



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월29일
(11) 등록번호 10-1515572
(24) 등록일자 2015년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22C 9/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B22C 9/108 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0009546

(22) 출원일자 2015년01월20일

심사청구일자 2015년01월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090011520 A

JP07155900 A

KR101199111 B1

(73) 특허권자

주식회사 디알엑시온

부산광역시 기장군 정관면 농공길 2-127

한국생산기술연구원

충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89

(72) 발명자

박정욱

울산광역시 울주군 청량면 삼정로 92, 107동 704호 (쌍용하나빌리지아파트)

김우천

부산광역시 기장군 정관면 정관4로 23, 103동 403호 (정관신도시 휴먼시아1단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김성현

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 장창국

(54) 발명의 명칭 무기 바인더를 이용한 중자 및 구조물의 제조방법

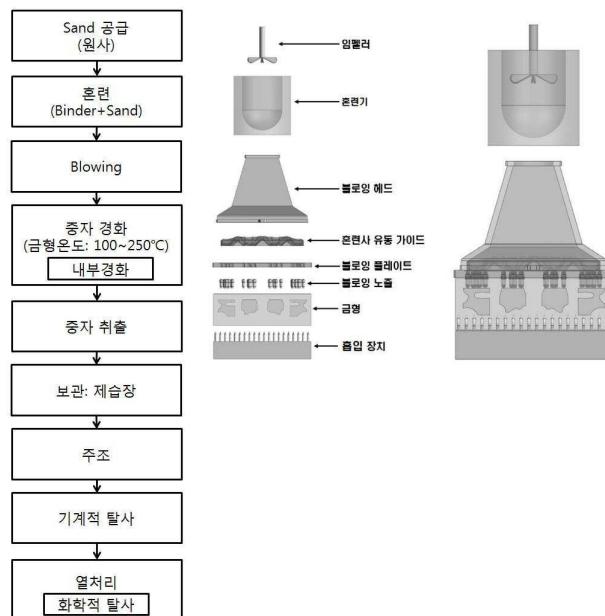
(57) 요약

본 발명은, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법과 이로부터 제조된 중자, 무기바인더를 이용한 중자로 구조물을 제조하는 방법과 이로부터 제조된 구조물 및 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템에 관한 것이다.

보다 구체적으로는, 본 발명에 따르면 혼련기로 주물사 원사를 공급하는, 원사공급 단계; 혼련기에서 상기 주물

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



사 원사와, 물유리를 포함하는 액상의 무기 바인더를 혼합 및 혼련하여 혼련사를 제조하는, 혼련 단계; 상기 혼련기로부터 상기 혼련사를 혼련사 호퍼로 이송하는, 배사 단계; 상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 상기 혼련사를 보급하는, 사보급 단계; 상기 블로잉 헤드 내로 보급된 혼련사를 중자 금형 내부에 붙여넣는, 블로잉 단계; 상기 중자 금형 내부를 배기시켜 감압하는, 배기단계; 상기 중자 금형을 예열한 후, 상기 블로잉 된 중자 내부를 경화 및 소성하는, 경화단계; 및 상기 중자 금형을 분리하여, 상기 경화된 중자를 취출하는, 취출단계;를 포함하고, 상기 무기 바인더는 물유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법이 개시된다.

(72) 발명자

권기명

부산광역시 기장군 정관면 정관4로 23, 106동 506호 (정관신도시 휴먼시아1단지)

이만식

경상남도 양산시 동면 계석로 10, 극동아파트 6-1607

김명환

경상남도 양산시 양주로 97, 106동 705호 (남부동, 쌍용아파트)

배민아

대구광역시 남구 현충로46길 68 (대명동)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

혼련기로 주물사 원사를 공급하는, 원사공급 단계;

혼련기에서 상기 주물사 원사와, 물유리를 포함하는 액상의 무기 바인더를 혼합 및 혼련하여 혼련사를 제조하는, 혼련 단계;

상기 혼련기로부터 상기 혼련사를 혼련사 호퍼로 이송하는, 배사 단계;

상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 상기 혼련사를 보급하는, 사보급 단계;

상기 블로잉 헤드 내로 보급된 혼련사를 중자 금형 내부에 붙여넣는, 블로잉 단계;

상기 중자 금형 내부를 배기시켜 감압하는, 배기단계;

상기 중자 금형을 예열한 후, 상기 블로잉 된 중자 내부를 경화 및 소성하는, 경화단계; 및

상기 중자 금형을 분리하여, 상기 경화된 중자를 취출하는, 취출단계;를 포함하고,

상기 무기 바인더는 물유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기 규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 무기 바인더는 주물사 원사에 대해 1~6 중량%로 혼합되는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 Li계 내수성 첨가제는 리튬카보네이트, 리튬실리케이트, 리튬하이드록사이드, 리튬설페이트, 리튬브로마이드 및 리튬아세테이트 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 유기규소화합물은 메틸트리에톡시실란, 소듐메틸실리코네이트, 메틸트리메톡시실란, 포타슘메틸실리코네이트, 부틸트리메톡시실란 및 비닐트리메톡시실란 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 소착방지 첨가제는 단당류, 다당류 및 이당류 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 원사공급 단계는,

주물사 원사 보관용 상부 호퍼로부터 설정된 용량으로 계량하여 사계량 하부 호퍼로 원사를 공급하는 단계; 및 상기 사계량 하부 호퍼에서 혼련기로 원사를 공급하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 혼련 단계는,

상기 사계량 하부호퍼로부터 혼련기로 상기 주물사 원사를 공급받아 10~60초간 원사를 혼련하는 단계; 및 바인더 공급장치로부터 상기 혼련기로 무기 바인더를 더 공급받아 30~120초간 혼련하여 혼련사를 제조하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 사보급 단계는,

상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하고, 상기 보급된 혼련사는 블로잉 헤드 내부 하단에 위치한 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)에 의하여 블로잉 노즐 플레이트 상단으로 혼련사를 분배하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법에 의하여 제조되는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용하여 제조된 중자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 중자는 절대습도 20~30g/m³의 환경 조건에서 3시간 노출시 초기 강도 대비 60% 이상의 강도를 나타내는 것을 특징으로 하는, 무기바인더를 이용하여 제조된 중자.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 중자의 초기강도는 150 N/cm² 이상인 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용하여 제조된 중자.

청구항 12

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항의 방법으로 제조되는 무기바인더를 이용한 중자를 보관하는 단계;

상기 보관된 중자를 이용하여 소정 재질의 용탕을 소정 형상의 주형에 부어 제품을 제조하는 주조단계;

상기 주조단계에서 사용된 중자를 제거하는 기계적 탈사 단계; 및

상기 탈사된 제품의 물 담금질(water quenching) 공정을 포함하여 열처리하는, 열처리 단계;를 포함하고,

상기 열처리 단계 중 물 담금질 공정시 화학적 분해액을 첨가하여 상기 기계적 탈사 후 중자에 잔존하는 무기바인더를 분해하는, 화학적 탈사가 이루어지는 것을 특징으로 하는, 무기바인더를 이용한 중자로 주조품을 제조하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 화학적 분해액은 소듐 실리케이트, 소듐 메타 실리케이트를 포함하는 실리케이트 용액 또는 소듐 포스페이

트, 디소듐 포스페이트를 포함하는 포스페이트 용액인 것을 특징으로 하는, 무기바인더를 이용한 중자로 주조품을 제조하는 방법.

청구항 14

제 12 항의 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는, 주조품.

