

재생골재를 사용한 콘크리트의 강도에 미치는 포졸란 시멘트 효과

Effect of the Pozzolanic Cement on Concrete Strengths with Recycled Aggregate

문 대 중* 임 남 응** 김 양 배***
Moon, Dae Joong Lim, Nam Woong Kim, Yang Bea

ABSTRACT

Due to the tendency of increase in demolished-concrete produced by alteration and deterioration of concrete structures, recycling of those demolished-concrete is necessary to solve the exhaustion of natural aggregate, in order to save resources and protect environment, especially being want of resources in Korea.

For this purpose, concrete made with the pozzolanic cement and recycled aggregate was tested for compressive and tensile strength. The pozzolanic cement was a mixture of OPC(Ordinary Portland Cement) and pozzolans such as fly ash, other siliceous materials and early rapid hardening cement(ERC). It was found that the compressive strength of the pozzolanic cement was enhanced when 0.75% of ERC was dozed, as compared with OPC mortar.

It was also shown that compressive and tensile strength of concrete with recycled aggregate and pozzolanic cement were higher than those of concrete with crushed stones and OPC. It was concluded that the pozzolanic cement influenced on the increase of concrete strengths with recycled aggregate.

1. 서론

건설산업의 발전으로 대량으로 축조되었던 콘크리트 구조물은 성능저하, 노령화, 사용목적의 변경 등으로 상당량 해체되고 있으며, 이들 해체 콘크리트 구조물에서 발생하는 폐 콘크리트량은 급증하고 있는 추세이다. 그래서 폐콘크리트를 도로보조기층, 매립용 뿐만 아니라 부가가치가 높은 콘크리트용 골재로 재활용하기 위한 연구가 진행되고 있다.^(1,2)

그러나 폐 콘크리트를 콘크리트용 재생골재로 활용한 콘크리트는 천연골재를 사용한 콘크리트에 비하여 강도 및 내구성이 다소 저하되는 문제점이 지적되고 있다.

본 연구에서는 폐 콘크리트를 콘크리트용 재생골재로 사용한 콘크리트의 강도특성을 개선하기 위한 일환으로 보통포틀랜드시멘트에 포졸란 재료를 혼합한 재생골재 사용 콘크리트의 기초물성을 보통콘크리트와 비교, 고찰하였다.

* 정회원, 한양대학교 산업과학연구소 연구원

** 정회원, 중앙대학교 환경공학과 교수

*** 정회원, 삼표산업(주) 환경기술연구소 부장

2. 실험

2.1 사용재료

- (1) 시멘트 및 포졸란 재료 : 시멘트는 보통포틀랜드시멘트(OPC)와 초조강시멘트(ERC)를 사용하였으며, 포졸란 재료로는 플라이애시(FA)를 포함한 2가지 형태의 규회질 분말을 사용하였다. 첫째, 규회질 분말을 CS로, 두 번째 규회질 분말을 DS로 각각 명하였다.
- (2) 골재 : 잔골재는 부순모래를 사용하였으며, 굵은골재는 비중 2.63, 흡수율 0.73 인 부순돌(NA)과 비중 2.48, 흡수율 5.25인 폐 콘크리트 재생골재(재생골재 또는 RA)를 사용하였다. 부순돌 및 재생골재의 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1 부순돌 및 재생골재의 물리적 성질

골재	Gmax (mm)	비중	흡수율 (%)	F.M.	단위용적중량 (kg/m ³)
부순돌	25	2.63	0.73	6.95	1502
재생골재	25	2.48	4.25	6.65	1483

- (3) 혼화제 : 고성능감수제, 공기연행제 및 K₂SO₄를 사용하였다.

2.2 실험방법

- (1) 모르타르 압축강도시험 : 5×5×5cm의 공시체를 재령 28일에 KS L 5105 에 준하여 실시하였다.
- (2) 콘크리트 강도 시험 : $\phi 10 \times 20$ cm의 공시체를 재령 28일에 압축강도는 KS F 2405, 인장강도는 KS F 2423에 준하여 실시하였다.

2.3 배합

- (1) 모르타르의 배합 : 조강포틀랜드시멘트를 3단계로 변화시켰으며, 시멘트와 잔골재의 비율 1:3, 목표 플로우 110±10으로 하여 배합을 선정하였다.
- (2) 콘크리트의 배합 : 콘크리트의 배합은 플라이애시 사용량을 2단계로 하였으며, 강도발현을 보완할 목적으로 K₂SO₄를 사용하여 배합을 정하였으며, 그림 1과 같이 계획하였다. 목표 슬럼프 12±2cm,

