

## 제강슬러지를 이용한 бри켓 제조 조건 최적화 연구

이동수\* · 채희권\*\* · §박태준\*\*\*

\*현대제철 연구개발본부 수소환원기술개발팀, \*\*현대제철 연구개발본부 제선공정연구팀,  
\*\*\*한국지질자원연구원 자원활용연구본부 자원소재연구센터

### Optimization of Briquette Manufacturing Conditions Using Steel Sludge

Dong Soo Lee\*, Hui Gwon Chae\*\* and §Tae Jun Park\*\*\*

\*Hydrogen reduction technology development Team, Hyundai-Steel, Dangjin 31719, Republic of Korea

\*\*Ironmaking Research Team, Hyundai-Steel, Dangjin 31719, Republic of Korea

\*\*\*Resources & Materials Center, Resources Utilization Division Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 124 Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34132, Republic of Korea

#### 요 약

우리나라는 철광석, 석탄 등 철강 산업에 사용되는 원료를 수입에 크게 의존하고 있다. 이러한 원자재는 글로벌 철강산업의 원가, 생산성, 품질경쟁력에 큰 영향을 미친다. 따라서 철강사의 경쟁력을 확보하기 위해서는 원자재의 수입 의존도를 줄이는 것이 필요하며, 원료 의존도를 낮추기 위해서는 Fe를 함유한 부산물을 활용하는 것이 좋은 방법이 될 수 있다. Fe 함유 부산물은 주로 철강 산업에서 발생하며 Fe 함량이 높으나(40~70%) 매우 미세한 분말 형태를 가지고 있다. 이러한 미세한 분말을 플랜트 공정에 직접 사용할 경우 부산물이 비산되어 조업과 환경에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 따라서 Fe 함유 부산물을 광범위하게 사용하기 위해서는 보다 큰 형태로 전처리할 필요가 있다. 이를 위해 펠렛 및 бри켓과 같은 더 큰 모양을 만들어 사용하는 것이다. бри켓을 만드는 방법은 대표적으로 두 가지 방법이 있다. 첫번째는 열과 압력을 가하여 핫브리켓을 제조하는 방법이고, 두번째는 열을 사용하지 않고 소량의 바인더와 압력을 가해 냉간 бри켓을 제조하는 방법이다. 본 연구에서는 Fe 함유 부산물을 이용하여 고강도 냉간 бри켓을 가장 효율적으로 제조하기 위한 방법을 연구하였고, 다양한 조건에서 성형율과 бри켓 강도를 조사하여 최적의 제조 조건을 도출하였다.

**주제어** : 철강 슬러지, бри켓, 부산물, 철 함유

#### Abstract

Korea depends on the import of raw materials such as iron ore and coal for the steel industry. These raw materials have a major impact on the cost, productivity, and quality competitiveness in the global steel industry. To secure the competitiveness of steel companies, it is necessary to reduce the country's dependence on raw materials. This can be achieved using byproducts with a high Fe content, which are primarily generated by the steel industry. These byproducts are available in the form of a very fine powder, which can disperse as dust when used directly in plant processes. Dust dispersion has a negative impact on the environment and can lead to the loss of raw materials. To enable the use of a wide range of Fe-containing byproducts, it is necessary to pretreat them in the form of larger aggregates such as pellets and briquettes. There are several methods to achieve

· Received : June 15, 2022 · Revised : July 8, 2022 · Accepted : July 8, 2022

§ Corresponding Author : Tae Jun Park (E-mail : tjpark@kigam.re.kr)

Resources Utilization Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 124 Gwahak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34132, Korea

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

such aggregates. There are two ways to produce briquettes: using a hot briquette, which supplies additional heat to produce briquettes, or using a cold briquette, which does not use heat. A method for producing cold briquettes using Fe-containing byproducts was investigated in this study. The yield ratio and briquette strength were examined under various manufacturing conditions.

