

강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 역학적 특성에 관한 연구

A Study on the Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete Mixed Steel Fiber

신 용 석*

조 철 희**

김 대 성***

김 정 섭****

Shin, Yong-Seok

Cho, Cheol-Hee

Kim, Dae-Sung

Kim, Jeong-Sup

Abstract

The rate of recycling of waste concrete, which represents the majority of construction-related waste, is increasing. However, a general recognition of the inferior quality of recycled aggregates and their lower grade of compressive strength, bending strength, shear strength, frost resistance and ductility make the application of recycled aggregates to structures insufficient. Therefore, this study conducted material and member experiments by adding steel fiber for the purpose of improving the properties of recycled aggregate concrete. To synthesize the experimental results, it was found that specimens with a 30% steel fiber admixture had levels of compressive strength, tensile strength and frost resistance that were equivalent to or higher than the standard specimen, and that concrete that had a 30% replacement of recycled aggregates with steel fiber was suitable for application to actual structures.

KeyWord : Steel Fiber, Recycled Aggregate, Mechanical Properties

1. 서 론

국내 사회기반시설의 확충, 건설규모의 대형화 등으로 건설산업 규모의 증가에 따라 콘크리트용 골재의 수요가 증가 되고 있다. 최근 천연골재의 고갈과 바다 모래 채취까지 극심한 제약을 받고 있는 상황에서 건설폐기물을 이용한 순환골재 사용은 최적의 대안으로 재평가되고 있다.

또한 대량의 건설폐기물은 재활용되지 못하고 불법 매립이나 불법 투기와 같이 부적합하게 처리됨으로써 환경오염 문제를 일으키고 있어 환경친화적 녹색건설산업의 발전에 발맞추어 건설폐기물의 재활용은 중요한 과제로 대두되고 있다.

순환골재의 재활용을 위해 2003년 12월 '건설폐기물활용촉진에관한법률'의 제정 이후 하위법령 등의 제정, 그리고 2005년 8월에 고시된 '순환골재 품질기준' 마련 등으로 인해 순환골재의 활용기반은 어느 정도 갖추어져 있다고 볼수 있다. 하지만 현재 정책 및 기준이 마련됨에도 불구하고 순환골재 수요자의 부정적인 인식과 재활용 제품의 낮은 품질로 인한 부정적 인식과 압축

강도, 휨강도, 전단강도, 동결융해 저항성, 연성 등의 낮은 강도 특성 때문에 순환골재를 구조물에 활용사례가 미비한 실정이다.

따라서 건설현장에서 순환골재 콘크리트의 적극적인 사용을 유도하기 위한 순환골재 콘크리트의 성질개선 및 구조성능에 대한 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 순환골재 콘크리트의 단점을 보완하고 성질을 개선하기 위하여 콘크리트에 강섬유를 혼입하여 압축강도, 인장강도, 내화도실험, 동결융해실험 등의 재료실험과 철근콘크리트 보의 전단 실험을 실시함으로써 일반 골재에 대한 순환골재의 적정 치환율(置換率)과 강섬유 혼입에 따른 순환골재 콘크리트의 역학적 특성을 규명하고 순환골재 콘크리트의 품질을 제고함으로써 효율적인 이용에 대한 가능성을 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 방법

실험은 강섬유 혼입 유무와 순환골재 치환율 0%, 30%, 60%로 원주형 공시체(Ø100×200mm)와 그림 1과 같은 부재실험체를 제작하여 실험체별로 파괴 압축강도, 쪼갬 인장강도, 내화도(耐火度), 동결융해 실험 등의 재료실험과 철근콘크리트 보의 전단 실험

* 정회원, 조선대학교 대학원 박사과정수료, 정회원

** 정회원, (주)한국구조안전연구원 대표이사, 공학박사, 교신저자 (cch7019@hanmail.net)

*** 정회원, 조선대학교 대학원 박사과정, 정회원

**** 정회원, 조선대학교 건축학부 교수, 공학박사, 정회원

험을 실시하여 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 재료 및 역학적 특성을 평가하고자 하였으며 표 1과 같이 실험을 계획하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		수준
배합사항	W/C(%)	45
	순환골재 치환율(%)	0, 30, 60
	슬럼프(mm)	150±10
	공기량(%)	4.4±1.5

