

## <研究資料>

# 타이어 코오드類의 比較分析

許 東 燮 編 譯

乘用車輪의 改善에 있어서 가장 처음의 것 이라고 볼 수 있는 것은 鐵製 Rim 에 木材바퀴를 附着시켜 다소나마 耐磨耗性을 附與하였던 것이라고 하겠다.

다음으로는 鐵製 Rim 代身에 硬質고무를 使用함으로써 路上衝擊의 轉動이 減少됨을 알았으며 空氣를 넣은 고무타이어가 出現함으로써 더욱 改善되었는데 尺寸安定性을 附與하고자 적당한 纖維質材가 또한 發展하게 되었던 것이다. 그리하여 耐磨耗성과 耐切傷을 目的으로 織布地가 처음 使用되었다.

織布地代身에 Bias ply fabric 으로된 Cable 型 Cord 는 現代 乘用車타이어의 斷面圖에서 볼 수 있는 것처럼 그 構成構造가 確實히 디자인에 있어 改善를 보이고 있다.

Bias ply tire 에서 Fabric ply 는 한쪽 Bead 에 固定된 平行織 Cable cord 가 傾斜角을 維持하면서 Sidewall 로 올라가서 Tread 밑을 통과하고 反對쪽 Sidewall 로 내려가서 그쪽 Bead 에 再次 固定되는데 Ply 間의 交叉積層은 傾斜方向과 서로 反對方向이 되도록 되어 있다.

이와같은 構成은 두가지의 長點이 있다.

**첫째 :** 各各의 Cord 가 完全히 고무로 包혀져서 Cord 의 磨耗를 防止할 수 있고.

**둘째 :** Fat drum 에서 Built 해서 一段階加黃過程으로서 Toroidal 타이어型으로 Mold 成型이 된다는 것이다.

Radial ply tire 는 보다 많은 利點이 있으며 典型的인 構成圖를 봄으로서 더욱 如實히 나타난다.

여기서는 各 Cord 가 Bead 에 對하여 平面直角으로서 한쪽 Bead 에서 다른쪽 Bead 로 감겨지는데 均整한 狀態로 하여 하나 또는 그 以上の Radial ply 가 使用될 수 있다. Radial ply 는 Tread 밑에 있는 Stabilier belt 와 結束시켜야 하는데 그것은 하나 또는 그 以上の Bias ply 로 構成되어 있다. 이와 같은 構成은 Wear 가 좋아지고 Tread cracking 이 減少될 수 있도록 大端히 安定된 Tread region 이 되는데 幾何學的 面으로 보아서도 Flex fatigue 가 감소된다. 乘車性의 差異로 因하여 Radial ply tire 는 改良된 Auto suspension system 을 使用하여야 될 뿐만아니라 Bias ply tire 와는 混用할 수 없다.

그리고 Radial ply tire 에는 Stabilier ply 와 Tread 를 Toroidal 型으로 함으로써 生産費가 節減되기는 하나 初期에는 그 製造費가 若干 高價다.

## 타이어 코오드의 基本

타이어用 纖維質 Cable 型코오드를 적당한 Matrix 로 供給하기 爲해서는 正確한 角과 길이를 가진 Ply 가 형률어지기 前에 고무로서 Calendering 하여야 하는데 Calendering 하기 前에 코오드를 浸漬하고 熱處理해야 한다.

Rubber matrix 에 粘着 및 接着力이 있도록 여러가지 方法으로 浸漬시킨 다음 熱處理(乾燥)하여 整形함으로서 코오드의 線上치수안정성이 增加되고 加黃타이어에 있어서 타

이어成長, Tread concavity 및 Bead歪曲을 減少시키는데 熱可塑性 코오드에서는 特別 重要한 일이다.

흔히 使用되고 있는 浸漬物은 Resocinol-formaldery-de-latex 形이다.

Rayon 이나 Nylon 은 水酸基나 活性水素를 갖고 있기 때문에 接着力을 附與할 수 있는 方法이 容易하나 Polyester 나 Glass fiber 등은 難題의 하나로 되어 있다. 前號에서 Polyester 코오드에 對하여 상세한 說明이 있어 여기서는 略하기로 하고 다만 Polyester 코오드를 浸漬할 때는 Epoxy 와 같은 Pre-dip conditioner 를 加하여야 한다는 것을 紹介한다.

가장 問題視되고 있는 Glass fiber 의 浸漬에 對해서는 最近 많은 研究가 進行되고 있는데 그중 한가지를 紹介하고자 한다.

