

앞으로의 타이어技術(IV)

기 술 부

12. 資 料

12.1 타이어와 관련된 豫測의 變化 (최근 20年間の 豫測文獻 리뷰)

예측문헌은 주로 최근 5년간을 대상으로 하여 리뷰하였다. 이것은 과거의 예측의 흐름을 보기 위하여 1970~1985년까지의 예측을 플러스하여 과거 20년간의 타이어와 관련된 예측문헌의 흐름을 리뷰한 것으로서 타이어에 관한 예측문헌이 어떻게 변화하여왔는가를 조사하였다. 1970년부터 현재에 이르기까지 타이어와 관련된 예측을 보면 시대에 따라서 흐름이 변화하고 있음을 알 수 있다.

1970년 전후에는 타이어(특히 승용차용 타이어)가 세계적으로 바이어스 타이어에서 래디알 타이어로 변화하기 시작한 시기였기 때문에 이 시대(1970~1975)에는 바이어스 타이어와 래디알 타이어의 비교, 이 변화의 속도, 앞으로의 전망에 대한 예측이 많았었다. 이 기간이 타이어 역사 가운데서도 가장 큰 변화가 있었던 시기였다고 생각할 수가 있다.

바이어스 타이어에서 래디알 타이어로 변화함에 따라 사용재료도 크게 변화하였으며, 특히 벨트 및 카카스에는 탄성이 좋으면서 신장률이 낮은 섬유가 필요하게 됨에 따라 어떠한 섬유를

선택, 사용할 것인가 하는 것이 중요하게 되었다. 따라서 이 시기 이후부터 레이온, 폴리에스테르, 유리섬유, 스틸코드, 아라미드섬유 등에 대한 비교검토 및 예측을 하기 시작하였다.

초기에는 신장률이 낮은 레이온이 래디알 타이어에 사용되었으나, 그 이후부터 레이온 사용량은 점차 감소하여 왔으며, 현재의 예측으로는 앞으로는 거의 사용되지 않을 것으로 전망된다. 섬유를 비교한 것으로서는 유리섬유와 아라미드 섬유에 대한 예측이 비교적 많이 보이고 있지만, 그 후 개발과정에서는 스틸코드와 폴리에스테르를 組合 사용하게 되었다. 아라미드섬유의 사용량은 초기예측대로 충분하다고는 할 수 없으나, 사용기술은 경량화의 필요성 때문에 많이 발전할 것으로 보인다.

즉, 이 시기는 바이어스 타이어에서 래디알 타이어로의 변화에 대한 예측이 주요과제였다고 할 수 있다. 또한 래디알 타이어는 바이어스 타이어에 비하여 캡트레드(cap tread)의 변형이 작고 사이드월의 변형이 크기 때문에 여기에 사용하는 배합고무도 변경하였다.

위와 같은 내용들이 1970년대 이후 일어난 래디알화에 따른 제1단계 현상이라고 할 수 있는데, 제2단계로서 등장한 것이 석유파동과 함께 시작된 燃費競争이다. 각국의 타이어회사들은

회전저항이 적은 타이어를 만들기 위하여 트레드 배합고무의 Hysteresis loss를 적게 하였다. 또한 인너라이너의 공기투과를 적게 하기 위한 방법도 개발하였다.

트레드 배합고무의 Hysteresis loss를 적게 하면 빗길에서 잘 미끄러지는, 즉 Wet Skid저항 (Wet μ)이 적어지는 이율배반성이 있기 때문에 회전저항이 적으면서(LRR) 빗길에서 잘 미끄러지지 않는 트레드 고무 개발이 필요하게 되었으며, 이러한 고무로서 溶液重合 SBR을 중심으로 한 새로운 고무 개발이 시작되었다.

이와같은 새로운 합성고무의 개발은 1960년대에 고분자화학으로 크게 발전한 anion 重合에 의한 溶液重合法을 실제로 응용하기 시작한 시기라고 할 수 있다. 즉, 이 때부터 새로운 폴리머의 시대가 시작되었다고 할 수 있다. 그리고,

이 시기에 사용되었던 새로운 합성고무 제조법이 지금에 이르기까지 폴리머의 마이크로구조제어로서의 점탄성설계에 의한 배합고무 개발의 중요한 방법으로 사용되고 있다.

따라서 이 시기에는 폴리머 개발, 특히 알킬리튬(alkyllithium) 촉매를 사용하여 용액중합 SBR 제조에 대한 예측이 가장 많다.

1975~1980년대에 와서는 그때까지 축적된 기술의 종합화를 시험하는 시대가 되었다. 즉, 多性能 밸런스화, 타이어이론의 구축, 컴퓨터화 등에 대한 예측이 보이게끔 되었으며, 이 단계를 제3단계로 볼 수 있다.

그 후 제4단계에 들어서면 소음, 승차감과 같은 현재 기술개발의 과제가 되어 있는 요구성능을 더한 종합화시대이며, 이 단계 이후에 대해서는 최근의 기술예측문헌에서 설명하겠다.

12.2 최근 5년간의 주요 豫測文獻要旨集

主 題	Rolling Loss of Tire Using Tread Polymers of Variable Characteristics with Compounding Variations
著者名	C.R.Wilder, J.R.Haws, T.C.Middlebrook
出 典	1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>가솔린 가격의 앙등 및 공해관련법이 시행됨에 따라 회전저항이 적은 타이어가 요구되고 있다. 시판되고 있는 각종 폴리머 또는 시험용 폴리머를 사용하여 폴리머의 마이크로구조, 부타디엔/스티렌의 組成比와 회전저항의 관계를 조사하였다. 회전저항은 카본블랙 오일, 浮化重合 SBR/溶液重合 SBR의 블렌드比의 영향도 받는다.</p> <p>대표적인 것에 대해서는 타이어 시험으로 빗길에서의 미끄럼(Wet μ)과 마모를 확인하였다. 시험결과로서 부타디엔/스티렌=75/25, 비닐이 31%인 용액중합 SBR이 최대의 회전저항을 나타냈다. 이 폴리머를 사용한 타이어 시험을 통하여 Wet μ는 대표적인 승용차용 트레드 배합고무의 #17은 SBR/BR 블렌드系와 동등하였지만, 耐磨耗性은 약간 떨어진다.</p>	

主 題	Pirelli Unbags Super Tire
著者名	Peter J. Mullins
出 典	Automotive Industries, August, 1985
<p>내용 및 설명</p> <p>유럽의 타이어수요는 1990년까지는 감소하였으나, 超扁平 타이어는 증가할 것으로 보인다. Pirelli의 예측에 의하면 자동차는 터보차지(turbocharge) 및 多밸브가 보편화되어 자동차회사에서는 超扁平 타이어가 표준이 되어 2배로 증가하게 될 것으로 보고 있다.</p>	