청구항 15

주물사 원사를 보관하는 상부 호퍼;

상기 상부 호퍼의 하부에 연결되어, 상기 상부 호퍼로부터 주물사 원사를 공급받아 설정된 용량으로 계량하여 혼련기로 공급하는 사계량 하부 호퍼;

보관된 무기 바인더를 설정된 용량으로 혼련기로 공급하는, 무기 바인더 공급장치;

상기 사계량 하부 호퍼 및 상기 혼련기와 연결되어, 상기 사계량 하부 호퍼로부터 공급받은 주물사 원사와 상기 무기 바인더 공급장치로부터 공급받은 무기 바인더를 혼합 및 혼련하는 혼련기;

상기 혼련기로부터 혼련사를 공급받아 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하는 혼련사 호퍼;

상기 혼련사 호퍼의 하부에 위치하여, 상기 혼련사 호퍼로부터 혼련사를 보급받아 중자 금형 내부로 붙어넣는 블로잉 헤드;

상기 블로잉 헤드로부터 블로잉 된 혼련사를 경화 및 소성시키는 중자 금형을 포함하고,

상기 무기 바인더는 몰유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기 규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 블로잉 헤드는 내부 하단에 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)를 구비하고, 상기 혼련사 유동 가이드 하단에 블로잉 노즐이 구비된 블로잉 노즐 플레이트를 더 구비하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법과 이로부터 제조된 중자, 무기바인더를 이용한 중자로 주조품을 제조하는 방법과 이로부터 제조된 주조품 및 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라 주물 주조 산업은 조선, 자동차부품, 산업기계, 공작기계 등 모든 산업에 공헌해온 바는 매우 크다. 주물 주조 산업은 국가 산업발전에 없어서는 안 될 중요한 뿌리산업이지만, 현재 주물 주조 산업을 둘러싼 환경문제, 원부자재의 가격변동, 정책, 인력부족 등 그 주변 환경은 그리 좋지 않다. 무엇보다 환경문제는 주물 주조 산업이 해결해야 하는 우선 목표로 설정되고 있다. 현재 주조산업 현장에서는 금속의 용해, 중자 제조, 주조 공정에서 발생하는 환경오염 물질의 배출을 차단하기 위하여 주조현장의 환경오염을 개선하고 있으나 Muskle 법, 교토의정서 등에 의해 지구온난화 가스 배출 규제를 받고 있기에 근원적인 오염물질의 배출을 없앨 수 있는 방안과 에너지 저감 및 작업환경 개선, 제조현장 녹색화 기술방안이 절실히 필요하다.

[0003] 일반적으로, 주조산업에서 사용되는 중자(Core)는 모래(Sand)와 유기 바인더(Organic binder)를 혼합하여 중자기와 금형을 사용하여 경화시켜 생산한다. 도 1은 이러한 종래 유기 바인더를 이용하여 중자 및 주조품을 제조하는 공정을 흐름도로 나타낸 것이다.

[0004] 그러나, 도 1에 나타낸 바와 같이, 유기바인더를 이용하여 중자를 제조할 경우, 유기바인더에 의한 환경오염의

문제와, 단지 히터를 이용한 경화공정을 진행함에 따라 에너지 소모가 많고, 이에 따라 금형의 수명이 짧다는 문제점이 있어 왔다. 또한, 유기바인더를 이용하여 제조된 증자로 주조를 시행하는 경우, 주조시 발생하는 증자가스로 인해 주조품의 품질 저하, 금형의 수명 감소, 환경 오염 등의 문제가 있다.

[0005] 이에, 주조품의 품질 향상, 가격 경쟁력 확보, 환경규제의 강화 요청에 따라 기존의 유기바인더를 대체하는 새로운 바인더의 개발 필요성이 대두되어, 현재 고품질, 저비용, 친환경 물질인 무기 바인더(Inorganic binder)를 개발하고자 하는 연구가 진행되고 있다.

[0006] 그러나 무기 바인더를 이용하여 증자를 제조하는 경우, 저온에서 경화가 가능하고 유해물질을 수반하지 않기 때문에 작업 환경이 양호하며 증자제조 및 주조 공정에서 가스 발생량이 적어 주조 결함이 감소할 뿐 아니라, 이와 관련 된 환경 오염방지 시설의 설치가 필요하지 않아 생산비용이 저감되도록 할 수 있으나, 상기 무기 바인더는 흡습성 및 소착 현상으로 인해 증자의 품질을 저하시키는 문제가 있다.

[0007] 이에, 본 발명자는 상기와 같은 점에 기술적 요구를 해결하기 위하여 노력한 끝에, 공정을 개선하고, 내수성, 강도, 주조성 등 물성이 향상된 무기 바인더를 이용하여 흡습성 및 소착 현상을 개선한 증자 및 주조품을 제조하는 방법을 개발하여 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명은 무기 바인더를 이용한 증자의 제조방법을 제공하는 것을 기술적 해결과제로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 상기 제조방법에 의해 제조된 증자를 제공하는 것을 다른 해결과제로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 상기 무기바인더를 이용한 증자로 주조품을 제조하는 방법을 제공하는 것을 또다른 해결과제로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 무기바인더를 이용한 증자로 주조품을 제조하는 방법으로 제조된 주조품을 제공하는 것을 또다른 해결과제로 한다.

[0012] 또한 본 발명은, 무기 바인더를 이용한 증자의 제조시스템을 제공하는 것을 또다른 해결과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 측면에 따르면,

[0014] 혼련기로 주물사 원사를 공급하는, 원사공급 단계;

[0015] 혼련기에서 상기 주물사 원사와, 물유리를 포함하는 액상의 무기 바인더를 혼합 및 혼련하여 혼련사를 제조하는, 혼련 단계;

[0016] 상기 혼련기로부터 상기 혼련사를 혼련사 호퍼로 이송하는, 배사 단계;

[0017] 상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 상기 혼련사를 보급하는, 사보급 단계;

[0018] 상기 블로잉 헤드 내로 보급된 혼련사를 증자 금형 내부에 붙여넣는, 블로잉 단계;

[0019] 상기 증자 금형 내부를 배기시켜 감압하는, 배기단계;

[0020] 상기 증자 금형을 예열한 후, 상기 블로잉 된 증자 내부를 경화 및 소성하는, 경화단계; 및

[0021] 상기 증자 금형을 분리하여, 상기 경화된 증자를 취출하는, 취출단계;를 포함하고,

[0022] 상기 무기 바인더는 물유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기 규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이

용한 중자의 제조방법을 제공한다.

- [0023] 바람직하게는 상기 무기 바인더는 주물사 원사에 대해 1~6 중량%로 혼합되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한 바람직하게는, 상기 Li계 내수성 첨가제는 리튬카보네이트, 리튬실리케이트, 리튬하이드록사이드, 리튬셀 페이트, 리튬브로마이드 및 리튬아세테이트 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한 바람직하게는, 상기 유기구조화합물은 메틸트리에톡시실란, 소듐메틸실리코네이트, 메틸트리메톡시실란, 포타슘메틸실리코네이트, 부틸트리메톡시실란 및 비닐트리메톡시실란 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한 바람직하게는, 상기 소착방지 첨가제는 단당류, 다당류 및 이당류 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한 바람직하게는, 상기 원사공급 단계는, 주물사 원사 보관용 상부 호퍼로부터 설정된 용량으로 계량하여 사 계량 하부 호퍼로 원사를 공급하는 단계; 및 상기 사계량 하부 호퍼에서 혼련기로 원사를 공급하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한 바람직하게는, 상기 혼련 단계는, 상기 사계량 하부 호퍼로부터 혼련기로 상기 주물사 원사를 공급받아 10~60초간 원사를 혼련하는 단계; 및 바인더 공급장치로부터 상기 혼련기로 무기 바인더를 더 공급받아 30~120 초간 혼련하여 혼련사를 제조하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한 바람직하게는, 상기 사보급 단계는, 상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하고, 상기 보급된 혼련사는 블로잉 헤드 내부 하단에 위치한 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)에 의하여 블로잉 노즐 플레이트 상단으로 혼련사를 분배하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한 바람직하게는, 상기 경화 단계는, 상기 중자 금형을 100~200℃로 예열하는 단계; 및 상기 블로잉 된 중자 내부를 경화 및 소성하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제2 측면에 따르면, 상기 중자의 제조방법에 의해 제조된, 무기 바인더를 이용하여 제조된 중자를 제공한다.
- [0032] 바람직하게는, 상기 중자는 절대습도 20~30g/m³의 환경 조건에서 3시간 노출시 초기 항절강도 대비 60% 이상의 항절강도를 나타내는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 더욱 바람직하게는 상기 중자의 초기 항절강도는 150 N/cm² 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0034] 또한, 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제3 측면에 따르면,
- [0035] 상기 중자의 제조방법으로 제조되는 무기바인더를 이용한 중자를 보관하는 단계;
- [0036] 상기 보관된 중자를 이용하여 소정 재질의 용탕을 소정 형상의 주형에 부어 제품을 제조하는 주조단계;
- [0037] 상기 주조단계에서 사용된 중자를 제거하는 기계적 탈사 단계; 및
- [0038] 상기 탈사된 제품의 물 담금질(water quenching) 공정을 포함하여 열처리하는, 열처리 단계;를 포함하고,
- [0039] 상기 열처리 단계 중 물 담금질 공정시 화학적 분해액을 첨가하여 상기 기계적 탈사 후 중자에 잔존하는 무기바인더를 분해하는, 화학적 탈사가 이루어지는 것을 특징으로 하는, 무기바인더를 이용한 중자로 주조품을 제조하는 방법이 제공된다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 화학적 분해액은 소듐 실리케이트, 소듐 메타 실리케이트를 포함하는 실리케이트 용액 또는 소듐 포스페이트, 디소듐 포스페이트를 포함하는 포스페이트 용액인 것을 특징으로 한다.
- [0041] 또한, 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제4 측면에 따르면, 상기 무기바인더를 이용한 중자로 주조품을 제조하는 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 주조품이 제공된다.

