

제철 소결의 배가스 순환 적용에 따른 가스 조건 변화

안형준* · 최상민** · 조병국**

Changes of Gas Conditions of Iron Ore Sintering Process with FGR

Hyungjun Ahn*, Sangmin Choi**, Byungkook Cho**

ABSTRACT

Flue gas recirculation(FGR) is applied to sintering process to cope with issues including plant efficiency and environmental effects. However, it inevitably brings changes of incoming and outgoing gas conditions as plant configurations. Objective of this study was to build a process model for a sintering bed using a flowsheet process simulator and obtain information of mass and heat balance for gas flows over various process configurations with FGR.

Key Words : Iron ore sintering, Process modeling, FGR

제철 과정에서 소결 공정은 분말 형태의 광석 원료를 열처리를 통해 괴성화하여 고로의 장입물로 가공하는 데 적용되고 있다. 이러한 소결광의 생산 품질 및 공정 생산성은 공급가스 조건, 원료의 입경 분포, 원료 배합 조성, 베드의 높이와 통기성 등 다양한 운전요소와 밀접한 관련이 있다. 제철 전반 및 소결 공정과 관련하여 생산성 및 품질 향상, 공정 효율 개선, 환경오염 물질 배출 저감 등이 점차 강조됨에 따라 소결 공정 개선안의 하나로 배가스 재순환(flue gas recirculation, FGR)이 검토 및 적용되고 있다. 이러한 개선안의 적용은 가스 유로 및 처리장치의 추가 등 공정 구성의 변화 뿐 아니라 그에 따른 공급 및 배출 가스의 조건에도 변화를 가져오게 된다. 앞서 요약한 바와 같이 소결 공정에 있어 베드를 지나는 가스의 유동은 운전 성능과 관련되는 중요 인자의 하나이므로, 배가스 재순환 적용에 따른 가스 조건 변화 및 그 영향에 대한 검토가 필요하게 된다. 배가스 순환 소결 공정 관련 설계 및 운전에 대한 고려 가능 사항은 Fig. 1 과 같이 요약될 수 있다.

본 연구에서는 공정모사기(Aspen Plus)를 이용한 소결 베드 모델링을 통하여 베드 공급 및 배출 물질 관련 정보를 확인하고자 하였다. 특히 공정 모델은 주로 베드 공급 및 배출 가스의 온도, 조성, 유량 등의 조건에 초점을 두고 작성되

었다. 이를 바탕으로 배가스 재순환을 포함한 다

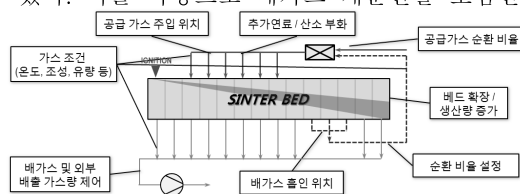


Fig. 1 Design and operational issues of sintering process with FGR.

양한 공정 구성에 따라 발생 가능한 출입가스의 조건 변화 및 그 영향을 살펴보고자 하였다.

기존 연구에서 여러 수식 모델들이 제시된 바 있으나[1-3], 주로 베드 내부의 반응에 대한 주요 인자들의 영향을 살펴보는 것에 초점을 두고 있다. 따라서 베드 내의 연소 및 소결 진행 등에 대하여 비교적 구체적인 결과를 보일 수 있다. 하지만 여기에서 다루고 있는 배가스 순환 적용 공정의 경우 가스의 순환 위치 및 유량 설정을 포함한 다양한 공정에 대한 모델링 구성이나 그에 따른 출입 가스 조건 관련 결과의 확인에 있어서는 다소 제한적이거나 비효율적인 부분이 있을 수 있다. 이에 대하여 공정모사기 모델의 경우 베드 내부의 현상에 대한 구체적인 표현은 다소 제한되나 전체 베드의 모델 구성 및 변용이 상대적으로 용이하며, 위치 별 물질 및 에너지 흐름에 대한 정량적 정보 확인이 간편하게 이루어질 수 있으므로 본 연구의 목적에 보다 적합하게 활용될 수 있을 것으로 고려하였다.

소결 베드의 모델링 방법은 베드의 대상 영역을 길이 및 높이 방향의 세부 영역으로 분할 및

* 한국과학기술원 기계공학과

† E-mail : smchoi@kaist.ac.kr

Tel : (042)350-3030 Fax : (042)350-3210

** POSCO 기술연구원

단순화하는 것으로 이루어졌다. 전체 베드는 길이 방향으로 여러 개의 연속된 column 들로 구성되었고 각 column은 다시 높이 방향의 layer 들로 이루어져 베드 내 반응의 진행에 따른 소결 완료층, 연소층, 소결 전 원료층으로 구분되도록 하였다. 모델링 구성을 위한 베드 단순화의 개략도를 Fig. 2 에 나타내었다. 배가스 순환을 포함한 모델링 케이스는 Fig. 3 에 요약하였다. 하나의 배가스 흡인 위치에서 네 경우의 공급가스 주입 위치를 가정하였고, 동일한 공급 위치에 대하여 배가스 흡인 위치를 변경하여 공정 구성 케이스를 설정하였다. 배가스 순환 소결 공정에서의 가스 흐름을 위치 별로 구분하여 Fig. 4 에 개략적으로 나타내었다. 기타 모델링 관련 가정 및 고려사항과 입력 조건 등 모델링 방법에 대한 구체적인 내용은 기존 발표 논문을 바탕으로 하고 있다[4].

