



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0032142  
(43) 공개일자 2013년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C04B 33/138 (2006.01) C04B 41/86 (2006.01)  
C04B 33/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0095869  
(22) 출원일자 2011년09월22일  
심사청구일자 2011년09월22일

(71) 출원인  
(주)원진세라텍  
경상남도 양산시 산막공단북4길 39 (산막동)  
(72) 발명자  
손형서  
경상남도 양산시 어곡동 645-18 성신아파트  
302-1510  
(74) 대리인  
특허법인태평양

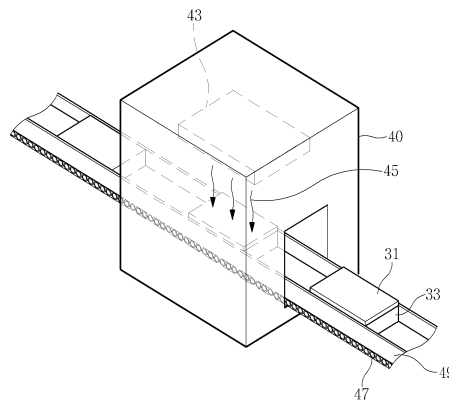
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 및 이의 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명은 건축물의 내,외장 마감재로 사용되는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 페로니켈 (Ferronickel) 생산 공정 시에 부산물로 생성되는 니켈 제련 슬래그를 주성분으로 하는 벽돌을 모재로 사용하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌과 이의 제조 방법에 관한 것이다.

**대표도** - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

니켈 제련 슬래그를 파쇄 및 분급하여 입도별 니켈 제련 슬래그를 제조하는 단계와;  
 상기 입도별 니켈 제련 슬래그에 시멘트와 물을 첨가하고 혼련하는 단계와;  
 혼련된 원료를 150kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압력하에 벽돌 형상으로 성형하는 단계와;  
 성형된 벽돌을 증기 양생 및 경화시켜 슬래그 벽돌을 제조하는 단계와;  
 유약 조성물을 슬래그 벽돌 표면에 시유하는 단계와;  
 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,  
 상기 니켈 제련 슬래그는 페로니켈 생산을 위한 제련 공정 시에 부산물로 생산된 수재 및 피재 슬래그를 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서,  
 상기 니켈 제련 슬래그는 20~55 중량% SiO<sub>2</sub>, 1~15 중량% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0~5 중량% CaO, 10~40 중량% MgO, 1~15 중량% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 기타 잔부 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,  
 상기 입도별 니켈 제련 슬래그는 5mm를 통과하고 2mm에 걸리는 5-2mm 입자 30~50 중량%, 2mm를 통과하는 2-0mm 입자 40~60 중량%, 그리고 200메시를 통과하는 -200메시 입자 1~20 중량%로 이루어진 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

### 청구항 5

청구항 1 또는 4에 있어서,  
 상기 입도별 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련하는 단계는  
 상기 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 상기 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 각각 다른 반응기 내에서 시멘트와 혼련하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

### 청구항 6

청구항 1 또는 4에 있어서,  
 상기 입도별 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련하는 단계는  
 상기 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 상기 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 하나의 반응기 내에서 시멘트와 혼련하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 혼련 단계에서, 니켈 제련 슬래그와 시멘트의 상대적인 중량비는 8.8~9 : 1~1.2이며, 물은 시멘트 1 중량부에 대해 0.4~0.6 중량부로 첨가되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 8**

청구항 1에 있어서,

상기 벽돌 형상으로 성형하는 단계는 150~1300kgf/cm<sup>2</sup>의 압력하에 수행되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 9**

청구항 1 또는 4에 있어서,

상기 벽돌 형상으로 성형하는 단계는

금형 내에 상기 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련한 원료를 먼저 충전한 다음, 그 상부에 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련한 원료를 충전하는 단계로 수행되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 10**

청구항 1 또는 4에 있어서,

상기 벽돌 형상으로 성형하는 단계는

상기 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 하나의 반응기 내에서 시멘트와 혼련하여 얻어진 원료를 금형 내에 충전하는 단계로 수행되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 11**

청구항 1에 있어서,

상기 유약 조성물은 10~15 중량%의 Na<sub>2</sub>O, 0~5 중량%의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 40~50 중량%의 SiO<sub>2</sub>, 0~5 중량%의 K<sub>2</sub>O, 1~8 중량%의 CaO, 0~7 중량%의 ZnO, 0~5 중량%의 PbO 및 5~25 중량%의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>이 주성분으로 이루어진 건조 유약과 부유 물질을 주성분으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

상기 유약 조성물 중 건조 유약 : 부유 물질의 상대적인 중량비는 90~95 : 5~10인 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 13**

청구항 12에 있어서,

상기 유약 조성물은 건조 유약 및 부유 물질의 총합 100 중량부에 대해 100~200 중량부의 물을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 14**

청구항 12에 있어서,

상기 유약 조성물은 유약 조성물 100 중량부에 대해 1~5 중량부의 금속 화합물을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 15**

청구항 14에 있어서,

상기 금속 화합물은 산화철, 산화구리, 산화코발트, 산화크롬, 산화망간, 산화니켈, 산화바나듐, 산화티타늄, 일메나이트, 크롬산 철 및 산화 우라늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 금속 화합물인 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 16**

