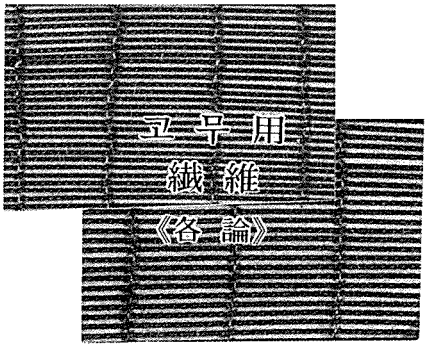
技術篇

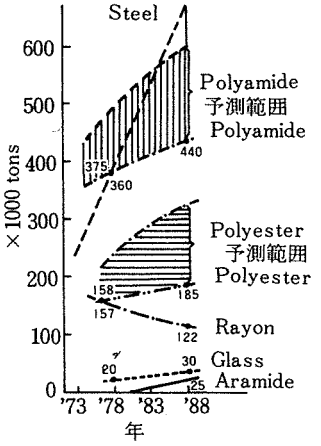


나 일 론
(Nylon)
①

協會 李 源 善

일반적으로 널리 알려져 있는 나일론 66은 1935年 DuPont 社 研究所의 W.H.Carothers에 의해 發明되었다. 그리고 나일론 6은 1939年 獨逸 IG 社의 새로운 方式의 試驗工場에서 最初로 纖維를 만들었다. 그當時 이들은 驚異的인 性能을 가진 合成纖維로서 그 分野의 새로운 時代를 열게 되었다.

Enka 社에서 調査한 全世界(共産圈除外)의 고무補强用纖維의 總消費量動向 및 豫測을 보면, 그림 1에 表示된 바와 같이 나일론은 스틸, 폴리에스테르 등과 같이 앞으로도 계속 고무用纖維로서 主力을 이룰 것으로 보이며, 고무 關係者들에게는 없어서는 안될 重要한 纖維이다. 그러므로 本稿에서는 나일론의 種類, 製法, 物性, 結晶構造, 濕·乾熱劣化와 微細構造變化, 熱反應 등에 대해서 자세히 說明하고자 한다.



〔그림 1〕 全世界 고무補强用 纖維의 消費動向 및 豫測(共産圈 除外)

나일론은 Carboxyl 基-COOH와 Amino 基-NH_2의 重縮合反應으로 된 Amide 結合-CONH-에 의한 線狀高分子(Polyamide)이다. 따라서 이들을 여러가지 種類로 다양하게 組合시킴으로써 多種多樣한 나일론을 만들 수 있다. 그러므로 여기서는 고무用纖維에 關係가 깊은 것을 중점적으로 說明하기로 한다.

1. 나일론의 種類

(1) 脂肪族 나일론

脂肪族 나일론에는 나일론 mn型과 나일론 n型의 두가지 型이 있다. 現在 고무工業이나 衣料 등으로 많이 生産되고 있는 나일론 66과 나일론 6이 脂肪族나일론이다. 따라서 이들을 例로 들고자 한다.

① 나일론 mn 型(例, 나일론 66)

Diamine $H_2N(CH_2)_mNH_2$와 dicarboxyl 酸 $HOOC(CH_2)_{n-2}COOH$의 重縮合으로 된 Polyamide 이다. 여기서 m과 n은 單量體의 炭素數를 나타낸다. 예컨대, 나일론 66은 다음과 같은 反應에 의해 만들어진다.

hexamethylenediamine　　adipin 酸　　重縮合

$$H_2N(CH_2)_6NH_2 - HOOC(CH_2)_4COOH \xrightarrow[-H_2O]{}$$

(炭素數 6)　　(炭素數 6)

Nylon 66

$$-[HN(CH_2)_6NH \cdot OC(CH_2)_4CO]_p-$$

p=重合度

여기서 Hexamethylenediamine 과 adipin 酸의 炭素數는 다같이 6이다. 따라서 炭素數가 6·과 6인 서로 다른 單量體의 重縮合物이므로 나일론 66이라고 稱하였다. 이때 diamine 中의 炭素數를 먼저 表示하게 되어 있다. 나일론 mn 型은 各種 diamine 과 dicarboxyl 酸을 組合함으로써 例컨대, 6·10 등과 같이 多樣하게 만들 수 있다. 그들의 代表的인 物性으로 融點을 比較해보면 表 1 과 같다.

mn型 나일론 중에서 나일론 66은 優秀한 力學的 性質을 가진 重要纖維인 동시에 플라스틱 素材로서도 중요하다.

