

# 재생굼은골재를 사용한 콘크리트의 유동특성에 관한 실험적 연구

## The Experience Study on the Floating Properties of Concrete with Recycled Coarse Aggregate

백 철 우\*      김 호 수\*      최 성 우\*      반 성 수\*      류 득 현\*\*  
Baek, Chul Woo      Kim, Ho Soo      Choi, Sung Woo      Ban, Seong Soo      Ryu, Deuk Hyun

### ABSTRACT

Recently, owing to the deterioration of reconstruction and the construction, much of the construction waste is discharged in our construction field, and the amount of construction waste are rapidly increased. These waste are raised to financial and environmental problems, so the method of reusing waste concretes has been studied and carried out many direction. Especially being want of resources, if waste concrete could be recycled as aggregate for concrete, it will contribute to solve the exhaustion of natural aggregate, in terms of saving resources and protecting environment.

This study is that the floating properties of concrete with recycled coarse aggregate were investigated for the substitution of recycled coarse aggregate. The result of this study, in case of water reducing, the property of harden concrete for the substitution ratio of recycled coarse aggregate was increased. The Quality of recycled coarse aggregate concrete was improved by water reducing.

### 1. 서 론

최근 도시의 재개발, 환경정비, 콘크리트 구조물의 노후화 및 기능저하에 따른 콘크리트 구조물의 철거가 지속적으로 증가하는 추세에 있고, 건설 폐기물의 발생량 또한 증가하고 있으며 그 중 폐콘크리트는 건설폐기물 전체 발생량의 약 67%를 차지하고 있다.<sup>1)</sup> 그러나 폐콘크리트의 재활용에 있어서는 매립공사용 또는 도로포장용 등으로 사용되고 있으며, 구조재료로서는 사용실적이 보고되고 있으나 매우 국한되어 사용되고 있다. 이에 자원 순환의 일환으로서 폐콘크리트에서 제조된 재생골재를 이용한 재생콘크리트의 적극적 활용 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>2,3)</sup>

재생골재는 골재에 부착된 모르타르분에 의해서 콘크리트에 적용 시 콘크리트의 성능저하를 초래하는 것으로 알려져 있으며<sup>4)</sup>, 골재 제조과정에서의 영향으로 입도 및 입형이 기존의 부순골재와 상이한 점을 나타내고 있다.<sup>5)</sup>

따라서 본 연구는 재생골재의 입도 및 입형에 의한 콘크리트의 성능변화를 검토하고, 기존의 부순

\* 정회원, 유진종합개발(주) 기술연구소

\*\* 정회원, 유진종합개발(주) 기술연구소 소장

골재와의 성능비교를 통해 재생콘크리트의 성상 및 성능개선을 위한 재생골재의 사용방안에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획 및 사용배합

본 연구의 실험계획을 표 1, 콘크리트의 배합을 표 2에 나타내었다.

재생굵은골재 대체율에 따른 콘크리트의 유동특성 검토를 위해, 물시멘트비 50%에서 재생굵은골재 대체율을 중량대체로 0, 25, 50, 75, 100%의 5수준으로 설정하였다. 목표슬럼프 15±1.0cm, 목표공기량 4.5±1.5%로 설정하여 콘크리트의 유동성을 평가하였으며, 재생굵은골재 대체율 변화에 따른 유동성 변화를 고려하여 동일 유동성을 확보하는 단위수량 및 그에 따른 콘크리트의 유동특성에 대해 검토하였다.

### 2.2 사용재료

본 연구에 사용된 재료로서 시멘트는 1종 보통포틀랜드 시멘트, 혼화제는 AE감수제를 사용하였으며, 사용골재의 기초물성은 표 3, 굵은골재의 입도분포는 그림 1에 나타내었다.

### 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법은 재생굵은골재 대체율에 따른 콘크리트의 유동성을 검토한 후, 재생굵은골재 대체율별 동일 유동성을 확보하기 위한 단위수량의 변화를 검토하였다.

시험항목은 표 4에 나타낸 바와 같이 굳지않은 성상에서는 슬럼프, 공기량, 응결특성, 단위용적중량, 블리딩을 측정하고 경과시간에 따른 슬럼프 및 공기량의 변화를 제조 직후, 30, 60, 90분에서 각각 측정하였다. 또한 재생굵은골재의 대체율 변화에 따른 유동성의 변화를 고려하여 대체율 0%에서의 유동성을 기준으로 목표 슬럼프 ±1cm를 벗어나는 경우, 단위수량을 변화시켜 동일 유동성을 확보하고, 그 때의 단위수량의 변화 및 콘크리트 유동특성의 변화에 대해 검토하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 콘크리트의 성상 검토

