



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0075175
(43) 공개일자 2012년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 7/147 (2006.01) C04B 7/36 (2006.01)
C04B 7/48 (2006.01) C04B 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0137222
(22) 출원일자 2010년12월28일
심사청구일자 2010년12월28일

(71) 출원인
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
재단법인 포항산업과학연구원
경북 포항시 남구 효자동 산-32번지

(72) 발명자
박대규
경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 4동 1502호
(지곡동, 교수아파트)
김 빅토르
전라남도 여수시 미평동 미평주공아파트 201동
505호
최상원
전라남도 여수시 여천체육공원길 52, 우림필류
아파트 101동 803호 (신기동)

(74) 대리인
유미특허법인

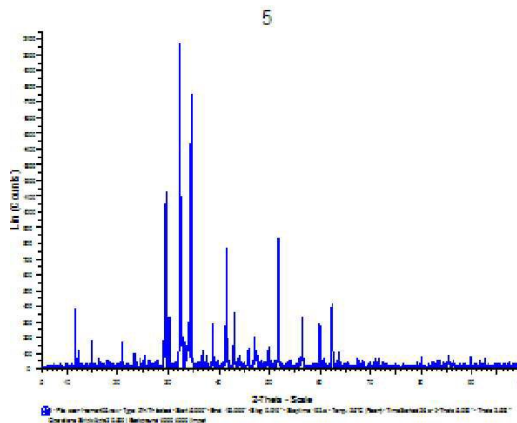
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 포틀랜드 시멘트 클링커 및 이의 제조방법

(57) 요약

포틀랜드 시멘트 클링커 및 그 제조방법이 개시된다. 포틀랜드 시멘트 클링커는, 클링커 총 중량에 대해, 마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%, 전기로 제강슬래그 17~20중량% 및 석회석 43~46중량%를 포함한다. 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법은, 클링커 총 중량에 대해, 마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%, 전기로 제강슬래그 17~20중량%, 및 석회석 43~46중량%를 혼합한 후 분쇄하는 단계, 및 1300~1400℃에서 소성하는 단계를 포함한다. 이러한 포틀랜드 시멘트 클링커는 마그네슘제련 환원슬래그를 재활용하고 석회석 사용량을 줄이며 낮은 소성온도를 가져, 낮은 제조비용으로 강도가 우수한 포틀랜드 시멘트를 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

클링커 총 중량에 대해,
마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%;
전기로 제강슬래그 17~20중량%; 및
석회석 43~46중량%
를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 마그네슘제련 열환원슬래그는, 상기 열환원슬래그 총 중량에 대해, CaO 53~57중량%, SiO₂ 33~37중량%, Al₂O₃ 0.5~6중량%, Fe₂O₃ 3.5~6.1중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 전기로 제강슬래그는, 상기 제강슬래그 총 중량에 대해, CaO 45~55중량%, SiO₂ 15~22중량%, Al₂O₃ 14~18중량%, Fe₂O₃ 1~1.5중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 마그네슘제련 열환원슬래그는 직경 0.23mm 미만의 분말상태인 포틀랜드 시멘트 클링커.

청구항 5

클링커 총 중량에 대해, 마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%, 전기로 제강슬래그 17~20중량%, 및 석회석 43~46중량%를 혼합한 후 분쇄하는 단계; 및
1300~1400℃에서 소성하는 단계
를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 마그네슘제련 열환원슬래그는, 상기 열환원슬래그 총 중량에 대해, CaO 53~57중량%, SiO₂ 33~37중량%, Al₂O₃ 0.5~6중량%, Fe₂O₃ 3.5~6.1중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,
상기 전기로 제강슬래그는, 상기 제강슬래그 총 중량에 대해, CaO 45~55중량%, SiO₂ 15~22중량%, Al₂O₃ 14~18중량%, Fe₂O₃ 1~1.5중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 마그네슘제련 열환원슬래그는 직경 0.23mm 미만의 분말상태인 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 분쇄는 53 μ m 체를 90% 이상 통과하도록 행하는 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 포틀랜드 시멘트 클링커 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 마그네슘제련 열환원슬래그 및 전기로 제강슬래그를 사용하여 제조된 포틀랜드 시멘트 클링커 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 포틀랜드 시멘트는 가장 일반적으로 쓰이는 표준형 시멘트로서, 주성분은 산화칼슘(CaO), 실리카(SiO₂), 알루미늄(Al₂O₃), 산화철(Fe₂O₃), 및 마그네시아(MgO) 등이다.

