

-shotcrete 리바운드율에 미치는 시멘트 분말도 영향에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Effect of Cement Blaine for Rebound ratio of shotcrete

김 영 선* **김 광 기*** **김 재 영**** **최 현 국***** **이 주 호******
 Kim, Young-Sun Kim, Kwang-Ki Kim, Jae-Young Choi, Hyun-Kook Lee, Joo-Ho

Abstract

This study was carried out to investigate and analyse the influence of brain and unit weight of cement on the properties of shotcrete through the laboratory and field test. From the results of the test, the shotcrete with high blaine cement showed the rebound ratio lower and the strength properties higher than the shotcrete with normal blaine cement. Such as this was produced also in the mix with low unit weight of high blaine cement.

키 워 드 : -shotcrete, 터널, 리바운드율, 고분말 시멘트
 Keywords : Shotcrete, tunnel, rebound ratio, high blaine cement

1. 서 론

-shotcrete는 터널분야에서 지하공간의 활용, 도로 및 철도 등의 건설로 인한 대단면 터널공사에 NATM공법과 연계되어 중요하게 사용되어 지고 있다. 고압으로 분사하는 -shotcrete의 특별한 시공방법에 따라 뿔어져 나온 콘크리트의 상당량은 리바운드되어 폐기물로 처리되고 있으며, 이는 경제성 및 환경적인 문제로 거론되어 지고 있다. 이에 본 연구에서는 -shotcrete 리바운드율에 미치는 시멘트의 분말도와 단위중량의 영향에 대한 실험 결과를 나타내었다.¹⁾²⁾

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1에 나타난 바와 같다. 실험은 휨강도 4.5MPa를 기준으로 하는 강섬유 보강 -shotcrete를 기준으로 실시하였으며, 실험의 주요 변수는 시멘트 종류 및 단위 시멘트량이다. 시멘트는 일반적으로 사용하는 1종 보통포틀랜드 시멘트와 분말도를 약 1,000cm²/g 상향시킨 고분말 1종 보통포틀랜드 시멘트(규격 동일)를 사용하였으며, 단위시멘트량은 일반적 터널현장¹⁾에서 강섬유보강 -shotcrete에 사용하는 배합을 참고로 단위 시멘트량 476kg/m³을 플레인 배합으로 하였으며 비교수준은 단위시멘트량 31kg을 감소시킨 445kg/m³으로 설정하였다. 그 밖에 사용된 재료는 일반적으로 건설현장에 유통되는 재료와 유사하며 실험에 사용된 -shotcrete 배합은 표 2에 나타난 바와 같다.

리바운드 평가는 지보재와 지보재사이 약 1m구간에 시공한 -shotcrete에 대해 실시하였으며, 사용된 전체 -shotcrete 무게에 대해 바닥에 떨어진 -shotcrete 무게에 대한 중량비 백분율로 리바운드율을 산출하였다.

표 1. 실험계획

| W/C (%) | 시멘트 종류 | 단위시멘트량 [단위수량] (kg/m ³) | 시험항목 |
|---------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 44.9 | 1종 OPC - 일반 | 476 (214) | 슬럼프 (mm) 공기량 (%) |
| | 1종 OPC - 고분말 | 476 (214) 445 (200) | 리바운드율 (%) 휨강도 (MPa, 1d, 28d) |

* 롯데건설 기술연구원 빌딩연구팀 책임연구원, 공학박사
 ** 성신양회 기술연구소 2연구팀장, 공학석사
 *** 성신양회 기술연구소 소장, 공학박사
 **** 롯데건설 기술연구원 원장, 공학박사

표 2. 숏크리트 배합

| 배합 번호 | 설계 기준강도 (MPa) | 굵은골재 최대 치수 (mm) | 슬럼프 (mm) | 공기량 (%) | W/C (%) | S/a (%) | 단위 수량 (kg/m ³) | 단위 중량 (kg/m ³) | | | | | | |
|----------|---------------------|-----------------------|-------------|------------|------------|------------|----------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|----------|-----|----------|
| | | | | | | | | 시멘트(1종 OPC) | | 잔골재 | | 굵은 골재 | 강섬유 | 유동 화제 |
| | | | | | | | | 일반 | 고분말 | 부순 | 세척 | | | |
| 1 | 4.5 | 10 | 100 | 1-2 | 44.9 | 60.0 | 214 | 476 | - | 587 | 384 | 652 | 40 | 4.76 |
| 2 | | | | | 44.9 | 60.0 | 214 | - | 476 | 587 | 384 | 652 | 40 | 4.76 |
| 3 | | | | | 44.9 | 60.0 | 200 | - | 445 | 609 | 399 | 677 | 40 | 4.76 |

표 3. 실험결과

| 구 분 | 배합 1 | 배합 2 | 배합 3 |
|---------------|------|-----------------|-----------------|
| 리바운드율 (%) | 9.28 | 6.11 (▼3.17%) | 6.19 (▼3.09%) |
| 1일 휨강도 (MPa) | 1.73 | 2.11 (▲0.38MPa) | 2.36 (▲0.63MPa) |
| 28일 휨강도 (MPa) | 5.66 | 7.23 (▲1.57MPa) | 5.63 (▽0.03MPa) |

3. 실험 결론

- 1) 고분말도의 1종 OPC를 사용한 숏크리트는 기존 OPC에 비해 리바운드율이 약 3% 이상 감소되는 것으로 나타났다.
- 2) 1일 휨강도는 일반 1종 OPC를 사용한 숏크리트에 비해 고분말 숏크리트를 사용할 경우 단위시멘트 중량에 따라 0.39~0.63MPa 높게 나타났다. 또한, 재령 28일 휨강도에서는 0.03~1.57MPa 범위로 높게 나타났다.
- 3) 분말도 수준에 따른 차이는 명확하게 확인되진 않았으나, 약 1,000cm²/g분말도를 상향시킨 시멘트를 숏크리트에 적용시 리바운드율 및 휨강도 성능이 모두 향상되는 것은 알 수 있었다.
- 4) 본 연구를 통해 분말도를 상향시킨 시멘트를 사용한 숏크리트의 현장 적용에 대한 경제성, 시공성 및 품질 향상 가능성을 확인하였다.

감사의 글

본 논문은 국토교통기술촉진연구사업의 연구비 지원(14CTAP-C077935-01-000000)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 양재경, 터널 숏크리트의 리바운드에 따른 배합 및 경화 후 특성 변화 연구, 박사학위논문, 고려대학교, 2013.6
2. 안상기, 숏크리트의 리바운드 감소에 대한 재료개발 연구시험, 콘크리트학회지, 제5권 제1호, pp.54~61, 1993