- [0042] 또한, 상기 다른 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제5 측면에 따르면,
- [0043] 주물사 원사를 보관하는 상부 호퍼;
- [0044] 상기 상부 호퍼의 하부에 연결되어, 상기 상부 호퍼로부터 주물사 원사를 공급받아 설정된 용량으로 계량하여 혼련기로 공급하는 사계량 하부 호퍼;
- [0045] 보관된 무기 바인더를 설정된 용량으로 혼련기로 공급하는, 무기 바인더 공급장치;
- [0046] 상기 사계량 하부 호퍼 및 상기 혼련기와 연결되어, 상기 사계량 하부 호퍼로부터 공급받은 주물사 원사와 상기 무기 바인더 공급장치로부터 공급받은 무기 바인더를 혼합 및 혼련하는 혼련기;
- [0047] 상기 혼련기로부터 혼련사를 공급받아 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하는 혼련사 호퍼;
- [0048] 상기 혼련사 호퍼의 하부에 위치하여, 상기 혼련사 호퍼로부터 혼련사를 보급받아 중자 금형 내부로 붙여넣는 블로잉 헤드;
- [0049] 상기 블로잉 헤드로부터 블로잉 된 혼련사를 경화 및 소성시키는 중자 금형을 포함하고,
- [0050] 상기 무기 바인더는 몰유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기 규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템이 제공된다.
- [0051] 바람직하게는, 상기 블로잉 헤드는 내부 하단에 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)를 구비하고, 상기 혼련사 유동 가이드 하단에 블로잉 노즐이 구비된 블로잉 노즐 플레이트를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0052] 상기 본 발명인 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법에 의하면, 주조 작업이 용이함은 물론, 상기 주조 작업에 의해 제조된 주조품의 탈사가 용이하고 소착 현상이 나타나지 않게 되는 효과가 있다.
- [0053] 또한, 본 발명인 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법에 의해 제조된 주조품은 우수한 표면품질 및 조형성을 나타냄은 물론, 향상된 강도 및 충전성을 나타낼 수 있다.
- [0054] 또한 본 발명에 따르면, 저온에서 경화가 가능하고 유해물질을 수반하지 않기 때문에 작업 환경이 양호하며 중자제조 및 주조 공정에서 가스 발생량이 적어 주조 결합이 감소할 뿐 아니라, 이와 관련된 환경 오염방지 시설의 설치가 필요하지 않아 생산비용이 저감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0055] 도 1은 종래 기술에 따른 유기바인더를 이용한 중자 및 주조품의 제조공정을 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 무기 바인더를 이용한 중자 및 주조품의 제조공정을 모식화하여 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 바인더를 이용한 중자의 제조를 위한 설비 구성을 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 무기 바인더를 이용한 중자의 강도 및 조형성 평가결과를 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 무기 바인더를 이용한 중자의 경화 후 경과시간에 따른 항절강도 및 강제 흡습 경과시간에 따른 항절강도를 나타낸 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 무기 바인더를 이용한 중자의 형상 및 표면품질 결과를 나타낸 것이다.
- 도 9은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 무기 바인더를 이용한 중자의 탈사 및 소착 평가결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0056] 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0057] 도 2는 본 발명에 따른 무기 바인더를 이용한 중자 및 주조품의 제조공정을 모식화하여 나타낸 것이다.
- [0058] 도 2를 참고하면, 본 발명은 무기 바인더와 주물사 원사를 혼합하고, 금형 열을 이용함으로써, 무기 바인더를 이용하여 중자를 제조하게 되고, 제조된 중자는 주조품의 제조시 기계적 탈사 뿐만 아니라, 열처리시 화학적 탈사를 거치도록 함으로써 중자를 완벽하게 제거하여 주조품을 제조하게 된다.
- [0059] 구체적으로, 본 발명의 무기 바인더를 이용한 중자의 제조방법은,
- [0060] 혼련기로 주물사 원사를 공급하는, 원사공급 단계; 혼련기에서 상기 주물사 원사와, 물유리를 포함하는 액상의 무기 바인더를 혼합 및 혼련하여 혼련사를 제조하는, 혼련 단계; 상기 혼련기로부터 상기 혼련사를 혼련사 호퍼로 이송하는, 배사 단계; 상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 상기 혼련사를 보급하는, 사보급 단계; 상기 블로잉 헤드 내로 보급된 혼련사를 중자 금형 내부에 붙여넣는, 블로잉 단계; 상기 중자 금형 내부를 베기시켜 감압하는, 베기단계; 상기 중자 금형을 예열한 후, 상기 블로잉 된 중자 내부를 경화 및 소성하는, 경화단계; 및 상기 중자 금형을 분리하여, 상기 경화된 중자를 취출하는, 취출단계; 를 포함하고, 상기 무기 바인더는 물유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함한다.
- [0061] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 바인더를 이용한 중자의 제조를 위한 설비 구성을 나타낸 것으로, 이를 참고하여 단계를 나누어 구체적으로 설명한다.
- [0062] 먼저, 원사의 공급단계는 혼련기로 주물사 원사를 공급하는 단계로, 도 3에 나타낸 바와 같이, 설비 최상단부에 있는 주물사 원사 보관용 상부호퍼가 구비되며, 상기 상부호퍼에서 설정된 용량으로 계량하여 사계량 하부호퍼로 원사가 공급되어, 사계량 하부호퍼에서 혼련기로 원사를 공급하게 된다.
- [0063] 이 때, 상기 상부 호퍼의 맨 윗면에는 원사에 혼입되어 있을 수 있는 이물질 제거를 위한 거름망이 설치될 수 있고, 바람직하게는 AFS 20 이상의 메시 거름망이 설치되도록 한다.
- [0064] 또한, 상기 상부 호퍼 내부에는 주물사 원사의 넘침 방지를 위한 상부 레벨센서, 하부에는 주물사 원사의 부족을 감지하는 하부 레벨센서로 구성된다.
- [0065] 또한 상기 사계량 하부호퍼는, 설정된 용량으로 혼련기로 원사를 공급받기 위한 사계량 버튼이 구비되고, 원하는 원사의 용량을 선택할 수 있도록 프로그래밍 되어있다. 따라서 사계량 버튼을 눌러 작동하게 되면 원사 보급 용량에 따라 약 20~60초 가량의 시간이 소요되며, 상기 사계량 하부호퍼 내부에 있는 계량 파이프를 통해 20~70kg의 원사를 공급받게 된다. 원사 보급 후 혼련기로 원사를 공급하기 위한 게이트가 하부에 장착되어 있으며 하부게이트 온/오프 버튼을 구비되어, 하부 게이트의 개폐를 조절하여 혼련기로 원사가 공급된다.
- [0066] 다음으로, 혼련 단계는, 혼련기에서 상기 주물사 원사와 물유리를 포함하는 액상의 무기 바인더를 혼련하여 혼련사를 제조하는 단계이다.
- [0067] 구체적으로, 상기 혼련기는, 혼련기와, 상기 혼련기로 무기 바인더를 공급할 수 있는 무기 바인더 공급 장치를 구비하고, 상기 혼련기는 무기 바인더 공급 온/오프 버튼, 원사 및 무기 바인더를 담아 혼련할 수 있는 혼련용기, 무기 바인더와 원사를 고루 섞어주기 위한 임펠러, 임펠러를 돌려주는 모터, 모터의 구동 정지를 컨트롤 할 수 있는 온/오프 버튼, 혼련기의 RPM를 조절할 수 있는 볼륨게이지로 구성되어 있다.
- [0068] 또한, 상기 무기 바인더 공급 장치에는 정량 공급을 위한 정량 토출 모터가 설치되어 있으며 배관 내 무기 바인더의 정지로 인한 굳어짐 방지를 위해 배관순환 시스템을 구축할 수 있다. 또한 상기 무기 바인더 공급 장치는 원사와 무기 바인더의 함량 및 특성에 따라 혼련 시간과 속도조절이 가능하도록 프로그래밍 및 RPM 조절 다이얼이 구축되어 있다.