청구항 12에 있어서,

상기 유약 조성물은 유약 조성물 100 중량부에 대해 0.5~2 중량부의 유기결합제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 17**

청구항 1에 있어서,

상기 유약의 시유 두께는 0.1~0.5mm인 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 18**

청구항 1에 있어서,

상기 표면 소성 단계는 770~800℃에서 10분~1시간 내에 수행되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 19**

청구항 1에 있어서,

상기 표면 소성 단계는 상부에 발열체가 구비되어 유약이 도포된 벽돌 상부만 선택적으로 가열할 수 있는 구조를 가지는 소성로 내에서 수행되는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 20**

청구항 1에 있어서,

상기 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌은 230kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압축 강도와 10% 이하의 흡수율을 가지는 것을 특징으로 하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법.

**청구항 21**

청구항 1에 기재된 방법에 의해 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 건축물의 내,외장 마감재로 사용되는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 페로니켈 (Ferronickel) 생산 공정 시에 부산물로 생성되는 니켈 제련 슬래그를 주성분으로하는 벽돌을 모재로 사용하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 오늘날 건축 기술의 발달로 건축물의 벽체, 천정 또는 바닥과 같은 구조체 외부에 노출된 시멘트 표면에 내마모성 및 여러 가지 장식 효과 기능을 부여하기 위한 마감 공사가 필수 과정으로 실시되고 있다.

[0003] 이러한 마감 공사에 사용되어, 건축물의 벽체, 바닥 등에 표면에 부착하여 그 외관을 미려하게 장식할 수 있는 건축용 내,외장 마감재로는 화강석이나 대리석 등과 같은 건축용 석재가 널리 사용되고 있다. 건축용 석재는 석재가 갖는 고유의 질감을 그대로 살릴 수 있어 비교적 자연스러운 외관미를 줄 수 있을 뿐만 아니라, 마모나

풍화 등에 강하기 때문에 내구성이 우수하다는 장점이 있다. 반면에, 건축용 석재는 고가이기 때문에 시공 원가가 높고, 공급이 어렵다는 단점이 있다.

- [0004] 이러한 단점을 개선하기 위하여, 최근 석재 대신 건축용 마감재로 도기나 자기 질감의 타일이 사용되고 있다.
- [0005] 하지만, 타일은 재질적 특성에 의해 강도가 약하기 때문에 충격에 쉽게 깨지거나 금이 가는 단점이 있다. 또한, 타일은 일부분이 떨어져 나가는 경우, 부분 보수가 어려워 전면 재시공해야 하기 때문에, 보수비용이 높다. 특히, 타일은 구조체 표면에 시멘트를 도포한 후 마를 때까지 일정시간을 기다렸다 타일을 직접 배열, 시공하는 방식을 채용하고 있기 때문에, 많은 노동력과, 긴 시공 시간을 필요로 할 뿐만 아니라, 시멘트와 타일의 접착력이 낮아 일정 시간이 지나면 타일의 탈착이 빈번하게 발생된다.
- [0006] 종래 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 시멘트와 타일을 일체로 형성시킨 타일 일체형 벽돌 (A), 또는 유약층을 포함하는 시멘트 몰탈 (B)이 제안되고 있다.
- [0007] 특허문헌 1, 2 및 3에는 사각 형태로 이루어진 형틀 또는 금형에 시멘트나 에폭시 모르타르 등을 소정량 채운 후, 개방된 상부에 타일을 배열하고 경화시켜 타일 일체형 벽돌 (A)을 제조하는 예가 개시되어 있다. 하지만, 타일 일체형 벽돌의 경우, 다수의 타일을 한 덩어리의 시멘트 벽돌 상에 형성하여 제조하기 때문에, 무게 및 부피가 증가하여 시공이 어려울 뿐만 아니라, 무게 및 부피의 증가에 따라 운송비용이 증가한다. 더욱이, 타일을 금형에 장치한 후 소재를 그 위에 투입하고 양생하기 때문에 제조 시간이 길며, 일정 시간이 지나면 시멘트 벽돌로부터 타일이 분리되는 단점이 있다.
- [0008] 특허문헌 4에는 모래와 포틀랜드 시멘트 및 물을 혼합하여 시멘트 몰탈을 형성하고, 그 표면에 프리트 유약을 도포한 후, 건조/소성/공냉 후에 강도 회복을 위해 물 담그기 및 스팀 양생 공정 등을 필수 단계로 포함하는 유약층이 형성된 시멘트 몰탈 (B)을 제조하는 예가 개시되어 있다 (도 1 참조).
- [0009] 또한, 특허문헌 5 및 6에는 시멘트와 골재 및 물을 혼합하고, 필요에 따라 보강재를 첨가한 후 원료를 반죽하는 원료 반죽공정과, 이 반죽물을 성형하는 성형공정과, 이 성형체를 수화 경화시키는 예비적 수화경화공정과, 상기 수화 경화공정에 의하여 얻어진 경화체 표면에 고용점의 유약을 도포한 후, 고온으로 소성하는 소성공정과, 이 소성체를 충분히 수화 경화시키는 수화경화 공정 순서로 수행되는 시멘트 제품 및 이의 제조방법이 개시되어 있다.
- [0010] 하지만, 상기 특허문헌 4 내지 6에 개시된 유약층이 형성된 시멘트 제품의 경우, 공정 단계가 복잡하고, 공정 시간이 길어 생산 수율이 낮을 뿐만 아니라, 모래 등의 골재를 모재의 필수 성분으로 포함하기 때문에, 소성 단계에서 결정수 등의 분해로 인한 크랙 및 폭열이 유발된다.
- [0011] 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 현재 실용적인 기능과 미적인 면을 모두 만족시킬 수 있는 새로운 건축용 마감재의 개발이 끊임없이 시도되고 있다.
- [0012] 한편, 철강 산업의 발달로 페로니켈 생산을 위한 제련 공정 시에 부산물로 슬래그가 대량으로 산출되고 있다. 슬래그는 뜨거운 상태의 슬래그에 물을 분사하여 강제로 얻는 수재와 공기 중에서 서냉시켜 얻는 괴재로 분류된다. 상기 괴재는 도로 노반재로 사용되고 있고, 수재는 콘크리트용 모래 대체재 등으로 활용되고 있다. 하지만, 슬래그는 연간 백만톤 이상 발생되고 있는 반면에 재활용면에서는 극히 취약하기 때문에 대부분 매립 처리되고 있다.
- [0013] 이에, 최근 다양한 분야에서 슬래그를 처리하기 위한 재활용 방법에 대한 연구가 대두되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 실용신안 공개공보 제2000-8790호
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허 공개공보 제2000-12978호
- (특허문헌 0003) 대한민국 특허 공개공보 제2000-13540호
- (특허문헌 0004) 대한민국 특허 공개공보 제2004-43407호
- (특허문헌 0005) 대한민국 등록 특허 제0023681호

