



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B22D 11/108 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년08월13일 10-0749025 2007년08월07일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0056510 2006년06월22일 2006년06월22일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 주식회사 포스코
 경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자 조중욱
 경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 연구프로젝트조직POCAST연구프로젝트

정현석
경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 제강부

박중길
경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 연구프로젝트조직POCAST연구프로젝트팀

김구화
경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 계측연구그룹

이상호
경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 연구프로젝트조직 POCAST연구프로젝트팀

문기현
경북 포항시 남구 괴동동 (주)포스코 연구프로젝트조직 POCAST연구프로젝트팀

(74) 대리인 남승희

(56) 선행기술조사문헌 JP10314897 A JP57041862 A KR1020020052622 A	JP2002301551 A JP64075157 A
--	--------------------------------

심사관 : 나동규

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 몰드 플렉스 및 이를 이용한 연속 주조 방법

(57) 요약

본 발명은 CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰드 플럭스 및 이를 이용한 연속 주조 방법을 제공한다. 상기 몰드 플럭스의 열 전도도는 1.2W/m.k 이상인 것이 바람직하다.

본 발명은 용융 몰드 플럭스 조업을 적용하여 슬래그 베어를 제거하고 초기 완냉화로 인해 탕면 응고를 방지하고 표면 크랙의 발생을 감소시킬 수 있다. 특히, 몰드 플럭스의 조성에 따라 열 전도도를 제어함으로써, 평균 전열량을 상승시켜 브레이크 아웃의 발생을 방지하고, 조업 안정성을 향상시킬 수 있다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

연속 주조용 몰드 플럭스에 있어서,

불소를 함유하지 않고, CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 함유하여 구성되며, 열 전도도가 1.2W/m.k 이상인 것을 특징으로 하는 몰드 플럭스.

청구항 2.

연속 주조 방법에 있어서,

주형의 외부에서, 불소를 함유하지 않고, CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 함유하여 구성되며, 열 전도도가 1.2W/m.k 이상인 것을 특징으로 하는 몰드 플럭스를 용해하는 단계; 및

상기 용해된 몰드 플럭스의 유량을 제어하여 연속 주조 전체 공정에 걸쳐 상기 용해된 몰드 플럭스를 주형 내에 투입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 연속 주조 방법.

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 몰드 플럭스 및 이를 이용한 연속 주조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 용융 상태의 몰드 플럭스를 이용한 연속 주조 방법에 관한 것이다.

일반적으로 제강 공정은 용선 예비 처리 공정, 전로 정련 공정, 이차 정련 공정 및 연속 주조 공정 순으로 진행된다.

연속 주조 공정에서 제조되는 주편(슬라브, 빌렛, 블룸, 빔블랭크 등을 총칭)은 도 1에 도시된 바와 같이 래들(ladle)로부터 액체 상태의 용강을 공급받아, 이를 저장하는 턴디쉬(1, tundish)를 거쳐 침지 노즐(2)을 통해 주형(3, mould)을 통과하면서, 주형(3)에서의 냉각 작용에 의해 고체 상태의 응고 셀(5)을 형성하게 된다. 이와 같이 용강이 냉각된 응고 셀(5)은 그의 하부에 설치된 가이드 롤에 의해 안내를 받으면서 스프레이 노즐로부터 분사되는 2차 냉각수에 의해 응고가 진행되어 완전한 고체 상태의 주편 형태로 나타난다.

이러한 철강의 연속 주조 조업 중, 용강이 주형 내에 공급될 때 용강 뿐만 아니라 부차재인 몰드 플럭스도 투입된다. 몰드 플럭스는 일반적으로 분말 혹은 과립과 같은 고체 상태로 투입되어 주형 내에 공급된 용강에서 발생된 열에 의해 용융되어 용강과 주형 사이의 열전달을 제어하고 윤활능을 향상시킨다.

