

綜 説

前石灰添加装置に就て

謝 伯 東

緒 言

甜菜糖工業始つて今日に至る迄、滲出汁に石灰を添加する事は清淨に於ける不可缺の一過程であつて、石灰添加に續く飽充と共に汁の有効な清淨手段である。良好な石灰添加操作の重要性は早くから知られてゐるが近年やつと系統的な研究に依つて種々の條件が確立されるに至つた。就中石灰添加を前石灰添加と主石灰添加に分ける事は重大な意義を有し、特に前石灰添加に對しては多數の研究に依りて確立された種々の條件を遵守する事が大切である。

前石灰法に關する文獻は近年廣大な範圍に及んでゐるが斯る文獻は多くの雜誌の論説に散在し、専ら此問題の實驗的或は學術的な方面が主として取扱はれて來たのである。従つて従業員に實際施行上の問題に關する注意を與へる目的には適しない觀がなきにしも非ずである。

既に述べし如く⁽¹⁾ 前石灰添加法は滲出汁に添加石灰の一部 (0.2-0.25% CaO) を加へ、甜菜汁中の含有コロイド物質をその最適凝固點 (冷狀の場合は pH 11.1-11.3, 85°C に加熱せる場合は pH 10.7-10.9) に於て凝固せしめるのが目的なる故、一旦凝固せし非糖分の解膠作用を可及的に抑制せすば到底前石灰添加の所期の效果を得る事は困難である。夫は一旦反應が最適 pH を通り越した場合には凝固物の部分的再溶解が起り、後から汁の反應を最適 pH に戻した時でも此再溶解は抑制され得ない。従つて前石灰添加に當つては汁の如何なる場所に於ても、又如何なる瞬間に於ても汁が最適 pH よりも高い値をもたぬ様注意されねばならない。然し此事を實際操作に移す場合に幾多の困難に遭遇する事は明かで、以前に於て多くの工場が前石灰添加法を採用して何等效果を擧げ得なかつた事實を考へても容易に頷かれるのである。

更に一旦凝固したコロイド物質が再溶解すると云ふ事實に關連して實際操作上考へられる危険性がもう一つ存在する事を忘れてはならぬ。夫は前石灰添加と主石灰添加の間に規定の pH に一定の停滯時間のない場合、主石灰添加に依つて條件づけられる pH の過度の上昇に依つて惹起されるコロイド物質の解膠作用である。

然し此現象は凝固物の安定度に必要な停滯時間 (2分-4分) が與へられさへすれば容易に抑制し得るものである。J. Eisner 氏に依ればかゝる安定度に必要な停滯時間が充分であれば加熱の必要がないと述べてゐる⁽²⁾ が筆者は實際操作上、矢張加熱した方が有利であらうと考へる。

扱て上述の事を總括して見ると前石灰添加法の實施上次の三大根本條件を擧げ得る事が分る。

1. 前石灰添加汁は最適 pH (温狀に於て 10.7-10.9, 冷狀に於て 11.1-11.3) を維持せねばならぬ。
2. 汁に對する石灰添加は如何なる場所に於ても又如何なる瞬間に於ても最適 pH 値を越えてはならぬ。

3. 凝固物の安定度を得る爲に前石灰添加剤を最適 pH に充分長時間 (2分-4分) 保たねばならぬ。

上記の三条件の中、条件 1 は 85°C に加熱された前石灰添加剤の Thymolphthalein 紙に對する呈色反應 (淡青色) に依つて容易に遵守する事が出来る。若し工場操作に於て前石灰添加剤を加熱しない場合には pH 11.1-11.3 で呈色反應の起る試験紙を使用すればよいと云はれてゐる。(6)

条件 3 は明かに實際操作に移す事が容易であるが、条件 2 は更に實際工場に於て充分専門的に研究さるべきである。

抑々条件 2 を解決し得る唯一の方法は精密な石灰乳の添加装置の考案であつて、流入せる汁の量に應じて常に一定量の石灰乳が添加される事即ち汁に對する石灰乳の比例的計量が必要である。而も石灰乳は常に汁の流入速度に比例して汁に加はり、汁が速く流れると石灰乳の流れも速くなり又その逆も同様でなければならない。此事柄は單に汁に對する石灰乳の理想的な分配を意味するばかりでなく滲出バッテリーの作業速度に順應する前石灰添加をも意味する。

