

자동차용 타이어의 연구(3)

李 源 澤* 譯

제 1 장 자동차용 타이어의 개요

1.6 타이어의 설계

1.6.1 타이어에 요구되는 품질기준

세계 각국의 법적규격, 표준으로 정하고 있는 타이어에 요구되는 품질기준을 분류하면 다음과 같다.

- ① 칫수에 관한 것(外徑, 폭 등)
- ② 타이어 성능에 관한 것(강도, 비드와 시팅(seating)저항, 내구성, 고속성 등)
- ③ 기타(표시)(내부압력, 하중, 속도, 實플라이수 등)

이상과 같은 기준은 각국의 타이어 사용상황 등이 다르기 때문에 각국의 실정에 맞는 조건에서 국가별로 정하고 있다. 다만 타이어 칫수 등은 차량의 부품으로서의 공통성을 갖고 있어야 하기 때문에 각국의 기준은 거의 같은 칫수로 되어 있다.

또한 안전기준에 관해서도 부품으로서의 공통성을 확보하기 위해서는, 각국의 기준이 서로 달라서는 공동이용할 수 없기 때문에 거의 비슷한 내용으로 되어 있다. 이와 같은 기준을 만드는 데는 기본적으로는 미국의 자동차안전기준(FMVSS)을 근거로 하여 각국의 실정에 맞게 만들어 왔지만, 점차 국제규격(ISO)으로 통일하는 방향으로 나가고 있다.

1.6.2 타이어 설계의 개요

자동차의 주행특성에 영향을 미치는 타이어의 기능은 앞에서 설명한 타이어의 4대 기능이다. 더구나 타이어는 耐摩耗性, 耐久性, 低回轉抵抗性, 安全性 등 여러가지 성능특성을 갖고 있어야 한다. 타이어를 설계할 때는 타이어의 4대 기능이나 특성을 충분히 고려하여야 한다. 즉, 타이어의 內部應力에 영향을 미치는 요인, 타이어의 기능, 특성, 그리고 마지막으로는 타이어시장에서의 적용성 등이다.

타이어의 설계과정을 크게 분류하면 다음과 같다.

- ① 타이어의 사용조건에 충분한 파악
- ② 사용조건을 만족시키는 타이어 성능특성의 결정
- ③ 법적규제, 기준 등의 확인
- ④ ①, ②, ③의 조건을 만족시키는 타이어 설계

또한 코스트, 제조상의 문제도 고려하지 않으면 안된다.

이상의 내용을 흐름도로 나타낸 것이 (그림 1-9)이다.

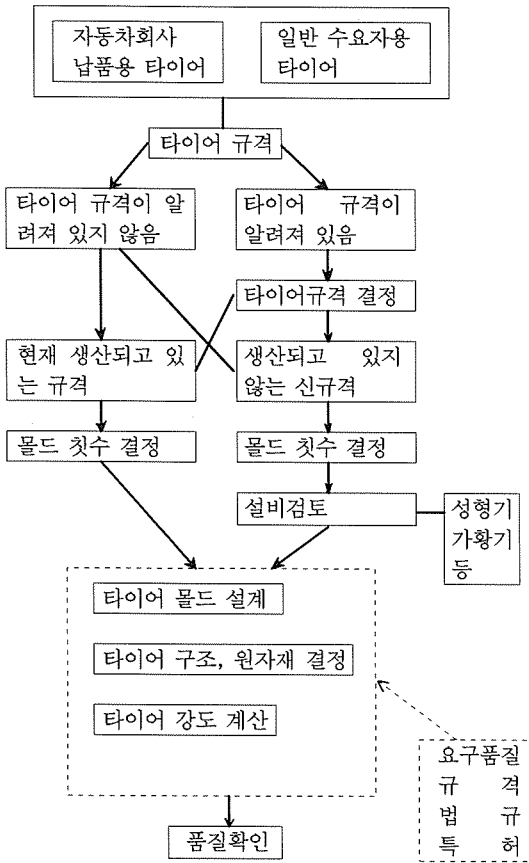
그리고 타이어 원자재를 개발하는 데 있어서는 타이어의 사용조건, 성능특성을 고려하여 결정하고 있다. 이 요구특성에 대하여 원료고무와 그 배합 및 보강재를 결정하는 것이 기본이다(그림 1-10 참조).

