

첨가제와 소결방법이 EAF Dust/점토 소결체의 경량화에 미치는 영향

권영진[†] · 이기강 · 김유택 · 김영진 · 강승구 · 김정환 · 박명식

경기대학교 재료공학과

(2003년 3월 12일 접수; 2003년 3월 19일 승인)

Effects of Additives and Sintering Method on the Properties of Light Aggregate Prepared from EAF Dust/Clay

Young Jin Kwon,[†] Ki Gang Lee, Yoo Taek Kim, Young Jin Kim, Seung Gu Kang,
Jung Hwan Kim, and Myoung Sik Park

Department of Materials Engineering, Kyonggi University, Suwon 442-760, Korea

(Received March 12, 2003; Accepted March 19, 2003)

초 록

지정폐기물인 EAF(Electric Arc Furnace) Dust는 현재 대부분이 매립 등 부적절하게 처리되고 있어 지하수 오염 등의 환경 파괴를 일으킬 위험이 있다. EAF Dust의 자원화를 위하여 EAF Dust/점토 조성으로 세라믹 다공체의 제조 가능성을 연구하였다. 출발 원료들의 혼합은 습식 공정으로 행하였으며, 소결 방법은 급속 소결과 일반 소결을 각각 적용하였다. 소결된 시편의 비중, 기공 및 미세구조를 관찰한 결과, 시편내의 발포현상은 탄소(C)의 양과 액상 생성의 유무에 의해 결정됨이 밝혀졌다. 발포를 용이하게 발생시켜 다공체의 경량화를 얻기 위해서는 소결 시 급열처리하는 것이 유리하였다.

ABSTRACT

EAF(Electric Arc Furnace) Dust classified as special wastes containing heavy metal contaminants may cause to damage an environment such as underground water contamination if they were not treated properly. The possibility of producing the porous sintered body made from EAF Dust/clay composition system was studied. Mixing of EAF Dust and clay was carried out using wet-mixing process and two different sintering methods such as rapid and normal heat treatment were tried. By observing density, porosity and microstructure of sintered bodies, it was found that the bloating phenomenon depend on the contents of C, where the liquid phase occur or not during the sintering process. To obtain a light-aggregate of porous body due to bloating, the rapid heating was better than the normal heating at sintering process.

Key words : EAF Dust, Clay, Bloating, Porosity, Rapid heating

1. 서 론

환경부 통계에 따르면 우리나라 폐기물의 발생현황은 1993년 이래로 생활폐기물의 경우에는 그 양이 줄어드는 반면에 사업장폐기물의 경우에는 그 양이 늘어나는 추세로, 2000년에는 약 37,030,345톤/년이 발생하고 있다.¹⁾ 이러한 사업장폐기물은 일반폐기물과 지정폐기물로 나눌 수 있으며, 일반 폐기물로는 제강 Slag, 석탄회(Fly ash), 제지슬러지 소각재(Paper sludge incinerator ash)등이 있고, 지정폐기물로는 EAF Dust가 대표적이라 할 수 있다. EAF(Electric Arc Furnace) Dust는 전기로 제강을 하는 제강업체에서 고철을 용해할 때 발생하는 분진으로 Pb, Cr, Cd,

Cu, Zn 등의 유해한 중금속을 다량 함유하고 있어 안정화없이 매립에 의한 폐기처분시 시간경과에 따른 유해성분의 용출을 일으켜 지하수 오염 등의 심각한 환경 파괴를 야기할 수 있다. EAF Dust 발생량은 국내 전기로 제강업체별 고철 소비량의 약 1.5 wt%인 300,000톤/년으로 추정되고 있으며, 그 처리방안으로 EAF Dust에 존재하는 유가금속 회수, 시멘트 고화에 의한 처리 등 다양한 방법이 연구되어 지고 있다.²⁻⁶⁾ 그러나, 선진국에서 이용되는 유가금속 회수의 경우에는 고가의 설비비와 운영비가 들어감으로 비경제적이고, 또한 국내의 경우에는 아스콘 채움재, 공정재 및 매립에 의한 처리를 하고 있으나 안정화가 되지 않은 EAF Dust의 부적절한 처리로 인하여 환경오염의 부담을 안고 있으며, 시멘트 고화에 의한 처리는 장기간에 걸친 유해성분의 용출에 대한 검증이 아직 확인되지 못하였다. 그러므로, EAF Dust를 점토와 혼합하여 유리화하여 안정화시키는 방법이 국내외에서 많이 연구되

[†]Corresponding author : Young Jin Kwon
E-mail : yojiny@empal.com
Tel : +82-31-249-9773 Fax : +82-31-249-9775

어 왔다.^{2,8)} Aota는 점토와 EAF Dust를 원료로 Al_2O_3 - SiO_2 -Dust의 삼성분계의 조합으로 소결하여 클린커를 얻은 후 이를 다시 분쇄하여 전자재로 이용하는 방법을 제시하였으나, 이렇게 제조된 전자재의 원단가가 높아 경제적이지 못하다.⁷⁾ 또한 Flame은 EAF Dust를 환원하여 유가금속을 회수한 후 나머지 슬래그를 분쇄하여 점토벽돌을 제조하는 방법을 제시하였으나, 이 역시 공정이 복잡하여 고가의 제품이라는 단점을 갖고 있다.⁸⁾

