

# CGS 잔골재를 사용한 콘크리트의 황산염 침투 저항성에 미치는 영향

## Effect of CGS Fine Aggregate on the Resistance to Sulfate Attack in Concrete

한준희<sup>1\*</sup> · 김수호<sup>2</sup> · 백성진<sup>2</sup> · 김종<sup>3</sup> · 한민철<sup>4</sup>

Han, Jun-Hui<sup>1\*</sup> · Kim, Su-Hoo<sup>2</sup> · Beak, Sung-Jin<sup>2</sup> · Kim, Jong<sup>3</sup> · Han, Min-Cheol<sup>4</sup>

**Abstract** : In this study, analyzed the effect of using CGS before and after the pre-treatment process as fine aggregate on the resistance to sulfate attack in concrete. As a result of the analysis, Although it showed a similar tendency to Plain (CS100), it is judged that it is necessary to analyze the resistance to sulfate attack due to the increase in immersion periods such as 180 days and 365 days.

**키워드** : 잔골재, 전처리 공정 시스템, 황산염 침투 저항성, 석탄 가스화 용융 슬래그

**Keywords** : fine aggregate, pretreatment process system, resistance to sulfuric acid, coal gasification slag

### 1. 서론

글로벌 탄소중립 선언에 따라 국내의 전력산업은 청정 화력발전 기술인 석탄 가스화 복합발전 시스템(Integrated Gasification Combined Cycle 이하 IGCC)을 도입하여 운영 중이며, IGCC에서 배출되는 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그(Coal Gasification Slag, 이하 CGS)를 건설 분야의 재료로 활용하기 위한 연구가 진행되고 있다.

위와 같이 IGCC에서 배출되는 부산물인 CGS를 건설 분야의 재료로 활용하기 위하여, 본 연구진은 기존 연구[1]에서 CGS 사용시 문제가 되는 KS 품질 항목을 만족시키기 위하여 CGS 전처리 공정 시스템 구축에 관한 연구를 진행하고 있다.

따라서 본 연구는 전처리 공정 시스템을 통한 개질처리 전·후의 CGS 잔골재 사용에 따른 콘크리트의 내구성 평가의 일환으로 CGS 콘크리트의 황산염 침투 저항성을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 배합 요인으로 목표 슬럼프는 180 ± 25 mm, 목표 공기량은 4.5 ± 1.5 %에 만족하도록 배합 설계하였다. 시멘트 종류는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재 종류는 석산 부순 잔골재와 개질 전·후의 CGS 잔골재로 3 수준이며, 침지 용액은 황산마그네슘과 황산나트륨을 사용하였다. 실험방법은 JSTMC 74011의 “콘크리트의 용액 침지에 의한 내약품성 시험방법”에 의하여 28일 양생 이후 각 시험체를 용액에 침지하고, 재령별 황산염 침투 저항성 실험을 수행하였다.

표 1. 콘크리트 실험계획

실험 요인	배합사항							실험사항		
	W/C (%)	목표 슬럼프 (mm)	목표 공기량 (%)	결합재 조성비(%)	굵은 골재	잔골재 종류	CGS 치환율 (%)	침지 용액	굳지 않은 콘크리트	경화 콘크리트
실험 수준	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2
	45	180 ± 25	4.5 ± 1.5	OPC <sup>1)</sup> 100	CG <sup>2)</sup>	CS <sup>3)</sup>	0	MgSO4	슬럼프	압축강도비(7, 28일)
						N_CGS <sup>4)</sup>	50	Na2SO4	공기량	질량변화율(7, 28일)
						P_CGS <sup>5)</sup>	100			

- 1) 보통 포틀랜드 시멘트(OPC) : Ordinary Portland Cement
- 2) 석산 굵은 골재(CG) : Crushed Aggregate (Gravel)
- 3) 석산 잔골재(CS) : Crushed Fine aggregate (Plain)
- 4) 개질 전 석탄 가스화 용융 슬래그(N\_CGS) : Non pretreated Coal gasification slag
- 5) 개질 후 석탄 가스화 용융 슬래그(P\_CGS) : Pretreated Coal gasification slag

- 1) 청주대학교, 건축공학과, 박사과정, 교신저자(gksehxhf@naver.com)
- 2) 청주대학교, 건축공학과, 석사과정
- 3) 청주대학교, 조교수, 공학박사
- 4) 청주대학교, 교수, 공학박사

### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 콘크리트의 기초적 특성

그림 1은 개질 전·후 및 CGS 치환율에 따른 콘크리트의 기초적 특성을 나타낸 그래프이다. 먼저, a) 및 b)는 유동성 및 감수제 사용량과 공기 연형제의 사용량으로 개질 처리 후 CGS(P\_CGS) 잔골재 사용 시 혼화제의 사용량이 Plain과 유사하며, 개질전 CGS와 비교 시 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 그림 1의 c)는 개질 전·후의 CGS 치환율에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것으로 먼저, 개질 처리한 CGS는 압축강도가 증가하는 경향으로 나타났으나, 개질 처리 전·후와 상관없이 CGS 치환율이 50%씩 증가할수록 강도는 약 8% 정도 저하하는 경향으로 나타났다. 이는 CGS의 구형 입자와 유리질 계면에 따른 골재와 시멘트 페이스트 간의 부착력 저하에 기인한 것으로 분석된다.