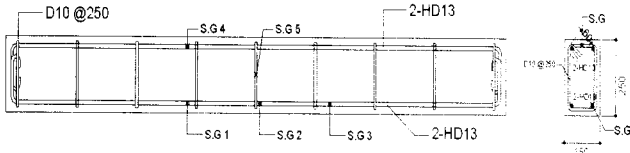


그림 1. 부재실험체 철근 배근 상세도



사진 1. 부재실험체 전단 실험 전경

2.2 사용재료

본 연구에 사용된 잔골재와 굵은골재, 순환골재는 KS F 2502(골재의 체가름 시험 방법)와 KS F 2573(콘크리트용 순환골재)의 규격에 적합한 골재를 사용하였으며 골재의 물리적 성질은 표 2와 같다.

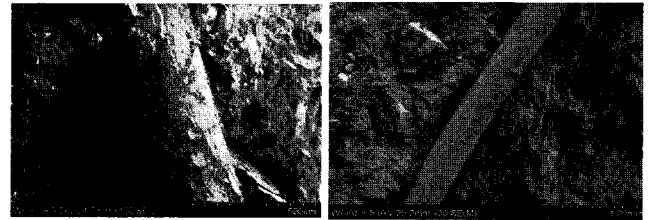
표 2. 골재의 물리적 성질

골재종류	최대치수 (mm)	밀도 (g/cm³)	흡수율 (%)	조립율 (F.M)	단위용적질량 (kg/cm³)
잔골재	5	2.61	1.05	2.69	1,645
굵은골재	20	2.67	1.24	6.83	1,550
순환골재	20	2.61	2.63	6.64	1,520

본 연구에 사용된 강섬유는 K사 제품을 사용하였으며 강섬유의 물리적 특성은 표 3과 같다.

표 3. 강섬유의 물리적 성질

밀도 (g/cm³)	파괴시 변형률 (%)	극한 변형률 (%)	인장강도 (MPa)	휨탄성계수 (MPa)
7.86	~0.3	0.5~3.5	0.77~2.1×103	2.1×105



(a) WC30-S (b) WC60-S

사진 2. 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트 내부 S.E.M

사진 2는 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 강섬유와 콘크리트의 부착된 부분을 S.E.M 촬영한 것이다.

2.3 배합계획

실험체에 사용된 콘크리트는 설계기준강도 24 MPa, 콘크리트의 배합순서는 잔골재, 시멘트, 혼화재, 굵은골재와 같은 순서로 투입하였으며, 비빔을 한 후 KS F 2402(포틀랜드 시멘트 콘크리트)의 슬럼프 시험 방법의 규격에 의하여 슬럼프를 확인한 후 부어 넣기 하였다. 콘크리트 배합표는 표 4와 같다.

표 4. 콘크리트 배합표

종류	재료	W/C (%)	치환율 (%)	중량 배합(kg/m³)						
				C	S	G	WC	AE	W	Fiber
45	WC0-N	0	0	365	743	975	0	3.7	164.3	0
			0	365	743	975	0	3.7	164.3	3.7
	WC30-N	30	30	365	743	683	284	3.7	164.3	0
			30	365	743	683	284	3.7	164.3	3.7
	WC60-N	60	60	365	743	390	568	3.7	164.3	0
			60	365	743	390	568	3.7	164.3	3.7

3. 실험결과 및 고찰

3.1 재료실험

3.1.1 압축강도 실험결과

재료실험용 공시체는 변수 및 재령별로 6개씩 제작하여 실험을 실시하였으며, 강섬유 혼입 유무에 따른 순환골재콘크리트의 압축강도 실험 결과는 표 5 및 그림 2와 같다.

