

재생골재를 사용한 고강도 콘크리트의 물리·역학적 특성

Physical and Mechanical Properties of High Strength Concrete Using Recycled Aggregate

임 상 혁 * · 성 찬 용(충남대) · 정 덕 현

Im, Sang-Hyuk * · Sung, Chan-Yong · Jeoung, Duck-Hyun

Abstract

This study is performed to examine the physical and mechanical properties of the high strength concrete using recycled aggregate. The recycled aggregate is replaced by 0%, 25%, 50%, 75%, 100% of natural crushed aggregate.

The compressive strength of the concrete used recycled aggregate is shown in more than 400kgf/cm² at the curing age 28 days. But the pulse velocity and dynamic modulus of elasticity are decreased with increasing the content of recycled aggregate.

Accordingly, these recycled aggregate concrete can be used for high strength concrete.

I. 서론

급속한 경제 성장에 따른 국토건설 및 도시개발과 재개발의 활성화, 주거환경 개선, 지하공간 이용의 증대 등에 따른 건설공사의 급증으로 콘크리트의 사용이 늘어가는 추세이다. 이에 따른 골재의 수요량도 증가하여 연간 4억톤이 넘어서고 있으며, 이 가운데 절반 정도는 바다와 하천에서 또 나머지 절반은 석산(石山) 개발을 통해서 공급된다. 그러나 이미 대부분 지역의 육상과 하천 골재는 고갈되어 가고 있는 상태이며, 골재 확보를 위한 무분별한 석산 개발은 심각한 환경 파괴라는 결과를 낳고 있다. 이로 인하여 골재의 원활한 공급과 자원 재활용을 위해 재생골재에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 현재 생산되는 재생골재는 지금까지의 공정과는 다른 방법을 이용하여 골재표면 모르타르의 제거율을 높여 일반골재와 거의 흡사한 특성을 가질 수 있도록 생산되고 있다.

따라서, 본 연구는 재생골재를 고강도 콘크리트 영역에 사용한 실험이나 현장적용이 많지 않기 때문에 그 활용 범위를 넓히기 위해 1종 재생골재를 고강도 콘크리트 영역에 사용하여 물리·역학적 특성을 구명하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 시멘트

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

나. 골재

굵은골재는 최대치수 20mm, 비중 2.64, 흡수율 1.25, 조립율 6.72인 쇄석과 최대치수 20mm, 비중 2.62, 흡수율 1.87, 조립율 6.49인 경기도 I사에서 분쇄와 세척과정을 통하여 생산된 KS 규격 1종 콘크리트용 재생골재를 사용하였고, 잔골재는 비중 2.62 흡수율 0.87 조립율 2.66인 천연모래를 사용하였다.

다. 플라이 애시

보령 화력발전소에서 부산되는 비중이 2.39, 비표면적이 $3,152\text{cm}^2/\text{g}$ 인 플라이 애시를 사용하였다.

라. 고성능AE감수제

단위수량을 감소하여 콘크리트의 강도를 증진시키고 공기량을 확보하기 위하여 S사의 나프탈렌 설폰산 포르말린 축합물을 주성분으로 한 고성능AE감수제를 사용하였다.

2. 시험체 제작

가. 콘크리트 배합

본 연구는 고강도 콘크리트 영역에서 재생골재의 활용에 따른 물리·역학적 특성을 알아보기 위하여 재생골재 치환율을 일반쇄석골재에 0%, 25%, 50%, 75%, 100%의 5종류와 W/B를 35%와 45%의 2종류로 하였고, 장기강도증진을 위해 플라이 애시를 결합재 중량의 20%대체하였으며, 슬럼프는 $15\pm 2\text{cm}$, 공기량은 $4.5\pm 1.5\%$ 수준을 만족시키도록 소정의 고성능AE감수제를 첨가하였다.

나. 시험체 제작 및 양생

시험체 제작은 KS F 2403(실험실에서 콘크리트의 압축강도 및 휨강도 시험용 시험체를 제작하고 양생하는 방법)에 준하여 잔골재와 굵은골재를 잘 혼합한 다음 시멘

트와 혼화재를 투입하고 건비빔을 30초간 실시한 후 물을 1차 투입하여 1분간 믹싱하고, 물과 고성능AE감수제를 2차 투입하여 1분간 혼합하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자에서 24시간 정치후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생 ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$)을 하였다.