② 나일론 n型 (例, 나일론 6)

各種 lactam $HN(CH_2)_{n-1}CO$ 또는 ω-amino 酸 $H_2N(CH_2)_{n-1}COOH$ 의 重縮合으로 된 Polyamide 이다. 여기서 n은 單量體의 炭素數를 나타낸다. 예컨대, 나일론 6은 다음과 같은 反應으로 이루어진다.

$$\underset{\varepsilon\text{-caprolactam}}{HN\text{-}(CH_2)_5\text{-}CO} \xrightarrow[\text{開環}]{+H_2O} \underset{\varepsilon\text{-aminocapron酸}}{H_2N(CH_2)_5COOH} \xrightarrow[-H_2O]{\text{重縮合}} \underset{\text{Nylon 6}}{-[HN(CH_2)_5CO]_p-}$$

(炭素數 6)

p = 重合度

즉, 炭素의 數가 6인 서로 같은 것(ε-aminocapron 酸)끼리 重縮合하여 된 것이므로 나일론 6이라고 하였다. 그밖에도 나일론 n型에는 나일론 1～12, 17, 18 등 多樣하다. n이 클수록 amide 基의 密度는 낮고, 融點은 低下되나(表2) 疎水性이 높아져서 電氣絶緣性이 좋아진다.

나일론 11, 12는 可撓性이 좋아서 고무工業에서도 耐屈曲疲勞性을 重視하는 호스나 튜브 등에 使用되고 있다. 나일론 11은 피마자油의 ricinole 酸을 原料로 하고 있으며, 나일론 12는 butadiene 을 原料로 하고 있다. 따라서 原料的으로는 나일론12가 有利하나 나일론 11이 12보다도 融點이 높고 耐熱性이 좋으며 또 耐油性도 良好하다.

diamine－二塩基酸으로 된 나일론의 融點(℃)

