

日本技術士會監修

纖維試驗法

熊田喜代志著・賴耿陽譯



TQ347

1

日本技術士會監修

纖維試驗法

熊田喜代志著・賴耿陽譯

五洲出版社 印行

序 文

今天已從天然纖維的時代進入化學纖維的時代，最近合成纖維的發達更令人括目相看；把這些纖維適材適所地加以利用以提高製品的品質固然須靠生產技術者的努力，不過消費者充分瞭解其現態而加以利用也是很重要的。

隨著文化的發達，纖維製品也因用途的要求而愈趨複雜分歧，新纖維製品更臨陸續開發的機運，使得纖維技術的前途多彩多姿；逢會此秋，熊田喜代志氏以他多年的研究與實際經驗寫成纖維試驗法一書公諸於世。

熊田氏乃畢業於信州大學纖維學部纖維工業化學科，畢業後以現場技術者的身份多年實際工作於纖維工業中，繼續不斷地研究，其間在學會發表多次研究報告，去年任職日本工業規格（Japan Industry Standard）專門委員，現在乃是經營經營學園的篤學之士。

觀此書內容實互纖維之全般，其為生產技術者及學生研究的重要指針自不在話下，日本最近出版關於合成纖維或纖維科學的圖書雖然很多，但關於纖維試驗法的書籍則幾乎沒見過，所以此時此刻出版此書真是恰得其時，它足可促進纖維工業的發展，我如此確信所以慎重向讀者推薦此書。

農學博士 會田源作

於信州大學纖維學部纖維工業化學科研究室

作者序

第2次世界大戰後日本纖維產業已於10年間復興起來，昭和30年(1955)以降天然纖維實已達飽和頂點，相反地，其化學纖維的進步則迅速異常，足與先進國家相匹敵，但仔細分析的話，在這些製品的沿革中除去一部分日本純國產纖維外，大部份均在外國技術專利下以高價的外貨而開發者，實應把先進國的技術轉換為自己國家的獨自技術。

纖維產業若只拘泥於傳統，勢必被後進產業趕上超前而自限黃昏夕陽，有人的地方必是需要被服，生活三要素是永久不滅的，現在已正轉入天然纖維與化學纖維複合共存的時代，生產優秀的製品供給消費者，首須習得材料學的知識而充分利用之，經濟地生產品質良好的製品，以滿足消費者的需要，各種纖維材料及製品的品質試驗在生產工學和消費科學分野上都是不可缺的，纖維技術的圖書雖然很多，但在試驗方面分類詳細、解說平易的書却極少。

筆者多年從事於纖維工業的品質管理業務，經驗到形形色色的知識，分擔Modern engineering library(現代工業圖書)的一編，淺學非才的我實不勝此任，但總算執筆付梓，若有助於從事纖維工業第一線的管理監督者諸兄或高工大學中專攻纖維工業學科、被服材料學科的學生諸君，實屬至幸。

本書以日本工業規格(JIS)、農林省生絲檢查規程為骨幹，也參考即將規格化的原案，平易地講述試驗法的程序，至於詳細的理論則請另參考其他的專門書，為本書賜序的信州大學教授會田源作博士及下列各位均不吝提供技術資料，輔成此書，在此敬表謝意。

(株)島津製作所名古屋支店 (財)毛製品檢查協會

(株)興亞商會 (株)東洋精機製作所寺田章太郎日本化

(財)日本化學纖維檢查協會 日本化學纖維協會

金城學院大學教授尾藤省三 計測器工業株式會社

熊田喜代志

目 錄

1 棉纖維的試驗方法

1.1	談棉花	1
1.2	棉花的檢驗項目	1
1.2.1	棉花的色澤	2
1.2.2	夾雜物	2
1.2.3	棉 粒	2
1.2.4	纖維長度	2
1.2.5	纖 度	7
1.2.6	纖維強力	11
1.2.7	成熟度	13
1.2.8	水分率	14
1.2.9	不純物的鑑識	15