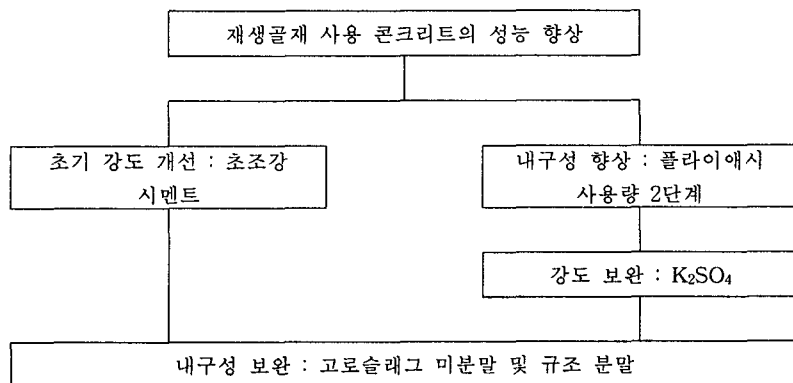


그림 1 콘크리트의 배합계획

공기량 $4.5 \pm 0.5\%$ 로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 모르타르의 강도 변화

그림 2는 초조강포틀랜드시멘트의 사용량을 2 단계 및 플라이애시를 대체한 모르타르에 규회질 포졸란 분말과 Silica fume을 각각 혼합하여 제조한 모르타르의 재령 28일 압축강도 결과이다. 이 그림에서, 보통포틀랜드시멘트만을 사용한 모르타르의 압축강도가 약 270kgf/cm^2 인데 비하여 초조강시멘트 및 포졸란 미분말을 혼합한 모르타르의 압축강도는 초조강시멘트의 사용량이 0.72%일 때 가장 큰 값을 나타내었다. 한편, 실리카흄을 혼합한 모르타르의 압축강도는 초조강시멘트의 사용량의 증가함에 따라 작아지는 결과를 얻었다.

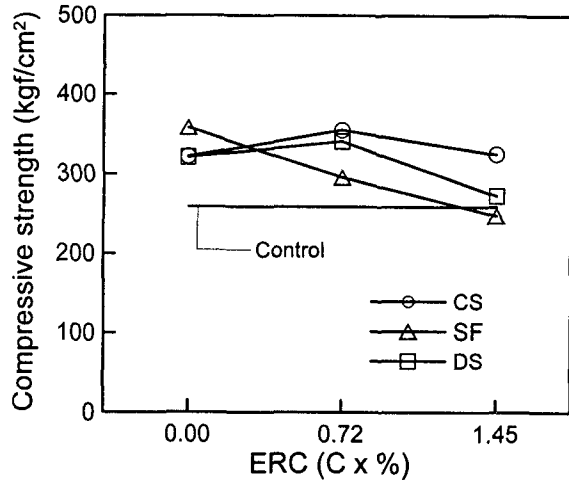


그림 2 모르타르의 압축강도

3.2 재생골재의 품질 및 콘크리트의 강도

(1) 재생골재의 품질

재생골재의 비중 및 흡수율은 각각 2.48 및 4.25%로 부순돌보다 작고 큰 값이었으며, 단위용적중량은 부순돌보다 작은 값을 나타내었다.

그림 3은 해체구조물에서 발생하는 폐콘크리트를 파쇄한 재생골재의 입도분포를 알아보기 위하여 부순돌과 비교하여 정리한 것이다.

이 그림에서 부순돌 및 재생골재의 입도는 모두 표준입도 범위에 만족하는 좋은 입도임을 알 수 있었으며, 재생골재의 입도는 부순돌에 비하여 10 및 20mm 크기의 입자가 많이 함유되어 있다고 생각된다.

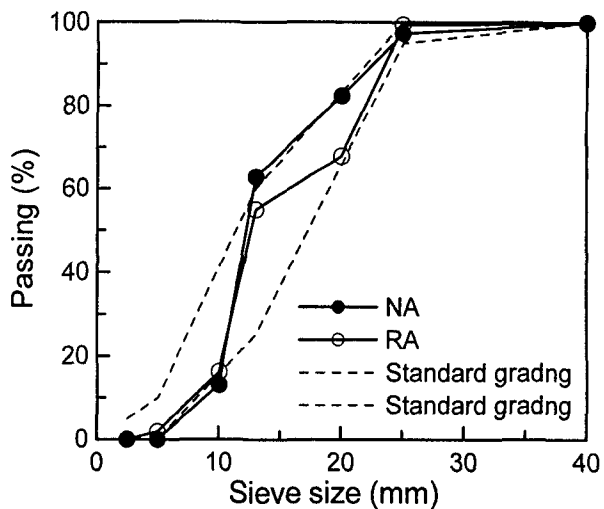


그림 3 부순돌 및 재생골재의 입도분포 곡선

(2) 재생골재 콘크리트의 강도특성

재생골재 사용 콘크리트의 강도특성을 알아보기 위하여 모르타르의 기초실험을 토대로 초조강시멘트의 사용량을 정하고 플라이애시의 대체량을 2단계로 하였으며 포졸란 미분말을 혼합하여 제조한 콘크리트의 재령 28일 압축강도를 그림 4에서 정리하였다.

