

스펙트라 섬유 표면처리에 따른 스펙트라 복합재의 인장특성에 관한 연구

신동혁*·이경엽**

A Study on the Tensile Behavior of Spectra Composite with Surface Treatment of Spectra Fibers

Dong Hyok Shin, Kyong Yup Rheeky

Key Words: Spectra Fibers, Ion Assited Reaction Method, Spcetra/Vinylester Compoistes, Tensile Property.

Abstract

We investigated the surface treatment of spectra fibers to improve tensile properties of spectra/vinylester composites. The spectra fibers were surface-treated using Ar^+ ion beam under oxygen environment. The treatment effect of spectra fibers on the tensile properties of spectra/vinylester composites was determined comparing the residual strength of surface-treated spectra/vinylester composites with that of untreated spectra/vinylester composites. It was found that the residual strength was improved 15% by the surface treatment of spectra fibers.

1. 서 론

스펙트라 섬유는 비강도와 비탄성율이 높아서 충격흡수용 재료로 사용되며 주로 방탄재, 장갑용 보강재에 많이 사용되고 있다. 그러나 스펙트라 섬유는 표면이 화학적으로 안정된 구조로 되어 있어 수지와 결합력이 약한 단점이 있다.⁽³⁾ 따라서 스펙트라 섬유와 기지재 간의 결합력을 높이기 위해 스펙트라 섬유를 다양한 방법으로 표면처리하는 연구가 이루어졌다.⁽¹⁻³⁾ 섬유와 기지재 간의 계면 결합력을 높이기 위해 섬유를 이온빔으로 표면처리 하는 연구가 최근에 이루어지고 있다.

섬유를 이온빔으로 표면처리 할 경우 섬유의 친수성이 증가되고 결국 표면 결합력이 증가되는 것으로 알려져 있다. 탄소섬유/에폭시 프리프레그 경우 산소환경에서 Ar^+ 이온빔으로 표면처리 하면 열림모드 파괴인성 값이 약 24% 이상 증가한다는 것이 발표된 바 있다.⁽⁴⁾

본 논문에서는 이온빔을 이용한 스펙트라 섬유의 표면처리가 스펙트라 복합재료의 인장특성 향상에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 이를 위해 Ar^+ 이온빔으로 표면처리한 스펙트라와 표준의 (표면처리 하지 않은) 스펙트라 섬유를 각각 적용하여 중앙에 구멍을 갖는 스펙트라/비닐에스테르 복합재 시편을 제작 인장시험을 수행하였으며, 각 경우의 시편에 대한 인장잔류강도를 비교하여 표면처리 유무에 따른 인장특성을 정량화 하였다.

* KOPEC 인턴연구원

** 경희대학교 기계·산업시스템

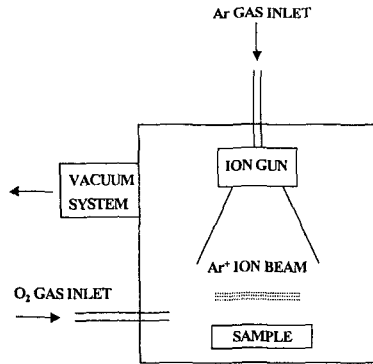


Fig. 1 Schematic diagram of ion assisted reaction method

2. 실험방법

스펙트라 섬유 표면처리는 이온빔 표면처리 시 분위기 가스를 이용하는 이온도움반응법 (Ion assisted Reaction)을 이용하여 수행하였다. 이온도움반응법을 이용한 표면처리는 기존의 이온빔 처리보다 재료표면의 젖음성을 더 증가시켜 표면에너지를 높이고 결국 결합력을 높이는 것으로 알려져 있다.

표면처리 조건은 산소를 분위기 가스로 사용하고 Ar^+ 이온을 이용하여 표면처리 하였다. 표면처리 시 산소분위기는 질량 흐름 제어기를 이용하여 4sccm의 산소를 흘려주어 조성하였다. 입사되는 Ar^+ 이온은 할로우 캐소드타입 이온건을 이용하여 발생시켰고 이때 이온 에너지는 1 KeV로 이온양은 1×10^{16} 로 하였다. 표면처리 조건을 위와 같이 한 것은 최적의 이온에너지 및 이온양이 각각 1 KeV와 1×10^{16} 로 판단되기 때문이다.⁽⁵⁾

Fig. 1은 이온도움반응법에 대한 개략도이다. 고분자기지 복합재는 다양한 조건에 의해 기계적 특성이 달라진다. 본 연구에서는 스펙트라 섬유의 표면처리 유무 외에는 같은 조건을 갖는 시편을 제작하기 위해 표면처리 한 경우와 표면처리 하지 않은 스펙트라 섬유를 적용 동시에 스펙트라/비닐에스테르 복합재를 성형 제작하였다.

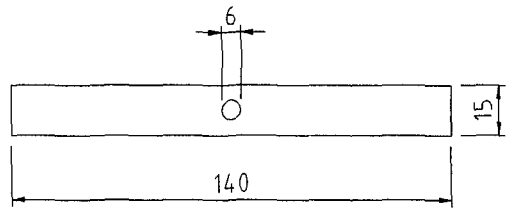


Fig. 2 Configurations of rectangular tensile specimen with a hole

복합재 성형은 핫프레스에서 경화시켰다. 경화 조건은 비닐에스테르의 최적 경화조건인 $100^\circ C$ 에서 20분간 250kg의 하중상태에서 제작하였다. 인장시편은 시편 중앙에 구멍이 있는 경우로 제작하였다.