m : diamine 中의 炭素數 n : 二塩基酸 中의 炭素數

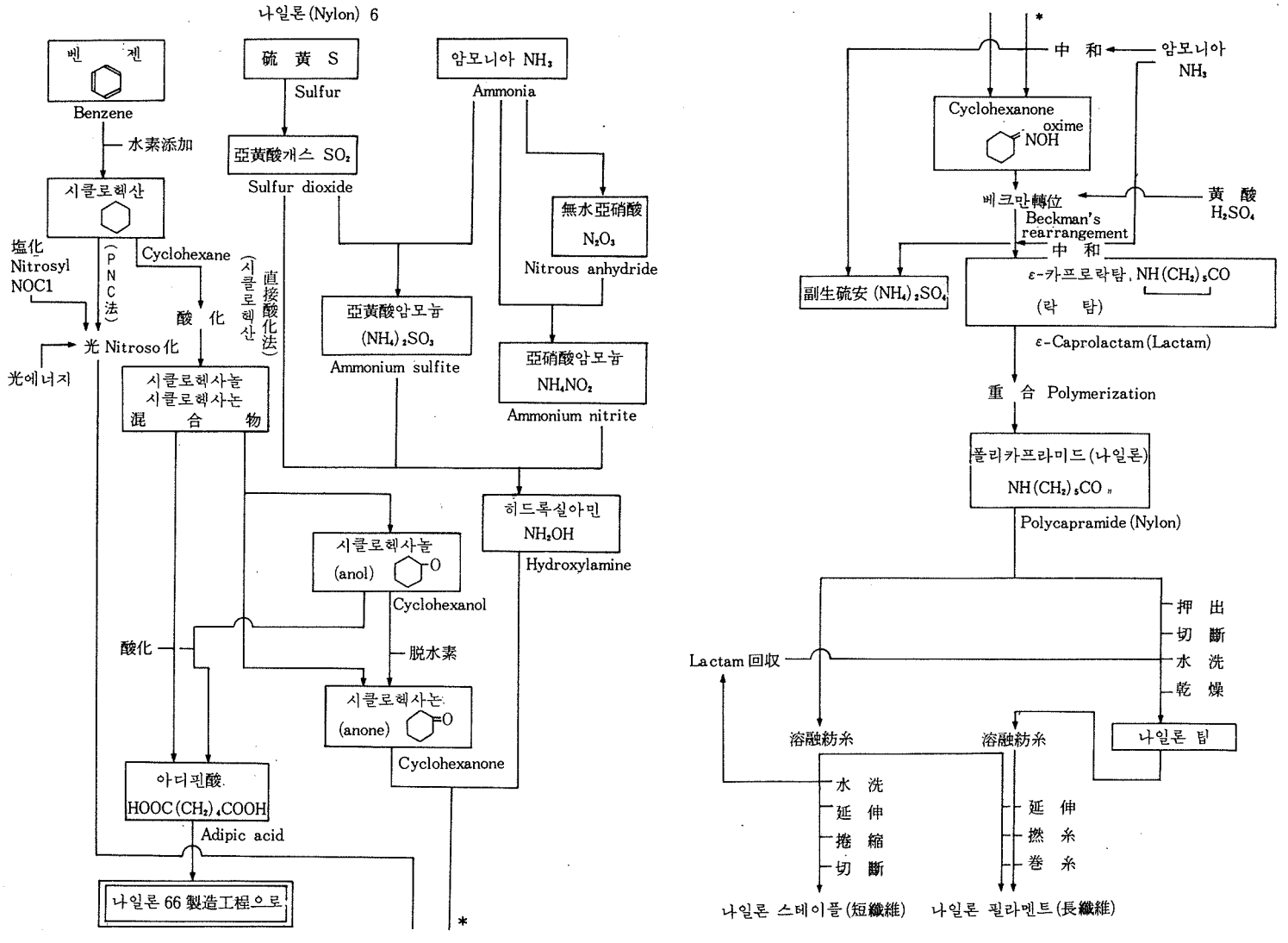
〈表 1〉

m \ n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18
0					300				278						
1					300										
2				293					254						207
3				198					220						
4					278	233	250	236	238	208	208				
5		191			223	183	202	178	195	173	170	176	178	168	167
6		235			255	224	238	212	213						
7				180	226	208	223	194	197						
8					237			194	197						
9				175	204			162	174						
10	229				230			185	197						
11				172					168						
12					208				171						

各種 lactam $HN(CH_2)_{n-1}CO$ 또는 아미노酸 $H_2N(CH_2)_{n-1}COOH$로 된 나일론의 融点

〈表 2〉

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17
融 点 ℃	340	254	259	215	225	178	186	175	185	150



〔그림 2〕 나 일 론 6 의 製 造 工 程

③ 나일론 6 의 製造工程 (그림 2)

벤젠, 硫黃, 암모니아를 原料로 하여 Caprolactam (lactam)을 만들고, 그것을 開環, 重合시켜 나일론을 만들고 있다. 그리고 나일론 6은 重縮合時에 約 10%의 lactam이 未反應 상태로 남게 되므로 후에 溫水로 抽出하여 回收하여야 한다. 나일론 66에는 少量의 oligomer (重合度 2~20정도의 重合體)가 含有되어 있다.

(2) 脂肪族-芳香族 Polyamide

脂肪族 나일론 (나일론66, 나일론6 등)은 彈性率과 T_g가 낮고 또 치數安定性이 좋지 않다. 이러한 點을 改善하기 위하여 鎖中에 벤젠環을 짝지어 넣어서 ① 彈性率을 向上시키고, 즉 硬度를 높이고, ② T_g를 높여서 치數安定性을 增加시키며, ③ 耐熱性 등을 向上시키는 方法을 많이 試圖하고 있다.

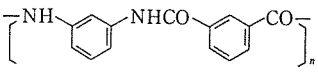
예컨대, Hexamethylenediamine (炭素數 6)과 Benzene 環을 가진 Terephthal酸 (T)의 重縮合으로 된 나일론 6T가 있다. 나일론 6T는 나일론 66에 比해 彈性率, T_g, 融點, 耐熱性 등이 크다. 그밖에도 MXD-6 纖維가 있다.

(3) 全芳香族 Polyamide (例, Kevlar)

앞에서 說明한 脂肪族 Polyamide 分子鎖의 어떤 部分을 芳香族單位로 置換하면 熱的性質이 나일론 66과 같은 脂肪族 Polyamide 보다도 훨씬 우수한 Polymer 를 얻을 수 있다. 그러므로 脂肪族部分을 全部 芳香族單位로 置換하게 되면 예상대로 融點이 한층 높고 耐熱性, 彈性率이 뛰어난 Polymer 를 얻을 수 있다.

有名한 kevlar 나 nomex 가 그 한 例이다. kevlar 에 대해서는 앞으로 자세히 說明되므로, 여기서는 노멕스 (poly-*m*-phenyleneisophthalamide)에 대해서 說明하기로 한다.

노멕스는 또 HT-1이라고도 하며, isophthal 酸과 phenylenediamine 의 重縮合으로 만들어진다.



