

타이어 기술의 새로운 발전

경 영 료*

1. 서 론

타이어 산업은 매년 연구개발에 약 24억 달러를 투자하고 있으며, 대학과 제조업체에서 더욱 더 많은 금액을 투자하고 있다. 이 투자 금액은 아마도 30억 달러를 능가할 것이다. 그러나 일반적으로 사람들은 타이어를 100년 전에 처음으로 개발한 후 그다지 변화하지 않은 단순한 원형으로 생각하고 있다. 사실상 타이어는 그동안 많은 변화가 있었으나 물체의 화학 구조의 변화가 명백치 않듯이 타이어의 변화는 계속 조금씩 이루어져 사람들이 잘 알 수가 없었다.

더우기 타이어는 많은 기능을 가져야만 하는데, 이들 기능중 일부는 서로 반대 성향을 가져야 하기 때문에 이 변화는 항상 절충되어야만 했다. 모든 노면이나 어떤 기상 조건에서도 코너

를 돌거나 브레이크나 액셀러레이터를 작동시 타이어는 견인력을 가져야만 한다. 타이어는 자동차와 노면의 접촉 역할을 하고 있으며 자동차가 다양한 기능을 갖게 됨에 따라 타이어도 이에 부응해야만 했다.

타이어 기술 개발은 계속 이루어지고 있으며 자동차에서 중추적인 역할은 할 타이어의 새시대를 향해 활발하게 움직이고 있다. 이 보고서에서는 타이어를 제조하는 중에 발생하는 변화를 분석하여 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

2. 최근 개발 동향

최근 10년간의 개발 동향 중 가장 중요한 개발은 충전제로서 카본블랙을 대신할 실리카의 발명이다.

실리카의 양을 다양한 방법으로 사용함으로써 회전저항을 감소시키고 견인력을 강화하여 현재는 겨울용 타이어와 고성능 타이어에 사용하고 있다. 이론적으로 실리카의 잇점은 여러 해 동안 알려져 왔으나 다른 물질에 안전한 혼합물로서 혼합하는 데는 현실적인 큰 문제가 있었다.

Michelin사는 이 혼합물을 개발하는데 Rhone-Poulenc사 (현재는 Rhodia사)와 제휴하여 15년간 이상 연구함으로써 충전제로서 카본블랙을 전부 사용하는 대신에 high dispersible precipitated silica를 사용함으로써 이 문제를 해결하였다. 대부분의 다른 회사들도 이 개발에 뒤이어 적당한 혼합물을 개발하였으나 이와 같은 정도의 silica를 개발하지는 못했다. 이로 인하여 1990년 이후로 승용차용 타이어 트레드에 사용된 silica 소비는 대폭 증가했으며 특히 북미와 일본에서 소비가 많이 증가하고 있다.

〈표 1〉 타이어 산업의 연구개발비용, 1998

| 회 사 | 매출 (백만달러) | 연구개발비용 (백만달러) | 매출액중 연구 개발비용 비율 |
|-------------|--------------|--------------------|--------------------|
| Michelin | 13,645.9 | 680.0 ^a | 5.0 |
| Goodyear | 13,155.2 | 384.1 | 2.9 |
| Bridgestone | 17,940.5 | 317.5 | 1.8 |
| Continental | 6,447.2 | 260.0 ^a | 4.0 |
| Pirelli | 6,611.7 | 208.4 | 3.2 |
| Sumitomo | 5,071.1 | 150.0 ^a | 3.0 |
| Yokohama | 3,422.1 | 114.0 | 3.3 |
| Toyo | 2,159.0 | 50.0 ^a | 2.3 |
| Cooper | 1,813.0 | 21.7 | 1.2 |
| Others | 15,859.3 | 211.3 | 1.3 |
| 계 | 86,125.0 | 2,397.0 | 2.8 |

a 추정

자료 : 각사 회계, EIU 추정

*대한타이어공업협회 회지와 과장

〈표 2〉 타이어 트레드에 사용된 silica 소비량, 1990~2002

| 연 도 | 1,000톤 |
|------|--------|
| 1990 | - |
| 1991 | 1 |
| 1992 | 2 |
| 1993 | 6 |
| 1994 | 13 |
| 1995 | 25 |
| 1996 | 41 |
| 1997 | 49 |
| 1998 | 58 |
| 1999 | 64 |
| 2000 | 70 |
| 2001 | 75 |
| 2002 | 80 |

a 1990~98의 수치는 실제이고 나머지는 추정임.
자료 : Rhodia Chemie사.

SBR (styrene-butadiene rubber)의 대용품으로서 silane-coupling agent와 제후하여 만든 Highly active silica가 첫번째 개발품이었다. 이 혼합물을 사용한 타이어는 회전 저항이 낮고 젖은 길에서는 안정된 조정성을 갖고 있다. 그러나, 신발산업에서 혼합물로 사용되었던 제래식 silica는 충분한 분산성이 없었다.

초기 단계의 타이어는 이 제래식 silica를 사용하여 만들었기 때문에 높은 회전저항으로 애를 먹었다.

이 문제의 근원은 실리카 덩어리의 연약한 구조가 혼합과정의 초기단계에서 분해되면 고무 혼합물에서 분산되기 어려운 밀집된 집합구조로 변해버리는데 있었다.

현재 실리카는 단지 고성능 타이어에 이용하고 있지만, 향후 10년간 타이어의 더 많은 영역에서 급속히 이 실리카를 많이 사용하게 될

〈표 3〉 타이어 제조에서의 실리카와 카본블랙 성능의 비교 (카본블랙=100)

| | 카본블랙 | 실리카 |
|-------------|------|-----|
| 소 음 | 100 | 100 |
| 내구성 | 100 | 100 |
| 젖은 길에서의 견인력 | 100 | 105 |
| 눈길에서의 견인력 | 100 | 108 |
| 회전저항 | 100 | 120 |

자료 : Rhodia Chemie사

것이다. 이 영역에서 더 많은 연구를 할 것이지만 이제는 타이어에 전자를 이용하고 다른 자동차 구조에 타이어를 적용시키는 것에 대해 연구 개발할 필요가 있다.

