



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년07월20일  
(11) 등록번호 10-1167134  
(24) 등록일자 2012년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C21C 5/52 (2006.01) C04B 18/14 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0031687  
(22) 출원일자 2012년03월28일  
심사청구일자 2012년03월28일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101010606 B1\*  
KR100866035 B1  
KR1020120033065 A  
KR100795184 B1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국지질자원연구원  
대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
(72) 발명자  
김형석  
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 110동130  
4호  
안용준  
대전광역시 유성구 구암동 599-13번지 태진빌  
301호  
최재석  
서울특별시 강서구 등촌1동 6차 보람APT 704호  
(74) 대리인  
민병오

전체 청구항 수 : 총 2 항

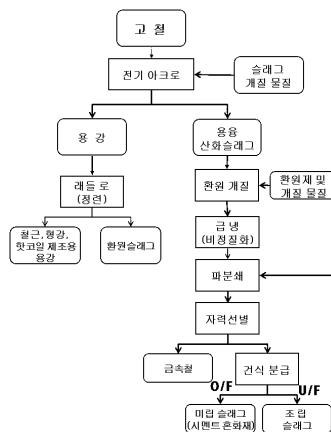
심사관 : 김종혁

(54) 발명의 명칭 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 고철을 원료로 하여 강을 제조하는 공정 중 전기 아크로에서 고철을 용융시킬 때 발생하는 1,400℃ 이상의 온도를 갖는 용융 산화슬래그의 현열을 이용하고, 필요하면 열을 가하여 이들 슬래그에 함유된 산화철은 환원제를 사용하여 금속철로 변화시키고 나머지 슬래그는 잠재수경성을 발현하는 물질로 용융상태에서 개질한 후 급냉하여 비정질 물질로 만들어 미분쇄하여 금속철과 슬래그를 분리한 후 금속철은 철강 원료로 사용하고 슬래그는 잠재수경성 시멘트 혼합재로 사용하는 것을 목적으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NP2010-015
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	철강 용융 슬래그 기능재료 제조기술 개발
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2010.04.01 ~ 2015.03.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

용융 전기로 산화슬래그가 잠재수경성 물질로 사용할 수 있게 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 성분을 갖는 물질을 아크로 및 슬래그 포트 또는 별도 반응기에 첨가하는 단계;

상기 슬래그 조성 변화 단계를 거쳐 생산된 용융 산화 슬래그에 함유된 산화철 성분을 금속 철로 만드는 환원 단계;

상기 환원된 철 성분을 갖는 용융 산화슬래그를 급냉하여 비정질의 잠재수경성 슬래그 물질로 만드는 단계;

상기 금속 철과 비정질의 잠재수경성 슬래그를 단체분리시키고 시멘트 혼화재로 활용하기에 적합하도록 미분 말화시키는 파분쇄 단계;

상기 단체로 분리된 슬래그를 금속철과 비정질의 잠재수경성 물질을 분리/선별하는 단계;로 구성되는 것을 특징으로 하는 용융 산화슬래그로부터 금속철 및 비정질 잠재수경성 물질을 얻기 위한 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조한 방법에 있어서,

상기 용융 산화슬래그의 성분 조성값  $[CaO+CaS+1/2MgO+Al_2O_3]/(SiO_2+MnO)$ 이 1.2이상 2.5이하의 값을 갖도록 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO 성분을 갖는 물질을 혼합하는 것으로 특징으로 하는 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법.

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 용융 산화슬래그에 함유된 산화철 성분을 탄소(석탄 및 코크스) 또는 알루미늄 드로스 등으로 환원시킬 때 산화철 성분이 0.1-10%이 함유된 슬래그를 포함하는 것으로 특징으로 하는 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 전기로 제강 공정 중 전기아크로(ladle furnace)에서 발생하는 산화슬래그를 고온용융상태에서 환원하여 개질한 후 급냉하여 산화 슬래그를 잠재수경성 물질로 개질하는 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고철을 원료로 전기로에서 용강을 생산하는 과정에서 발생하는 산화슬래그를 잠재수경성을 갖는 물질로 활용하기 위해, 먼저 용융된 산화슬래그의 현열과 이들에 함유된 산화철 성분은 코크스, 석탄, 알루미늄 드로스 등의 환원제를 사용하여 금속 철로 환원시키고, 나머지 슬래그 성분은 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 성분을 함유한 물질을 첨가하여 개질한 후 급냉시켜 비정질 슬래그로 만든 후 잠재수경성 물질로 사용하기 위한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 알려진 바와 같이, 철강슬래그는 철광석, 코크스, 석회석을 원료로 하여 고로에서 선철을 만들어 내는 제선공정에서 발생하는 고로슬래그, 강을 제조하는 제강공정에서 발생하는 전로슬래그, 그리고 고철을 주원료로 하여 전기로에서 발생하는 전기로 슬래그 세 가지로 나눌 수 있다. 이 중 전기로 슬래그는 다시 전기로 아크로에서 발생하는 산화슬래그와 래들(Ladle)로에서 발생하는 환원슬래그로 구분한다.