構造式에서도 알 수 있는 바와 같이 벤젠環이 많고, 또 armide 基가 벤젠環과 직접 連結되었기 때문에 分子가 剛直하고 Young 率이 크며 (表 3 참조), 치數安定性도 좋다. 그리고 耐熱性도 높으며 溶融되지 않고 約 400℃ 부근에서 炭化된다. 그러므로 防炎服 등에 使用되며, 또 耐電壓性, 耐放射線性, 耐藥品性 등이 良好하므로 이들 各 用途에도 使用되고 있다.

타이어코드에도 한때 注目되었으나 强度가 4~6 g/d (表 3)로서 나일론 66이나 6 (約 9.5g/d)에 比해 낮아서 타이어에는 사용되지 않았다.

各種纖維의 强度的 性質

〈表 3〉

	纖 度 (d)	乾强度 (g/d)	乾伸度 (%)	結節强度 (g/d)	Young 率 kg/mm²	伸長率彈性度* (%)	比 重 g/cc
나일론 4	4.58	6.45	21	2.59	344	87	1.24
키아나 No. 1	1.98	2.91	50	2.89	184	100	1.04
키아나 No. 2	1.97	2.66	37	2.87	126	86	1.04
노멕스	2.07	4.72	35	4.11	1240	89	1.38
케블라 No. 1	1.68	23.63	4.6	4.99	5485	76	1.44
케블라 No. 2	1.50	26.33	4.4	5.19	6151	68	1.44
나일론 6 (普通)	4.14	4.58	45	—	252	—	1.14
나일론 6 (高强力)	6.38	9.74	33	—	324	—	1.14
폴리에스테르 (普通)	2.70	4.81	32	—	1141	—	1.38
폴리에스테르 (高强力)	5.37	9.04	16	—	1161	—	1.38

* 伸長率 3%除重直後의 數字임.

(4) 脂環族 Polyamide

Cyclohexane 環을 가진 폴리아미드로서 絹과 같은 光澤이 있다. 例로서 DuPont 社의 키아나를 들 수 있다(表3). 키아나(Qiana) 同族體라고 생각되고 있는 DuPont 社의 Fiber "A" 타이어코드의 概略은 다음과 같다.

이 纖維는 强度 8.8g/d, 切斷伸度 13%이며, 融點은 565°F (296°C)이므로 나일론, 폴리에스테르보다도 높다. 따라서 使用範圍의 溫度에서는 그림3에 表示된 바와 같이 彈性力은 별로 變하지 않는다. 치數安定性이 良好하고 Flat spot도 적다고 한다. 또 Hysteresis에 의한 發熱은 폴리에스테르나 나일론보다도 적다. 成分은 para, amino, cyclohexyl, methane-12로 推定된다. 이것을 타이어코드로 使用한 타이어도 試作되었으나 現在에는 거의 使用되지 않고 있다.

2. 나일론(66 및 6)의 長點

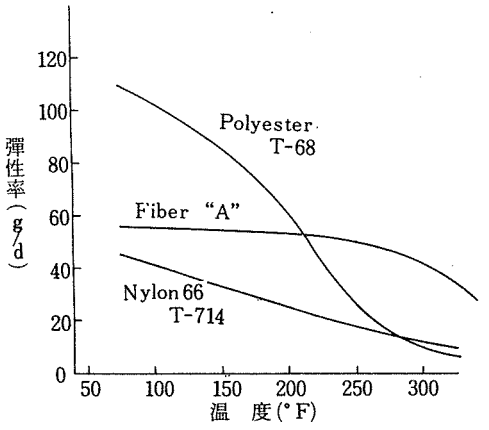
앞에서도 說明한 바와 같이 나일론은 多種多樣하며, 일반적으로 고무用이나 衣料用纖維로 大量生産되고 있는 것은 脂肪族인 나일론 66과 나일론 6이다. 그러므로 여기서는 이들에 대해서만 論하고, 全芳香族 나일론인 Kevlar에 대해서는 다음으로 미룬다.

나일론 66, 나일론 6의 가장 큰 特徵은 耐疲勞性이 크다는 것과 그림4에 表示된 바와 같이 Toughness나 强度가 크다는 것이다. 强度(g/d)는 Kevlar 보다는 못하나 폴리에스테르나 레이온보다는 높으며 經濟的으로도 有利하다. 뿐만 아니라 타이어 走行에 따른 發熱도 적다. 이들은 고무用 纖維로서의 問題點(후에 說明함)도 있으나, 앞으로도 나일론이 重要視되는 주요한 근거라고 볼 수 있다. 이와같은 理由로서도 나일론은 앞으로 當分間은 트럭·버스用 등의 大型타이어나 콘베이어벨트 등에는 Steel 코드와 같이 使用될 것으로 보인다. 또 나일론66은 航空機用타이어에 使用되고 있다.

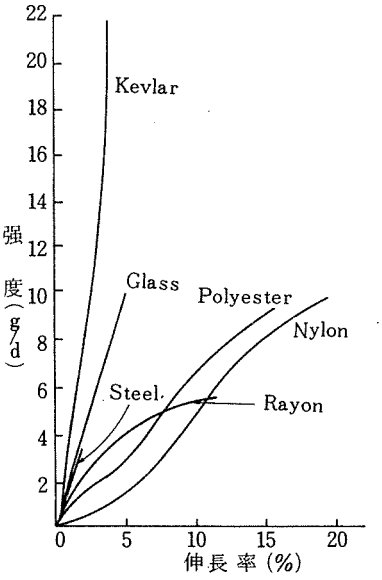
나일론은 1961年頃부터 레이온 代身으로 사용되었다. 過去 나일론은 나일론 6이 主였으나, 그후 熱特性과 치數安定性에 있어서는 나일론 66이 나일론 6보다도 우수하여 나일론 66이 進出되고 있다. 歐美 地域에서는 나일론 66이 위주이고 나일론 6은 一部에서만 사용되고 있다. 現在 나일론 6이 66보다도 價格이 약간 싸다.

〈表4〉 나일론 6의 原糸强度推移

年度	60~63	63~65	65~70	70~80
强度(g/d)	8.2~8.4	8.5~8.7	8.9~9.1	9.1~9.3



〔그림 3〕 Fiber "A"의 溫度에 対한 彈性率



〔그림 4〕 各種타이어用 纖維의 應力, 伸長率曲線

나일론 66이나 6은 다같이 品質改善이 많이 되었다. 예컨대, 나일론 6의 强度는 表 4에 表示된 바와 같이 向上되어 왔음을 알 수 있으며 66도 거의 같은 정도이다.

3. 나일론 타이어코드의 問題點

(1) 치數安定性이 良好하지 못하다.

앞에서도 說明한 바와 같이 타이어에 荷重을 오랜동안 걸어놓으면 타이어가 늘어나서, 이른바 크립(creep)現象을 일으키기 쉽다. 따라서 나일론 타이어는 長時間 走行하게 되면 다른 종류의 코드를 사용한 타이어보다도 타이어의 成長(타이어가 늘어남)이 크다. 그러므로 Radial 타이어의 벨트材로는 사용되지 않고 있다. 또 나일론코드는 加熱 또는 吸濕되는 경우에 收縮되기 쉽다. 熱收縮은 加熱時의 水素結合力과 관계가 있다.

(2) 타이어의 操縱安定性이 레이온, 폴리에스테르보다 못하다.

(3) 濕熱劣化되기 쉽다.

예컨대, 나일론 6의 乾熱融點은 224℃이나, 濕熱에서는 約 162℃ 정도로 融點이 低下된다. 특히 이 問題는 夏期에 溫度가 높은 곳에서는 크게 問題視되고 있다.

(4) 나일론 타이어를 長期間 走行(타이어의 溫度가 上昇)한 후 停止駐車시켜 놓으면(冷却됨), 타이어가 接地面에서 變形(接地面이 편편〈flat〉해짐)을 일으켜, Flat spot 現象을 일으킨다. 그래서 다음 走行時 乘車感에 영향을 미치게 된다.

특히 寒冷地에서 問題가 되므로 新車用 乘用車타이어에는 選好되지 않고 있다.

(5) 타이어가 成長하여 트레드고무에 龜裂이 생긴다.

以上과 같이 나일론코드는 치數安定性이 좋지 않다. 그래서 이것을 가능한 한 改善시키기 위하여 熱延伸處理(結晶性, 配向性 등을 向上시켜 變形되지 않게 함)를 하나 레이온이나 폴리에스테르 등에 比하면 치數安定性이 뒤떨어진다.

4. 最 近 動 向

나일론 코드의 撚數를 줄여서 撚糸工程의 코스트를 節減하는 한편 彈性率을 높여서 Radial 타이어의 카카스用으로도 試圖되고 있다. 이에 따르면 트레드 고무의 耐磨耗性이 增加하여 燃料消費量이나 回轉抵抗이 標準撚數의 코드보다도 低下되었다고 한다.

