

再生콘크리트보의 휨 및 전단 舉動에 대한 實驗研究

Experimental Research for Flexural and Shear Behaviour of Recycling Concrete Beam

윤진수¹⁾
Yun, jin su

류금성²⁾
Ryu, Gum Sung

정영수³⁾
Chung, Young Soo

ABSTRACT

Due to recent demolition works of aged concrete bridges and buildings, a considerable amount of waste concrete material have been reclaimed without crushing works. It is well believed that waste concrete could be used for recycling good coarse aggregate, which could contribute to partly reduce environmental pollutions due to noise and dust by demolition works, and also to solve the shortage of natural aggregate for new concrete works.

This experimental study is to investigate the flexural and shear behaviour of recycling RC beams with pertinent amount of recycling coarse aggregate, such as 30%, 50% and 100% of total aggregate volume. It is concluded from the test that structural behaviour of recycled concrete is determined to have similar behaviour of normal concrete.

1. 서론

최근까지 폐콘크리트를 콘크리트용 골재로 재활용하기 위해서 많은 연구가 진행되어 왔으며 그 중 대부분의 연구는 재생골재콘크리트의 아직굳지 않은 상태의 시공성 및 경화 상태에서의 압축강도등의 공학적 특성을 보통콘크리트와 각 실험요인 및 수준별로 상호비교·검토함으로써 재생골재 콘크리트의 기본적인 조합설계 방침에 기초자료를 제시하기 위한 실험이 주류를 이루어 왔었다.

그러나 본 실험에서는 폐콘크리트 재활용의 실용화 방안의 일환으로 재생콘크리트를 일반 콘크리트 구조물에 사용할 수 있는지의 여부를 검증하기 위한 실험을 수행하는 것이다. 즉 세골재는 천연모래를 100% 사용하였고, 재생굵은골재를 30%, 50%, 100% 각각의 비율로 쇄석과 혼합하여 Pilot실험을 거친 뒤 최적배합을 선택하여 재생콘크리트보를 제작하였다. 그리고 굵은골재로써 쇄석만을 사용한 보통콘크리트보와 재생 콘크리트보의 휨과 전단에 대해서 정적실험을 실시하여 구조적 거동특성을 비교·분석하였다.

1) 중앙대학교 토목공학과 석사과정

2) 중앙대학교 지구환경시스템학과 석사과정

3) 정희원, 중앙대학교 건설대학 토목공학과 교수

2. 사용재료 및 실험개요

2.1 사용재료

본 실험에서 잔골재는 충청남도 공주 금강에서 채취한 것이며, 쇄석은 안성산이며, 재생굵은골재는 경기도 화성지역 건설폐기물 중간처리장에서 수거한 것이다. 잔골재와 굵은골재의 입도분포곡선은 그림 2.1과 같다.

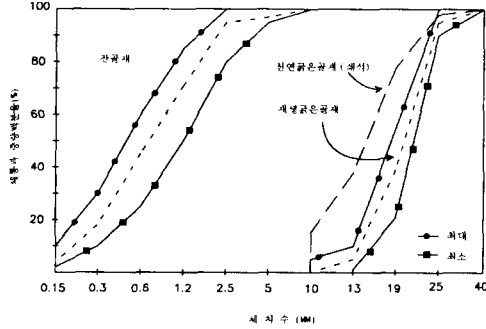


그림 2.1 골재의 입도분포곡선

2.2 실험방법 및 배합

아직 굳지않은 콘크리트의 슬럼프시험은 KS F2402, 공기량시험은 KS F2421에 준하고, 경화 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405에 준하고, 인장강도 시험은 KS F 2423에 준하여 실시하였다. 콘크리트의 배합은 표 2.4 와 같다.