도 2를 참조하여 연속 주조용 주형(10) 내에서 몰드 플럭스의 기능을 보다 자세히 살펴보기로 한다. 주형(10) 내에 분말 혹은 과립 형태로 투입된 몰드 플럭스는 용강(12)의 탕면 상에서 용융되어 상기 탕면에서부터 차례로 액상층(21), 소결층(23) 및 파우더층(25), 즉 용융슬래그층(21), 반응용층(23) 및 미용융층(25)을 형성하게 된다. 상기 용융슬래그층(21)은 거의 투명하기 때문에 용강(12)에서 발산되는 500 내지 4,000nm 사이의 파장을 갖는 복사파가 쉽게 통과하게 된다. 반면에 반응용층(23) 및 미용융층(25)은 광학적으로 불투명하므로 복사파를 차단하여 탕면 온도가 급격히 떨어지는 것을 방지하게 된다.

그러나, 종래의 분말 혹은 과립 형태의 몰드 플럭스는 용강(21)의 열에 의해 용해된 후 용융슬래그층(21)이 주형(10)과 응고 셀(11) 사이로 흘러 들어가 주형(10) 내측벽에서 응고되어 고상 슬래그 필름(27)을 형성하고, 용강(12)측에서는 액상 슬래그 필름(21)을 형성하여 용강(12)과 주형(10) 사이의 열전달을 제어하고 윤활능을 향상시킨다.

이 때, 상기 용해된 슬래그가 고상 슬래그 필름(27)과 응고 셀(11) 사이에 유입되는 지점에 주형(10)에 부착된 몰드 플럭스는 주형(10)의 내측으로 돌출된 형태로 형성되는 바, 이를 슬래그 베어(29)라 한다. 상기 슬래그 베어(29)는 용해된 슬래그가 몰드 플럭스 필름(27)과 응고셀(11) 사이로 유입되는 것을 방해한다.

이러한 슬래그 베어(29)로 인하여 주편 단위 면적당 몰드 플럭스 소모량이 제한되는데, 일반적으로 주조 속도가 증가할수록 몰드 플럭스 소모량이 감소하므로 주편과 주형 사이의 윤활능이 떨어지게 되어 브레이크 아웃 발생이 증가한다. 아울러 슬래그 베어(29)로 인하여 액상의 몰드 플럭스의 두께가 불균일해짐에 따라 열전달이 불균일하게 되어, 주형(10) 내에서 응고 셀의 형상이 불균일해지며 표면 크랙을 유발하게 되는데 이 역시 주조 속도를 증가시킬수록 심각한 문제가 된다.

최근에는 몰드 플럭스를 주형 외부에서 용해시킨 후 탕면으로 주입하는 방법이 제시되고 있다. 이는 앞서 언급하였듯이 용융 상태의 몰드 플럭스가 500 내지 4,000nm 사이의 파장에 대하여 거의 투명하므로 용강에서 발산되는 복사파가 쉽게 통과하여 복사열전달이 증가하여 용강 탕면을 보온하지 못하는 문제점이 있다. 이로 인해 주조 공정이 진행되어 일정 시간이 경과하게 되면 용강의 탕면이 응고되어 원활한 연속 주조 공정을 진행할 수 없게 된다.

이에 종래에는 몰드 플럭스의 결정화를 촉진시켜 초기 완냉화를 시키고 있으나, 이는 몰드 플럭스의 혼입을 증가시키며, 평균 전열량을 감소시켜 오히려 브레이크 아웃의 발생을 야기하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 몰드 플럭스의 조성 및 전도도를 제어함으로써, 초기 완냉화로 인해 탕면 응고를 방지하고 표면 크랙의 발생을 감소시키며, 브레이크 아웃의 발생을 방지하여 조업 안정성을 향상시킬 수 있는 몰드 플럭스 및 이를 이용한 연속 주조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성

본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여, 연속 주조용 몰드 플럭스에 있어서, CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 포함하는 것을 특징으로 하는 몰드 플럭스를 제공한다. 상기 몰드 플럭스의 열 전도도가 1.2W/m.k 이상인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 연속 주조 방법에 있어서, 주형의 외부에서 CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 포함하는 몰드 플럭스를 용해하는 단계 및 상기 용해된 몰드 플럭스의 유량을 제어하여 연속 주조 전체 공정에 걸쳐 상기 용해된 몰드 플럭스를 주형 내에 투입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 연속 주조 방법을 제공한다. 여기서, 상기 몰드 플럭스의 열 전도도가 1.2W/m.k 이상인 것이 바람직하다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 몰드 플럭스 및 이를 이용한 연속 주조 방법에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

