

순환잔골재를 사용한 굳지 않은 콘크리트의 특성

Properties of Fresh Concrete with Recycled fine Aggregates

최기선* 유 영 찬** 윤현도*** 김 공 환**
Choi, Ki Sun You, Young Chan Yun, Hyun Do Kim, Keung Hwan

ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the properties of fresh concrete with recycled fine aggregates. Three different kinds of fine aggregate with natural, high and low quality recycled aggregates were prepared. The concrete mixtures were produced with test parameters of replacement ratio of recycled fine aggregate. The properties of the fresh concrete were measured by means of slump and air content according to elapsed time. Quality control method to maintain the constant total mixing water for recycled aggregate concrete was suggested. The all concrete mixtures were produced with approximately the same slump on the job site after an hour. Test results indicated that compressive strength of the concrete mixtures with constant slump is not affected by the replacement ratio of recycled fine aggregate. Therefore, the practical way for the quality control of recycled aggregate concrete is to maintain the constant total mixing water.

1. 서 론

최근 국내·외에서는 늘어나는 건설폐기물의 처리와 자원확보 문제를 해결하기 위한 다양한 노력이 시도되고 있으며, 전체 건설폐기물의 약 90%를 차지하는 폐콘크리트에 대해서는 이미 1980년대에서부터 재활용에 대한 다양한 연구가 진행되어 현재는 순환골재의 품질기준 및 관련 규격이 정비되었으며, 적극적인 활용을 유도하기 위한 인증제도가 시행되고 있다. 이러한 정책적 지원과 산업계의 품질개선 노력 및 학계의 다양한 연구활동에 힘입어 순환골재에 대한 신뢰가 향상됨으로써 국내에서의 순환골재 생산 및 적용현황이 점차 확대되고 있다.

한편 순환굵은골재는 현재 국내 제조사의 생산설비 및 제조기술의 향상으로 고품질의 순환굵은골재의 생산이 가능해졌으며, 이를 바탕으로 다양한 연구결과와 현장적용을 통해 충분한 품질관리가 가능함이 검증되었다. 반면, 순환잔골재는 아직까지 국내 제조방식 및 생산기술이 고품질의 순환잔골재를 생산하기 미흡한 실정이며, 최근에는 비로서 순환골재 품질기준을 만족하는 잔골재가 생산된 실정이다. 따라서 기존연구의 대부분이 저품질의 재생잔골재를 대상으로 하고 있으며, 연구자료도 충분히 축적되어 있지 못한 상황이다.

본 연구는 현재 국내에서 생산 가능한 콘크리트용 순환잔골재의 최대품질을 파악하고 현장 레미콘 배합에 의한 순환잔골재 콘크리트의 재료 및 구조성능을 검토함으로써 구조용 콘크리트로서의 적용성을 검토하고자 하였다. 이와 같은 연구목적의 일환으로 본 논문에서는 순환잔골재에 대한 기초 재료물

* 정회원, 한국건설기술연구원, 건축구조·재료연구실 연구원
** 정회원, 한국건설기술연구원, 건축구조·재료연구실 책임연구원, 공학박사
*** 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사0

성을 파악하고, 현장에서의 순환잔골재 콘크리트의 품질을 유지할 수 있는 기본적인 관리방안을 제시하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

순환골재를 사용한 콘크리트는 순환골재의 높은 흡수율 및 모르타르, 미립분 등으로 인하여 시공성 및 역학적 성능이 저하되는 것으로 보고되고 있다. 특히 현장배합의 경우 골재의 함수상태에 따라서 배합되는 콘크리트의 물리적, 역학적 성능에 영향을 미칠 수 있으며, 순환골재 콘크리트에 대한 별도의 배합설계를 하지 않는 국내의 실정상 기존의 천연골재 콘크리트와 동일한 배합에 의해 생산할 경우 요구하는 품질확보가 어려울 수 있다. 본 연구에서는 콘크리트의 시공성에 영향을 미치는 굳지않은 콘크리트 특성을 파악하기 위하여 시간에 따른 순환잔골재 콘크리트의 공기량 및 슬럼프 특성을 평가하였다. 또한 흡수율이 높은 순환잔골재의 현장배합시 발생할 수 있는 콘크리트 품질저하를 효율적으로 해결하기 위하여 현장도착 슬럼프를 기준으로 전체 배합수를 일정하게 유지하는 품질관리 방안을 제시하도록 하였다.

