

## Fe-Cr 계에서 고속 셀 응고 거동

최규석, 이재현<sup>†</sup>, 김현철<sup>\*</sup>

창원대학교 금속재료공학과, <sup>\*</sup>창원대학교 금속재료공학과

(ljh@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

단일 상을 가지는 합금의 응고조직은 성장속도가 빨라질수록 평면(planar), 셀(cell), 수지상(dendrite)로 계면이 변하게 되며 이는 조성적 과냉 및 응고계면의 안정성이론으로 이론적, 실험적으로 잘 알려져 있다. 최근 급냉응고 영역에서 응고속도가 빠를수록 셀 및 평면형 계면이 형성되는 응고 현상이 발표되고 있다. 본 연구에서는 Fe-Cr 계에서 일반적인 Bridgman 방식의 응고조건에서 셀형 응고현상을 관찰하였다. 응고구간(고상선/액상선)이 좁은 Fe-Cr 계 및 18Cr 계 스테인리스 합금에서 100-200 um/s 의 응고속도에서 수지상 계면에서 고속셀 응고계면이 형성되었다. 수지상 간격은 저속 및 고속셀의 간격보다 높았고 저속셀 조직의 셀 간격은 고속 셀 조직의 셀 간격이 응고속도에 따라 연속적으로 감소하였다. 본 연구에서 관찰된 고속셀 응고 현상을 급냉영역의 평면형 계면 조건인 Absolute velocity 이론 및 수지상 끝 온도 이론을 이용하여 고찰하였다.

**Keywords:** high velocity cell, directional solidification, Fe-Cr, interface

## 강소성 가공된 동합금의 기계적 및 부식 특성

장영환<sup>†</sup>, 김상식, 한승전<sup>\*</sup>, 임차용<sup>\*</sup>, 김창주<sup>\*</sup>

경상대학교, <sup>\*</sup>한국기계연구원

(sasrt@gmu.ac.kr<sup>†</sup>)

ARB (accumulative roll-bonding)나 ECAP (equal channel angular pressing)공법과 같은 강소성(severe plastic deformation) 가공법은 소재의 두께나 단면적의 변화 없이 고변형 에너지를 소재 내부에 축적시킴으로써 나노 결정립을 얻을 수 있는 기술이다. 이러한 가공법을 도전성 소재에 사용되는 동합금에 적용시킬 경우, 전기전도도의 감소 없이 고강도의 동합금을 제조할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 무산소동(oxygen-free copper, 99.99% pure Cu), 인탈산동(deoxidized low-phosphorous, 99.9%Cu-0.02%Fe-below 0.02%P) 및 PMC90 (99.9%Cu-0.1%Fe-below 0.02%P)의 도전성 동합금을 이용하여 ARB 및 ECAP 가공을 하고 미세조직 변화에 따른 기계적 및 부식 특성의 변화를 연구하였다. ARB 가공은 두께 1mm의 원소재 판재를 이용하여 상온에서 무윤활 조건으로 8 회까지 반복적으로 행하였다. 또한 ECAP 가공은 5mm/sec의 변형속도로 상온에서 수행하였으며, 매 사이클당 소재를 동일한 방향으로 90° 씩 회전시키는 가공경로(Bc)를 이용하였다. 강소성 가공에 따른 기계적 특성의 평가를 위하여 인장 및 경도시험을 행하였으며, 미세조직적 변화는 TEM과 DSC를 이용하여 분석하였다. 또한 일반부식 특성은 3.5% NaCl 수용액에서 양분극 시험을 하였으며, 응력부식균열저항성은 대기중 및 동일 수용액에서  $1 \times 10^{-6}$ /sec의 변형률 속도로 저속인장시험을 행하였다. 인장시험 결과, 소량의 인이 고용원소로 존재하는 인탈산동의 인장강도는 8 회 ARB 가공까지 계속 증가하였으나, 무산소동과 PMC90의 인장강도는 3 ~ 4 회 ARB 가공 이후 더 이상 증가하지 않았다. 또한 ECAP 가공된 무산소동의 3.5% NaCl 수용액에 대한 내식성은 2 회 가공된 시편이 가장 우수하였으며, 4 회 가공 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 응력부식균열에 대한 저항성에 있어서도 유사한 경향이 관찰되었다. 강소성 가공 횟수에 따른 동합금의 이러한 기계적 및 부식 특성의 변화는 전위밀도의 증가와 가공중 전위밀도가 감소하는 동적회복 현상 및 결정립 크기의 감소 등의 미세조직적 변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 이러한 인장, 경도 및 부식시험 결과와 미세조직적 분석을 통하여 강소성 가공된 동합금의 기계적 및 부식 거동을 금속학적으로 고찰하였다.

**Keywords:** Severe plastic deformation, Copper, Mechanical property, Corrosion property