

순환잔골재를 활용한 섬유 보강 콘크리트의 소성 및 초기 건조수축평가

An Evaluation of Plastic and Early Dry Shrinkage of Fiber Reinforced Concrete Using Recycled Aggregate

박 윤 미* 김 영 덕** 김 영 선** 김 호 동*** 김 규 용**** 김 무 한*****
Park, Yun Mi Kim, Young Duck Kim, Young Sun Kim, Ho Dong Kim, Gyu Yong Kim, Moo Han

ABSTRACT

Recently, the recycling and reusing of construction and demolition waste concrete is urgently required because generation quantity of construction and demolition waste concrete is greatly increased according to the rapid increasing of urban redevelopment project. On the other hand, the problem solution for demand and supply unbalance of fine aggregate is urgently required because of the restriction of collecting sea fine aggregate by intensification of environment influence evaluation and the shortage of river fine aggregate. but a quality of aggregate as building structure is not demonstrated.

Therefore it is the objective of this study to estimate plastic and early dry shrink crack of fiber reinforced concrete using a recycled aggregate by plat-ring test and mock-up test of exposure to the air. as a result, in case of plat-ring test, developing crack is wider using recycled aggregate concrete than natural aggregate concrete, is wider using fiber reinforced concrete than non fiber. in case of mock-up test of exposure to the air, it is similar to plat-ring test.

요 약

골재자원의 부족과 폐기콘크리트의 증가로 인하여 순환골재사용의 필요성이 증가되고 있다. 그러나 순환골재의 건조수축으로 인한 균열등과 같은 문제점이 지적되어 이에 대한 연구가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 순환골재에 관한 연구의 일환으로 순환잔골재를 활용한 섬유 보강 콘크리트의 소성 및 초기 건조수축균열을 판상-링형구속수축시험 및 모의부재 옥외폭로시험을 통하여 측정하였다. 그 결과 판상-링형구속수축시험의 경우 순환잔골재를 사용한 콘크리트가 천연 잔골재보다 균열발생이 크게 나타났으며 섬유혼입의 경우 무혼입보다 높은 균열 저감성능을 나타내었다. 모의부재 실험에 있어서도 판상-링형구속수축시험과 유사하게 순환잔골재를 사용한 콘크리트가 균열발생이 큰 것으로 나타났으며 섬유 혼입의 경우 높은 저감 성능을 나타내었다.

-
- * 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
 - ** 정희원, 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
 - *** 정희원, 단국대학교 섬유공학과, 교수·공학박사
 - **** 정희원, 충남대학교 건축공학과, 조교수·공학박사
 - ***** 정희원, 충남대학교 건축공학과, 명예교수·공학박사

1. 서론

최근 골재자원의 부족과 폐기콘크리트의 증가로 인하여 순환골재 사용의 필요성이 증가되고 있으며 정부의 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제정으로 순환골재의 사용은 정책적으로 의무화되고 있는 실정이다. 그러나 순환골재의 경우, 건조수축으로 인한 균열이나 내동해성 하락 등으로 인한 품질저하가 발생하기 쉽기 때문에 이에 대한 연구가 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 순환잔골재의 건조수축에 관한 연구로 수축저감용으로 개발된 폴리프로필렌(PVA)과 나일론(nylon)섬유를 사용하여 순환잔골재를 활용한 섬유보강 콘크리트의 소성 및 초기수축 균열을 평가하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 콘크리트 배합

본 연구의 실험계획은 표 1에 나타낸 바와 같이 W/B 55%, 단위수량 173kg/m³의 3성분계 콘크리트로 하였으며, 잔골재 종류 및 섬유 혼입을 요인으로 하여 천연 및 순환 잔골재를 사용하고 순환잔골재를 사용한 콘크리트에 한하여 폴리프로필렌(PVA)은 0.05%, 0.10%, 나일론(nylon)섬유는 0.05%를 각각 혼입하여 콘크리트의 자유건조수축변형, 판상링형 시험 및 모의 부재외폭로시험을 실시하고자 한다.

