

원형 브레이드 강화 열가소성 복합재료의 역학적 특성 연구(Ⅰ)

이덕래, 김학용, 최종주, 서민강
전북대학교 공과대학 섬유공학과(공업기술연구소)

1. 서 론

산업과 과학기술이 발달함에 따라 재료에 요구되고 지고 있는 특성이 더욱 다양화 되고 있으며, 또한 하나의 재료가 여러 재료들의 장점을 동시에 가질 것을 요구하는 경우도 많아져 가고 있다. 이러한 다양한 성능과 기능을 만족시켜 주는 새로운 재료 중의 하나가 textile composite이며 textile composite는 고인성, 내피로성, 내충격성 등이 월등히 우수한 신소재 복합재료이다¹⁾.

Textile composite란 직물, 편성물, 브레이드, 3축포 등의 텍스타일 제품을 강화재로 사용한 섬유강화 복합재료의 총칭으로서 텍스타일이 지닌 뛰어난 기능을 matrix에 부가함으로써 단일재료로서는 얻지 못하는 뛰어난 공업재료를 만들 수 있다^{2), 3)}. 이중 브레이드는 다양하고 복잡한 복합재료 textile preform을 일체형(net shape)으로 제조하는데 효율적으로 이용되고 있다.

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 크게 기대가 되고 있는 브레이드 섬유강화 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 원형 브레이드에서 성형압력, 브레이딩 각(braiding angle), fiber volume fraction등이 굽힘특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 바를 보고한다.

2. 실험

2.1. 복합재료의 제조

강화섬유(reinforcement fiber)로는 10,500데니어의 Glass fiber를 사용하였고, 수지섬유(matrix fiber)로는 3000, 2600, 2000데니어의 폴리에스테르를 사용하여 강화섬유의 체적함유율(fiber volume fraction)이 30, 40, 50%가 되도록 합사기로 paralleled yarn을 만들어 브레이드 조성사로 하였다. Figure 1은 브레이드기의 모형도로써 본 연구에 사용된 브레이드기의 spindle 수(N)는 32로, 권취속도(V)를 변화하면서 브레이딩 각(θ)이 다른 preform을 조성하였다. 본 연구에 사용된 preform 및 복합재료의 성형조건은 Table 1과 같다. 제작된 복합재료는 길이 230mm, 폭 20mm, 두께 약 2mm였다.

Table 1. Details of preform and composite molding condition.

Preform		Composite molding condition	
Reinforcement	Glass fiber	Molding temp.(°C)	285
Matrix	Polyester	Molding pressure(MPa)	0.3, 0.5, 0.9, 1.2
Braiding angle(θ°)	18, 22, 26, 34	Holding time(min.)	3, 5, 10, 15
Glass fiber volume fraction(%)	30, 40, 50	Cooling type	rapid, slow

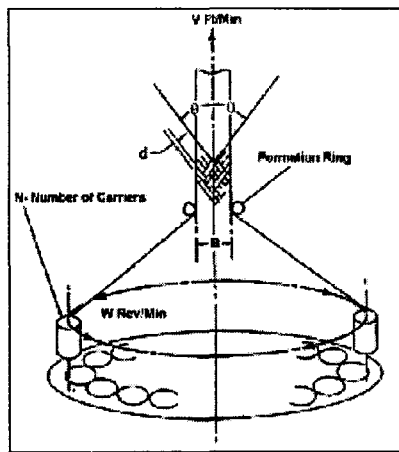


Figure 1. Schematic diagram of braider for production of 2D bias braid.

2.2. 실험

굽힘강도는 KS F 2242에 의거 3점 굽힘 실험을 행하였으며, void content는 KS F 2245 및 KS M 3016, 유리섬유 함유율(fiber volume fraction)은 KS F 2244에 의거하여 측정하였다. 또한 braiding yarn의 분포형태와 void등을 알아보기 위하여 현미경을 이용하여 단면 및 측면 관찰을 행하였으며, 복합재료의 파괴양상은 SEM사진을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 가압시간 10분 일 때 성형압력과 굽힘강도 및 굽힘계수의 관계를 나타낸 것이고, 그림 3은 성형압력 0.5MPa일 때 굽힘강도와 가압시간의 관계를 나타낸 것으로 일정한 가압시간에서 성형압력이 증가함에 따라 굽힘강도는 감소하며, 굽힘계수는 증가함을 알 수 있으며, 성형압력 0.5MPa일 때 굽힘강도는 가압시간 약 10분까지는 증가하다가 그

이후에는 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이것은 성형압력의 증가와 장시간동안 가압하면 수지가 밖으로 흘러나와 수지의 부피분율이 감소하기 때문이라 생각하며, 성형압력 0.5MPa인 경우는 침투시간은 약 10분 정도라 생각된다.

그림 4는 브레이딩 각에 따른 굽힘강도를 나타낸 것으로 브레이딩 각이 증가함에 따라 브레이딩 방향의 굽힘강도는 감소하였으나 이에 반해 브레이딩 방향에 수직인 굽힘강도는 증가하였다. 이것은 브레이딩 각이 증가함에 따라 섬유축은 브레이딩 방향에 수직으로 놓여지게 되고 브레이딩 방향으로 굽힘이 주어졌을 때 브레이딩 각이 증가함에 따라 섬유는 섬유축에 수직으로 하중을 받기 때문이라 생각한다.

그림 5는 preform의 강화섬유 부피분율에 대한 굽힘강도를 나타낸 것으로 강화섬유의 부피분율이 증가함에 따라 굽힘강도는 감소함을 알 수 있다. 이것은 강화섬유의 양이 증가함에 따라 교착부분에 수지섬유의 침투가 어려워져 수지를 통한 굽힘하중의 분산이 어려워지기 때문이라 생각한다.