표 5. 재령별 압축강도 실험결과

실험체명	압축강도(MPa)					
	7일	14일	28일	56일	185일	365일
WC0-N	21.7	22.7	25.2	26.6	28.6	30.3
WC30-N	20.6	22.0	24.3	25.3	27.0	28.9
WC60-N	17.7	20.3	21.5	22.6	25.3	27.0
WC0-S	24.1	24.6	27.6	29.2	30.1	30.8
WC30-S	22.5	23.8	26.5	27.5	29.2	30.0
WC60-S	19.3	21.7	23.3	24.6	26.3	27.7

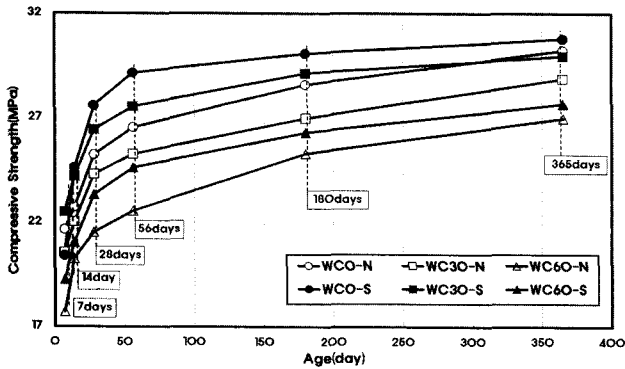


그림 2. 콘크리트의 재령별 압축강도

순환골재 0%, 30% 실험체는 재령 28일에서 설계기준강도 24MPa이상의 강도발현을 보였으며 WC60-N 실험체는 10% 정도, WC60-S 실험체는 3% 정도 설계기준강도 보다 낮게 나타났다.

강섬유를 무혼입한 순환골재 콘크리트의 압축강도 실험결과를 재령별로 비교하였을 경우, 기준실험체(WC0-N)의 재령별 압축강도에 비해 WC30-N 실험체는 94~97% 정도로서 기준실험체와 유사한 강도 발현을 보였으나 WC60-N 실험체는 86~94% 정도로 기준실험체보다 다소 낮은 압축강도를 보였다.

순환골재 60% 실험체가 재령 28일에 설계기준강도 이하의 강도를 발현 및 순환골재 치환율이 증가할수록 압축강도 저하현상은 순환골재의 표면에 붙어있는 미립분과 순환골재 내부의 공극 특성 등에 의한 흡수율 증가, 순환골재 강도 등으로 인해 순환골재 혼입량이 증가할수록 압축강도는 저하하는 것으로 사료된다.

강섬유를 혼입한 순환골재 콘크리트의 압축강도 실험결과를 재령별로 비교하였을 경우, WC0-S의 재령별 압축강도에 비해 WC30-S 실험체는 93~97% 정도, WC60-S 실험체는 80.1~89.9% 정도 압축강도 발현을 보였다.

기준실험체와 강섬유 혼입 순환골재 치환율별로 압축강도를 비교했을 경우, WC0-S 실험체는 7~11% 정도, WC30-S 실험체는 2~5% 정도 기준실험체보다 높은 압축강도 발현을 보였다. WC60-S 실험체는 4~11% 정도 기준실험체보다 낮은 압축강도 발현을 나타냈다.

강섬유의 혼입 유무에 따라 비교했을 경우, WC0-S 실험체는 WC0-N 실험체에 비해 2~11% 정도, WC30-S 실험체는 WC30-N 실험체에 비해 4~10% 정도, WC60-S 실험체는 WC60-N 실험체에 비해 3~9% 정도 높게 나타나 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 압축강도의 증대효과가 있는 것으로 사료된다.

3.1.2 쪼갠 인장강도 실험결과

강섬유 혼입 유무에 따른 순환골재콘크리트의 쪼갠 인장강도 실험 결과는 표 6 및 그림 3과 같다.

표 6. 재령별 쪼갠 인장강도 실험결과

실험체명	쪼갠 인장강도 (MPa)				쪼갠 인장강도/압축강도 (%)			
	7일	14일	28일	56일	7일	14일	28일	56일
WC0-N	2.1	2.3	2.5	2.7	9.5	10.2	9.9	10.0
WC30-N	2.0	2.2	2.5	2.6	9.8	10.0	10.2	10.2
WC60-N	1.7	2.0	2.1	2.3	9.8	9.6	9.9	10.1
WC0-S	2.3	2.5	2.8	3.0	9.6	10.0	10.3	10.1
WC30-S	2.2	2.4	2.7	2.7	9.8	10.1	10.2	9.9
WC60-S	1.8	2.0	2.4	2.5	9.4	9.6	10.4	10.2

강섬유를 무혼입한 순환골재 콘크리트의 인장강도 실험결과를 재령별로 비교하였을 경우, 기준실험체의 재령별 압축강도에 비해 WC30-N 실험체는 95~100% 정도로 기준실험체와 유사한 강도 발현을 보였으나 WC60-N 실험체는 81~87% 정도로 기준 실험체보다 낮은 인장강도를 보였다.

