

タイ王国
省エネルギープロジェクト開発計画調査
第2次調査報告書
(繊維、金属)

1983年6月

国際協力事業団

鉦計工

83-81

83-81

JICA LIBRARY



1050113[8]

タイ王国
省エネルギープロジェクト開発計画調査
第2次調査報告書
(繊維、金属)

1983年6月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 8. 24	122
登録No. 13855	67
	MPI

目 次

I 総 括

1. 調査の目的	1
2. 調査の方法	3
2.1 工場診断	3
2.1.1 書類による事前調査	3
2.1.2 経営者、管理者との面談	3
2.1.3 工場全体の視察	3
2.1.4 調査、計測	4
2.1.5 ディスカッション	4
2.2 カウンターパートへの技術移転	4
2.2.1 計測機器の取り扱い	4
2.2.2 診断手法の指導	4
2.3 関連情報の収集	4
3. 診断対象工場	5
4. 工場診断結果のまとめ	6
4.1 エネルギー管理の状況	6
4.1.1 概 況	6
4.1.2 従業員全員の参加	6
4.1.3 エネルギー消費実態の把握	8
4.1.4 技術水準の向上	9
4.1.5 工場側が省エネルギー推進上の問題点と考えている事項 (アンケート結果)	9
4.2 エネルギー消費の状況	10
4.2.1 燃料の燃焼	10
4.2.2 加熱、冷却並びに伝熱	11
4.2.3 放射、伝導等による熱の損失	11
4.2.4 廃熱の回収利用	11
4.2.5 熱の動力等への変換	11

4.2.6	抵抗等による電気の損失	12
4.2.7	電気の動力，熱等への変換	13
4.3	繊維工業	13
4.3.1	業界の概況と診断工場の位置づけ	13
4.3.2	製造工程	14
4.3.3	エネルギー消費形態	14
4.3.4	主要エネルギー管理項目	16
4.3.5	改善目標と予想効果	21
4.4	金属工業	23
4.4.1	業界の概況と診断工場の位置づけ	23
4.4.2	製造工程と設備概要	23
4.4.3	エネルギー消費形態	24
4.4.4	主要エネルギー管理項目	25
4.4.5	改善目標と予想効果	30

II 個別工場診断報告

1.	The Thai Durable Textile Co., Ltd.	33
2.	Union Thread Industries Co., Ltd.	48
3.	The Thai Textile Co., Ltd.	68
4.	The Phiphatanakit Textile Co., Ltd.	84
5.	Siam Synthetic Weaving Co., Ltd.	101
6.	Thai Warp Knitting Co., Ltd.	125
7.	Hantex Corporation Ltd.	140
8.	Toray Nylon Thai Ltd.	160
9.	The Bangkok Nylon Co., Ltd.	186
10.	Bangkok Steel Industry Co., Ltd.	204
11.	Sahaviriya Metal Industries Co., Ltd.	233
12.	Union Metal Co., Ltd.	252
13.	Thai Special Wire Co., Ltd.	277
14.	Sinthani Industry Co., Ltd.	298

15.	Thai Malleable Iron and Steel Co., Ltd.	317
16.	Thai Special Steel Co., Ltd.	337
17.	BIS Asia Equipment Industry Co., Ltd.	351
18.	Kang Yong Manufacturing Co., Ltd.	362

添付資料

1.	調査団員名	(1)
2.	調査日程	(2)
3.	Questionnaire	(3)
4.	check list	(11)
5.	計測機器一覧表	(61)
6.	収集情報資料	(62)

I. 総括

1. 調査の目的

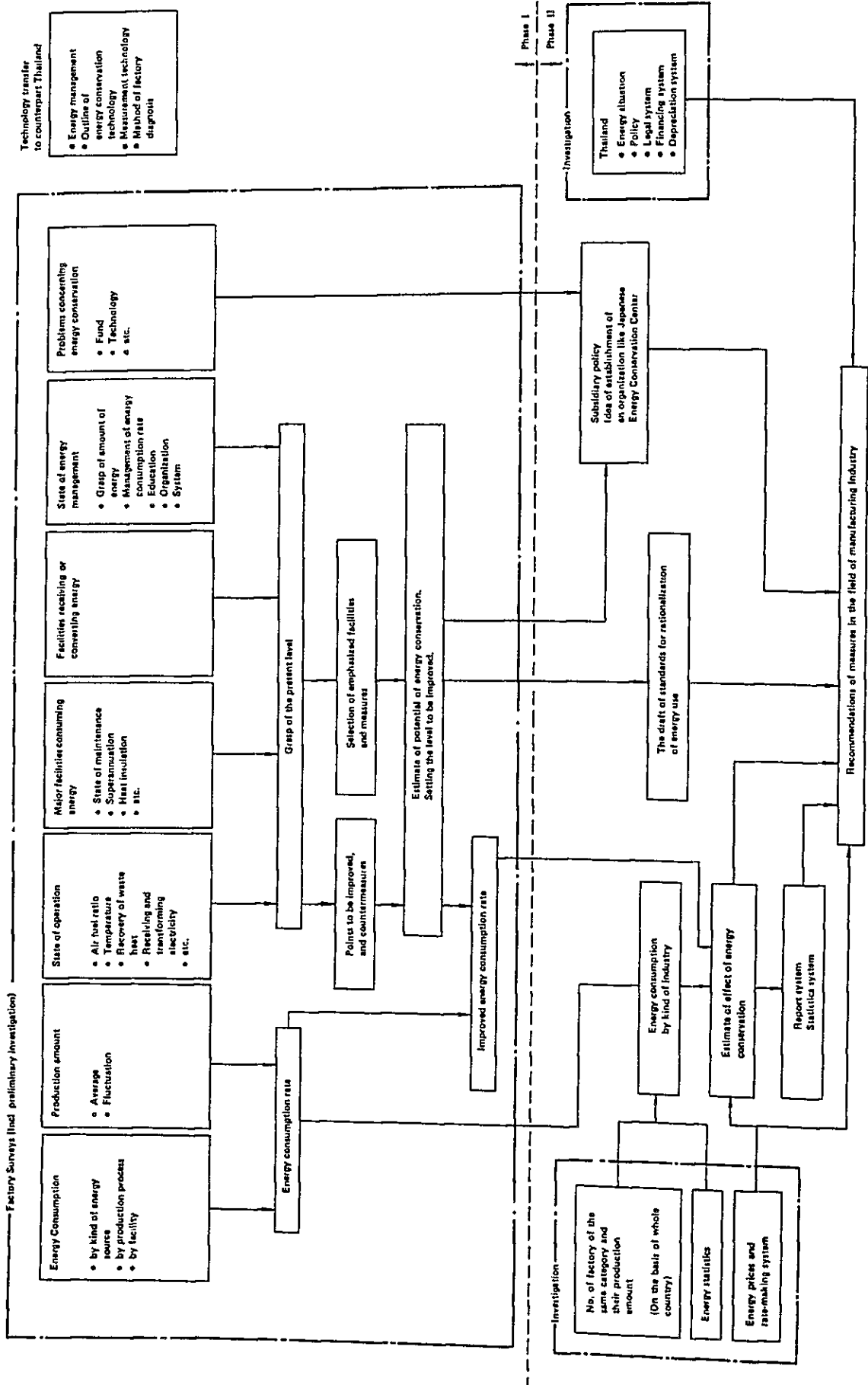
今回の調査は国際協力事業団（JICA）が1982年3月にタイ王国のNational Energy Administration（NEA）との間で署名したthe Scope of Work for the Study on Energy Conservation Project in the Kingdom of Thailand（以下“the Scope of Work”という）に基づいて実施したものである。

“the Scope of Work”で合意された調査のフレームワークは第1図のとおりであるが、今回実施した第2次調査は、このうちフェーズIの一部をなすものであり、次の点を目的としている。

- (1) 繊維・金属各9工場を対象とする工場診断の実施
- (2) タイ王国カウンターパートへの省エネルギー計測・診断技術移転
- (3) タイ王国工業分野におけるエネルギー関連一般情報の収集

現地調査は、1983年1月9日から35日間にわたり添付資料1のメンバー、添付資料2の日程により実施した。

第 1 図 Framework of Thailand's Manufacturing Industry Energy Conservation Investigation



2. 調査の方法

2.1 工場診断

2.1.1 書類による事前調査

予め、NEAを通じてQuestionnaire（添付資料3）を各工場に配布し、次の各項目の記入を求めた。

- a. 工場の概要（工場名、所在地、役員名、業種、資本金、年間売上高、従業員数、技術者数、主要製品、生産能力）
- b. エネルギー使用量（燃料、電力、水）
- c. 主要エネルギー使用設備（名称、型式、設置年、能力、使用燃料、運転時間）
- d. 生産工程図
- e. エネルギーフロー図
- f. 配線系統図
- g. 工場内配置図
- h. 省エネルギー推進上の問題点

2.1.2 経営者、管理者との面談

回収したQuestionnaire及びエネルギー管理チェックリスト（添付資料4）を参照しながら、下記に関するヒヤリングを実施した。

- a. 生産及び販売の現況
- b. これまでに実施した省エネルギー対策
- c. エネルギー管理状況
- d. 生産面での問題点

2.1.3 工場全体の視察

製造工程に従って工場全体の視察を行い、次の各項目を把握した。

- a. 全般管理状況
- b. レイアウト
- c. 調査・計測の重点箇所

2.1.4 調査・計測

重点設備を対象に、チェックリストの項目に従い次の各項目に関し調査・計測を行った。

- a. 設備ディメンジョンの測定
- b. 工場側記録や計器を利用してのデータ採取
- c. 計測機器（添付資料5）による測定
 - － 燃料の燃焼状況
 - － 加熱，冷却，伝熱の状況
 - － 熱の放散防止の状況
 - － 廃熱回収の状況
 - － 熱の動力への変換の状況
 - － 抵抗等による電力の損失状況
 - － 電力の動力・熱への変換の状況

2.1.5 ディスカッション

調査・計測結果の概要を経営者、管理者に説明し、問題と思われる点について討議した。

2.2 カウンターパートへの技術移転

2.2.1 計測機器の取り扱い

診断時に工場で計測機器取り扱いの現地指導を行った。

2.2.2 診断手法の指導

予めNEAにおいて、チェックリストの各項目毎に、内容とその意味を説明し、その後工場診断に当って実地でチェックリストの記入方法を具体的に指導した。また工場診断後のデータ整理日に診断工場のプロセスと診断の着眼点を説明するとともに、収集データの突合せ整理、収集データから得られる情報の解説を通じて診断手法の指導を行った。

2.3 関連情報の収集

タイ王国のエネルギー政策，エネルギー情勢，製造業の生産状況等について，NEA，TPAを通じて情報を収集した。

3. 診 断 対 象 工 場

診断対象工場は第1表のとおりであり、いずれもバンコク近傍に位置している。

今回の対象工場のうち、繊維で4工場、金属で3工場が外国との合弁企業であった。タイ資本のみの工場についても大規模資本系のグループに属しているものが5工場あった。資本金も殆んどが10百万Bt以上であり、比較的規模の大きい工場が対象となっている。

第1表 診断対象工場

業種	工 場 名	製 品	診 断 日
(繊維)	The Thai Durable Textile Co, Ltd.	紡糸・織布	1/13～14
	Union Thread Industries Co, Ltd.	〃	1/24～25
	The Thai Textile Co, Ltd.	〃	1/27～28
	The Phiphatanakit Textile Co, Ltd.	〃	1/31～2/1
	Siam Synthetic Weaving Co, Ltd.	〃	2/3～2/4
	Thai Warp Knitting Co, Ltd.	〃	2/7
	Hantex Corporation Ltd.	ナイロン重合・紡糸	1/17～18
	Toray Nylon Thai Ltd.	〃	1/20～21
	The Bangkok Nylon Co, Ltd.	靴 下	2/8～9
(金属)	Bangkok Steel Industry Co, Ltd.	コンクリート用棒鋼	1/20～21
	Sahaviriya Metal Industries Co, Ltd.	〃	2/3～4
	Union Metal Co, Ltd.	〃	2/7～8
	Thai Special Wire Co, Ltd.	P C ワ イ ヤ ー	1/17～18
	Sinthani Industry Co, Ltd.	線 材	1/24～25
	Thai Malleable Iron and Steel Co, Ltd.	鋳 物	1/27～28
	Thai Special Steel Co, Ltd.	鋳 物	2/9
	BIS Asia Equipment Industry Co, Ltd.	トラクター部品	1/14
	Kang Yong Manufacturing Co, Ltd.	釘・スクリュー・ボルト・ナット	1/31～2/1

4. 工場診断結果のまとめ

4.1 エネルギー管理の状況

4.1.1 概況

エネルギー価格、特に電力価格の急騰により、各工場とも経営者、管理者の省エネルギーに対する関心は強い。しかし、それが具体的な活動としてどのように進められているかを見ると、第2表のような差が見られる。特に繊維工場は規模の大きい工場が多く、管理体制が整っていて組織的な活動が行われ、既に大きな成果を挙げているものもあった。

第2表 省エネルギー活動の状況

活動の状況	繊維	金属
組織的な活動実施	5 工場	2 工場
単発的技術対策実施	2	3
準備中または未実施	2	4

4.1.2 従業員全員の参加

工場における省エネルギー活動が効果を挙げるための第1の条件は、従業員全員が省エネルギーの必要性を認識し、活動に参加するよう動機づけることである。今回の診断工場の場合、活動が工場幹部やスタッフなど上部のみに止まり、工場全体での活動には及んでいなかった。全員参加の体制ができることによって始めて、次のことが可能になる。

- a. 小さなことも見逃さず、徹底的に省エネルギーの種を発掘すること。
- b. 皆で効果的、経済的な対策のアイデアを出すこと。
- c. きめられた対策が正しく、完全に実施されること。

この動機づけのための方策は種々考えられるが、その主なものについて診断工場での状況を見ると次のようになっている。

(1) 経営者からの呼びかけ。

職制を通じ、あるいはポスターによって呼びかけているという所が多かった。その内容は直接的な省エネルギーのほかに正しい運転の実施を訴えているものもあった。この目的のステッカーのデザインを従業員から募集することにより一層関心を高めようとした工場もあった。また、これに必要なポスターなどメディアを政府の方で準備してほしいという要望もあった。

(2) 経営者からの目標提示

従業員に協力を要請するに当って、いつまでに何%節減したいという具体的目標を示すとともに、裏付としての投資基準も明らかにする。このことは経営者が省エネルギーを重要な業務とみなしている姿勢を示すもので、従業員の取り組みも自ら真剣になる。

今回の診断工場では、約1/3の工場で10%程度の省エネルギーを目ざしているとのことであったが、はっきりした目標として従業員に提示されていたのは2工場のみであった。問題個所が見つかり次第手を打って行くので特に目標を設定しないという工場もあったが、初期には良いとしても、ある程度対策が進むとこれでは十分案件を発掘することができない。

(3) 委員会組織

省エネルギー対策はエネルギー消費のみでなく、品質、生産性、設備保守など広範囲に関係するので、各部門、各工程の間で十分連絡し、全体としてのロスを減らすようにしなければならない。また一つの問題について、多くの視点から意見を求めることにより、思いがけずすぐれた解決策が生れることもある。さらに各部門、各工程の対策の進み具合、実施内容を報告しあうことによってお互に参考とすることができる。これらのことから、幹部やスタッフをメンバーとする委員会が省エネルギーの推進に有効である。

委員会の議題は次の項目がとり上げられる。

- a. 省エネルギー目標の検討
- b. 省エネルギー実績および問題点、改善策の検討
- c. 具体的な成功例の報告
- d. 設備計画と予算配分

委員長は工場長又はそれに代り得る者になること、準備・進行をはかる担当者を置くことが必要である。

今回の診断工場では、幹部会で省エネルギーも議題にとり上げているということが約半数あった。しかし省エネルギーのための委員会をつくったが失敗したという工場もあった。その理由として挙げられたものは「やり方が分らない」「他の部門のことは分らない」、「大学の先生を長とする委員会をつくったが、でてきた改善案が工場の実情にマッチしなかった」というような点であった。

(4) 小集団活動

オペレーターは日常の作業を通じて、エネルギーの使われ方の実情をよく知っており、その協力により有効な改善策が生れることが多い。個人で改善案までつくことは難しく、何人かの小集団の中で意見を出し合ってまとめて行くのが効果的である。日本ではこのような小集団が数多く結成され、省エネルギーや品質管理に貢献しているのみでなく、従業員自身の能力向上、仕事への積極的取り組み、職場の人間関係の改善の面でも役立っている。

今回の診断工場のうち6工場ではQCサークル活動を開始していた。何れもスタッフやフォアマンによるもので、オペレーターが参加する段階には至っていないが、これらの活動が根付き拡大されて行くことを期待したい。

(5) その他

効果的な改善提案や実績向上に対して表彰するという方法もあるが、今回の診断工場では実施しているところは少く、むしろ問題を生ずるとして中止したところもあった。インセンティブは個人に対してでなく、職場単位に与えるようにしたところもあった。

4.1.3 エネルギー消費実態の把握

省エネルギーの計画をたてるには、自工場のエネルギー消費原単位の水準がどの程度であるか、どの工程・設備でのロスが多いか、前とくらべて悪くなっているか、良くなっているかを常に把握している必要がある。そのためには、できるだけ工程別・時間別に細分化されたエネルギー消費量のデータを取り、生産状況と対比させてその変動をチェックし、異常な変化を示したときはその原因を調べて速やかに対策を施すようにしなければならない。また、この結果をオペレーターにも示し、エネルギー消費量にも留意しながら作業するよう指導することも大切である。

今回の診断工場では大部分の工場で月別の工場全体の消費量が記録されていた。また、約半数の工場では原単位も算出されていた。その変化を管理図にして従業員にも周知させている工場もあったが、殆んどは幹部のみの手に止まっていた。このデータを基に生産状況や製品品種（たとえば糸の番手）の差を考慮して変動原因を解析し、改善に役立てているという工場は少なかった。

また、計測器の数が少いため、工場全体の消費量は把握されても工程別の消費状況がつかめない状態であり、これがデータ解析を困難にしている原因でもある。このためポ

ータブルの計測器を購入しようとしている工場もあった。

業界内での情報交換がないため、各工場の原単位水準が発表されず、比較の対象がないので刺激を受け難いことも一つの問題である。

4.1.4 技術水準の向上

従業員を動機づけるとともに、どういう点に着目するか、どうすれば解決できるかの技術知識を与えなければならない。

今回の診断工場では、11工場と過半数がスタッフをタイ日経済技術振興協会（TPA）などのセミナーに派遣していた。一方オペレーターに対する教育はスタッフの教育ができてからということで行われていないが、トラップ取扱いに関するスライドを見せている例、保温材の単価を付けて大切にしよう訴えたビラを配っているなど、すぐれた例も見られた。

今回の調査でも、設備メンテナンス、品質管理、安全対策に不十分な点が多く見られた。省エネルギー技術に限らず、管理技術全般にわたり研修会や出版物などを利用する情報提供活動をさらに強化することが望ましい。

4.1.5 工場側が省エネルギー推進上の問題点と考えている事項（アンケート結果）

事前に配布したQuestionnaire（添付資料3）を利用して行ったアンケート調査の結果を第3表に示す。

回答が多かったのは次の設問であった。

- (1) エネルギー価格の見通しが不明
- (6) 良い省エネ機器が入手困難
- (8) 研究開発体制が不十分
- (11) 従業員の意識が低い
- (13) 計量設備が不十分

第1次調査の結果と比較すると、厳しい経済情勢を反映して(3)「エネルギーコスト増を製品価格に転嫁」が減っていること、企業規模が大きくなっていることにより(5)「技術者が不足」や(12)「従業員教育のできる人がいない」が減っている。一方(8)「研究開発」や(13)「計量設備」に関する項目が多かったが、これらはエネルギー管理がある程度水準にまで進んでいることを示しているといえよう。特に金属工業において、(6)「省エネ機器の入手困難」の多いのが目立った。具体的な機器名は調査していないが、

廃熱回収設備や燃焼制御装置などが考えられる。

第3表 『省エネルギー推進上の問題点』に関するアンケート回答状況

(回答数 18工場)

	織	維	金	属	計	(参考) 第1次調査
(1) エネルギー価格の見通しが不明	4		5		9	9
(2) エネルギーコスト比率が小さい	2		1		3	1
(3) エネルギーコスト増を製品価格に転嫁	0		3		3	10
(4) エネルギー供給が不安定(停電など)	2		1		3	5
(5) 技術者が不足	2		0		2	6
(6) 良い省エネ機器が入手困難	1		7		8	2
(7) 実施事例など情報が入手しにくい	3		1		4	3
(8) 研究開発体制が不十分	5		5		10	2
(9) 設備改善資金が不足	1		3		4	2
(10) 設備が老朽化	2		1		3	1
(11) 従業員の意識が低い	7		5		12	10
(12) 従業員教育のできる人がいない	0		2		2	9
(13) 計量設備が不十分	5		6		11	5
(14) 原単位解析を行う時間がない	1		0		1	1
(15) 政府施策の情報が不足	1		2		3	2
(16) 政府の助成策が不足	2		1		3	5
(17) その他(マーケット)	1		1		2	3
計	39		44		83	76

4.2 エネルギー消費の状況

4.2.1 燃料の燃焼

- (1) バーナの整備不良のものが多かった。このためノズルの摩耗や閉塞をおこし、燃料霧化が十分行われず、バーナ先端から油滴が落ちているものもあった。
- (2) 制御上の問題から極端に負荷を絞って使用しているバーナがあり、不完全燃焼を起していた。
- (3) 空気-燃料の比例調節機構を持つバーナが多かった。しかし排ガス中の酸素を分

析し、こまめに設定を調節しなおすことは行われていない。

- (4) 台車シール不良などのため、空気比が異常に高くなっている例があった。
- (5) 軽質の燃料油にかかわらず、必要以上に高温に予熱しているものがあった。
- (6) 燃料受入の際、工場側の立会人が量・質のチェックを確実にしている立派な工場があった。一方、燃料油の品質変動が多いという苦情も幾つかの工場で聞かれた。

4.2.2 加熱・冷却並びに伝熱

- (1) リロール工場におけるビレット加熱炉は誤った使われ方をしていた。鋼材加熱炉のような高温の炉では、伝熱はほとんど放射伝熱によって行われるものであるが、この炉の場合炉内にビレットを山積みにしており、炉壁や燃焼ガスからの放射伝熱を妨げている。加熱はこのビレットの山に直接火焰を吹きつけて行われており、このため不完全燃焼やスケール生成を起している。
- (2) 取扱い材料が前工程を出た時に持っていた熱を逃さないようにし、できるだけ高温で加熱炉に装入する熱片装入（Hot Charge）は省エネルギーに極めて有効である。今回の診断工場の中にも、実施可能とみられる工場があった。
- (3) 加熱炉のなかには、使用目的を変更したため容量不足になっているもの、煙道が適切に設置されていないもの、抽出口の位置が不適当なものなど設備に問題のあるものも見られた。

4.2.3 放射・伝導等による熱の損失

- (1) 蒸気配管・蒸気使用設備の保温不十分な箇所が多く見られた。
- (2) 蒸気トラップの作動不良のものが多かった。
- (3) 金属溶解炉の蓋にすき間があり、放熱量の大きいものがあった。

4.2.4 廃熱の回収利用

- (1) 排ガス廃熱の回収利用を行っているのは少く、加熱炉のうち1基のみであった。
- (2) 蒸気のコンデンセート回収は一部行われているが、なお余地がある。

4.2.5 熱の動力等への変換

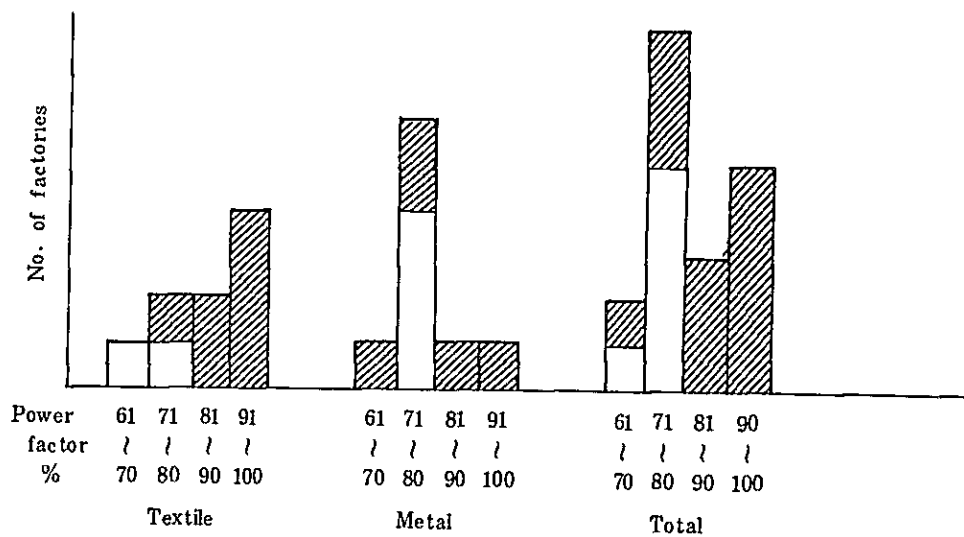
停電時の糸切れ等による損害を免れるため、ディーゼル発電機を常時運転している繊維工場があった。この際発生する熱も同時に利用するようにしないと全体として効率が


低下することになる。

4.2.6 抵抗等による電気の損失

- (1) 今回診断工場の力率分布は第2図のようになっていた。特に繊維工業において、力率改善のためのコンデンサーがよく設置されていた。金属工業においてコンデンサーを備えていながら力率の低い工場は誘導加熱炉にのみコンデンサーが設備されている工場である。なお現在コンデンサー設置を検討している工場も2工場あった。

Fig. 2 Distribution of power factory by branches of industry



 Factories where condensers are installed

- (2) 負荷率（平均電力/最大電力×100）の低い工場が約半数あった。負荷率が低いということは、逆に言えばピーク・デマンドが高いということで、その工場では配線損失が増えるとともに受電設備も過大なものを必要とすることになる。国全体としても配線損失の増加、発電機の容量増加につながる。ピーク・デマンドを小さくすれば工場のデマンド・チャージも少なくてすむ。毎時間の電力を記録し、ピークを発生する原因を調べ、例えば機器の始動時刻をずらせるなどの対策をとることにより、ピーク・デマンドを引下げることができる。

