

재생골재콘크리트의 길이변화 및 동결융해 저항성에 대한 실험적 특성 고찰

Characterization of Length change and Free-Thaw Resistance of Recycled Aggregate Concrete

심종성^{*}

박철우^{**}

박성재^{***}

김길중^{****}

김태광^{****}

Sim, Jong-Sung Park, Cheol-Woo Park, Sung-Jae Kim, Kil-Jung Kim, Tae-Gwang

ABSTRACT

Social and environmental pressures draw greater significance on the recycling of the waste. Particularly, waste concrete is particularly crucial among the construction wastes in terms of conservation of natural construction resources as well as disposal crisis. The technology to recycle the waste concrete has been improved. This study has various replacement levels of natural fine aggregate with recycled fine aggregate while coarse aggregate is completely replaced with the recycled coarse aggregate and herein fundamental properties investigated include compressive strength, shrinkage and dynamic modulus of elasticity. As a result, it is anticipated that the recycled aggregate concrete can be successfully applied to structural concrete members provided a proper recycling process, mix design and curing method are practiced.

1. 서론

최근 재생골재의 생산설비 및 처리기술의 발달로 천연골재와 유사한 품질을 갖는 재생골재가 생산되면서 재생골재콘크리트의 품질향상과 효과적인 활용을 기대할 수 있게 되었다. 재생골재에 대한 연구결과에 의하면 재생골재를 구조부재로서 사용하기 위한 프리캐스트 제품 적용성 검토결과 강도면에서는 충분히 적용 가능한 것으로 나타났다¹⁾. 그러나 내구적 특성과 관련하여 일반골재와 비교시 재생골재가 내구성 저하를 나타내는데, 이러한 원인은 생산과정에서 재생골재 표면의 불순물의 영향으로 일반골재에 비하여 낮은 강도와 높은 흡수율등의 특성을 나타내어 보다 더 세심한 연구가 필요한 실정이다. 최근까지 재생골재에 대한 일반적인 연구에서 강도 및 내구성평가 항목인 염소이온침투저항성 및 탄산화침투깊이측정시험은 상당부분 연구된바있으나 재생골재콘크리트의 주요특성인 높은 흡수율에 대한 건조축축특성과 동결융해에 관한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 내구적 사용특성에 대한 기초연구자료를 제시하고자 재생골재 100%혼입, 재생잔골재 혼입율, 혼화제의 사용 및 양생조건에 따른 각 변수별 콘크리트의 길이변화시험과 동결융해에 대한 저항성실험을 실시하였다.

*정회원, 한양대학교 토목환경공학과 교수

**정회원, 한양대학교 토목환경공학과 연구교수

***정회원, 한양대학교 토목환경공학과 대학원 박사수료

****정회원, 한양대학교 토목환경공학과 대학원 석사과정

2 실험

2.1 재료

본 실험에 사용된 일반굵은골재는 경기도 포천산 쇄석이고, 일반잔골재는 강모래와 해사가 동일비율로 혼합되어 있는 것을 사용하였다. 재생골재는 굵은골재와 잔골재 모두 KS F 2573의 기준에 만족하는 1종 재생골재를 사용하였으며, 배합설계 목표강도는 35MPa을 기준으로 하였다 [표1, 표2].

표 1 골재의 재료 물성

	재생굵은골재	재생잔골재	일반굵은골재	일반잔골재
흡수율(%)	1.82	4.55	1.84	1.16
비중	2.61	2.43	2.62	2.61
조립율	7.81	3.99	7.81	3.62

표 2 콘크리트용 재생골재 (KS F 2573)

흡수율(%)	재생굵은골재			재생잔골재	
	1종	2종	3종	1종	2종
	3이하	5이하	7이하	5이하	10이하
비중	2.2이상			2.2이상	

2.2 배합

일반굵은골재와 재생굵은골재의 미혼입, 100% 혼입으로 구분하여 변수를 설정하였다 [표3]. 또한 잔골재는 일반잔골재와 재생잔골재의 혼입율을 0, 20, 40, 60, 80, 100%로 구분하였으며, 혼화제 사용과 미사용으로 나누어 배합을 실시하였다.