이와같이 타이어의 설계는 구조에 관한 설계와 원자재에 관한 설계 두가지로 나눌

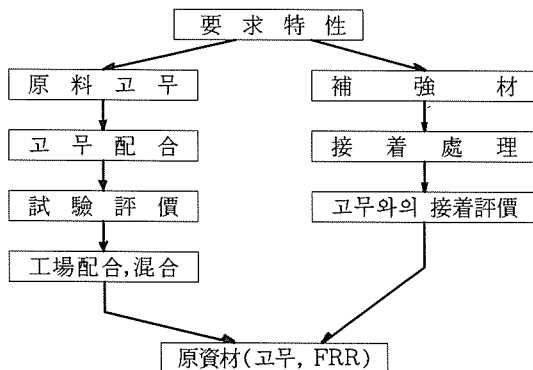
* 大韓타이어工業協會 會誌次長

수 있다. 노면과 직접 접하고 있는 것은 트레드 고무이고 이 고무의 성능에 의해 여러 가지 특성을 발휘할 수 있다. 예를들면 연료비를 적게 들게 하기 위한 타이어는 트레드

드 고무로서 에너지 손실이 적은 고무를 사용하고 있으며, 고성능 타이어는 타이어가 노면에 잘 달라붙을 수 있는 고무(에너지 손실이 큰 고무)를 사용하고 있다.



[그림 1-9] 타이어 설계의 흐름도



[표 1-10] 타이어 원자재 개발의 흐름도

1.7 타이어의 기본특성^{7,8)}

1.7.1 타이어의 형상

타이어의 단면형상은 타이어의 칫수를 결정하는 요인이 되며, 타이어 규격상으로도 중요할뿐만 아니라 타이어의 특성에도 큰 영향을 미친다.

타이어의 단면형상, 특히 카카스 라인의 결정은 중요한 구조설계요인이다. 과거부터 타이어 형상의 결정방법으로서는 내부압력에 의한 힘의 균형 때문에 이른바 自然平衡形狀이 타이어 설계에 이용되어 왔다. 이 自然平衡形狀은 바이어스 타이어의 형상이론으로서는 W. Hothabers(독일)에 의하여 1956년에, 래디알 타이어는 赤坂(일본)에 의하여 1969년에 발표되었다⁹⁾. 그 후 컴퓨터가 발달함에 따라 有限要素法(FEM)을 사용하여 타이어 형상을 결정하는 방법이 채택되어 왔다. 과거의 平衡形狀理論에서는 힘의 균형만 고려되고 있었는데 대하여 有限要素法에 의한 방법에서는 타이어의 剛性(벨트폭, 각도 등)이 고려되고 있다. 이른바 彈性力學에 의한 해석을 하여 타이어 형상을 결정할 수 있게 되었다.

또한 이 방법에서는 내부압력에 의한 타이어 형상의 결정방법(이른바 과거의 自然平衡形狀의 연장선상에서의 사고방식)을 더욱 진전시켜 타이어 사용시, 다시말해서 타이어 負荷變形時 타이어의 움직임은 고려한 방식이 채택되기에 이르렀다.

이 타이어 형상이론에 대해서는 각 타이어 회사들이 독자적인 이론을 발표하고 있다.

1.7.2 彈性特性

타이어의 4대 기능에 대해서는 앞에서 설명하였지만, 이와같은 기능이 발휘되는 기

본적인 타이어의 특성은 「타이어가 용수철로서의 특성」을 갖고 있기 때문이다. 「용수철로서의 특성」이란 타이어에 작용하는 외부의 힘에 대하여 저항력이 생기면서 변형하고, 외부의 힘이 없어지면 원래 상태로 복원되는 성질을 말하며, 보통 이것을 외부의 힘과 그 방향의 변형비로서 「탄성定數」를 나타내고 있다.

타이어의 경우는 접지면내에 X, Y, Z의 座標軸으로서,

X방향 : 타이어 진행방향(전후방향)

Y방향 : 타이어 진행방향으로 동일면내에서 직각방향(가로방향)

Z방향 : X-Y면에 수직방향(세로방향)으로 결정하여 각각 前後彈性, 橫彈性, 縱彈性이라고 부르고 있다. 또한 Z축 둘레의 토크

와 회전각(비틀림각)과의 관계를 비틀림彈性이라고 부르고 있다.