도 3은 용융 몰드 플럭스를 이용한 연속 주조 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 3을 참조하면, 연속 주조 장치는 주형(10)과, 상기 주형(10) 내에 용강을 공급하는 침지 노즐(30)과, 상기 주형(10)의 상부를 덮는 탕면 커버(100)와, 상기 주형 내에 공급될 몰드 플럭스를 용융시키기 위한 몰드 플럭스 용해 유닛(200)과, 상기 몰드 플럭스 용해 유닛(200)에서 용해된 용융 몰드 플럭스(20)를 주형(10) 내에 공급하기 위한 몰드 플럭스 이송 유닛(300)을 포함한다.

상기 주형(10) 및 침지 노즐(30)은 종래의 연속 주조 장치에 적용되는 일반적인 구성으로 그에 대한 설명을 여기에서는 생략하고자 한다.

상기 탕면 커버(100)는 상기 몰드(10)의 상면에 설치되어 탕면 전체를 덮어 용강(12)의 탕면에서 방출되는 복사파가 외부로 방출되는 것을 방지한다. 이를 위해, 상기 탕면 커버(100)의 내면, 즉 용강에 향하는 면은 알루미늄 거울이나 골드 코팅 거울 등 반사율이 높은 소재로 형성되어, 용강(12)의 탕면에서 방출되는 복사파를 반사시켜 다시 용융 몰드 플럭스(20) 혹은 용강(12)의 표면으로 복사파를 흡수시킨다. 이에 따라서, 상기 용강(12)의 표면 온도가 하강하는 것을 최소화하는 동시에 용융 몰드 플럭스(20)가 주형(10) 벽면에서 다시 응고되는 것을 방지하게 된다.

상기 몰드 플럭스 용해 유닛(200)은 몰드 플럭스 공급원(205)과, 몰드 플럭스 공급원(205)으로부터 가용화된 액상 상태 또는 과립 혹은 분말 상태의 몰드 플럭스 원료를 수용하는 도가니(210)와, 상기 도가니(210) 둘레에 구비되어 몰드 플럭스를 용융시키기 위한 열선과 같은 몰드 플럭스 가열 수단(220)과, 상기 도가니(210) 내에서 원하는 상태로 용해된 용융 몰드 플럭스를 배출하는 배출구(230)와, 상기 배출구(230)를 개폐하여 배출되는 용융 몰드 플럭스의 양을 제어하는 스톱퍼(240)를 포함한다. 상기 스톱퍼(240)는 배출구(230)의 상부에서 상하로 이동함으로써 상기 배출구(230)의 가장자리와 스톱퍼(240)의 하단부 사이의 거리를 조절함으로써 배출되는 용융 몰드 플럭스의 양을 제어한다. 이 때, 상기 스톱퍼(240)는 (도시되지 않은) 유압 또는 공압 실린더 등에 의해 상하 이동이 정밀하게 제어된다.

상기 이송 유닛(300)은 일단이 상기 몰드 플럭스 용해 유닛(200)과 연결되고 타단에 상기 탕면 커버(100)를 관통하여 주형 내에 용융 몰드 플럭스(20)를 공급하는 주입용 노즐(312)이 구비된 주입관(310)과, 상기 몰드 플럭스 용해 유닛(200)과 상기 탕면 커버(100) 사이에서 상기 주입관(310)의 외부를 둘러싸서 상기 주입관(310)을 가열하는 열선과 같은 주입관 가열 수단(320)으로 구성된다. 이 때, 상기 용융 몰드 플럭스(20)를 일정 온도로 유지하기 위하여 상기 주입관(310)과 주입관 가열 수단(320)의 외부는 단열재로 단열 처리되는 것이 바람직하다.