3. 전자센서(Electronic sensors) 이용

전자가 타이어에 이용될 수 있는 첫번째 영역은 항상 타이어의 공기압을 감시하여 계속 공기압 상태를 알려주며 압력이 평균이하로 내려가면 경고장치를 울리는 압력센서를 개발하는 일이다. 이 제품의 시장 선도업체는 Good-year사와 Michelin사에 압력센서를 공급하는 업체로 유명한 캐나다 회사인 Smar Tire사다. TRW사가 Smar Tire사의 10%와 이후에 10%를 더 소유하기를 보장받고 투자를 함으로써 Smar Tire사는 TRW사와 세가지 제품에 대해 전략적 협정을 맺음으로써 TRW사와 합병하였다. 이 제품협정 이후 TRW사와 Smar Tire사 양사는 합작하여 타이어 전자센서를 개발하였다. 이 전자센서는 압력센서와 온도센서 2가지로 되어 있는데 이 두 센서들을 타이어 안쪽의 림에 달게 되어 있다.

이 센서들은 프로그램 작성을 별도로 할 필요가 없으며 리튬 배터리의 에너지로 10년간 100,000마일의 수명을 갖게 되는데 이 전시물은 최고의 인기를 누리고 있다.

세계 타이어 밸브 시장의 약 60%를 차지하고 있는 Schrader - Bridgeport사는 5년간의 수명을 가진 센서 전도체를 밸브 제품류에 합류시켰다.

무선인 RF 통신을 사용하면 독특한 24-bit 휠 인식코드는 자동차들 사이의 혼선을 없애게 된다. 주행중 센서는 자동차가 15mph에 도달하는 즉시 작동하게 되며 이후 매 30초마다 압력을 측정하게 된다. 이 정보는 매 15분마다 전달되나 이 사이에도 적어도 1psi의 압력변화가 있을 때마다 다시 정보를 알려주게 된다.

Continental사는 35g 밖에 안되고 리튬 배터리를 사용하며 각 타이어의 밸브 주위에 설치되는 조그만 압력센서기를 개발했다. 만약 압력에러가 0.15bar 이상 탐지된다면 센서기는 멀리 있는 주요 장비에 사용되는 주파수와 같은 주파수인 434MHz로 가까운 수신기에 알려준다. 이 센서기는 워밍업 시간 동안 잘못된 경고를 피하기 위하여 타이어 온도에 대해서도 알려준다. 이 센서기의 가격은 약 300달러(160달러)로 추정된다.

타이어의 압력 측정은 run-flat 타이어가 아

나라도 할 수 있다. 이 측정으로 인하여 타이어 고장률을 85%까지 감소시킬 수 있다. 더우기 공기압이 부족한 타이어를 운전자에게 알려주어 운전자로 하여금 타이어의 공기압을 높게 하여 차를 빨리 주행하게 하고 회전저항을 감소시킴으로 실질적으로 주행경비를 절약해준다.

Siemens사는 타이어 뿐만 아니라 노면의 상태도 알려주는 센서를 개발하고 있다. 이 센서기는 트레드 부분이 노면과 접촉할 때 트레드 부분의 변형을 세가지로 측정한다. 센서가 알려준 정보는 아무런 보조동력 없이 회전하는 타이어에서 자동차로 전달된다. the Technical University of Vienna와 자동차 산업업체들과 제휴하여 연구가 진행되고 있다. 연구목적은 타이어의 압력, 온도와 노면에서의 견인력에 있다. 다른 기능들도 연구 중에 있으며 다양한 센서들이 개발되고 있고 실용적인 면에서의 강도, 안전성, 신뢰성을 시험하고 있다. 시험결과는 운전자 정보 장비와 가속과 감속 조정장비를 개발하는데 기본자료가 될 것이다. 이 센서들은 표면 파동 장치에 근거한 라디오 센서를 이용하고 있다. 이 장비들은 압전기 효과에 근거했고 보통 몇 개의 몇 mm 길이로 되고 빗모양의 금속코팅이 된 석영칩들로 이루어져 있다. 이 장비는 폴링장치와 표면 파동 센서로 되어 있다. 처음에 폴링장치는 안테나를 통해 힘찬 고동을 보낸다. 센서는 폴링고동을 받아서 음파표면 파동으로 전환한다. 100만분의 몇 초동안 파동은 센서 안에서 움직이고 그중에서 측정신호를 추출해낸다. 그러면 음파파동은 측정신호와 함께 전기신호로 전환되어 안테나를 통해 보내진다. 폴링장치는 이 “메아리”를 받아서 그중에서 측정신호를 추출해낸다. 이것은 센서가 단지 동력 공급역할만 하고 있는 반면 폴링장치가 정보 전달 역할을 하고 있다는 것을 의미한다. 측정신호는 표면 파동통로나 외부센서를 조절함으로써 형성된다. 이러한 표면 파동센서는 어려운 주위의 조건은 물론 가까이 하기 어려운 장소의 온도, 짐, 압력과 습도 같은 물질적 요인을 먼 곳에서 감시하는 데에도 사용될 수도 있다. 이들은 “smart tyre” 조정장비의 근간으로 이용될 것이다. 지난 2년간 타이어 기술에서 가장 극적인 개발은 비록 이들이 아직 큰 영향을 미치지 못했지만 시장에 run-flat 타이어를 소개한 것이었다. Dunlop Denovo사를 시작으로 이 run-flat 타이어를 20년간 개발해 왔으나 최근에는 일반적으로 나이 타이어 2000 1호

키사의 모델로서 선택사항으로 적은 양만이 사용됨으로써 한계에 달했다. run-flat 타이어는 이론상으로 스페어 타이어에 대한 필요성을 없애서 자동차의 공간을 넓히고 무게를 감소시키기 때문에 운전자에게 이로운 것은 명백하다. 그러나 단점으로는 run-flat 타이어 가격이 비싸고 또한 무엇보다도 중요한 것은 펑크난 타이어의 진동수가 감소한다는 것이다. Michelin사가 조사한 바로는 노면이 좋아지고 튜브리스 타이어를 사용한 관계로 평균 펑크율은 5년에 한번 혹은 70,000km 주행에 한번씩인 것으로 나타났다.

소비자들의 관심을 별로 끌지 못했음에도 불구하고 Goodyear사는 1997년에 주행성 좋은 타이어 EMT를 소개했다. 이 타이어는 Corvette 같은 미국 스포츠용 자동차에 장착하는 고품질용으로 개발되었다.

Goodyear사는 성공적인 시험을 거쳐 북미에 이 타이어를 보급하였고 그후 유럽에 보급하였다. 초기에는 고성능 타이어를 보급하였으나 점차 낮은 성능의 제품들이 시장에 만연하였는데 이는 비교적 위험이 적은 경영방식을 채택하여 EMT를 일반 타이어와 비슷한 부품을 사용하고 일반타이어와 같은 기계에서 만든 결과였다.

