

<기술 자료>

70년대의 Rayon Tire Cord의 전망

이 글은 1970年 10月號 Rubber world誌
에서 拔萃 번역한 것임 — 本會 技術課

차 례

1. 서 론
2. 섬유의 특성에 대한 고찰
3. Breaking strength 및 Breaking Energy
4. 충격 저항의 측정
5. 타이어 내구성의 정의
6. 온도의 차(差)

1. 서 론

오늘날 Rayon 업계에서는 70년대의 Rayon Tire cord 수요는 계속 증가할 것으로 확신하고 있다.

얼마전까지만 해도 Rayon cord의 용도에 對해서는 실제적인 증가를 기대할 수 없었으므로 수요에 대한 뚜렷한 논평을 할 수가 없었다.

Rayon의 앞으로의 전망을 알아보기 위하여 우선 역사적인 배경을 살펴보고 타이어 코드의 필수조건을 검토해보기로 하겠다.

Rayon cord는 1940년대 초기에 타이어코드 용으로 비로소 등장하였던 것이다. 그러나, 1946년에 와서는 Rayon cord의 수요는 면코드의 수요량에 匹敵할만큼 增大되었으며 1953년에 이르러서는 약 4억 4천만 파운드에 달하여 그 수요가 질정에 달한 바 있다. Rayon Cord는 면(綿) 코드보다 강하고 가벼우며 더욱 내구성을 갖는 타이어를 만들 수 있었다. 그러나 타이어 코드의 시장에서 면(綿)을 Rayon으로 대체할 수 있었던 가장 큰 요인으로는 아마도 면 코드는 Staple로 만들어지는데 反해 Rayon 코드는 연속적인 Filament Fiber로 만들어진다는데 있다고 생각한다. Nylon 코드가 최초로 승용차에 이용된 것은 1947년인데 Rayon 코드의 이용도가 급격히 증가하여 1963년에 이르러서는 Rayon의 사용량과 비슷하게 까지되었다.

이때부터 Rayon코드의 소비량은 감소되기 始作했는데 그 이유는 Nylon에 의한 시장 잠식 때문만이 아니고 더욱 적은 섬유함량으로서 타이어를 성형할 수 있도록 레이용 코드의 강도에 개선이 요청되었기 때문이다.

그리고 Rayon은 그의 우수한 가공 성능으로 困하여 면 코드의 완전 대체를 가능케했으나 Rayon은 Nylon으로의 대체가 불가능하였다.

왜냐하면 Nylon만으로서는 不足한 물성이 있어서 이 부족한 점은 우수한 Nylon 코드 타이어의 구조로서 보강하지 않으면 안되기 때문이다.

Polyester 코드가 최초로 타이어 보강제로서 이용된 것은 1962년이었는데 Polyester가 타이어 코드 시장에 소개 됨으로서 Rayon은 종말을 告하게 될 것이라고 업계에서는 추측하는 반면 어느 시장 분석 전문가는 1970년까지는 Rayon 코드의 수요가 5천만 파운드로까지 감소될 것이라고 전망하기도 했다.

그러나 금년에 있어서의 유통 실적은 1억5천만 파운드에 이르고 있다.

따라서 우리는 Rayon, Nylon 및 Polyester의 세가지 섬유는 승용차 타이어의 카카스의 보강제로서 서로 결합할 수 있는 것점에 당도했음을 알 수 있다. 이들 섬유중의 어느 하나도 뚜렷이 他에 우세한 것은 없다. 다만 현금에는 시장성, 진취성등이 이들 세 섬유의 수요를 측정하는 중요한 인자가 되고 있을따름이다.

2. 섬유의 특성에 대한 고찰

한가지 특성 만으로 이용되는 몇 가지 섬유가 있다. 그러나 고무의 보강제로서의 섬유의 용도는 수많은 섬유의 성능에 의하여 이용된다.