(특허문헌 0006) 일본 공개특허 공보 평04-213653호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0015] 본 발명은 페로니켈 생산 공정의 부산물인 니켈 제련 슬래그를 이용하여, 우수한 강도 및 내구성을 가지는 건축용 마감재로 사용 가능한 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0016] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는
- [0017] 니켈 제련 슬래그를 파쇄 및 분급하여 입도별 니켈 제련 슬래그를 제조하는 단계와;
- [0018] 상기 입도별 니켈 제련 슬래그에 시멘트와 물을 첨가하고 혼련하는 단계와;
- [0019] 혼련된 원료를 150kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압력하에 벽돌 형상으로 성형하는 단계와;
- [0020] 성형된 벽돌을 증기 양생 및 경화시켜 슬래그 벽돌을 제조하는 단계와;
- [0021] 유약 조성물을 슬래그 벽돌 표면에 시유하는 단계와;
- [0022] 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하는 단계를 포함하는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법을 제공한다.
- [0023] 통상 제강 더스트 (dust) 슬래그 또는 고로 슬래그 등의 경우 CaO 함량이 높기 때문에 수화 반응으로 인한 체적이 팽창하여 분화되는 단점이 있다. 이에 반하여, 본 발명의 슬래그 벽돌의 주성분인 페로니켈 슬래그, 즉 니켈 제련 슬래그는 페로니켈 생산을 위한 제련 공정 시에 부산물로 생산된 슬래그로서, CaO 함량이 극히 낮기 때문에 제강 더스트 슬래그 또는 고로 슬래그, 발전소 석탄 슬래그 등보다 사용면에서 환경적으로 매우 우수하다.
- [0024] 구체적으로, 본 발명의 방법에 이용되는 니켈 제련 슬래그는 20~55 중량% SiO<sub>2</sub>, 1~15 중량% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0~5 중량% CaO, 10~40 중량% MgO, 1~15 중량% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 기타 잔부 성분으로 이루어져 있으며, 수재 또는 괴재 슬래그를 적절히 혼합하여 이용할 수 있다. 바람직하게 수재 : 괴재의 상대적인 혼합 중량비는 2~5 : 5~8이다. 이때, 수재의 함량비가 5를 초과하는 경우, 슬래그 벽돌의 물성이 감소하여 원하는 압축 강도를 얻을 수 없다.
- [0025] 또한, 본 발명의 방법에 있어서 상기 니켈 제련 슬래그는 조크러셔 (jaw crusher) 및 롤 밀 등의 분쇄 설비를 이용하여 알맞은 크기로 파쇄 및 분쇄한 후, 표준체를 이용하여 입도별로 분급하여 이용하는 것이 바람직하다.
- [0026] 보다 구체적으로, 입도별 니켈 제련 슬래그는 각각 5mm 표준체를 통과하고 2mm 표준체에 걸리는 5-2mm 입자 30~50 중량%와 2mm 표준체를 통과하는 2-0mm 입자 40~60 중량%, 200메시 표준체를 통과하는 -200메시(M) 입자 1~20 중량%로 이루어진 것이 바람직하다.
- [0027] 이어서, 반응기 내에 상기 입도별 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 먼저 혼련한 후에 물을 첨가하여 혼련 공정을 실시한다.
- [0028] 이때, 상기 입도별 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련하는 단계에서,
- [0029] (1) 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 하나의 반응기 내에서 시멘트와 혼련하거나, 또는 (2) 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 각각 다른 반응기 내에서 시멘트와 혼련하여 사용할 수 있다.
- [0030] 상기 혼련 단계에서, 니켈 제련 슬래그와 시멘트의 상대적인 중량비는 8.8~9 : 1~1.2인 것이 바람직하다. 만약, 시멘트의 함량이 1 미만이면 슬래그 벽돌의 압축 강도가 떨어지고, 1.2를 초과할 경우 슬래그 벽돌의 압축 강도는 향상되는 반면, 제조 원가가 상승한다.
- [0031] 또한, 첨가되는 물의 양은 시멘트 1 중량부에 대해 0.4~0.6 중량부인 것이 바람직하다. 일반적으로 콘크리트의 강도는 시멘트의 수화 반응에 의해 발현된다. 따라서 상기 혼련 단계에서 시멘트 양에 대해 충분히 수화반

