

Micro FEM 해석에 의한 기포제 혼입 시멘트 페이스트의 역학적 성능 평가에 관한 연구

A study on Mechanical Performance Evaluation of Cement Paste Using Foaming Agent by Micro FEM Analysis

김 보 석* 우 영 제** 이 한 승***
 Kim, Bo-Seok Woo, Young-Je Lee, Han-Seung

Abstract

This study is corroborated as a fundamental resource to develop structural lightweight paste containing silica fume as a part of cement. Paste using foaming agent is generated much foam and decreased density of paste. This study is measured at 0.8% of foaming agent dosage but over 0.8% of foaming agent dosage raise density of paste because of interconnection with foam. Also, FEM analysis using SEM image is confirmed correspondence of between Elastic modulus of experiment and FEM analysis.

키 워 드 : 압축강도, 단위 용적 중량, 기포제, FEM 해석
 Keywords : Compressive Strength, Weight of Unit Volume, Foaming Agent, FEM Analysis

1. 서 론

최근 건축 구조물의 자중을 줄이기 위해 경량 콘크리트의 사용이 요구되고 있다. 그러나 경량 콘크리트를 제조하기 위해 현재 해외에서 경량 골재를 수입하여 사용하고 있기 때문에 건축물 전체에 적용하는 것은 불가능하다.¹⁾²⁾ 따라서 본 연구에서는 시멘트 페이스트에 기포제를 혼입한 경량 기포 페이스트를 제작하여 역학적 성능을 평가하고 SEM 이미지를 이용하여 FEM 해석을 실시함으로써 역학적 특성의 해석값과 실험값을 비교 및 분석하고자 한다.

2. 개 요

그림 1과 같이 기포제의 혼입률에 따른 고강도 경량 기포 페이스트의 역학적 특성을 평가하고 SEM 이미지를 통해 FEM 해석을 실시함으로써 실험값과 해석값의 일치성을 비교 하는 것이 목적이다. 기포 투입 방식은 콘크리트의 제조 적용성이 높은 후기포 방식을 사용하였으며 양생은 실험 재령까지 수중양생을 실시하였고 사용된 배합은 표 1과 같다.

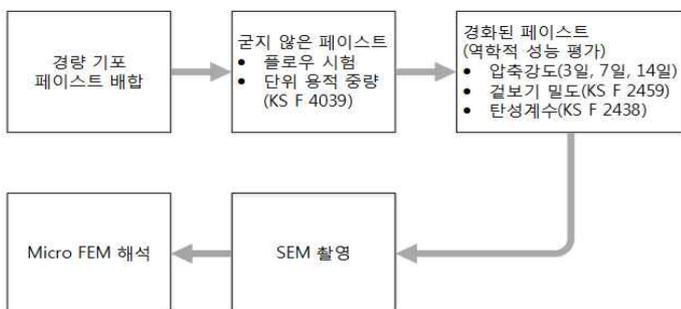


그림 1. 연구 흐름도

표 1. 기포제 혼입 시멘트 페이스트 배합표

| W/B (%) | 중량배합(kg/m ³) | | | AD (%) | 기포제 (%) |
|---------|--------------------------|------|-----|--------|-----------------------|
| | W | C | S.F | | |
| 20 | 359 | 1616 | 180 | 1.3 | 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2 |

* 한양대학교 대학원 건축시스템공학과 석사과정
 ** 한국건설생활환경시험연구원 방재기술평가센터 책임연구원
 *** 한양대학교 ERICA캠퍼스 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

3. 실험결과

그림 2는 기포제 혼입률에 따른 단위 용적 중량을 나타낸 것이다. 기포제의 혼입률이 0.8%까지 증가 할수록 페이스트의 단위 용적 중량은 감소한다. 그러나 기포제 혼입률 1.2%에서는 오히려 단위 용적 중량이 증가 하는 현상을 보이는데 이는 기포제로 인해 발생한 공극이 상호간의 연결이 되어 기포가 깨지는 현상이 발생한 것으로 사료된다. 그림 3은 겉보기 밀도에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 겉보기 밀도가 작아질수록 내부 공극이 많아지기 때문에 압축강도가 감소됨을 알 수 있다. 그림 4는 단위 용적 중량에 따른 탄성계수 관계를 나타낸 것이다. 단위 용적 중량이 감소할수록 탄성계수도 감소하는데 이는 시멘트 페이스트 내부의 공극이 증가하면서 압축강도가 저하되기 때문인 것으로 사료된다. 그림 5와 그림 6은 기포제 혼입률에 따른 응력과 변형률을 나타낸 것이다. 기포제 혼입률이 증가할수록 탄성계수는 작아지는 것을 확인하였는데 이는 내부 공극이 증가함에 따라 압축강도가 저하되기 때문인 것으로 사료된다. 또한 SEM 이미지를 이용하여 Micro FEM 해석을 한 결과 그림 7과 같이 탄성계수의 실험값과 거의 유사한 것을 알 수 있었다.

