

# 고내산성 무기바인더의 내황산성에 관한 기초적 특성 연구

## A Fundamental Study on Sulfate Resistance of Inorganic Binder with High Acid Resistance

최 중 구\*      이 건 철\*\*      이 건 영\*      고 동 근\*      高 山\*

Choi, Jung-Gu      Lee, Gun-Cheol      Lee, Gun-Young      Ko, Dong-Guen      Gao-Shan

### Abstract

This study analyzed sulfate resistance of strongly acid-resistant inorganic binder based on industrial byproducts. According to the study experiment, compared to OPC mixture, the mixture of high acid-resistant inorganic binder had excellent chemical resistance against 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution. In the case of ordinary portland cement, its sample with 28 days of immersion had severe corrosion on its mortar erosion part, and thus external appearance was damaged greatly, and compression strength decreased by around 57% and more.

키 워 드 : 고내산성, 무기바인더, 내황산성

Keywords : high acid resistance, inorganic binder, sulfate resistance

### 1. 서 론

하수관내 콘크리트관의 부식은 시간 경과에 따른 미생물 작용으로 생성된 황산이 콘크리트의 주성분인 수산화칼슘을 침식시켜 콘크리트의 내구성을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 한편, 플라이애시 및 고로슬래그 미분말 등의 산업부산물을 기반으로 하는 지오폴리머 콘크리트는 보통 포틀랜드 시멘트 보다 산의 침식에 상대적으로 강한 SiO<sub>2</sub> 성분이 주원료로 구성되어 있기 때문에 황산에 의한 콘크리트의 화학적 침식을 억제시킬 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 황산에 의하여 화학적 침식이 발생하는 콘크리트 2차제품인 콘크리트관의 내황산성을 개선 하기위한 기초적 특성 연구로써, 플라이애시 및 고로슬래그미분말을 기반으로 하는 무기바인더 기초적 특성에 대한 검토결과를 보고하고자 한다.



a) 시멘트모르타르      b) 무기바인더  
그림 1. 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 침지

### 2. 실험개요

본 연구에서는 고내산성 무기바인더를 이용한 모르타르의 내황산성을 평가하기 위하여 물결합재비가 40%인 OPC 배합과 플라이애시 및 고로슬래그미분말로 구성된 무기바인더 배합을 사용하였다. 고로슬래그미분말 및 플라이애시를 사용한 배합은 시멘트 질량비로 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30으로 혼합하였으며, 알칼리 활성화제는 사공성을 고려하여 9M의 수산화나트륨과 3중 소듐실리케이트의 혼합비를 1:1로 하였다. 또한 각 배합의 목표 슬럼프 플로는 향후 콘크리트 2차제품인 콘크리트관을 고려하여 40±20 mm의 범위로 설정하였다. 양생조건은 소정의 재령일 까지 20±2℃의 상온에서 기건양생을 실시하였다. 콘크리트의 내약품성 실험방법의 경우 미국 ASTM C 1012 기준에 따라 대부분 실험이 진행되지만 본 연구는 향후 콘크리트관의 내황산성을 개선시키기 위한 기초적 연구로써 일본 동경도 하수도국 기준(가장 강한 내산성이 요구되는 시설물에 대한 내산성 평가방법)에서 제안한 시험방법에 의하여 재령 28일 이후에 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액에 7, 28일간 침지시킨 뒤 침지전후의 표면관찰 및 압축강도 감소율을 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

그림 2는 OPC 및 무기바인더 배합을 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액에 28일간 침지시킨 후의 침식부와 건전부를 나타낸 사진이다. 무기바인더를 사용한 배합은 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액 침지전후의 표면부의 외형변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 반면에 OPC의 경우 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>의 영향으로 침식부와 건전부에 뚜렷한 차이를 관찰할 수 있었다. 침식부에서 열화로 인한 부식이 발생하여 수용액에 침지된 모르타르 주변에 하얀 침전물이 형성이

\* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 한국교통대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

되는 것이 관찰되었고, 이는 시간이 증가함에 따라 증가되는 것으로 나타났다.