강섬유를 혼입한 순환골재 콘크리트의 인장강도 실험결과를 재령별로 비교하였을 경우, WC0-S의 재령별 압축강도에 비해 WC30-S 실험체는 90~96% 정도, WC60-S 실험체는 78~86% 정도 압축강도 발현을 보였다.

강섬유를 혼입하면 인장강도는 약간 증가하지만 순환골재의 치환율이 증가할수록 인장강도가 저하되는 경향을 보였다. 이는 압축강도 저하원인과 동일한 요인에 의한 것으로 사료된다.

강섬유의 혼입 유무에 따라 순환골재 콘크리트의 인장강도를 비교한 결과, WC0-S 실험체가 WC0-N 실험체 보다 9~12% 정도, WC30-S 실험체가 WC30-N 실험체 보다 4~8% 정도, WC60-S 실험체가 WC60-N 실험체 보다 6~14% 정도 높게 나타났다.

이는 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 인장강도의 증대효과는 기대할 수 있는 것으로 사료된다.

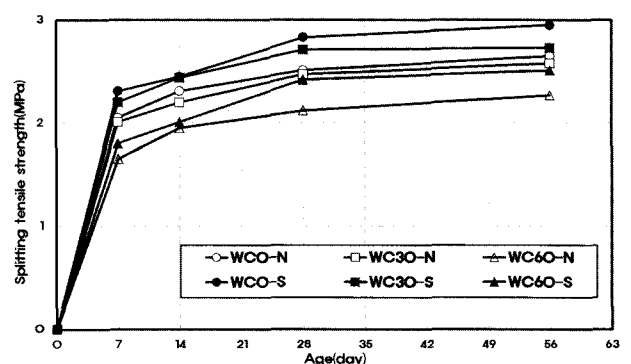


그림 3. 콘크리트의 재령별 인장강도

실험체의 압축강도와 인장강도의 비는 보통 콘크리트와 마찬가지로 순환골재와 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트도 콘크리트의 압축강도의 약 1/10 범위 내에 있어, 보통 콘크리트와 동등한 수준의 인장강도 발현을 확인할 수 있었다.

3.1.3 내화도 실험결과

표 7 및 그림 4는 재령 365일 경과 후 보통 콘크리트와 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트를 D사의 -50~1,300℃까지 디지털 온도조절이 가능한 내화도 실험기를 이용하여 200℃, 400℃, 600℃, 800℃의 온도별로 60분간 가열한 후 압축강도 결과 및 압축강도 손실률을 나타낸 것이다.

내화도 실험 후 압축강도 실험 결과, 순환골재 치환율이 증가할수록 내화도 실험 후 압축강도 손실률은 약간 증가하는 경향을 보였다.

내화도 실험 후 공시체의 표면 변색의 변화는 온도가 높아질수록 밝은 회색으로 변하였으며 내화도 800℃ 가열 후 실험체는 다수의 균열이 발생하였다.

표 7. 내화도 실험 후 압축강도 실험결과

실험체명	내화도 실험 후 압축강도(MPa)				
	상온	200℃	400℃	600℃	800℃
WC0-N	26.6	26.9(11.1)	25.0(17.5)	20.4(32.5)	10.3(66.0)
WC30-N	29.2	25.5(11.6)	23.6(18.3)	19.4(32.8)	9.6(66.8)
WC60-N	25.3	23.7(12.2)	22.1(18.1)	18.6(33.7)	8.9(67.0)
WC0-S	27.5	27.8(9.8)	25.5(17.1)	21.2(31.2)	11.9(61.3)
WC30-S	22.6	26.4(12.1)	24.7(17.6)	20.5(32.5)	10.9(63.5)
WC60-S	24.6	24.3(11.3)	22.8(17.6)	18.7(32.4)	10.8(60.9)

* 주() 안의 비율은 비내화 기준실험체에 대한 압축강도 손실률(%)

