

Filler를 첨가한 탄소/페놀 복합재료의 내열특성

조영준* · 박종규** · 강태진***

Effect of Filler on the Thermal Resistant Properties of Carbon/Phenolic Composites

Young Jun CHo, Jong Gyu Park and Tae Jin Kang

Key Words : Carbon/Phenolic Composite, filler, 층간전단력, 삭마율

1. 서론

탄소섬유 복합재료는 내약품성, 열전도도, 내열성 등에서 우수한 특성을 가지고 있으며 고온에서 강도의 유지성이 우수하여 항공기용 brake disc, rocket nozzle, 우주 왕복선의 leading edge 등과 같은 고온 구조물에 응용되고 있을 뿐만 아니라, 생체와의 적합성(compatibility)이 우수하기 때문에 인공뼈, 인공 관절 등에 이용된다. 이러한 탄소섬유 복합재료의 물성은 강화재로 사용되는 탄소 섬유의 물성, 기지재로 사용되는 matrix precursor의 물성, 강화재의 조직 및 탄소섬유와 기지재간의 계면 조건 등에 많은 영향을 받는다. 탄소는 다른 어떤 물질보다도 삭마열(Heat of Ablation : Energy absorbed per mass lost)이 큰 물질이다. 그 이유는 탄소가 단위 무게당의 큰 비열과, 증발에 큰 에너지가 요구되며, 용융에도 고온, 고압이 필요하기 때문이다. 페놀수지는 열분해에 의한 탄화수율이

높은 물질 강화 플라스틱 내열재의 표준으로 여긴다. PAN계 탄소섬유 복합재료는 레이온계 탄소섬유 복합재료에 비해 기계적 특성이 우수하고 가격 경쟁력이 뛰어난 반면 열팽창계수나 열전도도 등 열적특성 및 불균일도가 큰 단점이 있다.

본 연구에서는 PAN계 탄소섬유 복합재료의 단점을 해결하기 위하여 페놀수지 내에 carbon black, graphite 등의 filler를 함량을 달리하여 첨가하여 기계적 특성과 플라즈마 토치 시험을 통하여 내열특성을 평가하고 미세구조를 관찰하였다.

2. 실험

2-1. 재료

2차원 적층 탄소/페놀 복합재료를 만들기 위해 사용된 탄소섬유는 태광산업에서 제조된 필라멘트수가 3000인 PAN계 고강도형 탄소섬유(ACELAN TZ-307)로 기본특성은 Table 1.에 나타내었다. 복합재료의 강화재는 400g/m²의 중량을 직물중량을 가진 8매 주자직 탄소직물을 사용하였고, 기지재는 강남화성에서 합성한 'resol

* 서울대학교 섬유고분자공학과

** 국방과학연구소

*** 서울대학교 섬유고분자공학과

type의 액상 phenolic resin을 사용하였다. Filler는 carbon black, graphite를 사용하였다.

2-2. 시편제조

8H Satin woven fabric에 페놀수지 대 filler 함량을 각각 5%, 10% 15% 20% 달리한 지지물질을 만들어 roller를 이용하여 표면에 바른 다음 과량의 용제를 제거하기 위하여 상온에서 48시간 동안 방치하여 B Stage로 만들었다. 이를 적층하여 Hot Press를 이용하여 경화시켰다. 성형한 복합재료 적층판은 다이아몬드 커터를 이용하여 절단하였다.

2-3. 물성 실험

(1) Short Beam Shear Test

탄소/페놀 적층복합재료의 층간 전단력을 측정하기 위하여 ASTM D2344에 따라 Short Beam Shear Test를 실시하였다. Span-to-depth ratio는 5로 하였고, crosshead speed는 1.3mm/min으로 하였다.

(2) Bending Test

탄소/페놀 적층복합재료의 굽힘계수와 굽힘강도를 측정하기 위해 ASTM D790에 따라 3점 굽힘실험을 하였다. Span-to-depth ratio는 16, crosshead speed는 2.0mm/min으로 하였다.

(3) Arc Plasma Torch test

탄소 복합재료의 고온에서의 삭마량을 측정하기 위하여 Arc Plasma Torch test를 실시하였다. 시편의 크기는 100×100×10(mm)이고 시편과 torch tip 사이의 거리는 20mm로 유지하였으며 화염각도는 90°로 하였다. 시편에 가해지는 온도는 3,000℃ 이상이다. 사용된 기기의 Max. Output은 80KW이며, 9MB Type Gun을 사용하였다. 이 실험을 통하여 삭마율(Ablation Rate)을 측정하였다. 삭마율이란 시편의 두께를 Burn-through time으로 나눈 것으로 시편이 얼마나 빨리 타 들어가나 하는 척도이며

Burn-through time은 시편에 불꽃이 닿는 순간부터 시편이 완전히 관통할 때까지의 시간을 말한다.

