

バブコック式トムリンソン回収装置

朝 倉 英 二*

Babcock & Wilcox Tomlinson Recovery Unit

By Eiji Asakura

Babcock-Hitachi K. K.

Abstract

As is well known, the pulp industry is one of the key industries of this nation. Wood, a sole raw material for this industry, needs to be separated into cellulose and lignine, the former existing as pulp and the latter, as a binder. The efficiency of the industry, therefore, is regulated by the method of separating cellulose from lignine, and among many others, the Kraft process is engaging the attention of the industry as one of the most efficient methods of the chemical separation.

Chemicals used in the chemical process, on the other hand, should be recovered as economically as possible. The B & W Tomlinson Recovery Unit introduced herein by the writer just answers this purpose, and at the same time is noteworthy for its availability of the latent heat carried by the spent cooking liquor.

〔I〕 緒 言

パルプ工業がきわめて重要な産業の一つであることはいまさら言を待たないことであるが、その原料はいうまでもなく木材である。

木材はその成分をセルローズ（繊維）とリグニン（木質）に分類され、このうちのセルローズがすなわちパルプとなり、リグニンはセルローズのバインダーとして存在するものである。

したがってパルプ製造は木材よりいかにしてセルローズを分離するかということになるわけで、その方法には機械的方法、化学的方法など種々あるが、化学的方法のうち「KRAFT」法および「SODA」法が差し当つてもつとも関心をもたれるものである。

しかしてこれら処理方法により生じた廃液中の化学薬品をいかにして再び多く回収するかがパルプ工業の重大なることで、B&W 式トムリンソン回収装置はこの廃液回収に用いられるもつとも効果的な装置であり、なおかつ、廃液中の潜在熱量を十分に利用できる装置である。

以下「KRAFT」法パルプ工場に設置される B&W 式トムリンソン回収装置について簡単に述べてみたいと考える。

〔II〕 パルプ生産中におけるトムリンソン回収装置の役割

パルプ用の原木はまず樹皮をはがされ、砕かれて木釜 (Digester) に入れられる。これを蒸気と Cooking liquor (NaOH+Na₂S 溶液)^{*(1)(2)} で処理するとリグニンは溶解され、セルローズを分離する。このセルローズはすなわちパルプとなる。

