



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0131623

(43) 공개일자 2015년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 22/06 (2006.01) C04B 18/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0058550

(22) 출원일자 2014년05월15일

심사청구일자 2014년05월15일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

한국교통대학교산학협력단

충청북도 충주시 대소원면 대학로 50

(72) 발명자

이종현

대전광역시 유성구 엑스포로123번길 65-38 스마트
시티주상복합아파트 202동 703호

이태혁

대전광역시 서구 계룡로615번길 36 (탄방동) 베네
스트빌라 205호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 플러스

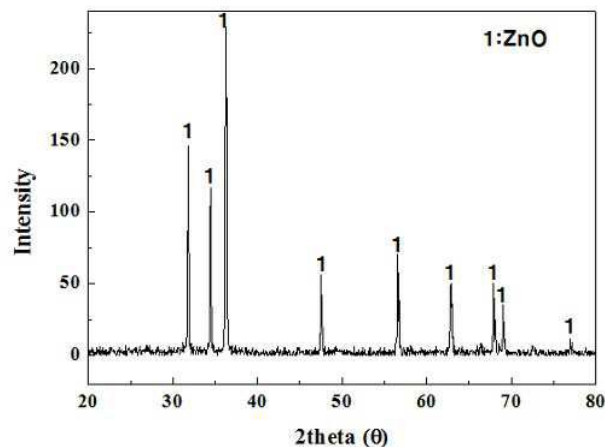
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는 동 및 동합금 스크랩 추출 공정에서 발생하는 산화아연(ZnO)을 주성분으로 하는 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함하는 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

하이크 벨쉴안

대전광역시 유성구 온천북로33번길 22-8 (봉명동)
그랜드빌라 101호

이정일

충청북도 충주시 대소원면 대학로 50 한국교통대학
교 신소재 공학과

류정호

경기도 수원시 영통구 봉영로1517번길 73 벽적골9
단지아파트 910-1201

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012T00100092

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 에너지기술평가원

연구사업명 에너지 기술 개발 사업

연구과제명 저품위 동 및 동합금 부산물의 유동층 환원 및 건식제련을 통한 재자원화 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)서원

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함하며,

상기 슬래그는 동 및 동합금 제련 슬래그인 것인 고강도 인조석 제조용 조성물.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 슬래그 100 중량부에 대하여, 보론옥사이드계 화합물 25 ~ 30 중량부를 포함하는 고강도 인조석 제조용 조성물.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 슬래그는 산화아연 53 ~ 65 중량%, 산화구리 20 ~ 25 중량%, 탄소 1 ~ 5 중량%, 납 0.1 ~ 1 중량%, 철 0.1 ~ 1 중량%, 주석 0.01 ~ 0.1 중량%, 알루미늄 1 ~ 10 중량%, 니켈 0.01 ~ 1 중량%, 안티모니 0.01 ~ 0.05 중량%, 규소 1 ~ 10 중량%, 망간 0.1 ~ 0.3 중량%를 포함하는 것인 고강도 인조석 제조용 조성물.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 슬래그는 입도가 1 ~ 1,000 μm 인 것인 고강도 인조석 제조용 조성물.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 보론옥사이드계 화합물은 보론트리옥사이드 또는 소듐보레이트의 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 동 및 동합금 슬래그를 이용한 고강도 인조석 제조용 조성물.

청구항 6

슬래그 및 보론옥사이드계 화합물을 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 및

상기 혼합물을 가열하는 단계,

를 포함하며, 상기 슬래그는 동 및 동합금 제련 슬래그인 것인 고강도 인조석의 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 가열온도는 1,000 ~ 1,800℃인 것인 고강도 인조석의 제조방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 혼합물은 슬래그 100 중량부에 대하여, 보론옥사이드계 화합물 25 ~ 30 중량부를 포함하는 것인 고강도 인조석의 제조방법.

