

재생 잔골재 및 굵은골재를 사용한 재생콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구

The Experimental Study on Engineering Properties of Recycled Concrete Using Recycled Fine and Coarse Aggregate

박종호* 문형재* 김영선* 김영덕* 김재환** 김무한***
Park, Jong-Ho Moon, Hyung-Jae Kim, Young-Sun Kim, Young-Duk Kim, Jae-Hwan Kim Moo-Han

ABSTRACT

Recently, because of the shortage of natural aggregate and the environment regulation of government, the application of recycled aggregate by solution method is observed according as the concern for the reuse of waste concrete. But because the quality of recycled aggregate is poor and quantitative quality judgment standard of recycled aggregate is fluffy, construction field application is difficult. Therefore, this study compares and investigates effect that quality of recycled aggregate influencing recycled concrete.

As the result of this study, the more quality of aggregate increases, the more recycled concrete quality increased and high quality recycled aggregate generally displayed performance of similar level with nature aggregate. But, durability of recycled concrete using recycled aggregate appeared lower than concrete using natural aggregate without reference to aggregate quality.

1. 서론

최근 천연 골재자원의 고갈과 정부의 환경규제 강화로 인하여 건설 현장의 골재 수급 부족 문제 및 건축물 해체시 발생하는 폐기콘크리트의 환경오염 문제가 크게 대두됨에 따라 이를 해결하기 위한 방안으로 천연 골재의 대체재로 폐기콘크리트를 활용한 재생골재의 사용이 국가·사회적으로 크게 주목 받고 있는 실정이다.

이에 일본은 1970년대부터 재생골재에 대한 연구를 시작하여 2003년 일본건축학회 건축공사표준사양서(JASS 5 철근콘크리트공사)에 구조체 콘크리트용 재생골재 및 재생콘크리트의 품질규준 제정하여 건설현장에 적용하고 있지만 국내의 경우 1990년대부터 재생골재에 대한 연구가 진행되어 현재 저품질 재생굵은골재가 도로기층용 및 콘크리트 2차제품등에 제한적으로 사용되고 있으며 고품질 재생골재 품질의 정량적인 판단 기준도 미비하여 재생골재의 건설현장 적용이 어려운 실정이다.¹⁾²⁾

따라서 본 연구에서는 재생골재의 품질이 재생콘크리트에 미치는 영향을 비교·검토하기 위하여 재생골재의 품질에 따른 재생콘크리트의 유동특성, 역학적 특성 및 내구 특성을 실험·실증적으로 검토함으로써 향후 재생콘크리트의 품질향상 및 기초자료를 제시하는데 연구의 목적이 있다.

* 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 정회원, 충남대학교 대학원 건축공학과 박사과정

*** 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수·공학박사

표 1. 실험계획 및 방법

W/B (%)	잔골재종류	굵은골재종류	목표슬럼프 (cm)	공기량 (%)	FA 대체율 (%)	S/a (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위중량 (kg/m ³)				측정항목	
								C	FA	S	G	굳지않은 성상	경화성상 및 내구성상
45	S1	G3	23±2 ²⁾	4.5 ±1.5 ²⁾	15	46	175	331	58	731	928	· 공기량(%) · 단위용적중량 (kg/ℓ) · 슬럼프(cm) · 블리딩 (cm ³ /cm ³)	· 압축강도 (MPa) · 중성화깊이 (mm) · 염화물이온 침투깊이 (mm)
	S2	G3								698	928		
	S3	G3								764	928		
	S3	G1								764	890		
	S3	G2								764	823		

※ 1) S1: 고품질 재생잔골재, S2: 저품질 재생잔골재, S3: 천연잔골재,
G1: 고품질 재생굵은골재, G2: 저품질 재생굵은골재, G3: 천연굵은골재
2) 고성능감수제 및 AE제는 G1,S1을 사용한 콘크리트의 목표슬럼프를 만족시키기 위한 첨가량과 동일하게 첨가

표 2. 사용재료의 물리적 성질

사용 재료	물리적 성질	
시멘트	1종 보통포틀랜드시멘트 (비중 3.15)	
혼화재	플라이 애시 (비중 2.13, 분말도 3,160cm ² /g)	
혼화제	폴리카르본산계 고성능AE감수제	
잔골재	고 품질	I사 (비중 2.47, 흡수율 3.64%, 조립율 2.89)
	저 품질	대전산 (비중 2.34, 흡수율 5.23%, 조립율 4.33)
	천연	제염사 (비중 2.56, 흡수율 0.64%, 조립율 3.04)
굵은골재	고 품질	I사 (비중 2.54, 흡수율 1.86%, 조립율 6.74, 실적율 63.39%, 단위용적중량 1.61kg/m ³)
	저 품질	대전산 (비중 2.38, 흡수율 5.73%, 조립율 6.78, 실적율 55.68%, 단위용적중량 1.33kg/m ³)
	천연	부순자갈 (비중 2.56, 흡수율 1.39%, 조립율 6.02, 실적율 62.64%, 단위용적중량 1.66kg/m ³)