표 2.2 콘크리트의 배합

물-시멘트비 (%)	목표슬럼프 (cm)	잔골재율 (%)	단위수량 (kg/cm ²)	절대용적 (l/m ³)			단위중량 (kg/cm ²)			
				시멘트	모래	자갈	시멘트	모래	자갈	혼화제 (AE감수제)
55	18	44.3	188	109	307	386	342	798	1003	1.026

3 Pilot실험 및 결과

본 실험에서는 세골재는 천연모래를 100% 사용하였고, 재생굵은골재의 혼합율을 각각 30, 50, 100% 씩 증가시켜 Pilot실험을 통해서 최적배합을 찾았다. 압축강도는 14일, 28일 재생굵은골재의 혼합별 각각 공시체 3개씩을 제작하였고, 인장강도는 28일에 경우만 재생굵은골재의 혼합별 각각 공시체 3개씩을 제작하여 실시하였다. 재생굵은골재의 혼합조건에 따른 압축강도의 변화는 그림 3에서 보여주고 있다. 콘크리트 압축강도 측정결과 재생굵은골재를 사용하여도 보통콘크리트와 동일한 수준의 압축강도를 보이고 있으며, 재생콘크리트의 재령28일 압축강도는 270~290 kg/cm²의 수준으로 재생콘크리트를 사용하여 설계기준강도 240 kg/cm² 수준의 콘크리트의 제조가 가능할 것으로 사료된다. 또한 그림 3에서 14일 압축강도에 경우 대체로 재생굵은골재의 첨가량이 증가할수록 압축강도도 증가하는 경향을 나타내고 있다. 그 이유로서 콘크리트에 가압시 보통콘크리트는 1차적으로 골재와 시멘트 페이스트 사이의 부착면에서 균열이 발생 되었으나 재생골재를 사용한 경우 재생골재와 시멘트 페이스트와의 부착강도가 시멘트 페이스트의 강도보다 커서 시멘트 페이스트 부분의 균열이 우선적으로 발생되어

오히려 강도가 증가하게 된 것이라고 기술하고 있다. 골재의 혼합조건별 할열강도의 변화도 표 3.2에 나타내었다. 표 3.2에서 보는 바와 같이 할열강도는 13~15 kg/cm^2 정도로 다소 낮았으며, 재생골은 골재의 혼합량에 따라 별다른 차이점이 없었다.

표 3.2 압축강도와 할열강도 결과치

골재의 혼합조건	재생자갈 혼합율(%)	압축강도 (kg/cm^2)		할열강도 (kg/cm^2)
		14일	28일	28일
N	0	176	280	13.6
30R	30	153	273	13.8
50R	50	229	285	13.1
100R	100	224	298	15

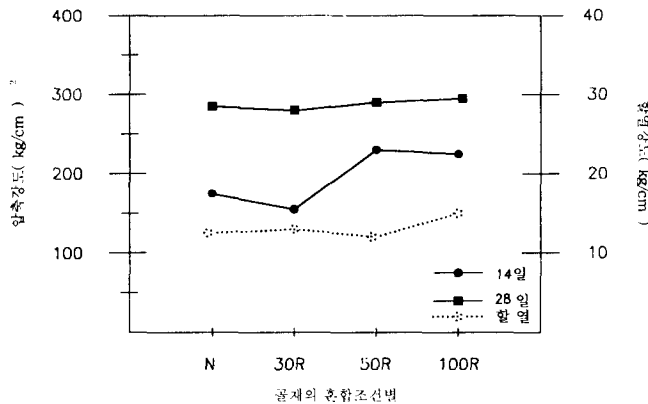


그림 3 압축강도 및 인장강도의 변화

4. 힘·전단보 정적실험

4.1 실험개요

재생콘크리트보는 pilot실험을 통해서 찾은 최적배합인 재생골은골재혼합율 50%로 하여 힘, 전단 각각 3개씩을 제작하여 실험하였다. 힘 및 전단 각각의 시험체 계획은 다음 표 4.1과 같다

표 4.1 시험체 계획(힘, 전단 시험체 동일)