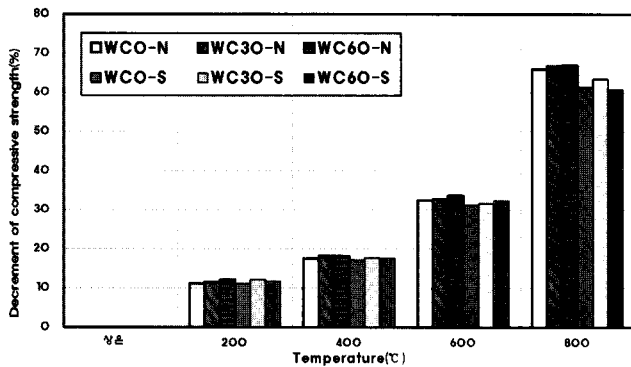


그림 4. 내화도 실험 후 압축강도 손실률

내화도 실험 후 압축강도 손실률은 내화온도 200℃에서는 11% 정도, 400℃에서는 17% 정도, 600℃에서는 30% 정도, 800℃에서는 60% 정도의 일정한 압축강도 손실률을 보였으며 특히 800℃ 가열 후 압축강도 손실률은 600℃ 가열 후 압축강도 손실률보다 100% 정도 증가를 보였다.

강섬유 혼입한 실험체는 무혼입 실험체보다 온도별로 다소 낮은 압축강도 손실률을 보여 강섬유를 혼입함으로써 내화성이 약간 증대되는 경향을 나타내었다.

추후 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 내화성 및 폭렬에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3.1.4 동결융해 실험결과

동결융해 실험은 KS F 2456(급속동결융해에 대한 콘크리트의 저항시험 방법, 2003.11)의 방법 B에 준한 ‘공기 중 급속 동결 및 수중 급속융해법’으로 실시하였다.

이때 2시간 사이에 4℃에서 -18℃로 하강시키고 -18℃에서 4℃로 상승시키는 것을 1사이클로 하여 매 50 사이클 간격으로 300사이클까지 KS F 2437(공명 진동에 의한 콘크리트의 동탄성 계수 및 동 푸아송비의 시험방법, 2003.11)에 따라 공명 진동식 동탄성계수 측정기를 이용하여 시편의 동탄성계수를 측정하였다.

강섬유 혼입 유무 및 순환골재 치환율에 따른 순환골재 콘크리트의 동결융해 실험결과는 표 8 및 그림 5와 같다.

동결융해 사이클별로 섬유 무혼입 실험체는 0.7~9.1% 정도, 강섬유 혼입 실험체는 0.7~8.7% 정도 상대동탄성계수 감소를 보였다.

또한 순환골재 치환율에 따라 비교했을 경우, 순환골재 치환하지 않은 실험체보다 순환골재를 치환한 실험체의 상대동탄성계수가 0.1~1.4% 정도 높게 나타났다.

이러한 현상은 순환골재 치환율이 증가할수록 내동해성이 저하된다는 기존의 연구결과와는 다소 상이한 결과로, 이는 기존 연구에 사용되었던 순환골재의 흡수율이 7% 이상으로 현재 KS F 2573(콘크리트용 순환골재, 2006.12)의 1종의 3% 이하의 기준을 만족하지 못했던 품질에서 기인한 것으로 사료된다.3),4)

동일 순환골재 치환율에 따른 섬유 혼입 유무에 따라 상대동탄성계수를 비교했을 경우, 0.1~0.6% 정도 상대동탄성계수 차이를 보여 순환골재 콘크리트에 섬유를 혼입함으로써 내동해성의 효과는 미비한 것으로 사료된다.

표 8. 동결융해 실험결과

실험체명	상대동탄성계수(%)							
	Cycle	0	50	100	150	200	250	300
WC0-N	100	98.9	96.8	95.3	94.7	92.1	90.9	
WC30-N	100	98.9	96.9	95.5	94.9	93.5	91.2	
WC60-N	100	99.3	97.4	96.1	95.3	93.5	91.5	
WC0-S	100	99.1	97.2	95.4	94.7	93.1	91.3	
WC30-S	100	99.0	97.5	95.7	95.0	93.3	92.0	
WC60-S	100	99.3	97.4	96.3	95.3	93.8	92.5	

