

ガラス繊維の紡糸に就て（第4報）

紡糸に関する基礎実験

澤井研究室

工學博士 澤井郁太郎

工學士 嶺正男

小山孝夫

1) 緒言

ガラスを適当な坩堝で熔融して置き、坩堝の底に穿けた多數の孔から軟化したガラスを引出し、此を高速度で引伸し長繊維を作る、所謂ボット式のガラス長繊維の製造行程は種々複雑な條件に支配されるものであるが、著者等は昭和13年以來紡糸の基礎的條件を明にする目的で實驗を行つてゐる。從來發表されてゐる外國文獻に依ればアメリカ等では、ガラスを引出す紡糸孔板は白金又は白金合金を用ひてゐる様であるが、著者等は其れとは比較にならぬ程の安價なアルミナを原料として、粉碎・酸洗して泥漿にしたものを石膏型に鑄込み約1800°Cに焼成した半熔融アルミナを以て紡糸孔板を作り、此が熔融ガラスに對して充分な耐久性を有する事を確めたので、半熔融アルミナの板に孔を穿けたものからガラス繊維を紡糸する場合の紡糸條件を明にする爲に實驗を行ひ、此迄數回に涉つて報告した¹⁾。著者等は通常製造實驗を行ふには百孔の紡糸孔板を使用し紡糸を行つてゐるが、條件を細かく調べる爲特に150~160gのガラスを熔融し得る小型の坩堝を作り、厚さの異つた板に直徑の異つた孔を6個穿け、此から溫度及び捲取速度を數段に變へて6本の纖維を捲取り、溫度・捲取速度・坩堝中のガラスの高さ・孔の直徑・紡糸孔板の厚さが捲取つた纖維の直徑・重量に及ぼす影響に就て實驗を行つた。その結果の一部を報告する。

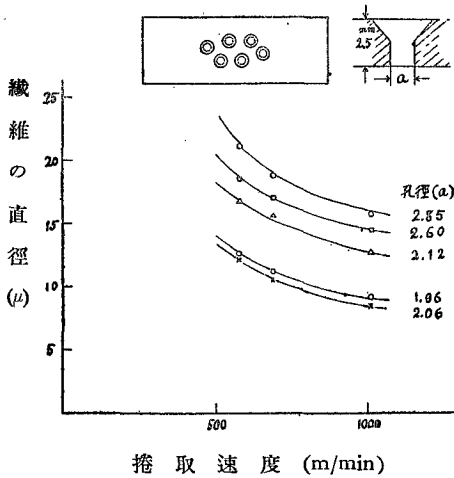
2) 豫備實驗

先づ最初は100本紡糸用に用ひてゐるものと同様の紡糸孔板の穿け方を變へて溫度均一部分と思はれる橢圓の上に、大きさの異なる孔を配置して紡糸した。

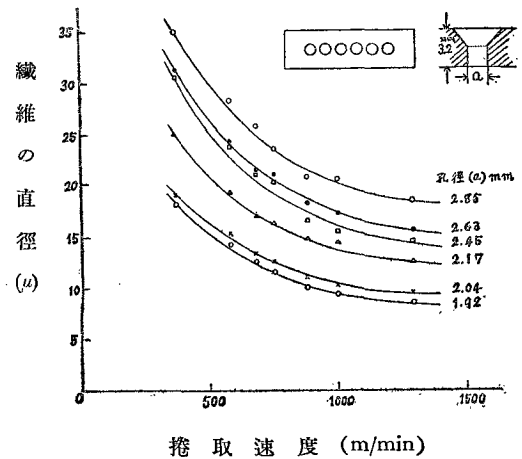
その場合直徑と捲取速度の關係は第1圖の如く捲取速度の大なる程糸が細くなり、孔徑の大

1) 工化誌. 43, 778, 昭15; 44, 685, 866, 967, 昭16. 化研講. 11, 107, 昭16; 12, 45, 昭16.

