

나일론 타이어코오드 熱處理에

對한 몇가지 問題點에 對한 試驗

趙 憲 汀

1. 緒論
2. Stretching Tension(伸張張力)에 對한 檢討
3. Exposure Time(露出時間)에 對한 檢討
4. Heat Treating Temperature(熱處理溫度)에 對한 檢討
5. Cord의 Construction(構造)에 對한 檢討
6. 熱處理機械의 概要
7. 熱處理 工程의 概要 및 簡略化 檢討
8. 結論

緒論

經濟開發第二次五個年計劃의 主要政策事業의 一環인 自動車工業의 育成策으로 漸增하는 內需用 타이어와 每年 增加一路에 있는 軍納 및 輸出用 타이어 製造用으로 所要될 나일론타이어코오드는 莫大한 外貨를 消費하여 輸入에만 依存하던 段階를 벗어나 이제 國內供給이 可能的 時點에 이르고 있다.

國內 나일론製造業體로는 日産 3噸의 타이어코오드를 包含한 曉星物産(東洋나일론)의 日産 7.5噸, 韓國나일론의 日産 15噸 規模의 生産計劃과 小規模의 工業用 나일론을 包含한 日産 7.5噸 規模의 韓-나일론 擴張計劃 등이 있으며 明年부터는 最低 年間 千噸 가량의 나일론타이어코오드用 原絲가 確保됨에 따라 타이어 製造原價切下面에서 時急히 要請되어 오던 나일론타이어코오드 加工施設-특히 Nylon cord dipping & heat treating machine(浸漬 및 熱處理機械)의 設置問題가 主要 타이어메이커의 가장 時急한 問題로 登場하고 있다.

이에 國內 타이어製造業體中 質의으로나 量的으로나 가장 優秀한 技術陣을 갖고 있는 本社에서는 他製造業體에 앞서 數年前부터 나일론코오드 熱處理에 대한 研究, 試驗段階를 거쳤으며 機械導入에 앞서 Pilot plant를 設置코자 基礎調査를 行했으며 Nylon cord dipping & heat treating machine(나일론코오드 浸漬 및 熱處理機)의 操作條件등을

研究, 適切한 機械裝置의 選擇과 工程의 單純化 可能性 등을 檢討한 바 있다.

나일론 타이어코오드 熱處理에 있어서 影響을 주는 要因으로는 "3 T"라고 하는 Tension(張力), Time(時間) 및 Temperature(溫度)를 包含하여 다음과 같은 것이 있다.

- i) Stretching Tension(伸張張力)
- ii) Exposure Time(露出時間)
- iii) Heat Treating Temperature(熱處理溫度)
- iv) Construction of Cord.(코오드의 構造)
- v) Ingredient of Dipping Solution(浸漬溶液의 成分)

以上과 같은 要因에 대한 試驗을 特殊試驗用전 기오븐을 使用하여 行한 바 그 結果 및 問題點은 다음과 같다.

Stretching Tension에 대한 檢討

Stretching Tension은 實際에 있어서 熱處理過程中的 코오드 或은 Fabric이 받는 張力으로서 이것은 熱處理機內에서 코오드 或은 Fabric을 保持하고 있는 양쪽 Tension roll의 回轉速度差로써 調節될 수 있는 것이므로 問題는 個個의 코오드가 各 Process zone에서 주어진 處理溫도와 露出時間에서 얼마만한 荷重의 張力を 줄 때에 가장 充足할만한 타이어코오드로서의 物性を 갖게 되는가를 試驗해 보는 것이다.

一定한 코오드를 使用하여 試驗함에 있어서 張力を 除外한 나머지 可變要因을 理論의으로 가장 適當한 條件下에 固定시키고 張力 하나만의 要因에 대하여 Try and Error 方法으로 試驗했다.

使用한 코오드의 構造는 여러 外國 메이커의 原絲를 使用했었지만 여기에 紹介하는 것은 Twist = 28/inch, 840 De/2 ply의 American Enka製였다. 張力を 加하고 난 後에 處理된 코오드의 Twist를 인치당 24~25로 만들기 위하여 먼저 840 Denier(드니어)의 나일론 紡絲로 2ply, 14 S/14Z

로 燃絲하여 使用했다.