Fig. 2는 시편의 형상 및 크기를 나타낸다. 인장 실험은 만능실험기 (Instron 8516)를 사용 일정 변형율(2mm/min)로 수행하였으며 하중에 따른 변위는 액스텐소미터 (25mm)를 이용하여 측정하였다. 시험 데이터의 유사성을 판단하기 위해 표면처리 한 시편과 표면처리하지 않은 시편에 대해 각각 6번 이상의 인장실험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

스펙트라 섬유를 Ar^+ 이온도움반응법으로 표면처리 한 경우와 표면처리 하지 않은 경우의 스펙트라/비닐에스테르 복합재의 전형적인 하중-변위 선도를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 두 경우 모두 하중-변위 선도는 대략 세 부분으로 구분할 수 있다. 초기의 비선형 구간, 선형 구간 그리고 최대하중 후 파손 구간으로 구분된다. 비선형 구간은 스펙트라 섬유와 비닐에스테르 수지 중에서 비닐에스테르 수지의 비선형 특성을 나타내며 선형구간은 스펙트라 섬유가 하중을 받기 시작한 경우를 나타낸다. 선형구간을 거쳐서 최고 하중을 거친 후 재료는 급속히 파손되기 시작한다.

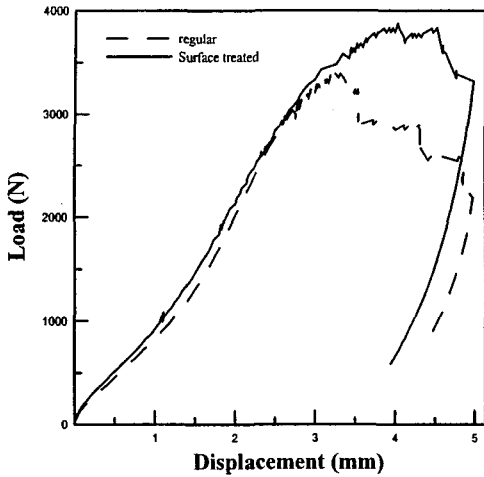


Fig. 3 Load-displacement curves of untreated and surface treated Spectra/Vinylester composites with a hole

그러나 표면처리한 경우와 표면처리 하지 않은 두 경우 모두 2차 저항이 있음을 알 수 있다. 최대하중에서 하중이 떨어지는 이유는 층간분리가 발생하는데 기인하는 것으로 판단되고 그 후 잔류강도가 남아 있는 부분에서 다시 하중을 받다가 급속히 파괴되는 것으로 사료된다. 하중-변위 선도 아래부분을 재료의 에너지 흡수량으로 생각할 때 표면처리 한 경우가 표면처리 하지 않은 경우보다 많은 에너지를 흡수 할 수 있음을 알 수 있다.

Ar⁺ 이온도움반응법을 적용한 스펙트라 섬유유의 표면처리가 스펙트라/비닐에스테르 복합재의 인장잔류강도를 얼마나 향상시키는 가를 정량화 하기 위해 스펙트라 섬유를 표면처리 한 경우와 표면처리 하지 않은 경우의 스펙트라/비닐에스테르 복합재의 인장잔류강도를 비교하였다. Fig. 4는 표면처리 유무에 따른 잔류강도를 나타낸다. 잔류강도는 Fig. 3에서 최대하중을 적용하여 결정하였다. 그림에 나타나 있듯이 표면처리 할 경우 잔류강도가 증가됨을 알 수 있다. 잔류강도는 표면처리 한 경우가 표면처리 하지 않은 경우에 비해 약 15% 이상 증가하였다. 잔류강도의 증가 원인으로서는 표면처리로 인해 수지와 섬유간의 결합력이 향상되었으며 비닐에스테르 수지와 스펙트라 보강재의 결합력은 스펙트라/비닐에스테르

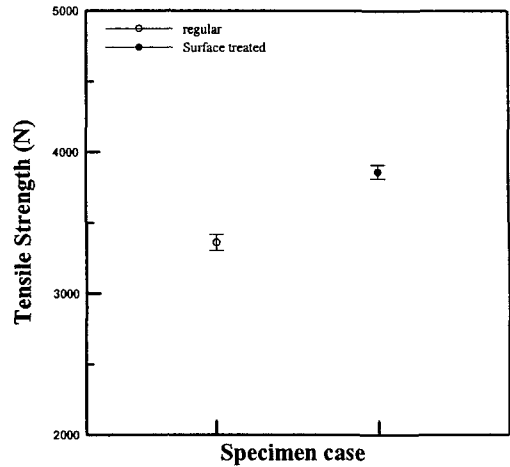


Fig. 4 Comparison of residual strength for untreated and surface-treated Spectra/Vinylester composite specimens

복합재의 인장잔류강도를 증가시키는 것으로 사료된다.

후 기

본 연구의 일부는 한국과학재단 목적기초연구과제 (과제번호:2000-1-30400-004-3)에 의하여 연구되었으며 이에 사의를 표합니다.

참고문헌

- (1) H. Rostami, B. Iskadarani and I. Kamel, Polym. Compos., **13** (1992) 207
- (2) S. Kavesh and D.C. Prevorsk, Inten. J. Polymeric Mater., **30** (1995) 15
- (3) R.L. Ellis, F. Lalonde, H. Jia and C.A. Rogers, J. Reinforced Plastics Compos., **17** (1998) 147
- (4) K. Y. Rhee, N. S. Choi, Y. K. Han and S. K. Koh, J. Composite Materials, **35** (2001) 684
- (5) 신동혁, 스펙트라/비닐에스테르 복합재료의 인장특성 향상을 위한 스펙트라의 Ar⁺ 이온빔 표면처리에 관한 연구" 경희대학교 대학원 석사논문 (2002)