

In Situ SEM Technique을 이용한 구조용재료의 파괴기구 연구

포항공과대학 우주항공재료연구소 손기선, 이 성 학

파괴기구에 관한 대부분의 연구들은 고려되는 재료의 소성 및 파괴거동을 거시적인 관점에서 주로 해석하고 있기 때문에 소성 및 파괴에 대한 미시적인 기구가 명확하게 규명되어 있지 않다. 따라서 재료에서 측정된 파괴인성을 해석하고, 이들 미세조직과 연결하여 파괴거동을 보다 잘 이해하기 위해서는 파괴에 선행하여 발생하는 균열선단에서의 소성변형이라는 파괴의 미시적 현상에 대하여 체계적으로 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 금속복합재료 등 여러 구조용 신소재에서 일어나는 파괴의 미시적 거동을 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 직접 관찰하고, 재료의 균열전파 양상을 결정하는 제반 요인들에 대하여 조사하였다.

본 실험에 사용된 in situ SEM 파괴시험을 위하여 특수 제작된 wedge loading stage는 진공 chamber 밖으로 연결되어 있는 knob을 수동으로 회전 시킴으로써 약 20kg까지 하중을 가할 수 있으며, 이 때 시편이 받는 하중의 변화는 stage에 부착된 소형 load cell로부터 연속적으로 측정할 수 있도록 설계되었다. 이 시험방법은 상온 및 저온에서 시편의 표면에서 일어나는 소성변형 및 파괴거동만을 관찰할 수 있으므로 표면이 연마된 시편을 사용하였으며, 경우에 따라 에칭한 시편도 사용하였다. In situ 파괴시험에 사용된 double cantilever beam 시편은 중앙부가 얇아 작은 하중을 가하여도 쉽게 변형될 수 있도록 고안되었으며, diamond wheel을 사용하여 직경 약 150~300 μ m의 날카로운 노치를 삽입하였다. 또한 SEM 화면에 나타난 시편의 표면 형상을 관찰하면서 wedge를 단계적으로 조금씩 시편내로 삽입하면 일정 하중 이상에서 노치 선단으로부터 균열이 생성되고, 하중이 증가하면 생성된 균열은 전파된다. Wedge loading에 의한 균열의 전파는 대단히 안정하여 하중의 증가를 중단하면 균열전파는 멈추게 되어 필요한 시점에서 사진 촬영을 할 수 있다. 이러한 실험방법은 보다 실제적인 상황에서 날카로운 노치선단으로부터의 균열시작 및 균열전파의 거동을 직접 관찰할 수 있으므로 재료의 파괴기구에 대한 근본적인 이해와 규명에 크게 기여할 수 있다.