處理溫度는 乾燥工程에서 $90^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 熱伸張工程에서 下限 $160^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 와 上限 $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 標準工程에서 下限 $160^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 와 上限 $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 로 露出시켰다. 本 試驗 自體가 Pilot plant 를 위한 것이 였으며 또한 露出時間을 延長하는 경우가 있더라도 可能한 限 200°C 以上の 高溫을 使用치 않으려는 前提條件을 갖고 있었으므로 뒤에

다시 說明할 것이지만 비교적 低溫處理를 하였던 것이다. Exposure Time 은 乾燥工程에서 2~3, 分熱伸張工程에서 2~3分, Normalizing process(標準工程)에서 1分씩 露出시켰다.

이와 같은 試驗條件下에서 個個의 코오드 試料에 여러가지 荷重을 걸어 주었더니 다음 <Table 1> 과 같은 試驗值(一部分의 例임)를 얻을 수 있었다.

<Table 1>張力試驗

<Table 1> 張力試驗(at Hot stretching process)

Test item Exp. No.	Tension(Load) [kg]	10 % Modulus [kg]	T.S. at Break [kg]	Elongation at Break [%]	Ply Twist after Loaded [per inch]
# 1	0.1	4.1	11.5	21.0	26.6
# 4	0.36	4.4	11.6	19.5	26.5
# 7	0.6	6.0	11.8	17.8	25.0
# 10	1.0	8.7	11.1	15.5	24.5
# 20	2.2	9.8	10.5	12.0	23.5
# 30	3.2	10.1	10.3	12.0	23.0

Remark
Cord tested : twist=28/inch, 840 De/2 ply, 14 S/14 Z,
Exposure time : 2.5 minutes
Treating temp. : $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

이와같은 例의 試驗結果值로서 그래프를 그려보면 다음<그림 1>과 같은 切斷時強력과 切斷時伸張率 및 10% Modulus 의 曲線을 얻을 수 있다.

여기서 말하는 切斷時強력이란 나일론코오드試料를 引張試驗機의 上下 클램프에 물리고 一定한 速度로 서서히 伸張시킬 때 試料가 끊어지는 순간의 引張強度를 말하며 이때의 伸張率을 切斷時伸張率이라 한다. 또 10% Modulus란 것은 試料가 最初의 길이에 比하여 10% 伸張했을 때에 걸린 荷重을 말한다.

타이어製造用 나일론코오드로써 우리가 願하는 物性은 最少한 切斷時 強力 11.7kg 以上 切斷時伸張率이 17~21% 그리고 10% Modulus가 6~9kg 程度가 되어야 한다.

<그림 1>에서 보던 이와같은 物性を 滿足시켜주는 張力の Range는 코오드 當 0.5~0.7kg 임을 알 수 있다. (그림 1 T.S.—Elongation Curve 參照)

요컨대 나일론타이어코오드를 熱處理 시키는 目的은 첫째, 強力の 增加, 둘째, 伸張率의 減少와 Young 率의 增加, 셋째, 熱收縮의 減少, 넷째, 熱安定度의 增加 등에 있는 것으로서 높은 Modulus 와 낮은 伸張率을 주기 위해선 높은 張力이 必要하지만 그러나 너무 過多한 高張力은 低張力時보다 熱安定度에 있어서 結果가 좋지 못함을 알 수 있다.

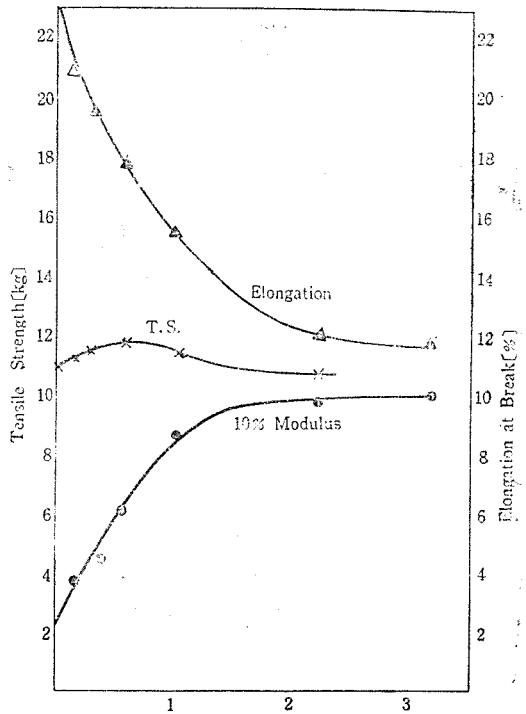


그림 1 T.S.-Elongation curve

여러차례의 確認試驗을 거쳐서 結論의으로 熱伸張工程에서의 코오드 1本當 張力은 0.6kg 일 때

가장 良好한 結果를 얻을 수 있었다.