尙實際操作に於て前石灰添加量を變化させる必要に迫られる事がある。斯る場合には添加石灰乳の容積を一定にしてその濃度を變化させるか、或は石灰乳の濃度を一定にしてその容積を變化させる様に工夫すればよい。

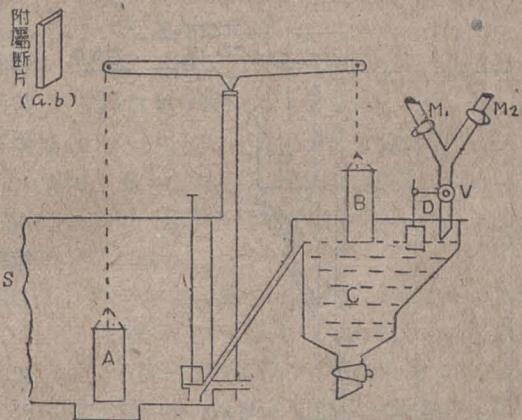
現在歐洲の甜菜糖工業に於て前石灰添加装置が種々考案されてゐるが、筆者は茲に於て斯る装置の主なるものを二三擧げて其原理を説明し、此方面に興味をもたれる方々の參考に供しよう。

種々なる前石灰添加装置

(I) D. Vracum 氏の装置⁽⁴⁾

(1) 装置の説明

此前石灰添加装置はアルキメデスの法則に従ふもので石灰乳の添加はシリンダーに依る石灰乳の計量及び同時に行はれる排出に依つて施行される。アルキメデスの秤はシリンダー状の重りを具備し是が石灰乳槽に沈むと夫に相當した石灰乳が排除される。(第一圖)又シリンダー A の重さはシリンダー B のそれに等しくて兩方のシリンダーは共に液體 (粗汁と石灰乳) よりも重くなければならぬ。汁と石灰乳の温度は種々異つてもよいが、毎回殆んど一定にする方が好都合である。それから第一圖以外に攪拌器付きの石灰乳豫備槽を大小二個設け、最少 4 時間の甜菜を處理するに必要な石灰乳を保持する様工夫せねばならぬ。而も一方の槽は他のより大きな槽が石灰乳で一杯になる迄作業を繼續し得る大きさを必要とする。



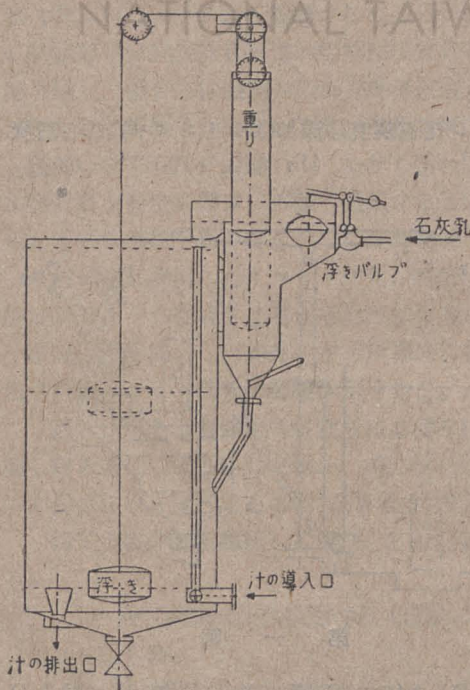
第一圖

先づ石灰乳は開いた瓣 M_1 或は M_2 を通り更に V を經て C 槽に流れる。瓣 V は浮き D と連絡されてあるので槽 C は溢出口の高さ迄常に石灰乳で充される。浮き D を側面に設置す

