

인공경량 굵은골재를 사용한 고강도 경량콘크리트의 개발

Development of High Strength Lightweight Concrete Using Synthetic Lightweight Coarse Aggregate

김 영 익* · 박 일 순 · 성 찬 용 (충남대)

Kim, Young Ik · Park, Il Soon · Sung, Chan Yong

Abstract

This study is performed to develop high strength lightweight concrete using synthetic lightweight coarse aggregate.

The following conclusions are drawn;

The unit weight is in the range of 1,855~1,883kgf/m³, which has showed about 75% that of normal cement concrete. The compressive strength is in the range of 240×249kgf/cm², the tensile strength is in the range of 30~33kgf/cm² and the bending strength is in the range of 41~50kgf/cm² at the age 7days.

The high strength lightweight concrete which is contained fly ash within 10% is showed highest strength.

I. 서 론

최근 건설기술의 발전과 더불어 구조물이 고층화, 대형화 되면서 이에 건설재료의 대부분을 차지하고 있는 콘크리트의 성질을 개선시키기 위한 연구가 진행되고 있으며, 특히 강도에 비하여 자중이 크기 때문에 부재의 단면이 증가하는 단점을 개선시키기 위해 구조물의 고정하중을 줄일 수 있도록 경량골재를 이용한 경량콘크리트의 개발이 이루어지고 있다.^{1,3)}

또한 천연골재의 무제한적인 사용으로 인한 고갈현상이 심화되고 있으며 반면에 골재의 수요는 계속적으로 증가하기 때문에 인공골재의 개발이 시급하며, 특히 천연골재를 대체하여 사용할 수 있을 정도의 강도와 경량성을 나타내는 고강도 경량의 인공골재 개발이 중요하다.^{2,4)}

따라서 본 연구는 천연골재 대신 인공경량 굵은골재를 대체한 고강도 경량 콘크리트를 개발하고 물리·역학적 특성을 구명하여 인공경량골재의 사용에 대한 기초자료를 제시코자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 시멘트

S회사 제품으로서 산화칼슘이 63%, 규사가 21% 함유된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

나. 골재

굵은골재는 최대입경이 25mm이하, 비중이 1.12, 단위중량이 0.864t/m³인 인공경량골재를 사용하였으며, 잔골재는 최대입경이 5mm이하, 비중이 2.60, 단위중량이 1.471t/m³인 천연모래를 사용하였다.

다. 플라이 애시

보령 화력발전소에서 부산되는 입경이 0.15mm이하, 산화규소 함유량이 59%, 비중이 2.60인 플라이 애시를 사용하였다.

라. 고성능 AE감수제

혼화제는 콘크리트의 강도증진과 유동성 및 공기량 확보를 위하여 나프탈렌 축합물 및 특수계면활성제를 주성분으로 하는 고성능 AE감수제를 사용하였다.

2. 공시체 제작

가. 콘크리트 배합

고강도 경량 콘크리트의 배합은 인공경량 굵은골재의 사용에 따른 물/시멘트비, 워커빌리티, 경량성, 고강도 특성을 구명하기 위해 재령 28일의 압축강도가 270kgf/cm² 이상이 될 수 있도록 예비실험을 통하여 최적의 배합비를 도출하였고, 혼화재료의 사용에 따른 고강도화의 가능성을 알아보기 위해 플라이 애시를 시멘트 중량의 각각 10%와 20%로 치환하였다.

또한, 콘크리트의 강도증진과 유동성 및 공기량 확보를 위하여 고성능 AE감수제를 결합재 중량의 1% 사용하였다.

나. 공시체 제작 및 양생

고강도 경량 콘크리트의 제작은 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)에 준하여 잔골재와 굵은골재를 잘 혼합한 다음 시멘트와 플라이 애시를 투입하고, 물과 고성능 AE감수제의 혼합물을 투입하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자 (21℃, 습도 96±2%)에서 24시간 정지 후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생(20±1℃)을 하였다

3. 시험방법

시험은 다음과 같이 KS에 규정된 방법에 준하여 각 배합비별로 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 의 공시체를 제작하여 재령 7일에 측정하였으며, 3회 반복 시험한 것의 평균값을 실험 결과치로 하였다.

