

12. THAI DEVELOP PAPER CO., LTD.

1. 工場の概要

所在地	247 Sukupiban Rd., T. Taiban A. Muang Samutprakarn	
業種	Paper	
主要製品名	Cardboard	
生産高	30 t/d	
従業員数	100 人	
年間エネルギー使用量	電気	3,613,200 kWh
	燃料	C重油 1,402 kl
面談者	Montree, engineer, Sumboon, engineer, and Sanan, engineer	
診断日	8/30~31, 1982	
診断員	A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

○ 8年前に生産開始した工場で1系列のペーパーマシンを有し、段ボール工場ではタイ国で3番目の規模である。

若い意気込みのあるスタッフを揃え、試験室も設置した気鋭の工場である。

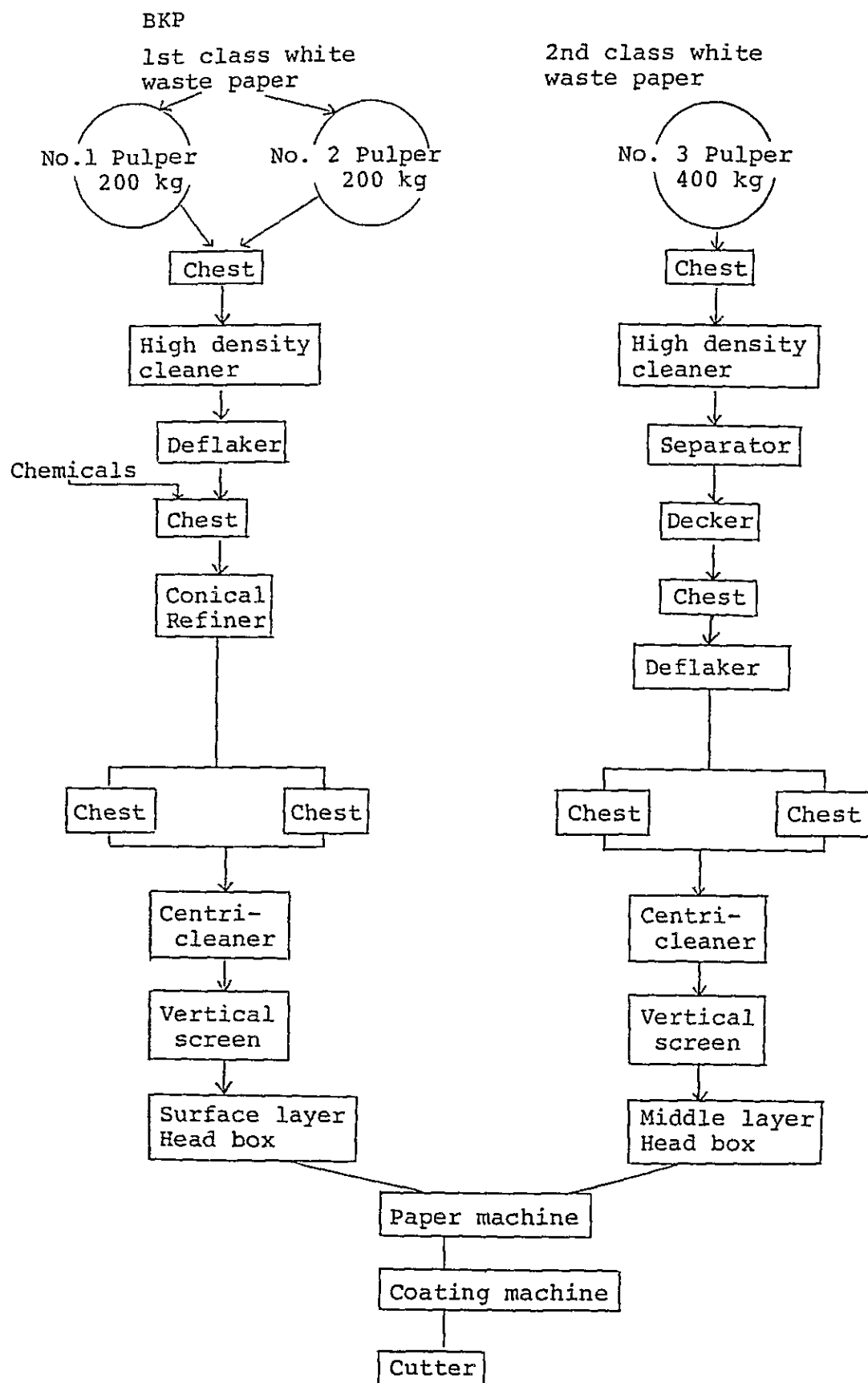
○ ボイラーはリグナイト燃料のものを新設したばかりであり、ドライヤ排気廃熱回収による空気予熱設備も発注するなど、新しいことに積極的に取り組んでいる姿勢が伺える。また生産倍増計画をもっており、工場のレイアウトも、1系列増設に都合のよいようにできている。更に背圧タービンを備えた発電所も計画されている。

○ 製紙技術については、ヨーロッパのコンサルタントによる指導を受けている。

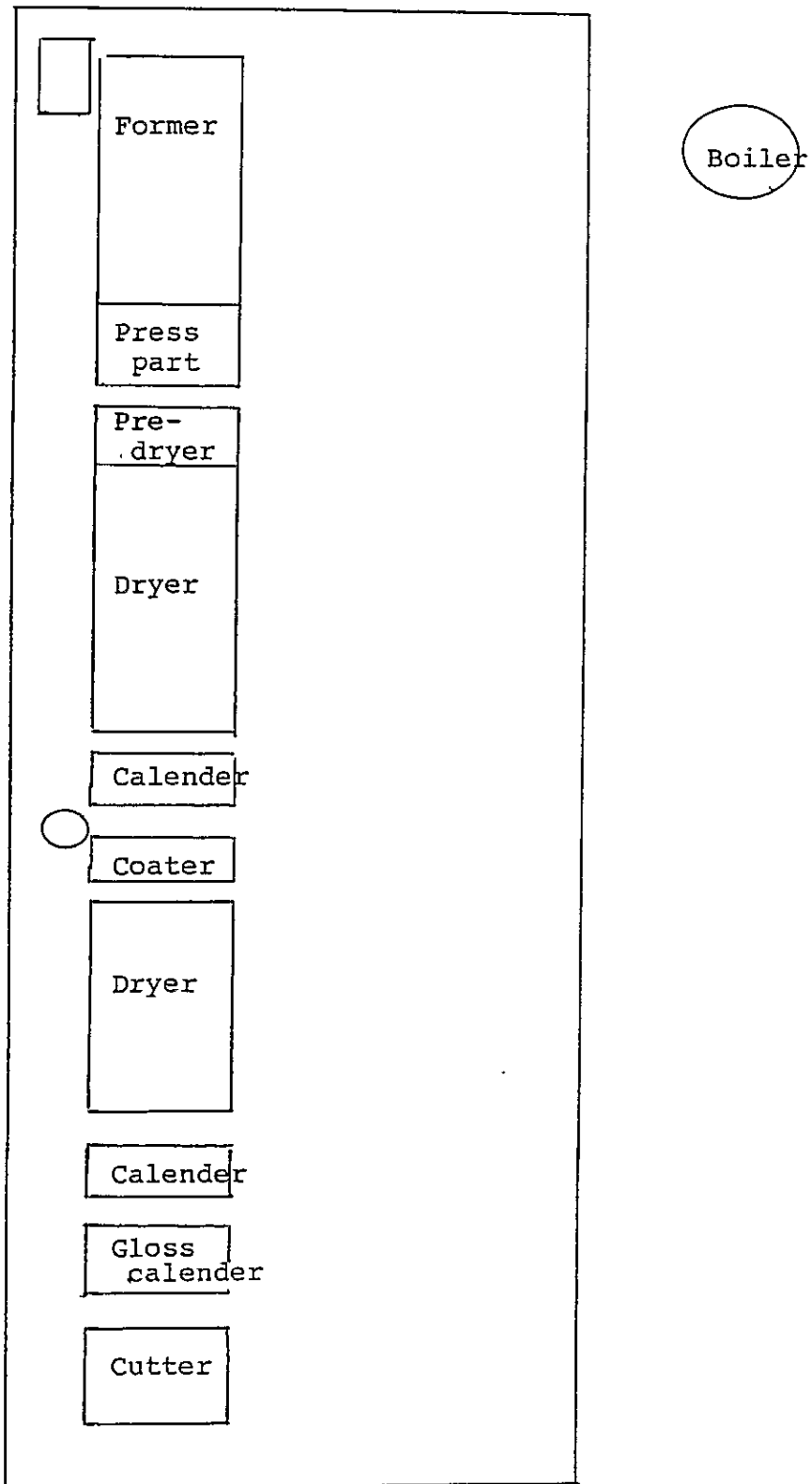
○ コータードライヤの能力がネックとなり、現在の生産は30t/dにとどまっている。

ブリバレーションヤードは工程の単純化を終ったが、ペーパーマシンについてはまだ問題を残しているとのことであった。

2. 製造工程



(4) 工場内配置図



3. 設備の概要

(1) ストックブリパレーション

上級白損紙 (1st Class Waste paper) 系統と下級白損紙 (2nd Class Waste Paper) 系統の2系列になっている。

工 程	上級白損紙系設備	下級白損紙系設備
Repulping	Pulper 2基	Pulper 1基
Screening and separating	<ul style="list-style-type: none"> • High density cleaner 1式 • Deflaker 1式 • liquid cyclone 1式 • Closed cylinder Screen 1基 	<ul style="list-style-type: none"> • High density cleaner 2式 • Separator 1式 • Deflaker 1式 • liquid cyclone 1式 • closed cylinder Screen 1基
Refining	Conical refiner 1式	
Thickener	Cylinder filter	Cylinder filter 1基

(2) Paper & Coating Machines

75"円網多筒式 (75" Cylinder Multidryer) とコーター及びカッターまでの一貫機である。

主要装置	型 式 等
Molder	Cylinder 5基
Press	Baby Press 2セット Press (Suction) 3セット (2)
Dryer	Predryer 2本 Cylinder (Open Hood) 14本
Calender	Roll 1式
Coater	Roll coater Hot-air dryer 1式 After dryer
Cutter	Single 1式

(3) ボイラー

蒸 発 量	9 t/h
圧 力	10 kg/cm ² G
燃 料	リグナイト, 重油助燃

4. エネルギーの管理状況

従業員は130人で全部常備であるが、従業員に対する教育は行われていない。ワーカーは責任感が薄いので設備対策に重点を置いているとのことであった。

モーターリストがつくられており、かつて負荷率も測定したことがある。また、新設ボイラーには燃料流量計、給水流量計が備えられていた。

品質管理のための管理図も作成されているが、活用しているようには見えなかった。

5. 燃料の消費状況

- 重油ボイラーに替えてリグナイトボイラーを使い始めたばかりである。9 t/h の定格に対し4 t/h まで発生しているが、重油の助燃を必要としている。

	定 格	測定時
リグナイト	9.6 t/d ~ 12 t/d	12 t/d
重油	1,800 l/d ~ 0	400 l/d

蒸気は、ペーパーマシンドライヤとコーティングマシンドライヤに使用している。

- ボイラーの熱勘定結果は次表のとおり。

ボイラーの熱勘定

入 熱			出 熱		
項 目	10 ⁹ kcal/h	%	項 目	10 ⁹ kcal/h	%
リグナイトの燃焼熱	2,721.0	94.5	蒸気の保有熱量	1,914.7	66.5
重油の燃焼熱	156.0	5.4	廃ガスの持ち去る熱量	292.4	10.2
重油の顕熱	0.4	0.1	ブロー水の持ち去る熱量	2.2	0.1
			その他 { 炉体からの放散損失熱量 灰の持ち去る熱量 その他 }	668.1	23.2
合 計	2,877.4	100	合 計	2,877.4	100

注1) 熱勘定計算諸元

基準温度 (T₀) 30 ℃

燃料の種類	リグナイト (含水率 7%)	重油
燃料の温度	30 ℃	90 ℃
燃料消費量	500 kg/h	16.1 kg/h
燃料発熱量 (低位) (Hf)	5,442 kcal/kg	9,692 kcal/kg

廃ガス中のO ₂ %	8.9 %
廃ガス温度	200 ℃
蒸気圧力	7.5 kg/cm ² G
給水温度	85 ℃
蒸気量	25 kg/h
給水流量	3,321.8 kg/h

注2) 熱勘定計算式

入 熱

1) 燃料の燃焼熱 (リグナイト)

$$\begin{aligned} \text{燃料消費量 } 500 \text{ kg/h} \times \text{燃料発熱量 } 5,442 \text{ kcal/kg} \\ = 2,721.0 \times 10^3 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

2) 燃料の燃焼熱 (C重油)

$$\begin{aligned} \text{燃料消費量 } 16.1 \text{ kg/h} \times \text{燃料発熱量 } 9,692 \text{ kcal/kg} \\ = 156.0 \times 10^3 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

3) 燃料の顕熱

$$\begin{aligned} \text{燃料消費量 } 16.1 \text{ kg/h} \times \text{燃料の比熱 } 0.45 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \\ \times (\text{燃料の温度 } 90^\circ\text{C} - \text{基準温度 } 30^\circ\text{C}) \\ = 0.4 \times 10^3 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

出 熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量

$$\text{湿り廃ガス流量} = 4,846.0 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{乾き廃ガス流量} = 4,802.4 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{廃ガス中の水分量} = 43.6 \text{ Nm}^3/\text{h} (= 35 \text{ kg/h})$$

$$\text{乾き廃ガスの持ち去る熱量} = 4,802.4 \times 0.33 \times (200 - 30) = 269.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$\text{廃ガス中の水分の持ち去る熱量} = 35 \times (686.8 - 30) = 23.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$\text{湿り廃ガスの持ち去る熱量} = 292.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) ブロー水の持ち去る熱量

$$\text{ブロー水の量} = 25 \text{ kg/h}$$

$$\text{ブロー水の温度} = 174 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ブロー水の持ち去る熱量} = 25 (174 - 85) = 2.2 \times 10^8 \text{ kcal/h}$$

3) 蒸気の保有熱量

$$\begin{aligned} \text{給水流量 } 3,321.8 \text{ kg/h} \div & \left(\frac{\text{蒸気のエンタルピー}}{661.4 \text{ kcal/kg}} - \frac{\text{給水のエンタルピー}}{85 \text{ kcal/kg}} \right) \\ & = 1,914.7 \times 10^8 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

6. 熱管理の問題点と対策

(1) ストックプリパレーションパート

ストックプリパレーションパートの能力は、マシン、コーターの能力より大きい。このような場合多くの工場は、作業労力負担増、工程バランスの一時的不安定を理由に低効率を承知の上で、小さい方の能力に合わせて運転を行っている。当工場は低効率運転によるエネルギーロスを無くする方針に従って、生産計画によってプリパレーション設備の運転・停止を実行している。これは賞讃に値することで、この工場の積極的経営姿勢のあらわれである。当工場のもう一つの良い所は、用水の使用量が非常に少ないことである。原単位としての30t/紙tは、世界の高水準と言える。従ってマシンのヘッドボックスでも、36~37℃を保持しドライヤの蒸気量節減には大きな寄与となっている。

この主な理由は、High density Cleaner の能力が十分で、異物分離に余裕があり、他の工場のような希釈、濃縮の手順が省略できているためである。

また電力の節減のためにチェスト15基の内、5基を休止させ現在10基で操業するなど、エネルギーの節減は徹底している。

(2) プレスパート

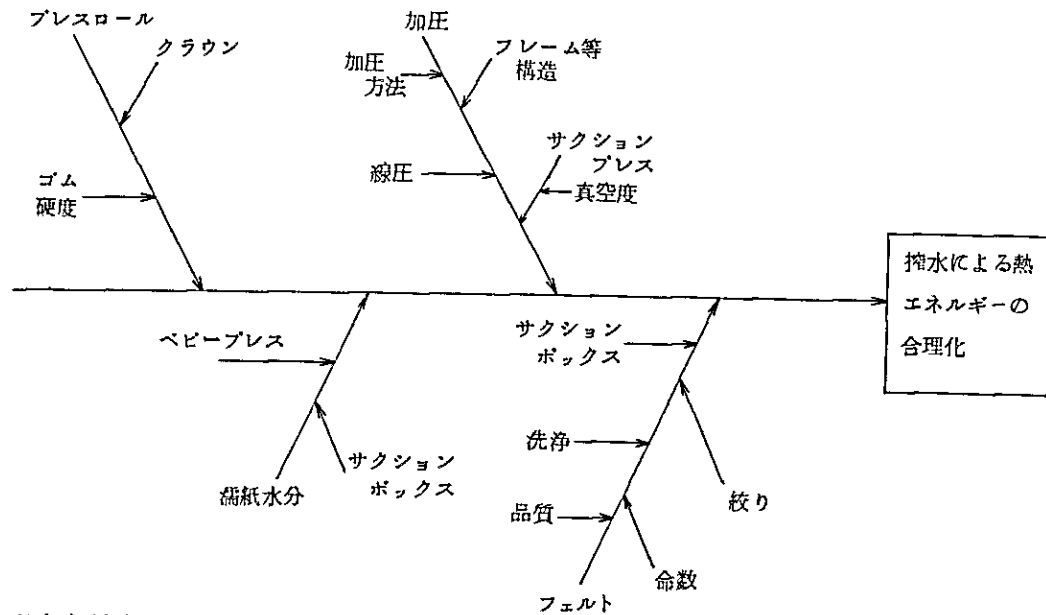
① シートフォーメーション

Vat内温度36℃と高い。白水循環システム及びマシンの操業が順調であることをしめす。

② プレスパート

Wet endの水分を測定したデータがないとのことで、診断当日も測定の機会がなかった。試験室が中心になり、抄紙部門及び設備担当と一緒にWet endの水分を点検しながらプレスロールの加圧テストを行い、脱水率の向上を実現していただきたい。Wet endの水分を1%減ずることによりドライヤにおける蒸気量は3~5%減少する。プレスパー

トにおける脱水率向上対策の要因は、次の図のように考えられるので参考にされたい。



留意点を抽出すると、

a) プレスロール

ロールのクラウン形状は取り換えた時に測定し、仕様どおりかを点検し、もし狂っている時は研磨する。ゴムロールの硬度も確認する。

b) 加 圧

フレームの構造強度については予め調査して、できるだけロールの圧力を高めるようにする。

c) ベビープレス、サクシヨンボックスの機能を発揮させ、プレスに入る前の水分を減じる対策をとること。

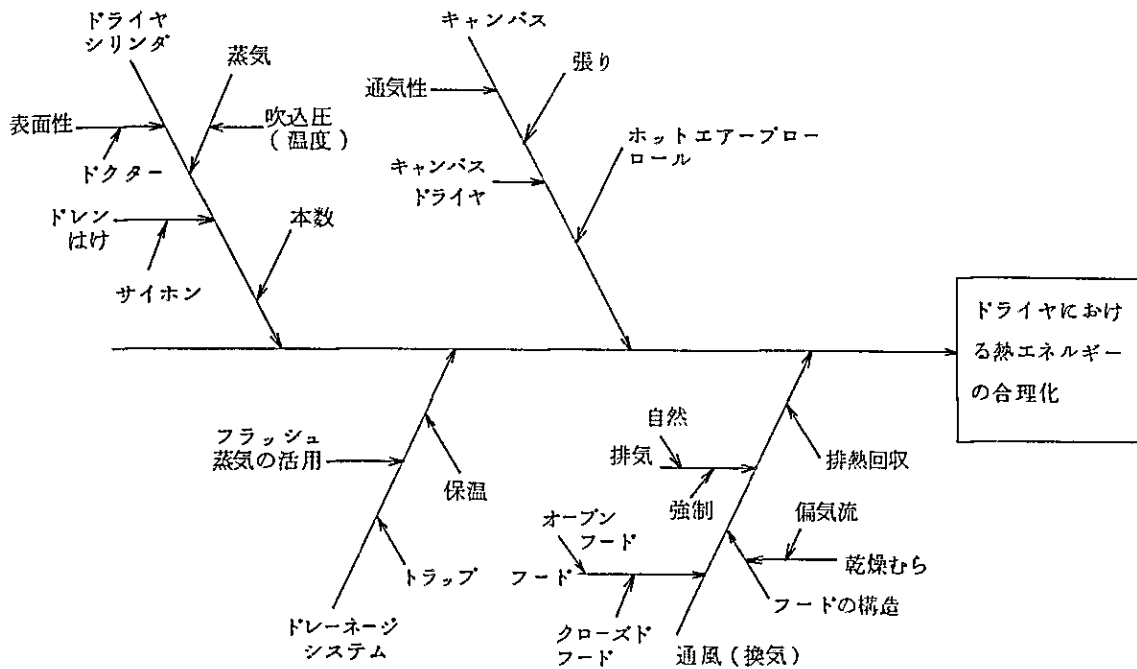
d) フェルトはプレスのニップ圧により圧縮し、加圧が解除される瞬間膨張して濡紙の水分を吸引する。従ってフェルトは弾力性に富み、通水しやすく、また緻密でなければならぬ。そのためには、洗浄用シャワー及びサクシヨンボックスも十分機能を発揮していなければならない。

Wet Sheetの水分測定に当っては Cross direction に 4～5カ所からサンプリングして、バラツキを調べておくと異常値が出た場合、解析しやすい。

(3) ドライヤパート

蒸気を最も多量に消費する所であり、燃料消費を削減できる多くの要因がある。

その要因を図にすると次のように考えられる。



① ドライヤシリンダ

シリンダ内のコンデンセート膜厚みは大きな要因として考えておかなければならない。内部のコンデンセート膜を薄く保つようにサイホンは設計されている。

サイホン先端と内壁のクリアランスが仕様どおりであるか定期的に順次点検する必要がある。サイホン形式によって、かなり違いがあるので、各種メーカーのカタログをとり寄せ調査しておくといよい。

② キャンパス

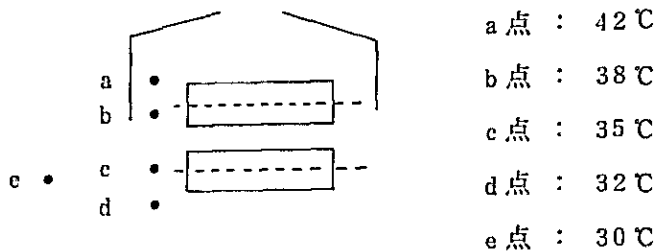
キャンパスは濡れたシートと接してペーパーを吸収し、包含して、シリンダとシリンダの間の自由空間でペーパーを発散する役目をする。

キャンパスの目詰りがなく、温度が高いことが必要である。

③ ベンチレーション

ドライヤ内のシリンダ、キャンパス、ペーパーシートにかこまれた部分、いわゆるドライヤポケットのベンチレーションをよくすることは、乾燥効率を向上させる。キャンパスロールの表面からホットエアをブローしてキャンパスの乾燥とポケット内のベンチレーションをよくするホットエアブローロールは効果的装置である。

ドライヤフードはオープンフードであり、ベンチレーションもよいがドラフトが良過ぎる外気の吸い込みが多いと考えられる。ドライヤ正面、側面の各所温度は、



となっている。

フードの先端からカーテンを吊り下げ、外気の侵入を抑えて、ドライヤ内の通風速度を向上することが、当面の対策と考える。前述のキャンパスの温度低下も防止できる。

吹き込み蒸気圧も、紙の乾燥状態を見て操作できるように、圧力計は前面に延長して設置し、バルブの開閉操作が容易なようにユニバーサルジョイントを用いてハンドルをカレンダー周辺まで延長するのがよいと思う。

以上により蒸気節減見込は約3%である。

㊦ カレンダー ウォータコート

カレンダーでのカール防止のために ウォータコートするというのは、技術的、経済的に賢明な方法でない。カールの防止の対策としては、

- ㊦ サーフिसリヤーとバックリヤーのファイバの構成を変える。
- ㊦ 表面の収縮を進めるためには、上段ドライヤの表面温度を上昇させ、バックの乾燥をすすめるためには、下段ドライヤの表面温度をアップするというように温度差をつけてカールを修正する。
- ㊦ 恒率乾燥の範囲と、減率乾燥の範囲を変えるために、前段ドライヤと後段ドライヤの蒸気通気量を変化させる。

等々、方法がある。これらの対策にそれぞれチャレンジして解決すべきことである。現状から判断すると、ペーパーシートの両端が垂れ下がる現象がでているようなので、上記㊦の上段ドライヤの表面温度が高すぎ、この面の収縮が大きいことが、第一の原因と考える。また、㊦のサーフィスリヤーのファイバフリーネスがバックのファイバフリーネスよりも相対的に細かい(フリーネスが低い)ことも原因であるかも知れない。

何れにしても、早く乾燥したシート面の収縮が先に起こり、その側にカールしていく。それが、乾燥初期に起こったり、乾燥後期に起こったり、設備事情、紙質事情によって異なるので、実地に適合する方法は、現場実験で確かめる以外にない。

何れにしても、Dry endで、ウォータコートすることは、コーターの乾燥容量不足に一層の拍車をかけるものであるから絶対やめるようにしてほしい。

ウォーターコーティングのとりやめにより、後段カラーコーターの蒸気節減などで、蒸気使用量は約2%節減できると推定する。

⑤ カラーコーティング

カラーの温度は31℃であった。前段のウォーターコートによるペーパーシートの温度低下に起因することも考えられるが、カラー温度は、もっと上昇することが望ましい。コータードライヤーの負担を軽くし、蒸気原単位も向上する。

(4) ボイラー

当ボイラーはリグナイト焚き縦型水管式で、投炭口が下部両側にあり、Chain grate stokerにより正逆いづれの方からも送り込み、灰出しができる設計である。

設置したばかりで試運転3日目のものであり、蒸発量、蒸気圧力の定格、常用は下表の通りである。

	定 格	常 用
蒸 発 量	9 t/h	7 t/h
蒸 気 圧 力	10 kg/cm ² G	7 ~ 7.5 kg/cm ² G
燃 料	リグナイト) 重油) 混焼	

給水流量計が設備しており、ボイラー運転記録や水質検査記録も一部あるので、今後統計的に利用されることが望ましい。

$$\frac{\text{給水量}}{\text{リグナイト量} \times \frac{5.4}{9.7} + \text{重油量}}$$

を算出して成績の目安とする。

熱勘定からみるとボイラー効率は66.5%であり、これは負荷率が37%と低いこととリグナイトの燃焼灰が持ち去る熱等によるものと推定される。

ボイラー本体の保温は良いが、降水管の一部が保温されていないので、保温を完全にするようにする。またリグナイトの燃焼灰にまだ燃え残り分があるので、灰出しの際には完全に燃えきったものとする。

また廃ガス温度計が設置されていないので設置し、廃ガス温度を管理すること。現在の200℃は良好と考えてよい。空気比が1.74と高目であり、排ガス吸引量を黒煙が出ない範囲で絞って行くようにする。

給水及びボイラー水の水質は次のとおりである。

	給 水	ボイラー水
pH	7.9	8.72
電気伝導率	1,040 $\mu\text{S}/\text{cm}$	15,940 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ボイラー水の pH は低すぎる。11 位にすべきである。

また電気伝導度の 15,940 $\mu\text{S}/\text{cm}$ は大きすぎるので、フロー量を増すとともに給水水質の見直しをして 6,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下にすべきである。

原水には井戸水を使用し、サンドフィルタを通し、更に軟水器 (Resin 500 l) により給水として使用している。給水水質報告によれば硬度が高いため Resin の劣化が考えられる。軟水器はほとんど点検したことはないとのことで、定期的に取り出して洗浄・篩分・補充を行って十分に整備を行うこと。また逆洗は必ず処理水で行うことが必要である。

ドレン回収をして給水の一部として使用しており、ドレン回収率は 70% という報告を受けた。給水温度は 85℃ である。

給水タンクからの放熱が大きいようであり、タンク表面温度は 90℃ であった。給水水質分析表よりドレン回収率を推定すると 60% と判断される。またせっかく回収したドレンが給水タンクからオーバーフローしているのが見受けられた。

ドレン回収量を増やすため軟水流量を制御して、給水タンクのレベルを十分に調整する。またタンクの保温も厚くして熱損失を少なくするようにすることが必要である。

(5) 蒸気配管

ボイラーの主蒸気弁及びスチームヘッダーのバルブ合計 3 個、降水管の一部は裸なので保温をすること。

また、ペーパーマシンの回りに保温の不良個所が目立つので補修をすること。新設パイプラインの保温は良くできている。

ドライヤートの蒸気圧力は 4.8 $\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ で、フラッシュ蒸気を最初のドライヤに使用しているが、圧力が不明なので、圧力計の整備を行うこと。

また、フラッシュ段数が少ないので 3~4 段に増して、最終段のドレンをボイラー給水タンクに返送するのが良い。蒸気洩れはほとんどなかった。

保温をすることにより減少する熱損失は次のとおりである。

	熱 損 失		減少する 熱 損 失
	保温なし	保温あり	
6 インチバルブ 3 個	8,737 kcal/h	259 kcal/h	8,478 kcal/h

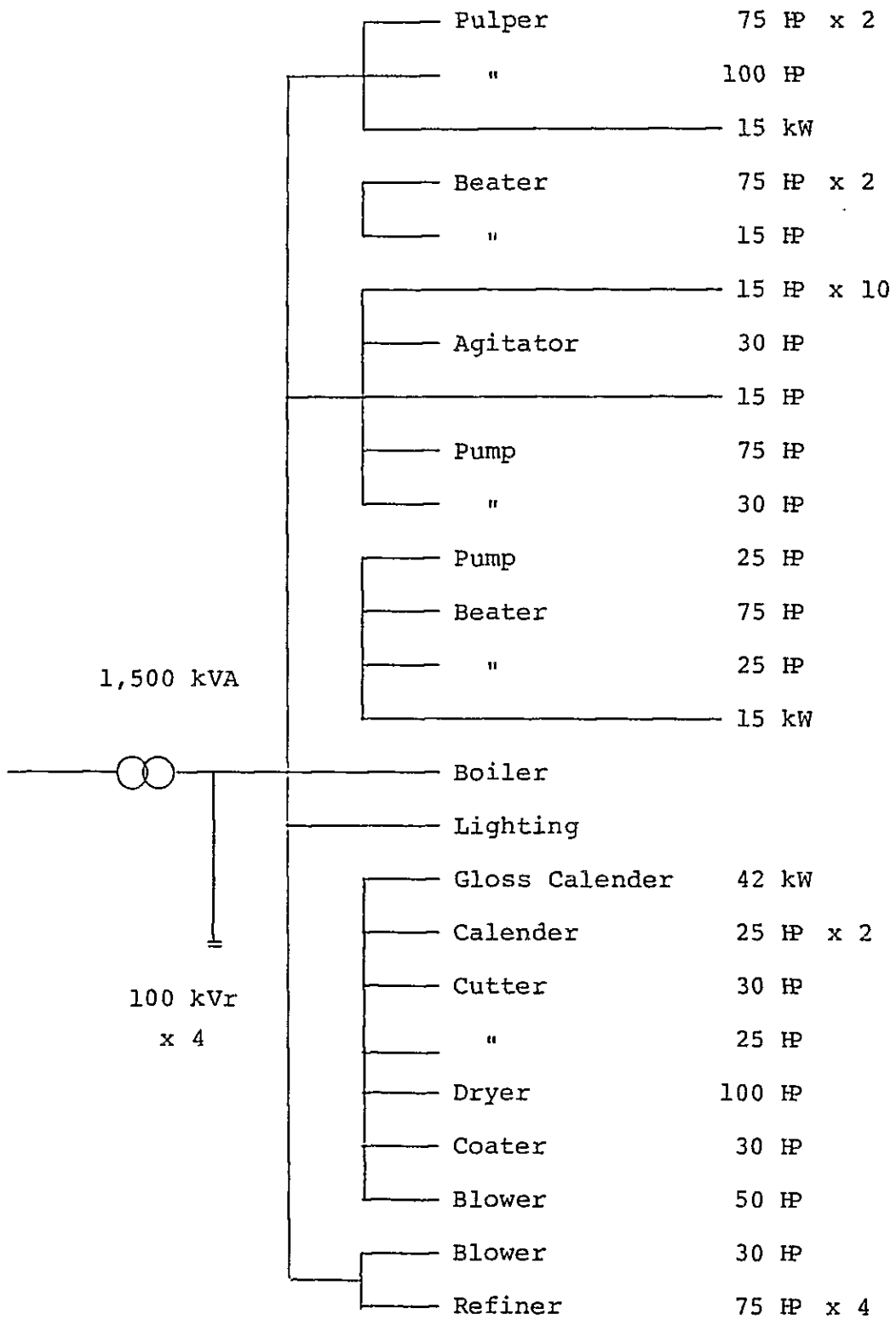
この減少する熱損失 8,478 kcal/h を蒸気量に換算すると 14.7 kg/h となる。蒸気量に対して 0.4 % の節約となる。

7. 電力の消費状況

(1) 電力消費に関する主要指標は次のとおり。

・電力会社	:	MEA
・ピーク・デマンド	:	740 kW
・使用電力量	:	495 kW (平均)
・負荷率	:	66.9 %
・ペナルティ・フィ	:	あり
・力 率	:	93 ~ 98 %
・トランス	:	1,500 kVA, 22 kV/400 V

(2) 配線系統圖



8. 電力管理の問題点と対策

(1) 負荷率

ピーク・デマンド 740 kW, 6月の平均電力は 495 kW, 従って負荷率は 66.9% である。
ピークでも $\frac{740}{0.95} = 779$ kVA とトランス容量 1,500 kVA に対して低い値である。

(2) 力率

受電盤の 400 V 側にコンデンサを接続して力率改善しているため、力率は 93～98% と高い。しかしリレーが故障していてコンデンサの ON-OFF を作業員が手動で行っていたため、コンデンサの使用が適切でなかった。このため 6 月分の無効電力の最大値が 650 kVr を記録してピーク・デマンド 740 kW の 63% を超えた分についてペナルティ・フィを支払った。

リレーの修理を早急に行い自動的にコンデンサが ON-OFF するようにすれば、ペナルティ・フィを支払う必要がなくなり年間にして 33,120 Bt/y の節約となる。

(3) 電圧

変電室の受電パネルにはトランスの二次電圧を指示する電圧計があるが、これによれば、375 V～380 V を指示していた。受電パネルから二次パネルを経てモーターまで 50～70 m の距離がある場合があり、ケーブル内での電圧降下を考えると受電パネルでは 385 V～390 V にした方が良いので、毎時間電圧を記録して 380 V 以下が長く続く場合、トランスのタップを変更するのが良い。モーターは電圧が定格電圧より高くても低くても効率は減少し、損失が増加する。

(4) モーターの稼働状況

モーターの定格に対して負荷は 60% 以上が望ましい。60% 以下ではモーターの力率が悪く、負荷の度合に比べて電流が多く、トランスやケーブルの損失が大きくなる。

モーターの稼働状況を次表に示すが、75 HP のリファイナ、30 HP のブローア、100 HP のドライヤ以外のモーターは軽負荷である。これらに対してはバルパー、ビーター、リファイナ、カッターなどは 1 台で運転して、モーターに対する負荷率を増加させれば力率は向上し、トランスや配線の抵抗損は減少する。既にこの工場でも実施されているが、軽負荷で長時間運転しているものは運転時間を短くし、負荷はできるだけ定格出力の 80% 位になるように運転するのがよい。

現在 2 台運転しているバルパーと、ビーターについて、1 日 3 時間 1 台のみの運転にした場合に節約できる電力は、下記のとおりである。

モーターの稼働状況

Used for:	Output HP	Rated (A)		Load Current (B) A		(B) (A) %	Power factor %
		Current A		PM 2.15	PM 3.15		
Pulper	75	380V	102		35	34.3	20
"	75	"	102				
"	100	"	136		53.1	39	71
Beater	75	"	102	34.1		33.4	20
"	75	"	102				
Agitator	30	"	43	23.4		54.4	69
Pump	75	"	102				
"	30	"	43	22.3		51.9	65
"	25x2	"	34				
Beater	75	"	115	24.7	24.6	21.5	10
Water pump	25	"	34				
Refiner	75	"	115	36.9		32.1	20
"	75	"	104				
"	75	"	103				
"	75	"	102	75	77.7	76.2	80
Blower	30	"	43	39.2	44.4	103.3	86
"	50	"	68	29.1	28.9	42.8	50
Coater	30	"	43				
Dryer (paper)	100	"	136	110.0	110.0	80.9	84
Cutter	25	"	34				
"	30	"	43	15.2	15.6	36.3	20
Calender	25	"	34				
"	25	"	34		9.7	28.5	10
Gloss Calender	42kW	"	77	29.0	29.5	38.3	10

バルバーについては無負荷損は $\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 45 \text{ A} \times 0.1 = 3 \text{ kW}$ となり、年間の節約できる電力は、 $3 \text{ kW} \times 3 \text{ h/d} \times 341 \text{ d/y} = 3,069 \text{ kWh/y}$ となる。同様にピーターについても無負荷損は $\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 38 \text{ A} \times 0.1 = 2.5 \text{ kW}$ となり、年間の節約できる電力は $2.5 \text{ kW} \times 3 \text{ h/d} \times 341 \text{ d/y} = 2,558 \text{ kWh/y}$ となる。従って合計は $5,627 \text{ kWh/y}$ となる。

(5) 照 明

工場の全般照明に使用している蛍光灯を水銀灯に変えた方が良いが、器具の取り替え、安定器取り付け、ランプの取り替えが必要になり設備費が掛る。従って現在使用している昼光色の蛍光灯を白色に取り替えれば、光束が 10 % 増加するので灯数を 10 % 削減できる。

1 日 12 時間点灯として上記処置による電力節減量は、

$$40 \text{ W} \times 2 \times 34 \text{ 灯} \times 0.1 \times 12 \text{ h/d} \times 341 \text{ d/y} = 1,113 \text{ kWh/y}$$

となる。

9. ま と め

以上の対策が実施された場合の予想効果は次のとおりである。

	節減量 (重油換算)	
(1) プレスパートにおける Wet end の水分を 1 % 減ずることによる 蒸気節減	93 kl/y	4 %
(2) ドライヤシリンダのドレン膜の調整、 キャンパスの目詰まり、温度の管理強化 フード内のベンチレーションの改善	70 kl/y	3 %
(3) ウォータコーティングのとりやめによる蒸気節減	47 kl/y	2 %
(4) バルブの保温を完全にすることによる蒸気節減	9 kl/y	0.4 %
小 計	219 kl/y	9.4 %
(5) 軽負荷機器の運転方法改善による電力節減	5,627 kWh/y	0.16 %
(6) 照明の蛍光灯を昼光色より白色に変更すること による電力節減	1,113 kWh/y	0.03 %
小 計	6,740 kWh/y	0.19 %

13. CARD BOARD (THAILAND) CO., LTD.

1. 工場の概要

所在地	1 MDO 2 Petchkrasem Rd., T. Raiking, A. Sampran, Nakornprotomp
資本金	25 million Bahts
業種	Paper
主要製品名	Brown board, white board
年間生産高	10,800 t
従業員数	189人
年間エネルギー使用量	電気 6,821,628 kWh
	燃料 2,016 kl
面談者	
診断日	9/13 ~ 14, 1982
診断員	A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita

・故紙を原料として、2基の抄紙機で36/dのボール紙を生産している。

Na 1 抄紙機 66" 幅 16t/d

Na 2 抄紙機 72" 幅 20t/d

・工場内の清掃、整理整頓はよく行届いている。

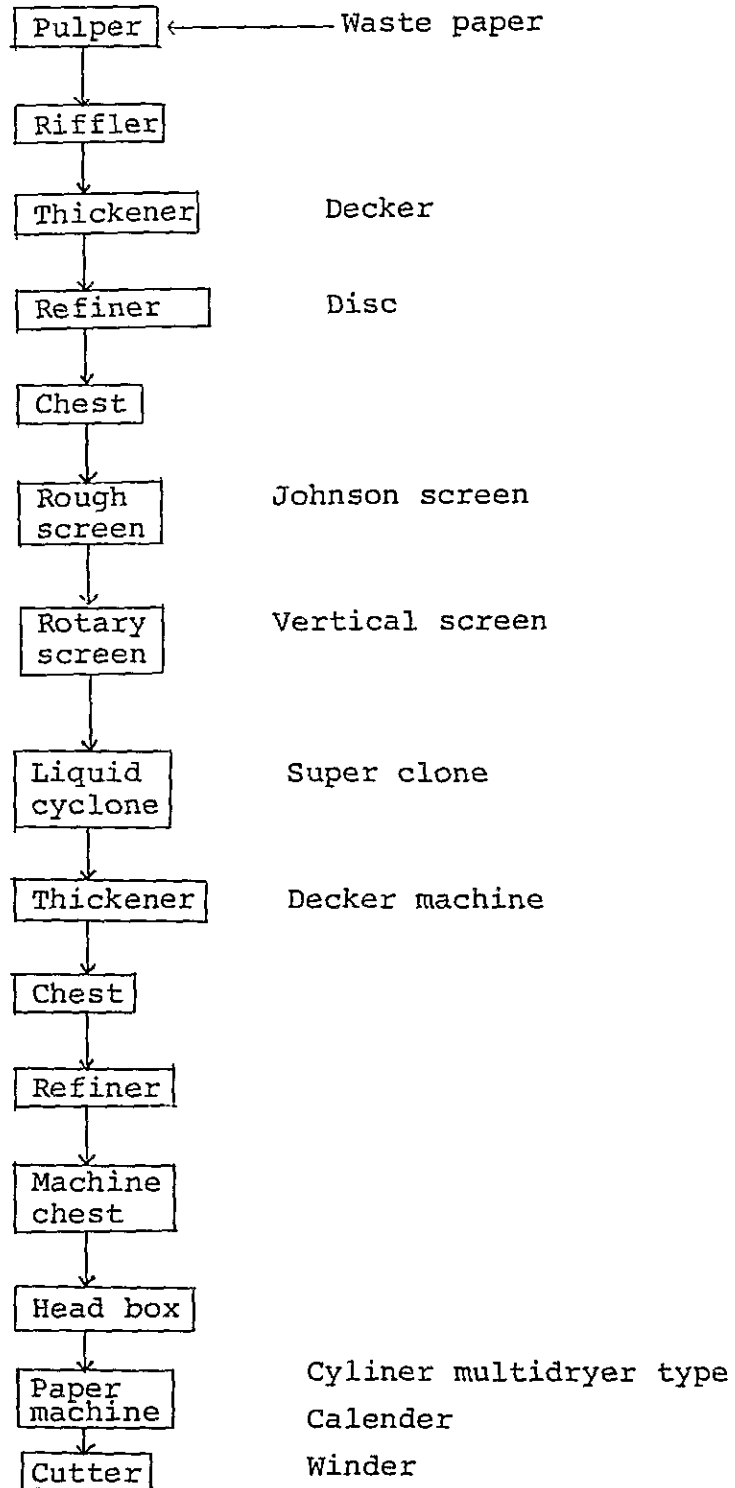
Na 2 抄紙機は修理のため停止中であったが、その機会を利用して、ワーカーがフレーム・パイプ等のペンキ塗装を行っていた。またドライヤ裏側の蒸気パイプの上に古毛布を巻き、保温に努めている（従業員の発案で自ら施したもの）。