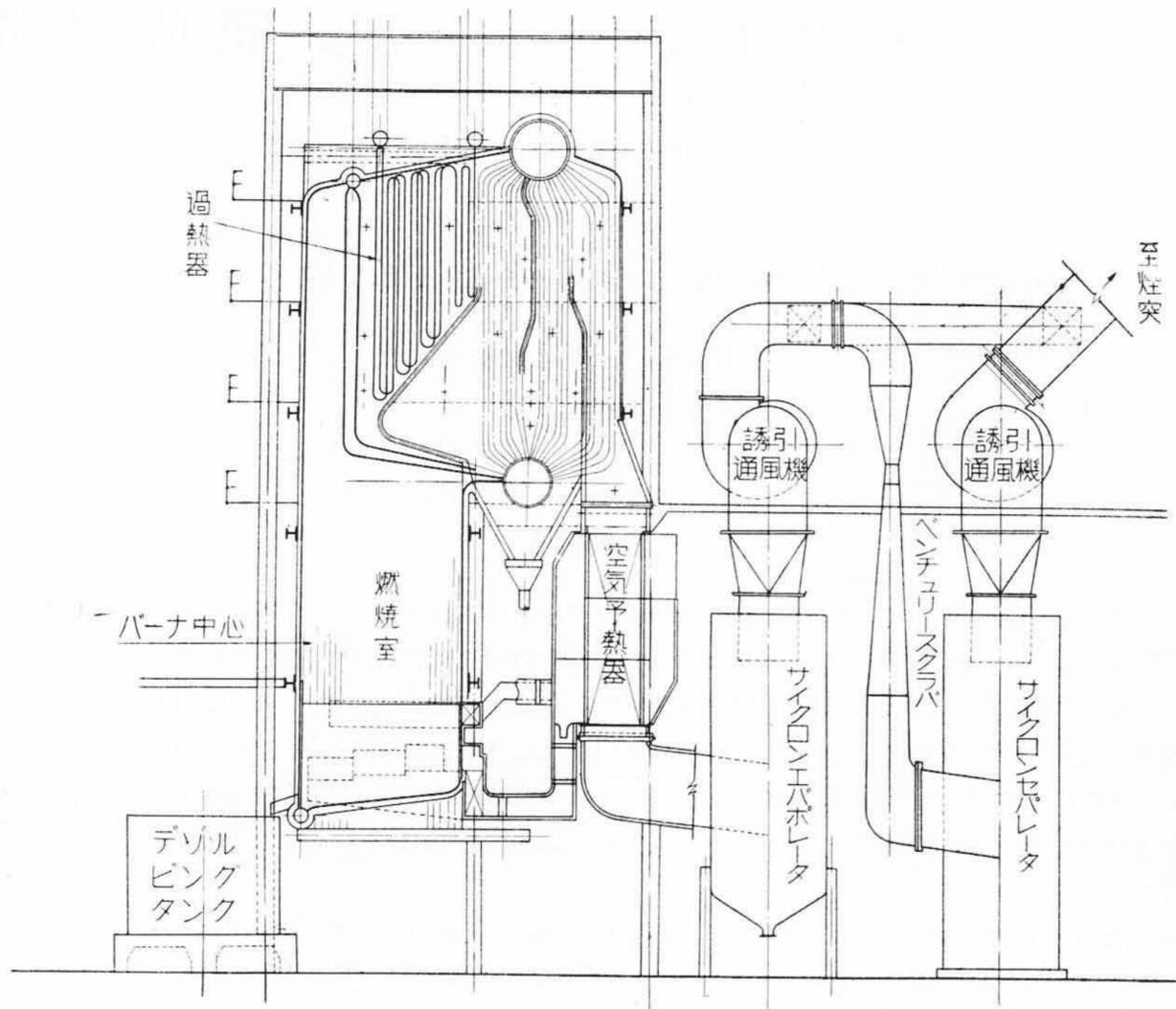
残溜溶液は弱黒液と称され回収可能の化学薬品および燃料として役立つ成分を含む。たゞし Cooking liquor は木釜において NaOH は主として Na₂CO₃ に、Na₂S は Na₂SO₄ および有機硫化物に變ず。概略 1 t (2,000 lb) のクラフトパルプ生産で黒液は約 3,000 lb の固形物を含み、内 1,300 lb は回収可能の化学薬品で、また黒液は約 6,500 BTU/lb (高位乾燥) の発熱量を有する。

B&W 式トムリンソン回収装置は燃焼室、過熱器、汽罐および空気予熱器ならびに二次回収装置すなわちサイクロンエバポレータおよびベンチュリースクラバーなどよりなる。

註*(1) 「SODA」法においては Cooking liquor として NaOH を使用する。

(2) 一般に長繊維の木材に対しては「KRAFT」法がまた短繊維の木材に対しては「SODA」法が使用される。

* バブコック日立株式会社



第1図 B & W トムリンソン回収装置

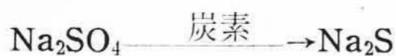
Fig.1. B & W Tomlinson Recovery Unit

すなわち燃焼室、過熱器、汽罐および空気予熱器を通過した廃ガスはサイクロンエバポレータ出口の誘引通風機で吸引され、さらにベンチュリースクラバを経た後、ベンチュリースクラバ通風機で吸引され煙突に至る。(第1図参照)

木釜よりの弱黒液は燃焼室で燃焼される前 50~70% 濃度に濃縮される要あり、これは最初多重効用蒸発器 (Multiple effect evaporator) でなされ、続いて直接接触蒸発器 (Direct evaporator) でさらに濃縮されるのが普通である。

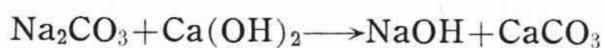
なおパルプ生産工程においては処理薬品の幾分の損失は免かれず、これは燃焼前、黒液に芒硝 (Na₂SO₄) を補給して補われる。