(3) 変圧器

金属工業は操業度が低下しており、変圧器の負荷も軽くなっている。変圧器の統合、あるいは夜間の切放しを行う余地がある。

4.2.7 電気の動力・熱等への変換

- (1) 繊維工場はベルト駆動の機械が多いが、滑りの少い省エネルギー型のベルトへの転換が進んでいた。一方ベルトの弛みの大きいもの、あるいは所定の本数がついていないものも多かった。
- (2) 工場照明については一部昼光色から白色蛍光灯へ切替えられているところもあったが、高効率照明灯への切替えの余地がある。
- (3) 繊維工場では空気調和用の電力消費の割合が高い。設定温度を引上げ空調負荷を減らす努力が行われていたが、空調スペースの減少、外気遮断、フィルターの掃除など改善の余地がある。
- (4) ブロワのダンバ絞りの大きいものがあり、回転数を低下させることにより電力節減をはかることができる。
- (5) モータ負荷の低いものがあった。小型のものと取り替えれば損失は減るが、直ちに実行するには経済性が乏しい。更新の機会があれば、あるいは予備品がある場合に適正容量のものに取り替えることが望ましい。

4.3 繊維工業

4.3.1 業界の概況と診断工場の位置付け

繊維工業はタイ王国で最大の製造業であり、タイ繊維製造業者協会（TTMA）に加盟している企業のみでも約120社ある。生産の状況は石油危機後の不況を徐々に脱し、現在はほぼフル稼働に入っている。

化学繊維についてはナイロンフィラメント製造3社のうち、2社が今回の診断対象工場となっており、生産規模で見てもほぼ2/3をカバーしている。

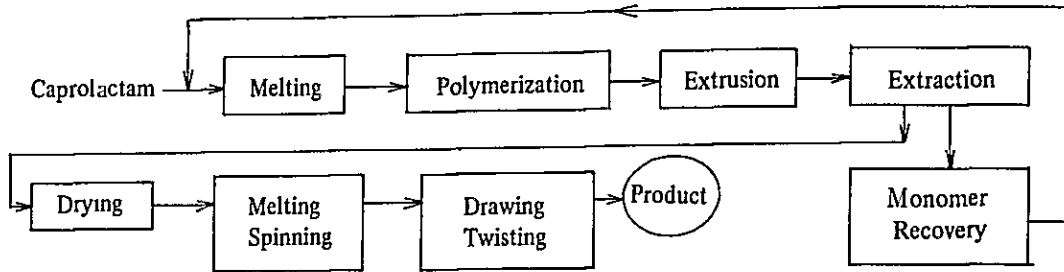
綿紡績は4工場を診断したが、そのスピンドル数は合計約20万であった。TTMA加盟会社のスピンドル数は、約150万であるので約13%をカバーしていることになる。

また診断した靴下製造工場は東南アジアで最大の生産量を誇る工場であり、その他の2工場もそれぞれの製品分野で中堅ないしそれ以上に位している。

4.3.2 製造工程

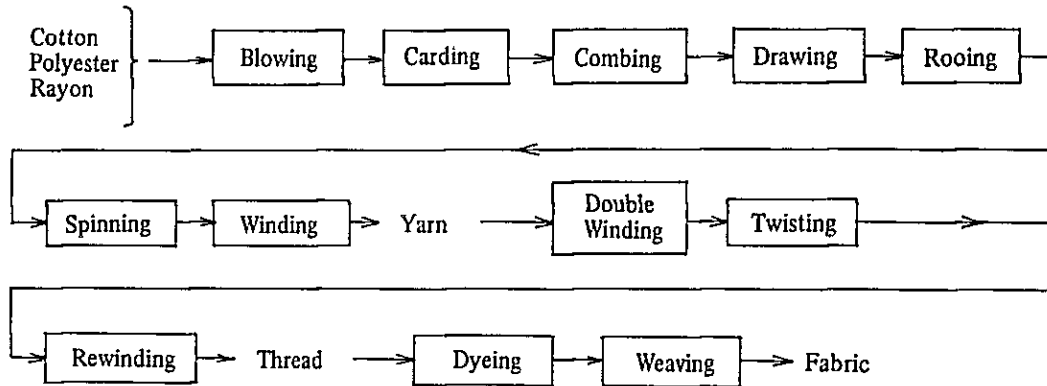
(1) ナイロンフィラメント

Fig. 3 Manufacturing process chart for nylon filament



(2) 綿紡績・織布

Fig. 4 Manufacturing process chart for cotton spinning and weaving



4.3.3 エネルギー消費形態

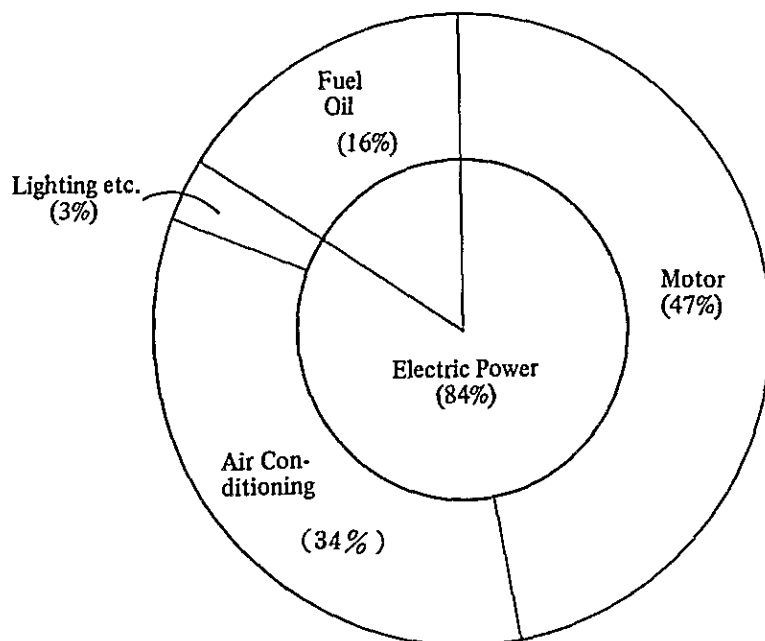
(1) 繊維工場では、エネルギーが次のような形で用いられている。

目的	設備	エネルギー源
スチーム発生	ボイラ	重油
溶融	メルタ	
乾燥	サイジング機	スチーム
	乾燥機	
蒸発・蒸留	エバポレータ	
	蒸留塔	
加熱	Glue Cooker	
	Setter	
	Dyeing Machine	
減圧	ejector	

加熱	ナイロン重合・紡糸装置 False Twister	} 電気加熱, 熱媒油
空気調和	冷凍機 ブロワ	
動力	モータ	
照明, その他		

(2) エネルギーの使用割合は設備構成によって異なるが、綿紡績4社の例ではほぼ次のようになっている。

Fig. 5 Percentage of energy consumption of cotton spinning



Notes: 1. Power is distributed for machine capacity
2. Unit of power is 860 kcal/kWh

電力の割合が高く、空調を含め動力用に大半が消費されている。kcal当たりの単価では電力は燃料油の約4倍になるので、コストで考えると、95%近くを電力が占めている。

4.3.4 主要エネルギー管理項目

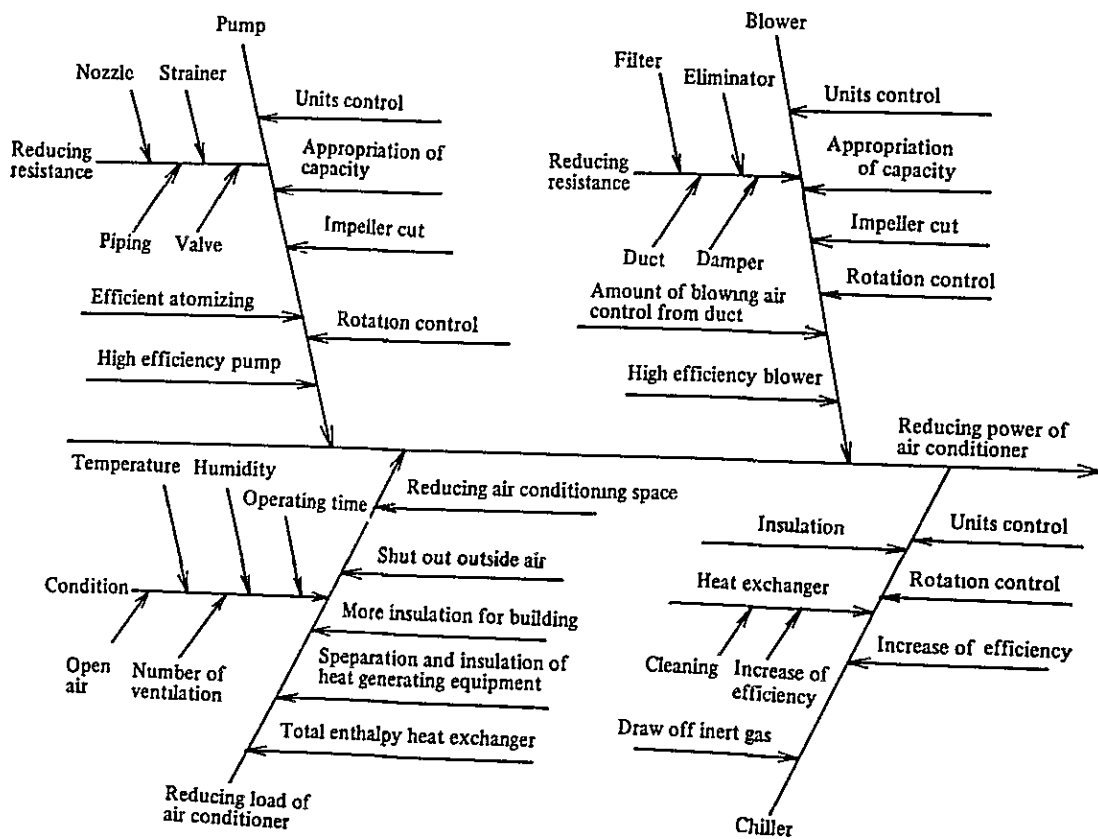
(I) 空気調和

紡績工場では、次のような目的で空調を必要とし、そのためのエネルギー消費も大きい。

- a. 製品品質維持のための温度、湿度条件確保
- b. 多量に発生する風綿の除去
- c. 良好な労働環境確保

空調用電力節減の要因図を第6図に示す。

Fig. 6 Characteristic diagram of reducing power of air conditioner



空調負荷軽減は最も効果的な項目である。温度、湿度の条件は糸の性質や太さ、工程、工場の設備や技術水準に応じて許容範囲がきまってくるので、製品の品質をチェックしながら漸次条件を緩和して行き、それを標準化する努力を繰り返して行く必要がある。今回の診断工場でも、設定温度が低いもの、空調不要と思われる工程で空調している例がみられた。また出入口が二重になっていなくて外気の流入の多いもの、製品置場として使用しているスペースとの仕切りのないものなどがあつた。一方、制御

室の天井を低くして空調容積の減少をはかっている例もみられた。

ブロー関係では、ダクトからの吹出風量にムラのあるもの、フィルタの目詰まりの甚しいもの、駆動用ベルトの張りのゆるいものがあった。ダンパでの絞りの大きいものもあり、プーリを変更するかインバータをつけて回転数を下げると電力を節減することができる。

ポンプ関係では、水噴霧ノズルを大型の効率の良いものに変え、圧力と水量の低下をはかることができるが、既に検討中の工場もあった。

(2) モーター

紡糸機の駆動用ベルトは滑りの少ない省エネルギー型ベルトを用いているところが多かったが、張力の不足しているものが数多くみられた。ベルトに弛みがあると、力が十分伝達されずベルトの寿命を短縮するのみならず、回転ムラを生じ品質にも影響することにもなる。逆に張りが強過ぎると、モーター軸に横引きの力がかかりベアリングを焼損することがある。指で押してベルト厚み程度動く張力が適当とされている。

糸の種類に応じて紡糸機のプーリを変更し、回転数を調節することによって糸切れを最小にし、かつ省エネルギーをはかっている例もみられた。

モーターの負荷率の低いものも多くみられた。直ちに取り替える程の経済性は期待できないが、時機をみて適正容量のものに交換することが望ましい。

(3) 照明

照明電力節減に関する特性要因図を書くと第7図のようになる。

日本における照度基準(第8図)と比べると、診断工場では一般に低目の数字を示していたが、特に制御室、検査室で照度不足のところが見られた。

けい光灯の取り付け位置の高過ぎるものもあった。

けい光灯は白色のものが昼光色のものよりも高効率であるが、一部工場では既に白色けい光灯が使用されていた。さらに10%程度効率の良い省エネルギー型けい光灯もタイ王国で製造が始まるので今後の普及が期待される。

(4) 力率

診断工場9工場のうち7工場にはコンデンサが設備されていた。(第2図)しかし、力率85%以下の工場が4工場あり、改善の余地がある。

(5) 受配電設備

変圧器の負荷は概ね適正であった。過剰変圧器の切り離しも実行されている。

Fig. 7 Characteristic diagram of reducing power of lighting

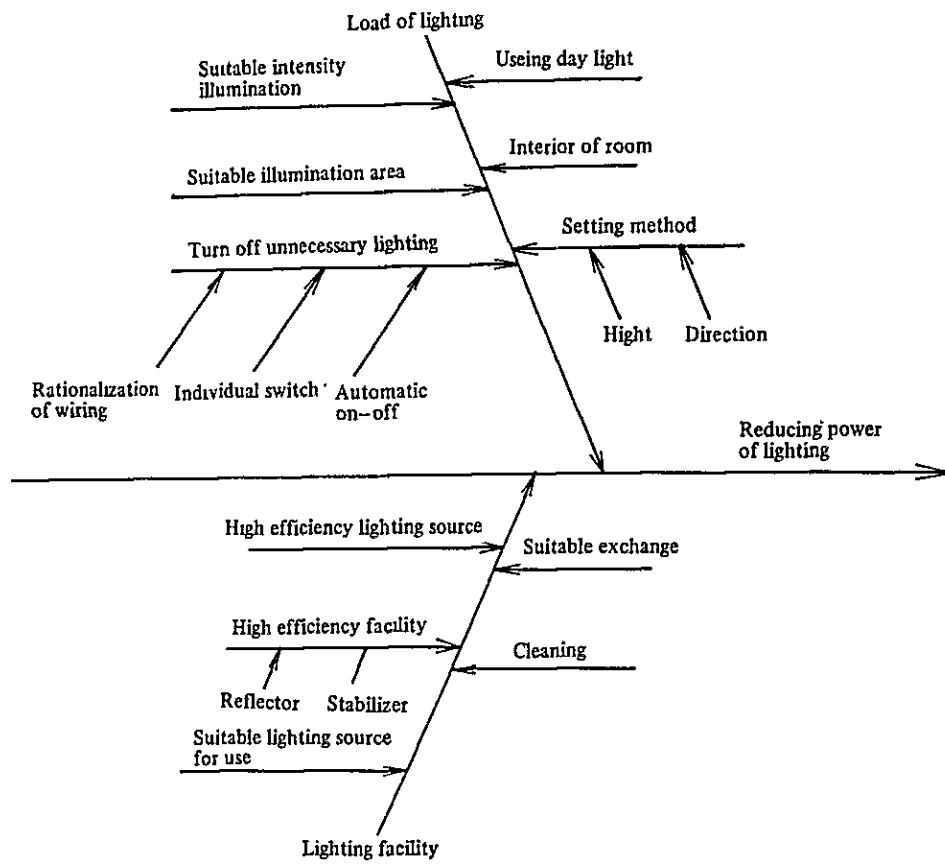
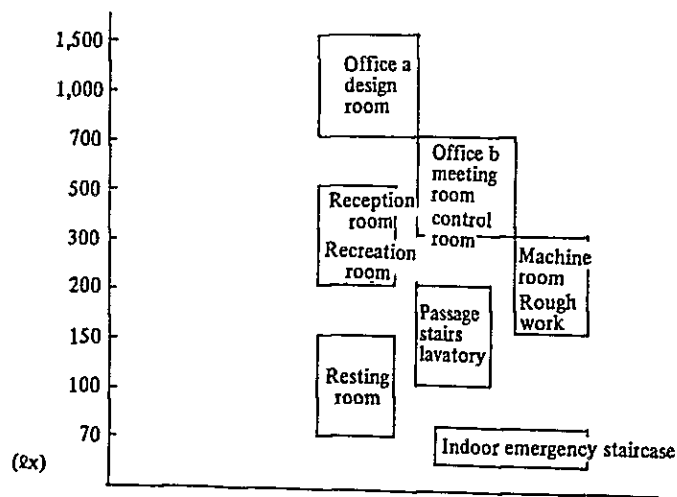


Fig. 8 Selection standard of luminous intensity



source : Japanese Industrial Standard

計器類の整備不良のことが多い。また各工程毎に kWh 計を設置し、電力量管理をすることが望ましい。

(6) ボイラ

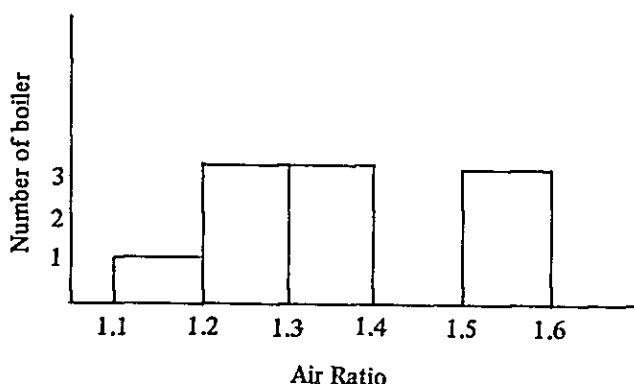
a. 蒸発倍数による管理

ボイラ成績をディリーに管理するためには、給水量と燃料量の比すなわち蒸発倍数を算出して、その推移をチェックする必要がある。今回の診断工場でも蒸発倍数による管理は行われておらず、またそれに必要な給水量計もついていないか、故障中のものがほとんどで給水量を把握できたのは 9 工場のうち 2 工場のみであった。

b. 燃焼用空気比の低減

今回の診断工場のボイラ空気比は第 9 図のようであった。空気比調節装置がついており高い値を示すものは少なかった。ただ High Load と Low Load での値の差が大きく、ノズルチップの交換や、リンケージを調整し直す必要のあるものがあった。

Fig. 9 Air ratio of boiler

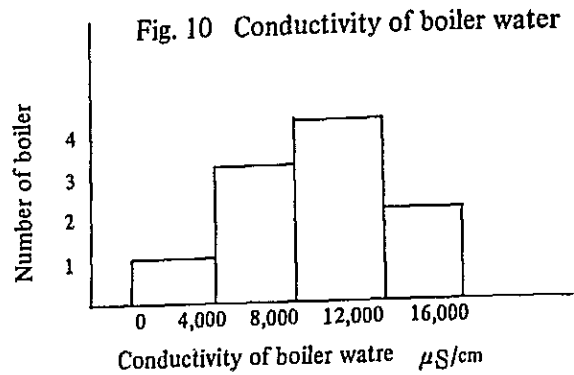


c. 缶体の放熱

保温状況は良好であった。

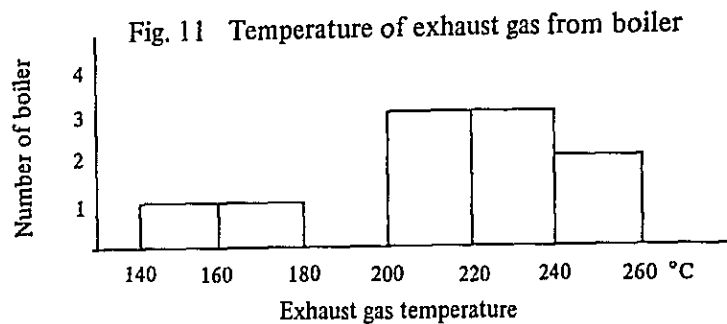
d. プロロー量の適正化

ボイラ水の電導度測定を行った結果は第 10 図のようである。スケール生成を防ぐため、炉筒ボイラでは 6,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下にすることが望ましいが稍高目の値となっており、プロロー量が不足していることを示している。



e. 排ガス温度

排ガス温度の分布は第11図のようになっており、大部分は良好な範囲にある。



(7) 廃熱利用

繊維工場でのスチームはほとんどが間接加熱用であり、ボイラと使用設備との距離にもよるが、ドレン回収の可能性はある。ドレン回収はその顕熱を利用できるほか、不純物が少ないので、給水処理設備の負荷も軽減できる利点がある。ただし染色機からの洩れこみや、回収パイプの腐食による鉄イオンの増加などをチェックするため、定期的な水質の分析を行う必要がある。今回の診断工場では、9工場のうち6工場回収されているが、まだ回収率を高める余地はある。

ドレンをボイラに回収する際に、一度大気圧に開放すると、ドレンの保有する熱の一部はフラッシュ蒸気となって失われる。従って圧力を落さないで回収ポンプにより直接ボイラへ送るか、又はフラッシュ蒸気を低温機器の加熱に利用すると、より効率的になる。今回の診断工場では、フラッシュ蒸気の利用まで行っている工場が1工場あった。

染色工場では、糸の10～20倍の液を百数十度に昇温するため多量のスチームを使用している。この熱は、ある工場では染色液の冷却排水をボイラの給水タンクに回収して

いた以外はそのまま捨てられている。この利用法としてはまず冷却排水を回収して、染色工程に再利用することが考えられる。次に得られた温水を染色排液と熱交換し、さらに温度を高めて利用することも考えられる。タンク、ポンプ、熱交換器の新設を必要とするが、3年程度で資金回収可能とされている。

(8) 保温

機器の保温は概ね良く行われているが、フランジやバルブの保温はほとんど行われていない。染色機は水で濡れやすいため保温されていないが、ポリプロピレンやポリエチレンのような耐水性材料を用いて保温するのが望ましい。

(9) スチームトラップ

吹き止りが不確実になり、スチーム洩れを生じているものがみられた。簡単な聴診器でも慣れれば作動不良を見つけることができるので、定期的に点検し、台帳に記録するようにしなければならない。また、コンデンセートは流れやすいように配管しなければならない。

(10) スチーム圧力

スチーム圧力が高くなると、スチームのもつエンタルピーのうち、コンデンセートに行くエンタルピーの割合が高くなる。温度差のとれる範囲で、できるだけ圧力を低くして使う方が効率的である。一部の工場で調理用やグルー製造用に高過ぎる圧力のスチームが使われていた。

4.3.5 改善目標と予想効果

A 改善目標

主要管理項目の(1)～(3)、(5)、(7)、(9)～(10)の項目は数多くの対策の積み上げであり、定量的な目標値を設定することはできない。

(4) 力率

85%以上を目標とする。

(6) ボイラ

空気比は1.3以下

排ガス温度は250℃以下

を目標とする。

(8) 保温

蒸気使用設備や配管の表面温度は60℃以下を目標とする。

B 予想効果

今回の診断工場について、個別に実行可能な対策として提言したものを集計した結果、効果見込みは次のようになっている。

燃料節減

項 目	節 減 予 想 量	使用量に対する割合
ボイラ空気比改善および 排ガス温度低下	209.4 kℓ/year	1.6 %
保 温 強 化	439.5 "	3.3 %
ド レ ン 回 収	536.6 "	4.0 %
染色排液の熱回収	130.4 "	1.0 %
そ の 他	55.8 "	0.4 %
合 計	1,371.7 "	10.3 %
燃 料 消 費 量	13,460.0 kℓ/year	(発電用燃料除く)

電力節減

項 目	節 減 予 想 量	使用量に対する割合
空気調和の改善	$4,609.0 \times 10^3$ kWh/year	2.1 %
モータ負荷の適正化	3,010.8 "	1.4 "
照明の効率化	663.6 "	0.3 "
ベルトの適正化	469.7 "	0.2 "
電熱機器の断熱	250.3 "	0.1 "
トランス統合	180.5 "	0.1 "
力 率 改 善	51.7 "	— "
そ の 他	525.4 "	0.2 "
合 計	9,761.0 "	4.4 "
電 力 消 費 量	$219,610 \times 10^3$ kWh/year	

今回の診断工場のスピンドル数はタイ全体の約13%を占めており、これが全体の状況を代表するものと仮定すると、タイ国繊維業全体で、燃料約10,600 kℓ/year、電力約 $75,000 \times 10^3$ kWh/yearの節減がみこまれる。

4.4 金属工業

4.4.1 業界の概況と診断工場の位置付け

今回の診断工場の製品はほとんど鉄鋼製品であったが、タイ王国の鉄鋼製品の需要規模は約1,800千t/yearとされている。現在なお不況が続いており、稼働率は著しく低下している。

電炉メーカーは5社で、生産能力約530千t/yearであるが、そのうち2位に位する1社が今回の診断対象になっている。

伸鉄メーカー（リロール）は、数十社あり、現在操業を中止しているものもあるが、今回はそのうちの最大のものを含め2工場を診断した。

電炉メーカー、伸鉄メーカー合わせて、棒鋼、型钢などの生産は約300千t/year程度とみられるが、今回の診断工場3社で全体の1/4程度をカバーしているものと推定される。

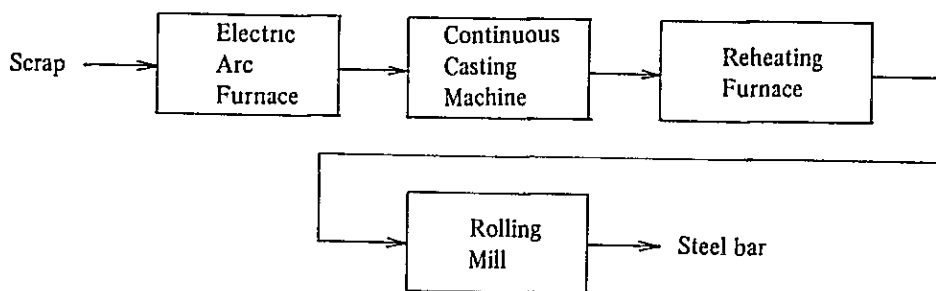
線材からのワイヤ、釘等二次製品製造では、今回診断の3工場で34千t/year程度の生産であり、全体の1/3程度をカバーしているものとみられる。その他鋳物工場2と、トクタ部品製造工場が対象に選ばれている。