상기 몰드플럭스 용해 유닛(200) 및 이송 유닛(300)의 전부 혹은 일부분은 백금(Pt) 혹은 백금-로듐(Pt-Rh)과 같은 백금 합금 재질로 구성될 수 있다. 몰드플럭스는 주조 중 주형 탕면으로 떠오르는 비금속 개재물을 신속하게 용해하여야 하므로 점도가 낮고 Al₂O₃ 등의 산화물을 용해하는 속도가 빠르다. 따라서 기존의 유리 공업에서 사용하는 내화물 재질의 용해로는 용융 몰드 플럭스(20)에 의한 침식이 빠르게 진행되는 문제점이 있다. 특히, 상기 몰드 플럭스 용해 유닛(200)에서 용융 몰드 플럭스(20)가 배출되는 배출구(230) 및 상기 스톱퍼(240)의 하단부와 상기 몰드 플럭스 이송 유닛(300)의 주입용 노즐(312)을 포함하는 주입관(310)에서 이러한 침식이 발생할 경우 용융 몰드 플럭스의 정밀한 유량제어가 불가능해져서 안

정적인 연속 주조 조업이 불가능해진다. 이에 따라 적어도 상기 주입관(310)과 그에 연결 및 접촉하는 부분, 즉 용융 몰드 플럭스가 배출되는 배출구(230) 및 상기 스톱퍼(240)와 주입관(310)을 백금 혹은 백금 합금 재질로 제작하여 몰드 플럭스에 의한 침식을 방지하는 것이 바람직하다.

또한, 용융 몰드 플럭스의 유량은 단위 시간당 주형 내로 공급되는 용강량에 따라 변화하며, 스톱퍼(240)를 상하로 이동시켜 상기 스톱퍼(240)의 하단부와 배출구(230)의 가장자리 사이의 공간을 제어함으로써 용융 몰드 플럭스(20)의 유량을 정밀하게 조절할 수 있다.

상기에는 용융 몰드 플럭스의 유량을 제어하기 위해 스톱퍼를 사용한 예에 대해 설명되어 있으나, 이에 한정되지 않고, 경동 방식, 압력 차이에 의한 사이펀 방식 또는 슬라이딩 게이트와 같은 다양한 수단을 이용하여 용융 몰드 플럭스의 유량을 제어할 수 있다.

상술한 장치를 사용하여 용융 몰드 플럭스를 주입하는 연속 주조 공정시 효과적인 초기 완냉화 및 전열량 제어를 위해, 본 발명의 몰드 플럭스는 CaO 20 내지 50중량%, SiO₂ 20 내지 50중량%, Al₂O₃ 20중량% 이하, Na₂O 20중량% 이하, Li₂O 10중량% 이하, B₂O₃ 20중량% 이하, MgO 10중량% 이하를 포함하여 이루어지고, 열 전도도(thermal conductivity)가 1.2W/m.k 이상인 것이 바람직하다.

상기에서, CaO와 SiO₂는 몰드 플럭스의 염기도를 조성하는 성분으로, 상기 CaO가 50중량%를 초과하거나 SiO₂가 20중량% 미만으로 조성되면, 슬래그의 점도가 매우 떨어지므로 용강 내에 슬래그 유입이 과다해져 바람직하지 않다. 반면에, CaO가 20중량% 미만이거나 SiO₂가 50중량%를 초과하여 조성되면, 슬래그의 점도가 과도하게 높아지게 되어 용강 내 슬래그 유입이 곤란해지므로 주형의 유회능이 떨어져서 브레이크 아웃 발생의 가능성이 커지게 된다.

상기 Al₂O₃는 몰드 플럭스의 점도를 조절하는 성분으로, 20중량%를 초과하여 조성되면 몰드 플럭스의 점도가 과도하게 증가하고 용강 내의 비금속 개재물 흡수능이 저하된다.

상기 Na₂O는 상기 Al₂O₃와 마찬가지로 몰드 플럭스의 용융점을 제어하기 위해 조성되는 성분으로, 20중량%를 초과하여 조성되면 몰드 플럭스의 용융점이 낮아져 점도와 표면 장력이 지나치게 저하되므로 용강 혼입의 억제 효과를 현저히 저하시킨다. 따라서 점도를 증가시키려면 상기 Na₂O 성분을 감소시키고 Al₂O₃ 성분을 증가시키는 것이 바람직하고, 점도를 감소시키려면 상기 Na₂O 성분을 증가시키고 Al₂O₃ 성분을 감소시키는 것이 바람직하다.