2 化學纖維的試驗方法

2.1	Rayon Staple	18
2.1.1	纖維長度	18
2.1.2	纖 度	19
2.1.3	強 力	22
2.1.4	捲 縮	24
2.1.5	光澤度	25
2.1.6	白色度	26
2.1.7	顯微鏡觀察	27
2.1.8	油脂分	29
2.1.9	異常纖維	30
2.1.10	硫黃成分	31
2.1.11	灰 分	31
2.1.12	氧化鈦	32
2.1.13	平均重合度	33
2.1.14	染 色	34
2.1.15	商用重量	35
2.2	合成纖維 Staple	40

2 目 次

2.2.1	初荷重	40
2.2.2	水分率及附著水分率	40
2.2.3	纖維長度	41
2.2.4	纖 度	42
2.2.5	伸長彈性率	42
2.2.6	摩擦係數	44
2.2.7	熔點及熱收縮	45
2.2.8	洗淨減量	46
2.2.9	溶劑抽出分	46
2.3	合成纖維Top的檢查	47
2.3.1	紗節 slub	47
2.3.2	毛球 (nep)	47
2.3.3	色澤不均及沾污	47
2.3.4	粗度變動率	47
2.3.5	重量開差率	48
2.3.6	粗度開差率	48
2.3.7	試料的拔取方法	48
2.3.8	Top的試驗成績	49

3 毛纖維的試驗方法

3.1	原毛購入檢查	50
3.1.1	重、量	50
3.1.2	選別檢查	50
3.1.3	洗毛比率	50
3.2	羊毛Top	52
3.2.1	Top的接收或輸出重量	52
3.2.2	試料的採取	53
3.2.3	外 觀	53
3.2.4	Sliver 重量	53
3.2.5	水分率	53
3.2.6	纖 度	55
3.2.7	纖維長度	59
3.2.8	殘脂率	64
3.2.9	nep與bar	67
3.2.10	強 度	67

3.2.11 Sliver 不均度	67
-------------------------	----

4 生絲的檢查及試驗方法

4.1 品 位	72
4.1.1 標準總荷檢查室	72
4.1.2 總荷檢查	72
4.1.3 再練檢查	72
4.1.4 織度檢查	73
4.1.5 絲條板檢查	75
4.1.6 大中節檢查	77
4.1.7 小節檢查	79
4.1.8 強力及伸度檢查	79
4.1.9 抱合檢查	80
4.1.10 生絲輸出的等級	81
4.2 正量檢查	82
4.2.1 水分檢查	82
4.2.2 原料檢查	83
4.2.3 正 量	83
4.2.4 封 印	84
4.3 特殊檢查	84
4.3.1 剝落 (exfoliation) 檢查	84
4.3.2 練減檢查	84
4.3.3. 夾雜物檢查	84

5 麻線的試驗方法

5.1 定 義	86
5.1.1 支 數	86
5.1.2 公定水分率	86
5.1.3 撚的方向及撚數的表示方法	87
5.2 試驗項目	87
5.3 試驗方法	87
5.3.1 線 長	87
5.3.2 水分率及正量或重量	87
5.3.3 支數的測定	88
5.3.4 單股線引張強度及伸長率	88

4 目 次

5.3.5 撚數及撚縮率	90
5.3.6 收縮率	91
5.3.7 線不均、節、渣滓及 nep	91

6 棉線的試驗方法

6.1 定義	92
6.1.1 支 數	92
6.1.2 支數的表示	92
6.1.3 初荷重	92
6.2 試驗項目	92
6.3 試 驗	93
6.3.1 線 長	93
6.3.2 水分率及重量	93
6.3.3 支數的測定	93
6.3.4 引張強度及伸長率	94
6.3.5 撚 數	95
6.3.6 收縮率	95
6.3.7 品 位	95

7 化學纖維紡績線的試驗方法

7.1 合成纖維紡績線	97
7.1.1 公定水分率	97
7.1.2 支 數	97
7.1.3 混用率的表示	97
7.1.4 撚的表示	97
7.1.5 標準初荷重	97
7.1.6 試驗項目	97
7.1.7 線 長	100
7.1.8 結節強度及引掛強度	101
7.1.9 衝擊強度	101
7.1.10 伸長彈性率	102
7.1.11 初期引張抵抗力	102
7.1.12 收縮率	103
7.1.13 洗淨減量	104
7.2 Rayon 紡績線及其混紡線	104