燃焼室において黒液中の可燃分は燃焼し、化学薬品は溶融物となつて燃焼室前のデゾルビングタンクに排出される。燃焼室で溶融物中の Na₂SO₄ は



の反応で Na₂S に変じ、Na₂CO₃ は反応をうけない。

この溶液はさらに苛性化室に導かれ、ここで Na₂CO₃ は

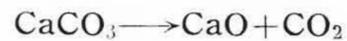


NaOH に変じ Na₂S は反応をうけない。

すなわちこれらの過程にて NaOH+Na₂S の処理薬品

を再び回収できたことになる。

また苛性化室にて生じた CaCO₃ も



上記過程をたどらせることにより再び Ca(OH)₂ をうるることができる。

しかして上記装置により概算的に見て約 1t のクラブトパルプ生産で 10,000 lb の発生蒸気をうることができかつ化学薬品は約 95% の回収効率をうるることができる。

〔III〕 トムリンソン装置各部概要

(1) 燃焼室

回収装置の目的は

- A. 薬品回収率の高いこと。
- B. 熱回収率の高いこと。
- C. 黒液濃度の大幅な変化に適應すること。
- D. 補助燃料の不要なこと。
- E. 長期連続運転の可能なること。
- F. 維持費の少いこと。
- G. 取扱いの容易なこと。
- H. 堅牢なること。
- I. 安全運転のできること。
- J. 空気漏洩のないこと。

などであることはいうまでもないが、これらの諸目的を達成する上にもつとも重要な部分は燃焼室であつて、B & W 式の燃焼室は永年にわたる経験と実績によりこれらの要求をあますところなく満たしている。

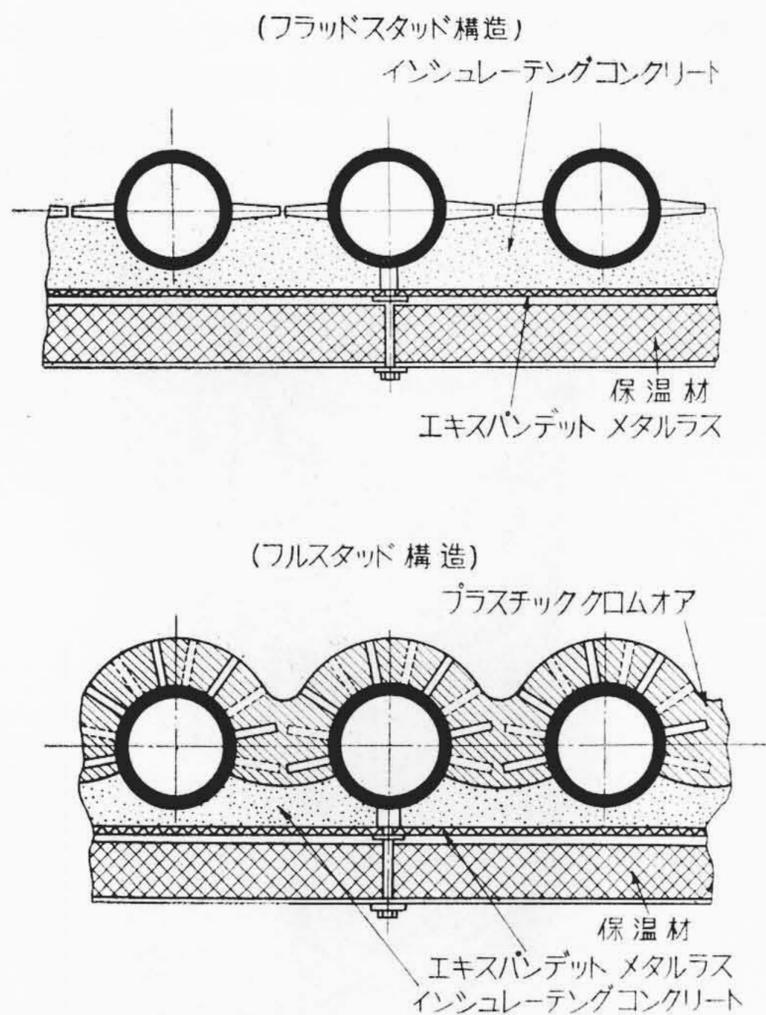
炉底の構造は完全にスメルト漏洩を防止し、耐用年数の長さを特長としている。すなわち炉壁管を前壁下部へッダーより炉底および後壁を経て下部水胴に連結してあり、これら炉壁管は燃焼下部においてはスタッドを適當なる間隔をもつて溶接したいわゆるフルスタッド構造となり、上部においては平板を管両側に一列に溶接したいわゆるフラットスタッド構造となつている。(第2図参照)