상기 Li₂O와 B₂O₃는 몰드 플럭스의 용융점과 점도, 또는 열전도도를 제어하는 성분으로, Li₂O와 B₂O₃의 함량이 증가할수록 용융점과 점도가 낮아지고 열전도도가 높아지나, 지나치게 많은 함량이 첨가되는 경우에 몰드 플럭스의 용점과 점도가 과도하게 낮아져 용강으로의 혼입이 증가하는 문제점이 있다. 이에 따라 상기 Li₂O는 10중량% 이하, B₂O₃는 20중량% 이하인 것이 바람직하다.

상기 MgO는 상기 CaO와 유사한 효과를 가지나 단위 중량당의 효과는 CaO에 미치지 못한다. 단, MgO가 지나치게 많이 첨가되는 경우에 고온의 석출물을 형성하여 점도를 높이거나 결정질의 형성을 촉진하는 문제점이 있다. 따라서, 상기 MgO는 10중량% 이하인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 몰드 플럭스의 열 전도도(thermal conductivity)를 제어함으로써, 이를 이용한 연속 주조시 조업 안정성과 주편 품질 확보를 위해 필요한 전열량 조절에 기여할 수 있다. 따라서, 전술한 바와 같이 본 발명에 따른 몰드 플럭스의 열 전도도를 1.2W/m.k 이상으로 제어하는 것은 평균전열량을 증가시킬 수 있으며, 연속 주조시 브레이크 아웃의 발생을 방지할 수 있기 때문이다.

이를 위해, 상기와 같은 몰드 플럭스의 조성을 최적화함에 따라 유리질 상태에서의 열 전도도가 증가하여 1.2W/m.k 이상으로 제어할 수 있다. 특히, 염기도(CaO/SiO₂)가 감소함에 따라 SiO₂의 사슬 구조(chain structure)가 발달하며 포논(phonon) 전달이 용이해지며, 열 전도도가 증가하게 된다.

본 발명은 연속 주조 공정에 있어서, 상술한 몰드 플럭스를 이용한 용융 몰드 플럭스 조업을 적용하는 것을 특징으로 한다. 즉, 상기 언급한 연속 주조 장치를 사용하여 몰드 플럭스를 주형 외부에서 완전히 용해시킨 후, 상기 용해된 몰드 플럭스의 유량을 제어하여 주기적 또는 연속적으로 주형 내로 주입하도록 한다.

본 발명은 용융 몰드 플럭스 조업을 적용함에 따라 슬래그 베어를 제거할 수 있으며, 몰드 플럭스의 소모량이 증가하여 몰드 플럭스 필름의 두께를 증가시킨다. 이로 인해 열전달이 억제되고 초기 완냉화로 인해 탕면 응고를 방지할 수 있으며, 표면 크랙과 같은 결함을 감소시킬 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이 열 전도도가 향상된 몰드 플럭스를 사용함으로써, 평균 전열량은 증가하고, 즉, 응고셀의 두께를 증가시켜 브레이크 아웃의 발생을 방지할 수 있다.

이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다.

[실시예]

하기 표 1은 비교예1 내지 비교예3의 몰드 플럭스의 성분과, 본 발명에 따른 실시예의 몰드 플럭스의 성분을 나타낸 것이다.

[표 1]

	비교예1	비교예2	비교예3	실시예
CaO(wt%)	39.8	39.8	35.6	21.9
SiO ₂ (wt%)	30.6	30.6	40.1	36.2
Al ₂ O ₃ (wt%)	5.1	5.1	5.9	9.8
Na ₂ O(wt%)	9.1	9.1	1.8	9.8
Li ₂ O(wt%)	0	0	0	7.8
B ₂ O ₃ (wt%)	10.6	10.6	1.2	10.6
MgO(wt%)	3.7	3.7	5.3	1.6
F(wt%)	0	0	7.7	0
기타(wt%)	1.1	1.1	2.4	2.3
열전도도(W/m.k)	1.05	1.05	1.07	1.30

상기 비교예1 내지 비교예3은 열 전도도(thermal conductivity)가 1.2W/m.k 이하로 조성이 이루어지고, 반면에 실시예는 열 전도도가 1.2W/m.k 이상이 되도록 조성이 이루어진다.

