

재생잔골재를 사용한 콘크리트의 기초물성에 관한 실험적 연구

A study on the Experiment of Basic Property of Concrete Using Recycled Fine Aggregate

김재성* 권인표** 강석표*** 홍성윤****
Kim, Jae Sung Kweon, In Pyo Kang, Suk Pyo Hong, Sung Yoon

ABSTRACT

The Natural aggregate will be faced with serious shortage problem within 10 years due to the great amount of consumption in domestic. In order to reserve our natural resources, the construction waste has to be reused as an alternative material. Especially, It is more imminent to find alternative material in case of fine aggregate.

This paper presents an experimental results on the fundamental property of concrete using recycled fine aggregate. As a result, it was found that the property of concrete using recycled fine aggregate substituted for 25% of a natural sand was similar in that of crushed fine aggregate.

1. 서론

폐콘크리트는 최근들어 발생량이 급증하고 있는 건설 폐기물 중에서도 약 90%로 대부분을 차지하고 있으며, 2000년 현재 약 1,500만톤이었던 폐콘크리트 발생량이 2020년에는 약 1억톤 이상으로 급격히 증가할 것으로 예상되기 때문에 날로 심각해지는 주거환경, 지역환경 및 지구환경파괴에 대한 대책으로서 부가가치가 높고 수요가 많은 폐콘크리트의 재자원화기술 개발 및 실용화 방안이 절실히 요구되고 있다.¹⁾

또한 국내의 천연골재잔존현황은 채취가능량 44억m³ 중 허가채취실적이 14억m³로 대략 30%의 골재가 이미 채취되고, 연간 약 2억m³에 달하고 있는 현재의 골재수요를 감안하면 천연골재부존자원의 고갈문제는 건설현장 각 분야에서 심각한 현실문제로 다가와 있으며 이에 대한 해결이 국가건설 경제적인 당면과제로서 대두되고 있다.²⁾

* 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소 연구원

** 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소 주임연구원

*** 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소 주임연구원, 공학박사

**** 정회원, 한일시멘트(주) 중앙연구소 건설재료1팀장, 이학박사

특히 콘크리트용 잔골재의 경우 강모래에 절대적으로 의존하던 10년 전과 비교하여 최근들어서는 하천골재 자원의 지속적인 감소로 인하여 바다모래에 대한 비중이 급격히 증가하고 있으나 환경보호와 연관된 채취규제로 인하여 수급이 불안정한 콘크리트용 천연 잔골재의 대체골재 개발이 시급히 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구는 수급이 불안정한 콘크리트용 천연잔골재의 대체골재로서 매년 급증하고 있는 폐콘크리트로부터 재자원화한 재생잔골재를 천연골재에 대하여 대체 사용한 콘크리트의 기초물성을 검토함으로써 향후 건설산업분야에서의 재생잔골재 용도확대를 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 실험계획은 표 1에서 보는 바와 같이 콘크리트용 천연골재인 강모래의 대체골재로서 충북 청원에 위치하고 있는 재생잔골재 생산업체에서 생산되고 있는 재생잔골재를 강모래 대체율 0%, 25%, 50%로 설정하여 콘크리트의 기초물성 및 동결융해시험을 통하여 내구성을 비교·검토하였다. 또한 부순모래를 강모래 대체율 25%의 콘크리트를 제작하여 강모래 대체골재로서 재생잔골재와 부순모래를 비교·검토하였다.

2.2 사용재료 및 배합

본 실험에서 사용한 시멘트는 국내 H사 제품

표 1. 실험계획

구분*	W/B (%)	평가항목	
		유동특성	경화특성
RE 0	52	- 슬럼프 · 직후, 30, 60분 - 공기량 · 직후, 60분	- 압축강도 · 1, 4, 8주 - 동결융해저항성
CR 25			
RE 25			
RE 50			

* RE 0 천연잔골재 100%, CR 25 부순모래 25%, RE 25 재생잔골재 25%, RE 50 재생잔골재 50% 대체

표 2. 사용재료의 물리적성질

시멘트	종류 : 보통포틀랜드시멘트 비중 : 3.10, 분말도 : 3,200cm ² /g
굵은골재	종류 : 부순자갈 비중 : 2.62 최대치수 : 25mm
혼화제	종류 : 고성능AE감수제 (나프탈렌계)

표 3. 잔골재의 물리적성질

	강모래	재생잔골재	부순모래
입경(mm)	5	5	5
비중	2.55	2.34	2.73
흡수율(%)	2.7	4.7	2.1
조립율(F.M)	2.64	3.73	2.87
실적율(%)	62.11	63.02	64.1
씻기손실율(%)	1.2	2.8	1.3
비고	금강산	1종 재생잔골재	조치원산