각 彈性定數에 대한 측정결과와 한 예를 [그림 1-11]에 나타냈다.

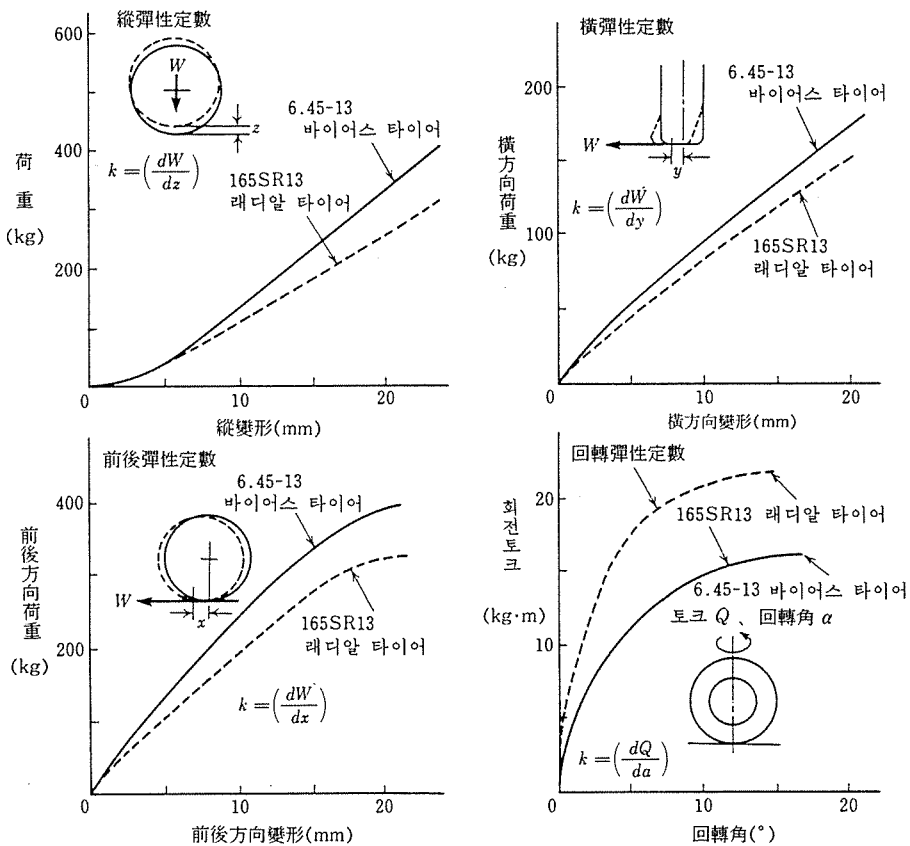
① 縱彈性定數(Z방향)

타이어의 수직하중과 세로변형과의 관계를 구하여 그 곡선의 기울기(勾配)를 縱彈性定數로 한다. 이 彈性定數는 주로 타이어의 진동, 승차감과 관계가 있다.

② 橫彈性定數(Y방향)

타이어에 수직하중을 가한 상태에서 노면을 가로방향으로 잡아당길 때의 引張力과 橫變位와의 관계를 구하여 이 곡선의 기울기(勾配)를 橫彈性定數로 한다. 이 彈性定數는 타이어의 코너링특성과 관계가 있다.

③ 前後彈性定數(X방향)



[그림 1-11] 각종 靜彈性定數의 측정방법과 荷重-變位曲線의 例¹⁰⁾

타이어에 수직하중을 가한 상태에서 노면을 타이어 앞 방향으로 잡아당길 때의 引張力과 前方變位와의 관계를 구하여 이 곡선의 기울기(勾配)를 前後彈性定數로 한다. 이 彈性定數는 타이어의 앞뒤방향의 진동과 관계가 있다.

④ 回轉彈性定數 (Z돌레)

타이어에 수직하중을 가한 상태에서 타이어 접지면의 중심을 회전중심으로 하여 노면을 접지면내에서 회전시켰을 때의 토크와 회전각의 관계를 구하여 이 곡선의 기울기(勾配)를 回轉彈性定數로 한다. 이 彈性定數는 타이어의 剛性を 평가하는 지침으로 되어 있다.