본 연구는 EAF Dust의 활용방안의 하나로 EAF Dust/점토 조성에서 발생하는 발포현상과 액상생성에 의한 유리화를 이용하여 제품화와 안정화를 동시에 만족하는 다공성 세라믹을 만드는 것이다. EAF Dust/점토 조성의 시편을 소결하면 C의 산화에 의한 CO/CO_2 가스 발생, Fe_2O_3 의 환원작용으로 인한 O_2 가스의 발생, 탄산염의 하소에 의한 CO_2 가스발생, 유기물에 의한 가스 발생 등 여러 가지 발포 가능성이 있다.^{9,10)} 또한, EAF Dust에 다량으로 존재하는 금속이온들이 점토의 SiO_2 성분과 반응하여 낮은 온도에서도 액상이 생성될 수 있고, 냉각시 액상이 유리화되면서 금속이온들이 안정화될 뿐 아니라 액상소결에 의한 시편의 기계적 강도가 증진되는 효과를 기대할 수 있다. 이와 동시에 EAF Dust의 발포현상에 미치는 첨가제의 영향을 확인하기 위하여 알칼리(K, Na)류 및 알칼리토(Ca, Mg)류 탄산염을, 그리고 발포현상을 향상시키기 위해 폐유를 선택하여 EAF Dust/점토 계에 첨가하는 실험을 진행하였다. 이와 같은 연구를 통하여 EAF Dust의 자원화 방안중의 하나로 EAF Dust/점토 조성으로 세라믹 다공체의 제조가능성을 검토하였다.

2. 실험방법

2.1. 원료

실험에 사용된 EAF Dust는 두개의 전기로 제강업체에서 발생하는 Dust(K-Dust, D-Dust)를 원료로 하였으며, 각 Dust는 $425 \mu m$ 이하의 분말을 시료로 사용하였다. 실험에

Table 1. Composition of Raw Materials (wt%)

Composition	Clay	K-Dust	D-Dust
Na_2O	0.22	3.37	3.28
K_2O	1.83	2.46	2.31
CaO	0.19	4.45	4.21
MgO	0.7	2.58	0.95
MnO		2.5	2.25
ZnO		27.40	11.67
PbO		1.95	1.16
FeO		1.94	3.7
Fe_2O_3	7.22	32.42	38.73
Cr_2O_3		0.28	0.37
Al_2O_3	17.67	1.65	2.67
SiO_2	71.02	4.63	5.45
TiO_2	1.07	0.14	0.71
P_2O_5	0.08	0.24	0.23
C		1.93	10.3
S		0.62	0.56
Ig. loss		11.45	11.46
Total	100	100	100

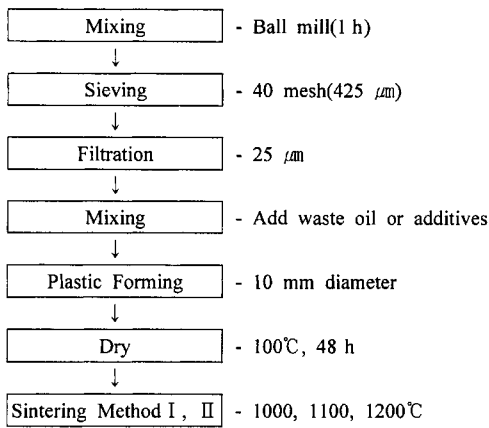
사용된 점토는 일반 저급점토를 사용하였으며 $425 \mu m$ 이하의 분말을 시료로 사용하였다. Table 1은 각 Dust와 점토에 대한 화학성분을 나타내고 있다.

첨가제로 넣은 Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $CaCO_3$, $MgCO_3$ 는 순도 95% 이상의 시약을 사용하였으며, 폐유는 로터리펌프에서 나온 폐오일을 사용하였다.

시편의 조성은 각 EAF Dust/점토의 조성을 무게비로 각각 10/90, 20/80, 30/70, 40/60까지 제작하였고, 첨가제로는 K-Dust/점토의 조성 10/90, 30/70에 flux로 작용할 수 있는 Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $CaCO_3$, $MgCO_3$ 를 10 wt% 첨가하였고, K-Dust/점토에 폐유를 2 wt% 첨가하여 시편을 제조하였으며, Table 2에 시편의 조성을 정리하였다.

Table 2. Compositions of EAF Dust/Clay Sample (wt%)

	Clay	K-Dust	Additives		Clay	D-Dust	Additives
KD10	90	10	x	DD10	90	10	x
KD20	80	20	x	DD20	80	20	x
KD30	70	30	x	DD30	70	30	x
KD40	60	40	x	DD40	60	40	x
	Clay	K-Dust	Additives		Clay	K-Dust	Additives
KD10Na	90	10	Na_2CO_3 10	KD30Na	70	30	Na_2CO_3 10
KD10K	90	10	K_2CO_3 10	KD30K	70	30	K_2CO_3 10
KD10Ca	90	10	$CaCO_3$ 10	KD30Ca	70	30	$CaCO_3$ 10
KD10Mg	90	10	$MgCO_3$ 10	KD30Mg	70	30	$MgCO_3$ 10
KD10W	90	10	Waste oil 2	KD30Mg	70	30	Waste oil 2



Sintering Method I : Heating to sintering temperature by 5°C/min
 Sintering Method II : Rapid heating to sintering temperature

Fig. 1. Experimental procedures.

2.2. 실험방법

점토와 Dust를 볼밀에서 1시간 동안 습식혼합한 후, 체에 걸러 ball과 분리한 다음 여과를 하여 수분을 20%로 조절하고 직경 10 mm의 pellet으로 가소성형하여 48 h 건조 후 전기로에서 1000°C, 1100°C, 1200°C로 소결하였다. 이때 첨가제나 폐유는 여과를 한 후에 혼합하여 같은 방법으로 가소성형하고 건조 후 소결하였으며, 소결방법 I은 승온속도를 5°C/min로 하고 각 최고온도에서 10 min간 유지시켰으며, 소결방법 II는 각 온도에서 시편을 넣은 후 10 min후에 꺼내 공냉을 시킨 것이다. Fig. 1은 실험방법을 도시한 것이다.