표 1. 실험계획

실험 요인	물시멘트비 (%)	50
	재생굵은골재 대체율 (%)	0, 25, 50, 75, 100
	목표 슬럼프(cm)	15 ± 1.0
	목표 공기량 (%)	4.5 ± 1.5

표 2. 콘크리트 기본배합

W/C (%)	S/a (%)	단위중량 (kg/m <sup>3</sup> )				
		W	C	S	G	Ad*
50	47.3	171	341	837	941	0.5

주) Ad : C × (%)

표 3. 사용 골재의 기초물성

잔골재	세척사	밀도 2.61, 조립율 2.64 흡수율 : 0.64
굵은골재	부순골재 (Gc)	최대치수 25mm, 밀도 2.62 조립율 6.60, 흡수율 0.68
	재생골재 (Gr)	최대치수 25mm, 밀도 2.49 조립율 6.08, 흡수율 4.22

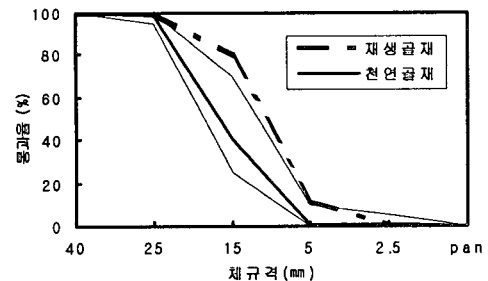


그림 1. 골재의 입도분포곡선

표 4 시험항목

실험 항목	콘크 리트	굳지않은 성상	슬럼프, 공기량, 응결특성, 블리딩, 단위용적중량, 경시변화
		경화 성상	압축강도 ⇒ 채령 3, 7, 14, 28일

(1) 슬럼프 및 공기량

재생굼은골재 대체율별 콘크리트 제조 직후의 슬럼프 및 공기량을 그림 2에, 단위수량변화에 따른 재생콘크리트의 굳지않은 성상 측정 결과를 표 5에 나타내었다.

재생굼은골재 대체율 25%와 100%는 목표슬럼프 범위를 만족시키는 것으로 나타났으나, 50, 75%의 경우 목표 슬럼프 범위를 벗어났으며, 동일 유동성을 확보하기 위한 단위수량은 약 3kg/m<sup>3</sup> 정도 감소되는 것으로 나타났다.

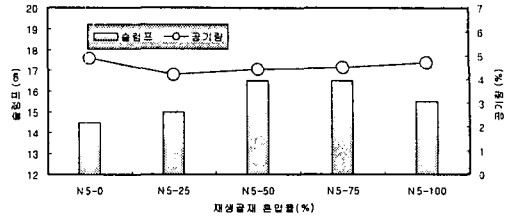


그림 2 재생굼은골재 대체율에 따른 초기성상

(2) 경시변화

단위수량 감수에 따른 재생콘크리트의 경시변화특성을 그림 3에 나타냈다.

슬럼프의 경시변화는 30분과 60분에서 감소한 경우가 슬럼프 로스가 작은 경향을 보였고 90분에서는 거의 동일한 슬럼프 로스를 나타냈다. 공기량에서는 30분에서 감소한 경우가 비감수에 비하여 공기량 로스가 작았다.

표 5 단위수량 변화에 따른 재생콘크리트의 굳지않은 성상

배합명	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	단위용적중량 (t/m <sup>3</sup> )	블리딩율 (%)
N5-0	14.5	4.9	171.0	2.32	3.73
N5-25	15.0	4.2		2.29	3.43
N5-50	16.5	4.4		2.27	2.61
NR <sup>*</sup> 5-50	14.5	5.2	168.0	2.28	2.55
N5-75	16.5	4.5	171.0	2.26	2.52
NR <sup>*</sup> 5-75	15.5	5.4	167.8	2.26	2.36
N5-100	15.5	4.7	171.0	2.23	2.32

\* Water reducing

(3) 응결특성

비감수와 감수에 따른 재생굼은골재 콘크리트의 응결특성을 표 6에 나타냈다.

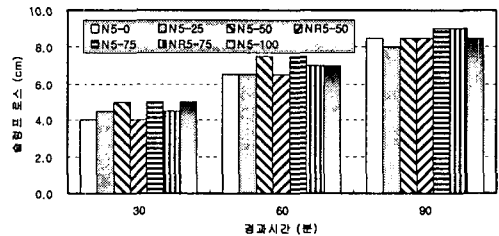
재생굼은골재 대체율 변화에 따른 응결특성은, 대체율이 증가할수록 응결시간은 단축되는 것으로 나타났으며, 감수의 경우 비감수 보다 응결시간이 단축되었다.

