

# 경량골재의 종류에 따른 시멘트 경화체의 강도 특성 평가

## Compressive Strength Property of Cement Matrix According to the Type of Lightweight Aggregate

편명장<sup>1</sup> · 정수미<sup>2</sup> · 김주성<sup>2</sup> · 김호진<sup>2</sup> · 박선규<sup>3\*</sup>

Pyeon, Myeong-Jang<sup>1</sup> · Jeong, Su-Mi<sup>2</sup> · Kim, Ju-Sung<sup>2</sup> · Kim, Ho-Jin<sup>2</sup> · Park, Sun-Gyu<sup>3\*</sup>

### Abstract

Lightweight aggregate is a porous material that has a lower density than natural aggregate and is a lightweight construction material. Lightweight Aggregate has a suitable purpose because it is effective in reducing the heavy unit mass in high-rise buildings. However, since lightweight aggregate has weak strength and high water absorption compared to natural aggregate, it is difficult to control the quality of concrete. Although lightweight aggregate has disadvantages such as high water absorption, it is expected that the demand for lightweight aggregate concrete will continue to use in the future because the advantage of being able to reduce the weight of concrete is greater. In this study, we conducted an experimental study on the compressive strength property of cement matrix according to the type of lightweight aggregate.

키 워 드 : 하중 저감, 경량골재, 압축강도, 전기화학 임피던스 분광법

Keywords : load reduction, lightweight aggregate, compressive strength, electrochemical impedance spectroscopy

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

경량골재는 다공질성 물질로 천연골재에 비해 낮은 밀도를 가지고 있으며 경량화가 가능한 건설 재료이다. 고층 건축물이 점차적으로 증가하는 현대 건축산업에서 고층 건축물에 경량골재를 적용할 경우, 무거운 단위질량을 감소시키는데 효과적이기에 그 사용 목적 또한 적합하다. 최근에는 산업 폐기물 등을 재활용하여 경량골재를 제조하는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이는 무분별한 천연골재의 채취를 방지하고 더 나아가 환경 보존이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 경량골재는 천연골재에 비해 약한 강도와 높은 흡수율을 가지기 때문에 콘크리트의 품질 관리가 매우 어렵다는 단점이 있다. 콘크리트의 고강도, 고품질을 요구하는 고층 건축물에서, 경량골재는 골재의 강도, 골재와 시멘트 페이스트 사이의 계면영역의 강도의 영역이 취약하여 천연골재의 대체재로 사용하기 위해서는 이에 대한 개선이 필요한 실정이다. 하지만, 콘크리트의 경량화가 가능하다는 이점이 더욱 크므로 앞으로도 경량골재 콘크리트의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

## 2. 실험 재료 및 방법

### 2.1 실험 재료

본 실험에서는 국내에서 구매 할 수 있는 H사의 1종 시멘트로 시멘트 경화체를 제작하였고, C사의 고로슬래그를 사용하여 경량골재의 표면을 코팅하였다. 골재는 5~10mm의 보통골재 쇄석과 2~8±2mm 크기의 독일산 경량골재를 4종류 사용하였다. 본 실험에서 사용한 경량골재는 부피 밀도, 흡수율 등이 다르다. 사용한 경량골재의 물리적 성질은 표 1에 나타내었다.

1) 목원대학교, 석사과정

2) 목원대학교, 석사과정

3) 목원대학교, 교수, 교신저자(psg@mokwon.ac.kr)

표 1. 경량골재의 물리적 성질

구분	크기(mm)	부피밀도(g/cm <sup>3</sup> )	건조밀도(g/cm <sup>3</sup> )	흡수율(% by mass)	분쇄저항(N/mm <sup>2</sup> )
F3.5	2~8	360	0.67	16	1.6
F4.5	2~10	450	0.84	15	3.0
F6.5	2~10	650	1.19	15	8.0
F8	2~8	800	1.43	14	15.0

## 2.2 실험 방법

본 연구에서는 경량골재 종류에 따라 나타나는 강도 발현의 차이를 파악하기 위해 압축강도 측정과 시료의 골재와 시멘트 페이스트 사이의 계면 영역의 강화 여부를 확인하기 위해 전기화학 임피던스 분광법(EIS)을 사용한 임피던스 측정을 진행하였다. 본 연구에서는 천연골재와 밀도가 다른 4종류의 독일산 팽창점토 골재를 사용하여 시멘트 경화체를 제작하였다.

압축강도를 측정하기 위한 공시체는 ASTM C 109에 의거하여 제작하였으며, 압축강도 측정은 KS F 2405에 의거하여 재령 일 7, 28일 동안의 부피 밀도별 강도 발현의 차이를 파악하였다. 각 공시체의 전기저항 특성을 알아보기 위해 EIS 측정을 진행하였다. EIS는 실험체에 교류전류를 인가하여 그에 응답하는 전기저항을 측정하는 방식으로, 이를 사용하여 특정한 주파수 영역대를 설정하고 그 영역 내의 임피던스와 위상각을 측정, 분석하였다. EIS 측정을 위한 공시체는 크기의 몰드를 사용하여 제작하였고, 압축강도 실험을 위한 공시체와 동일하게 7, 28일 양생 후 측정을 진행하였다.

## 3. 실험 결과

본 연구의 실험 결과, 골재의 종류에 따라 압축강도의 차이가 나타남을 알 수 있었다. 이는 높은 비중과 낮은 흡수율로 인하여 수화 시 시멘트 페이스트의 혼합수를 흡수하는 비율이 줄어들어 시멘트 페이스트의 강도와 계면 영역의 강도가 확보되었기 때문인 것으로 판단된다. EIS 측정결과 경량골재 혼입 시멘트 경화체의 압축강도가 높을수록 Nyquist plot 산출 시 반원 부분 중 리액턴스가 높게 측정되었으며, 전자의 확산 계수인 와버그 임피던스의 확산 길이 또한 길어짐을 확인하였다. 이는 높은 강도를 발현하는 경량골재일수록 계면 영역이 더욱 밀실하게 형성되어 전해질이 이동할 수 있는 공간을 확보할 수 없으며, 전기저항 중 리액턴스 영역이 높게 측정되는 골재가 압축강도 발현이 높아질 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 (과제번호:2 0NANO-B156177-01)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 김호진, 박선규 “전기화학 임피던스 분광법을 활용한 경량골재의 계면특성 분석” 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 21권1호
2. 김호진, 배제현, 정용훈, 박선규 “골재 종류별 시멘트 경화체 계면의 전기저항 특성” 한국건설순환자원학회 논문집
3. 박조범, 류득현, 김용혁 “인공경량골재