

전기로 슬래그를 이용한 압면 제조기술개발

장 기홍*, 고 인용**

*(주)서울압면 기술연구소 소장, **전북대학교 신소재공학부 교수

ABSTRACT

(주)서울압면은 현무암, 안산암, 백운석등의 천연원료를 사용하는 기존공정 대신에 제철소에서 발생하는 고로슬래그를 주원료로 이용하는 공정으로 압면을 제조하고 있다. 본 연구에서는 재활용율이 낮은 산업부산물인 전기로 슬래그, 폐주물사, 알루미늄 드로스를 압면원료로 대체사용하는 기술을 개발하고자 하였다. 시험생산은 전기로슬래그와 석탄을 분체로 혼합한 브리켓트를 만들어, 기존원료의 많은 부분을 대체하여 큐플라로에 장입하여 생산하였으며 폐주물사, 알루미늄 드로스등의 첨가율도 조절하였다. 생산된 압면 제품은 한국공업규격인 KS F4701 압면 단열재 시험법에 규정된 규격을 만족하였다.

제1장 서론

전기로 슬래그를 압면제조용 원료로 사용하기 위하여는 슬래그중에 20-30% 범위로 포함되어있는 철성분을 슬래그로부터 분리하여야 한다. 적절한 방법으로 철성분을 슬래그로부터 분리·제거하고, 전기로 슬래그중의 나머지 성분들에 부족한 부분을 첨가하면 충분히 압면원료로 사용가능하다.

본 연구에서는 철성분을 제거하는 방법으로, 전기로슬래그와 석탄을 적절한 입도로 분체화하여 바인더를 사용하여 브리켓트로 만들어 장입함으로써, 철산화물의 환원을 촉진하도록 하였다. 또한 일부 부족한 성분은 폐주물사와 알루미늄 드로스를 부원료로 큐플라로에 원료로 장입한다. 이때 이들 원료를 용융시키는 열원연료로 코크스를 사용하며 로내온도를 1,500~1,600℃ 사이에서 유지시킨다. 이렇게 제조된 압면시제품은 KS F4701에 의거 섬유 굵기, 밀도, 입자함유율, 열전도도, 열간수축온도 등을 측정하고, 화학성분은 원자흡광분석기를 사용하여 분석하고, 미세조직은 주사전자현미경을 이용하여 조사 관찰하였고, X-ray mapping을 이용하여 섬유상의 성분분포 균일성을 조사 관찰하였다.

제2장 실험방법

고로슬래그, 전기로슬래그, 도석을 주원료로 사용하고, 폐주물사, 알루미늄 드로스를 부원료로 사용하였다. 분탄과 코크스는 환원제겸 연료로 사용하여 압면을 시험 생산하였다. 원료장입을 위한 전처리는 다음과 같이 진행하였다. 전기로 슬래그의 미분쇄분을 분탄과 바인더를 사용하여 브리켓트를 제조하였다. 압면성분의 조성을 조절하기 위해 폐주물사와 알루미늄 드로스도 함께 혼합하여 사용하였다. 건조한 브리켓트는 기존의 생산라인에 고로슬래그, 도석, 코크스와 혼합하여 큐플라로에 장입하였다. 장입후에 1500℃온도에서 용융한 슬래그를 출탕하여 회전디스크에서 섬유상으로 제조되었다. Table 1은 분탄을 환원제로 사용한 압면원료의 배합비이다.

Table 1 암면원료의 배합비(단위: kg/charge)

원료 Sample No.	분탄	고로슬래그	전기로 슬래그	도석	알루미늄 드로스	주물사	바인더
1	110	195	195	40	30	-	30
2	110	180	180	40	30	30	30
3	110	150	210	40	30	30	30
4	110	120	240	40	30	30	30
5	110	90	240	40	45	45	30
6	110	90	210	40	60	60	30

제3절 실험결과

서로 다른 장입원료 배합에 의해 생산된 암면제품의 화학성분과, KS F4701 암면 단열재 시험성적 결과는 다음과 같다.

다음의 Table 2는 분탄을 환원제로 사용하여 제조한 암면의 화학성분을 나타낸다.

Table 2 암면제품의 화학성분

sample No.	화학성분(%)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃
1	35.39	12.09	38.77	4.84	2.92	5.98
2	34.19	11.48	44.22	5.49	1.45	3.18
3	43.71	16.79	30.78	6.26	0.72	1.76
4	44.35	19.52	24.77	7.25	1.78	2.43
5	35.60	17.83	31.33	7.64	2.83	5.39
6	35.43	18.24	27.61	8.17	2.80	8.75

다음의 Table 3은 분탄을 환원제로 사용한 압면의 KS F4701 시험결과를 보여주고 있다.

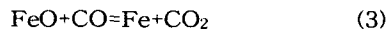
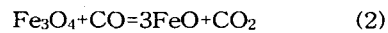
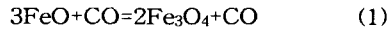
Table 3 분탄을 환원제로 사용한 압면의 KS F4701 시험결과

특성 Sample No.	섬유굵기 (μm)	입자함유율 (%)	밀도 (kg/m^3)	열전도도 ($\text{W/m}\cdot\text{K}$)	열간 수축온도($^{\circ}\text{C}$)
KS F4701	7이하	4이하	150이하	0.044이하	650이상
1	5	1	127	0.043	761
2	7	3	144	0.044	769
3	6	2	154	0.038	794
4	5	2	147	0.038	795
5	5.6	3.2	133	0.044	791
6	5.5	1.0	126	0.043	798

제4장 고찰

전기로 슬래그 중에 함유되어 있는 산화철(Fe_2O_3 와 FeO)을 금속철로 환원하기 위해 석탄을 환원제로 사용하였다. 큐폴라로에 불어넣는 공기에 의해, 환원반응이 다음과 같이 일어나리라 생각된다.

즉, 1500°C 에서 $2\text{C}+\text{O}_2=2\text{CO}$ 의 반응으로 생성되는 CO 가 환원제로 작용하여 철산화물과 다음과 같이 반응하여 전기로 슬래그내의 용융철과 슬래그와의 분리를 유도한다.



이와 같은 반응에 의한 CO 및 CO_2 의 발생상황을 실험실연구에서 확인하였다. 즉 탄재내장 브리켓트의 환원에 의한 CO 및 CO_2 의 발생거동을 보면, 초기에는 CO 가 CO_2 에 비하여 발생량이 낮지만 온도가 상승하면서 CO 발생량이 증가하는 것으로 나타났다. 반응초기에 CO_2 가 급격하게 발생하는 것은 CO 가스에 의한 간접환원반응이 활발하게 진행됨을 의미하며, 환원이 어느 정도 진행된 후에는 탄소에 의한 직접환원반응이 지배적이며 온도 상승에 따라 직접환원이 더욱 활발하게 나타나는 양상을 보인다.

실제 큐폴라로 조업에서도 짧은 체류시간에 많은 양의 철산화물이 환원되어 슬래그와 분리됨을 확인하였다. 그리고 이와 같은 방법으로 생산된 압면 제품은 KS F4701 규격에 적합한 제품임을 보여주었다.

제5장 결론

분탄과 분체 전기로슬래그에 바인더 첨가하여 제조한 탄재내장 브리켓트로서 기존원료의 많은 부분을 대체하여 제조한 압면제품은 KS F4701 규격에 적합하였다.