

원형 브레이드 강화 열가소성 복합재료의 역학적 특성 연구(II)

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

1. 서론

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 있다¹⁾

브레이드는 3가닥 이상의 실이 서로 교차하여 2축포를 형성하며, 조성과정에서 중앙사를 삽입하면 3축포가 된다. 또한 강화를 목적으로 중심사를 삽입하면 중앙사(middle-end yarn)와 중심사(axial yarn)가 동일 축을 이루는 3축포가 된다. 따라서 중앙사와 중심사의 수와 위치를 적당히 조절하여 조성된 브레이드를 preform으로 한 복합재료는 역학적 특성이 매우 우수하다²⁾.

B. Gommers등은 textile composite의 elastic property를 계산하였고³⁾, Norman등은 브레이드 복합재료에 notch를 형성시켜 강도와 파괴 메카니즘을 연구하였으며⁴⁾, Chiu등은 브레이드 복합재료 튜브의 압축거동에 있어 중앙사의 함유율이 에너지 흡수성에 미치는 영향에 대하여 연구한 바 있는데 이들은 모두 열경화성 복합재료에 관한 것들이다.

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 크게 기대가 되고 있는 브레이드 섬유강화 열가소성 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 중심사와 중앙사가 굽힘특성 및 인장특성에 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 40%가 되도록 합사기로 paralleled yarn을 만들어 브레이드 조성사로 하였다. 브레이딩기를 사용하여 브레이딩 각(θ)이 34°가 되도록 preform을 제작하였다. Figure 1은 브레이드 조성사로 형성된 2축에 중앙사가 삽입된 브레이드 강화 복합재료를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 중앙사 및 중심사를 2, 4, 6, 8개 삽입하여 preform을 만들었으며, 이때 삽입사의 체적 함유율은 브레이드 조성사와 같이 40%로 하였다. Table 1에 preform 및 복합재료의 성형조건을 나타냈다.

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)	0.5
Braiding angle(θ°)	34	Holding time(min.)	10
Fiber volume fraction(%)	40	Cooling type	slow

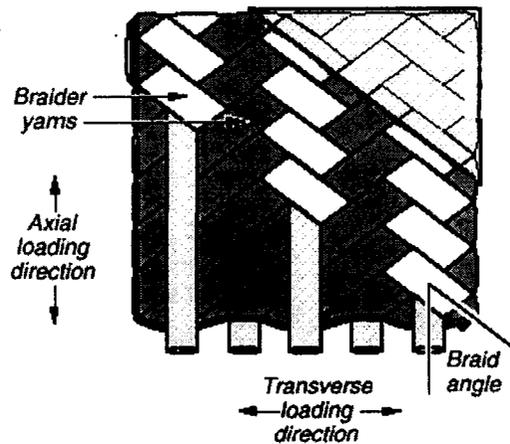


Figure 1. Illustration of a typical 2-D triaxial braid.

2.2. 실험

굽힘강도는 KS F 2242에 의거 3점 굽힘 실험을 행하였으며, 인장강도는 KS F 2241, void content는 KS F 2245 및 KS M 3016, 유리섬유 함유율(fiber volume fraction)은 KS F 2233에 의거하여 측정하였다. 또한 중심사와 중앙사의 분포 형태와 수지침투 현상을 관찰하기 위하여 현미경으로 단면 및 측면 관찰을 하였으며, 파괴양상은 SEM사진을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2와 그림 3은 중앙사와 중심사의 개수에 따른 인장강도와 탄성계수를 나타낸 것으로 중앙사와 중심사의 개수가 증가함에 따라 인장강도와 탄성계수 모두 증가함을 알 수 있다. 이것은 중앙사와 중심사가 일방향 복합재료의 특성을 나타내기 때문이다. 또한 중앙사와 중심사의 개수가 6개까지는 중앙사의 인장강도가 중심사의 인장강도에 비해 크게 나타남을 알 수 있다. 이것은 braiding yarn이 중앙사를 감싸고 있는 형태이기 때문이며, 중앙사의 인장강도 증가분 즉, 기울기가 완만한 것은 braiding yarn이 중앙사를 감싸고 있기 때문에 중앙사가 완전한 직선상을 이루지 못하고 있고, 또한 중앙사의 개수가 증

가함에 따라 braiding yarn의 crimp가 증가하기 때문이라 생각한다.