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 배합

본 연구의 실험계획 및 배합은 표 1에 나타난 바와 같이 블시멘트비를 45%, 잔골재와 굵은골재 종류를 고품질 및 저품질 재생골재와 천연골재의 3수준, 목표슬럼프 23±2 cm, 공기량 4.5±1.5 %로 설정하여 공기량, 단위용적중량, 슬럼프, 블리딩, 압축강도, 중성화깊이 및 염소이온 침투깊이를 측정함으로써 재생 잔골재 및 재생 굵은골재 품질에 따른 재생콘크리트의 굳지않은 성상, 경화성상 및 내구성을 검토·분석함으로써 하고자 하였다.

2.2 사용재료

본 연구에 사용된 재료의 물리적 성질은 표 2에 나타난바와 같이 시멘트는 1종 보통 포틀랜드시멘트, 혼화제는 비중2.13의 플라이애시, 혼화제는 폴리카르본산계 고성능AE감수제를 사용하였으며 잔골재 및 굵은골재는 KS 및 JASS 5에 준하는 천연골재와 고품질 재생골재 및 품질 규준에 미치지 못하는 저품질 재생골재를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 굳지않은 성상 검토 및 분석

그림 1은 재생골재 품질에 따른 경과시간별 재생콘크리트의 공기량 및 단위용적중량의 변화를 나타낸 것으로 골재 품질이 향상될수록 공기량은 증가하는 것으로 나타났으며, 고품질 재생골재의 경우 천연골재와 유사한 수준을 나타내었고 단위용적중량은 골재의 종류와 관계없이 유사한 수준을 나타내었다. 그림 2는 재생골재 품질에 따른 경과시간별 재생콘크리트의 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로 비빔 직후에는 골재품질에 관계없이 대체로 유사한 수준을 나타내었으나 시간이 경과함에 따라 천연골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 저하가 가장 크게 발생하는 것으로 나타났다. 이는 천연굵은골재가 부순자갈로서 입형이 가장 불량하기 때문으로 사료된다. 그림 3은 재생골재 품질에 따른 재생콘크리트의 블리딩량의 변화를 나타낸 것으로 천연 골재를 사용한 경우가 재생골재를 사용한 경우에 비해 블리딩량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 재생골재가 천연골재에 비하여 흡수율이 높기 때문으로 사료된다. 또한 전반적으로 굳지않은 콘크리트의 성상은 잔골재에 비하여 굵은골재의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다.

3.2 경화성상 및 내구성상 검토 및 분석

그림 4는 재령에 따른 재생콘크리트의 압축강도의 변화를 나타낸 것으로, 고품질 재생골재와 천연골재는 유사한 강도 발현 수준을 나타내고 있으나 저품질 굵은재생골재의 경우 고품질 재생골재, 천연