これらのことから、工場の経営改善に対する積極的な姿勢をうかがうことができる。

・タイ日経済技術振興協会における各種研修会にも技術者を派遣し、技能の向上を図っており、タイ国製紙業界の中堅企業として意欲的な工場である。

2. 製造工程

Flow Chart



3. 主要設備の概要

(1) ストック プリパレーション

工 程	機	種
Repulping	Pulper	4 基
Squeening and separating	・ Johnson screen	2 系 列
	・ Closed cylinder screen	2 系 列
	・ liquid cyclone	2 系 列
Reefining	・ 1st Refiner	2 系 列
	・ 2nd Refiner	2 系 列
Thickner	・ 1st Cylinder filter	2 基
	・ 2nd Cylinder filter	2 基

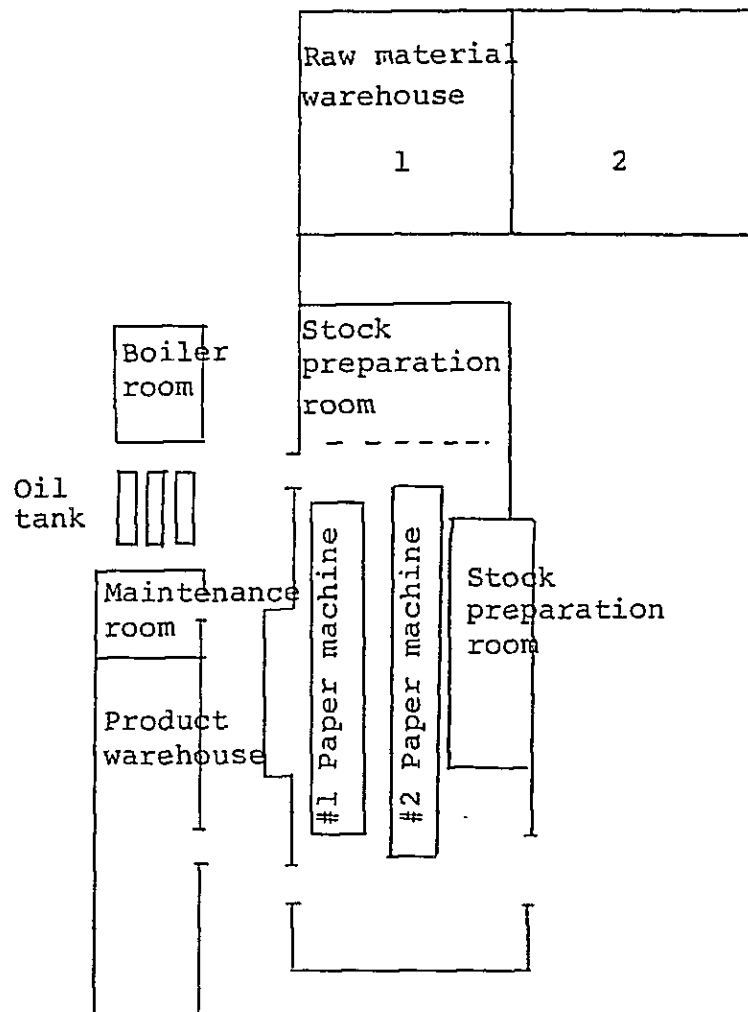
(2) ペーパーマシン

型式	1 号 抄 紙 機		2 号 抄 紙 機	
	66" 円 網 多 筒 式		72" 円 網 ヤ ン キ ー 多 筒 式	
主要設備	型 式		型 式	
Molder	Cylinder	5 基	Cylinder	5 基
Press	Baby Press	3 セット	Baby Press	3 セット
	Press	2 ヶ	Press	2 ヶ
Dryer	Cylinder	18 本	yankee glazed	1 本
	(no Hood)		Cylinder-(Open Hood)	12 本
Calender	1st stage roll	6 本	1st stage roll	6 本
	2nd stage roll	8 本	2nd stage roll	8 本
Cutter	single	1 基	single	1 基

(3) ボイラー

圧 力	8.5 kg / cm ² g
蒸 発 量	6,000 kg / h
燃 料	A 重 油

(4) 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

- 抄紙技術については、レベルアップを図る余地が多く残されている。管理手法についても、理解が浅いためせっかくの意欲が十分に発揮されていない。
- エネルギー管理のためにも、品質管理のためにも試験室の設置が望ましい。
フリーネスなど現場の測定値のチェックの他、リファイナの前後、フローボックス、プレス後などでの性状、セントリクリーナの除塵率、プレスの脱水度、フード内のベンチレーション試験等、設備計画、ヒートバランス、マテリアルバランス等、工程管理上の重要データ採取の中心として活用できる。
- ボイラー日誌はあるが、成績管理をするには記載項目が不十分である。給水流量計、燃料流量計を設置し、給水量、燃料量、ブロー回数、排ガス温度等の記録をすることが必要である。
従業員からの提案を、積極的に求めようとしている姿勢は評価できる。

5. 熱の消費状況

- 製紙工程に必要なスチームは重油焚きのボイラー（6 t/h）で発生している。
重油消費量は6,000～7,000 l/d、従って燃料原単位は180～200 l-Oil/t-paperとなる。ボイラーの熱効率率は給水量計がないため正確には求められないが、概略82%程度と推定される。
- No 1ボイラーの熱勘定の結果は次表のとおり。

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	2,638.4	99.7	蒸気の保有熱量	2,163.8	81.7
燃料の頭熱	8.6	0.3	廃ガスの持ち去る熱量	345.0	13.0
			ブロー水の持ち去る熱量	5.8	0.2
			炉体からの放散損失熱量	132.4	5.0
合 計	2,647.0	100.0	合 計	2,647.0	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類		A重油（比重0.933）
燃料消費量	(F)	272 kg/h
燃料発熱量（低位）	(Hl)	970 kcal/kg
燃料の比熱	(Cp)	0.45 kcal/kg℃

燃料の温度	(T_F)	100	°C
基準温度	(T_0)	30	°C
廃ガス中の O_2 %	(O_2)	8.9	%
廃ガス温度	(T_G)	240	°C
ブロー水量	(B)	45	kg/h
ブロー水温度	(T_B)	179	°C
給水温度	(T_W)	50	°C
蒸気圧力	(P)	8.5	kg/cm ² g

注 2) 熱勘定計算式

入熱

1) 燃料の燃焼熱 (Q_c)

$$Q_c = F \times Hl = 2,638.4 \times 10^3 \text{ Kcal/h}$$

2) 燃料の顕熱 (Q_s)

$$Q_s = F \times C_p (T_F - T_0) = 8.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

$$\text{理論廃ガス量 (} A_0 \text{)} = 0.85Hl/1,000 + 2.0 = 10.2 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論廃ガス量 (} G_0 \text{)} = 1.11Hl/1,000 = 10.8 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空気比 (} m \text{)} = 21/21 - O_2 = 1.74$$

$$\text{実際廃ガス量 (} G \text{)} = G_0 + A_0 (m - 1) = 18.3 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_G - T_0) = 345.0 \times 10^3 \times \text{kcal/h}$$

2) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_W) = 5.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放散熱量 (Q_R) ……入熱の 5% と仮定

$$Q_R = (Q_c + Q_s) \times 0.05 = 132.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量 (Q_V)

$$Q_V = Q_c + Q_s - Q_E - Q_B - Q_R = 2,163.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5) 蒸気の蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー (} E_s \text{)} = 662.4 \text{ kcal/kg}$$

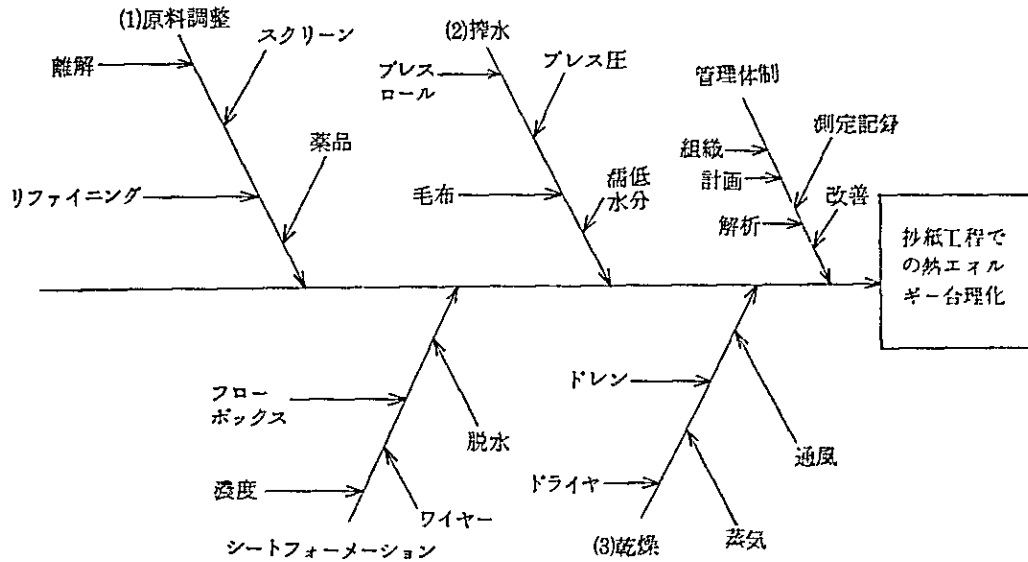
$$\text{給水のエンタルピー (} E_f \text{)} = 50 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_V \div (E_s - E_f) = 3,535 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

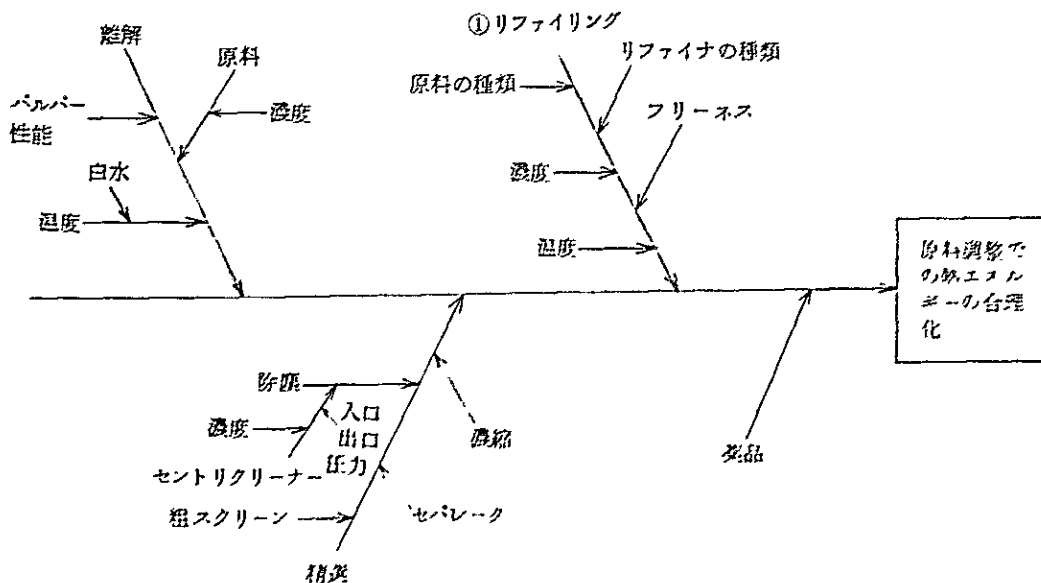
製紙工程は濃度 4 ~ 5 % のパルプからファイバの精選，除塵等の処理を行った後，500~1,000 倍の水に均質分散させてシートをつくり，それを脱水乾燥するという過程である。従って水を分離するために多くの電力と熱エネルギーを消費する。

このため，製紙工程の要因は，そのまま省エネルギーの要因といってよい。以下，抄紙工程における熱エネルギー合理化の特性要因図（下図）に従って報告する。



(1) ストックプリバレーション

ストックプリバレーションについて，当工場の改善点を抽出すると次のような要因図が得られる。



① リファイニング

当工場はリファイニング指標であるフリーネスを測定していないが、今後ぜひ測定すること。

多くの工場は、このフリーネスとパルプ濃度について工場の標準値を設定している。この標準値に適合させることが、オペレータの重要な仕事であり、そのために各シフト毎にパルプ濃度と、1～2時間毎にフリーネスを測定しては白水を加減して濃度を調整し、リファイナの負荷のかけ方を調整する。

パルプ濃度はポンプ能力に影響のない限り高濃度にすることが望ましい。これは電力節減にもつながる。濃度測定、フリーネス測定をぜひとり入れ、省エネルギー及び品質管理に役立てることが望ましい。

② スクリーニング

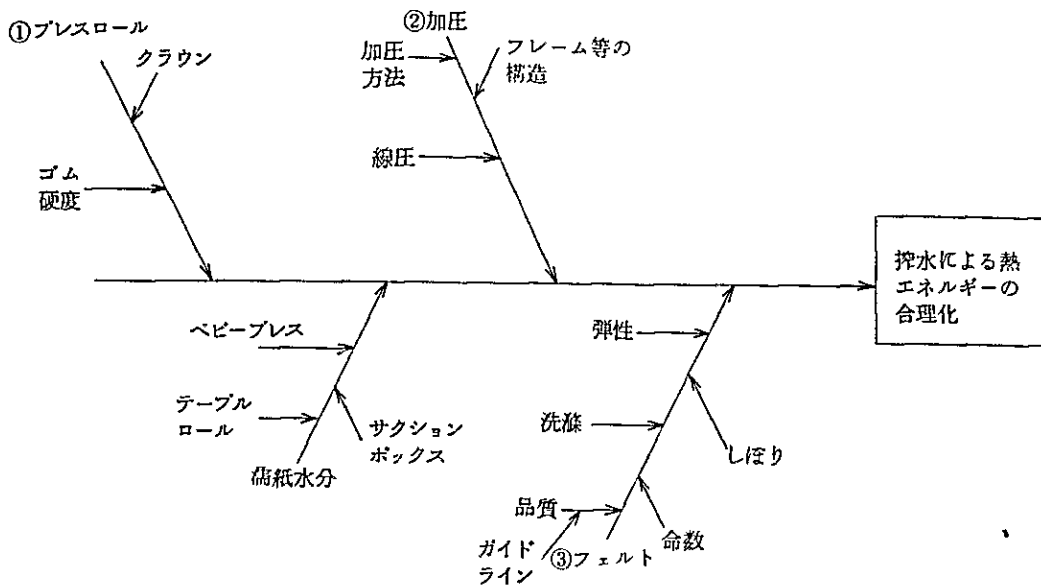
Dust, Flock の異物がシートに混入すると、その部分は、水分を多く包含するため、黒ずんで目玉と称するダーティスポットになる。この目玉を消すためには蒸気を多く使用して過乾燥にせざるを得なくなると同時に、紙はもろくなり紙力が低下する。

従ってスクリーニングにより異物や未離解物を取り除くとドライヤにおける過乾燥を防ぐことができ、熱エネルギーの節減につながる。

異物を除くために使用するセントリクリーナは、パルプ濃度及び入口と出口の圧力を設計通りにしないと、十分な機能を発揮せず、エネルギーの無駄使いとなる。

当工場のセントリクリーナの圧力計が狂っていること、監視できない向きに設置されていること、記録がとられていないことなどは、早急に改善する必要がある。また、本体内部のコーン壁は平滑でないと機能は低下する。定期的点検及び取り替えることが必要である。以上の対策による蒸気使用量の節減率の見込みは2%以上である。

(2) プレスパートにおける搾水の合理化要因は次の図のとおりである。



ドライヤに入る前の水分を1%減ずればドライヤにおける蒸気は3～5%減ずることができる。Wet Endの水分はぜひ試験してほしい。この際クロスディレクション4箇所位からサンプルをとり、平均値とバラッキを見てほしい。現状では水分が約60%前後と推定される。

① プレスロール

クロスディレクションの水分のバラッキはロールのクラウン形状の狂い、フェルトの汚れによる。クラウン形状が正常でないとトータル脱水能力が低下し、部分的に過乾燥も生ずるのでフェルト替え、又は修理停止の場合はぜひクラウンの形状を測定し、狂っている場合には直ちにスペアと取り替え整備すること。また、ゴム硬度も正規の値になっているか、点検を要する。

② 加 圧

プレスロールの圧力増加はペーパーマシン監督者の常に挑戦しなければならない仕事である。余りに無理して加圧すると設備を破壊することになるので、設備メーカー等にフレーム強度の検討を依頼し、サクシヨンボックス、ベビープレスの機能活用を含めて一步一步、品質をみながら少しづつ加圧し、水分の低下をはかること。

③ フェルト

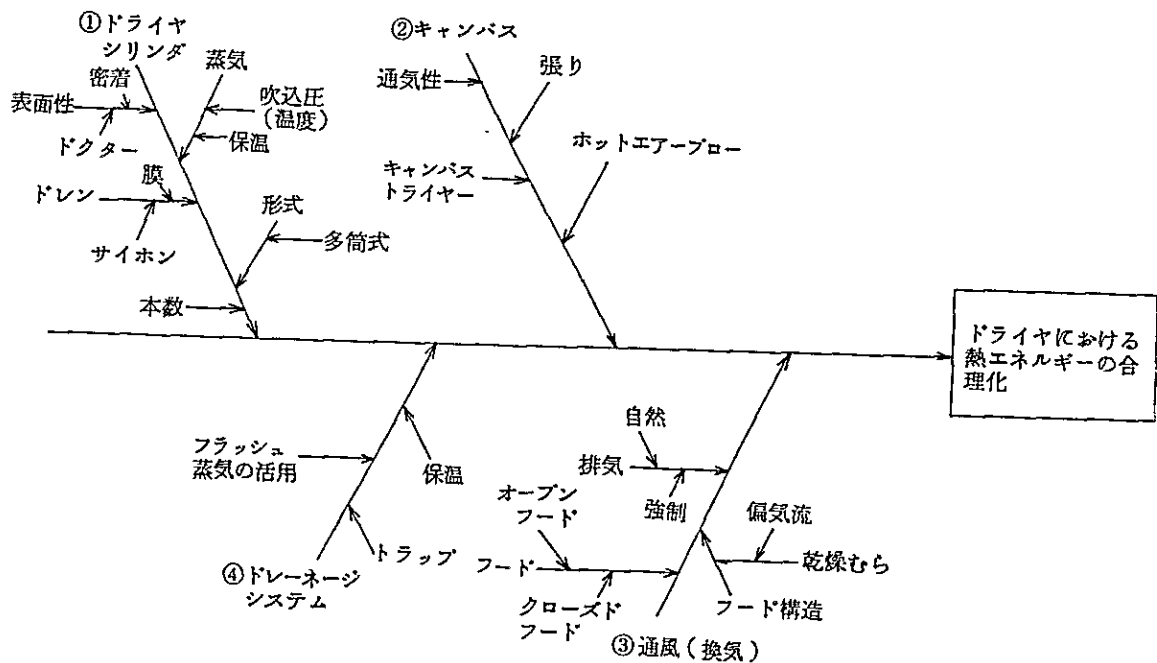
フェルトは脱水の重要な要因である。プレスで濡紙と密着して圧縮され、ニップ圧が解除され原形に復する時、急膨張して濡紙の水分を吸収する。

従ってフェルトは弾性を保有しなければならず、洗浄、圧搾の機能を発揮させて、常にフェルトをクリーンにしておく必要がある。

以上の対策により Wet end の水分を 1% 減らせば、蒸気は 4% 以上節減できると見込まれる。

(3) ドライヤパート

約 60% の水分から 5~10% 位まで蒸気により乾燥するドライヤパートにおける省エネルギー要因を図示すると次のとおり。



① ドライヤシリンダ

シリンダに接触する紙の水分蒸発効率をあげるためには、次のような点に注意する必要がある。

- Ⓐ シリンダ内壁のドレン膜を薄くする。
- Ⓑ シリンダ表面と紙の密着性をよくする。
- Ⓒ シリンダ表面や紙層間の熱抵抗を少なくする。

サイフォンは、シリンダ内のドレン膜を薄く保つよう設計されているので、停止時には、シリンダのマノホールを開けて点検することが望ましい。なお最近では、効率のよいサイフォンが生まれつつあるので、できればこれを取り入れるよう検討されたい。

またⒸ項については、シリンダ表面を常に平滑に保ち、紙との間に空気を入れないよ

うにして、密着性、熱伝導をよくする必要がある。

そのため、ドライヤ表面及びドクターの日常点検を励行する必要がある。

- ② キャンパスは、シリンダの表面と濡紙の密着性をよくするためのみならず、濡紙からのペーパーを抱合してシリンダからシリンダに移る自由空間で発散する働きを持っている。従ってキャンパスは目詰まりのないことと、温度が高く乾燥していることが必要である。

また戻る時、室外から吹き付ける外気により温度が低下しているのを防ぐ必要がある。

ドライヤ側面にポリエチレンのカーテンを取り付けることは効果的である。

③ ベンチレーション

ドライヤ内のシリンダ、キャンパス、ペーパーシートでかこまれたいわゆるドライヤポケット部分は、通気が悪いと滞留した水蒸気の高圧が高くなりキャンパスの脱湿乾燥も促進されない。

ドライヤポケットの湿度測定を試みたが、外気の混入及びドライヤ中央部からのペーパーフラッシングにより指針が50%～90%と大きく振れて、ベンチレーションが異常であることを示している。

ドライヤ内のペーパーは空気と効果的に置換して排出させ、かつこの外気の空気量は最小限になるようにしなければならない。一般に紙1トン当り必要な空気量は、

フードのないマシン……………75～80 m³

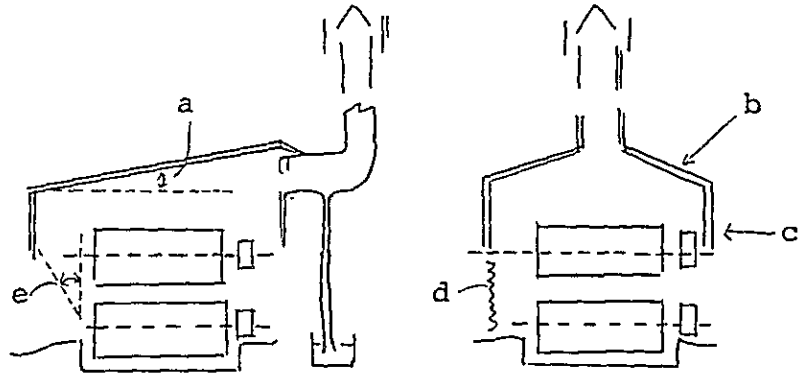
オープンフードマシン……………50～60 m³

クローズドフードマシン………25～30 m³

といわれている。

フードを取り付けるとドライヤ側面のベンチレーション速度が増してドライヤポケットのペーパー置換が促進され、また外気侵入も少なくなるので熱損失が低下するという効果がある。

フードはドライヤ群内の空気流れに留意して設計されるものであるが、大要を次に図示する。



- a. 21° or more;
- b. anticorrosive;
- c. To be pulled down to such an extent that repair work will not be arrested;
- d. Polyethylene film (to be drawn up whenever paper breakage occurs)
- e. $30^{\circ} - 35^{\circ}$

マシンの幅の広い時には、ドライヤポケット部に乾燥熱空気を導入し、ポケットベ-チレーション装置 (Ross-Greurin Hot Air System, Hot air Blow Roll.) を設置するが、設備費が高いため、当工場の場合は、まずフードを取り付けることを検討し、将来の問題として念頭におかれる方がよいと考える。

キャンパスの項でも述べたが、側面にポリエチレンフィルムを吊り下げることが、室外から吹き付ける外気によるペ-パー流れの乱れを防止することができ、また輻射熱の放散を防ぐことができる。更にマシン室の作業環境もよくなるという効果がある。

フード設置による蒸気使用量の削減は8%と推定されるが、品質の向上・生産性向上の効果も付随する。

④ ドレネージシステム

ドライヤパートを紙の流れに従って1群、2群に分けて、蒸気は2群に注入し、そのドレンをフラッシュタンクに受け、タンク内のフラッシュ蒸気は1群ドライヤに、ドレンはボイラー室に送るシステムが効果的であり、蒸気の節減率の見込みは5%である。

代案としては、ドレンを減圧することなく、ドレンポンプを用いて高圧のままボイラーに供給する方法もある。

(4) ボイラー

付属機器の整備は大体よいようであるが、メーター類の較正が不十分であり、指示値に対する信頼性に不案があった。

給水流量計、燃料流量計は設備されていなかったが、蒸気瞬間流量計が設備されていた。

燃焼廃ガス中のO₂%は8.9%であり大きすぎる。空気比を調整してO₂%を4%台まで下げることにより、燃焼効率の向上と廃ガス熱損失の節減ができる(下表のとおり)。

項 目	現 状	改 善 後
廃ガス中のO ₂ %	8.9%	4.5
空 気 比	1.74	1.27
燃料1kg当りの廃ガス量(220℃)	18.3 Nm ³ /kg	14.2 Nm ³ /kg
燃料1kg当りの廃ガス熱損失	1.27×10 ³ kcal/kg	0.99×10 ³ kcal/kg

燃料1kg当りの入熱量は9.73×10³ kcal/kg、排ガス損失以外の出熱を一定とすると燃料量は、 $\frac{9,730 - 1,270}{9,730 - 990} = 0.968$ に減る。従って燃料節減率は3.2%となる。

給水，ボイラー水の水質は下記のとおりであった。

	軟 水	ボ イ ラ ー 水
pH	7.06	11.73
電 気 伝 導 度	710 $\mu\text{s}/\text{cm}$	4,397 $\mu\text{s}/\text{cm}$
Cl^-	77 ppm	432 ppm
リ ン 酸 イ オ ン		14.5 ppm
全 溶 解 固 形 分	360 ppm	
全 蒸 発 残 留 物		2,237 ppm

ボイラー水のリン酸イオンは 20 - 40 ppm まで増やす方がよい。給水，ボイラー水の水質管理はボイラーの寿命に影響するので，少なくとも月に 1 回の割合で分析する必要がある。ボイラー給水ラインに流量計を取り付けるとともに，給水タンクに供給する軟水ラインに流量計を取り付けると，ドレン回収量が管理できる。 $\frac{\text{給水量}}{\text{燃料量}}$ を毎日調べ，この値が低い場合は原因を調べて処置することが必要である。

軟水器は 25 時間通水し，3 時間逆洗浄しているが，全硬度が 73 ppm (dH3.4) で硬度リークがある。年 1 回は軟水器の内部清掃を行う必要がある。

なお燃料油は，もう少し重質の比重 0.96~0.97 のものでも十分使用可能と思われる。単価も安いし， ℓ 当りの発熱量も大きくなる。

使用する蒸気の圧力はできるだけ低くする方が熱を有効に利用できる。3.5~4kg/cm²g でよいわけだから，ボイラーの元圧も低下させる方が省エネルギーになる。

(5) 蒸気配管

古いフェルトを保温材として使用する等，省エネルギーに対する積極的な姿勢が感じられる。

ただし屋外部分は，保温材が湿ると保温効果がなくなるので防水施工する必要がある。これにはアルミフィルム（接着剤付）の厚み 0.05mm 程度で防水すればよいと思われる。

バルブ，油サービスタンク，スチームヘッダー，ドレンタンクに保温が無いので，保温の必要がある。

バルブを保温した場合の放熱損失節減量を計算すると下記のようになる。

	熱 損 失		面 積	熱損失の差
	保 温 な し	保 温 あ り		
バルブ及びフランジ 6"×3	kcal /m ² h 2,440	kcal /m ² h 70	m ² 3.6	kcal /h 8,532

これを節約できる蒸気量に換算すると13 kg/hとなる。ボイラー前面も温度126℃、熱流束2,040 kcal/m²hと大きい値を示しているので保温が必要である。

スチームトラップを整備増加してオープンシステムによるドレン回収を行っているが、ドレンのリターンパイプは地下に埋設されており、腐食が発生しても確認できないので洩れが心配である。給水温度が50℃と低いのは、回収率が低下しているか保温不良のためと思われる。

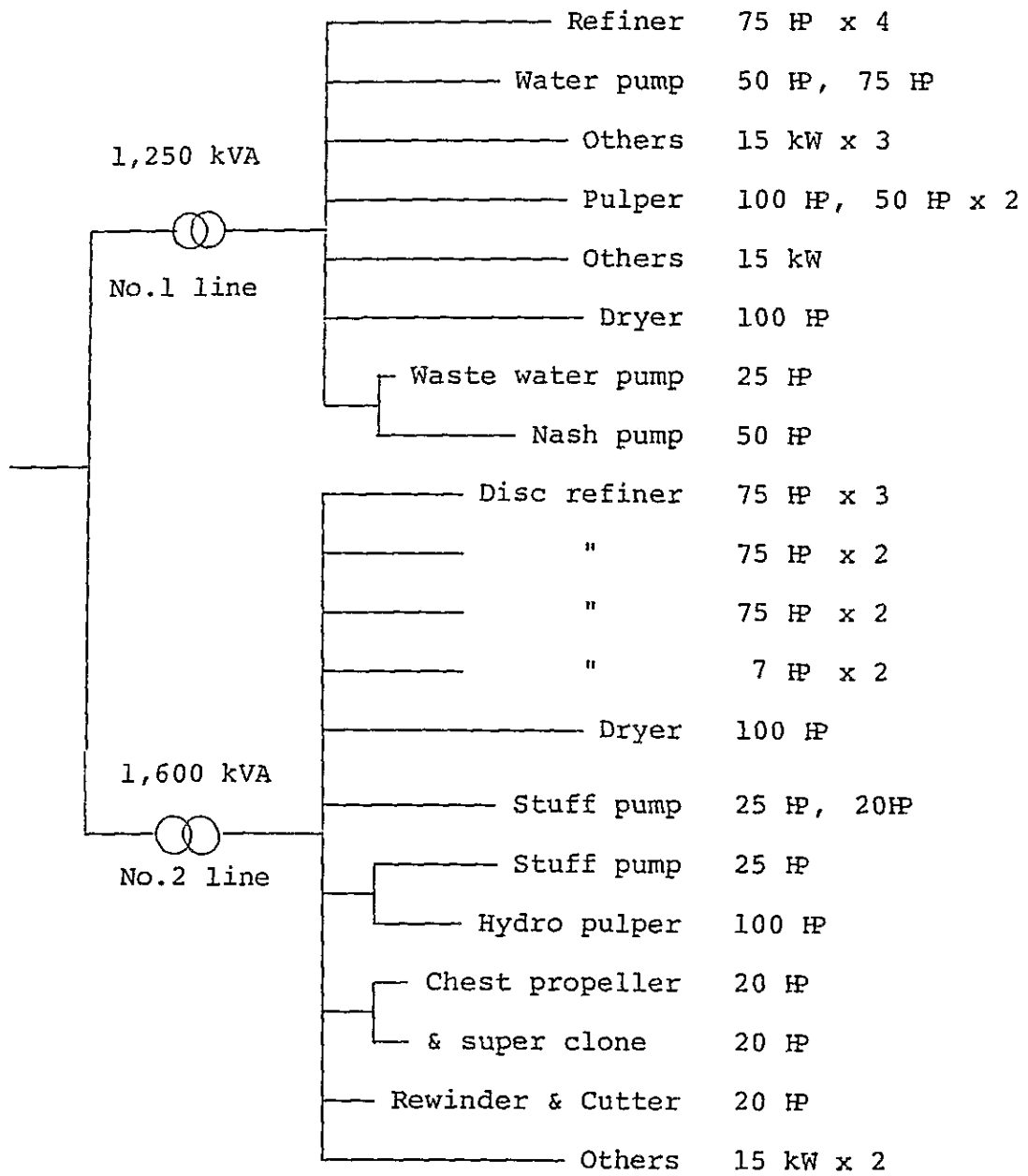
蒸気洩れはほとんどなかったが、ペーパーマシン室に入る6インチの主蒸気パイプのバルブから蒸気洩れがあったので、修理の必要がある。8.5kg/cm²gの蒸気洩れの穴が2mmの径とすれば15kg/hの蒸気が洩れることになる。

7. 電力の消費状況

(1) 電力消費に関する主要指標は次のとおり。

- ・電 力 会 社 : PEA
- ・ピーク・デマンド : 不 明
- ・使用電力量 : 632,775 kWh/m
- ・負 荷 率 : 不 明
- ・ペナルティ・ファイ : な し
- ・力 : 81.8%
- ・ト ラ ン ス : 1,250 kVA √a 1ライン用
- : 1,600 kVA √a 2ライン用
- ・電 力 原 単 位 : 703 kWh/t-paper

(2) 配線系統圖



8. 電力管理の問題点と対策

(1) 力率

当工場ではコンデンサによる力率改善は行っていない。診断時の測定によれば 1,250kVA 及び 1,600kVA トランスのそれぞれの電力は次のとおりとなる。

1,250kVA トランスでは $289.2 + j 201.1$

1,600kVA トランスでは $50 + j 37.4$

従って合成電力は、 $P_a = 339.2 + j 238.5$ で皮相電力 $|P_a| = 414.7$ であり $\cos \varphi = \frac{339.2}{414.7} = 0.818$ で力率は 81.8% となる。そこで 100kV_r のコンデンサ 8 台を設置し、100kV_r 毎にリレーにより ON-OFF するようにする。平均電力 1,055kW (8 月実績) の時の力率を 80% と仮定すれば、無効電力は 791.3kV_r となる。この時に 600kV_r のコンデンサを稼働させると、 $1,055 + j (793.3 - 600)$ となり皮相電力は 1,072kVA、力率は 98.4% に改善される。

なお、力率を監視できるように、G・T、P・T. の容量をチェックしたうえでトランスの主パネルに力率計と電力計を取り付けることが望ましい。

(2) トランス

コンデンサを設置して力率を 90% 以上に改善すれば、負荷を 1,600kVA トランス 1 台に統合することも可能になる。この場合、トランスの負荷可能容量は $1,600kVA \times 0.9 = 1,440kW$ であり、平均電力 (1,055kW) に対してなお余裕がある。

こうすることにより、1,250kVA トランスの電力損失が節減できる。

節減見込量 (L) は次のとおり。

・ 1,250kVA トランスの鉄損電力量 (L₁)

$$L_1 = 4.2 \times 365 \times 24 = 36,792 \text{ kWh/y}$$

(ただし、鉄損電力は 4.2kW とする)

・ 1,250kVA トランスの銅損電力量 (L₂)

$$L_2 = 13.5 \times \left(\frac{563}{1,250} \right)^2 \times 341 \times 24 = 27,621 \text{ kWh/y}$$

(ただし、年間稼働 341 日とする)

・ 1,600kVA トランスの増加銅損電力量 (L₃)

$$L_3 = 16 \times \left\{ \left(\frac{1,072}{1,600} \right)^2 - \left(\frac{750}{1,600} \right)^2 \right\} \times 341 \times 24 = 30,012 \text{ kWh/y}$$

・ 従って

$$L = L_1 + L_2 - L_3 = 34,092 \text{ kWh/y}$$

なお、コンデンサの設置コストは約 200,000 円と見込まれる。

(3) 電圧

№1ラインの1,250 kVAトランスの二次電圧は380 Vであるが、モーターまでの電圧降下を考えると390 Vにあげた方がよい。

また№2ラインの1,600 kVAトランスの二次電圧は400 Vであった。これは390 Vに下げた方がよい。電圧変動が一時的なものかどうかを判断するために毎時間に記録を取っていれば、電圧変動の傾向がわかり、トランスの二次電圧が適切かどうか判定できる。

記録をとる際には電圧のみならず、電流、電力、力率も同時に記録するのがよい。電力と力率がわかればトランスにかかるkVAもすぐ計算でき、電圧計、電流計も含め計器の指示のチェックができる。

(4) モーターの稼働状況

定格電流の50%以下で運転していたモーターは№1ラインのNash Pump(50 HP)43.3%及び№1ラインのペーパーマシンのドライヤ(100 HP)28.3%の2台であった。

なおモーターの稼働状況は次の表のとおり。定格電流に対して負荷電流が小さい場合は、その原因を調べて運転集約、モーターの小型化などの改善をするとよい。

Operation of motors

No. of line	Used for:	Output HP	Rated Current (A)	Load Current (B)	$\frac{(B)}{(A)} \%$	Power facotr %
1	Nash pump	50	71 A	30.8 A	43.4	63
	Waste water pump	25	37	18.7	50.5	60
	Paper machine dryer	100	135	38.2	28.3	40
	Pulper	50 x 2	124 each	stop		
	"	100	not sure	stop		
	Water pump	75	103	98.3	95.4	86
	"	50	not sure	stop		
	Refiner	75 x 2	109 each	stop		
	"	75 x 2	105 each	stop		
2	Pulp pump	20 x 2	29 each	stop		
	Pulper	100	133	80	60.2	80
	Water pump	25	35	stop		
	Paper machine dryer	100	133	stop		
	Refiner	75	103	90	87.4	86
	"	75	103	90	87.4	86
	"	75	103	70	68	83
	"	75	103	70	68	83

(5) 照 明

照明には蛍光ランプが使われているが、全体の約70%は昼光色なのでランプ取り替えの時、白色に取り替えると10%光束が強くなるので灯数を10%節減することができる。蛍光ランプの数は、40W×1が86台(40W×2は全体の2割である)であるので節約できる電力は、 $0.04 \text{ kW} \times 86 \text{ 台} \times 1.4 \times 12 \text{ h/d} \times 341 \text{ d/y} \times 0.7 \times 0.5 = 6,897 \text{ kWh/y}$ となる。

9. ま と め

以上の対策を実施することによる効果は下表のとおり。

項	目	節 減 量 (重油換算)	%
・リファインングとスクリーニングの整備		40kℓ/y	2%
・プレス強化によるWet endの水分減少(1%)		81kℓ/y	4%
・ドライヤのフード設置		161kℓ/y	8%
・フラッシュ蒸気を利用するドレン回収		101kℓ/y	5%
・パイプ、バルブの保温改善		20kℓ/y	1%
・ボイラー空気比の改善		64kℓ/y	3%
小 計		467kℓ/y	23%
・トランスの統合	電 力	34,092 kWh/y	—
・照明の高効率化	〃	6,897 kWh/y	—
小 計		40,989 kWh/y	0.5%

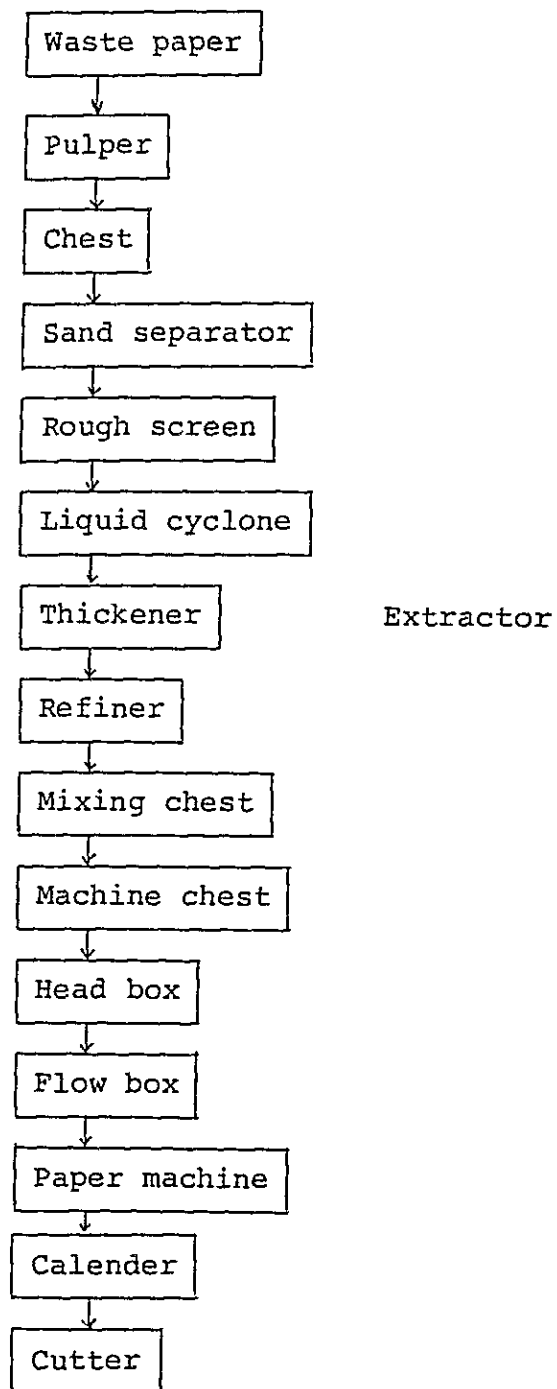
14. V-SANG THAI PAPER FACTORY CO., LTD.

