

# 자동차 안전벨트용 Rukaflex<sup>®</sup> 웨빙의 구조개선을 통한 마모특성 및 수명 향상

구현진, 김유겸

FTTI 시험연구원, 신뢰성 평가 센터, 서울시 동대문구 제기2동 892-64 (130-864)

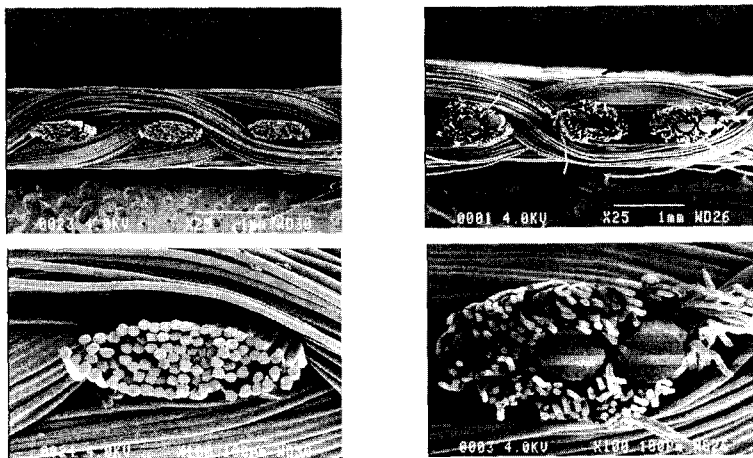
koohh@fitti.re.kr

## Abstract

최근, 선진국에서는 Rukaflex<sup>®</sup>라는 새로운 구조의 웨빙을 개발하여, normal usage marks를 감소시키고, 웨빙의 품질을 향상시키려는 경향을 보인다. 기존의 웨빙은 멀티 필라멘트가 경/위사 방향으로 교차되는 구조를 갖는 소폭직물인데, 새로운 구조의 Rukaflex<sup>®</sup>는 위사방향에 멀티 필라멘트와 모노 필라멘트를 동시에 사용하여 탄성률(resilience)을 높여서 구조 안정성을 향상시킨 형태의 웨빙이다. 본 연구에서는 Rukaflex<sup>®</sup> 웨빙의 수명을 구조개선 및 마모특성 향상을 통하여 50% 이상 향상시켰는데, 기존 웨빙과 초기 인장강도에서는 차이가 나지 않았으나 활성화 에너지, 형상모수,  $B_{10}$  수명이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이는, 척도모수에서는 기존 웨빙과 근소한 차이를 보이거나 구조개선에 의한 마모특성 향상에 의하여, 균일한 마모 및 degradation 특성을 나타내므로,  $B_{10}$  수명이 향상된 것을 확인할 수 있었다.

## 1. 웨빙의 구조개선

안전벨트용 웨빙의 제직구조개선을 위하여 웨빙 제직기의 구조를 위사방향에 멀티필라멘트와 모노필라멘트를 교대로 삽입할 수 있는 장비로 개조하였다. 위사방향에 모노 필라멘트를 삽입하는 경우 변부가 거칠어지는 단점이 있으므로 이를 보완할 수 있는 장비 개선도 동시에 이루어 졌다. 또한, 구조개선은 위사방향에 모노필라멘트를 삽입하여 형태안정성을 높이고, 변부개선을 통하여 사용 시 발생하는 편중된 마모를 방지하여 마모특성이 균일하게 이루어지도록 웨빙의 구조를 최적화시키기 위하여, 폭, 밀도, 위사에 삽입되는 멀티필라멘트의 번수 및 모노필라멘트의 지름을 요인으로 하는 제직 구조 최적화를 시도하였다. 그 결과 그림 1과 같이 새로운 구조의 Rukaflex<sup>®</sup> 웨빙을 제직하였다.