7.2.1	試驗項目	105
7.2.2	水分率	105
7.2.3	引張強度及伸長率	106
7.2.4	結節強度	106
7.2.5	撚 數	107
7.2.6	扭結 (snarl) 指數	107
7.2.7	線不均度、節、蒼泊及 nep	109
7.2.8	線不均度 U %	110
7.2.9	線欠點的機械檢查	114
8 Filament線的試驗方法		
8.1	Rayon 線	115
8.1.1	定 義	115
8.1.2	試驗項目	115
8.1.3	試料的採取法	116
8.1.4	試驗方法	117
8.2	合成纖維 filament 線	123
8.2.1	tex	123
8.2.2	試驗項目	123
8.3	伸縮性 High-bulky 加工線	127
8.3.1	High-bulky 加工線的分類	127
8.3.2	試驗方法	127
9 毛線的試驗方法		
9.1	適用範圍	130
9.1.1	毛纖維	130
9.1.2	梳毛線	130
9.1.3	紡毛線	130
9.1.4	檢出毛線檢查基準的適用範圍	130
9.2	定義	130
9.2.1	支 數	131
9.2.2	撚數的表示	131
9.2.3	初荷重	131
9.2.4	公定水分率	131
9.2.5	開差率 (Percentage of deviation)	132

6 目 次

9.2.6	變動係數 (Coefficient of variation)	132
9.2.7	平均值的信賴限界	132
9.2.8	試料的採取方法	133
9.3	試驗	133
9.3.1	試料的量及試驗次數	134
9.3.2	WSS 規格的試驗項目及試驗次數	134
9.3.3	外觀判定	135
9.3.4	水分率	136
9.3.5	正量的檢定	136
9.3.6	支 數	136
9.3.7	引張強度及伸長率	138
9.3.8	紡毛線的絞線引張強度及伸長率	140
9.3.9	撚 數	140
9.3.10	油脂分	141

10 織物試驗方法

10.1	Rayon 織物	142
10.1.1	組織的表示	142
10.1.2	試料的採取	142
10.1.3	試驗項目	142
10.2	毛織物	156
10.2.1	試驗項目	156
10.2.2	試料的需要量及試驗次數	157
10.2.3	試驗方法	158
10.3	伸縮織物	161
10.3.1	伸縮織物的分類	161
10.3.2	試驗方法	162

11 針織品的試驗方法

11.1	針織 (knitted) 製品的規格	164
11.2	針織布料	164
11.2.1	試驗項目	164
11.2.2	試驗方法	166
11.3	平針織品 (jersey) 檢查基準	168
11.3.1	適用範圍	168

11.3.2	檢查的項目	168
11.3.3	品 質	168
11.3.4	性能試驗的方法	169
11.3.5	性能試驗的採取表	170
11.3.6	尺寸的量法	170
11.3.7	重量的秤法	170
11.3.8	密度的量法	170
11.3.9	風格的評法	170
11.3.10	檢查的等級	171
 12 纖維的鑑別方法		
12.1	纖維的鑑別方法	172
12.1.1	試料的準備	173
12.1.2	光學的試驗	173
12.1.3	利用比重測定的方法	175
12.1.4	用著色劑及染料的染色法	176
12.1.5	用溶解法	178
12.1.6	用燃燒性者	178
12.1.7	對試藥的溶解法	179
12.1.8	系統的纖維辨別法	180
12.1.9	混紡不均的鑑別	181
 13 紡績工程試驗作業		
13.1	短纖維紡績	182
13.1.1	試驗用機械器具及裝備	182
13.1.2	試驗作業	186
13.2	長纖維紡績試驗作業	191
13.2.1	試驗作業與管理方針	191
13.2.2	試驗作業	191
13.3	紡績線的製品檢查	195

1 棉纖維的試驗方法

1.1 談棉花

棉花在植物學上是屬於錦葵科的植物種子毛，學名為 *Gossypium*。現在的棉花以南北緯 40 度範圍內的一年生栽培為主，主要產地有北美南部、墨西哥、中近東、巴基斯坦、印度、中國、蘇俄南部、巴西、秘魯、南非洲。