1. 工場の概要

所在地	23 Moo 2, T. Meanfuri, A. Meanfuri, Bangkok	
業種	Paper	
主要製品名	Kraft paper	
年間生産高	7,500 t	
従業員数	190人(worker) } 205人(total) 15人(staff)	
年間エネルギー 使用量	電気	7,317,073 kWh
	燃料	Fuel oil 2,046 kl
面談者	Mr. Bopna, managing director, Mr. Ram and Mr. Lin, chief engineer	
診断日	9/15 ~ 16, 1982	
診断員	A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

- 1年前に工場を譲渡され現在意欲的に経営改善につとめている。社長及び生産、技術、財務の幹部はインド系の専門家であり、近くインドのコンサルタントチームを招き設備の刷新や改修を依頼する予定とのことで、その積極的経営姿勢は注目に値する。特に管理体制の強化に重点をおき、品質管理、保安全管理等に気を配り従業員教育にも力を入れている。
- 原料はほとんどが放紙で、若干のUKP(未晒クラフトパルプ)を使用している。製品は板紙及び包装紙で日産 25 t/dである。

2. 製造工程



3. 主要設備の概要

(1) ストックプリパレーション

工 程	設 備
Repulping	Pulper 3基
Screening and separating	Riffler 1式 Johnson screen 1式 Liquid cyclone 2式
Beating and Refining	Disc Refiner 2式 Conical Refiner
Thickner	Cylinder filter 1基

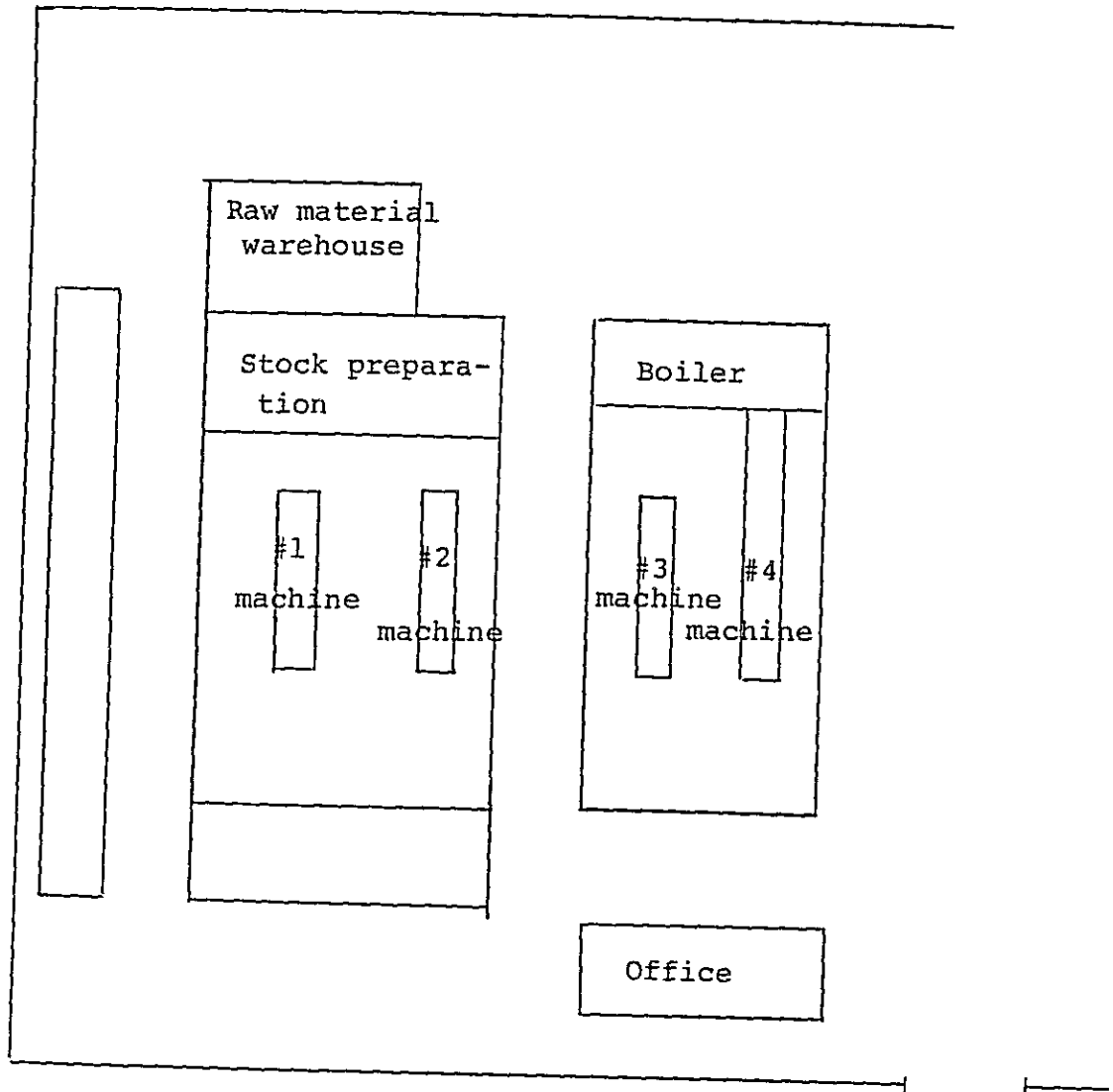
(2) ペーパーマシン

	型 式	モールド	プレス	ドライヤ	カレンダー
1号機	82" 円網2筒ヤンキー式	2	2	ヤンキー 2	8ロール
2号機	60" " "	2	1	"	8ロール
3号機	62" " "	2	1	"	—
4号機	60" 円網ヤンキー多筒式	2	2	ヤンキー 1本 ヤンキー 6本	6ロール

(3) ボイラー

1号ボイラー	圧力	8 kg/cm ² G	蒸気発生能力	3.0 t/h
2号ボイラー		"	"	2.5 t/h

(4) 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

- 設備改善の途上ということもあるが、現在重油焚きボイラーをリグナイト専焼ボイラーに燃料転換を計画しており、ペーパーマシンのドレネージ系統や水処理装置の改善計画も推進中である。
- また、品質管理をはじめ工場管理体制の確立を指向している点は、タイ王国の製紙工業界でも上位に位置付けできると思う。一方、いわゆる設備を使いこなすという技術、技能には若干の心もとなさを感じる。

- ボイラー関係の記録や分析表等が揃っており、データの保持については上位に位置付してよいと思う。工場幹部もよく基礎データの統計等を行ってはいるが、データやその統計の実際的利用については今一步の感じを持つ。一般に計器の不備や不良が目立つ。

5. 熱の消費状況

- 製紙用の熱源としてのスチームは、2基の重油ボイラーで発生させている。

燃料の消費量は、№1ボイラー 3,370 l/d

№2ボイラー 3,450 l/d

であり、紙1トン当りの燃料原単位は273 l/tとなる。

スチーム発生量は、3.7 t/hと推定され、スチーム原単位は $\frac{3.7 \times 24}{25} = 3.55$ t/t-paperとなる。

- №1ボイラーの熱勘定は次表のとおり。

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	1,300.6	99.8	蒸気の保有熱量	1,035.6	79.4
燃料の頭熱	3.0	0.2	廃ガスの持ち去る熱量	195.6	15.0
			ブロー水の持ち去る熱量	7.2	0.6
			炉体からの放散損失熱量	65.2	5.0
合 計	1,303.6	100.0	合 計	1,303.6	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

基準温度 (T ₀)	30 ℃
燃料の種類	重油
燃料の温度 (T _F)	80 ℃
燃料消費量 (F)	135 kg/h
燃料発熱量(低位)(H ₀)	9,634 kcal/kg
廃ガス中のO ₂ %	10 %
廃ガス温度 (T _G)	250 ℃
蒸気圧力	8 kg/cm ² G
給水温度	78 ℃
ブロー量	50 kg/h

注2) 熱勘定計算式

入 熱

1) 燃料の燃焼熱

$$F \ 135\text{kg/h} \times Hl \ 9,634 \text{ kcal/kg} = 1,300.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) 燃料の顕熱

$$F \ 135\text{kg/h} \times \text{燃料の比熱} \ 0.45 \text{ kcal/kg} \times (T_F \ 80^\circ\text{C} - T_0 \ 30^\circ\text{C}) \\ = 3.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出 熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量

$$\text{理論空気量} (A_0) = \frac{0.85 Hl}{1,000} + 2.0 = 10.19 \text{ Nm}^3/\text{kg-Oil}$$

$$\text{理論廃ガス量} (G_0) = \frac{1.11 Hl}{1,000} = 10.69 \text{ Nm}^3/\text{kg-Oil}$$

$$\text{空 気 比} (m) = \frac{21}{21 - O_2} = 1.91$$

$$\text{実際廃ガス量} (G) = G_0 + (m-1) A_0 = 19.96 \text{ Nm}^3/\text{kg-Oil}$$

$$\text{廃ガスの持ち去る熱量} = \frac{F}{G} \times G \times \text{比熱} (T_G - T_0) \\ = 135 \times 19.96 \times 0.33 \times (250 - 30) \\ = 195.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) ブロー水の持ち去る熱量

$$\text{ブ ロ ー 水 の 量} = 50 \text{ kg/h}$$

$$\text{ブ ロ ー 水 の 温 度} = 174^\circ\text{C}$$

$$\text{ブロー水の持ち去る熱量} = 50 \times (174 - 30) \\ = 7.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放散熱量 …………… 入熱量の5%として

$$\text{合計入熱量} \ 1,303.6 \times 10^3 \times 0.05 = 65.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量

$$\text{合計入熱量} \ 1,303.6 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{廃ガスの持ち去る熱量} \ 195.6 \times 10^3 \\ \text{kcal/h} - \text{ブロー水の持ち去る熱量} \ 7.2 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{炉体からの放} \\ \text{散損失熱量} \ 65.2 \times 10^3 \text{ kcal/h} = 1,035.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5) 蒸 発 量

$$\text{蒸発量} = \frac{\text{蒸気の保有熱量} \ 1,035.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}}{\text{蒸気のエンタルピー} - \text{給水のエンタルピー}} = 1,774 \text{ kg/h} \\ \frac{661.93 \text{ kcal/kg}}{77.988 \text{ kcal/kg}}$$

○ No 2 ボイラーの熱勘定は次表のとおり。

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	1,329.5	99.8	蒸気の保有熱量	1,108.0	83.2
燃料の頭熱	3.1	0.2	廃ガスの持ち去る熱量	150.8	11.3
			ブロー水の持ち去る熱量	7.2	0.5
			炉体からの放散損失熱量	66.6	5.0
合 計	1,332.6	100.0	合 計	1,332.6	100.0

注1) 熱勘定計算諸元及び計算式

燃料消費量 (T_F) 138 kg/h

廃ガス中のO₂% 5.6%

廃ガス温度 260℃

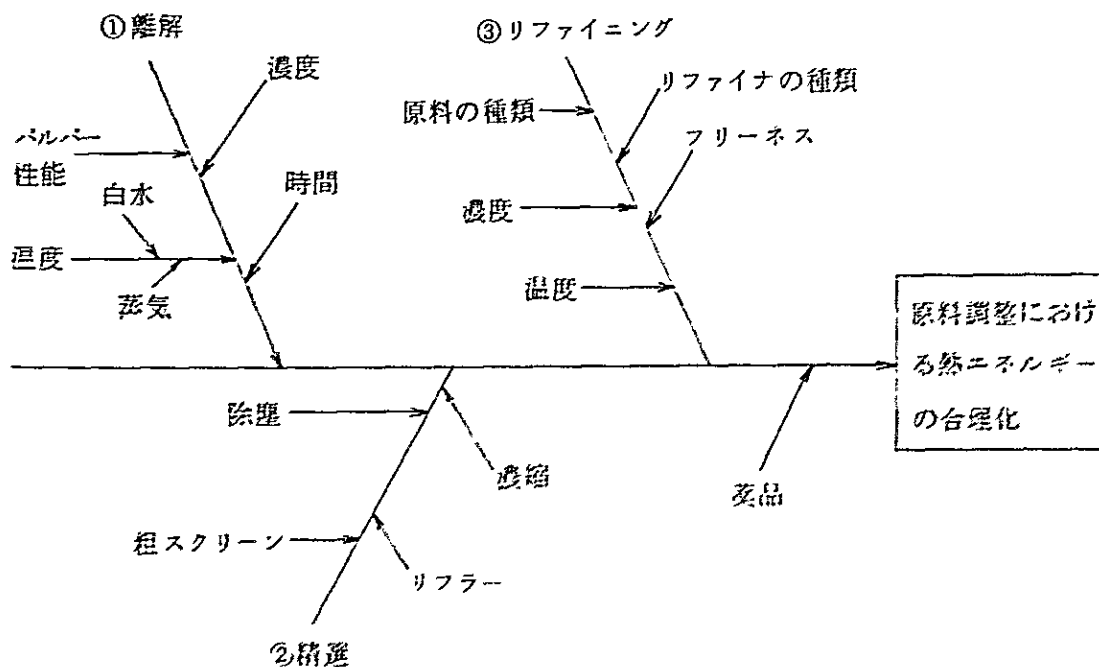
上記以外はNo 1 ボイラーの場合と同じ。

$$\text{発熱量} = \frac{1,108.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}}{661.93 - 77.99 \text{ kcal/kg}} = 1,897 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点とその対策

(1) ストックブリパレーション

この工程の熱エネルギーの合理化を要因図であらわすと、次の図のようになる。



① 離解

当工場のWaste paper Repulpingの条件は、

濃 度	3.5 %
温 度	40 ℃
時 間	30 分

であり、温度 40℃を満足するため工場全体の蒸気量の約 10 %の生蒸気を吹き込んでいる。その効果を知るため各バルパーの温度測定を行ったところ次表のとおりの結果を得たが、各バルパーの温度にバラツキが見られる。

バルパー	No 1	No 2	No 3	No 4
温度 ℃	31	37	29	48

故紙の温度は25℃前後と思うが、白水だけでパルプ濃度を調整すればバルパー内の温度は、34℃を保つことができるはずである。

バルパーの温度が変動しているのは、白水系統に異状があるか 25～27℃の原水が仕込み用水に使われているか、何らかの原因があると思う。白水系統を見直して抄紙機からの白水が順次原料の流れとカウンターフローして行く通常な状態にあるか確かめてほしい。白水温度が維持されていれば、バルパー温度調整用の蒸気使用量は測定データからみて20%以上節減でき、工場全体では2%の節減率が見込まれる。

② スクリーニング

セントリクリーナのようなリキッドサイクロンの分離効果は、その機器の特性に合った、
○原料入口濃度、○原料入口圧力、○原料出口圧力、○サイクロン本体の内面の平滑性が保たれて運転されているか、どうかによって決まる。当工場の場合、運転監視用の圧力計もないし、内部を点検した形跡もない。

適正な条件に保たれずに運転され、防塵効果が悪い場合は無駄な動力を消費していることになる。また異物がシートに混入しているとドライヤでは過乾燥にせざるを得ず、無駄な蒸気を消費することになるので、除塵機には圧力計を取り付け、条件に合った運転をするよう配慮されたい。

③ リファイニング

リファイニングの程度及び運転条件が定められていない。リファイナの消費電力は非常に大きい。リファインされやすいパルプとリファインされにくいパルプがあるが、一定のリファイン状態になっていないと次の工程の脱水乾燥の度合はバラツクし、品質も変動する。

リファイニングの程度はフリーネスであらわされるが、そのフリーネスが一定であっても、リファイニングされる時のパルプ濃度によって脱水・乾燥の条件が変わるので、パルプ濃度も一定にしなければならない。

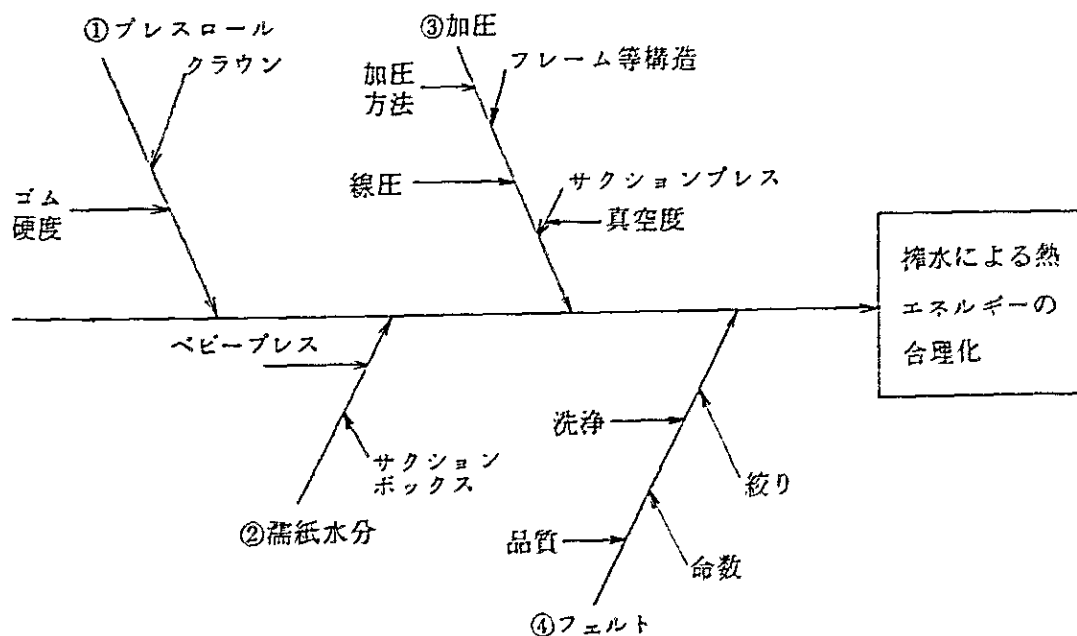
リファイニングの電力を有効に使うため、またドライヤにおける乾燥蒸気を有効に使うため、フリーネス管理と濃度管理の体制をぜひ確立してほしい。

フリーネステストの購入計画があるとのことだが、早急に入手の手配をお願いしたい。スクリーニング及びリファイニングによって異物を除くことによる蒸気節減率の見込みは、2%以上である。

(2) プレスパート

プレスパートにおける濡紙の水分の確認試験を実施していることは立派なことである。しかし、プレスにおける脱水を促進する意欲が先立ち過ぎて、設備を破損させて生産できなくなった例もあるので、フレームの強度を十分調査し一步一步挑戦するのがよいと思う。

プレスパートでの脱水強化は、大きな省エネルギー効果を生み出す。プレスパート後の水分を1%減ずるとドライヤにおける蒸気の使用量は3~5%節減できるといわれている。実験では水分59%とのことだから1%減を目標にすれば、5%位の蒸気節減が達成される。プレスにおけるエネルギー合理化の要因を下図にあらわして見たが、実情に合わせて組み直し、ぜひ濡紙水分の減少を達成されたい。



① プレスロール

ロールのクラウン形状とゴム硬度は、設計どおりであるか、定期的に点検する。

② プレスに入る濡紙水分は少ない程プレスへの負担が軽くなる。ベビープレスは遊んでいたが、活用すること。

③ フェルト

フェルト洗浄用シャワーは非常によく働いているが、絞りの脱水は不十分のようである。フェルトは清潔な程脱水効果がある。

(3) ドライヤバート

ヤンキードライヤは1本のシリンダで、高速かつ効果的な乾燥ができるものである。ヤンキードライヤによる乾燥の最も大きいポイントは次の2点である。

㊸ ドライヤ表面に濡紙をタッチロールで密着することにより熱伝導率が向上し、乾燥効率も向上する。

㊹ 濡紙背面に高温高速のジェットエアーを走らせることにより気化を促進し、乾燥速度を早めることができ、蒸気使用量の節減をもたらす。

製品の表裏差、光沢差を必要としない場合は、ヤンキードライヤのタッチ圧を強めることにより熱伝導率向上による蒸気量の節減をはかることができる。ヤンキードライヤの加圧用ボルトは強度的に弱いように思われるので、太いボルトに取り替えた方がよい。また、フード前面を開放している現状では、せっかくの上記㊹の機能も働かない。設備を有効に活用し本来の姿にもどせば2%以上の蒸気使用量が節減できる。

(4) ボイラー

① 給水

No.1ボイラー及びNo.2ボイラーともに給水メーターがない。給水量がわからないと蒸発倍数やボイラー効率の値が求まらず、成績を管理することができない。

蒸発倍数の算出方法は $\frac{\text{蒸発量}}{\text{燃料消費量}}$ で表わされる。

蒸発倍数を熱勘定の数値から推定すると、

$$\text{No.1ボイラー} \quad r_e = \frac{1,774}{135} = 13.14 \frac{\text{kg-steam}}{\text{kg-Oil}}$$

$$\text{No.2ボイラー} \quad r_e = \frac{1,897}{138} = 13.75 \frac{\text{kg-steam}}{\text{kg-Oil}}$$

となる。燃料流量はℓ/hのまま算入しても管理としては差しつかえない。この場合、

$r_e = 13 \frac{\text{kg-steam}}{\ell\text{-Oil}}$ 程度ならばボイラー効率は80~85%になると考えられる。

② 水 質

給水及びボイラー水の水質は次のとおり。

		№1 ボイラー	№2 ボイラー
給 水	全溶解固形物	135 ppm	
	Cl ⁻	28.6 ppm	
ボイラー水	リン酸イオン	38.5 ppm	44.6 ppm
	全蒸発残留物	4,583 ppm	4,798 ppm
	Cl ⁻	206.4 ppm	160 ppm

上記の分析値は良好な値を示しており軟水装置の運転法、薬剤の使用量、フロー量も適正と認められる。できれば軟水器の前にサンドフィルタを設置することが望ましい。

また軟水器の逆洗リンスは必ず軟水で行うこと。

③ 空 気 比

廃ガス中のO₂%は5%以下にするのがよい。

№1 ボイラーは10%であり空気比が1.91と高い。これは排ガス損失を増大させ、燃焼効率の低下を招くので、二次空気やダンパーの調整を十分に行わなければならない。

O₂%が4.5%まで下った場合には、燃料使用量が7.3kg/h=183l/d (2.7%)減少する。

№2 ボイラーは5.6%であるのもう少し調整をよくする必要がある。

- ④ №1 ボイラーの圧力計の指示がおかしい。また水面計も作動不良であったがこれは事故につながる恐れがあるので早急に修理のこと。

(5) 蒸気配管

① 保 温

ボイラー蒸気バルブ、スチームヘッダーの入口、出口バルブ等の保温を行うこと。

また、ボイラー室内の4"パイプ、工場送気3"パイプ(約45m)及びペーパーマシンの小配管に保温不良があったので補修されたい。

以上のバルブ、パイプの保温を完全にすれば次のように熱損失が減少する。これは重油消費量の1.4%に相当する。

区 分	熱 損 失		表 面 積 又は長さ	減少する熱量	節約できる 燃 料 量
	保温なし	保温あり			
4"バルブ, フランジ 4箇所	(155℃) 2,270 kcal/m ² h	(45℃) 72 kcal/m ² h	3 m ²	6,594 kcal/h	534 l/m
3"パイプ	(155℃) 634 kcal/mh	(45℃) 24 kcal/mh	45 m	27,450 kcal/h	2,223 l/m
合 計				34,044 kcal/h	2,757 l/m

② 蒸気洩れ

ペーパーマシン, ドライヤのロータリージョイント, 枝管の接合部, 3"パイプラインのバルブ等からの蒸気洩れが多い。

蒸気洩れ量を推定すると6,480 kg/mとなり燃料換算すると.510 l/mとなる。

早急に修理をすること。

③ スチームトラップ

スチームトラップは, 蒸気使用設備の中で重要な役目をしている。その保守と整備を十分に実施しないとスチームがリークしてエネルギーの損失となる。

保守の方法の一つの例として, おおののスチームトラップに番号を付けて管理表を作成し, 一定期間(3カ月又は6カ月)毎に点検を行うようにする。

また, スチームトラップ点検週間を工場で設定して, 従業員に呼びかけて実施する方法もある。

④ ペーパーマシンの計器

蒸気圧力のゲージが作動不良であった。補修しできるだけ低圧でスチームを使用するようにする。

(6) ドレン回収

① ドレン回収を実施しているが, その量は不明とのことであった。給水水質の分析表のCl⁻から推定すると50%程度のドレン回収率である。

・JUN. 21. '81のレポートから

	軟 水	給 水
Cl ⁻	19.3 ppm	9.6 ppm

また, ペーパーマシンからドレンタンクまでのドレンパイプは, 保温して熱損失を防ぐようにしなければならない。

また, 軟水ラインに流量計を取り付けてドレン回収率も分るようにして管理, 記録するとよ

い。

② フラッシュ蒸気の利用

ペーパーマシンのドレン回収については、おのおののドライヤの必要熱量に応じて蒸気圧力を変更し、ドライヤの最終パートに圧力の高い蒸気を使用して、そのドレンをフラッシュタンクに導き、そのフラッシュ蒸気を前段階のドライヤで利用するようにすれば、大きな省エネルギーが達成できる。この方法で10～15%の蒸気節約ができる。

ドレンは給水タンクに回収しているが、せっかく回収したものをオーバーフローさせないようにタンクの構造を考えること。

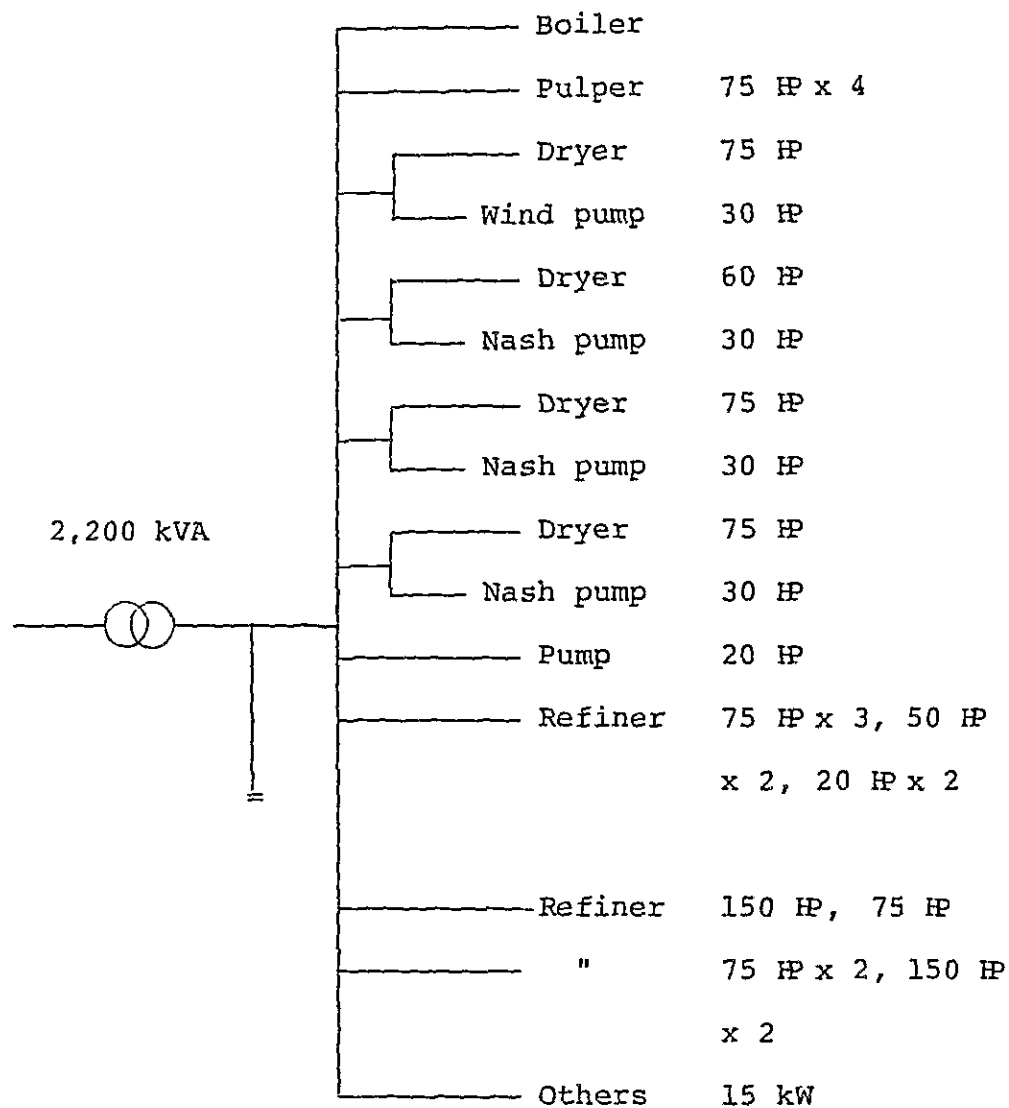
またドレンポンプで、高圧のまま直接ボイラーに供給し、ボイラー給水温度を高くすることにより、更に省エネルギー効果を得る方法もある。

7. 電力の消費状況

(i) 電力消費に関する主要な指標は次のとおり。

電力会社	: PEA
ピーク・デマンド	: 不明
使用電力量	: 585,000 kWh /m
負荷率	: 不明
ペナルティ・フィ	: なし
力率	: 98 %
主トランス	: 2,200kVA, 24 kV/400 V

(2) 配線系統図



工場敷地内の地上に据付けられた2,200 kVAのトランスで、4ラインの製紙機械を運転するので、各ラインの容量は小さい。

配線系統図は作成されておらず、計器室の電流計がどこの電流を示しているか、従業員に質問してもわからなかった。調査の結果配線系統図を作成した。更に完全にするように電力管理担当者が、この配線系統図を整備することを勧める。

8. 電力管理の問題点とその対策

(1) 力率

力率は遅れ 98%～進み 97%になっている。コンデンサを接続しない場合の力率は 54～77%となっていた。

力率が進みの 97%になっているのはリレー不良によるコンデンサの入れ過ぎである。進み力率になると、その分のコンデンサ損失が増加するとともに電圧が上昇するのでよくない。進み力率 97%を遅れ力率 97%にするコンデンサ容量は次のとおりになる。

進み力率 97%のときのコンデンサ容量 644.5 kVr

遅れ力率 97%のときのコンデンサ容量 590.0 kVr

余分に入っていたコンデンサ容量は 235.7 kVr である。コンデンサの損失は出力の 0.2%、進み力率での運転時間を 1日 10時間とすると年間 1,608 kWh/y の損失増となる。遅れの 97%力率で運転すればこの分だけ節約できる。不良のリレーは早急に修理すること。

(2) モーターの運転状況

次表に示すとおり定格電流に対して、50%以下の負荷で運転している大形モーターが 2 台あった。モーターが軽負荷になると力率が低下する。20HP以下の小形モーターも軽負荷運転していると推定される。

モーターの電流を定期的に記録し、軽負荷の続く機器に対しては作業方法等の改善をする必要がある。

主要モーター稼動状況

Usage	HP	Rating Current Ⓐ	Load Current Ⓑ	$\frac{Ⓐ}{Ⓑ}$	Power % factor
Pulper	75	110 A	82 A	74.5	83
"	75	108	63	58.3	77
No 1 Dryer	75	103	52	50.5	70
No 3 Dryer	75	103	64	62.1	79
No 4 Dryer	60	83	16	19.3	10
No 3 line Nash Pump	30	44	28	63.6	75
No 4 line Nash Pump	30	42	11	26.2	10
Refiner	150	229	155	67.7	86
"	75	100	100	100	88

(4) 照明関係

工場の屋根に透明のプラスチック板を使って昼光を利用し2階の室の電灯は消していた。この点はよいが昼間点灯している蛍光灯が4灯あった。このスイッチは1階と共通なので消せないとのことであった。スイッチは分離するのがよい。

スイッチを分離すれば1日12時間点灯として年間584 kWh/yの電力が節約できる。

照明ランプを昼光色から、省エネタイプの白色灯に変えると10%の電力が節約できる。照明用電力は14 kWなので、これにより、3,066 kWh/yの電力が節約できる。

9. ま と め

以上のような対策を実施することによる効果は次表のとおり。

項 目		節減見込量	
バルバー温度調整用 蒸気削減	重 油	41 kℓ/y	2 %
リファイニング, スクリーニング 運転改善	"	41 kℓ/y	2 %
プレス強化	"	102 kℓ/y	5 %
ドライヤ操業改善	"	41 kℓ/y	2 %
ボイラー空気比改善	"	55 kℓ/y	3 %
保温の強化	"	27 kℓ/y	1 %
蒸気洩れ補修	"	5 kℓ/y	—
小 計		312 kℓ/y	15 %
コンデンサリレーの修理	電 力	1,608 kWh/y	—
照明の改善	"	3,650 kWh/y	—
小 計		5,258 kWh/y	—

15. INDUSTRY KRUNGTHAI CO., LTD.

1. 工場の概要

所在地	72/2 Tivanon Rd., T. Bang Krachant Town, District Pratumthani	
資本金	60 million bahts	
業種	Paper	
主要製品名	Kraft paper, white paper, brown paper	
年間生産高	12,000 t	
従業員数	213人	
年間エネルギー 使用量	電気	16,800,000 kWh
	燃料	Fuel oil 900 k, Saw dust 36,000 m ³
面談者	Tamrong Trakulyuthachai, factory manager, and Charal klinpuen, engineer	
診断日 員	9/2～3, 1982 A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

○ 15年前に運転を開始し、現在はBKP, White Wastepaper, Waste corrugate box等を原料とし、3台の抄紙機により日産約40tの生産を行っている。従業員は213人である。

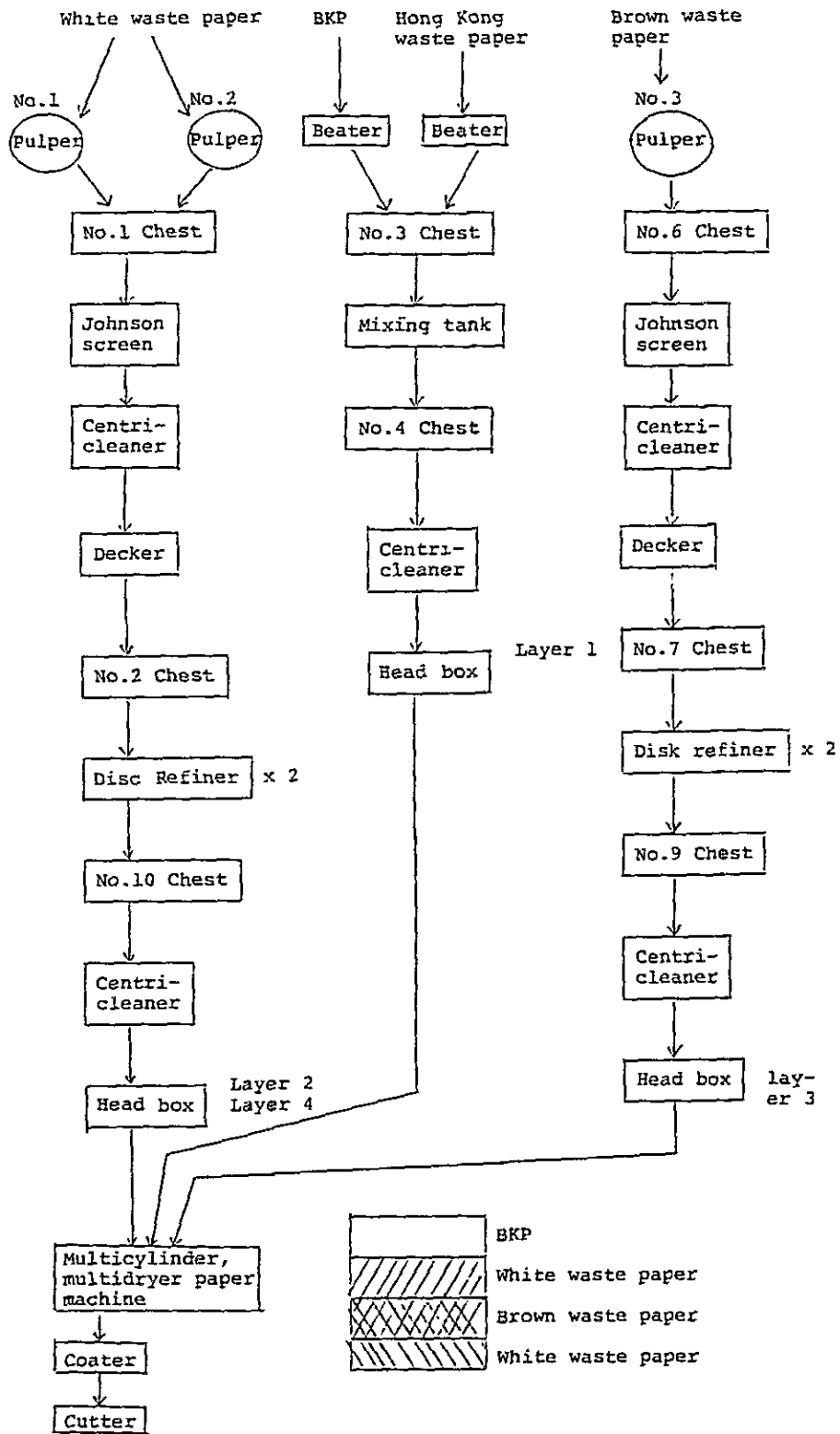
# 1	抄紙機	76" 幅	15	t/d	ボード
# 2	"	76	13	"	両更中質
# 3	"	76	13	"	White paper

○ 製紙技術の向上をはかるため、台湾から抄紙技能者を招いて、各抄紙機に1名配置し、現地従業員に対する技術教育も実施させている。

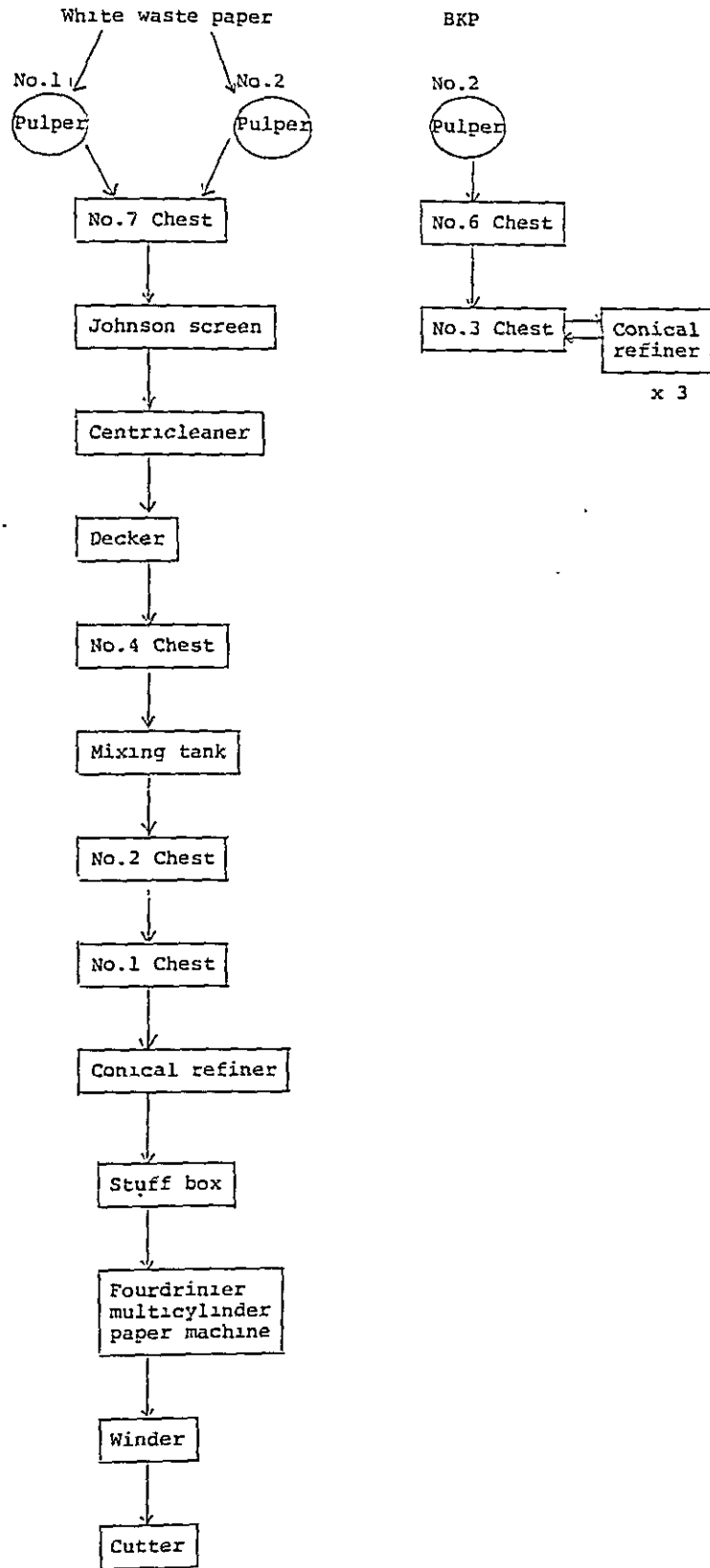
○ 生産設備の拡大について考慮はしているが、国情不安定、課税負担増、政府のバックアップ不足などから慎重にかまえている。

2. 製造工程

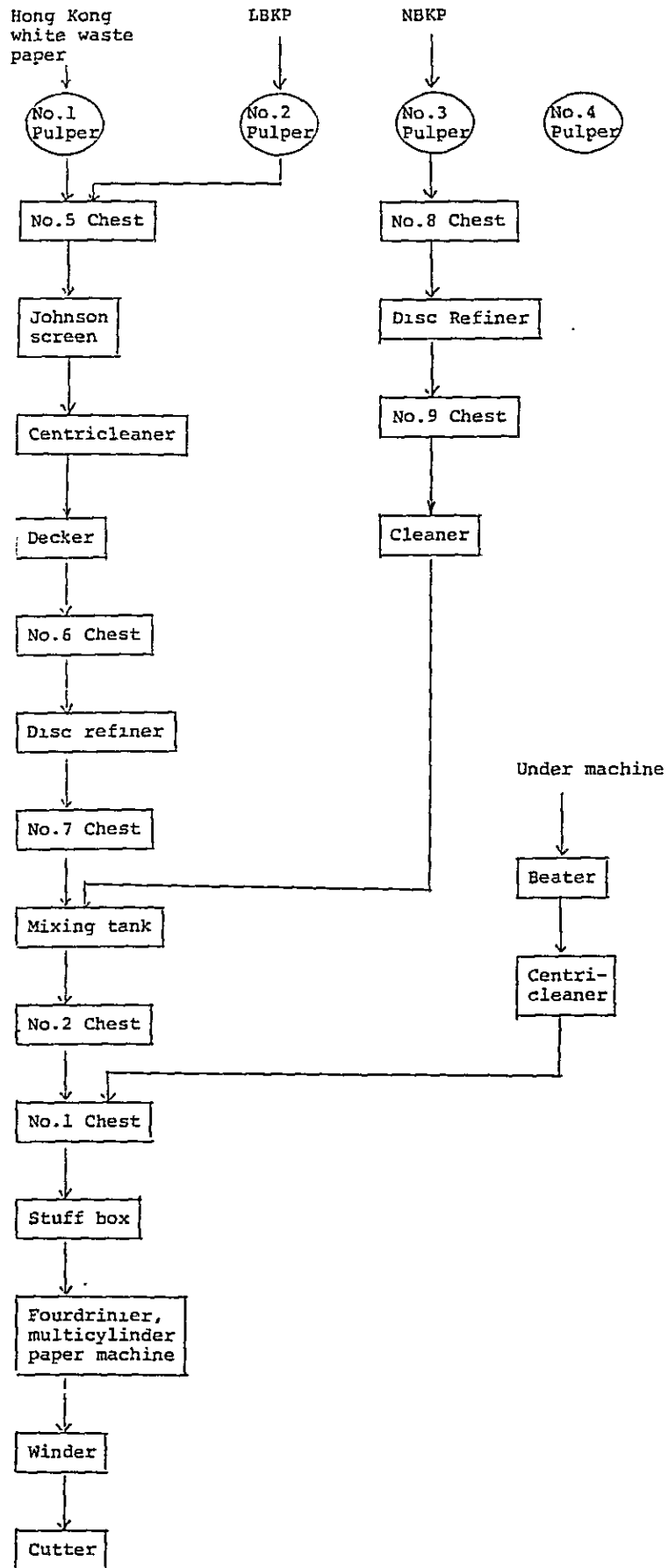
1 抄紙機



2 抄紙機



3 抄紙機



3. 主要設備の概要

(1) ストックプリパレーション

抄紙機3系列で各系列毎に原料調整が異なるので一括して表に示す。

工 程	設 備
Repulping	<ul style="list-style-type: none"> • Pulper 10 基 • Beater 3 基
Screening and Separator	<ul style="list-style-type: none"> • Johnson screen 4 系列 • 1st separator liquid cyclone 7 系列 • 2nd separator liquid cyclone 2 系列
Thickener	<ul style="list-style-type: none"> • cylinder Filter 4 基
Refining	<ul style="list-style-type: none"> • 1st Refining Refiner 6 系列 • 2nd Refining Refiner 1 系列

