응력-변형률 시험

KS F 2438 (콘크리트 원주시험체의 정탄성계수 및 푸아송비 시험방법)에 따라 원주시험체에 압축력을 가했을 때, 하중에 따른 응력- 변형률 관계를 구하였다.

2) 탄성계수 시험

탄성계수는 KS F 2438 (콘크리트 원주시험체의 정탄성계수 및 푸아송비 시험방법)에 규정된 2가지 방법 중 스트레인 게이지를 사용하는 방법으로 구하였다.

3) 휨변형 시험

휨파괴시험은 변위조절방식으로 KS F 2407에 의하여 하중과 중앙점 변위를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 응력-변형률

응력-변형률 시험결과 최대변형률은 0.012~0.014로 일반적인 시멘트 콘크리트와 보통

중량 폴리머 콘크리트에 비해 큰 것으로 나타났다. 일반적으로 경량굵은골재가 사용된 콘크리트는 최대 응력의 90%까지 응력-변형률 곡선이 선형적으로 나타나는 것으로 알려져 있으며, 경량폴리머 콘크리트의 응력-변형률 곡선에서도 파괴시까지 거의 직선적으로 변화하였고, 섬유 함량의 증가에 따라 최대 변형률이 증가하는 것으로 나타났다.

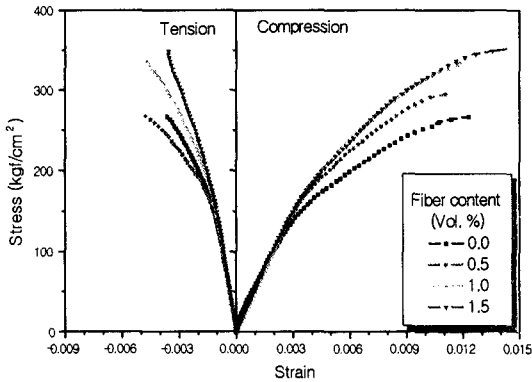


Fig. 1 Stress-strain curves for steel fiber reinforced lightweight polymer concrete

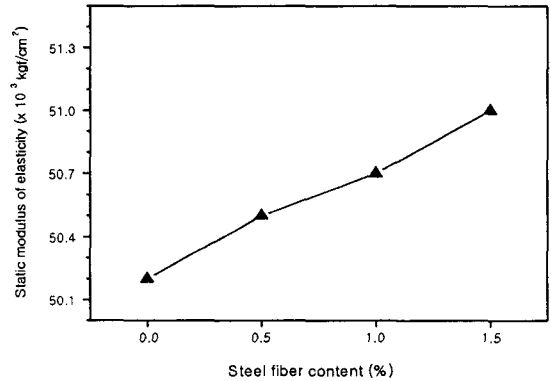


Fig. 2 Static modulus of elasticity for steel fiber reinforced lightweight polymer concrete

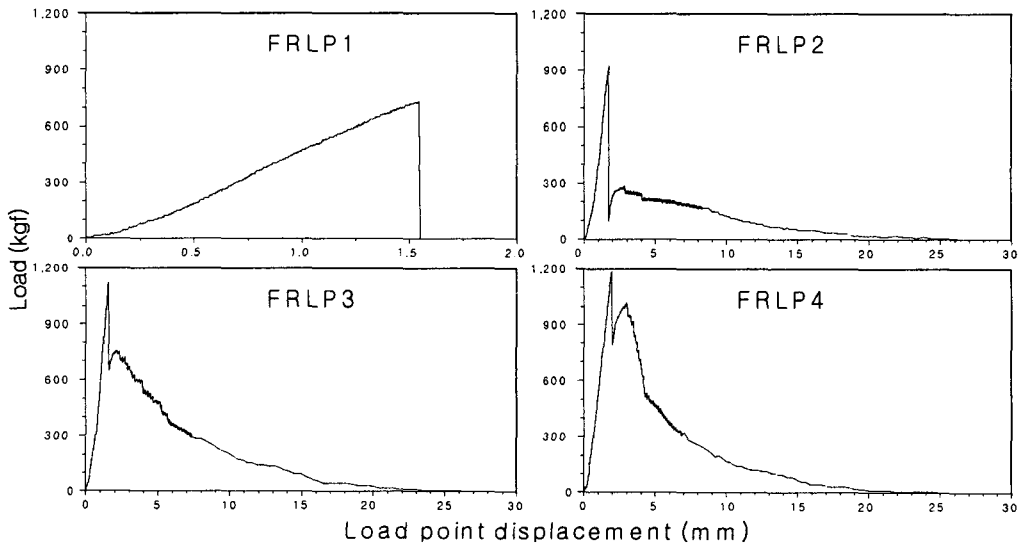


Fig. 3 Load-load point displacement curves for steel fiber reinforced lightweight polymer concrete

2. 탄성계수

강섬유보강 경량폴리머 콘크리트의 탄성계수는 $50.2 \times 10^3 \sim 51.0 \times 10^3$ kgf/cm²의 범위로, 강섬유를 혼입하지 않은 50.2×10^3 kgf/cm²에 비하여 0.6~1.6% 증가하는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 Patton, Whittaker 등의 섬유 혼입률이 1% 증가하면 섬유보강 콘크리트의 탄성계수는 거의 3.3%씩 증가한다는 결과와 비교하여 보면 상이한 결과를 나타내었으며, 강섬유의 혼입에 따라 탄성계수는 증가하는 것으로 나타났다.

3. 휨변형

강섬유보강 경량폴리머 콘크리트의 휨변형은 섬유의 혼입량이 증가함에 따라 휨시험체의 최대강도 이전의 변위는 거의 동일한 변위로 나타났으며, 섬유의 혼입이 파괴 이전에는 큰 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러나, 최대하중에서의 변위는 증가하는 것으로 관찰되었으며, 최대하중이후에는 섬유의 혼입량에 따라 균열 발생이후에 하중의 감소가 발생하다가 다시 하중이 상승하여 두 번째 최대하중점을 형성하게 되며 이때의 하중은 첫 번째 최대하중점보다 낮게 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 강섬유보강 경량폴리머 콘크리트의 적용범위를 넓히기 위한 자료를 제공코저 그 특성을 구명한 것으로 이 연구를 통하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 응력-변형률은 최대 변형률이 0.012~0.014로 크게 나타났고, 파괴시까지 거의 직선적으로 변화하였다.
2. 탄성계수는 $50.2 \times 10^3 \sim 51.0 \times 10^3$ kgf/cm²의 범위로, 강섬유를 혼입하지 않은 50.2×10^3 kgf/cm²에 비하여 0.6~1.6% 증가하는 것으로 나타났다.
3. 휨변형은 최대강도 이전에는 거의 동일한 변위로 나타났으며, 최대하중이후에는 섬유의 혼입량에 따라 균열 발생이후에 하중의 감소가 발생하다가 다시 하중이 회복된 후, 파괴되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 성찬용, R. N. Swamy, 1997, 경량골재 콘크리트의 공학적 성질에 관한 실험적 연구, 한국농공학회지, Vol. 39, No. 1, pp. 75-82.
2. Jenq, Y. S. and S. P. Shah, 1985, A fracture toughness criterion for concrete, Engineering Fracture Mechanics, Vol. 21, No. 5, pp. 1055-1069.
3. Shah, S. P., A. E. Naaman, and J. Moreno, 1983, Effect on confinement on the ductility of lightweight concrete, The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 5, No. 5, pp. 15-25.