

# 섬유강화 복합재료를 활용한 진공주형용 재료의 특성에 관한 연구

## Study on Properties of the Materials with the Fiber Reinforced Composites for the Vacuum Casting Machine

\*\*문용재<sup>1</sup>, 권대현<sup>1</sup>, 고석조<sup>2</sup>, 차병수<sup>3</sup>, 문창권<sup>4</sup>

\*Y. J. Moon(beaver@dit.ac.kr)<sup>1</sup>, D. H. Kwon<sup>1</sup>, S. J. Go<sup>2</sup>, B. S. Cha<sup>3</sup>, C. K. Moon<sup>4</sup>

<sup>1</sup>동의과학대학 DIT테크노밸리, <sup>2</sup>동의과학대학 컴퓨터응용기계계열, <sup>3</sup>동의과학대학 디자인계열, <sup>4</sup>부경대학교 신소재공학부

Key words: Fiber Reinforced Composites, Vacuum Casting, Rapid Prototyping

### 1. 서론

진공주형은 제품 개발 단계에서 대량생산 보다 는 다품종 소량생산 시 많이 사용되고 있다. 쾌속 조형으로 모형을 제작한 후 그 모형을 기반으로 실리콘 몰드를 제작한다. 그리고 진공의 기압 차이를 이용하여 실리콘 몰드에 액상수지를 주입한 후 고형화 시켜 제품을 제작하는 방식으로 실리콘 주형법이라고도 한다[1].

제품 초기 모델 제작 시에는 1~2개 단품으로 제작을 하는 경우가 대부분이지만, 10~100개 정도 소량으로 제품이 필요할 경우에는 제작비용 및 시간을 줄이고 사출 제품과 유사한 기계적 성질을 갖는 재료를 사용 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 충격이 가해지는 충격 및 기계 부품의 경우에는 설계 구조상 취약한 부분에 대한 보강 설계가 추가로 요구된다[2].

최근 섬유강화 복합재료(FRP, fiber reinforced composites)는 기존의 금속 및 세라믹 재료에 비하여 비강도, 비탄성 및 내 부식성이 우수하여 산업 전반에서 대체 재료로서의 이용분야가 확대되고 있다. 최근, 사회전반에서 FRP의 사용은 세계적으로 증가하고 있는 실정이며 가볍고 높은 강도, 높은 내구성이 중요하다[3].

본 연구에서는 진공주형 공정에 사용되는 수지의 강도 향상을 위하여 탄소섬유 및 유리섬유가 함침된 섬유강화 복합재료를 제시하고 제작된 시험편의 기계적 물성을 평가 하고자 한다.

### 2. 탄소섬유 및 유리섬유 시험편 제작

본 연구에서 사용된 강화섬유는 유리섬유(오웬스코닝사, RS300-111A(300tex))와 PAN계 탄소섬유(헥셀사, Hex tow AS4-W-12K)를 사용하

였고, 그 물성을 Table 1에 나타내었다. 매트릭스 수지는 ABS수지를 사용하였으며 물성은 Table 2에 나타내었다.

시험편 제작을 위하여 Fig. 1과 같이 3차원 모델링, 쾌속광조형법으로 모형을 제작하였다. 제작된 모형으로 진공주형법을 활용하여 탄소섬유와 유리섬유가 함침된 독본(dog bone)형 인장 시험편을 각각 7종 제작하였다. 탄소섬유 시험편은 함유량을 0.98%씩 증가하였고 유리섬유는 0.32%씩 증가하였다.

Fig. 2는 실제 현미경을 사용하여 탄소섬유가 함침된 시험편의 파단면을 관찰한 사진이다.

### 3. 인장 시험 및 결과

완성된 ABS 복합재료의 인장시험은 Fig. 2에 보이는 것과 같이 인장 시험기(Instron, 5 kN)에서 시행되었다. 크로스 헤드 스피드는 1 mm/min으로 하였고 표점거리(gauge length)는 100 mm를 적용하였다.

Table 1 Physical properties of E-glass and carbon fiber

	Diameter	Density	Tensile strength	Tensile modulus
E-glass	16 $\mu$ m	2.56g/cm <sup>3</sup>	1.65GPa	77GPa
carbon	7.1 $\mu$ m	1.79g/cm <sup>3</sup>	4.43GPa	231GPa

Table 2 Physical properties of ABS resin

Tensile strength	Tensile modulus	Flexural strength	Specific gravity
63MPa	1.63GPa	41MPa	1.16~1.21

Fig. 3은 진공주형을 활용하여 ABS 수지에 다발 형태의 탄소섬유 함유량에 따른 7종의 인장 강도를 비교한 그래프이다. 섬유 함유량이 5.87%일 때 인장강도는 171 MPa로 탄소섬유가 복합되지 않은 ABS 수지 보다 3배 정도의 인장강도 증가를 보였다

