

수력선별 공정이 석탄 가스화 용융 슬래그 잔골재 품질에 미치는 영향

Hydroelectric Sorting Process is coal Gasification Slag Effect on the Quality of fine Aggregates

후 원 야 오* 김 수 호** 한 준 희** 김 중*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Hu, Yun-Yao Kim, Su- Hoo Han Jun-Hui Kim, Jung Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study examines the performance of the pre-treatment process system to use CGS, a by-product generated in IGCC, as a concrete fine aggregate for construction materials, on the quality of CGS fine aggregate. As a result of the analysis, it is judged that the quality of fine aggregates of CGS can be improved at both density, absorption rate, and 0.08mm body passage amount after the hydroelectric screening process using water as a medium during the pretreatment process. It is believed that it can be used as basic data for national standard certification of CGS fine aggregates in the future.

키 워 드 : 석탄 가스화 용융 슬래그, 잔골재, 전처리공정, 밀도, 흡수율
Keywords : coal gasification slag, fine aggregate, pre-processing process, density, absorption rate

1. 서 론

국내의 전기산업은 석탄 화력발전의 사용과 관련된 문제들을 해결하기 위하여 친환경 청정발전기술로 주목 받고 있는 석탄 가스화 복합발전(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC)을 도입하였다. 하지만, 발전과정에서 필연적으로 그림 1과 같은 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그(Coal Gasification Slag, CGS)가 발생되는데, 연간 약 8.1~10만 톤의 용융 슬래그가 배출되고 있어 CGS의 효과적인 자원화 기술 개발이 시급한 실정이다.¹⁾

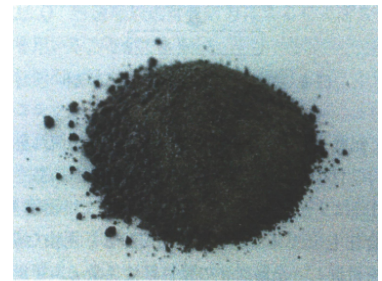


그림 1. 석탄 가스화 용융 슬래그

이에 따라 골재 채취에 따른 산림파괴방지, 건설현장의 골재 부족 등의 문제를 해결하고 산업부산물의 순환 자원으로 활용하기 위한 CGS의 활용성 연구로 시멘트 결합재와 콘크리트용 잔골재로서 건설재료로 활용하기 위한 연구가 이루어졌다.²⁾ 국외 연구 중 일본의 경우는 2020년 10월 JIS A 5011-5에 새롭게 제정하여 CGS가 콘크리트용 슬래그 골재로 제정되었다.³⁾

하지만, 한국형 IGCC에서 발생하는 CGS는 건설재료로서의 이용은 제한적이며, 아직 국가 표준 인증을 받지 못하여 대부분 시멘트 원료 혹은 폐기처분 되고 있다. 이는 부산물 활용에 대한 부정적인 인식과 더불어 국내에서 발생하는 부산물인 CGS는 발생 시료마다 품질의 편차가 발생하여, 콘크리트용 잔골재로 사용 시 콘크리트의 품질에 영향을 미치기 때문이다.

따라서 본 연구는 이러한 품질의 변동을 최소화 및 더 나아가 규격화를 목적으로 CGS의 전처리 공정 시스템 개발을 위한 일련의 연구로 분쇄 및 수력선별이 CGS의 잔골재에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

* 청주대학교 건축공학과, 석사과정, 교신저자(254323762@qq.com)
** 청주대학교 건축공학과, 석사과정
*** 청주대학교 건축공학과, 박사과정
**** 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 시료인 CGS는 국내 T화력 발전소의 IGCC에서 발생된 것으로 월 1회씩 총 4회의 시료를 샘플링 하였으며, 전처리 공정에 따른 품질 영향을 분석하고자 분쇄 및 수력선별로 나누어 실험 계획하였다. 또한, 측정사항으로는 CGS에 대하여 KS F 2527(콘크리트용 골재)에서 규정하고 있는 용융슬래그 잔골재의 품질 항목을 기준에 준하여 측정하였다.

