

발파석 굵은골재를 사용하는 콘크리트의 강도 발현 특성

The Manifest Characteristics of Concrete that Uses Crushed Coarse Aggregate

이 홍 규* 김 상 섭* 송 원 루* 박 용 준* 이 명 호** 한 민 철***

Lee, Hong-Kyu Kim, Sang-Sup Song, Yuan-Lou Park, Young-Jun Lee, Myeong-Ho Han, Min-Cheol

Abstract

In this research by examining the influence that low quality aggregate has on the strength of concrete through testing, the lowering of strength according to use of low quality coarse aggregate was reviewed. The results showed that when using low quality coarse aggregate, due to the quality of aggregate a high volume of units was required, and this caused the compression strength to be lowered. In conclusion it was confirmed that if the low quality aggregate was used as is without mix correction this would lead to faulty construction and if the aggregate was corrected to about 60 kg/m³ mix correction, this would lead to an economically infeasible concrete mix.

키 워 드 : 발파석 굵은골재, 단위결합재량, 단위수량, 압축강도

Keywords : crushed coarse aggregate, unit binder weight, unit volume, compressive strength

1. 서 론

최근 국내 일부 레미콘에서는 골재 부족, 비용절감 등으로 인해 현장에서 채취된 발파석을 가공하여 콘크리트 용 골재로 사용하는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 그러나, 이러한 저품질의 발파석을 콘크리트용 골재로 사용 시 콘크리트의 유동성, 압축강도 및 내구성 등의 품질저하에 대한 우려가 높아지고 있다. 그러므로 본 연구에서는 저품질 굵은골재가 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하여 저품질 굵은골재 사용에 따른 콘크리트의 효율성에 대하여 검토하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 목표 슬럼프는 180 ± 15 mm, 목표 공기량은 4.5 ± 1.5 %, 결합재의 조성은 OPC:FA:BS=65:15:20 으로 계획하였고, W/B는 해당 골재에 따라 목표 슬럼프를 만족하는 단위수량을 결정하여 배합설계 하였다. 실험 변수로서 단위결합재량은 300, 320, 340, 360 kg/m³ 4수준으로 계획하였고, 굵은골재는 KS규격에 합격하는 석산과 비 KS의 발파석 2수준 계획하여 총 8수준을 실험 계획하였다.

사용재료로서 본 실험에 사용한 사용재료는 모두 국내산을 사용하였는데, 특히 굵은골재와 잔골재 모두 경기/수도권산을 사용하였다. 콘크리트의 실험방법은 KS규격의 표준적인 방법에 따랐다.

표 1. 실험계획

| 구분 | 실험요인 | 실험수준 | |
|------|-----------------------------|-----------------------------------|---------|
| 배합기준 | 단위결합재량 (kg/m ³) | 4 300, 320, 340, 360 | |
| | W/B | 1 단위수량변화에 따라 목표 슬럼프를 만족하는 값 | |
| | 목표 슬럼프 (mm) | | 180±15 |
| | 목표 공기량 (%) | | 4.5±1.5 |
| 재료요인 | 결합재 조성비 | 1 OPC : FA : BS = 65 : 15 : 20 | |
| 실험사항 | 굵은골재 | 2 석산, 발파석 ¹⁾ | |
| | 잔골재 | 1 석산 | |
| 실험사항 | 경화 콘크리트 | 1 압축강도 (3, 7, 28일) | |

1) 비 KS골재

표 2 골재종류별 물리적 특성

| 골재종류 | 밀도 (g/cm ³) | 흡수율 (%) | 입형판정 실적율 (%) | 0.08mm 통과율 (%) | 조립율 | |
|------|-------------------------|---------|--------------|----------------|------|------|
| 굵은골재 | 석산 | 2.66 | 0.5 | 56.9 | 0.31 | 6.89 |
| | 발파석 | 2.61 | 1.5 | 54.2 | 1.33 | 6.80 |
| 잔골재 | 석산 | 2.62 | 1.1 | 55.0 | 3.81 | 2.92 |

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사, 교신저자(twhan@cju.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 굵은골재 및 단위결합재량 변화에 따른 목표 슬럼프를 만족시키기 위한 단위수량을 나타낸 것이다. 전반적으로 석산 굵은골재 사용 배합보다 발파석 굵은골재 사용 배합의 단위수량이 약 6~15 % 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 단위결합재량 360 kg/m³에서 발파석 굵은골재 사용 배합의 경우 석산 굵은골재 사용 배합보다 29 kg/m³의 단위수량을 증가시켜야 목표 슬럼프를 만족하는 것으로 나타났는데, 이는 발파석 굵은골재의 작은 입형판정실적률과 골재에 포함된 미분 등에 기인하여 유동성 확보를 위해 높은 단위수량이 요구된 것으로 판단된다.

그림 2는 굵은골재종류 및 단위결합재량 별 재령 변화에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저 전반적으로 저품질 발파석 굵은골재 사용 배합의 경우 석산 굵은골재 사용 배합보다 압축강도가 저하하는 것으로 나타났다. 특히 재령 28일의 경우 약 15~30 % 압축강도가 저하하는 경향을 나타내었는데, 이는 발파석 굵은골재를 사용함에 따라 낮은 입형판정실적률과 골재에 포함된 미분 등으로 목표슬럼프를 확보하기 위해 단위수량을 증가시켜 W/B가 높아짐에 따라 강도가 저하한 것으로 판단된다. 또한 단위결합재량이 증가함에 따라 굵은골재 종류에 상관없이 압축강도 또한 증가하는 것으로 나타났다.