[0003] 국내의 철강 슬래그 발생량은 꾸준히 증가하여 2008년 기준 1,900만 톤이 발생되었고 이 중 전기로 슬래그는 900만 톤이 발생되었다. 전기로 산화슬래그와 환원슬래그는 7:3의 비율로 배출되기 때문에 환원슬래그는 연간 630만톤 정도 배출되고 있다.

[0004] 전기로 산화슬래그는 최근 국내의 다양한 연구 및 제도적 뒷받침과 산화슬래그와 환원슬래그의 분리배출로 인하여 콘크리트용 골재로서 사용이 가능해지고 있다. 그러나 전기로 산화 슬래그에는 약 20% 정도에 해당하는 금속철이 함유되어 있지만, 저부가가치의 노반재용 골재 및 채움재로 이용되고 있기 때문에 귀중한 금속 자원이 버려지고 있는 실정이다.

[0005] 따라서 본 발명에서는 전기로 용융 산화슬래그에 함유된 산화철을 환원하여 철을 회수하고 나머지 슬래그는 골재보다 더 높은 가치를 갖는 고로수쇄슬래그와 유사한 품질로 개질하여 용융 슬래그에 함유된 현열을 이용하여 철 자원을 회수하고 잠재수경성 물질은 시멘트 혼합재료로 사용함으로써 자원의 절약 및 활용뿐만 아니라 에너지 절감 및 CO<sub>2</sub>(g) 발생량을 저감하여 철강산업의 국가 경쟁력에 기여하고자 하였다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 상기에서 알 수 있는 바와 같이, 대부분의 철강산업은 그 제조공정의 특성상 다량의 원료와 에너지를 사용할 뿐만 아니라 다양한 종류의 부산물과 폐기물을 필연적으로 발생시키고 있다. 이 중 가장 많은 양을 차지하고 있는 고로슬래그를 제외하고 제강공정에서 발생하는 대부분의 제강 슬래그는 저부가가치인 도로 노반재용 골재 및 채움재로 활용되고 있다. 이것은 제강 산화 슬래그의 대부분은 거의 수경성이 없는 다양한 물질로 구성되어 있기 때문이다.

[0007] 따라서 본 발명의 목적은 상술한 종래의 기술에서 도출되는 문제를 해결하기 위한 것으로, 고철을 원료로 하여 강을 제조하는 공정 중 전기 아크로에서 고철을 용융시킬 때 발생 되는 1,400℃ 이상의 온도를 갖는 용융 산화슬래그의 현열을 이용하고, 필요하면 열을 가하여 이들 슬래그에 함유된 산화철은 환원제를 사용하여 금속철로 변화시키고 나머지 슬래그는 잠재수경성을 발현하는 물질로 용융상태에서 개질한 후 급냉하여 비정질 물질로 만들어 미분쇄하여 시멘트 혼합재료로 사용하기 위한 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기와 같은 목적을 갖는 본 발명의 산화슬래그로부터 금속철 및 비정질 잠재수경성 물질을 얻기 위한 전기로 슬래그의 혼합재화 제조방법과 그 슬래그에 대하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