청구항 9

제 6항 내지 제 8항에서 선택되는 어느 한 항에 따라 제조된 밀도 2 ~ 5 g/cm^3 , 비커스 경도 450 ~ 600 Hv, 압축

강도 80 ~ 150 MPa인 고강도 인조석.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는 동 및 동합금 스크랩 추출 공정에서 발생하는 산화아연(ZnO)을 주성분으로 하는 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함하는 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이전부터 건축물의 내, 외장재로 주로 사용되어 왔던 자연석을 대체하기 위해 인조석이 개발되어 있는바, 최근에 다양한 인조석이 개발되어서 유용하게 사용되고 있다.

[0003] 현재 슬래그를 이용한 인조석의 연구가 활발히 진행되고 있으나, ZnO를 주성분으로 하는 동 및 동합금 슬래그를 이용한 인조석 제조에 관한 사례는 보고된 바가 없다.

[0004] 동 및 동합금 슬래그는 동 및 동합금 스크랩을 재활용하는 과정에서 발생하는 드로스(Dross) 및 분진을 의미한다. 현재 동 및 동합금 제련 슬래그 발생량은 연간 총 16만톤, 5,440억 원의 자원회수 가치가 있다.

[0005] 최근 이러한 동 및 동합금 슬래그의 유용자원을 회수하기 위해 다양한 방법으로 유가금속의 회수를 시도하고 있으나, 현재 경제적인 재활용 기술을 보유한 기업이 거의 없어 대부분 폐기물로 매립되거나 해외로 자원이 유출되고 있는 상황이다.

[0006] 스크랩의 제련 과정에서 발생하는 슬래그는 일반적인 용융방법으로는 용융하기 어려운 난 용해성 원재료로서 산화물, 세라믹, 탄화물, 기타 이물질 등이 포함되어 있어 자원으로서의 재활용에 어려운 문제점이 있다. 이러한 슬래그를 이용하여 인조석을 제조한 사례는 주로 SiO₂, Al₂O₃, CaO를 주성분으로 하는 고로 슬래그와 탈산강 슬래그를 이용한 인조석 제조방법이 한국 공개특허공보 제2001-0017578호, 한국 공개특허공보 제1993-0017830호에 보고된 바 있으나, ZnO를 주성분으로 하는 동 및 동합금 슬래그를 이용한 인조석 제조에 관한 사례는 보고된 바가 없다.

[0007] 이에, 본 출원인은 상기에 언급한 동 및 동합금 슬래그의 자원으로서의 활용을 위해 보론옥사이드계 화합물 첨가를 통해 고강도 인조석을 제조하는 기술을 제공하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제2001-0017578호(2001.03.05)

(특허문헌 0002) 한국 공개특허공보 제1993-0017830호(1995.07.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 동 및 동합금 슬래그의 자원으로서의 재활용을 위해 창안된 것으로서, 고융점의 산화아연이 주성분인 동 및 동합금 제련 슬래그에 보론옥사이드계 화합물 첨가를 함으로써, 낮은 용점의 징크보레이트를 형성하여 슬래그 용융을 통한 고강도 인조석을 제조하는데 그 목적이 있다.

[0010] 본 발명은 동 및 동합금 제련 슬래그에 보론옥사이드계 화합물을 첨가함으로써, 우수한 밀도 및 경도를 갖는 동시에 높은 압축강도를 갖는 고강도 인조석 제조용 조성물 및 그의 제조방법을 제공하데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함하는 고강도 인조석 제조용 조성물에 관한 것이다.