4.4.2 製造工程と設備概況

(1) 棒鋼（電炉）

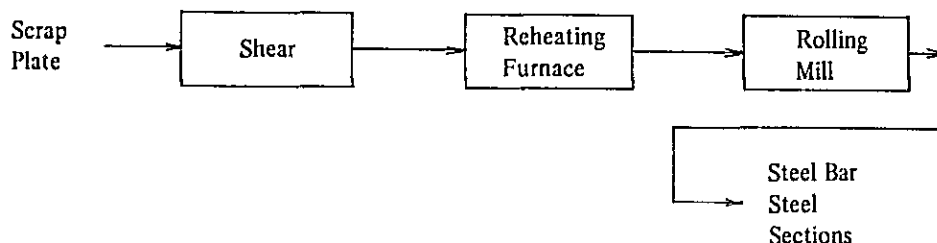
アーク炉は集塵装置がなく炉壁等も水冷されていない。

Fig. 12 Manufacturing process chart for steel bar (electric arc furnace)



(2) 棒鋼・型钢（リロール）

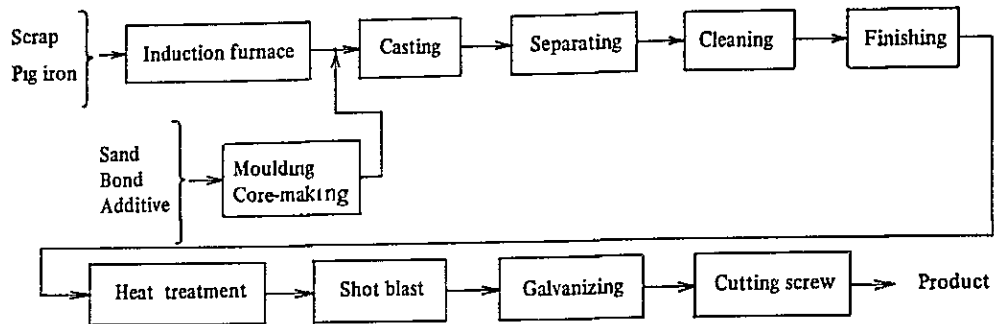
Fig. 13 Manufacturing process chart for steel bar and steel sections (rerolled)



(3) 鋳物

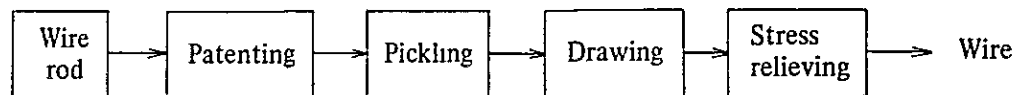
溶解炉は誘導炉（低周波及び高周波）が用いられキュボラはなかった。また保持炉としての溝型誘導炉はあったが使用されていなかった。

Fig. 14 Manufacturing process chart for casting



(4) ワイヤ

Fig. 15 Manufacturing process chart for wire



4.4.3 エネルギー消費形態

金属工業の場合、製造工程や設備が多様であり、エネルギー消費形態も自ら異なるが、例を示すと第4表のようである。

カロリーでなくコストで見ればリロールを除いて電力の方が大きな割合を占めている。

棒鋼用ビレット加熱炉の燃料原単位をみると、レキュペレータ付きの新しい炉の場合で53 l/tになっているのに対し、操業状況の不良な旧式炉では100～120 l/tと高値を示している。これらはすべて1直操業であり、夜間は保熱状態となることも燃料原単位を悪化させる原因になっている。

スクラップ溶解の電力原単位は24時間操業のアーク炉で600 kWh/t、1直操業の誘導炉で700～750 kWh/tであり、いずれもまずまずの水準にある。

Table 4. Actual condition of energy consumption of metal industries

Produce	Manufacturing method	Ratio of energy consumption (calory based)		Major energy consumption equipment
		Fuel	Power	
Bar steel	Electric arc	42%	58%	Reheating furnace Electric arc furnace Rolling mill
Bar steel Section steel	Rerolled	86%	14%	Reheating furnace Rolling mill, Shear
Casting	Electric arc induction	59%	41%	Induction furnace electric arc furnace, Heat treatment furnace
Wire		68%	32%	Heat treatment furnace Drawing machine
Parts of car screw, nail	by machine	—	100%	Electric heater Machine tool

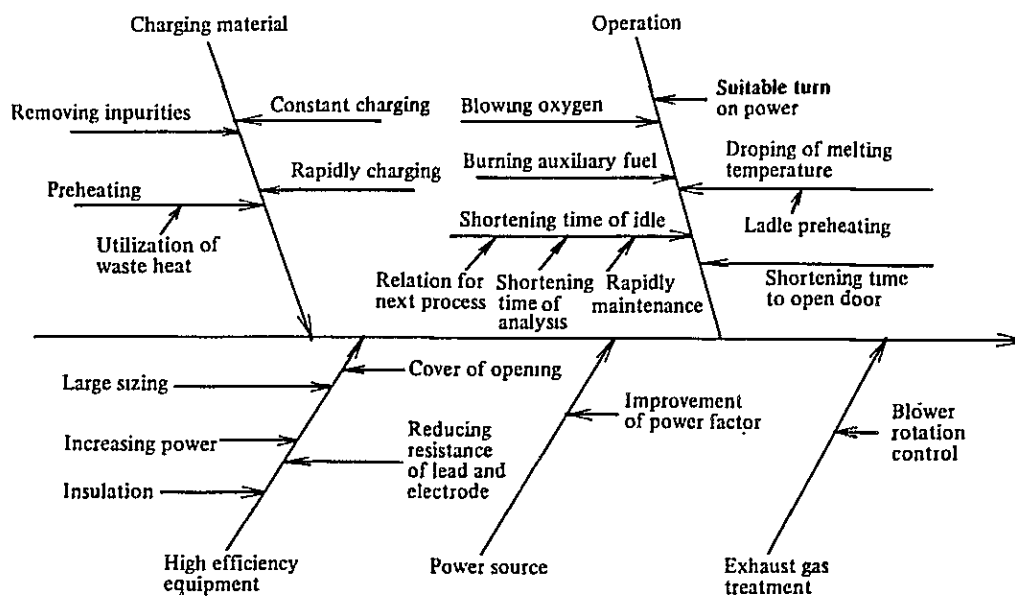
Note: Unit of power is 860 kcal / hWh

4.4.4 主要エネルギー管理項目

(1) アーク炉

アーク炉における省エネルギー要因は第 16 図のようになっている。

Fig. 16 Characteristic diagram of electric arc furnace



スクラップをアーク炉排ガスの廃熱を利用して予熱し、30～50 kWh/tの省電力をはかることが広く行われるようになってきている。今回の診断工場のように集塵装置のついていない炉では、新たにダクトやブロワを設置しなければならず、スペースや経費の問題があるが、省エネルギーの有力な手段の一つである。

また高価な電気にかえて、重油と酸素を吹きこむことも行われる。この場合溶解時間の短縮もはかることができる。能力増を計画する場合は考慮の対象とすべきである。

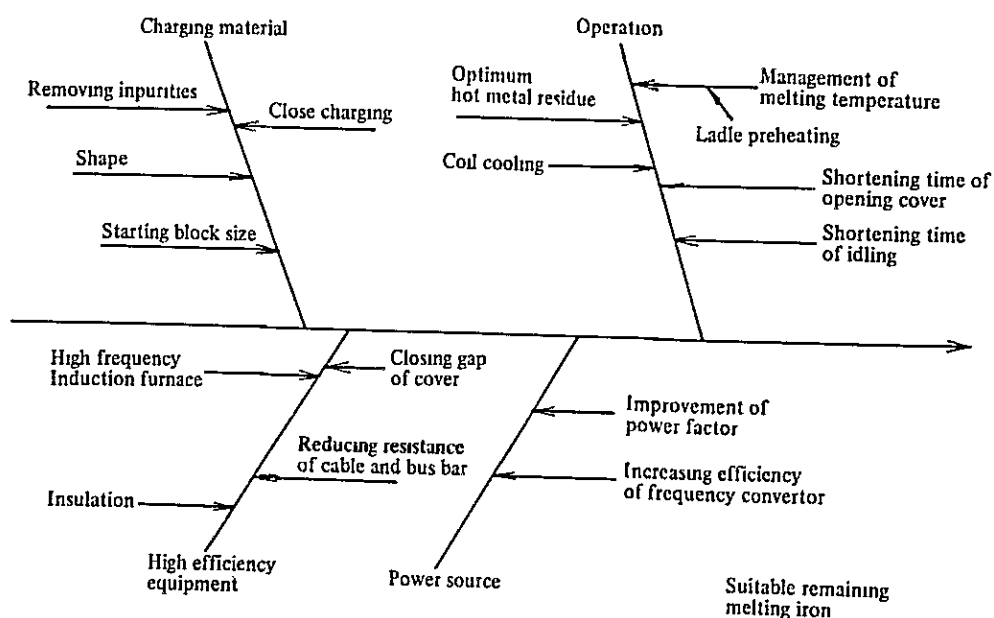
電力の投入法も電力原単位に大きく影響する要因である。炉壁を損傷させない範囲で迅速溶解をはかるのが有利とされているが、スクラップ配合や炉によって最適投入パターンも変わるので、運転データを積み上げ解析することを繰り返し、改善を進める必要がある。スクラップ溶解後は電圧を下げてショートアークにし、炉壁への放散エネルギーを減らすようにする。

炉内温度が高いため開放部からの放熱量が大きい。開口部にはシール性の良い扉をつけるとともに、その開放時間を必要最小限に抑えるようにする。作業の段取りを良くして、装入、分析、その他の待ち時間、補修のための時間をできるだけ少なくすることも大切な項目である。

(2) 誘導溶解炉

誘導溶解炉における省エネルギー要因は第17図のようである。

Fig. 17 Characteristic diagram of induction melting furnace



鋳物工場では、リターンスクラップの使用割合が大きいですが、これに鋳物砂が付着していると消費電力の増大を招き、さらに炉材の寿命も低下せしめるので、予め十分除いておくことが大切である。今回の診断工場では砂はよく分離されていた。

誘導炉では昇温速度が早く、ともすると温度を上げ過ぎやすい。温度管理をよくし、必要以上の加熱を防ぐようにする。一つの工場では、技術者が立会って出湯時期を指示していたのは良いことである。

炉蓋に隙間があいていたり、蓋をあけている時間が長くと、溶湯の絶対温度の4乗に比例する放射損失を生ずる。1,500℃の溶湯の場合、その損失量は220 kW/m²程度にも達する。できるだけ蓋のクリアランスを小さくするとともに、スクラップや合金材投入時の開放時間をできるだけ短縮するようにはする必要がある。今回の診断では蓋のないもの2工場、蓋のまわりに隙間のあるものが2工場あった。ただし一つの工場では作業終了後は密閉できる蓋を使用していた。

低周波誘導炉では、スターティングブロックの大きさや、残湯量が効率に影響する。自工場の炉につきいろいろ変化させてデータを取り、最適な量を見出すよう努める必要がある。

周波数変換装置の進歩に伴い高周波溶解炉が使用されるケースも増えてきている。電力密度が高くでき、急速溶解が可能で電力原単位も5%程度低い。残湯やスターティングブロックを必要としないので、間欠操業に向いている。今回は2工場のうち1工場が高周波炉であった。

(3) 加熱炉，熱処理炉

加熱炉，熱処理炉における省エネルギー要因は第18図のようである。

今回の診断結果からみて、とらねるべき主要項目は次のような点である。

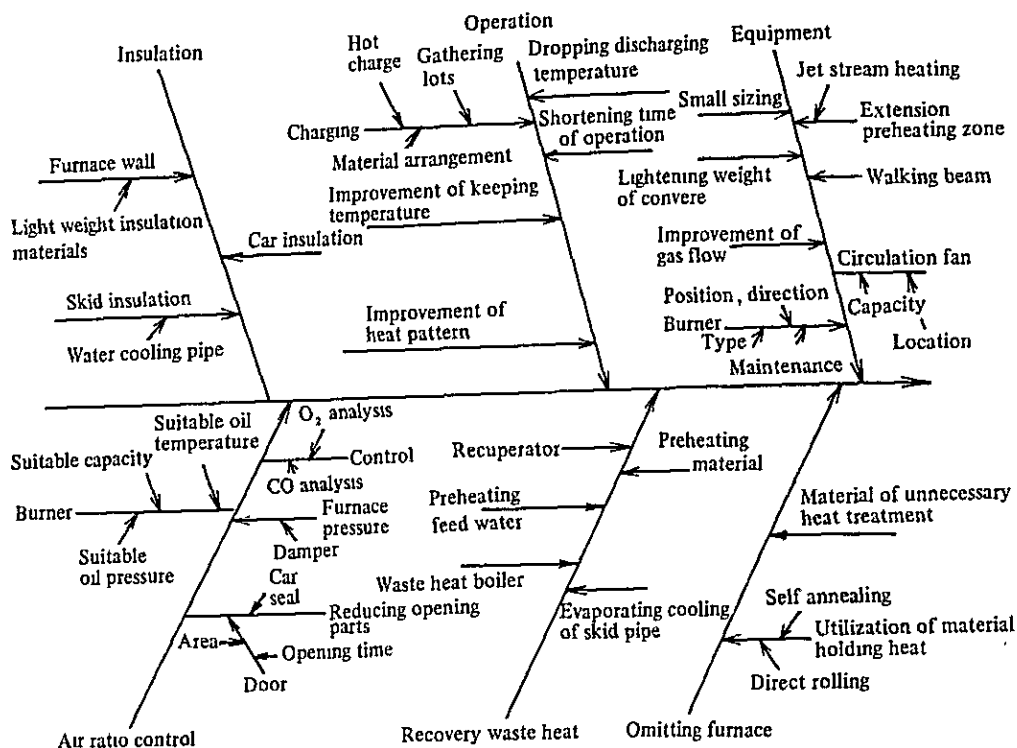
a. バーナの保守管理

定期的（週一回程度）にバーナの掃除を行い、ノズル口径が20%以上大きくなったら新品と取り替えるようにする。このことにより、油の噴霧状態が改善され、油の滴下や火花現象がなくなり、低空気比燃焼も可能になる。一般的にバーナのメンテナンスは不十分であった。また炉の大きさにマッチしないバーナも使われていた。重油の予熱不足による燃焼不良もみられた。

b. ホットチャージ

連続鋳造設備を出た熱鋼片を冷やさずにそのまま加熱炉に装入するホットチャージ（熱片装入）は、加熱炉での省エネルギーに最も効果的である。分析等のため止む

Fig. 18 Characteristic diagram of energy conservation for reheating furnace and heat treatment furnace



を得ず手待ちを生ずる場合は保温ピット等に貯え冷却を防ぐようにする。今回診断した連続鋳造を行っている工場の場合はレイアウトにも問題がなく、ホットチャージは実施可能とみられる。

c. 加熱炉における伝熱改善

被加熱物の進行方向と燃焼ガスの流れを向流にして、燃焼ガスの余熱を十分被加熱物の予熱に利用する。高温部においては、炉壁や燃焼ガスからの放射伝熱が効率よく行われるよう被加熱物の配列を工夫するとともに、バーナの配置や方向を調整することが大切である。今回の診断工場の例では煙突のつけ方の不適切なもの、炉への材料装入の不適切なものが見られた。

d. 被加熱物以外の熱容量低下と炉の断熱

加熱が間欠的に行われる炉では、炉自体の昇温のために費される熱量の割合が大きい。このため炉の内部は、なるべく軽量の耐火断熱材（セラミックファイバ）で内張りし、熱容量を小さくすることが効果的である。

熱処理炉で用いられるバケットや、メッシュコンベアも同様に熱容量の低下をはかる。

台車上面に断熱材を張ることも効果が大きい。

e. 廃熱利用

加熱炉の燃焼排ガスの廃熱は回収して、燃焼用空気の子熱に利用することが効果的である。ただし、廃熱回収設備の設置は上記の種々の対策を施し、燃料原単位を改善した後に行うべきで、さもないと過大な設備になるおそれがある。今回の診断例では、廃熱による空気予熱を行っている工場が2カ所あった。

f. 空気比

台車のシールやドアの隙間が大きく、空気比が過大になっている例があった。

一方、脱炭防止のため低空気比操業をしている炉のなかには、空気を減らし過ぎて不完全燃焼気味の炉もみられた。

空気比制御装置を有する炉も一つあったが、一般的に炉圧制御が不適切で空気比を乱している。

(4) モータ

駆動用ベルトの弛いもの、本数の足りないものが多く見られた。また、基礎がぐらついていて振動しているものもあった。負荷の低いモータも多かったが、新たにモータを購入して取り替える程の経済性はないので、老朽更新等の時期に是正をはかるのが望ましい。

(5) 力率

力率は一般的に悪く、多額のペナルティ・フィを支払っている。

力率が低くなっている原因をあげると、

- a. 力率改善用のコンデンサが設備されていない。
- b. 電気炉など一部の設備用のみのコンデンサしかついていない。
- c. 力率の悪い速度制御方式をとっているため、その設備が稼動するとコンデンサ容量が不足する。

これらの工場ではコンデンサを設置すれば、ペナルティ・フィの節減とトランスでの損失減により設備費は短期間に回収できる。

(6) トランス

トランスは一般的に負荷率が低く、トランスを統合することにより無負荷損を低減できる余地がある。夜間や休日のみ切り離すことのできるトランスもあった。

(7) ピーク・デマンドの抑制

平均電力に対して著しく高いピーク・デマンドを示している工場がある。電力の抵

抗損失は電流の2乗に比例するので、できるだけピークを抑制する必要がある。またピーク・デマンドが大きいと、過大なトランスを設備しておかねばならず、無負荷損を増大させる。

ピーク・デマンドを抑制するには、毎時間の負荷の推移を記録し、ピークを発生している原因を調べ対処する必要がある。始業時に機械のスタートを一斉に行わないなども有効な対策である。デマンドコントローラを導入すれば、刻々の電力量から毎時間のピーク・デマンド量を予測できるので、ピーク・デマンドが目標を超過しそうな時は生産に与える影響の小さい設備を一時停止して、ピーク・デマンドを抑制することができる。

(8) 計器の整備

電力管理を行うには、自工場の電力消費状況を毎時間把握できるようになっていなければならない。診断した工場のいずれもが、このための計器を十分に備えていなかった。電圧計、電流計、電力計、無効電力計（又は力率計）を受電盤に取り付け、その「読み」を記録して必要に応じ対策をとれるようにすることが必要である。

4.4.5 改善目標と予想効果

A 改善目標

主要管理項目は定量的な表現が困難な項目が大部分であり、次の2項目について目標値を設定する。

- (1) 空気比 1.3 以下
- (2) 力率 85 % 以上

B 予想効果

今回の診断工場について、個別に実行可能な対策として提言したものを集計した予想効果は次のようになる。

燃料節減

項 目	節 減 予 想 量	使用量に対する割合
空気比・炉内圧の改善	165.2 kℓ/year	2.0 %
伝熱の合理化	1,495.0 "	18.0 "
断熱の強化	209.9 "	2.5 "
合 計	1,870.1 "	22.5 "
燃料消費量	8,310 kℓ/year	(LPG除く)

電力節減

項 目	節 減 予 想 量	使用量に対する割合
力 率 の 改 善	169.4 × 10 ³ kWh/year	0.2 %
ト ラ ン ス 統 合	514.2 "	0.7 "
電 気 炉 蓋 改 善	337.5 "	0.5 "
照 明 の 効 率 化	48.8 "	0.1 "
そ の 他	206.5 "	0.3 "
合 計	1,276.4 "	1.8 "
電 力 消 費 量	73,292 "	

今回の診断工場は金属工業の約 1/4 をカバーしているものとみられるので、これが全体の状況を代表するものとすれば、タイ王国金属工業全体で、燃料約 7,500kl/year, 電力約 5,100 × 10³ kWh/year の節減がみこまれる。

Ⅱ．工場別診断報告 （纖維、金属）

目 次

1.	The Thai Durable Textile Co., Ltd.	33
2.	Union Thread Industries Co., Ltd.	48
3.	The Thai Textile Co., Ltd.	68
4.	The Phiphatanakit Textile Co., Ltd.	84
5.	Siam Synthetic Weaving Co., Ltd.	101
6.	Thai Warp Knitting Co., Ltd.	125
7.	Hantex Corporation Ltd.	140
8.	Toray Nylon Thai Ltd.	160
9.	The Bangkok Nylon Co., Ltd.	186
10.	Bangkok Steel Industry Co., Ltd.	204
11.	Sahaviriya Metal Industries Co., Ltd.	233
12.	Union Metal Co., Ltd.	252
13.	Thai Special Wire Co., Ltd.	277
14.	Sinthani Industry Co., Ltd.	298
15.	Thai Malleable Iron and Steel Co., Ltd.	317
16.	Thai Special Steel Co., Ltd.	337
17.	BIS Asia Equipment Industry Co., Ltd.	351
18.	Kang Yong Manufacturing Co., Ltd.	362

THE THAI DURABLE TEXTILE CO., LTD

1. 工場の概要

Address	33 Moo 4 Suksawat Rd. A. Prapradaeng	
Capital	650 million Bt	
Type of industry	Textile	
Major products	Blended yarn, Cotton yarn and Textile	
Annual product	Yarn 26.26 million lb, Fabric 40.7 million yard	
No. of employees	4000	
Annual energy consumption	Electric Power	81,684,000 kWh/year
	Fuel	Fuel oil 1,318 kℓ/year
Interviewees	Mr. Jarin	President
	Mr. Boonying	Factory Manager
	Mr. Chaart	Assistant Spinning Manager A2
	Mr. Pravet	Assistant Spinning Manager A1
Date of diagnosis	Jan. 13 ~ 14, 1983	
Diagnosers	K. Nakao, Y. Ohno, M. Matsuo	

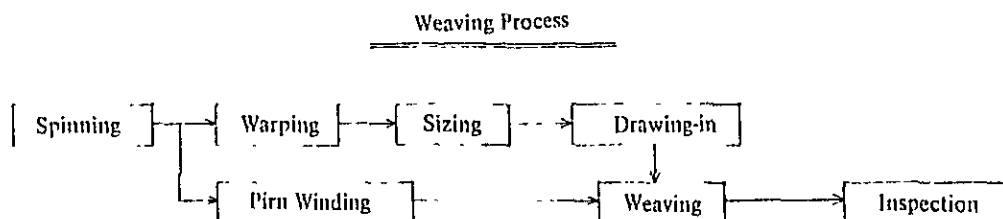
タイ王国資本100%の企業で、スピンドル数100,000 錘の設備を有し、タイ王国繊維工業中10指に入る規模である。マーケットは全量国内消費で、そのシェアは約15%とのことである。

ポリエステルと綿、及びレーヨンと綿の混紡糸、綿紡糸、及び織布を生産している。

工場はA1, A2の2系列に分れており、各々原料処理から織布までのプロセスをもっている。A1工場は約20年、A2工場は約11年を経過している。

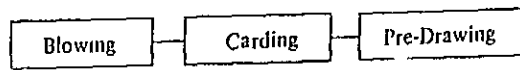
現在フル生産の状況である。

2. 製造工程

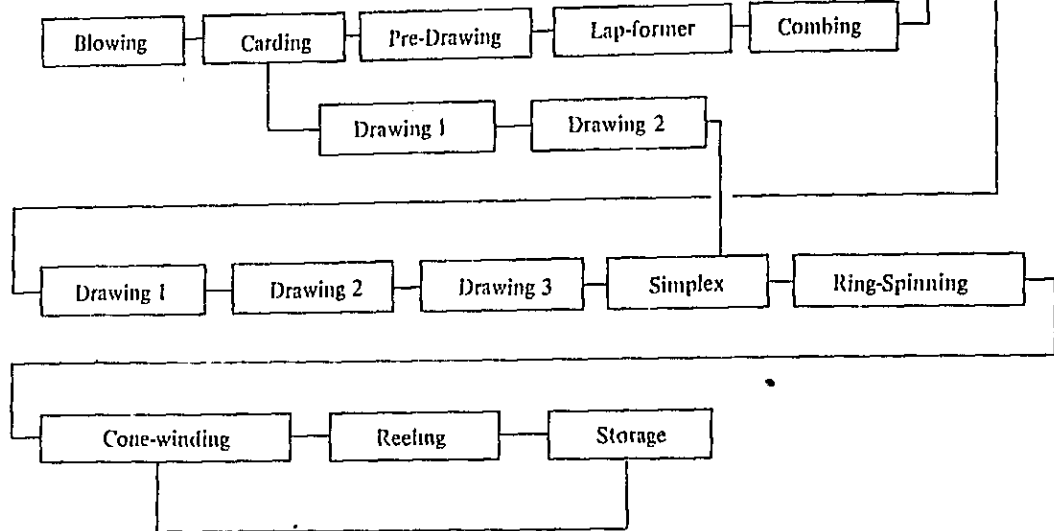


Spinning Process

Man-made fibre



Natural fiber

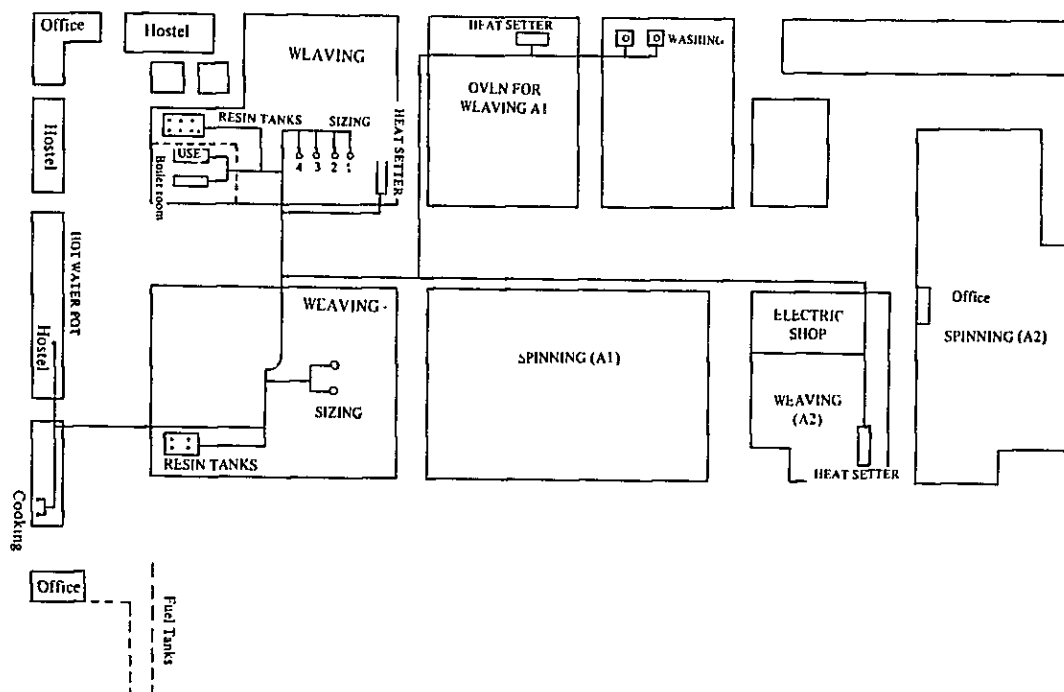


3. 設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of unit installed	Specification
Tenter	6	Horizontal drum, Steaming under vacuum (Made by Wecker, W. Germany)
Sizing machine	6	Drum type dryer (Made by Zell, W. Germany)
Boiler (on service)	1	Rated evaporation 4.7 t/h Working pressure 6 kg/cm ² (Made by Cleaver Brocks, U.S.A.)
Boiler (Stand-by)	1	Rated evaporation 6.3 t/h Working pressure 6 kg/cm ² (Made by Thompson Boiler, U.K.)

3.2 工場内配置図



4. エネルギー管理

昨年からTPAにスタッフを派遣してトレーニングが行われている。人材の養成中であり具体的な活動を起こすための準備の段階と判断される。

4.1 目標と投資

経営幹部は、月間の支払電力料、約1,100万Btの10%程度の節減を行いたい希望があり、そのために先づポータブル・タイプの測定機器（力率計、kWhメータ、アンペアメータ）等をすでに日本に発注済とのことであるが、具体的な目標を設定して、その方針や、目標を従業員全員に伝達し提示することが必要である。

4.2 QCサークルと省エネルギー組織

QCサークルはスタッフの段階では、すでにスタートしているが、従業員下部組織までの拡大が望ましい。

省エネルギー推進組織については、マネジメント、ディレクタを長とする部長級の幹部会組織の中で、週に1回工場全体にわたる問題として省エネルギーが議題に上る

ことがあるが、省エネルギーの一層の推進のためには、そのための委員会が必要である。また委員会の構成も現場主任サイドまで拡大し、全員参加の意識付けが必要である。

4.3 エネルギー消費量の把握

電力は毎日、燃料は月1回消費量の把握がなされており、とくに電力関係については、電力原単位の算出、工程別配分もなされており全体的によく管理されている。

記録やデータは貴重な財産であるので、さらに活用を計り例えば、番手換算の原単位の算出や、データの解析等、きめの細かい管理を行ってさらに改善努力してほしい。

5. 燃料の消費状況

燃料はボイラの蒸気発生用に使用され、発生蒸気はヒートセッタ、サイジングマシン、のり付けクッカ、寮食堂の炊事洗浄温水等に供されている。

燃料油はバンカーAを使用していたが、1月からバンカーCを試験中とのことであった。燃料油の年間消費量は1,318 Kℓ/yearである。またボイラ給水は開放加熱型脱気器により脱気して(95℃～100℃)給水している。ドレン回収は、A1工場のサイジングマシン及び、のり付けクッカの各蒸気使用設備のみ回収され、脱気器に返送されている。

5.1 実績値からの効率計算

1982年10月～12月までの3カ月間の燃料の消費量及び給水量は下記のとおりである。

給水量	5,164.9 t	2,418 kg/h
ブロー量	5 %	121 kg/h
蒸発量		2,297 kg/h
燃料消費量	361,255 ℓ	169.13 ℓ/h (157.88 kg/h)
稼動日数	89 日	
稼動時間	24 h	

5.2 ボイラの効率

$$\eta = \frac{(W-B)(E_s - E_F)}{F \times H_t + Q_s} \times 100$$

$$= \frac{2,297 \text{ kg/h} \times (659.5 \text{ kcal/kg} - 70 \text{ kcal/kg})}{157.88 \text{ kg/h} \times 9,802 \text{ kcal/kg} + 4,973 \text{ kcal/h}} \times 100 = 87.2 \%$$

注1) ボイラ効率及び熱勘定計算諸元

燃料の種類	A 重油		
燃料の消費量	(F)		157.88 kg/h
燃料の発熱量	(低位)	(H _t)	9,802 kcal/kg
燃料の比重	(S _g)		0.9335
燃料の比熱	(CP)		0.45 kcal/kg °C
燃料の温度	(T _F)		100 °C
基準温度	(T ₀)		30 °C
ブロー水量	(B)	5 %	121 kg/h
ブロー水温度	(T _B)		165 °C
給水量	(W)		2,418 kg/h
給水温度(軟水+ドレン回収水)	(T _{w'})	(推定)	70 °C
脱気後の給水温度	(T _{w''})		95 °C
蒸気圧力	(P)		6 kg/cm ² G

注2) 蒸気の蒸発量 (S) S = W - B = 2,297 kg/h

蒸気のエンタルピー	(E _s)	659.5 kcal/kg
給水のエンタルピー	(E _F)	70 kcal/kg

5.3 ボイラの熱勘定

・燃料消費量実測

次に調査日当日、午前11時12分から午後1時12分までの2時間における実測値に基づいて、ボイラの熱勘定を行った。ただし給水量計が故障中なので蒸気量は逆算により求めた。

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	1,761.4	99.7	Heat of steam	1,564.1	88.5
Sensible heat of fuel	5.7	0.3	Heat loss in exhaust gas	163.7	9.3
			Heat loss in blow water	0	0
			Heat release from boiler body	39.3	2.2
Total	1,767.1	100.0	Total	1,767.1	100.0

注3) 熱勘定計算諸元

燃料の種類	A 重油
燃料の消費量	(F) 179.7 kg/h
燃料の発熱量 (低位)	(H _l) 9,802 kcal/kg
燃料の比重 (S _c)	0.9335
廃ガスのO ₂ % (O ₂)	4.6 %
廃ガス温度 (T _c)	230 °C
ブロー量 (B)	なし

他, 注1)と同じ。

注4) 熱勘定計算式

入熱

a) 燃料の燃焼熱 (Q_e)

$$Q_e = F \times H_l = 1,761.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

b) 燃料の顕熱

$$Q_s = F \times C_f (T_f - T_o) = 5.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

a) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_r)

$$\text{理論空気量 } (A_o) = 0.85 H_l / 1,000 + 2.0 = 10.35 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論廃ガス量 } (G_o) = 1.11 H_l / 1,000 = 10.90 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空気比 } (m) = 21/21 - O_2 = 1.28$$

$$\text{実際廃ガス量 } (G) = G_o + A_o (m - 1) = 13.80 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_r = F \times G \times 0.33 (T_c - T_o) = 163.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

b) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = 0$$

c) 炉体からの放散熱及びその他の熱損失 (Q_R)

炉体からの放散熱量 (Q_r)

$$Q_r = 12.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

その他の熱損失 (Q_o)

$$Q_o = \text{入熱} \times 1.5\% = 26.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$Q_R = Q_r + Q_o = 39.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

d) 蒸気の保有熱量 (Q_v)

$$Q_v = Q_e + Q_s - Q_x - Q_B - Q_R$$

$$= 1,564.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

e) 蒸気の蒸発量 (S)

$$S = Q_v \div (E_s - E_f) = 2,653 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 保温の強化

(1) 蒸気配管が長くサポート部分が断熱されていない。

当工場の蒸気使用設備（6台のサイジングマシン、3台のヒートセッタが主要設備）は40エーカーの広い構内に点々と配置されているため、ボイラ室からこれら装置を結ぶ蒸気配管の全長は、主配管だけでも延々450mに及ぶ。（工場内配置図参照）

これら主配管は90%以上保温されており、とくに屋外部分もトタン板で丁寧にラッキングされている。しかし、配管途中に数多いサポート部分及びフランジ廻りの断熱は考慮されていない。

(2) サイジングマシン

乾燥用シリンダ側面の鏡板部、のり付け槽の底面及び側面、建屋内及びマシン側面の蒸気配管、ヘッド、圧力調整弁、バルブ、回収ドレン配管の保温が必要である。

(3) のり製造設備

- ・溶解槽は全部未保温であるので、本体側壁の保温やふたの取り付けなどによる放熱防止対策が必要である。

・貯蔵槽は6基とも保温してあるが、A-1工場で外装鋼板の腐食が著しく更新が必要と思われるタンクが見受けられた。

・クッカはA-1工場の缶表面温度が高く、A-2工場では攪拌機のグランドから蒸気漏洩が見られた。

蒸気配管にも保温のないところがあった。

(4) ボイラ

ボイラまわりではヘッダ及び主蒸気弁、フロート式水位検出器2セットとボイラ缶体との連通管1½"、約3.5m、脱気器までのドレンの返送配管及び脱気器からボイラまでの2"のボイラ給水配管約13mの保温が必要である。

(5) 蒸気洩れは少ないが、食堂炊事場のバルブ、ヒートセッタのユニオン、サイジングマシンのバルブのグランド等に一部見受けられた。

一般的に保温や蒸気洩れの管理の良い方である。上記の部分の保温を実施した場合の効果をまとめると次表のようになる。

保温改善による省エネルギー効果

Effects of Insulation

Plant or facility	Specification of equipment for insulation	Skin temp °C		Heat loss Kcal/h m ²		Saved heat by insulation		Fuel cost to be saved (Bt/y)	Insulation cost (Bt)
		before Insu.	after Insu.	before Insu.	after Insu.	Hourly	Yearly × 10 ³ Kcal		
Steam piping (5 Kg/cm ²)	Pipe support 90 pcs	130	51	1,484	214		36,300	20,300	5,000
	Pipe flange 90 sets	130	51	1,484	214		65,900	36,800	6,000
Sizing machine	Shell plate of dryer drum	120	48	1,287	178	40,257 Kcal/h 6 sets	340,000	190,200	3,000
	Glue tank 1,300W x 2,000L Depth = 300 mm Surface area 4.6 m ²	90	40	760	90	18,490 Kcal/h 6 sets	156,200	87,400	18,000
	Steam piping 2½" pipe 4 mL x 6 pcs 2" pipe 3.5 mL x 6 pcs 2" press regulator 3 units x 4 (eqv length = 18.6 m) 2" strainer 4 units 3½" press regulator 5 units 3½" globe valve 4 units (total eqv length = 17.5 m)	120	48	1,287	178	10,800 Kcal/h 6-units 14,880 Kcal/h total 25,680 Kcal/h 6 units	216,900	121,300	26,000
	Piping of recovered Condensate 1" x 16 mL/6 units	90	40	760	90	2,830 Kcal/h 6 units	23,900	13,400	4,000
Condensate piping to boiler	1" x 20 mL 1½" x 80 mL	90	40	760	90	20,140 Kcal/h	170,100	95,100	25,000
Glue cooker (A-1)	Solution tank 1,100φ x 1,530H x 2 units Surface area 5.7 m ² x 2	88	40	728	90	7,340 Kcal/h 2 units	62,000	34,700	12,000
	Cooker 1,300φ x 1,900H Surface area 9.1 m ²	85	40	680	90	5,370 Kcal/h unit	45,400	25,400	8,000
Boiler plant	Feed water pipe 2" x 13 mL/valves on steam header/main block valve/connecting pipe of level gage to boiler drum 1½" x 3.5 m					5,060 Kcal/h	42,800	23,700	

Remark: The glass wool with thickness 25mm is availed as insulation material.

節約金額の試算基礎数値

燃料単価 4.7 Bt/ℓ ボイラ効率 87%

同発熱量	9,802 kcal/kg	作業時間	24 h/day
同比重	0.985	作業日数	352 day/year

6.2 ドレンの有効利用

現在ドレン回収を実施中の設備はボイラとの距離が比較的近いサイジングマシンのみでその他の装置から発生するドレンはピットへ捨てられている。3台のヒートセッタや厨房の炊飯用二重釜のドレンはボイラへの返送距離が長い上、その発生量も少ないのでむしろ洗い場など他の目的に使用する方が得策と思われる。

またサイジングマシンの乾燥部シリンダから排出されるドレンはそのままボイラへ戻さずフラッシュタンクに集め、そこで再蒸発した蒸気をのり溶解工程蒸気の一部として利用することによってさらに効率の良い蒸気の使い方ができる。圧力 $2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ のドレンを $0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ にフラッシュすると、その 22% の熱がフラッシュ蒸気に移る。

$$\text{フラッシュ蒸気率} = \frac{133.4 - 109.5}{533.0} = 0.045$$

$$\text{フラッシュ蒸気の熱量} = \frac{642.5 \times 0.045}{133.4} = 0.22$$

6.3 ヒートセッタ

作業が終わってから次の運転開始までの間、出入口の扉を開いたまま放置しているのが見受けられた。意味のない扉の開放は缶体の冷却を促進し再加熱するエネルギーを増大するだけであるから、できるだけ避けるよう担当者への注意が必要である。蒸気入口側の配管及び缶体の保温状態は3基とも良好で、とくに2号機はバルブまで保温してある。1号機、3号機用バルブの保温も同様実施が望ましい。

6.4 ボイラ

(1) 燃料の燃焼

比較的よく管理されており、排ガス中 O_2 4.6%、空気比 $m = 1.28$ と良好な値を示している。

(2) 給水流量計

給水流量計が故障していたが、至急修理されたい。すなわち蒸発倍数を計算し、

その変化を監視してボイラの効率的な運転を行うためにも欠かせない。さらにできれば軟水のみ流量計も取り付け、ドレンの回収量をチェックすることが望ましい。

(3) 排ガス温度

排ガス温度は 230℃であったが、排ガス温度が高くなることは煙管の汚れにより熱伝達が悪くなったことを示すから、常時、排ガス温度を測定して監視することが必要である。

(4) ボイラ水とブロー量

水質の分析記録は次のとおりであった。

	軟水	給水	ボイラ水
pH	6.75	7.0	11.5
電気伝導度	800	700	4,000
全溶解固型分	1,244	1,008	5,424
全硬度	3	5	19
塩素イオン	800	600	3,000

磷酸イオン、硫酸イオン、シリカも分析することが望ましい。

ボイラ水の pH や電気伝導度は良好であるが、全溶解固型分は 3,500 PPM 程度に維持しなければならない。塩素イオンは 500 PPM 程度にする必要があり、実績値は異常に高い。軟水の塩素イオンも高いので、軟水装置の再生塩の洗浄が確実に実施されているかチェックすること。

分析の結果、原水の塩素イオンに起因する時は、井戸に海水の滲透が考えられるので、将来原水井を変更するかまたは塩基性イオン交換樹脂による脱塩を行うことが望ましい。

ボイラ清缶剤を使用しているとのことであるが、ボイラ内面の防食のため、磷酸ソーダ系の薬品が必要で、ボイラ水中に磷酸イオンとして 20～40 PPM の残存値が必要である。

(5) ボイラの負荷率

ボイラの負荷率が 60% 程度と低い。従って温水の利用率など負荷の状況を長期的に調査して、負荷に応じた容量のボイラに交換することも検討されたい。

7. 電力の消費状況

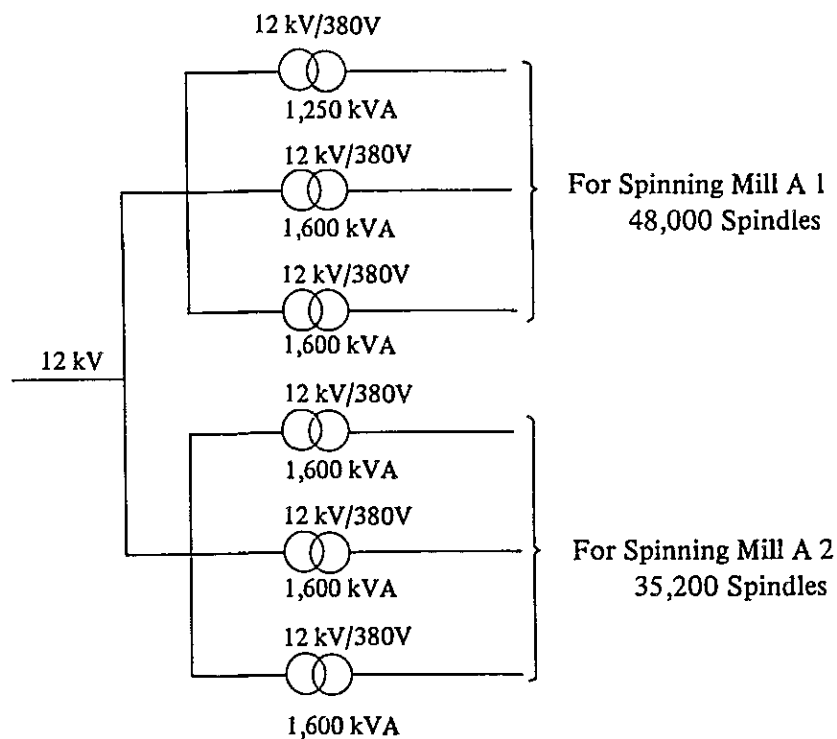
7.1 電力消費に関する主な指標は次のとおり。

- 電力会社； MEA
- ピーク・デマンド； 10,980 kW
- 使用電力量； 81,684,000 kWh/y
- 負荷率； 88.6%
- ペナルティ・フィ； なし
- 力率； 90%
- トランス； 12,000 kVA
- 電力原単位； 糸 2,333 kWh/lb
布 0.502 kWh/yard

7.2 負荷の配分 (kW配分)

モーター	49.9%	照明	3.1%
空調	45.8%	コンプレッサ	1.2%
		計	100%

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 現在、優れている点

当工場には次のように優れた点がある。

8.1.1 精紡工程のモータ

コンサルタントの助言をいれて、モータのベルトに省エネルギー型を採用し、かつ回転部に全部ロールベアリングを採用して、伝動ロスの低減に成功している。

また、糸の番手に応じてプーリをかえてモータの速度変換を行い、糸切れ防止をかねて省エネルギー運転を実施している。

8.1.2 力率の改善

適正容量のコンデンサを取り付けて力率を90%に向上させて、電力の有効な使用に努めている。

8.1.3 空調の省エネルギー

各生産工程毎に、産業空調に必要な温度、湿度を設定し、センサ26個と冷凍機、ダンパ等を連動し、温度、湿度を制御して、製品の品質の向上をはかっている。

8.2 問題点と対策

8.2.1 モータの容量の適正化

主要工程の大容量モータの負荷率、すなわち $\frac{\text{実負荷}}{\text{定格容量}}$ を実測したところ、ほとんどのモータは負荷率が80~100%と、高効率範囲内で運転されていた。

ただし、燃糸工程の26kW×8台のモータの負荷率が22.2%となっている等、軽負荷のものが34台ある。

これは、たまたま測定したときに負荷が軽かったのかもしれないので、引き続きデータをよくとったうえで、もし常に負荷率が低いときは、機会をみて適正容量のモータに取り替えることが必要である。

(工 程)	(容量) kW	(台数) 台	(負荷率) %
○ RING-TWISTING	11	22	58.6
○ TWISTER	26	8	22.2
○ WATER-PUMP	22	4	53.6

このときの省エネルギー効果は、次のように試算される。

モータ容量 kW	効 率 %	損 失 kW	台数 台	損 失 減 kWh/y
11 → 7.5	89.5 → 87.5	1.16 → 0.94	22	39,160
26 → 7.5	83.0 → 87.5	4.42 → 0.94	8	228,006
22 → 15	90.0 → 91.0	2.20 → 1.35	4	27,826
計				294,990

節減電力量 294,990 kWh/year

節 減 率 $294,990 \text{ kWh/year} \div 81,684,000 \text{ kWh/year} = 0.4 \%$

(注) 今回は、時間の関係からA2工場のみ実測したが、A1工場もほぼ同じ傾向と思われる。

8.2.2 布の不良率の減少

- (1) 現在、布の不良率が約 10 %あるが、これは布の製造に投入されたエネルギーの 10 %がムダになるということで、大きなエネルギーの損失である。
- (2) 布の不良率の生じる原因としては、次のことが考えられる。
 - a. 風綿が多いので布を織る工程で糸に風綿が付着し、布の「ふし」等の発生に結びつく。
 - b. 織機の振動が著しく布の「よじれ」や糸切れの多発を招く。
 - c. 織機のモータのベルトは弛度が大きく、本数の不足しているものが多いので、織機へのエネルギーの伝動が不十分で、布の「ゆるみ」を生じやすい。
- (3) 布の不良率を減少させる対策として次のことがあげられる。
 - a. 風綿の除去

専任の清掃員が床におちた風綿及び換気ダクトのフィルタについての風綿を徹底的に除く。

空中に漂う微小な風綿については、品質に支障のない範囲で空気を加湿して風綿を床におとし清掃して除く。
 - b. 振動の防止

織機の脚部に防振ゴムまたは防振バネを取り付けて織機の振動を防ぐ。
 - c. 照度の向上

織機工程の平均照度は135ルクスで、糸つなぎ等の精密作業には不足しているので、風綿を十分に除いた後、必要に応じ、200ルクス程度に照度を向上させて、作業能率の向上と不良率の減少をはかることが必要である。

また、「^{たひと}経とおし」の工程の平均照度は120ルクスで、精密作業の照度としては不足なので、200ルクス程度には照度を向上させることが品質管理上必要である。

d. モータのベルトの弛度の適正化

モータのベルトの弛度の大きすぎるものが約10%あるので、親指で普通の力でベルトを押したとき、ベルトの厚さだけベルトが下る程度にベルトの弛度を適正化することが肝要である。

8.2.3 糸の不良率の減少

- (1) 現在、糸の不良率は約2%であるが、その原因のほとんどは風綿によるものであると考えられる。
- (2) 精紡工程においては、多くのクリーナが稼動し、精紡機の主要部分及び床の一部分を清掃しているが、まだかなりの量の風綿が見られるので、「2.2.2 布の不良率の減少」の項目でのべた方法により、十分に清掃をすることが必要である。
- (3) なお、紡績工程の平均照度は次のとおりであり、概ね適正な値を示している。

SCUTCHING	97ルクス	CARDING	75ルクス
SPINNING	114ルクス	WINDIND	152ルクス
INSPECT	239ルクス		

8.2.4 空調用電力の減少

- (1) 現在、空調条件として温度28～30℃、湿度42～55%に設定し、変動幅を温度±1℃、湿度±2%で制御している。
- (2) しかるに、A2工場及び織布工場における実測の結果は次のとおりである。

(工程)	(温度)	(湿度)
SCUTCHING	27.1℃	58.6%
SPINNING	28.3	46.1

WINDING	28.1	48.2
INSPECTION	26.0	75.4
WEAVING	28.5	74.0

- (3) さらに、現在、夏と冬の季節別に温度、湿度の設定を行い、冷凍機の台数制御を行っているが、日中及び朝夕の気温の差による温度、湿度の設定を行って、冷凍機の台数制御をすることは実施されていない。
- (4) そこで、各生産工程の空調条件のデータを整備し、ダクトの吹出風量等の細かい調整を行った後、要すればマイコンを利用して、季節及び時間帯の変動に応じ、温度、湿度の細かい設定を行って、自動制御をすると大きな省エネルギー効果が収められる。
- (5) また、湿度調整用の噴霧装置のノズル及び還気のフィルタの風綿による目詰まりを常に十分に清掃するとともに、ダクトの清掃を徹底的に実施することが肝要である。

以上の措置を十分に講じた結果、5%空調負荷が減少したとすると、次の省エネルギー効果がえられる。

$$\text{節減電力量} \quad 4,857 \text{ kW} \times 0.05 \times 24 \text{ h} \times 341 \text{ day} \cong 1,987,480 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節 減 率} \quad 1,987,480 \text{ kWh/year} \div 81,684,000 \text{ kWh/year} \cong 2.4 \%$$

9. ま と め

以上の対策がすべて実施された場合のエネルギー節減量は下表のようになる。

保温の施工	143.9 kl/year	10.9 %
モータの容量変更	295 × 10 ³ kWh/year	0.4 %
空調用電力の減少	1,987.5 × 10 ³ kWh/year	2.4 %
小 計	2,282.5 × 10 ³ kWh/year	2.8 %

UNION THREAD CO., LTD.

1. 工場の概況

Address	32/3 Ladpraw Rd. Twangthongrang A. Bangkapi Bk.		
Capital	200 million Bt		
Type of industry	Textile		
Major products	Synthetic fiber, Cotton fiber, Dyeing fiber		
Annual product	2,300,000 lb/year		
No. of employee	1,600	1 Shift	Spinning 250
			Dyeing 150
Annual energy consumption	Electric Power		11,988,000 kWh/year
	Fuel		Bunker C 597,990 ℓ/year Diesel Oil 15 kℓ/year
Interviewees	Mr. Surachai, Mr. Anon Mr. Supason and 4 person		
Date of diagnosis	Jan. 24 ~ 25, 1983		
Diagnosers	K. Nakao, Y. Ohno and M. Matsuo		

綿花を原料とするコーミングヤーンと、合成繊維（ポリエステル、ポリノジック、レーヨン）との混紡のカーディングヤーンをそれぞれ50%ずつ生産している。

スピンドル数は12,000、生産量は 2.3×10^8 lbs/yearで現在はフル生産の状態である。製品のうち80%は染色して販売し、残り20%は原糸のまま販売している。

原料綿はタイ産及びエジプト産を使用しており、合成繊維は時々台湾から輸入するほかはタイ帝人ポリエステルから供給を受けている。

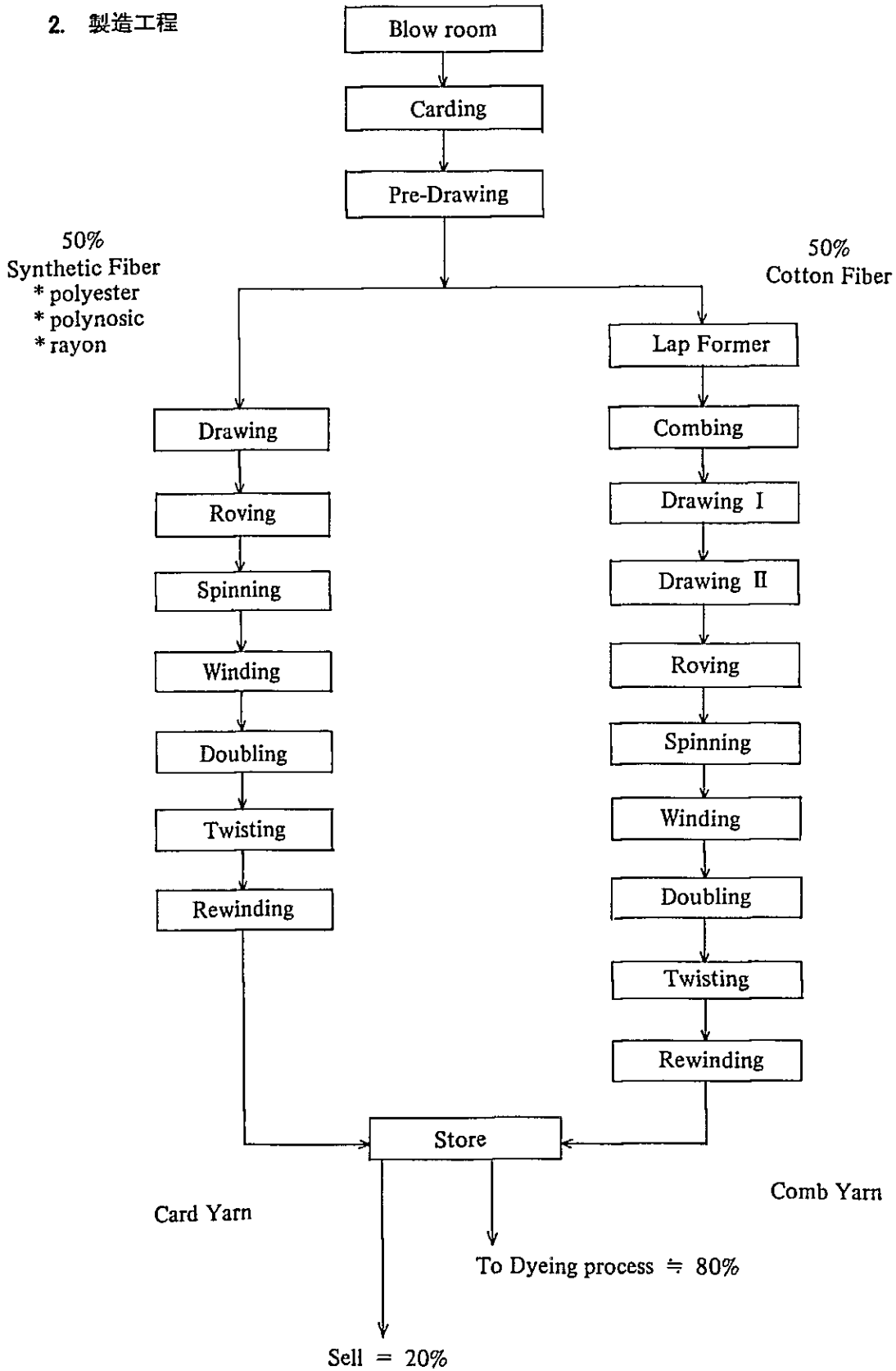
当工場はユニオングループに属しており、1972年に工場が建設された。当初6年間は鐘紡と資本提携し技術移転を受けたが、その後タイ資本のみとなっている。現在は日本ユニチカのOBの技術者が一名勤務している。

技術者の数が電気関係12人、熱関係7人と多く、技術者の育成にも積極的であることは評価にあたいする。

工場の整理状況は良好である。安全通路等も整備され、全従業員がユニフォーム、帽子をきちんと着用しており、清潔感がある。

工場事務所に従業員，特に管理者に対するスローガンとしてチームワークのための10項目が掲示されていたのが印象的である。

2. 製造工程

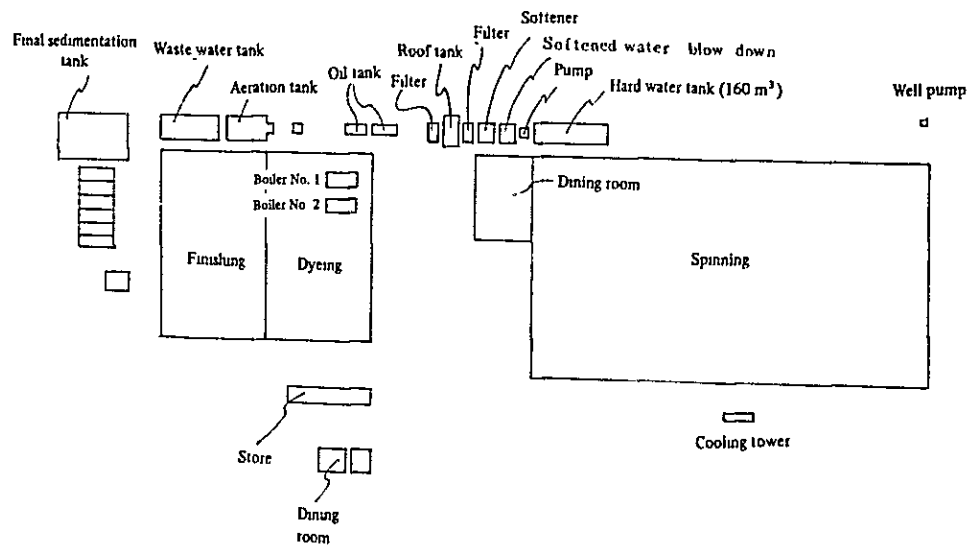


3. 主要設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Dyeing machine	3	Normal pressure type 25 kg/cycle
Hank dyeing machine	3	Increased pressure type 25 kg/cycle
Cheese dyeing machine	1	Increased pressure type 300 kg/cycle
	2	" 100 kg/cycle
	3	" 75 kg/cycle
	3	" 50 kg/cycle
Dryer	2	Cone dryer
	1	Hank yarn dryer
Boiler	2	IHI-KMH4 Evaporating volume 2 t/h Operating pressure 7 kg/cm ²
	One is stand by	

3.2 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

省エネルギーを推進しようとする意欲はあるが、具体的な目標を設定するには至っていない。今まで省エネルギーのために特別に設備投資は行ったことはないが、けい光灯の本数削減や、ドレンの一部回収を行ったとのことである。

今後、投資回収期間が二年程度であれば積極的に実施したい意向である。

4.1 エネルギー消費量の把握

エネルギーの消費量の把握については、電力は2時間に一回、燃料は毎時間毎に記録されており、主要工程別に積算電力計を取り付け、原単位も算出されている。ボイラの管理月報も作成し、しており、データは良く整理されている。各種計器の管理も良く全体的に計数管理面は良好である。

管理図の作成や、要因分析までは実施されていないが、先月初めて電力料金にペナルティが付加されたので、要因分析を行ったとのことであつた。集められたデータから問題となる点を摘出し、根気よく改善して行くことにより、さらにレベルアップをはかられたい。

4.2 省エネルギー委員会と提案制度

過去に省エネルギー委員会をスタートさせたが、活動することなく3カ月で解散したとのこと、その手法や、進め方に欠陥があったと判断される。

現場における問題点や作業実体は現場の従業員が一番よく承知しているので、省エネルギー委員会は現場の職長等を含めた組織に、拡大することが望ましい。

方針や目標を設定して従業員に示し、問題提起を図ることが大切である。問題によってはプロジェクトチームによる活動を行うのも効果的である。

現状のエネルギー使用状態や、作業手順に満足せず、いかに高効率化を図るか、全員の知恵を集めることが必要である。

提案制度があるとのことであるが、省エネルギーの面でも活用し、表彰制度等により、提案の活発化を図る必要がある。

4.3 従業員教育

T P A のセミナーにスタッフを派遣している。従業員のレベルアップを図ることは重要なことで良いことと思う。

セミナー出席者のみに止まらず、さらに下部従業員まで滲透するよう社内でのセミナーが必要である。

また省エネルギーの推進について、ポスタ等による啓蒙がなされていることも良いことである。全従業員が自覚し、参加意識を持つことが省エネルギー推進のための大きなファクタである。

4.4 その他

工場内は整頓されていて、安全通路等も良く整備されている。全従業員がユニフォーム、帽子を着用し、清潔感がある。

5. 燃料の消費状況

5.1 燃料油のパンカーCはボイラの蒸気発生用として 598 kl/year 使用されている。発生した蒸気のほとんどが染色工程で、染色機械と乾燥機の加熱源になっている。

染色機械、ドライヤの一部のドレンを回収し、ボイラ給水に使用しているが、現状の回収率は 50 ~ 60 % である。蒸気使用設備のほとんどがボイラと、同一建物内にあるので全量のドレンを回収するのが望ましい。

5.2 工場が作成しているボイラ管理月報 (1982年11月)

Boiler No. 2 date 11 - 1982

Bunker C price 4,504 Bt/ℓ

Description	Unit	Amount	Remarks
Oil consumption	ℓ	53,575	241,301.8 Bt
Balance (last month)	ℓ	19,915	
Receive	ℓ	48,000	
Balance	ℓ	14,340	
Feed water	ℓ	767,423	
Blow water	ℓ	97,300	
Conversion	Kg	52,235.6	SG = 0.975
Heat value of oil	Kcal/Kg	10,000	
Steam enthalpy	Kcal/Kg	659.6	
Feed water enthalpy	Kcal/Kg	51	
Boiler water enthalpy	Kcal/Kg	165	
Average steam pressure	Kg/cm ²	6	
Efficiency	%	80.2	
Evaporation multiple		12.8	
Steam unit price		360.08	

5.3 ボイラ熱勘定

1982年12月17日, №1ボイラ日誌の実績により熱勘定を行った。

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	785.9	99.7	Heat of steam	669.6	84.9
Sensible heat of fuel	2.6	0.3	Heat loss in exhaust gas	68.5	8.7
			Heat loss in blow water	19.8	2.5
			Heat release from boiler body, Others	30.6	3.9
Total	788.5	100.0	Total	788.5	100.0

注1) ボイラ効率及び熱勘定計算諸元

燃料の種類	C重油
燃料の消費量	(F) 1,963.7 kg/d = 81.8 kg/h
燃料の発熱量(低位)	(H _L) 9,608 kcal/kg
燃料の比重	(S _G) 0.975
燃料の比熱	(C _P) 0.45 kcal/kg
燃料の温度	(T _F) 101 °C
基準温度	(T _O) 30 °C
廃ガス中のO ₂ %	(O ₂) 4.8 %
廃ガス温度	(T _G) 215 °C
ブロー水量	(B) 4,200 kg/d = 175 kg/h
ブロー水温度	(T _B) 165 °C
給水量	(W) 30,644 kg/d = 1,277 kg/h
給水温度	(T _W) 52 °C
蒸気圧力	(P) 6.1 kg/cm ² G

注2) 蒸気の蒸発量 (S)

$$S = W - B = 1,102 \text{ kg/h}$$

蒸気のエンタルピー (E_S) 659.6 kcal/kg

給水のエンタルピー (E_F) 52 kcal/kg

注3) 熱勘定計算式

入熱

a) 燃料の燃焼熱 (Q_c)

$$Q_c = F \times H\ell = 785.9 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

b) 燃料の顕熱 (Q_s)

$$Q_v = F \times C_p (T_F - T_0) = 2.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

a) 蒸気の保有熱量

$$Q_r = (W - B) (E_s - E_F) = 669.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

b) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

理論空気量 (A_0)

$$A_0 = 0.85 H\ell / 1,000 + 2.0 = 10.17 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

理論廃ガス量 (G_0)

$$G_0 = 1.11 H\ell / 1,000 = 10.67 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

空気比 (m)

$$m = 21 / (21 - O_2) = 1.3$$

実際廃ガス量 (G)

$$G = G_0 + A_0 (m - 1) = 13.72 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_G - T_0) = 68.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

c) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_W) = 19.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

d) 炉体からの放散熱量その他 (Q_R)

表面温度 °C	表面積 m ²	放熱量 kcal/m ² h	
180	4	2,504	$10.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$
90	4	790	$3.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$
50	30	295	$8.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$
計			$22.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$
付属品その他の熱損失			$8.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$

6. 燃管理の問題点とその対策

6.1 ボイラ

(1) ボイラ管理

ボイラ日誌の毎時間毎の記録や、日計及び月間の集計等はよく整理されており、月間平均のボイラ効率、蒸発倍数、蒸気単価も算出されており、ボイラ担当者が熱管理に意欲的であることがわかる。空気比も良好な値を示している。

(2) ボイラ水の管理

分析値は次のとおりである。(1982年7月30日)

	Softend water	Condensate	blow down
pH	7.75	7.9	11.8
Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}$	665	600	6,900
Chloride ppm	8	8	94
Total Hardness $\text{mg CaCO}_3/\ell$	20	26	nil

分析表によると soft water と condensate が大差ない結果になっているが、condensate の水質は良いはずなので分析を繰り返し検討されたい。

また電気伝導度は $4,500 \mu\text{S}/\text{cm}$ 程度に維持する必要があり現状の数値はやや高い。現状のフロー率を増加すれば熱損失もさらにふえるので、原水の変更又は純水装置の導入を検討されたい。フロー率を 8% に減少した場合、燃料油の削減量は次のとおりである。

$$\frac{(B - B') \times (T_B - T_W) \times 24 \text{ h/d} \times 352 \text{ d/h}}{\eta \times H\ell \times SG} = 8.8 \text{ kl/y}$$

注) 計算諸元

B : 175 kg/h

B' : $W \times 0.08 = 102 \text{ kg/h}$

T_B : 165 °C

η : 84.9 %

S_G : 0.975

T_W : 52 °C

H ℓ : 9,608 kcal/kg

(3) 蒸気配管の保温

蒸気配管の保温は大体良好と思われるが、ボイラのパルプ、フランジ、ストレー

ナ、減圧弁等の保温が必要である。減圧弁の一次側は、 $6.1 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ 、二次側は $5.5 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ 設定となっているが、これらの部品についての放散損失熱は下記のとおりである。

4'玉形弁 3 個 (一次側)	2,941 kcal/h
4'玉形弁 3 個 (二次側)	2,819 kcal/h
4'減圧弁 1 個	1,220 kcal/h
4'ストレーナ 1 個	1,081 kcal/h
4'フランジ 2 組 (一次側)	602 kcal/h
4'玉形弁 (休止ボイラの主蒸気弁)	980 kcal/h
合 計	9,643 kcal/h

従って、保温による放散熱損失減を燃料油の節減量に換算すると次のとおりである。

$$\frac{9,643 \text{ kcal/h} \times 24 \text{ h/day} \times 352 \text{ day/year} \times 0.75}{9,608 \text{ kcal/kg} \times 0.849 \times 0.975} = 7.7 \text{ kl/year}$$

保温効率：75 %

6.2 染色機の保温

染色機、乾燥機の本体及び付属配管、バルブ類の保温が必要である。各染色機の表面温度と保温した場合の低減放散熱量を示すと次表のようになる。

No.	Name	Set(s)	Surface temperature °C	Processing time mm	Decrease heat loss Kcal/day/set	Remarks
1 A	Injection type skein dyeing machine	1	85 70	60 30	Set(s) 31,700 x 1	8 times/day
2A, 3A	Injection type skein dyeing machine	2	85 70	60 30	51,600 x 2	"
4A, 5A, 6A	High temperature, high pressure	3	114 70	60 75	138,300 x 3	"
1, 2, 3	Obermeyer type cheese dyeing machine	3	105 70	60 75	50,900 x 3	"
4, 5, 6	"	3	"	60 75	73,500 x 3	"
7, 8	"	2	"	60 75	94,700 x 2	"
9	"	1	"	-	-	1 times/day
D-1, D-2	Drying machine	2	83 70	60	162,600 x 2	20 times/day
D-3	Drying machine 650 lbs/h	1	(drying temperature 90°C)	-	-	8 h/day
T	Hot water tank	1	85	-	48,200 x 1	16 k/day
Total decrease heat loss in case of full capacity operation					Q = 1,485,800 Kcal/day	

保温材 グラスウール 25 mm

フル稼働の場合の改善効果を試算すると燃料節約量は、

$$\frac{1.485.8 \times 10^3 \text{ kcal/day} \times 26 \text{ day/month} \times 12 \text{ month/year}}{9,608 \text{ kcal/kg} \times 0.849 \times 0.975} = 58.3 \text{ kl/year}$$

となる。燃料費節約金額 264,000 Bt/y に対し、保温施工費は概算 200,000 円である。

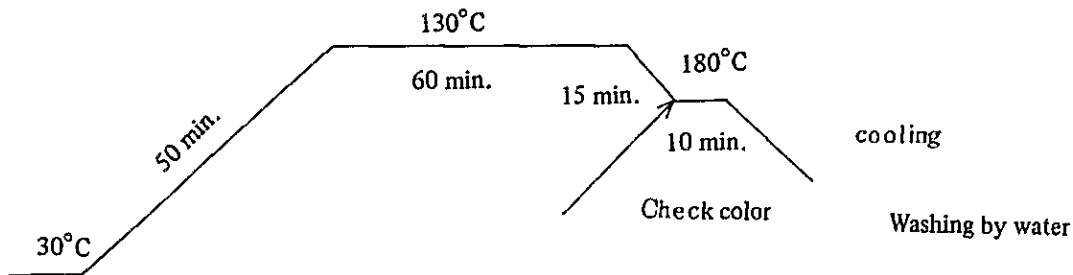
なお、各染色機の染液槽、循環配管まで保温すれば節約効果はさらに 3 % 程度増加する。

(計算例)

1 A 噴射式かせ染色機

表面積 5.26 m²

染色温度と処理時間(合成繊維)



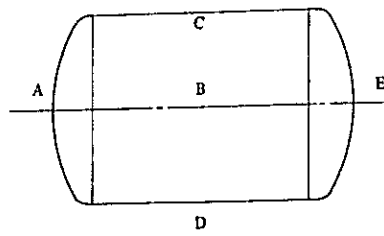
Dyeing temperature and processing time of fiber (synthetic fiber)

	現 状	改善後	差
表面温度			
60 分	85 °C	42 °C	
30 分	70 °C	40 °C	
放散熱量			
60 分	680 kcal/m ² h	111 kcal/m ² h	569 kcal/m ² h
30 分	460 kcal/m ² h	90 kcal/m ² h	370 kcal/m ² h
放散熱量減少			

$$(569 \times 1 + 370 \times 0.5) \times 5.26 \text{ m}^2 = 3,966 \text{ kcal/バッチ}$$

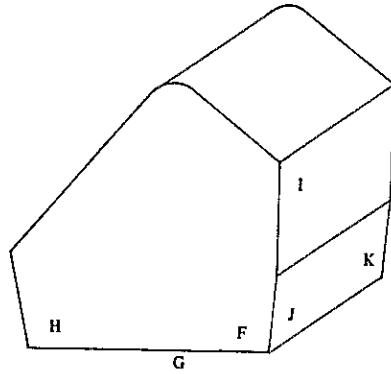
$$3,966 \text{ kcal/バッチ} \times 8 \text{ 回/バッチ} = 31,700 \text{ kcal/d}$$

高温高压喷射式かせ染色機



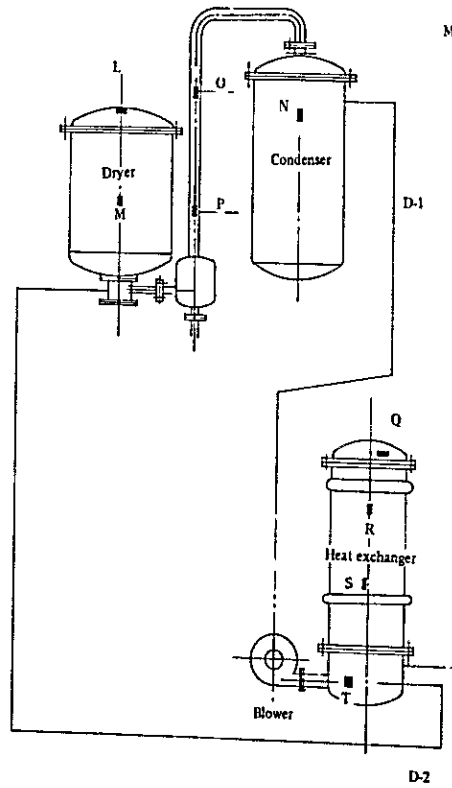
Machine No	Section	Heat loss Kcal/m ² h	Surface temperature °C
No 4	A	640	77
	B	550	68
	C	750	80
	D	660	76
	E	686	78
No 6	A	1175	120
	B	1375	104
	D	1105	121
	E	1350	110

噴射式かせ染色機



Section	Heat loss Kcal/m ² h	Surface temperature °C
F	493	76
G	443	76
H	576	75
I	500	71
J	520	67
K	555	75

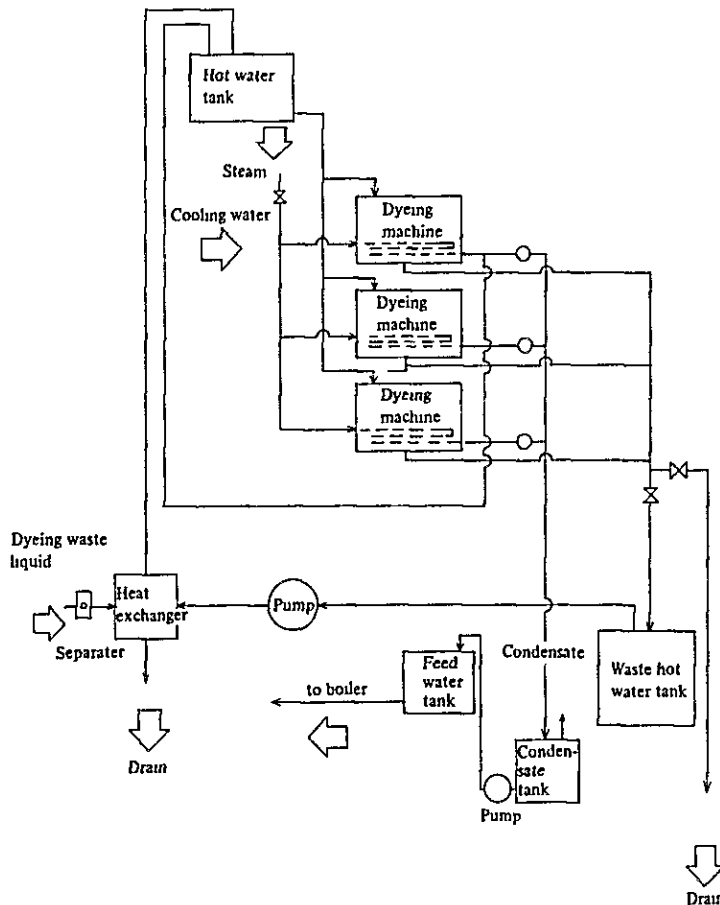
チーズ乾燥装置の放熱損失測定結果



Measuring point	Heat loss Kcal/m ² h	Surface temperature °C
L	517	71
M	620	74
N		48
O	650	76
P	538	74

Measuring point	Heat loss kcal/h	Surface temperature °C
Q	470	75
R	1000	96
S	900	93
T	160	54

染色機排温水からの熱回収フローシート



6.3 染色冷却水，染色排液の熱利用

染色冷却水は温度が上昇しているので保温したタンクに貯えれば，次回の染色用温水として利用できる。染色液もその加熱のために多くのエネルギーが消費されているにもかかわらず，一工程終了するたびにそのまま廃棄されている。熱交換器を設置して，染色排液の高温の部分の熱を回収すれば，さらに温度の高い温水を得ることができる。

熱回収によって，水温が 30℃から 60℃に上昇したとすると，これによる燃料節減量は次のようになる。

用水量 = 染色量 × 浴比

$$= 2,300,000 \text{ lbs} \times 0.8 \times 5 \text{ l/lbs} = 9,200 \text{ kl/year}$$

燃料節減量

$$= \frac{9,200 \times 10^3 \text{ l/year} \times (60 - 30)}{9,608 \times 0.849 \times 0.975} = 34.7 \text{ kl/year}$$

これによる節約金額は，約 160,000 パーツになる。

熱交換器の温度差 20 °C，総括伝熱係数 500 kcal/m²h とすると，熱交換器の伝熱面積は，

$$\frac{9,200,000 \text{ l} \times 30 \text{ }^{\circ}\text{C}}{312 \text{ day} \times 12 \text{ h} \times 500 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 20 \text{ }^{\circ}\text{C}} \approx 8 \text{ m}^2$$

タンク，付属配管を含めて，設備費は 500,000 円程度とみられるので，短期に資金回収をはかれる。

日本における事例では，60 °C 以上の染色排水は熱回収をしてから排水するようにし平均 60 °C の温水を得るように改善して燃料を 20 % 節減した例もある。

6.4 ドレン回収

ドレンは約 60 % 回収されているが，蒸気使用設備がボイラ設置場所と同建物内という好条件であるので，ドレン発生量の全量回収を実施されたい。ドレン回収率を引き上げ，さらに回収タンクや給水配管を保温して，給水温度が現在の 52 °C から 85 °C に上昇したとき，燃料油の節減量は次のとおりになる。

$$\frac{(W-B)(E_S-E_F)}{F\{H\ell+C_P(T_F-T_0)\}} = \frac{(W-B)(E_S-E_{F'})}{x\{H\ell+C_P(T_F-T_0)\}}$$

$$\therefore \frac{x}{F} = \frac{E_S-E_{F'}}{E_S-E_F}$$

注4) 計算諸元

○ 85 °C の給水の enthalpy

$$E_{F'} = 85 \text{ kcal/kg}$$

○ 給水温度 85 °C の時の燃料油消費量 x kg/h

$$x = 81.8 \frac{659.6 - 85}{659.6 - 52} = 77.3 \text{ kg/h}$$

$$\frac{(81.8 \text{ kg/h} - 77.3 \text{ kg/h}) \times 24 \text{ h/day} \times 352 \text{ day/year}}{0.975} = 39.0 \text{ kl/year}$$

年間 39.0 kl/year の燃料油が削減できるほか，給水水質の向上によるブロー量の減少も期待できる。

6.5 スチームトラップ

スチームトラップの点検の結果一部に作動不良のものがあつた。

スチームトラップには番号を表示したプレートを付け、定期的に点検補修する必要がある。

6.6 生産管理のレベルアップ

多種小ロット生産、短納期受注の中で省エネルギーを効果的に実施するためにはハード面のみでなくソフト面も組み合わせた総合的な改善が必要である。

- 生産量に応じ染色機の処理能力をフルに生かせるような集中作業をする。
- 段取をよくし待ち時間を減らす。
- 浴比の低減など染色技術の向上

染色工場では生産量は大きく変動するので、省エネルギー目標を設定するについては単に前年比何%引下げというような決め方よりも、

単位生産量当たりの燃料消費量(ℓ/kg)

のような熱量原単位による目標設定の方が合理的な管理ができる。

7. 電力の消費状況

7.1 電力消費に関する主な指標

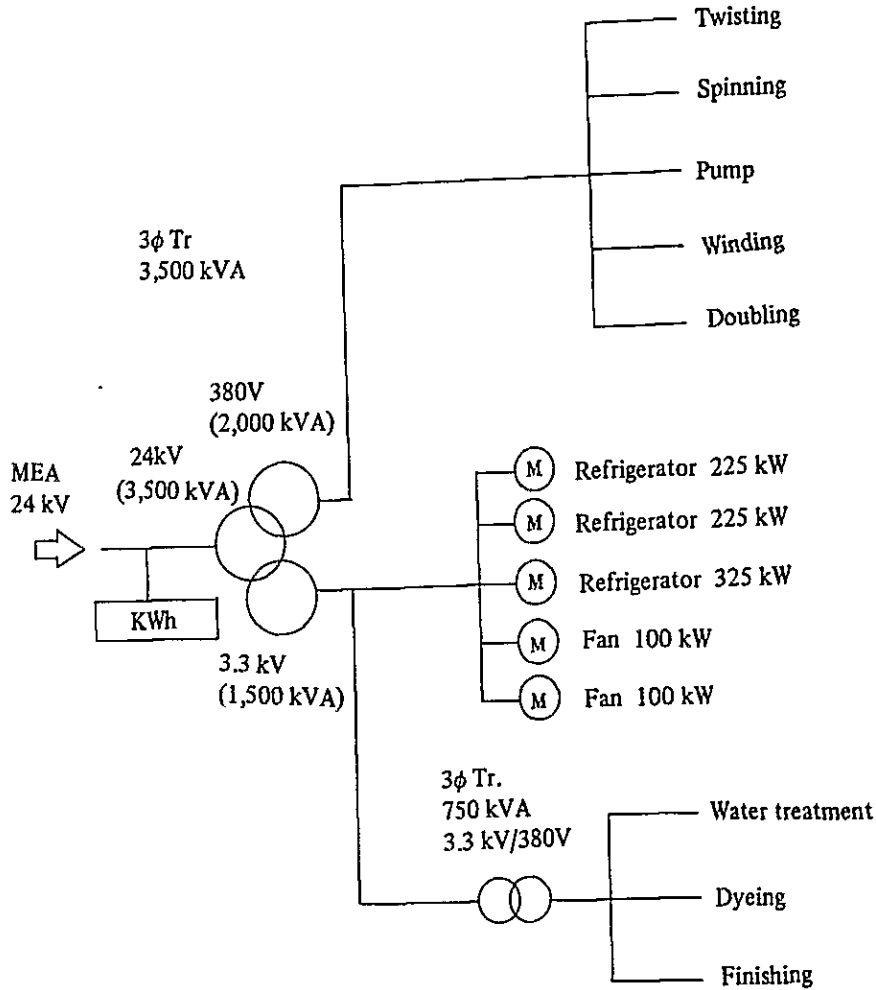
- 電力会社 ; M E A
- ピーク・デマンド ; 1,840 kW
- 使用電力量 ; 999,000 kWh/m
- 負荷率 ; 75.4 %
- ペナルティ・フィ ; なし
- 力率 ; 98 %
- トランス ; 3,500 kVA (1 台)
- 電力原単位 ; 5,212 kWh/ℓb

7.2 負荷の配分

	%
モーター	54.1
空調	26.3
照明	3.9

ポンプ 15.7
計 100

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 現在優れている点

当工場には、次のように優れた点がある。

8.1.1 精紡工程のモータ

モータのベルトに省エネルギー型を採用し、電力ロスの減少をはかっている。

8.1.2 力率の改善

適容量のコンデンサを取り付けて力率を98%に向上させ、電力の有効な使用に積極的に努めている。

8.2 問題点と対策

8.2.1 電力管理

受電日誌の記録は2時間おきとなっているが、なるべく毎時間の使用電力量を記録し、電力管理に活用するとよい。

現在、負荷率はかなり高い値であるが、使用電力量を記録し、日負荷曲線の作成、負荷分析により、負荷を平準化して、負荷率を一段と向上させることが望ましい。

8.2.2 設備管理

(1) モータ

a. ファン(100 kW 2台)は風量の変動に応じて出口ダンパ制御を行っているが、管路抵抗の増加により、省エネルギー効果が少ない。

そこで、各生産工程の空調条件のデータを整備し、ダクトの吹出風量等の細かい調整を行った後、要すればマイコンを利用して、季節及び時間帯の変動に応じ、温度、湿度の細かい設定を行って、ファンの速度制御をすると大幅な使用電力量の節減をはかることができる。

例えば、ブーリ交換などによりファンの速度制御率を10%とすると、軸出力は速度の3乗に比例するので、次のような省エネルギー効果がある。

$$\begin{aligned} \text{節減電力量} &= 100\text{kW} \times 2 \text{台} \times \{ (1 - 0.9^3) - 0.03 \} \times 24 \text{h} \times 350 \text{day} \\ &= 404,880 \text{ kWh/year} \end{aligned}$$

$$\text{節減率} = 404,880 \text{ kWh/year} \div 11,988,000 \text{ kWh/year} \doteq 3.4 \%$$

b. 綿、ポリエステル工程における大容量モータ48台を選び、負荷率すなわち

$\frac{\text{実負荷}}{\text{定格容量}}$ を実測したところ、多くは負荷率80~100%の高効率範囲内に収

まっているが、次のように負荷率の低いものがある。ただし、このモータは実測の際、たまたま負荷が軽かったのかもしれないので、引続きデータをよくとったうえで、もし常に負荷率が低いときは、機会をみて適正容量のモータに取り替えるとよい。

(工 程)	(用 途)	(容 量)	(台 数)	(負荷率)
SPINNING	SPINNING	15 kW	28 台	36 %
DYEING	AIR-COMPRESSOR	22 kW	2 台	37 %
DYEING	PUMP	22 kW	2 台	49.6 %

これによる省エネルギー効果は、次のように試算される。

$$\text{節減率} \quad 327,430 \text{ kWh/year} \div 11,988,000 \text{ kWh/year} \doteq 2.7 \%$$

- c. モータのベルトの弛度が大きすぎるため、伝動不良による電力ロスを生じているものは次のとおりである。

(工 程)	(容 量)	(台 数)	(合 計)
SCUTCHING	0.75 kW	3 台	2.25 kW
L A P	3.7 kW	1 台	3.7 kW
COMBING	1.5 kW	1 台	1.5 kW
WINDING	1.5 kW	2 台	3 kW
(工 程)	(容 量)	(台 数)	(合 計)
WINDING	2.2 kW	1 台	2.2 kW
BLOWER	100 kW	2 台	200 kW
計			212.65 kWh

上記のモータのベルトを親指で普通の力で押したとき、ベルトの厚さだけベルトが下る程度にベルトの弛度を適正化すると、次の省エネルギー効果がある。

$$\text{節減電力量} \quad 212.65 \text{ kW} \times 0.03 \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} \doteq 53,600 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 53,600 \text{ kWh/year} \div 11,988,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.4 \%$$

(2) 照 明

- a. 照明用の光源は一般型の 40 W けい光ランプが 2,500 灯使われている。これを省エネルギー型のけい光ランプに取り替えると、現在と同じ照度で約 10 % の消費電力が軽減できる。

$$\text{節減電力量} \quad 40 \text{ W} \times 2,500 \text{ 灯} \times 0.1 \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} \doteq 84,000 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 84,000 \text{ kWh/year} \div 11,988,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.7 \%$$

- b. 主要工程の照度を測定した結果、次の値を得たが、いずれも概ね適正と思われる。

(工 程)	(照 度)	(工 程)	(照 度)
SCUTCHING	29 ルクス	SPINNING	107 ルクス
CARDING	67 ルクス	REWINDING	128 ルクス
DRAWING	85 ルクス	DOUBLING	134 ルクス
ROVING	101 ルクス	TWISTING	145 ルクス

- c. 現在、使用中のけい光ランプは、寿命末期のものが多い。けい光ランプは、6,000時間程度で取り替えた方が、明るさがそれほど低下しないですむので経済的である。

(3) 空調

- a. 現在、還気の冷却、加湿用のウォータ・ウォッシャ装置は、 $\phi 4$ mmのノズル88個が設けられている。
- b. 主要工程において製品々質をチェックしながら、使用水量を最大20%まで減少させ、クーリングタワー等に関連する電力の節減をはかっているのは、たいへん結構なことである。

8.2.3 生産工程管理

(1) 糸の不良率の現況

現在、当工場における糸の不良率は、綿糸25%、ポリエステル糸5%と、きわめて大きい値を示している。

このように糸の不良率が大きいことは、電力原単位の悪化を招くだけでなく、製品の完成までに費やされた多くのエネルギーの損失でもあるので、QCの手法を用いて、糸の不良率の減少を積極的に行うことが肝要である。

(2) 不良率の大きい原因とその対策

糸の不良率の大きい原因と対策は、主として次のことが考えられる。

a. 風綿が多く発生している。

現在、工場内には各工程において多くの風綿の発生が見られる。精紡機等には多くのパトロール・エアクリーナが稼働しているにもかかわらず、多量の風綿が存在し、糸の製造工程において、糸に付着して不良品を生じる大きな原因となっている。これを減少させるには、次にのべるような抜本的な対策を講じる必要がある。

- 床面の風綿のうち、エアクリーナで除けない部分及びフィルタ面の風綿を完全に清掃する。
- 主要工程において湿度を変化させない範囲で適切な加湿器を設け、室の上部空間の風綿に湿度を与えて床面に落下させる。

b. 原綿の不純物の除去が不十分である。

原料綿として、タイ産とエジプト産が使われているが、現在は価格の安い点でタイ産の構成比が大きい。

タイ産の綿は不純物が多いので、最初に十分に除かないと、後の工程で多くの努力をはらっても、不良率はそれほど減少しない。

原綿の不純物を除くには打綿機が用いられるが、現在のタイ産の綿の構成比が大きい状況に適しているか否か検討を要すると考えられる。

また、場合によっては、現在の打綿機の前の工程で、粗大な不純物を除き、現在の打綿機の効率を最高に発揮させることも一つの案と思われる。

c. 空調に検討の余地がある。

糸の各製造工程には、特有の温度、湿度、気流、清浄度等の空調条件が必要である。

特に、当工場のように、綿とポリエステル生産量の構成比が大きく変動する場合は、各工程における空調条件がこれに即応して細かく変化することが肝要である。

しかし、現在、各工程の空調条件については、次に示すように大差がない。

(工 程)	(温 度)	(湿 度)
SCUTCHING	28 °C	65 ~ 70 %
CARDING etc	26 °C	60 ~ 65 %

このことが、糸の不良率の大きい原因の一つとなっていると思われる。

そこで、各工程の理想的な空調条件を設定し、そのときの綿とポリエステルの生産量と構成比、原料の構成条件、外気の温度、湿度等の諸条件の変化に即応して、常に各工程が理想的に設定された空調条件にあるように、温度、湿度等を細かく制御することが肝要である。

なお、室内及び外気の温度、湿度の測定には、現在の人手による方式では不十分なので、電子式のセンサを利用することが必要である。

また、現在は室の出入口が二重扉になっていないため外気の侵入が多いので、空調を完全に行うためには出入口に二重扉を設ける必要がある。

さらに、室の天井がないのは空調空間を大きくし空調用電力を増大させる大きな要因であるうえ、天井面から粉塵が落下して主要生産工程における糸に付着して、不良率を大きくする原因になることも考えられるので、なるべく早い機会に、主要工程だけでも天井を設けることが望ましい。

9. まとめ

以上に述べた対策を実施した場合のエネルギー節減量は次のとおりである。

ボイラ給水水質の改善（重油換算）	8.8 kl/year	1.5 %
蒸気配管の保温	7.7 kl/year	1.3 %
染色機の保温	58.3 kl/year	9.7 %
染色冷却水、染色排液の熱利用	34.7 kl/year	5.8 %
ドレン回収強化	39.0 kl/year	6.5 %
小計	148.5 kl/year	24.8 %
<hr/>		
ファンの速度制御	404.9×10^3 kWh/year	3.4 %
モータの容量変化	327.4×10^3 kWh/year	2.7 %
モータベルトの弛度適正化	53.6×10^3 kWh/year	0.4 %
光源の高効率化	84.0×10^3 kWh/year	0.7 %
小計	869.9×10^3 kWh/year	7.2 %

THAI TEXTILE CO., LTD

1. 工場の概要

Address	175 Phaholyothin Rd., Donmuang Bangkok		
Capital	55 million Bt		
Type of industry	Textile		
Major products	Cotton Yarn, Cotton Textile (100% Cotton yarn and mixed yarn with polyester)		
Annual product	Yarn	6,000 t/year	
	Textile	24 Billion yard/year	
No. of employees	1,350		
Annual energy consumption	Electric Power	34,938,000 kWh	
	Fuel	Bunker C oil	240 kℓ
		Diesel oil	46.8 kℓ
Interviewees	Managing Director, H. Takizawa		
Date of diagnosis	Jan. 27 ~ 28, 1983		
Diagnosers	M. Matsuo, K. Nakao, Y. Ohno		

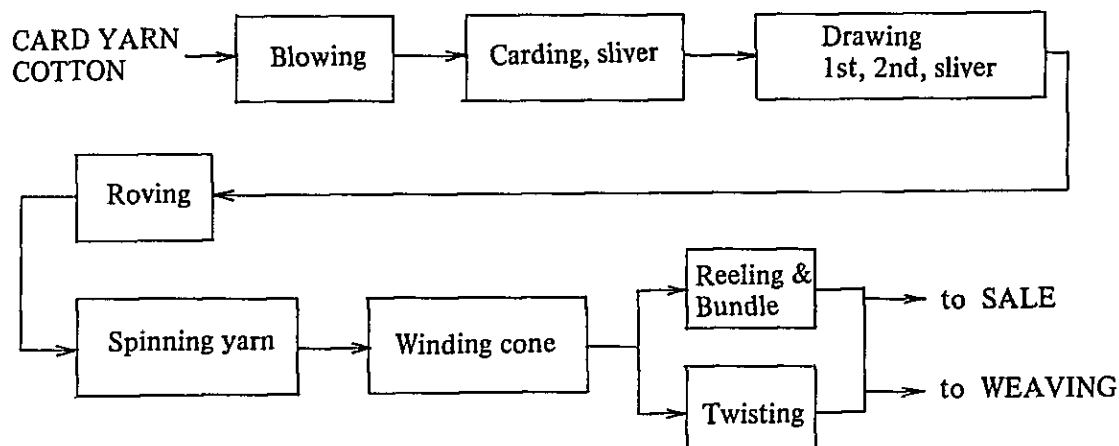
タイ・日の合弁会社で、1960年に操業を開始した。

綿糸、綿・テトロン混紡糸、布を生産している。スピンドル47,000 錘、織機 600 台を保有し、現在フル稼動中である。

製品の糸は60%をそのまま国内販売し、残り40%を布にしている。布のうち70%は輸出している。製品不良率は2%程度である。

工場はバンコク空港に隣接しており、そのため工場内配電々圧も制限を受けている。

2. 製造工程

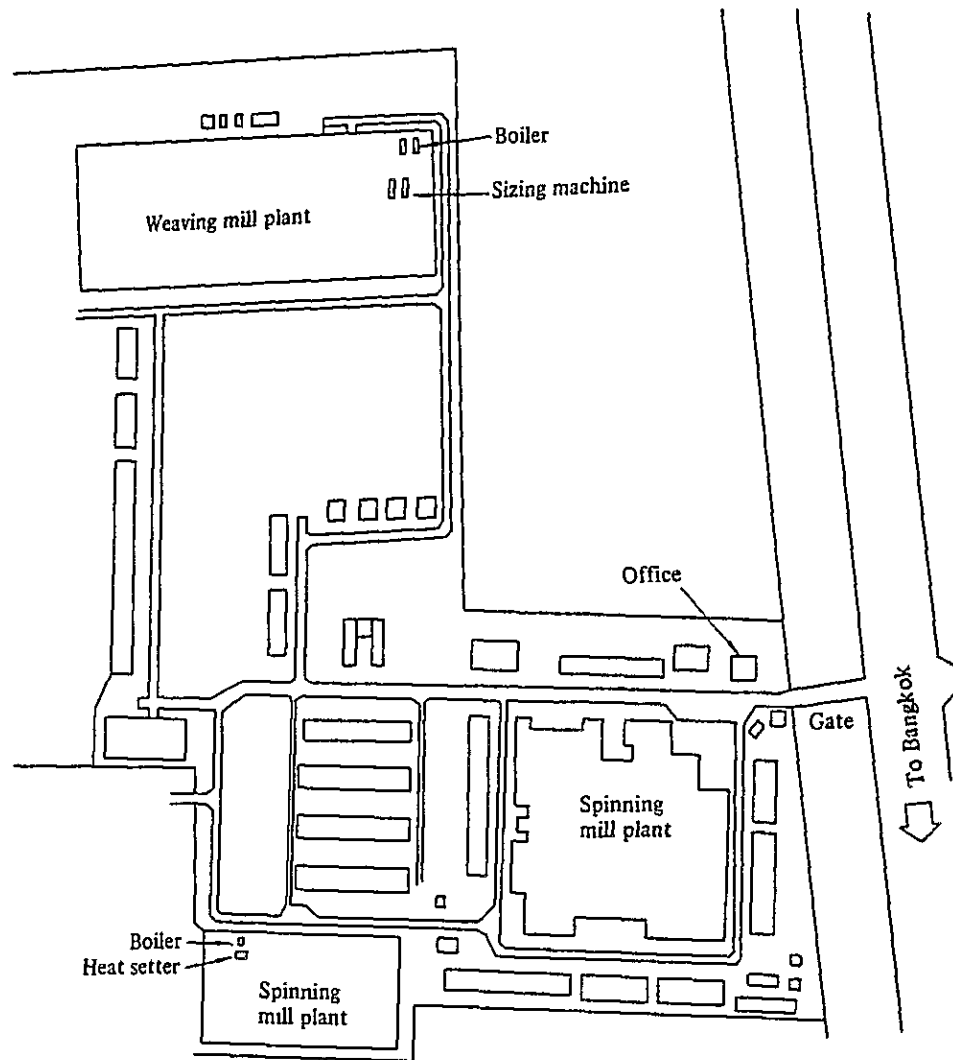


3. 主要設備の概要

(1) 主要設備

Plant or facility	Unit	Specification
Heat setter	1	Steaming by hot water-saturated steam
Sizing machine	2	Equipped with cylinder type dryer
Boiler	1	Fuel and smoke tube boiler, 1.5 t/h, 7 kg/cm ²
Boiler	1	Fuel and smoke tube boiler, 2.5 t/h, 7 kg/cm ²
Boiler	1	Fuel and smoke tube boiler, 0.5 t/h
Refrigerating machine	5	500 USRTx2, 350 RTx1, 330 RTx1, 250 RTx1

(2) 工場内配置図



4. エネルギー管理の状況

製品の売値が変わらないにもかかわらず電力単価が高騰しており、糸のコストの45%が電力費になっているので、具体的な目標値は示していないが、電力節減を主体に省エネルギーを進める方針である。

これまでに行った主な省エネルギー対策には次のようなものがある。

- (1) 冷凍機のオーバーホール 160万バーツ
- (2) デマンドコントローラ購入 43万バーツ
- (3) サイジングマシンのドレン回収

(4) 各精紡機ごとの回転数による電力変化の調査。

スピンドルの回転数と径の最経済点検討。

(5) 省エネルギー型伝導ベルトの採用

(6) 高効率モーターへの更新

省エネルギー活動は2年前に、まず意識啓蒙から始めた。適当なステッカが手に入らなかったため、自社製作することとし社内でデザイン募集を行った。

省エネルギー委員会は1982年に発足させている。副工場長を委員長にして、主任クラス14～15名を集め月1回開催している。

改善提案制度は労務管理の点で問題があり実施していないが、小集団活動は活発に進められている。

主任以上は社外の研修会、見学会に派遣し教育を受けさせている。社内でも、空運転の防止や休日あけのスタート時のデマンド抑制などの教育を実施している。

エネルギー消費量は各工程別、主要設備別に毎月把握されている。原単位の算出は定期的に行っており、変動の大きいときはその原因の調査を行っている。管理図は現在つくられていないが、デマンドコントローラ入荷後はその記録計を利用してグラフ化することになっている。

以上のように、当工場はエネルギー管理の要点を把握して省エネルギーを推進しており、優秀な水準にある。

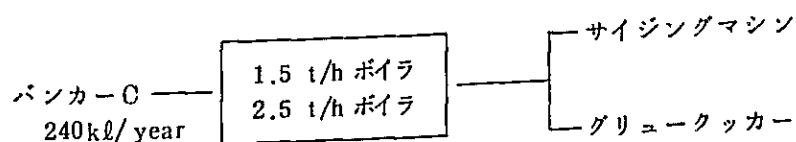
政府に対して、次の点の要望があった。

(1) ステッカ、ポスタ等省エネルギー推進のための資料の配布

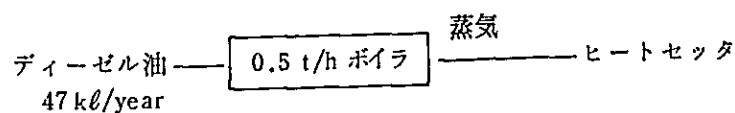
(2) 省エネルギー機器輸入関税の軽減。特にマイクロコンピュータ使用機器の輸入が困難。

(3) 節約契励型の電力料金体系。

5. 燃料の消費状況



(サイジングマシンの稼動状況に応じボイラは1基又は2基運転。)



ボイラ稼動時間 16 ~ 18 h/day

ボイラ (1.5 t/h) の熱勘定

Heat input			Heat output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	502.0	99.62	Enthalpy of steam	415.8	82.52
Sensible heat of fuel	1.9	0.38	Sensible heat of waste gas	57.6	11.43
			Sensible heat of blow down	7.8	1.55
			Heat loss from furnace body plus miscellaneous	22.7	4.50
Total	503.9	100.00	Total	503.9	100.00

給水量計が故障していたので一部仮定を入れてボイラの熱勘定を行った。

注1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類	C重油	
燃料の消費量(当日の1時間実測値)(F)		52 kg/h
燃料の発熱量(低位)	(H _ℓ)	9,654 kcal/kg
燃料の比重	(S _G)	0.945
燃料の比熱	(C _P)	0.45 kcal/kg °C
燃料の温度	(T _F)	110 °C
基準温度	(T _O)	30 °C
廃ガス中のO ₂ %	(O ₂)	5.4 %
廃ガス温度	(T _G)	265 °C

廃ガスの比熱	(C_G)	0.33 kcal/Nm ² °C
ブロー水量	(B)	80 kg/h
ブロー水温度	(T_B)	160 °C
給水温度	(T_W)	62 °C
蒸気圧力	(P)	5.3 kg/cm ²
蒸気のエンタルピー	(E_S)	658.38 kcal/kg
給水のエンタルピー	(E_F)	62 kcal/kg

注2) 熱勘定計算式

入熱

- a) 燃料の燃焼熱 (Q_C)

$$Q_C = F \times H\ell = 502.0 \times 10^3 \text{ kca/kg}$$

- b) 燃料の顕熱

$$Q_S = F \times C_P (T_F - T_O) = 1.9 \times 10^3 \text{ kcal/kg}$$

出熱

- a) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

理論空気量 (A_O)

$$A_O = 0.85 H\ell/1,000 + 2.0 = 10.21 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

理論廃ガス量 (G_O)

$$G_O = 1.11 H\ell/1,000 = 10.72 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

空気比 (m)

$$m = 21/21 - O_2 = 1.35$$

実際廃ガス量 (G)

$$G = G_O + A_O (m - 1) = 14.29 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times C_G (T_G - T_O) = 57.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

- b) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_W) = 7.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

- c) 炉体からの熱放散及びその熱損失 (Q_R)

炉体からの熱放散 (Q_r)

側面	60 °C	330 kcal/m ² h	26.3 m ²	8,700 kcal/h
後面	120 °C	1,250 kcal/m ² h	3.4 m ²	4,300 kcal/h
前面	80 °C	630 kcal/m ² h	3.4 m ²	2,100 kcal/h

$$Q_r = 15.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

その他の熱損失(Q_0)。入熱の1.5%と仮定する。

$$Q_0 = 7.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$Q_R = Q_r + Q_0 = 22.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

d) 蒸気の保有熱量 (Q_v)

$$Q_v = Q_c + Q_s - Q_e - Q_b - Q_R$$

$$= 415.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

e) 蒸気の蒸発量 (S)

$$S = Q_v \div (E_s - E_f) = 697 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

6.1 ボイラ

(1) 燃焼改善

排ガス中の O_2 %が高目なので、空気ダンプの調整を行って O_2 を4%以内に保つほしい。 O_2 を4%に下げると排ガス量は約8%減り、必要燃料量も1%減少する。

また排ガス温度も高くなっている。空気比調整によって排ガス量を減らすとともに、ボイラチューブ内外面の掃除を行う必要がある。 O_2 4%、排ガス温度210℃になれば、ボイラ効率も85.6%に向上し、燃料消費量は4%、9.6 kℓ/year 減少する。

$$m' = 1.24$$

$$G' = 13.17 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

改善後の燃料量を x kg/h とすると、ボイラ熱勘定表から、

$$\frac{503.9}{52} \cdot x = (415.8 + 7.8 + 22.7) + \frac{13.17 \times 0.33 \times (210 - 30)}{1,000} x$$

$$\therefore x = 50.1 \text{ kg/h}, \quad \frac{F - x}{F} = 0.04$$

$$240 \text{ kℓ/year} \times 0.04 = 9.6 \text{ kℓ/year}$$

となる。

(2) 給水量計の設置

現在補給軟水の流量計はついているが、実際ボイラに入る給水の流量計が設置されていない。給水量を燃料消費量で割った値、すなわち簡易蒸発倍数を毎日算出してボイラの効率の目安とし、日常の管理を実施してほしい。また、このメーターの

設置により、軟水流量計の読みとの差からドレン回収量も把握可能になる。

(3) ボイラ水の管理

ボイラ水と軟水の分析値は次の通り。

	軟 水	ボイラ水
p H	8.5	11.0
電気伝導度 $\mu\text{S}/\text{cm}$	830	7,040

ボイラ水の基準値は p H 11.0 ~ 11.8 , Mアルカリ度 80 ~ 600 as CaCO_3 mg/ℓ , 全蒸発残留物 3,000 mg/ℓ 以下 , 電気伝導度 4,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下 , Cl 500 mg/ℓ 以下 PO_4^{3-} 20 ~ 40 mg/ℓ , である。電気伝導度が分析値ではやや高いが、ボイラ給水とボイラ水の分析を定期的を実施してブロー率を決定し、1日の給水量基準でブロー量を決定すること。ドレンの回収量が増加すると、給水の水質がよくなりブロー量も減少して、ボイラ効率が上昇し清缶剤の使用量が減少する。

(4) 小型ボイラ

0.5 t/h のボイラはヒートセッタの供給蒸気発生用に使われている。

診断調査期間中には運転状態のチェックができなかったが、燃料油及び給水流量計を設置することにより蒸発倍数の管理を、また廃ガス温度計を設置して廃ガス温度管理を行って欲しい。水面計は不良品であるので交換されたい。主蒸気弁2"等の保温が必要である。

また他のボイラと同じバーナを使用しており、燃料としてパンカCを使用できる。

(5) その他

ボイラ後壁、補機、配管、バルブの保温強化が望ましい。

6.2 コンデンセート回収とフラッシュ蒸気利用

サイジングマシンのコンデンセートは回収されているが、ボイラまでの距離が近いグルークッカーのコンデンセートも回収してほしい。

また2つのコンデンセートタンク、給水タンク、コンデンセート配管を保温する必要がある。(保温効果総括表参照)

スチームトラップを出て大気圧になったコンデンセートはその一部が再蒸発するが、この蒸気は利用されていない。サイジングマシンのシリンダ(2.0 kg/cm²)からのコンデンセートを新たに設けたフラッシュタンクに導き0.5 kg/cm²に減圧すると、約20%のエネルギーが0.5 kg/cm²蒸気として回収さたるので、グリュータ ンク

の加温用等に利用できる。フラッシュタンクに残るコンデンセートをボイラ給水用に送ることにより、効率よく熱エネルギーを利用することができる。

飽和水のエンタルピー $2.0 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ 133 kcal/kg

$0.5 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ 111 kcal/kg

0.5 kg/cm^2 における蒸発潜熱 532 kcal/kg

0.5 kg/cm^2 蒸気のエンタルピー 643 kcal/kg

$$\text{フラッシュ蒸気発生割合} = \frac{133 - 111}{532} = 4.1 \%$$

フラッシュ蒸気へ移る熱量割合

$$\frac{643 \times 0.041}{133} = 20 \%$$

6.3 保温の改善による放熱損失の防止

工場内蒸気使用設備の保温状態は全般的に不十分であり適切な断熱強化対策の実施によってかなりの改善を期待できる。

保温の厚さは厚いほど断熱効果は大きくなる一方、施工費用も増加するので燃料の低減効果と比較検討して経済的厚さを決定しなければならない。

保温改善を要する部分のうち主なものについて、改善効果と費用を次の表に示す。保温に要する費用は1年以内に回収できることがわかる。

機器の保温による省エネルギー推定効果総括表

Effects of Insulation

Facility	Specification of equipment	Skin temp °C		Heat loss Kcal/m ² h		Recovered heat by insulation		Fuel cost to be saved Bt/year	Insulation cost Bt
		actual	insu.	actual	insu.	actual	insu.		
Condensate recovery	Pipe 2" x 42 mL 1½" x 32 mL Drain tank, surface area 2.73 m ²	90	42	(76) (116)	(11) (17)	(65) (99)	Kcal/h 5,898 1,775 7,673	38,800	20,100
String machine	Steam valve 2" x 3 pcs.	123	48	1,345	177	1,168	739	3,700	700
	Dryer cylinder shell plate 6.7 m ² O.d. φ750 mm x i.d. φ300 mm x 9	110	46	1,100	155	945	6,332	32,000	6,000
	Glue tank, surface area 5.9 m ² Steam pipe / drain pipe	82~96	40	693	93	600	3,540	17,900	3,900
	Steam pipe 3/4" x 9 mL Steam pipe 2" x 7 mL Condensate pipe 1½" x 5 mL	122	48	(100) (200) (128)	(15) (34) (17)	(85) (186) (111)	2,730	13,800	6,000
Cooker	Cooker φ1,100 x 1,400 ml, surface and 7.2 m ² Steam pipe 1" x 11 mL	90	43	760 (161)	122 (22)	638 (139)	4,950 1,529	25,000 7,700	6,600 3,100
Glue supply pipe	2" x 36 mL, from cooker to glue storage tank	90	42	(145)	(21)		4,464	22,600	12,600
Glue storage tank	φ1,082 mm x 1,400 ml, surface area 6.6 m ² with cover and stirrer	79	42	(707)	(111)		3,943	19,900	5,000
Total							Kcal/h 30,422	153,800	54,000

- Notes: 1. The thickness of insulation material of 25 mm is availed to pipings and equipments
2. The figures within parentheses are signified in Kcal/m²h.
3. The item of "Fuel cost to be saved" is calculated by following equation:

$$\text{Bt/year} = \frac{(\text{recovered heat}) \times 4.5 \text{ Bt/l} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ days}}{9,650 \text{ kcal/kg} \times 0.82 \times 0.945}$$

7. 電力の消費状況

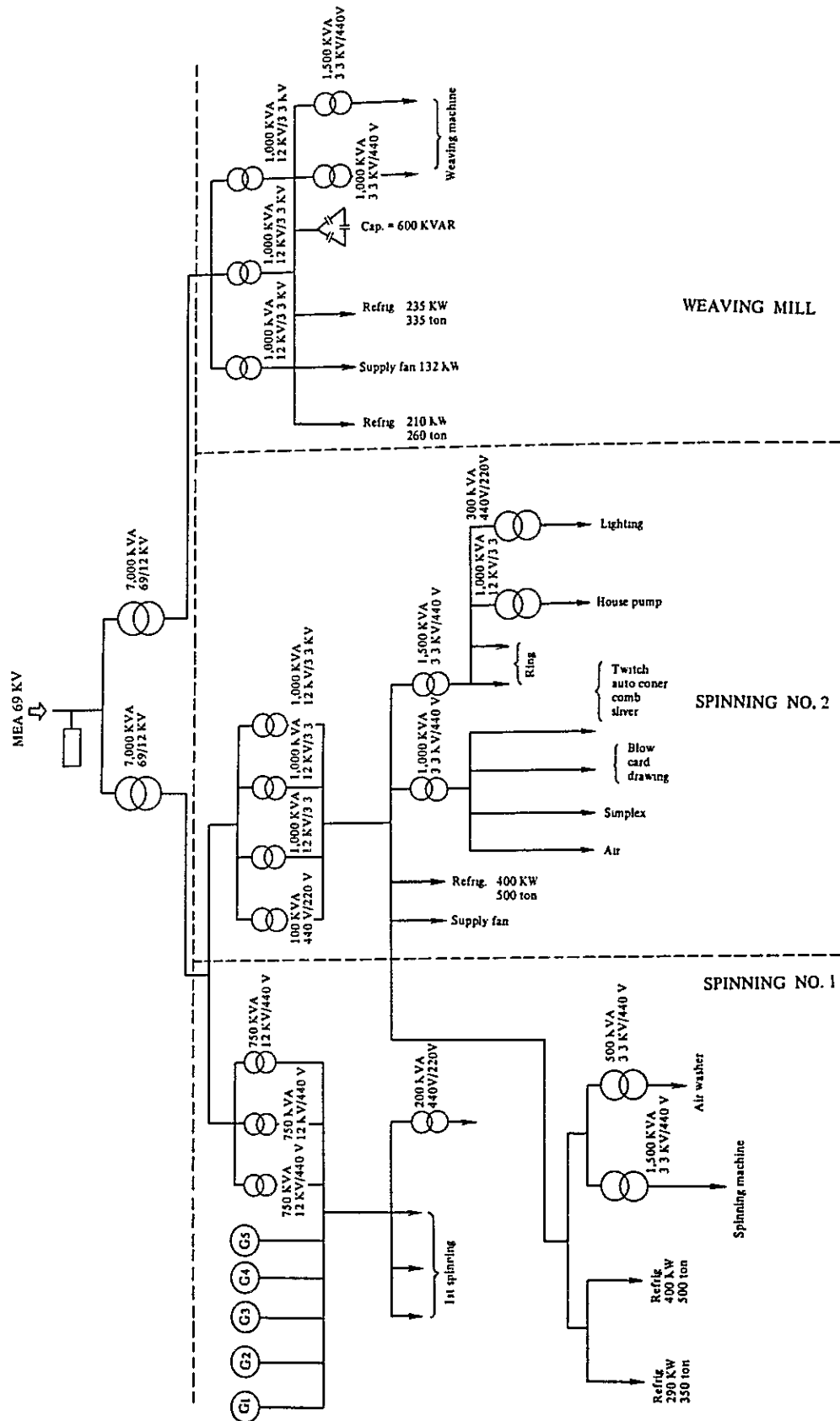
7.1 電力消費に関する主な指標

- 電力会社 : M E A
- ピーク・デマンド : 4,860 kW
- 使用電力量 : 34,938,000 kWh/year
- 負荷率 : 83 %
- ペナルティ・フィ : な し
- 力 率 : 93 %
- トランス : 7,000 kVA (1 台) (他に予備として7,000kVA × 1台あり)
- 電力原単位 : 糸 2,338 kWh/lb
: 布 0.41 kWh/yard

7.2 負荷の配分

モ ー タ	56.0 %
空 調	40.0 %
照 明	4.0 %
計	100 %

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 現在優れている点

次のように優れた点がある。

8.1.1 受電用変圧器の鉄損の減少

受電用変圧器 7,000 kVA 2 台のうち、1 台を常用とし、1 台を予備として、鉄損の減少をはかっている。

7,000 kVA 変圧器 1 台の鉄損は、容量の 0.3 % 程度なので、次のとおり節減電力量は極めて大きいものとなる。

$$(7,000 \times 0.003) \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 176,400 \text{ kWh/year}$$

また、変圧器容量 7,000 kVA に対し、デマンドは 4,860 kW で力率が 93 % なので負荷率は約 75 % となり、高効率範囲内で運転されている。

8.1.2 精紡工程

(1) スピニング・モータの軸とスピンドルの伝動に省エネルギー型のベルトを使用しているため、伝動不良による電力ロスが少ない。

(2) 照明用の光源は、第 2 紡績および織物工場には、ラピッドスタート型の白色けい光ランプを使っている。(第 1 紡績工場は一般型の昼光色けい光ランプを使用している。)

白色けい光ランプは、同じ照度で昼光色より約 10 % 消費電力が少ないので結構である。

照度は、精紡工程で約 200 ルクスあり、十分な照度水準を保っている。

8.1.3 織機の伝動ロスの減少

織布工場は、モータの直結したシャトル式の織機を使用していて、伝動による電力ロスが少ない。

8.1.4 空調の適正化

空調は各工程とも、適正な温度と湿度を保持し、高品質の糸と布の生産に貢献している。

8.2 問題点と対策

8.2.1 コンピュータの有効活用

当工場では、近くコンピュータを導入する計画があれば、生産管理・工程管理・品質管理等の目的のみならず省エネルギーについても次のように高度に有効活用し、

メリットを得ることができる。

(1) デマンドコントロール

コンピュータと既に購入しているデマンドコントローラを[・][・][・]つなげて、次のことを行い、ピークデマンドの大幅な減少をはかる。

- a. 自動負荷記録
- b. 日負荷曲線の自動作成
- c. 負荷分析(ピークの原因となった工程等の分析, チェック)
- d. 負荷の平準化
- e. 負荷率向上
- f. デマンドコントロール

(2) モータの速度制御

負荷の変動するフロア、ポンプ等についている大容量のモータに、それぞれインバータを取り付け、負荷の変動に即応した。無段階の速度制御を行えば電力節減をはかることができる。

例えば、現在、合計容量 450 kW のフロアが 10 % のダンパ制御を行っている。これをインバータにより速度制御を行うと、省エネルギー効果は次のようになる。

$$\text{節減電力} \quad 450 \text{ kW} \times \{ (1 - 0.9^3) - 0.03 \} = 108.45 \text{ kW}$$

$$\text{節減電力量} \quad 108.45 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 910,980 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 910,980 \text{ kWh/year} \div 34,938,000 \text{ kWh/year} \approx 2.0 \%$$

なお、節減電力量に対する推定電力料金は約 133 万バーツであるが、インバータの価格は約 200 万バーツなので、比較的短期間で償却できる。

もし、将来導入された大型コンピュータを利用して、フロア、ポンプ等についている大容量のモータをグループとしてとらえ、各フロア、ポンプの風量や水量の変動を検出してコンピュータにフィードバックして処理し、各モータの回転数制御装置にインプットすると、各モータはインバータを取り付けただけのときより、さらにグループ全体の条件に応じて正確に回転数制御され、省エネルギー効果は、一層大きくなると思われる。

(3) 空調の自動制御

- a. バンコクは季節、時間帯による温度、湿度の差があるので、これに即応してセンサを利用した細かな空調の制御を行う。さらに今後導入されるコンピュ

ータにより以下に述べる制御方法の何れかを用いて空調に必要な冷凍機のモータ、負荷のみでなく、空調に伴う風量、水量の制御も併せて行えば、さらに省エネルギーの効果をたかめることができる。

◎シーケンス制御

季節、時間帯に応じた空調負荷の変動パターンを把握し、これに応じたスケジュールをたてて、コンピュータにより空調設備を起動、停止させて、温度、湿度等の設定値を保つ。

◎連続制御

室内外の温度、湿度を検出し、コンピュータにフィードバックして処理し、各空調設備及び付帯設備にインプットして、次の制御を行い、温度、湿度等の設定値を保つ。

- 外気取入量の制御
- ダクト風量の最適配分
- 最小限度立上り時間の算出にもとづく空調設備の起動、停止時間の制御
- 空調設備の冷却水・冷水の流量、送風量の最適値制御等

- b. 織布工場の空調条件は、現在、温度 30℃、湿度 65%となっているが、品質に支障がない場合は、産業空調の見地から、温度 32℃、湿度 70%程度とし、空調負荷を軽減させて、冷凍機の 8%程度の省エネルギーをはかるのが妥当と思われる。

$$\text{節減電力} \quad 445 \text{ kW} \times 0.08 = 35.6 \text{ kW}$$

$$\text{節減電力量} \quad 35.6 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 299,040 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 299,040 \text{ kWh/year} \div 34,938,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.8\%$$

なお、保健空調の観点からは、換気による気流の流速を適正な値として、感覚温度を下げて快適性を得ることが望ましい。

8.2.2 電力管理の徹底

- (1) 変電所及び配電盤を整備し、工場、工程、主要機器（例、冷凍機）別に積算電力計を取り付けて、使用電力量を記録し、これをデマンドコントロール、負荷分析、作業分析等に活用して、総合的な省エネルギーをはかる。
- (2) 現在、工場の電気担当者の持っている単線結線図は、フリー・ハンドのラフな図面で、設備の結線状態が不明確で、正規の単線結線図とはみなせない。電力管理を十分に行うために、単線結線図は不可欠のものであるので、一目で簡単に主

要電気設備の配置や結線のわかる正規の単線結線図を作成し、事務所はもとより、受・変電所等の電力管理のセンターとなるところにはっておき、常に誰でもがみられるようにしておくことが必要である。

また、工場内の生産工程及び主要機器の配線が冗長なので、これを最短距離で配線するように留意し、配線ロスの減少に努めることが肝要である。

8.2.3 高効率機器の採用

- (1) 精紡機用モータのように、定速運転のモータは、高効率モータを採用すると、一般型に比べて効率が3～5%高くなる。ただし、一般型より2～3割高価なので、償却に3～5年かかる。

節減電力

第1精紡工程 $15 \text{ kW} \times 34 = 510 \text{ kW}$

第2精紡工程 $15 \text{ kW} \times 54 = 810 \text{ kW}$

計 $1,320 \text{ kW}$

節減電力量 $1,320 \text{ kW} \times 0.04 \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 443,520 \text{ kWh/year}$

節減率 $443,520 \text{ kWh/year} \div 34,938,000 \text{ kWh/year} \doteq 1.3 \%$

- (2) 照明用光源は、白色けい光ランプを使うと、一般型に比べて同じ照度で約10%消費電力が少ない。

現在、第1精紡工場は昼光色けい光ランプであるが、計画中のラピッドスタート型白色けい光ランプへの取り替えが早急に行われることが望まれる。

(注) 当工場では、電圧変動が大きいので、点灯管式のけい光ランプは寿命が短かく、かつ点灯管の接点不良から安定器の過熱を生じ、火災のおそれもあるので、ラピッドスタート型に統一しつつある由である。

(3) 電力損失の軽減

- a. 測定の結果、各工程のモータのベルトの弛度が大きいものが30～70%あり、伝動不良による電力損失が大きい現状である。

親指で普通の力でベルトを押したとき、ベルトの厚さだけベルトが下る程度に、ベルトの弛度を適正化すると、3%程度の電力損失の軽減がみこまれる。

ベルト弛度の大きいモータ

第1紡績工場

(工 程)	(容 量)	(台 数)	(合計容量)
REACHING	0.375 kW	2 台	0.75 kW
WINDING	1.5 kW	11 台	16.5 kW
SPINNING	9 kW	9 台	81 kW
SIMPLEX	9 kW	6 台	54 kW
第2紡績工場			
DRAWING	3.7 kW	4 台	14.8 kW
SIMPLEX	7.5 kW	2 台	15 kW
WINDING	1.5 kW	3 台	4.5 kW
計			186.55 kW

第1, 第2紡績工場

節減電力量 $186.55 \text{ kW} \times 0.03 \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 47,010 \text{ kWh/year}$

節減率 $47,010 \text{ kWh/year} \div 34,938,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.1 \%$

- b. 各工程における風綿の量が多く、とりわけ精紡機の下にある還気の取入口はフィルタが風綿により目詰まりをきたしている。

このままでは所定の風量を通らず、空調条件を保てなくなる。常に床面及びフィルタの清掃に心がけることが必要である。

9. まとめ

以上の対策を実施した場合の効果は次のとおりである。

ボイラの燃焼改善(重油換算)	9.6 kl/year	4.0 %
保温の改善	34.2 kl/year	14.2 %
小 計	43.8 kl/year	18.2 %
モータの速度制御	$911.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	2.6 %
空調負荷軽減	$299.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	0.8 %
高効率モータ採用	$443.5 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	1.3 %
ベルト弛度調整	$47.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	0.1 %
小 計	$1,700.5 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	4.8 %

PHIPHATANAKIT TEXTILE CO., LTD.

1. 工場の概要

Address	222 Putaraksa Rd. A. Muang Samutprakarn	
Capital	2,000 million Bt	
Type of industry	Textile	
Major products	Fiber, Cloth (cotton, polyester)	
Annual product	Fiber 5,600 t/year Cloth 1,243 million yard/year	
No. of employees	1,380	
Annual energy consumption	Electric Power	20,752,000 kWh
	Fuel	Bunker A oil 300 kℓ
Interviewees	Factory Manager Somvang Pinyavat Energy Manager Sompong Panjai	
Date of diagnosis	Jan. 31 ~ Feb. 1, 1983	
Diagnosers	Y. Ohno, K. Nakao, M. Matsuo	

1971年に操業を開始した工場で、綿糸及びポリエステルと綿の混紡糸、布を製造している。スピンドル45,000錠、織機500台を保有している。

製品の糸は40%を自社の織布工場で使用し、残り60%は外販している。

日本の「富士紡」と技術提携をしており、2年交替で専門家が派遣されている。

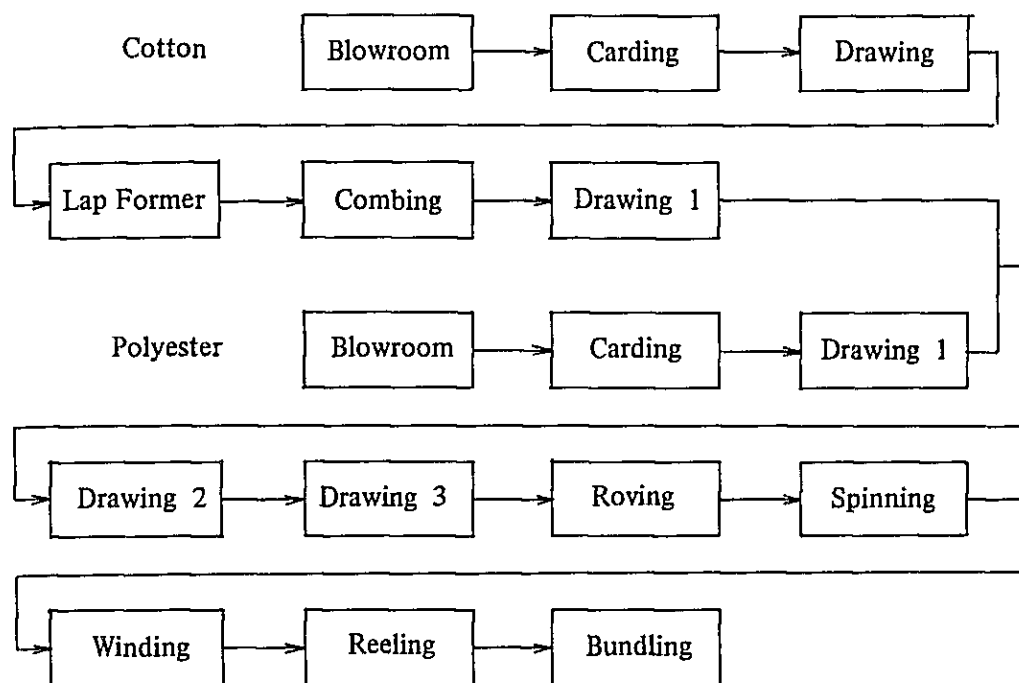
現在22日/月の操業で、通常26日/月からみると操業度が低下している。

不良率は糸10%、布3%とかなり多い。

当工場の抱えている大きな問題は地盤沈下であり、紡糸機の基礎修正も実施されている。モータの焼損事故が多く、工場側では地盤沈下も原因の一つになっているのではないかと考えていた。

2. 製造工程

Combed Yarn

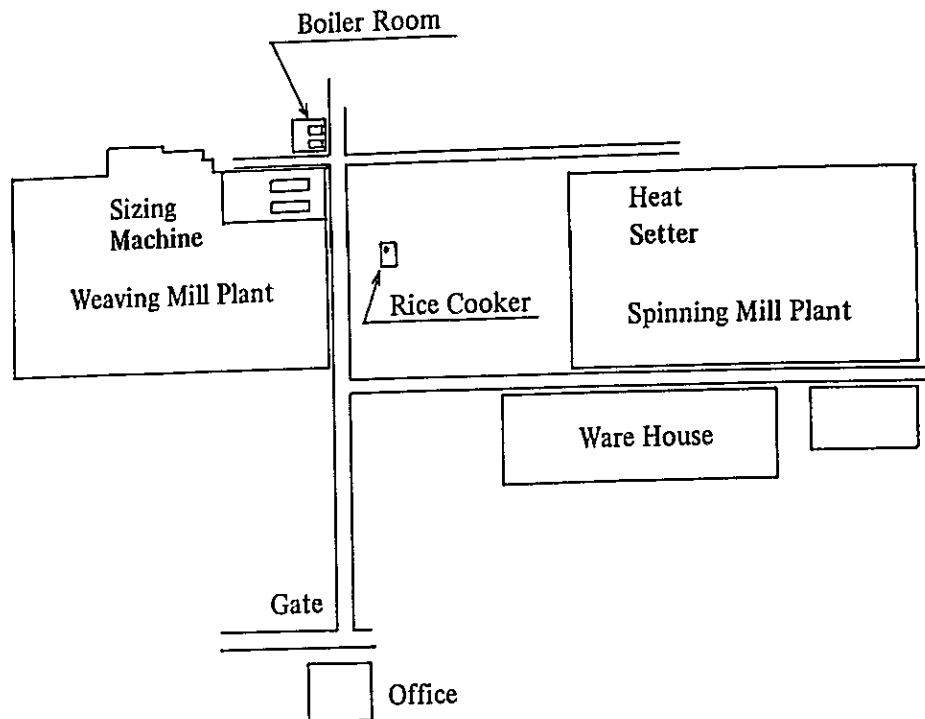


3. 主要設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Heat setter	1	Hot water – saturated steam injection type
Sizing machine	2	Cylindrical drying type
Boiler	2	Flue and smoke tube type 1.25 t/h operating pressure 8.1 Kg/cm ² G
Refrigerating machine	4	460 kW x 3, 250 kW x 1

3.2 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

省エネルギーの目標として、10%程度の削減を希望している。「省エネルギーはコストダウンにつながるので、診断結果の実施に努力したい」という、工場長の意見があった。

4.1 省エネルギー対策と実施状況

これまでに、次のような対策が実施されている。

- (1) 紡糸機は品質上問題がない程度で回転数を落している。
- (2) 照明についても、不必要な部分は消灯するようにしている。
- (3) 空調はエネルギー消費率が大きいので、設定温度を28～29℃から30～32℃に調整して負荷を減らしている。

今後の省エネルギー計画としては、次のような対策が考えられている。

- (1) 蒸気パイプの保温やバルブの補修等、日常のメンテナンスの強化。
- (2) 一部ドレン回収の実施
- (3) チラー排水の熱回収
- (4) クーリングタワーのオーバーフロー冷水の回収

現在までは目に見える部分を主体に改善してきたが、今後は計測データを基に設備改善を進めていくとのことで、そのためのポータブルな電気計測器を発注している。

4.2 エネルギー消費量の把握

電力については工場全体及び主要工程別の記録を実施しており、燃料の消費についても毎日の記録がある。

しかしデータの解析や原単位の把握はなされていない。日常のデータを整理して、月間や年間の集計を実施して原単位を算出し、比較検討する必要がある。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

昨年12月に幹部による省エネルギー会議を行ったとのことであった。省エネルギー委員会では工場長が委員長になり、委員は作業工程や装置を熟知している現場の従業員や主任クラスの責任者を含めた拡大組織とし、全員の参加意識を盛り上げることが重要である。その中で目標の設定や種々の問題提起を行って、省エネルギーを推進する必要がある。このためには、既に実施されているQCサークル活動は有効である。