타이어 코드의 어떤 성능은 간혹 직접 측정이 가능하지만 주어진 코드의 어떤 특성에 있어서는 사용 조건하에서 경험에 의하여 얻어진 성능과 실험실에서 측

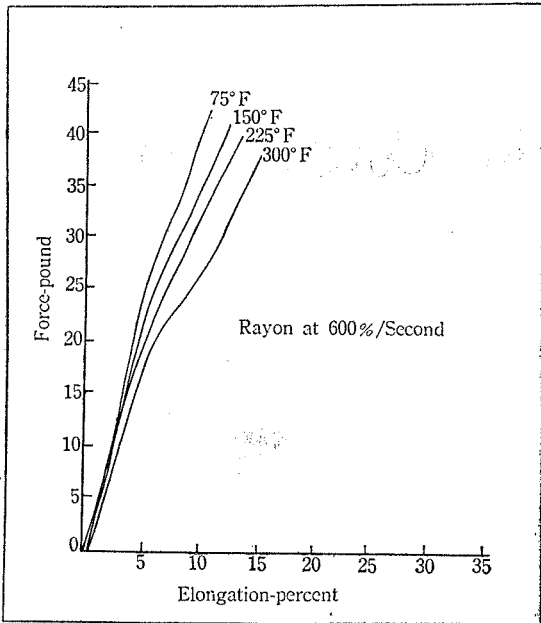


그림 1. Force elongation curves showing effect of temperative, on dipped rayon cords at high rate of elongation.

정된 성능 사이에서 決定되었으며 이러한 성능관계는 타이어 設計에 利用된다.

여러해 동안 타이어에 사용된 번적물은 고속 주행시 코드가 겪는 신장 정도 및 온도에서 코드의 stress-strain 성능만으로는 타이어에 이용할만 하였다.

Rayon, Nylon 및 Polyester 타이어 코드의 소요 인장응력 성능은 주행중의 타이어에서 코드가 부딪치는 상승온도에 의해서 반대적인 영향을 나타내는 데 온도 및 신장율에서 변화하는 코드성능의 민감도는 각 코드에 따라 차이가 있다.

매초당 600%의 속도로 신장한 Dipped rayon cord 에 대한 Force-elongation curve 에서 온도의 영향은 그림 1에 표시하였는데

특히 모든 코드에 있어서 Breaking strength 및 Modulus 는 온도 상승에 따라 감소한다. 그러나 온도에 따른 강도 감소 현상은 Rayon cord 에 대하여 관찰된 것 보다 비교적 심하다. Breaking elongation 은

표 1 Relative Breaking Strength (300%/sec)

	Rayon	Nylon	Polyester
75° F	124	114	109
225° F	109	86	87
300° F	104	76	77

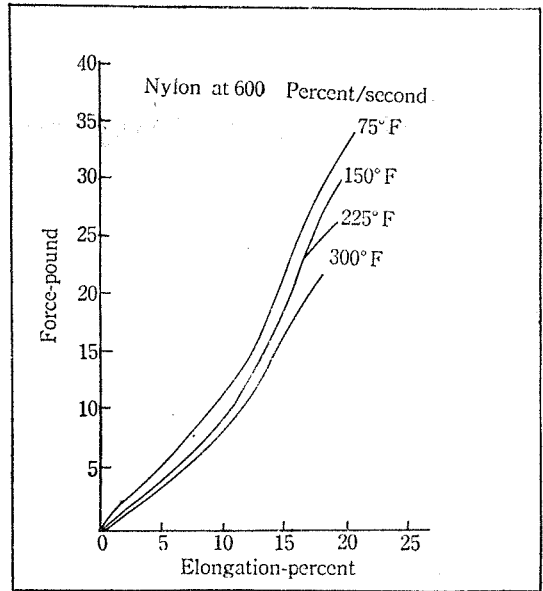


그림 2. Force elongation curves showing effect of temperative on dipped nylon cords at high rate of elongation.

온도의 함수는 아니지만 결과 적으로 Breaking energy 는 온도 상승에 따라 감소한다.

Dipped polyester 코드에 대하여도 동일한 데이터를 그림 3과 같이 얻었다. Rayon 과 Nylon 코드에 대하여 관찰된 결과를 보면 Breaking strength 및 Modulus 는 온도상승에 따라 감소하고 Breaking elongation은 상승한다. 그러나 높은 온도에서 상승한 신장율에 반하여 절단력은 온도상승에 따라 감소한다. 그 이유는 절단 강도에 있어서 상대적인 감소를 나타내기 때문이다.