소비자에게 더 잘 팔리게 EMT를 개발하는데는 4개의 주요 방침이 있었다.

- 안정성 : 타이어는 일반상태에서, 혹은 압력이 제로상태가 되거나 공기가 급속히 빠지는 경우에도 조정상태를 잃지 않아야 한다.
- 구동성 : 압력 80kph에서 적어도 80km 속도로 주행할 수 있어야 한다.
- 성능 : 타이어는 압력 팽창 상태에서도 일반 타이어와 같은 성능을 유지하여야만 한다.
- 유용성 : 타이어는 표준 립에 알맞아야만 한다.

이 요건은 주행중 타이어의 공기가 빠지더라도 노면에서 원활하게 잘 움직일 수 있어야 한다는 것을 의미한다. 타이어의 압력이 떨어졌을 때 모든 운전자들이 타이어의 상태를 알 수 있는 것은 아니며, 이럴 경우 압력 조정 장치의 도움을 받아야만 한다.

현행 센서들은 현존하는 하드웨어를 사용하고 있으며 특히 ABS 조정센서를 이용하고 전자장비에 연결하여 사용하고 있다. 이 센서들을 이용하여 각 타이어의 회전속도를 평균속도

와 비교해 보았다. 압력이 떨어진 타이어는 립 사이즈가 줄어들어 장기적으로는 회전속도가 빨라지게 된다. 이 센서들은 놀랄만치 민감하다. 이 센서들은 압력이 10% 빠진 것도 정확히 감지할 수 있으며 압력이 빠졌을 때 유용한 경고를 해줄 수 있다. 현재 이 센서는 가격이 약 200~300달러 정도이고 OEM으로 주문하면 50달러 정도로 만들 수 있으나 가격을 아는 각 주문업체들은 이 가격을 비싸다고 생각하고 있다. 그러나 현재 새차의 60% 이상이 ABS 브레이크 장치를 갖고 있으며 이 비율은 계속 증가하고 있는데 근간에 이 ABS 브레이크 장치는 새 모델로 바뀌기 쉽다.

Goodyear사의 EMT와 다른 제조업체의 비슷한 모델들은 타이어 사이드월이 각 차축의 충무게를 지탱하도록 설계되어 있다.

Goodyear사의 제품은 짐을 운반하기 위해 사이드월에 특수고무가 삽입되어 있다. 일부 제조업체들은 run-flat타이어가 소개될 때 run-flat 개념에 대해 많은 관심을 표했다. 이 일부 제조업체들은 run-flat 타이어를 OEM 방식으로 주문할 때 자동차 구조를 생각하여 안전규정의 일부로 스페어 타이어를 넣고, 또한 수리용 부품시장에 센서 없이 타이어를 파는 것도 무방할 것이라는 생각에 집착하게 되었다. 그러나, 이 생각에도 불구하고 주요 타이어 업체들은 급속히 경쟁제품을 개발했다. Continental사는 이와는 달리 단기 방법으로서 콘티넨탈 안전 링(CSR)을 제시하면서 시장에 접근하였다. 이것은 재래 타이어 안에 금속과 고무로 만든 링을 넣는 방법이다. 이것은 run-flat 타이어에 대한 대안인데 그 잇점은 타이어에 부착되지 않기 때문에 재이용될 수 있고 가격, 종류를 망라하고 어떤 타이어에도 사용할 수 있다는 점이다. run-flat 타이어를 제조하는 세 시장 선도 제조업체들을 비교해보면 이 세 업체들은 타이어를 단단하게 만들어야 한다는 면에서는 공통적으로 같은 개념을 갖고 있으나 타이어를 단단하게 만드는 방법 면에서는 서로 다른 재료를 사용하고 있다.

run-flat 타이어가 시장에 대량판매되기까지 run-flat 타이어에는 많은 문제가 있었다. 가장 명백한 단점은 가격이었다. 현재 센서가 장착된 4개의 타이어는 최소 1,000달러 이상을 호가하고 있다. 유럽가격은 북미가격보다 약 30% 이상 더 비싼 상태다. 일반적으로 모든 새 제품은 시간이 지남에 따라 가격이 인하됨에도 불구하고 기존의 run-flat 타이어의 가격

〈표 4〉 run-flat 타이어의 비교, 1998

| | Goodyear Eagle Aquasteel EMT | Bridgestone Firestone Firehawk SH 30 RFT | Michelin MXV4 ZP |
|------------|------------------------------------|---|-----------------------------|
| 트레드 접수-숫자 | 7 | 5 | 4 |
| 트레드 접수-재료 | Rayon Steel Aramid | Rayon Steel Nylon | Rayon Polyamide Steel |
| 사이드월 접수-숫자 | 2 | 2 | 3 |
| 사이드월 접수-재료 | Rayon Steel | Rayon Steel Nylon | Rayon |
| 최대 공기압 | 3.0bar | 3.0bar | 3.0bar |
| 센서 위치 | 타이어 내부 | 타이어 내부 | 타이어 내부 |

자료 : Smithers Scientific Services.

은 아직도 높은 편이다. run-flat 타이어의 시장성을 제한하는 또하나의 요인은 이 타이어들의 립사이즈를 높게 만들 수 없다는 점에 있다. 일반적으로 승용차는 립사이즈를 낮게 만드는 경향이 있으나 스포츠용차(SUVs)는 립사이즈를 높게 만들고 있다. 이 점은 특히 스포츠용 차가 시장의 주요부문을 이루고 있는 북미시장에서 많은 제한을 받는 요인이 되고 있다. run-flat 타이어의 또 다른 불리한 점은 딱딱한 사이드월이 승차감을 감소시키고 있다는 것이다. 최근에 일반적으로 타이어 사이드월을 유연성 있게 만들고 있으나 run-flat 타이어는 이 점이 잘 적용되지 않고 있다. 그러나 이런 단점들에도 불구하고 run-flat 타이어를 높이 평가하고 있는 업체들도 많은데 BMW사는 현재 이 run-flat 타이어를 기본타이어로 장착하고 있으며 50~70시리즈 타이어들을 장착하고 있다.

