P-83

경년열화된 FSX414의 미세조직 변화에 대한 초음파평가
(Acoustic assessment of microstructural changes in degraded FSX414)

김정석, 변재원*, 권숙인, 김용환, 송진헌
고려대학교 재료공학부, 고려대학교 공학기술연구소*

1. 서론

가스 터빈 부품중 1단 정익 블레이드는 약 800~900℃ 범위의 고온에서 무부하 상태로 장시간 노출되기 때문에 주로 Co기 초내열합금이 사용되고 있다. 그러나 가스 터빈은 잦은 기동 및 정지에 의한 열피로 균열이 발생하고 있으며 또한 고온에서 장시간 노출됨으로써 탄화물 조대화 및 표면층 고용강화 원소의 고갈 등의 재질열화 현상이 발생된다. 본 연구에서는 이상의 문제점 해결에 접근하기 위해 인공열화된 코발트기 초내열합금 FSX414에 대해 파괴적 방법으로서의 미세조직 (탄화물, 고용강화 원소) 및 기계적성질(경도) 분석, 그리고 비파괴적 방법으로서 초음파법(종파, Rayleigh 표면파)을 적용하여 이들의 결과를 비교 고찰하였으며 열화도 평가법의로서의 유용성을 실험적으로 검증하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 FSX414를 정익 블레이드 장착열처리 조건에 따라 열처리를 하였으며 1100℃에서 등온 열처리를 실시하였다. 미세조직변화를 광학현미경과 FESEM으로 관찰하였다. 또한 이미지분석기를 사용하여 탄화물의 크기를 정량화하였다. 고용강화 원소의 변화는 EDS, EPMA를 이용하고, 표면에 존재하는 스케일과 산화물 분석을 위해 X선회절을 실시하였다. 레일리 표면파는 초음파발생기(Ritec, RAM 10000)를 사용하여 pitch-catch법으로 레일리 표면파를 가진 시키고 초음파종파계측은 중심주파수가 10MHz인 압전소자를 이용하여 투과법(through transmission)을 사용하였다. 디지털스토리지오실로스코프를 이용하여 평균화처리된 파형을 웨이블렛 및 주파수 분석을 수행하였다.

3. 실험결과

Cr 고갈층은 고용강화 원소인 Cr이 열화가 됨에 따라 산화물 및 스케일을 형성하고 이로 인해 Cr 농도가 낮아지며 Cr 고갈층의 깊이는 용체화 처리와 aging처리만 실시했을 경우에 20㎛정도에서 1100℃에서 열화가 진행됨에 따라 약 200㎛까지 증가하였다.

열화시간이 증가함에 따라 열화초기에 종파의 음속은 급격히 감소하고 고용원소 고갈층의 제거 후에도 다소 감소하였다. 또한, 감쇠계수는 열화시간에 대해 증가했다. 표면파의 음속과 감쇠계수는 모두 증가를 하고 고용원소의 제거 후에는 표면파음속의 변화는 나타나지 않았다.

4. 결론

1. 열화 시간이 증가함에 따라 레일리 표면파의 음속은 증가하였으며, 이는 고용강화원소인 Cr의 고갈로 인한 격자변형의 감소 효과 때문인 것으로 생각된다. 또한, 표면파의 속도 분산은 주파수에 따라 표면의 불균일내로의 침투 깊이가 다르기 때문이다.
2. 열화 시간이 증가함에 따라 레일리 표면파의 감쇠계수는 증가하였으며 이는 표면층에서의 조대한 산화물 입자의 생성에 의한 산란량의 증가에 기인한 것으로 생각된다.