Fig. 4는 ABS 수지에 다발 형태의 유리섬유 함유량에 따른 7종의 인장강도를 비교한 그래프이다. 섬유 함유량이 1.89%일 때 인장 강도는 68.35 MPa 이고, 탄소섬유 복합재료 87.01 MPa로 탄소섬유 복합재료의 인장강도가 더 크게 증가함을 알 수 있다. 따라서 진공주형에 의한 제품을 제작 시 탄소 섬유를 함유함으로써 기존 제품 보다 2~3배 강도가 강한 제품을 제작 할 수 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

진공주형으로 생산되는 제품은 공정의 특성상 사출금형으로 생산되는 제품에 비하여 강도가 약한 단점이 있다. 이 단점을 보완하여 진공 주형법으로 생산되는 제품의 강도를 향상시키고자 탄소섬유와 유리섬유 다발을 함침하여 시험편을 제작하였다. 그 결과 탄소섬유를 함침한 시험편이 유리섬유를 함침한 시험편보다 인장강도가 우수하였고 기존 제품보다 2~3배 강도가 강한 제품을 제작할 수 있게 되었다.

#### 후기

본 연구는 동의과학대학 DIT테크노밸리 학교기업의 지원에 의한 것입니다.

#### 참고문헌

1. <http://www.ilbeom.co.kr>
2. 문용재, 권대현, 고석조, 차병수, 정재환, 문창권 "쾌속조형기법을 활용한 모의충기 설계 및 제작에 관한연구," 한국정밀공학회 2010년 춘계 학술대회 논문집, 185 - 186, 2010
3. A. Abbasi, P. J. Hogg, "Fire testing of concrete beams with fibre reinforced plastic rebar," Composites, Vol. 36, pp. 394-404, 2005

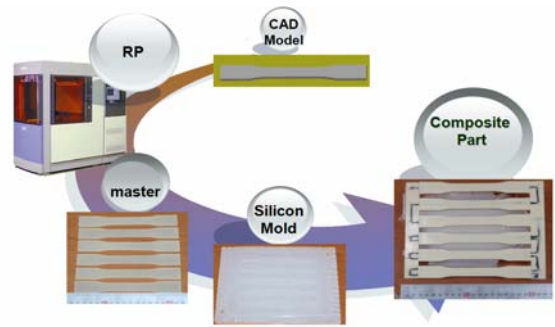
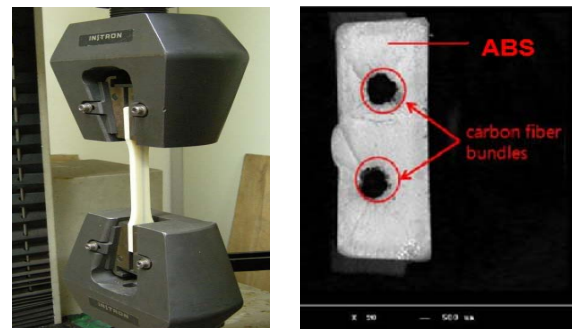


Fig. 1 Process of vacuum casting



(a) Tensile tester (b) Carbon fiber

Fig. 2 Tensile test

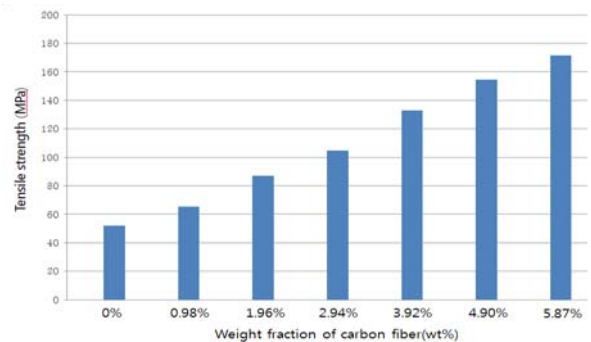


Fig. 3 Tensile strengths of carbon fiber reinforced ABS resin composites

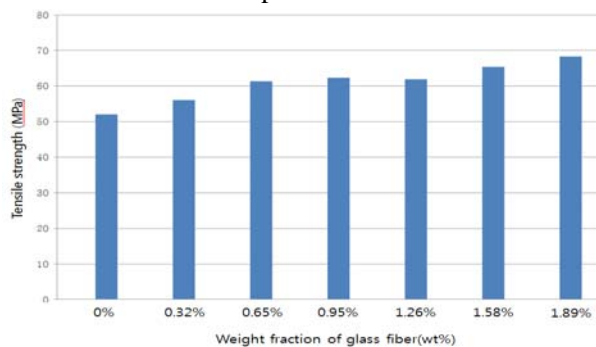


Fig. 4 Tensile strengths of glass fiber reinforced ABS resin composites