- [0009] 본 발명은 용융 전기로 산화슬래그 자체 또는 잠재수경성 물질로 사용할 수 있게 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> 성분을 갖는 물질을 아크로 및 슬래그 포트에 첨가하는 단계;
- [0010] 상기 슬래그 조성 변화 단계를 거쳐 생산된 용융 산화 슬래그에 함유된 산화철 성분을 금속 철로 만드는 환원 단계;
- [0011] 상기 환원된 철 성분을 갖는 용융 산화슬래그를 급냉하여 비정질의 잠재수경성 슬래그 물질로 만드는 단계;
- [0012] 상기 금속 철과 비정질의 잠재수경성 슬래그를 단체분리시키고 시멘트 혼화제로 활용하기에 적합하도록 미분 말화시키는 과분쇄 단계;
- [0013] 상기 단체로 분리된 슬래그를 금속철과 비정질의 잠재수경성 물질을 분리/선별하는 단계;로 구성되는 것을 특징으로 하는 용융 산화슬래그로부터 금속철 및 비정질 잠재수경성 물질을 얻기 위한 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법에 있어서,  
상기 용융 산화슬래그의 성분 조성값 $[CaO+CaS+1/2MgO+Al_2O_3]/(SiO_2+MnO)$ 이 1.2이상 2.5이하의 값을 갖도록 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO 성분을 갖는 물질을 혼합하는 것으로 특징으로 하는 전기로 산화 슬래그를 이용한 비정질 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0014] 상술한 바와 같이 본 발명은 기존 저부가가치 활용 대체기술을 개발하고 건설시장으로의 확대를 위한 환경부 하저감형 원부자재 공급기술을 제공함으로써, 자연환경을 보전하고, 현열의 재활용을 통한 에너지절약 및 CO<sub>2</sub> 발생량을 저감시킴은 물론 산업분야 효율성을 창출하고 생산력을 증대시키는 전기로 용융산화슬래그의 환원 및 개질을 통한 전기로 용융 산화슬래그를 이용한 잠재수경성 시멘트를 제조하는 방법을 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 본 발명에 따른 용융 전기로산화슬래그를 이용한 잠재성 수경성 슬래그를 제조하는 순서도이고,  
도 2는 전기로 산화슬래그의 XRD 분석결과이고,  
도 3은 고로수쇄슬래그의 XRD 분석 결과이고,  
도 4는 고로수쇄슬래그의 소성온도별 생성된 물질의 XRD 분석결과이고,  
도 5는 고로수쇄슬래그의 구성광물의 종류 및 양에 따른 몰탈의 압축강도를 나타낸 그래프이며,  
도 6은 전기로 산화슬래그로 잠재수경성 슬래그를 제조하는 실험 장면이며,  
도 7은 용융 전기로 산화슬래그에 함유된 산화철을 환원제로 환원시켰을 때 생성된 금속철의 사진이며,  
도 8은 용융 전기로 산화슬래그의 modulus 값(성분비)를 변화시켜 제조한 잠재수경성 슬래그의 XRD 분석결과  
이고  
도 9는 제조한 비정질의 잠재수경성 슬래그를 1,000℃에서 재결정화시킨 슬래그의 XRD 분석결과이며,  
도 10은 용융 전기로 산화슬래그를 환원시킨 후 슬래그를 미분쇄한 후 자력선별기로 선별하였을 때 선별된 산  
물의 XRD 분석결과이고,  
도 11은 자력선별기로 회수되지 않은 산물을 건식 사이클론 분급기로 분급조건을 변화시키면서 분급한 산물의  
XRD 분석결과이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0016] 이하, 본 발명에 따른 전기로 슬래그의 혼화제화 방법과 그 슬래그의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조  
로 하여 상세히 설명하며, 하기 실시 예에 한정하는 것은 아니다.

- [0017] (실시예 1)

[0018] 전기로 슬래그의 주성분은 CaO, SiO<sub>2</sub> 및 철 성분(Fe, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)이 주성분이고, 그 밖에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>등이 함유되어 있다. 기존 연구들에서는 냉각된 제강슬래그를 시멘트 제조용 원료로 사용하게 되면 제조에 따른 에너지가 투입되어 비용이 많이 소요된다.

[0019] 따라서 본 발명에서는 전기로 용융 산화슬래그에 함유된 산화철을 현열을 이용하여 환원제인 탄소 및 알루미늄 드로스(dross)로 금속철로 환원시키고, 나머지 슬래그는 물로 급냉시켜 고로수쇄슬래그와 유사한 잠재수경성 물질로 개질 함으로써 전기로 산화슬래그를 시멘트 혼화제로 고부가 가치화하고자 연구하였다.

[0020] 전기로 산화슬래그로 제조한 잠재수경성 시멘트와 비교를 위해 잠재수경성의 대표적인 물질인 고로수쇄슬래그의 물성을 먼저 조사하였다.

[0021] 도 3은 고로수쇄슬래그의 XRD 분석결과로, 대부분 비정질로 존재하는 것으로 나타났다.