棉花主要的品種有下列幾種：

- (1) 美棉 約占全世界棉花生產量的 40%，產於美國東部、西部、極西部、中部等地區。
- (2) 墨西哥棉 以墨西哥為主要產地，分馬達摩洛士、特烈翁第里夏斯、墨西哥加里、布納羅亞蘇諾拉、赫烈斯、亞帕斤干達巴鳩達等六區域生產。
- (3) 中美棉 生產於瓜地馬拉、薩爾瓦多、尼加拉瓜、宏都拉斯、哥斯達黎加等國。
- (4) 巴西棉 包括以聖保羅為中心的南巴棉和生產於色拉 (Ceara)、伯南布哥 (Pernambuco)、馬蘭罕 (Maramham) 等其他地方的北巴棉。
- (5) 秘魯棉 秘魯北部的匹烏拉、吉拉等地產匹馬種，其他地方產坦吉斯種。
- (6) 巴基斯坦棉 巴基斯坦脫離印度獨立後亦為主要產棉國之一，在巴恩捷姆地方努力把美棉種的 4 F，順次改良為 Lss. 289 F，新德 NT，A. C 134 等。
- (7) 埃及棉 生產量占全世界的 5%，分上埃及棉和下埃及棉，其品質屬海島棉級。
- (8) 東非棉 有烏干達的美棉改良種 BP₅₂，布拉姆、比客地的 S₄₇，坦加尼亞的 UK₅₁ 等。
- (9) 蘇丹棉 產於賈吉拉、加修、德卡等地，有薩隆爾種。

1.2 棉花的檢驗項目

2 纖維試驗法

1.2.1 棉花的色澤

色澤包括色度、光澤、色彩三項，色度表色的濃淡、光澤表色的明暗，色彩表色的名稱，已有人利用棉花測色錶 (Cotton colourimeter) 自動表示美國高原棉的色調。

1.2.2 夾雜物 (foreign matters)

棉花是植物性天然纖維，混有不少枯葉、葉片、未熟棉、破棉仔的破片、砂土等等，因此須要計算這些不純物的含有率，試驗含有率時用的是成分分析器 (share analyser)，把 loog 試料加入成分分析器，旋轉機台而使清淨棉與夾雜物分離。

秤量夾雜物和清淨棉，再以次式算出夾雜物含有量：

$$\text{夾雜物 (\%)} = \frac{W-A}{W} \times 100 \quad (1.1)$$

其中 W: 100 g 試料的重量 A: 清淨棉的重量 (g)

1.2.3 棉粒 (neps)

一條或多條纖維糾結成塊者稱棉粒，測定棉粒時是從一定的試料作成一定的棉網 (web)，再數算此棉網中的棉粒數，藉以判定原棉的品質，美國已有棉粒表 (nep meter)。

1.2.4 纖維長度 (fibre length)

原棉纖維長度是棉花最重要的品質特性，美國農務部公佈美國高原棉纖維長度的標準如下：(單位：in)

$$\begin{array}{cccccccccccc} \frac{3}{4} & \frac{13}{16} & \frac{7}{8} & \frac{29}{32} & \frac{15}{16} & \frac{31}{32} & 1 & 1\frac{1}{32} & 1\frac{3}{32} & 1\frac{1}{8} & 1\frac{5}{32} \\ 1\frac{3}{16} & 1\frac{7}{32} & 1\frac{1}{4} & 1\frac{9}{32} & 1\frac{5}{16} & 1\frac{11}{32} & 1\frac{3}{8} & 1\frac{1}{2} \end{array}$$

以上的標準都各附有樣本規定纖維長度的名稱。

以往測定纖維長時用的主要是亨利比亞分析器 (Henry Bears sorter)，不過近年來已有用光電管作纖維圖 (fibrograph) 和利用雙分析器 (Double sorter) 的。

(A)利用雙分析器的方法 纖維長度隨棉花種類而異，常有混合使用的情形

，在高度紡織業國中須迅速且正確地測定纖維長度，而雙分析器就較比亞分析器更能快又正確地作成纖維圖 (staple diagram)，且操作也很簡單，圖 1.1 表示雙分析器的零件名稱：①梳列 ②梳列