표 1. 실험계획

| 실험항목 | | 실험수준 | | |
|-------|------------------|---------------------|--------------|---|
| 실험요인 | 골재 종류 | 1 CGS ¹⁾ | | |
| | 샘플링 횟수 | 4회 ²⁾ | | |
| 전처리공정 | 분쇄 ³⁾ | 2 전 | | 후 |
| | 수력선별 | 3 0 | 1 | 2 |
| 측정사항 | KS F 2527 | 3 | 밀도 | |
| | | | 흡수율 | |
| | | | 0.08 mm체 통과량 | |

¹⁾ 석탄가스화 용융슬래그 (Coal gasification slag, 이하 CGS)

²⁾ 월 1회 간격으로 샘플링

³⁾ 입자 크기 2.5 mm 이상의 CGS 분쇄

3. 실험결과 및 분석

표 2는 전처리 전·후의 CGS 잔골재 품질 변화를 나타낸 것이다. 먼저, 전처리 전의 밀도는 2.55 g/cm³로 나타났다. 이는 KS F 2527 용융슬래그 잔골재 기준인 2.5 g/cm³이상으로 나타났지만, 흡수율 및 0.08 mm체 통과량은 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 다음으로 전처리 공정인 1차 수력선별 및 2차 수력선별을 거친 CGS 잔골재의 품질 변화는 밀도의 경우는 2.55 g/cm³에서 2.65 g/cm³로 높아졌고 흡수율은 3.90~4.60%에서 최대 1.43%까지 낮아져 품질 개선되었다. 불순물 함유량인 0.08 mm체 통과량의 품질도 최대 6.0%에서 1.85%까지 낮아져 품질 개선된 것으로 나타났다. 이는 CGS에 함유된 미립분 및 불순물이 수력선별을 통하여 제거됨에 따라 우수한 품질로 개량되는 것으로 판단된다.

표 2. 전처리 전·후의 CGS 잔골재 품질

| 구분 | 규격 ¹⁾ (g/cm3) | 밀도(g/cm3) | 규격 ¹⁾ (%) | 흡수율(%) | 규격 ¹⁾ (%) | 0.08 mm체 통과량(%) | | |
|---------|--------------------------|-----------|----------------------|--------|----------------------|-----------------|------|------|
| 전 처리 전 | 2.5 이상 | 2.55 | 3.0 이하 | 3.90 | 5.0 이하 | 5.90 | | |
| | | 2.54 | | 4.60 | | 6.00 | | |
| | | 2.55 | | 4.10 | | 5.90 | | |
| | | 2.64 | | 1.94 | | 2.70 | | |
| | | 2.63 | | 2.10 | | 2.74 | | |
| 전처리 공정 | 2.5 이상 | 2.65 | 3.0 이하 | 1.92 | 5.0 이하 | 2.80 | | |
| | | | | | | 2.63 | 1.55 | 1.95 |
| | | | | | | 2.64 | 1.44 | 1.85 |
| | | | | | | 2.63 | 1.43 | 1.90 |
| 1차 수력선별 | 2.5 이상 | 2.65 | 3.0 이하 | 1.92 | 5.0 이하 | 2.80 | | |
| 2차 수력선별 | 2.5 이상 | 2.63 | 3.0 이하 | 1.55 | 5.0 이하 | 1.95 | | |
| | 2.64 | 3.0 이하 | 1.44 | 5.0 이하 | 1.85 | | | |
| | 2.63 | 3.0 이하 | 1.43 | 5.0 이하 | 1.90 | | | |

¹⁾ KS F 2527(콘크리트 골재) 용융슬래그 잔골재(MS) 기준

4. 결 론

본 연구는 IGCC에서 발생하는 부산물인 CGS를 건설재료의 콘크리트 잔골재로서 사용하기 위한 전처리 공정 시스템 초기 구축 단계로 분쇄 및 수력선별 공정이 CGS 잔골재 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 전처리 공정 중 매체로 물을 사용하는 수력선별 공정 후 CGS의 잔골재 품질은 밀도, 흡수율 및 0.08 mm체 통과량에서 모두 품질개선이 가능한 것으로 판단된다. 향후 CGS 잔골재의 국가 표준 인증시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년 한국연구재단(과제번호: 2021R1F1A1060194)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. Ku JH. Melting Characteristics and Generation of Slag in Coal Gasification Plant [M.E. Thesis]. [Daejeon (Korea)]: Daejeon University; 2019. 63 p.
2. Park SB, Kim KD, GU KS. Fabrication of lightweight geopolymer based on the IGCC slag. The Korea Association Of Crystal Growth Inc. 2017 Dec;27(6):319-26.
3. 長瀧重義, 阿部道彦, 松浦忠孝. JIS A 5011-5(콘크리트용 슬래그골재-第5部:石炭가스화슬래그골재)의制定概要, 콘 크리트テクノ, 2021Feb;40(2):40-44.