시편의 소결정도와 발포를 알아보기 위하여 비중을 측정하였고, 기공율을 알아보기 위하여 흡수율을 측정하였다. 측정방법은 KSL 3114에 따라 측정하였다.

또한, 시편의 미세구조와 발포정도 및 기공크기를 측정하기 위하여 image scope(I camscope, Sometech사, Korea)로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 소결 방법

두 종류의 EAF Dust와 점토를 혼합하여 가소 성형한 다공체의 소결방법 차이에 따른 비중 및 미세구조변화를 관찰하였다.

Fig. 2는 K-Dust가 10, 20, 30, 40 wt%인 조성을 소결한 시편의 부피비중을 나타낸 그래프이다. Fig. 2(a)는 소결방법 I로 소결한 시편의 부피비중으로 온도가 올라감에 따라 비중이 1100°C에서 최대값을 갖고 1200°C에서 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 이와는 다르게 Fig. 2(b)의 그래프와 같이 소결방법 II로 소결한 시편의 경우에는 1200°C에서 비중이 급격히 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

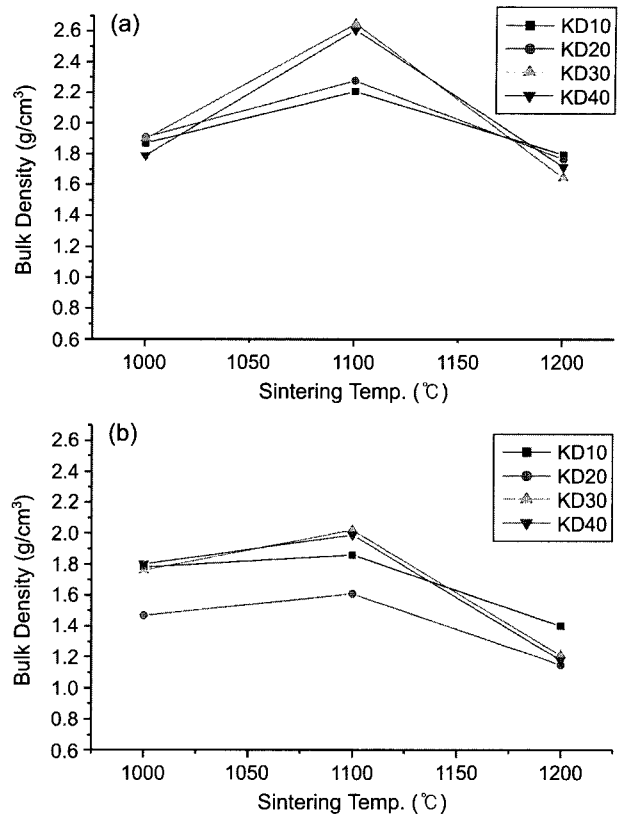


Fig. 2. Bulk density of sintered bodies with K-Dust/Clay as a function of temperature; (a) sintering method I and (b) sintering method II

소결방법 I에서는 시편들이 소결온도가 증가함에 따라 EAF Dust의 용제성분이 점토의 SiO₂와 반응하여 액상을 형성하고 액상소결을 함으로서 1100°C에서 최대값을 보인다고 생각된다. 이는 EAF Dust양이 많이 첨가될수록 높은 부피비중을 보이는 것으로도 설명할 수 있으며, 이렇게 소결이 진행된 시편이 소결온도가 1200°C에 도달하면 폐기공이 팽창하여 부피비중이 감소하였다고 사료된다. 반면에 소결방법 II로 소결시에는 1000°C, 1100°C에서는 부피비중의 큰 차이가 없었으나, 1200°C에서는 급격히 감소하는 것으로 보아 시편내부의 발포현상을 추측할 수 있으며, 이는 Fig. 3의 소결체 단면사진에서 확인할 수 있었다.

Fig. 3은 KD30의 소결체 단면사진이다. 이 사진을 보면 소결방법 I의 경우에는 1000°C(Fig. 3(a))에서 느슨한 조직을 보이는 반면에 1100°C(Fig. 3(c))에서는 치밀한 미세구조와 작은 크기의 폐기공들이 관찰된다. 또한 1200°C(Fig. 3(e))에서는 폐기공들이 크게 팽창되어 있는 것이 관찰되며, 소결방법 II의 경우에도 1000°C(Fig. 3(b)), 1100°C(Fig. 3(d))에서는 미세조직의 경우에도 치밀도가 비슷하나 1200°C(Fig. 3(f))에서는 하나의 큰 기공이 내부에 존재하는 것을 관찰할 수 있었으며,¹¹⁾ 이러한 미세구조의