(2) ペーパーマシン

抄紙機は台湾製で3基保有し、内1号機はペーパーマシン、コーター、カッターの一貫機である。

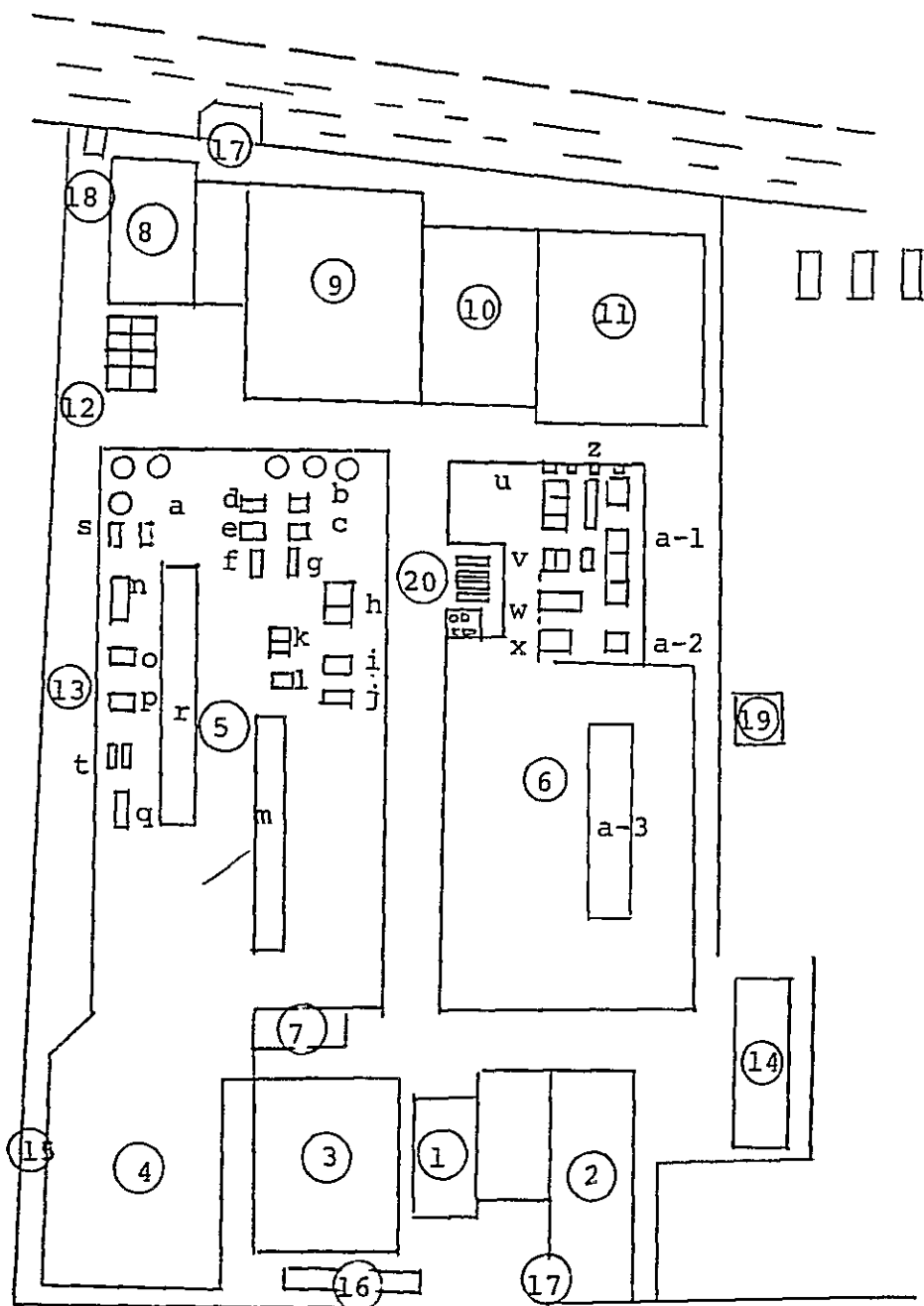
型 式	2 号 抄 紙 機		3 号 抄 紙 機	
	76" 円網2ヤンキー多筒式		76" 長網多筒式	
主 要 設 備	型 式		型 式	
Moulder	cylinder 6 基	—	—	
Head Box and slice	—	Open nozzle slice	Open nozzle slice	
Couch	Open	Suction couch	Suction couch Suction pick up	
Press	Baby press 2 Press 3	Fabric press 2	Suction press 1 press 1	
Dryer	Open hood cylinder 16 本	Open hood cylinder 24 本 (内2本 Canvas dryer)	Open hood cylinder 24 本 (内2本 Canvas dryer)	
Calender	Roll 6 本	Roll 6 本	Roll 6 本	
winder	—	2 Drum type	2 Drum type	
coater	Roll coater Hot air dryer	—	—	
Cutter	single	single	single	

(3) ボイラー

	基 数	
ソーダスト焚きボイラー	1	14 t/h タイ国製 cylindrical combustion chamber 付 ランカシャボイラー
油焚きボイラー	2	6 t/h ドイツ製 炉筒煙管式 1基休止

ソーダスト焚きボイラーは油焚きから燃料転換を行ったものである。

(4) 工場内配置図



- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Office 1 | 11. Boiler house |
| 2. Storage 1 | 12. Deep well |
| 3. " 2 | 13. Waste water
setting tanks |
| 4. " 3 | 14. Labor housing |
| 5. Factory building 1 | 15. Maintenance Room |
| 6. " 2 | 16. Storage |
| 7. Office 2 | 17. Port |
| 8. Storage 4 | 18. Fire pump |
| 9. " 5 | 19. Guard |
| 10. " 6 | 20. Oil tank
Transformer |

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| a. Conical refiner | q. Decker |
| b. Johnson | r. Paper machine 2 |
| c. Decker | s. Decker |
| d. Johnson screen | t. Centri-cleaner |
| e. Decker | u. Johnson screen |
| f. Centri-cleaner | v. Conical refiner |
| g. Coater | w. Mixing tank |
| h. Disc refiner | x. Decker |
| i. Beater | a-1. 3rd Dicker refiner |
| j. Centri-cleaner | a-2. White waste water |
| k. Coater | a-3. Paper machine 3 |
| l. Mixing tank | |
| m. Paper machine 1 | |
| n. Mixing tank | |
| o. Conical Refiner | |
| p. Disc refiner | |

4. エネルギー管理状況

- 技術データ、品質データ等の記録は不備で日常の管理体制も確立されていない。設備が整っている割合に管理体系ができていないためである。

工場長から中間管理者を経て現場の作業員にいたる指揮・命令・報告の系統を明確に確立するとともに、現場作業日誌には時間毎に計器指示値、測定値を記録することが必要である。

- エネルギー管理、品質管理、生産管理等の基礎データの出所として、また、現場の日常管理の指導及び、技術指導のセンターとして試験室の設置が望ましい。
- 抄紙機における紙切れによる損紙及び仕上げ選別損紙を平気で土足で踏みつけていることはやめさせること。紙は工場従業員の生活の糧であり、エネルギーのかたまりである。

土足で踏みつけることは、循環して抄紙機に戻った時、その塵で再び紙切れを起こす原因になる。

マシンの紙切れ回数を記録し、一般のワーカーにも知らせる。この数字は技術、紙に対する関心度の状況を示すものとして、工場管理の指標になる。

5. 熱の消費状況

蒸気発生量	1号ボイラー	7.5 t/h
	2号ボイラー	1.7 t/h
燃 料	1号ボイラー	ソーダスト 5m ³ /h
	2号ボイラー	C重油 125 l/h
ボイラー効率	1号ボイラー	60 %
	2号ボイラー	80 %

- ソーダスト焚きボイラー(Na 1)は3カ月程前に、定額で必要スチーム量のすべてを供給させる契約で、ある会社に設備させたものであるが、先方の事情で現在は自力で運転している。このボイラー設置前は14～15kl/d使っていた重油が3kl/dに減っており、ソーダスト100～120m³/d使っても燃料費は相当節減されている。ソーダスト焚きボイラーの能力は14t/hであるが、現在は7～9 t/hしか出ず、不足分は油焚きボイラーをスチーム圧により発停して補充している。ソーダスト焚きボイラーは毎月1回停止し、点検及び灰掃除を実施している。なお、当工場は用水使用量を非常に少なく抑えており、このため水温も高目に保たれて蒸気節減に役立っている。

○ № 1 ボイラーの熱勘定は次表のとおり。

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	7,350	100	蒸気の保有熱量	4,473.7	60.9
			廃ガスの持ち去る熱量	2,505.7	34.0
			ブロー水の持ち去る熱量	3.8	0.1
			炉体からの放散損失熱量	367.5	5.0
合 計	7,350	100	合 計	7,350	100.0

注 1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類	ソーダスト(含水量40%)
燃料の温度	30℃
燃料消費量 (F)	3,500 kg/h (比重=0.7)
燃料発熱量(低位)(HL)	2,100 kcal/kg(含水ベース)
廃ガス中のO ₂ %	11.3%
廃ガス温度 (T _G)	305℃
蒸気圧力	4.3 kg/cm ² g
給水温度	70℃
ブロー量	31 kg/h

空気比 = $\frac{21}{21 - 11.3} = 2.16$

注 2) 熱勘定計算式

入 熱

燃料の燃焼熱

$$(F)3,500\text{kg/h} \times (HL)2,100\text{ kcal/kg} = 7,350 \times 10^3\text{ kcal/h}$$

出 熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量

$$\text{湿り廃ガス流量} = 18,351\text{ Nm}^3/\text{h} \quad (\text{実測})$$

$$\text{廃ガス中の水分量} = 1,742\text{ Nm}^3/\text{h} \quad (=1,400\text{ kg/h})$$

$$\text{乾き廃ガス流量} = 16,709\text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\begin{aligned} \text{廃ガス中の水分が持ち去る熱量} &= 1,400\text{ kg/h} \times (736.7 - 30)\text{ kcal/kg} \\ &= 989.4 \times 10^3\text{ kcal/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{乾き廃ガスが持ち去る熱量} &= 16,709\text{ Nm}^3/\text{h} \times 0.33 \times (305 - 30) \\ &= 1,516.3 \times 10^3\text{ kcal/h} \end{aligned}$$

$$\text{湿り廃ガスが持ち去る熱量} = 989.4 \times 10^3 + 1,516.3 \times 10^3 = 2,505.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) ブロー水の持ち去る熱量

$$\text{ブロー水の量} = 31 \text{ kg/h}$$

$$\text{ブロー水の温度} = 153 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{ブロー水の持ち去る熱量} = 31 \times (153 - 30) = 3.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放散熱量……入熱量の5%とした

$$(\text{合計入熱量}) 7,350 \times 10^3 \text{ kcal/h} \times 0.05 = 367.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量

$$\text{合計入熱量 } 7,350 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{廃ガスの持ち去る熱量 } 2,505 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$- \text{ブロー水の持ち去る熱量 } 3.8 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{炉体からの放散損失熱量}$$

$$367.5 \times 10^3 \text{ kcal/h} = 4,473.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5) 蒸発量

$$\text{蒸発量} = \frac{\text{蒸気の保有熱量}}{\text{蒸気のエンタルピー}} \frac{4,473.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}}{656.6 \text{ kcal/kg}} - \frac{\text{給水のエンタルピー}}{30.014 \text{ kcal/kg}} = 7,140 \text{ kg/h}$$

○ №2 ボイラーの熱勘定は次表のとおり。

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	1,176.3	99.8	蒸気の保有熱量	1,024.5	86.9
燃料の頭熱	2.7	0.2	廃ガスの持ち去る熱量	91.7	7.8
			ブロー水の持ち去る熱量	3.8	0.3
			炉体からの放散損失熱量	59.0	5.0
合 計	1,179.0	100	合 計	1,179.0	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

基準温度	30℃
燃料の種類	重油
燃料の温度 (T _F)	80℃
燃料消費量 (F)	122kg/h (125ℓ/h)
燃料発熱量(低位)(H _{LL})	9,642 kcal/kg
廃ガス中のO ₂ %	4.4%

廃ガス温度 (T_G) 200 °C

上記以外は№1ボイラーの場合と同じ。

注2) 熱勘定計算式

入 熱

1) 燃料の燃焼熱

$$F \ 122\text{kg/h} \times H_l \ 9,642 \text{ kcal/kg} = 1,176.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) 燃料の顕熱

$$F \ 122\text{kg/h} \times \text{燃料の比熱} \ 0.45 \text{ kcal/kg} \times (T_F \ 80^\circ\text{C} - T_0 \ 30^\circ\text{C}) \\ = 2.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出 熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量

$$\text{理論空気量} (A_0) = \frac{0.85 H_l}{1,000} + 2.0 = 10.2 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論廃ガス量} (G_0) = \frac{1.11 H_l}{1,000} = 10.7 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空気比} (m) = \frac{21}{21 - Q_2} = 1.27$$

$$\text{実際廃ガス量} (G) = G_0 + (m - 1) A_0 = 13.4 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{廃ガスの持ち去る熱量} = F \ 122\text{kg/h} \times G \ 13.4 \text{ Nm}^3/\text{kg} \times 0.33 \times \\ (T_G \ 200^\circ\text{C} - T_0 \ 30^\circ\text{C}) = 91.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) ブロー水の持ち去る熱量

$$\text{ブロー水の量} = 31 \text{ kg/h}$$

$$\text{ブロー水の温度} = 155^\circ\text{C}$$

$$\text{ブロー水の持ち去る熱量} = 31(155 - 30) = 3.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放熱量……入熱量の5%とした

$$\text{合計入熱量} \ 1,179.0 \times 10^3 \text{ kcal/h} \times 0.05 = 59.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量

$$\text{合計入熱量} \ 1,179.0 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{廃ガスの持ち去る熱量} \ 91.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$- \text{ブロー水の持ち去る熱量} \ 3.8 \times 10^3 \text{ kcal/h} - \text{炉体からの放散損失熱量} \ 59.0 \times \\ 10^3 \text{ kcal/h} = 1,024.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

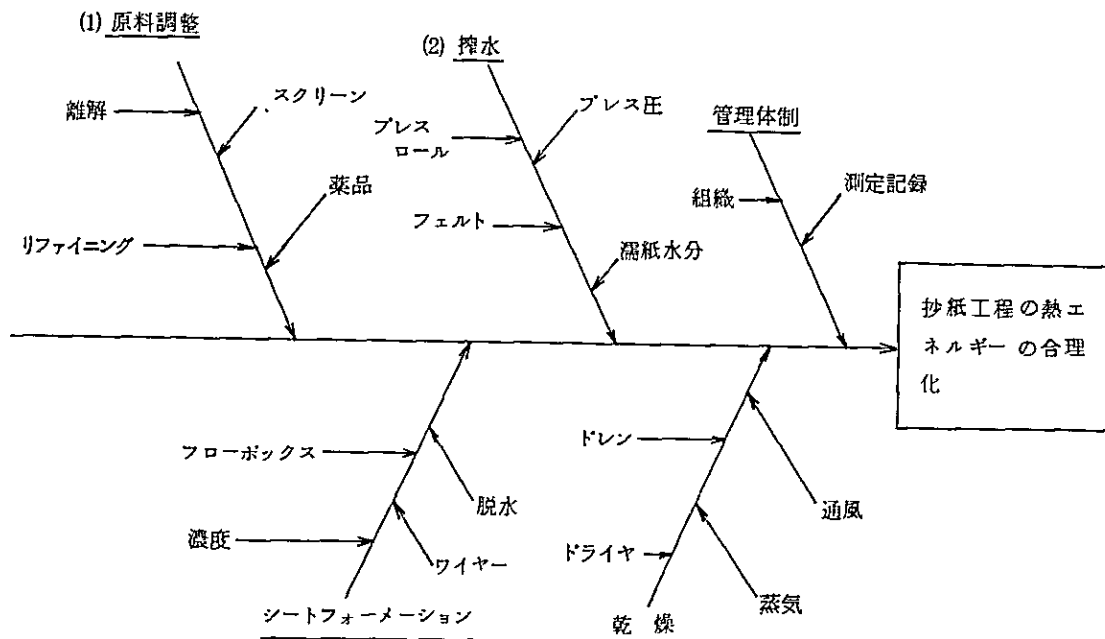
5) 蒸発量

$$\text{蒸発量} = \frac{\text{蒸気の保有熱量 } 1,024.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}}{\text{蒸気のエンタルピー } 656.64 \text{ kcal/kg} - \text{給水のエンタルピー } 69.975 \text{ kcal/kg}} = 1,750 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

製紙業はFiberのシートをつくるため、媒体とする500～1,000倍の水を動かすのに多くの電気エネルギーを使用し、更に約3倍の水分を蒸発乾燥するというエネルギー多消費産業である。故に製紙技術と省エネルギー技術は切り離して考えられない。

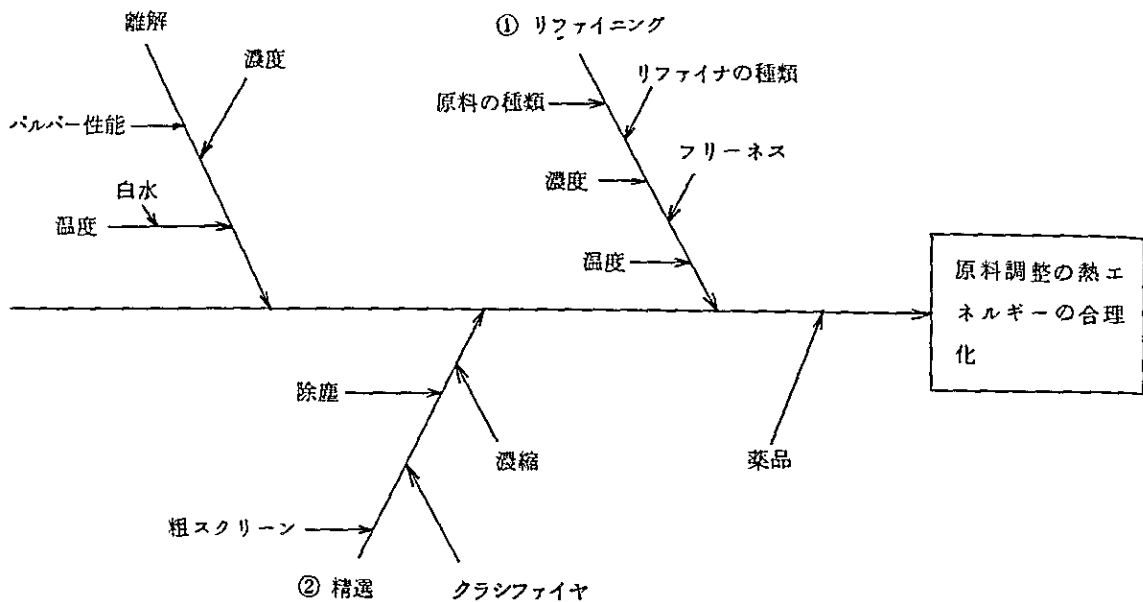
製紙工程毎にエネルギー合理化の要因を図示すると、次のように画くことができる。



以下、各要因毎に述べる。

(1) ストックプリパレーション

当工場の熱エネルギーの使用合理化をはかるための改善すべき点を抽出すると次の特性要因図が得られる。



以下、この図に従って問題点を抽出し改善策を示す。

① リファイニング

フリーネスは製品品質の決定要因である。ワイヤーやプレスにおける脱水，ドライヤに入ってから伝熱，蒸発効果にも影響する要因である。フリーネスはペーパーマシンに供給するストックの品質保証値であり，工場規格として標準化されるものである。

リファイナの操業者はフリーネスの標準値にも適合するようにリファイナバーの当て方やリファイニングストックの濃度管理をするのが仕事である。

フリーネスは1回/h，濃度は当初は3回/dの頻度で測定するのが一般的管理である。

多くの工場ではフリーネス，濃度の標準値は1カ月に一度，品質試験（密度，破裂度，引張，引裂，サイズ度等）及び乾燥蒸気使用量と対比し見直しする。このようにして6カ月間繰り返していくと，この工場の各製品の品質基準，フリーネス基準が決まり，リファイニングの動力のかけ方も決まって，標準化が達成される。

② スクリーニング

№3系統のセントリクリーナに圧力計が設置されていない。セントリクリーナの除塵効果は，

入口濃度 入口圧力 出口圧力 内部コーンの平滑性 二次以降の Fine Reject の通し方

によって決まる。

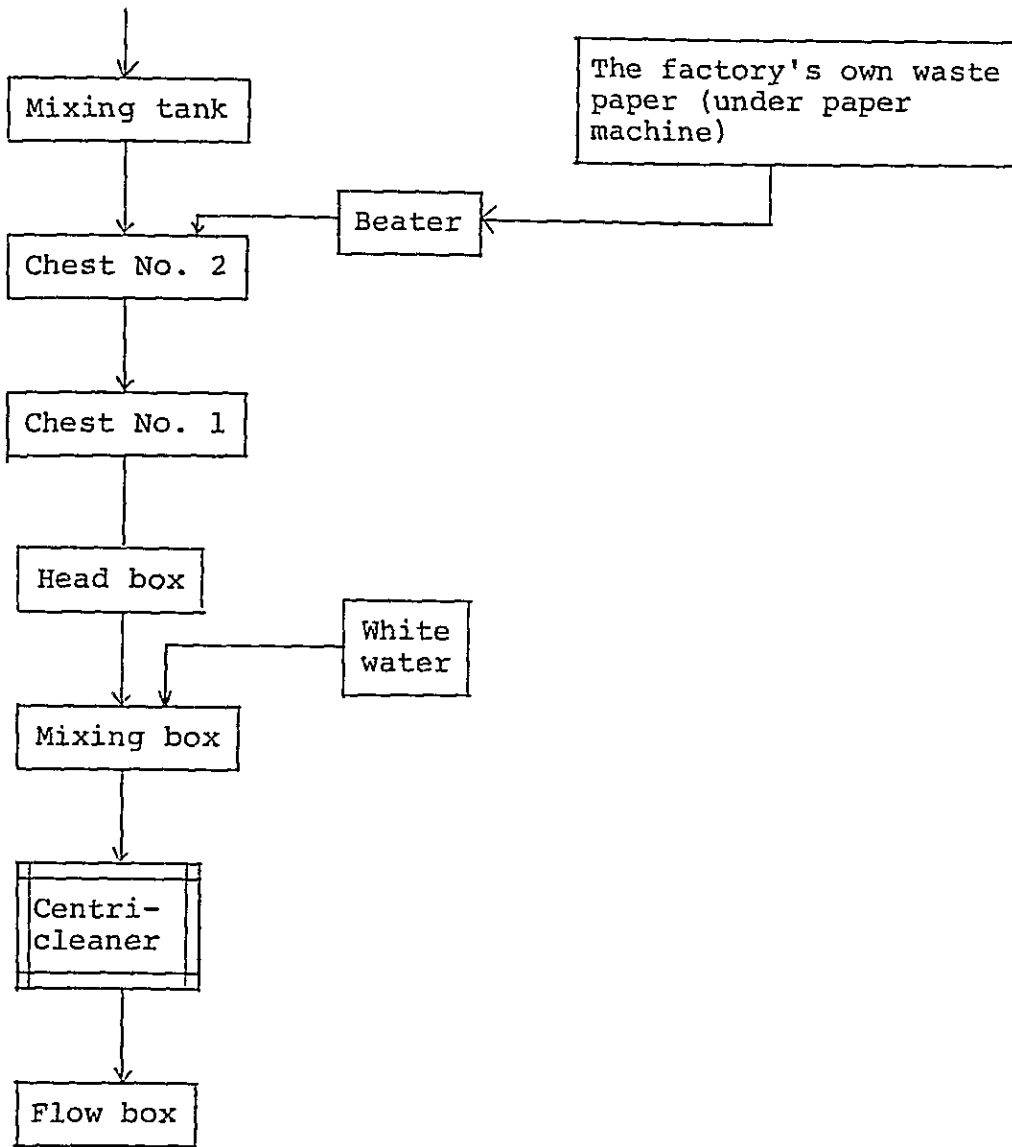
specification どおりの運転をしないと防塵効果は低下し，無駄な電力を消費することになる。

圧力計を取り付け、正常な運転をすること。

№3ラインのような上級紙をつくる場合の除塵工程につき図のような案を提案する。

クリーナの性能などを検討のうえ改善対策の参考とされたい。

Proposed Line Arrangement



改善の理由は次のとおり。

上質紙の場合ストックの調整が終わったマシン直前の濃度の薄い所に、二次防塵機を設置するのが一般的な方法である。クリーナを新設するのが最も好ましい方法ではあるが、当面の対策として提案したのは、自己発生損紙をビーターでリバルピング後クリーナを通す現状の工程では濃度が不安定で除塵機能は発揮されない。一方NBKPの含塵率が $3\text{mm}^2/\text{m}^2$ 以下であればクリーナを使う必要はない。この際リバルピング作業時の塵混入防止に留意し、外装紙はWaste Paperのバルパーに投入するようにするのがよいと思われる。

塵を除くことは、

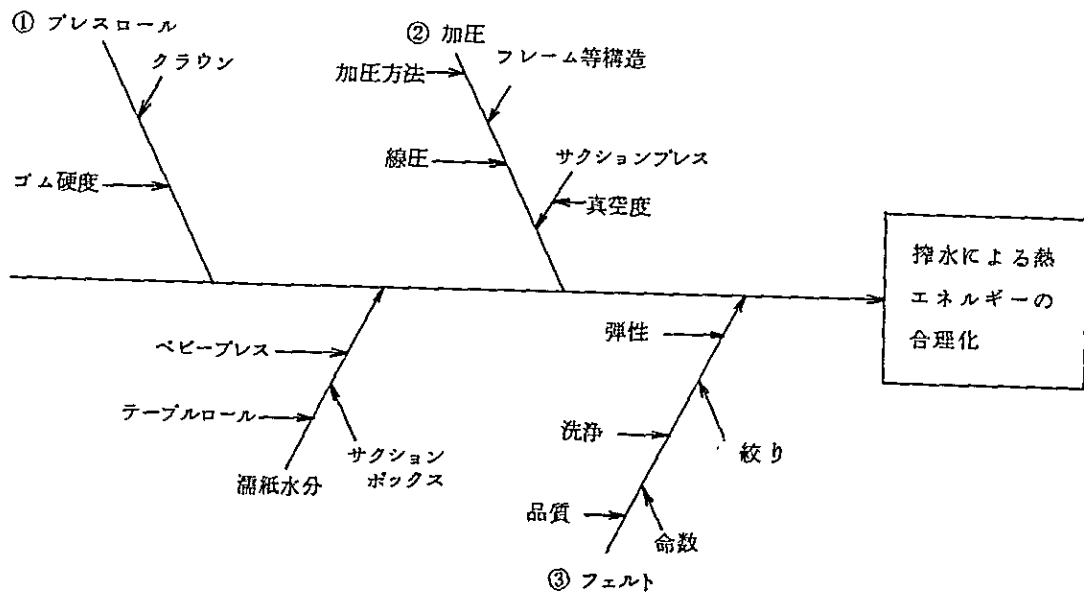
- a 異物による目玉 (Dirty spot) 等が減じて過剰乾燥による蒸気の使い過ぎを防ぐことができる。
- b ドライヤ内における紙切れと仕上工程の選別損紙の減少による生産増及びトータルエネルギーの節減が可能になる。
- c 品質が向上する。

等の多くの利点がある。

以上、紙切れ及び過乾燥防止により見込まれる蒸気量節減率は10%である。

(2) プレスパート

プレスパートにおける搾水の要因は次の図のように示すことができる。



Wet endの水分は測定したことがないとのことであるが、ドライヤ前の水分を1%減ずればドライヤにおける蒸気は3~5%減ずることができる。プレス後の水分はぜひ確認し、次の対策をとってほしい。測定に当ってはクロスデレクションについて、4~5箇所サンプリン

グして各点における水分を比較する。

① プレスロール

クロスデレクションの水分がバラツキていることはドライヤにおいて過剰乾燥になる。

このバラツキはプレスロールのクラウン形状の狂いによるかフェルトの部分的汚れによって発生する。クラウン形状が正常でないとトータル脱水能力は低下するので、フェルト替時、又は修理停止の場合に点検をすること。異常の場合は直ちに修理する。また、ゴム硬度も適正であるか点検をする。

② 加 圧

プレスロールの加圧は、マシン監督者が常にチャレンジしなければならないことであるが、余り無理すると設備を破損する恐れがあるので、設備担当、専門メーカーにフレームの強度を診断してもらった上で一步一步少しづつ加圧し、品質とも照合しつつ水分の低下を試みること。

③ フェルト

フェルトの管理が不十分であると思われる。プレスロールのニップ圧が解除される瞬間にフェルトは原形復帰のため急膨張し、濡紙の水分を吸収し脱水する。従ってフェルトは通水抵抗が少なくかつ弾性を保有しなければならない。

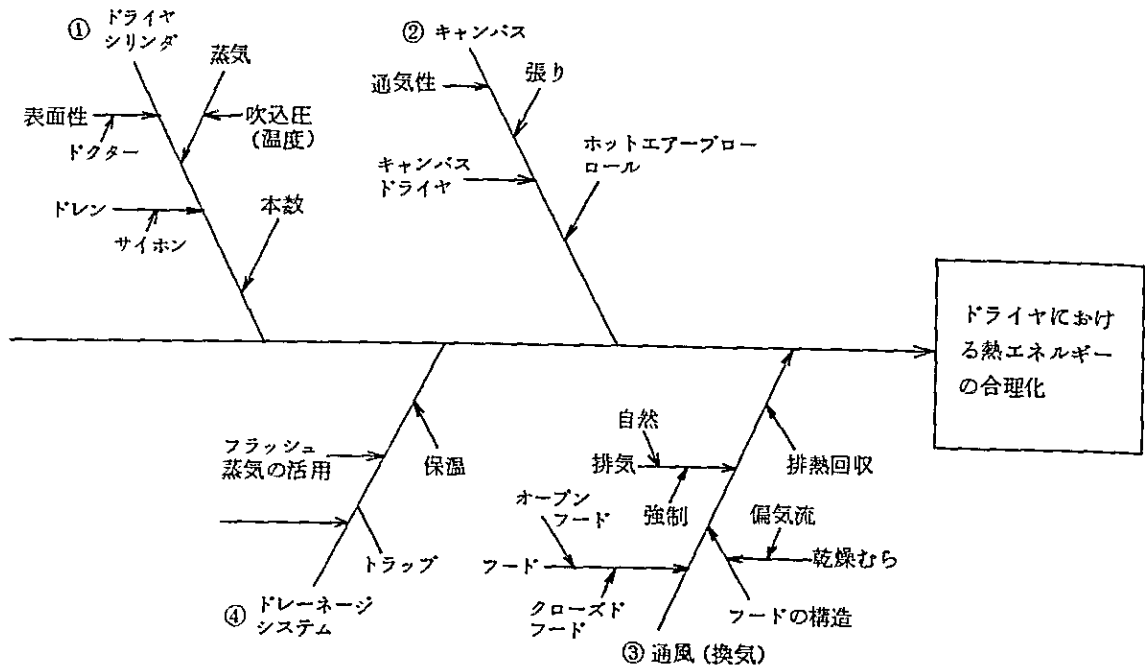
フェルトの機能を理解し洗浄用シャワー、絞りを十分に活用してフェルトを清浄に保ち、少しでも脱水率を向上させてエネルギーの合理化を進めること。

以上、プレス後の水分1%減ずることにより見込まれる蒸気節減率は4%である。

(3) ドライヤパート

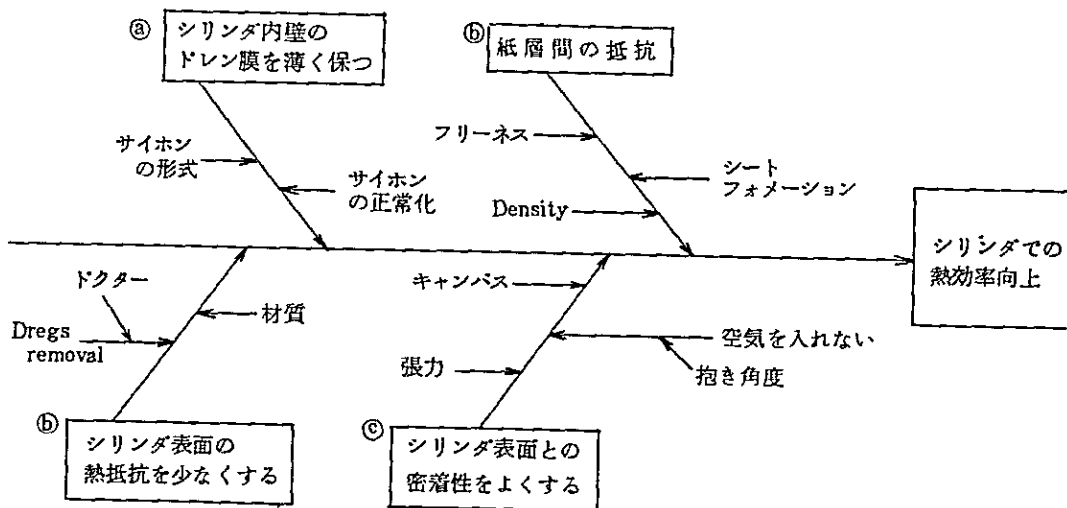
57～60%の水分からボーンドライ近くまで蒸気で蒸発乾燥するドライヤパートでは、対策によって効果が明瞭にあらわれる。

このパートの省エネルギー要因を図にすると次のとおりである。



① ドライヤシリンダ

シリンダは内部に蒸気を入れて、その熱を表面に伝え接する濡紙の温度を上昇させて水分の気化を促進する。その熱を有効に使うことは大きなエネルギーの合理化になる。その要因を図にすると次の通り。



①のサイホン定期点検しドレン膜ができるだけ薄くなるよう調節しなければならない。サイホンによっては限界があるので、より効率のよいサイホンを選択し、修理停止時に取り換えることも効果大きい。

②シリンダ表面に付着している紙粉、異物は熱伝導を悪くするので極力除去する。

ドクターは除去設備であり、表面の平滑化に寄与し、密着性にも影響する。

② キャンパス

キャンパスはシリンダ表面との密着性をよくするためのみならず Wet Sheet から気化した蒸気を包含してシリンダからシリンダに移る自由空間で発散する役目をもつ。従って、この動きを効果的に進行させるためにはキャンパスの目詰まりを除くこと。

キャンパスが戻る時、低温の室外外気の吹き付けによる温度低下を防ぐのが必要である。

ドライヤ側面に透明フィルムのカーテンをフロアまで下げることで高温に保持することができる。

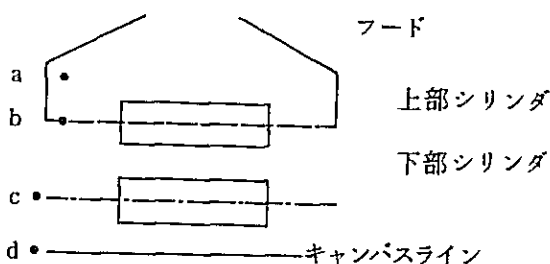
③ ベンチレーション

ドライヤ内のシリンダ、キャンパス、ペーパーシートにかこまれた部分、いわゆるドライヤポケットは通気が悪く、シリンダ中央部では滞留により水蒸気分圧が高くなってキャンパスの脱湿乾燥が阻害されているようである。

ドライヤ内のベンチレーションが悪くドライヤポケットの空気置換効率が悪いときは、改善対策としてオープンフードをクローズドフードに改造するのが望ましいが、莫大な投資を必要とする。

当工場程度のマシン幅であれば、②で述べたようにドライヤの前に透明フィルムのカーテンを吊り下げる方法でベンチレーション速度の向上が達成できる。

№1マシンと№2マシンの前面温度を測定した結果は次のとおりである。



場所	№1マシン	№2マシン
a	51℃	—
b	44	42
c	37	41
d	36	38

c点、d点における温度は外気の混入により低くなっている。また、試験中ドライヤ中央部からの熱風のバックフラッシュも感じられた。

なお、ドライヤ周辺の床に散水することは、置換用外気の湿度を高めるので中止すること。

省エネルギーは、大きな決め手よりも従業員全員の創意工夫による小さな効果の積み重ねにより達成する所に意味があり、工場全体の意識を高める手段にもなる。

以上の対策により見込まれる蒸気節減率は2%である。

(4) その他

a) 故紙中の印刷インキ、接着剤、粘着テープ等に由来する樹脂、BKPに含まれる木材樹脂

等がAlum添加により凝縮し異物となってフェルト汚れ，紙切れの原因になる。

スクリーンや リキッドサイクロンで除去できない場合は，これらの樹脂を微細に分散させるために薬品を使用する方法も有効である。

- b) フェルト汚れ，シートの異物はでんぷんが原因の場合がある。でんぷんのクッキングが不十分な時によく発生することがあるので注意する。

でんぷんにかわる紙力増強剤としては，ポリアクリルアミドも使用されている。価格は若干高いが，クッキングに要する蒸気が必要ないのと作業も簡単になるので検討願いたい。

- c) 将来的にはフード排気からの廃熱回収による水の昇温も検討されたい。

(5) ボイラー

- ソーダストの含水量は40%程度であるが，できるだけ乾燥して使用することを薦める。

№1 ボイラー，№2 ボイラーとも給水流量計が設置されておらず，また№2 ボイラーには燃料流量計が設置されていないので，これらの計器を取り付けること。

この値を計量し， $\frac{\text{蒸気発生量}}{\text{燃料使用量}}$ をチェックすることにより操業の良否を判定し，改善に努めるようにしてほしい。

- №1 ボイラーには，グラスウールによる保温が施工されているが，表面温度は131℃，放散熱量は1,330 kcal/m²hと多い。

廃ガス出口温度を測定するために，温度計を取り付けること。

- 給水，ボイラー水の水質は下記のとおりであった。

	給 水	ボイラー水
pH	8.4	10.14
電気伝導度	650 μS/cm	16,680 μS/cm

ボイラー水の電気伝導度は6,000 μS/cm 程度以下に保つべきで，ブローを多くするとともに給水水質も管理すること。

- ソーダスト焼きボイラーの排ガス温度が高い(305℃)。

この排熱を回収して，給水温度を120℃まで高めれば5%の燃料節減が可能である。

エコマイザ伝熱面積 200 m²

水 量 8 t/h

水 温 入口 70℃

出口 120℃

またソーダスト焼きボイラーの空気比も2.16と多く、このため排ガスに逃げている熱も非常に多くなっている。出口ダンパー及び二次空気吹込量の調節を行う必要がある。

空気比を2.16から1.5に低下させれば排ガス量は約30%減少し、燃料量は約12%減少する。

(6) 蒸気配管

蒸気配管の圧力は4.3～5.3kg/cm²の範囲で変動していた。補助ボイラーがON-OFF運転をしているためと思われる。

ペーパーマシンの小配管の一部には保温を強化する必要がある。

計器のチェック及びスチームトラップのチェックをする必要がある。

(7) 保温強化

ヘッダー等に麻布を巻き努力の跡がみられるが、ボイラー室のバルブやフランジ、ペーパーマシンまわりの配管には保温のないもの、あるいは破損しているものがあった。

これらを補修することにより、2%程度の蒸気節減が可能である。また、回収したドレンの配管及び給水タンクも保温を完全にすること。

(8) フラッシュ蒸気の利用

フラッシュ蒸気の利用も検討中とのことであるが、ドライヤ後段には発生蒸気を利用し、そのドレンをフラッシュタンクに導き、発生した低圧蒸気をドライヤ前段等に利用すると、大きな省エネルギー効果が出る。4kg/cm²(G)蒸気の場合、発生したドレンの持つエネルギーのうち35%はフラッシュ蒸気となるが、現在はそれが利用されていない。

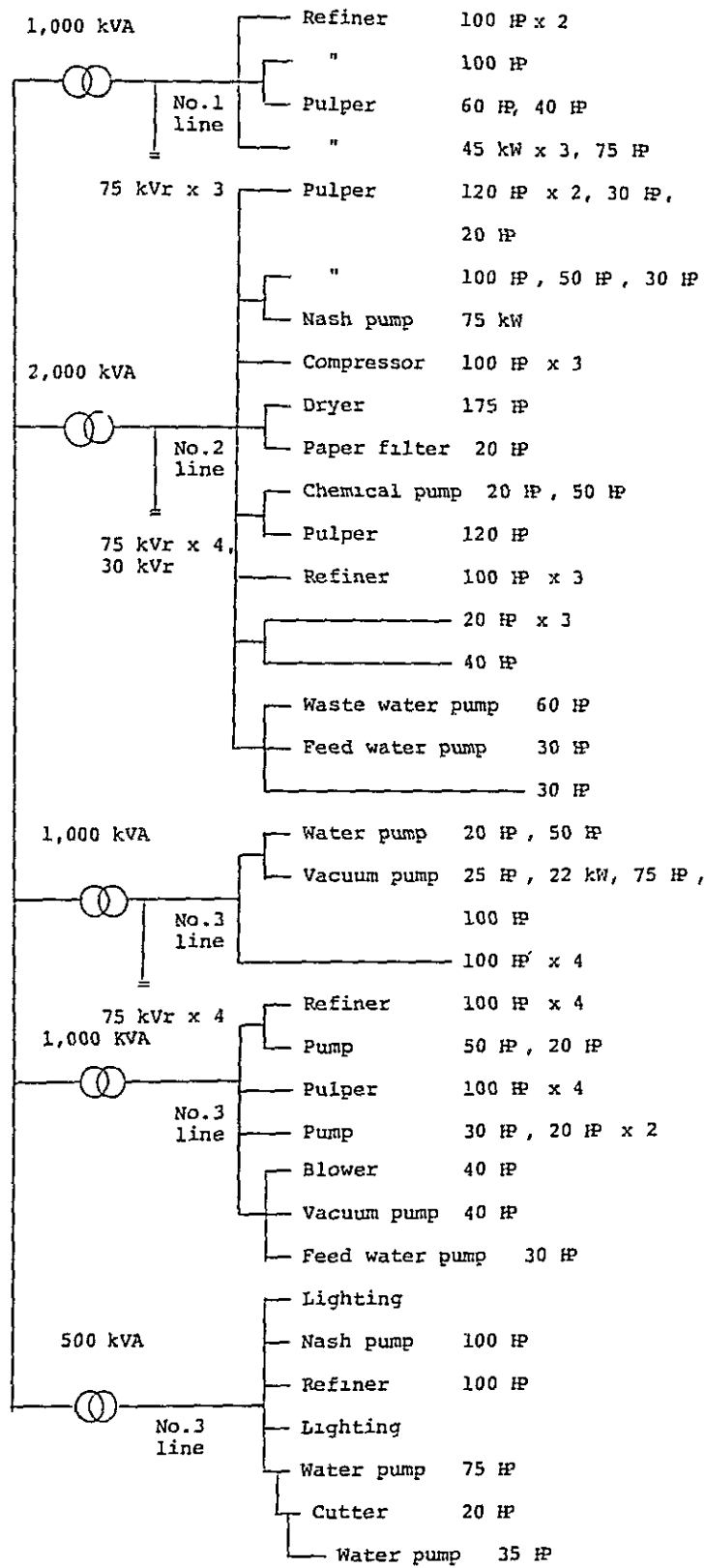
もう一つの方法はドレン回収を加圧下で行い、ドレンをそのままボイラーに供給する方法で、特殊なポンプを必要とする。

7. 電力の消費状況

(1) 電力消費に関する主要な指標は次のとおり。

・電力会社	: PEA
・ピーク・デマンド	: 2,580 kW
・使用電力量	: 1,321,000 kWh/m
・負荷率	: 73.5 %
・ペナルティ・フィ	: -
・力率	: 91.0 %
・トランス	: 合計 5,5000 kVA
・電力原単位	: 1,245 kWh/t

(2) 配線系統図



8. 電力管理の問題点とその対策

(1) トランス

各トランスの電力と力率は次表のようになっている。このうち No.1 ライン用 1,000 kVA トランスの力率は 80 ~ 87 % と低く、コンデンサの容量が少し不足である。