2.2 사용재료 및 시험방법

본 연구에 사용된 재료 및 섬유의 기초 물성을 표 2에 나타내었으며, 측정항목에 대한 시험방법으로 자유건조수축변형의 경우 콘크리트의 자유건조 수축량은 KS F 2424 『모르타르

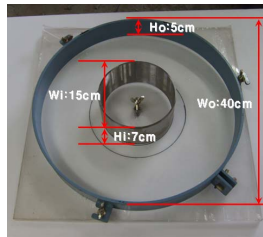


그림 1. 판상-링형구속수축 몰드

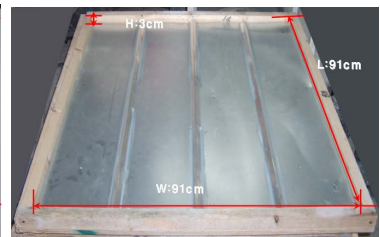


그림 2. 모의부재외폭로용 몰드

표 1. 실험계획 및 콘크리트 배합

시험체 기호 ¹⁾	W/B (%)	목 슬립프 ²⁾ (mm)	목 공기 량 (%)	잔골재율 (%)	대체율		단위 수량 (kg/m ³)	섬유		측정항목
					FA	BFS		종류	혼입율(%) ³⁾	
50N-0	55	160±20	4.5±1.5	47.5	15	10	173	-	0.00	·자유건조수축
50R-0								-	0.00	
50R-PVA005								PVA	0.05	·판상-링형구속수축 ·모의부재외폭로시험
50R-PVA01								PVA	0.10	
50R-Ny1005								Nylon	0.05	

주 1) 섬유종류 및 혼입율, 2) SP제는 콘크리트의 목표슬립프를 만족시키기 위한 첨가율, 3) 용적비

표 2. 사용재료의 기초물성

사용재료	기 초 물 성	사용재료	기 초 물 성
시멘트	분말도 : 3,770cm ² /g, 절건밀도 : 3.15 g/cm ³	혼화제	리그네티계 고성능 감수제, AE제
플라이애시	분말도 : 2,976cm ² /g, 절건밀도 : 2.13 g/cm ³	섬유	PVA  인장강도 : 900MPa, 직경 : 16μm 비중 : 1.26g/cm ³ , 섬유길이 : 12mm
고로슬래그	분말도 : 4,739cm ² /g, 절건밀도 : 2.99 g/cm ³		
굵은골재	절건밀도 : 2.65 g/cm ³ , 최대치수 : 25 mm		Nylon  인장강도 : 765MPa, 직경 : 23μm 비중 : 1.15g/cm ³ , 섬유길이 : 12mm
잔골재	절건밀도 : 2.58 g/cm ³ , 조립율 : 2.90(F.M.)		

및 콘크리트의 길이 변화 시험방법』을 참고하여 시험체 내부에 길이변화 센서를 매입하고 데이터 로거를 활용하여 측정하였으며, 판상-링형구속수축시험의 경우 ASTM C 1581-04 및 AASHTO PP-034규준에 건조수축균열 실험을 참고하여 원형 콘크리트 시험체의 중앙에서 원형 링에 의해 구속되도록 하고 고온건조기를 사용하여 35℃의 강제건조환경을 조성하여 균열발생을 유도하였다. 균열의 평가는 각 시험체를 48시간동안 소정의 환경에서 양생한 후 균열면적 및 형상을 관찰하여 평가하였다. 모의 부재 폭로 실험의 경우 사진 2와 같은 슬래브 부재를 상정한 몰드를 제작하여 모의부재의 표면에 발생하는 균열성상 및 균열면적을 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 자유건조수축변형

그림 3은 잔골재 및 섬유종류에 따른 자유건조수축변형 측정결과를 나타낸 것으로 잔골재의 종류의 경우 천연잔골재 콘크리트에 비하여 순환 잔골재 콘크리트의 수축이 재령40일에 100 μ m정도 큰 변형을 나타내었다. 섬유혼입에 경우 PVA의 경우 혼입율이 클수록 변형이 다소 컸으며 나일론의 경우 시간이 지남에 따라 수축변형의 증가폭이 감소되었다.

