

# 순환골재콘크리트의 수축특성에 관한 연구

## Study on the Shrinkage Properties of Concrete using Recycled Fine Aggregate

나 철 성\*\*      이 형 준\*      남 정 수\*\*      권 수 길\*\*\*      김 규 용\*\*\*\*      김 무 한\*\*\*\*\*  
Na, Chul Sung    Lee, Hyoung Jun    Nam, Jeong-Soo    Kwon, Soo-Kil    Kim, Gyu-Yong    Kim, Moo-Han

---

### ABSTRACT

In case of recycled fine aggregate, density and absorption ratio is lower than natural one, so it is used to lower value added products and it is limited its usage.

It is reported that Compressive and tensile strength of recycled concrete is more deteriorate and shrinkage properties is very deteriorate because high absorption of recycled fine aggregate.

Accordingly, in this study, it is develop that dry manufacturing system composed specific gravity separator of high-speed rotation impact type, reclaimer of minuteness fine aggregate and evaluate that shrinkage properties of recycled concrete using recycled fine aggregate at producing this system.

Hereafter, it is present that fundamental data to practical use recycled fine aggregate.

### 요 약

순환골재는 천연골재에 비해 밀도 및 흡수율 등이 열악하여 저부가가치용으로 활용되고 있고, 사용이 한정되어 있으며, 순환골재를 콘크리트는 압축강도, 인장강도 등의 강도특성이 저하하고 특히, 높은 흡수율로 인하여 수축특성이 매우 저하하는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 고속회전충격식 비중분리장치 및 원심력 미분말 집진장치 등으로 구성된 건식생산시스템을 개발하고 이를 통해 생산된 순환골재를 사용한 순환골재 콘크리트의 수축특성을 평가함으로써 향후 순환골재의 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

- 
- \* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 석사과정
  - \*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 박사과정
  - \*\*\* 정회원, 성안이엔티(주), 대표이사
  - \*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 조교수
  - \*\*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 건축연구소, 전임연구원

# 1. 서 론

최근, 정부에서는 도시개발의 가속화와 재개발사업의 급속한 팽창에 의해 발생량이 급증하고 있는 폐콘크리트를 처리하기 위한 정책방침으로서 건설폐기물 재활용 촉진정체에 관한 다양한 법률 및 시행령 등을 통해 순환골재의 활용을 적극적으로 도모하고 있다.

한편, 폐콘크리트를 활용한 순환골재의 경우 제조기술 및 활용방안에 관한 연구가 다각적으로 진행되어 고속회전충격과 같은 건식생산기술에 의하여 순환잔골재의 생산이 가능하게 되었다.

그러나 순환골재를 사용한 콘크리트는 굳지않은 성상, 경화성상이 일반 천연골재 콘크리트에 비해 열악한 것으로 보고되고 있으며, 특히 수축특성의 경우 매우 열악한 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 환경성 및 순환잔골재의 품질개선효과가 우수한 순환잔골재 건식생산시스템을 통해 생산된 순환잔골재를 사용한 콘크리트의 수축특성을 평가함으로써 향후 순환잔골재의 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 2 건식생산시스템의 개발 및 평가

본 연구에서 개발한 순환잔골재 건식생산시스템의 공정도는 그림 1과 같이 고속회전충격식 비중분리장치, 미세립 분리회수장치 및 원심력 미분말 집진장치로 구성된 파쇄선별공정 통과 후, 직렬식으로 배치된 파쇄분리공정을 2회 통과하여 순환잔골재가 생산된다.

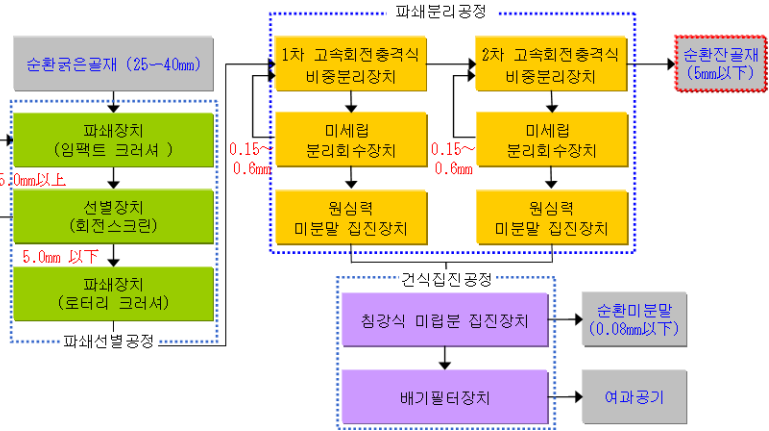


그림 1. 본 연구에서 개발한 건식생산시스템의 공정도

## 3. 실험계획

### 3.1 실험계획 및 콘크리트 배합

본 연구에서는 순환잔골재를 사용한 콘크리트의 자유 및 구속상태의 건조수축 특성을 평가하기 위해 표 1에 나타난 바와 같이 순환잔골재 대체율을 0, 30, 50 및 100%의 4수준으로 설정하였으며, 물시멘트비는 50%, 단위수량은 175 kg/m<sup>3</sup>으로 설정하였으며, 비빔직후 목표 슬럼프를 21 ± 2 cm, 목표 공기량을 4.5 ± 1.5%로 설정하였다. 또한, 소정의 유동성을 만족시키기 위해 고성능AE감수제를 사용하였다.