구분	재생골은골재 혼합율	시험체 수량	실험내용	비고
보통콘크리트보	0%	2개	정적실험	
재생콘크리트보	50%	3개		

4.2 힘 시험체

본 실험에 사용된 힘시험체는 지간길이 $L=180cm$, 폭 $b=15cm$, 높이 $h=20cm$, 유효높이 $d=17cm$ 의 단면을 사용 $\sigma_y=3,000 kg/cm^2$ 하였다. 철근의 경우 인장철근(A_s)은 $\sigma_y=4,000 kg/cm^2$ (D13), 압축철근

(A_s')은 (D10) 그리고, 전단철근(A_v)은 $\sigma_y=3,000\text{ kg/cm}^2$ (D10)인 철근을 사용하였으며, 전단철근의 간격은 20cm이다. 휨 시험체 단면은 그림 4.2와 같다.

4.3 전단시험체

본 실험에 사용된 전단시험체의 형상은 단면치수 30×15cm에 길이 60cm크기의 실험체를 만들고, 양단끝에서 19cm 떨어진 곳에 각각 15×15×1cm 크기의 직사각형 홈을 두었다.

철근의 경우 주철근(A_s)은 $\sigma_y=4,000\text{ kg/cm}^2$ (D13), 떠철근(A_v)은 $\sigma_y=3,000\text{ kg/cm}^2$ (D6)을 사용하였다. 시험체의 형상 및 배근관계는 그림 4.3과 같다.

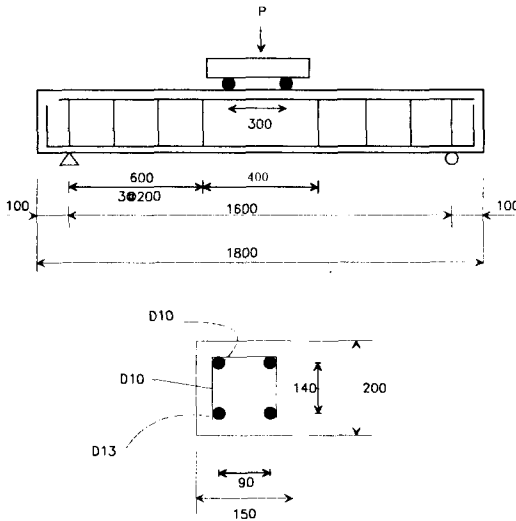


그림 4.2 휨 시험체 단면(단위 :mm)

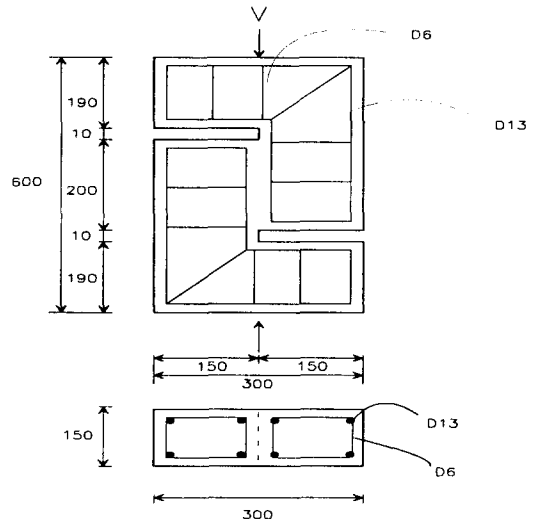


그림 4.3 전단 시험체 단면(단위 : mm)

4.4 실험결과 및 분석

휨시험체 실험결과 보통콘크리트보는 재생콘크리트보와 균열양상 및 거동특성 모두 거의 근사한 양상을 보였다. 균열양상은 하중1.2에서 인장측 중앙부에서 초기균열이 발생하기 시작했으며, 점차적으로 양 지점으로 확대되어 가는 것을 볼 수 있었다. 하중-처짐변형 곡선은 그림 4.4.1 에서, 하중-콘크리트 상부 변형 곡선은 그림 4.4.2에서, 하중-주철근 변형 곡선은 그림 4.4.3 에서 각각 보여주고 있다.