4. 결론

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 크게 기대가 되고 있는 브레이드 섬유강화 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 원형 브레이드에서 성형압력, 브레이딩 각(braiding angle) 그리고 preform의 fiber volume fraction이 굽힘특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

브레이드를 강화재로한 열가소성 복합재료에서 굽힘강도는 성형조건에 많은 영향을 받고 있었으며, 브레이딩 각이 커짐에 섬유는 브레이딩 방향에 수직으로 배열되어 브레이딩 방향의 굽힘강도는 감소하고 이에 수직인 방향의 굽힘강도는 증가하였다.

5. 참고문헌

1. T. J. Kang et al., *Fiber Technology and Industry*, 1, 9(1997)
2. D. R. Lee et al., *J. of the Korean Fiber Society*, Vol.32, No.9, 844(1995)
3. Brian N. Cox, "Handbook of Analytical Methodes for Textile Compsote", NASA Contractor Report 4750, March 1997.
4. John E. Masters & Marc A. Portanova, "Standard Test Methods for Textile Composites", NASA Contractors Report 4751, September 1996.

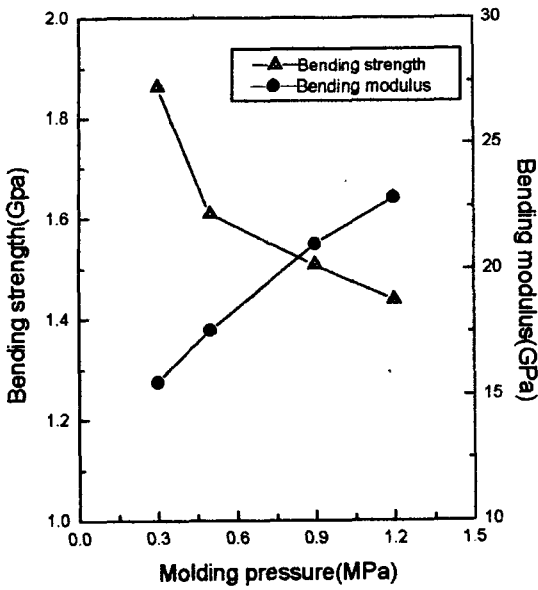


Figure 2. Relationship between bending strength and modulus and molding pressure at holding time of 10min.

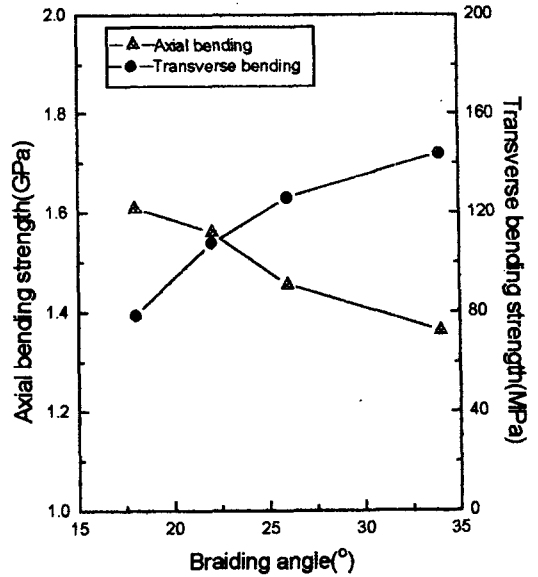


Figure 4. Relationship between bending strength and braiding angle.

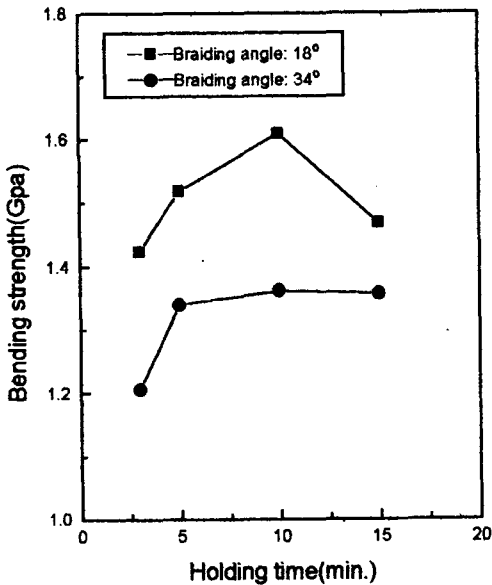


Figure 3. Relationship between bending strength and holding time at molding pressure of 0.5MPa.

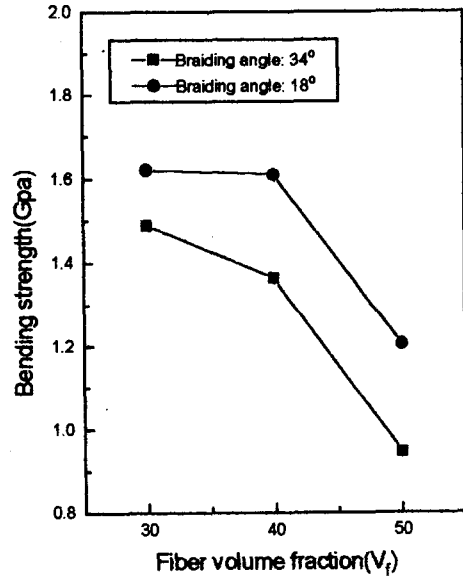


Figure 5. Relationship between bending strength and fiber volume fraction of preform.