

위편성물 강화 열가소성 복합재료의 인장특성 연구

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

1. 서 론

Textile composites란 직물, 편성물, 브레이드 등을 사용한 섬유강화 복합재료의 총칭으로서 텍스타일이 지닌 뛰어난 기능을 매트릭스에 부가함에 따라 단일재료로는 얻지 못하는 뛰어난 공업재료를 만들 수 있다. 편성물은 직물이나 브레이드에 비해서, 변형특성도 매우 우수하고 고생산성이다. 복합재료에서 강화재로 편성물을 사용하는 경우, 섬유소재, 편조직, 편환 밀도 등을 고려하는 것에 의하여 편성물강화 복합재료의 역학적 특성이 달라진다. 본 연구에서는 위편성물의 기본 편조직을 강화형태로 하여 편성물강화 열가소성 복합재료를 제작하여 편환 밀도, 편조직 및 냉각조건이 인장특성에 미치는 영향에 대하여 검토를 하였다.

2. 실 험

본 실험에 사용된 수지섬유는 1000데니어의 나일론 6의 평직물(18×18본/인치)을 사용하였고, 강화섬유로는 1560데니어의 아라미드 섬유속을 사용하였다. 강화편성물은 7게이지의 수편기를 사용하여 편환 밀도가 다른 5종의 평편조직을 편성하였다. 이를 preform으로 하여 3층으로 적층시켜 강화섬유의 체적함유율이 약 20% 정도의 열가소성 복합재료를 제작하여, Instron으로 crosshead speed 2mm/min해서 인장시험을 행하였다. 냉각방법은 급냉과 서의 2방법으로 하였다. Table 1은 강화섬유와 수지섬유의 물성을 나타낸 것이고, Table 2는 각 시료의 구조상수를 나타낸 것이다.

Table 1. Material constants of aramid Fiber bundle and nylon6 Fiber bundle.

	Elastic modulus (MPa)	Strength (MPa)	Poisson ratio	Density (g/cm ³)
Aramid	E _r =44129	958.6	0.35	1.43
Nylon 6	E _m =2786	447	0.33	1.14

Table 2. Structure constant of plain knitted stitch.

No.	Loops /100cm ²	Loop length(cm)	Volume fraction(%)	Thickness (cm)
1	759	0.36417	18.43	0,197
2	897	0.35485	19.07	0.198
3	1075	0.34660	17.59	0.217
4	1150	0.34453	20.95	0.218
5	1200	0.34175	20.97	0.227

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 0.5MPa의 압력하에서 10분 동안 가압해서 제작한 평편성물 강화재의 열가소성 복합재료의 인장강도와 편환 밀도와의 관계를 나타낸 것으로, 코오스 방향에 있어서는 거의 밀도에 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있으나 웨일 방향에 있어서는 밀도가 증가하면 인장강도는 급격히 감소한다는 것을 알 수 있다. 이것은 코오스 밀도가 증가하면 코오스 간격이 감소되어 절단되는 섬유속의 간격이 짧아지기 때문으로 생각된다.

단층판 1방향 복합재료에서 강화섬유 및 수지섬유가 탄성범위내에 있다면 응력은 다음과 같이 표시가 가능하다.

$$\sigma_1 = K_o \sigma_f V_f + \sigma_m (1 - V_f) \quad (1)$$

여기서 K_o ; 계면전달 효율로서 $0 \leq K_o \leq 1$ 이다.

Cross-over부분은 1축과 각 θ 를 이루고 있기 때문에 응력은 다음과 같다.

$$\sigma_\theta = \frac{1}{\sqrt{\frac{c^4}{\sigma_1^2} + \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{\sigma_1^2}\right) s^2 c^2 + \frac{s^4}{\sigma_2^2}}} \quad (2)$$

Fig.2는 절단면에서의 웨일방향과 코오스방향의 bridging yarn의 수를 나타낸 모형도를 나타낸 것으로서 n 을 적층수, W 와 C 를 시료폭당의 웨일과 코오스 수, B 를 시료폭이라 하면, 각방향의 bridging yarn의 수는 $[N_w] = nWB$, $[N_c] = nCB/2$ 이므로, 절단면에서의 bridging yarn의 파괴면적 $[A_w]$, $[A_c]$ 는 다음과 같다.

$$[A_w] = \frac{nW\pi D^2}{4T}, \quad [A_c] = \frac{nC\pi D^2}{8T} \quad (3)$$

따라서 웨일방향과 코오스 방향의 인장강도는 다음과 같다.

$$\sigma_w = [A_w] \sigma_\theta, \quad \sigma_c = [A_c] \sigma_\theta \quad (4)$$

Fig.3은 θ 의 변화에 따른 σ_w , σ_c 를 나타낸 것으로, θ 는 본 실험위 범위에서는 $0^\circ \leq \theta \leq 4^\circ$ 이었다.

