

**중성화 처리 시점 및 양생방법에 따른 에코
콘크리트의 물리·역학적 특성**
**Physical and Mechanical Properties of ECO-concrete
for Neutralization Treatment Point and Curing Methods**

* 임 상 혁 · 김 영 익 · 성 찬 용(충남대)
* Lim, Sang-Hyuk · Kim, Young-Ik · Sung, Chan-Yong

Abstract

This study is performed to examine physical and mechanical properties for neutralization treatment point and curing methods of ECO-concrete using rice straw ash.

Tests for void ratio, compressive and bending strength with neutralization treatment point and curing methods are performed.

The test result shows that the void ratio is decreased with increasing content of rice straw ash. But, the compressive and bending strength is increased with increasing content of rice straw ash.

The greatest strength is appeared when neutralization is treated at the curing age of 6 days.

I. 서 론

환경문제가 사회적으로 크게 대두되면서 환경보존에 대한 인식이 확산됨에 따라 환경친화적인 건설재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

현재 연구되고 있는 환경친화적인 콘크리트에는 재자원화를 포함하여 라이프 사이클을 통한 자원의 사용량 및 자원의 채취, 정제, 가공 및 사용시에 필요한 에너지량 및 지구환경에 작용하는 부하를 적게 하기 위하여 산업부산물 및 폐기물을 콘크리트용 혼화재료로 활용한 환경부하저감형 콘크리트와 다공성 콘크리트를 제조하여 수생생물에 다량의 부착면과 서식공간을 주거나, 초목식물의 뿌리가 연속공극을 통하여 정착과 성장이 가능하도록 보수성 충전재를 사용하여 수분과 영양분을 공급하고, 콘크리트의 상부에 객토를 실시하여 씨앗이 발아할 수 있도록 한 식생콘크리트 등의 생물대응형 콘크리트가 연구되고 있다.^{1,4)}

한편, 일본의 경우 식생 콘크리트를 사면보호 및 하천 제방 등에 활용하기 위하여 활발한 연구가 진행되고 있으나 국내의 경우에는 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구는 농업부산물인 벚짚재를 혼화재료로 활용한 다공성 콘크리트를 이용하여 식물의 생육이 가능한 환경친화형 에코콘크리트를 개발하기 위한 것으로 중성화 처리 시점 및 양생방법에 따른 공극율과 강도 특성을 구명하는데 그 목적이 있다.^{2,3)}

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 시멘트

시멘트는 KS F 5201에 규정된 국내 S사 제품의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

나. 골재

굵은골재는 금강유역에서 채취한 비중이 2.64, 조립율이 6.64인 천연골재를 사용하였다.

다. 벧죠탈재

벧죠탈재는 벧죠탈을 태워 분쇄기로 미세한 입자를 만든 후 비중이 2.25, 비표면적이 $3,888\text{cm}^2/\text{g}$ 인 것을 사용하였다.

라. 고성능 감수제

에코 콘크리트의 강도 증진과 유동성 확보를 위하여 음이온 계면 활성제인 나프탈렌 설펜산염을 주성분으로 하는 고성능 감수제를 사용하였다.

마. 이인산암모니움

에코 콘크리트의 중성화 처리를 위해 이인산암모니움 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$, 순도 99.1%, pH8.14]을 사용하였다.

2 공시체 제작

가. 콘크리트 배합

식생을 위한 에코 콘크리트의 배합은 다양한 식물의 생육이 가능할 수 있도록 충분한 뿌리를 내릴 수 있는 공극을 확보하고, 사면보호 기능을 수행할 수 있는 강도를 나타낼 수 있도록 배합비를 결정하였다.

또한, 부산물의 활용에 의한 강도 증진을 위해 벧죠탈재를 시멘트 중량의 0, 2, 4, 6, 8% 사용하였다.

나. 공시체 제작 및 양생

식생을 위한 에코 콘크리트의 제작은 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)에 준하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자 (21°C, 습도 $96\pm 2\%$)에서 24시간 정치 후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생(21°C) 및 기건양생을 하였다.

다. 중성화 처리

식생을 위한 에코 콘크리트의 알카리 용출을 억제하기 위하여 이인산암모니움 10% 용액에 표면건조포화상태의 공시체를 10분간 침지하여 중성화 처리를 하였고, 중성화 처리 시점과 양생 방법에 따른 강도 특성을 알아보기 위하여 중성화 처리 시점을 재령 1일, 재령 6일, 재령 13일, 재령 20일 등의 4가지로 하였다.

3. 시험방법

가. 공극율시험

공극율시험은 $\phi 75 \times 150$ mm인 시험체를 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트 연구위원회의 포러스 콘크리트의 공극율 시험방법(안) 중 용적법에 준하여 측정하였다.

나. 강도시험

압축강도시험은 $\phi 150 \times 300$ mm, 휨강도시험은 $60 \times 60 \times 240$ mm의 시험체를 제작하여 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)와 KS F 2408 (콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 재령 28일에 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 공극율

공극율 시험결과 벚짚재를 혼입한 에코 콘크리트의 공극율은 31.0% ~ 35.4%로써 목표 공극율에 상응하는 값을 나타내었으며, 벚짚재의 혼입율이 증가할수록 공극율이 감소하는 경향을 나타내었다.

