

재생골재의 품질에 따른 콘크리트의 공학적 특성

The Engineering Properties of Concrete According to the Quality of Recycled Aggregate

정지용* 강철* 최선미* 곽은구** 김진만***
Jong, Ji Yong Kang, Cheol Choi, sun mi Kawg, Eun Gu Kim, Jin Man

ABSTRACT

The increase of the use of recycled aggregate is necessary for the decrease of building waste, but it is not possible to use concrete because of the various range of quality. Therefore, the quality grade and application method of recycled aggregate should be prescribed before the site application so in that this study we investigated the effect of the quality of recycled aggregate on the compressive strength, resistance freezing and thawing.

As results of this study, the compressive strength of recycled aggregate concrete used recycled aggregate, as if it had high quality recycled aggregate is similar or higher to that of crushed stone. Also, this high quality recycled aggregate affect the increase of resistance freezing and thawing.

1. 서론

국내 건설폐기물 발생량은 1996년에 약 1천만톤에서 2001년 4천만톤으로 지금까지 계속 증가 되고 건설 폐기물 발생량의 증가는 매립지 주변의 환경을 오염 시킬 뿐만 아니라, 매립지의 수명을 단축시키는 문제가 발생한다. 또한 일반인들의 쾌적한 주거환경에 대한 욕구로 새로운 매립지를 확보 하는데 많은 어려움을 겪고 있다.^{1~2)} 이러한 배경에서 건설폐기물 발생량을 감소시키기 위한 노력과 연구가 진행되고 있다.³⁾

발생되는 건설폐기물의 약 90%정도가 폐콘크리트로 이루어져 폐콘크리트의 재활용은 건설폐기물 저감에 매우 중요하다는 시각에서 폐콘크리트를 활용한 재생골재에 관한 연구가 활성화 되어 있으나,²⁾ 재생골재의 품질이 열악하고 재생골재를 활용한 재생골재콘크리트의 물리적 특성이 취약하여 재생골재의 활용은 미비한 수준이다.⁴⁾ 이러한 배경에서 재생골재의 활용도를 높이기 위해서는 재생골재의 품질 등급을 설정하고 품질 등급에 따른 용도의 규정이 필요하다.⁵⁾

이에 본 연구는 재생골재 품질에 따른 재생골재콘크리트의 공학적 특성을 검토하여 재생골재의 품질 등급과 용도 규정을 위한 기초 자료를 제시 하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험 계획

Table 1과 같이 재생골재를 품질에 따라 3종을 선택하여 재생골재콘크리트의 공학적 특성을 검토하였다. 설정한 실험변수는 W/C와 재생골재 대체율로 하였으며 W/C는 40, 50, 60%, 재생골재 대체율은

*정회원, 공주대학교 대학원

**정회원, 공주대학교 자원재활용 신소재 연구 센터

***정회원, 공주대학교 건축공학과 교수, 공학 박사

0, 50, 100%로 하였다.

측정항목은 슬럼프, 공기량, 압축강도, 동결융해 저항성으로 하였다.

2. 2 사용 재료

RGA는 일반적으로 유통되는 것으로 재생골재 생산 공장에서 2~3차 파쇄된 것이고, RGB는 Jaw·Impact·Con crusher를 사용하여 5단계 파쇄하여 생산한 것으로 고품질 재생골재로 유통되고 있는 것이다. RGC는 RGB를 500℃에서 30분간 가열한 후 로스엔젤레스 마모시험기에 투입하여 30분간(회전수 : 890회) 회전시켜 가공한 것이다.

본 실험에 사용된 골재의 품질은 Table 2와 같이 흡수율과 비중, 단위용적 중량, 마모율에 대하여 RGC > RGB > RGA 순으로 향상되며 본 연구에서 편의상 RGA는 저품질, RGB는 중품질, RGC는 고품질로 구분하여 실험 하였다. 골재의 입도와 입형은 Fig 1과 Fig 2와 같다.

2. 3 조합 방법

콘크리트의 조합은 Table 3과 같이 하였으며, 유동성과 공기량 확보를 위해 고성능 감수제와 AE제의 양을 조절하였다.

3. 실험 결과

(1) 슬럼프

Fig 3는 재생골재 대체율에 따른 고성능감수제 첨가량과 슬럼프의 관계를 재생골재 종류에 따라 나타낸 것이다.

