パルプ機械の研究報告

(第 VIII)

榎 原 操 吾

デッカー及真空洗滌機の能率の一般式

凡て洗滌といふのは低い濃度の種に金網（濾材）を隔てて壓力差を生ぜしめパルプを金網の上に残し水を通過せしめて種を濃縮するものである。故にその作用は一般濾過の範囲内にあるべきものである。故にこの場合一般濾過理論が適用されてよい譯である。と筆者に考へた。一般濾過方程式として Lewis Almy の提唱せる次のものがある。（内田俊一、龜井三郎、八田四郎次 3 氏著——化學工學，共立社化學工學，第11巻参照）。

$$\left(\frac{V}{A}\right)^m = KH^n \theta$$

但 V = 最初から θ 時間迄に得られた濾液の量
（脱水量） m^3

H = 濾材（金網）及濾質（パルプ）に於ける壓力差水柱 m

A = 濾過面積 m^2

mnK = 濾質及濾過方法に特有の係數

この式は壓濾機（Filter Press）を對照として研究されたものであるがパルプ洗滌機の場合にも mnK の値を實驗的に定めて適用出来る筈である。

洗滌機に於ては圓筒は回轉してゐるから濾過面積 A は 1 時間に種の中をくぐる金網の面積と見做すことが出来る。壓力差 H はデッカーと洗滌機とで違ふ。デッカーに於ては金網が種に入るその初めに零で段々増加して遂に最大值即金網の内外の水位差に達し暫くこの値を維持して再び段々減少し種から出る時に零になる。斯様に刻々に變化するものであるがその平均値を以て H と見做すことが出来るものであり作業が安定すればその間一定である。真空洗滌機の場合には既に真空を用ひるからはデッカーの如き小壓力差で運轉する筈もなく又絶對眞空管に達する筈もないから實際上大體定つた壓力差で利用される。 θ が 1 時間なる場合をとれば A は毎分

回轉數により定まる値となる。然らば上式の右邊はデッカー及真空洗滌機により夫々特有の値をとる常數となる。即

$$\left(\frac{V}{A}\right)^m = \text{常數} \quad \text{或は} \quad \frac{V}{A} = K_1$$

そして $A = vl$ $v = \pi dN$

但 v = 圓筒の周速度 m/h

d = 圓筒の直径 m

l = 圓筒の有効長さ m

N = 圓筒の毎時回轉數

$$\therefore V = K_1 v l m_3/h$$

即一時間の脱水量は圓筒の巾と周速に比例することになる。勿論 H を一定としての結果であるが例へばデッカーの場合に大きい圓筒と小さい圓筒とでは H は違つて來るが一般に $n < 1$ であるから H の影響は小さいとすることが出来る。真空洗滌機に於ては圓筒の徑の大小による壓力差の違ひは發生する眞空と比較して全く度外視することが出来る。併し $m > 1$ なるが一般であるから $A = vl$ は脱水量に重大なる關係がある。つまり上の式は影響の小さい H の變動を度外視して影響の大なる A を残したと考へる事も出来る。

パルプ洗滌機に於ける脱水量を實驗的に研究したものは少い。只一つ Manufacture of Pulp and Paper. Vol I に第93圖及第94圖の如きものが載せてあるだけである。第93圖は碎木パルプをデッカーに掛けた時供給種の濃度と收得パルプ量を種々の圓筒速度に於て實驗したもので

第 93 圖

第 94 圖

ある。圓筒は徑36吋(1.1m)長さ94吋(2.87m)である。濃度は風乾であるか絶乾であるか明かにされて居ないがこの書では多く風乾を扱つて居るから一先づ風乾として置く。圓筒の内外の壓力差についても明記してない。第94圖は眞空洗滌機の場合で圓筒巾74吋(1.88m)周速62 ft/mn (18.9m/mn) で亞硫酸パルプを扱つた場合であるが壓力差については明記してない。種の濃度を斷つてないから風乾として置く。併し左様な事は概算に於ては度外視し得る程度のものと考へてそして作業の調節によつては少し位の所は色々に變化して來るものであるといふことを頭にしてこの兩圖を吟味して見る。

第 87 圖

先づデッカーの場合第93圖に於て供給種の濃度が0.5%に於て圓筒速度が160ft/mn (48.8 m/mn) の場合には7.7ton/24h (292kg/h) となつて居る。風乾0.5%は5kg/m³のパルプを含みその逆数をとれば0.2m³/kgである。そしてデッカーでは種は6%前後に絞れる。風乾6%は60kg/m³のパルプを含み (Manufactures of Pulp and Paper. では斯様に扱つてあるから此處でもその通りにして置く。(第87圖参照) その逆数は0.0167m³/kgである故に1時間ではそ