コンデンサの容量を $4 \times 75 \text{ kVr}$ に変更して、自動的に ON-OFF するようにするとよい。

No.3 ライン用の 1,000 kVA 及び 500 kVA のトランスにはコンデンサは接続されていない。また力率計も電力計もなかった。ブランチ毎の電流、電圧、電力を測定した結果から、各トランスの力率を下記のとおり算出した。

1,000 kVA トランスについての各電力は

$$\text{リファイナ用} \quad \dot{P}_R = 122.9 + j 82.2$$

$$\text{バルバー用} \quad \dot{P}_P = 38.9 + j 40.6$$

$$\text{チェストポンプ用} \quad \dot{P}_C = 117.3 + j 59.3$$

$$\text{ボイラー用} \quad \dot{P}_B = 51.5 + j 22.1$$

となり、合計電力は $\dot{P}_1 = 330.6 + j 204.2$ となる。合成皮相電力は $|P_1| = 388.6$ 、力率は 85.1 % である。

次に 500 kVA トランスの合計電力は $\dot{P}_2 = 227.7 + j 139.8$ であり、合成皮相電力は $|P_2| = 267.2$ 、力率は 85.2 % である。

トランスの電力と力率

ライン番号	トランス容量	コンデンサ	電 力	皮相電力	力 率
No. 1	1,000 kVA	合計 225 kVr	$543 + j 351.3$	647 kVA	80 ~ 87
No. 2	2,000 kVA	合計 330 kVr	$784 + j 288.8$	817 kVA	94 ~ 97
No. 3	1,000 kVA	合計 300 kVr	$416 + j 121.5$	434 kVA	90 ~ 96
No. 3	1,000 kVA	なし	$330.6 + j 204.1$	388.6 kVA	85
No. 3	500 kVA	なし	$227.7 + j 139.9$	267.2 kVA	85
合計	5,500 kVA	855 kVr	$2301.3 + j 1045.6$	2,553.8 kVA	

この表から、使用電力に対してトランス容量が大きすぎるのがわかる。

まず最初に No.1 ラインの負荷と、No.2 ラインの負荷とを合成してみる。検討に使用する負

荷は測定中の最大負荷とする。

$$\text{No.1 ラインの最大負荷} \quad 667 + j 396.0$$

$$\text{No.2 ラインの最大負荷} \quad 849 + j 279.2$$

$$\text{両者の合成電力} \quad 1,516 + j 675.2$$

となり、合成皮相電力は 1,660 kVA、力率は 91.3 %となる。

次に No.3 ラインの 1,000 kVA 2 台のトランスの負荷を合成すると電力は $746.6 + j 325.6$ 、合成皮相電力は 814.5 となる。

以上のことから、No.1 ライン用の 1,000 kVA トランスと No.2 ライン用の 2,000 kVA トランスは 2,000 kVA トランス 1 台に、また No.3 ライン用の 1,000 kVA トランス 2 台は 1,000 kVA トランス 1 台にすることができる。従って 1,000 kVA トランス 2 台に対する鉄損、銅損はなくなり、残りのトランスでは銅損は増える。この鉄損と銅損の増減を算出すると次のようになる。

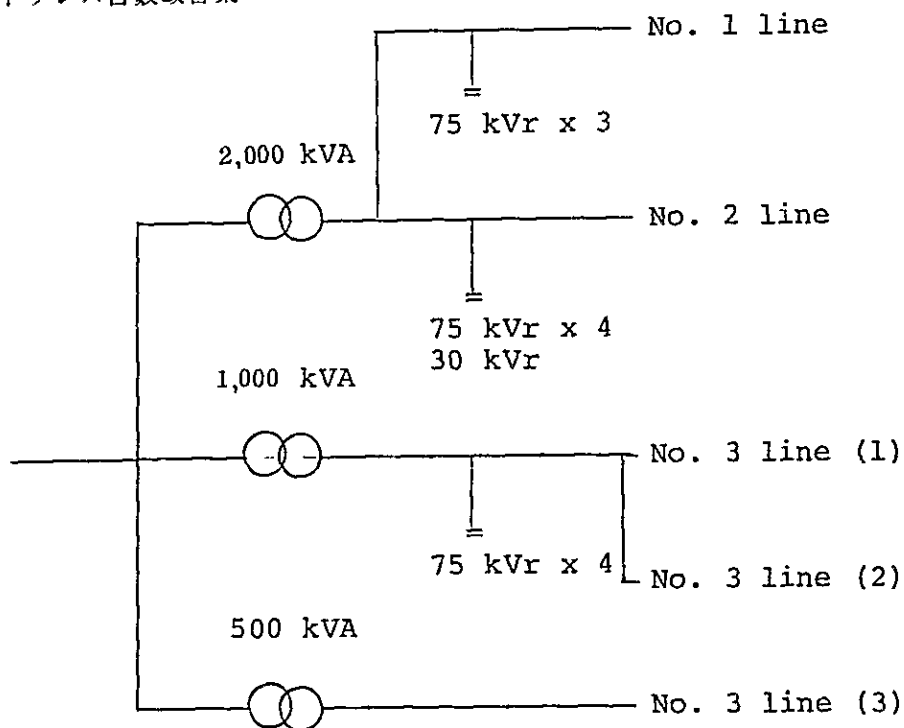
鉄損の減少は、1,000 kVA トランス 1 台では時間当り 4 kW として、2 台では、 $4 \times 365 \times 24 \times 2 = 70,080$ kWh/y となる。

銅損の減少分は、No.1 ライン用 1,000 kVA トランスでは時間当りフルロードで 13 kW として、 $13 \times \left(\frac{647}{1,000}\right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 44,537$ kWh/y となる。また改善前の No.2 ライン用 2,000 kVA トランスでは時間当りフルロードで 17 kW として、 $17 \times \left(\frac{817}{2,000}\right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 23,216$ kWh/y となる。

No.1 ラインと No.2 ラインを 2,000 kVA トランス 1 台で運転するとき生ずる銅損は $17 \times \left(\frac{1,448}{2,000}\right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 72,928$ kWh/y となる。

ゆえに銅損は、 $72,928 - 44,537 - 23,216 = 5,175$ kWh/y の増加となる。

トランス台数改善案



次にNo. 3 ライン用の 1,000 kVA のトランス 2 台を 1 台にすると、改善前の No. 3 ライン用の 1,000 kVA トランス 2 台のそれぞれの銅損は、

$$13 \times \left(\frac{434}{1,000} \right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 20,040 \text{ kWh/y}$$

$$13 \times \left(\frac{389}{1,000} \right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 16,099 \text{ kWh/y}$$

である。これに対して 1,000 kVA トランス 1 台にした場合の銅損は、

$$13 \times \left(\frac{814.5}{1,000} \right)^2 \times (365 - 24) \times 24 = 70,582 \text{ kWh/y} \text{ となる。}$$

従って増加する銅損は、 $70,582 - 20,040 - 16,099 = 34,443 \text{ kWh/y}$ となる。

以上より、減少する鉄損は $70,080 \text{ kWh/y}$

増加する銅損(1)は $5,175 \text{ kWh/y}$

増加する銅損(2)は $34,443 \text{ kWh/y}$

で、総合的にみて $30,462 \text{ kWh/y}$ の節約となる。

(2) 電 圧

各トランスの二次電圧は 390 V 位が適当であるが、コンデンサ付きのトランスでは 404 V ~ 420 V とやや高い。

トランス端子からモーターまでの電圧低下が数ボルトあるが、トランス端子での二次電圧は

390 V より少し低い位がよいので、トランス一次側の端子を高い方に切り替える。これは現在 20,900 V の端子に一次線が結線されていれば、22,000 V 附近の端子に結線をし直すことである。

また二次側に 5 V 位の電圧の不均衡があるので、単相負荷はできるだけ、電圧の高い線間に接続替えをして不均衡を無くすようにするとよい。

(3) モーターの稼動状況

主要設備のモーター稼動状況を調査した結果は次表のとおり。

Line No	Usage	HP	Ⓐ Rating Current	Ⓑ Load Current	Ⓒ Ⓐ	line No	Usage	HP	Ⓐ Rating Current	Ⓑ Load Current	Ⓒ Ⓐ
1	Refiner	100	146 ^A	100 ^A	68.5%	3	Nash Pump	25	39.5	28	70.9%
1	"	100	146	100	68.5	3	"	kW 22	44	12	27.2
1	"	100	146	120	82.2	3	"	HP 75	102	80	78.4
1	Pulper	60	84	50	59.5	3	"	100	158	95	60.1
1	"	40	56	60	107	3	"	100	139	89.3	64.2
1	Nash Pump	kW 22	44	22	50	3	Refiner	100	134	47.3	35.3
2	Pulper	HP 120	166	105	63.3	3	"	100	137.5	46.7	34.0
2	"	30	45	39	86.7	3	"	100	139	29	20.1
2	"	20	29	17	58.6	3	Water Pump	50	70	40	57.1
2	help Pump	50	70	48	68.6	3	"	20	29	5	17.2
2	"	30	45	28	62.2	3	Pulper	100	139	30.7	22.1
2	Nash Pump	kW 75	145	86	59.3	3	Pump	30	45	23	51.1
2	Compressor	HP 100	130	72	55.4	3	"	20	25	19	76
2	"	100	130	64	49.2	3	"	20	29	13	44.8
2	"	100	141	56	39.7	3	Blower	40	48	29	60.4
2	Dryer	175	234	175	74.7	3	Nash Pump	40	56	31.2	55.7
2	Paper filter	20	29	10	34.5	3	Water Pump	35	52	42.5	81.7
2	Pulper	120	166	105	63.3	3	"	75	104	70	67.3
2	Refiner	100	133	74	55.6	3	Refiner	100	133	125	94.0
2	"	100	133	74	55.6	3	Nash Pump	100	152	95	62.5
2	Waste Water Pump	60	84	50	59.5	Mask — Branchの境介停止中のものは除く。					
3	Water Pump	20	29	18	62.1						
3	"	50	70	39	55.7						

№3ラインモーターに軽負荷のものが多く、力率を低下させるので、稼働台数を調整するか、小型化するのがよい。

(4) 照 明

昼光色の蛍光灯が大半であったが、白色蛍光灯に変えると約10%節減できる。

$$400\text{W} \times 46 \times 10\text{ h} \times 365\text{ d} \times 10\% = 6,700\text{ kWh/y}$$

(5) その他

トランスオイルの汚れがひどいので、フィルタをかけて清浄にしなければならない。

No.3ライン用のコンデンサの付いていない1,000kVAと500kVAのトランスパネルにも、電力計(kW)と力率計を取り付け毎時記録をとることが望ましい。ただし、取り付けの際はCT, PTの定格負荷をチェックする必要がある。

9. ま と め

以上の対策を実施することによる効果は下表のとおり。

	節減量(重油換算) %	
・紙切れ、過乾燥の防止	636 kℓ/y	10%
・プレス強化による Wet end の水分の減少(1%)	254 kℓ/y	4%
・パイプ・バルブ等の保温改善	127 kℓ/y	2%
・ドライヤ側面のカーテンによる ベンチレーション通気改善	127 kℓ/y	2%
・ボイラー廃熱による給水予熱	261 kℓ/y	4%
・ボイラー空気比の調整	626 kℓ/y	10%
小 計	2,031 kℓ/y	32%
・トランスの統合	電力	30,500 kWh/y
・照明の高効率化	"	6,700 kWh/y
小 計	"	37,200 kWh/y
		(0.2%)

16. ARKANAE PAPER INDUSTRY

1. 工場の概要

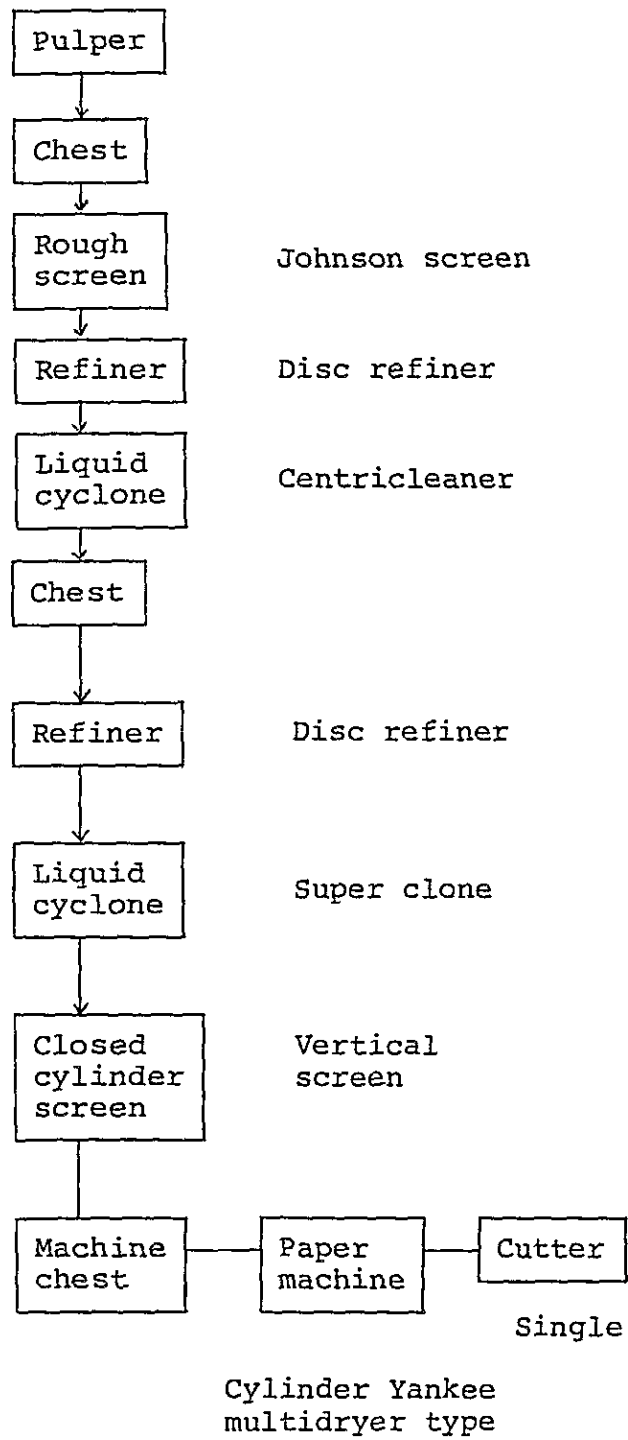
所在地	75 Area 13, Tudmai Rd., Tambol Suenlueng Kratumband District, Samut Sakorn	
資本金		
業種	Paper	
主要製品名	Kraft paper	
年間生産高	4 t/d	
従業員数		
年間エネルギー 使用量	電気	1,059,000 kWh
	燃料	Fuel oil 600 kl
面談者	Phum Upom, president	
診断日 診断員	8/26 ~ 27, 1982 A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

- 故紙のみを原料として、1系列のペーパーマシンで4 t/d のクラフト紙を生産している。パルパーを増設して7 t/d にする計画も検討されている。

社長が生産・財務・営業などすべての部門を管轄している。生産管理にも熱心で、調査団と一諾に工場内をまわり調査団の意見にも強い関心を示していた。

- ただし、工場内、特に原料処理工程付近は、清掃、整理、機器の整備がほとんどされていないように見受けられた。今後、従業員教育を実施して技能者を育成するとともに、生産・技術・管理部門のスタッフを養成して、計数的管理のできる体制を指向することが必要である。
- 機械を回しておけば、製品が出てくるとい程度の運転を行っており、設備、操業技術などの面で改善の余地は大きい。

2. 製造工程



3. 主要設備の概要

(1) ストックプリパレーションパート

工 程	設 備
Repulping	Pulper 2基
Screening and separating	Johnson screen 2系列 Liquid cyclone 2系列 Closed cylinder screen 1系列
Refining	Refiner 2系列

(2) ペーパーマシン

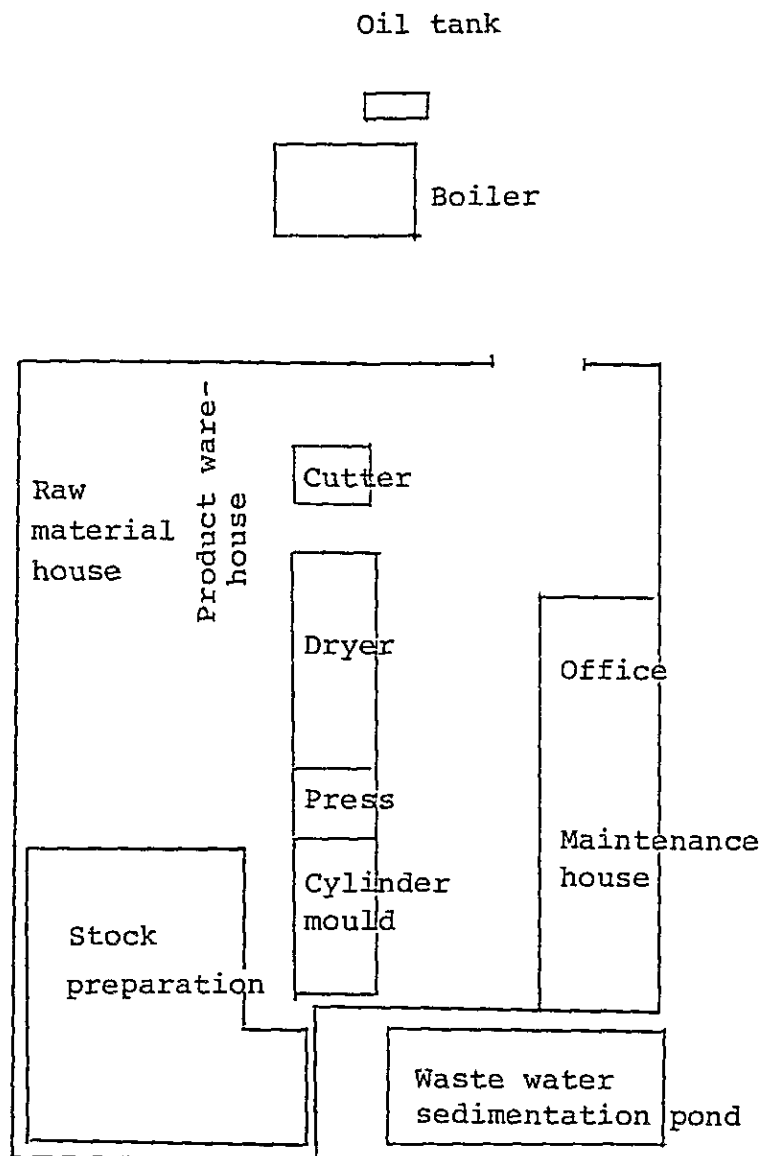
65" 円網ヤンキー多筒式, カッター連結

主要設備	型 式 等
Mould	Cylinder 3基
Press	Baby press 1セット Press 3セット
Dryer	Yankee 1本 Cylinder (without hood) 10本
Cutter	Single 1

(3) ボイラー

ボイラー番号	No. 1	No. 2
圧 力	5.3 kg/cm ² G	5.3 kg/cm ² G
蒸 発 量	3,000 kg/h	3,000 kg/h
燃 料	Heavy oil	Heavy oil

(4) 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

エネルギー管理のみならず、品質管理、設備保守、安全管理などすべてがこれからという状態である。製紙技術のわかる技術者がおらず、必要なデータもとられていない。従って、

- ① 技術者の充足をはかること。
- ② 生産量、製造条件、エネルギー消費量に関するデータを採取・記録すること。
- ③ 秤量器、破裂試験器等試験器を備え、紙の目方、水分、強度、不純物等品質に関連する事項の測定記録を行うこと。
- ④ これらのデータを、管理者は日々チェックするとともに、設備の運転条件にフィードバックすること。
- ⑤ 従業員に原料の取り扱いや機器の整備について教育すること。
- ⑥ 回転体やベルトのカバー、歩廊の手すり等安全対策を強化すること。
- ⑦ 工場の整理整頓につとめること。

を逐次進めてほしい。このことにより個人的な運営から組織的な運営にかわり、より大きな力を発揮できることになる。

5. 燃料の消費状況

2基のボイラーを2週間毎に交代で使用し、重油約2,000ℓ/dを消費している。

調査時は№1ボイラーを運転中で、重油78.5ℓ/d(73kg/h)を燃焼し発生蒸気870kg/hを全量抄紙機に供給していた。

燃料原単位は、約400ℓ-Oil/t-paperとなる。

№1 ボイラーの熱勘定

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	715.5	99.7	蒸気の保有熱量	548.1	76.3
燃料の顕熱	2.5	0.3	廃ガスの持ち去る熱量	128.4	17.9
			ブロー水の持ち去る熱量	5.6	0.8
			炉体からの放散損失熱量	35.9	5.0
合 計	718.0	100.0	合 計	718.0	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類		重油
燃料の消費量	(F)	73 kg/h
燃料発熱量(低位)	(H_l)	9,802 kcal/kg
燃料の比熱	(C_p)	0.45 kcal/kg℃
燃料の温度	(T_F)	107 ℃
基準温度	(T_0)	30 ℃
廃ガス中のO ₂ %	(O_2)	8.4 %
廃ガス温度	(T_G)	330 ℃
フロー水量	(B)	45 kg/h
フロー水温度	(T_B)	154 ℃
給水温度	(T_W)	29 ℃
蒸気圧力	(P)	5.3 kg/cm ² G

注2) 熱勘定計算式

入 熱

1) 燃料の燃焼熱(Q_c)

$$Q_c = F \times H_l = 715.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) 燃料の顕熱(Q_s)

$$Q_s = F \times C_p (T_F - T_0) = 2.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出 熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量(Q_E)

$$\text{理論空気量 } (A_0) = 0.85 H_l / 1,000 + 2.0 = 10.33 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論廃ガス量 } (G_0) = 1.11 H_l / 1,000 = 10.88 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空気比 } (m) = 21 / 21 - O_2 = 1.67$$

$$\text{実際廃ガス量 } (G) = G_0 + A_0 (m - 1) = 17.77 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_G - T_0) = 128.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

2) フロー水の持ち去る熱量(Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_W) = 5.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放散熱量 (Q_R) …… 入熱の5%と仮定

$$Q_R = (Q_c + Q_s) \times 0.05 = 35.9 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量

$$Q_V = Q_C + Q_S - Q_E - Q_B - Q_R = 548.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5) 蒸気の蒸発量(S)

$$\text{蒸気のエンタルピー} (E_S) = 658.43 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{給水のエンタルピー} (E_F) = 29 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_V \div (E_S - E_F) = 870 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

(1) ストックブリパレーション

整理整頓は工場管理の第一歩である。特にストックブリパレーションパートはきたなくなりがちであるから、常に清潔にする習慣をつける必要がある。また主要設備を定期的に点検整備し、ベルトなども所定の本数で、所定のテンションで運転すれば動力の浪費を防ぐことができる。

配管が複雑に交錯しているのでポンプ動力が浪費されていると思われる。最短距離の配管システムを計画し、定期的に逐次改善することが必要である。

リファイナ、クリーナ、スクリーンにはそれぞれ適合した濃度範囲がある。また、リファイニングの程度を知るためのフリーネスという尺度がある。これらの条件、尺度を無視して運転すると、品質低下やドライヤの蒸気使用量の浪費をもたらす。

濃度やフリーネスの測定を行い、管理体制を整えるための技術導入をぜひとも実行する必要がある。

以下、主要な管理項目を述べると、

- a 紙に異物が多い。少なくとも表面になる部分については、スクリーンの目を小さくし台数を増やすなどスクリーンを強化する必要がある。設備投資は必要になるが、大きな異物は水分をかかえこむので乾燥が遅れる。これをなくするためには、どうしても過乾燥になるので、異物を減らすことは蒸気使用量の節減につながる。
- b ヤンソンスクリーンの濃度は、目視でもよいから作業員全員が測定することにより、適正な濃度を維持するようにすることが大切である。
- c クリーナの内部が磨耗して凹凸があると除塵効率が低下するので、内部点検を行うことが必要である。また濃度管理も必要である。設備がかなり傷んでいるので改善も必要である。

以上の処理により、約2%の蒸気節減が可能と見込まれる。

(2) プレスパート

プレスパートにおける脱水はプレス圧とフェルトの状態によって決まる。当工場の場合、プレスの重要性について無関心と思われるがプレスをもっと加圧するとよい。ただしプレスのフレームの強度が弱いように思われるので、専門メーカーに見てもらい補強を考えながら加圧に挑戦してほしい。プレスで水分を1%減らせればドライヤにおける蒸気量を3~5%減らすことができる。

フェルトの洗浄は十分に行い、また取り外して使用していない絞りロールは早急に復旧させシャワーと組み合わせきれいなフェルトで常時運転する必要がある。

フェルトの汚れがひどくなったらマシンを停止し、洗剤を使って十分洗浄しなければならない。汚れが成長し大きな粕となって紙面に落ち、品質低下及び蒸気使用量増加という二重のロスを生じている。

以上により水分1%減らすと蒸気節減率は4%見込まれる。

(3) ドライヤパート

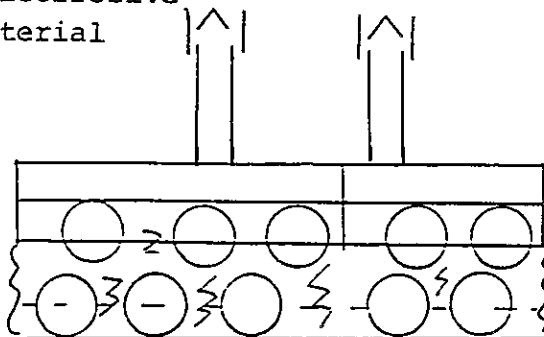
スチームパイプ、バルブ、フランジ、ドレンパイプの保温が不十分である。完全保温をすれば、約10%以上の蒸気は節減できる。

ドライヤの乾燥能力は十分余裕がありスピードアップも可能である。現状は過剰乾燥気味であり蒸気圧力も高すぎるようなので、可能な限り蒸気圧力を下げること。

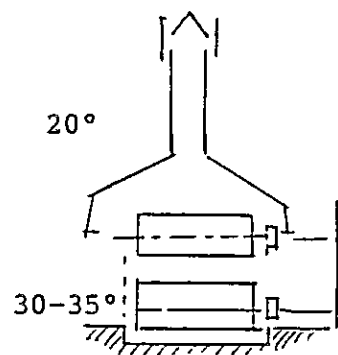
ドライヤからの輻射熱で室内の温度は高くなり、作業環境は悪くなっている。

ドライヤでの熱を有効に使う方法として、フード設置と透明フィルムのカーテンを側面に取り付ける方法を提言したい。フードは、ドライヤの保温をするとともに発生した水蒸気の除去を促進するためのものであり、側面カーテンは過剰な外気の混入を防止してフード機能の低下を防ぐためのものである。

Anticorrosive
material



Polyester film curtains
designed for easy opening
when paper breaks.



The curtain protects
the dryer from in-
flow of air.

フードの概要図は前図のとおりであるが、自製できるようならすぐ実施されたい。

蒸気使用量は計測されていないが、少なくとも圧力計はマシン監督者の見える所に配置し、乾燥状況によって蒸気流量のコントロールができる体制とするべきであろう。

(4) ボイラー

ボイラーの運転状況を管理するためには給水流量、燃料流量、給水温度、燃料温度、廃ガス温度等のメーター類を取り付ける必要がある。また、現在取り付けてあるメーター類は整備を常に行うようにする。No1ボイラーの廃ガス中のO₂%は8.4%で空気比は1.67と大きい。

このO₂%を4.5%になるようにバーナーの調整をすると、空気比は1.27となる。

空 気 比	1.67	1.27
燃料1kg当りの廃ガス流量	17.77 Nm ³ /kg	13.70 Nm ³ /kg
燃料1kg当りの廃ガス(330℃)の持ち去る熱量	1,935 kcal/kg	1,492 kcal/kg

107℃の燃料1kgの入熱は9,837 kcal/kg、空気比を1.67から1.27に改善することにより、

燃料使用量は $\frac{9,837 - 1,935}{9,837 - 1,492} = 0.947$ に減る。すなわち5.3%の燃料節減が可能になる。

廃ガス温度330℃で若干高いようなので、ボイラーチューブの清掃等を定期的に行って効率のよい運転を行うこと。

給水、ボイラー水の水質は次のとおりである。

	給 水	ボイラー水
pH		9.49
電気伝導度	590 μS/cm	

ボイラー水の水質は非常に悪く、電気伝導率は測定値がオーバーレンジ(20,000 μs/cm以上)で読みとれなかった。pHも9.49と低い。

ブロー量をもっと多くすることでボイラー水の水質を管理するとともに、給水水質をもっと良質にしなければならない。

ボイラー水の標準的なpHと電気伝導度は次のとおりである。

標準的なpH	11.0 ~ 11.8
標準的な電気伝導度	4,000 μs/cm以下

燃料油の予熱温度は 90 ~ 107 °C になっていたが、この程度の粘度ならば 70 ~ 80 °C でも十分である。

(5) 蒸気配管

保温が不完全な個所が多い。

- a) ボイラー室の主蒸気弁からスチームヘッダーまでの 3 インチパイプに全体で約 6 m 保温のない所がある。
- b) シリカカバーの保温材が取り付けられていても、保温材にすきまが多い。
- c) ボイラー主蒸気弁、スチームヘッダーの弁の合計 3 個に保温がない。
- d) スチームヘッダーの保温が不完全である。
- e) № 1 ボイラーの Back Wall の保温が不完全である。

保温を完全にした時の放熱損失の減少の例を示す。

	熱 損 失		保温長さ、 面 積	減少する 放 散 熱 量
	保温なし	保温あり		
3 インチパイプ	570 kcal /mh	24 kcal/mh	6 m	3,276 kcal /h
スチームヘッダー	2,080 kcal /m ² h	72 kcal /m ² h	2.55 m ²	5,120 kcal /h
			合 計	8,396 kcal /h

これは入熱量に対して約 1 % の燃料節約となる。

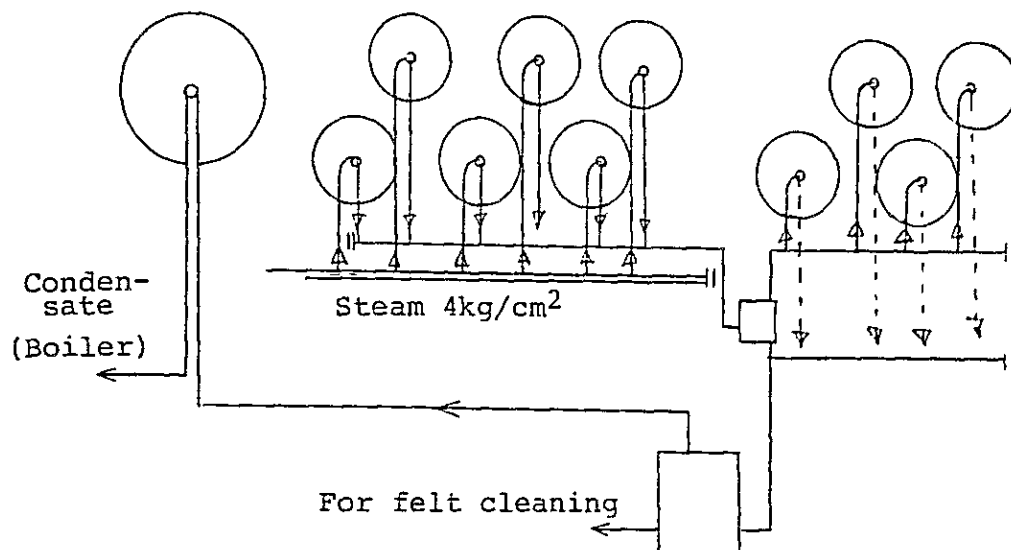
ペーパーマシンの入口、出口部及びバルブ取り付け部からの蒸気洩れが多い。この蒸気洩れは、1カ所に対して直径 1mm の穴と仮定すると蒸気圧力が 5 kg/cm²g であれば 2.44 kg/h の蒸気洩れ量となる。

3カ所あったとすれば 7.32 kg/h の蒸気洩れ量となり、燃料に換算すると 0.64 kg/h で燃料消費量の 0.9 % になる。

(6) ドレン回収

ドライヤから出るドレンは回収されていないが、スチームの 1/4 程度の熱量を持っており、ボイラー給水に利用すればその熱量を利用できるとともに、給水水質の改善にも役立ち、ブロー量を減らすこともできる。

回収方法には二つの方法があるが、図のようにドライヤから出たドレンをフラッシュタンクに入れて減圧し、発生したフラッシュ蒸気をドライヤに利用し、低圧になったドレンをボイラー給水に利用する方法を推奨する。



もう一つの方法は、高圧のドレンを高圧のままボイラーに送りこむ方法であるが特別のポンプを必要とする。

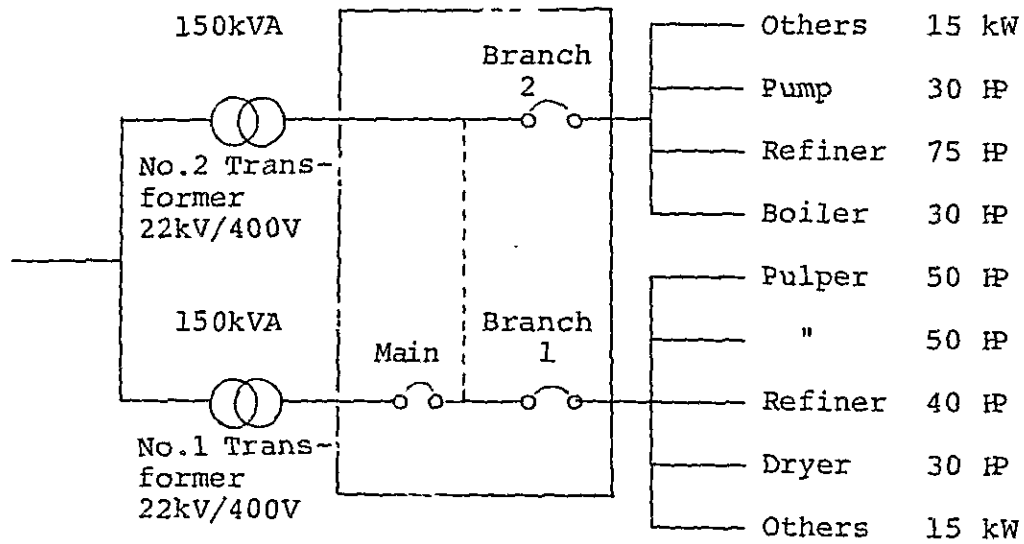
ドレンパイプ、給水タンクを保温するとともにスチームトラップをよく整備する必要がある。以上の対策による燃料節減は10%を期待できる。

7. 電力の消費状況

(1) 電力消費に関する主要な指標は次のとおり。

・電力会社	: PEA
・ピーク・デマンド	: 180 kW
・使用電力量	: 8,8250 kW/m
・負荷率	: 72.9%
・ペナルティ・フィ	: なし
・力率	: 63~65%
・トランス	: 150 kVA / 2
・電力要単位	: 498.2 kWh/t

(2) 配線系統図



注) …… は、No.1トランスを500 kVAに更新し、No.2トランスを撤去したときの計画回路を示す。

8. 電力管理の問題点と対策

(1) 負荷率

2週間置きに休止するが、連続運転ロードが多いので、負荷率は下記のとおり良好である。

$$\text{平均電力} = \frac{88,250}{28 \times 24} = 131.3 \text{ kW} \quad \text{負荷率} = \frac{131.3}{180} \times 100 = 72.9\%$$

(2) 力率

受電盤に電力計、力率計がなかったので、クランプオン電力計を使用して計測した。測定結果は下記のとおりであった。

No.1トランスの電圧、電流、電力、力率 (1982-8-26測定)

測定時刻	電圧 (V)			電流 (A)			kW	kVr	kVA	cos θ
	V _R	V _S	V _T	I _R	I _S	I _T				
15:51	220	222	224	173	154	160	74	80	109	0.679
16:06	223	224	225	169	151	164	76	81	111	0.685
16:21	224	225	227	140	125	134	57	70	90.3	0.631
16:33	226	227	229	143	131	141	60	72	93.7	0.640
16:44	228	229	231	144	132	140	62	73	95.8	0.647

平均 0.6564

№2トランスの電圧、電流、電力、力率

(1982-8-27測定)

測定時刻	電圧 (V)			電流 (A)			kW	kVr	kVA	cos θ
	V _R	V _S	V _T	I _R	I _S	I _T				
11:30	230	232	228	180	185	176	82	96	126.3	0.649
11:45	232	232	228	178	183	177	84	98	129.1	0.651
12:00	236	237	233	190	194	185	87	104	135.6	0.642
12:15	238	238	233	178	185	178	75	105	129	0.581

平均 0.6308

力率が低いので№1トランスに30kVr, №2トランスに30kVr×2のコンデンサを挿入して力率改善し, トランスの損失を減少することが望ましい。

№1トランスについては16:44の測定値を代表として検討する。コンデンサ挿入前は、 $\dot{P}_1 = 62 + j73$, $|P_1| = 95.8$, $\cos \theta = 0.647$ であるがコンデンサ30kVrを挿入すると $\dot{P}'_1 = 62 + j43$, $|P'_1| = 75.5$, $\cos \theta = 0.821$ となる。

№2トランスについては、11:30の測定値を代表として検討する。コンデンサ挿入前は $\dot{P}_2 = 82 + j96$, $|P_2| = 126.3$, $\cos \theta = 0.649$ であるが、コンデンサ30kVr×2を挿入すると、 $\dot{P}'_2 = 82 + j36$, $|P'_2| = 89.6$, $\cos \theta = 0.915$ となる。

150kVAトランスの負荷損はフルロードで2.2kWとして、

$$\text{№1トランスで } 2.2 \times \left\{ \left(\frac{95.8}{150} \right)^2 - \left(\frac{75.5}{150} \right)^2 \right\} \times (365 - 24) \times 24 = 2,781.7 \text{ kWh/y}$$

$$\text{№2トランスで } 2.2 \times \left\{ \left(\frac{126.3}{150} \right)^2 - \left(\frac{89.6}{150} \right)^2 \right\} \times (365 - 24) \times 24 = 6,339.5 \text{ kWh/y}$$

合計で9,121.2kWh/y減少する。

(3) モーターの稼働状況

モーターの負荷電流と定格電流の比が35%以下であるため、力率も低く、モーターのロード(kW)と定格出力の比はもっと低くなる。

主要モーターの負荷状況は次表に示すとおりである。

バルバーとリファイナはそれぞれ2台運転しているが、1台運転しないで換気が可能であれば停止するのがよい。リファイナは75HPのを停止するのがよい。バルバー、リファイナをそれぞれ1日3時間停止すると次のとおり損失が減少する。

バルバー(50HP)の無負荷損失を1.3kWとすると、

$$1.3 \times 3 \times (365 - 24) = 1,330 \text{ kWh/y}$$

リファイナ(75IP)の無負荷損失を1.6kWとすると,

$$1.6 \times 3 \times (365 - 24) = 1,637 \text{ kWh/y となり,}$$

合計で2,967kWh/yの電力節約となる。

モーターの稼働状況

Rating Voltage 380 V, 50 Hz

Usage	Out Put (HP)	Rating ④ current (A)	Load ⑤ current (A)	$\frac{⑤}{④} \times 100 \%$	Remarks
ドライヤ	30	44	13.9	31.6	No.1 トランス
リファイナ	40	53.6	17.9	33.4	"
バルバー	50	67	20.0	29.9	"
バルバー	50	67	20.8	31.0	"
リファイナ	75	96.6	24.6	25.5	No.2 トランス
ポンプ	30	40.6	14.1	34.7	"

(4) 照 明

工場には壁がないので、日中は照明の必要はなく照明の灯数も少ない。

9. ま と め

以上の対策により期待される省エネルギー効果は次のようである。

スクリーン及びクリーナの管理強化	12 kl/y	2 %
プレスの圧力増加とフェルト洗浄の励行	24 kl/y	4 %
ドライヤパートの蒸気管保管	60 kl/y	10 %
ドレン回収	} 60 kl/y	10 %
フードの取り付け		
ボイラー空気比の改善	30 kl/y	5 %
ボイラー室の保温強化	6 kl/y	1 %
蒸気洩れの修理	6 kl/y	1 %
小 計	198 kl/y	33 %
力率改善	9,121 kWh/y	
低負荷モーターの停止	2,967 kWh/y	
小 計	12,088 kWh/y	1 %

17. NEW CENTURY PAPER INDUSTRY CO., LTD.

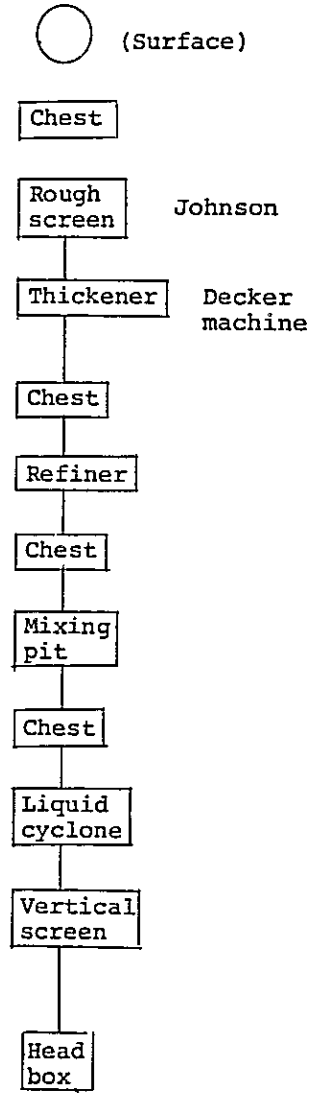
1. 工場の概要

所在地	224 Area 1, T. Bangprakod Town District Samut-prakarn	
資本金	10 million bahts	
業種	Paper	
主要製品名	Kraft paper	
年間生産高	3,800 t	
従業員数	100人	
年間エネルギー 使用量	電気	4,000,000 kWh
	燃料	3,500 t (リグナイト)
面談者	Mr. Prasit, managing director	
診断日 診断員	9/9 ~ 10. 1982 A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

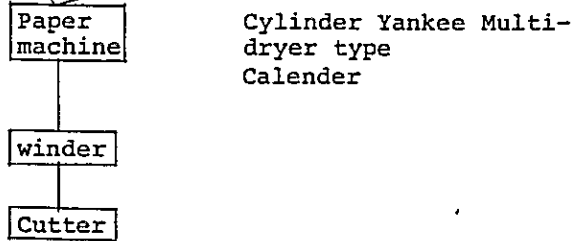
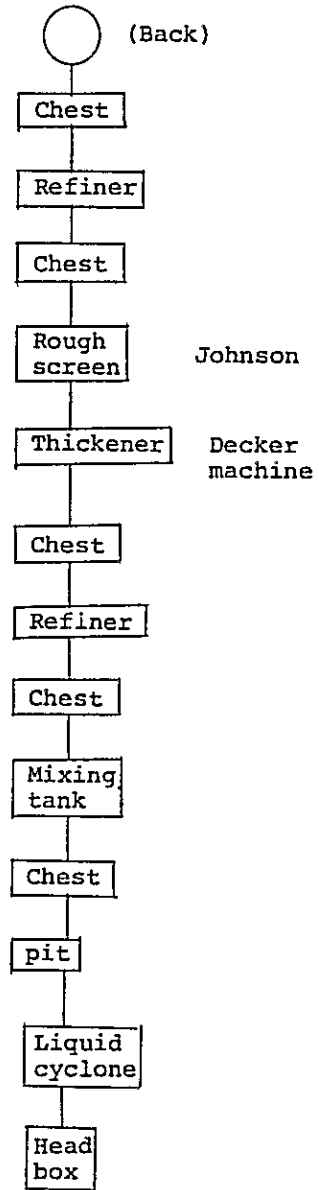
- 当工場は4年前に買収したもので油からリグナイトに燃料転換を行った他スチームトラップの増設、整備オープンシステムのコンデンセートリカバリーを実施したとのことで、省エネルギー、エネルギーコストへの関心も高い。
- ペーパーマシンは2系列で、現在はそのうちの1系列で12 t/d程度のクラフトペーパーの生産を行っている。