3. Breaking strength 및 Energy

높은 온도와 높은 신장 속도에서 코드 특성의 상대적인 Breaking strength energy 를 참고로 하는 것은 유용한 일이다.

표1에 몇가지 온도에서 신장 속도를 300%/sec로 하여 신장하고 표준시험 조건하에서 측정되는 각 코드의 Breaking strength 를 100으로 할 때에 상대적인 절단 강도를 나타내었다.

이 데이터로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

즉 시험실에서 표준 방법으로 측정하였을때에 Nylon 혹은 Polyester cord 와 동일한 강도를 갖는 Rayon cord 가 가혹한 상태 즉 타이어가 주행할 때의 높은 온도와 높은 신장율에서는 Nylon 이나 Polyester cord보다 35% 정도 강한 강도를 갖는다.

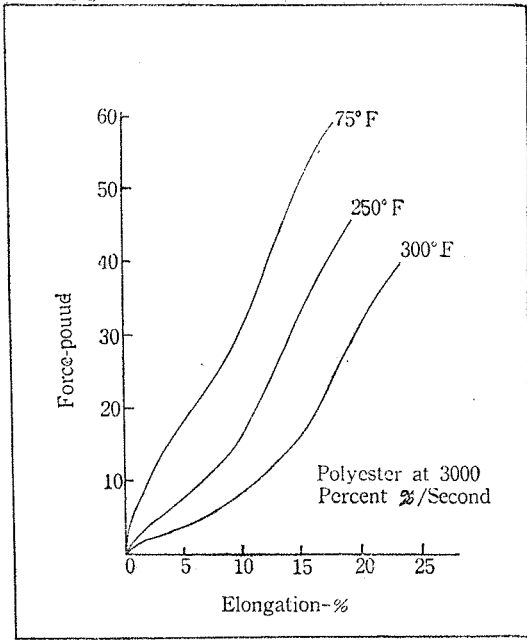


그림 3. Force elongation curves showing effect of temperature on dipped polyester cords at high rate of elongation.

또한 코드의 상대적인 Breaking energy 즉 동일 조건하에서 측정된 상대적인 강도를 다음 표 2에 표시하였다. 여기서도 다음과 같이 데이터를 요약할 수 있다. 즉 Rayon 코드는 실험실에서 표준시험 방법에 의하여 측정된 Breaking energy는 Nylon 또는 Polyester 코드와 동일한 값을 나타내고 있으며 가혹한 조건 즉

표 II Relative Breaking Energy (300/%sec)

	Rayon	Nylon	polyester
75° F	133	109	93
225° F	148	74	68
300° F	150	71	65

주행 타이어에서 존재하는 고온 및 높은 신장율에서는 Nylon 혹은 Polyester cord 보다 100%정도 더 큰 Breaking energy 를 갖는다.

고온 및 높은 신장율에서 측정된 코드의 성능은 타이어의 충격저항의 측정으로 알 수 있는 것과 같이 타이어의 성능에 영향을 준다.

7.75×14(2 ply) Rayon 및 Nylon 코드 타이어를 이용하여 얻은 고속 프런저시험 데이터를 비교 하면 그림 4와 같다.

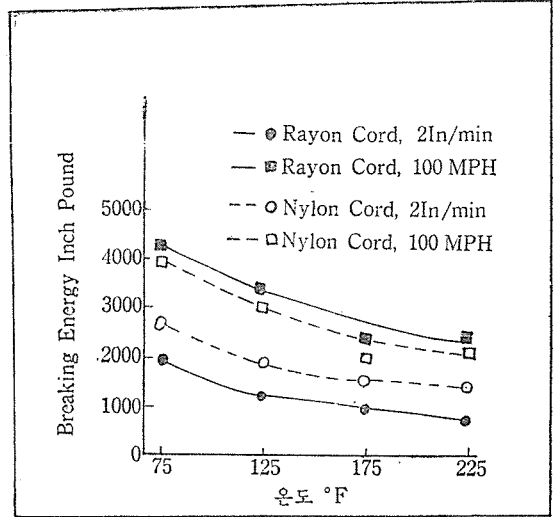


그림 4. Comparison of high speed plunger data obtained on 7.75×14, 2ply rayon and nylon cord tires to standard static plunger data.

