

Epicycloid 형태의 단면을 가진 섬유의 역학적 거동해석

이 경 우

동아대학교 의상섬유학부 교수

직물이나 실을 구성하는 기본 인자인 섬유의 단면 형태는 직물의 촉감, 광택, 투수성 등에 많은 영향을 미친다. 또한 최근 사용이 급증하고 있는 산업용 섬유제품과 부직포용 섬유제품에서는 직물에서보다 더욱더 직접적으로 섬유의 단면 형태가 제품의 역학적 물성에 영향을 미친다. 본 연구에서는 섬유의 단면 형태를 Epicycloid 형태로 가정하였으며 이형태는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$z = x + yi = R(\zeta - m\zeta^n) \quad (1) \text{여기에서 } R,$$

m, n 은 상수이고 $\zeta = Cost + iSint$ 이다. 상수 R 은 섬유의 단면 형태에는 영향을 주지 않고 단면의 크기에만 영향을 준다. 상수 m, n 에 여러 가지 값을 대입함으로써 다양한 형태의 섬유단면을 만들 수 있다. 섬유의 비틀림 거동은 다음의 식으로 표현할 수 있다

$$M = GD\theta \quad (2)$$

여기에서 M 은 비틀림 모멘트, θ 는 단위 길이당 회전각, G 는 전단계수, D 는 비틀림 강성상수이다. 따라서 섬유의 비틀림 거동은 비틀림 강성상수만 구하면 완전한 해를 구하게 되는 것이다. 비틀림 강성상수는 섬유 단면의 형태에만 관계되는 양으로써 포아송(Poisson) 편미분 방정식의 해로부터 구할 수 있다. 섬유의 단면 형태가 복잡해지면 편미분 방정식의 해를 구하기가 어려운데 섬유의 형태가 식(1)과 같은 형태로 주어졌을 경우에는 등각사상함수를 이용하여 비틀림 강성상수를 구할 수 있는 방법을 N.I.Muskhelishvili 가 개발하였다. 이 방법을 사용하여 비틀림 강성상수를 구하면 최종적으로 다음과 같은 식으로 주어진다.

$$D = \frac{\pi R^4}{2} (1 + 4m^2 + m^4n) \quad (3)$$

식(1)을 이용하여 굽힘 강성 계수를 구할 수 있으며 이는 다음과 같이 주어진다.

$$I = \frac{\pi R^4}{4} (1 + 2m^2n + 2m^2 + m^4n) \quad (4)$$

식(3)과(4)를 이용하여 최적의 성질을 갖는 섬유 단면의 설계가 가능하게 되었다.