[0022] [표 1]은 슬래그의 화학성분을 분석한 결과를 보인 것으로, CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO의 함유량이 각각 43.15%, 34.3%, 14.5%, 5.61%로, MgO의 함유량이 KS에 규정된 10.0%이하이고, 이들 성분의 함유량으로 구한 염기도  $[b=(CaO+MgO+Al_2O_3)/SiO_2]$ 는 1.85인 것으로 계산되어 KS F 2563에 제시된 “콘크리트용 고로슬래그 미분말” 규격에 적합한 성상을 갖는 것으로 나타났다. 한편 도 4는 비정질로 존재하는 슬래그의 구성광물의 종류를 알아보기 위해 소성 온도를 변화시켜 고로슬래그를 가열하였을 때 생성된 물질을 XRD로 분석한 결과로 900℃ 부터 gehlenite와 akermanite의 고용체인 melilite로 존재하는 것으로 나타났다. 슬래그를 XRD 분석한 결과, 회절선의 피크가 비정질 형태의 모양을 보여 슬래그는 비정질상인 gehlenite, akermanite, wollastonite의 고용체로 존재하는 것으로 생각된다.

[0023] 따라서 화학분석값으로 이들 구성광물의 함유량을 계산한 결과, gehlenite(2CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.SiO<sub>2</sub>) 39.0%, akermanite(2CaO.MgO.2SiO<sub>2</sub>) 37.9%, wollastonite(CaO.SiO<sub>2</sub>) 20.6%인 것으로 나타났다.

[0024] 赤津 健<sup>2)</sup>이 특급 시약인 CaCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO를 사용하여 각각 gehlenite와 akermanite의 조성으로 혼합, 조립, 건조 후 1,700℃의 고주파 유도 가열로에서 용융하여 각 광물의 유리화율이 100%가 되게 만든 후 gehlenite-akermanite계 고로수쇄슬래그의 응결 시간, 압축 강도, 휨 강도, 용해열 등을 JIS B종 고로시멘트 기준(보통포틀랜드시멘트에 대한 슬래그 치환율: 30?60%)으로 연구한 결과를 보면, 3일 재령에서 최고 압축강도 발현범위는 gehlenite 70?60% : akermanite 30?40%에 있고, akermanite의 혼합량이 다소 증가됨에 따라 압축강도가 증가되어 28일 재령에서는 gehlenite 50% : akermanite 50%의 혼합비에서 최고의 강도를 보인다고 하였다. 그러나 gehlenite 100?90% : akermanite 0?10%에서는 강도 발현성은 현저히 나쁘고, 28일 강도가 100kg/cm<sup>2</sup>에도 도달하지 못하며, 응결시간의 경우는 akermanite의 양이 증가됨에 따라 응결이 지연되는 현상이 뚜렷하며, 슬래그의 용해열은 gehlenite의 양이 최대일 때 최고가 되고 akermanite의 양이 증가됨에 따라 직선적으로 저하되는 현상을 보인다고 하였다.

[0025] 따라서 고로 슬래그에는 gehlenite와 akermanite 이외에 wollastonite, 티탄, 망간, 철, 황 등의 화합물들이 존재할 수 있기 때문에 gehlenite와 akermanite의 성분만으로 슬래그의 품질에 대해서 단정하기는 어렵지만, 전술한 바와 같이 본 연구에 사용된 슬래그 시료가 gehlenite 39.0%, akermanite 37.9%로 존재하는 것으로 계산되어져 gehlenite 및 akermanite 광물의 상대적인 중량비가 50.1% : 49.9%로 존재하는 것으로 판단되므로 시료로 사용된 슬래그 시료는 시멘트의 혼화재료로 사용할 경우, 응결시간, 압축강도, 휨강도, 용해열 면에서 양호한 물성을 발현하는 조성을 갖는다고 볼 수 있겠다.

[0026] [표 1] 고로수쇄슬래그의 화학분석

Chemical composition(%)							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T-Fe	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
34.3	14.5	0.11	0.53	-	43.15	5.61	0.02

[0027]

[0028] (실시예 2)

[0029] 전기로 산화슬래그를 햄머(hammer)로 1차 파쇄 후 진동밀로 미분쇄하였고 분쇄되지 않은 메탈(metal) Fe은 자

력선별하였다. 전기로 산화슬래그 시료는 도 2의 XRD 분석결과에서 알 수 있는 바와 같이 Kirschsteinite(CaFeSiO<sub>4</sub>), Wustite(FeO), Hematite(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Quartz(SiO<sub>2</sub>)등의 광물로 구성되어 있었다.