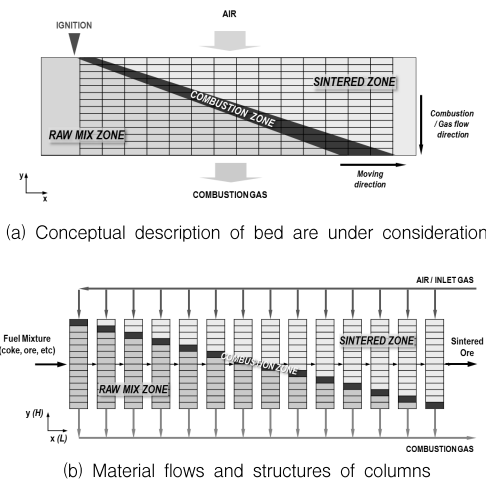


Fig. 2 Schematic diagrams of bed simplification.

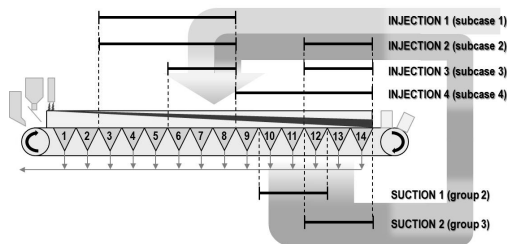


Fig. 3 Process configuration of modeling cases.

모델링 결과로서 배가스 순환 공정 구성에 따른 연소 배가스(flue gas), 외부 방출 가스(stack gas), 순환 가스(recirculation gas) 및 공급 가스(inlet gas) 등 각 위치 별 베드 출입 가스에 대하여 온도, 조성(dry base), 수분 함량 등의 변화를 살펴보았다. 예상할 수 있는 바와 같이 배가

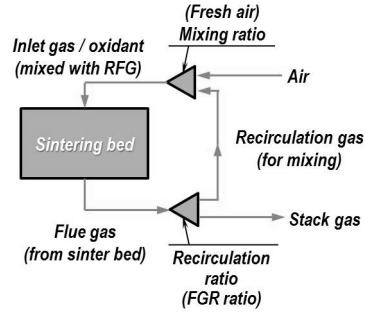


Fig. 4 Classification of gas streams for FGR model.

스 순환에 따른 공급가스의 온도 증가 및 조성 변화, 특히 공급가스 내 산소 함량의 감소와 수분의 증가를 확인할 수 있었으며, 모델링을 통해 공정 구성 별 케이스에 따른 변화가 표현될 수 있음을 확인 및 비교하였다

이러한 베드 출입 가스의 조건은 운전 조건 및 공급 유량 설정 등에 따라 다양하게 바뀔 수 있다. 따라서 여기에서 단순화된 모델링 및 가정된 조건에 따른 결과를 실제 공정의 상황과 직접 비교하는 것은 다소 적합하지 않을 수 있다. 그러나 기본적인 단계에서 수행된 모델링임을 감안하여 향후 보완 및 개선이 이루어질 수 있을 것으로 기대한다. 또한 이와 같은 시도를 통하여 가정된 공정 구상에 대한 가스 조건 변화를 전체 시스템의 관점에서 비교 확인함으로써 배가스 순환 적용 소결 공정의 설계 및 운전과 관련한 기본적인 아이디어 도출에 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

후 기

본 연구는 Brain Korea 21 및 POSCO의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

[1] I. Muchi, J. Higuchi, "Theoretical Analysis on the Operation of Sintering", Tetsu-to-Hagane, vol. 56, 1970, pp. 371-381
 [2] H. Toda, K. Kato, "Theoretical Investigation of Sintering Process", Trans. ISIJ, vol.24, 1984, pp. 178-186
 [3] W. Yang, C. Ryu, S. Choi, "Unsteady one-dimensional model for a bed combustion of solid fuels", J. Power and Energy, vol. 218, 2004, pp. 589-598
 [4] H. Ahn, S. Choi, B.Cho, "Process Modeling of an Iron Ore Sintering Bed for Flue Gas Recirculation", 한국연소학회지, vol.16, 2011, pp.23-30