- [0012] 또한, 본 발명은 슬래그 및 보론옥사이드계 화합물을 혼합하여 혼합물을 만드는 단계, 및 상기 혼합물을 가열하는 단계를 포함하는 고강도 인조석의 제조방법에 관한 것이다.
- [0013] 이하는 본 발명의 고강도 인조석 제조용 조성물에 관해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0014] 본 발명은 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함하며, 상기 슬래그는 동 및 동합금 제련 슬래그인 고강도 인조석 제조용 조성물에 관한 것이다.
- [0015] 본 발명의 고강도 인조석 제조용 조성물은 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 포함함으로써, 낮은 용점의 징크보레이트를 형성하는 것에 특징이 있다.
- [0016] 상기 슬래그는 낮은 용점의 징크보레이트를 형성하기 위하여 산화아연이 주성분인 것을 사용하는 것이 바람직하며, 예를 들면, 산화아연 53 ~ 65 중량%, 산화구리 20 ~ 25 중량%, 탄소 1 ~ 5 중량%, 납 0.1 ~ 1 중량%, 철 0.1 ~ 1 중량%, 주석 0.01 ~ 0.1 중량%, 알루미늄 1 ~ 10 중량%, 니켈 0.01 ~ 1 중량%, 안티모니 0.01 ~ 0.05 중량%, 규소 1 ~ 10 중량%, 망간 0.1 ~ 0.3 중량%가 포함된 것을 사용할 수 있지만, 반드시 이에 제한되지는 않는다.
- [0017] 상기 슬래그는 입도가 1 ~ 1,000 μm 인 것을 사용하는 것이 바람직하다. 슬래그의 입도가 1 μm 미만일 경우, 슬래그의 부피가 너무 커지게 되어 한 번에 반응시킬 수 있는 슬래그의 중량이 감소하는 문제가 있으며, 입도가 1,000 μm 를 초과하는 경우 슬래그와 보론옥사이드계 화합물 사이의 반응을 통해 징크보레이트를 형성하는데 있어 공정 시간이 오래 걸릴 뿐 아니라, 슬래그의 용융이 발생하지 않는 문제가 발생할 수 있으므로, 슬래그의 입도는 상기 범위를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0018] 상기 보론옥사이드계 화합물은 산화아연과 반응하여 징크보레이트를 형성할 수 있는 것이면 사용가능하며, 구체적으로 예를 들면, 보론티리옥사이드(B_2O_3) 및 소듐보레이트($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)등으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용할 수 있지만, 반드시 이에 제한되지는 않는다. 그 함량은, 고강도 인조석을 제조하기 위하여 슬래그 100 중량부에 대하여, 25 ~ 30 중량부 사용하는 것이 바람직하다. 상기 보론옥사이드계 화합물이 25 중량부 미만인 경우 슬래그의 용융이 발생하지 않아 인조석을 제조하기 어려울 수 있으며, 30 중량부를 초과하는 경우 징크보레이트가 끓어 넘치는 문제가 발생할 수 있으므로 상기 범위로 사용하는 것이 바람직하다.
- [0019] 이하는 본 발명의 고강도 인조석의 제조방법에 관해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0020] 본 발명의 고강도 인조석의 제조방법은,
- [0021] 슬래그 및 보론옥사이드계 화합물을 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 및 상기 혼합물을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0022] 본 발명은 슬래그에 보론옥사이드계 화합물을 첨가하여 징크보레이트를 형성함으로써, 고용점 산화물인 산화아연의 용융을 가능하게 하여 고강도 인조석을 제조하는 것에 특징이 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은 상기와 같이 혼합물을 제조한 후, 혼합물을 가열하는 방법으로 제조된 고강도 인조석은, 우수한 밀도 및 경도를 갖는 동시에 높은 압축강도를 갖는 것에 특징이 있다.
- [0024] 본 발명의 일예로, 도 2와 같이 알루미늄이나 도가니 바닥에 카본을 깔고, 그 위에 슬래그와 보론옥사이드계 화합물을 혼합한 혼합물을 장입한 후 알루미늄이나 도가니 덮개를 덮어 박스형 전기로에서 실험을 진행 할 수 있지만 반드시 이에 제한되지는 않는다.
- [0025] 상기 카본은 하기 반응식 1과 같은 카본의 연소 반응을 통해 생성된 가스를 환원가스로 사용하여 슬래그와 구리를 분리할 수 있다.
- [0026] [반응식 1]
- [0027] $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$
- [0028] 상기 슬래그와 구리를 분리를 위한 환원 가스는 제한되지는 않지만 구체적으로 예를 들면, 일산화탄소, 수소,

메탄 등의 환원성 가스가 바람직하며, 대기중에서도 가능하다.