하기 표 2는 상기 비교예1 내지 3 및 실시예의 조업 조건 및 조업 결과를 나타낸 것이다. 비교예1 내지 비교예3 및 실시예는 상기 표 1에 나타낸 바와 같은 조성의 몰드 플럭스를 사용하여 연속 주조 장치에서 하단 폭이 1012mm, 두께가 140mm의 주형으로 슬라브 주조를 수행하였다. 강종은 탄소 농도 60ppm의 극저탄소강이다.

상기 실시예 및 비교예1은 주형 외부에서 몰드 플럭스를 완전히 용해한 후 스톱퍼(stopper) 형태의 유량 제어 장치를 사용하여 용융 몰드 플럭스를 주형 내부로 주입하였으며, 주입시 용융 몰드 플럭스의 온도는 1,300℃이다. 주조 개시 전 용강이 주형에 충전된 시점에서 용융몰의 두께가 목적 값에 도달한 후 주조 개시와 동시에 탕면 커버를 주형에 설치하였다. 이후, 주조 진행에 따라 용융 몰드 플럭스의 소모량을 연속적으로 보충하였다. 상기 탕면 커버는 알루미늄 재질로 표면을 극히 미려하게 연마하였으며 용강 복사선 영역인 500 내지 4,000nm 영역의 적외선에 대한 평균 반사율을 85%로 하였다.

상기 비교예2 및 3은 파우더 몰드 플럭스를 사용하는 통상의 조업과 같이, 주조 개시 전 용강이 주형에 충전된 시점에서 파우더 몰드 플럭스를 투입하고 주조를 개시하였으며, 주조 중 수시로 분말 몰드 플럭스를 투입하여 보충하였다.

[표 2]

	비교예1	비교예2	비교예3	실시예
열전도도(W/m.k)	1.05	1.05	1.07	1.30
조업방식	용융몰드플렉스	파우더 몰드플렉스	파우더 몰드플렉스	용융몰드플렉스
주조속도(m/min)	1.6	1.6	1.6	1.6
MSR(%)	28	28	28	28
오실레이션 스트로크(mm)	3	5	5	3
오실레이션 주기(cpm)	266	160	160	266
몰드 플렉스 소모량(kg/m ²)	0.47	0.25	0.24	0.39
최대전열량(MW/m ²)	1.98	3.39	3.48	2.38
평균전열량(MW/m ²)	1.41	1.58	1.53	1.63
최대전열량 /평균전열량 비	1.40	2.15	2.27	1.46

상기 표 2를 참조하면, 실시예는 용융 몰드 플렉스 조업을 적용함에 따라 슬래그 베어를 제거할 수 있고, 이로 인해 몰드 플렉스의 소모량이 파우더 몰드 플렉스 조업을 적용한 비교예2 및 비교예3에 비해 대폭 증가하여 주형과 응고 셀 사이의 마찰을 감소시킬 수 있다. 또한, 실시예는 비교예2 및 비교예3에 비해 최대전열량/평균전열량 비가 낮아져 초기 완냉화가 이루어짐을 알 수 있다. 이는 용융 몰드 플렉스를 주입함으로써, 파우더 몰드 플렉스에 비해 탕면 직하에서의 최대전열량이 감소하기 때문이다. 즉, 평균전열량 대비 최대전열량의 비율은 파우더 몰드 플렉스를 투입하는 기존 조업에서 2.0 내지 2.5인데 비해, 용융 몰드 플렉스를 투입하는 본 발명에 따른 조업을 실시할 경우 1.2 내지 1.5로 급격히 낮아지게 된다.

