

# 분무성형법에 의한 Al 합금(AA2014) 대형봉상 성형체 제조시 기공발생에 관한 연구

## (A Study on the creation of Porosity in Al alloy(AA2014) Large Rod Preforms by Spray Forming)

김 봉 길, 김 병 조, 신 돈 수

((주)두레에어메탈 [구:삼선공업(주)])

### 1. 서 론

추진체에 있어서 추진기관의 성능 향상이나 추진체의 경량화로 비행거리를 연장시키는 것은 추진체의 가장 중요한 기능을 향상시키는 것으로 많은 연구와 노력이 집중되고 있는 분야이다. 특히 경량화는 추진기관의 성능 향상이나 형상변경 등의 어려운 작업 없이도 추진체의 중량을 줄임으로써 비행거리를 늘릴수가 있다는 장점을 갖고 있다.

이와 같은 경량화를 위해서 사용되는 소재에는 Al합금, Mg합금 등의 금속소재와 플라스틱 및 복합재 등을 들 수 있다. 이 중에서 Al 합금은 제조법이 보편화되어 있고, 꾸준한 연구개발이 이루어져 경량화 재료로 가장 널리 사용되고 있으며 적용범위도 계속적으로 확대되는 대표적인 소재이다.

일반적으로 Al 합금을 제조하는 주조야금법은 짧은 공정으로 대량생산이 가능하여 가장 대중화된 생산기술이지만, 조대한 조직을 가지며 편석이 심하여 우수한 물성을 요하는 제품에는 사용하기가 곤란하고 분말야금법은 분말 제조 또는 성형시 산화물이 생성되어 재료의 물성이 저하되며, 여러 단계의 생산공정을 거치게 되므로 다른 제조방법에 비해 제조원가가 높아 실제 응용에 어려움이 있다. 따라서 이런 장점을 가지고 단점을 보완할 수 있는 분무성형법이 주목받고 있다.

분무성형법은 용탕유출구로부터 흐르는 용탕에 고압, 고속의 불활성 가스를 분사하여 미세한 액적을 만들고 이를 기관 위에 적층시켜 성형체를 제조하는 방법이다. 특히 급냉응고에 의해 편석을 줄이고 미세한 조직을 얻을 수 있어 상온 및 고온에서 우수한 강도를 가지며 가공성이 우수한 재료를 만들 수 있으며, 기관의 형상 및 이동 방향에 따라 봉상, 판상 또는 관

상의 성형체로 제조할 수도 있다. 따라서 제조원가가 낮으면서 우수한 물성을 가진 재료를 개발할 수 있고 또한 복합재와 같은 난가공성재료의 near-net shape 제조가 가능한 새로운 생산공정이다. 특히 분무성형법을 이용하면 대형빌렛트를 제조할 수 있어 더욱 주목받고 있다. 그러나 대형빌렛트를 제조하기 위해서는 분무성형시 조업조건을 적절하게 조절하여 중심부와 표층부와의 조직차이를 없애야 한다.

따라서 본 연구에서는 분무성형법을 이용하여 2014 Al합금의 직경 200mm의 대형봉상성형체로 제조하여 기계적 성질을 통하여 실용가능성을 조사하였으며 특히 분무성형조건에 따른 기공발생 및 억제에 대한 고찰을 실시하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에 사용된 소재는 2014 Al 합금으로 고주파유도로에서 800℃까지 올려 용해한 후 715℃로 유지하여 분무각은 35°, 분무거리는 400mm, 기관회전속도는 100rpm, 기관하강속도는 35mm/min로 하여 최대직경 200mm, 길이 1200mm의 대형봉상성형체를 제조하였다. 제조한 최대직경 200mm, 길이 1200mm의 2014 Al 합금 봉상성형체를 직경 127mm, 길이 400mm로 기계가공한 후 1250ton 압축기로 container 온도는 397℃, 압출 다이온도 420℃, 압출빌렛트 온도는 402℃로 압출비 21:1(∅27mm)로 압출하였다. 이 압출재를 T<sub>6</sub> 열처리를 행한 후 시효경화거동 및 석출물을 관찰하였다. 또한 인장시험을 통해 최대인장강도, 항복강도 및 연신율을 측정하였으며, 분무성형한 봉상성형체의 압출 전·후의 기공량을 조사하기 위하여 밀도를 측정하였다.

## 3. 결 론

- 1) 주조재에 비해 미세한 등축정을 가진 분무성형체를 최대 직경 200mm, 길이 1200mm로 외형적으로 건전한 성형체를 제조하였으나 내부적으로 기공이 많이 관찰되었으며, 기공의 분포는 분무성형체의 중심부보다는 표층부에 집중적으로 분포되었고, 조직미세화는 표층부가 중심부보다 더 미세하였다.
- 2) 분무성형체의 기공발생으로 밀도는 2.44로 주조재의 2.73보다 매우 낮게 나타났으며, 열간 압출시 분무성형체의 최대압축압력은 주조재에 비해 낮고, 압출속도는 더 크게 나타났다. 그러나 열간압출후에는 기공이 관찰되지 않았으며, 밀도는 분무성형압출체로 2.77로 주조

압출재의 2.78과 비슷하여 압출공정을 통해 기공은 거의 제거되었다.

- 3) 분무성형압출재의 최대인장강도와 항복강도는 주조압출재에 비해서 조직이 미세하고 주조 결함인 기공도 열간압출로 거의 제거되었음에도 불구하고 10~40MPa 정도 낮게 나타났다. 따라서 주조결함으로 나타난 기공이 열간압출 이후에도 어느 정도 영향을 끼치고 있는 것으로 생각되었다.
- 4) 분무성형시 기공발생에 대한 고찰을 실시한 결과 본 연구의 분무조건에서 입도가 작은 액적은 비행도중 응고 완료된 분말상태로 성형체표면에 도달하여 기공이 발생한 것으로 나타났다. 따라서 액상율이 높은 액적이 성형체표면에 도달할 수 있도록 분무조건을 개선하는 것이 요구되었다.