3. 실험

3.1 실험계획

본 연구에서는 흡수율이 높은 순환잔골재의 특성이 콘크리트 물성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 실제 현장배합에 앞서 시험배합을 실시하였다. 시험배합에서는 실제 레미콘 공장에서 타설 현장까지의 시간을 고려하여 1시간 후의 슬럼프를 순환골재 치환율에 관계없이 150mm로 유지할 수 있도록 표면수 보정을 하였다. 즉, 배합설계는 기존 설계압축강도 27MPa의 천연골재 콘크리트 배합비를 따르되 골재의 함수상태를 고려하여 1시간후의 슬럼프가 일정하도록 표면수율을 조정하였으며, 배합직후, 30분후, 1시간후의 슬럼프 경시변화를 관찰하였다. 사용된 골재는 표 1에서 나타난 바와 같이 천연굵은골재와 천연모래를 사용하였으며, 순환잔골재와 재생잔골재를 천연골재 대

비 각각 30, 60, 100% 치환하여 배합하였다. 기본적인 배합설계는 레미콘 생산업체의 설계압축강도 27MPa의 배합을 사용하였으며, 순환 및 재생잔골재 콘크리트는 배합과정에서 콘크리트 반죽질기를 육안관찰하면서 표면수량을 조정하였다. 콘크리트 시험배합조건은 표 2와 같다.

표 1 굵은골재의 물리적 특성

구분	입경 (mm)	절건밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)
천연굵은골재	25	0.59	2.68
천연잔골재	5	0.98	2.65
순환잔골재	5	5.83	2.29
재생잔골재	5	7.95	2.15

표 2 배합조건

f _{ck} (MPa)	순환 및 재생잔골재 치환율 (%)	W/C (%)	S/a (%)	단위중량(kg/m ³)						
				W	C	G	S1 (천연모래)	S2 (순환잔골재)	AD	
27 (순환)	0	43.6	46.0	171	392	958	804	0	2.94	
	30						563	204		
	60						322	408		
	100						0	680		
27 (재생)	30	43.6	46.0	171	392	958	536	204	2.94	
	60						322	408		
	100						0	680		

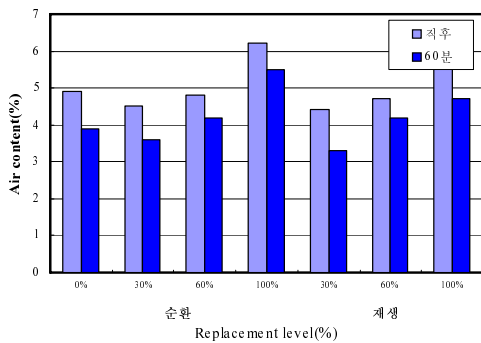


그림 1 슬럼프 측정

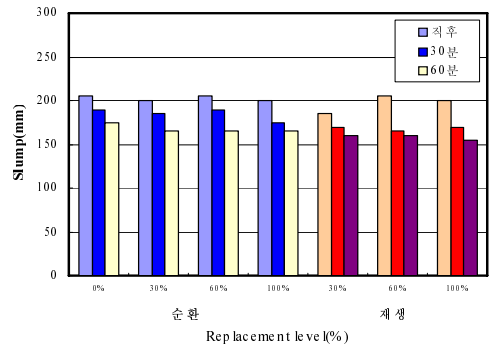
3.2 실험결과

순환잔골재 및 재생잔골재를 사용한 콘크리트의 공기량은 그림 2에 나타난 바와 같이 순환잔골재 치환율이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 순환골재 및 재생골재의 특성상 파쇄에 의해 제작되므로 입형이 불규칙하고 내부공극이 많은 모르타르 성분이 포함되기 때문에 콘크리트 중에 갇힌공기(entrapped air)가 증가하기 때문으로 판단된다.

본 연구에서는 골재종류에 관계없이 콘크리트의 배합단계에서 1시간 후 슬럼프를 150mm에 근접하도록 계획하였다. 시험배합에서 슬럼프 측정결과는 그림 2에 나타난 바와 같이 배합 직후 슬럼프는 차이가 있으나 1시간 후의 슬럼프는 160mm 내외로 거의 일정한 것으로 나타났다. 이에 따라 시간의 경과에 따른 콘크리트 압축강도도 천연골재 콘크리트와 순환골재 콘크리트 치환율에 따른 차이는 거의 나타나지 않았으며, 저품질의 재생잔골재를 사용한 콘크리트에서도 압축강도 저하가 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 골재 흡수율을 고려한 표면수 보정을 통하여 전체 배합수를 관리하는 방법은 순환골재 콘크리트의 품질관리에 유용한 것으로 판단된다.

