

Nylon-6 纖維의 均一延伸에 關하여

尹 文 求*

The effect of preparation content on Nylon-6 undrawn yarns at drawtwisting process were investigated. Variable samples differ from oil and water content of 518(140/10×3.7) denier, undrawn yarn were prepared and tested at drawtwisting process whether they are stretched evenly without any undrawn parts in the drawn yarn.

It was observed that the unadequate content of both impart great influence to result partial undrawn parts (Masern-T) in the drawn yarn during drawing process.

I. 序 論

Nylon-6 長纖維는 周知되고 있는 바와같이 ϵ -caprolactam을 回分式 또는 連續式으로 重合하여 生成한 重合體를 chip으로 切斷, 水洗, 乾燥한 後 溶融紡糸하여 未延伸糸로 捲取한 다음 이것을 다시 300%~400% 程度 延伸하여 挀으로써 製造된다.

溶融紡糸 때 Nozzle 直後에서 溶融物이 固化하기 以前에 捲取速度에 依하여 溶融物의 延伸이 일어나지만 이것은 未延伸糸의 延伸과는 區別하여 論議된다. 未延伸糸를 延伸하면 結晶化도와 分子配向度の 增加가 일어나며 이것은 X線廻折이나 復屈折率의 測定으로 確認된다. 未延伸糸의 酸性染料에 依한 吸着舉動은 延伸糸보다 吸着率이 신속하며 이에 따라서도 結晶化도와 分子配向度の 差異를 認識할 수 있다.

溶融紡糸 工程에서 製造된 未延伸糸는 強度 1gr/den. 程度로 若干의 張力을 加하여도 늘어나기 쉽고 일단 伸長된 것은 張力을 除去하여도 回復되지 않아 纖維로서는 使用할 수 없다.

延伸은 一般的으로 表面速度가 다른 2個의 Roller에 依하여 表面速度의 比만큼 이루어지며 같은 重合度の 重合體라도 延伸率에 依하여 強伸도가 달라진다.

Nylon-6의 普通強力糸는 Nylon의 2次 轉移點이 낮기 때문에 冷延伸이 適用된다. 冷延伸 機構에 關하여는 많은 報告가 있으나 아직 充分하지는 못하다.

例를 들면 Bunn, Alcock는 necking部에서 微結晶의 分割과 回轉이 일어나 流動이 나타난다고 하였다. ① 本 考察에서는 未延伸糸의 水分率 및 油劑含量이 均一延伸에 미치는 影響을 觀

* 纖維工學科 講師

註 ① 纖維學會編, 纖維物理學, 1968, p. 69.

察하였다. 이 두가지 要素가 延伸中 糸切의 原因도 되지만 이것은 延伸 以前의 모든 工程條件이 關連되기 때문에 復雜性を 避하기 위하여 延伸糸中에 部分未延伸(Masern-T)^②의 發生에 對한 觀察에 限定시켰다. 實驗은 現場作業을 中心으로 하여 施行하였다.

II. 實驗條件

本 實驗에 適用된 各 工程의 主要條件, 實驗方法 및 油劑의 性狀은 다음과 같다.

1. 紡糸工程

- 1) Chip의 相度粘度 : $\eta_{rel.} 2.7$ (96% 黃酸)
- 2) 紡糸溫度 : 280°C~285°C
- 3) 未延伸糸 denier : 518/10 den. (140/10×3.7 den)
- 4) 紡糸速度 : 440m/min.
- 5) 捲取室 溫濕度 : 20±1°C, 55~60% R.H.
- 6) 捲取機 製造會社 : Rieter, Type H 5/1

2. 延伸撚糸工程

- 1) 延伸糸 denier : 140/10 den. (普通強力糸)
- 2) 延伸率 : 1 : 3.7倍
- 3) 延伸速度 : 400m/min. (Godet roller)
- 4) Spindle r.p.m. 6,000
- 5) Top roller 重量 : 1,400gr.
- 6) 室內溫濕度 : 22±1°C, 60~65% R.H.
- 7) 製造會社名 : Rieter, Type J 5/5