[0030] 화학분석결과 표 2와 같이 잠재수경성 시멘트의 주요성분인 CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>으로 구성되어 있었다.

[0031] [표 2] 전기로 산화슬래그의 화학성분

Chemical composition (mass %)						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T. Fe	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
20.6	11.0	19.9	22.8	8.23	4.78	0.39

[0032]

[0033] 일반적으로 잠재수경성 물질의 물성을 나타내는 지표로서 슬래그의 화학성분값으로 다음과 같은 modulus 값  $[CaO+CaS+1/2MgO+Al_2O_3]/(SiO_2+MnO)$ 을 활용한다.

[0034] Modulus값이 1.9이상을 보이면 매우 높은 압축강도를 보이고, 1.5-1.9의 값을 가지면 다소 높은 압축강도값을 갖으나, modulus값이 1.5이하이면 보통 이하의 압축강도를 보인다고 한다.

[0035] 전기로에서 배출되는 용융된 상태의 전기로 산화슬래그와 유사한 상태를 모사하기 위해 유도로(induction furnace)로 전기로 산화슬래그를 탄소 도가니에서 용융시켰다. 탄소도가니를 사용하면 환원 상태가 되기 때문에 20분정도 용융 상태를 유지시킨 후 비정질로 만들기 위해 물로 급냉시켰다.

[0036] 급냉한 슬래그는 볼밀로 d<sub>90</sub> 30 $\mu$ m까지 미분쇄한 후 보통포틀랜드시멘트와 슬래그의 비율을 70:30으로 혼합한 후 KSL 2076 방법으로 몰탈을 제조하여 재령별 압축강도를 측정하였다.

[0037] 슬래그의 Modulus 값의 변화에 따른 광물성상과 물성을 알아보기 위하여 도 6과 같은 실험방법으로 탄소도가니에 전기로 산화슬래그와 CaO 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>성분이 많이 함유된 표 3과 같은 화학조성을 갖는 전기로 환원슬래그를 혼합하여 투입한 후 유도로로 20분정도 용융하여 생성물 용융물을 물로 급냉하여 생성된 물질의 XRD 분석결과를 도 8에 나타내었고, 화학성분은 [표 4]에 나타내었다.

[0038] 도 8에서 알 수 있는 바와 같이 용융 산화슬래그를 환원개질하여 제조한 슬래그가 고로수쇄슬래그와 유사한 비정질의 회절패턴을 보였다. 따라서 전기로 산화슬래그로 제조한 비정질 슬래그의 결정상을 확인하기 위해 비정질 슬래그를 1,000℃에서 1시간 재소성한 후 X-선회절분석기로 분석한 결과, 도 9와 같이 고로수쇄슬래그와 유사하게 결정질의 melilite 광물상으로 변화됨을 알 수 있었다. 그러나 전기로 산화슬래그에는 망간성분이 다소 함유되어 있기 때문에 melilite 광물상이외에 galuxite(MnOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)가 결정질로 존재함을 알 수 있었다.

[0039] 결과적으로 슬래그에 함유된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분이 비수경성 물질인 galuxite로 변질되고 SiO<sub>2</sub> 성분도 적기 때문에 gehlenite 성분의 함유량을 줄고 상대적으로 akermanite의 양이 많아진 형태로 존재할 것으로 예상된다.

[0040] [표 3] 전기로 환원슬래그의 화학성분

Chemical composition (mass %)						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T. Fe	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
3.80	29.3	0.6	54.3	7.6	0.5	0.32

[0041]

[0042] [표 4] 전기로 산화슬래그의 개질에 따른 modulus값

배합비 (산화:환원)	화학적성분(%)								Modulus
	1.50	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T-Fe	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
100 : 0	27.93	17.42	1.82	1.02	7.32	31.13	8.25	0.09	1.50
100 : 5	25.21	19.20	0.98	1.02	6.05	34.19	8.39	0.08	1.84
100 : 10	22.26	20.42	0.57	1.02	5.10	36.78	8.58	0.11	2.22

[0043]

[0044] (실시예 3)

[0045] [표 5]는 [도 8] 및 [표 4]와 같이 modulus 값 $[CaO+CaS+1/2MgO+Al_2O_3]/(SiO_2+MnO)$ 을 변화시켜 전기로 산화슬래그로 제조된 잠재수경성 슬래그를 보통 포트랜드시멘트에 30% 치환하여 몰탈의 재령별 압축강도를 측정 한 결과를 보인 것이다.