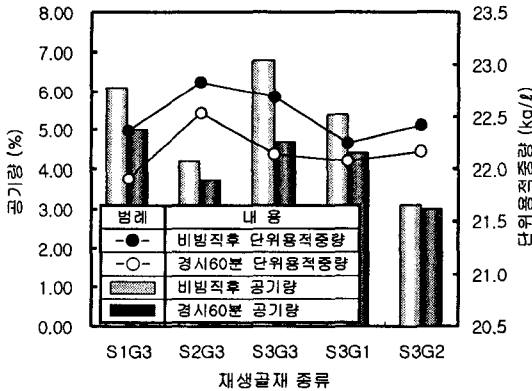


그림 1. 골재 종류에 따른 경과시간별 공기량 및 단위용적중량의 변화

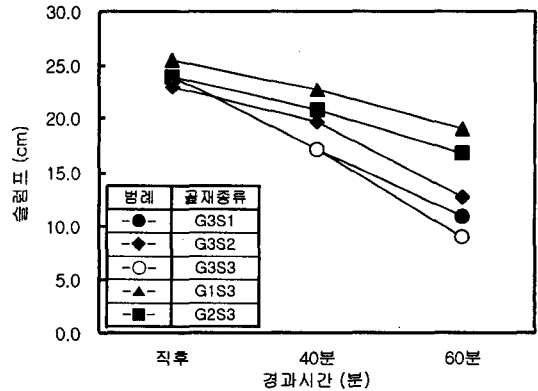


그림 2. 골재 종류에 따른 경과시간별 슬럼프의 변화

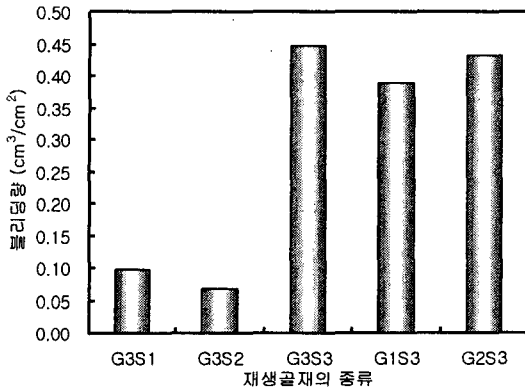


그림 3. 골재 종류에 따른 블리딩량의 변화

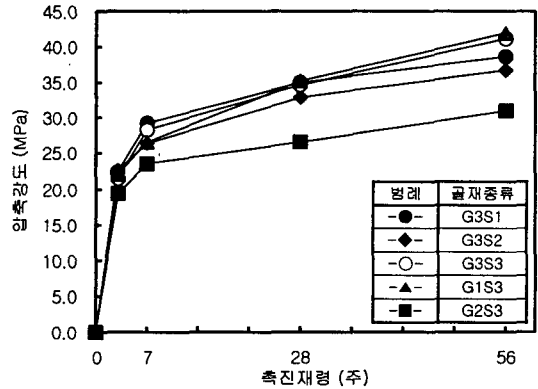


그림 4. 골재 종류에 따른 재령별 압축강도의 변화

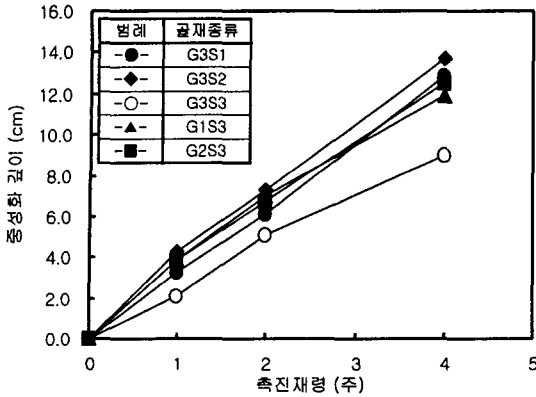


그림 5. 골재 종류에 따른 축진재령별 중성화깊이의 변화

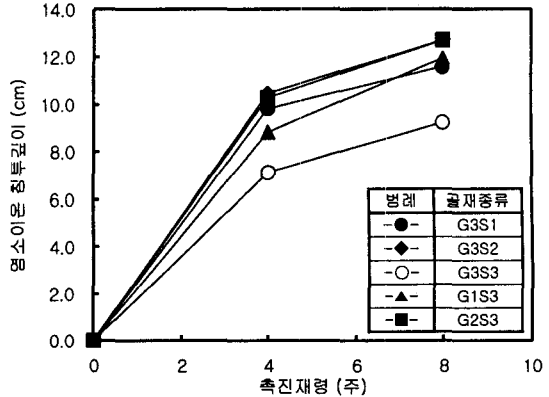


그림 6. 골재 종류에 따른 축진재령별 염화물이온 침투깊이의 변화

골재 및 저품질 재생 잔골재에 비하여 낮은 수준의 강도 발현을 하는 것으로 나타났다.

그림 5 및 그림 6은 골재 종류에 따른 축진재령별 중성화깊이 및 염화물이온 침투깊이의 변화를 나타낸 것으로 재생골재의 품질과 관계없이 유사한 수준을 나타내었으나 저품질 재생골재의 경우 고품질 재생골재, 천연골재 및 저품질 재생잔골재에 비하여 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이가 깊게 나타나 중성화 저항성 및 염해 저항성이 낮은 것으로 나타났다.

4. 결론

재생 잔골재 및 굵은골재를 사용한 재생콘크리트의 공학적 특성에 관한 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 굳지 않은 성상을 검토 및 분석한 결과 비빔 직후는 골재의 종류와 관계없이 유사한 수준을 나타내었으나 시간이 경과함에 따라 재생골재가 천연골재에 비하여 우수한 성능을 나타내었다.
- 2) 압축강도의 경우 저품질 재생굵은골재를 제외하고는 모두 유사한 수준의 강도를 발현하는 것으로 나타났다.
- 3) 내구 성상을 검토 및 분석한 결과 재생골재의 경우 골재의 품질 종류와 관계없이 유사한 수준을 나타내었으며 천연골재를 사용한 콘크리트보다 내구성이 저하하는 것으로 나타나 이에 대한 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 건설핵심기술연구개발사업 「폐기콘크리트 덩어리를 활용한 고품질 재생모래 제조기술 및 자원효율이용성 평가모델 개발(A08-01)」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 김무한 외, “재활용플랜트에서 생산되는 재생골재의 품질현황에 관한 기초적 연구”, 한국콘크리트학회 학술발표논문집 제17권 제2호, 1997, pp33~38
2. 최민수, “건설폐기물의 재활용 촉진을 위한 법제 정비 방안”, 한국건설산업연구원, 2002