코오드絲 한개의 張力으로 0.6kg 을 擇하던 織物全體가 받을 張力은 다음과 같다.

나일론코오드 1號地의 幅은 54인치이며 1인치當密度는 34 이므로 54인치의 幅에는 모두 1836個의 코오드絲가 包含되며 이全體가 받는 張力은 $0.6\text{ kg} \times 1836 = 1101.6\text{ kg}$ 이 된다. 勿論 2號地, 3號地는 이보다 적은 張力이 걸릴 것이지만 基準은 1號地로 보아야 한다. 이를 基礎로 Pilot plant의 各 Processing zone의 張力을 換算하면 다음과 같다.

(Zone)	(張力)
Let off	50 kg
Accumulator	50 kg
Dipping	100 kg
Drying(乾燥).....	360 kg
Hot stretching(熱伸張).....	1100 kg
Normalizing	740 kg
Wind up.....	100 kg

이와같은 張力은 어디까지나 平均値인 것으로 最高張力은 設計時 再策定치 않으면 안될 것이다.

Exposure Time 에 對한 檢討

나일론코오드의 熱處理時에 Drying process(乾燥工程), Hot stretching process(熱伸張工程), Normalizing process(標準工程)에 있어서 各各 가장 適當한 Exposure time 을 찾아 내어야 하므로 三段階의 試驗을 하지 않으면 안된다.

코오드 1本當 張力으로 위의 試驗에서 얻은 0.6kg의 荷重을 주고 같은 메이커의 같은 構造의 코오드를 使用하여 $90^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 乾燥溫度와 $180^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 의 熱伸張溫度와 같은 溫度의 標準溫度에서 時間因子에 對한 試驗結果 熱伸張의 露出時間에 따른 나일론코오드의 物性的 變化는 다음 <Table. 2>의 (A)~(D)에서 보는 바와 같다.

<Table. 2> Effect of Exposure Time

(A) 2分間 處理한 境遇 :

No.	Item	10% Modulus [kg]	T.S. at break [kg]	Elongation at break [%]	Ply twist after treat
# 1		0.6	11.5	18.5	25.5
# 2		0.6	11.8	19.8	25.5
# 3		5.9	11.5	18.5	25.5
# 4		6.1	11.4	18.0	26.0
# 5		6.0	11.2	18.0	25.5
平均 值		6.0	11.5	18.6	—

(B) 3分間 處理한 境遇 :

No.	Item	10% Modulus [kg]	T.S. at break [kg]	Elongation at break [%]	Ply twist after treat
# 1		6.2	11.2	17.5	25
# 2		6.1	11.5	17.3	25
# 3		5.9	11.9	18.3	25
# 4		6.2	11.5	17.8	26
# 5		5.5	11.8	19.5	24
平均 值		6.0	11.58	18.08	—

(C) 4分間 處理한 境遇 :

No.	Item	10% Modulus [kg]	T.S. at break [kg]	Elongation at break [%]	Ply twist after treat
# 1		6.2	10.9	17.8	25.5
# 2		6.0	10.8	17.3	25.5
# 3		6.8	11.8	17.0	25.0
# 4		6.3	11.3	17.3	25.5
平均 值		6.4	11.2	17.3	—

(D) 5分間 處理한 境遇 :

No.	Item	10% Modulus [kg]	T.S. at break [kg]	Elongation at break [%]	Ply twist after treat
# 1		5.0	10.7	18.5	25
# 2		5.1	10.9	18.0	25
平 均 值		5.1	10.8	18.25	—

Heat source 와 其他 事情에 依하여 비교적 낮은 熱處理溫度에서의 熱處理 可能性에 對하여 研究하려는 것이 本 試驗의 意圖였기 때문에 相對的으로 露出時間이 길어진 것은 當然한 結果였다.

이 點은 Pilot plant 設計時에 處理工程中的 織物의 線速度를 줄임으로써 制限된 길이의 Hot stretching chamber(熱伸張室)內에 露出되는 時間을 길게 만들 수 있는 것이다.