표 3 배합표

시험체명	W/C (%)	S/a (%)	물 (kg/m ³)	시멘트 (kg/m ³)	굵은골재 (kg/m ³)		잔골재 (kg/m ³)		AE제 (kg/m ³)	AE 감수제 (kg/m ³)
					일반	순환	일반	순환		
NN	38.4	50.2	189	493	792	0	795	0	2	47
RN					0	792	786	0		
RR20					634	148	0	786		
RR40					475	295	0	786		
RR60					317	442	0	786		
RR80					158	590	0	786		
RR100					0	737	0	786		

2.3 재생골재콘크리트의 압축강도 시험

재생골재콘크리트의 압축강도시험을 위해 콘크리트의 압축강도 시험방법 [KS F 2405]에 의거하여 28일 양생 후 압축강도 시험을 하였다.

2.4 길이변화 및 동결융해 시험

길이변화시험은 모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법 [KS F 2424] 에 의거하여 시험을 실시하였다. 시험체를 제작시 시험체 양 끝단에 게이지 플러그를 삽입 제작하였으며, 시험체의 크기는 10×10×40cm로 하였다. 각 시험체는 습윤과 기건상태로 양생 후, 온도 23±2℃, 습도 50%의 조건에서 길이변화측정을 7일주기로 1회 측정하여, 42주 동안 실시하였다. 동결융해시험은 동결융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법 [KS F 2456] 에 의거하여 실시하였다. 10×10×40cm의 공시체를 제작하여 각

각 습윤과 기건양생을 실시한 후 실험 시작 전 초기 동탄성계수를 측정하였고, 매 30cycle 마다 -16℃ 상태에서의 동결과 +4℃에서의 용해를 반복하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 재생골재를 사용한 콘크리트의 압축강도

일반골재콘크리트와 비교하여 재생굵은골재를 혼입한 RN시험체의 경우 강도는 약 91%를 나타내었으며, 재생골재의 혼입률이 증가할수록 압축강도는 감소하는 경향이 나타났다. 또한, 재생잔골재 혼입률에 따른 압축강도 감소율의 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. AE제를 사용한 것과 미사용한 것 중에서 습윤 및 기건양생을 실시하였다. 모든 시험체가 재령 28일에 배합기준 압축강도 35MPa를 초과하여 나타났다.

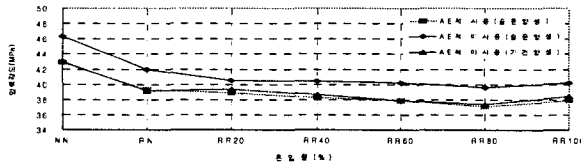


Fig. 1 재생골재를 혼입한 콘크리트의 압축강도 변화

3.2 길이변화 시험

길이변화 측정결과는 습윤, 기건양생을 나누어서 실시하여 그 결과를 Fig 2, Fig 3에 나타내었다. 재생골재콘크리트의 건조수축에 따른 길이변화율은 습윤과, 기건양생 모두 일반골재콘크리트에 비하여 높은 경향을 나타냈다. 또한 RR100 시험체는 다른 시험체와 비교하여 최대 1.3배의 건조수축에 따른 길이 변화율을 나타내었다.

습윤양생한 시험체의 경우 RR100 시험체는 길이변화율은 약 760 microstrain로 RR100을 제외한 나머지 시험체는 길이변화율이 580~760 microstrain으로 유사한 경향을 나타내었고, 기건양생의 경우 습윤양생과 마찬가지로 RR100 시험체는 최대 길이변화율 838 microstrain로 일반골재콘크리트의 건조수축에 따른 길이변화율이 400~800 microstrain 인 것과 유사한 결과를 나타내었다.

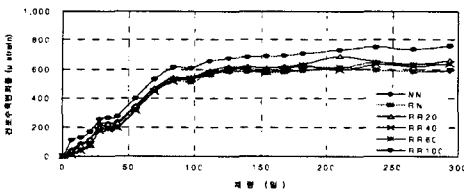


Fig. 2 재생골재콘크리트의 건조수축변화율 (습윤양생)

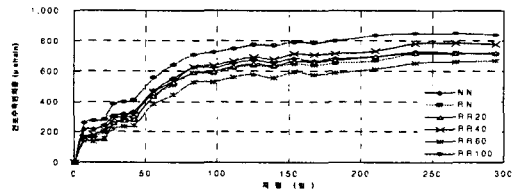


Fig. 3 재생골재콘크리트의 건조수축변화율(기건양생)

3.3 동결융해저항성 시험

재생잔골재의 혼입을 증가에 따른 콘크리트의 동결융해 저항성을 알아보기 위하여 300cycle까지 동결과 용해를 반복하였으며 그 결과를 Fig 4와 Fig 5에 나타내었다.