るとシリンダー B は妨げられる心配がなく、又浮き D、シリンダー B 及びその附屬斷片の各豫備品を用意すれば規則正しく是等のものを交換して水洗する事が出来る。シリンダー B に依つて排除された石灰乳は溢出口を通つて粗汁計量槽への連絡パイプを流れる。秤は等長の腕を有し、各腕に金屬製の中空シリンダーが吊されてある。シリンダーの上部に一つの環が取付けられ、此環に附屬斷片を挿込む。附屬斷片 a, b は互にその體積を異にするが重量は相等しくなる様にし、而もその比重は液體のそれより大きくなければならぬ。表面張力をなくす爲にシリンダー A と B とを常に液面から幾分内部へ沈ませる様にする。

(2) 作業方法

石灰乳の豫備槽は交互に石灰乳を満し、槽が一杯になれば暫らく攪拌を行つて正確な秤で濃度を計る。それから栓 M を開き C 槽との連絡をつける。石灰乳の濃度及び實驗室で決めた最適石灰量から所要の石灰乳の容積を立て讀みとる。此立数を基礎にして之に相當する附屬斷片を吊せばよい。粗汁計量槽が空であれば秤は釣合つてゐるが粗汁が計量槽 S に入つてくるとシリンダー A はアルキメデスの法則に依り排除せる粗汁の重さに比例してそれだけ軽くなる。是に依つて秤の平衡が破られ、シリンダー B は秤が再び釣合ふ迄、即ち A の排除せる粗汁の重さと排出される石灰乳の重さが等しくなる迄石灰乳中に沈み、斯くして秤は釣合つてくる。更に粗汁が計量槽 S に入つて來るとシリンダー A は再び軽くなりシリンダー B は更に深く石灰乳の中に沈み一層多量の石灰乳を排出する。従つて粗汁が計量槽中へ徐々に入つてくると石灰乳も又常に夫に相當した量だけ排出される。計量槽から前石灰添加汁を排出するとシリンダー A は次第に重くなりだんだん深く沈まうとする。此際シリンダー A は石灰乳中に沈んでゐるシリンダー B を引く爲に



第二圖

中の石灰乳の水平面の高さが下る。かかる状態になると栓 V と連絡された浮き D は自動的に石灰乳の水平面を上昇せしめ溢出口の高さに達せしめる。シリンダー B の容積の變化は添加せんとする石灰乳の容積に相當す。尙前石灰添加の際に加へられる石灰乳量は甜菜に對し 0.2-0.3% CaO を移動するが、シリンダー B の容積は最大濃度に於て甜菜に對し 0.25% CaO として計算した方が便利である。

(II) Sangerhausen-Blauke 計量器⁽⁵⁾

第二圖は Sangerhausen 製作所で發賣されてゐる計量器にしてその原理は (I) によく類似す。

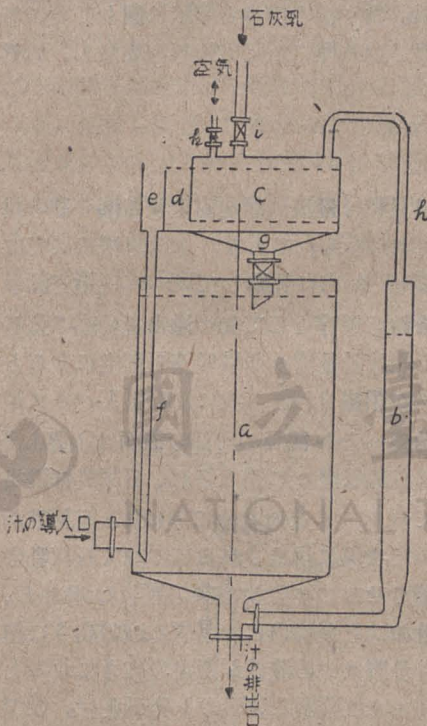
此装置に於ては紐と轉子に依つて一つの重りに連結された浮きがあつて、此浮きは計量槽中の汁と共に上下する。

今浮きが汁に押上げられると夫に應じて重りは石灰乳槽へ沈み、相當量の石灰乳が溢出口を越えて粗汁に加はる。又汁の排出につれて重りが再び浮き上つて來ると石灰乳面が沈む爲に石灰乳バ