露出時間이 길어지던 熱安定度는 向上되고 Modulus 는 增加하는 反面 引張은 減少한다.

<Table 2>에서 보는 바와 같이 주어진 條件下에서 露出時間은 2~3分 程度가 適當하며 Normalizing process 를 考慮할 때 가장 適當한 露出時間은 2分 30秒±30秒임을 알 수 있다. 따라서 線速度를 決定하면 Pilot plant의 熱伸張室의 길이를 求할 수 있게 된다. 逆으로 Hot stretching chamber의 크기가 決定되면 線速度가 決定되어 Holding roll의 回轉速度를 求할 수 있는 것이다.

**Heat treating temperature
(熱處理溫度)에 대한 檢討**

나일론 타이어코오드의 熱處理에 있어서 張力 다 음으로 큰 影響을 미치는 要因은 Heat(熱處理溫度)인데 一般的인 Latex dipping(라텍스浸漬)의 境遇 200°C 前後한 溫度로서 Heat stretching zone에서 露出 시키는 通例를 떠나 國內 設計, 製作의 Pilot plant의 境遇 Latex dipping(라텍스浸漬)보다 우선 우리 實情에 맞는 Compounded soaking rubber를 溶解한 溶液으로 浸漬시켜 본다는 假定아래 沸點이 낮은 溶媒使用과 Hot chamber(熱室)內에 供給할 Heat source 등을 考慮하여 可能한 限 低溫處理를 目標로 定하고 文獻에 依한 範圍內 溫度에서의 試驗을 通하여 Drying process에서 90°±5°C, 熱伸張에서 180°±5°C, 標準工程에서 180°±5°C의 一次的인 熱處理 溫度를 擇했다.

**Cord의 construction
(코오트構造)에 대한 檢討**

코오드絲의 構造에 따라서 特히 Twist에 따라서 熱處理된 코오드의 物理值가 상당히 影響을 받는다.

特히 成型된 타이어 카아카스(Carcass) 고무內에 潛入한 코오드絲의 老化(Fatigue life)는 거의 全的으로 Twist에 影響을 받게 된다.

코오드 Twist의 減少에 따라서 強力は 增加하고 引張率은 減少하며 10% Modulus는 增加되고 Thermal stability는 改善 된다.

그러나 이것도 限界가 있는 것으로 處理된 코오드가 普通 12S/12Z의 構造를 가질 때 가장 物性이 좋다는 理論과 外國製 伸張코오드의 Twist가 平均인치當 25±0.5인 것을 考慮하여 未加工 코오드를 7~10% 伸張시킨다는 目標아래 인치當 Twist가 28인 非伸張 코오드를 試料로 擇했던 것이다.

이밖에 實際로 試驗에 使用된 코오드는 840 Denier(드니어), 1260 Denier(드니어), 1680 Denier(드니어)의 13S/13Z~14S/14Z로서 本試驗에 引用된 例의 코오드絲의 物性を 보면 다음과 같다.

(1) Yarn(紡絲)

Moisture	2.5±0.5%
Denier	840 De.
10% Modulus	3.4 kg
T.S. at Break	5.3 kg
El. at Break.....	17%

(2) Raw cord(未加工코오트)

Construction.....	14 S/14 Z
Denier.....	840 De
Gauge.....	0.54 mm
10% Modulus.....	2.7 kg
T.S. at Break	10.65 kg
El. at Break.....	24.5%

(3) Treated cord(熱處理코오트)

Twist	25.5/인치
-------------	---------

10 % Modulus.....	6.2 kg
T.S. at Break.....	11.6 kg
El. at Break.....	18.6 %

以上과 같은 熱處理 코오드의 物性は 外製에 比하여 遜色이 없는 結果였다.

熱處理 機械의 概要

一般的인 Nylon cord dipping & heat treating machine(나일론코오드 浸漬 및 熱處理機)의 機械裝置를 概略的으로 說明하고 工程과 裝置의 簡略化를 檢討해 보기로 한다.

(1) Let off stand :

熱處理하려는 未加工 코오드中 織物의 Roll 을 Let off 시켜주는 스텐드로써 連續作業을 하기 위해서는 Dual unrolled stand 이어야 한다.

普通 200~1,000 mm 直徑의 Roll 이며 幅은 60 인치 以上이다.

