

紡絲時に於けるヴィスコース 流出の機構に就て

工學士 神保紳三郎

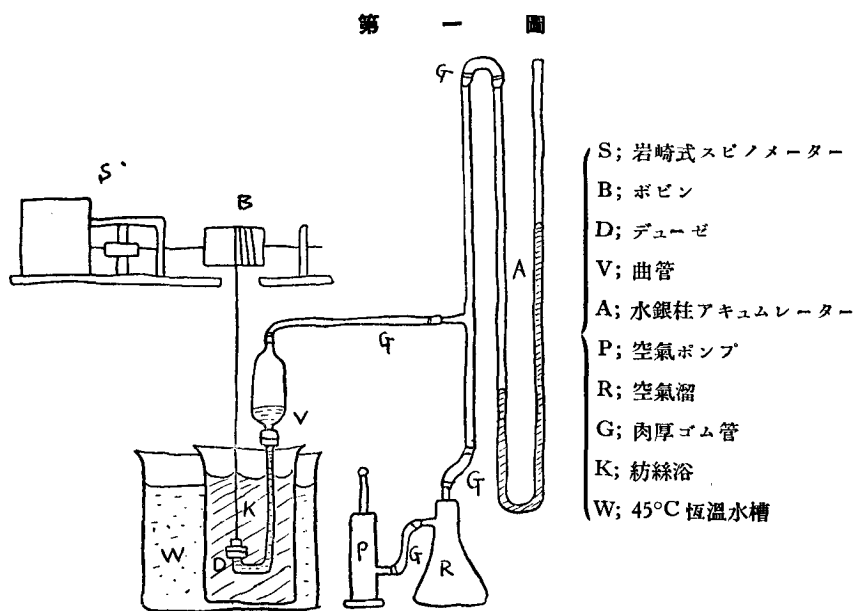
工學士 田中國吉

序 論

我々は昨年苛性曹達中の食鹽のヴィスコースに及ぼす影響に就て 研究中(工化, 昭和9.7.915), 壓搾空氣を用ひて一定壓のもとにヴィスコースをデューゼより押出して紡絲する場合, ヴィスコースの流出量が紡絲速度の増大と共に漸次増加することを認め, そこで次にこの現象に基いて 紡絲時に於ける ヴィスコース流出の機構に就て考察を試みる事にした.

實 験 之 部

(1) この實驗に用ひた装置は第一圖に示す様なものである.



實際紡絲に當つて單孔のデューゼを用ひると、ヴィスコースの流出量は極小であるから、10~20分間に認むべき壓力の降下はないのである。かゝる水銀柱アキュムレーターを用ひることは岩崎氏の考案であるが、適宜の恆壓を得るのに至つて簡單で便利な装置である。

今曲管及びデューゼを流れる普通の液體の抵抗を比較してみると、流れを假に層運動(Straight line flow)と考へて、Poiseuille's Law により

$$\Delta P = k \frac{\mu L u}{d^2} \dots\dots\dots (1)$$

- { ΔP ; 壓力の降下
- { L ; 管の長さ
- { u ; 平均速度
- { d ; 管の内徑
- { μ ; 液體粘度係數
- { k ; 常數

今曲管を内徑 0.7 cm, 長さ 50 cm の圓管とし、紡絲孔の内型 0.01 cm 深さ 0.03 cm とすると、流速は管の切斷面積に反比例するから

$$\frac{\Delta P_D}{\Delta P_V} = \frac{\frac{0.03}{(0.01)^2} \times (0.7)^2}{\frac{50}{(0.7)^2} \times (0.01)^2} = 14900 \dots\dots\dots (2)$$

但し { ΔP_D ; デューゼに於ける壓力の降下
 { ΔP_V ; 曲管に於ける壓力の降下

即ち 曲管に於ける 抵抗はデューゼの抵抗に比して 甚だ小で、無視し得られるのである。

以上は 液體の流れを 層運動であると假定しての計算であるが、實際層運動であるかどうか Reynolds の Parameter を用ひて考察してみると、

$$R = \frac{u d \gamma}{\mu} \dots\dots\dots (3)$$

- { u ; 速度 ccm/sec
- { d ; 管の内徑 cm
- { γ ; 液體密度 g/ccm
- { μ ; 内部摩擦係數(粘度係數) g/cm sec or "Poise"

$$\begin{aligned} \text{今} \quad & \left\{ \begin{array}{l} u=0.005 \text{ ccm/sec or } 0.336 \text{ gr/min} \\ d=0.01 \text{ cm} \\ \gamma=1.12 \text{ g/ccm} \\ \mu=10 \text{ "Poise"} \end{array} \right. \quad \text{とすると} \\ & R=0.000056 \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