の脱水量は

$$V = 292(0.2 - 0.0167) = 53.3\text{m}^3$$

これを $V = K_1 vl$ に適用すると

$$53.3 = K_1 \times 48.8 \times 60 \times 2.87 \quad K_1 = 0.00635$$

同様に $v = 56\text{m}/\text{mn}$ (184ft/mn) の時 $n = 0.00736$

$$n = 63 \text{ " (207 ") " } n = 0.00785$$

$$n = 70.5 \text{ " (231 ") " } n = 0.00875$$

$$n = 80.5 \text{ " (264 ") " } n = 0.00765$$

$$\text{平均 } K_1 = 0.00759$$

同様にして供給濃度0.7%の場合には

$$\text{平均 } K_1 = 0.00762 \quad 0.3\% \text{ の場合には } K_1 = 0.00793$$

を得る。この3數値を更に平均すると0.0077となる。因つて一般式として次のように書くことが出来る。

$$\text{デッカーに於ては} \dots V = 0.0077 vl$$

第 93 表

眞空洗滌機に關する實驗は周速が18.9m/mnの場合しかないからデッカーの場合の如く多くの K_1 を求めることが出来ないが若しデッカーの場合に肯定するならば眞空洗滌機に於ても認められて然るべきであるとして第94圖から供給種の濃度が風乾0.5% (パルプ含有量5kg/m³この逆数0.2m³/kg) のその能率は24T/24h (910 kg/h) である。眞空洗滌機では濃縮パルプは大體9%位になるからこの種のパルプ含有量は90kg/m³ その逆数は0.0111m³/kgである。壓搾ロールを使ふと一層濃縮出来るが使い悪いのでこれを取外して居るのが普通である。さうすると上と同様に

$$V = 910(0.2 - 0.0111) = 172\text{m}^3 / \text{mn}$$

これを $V = K_1 vl$ に適用すると

$$172 = K_1 \times 18.9 \times 60 \times 1.88 \quad K_1 = 0.0805$$

となるから一般式として次の様に書き得る。

$$\text{眞空洗滌機に於ては} \dots V = 0.0805 vl$$

(例) 筆者の使つて居たデッカーで $d = 0.762\text{m}$

$N = 1590$ のものが2.2% (風乾) の種を供給

されて居た。然らば

$$\text{脱水量 } V = 0.0077 \times \pi \times 0.762 \times 1590 \times 1.525 \\ = 44.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.2% の種はそのパルプ含有量 22 kg/m^3 でその逆数 $0.0455 \text{ m}^3/\text{kg}$, 6% では 60 kg/m^3 , $0.0167 \text{ m}^3/\text{kg}$ であるからこのデッカーの能率は

$$\frac{44.7}{0.0455 - 0.0167} = 1550 \text{ kg/h } (= 37.2 \text{ ton}/24 \text{ h})$$

(風乾)

(例) 筆者の使つて居た Wolf 型の真空洗滌機で $d=1.75 \text{ m}$ $l=1.4 \text{ m}$ $N=126$ 供給濃度 2.5% のものがあつた。

$$\text{脱水量 } V = 0.0805 \times \pi \times 1.75 \times 126 \times 1.4 = 78.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.5% の種はそのパルプ含有量 25 kg/m^3 でその逆数 $0.04 \text{ m}^3/\text{kg}$ 9% では 90 kg/m^3 $0.0111 \text{ m}^3/\text{kg}$ であるからこの真空洗滌機の能率は

$$\frac{78.5}{0.04 - 0.0111} = 2720 \text{ kg/h } (= 65 \text{ T}/24 \text{ h 風乾})$$

是等二つの例の能率は筆者の経験からすれば 10% 位大きいように思はれる。併しデッカーでも真空洗滌機でもその時の条件によつて大いに能率が違つて来る。例へば金網の新しい綺麗な時或は色々の方法で掃除した時は水切がよいから従つて能率も高い。更に又同じ種類のパルプ例へば亜硫酸パルプだけを扱つて居ても蒸解の影響で水切に良否がある。未晒と晒パルプでは違い、そして又薬品を含有して居る場合には水溶液の粘度が違ふため或は泡立ちが邪魔をして水切が悪くなり運轉の僅かな調節によつてもかなり能率に變化が来ることは第93圖によつてよくわかる。等々色々な条件に支配されるから必ずしも當つていないとも言へない。碎木パルプは一般に化學パルプより水切が悪いので外國の書物には亜硫酸パルプでは碎木パルプの3~4倍の能率を發揮することが出来ると書かれたのもあり又他の文獻では2~2.5倍の能率となるとも書かれてある。そして誘導した一般式は碎木パルプの實驗結果からのもので亜硫酸パルプでは遙かに大きな能率を示すべきだが筆者の経験では左様に思へない。寧ろこの一般式な筆者の亜硫酸パルプに対する経験と案外よく一致して居ると思へるのである。