浸漬方法은 ( $\gamma$ -Aminopropyl) Triethoxysilane 와 Neoprene, MgO, ZnO, Carbon black 등을 Toluene 1,400 部에 용해 또는 分散시킨 것을 Glass fiber 에 浸漬시키는데, 乾燥 後에는 0.5~1.0% 의 加工劑가 Fiber 에 남아야 한다. 接着劑로서는 Cr(III) Aminopropylate 또는 Cr(III) Glycine complex 등도 利用되고 있다.

① (白耳義特許 669,551, 美國 Owens-Corning Fiber-Glass Corp).

單糸가 "Z"方向으로 捻糸했다면 코오드는 "S"方向으로 Cabled 해야 한다.

一般的으로 單糸와 Cable 型 코오드의 撻度는 均형이 되도록 調節되어야 하며 撻도가 增加하면 Flex fatigue 抵抗性이 增加하고 撻도가 減少하면 強力이 減少되는데 이들의 中間值가 되도록 撻度を 調節하여야 한다.

紡糸에 있어서 Rayon 의 境遇는 濕式紡糸하여 捲取하고 Nylon 이나 Polyester 같은 것은 熔融紡糸하여 加濕捲取한다.

## 타이어 코오드의 形狀

타이어코오드용으로 처음에는 綿絲를 使用하였는데 綿絲自體의 強力은 強하다 할지라도 Conversion loss 가 많다. 洋毛나 綿같은 Stapl fiber 는 꼬임이 많을 수록 強度가 強하여지는데 適當한 強度를 갖도록 꼬여진 綿코오드를 使用하여 만든 타이어는 容積이 크고 두께가 두꺼우며 走行時 發熱이 甚하다.

Cotton linter 나 木材 Pulp 로부터 再生한 Cellulose 로서 連續單纖維狀Rayon 을 만들 수 있으며 타이어코오드用인 見解로서 더욱 重要한 것은 幾何學的인 面인데 지난 幾年間 많은 缺點의 改善으로 競爭의이기는 하나 持續해가고 있다.

世界第二次大戰中 Rayon 타이어보다 衝擊抵抗性이 더 좋은 重航空機用타이어가 必要하게 되자 Nylon 이 出現하게 되었고 Rayon과 市場競爭이된 以來 線치수安定性이 좋도록 하는 熱處理方法의 發達로 모든 要件이 充足될 수 있음을 알게 되었다.

Nylon 타이어코오드로 製造된 타이어는 Flat-spotting 이나 Phenomenon 現象이 나타나는데 이러한 缺點들은 改質 Nylon 을 使用함으로써 大體의이나마 改良하게 되었다.

Nomex 라는 것이 코오드로 利用되고 있는데 이는 芳香族二鹽基酸과 芳香族 Dianin 과의 重縮合物로서 耐高熱性이다.

熱安定性에 對하여 現今 研究中인 Nomex 나 類似纖維들은 高溫에서도 適切한 타이어를 製造하는데 適用될 수 있다.

微細鋼線을 Cable 型으로 하여 만든 타이어 코오드는 Truck tire 에 使用될 수 있는데 乘用車輪에 使用하면 乘車性이 좋게 된다.

또 Glass fiber 로 만든 타이어코오드는 安定性이 좋고 強度가 높기 때문에 Radial ply tire 에 적용이 容易하고 Flex fatigue 는 Bias

ply tire 에서와 같이 問題化되지 않는다.

典型的인 코오드의 構造, 撚度 및 Gauge 를 <表 1> 에 나타내었다.

綿코오드를 보면 Twist 한 單糸 4 가닥을 한가닥의 Ply yarn으로 Twist하고 이들 2 가닥을 다시 Twist 하여 한가닥의 코오드로 만든 것이다.

Glass 나 鋼線을 除外한 다른 모든 코오드는 그 構造가 二段工程으로 完成시켰는데 卽 그 密度가 均一한 撚糸를 Cabled 하여 코오드로 만든 것이다.

Rayon 은 Gauge 에서 나타나는 바와같이 그 緻密度가 Nylon 이나 Polyester 와는 相當한 差異가 있음을 알 수 있다. Glass 나 鋼線 코오드는 Gauge 나 Strength construction 이 높고 撚도가 낮은 것은 卽刻 알 수 있다.

<表 1> 타이어코오드의 典型的인 構造

Cord type	Number fabric plies	Construction	Twist	Gage
			Turn/in.	in.
Cotton	4	16/4/2	10×17×10	0.035
Rayon	4	1650/2	12×12	0.029
	2	2200/3	8.5×8.5	0.040
Nylon	4	840/2	12×12	0.021
	2	1260/2	10×10	0.026
Nylon (modified)	4	840/2	12×12	0.021
	2	1260/2	10×10	0.026
Polyester	4	840/2	12×12	0.020
	2	1260/2	10×10	0.024
Nomex	4	800/2	13×13	0.019
Glass	—	150-9/3	2.5	0.034
Steel	—	0.006/3/7	3×3	0.035

物理的 性質

많은 타이어코오드의 性質은 性能을 究明 하고자 하는 努力의 結果로서 實驗室的으로 그 價値가 評價되는데 表 II 에서 VII 까지 에 몇 가지 性質을 나타내었다.