응이 일어날 수 있는 만큼의 수분 공급하면 이후 양생 과정을 통해 콘크리트의 강도가 증대된다. 이때, 물의 함량이 0.6 중량부를 초과하면 시멘트 수화 반응 시에 필요 이상의 수분이 공급되기 때문에, 후속 건조 공정 동안 반응하지 않고 남은 물에 의해 제품 내에 미세한 구조의 공극이 형성되어 슬래그 벽돌의 강도 저하를 유발한다. 또 물의 양이 0.4 중량부 미만이면 시멘트의 수화 반응이 원활하게 이루어지지 않아 슬래그 벽돌의 강도가 약화된다.

- [0032] 이어서, 충분히 혼련된 원료를 150kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 예컨대 150~1300kgf/cm<sup>2</sup>의 압력하에서 진동유압 프레스를 이용하여 벽돌 형상으로 성형 (11)한다 (도 2 참조). 상기 성형 단계는 진동유압 프레스를 이용하는 것이 가장 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 진동유압 프레스 외에 가압 프레스 등을 이용하여 성형할 수도 있다. 이때, 상기 성형 시에 이용되는 금형은 벽돌 형상의 금형을 이용하는 것이 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 적용 목적 및 용도에 따라 다양한 형태의 금형, 예를 들면 블록(block)형, 원통형, 원형, 타원형 및 마름모꼴 등의 금형을 이용할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 성형 단계는 (1) 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그를 하나의 반응기 내에서 시멘트와 혼련하여 얻어진 원료를 금형 내에 충전하여 수행할 수도 있지만, 후속 유약 시유 후 소성할 때 벽돌 표면에 생성된 공극 사이로 유약이 스며들어 벽돌 표면에 유약이 균일하게 도포되지 않는 것을 방지하기 위하여, 금형 내에 먼저 5-2mm 입자 및 2-0mm 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련한 원료를 충전한 다음, 그 상부에 -200메시 입자를 포함하는 니켈 제련 슬래그와 시멘트를 혼련한 원료를 충전하는 단계로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0034] 그 다음, 성형된 벽돌을 자동 설비를 통해 양생실로 이동한 후, 10~65℃에서 1일 이상 양생 (13) 및 경화시켜 슬래그 벽돌을 제조한다 (도 2 참조). 바람직하게, 상기 양생 과정은 수분을 공급하면서 실시하는 증기 양생을 수행함으로써, 공기 중의 습도를 높여 벽돌 표면으로부터의 수분 증발을 방지할 수 있다. 상기 양생은 KS 규격 KS F 4004 콘크리트 벽돌에 명시된 500도시 (실예 25도 x 20 시간, 50도 x 10 시간 등)의 조건하에서 실시한다. 상기 경화는 상온에서 방지하여 실시한다. 이때, 상기 성형 단계에서 이용된 금형의 형태에 따라, 상기 슬래그 벽돌 대신 슬래그 블록이나, 다양한 형태의 슬래그 타일 등이 얻어질 수 있다.
- [0035] 양생 완료 후 얻어진 슬래그 벽돌의 압축 강도는 163kgf/cm<sup>2</sup> 이상이다. 이때, 압축강도 값이 163kgf/cm<sup>2</sup> 이하이면 후속 운반 및 취급 시 외부 충격에 의해 파손될 우려가 있다.
- [0036] 이어서, 제조된 슬래그 벽돌 표면에 유약 조성물을 시유 (15)한다 (도 2 참조).
- [0037] 이때, 상기 유약 조성물은 고온 및 저온 유약 조성물 모두 적용 가능하나, 저온 유약 조성물이 보다 바람직하다. 또한, 상기 유약 조성물은 장식, 석회석, 산화아연, 붕사 등을 혼련한 후 용융 및 급냉 과정을 거쳐 프리트로 제조하고 이를 불밀로 분쇄하여 얻어진, 10~15 중량%의 Na<sub>2</sub>O, 0~5 중량%의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 40~50 중량%의 SiO<sub>2</sub>, 0~5 중량%의 K<sub>2</sub>O, 1~8 중량%의 CaO, 0~7 중량%의 ZnO, 0~5 중량%의 PbO, 5~25 중량%의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 그 외 잔부 성분으로 구성된 건조 유약과 상기 건조 유약이 바닥에 빨리 가라앉는 것을 방지하기 위한 카울린 (점토) 과 같은 부유 물질을 주성분으로 포함한다.
- [0038] 이때, 상기 건조 유약 : 부유 물질의 상대적인 중량비는 90~95 : 5~10 이다. 또한, 상기 건조 유약 조성물의 유동적 이장 (slip)을 유발하기 위하여 건조 유약 및 부유 물질의 총합 100 중량부에 대해 100~200 중량부의 물이 사용된다.
- [0039] 또한, 본 발명의 유약 조성물은 발색을 위해 유약 조성물 100 중량부에 대해 1~5 중량부의 산화철, 산화구리, 산화코발트, 산화크롬, 산화망간, 산화니켈, 산화바나듐, 산화티타늄, 일메나이트 (ilmenite), 크롬산 철 및 산화 우라늄 등으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 금속 화합물을 더 포함할 수 있으며, 추가로 크랙 등을 방지하기 위하여 유약 조성물 100 중량부에 대해 0.5~2 중량부의 메틸셀룰로오스와 같은 유기결합제를 더 첨가할 수 있다.
- [0040] 상기 유약 조성물은 상기 구성 성분들을 혼합한 후, 불밀에서 균일한 입도로 혼련/연마한 후 사용되는 것이 바람직하다.
- [0041] 본 발명에 있어서 유약 조성물을 시유하는 방법은 스프레이 방법을 이용하는 것이 가장 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 담금 방법, 흘림 방법 또는 롤러 도포 방법 등을 들 수도 있다. 또한, 상기 유약 조성물을 시유하는 단계는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 핀홀 및 곰보자국 등의 결함을 보완하기 위해 2