2. 製 工 程

No. 2 Pulper



No. 3 Pulper



3. 設備の概要

№1 抄紙機は現在改造工事中であるため、№2 抄紙機系統のみ記す。

(1) ストックプリパレーション

工 程	機 種	
Repulping	Pulper	2 基
Screening and Seperating	Johnson screen liquid cyclone	1 式 1 式
Beating and Refining	Disk Refiner	1 式
Thickener	Cylinder filter	2 基

(2) ペーパーマシン

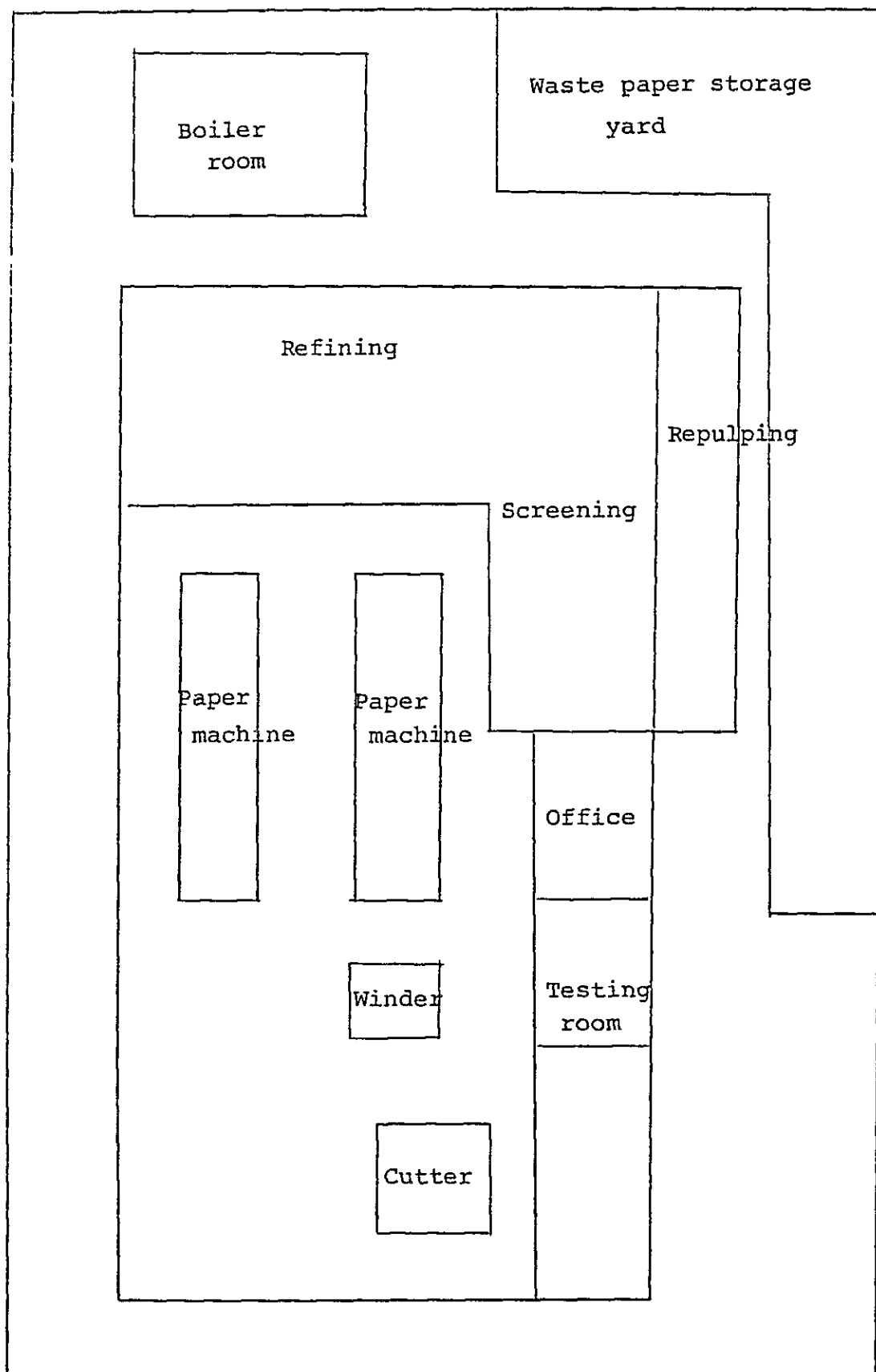
72"円網ヤンキー多筒式 (cylinder yankce multidyryer 式)

主 要 設 備	型 式 等	
moulder	Cylinder	4 基
Press	Baby Press	1 セット
	Press	3 セット
Dryer	yankee (Glazed)	2 本
	cylinder (no Hood)	5 本
Calender	8 Rolls	1 セット
Winder	Drum 型	1 基
Cutter	Single 型	1 基

(3) ボイラー

亜炭焚き, 煙管式, 120 Psi 2 基

(4) 工場内配置図



4. エネルギーの管理状況

- 技術のレベルアップのため技術者を育成し、作業者の技量向上の教育を実施すること。
- ボイラーや製造工程のデータに基づく管理がなされていない。各工程に分けて毎日、時間毎に生産、品質、エネルギー消費に関する重要なデータを作業日誌に記録する。紙力や日方のデータも一緒に記入すること。これらのデータを解析することにより、原因と結果が明瞭になり、改善のためのアクションも可能になる。
- スチームトラップ、計器、保温等の管理が不十分であった。トラップ故障のためドレン回収管を通して給水タンクまでスチームが漏洩していた。

工程内でのロスの発生や無駄についても、もっと目を向ける必要がある。

- 試験室のデータは、作業者にとって重要な情報である。作業者が気軽に入れるようにし、作業者の依頼試験も容易に受け入れるようにすること。試験データによって作業者が行動するような体制にすると、技量は次第に向上する。
- 紙を平気で踏みつけているが、これはやめさせること。損紙は再び原料として使われるが、混入した不純物を除くために余分なエネルギーが必要になり、不良品発生の原因にもなる。損紙は電気と熱のエネルギーのかたまり、金のかたまりであることを徹底させる。交替番間で損紙減少の競争をさせるのも一方法である。

そのために、製品品質が低下しては困るので、リール毎の時間記入のノートサンプルを保存すること。

- 工場をきれいにすること。

これは従業員の意識向上につながり、工場を大切にする気持を起こさせる契機にもなる。

5. 熱の消費状況

- ボイラー 2 基でリグナイト 460 kg/h を燃焼し、発生したスチームは全量を抄紙機に使用している。重油を使用していた時に比べて燃料費は約 30 % 安くなっている。熱量原単位は石油換算 513 l/t となる。

- 次に 2 基のボイラーの熱勘定を示す。

リグナイトの発熱量、灰量、給水量などが不明なので推定値を用いており、概略値である。

この計算から推定スチーム量は約 3.4 t/h であり、スチーム原単位は 6.8 t/t-paper となる。

№1 及び №2 ボイラーの熱勘定

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	2,610.6	100	蒸気の保有熱量	1,899.5	72.8
			廃ガス及び灰の持ち去る熱量	574.3	22.0
			フロー水の持ち去る熱量	6.3	0.2
			炉体からの放散損失熱量	130.5	50.0
合 計	2,610.6	100	合 計	2,610.6	100.0

注 1) 熱勘定計算諸元

基準温度	30 ℃
燃料の種類	リグナイト
燃料の温度	30 ℃
燃料消費量	458 kg/h/2 基
燃料発熱量 (低位)	5,700 kcal/kg (他工場の例, 日本のデータから推定)
廃ガス中の O ₂ %	— %
廃ガス温度	— ℃
蒸気圧力	5.6 kg/cm ² g
給水温度	100 ℃
フロー量	100 kg/h/2 基

注 2) 熱勘定計算式

入熱

1) 燃料の燃焼熱

$$\text{燃料消費量 } 458 \text{ kg/h} \times \text{燃料発熱量 } 5,700 \text{ kcal/kg} = 2,610.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

1) 廃ガス及び灰の持ち去る熱量

石炭焚きボイラーでの廃ガス並びに灰の持ち出す熱は、ほぼ入熱の 22% 程度になっているので、その値を用いる。

入熱量の 22%として, $2,610.6 \times 10^3 \text{ kcal/h} \times 0.22 = 574.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

2) ブロー水の持ち去る熱量

ブロー水の量 = 100 kg/h

ブロー水の温度 = 163 °C

ブロー水の持ち去る熱量 = $100 \times (163 - 100) = 6.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

3) 炉体からの放散熱量 ……入熱量の 5%として

合計入熱量 $2,610.6 \times 10^3 \text{ kcal/h} \times 0.05 = 130.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

4) 蒸気の保有熱量

給水流量が分からないので損失分を引いた残りとした。

合計入熱量 $2,610.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$ - 廃ガスの持ち去る熱量 $574.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

- ブロー水の持ち去る熱量 $6.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$ - 炉体からの放散損失熱量 130.5

$\times 10^3 \text{ kcal/h} = 1,899.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

5) 蒸発量

$$\begin{aligned} \text{蒸発量} &= \frac{\text{蒸気の保有熱量 } 1,899.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}}{\text{蒸気のエンタルピー } 658.90 \text{ kcal/kg} - \text{給水のエンタルピー } 100.09 \text{ kcal/kg}} \\ &= 3,399 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

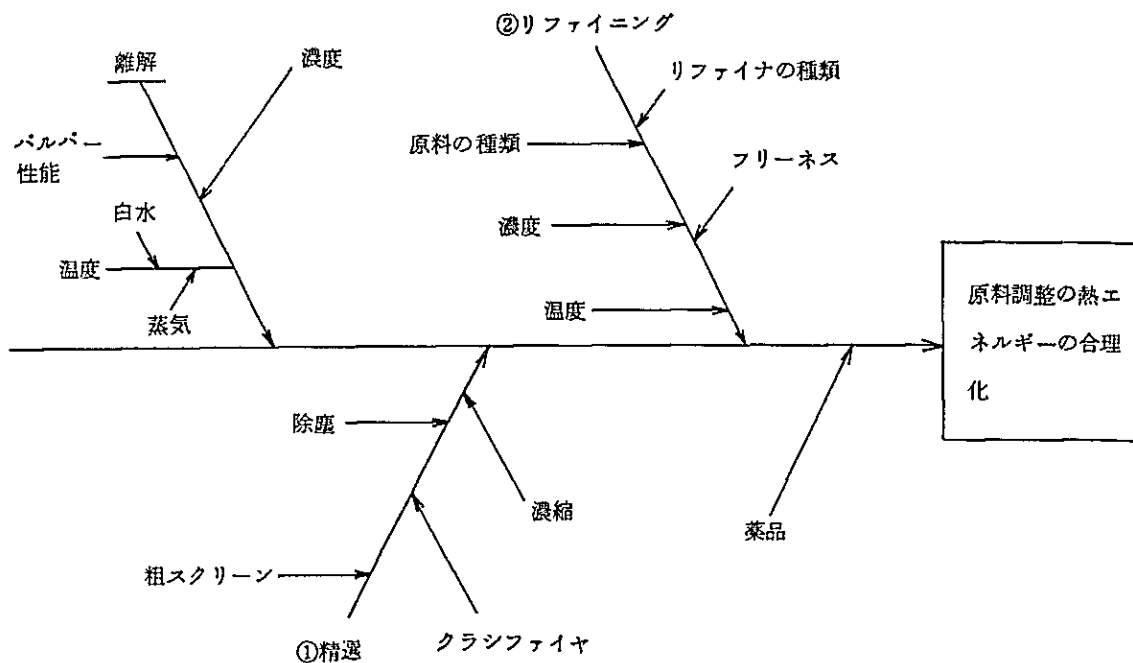
以上から蒸発量の概略は Na 1 ボイラー 1,500 kg/h, Na 2 ボイラー 1,900 kg/h 程度と推定される。

6. 熱管理の問題点と対策

(1) ストックブリパレーション

古い設備を活用して工程に苦勞のあとが見られる工場である。しかし品質については無関心さが感じられる。品質が安定しなければ損紙となりエネルギーを無駄にすることになる。品質の向上をまず取りあげて、省エネルギーを推進する必要がある。

ストックブリパレーションにおいて熱エネルギー節減に関する要因を図にすると、次のようになる。



① 精選

② 異物対策

製品を見ると異物の混入が多い。異物が多いと異物の周辺に水分を多く包含して目玉ができる。これを消去しようとするのでドライヤでは過乾燥になる。過乾燥にすることは、品質を劣化させるのみならず、熱エネルギーの無駄使いになる。

異物の多い理由は、No.3 バルバー系統においてヤンソンスクリーンの前にディスクリファイナを使用しているためと思う。大きな異物がディスクリファイナで細かく砕かれるのでヤンソンスクリーンで除去されず、ファインストックに混じってしまうためであろう。

従って対策としては、

- a) はじめにヤンソンで大きな異物をとってからリファイナにかける。
- b) ディスクリファイナの加圧を極く軽くするとともにヤンソンスクリーンの目穴を3 mm以下に改善する。
- c) ディスクリファイナはやめてクラシファイヤのような設備に置き換える。

以上3点が考えられる。

a)については、不良品が多くなる。

b)の目穴の決定については、何回も試みて決めることであるが、目穴が小さくなると容量不足を来たしヤンソンの台数を増やすことになると思う。

c)の方法は、新規設備を導入するため設備費はかかるが、品質向上及びエネルギーコストの低減の面から検討に値する。

② リファイニング

Na2パルパー系統のデッカー後のピットの容量が小さいためデッカーで濃縮し高い濃度で、リファイニングする効果が失われている。

リファイニングの程度を知るためのフリーネスは品質を支配する重要項目でありプレスパートにおける脱水、ドライヤにおける熱効率にも関係するので、ぜひ測定を実施すること。同時に、常時一定濃度でリファイニングする体制を確立すること。特に、NUKPの配合効果を発揮するためには、濃度とフリーネスの条件を整えないと配合した意味が低減する。

①の項で述べたが、Na3パルパー系統における。c)の改善案を実施すれば、チェスト1基の余裕ができ、この流用によって安定化が可能になる。

③ セントリクリーナ

圧力計は設置されておらず、濃度コントロールも行われていない。セントリクリーナのようなリキッドサイクロンは、入口の圧力と出口の圧力及び入口濃度を、その設備の仕様どおりにして運転しないと、除塵効果が低下するのみならず、動力の無駄使いになる。

以上の対策により見込まれる蒸気節減率は、

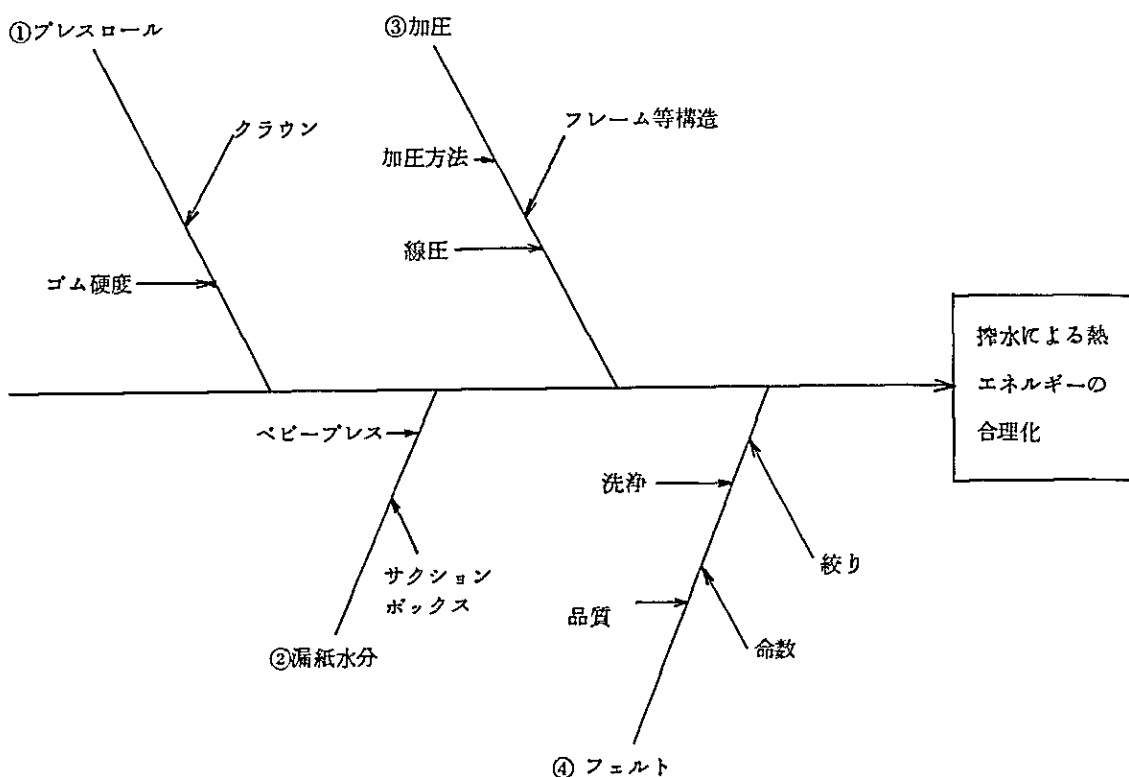
スクリーン系で	2%
リファイニング系で	1%
クリーナ系で	1%

の合計4%となる。

(2) プレスパート

プレスパートで水分を1%減ずると、ドライヤにおける蒸気使用量は3~5%減少する。

プレスパートにおける脱水の問題点を要因図で示し、改善点を指摘する。



① プレスロール

ロールのクラウン形状、ゴム硬度は正常であるか点検すること。クラウンに変形があると幅方向の水分にバラツキができてドライヤで過乾燥となる。

② 漏紙水分

プレス前の漏紙水分を少しでも減ずることは、プレスの負担を軽くする。サクションボックス、ベビープレスは十分に活用すること。

③ 加 圧

プレスロールの加圧によって脱水率をたかめるのはマシン監督者の任務であり、一方プレス設備の限界強度を調べることは設備技術者の任務である。両者の協力により、1%でも水分を少なくするよう心掛けること。

№2 プレスロールは加圧せずせかくの設備を遊ばせていたが、蒸気エネルギーの消費量を増やすのみならず、破裂強度低下にもつながる。

④ フェルト

フェルトは、Wet sheet と接してプレスに入り、ニップ圧で圧縮し、この圧が解除される瞬間にWet sheet 中の水分を吸引する役目を果している。従ってフェルトは通水性がよく弾力がなければならない。フェルトの洗浄がいかに大切であるかわかると思う。洗浄、絞り

をよくきかせて脱水率を向上するようマシン監督者は留意しなければならない。

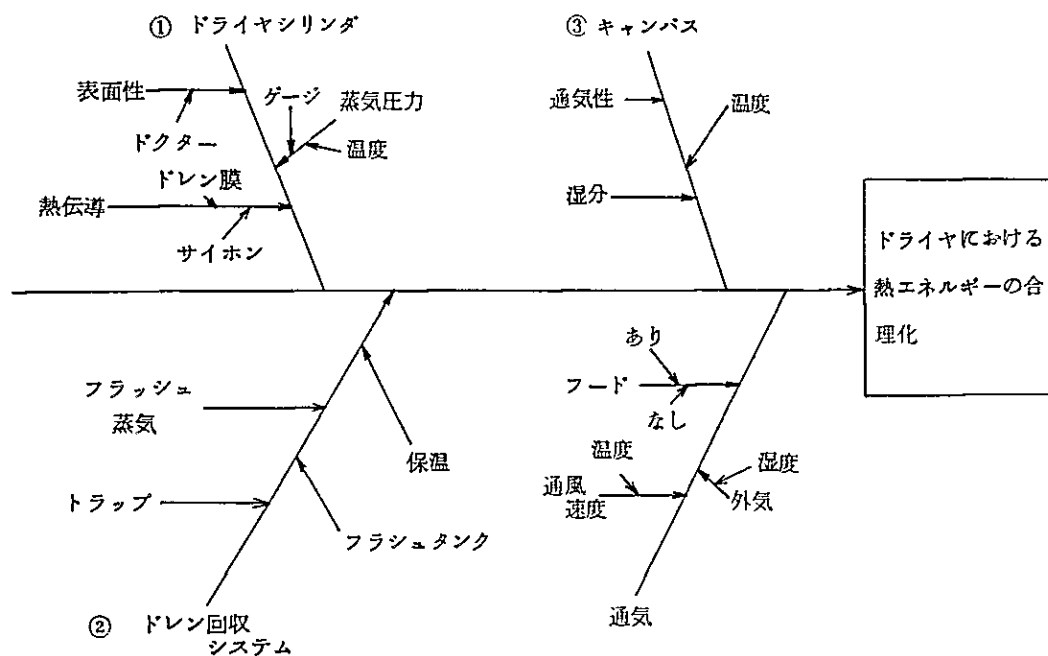
№2フェルトには洗浄、絞りロールを使用していないが、その設置について検討すること。

以上の処理により水分1%減らすと蒸気節減率は4%見込まれる。

(3) ドライヤパート

57～60%水分の濡紙を、Bonedry 近くまで蒸気で蒸発乾燥するドライヤパートには、エネルギー削減の効果的な要因が沢山存在している。

その要因を図で示すと、



① ドライヤシリンダ

a) 表面は常に平滑であること。

ヤンキードライヤでは紙との密着がよいほど熱伝導はよく、熱効率を向上する。

ドライヤの表面は、常に整備されたドクターを使って、粕の付着を防止し、清潔に保つこと。

b) シリンダ内ドレンは熱効率を悪くする。

シリンダ内のドレンはけをよくし、シリンダ内壁におけるドレン膜はできるだけ薄い膜に維持すること。従ってサイホンのドレン取り出し口は正常に位置されなければならない。

定期的に点検し、効率をよくして運転すること。

c) 圧力計の整備

信頼できる正確な圧力計を取り付ける。なるべく低圧で蒸気を使用すること。また蒸気吹き込みが容易に調節できるような位置にバルブを取り付けゲージもその位置から見えるよう取り付けること。

② ドレン回収システム

改善したそうだが現状のシステムではまだ不十分である。高温部に使ったスチームのドレンは、フラッシュタンクに導き、発生したフラッシュ蒸気を低温部で使うようにする。あるいはドレンを高圧のまま直接ボイラーに回収するようにする。フラッシュ蒸気は元の蒸気の7～8%の熱量を持っているので、この対策により5%程度の省エネルギーは期待できる。

③ キャンバス

キャンバスは、ペーパーシートから蒸発したペーパーを捕捉してドライヤから離れ、次のドライヤに入る前の自由空間で放出するという行動を繰り返す。

そのためには、目詰まりしたり湿っていたりしてはならず、温度は高く維持されていなければならない。現状ではキャンバスは、戻って再びドライヤに接するまでに温度が低下している。キャンバスドライヤを設置するのが一般的であるが、室内の外気に触れないようにマシン側面にプロテクタを設置し、上部からの輻射熱で暖められるような対策を講じること。

以上の対策により見込まれる蒸気節減率は5%である。

(5) ボイラー

ボイラーの運転状況を管理できるように必要な計器を設置し、その読みを日報に記録して毎日チェックする必要がある。更に次のような対策がとられることが望ましい。

- a) ボイラー給水メーターを取り付けて給水量を把握できるようにする。
- b) 燃料のリグナイトの使用量を管理するために№1、№2ボイラーそれぞれに貯炭所を区別する。リグナイトの分析を時々行い発熱量を把握する。

給水量及び燃焼量から蒸発倍数(= $\frac{\text{蒸気量}}{\text{燃焼量}}$)を算出し、操業の管理を行う。

- c) ボイラーのブロー量を管理するためにブローメーターを取り付ける。
- d) 廃ガスの温度を把握するために温度計を取り付ける。

廃ガス温度が高くなった場合には伝熱面の汚れがひどくなったと推定されるので、事故になる前に点検、清掃を行う。

- e) ボイラー給水温度を管理するために温度計をボイラー入口部の給水管に取り付ける。
- f) 軟水器から給水タンクへの配管に流量計を設けて軟水流量を管理するとともに、ドレン

の回収量をも管理する。

ドレン回収量がわかることにより蒸気の管理がより効率よくできる。

- g) ボイラー室の整理整頓及び付属品の保守点検を実施する。
- h) ボイラー水質の管理を強化する。給水とボイラー水の水質は次のとおりであった。

	給 水	ボイラー水
pH	8.0	9.87
電 気 伝 導 度	1,740 $\mu\text{s/cm}$	19,760 $\mu\text{s/cm}$

ボイラー水のpHが低いのと、電気伝導度が大きい。

pH 11.0～11.8、電気伝導度6,000 $\mu\text{s/cm}$ 程度に抑えるようにするのが望ましい。軟水器やサウンドフィルタはオーバーホールの必要がある。薬品タンクはゴミが入らないように蓋をするとともに、薬注は給水ポンプ吸込管に入れるようにする。

(6) 蒸気配管

① 保 温

保温施工されていない裸管の個所や、保温不良の個所が多い。

例えば、バルブ(4"×3, 3"×2)、スチームヘッダー(直径220mm, 長さ1.2m)、3"及び4"のパイプライン(それぞれ6.5m)の保温がされていなかった。

これらの保温を完全にすれば次のように燃料節約ができる。

	熱 損 失		熱損失の差 kcal/h	面積, 長さ
	保温なし	保温あり		
バルブ 4", 3個 3"…2個	1,980 kcal/m ² h	70 kcal/m ² h	5,196	2.72 m ²
ヘッダー	1,890 kcal m ² h	70 kcal/m ² h	1,648	0.19 m ²
パイプライン 4"	732 kcal/mh	24 kcal/mh	4,602	6.5 m
パイプライン 3"	570 kcal/mh	24 kcal/mh	3,549	6.5 m
合 計			14,995	

これは蒸気量に換算すると 22.7 kg/h となる。なお給水タンクも保温を行うことが必要である。

② 蒸気洩れ

下記に列挙するとおり各所に蒸気洩れがあった。

- a) No 2 ボイラーの主蒸気弁(4 インチ)のフランジ部
- b) No 2 ボイラーの水面計
- c) No 1 ボイラーのフロート式水位調節計
- d) No 1 ボイラーの給水管接続部
- e) ドライヤの蒸気入口, 出口の接続部, ドレンの戻り管の途中。

蒸気圧力を 4 kg/cm² g として蒸気洩れ量は推定すると約 8 kg/h となる。

以上より保温及び蒸気洩れ対策をすれば, 月間で節約できる蒸気量は 18.5 t/m となる (1%)。

③ トラップの整備

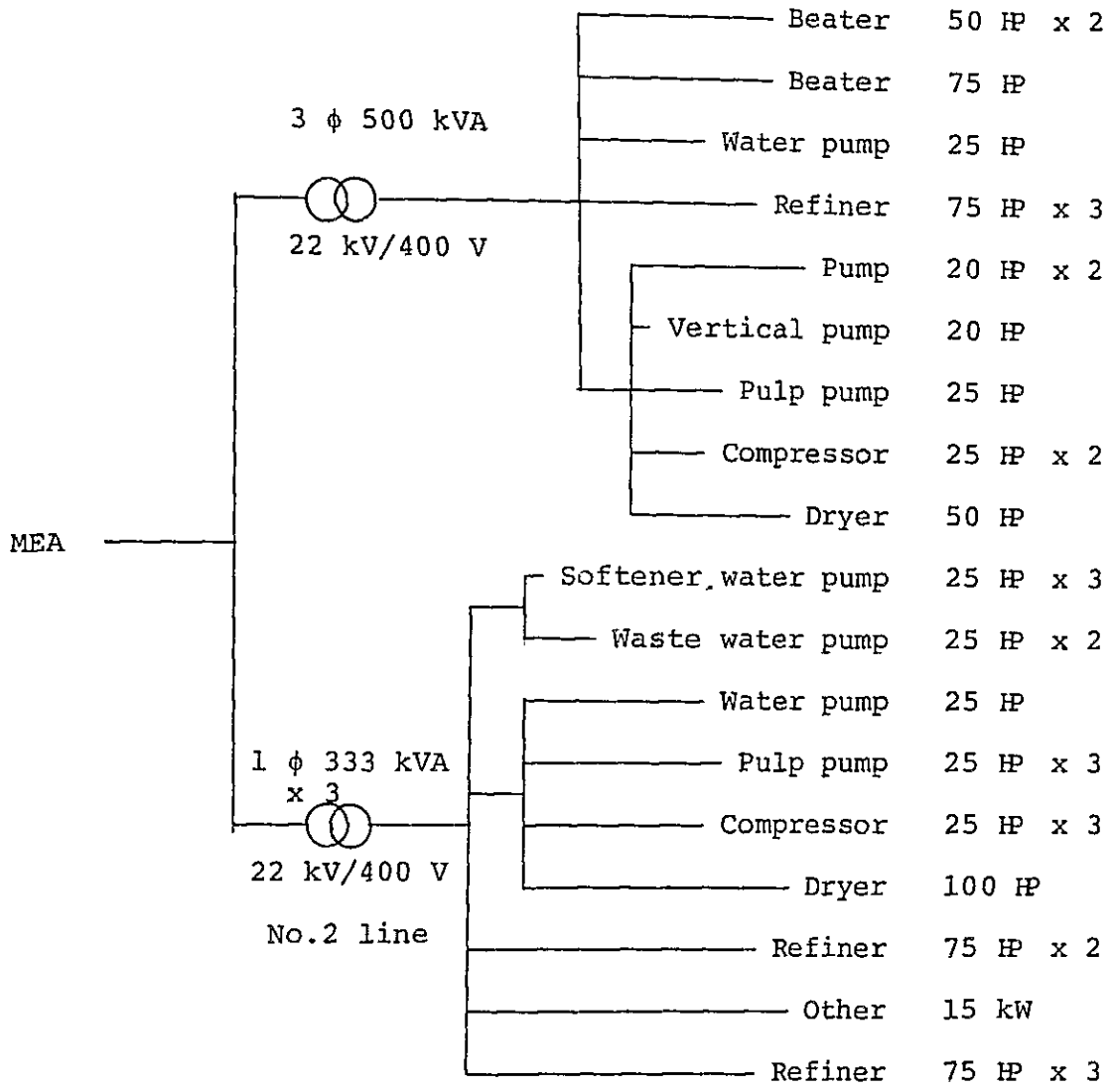
トラップ不良のためスチームが給水タンクに流出している。トラップについては番号を付し, 定期的に点検整備をするようにされたい。

7. 電力の消費状況

(1) 電力消費に関する主要指標は次のとおり。

- ・電力会社 : MEA
- ・ピーク・デマンド : 870 kW
- ・使用電力量 : 334,000 kWh/m
- ・負荷率 : 59.2 %
- ・ペナルティ・フィ : 382 kVr
- ・力率 : 58.2 % (測定時)
- ・主トランス
 - 1) 3 φ 500 kVA, 22 kV/380 V
 - 2) 1 φ 333kVA×3, 22 kV/380 V

(2) 配線系統圖



8. 電力管理の問題点と対策

(1) トランス

トランス容量は1,500 kVAであり、負荷に対して過大である。

100 kVr のコンデンサを6基挿入して力率改善をすれば、333kVA×3 のトランス1バンクで十分操業することができる。500kVAのトランスが不要になる。

すなわち、デマンド及び無効電力が最高の時を想定すると、

$$\dot{P}_1 = 870 + j930, \quad |P_1| = 1,273 \text{ kVA} \quad \cos\theta = 0.683$$

600 kVr のコンデンサを挿入して力率改善したときの皮相電流は、

$$\dot{P}'_1 = 870 + j330, \quad |P'_1| = 930 \text{ kVA}, \quad \cos\theta = 0.935$$

となり、ピーク・デマンドでもトランスの定格容量 333 kVA×3台を超えることはない。

500 kVA トランス1台を回路から取り外すことと、力率改善用のコンデンサを挿入することにより次の効果が得られる。

平均電力 515 kW, 平均力率 72%と仮定すると、現状では、

$$\text{合成電力 } \dot{P} = 515 + j496, \quad \text{皮相電力 } |P| = 715 \text{ kVA}$$

$$500 \text{ kVA トランス} \quad |P| = 240 \text{ kVA}$$

$$333 \text{ kVA} \times 3 \text{ トランス} \quad |P| = 475 \text{ kVA}$$

100kVrコンデンサ6基のうち4基を挿入し、500 kVA トランスを外した場合、

$$333 \text{ kVA} \times 3 \text{ トランス} \quad \dot{P} = 515 + j96 \quad |P| = 524 \text{ kVA}$$

500 kVA トランスの無負荷損失(鉄損)

$$2.5 \text{ kW} \times 365 \times 24 = 21,900 \text{ kWh/y} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{銅損 } 8 \text{ kW} \times \left(\frac{240}{500}\right)^2 \times (365 - 24) \text{ d/y} \times 24 \text{ h/d} = 15,084 \text{ kWh/y} \quad \dots\dots\dots (2)$$

333 kVA × 3 トランスでの銅損増

$$4.5 \text{ kW} \times 3 \times \left\{ \left(\frac{524}{999}\right)^2 - \left(\frac{475}{999}\right)^2 \right\} \times (365 - 24) \times 24 = 5,414 \text{ kWh/y} \quad \dots\dots\dots (3)$$

従って、333 kVA×3 トランスに負荷を集中したときの損失減は、

$$(1) + (2) - (3) = 31,570 \text{ kWh/y}$$

となる。金額に換算して 53,750 Bt/y, これに不要となるペナルティ・フィを加えると、113,750 Bt/y の利益となる。

この改善に要する費用は、

コンデンサ・パネル …… 200,000 パーツ

電力計 (1 台) |
 力率計 (1 台) | …… 6,000 パーツ (取り付け費を含む)

合計 206,000 パーツで、1 年 10 カ月で償却できる。

(2) モーターの稼動状況

主要機器のモーターの稼動状況は次表のとおりであった。

機 器 名 称	容 量 IP	電 流			力 率
		Rating Current Ⓐ	Load Current Ⓑ	$\frac{Ⓒ}{Ⓐ}$	
№2 ラインドライヤ	100	380 ^V /139 A	37.8 A	27.2	41
№2 ラインリファイナ	75	104 A	134 A	128.8	90
№2 ラインリファイナ	75	105 A	94 A	89.5	86
№2 ラインピーター	75	103 A	65.5 A	63.6	77

№2 ラインのドライヤが軽負荷であるのと、瞬間値とはいえ №2 ラインのリファイナが過負荷を示したことに注意を要する。

(3) トランスの二次電圧

トランスの二次電圧は、3 相 500 kVA 及び単相 333 kVA × 3 台の両方ともに 400 V とやや高いので、トランスのタップを変更して 385 ~ 390 V 程度とする。

電圧の不平衡は 1.2 % 程度で問題はない。

(4) 力 率

力率計がないので実測により力率を求めた。

$$\text{№1 ライン (3 相 500 kVA トランス) は } \dot{P}_{\alpha 1} = 56 + j124$$

$$\text{№2 ライン (単相 333 kVA × 3 トランス) は } \dot{P}_{\alpha 2} = 324 + j406$$

$$\text{合成電力は } \dot{P}_{\alpha 1} + \dot{P}_{\alpha 2} = 380 + j530, \quad |P_{\alpha 1} + P_{\alpha 2}| = 652, \quad \cos \theta = 0.582$$

となり、力率は 58.2% と極めて低い。測定時 1 ライン停止していたので低負荷であり、このため低い値を示したものと思われる。

(5) 受電盤のメーター

受電盤には 400 V 側の電圧計、電流計のみ取り付けられているが、電力計と力率計を取り付け毎時間その指示値を記録し、負荷の変動を把握するとともに管理に役立つようにするとよい。

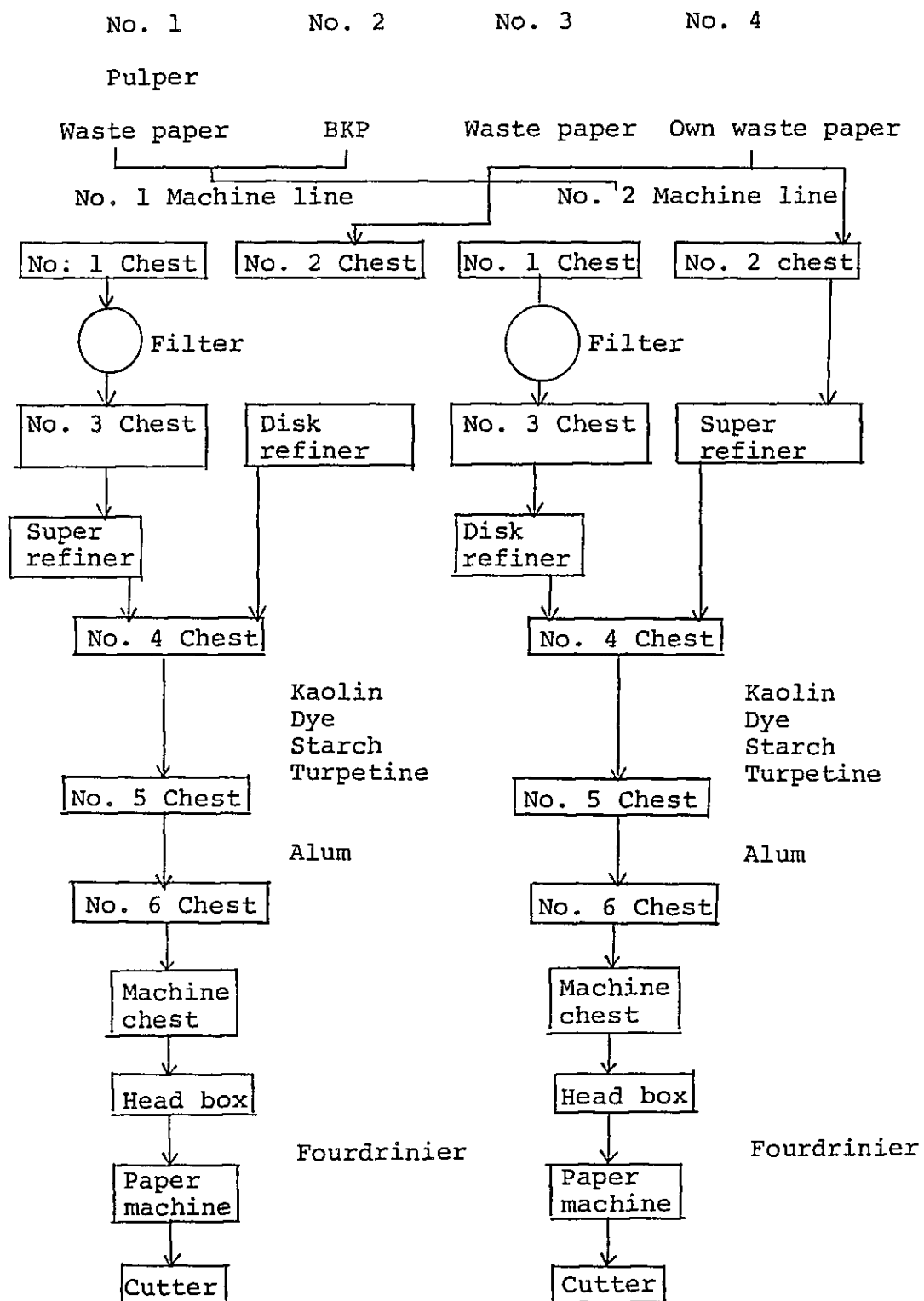
18. CENTRAL PAPER INDUSTRY CO., LTD.

