



# Radial Tire Belt 용 Cord 에 관한 연구

저자 : Carl Z. Draves and Zion S. Lee,  
 B.F. Goodrich Co, Akron, Ohio,  
 and L. Skolnik, B.F. Goodrich Research Center, Brecksville, Ohio

역자 : 본회 기술과

<前號에서 계속>

<표 6> Moisture and chemical stability of the candidate belt materials.

	Wire	Polyester	Fiber B	Nylon	Vinal	Rayon	Glass
Typical strength loss in water @ 75° F (tested wet; measured by BFG)							
% Strength loss	0	0	0	10	10	15	20
Strength loss in open steam (1.5 hrs. @ 305° F; conditioned 3 hrs. at 55% R.H. before test; measured by BFG)							
% Strength loss	0 (some rust)	5	4	21	melted	11	15
Compatibility with tire compounds (cords aged in rubber 24 hrs. @ 325° F, removed, tested @ R.T.: measured by BFG)							
% Strength loss	0	20~80	5	10	0	10	0

## 6. 고속 인장 강도

타이어는 200° F 이상의 주행 온도하에서 100mph 이상의 속도로 접촉 물체와 충돌 할지도 모르기 때문에 벨트용 재질의 고속및고온 인장 강도를 숙지한 다는것은 매우 중요한 일이다.

Glass, Fiber B, Rayon 그리고 Wire 에 있어서도 고속 강도 지수 (High Speed Strength Indices) (즉 매초 2%의 인장하에서 측정한 인장 강도에 대한 매초 3000 % 인장하의 인장 강도의 비)를 가지는데 실온 및 225° F에서 "1.00" 이상이다.

Vinal의 경우는 실온에서 1.00 이상이나 225° F에서는 1에서 약간 떨어진다.

Polyester macrofilament 및 Nylon monofilament는 고속, 고온하에서 시험 할때에는 보다 낮은 인장치 (tensile value)를 나타내며 이들 두재료는 실온및 225° F의 시험 온도에서 불규칙적인 절단이 일어난다.

## 7. Brittleness

간단한 Brittleness 시험은 노트 테스트(Knot Test)에 의하여 행하여 지는데 이시험은 고리 (Knot)에 장력과 부분적인 압력의 콤비네이션을 조건으로 할경우에 여러가지 벨트 코드에 의해 유지되는 강도로서 표시된다

Wire는 가장 강한 강도를 가지고 있으며 그다음으로 Nylon monofilament와 polyester macrofilament가 강한 강도를 나타낸다 한편 Glass의 경우 강도가 가장 약하다.

Fiber B 역시 본시험에서 다소의 Brittleness를 나타내고 있다.

## 8. 굽곡 피로 성능

Firestone의 압축 피로 시험과 Goodrich의 디스크 피로시험 (Disc Fatigue Test)에서 수집한 시험치를 표 7에 기재하였다.

<표 7> Cord fatigue tests; conditions of severity of tests were modified in order to point up differences between the belt candidates.

	Nylon Monofil	Polyester Macrofil	Rayon	Vinal	Glass	Fiber B	Wire
Cord size.....	2800/1	500/7	1650/3	1200/3	75.7/0	1400/3	5×1×0.010"
Twist, tpi.....	0	2.5	8.0×7.0	3.5×3.5	2.5	7.5×7.0	2.5

Firestone Compression Fatigue. (Test conditions: 2" Hub; 250 cpm; 100-lb load; 140°F test temperature. Data measured by BFG.)

% Strength retained							
After 24 hrs. ....	0	0	67	33	0	95	0
After 8 hrs. ....	77	0	99	45	0	0	0

B.F. Goodrich Disc Fatigue. (Test conditions: flexed 24 hrs. @R.T. Data measured by BFG.)

% Strength retained							
1% ext., 5% comp. ....	0	0	89	55	0	99	0
1% ext., 2% comp. ....	100	33	99	87	0	100	100

각 후보 재료 사이의 차이를 나타내기 위해 시험의 가속한 정도를 조절하였는데 만일 일정한 신장 및 압축을 가하기 위하여 시험 조건을 조절하지 않는다면 Glass 와 Wire 가 대단히 약한 피로 성능을 갖고 있음이 이들 시험결과로 나타나고 있다.

Glass 및 Wire 가 타이어에 이용될 경우에 타이어는 이러한 약점을 피할수있도록 설계되어야 함은 잘 알려진 사실이다.