표 1. 콘크리트 배합

순환잔골재 대체율 (%)	W/C (%)	목 표 슬럼프 (cm)	S/a (%)	단 위 수 량 (kg/m <sup>3</sup> )	단 위 질 량 (kg/m <sup>3</sup> )			
					C	NS <sup>1)</sup>	RS <sup>2)</sup>	G
0	50	21±2	46	175	364	350	0	794
30					364	350	0	556
50					364	350	0	397
100					364	350	0	0

주1) NS : 천연잔골재,

2) RS : 순환잔골재

### 3.2 사용재료

본 연구에서 사용된 시멘트는 표 2와 같이 밀도 3.15 g/cm<sup>3</sup>의 S사 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.

또한, 골재로서 굵은골재는 밀도 2.63 g/cm<sup>3</sup>의 퇴촌산 부순자갈을 사용하였고, 잔골재로서 천연잔골재는 밀도 2.56 g/cm<sup>3</sup>의 인천산 제염사, 순환잔골재는 밀도 2.23 g/cm<sup>3</sup>, 흡수율 4.79%인 순환잔골재를 각각 사용하였다.

표 2. 사용재료의 물리적 성질

사 용 재 료	물 리 적 성 질
시 멘 트	보통포틀랜드 시멘트 (밀도 : 3.15, 분말도 : 3,200cm <sup>2</sup> /g)
혼 화 제	플라이애시 (밀도 : 2.16, 분말도 : 1990cm <sup>2</sup> /g)
	실리카흄 (밀도 : 2.2, 분말도 : 200,000cm <sup>2</sup> /g)
골재	천연잔골재 제염사 (인천산, 비중 : 2.58)
	순환잔골재 밀도 : 2.23g/cm <sup>3</sup> , 흡수율 : 4.79%
	굵은골재 부순자갈 (퇴촌산, 비중 : 2.63, 최대치수 20mm)
혼 화 제	폴리카르본산계고성능감수제

### 3.2 시험체 제작방법

비구속상태에서 건조수축특성을 평가하기 위해 10×10×40 cm의 각형 몰드를 활용하여 콘크리트를 타설한 후, 약 24시간 후에 탈형하여 온도 20 ± 3°C, RH 60 ± 10%의 항온실에서 2일간 기건양생한 후 10 mm의 콘크리트게이지를 양측면에 부착하여 제작하였다.

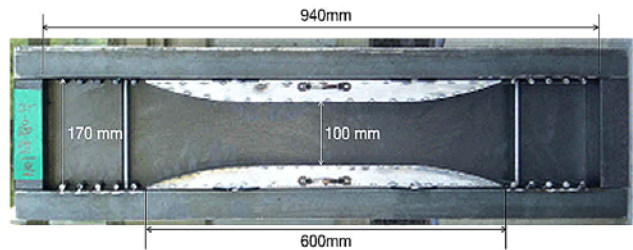


사진 1. 구속건조수축 측정몰드

한편, 구속상태의 건조수축특성을

평가하기 위해 사진 1과 같은 도그본 형태의 몰드에 콘크리트를 타설하여 온도 20 ± 3°C, RH 60 ± 5%의 실내에서 1일간 존치시킨 후, 재령 7일까지 온도 20 ± 3°C의 수중에서 표준양생을 실시하여 제작하였으며, 재령 7일부터 측정을 실시하였다.

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1 비구속상태에서의 건조수축

본 연구에서는 10×10×40 cm 시험체를 타설 2일후에 탈형하여 온도 20 ± 3°C, RH 60 ± 10%의 양생실에 존치시킨 후, 타설측면에 부착시킨 길이 100 mm의 콘크리트게이지를 활용하여 건조수축에 의한 변형량을 측정하였으며, 그 결과는 그림 2에 나타난 바와 같다.

즉, 비구속상태에서 콘크리트의 건조수축량은 순환잔골재의 대체율에 관계없이 측정개시 후 재령 20일까지는 비교적 급격하게 증가하였으나, 재령 40일 이후에는 상대적으로 건조수축량의 증가가 완만해지는 것을 확인할 수 있었다.