1. 工場の概要

所在地	40 Poochaosamingpry Rd., T. Banghuasuar Samutprakarn	
資本金		
業種	Paper	
主要製品名	White paper	
年間生産高	2,460 t	
従業員数	130人	
年間エネルギー 使用量	電気	4,152,000 kWh
	燃料	Sawdust 23,720 m ³
面談者	Mr. Sompona and Mr. Ree	
診断日 診断員	8/20 ~ 21, 1982 A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

- 故紙及び BKP を原料として、2基の抄紙機で8 t/dのWhite paperをつくっている。ボイラーは2基保有し、数カ月前に木屑に燃料を転換している。
- この工場の最大の問題は、製造過程における紙切れや品質不良による損紙の発生が異常に多いことで、その割合は20%をこえている。当工場の製品は、軽量(45 ~ 60 g/m²)のWhite paperで紙切れも起こりやすく、技術的に難しいものであるが、十分対応できる状態に至っていない。

2. 製造工程



3. 主要設備の概要

(1) ストックプリパレーション

パルパー以降、1号抄紙機及び2号抄紙機は同一機器配列になっている。

工 程	設 備
Repulping	Pulper 4基
Screening and Seperator	Filter 2系列
Refining	Disk Refiner 2×2系列 Super Refiner 2×2系列

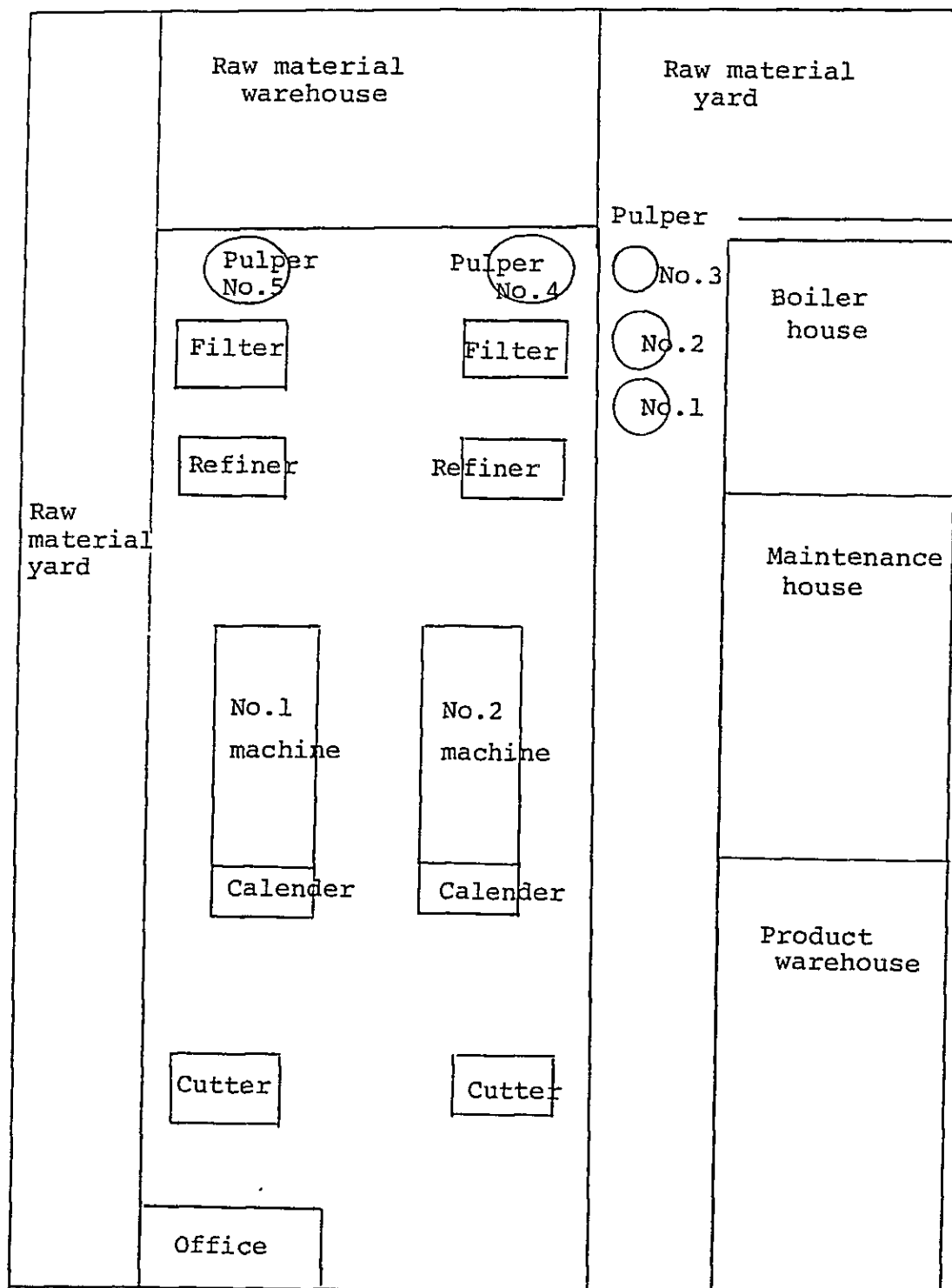
(2) ペーパーマシン

	1号抄紙機		2号抄紙機
Flow Box and Slice	Open. Plate Slice		左に同じ
Press	Press	1セット	
Dryer	Yankee	2本	
Calender	Roll	8本 1セット	
Cutter	Single	1基	

(3) ボイラー

ボイラー番号	No. 1	No. 2
圧 力	7 kg/cm ² G	休 止 中
蒸 発 量	4,000 kg/h	
燃 料	ソーダスト	

(4) 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

エネルギー管理は全く行われていないといってよい。

エネルギー消費量を減らしたいと思えば、まず現在どのように使われているかを正しく認識することが必要である。毎日エネルギー消費量と生産の状況とを照らし合わせて、平均的な水準より異常に多く使われているときは、その原因を調べて修正するということを根気よく繰り返していけば、平均的な消費量は順次減少していく。このことだけで設備対策をとらなくても相当な節減は可能である。

当工場の場合、特に大きな問題となっている損紙発生についても同様である。品質測定用のテスターを備え、各工程での濃度や品質、製品条件を記録し、その関係を調べていくことが必要である。このためぜひ試験室は設けてほしい。

損紙発生の原因の一つに原料となる紙の上を従業員が平気で歩き、泥をつけていることがある。不良品発生がそのままエネルギー損失になることを従業員に理解させ、紙の丁寧な取り扱い、製造条件の安定化に対する従業員の協力を求めることも大切なことである。

5. 熱エネルギーの消費状況

ボイラー2基を保有しているが、数カ月前にソーダストに燃料転換した1基のみを使用している。

ソーダスト77m³/dを使用し、推定3,300kg/hの蒸気を発生させてペーパーマシンに使用している。製品トン当りの熱量原単位は約14百万kcalと著しく高い。

№1 ボイラー熱勘定は次表のとおり

入 熱			出 熱		
項 目	10 ³ kcal/h	%	項 目	10 ³ kcal/h	%
燃料の燃焼熱	4,716.6	100	蒸気の保有熱量	2,111.3	44.8
			廃ガスの持ち去る熱量	2,355.6	49.9
			フロー水の持ち去る熱量	13.9	0.3
			炉体からの放散損失熱量	235.8	5.0
合 計	4,716.6	100	合 計	4,716.6	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類		ソーダスト (含水率 = 40%)
燃料消費量	(F)	2,246 kg/h (比重 0.7)
燃料発熱量 (低位)	(Hl)	2,100 kcal/kg (含水ベース)
廃ガス中の蒸気のエンタルピー (E_{SE})		739.1 kcal/kg (310℃)
湿り廃ガスの量	(G_w)	19,719 N ³ /h (実測値)
水の比容積	(V_F)	1.244 (30℃)
燃料の温度	(T_F)	30℃
基準温度	(T_0)	30℃
廃ガス中の O ₂ %	(O ₂)	10%
廃ガス温度	(T_G)	310℃
ブロー水量	(B)	100 kg/h
ブロー水温度	(T_B)	169℃
給水温度	(T_w)	30℃
蒸気圧力	(P)	7 kg/cm ² g

注2) 熱勘定計算式

入熱

$$\text{燃料の燃焼熱 } (Q_c) = F \times Hl = 4,716.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

1) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

・ 廃ガス中の水分の持ち去る熱量 (Q_{EW})

$$Q_{EW} = F \times 0.4 \times (E_{SE} - T_F) = 636.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

・ 廃ガス中の乾燥ガスの持ち去る熱量 (Q_{ED})

$$Q_{ED} = \{ G_w - F \times 0.4 \times V_F \} \times 0.33 (T_G - T_0) = 1,718.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

・ $Q_E = Q_{EW} + Q_{ED} = 2,355.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

2) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B (T_B - T_w) = 13.9 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

3) 炉体からの放散熱量 (Q_R) …… 入熱の 5% と仮定

$$Q_R = Q_c \times 0.05 = 235.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

4) 蒸気の保有熱量 (Q_V)

$$Q_V = Q_c - Q_E - Q_B - Q_R = 2,111.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5) 蒸気の蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー } (E_S) = 660.8 \text{ kcal/kg}$$

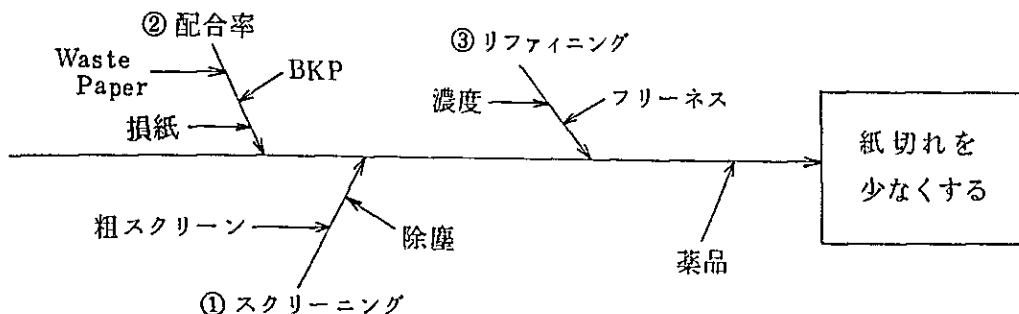
$$\text{給水のエンタルピー } (E_F) = 30 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_V \div (E_S - E_F) = 3,347 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

(1) ストックプリパレーション

紙切れを少なくするための要因を図にすると下図のようになる。



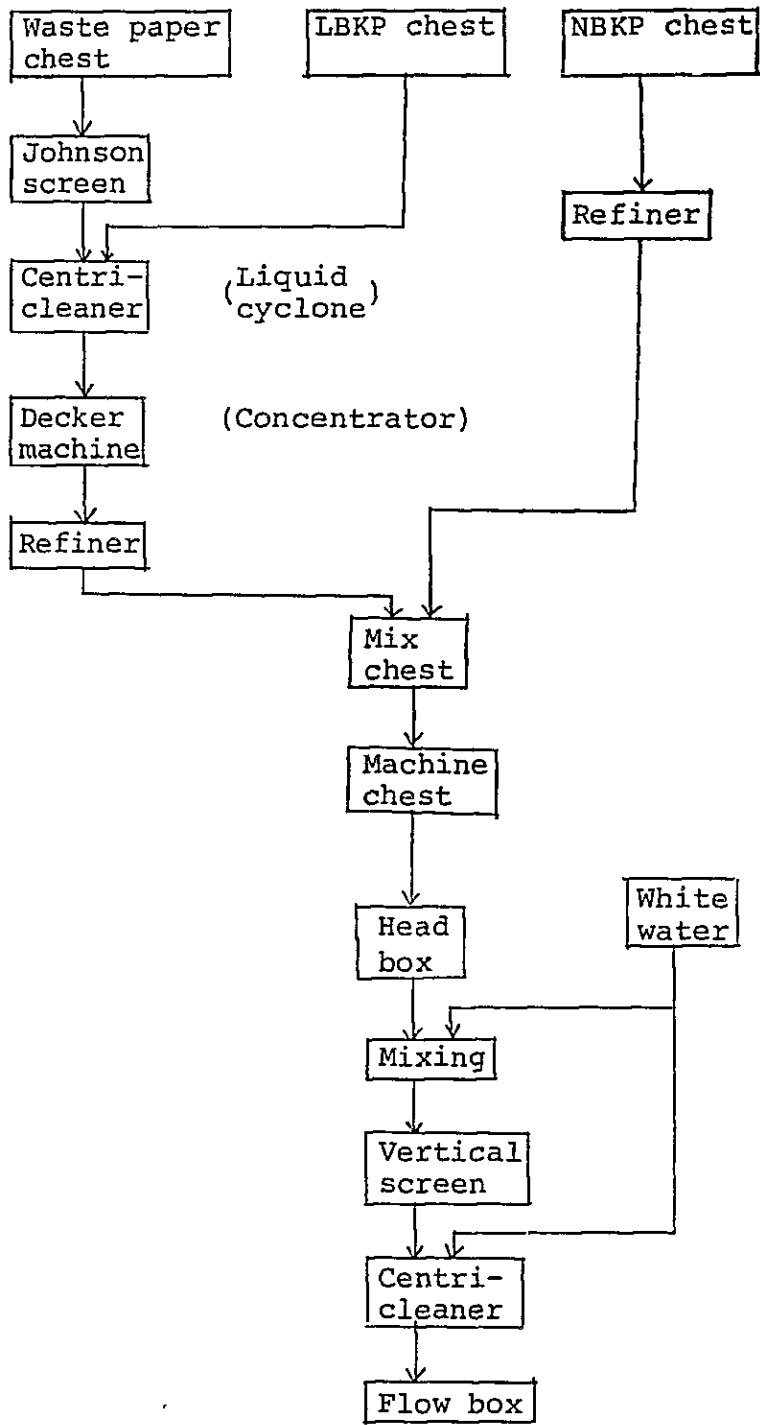
① スクリーニング

製品を観察すると購入故紙や自家発生損紙中の不純物に由来するチリ、目玉が非常に多いことに気がつく。チリ、目玉は除塵機及び異物の分散によって除くことができる。

ストックプリパレーション設備は除塵機能が弱体である。現状のフィルタは設備仕様が不明であり、除塵設備としては適切なものでないと思われる。

製品は、High Grade Paper であるから性能のよい除塵機をリファイナ前とペーパーマシンのフローボックス前の2段に使用するのが通常である。次図に一般的なフローシートを示すので参考にされたい。

除塵機としてはリキッドサイクロンを用いることが多い。このものの性能は入口圧力、出口圧力、入口液濃度、コーン内面の平滑度によって左右されるので、圧力計を取り付け、濃度測定を行い、設備仕様どおりの運転をすることが必要である。



当工場はあまりにも設備を単純化しすぎた傾向がある。

省エネルギーとは、節約することではなく、エネルギーをいかに無駄なく有効に使うかということであり、必要な設備を省略することは、主旨に反する。生産歩留をよくすればエネルギー原単位も向上するし生産コストも低減される。

次に紙切れをなくする当面の対策を述べる。

② パルプの配合率変更テスト

紙力向上対策としていずれかのマシンを対象に、第1段階としてNo.4チェストでのBKP配合率が20%増加するように、一方自家発生損紙の配合率は現状のままというように配合変更を行ってみる。

そして、この第1段階の配合変更に入る1週間前から次に示すデータ表、試験方法に従ってデータをとる。

(データ記入例)

月/日	定量 (g/m ²)	手替時刻	紙切れ回数 (回/時間)	チリの数	紙切れ原因	マシン 停止原因
	55		22/12°30'	33 26 28	①ゴミ 15回 ②張狂い 3回 ③不明 4回	
	60	20.30	18/11°30'	27 27 32		
	60	10.00	4/4°	26		10.00~12.20 フェルト洗浄
	55	12.20		45		

- ・紙切れ回数については、日毎、同一g/m²毎にまとめる。
- ・紙切れは両端から起こるので、破れ紙の端部を十分観察してその原因を発見する。
- ・チリの数の測定方法

サンプル : 4時間毎にリールから1m²の試料を汚さないで採取する。

10cm×10cmのシートを2枚正確に切り取る。

測定 : 昼光の入らない室内で、同一光源のもとでサンプルのフェルト側のチリを全量鉛筆でマークして、その数をかきえ2枚の平均値をチリの数とする。

配合変更前1週間と変更後1週間で、同じ製品の同じ定量g/m²で対比表を作り効果を比較する。

以上の試験計画は、あくまでも私案であるからこれを参考に自らの実情に合わせて計画を立て実施されたい。

第一段階の結果をもとに、次の第二段階へと進む手順を繰り返して行けば、漸次紙切れを減らすことができる。

③ リファイナ

ディスクリファイナ、スーパーリファイナとも、パルプ濃度の薄い時は、ファイバの Cutting が進み強度は弱くなり、濃度の濃い時は、fibrillation が進み strength は強くなる。

紙力増加により、紙切れが少なくなり、BKP の配合率低減ができて全体的なコストダウンができる。

フリーネス測定の際に、同じサンプルにつき濃度を 2 回 / 日 測定し標準のリファイニング濃度を確立すること。

④ その他

a) 故紙室作業では極力チリの入らないよう留意する。特にソーダストは、紙と比重が同じであるからリキッドサイクロンでは除くことができない。

垂直スクリーンは取り外したとのことであるが、ソーダストのようなものは垂直スクリーンで取り除くことができる。

b) 薬品によるチリの分散

故紙には、印刷インキ・接着剤・粘着テープ等に由来する樹脂分が含まれており、Alum の添加等により凝縮し、成長して異物になり、フェルト汚れの原因になったり、紙切れの原因になる。

スクリーンリキッドサイクロンで除去できない場合は、これ等の樹脂を微細に分散させるため薬品を使用する。分散剤としては、一般に使用されている薬品がある。

c) でんぷんの見直し

プレスパートのフェルトの汚れや、紙の異物は、でんぷんが原因となっている場合がある。特に糊化が不完全の時に起こりやすいので、でんぷんの処理には注意を要する。

紙力増強剤としてはポリアクリルアミドが多く使用されている。

これは価格は高いが蒸気が不要で作業が簡便になるというメリットがある。

以上の諸対策により損紙発生量を 5 % 程度に減少できれば、蒸気消費量は 20 % 以上節減で節減できる。

(2) プレスパート

1%水分を減らすことでドライヤ使用蒸気量は3～5%減らすことができるし、紙切れも減少する。

No.1ドライヤ後のシートに水分ムラが見受けられる。水分ムラがあると水分の少ない部分は過乾燥になってもろくなり、紙切れしやすくなる。

平均に脱水するには、

- ① プレスロールのクラウンの形状を正常にすること。
- ② ロールのゴム硬度を正常にすること。
- ③ フェルトの洗浄用シャワー、絞りロールの機能を十分に発揮させ、フェルトを常に清潔にすること。

①、②は設備仕様書どおりであるかどうかを確認する。加圧はマシン監督者の挑戦事項であるが、始めるに当っては保全部門及び専門メーカーにフレームの強度を確認しておく必要がある。加圧すると紙の密度が増し引張強度は向上するが、引裂強度は低下するので留意しなければならない。プレス後の水分を1%減少することにより4%の蒸気消費量低減が見込まれる。

(3) ドライヤパート

- ① No.1ドライヤの表面に粕が付着している。
- ② No.1ドライヤのタッチフェルトに粕が付着している。
- ③ ドライヤの排ドレンは全部放棄している。

の3点が問題点である。

①について

No.1ドライヤはタッチロールでシリンダ表面に濡紙を圧着し、乾燥する最も熱効率のよい構造になっている。表面に粕が付着することは熱伝導率を悪くし、本来のドライヤ機能を低下させている。

ドライヤ表面は常に清潔に保つのが通常である。ドクター取り付け、スチームの通し方、タッチロールの圧力等を検討し、最適点を見出してもらいたい。

②について

No.1ドライヤタッチ用トップフェルトには粕がこびりついている。この粕は剝離しやすいので、落下して紙切れの原因の一つになっている。

フェルトの洗浄は運転を時々止めてバッチ洗浄をしているとのことだが、真の解決法として連続洗浄とバッチ洗浄とを併用したらよいと考える。

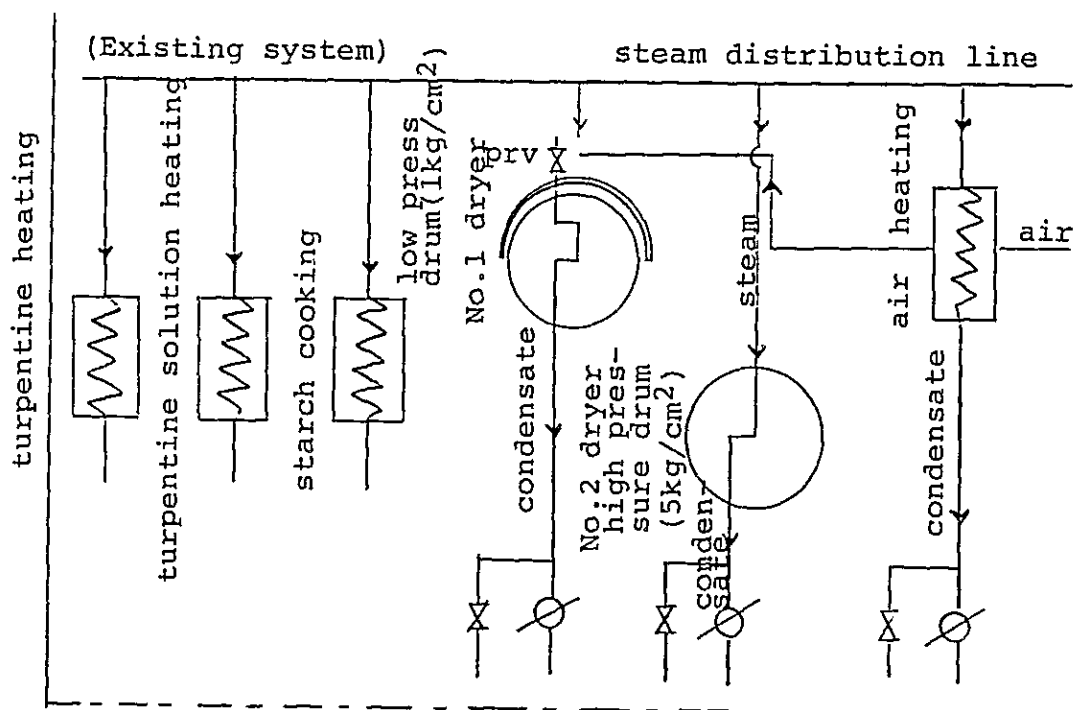
シャワー、絞りロール、サクショボックス等を設置しなければならず、フェルト水分の増加により蒸気使用量も増加するが、紙切れによる大きな損失が改善されるので、実施の検討をしてほしい。

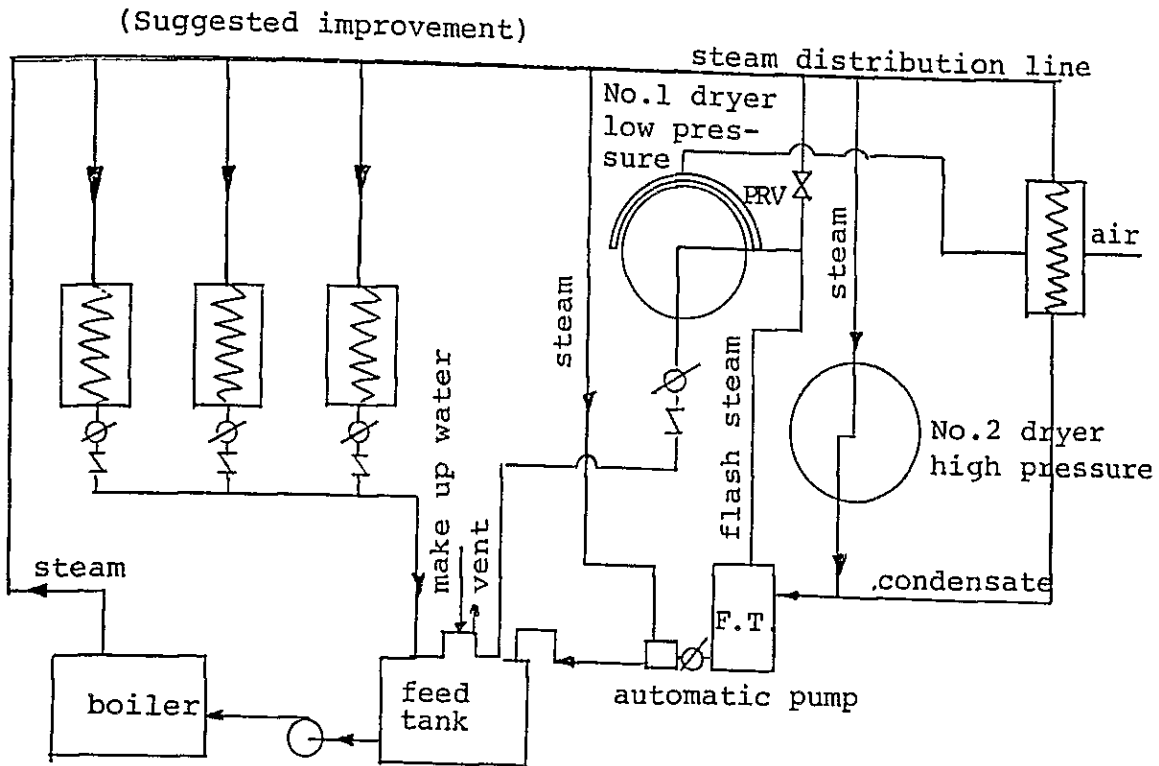
③について

ドライヤシリンダからのドレンは全量回収すること。このシステムについては、計画案を次図に示すので、検討実施願いたい。

またフラッシュ蒸気を逃さないもう一つの方法として、ドレンを高圧のままドレンポンプでボイラーに直接送入する方法もある。

ドレン回収を行うことにより 20%のスチーム節減が見込める。





(4) ボイラー

重油からソーダストに燃料転換を行って、燃料費の節減を計ったことはとてもよい。

給水流量計は付いていたが壊れたままである。早急に修理をするとともに、ソーダストの使用量を計量してボイラー運転日誌を作り、管理のための記録を取ることが必要である。

廃ガス温度が 310℃ で空気比が 1.91 であった。空気比は大きすぎるので燃焼用空気の量をもっと少なくして空気比を下げるようにする。廃ガス温度も若干高目であるので、伝熱面の清掃を行ってボイラーの効率向上に努力する。空気比を 1.5 に排ガス温度を 250℃ に下げれば、燃料消費量は 26% 減少する。ボイラー壁の温度は 280℃ ～ 290℃ と高い個所もあるので保温の強化の必要がある。

ボイラーのブローは 1 日 6 回行っているが、ブロー水を給水タンクに戻しているのは、ボイラー水に塩類が蓄積するのを防ぐというブローの目的に反している。必ず排水ピットに流すよう直ちに改めなければならない。このためボイラー水のサンプリングもできなかったが、給水の水質は次のとおりであった。

	給 水
pH	7.02
電気伝導度	3,600 μ s/cm

電気伝導度が大きすぎるのは、ブロー水が混入しているためであろう。また、鉄分が多いようであった。

原水は地下水をそのまま使用している。これはボイラーの性能を悪くするとともに寿命をも短かくしてしまう。従ってフィルタ及び軟水器を設置して給水管理を強化するのがよい。

また清缶剤の種類、量も再検討する必要がある。

スチームの使用個所の圧力計を整備し、必要以上に高い圧力で使用しないようにすることも省エネルギー上大切なことである。

(5) 蒸気配管

保温の不良個所が多かった。保温をすることにより減少する損失熱は一部をとってみても次のようになる。

	熱 損 失		面積又は長さ	減少する損失熱
	保温なし	保温あり		
4インチバルブ2個	2,266 kcal/m ² h	567 kcal/m ² h	0.8 m ²	1,359 kcal/h
3インチバルブ3個	"	"	0.9 m ²	1,529 kcal/h
4インチパイプ	813 kcal/mh	203 kcal/mh	10 m	6,100 kcal/h
3インチパイプ	634 kcal/mh	159 kcal/mh	26 m	12,350 kcal/h
合 計				21,338 kcal/h

これはボイラーの蒸発量の1%に相当する。

この他に、スチームヘッダーやペーパーマシン付近の蒸気配管及びボイラー本体に保温の不完全な個所が多かった。

スチームトラップの作動不良や配管からの蒸気洩れがあるので、修理の必要がある。この蒸気洩れの個所は約6mmの穴であり、ここから洩れる蒸気量は90kg/hにもなる。これはボイラーでの蒸発量の約3%に相当する。

圧力計、温度計は整備が悪くほとんどのものが壊れたままであったが、これでは管理ができないので、常に整備するように心掛けなければならない。

7. 電力の消費状況

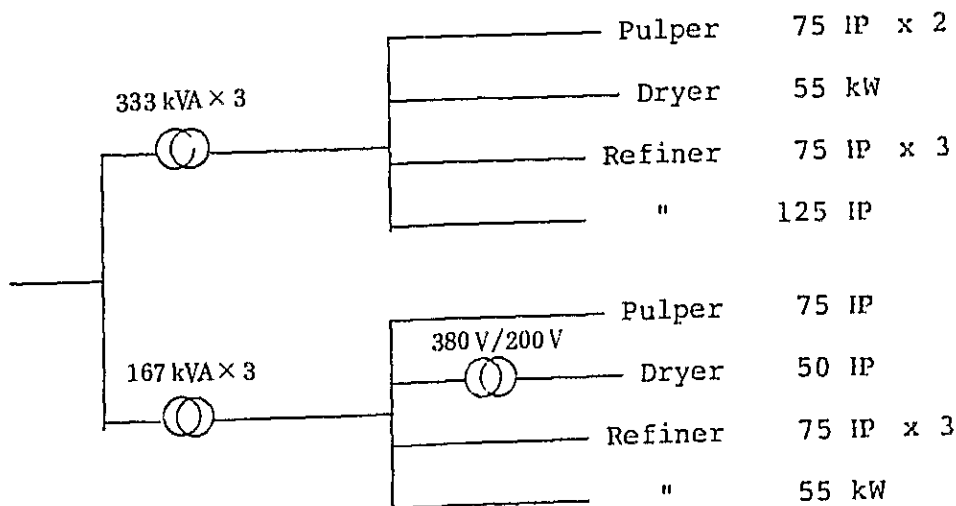
工場の敷地内に設けられた架台（地上5m位）上にNo1ライン用の1 ϕ 333 kVA \times 3とNo2ライン用の1 ϕ 167 kVA \times 3の2バンクのトランスが設置されている。

電気技術者はおらず、配線系統図も無く、トランスの容量も診断2日目にやっとわかった次第であった。受電盤には電圧計・電流計のみ設けられ、電力計・力率計はついていない。

(1) 電力消費に関する主要な指標は次のとおり。

・電力会社	: PEA
・ピーク・デマンド	: 800 kW
・使用電力量	: 346,000 kWh/m
・負荷率	: 72.8 %
・ペナルティ・ファイ	: なし
・力率	: 71.1 %
・トランス	: 合計 1,500 kVA
・電力原単位	: 1,688 kWh/t

(2) 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

(1) 力率

受電盤のブースとケーブルの太さと間隔の点から、クランプオン電力計による測定が危険なため、持参した積算電力計により平均電力を測定し、電圧、電流の実測値と1時間の積算電力計の値によって力率を算出した。この平均力率は71.1%と低い。

300 kVr のコンデンサを挿入して力率を向上させれば皮相電流が減るので、No.1 トランスの負荷をNo.2 トランスに集約して1バンクとし、トランス損失の減少をはかることができる。コンデンサを挿入する前のNo.1 トランスとNo.2 トランスの合成皮相電力は $|P| = 794 \text{ kVA}$ 、 $\cos\theta = 0.711$ である。これから、

$$\dot{P} = 794 \times 0.711 + j794 \sqrt{1-0.711^2} = 564 + j588$$

となる。これに300 kVr のコンデンサを挿入すると、

$$\dot{P}' = 564 + j(588 - 300) = 564 + j288 \text{ で } |P'| = 620 \text{ kVA} \quad \cos\theta = 0.91$$

となる。次にピーク・デマンドとして840 kWをとり、無効電力をこの63%としたときは、 $840 \times 0.63 = 529.2 \text{ kVr}$ 、従ってコンデンサを挿入しない時の皮相電力は $P'' = 840 + j529.2$ 、 $|P''| = 992.8 \text{ kVA}$ 、300 kVr のコンデンサを挿入すれば $\dot{P}''' = 840 + j(529.2 - 300)$ 、 $|P'''| = 808.1 \text{ kVA}$ となる。従って $333 \text{ kVA} \times 3$ のトランスにNo.1 ラインとNo.2 ラインの負荷を統合することが可能である。

このトランスの統合により $167 \text{ kVA} \times 3$ のトランスの鉄損と銅損が次のように減少する。

$$\text{減少する鉄損は } 167 \times 3 \times 0.005 \times 24 \times 365 = 21,944 \text{ kWh/y}$$

$$\text{減少する銅損は } 167 \times 3 \times 0.02 \times 24 \times (365 - 24) \times \left(\frac{287}{501}\right)^2 = 26,910 \text{ kWh/y}$$

一方 $333 \text{ kVA} \times 3$ のトランスでの銅損は次のとおり増加する。

$$333 \times 3 \times 0.021 \times \left\{ \left(\frac{620}{999}\right)^2 - \left(\frac{507}{999}\right)^2 \right\} \times (365 - 24) \times 24 = 12,519 \text{ kWh/y}$$

従って、損失の減少分は $21,944 + 26,910 - 12,519 = 36,335 \text{ kWh/y}$

これは使用電力量の0.9%に相当する。

(2) 電圧

$333 \text{ kVA} \times 3$ のトランスの二次側電圧は400 V, 390 V, 380 Vで、 $167 \text{ kVA} \times 3$ のトランスの二次電圧は400 V, 395 V, 390 Vである。

$$333 \text{ kVA} \times 3 \text{ のトランスの不均衡率は } \frac{400 - 380}{380} \times 100 = 5.3 \%$$

$$167 \text{ kVA} \times 3 \text{ のトランスの不均衡率は } \frac{400 - 390}{390} \times 100 = 2.6 \%$$

となる。単相負荷が各線間に不均衡にかけると、単相負荷の多い相は電圧降下が大きくなる。

従って、現在かかっている単相負荷を電圧の低い方から電圧の高い方へ移すのがよい。

また工場配線はほとんど単芯ケーブルの碍子引き配線が用いられ三芯ケーブルのように対称配置にならないので、リアクタが不平衡になり、電圧が不平衡になる一因となっている。

この対策としてはケーブルの各線をトランスポジションすることである。

電圧も 400 V と高い。モーターの定格電圧は 380 V であるので、ケーブルでの電圧降下 5 ~ 10 V 見込んで、トランスの二次端子を 385 V ~ 390 V になるようにすること。

(3) モーターの稼動状況

主なモーターの稼動状況は下表のとおりで、一般に軽負荷で運転されている。

No. of Used for: line	Output of motor	Rated cur- rent A	Load cur- rent B	$\frac{B}{A} \%$	Power factor %
I	Pulper	75 HP 380 V 103.8 A	80 A	77.1	81
	"	75 HP " 103.8	stop		stop
	Dryer	55 kW " 105	120	114.3	87
	Refiner	75 HP " 102.5	20	19.5	10
	"	125 HP " 180	60	33.3	36
	"	75 HP " 102.5	stop	stop	stop
	Pulper	75 HP " 103.8	stop	stop	stop

2	Dryer	50 HP	200 V 128	80	62.5	78
	Refiner	75 HP	380 V 100.5	32	31.8	10
	"	75 HP	" 103	26	25.2	10
	"	75 HP	" 103	stop	stop	stop
	"	55 kW	" 107	stop	stop	stop

(4) 照 明

昼光を活用しほとんど消灯していた。照明は164灯あり、その内60%は昼光色の蛍光灯である。これを白色蛍光灯に変更すると発光効率が10%高くなるので、灯数を10%減少できる。

従って、昼光色蛍光灯を白色蛍光灯に取り替えると節約できる電力は次のようになる。

$$40W \times 164 \text{ 灯} \times 0.6 \times 0.1 \times 12 \text{ h} \times 365 \text{ d} = 1,724 \text{ kWh/y}$$

9. ま と め

以上の対策の実施により以下のようなエネルギー消費節減が見込まれる。(効果重複分は修正)

	節 減 量	%
プリバレーションの強化による 損紙発生率減少	(重油換算) 719 kℓ/y	20 %
プレス脱水強化	144 kℓ/y	4 %
ドレン回収	503 kℓ/y	14 %
ボイラー燃焼改善	683 kℓ/y	19 %
保温強化と蒸気洩れ修理	144 kℓ/y	4 %
小 計	2,193 kℓ/y	61 %
トランスの統合と力率改善	36,335 kWh/y	1 %
照明の効率向上	1,724 kWh/y	- %
小 計	38,059 kWh/y	1 %

19. SANG-NGAM INDUSTRY CO., LTD.

1. 工場の概要

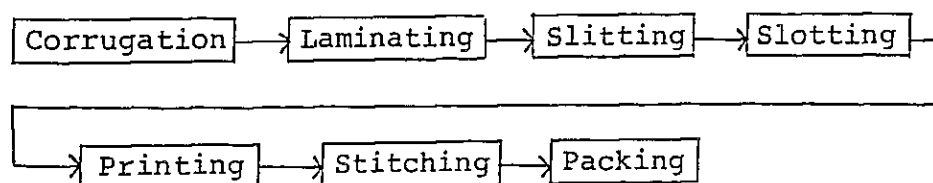
所在地	50 Suksawadi Rd., Samut Prakarn	
資本金		
業種	Paper container	
主要製品名	Corrugated card box	
年間生産高	1,200 t	
従業員数	70人	
年間エネルギー 使用量	電気	156,000 kWh
	燃料	
面談者	Mr. Suchint, director	
診断日	8/23 ~ 24, 1982	
診断員	A. Koizumi, K. Nakao, and K. Kurita	

○昼間のみの操業で、4t/dの段ボール箱を製造する工場で、1965年操業開始以来の設備を使っている。コルゲータ等の各機は独立に配置され、手作業を主としている。

従業員は70人で、エンジニアは置かず、社長がすべてをとりしきっている。

工程が分離しているため、多様な製品をつくることができ、この適応性と品質に留意していることから安定した生産を続けている。

2. 製造工程

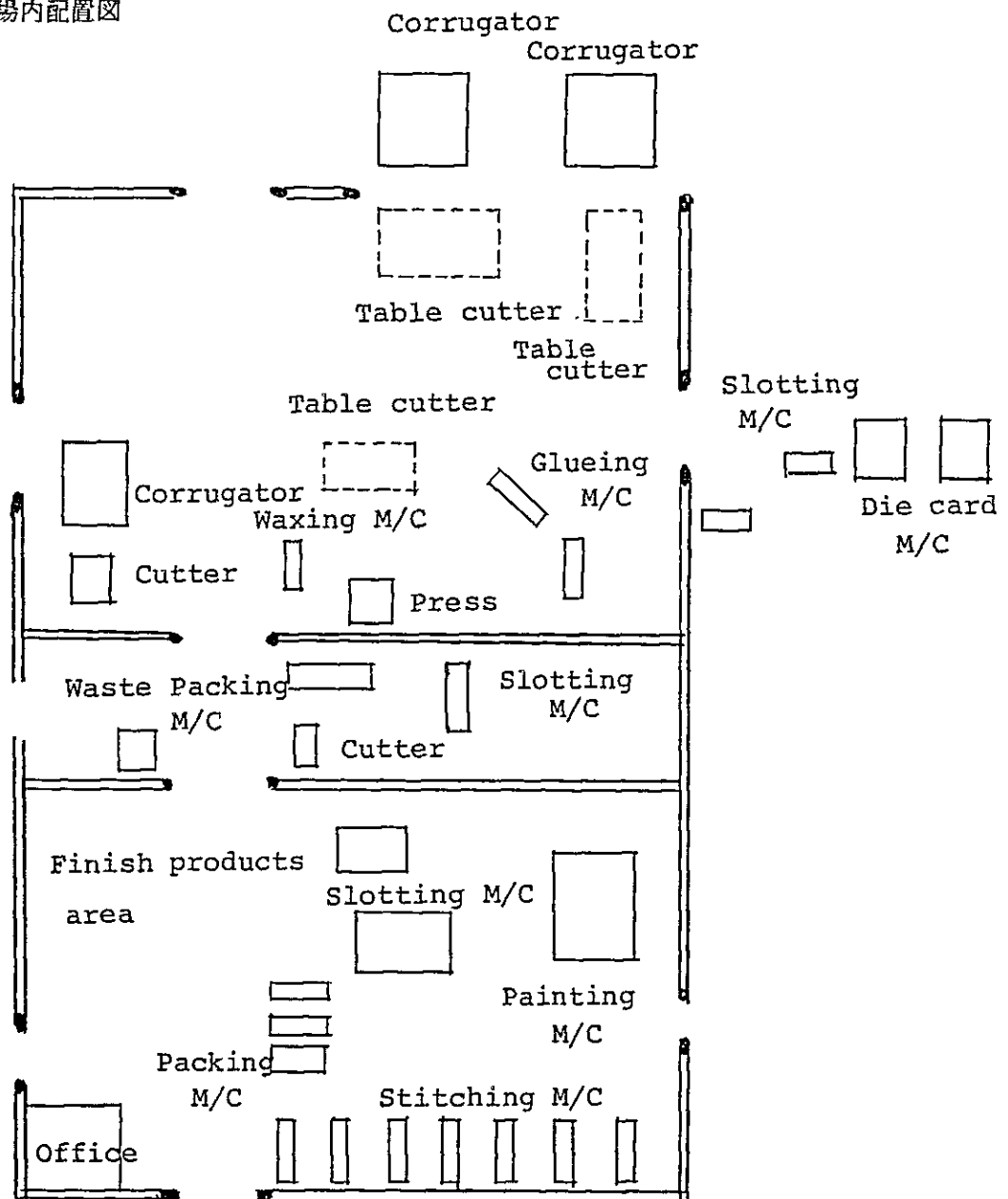


3 主要設備の概要

1) 主要設備

名称	基数	型式等
コルゲータ	3	電熱加熱
ウッタ	2	3.7 kW
プリンタ	1	3.7 kW
ペーパープレス	1	7.5 kW
ダイカードマシン	2	3.7 kW

(2) 工場内配置図



4. エネルギーの管理状況

電力消費量は少なく、住宅用も含めて 3φ, 220V で受電しており、トランスはない。油や蒸気は使用していない、電気だけを使用する工場である。受電パネルには電圧計と電流計はあるが、電力計と力率計はない。品質についての関心は深く、原紙並びに製品の検査用テスターが装備されているが、その活用法はまだ十分行われていない。

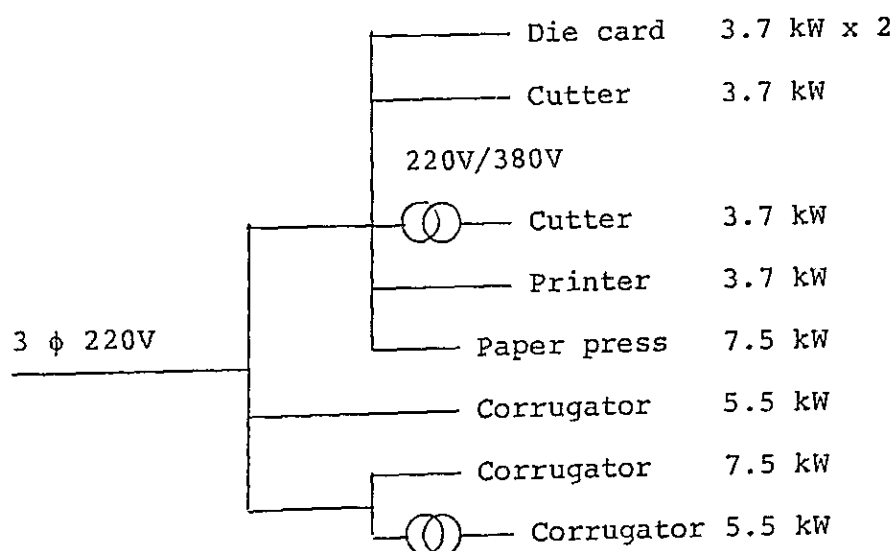
5. エネルギーの消費状況

使用エネルギーは電力だけであり、コルゲータの電熱ヒーターと、各機械の駆動用モーターに使用されている。

(1) 電力消費に関する主要な指標は次のとおり。

・ 電力会社	・ PEA
・ ピーク・デマンド	: 59 kW
・ 使用電力量	: 12,720 kWh/m
・ 負荷率	: —
・ ペナルティ・ファイ	: なし
・ 力率	: 85.5 %
・ トランス	: なし
・ 電力原単位	: 130 kWh/t

(2) 配線系統図



6. エネルギー管理の問題点と対策

(1) コルゲータの熱損失防止

60kWの全使用電力のうち、16kWがコルゲータで消費されている。コルゲータローラー内部に電熱線が組み込まれている。ロールの導線挿入口が開放状態になっているので、その空間をアスベスト板、又は雲母で閉塞し、熱損失を防止すればロールの温度は上昇し、生産速度を向上できる。

(2) 生産手順の合理化

経営者から『コルゲータにおける生産の手順は、幅の狭い原紙から順次幅広の原紙に移行するのが妥当と思うが、現場操業者はその逆を主張している。この理由は何故か』という質問があった。その理由は次のように推定できる。即ち、運転中のロールの表面温度を、原紙との接触面と、その両サイドの非接触面とで比較すると、後者の方が高い筈である。そのため、両サイドのロール間隔は膨張のため狭くなっている。運転しながら順次幅広の原紙に移行すると、この間隔の狭い所に原紙が喰い込み破損を起こしやすいと思われる。

原紙破損のつど、紙替えの手間がかかるだけでなく、損紙の発生、ひいてはエネルギーロスを生じることになるので、生産手順としては、幅広の原紙からコルゲート加工をはじめの方が有利と考えられる。

(3) 接着剤濃度の検討

接着剤は段ボール工場の重要原料の一つである。従って接着剤納入業者との契約に当り、その品質仕様を明確に定め、納入毎に品質試験表を提出させることが必要である。

接着剤の濃度は、接着力と乾燥熱エネルギーの消費量に関連することなので、濃度を最大の仕様条件にし、時々自らの手で納入された接着剤の受入検査を実施しなければならない。そして、一定の濃度のものが納入されるようになったら、濃度仕様を更に高濃度のものに変更するといった試みをすればよいと思われる。

接着剤の乾燥用エネルギーを減らすことは、コルゲート工程のスピードアップを可能にし、ひいては、電力原単位の向上につながる。

7. まとめ

電力のみを使用している工場であり、電力消費量も少ない。力率もよく、大きな節約をする余地がない。

添付資料

Energy Conservation Survey

省エネルギー調査表

- 1 Name of Factory
工場名 _____
- 2 Location
所在地 _____ Tel. _____
- 3 Name of Company Officials
会社役員名 _____
- 4 Segment of Industry
業 種 _____
- President
社 長 _____
- 5 Capital
資 本 金 _____ bahts
- Factory Manager
工 場 長 _____
- 6 Annual Turnover
年間売上高 _____ bahts
- Energy Manager
エネルギー担当者 _____
- 7 Number of Employees
従業員数 _____
- 8 Number of Engineers
技術者数 _____
- Electricity
電 気 _____
- Heat
熱 _____
- 9 Major Products
主要生産物 _____

- 10 Production Capacity of Major Products
主要生産物の生産能力 _____
- Nominal
公 稱 _____
- Present Condition
現 状 _____

11 Fuel Consumption

燃料消費高

<input type="checkbox"/> Fuel oil 重油	kl/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Diesel oil 軽油	kl/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Kerosene 灯油	kl/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Gasoline ガソリン	kl/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> LPG 液化石油ガス	t/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Natural gas 天然ガス	m ³ /y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Lignite or Brown Coal 亜炭又は褐炭	t/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Bagasse バガス	t(m ³)/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Charcoal 木炭	t/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Firewood 薪	t(m ³)/y	bahts/y
<input type="checkbox"/> Others () その他 ()	/y	bahts/y

12 Electric Power, 電力

Electricity Consumption 電力消費高		KWh/y	bahts/y
Contract Demand 契約電力	KW.	Receiving Voltage 受電電圧	V
Power Factor 力率	%		
Power Plant 発電設備	Have or Not.	Capacity 能力	KW or KVA.