3. 시험방법

시험은 다음과 같이 KS와 BS에 규정된 방법에 준하여 재령 28일에 측정하였으며, 3회 반복 시험한 것의 평균값을 실험 결과치로 하였다.

가. 강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법), 휨강도는 KS F 2407(콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 측정하였다.

나. 초음파진동속도 시험

초음파진동속도는 $7.6\times 7.6\times 41.2\text{cm}$ 인 시험체를 사용하여, BS 4408(콘크리트의 초음파 진동속도 측정방법)에 준하여 측정하였다.

다. 동탄성계수 시험

동탄성계수 시험은 $7.6\times 7.6\times 41.2\text{cm}$ 인 시험체를 사용하여, BS 1881(콘크리트의 동탄성계수 측정 방법)에 준하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 강도

압축강도는 재령 28일에 W/B 35%에서는 $415\sim 455\text{kgf/cm}^2$ 을, 45%에서는 $330\sim 370\text{kgf/cm}^2$ 을, 휨강도는 W/B 35%에서는 $65\sim 74\text{kgf/cm}^2$ 을 45%에서는 $54\sim 67\text{kgf/cm}^2$ 으로 재생골재 사용량이 증가할수록 다소 감소하는 경향이 나타났는데, 이는 재생골재가 쇄석보다 흡수율이 높고 골재 표면에 부착된 모르타르로 인하여 골재의 부착력이 떨어졌기 때문이라 생각된다.

2. 초음파진동속도 및 동탄성계수

초음파진동속도는 재령 28일에 W/B 35%에서는 $4,709\sim 4,841\text{m/s}$ 을, 45%에서는 $4,573\sim 4,744\text{m/s}$ 로 재생골재 사용량이 증가할수록 다소 감소하는 경향이 나타났으며, 동탄

성계수는 재령 28일에 W/B 35%에서는 $427\sim 443\times 10^3\text{kgf/cm}^2$ 을, 45%에서는 $381\sim 417\times 10^3\text{kgf/cm}^2$ 으로 재생골재 사용량이 증가할수록 다소 떨어지는 경향이 나타났는데, 이는 재생골재가 쇄석에 비해 골재 표면의 모르타르와 재생골재 자체의 부착력이 떨어져 초음파진동속도와 동탄성계수를 감소시킨 결과라 판단된다.

IV. 결론

이 연구는 재생굵은골재를 사용한 고강도 콘크리트 영역에서의 물리·역학적 특성 및 그 활용성을 알아보기 위하여 일반쇄석골재에 0%, 25%, 50%, 75%, 100% 재생골재로 치환하여 그 특성을 구명하였으며, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 재생골재를 사용한 콘크리트의 재령 28일 압축강도가 W/B 35%에서 400kgf/cm^2 이상으로 나타나 고강도 콘크리트에 재생골재의 사용이 가능할 것으로 판단된다.
2. 초음파진동속도와 동탄성계수는 재생골재 사용이 증가할수록 보통시멘트콘크리트에 비하여 다소 감소하는 경향을 나타내었으며 물리·역학적으로도 고강도 콘크리트에서의 사용이 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Hansen, T. C. and H. Narud, 1983, Strength of recycled concrete made from crushed concrete using coarse aggregate, Concrete International-Design and Construction, 5(1) : 79~83.
2. Tam, C. T., Recycled concrete as fine and coarse aggregate in concrete, Magazine of Concrete Research 39(141) : 214~220.
3. Buck, A. D., 1977, Recycled concrete as a source of aggregate, ACI Journal, 74(5) : 212~219.
4. Hasaba, S., M. Kawamura, K. Toriil, 1981, Drying shrinkage and durability of concrete made of recycled aggregate concrete, Translation of the Japan Concrete Institute, 3 : 55~60.
5. Penttlala, V., 1990, Possibilities of increasing the workability time of high strength concrete, properties of fresh concrete, Edited by H.-J. Wierig. Chapman and Hall, Oct, : 92~100.