

二相구조 부직포의 점탄성 특성에 관한 연구

전한용, 주창환*, 최영엽**

전남대학교 공과대학 섬유공학과

*충남대학교 공과대학 섬유공학과

**한양대학교 공과대학 섬유공학과

섬유집합체의 점탄성 거동은 주로 구성섬유의 특성에 지배되지만 장시간 영역에서의 점탄성 거동은 섬유의 배열상태, 단섬유의 엉킴상태 및 엉킴의 정도 등과 같은 형태학적 요인에 더 큰 영향을 받는다. 특히, 열융착 부직포와같이 단섬유들이 엉켜있는 상태가 접합 및 미접합 부분의 二相구조를 이루고 있는 섬유집합체의 점탄성 거동은 단섬유 상호간의 마찰특성이 관련된 해석보다는 각각의 부분이 전체 점탄성 거동에 미치는 영향을 해석하고 미접합 부분의 경우 단섬유들의 엉킴의 정도를 나타내는 인자로 해석하는것이 타당하다고 생각된다.

본 연구에서는 열융착 부직포의 소변형 및 대변형에서의 응력완화 거동을 고찰하여 장시간 영역에서의 점탄성 특성을 고찰해보고 二相구조 모형을 적용시켜 해석하였다. 열융착 부직포는 융착성, 인장강도 및 드레이프성이 제일 우수한 시료를 사용하였고 5~30% 범위의 변형율을 추가하여 응력완화실험을 실시하였다. 응력완화곡선은 항복변형율(18.75%)을 전후로 다른 거동을 나타내었으며 이는 섬유들이 융착되어 있는 접합부분과 단섬유들이 엉켜있는 미접합 부분의 二相구조의 응력완화 거동으로 해석하였고 '시간-변형율' 관계를 Schapery의 식을 이용하여 다음 식 (1)로 부터 구한 다음 장시간 영역에서의 점탄성 거동을 예측하였다.

$$E(t, e) = h_1 E(\infty) + h_2(e) [E(0) - E(\infty)] \psi \left[\frac{t}{a_e(e)} \right] \text{-----} (1)$$

그리고 완화초기의 거동을 지배하는 완화초기 탄성율에 영향을 미치는 미접합 부분의 변형을 함수 $[h_2(e)]$ 와 완화후기의 거동을 지배하는 완화평형탄성율에 영향을 미치는 접합부분의 변형을 함수 $[h_1(e)]$ 로 부터 변형율과 이동인자의 관계를 고찰하였다. 또한 변형을 함수와 이동인자의 plot로 부터 수직 및 수평 이동인자를 보정하여 Normalized된 '시간-변형율 합성곡선'을 구하였으며 완화실험곡선과 합성곡선의 관계는 식 (2)와 같다.

$$\left[\frac{\sigma(t)}{\sigma(t_e)} \right] = K(e) \left[\frac{E(t_e)}{E(0)} \right] \text{-----} (2)$$

끝으로 형태학적 성분의 기여를 고려하면 열융착 부직포의 접합 및 미접합 부분의 점탄성 거동을 각각 $[\sigma(\infty) \text{ vs. strain}]$, $[(\sigma(0) - \sigma(\infty)) \text{ vs. strain}]$ 의 plot로 해석할 수 있다.

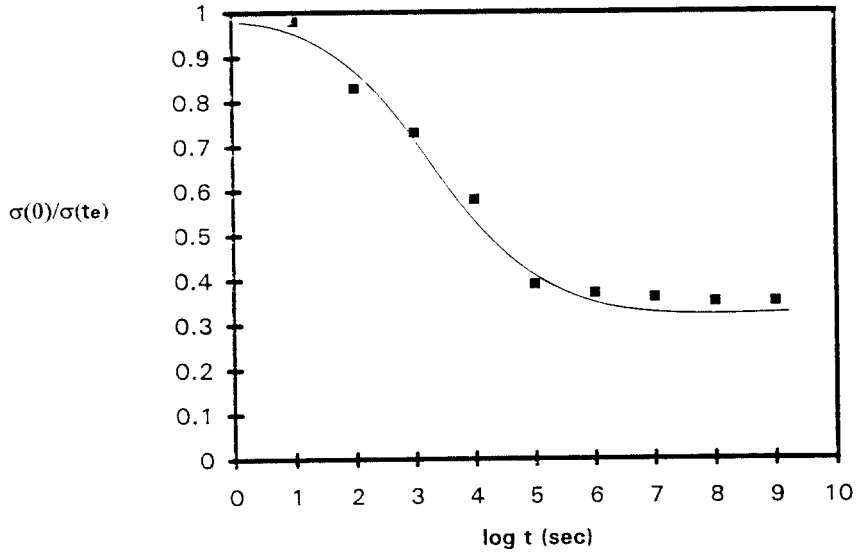
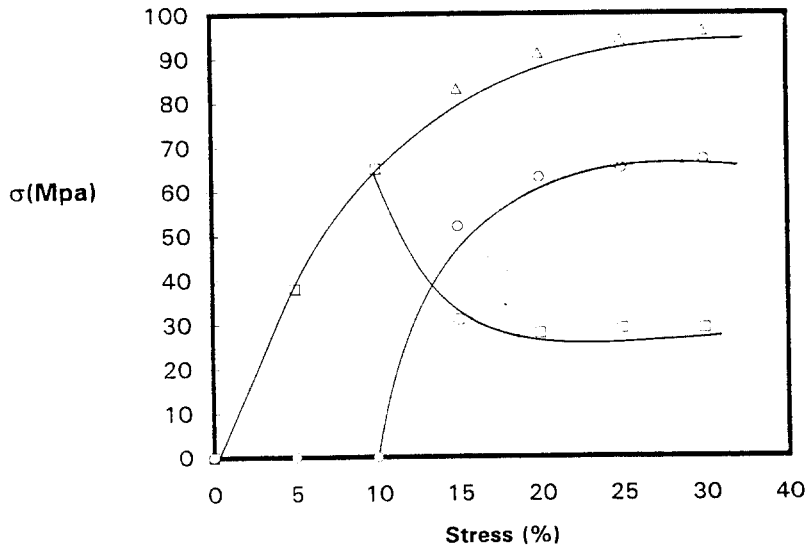


Fig. Normalized relaxation master curve for 2-phase nonwoven fabrics at different strain values.



□: $[\sigma(\tau) - \sigma(t_e)]$, O: $[\sigma(\tau) - \sigma(\infty)]$, Δ : $[\sigma(0) - \sigma(\infty)]$

Fig. The isochronal, $[\sigma(0) - \sigma(\infty)]$, and the experimental stress-strain curve, $[\sigma(t_e) - \sigma(\infty)]$, of 2-phase nonwoven fabrics.