主 題	History of Speciality Elastomer in Tire
著者名	J. Walker, S. E. Horne
出 典	1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>자동차산업계의 요구에 따라 타이어의 성능이 어떻게 변화하여 왔는가를 특수 폴리머(speciality polymer)의 역사를 통하여 리뷰해 보았다. 특수 폴리머는 주로 汎用고무와 블렌드하여 사용된다. 사용시 주의할 점은 폴리머의 最適設計와 동시에 morphology, 界面作用에 관한 검토를 충분히 하여야 한다.</p> <p>인너라이너는 接着性, 耐熱性, 耐疲勞性, 加工性이 양호하면서 가스透過性이 작은 Br-IIR이 사용된다. 사이드월에서는 EPDM, X-IIR과 NR을 블렌드하여 動的 耐오존성을 향상시켰다. 트레드 고무에서는 低回轉抵抗(LRR; Low Rolling Resistance)과 Wet μ의 밸런스를 맞추므로써 HV-BR, HV-SBR을 개발하였다. BR, SBR과 X-IIR을 블렌드함으로써 동일한 효과를 달성할 수 있다고 제안하고 있다.</p>	

主 題	New Synthetic Rubbers for Tire Applications
著者名	K. Komuro, A. Ueda, H. Watanabe
出 典	1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Group
<p>내용 및 설명</p> <p>제1차 석유파동 이후 타이어의 低回轉抵抗, 低燃費가 요구되었다. 잘 알고 있듯이 Tg는 고무의 物性を 콘트롤하는 주요한 요인이며, BR에서는 비닐함량의 변화로 Tg가 변화되고, 이에 따라 발열(HBU; heat build up) 및 Wet μ를 콘트롤할 수 있다. 비닐함량이 70~80%에서 Wet μ는 최대가 된다. 비닐 BR(GB 2121055A)을 변성시킴으로써 Wet μ를 희생시키지 않고 회전저항을 개선할 수 있다.</p> <p>IR도 다른 變性方法으로 G, S의 개선, HBU를 개선할 수 있다.</p>	

主 題	世界市場에서 본 타이어
著者名	F. J. Kovac
出 典	IRC 1985 京都, 日本고무協會 59, 85(1986)
<p>내용 및 설명</p> <p>다음 5년간(1985~1990)의 타이어기술에 대하여 전망하고 있다.</p> <p>1. 다음 5년간의 타이어기술로서는 다음과 같은 것이 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 컴퓨터공학: 타이어가 지면에 닿는 부분의 운동역학과 모델화 ② 고성능의 신기술: 아라미드섬유, 용액중합 SBR, NR 재평가, Tan δ 注目 ③ 제조기술의 고도화: Goodyear의 전략, 강력한 하이테크 설비, 균일성 목표 ④ 인제육성: 컴퓨터 교육 <p>2. 개발이 예상되는 타이어에는 다음과 같은 것이 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ① World 타이어 ② 고장이 나지 않는 타이어 ③ constant performance 타이어 ④ 저회전저항 타이어 ⑤ 저소음 타이어 ⑥ 空力學的 타이어 ⑦ 전후륜 타이어 ⑧ 복륜 타이어 <p>3. 타이어업계는 1990년이 되면서 다음과 같은 기술을 개발하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 자동차기술과의 일체화 ② 제품 사이클의 단축화 ③ 개발시간의 단축 ④ 고성능 ⑤ 낮은 가격 ⑥ 융통성 있는 제조 시스템 	

主 題	Trends Creating The Future Context for Tire Technology
著者名	Joseph F. Coates
出 典	A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986) "Tread Creating The Future Context for Tire Technology"
<p>내용 및 설명</p> <p>앞으로 타이어를 개발할 때 고려할 사항은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 인구구성(高齡化), GNP의 성장 · 생산의 로봇트화와 고도로 자동화될 것이다. 에너지 문제는 불투명. · 미국 기업은 근시안적이지만, 전체적으로는 값싸고 하이테크한 타이어를 생산할 수 있게 될 것이다. · 앞으로의 타이어기술은 Biotechnology, Robotization, Energy Technology가 중요하다. · R & D(研究開發)는 글로벌화(Global)하게 될 것이다. 新材料의 사용, 新纖維의 응용, 騒音問題는 중요하다. <p>앞으로의 타이어기술에 대해서는 다른 문헌과 본질적으로 차이가 없으나, 사이언스(science)를 강조하고 있다.</p>	

主 題	Rayon's slow exit
著者名	Bruce Davis
出 典	European Rubber Journal, September 34(1989)
<p>내용 및 설명</p> <p>타이어용 코드중에서 有機纖維의 사용동향에 대하여 설명하고 있다. 레이온, 나일론, 폴리에스테르의 사용비율이 미국, 유럽, 아시아에서는 각기 크게 다르다.</p> <p>현재 레이온을 가장 많이 사용하고 있는 곳은 유럽이다. 유럽에서는 레이온이 첫수안정성이 폴리에스테르보다 양호하기 때문에 타이어회사에서 레이온을 많이 사용하고 있다.</p> <p>그러나, 레이온 사용량은 점점 감소하고 있으며, 그 감소분만큼 폴리에스테르가 대신 사용되고 있다. 유럽에서의 폴리에스테르 사용량은 1988년부터 1995년 사이에 2배로 신장될 것이라고 말하고 있다. 전세계적으로 보면 폴리에스테르는 매년 5.2%가 신장되고 있다.</p>	

主 題	What Makes a High Performance Tire Different from a Regular Tire						
著者名	J. L. Grant						
出 典	1986 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group						
<p>내용 및 설명</p> <p>고성능 타이어에 대한 일반적인 리뷰 및 성능시험(표준 타이어와의 비교)에 대한 설명이다. 즉,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 고성능 타이어의 구조상의 특징 <ol style="list-style-type: none"> ① 低扁平比 ② 트레드 패턴(rigid void 大) ③ belt package 충실 ④ rigid lower sidewall ⑤ road grip이 우수한 배합 2) 표준 타이어와 성능비교시험 <ol style="list-style-type: none"> ① 고속성(스탠딩웨이브, ΔT, 조종안정성) ② 耐하이드로플레닝(Hydroplaning) 3) 고성능 타이어의 3대특성 \longleftrightarrow trade off <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">① 고속성</td> <td>① 승차감</td> </tr> <tr> <td>② 조종안정성</td> <td>② Snow 성능</td> </tr> <tr> <td>③ 耐하이드로플레닝</td> <td>③ Tread 마모</td> </tr> </table> 		① 고속성	① 승차감	② 조종안정성	② Snow 성능	③ 耐하이드로플레닝	③ Tread 마모
① 고속성	① 승차감						
② 조종안정성	② Snow 성능						
③ 耐하이드로플레닝	③ Tread 마모						