그림 3은 단위결합재량 별 석산 압축강도와 발파석 압축강도를 재령 구분 없이 상호 비교한 결과를 나타낸 것이다. 전반적으로 모든 강도 영역에서 석산 압축강도가 0~0% 높게 나타남을 확인할 수 있었다.

그림 4는 굵은골재 및 단위결합재량 변화에 따른 B/W와 재령 28일 압축강도를 상호 비교한 결과를 나타낸 것이다. 전반적으로 발파석 굵은골재 사용 배합의 경우 목표 슬럼프 확보를 위한 단위수량 증가로 인해 석산 굵은골재 사용배합보다 낮은 B/W를 나타내었으며, B/W가 동일할지라도 압축강도 또한 저하하는 것으로 나타났다.

결국 저품질인 발파석 골재를 이용할 경우 어느 정도 골재가격은 저렴하여 일시적 이득은 얻어질지 모르지만, 동일유동성 발휘를 위해 단위수량을 증가시켜 W/B가 커지므로서 강도가 저하하게 되는데, 별도의 조치를 취하지 않고 활용하게 되면 부실공사를 유발할 수 있고, 동일한 강도를 발휘하기 위해서 60 kg/m³ 정도의 단위 결합재량을 추가 사용하게 되면 비경제적인 배합으로 귀결된다.

4. 결 론

본 연구에서는 발파석 저품질 굵은골재 사용에 따른 강도 특성에 대하여 고찰하였는데, 실험연구 결과 저품질 굵은골재를 사용할 경우 골재 자체의 품질로 인해 높은 단위수량이 요구되며, 이에 따라 압축강도는 크게 저하하는 것으로 나타났다. 결국 저품질 골재를 배합 보정 없이 그대로 이용하면 부실공사, 60 kg/m³ 정도의 단위 결합재량을 보정하여 배합설계하게 되면 비경제적인 결과가 초래됨을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국가기술표준원 학술용역표준사업(불량 콘크리트용 골재 유동방지를 위한 KS표준정비 및 제도개선)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 유명열, 천연골재, 부순골재, 순환골재의 혼합비율에 따른 혼합골재의 성능평가, 대한건축학회 논문집, 제25권 제11호

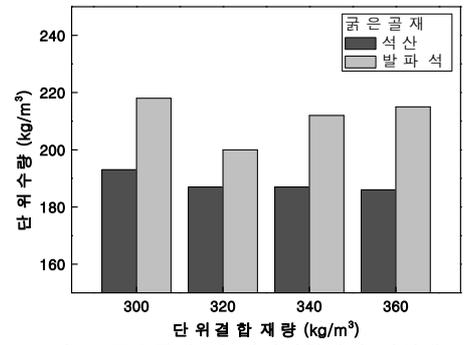


그림 1. 굵은골재 및 단위결합재량 변화에 따른 단위수량

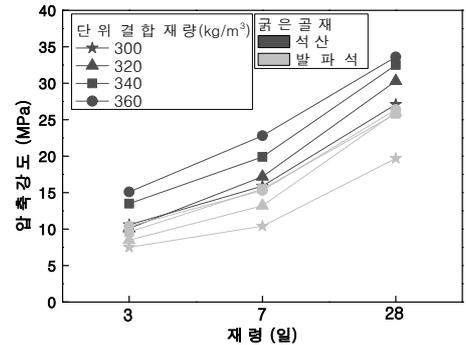


그림 2. 굵은골재 및 단위결합재량 변화에 따른 재령 별 압축강도

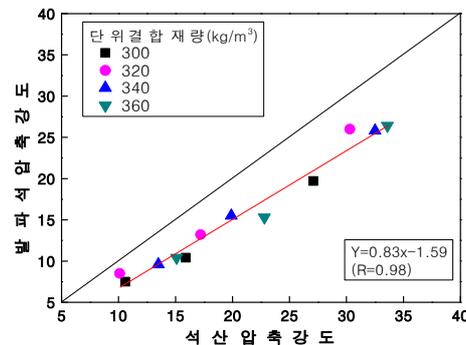


그림 3. 단위결합재량에 따른 석산 압축강도와 발파석 압축강도 상관관계

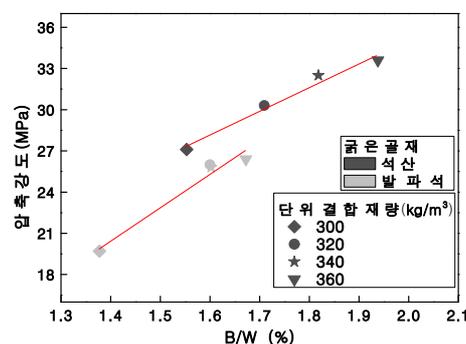


그림 4. 굵은골재 종류에 따른 B/W와 재령 28일 압축강도 상관관계