

Study on Recovery of Interfacial Properties degraded by Water absorption in the Fiber reinforced composites

부경대학교 김윤석, 문창권

서론

비강도, 비탄성이 우수한 섬유강화 복합재료에 있어서 강화재의 종류와 상태, 매트릭스수지의 종류, 작업환경에 따라서 섬유강화복합재료의 최종적인 물성치는 달라지며 같은 강화재와 매트릭스수지로 만들어진 섬유강화복합재라 할지라도 물성치의 값이 달라진다. 이렇게 계면간의 결합상태에 따라서 섬유와 매트릭스사이의 계면특성은 복합재료에서의 기계적 물성을 결정하는데 아주 중요한 부분을 차지한다. 계면의 열화현상은 정량적으로 계면전단강도의 크기로 나타내며 많은 연구자들이 실험한 것중에 pull-out test와 fragmentation test이 가장 많이 신뢰성을 가지고 있으며, 본 실험에서도 계면전단강도를 직접 평가하는 Pull-out test 보다 시간적, 제조적 편의성과 많은 실험 데이터를 얻을 수 있는 two fiber fragmentation test를 하였다. 인장실험이 끝난후에 섬유의 파단길이의 분포를 통계적 처리에 의해 임계섬유장(L_c)를 평가한후에 Kelly-Tyson의 식에 의해 구할 수 있다.

$$\tau = \frac{\sigma_f}{2} \cdot \frac{D_f}{l_c}$$

식에서 σ_f 는 인장강도값을, D_f 는 섬유직경, l_c 는 임계섬유장을 나타낸다.

실험방법

강화섬유는 미국의 미표면처리된 carbon fiber[AS4-W-12K, Hercules]를 사용하였다. 섬유의 평균직경은 He-Ne laser로 200개 이상 측정된 결과 $7.511\mu\text{m}$ 이었으며 gauge length가 5mm인 단섬유 인장시험편을 제작하여 섬유직경을 측정한 후 시험한 결과 평균인장강도는 3.581 GPa이었다. 매트릭스 수지는 에폭시를 사용하였으며 주제는 DGEBA[YD-128, 국도화학(주)]를 사용하였고, 경화제는 NMA[KBH-1085, 국도화학(주)]를 90phr를 사용하였다. 또한 경화촉진제로서는 BDMA[KBH-1086, 국도화학(주)]를 2.5phr 사용하였다. 시험편의 성형과정으로는 음각의 실리콘 몰드를 우선 제작하여 2가닥의 탄소섬유를 양쪽 sprue slots에 고정시킨 후 준비된 에폭시 수지를 주입시켜 진공오븐에서 130℃에서 1시간 1차경화시킨후 150℃에서 2시간동안 후경화시켰다. 그리고 시험편 내부의 열응력을 줄이기 위해 상온까지 천천히 냉시켰다. 이렇게 제작된 시험편을 증류수, 수돗물, 해수에서의 흡수량을 살펴보고 증류수침지하에서 계면전단강도값을 살펴봄으로서 계면영역에서의 열화 및 건조시켰을때의 계면의 회복거동을 살펴보았다.

실험결과

수분흡수량 측정에서 매트릭스수지만 사용한 dogbone형 시험편의 흡수량보다 2개의 섬유가 들어간 매트릭스수지쪽이 침지시간이 흐름에 따라 미량의 증가량을 보였다. 이는 섬유와 수지의 계면영역에서 계면을 따라 수분흡수가 일어났음으로 판단되며 고온(80℃)에서는 증류수보다는 수돗물, 수돗물보다는 해수가 많은 흡수량을 차지하였고, 반대로 상온에서는 증류수 해수 수돗물의 순으로 흡수량을 보였다. 고

은에서의 해수침지가 많은 흡수량을 보인 것은 해수속에 녹아있는 많은 이온기가 수지와 매트릭스계면을 통한 이온결합과 매트릭스표면과의 이온결합에 의해 무게의 증가를 초래했던 것으로 판단되며, 반대로 상온에서는 이온반응을 하기에 적당치 않은 환경으로 인해 물의 입자클러스터가 상대적 인 우선순위를 차지함으로써 증류수가 오히려 수분흡수율이 높게 나타난 것으로 판단된다. 30일 60일 침지후의 시편의 건조에 따른 계면영역에서의 회복율은 각각 73%과 61%를 차지하였다. 이는 열화된 수분에 있어서도 단순한 수분흡수에 의해 섬유강화복합재료가 열화된 것이 아니며 물과 수소결합을 통하여 수지와 계면간의 계면접착력을 약화시킨 것으로 판단된다.

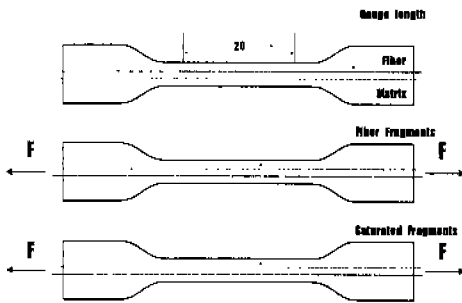


Fig.1. Basic Principle of fragmentation test

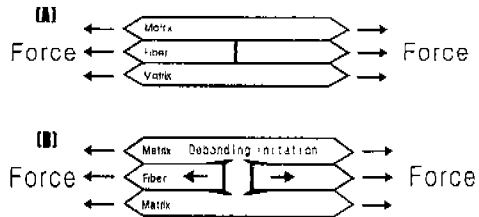


Fig2. Proposed mechanism for initiation of fiber debonding at the carbon fiber/matrix interface

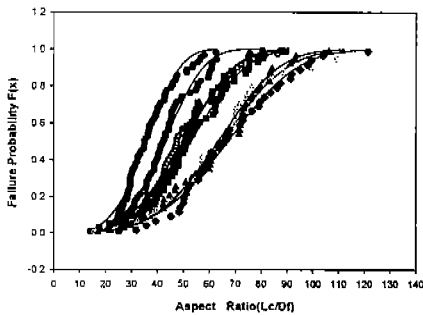


Fig3. Plot of a failure probability as a function of aspect ratio of carbon fiber for 0, 1, 2, 5, 10, 30, 60days and 90days treatment in distilled water at 80°C

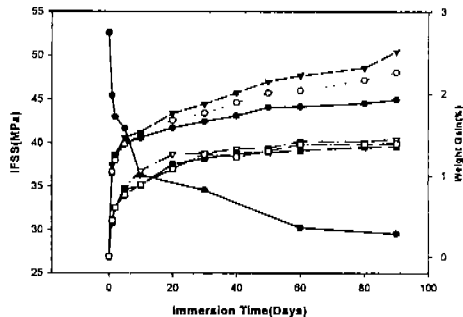


Fig4. Plot of interfacial shear strength as a function of immersion time and water absorption rate of two carbon fiber/epoxy matrix in distilled water at 80°C

참고문헌

1. A Kelly and W. R. tyson, J. Appl. Mech. Phys Solids, 13, 329 (1965)
2. C.K. Moon, J. Appl. Polymer. Sci., 54, 73 (1994)
3. N. MELANITIS et al J. Appl. Composite mater Sci., 26, 4 (1992)
4. M.S. Song, Polymer(Korea) 21, 3(1997)
5. J.H. Kim, C.K. Moon Polymer(Korea) 22, 3 (1998)