第1圖 捲取速度と繊維の直径との関係



第2圖 捲取速度と繊維の直径との関係



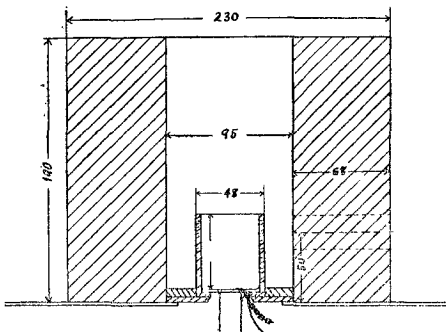
る程直径の太い繊維が引けると云ふ定性的結果が得られた丈であつた。

次に捲取られた糸の分離を良くする爲に第2圖の如く、1列に孔を穿けた紡糸孔板で紡糸したが、此の場合の繊維の直径と捲取速度の関係は1個の孔に就ては大體規則的になつてゐることが判るが、孔径と繊維の直径との関係を見やうとしても、孔の形が複雑でガラスの引出される量、従つて繊維の太さが孔の圓筒形になつてゐる部分の直径のみで無く、他の寸法に依つて變化する爲に定量的な関係を明瞭に得ることは出来なかつた。

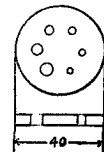
3) 實驗装置及び實驗方法

爐は第3圖Aの如く外径230 mm 肉厚68 mm の中空圓筒を木節アランダム混合物の耐火物で作り、その中に150~160 gの熔融ガラスを入れ得る耐火粘土製圓筒狀坩堝を置き、その底に第3圖Bの如き半熔融アルミナ製の紡糸孔板に孔径の異なる6個の孔を穿けた物を簞込み、1

第3圖 A (單位耗)



第3圖 B



個のガスバーナーで側面より加熱してガラスを熔融し紡糸する。

捲取装置は速度加減装置付の小型電動機を圓周58.4 cmの回轉圓筒に連絡し、モーターの速度加減に依り、

捲取線速度約300~1350 m/min迄調節し得る。溫度は便宜上紡糸孔板の下面にPt-Pt. Rhの熱電對の接合點をバネで押付けて測定した。

試料ガラスは調合組成で SiO_2 65, Al_2O_3 10, CaO 7, B_2O_3 8, Na_2O 10 % の稍硬質系のもので室温比重は 2.46, 線膨脹係数 6.51×10^{-6} , 軟化温度 565°C である。

先づモーターの回転数を調節し、捲取速度が一定になつたならば、糸を捲付け、始の間は直径が太く揃はないので、最初 10 秒間クローム鍍金をした鋼鐵の棒で糸をプーリーの端に捲付け 10 秒後此の糸道を取去り、プーリーの中央部に 60 秒間捲取り、捲終りより約 30 cm を別に採集し、前者を重量測定用試料、後者を直径測定用試料とした。

4) 實 験 結 果

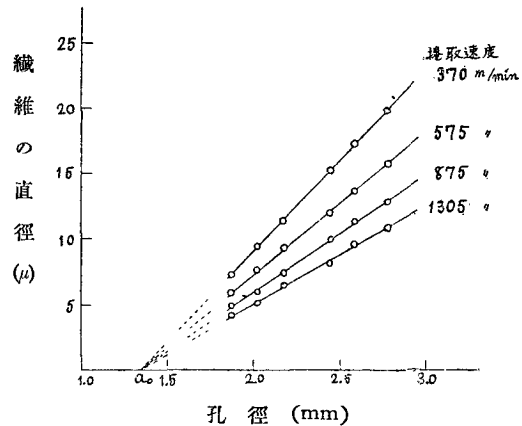
a) 孔径と繊維の直径

大きさの異なる 6 個の孔を穿けた一定厚さの紡糸孔板を用ひ、一定温度で種々捲取速度を變へて引いた繊維の直径を調べると例へば 1.6 mm 厚の紡糸孔板を使つた場合には第 4 圖の如くなり、0.55 mm の厚さの紡糸孔板を用ひた物では、第 5 圖の如くなる。