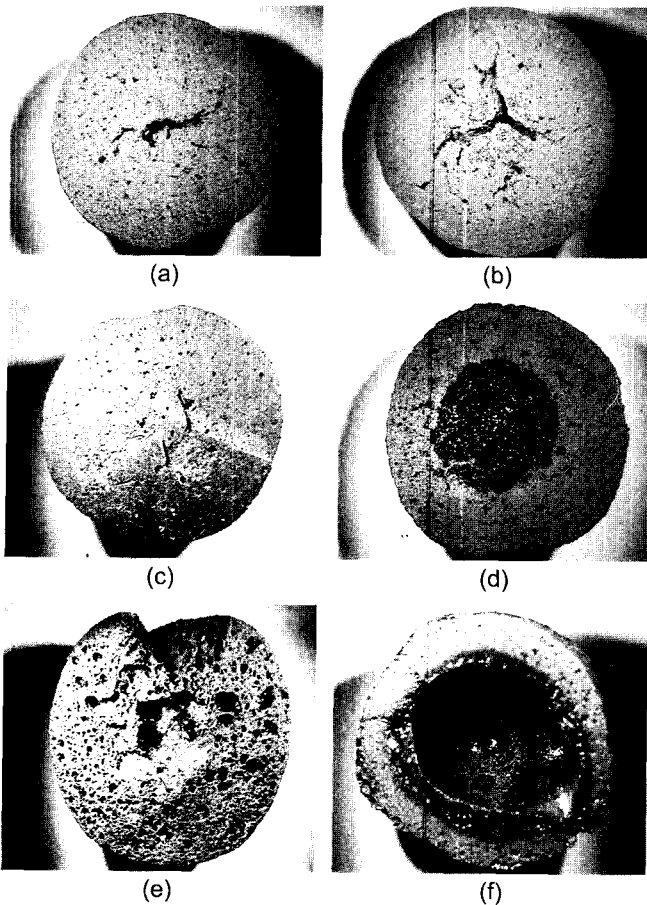


Fig. 3. Micrographs of the sintered bodies of KD30 at various temperature; (a) sintering method I, 1000°C, (b) sintering method II, 1000°C, (c) sintering method I, 1100°C, (d) sintering method II, 1100°C, (e) sintering method I, 1200°C, and (f) sintering method II, 1200°C.

변화는 Fig. 2의 부피비중에 대한 설명을 잘 뒷받침해 주고 있다. 소결방법 I에서 1000°C와 1200°C의 기공의 차이가 확연히 보이지만 부피 비중의 차이가 거의 없는 것은 시편이 1000°C에서는 소결이 완전히 이루어지지 않아 개기공으로 존재하여 부피비중이 낮았으므로 사료된다. 또 1100°C, 1200°C(Fig. 3(d), (f))에서 시편내부의 검정색부분이 나타나는데 이렇게 검은색 부분이 나타나는 것은 벽돌이나 점토제품의 내부가 환원에 의해 검정색을 나타내는 것과 같은 블랙코어링(Black coring)현상이라고 생각된다.¹²⁾ 소결방법 II에서 블랙코어링현상이 나타나는 것은 급속소결에 의하여 시편의 내·외부는 산소접촉여부에 따라 시편내부는 환원분위기로 되고, 시편외부는 산화분위기로 되면서 블랙코어링이 발생한 것으로 사료된다. 더구나, 시편내부에서는 C 또는 유기물 등이 산화하면서 환원분위기가 조성되면, dust의 성분 중에 다량 존재하는 Fe₂O₃가 환원하면서 O₂ 가스를 발생하게 된다. 이렇게 C 또는 유기물 등이 산화되면서 발생하는 CO 가스 그리고

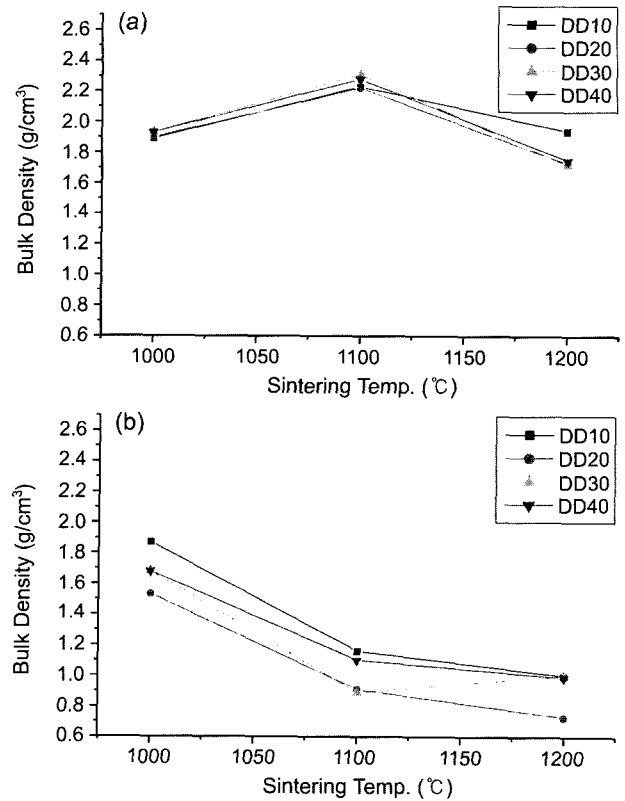


Fig. 4. Bulk density of sintered bodies with D-Dust/Clay as a function of temperature; (a) sintering method I and (b) sintering method II.

Fe₂O₃가 환원하면서 발생된 O₂ 가스가 팽창하여 발포가 일어난다고 사료된다.

Fig. 4는 D-Dust를 10, 20, 30, 40 wt%로 혼합하여 소결한 시편의 부피비중을 나타낸 그래프이다. Fig. 4(a)는 소결방법 I으로 소결한 시편의 부피비중으로 K-Dust/점토 조성과 마찬가지로 온도가 올라감에 따라 비중이 1100°C에서 최대값을 갖고 1200°C에서 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 이와는 다르게 Fig. 4(b)의 그래프와 같이 소결방법 II로 소결한 시편의 경우에는 1100°C에서 비중이 급격히 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 소결방법 I에서는 K-Dust/점토 조성 and 마찬가지로 액상을 형성하고 액상소결을 함으로서 1100°C에서 최대값을 보인다고 생각되고, 소결방법 II에서는 1000°C의 부피비중에 비하여 1100°C와 1200°C에서는 급격히 감소하는 것으로 보아 시편내부의 발포현상을 추측할 수 있으며, 이는 Fig. 5의 소결체 단면사진에서 확인할 수 있었다.