그림 4는 중앙사와 중심사의 개수에 따른 굽힘강도를 나타낸 것으로 중앙사와 중심사의 개수가 증가함에 따라 굽힘강도는 증가함을 나타내고 있다. 그러나 인장강도에서와는 달리 중앙사와 중심사를 사용한 경우의 굽힘강도의 기울기가 거의 비슷함을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 복합재료의 강화형태로 크게 기대가 되고 있는 브레이드 섬유강화 복합재료의 강도 예측의 기초자료로 활용하기 위하여 중심사와 중앙사가 굽힘특성 및 인장특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

브레이드 강화 복합재료에 있어서 중앙사와 중심사를 사용하여 브레이딩 방향의 강도를 향상시킬 수 있으며, 인장강도와 굽힘강도의 경우 중앙사와 중심사를 사용함에 있어 초기에는 중앙사의 영향이 크게 나타남을 알 수 있었다.

5. 참고 문헌

1. D. R. Lee et al., *J. of the Korean Fiber Society*, Vol.32, No.9, 844(1995).
2. Brian N. Cox, "Handbook of Analytical Methodes for Textile Compsote", NASA Contractor Report 4750, March 1997.
3. B. Gommers et al., *Acta mater.*, Vol.46, No.6, pp. 2223-2235(1998).
4. Norman et al., *J. of Composites Technology & Research*, Vol.18, No.1, pp.38-46(1996)
5. C. H. Chiu et al., *Proceeding of The 4th Asian Textile Conference*, pp. 298-303, Jun 24-26(1997).

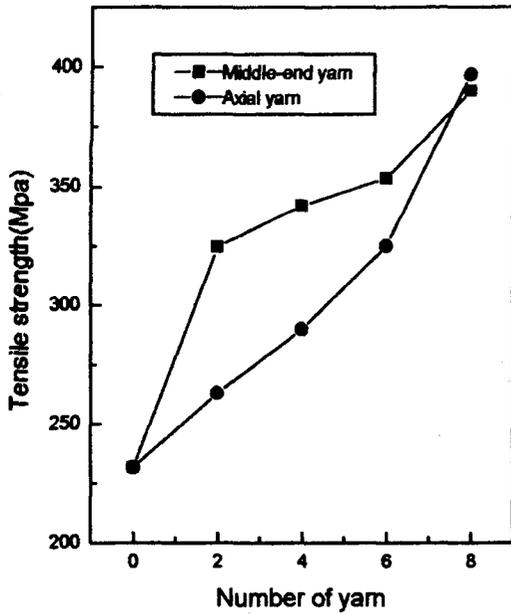


Figure 2. Relationship between tensile strength and number of middle-end yarn and axial yarn.

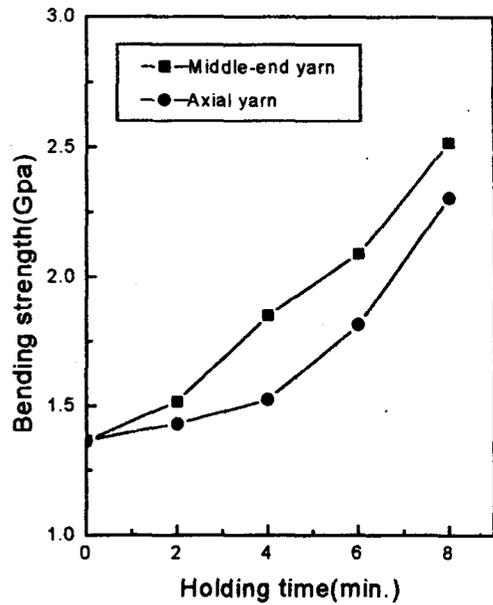


Figure 4. Relationship between bending strength and number of middle-end yarn and axial yarn.

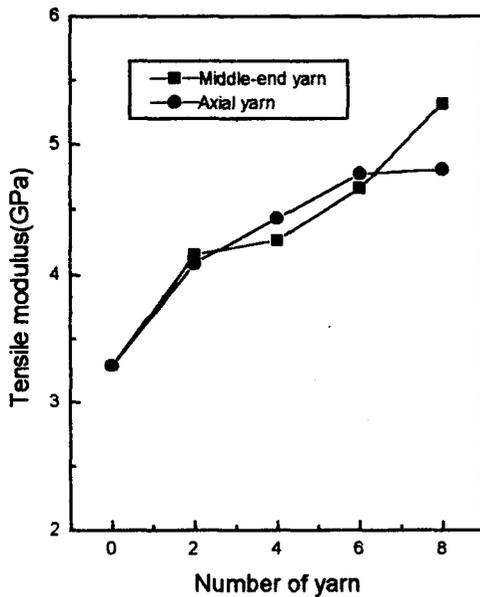


Figure 3. Relationship between tensile modulus and number of middle-end yarn and axial yarn.