- [0069] 또한 상기 혼련기의 상부에는 원사 및 무기 바인더를 보급할 수 있는 게이트를 가지고 있고, 혼련기 내부의 청소와 내부 확인을 위하여 개/폐 형식의 뚜껑이 설치되어 있으며, 혼련기 측면에는 제조된 혼련사를 혼련사 호퍼로 공급하기 위한 혼련사 배사 게이트가 장착되어 있으며, 배사 온/오프 버튼을 구비하고 있다.
- [0070] 이 때, 배사 게이트 하부에는 제조된 혼련사를 혼련사 호퍼로 공급할 때 혼련사가 외부에 노출되거나 유출 되지 않도록 이동 통로를 만들어 준다. 이하에서 이를 '배사슈트'라 한다. 상기 배사슈트 하부에는 배사 시 혼련사가 정체되지 않고 보급될 수 있도록 바이브레이터(진동기)가 설치되어 있으며, 배사 ON 버튼을 누르고 있는 동안만 작동하며 연속(자동) 동작 시 바이브레이터 시간을 설정할 수 있도록 프로그래밍 된다.
- [0071] 이러한 혼련기를 이용한 혼련 단계에서는, 먼저, 혼련기가 60~150 RPM으로 회전하고, 혼련 시 먼저 사계량 하부 호퍼 게이트가 열리고 혼련기로 원사가 보급되고 동시에 임펠러가 회전한다. 바람직하게는 10~60초간 원사가 골고루 퍼지도록 1차 혼련을 한다. 다음으로, 상기 1차 혼련을 거친 후 임펠러는 계속 회전하면서, 무기 바인더 공급 ON 버튼을 눌러, 무기 바인더 공급 장치로부터 액상 무기 바인더를 모래량 대비 1~6 중량% 공급하여 바인더 함량에 따라 30~120초간 액상 무기 바인더와 원사가 고루 섞이도록 2차 혼련을 실시한다.
- [0072] 이 때, 상기 무기 바인더는 물유리 40~70 중량부, 나노 실리카 5~35 중량부, Li계 내수성 첨가제 0.1~10 중량부, 유기규소화합물 0.1~10 중량부 및 소착방지 첨가제 1~10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는바, 상기 무기 바인더는, 물유리에 나노 실리카, Li계 내수성 첨가제, 유기규소화합물 및 소착방지 첨가제를 포함하여 고온·다습한 기후에도 적합하도록 중자의 강도 및 내수성을 보완함은 물론, 유동성, 탈사 및 소착이 개선된 특징을 나타낸다.
- [0073] 구체적으로, 상기 나노 실리카는 5~20 나노미터 크기의 입자와 구조를 가지는 이산화규소(SiO₂) 입자로서, 미세한 기공이 입자 표면과 평행하게 나와 있거나, 기공의 방향이 불규칙해 외부물질이 내부로 쉽게 접근하기 힘든 성질이 있다. 또한 물유리와 합성 시 Si의 함량을 높여 강도를 향상시키는 물론, 나노 실리카 입자의 구조에 의하여 바인더 조성물의 내수성 및 발수성을 향상시킬 수 있게 된다. 이 때, 상기 나노 실리카는 35 중량부를 초과하여 포함하는 경우에는 무기 바인더의 유동성을 저하시키고 과량의 실리카 입자에 의하여 경화가 저해되는 문제점이 있으므로, 바람직하게는 5~35중량부를 포함하도록 한다.
- [0074] 본 발명에 있어서 상기 Li계 내수성 첨가제는 리튬카보네이트, 리튬실리케이트, 리튬하이드록사이드, 리튬셀페이트, 리튬브로마이드 및 리튬아세테이트 중에서 선택되는 하나 이상인 것으로서, 상기 Li계 내수성 첨가제는 SiO₂ 농도가 물유리만큼 높고 물비가 8에 가까운 경우에도 실온에서 안정하고 점도가 낮은 특징을 갖는다. 또한, 상기 Li계 내수성 첨가제는 물유리중의 Na이온과 혼합 알칼리 효과를 가짐에 따라 완성된 무기 바인더의 화학적 내구성을 강화시키면서 내수성을 향상시킬 수 있게 된다. 이 때, 상기 Li계 내수성 첨가제는 10 중량부를 초과하여 포함되는 경우, 무기 바인더의 망목구조의 붕괴로 인하여 오히려 화학적 내구성 및 내수성을 저하시키게 되므로, 상기 Li계 내수성 첨가제는 본 발명의 무기 바인더에 0.1 내지 10 중량부를 포함하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0075] 본 발명에 있어서 상기 유기규소화합물은 동일 분자 중에 유기재료와 화학 결합하는 유기관능기와 무기재료와 반응할 수 있는 가수분해기를 가지고 있어 유기재료와 무기재료를 결합시키는 기능을 할 수 있다. 이를 통하여 본 발명의 무기 바인더 조성물의 기계적 강도와 내수성을 향상시켜 품질을 개량하게 되는 바, 소수성을 부여하는 역할을 한다. 바람직하게는 상기 유기규소화합물은 테트라에톡시실란, 메틸트리에톡시실란, 소듐메틸실리코네이트, 메틸트리메톡시실란, 포타슘메틸실리코네이트, 부틸트리메톡시실란 및 비닐트리메톡시실란 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 한다. 보다 바람직하게는 상기 유기규소화합물은 본 발명의 무기 바인더에 0.1~10 중량부가 포함되도록 한다. 이는, 상기 유기규소화합물이 10 중량부를 초과하는 경우에 무기 바인더의 가격 상승과 더불어 최종 완성된 무기 바인더 조성물의 물성이 오히려 저하될 수 있기 때문이다.
- [0076] 본 발명에 있어서 소착방지 첨가제는 단당류, 다당류 및 이당류 중에서 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 한다. 바람직하게는 상기 단당류는 포도당, 프룩토스, 마노스, 갈락토스, 글루코스 및 리보스 중에서 선택되는 하나 이상인 것이고, 상기 다당류는 스타치, 글라이코젠, 셀룰로우스, 키틴 및 펙틴 중에서 선택되는 하나 이상인 것이며, 상기 이당류는 맥아당, 설탕, 유당, 엿당 및 젓당 중에서 선택되는 하나 이상인 것이다.
- [0077] 또한 상기 무기 바인더는 물유리에, 첨가제로서 나노실리카, Li계 내수성 첨가제, 유기규소 화합물 및 당류를 포함함으로써 바인더 조성 간의 결합력을 높여 바인더의 강도와, 바인더 조성물의 내수성 및 발수성을 향상시키면서도, 물과의 결합력을 높여 수용성 용액 상에 완전히 용해시킬 수 있어, 상기 주물사 원사와 혼합 시 모래와

의 결합력을 향상시키면서 강도 및 내수성이 우수하고 소착이 방지되는 중자를 제조할 수 있게 된다.

[0078] 또한, 상기 2차 혼련 후에, 추가적으로 중자 특성에 맞는 첨가제를 투입하는 상기 2차 혼련 공정을 반복하여 실시하는 것도 가능하다. 이 때, 상기 첨가제 공급을 위한 공급 장치를 추가적으로 설치할 수 있다.

