



# 自動車用 타이어에 관한 諸問題點

協會 技術 部

## 1. 序 言

現在 一般的으로 사용되고 있는 空氣入自動車用 타이어는 1888年 J.B. Dunlop이 發明한 것이다. 當時에는 두터운 綿織이 사용되었으므로 耐久性이 전혀 없었으나, 1910年代에 麻織이 發明되면서 한층 耐久性이 向上되었다. 그러나 綿코드와 Rayon 코드 時代에는 코드의 疲勞破壞, 카카스層間의 剝離損傷이 계속되었다. 美國에서는 1940年代, 日本에서는 戰後 1955年頃부터 카카스 材料로 나일론 코드가 使用되면서부터 自動車用 타이어가 充分한 性能과 耐久性을 發揮할 수 있게 되었다.

한편, 構造로는 Radial 構造가 比較的 오래된 것으로 1947년에 Michelin이 프랑스의 地下鐵用 타이어로 All Steel의 Radial 타이어를 開發하였으며 1954년에는 이태리의 Pirelli社가 Textile (Rayon) 코드를 브레카에 사용한 現在의 Textile Radial 타이어를 發明하여 일종의 商品革命의 幕을 올리게 된 것이다. 이 Radial 타이어는 現在의 Bias 타이어에 비해 모든 性能과 壽命이 특히 改善되었으며 自動車의 性能向上, 自動車道路의 整備擴充에 呼應하여 世界的으로 Radial 타이어의 全盛時代가 되었으며 유럽地域에는 거의 100% Radial化가 推進되고 있다. 그러나 美國에서는 Belted bias 타이어를 生産한 후 Radial 타이어를 生産하였으므로 Radial化가 상당히 遲延되고 있으나, 現在에는 Radial化가 急速히 推進되고 있다. 日本에서는 1964年頃부터 Pirelli社로부터 Radial 타이어 技術을 導入하여 Radial化

가 推進된 것이다. 그 후 世界的으로 Radial 타이어의 技術이 進步되어 이제는 Radial 타이어는 Steel 코드를 Breaker에 사용한 Steel Radial 타이어로 된 것이다.

## 2. 타이어에 要求되는 諸性能

1960年代부터 世界的으로 經濟가 擴大됨에 따라, 自動車化가 急激히 이루어졌으나, 한편으로는 自動車事故로 인한 死傷者의 數도 또한 急激히 增加되어 世界的인 社會問題로 대두되었다.

美國에서는 이에 대처하기 위하여 1966년에 自動車安全法(Federal Motor Vehicle Safety Standards. 以下 FMVSS라함)을 制定하게 되었다. 이 法律 中에서 FMVSS No. 109 및 No. 119는 自動車用 타이어에 대한 安全基準이 정해져 있다. 이와 같이 타이어의 安全性 그 자체가 法制化되는 同時에 消費者가 타이어를 購入하려고 할 때에(勿論 新車에 끼는 경우도 包含) 자기의 要求가 가장 적합한 타이어 性能(品質)을 선택할 수 있도록 消費者에게 情報提供을 義務化시킨 法律(Consumer Information Regulations: Uniform Tire Quality Grading; UTQG라 함)도 發效되어 있다. 이 法律은 후에 說明하겠지만 磨耗性, 制動性能, 發熱耐久性 등의 性能 레벨을 타이어에 表示하도록 命하고 있는 것이다.

安全에 관한 사고 방식은 表 1에 表示되어 있는 바와 같이 世界各國으로 波及되어 性能規格뿐 아니라 타이어의 安全基準으로서 一般化되어 가고 있다.

또 世界經濟가 急變함에 따라 省資源의 必然

性으로, 國家施策으로서 資源의 有效利用, 즉 省에너지에 대해서 積極性을 띠게 되었다. 例컨대, 日本에서는 「에너지 使用의 合理化에 관한 法律」이며, 美國에서는 EPA에 의한 自動車의 燃料費基準이다. 自動車의 燃料費節約에는 타이어가 많은 寄與를 하고 있으므로 燃料節約 타이어, 즉 回轉抵抗이 작은 타이어 開發에 온갖 힘을 기울여왔다.

한편, 自動車는 단순히 交通手段뿐만 아니라 가장 어려운 문제이긴 하나 한마디로 「快適」이라는 것이 점점 강하게 要求되고 있는 實情이다. 快適에 관계되는 것은 表 1에 크게 나누어 項目으로 表示되어 있으나 실제로는 數 10項目으로 細分化되는 것이다. 각각의 要求特性에 대한 重要度 혹은 그들에 대한 自動車의 感度는 自動車의 種類, 目的 등에 따라서도 다르므로 당연히 타이어의 모든 性能이 自動車의 種類나 目的에

적합하지 않으면 안된다. 또 市場, 國民性에 따라서도 타이어에 要求되는 性能이 다르다. 타이어 메이커라 할지라도 제각기의 要求特性에 대한 適合性의 평가는 室內評價, 즉 試驗機器에 의한 評價에서부터 實車에 의한 評價 또 世界各國 主要市場에서의 現地 評價까지도 자주하고 있다.