가. 단위중량시험

단위중량시험은 경량성을 파악하기 위하여 실시하였으며, 공시체의 표면건조포화상태의 중량과 체적을 측정하여 구하였다.

나. 강도시험

압축강도시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법), 인장강도시험은 KS F 2423(콘크리트의 인장강도 시험방법), 휨강도시험은 KS F 2407(콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단위중량

경량콘크리트의 성질 중에서 가장 중요한 것 중의 하나인 단위중량은 $1.855 \sim 1.883\text{t/m}^3$ 의 범위로 나타났으며, 플라이 애시를 혼입하지 않은 고강도 경량 콘크리트에서 가장 작게 나타났다.

이는 단위중량이 큰 천연자갈 대신에 중량이 가벼운 인공경량 굵은골재를 사용하였기 때문이며 일반콘크리트 단위중량의 약 78% 정도로 나타났다.

2. 압축강도

경량골재콘크리트의 강도는 골재의 강도에 의해 가장 큰 영향을 받으며, 이외에 물/시멘트비, 시멘트 페이스트의 강도 및 경량골재 사용량에 좌우된다.

고강도 경량 콘크리트의 압축강도는 $240 \sim 249\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 플라이 애시를 10% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.

모든 배합에서 압축강도가 240kgf/cm^2 이상이므로 나타난 것은 경량 골재의 강도가 크고, 단위수량의 증가 없이 일반 시멘트 콘크리트와 같은 정도의 물-시멘트비이기 때문인 것으로 생각된다.

3. 인장강도

고강도 경량 콘크리트의 인장강도는 $30 \sim 33\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 압축강도와 마찬가지로 플라이 애시를 10% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.

또한 보통 시멘트 콘크리트의 인장강도가 압축강도의 $1/8 \sim 1/12$ 인 것과 비교할 때 약 $1/7 \sim 1/8$ 정도의 범위으로써, 압축강도에 대한 인장강도비가 보통 시멘트 콘크리트에 비하여 약간 크게 나타났다.

4. 휨강도

고강도 경량 콘크리트의 휨강도는 $41\sim 50\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 압축 및 인장강도와 마찬가지로 플라이 애시를 10% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.

또한 보통 시멘트 콘크리트의 휨강도가 $1/4\sim 1/8$ 인것과 비교할 때 약 $1/5\sim 1/6$ 정도의 범위로써, 압축강도에 대한 휨강도비가 보통 시멘트 콘크리트와 유사하게 나타났다.

IV. 결 론

이 연구는 경량이면서 고강도인 콘크리트를 개발하기 위하여 천연 굵은골재의 동일 부피로 인공경량 굵은골재를 사용하고, 플라이 애시를 시멘트 중량의 10%와 20%로 치환하여 고강도 경량 콘크리트를 개발하였으며, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다

1. 단위중량은 $1.855\sim 1.883\text{t/m}^3$ 의 범위로 나타났으며, 플라이 애시를 혼입하지 않은 콘크리트에서 가장 작게 나타났다.
2. 압축강도는 $240\sim 249\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 플라이 애시를 10% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났다.
3. 인장강도 및 휨강도는 각각 $30\sim 33\text{kgf/cm}^2$ 과 $41\sim 50\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 성찬용, 김성완, 민정기, 1994, 초경량골재를 사용한 경량콘크리트의 공학적 특성, 한국농공학회지, 36(4), pp.48-55.
2. Neville, A. M., 1981, Properties of concrete, Pitman Publishing Limited, London, pp.605-647.
3. Raithby, K. D. and Lydon, F. D., 1981, Lightweight concrete in highway bridges, The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, 2(3), pp.133-146.
4. Slate, F. O., Nilson, A. H. and Martinez, S., 1986, Mechanical properties of high-strength lightweight concrete, ACI Journal, pp.606-613.