主 題	Material Challenges for Tire Industry
著者名	R. J. Montag, F. W. Stuchal
出 典	Kautschuk Gummi Kunststoffe 39, Jahrgang, Nr. 1/86
<p>내용 및 설명</p> <p>타이어산업은 두 차례의 석유파동을 겪은 후 큰 변혁이 일어났다. 일본이 주요 경쟁국가가 되었으며, 타이어에 대한 고객의 요구 및 기대에 따라 품질 및 제조공정에도 변혁이 일어나게 되었다. 1980년대의 타이어산업에서는 재료에 대한 도전과 품질의 혁신이 특징이다.</p> <p>자동차의 동향 : 低燃費, 高速性, 乘車感, 低騒音 指向의 4WD, anti-lock brake system, turbocharger, 燃料噴射 등에 대한 인기상승, 이에 따른 타이어 성능 요구.</p> <p>승용차용 타이어 요구 : 省燃費(Rolling Resistance), 牽引力, 乘車感, 操作性 중시.</p> <p>트럭용 타이어 요구 : 重量 감소(稅對策), 省燃費, 트레드마모와 재생(壽命), 래디알화(高速化) 등.</p> <p>재료성능기준 : 복합체특성에 관한 성능개량으로서 재료특성의 영향을 고려, 布와 와이어(Wire), 基材의 접착(壽命).</p> <p>재료품질에서 고려할 사항 : 균일한 제품을 만들기 위해 자동화, 로봇화, 컴퓨터화함에 따라 재료는 素原料의 균일성이 요구됨. 품질을 균일하게 하는 것만이 타이어산업에서 살아남는 길이다. 방법 으로서는 통계방법에 의한 SPC기법이 중요하다.</p> <p>타이어는 복합체이다 : 이와 같은 타이어의 요구는 타이어산업의 재료면에 큰 영향을 주고 있다. 1980 년대의 타이어는 하이테크 상품이다. 이 때문에 재료도 하이테크 재료이어야 할 것이다. 타이어 설계에는 컴퓨터기술을 사용하기 때문에 배합고무의 粘彈性, 破壞메카니즘, 境界接着, 補強메카니즘, 폴리머 블렌드와 같은 재료공학의 마이크로 구조분야에 대한 원인과 결과를 기본적으로 이해하여야 한다.</p> <p>타이어에 대한 자동차생산회사 및 소비자의 요구를 만족시키기 위해서는 요구기능에 맞는 재료로 만들지 않으면 안된다. 타이어에 사용되는 모든 재료가 최대의 성능을 얻을 수 있도록 타이어를 설계하지 않으면 안된다.</p>	

主 題	A Survey of Trends in the Development of Tires and Vehichles
著者名	L. F. Henry and L. S. Stokes
出 典	A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
<p>내용 및 설명</p> <p>앞으로의 타이어기술 개발방향은 기본적으로는 래디알 구조가 유지되면서 ① 경량화, ② 고성능화, ③ 편평화가 될 것이다.</p> <p>위와 같은 기술개발 이외에도 燃費規制 및 이 燃費規制에 따른 충격도 크지만 우선 현재 필요하다고 생각되는 타이어 성능은,</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 전천후(allseason) 특성의 도입 ② 타이어 회전저항특성의 향상 ③ 타이어의 long life화 ④ 자동차의 바퀴주변장치를 고려한 타이어의 설계 ⑤ 안전면에서 puncture seal, runflat, 타이어공기압의 콘트롤 시스템 등이 원가와 관련하여 도입될지도 모르지만 계속해서 스페어 타이어를 사용하게 될 것 같다. <p>타이어제조에 있어서는 자동화되면서 유니포미티 및 승차감이 향상될 것이다.</p>	

主 題	Models and Methods for Projecting Tire Technology into Nineties
著者名	Ralph C. Lenz
出 典	A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
<p>내용 및 설명</p> <p>오랜 기간에 걸친 매크로적인 예측방법을 소개하고 있다. 즉, 다음 다섯가지 모델을 토대로 예측을 하였다.</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 성능은 指數로 증가한다. ② 성능개선에는 한계가 있다. ③ 선행기술과 lead-lag의 관계 ④ 성능개선은 積算의 생산량과 관계가 있다. ⑤ 舊技術이 新技術로 변화하는 속도는 對數的이다. <p>이와 같은 모델을 토대로 타이어의 예측이 가능하다. 각 데이터는 이와 같은 모델을 입증할 수 있는 데이터로서 표시되고 있다.</p>	

主 題	Tire of the Nineties And Beyond
著者名	Robert W. Yeager
出 典	A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
<p>(타이어시장)</p> <p>1985년의 세계 총타이어생산량은 약 7억개였다. 고무의 사용량은 지역에 따라 다르지만, 사용량이 급신장하고 있는 지역도 있다. 전세계의 사용량은 연간 3%의 비율로 증가하고 있다. 그러나, 일부 아시아지역에서는 타이어를 중심으로 9.6%의 증가율을 보이고 있다.</p> <p>(일본시장)</p> <p>일본의 타이어회사는 연간 1억개의 생산능력을 갖고 있으며, 매년 약 1,800만개를 수출하고 있다. 일본은 앞으로 10년에 걸쳐 세계 타이어산업에서 큰 비중을 차지하게 될 것이다.</p> <p>(올시즌(allseason) 타이어)</p> <p>올시즌 래디알 타이어는 10년동안 시장점유율이 33%에 이르렀다. 1955년까지는 연간 3~4%, 2000년까지는 연간 1.5~2%가 증가할 것이다.</p> <p>(새로운 Compounding 및 압출)</p> <p>Tread Over Sidewall구조를 갖춘 Cold filling fin형의 압출 시스템으로 생산하여 cap base wing으로 구성된 three stock tread로 함으로써 타이어의 均質性を 개선시켜 승용차용 래디알 타이어의 회전저항을 감소시킬 수 있다.</p> <p>(앞으로의 동향)</p> <p>고성능 타이어와 올시즌 타이어를 결합시킨 타이어가 1990년대의 타이어시장을 석권할 것이다. 소형 컴퓨터에 의한 모듈 시스템을 사용하여 에너지관리와 시설의 유지보수업무량을 대폭 감소시킬 수가 있을 것이며, 또한 공장규모를 최소한으로 할 수 있을 것이다. 또한 상업화가 가능한 경제적인 타이어 생산방식도 가능하게 될 것이다.</p> <p>모든 타이어용 원재료를 저온에서 연속적으로 혼합 및 블렌딩함으로써 플라이 스톡크의 calendering을 적게 하여 최종제품의 품질 및 균일성을 향상시킬 수 있을 것이다. 今世紀末까지는 Injection moulding (注型) 타이어가 개발되어 이용될 가능성은 없을 것 같다.</p>	