[0003] 포틀랜드 시멘트는 원료를 소정의 배합비로 혼합하여 분쇄한 후 소성로에 투입하여 클링커를 만들고, 클링커에 석고를 첨가하고 미분쇄하는 공정에 의해 제조된다. 그러므로 시멘트의 원료가 되기 위해서는 상술한 주성분을 함유하면서 분쇄 및 소성이 용이하고 성분변동이 적으면서 값싸게 구할 수 있어야 한다.

[0004] 포틀랜드 시멘트의 원료 중에서는 CaO 공급을 위한 석회석(CaCO₃)이 약 85% 정도로 가장 많이 차지하고 있다. 또한, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 공급용 원료로서 점토(clay)와 보크사이트(bauxite) 등을 사용하며, 충족되지 못한 성분의 공급을 위해 규석, 규사, 철광석 등을 사용한다.

[0005] 이와 같이 시멘트 제조를 위해서는 많은 원료들이 필요하며, 특히 주원료인 석회석은 많은 양을 공급해야한다. 그런데 석회석은 소성할 때 이산화탄소를 배출하는 문제점이 있다.

[0006] 또한, 포틀랜드 시멘트 클링커의 소성 온도는 1450-1500℃ 정도로 고온이어서, 연료비가 시멘트 총 제조비용에서 30% 가까이 차지하고 있다. 따라서 연료비를 절감할 수 있는 대책이 필요한 실정이다.

[0007] 그리고 원료 중에서 점토 및 보크사이트와 같은 값비싼 원료는 가능한 한 적게 사용하여 시멘트 제조비용을 낮출 것이 요구된다. 특히 점토는 산지마다 조성이 다른 문제점이 있다.

[0008] 한편, 마그네슘 제련 후 발생하는 열환원슬래그 또는 전기로 제강슬래그와 같은 산업폐기물들은 다른 산업활동에 재사용되기도 하지만 많은 양이 매립 등에 의해 처리되고 있는 실정이다. 이와 같은 처리는 환경오염을 유발시키는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 마그네슘제련 열환원슬래그 및 전기로 제강슬래그를 원료로 사용한 포틀랜드 시멘트 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 포틀랜드 시멘트 클링커는, 클링커 총 중량에 대해, 마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%, 전기로 제강슬래그 17~20중량% 및 석회석 43~46중량%를 포함한다.

[0011] 마그네슘제련 열환원슬래그는, 열환원슬래그 총 중량에 대해, CaO 53~57중량%, SiO₂ 33~37중량%, Al₂O₃ 0.5~6중량%, Fe₂O₃ 3.5~6.1중량%, MgO 2~4중량%를 포함할 수 있다.

[0012] 전기로 제강슬래그는, 제강슬래그 총 중량에 대해, CaO 45~55중량%, SiO₂ 15~22중량%, Al₂O₃ 14~18중량%, Fe₂O₃ 1~1.5중량%, MgO 2~4중량%를 포함할 수 있다.