Fig. 5은 DD30의 소결체 단면사진이다. 이 사진을 보면 소결방법 I의 경우에는 KD30의 소결체와 같은 경향을 보이고 있다. 소결방법 II의 경우에는 1000°C(Fig. 5(b))에서 작은 크기의 폐기공들이 관찰되고 1100°C(Fig. 5(d))에서는 큰 기공이 내부에 존재하며, 1200°C(Fig. 5(f))에서는

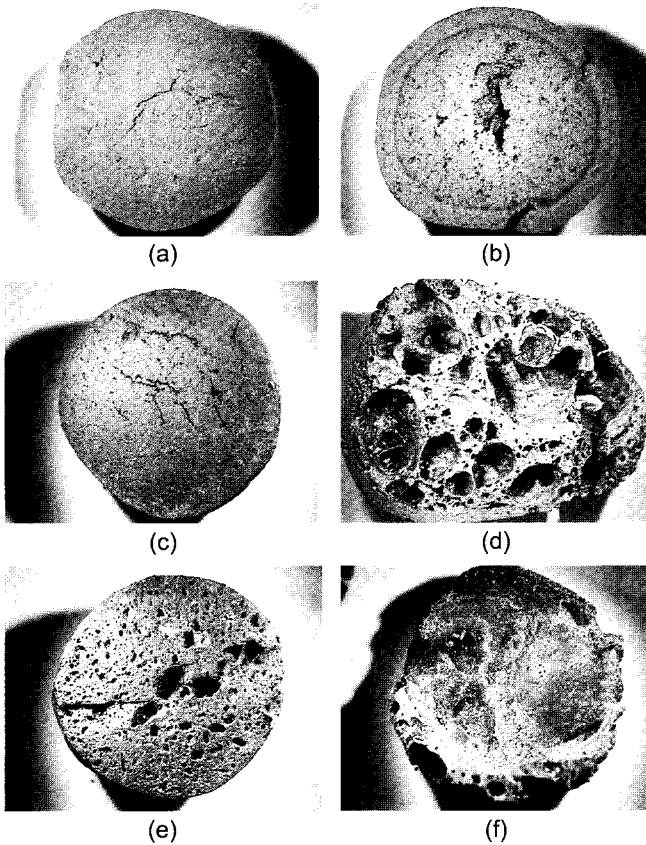


Fig. 5. Micrographs of the sintered bodies of DD30 at various temperature; (a) sintering method I, 1000°C, (b) sintering method II, 1000°C, (c) sintering method I, 1100°C, (d) sintering method II, 1100°C, (e) sintering method I, 1200°C, and (f) sintering method II, 1200°C.

하나의 큰 기공이 내부에 존재하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 미세구조의 변화는 Fig. 4의 부피비중에 대한 설명을 잘 뒷받침해 주고 있다. 소결방법 I에서 1000°C와 1200°C의 기공의 차이가 확연히 보이지만 부피 비중의 차이가 거의 없는 것은 시편이 1000°C에서는 소결이 완전히 이루어지지 않아 개기공으로 존재하여 부피비중이 낮으 것으로 사료된다. 또 1000°C, 1100°C, 1200°C(Fig. 5(b), (d), (f))에서 시편내부의 검정색부분이 나타나는데 이것은 KD30을 소결방법 II로 소결했을 때(Fig. 3(b), (d), (f))와 같은 원리로 블랙코아가 발생한 것이라고 사료된다. 발포의 경우도 KD30과 마찬가지로 C 또는 유기물 등이 산화하면서 발생된 CO 가스 그리고 Fe₂O₃가 환원하면서 발생된 O₂ 가스가 팽창하여 발포가 일어난다고 사료된다.

3.2. 발포기구

발포에 있어서 소결방법 I 보다는 소결방법 II가 Figs. 3, 5와 같이 확실한 효과를 보이고 있다. 이는 산화와 환원반응으로 인한 시편 내 가스의 생성과정이나 시편외부

의 치밀화에 의한 가스포집 및 팽창과정이 승온속도가 빠를수록 유리함을 나타낸다. 그러나, Figs. 2와 4의 비중값들을 1200°C에서 비교해보면 소결방법 I과 소결방법 II가 별다른 차이를 보이고 있지 않다. 이는 소결방법 II에 의하여 생긴 기공들이 폐기공을 형성하지 못하고 개기공을 형성하여 비중값에는 큰 차이를 보이지 않는다. 그러므로, 비중값만으로 경량화의 정도를 나타내는 것은 무리가