主 題	Tire of the Future
著者名	Thomas A. Luckenbach
出 典	1987 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>앞으로 15~16년 후의 타이어 개발동향에 대한 10여개의 타이어회사 간부들의 의견을 종합하면 다음과 같다.</p> <p>(1) 타이어의 기본구조 : 2000년까지 모든 승용차는 래디알 타이어를 장착하게 될 것이며, 트럭 및 버스용 타이어의 래디알화율은 1990년 중반에는 75%에 이를 것이다.</p> <p>(2) 타이어공학 : FEM 및 CAD가 발달하게 될 것이며, 최신의 컴퓨터 소프트웨어의 개발에 의해 타이어개발도 가속화할 것이다.</p> <p>(3) 타이어형상 : 편평화가 계속 진행될 것이며, 고성능 타이어가 개발됨에 따라 편평화는 70→60→50으로 되고, 2000년까지 편평비가 35인 타이어도 개발·생산될 것이다.</p> <p>(4) 고성능 타이어 : 고성능 타이어의 신차용 타이어시장 점유율은 15%이고 교환용 타이어시장 점유율은 더 높다. 앞으로 승용차용 타이어는 대부분 고성능 타이어가 될 것이다.</p> <p>(5) 사이드월(sidewall) : 편평화가 됨에 따라 타이어의 外觀디자인(裝飾)을 할 수 있는 공간이 좁아져서 外觀디자인에 대한 수요자의 요구가 줄어들 것이다.</p> <p>(6) 트레드(tread) : 전천후 타이어(allseason tire)가 증가할 것이다. 앞으로는 전천후 및 고성능에 대한 요구가 많아질 것이다.</p> <p>(7) 공기빠짐(air loss)에 대한 대처 : 펑크에 대해서는 실런트 타이어(sealant tire)가 표준이 될는지도 모르며, 런플랫(runflat) 타이어의 가능성은 적다.</p> <p>(8) 타이어 内壓모니터(monitor) : 앞으로 内壓모니터를 갖추게 될 것이다.</p> <p>(9) 타이어/휠 시스템 : 앞으로는 타이어/휠을 일체화한 시스템이 필요하게 될 것이다.</p> <p>(10) 폴리머 개발 : 牽引力(traction), 耐磨耗, LRR이 좋은 새로운 폴리머를 개발하게 될 것이다.</p> <p>(11) 타이어 코드 : 승용차용 타이어의 카카스로서 폴리에스테르의 사용량은 그대로 유지될 것이며, 스틸 코드 사용량은 증가할 것이다. 타이어회사에서는 가벼운 스틸코드를 개발하여 트럭용 벨트, 카카스 재료로 사용하게 될 것이다.</p> <p>(12) 생산기술 : 자동화(Automation化), 컴퓨터화(computer化), 로봇화(robot化)가 될 것이다.</p>	

主 題	Wishlist for Original Equipment Tires
著者名	B. P. Combern
出 典	1988 Spring Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>1989~1990년 사이에 다음 항목들이 이루어질 것으로 보인다.</p> <p>① Wet, Dry traction(특히 前輪驅動車(FF車))</p> <p>② Snow, Ice traction</p> <p>③ Uniformity</p> <p>앞으로 10년 또는 그 이후</p> <p>① Compound의 온도의존성을 적게 한다. 넓은 온도범위에서 안정필요(기온, 계절에 관계없이).</p> <p>② 회전저항(Wet traction, 耐磨耗性和 상관없는)을 줄일 수 있는 새로운 폴리머의 개발필요.</p> <p>③ 타이어와 휠의 matching작업을 없앤다.</p> <p>④ 속도와 하중에 의해서 변화하는 상태에 대한 고려(RR).</p>	

主 題	A Vehicle Manufacture's Shopping List for Tires of the 1990's
著者名	L. C. Boczar
出 典	1988 Spring Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>1990년대의 요구사항은 다음과 같다.</p> <p>① 耐磨耗性向上 100,000 mile(材料變質없이) 스틸코드, 폴리에스테르는 변하지 않는다. 偏磨耗對策重要→ wheel seting, anti-lock break system도 偏磨耗防止에는 좋다.</p> <p>② Fuel Economy 과거 70~80년대에 RR이 진행되었지만, 타이어에 대해서는 진행속도가 느렸었다. 90년대에는 다른 분야에 초점이 맞춰질 것으로 보인다. 90년대에 대해서는 아직 방향이 나오고 있지 않다.</p> <p>③ Uniformity</p> <p>④ Skid and Traction</p> <p>⑤ NVH 중요</p> <p>⑥ 耐久性, 기본적으로는 다른 성능보다 중요</p> <p>⑦ Cost</p>	

主 題	Tire Cornering Characteristics on Snow and Ice
著者名	K. Inaba
出 典	1988 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
<p>내용 및 설명</p> <p>試驗車(cornering trailer)를 사용하여 Lateral Force와 Alining Torque를 측정했다.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 눈길...하중, Slip각의 변동이 크다(이유 ; 길의 roughness>온도변화). · 빙판길...눈길보다 작다. 최대는 低 Slip각으로 나타난다. 하중변동이 작다. · 속도에 의한 영향...건조한 노면에서 작고 눈길에서 크다(speed up에서 마찰계수 감소). · 도로표면의 영향이 크다. · Skid Coefficient와의 相關 	