또 타이어의 生産能率을 向上시키기 위하여, 過去의 1260D/2코드 構造를 1890D/2로 하여 一方向强化 고무層 1枚當 强度를 上昇시키고 타이어의 ply 數를 줄이려고 하고 있다. 이때 코드의 denier 數의 增加로 인하여 耐疲勞性이 低下될 念慮가 있다.

最近 Chegolia는 溶融紡糸~延伸法을 써서 强度 17g/d의 高强力 나일론 6을 만들어서 纖維 메이커들의 큰 關心을 끌게 되었다.

5. 나일론 66 및 나일론 6의 結晶構造와 水素結合 및 融點

일반적으로 잘 알려져 있는 바와 같이 나일론의 强度, 耐衝擊性, 耐磨耗性 등의 機械的 性質은 다른 플라스틱이나 纖維에 比해 優秀하다. 그 原因 중 하나는 나일론의 內部構造로서, 强固한 水素結合에 의해 形成되는 安定한 結晶이 存在하기 때문이라고 한다.

나일론의 結晶이나 水素結合狀態는 앞으로 나오는 濕熱時의 融點, 昇溫時의 强力低下, 耐疲勞性, 熱收縮變化 등의 機械的 性質이나 微細構造에 밀접한 關係가 있으므로 그 槪略을 살펴보기로 한다.

〔參 考〕

나일론 分子를 構成하는 主原子價 結合에너지는 나일론의 結晶을 構成하는 分子間의 水素結合에너지에 比해 約 한자리數가 크다. 그래서 纖維에 引張應力을 加했을 경우, 分子自體의 切斷되는 比率은 적으며, 分子間의 水素結合部에서 대부분의 分子가 미끄러져나가서 切斷되는 것으로 생각된다.

그리고 加熱 또는 물에 의해서 分子間의 水素結

合力은 弱해지든지 또는 切斷되어 繊維의 物性에 크게 影響을 미치게 된다. 그러므로 水素結合狀態는 매우 重要視되고 있다.

(1) 나 일 론 66

Bunn Garner 등에 의한 나일론66 結晶(α型)의 分子鎖配列과 水素結合面을 각각 그림 5와 그림 6 (a)에 表示하였다.

格子常數는 a=4.9Å, b=5:4Å, c(繊維軸)=17.2Å, α=48.5°, β=77°, γ=63.5°이다.

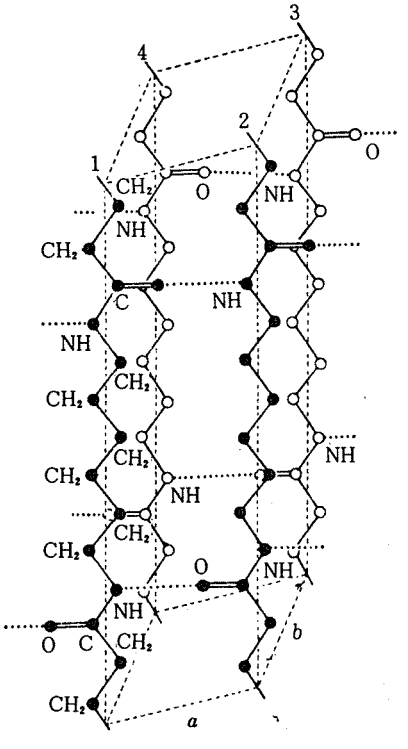
두 그림에서 알 수 있는 바와 같이 한 分子의 NH 基가 隣接된 分子의 C=O 基와 마주보고 있으며, 酸素와 窒素原子間의 距離가 2.8Å (이 値는 van der Waal's force에 대한 期待値보다 짧다)인 것으로 보아 NH와 C=O는 水素結合(NH……C=O)하여 結晶을 이루고 있는 것으로 보인다. 이 結果는 赤外線 吸收 스펙트럼에 의한 結果에도 矛盾되지 않는다. 또 그림 5, 6 (a)에서 分子鎖中의 amide 基間의 methylene 基($-CH_2-$)의 數는 6과 4로서 짝수임을 알 수도 있다.

(2) 나 일 론 6

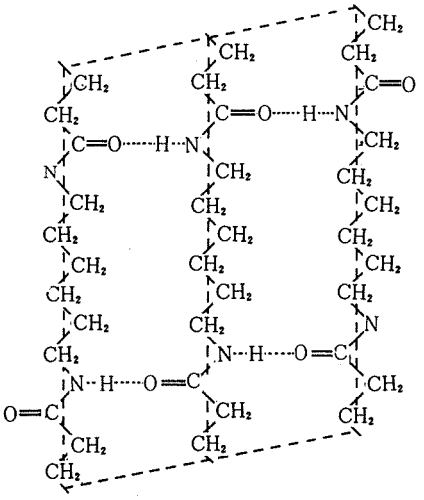
그림 7은 Holmes, Bunn, Smith 등에 의한 나일론6 (α型)의 結晶構造이고, 그림 6 (b)는 水素結合面을 나타낸 것이다.

