

Mg, Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn 합금의 고온 산화 부식 연구

High Temperature Oxidation Corrosion of Mg, Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn alloys

지권용*, 박상환, 박순용, 김민정, 정승부, 이동복
성균관대학교 신소재공학과 (E-mail : kwony@skku.edu)

초 록: 주방 상태의 Mg, Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn 합금의 발화 실험 및 TGA를 통해 450~600°C에서 고온산화실험을 실시하였다. Ca의 첨가로 내발화성 및 고온산화특성이 향상되었으며, Zn의 첨가는 내발화성과 고온산화특성 모두에 악영향을 미쳤다. 산화시킨 시편의 SEM/EDS, XRD, 및 TEM 분석을 통하여 고온산화 특성을 조사하였다.

1. 서론

마그네슘 합금은 비중이 낮으면서도 비강도가 높으며 지구상 여덟 번째로 풍부한 원소로 구조용 금속으로 주목을 받고 있다. 고온산화에 취약한 특성 때문에 그 용도가 극히 제한받아 왔으나, 최근 Ca의 미량 첨가로 마그네슘 합금의 고온산화 특성을 향상시키는 연구가 진행되고 있다.[1] 하지만 기계적 특성 향상을 위해 상용 마그네슘 합금에 포함되는 Zn가 Mg-Ca 합금에서 고온산화에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 미비하다. 따라서 본 연구에서는 Ca과 Zn가 함께 포함된 마그네슘 합금에 대해 각 원소가 고온산화에 미치는 영향을 미세구조분석을 통해 규명하고자 한다.

2. 본론

그림 1은 Mg, Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn 시편의 발화실험 결과이다. Mg 시편은 627.5°C에서 발화하였고, Mg-5Ca, Mg-5Ca-1Zn 시편은 각각 751.8°C, 715.6°C에서 발화하여 Ca의 첨가로 발화점이 올라갔으나 Zn의 첨가로 다시 소폭 감소함을 확인할 수 있었다. 그림 2는 TGA 그래프로, 450~600°C에서 열중량분석기(TGA)로 10시간동안 산화시키면서 무게증가량을 조사하였다. Ca의 첨가로 고온산화특성이 증진되었으나, Zn의 첨가로 부식이 더 진행된 모습을 확인할 수 있다. SEM/EDS 분석 결과, 첨가된 Ca는 모재 내의 결정립계에서 Mg₂Ca로 석출되었다. TEM/EDX 분석 결과, Ca는 산화막 바깥 쪽에 CaO 산화층을 형성하여 Mg이 직접 산소와 반응 하는 것을 줄여, 합금의 내산화성 및 내발화성을 증진시킴을 확인하였다. Zn의 첨가는 고온부식 특성 악화를 야기시켰다. 이는 Ca, Zn 미량 첨가시 입계에 공정반응으로 석출되는 Ca₂Mg₆Zn₃의 생성에 의해 CaO로 환원되어야 할 Ca가 소모되었기 때문이다.[2] 또한, Zn의 첨가에 따라 결정립의 크기가 감소하여 입계의 증가로 인한 빠른 확산으로 고온 산화가 더 가속화 되었다.

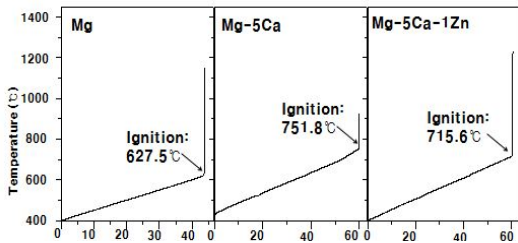


그림 1. Mg, Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn의 발화실험 결과

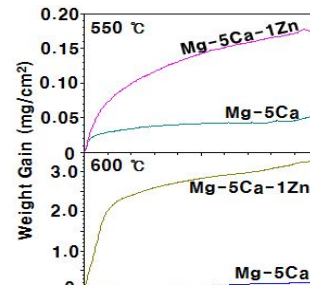


그림 2. Mg+5wt%.Ca, Mg+5wt%.Ca+1wt%.Zn의 550°C, 600°C에서 10시간 산화시킴에 따른 무게증가량 그래프

3. 결론

발화 실험 결과는 Mg-5Ca, Mg-5Ca-1Zn, Mg 순으로 내발화성이 우수하였고, 450~600°C 구간에서 단위면적당 무게 변화량으로 보아, 고온산화 특성 역시 같은 순서로 우수하였다. 이는 Ca가 산화 시에 산화막 바깥 쪽에 치밀한 CaO 피막을 형성하여 Mg합금의 부식을 막기 때문이며, Zn의 경우에는 공정석출물의 생성으로 Ca의 환원작용을 억제하기 때문이다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제(No. 20134030200360)입니다.

참고 문헌

1. 이진규, 김세광, 친환경 마그네슘 개발, 한국주조공학회지 제29권 3호 (2009) 101-112
2. G.Levi, S.Avraham, A.Zilberov, M. Bamberger, Solidification, solution treatment and age hardening of a Mg-1.6 wt.% Ca-3.2 wt.% Zn alloy, Acta Materialia 54 (2006) 523-530