ルブに連結された浮きは降下し、是に依つて石灰乳が再び所定の高さ迄石灰乳槽へ流入する。汁の排出が終ると續いて上記の作業様式が繰返される。

(III) J. Eisner 式計量器⁽⁶⁾

第三圖は石灰乳の均一な計量装置を示す。粗計量槽 a と槽 b は連絡し、計量槽 a が汁で



第三圖

部よりなる槽は石灰乳の計量槽で c なる空間部は石灰乳の計量に役立つ空間である。g は排出口を有し石灰乳から沈澱する砂や泥を集めて、時折その排出に役立つ。又 c 室と b 室はパイプ h に依つて互に連絡されてある。空間 c と b を目的に適ふ様に決定する事は重大な事柄でその決定方法は如何なる着眼點に基いて行ふべきかは Dtsch. Z-ind. 1935, S. 279, 483. を参照されたい。此處に於て唯簡單に此装置の作業方式を述べて置かう。

先づ粗計量槽 a から汁を排出しても常に a の底部に幾分汁が残る様にし、空気バルブ K を開くと b 槽も空になる。槽 a が空になれば栓 i を開き石灰乳槽を石灰乳で充す。石灰乳が d と e の間の溢出口の高さに達すれば栓 i を閉める。次で次の様な順序に従つて操作をする。

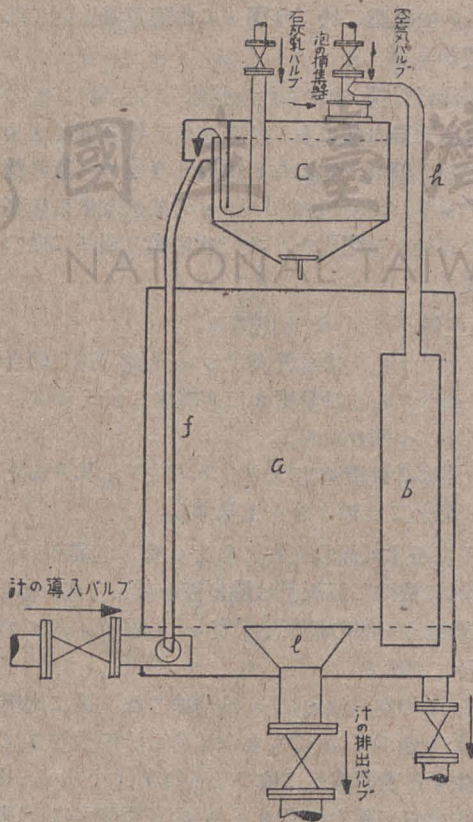
1. 空気バルブ K を閉ぢる。
2. バツテリーの看視人から 滲出罐の排出の合圖が出ると計量槽 a に連絡する汁の導入バルブが開かれる。
3. 汁は計量槽 a に入り、その中を上昇すると同時に b の中をも上昇する。
4. 槽 b に上昇しつつある汁はパイプ h を通して石灰乳面の上方にある c 室の空間部へ b 中の空気を押出す。c 室の僅かな壓力の増加に依つて石灰乳は溢出板を越えて流れる。従つて汁が b 槽に上昇し始めると同時に最初の一部の石灰乳が室 e を通り、パイプ f を經て、槽 a の中へ入ってくる最初の汁に加はる。
5. 汁が更に計量槽 a 及び b に上昇すれば b 中の空気は更に c へ排除され、是に比例して石灰乳が c から溢出板を越えパイプ f を通つて a に入りつつある汁に添加される。(c と溢出板に於ける石灰乳面の間に生ずる表面落差に依つて石灰乳は c から d を通つて e に排出されるが此排出に必要な空氣の壓力は又 a と b の表面落差に比例する。)
6. 計量槽 a が充満すれば汁の導入バルブを閉める。汁の流れが止むと a 及び b に於ける汁の面はもはや上昇せず、従つて石灰乳は流れなくなる。斯様に操作すると c より溢出せる石灰乳の容積は b から c へ壓入された加壓空氣の容積と等しくなければならぬ。