格子常數는 a=9.56Å, b(繊維軸)=17.24Å, c=8.01Å, β=67.5°의 單斜晶形이다.

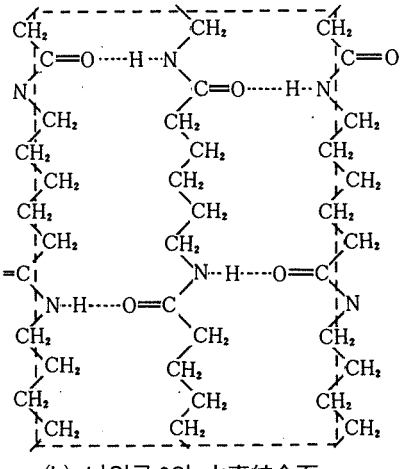
두 그림에 表示된 바와 같이 面內의 두 鎖는



〔그림 5〕 나일론 66의 α型結晶의 構造



(a) 나일론 66의 水素結合面



(b) 나일론 6의 水素結合面
(隣接한 分子鎖가 서로 逆平行으로 配列되었을 때)

〔그림 6〕 나일론 66 및 6의 水素結合面

서로 逆平行으로 配列되어 나일론 66의 경우와 같이 NH……O=C로 完全한 水素結合을 形成하고 있다. amide 基間의 methylene 基의 數는 5로서 홀수이다. 水素結合狀態에 관한 研究結果의 一部를 보면 그림 8과 같다. 이 그림에서 NH 伸縮振動(ν_{NH})의 强한 吸收 피크가 3305cm^{-1}에 있음을 알 수 있다.

自由로운 상태에서의 NH 伸縮振動은 3500cm^{-1} 부근에 吸收가 나타나는 것으로 일반적으로 알고 있다. 따라서 그보다도 낮은 波數인 3305 cm^{-1}의 吸收는 분명히 水素結合을 하고 있는 NH의 伸縮振動이라고 볼 수 있다(水素結合을 하면 NH 伸縮振動의 힘의 定數가 작아지므로 振動數는 波數가 낮은 쪽으로 기운다). 즉, 自由狀態의 NH 基는 나일론 6에는 없다.

〔參 考〕

그림 8의 實線에는 3497cm^{-1}에 작은 吸收가 있다. 이 吸收는 P_2O_5 上에서 乾燥시켜 스펙트럼을 測定한 결과 消失되었다. 따라서 이 吸收는 結合水에 의한 것으로 생각되며, 3305cm^{-1}의 吸收피크의 位置는 乾燥 吸濕에 의해서 變動되지 않음을 確認하였다.

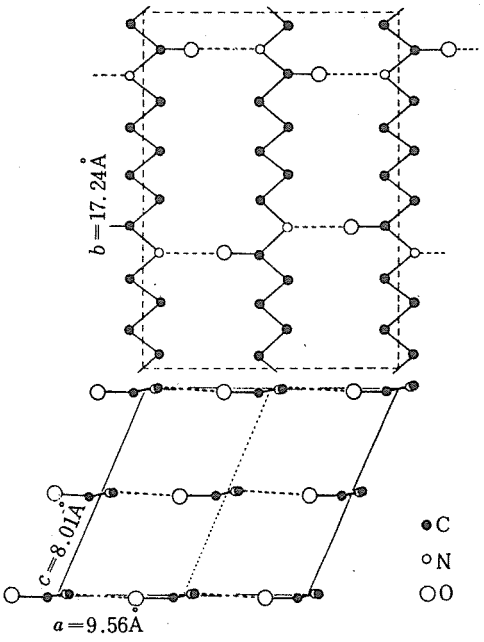
(3) 나일론 66과 나일론 6의 融點差

나일론 6 타이어코드의 融點은 224℃이고, 나일론66은 263℃이다(實驗試料, 履歷, 測定者 등에 따라 다소 差異가 있다). 두 Polymer의 構造가 類似한데도 불구하고 融點의 差는 크다. 예컨대, 耐熱콘베이어 벨트나 航空機用에는 나일론 6 代身에 66이 使用되고 있다. 나일론 6의 融點이 낮은 原因으로 생각했던 初期에 말한 水素結合이 적다는 假說은 정확한 X線研究에서 그 잘못이 판명되었다. 다음에는 融點差에 관한 研究의 槪略을 살펴보기로 한다.