[0029] 상기 슬래그는 낮은 용점의 징크보레이트를 형성하기 위하여 산화아연을 주성분으로 하는 것이 바람직하며, 상기 슬래그는 예를 들면, 산화아연 53 ~ 65 중량%, 산화구리 20 ~ 25 중량%, 탄소 1 ~ 5 중량%, 납 0.1 ~ 1 중량%, 철 0.1 ~ 1 중량%, 주석 0.01 ~ 0.1 중량%, 알루미늄 1 ~ 10 중량%, 니켈 0.01 ~ 1 중량%, 안티모니 0.01 ~ 0.05 중량%, 규소 1 ~ 10 중량%, 망간 0.1 ~ 0.3 중량%가 포함된 것을 사용할 수 있다.

[0030] 상기 가열은 고온의 환원 분위기에서 진행하여 징크보레이트를 형성할 수 있으며, 보다 구체적으로는, 슬래그의 용융을 통해 고강도의 인조석을 제조하기 위하여 1,000 ~ 1,800℃의 온도의 환원 분위기에서 반응시킬 수 있다.

[0031] 상기 보론옥사이드계 화합물은 산화아연과 반응하여 징크 보레이트를 형성할 수 있는 것이라면 사용가능하며, 구체적으로 예를 들면, 보론트리옥사이드(B_2O_3) 및 소듐보레이트($Na_2B_4O_7$)등으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 사용할 수 있지만, 반드시 이에 제한되지는 않는다. 그 함량은, 고강도 인조석을 제조하기 위하여 슬래그 100 중량부에 대하여, 25 ~ 30 중량부 사용하는 것이 바람직하다. 상기 보론옥사이드계 화합물이 25 중량부 미만인 경우 슬래그의 용융이 발생하지 않아 인조석을 제조하기 어려울 수 있으며, 30 중량부를 초과하는 경우 징크보레이트가 끊어 넘치는 문제가 발생할 수 있으므로 상기 범위로 사용하는 것이 바람직하다.

[0032] 본 발명에서 상기 방법으로 고강도 인조석을 제조하는 경우, 고강도 인조석은 밀도 2 ~ 5 g/cm³, 비커스 경도 450 ~ 600 Hv, 압축강도 80 ~ 150 MPa의 물성을 갖는다.

발명의 효과

[0033] 본 발명은 슬래그에 보론옥사이드계 화합물을 첨가하여 낮은 용점의 징크보레이트를 형성함으로써, 고강도 인조석을 제조할 수 있으며, 이를 통해 폐기되거나 해외로 유출되는 동 및 동합금 제련 슬래그의 재사용이 가능하다.

[0034] 또한, 본 발명의 제조된 고강도 인조석은 우수한 밀도 및 경도를 갖는 동시에 높은 압축강도를 갖는다.

[0035] 또한, 슬래그와 보론옥사이드계 화합물로부터 제조된 고강도 인조석은 기존 석재보다 우수한 밀도, 경도 및 압축강도를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 동 및 동합금 제련 슬래그의 XRD 분석 결과이다.

도 2는 보론옥사이드계 화합물 첨가를 통한 인조석 제조를 위한 실험 모식도이다.

도 3은 보론트리옥사이드(B_2O_3) 첨가량에 따른 인조석의 형성 결과를 나타낸 사진이다.

도 4는 본 발명의 실시예 5의 방법으로 제조된 인조석이다.

도 5는 내화학 실험 전 및 후의 고강도 인조석 표면 변화를 분석한 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다. 또한 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성 요소들을 나타낸다.