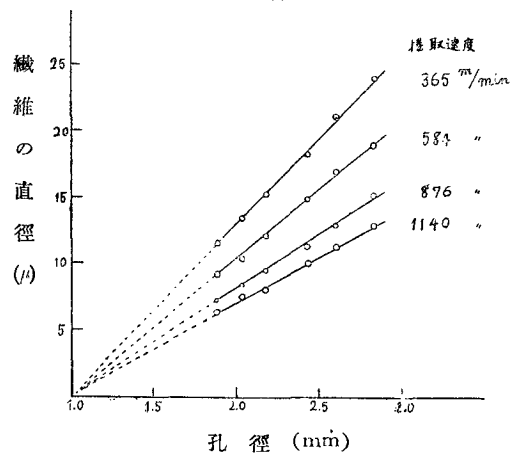
即ち、孔径と繊維の直径の間には大體直線的關係があり、速度の速い物程、此の傾斜が緩かである。

又紡糸孔板の厚さを 0.55~2.6 mm に變化した 6 個の紡糸孔板を使つて實驗した所に依ると、孰もこれと同様の結果が得られた。又第 4 圖、第 5 圖直の線を延長すると孰も大體同じ孔径に相當する點 a. に收斂する様に思はれる。此の a. に強ひて意味を着けるならば此の厚さの紡糸孔板に此の形の孔を穿けたものからは、此の温度にては孔径が a. 以下になれば繊維を引く事の出来ない極少の孔径を表はすものと考へられる。而して紡糸孔板の厚さが厚くなる程 a. は大きくなる傾向が見られる。

第 4 圖 孔径と繊維の直径
(紡糸孔板の厚さ 1.60 mm)



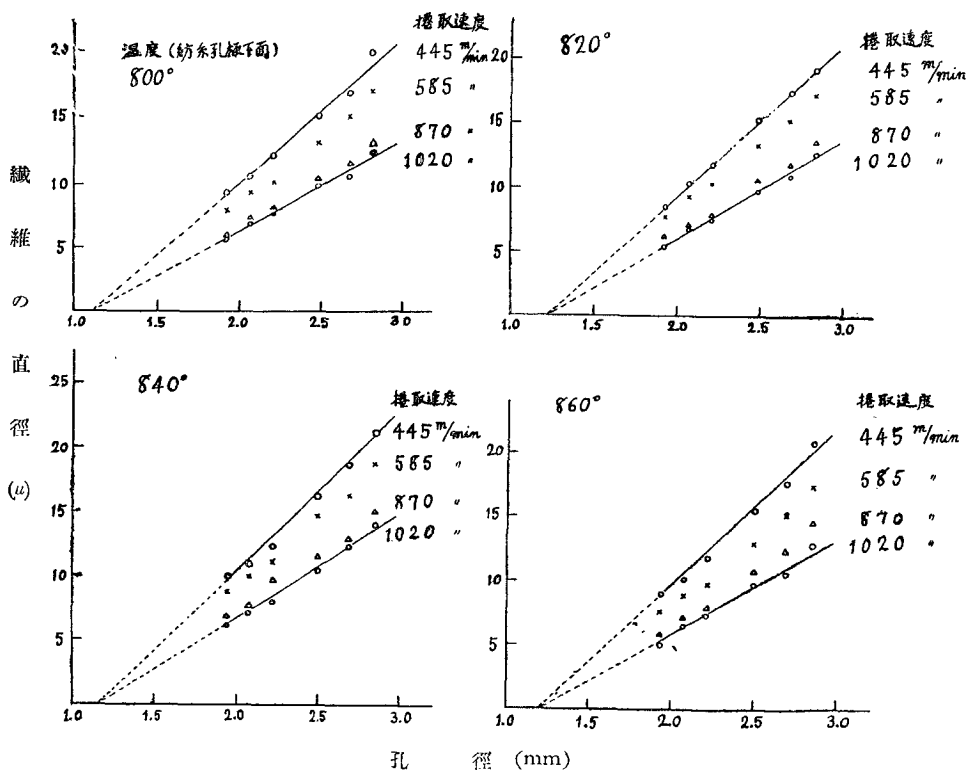
第 5 圖 孔径と繊維の直径
(紡糸孔板の厚さ 0.55 mm)