이 자료는 Lothrop 의 논문에서 설명된 충격 시험기로 측정된 것으로 우선 타이어를 75°F에서 24psi로 팽창시키고 내압은 타이어온도에 따라 변할수 있도록 하였다.

Nylon 및 Rayon cord로 된 두 타이어는 주어진 속도에서 온도 상승에 따라 Breaking energy는 감소함을 보여주었으며 약 0.002mph에서 보다 100mph에서 높은 Breaking energy 를 나타내고 있다.

또한 100mph에서 Rayon cord에 대한 Breaking energy-temperature curve는 Nylon cord타이어에 대응하는 곡선의 상위에 위치하나 0.002mph(2 In/min)에서는 곡선의 위치가 반대로 나타난다. 동일 컷수의 polyester 코드 타이어에 대하여서 그림4에 도표로 표시할 경우 비슷한 데이터가 Rayon 및 Nylon 코드 타이어를 표시한 곡선 사이에 곡선이 그려질 것으로 예상된다.

4. 충격 저항의 측정

Draves 씨는 회전 타이어의 충격 저항을 측정하는 방법을 기술하였다. (“Material Research & standard” Vol. 10, No. 6, p 26—29(1970) 참조)

그림5에 회전타이어의 충격 저항을 측정할 때 데이터를 전제하였는데 타이어의온도는 속도에 따라 증가하며 여기서 타이어 온도를 100°F로 표시한 것은 주위의 실제 온도를 의미한다.

Rayon bias tire의 Breaking energy는 정지 상태

하의 Breaking energy 보다 60mph 로 증속할 때에 Breaking energy가 70% 증가하기 때문에 속도를 증가시킨 것이다.

Nylon bias tire 의 경우는 속도 증가에 따라 감소하며 Polyester bias 타이어 Breaking energy는 처음에 다소 감소하였다가 후에 속도 증가에 따라 정지 상태에서보다 20% 증가한다. Belted 타이어는 Bias ply 타이어보다 대단히 높은 breaking energy 를 나타내며 Rayon/rayon radial 은 Polyester/fiber glass bias belted 타이어보다 큰 Breaking energy 를 갖는다.

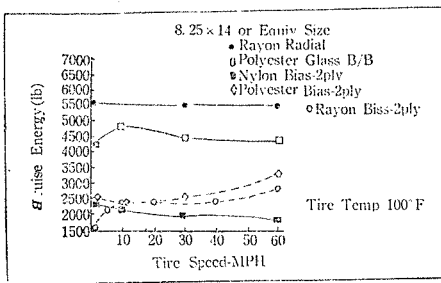


그림 5. Bruise Energy (Impact Resistance) vs speed on rolling tires.

keraw alla 씨는 노면에서도 동일한 결과를 나타내고 있음을 발표하였으며 노면상에서 측정된 breaking energy 는 실험실에서 타이어 온도 및 변형조건에서 측정된 강도에 직접적으로 연관이 있음을 시사하였다.

차량의 방향 안전성 및 운전조건 등 모든 것은 타이어의 형태, 설계 및 구성 재료에 달려있으며 이들 특성중 코드의 성능효과를 검토할 경우 비교방법은 한가지 종류의 타이어로 국한되어야 한다.

이들 특성은 인습적으로 시험 전문 운전사들에 의하여 개선되어왔는데 이들로부터 레이온코드로 보강된 타이어 즉 Bias 및 Bias belted 타이어가 우수한 방향 안전성, 조정성 및 승심성에 대한 평판을 얻었다.