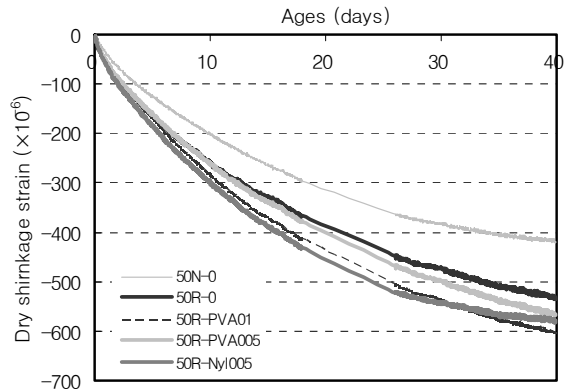


그림 3. 자유건조수축변형

3.2 판상-링형 구속수축시험

그림 4와 표 3은 판상-링형 구속수축시험의 균열형상 및 균열면적을 나타낸 것으로 천연잔골재를 사용한 콘크리트에 비하여 순환잔골재를 사용한 콘크리트의 균열면적이 32%정도 더 많이 발생하였고 섬유 혼입에 있어서 무혼입의 경우보다 PVA섬유 0.05%, 0.1%에서 각각 56%, 79% 저감하는 성능을 나타내었으며, nylon섬유 0.05% 혼입의 경우 76% 초기 균열이 저감되는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 균열형상에 있어서 중앙 구속 부분을 중심으로 방사형을 균열이 표면에 전반적으로 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

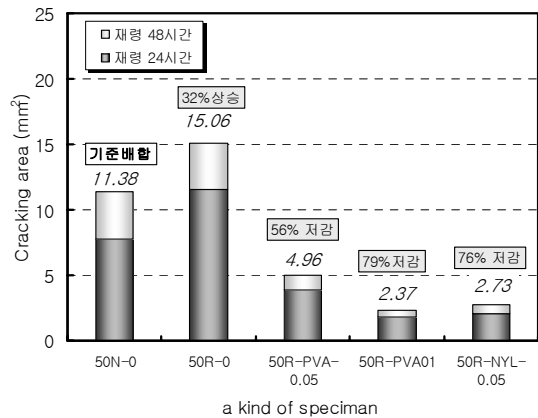


그림 4. 판상-링형구속수축의 균열면적

3.2 모의부재 옥외폭로 시험

표 4는 모의 부재 옥외폭로시험에 의해 발생된 균열외관형상 및 균열면적을 나타낸 것으로 천연잔골재 콘크리트에 비해 순환모래를 사용한 콘크리트의 슬래브 부재를 모사한 실험체의 균열면적이 크게 나타났으며 섬유혼입요인에 있어서는 균열발생이 매우 미미하게 나타났고, PVA섬유에 있어서 혼입율이 증가할수록 균열면적은 감소하는 경향이 나타났다. PVA 및 Nylon 섬유혼입 0.1%이하의 범위에서 모의부재 실험체 표면에 발생하는 균열을 제어하는 성능이 나타나 소량의 섬유혼입에 의한 균열저감 성능향상 가능성을 확인할 수 있었다.

표 3. 판상-링형구속수축의 균열형상











시험체종	50N-0	50R-0	50R-PVA005	50R-PVA01	50R-Ny1005
균열형상					

표 4. 모의부재폭로시험의 균열형상 및 균열면적

시험체종	50N-0	50R-0	50R-PVA005	50R-PVA01	50R-Ny1005
균열형상 및 균열면적 (mm ²)	 35.86	 42.64	 1.14	 0.63	 0.70

4. 결론

순환 잔골재를 사용한 섬유보강 콘크리트의 소성 및 초기 수축균열특성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 자유건조수축에 있어서 천연잔골재를 사용한 콘크리트가 순환잔골재를 사용한 콘크리트에 비해 변형이 크게 나타났고 섬유혼입에 있어서는 유사한 변형량을 나타내었다.
- (2) 판상-링형구속수축시험에 있어서 천연잔골재를 사용한 콘크리트에 비하여 순환잔골재를 사용한 콘크리트의 균열발생이 32% 정도 크게 발생하였으며, 섬유 혼입에 있어서는 50% 이상의 저감능을 나타내었다.
- (3) 모의부재 옥외폭로 시험에 의한 균열외관형상 및 균열면적의 평가 결과 PVA섬유는 혼입율이 증가할수록 균열면적은 감소하는 경향을 나타냈으며 이를 통해 소량의 섬유혼입에 의한 균열저감성능향상의 가능성을 확인할 수 있었다

감사의 글

본 연구는 2007년도 교육과학기술부의 기초과학연구사업 중 특정기초사업 「고품질 순환잔골재를 사용한 환경부하저감형 콘크리트의 내구성 및 장기안전성 향상 기술 개발」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

※ 논문에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김무한 외, 섬유보강 순환잔골재 모르타르 및 콘크리트의 공학적 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, Vol. 19, No. 1, 2007.5, pp.799~802
2. 名和 豊春, “鐵筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針案-概要とポイント《その1 °方針, 要求性能および設計限界状態》”, セメントコンクリート, No.719, 2007.1, pp.13~22