표 4. 콘크리트 배합

구분	W/C (%)	S/A (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위용적 (l/m ³)*					단위중량 (kg/m ³)				
				C	S1	S2	S3	G	C	S1	S2	S3	G
RE0	52.0	48	179	111	326	0	0	354	344	832	0	0	937
CR25				111	245	0	82	354	344	624	0	223	937
RE25				111	245	82	0	354	344	624	191	0	937
RE50				111	163	163	0	354	344	416	382	0	937

* C 시멘트, S1 강모래, S2 재생잔골재, S3 부순모래, G 굵은골재

의 보통포틀랜드 시멘트, 굵은골재는 최대치수 25mm의 부순자갈, 혼화제는 나프탈렌계 고성능AE 감수제를 사용하였으며, 그 물리적 성질을 표 2에 나타내었다.

또한 본 실험에 사용한 강모래, 재생잔골재, 부순 모래의 물리적 성질은 표 3에 나타난 바와 같으며, 재생잔골재의 경우 충북 청원에 위치하고 있는 재생 잔골재 생산업체에서 생산되고 있는 것이며, 흡수율 4.7%로서 KS F 2573 「콘크리트용 재생골재」에 규정하고 있는 1종 재생잔골재를 사용하였다. 본 실험에서의 콘크리트 배합을 표 4에 나타내었다.

2.3 시험방법

본 연구에서의 콘크리트의 비빔은 용량 100ℓ의 강제식 팬타입믹서를 사용하여 시멘트, 잔골재, 굵은골재를 투입 30초간 건비빔을 행한 후 물과 고성능 AE감수제를 투입하여 2분간 비빔을 실시하였으며, 고성능AE감수제 첨가량은 동일하게 시멘트량에 대하여 1.0% 첨가하였다.

또한 유동특성 및 압축강도 시험은 각각 KS 규준에 준하여 실시하였으며, 동결융해시험은 KS F 2456에 준하여 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

1) 유동특성

재생골재 대체율별 슬럼프의 경시변화는 그림 1에서 나타난 바와 같이 강모래와 비교하여 재생골재 대체율이 증가 할수록 초기 슬럼프는 저하하며, 경시에 따른 슬럼프 로스는 더욱 크게 나타나고 있다.

고성능AE감수제 1.0%를 동일하게 대체하였을 경우 초기슬럼프는 CR 25 및 RE 25에서는 RE 0와 비교하여 유사한 수준을 보이고 있지만 RE 50에서는 현격한 저하현상을 보이고 있다. 또한 경시에 따른 슬럼프의 변화도 RE 0와 비교하여 CR 25 및 RE 25의 경우 다소 슬럼프 저하가 크게 나타나고 있으나 RE 50의 경우 급격한 슬럼프 로스를 보이고 있어 현장적용시 이에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

잔골재 대체율별 공기량의 변화는 그림 2에 나타난 바와 같이 RE 0와 비교하여 CR 25의 경우 유사하게 나타나고 있으나 RE 25 및 RE 50의 경우 상대적으로 작게 나타나고 있다. 이는 재생잔골재가 강모래 및 부순모래와 비교하여 상대적으로 씻기손실율이 크기 때문에 미립분에 의한 비표면적이 증