Nylon monofilament 와 Polyester macrofilament 도 또한 이들 피로 시험에 대단한 민감도를 나타내고 있으며 Fiber B 는 피로저항성이 우수한 높은 모듈러스의 재료로서 보기 드문 것이다 Vinal 은 Glass 나 Wire 보다는 내피로 성능이 좋지만 Rayon 보다는 못하다.

**9. Power Loss**

일정한 응력하에서 Glass 에 비교적인 동력 손실 지수(PLI) 를 측정하는데는 Belt 의 강도가 동일 한것으로 가정하였다.

Steel 은 다른 재질에 비해서 대단히 낮은 히스테리시스(Hysteresis)를 갖고 있음은 알려진 사실이다.

Fiber B 는 합성 물질에 비해 보기드물게 낮으며 Glass 보다도 낮다 Vinal 의 경우는 100°F 에서 Rayon 과 동일한 PLI (power Loss Index)를 나타낸다 (약 2.6PLI)

Polyester Macrofilament 및 Nylon monofilament 는

<표 8>

Flatspot and uniformity.

	Wire	Dipped Glass	Fiber B	Rayon	Vinal	Polyester Macrofil	Nylon Monofil
Coefficient of Retraction (10-3) a,b							
@ 150°F..... (Flatspot potential)	0	0	0	0	2	3	23
@ 300°F..... (Uniformity potential)	0	0	0	1	8	17	23

aAs measured by BFG  
b% retraction per °F

**11. 접착**

오늘날의 접착 기술로 미루어 보아 이들 7 가지 후보

타이어 주행 온도에서 동력 손실이 대단히 높을 가능성이 있다(212°F 에서 polyester 는 11.4PLI, Nylon 17.1).

(PLI 가 높을수록 동력손실이 크다)

**10. Dimensional Stability**

타이어 코드의 성능 중에서 가장 중요한것은 코드의 열 가소성(Thermo elasticity)으로 타이어의 균일성(Uniformity)과 더불어 프랫스팟현상(Flatspotting)을 대부분 결정한다.

이성능의 척도를 측정하는 편리한 방법은 관계가 있는 온도에서의 CR(coefficient of Retraction)이다.

150°F 에서 코드의 CR 는 그 코드가 가지는 Flatspotting Potential 의 아주 적합한 표시 척도가 되고있으며 가황한 타이어의 모양과 균일성에 영향을주는 가황 및 Post cure Inflation 온도에서 코드의 길이 안정성(Length Stability)는 300°F 에서의 CR 로서 나타낸다.

이 두 경우에서 수치가 높으면 높을수록 코드 길이에 있어서 Potential 변화가 크다 이러한 관점에서 볼때 표 8 은 Fiber B 가 Wire, Glass, 및 Rayon 과 동일한 부류에 속하며 반면에 Vinal 은 Polyester 및 Nylon 보다 다소 민감하지 않음을 보여주고 있다.

그러나 Wire 혹은 Glass 와 같은 뾰뚱한 재질의 사용에는 타이어의 성형, 및 가황중에 길이 조정을 위한 낮은 능력 때문에 기타의 균일성 이란 문제들이 있음을 감안 하지 않으면 안된다.

재질들은 접착에 별다른 어려운 문제들이 없다고 본다 그러나 고무 배합물과의 접착 용이성이라는 관점에

<표 9>

Established and proposed belt constructions: their strengths.

Weights and costs.

	Nylon Monofil	Polyester Macrofil	Rayon	Vinal	Glass	Fiber B	Wire
Cord size.....	2800/1	500/7	1650/3	1200/3	75-7/0	1400/3	51×1×0.10"
Plies—EPI .....	4-20	4-23	4-18	4-15.5	4-19	2-22	2-24
Belt strength <sup>a</sup> ..... (lb./in.-width)	4032	4140	4464	5200	5720	5280	6700
Belt tension modulus <sup>b</sup> ... (lb./in.-width)	735	1380	1980	2170	4860	3784	8890 <sup>c</sup>
Belt comp. modulus <sup>d</sup> ..... (lb./in.-width)	31	67	38	44	51	35	55
Textile weight of belt... (lb.)	0.74	1.04	1.28	0.74	1.23	0.67	2.95
Yarn cost (\$/lb.).....	1.25 <sup>e</sup>	0.82 <sup>e</sup>	0.48	0.89 <sup>e</sup>	0.75	2.50 <sup>e</sup>	0.50
Converted cost (\$/lb.) <sup>f</sup>	1.35 <sup>e</sup>	0.96 <sup>e</sup>	0.62	1.03 <sup>e</sup>	0.80	2.64 <sup>e</sup>	0.60
Textile cost of belt(\$)	1.00	1.00	0.80	0.76	0.98	1.76	1.77

<sup>a</sup> Calculated from cord strength and green EPI.