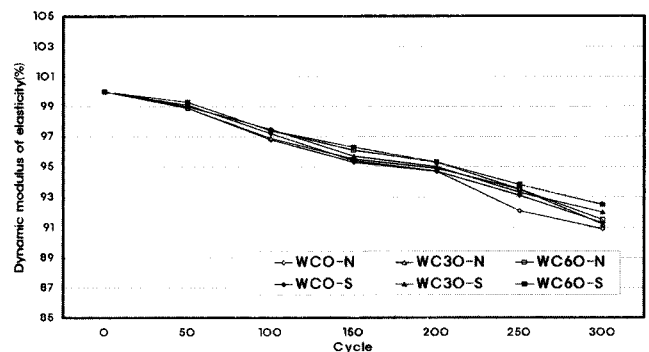


그림 5. 동결융해 실험결과

3.2 부재실험

3.2.1 실험결과

본 연구에서 인장철근이 항복할 때의 강도를 항복강도로 간주하고 압축단 콘크리트의 변형률이 파단 변형률에 도달했을 때의 강도를 최대강도로 간주하였다.

강섬유의 혼입 유무에 따른 순환골재 부재 실험체의 전단 실험 결과는 표 9 및 그림 6과 같다.

강섬유의 무혼입 순환골재 부재실험체의 전단 실험결과,

WC0-N 실험체가 WC30-N 실험체에 비해서 8.2% 정도, WC60-N 실험체에 비해서 32.0% 정도 전단강도가 높은 경향을 보였다

표 9. 부재 실험체별 전단 실험결과

실험체명	초기균열응력		항복강도		전단강도	
	σ_{cu} (MPa)	δ_{cu} (mm)	σ_y (MPa)	δ_y (mm)	σ_u (MPa)	δ_u (mm)
WC0-N	1.17	0.18	4.78	4.07	5.83	10.74
WC0-S	1.33	0.49	4.84	4.75	5.92	15.15
WC30-N	1.07	0.20	4.39	3.85	5.35	6.68
WC30-S	1.15	0.20	4.45	3.99	5.47	9.97
WC60-N	1.10	0.35	3.26	2.65	3.96	4.24
WC60-S	1.00	0.29	3.65	3.09	4.68	5.35

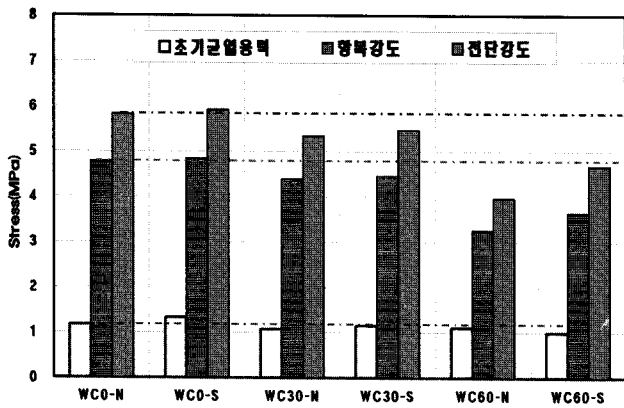


그림 6. 부재 실험체의 전단 실험결과

강섬유를 혼입한 순환골재 철근콘크리트 실험체의 전단실험 결과, 순환골재의 치환량이 증가할수록 극한전단강도는 7.6~20.9% 정도 감소하는 경향을 보였다.

강섬유의 혼입 유무에 따라 순환골재 실험체의 전단 실험결과를 비교했을 경우, WC0-S 실험체가 WC0-N 실험체 보다 1.6% 정도, WC30-S 실험체가 WC30-N 실험체보다 2.3% 정도, WC60-S 실험체가 WC60-N 실험체보다 15.4% 정도 극한전단 강도가 증가하였다.

3.2.2 부재 실험체의 연성 평가

본 연구에서는 구조물이 견딜 수 있는 최대하중을 더 이상 지지할 수 없을 때 파괴된다고 하는 파괴의 개념에 따라 ACI Committee 363의 연성계수 정의하는 다음 식을 적용한다.

표 10 및 그림 7은 강섬유 혼입 유무에 따른 순환골재 부재실험체의 연성계수를 나타낸 것으로 WC0-N 실험체가 2.64, WC30-N 실험체가 1.75, WC60-N 실험체가 1.63으로 WC0-N 실험체에 비해 WC30-N 실험체는 34%, WC60-N 실험체는 38% 정도 연성계수가 낮게 평가 되었다.