[0079] 이 때, 상기 첨가제로는 무기 첨가제 또는 경화제를 투입하여 중자의 강도, 유연성 및 경도를 더 향상시킬 수 있다. 이 때, 상기 경화제로는 소듐하이드록사이드, 소듐카보네이트, 포타슘하이드록사이드, 포타슘카보이네트, 소듐포스페이트, 디소듐포스페이트, 트리소듐포스페이트 및 소듐설페이트 중에서 선택되는 1종 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 경화제의 첨가량이 과다한 경우 무기 바인더의 물과 친화력을 높여 무기 바인더의 내수성을 저하시키므로, 상기 무기 바인더 조성물 전체 중량에 대해 상기 경화제는 0.1~5.0 중량부가 포함되도록 하는 것이 보다 바람직하다.

[0080] 다음으로, 배사단계는, 상기 혼련 단계에서 제조된 혼련사를 혼련사 호퍼로 이송하는 단계이다. 혼련사의 양에 따라 30~60초 가량 시간이 소요될 수 있다.

[0081] 이 때, 상기 혼련사 호퍼의 구성설비로는 혼련사를 일정량 보관할 수 있는 혼련사 보관함과, 혼련사 호퍼 내부에는 혼련사 부족을 감지하여 재보급 명령을 지시하는 레벨센서, 혼련사 호퍼 상부에는 혼련사 보급 시 열고 닫을 수 있는 혼련사 호퍼 게이트, 혼련사 호퍼 측면에 혼련사 호퍼에서 블로잉 헤드로 혼련사 보급 시 보급이 용이하고 혼련사 정체를 막기 위한 바이브레이터, 혼련사 호퍼 하부에는 보급된 혼련사를 블로잉 헤드로 재보급을 위한 사게이트로 구성될 수 있다.

[0082] 구체적으로, 상기 혼련기에서 혼련사 배사 전에 혼련사 호퍼 게이트를 개방하는 오픈버튼을 눌러 혼련사 호퍼 게이트를 열고 혼련기에서 배사 버튼을 누르면 혼련기에 있는 배사 게이트가 열리고 혼련기의 바이브레이터와 혼련사 호퍼에 있는 바이브레이터가 동시에 진동하며 혼련사를 배사슈트를 통해 보급받게 된다. 혼련사를 혼련사 호퍼로 보급 후 배사 게이트를 닫고 혼련사 호퍼 게이트를 닫는다. 보급이 끝나면 바이브레이터는 진동을 멈춘다.

[0083] 다음으로, 사보급 단계는, 상기 배사단계에서 혼련사 호퍼로 보급된 혼련사를 블로잉 헤드로 보급하는 단계이다.

[0084] 이 때, 상기 블로잉 헤드는 혼련사를 금형내부로 적정 압력을 사용하여 금형 내부로 블로잉 하는 설비로서, 상기 블로잉 헤드로 혼련사 보급 시 혼련사 호퍼 하부의 사게이트와 블로잉 헤드 상단의 혼련사 게이트가 열리고 혼련사 호퍼의 바이브레이터가 진동함으로써 블로잉 헤드로 혼련사가 보급된다. 적정량이 보급된 후 블로잉 헤드 상부에 설치되어 있는 리미트 센서에 의해 닫힌다.

[0085] 또한 상기 블로잉 헤드는 내부 하단에 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)를 구비하고, 상기 혼련사 유동 가이드 하단에 블로잉 노즐이 구비된 블로잉 노즐 플레이트를 더 구비한다.

[0086] 따라서 상기 사보급 단계는, 상기 혼련사 호퍼로부터, 상기 혼련사 호퍼 하부에 위치하는 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하고, 상기 보급된 혼련사는 블로잉 헤드 내부 하단에 위치한 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)에 의하여 블로잉 노즐 플레이트 상단으로 분배된다. 혼련사 양에 따라 2~10초의 공정이 소요될 수 있다.

[0087] 다음으로, 블로잉 단계는, 상기 블로잉 헤드 내부에 보급된 혼련사를 원하고자 하는 형상을 가진 중자 금형 내부에 붙여넣는 단계이다.

[0088] 이 때, 상기 블로잉 헤드는 일정 온도를 유지하기 위해 내부에 냉각수를 순환시키는 구조로 할 수 있다. 이 경우 주요 구성으로는 냉각수를 뽑기 위한 냉각수 노즐, 혼련사 보급 시 열고 닫을 수 있는 혼련사 게이트, 혼련사 보급 시 넘치거나 부족하지 않도록 감지해주는 센서, 일정 압력으로 특정 공간에 혼련사를 금형 내부로 붙여넣기 위한 블로잉 노즐, 블로잉 시 노즐 끝단의 파손을 막기 위한 노즐 고무, 블로잉 시 혼련사 특성에 따라 블로잉 압력조절이 가능하도록 설치된 레귤레이터로 구성될 수 있고, 흡입량 조절을 위해 블로잉 시간 조절이 가능하도록 프로그래밍 되도록 한다.

- [0089] 또한, 상기 블로잉 단계에서 블로잉 헤드는 혼련사 보급이 가능하도록 혼련사 호퍼 아래에 위치하고 있으며 혼련사 보급이 끝나면 중자 금형으로 이동한다. 중자금형 상부로 이동한 블로잉 헤드는 하강하여 금형 상부의 블로잉 홀에 노즐이 적정 높이로 삽입되어 일정압력으로 금형 내부에 혼련사를 블로잉 시킨다.
- [0090] 다음으로, 배기 단계는, 일정 압력으로 혼련사를 금형 내부로 블로잉 후 내부 압력을 빼기 위한 단계이다. 이 때, 배기 시 고압에 의한 소음제거를 위한 사일렌서가 설치될 수 있으며, 배기시간을 조절할 수 있도록 프로그래밍 된다.
- [0091] 다음으로, 경화 단계는, 상기 중자 금형을 예열한 후, 상기 블로잉 된 중자 내부를 경화 및 소성하는 단계이다. 구체적으로는 상기 중자 금형을 100~200℃로 예열하는 단계 및 상기 블로잉된 중자 내부를 경화 및 소성하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0092] 따라서, 적정 온도로 예열할 수 있도록 금형에 히팅 시스템이 구성될 수 있고, 각 금형간 온도센서를 장착하여 일정온도 유지를 하도록 구성할 수 있으며, 소성시간을 선택할 수 있도록 프로그래밍 되도록 한다.
- [0093] 다음으로, 취출 단계는 상기 경화단계가 완료됨에 따라 블로잉 된 혼련사가 경화되어 중자로 생산되어 최종 제품을 취출하는 단계이다. 구체적으로 상금형과 하금형 또는 좌/우 금형으로 구성된 금형이 분리되고 금형 하부에 설치된 취출핀이 중자를 취출이 용이한 위치로 이동시킨 후 기계나 손으로 생산된 중자를 꺼내도록 할 수 있다.
- [0094] 상기 취출된 중자는, 무기바인더를 이용하여 제조됨으로써 내수성과 강도가 향상된 특징을 갖는다.
- [0095] 따라서 상술한 방법에 의하여 무기 바인더를 이용하여 제조된 본 발명의 중자는 특히, 본 발명은 하절기 높은 온도 및 습도에서도 내수성 및 강도를 만족할 수 있어, 절대습도 20~30g/m³의 환경 조건에서 3시간 노출시 초기 강도 대비 60% 이상의 항절 강도를 나타낼 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 온도 30~40℃, 상대습도 60~70% (절대습도 20~30g/m³)에서 3시간 내습 후 초기 강도 대비 60% 이상의 강도를 나타내었는바, 특히, 본 발명의 중자는 초기 강도가 150 N/cm² 이상인 것으로 나타났고, 상기 절대습도 20~30g/m³의 환경 조건에서 3시간 내습 후에도 항절 강도가 150 N/cm² 이상을 유지하는 것으로 나타났다.
- [0096] 이와 같이, 본 발명에 따르면 친환경적인 무기 바인더를 이용하여 중자를 제조하고, 이를 이용하여 구조품을 제조하게 되는바, 구체적으로 본 발명의 무기바인더를 이용한 중자로 구조품을 제조하는 방법은, 상술한 중자의 제조방법으로 제조되는 무기바인더를 이용한 중자를 보관하는 단계; 상기 보관된 중자를 이용하여 소정 재질의 용탕을 소정 형상의 주형에 부어 제품을 제조하는 주조단계; 상기 주조단계에서 사용된 중자를 제거하는 기계적 탈사 단계; 및 상기 탈사된 제품의 물 담금질(water quenching) 공정을 포함하여 열처리하는, 열처리 단계;를 포함하고, 상기 열처리 단계 중 물 담금질 공정시 화학적 분해액을 첨가하여 상기 기계적 탈사 후 중자에 잔존하는 무기바인더를 분해하는, 화학적 탈사가 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0097] 구체적으로 상기 보관 단계는 상술한 방법에 의하여 제조되어 취출이 완료된 중자를 일정 온/습도를 유지하고 있으며 밀폐된 공간에 중자를 보관하는 단계이다. 바람직하게는, 상기 온도는 10~30 ℃이고, 상기 습도는 10~50%가 적합하다.
- [0098] 다음으로, 주조 단계는 상기 보관한 중자를 사용하여 원하는 재질의 용탕(원재료를 녹여 액상으로 만든 상태를 의미한다.)을 소정의 형상을 갖는 주형에 부어 제품을 만들어 내는 단계이다.
- [0099] 다음으로, 기계적 탈사 단계는 상기 제품 내부의 중자를 일정한 압력 또는 진동, 회전을 주어 제품 주조에 사용되었던 중자를 제거하는 단계이다.
- [0100] 다음으로, 열처리 단계는, 상기 탈사된 제품의 기계적, 물리적 특성 보안을 위해 열처리를 하는 열처리 단계로, 특히 열처리 단계 중 물 담금질 (Water Quenching) 공정을 포함하고, 상기 물 담금질 공정에서 상기 무기 바인더의 화학적 분해액을 물에 첨가하여 화학적 분해를 통해 상기 기계적 탈사 후 중자에 남아있는 무기 바인더를