중 시유를 실시할 수 있다.

- [0042] 본 발명에 있어서, 슬래그 벽돌 상부에 도포되는 유약 조성물의 도포 두께는 0.1~0.5mm인 것이 바람직하다. 이때 유약 조성물의 도포 두께가 0.5 mm 보다 두꺼울 경우 반투명유약에서 완전히 불투명해지며 핀홀, 곰보자국, 크랙 발생의 원인이 된다. 또한 유약 조성물의 도포 두께가 0.1 mm 보다 얇을 경우에도 균열 등의 원인이 된다.
- [0043] 이어서, 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성 (17)한다 (도 2 참조).
- [0044] 이때, 본 발명의 방법에 사용된 유약 조성물은 용점 및 특성 발현 온도가 700~800℃로서, 그 이상의 온도에서는 유약 끓음 현상이 발생하고, 그 이하의 온도에서는 유약이 용융되지 않아 그 특성이 발현이 되지 않는다. 또한, 슬래그 벽돌은 장시간 소성로 내에서 체류할 경우 열 손상으로 인한 슬래그 벽돌의 균열이 발생하여 강도가 저하된다. 따라서 본 발명의 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌에 대한 열 손상이 최소화되면서, 유약 특성이 적절히 발현될 수 있도록 소성 온도 및 시간을 적절히 조절해야 한다. 바람직하게, 본 발명의 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌은 RHF (Roller hearth furnace) 방식의 소성로를 이용하여 770~800℃에서 10분~1 시간 이내에 소성한다.
- [0045] 이때, 상기 소성 공정은 상부에만 발열체 (43)가 구비되어 유약이 도포된 슬래그 벽돌 상부만 선택적으로 가열 (45)할 수 있는 구조를 가지는 소성로 (40)를 이용하여 수행되는 것이 바람직하다 (도 3 참조). 예컨대, 롤러 (47)를 타고 이동하는 유약 조성물 (31)이 도포된 슬래그 벽돌 (33) 옆면에 단열재 등으로 가드레일 (49)을 세워 벽돌에 대한 열전달을 최소화하는 대신 슬래그 벽돌 상부 표면의 유약 조성물만 집중적으로 가열함으로써, 열에 의해 슬래그 벽돌 모재가 균열되는 것을 방지할 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명의 방법은 상기 표면 소성 후, 유약의 크랙 방지를 위해 서서히 냉각하는 단계 (19)를 더 포함할 수 있다. 이때, 출구 온도는 200℃이하인 것이 바람직하다 (도 2 참조).
- [0047] 상기 방법에 의해 얻어진 본 발명의 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌은 통상적인 점토 벽돌 1종 품질 기준인 230Kgf/cm<sup>2</sup>이상의 압축강도와, 10% 이하의 흡수율을 확보할 수 있다.
- [0048] 또한, 본 발명에서는 상기 본 발명의 방법에 의해 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제공한다.
- [0049] 이때, 본 발명의 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌은 크기, 형태 및 코팅되는 유약의 빛깔 등이 특별히 제한되지 않으며, 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 목적 및 적용 분야에 따라 적절히 변경 가능하다.
- [0050] 전술한 바와 같이, 본 발명의 방법에 의해 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 경우, 종래 매립 처리되던 페로니켈 생산 공정의 부산물인 니켈 제련 슬래그를 재활용함으로써 부산물 처리 비용을 절감할 수 있다. 또한, 기존 건축용 벽돌은 시공 후 미장, 페인팅, 타일을 붙이는 별도의 마감 작업이 필요하여 시공성이 복잡하지만, 본 발명은 유약이 코팅된 일체형 벽돌을 제공함으로써 후속 마감 공사를 배제할 수 있기 때문에, 시공성이 간편하고, 경제성 등의 면에서 유리하다. 특히 콘크리트 일체형 타일의 경우 기존 건축용 벽돌 공정에 비해 시공이 간편하지만, 타일이 차지하는 부피가 크고 무거우며, 벽돌에서 타일이 떨어지는 단점이 있는 반면에 본 발명은 슬래그 벽돌 표면에 얇은 유약 코팅층을 도포함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다.
- [0051] 또한, 종래 점토질 유약 일체형 벽돌의 경우, 모재 전체를 1차 소성한 후 유약을 도포하고, 2차 소성하는 단계를 포함하지만, 본원발명의 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌은 슬래그 모재를 제조한 후, 유약을 도포하고 표면을 1차 소성하는 단계만을 포함하기 때문에, 벽돌 소성을 위한 연료비용을 절감할 수 있어, 생산량 증대를 가져온다. 또한, 종래 콘크리트 제품의 경우, 모재 성분으로 시멘트 성분과 함께 모래, 자갈 등의 골재를 사용하고 있어 유약 처리를 위한 소성 단계 시에 400℃이상의 온도에서 결정수 등의 분해로 의한 크랙 및 폭열 등을 유발시키는 것에 반하여, 본 발명은 모래 등의 골재 대신 1500℃이상의 고온에서 열적으로 안정한 페로니켈 제련 슬래그를 사용하여 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제조하고, 소성 공정 시에 저온에서 최단 시간 소성을 실시함으로써 벽돌 내부에서 크랙 등의 균열이 발생하는 것을 방지할 수 있어 우수한 강도 및 내구성을 가지는 건축용 마감재로 사용 가능한 벽돌을 제조할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0052] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 페로니켈 생산 공정의 부산물인 니켈 제련 슬래그를 이용하여 우수한 강도 및 내구성을 가지는 건축용 마감재로 사용 가능한 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제공함으로써, 시