- [0013] 마그네슘제련 열환원슬래그는 직경이 0.23mm 미만인 분말상태일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시에에 따른 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법은, 클링커 총 중량에 대해, 마그네슘제련 열환원슬래그 35~40중량%, 전기로 제강슬래그 17~20중량%, 및 석회석 43~46중량%를 혼합한 후 분쇄하는 단계, 및 1300~1400℃에서 소성하는 단계를 포함한다.
- [0015] 원료의 분쇄는 53 μ m 체를 90% 이상 통과하도록 행할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 포틀랜드 시멘트 클링커에 따르면, 원료로 사용하는 석회석의 상당량을 마그네슘제련 환원슬래그로 대체 사용한다. 본 발명에서 사용하는 석회석 양은 클링커 총 중량에 대해 43~46중량%이다. 이는 기존의 석회석 사용량 85중량% 정도에 비하면 절반에 가까운 수준이다. 따라서 이산화탄소 발생량을 줄이는 효과가 있다.
- [0017] 산업폐기물인 마그네슘제련 열환원슬래그 및 전기로 제강슬래그를 사용하기 때문에 자원재활용 및 환경오염방지 효과가 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 포틀랜드 시멘트 클링커 제조방법에 따르면 소성온도가 1300~1400℃이다. 이는 기존의 소성온도인 1450~1500℃에 비해 100~150℃ 정도 낮은 것이다. 따라서 연료비 절감 효과 및 시멘트 제조비용 절감 효과가 있다.
- [0019] 시멘트 원료 중에서 값비싼 점토나 보크사이트를 대신하여 산업폐기물인 제강슬래그를 사용하므로 시멘트 제조비용을 낮추는 효과가 있다.
- [0020] 점토는 산지마다 조성이 달라서 시멘트 전체 조성을 변동시키는 위험요인이 되어왔지만, 본 발명에 따르면 점토 사용으로 인한 조성 변동의 위험성이 미연에 방지되는 효과가 있다.
- [0021] 본 발명에서 사용한 마그네슘제련 열환원슬래그는 직경이 0.23mm 미만인 분상이어서 분쇄부피와 분쇄시간을 절약할 수 있는 효과가 있다.
- [0022] 본 발명에 따른 클링커의 경우 시공과정에서 필요한 시멘트/물의 비율이 0.28이며, 기존 시멘트의 경우 0.3이다. 따라서 본 발명에 따른 클링커의 경우 물 소모량이 더 적은 효과가 있다.
- [0023] 본 발명에 따른 시멘트는 기존 포틀랜드 시멘트에 비해 강도가 더 우수한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일반 포틀랜드 시멘트 클링커(표준시료)에 대한 XRD 패턴이다.
- 도 2는 본 발명 실시예 1에 대한 XRD 패턴이다.
- 도 3은 본 발명 실시예 2에 대한 XRD 패턴이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예 3에 대한 XRD 패턴이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명의 이점과 특징 및 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 개시되는 실시예들에 한정되지 않으며 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 아래의 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 포틀랜드 시멘트 클링커 및 그 제조방법에 대해 설명한다. 참고로 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0027] 본 발명에서는 포틀랜드 시멘트 클링커의 원료로서 마그네슘제련 열환원슬래그를 사용한다. 마그네슘제련 열환원슬래그의 혼합량은 클링커 총 중량에 대해 35~45중량%이다. 이 혼합범위는 환원슬래그를 통해 통상적인 포틀랜드 시멘트 클링커의 조성중 SiO₂ 조성을 맞추기위해 설정된 것이다.
- [0028] 이 경우, 부족한 Al₂O₃ 성분의 공급을 위해서는 전기로 제강슬래그를 사용할 수 있다. 전기로 제강슬래그의

첨가량은 클링커 총 중량에 대해 15~20중량%이다. 이 혼합범위 또한 포틀랜드 시멘트 클링커의 Al₂O₃의 함량범위를 맞추기 위해 설정된 것이다.