**Key words :** Steel sludge, Briquette, By-product, Fe-containing

## 1. 서 론

원료광석으로부터 철강제품을 얻기 위해 제선, 제강, 압연 등의 과정을 거치는 일관제철 공정은 소결, 고로, 제강, 연속주조 및 압연 등 다양한 단위 공정에서 다량의 유가(고Fe 또는 고탄소) 부산물이 발생되며, 발생 개소에 따라 그 특성 또한 다양하다<sup>1-3)</sup>. 원료 처리부터 압연까지의 제철 공정에서 발생하는 더스트(dust), 스케일(scale), 슬러지(sludge)등의 합철부산물은 Fe 함량(40~70%)이 높아 적절한 전처리를 거쳐 기존 공정에 재활용할 경우 자원의 유효 이용은 물론 환경 보존 측면에서도 매우 중요하다<sup>4-6)</sup>.

이러한 합철부산물은 더스트, 스케일, 슬러지 등의 형태마다 물리 화학적 성분이 다르기 때문에 제철 자원으로 활용하기 위해선 개별 특성을 고려해야 한다. 기존의 합철부산물은 대부분 소결 공정에서 철 원료로써 사용되어 왔으나, 입도가 매우 작은 미분이기 때문에 그 사용량은 아주 제한적이다. 또한 합철부산물의 가장 경제적이고 간편한 재활용 방법으로는 제강 공정 내에 장입하여 유가 금속을 환원, 회수하는 것을 생각 할 수 있다. 그러나 제강 공정 내 미립자 합철부산물을 가공 없이 직접적으로 투입하게 되면 열 유동과 발생가스에 의해 반응 계면으로 원료가 정착되지 못하고 비산 되기 때문에 원료의 적절한 입자형상 제어가 필요하게 된다. 합철부산물의 대부분은 미세한 분말 또는 입자형태이므로, 운반과 저장, 그리고 장입 과정에서 분화하지 않을 정도의 강도를 유지 할 수 있는 적절한 형상의 브리켓(Briquette)으로 성형하여 사용해야 한다<sup>7-9)</sup>. 브리켓은 제조 방법과 목적에 따라 핫브리켓과 냉간 브리켓으로 분류 된다. 핫브리켓은 보통 직접환원철(DRI)제조 공정에서 주로 사용하며, 환원로에서 생산된 고온의 직접환원철을 브리켓으로 만들어 전로 또는 전기로에 직접 장입 한다. 하지만 많은 철강사 또는 자원 재활용 업체에서 냉간 브리켓 법을 적용하여 합철 부산물을 브리켓으로 성형하여 전로 냉각제로 일부 사용하고 있으나,

브리켓 제조 조건이 확립되지 않아 제조된 성품 브리켓의 생산성 및 강도 확보가 어려운 실정이다. 이러한 이유로 분진류 합철 부산물의 발생량이 증가함에도 불구하고 낮은 생산성과 강도로 이송 중 다량의 2차 분진 발생으로 재활용률을 높이기 어려운 실정이다. 이러한 문제는 제철소 내에서 발생하는 자원의 재활용률에 따라 외부로의 부산물 발생량이 증대 될 수 있고 결국 환경적인 문제를 발생 할 수 있다. 따라서 이를 해결하기 위한 브리켓 제조에 관한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 분진류 합철 부산물 중 가장 많은 발생량과 높은 Fe 함량을 갖는 제강슬러지를 사용하여 브리켓을 제조 조건을 도출하고 각 조건에 따른 성형율(생산성)과 강도에 미치는 영향 그리고 브리켓의 물성을 향상 시킬 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였다.

## 2. 실험 방법

브리켓 제조에 사용된 미립자 합철부산물은 현대제철 당진공장 내 제강 공정 중, 전로 및 RH설비에서 발생하는 제강슬러지를 사용하였다. 수분을 균일하게 조절하기 위해 건조기에서 100°C 온도에서 24시간 완전 건조한 후 추가 수분을 첨가하여, 제강슬러지의 전체 수분을 10%로 고정하였다. 브리켓 제조를 위한 배합은 Table 1에 나타내었으며 바인더는 당밀과 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