併し根本問題として Lewis Almy の濾過方程式を上のように敷えんしてよいかどうかが問題であり又第93圖の種々の周速に對する能率曲線

は平行でないから係數 K_1 をあのようにして定めてよいかも問題である。が何かより所がないと筆者は設計に困つたので上のやうな誘導をして見た。設計は當らずとも遠からずと言つたやうな見當をつけるのが目的であるから精確なるに越したことはないがそれがなければやむを得ず利用すべきである。

洗滌機の能率は上述の如くその周速に比例するので同じ機械でもその能率を増加せんとする場合には回轉數を上げることは筆者等の屢々用ひた手である。がどこ迄も上げ得るかと言へば左様には行かない。そのことは第93圖にも見えて居る。即周速 $231 \text{ ft}/\text{mn}$ と $264 \text{ ft}/\text{mn}$ とは同じ能率になつて居る所であらわれる。筆者の経験からでもデッカーに於ては周速が $75 \text{ m}/\text{mn}$ を越えと亜硫酸パルプの場合壓搾ロールがスリッップして誠に運轉し辛い。荷を掛けてスリッップを防げば種は碎けて逃げるので結局能率は揚らない。但しこの場合にも金網の條件が大いに影響することは勿論である。真空洗滌機で周速を非常に高くして見たことはないが種を厚く付けるのがこの機械の特徴であるから矢張特徴を生かして使ふべきである。併し障害を來さない範圍内で周速を變へることは正比例的に能率を増減することには間違ないからデッカーでも真空洗滌機でも變速裝置を備へて置くと作業の變化に自由に最も容易に應ずることが出來て甚だ便利である。或は又同じ目的のために供給種の濃度を自由に加減出来るやうな方法にして置くことも方便である。

附録：— 種の濃度と含有パルプ量

パルプ溜に限らず晒槽等の容積を計算するに際しては普通種 1 m^3 の重量は $1,000 \text{ kg}$ として扱つて居る向がある。外國書 Manufacture of Pulp and Paper にも左様説いてある。即濃度 2% の場合には 1 m^3 のには 20 kg の絶乾パルプを含むとする計算である。これはパルプを溶液と見做して近似的に扱つたもので種が淡い時には差支ないがパルプは溶解しないから嚴正にはこの見方は妥當でない。が上の研究に於ては原本が溶液の如くに扱つて居るから故とそのまゝにしたのである。

岩澤健次郎氏(當時泊居工場)の測定によると第87圖下方の直線の如くなる。上方の直線

厚紙外装紙にて巻取紙の外側を巻いて両側へ折曲げるので圓板の直径は少し大きく2.64尺とする。

9. 例題 3

巾2.18尺の巻取紙あり。包装を解いて尺坪重を測り見たるに1.04匁、看貫したる處478ttあり。直径3寸6分の芯棒の重量6ttと見れば、巻取紙の全長如何。又流れ3.15尺の平判に斷截するとすれば1巻から何連取れるか。

〔解〕 質量 = $478tt - 6tt = 472tt = 57,112匁$

(3)式に依り計算すれば、

$$L = \frac{W}{b_{wv}} = \frac{57112}{2.18 \times 1.04} = 25,190尺$$

$$\text{又1巻の連数} = \frac{25190}{3.15 \times 500} = 16連$$

10. 例題 4

巾2.18尺×流れ3.15尺×尺坪重1.04匁×連量2,050tt×註文數2,000連、といふ新規の巻取註文があつて、巻取外径2尺5寸位と指定しあり。添附せる見本紙の厚さを測り見たるに平均 $\frac{5.8}{1000}$ c.m.ありたり。

(A) 直径3寸6分の芯棒を用ふれば、1巻を何連巻とすべきか。

〔解〕 $D = 2.5尺, d = 0.36尺$

$$t = 0.033 \times \frac{5.8}{1000} \text{ c.m.} = 0.000194尺$$

(1)式にて計算すれば

$$L = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4t} = \frac{\pi(2.5^2 - 0.36^2)}{4 \times 0.000194} = 25,115尺$$

1連に付紙の長さは

$$\text{流れ} 3.15尺 \times 500 \text{ 枚/連} = 1,575尺$$

$$\therefore 1 \text{ 巻の連数} = 25,115尺 \div 1,575尺/連 = 15.95連$$

依て1巻を16連巻とす。

(B) 芯棒を何本用意すべきか。

〔解〕 $2,000連 \div 16連/本 = 125本$

(C) 1巻の紙の重量如何。

〔解〕 $29.5tt/連 \times 16連/本 = 472tt/本$

(D) 此の巻取ばツードラムワインダーに依て行ふ事として、附屬計數器に依り、ドラム何廻轉を數ふれば1巻終了となるか。但しドラムの直径は15" (1.257尺) なり。