- [0029] 부족한 CaO 성분의 공급을 위해서는 석회석을 사용한다. 석회석의 첨가량은 클링커 총 중량에 대해 43~46중량%이다. 이 혼합범위를 벗어날 경우 CaO의 함량이 포틀랜드 시멘트 클링커의 함량범위를 벗어나기 때문이다.
- [0030] 본 발명에서 사용한 원료 중에 마그네슘제련 열환원슬래그란, 금속 마그네슘을 열환원법으로 제련한 후 배출되는 잔재물을 말한다.
- [0031] 열환원법에서는 돌로마이트(CaCO₃?MgCO₃)를 소성하여 만든 소성돌로마이트(CaO?MgO)에 일정량의 규소철과 미량의 형석을 첨가하고, 분쇄, 혼합 후 성형한 것을 열환원로에 장입한다. 열환원로에서 기화된 마그네슘 금속은 응축부를 거쳐 포집된다. 기상의 마그네슘이 빠져나간 열환원로 내에는 주성분이 2CaO?SiO₂인 열환원슬래그와 철(Fe)이 잔존한다.
- [0032] 이러한 열환원슬래그는 약 600~650℃에서 상변태가 일어나 밀도가 변하고 부피가 팽창하면서 분화(分化)된다. 즉, 열환원슬래그는 열환원로에서 배출되는 과정에서는 덩어리 상태이지만, 배출 후 온도가 떨어지면 분화되어 분말상태가 된다.
- [0033] 마그네슘제련 열환원슬래그는 건축재료 내에서 불필요한 부피팽창을 유발하기 때문에 일반 건축재료로는 재활용할 수가 없었으나, 본 발명에서는 포틀랜드 시멘트 클링커 원료로 사용한 것이다.
- [0034] 클링커의 원료로 사용하기에는 분말상태인 것이 분쇄부피와 분쇄시간을 절약할 수 있다는 점에서 바람직하다.
- [0035] 본 발명에서 사용하는 마그네슘제련 열환원슬래그는 직경이 0.23mm 미만인 분말상태이다.
- [0036] 마그네슘제련 열환원슬래그는 고온의 환원공정을 거치면서 클링커상인 벨라이트상, 알루미늄네이트상, 및 페라이트상을 이미 가지고 있기 때문에, 소성 시 큰 반응성을 가진다. 이는 포틀랜드 시멘트 클링커 원료로 사용하기에 장점이 된다.
- [0037] 마그네슘제련 열환원슬래그는 이미 소성공정을 한 번 거쳤기 때문에 에너지사용량을 줄일 수 있고 이산화탄소 배출량도 줄일 수 있다는 점에서 바람직하다.
- [0038] 마그네슘제련 열환원슬래그는, 열환원슬래그 총 중량에 대해, CaO 53~57중량%, SiO₂ 33~37중량%, Al₂O₃ 0.5~6중량%, Fe₂O₃ 3.5~6.1중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 조성이다.
- [0039] 이는, 클링커 총 중량에 대해, CaO 64~66중량%, SiO₂ 22~24중량%, Al₂O₃ 5~6중량%, Fe₂O₃ 3~4중량%, MgO 2~3중량% 포함하는 조성의 일반 포틀랜드 시멘트 클링커와 유사한 조성이다.
- [0040] 표 1은 일반 포틀랜드 시멘트 클링커의 조성, 마그네슘제련 열환원슬래그의 조성 및 전기로 제강슬래그의 조성을 비교하여 나타낸 것이다.

표 1

시료	산화물함량(중량%)	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
일반 포틀랜드 시멘트 클링커		64~66	22~24	5~6	3~4	2~3
마그네슘제련 열환원슬래그		53~57	33~37	0.5~6	3.5~6.1	2~4
전기로제강 환원슬래그		45~55	15~22	14~18	1~1.5	2~4

- [0042] 표 1에 나타난 바와 같이 마그네슘제련 열환원슬래그는 일반 포틀랜드 시멘트 클링커와 조성이 유사하다.
- [0043] 일반 포틀랜드 시멘트 클링커와 비교했을 때 열환원슬래그 중에서 부족한 Al₂O₃ 성분은 전기로 제강슬래그를 사용하고, 부족한 CaO 성분은 석회석을 사용함으로써 보충한다.
- [0044] 전기로 제강슬래그는 국내 전기로 업체에서 매년 약 40만톤이 발생되며 재활용이 요구되는 산업폐기물이므로 손쉽게 구할 수 있는 원료이다.
- [0045] 표 1에 나타난 바와 같이, 전기로 제강슬래그는, 제강슬래그 총 중량에 대해, CaO 45~55중량%, SiO₂ 15~22중

량%, Al₂O₃ 14~18중량%, Fe₂O₃ 1~1.5중량%, MgO 2~4중량%를 포함하는 조성이다.