4. 안전 타이어(Safety tyres)

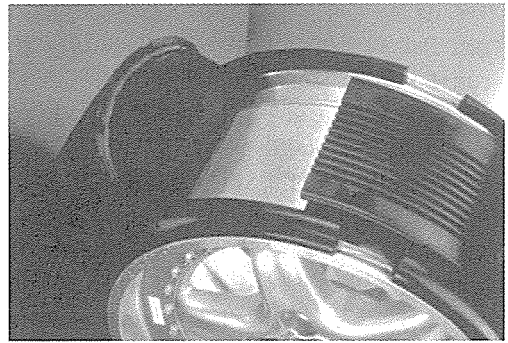
Bridgestone사는 Goodyear사의 EMT에 대응할만한 run-flat 타이어를 가지고 있음에도 불구하고 Bridgestone사는 run-flat 타이어 시장에 더욱 큰 마음을 갖고 있다. Bridgestone사는 마모된 타이어의 안전성을 중요시하고 있다. 타이어가 마모되면 흠이 얕아지고 탄력성이 없어지며 고무가 경화되고 트레드 움직임이 둔해진다. 고무 폴리머 미분자와 카본블랙 사이의 결합은 고무 탄력성에 있어서 중요한 요인이다. 가황 공정동안 유황이 첨가되고 혼합물에 열을 가함으로써 이 결합은 더욱 공고히 된다. 유황은 고무 폴리머 분자 작용을 연결해 줌

로써 타이어를 단단하게 만들며 또한 매일 되풀이되는 운전으로 인한 마찰열 때문에 그후에 일어나는 유황의 재교차도 고무를 단단하게 해 주고 있다. Bridgestone사는 유황 미분자의 재교차 행위를 금지하고 지속적인 더 좋은 성능을 부여하는 광범위한 성능의 혼합물(EPC)을 개발했다. 이 혼합 중의 변화와 관련하여 Bridgestone사는 타이어가 마모되는 중에도 높은 견인력을 가지는 이중 트레드를 소개했다. Bridgestone사의 검사에 따르면, 이 새로운 혼합물로 50% 혼합한 Bridgestone사의 Turanza H Revo tyre의 트레드는 Bridgestone사의 재래 타이어보다 젖은 노면에서 평균 14.1feet 일찍 멈춰섰다.

Michelin사는 run-flat 타이어를 대단히 중요시 여기고 있으며 Michelin사의 run-flat 타이어를 비롯하여 현재의 run-flat 타이어 제품에 만족하지 못하고 아직 개발치 못한 다양한 성능을 개발하기 위해 Michelin사는 현재의 타이어와 휠 장비와는 다른 PAX라는 새로운 타이어를 개발했다.

현재의 타이어들은 타이어에 공기가 주입되면 타이어와 휠 사이를 기계적으로 연결해주는 비드 부분이 있다. 비드 부분은 단단한 비드들로 들어차 있으며 이 부분은 매우 단단한 물체(휠, 림)에서 매우 유연한 물체(타이어의 사이드월)를 연결하는 부분이다. 주행중에는 상당한 에너지가 소비되며 되풀이해서 구조가 바뀐다. 새로운 PAX 타이어는 사이드월과 고정기능을 완전히 분리하고 있다.

그림 1의 오른쪽 부분의 재래 타이어는 공기압에 의해 비드부분이 대체적으로 휠에 대칭되게 열리는 타이어의 모습을 보여주고 있다. 왼쪽의 PAX 타이어는 콤팩트 휠에 대해 기계적



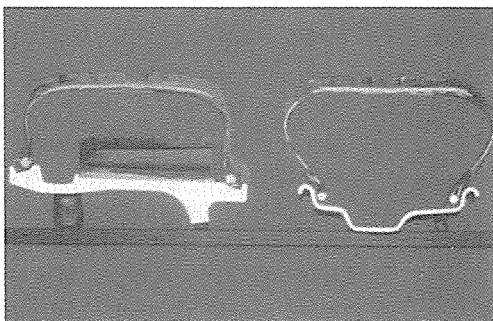
자료: Michelin사. Michelin사 사진 제공.

<그림 2> PAX의 내부 보조 링

으로 타이어를 닫는 콤팩트 고정장치를 사용하고 있다. 타이어도 휠도 전혀 대칭이 되지 않는다. 따라서 타이어는 이동부분을 없애고 훨씬 짧고 단단한 사이드월을 갖고 있다. 이는 자동차의 주행 안전성과 코너링에 대단한 개선을 가져왔고 동시에 회전저항을 약 10% 정도 개선했다.

그림 2는 어떻게 PAX 구조가 run-flat 타이어 구실을 하는지 설명해 주고 있다. 휠의 내부와 외부 지름이 다르기 때문에 타이어의 내부에 유연한 보조링을 삽입하기가 쉽다. 만약 타이어가 펑크나면 보조링을 의존하게 될 것이다. 타이어가 링을 이탈할 수 없기 때문에 공기압이 제로에서도 80kph에 200km 속도로 주행할 수 있다. 그러나 PAX 타이어는 자동차 설계자에게 장기간의 잊점을 제공하고 있다.

PAX 타이어는 같은 짐과 같은 속도에서 재래 타이어보다 타이어 외부 면적을 작게 할 수 있다. 타이어가 작기 때문에 브레이크 역할을 더 잘할 수 있게끔 휠을 더 크게 만들 수도 있고 또한 휠을 전의 크기대로 만들면 자동차 차체는 그만큼의 여분 공간을 더 이용할 수도 있다. 이 경우 승용차 내부 공간은 그대로 존재하고 승용차의 외부 면적을 줄일 수도 있고 혹은 외부면적을 그대로 두고 내부공간을 증가시킬 수도 있다. Continental사도 역시 지금은 고정 휠 구조(Clamped Wheel System : CWS)로 발전한 비드가 없는 통합된 휠 구조(Integrated Wheel System : IWS)방면으로 관심을 옮기고 있다. 이 구조에서는 주행 가능하도록 림이 변형되어 있다. 이것은 명백히 미래의 휠이 될 것으로 여겨지나 그 시기는 이 구조가 얼마나 빨리 주문자 생산방식으로 채택되



자료: Michelin사. Michelin사 사진 제공.

<그림 1> 재래 타이어와 PAX 타이어의 비교/휠 조립

는가에 달려 있다. 지금까지 어느 때보다도 현재 run-flat 타이어에 대한 수요가 많기 때문에 이 run-flat으로 시장 선도업체가 되지는 못한다 하더라도 Goodyear사와 경쟁 제조업체가 run-flat 타이어에 쏟고 있는 노력은 결실을 맺게 될 것이다. 이 run-flat 타이어들은 그 성능을 사람들에게 알려주고 차들도 하여금 표준센서를 장착하게 할 것이다. 이 PAX 타이어는 run-flat 타이어 중에서도 가장 진보·개발된 타이어로서 가장 많은 기능을 가지고 있으며 연료를 적게 들이고 자동차 설계하는데 가장 많은 공간을 제공하고 있다.

그러나, 자동차 제조업체들이 run-flat 타이어를 한 업체에서만 구입하는 것을 좋아하지 않기 때문에 Michelin사는 run-flat 타이어 판매에 큰 성공을 거두지는 못할 것이다. Pirelli사는 Michelin사와 새 run-flat 모델에 대하여 협력 개발하기로 동의했고 Renault사는 이 모델을 대량 생산하기로 했으나 자동차 제조업체들이 자동차 대량 생산하는데 많은 용도로 그 모델을 이용하기 전에 다른 주요 타이어 제조업체들중 한 두 업체는 이 모델을 채택할 필요가 있을 것이다. 만약 산업에 이 모델이 채택이 안된다면, 이 모델은 관심 부족으로 소멸될 것이다. Michelin사는 새 휠 모델을 가진 TRX 타이어를 개발하기 전에 이와 비슷한 종류의 모델의 개발에 노력했으나 성과는 없었다. Michelin사는 PAX 타이어의 처음 제조업체로서의 잇점을 갖고 있으며, 다른 업체들이 이 타이어 구조를 도입 제작하려면 3~4년의 기간이 소요될 것이다. Goodyear사는 PAX 타이어 종류를 개발하려고 노력하고 있으나 외부의 많은 비판을 감소시키기 위해 합작 개발할 필요성을 느끼고 있다. 시장에 대량 침투하기 위해서는 주요 제조업체들 중 일부나 혹은 전부가 합작하여야만 할 것이다. 비록 이 타이어들이 많은 차에 장착되는대로 중소기업이 교체용 시장에서 활기를 띄울지라도 만약 그들이 합작한다면 그들은 중소 경쟁업체보다 앞설 수 있다.

5. 지능 타이어(Intelligent tyre)

다양한 run-flat 타이어들의 소개는 명백히 지능타이어의 개발을 촉진할 것이며 앞으로도 이 지능 타이어는 활발히 개발될 것이다. 이 지능 타이어는 컴퓨터 칩이 각 타이어의 컴퓨터 기록을 보존하고 각 타이어의 정확한 압력과 온도의 정보 판독을 하는 트럭에 특히 유용하게 사용될 것이다.

검사서에 의하면 정보판독은 현재 20분이 걸리며 아직은 정확치는 않은 것으로 알려지고 있다. 일부 제조업체들은 이미 컴퓨터 칩을 타이어 안에 설치해 봤으나 개별 타이어를 인식하는데는 별로 성과가 없었다.

Goodyear사는 이제 항공기용 지능 타이어를 개발했다.

Bridgestone사는 컴퓨터 실시간 즉각 처리 시스템과 능동적인 타이어 표를 개발했다. 이 컴퓨터는 온도와 압력에 대한 정보를 즉시 전달해 줄 수 있다. 이 컴퓨터는 받은 정보를 저장하는 기억장치를 갖고 있고 10년간 사용할 수 있는 전지를 갖고 있어 아무때나 다시 프로그램을 작성할 수 있다.

이 컴퓨터 칩들은 결국에는 모든 타이어에 장착이 될 것이지만 처음에는 트럭용 타이어에 먼저 장착될 예정이다.

Continental사는 지능 타이어를 더 포괄적으로 생각하고 이 지능 타이어를 다른 자동차 구조에 적응시키기 위하여 타이어 정보 수집중에 있다. 반잠금 브레이크 제도(ABS)와 같은 전자 자동차 제어 장치와 전자 안전 계획은 타이어와 노면 사이에 작용하는 정확한 정보를 필요로 한다.

지금까지 이런 정보는 엔진 출력, 브레이크 유동체 압력, 휠 속도와 자동차 가속과 같은 제2의 자료에 근거하여 예측해야만 했다.

Continental사는 타이어로부터 직접 정보를 얻을 수 있도록 계획하고 있다. 그림 3은 타이어와 브레이크 힘으로 어떻게 변형되는지를 보여주고 있다.

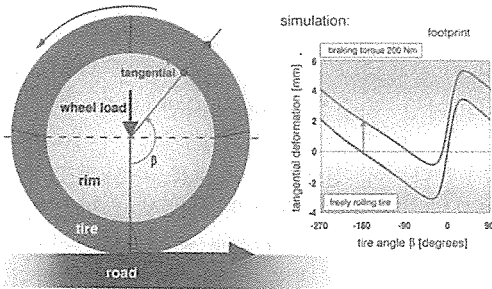
사이드월의 변형모습을 측정함으로써 특수한 노면에 미치는 힘과 효과를 알 수 있다.

타이어의 사이드월은 교체하는 축사이에서 가루를 자성이 띄게 한다. 결과신호는 버팀대로 올라간 두 개의 자기센서에 의해 뽑아진다.

주위와 가로 방향의 변한 모습은 벨트 근처의 신호와 림주위의 두 신호를 비교해 봄으로써 나타난다.

어떤 정점을 통해 일정한 축들 사이를 통과하는 시간차이는 자동차에서 능동적인 자기 센서로 측정된다. 타이어와 차대에 경도의 힘이 미치지 않으면, 두 센서가 두 축 사이의 경계를 동시에 통과하며 두 신호 사이의 시간차가 없게 된다. 브레이크 작동중 경도의 힘이 미치면 사이드월은 접선방향으로 변형되고 두 센서의 신호에는 시간차가 생긴다. 액셀러레이터를 밟는 경우에도 같은 경우가 생긴다. 이 구조의

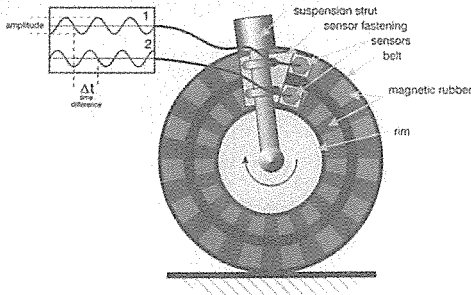
Deformation of tire sidewall



자료: Continental사, Continental사 사진 제공.

〈그림 3〉 브레이크 힘으로 인해 타이어의 사이드월이 변하는 모습

Schematic diagram of the test setup



자료: Continental사, Continental사 사진 제공.

〈그림 4〉 콘티넨탈사의 사이드월 염력 센서

주요 잇점은 센서들이 자동차에 올라가서 정보를 수집하지 않아도 된다는 것이며 비용이 훨씬 덜 든다는 것이다. 더우기 자기 조각들도 타이어 비용에 별로 부담을 주고 있지 않다.

6. 타이어 제조

타이어 제조 방법이 여러차례 대폭 바뀔 때마다 과거와는 다른 방법으로 타이어가 제조될 것은 거의 명백하다. 화학산업에서 공장 설립하는데 경비가 약 1억 달러 정도 들 것이나 이 경비에 대한 문제점은 경비를 들인 만큼 수요가 충분인가 하는 것이다. 들인 경비에 비해 약 80% 정도 각 공정은 돈을 상실할 것이나 일이 있는 공정은 이윤이 많이 남을 것이다.

이와 같은 계산이 타이어 산업에 적용되나 운영비는 완전히 다를 것이다. 화학공장이 사실상 자동화하고 인원을 최저 수준으로 배치하는 반면에 타이어 공장은 훨씬 노동집약적이고 몇백명의 인원을 더 필요로 한다. 따라서 타이어

이 공장은 이익을 남기기 위해서는 90% 이상을 가동해야만 한다. 타이어 공장이 이렇게 full 가동해야만 하는 것이 타이어 시장이 공급 과잉으로 시달리는 주된 이유다. 이로 말미암아 계속 가격은 경쟁력을 갖게끔 낮아지고 모든 타이어 제조업체의 채산성을 나쁘게 만들고 있다. 지금까지 이 문제를 해결하는 유일한 길은 타이어 제조업체 중에서 가장 싼 가격으로 타이어를 생산하는 것이었다.

따라서 각 제조업체는 경제규모를 최대화하기 위해서 더 큰 공장을 짓기 시작했다. 오클라호마에 있는 Goodyear사의 Lawton 공장에서는 일산 63,000개의 승용차용 타이어를 생산하고 North Carolina에 있는 Kelly-Springfield 공장에서는 일산 64,000개를 생산할 수 있다.

모든 제조업체가 저임금 제조업체가 되기 위해 노력하는 다른 방법은 생산성을 개선하는 일이다. 지난 10년간 모든 업체는 이 영역에 큰 발걸음을 내디뎠고 산업은 초기 5년보다 생산성이 2배로 증가한 후기 5년간의 생산성을 다시 2배로 증가시켰다. 더우기 계속 생산성 증가에 박차를 가하고 있어 향후 5년간 생산성은 계속 증가할 것이다. 또한 모든 제조업체의 생산성이 증가하게 되면 각 제조업체는 경비인하에 총력을 기울일 것이다. 새로 발표된 공정은 이 방법을 완전히 바꿀 수 있다. 경비가 매우 적게 들 뿐만 아니라 임금도 훨씬 적게 든다.

이런 종류의 경비구조를 가진 회사만이 겨우 손해를 보지 않게 되거나 아니면 보통 손해를 보게 되고 혹은 이익이 나더라도 매우 적은 이익을 보게 된다. 생산과 마찬가지로 중요한 것은 시장개척이고 새로운 공정도 타이어 산업의 양상을 바꿔 놓을 것이다.

드문 형태의 타이어를 대량 생산하고 있는 대규모의 공장들은 가장 유행하고 있는 타이어도 잘 만들고 있으나 시장은 다양화하고 있으며 각종 타이어 크기와 형태가 증가하고 있다. 따라서 융통성 있는 생산 방법이 필요하다. 대규모 공장에서도 계속 만들 수 있는 가장 유행하는 크기의 타이어들이 시장을 주도하고 있으며 만약 모든 타이어 제품들이 한 곳에서만 판매되게 된다면 시장으로 가는 운송경비는 실질적으로 증가되어 생산경비가 많이 들게 될 것이다. 이 점을 감안하여 만약 시장근처에 조그만 공장을 설립할 수 있다면 그들은 대규모 공장 과 같은 경비로 제품을 생산할 수 있으며 타이어 산업의 경제 규모와 구조를 근본적으로 바

꿀 수 있을 것이다. 발표된 이 공정중의 일부는 좀더 많은 융통성을 보여주고 있으나 이 공정들이 융통성과 저렴한 경비면을 둘다 만족시켜 줄 수 있는지는 아직 증명되지 않았다. 새로운 생산 공정은 1990년에 François Michelin이 Michelin사가 새로운 생산공정을 개발하고 있다고 발표하여 처음으로 공개적으로 발표되었다.

그러나, 수 많은 개발 공정 가운데서도 Michelin사는 1980년대에 Dunlop사가 발명한 Holroyd 공정과 어느정도 비슷하나 다른 생산 공정과는 근본적으로 다른 새 생산 공정을 개발했다고 발표했다.

Goodyear사도 1985년에 Holroyd 기술을 잠시 도입했으나 그후 Eric Holroyd와 그의 아들은 다시 새로운 공정을 독자적으로 개발하였다.

Michelin사는 “Michelin사의 지속적인 냉정한 합성”이라는 표현으로 유명한 C3M 공정에 최대 주안점을 두었으며 이 계획에 참여하여 일하는 기술자들은 사내의 일반활동을 금지시키고 직접 François Michelin에게 보고하도록 했다. 소식은 점차 누설되고 1992년에 Clermont-Ferrand 지방의 신문 La Montagne지는 이 연구계획이 6년이나 됐다고 보도했다.

처음 모델 공장은 1993년에 설립했고 1995년에 이 공장에서 처음으로 생산된 타이어가 판매됐으나 기존제품 종류의 범주를 벗어나지 못했다. 처음의 보고는 타이어 제품이 일관성이 없다고 지적했으나 불과 몇 개월 안에 일관성은 극적으로 개선되었다. Michelin사는 프랑스에 4개 공장, 미국에 2개 공장, 스웨덴에 1개 공장, 브라질에 1개 공장을 더 설립하여 지금까지 총 8개의 공장을 설립했다. Michelin사가 생산공장을 만족하게 이동했다고 생각하는대로 이 공장수는 더 증가하기 쉽다.

이 공정의 주요 잇점들을 다음과 같다.

- 재래공장의 반 정도 밖에 경비가 들지 않음.
- 사람의 노동이 일반공장의 1/10밖에 들지 않는다.
- 공간이 재래공장의 1/10밖에 들지 않는다.
- 주식 거래액이 10배나 증가했다.
- 에너지 소비가 감소했다.

타이어 생산의 공정 전체가 처음 혼합부터 마지막 가황까지 근본적으로 틀리다.

이 공정은 마지막 단계에서 부품을 만드는 유동식 공정이고 종전의 모든 재래 공정을 제거했다.

이 공정이 일반 공정에 비교했을 때 이렇게

적은 공간을 차지하는 이유는 부분품의 생산이 필요하지 않기 때문이다.

일반적으로 각 성형기계는 보통 크기의 타이어에 집중되어 있고 특수한 립의 크기나 폭의 타이어만 특수성형기계에서만 만들 수 있는데 이 특수성형기계는 온갖 크기의 타이어를 만들 수 있다. 이 점이 각 기계를 어느정도 제한해 놓으나, 각 기계 자체가 다양성이 있으며 기계들이 비교적 싸고 다양한 용도로 쓰일 수 있기 때문에 공장은 대체적으로 다양한 편이다. 다른 종류의 타이어를 만들려고 하면 기계를 간단하게 재조직하고 사출성형을 만드는 원료의 특수비율을 바꿔주면 된다. Goodyear사의 새 공정기술은 1998년 초에 발표되었으며, 이 기술은 Integrated Manufacturing Precision-Assembled Cellular Technology (IMPACT)를 참조하면 된다.

Michelin사 만큼은 못하지만 생산공정에서 많은 경비를 절약할 수 있다. 이 주장은 다음과 같다.

- 재료비 15% 감소
- 임금 35% 감소
- 에너지 비용 대폭 감소
- 제조과정중의 불량품 감소
- 가황시간 20% 감소
- 처음 투자액 대폭 감소
- 공간 대폭 감소

더우기 이 공정을 이용하면 현재 타이어산업 생산능력보다 43% 이상 생산 능력을 증가시킬 수 있고 이 공정에서 생산되는 타이어는 승차감, 조정감과 트레드부분이 좋으며 타이어 무게를 감소시켜 준다. 생산시간이 70% 정도 단축하기 때문에 생산성을 약 135%까지 증가시킬 수 있다.

Goodyear사의 공정에 대해서는 별로 알려지지 않았으나 Michelin사의 공정과 비슷하게 보이며 이는 방 구조 공정이며 별로 자동화되지 않았고 소조립부품을 필요로 하고 있다.

C3M 공정이 있는 한 이 공정은 개발이 되지 못하고 아마도 현재 공정을 개발하려는 추세인데 이럼에도 불구하고 Goodyear사는 점차로 모든 공장에 IMPACT 공정을 설치할 것이라고 발표한 것에 대단히 만족하고 있다. 처음에 북미에 1개 공장을 설립했고 유럽에도 1개 공장을 설립했다. 이 공정의 재미있는 양상은 낡은 기계를 많은 돈을 투자하지 않고 이용할 수 있다는 점이다. 그러나 만약 경우가 이렇다면 새 공정은 여러 면에서 현재방법과 비슷하

며 현재 Goodyear사가 주장하고 있는 사항을 반박하게 될 것이다.

공식적인 발표가 없었기 때문에 이 공정은 다른 공정에 비해 별로 알려져 있지 않지만, Bridgestone사는 동사 자신의 공정을 가져야 한다는 질문에 답을 하고 있는 것이다. 이 공정은 6명이 공장을 조정하여 일산 2,500개의 타이어를 생산하는 완전히 자동화된 공정으로 알려져 있다. 이 공정을 가진 공장은 약 2천 1백만 달러로 비교적 저렴하며 동시에 이 공장에서는 65가지의 서로 다른 크기의 타이어를 생산할 수 있을 만큼 탄력성이 있다. 모든 다른 큰 제조업체처럼 Bridgestone사는 그 자신의 기계를 회사 내부에서 개발하였으며 이 사업으로 인하여 높은 명성을 갖고 있다. 이 공정의 내역은 알려지지 않으나 Bridgestone사는 진지하게 이 공정을 개발하고 있다.

Continental사는 생산경계면을 변형하는데 세 가지 방법으로 접근하고 있다. Continental사는 기본크기의 타이어를 장기간 생산하기 위해 중요한 위치에 있는 Hanover 공장에 자동화 공정을 도입했다. 이 기본크기의 타이어들에 대한 수요가 지속적이기 때문에 이 공정은 탄력성은 별로 없다. 두번째 공정개발은 Krupp Maschinentechnik사와 협력하여 공정설립과 ESA라고 불리는 완전 자동 타이어 생산기계와 단독 생산기계를 개발하기 위하여 재래 타이어 생산 시설을 개발했다. 소문에 의하면 ESA는 30초 이내에 완전한 green tyre를 생산할 수 있으나 매우 복잡한 기계로 알려지고 있다. 이 두 공정은 현재의 공정을 단지 개선한 것에 지나지 않으나 좀더 근본적인 Modular Manufacturing Process (MMP)에 대한 3번째의 접근을 시도한 것이었다.

MMP는 회사에서 "tyre platform"이라고 부르는 빈 casing을 생산하는 대규모의 생산능력을 이용함으로써 생산공정을 좀더 탄력있게 만들도록 고안되어 있다. 이 platform은 마지막으로 조립하기 위해 전문화된 MMP 부속라인으로 이동하기 전에 부분적으로 가항된다. 이것으로써 각개의 타이어가 구분된다. 여기에 트레드, 싸이드 월과 벨트 셋트가 첨부되고 마지막 가항을 한다.

극초단파 가항이 이 단계에서 이용될 수 있다. 특별한 크기의 타이어에 사용하기 위한 platform이 모든 상표에 이용될 것임에도 불구하고 생산의 마지막 단계가 타이어 성능의 50%~70% 사이를 결정하게 된다. MMP 전용

가공 공장은 연산 500,000개의 물량을 생산하도록 계획되어 있고 100% 가동할 수 있게끔 탄력성이 있다. 이것은 현재 생산에 대한 내용이 아니며 보충역할을 하고 있는데 Continental사는 매년 2천 9백만 달러와 4천만달러의 영업비용을 감소하고 재고의 감소와 좀더 많은 판매로 인하여 약 5천만 달러 정도의 현금 유통을 개선할 것으로 예상하고 있다. 본질적으로 이 공정은 매년 수요가 비교적 적은 즉 연산 20,000개나 30,000개 정도의 타이어 생산에 이용된다. 이 공정은 전세계적으로 공장 설립규모인 3억 달러와 비교했을 때 투자비율이 비교적 적게 들기 때문에 새 시장에 침투할 수도 있다.