(2) Splice press : (撚壓)

한 Roll 의 織物이 다 풀렸을 境遇 그 한쪽 끝과 다른 Roll 의 한쪽 끝을 꼬아주는 壓力으로서 電氣로 加熱되는 50~250°C의 Splicing temperature 와 80 kg/cm² 程度의 壓力으로 30~120 秒동안 꼬아 준다.

Splicing area 는 200×1,600 mm² 程度이며 上, 下 Plate 中 上部 Plate 는 固定되고 下部 Plate 가 垂直으로 움직인다,

(3) Let off accumulator :

熱處理될 織物의 Feeding 을 一定하게 供給하기 위한 것으로 浮動 Plate 形態(Dancing) Roll 가 垂直으로 움직이며 織物의 張力을 一定하게 해주고 있는 바 普通 Accumulating capacity 는 Let off 와 Splicing 에 要하는 2分間에 該當한 線速度만한 길이 的 織物을 貯藏할 수 있어야 한다. 普通 여러개의 Dancer roll 과 그보다 하나 더 많은 數의 Lower guide roll 을 包含한다.

(4) Dipping unit

織物에 레진을 浸漬시킬 浸漬탱크 前後에 織物을 引導할 Guide roll 이 있으며 織物이 팽팽히 抗張力을 가져야 各 코오드의 浸漬이 滿足하게 됨으로 Dipping unit 가 사이에 膨脹(Expander)裝置가 있어야 한다.

浸漬 탱크內에는 Agitator 或은 로울러가 있어서 浸漬溶液의 濃度 狀態를 均一하게 해주며 過浸漬을 除去하기 爲하여 壓搾 Roll 또는 眞空除去나 Scraper 가 있어야 한다.

(5) Dryer(乾燥機) :

浸漬된 織物의 揮發物質을 除去하기 爲하여 Dipping unit 다음 段階에서 乾燥시킨다.

Heater 와 Fan, Exhauster(排氣裝置) 등을 裝置하고 있어야 한다. 一般的으로 乾燥工程 다음에 Hot stretching zone 이 따르게 된다.

(6) Hold back stand :

Drying zone 에서의 到來하는 最少張力과 Hot stretching zone 으로 나가는 最大張力을 調節할 수 있게끔 設計되어 있으며 各 Roll 의 한 끝은 반드시 한 Bearing(축받이)에 붙어 있어야 하며 그 중 한개의 Roll 은 Gear train 反對便에 Drive 와 Extend 되어 있어야 한다.

Hold back stand 는 垂直으로 垂直으로 모두 可能하다.

(7) Rollevator :

Hot stretching zone 內에서 Roll 의 役割과 昇降機의 두가지 役割을 하며 浮動하면서 Heated section(加熱部)과 Cool zone(冷却部)을 調節시켜 주고 있다.

보통 Rollevator 內의 循環空氣는 自然가스로 加熱된다. Rollevator 에서 伸張된 후 冷却시키면 收縮됨으로 再次 伸張標準化시켜 주어야 한다.

(8) Heavy pullout set :

2~7 個의 Roll 로써 伸張시킨 織物을 冷却시키 주면서 出發시켜주고 있다.

(9) Exit accumulator :

Dancer roll, Guide roll 및 Accumulating capacity 등 거의가 Let off accumulator 와 비슷하다.

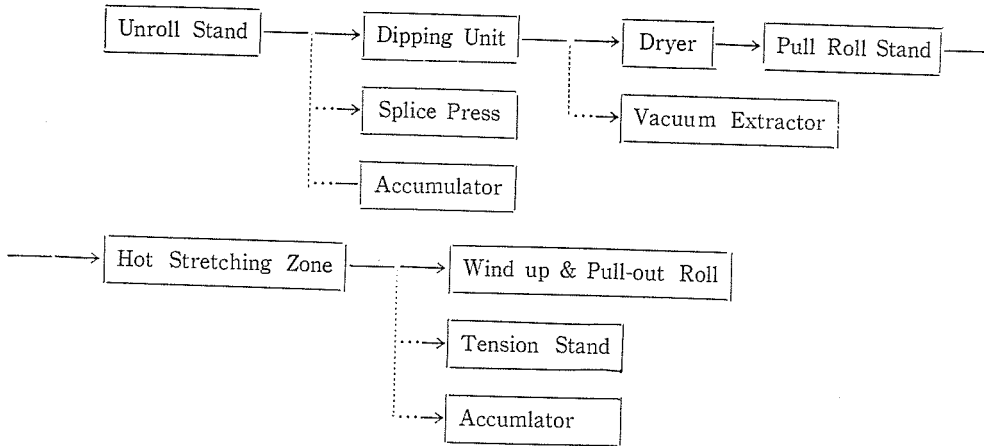
(10) Dual wind up stand :

熱處理 끝난 織物을 감는 것으로서 Nip type 의 Wind up pullout roll 을 裝置하여 織物을 감는데 계속 張力을 주게 된다.