フルスタッド構造部はプラスチッククロモア (P.C.O.) が充填される。P.C.O. はクロム 鉍石を主成分とする中性の耐熱、耐蝕材でスメルト流出の炉底に対しきわめて有効で、米国においてはその耐用実績 10 数年におよぶものがある。

なお炉底は不測の場合にもスメルト漏洩を完全に防止するため特殊構造を採用することにより万全の策を講じてある。

また P.C.O. の表面においては炉壁水管の冷却作用によりスメルトは凝結しこれまた炉底の保護の役目をなす。

フラットスタッド後壁はインシュレーテングコンクリ



第2図 炉 壁 構 造
Fig. 2. Furnace Wall Construction

ートを充填して熱損失および空気漏洩を完全に防止している。

フルスタッドおよびフラットスタッド構造部ともにそれぞれ高温ブロックまたは 85% マグネシア、さらにプラスチック断熱材を用いて保温を完全にし全周壁および頂部ともすべて鋼板ケーシングで覆われる。

これら断熱材はすべて炉壁管に直接スタッドで維持され、したがつて熱膨脹による伸びは壁管と一体となつて無理なく行われる。

また燃焼室は汽罐、過熱器とともに上方の大きな横梁で支持され、熱膨脹による伸びは下方に自由に許されるために、ペーレーブロック壁におけるごとき複雑なコーナースीलを必要としない。

黒液バーナは汽罐前壁に設置され、一次、二次空気孔はそれぞれ両側壁および後壁下部に設けられ、空気量および風圧はダンパにより調節される。

それぞれ適當なる風圧および風量で供給される一次空気は燃焼室炉底における局所的な高温を防ぐとともに、還元気流中における高温炭素による芒硝の還元作用を確実にしめ、かつ上昇ガス量を抑制して昇華およびキャリアーオーバによるソーダの損失を極力少なくしている。

同様に適當なる風圧および風量で供給される二次空気は一次空気量の不足を補つて燃焼室における燃焼を完全ならしめている。

燃焼室前壁下部には水冷式スパウトが設置されスメルトをデゾルビングタンクへ流出せしむる。

(2) 黒液バーナ

ミキシングタンクより黒液ポンプで送り込まれた黒液は揺動装置付特殊設計バーナにより比較的粗いスプレーで両側壁および後壁へ噴出附着せしめられる。

黒液は炉底よりの上昇燃焼ガス中を横断し三壁に到達する間に一部脱水され、壁に附着後火床輻射熱によつて完全に脱水されてしかるのちその自重によつて逐次炉底に落下する。かくして炉底にいわゆるチャーベットの作り火床で燃焼をつづける。

バーナの運動は連続的に上下および左右方向になされ、運動角度は適宜調整することができる。

上記黒液バーナを用いた燃焼方式は B & W トムリンソン汽罐のもつとも特色とするもので、他のスプレー式バーナに比しはるかにすぐれた方法である。すなわち一般のスプレー式においては黒液を微細な粉霧状にして噴射するため、回収すべき黒液粒子の一部は燃焼してしまふし、灰または薬品は燃焼ガスに同伴されて機械的にボイラの蒸発管群の方へ持ち去られ、また粒子の浮遊状態での燃焼は硫酸塩から硫化物への還元に好ましくない影響を与える。

また粉霧状スプレー式においては、火炉中を下降する間に黒液は浮遊状態において完全に脱出されねばならず、したがって黒液の燃焼濃度は常に相当高くせねばならず、また燃焼室の高さも相当高くせねばならぬ。しかして浮遊乾燥の程度は水分含有量とにらみ合せて厳密に調節の要あり、乾燥不十分の場合は燃焼室を所要温度にもどすため急遽補助燃料を供給する必要あり、かくすることによる温度の異常上昇は薬品の昇華を助長し損失を増加する。また乾燥し過ぎると浮遊燃焼が多くなり薬品のキャリーオーバーが増加する。