3. 紡糸油劑

- 1) 油劑名 : Limanol 3100 os, Schill & Seilacher 社製
- 2) 油劑의 性狀
 - Non-ionogenic, based on paraffin hydro carbons
 - Specific Weight: 0.908 at 20°C
 - Viscosity: 17°E at 20°C
 - Dry substance: 93.5%
 - Non-volatile Organic Substance: 92.4%
 - P.H. (10% by weight emulison) : 7.5

^② H. Klare, Synthetische Fasern aus Polyamiden, 1963, p. 345.

4. 水分率 및 油劑含量 測定方法

- 1) 水分率 ; 捲取機에서 2 個의 給油 roller (Finish roller)를 거친 未延伸糸를 試料로 採取 65°C에서 30分間 乾燥한 後 Desicator에서 冷却後 秤量測定한다.
- 2) 油劑含量 ; 水分率을 測定한 試料를 四鹽化炭素 (CCl₄)로 油劑分을 抽出한 後 105°C에서 2時間 乾燥하여 Desicator에서 冷却시킨 後 秤量測定한다.

5. 部分 未延伸糸 檢査方法

Denier 測定에 利用되는 Wrap reel에 黑色 Kraft紙를 감아 Seriplane과 비슷한 裝置로 하여 이것에 試料를 重復되지 않게 捲取하고 延伸狀態의 異常有無를 確認한다.

III. 實驗操作 및 結果

未延伸糸의 水分 및 油劑含量을 相異하게 하기 위하여 油劑 (Limanol 3100 os)의 軟水 희석도를 110gr/l 내지 125gr/l로 變更하고 Finish roller의 速度와 接觸角을 調節하여 위의 두 값이 다르게 未延伸糸 試料를 準備하였다. 이때 油劑의 濃도가 油劑含量에 큰 影響을 주지만 給油 roller의 回轉速度와 接觸角의 變更만으로도 各各 含量이 다른 試料를 얻을 수 있었다. 2個의 Finish roller에는 同一한 條件으로 調製된 Emulsion을 供給하였다.

Bobbin에 捲取한 未延伸糸는 別途의 調濕 (Conditioning)을 하지 않고 延伸室에 數時間 放置

試料 No.	水分率	油劑含量	結果
101	5.1	0.59	○
102	6.6	1.04	○
103	6.5	1.19	△
104A	4.3	0.56	△
104B	7.2	1.14	×
105	6.7	1.19	○
201	5.3	0.79	○
202A	4.4	0.6	△
202B	5.7	1.07	○
203	4.6	0.54	○
205A	3.7	0.49	××
205B	6.2	1.06	○
206	3.9	0.89	×
207	4.8	0.77	○
208	6.8	0.9	○
211	3.3	0.2	××

備考 ○.....完全均一 延伸
 △.....部分未延伸糸 若干 含有(發生頻도가 적음)
 ×.....部分未延伸糸 多量 含有(發生頻도가 많음)
 ××.....部分未延伸糸 多量 含有(發生頻도가 極히 많음)

하였다가, 延伸作業으로 옮겼다. 延伸作業中 延伸撚糸機의 Spindle 間的 條件의 差異가 있을 가능성을 考慮하여 한 個의 未延伸糸 Bobbin에 對하여 4個의 다른 Spindle에서 延伸하여 이들을 同一 試料 No.로 區分하였다.

延伸撚糸中 各 Spindle마다 Balloon을 觀察한 바 어느 것은 순간적으로 큰 요동을 일으키는 것을 볼 수 있었다. 이것은 檢査結果 大概 部分未延伸糸를 含有하는 것으로 判定되었으나 이 방법은 確實性을 期하기 어렵다. 完成된 延伸糸는 一定長을 前記한 檢査裝置에 감아 部分未延伸糸의 包含與否를 確認하였다.

延伸은 necking部 以後에는 完全히 이루어지므로 延伸糸中에 含有된 部分的인 未延伸糸는 識別이 容易하다. 即 이렇게 含有된 未延伸糸는 全히 延伸이 일어나지 않은 原來의 狀態로 存在하기 때문이다.

部分未延伸糸의 길이 및 發生頻度는 一定하지 않으나 同一한 試料 No.에 屬하는 4個의 試料는 거의 비슷한 狀態를 보여 주었다. 各 試料에 對한 水分率 油劑含量과 部分未延伸糸의 發生狀態를 對比한 表는 다음과 같다.

IV. 考 察

上記 表에 依하면 未延伸糸의 水分率 및 油劑含量이 部分未延伸糸 發生에 直接的인 連關性을 갖고 있음을 알 수 있다.

本 實驗條件下에서 140/10 den의 完全延伸에 要求되는 未延伸糸의 水分率은 最少限度 4.8% 以上이어야 하고 油劑含量은 1.07% 以下가 安定한 것으로 볼 수 있다.

그러나 未延伸糸의 굵기에 依한 吸濕擧動의 差異, 油劑의 種類, 調濕(Conditioning)의 實施如否, 延伸裝置 및 方法에 依하여 延伸效果가 달라지므로 위의 두 값은 相對的인 傾向을 表示할 뿐이며 一般性을 갖지 못한다.

水分率

給濕處理가 主로 Finish 處理에 依하여 Oiling과 同時에 이루어지므로 水分率과 油劑含量은 서로 密接한 關係가 있는 것을 알 수 있다. 未延伸糸의 平衡水分率은 46% RH와 63.1% RH에서 各各 3.12%와 4.27%^③이지만 給濕條件에 따라서는 平衡値보다 많은 水分을 付與할 수 있다. 實驗結果 水分率 4.8% 以上の 試料는 全部 完全히 延伸되었으나 水分率과 油劑含量이 같이 적었던 試料 No. 205A, 211은 極히 甚한 部分未延伸糸의 含有 뿐만 아니라 延伸作業中 糸切數가 많았다. 이때는 過少한 油劑含量에 依한 摩擦力과 靜電氣 發生量의 增加가 크게 影響되었을 것이다. 本 實驗에서는 水分率의 上限値는 決定하지 않았으나 部分未延伸의 防止나 制電效果를 目的으로 과잉의 水分을 吸收시켜서는 안된다. 未延伸糸의 水分率이 過多하였을

註 ③ 升本二郎, 工業用ナイロン, 1960, p. 95.

때는 前記한 目的은 達成할 수 있겠으나 Bobbin 捲取作業에 支障을 招來하고 延伸作業中 糸切을 增加시키는 境遇가 많다. 卽 各 作業條件에 따른 適正值가 要求되는 것이다.

一般의 纖維가 水分을 吸濕하면 膨潤되지만 特히 未延伸糸의 境遇에는 延伸效果에 至大한 影響을 주며 過少한 水分率은 延伸에 所要되는 張力을 增加시켜 延伸過程에서 순간적으로 延伸이 이루어지지 않는 部分的인 未延伸糸를 發生케 하는 것으로 生覺된다.

油劑含量

油劑의 必要한 要求量에 對하여는 一般의 斷言하기가 極히 不可能하다. 給油의 主目的이 潤滑作用과 靜電氣發生 防止 等に 있지만 이들 目的을 達成하기 위한 油劑自體의 組成 및 成分이 種類에 따라 相異하고 用途別로 區別되는 것이 一般的인 常例이다. 이에 따라 同一量을 같은 條件으로 給油하여도 種類에 依하여 摩擦係數나 靜電氣發生量 등이 相異한 例가 흔히 있다. 또한 摩擦力은 油劑의 粘度, 絲의 走行速度, roller 上에서 絲이 받는 壓力 等に 依하여 影響되는 것을^④ 生覺하면 摩擦力의 減少는 油劑만의 要素가 아니라는 것을 알 수 있다. 本實驗條件下에서는 油劑含量 1.07% 以上인 境遇에 均一延伸에 支障을 招來하였으나 油劑의 種類와 用途에 따라서는 約 1.5% 程度까지 許容되는 수도 있다.

Finish 處理는 未延伸糸 全長에 걸쳐 均一하게 實施되어야 한다. 同一條件下에서 部分的으로 不均一處理가 되는 可能性으로는 Emulsion 內에 氣泡가 生成되어 Finish roller 上에 油劑가 均一히 擴散되어 있지 않을 때나 Emulsion에 腐蝕이 일어나 腐蝕된 찌꺼기(Sludge)가 Finish roller를 通하여 未延伸糸에 附着될 境遇 等이다. 後者의 境遇 部分的인 油劑含量이 限界値를 벗어날 可能性이 많으며 超過되었을 때는 該當 部分이 未延伸糸로 되기도 한다. 油劑含量이 어느 限界値를 벗어났을 때 延伸中에 部分未延伸이 發生하는 것은 油劑의 潤滑力의 過多에 依하여 延伸工程中 Slip이 發生하기 때문이다. 그러므로 前述한 바와 같이 油劑含量 自體도 重要하지만 付與된 條件下에서 油劑의 潤滑力에 對한 影響이 더욱 重要하다고 生覺된다. 特히 本實驗에 使用된 未延伸糸(140/10×3.7 den.)의 單糸는 51.8 den.인 太糸이었으므로 前述한 여러가지 問題點을 想起하면 特別한 Finish 處理와 充分한 給濕處理가 延伸前에 要求되었던 것으로 生覺된다.

V. 結 言

未延伸糸의 水分率 및 油劑含量이 適正하지 못하여 均一延伸에 異狀을 주고, 延伸糸中에 部分的인 未延伸部를 發生하게 하는 原因에 對하여 考察한 結果는 다음과 같다.

水分率 單獨으로 또는 油劑含量과 같이 過少하였을 境遇에는 延伸率에 依한 延伸 roller 間에 作用하는 張力이 延伸에 必要한 張力에 未達하여 순간적으로 Top roller에서 Slip이 發生하고

註 ④ General Aniline & Film Corporation, Textile Antistats and Lubricants, 1963, p. 8.

未延伸糸를 그대로 延伸 roller(Godet roller)까지 送出하게 되어 部分的인 未延伸糸를 發生하게 한다.

Top roller의 nipping이 完全하여 Slip이 일어나지 않는다면 糸切이 甚하여 延伸作業이 困難하게 된다.

適當量의 水分이 延伸을 容易하게 하고 未延伸糸 全長에 對하여 均一한 延伸을 可能하게 하는 것은 水分이 糸狀分子間의 間격에 沁입 未延伸糸를 팽윤하게 하여 分子 間격을 넓혀 分子間 引力을 減少^⑤ 分子滑動(Molecular Slippage)을 容易하게 하기 때문이라 생각된다.

油劑含有量이 過多하였을 때는 潤滑性이 지나치게 크게 되어 Top roller의 nipping에 不完全을 招來하고 이것 亦是 Slip이 發生하여 部分的인 未延伸糸를 나타나게 한다.

未延伸糸에 部分的으로 多量의 油劑가 附着되었을 때는 該當 部分에 같은 現狀이 일어난다. 어느 때나 結果的으로는 Top roller에서 Slip이 일어나는 것이 原因이 되지만 이 Slip은 순간적으로 계속하여 發生하기 때문에 延伸糸中에 部分的인 未延伸糸를 含有하게 된다.

前述한바 Finish oil은 製造纖維의 特性과 用途에 適應한 것을 選擇해야 하지만 Finish 處理된 未延伸糸의 水分率과 油劑含量은 延伸中 Slip 發生이 일어나지 않게 適正值를 維持시켜야 한다.

註 ⑤ Moncrieff, Man Made Fibers, 1963, p. 63, 85.