熱處理工程의 概要 및 簡略化의 檢討

以上の 機械裝置를 工程別로 圖示하여 보면 다음 (그림 2)와 같다. (그림 2)熱處理機의 工程別裝置 圖解 參照

이와 같은 工程別 裝置를 檢討할 때 Pilot plant 는 과연 어떤 工程設計를 擇할 것인가가 問題되고 있다. 一般的으로 熱處理機에는 浸漬後에 코오드나 織物의 乾燥와 熱伸張을 같은 Zone 에서 行하는 Single zone system 과 熱伸張과 Normalizing (Relaxation zone)을 別途의 Zone 에서 行하는 Dual zone system 과 Drying zone 을 別途로 갖고 있는



註) 點線표시는 Pilot plant 設計時 省略(考慮)한 裝置

Triple zone system 의 세가지 形態로 나눌수 있는 바 Pilot plant 用으로는 Single zone system 을 擇하여도 無防할 것으로 생각된다.

結 論

全 타이어코오드中에서의 나일론 타이어코오드의 比率 漸増과 現在까지 大部分의 나일론코오드가 輸入되어 왔다는 事實을 돌아볼 때 나일론 타이어코오드의 國內 熱處理는 무엇보다도 時急한 現實問題라 아니 할 수 없다.

多幸히 주요 타이어메이커에서 이 熱處理機 導入의 計劃이 서있고 또 原絲가 國內에서 供給될 수 있게 됨에 따라 타이어製造原價는 切下될 것이고 莫大한 外貨를 節約하게 될 것이다.

더우기 熱處理에 있어서의 技術的인 問題는 나일론 타이어코오드熱處理에 對한 一連의 本試驗 結果와 機械設計를 檢討한 經驗에 依하여 國內 技術陣으로서 充分히 解決할 수 있다는 結論을 얻었다.

成功的으로 끝난 本 試驗의 여러 結果에 對하여는 社秘에 屬하여 公開할 수 없는 點이 遺憾이나 本 試驗研究室은 研究機關이나 象牙塔속에서 行하여 진 것이 아니고 産業과 直結된 살아 있는 試驗과 現場에 그대로 適用할 수 있는 結果를 얻을 수 있었다는데 그 意義가 매우 크다고 할 수 있겠다.

(筆者: 東信폴리마株式會社企劃部勤務)

國 際 短 信

Radial 타이어 過剩狀態

佛蘭西는 自國內에서 製造한 Radial 타이어를 常用하고 있으며 總車輛臺數 9,800,000臺中 70% 가 Radial 타이어에 對하여 關心을 가지고 있다. 그러나 英口에서는 그다지 人氣가 없다. 西歐의 到處에서 在庫를 많이 가지고 있다. 伊太利(總車輛臺數 5,500,000 臺)에서는 33% 가 Radial 을 끼고 있으며 白耳義(8,800,000臺)는 30%, 瑞西(1,000,000臺) 25%, 그리고 西獨(10,200,000臺)에서는 18% 가 各各 Radial 을 끼고 있다.

타이어 技術契約—Nitto社와 Uniroyal社를 連結

最近 美日타이어技術提携契約이 Nitto 타이어社와 Uniroyal Inc.間에 締結되었다. Nitto 타이어社는 日本에서—처음에는 모우터—사이클타이어, 後에는 乘用車나 트럭타이어에—美國會社의 商標가 붙은 타이어를 生産할 것이라고 한다. 日本에 基盤을 두었기 때문에 美國內 타이어製造社中 Uniroyal社가 極東市場을 開發하는데 有利한 立場에 놓이게 되었다. 이와 같은 動向은 타이어製造業者들과 兩國間的 三者結合을 意味한다. 이 보다 먼저 Toyo 타이어社는 Ohtsu 타이어社와 Firestone社와의 提携形態와 비슷하게 Esso社와 提携한 바 있다.