3. 분석

3-1. SEM

탄소/페놀 복합재료 파단단면과 토치 실험한 시편의 삭마현상을 살펴보기 위하여 SEM을 통해 관찰하였다. 사용한 기기는 JSM T200 이다.

3-2. TGA

복합재료의 승온에 따른 고온에서의 열적 안정성을 알아보기 위해 분당 20℃의 승온속도로 900℃까지 승온한 후 무게 감소율을 측정하였다. 모델명은 TGA 7(TERKIN ELEMER)이며 air 상태에서 분석하였다.

4. 결과 및 고찰

4-1. 탄소 복합재료의 층간전단력

Carbon black과 graphite의 함량에 따른 탄소 복합재료의 층간전단력 시험결과를 Figure 에 나타내었다. Carbon black의 함량이 증가할수록 층간전단력은 서서히 감소하는 경향을 보였다. Graphite의 경우 함량에 따라 약간 증가하는 경향을 보였다. 이는 graphite가 계면 접착력을 향상시켜 삭마량을 작게 하는 역할을 하였을 것으로 판단된다.

4-2. 탄소 복합재료의 삭마율

Filler 함량에 따른 복합재료의 삭마율의 변화를 Figure 에 나타내었다. Carbon black의 함량이 증가할수록 삭마율은 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. Graphite의 경우도 함량에 따라 서서히 감소하는 경향을 나타내었으나 20%에서는 삭마율이 다시 증가하였다. 이것으로 볼 때 carbon black과 graphite는 플라즈마 불꽃에 의해 순간 탄화가 일어날 때 열충격에 의해 발생한

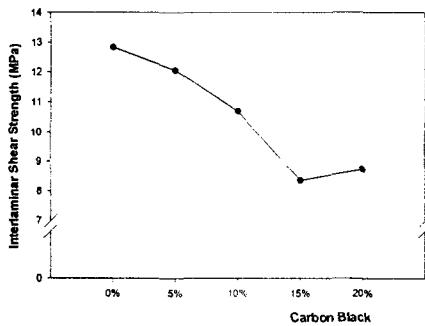
균열의 전파를 방해했기 때문이라고 판단된다.

참고문헌

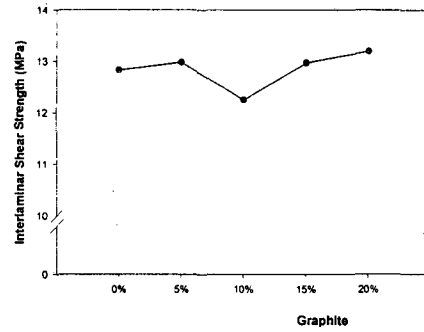
1. D. F. Adams, G. W. Hasting, "Carbon Fibers and Their Composites", 1988
2. L. M. Manocha, O. P. Bahl, Carbon, Vol 26, p.13 , 1988
3. Hugh L. Mcmanus, "High Temperature Thermomechanical Behavior of Carbon-Phenolic and Carbon-Carbon Composites, II. Results", J. of Composite Materials, Vol 26, p.230, 1992

Table 1. Specification of carbon fiber

Items	Values
Filament No.	3000(3K)
Tensile Strength	3.7 GPa
Tensile Modulus	260 GPa
Ultimate Elongation	1.3%

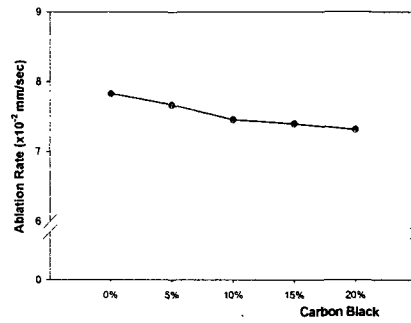


(a) Carbon black

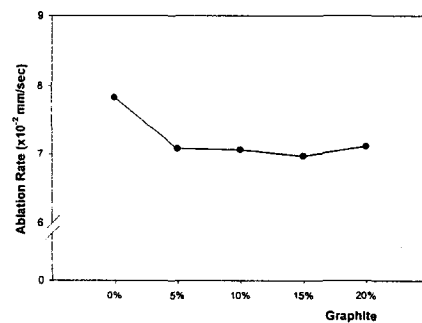


(b) Graphite

Figure 2. Results of ILSS test for carbon/phenolic composites



(a) Carbon black



(b) Graphite

Figure 3. Results of arc plasma torch test for carbon/phenolic composites