

Inconel 718의 열처리에 따른 미세조직 변화 The Effect of Heat Treatment on the Microstructures in Inconel 718

안진수, 김병익, 홍재근*, 강정운, 홍순국**
부산대학교 재료공학과, *한국기계연구원 원자력공인검사단, **LG생산기술연구소
(adoong0520@hanmail.net)

1. 서론

Ni기 초내열 합금인 Inconel 718은 높은 강도와 우수한 내크리프 특성, 응력파단 저항성, 가공성, 용접성, 응력부식 저항을 가지고 있을 뿐만 아니라, 경제적 효용성도 겸비함으로써 전 초내열 합금의 사용량의 35%를 점유하고 있다. 1960년대 H. L. Eiselstein이 Inconel 718을 개발한 이후로 Standard 열처리외에 Merrick, Koul 등에 의해 새로운 방법들이 제안되었으므로 본 연구에서는 기존의 열처리법들을 검토하고 문제점을 파악하여 새로운 열처리법을 제안 하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에 사용된 재료는 Allvac사에서 제조된 As rolled 상태의 $\Phi 20\text{mm}$ 인 봉재를 사용하였으며, 열처리는 전기로를 사용하여 Ar분위기에서 실시하였다. 조직관찰은 marble($10\text{g CuSO}_4 + 50\text{ml HCl} + 50\text{ml 증류수} + \text{a few drops of H}_2\text{SO}_4$)로 화학에칭 및 전해에칭(4%옥살산, 3V, 10여초)한 후 OM, SEM으로 관찰하였다. 전해 추출은 메탄올 + 10%HCl + 1% 주석산을 이용하였으며, 성분 분석 및 상동정은 EDX, EPMA, XRD를 이용하였다. 결정입도는 원소재 자체가 내외부의 결정립 크기 차가 있으므로 중심에서 1.5mm, 7mm의 두 지점을 선정하여 선분석법을 사용하여 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

원모재에는 다른 석출상들은 관찰되지 않았으며, 1~15 μm 크기의 Nb-rich, Ti-rich Carbide가 각각 0.7, 0.1% 분율로 존재하였다. 결정입도는 표면에서 중심부로 갈수록 조대하였으며, 그 크기는 표면부가 6.50 μm , 중심부가 7.86 μm 이었다.

기존의 열처리 방법인 Standard Heat Treatment(이하 SHT), Merrick's Heat Treatment(이하 MHT), Koul's Heat Treatment(이하 KHT)에 대해 검토한 결과, SHT에서는 입계에 δ 상이 석출되지 않아 피로특성의 저하가 우려되고, MHT에서는 γ' , γ'' 의 조대화로 인한 강도 감소와 입계에 침상형 δ 가 다량 석출되어 PFZ가 발생하므로 피로특성의 저하가 우려된다. KHT에서는 역시 MHT와 마찬가지로 다량의 δ 상 석출로 인해 Nb의 소모가 많아 PFZ의 발생으로 인한 피로특성 저하가 우려된다.

따라서 기계적 특성을 향상시키기 위해서는 δ 상의 제어가 필요한 것으로 예상되므로, δ 상의 고용 온도인 1288K보다 낮은 온도범위(1248K~1273K)에서 유지시간에 따른 δ 상 및 결정입도의 변화를 체계적으로 검토하였다. δ 상은 온도가 증가할수록 석출량이 감소하였으며, 유지시간이 증가할수록 δ 상의 형상을 나타내는 에스펙트 비(aspect ratio)가 감소하였다. 결정립 성장은 1268K 이하의 온도에서 장시간 유지하여도 일어나지 않았다.

이상의 결과로부터 1268K이하의 온도에서 열처리하면 결정립 성장 없이 δ 상의 석출량 및 형상 제어가 가능한 것으로 확인되었다.