総体的に見て一般の粉霧状スプレー式バーナにおいては上記のごとき欠点が応々見られ薬品の回収率も当然悪くなっている。

(3) 過熱器

B & W 懸垂型で燃焼室出口のスラッグスクリーンと汽罐水管群との間に設置される。

過熱器底はいわゆるノーズバッフルで燃焼室よりの輻射熱を遮つて附着ダストの融着を防ぐとともに燃焼ガス流の方向を転換し、過熱器へのガス流を均等ならしめる。過熱器群は高温部と低温部とに区分され、高温部チューブのガス流に直角のピッチは低温部群より大にして、ダストの附着を防止している。

なおノーズバッフルの過熱器底部には適當の傾斜を与え過熱器群よりのダストを自然に燃焼室へ落下せしめている。

(4) 汽罐

上部汽水胴および下部水胴よりなる B & W バイドラム式で有効な除煤効果ならびに大きな熱吸収をあげうるチューブ配列となつている。ガス流は2回 180° に方向を

変ぜられていわゆる三つの通路を経て汽罐出口に到る。

この 180° のガス流変換は水管群よりのダスト回収にきわめて有効で、これらのダストは下部水胴下方のホッパに集められミキシングタンクに導れる。

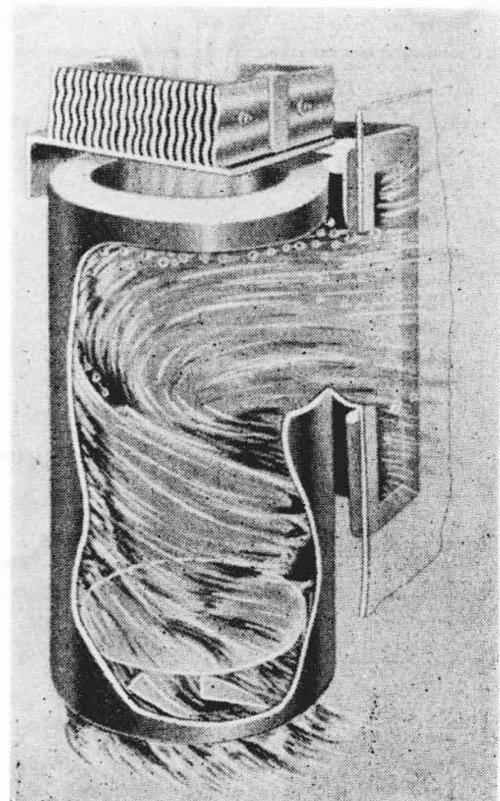
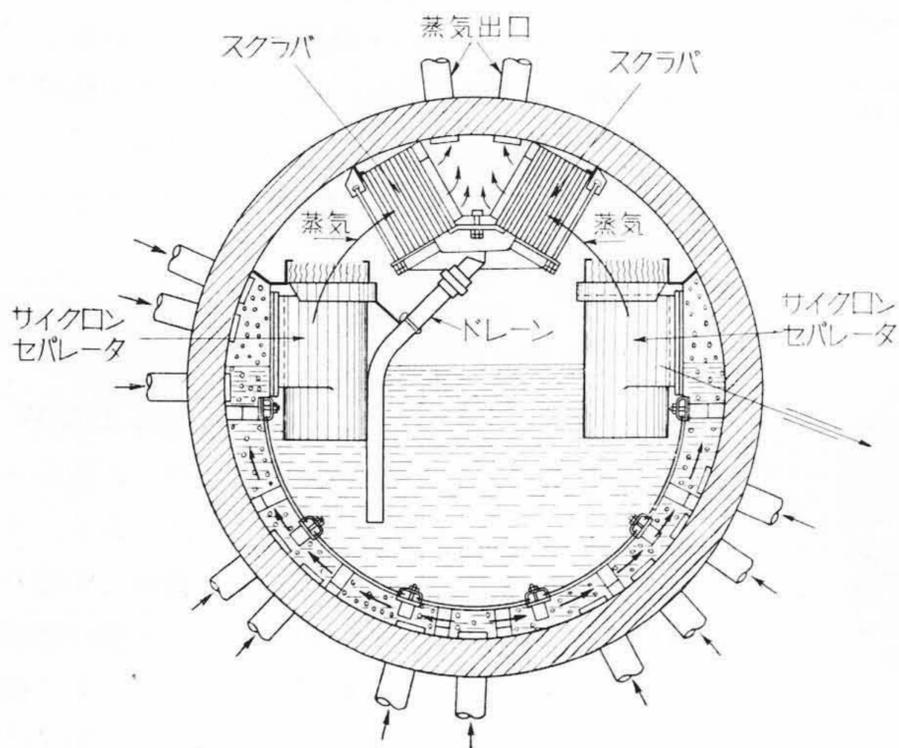
バッフルは水管にスタッドを溶接したいわゆるスタッドチューブで構成されている。

