

**티타늄 카바이드 분산된 니켈기 초내열합금의 특성에 미치는  
열처리의 영향**  
(Effect of heat-treatment on the properties of TiC  
dispersed Ni-base superalloy)

한국기계연구원 **홍성현**  
(주)알로이텍 **황금철, 이원혁**  
아주대 **진억용**

### 1. 서론

각종 산업의 발달이 빠르게 진행됨에 따라 재료의 사용 환경이 다양해지고 극한적 환경에서 우수한 내열성 및 내마모성을 필요로 하는 재료의 개발이 절실히 요청되고 있다. 고경도의 TiC 입자들이 열처리 가능한 니켈기 초내열 합금기지에 분산되어 있는 2상의 복합 소결체는 시효 열처리를 하여 기지 합금상을 경화시켜 TiC 입자들과 더불어 기지상도 마모에 대한 저항을 나타내는 특성을 갖게 된다. 이런 합금들은 내열성과 내마모성을 함께 겸비하므로 열간용 금형, 다이 등에 응용이 기대되고 있다. 본 연구에서는 니켈기 초내열 합금 기지에 고경도의 TiC 입자를 분산 강화시킨 합금을 제조하였고 열처리에 따른 미세조직 및 특성 평가를 하였다.

### 2. 실험 방법

시편의 열처리는 TiC는 열처리에 따라 상변화가 없으므로 기지상인 니켈계 합금의 열처리에 준하여 실시하였다. 1200°C에서 용체화 처리를 하였고 880°C에서 1차 시효열처리 및 760°C에서 2차 시효열처리를 하였다. 여러 조건에서 열처리된 시편의 특성을 조사하였다. 미세 조직을 관찰하기 위하여 광학현미경, 주사전자현미경(SEM) 및 투과전자현미경(TEM)을 이용하였다. 또한, XRD 분석, 로크웰 경도(150 kg 하중)시험, 항절력 시험을 하였고, 내마모성을 측정하기 위하여 SiC paper #80을 반대면에 장착하여 하중 30 N, 속도 400 rpm에서 30분간(총 활주거리 3587 m) 마모시키면서 시편의 마모된 부피의 변화를 측정하였다. 한편, 기존의 니켈기 초내열 합금과 내마모성을 비교하였고 대기 분위기중 815°C에서 유지시간에 따른 시편의 무게증가를 측정하여 내산화성도 비교하였다.

### 3. 결과

880°C에서 1차 시효처리한 시편에서 미세한 구형의  $Ni_3(Al,Ti)$  석출물들이 관찰되었고, 이어서 760°C에서 2차 시효처리 한 시편에서도 매우 미세한 구형의  $\gamma'$   $Ni_3(Al,Ti)$  석출물들이 관찰되었다. 즉, 이러한  $\gamma'$  석출물이 시효처리시 Ni계 합금 기지상에 석출하여 기지의 경도를 증가시키고 내마모성을 증가시킨 것으로 판단된다. 상온 경도는 760°C에서 2차 시효처리한 시편에서 HRc 52.1로 나타났으며, 고온경도는 TiC 분산의 영향으로 Ni-base 초내열합금의 경도보다 높은 값을 나타냈다.

760°C에서 2차 시효처리한 시편의 항절력은 0.81 kN/mm<sup>2</sup>로 용체화 처리한 시편보다 낮게 나타났다. 이것은 2차 시효열처리에 의하여  $Ni_3(Al,Ti)$  석출물의 양이 증가하여 항절력이 떨어진 것으로 판단된다. 내산화성 시험에서 TiC 분산된 니켈기 초내열합금은 기존의 니켈기 초내열합금에 비하여 TiC 함량이 많아 산화 저항성이 낮은 것으로 나타났다.

### 4. 결론

Ni기 초내열합금기지에 TiC를 분산시킨 합금을 880°C 및 760°C에서 시효처리후 생성된  $Ni_3(Al,Ti)$  석출물들이 기지의 경도를 증가시키고 내마모성을 증가시켰다. 한편, TiC 분산된 니켈기 초내열합금은 기존의 니켈계 초내열합금에 비하여 내산화성이 낮았다.