[0046] 표에서 알 수 있는 바와 같이 OPC 대비 활성도가 약 90%정도인 것으로 나타나 시멘트 혼합재료로 활용이 가능한 것으로 나타났다. 그러나 초기강도 및 장기강도가 OPC 및 고로수쇄슬래그 보다 다소 낮아 자극제를 사용하게 되면 OPC 수준까지의 물성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

[0047] [표 5] 전기로 산화슬래그의 modulus값 변화에 따른 몰탈의 압축강도

배 합 비	Modulus	압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		
		3 일	7일	28일
OPC 100%	-	215.4	273.7	329.8
OPC:고로슬래그 =70:30	1.76	176.7	242.1	348.2
OPC:산화슬래그 =70:30	1.50	155.4	210.3	310.0
OPC:산화슬래그 =70:30	1.84	159.1	216.8	312.2
OPC:산화슬래그 =70:30	2.22	100.1	175.7	270.8

[0048]

[0049] (실시예 4)

[0050] 도 10은 미분쇄된 잠재수경성 슬래그에 함유된 금속철을 300가우스 정도의 자력선별기로 회수한 산물의 XRD 분석결과를 보인 것이다.

[0051] 도 10에서 알 수 있는 바와 같이 슬래그를 미분말로 분쇄하였기 때문에 단체분리가 잘 이루어지고 철 성분이 금속철로 존재하기 때문에 낮은 자력에서도 쉽게 분리되었다. 따라서 기존에는 회수하기 어려웠던 미립으로 존재하는 철 성분까지 모두 회수할 수 있어 슬래그로부터 철 회수율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

[0052] 도 11은 자력선별로 회수되지 않은 물질을 건식 사이클론 분급기로 분급조건을 변화시켜 회수한 물질의 XRD 분석결과이고, 표 6은 분급산물들의 화학성분을 분석하여 나타낸 것이다. 건식 사이클론의 로터 회전속도를 2,300rpm이상으로 하면 철 성분이 낮고 고로수쇄슬래그와 유사한 성분비를 갖는 슬래그를 회수할 수 있을 것으로 보인다. 입도가 큰 2,300U/F는 과분쇄 공정중에 재 투입하여 분쇄하게 되면 단체분리되어 재이용이 가능할 것으로 판단된다.



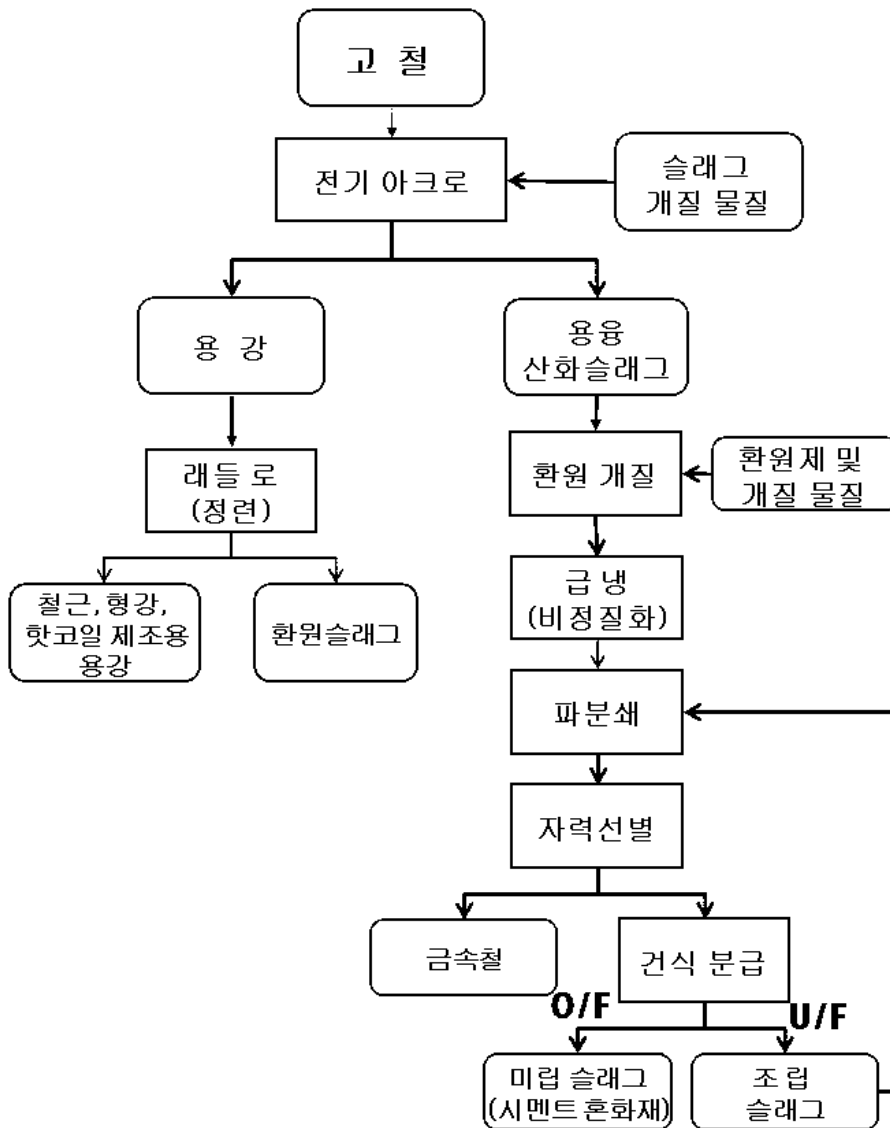
[0053] [표 6] 비정질 개질 산화슬래그의 분급조건에 따른 화학성분