<sup>b</sup> Calculated from load at 3% elongation of cord and green EPI.

<sup>c</sup> Projected value.

<sup>d</sup> Calculated from load at 1% compression in BFG compression modulus test and green EPI.

<sup>e</sup> Estimated.

<sup>f</sup> Includes twisting, weaving and dipping as required.

서 이들 재료들 사이에 몇가지 중요한 차이점들이 존재한다. 종래의 Rayon 은 제레식 RFL 침적체로서 훌륭한 접착을 나타내고 있다.

동일한 처리방법으로 Vinal 로부터 대등한 접착력을 얻을수 있다.

또한 정상적인 RFL 로 처리한 Nylon Monofilament 도 Nylon Multifilament 의 접착력과 동일한 접착 정도를 나타내고있으며 Resin/Latex 로 코팅한 Glass 는 여러가지 배합 고무와 훌륭한 접착이 일어난다.

polyester Macrofilament 및 Fiber B 의 경우는 이들이 가지는 방향성 분자 구조(Aromatic molecular Structure)로 인하여 RFL 접착 시스템에 있어서 수정을 포함한 특별한 주의를 요한다.

Brass-Coated Wire 의 경우는 일반적으로 침적치 않는데 고무와 Blass 사이의 적접 결합을 이루기 위하여 특수한 배합을 사용 하여야한다.

12. Belt 의 압축 모듈러스

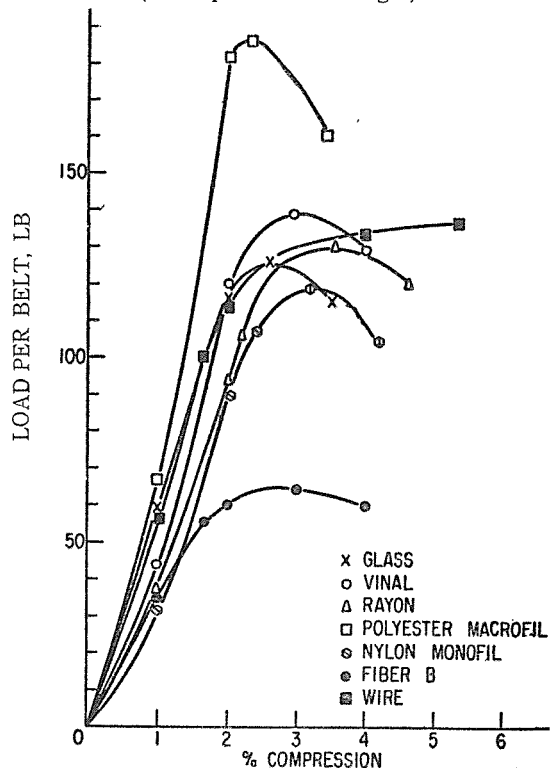
그림 3 은 Belt 에 있어서 압축 하중과 압축 변형을 비교하였는데 하중은 각 재질에 대하여 추천되어진 Belt 강도에 맞추었다. (Belt 강도는 표 9 참조)

그림 3 의 곡선 구배로부터 polyester Macrofilament Belt 의 압축모듈러스가 가장 높았으며 그다음으로 Glass 및 Wire 가 2%의 압축 이하에서 거의 동일한 모듈러스를 나타내고있음을 알게되었다.

Vinal 의 경우 초기에는 Glass 혹은 Wire 보다 다소 낮지만 대략 2% 압축에서는 이들을 능가하고있다.

Rayon, Nylon monofilament 및 Fiber B 모두가 1%

BELT COMPRESSION MODULUS  
(at Proposed Belt Strength)



(그림 3) Compression modulus data for cord concentrations being proposed for belts for radial tires. Curves show a comparison of the Compression Load vs. percent of compressive strain in a radial belt.

압축이하에서 보다 낮거나 비슷하다. 그러나 추천된 Fiber B Belt 는 2%이상에서 아주 급격히 구부러져서 구배가 없어진다.

본시험에서 polyester Macrofilament 와 Glass 는 둘 다 갑자기 구부러지는 경향을 나타내는 한편 기타 Belt 재질은 서서히 구부러지는 경향이 있다.

이러한 현상은 Glass 및 polyester macrofilament 에서 얻은 불량한 굴곡 피로 성능 결과와 일치 하고있다

13. 섬유의 가격 및 Belt 비교

이미 관찰해본 성능에 부가적으로 Belt 의 지정을 위하여 후보들 중에서 어느 하나를 선택하기전에 몇가지의 기타 중요 인자가 고려 되어야한다.