13 Water Consumption, 水消費量

Sea Water 海水	m ³ or t/y	River Water 河水	m ³ or t/y
Underground Water 地下水	m ³ or t/y	City Water 水道水	m ³ or t/y

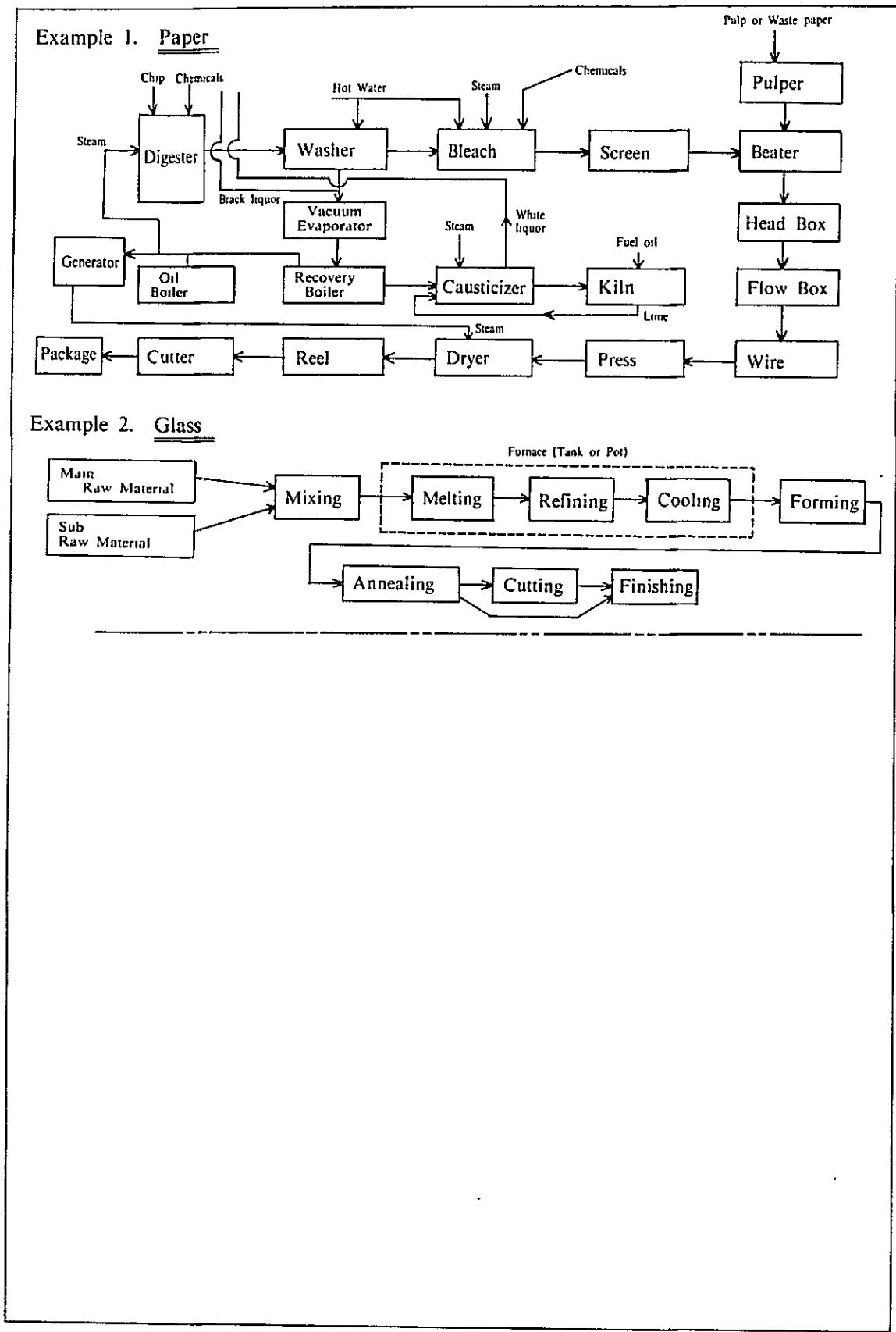
14 Boiler, ボイラ

Built(A.D.) 設置(西暦)	Type 型式	Nominal Capacity 公称能力		Kind of Fuel 燃料の種類	Operating period 運転時間	
		Steam Press. kg/cmG	Evaporating Volume t/h		hrs/day	days/y

15 Major Facilities Using Energy, エネルギー使用の主要設備

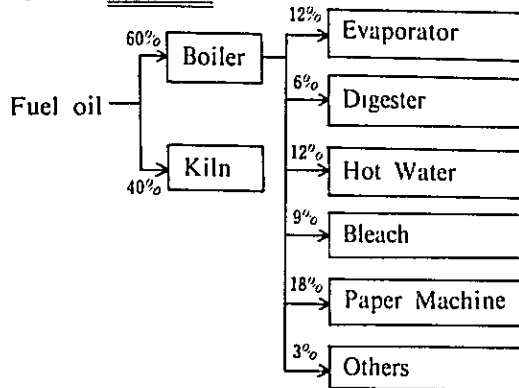
Built(A.D.) 設置(西暦)	Name of Facility 設備名	Products 生産物	Output 生産高		Kind of Energy used 使用エネルギー の種類	Operating period 運転時間	
			Nominal 公称	Present Condition 現状		hrs/day	days/y

16 Flow-chart of Producing Process of Major Products, 主要生産物の生産工程図

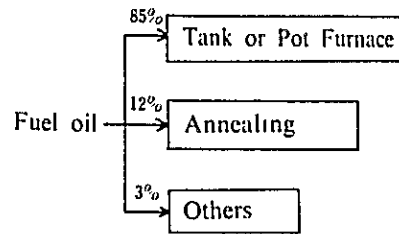


17 Energy Flow-chart, エネルギー流れ図

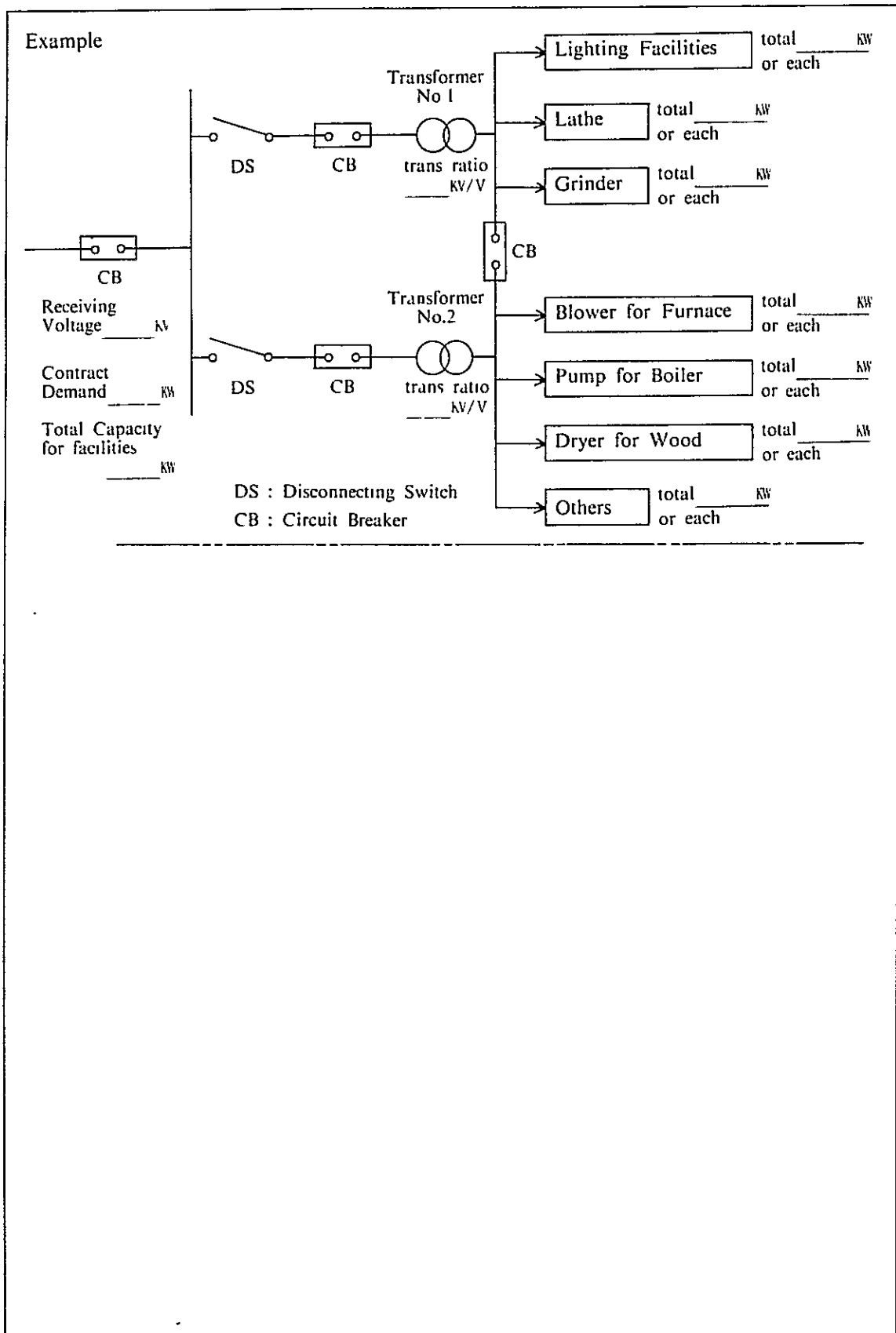
EXample 1. Paper



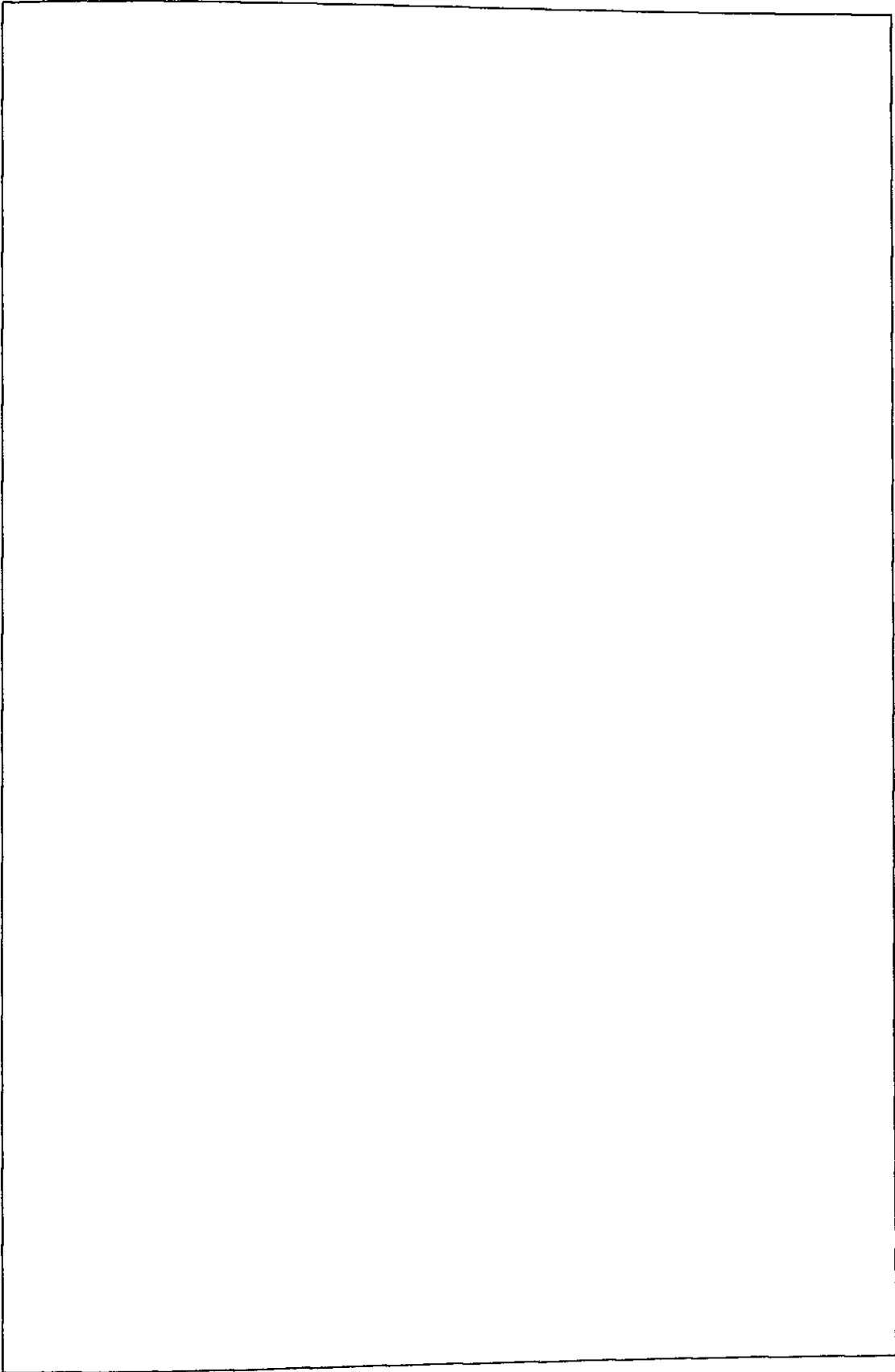
Example 2. Glass



18 Skeleton Diagram, 單線結線圖



19 Plant Layout, 工場配置図



20 In case you have any problem(s) in your course of promotion of energy conservation, please circle the no(s). of applicable item(s) among the following: (Maximum 5 items)

省エネルギー推進上の問題点があれば、下記の該当する項目に丸印を付して下さい。(但し、最高5項目まで)

- (1) Prospect of energy price is not clear.
エネルギー価格の見通しが不明。
- (2) The proportion of energy cost in the whole cost of enterprise is small.
企業におけるエネルギー費用の割合が小さい。
- (3) Increase of energy cost can be covered by raising the prices of products.
エネルギー費用の上昇は製品値上げでカバーできる。
- (4) Instability of energy supply. (power stoppage, etc.)
エネルギー供給が不安定(停電など)。
- (5) Shortage of engineers.
技術者が不足。
- (6) Difficulty in obtaining good energy conservation equipments.
省エネルギー機器のよいものが手に入り難い。
- (7) Information such as active cases is not easy to obtain.
実施例のような情報が入りにくい。
- (8) System of research and development is not sufficient.
研究開発体制が不十分。
- (9) Shortage of fund for facility improvement.
設備改善の資金が不足。
- (10) The facilities are superannuated.
設備が老朽化している。
- (11) Employees' consciousness is low.
従業員の意識が低い。
- (12) No personnel is available who can educate the employees.
従業員教育をできる人がいない。
- (13) Shortage of measuring equipments.
計量設備が不足している。
- (14) No time to analyze energy consumption rate.
原単位解析を行う時間がない。
- (15) Shortage of information on government's measures.
政府施策の情報が不足。
- (16) Shortage of government's subsidiary measures.
政府の助成策が不足。
- (17) Others
その他。

CHECK LIST

Contents

- 1. Heat
 - 1-1 Energy management
 - 1-2 Furnace, Kiln, Dryer
 - 1-3 Steam consuming equipment
 - 1-4 Boiler
 - 1-5 Paper
- 2. Electric
 - 2-1 Electric power management
 - 2-2 Transformer
 - 2-3 House power plant
 - 2-4 Lighting fittings
 - 2-5 Motor driven machine
 - 2-6 Air conditioner

	Name of Factory	工場名	
4	Accounting of Heat Balance Organization Planning and Promotion Committee Frequency of Holding Committee Chairman Project Team Consultant Contract	熱測定 組織 企画・推進 委員会 開催頻度 委員長 プロジェクトチーム コンサルタント契約	done not done Section held _____ Times/y made not made made not made
5	System Improvement Proposition System Achievement Commendation System Inspection, Audit	制度 改善提案制度 実績表彰制度 視察, 診断	is isn't is isn't done not done
6	Education of Employees Seminar Observation Meeting	従業員教育 研修会 見学会	held Times/y not held held Times/y not held
6	Campaign to Employees Appeal from Factory Manager Poster, etc.	従業員への呼びかけ 工場長の呼びかけ ポスター等	done not done done not done
7	Activities in the Business Circles	業界の活動	Practised not practised

1-2 Furnace, Kiln, Dryer

Use separate sheet for each different use.

1	Name of Factory	工場名	Part 工程	Name of Equipment 設備名	用途	Charge 被加熱物	Date of Survey 調査日
2							
6							
7	No. of Furnace	番 号					
8	Type	型 式					
9	Maker	メーカー					
10	Time built	設置時期					
11	Outer Dimension Length or Dia. Width Height	外法寸法 長さ・径 巾 高					
12	Design Capacity	設備能力					
13	Usage Continuous Batch h/Day h/month	使用状況 連続 非連続					
14	Induced Draft Fan Forced Draft Fan	吸込み送風機 押込み送風機					
15	Improvement done	改造実績					

16	Fuel Name Lower Heating Value Specific Gravity Moisture	燃料名 發熱量(低位) 比重 水分	Kcal/kg. l.m ³ N			
17	Average Consumption	燃料使用量(平均)	/h			
18	Oil Storage Tank Contents Volume Temp. Insulation	油貯蔵タンク 種類 容量 溫度 保温	m ³	°C	m/m	
19	Fuel Receiving Measuring Volume Temp. Sp.Grav. Analysis	受入れ 計量 溫度測定 比重 分析	done	not done	done	not done
20	Oil leak	油洩れ	done	not done	done	not done
21	Steam Pressure Temp.	スチーム 圧力 溫度	good	not good	kg/cm ² °C	
22	Electricity Elect. Heater Infra Red Lamp	電カ 電熱 赤外線ランプ			kW kW	V V

	No. of Equipment	設備名	
23	Combustion		Pressure jet, Low pr. air Steam or air Rotary, Intermixing, Interior Semi atomizing, atomizing, atomizing, mixing, 油 圧 低 圧 噴 霧 高 圧 噴 霧 回 転 式 内 部 混 合 外 部 混 合 半 混 合
	Burner	バーナー	
	Burner Tile	バーナータイル	
	Cleaning	バーナー手入	Good _____ times/y
	Burner tip		
	Flame Color	火焰 色	good not good
	Length	長さ	good not good
	Sparks	火花	good not good
	Blow off	吹きとび	good not good
	Color of Smoke	煙の色	good not good
	Air/fuel ratio	空気比	good not good Factory Data Measured $m = \frac{0.21}{0.21 - (O_2)}$
	Automatic Controller	制御装置	exist not exist
	Fuel Consumption	燃料量	_____ kg. l. m ³ /h
	Fuel Temp.	油温	_____ °C

No. of Equipment	設備番号	
26 Drying Air Temp. Air Flow Moisture of Charge Inlet Outlet	乾燥 風温 風量 装入物水分 入口 出口	_____ °C _____ m ³ /h _____ % _____ %
27 Insulation Structure of Wall Refractory Brick Insulating Zone Outer Wall Color of Wall Surface Temp. of Wall Surface Side Wall Roof, Crown Insulation of Skid Weight Reduction of truck, conveyor, etc.	断熱 壁面構成 耐火材 断熱材 外壁 壁の色 壁面温度 側面 上面 スキッド断熱 台車・コンベア等の軽量化	_____ m/m Brick, Castable, Ceramic Fibre _____ m/m Brick, Castable, Ceramic Fibre, Asbestos, Rock Wool, Glass Wool, Calcium Silicate _____ m/m Brick, Steel Plate _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ Kcal/m ³ h _____ Kcal/m ³ h good not good done not done

No. of Equipment	設備番号	
28 Waste Heat Recovery Name of Recovery Equipment Type High Temp. Fluid Low Temp. Fluid Heat Recovered Flow Temp. Rising (Falling) Specific Heat	廃熱回収 回収設備名 式 高温流体 低温流体 流量 温度上昇(低下) 比熱	
Temp. of Waste gas Furnace Outlet After Heat Recovery Cleaning of Heating Surface Preheating Zone in Furnace Air Leak in Heat Recovery Equip.	排ガス温度 炉出口 焼熱回収後 伝熱面掃除 炉の予熱帯 焼熱回収設備への 空気流れ	°C °C Times/y exist not exist found not found

No. of Equipment	設備番号	
29	操作管理 作業標準 昇溫曲線 記錄 保全整備 周期 記錄	made exist good good _____ly good not made not exist not good not good not good
30	実績 処理量 燃料量 熱効率 排ガス損失 冷却水損失 放熱損失	_____t/h _____ $\text{L} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^3/\text{h}$ _____ _____Kcal/h _____% _____Kcal/h _____% _____Kcal/h _____%

1-3 Steam Consumed Equipment (蒸氣使用設備)

1	Name of Factory	Part	Object to Use	Name of Equipment	Date of Survey
2	I. 場名	工程	用途	設備名	調查日
5					
6	No. of Equip.	番 号			
7	Type	型 式			
8	Maker	メーカ			
9	Time built	設置時期			
10	Dimension	寸 法	ℓ mm x w mm x h mm, d mm x h mm		
11	Heating surface area	伝熱面積	m ²		
12	Volume	容 積			
13	Capacity	能 力			
14	Subject of heating	被加熱体			
15	Heat source	熱 源	Steam: kg/cm ² G, °C t/hr, Hot water °C, t/h		
16	Quantity of Treatment	処 理 量			
17	Operating condition	操 業 条 件			
	Temp.	温 度	°C		
	Press.	圧 力	kg/cm ² G		
18	Insulation	断 熱	good, not good		
	Surface Temp.	表面温度	heat flux Kcal/m ² h		

19	Cleaning for heating surface	伝熱面の掃除	done	not done
20	Instruments	計装	Temp. Press. Flow. Other:	
21	Auxiliary Equip. Heat Recovery High Temp. Fluid Low Temp. Fluid Temp. rising (falling) Flow Condensate recovery Rate of Recovery	附属設備 熱回収 高温流体 低温流体 温度上昇 (降下) 流量 ドレン回収 回収率	exist	not exist type specific heat specific heat m ³ /h not done, open system, closed system %

1-4 Boiler (ボイラ)

1	Name of Factory 工場名	Part 工程	Object to Use 用途	Date of Survey 調査日
4				
5	No. of Boiler 番号			
6	Type 型式		Water tube boiler (水管) Flue tube boiler (炉筒) Once-through boiler (貫流) Hot-water boiler (温水) Other (その他)	
7	Rated evaporation 定格蒸気量		ton/h	
8	Manufacture date 製造年月日			
9	Steam pressure 圧力		Rated (定格) kg/cm ² G, Normal (常用) kg/cm ² G	
10	Heating surface area 伝熱面積		m ²	
11	Auxiliary Equip. 附属設備		Superheater (過熱器) m ² , Reheater (再熱器) m ² Economizer (節熱器) m ² , Air heater (空氣予熱器) m ²	
12	Fuel Name Lower Calorific Value Specific gravity 燃料 名前 發熱量 (低位) 比重		Kcal/kg, l, m ³ N	
13	Usage Continuous Batch 使用狀況 連續 非連續		h/d, d/m, h/y,	

Item	項目	Unit 単位	Nominal 定格	Actual 実績	Remarks 備考
14	Oil Tank Volume Temp. Insulation Leak	m ³ °C mm —			good, not good
15	Boiler Steam Pressure Steam Temp. Feed water flow rate " Temp. " Meter Blow off flow rate Boiler water pH Conductivity	kg/cm ² G °C m ³ /h °C m ³ /h m ³ /d — — μs/cm			Type Continuous, Intermittance, Heat recovery
16	Feed Water pH Conductivity Preparation method Testing time Cl' content	— — μs/cm — — — ppm			

	Item	項目	Unit 単位	Nominal 定 格	Actual 実 績	Remarks 備 考
17	Combustion Fuel Consumption Temp. Meter Burner Type	燃 燒 燃 料 量 度 器 使 用 温 計 儀 器 式 バ ー ナ ー 型 式	— $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3/\text{h}}$ $^{\circ}\text{C}$ — —			exist, not exist <u>Oil burner</u> Low press. air atomizing (低圧噴霧式) Steam or air atomizing (高圧噴霧式) Press. jet type (油圧式) Rotary (回転式) <u>Gas burner</u> Intermixing type (内部混合式) Injector atomizer (外部混合式) Semi-mixing (半混合式)
18	Capacity Burner tile Clinker Air/fuel ratio Insulation Sucking air Color of smoke	容 量 バ ー ナ ー タ イ ル ク リ ン カ ー 空 気 比 断 熱 吸 入 空 気 煙 の 色	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3/\text{h}}$ — — — mm —			good, not good found, not found Measuring point (場処) good, not good surface temp. good, not good heat flux. good, not good
19	Air heater Air temp. Inlet Outlet	空 気 予 熱 器 空 気 温 度 入 口 出 口	— — $^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{C}$			exist, not exist

Item	項目	Unit 単位	Nominal 定格	Actual 実績	Remarks 備考
	O ₂ % Inlet	%			
	Outlet	%			
	Waste gas temp. Inlet	°C			
	Outlet	°C			
20	Economizer Waste gas temp. Inlet Outlet Feed water Temp. Inlet Outlet	— — °C °C — °C °C			exist, not exist
21	Automatic Controller Subject System Operation	— — — —			exist, not exist Steam press. air/fuel ratio good, not good exist, not exist
22	Steam accumulator Capacity Pressure	— m ³ kg/cm ² G			
23	Condensate recovery Rate of recovery System	— % —			exist, not exist Open system, close system

Item	項目	Unit 単位	Nominal 定格	Actual 実績	Remarks 備考
24	Evaporation ratio Boiler efficiency Loss with waste gas	Kg/kg, % Kcal/h			Hh base, Hl base
25	Soot blow Service a burner Removal of scale Air heater Economizer Gas duct Stack Cleaning burner tip	/d /m — /y " " " /m			

1-5 Paper (紙)

項目		Item		Date of survey		調査日	
1	Name of factory	工場名					
2	Stuffs (Pulp)	原料(パルプ)	Kind (種類)	Moisture (水分)	Making (製造)	Charge weight (使用量)	
				%	purchase, own (購入) (自製) waste paper (廃ペーパー)	ton, m ³ /d	
3	Bleaching	漂白	Pulp (brownstock)	Steam	Hot water	Chemicals	Steam
							Chemical plant
							Bleached pulp chest
							Spend water (sewer)
	Equipment	設備			Continuous		Batch
			Sequence (シーケンス)				
			No. of unit (系列数)				
			No. of stage (段数)				
			Time built (設置時期)				
			Capacity (能力)				

	Operation	操 業	Stage temp. (各段溫度) Stage Conc. (各段濃度) Steam consumption (蒸氣消費量) Hot water consumption (溫水消費量) Chemicals (藥品添加)	Temp. Press. Temp. Cl ₂ NaOH Hypro.	Temp. Press. Temp.	°C Kg/cm ² t/d °C m ³ /d °C m ³ /d Cl ₂ % (pulp) other NaOH % " Hypro. % "
	Pulp product	生 產 量	t/d,	t/m,		
	Flow sheet	生 產 工 程 表				

	Flow sheet	生産工程表
5	Paper machine Equipment	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Head box</div> <div style="margin: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Flow box</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Wire part</div> <div style="margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Press part</div> <div style="margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Dryer</div> <div style="margin: 2px;">↑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Calender, Reel</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Winder</div> <div style="margin: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Cutter</div> </div> </div> <p>抄紙機設備</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Open type ° Closed type ° Fourdrinier (長網) ° Cylinder (円網) ° Stage (段数) ° Multi dryer ° Yankee dryer <p>Wire width mm Wire length mm Wire mesh Vacuum gage</p> <p>° Flat squeeze (フェルト搾水) Exist Not exist</p> <p>Open hood Closed hood</p> <p>Heat exchanger Exist Not exist</p> <p>Condensate recovery Exist Not exist</p> </div>

	Steam Consumption Rate	蒸気原単位	
	Instrument Steam Sizing Chemical Paper	計 装	Temp. Press. Flow. Temp. Flow. Weight. Moisture.
	Insulation	断 熱	Exist, Not exist, Good, Not good, mm.

2-1. Electric Power Management 電力管理

工場名		
1	Name of Factory	
2	Date of Survey	
3	General	調査日 一般
	(1) Record of used power for every month	毎月の使用電力量 (kWh) の記録
	(2) Examination the cause for variance for used power	使用電力量が変化した理由の検討
4	(3) Stability of voltage and frequency of source	受電電圧, 周波数の安定状況
	Electric power specific unit (EPSU)	電力原単位
	(1) Calculation for major product's EPSU monthly	毎月の主要製品の電力原単位の算出
5	(2) Preparation table on the right for every process and use	用途別・工程別に右表があるが
	(3) Numerical EPSU target	電力原単位の目標値
	Load Factor	負荷率
6	(1) Record of hourly consumption of power	毎時間の消費電力の記録
	(2) Improvement of load curve	日負荷の最大値を抑える対策
6	Value of power factor contracted	電力料金算定上の力率

7	Substation	受変電設備	
	(1) Measurement of transformer load	変圧器の負荷測定	Yes No
	(2) Transformer exclusively for lighting	電灯専用変圧器	Yes No
	(3) Turning off transformer when off load	不要時の変圧器遮断	Yes No
	(4) Improvement of power factor by static condenser	コンデンサーによる力率改善	Yes No
8	Distribution system	配線設備	
	(1) Measurement of main circuit load	主回路別の負荷測定	Yes No
9	Motor	電動機	
	(1) Measurement of load of motors over 15 kW	15 kW以上の電動機の負荷測定	Yes No
	(2) Periodically lubrication of gear and motor	ギヤや電動機の定期的な給油	Yes No
	(3) Turning off motor when off load	無負荷時の電動機の停止	Yes No
10	Motor driven machine	電動機応用設備	
	(1) Flow control of blower and pump	ブロワーやポンプの流量制御	Motor speed control 電動機速度制御 Control of numbers of operating motor 台数制御 Damper or valve control ダンパー、バルブの開閉 Others その他
	(2) Checking leakage of compressed air or water	圧縮空気や水のもれのチェック	Yes No
	(3) Keeping adequate working pressure of compressed air	圧縮機の使用圧力は適正か	Yes No
	(4) Keeping adequate discharge pressure of pump	ポンプの吐出圧は適正か	Yes No

	Lighting fittings	照明設備	
11	(1) Cleaning lighting fittings	照明器具の清掃	Yes No
	(2) Turning off unnecessary light	不要な照明の消灯	Yes No
12	Electric welder	電気溶接機	
	(1) Static condenser exclusively for welder	溶接機の電力改善用コンデンサー	Yes No
	(2) Transformer exclusively for welder	溶接機の変圧器	Yes No
	(3) Keeping circuit balance of three phases	電源の各相のバランス	Yes No
	(4) Cable length from welder to holder	溶接機の手元までの配線長さ	Yes No

2-2. Transformer for (変圧器)

1	Name of Factory	工場名	2		Date of Survey	調査日	
3	Type of Transformer	型式	<input type="checkbox"/> Oil Immersed Self Cooling (油入自冷式) <input type="checkbox"/> Dry Type (乾式) <input type="checkbox"/> Air cooling Forced Oil (送油風冷式) <input type="checkbox"/> Others (その他)				
4	Number of Phase	相数	<input type="checkbox"/> 3 Phase (三相) <input type="checkbox"/> Single Phase (単相)				
5	Connection (Single Phase)	結線方法 (単相Tr.)	<input type="checkbox"/> Δ-Y <input type="checkbox"/> Y-Δ <input type="checkbox"/> V-V				
6	Rated Output	定格出力	_____ KVA, Number of Bank (バンク数) _____				
7	Rated Voltage, Rated Current	定格電圧 定格電流	Primary _____ V, _____ A Secondary _____ V, _____ A				
8	Rated Frequency	定格周波数	_____ HZ.	9	% Impedance	_____ % At _____ KVA Base	
10	Maker, Year Made	メーカーと製造年	_____				
11	Loss	損失	Iron Loss (鉄損) _____ kW,	Copper Loss At Full Load (全負荷銅損) _____ kW,			
Measurement Record (測定記録)							
Time 時間	Voltage 電圧	Current 電流	Apparent Power 皮相電力	Power 電力	Power Factor 力率	Oil Temp. 油温	Remarks 備考
	V	A	KVA	kW	%	°C	

2-5. Motor Driven Machine ~ Over 15 kW (電動力応用設備 ~ 15 kW以上)

1	Name of Factory	工場名	2	Date of Survey	調査日
3	Name of Equipment	設備名	Number of Similar Equipment 同種設備の数		
4	Kind of Motor	電動機の種類	<input type="checkbox"/> D.C.(直流) <input type="checkbox"/> Inductor (誘導機) <input type="checkbox"/> Wound Rotor <input type="checkbox"/> Others <input type="checkbox"/> A.C.(交流) <input type="checkbox"/> Synchronous (同期機) <input type="checkbox"/> Squirrel Cage		
5	Rating of Motor	電動機の定格	Output (出力) _____ kW, Voltage (電圧) _____ V, Current (電流) _____ A Frequency (周波数) _____ Hz, RPM (回転数) _____ rpm, Magnetic Pole (極数) _____		
6	Starting Method	起動方法	<input type="checkbox"/> Full-Voltage <input type="checkbox"/> Star-delta (Y-Δ) <input type="checkbox"/> Rotor-resistance (二次抵抗) <input type="checkbox"/> Others <input type="checkbox"/> Direct (直結) <input type="checkbox"/> Belt (ベルト) <input type="checkbox"/> Gear (歯車) <input type="checkbox"/> Others		
7	Coupling Apparatus	伝導装置	<input type="checkbox"/> Pump (ポンプ) <input type="checkbox"/> Blower (ブローワ) <input type="checkbox"/> Compressor (コンプレッサ) <input type="checkbox"/> Others		
8	Equipment	設備機械	<input type="checkbox"/> Air (空気) <input type="checkbox"/> Water (水) <input type="checkbox"/> Others, Density (or Specific Gravity) (密度又は比重) kg/m ³ (lb/m ³) <input type="checkbox"/> Automatic (自動) <input type="checkbox"/> Valve (バルブ) <input type="checkbox"/> Speed Control (速度制御) <input type="checkbox"/> Manual (手動) <input type="checkbox"/> Damper (ダンパー) <input type="checkbox"/> Others		
9	Kind of Flow and Density	流体名と密度	<input type="checkbox"/> Motor (モーター) <input type="checkbox"/> Pole Change (極数) <input type="checkbox"/> Voltage (電圧) <input type="checkbox"/> Mechanical (機械式) <input type="checkbox"/> Frequency (周波数) <input type="checkbox"/> Others		
10	Flow Control	流量制御	<input type="checkbox"/> Yes (有) <input type="checkbox"/> No (無)		
11	Speed Control	速度制御	<input type="checkbox"/> Automatic Cutting-off (When Off-Load)		
12	Automatic Cutting-off (When Off-Load)	空転時自動停止装置	<input type="checkbox"/> Yes (有) <input type="checkbox"/> No (無)		
13	Frequency of Lubrication	給油頻度	times/year (回/年)	Frequency of filter cleaning (取入フィルター清掃)	times/Month
			14		

Motor driven machine 電動機応用設備

Name of machine

Date	Used power 使用電力			temp. of fluid °C 液体温度	Flow Q 流量 Q' m ³ /min Q' t/h	Fluid 流体 Pressure H' kg/cm ² H m	Valve Position バルブ 開度 管径cm	Velocity of fluid m/s 流速	Estimated Load kW 推定負荷	Efficiency % 総合効率	Remarks Sound Vibration Leakage Others 備考			
	Voltage 電圧 V	Current 電流 A	Power factor 率 %									Electric power 電力 kW	Rated Actual 測定値 max. min.	Inner Dia- meter
<p>1) Required electric power of blower $P = \frac{A \cdot Q \cdot PT}{1,000 \cdot \eta \cdot 6.12}$ (kW) PT: Total pressure (mmAq), A: Allowance, n: efficiency of blower (0.72 ~ 0.78%) 送風機所要電力 全圧 余裕率 送風機効率</p>														
<p>2) Required electric power of pump $P = \frac{A \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta \cdot 6.12}$ or $P = \frac{Q' \cdot H'}{\gamma \cdot \eta \cdot 36.7}$ (kW) A: allowance (1.05~1.2) n: efficiency of pump 送風機所要電力 余裕率 ポンプ効率 (0.8~0.85%)</p>														
Velocity of fluid 配管内流速						velocity (m/sec)			pressure (Kg/cm ²)					
<p>Q: flow 流量 A: sectional area of pipe (m²) 管内断面積</p>						City water 水道水			0.6 ~ 1.5			1.8 ~ 3.0		
						River water 一般水			1.5 ~ 3.0			3.0 ~ 10		
						Air 空 気			8 ~ 15			1 ~ 2		

2-6. Air Conditioner (空調設備)

1	Name of Factory	工場名	2		Date of Survey	調査日
3	Type of System	空調方式	<input type="checkbox"/> Central Air Conditioning (空気方式) <input type="checkbox"/> Fan Coil Unit (水方式) <input type="checkbox"/> Unit Air Conditioning (パッケージ方式)			
4	Room Air Conditioned Room Size	室の状況 室の大きさ	Floor Space (床面積) _____ m ² ,	Room Volume (室容積) _____ m ³		
	Number of person in the Room	室内人数	_____ 人			
	Usage	用途	<input type="checkbox"/> Office (事務室) <input type="checkbox"/> Works (工場) <input type="checkbox"/> Others			
	Room Temp.	室温	Actual Temp. (実測温度) _____ °C			
	Air Flow	風量	Fresh Air Flow Induced (外気吸入風量) _____ m ³ /min, Circulating Air Flow (室内循環風量) _____ m ³ /min.			
5	Water Cooling Tower	クーリングタワー	Actual Temp. (実測温度) _____ °C,	Wet Bulb Temp. (湿球温度) _____ °C, (水湿)	Flow (吐出圧) _____ l/min.,	Delivery Press. _____ kg/cm ² G
6	Type of Refrigerating Machine	冷凍機の種類	<input type="checkbox"/> Compression Type (圧縮式) <input type="checkbox"/> Absorption Type (吸収式)			

Measurement Record (測定記録)

Rated (定格)	Actual (実測)	Cooling Tower		Refrigerating Machine (冷凍機)	
		Inlet Fan (外気吸入ファン)	Circulating Fan (室内循環用ファン)	Compression Type (圧縮式)	Absorption Type (吸収式)
kW	kW	kW	kW	kW	Kcal/H
kW	kW	kW	kW	kW	Kcal/H

7	Insulation of roof and wall	屋根、壁の断熱	good	not good
8	Insulation of duct and pipe	ダクト、配管の断熱	good	not good
9	Tightness of window and door	窓、ドアの気密	good	not good
10	Separation heat generating equipment	発熱機器の分離	yes	no
11	Partial air conditioning in large room	大空間の中の空調を要する部分の隔離	yes	no
12	Heat recovery by total enthalpy heat exchanger	全熱交換器による熱回収	yes (Type)	no
13	Water spray on roof	屋根散水	done	not done
14	Starting and stopping time of air conditioner	装置の起動停止時刻	Starting time _____ Stopping time _____	
15	Stopping water pump when refrigerating machine stops	冷媒機停止時に冷却水ポンプの停止	stop (auto, manual)	not stop
16	Prevention over cooling and stopping when unnecessary	過冷防止、不要時の運転停止	yes	no
17	Setting most suitable temperature by climate	季節による設定温度の変更	yes	no
18	Control of induced fresh air	必要外気量の管理	yes	no
19	Checking temperatures of evaporation, condensation and pressure of refrigerating machine	冷媒機の蒸発温度、凝縮温度の管理、制御 圧の管理	yes	no

20	Cleaning (Condenser)	清掃 (冷凍用コンデンサー)	(done times/month)	not done
21	Cleaning (Air Conditioner coil)	清掃 (空調用コイル)	(done times/month)	not done
22	Cleaning (Air Filter)	清掃 (エアフィルター)	(done times/month)	not done
23	Cleaning (Cooling Tower)	清掃 (クーリングタワー)	(done times/year)	not done

Equipment List

No.	equipment	type
1	Portable Doppler Flowmeter	PD3
2	Hotwire Anemometer	V-02-A700
3	Heat Insulation Tester	MH2
4	Oxygen Meter	OX61 (6232)
5	Pocket Thermometers	2542
6	Thermopetter	#400
7	Portable Radiation Thermometer	IR-HP2
8	Pocket Conductivity Meter	SC51
9	Pocket PH Meter	PH51
10	Working Efficiency Check Meter	ECM-IR
11	Lux-Meter	ANA-999
12	Clip-on AC Power Meter	2433
13	Clamp-on Power Hi Tester	3136
14	Integrator	3141
15	Digital Printer	3142
16	Micro Hi Corder	8202
17	Volt Slider	S-260
18	Multitester	3009
19	Digital Hygrometer	2577

JICA