벚짚재를 혼입하지 않은 에코 콘크리트의 공극율 37.9%에 비해 벚짚재의 혼입에 따라 6.6%~18.2%의 공극율 감소를 나타내었는데 이것은 분말도가 시멘트에 비해 높은 벚짚재가 시멘트 페이스트를 형성하는 과정에서 점성을 증가시켜 골재의 피복 두께를 증가시켰기 때문이라 생각된다.

2. 압축강도

수중양생의 경우, 벚짚재를 혼입하지 않은 에코 콘크리트의 압축강도는 $55.7\text{kgf/cm}^2 \sim 69.9\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 벚짚재를 혼입한 에코 콘크리트의 경우 $61.9\text{kgf/cm}^2 \sim 95.9\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났으며, 벚짚재의 혼입에 의해 약 11.1%~13.7% 정도의 강도 증진을 나타냈고, 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 압축강도가 가장 크게 나타났다.

기건양생의 경우, 벚짚재를 혼입하지 않은 에코 콘크리트의 압축강도는 $52.9\text{kgf/cm}^2 \sim 62.6\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 벚짚재를 혼입한 에코 콘크리트의 경우 $58.7\text{kgf/cm}^2 \sim 93.3\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타나 벚짚재의 혼입에 의해 약 10.9%~49.0% 정도의 강도 증진을 나타냈으며, 수중양생의 경우와 마찬가지로 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 압축강도가 가장 크게 나타났다.

이것은 벚짚재의 화학성분이 주로 SiO_2 와 Al_2O_3 로써 시멘트의 수화반응 초기에 많은 양의 수산화칼슘을 생성해 에트링자이트를 형성하고 Al_2O_3 의 영향으로 재령 28일 이전에 강도 발현이 크게 나타났으며, 분말도가 높은 미세립의 벚짚재가 시멘트 페이스트의 형성 과정에서 점성을 증가시켜 골재의 피복두께 증가로 인한 골재와 골재의 부착성을 증가시켰기 때문인 것으로 생각된다.

중성화 처리 시점에서 살펴보면 모든 배합에서 중성화 처리를 하지 않은 경우에 비하여 중성화 처리를 한 경우의 압축강도가 크게 나타났으며, 재령 6일에 중성화 처리를 한 경우의 압축강도가 가장 크게 나타났다.

3. 휨강도

수중양생의 경우, 벚짚재를 혼입하지 않은 에코 콘크리트의 휨강도는 $15.5\text{kgf/cm}^2 \sim 16.5\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 벚짚재를 혼입한 에코 콘크리트의 경우 $17.4\text{kgf/cm}^2 \sim 22.4\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타나 벚짚재의 혼입에 의해 약 12.3%~35.8%정도의 강도 증진을 나타냈으며, 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 휨강도가 가장 크게 나타났다.

기건양생의 경우, 벚짚재를 혼입하지 않은 에코 콘크리트의 휨강도는 $15.4\text{kgf/cm}^2 \sim 16.3\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 벚짚재를 혼입한 에코 콘크리트의 경우 $17.0\text{kgf/cm}^2 \sim 21.5\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타나 벚짚재의 혼입에 의해 약 10.4%~31.9% 정도의 강도 증진을 나타냈으며, 수중양생의 경우와 마찬가지로 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 휨강도가 가장 크게 나타났다.

IV. 결 론

이 연구는 농업부산물인 벚짚재의 혼입량을 달리한 식생을 위한 에코 콘크리트를 개발 하여, 공극율과 양생방법 및 중성화 처리 시점에 따른 강도 특성을 구명한 것으로서, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공극율은 벚짚재의 혼입에 따라 31.0%~35.4%로 나타났으며, 벚짚재의 혼입량이 증가할수록 공극율은 감소하는 것으로 나타났다.
2. 압축강도는 수중양생의 경우 벚짚재의 혼입에 따라 $61.9\text{kgf/cm}^2 \sim 95.9\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 기건양생의 경우 $58.7\text{kgf/cm}^2 \sim 93.3\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났으며, 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.
3. 휨강도는 수중양생의 경우 벚짚재의 혼입에 따라 $17.4\text{kgf/cm}^2 \sim 22.4\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났고, 기건양생의 경우 $17.0\text{kgf/cm}^2 \sim 21.5\text{kgf/cm}^2$ 으로 나타났으며, 벚짚재를 6% 혼입한 에코 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.
4. 중성화 처리 시점에 따른 압축강도 및 휨강도는 모든 배합에서 재령 6일에 중성화 처리를 한 경우 가장 크게 나타났으며, 중성화 처리시점에 관계없이 중성화 처리를 하지 않은 경우보다 강도가 우수한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Choi, L. and J. C. Kim. 1998. ECO-concrete (in Korean). *Magazine of the Korea Concrete Institute*, 10(6) : 11~21.
2. Sung, C. Y. and Kim, Y. I. 1998. Physical and mechanical properties of rice straw ash concrete(in korean). *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 40(4) : 103~108.
3. Sung, C. Y. and Kim, Y. I. 1999. Experimental study on freezing and thawing resistance of rice straw ash concrete(in korean). *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 41(3) : 66~72.
4. Bilodeau, A., Sivasundaram, V., Painter, K. E. and Malhotra, V. M., 1994, Durability of concrete incorporating high volumes of fly ash from sources in the U. S., *ACI Materials Journal* 91(1) : 3~12.