표 10. 부재 실험체별 연성계수

실험체명	항복강도		극한전단강도		연성계수 μ_u	연성비 실험값/ 기준값
	σ_y (MPa)	δ_y (mm)	σ_u (MPa)	δ_u (mm)		
WC0-N	4.78	4.07	5.83	10.74	2.64	1.00
WC0-S	4.84	4.75	5.92	15.15	3.15	1.25
WC30-N	4.39	3.85	5.35	6.68	1.75	0.67
WC30-S	4.45	3.99	5.47	9.97	2.51	0.95
WC60-N	3.26	2.65	3.96	4.24	1.63	0.62
WC60-S	3.65	3.09	4.68	5.35	1.76	0.67

강섬유를 혼입한 순환골재 실험체의 연성계수는 WC0-S 실험체가 3.15, WC30-S 실험체가 2.51, WC60-S 실험체가 1.76으로 WC0-N 실험체에 비해 WC30-S 실험체는 21% 정도, WC60-S 실험체는 44% 정도 연성계수가 낮게 평가되었다.

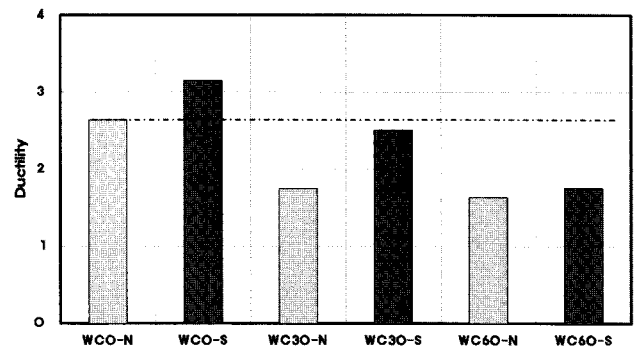


그림 7. 부재실험체별 연성계수

강섬유의 혼입 유무에 따른 순환골재 동일 치환량에 따라 연성계수를 비교했을 경우, WC0-S 실험체는 WC0-N 실험체 보다 19% 정도, WC30-S 실험체는 WC30-N 실험체 보다 29% 정도, WC60-S 실험체는 WC60-N 실험체보다 5% 정도 연성이 높게 평가되었다.

WC0-N 실험체와 강섬유 혼입 순환골재 실험체의 연성계수에 의해서 비교했을 경우, WC0-N 실험체에 비해 WC0-S 실험체는 19% 정도 연성이 높게, WC30-S 실험체는 5%, WC60-S 실험체는 33% 정도 연성계수가 낮게 평가되었다.

실험체별 연성을 종합하면 순환골재의 치환율이 증가할수록 연성이 저하되었으며, 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 연성이 증가하여 순환골재를 치환에 의한 취성파괴 현상을 연성파괴로 유도효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 순환골재를 콘크리트용 대체 굵은골재로 사용하기 위해 순환골재 치환율(0%, 30%, 60%), 강섬유의 혼입 유무에 따라 실험체를 제작하여 순환골재 및 강섬유가 철근콘크리트에 미치는 역학적 특성을 파악하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 재령별 압축강도 실험결과, 순환골재의 치환율이 증가할수록 재령별로 강섬유 무혼입 실험체는 3.1~18.3%, 강섬유 혼입한 실험체는 1.7~20.1% 정도 저하되는 경향을 보였다. 강섬유 혼입 유·무에 따라 비교할 경우, 강섬유 혼입한 실험체가 무혼입 실험체 보다 2.5~11.3%정도 높게 나타났다.
- 2) 재령별 쪼갬 인장강도 실험결과, 순환골재의 치환율이 증가할수록 재령별로 강섬유 무혼입 실험체는 1.6~19.5%, 강섬유 혼입 실험체는 0.4~22.1% 정도 낮은 경향을 보였다. 강섬유 혼입 유·무에 따라 비교할 경우, 강섬유 혼입 실험체가 무혼입 실험체 보다 3.0~13.0% 정도 높게 나타났다. 압축강도 결과와 인장강도 결과를 토대로 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입하면 압축강도 및 인장강도 증대 효과가 있는 것으로 사료된다.
- 3) 내화도 실험 후 압축강도 실험 결과, 무혼입 및 혼입실험체에서 순환골재의 치환율이 증가할수록 압축강도는 보통 콘크리트에 비해 다소 저하하는 것으로 나타났다.
- 4) 콘크리트의 동결융해 실험결과, 순환골재 치환율이 증가할수록 내동해성이 저하된다는 기존의 연구결과와는 달리 순환골재를 치환하지 않은 실험체보다 순환골재를 치환한 실험체의 상대동탄성계수가 0.1~1.4% 정도 높게 나타났다. 동일 순환골재 치환율에 따른 섬유 혼입 유무에 따라 상대동탄성계수를 비교했을 경우, 강섬유 혼입 실험체는 0.1~0.6% 정도 상대동탄성계수가 높게 나타나 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 내동해성이 향상되는 것으로 사료된다.
- 5) 강섬유 혼입 유·무에 상관없이 순환골재의 치환율이 증가할수록 항복강도 및 전단강도는 감소하였다. 강섬유를 혼입함으로써 WC0-S 1.6% 정도, WC30-S 실험체는 2.3% 정도, WC60-S 실험체는 15.4% 정도 전단강도가 증가하였다. 또한, 순환골재 치환율이 증가할수록 연성계수는 저하되었으며, 강섬유를 혼입한 WC0-S 실험체는 2.3% 정도,