液體運動は Reynolds の Parameter が 200 から 2300 迄の大きさになつた時、層運動から旋回運動(Turbulent flow)に移るのである。故に デューゼに於ける普通の液體の流れは 勿論層運動であると考へられる。曲管に於ける 普通の液體の流れも同様に層運動であると考へられる。

然し 以上は 皆構造粘度を有せざる普通の液體の場合に Poiseuille's Law を適用したのであるが、ヴィスコースは Wo. Ostwald の所謂 構造粘度 (Struktur-viskosität) を有する膠質溶液で、その粘度は壓力に無關係でなく、壓力乃至は流速と共に變化し、Newton, Reynolds, Poiseuille 等が普通の液體に用ひた法則を適用することは出きぬのであるが、今のべた二の場合、(2)式の場合に於ては 曲管中のヴィスコース量を加減して流出量を測定して 曲管の抵抗を無視し得ることを實驗的に證明し得られ、(3)式の場合、Wo. Ostwald の説にも拘らず、著者等は 他日發表する筈のある理由から デューゼ中のヴィスコースの流れは 層運動であると考へる。

故に この實驗に於て 考慮すべきは 空氣の壓力と紡絲速度とデューゼの穴の形狀とヴィスコースの性質との四者である。

イ) デューゼは白金 20%，金 80%の合金で、板の厚み 0.3 mm, 入口の徑 0.12 mm, 出口の徑 0.10 mm の圓錐形の穴を 1ヶ開けたものを用ひた。

ロ) ヴィスコースはチッシュ・ペーパーを 原料としたもので 纖維素濃度 8%, アルカリ濃度 7%のものである。その處法は前記苛性曹達中の食鹽の影響に就ての研究の時と同一である。紡絲液は 硫酸 11部, 芒硝 24部, 硫酸亞鉛 1部, 水 64部のものであり、温度 45°C, 浴長約 20 纏である。

(2) 卷取速度の増大による流出量の増加は第一表により明瞭に認められる。流出量が小で 卷取速度が大である程、絲にかゝる張力が大であるから 流出量の増加の程度は大である。

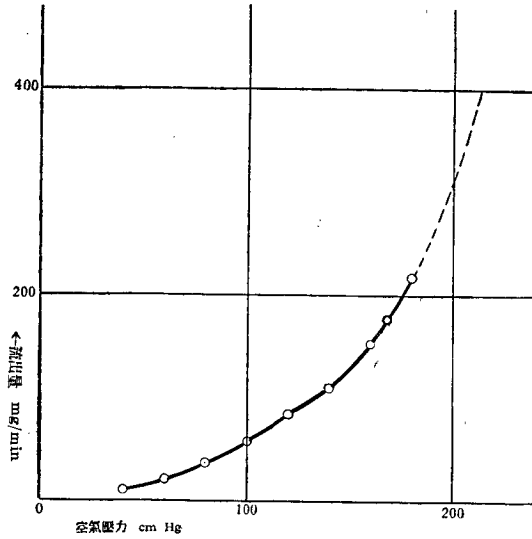
第 一 表

卷取速度				
0 m/min	空気壓力 cm Hg	130	157	178
	流出量 mg/min	100	150	210
	流出速度 m/min	11.3	16.9	23.7
31 m/min	デニール	4.95	6.85	8.05
	流出量 mg/min	154(1.54)	212(1.42)	250(1.19)
	流出速度 m/min	17.4	24.0	28.2
	増加壓力 cm Hg	29	21	10
	引伸程度	1.79(2.76)	1.30(1.84)	1.10(1.31)
45 m/min	デニール	3.90	5.30	6.10
	流出量 mg/min	176(1.76)	239(1.60)	275(1.31)
	流出速度 m/min	19.8	27.0	31.0
	増加壓力 cm Hg	37	29	14
	引伸程度	2.27(4.00)	1.66(2.66)	1.45(1.90)
69 m/min	デニール	3.45	4.35	
	流出量 mg/min	207(2.07)	262(1.74)	
	流出速度 m/min	23.3	29.5	
	増加壓力 cm Hg	48	33	
	引伸程度	2.57(5.32)	2.05(3.55)	
80 m/min	デニール	3.00	3.75	
	流出量 mg/min	240(2.40)	300(2.00)	
	流出速度 m/min	27.2	33.9	
	増加壓力 cm Hg	56	40	
	引伸程度	2.96(7.10)	2.37(4.73)	