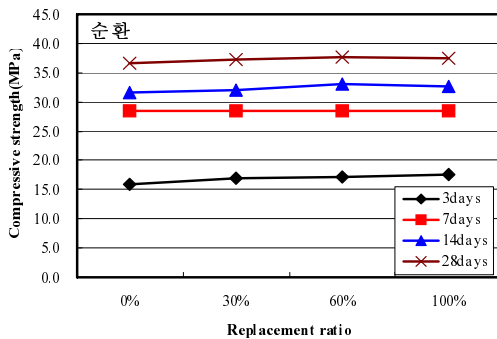


(a) 공기량

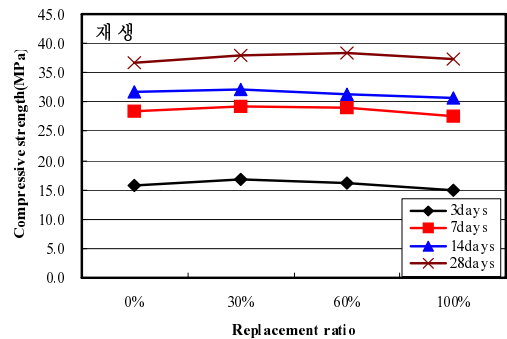


(b) 슬럼프

그림 2 시험배합 공기량 및 슬럼프 경시변화



(a) 순환잔골재 콘크리트



(b) 재생잔골재 콘크리트

그림 3 시험배합 순환골재 콘크리트 압축강도

그림 4는 동일한 배합에 의해 배치플랜트(Batcher Plant)에서 생산된 현장배합 레미콘의 압축강도 시험결과를 타나낸 것이다. 시험배합을 참고하여 순환골재 및 재생골재 콘크리트의 함수상태에 따른

표면수율을 조정하였으며, 1시간 후 실제 현장 도착시의 슬럼프를 일정하게 유지하였다. 그 결과 그림 4에 나타난 바와 같이 대략 순환잔골재 60%까지는 압축강도의 저하가 발생하지 않았으며, 재생잔골재 역시 35%까지는 강도저하가 발생하지 않았다. 따라서 현재 순환골재 품질기준 및 KS F 4009 「레디믹스트 콘크리트」에서 권고하고 있는 순환골재 30%이하 적용시에는 실제 현장조건에서도 골재의 함수상태를 고려한 전체 배합수 관리를 통하여 콘크리트 품질관리가 충분히 가능할 것으로 판단된다.

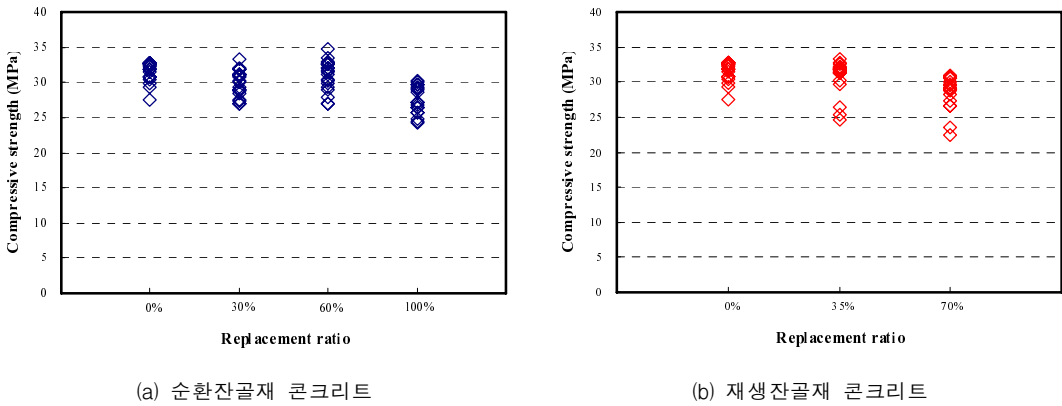


그림 4 현장배합 순환골재 콘크리트 압축강도

4. 결 론

1. 순환잔골재 및 재생잔골재를 사용한 콘크리트는 쇄석상의 순환/재생골재에 의한 갭현공기의 증가로 인하여 치환율이 증가할수록 공기량은 증가하는 것으로 나타났다.
2. 현장도착 시점을 기준으로 순환잔골재 및 재생잔골재의 치환율에 관계없이 슬럼프를 일정하게 유지할 경우 골재의 함수상태에 따른 물리적, 역학적 성능변화를 제어할 수 있으며, 이러한 전체 배합수 관리를 통하여 콘크리트의 품질관리가 충분히 가능한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(05건설핵심D07)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 순환골재 품질기준, 건설교통부, 2005
2. KS F 4009, 레디믹스트 콘크리트, 한국표준협회, 2006
3. 양근혁, 이재삼, 정현수, “골재의 함수상태가 재생골재 콘크리트의 특성에 미치는 영향”, 대한건축학회논문집 구조계 21권 10호, 2005.10, pp103~110
4. 심종우, 유명열, 이세현, “습식 생산된 재생 잔골재를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 구조계 21권 10호, 2004.12, pp93~99