이 그림에서 알 수 있듯이 보통포틀랜드시멘트만을 사용하고 부순돌을 사용한 콘크리트(보통콘크리트)의 압축강도 240kgf/cm^2 이고, 보통 포틀랜드 시멘트에다 재생골재만을 사용한 콘크리트의 압축강도는 220kgf/cm^2 이었다. 한편, 재생골재 사용 콘크리트의 압축강도를 보통콘크리트와 비교하여 보면 CS 포졸란 미분말을 혼합하므로써 플라이애시의 사용량에 크게 좌우됨이 없이 23~30% 정도 증가하였다. 또한, DS포졸란분말을 혼합하므로써 플라이애시의 사용량에 크게 영향을 받았으며, 플라이애시를 2단

계로 사용할 경우 28% 정도 압축강도가 증가하였다. 아울러 강도를 보완하기 위하여 K_2SO_4 를 사용한 경우 압축강도의 증진효과는 크지 않았다.

그림 5는 보통포틀랜드시멘트에 각종의 포졸란 재료를 혼합한 재생골재 사용 콘크리트의 재령 28일 인장강도를 정리한 것이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 재생골재 사용 콘크리트에 CS포졸란 미분말 및 DS포졸란분말을 혼합하므로써 재생골재 콘크리트의 인장강도는 보통 콘크리트에 비하여 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 특히, 플라이애시의 사용량을 2단계로 하고 CS포졸란 미분말을 혼합한 재생골재 콘크리트의 인장강도는 보통콘크리트에 비하여 41% 정도 크게 증가하였다.

4. 결론

- (1) 보통포틀랜드시멘트만을 사용한 모르타르의 압축강도가 약 270kgf/cm^2 인데 비하여 보통포틀랜드시멘트에 CS포졸란 미분말 및 DS포졸란을 혼합한 모르타르의 압축강도는 크게 증가하였으며, 초조강시멘트의 사용량이 0.72%일 때 가장 큰 값을 나타내었다.
- (2) 재생골재의 비중 및 흡수율은 각각 2.48 및 4.25%로 부순돌의 품질에 못미치는 값이었다. 재생골재의 입도는 표준 입도곡선 범위에 만족하는 좋은 입도이었으며, 재생골재의 입도는 부순돌에 비하여 10 및 20mm 크기의 입자가 많이 함유되어 있었다.
- (3) CS포졸란 미분말 및 DS포졸란을 혼합한 재생골재 콘크리트의 압축강도는 보통콘크리트에 비하여 크게 증가하였고, K_2SO_4 사용에 따른 효과는 없었다. 또한 포졸란재료를 혼합한 재생골재 콘크리트의 인장강도도 보통콘크리트보다 약간 증가하였다.

참고문헌

1. 김동환, 임남웅, "시멘트 모르타 및 재생골재를 이용한 콘크리트," 대한민국 특허 제10-0199998호, 1999. 3.
2. 김형구, 임남웅, 김양배, "폐콘크리트를 이용한 시멘트 벽돌개발에 포졸란 시멘트 효과," 한국폐기물학회, 추계학술발표회, 2001. 11.

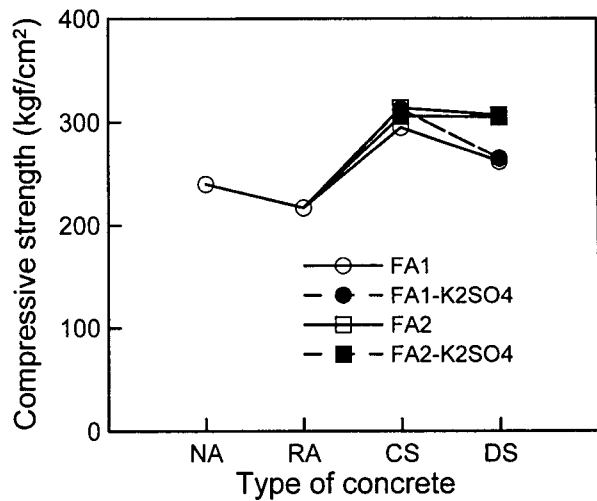


그림 4 재생골재 콘크리트의 압축강도

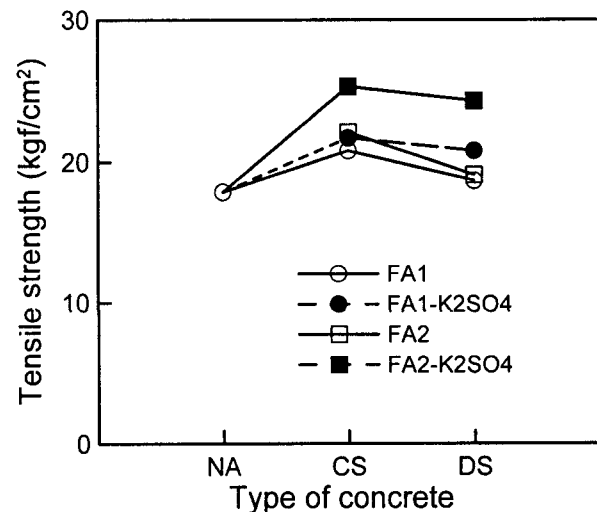


그림 5 재생골재 콘크리트의 인장강도