완전히 분해함으로써 탈사를 촉진하는 화학적 탈사가 이루어진다. 즉, 상기 물 담금질(Water Quenching) 공정에서 기계적 탈사 이후 구조품 내부의 경화된 잔류 모래를 화학적 분해액을 첨가한 수조에 장입하여 화학적으로 탈사하는 공정을 수행하게 된다.

[0101] 이 때, 상기 화학적 분해액으로는 소듐 실리케이트, 소듐 메타 실리케이트를 포함하는 실리케이트 용액 또는 소듐 포스페이트, 디소듐 포스페이트를 포함하는 포스페이트 용액을 사용할 수 있고, 그 농도는 1~30 mol%가 적절하다.

[0102] 이와같이 상기 무기 바인더를 이용한 중자로 제조되는 구조품은 우수한 표면품질 및 조형성을 나타냄은 물론, 향상된 강도 및 충전성을 나타낼 수 있다.

[0103] 또한, 본 발명에 따르면 친환경적인 무기 바인더를 이용하여 중자를 제조할 수 있는바, 본 발명의 무기 바인더를 이용한 중자의 제조시스템은, 주물사 원사를 보관하는 상부 호퍼; 상기 상부 호퍼의 하부에 연결되어, 상기 상부 호퍼로부터 주물사 원사를 공급받아 설정된 용량으로 계량하여 혼련기로 공급하는 사계량 하부 호퍼; 보관된 무기 바인더를 설정된 용량으로 혼련기로 공급하는, 무기 바인더 공급 장치; 상기 사계량 하부 호퍼 및 상기 혼련기와 연결되어, 상기 사계량 하부 호퍼로부터 공급받은 주물사 원사와 상기 무기 바인더 공급 장치로부터 공급받은 무기 바인더를 혼합 및 혼련하는 혼련기; 상기 혼련기로부터 혼련사를 공급받아 블로잉 헤드로 혼련사를 보급하는 혼련사 호퍼; 상기 혼련사 호퍼의 하부에 위치하여, 상기 혼련사 호퍼로부터 혼련사를 보급받아 중자 금형 내부로 풀어넣는 블로잉 헤드; 블로잉 헤드로부터 블로잉 된 혼련사를 경화 및 소성시키는 중자 금형을 포함한다. 이 때, 상기 블로잉 헤드는 내부 하단에 혼련사 유동 가이드(Mixed Sand Flow Guider)를 구비하고, 상기 혼련사 유동 가이드 하단에 블로잉 노즐이 구비된 블로잉 노즐 플레이트를 더 구비할 수 있다.

[0104] 이하, 본 발명을 실시예를 들어 상세히 설명하기로 하나 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0105] <실시예 1> 무기 바인더의 제조

[0106] 물유리에 Li계 내수성 첨가제, 나노 실리카 및 유기규소화합물을 첨가·합성하여 무기 바인더를 제조하고, 무기 바인더의 흡습성을 바인더 잔존율로 평가하였다. 하기 표 1에 무기 바인더의 조성과 흡습성 평가 결과를 나타내었다.

표 1

| | 시료1 | 시료2 | 시료3 | 시료4 |
|-------------|------|-------|-------|-------|
| 물유리 | 95 | 90 | 85 | 80 |
| Li계 내수성 첨가제 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 바인더 잔존률(%) | 8.23 | 91.16 | 98.83 | 98.47 |
| 점도(cps) | 32 | 42 | 456 | 1460 |
| | 시료5 | 시료6 | 시료7 | 시료8 |
| 물유리 | 90 | 80 | 70 | 60 |
| 나노실리카 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 바인더 잔존률(%) | 3.63 | 8.23 | 98.27 | 99.64 |
| 점도(cps) | 22 | 42 | 234 | 1840 |
| | 시료9 | 시료10 | 시료11 | 시료12 |
| 물유리 | 95 | 90 | 85 | 80 |
| 유기규소화합물 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 바인더 잔존률(%) | 8.23 | 4.56 | 10.7 | 10.76 |
| 점도(cps) | 62 | 42 | 32 | 16 |

[0107]

[0108] 상기 표 1을 참고하면, 시료 1 내지 시료 4에서 Li계 내수성 첨가제의 함량이 높을수록 바인더 잔존율 및 점도가 증가됨을 확인할 수 있는 바, Li계 내수성 첨가제의 함량이 증가할수록 내수성이 향상되고 점도가 증가됨을 확인할 수 있다.

[0109] 또한, 시료 5 내지 시료 8에서 나노실리카의 함량이 높을수록, 무기 바인더를 구성하는 규소의 함량이 증가됨에 따라 바인더 잔존율 및 점도가 증가됨을 확인할 수 있다. 이는 나노실리카의 함량이 증가할수록 내수성이 향상되고 점도가 증가됨을 의미한다.

[0110] 또한, 상기 시료 9 내지 시료 12에서 유기규소화합물의 함량변화에 따른 바인더 잔존율의 변화가 적음에 따라, 유기규소화합물은 무기 바인더의 내수성 개선에는 크게 기여하지 않으나, 유기규소화합물의 함량이 증가할수록 점도가 낮아짐을 확인할 수 있었다.

[0111] <실시예 2> 무기 바인더를 이용한 증자의 제조

[0112] 상기 실시예 1에서 제조된 무기 바인더 시료 1 내지 시료 12를 하기 표 2에 나타낸 바와 같이 Li계 내수성 첨가제, 나노 실리카, 유기규소화합물이 모두 포함되도록 투입하고, 소착방지첨가제로서 이당류, 다당류, 단당류 1~10%를 더 첨가하여 혼합함으로써, Li계 내수성 첨가제, 나노 실리카, 유기규소화합물 및 소착방지 첨가제가 모두 포함된 무기 바인더를 제조하고, 이를 이용하여 증자를 제조하였다.

[0113] 제조된 무기 바인더의 조성은 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

| 증자명 | Core 1 | Core 2 | Core 3 | Core 4 |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 조성 | 시료1+시료5 +시료9+소착방지 첨가제 | 시료1+시료6 +시료9+소착방지 첨가제 | 시료2+시료6 +시료10+소착방 지 첨가제 | 시료1+시료6 +시료10+소착방 지 첨가제 |

[0114]

[0115] 이 때, 상기 증자의 제조과정은 다음과 같다.

[0116] 먼저, 혼합기에 AFS 55 베트남사와 상기 AFS 55 건조사에 대해 1 내지 6% 액상의 무기 바인더를 혼합하고 100~160초 동안 혼련하여 혼련사를 제조하였다.