引張強度는 <表 II> 에서와 같이 綿이나 初期에 使用하던 Rayon 에서는 相當히 낮은 數値를 보이고 있으며 強度나 切斷伸長率은 Rayon(現

今使用되고 있는 것), Polyester, 改質 Nylon, Nylon 의 順序로 上昇되는데 初期 Modulus 는 Nylon 類보다는 Rayon 이나 Polyester 가 훨씬 높은 數値를 보이고 있다.

<表 II> 處理된 타이어코오드의 引張特性

Cord type	Tenacity, gm./den.	Elongation at break, %	Initial Modulus, gm./den.
Cotton	2	10	—
Rayon(early)	3	9	—
Rayon(current)	4.5	9	60
Nylon	7	21	27
Nylon(modified)	6.5	15	40
Polyester	6	13	70

<表 III> 에서는 Rayon 이 더 큰 安定性을 보이고 있으며 Nylon 이나 Polyester 코오드의 熱收縮率은 섬유處理時의 Stretch 상태를 調節함으로써 減少시킬 수는 있으나 Hot creep 가 附隨的으로 增加하게 된다.

<表 III> 處理된 타이어코오드의 線安定性

Cord type	Creep, %	Shrinkage, %
Rayon	3	0.6
Nylon	4	6
Nylon(modified)	3	7
Polyester	2	7

<表 VI> 에서 實驗室的 Flat spotting index 는 既荷重을 除한 後 곧 原길으로 回復되는 코오드의 피로도를 測定하는 것으로 Rayon 이나 Polyester 는 Nylon 보다 顯著的 優越性을 나타내고 있는데 改質Nylon 으로 약간 改善될 수 있다는 것을 알 수 있다.

<表 IV> 타이어코오드의 Flat spotting Index

Cord type	Flat spotting Index
	mils
Rayon	50
Nylon	170
Nylon(modified)	115
Polyester	50

〈表 V〉에서는 Nylon 의 Impact toughness 나 Compression-flex fatigue 抵抗性이 가장 優越하고 다음순으로 개질 Nylon, Polyester 및 Rayon 으로 그 優越性이 낮아진다.

〈表 V〉 處理된 타이어코오드의 Impact 와 Fatigue

Cord type	Impact toughness	C-F Fatigue resistance
	erg. / (cm). (den).	min.
Rayon	225	400
Nylon	525	1, 400
Nylon(modified)	400	600~1, 200
Polyester	375	500

接着試驗

接着試驗〈表 VI〉은 現今 浸漬方法의 發達로 相當히 高水準의 接着力을 나타내고 있지만 Rayon, Nylon, 改質 Nylon, Polyester 의 순서로 그 接着力이 弱해치고 加熱老化安定性은 Nylon, 改質 Nylon, Polyester 와 Rayon 의 順序로 적어진다.

Nomex, Glass 및 Steel cord 는 〈表 VII〉에서 보는 바와같이 線치수安定性 및 加熱老化抵抗性은 모두가 優秀함을 보이고 있다.

強靱性에 대해서는 Glass fiber 가 優越하

〈表 VI〉 處理된 特殊타이어코오드의 物理的 性質

Property	Nomex	Glass	Steel
Elongation at break, %	20	4.8	2
Tenacity, gm./den.	5.5	11.2	3.3
Initial modulus, gm./den.	80	230	300
Creep, %	1	0	0
Shrinkage, %	1	0	0
Flat spotting index, mils	40	0	0
Impact toughness, erg. / (cm). (den).	660	100	30
CF Fatigue, min.	200	15	—
Adhesion, lb/in.	42	40	100
Strength retained after cured in rubber			
Heat aging, %	100	100	100

다는 것을 알 수 있지만 Steel 의 比較的 낮은 強靱性은 Steel 自體의 高比重에 基因한다고 볼 수 있다.

타이어코오드 Ratings

實驗室에서 觀察한 코오드評價로서는 現今 生産되고 있는 코오드가 特殊한 Rating 形態에서 볼 때 獨點的인 商品化가 될 수 없다는 것을 보여주고 있다.