습윤양생의 경우 재생골재콘크리트의 전 시험체가 90% 이상을 상회하는 양호한 결과를 보였다. 또한, 기건양생의 경우 120cycle에서 NN시험체가 60% 이하로 떨어지고, 150cycle에서 RN, RR20 시험체가 60%이하로 떨어진 결과를 보였으나 이것은 실험적 오차로 사료되며, RR40, RR60, RR100 시험체

의 건조수축에 따른 길이변화율을 판단할 경우 습윤양생 시험체와 같이 전 시험체가 시험 종료시까지 90%이상을 상회하는 양호한 결과를 나타낼 것으로 판단된다. 또한 재생골재 사용에 따른 경화 '전, 후'의 콘크리트 내부의 공기량 측정 시험결과 경화 '전' 콘크리트의 경우 혼화제 사용, 미사용 두 경우 모두 공기량이 비슷한 결과를 나타내었으나, 경화 '후'의 공기량은 경화 '전'과 비교하여 시멘트, 골재, 물 등의 복합적인 요소들의 작용으로 인하여 약 400%이상의 급격한 증가를 나타내었다. 재생골재콘크리트가 일반골재콘크리트에 비하여 동결융해에 대한 저항성이 큰 이유는 공기량의 증가로 동결융해에 의한 시험체의 저항성능이 증진된 것이라 판단된다.

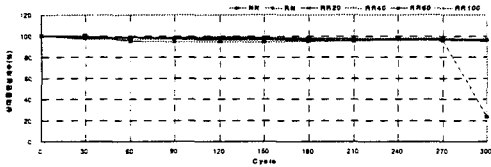


Fig. 4 재생골재콘크리트의 상대동탄성계수 변화 (습윤양생)

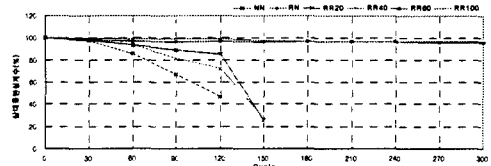


Fig. 5 재생골재콘크리트의 상대동탄성계수 변화 (기건양생)

4. 결론

본 논문에서는 재생골재를 구조재로서의 사용 가능성과 재생골재콘크리트의 내구적 특성을 분석하였으며 그 결론은 다음과 같다.

- 1) 재생골재콘크리트의 압축강도는 재생골재 혼입율이 증가함에 따라 강도는 낮게 나타났다. 그러나 목표설계 강도 이상으로, 모든 재생골재 혼입율에서 구조부재로서 활용이 가능한 것으로 사료된다.
- 2) 재생골재콘크리트의 길이변화 시험결과 습윤양생, 기건양생 모두 재생골재의 혼입율에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 하지만 재생골재의 혼입율이 증가함에 따라 길이변화율이 소량 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 일반골재 콘크리트와 건조수축에 대한 길이변화율과 비교시에 그영향은 미비한 것으로 판단된다.
- 3) 재생골재 콘크리트의 동결융해에 대한 콘크리트의 저항성 시험결과 일부 시험체를 제외하고 상대동탄성계수가 큰 변화를 나타내지 않아 재생골재의 영향은 크지 않은 것으로 사료된다. 따라서 생산품질 향상된 재생골재 콘크리트는 목표설계강도 확보 및 건조수축에 대한 길이변화와 동결융해에 대한 저항성이 일반골재콘크리트와 유사하며, 따라서 재생골재콘크리트의 구조부재사용이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 심종성, 문도영, 박성재, 김용재 “재생골재의 고부가가치화에 대한 연구”, 한국콘크리트학회 논문집 Vol 15, No. 1, 2003, pp. 41~46.
2. 김용직, 문한영, 문대중, “재생골재 사용 콘크리트의 내동해성 향상을 위한 연구”, 콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, 제 14권, 1호, pp. 643~648