또한, 실시예는 동일한 용융 몰드 플렉스 조업을 적용한 비교예1에 비해 열전도도를 1.2W/m.k 이상으로 제어함으로써, 평균 전열량이 증가함을 알 수 있다. 즉, 용융 몰드 플렉스를 주입함에 따라 초기 완냉화를 이루며 최대전열량/평균전열량 비는 거의 비슷하나, 열 전도도가 1.30W/m.k인 실시예의 경우 열 전도도가 1.05W/m.k인 비교예1에 비해 평균 전열량이 상대적으로 높아지게 된다. 이에 따라 실시예는 응고 셀의 두께를 증가시키며, 브레이크 아웃의 발생을 방지할 수 있다.

이와 같이 본 발명은 몰드 플렉스의 조성에 따라 열 전도도를 1.2W/m.k 이상으로 제어한 용융 몰드 플렉스를 사용함으로써, 초기 완냉화로 인해 탕면 응고를 방지하고 표면 크랙의 발생을 감소시켜 제품 품질의 향상을 도모할 수 있다. 또한, 브레이크 아웃의 발생을 방지하여 조업 안정성을 향상시킬 수 있다.

이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 이용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시예에 한정되는 것이 아니며, 첨부된 특허 청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술 분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

발명의 효과

본 발명은 용융 몰드 플렉스 조업을 적용하여 슬래그 베어를 제거하고 초기 완냉화로 인해 탕면 응고를 방지하고 표면 크랙의 발생을 감소시킬 수 있다. 특히, 몰드 플렉스의 조성에 따라 열 전도도를 제어함으로써, 평균 전열량을 상승시켜 브레이크 아웃의 발생을 방지하고, 조업 안정성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 연속 주조 공정을 설명하기 위한 개략도.

도 2는 연속 주조 주형 내 몰드 플렉스의 존재 형태를 설명하기 위한 개략도.

도 3은 본 발명에 의한 용융 몰드플렉스를 이용한 연속 주조 장치의 개략도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1 : 턴디쉬 2 : 침지 노즐(SEN)

3 : 주형 4 : 용강

5 : 응고 셸 6 : 미응고 용강

7 : 몰드 플럭스 10 : 주형

100: 탕면 커버 200: 용해 유닛

205: 몰드플럭스 공급원 210: 도가니

220: 도가니 가열 수단 230: 배출구

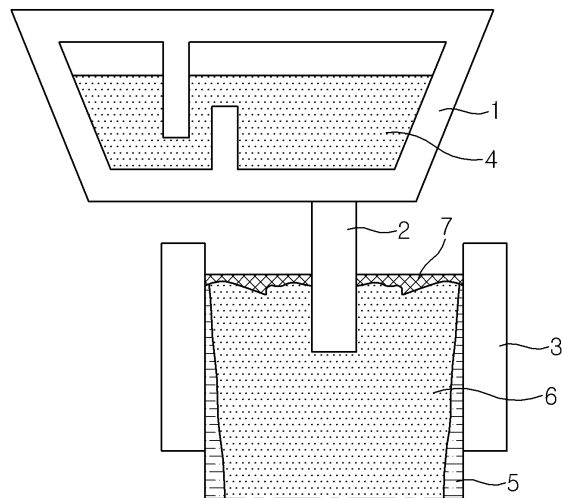
240: 스톱퍼 300: 이송 유닛

310: 주입관 312: 주입용 노즐

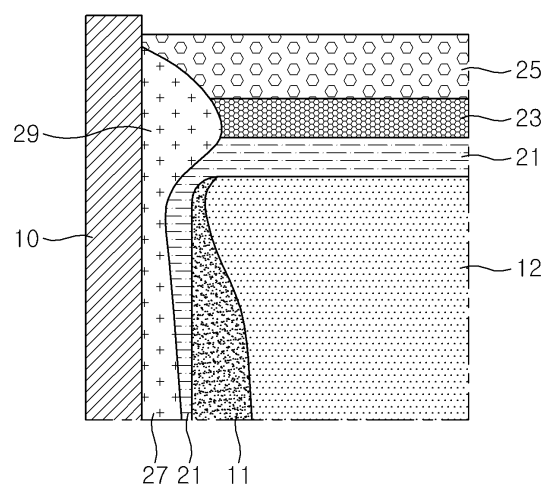
320: 주입관 가열 수단

도면

도면1



도면2



도면3