공성 및 경제성면에서 유리한 효과를 가져올 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0053] 도 1은 종래 기술에 따른 유약층이 형성된 시멘트 몰탈의 제조 과정을 도시한 개략도.
- 도 2는 본 발명에 따른 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 과정을 도시한 개략도.
- 도 3은 본 발명에 따른 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 소성 과정을 도시한 공정도.
- 도 4는 본 발명의 비교예 4에 따라 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 사진.
- 도 5 및 6은 본 발명의 실시예 7에 따라 제조된 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 사진.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0054] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 구체적으로 나타내지만, 본 발명이 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0055] **[실시예]**

[0056] **I. 슬래그 분말 및 유약 제조**

[0057] 제조예 1. 입도별 니켈 제련 슬래그 제조

[0058] 페로니켈 생산 공정 시에 부산물로 생산된 수재 및 괴재 슬래그를 5 : 5 중량비로 혼합하여, 51.79 중량% SiO<sub>2</sub>, 2.04 중량% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.48 중량% CaO, 29.66 중량% MgO, 8.09 중량% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 기타 잔부 성분으로 이루어진 니켈 제련 슬래그를 준비하였다. 이어서, 상기 니켈 제련 슬래그를 조 크러셔 등의 분쇄 설비를 이용하여 파쇄한 후, 하기 표 1과 같이 입도별로 분류되어진 니켈 제련 슬래그를 제조하였다.

**표 1**

[0059]

입도	분포 ( 중량%)
5 mm를 통과하고 2mm에 걸리는 5-2mm 입자	50
2mm를 통과하는 2-0mm 입자	40
200메시를 통과하는 -200메시 입자	10

[0060] 제조예 2. 유약 조성물 제조

[0061] 장석, 석회석, 산화아연, 붕사를 혼련한 후 용융 및 급냉 과정을 거쳐 프리트로 제조하고, 이를 불밀로 분쇄하여 14.07 중량%의 Na<sub>2</sub>O, 2.49 중량%의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 46.19 중량%의 SiO<sub>2</sub>, 1.02 중량%의 K<sub>2</sub>O, 6.05 중량%의 CaO, 3.46 중량%의 ZnO, 0.77 중량%의 PbO, 20.13 중량%의 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 기타 잔부 성분으로 구성된 건조 유약을 제조하였다. 이어서, 상기 건조 유약 (95g), 카올린 (5g), 물 (200g) 및 산화코발트 (1g)를 혼합한 후, 4시간 정도 불밀에서 균일한 입도로 혼련/연마하여 유약 조성물을 제조하였다. 이때, 유약 조성물 제조에 사용된 불밀은 일반적인 시험용 불밀을 사용하였으며, 불은 알루미늄질 1~10mm 입도를 사용하였다.

[0062] **II. 본 발명의 슬래그 벽돌 제조 방법**

[0063] (1 단계) 슬래그 벽돌의 제조 방법

[0064] 혼련기에 상기 제조예 1에서 제조된 입도별 니켈 제련 슬래그 및 시멘트 (한일, 포틀랜드 시멘트)를 하기 표 2에 기재된 함량으로 하나의 반응기에 첨가하고, 혼련하면서 물을 첨가하였다. 혼련이 완료된 원료를 300kgf/cm<sup>2</sup> 압력하에서 가압 프레스를 이용하여 벽돌 형상으로 성형하였다.