[0038] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0039] 이하는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여, 일예를 들어 설명하는 바, 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 본 발명은 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 동 및 동합금 스크랩 처리업체에서 동 및 동합금 슬래그를 포집하여 실험을 실시하였다.

[0041] 이하 물성은 하기의 방법으로 측정하였다.

[0042] 1) 자동원소분석

[0043] 탄소 분석은 자동원소 분석기(제조사: Thermo Fisher Scientific, 모델명 : Flash EA 1112 series)를 사용하여 분석을 하였다. 분석 방법은 20 mg의 시료를 1800℃에서 연소시키며, 연소된 시료는 반응관에서 환원되어 GC 칼럼을 통과하면서 TCD 검출기에 의해 검출된다.

[0044] 2) ICP-AES

[0045] 슬래그의 성분분석은 ICP-AES(제조사: Perkin-Elmer, 모델명:OPTIMA 7300DV)를 이용하여 분석을 실시하였다. ICP-AES 용액은 슬래그를 HCl : HNO₃ : HF = 1 : 3 : 1로 혼합한 용액에 녹여 분석을 실시하였다.

[0046] 3) XRD

[0047] 슬래그의 상(phase)분석은 XRD 분석기(제조사 : Siemens, 모델명 : D-5000)를 이용하여 분석을 통해 실시하였다. 분석 범위는 2θ = 20 ~ 80° 로 측정하였다.

[0048]

[0049] 4) 내화학성실험

[0050] 본 발명에 따른 인조석의 내화학성 실험은 상온의 물, 100℃의 끓는 물, 에탄올, pH 5.6 용액, 아세톤, 35% 염수에서 각각 14일 동안 침지시킨 후, 반응 전 후의 무게 변화 및 표면 변화를 분석하였다.

[0051] - 내화학성 실험결과

[0052] ◎ : 우수

[0053] ○ : 양호

[0054] △ : 보통

[0055] × : 불량

[0056] 으로 표시하였다.

[0057] [실시예 1]

[0058] 도 2와 같이 알루미늄 도가니 바닥(지름 140 mm, 높이 120 mm)에 카본(신성 카본)50 g을 깔았다.

[0059] 하기 표 1의 화학 조성비를 가지는 동 및 동합금 슬래그 100 중량부와 보론트리옥사이드(삼전화학) 5 중량부를 혼합한 혼합물을 알루미늄 도가니(지름 42 mm, 높이 80 mm)에 장입하였다.

[0060] [표 1] 화학 조성비

C	CuO	Pb	Fe	Sn	Al	Ni	ZnO	Sb	Si	Mn
2.04	21.19	0.86	0.62	0.06	3.53	0.08	58.08	0.01	2.16	0.15

[0061]

[0062] 이후 알루미늄 도가니 덮개를 덮은 후 박스형 전기로에서 실험을 진행하였다. 전기로의 승온 속도는 5℃/분으로 실험을 진행하였으며, 충분한 슬래그의 용융 및 징크보레이트 형성을 위하여 1,200℃에서 두 시간 유지하였다. 실험이후 전기로 내에서 냉각을 하여 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.