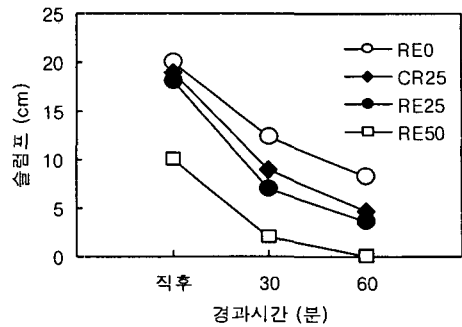


그림 1. 슬럼프 경시변화

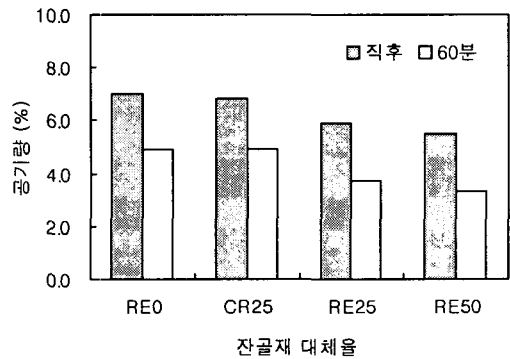


그림 2. 잔골재 대체율별 공기량

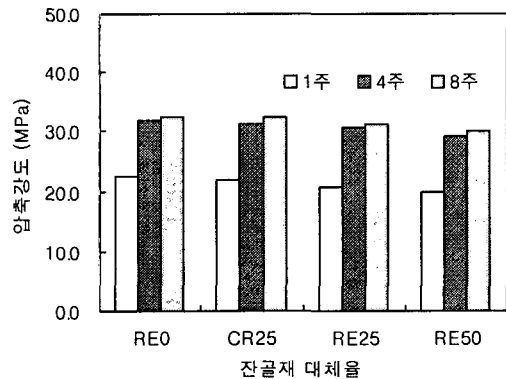


그림 3. 잔골재 대체율별 압축강도

가함으로서 공기량이 감소하는 것으로 사료된다. ⁴⁾

2) 경화특성

잔골재 대체율별 압축강도의 변화는 그림 3에 나타낸 바와 같이 RE 0와 비교하여 CR 25의 경우 유사한 수준을 보이고 있으나 RE 25 및 RE 50의 경우 상대적으로 작게 나타나고 있다.

재령 4주 압축강도는 RE 0의 경우 31.7MPa를 나타내고 있으며, RE 0와 비교하여 CR 25는 1.2%, RE 25는 3.4%, RE 50은 8.1% 감소하고 있으나, 잔골재 대체율에 따른 뚜렷한 압축강도저하는 보여지지 않고 있다. 또한 CR 25와 비교하여 RE 25의 압축강도발현특성이 유사하게 나타났다.

잔골재 대체율별 동결융해시험에 의한 상대동탄성계수 변화를 그림 4에 나타내었다. 강모래를 부순모래 및 재생잔골재로 대체한 콘크리트의 상대동탄성계수가 강모래만을 사용한 콘크리트와 비교하여 상대적으로 작게 나타나고 있지만 뚜렷한 내구성저하는 보여지지 않고 있다.

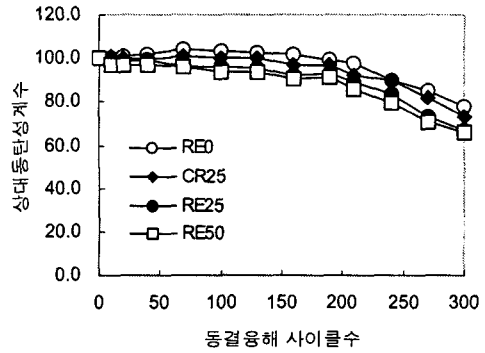


그림 4. 잔골재 대체율별 상대동탄성계수 변화

4. 결 론

최근들어 천연골재자원의 부족으로 인하여 공급이 불안정한 천연잔골재의 대체골재로서 재생잔골재를 강모래에 대하여 일부 대체한 콘크리트의 기초물성을 부순모래를 강모래에 대하여 일부 대체한 콘크리트와 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 강모래에 대하여 재생잔골재의 대체율이 증가할수록 초기 슬럼프 저하 및 경시에 따른 슬럼프 로스가 급격하게 증가하는 것으로 나타났으나, 재생잔골재를 25% 대체한 경우 부순모래를 25% 대체한 콘크리트와 비교하여 유사한 유동특성을 나타내고 있었다.
- 2) 강모래에 대하여 재생잔골재 대체율이 증가하더라도 압축강도 및 동결융해 시험결과 강모래만을 사용한 콘크리트와 비교하여 뚜렷한 압축강도 및 내구성 저하는 보여지지 않았다.
- 3) 콘크리트용 골재 공급안정화를 위한 천연잔골재의 대체골재로서 재생잔골재의 용도확대를 위해서 는 실물부재실험등에 의한 장기거동 및 내구특성의 다양한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김광우 외, 콘크리트 재활용 실태 및 연구동향, 콘크리트학회지, 제6권 제6호, 1994. 12, pp.51~65.
2. 최민수, 골재산업의 중·장기 육성방안 -골재채취법령의 개선 방안을 중심으로-, 2001. 12.
3. 양은익 외, 재생잔골재 대체가 콘크리트 성능에 미치는 영향, 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 제14권 2호, 2002, pp.233~238.
4. 麗 隆行 外, 再生細骨材の物理的性質がコンクリート性状に及ぼす影響について, 日本コンクリート工学年次論文集, 第24巻第1号, 2002. pp.1233~1238.
5. 橋智顔外重, 回帰分析等を用いた再生コンクリートの強度特性に関する平価, 日本コンクリート工学年次論文集, 第24巻第1号, 2002. pp.1227~1232.
6. 早川光敬外, 再生骨材を用いたコンクリートの強度特性と耐久性, 日本コンクリート工学年次論文集, 第24巻第1号, 2002. pp.1203~1208.