제강슬러지와 바인더의 혼합은 배합원료의 균일 혼합을 위해 고속교반기를 사용하였다(Fig. 1). 고속교반기는

**Table 1.** Blending condition

Type	Mass %
Steel making sludge	84
Portland cement	3
molasses	3
Moisture	10

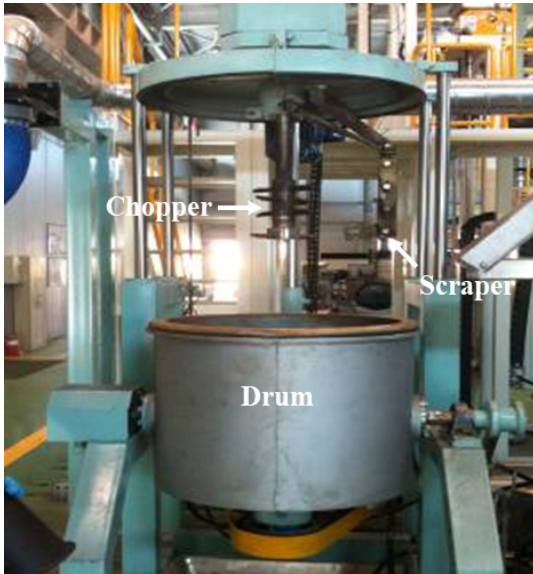


Fig. 1. Image of High speed agitator.

상부의 날개 형태의 초퍼, 하부의 드럼, 부착물 제거를 위한 스크래퍼로 이루어져있으며, 초퍼와 드럼은 각각 회전 방향 및 속도의 개별 제어가 가능하다. 본 연구에서는 초퍼 속도 300 RPM, Drum 회전속도 12 RPM 그리고 혼합 시간을 4분으로 설정하여 원료를 혼합하였다. 제강슬러지, 포틀랜드 시멘트 및 당밀의 균일한 혼합 여부를 확인하기 위해 6 개소에서 임의로 샘플을 채취하여 수분 및 바인더의 성분 분포를 통해 확인하였다.

브리켓 제조 장비는 Fig. 2에 나타내었으며, 상부의 원료 장입구, 원료가 장입되는 포켓이 있는 브리켓 롤, 배합 원료와 브리켓 롤에 압력을 가하는 유압 설비 구성되어 있다. 상부 원료 장입구에는 장입 호퍼에 적치된 배합 원료를 일정한 속도로 제어하여 브리켓 롤로 장입 할 수 있는 장입 스크류가 장착되어 있다. 최대 롤 압력 240kg/cm<sup>2</sup>, 최대 롤 회전속도 20 RPM 그리고 브리켓 롤은 SKD11재질로 45 X 35 X 20mm 크기의 브리켓을 성형할 수 있도록 Lab scale로 제작한 장비이다. 상부의 원료 장입부터 브리켓의 제조와 하부에서의 배출이 연속적으로 일어나 지속적인 작업이 가능하며, 전단의 컨트롤러를 통해 실험 조건을 정밀하게 조절이 가능하다. 브리켓의 제조 조건은 브리켓 롤의 압력, 속도, 원료 공급량을 변경하면서 성형율 및 강도를 비교하였으며 그 세부적인 실험 조건은 Table 2에 나타내었다.



Fig. 2. Continuous briquetting machine.

Table 2. Experimental conditions

No.	Roll Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Roll Speed (RPM)	Feeding Speed (g/sec)
1	50	1.5	120
2	60	1.5	120
3	70	1.5	120
4	80	1.5	120
5	90	1.5	120
6	100	1.5	120
7	100	3.0	120
8	100	4.5	120
9	100	6.0	120
10	100	3.0	240
11	100	3.0	360
12	100	3.0	480
13	100	3.0	600
14	100	4.5	240
15	100	4.5	360
16	100	4.5	480
17	100	4.5	600
18	100	6.0	240
19	100	6.0	360
20	100	6.0	480
21	100	6.0	600

브리켓의 성형율은 식 (1)과 같은 방법으로 계산하였고, 강도는 브리켓 제조 후 24시간 양생 후에 측정 하였으며, 브리켓의 강도 측정을 위한 표준 규격이 없어 고로용 소결 광 낙하강도(Shatter index) 측정법(JIS M 8711)을 적용 하였다.