b) 捲取速度と繊維の直径の關係

次に捲取速度を變化して行くと同一孔径の紡糸孔から引出される繊維の直径が如何に變化するかを見ると、捲取速度が早くなる程直径が減少する。又厚さ 1.2 mm の紡糸孔板に就いて、板の下面の温度を 800° から 860° に變へて實驗してみると、第 6 圖に示す様に、此の直線群の傾向は殆ど同じであつて、收斂する點にも大體變化が認められない。此は紡糸孔板上下の温度勾配が劇しくて、此の方法では、正確な紡糸温度が求められない爲と思はれる。此の場合温度の測定は一聯の實驗中紡糸條件を一定に保持する爲の一つの基準としてゐるに過ぎない。

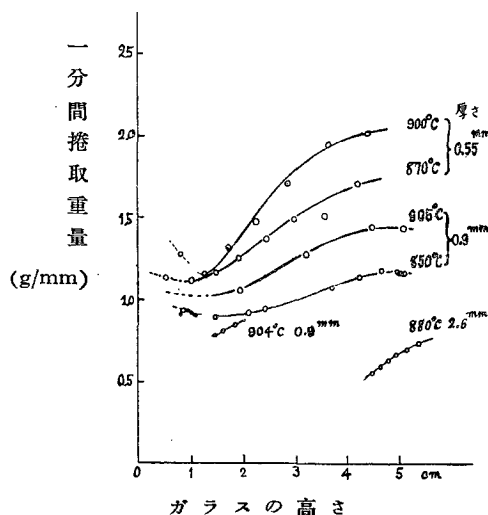
第 6 圖 温 度 の 影 響 (紡糸孔板の厚さ 1.18 mm)



c) 坩堝内ガラスヘッドと一分間捲取重量の關係

坩堝内のガラスヘッドと一分間捲取重量の減少を調べると第 7 圖の如くで、上から紡糸孔板の厚さが 0.55, 0.9, 2.6 mm で、紡糸孔の總面積は上から夫々 25.8, 27.7, 25.2 mm² である。孰も坩堝中のガラスヘッドが低くなると、捲取重量が減少し、温度が高い程他の條件が一定でも捲取重量は多いが、ヘッドが低くなるに従ひ、捲取重量の差が少なくなつて来る。而してヘツ

第7圖 ガラスのヘッドと一分間捲取重量の関係



ド約 1 cm 内外の所で捲取重量の増加の傾向が認められる。又此の様に温度が捲取重量に影響を及ぼすことから考へれば確に直径にも影響を及ぼす筈であるが、第6圖に於て温度に依つて孔径と繊維の直径の関係圖が殆ど變化しない様に見えるのは 60° の温度差に對して直径に影響するのは、せいぜい約 5% 以下になり、他の方から入る誤差の方が大なる故明瞭に明はれて來ないものと考へられる。

結 言

以上の實驗に依り著者等の使用した組成のガラスで特に簡単な形にした紡糸孔を使つた場合捲取速度約毎分 300~1300 m の範圍では繊維の直径と孔径とが直線的關係にあり、紡糸孔板の厚さが厚くなる程同一孔径の紡糸孔から引出される糸は細くなることが或程度數量的に判つたこと、捲取量に及ぼすヘッドの影響が相當大きく、此の影響は温度が高い程、又紡糸孔板が薄い程大であること等が判つたが、更にガラスの組成を變へて詳しく調べて見たいと思つてゐる。