이들 인자들은 가격, 유익성 및 현존 기기와의 적합성등이 포함된다.

표 9는 방사단가(yarn cost) 및 파운드당 환산 단가 들을 기재 하였다. 환산 단가라 함은 코드가 고무를 압연 하기위하여 준비되어있는 상태의 단가를 의미한다.

즉 연사, 직조, 침적등 소요처리를 포함 한다.

이들 단가는 실험용 재료혹은 아직 상품화하여 대량 생산되고 있지 않은 경우에 대략적으로 산출되며 Belt 용 코드지의 가격은 단순히 개략적인 환산 가격에 Belt 의 증량을 곱하여 얻어진다.

Belt 용 재료중의 몇가지는 이미 상품화된것도있지만 기타의 것은 아직도 Belt 구성 조건에 문제점을 가지고 있다.

그럼에도 불구하고 넓은 분포의 Belt 강도 및 모듈러스는 흥미를 갖게하고 있다.

Nylon Monofilament Belt 의 경우 충분한 강도에도 불구하고 아주 낮은 신장 및 압축 모듈러스의 콤비네이션을 나타내고 있다. 그러므로 트레드의 원주 운동 및 Tire Growth 를 제한 하는 능력은 분명치 않다.

Polyester macrofilament Belt 는 압축 모듈러스는 대단히 높지만 인장 강도 및 인장모듈러스가 낮아서 용도에 제약을 줄 가능성이 있다.

Polyester 로된 성공적인 Belt 는 코드의 집중혹은 분장에서 검토된 것보다, 더 직경이큰 코드가 소요될지도 모른다.

Polyester Macrofilament 의 Nylon Monofilament 의 높은 발열성과 특히 polyester 의 가수 분해 경향은 이들을 사용할 경우에 충분히 고려 하지않으면 안된다.

Vinal 은 Rayon 에 비하여 높은 강도의 Belt 일뿐 아

니라 가능한한 염가로서 높은 신장 및 압축 모듈러스를 기억하리라 생각된다.

Glass 와 Fiber B Belt 의 경우 강도와 인장 모듈러스에 있어서 High Class 에 속한다. 다만 Glass 의경우는 취화성(Brittle)이있어서 압축 피로에 대하여 주의를 기울여야 한다.

마지막으로 Wire 는 특유한 강도, 모듈러스, 그리고 높은 비중(specific gravity)을 가지고있으며 이같은특성이 벨트에 최대의 강도와 모듈러스의 설계를 가능케 하고있다.

분명히 물리적 성능의 차이를 갖는 Belt 보강용 후보 재질은 많이 존재한다. 이들 재료 중에서 어느 하나를 성공적으로 사용 한다는것은 유리한점은 이용하고 좋지못한 성능은 보충하는 그러한 타이어 제조 기술에달려있다고 본다.

<참고 문헌>

(1) D. Kenyon, "The Case for the Use Macrofilament Yarns in the Breaker Belt." ICI Fibers Ltd. Tech. Bull., pp. 1, 9.

(2) "AKU Tire Yarns,, Algemene Kunstzijde Unie N.V. (AKU) Tech. Bull., Part VIII, p. 6.

(3) Communication from E. W. Lothrop, Jr., American Viscose Div. (FMC); data to B.F. Goodrich Co (Sept. 1970).

(4) E. W. Lothrop, "High Speed Testing," Applied Polymer Symposia No. 1, A.G.H. Deitz and F.R. Eirich, editors, Vol. 5, pp. 111-124, Interscience, New York (1965).

(5) ASTM D-885-64T, 45 Appen-dix, pp. 176-182. American Society for Testing & Materials, Philadelphia (1967).

(6) Ibid, pp. 191-193.

(7) C.Z. Draves, Jr., and L. Skol-nik, "Tire Cord Process Simulation and Evaluation." DKG Rubber Conference, Berlin, Germany (May 1968).

編輯者註：前月號 14~15페이지의 Appendix(附錄) 1~4는 本是 原文에는 末尾에 있었든 것이나 2회에 나누어 掲載하게 되었으므로 讀者의 便宜를 爲해서 本文 序頭に 되었든 것임을 밝혀둡니다.

■ 會誌「타이어 고무」發刊目的

- ① 타이어 工業의 經營合理化
- ② 타이어 製造技術 및 品質向上
- ③ 國內外 타이어 工業界와의 市場情報交換
- ④ 國內外 타이어 工業界와의 相互紐帶強化
- ⑤ 正確한 統計로 嶄新한 資料銀行으로서의 使命遂行