③壓耙 ④夾子 ⑤叉子 ⑥壓板 ⑦梳落子

(a) 操作

(1) 除去夾雜物，秤量 $75 \pm 0.4 \text{ mg}$ 的試料，大體把纖維弄平行。

(2) 用手和壓耙把左側的梳子齒弄成直角。

(3) 用分析器左下方的梳落子把梳齒一支支地拉下來，把纖維用夾子順序夾著，在右側的梳子上盡量把一端靠近齒，同時用壓耙和手押入齒中。

(4) 把這套操作完全重覆於右側的梳子。

(5) 其次把分析器回轉 180° ，使右側梳子來到左側，重覆第一次的操作，並更加注意拉齊纖維的一端，使之均一。

(6) 再把分析器回轉 180° ，從最長的開始用夾子順次拔下少許纖維，以微小的間隔置於黑色天鵝絨的板上，排成一直線。

(7) 把纖維全部移到天鵝絨板上後， $\frac{1}{8} \text{ in}$ 間隔內的長度的纖維各集成一群，各群的集合和長度表示法如：把 $\frac{1}{2} \sim \frac{5}{8} \text{ in}$ 的集成一群以 $9/16 \text{ in}$ 表之。

(8) 把各群的纖維束秤量到 0.5 mg ，其總和須在 $75 \pm 2 \text{ mg}$ 以內。

(9) 纖維長度的求法

$$\text{平均纖維長度} = \frac{\sum WL}{\sum W \times 16} \quad (1.2)$$

$$\text{上半份的平均纖維長度} = \frac{\sum W' L'}{\frac{1}{2} \sum W} \quad (1.3)$$

$$\text{上四分之一的纖維長度} = \frac{(\sum W'' - \frac{1}{4} \sum W) \times 0.125}{W} + l \quad (1.4)$$

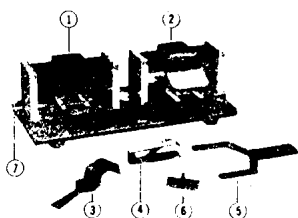


圖 1.1 雙分析器

4 纖維試驗法

$$\text{纖維長度變動率}(\%) = \frac{\sqrt{\Sigma(WL)^2 / \Sigma W - (ML)^2}}{ML} \times 100 \quad (1.5)$$

其中 W : 各纖維群的重量, L : 以 $1/16$ in 為單位所表各纖維群的中值長, W' : 相當於上半份纖維群的各群重量, L' : 相當於上半份纖維群的各群長度, W'' 含有比上四分之一 ΣW 更長的各纖維群重量, w : $1/4 \Sigma W$ 的最短纖維群重量, l : w 的最小纖維長度 (以 $1/16$ in 為單位), 圖 1.2 為纖維圖,



圖 1.2 纖維圖

(B) 利用纖維測長器的方法 (fibrograph) 纖維測長器是美國 Special Instruments Laboratory Inc. 製作出來的, 以光電式測定器測定纖維的長度及其均整度, 能求得含有短纖維的全部纖維平均長度和紡績工程上實用的上半份的平均纖維長度。

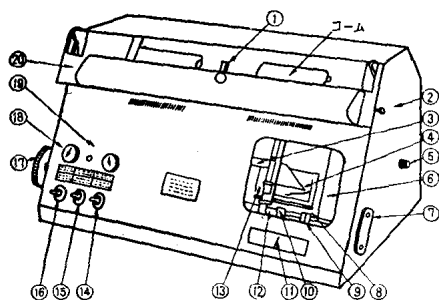


圖 1.3 纖維測長器

纖維測長器利用使一個光電管中的電流和另兩個光電管中的電流的平衡而測定纖維長度，圖 1.3 為其略圖：①測尺 ②燈蓋裝置 ③彈簧 ④筆尖 ⑤調節栓 ⑥纖維圖表卡 ⑦右手輪 ⑧卡夾 ⑨指數線 ⑩感光板 ⑪指數線 ⑫筆桿節 ⑬筆桿 ⑭檢流計開關 ⑮均衡開關 ⑯線開關 ⑰左手輪 ⑱歸零計 ⑲均衡計 ⑳螢光燈開關。

(a) 操作

(1) 調整 把開關⑯按下到 ON 的位置，把開關⑲一按一放點上螢光燈，這樣放置 20 次，在此期間做如次的檢查。

把開關⑭按到 OFF 的位置，則光的像幾乎出現在指標的中央，與指數線⑪重合，沒完全重合時轉動調節栓⑤直到光的像與指數線重合。

其次把開關⑯按入 ON，把開關⑭按到 ON 的位置，把開關⑮按到 ADJ，然後以均衡計⑲調整光的像與指數線⑪重合，其次把開關⑮接到 TEST，轉動手輪⑦使逸卡器上的指數線⑨與感光板⑩上的指數線重合。

(2) 試料的安裝法 左手拿著纖維圖表的梳子，右手拿試料，每次 30 ~ 60 mg，前後約 10 ~ 15 次反覆均一地安裝在全梳子上，其次拿右邊的梳子，一次次地深深吃入纖維，一直梳到齒完全貫穿，藉此操作把 $\frac{1}{2}$ 的纖維以一樣的分布移到右邊的梳子，最後把梳子移到左手，把右邊梳子的纖維移到左手的梳子，進行修整的梳理，使纖維平行和密度均一。

(3) 操作 轉動安有合葉的燈蓋裝置②使之上舉，轉動手輪⑰使梳架到最低位置，把梳子押入梳架使棉纖維被牢牢抓住，再以附屬的刷子把兩邊梳子垂下的纖維由上而下地刷，使纖維垂直垂著。

轉動手輪⑰驅動梳架直到測尺①出現「4」，此「4」表示已被檢查過的最短纖維 $4/16$ in，比 $1/4$ in 短的纖維及梳子底部的異物則在測定光線的範圍外。

把安有合葉的燈蓋裝置②下到作業位置，轉動右邊的手輪⑦使光的像與指數線重合。

把筆桿節⑫向左轉以舉上筆，然後在筆中滴入 1 ~ 2 滴墨水。

用卡夾⑧挾纖維圖表卡⑥於卡板上，使筆桿⑬滑過其軸，而掛於彈簧③上

6 纖維試驗法

，然後把筆桿節⑫向右驅動，把筆尖④下降到接觸於卡子上。

轉動左邊的手輪⑭，驅動梳架以便試料橫穿測定光線；隨著轉動右邊的手輪⑦使光的像與指數線重合，藉筆尖描出纖維圖表的曲線，同時驅動手輪的話可得最佳曲線。

在轉動這兩個手輪的期間中，試料離開被移向上的測定光線，因此卡子⑥的曲線變得垂直，押下彈簧③以使筆桿離開卡子，拉成垂直的線。

再度使筆尖不離開卡子，直到筆尖自動離開卡子，轉動右邊的手輪⑦拉成水平軸，這樣完成纖維圖表後就取下卡子，圖 1.4 表示纖維尺和纖維圖。

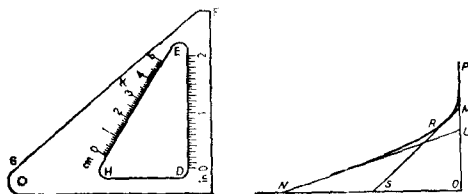


圖 1.4 纖維尺和纖維圖

(b) 纖維圖表的測定 通過儀器所畫曲線R的起點，盡量引一條與曲線一致的直線NL，且向兩側延長交於纖維圖表的兩軸。

使纖維尺的刻度側ED與縱軸OP一致，纖維尺外側的斜線GF交ON於S，此S點即為ON的中點。

其次用纖維尺從橫軸ON上的中點S引一直線SM接於曲線R且交於縱軸M。

使零點與ON軸一致地把纖維尺的刻度與縱軸OP平行，從O到縱軸OP上的最初交點的距離OL讀數，即為纖維的平均長 (mean length)，同軸上的距離OM即為纖維的有效長度 (upper-half mean)。

(c) 注意事項 纖維圖表所畫曲線的長度是隨梳子上試料的量而變，因此試料量須絕對一定。

(C) 利用分析器的方法 (sorter)