〔解〕 ドラム1廻轉に付巻取る紙の長さ = $\pi \times 1.257尺 = 3.949尺$

$$1 \text{ 巻の全長} = \text{流れ} 3.15尺 \times 500 \text{ 枚/連} \times 16連 = 25,200尺$$

$$\therefore 1 \text{ 巻に付ドラム廻轉數} = 25,200尺 \div 3.949尺/回 = 6,382回$$

從來の經驗からスリップ1%見込んで6,450廻轉せしむ。

〔註〕 初めての經驗の紙である時には、實際に紙を抄き出し、尺坪や光澤程度がきまつた時に、紙の平均の厚さを實測し、更めて(2)式に依り16連巻き(全長25,200尺)にした時の直径を算出して置いて、それと最初の巻取に於てドラムを6,450廻轉せしめた時の直径とを對照して、大差無ければ1巻終了としてワインダーから卸し、尙ほ看貫して芯棒の目方を差引いて、16連分巻けて居るかどうかを検べ、若し不足ならば1巻當りのドラム廻轉數を訂正増加するのである。(終)

(日本パルプ工業會社紙肥工場)

(32頁よりつづく)

は溶液の如く扱つて計算した値である。これを見ると濃度が4%以上ともなればかなりの開きがある。

近來パルプ溜も各種の處理槽も一般に高濃度

を用ふるようになり循環ポンプさへ許せば更に高濃度を希望してゐる。斯様に高濃度を用ふる場合には昔日の如く槽の容積を溶液と見立てゝ近似的に計算して藥品を用ふる處理槽等では誤算を生ずる。

of the present study does not give immediate judgement as to the presence of free alkali in waste liquor and the extent of affecting the nature of pulp but it is presumed the point is reached when the liquor gives Ph no. around 11. 3) Certain chemical molecular relations exist between combined alkali and dissolved organic matters. 4) In A/Na ratio, the average molecular weight of a at around 6.5 under high pressure and 75 under ordinary pressure if about 150~160. 5) Two kind of organic acids are observed as a result of titration of waste Liquor $KA_1 = 10^{-4} \sim 10^{-5}$ and $KA_2 = 10^{-11}$. The mol ratio of A_1 is higher by almost 5-10 times.

Reports on studies of Pulp Machine S. Enokihara Enlarging Levis Almy's equation of filtering upon deckers and vacuum washers, the writer has deduced an equation of dewatering applicable to those, and has applied consistency charts No. 93 and 94 in Manufacture of Pulp and Paper Vol. III. to the above deduced equation, discussing about the formula.

Giving a few numerical examples, he has explained the efficiencies of deckers and vacuum washers.

潤葉樹パルプ化研究論文集

昭和24年6月発行、製紙資料第13号である。内容は、

1. 潤葉樹パルプ化の可能性	澤田 博 譯
1. 各種南部針葉樹から亜硫酸パルプの製造	宮田 守雄 譯
1. 潤葉樹の碎木	奥 杏一 譯
1. 中性亜硫酸法に於ける Sweetgum チップの薬品吸収について	高力 勇 譯

の四篇が収めてある。何れも米國における最近の重要な研究を紹介したものであるが、北洋材を失つたわが國としては、今後、潤葉樹パルプ化は最も重要な課題であるが、これは從來使ひ馴れた針葉樹に比してその處理法に格別の苦心を要するらしい。米國でも針葉樹の漸次缺乏して來た關係から、目下しきりにこれが研究につとめてゐるのは決して偶然でない。(B5判42頁、折疊圖表6種、實費60圓) パルプ及紙技術協會

本 會 新 役 員

會 長	王子製紙株式會社取締役	西	濟
副 會 長	三菱製紙株式會社常務取締役	關	義 城
副 會 長	東北振興パルプ株式會社副社長	井 戸 川 春	三
理 事	日本パルプ工業株式會社専務取締役	太 田 武	雄
同	東京工業試験所所長	岡 田	元
同	王子製紙株式會社取締役	金 庭 秀	松
同	興國人絹パルプ株式會社工務部長	小 林 廣	斥
同	國策パルプ工業株式會社常任監査役	志 村 文	三
同	千住工業株式會社社長	富田治郎	右衛門
同	小田原製紙株式會社取締役	西 健	男
同	王子製紙株式會社取締役	福 山	榮
同	宮崎工作所所長	宮 崎 秀	身
同	大昭和製紙株式會社常務取締役	村 井	操
同	王子製紙株式會社常務取締役	山 内	聰
同	特種製紙株式會社常務取締役	渡 邊	薰
監 事	山陽パルプ株式會社會長	大 川 鐵	雄
同	日本紙業株式會社取締役	和 田 武	彦