- [0046] 일반적으로 시멘트 클링커 제조를 위한 원료 혼합비는 화학양론비율로 산화물들이 모두 존재한다고 보면 여러 가지 클링커 파라미터에 의해 결정될 수 있다. 즉, 클링커 파라미터를 아는 것은 적절한 설계를 위해 중요하며 클링커 조성을 확정하는 데 필요하다.
- [0047] 본 발명에서는 클링커 파라미터로서 석회석 포화인자(lime saturation factor : LSF) 값과 실리카 모듈러스(silica modulus : SM) 값을 기준으로 삼았다. LSF 값은 0.87~0.92가 되도록, SM 값은 2.7~3.0이 되도록 하였다.
- [0048] 상술한 바와 같은 함량으로 혼합된 원료들은 분쇄한 후, 1300~1400℃ 온도 범위에서 1시간 이상 소성하는 단계를 거친다.
- [0049] 분쇄할 때에는 53 μ m 체를 90% 이상 통과하는 정도로 분쇄한다. 이 정도로 분쇄하지 못하면 입자 크기가 커서 치밀한 클링커 소결체를 만들어주지 못하기 때문이다.
- [0050] 소성온도가 1300℃ 미만인 경우에는 소결이 충분히 되지 않고, 1400℃를 초과하는 경우에는 혼합된 원료들이 녹기 때문이다. 또한, 상기 소성을 1시간 미만으로 행하면 소결이 불충분하기 때문에 소성은 1시간 이상 행한다.
- [0051] 본 발명의 소성온도는 기존 소성온도인 1450~1500℃에 비해 100~150℃ 정도 낮은 것이다. 그리고 사전에 완전 소성된 마그네슘제련 슬래그를 혼합 사용하게 되는 바, 소성이 요구되는 석회석의 사용량이 줄고, 소성온도 또한 낮은 만큼 연료비가 절감되고 시멘트 제조비용이 절감된다.
- [0052] 시멘트를 제조하기 위해 원료 혼합물질을 킬른형 소성로에 장입하는 경우, 1시간 정도 경과한 후 소성온도 영역으로 이송한다. 약 1300℃의 소성영역에서는 1시간 이상, 예를 들면 5시간 이상 체류하면서 소성하게 된다. 소성이 끝나면 냉각한 후 이송 판매한다. 냉각과정은 예를 들면 약 2시간 동안 냉각기에서 약 130℃까지 냉각하는 것으로 수행할 수 있다.
- [0053] 마그네슘 열환원과정에서 발생하는 환원슬래그는 소성 결과, 콘크리트와 같은 접착강도를 가지면서도 매우 반응성이 크고 쉽게 물과 결합하여 수화생성물이 만들어지는, 불안정한 상태의 클링커 주광물상을 형성한다.
- [0054] 클링커 주광물상은 네 종류이며, 알라이트(Ca₃SiO₅ : C₃S)상이라 불리는 트리칼슘실리케이트, 벨라이트(Ca₂SiO₄ : C₂S)상이라 불리는 디칼슘실리케이트, 알루미네이트(Ca₃Al₂O₆ : C₃A)상이라 불리는 트리칼슘알루미네이트, 페라이트(Ca₄AlFeO₅ : C₄AF)상이라 불리는 테트라칼슘알루미노페라이트이다.
- [0055] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 다만 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로서 본 발명은 하기 실시예로 한정되지 않는다.

