

# 초속경 건식 슛크리트의 조기강도 평가

## Evaluation on Early-Age Strength of Very-Early-Strength Dry-Mix Shotcrete

최성용\* 서재엽\*\* 정범석\*\* 윤경구\*\*\* 김기현\*\*\*\* 김용곤\*\*\*\*\*  
Choi, Sung Yong Seo, Jae Yeop Jung, Beom Seok Yun, Kyong Ku Kim, Ki Heon Kim, Yong Gon

### ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a very-early-strength dry-mix shotcrete without accelerator using a rapid-setting cement, to analyze the correlationship of test results among cube test, core test, pullout test and maturity

### 요약

초속경 건식 슛크리트의 조기강도를 평가하기 위해 정방형 시험편 압축강도시험, 코아 압축강도시험, 인발시험, 성숙도시험을 실시하여 이들의 상관성을 분석하였다.

### 1. 서론

건식 슛크리트의 품질관리를 위해 압축강도 측정이 가장 기본적이며 일반적으로 수행되는 항목이다. 그러나 슛크리트 특성상 고압으로 재료를 뿜어 붙이기 때문에 시편제작이 어려워 코어채취로 시편을 얻는데 이는 많은 시간과 노력이 필요하며 조기강도 측정에 어려움을 가지고 있다. 따라서 현장에서 슛크리트의 강도를 신속하고 효율적으로 평가하기 위한 간접적인 시험방법들이 요구되고 있다. 본 연구는 건식 슛크리트의 특성 및 조기강도 추정방법에 대해 실험적 검증을 하기 위해 코아 압축강도, 정방형 압축강도, 인발시험에 의한 추정 압축강도, 성숙도법을 실험하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구에서는 현장에서 초속경 슛크리트 조기강도를 신속하고 효율적으로 평가하기 위해 변수로 강도 측정방법을 달리하였다. 측정방법은 코아압축강도, 정방형압축강도, 인발에 의한 압축강도 및 성숙도를 재령 4시간, 12시간, 1일, 3일, 7일 및 28일에 대해 실시하였으며, 사용된 초속경 건식 슛크리트의 배합특성은 표1.과 같다. 본 실험에 사용한 건식 슛크리트 장비는 A사의 Barrrel Gun 타입으로 동력은 공기압에 의해 작동된다. 또한 노즐 끝에 물공급은 공기압에 의한 부스터 펌프를 사용하였고, 노즐은 압력수가 노즐의 2m 전에 공급되어 분진이 감소되는 Hydro-Mix Nozzle을 사용했다.

\* 정회원, 강원대학교, 토목공학과 구조연구실, 박사  
\*\* 정회원, 강원대학교, 토목공학과 구조연구실, 석사과정  
\*\*\* 정회원, 강원대학교, 토목공학과, 부교수  
\*\*\*\* 정회원, (주)삼우아이엘씨, 대표이사  
\*\*\*\*\* 정회원, 대상엔지니어링(주), 대표이사

표1. 초속경 건식 슛크리트 배합표

(단위 : kg/m<sup>3</sup>)

|         |            |              |              |              |                    |                |            |            |          |          |
|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|------------|------------|----------|----------|
| S/a (%) | VES Cement | Sand 1 (3호사) | Sand 2 (5호사) | Sand 3 (6호사) | Coarse (Gmax=10mm) | Silica Fume 7% | Polymer 6% | Fiber 0.2% | 증점제 0.3% | AE제 0.5% |
| 85      | 418.5      | 331.6        | 391.5        | 502.7        | 230                | 31.5           | 27.00      | 0.90       | 1.35     | 2.25     |

3. 결과 및 고찰

그림1.에서 그림3.은 코아 압축강도를 기준으로 인발 압축강도, 정방형 압축강도, 성숙도를 회귀 분석한 그래프이며, 이에 따른 강도 추정식은 표2. 와 같다. 실험결과, 상관관계가 정방형압축강도 > 성숙도 > 인발압축강도 순으로 높은 것을 알 수 있었고, 모두 0.90이상의 값을 보이므로 상관관계가 높다는 것을 확인했다.

표2. 인발압축강도, 정방형압축강도 및 성숙도의 코아압축강도 추정식

| Type     | 강도 추정식(MPa)                              | 결정계수(R <sup>2</sup> ) | 비고                                       |
|----------|--|-----------------------|--|
| 인발 압축강도  | $f_{core} = 24.058\text{Ln}(P) - 49.979$ | 0.91                  | P = Pull-out<br>C = Cube<br>M = Maturity |
| 정방형 압축강도 | $f_{core} = 24.620\text{Ln}(C) - 57.078$ | 0.97                  |  |
| 성숙도      | $f_{core} = 4.3119\text{Ln}(M) - 4.0494$ | 0.94                  |  |

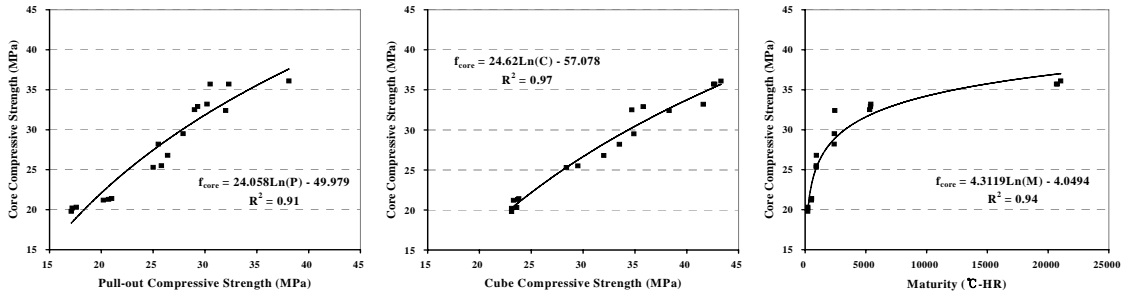


그림1.인발-코아압축강도 상관도    그림2. 정방형-코아압축강도 상관도    그림3. 성숙도-코아압축강도 상관도

4. 결론

본 연구에서는 초속경 건식 슛크리트의 품질관리 측면에서 문제시 되고 있는 현장 압축강도 실험방법에 대해서 코아채취에 의한 압축강도실험을 대체할 수 있는 대안으로써 현장에서 간단히 강도를 측정할 수 있는 방법을 제안하고자 직·간접적인 실험방법 중 정방형 단면에 의한 실험, 코아채취에 의한 실험, 인발에 의한 실험 및 성숙도에 의한 실험을 선택하여 실험을 실시하고 이들의 상관성을 분석한 결과 R<sup>2</sup> 값이 정방형압축강도(0.97) > 성숙도(0.94) > 인발압축강도(0.91) 순으로 상관성을 나타냈고, 모든 시험방법이 0.90이상의 높은 상관성을 보이고 있다.

향후 다양한 재료와 강도별 추가 실험을 통해 다양한 추정식 제안이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 손유신, 이승훈 (2007), “인발법(Pull-out Test)을 활용한 콘크리트 구조물의 강도추정 연구”, 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, pp. 1045~1048.
2. ASTM C 900-82, “Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete”, ASTM Committee on Standards, 1916 Race Street, Philadelphia, pa. 19103, USA.