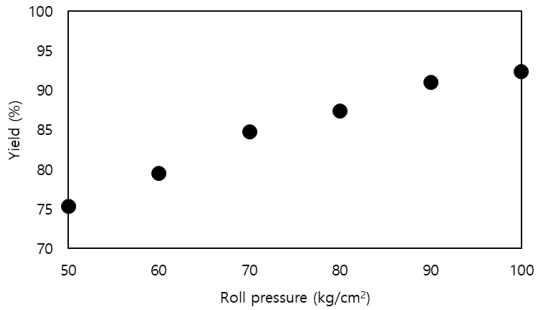


Fig. 3. Change of briquetting yield with roll pressure.

$$\text{성형율(\%)} = \frac{\text{+20mm 이상 브리켓량}}{\text{투입원료량}} \times 100 \quad (1)$$

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1. 브리켓 롤 압력

브리켓 롤의 회전 속도는 1.5RPM, 배합원료 공급량은 120g/sec로 고정 한 후 압력을 50~100kg/cm<sup>2</sup>의 범위에서 10kg/cm<sup>2</sup>간격으로 변화시키며(Table 1. No. 1~6) 브리켓을 제조 후 성형율 및 강도 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 롤의 압력이 증가 할수록 성형율은 직선적으로 증가하였다. 그러나 롤의 압력을 100kg/cm<sup>2</sup> 이상 높일 경우에는 유압 모터의 과부하로 인해 더 이상 브리켓의 제조는 불가능 하였다. 또한 브리켓의 20mm이상의 분율만 증가하여 성형율이 증대되는 것이 아니라 브리켓의 온전한 형상(40mm 이상)의 분율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4).

이러한 결과를 바탕으로 현장 설비에서도 마찬가지로 브리켓의 생산성을 높이기 위해 롤의 압력을 과도하게 높일 경우 설비의 고장을 일으키는 원인이 될 수 있다. 따라서 조업 상황에 맞는 롤의 압력 조건을 설정해야 브리켓의 생산성뿐만 아니라 형상을 더 크게 유지 시킬 수 있음을 시사한다.

Fig. 5는 롤 압력 조건에 따른 브리켓의 강도를 측정 한 결과를 나타내었다. 롤의 압력 증가에 따라 브리켓의 강도 역시 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 이는 롤 압력 증가에 따라 제조된 브리켓 내의 원료의 밀도 증가와 원료간 결합력 개선에 의한 것으로 판단된다. 따라서 롤의 압력 증가는 브리켓의 생산성뿐만 아니라, 원하는 강도의 발현을 위해 중요한 조업 인자임을 확인할 수 있다.

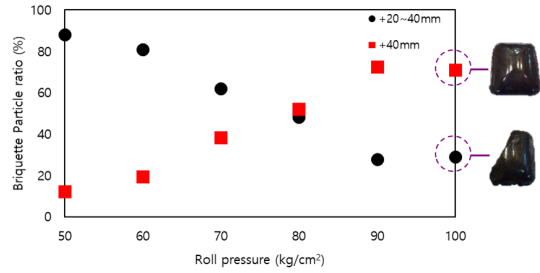


Fig. 4. Change of briquette particle ratio with roll pressure.

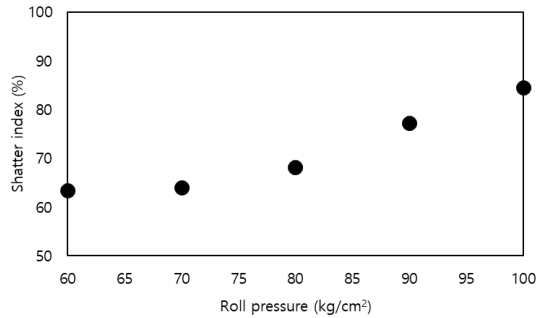


Fig. 5. Change of briquette strength with roll pressure.