**표 2**

[0065]

(중량g)	실시예 1	실시예2	실시예3	실시예 4	실시예5	비교예1	비교예 2	비교예3
슬래그	900	900	900	880	880	920	900	900
시멘트	100	100	100	120	120	80	100	100

물	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.7
* 물의 함량은 시멘트 1중량부에 대한 함량비(중량비)를 나타낸다.								

[0066] (2 단계) 이어서, 상기 실시예 1~5 및 비교예 1~3에서 얻어진 벽돌 형상의 제품을 각각 자동 설비를 통해 양생실로 이동한 다음, 증기 양생 및 경화시켜 슬래그 벽돌을 제조하였다. 참고로, 성형 후 벽돌의 초기 양생은 KS 규격 KS F 4004 콘크리트 벽돌에 명시된 500도시 (50도× 10시간)로 하고, 경화는 상온에서 10일간 방치하였다. 얻어진 벽돌 모재의 압축 강도 및 흡수율은 “KS F 4004 콘크리트 벽돌”에 명시된 방법에 근거해 시험하여 하기 표 3에 기재하였다.

표 3

구분	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	비교예1	비교예 2	비교예3
압축강도 (Kgf/cm <sup>2</sup> )	205	234	220	240	263	128	136	140
흡수율%	6.6	5.9	6.3	5.4	5.3	8.2	6.4	6.8

[0068] 이와 같이, 니켈 제련 슬래그를 재활용하여 제조된 본 발명의 슬래그 벽돌은 일반 콘크리트 벽돌의 압축 강도 및 흡수율 이상의 기준치를 만족하는 반면, 비교예 1, 2 및 3의 슬래그 벽돌은 일반 콘크리트 벽돌의 압축 강도 및 흡수율 이상의 기준치를 벗어남을 알 수 있었다. 구체적으로, KS F 4004 콘크리트 벽돌 3중 1급 품질 기준은 압축강도 163Kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 흡수율 7% 이하이다.

[0069] III. 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 제조 방법

[0070] 실시예 6.

[0071] 스프레이 방법을 이용하여 상기 실시예 1에서 제조된 슬래그 벽돌 상부에 상기 제조예 2의 유약 조성물을 각각 하기 표 4의 두께로 도포하였다. 이어서, RHF 방식의 소성로를 이용하여 80℃/분의 승온 속도로 800℃ 까지 승온한 후, 각각 20분 및 60분 동안 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하고, 냉각하여 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제조하였다.

[0072] [표 4]

구분	1	2	3	4	5	6	
승온조건	80℃/분						
유지시간	20분			60분			
유약두께	0.1mm	0.4mm	0.8mm	0.1mm	0.4mm	0.8mm	
유약 상태	크랙	없음	없음	있음	없음	없음	있음
	핀홀	없음	없음	있음	없음	없음	있음
	박리	없음	없음	없음	없음	없음	없음
	광택면	양호	양호	불량	양호	양호	불량
	표면흡집	없음	없음	없음	없음	없음	없음

[0073]

[0074] 상술한 실험 결과에 의하면, 유약 도포 두께 0.4 mm 이하인 경우에 유약 표면 상태 및 소지 외관 및 물성치가 가장 적절한 수준으로 나타났다.

[0075] 비교예 4.

[0076] 상기 실시예 1에서 제조된 슬래그 벽돌 상부에 상기 제조예 2의 유약 조성물을 0.4 mm 두께로 도포하였다. 이어서, RHF 방식의 소성로를 이용하여 10℃/분, 80℃/분의 승온 속도로 700℃ 까지 승온한 후, 각각 10분, 20분

및 60분 동안 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하고, 냉각하여 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제조하였다. 얻어진 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 물성을 하기 표 5에 나타내었다.

[0077] [표 5]

구분		1	2	3	4	5	6
승온조건		80℃/분			10℃/분		
유지시간		10분	20분	60분	10분	20분	60분
유약 상태	크랙	있음	있음	있음	있음	있음	있음
	핀홀	있음	있음	있음	있음	있음	있음
	박리	없음	없음	없음	없음	없음	없음
	광택면	불량	불량	보통	불량	불량	보통
	표면흡집	있음	있음	없음	있음	있음	없음
소지	크랙 등 외관	양호	양호	보통	양호	양호	불량
	압축강도	275	255	163	250	242	108
	흡수율	6.4	6.3	7.8	6.3	7.1	9.8

[0078]

[0079] 상술한 실험 결과에 의하면, 소성온도 700℃의 조건 하에서는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 표면에 광택 불량, 크랙 등이 발생하였다 (도 4 참조).

[0080] 비교예 5.

[0081] 상시 실시예 1에서 제조된 슬래그 벽돌 상부에 상기 제조예 2의 유약 조성물을 0.4 mm 두께로 도포하였다. 이어서, RHF 방식의 소성로를 이용하여 10℃/분, 80℃/분의 승온 속도로 750℃ 까지 승온한 후, 각각 10분, 20분 및 60분 동안 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하고, 냉각하여 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제조하였다. 얻어진 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 물성을 하기 표 6에 나타내었다.