- [0063] [실시예 2]
- [0064] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 10 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0065] [실시예 3]
- [0066] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 15 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0067] [실시예 4]
- [0068] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 20 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0069] [실시예 5]
- [0070] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 25 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0071] [실시예 6]
- [0072] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 30 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0073] [실시예 7]
- [0074] 상기 실시예 1에서 보론트리옥사이드를 50 중량부 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.
- [0075] [비교예 1]
- [0076] 도 2와 같이 알루미늄 도가니 바닥(지름 140 mm, 높이 120 mm)에 카본(신성 카본)50 g을 깔았다.
- [0077] 하기 표 1의 화학 조성비를 가지는 동 및 동합금 슬래그 100 중량부를 알루미늄 도가니(지름 42 mm, 높이 80 mm)에 장입하였다.
- [0078] [표 1] 화학 조성비
- | C | CuO | Pb | Fe | Sn | Al | Ni | ZnO | Sb | Si | Mn |
|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 2.04 | 21.19 | 0.86 | 0.62 | 0.06 | 3.53 | 0.08 | 58.08 | 0.01 | 2.16 | 0.15 |
- [0079]
- [0080] 이후 알루미늄 도가니 덮개를 덮은 후 박스형 전기로에서 실험을 진행하였다. 전기로의 승온 속도는 5℃/분으로 실험을 진행하였으며, 1,200℃에서 두 시간 유지하였다. 실험이후 전기로 내에서 냉각을 하여 인조석을 제조하였으며, 물성 측정값을 표 2에 나타내었다.

[표 2]

	내화학성실험						밀도 (g/cm ³)	경도 (Hv)	압축강도 (MPa)
	물 25℃	물 100℃	에탄올	아세톤	염수 35 %	산성비 pH 5.7			
실시예 1	◎	×	◎	◎	○	×	2.753	112.8	52.4
실시예 2	◎	△	◎	◎	○	×	2.845	135.4	60.8
실시예 3	◎	○	◎	◎	○	△	3.068	200.8	82.5
실시예 4	◎	○	◎	◎	○	○	3.162	462.8	102.5
실시예 5	◎	○	◎	◎	○	○	3.267	524.4	111.9
실시예 6	◎	○	◎	◎	○	○	3.421	530.4	112.4
실시예 7	◎	○	◎	◎	○	×	3.438	532.6	112.9
비교예 1	◎	×	◎	◎	○	×	2.724	100.4	28.9

상기 표 2에서, 본 발명에서 제조된 인조석의 내화학성 실험 결과는 상온의 물, 100℃의 끓는 물, 에탄올, pH 5.6 용액, 아세톤 및 35% 염수에 대해 우수한 내화학성을 나타내었으며, 14일간의 반응 실험을 통해 100℃의 끓는 물에서 가장 큰 무게 변화가 나타났지만 무게 감소량은 0.1 중량%에 불과하여, 본 발명의 고강도 인조석은 우수한 내화학성을 나타내는 것을 확인하였다.

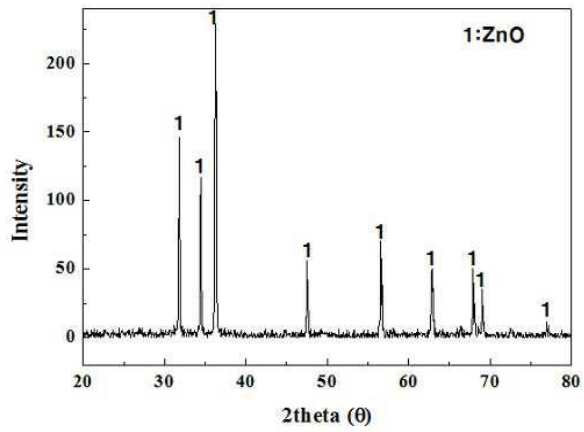
본 발명의 도 3은 보론트리옥사이드 첨가량에 따른 인조석의 형성 여부 결과를 나타낸다. a)는 보론트리옥사이드를 첨가하지 않은 비교예 1로 슬래그의 용융이 완벽하게 발생하지 않은 것을 확인하였다. b) 내지 e)는 보론트리옥사이드를 5 내지 20 중량부 첨가한 결과를 나타낸 것으로, 슬래그의 완벽한 용융이 발생하지 않아 인조석이 형성되지 않은 것을 확인하였다. 반면, f)는 보론트리옥사이드를 25중량부 첨가한 실시예 5, g)는 보론트리옥사이드를 30 중량부 첨가한 실시예 6으로 슬래그와 보론트리옥사이드의 반응으로 징크보레이트가 형성됨으로써, 산화아연의 완벽한 용융이 발생하여, 고강도 인조석이 제조되는 것을 확인 할 수 있었으며, 또한, 인조석과 구리의 밀도 차로 인해 환원된 구리와 슬래그의 분리가 가능한 것을 확인할 수 있었다.