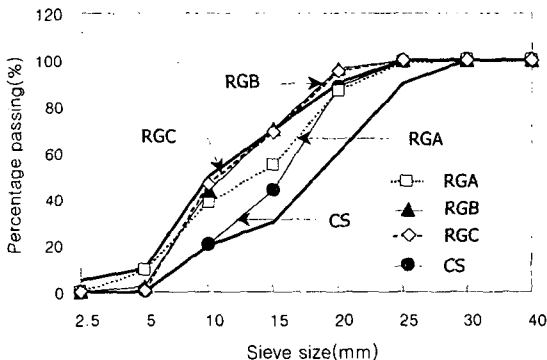


Fig 1. Grading curve of coarse aggregate

Table 1. Plan of experiment

Factors	Levels	Testing items
Kind of aggregate	RGA ²⁾ , RGB ³⁾ , RGC ⁴⁾	◆ Slump(cm) ◆ Air content(%)
W/C ratio(%)	40, 50, 60	◆ Compressive strength(MPa)
Ratio of RG ¹⁾ (%)	0, 50, 100	◆ Resistance of freezing and thawing

- 1) RG : Recycled aggregate
- 2) RG(A) : Low quality recycled aggregate
- 3) RG(B) : Middle quality recycled aggregate
- 4) RG(C) : Heating crushed Recycled aggregate

Table 2. Physical properties of aggregate

Type	FM	Specific gravity	Absorption ratio(%)	Unit weight (kg/m ³)	Percent of abrasion (%)
CS*	7.47	2.68	0.65	1,192	20.4
RGA	7.12	2.32	8.12	1,034	45.2
RGB	6.88	2.56	2.94	1,192	30.8
RGC	6.88	2.65	1.05	1,272	24.7
River sand	2.38	2.59	0.73	1,543	-

* CS : Crushed stone

Table 3. Mix proportion of concrete

W/C (%)	Slump (cm)	Ratio of RG(ℓ/vl)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)				
				W	C	S	CS	RG
60	18±2	0*	46.5	187	312	812	963	0
		50					481	471
		100*					0	833
50	18±2	0*	45.5	183	366	779	962	0
		50					481	416
		100*					0	832
40	18±2	0	43.5	190	475	697	934	0
		50					467	404
		100*					0	808

* : Mix of resistance freezing and thawing

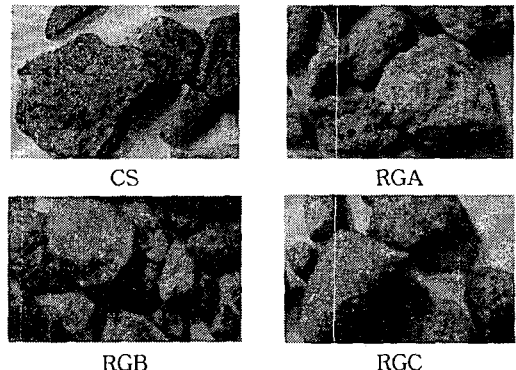


Fig 2. Grain shapes of aggregate

목표 슬럼프 18±2cm를 만족하고 있으며, 유동성 확보를 위한 고성능감수제 첨가량은 시멘트 중량에 대해 0.3~1.0% 범위로 골재 품질에 따른 유동성은 유사한 경향으로 나타났다.

(2) 공기량

Fig 4는 재생골재 대체율에 따른 AE제 첨가량과 공기량의 관계를 재생골재 종류에 따라 나타낸 것이다. 목표 공기량 4.5±1.5%를 만족하기 위해 AE제의 첨가량은 시멘트 중량에 대해 0.0004~0.003%가 첨가되었다. AE제 첨가에 따른 공기량은 3~6%로 목표치를 만족하여 유사한 경향이 나타났다.

(3) 압축강도

Fig 5은 재령에 따른 압축강도를 재생골재 종류에 따라 나타낸 것이다.

RGA의 경우 켄 자갈을 사용한 대체율 0%보다 다소 감소하는 강도 수준을 보였으며, 물시멘트비가 낮을수록 강도 저하 폭이 크게 나타난다. RGB, RGC의 경우는 물시멘트비 40%일 때 3.9, 2.7MPa, 50%일 때 2.8, 1.9MPa, 60%일 때 4.4, 5.2MPa이 증가되어 재생골재의 품질이 향상 될수록 압축강도가 유사하거나 다소 증가하는 경향이 나타났다.