#### 3.2. 브리켓 롤 속도

상기 결과에서 도출된 최대 브리켓 생산성 및 강도 확보가 가능한 롤 압력 조건을 100kg/cm<sup>2</sup>로 고정 한 후, 롤의 속도를 1.5~6 RPM으로 변화(Table 1. No. 6~8)하여 브리켓 생산 및 강도 변화의 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 롤의 속도가 증가 할수록 브리켓의 성형율 및 강도는 급격하게 하락하였다. 이는 브리켓의 단위면적당 가압 성형되는 시간이 감소함과 동시에 투입하는 원료의 장입량이 고정하였기 때문에 브리켓의 밀도가 감소하여 외부적인 충격에 더욱 취약하게 됨을 의미한다. Fig. 7은 롤 속도에 따른 브리켓의 표면과 단면 미세조직을 나타낸 것이다. 롤의 속도가 1.5 RPM으로 매우 느린 경우 브리켓의 표면은 크랙 생성 없이 깨끗한 형상을 가지며, 또한 미세조직도 원료가 균일하게 분포하고 있다. 그러나 롤의 속도가 증가 할수록 브리켓의 표면에 크랙이 존재하였고, 속도가 가장 빠른 6 RPM에서는 크랙의 수와 크기가 더욱 증대되었다. 미세조직을 보면 롤의 속도가 3 RPM의 경우 원료간의 결합력이 부족하여 조직 관찰을 위한 폴리싱 과정 중 원료들이 이탈하였으며, 그 결과 관찰 표면에 원료의 높이차가 생겼다. 그리고 롤의 속도가 6 RPM에서는 미

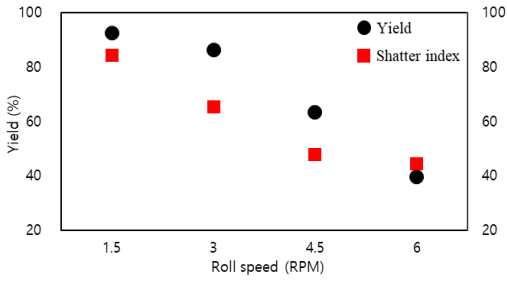


Fig. 6. Change of briquette yield and strength with roll speed.

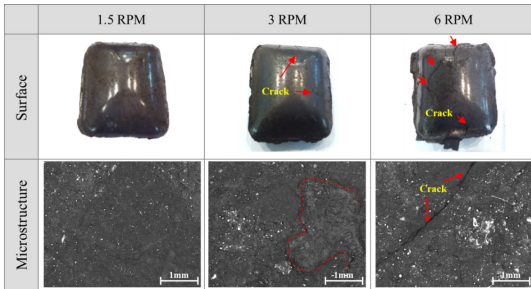


Fig. 7. Briquette surface and Microstructure with roll speed.

세조직 내부에서도 다량의 크랙이 존재함을 확인하였다. 결론적으로 동일한 원료 공급 조건에서, бри켓의 품질 확보 측면에서는 롤의 속도를 감소시켜 бри켓의 밀도를 높이고, 성형에 필요한 압력이 일정시간 유지되어야 бри켓의 회수율 및 강도 확보에 유리할 것으로 판단된다.

일반적으로 бри켓의 생산량을 늘리기 위해 롤 속도의 증가시키는 방법을 선택하지만, 상기의 결과를 보면 지나친 롤 속도의 증가는 бри켓의 회수율 감소와 강도의 하락으로 오히려 생산량이 더욱 떨어지는 악영향을 초래할 수 있다.

### 3.3. 원료 공급량

생산성 증가를 위해서는 롤의 속도 증가가 필수 불가결하다. 하지만 상기 결과에서 나타났듯이 롤의 속도를 증가시키면 생산성 하락한다. 이는 성형 시간 감소와, 롤 속도 증가에 따른 бри켓당 원료 장입량 변동에 따른 бри켓의 밀도 하락에 의한 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 бри켓의 밀도를 제어 통한 бри켓의 생산성 영향을 보고자 한다. 롤의 속도가 증가함에 따라 원료 공급 속도가 증가할 경우 бри켓의 밀도가 일정하게 유지될 수 있으며, 품질 확보와 생산성의 측면에서 최적 조건 범위

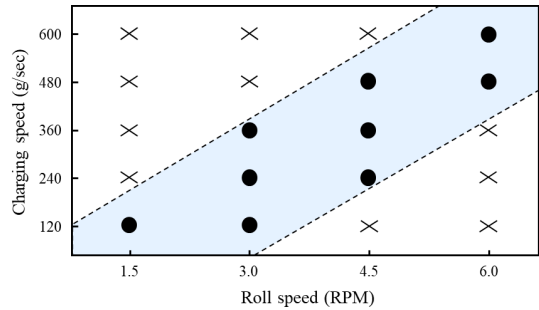


Fig. 8. Relation between roll speed and raw material charging speed.