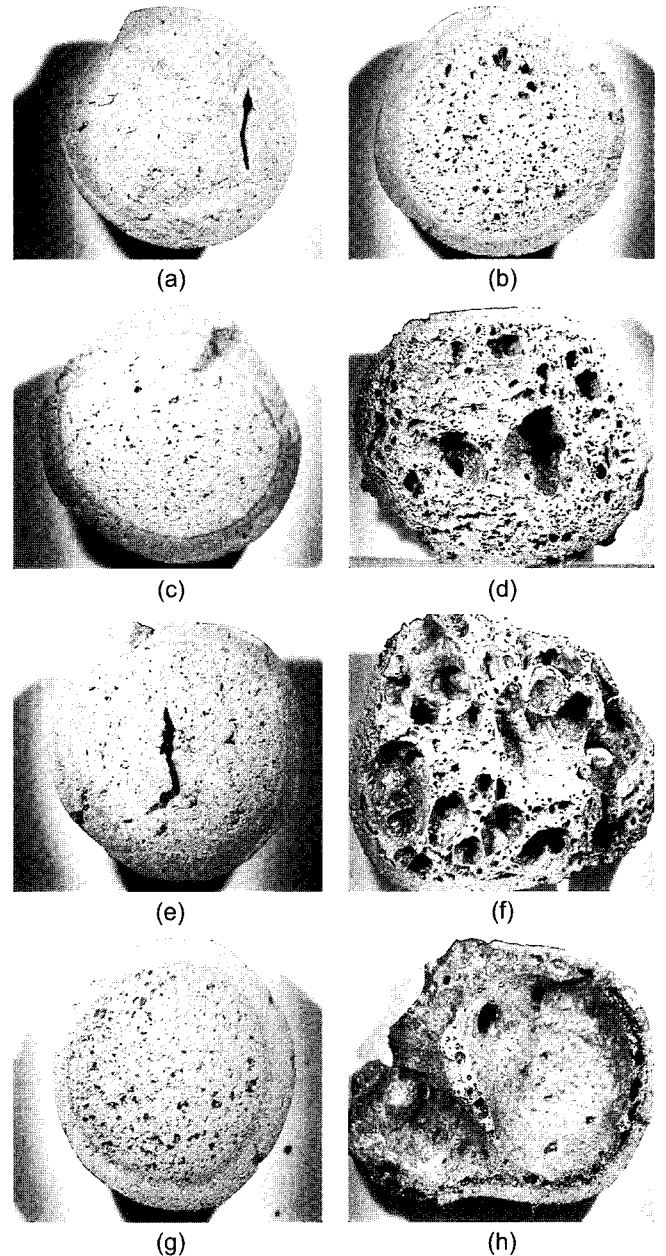


Fig. 6. Micrographs of the sintered bodies with D-Dust/Clay (sintering method II); (a) DD10, 1000°C, (b) DD10, 1100°C, (c) DD20, 1000°C, (d) DD20, 1100°C, (e) DD30, 1000°C, (f) DD30, 1100°C, (g) DD40, 1000°C, and (h) DD40, 1100°C.

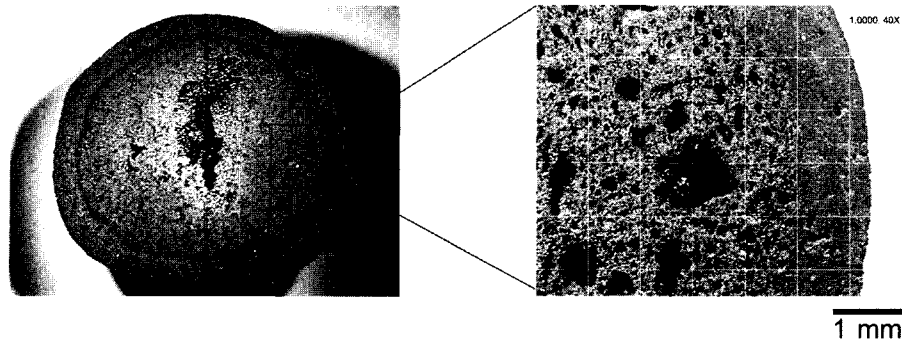


Fig. 7. Micrographs of DD30 (sintering method II), 1000°C.

있을 것으로 생각되고, 블랙코아현상이 일어나는 시편의 경우에는 다른 지수가 필요하다고 판단된다.

Fig. 6은 DD 조성의 소결방법 II로 소결한 시편의 단면 사진이다. (a), (c), (e), (g)와 (b), (d), (f), (h)를 보면 dust 양이 증가하면서 블랙코아의 면적이 넓어지고, 표피층의 두께가 얇아지는 것을 볼 수 있으며, 온도가 증가하면 블랙코아의 면적이 넓어지고, 표피의 두께가 얇아지는 것을 볼 수 있다. 이는 EAF Dust/점토 조성에서 경량화로 가는 방향을 보여주는 것으로 생각된다.

Fig. 7을 보면 블랙코아부분과 표피부분의 기공차이를 보여주는 사진이다. 블랙코아부분에는 0.1~1 mm 정도의 큰 기공과 0.1 mm 이하의 작은 기공이 존재하지만 표피 부분에는 기공이 거의 보이지 않는다. 이는 블랙코아부분에 기공이 많이 존재하게 되어 시편의 경량화에 영향을 주는 것으로 블랙코아의 면적이 넓어지면서 표피가 얇아져야 경량화로 가는 방향이라 할 수 있겠다.

Fig. 8은 D-Dust/점토 조성에서 온도와 D-Dust의 양에 따라 표피두께의 변화를 보여주는 그래프이다. 온도가 증가하고 D-Dust의 양이 증가하면, 표피의 두께가 얇아지는 것을 볼 수 있으며, 이는 블랙코아부분이 넓어져 시편내부에 기공이 많이 존재한다는 것을 의미한다. 그러므로

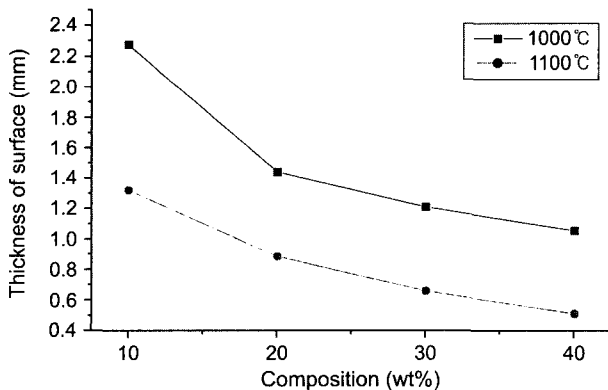


Fig. 8. Thickness of surface as a function of D-Dust composition.