WC30-S 실험체는 14.5% 정도, WC60-S 실험체는 25.3% 정도 연성계수가 향상 되는 것으로 나타났다.

- 6) 각종 재료실험과 부재실험 결과를 통해 역학적 특성을 종합한바, 순환골재 콘크리트에 강섬유를 혼입함으로써 순환골재를 일반 쇄석에 대하여 순환골재 치환율 30% 정도 까지 치환하여 사용하여도 일반 쇄석을 사용한 콘크리트와 거의 유사한 압축강도, 인장강도, 내동해성, 전단강도, 연성 등의 역학적 특성을 갖는 것으로 나타나 실제 구조물에 대한 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김우석, 강섬유 보강 콘크리트의 거동에 관한 연구, 박사학위논문, 금오공과대학교, 2003.2
2. 김정섭의 3인, 부순 적벽돌 혼입량에 따른 철근콘크리트 보의 역학적 특성에 관한 연구, 한국구조물진단유지관리학회, 제12권 제2호, pp.83~90, 2008.3
3. 김정섭의 4인, 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 구조적 특성에 관한 연구, 한국건축시공학회지, 제8권 제5호, pp.35~42, 2008.10
4. 서치호의 1인, 재생골재 콘크리트의 내구특성에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회논문집, 제17권 제3호, pp.385~392, 2005.6
5. 양근혁 외 2인, 골재의 함수상태가 순환골재 콘크리트의 특성에 미치는 영향, 대한건축학회 논문집, 제21권 10호, pp.103~110, 2005.10.
6. 이성규, 강섬유 혼입 순환골재 콘크리트의 전단거동에 관한 연구, 석사학위논문, 조선대학교, 2009.2
7. 최희복 외 4인, 순환골재콘크리트의 공학적 특성 및 내구성 대한건축학회논문집, 제23권 제2호, pp.125~132, 2007.9.

(접수 2009. 6. 30, 심사 2009. 7. 16, 게재확정 2009. 7. 23)

요 약

건설 폐기물의 대부분을 차지하는 폐콘크리트를 처리하여 재활용하는 비율이 증가하고 있다. 하지만 재활용 골재의 낮은 품질로 인한 부정적 인식과 압축강도, 휨강도, 전단강도, 동결융해 저항성, 연성 등의 낮은 강도 특성 때문에 순환골재를 구조물에 활용사례가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 순환골재 콘크리트의 성질 개선을 목적으로 강섬유를 혼입하여 재료실험과 부재실험을 하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 각종 실험결과를 종합한바, 강섬유 혼입 순환골재 30% 실험체는 기준실험체와 동등 이상의 압축강도, 인장강도, 전단내력, 동결융해 저항성을 갖는 것으로 나타나, 순환골재 치환율 30%까지는 실제 구조물에 대한 적용이 가능할 것으로 사료된다.

키워드 : 강섬유, 순환골재, 역학적 특성