主 題	Critical Material Properties for Tire Traction												
著者名	Shingo Futamura												
出 典	1988 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group												
<p>내용 및 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> · 牽引力과 耐磨耗性, LRR의 밸런스를 맞추는 폴리머로서는 新S-SBR이 개발되었다. · Critical Material Property로서의 「deformation index」의 개념이 포함되어 있다. $Energy\ Loss = DE''/(E^*)^n + F$ 여기에서 D는 定數, F는 여분의 Energy Loss이다. $n(\text{deformation index}) = \begin{cases} 0 \text{ cost, strain} \\ 1.0 \text{ cost, energy} \\ 2.0 \text{ cost, deformation} \end{cases}$ }에 의한 energy loss · Traction과 Energy Loss function의 관계 Wet : n=0에서 최고→loss modulus(E'')와의 상관관계가 크다. Dry : n=1.8에서 최고→loss compliance(E'/E^{*2})와의 상관관계가 크다 Ice : n=2에서 상관계수 0.95로 최고가 되지만, 더 높은 상관($r=0.99$)은 dynamic compliance($1/E^*$)에서 얻을 수 있다. →Ice traction은 hysteretic property가 아니라 compliance에 의존한다. <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>상관계수</th> <th>E'</th> <th>$\tan \delta$</th> <th>E''/E^{*2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>dry</td> <td>0</td> <td>0.57</td> <td>0.88</td> </tr> <tr> <td>Wet</td> <td>0.97</td> <td>0.71</td> <td>0.39</td> </tr> </tbody> </table>		상관계수	E'	$\tan \delta$	E''/E^{*2}	dry	0	0.57	0.88	Wet	0.97	0.71	0.39
상관계수	E'	$\tan \delta$	E''/E^{*2}										
dry	0	0.57	0.88										
Wet	0.97	0.71	0.39										

主 題		Servicing a Big Tire Market									
著者名		Lori L. Wiese									
出 典		Rubber & Plastics News II, Oct. '88									
내용 및 설명 산업용 및 건설용 타이어 생산은 1987년부터 급격히 증가하여 금년까지도 계속 증가하고 있다. 래디알화는 앞으로 가속화될 것이며, 광산경기가 이 산업용 및 건설용 타이어(off-the-road)시장에 영향을 미친다.											
교환용산업용 타이어 판매량(1,000個)					산업생산지수가 산업용 및 건설용 타이어 판매에 미치는 영향						
年度	區分	바이어스	래디알	總計	래디알化率(%)	年度					
						區分	1987	1988	1989	1990	1991
1980		101.7	11.3	113.0	10.0	Utilities	1.7%	4.1%	2.0%	1.2%	1.7%
1981		97.5	12.0	109.5	11.0	鑛山業	0.3	2.3	-1.6	-1.9	-1.6
1982		73.1	10.1	83.3	12.1	石油 및 가스業	-1.3	1.4	-2.5	-2.6	-2.6
1983		84.2	11.5	95.2	12.1	其他 鑛山業	3.6	4.0	0.2	-0.6	0.4
1984		101.0	15.2	116.2	13.1	1次金屬業	8.7	8.6	3.7	0.1	5.6
1985		98.5	17.3	115.8	14.9	鐵 및 스틸業	12.0	10.6	3.0	-1.0	4.7
1986		93.3	20.0	113.3	17.7	非鐵金屬業	4.7	6.0	4.4	1.5	6.8
1987		98.6	25.2	123.8	20.3	建設 및 關聯裝備業					
1988		99.5	32.0	131.5	24.3	(OE 및 수 출용 포함)	5.8	12.2	12.4	8.7	11.1
1989		96.2	33.8	130.0	26.0						
1990		91.4	35.6	127.0	28.0						
1991		91.0	39.0	130.0	32.0						
1992		89.8	42.2	132.0	32.0						

主 題		타이어特性的 動向	
著者名		石川浩二郎, 花田亮治, 桂 直之	
出 典		自動車技術 42 354('88)	
내용 및 설명 타이어특성의 동향과 이에 따른 기술면에서의 문제			
타이어의 種類	問題點과 對策	向後의 方向	
1. 汎用래디알	road noise(騒音)→트레드 고무의 硬度를 낮춤. 두께를 두껍게 함. 사이드월 剛性を 低下시킴.	소음감소, 저연비	
2. 고성능	승차감이 나빠짐→bead filler를 적정화함. 소음레벨→소음이 적은 트레드패턴 개발	승차감, 스노우성능, Wet성능	
3. 전천후 (allseason)	cornering power低下 회轉抵抗의 增大 → Pitch배열, 트레드고무 硬度, 고무의 溫度依存性 研究開發	온도의존성을 중요시한 트레드배합	
4. 스티드레스 (studless)	低溫에서 硬度上昇→低溫에서 성능이 우수한 고무 및 發泡 고무 개발	스파이크 타이어 수준의 성능을 발휘시킨다는 것은 곤란함	

主 題	Plus Concept Pumps Up Profits
著者名	Al Miano
出 典	Rubber & Plastics News II, Oct. '88
<p>내용 및 설명</p> <p>최근의 동향에 대하여 설명하면,</p> <ul style="list-style-type: none"> · 新車裝着用 이외에 低扁平比 타이어와 휠을 조립하는 개념(plus concept)이 일반화될 것이다. · 접지면적의 증가에 따른 조종안정성의 불량 및 사이드월폭의 감소(굴곡부분의 감소)에 따른 고속 조종안정성의 불량이 개선되고 향상될 것이다. · plus concept는 plus one으로부터 plus two까지 진행하고, 노면에서의 grip성이 향상될 것이다. · 新車에는 이미 광폭타이어 및 큰 휠을 장착하고 있는 고성능승용차(performance car ; Camaro, IROC-Z, Crovette, Porshes)에서는 plus three fitment까지를 하고 있다. · plus concept에 의해 새로운 비즈니스가 발전하게 될 것이다. 	

主 題	Tracking the Trends(Spotlight on : Performance Tire)																												
著者名	Al Miano, Robert J. Ulrich																												
出 典	Rubber & Plastics News II, Feb. '89																												
<p>내용 및 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> · 고성능 타이어의 시장수요예상(%) 																													
區分 \ 年度	1985	1988	1989	1990	1995																								
交換用	14	25	-	30	42																								
新車用	9	-	27	-	-																								
<ul style="list-style-type: none"> · 애프터서비스 실시에 대한 dealer들의 의견 <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>51% 이상... 잘하고 있음(excellent)</td> <td rowspan="3">}로서 비교적 좋은 견해를 갖고 있다.</td> </tr> <tr> <td>31.2% 좋음(good)</td> </tr> <tr> <td>17.5% 보통(average, poor)</td> </tr> </table> · 고성능 타이어의 定義 <ul style="list-style-type: none"> A法 : 70시리즈 이하의 편평비(aspect ratio) B法 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>種 類</th> <th>速 度</th> <th>扁 平 比</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ultra-high Performance</td> <td>Z.V</td> <td>55 이하</td> <td>최고의 기술</td> </tr> <tr> <td>High performance</td> <td>V.H</td> <td>60, 65</td> <td>교환용의 5.7%</td> </tr> <tr> <td>Performance</td> <td>H.T.S</td> <td>60, 65, 70</td> <td>가장 일반화된 타이어</td> </tr> <tr> <td>Cosmetic</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>고성능 타이어에 포함되지 않는 영업용</td> </tr> </tbody> </table>						51% 이상... 잘하고 있음(excellent)	}로서 비교적 좋은 견해를 갖고 있다.	31.2% 좋음(good)	17.5% 보통(average, poor)	種 類	速 度	扁 平 比	備 考	Ultra-high Performance	Z.V	55 이하	최고의 기술	High performance	V.H	60, 65	교환용의 5.7%	Performance	H.T.S	60, 65, 70	가장 일반화된 타이어	Cosmetic	-	-	고성능 타이어에 포함되지 않는 영업용
51% 이상... 잘하고 있음(excellent)	}로서 비교적 좋은 견해를 갖고 있다.																												
31.2% 좋음(good)																													
17.5% 보통(average, poor)																													
種 類	速 度	扁 平 比	備 考																										
Ultra-high Performance	Z.V	55 이하	최고의 기술																										
High performance	V.H	60, 65	교환용의 5.7%																										
Performance	H.T.S	60, 65, 70	가장 일반화된 타이어																										
Cosmetic	-	-	고성능 타이어에 포함되지 않는 영업용																										
<ul style="list-style-type: none"> · cost는 인하되고(107→97달러/2年) 판매량은 증가(12%) · 輕트럭용 타이어(L/T)분야에서의 고성능 타이어 판매량은 증가할 것임. · 앞으로 10년내에 新車(OE)용 고성능 타이어시장은 50%로 될 것임. 																													