1.7.3 접지특성

자동차는 땅위를 달리는 타는 물건이며, 자동차와 노면 사이를 이어주고 있는 것이 타이어이다. 자동차가 軌道를 주행하는 전차 등과는 달리 운전하는 사람의 의사대로 자유롭게 이동할 수 있는 까닭은 노면과 접하고 있는 타이어 때문이다. 노면과 접하고 있는 부분은 승용차의 경우 겨우 엽서 1장 정도의 면적으로서 타이어 4개, 다시말해서 엽서 4장 정도로 자동차의 운동성능을 결정하게 된다.

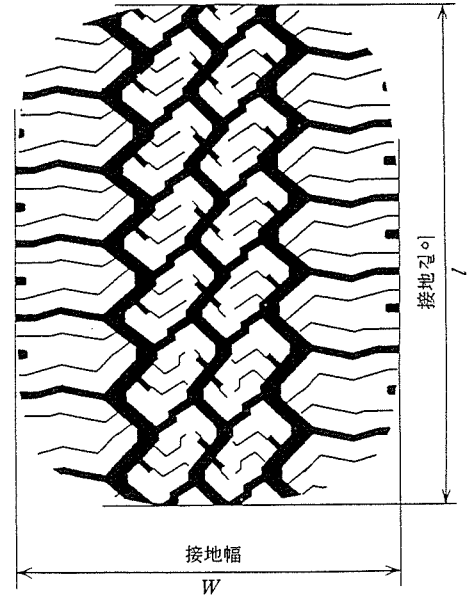
이 접지면을 특징지우는 것을 통틀어 타이어의 접지특성이라고 한다.

접지특성으로서는 접지형상(면적), 접지길이, 접지폭, 접지압분포 등이 포함된다.

(1) 접지길이 및 접지폭

타이어를 평판위에 놓고 縱荷重을 가하면 변형되어 평판위에는 [그림 1-12]와 같은 접지형상이 나타난다.

이 그림의 l , 즉 원주방향의 길이를 접지길이라고 하고 W , 즉 원주방향과 직각을 이루는 방향(축방향)의 길이를 접지폭이라고 한다. 타이어의 주행성과 크게 관계되는 경우가 있기 때문에 설계상 주의를 하여야 하는 항목의 하나이다.



[그림 1-12] 타이어의 접지형상(185/60R 14의 예)

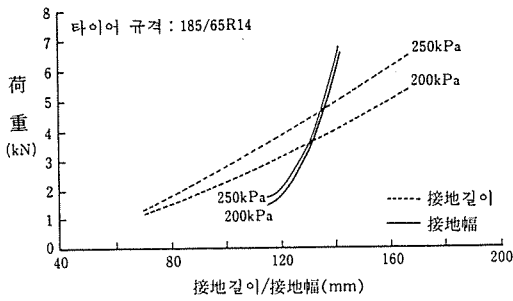
보통 縱荷重을 縱軸으로, 접지길이 또는 폭을 橫軸으로 하여 공기압을 패러미터(parameter)로 한 그래프로 하중과의 관계를 나타내고 있으나, 일반 타이어에서는 실용 하중 부근에서 접지폭은 급격하게 증가하지 않으며, 그 이상의 하중이 걸리면 접지길이만 증가한다. [그림 1-13]은 그 한가지 예이다.

(2) 접지면적

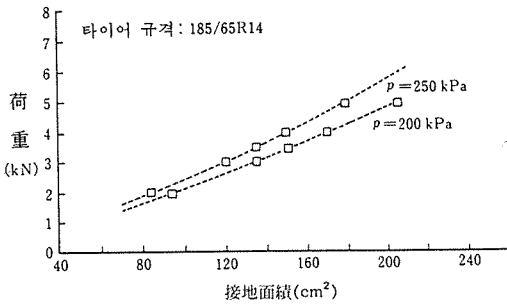
위에서 설명한 접지면의 가장 바깥 원주로 둘러싸인 전체 면적을 접지면적 또는 총 접지면적이라고 하고, 실제로 접지하고 있는 부분의 면적, 즉 접지면적에서 홈부분을 뺀 것을 실접지면적 또는 유효접지면적이라고 부른다. 이것도 앞에서 설명한 접지길이, 폭과 마찬가지로 일반적으로 [그림 1-14]와 같이 橫軸을 접지면적으로 하여 하중과 함께 증가하는 상황을 그래프로 나타내어 검토한다.