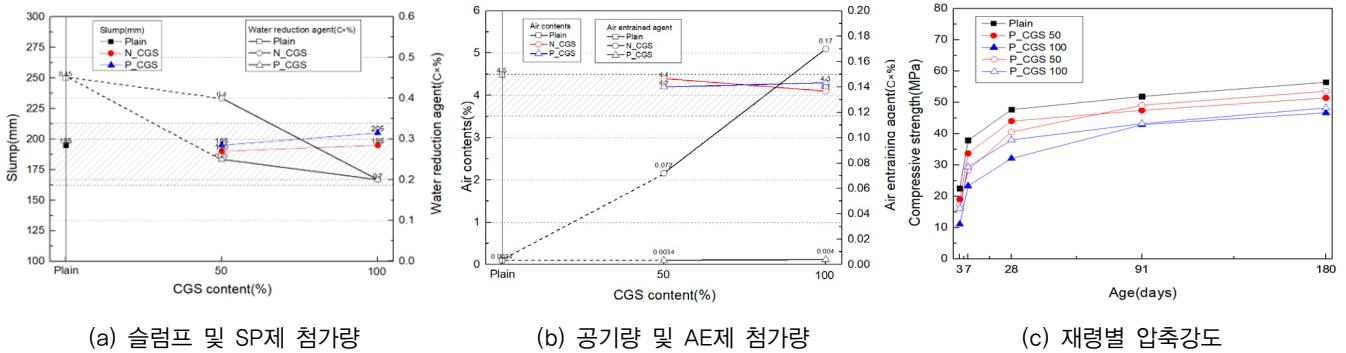


그림 1. 콘크리트의 기초적 특성

#### 3.2 콘크리트의 황산염 침투 저항성

그림 2는 개질 처리 전·후 및 CGS 치환율 변화에 따른 콘크리트의 황산염 침투 저항성으로 표준시험용액(황산 마그네슘, 황산 나트륨)에 대한 질량변화율 및 압축강도비를 나타낸 그래프이다. 먼저, 시험용액의 실험변수에 따른 정확한 황산염 열화현상의 유무를 판단하기는 어렵다. 하지만, N\_CGS 100의 경우는 모든 표준시험용액에서 비교적 높은 질량변화율을 나타내고 있으며, 압축강도비도 낮은 것으로 나타났다. 이는 그림 1c)와 같이 재령별 압축강도에서 N\_CGS 100은 가장 낮은 강도 발현을 나타냈으며, 이에 따라 황산염 열화 영향요인 중 콘크리트 미세구조의 치밀도가 낮아져 황산염 침투 저항성이 떨어진 것으로 판단된다. 하지만, 황산염 침투 및 확산 등의 영향을 고려하여 추후 180일, 365일 등의 침지 기간 증가에 따른 황산염 침투 저항성 분석이 필요한 것으로 판단된다.

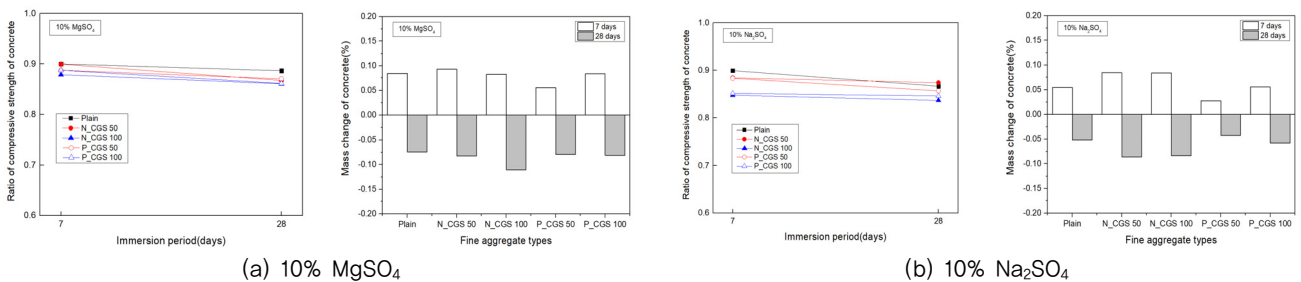


그림 2. 개질 처리 전·후 및 CGS 치환율 변화에 따른 콘크리트의 황산염 침투 저항성

### 4. 결론

본 연구는 전처리 공정 시스템을 통한 개질 전·후의 CGS 잔골재 사용에 따른 콘크리트의 내구성 평가의 일환으로 개질 전·후의 CGS 콘크리트의 황산염 침투 저항성을 분석하고자 한다. 분석결과 전반적으로 Plain(CS100)과 유사한 경향으로 나타났으나, 초기 압축강도 차이에 따른 황산염 침투 및 확산 등의 영향을 고려하여 추후 180일, 365일 등의 침지 기간 증가에 따른 황산염 침투 저항성 분석이 필요한 것으로 판단된다.