7. 粗汁計量槽 a の排出バルブが開くと石灰乳と混和した石灰添加汁は排出を開始する。
8. a と b が空になると空気バルブ k を開き続いて石灰乳バルブ i を開く。
9. 斯様にして石灰乳を石灰乳計量槽に導入し溢出板の高さに達せしめ次に弁 i を閉ぢる。此操作は粗汁計量槽が空になる間に行はれる。
10. 粗汁計量槽が空になると汁の排出バルブを閉ぢ (1) からの作業方式に従つて此操作を繰返す。

然し此装置に於ては汁と石灰乳の混合作用が充分であるとは云へない。又前石灰添加汁の排出に當つて最低液面を決める適當な設備が施されて居らぬ。尙 b 槽の位置と形狀に關して更に考慮すべき餘地があるので J. Eisner 氏は此等の諸點が満足される様に上記の装置を改良し、加壓式及び減壓式前石灰添加装置を考案した。

(A) J. Eisner 氏の加壓式前石灰計量器⁽⁷⁾

第四圖は加壓の状態で操作する装置を表はす。粗汁計量槽は最低液面を固定する漏斗狀の排出口 (l) を取付けられてある。本改良槽に於ては b 槽を計量槽 a 内に具備してゐる。(第三圖参照) 作業方法の順序として先づ溢出板の高さ迄石灰乳を満し粗汁計量槽 a が最低液面迄空になると空気バルブが閉塞される。次に汁の導入バルブが開くと計量槽 a と b 圓筒の内部の液面は上昇し b 中の空氣は石灰乳槽 c に壓入され、石灰乳は溢出板を越えてパイプ f を通り汁に加はる。石灰乳が空氣に依つて次第に排出されるにつれて石灰乳の流れを繼續させるに必要な空氣の壓力は増加し、此壓力の増加は b 圓筒内に上昇する液の高さに相當する。計量槽 a 中の液柱が所定の高さになると汁の導入バルブは閉塞し液面の上昇が止む。従つて空氣の壓の増加即ち石灰乳の流れは同時に中斷される。次に汁の排出バルブが開き計量槽が空になる。汁が空になる間に空気バルブが開き石灰乳槽は再び充満される。汁の排出が終ると再び上の如き作業方式が始まる。

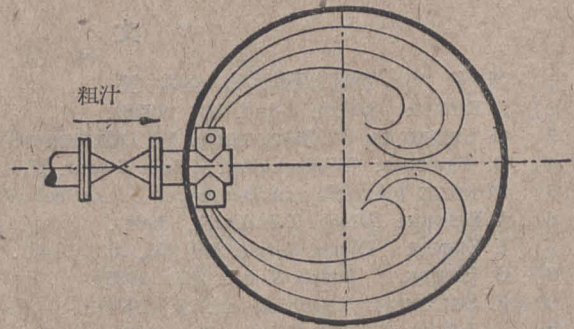


第 四 圖

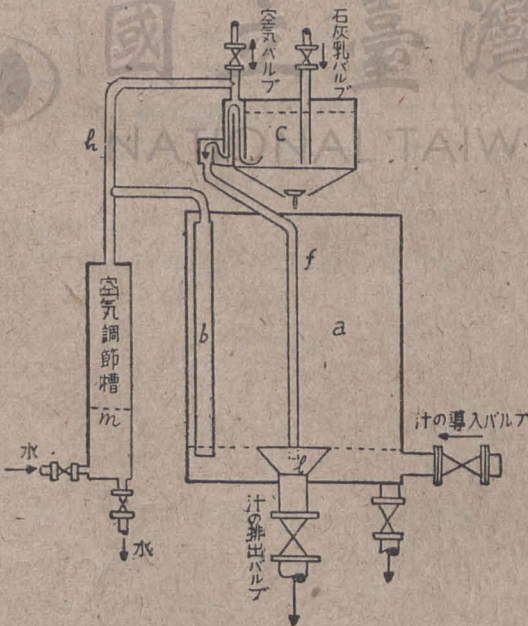
此装置に於て石灰乳の添加パイプ f の開口は汁の導入パイプの開口の位置にあつて而も瞬間的に適當量の石灰乳が汁に添加されて強い混合作用が起る様な形が施されてある。第五圖は石灰乳の導入パイプを示してゐるが此パイプは比較的狭い空間に於て激しい渦卷運動を與へる。