본 발명의 도 5는 내화학 실험 전 및 후의 인조석 표면을 SEM으로 분석한 결과로서 100℃의 끓는 물을 제외하고는 큰 변화가 관찰되지 않았다. a)는 제조된 고강도 인조석의 표면 사진이며, b)는 상온의 물에서 반응 후 사진이며, c)는 100℃의 끓는 물에서 반응 후 사진이며, d)는 에탄올에서 반응 후 사진이며, e)는 pH 5.6의 용액에서 반응 후 사진이며, f)는 아세톤에서 반응 후 사진이며, g)는 35% 염수에서 반응 후 사진으로 내화학 실험 전 및 후의 인조석은 100℃의 끓는 물을 제외하고는 큰 변화가 없는 것을 확인하였다.

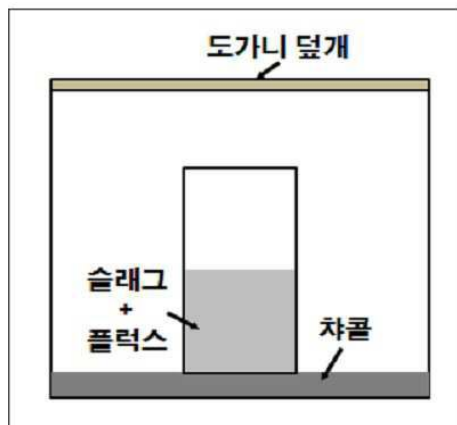
또한, 본 발명의 실시예 5로부터 제조된 고강도 인조석의 밀도, 경도 및 압축강도는 각각 3.267 g/cm³, 524.4 Hv, 111.9 MPa이며, 기존의 대리석의 밀도, 경도 및 압축강도는 2.37 g/cm³, 320 Hv, 68.9 MPa로 본 발명으로부터 제조된 고강도 인조석은 기존의 대리석보다 우수한 물리적 특성을 갖는 것을 확인하였다.

도면

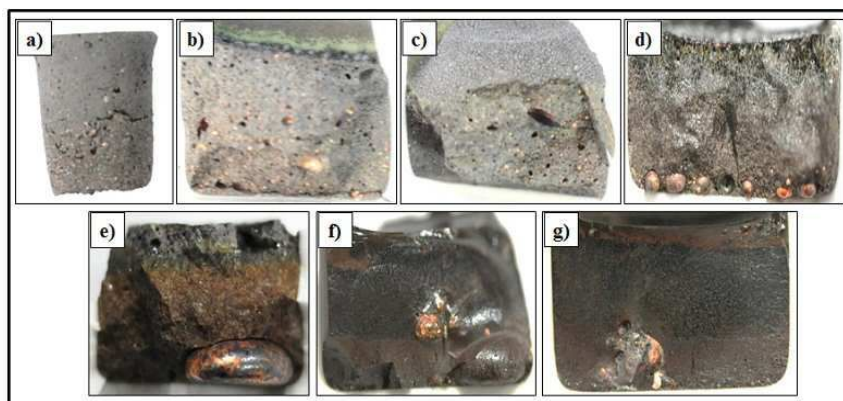
도면1



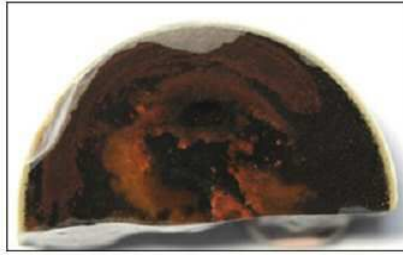
도면2



도면3



도면4



도면5