4. 결론

본 연구에서는 위편성물의 기본 편조직을 강화형태로 하여 편성물강화 열가소성 복합재료를 제작하여 편환 밀도, 편조직 및 냉각조건이 인장특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다

1. 편환밀도가 증가하면 코오스 방향의 인장강도는 약간의 증가하나 웨일방향의 인장강도는 거의 선형적으로 감소하였다.
2. 교차부분의 배향각은 $0^{\circ} \leq \theta \leq 4^{\circ}$ 이었다.

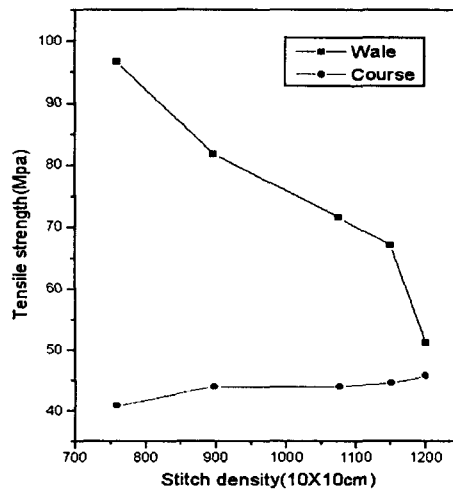
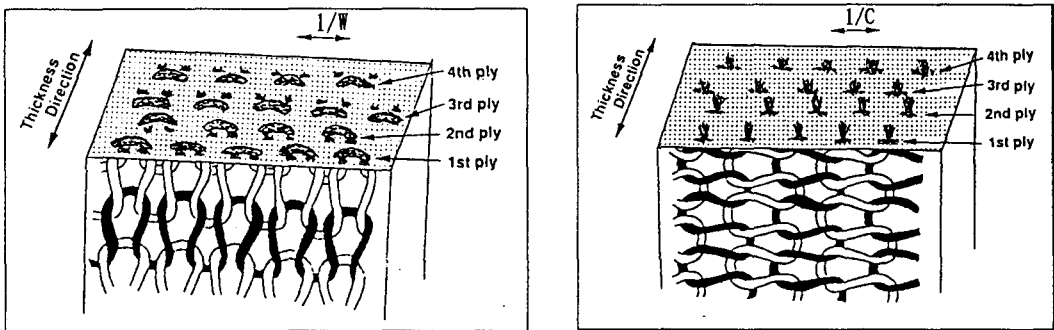


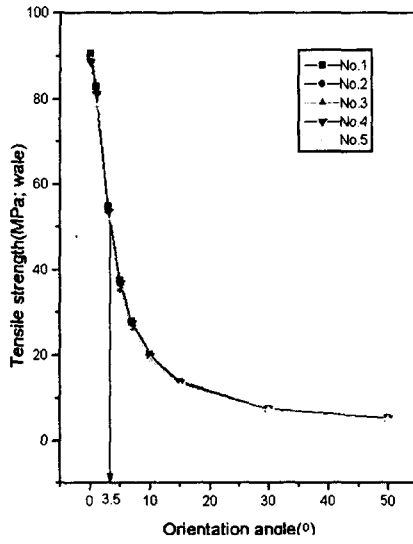
Figure 1. Relationship between tensile strength and stitch density.



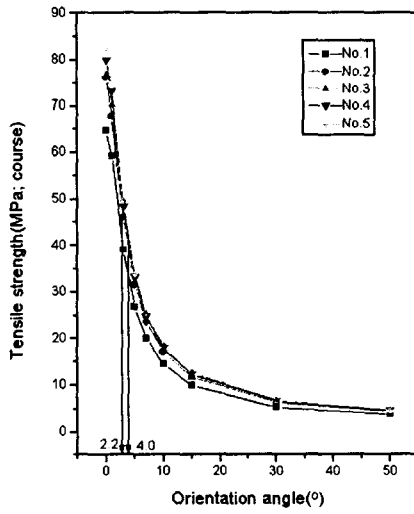
(a) Wale

(b) Course

Figure 2. Schematic diagram of fracture surface of plain knitted fabric.



(a) Wale direction



(b) course direction

Figure 3. Relationship between tensile strength and orientation angle.