(3) 접지압

접지부의 단위면적당 작용하고 있는 수직력을 접지압이라고 한다. 그 중에서 전체



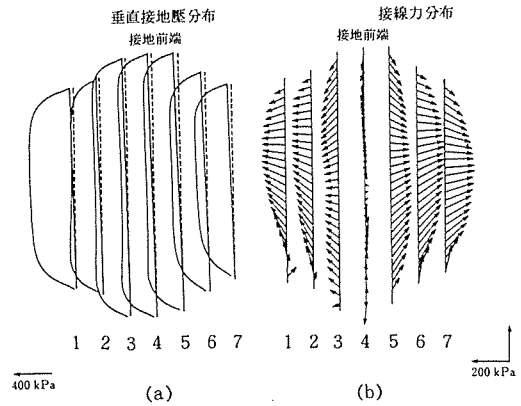
[그림 1-13] 타이어의 접지길이, 접지폭



[그림 1-14] 타이어의 접지면적

시험타이어: 195/70R14

荷重: 4.22kN 空氣壓: 200kPa 립: 14×51/2JJ
슬립角: 0.0 캠버角: 0.0



[그림 1-15] 타이어의 접지압

하중을 접지면적으로 나눈 몫을 평균접지압이라고 하는데, 일반적으로 접지압은 트레드 접지면에서 똑같은 분포를 나타내지 않는다. 또한 하중의 輕重이나 공기압의 고저에 따라라도 다른 분포를 나타내기 때문에 각 부분의 접지압을 검토할 필요가 있다. [그림 1-15]의 (a)에 승용차용 타이어의 접지압분포의 한 예를 나타냈다.

접지면내에는 위에서 설명한 수직방향의 힘 외에 원주방향 및 폭방향으로도 접지면내의 힘이 작용하며, 그 예를 [그림 1-15]의 (b)에 나타냈다.

1.8 타이어 제조

1.8.1 타이어 제조공정

최신설비를 이용한 타이어 제조공정은 여러가지 원자재를 혼합하는 「混合工程」, 카카스, 비드, 트레드, 벨트 등 타이어 각 부분을 만드는 「部材加工工程」, 완성된 각 부

분을 1개의 타이어 형태로 성형하는 「成型工程」, 성형한 그린타이어(생타이어)를 가열·가압하여 고무의 탄력성을 확보하는 「加黃工程」, 그리고 최종적으로 완성된 타이어를 엄격하게 체크하는 「檢査工程」의 다섯가지 공정으로 되어 있다. [그림 1-16]의 제조공정에 따라 설명하고자 한다.

(1) 혼합공정

천연고무, 합성고무, 카본블랙, 황, 아연화 등의 원자재 및 각종 배합제를 혼합하는 공정을 말한다. 컴퓨터로 制御되는 혼합기(믹서)로 혼합한 후 롤(roll)로 내림을 한 후 다음의 部材加工工程으로 보낸다.

(2) 部材加工工程

타이어의 골격을 이루는 카카스부와 카카스부를 보강하는 벨트, 타이어와 휠이 맞물리는 비드부, 타이어가 직접 지면에 닿는 트레드부 등 타이어 각 부분을 따로따로 가공하는 것이 部材加工工程이다. 각 부분에는 스틸이나 섬유와 같은 보강재와 이 보강재에 입히는 특수고무가 사용되고 있다.

(3) 成型工程

완성된 카카스, 벨트, 트레드, 비드 등 각

부분을 성형기로 1개의 타이어 형태로 만드는 공정을 말한다. 성형된 타이어 원형을 그린타이어(생타이어)라고 부른다.

(4) 加黃工程

그린타이어를 金型에 넣어 金型을 가열함과 동시에 브래더(bladder)라고 하는 고무 풍선 모양의 가압장치로 안에서 金型을 향하여 고온·고압의 증기로 팽 누른다. 이때 열과 압력에 의해 고무분자와 황분자가 결합하여 그린타이어의 고무에 탄력성과 내구성이 생긴다. 타이어의 최종적인 형상이나 트레드면의 모양(트레드패턴)도 이 때 金型에 의하여 만들어진다. 加黃을 마치고 金型에서 타이어가 나오는 시점이 타이어가 완성되는 순간이다.