(5) 汽水胴内部装置

汽水胴内において蒸気と水滴を完全に分離することは単に乾燥飽和蒸気を過熱器へ送り込むことが必要であるというのみならず、自然循環汽罐においては循環系統へ入る水に全然汽泡を含ませることなく、かくすることにより高い循環水頭を確保せしめ、火炉水管および罐管の過熱焼損を防止する上にもきわめて肝要なことである。

本汽罐においては特許 B & W サイクロン汽水分離器および波形スクラバを汽水胴に設置して汽水分離を完全ならしめている。(第3図参照)

すなわち燃焼室よりの上昇管および汽罐上昇チューブは、全部汽水胴内の一区画に開口され、汽水混合物はすべて多数のサイクロン汽水分離器を通過するようにしてある。本分離器内で汽水混合物は遠心力の作用で完全に分離され密度の低い蒸気は上部より、汽泡を含みぬ密度の高い水は底部より流出する。蒸気はさらに波形板のスクラバーを経て飽和蒸気管より過熱器へ流れる。したがって飽和蒸気の含有する固形物量は僅かに 1 P.P.M. 以下で実質的に完全乾燥蒸気と称しうる。本内部装置により汽水胴水位の変動はきわめて少く保持され、したがって汽罐負荷の急変に対しても水滴を過熱器へキャリーオーバーするというおそれが全然なく、その結果過熱器およびタービン翼の附着物はほとんど無くなるのである。



第3図 B & W サイクロン式汽水分離器

Fig. 3. B & W Cyclone Steam Separator

(6) 除煤装置

本トムリンソン装置では燃焼ガスによる塩分のキャリオーバを最小限にし、したがってガス通路の閉塞を極力防止するように設計されているも、石炭や油焚汽罐と違いこの種の回収装置ではある程度のキャリオーバは避けられない。よって適切な除煤装置設置の必要なことはいうまでもない。本トムリンソン装置に対しては、多年の経験によりスクリーンおよび過熱器部には引込式バブコック、ラックストブロー*(第4図参照)を汽罐部には固定式バブコック多噴孔型ブローを設置して有効適切なる除煤に成功している。これらブローは汽罐前に設置の操作盤よりそれぞれ遠方操作される。この機械的ストブローの発達により、いわゆるハンドランスの必要はないが、必要の場合除煤を援けるため多数の特殊設計のハンドランス孔を過熱器および汽罐側壁に設置する。このハンドランス孔は耐熱材に直接設けられガスタイトになっている。

(7) 空気予熱器

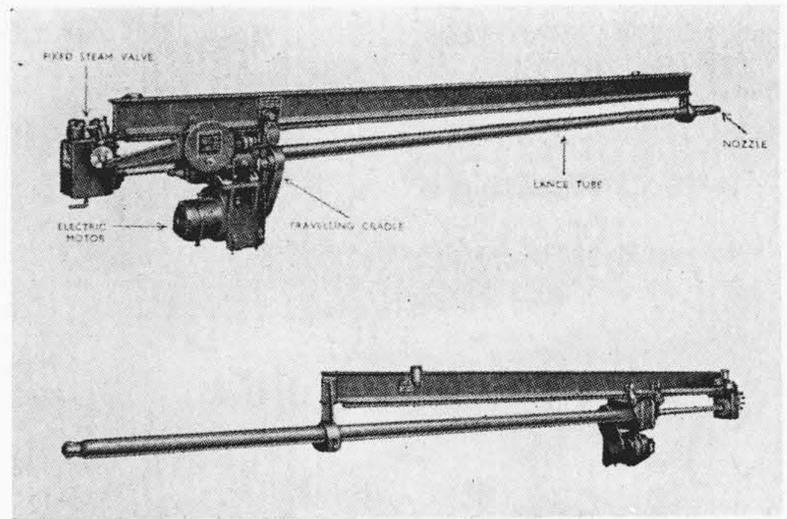
良好なる黒液燃焼には燃焼室に供給する空気を最適の温度に維持する必要がある。したがって汽罐出口における廃ガス利用の空気予熱器または蒸気利用の蒸気加熱式空気予熱器が必要となる。