(4) 동결융해 저항성

Fig 6은 재생골재 종류에 따른 상대동탄성계수를 나타낸 것이다.

물시멘트비에 따른 동결융해 저항성 시험결과는 물시멘트비 40% 일 때 210cycle에서부터 상대동탄성계수 감소 폭이 증가된다. 300cycle에서 골재 종류에 따른 상대동탄성계수는 RGB는 60%이하로 저하 되고, CS는 96%, RGA는 62.2%, RGC는 74.0%로 나타나 골재의 품질이 높을수록 동결융해 저항성이 높아지는 경향이 나타났다.

물시멘트비 50%에서 모든 시험체가 90cycle에서 파괴되었고 파괴점의 상대동탄성계수는 3.7% 범위 내로 유사하게 나타났다.

물시멘트비 60%에서 CS와 RGA는 60cycle에서 시험체가 파괴되었으며, RGB와 RGC는 30cycle에서 시험체가 파괴되었다.

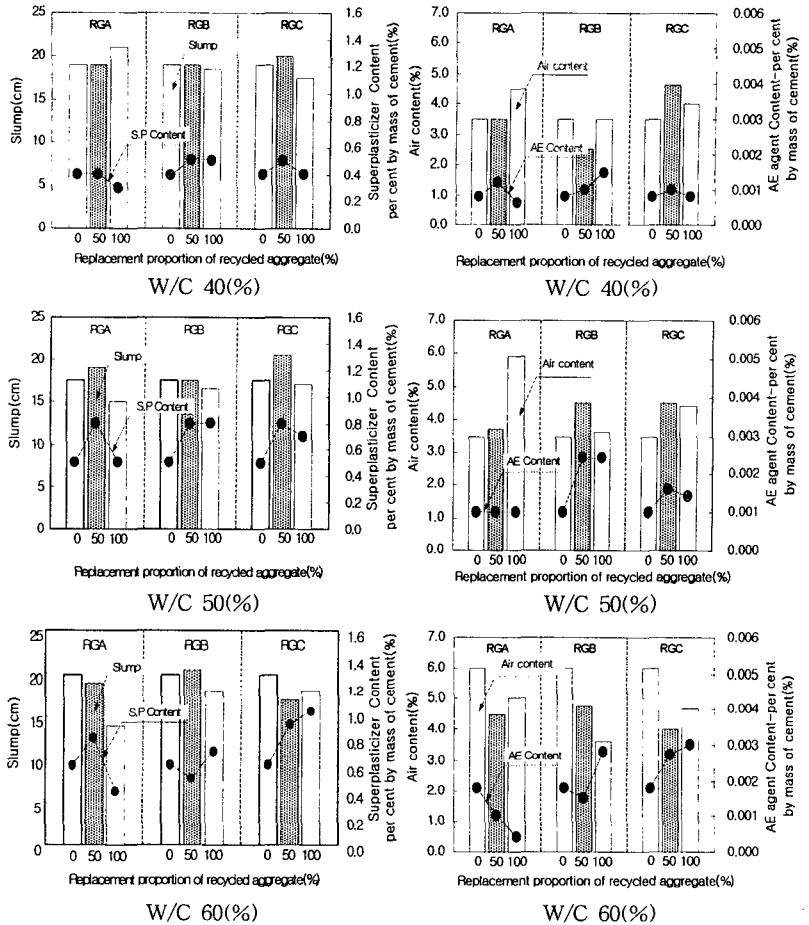


Fig 3. The variation of slump and sp contents according replacement proportion of recycled aggregate

Fig 4. The variation of air contents and AE agent according to replacement proportion of recycled aggregate

4. 결론

재생골재 품질에 따른 재생골재콘크리트의 공학적 특성을 검토한 결과를 종합하면 다음과 같다.

(1) 본 연구에서 사용한 중품질 재생골재와 고품질 재생골재는 천연골재와 동일한 수준의 물성이 나타난다.

(2) 유사한 슬럼프와 고성능 감수제의 첨가로 재생골재의 품질은 굳지 않은 콘크리트에서의 유동성에 영향을 주지 않는 것으로 나타났고, 강도 특성은 재생골재의 품질이 높을수록 높게 나타났다.