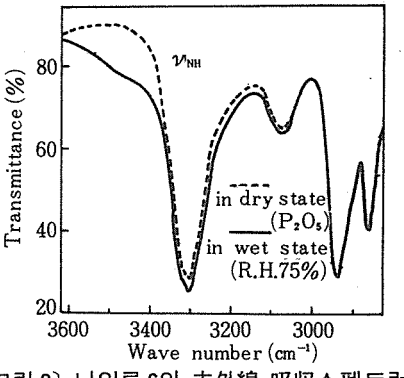
① 融解 Entropy

어떤 學者들은 그 融點差가 나일론 6의 보다 큰 融解 Entropy(ΔS) 때문이라고 하였다. (熱力學의 $T_m = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ 式에서 融點 T_m은 ΔS가 커질수록 작아진다. 여기서 ΔH는 融解 Enthalpy 이다).

② Amide 基間, CH_2數의 홀수·짝수에 의한 融點差



〔그림 7〕 나일론 6의 α型 結晶構造



〔그림 8〕 나일론 6의 赤外線 吸收스펙트럼

위에서 說明된 바와 같이 amide 基間의 CH_2 (methylene 基)의 數는 나일론 6의 경우는 홀수이고 나일론 66은 짝수이다.

일반적으로 amide 基間의 CH_2의 數가 짝수인 것은 홀수인 것보다도 融點이 높다. 그래서 Holmes는 나일론 6의 融點이 낮은 것은 대개 홀수 鎖部分에 따른 振動의 傳播에 關係된다고 하였다.

以上으로 나일론 66과 6의 融點差가 큰 理由로서, 融解 Entropy와 amide 基間의 methylene 基數의 짝수·홀수의 差異 등을 들었다.

…… 《p. 15에 계속》 …

新製타이어의 總販賣量은 점차 減少될 것으로 豫想되나, 再生타이어의 販賣量은 특히 貨物運送業者들이 가능한 한 費用을 節減하기 위하여 再生타이어를 使用하기 때문에, 더 增加될 것으로 豫測된다.

現在의 프랑스 타이어 市況으로 보아서는, Michelin 타이어는 競爭이 熾烈하고 또 더 이상 市場을 擴大하기가 어렵기 때문에 市場占有率이 1～2%정도 떨어질 것같다. 그리고 Kléber는 점차 衰退되어 1988年에는 완전히 門을 닫을 것 같다고 한다(이 會社의 閉鎖問題는 主로 프랑스 政府의 方針에 달려 있다). 만일 Kleber 會社가 閉鎖된다면, 주로 Firestone과 Goodyear에서 많은 利得을 보게 될 것이다. 또 Pirelli는, Michelin에서 자기들 나름대로 그들의 市場範圍를 다소 넓히려고 생각하고 있기 때문에, 高性能시리즈 타이어 分野에서 더이상 市場擴大가 어려울 것 같다.

그러나 프랑스의 産業 全般에 걸쳐 主張하고 있는 것은, 企業들이 負債가 많아 流動的으로 不安한 상태에 있고, 특히 타이어 業界에서는, 타이어의 販路가 大型 수퍼마켓으로 集中되고 있으며(現在 거의 피크에 달한 것으로 생각되기는 하나), 또 自動車使用者들은 直接 타이어를 수퍼마켓에서 싸게 購入하여 손수 갈아끼우는 DIY 運動이 많이 展開되고 있어 한층 利潤이 줄어들고 있다는 것이다.

☆ ☆ ☆

《p. 23의 계속》

〔參 考〕

나일론 6의 結晶構造는 分子에 對稱心이 없으므로 分子鎖의 逆平行型에서는 α型(그림 6 (b) 및 그림 7 참조), 平行型에서는 γ型으로 되어, 130℃ 以下에서 結晶化시키면 γ型이 形成되고, 210℃ 以上에서 結晶化시키면 α型이 된다고 한다.

脂肪族 Polyamide 纖維의 結晶型은 monomer 單位의 methylene 基數로 결정되는데, diamine-dicarbon酸 型에서는 methylene 基가 짝수인 경우, ω-amino酸 型에서도 짝수인 경우, 및 methylene 基가 홀수인 나일론 4, 6의 경우에만 α型이다.

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 관한 論文, 리포트 2. 體驗記 등

面 數：200字 原稿紙 50面 內外

稿 料：採擇揭載分에 對해서는 所定의 稿料를 드립니다.