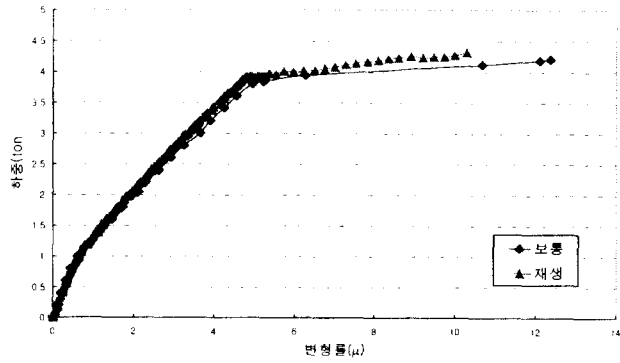


그림 4.4.1 하중-처짐변형 곡선

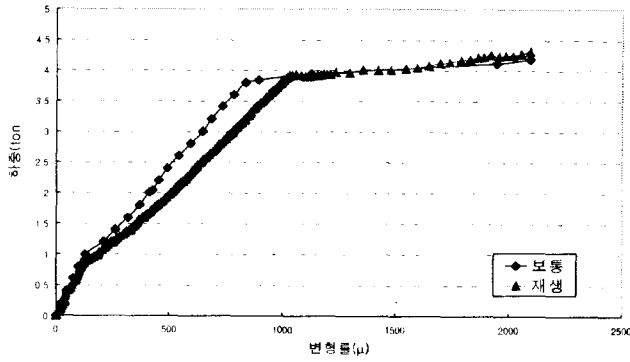


그림 4.4.2 하중-콘크리트상부 변형 곡선

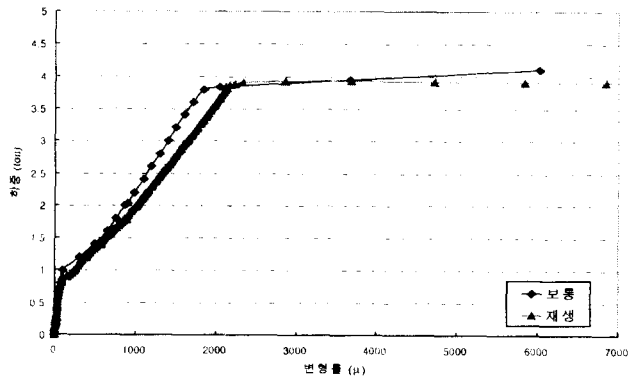


그림 4.4.3 하중-주철근 변형 곡선

5. 결론

재생굵은골재를 30%, 50%, 100% 각각의 비율로 쇄석과 혼합하여 Pilot실험을 거친 뒤 최적배합을 채택하여 그 배합으로 재생콘크리트보를 제작하였다. 그리고 굵은골재로써 쇄석만을 사용한 보통콘크리트보와 휨과 전단에 대해서 정적실험을 실시하여 구조적 거동특성을 비교·분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 재생콘크리트보는 보통콘크리트보와 거의 유사하게 1.2ton 에서 초기균열이 발생하였으며, 점차 지점으로 확대하여 갔다.
- 2) 재생콘크리트보는 보통콘크리트와 거의 유사하게 항복하중 3.9ton, 파괴하중 4.3ton에서 파괴되는 것을 볼 수 있었다.
- 3) 재생콘크리트보는 보통콘크리트보와 거의 유사한 거동특성 및 균열특성을 볼 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 김무한외, “잔·굵은골재로서 폐기콘크리트를 사용한 콘크리트에 관한 실험적 연구”, 춘계학술발표대회 논문집 제6권 제1호, 1986.4. pp.425~430.
2. 김무한, “국내 폐기콘크리트 발생량의 예측 및 재생골재로의 이용전망에 관한 연구” 대한건축학회 학술발표회 논문집. 1993.4. pp.425~430.
3. Mostafa Tavakoli and Parviz Soroushian, “Strengths of Recycled Aggregate Concrete Made Using Field-Demolished Concrete as Aggregate”, ACI MATERIALS JOURNAL, v.93, No.2, March-April 1996, pp.182~190.