(B) J. Eisner 氏の減壓式前石灰計量器⁽⁷⁾

第六圖は減壓式計量器を示す。此装置に於ては石灰乳槽 c が石灰乳で所定の高さ迄充滿される間に粗汁計量槽 a も一定の高さ迄汁で滿される。然る後に空氣バルブが閉塞される。次に汁の排出バルブが開くと計量槽 a と b 圓筒内の液面が降下する。是に依つて空氣で滿された装置の全部分は減壓を生じて吸引作用が起る。此壓力の減少に依つて石灰乳は溢出版を越えて粗汁と混合する。結局此装置の作業様式は加壓装置と正反對であつて粗汁計量槽が汁で充滿された後に作業が開始されるのである。その上此作業様式に於ては石灰乳と汁の混合作用が計量槽 a 中では行はれずして他の特殊な受槽或は a から出たパイプの中で行はれる。尙第六圖に示された空氣調節槽 m は減壓の強さを調節する補助槽である。



第五圖



第六圖

結 言

以上述べた各種の計量器以外に Mühlbeck. バルブ⁽⁸⁾ 及びそれ類似の装置⁽⁹⁾ (10) (11) (12) を使用して前石灰添加を連続的に行ふ作業方式が報告されて居るが斯る装置に依る作業方法は一見して非常に理想的に思へるが緒言に於て掲げし根本條件 (1) と (2) が忠實に遵守され得ぬ恐れがある。殊に工場に於て部分的の故障が発生した場合には特にその危険性が大であると考へる。

前石灰添加装置の目的は各瞬間に於て汁に加へられる石灰乳の正確な比例的計量であつて是を數學的な式で表はせば $\frac{\Delta \text{石灰乳}}{\Delta \text{汁}}$ = 一定なる式の保持であると考へる事が出来る。此目的を達成せしむるには汁が自動的に計量器を運轉し、而も石灰乳の流れの速度は常に汁のそれと

可及的に比例して遅滞せぬ事が不可欠の條件である。斯様な考へ方を基礎にして前石灰添加装置を更に目的に適ふ様に工夫すれば將來に於て更によりよき装置が出来る可能性が充分であると考へる。

尙甘蔗糖製造に於ては炭酸法に關して未だ前石灰添加法は研究の域を脱して居らぬが粗糖製

造に於ける石灰法に就ては斯如く一定量の石灰乳を正確に而も連続的に汁に加へて膠質物質の凝固を完結する事は重要な問題である。

本綜説を作るに際し御忠言を賜はりし濱口教授並に清水助教授に厚く御禮申上ぐ。

文 獻

- (1) 謝 伯 東：製糖化學彙報第九卷第一號
- (2) J. EISNER: Dtsch. Z-ind. 167, (1938).
- (3) O. SPENGLER, St. BÖTTGER u. W. DÖRFELDT: Dtsch. Z-ind. 1903, (1936).
- (4) D. VRAČUM: Wirtschaftgr. Z-ind. Ztschr. 87, 1, (1937).
- (5) FÜNFZIG Jahre Verein Deutscher Zuckertechniker (1941).
- (6) J. EISNER: Dtsch. Z-ind. 263, (1935).
- (7) J. EISNER: Dtsch. Z-ind. 209, 231, 252, (1938).
- (8) G. HRUDKA: Dtsch. Z-ind. 333, (1935).
- (9) F. SOLDNER: Dtsch. Z-ind. 22, (1934).
- (10) O. LÜDER: Ctrbl. Z-ind. 126, (1936).
- (11) L. LENGEY: Wirtschaftgr. Z-ind. Ztschr. 87, 231, (1937).
- (12) MIEHE u. W. WITT: Ctrbl. Z-ind. 40, 916, (1932).

(臺北帝大製糖化學教室)

國立臺灣大學圖書館
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY LIBRARY