표피두께가 EAF Dust/점토 조성 시편의 경량화 정도를 나타낼 수 있다고 사료된다.

발포에서 K-Dust와 D-Dust의 차이는 소결방법 II로 소결한 시편의 경우에 블랙코아현상이 나타나는 온도가 DD 조성에서 100°C 정도 낮아졌다는 것이다. 이것은 Figs. 3과 5(b), (d), (f)와 같이 K-Dust와 D-Dust를 소결방법 II로 소결한 시편의 내부에 생성되는 액상의 양과 관계가 있다고 할 수 있다. 같은 온도에서 KD30 보다 DD30의 경우가 내부에 많은 양의 액상이 존재함을 알 수 있으며, 이는 액상생성이 발포에 도움을 준다고 사료된다. 또한 이것은 Dust의 화학성분(Table 1)에서도 알 수 있듯이 D-Dust와 K-Dust의 Ig. loss가 서로 비슷하므로, Dust 종류에 따른 탄소양의 영향으로 생각할 수 있다. D-Dust내에 존재하는 많은 양의 탄소가 산화하면서 발생한 CO₂ 가스와 이로 인해 형성된 시편내부의 환원 분위기로 인하여 Fe₂O₃가 더욱 활발히 O₂ 가스를 발생하여 발포가 일어났다고 생각된다. 그러므로, DD 조성이 KD 조성에 비하여 100°C 정도 낮은 온도에서 블랙코아현상이 나타나고 좀 더 활발한 발포를 볼 수 있었다고 사료되며, 이를 검증하기 위하여 KD 조성에 액상 생성을 위하여 알칼리/알칼리토 탄산염을 첨가하고,¹³⁾ 발포제로 사료되는 C의 양을 증가시키기 위하여 폐유를 첨가하여 KD 조성에서 블랙코아링 현상을 관찰하였다.

3.3. 점토와 K-Dust에 flux를 첨가하였을 때의 변화

Fig. 9는 KD10과 KD30에 Na₂CO₃, K₂CO₃, CaCO₃, MgCO₃를 10 wt% 첨가하여 소결방법 II로 1000°C에서 소결한 시편의 단면사진이다. Na₂CO₃의 경우에만 DD 조성에서와 같이 1000°C에서 블랙코아현상이 나타났고, 다른 용제의 경우에는 별다른 변화를 볼 수 없었다. 이는 Na₂CO₃가 소성 중에 CO₂의 분해가 일어남과 동시에 시편 표면에서 Na₂O가 강력한 용제로 작용하여 액상을 생성하면서 소결을 촉진시켜 치밀화됨과 동시에 내부에서는 발포현상이 발견된 것으로 사료된다. 따라서 액상생성이 발포에 도움이 됨을 확인할 수 있었으며, 이에 효과적으로 작용

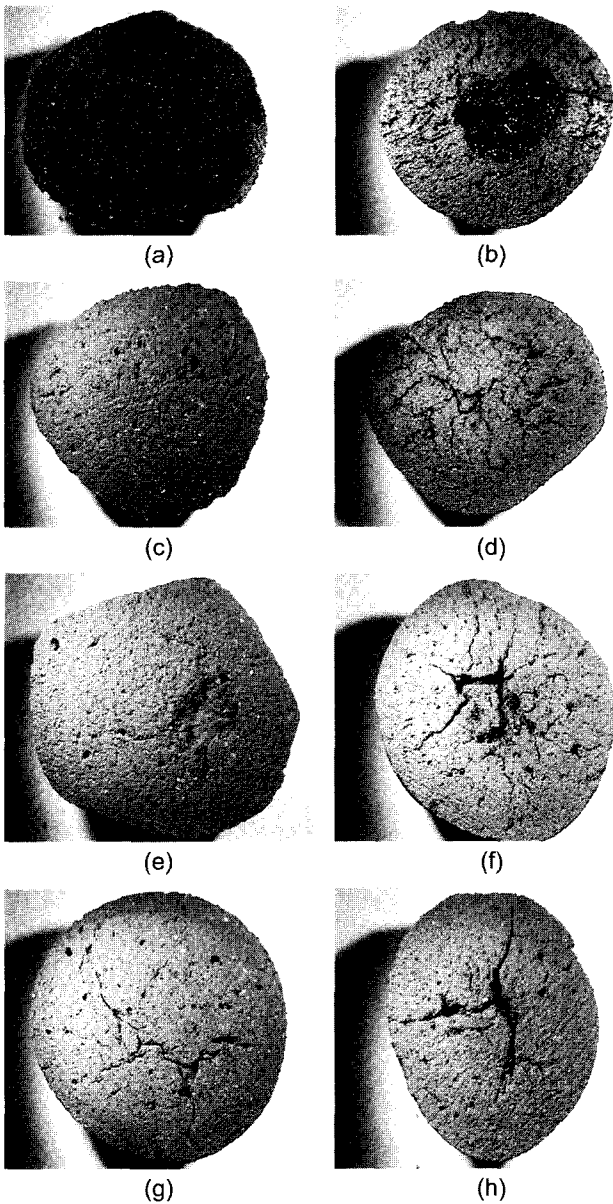


Fig. 9. Micrographs of the sintered bodies with K-Dust/Clay and various carbonates (sintering method II); (a) KD10Na, 1000°C, (b) KD30Na, 1000°C, (c) KD10K, 1000°C, (d) KD30K, 1000°C, (e) KD10Ca, 1000°C, (f) KD30Ca, 1000°C, (g) KD10Mg, 1000°C, and (h) KD30Mg, 1000°C.