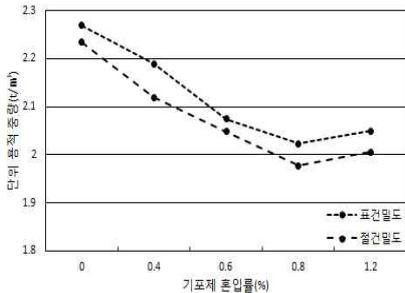


그림 2. 기포제 혼입률과 단위용적중량 관계

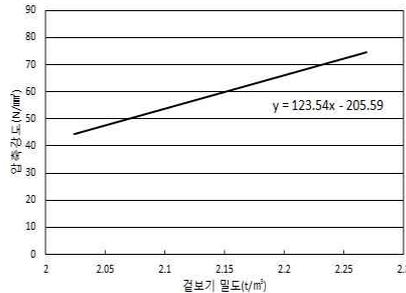


그림 3. 겉보기 밀도와 압축강도 관계

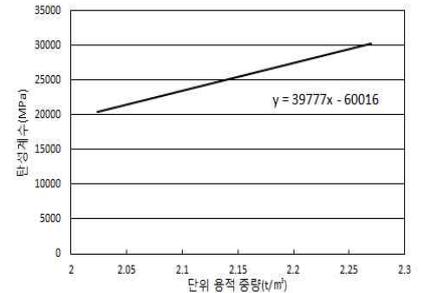


그림 4. 단위용적중량에 따른 탄성계수 관계

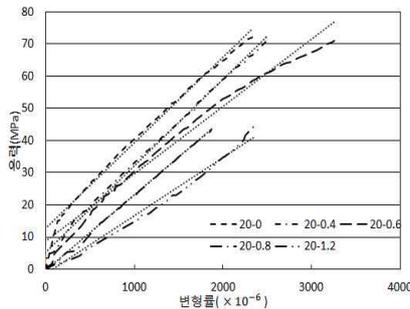


그림 5. 응력과 변형률의 관계(실험값)

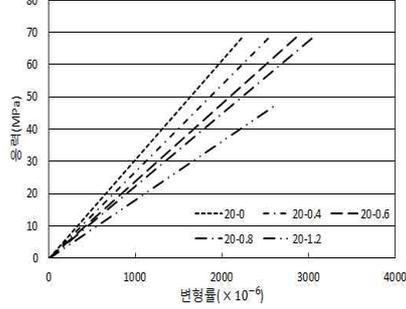


그림 6. 응력과 변형률의 관계(해석값)

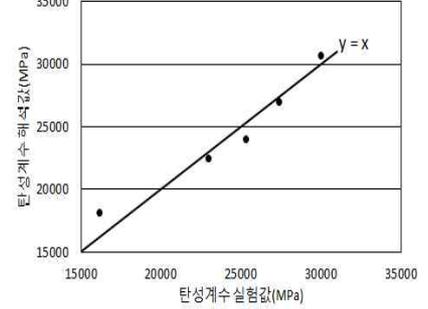


그림 7. 실험 탄성계수와 해석 탄성계수 비교

4. 결론

구조용 경량 기포 콘크리트를 제작하기 위해 기초적 연구의 일환으로 기포제 첨가율에 따른 경량 기포 페이스트의 역학적 특성과 FEM 해석을 통한 비교 및 분석을 실시하였다. 그 결과 기포제 혼입률이 0.8%에서 겉보기 밀도와 압축강도가 가장 작은 것을 확인하였고 그 이상 혼입했을 시 기포의 깨짐현상으로 인해 겉보기 밀도가 증가하는 현상을 확인하였다.

기포제 혼입률에 따른 응력과 변형률의 그래프를 비교한 결과 기포제 혼입률이 증가할수록 탄성계수가 작아지는 것을 확인하였다. 또한 SEM 이미지를 통해 FEM 해석을 하여 탄성계수를 비교한 결과 탄성계수의 실험값과 유사함을 보였다.

참고 문헌

1. 민태범, 한양대학교 대학원 석사 학위논문, 기포제 혼입 구조용 경량 콘크리트의 물리적 특성 및 압축강도 추정에 관한 연구, 2011
2. 민태범 외 2인, 한국콘크리트학회 가을 학술대회 논문집, 일반 골재와 기포제를 사용한 구조용 경량 콘크리트의 역학적 특성에 관한 연구, 2010