(5) 檢査工程

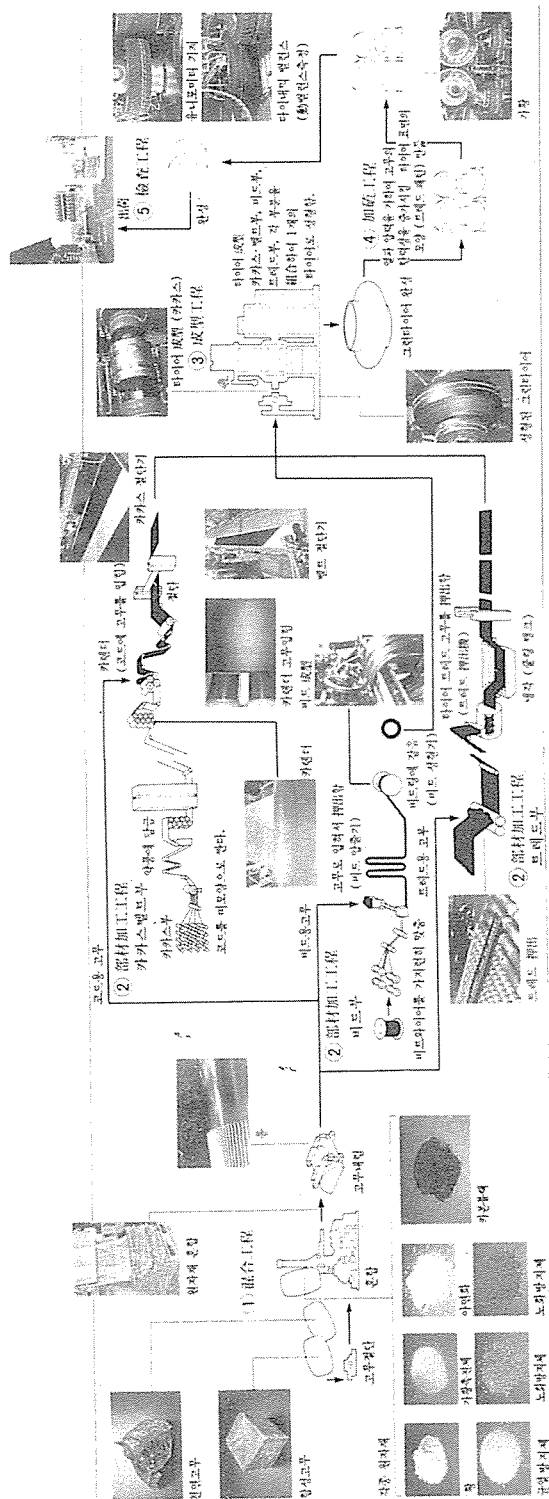
완성된 타이어는 우선 검사원이 肉眼·官能檢査를 한다. 이 검사를 통과한 상품은 밸런스측정, 유니포미티측정, X선검사 등 첨단검사기에 의한 엄격한 체크를 한 후 상품으로 출하한다.

이와같은 타이어 제조설비에는 막대한 자본이 필요하다. 게다가 생산의 능률화, 원가 절감, 품질향상을 위해서 타이어회사에서는 주야로 기술향상에 노력을 경주하고 있다.

〈참 고 문 헌〉

- 1),3),4) 服部六郎：タイヤの話, 大成社, 1986.
- 2) 富山和夫：日本の自動車産業, p.37, 東洋經濟新報社, 1973.
- 5) 日本自動車タイヤ協會編：JATMA YEAR BOOK, 1994(日本自動車タイヤ協會規格)
- 6) 日本複合材料學會編, エラストマー系複合材料を知る辭典, アグネ承風社, 1988.
- 7),10) 横浜ゴム編：タイヤの知識, 横浜ゴム, 1964.
- 8) 景山克三監修：自動車工學全書12：タイヤ, プレーキ, p.66, 山海堂, 1980.
- 9) 林 毅：複合材料工學, p.1100, 日科技連出版社, 1971.

〈다음 호에 계속〉



(그림 1-16) 타이어 제조공정도