하는 용제는 Na_2CO_3 라고 할 수 있다.

3.4. 점토와 EAF Dust에 발포제를 첨가하였을 때 발포현상의 변화

Fig. 10은 KD10과 KD30에 폐오일을 2 wt% 첨가하여 소결방법 II로 1000°C에서 소결한 시편의 단면사진이다. 폐오일의 경우에는 K-Dust에 부족한 탄소를 보충해준 것으로 DD 조성에서 볼 수 있었던 블랙코아현상을 같은

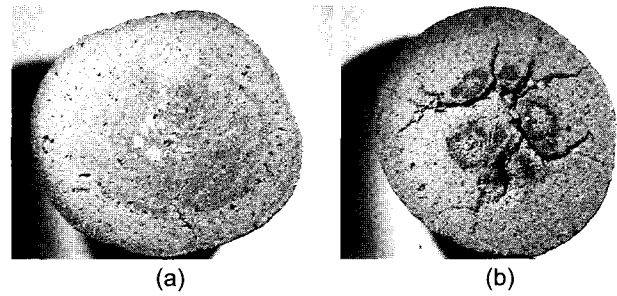


Fig. 10. Micrographs of the sintered bodies with K-Dust/Clay and waste oil (sintering method II); (a) KD10W, 1000°C and (b) KD30W, 1000°C.

1000°C에서 확인할 수 있었다. 이는 탄소가 블랙코아에 영향을 주어 경량화를 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 그러나, 이 경우 순간적으로 가스의 양이 증가하여 시편이 폭발할 수 있으므로 이를 제어하기 위하여 승온속도의 조절과 표면의 치밀화가 필요하다고 사료된다.

4. 결 론

EAF Dust의 자원화를 위하여 EAF Dust/점토의 조성으로 세라믹 다공체의 제조 가능성을 검토하기 위한 방법으로 EAF Dust와 점토를 습식혼합, 가소성형한 후에 소결방법 I(Slow heating)과 II(Rapid heating)로 소결하여 그 시편의 비중, 기공 및 미세구조를 관찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소결방법 II가 시편 표피층의 치밀화가 빨리 일어나 시편내부에 발생된 가스를 포집하므로 다공체 제조에 유리하다.
2. 발포기구는 C의 산화로 인한 CO_2 가스와 Fe_2O_3 의 환원으로 발생한 O_2 가스에 의한 것으로 사료되고, 액상양에 따라서도 포집하는 발포가스의 양에 영향을 주는 것으로 판단된다. 이것은 블랙코아링 현상 및 표피층의 두께로 판단할 수 있으며, Dust의 양이 많을수록 발포에 유리하였다.
3. Flux로 작용할 수 있는 Na_2CO_3 , K_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 와 같은 첨가제를 첨가하였을 경우에, 액상을 생성하고 블랙코아링 현상을 나타내어 시편의 경량화에 가장 유리한 첨가제는 Na_2CO_3 라고 판단된다.
4. 폐유를 첨가하면 2항의 발포과정을 가속화시켜 시편 내 발포를 촉진시킬 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업폐기물 재활용 기술개발 사업단의 연구비(D-A-1) 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. 2000 the Whole Country Wasters Product & Treatment Present, 11-1480000000533-10, Ministry of Environment (2001).
2. M.-H. Ahnn, N.-W. Lim, and K.-A. Lee, "Effect of Cement on Fixation of the Hazardous Heavy Metals Contained in the EAF Dust for Landfill," *J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc.*, **14** [3] 221-25 (1997).
3. J.-S. Hwang, C.-H. Oh, and C.-T. Lee, "Leaching of Valuable Metal and Separation of Zn Component from the Solid Waste EAF Dust," *J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc.*, **13** [1] 96-107 (1996).
4. N. W. Lim and Y. G. Kim, "Investigation on Recycling of Industrial Wastes Dust for Mineral Filler of Asphalt Concrete -Physical Properties of Civil Appraise-," *J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc.*, **13** [1] 108-18 (1996).
5. C. K. Park, Y. H. Shin, and K. H. Cho, "Hydration Properties and Solidification of Hazardous Wastes Containing Heavy Metals Using Cementitious Binding Materials," *J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc.*, **14** [8] 901-09 (1997).
6. S. K. Lee, D. K. Lee, D. J. Lee, J. Y. Park, and S. M. Lee, "Development of Solidifying Agent for Reuse of EAF Dust and Plating Sludge," *J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc.*, **16** [5] 451-58 (1999).
7. J. Aota, "EAF Dust Treatment," U.S Patent, 567146 (1997).
8. S. W. Frame, "Electric Arc Furnace Dust as Raw Material for Brick," U.S Patent, 5278111 (1994).
9. Y. B. Chae, "Law Material of Lightweight Aggregates," *J. Miner. Soc. Kor.*, **3** [1] 1024-30 (1990).
10. N. Yalcin and V. Sevinc, "Utilization of Bauxite Waste in Ceramic Glazes," *Ceram. Inter.*, **26** 485-93 (2000).
11. K.-S. Wang, K.-Y. Chiang, J.-K. Perng, and C.-J. Sun, "The Characteristics Study on Sintering of Municipal Solid Waste Incinerator Ashes," *J. of Harzadous Mater.*, **59** 201-10 (1998).
12. W. D. Kingery, H. K. Browen, and D. R. Uhlmann, *Introduction to Ceramics*, Jon Wiley & Sons, 504 (1991).
13. H. S. Yang, K. C. Lee, and C. S. Park, "Studies on the Fusibility of Fly Ash-flux Mixtures," *J. of the Kor. Ind. and Eng. Chem.*, **8** 985-93 (1997).