그림 3은 각 배합조건별로 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액에 7, 28일간 침지시킨 후의 압축강도 감소율을 나타낸 그래프이다. 모든 배합에서 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액 침지시간이 증가할수록 압축강도 감소율이 증가하였으며 침지 재령 28일에 무기바인더 배합은 약 15~21% 범위의 압축강도 감소율을 나타낸 반면, OPC 배합은 침지전에 비해 약 57% 이상 압축강도가 저하되는 현상을 나타내었다. 이는 무기바인더 배합의 경우 주성분이 산에 강한 SiO<sub>2</sub>로 구성되어 있어 표면에 규산질 표면 코팅막을 형성하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>이 모르타르 내부로 침투하는 것을 방지하는 역할을 하여 OPC 배합에 비해 압축강도 감소율이 적게 나타난 것으로 판단된다. 반면, OPC 배합의 경우 침지 시간이 증가할수록 시멘트 수화생성물과 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>이 반응하여 표면부의 박리현상으로 수많은 기공과 균열이 발생하여 압축강도가 저하되는 것으로 판단된다.

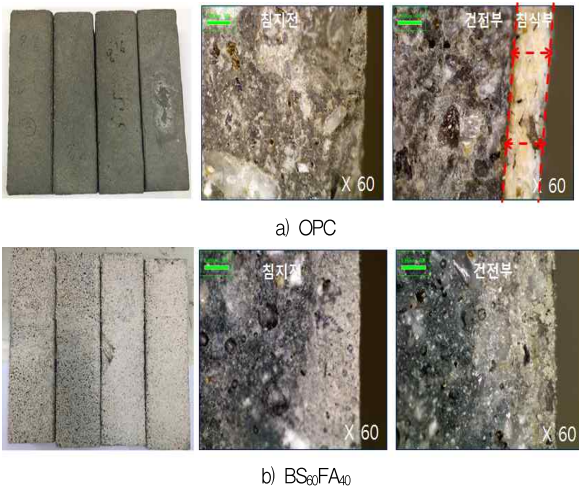


그림 2. 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액 침지 28일 후 표면현상

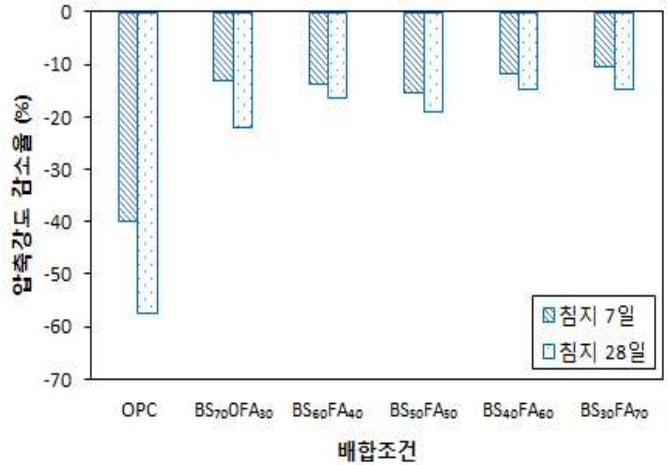


그림 3. 각 배합조건별 압축강도 감소율

#### 4. 결 론

- 1) 표면현상은 OPC 배합의 경우 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 침지시간이 증가할수록 침전부의 박리현상이 증가되는 반면, 무기바인더 배합은 침식부의 큰 차이가 없는 것으로 나타내었다.
- 2) 압축강도 감소율은 OPC 배합의 경우 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 침지 28일 재령에서 압축강도 감소율이 57%이상으로 나타내었으나, 무기바인더는 15~21% 범위를 나타내어 무기바인더 배합이 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>에 대한 화학저하성이 우수한 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단(대학단계프로그램(URP)지원사업)의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### 참 고 문 헌

1. 최중구, 이진철, 윤승조, 이진영, 고내산성 무기결합재를 이용한 내화학특성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2014, pp.355~356
2. 황태하, 고로슬래그 및 플라이애시 모르타르의 내산특성에 관한 연구, 관동대학교 대학원, 2010