

# Al-Ni-Mm 합금의 결정화 거동 및 성형

## Nanocrystallization behavior and consolidation of Al-Ni-Mm alloy

한국원자력연구소 홍순직\*, 이창규  
충남대학교 천병선

### 1. 서론

급속응고법으로 제조된 Al-Ni-X(x=rare earth metal) 비정질 합금의 결정화 거동 및 강화기구 현상에 관한 연구는 국내외 적으로 활발히 진행되고 있으나 구체적인 메커니즘과 합금설계에 대한 연구는 아직도 명확하게 규명되어 있지 않다. Al기 비정질합금은 84-86 at%의 높은 Al 조성에서도 1000 MPa 이상의 높은 인장강도를 보이며, 비정질 기지에 나노미터 크기의 fcc-Al 입자가 균일하게 분산된 시편에서는 1500MPa 이상의 높은 강도를 나타내므로 신고강도 합금으로 주목을 받고 있다. 이에 본 연구에서는 급속응고 기술인 멜트스피닝법으로 Al-Ni-Mm 리본을 제조하여 각각의 열처리온도와 시간변화에 따른 fcc-Al 의 결정화 거동과 강화 메커니즘을 규명하였으며, 한편으로는 가스 아토마이저를 이용하여 제조한 분말을 압출성형하여 성형화기구 해석 및 미세조직이 고강도에 미치는 연구를 수행하였다..

### 2. 실험방법

Al-Ni-Mm 합금 리본 및 분말은 멜트스피닝(Melt Spinning)과 가스분무 장치(GAS Atomizer)를 이용하여 각각 제조하였으며, 제조된 시료는 250-360 °C 범위의 온도와 1-120 범위의 시간에서 각각 열처리되었다. 제조된 원료 및 열처리된 시료의 상 분석과 미세조직 해석은 X-RD, SEM, TEM 장치를 이용하여 분석되었다. 제조된 분말은 수평식 열간 압출기를 이용하여 400 °C에서 압출되었으며, 압출재의 기계적 특성은 경도기, 인장시험기, 및 마모시험기를 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

비정질 Al-Ni-Mm 합금은 250 °C, 1분 동안 열처리하여 35 nm 이하의 fcc-Al 나노결정을 갖는 나노복합재료를 나타냈다. 비정질 기지에서 fcc-Al 입자가 결정화되면서 경도의 변화는 결정화에 따른 비정질 기지 내에 용질농도와 관계가 있음을 알 수 있었다. 압출재는 160-230 nm 크기를 갖는 Al 입자와 약 90 nm 크기의 금속간화합물을 형성하는 조직과 강도는 최고 728 MPa 그리고 1.8%의 연신율을 나타냈다.

### 4. 결론

나노복합재료의 강화기구는 복합재료의 Rule of Mixture 모델과 일치하였으며, 분말입자의 크기가 작은 분말에서 높은 인장강도와 높은 연신율을 나타내는 것은 Al 입자의 미세화 때문이며, 이와 같은 결과는 고강도 고인성 재료를 개발하는데 있어서 매우 고무적인 결과이다.