主 題	타이어特性的 動向
著者名	川口 保美
出 典	自動車技術 43 3 ('89)
<p>내용 및 설명</p> <p>최근 약 20년 사이에 타이어의 고속성과 내구성이 많이 향상되었는데, 최근 수년동안에는 자동차의 suspension(懸架裝置)과 같은 기술혁신이 이루어져 타이어의 승차감에 대한 요구가 감소한 반면에 FF車, 4WS車가 생산됨에 따라 조종안정성이 좋은 타이어, 특히 고성능 타이어를 요구하게 되었다.</p> <p>타이어는 기본적으로 조종안정성이 좋아야 하며, 이와 같은 기술을 향상시킴으로써 다양화되고 있는 자동차에 적용할 수가 있으며, 또한 전반적인 타이어기술도 발전할 수가 있다.</p> <p>이와 같은 관점에서 보면 타이어의 grip성을 향상시키기 위한 새로운 트레드용 고무 및 배합기술을 개발하고, 타이어의 편평비를 낮게 하여 조종안정성, 제동·구동특성을 향상시킬 수 있다.</p> <p>또한 편평타이어 耐Wet性的 단점을 보완하기 위하여 트레드 패턴을 Unidirectional pattern으로 제시하고 있다.</p> <p>이와 같이 고성능 타이어는 grip성이 양호하도록 grip성이 좋은 트레드 고무를 사용하여야 하며 노면과 접촉하는 접촉면적을 증가시켜야 한다. 이와 같은 타이어가 일반 승용차에 널리 사용될 것이다.</p>	

12.3 豫測을 위한 Key Word

타이어에 대한 요구

타이어기술

自動車의 將來技術	高速化	
	高度化(intelligent)	
	高齡化	
	多樣化	
機 能	高速性能	
	操縱安定性	
	耐hydroplaning	
	snow性能	
	耐磨耗性	
	uniformity	
	乘車感	
	低騒音	
低燃費		
타이어의 種類	PC (승용차용)	high performance
		allseason
		studless
		汎用래디알
	TB (트럭·버스용)	汎用래디알
		studless
	低回轉抵抗	

社 會 環 境	安 全	runflat
		puncture seal
	低 燃 費	低燃費
		studless
	無 害	低粉塵化
		고무藥品安全性向上
		低騒音
	差 別 化	高齡化
		女 性 個性化

原 材 料	polymer
	filler
	고무藥品
	tire cord
材 料 設 計	配合技術
	複合技術
構 造 設 計	타이어設計
	mold設計
	外 觀
生 產 技 術	monitor
	flexible
	自動化
評 價	生産性向上
	精度向上
	性能評價機器
規 格	test driver能力
	-
	其他
	廢타이어 處理技術
	輕量化
車와의 一體化	

12.4 Cast 타이어에 대한 리뷰

오스트리아의 Polyair社는 LIM(Liquid Injection Mold) 成型에 의한 타이어제조시험공장을 1979년경에 만들어 여러 종류의 시험타이어를 만들어왔다.

시험용 타이어의 實車試驗結果 및 製造設備에 대해서는 1979년 12월에 Plastic and Rubber Institutes Conference(英)에서, 또 1981년 2월에는 American Society of Automotive Engineer's Congress에서 Polyair社가 발표하였다.

그 후 특별히 진전되었다는 정보는 아직 없으며, 지금까지의 정보로 판단해보면 주행속도가 느린 일부 농업기계용 타이어 및 건설용 타이어로서의 가능성은 다소 있지만, 승용차용 타이어 등 일반 空氣入 타이어에 있어서는 타이어의 성능상 무리가 있으며, 이 문제해결은 진전되고 있지 않다.

1981년 10월의 Plastic & Rubber Weekly에 Polyair社가 아프리카 케냐에 LIM 타이어공장을 건설하고 있다는 정보가 있었지만, 그 후의 진전상황은 알 수 없다.

1982년 7월의 European Rubber Journal에 LIM타이어에 대한 기사가 실렸지만 과거의 것을 종합한 정도이다.

그 후 이 기술은 스페어 타이어의 활로를 찾는 방법으로서 Uniroyal-Goodrich가 GM과 공동으로 개발하고 있으며, GM은 NHTSA에 사용승인을 요구하고 있다. 이 타이어는 spare saving, no puncture의 잇점이 있다. 즉, 이런 종류의 타이어는 아주 한정된 범위내에서 사용할 수 있다고 보고 있다.