실시예 1

- [0056] 실시예 1에서는 ASTM C150에 명기된 포틀랜드 시멘트 I 형에 맞추도록 원료를 혼합하였다.
- [0057] 클링커 총 중량에 대하여, 마그네슘제련 열환원슬래그 36.59중량%, 전기로 제강슬래그 17.84중량%, 석회석 45.57중량%를 준비하였다. 이 원료들을 볼밀로 분쇄하여 53 μ m 체를 통과시키고, 모든 분상성분들은 상대배합비로 완전히 혼합한 후 물 18중량%를 첨가하였다.
- [0058] 그 다음, 원통 형태로 압축하여 직경 20mm, 무게 6그램 크기로 성형하고 1400℃에서 5시간동안 소성하였다. 소성 후 냉각은 천천히 수행하였다. 1주일 동안 냉각하여 보관한 후, 클링커 입자들을 비표면적이 3000~3200 cm²/g 되기까지 분말화하였다.
- [0059] 분말 클링커에 석고를 5중량% 첨가하여 시멘트를 준비하고, 시멘트와 모래를 1:2.45 중량비로 만든 몰타르시료를 가지고 강도 발달을 관찰하였다. 압축강도 특성은 KS규격에서 추천한 3일, 7일, 28일, 90일 주기로 평가하였다.
- [0060] 표 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 포틀랜드 시멘트에 대한, 주도, 침강시간, 압축강도를 일반 포틀랜드 시멘트(표준시료)의 경우와 비교하여 나타낸 것이다. 표 2에는 실시예 2 및 실시예 3의 경우가 함께 나타나 있다.
- [0061] 표준시료는 클링커 총 중량에 대해 석회석 70~75중량%, 점토 20~25중량%, 산화철함유 산화물 2~3중량%를 포함

하는 조성이다.

표 2

[0062] 종류	주도 (물:시멘트)	침강시간(시간:분)		압축강도(MPa)			
		시작점	종말점	3일	7일	28일	90일
표준시료	0.30	1:48	3:10	15.45	41.83	57.10	74.17
실시예 1	0.28	1:26	2:58	20.95	49.93	69.00	80.82
실시예 2	0.29	1:44	2:58	19.63	57.83	62.50	81.92
실시예 3	0.27	1:45	2:54	16.20	37.58	56.25	73.75

[0063] 표 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 포틀랜드 시멘트의 경우, 표준시료보다 시공과정에서 더 적은 물이 소모되었다. 시멘트의 침강시간은 표준시료보다 짧아서 훨씬 더 빠르게 침강됨을 알 수 있었다. 압축강도 역시 표준시료보다 우수함을 확인할 수 있었다.

[0064] 최종 클링커 내 생성된 유리 CaO의 양은 글리세린-알코올법에 의해 적정한 결과 1.19중량%로서 바람직하였다.

[0065] 클링커에 형성된 주광물상들을 관찰하기 위해 X-레이회절(XRD)패턴 분석을 수행하였다.

[0066] 도 1은 일반 포틀랜드 시멘트 클링커(표준시료)에 대한 XRD 패턴이고, 도 2는 본 발명 실시예 1에 대한 XRD 패턴이다.

[0067] 도 1 및 도 2를 비교하면 피크값이 거의 동일함을 알 수 있었다. 즉, 본원 발명에 따라 기존보다 더 낮은 온도로 소성하여도 기존과 동일한 광물상을 가짐을 확인할 수 있었다.

실시예 2

[0068] 실시예 2에서는 일반 포틀랜드 시멘트 I 형에 맞추도록 원료를 혼합하였다.

[0069] 클링커 총 중량에 대하여, 마그네슘제련 열환원 슬래그 35중량%, 전기로 제강슬래그 20중량%, 석회석 45중량%로 하였다.

[0070] 소성 시 900℃까지 7.5℃/분의 승온속도로 천천히 온도를 올리고, CaCO₃가 충분히 분해되도록 이 온도 900℃를 1시간 동안 유지하였다. 그 다음 빠른 속도로 1350℃까지 승온하고, 고온 광물상들이 충분히 형성되도록 이 온도 1350℃를 1시간동안 유지하였다.

[0071] 냉각 시 1350℃에서 1250℃까지는 알루미늄네이트상과 페라이트상의 결정화를 위해 천천히 냉각하고 그 다음에는 알라이트상의 분해와 벨라이트 상변태 방지를 위해 빠른 속도로 냉각하였다.