(3) 亦之丈の流出量を増加せしむるに要する壓力を壓力—流出量曲線(第二圖)から求めると、流出量の増加の程度に比例して増大することが認められる。即ち絲に働く張力により、ヴィスコースが紡絲孔より引張り出される。その結果紡絲孔の出口に於て、大體之丈の負壓が生じ、紡絲孔に於ける壓力の降下が大になるから、流出量が増加すると考ふべきである。

(4) 亦絲の引伸しの程度は岩崎氏の計算。

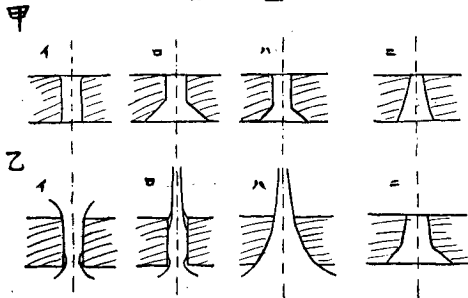
第二圖



(織工, 昭和 6. 10. 229)によるものゝ約半分であつて, 張力のなす仕事の中一部は絲の引伸し及び引揚げに, 他部はヴィスコースを穴より引出すのに消費せらるゝと考へられる。

(5) 紡絲孔の内部に於てヴィスコースが引張られる結果, 纖維素の分散粒子が紡絲孔の内部に於てすでにある程度迄流れの方向に配列し, 殊に穴の壁に接する部分は摩擦により更に一層よく配列すると考へられる。かくて分散粒子が相當流れの方向に

第三圖



配列したヴィスコースの流れはデューゼを出て紡絲浴により分解凝固するが, デューゼを出た直後に於ける半凝固の狀態に於て更に引延ばされて一層配列がよくなると考へられる。

(6) 亦デューゼの穴の形は從來製
作されて居るのは第三圖甲に示す如きものである。

今 デューゼの穴の形を直径 0.1 mm, 深さ 0.3 mm の圓筒形と考へ, その中を流れる

ヴィスコースの層運動の状況を考へて見ると、大體乙圖に示す様なものになる。

イ) 壓力のみにて押出せる時、

ロ) 紡絲せる時、

故にデューゼの穴の形は 管の内徑の急に小になる事による流線の收縮 (Kontraktion of flow) と絲に加はる張力により、ヴィスコースが引張られる事に原因する流線の收縮と双方考へて製作すべきであつて、その大體の形は乙圖ニ、ハ、に示す様なものである。

(7) 以上考へたのは 壓搾空氣を用ひて一定壓のもとにヴィスコースを押出す場合であるが、工場に於て用ひる紡絲ポンプは壓力を調節する作用を有し、廻轉數を一定にすれば 常に一定量のヴィスコースを押出す様製作されてある。故に 紡絲時にもヴィスコースの流出量は 増加しないが、紡絲ポンプと デューゼとの間にあるヴィスコースにかゝる壓力は減少する。之は紡絲ポンプに附屬せる硝子製の空氣溜の中の空氣が 壓力の減少により可成膨脹するから明瞭に觀察される。壓力の減少量は前記の増加壓力量と略等しい。

絲の引伸しの具合とか、デューゼの穴を出る流線の状況等は前述の場合と全く同じであると考へられる。

總 括

壓搾空氣を用ひて恆壓のもとに ヴィスコースを紡絲する場合、紡絲速度の増大と共に ヴィスコースの流出量が増大する現象から、紡絲時に於ける ヴィスコース流出の機構を明にした。

1) 紡絲時にあつては ヴィスコースは紡絲孔より引張り出されるものである。その結果、紡絲孔の出口に於て可成の負壓を生じる。その負壓の大きさは絲に加はる張力の大きさに比例する。

2) ヴィスコース中の纖維素分散粒子は紡絲孔内部に於て 引張られる事と孔壁の摩擦とにより、すでにある程度迄流れの方向に配列して居る。

3) デューゼの孔の形狀は 管の内形が 急激に減少する結果 起る流線の收縮と絲に加はる張力により ヴィスコースが引張られる事に原因する流線の收縮とを考慮すべきである。(第8回大阪講演會に於て發表)