12.5 Cast 타이어의 동향에 관한 정보

(LIM 타이어 관계)

特開昭 51-119096

特開昭 52-68296

特開昭 51-120505

特開昭 51-135002

特開昭 52-56178

特開昭 51-132287

'75 USP 4129741

'75 USP 4090547

'75 USP 4139706

'75 GB 1502583

特開昭 52-152480

特開昭 52-134684

特開昭 52-140107

'76 BP 1507647

特開昭 54-20085

特開昭 54-20086

特開昭 54-20087

特開昭 54-145773 타이어의 射出成型裝置

特開昭 54-39398 래디알 타이어의 카카스 구조

Rubber & Plastics News Feb. 20, 1978

日本工業新聞(1978年 2月 23日)

Modern Plastics International(Oct. 1978)

ゴム報知新聞(1978年 11月 30日)

ADAC-Motorwet(1979年 1月 12日)

日刊自動車(1979年 4月 16日)

PRI Conference on Tire(Nov. 1979)

K '79 뒤셀도르프展

British Plastics & Rubber(Jan. 1980)

日經産業新聞(1980年 1月 11日)

化學工學日報(1980年 1月 18日)

日經産業新聞(1980年 2月 4日)

Modern Plastics International(Jun. 1980)

Elastomeric(Apr. 1981)

Plastics & Rubber Weekly(Oct. 3, 1981)

American Society of Automotive Engineers

Congress(Feb. 1981)
 European Rubber Journal(Jul. 1982)
 USP 4519432(May 28, 1985)
 L.F.Henry and L.S.Storkes : ACS Rubber
 Div.(Oct. 7~10, 1986)
 The New York Times(Wednesday, June 17,
 1987)
 "For Greater Safety. The Airless Spare"
 Urethanes Technology(Jan./July, 1988)
 特開昭 60-236803 타이어(Uniroyal)
 Rubber & Plastics News(May 30, 3, 1988)
 "PU Tire Fails during NHTSA tests"
 European Rubber Journal(March 3, 1988)
 "LIM Planning Polyol Plant"
 European Rubber Journal(Jan. 1988)
 "PU Tyres : Taking the Pressure off Farms"
 European Rubber Journal(Jan. 1988)
 "Treading Lightly on PU Tyres"
 Rubber & Plastics News(Apr. 24, 1988)
 "New Rule for Non-pneumatics NHTSA
 Seeks to End Block. Uniroyal Goodrich
 Targets Early 1990's"

〈參考文獻〉

- 1) Industry Study #197
 World Rubber And Tire Markets November, 1987
 The Freedonia Group, Incorporated 2940 Noble
 Road, Suite 200
 Cleveland Heights, Ohio 44121(216) 381-6100
- 2) 三菱總研 MRI "Automobile '95('88. 12)" 乗用車
- 3) Plastics and Rubber Weekly 1/30 1988 P-6
- 4) Rubber Plastic News 11/13 1989 P-1, 10
- 5) 日經新聞 1989年 8月 16日
- 6) Lori L. Wiese(18 MTD Oct. 1988)
- 7) Al Miano(16 MTD Feb. 1989)
- 8) MTD 71 Jan. 37(1990)
- 9) C. R. Wilder, J. R. Haws, T. C. Middlebrook
 1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber
 Group
 "Rolling Loss of Tires Using Tread Polymers of Variable
 Characteristics with Compounding Variations"
- 10) Peter J. Mullins : Automotive Industries August
 (1985) "Pirelli Unbags Tires"
- 11) J. Walker, S. E. Horne
 1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber
 Group "History of Speciality Elastomers in
 Tires"
- 12) K. Komuro, A. Ueda, H. Watanabe
 1985 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber
 Group
 "New Synthetic Rubber for Tire Applications"
- 13) K. J. Kovac
 International Rubber Conference 1985, Kyoto 日ゴ
 ム協誌 : 59 85(1986) "世界市場から見たタイヤ"
- 14) Joseph F. Coates
 A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
 "Tread Creating the Future Context for Tire Tech-
 nology"
- 15) ERJ Sep. 34(1980)
- 16) J. L. Grant
 1986 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber
 Group
 "What Makes a High Performance Tire Different
 from a Regular Tire"
- 17) R. J. Montag, F. W. Stuchal
 Kautschuk Gummi, Kunststoffe 39 26 (1986)
 "Material Challenges for Tire Industry"
- 18) L. F. Henry, L. S. Stokes
 A.C.S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10
 (1986)
 "A Survey of Trends in the Development of Tires
 and Vehicles"
- 19) Ralph C. Lenz
 A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
 "Models and Methods for Projecting Tire Technology
 into Nineties"
- 20) Robert W. Yeager
 A. C. S. Rubber Division Atlanta Oct. 7~10(1986)
 "Tire of Nineties and Beyond"
- 21) Thomas A. Luckenbach

- 1987 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
"Tire of the Future"
- 22) B. P. Combern
1988 Spring Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
"Wishlist for Original Equipment Tires"
- 23) L. C. Boczar
1988 Spring Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
"A Vehicle Manufacture's Shipping List for Tires of the 1990's"
- 24) K. Inaba
1988 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
"Tire Cornering Characteristics on Snow and Ice"
- 25) S. Futamura
1988 Winter Meeting Technical Paper of Akron Rubber Group
"Critical Material Properties for Tire Traction"
- 26) Lori L. Wiese
Rubber & Plastics News II. Oct. 1988
"Servicing a BIG TIRE Market"
- 27) 石川浩二郎, 花田亮治, 桂直之: 自動車技術 42, 354(1988) "タイヤ特性の動向"
- 28) Al Miano: Rubber & Plastics News II. Oct. 1988
"Plus Concept Pumps up Profit"
- 29) Al Miano, R.J. Ulrich: Rubber & Plastics News II. Feb. 1989
- 30) 川口保美: 自動車技術 43, 3(1989)
"タイヤ特性の動向"
- 31) F.J. Kovac: Chem. Tech. Jan. 18(1971)
- 32) E.W. Lothrop JR. Rubber Age 102 No. 10 37 (1970)
- 33) 吉村信哉: 繊維學會誌 43 No.7 p.256(1987)
- 34) Desmond F. Moore
ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY
Ameterdan-Oxford-New York 1975
"The Friction Pneumatic Tyres"
- 35) K. H. Nordsiek
Kautschuk Gummi, Kunststoffe 38(3), 178(1985)
- 36) 岸本義和, 渡邊剛二: 自動車技術 43, No. 3 28 (1989)
"高速走行時のハンドルのすわり感とタイヤ性能"
- 37) 自動車問題懇談會作成資料から
- 38) 毎日新聞 1990年 1月 6日
- 39) 遠藤庸生: 自動車技術 42, No. 10 1310(1988)
- 40) 今岡達雄: 自動車技術 43, No. 1 13(1989)
"豊かさ自動車進む方向"
- 41) 吉村信哉: ゴム協誌 61 19(1988)
- 42) 太田孝弘ほか: 自動車技術 42, No. 12 1575 (1988)
"敏感度解析によるロードノイズ低減"
- 43) 兎沢幸雄, 鈴木保之: 自動車技術 40, No. 12 1624 (1986)
"ロードノイズとタイヤ振動特性"
- 44) R. Hanada, T. Nagumo, T. Mashita
Tire Science & Tech. 17, No. 3 184(1989)
- 45) 山岸弘一: 自動車研究 7, No. 11 12(1985)
- 46) 日経産業新聞: 1989年 9月 7日
"海外ケミカル事情, 欧州のタイヤ市場, 強い本物志向"
- 47) 日経産業新聞: 1989年 9月 7日
"個衆の時代の技術開発, 人間中心の視点必要に"
- 48) T. Inoue, F. Shomura, T. Ougizawa, K. Miyasaka: Rubber Chem. Technol. 58, 873(1985)
- 49) Takeji Hashimoto, Tatsuo Izumitani
Am. Chem. Soc., Polymer Chem. Div. 26, 121 (1985)
橋本竹治: 日本レオロジー學會 第14年會(1987) など
- 50) 月刊タイヤ 12月號 28(1989)
Rubber & Plastics News: 11/13 P-18(1989)
- 51) 藤本邦彦, 右田哲彦: 日ゴム協誌 42, 343(1969)
- 52) 藤本邦彦, 西敏夫, 田中誠: 日ゴム協誌 44 590 (1971)
- 53) P. P. A. Smit: Rubber Chem. & Technol. 41 1194(1968)
- 54) A. R. Payne, R. E. Whittaker: Rubber Chem. & Technol. 44 440 (1971)
- 55) 永田伸夫: 日ゴム協誌 62 630(1989)
A. C. S. Rubber Division Cincinnati Oct. 18~22 (1988)
- 56) 例えば
① S. Buchan, "Rubber to Metal Bonding", Crosby Lockwood & Son, London, 1959.
② W. E. Weening, Inst. Rubber Ind. Eur. Rubber Conf., April 9-11, 1975.
③ Y. Ishikawa and H. Hirakawa, J. Soc. Rubber Ind., Jpn 45, 921(1972)