(3) 재생골재콘크리트의 동결융해 저항성은 갠 자갈을 사용한 콘크리트에 비해 낮게 나타나지만 재생골재의 품질이 높을수록 저항성이 향상되었다.

[감사의 글]

본 연구는 공주대학교 자원재활용 연구센터의 연구비 지원에 의해 수행한 연구결과에 일부로 관계기관에 감사의 말씀을 올립니다.

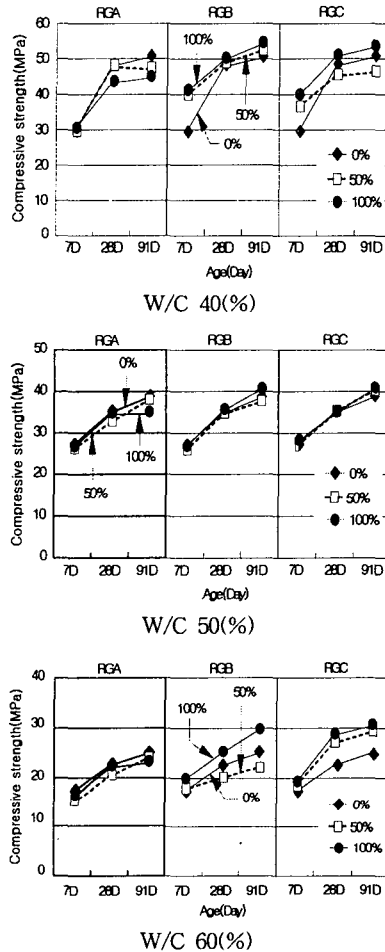


Fig 5. Compressive strength according to replacement proportion of recycled aggregate

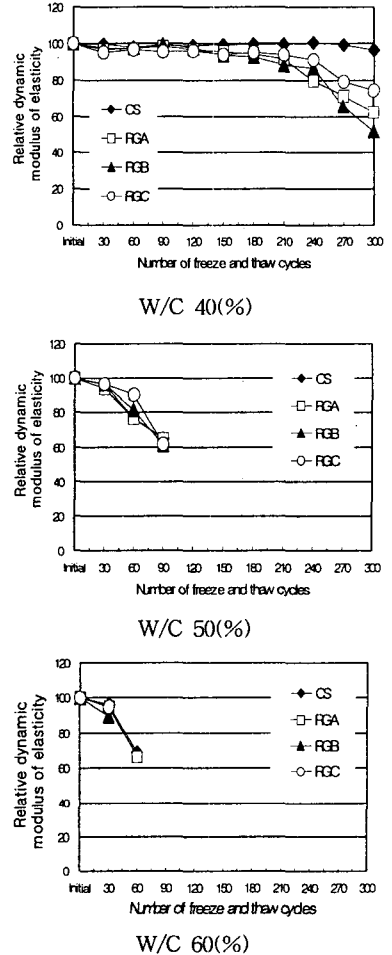


Fig 6. Relative dynamic modulus of elasticity according to kinds of recycled aggregate

참고문헌

1. 환경부, 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2002
2. 환경부, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한법률안, 2003
3. 재생(순환)골재 및 재생(순환)골재 콘크리트 정책·세미나, 한국콘크리트학회, 2004
4. 이도현, 김상연, 전명훈, 국내 재생골재의 생산 및 활용현황, 한국콘크리트학회 전문위원회 연구발표집, pp.170~199, 2004
5. 이세현, 재생골재의 정책 및 품질인증방안, 한국콘크리트학회 전문위원회 연구발표집, pp.217~226, 2004
6. KS F 2573 콘크리트용 재생골재
7. 再生骨材を用いたコンクリート, TR A 0006 : 2000, 日本工業標準調査會 土木部會 審議
8. 김무한, 남상일, 김진만; 재생골재의 혼합조건에 따른 재생골재 콘크리트의 시공성 및 공학적 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 제9권 제11호 통권 제61호, 1993. 11, pp. 109~120
9. 김무한, 이병호, 김진만, 이상수; 재생골재콘크리트의 구조체 적용성에 관한 기초적 연구(1), 대한건축학회 논문집, 제9권 제 8호 통권 제58호, 1993. 8, pp. 200~211