これらはサイクロンエバポレータにて黒液の所要の濃度をうるための必要廃ガス温度との関係より適当なる型のものが設置される。

(8) サイクロエバポレータ

サイクロンエバポレータは汽罐よりの廃ガスを利用して真空蒸溜器よりの黒液濃度をさらに濃縮する直接蒸発器で従来のデスクエバポレータおよびカスケードエバポレータの欠点を改善して発達したものである。大きな鋼板製タンクおよび再循環ポンプならびに附属品よりなり立っている。多重効用罐よりの黒液はサイクロンエバポレータのガス入口のガス流に対し、直角に特殊ノズルより噴出され、ガス流との接触によつて水分を蒸発せしめる。かくして濃縮された黒液はタンク下部に集められ、フローボックスを経てミキシングタンクに入り、黒液ポンプにより黒液バーナに送り込まれる。

さらにタンク下部よりは再循環ポンプを経てタンク頂部の円周に設けられたノズルより周壁に沿うて黒液を噴



第4図 バブコック，ラック式ストブロー

Fig. 4. B & W Rack Type Soot-Blower

出せしめる。すなわちこの噴出液によつてタンク周壁は常に湿りを与えられ、黒液が乾燥して塊状になるのを防止している。タンクへのガス入口は周壁に切線方向に設置され、ガス流はタンク周壁に沿うて上昇するようになっている。

(9) ベンチュリースクラバ

湿式のソーダ粉霧回収装置で古くから製鉄所などで使用されていたが 1946 年米国において初めてパルプ工場に試みられて、爾来乾式である電気集塵器に代り多数採用され好評をえている装置である。

その作動原理はダストを含んだガスはベンチュリー頸管中で加速される。そしてガスの持つエネルギーは噴射水（または液）を霧化するために利用される。頸部の噴射水の壁へ加速されたガスが衝突すると噴射水は非常に微細な霧となり、激しいガスと霧水との攪拌作用が起り霧水がダストを捕集する。捕集されたダストはつぎつぎに設けられたサイクロンセパレータでガスから分離される。

その特長とするところは

- (i) 構造が簡単である。したがって取扱がきわめて容易であり、事故が起らぬため長期連続運転を可能にする。
- (ii) 腐蝕の危険なしに低温ガスで使用でき、廃ガス温度を低くすることができることはとりもなおさず熱損失を低下することになる。
- (iii) 湿式のためガス状硫黄分をも回収し、したがって煙直ガスの悪臭をも除去できる。

註* 上記引込式バブコック，ラックストブローについて若干補述するに、本機は噴口が火炉内に移動することができるきわめて進歩した長引込式のものであつて、噴出蒸気はチューブにきわめて近いところからそのチューブ面の附着物を吹飛ばすことができ、しかも使用しないときはエレメントは完全に引込められて十分炉熱から保護される。使用箇所は主として固定式ブローを使用することができない高温の場所あるいは単噴口ブローでは清掃の困難なところに

用いられる。ボデーはブローを支えているガードに取付けられているラックに沿うて移動し、その移動は各ブローに附属の小型電動機によつて行われる。なおこれらは電動操作装置、逆転機構、リミットスイッチなどが一セットとして取付けられ、しかも完全に自動的であり、また必要に応じて自動連動式にすることもできる。