를 찾고자 하였다.

Fig. 8은 각 롤 속도와 원료 공급량 변화에 따른(Table 1. No, 10~21) 성형율을 종합적으로 나타내었다. 롤의 속도가 느리고 원료의 공급량이 과잉이 될 경우, 롤에 의해 원료가 압축할 수 있는 한계를 넘어서 유압 한계에 의해 бри켓 설비의 비상 정지가 빈번하게 발생하였다. 이러한 현상이 자주 발생할 경우 설비의 고장 원인이 될 수 있다. 반면 롤의 속도 대비 적은 원료 공급 조건의 경우, 원료의 부족으로 인해 бри켓의 밀도 부족현상으로 이어졌으며, 이로 인해 бри켓이 쉽게 부서져 성형율이 악화되었다.

본 연구 결과를 종합해 бри켓의 생산성 및 품질 확보를 위해서는 롤의 압력을 유지된 조건에서 롤의 속도와 원료 공급의 적정조건이 매우 중요하게 작용하였으며, 롤의 속도와 원료 공급량 사이의 상관관계를 중회귀 분석을 이용해 아래와 같은 상관식을 도출하여 식 (2)에 나타내었다.

$$\text{성형율}(\%) = 100 - 10.1 \times \text{롤속도} + 0.0862 \times \text{원료공급량} \quad (2)$$

### 3.4. 반광 사용

бри켓의 생산성과 강도를 향상 시키기 위해 일반적으로 다양한 바인더를 사용한다. 하지만 화학적 성분 및 비용 문제로 인해 사용 가능한 바인더의 종류 매우 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 화학적으로 안정하며, 제철소에서 활용 가능한 원료를 사용하여 бри켓의 생산성과 강도를 향상시킬 수 있는 방법을 조사하였다. 당진 제철소 내 고로의 장입 원료 중 분철광석을 괴상화 시키는 소결 공정에서 발생하는 소결 반광을 활용하여 그 효과를 조사하였다. 소결 반광은 소결 공정에서 생산한 소결광의 성

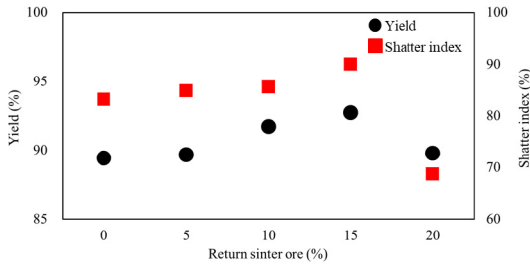


Fig. 9. Effects of briquette yield and strength according to addition of return sinter ore.

폼 스크린 후 발생하는 5mm이하의 미분 소결광을 의미한다. 이렇게 발생된 미분 소결광은 고로 공정에 사용이 불가하여 소결 공정에서 전량 재활용 되고 있지만 소결 반광의 재사용율이 증가하면 소결 조업에 생산 효율이 낮아지게 된다. 따라서 소결 반광의 활용처의 확대 방안 또한 필요하다. 소결 반광은 T.Fe이 높고(57% <), Zn(0.01%>) 등 유해 원소의 함량이 낮아 합철 원료로써 화학적으로 매우 우수하다.

Fig. 9는 제강슬러지 내 소결 반광 첨가에 따른 브리켓 성형율 및 강도 결과를 나타내었다. 브리켓의 제조 조건은 상기에서 도출한 최적의 조건(롤 압력 : 100kg/cm<sup>2</sup>, 롤 속도 : 1.5 RPM, 원료 공급량 : 120g/sec)을 적용하였다. 제강슬러지에 소결 반광의 첨가비가 15%까지 증가시키면 브리켓의 성형율 및 강도가 증가하였다. 하지만 20%로 증가 하였을 경우에는 성형율과 강도가 급격하게 감소하였다. 이는 소결 반광이 제강슬러지 보다 상대적으로 단단하기 때문에 브리켓 내부에 균일하게 분포 되어 분산 강화 효과를 통해 브리켓의 강도가 향상되고, 성형율 또한 증대 되었을것으로 판단된다. 반면 20% 첨가 시에는 바인더의 편석으로 인해 제강슬러지와 소결 반광 사이에 결합력이 약화되고 단단한 소결 반광을 통한 균열의 전파가 더 용이하기 때문으로 판단된다.