- ④ L. R. Barker, NR Technol. 12, 77(1981)
- ⑤ W. J. Van Ooij : Rubber Chem. & Technol. 52, 605(1979)
- ⑥ W. J. Van Ooij, Int. Rubber Conf., Kiev, 1978
- ⑦ W. J. Van Ooij : Rubber Chem. & Technol. 51, 52(1978)
- ⑧ W. J. Van Ooij : Kautsch, Gummi, Kunstst. 30, 739(1977)
- ⑨ W. J. Van Ooij : Kautsch, Gummi, Kunstst. 30, 833(1977)
- ⑩ W. J. Van Ooij : W. E. Weening, and P. F. Murray : Rubber Chem. & Technol. 54, 227 (1981)
- ⑪ R. C. Ayerst and E. R. Rodger : Rubber Chem. & Technol. 45, 1497(1972)
- ⑫ G. Haemers and J. Mollet, presented at a meeting of the Rubber Division, American Chemical Society, Cleveland, Ohio, October 4-7, 1977; abstract in : Rubber Chem. & Technol. 51, 371 (1978)
- ⑬ Luc Bourgois, "Effect of the Adhesion System in Natural Rubber on Corrosion Rate of the Steel Cord/Rubber Composite, "presented at a meeting of the Rubber Division, American Chemical Society, Denver, Colorado, October 23-26, 1984
- ⑭ N. Probst, European Rubber Journal 166, No. 10, 25(1984)
- ⑮ G. Haemers, Bakaert Report No. 03201/11/79 October 1979
- ⑯ Philip Tate. "Maximize Steel-Cord Adhesion Using a Combined System of Cobalt and Resorcinol/Foemaldehyde Resin, "Presented at a meeting of the Rubber Division, American Chemical Society, Denver, Colorado, October 23-26, 1984; abstract in : Rubber Chem. & Technol. 58, 453 (1985)
- ⑰ H. H. Uhlig, "Corrosion and Corrosion Control", John Wiley & Sons, Inc., New York, 1963
- ⑱ W. J. Van Ooij and M. E. F. Biemond : Rubber Chem. & Technol. 57, 686(1984)
- ⑲ Y. Ishikawa : Rubber Chem. & Technol. 57, 855(1984)
- ⑳ Y. Ishikawa, S. Kawakami : Rubber Chem. & Technol. 59, 1(1986)
- 57) 赤坂隆 : 自動車技術 43 No. 3 3(1989)
"タイヤの設計と構造力學"
- 58) 樋口健治 : 自動車技術 41 No. 11 1235(1987)
"これからの自動車技術に望むもの, 人間工學から工業藝術への展望"
- 59) 長田三生 : 感性工學, 海文堂出版
- 60) 松下良弘 : 自動車技術 38 299(1984)
"最近のタイヤ技術と操安性"
- 61) C. G. Giles, B. E. Sabey, K. H. F. Carden : Rubber Chem. & Technol. 38 840(1965)
- 62) Rubber Plastic News 10/30 1989
"OSHAがニトロソアミンに警告を検討中"
Bruce Davis : ERJ Sep. 29(1988) など
- 63) 平賀修三 : 自動車技術 41 No. 11 1306(1987)
"女性運転免許取得と運転實態調査についての報告"
- 64) 樋口世喜夫, 山口泰幸 : 自動車技術 43 No. 1 30 (1989)
"シルバー人口の増大に對應した自動車技術"
- 65) 服部六郎 : ポリファイル 126 136(1989)
- 66) 朝日新聞 : 1989年 5月 8日 "製造業側の展望欠ける"
日經新聞 : 1989年 6月 24日 "金融へ流れる理工系學生"
- 67) 大内日出夫 : 自動車技術 43 No. 10 55(1989)
"二酸化炭素によるクリーンハウス効果とその對策技術"
- 68) 中川和彦, 天野到, 岩間厚昭 : 神戸製鋼技報 35 No. 4 113(1985)
- 69) 中川和彦 : 神戸製鋼技報 38 No. 2(1988)
- 70) W. M. WIEDMANN, H. M. SCHMID : Rubber Chem. & Technol. 55 363(1982)
- 71) A. I. Isayev, M. Sobhanie, J. S. Deng : A. C. S. Rubber Division, Cleveland Oct. 6~9(1987)
- 72) Peter Kluth : A. C. S. Rubber Division, Cleveland Oct. 6~9(1987)
- 73) 秋山孝高 : 日ゴム協誌, 58 644(1985)
- 74) 岡戸洋祐 : 日ゴム協誌, 58 449(1985)
- 75) N. Ohshima, F. Tsutsumi, M. Sakakibara : International Rubber Conference 1985, Kyoto.
- 76) 堤文雄, 榊原滿彦, 大嶋昇, 藤卷達雄, 浜田達郎 : 日ゴム協誌, 63 243(1990) (大尾)

번역 : 李源善/協會 技術部長