(a) 기존 구조

(b) 개선된 구조

Figure 1. 기존 구조의 웨빙 vs. 개선된 구조의 Rukaflex<sup>®</sup> 웨빙

## 2. 웨빙의 수명향상

웨빙의 구조 최적화를 통하여 얻어진 구조변수를 적용하여, 모노필라멘트를 포함하지 않은 웨빙과 0.2mm 지름의 모노필라멘트를 삽입한 Rukaflex® #1, 0.15mm 지름의 모노필라멘트를 삽입한 Rukaflex® #2를 개조된 장비를 이용하여 제작하였다. 두 개의 웨빙은 지름이 다른 모노필라멘트를 삽입하였으나, 위사방향의 모노필라멘트와 멀티필라멘트의 총 섬도는 970~975 데니어로 거의 비슷하다고 할 수 있다. 또한 세 시료 모두 웨빙의 초기 인장강도는 거의 비슷하였다. 세 종류의 웨빙에 RS K 0005 기준[1]을 적용하여 수명시험을 수행하였다. 그 결과는 표 1에 보여준다. 비록 초기강도에서는 큰 차이를 보이지 않지만, 지름이 큰 모노필라멘트를 사용할 경우 수명이 감소되는 결과를 얻었다. 그 원인은 모노 필라멘트를 삽입한 경우 그림 2와 같이, 경사방향으로 힘의 분산이 일어나므로, 모노필라멘트의 지름이 증가할수록, 크립(θ)가 증가하므로, 경사방향으로 수명에 기여하는 정도가  $F \cdot \cos\theta$  만큼 감소하는 경향을 보인다. 또한 Rukaflex® #2의 경우 유효수명(useful life)은 길고, 형상모수가 크므로, 수명향상이 매우 효과적으로 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 이는 요구되는 기간만큼 사용한 다음에는 더 이상의 수명이 요구되지 않으므로 과도한 신뢰성 설계로 인한 경제적인 손실이 적은 것을 의미한다.

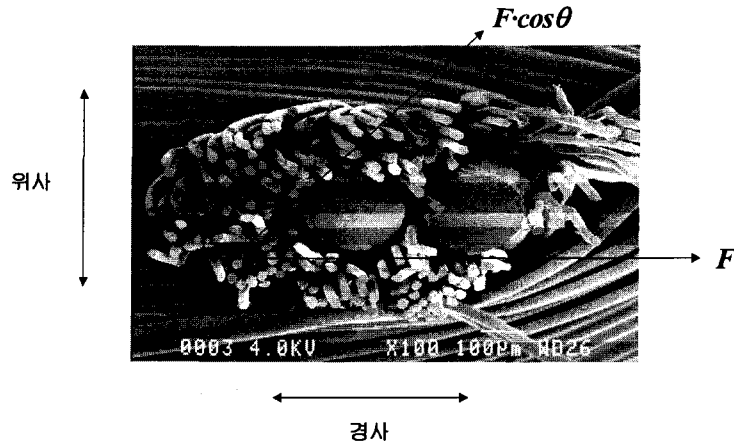


Figure 2. 모노필라멘트의 지름 vs. 인장강도

표 1. Rukaflex® 웨빙의 신뢰성 향상 결과

모수 추정치	기존웨빙*	Rukaflex® #1	Rukaflex® #2
초기인장강도(kN)	30.2	31.2	30.1
활성화에너지(eV)	0.348	0.303	0.526
형상모수(β)	6.17	4.22	27.55
척도모수(α) @90°C(yrs)	19.85년	9.3년	20.25년
$B_{10}$ 수명(yrs)	13.78년	6.4년	18.68년
$B_{10}$ 수명(yrs) (90% 신뢰수준)	10.16년	4.7년	17.53년

\*모노필라멘트를 적용하지 않은 웨빙(2003년도 인증제품)

### 3. 결과 및 고찰

웨빙의 구조개선은 위사방향에 모노필라멘트를 삽입하여 형태안정성을 높이고, 변부개선을 통하여 사용 시 발생하는 편중된 마모를 방지하여 마모특성이 균일하게 이루어지도록 개선시켰다. 또한 구조개선 과정에서 두께를 웨빙의 폭, 밀도, 위사에 삽입되는 멀티필라멘트의 변수 및 모노필라멘트의 지름을 요인으로 하는 마모특성 및 신뢰성을 향상시키기 위한 제직 구조 최적화를 시도하였다.

Rukaflex<sup>®</sup> 웨빙의 경우, 기존 웨빙과 초기 인장강도에서는 차이가 나지 않으나 활성화 에너지, 형상모수,  $B_{10}$  수명이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이는 척도모수에서는 기존 웨빙과 근소한 차이를 보이나 구조개선에 의한 마모특성 향상에 기인하여, 균일한 마모 및 degradation 특성을 나타내므로,  $B_{10}$  수명이 50%이상 증가된 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글: 이 연구는 한국부품소재산업진흥원의 부품소재신뢰성향상 사업에 의하여 지원되었습니다.

### 참고문헌

1. RS K 0005 : 2003 자동차 안전벨트용 웨빙