한편, 비구속상태에서 건조수축량은 RS-30 > RS-00 > RS-50 > RS-100의 순으로 나타났으며, 순환잔골재 대체율 30%까지는 대체율 0%에 비해 건조수축량이 오히려 저감되는 것을 알 수 있었고 순환잔골재 대체율 50% (RS-50)은 측정개시 후부터 재령 20일까지는 RS-00에 비해 급격하게 증가하였으나, 재령 20일 이후에는 증가폭이 완만해져 RS-00에 근접해지는 것을 확인할 수 있었다.

반면, 순환잔골재만을 전량 사용한 RS-100 시험체 비구속상태에서 건조수축량은 초기재령부터 RS-00에 비해 크게 증가하고 있으며, 시간이 경과될수록 그 차이는 점점 확대되어 재령 56일에 있어서는 RS-00에 비해 1.34배 정도 큰 건조수축량을 보였다.

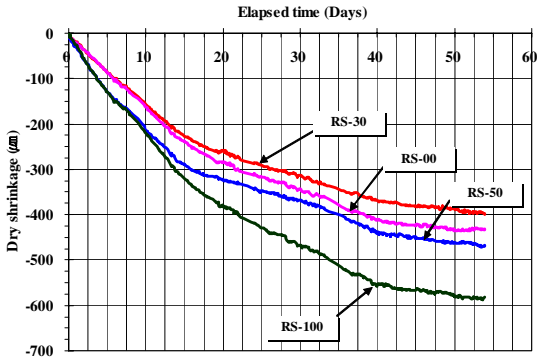


그림 2. 비구속상태에서의 건조수축량

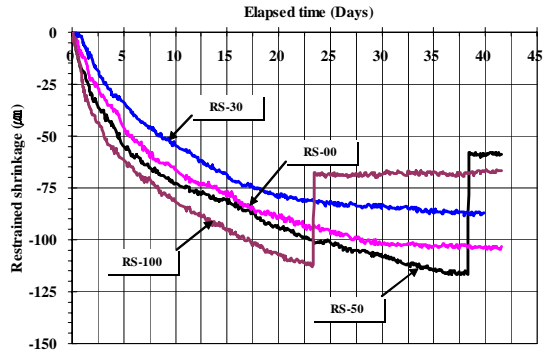


그림 3. 구속상태에서의 건조수축량

#### 4.2 구속상태에서의 건조수축

구속상태에서 콘크리트의 건조수축량은 그림 3과 같이 천연잔골재만을 전량 사용한 경우 (RS-00), 초기재령에서는 상대적으로 급격히 증가했으나 30일 경과후부터는 변형량이 비교적 완만해지고 있다.

또한, 천연잔골재에 대하여 순환잔골재를 30% 대체 사용한 콘크리트 (RS-30)는 비구속상태에서와 마찬가지로 구속상태에서도 건조수축에 의한 변형량이 RS-00에 비해 크게 저감(최대 약 20%) 되는 것을 확인할 수 있었으며, 40일이 경과한 후에도 건조수축에 의한 균열이 발생되지 않아 건조수축에 의한 균열저항성이 우수하다는 것을 검증할 수 있었다.

한편, 순환잔골재 대체율이 50%인 콘크리트 (RS-50)의 구속상태에서 건조수축에 의한 변형량은 경과시간 30일까지는 RS-00과 유사한 경향을 보였으나, 30일 이후에도 변형량이 지속적으로 증가되었으며, 순환잔골재만을 전량 사용한 콘크리트 (RS-100)의 구속상태에서 건조수축에 의한 변형량은 재령 초기에서부터 다른 시험체에 비해 급격하게 증가하였다.

### 5. 결 언

- 1) 비구속 및 구속상태에서 건조수축에 의한 변형량은 RS-30 > RS-00 > RS-50 > RS-100의 순으로 작게 나타나 순환잔골재 대체율 30%까지는 천연잔골재만을 사용한 경우에 비해 오히려 건조수축에 대한 저항성이 우수한 것으로 나타났다.
- 2) 순환잔골재 대체율이 50% 이상인 경우에는 천연잔골재만을 사용한 경우에 비해 비구속 및 구속상태에서의 건조수축 저항성이 저하되는 것으로 나타났으며, 특히 순환잔골재 대체율 100%의 경우에는 건조수축에 의한 변형량이 다른 시험체에 비해 급격히 증가되었다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(05건설핵심D07)에 관한 일련의 연구로 수행되었고, 논문에 참여한 연구자(의 일부)는 2단계 BK21사업의 지원을 받았으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 김무한 외, “폐콘크리트덩어리를 활용한 고품질 재생모래의 제조기술 및 자원유효이용성 평가모델 개발”, 2003년도 건설핵심기술연구개발사업보고서, 2004
2. 최민수, “건설폐기물의 재활용 촉진을 위한 법적 정비 방안”, 한국건설산업연구원, 2002. 7