開發할 餘地가 있는 點은 많으나 아직까지 타이어試驗에서 Rayon, Nylon 및 Polyester 의 嚴格한 試驗을 해온 것들은 다만 기계적 性質과 走行持續性의 關係를 고려하고 또 〈表 VII〉에 나타난 바와같은 主觀的 推算인 美學關係를 고려함으로써 그 試驗의 記錄을 評價하여 왔다.

위의 두가지 面에다가 實際的인 타이어코오드의 最優秀點들을 利用하고 타이어 設計上의 細部를 整理함으로써 타이어의 性能에 好影響을 미치게 할 수 있을 것이다.

더구나 타이어의 作用은 單純한 實驗室의 코오드시험 結果에만 언제나 關聯시켜서는 適合한 것이 될 수 없기때문에 走行과 Track 및 Service tire testing 의 重要性을 나타내고 있다.

〈表 VII〉 Esthetic tire cord ratings : Bias ply tire

Important				
Tire parameters	Rayon	Nylon	Modified nylon	Polyester
Flat spotting	par	—	—	Even
Roughness	par	++	++	Even
Ride	par	—	—	Even
Noise				
Smooth road	par	—	—	—
Brick road	par	—	—	—
Handling	par	Even	Even	Even

最適 타이어코오드

各 타이어코오드의 性質을 測定하여 봄으로 짐작할 수 있는 最適 타이어코오드의 特 質에 關한 目錄을 活用함으로써 코오드自體 가 갖고 있는 어떤 性質을 다소라도 補完 할 수 있을 것이다.

어떤 境遇에는 要求되는 程度의 限界가 없 는 것도 있고 몇몇 타이어의 特性을 調節 하기 爲해서는 未確定된 中間程度의 限界를 나타낸 것도 있다.

〈表 VIII〉에 코오드의 各 性質에 대하여 要求되는 傾向과 이들 性質에 起因되는 타 이어의 特性들을 나타내었다.

強韌性, 絶斷時의 伸長, Impact toughness, Flex fatigue 抵抗性, 接着 및 加熱老化抵抗性등 은 아무리 그 數値가 높아져도 그 限界가 없는 反面에 Creep 및 Flat spotting index 는 아무리 數値가 낮아도 限界가 있으며 Modulus 및 熱收縮率은 中間程度의 값이 要求되는 것을 알 수 있다.

〈表 VIII〉 Super-Goal 타이어코오드의 特性

Property	Level suggested	Tire responses reduced
Tenacity : 75°F to 400°F	High	Impact breaks, heat breaks, heat build up, high speed failure.
Elong. @ Break	High	Impact breaks.
Tensile modulus	High to	Flat-spotting, growth, high speed failure.
	Medium	Impact breaks, flex failure, roughness.
Bending modulus	Low	Flex failure, roughness.
Creep	Low	Growth, treadwear, sidewall checking, tread cracking, high speed failure, flatspotting, tire dimension and uniformity variations.
Thermal shrinkage	Low to	Tread concavity, bead distortion uniformity variation.
	High	High speed failure.
Flat-spotting index	Low	Flatspotting.
Impact toughness	High	Impact breaks.
Flex fatigue resistance	High	Flex breaks.
Adhesion	High	Tread and ply separation.
Heat aging resistance	High	Impact breaks, heat breaks, flex breaks.

結 論

이상에서 說明한 것들로 타이어코오드의 여 러가지 機能과 코오드 自體의 여러가지 特 性들을 理解하는데 도움이 될 것으로 생각 된다. 타이어코오드가 아직도 상당한 缺點이 있겠지만 優秀한 性質도 있다는 것을 알았다.

最適 타이어코오드가 가져야할 特性도 대 략 알았지만 實際로 타이어에 유용될 수 있 도록 하려면 이러한 分野에 相當한 知識을 갖고 있는 化學者나 物理學者가 다같이 果敢 하게 일하지 않으면 안된다는 것을 確信한다.

끝으로 좀더 코오드 自體의 여러가지 特

性을 完全히 파악하고 서로 比較함으로써 完 全한 코오드로 改質 또는 改善할 수 있을 것이고 코오드 自體의 特性이 아무리 좋다 하여도 타이어 製造에 있어서 相融되지 않 으면 그 價値가 없는 것이 되고마는 故로 타 이어製造上의 모든 問題도 동시에 充分히 理 解하여야 되는 것이다. 그러나 여기서는 코오 드 自體의 特性만을 주로 取扱하였던 것이다.

本稿는 Rubber Age for Jan. 1967 에 掲載된 “Synthetic fibers for use in tire cords”라는 題 目的 總說 및 關聯되는 白耳義 特許를 譯抄한 것이다.

(譯者：國立中央工業研究所 고무研究室勤務)