[0117] 다음으로, 130~150℃로 가열된 금형에 1~10bar의 압력으로 상기 혼련사를 주입하고, 경화시킴으로써, 증자를 제조하였다.

[0118] 다음으로, 상기 제조된 증자를 취출하고 상온에서 냉각하였다.

[0119] 본 실시예에 따른 증자의 제조 공정, 증자제조설비 및 제조 조건은 도 2, 도 3 및 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

| 구분 | 성형 조건 |
|-------|-------------|
| Sand | AFS 36~75 |
| 바인더함량 | 1~6 중량% |
| 혼련시간 | 100~160 sec |
| 블로잉압력 | 1~10 bar |
| 금형온도 | 100~200 ℃ |
| 소성시간 | 60~100 sec |
| 블로잉시간 | 1~5 sec |
| 배기시간 | 1~5 sec |
| 냉각수온도 | 상온±5 ℃ |

[0120]

[0121]

<실시예 3> 주조품의 제조

[0122]

본 실시예에서는 상기 실시예 2에서 취출 및 냉각된 중자를 제습장(온도: 10~30 ℃, 습도: 10~50 %)에 보관한 후, 상기 중자를 이용하여 알루미늄 재질의 용탕을 소정의 형상을 갖는 주형에 부어 제품을 주조하였다. 다음으로, 상기 제품 내부의 중자를 제거하기 위하여 기계적 탈사를 수행하였다. 이후 주조된 제품의 기계적, 물리적 특성 보완을 위해 열처리를 수행하고, 상기 열처리 중 물 담금질 (Water Quenching) 공정 시 소듐 실리케이트 용액을 물에 첨가하여 화학적 분해를 통해 탈사 후 중자에 남아있는 바인더를 완전히 분해하여 결합력을 제거하는 평가를 진행하였다. 그 결과 바인더가 완전히 제거됨을 확인하였다. 그 결과 도 9와 같이 바인더가 완전히 제거됨을 확인하였다.

[0123]

<실시예 4> 중자의 물성 평가 1

[0124]

상기 실시예 2에서 제조된, 무기 바인더의 조성에 따른 중자의 항절 강도에 대하여 평가하였다. 비교예로서 종래 상용화되어 사용되고 있는 A사-1 무기 바인더 및 A사-2 무기 바인더를 이용하여 제조된 중자에 대해서도 평가하였다.

[0125]

구체적으로, 무기 바인더 중자시편을 생산 후 항온항습기 투입을 하지않고 상온에서 1시간 대기 후 항절평가를 진행한 결과를 도 4에 나타내었다.

[0126]

도 4를 참고하면 종래 상용화되어 사용되고 있는 무기 바인더(A사-1 바인더) 본 발명에 따른 첨가제를 투입하여 제조된 무기 바인더의 항절강도가 더 우수한 것으로 나타났는바, 이는 본 발명에서 사용되는 무기 바인더가 각 첨가제 조성에 의하여 상호 보완되어 중자의 강도를 향상시켰기 때문인 것으로 판단된다.

[0127]

또한, 도 5에는 상기 Core 4 제조시 이용된 무기 바인더를 이용하여, 1min, 2min, 50min에는 무기 바인더 중자시편을 생산 후 항온항습기 투입을 하지않고 상온에서 각 시간별 냉각 후 항절평가를 진행하고, 흡습 1hr, 흡습 3hr 조건은 항온항습기 온도 38도 습도 65% 절대습도 약 30g/m³ 조건에 각 시간별 노출 후 항절강도를 측정된 결과를 종합하여 나타내었다.

[0128]

도 5를 참고하면, 무기 바인더 중자의 1min에 해당하는 초기강도는 다소 비슷하나 2min의 강도 상승효과가 타 무기 바인더에 비해 높으며 최대강도는 상용화 무기 바인더(A사-2 바인더)와 동등한 수준을 보였다.

[0129]

그러나 흡습 후 강도 평가결과 상용화 무기 바인더는 흡습강도가 현저하게 저하되는 것으로 나타난 반면에, 본 발명에 따른 무기 바인더는 가장 높은 흡습강도를 나타냈고, 3시간 경과 후에도 초기 강도를 유지하는 것으로 확인되었다. 또한, 흡습강도의 저하정도도 완만한 경사를 나타내는 것을 확인할 수 있는바, 흡습에 대한 내습성이 가장 우수한 것을 확인할 수 있었다. 이로부터 하절기(우기)를 가지는 우리나라의 기후조건을 고려했을 때 가장 사용상 용이할 것으로 판단된다.

[0130] <실시예 5> 중자의 물성 평가 2

[0131] 상기 실시예 2에서 제조된 중자에 대해, 중자조형 및 주조로 나눠 물성 평가를 실시하였고, 그 결과는 도 6 내지 도 9와, 하기 표 4에 나타내었다.

[0132] 도 6은 조형성 평가 결과를 나타낸 것으로, 이를 참고하면, 조형성은 양호하며, 상용화 무기 바인더를 이용한 경우와 비교하여도 품질 표면에서 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

[0133] 도 7는 유동성 평가 결과를 나타낸 것으로, 이를 참고하면 혼련사를 혼련사 호퍼에서 블로잉 헤드 충전 시 내부의 막힘없이 배사되며 블로잉 헤드 내부에 충전된 혼련사 안식각 확인시 혼련사가 삼각형 형상으로 고르게 분포되어 있음을 확인하였다. 이는 혼련사가 노출 끝단부까지 충진이 되어, 유동성 부분에서 문제가 없음을 의미한다.

[0134] 또한, 주조 평가결과, 주조 시 초기 핸들링 강도가 양호하며, 주조 후 표면 사락 및 코어프린트 파손이 발견되지 않았다. 또한 외형 형상에 불량이 없음을 확인할 수 있었다.

[0135] 도 8은 상기 실시예에 따라 제조된 중자를 이용하여 주조를 하여 생산한 최종 제품의 외형 도면을 나타낸 것으로, 탈사 및 소착 평가결과, 탈사 후 주조품 내부에 혼련사가 발견되지 않았으며, 소착도 나타나지 않았다.

[0136] 도 9는 상기 도 6에 나타낸, 상기 실시예에 따라 제조된 중자를 이용하여 제품을 주조하여 생산했을 시 도 8과 같은 형상의 주조품을 얻을 수 있으면 도 8의 표시와 같이 절단하였을 때, 내부 형상의 일부를 나타낸 것으로, 기계적 탈사, 화학적 탈사, 모두에서 소착이 나타나지 않은 것으로 확인되었다. 이는 무기 바인더의 물성에 의하여 소착이 개선된 효과를 나타내고 있음을 의미한다.

표 4

| 구분 | | 비교 평가 | |
|------|---------|-----------------|-------------|
| | | 실시예 2의 무기바인더 이용 | A사-1 바인더 이용 |
| 중자조형 | 유동성 | ○ | ○ |
| | 충진성 | ○ | △ |
| | 강도 | ○ | △ |
| | 내습성 | ○ | △ |
| | 표면품질 | ○ | ○ |
| | 노출막힘 | ○ | X |
| 주조 | 주조성 | ○ | ○ |
| | 탈사성(소착) | ○ | △ |
| | 조도 | ○ | ○ |
| | 제품불량 | ○ | △ |
| | 유해가스 발생 | ○ | ○ |

(○: 양호, △: 보통, X: 불량)

[0137]

[0138] 또한 상기 표 4를 참고하면, 실시예 3에 의해 중자 제조시, 유동성, 충진성, 강도, 내습성 등의 중자 조형면에서나, 주조성, 탈사성(소착) 등의 주조 면에서도 모두 우수한 것으로 나타났는 바, 주조시 작업성이 용이하면서도 우수한 품질의 중자를 제조할 수 있음을 알 수 있다.