(4) 단위용적중량 및 블리딩

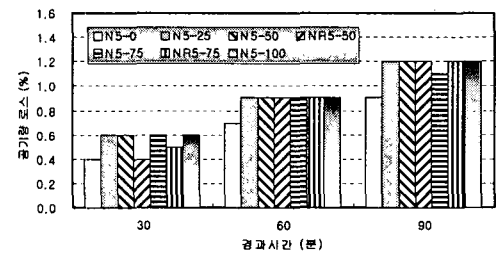
재생굼은골재 대체율별 감수에 따른 단위용적중량 및 블리딩율을 표 5에 나타냈다.

재생굼은골재 대체율이 증가할수록 단위용적중량은 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 이는 재생굼은골재의 비중에 기인하는 것으로 사료된다.

블리딩율의 변화는 재생굼은골재 대체율이 증가할수록 블리딩율이 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 재생굼은골재 대체율이 증가할수록 잔입자의 골재량이 상대적으로 증가하여 골재에 의한 비빔수의 구속수량이 증가하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 단위수량을 감수한 경우에서 블리딩율이 더욱 감소되는 경향을 보였다.



a) 슬럼프 로스



b) 공기량 로스

그림 3 단위수량 감수에 따른 재생콘크리트의 경시변화특성

표 6 재생콘크리트의 응결특성

	N5-0	N5-25	N5-50	NR5-50	N5-75	NR5-75	N5-100
초결	7 : 30	7 : 28	7 : 18	7 : 06	7 : 00	7 : 00	6 : 57
종결	10 : 21	10 : 12	9 : 48	9 : 33	9 : 27	9 : 12	9 : 03

### 3.2 경화 콘크리트의 성상 검토

그림 4에 재생굵은골재 대체율 변화에 따른 압축강도 발현특성을 대체율 0%에 대한 발현율로서 나타내었다.

비감수의 압축강도 발현특성은 재생굵은골재 대체율에 따라 다소 차이는 있지만, 발현율 100% 아래에 분포하고 있으며, 재생굵은골재 대체율이 증가할수록 강도발현성능은 저하하는 것으로 나타났다. 감수의 경우는 모든 재령에서 100%이상의 발현율을 나타냈다.

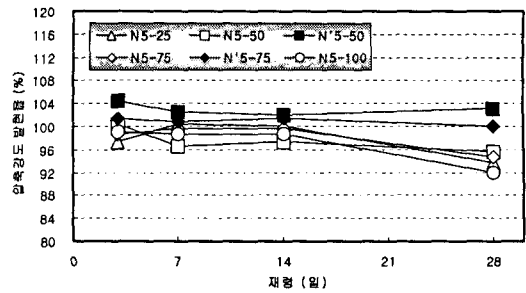


그림 4 재생굵은골재 대체율에 따른 압축강도 발현특성

### 4. 결 론

본 연구에서는 재생굵은골재 대체율에 따른 콘크리트의 유동특성을 검토한 것으로서 시험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 슬럼프는 재생굵은골재 혼입율 50, 75%에서는 유동성이 다소 증가하며, 동일 유동성을 확보함에 있어서 단위수량이 약 3kg/m<sup>3</sup> 정도 감소되는 결과를 얻었다.
- 2) 경시변화는 재생굵은골재를 대체한 경우 경시변화가 다소 큰 것으로 나타났으나, 단위수량의 변화에 따른 경시변화의 차이는 거의 나타나지 않고 있다.
- 3) 응결특성은 재생굵은골재 대체율이 증가할수록, 단위수량이 감소될수록 응결시간이 단축되었다.
- 4) 단위용적중량은 재생굵은골재 대체율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 블리딩율도 감소되는 것으로 나타났다.
- 5) 재생굵은골재 대체율이 증가할수록 강도발현특성은 저하하지만, 동일 유동성에서는 단위수량의 감소에 따른 물시멘트비 저하에 의해 대체율 0%와 유사한 강도발현수준을 나타내고 있다.

### 참고문헌

1. 환경부, 환경통계연감, 2002, pp. 129.
2. 구봉근 외 “플라이애쉬를 혼합한 재생골재 콘크리트의 내구성”, 한국콘크리트학회 논문집 제13권 1호, 2001, pp. 23-29.
3. 김진만 외 “폐콘크리트의 재활용”, 한국콘크리트 학회지 제15권 제2호, 2003. 3, pp. 14-20.
4. 문한영 외 “재생골재의 품질평가 및 재생골재 콘크리트의 강도특성”, 대한토목학회논문집 제22권 제1-A호, 2000, pp. 141-150.
5. 류득현 외, “재생굵은골재를 사용한 재생콘크리트의 역학적 특성에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집 제15권 1호, 2003. 5, pp.25-30.