第4図における上図は完全に引込められたブローを示し下図は途中まで移動した状態を示す。

(iv) 集塵効率が過負荷状態でも良い。集塵効率は90%である。

ベンチュリースクラバは主としてつきよりなり立つ。

(i) ベンチュリースロート

(ii) 液体噴出用特殊スプレインズル

(iii) ダストを補集した液体微粒子を分離回収するためのサイクロンセパレータ

(iv) 液体再循環ポンプ

(v) ベンチュリースクラバ用誘引通風機

(10) その他

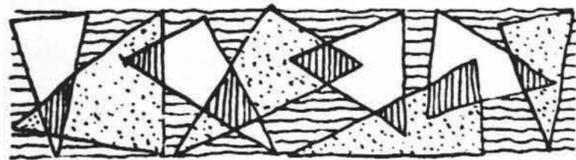
以上はトムリンソン装置の主要部分であるが、その他附属品類として電動操作攪拌機、フロート式水位調整装置などを設えてスメルトの溶解を確実ならしめているデ

ゾルピングタンク、またサイクロンよりの濃縮黒液および補給芒硝を受け入れさらにドラム下部ホッパよりのダストも回収し、混合を容易ならしめるため電動機付攪拌機を有するミキシングタンク、また黒液バーナへ送り込まれる黒液の温度を最適に保持するために自動温度調整器を設えたB&W式スチームヒータ、その他点火用重油バーナ、各種通風機、黒液ポンプ、給水ポンプ、制御計器などよりなっている。

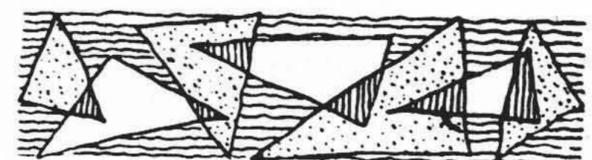
[VI] 結 言

以上概略の説明を終るのであるが、最後に最近納入したものあるいは現在製作中のトムリンソン回収装置のおよその仕様を下記に掲げ御参考に供する次第である。

納 入 先 (敬称略)	国策パルプ K.K. 旭川工場	紀州製紙パルプ K.K. 鵜殿工場	巴川製紙 K.K. 新宮工場	大昭和製紙 K.K. 大鈴川工場
パルプ生産量 (t/day)	85	85	90	110
黒液固形物量 (t/Pulp ton)	1.3	1.5	1.4	1.25
黒液発熱量 (乾燥) (kcal/kg)	3,600	3,600	3,600	3,600
蒸 発 量 (t/h)	15.6	17.5	16.4	18.5
蒸 気 圧 力 (kg/cm ²)	30	33	25	45
蒸 気 温 度 (°C)	360	370	360	430
給 水 温 度 (°C)	100	90	90	95



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(第20頁から続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	424751	カム型開閉器の回転カム	日立工場	滑川 清	30. 2. 22
"	424752	短絡装置の短絡環作動装置	日立工場	葦 沢 功	"
"	424753	直 流 機 電 機 子	日立工場	大井川 一 浩	"
"	424754	刷 子 保 持 器	日立工場	桑 原 繁太郎	"
"	424755	カム型開閉器のカム取付装置	日立工場	酒 井 真 平	"
"	424759	タ ー ボ 発 電 機 界 磁 巻 線	日立工場	大 津 勇次郎	"
"	424764	整 流 子 ラ イ ザ ー	日立工場	大井川 一 浩	"
"	424765	整 流 子	日立工場	甲 賀 正 三 大井川 一 浩	"
"	424766	直 流 機 電 機 子	日立工場	坪 秀 雄	"
"	424767	直 流 機 電 機 子	日立工場	菅 野 政 雄	"
"	424768	整 流 子 内 部 防 塵 装 置	日立工場	大井川 一 浩	"
"	424769	整 流 子	日立工場	大井川 一 浩	"
"	424770	整 流 子	日立工場	大井川 一 浩	"
"	424771	直 流 機 界 磁 鉄 心	日立工場	坪 秀 雄 白 土 経 雄	"
"	424776	双 整 流 子 接 続 装 置	日立工場	甲 賀 正 三 大井川 一 浩	"
実用新案	424779	電 気 調 整 の 乱 調 防 止 装 置	日立工場	泉 千吉郎	30. 2. 22

(第44頁へ続く)