

다짐 방법에 따른 콘크리트 압축강도 편차에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Compressive Strength Deviation of Concrete With Different Consolidation Methods

서 일* 전 우 철* 박 희 곤** 이 현 석*** 이 재 삼**** 이 한 승*****
Seo, Il Jun, Woo-Chul Park, Hee-Gon Lee, Hyun-Seok Lee, Jae-Sam Lee, Han-Seung

Abstract

This paper presents a basic study which is to develop concrete cylinder moulds for a proficiency testing compressive strength of concrete among laboratories accredited Korea Laboratory Accreditation Scheme(KOLAS). The concrete cylinder moulds sufficiently have homogeneity for a proficiency testing which is a means of assessing the ability of laboratories to competently perform specific test and measurements. The concrete compressive strength specimens placed different consolidation methods were analyzed by a statistic technique. The methods of consolidation are rodding, and internal or external vibration.

키 워 드 : 숙련도 시험, 압축강도 편차, 다짐 방법
Keywords : proficiency testing, compressive strength deviation, consolidation method,

1. 서 론

국제 공인 시험기관에서는 시험결과에 대한 타당성 및 신뢰성을 확보하기 위해서 시험기관 간 비교 또는 기준 시험기관의 시험결과와 비교 분석을 중요하게 다루고 있다. 이러한 여러 시험소 간의 시험 결과를 비교하여 시험결과의 정확성 또는 신뢰성을 검증하는 것이 비교 숙련도 시험이다.

숙련도 시험 운영 기준 따르면 공인시험기관은 인정분야의 측정수행능력을 지속적으로 입증하기 위하여 종류별로 3년에 1회 이상 숙련도 시험에 참여 하도록 규정하고 있다.¹⁾ 하지만 콘크리트 압축강도 시험에 있어 비교 숙련도 시험은 대량으로 균질성이 확보 된 압축강도 공시체의 제작이 어렵기 때문에 국내에서는 아직 지난 5년여 동안 실시되지 않아 콘크리트 압축강도 시험의 비교 숙련도 평가가 적절하게 이루어지지 못한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 콘크리트 압축강도 비교 숙련도 시험을 수행하기 위한 시료를 개발하기 위해서 기초 연구 단계로써 콘크리트 압축강도 공시체의 균질성을 확보하기 위하여 공시체를 제작함에 있어 다짐 방법을 다르게 하여 압축강도 공시체를 제작하고 그에 따른 콘크리트 압축강도 시험을 실시하여 각 다짐 방법에 따른 강도 편차를 통계적 방법을 통하여 분석하였다.

2. 실험개요

실험 인자는 콘크리트 압축강도 공시체를 제작할 때 콘크리트를 다져 넣는 방법으로 설정하고 콘크리트를 다져 넣는 방법으로 다짐봉을 사용하는 경우, 내부진동기를 사용하는 경우, 진동대식 진동기를 사용하는 경우로 구분하여 실험을 진행하였다.

2.1 실험 배합 및 사용재료

콘크리트 배합은 강도에 따른 압축강도의 편차를 최소화하기 위하여 보통 강도 수준으로 설계된 배합을 사용하였다. 실험에 사용 된 시멘트는 국내 H사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 굵은 골재는 최대 크기가 20 mm 인 것을 사용하였으며 살수를 통한 미분을 사전에 제거하였다. 잔골재는 조립률을 3.0 수준으로 입도 조정하여 사용하였다.

2.2 실험 방법

콘크리트의 혼합은 원재료를 믹서에 투입하고 30초간 건비빔을 실시한 후 혼합수와 감수제를 동시에 투입하고 나서 최대 120 초를 넘지 않는 범위에서 콘크리트의 물성을 확인 후에 배출하였다. 콘크리트를 다져 넣는 방법에 있어 다짐봉을 사용하는 경우에는 KS F 2403에 따라 콘크리트를 채울 때는 2층 이상으로 거의 동일한 두께로 나눠서 채웠으며 각 층은 적어도 1 000 mm²에 1회의 비율로 7~8회 다짐을 하였다. 내부진동기를 사용하는 경우에는 콘크리트의 슬럼프 제한이 명확하게 명시되어 있지 않고 사용하는 시간 또한 규정되어 있지 않기 때문에 ASTM C 192²⁾에 따

* (주)텍스콘 기술연구소, 사원
** (주)텍스콘 기술연구소, 전임연구원, 공학박사, 교신저자 (pheeagon@doosan.com)
*** (주)이지랩아이엔티, 대표이사
**** (주)텍스콘, 기술연구소, 소장, 공학박사
***** 한양대학교 ERICA 캠퍼스 건축학부 교수, 공학박사

라 내부진동기의 사용 시간을 설정하였다. 진동대식 진동기를 사용하는 경우에도 KS에 명확한 방법이 없기 때문에 ASTM C 192에 의거하여 실험을 진행 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

다짐 방법에 따른 재령 28일에서 압축강도 시험 결과는 표 1과 같다.