여기서 要求되는 諸性能을 美國, 日本, 유럽에 대해서 總括적으로 綜合한 것이 表 1이다. 그리고 타이어에 要求되는 最終目標은 經濟性, 安全性, 快適性의 三大要素라고 할 수 있다.

### 3. 安全基準

타이어에 대한 安全性을 保證하기 위하여 安全基準이 各國에서 法制化되고 있다. 이것은 타이어의 安全性을 保證하는 最少限度의 것이 明文化되어 있다고 解釋할 수 있다. 美國의 安全

<表 1> 타이어에 要求되는 基本的 諸性能

主要國別		日 本	美 國	유 럽	其 他 濠 洲	
國家規格類	타이어 諸元	JIS D 4202	TRA	ETRTO	ATRA	
	安全基準(性能規格)	JIS D 4230	FMVSS109, 119	ECE30	ADR23	
	品質表示		UTQG			
	騒音規制	保安基準第30條	州法	騒音規制關係法令		
	低燃料費性	EPA法律 49號	EPA 燃料費基準	法	法	
社會性	經濟性	低回轉抵抗	◎	◎	○	○
		輕量化	◎	◎	○	○
		壽命(life)	◎	◎	○	○
	安全性	耐久性(耐損傷性)	◎	◎	◎	◎
		高速性能			◎	○
		制動性	○	○	◎	○
環境保全	低騒音化(車外騒音)	◎	○	○	○	
使用者 要求	快適性	乘車感	◎	◎	◎	◎
		車內騒音	◎	◎	◎	◎
		直進安定性	○	○	◎	○
		Cornering 性能	○	○	◎	○
		振動	○	○	◎	○

綜合性能: 經濟性, 安全性, 快適性

註: TRA: The Tire and Rim Association Inc.

ETRTO: The European Tyre and Rim Technical Organisation

FMVSS: Federal Motor Vehicle Safety Standards No. 109, No. 119

ECE: Economic Commission for Europe Regulation No. 30

ADR: Australian Design Rule, No. 23

UTQG: Uniform Tire Quality Grading

基準인 FMVSS 109를 中心으로 JIS, ECE 30 등 에 대해 比較檢討해 보기로 한다.

FMVSS의 基本的인 취지는 다음과 같다.

- ① 타이어의 構成材料, 許容限度 등을 타이어 에 表示하여 消費者에 周知시켜 正確하게 使用할 수 있도록 配慮하고 있다. (表 2 참조)
- ② 다음에 실제 사용에 따른 性能, 品質에 대 한 最低限度를 規定하고 있다.

美國에서 販賣되고 있는 타이어는 모두 FMVSS 規格에 맞다는 것을 保證하는 "DOT" 마크를 타이어에 表示하지 않으면 안된다. DOT(Department of Transportation)의 基本的인 취지는 타이어 메이커의 自己保證으로서 타이어 品質을 보증하는 것이며, JIS는 通産省에 의한 製造工場마다의 審査에 따른 JIS 表示 許可이다. ECE 30은 제네브 協定 加盟國에 있어서 政府가 承認하는 試驗所에서 타이어 사이즈 仕様마다 ECE 30 適合 試驗을 하여 合格한 타이어에 承認 No.를 주는 許可制를 채택하고 있다.

<表 2> 타이어 사이드 윌 標識

	JIS	FMVSS	ECE	表示例 備考
Brand 名	○	○	○	
工場 코드	○	○		
사이즈 코드		○		
製造番號	○	年, 週	○	
法適合標識	○	○	○	
타이어사이즈	○	○	○	
Tubeless	○	○	○	
Radial	○	○	○	
코드 材質		○		
實 Ply 數		○		
最大空氣壓		○		32PSI
最大荷重		○	○	1050 lbs
速度範圍			○	S, H 등
SNOW	SNOW	M+S	M+S	MUD and SNOW
磨耗限度 表示位置	○			△로 表示
UTQG		○		
Reinforced			○	強化타이어

(1) 要求 性能

FMVSS, ADR 23, JIS 등은 FMVSS를 기본으로 거의 같은 特性項目을 規定하고 있다. 乘用車用 타이어를 例로 들면 다음과 같다.

① 타이어 破壞強度: 19mm의 Plunger를 타이어軸에 垂直으로 타이어 中央部의 트레드 패턴의 突出部에 50mm/min의 速度으로 눌러서 타이어가 破壞되었을 경우의 에너지를 規定하고 있다.

<表 3> 타이어 破壞強度 (JIS D4230) (單位 kgf·cm)

	타이어幅 립徑	170未滿	170 以上
		乘用車用	10 inch 12 inch以上

② Tubeless 타이어의 버드離脫 抵抗力: 半月型 Block을 타이어의 사이드 윌部에 直角으로 누를 경우 타이어가 變形, Rim에서 離脫되면서 空氣가 새는 瞬間의 힘을 規定하고 있다.

<表 4> 비드 離脫 抵抗力 (Bead Unseating Resistance) (JIS D4230) (單位 kgf)

	타이어幅 립徑	170未滿	170~210	210 以上
		乘用車用	10 inch 12 inch以上	580以上 680以上

③ 타이어 耐久性能: 直徑 1,707mm의 타이어 走行試驗用 드럼에서 다음 表 5와 같은 耐久試驗을 한 후 전혀 損傷이 없을 것.

<表 5> 耐久試驗 基準 (JIS D4230)

타이어 區分	乘 用 車	
空氣壓(kgf/cm <sup>2</sup> )	設計常用荷重에 對應하는 空氣壓	
荷重(kg)	設計常用荷重×荷重指數(%)	
速度(km/hr)	80	
試驗 段階	荷重指數(%)	走行時間(hr)
1	100	4
2	110	6
3	115	24

④ 高速耐久性能: 直徑 1,707mm의 타이어 走行試驗용드럼으로 表 6과 같은 高速耐久試驗을 한 후 損傷이 전혀 없을 것

<表 6> 高速耐久試驗基準 (JIS D4230)

타이어區分	乘用車
립徑	12inch 以上
空氣壓(kg/f/cm <sup>2</sup> )	4PR=2.1 6PR=2.4
荷重(kg)	設計常用荷重
試驗段階	1 80 km/h×120 min
	2 120(121)km/h×120 min
	3 130(129)km/h×120 min
	4 140(137)km/h×120 min

( ) 內 FMVSS

다음에 說明하게 되는 UTQG의 耐熱·耐久性 能의 等級도 이 試驗方法으로 하게 되어 있다.

#### 4. UTQGS

(타이어 統一品質等級標準)

UTQGS(Uniform Tire Quality Grading Standards)에 관한 美國政府의 基本的인 취지는 消費者保護이다. 美國市場에서 여러 가지 種類의 타이어가 販賣되고 있으므로 앞으로는 統一된 品質等級制를 確立할 必要性이 있어 1965년에 制定 作業을 시작하였다. 美國 道路安全局(NHTSA)의 Toms 長官은 “消費者는 過去 Premium, First line, Second line 등 各個 타이어 메이커의 用語에 混亂되어 왔다. 美國의 運轉기술들은 一般的으로 새 타이어를 購入할 경우, 메이커에서 提供하는 製品 가이드스를 必要로 하고 있다. 이 提案은 統一된 테스트에 의한 品質等級 시스템을 提供하는 것을 目的으로 하고 있다”고 하였다.

其後 여러가지의 우여곡절 끝에 大略 다음 表 7과 같은 品質等級이 決定되었다. 그리고 美國에서 사용되고 있는 모든 乘用車用 타이어(適用 除外된 것도 一部 있음)에 品質等級水準을 金型刻印으로 사이드월 에 表示하지 않으면 안된다.

실제로 UTQGS에 따라 品質等級을 정하는 데는, NHTSA에서 規定한 基準 타이어와 比較하여, 規定된 試驗方法, 規定된 試驗路面에서 試驗 타이어의 엄밀한 評價를 하지 않으면 안된다.

##### (1) 等級分類의 順序

실제로 等級을 分類하는 順序는 매우 엄밀하

<表 7> UTQGS(타이어 統一品質等級標準)

發效	1979. 9. 1 Bias 타이어
	1979. 10. 1 Belted Bias 타이어
	1980. 4. 1 Radial 타이어

美國政府에서 規定한 試驗方法, 基準試驗路面條件에서 基準타이어와 同時評價하여 그 結果로써 다음과 같이 品質等級을 決定한다.

要求項目	等級基準
TREADWEAR (트레드 磨耗)	基準 타이어의 磨耗量을 100으로 했을  때의 相對比較值로 表示함. 例 80, 100, 혹은 150 등
TRACTION (制動係數)	基準 타이어의 Traction 係數로 調整한 數值로서, 다음과 같은 3段階로 等級分類한다.
Traction 係數	
Grade	아스팔트 콘크리트 備考
C	0.38以下 0.26以下 어느쪽이든
B	0.38以上 0.26以上 양쪽 다
A	0.47以上 0.35以上 양쪽 다
TEMPERATURE (耐熱抵抗)	規定된 高速耐久試驗을 하여 等級을 分類한다.
Grade	等級基準
C	137km/hr 30分完走하고 161km/hr 30分未滿인 것
B	161km/hr 30分完走하고 185km/hr 30分未滿인 것
A	185km/hr 30分完走하는 것
타이어의 Side Wall에 金型으로 刻印할 것 타이어의 例 : TREADWEAR 160 TRACTION B 表示 TEMPERATURE B	

며, 試驗路面도 상세히 規定되어 있으므로 日本에서도 等級分類試驗을 正確히 하기가 곤란하다고 한다. 따라서 現在에는 美國의 專門的인 테스트 試驗室에 依頼하여 正確한 等級分類資料를 莫大한 費用을 들여서 얻고 있다.

等級分類順序의 한 例로 트레드 磨耗에 대해서 간단히 說明하고자 한다.

① 試驗은 NHTSA 가 指定한 全長 約 400mile 되는 特定路面을 使用하고 NHTSA 가 準備해 놓은 基準 타이어 (Course Monitoring Tire, 以下 CMT 라 함)와 試驗 타이어를 同時에 實車走行시켜, CMT의 磨耗率을 基準으로 試驗 타이어의 磨耗率, 즉 CMT 와의 相對比較值를 測定한다.

② 實車走行試驗方法은 별도로 指定되어 있다. 1臺에 CMT 4本을 끼고, 다른 1臺에 試驗 타이어 4本을 낀다. 그리고 타이어에 規定된 荷重이 걸리도록 한다.

③ CMT 를 낀 車輛과 試驗 타이어를 낀 車輛 最大 3臺, 즉 最大 4車輛이 一組가 되어 서로 볼 수 있는 範圍內的 間격으로 連續走行하며 800 mile 走行마다 車輛의 走行 順位를 바꾼다. 단, 運轉車는 항상 일정한 順位에서 走行한다. 이 方法을 Convoy 테스트라 하며, 正確한 比較 데이터를 얻기 위하여 利用한다.

④ 타이어의 位置交換은 400mile 走行마다 規定된 方法에 따라 交換한다.

⑤ 豫備走行 및 800 mile 走行마다 타이어를 冷却시킨 다음 모든 CMT, 試驗 타이어에 대해서 타이어 홈깊이를 正確히 測定한다. 總 6,400mile까지, 豫備走行도 包含하여 9회에 걸쳐 홈깊이를 測定한다.

⑥ 測定된 홈의 깊이 메이타와 走行距離와의 關係로부터 推定壽命을 다음과 같이 計算한다.

⑦ 모든 타이어에 대해서 홈의 깊이  $y$ , 走行距離  $x$ 의 데이터로 最小自乘法에 의해 다음과 같이 구한다.

$$y = a + bx/1000$$

단,  $b$ : mm/1,000mile, 1000mile 走行마다의 홈의 깊이, 즉 磨耗率

$a$ : 初期의 홈의 깊이, 즉 走行 0일 때의 計算上의 홈의 깊이

⑧ 여기서 CMT 4本, 試驗타이어 4本, 즉  $n=4$ 로서 데이터를 얻게 된 것이다. 한편, CMT에 대해서는 NHTSA에서 基準磨耗率을 指定해 놓았으므로 基準磨耗率  $c$ 와 CMT의 테스트時의 磨耗率  $b_c$ 와의 比( $c/b_c$ )를 구할 수 있다. 또 試驗 타이어의 磨耗率  $b_c$ 에  $c/b_c$ 를 곱하면, 絕對值인 CMT에 대한 磨耗率  $b'$ (mm/1,000mile)를 구할 수 있다.

⑨ 여기서 試驗 타이어의 推定壽命을 計算할 수 있다.

$$P_1M = 1000(a-62)/b' + 800$$

$a$ : 初期의 홈깊이

$b'$ : 磨耗率(CMT에 대한)

⑩ CMT의 壽命은 30,000mile의 壽命을 가지도록 設計되어 있으므로 CMT에 대한 試驗 타이어의 推定壽命의 比率  $P$ 는

$$P = P_1M/30,000\text{mile} \times 100$$

으로 表示된다. 만일 試驗 타이어의 推定壽命이 60,000mile인 경우에는 트레드 磨耗의 grade( $P$ )는 200이 된다.

### 5. 타이어 騒音

環境保護를 위하여 自動車 騒音도 道路運送車輛의 保安基準으로서 日本인 경우 表 8과 같이 騒音의 크기가 規制되어 있으며, 世界各國마다 모두 騒音基準이 法制化되어 있다(例; 表 9, EEC). 自動車의 騒音發生源은 여러가지 있으나, 타이어에서 發生하는 패턴 騒音도 自動車 騒音에 미치는 影響이 크다. 自動車의 定常走行騒音인 경우 타이어의 패턴 騒音의 比率는 一般的으로 乘用車인 경우, 60~80%, 트럭인 경우 20~50%라고 한다. 따라서 타이어에서 發生하는 騒音問題도 큰 研究課題의 하나이다.

타이어 種類에 따른 타이어의 騒音水準을 乘

<表 8> 日本道路運送車輛의 保安基準 第30條

自動車 種類	騒音의 크기(phon)	
	定常走行 騒音 排氣騒音	加速走行 騒音
大型車 車輛總重量 3.5톤 以上, 200馬力以上	80	86
中型車 車輛總重量 3.5톤 以上, 200馬力以下	78	86
小型車 車輛總重量 3.5톤 以下	74	81
定員 10人 以下の 乘用車用 普通自動車(二輪自動車는 除外)	70	78
二輪自動車	74	78

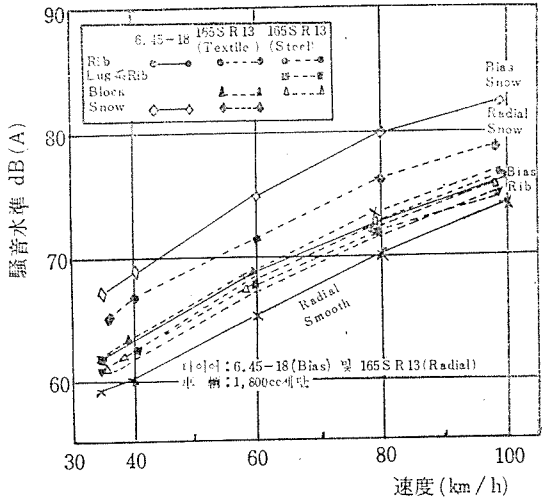
<表 9> E E C 騒音規制

自動車種類		加速騒音 (dBA)
荷物車	車輛總重量 3.5톤以上 200馬力以上	88
	車輛總重量 3.5톤以上 200馬力以下	86
	車輛總重量 3.5톤以下	81
乗用車	定員 9名以上	85
	車輛總重量 3.5톤以上 200馬力以上	82
	定員 9名以上	82
	車輛總重量 3.5톤以上 200馬力以下	81
	定員 9名以上	81
	車輛總重量 3.5톤以下	80
	定員 9名以下	80
	車輛總重量 3.5톤以下	80

用車用 타이어인 경우(그림 1)와 트럭용 타이어인 경우(그림 2)를 圖表로 表示하였다. 이 圖表에서 알 수 있는 바와 같이 乗用車用 타이어인 경우, 例컨대 時速 60km/h에서 Radial 타이어의 水準이 約 67dBA 정도이고, Snow 타이어인 경우는 75dBA로서 타이어의 패턴 種類에 따라 騒音水準이 크게 다르다. 특히 트럭용 타이어인 경우가 더욱 甚하다.

트레드 패턴은 驅動性能, 制動性能, 耐磨耗性能 등을 고려하여 使用目的에 가장 적합하도록 리브型, 러그型, 스노, 혹은 블록型 등 여러 가지의 트레드 패턴이 設計되어 있다. 騒音關係는 트레드 패턴에서는 리브型이 가장 낮고, 타이어 構造面에서는 Radial 타이어가 가장 效果의 이라고 한다.

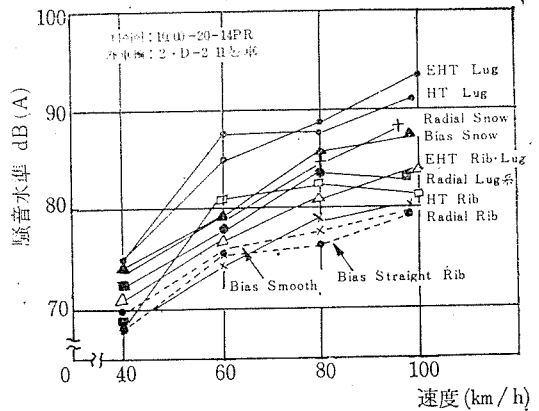
패턴 騒音은 타이어가 接地되었을 때 패턴의 變形으로 흡部分의 空氣가 壓縮되었다가 다음에 이 壓縮空氣가 放出되면서 發生하게 된다. 이때 放出된 壓縮空氣가 音壓이 되고 放出回數가 音의 周波數로 된다. 그러므로 만일 패턴의 크기와 配列週期가 일정하게 되면 定常波로 되어 共振이 일어나 높은 騒音이 發生하게 된다. 乗用車用 타이어인 경우에는 패턴의 크기를 數種類, 즉 一般的으로 大·中·小의 3種類로 하여 이들의 配列方法을 컴퓨터로 計算하여 騒音이 가장 작은 配列을 택하고 있다. 그러므로 그림 1에서 보는 바와 같이 乗用車用 타이어의 경우, 패턴型에 따른 騒音水準의 差가 작게 나타나 있다. 한



各種 乗用車用 타이어의 騒音水準

註: Lug系 Rib란 Rib 패턴이나, Rib에 명확한 가로 홈이 나있는 것

[그림 1] 乗用車用 타이어의 타이어 騒音<sup>1)</sup>



各種 트럭·버스용 타이어의 騒音水準

註: ① EHT(Extra Heavy Tread); 깊은 홈 HT(Heavy Tread); 一般 홈

② Rib·Lug 패턴은 Rib와 Lug의 成分에 따라 騒音水準이 다르다.

[그림 2] 트럭용 타이어의 타이어 騒音<sup>1)</sup>

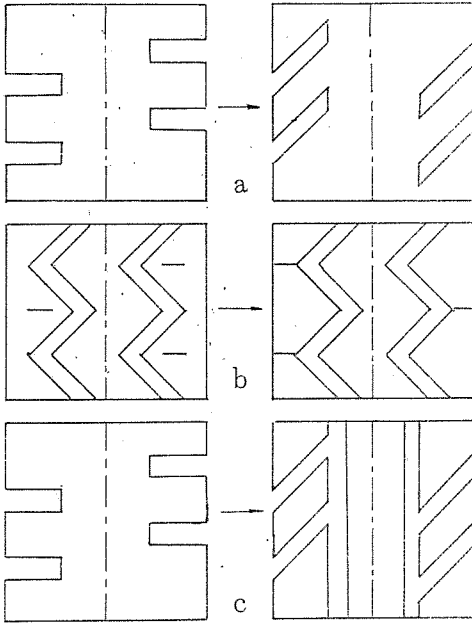
편 트럭용 타이어의 경우는 패턴型에 따른 騒音水準의 差가 크며 現在에는 트럭용 타이어에도 乗用車의 경우와 같이 컴퓨터 計算方法을 導入하고 있다.

이와 같은 方法은 共振現象으로 일어나는 騒音을 緩和할 뿐만 아니라 音壓을 극히 低下시키

는 것도 騒음을 작게 하는데 重要な 要素가 된다. 그러므로 패턴 研究를 할 必要가 있다.

패턴 形狀의 概念은 그림 3과 같다. 특히 騒음을 작게 하기 위해서는

- Lug 홈은 한쪽으로 기울게 하는 것이 좋다 (例; a)
- 사이프는 Open 으로 한다. (例; b)
- 圓周方向의 홈을 Lug 홈과 連結시킨다. (例; c)
- 트레드의 接地 블록이 斷面方向으로 一直線이 되지 않도록 한다.
- 트레드 중에서 센터에는 Rib 가 있는 것 등이 效果的이라고 한다.



[그림 3] 低騒音化의 패턴例

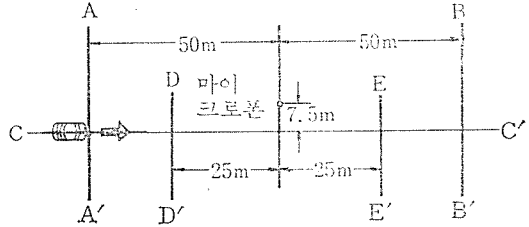
(1) 測定方法

타이어의 騒音測定方法에는 實車走行騒音測定法과 室內走行騒音測定法の 두 가지가 있다.

① 實車走行試驗: 試驗場所는 近處에 담장, 작은 山, 建物 등 反射物이 없는 넓고 平坦한 場所에서 그림 4와 같이 走行間隔과 마이크로폰을 配置한다.

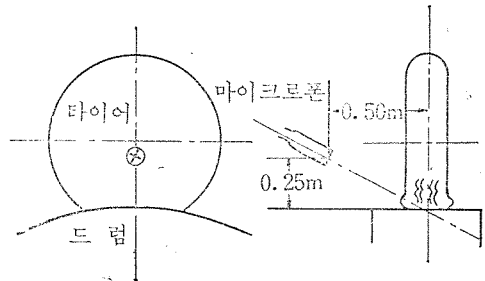
走行方法은 그림 4의 線 CC' 下를 AA'에서 BB'까지 走行하고, 線 DD'~EE' 區間을 通過하

는 사이의 騒音計의 最大指示値를 測定値로 한다. 車速은 線 DD'~EE' 區間을 通過하는 時間으로 計算한다. 試驗速度는 原則적으로 40, 60, 100km/hr로 하며 目的에 따라 適宜追加한다.



[그림 4] 實車走行試驗의 마이크로폰 位置

② 室內走行試驗: 試驗機는 表面에 安全하게 試驗할 수 있도록 어떤 材料를 바른 回轉 Drum을 利用한다. 이 드럼의 直徑은 타이어 直徑의 1.5倍以上으로 한다. 마이크로폰은 그림 5와 같이 配置하며, 試驗速度는 30~110km/h 까지 17 速度段階로 한다. 이 試驗은 無響室內에서 하는 것이 좋다.



[그림 5] 單腔室內走行試驗

6. 低燃料費 타이어

全世界의 에너지 事情으로 보아 自動車의 에너지 效率改善은 世界的으로 最大의 研究課題로 되어 있다.

法律로서는 日本의 경우 「에너지 使用의 合理化에 관한 法律」에 따라 運輸省·通産省 共同委員會 「自動車 에너지 消費效率에 관한 判斷基準檢討委員會」에서 表 10과 같이 燃料費 改善 目標가 주어져 있다. 또 美國의 경우는 EPA 「基準値로서 表 11과 같다.

<表 10>

日本의 燃料費 改善 目標

自動車의 性能向上에 關한 製造業者들의 判斷基準 (1979年 12月 27日 通商産業省·運輸省告示第 1 號)

區 分	基準에 너지 消費效率
1. 車輛重量 577.5kg未滿인 乘用自動車	19.8
2. 車輛重量 577.5kg以上 827.5kg未滿의 乘用自動車	16.0
3. 車輛重量 827.5kg以上 1265.5kg未滿의 乘用自動車	12.5
4. 車輛重量 1265.5kg以上 2015.5kg未滿의 乘用自動車	8.5

註: 製造業者들이 區分 2에 속하는 乘用自動車와 區分 3에 속하는 乘用自動車を 內需用으로 出荷하는 경우에는 區分 2, 3을 合하여 한 區分으로 하고, 該當區分の 基準 에너지 消費效率은 13.0으로 한다. 1985年度까지 達成目標.

<表 11>

E P A (美國 環境保護局) 基準

모 델 車	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
基準 值	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	26.0	27.0	
<MPG>	(7.65)	(8.08)	(8.50)	(9.35)	(10.20)	(11.05)	(11.48)	(11.69)

註: ① ( )內 數値는 MPG(mile/gallon)을 km/l로 換算한 것  
 ② 燃料費 基準値는 加重 平均值임.

自動車의 燃料消費量은 일반적으로 加速抵抗, 走行抵抗, 엔진 마찰 損失 등으로 分類한다. 이들 각각의 寄與率은 表 12와 같다.

走行抵抗의 大部分은 타이어의 回轉抵抗이 原因이며 다음과 같은 式으로 表示된다.

$$\text{走行抵抗}(R) = \text{回轉抵抗}(R_r) + \text{空氣抵抗}(R_a)$$

$$\text{여기서 回轉抵抗}(R_r) = \mu \cdot W$$

$$\text{空氣抵抗}(R_a) = \lambda \cdot S \cdot V^2$$

이므로, 다음과 같은 式이 成立한다.

$$R = \mu \cdot W + \lambda \cdot S \cdot V^2$$

$\mu$ : 回轉抵抗係數(타이어의)

$\lambda$ : 空氣抵抗係數(車型에 따라 다름)

$W$ : 自動車의 重量

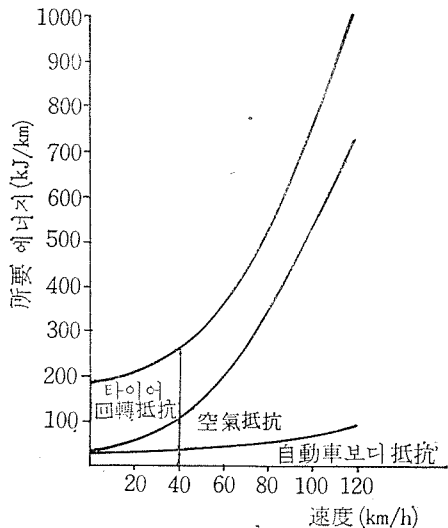
$S$ : 斷面投影面積

$V$ : 車의 速度

定速走行時에 車速과 消費 에너지의 關係를 要因別寄與率로 表示한 一例를 보면 그림 6과 같다.

<表 12> 10 모드 走行時의 에너지 損失比率<sup>2)</sup>

項 目	各 部 位	損失比率(%)	
		部 位	合 計
엔 진	엔진 摩擦	40.6	40.6
加速 抵抗	驅動系	1.1	34.3
	Crank 系	1.6	
	Flywheel	2.9	
	車輛重量	28.7	
走行 抵抗	空氣抵抗	3.1	17.5
	回轉抵抗	14.4	
驅動系 損失	Differential (差動機)	3.6	6.7
	Transmission(變速器)	3.1	



[그림 6] 定速走行時의 要因別 寄與率



이 그림에서 高速區間에서는 空氣抵抗이 크나 低速區間에서는 타이어의 回轉抵抗이 큰 部分을 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 타이어의 回轉抵抗을 어떻게 작게 할 수 있을까 하는 것이 省에너지 政策으로 타이어面에서 研究할 課題이다.

타이어의 回轉抵抗의 發生要因 및 要因別 寄與率은 表 13에 表示된 바와 같이 타이어의 變形에 따른 內部損失이 大部分이므로 타이어의 回轉抵抗을 작게 하기 위해서는 타이어 內部損失을 작게 하여야 된다. 즉, 타이어의 內部損失은 타이어가 荷重에 의해 變形되고 또 回轉함에 따라 이 變形이 反復될 때 粘彈性的으로 發生한다. 타이어의 各構成要素마다 回轉抵抗에 대한 寄與率과 粘彈性的 物性を 解析하면 타이어의 크기, 종류 등에 따라 다르며 일률적으로는 정하기 어려우나 平均적으로 보아 表 14와 같이 된다고 한다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 고무에 의

한 에너지 로스가 50%를 차지하고 있으므로 回轉抵抗을 작게 하자면 다음과 같은 重要的 要因이 있다.

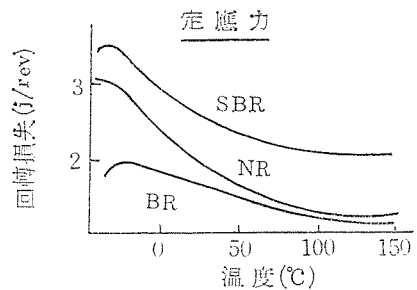
- ① 고무의 Hysteresis 를 작게 한다.
- ② 고무의 使用量을 적게 한다(輕量化된다).
- ③ 코드에 걸리는 應力, 變形이 작은 構造로 한다.
- ④ 트레드 패턴에서 트레드 코무의 Hysteresis 를 작게 한다.
- ⑤ 空氣壓을 높여 變形을 작게 한다.

Hysteresis loss가 작은 Polymer은 그림 7에 表示된 바와 같이 現在 使用되고 있는 SBR, NR, BR 등이다. 그러나 가장 중요하고 安全에 관계되는 브레이크 性能은 回轉抵抗과는 反對로 Hysteresis loss가 큰 Polymer 이어야 하며, 그림 8과 같이 回轉抵抗을 작게 하는데 가장 적합한 BR.

<表 13> 各要因別 回轉抵抗에 대한 寄與率<sup>4)</sup>

要 因	寄 與 率
1) 타이어의 變形에 따른 內部損失	90~95%
2) 타이어 vs 路面間의 摩擦損失	5~10%
3) 空氣抵抗	1.5~3%

Curtiss W.W., Sow Power Loss Tyre T. SAE 69 0108 1969.



[그림 7] 回轉抵抗과 고무의 種類<sup>7)</sup>

<表 14> 타이어 構成要素의 回轉抵抗에 대한 寄與率과 고무物性<sup>5)6)</sup>

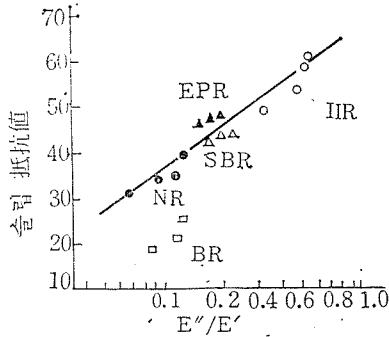
타이어 構成要素	寄與率	應力·變形	寄與하는 고무物性
(트레드部)			
트레드 고무의 壓縮	10%	應力一定	Hysteresis loss ( $\propto E''/E^{*2}$ )
트레드 고무의 屈曲	5%	變形一定	" ( $\propto E''$ )
트레드 고무의 剪斷	20%	"	" ( $\propto E''$ )
(Sidewall 部)			
Sidewall 고무의 屈曲	15%	"	" ( $\propto E''$ )
(코드)			
코드 시스템	40%	應力·變形	" ( $\propto E''/E^{*2}, \propto E''$ )
其外 路面과의 슬립	10%		
	100%		

E'' : Loss Modulus.

E\* : Complex Modulus.

이 制動性能은 가장 不良하다. 長短點의 特性을 잘 活用하여 制動性能, 耐磨耗性, 乘車感 등을 綜合的으로 評價하여 トレッド 패턴까지 考慮하여

全體의 性能 밸런스를 維持하면서 回轉抵抗을 얼마나 작게 할 수 있을까 하는 것이 큰 課題인 것이다. (日本ゴム協會誌 81.2)



[그림 8] 制動性과 고무의 種類<sup>8)</sup>

參 考 文 獻

- 1) 今井祥雄 : 自動車技術, 31, 808(1977)
- 2) トヨタ技術の友, 29(2), 32(1977)
- 3) DUNLOP, UK 資料
- 4) W.W. Curtiss ; SAE 690108(1969)
- 5) D.R. Elliot ; SAE 710575(1971)
- 6) J.M. Collins ; Trans. Inst. Rubber Ind., 40, (6) 239(1964)
- 7) A.D. Dingle ; Rubber World. 143, [1]93(1969)
- 8) A.C. Bassi ; Rubber Chem. Technol., 112, 38(1965)



《D. 44의 계속》

물론 效果的인 自動車 진출을 위해서는 安全 規定 등에서 다른 市場보다 가다로운 것이 사실이고, 최초 數年間 損失까지도 甘受해야 할 만큼 弘報 등에 注力해야 하는 어려운 점이 있지만 스위스가 바로 유럽 市場에서 테스트 마켓이라는 점을 감안하면 충분한 가치가 있는 것으로 判斷된다.

더우기 現地에서 가장 有力한 自動車輸入商인 AMAG 등이 精密한 市場調査 끝에 우리나라 자

動車의 진출 가능성에 대해 어느 정도 確信을 갖고 우리 業界와의 접촉을 試圖한 바도 있지만 아직까지 뚜렷한 效果를 거두지 못하고 있는 것이 사실이다.

보다 장기적인 視野에서 가능한 한 빠른 시일 내에 우리 業界는 對스위스 進出을 모색해야 될 것이며, 이를 위해 各별한 關心을 기울여야 할 것이 絶실히 要請되고 있는 바이다.

(KOTRA 海外市場 81.4.24)