1997년 후반에 Pirelli사는 독일의 Breuberg 공장에 Flexi 공정을 도입했다.

처음부터 강조한 것은 고품질의 제품을 얻는 것이다.

같은 품질의 타이어를 대량으로 생산하기 위하여 새 공정이 개발됐다. 1998년 후반에 실험 단계에 있는 것으로 알려지고 있다. 결국 Pirelli사는 2년간 2억 달러의 비용을 절감하려고 모색했으나 재래 설비에 재투자자를 해야 함으로써 새 공정은 겨우 점차적으로 소개되는 단계에만 머물렀다. 이 새 공정에 대한 정보가 부족함에도 불구하고 그들은 같은 문제에 서로 다른 방법으로 접근하고 있다. 기술 혁신면에서 비록 Bridgestone사와 Goodyear사가 비슷한 공정을 가지고 있는 것 같지만 그래도 Michelin사의 C3M 공정이 아마도 가장 혁신적인 것이라고 말할 수 있다. Continental사와 Pirelli사는 지금까지의 생산능력보다 생산량을 줄여 좀더 효율적으로 생산하는데 주력하고 있다. 그러나 5개의 큰 타이어 제조업체들은 개발중인 5개의 새 공정이 다 같은 것은 아니라고 발표했다.

이들은 새 공정을 개발하는 근거를 가진 회사들이고, 이들은 대제조업체와 경쟁영세업체 사이의 생산차이 폭이 커짐으로서 그들의 이익을 많이 취할 수 있다. 회사가 지적한 대로 경비절감이 중대한 문제라면 이 문제는 그들 자신의 기술을 개발하지 못한 중소기업에 많은 압박을 가할 것이다.

저 경비로 운영하는 회사들은 그들 자신의 재정을 개선할 뿐 아니라, 그들의 판매 대리점에도 이익을 내주고 있다.

이는 대리점의 이익을 개선할 뿐만 아니라 중소제조업체에도 더 많은 압박을 가하게 된

다. 그러나 타이어 산업에서 변화는 급속히 이루어지지 않고 Michelin사나 Goodyear사는 가급적 빨리 새 공정을 설치한 투자계획을 가속화할 것이다. 자동차 제조업체처럼 특정한 시장이나 특정한 고객을 위한 업체들이 규모가 작고도 다양한 제품 공장을 설립하여 이 공정을 이용하려 하고 있다. 그러나 그들이 어떤 일을 택하든 간에 이익은 적극적인 신인보다는 이미 크게 설립된 회사로 되돌아가기 시작하는 것 같다.

7. 전 망

오늘날의 타이어는 예전보다 품질면에서 많이 개선되었다.

오늘날의 타이어들은 젖은 길에서도 견인력이 좋고, 급제동이 잘되며 핑크가 났을 때도 주행이 가능하고 수명 또한 길어졌다. 고성능차를 소유한 사람들은 비록 타이어 값을 좀더 비싸게 치루더라도 고성능 타이어를 소유하고 싶어 한다. 미래의 타이어는 더 이상 자동차와 분리된 부품이 아니고 자동차의 일부분이 된 것이며 타이어의 상태를 직접 차내로 전달해 주게 된다. 이미 이 방면에 많은 발전이 이루어졌으나 intelligent tyre가 일반화되려면 10년 이상 걸릴 것이다. 반면에 run-flat 타이어에 압력 조정 장치를 계속 이용하고 타이어 혼합물을 개선하여 이 목표를 달성하기 위해 점차적으로 노력하고 있다. 더우기, 현재의 타이어는 계속 더 개선될 것이다. 타이어의 개발을 위해 연구할 주 연구 영역은 다음과 같다.

- 제동 - 현재 타이어들은 짧은 사이드 윙과 넓은 트레드와 카카스 코드가 이전의 길고 좁은 것에 비해 짧고 넓다. 이로써 제동시에 중심부가 변화되며 양쪽에서 끌어당기게 된다.
- 면적 - 현재의 타이어들은 완전히 둥글지 않고 모습이 다양하다. 타이어 모습이 둥글지 않는다면 불균형한 모습이 되고 주행

시 진동이 생기게 된다. 또한 트레드 강도가 변화되어 자동차가 빠른 속도를 낼 때 타이어를 튀게 할 수도 있다.

- 무게 - 연료소비를 개선하기 위해 전체적으로 자동차의 무게를 감소하고 있으며 주문자 생산방식에도 타이어의 무게를 2kg 정도 감소하려고 하며 가능한 한 꼭 필요한 무게만 유지하고 불필요한 무게는 없애려고 하고 있다. 이것은 현재 run flat 타이어의 품질을 더 개선하고 Michelin사의 PAX같은 신 타이어 제품에 이용·개발하려고 하는 것이다.
- 회전 저항 - 이 부문은 별로 비판할 것이 없고 연료경제에 기여하는 바가 별로 많지 않지만 부가적인 개선은 필요하다.
- 소음 - 심한 제한 때문에 아마도 소음문제가 제일 긴급한 문제일 것이다. 외부 소음에 대한 현행규칙은 종합적으로 74dB(A)로 제한하고 있다. 향후 3~4년간 이 규칙은 아마도 71dB로 강화될 것이다. 현재 일부 타이어들은 이 제한 소음 규칙을 초과하고 있기 때문에 제한 조치가 더 강화된다면 더 많은 타이어들을 사용할 수 없게 될 것이다. 다른 자동차들이 내는 소음을 고려한다면, 타이어 소음은 현재로서는 불가능해 보이지만 조정성, 젖은 길 제동성, 수면에서의 미끄러짐, 안락성을 잃지 않고 66~67dB (A)까지 감소되어야 한다.

그러나, 타이어를 사용하는 사람은 큰 변화 중의 하나를 알지 못할 것이다. 좀더 정확하고 낭비가 적으며 시장성이 더 있는 적은 숫자의 타이어를 만드는 방법은 타이어 산업 경제에 지대한 영향을 미칠 것이다. 이 타이어들은 다른 타이어들보다 많이 싸지는 않지만 이 타이어를 만드는 회사들은 그렇지 않은 회사보다 이익을 좀더 남기게 될 것이다.

〈자료 : EIU Rubber Trends 3rd Quarter 1999〉