#### 4. 결 론

제철 부산물 중 제강슬러지의 재활용 방안을 검토하기 위해 브리켓 제조 조건에 대한 영향을 조사하였으며, 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 브리켓 제조 시 롤의 압력이 증가하면 브리켓 내의 원

료의 밀도 증가와 원료간 결합력 개선으로 회수율과 강도가 비례하여 증가한다. 또한 조업 상황(설비 조건)에 맞는 롤의 압력 조건을 설정해야 브리켓의 생산성뿐만 아니라 형상을 더 크게 제조 할 수 있다.

- 2) 롤의 속도를 증가시키는 것은 브리켓의 회수율 감소와 강도의 하락으로 오히려 생산량이 더욱 떨어지는 악영향을 초래 할 수 있기 때문에 브리켓의 품질 확보 측면에서는 롤의 속도를 감소시켜 브리켓의 밀도를 높이고, 성형에 필요한 압력이 일정시간 유지 되어야 한다.
- 3) 브리켓의 생산성 및 품질 확보를 위한 롤의 압력을 유지된 조건에서 롤의 속도와 원료 공급의 상관관계를 도출 하였으며, 롤의 속도에 맞는 원료의 공급량의 선정이 매우 중요하다.
- 4) 제강슬러지에 소결 반광의 첨가비가 15%까지 증가시키면 분산 강화 효과를 통해 브리켓의 성형율 및 강도가 증가 하지만 20%로 증가 하였을 경우에는 성형율과 강도가 급격하게 감소하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국지질자원연구원 주요사업인 ‘국내 부존 바나듐(V) 광물자원 선광/제련/활용 기술 개발(GP2020-013, 21-3212-1)’ 과제의 일환으로 수행되었습니다.

#### References

1. Oh, J. H., 2001 : Current status and development of recycling of steel process by-products, Trends in metals & Materials Engineering, 14(3), pp.3-23.
2. Kim, T. D., 2001 : Characteristics of non-fired pellets for blast furnaces made of iron dust, Trends in metals & Materials Engineering, 14(2), pp.26-32.
3. Wi, C. H., Kim, S. M., Yun, K. W., et al., 2007 : Reduction behavior of carbon composite EAF dust and mill scale briquettes, Korean J. Met. Mater., 45(6), pp.368-367.
4. Yu, J. Y., Yang, D. Y., Shin, H. D., et al., 2015 : A study on the carbon composite briquette iron manufacturing using Fe-containing process wastes, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 24(3), pp.4-43.
5. Oh, J. H., Kang, N. K., 2013 : Economical Review of the E-waste Recycling, J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 22(4), pp.12-21.
6. Choi, S. Y., Kim, I. S., Choi, Y. S., et al., 2019 : A study on the applicability of heavyweight waste glass and steel slag

as aggregate in heavyweight concrete, Journal of the Korea Concrete Institute for structural Maintenance and Inspection, 23(2), pp.107–115.

7. Sah, R., Dutta, S. K., 2010 : Effects of Binder on the Properties of Iron Ore-Coal Composite Pellets, Mineral Processing & Extractive Metall. Rev., 31(2), pp.73–85.

8. Halt, J. A., Roache, S. C., Kawatra, S. K., 2015 : Cold bonding of iron ore concentrate pellets, Mineral Processing & Extractive Metall. Rev., 36(3), pp.192–197.

9. Patil, J. B., Kakkar, N. K., Srinivasan, T. M., et al., 1980 : Production of Cold Bonded Pellets, Trans. of the Indian Institute of Metals, 33(5), pp.382–390.



**이동수**

- 연세대학교 신소재공학과 학사
- 연세대학교 신소재공학과 석사
- 현재 현대제철 수소환원기술개발팀 선임연구원



**채희권**

- 한국폴리텍대학 전문학사
- 현재 현대제철 제선공정연구팀 기술사원



**박태준**

- 부산대학교 재료공학부 학사
- 연세대학교 신소재공학과 박사
- 현대제철 제선공정연구팀 책임연구원
- 현재 한국지질자원연구원 자원소재연구센터 선임연구원