5. 타이어 내구성의 정의

타이어의 내구성이라 함은 사용시에 타이어의 구조를 원상상태로 유지하는 카카스의 능력을 설명하기 위한 표현인데 타이어의 구조설계, 구성재료, 가공 방법에 관한 명세 및 최종 사용조건 등으로 명백히 정해진다.

카카스의 결함은 경제적인 손실을 의미할뿐만 아니라 사용중의 결함은 갑작스러운 안전 장애가 될 수도 있다. 이러한 이유때문에 최저의 내구성 규격이 실험실에서 wheel test 로 측정됨으로써 정해졌다.

go-no-go 실험실 검사는 실제 사용조건하에서는 수

행될 수 없기 때문에 정확한 내구성관정을 할 수 있는 노면 시험의 필요성이 있게 된다. 타이어의 내구성을 측정하기 위하여는 일반적으로 낮은 공기압 고하중하에서 고속으로 수행되는데 그 이유는 저압, 고하중 및 고속주행이 카카스의 내구력에 있어서 가혹한 조건으로 알려져 있기 때문이다.

Rayon cord 로 보강된 타이어가 경제적인 면에서 경쟁되고 있는 다른 코드제 질로서 보강된 타이어와 비교할 때 Rayon cord tire 가 내구성에 있어서 우수함이 알려졌다.

Rayon/rayon, Rayon/fiber glass 및 Polyester/fiber 의 2plus-2bias-belted tire 에 관한 내구성을 평가하기 위하여 다음과 같은 조건하에서 노면시험이 수행되었다.

speed90mph

Inflation pressure ...24psi, cold

Load rear.....110%, T &RA.

Test duration.....2400miles or 3rear tire fails.

※ safety liners in all tire.

위의 조건은 가혹한 상태이긴 하지만 경우에 따라서는 사용시에 타이어에서 존재할 수 있는 그러한 조건보다는 가혹하지는 못하다. 이 시험에서 Rayon/rayon 타이어도 결함없이 2,400마일을 완주하였으나 Rayon/fiber glass tire 는 2400마일을 주행하는 동안에 Separation으로 인한 결함이 발생하였으며 Polyester/fiber glass 로 된 타이어 3개는 Separation 때문에 2400마일을 주행하지 못하였다.

1965년에 Coddington, marsh, 및 Hodges 가 발표한 타이어의 내구력에 관한 연구 보고서에서 타이어 온도의 작용이라는 제목으로 실제 노면 주행시 Shoulder내부의 온도를 계속 측정할 수 있는 방법을 기술하였는데 약속하면 다음과 같다. 시험 타이어의 구멍을 뚫고 접착제를 사용하여 Thermocouple 을 구멍에 부착시켜서 차량에 비치된 Recorder 에 도선으로 연결하였다.

이와같은 장치에 의한 측정 방법은 가혹한 상태에서 수백마일을 주행하는 경우로부터 거의 측정할 수 없는 연발생까지 측정할 수 있도록 개발되었다.

이 측정 방법으로 실제 노면 주행과 wheel operation 을 비교할 때 타이어의 온도에 차이가 있음이 발견되었다.

특히 노면 시험중의 타이어의 온도는 타이어의 Center line에 對하여 좌우가 대칭이 아니며 카카스의 온도가 Bias 타이어에 있어서는 Shoulder 부가 가장 높고 Bias-belted 타이어에 있어서는 Belt 의 모서리 부위가 가장 높았다.

6. 온도의 차(差)

내부 및 외부 Shoulder 의 온도 차이는 속도의 함수로서 과하중, 압력 미달 상태에서 측정된 결과는 그림 6과 같다.

각타이어에서 내부 Shoulder 부의 온도는 외부 온도보다 높았으며 어떤 후륜 타이어에서는 60°F 정도의 내부와 외부온도 차이가 기록으로 나타났다.

이미 관찰된 것과 같이 여러가지 코드에 대한 성능이 Cord 온도에 영향을 받으며 안전성에도 영향을 주고 있다. 여기서 타이어의 마모에 대한 검토가 없이는 타이어의 성능을 논의할 수 없으므로 Tread wear에 대하여 생각하기로 하자 Bias 구조에서 Rayon cord 타이어는 Nylon cord 타이어보다 좋은 트레드 마모성을 나타내었으며 polyester/fiber 와 직접비교할 때에도 어떤 경우에 있어서는 우수한 Tread-wear 를 보였다. 따라서 Rayon cord 의 높은 Modulus 및 온도에 따라 영향이 없음이 확실해졌다.