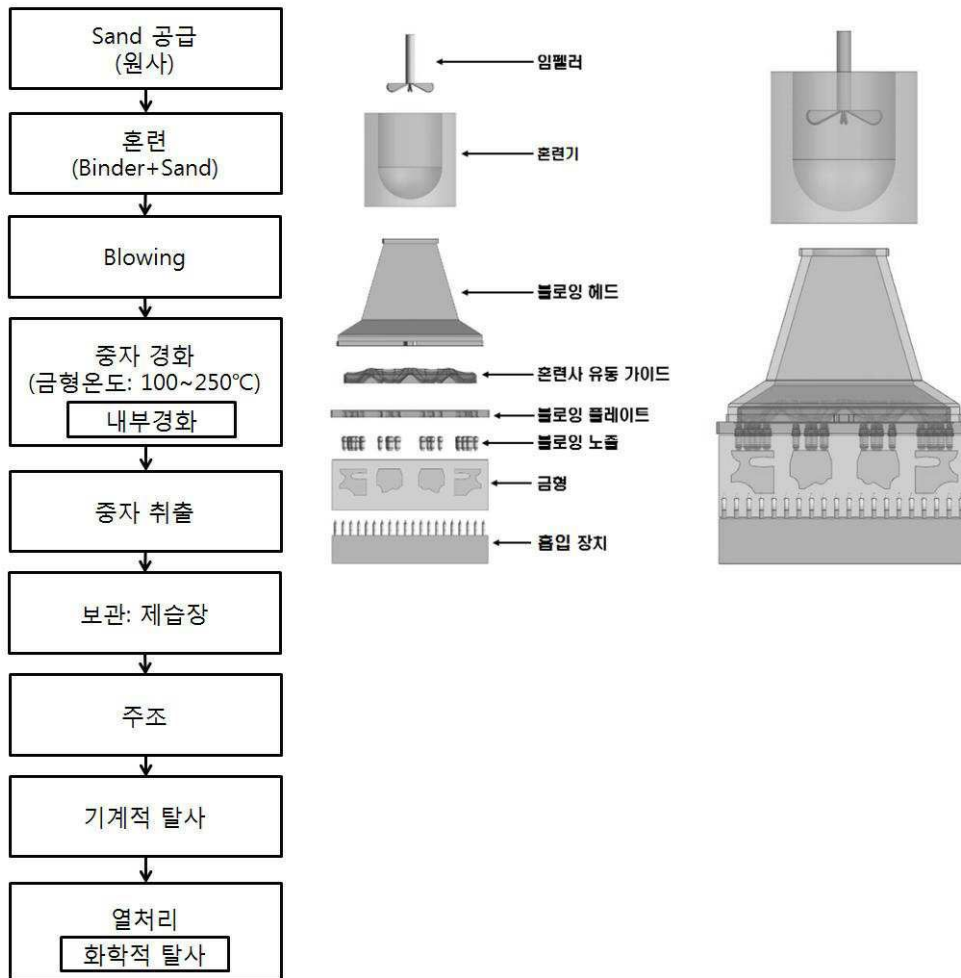
[0139] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

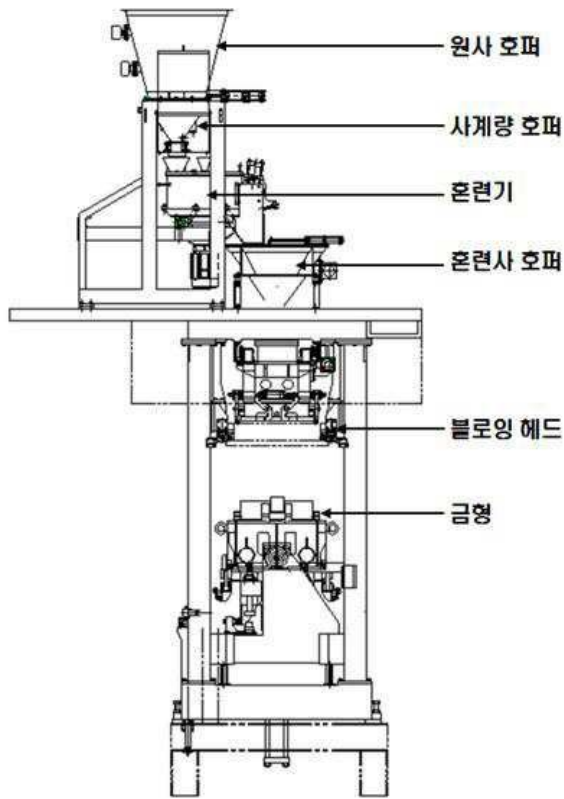
도면1



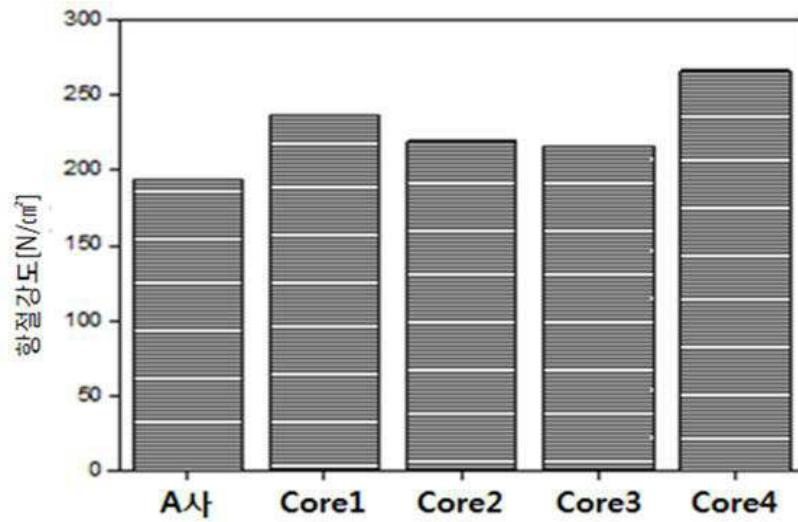
도면2



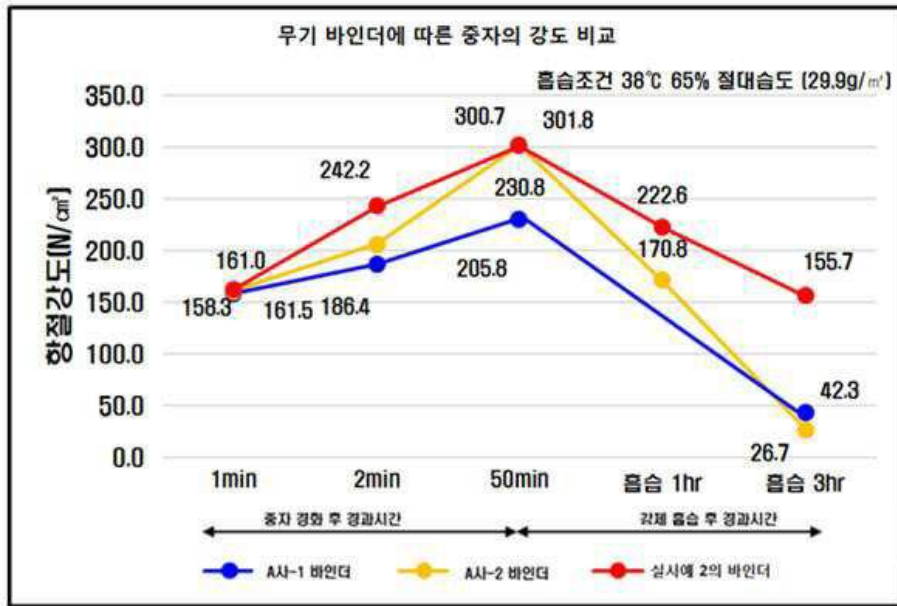
도면3



도면4



도면5



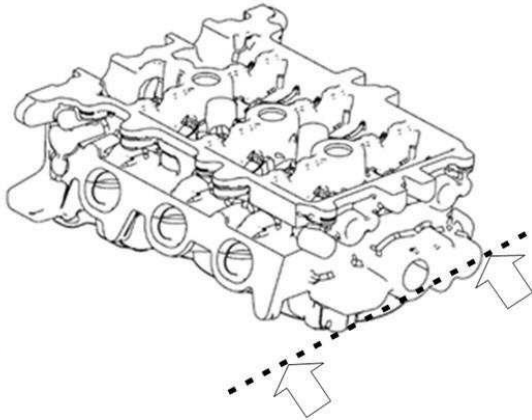
도면6



도면7



도면8



도면9

