

석탄가스화 용융 슬래그 치환 콘크리트의 염화이온 침투 저항성 검토

Evaluation of Chloride Ion Penetration Resistance of Coal Gasification Slag Replaced Concrete

조 현 서* 김 민 혁* 이 건 철**
 Cho, Hyeon-Seo Kim, Min-Hyouck Lee, Gun-Cheol

Abstract

In this study, to test the performance of concrete used as a concrete admixture as a recycling method of CGS, gypsum was mixed and the chloride ion penetration resistance test of CGS and BFS substituted concrete was conducted. As a result, it was found that without gypsum type test specimen, the CGS substituted test specimens had lower chloride ion penetration resistance than the BFS substituted specimens. When gypsum was added, it was confirmed that the chloride ion penetration resistance was poor regardless of the type of admixture. In addition, it was confirmed that both admixtures were less resistant to chloride ion penetration than OPC, regardless of the presence of gypsum. However, considering the uneven quality variation of coal, which greatly affects the quality of CGS, further research is needed.

키 워 드 : 석탄가스화 슬래그, 고로슬래그, 염화이온 침투깊이, 콘크리트 내구성
 Keywords : coal gasification slag, blast furnace slag, chloride ion penetration depth, indurance of concrete

1. 서 론

최근 국내 발전사들은 미세먼지, SO_x, NO_x 등의 환경오염물질 배출논란이 있는 석탄화력발전 시스템의 대안으로 석탄가스화 복합발전 시스템(Integrated coal Gasification Combined Cycle, 이하 IGCC)을 시범적으로 운영하고 있다. 그러나 IGCC는 발전과정에서 부산물인 석탄가스화 용융 슬래그(Coal Gasification Slag, 이하 CGS)가 발생하며 현재 폐기물로 분류되어 야적되거나 매립되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이에 대한 재활용 방안의 일환으로 콘크리트용 혼화제로 사용성을 검토하기 위해 CGS를 치환한 콘크리트의 염화이온 침투저항 성능을 평가하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. W/B(%)는 50%로 설정하였고, 혼화제의 종류는 CGS와 수쇄 고로슬래그(BFS)를 RPM40의 조건에서 직접 분쇄하여 사용하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/B(%)	1	50
	혼화제 종류	2	CGS, BFS
	혼화제 치환율(%)	3	0, 10, 20, 40
	석고 혼입율(%)	2	0, 2
	사용 액체(?)	2	우라닌 수용액, 질산은 수용액
측정 사항	굳지 않은 콘크리트	2	슬럼프, 공기량
	경화 콘크리트	1	염화이온침투 저항성 시험

[NOTE] : CGS : 석탄가스화 슬래그 미분말, BFS : 고로슬래그 미분말

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정
 ** 한국교통대학교 건축학부 부교수, 공학박사, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

혼화제의 치환율은 CGS를 치환한 콘크리트는 10%, 20%, 40%를 치환하였고, BFS를 치환한 콘크리트는 20%, 40%를 치환하였다. 또한 시중에서 유통되는 고로슬래그 미분말의 경우 석고가 일부 혼입되어 있는데 이를 고려하여 혼화제에 2%의 탈황석고를 혼입하였다.

굳지않은 콘크리트에서는 슬럼프와 공기량을 측정하였고, 경화콘크리트에서는 염화이온 침투저항성 시험을 실시하였다.

2.2 실험방법

본 연구에서는 염화이온침투 저항성을 평가하기 위해 콘크리트 표면 도포용 액상형 흡수방지재(KS F 4930)의 5.7에 의거하여 실험을 진행하였다. 실험체를 $\varnothing 100 \times 50\text{mm}$ 로 가공하여 수중양생 후 측면과 윗면에 흡수방지재를 도포하여 코팅하였다. NaCl 2.5% 수용액에 실험체를 7일간 침적한 뒤 24시간 상온에서 건조하여 시험체를 2분할하여 질산은 0.1N 수용액을 분무하고, 연속하여 우라닌 1% 수용액을 분무하여 발색된 부분의 깊이를 측정하여 염화이온의 침투깊이를 평가하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 석고혼입 유무에 따른 CGS 및 BFS 치환 콘크리트의 염화이온 침투 저항성 측정결과를 나타낸 그래프이다. 실험결과 석고를 혼입한 시험체가 전반적으로 염화이온의 침투가 많이 발생한 것으로 나타났다. CGS를 치환한 콘크리트의 경우 10%와 40% 치환 실험체에서는 월등하게 많이 나타나는 것으로 확인되었으나 20% 치환 실험체에서는 거의 차이가 나타나지 않은 것으로 확인되었다. 이는 시험체 내 NaCl 수용액이 완벽하게 건조가 되지 않았거나 실험적인 오차로 인한 결과로 판단된다. 추후 석탄가스화 용융 슬래그의 품질에 대한 정밀한 분석으로 재료의 편차를 줄여야 보다 신뢰성있는 결과가 나올 것으로 사료된다.

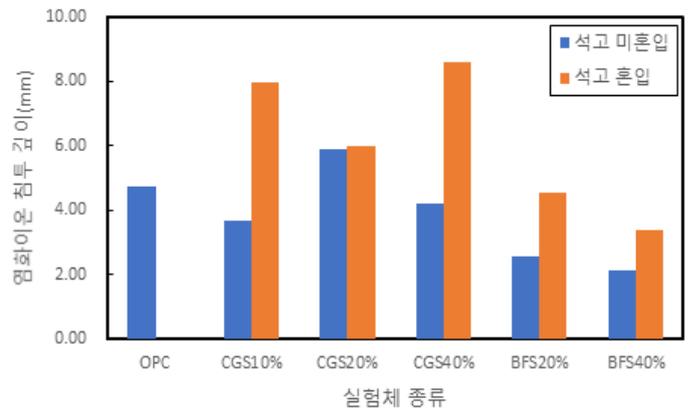


그림 1. 염화이온 침투 저항성 측정결과

4. 결 론

본 연구에서는 석탄가스화 용융 슬래그를 콘크리트용 혼화제로서의 사용성을 검토하기 위해 콘크리트의 염화이온 침투저항성 시험을 진행하였고, 실험결과로 유추된 결과는 다음과 같다.

- 1) 석탄가스화 용융 슬래그를 혼화제로 사용한 콘크리트는 고로슬래그를 사용한 콘크리트보다 염화이온침투저항성 성능이 떨어지는 것으로 나타났다.
- 2) 그러나 석탄가스화 용융 슬래그의 치환율에 따른 변화가 규칙적으로 나타나지 않았으며, 석탄의 탄종에 따라 석탄가스화 용융 슬래그의 품질이 좌우되는 것을 감안하였을 때, 추후 후속연구가 필요하다고 판단된다.
- 3) 전반적으로 석고를 혼입한 시험체가 미혼입 시험체보다 염화이온 침투가 활발하게 이루어져 이에 대한 개선이 필요하다고 판단된다.
- 4) OPC와 비교하였을 때 석탄가스화 용융 슬래그와 고로슬래그는 염화이온 침투저항성이 뛰어난 것으로 나타났으며 이를 통해 혼화제를 치환하였을 때 염화이온의 침투 저항성이 있다고 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2019년 한국서부발전(주) 연구비지원(과제번호 201702600001)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 한국산업표준(KS), 콘크리트 표면 도포용 액상형 흡수방지재 시험방법(KS F 4930), 20
2. 이보경, 해양환경 폭로에 의한 슬래그 치환 콘크리트 및 슬래그 콘크리트의 염화물 이온 침투 저항성, 콘크리트 학회논문집, 제29권 제3호, pp.299~306, 2017