분급조건	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T-Fe	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Total
7,000/F	27.24	15.06	4.76	0.99	8.00	29.38	7.35	0.36	93.14
6,000/F	26.72	15.55	4.90	0.99	8.01	29.05	7.51	0.35	93.08
5,000/F	26.39	16.09	5.06	0.99	8.00	28.74	7.70	0.35	93.32
4,000/F	25.66	16.52	5.08	0.99	8.02	28.65	7.80	0.35	93.07
3,000/F	26.10	17.08	5.36	0.99	8.10	28.55	8.00	0.35	94.54
2,300/F	25.65	16.91	5.46	0.98	8.05	28.48	7.91	0.35	93.78
2,300U/F	25.86	17.56	14.79	0.97	7.72	27.64	7.68	0.35	102.57

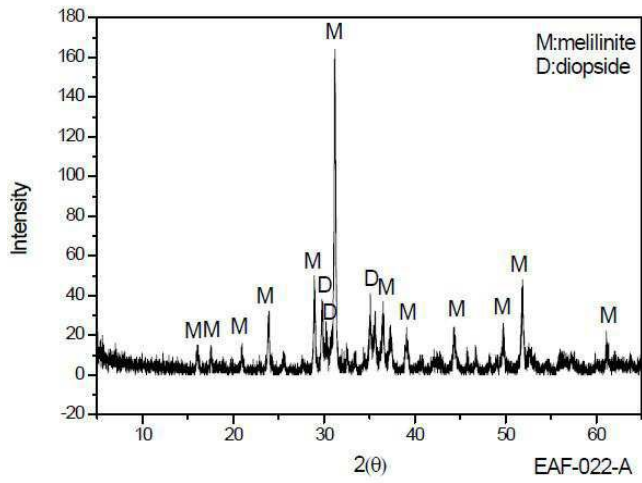
[0054]