[0082] [표 6]

구분		1	2	3	4	5	6
승온조건		80℃/분			10℃/분		
유지시간		10분	20분	60분	10분	20분	60분
유약 상태	크랙	있음	있음	있음	있음	있음	있음
	핀홀	있음	있음	있음	있음	있음	있음
	박리	없음	없음	있음	없음	없음	있음
	광택면	불량	보통	양호	불량	보통	양호
	표면흡집	있음	없음	없음	있음	없음	없음
소지	크랙 등 외관	양호	양호	불량	양호	보통	불량
	압축강도	258	256	152	242	237	73
	흡수율	6.8	6.4	8.5	6.2	6.6	9.7

[0083]

[0084] 상술한 실험 결과에 의하면, 소성온도 750℃의 조건 하에서는 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 표면에 광택 불량, 크랙 등이 발생하였다.

[0085] 실시예 7.

[0086] 상시 실시예 1에서 제조된 슬래그 벽돌 상부에 상기 제조예 2의 유약 조성물을 0.4 mm 두께로 도포하였다. 이어서, RHF 방식의 소성로를 이용하여 10℃/분, 80℃/분의 승온 속도로 800℃ 까지 승온한 후, 각각 10분, 20분 및 60분 동안 유약 조성물이 도포된 슬래그 벽돌을 표면 소성하고, 냉각하여 본 발명의 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌을 제조하였다. 얻어진 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 물성을 하기 표 7에 나타내었다.

[0087] [표 7]

구분		1	2	3	4	5	6
승온조건		80℃/분			10℃/분		
유지시간		10분	20분	60분	10분	20분	60분
유약 상태	크랙	없음	없음	없음	없음	없음	있음
	핀홀	없음	없음	없음	없음	없음	있음
	박리	없음	없음	없음	없음	없음	있음
	광택면	보통	양호	양호	불량	양호	양호
	표면흡집	없음	없음	없음	없음	없음	없음
소지	크랙 등 외관	양호	양호	불량	양호	보통	불량
	압축강도	250	244	133	245	237	53
	흡수율	6.9	6.7	8.5	6.8	7.5	10.0

[0088]

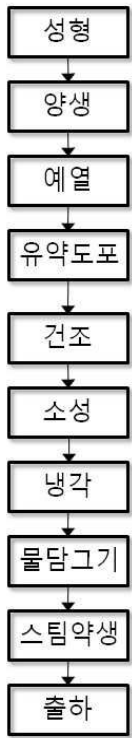
[0089] 상술한 실험 결과에 의하면, 10℃/분의 승온 속도로 800℃ 까지 승온한 후, 60분 동안 소성하여 얻어진 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌 표면에는 크랙 및 핀홀 등이 발생하였다 (도 5 참조). 이에 반하여, 80℃/분의 승온 속도로 소성온도 800℃ 까지 승온한 후, 20분 동안 소성하여 얻어진 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌은 유약 표면 상태 및 소지 외관 및 물성치가 가장 적절한 수준으로 나타났다 (도 6 참조). 이때, 유약 조성물을 도포한 슬래그 벽돌의 강도 및 흡수율은 통상적인 점토 벽돌 1종 품질 기준인 압축강도 230Kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 흡수율 10%이하를 기준으로 적용하였다.

**부호의 설명**

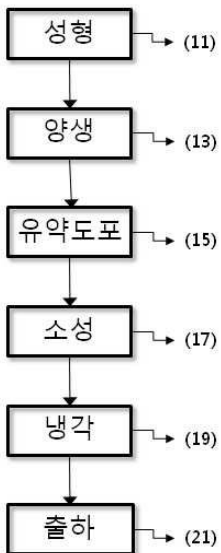
- [0090] 11: 성형 단계
- 13: 양생 단계
- 15: 유약 도포 단계
- 17: 소성 단계
- 19: 냉각 단계
- 21: 출하 단계
- 31: 유약 조성물
- 33: 슬래그 벽돌
- 40: 소성로
- 43: 발열체
- 45: 가열
- 47: 롤러
- 49: 가드레일

도면

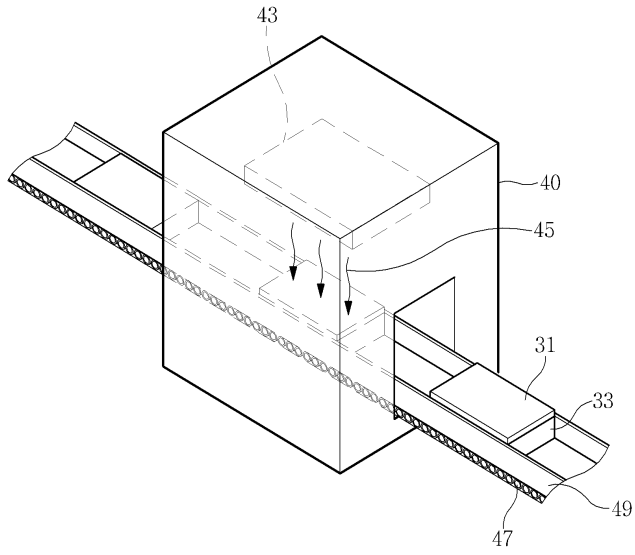
도면1



도면2



도면3



도면4



도면5





도면6