[0072] 나머지 조건들은 실시예 1과 동일하다.

[0073] 실시예 2에 의한 클링커는 표준시료보다 더 쉽게 분쇄되었다. 클링커 내 생성된 유리 CaO의 양은 1.39중량%로서 바람직하였다.

[0074] 표 2에 나타난 바와 같이, 압축강도가 표준시료보다 더 우수한 값을 나타내었다.

[0075] 도 3은 실시예 2에 대한 XRD 패턴이다.

실시예 3

[0076] 실시예 3에서는 일반 포틀랜드 시멘트 II 형에 맞추도록 원료를 혼합하였다.

[0077] 클링커 총 중량에 대하여, 마그네슘제련 열환원슬래그 40중량%, 전기로 제강슬래그 17중량%, 석회석 43중량%로 하였다.

[0078] 소성온도는 1400℃로 하였다. 냉각 시 1400℃에서 1250℃까지는 알루미늄네이트상과 페라이트상의 결정화를 위해 천천히 냉각하고 그 다음에는 알라이트상의 분해와 벨라이트 상변태 방지를 위해 빠른 속도로 냉각하였다.

[0079] 나머지 조건들은 실시예 1과 동일하다.

[0080] 클링커 내에 알라이트상이 약 50% 형성되었다.

[0081] 표 2에 나타난 바와 같이, 7일 강도와 같은 초기강도에서는 표준시료보다 약 11% 낮은 값을 나타내었지만, 28

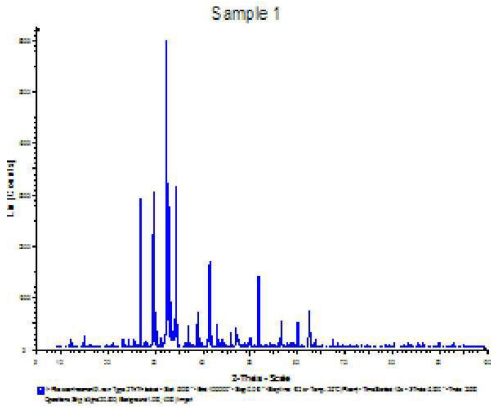
일 강도에서는 표준시료 57.10 MPa와 근사한 56.25MPa를 나타내었다.

[0082] 도 4는 실시예 3에 대한 XRD 패턴이다.

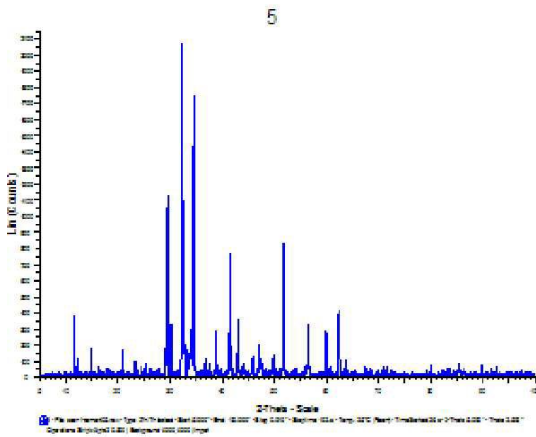
[0083] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

도면

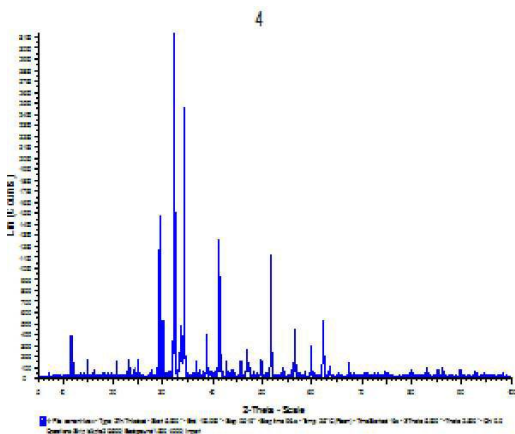
도면1



도면2



도면3



도면4