도면

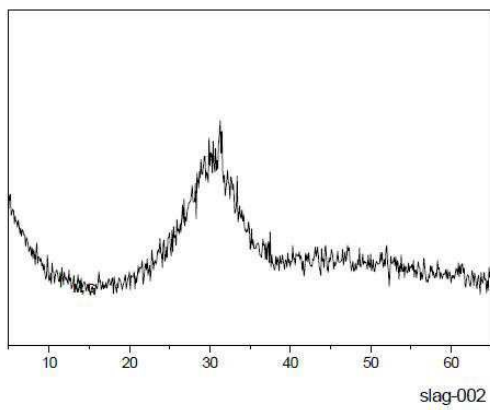
도면1



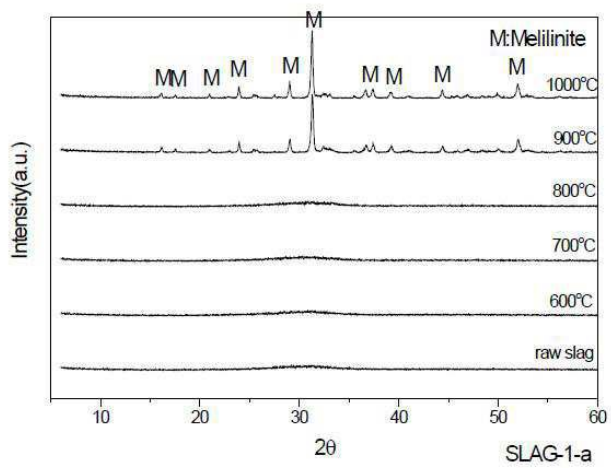
도면2



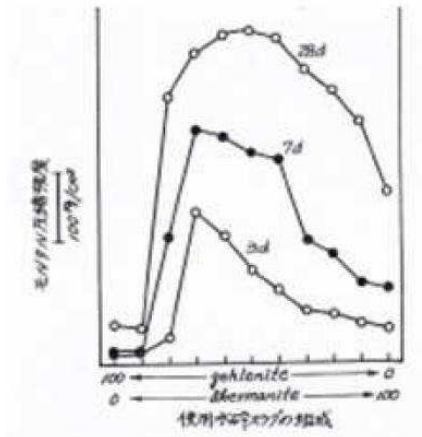
도면3



도면4



도면5



도면6



유도로



용융

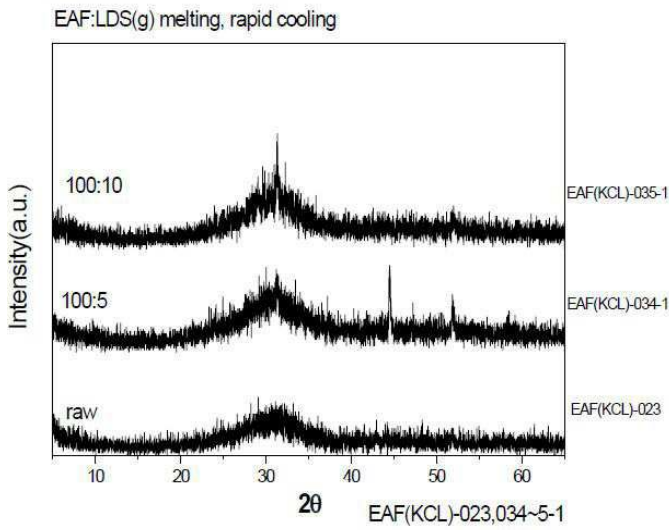


냉각

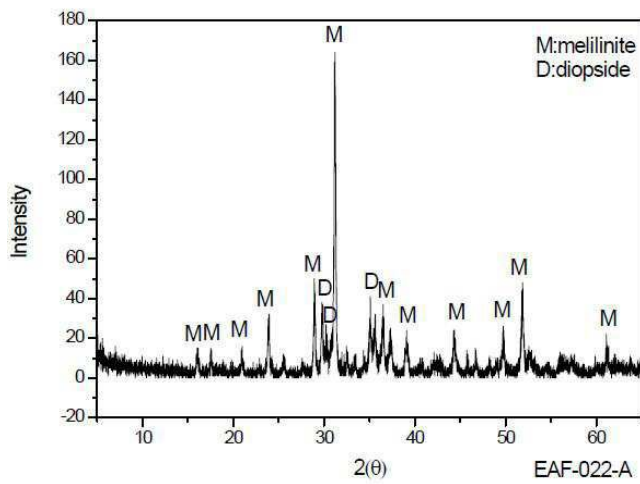
도면7



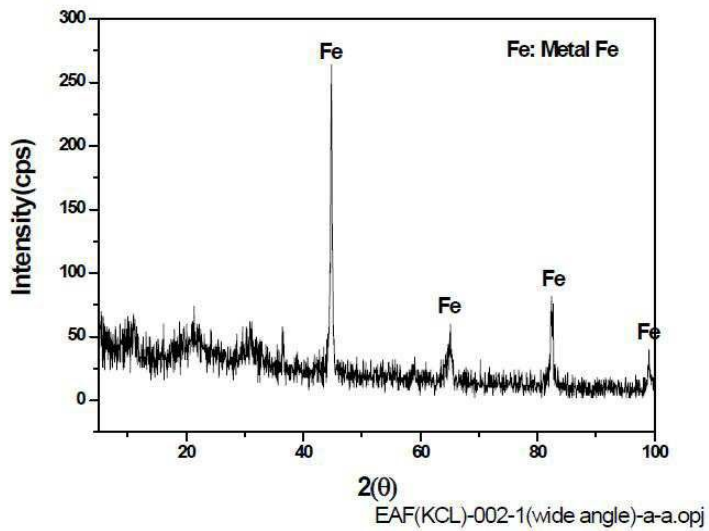
도면8



도면9



도면10



도면11

EAF(KCL)-002=>air separation