American Viscose 의 연구개발실은 Rayon cord 의 성능을 발전시키기 위하여 섬유내부 결합 구조와 표면 특성의 개조를 목표로 끊임없는 연구 활동을 하였는데 그 결과로 광복할만한 성과를 거두었다. 즉 Rayon cord 의 강도는 24lb에서 39 lb로 증가되었다.

Cord의 강도는 Modulus의 증가에 따라 증가할 것이며 계속적으로 개선될 것으로 본다. 접착력에 있어서

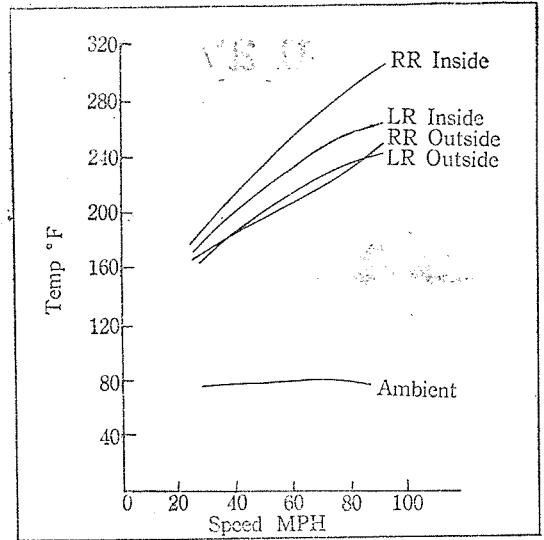


그림 6. Differences in inner and outer shoulder temperatures as a function of speed as measured on a set of underinflated, overloaded tires.

도 개선될 것으로 보며 온도에 따른 상대적인 Insensitivity와 소모의 높은 신장율도 유지될 것으로 본다. 다만 Rayon의 수분에 대한 본래의 민감성을 제거할 수 있을 것으로 기대되지는 않는다. (끝)

<國際短信>

美國 缺陷타이어에 回收義務附與

日本서는 對美輸出용 타이어에 또 難問題가 出現 타이어 메이커 各社는 이 對策에 苦心하고 있다. 이것은 昨年 11月 上旬 美國 議會를 通過한 "타이어 識別番號의 記錄保持에 關한 法律"이 今年 5月 1日付로 發効하는데 基因하는 것이다. 同法은 타이어리콜 法에 依據 缺陷 타이어가 出現했을때 메이커는 即刻 이것의 回收가 可能토록 메이커 識別番號, 타이어사이즈 코드, 타이어타입, 製造年月을 타이어사이드월에 刻印할 것을 義務化하고 있다.

이 識別番號는 從來의 DOT 남비에 加해지기 때문에 10單位, 約 30cm 길이가 되어 타이어메이커 各社는 이 記入方法에도 苦心하고 있으나 새로운 問題點은 ① 今年 5月 1日 以降生産되는 타이어에는 全部記入하는 것.

② 同日 以降販賣되는 타이어에 對해서는 유우저의 住所姓名을 記錄하지 않으면 안되겠음 되어 있는 點이다.

이것은 缺陷 타이어를 直刻 回收(Recall)할 수 있는 體制를 갖추기 爲한 것인데 메이커(日本의 立場으로서는 主로 現地法人)는 이 때문에 콤퓨터 등을 導入하여 全部의 販賣記錄을 프로그램하지 않으면 안되게 된 場合인데 코스트高가 不甞게 되어 있다.

또 今年 4~5月에는 美國의 港灣 荷役罷業이 豫想되어 있어 이것을 回避하는 意味로서도 早期出荷를 目標로 하여 對美輸出용 타이어의 重點 生産은 하지 않으면 안되며 1部에서는 生産計劃의 變更도 不可避하게 되어 있는 것으로 보인다.