

아연-마그네슘 도금을 위한 Mo 계 Feeding Pipe의 내산화 특성 향상 연구

Oxidation Resistant Improvement of Mo-based Feeding Pipe for Zn-Mg Plating System

방수룡^{a*}, 변종민^a, 김현우^a, 김태엽^b, 정우성^b, 김영도^a
^{a*}한양대학교 신소재공학과(E-mail:ydkim1@hanyang.ac.kr), ^b(주)포스코 기술연구원

초 록: 아연-마그네슘 합금은 마그네슘 첨가로 인한 뛰어난 내식성과 아연의 자원 고갈에 대한 갈등을 해소할 수 있다는 장점을 가지고 있으므로 차세대 강판 도금 소재로서 주목받고 있다. 그러나 아연-마그네슘의 도금 공정은 상대적으로 높은 용점을 지닌 마그네슘 첨가로 인해 기존의 아연 도금 공정에 비해 고온에서 이루어지므로 용융 금속에 의한 도금 설비의 빠른 손상이 발생하게 된다. 따라서 이와 같이 고온 환경에서도 사용 가능한 수준의 내구성을 지닌 소재의 개발이 반드시 필요한 상황이다. 선행 연구에 의하면 Mo은 아연-마그네슘 용탕에서 우수한 내침식 특성을 보이는 것으로 확인되었지만 pure Mo의 경우 고온 산화에 취약한 단점을 가지고 있어 내구성에 한계를 보인다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 pack cementation 공정을 통해 Mo 표면에 내산화 특성이 우수한 Mo 금속간화합물(MoSi₂, Mo₃Si, Mo₅SiB₂)을 형성시켰고 이를 대상으로 아연-마그네슘 용탕에 대한 내산화 거동을 평가하였다.

1. 서론

아연은 희생양극으로 철강 재료의 부식을 막아주는 역할을 하여 대표적인 도금 재료로 사용되고 있다. 하지만 매년 증가하는 아연의 소비량으로 인한 자원 고갈의 문제점이 대두되고 있어 세계 철강 업체들을 중심으로 새로운 도금재 개발이 이루어지고 있다. 기존 아연에 마그네슘을 첨가한 아연-마그네슘 합금은 뛰어난 내식성과 더불어 아연 저감 효과에 의해 차세대 강판 도금 소재로서 주목받고 있다. 그러나 상대적으로 높은 마그네슘의 용점으로 인해 아연-마그네슘의 도금 공정은 기존의 아연 도금 공정에 비해 고온에서 이루어지므로 아연-마그네슘 용탕에 의한 도금 설비의 빠른 손상이 발생하게 된다. 따라서 이와 같이 고온 환경에서도 사용 가능한 수준의 내침식이 뛰어난 소재의 개발이 반드시 필요한 실정이다. 선행 연구에 의하면 Mo은 아연-마그네슘 용탕에서 우수한 내침식 특성을 보이는 것으로 확인되었다. 하지만 pure Mo의 경우 고온의 대기 중에 노출될 경우 산화에 취약한 단점을 가지고 있어 내구성에 한계를 보인다. 이러한 Mo의 고온 산화 문제점을 해결하기 위해 많은 연구진에 의해 Mo 금속간화합물(MoSi₂, Mo₃Si, Mo₅SiB₂)에 대한 연구가 진행됐으며 이러한 Mo 금속간화합물이 고온 대기 중에 노출 되었을 때 표면에 치밀한 SiO₂ 혹은 SiO₂-B₂O₃층이 형성되어 산화를 방지한다는 연구 결과가 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 Mo 금속간화합물을 대상으로 아연-마그네슘 용탕에 대한 내산화 특성 평가를 진행하여 도금 설비 재질로서의 Mo 금속간화합물의 실제 적용 가능성을 판단하고자 하였다.

2. 본론

본 연구에서는 Mo 도가니 겉표면에 Mo 금속간화합물을 형성시켜 아연-마그네슘 용탕으로부터의 내산화 특성을 측정하고자 하였다. Pack cementation 공정을 통해 Mo 도가니 표면에 각각 Mo-Si, Mo-Si-B 층을 형성시킨 뒤 Mo 도가니 내부에 Zn-10 wt.%Mg scrap을 넣고 700°C의 아연-마그네슘 용탕에 10시간 노출시켜 아연-마그네슘 용탕에 대한 Mo 금속간화합물의 내산화 특성 평가를 진행하였다. 실험 전후로 Mo 도가니 면적 당 무게 변화를 측정하여 내산화 특성 평가를 진행하였으며 Mo 도가니 내부에 아연, 마그네슘의 확산 및 침투 여부를 확인하기 위하여 EPMA 분석을 실시하였다.

3. 결론

실험 전후의 질량 변화를 비교한 결과 pure Mo 도가니는 39.73 mg/cm²의 변화를 보인데 반해 Mo-Si 합금과 Mo-Si-B 합금 층이 형성된 도가니는 각각 1.86 mg/cm², 0.46 mg/cm²의 pure Mo 도가니 대비 매우 우수한 내산화 특성을 나타내는 것을 확인하였다. 또한 EPMA 분석 결과 도가니 내부가 모두 Mo으로 이루어져 있는 것을 확인할 수 있었고 아연, 마그네슘의 침식이 일어나지 않은 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. R. MISHRA, Monojit DUTTA, ISIJ INJ., 47(2007) 1504-1509.
2. JING XU, MARK A. BRIGHT, XINGBO LIU, EVER BARBERO, Metallurg. Mater. Trans. A., 38A(2007) 2727-2736.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 WPM(World Premier Materials) 사업을 수행하는 스마트 강판소재 사업단의 연구비 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.