표1. 다짐 방법에 따른 압축강도 시험결과

구분	진동대식진동기(MPa)	다짐봉(MPa)	내부진동기(MPa)
1	23.1	22.1	22.6
2	23.0	20.1	22.2
3	24.2	20.9	22.1
4	23.7	21.1	23.4
5	23.4	21.1	23.7
6	22.1	20.1	21.9
7	22.8	20.5	23.8
8	23.8	21.1	22.4
9	23.1	22.2	23.4
10	22.7	21.1	24.2
11	24.8	22.3	24.6
12	24.5	22.5	24.0
13	24.0	22.8	22.9
14	23.5	21.8	21.8
15	24.8	23.7	23.0
16	23.6	22.7	24.1
평균	23.57	23.13	21.63
표준편차	0.768	0.895	1.039
변동계수	3.26	3.87	4.80

압축강도 평균은 진동대식 진동기, 다짐봉, 내부 진동기 순으로 낮게 나타났다. 표준편차와 변동계수에 있어서는 내부진동기, 다짐봉, 진동대식 진동기 순으로 낮게 나타났다. 표준편차와 변동계수를 비교해 볼 때 진동대식 진동기를 사용했을 때 가장 균질한 것으로 사료된다.

각각의 압축강도를 결과를 분산분석 처리하여 진동대식 진동기와 다짐봉을 사용했을 때를 비교하면 표 2와 같다. 표 2에서 보는 것과 같이 F 비 = 2.20, F 기각치 = 4.17 이므로 F 비가 F 기각치 보다 작기 때문에 유의 수준 5 %에서 재령 28일에서 진동대식 진동기와 다짐봉을 사용했을 때 압축강도의 차이는 없다고 할 수 있다.

표 3은 다짐봉과 내부진동기를 사용했을 때 분산분석 결과이다. 표 3에 보는 것과 같이 F 비 = 19.14, F 기각치 = 4.17 이므로 F 비가 F 기각치 보다 크기 때문에 시험결과는 기각되어 유효성이 없다고 할 수 있다. 다시 말해 유의 수준 5 %에서 재령 28일에서 다짐봉과 내부진동기를 사용했을 때 압축강도는 차이가 있다고 할 수 있다.

표 4는 진동대식 진동기 및 내부진동기를 사용했을 때의 압축강도 결과를 분산분석을 통해서 통계 처리한 결과이다. 표 4에서 보는 것과 같이 F 비 = 35.96, F 기각치 = 4.17 이므로 F 비가

F 기각치 보다 크기 때문에 시험결과는 기각되어 유효성이 없다고 할 수 있다.

표2. 진동대식 진동기 및 다짐봉 분산분석결과

변동요인	제공합	자유도	제공평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	1.53	1	1.53	2.20	0.148	4.17
잔차	20.86	30	0.69			
계	22.4	31				

표3. 다짐봉 및 내부 진동기 분산분석결과

변동요인	제공합	자유도	제공평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	18	1	18	19.14	0.0001	4.17
잔차	28.20	30	0.94			
계	46.20	31				

표4. 진동대식 진동기 및 내부 진동기 분산분석결과

변동요인	제공합	자유도	제공평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	30.03	1	30.03	35.96	1.4E-6	4.17
잔차	25.04	30	0.83			
계	55.08	31				

4. 결 론

콘크리트 압축강도 비교 속련도 시험을 위한 시료를 개발하기 위해서 다짐 방법에 따른 공시체를 제작하고 통계적 분석을 한 결과는 다음과 같다.

- 1) 진동대식 진동기와 다짐봉을 사용했을 때는 압축강도의 평균 및 편차가 거의 없는 것으로 나타났지만 내부 진동기를 사용했을 때는 진동대식 진동기 및 다짐봉을 사용했을 때 보다 표준편차 및 변동계수가 크게 나타났다.
- 2) 각 다짐 방법에 따른 압축강도 결과를 분산분석 한 결과 진동대식 진동기와 다짐봉을 사용했을 때는 F 비가 F 기각치 보다 작게 나타나 압축강도의 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 비교 속련도 시험을 위한 시료 제작을 위해서는 진동대식 진동기 및 다짐봉을 사용하는 것이 적합할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 기술표준원 학술연구용역(콘크리트 압축강도 비교속련도 시험을 위한 시료개발)의 결과임

참 고 문 헌

1. 기술표준원, 속련도시험운영기준(KOLAS-R-003), 2009
2. ASTM C 192 : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory