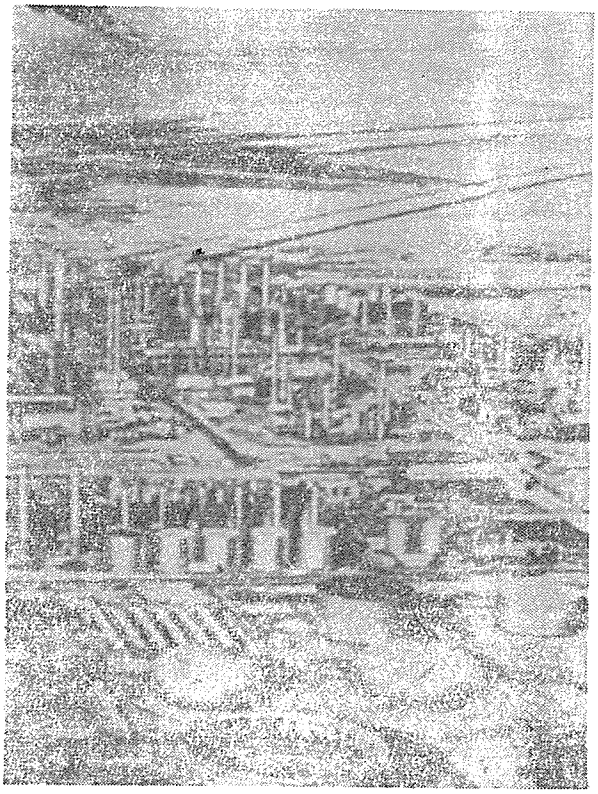
石油와 타이어

協會 技術部



OPEC의 原油價引上과 이란 政變으로써 原油價格이 大幅的으로 오르게 되었다. 第2次 oil shock의 樣相이 나타나기 시작하고 있다.

原材料의 70%를 石油製品에 依存하고 있는 自動車타이어도 앞으로 이 影響을 必然的으로 받게 될 것이다. 그러므로 타이어가 石油製品과 어떠한 關係에 있는가 또 "石油高價時代"에 日本의 타이어 메이커들은 어떻게 省에너지 對策을 세우고 있는가 등을 參考的으로 이 機會에 檢討해 보고자 한다. <編輯者註>

1. 石油危機가 타이어産業에 미치는 影響

값싸고 豊富한 石油를 原料 및 에너지 베이스로하여 계속 高度成長한 先進工業國을 비롯하여 특히 開發途上國에 있어서, 1973年 中東 10月戰爭을 契機로 하여 일어난 소위 石油波動의 恐怖는 지금도 우리들의 記憶에 생생하게 남아있는 것이다. 그후 5年이 지난 오늘날에 있어서 再次 여러가지 形態로 에너지 危機라든가 資源枯渴問題 등이 대두되고 있어, 對應策이 要求되고 있다. 그러나 "빠져린 괴로움도 때가 지나면 곧 잊어버린다"는 말도 있듯이, 石油波動이 鎭靜됨에 따라 에너지 問題에 對한 世間의 一般輿論도 약간씩 鈍化되고 만다는 것은 否定할 수 없는 사실인 것이다.

그러나 이것은 잠시동안의 惰性에 不過했다는 것을 昨年부터 일어난 中東騷動이 잘 證明해주고 있는 것이다.

石油問題의 深刻性은 지난 5年間 根本的으로 조금도 變化된 것이 없을 뿐아니라 앞으로도 계속 더욱 심각해질 것이다.

石油問題에서 오는 여러가지 影響에 對해서는 많은 理論과 解析 등이 있으므로 여기서는 言及하지 않겠으나, 여하간 그와 같이 貴重한 資源인 石油를 輸入에만 依存하고 있는 나라에 있어서는 그 深刻한 影響을 깊이 깨닫지 않으면 안될 것이다.

타이어工業은 그 原材料의 70%를 石油에 依存하고 있으며, 타이어製造過程에 있어서도 大

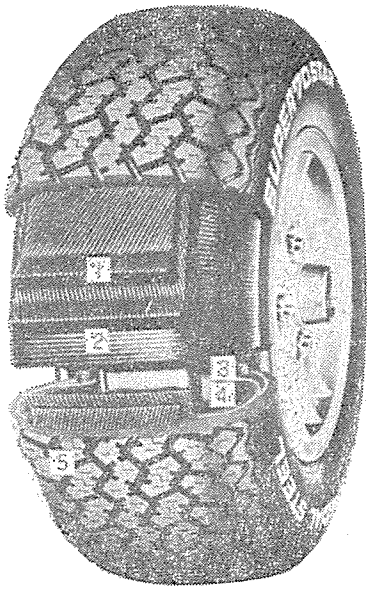
量의 電力과 燃料로서의 에너지가 必要하며 또 타이어는 그것이 使用되는 段階에 있어서도 自動車의 燃料消費에 큰 聯關을 가지고 있다. 이와 같은 點을 綜合해 볼 때, 이 石油問題가 타이어工業에 미치는 影響이 얼마나 큰가 하는 것을 알 수 있을 것이다.

이와 같이 타이어의 原材料가 石油와 聯關된 點을 생각하면서 다시한번 總에너지的인 見地에서 타이어가 指向하여야 할 方向이 어디에 있는가를 檢討해보고자 한다.

2. 타이어를 構成하는 原材料

石油와 타이어의 關聯性을 生覺하기 前에 타이어는 어떠한 原材料로 만들어져 있는지를 살펴보고자 한다.

다음 寫眞은 乘用車用 steel radial(tubeless)타이어의 構造를 表示한 것이다. 트럭·버스用 등의 大型타이어도 거의 같다고 볼 수 있다.



① steel belt ② radial carcass ③ bead
④ inner liner ⑤ tread
〔乘用車用 **steel radial** 타이어(**tubeless**)의 構造〕

이 構成部分을 材料別로 綜合해보면 다음 表과 같다.

<表 1> 타이어의 構成材料

타이어 構成部分	타이어 材料	構成比率(重量%) 트럭·버스 타이어	乘用車 타이어
tread	Compound 고무	80~85	85~90
Side wall			
Breaker 또는 Belt	Tire Cord	10~15	5~10
Carcass			
Bead	Bead Wire	5~10	3~5
Tube 또는 Liner			

配合고무는 이를테면, 타이어의 살(肉)에 該當되는 것으로, 타이어의 어느 部分에 사용하느냐에 따라 要求性能이 달라지기 때문에 각 타이어나 또는 部分에 사용되는 Compound의 配合內容에는 약간의 差는 있으나 基本的인 構成은 表 2와 같다.

<表 2> 配合고무의 配合內容

配合基本構成	主要한 配合劑의 例
고 무	天然고무, 合成고무
加 黃 劑	硫黃, 有機加黃劑
加黃促進劑	thiazole系 促進劑
促 進 助 劑	亞鉛華, stearic acid
老化防止劑	amine系 老防劑
	phenol系 老防劑, wax
補 强 劑	carbon black
充 塡 劑	炭酸칼슘, clay
軟 化 劑	石油系 process oil, pine tar
着 色 劑	titanium dioxide, 亞鉛華, 顔料

타이어 코드는 타이어의 骨格을 이루는 것이므로 强度面에서 重要한 役割을 하고 있다. 타이어 코드도 歷史的으로 크게 變遷하여 왔으나(後述), 現在 가장 一般的으로 사용되고 있는 것은 다음 表3과 같다.

<表 3>　　各種 타이어 코드의 適性

타이어 코드	大型 bias	大型 래디알		小型 bias	小型 래디알	
		belt	carcass		belt	carcass
rayon	◍		◍	◍	○	○
nylon	○		◍	○		○
polyester			○	○	◍	○
steel		○	○		○	
glass					○	
vinylon					○	

※ ◍표는 一般的인 것은 아니나 使用하고 있는 것

Bead wire는 타이어의 bead部를 견고하게 하며 Carcass의 타이어 코드를 여기에 固定시켜 타이어의 强度와 形狀을 유지하는 同時에 타이어와 림의 結合을 强하게 하는 역할을 한다.

以上, 說明한 바와 같이 配合고무, 타이어 코드, bead wire 등은 다 各各의 機能을 잘 發揮할 수 있도록 되어 있으며, 또 相互聯關的으로 接着된, 소위 複合材의 形態로 타이어를 構成하고 있는 것이다.

3. 原材料의 變遷과 特徵

타이어에 對한 要求特性은 극히 多樣하다. 더우기 그것은 타이어의 種類, 用途, 使用條件에 따라 다르며 또 時代에 따라 크게 變化되어간다. 그러므로 外觀上으로 보아서는 모두 둥근 모양으로 되어 있으나, 그 內容에 있어서 差異가 있으며, 또 많은 變革을 거듭해 왔다. 즉 自動車의 性能向上, 走行條件의 變化, 安全, 環境 등의 社會的 要件의 增加 등은 必然的으로 타이어의 材料, 構造 및 形狀에 큰 變革을 가져왔으며 또 原材料事情의 變遷은 타이어의 機能과 性能을 向上시켰다.

1950年頃의 타이어를 보면 天然고무와 綿으로 되어 있으며 其他의 素材도 現在의 것과는 상당한 差異가 있다. 其後로 많은 合成 고무가 出現되고, 또 타이어 코드도 rayon 에서 nylon 또는 polyester, steel 등으로 계속 開發되었고, 고무用補强劑로서도 가장 많이 쓰이고 있는 carbon black, 其他配合劑에서도 많이 開發되고 또 改善되어 現在와 같은 高性能 타이어를 設計製造하게 되었다.

타이어用 原材料의 變遷된 例로서 고무와 타이어 코드를 살펴보기로 한다.

最近 15年間 타이어에 消費된 原料고무의 推移를 보면 그림 1과 같다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 15年前에 있어서는 天然고무와 合成고무의 使用比率이 半半이었으나 現在에는 天然고무와 合成고무의 使用比率이 40%對 60%이다.

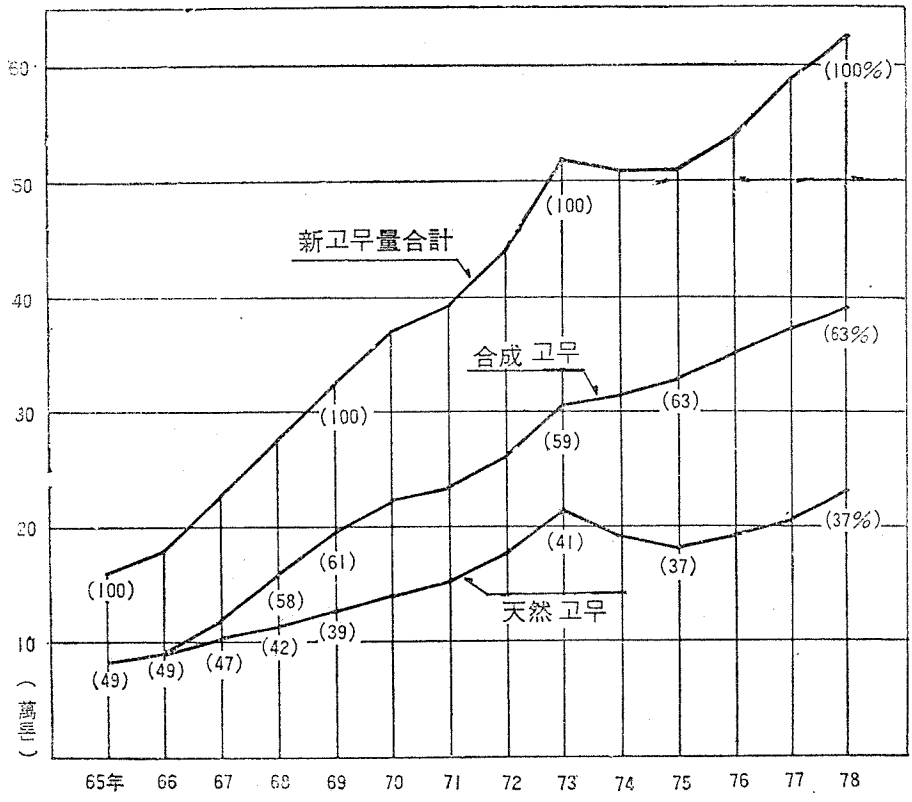
合成고무의 使用比가 增加된 가장 큰 理由는 그 期間동안에 乘用車가 急增했다는 것이다.

天然고무는 發熱이 적고 높은 强度를 要求하는 部分, 예컨대 大型타이어의 트레드, 래디알 타이어의 side wall, 각종 타이어의 Carcass 등에 사용되는 配合 고무의 원료 고무로서는 없어서는 안 될 고무이다. 그러므로 乘用車타이어가 래디알化方向으로 간다면 天然고무의 使用比率은 다시 增加趨勢로 나타날 것이다.

그러나 實際로는 天然고무의 一部는 合成 isoprene 고무(IR)로 使用할 수 있고 또 天然고무와 合成고무의 價格差 때문에 統計上으로는 반드시 그와 같은 形態로만 나타난다고는 볼 수 없다.

타이어에 使用되는 合成고무의 種類를 보면, SBR, BR, IR, IIR, EPDM 등이 있다.

SBR의 特徵은 發熱이 天然고무보다는 많지만, 常溫以上에서는 耐磨耗性이 良好하며. 또 Hysteresis loss의 큰 特性을 살려서 grip性, 耐skid性 등의 操縱安定性이 좋은 tread compound를 만들 수 있으므로 乘用車用 타이어에는 대단히 중요한 고무이다. 또 高溫에 있어서도 耐軟化·耐劣化가 良好하고 耐老化性도 우수하므로 다른 고무, 예컨대 天然고무나 BR와 blend 하여 타이어 各部



〔그림 1〕 日本의 타이어生産 고무消費量 推移

의 Compound의 性能改善에 有效하다.

BR는 耐磨耗性, 耐屈曲被勞性, 耐 crack性이 良好하며 또 彈性도 크고 耐寒性도 우수하나, 强度가 조금 낮고 加工性에도 약간 問題가 있으므로 天然고무나 SBR 등과 blend하여 타이어 各部에 널리 使用되고 있다.

IR는 化學構造上으로 보면 天然고무와 同一한 것이라고 할 수 있으므로 그 用途에 있어서도 天然고무와 같다고 볼 수 있다. 이 고무의 특징은 品質이 安定하고 異物이 적어서 밝은색이며 素練할 必要도 없다.

IIR는 다른 고무에 比하여 氣體의 透過性이 극히 적으며, 또 耐老化性이 우수하므로 tube나 tubeless 타이어의 inner liner에 가장 적합하다. 現在에 특히 tube에는 거의 IIR가 使用되고 있다.

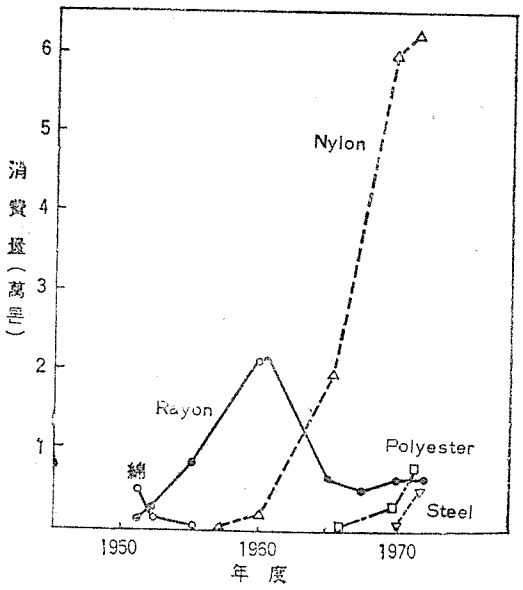
그림 2-A는 1950年에서 1970年까지 日本에서 타이어 코드의 變遷過程을 表示한 것이다. 過去의 타이어 코드의 經歷을 보면 15~20年을 週期로 하여 變遷되어 온 것같다.

1950年~1955年 頃에는 綿이 完全히 衰退된 rayon 時代였고, 그로부터 約 10年後에는 그 rayon이 nylon으로 變化하게 되었다. nylon은 强度가 높고 耐疲勞性이 우스하므로 앞으로도 大型타이어用으로 많이 사용되겠지만. 小型 타이어에서는 상당한 部分에서 nylon 대신 polyester을 使用하여 왔다.

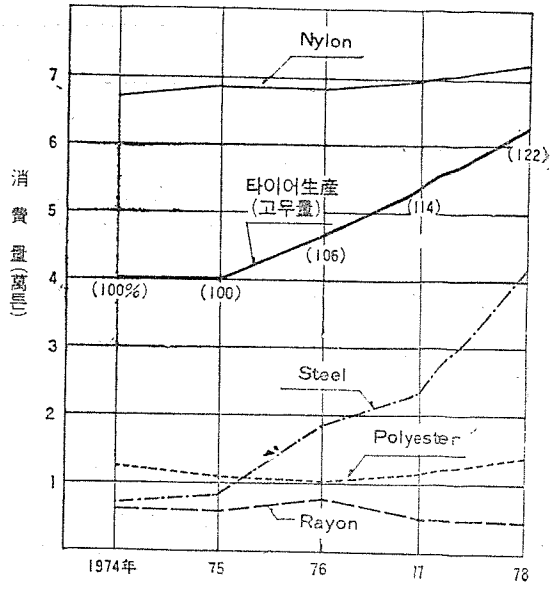
Polyester은 그 特性으로 보아 타이어 코드로서는 rayon과 nylon의 中間이라고 할 수 있으나 점차로 乘用車用 타이어에 많이 使用하게 되었다. 특히 乘用車用 래디알 타이어의 carcass 코드로서 앞으로 많이 使用하게 될 것으로 보인다.

Steel cord는 大型 radial 타이어의 belt 및 carcass 材料로서, 또는 小型 radial 타이어의 belt 材料로서 今後 急伸張될 것으로 보고 있다.

74年以後 5年間의 타이어 코드 動向을 보면 그림 2-B와 같다.



〔그림 2-A〕 日本의 타이어 코드 消費量推移



〔그림 2-B〕 日本의 타이어 코드 消費量

4. 타이어 原材料의 70%는 石油에 依存

日本 고무工業에 있어서 主要原料의 消費量을 過去 3年間의 統計에서 拔萃하여 表 4에 表示하였다. 그 중에서 타이어가 차지하는 比率은 점차

<表 4>　日本 고무工業에 있어서 原材料 消費量

分類	原材料名	單位	消費量 1976	1977	1978
고무	天然고무	1,000톤	294.0	311.5	345.0
	合成고무		528.0	549.5	581.0
	新고무合計		822.0 (576.0)	861.0 (616.3)	926.0 (667.2)
配合劑	carbon black	1,000톤	372.3	405.4	440.0
	硫黃		18.4	19.9	23.2
	加黃促進劑		13.2	14.0	16.7
	老化防止劑		22.2	22.3	25.0
	white carbon		20.7	20.0	19.7
	亞鉛華		30.4	30.9	33.8
纖維	rayon	1,000톤	10.4	8.9	7.4
	nylon		76.6	79.1	81.7
	polyester		11.0	12.7	14.3
	其他包含合計		124.1	122.1	129.8
副材料	고무溶劑	1,000*kl*	42.8	61.2	58.9
에너지	重油	1,000*kl*	581.3 (334)	583.6 (316)	570.8 (305)
	電力	百萬 KWH	2,060 (1,095)	2,150 (1,169)	2,240 (1,193)

( )는 타이어·튜브의 消費量　1. 新고무消費量欄은 타이어·튜브類 合計　2. 에너지欄은 타이어 메이커 6社分

로 높아져 60%를 넘게 되었다. 타이어 製造에 使用되는 配合고무 혹은 纖維의 種類가 타이어 以外의 고무工業에 사용되는 것과 반드시 같다고는 할 수 없으나 表4에 表示된 諸原料의 過半量은 타이어工業에 使用된 것으로 보아 틀림없다.

다음은 이들 原材料는 石油와 어떠한 關係에 있는지 살펴보기로 한다. 表5는 타이어用 諸原料와 其他資源과의 關係를 表示한 것이다. 이 表에서는 타이어用 原材料가 어떠한 資源을 根源으로 해서 만들어지는가를 나타낸 것이다.

이 表에 의하면 타이어用 諸原料가 얼마만큼 크게 石油에 依存하고 있는가를 쉽게 알 수 있으며, 또 表4의 消費量을 合해서 생각해보면 石油問題가 얼마나 重要한가를 알 수 있을 것이다.

<表 5> 타이어用 原材料의 資源系統表

資源	中間原料		고무(타이어)用 原材料		
			고무	타이어코드등	配合劑등
石油	가스	ethylene	EPDM,SBR	vinylon	促進劑
	naphtha	propylene	EPDM		
	燈油	C_4 留分	BR,SBR,IIR		polybutene phenol 樹脂, 老防劑
	輕油	C_5 留分	IR,IIR		石油樹脂
		副生가스			Formalin phenol 樹脂
		分解法	SBR	nylon poly ester	resorcine, 老防劑 促進劑, phenol 樹脂
	殘渣油	ethylene bottom			process oil, wax carbon black, 硫黃
天然고무			天然고무		
石炭					老防劑, tackifier carbon black
木材				rayon	
松脂					rosin
獸脂					stearic acid
亞鉛					亞鉛華
鐵				steel cord bead wire	
titanium					titanium dioxide
石灰石				vinylon	炭酸칼슘

즉, 合成고무는 거의 全部, 또 nylon, polyester, vinylon 등의 重要한 타이어 코드, 그리고 carbon black, 硫黃, 促進劑, 老化防止劑, process oil, 粘着劑 등 특히 重要한 配合劑의 大部分이 石油로부터 만들어지는 것이다.

勿論, 石油에 依存하지 않는 것도 많이 있다. 예컨대, 天然고무, rayon, steel cord 및 bead wire, 亞鉛華, stearic acid 등의 重要한 것이 있으나, 前述한 바와 같이 타이어 原材料의 70%는 原油에 依存하고 있다는 現實을 認識할 때, 앞으로의 資源問題와 크게 聯關되지 않을 수 없다고 생각된다.

石油로부터 만들어지고 있는 原材料 중에는 過去에는 石油以外의 다른 資源으로부터 제조한 것도 있으나 그것이 現在의 石油로부터 제조하게 된 歷史를 살펴보면, 거기에도 必然性이 있었다.

그 典型的인 例로서 硫黃의 경우를 보면, 世界的으로도 有名한 日本의 火山性硫黃의 産出이 公害規制와 더불어 石油로부터 나오는 硫黃과의 經濟的 競爭에서 敗하게 되어 드디어 生産이 中斷되고 只今은 거의 모든 硫黃이 石油로부터

回收되고 있는 實情이다.

또 SBR, BR 등의 合成고무도 美國 등에서는 天然가스로 제조하는 경우가 많으나, 다른 나라에서는 大部分 石油에서 나오는 naphtha를 原料로 하고 있다. 만일 天然가스로 이들 고무를 제조한다고 하여도 LPG를 거의 輸入에만 依存하고 있는 나라에서는 現在 直面하고 있는 資源不足의 問題解決은 되지 못할 것이다.

勿論 타이어用 原料의 大部分을 化學合成技術的 見地에서 본다면 石油以外의 다른 資源으로 轉換시킬 수는 있다. 그러나 이와 같이 複雜하게 聯關되어 이루어지고 있는 現代의 經濟産業機構에 있어서 그와 같은 것이 簡單히 實現되리라고는 보지 않는다.

이와 같은 點을 考慮할 때, 타이어 工業에 있어서 石油의 影響力이 얼마나 큰가를 새삼 實感하지 않을 수 없다.

5. 資源節約問題

以上으로, 타이어를 構成하는 原材料와 또 그들의 石油와의 聯關性을 살펴보았으나, 實은 其外에도 石油는 타이어에 큰 影響을 미치고 있다.

表4에 나타난 바와 같이 副資材에서의 고무溶劑가 그러하며, 또 重油 및 電力의 수요량이 그러한 것을 말해주고 있다. 에너지源으로서의 石油는 모든 工業에 있어서 重要한 것에는 틀림없으나 自動車타이어는 에너지中位 依存型産業에 屬하며(日經産業新聞의 分類에 依함), 製造코스트에서 에너지 코스트의 比率이 約 4%로서 石油危機의 影響이 크다는 것은 알 수 있다.

다음 表 6은 日本 타이어 工業의 重油 및 電力의 消費原單位의 推移를 算出한 것이다.

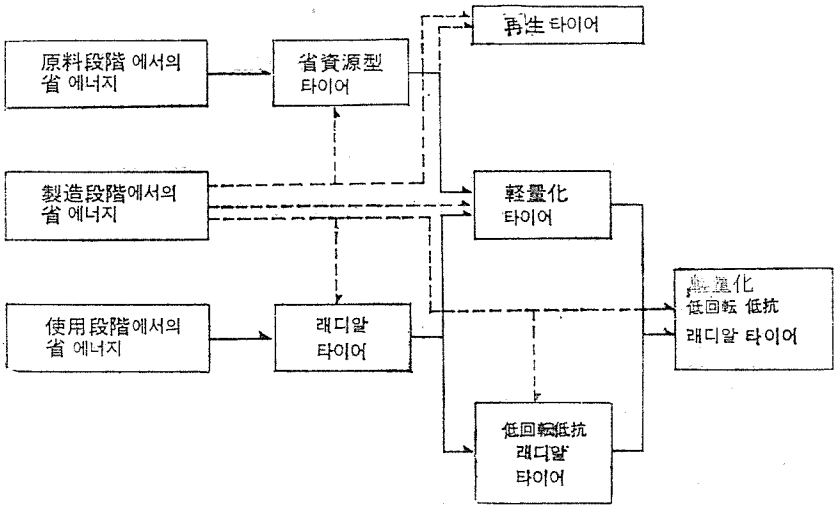
1973年(石油波動의 해)을 100으로 했을 때의 指數로 보면 日本의 타이어 工業은 73年以後 타이어 製造工程에서 에너지 節減에 努力하여 큰 成果를 보았다는 것을 이 統計로써 알 수 있다. 앞으로도 이와 같은 에너지 節約의 努力은 계속强力히 推進되어야 하겠지만, 그 方向은 總 energy的인 見地에서 考慮하여야 될 것이다.

<表 6> 日本타이어工業의 에너지 消費推移

年　度	重油消費原單位 (kl/新고무消費 t)	電力消費原單位 (1000KWH/新고무消費 t)
1973	0.79 (100)	2.11 (100)
1974	0.70 (89)	2.02 (96)
1975	0.66 (84)	2.02 (96)
1976	0.59 (75)	1.94 (92)
1977	0.52 (66)	1.89 (90)
1978	0.49 (62)	1.91 (90)

다음은 타이어 製造工程 중에서 前述한 電力과 燃料가 어떻게 사용되고 있는가를 살펴보자.

(1) 電力의 2/3 정도는 混合, 押出, 壓延 등의 材料製造工程에서 消費되며 그 消費比率을 보면 bias tire 보다도 radial tire가 상당히 높다.



〔그림 3〕 省資源, 省에너지 見地에서 본 타이어의 動向

(2) 重油, 다시말하면 熱에너지의 約 3/4은 加黃工程에서 消費되고 있다.

이와같을 點을 考慮할 때, 細部的인 改善에도 努力하지 않으면 안 된다는 것은 두말할 여지도 없으나, 이 에너지 消費 패턴을 보면 앞으로의 에너지 節減努力의 焦點을 어디에 두느냐 하는 것도 自明한 일이다.

그러나 今後, 래디알 타이어보다는 바이어스 타이어 쪽으로 갈 것이라고는 斷言할 수 없을 것이다. 왜냐하면 總에너지的 見地에서 보았을 경우 只今까지 說明된 것 외에도 극히 重要한 分野가 많이 남아 있다는 것을 잊어서는 안 되기 때문이다.

自動車의 生涯 에너지, 즉 自動車가 生産되기까의 消費되는 에너지와 自動車가 사용되는 段階에서 消費되는 에너지의 總合의 約 80%는 走行燃料費라고 한다.

따라서 自動車와 路面을 連結하는 接點에 있는 타이어가 車의 走行燃料費에 얼마나 크게 關聯되는가를 容易하게 理解할 수 있을 것이다.

그러므로 이와 같은 點을 勘案할 때, 앞으로는 回轉抵抗이 작은 타이어를 제조하는 것이 世界的으로 가장 重要施策의 하나라고 하지 않을 수 없다. 따라서 現段階에서는 radial 타이어가 그 施策方向에 가장 알맞은 타이어라고 보지 않을 수 없다.

只今까지 설명해온 것을 그림 3에 綜合해 보았다. 이 그림은 너무나 單純化시킨 感이 없지 않으나, 現實로서는 더욱 複雜한 因子로써 修正되어야 될 것으로 생각하며 本題를 끝맺음에 있어서 굳이 이와 같이 정리해본 것이다.

바야흐로 石油는 값싸고 豊富했던 資源에서 그 樣相이 크게 變하고 말았다고 하지않을 수 없다. 石油는 그 量에 限度가 있으며, 또 그 위에 急速히 高價로 치솟고 있는 實情을 勘案할 때, 우리들은 果然 앞으로 어떻게 할 것인지, 타이어는 어떠한 길을 걸어야 할 것인지, 眞摯하게 생각하면서 硏究하지 않으면 안 될 時期가 온 것 같다.

(1979.5 月刊 타이어)

☆ ☆ ☆

◎ 原 稿 募 集 ◎

本誌에 揭載할 타이어 工業에 限한 原稿를 다음 要領에 依據 募集하오니 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

內 容

1. 經營, 經濟, 貿易, 技術에 關한 論文, 리포트 2. 時論 3. 提言(建議) 4. 紀行文 5. 體驗紀 등

面 數

200字 原稿紙 50面 內外

稿 料

採擇揭載分에 對해서는 200字 原稿紙 1枚當 所定의 稿料(飜譯物은 600원, 創作物은 800원)를 드립니다.