提案制度は具体的な形にはなっていないが、従業員のサゼッションについてはその30%は実施しているとのことである。

有効な提案に対する成果表彰等を実施されたい。

4.4 従業員教育

ボイラ等の機械の保守管理についての教育は実施しており、各自の担当する機械の役割の重要性を認識させるようにしている。

スタッフを社外研修に出したり、また許可された工場見学は行っているとのことである。

今後はTPA等のセミナーに現場責任者を出席させ、更に社内でセミナーの報告研修会等を行って、従業員のレベルアップを図ることが重要である。

また従業員への呼びかけについても、幹部が方針や目標を明確に打ち出すことが必要である。

5. 燃料の消費状況

年間の重油消費量は 300kl で、その全部がボイラ用である。ボイラで発生した蒸気はサイジングやヒートセットなどの仕上げ加工や調理の熱源として用いられている。

ボイラの稼働台数はサイジングマシンの稼働台数に応じて変えている。

燃料費の売上げ金額に占める割合は約 0.5 % に過ぎないが、燃料費としては年間 135 万バーツとなるので、省エネルギーは無視することのできない問題といえよう。

熱勘定

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	437.0	99.8	Heat of steam	371.9	84.9
Sensible heat of fuel	1.1	0.2	Heat loss in exhaust gas	47.4	10.8
			Heat release from boiler body, Others	18.8	4.3
Total	438.1	100.0	Total	438.1	100.0

給水量計が故障しており、正確な熱勘定は出来ないが、一部仮定を置いて概算した。

5.1 熱勘定計算諸元

燃料の種類		重油	
燃料消費量	(F)	46 kg/h	
燃料発熱量(低位)	(H _l)	9,500 kcal/kg	
燃料の比熱	(C _p)	0.45 kcal/kg °C	
燃料の温度	(T _F)	83 °C	
基準温度	(T _o)	30 °C	
廃ガス中の O ₂ %	(O ₂)	6.6 %	
廃ガス温度	(T _G)	230 °C	
給水温度 脱気器入口	(T _w)	33 °C	ボイラ入口 65 °C
ブロー量 試験時間中に付ブローせず		0 l/h	
蒸気圧力	(P)	8.1 kg/cm ² g	
試験時間		3.7 h	
ボイラ外壁からの放熱量			
ボイラ長平方向側壁	(Q' _L)	190 kcal/m ² h	

缶前（バーナ側）	(Q'_F)	150 kcal / m ² h
後部側壁	(Q'_B)	900 kcal / m ² h
ボイラ寸法（外法）		$\phi 1,500 \times 4,450$ mm

5.2 熱勘定計算式

入熱

燃料の燃焼熱 (Q_c)

$$Q_c = F \times H\ell = 437 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

燃料の顕熱 (Q_s)

$$Q_s = F \times C_p (T_F - T_0) = 1.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

$$\text{理論空気量 } (A_0) = (0.85 H\ell / 1.000) + 2.0 = 10.1 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論排ガス量 } (G_0) = 1.11 H\ell / 1.000 = 10.5 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空気比 } (m) = 21 / (21 - 0_2) = 1.5$$

$$\text{実際排ガス量 } (G) = G_0 + (m - 1) A_0 = 15.6 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_G - T_0) = 47.4 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

炉体からの放散熱量 (Q_R)

$$Q_R = (190 \times 20.97) + (150 \times 1.77) + (900 \times 1.77) = 5.8 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

その他の熱損失 (Q_o) 入熱量の3%とした。

$$Q_o = 0.03 (Q_c + Q_s) = 13.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

蒸気の保有熱量 (Q_v)

$$Q_v = Q_c + Q_s - Q_E - Q_R - Q_o = 371.9 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー} (E_s) = 662.0 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{給水のエンタルピー} (E_f) = 33.0 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_v \div (E_s - E_f) = 591.3 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 ボイラ

(1) 給水流量計

給水流量計は1年前から故障中であるが、早急に修理し、毎日、

$$\text{簡易蒸発倍数} = \frac{\text{給水量} - \text{ブロー量}}{\text{燃料費}}$$

を計算してボイラ効率の変化を監視するようにしてほしい。

(2) 空気比の改善

燃焼排ガス中の酸素濃度を測定した結果は6.6%とやや高い値を示した(低燃焼時)。理論上燃焼に必要な空気量に対して実際に供給した空気量の比を空気比(m)とすると、

$$m = \frac{21}{21 - O_2} = 1.46$$

mの適正值は1.3以下なので、煙突から黒い煙の出ない範囲で空気量を絞り、排ガス損失の減少に努めてほしい。熱勘定表から、空気比を1.3に改善したときの燃料節減割合は1.6%である。低燃焼の時間を半分とみると年間燃料節減量は次のようになる。

$$300 \times 0.5 \times 0.016 = 2.4 \text{ k}\ell/\text{year}$$

(3) ボイラの水質管理

給水及び缶水の水質は次のとおり。

	給水	ボイラ水
pH	7.1	10.9
電気伝導率	848 $\mu\text{S}/\text{cm}$	9.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$

ボイラ水の電気伝導率は、6,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下に保つ必要がある。ボイラ水の濃度を適当に管理することによって、ボイラ効率の低下及び缶体の腐食を防止することができる。この場合、給水の電気伝導度が高いので軟水装置の運転管理を強化する必要がある。

(4) 蒸気洩れ

スチームヘッド上のバルブグランドからの蒸気洩れが見受けられた。6 kg/cm²g 蒸気の場合、孔径1%の孔から約3 kg/hの蒸気が逃げる。放置すると漏洩量がだんだん増加するので早急に補修されたい。

6.2 保温の改善

保温の不備な個所が各所にみられた。その個所と保温改善の効果を次表に示す。保温の改善費用は短期に回収できるので早急を実施されたい。

Expectation effect of energy conservation by insulation for equipment

Name of equipment	Part of insulation and specification	Surface temperature °C		Heat loss Kcal/m ² h		Decrease heat loss by insulation		Fuel conservation amount (Kt/year)	Cost Saving Bt/y	Cost to insulating (Bt)
		Existing state	After improvement	Existing state	After improvement	Per hour (Kcal/h)	Per year (x10 ³ kcal/year)			
Sizing machine	Steam piping 2" x 3.5 mℓ (inlet header) 3/4" x 0.8 mℓ x 4 (from inlet header to steam drum) (Steam pressure 1.8 kg/cm ²)			Kcal/mh 271 122	75% decrease	1,339	9,600	1.2	5,600	1,600
Glue cooker	Surface area of glue tank 3.6 m ²	120		1,240	75% decrease	3,348	16,070	2.0	9,400	2,400
	No. 2 Bottom area of storage tank 1.13 m ² No. 3 1.04 m ² Total 2.17 m ²	72		427	75% decrease	695	5,000	0.6	2,800	1,400
Heat setter	Steam piping 2" x 11 mℓ Valve 2" x 1 p.c. (equivalent length 1.1 mℓ) (Steam pressure 7.5 kg/cm ²)			Kcal/mh 430	75% decrease	3,580	25,800	3.3	15,500	4,400
Boiler	Feed water piping between deaerator and boiler 3" x 20 mℓ			Kcal/mh 150		2,600	18,700	2.4	11,300	7,600
	Fuel service tank 580D x 2,100I, surface area 5.54 m ²	80		605	90	2,853	20,500	2.6	12,200	3,600
	Accessories valves of steam header 2" x 3 p'cs 2 1/2" x 3 p'cs					1,132 1,956	22,200	2.8	13,200	7,800
Total									14.9	28,800

- Notes. 1. Insulation material is glass wool and it's thickness is 25 mm
2. Annual operating hours is 24 h x 300 day (16 h/day for glue cooker)
3. Fuel conservation amount = $\frac{\text{decrease heat loss per year by insulation}}{9,500 \times 0.85 \times 0.975} \times 10^{-3}$ kt/year

またサイジングマシンやグリュークッカ室の蒸気配管やグリュー輸送配管を整理し、できるだけ配管距離を短縮するようにしてほしい。

ボイラ室からサイジングマシン、ヒートセッタに至る屋外配管の保温も不完全である。屋外配管の保温は雨水が入らぬよう外装を十分にすることがある。

6.3 ドレン回収

ボイラ室との距離が近いので、サイジングマシンやヒートセッタジャケットのドレンを回収し、ボイラ給水に利用されたい。給水温度が上昇するとともに、給水水質も改善される。

ドレン回収の結果、デアレータに入る給水温度が 30 °C から 60 °C に上昇したとすると、燃料消費量は次のように節減できる。

ボイラ熱勘定表から節減率を求めると、

$$\text{節減率} = \frac{591.3(60-30)}{(438.1-47.4) \times 10^3} = 0.045$$

$$\text{燃料節減量} = 300 \times 0.045 = 13.5 \text{kl/year}$$

となる。なお、ドレン返送管の保温も忘れないようにしなければならない。

グリユークッカーのミキシングタンクのドレンが、すでに温水タンクに回収されているのは良いことである。

6.4 スチームトラップおよびメータ類の点検整備

サイジングマシンのスチームトラップはNo 1 ドライヤの 1 個、No 2, No 3 ドライヤの 5 個が作動不良であった。

またNo 1 ドライヤでは、4 個のトラップからドレン排出管が上り勾配になっているが、下り勾配に直す必要がある。

No 1 ドライヤの圧力計 1 個も作動不良であった。

圧力計、温度計、スチームトラップは番号をつけたリストをつくり、計画的に時期を定めて点検・整備をする必要がある。

6.5 蒸気圧力の変更

蒸気使用圧力はヒートセッタでは $2.2 \text{kg/cm}^2\text{G}$ 、サイジングマシンでは $1.8 \text{kg/cm}^2\text{G}$ と減圧して使用していることは良い。

グリユークッカや炊飯器については、蒸気は減圧しないでそのままの圧力で使用しているが、蒸気圧力を下げてその保有熱を有効に利用する方が有利である。

グリユークッカ及び炊飯器に各々減圧弁を取り付けて $3 \text{kg/cm}^2\text{G}$ の圧力で使用した場合の燃料油の削減量は次のとおりである。

$$8.1 \text{kg/cm}^2\text{G} \text{ (} 9.1 \text{kg/cm}^2\text{abs) 蒸気潜熱 } 485.2 \text{ kcal/kg}$$

$$3.0 \text{kg/cm}^2\text{G} \text{ (} 4.0 \text{kg/cm}^2\text{abs) 蒸気潜熱 } 510.0 \text{ kcal/kg}$$

蒸気の節減割合は $1 - \frac{485.2}{510.0} = 0.049$ で、発生蒸気の 20% が、グリユークッカーと炊飯器に使用されているとすると、

$$300 \text{kl/year} \times 0.2 \times 0.049 = 2.9 \text{kl/year} \text{ の削減量となる。}$$

7. 電力の消費状況

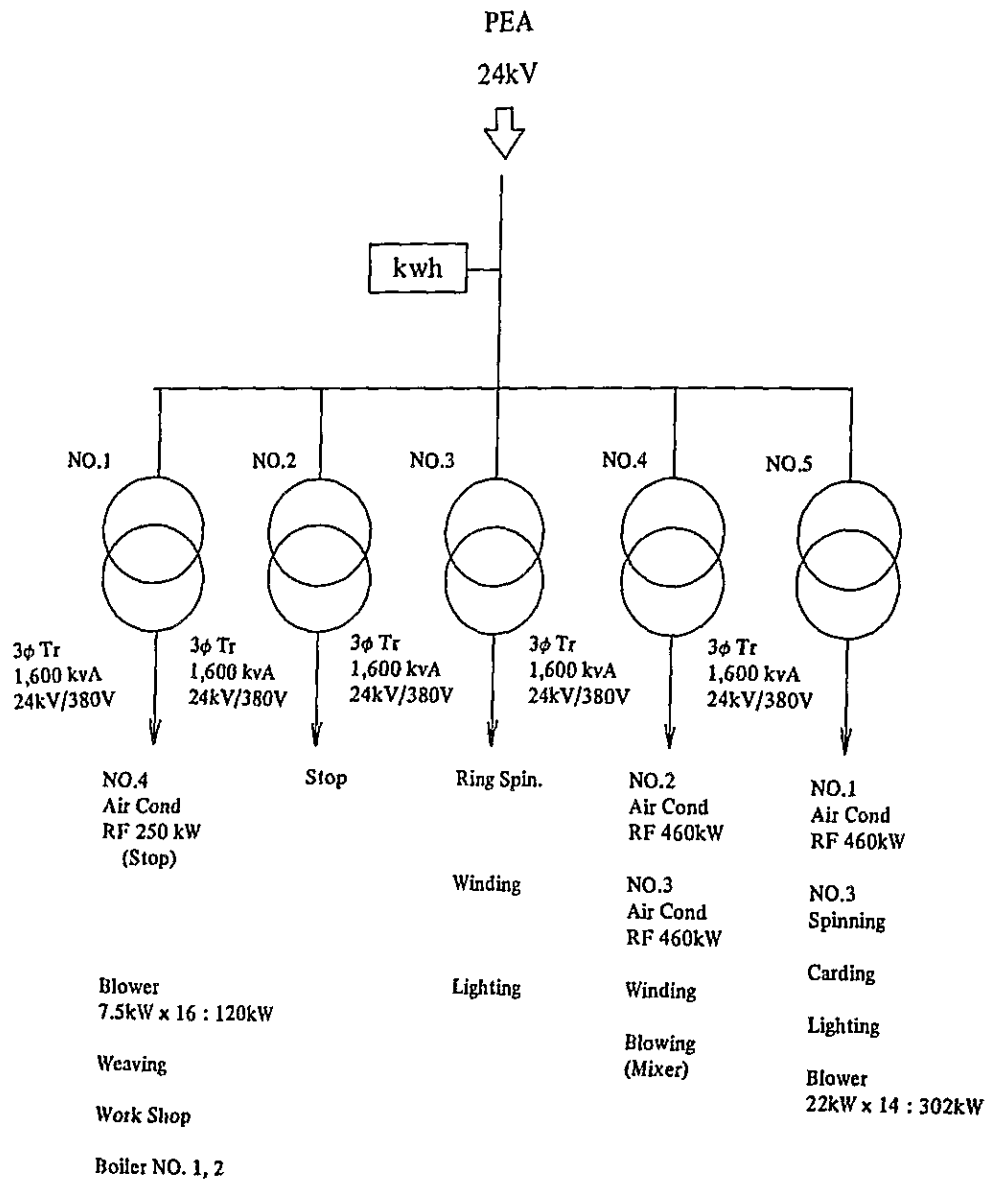
7.1 電力消費に関する主な指標

- 電力会社 : P E A
- ピーク・デマンド : 4.160 kW
- 使用電力量 : 20,752,000 kWh /year
- 負荷率 : 57.7 %
- ペナルティ・フィ : なし
- 力率 : 85 %
- トランス : 6.400 kVA (1.600kVA × 4 台)
- 電力原単位 : 糸 3,312 kWh/kg
布 0.463 kWh/yard

7.2 負荷の配分

モーター	65.0 %
空調	30.0 %
照明	5.0 %
計	100 %

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点とその対策

8.1 現在、優れている点

当工場は、次のようにすぐれた点がある。

(1) 配電ロスの減少

受電地点から負荷の中心までは約700 mあるため、24 kVで配電し、電力ロスの減少をはかっている。

また、変圧器は負荷の中心である紡績、織布工場別に設置し、配線ロスの減少をはかっている。

(2) 変圧器の高効率運転

変圧器の容量6,400 kVAに対し、ピーク・デマンドは4,160 kW、力率85 %なので、変圧器の負荷率は約76 %となり、高効率の範囲で運転されている。

8.2 問題点とその対策

8.2.1 電力統計の整理と活用

(1) 工程、主要設備（例、冷凍機）毎に積算電力計をつけることが望ましい。

(2) 現在、受電用積算電力計の「読み」は毎日1回行っているが、その「読み」に乗率をかけて使用電力量を算出する作業をしていないので、省エネルギー活動の基礎となる電力統計が整備されていない状況にある。

そこで、今後は受電日誌を利用し、毎時間の使用電力量を記録することが望ましい。

当工場の場合、受電用積算電力計の位置が工場から離れているので、工場の変電所で自動記録するのが実用的と思われる。

(3) この記録を利用して、日負荷曲線の作成、電力原単位の推移の把握に努めて、工場の経営合理化に役立てる。

特に、3交替制の工場にもかかわらず負荷率が低いので、日負荷曲線を利用して負荷分析を行い、紡績、織布の各部門の生産設備の始動を一斉に行なわないよう細かく調整してピークを抑制し、負荷率を87 %程度に向上させる。また変圧器の負荷も低いので、ピークを抑制するとともに配電系統を整備することにより、変圧器を1台休止できるように努めることが肝要である。

この場合、省エネルギー効果は次のように試算される。ただし、1,600 kVA変圧器の電力損失をメーカー資料により24,100 Wと推定した。

節減電力量 $24,100\text{W} \times 24\text{h} \times 312 \text{ day} \div 180,460\text{kWh/year}$

節減率 $180,460\text{kWh/year} \div 20,752,200\text{kWh/year} \div 0.9\%$

8.2.2 設備管理の向上

(1) モーター

- a 開綿、打綿工程は、モーターの焼損等の故障が多い由であるが、これは主として次の原因によるものと思われる。
- ・原綿にタイ産の綿を多量に使っているが、この綿に含まれる不純物を十分に除かないため、開・打綿機の一部に大きな力が加わり、ひいてはモーターの故障の原因となる。
 - ・風綿による開、打綿機のモーターのフィルタの目詰まりにより、熱の放散が十分でなくなり、モーターの故障をおこすことがある。
 - ・ベルトの張り方が強すぎるため、軸受に無理な力がかかり、モーターの故障につながることもある。
- b この対策として、次のことがあげられる。
- ・タイ産の綿を使用する場合は、不純物の除去を十分に行う。このため、既設の開、打綿機の前工程で、不純物の選別、除去を行うことも一案かと思われる。
 - ・風綿によるフィルタの目詰まりをなくするため、清掃を十分に行う。
 - ・モーターのベルトの張り方を適正にするとともに、軸受の定期点検を行い、軸受の保全を十分にし、かつ軸受保持器のゆるみをなくする。
- c 精紡工程においては、かつて地盤の沈下が甚しく、このためにモーターの故障が多発したが、その後、モーターの基礎の改善等を行い故障が少なくなった由である。

精紡工程を中心として、大容量のモーターの負荷率を測定した結果、最大値86.7%で著しく過負荷のモーターは見当らなかった。

また、モーターの表面温度も許容範囲内であり、異常は認められなかった。

これは、前記のようにモーターの基礎の改善等を実施した効果があがっているためと思われる。さらに、モーターに防振用のゴム、ばね等を施して、振動による軸受不良等の故障の防止に努めることが望ましい。

なお、モーターの軸受の定期点検をして、軸受不良による摩擦にもとづく電力ロスを減少させることも大切である。

d 各工程のモータのベルトの弛度は概してよいが、次のように適正でないものも若干ある。親指で普通の力でベルトを押したとき、ベルトの厚さだけベルトが下る程度に、ベルトの弛度を適正化し、伝動不良による電力ロスの軽減につとめることが肝要である。

ベルト弛度不良のモータ

工 程	容量 (kW)	台数 (台)	合計容量 (kW)
CARDING	2.2 kW	3	6.6 kW
DRAWING (I)	2.2	2	4.4
〃 (II)	2.2	3	6.6
ROVING	3	3	9
	7.5	1	7.5
SPINNING	4.8	14	67.2
	10	9	90
WINDING	1.5	1	1.5
	3.5	3	10.5
	5.5	1	5.5
計			208.8

モータのベルトの弛度の適正化により、電力ロスが3%減少したとすると、省エネルギー効果は次のように試算される。

$$\text{節減電力量} \quad 208.8 \text{ kW} \times 0.03 \times 24 \text{ h} \times 312 \text{ day} \doteq 46,900 \text{ kcal/year}$$

$$\text{節 減 率} \quad 46,900 \text{ kWh/year} \div 20,752,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.2\%$$

e 各工程の大容量のモータの負荷率を測定したところ、次のものが軽負荷であったが、他は80~100%の高効率範囲で運転されている。

工 程	用 途	容量 (kW)	台数 (台)	負荷率 (%)
SPINNING	MAIN MOTOR	15	23	19.1
〃	BLOWER	15	4	53.7
FINISHING	PRESS	22	1	58.2
WEAVING	SIZING	11	2	51.4

これらのモータの容量を適正化して、高効率運転することによりえられる省エネルギー効果は、次のように試算される。

$$\text{節減電力量} \quad 467,410 \text{ kWh/year}$$

節 減 率 $467.410 \text{ kWh/year} \div 20.752,000 \text{ kWh/year} \approx 2.3 \%$

(2) 空 調

a プロアの容量は合計 422 kWであるが、プリー径の変換、又は半導体を利用した周波数変換による速度制御を行うと、次の省エネルギー効果が試算される。

当工場は、現在、ダンパを 10% 制御しているので、これをモータの速度制御にかえると省エネルギー効果は次のように試算される。

節減電力量 $422 \text{ kW} \times \{(1-0.9^3) - 0.03\} \times 24 \text{ h} \times 312 \text{ day} = 761,540 \text{ kWh/year}$

節 減 率 $761,540 \text{ kWh/year} \div 20,752,000 \text{ kWh/year} \approx 3.7 \%$

b 各工程の温度、湿度は、工場側では全部 30℃、65%としているが、測定の結果は次のとおりで、工場側の設定値にほぼ等しい。

今後は、工程別に温度、湿度の差をつけて設定することが必要である。

・精紡工場	SECTION-I		SECTION-II	
	温度	湿度	温度	湿度
SPINNING	32℃	60%	30℃	64%
SIMPLEX	32℃	55%	31℃	60%
DRAWING	32℃	51%	31℃	56%
CARDING	32℃	54%	29℃	64%
TWISTING	34℃	51%	31℃	59%
・織布工場				
WEAVING	27℃	72%		
SIZING	33℃	54%		

c クーリングタワーの冷水がオーバーフローしているので、別にタンクを設けてこの冷水をためて、エネルギーの再利用をはかる計画があるが、実現することが望まれる。

d 壁面の換気扇は回転ぶらが多いので、モータの軸受を定期的に点検し、摩擦による電力ロスの軽減に努める。

e エアウォッシャーのノズルは、径 4mm で 1,740 個 (29 個/本 × 20 本/室 × 3 室 = 1,740 個) がある。

使用水量は統計がないので詳細にデータを取り、ノズルの径を大きくして個数を少なくする等の調整により、水量ひいては使用電力量を減少させることが望ましい。

f 各工程の風綿が多いので、清掃の頻度をたかめて風綿を完全に除くことが必要である。また、必要に応じて加湿器を使用し、風綿を床面に落下させて清掃し取り除く。

なお、開綿工程において床のプロアの吸込口に原綿をおとしているのは、プロアの能力に悪い影響を与えるので、原綿をおとす場所をかえるか、吸込口に蓋をすることが肝要である。

(3) 照明

a 工場内の照明用光源は、一般型のけい光ランプ（合計容量 200 kW）を使用しているが、これを省エネルギー型にかえると同じ照度で約 10 %消費電力量が節減できる。

これによる省エネルギー効果は、次のように試算される。

節減電力量 $200\text{kW} \times 0.1 \times 24 \text{ h} \times 300 \text{ day} \approx 144,000 \text{ kWh/year}$

節減率 $144,000 \text{ kWh/year} \div 20,752,000 \text{ kWh/year} \approx 0.7 \%$

b けい光ランプは、寿命末期のものが多いので、点灯後 6,000 時間程度で取り替えた方が光束の減退が少なく経済的である。

c 開綿、打綿工程は、天井の高さが約 6 mあるにもかかわらず、けい光ランプを直付けにしているため照度が低い。

そこで、作業に支障のない範囲で床上 3 m程度に、照明器具の位置を下げると、照度は約 4 倍に向上する。

d 検査工程は、検査台の照度が不足しているうえ、天井扇の回転の陰により、検査する布の面に明るさのちらつき（フリッカ）を生じ、作業能率の低下と作業員の疲労を生じている。

これの対策として、検査台のけい光ランプを取り替えるか増灯して照度を向上させるとともに、天井扇の代りに床置扇を作業に支障のないように使用して、フリッカを防ぐことが必要である。

e 他の工程の照度を実測したところ、概ね妥当な値を示していた。

8.2.3 生産工程の改善

(1) 品質の向上

現在、不良率は糸 10 %、布 3 %となっているが、糸の製造には全使用電力量の 75 %を要するので、糸の不良率の減少をはかることが緊急の課題である。

(2) 品質向上対策

糸の不良率を低下させるには、次の対策をとる必要がある。

- a 原綿に含まれる不純物を徹底的に除き、開・打綿工程以後における不良率を減少させる。原料の精選が品質向上の重点である。
- b 各工程における風綿を清掃により完全に取り除き、風綿の混在による紡績工程における不良率の発生を防止する。
- c 工程別の適切な温度、湿度を設定し、最適の空調条件のもとで糸を製造し、その品質を向上させる。

9. まとめ

以上の対策をすべて実施した場合の効果は次のとおりである。

空気比の改善（重油換算）	2.4 kl/year	0.8 %
保温の改善	14.9 kl/year	5.0 %
ドレン回収	13.5 kl/year	4.5 %
蒸気圧力の変更	2.9 kl/year	1.0 %
小 計	33.7 kl/year	11.2 %
<hr/>		
変圧器の休止	180.5 10 ³ kWh/year	0.9 %
モータベルト弛度調整	46.9 10 ³ kWh/year	0.2 %
モータ容量の適正化	467.4 10 ³ kWh/year	2.3 %
モータの速度制御	761.5 10 ³ kWh/year	3.7 %
光源の高効率化	144.0 10 ³ kWh/year	0.7 %
小 計	1,600.3 10 ³ kWh/year	7.8 %

SIAM SYNTHETIC WEAVING CO., LTD.

1. 工場の概要

Address	Chuchat Road, Tambol Prachatipat Ampur Thanyaburi Pratumthani	
Capital	18 million Bt	
Type of industry	Textile	
Major products	Yarn, Dyeing yarn, Cloth	
Annual product	Cloth 1,200,000 yards	Yarn 700,000 Kg
No. of employees	400	
Annual energy consumption	Electric Power	6,362,400 kWh
	Fuel	Oil 890 kℓ
Interviewees	Factory director, Mr. Yamawaki and another	
Date of diagnosis	Feb. 3 ~ 4, 1983	
Diagnosers	K. Nakao, Y. Ohno, M. Matsuo	

1971年、日本との合弁企業として発足した。当初5年間は日本企業と技術提携関係があったが、その後打ち切られている。

織物及び糸を受注生産している中堅企業で、糸染の分野ではトップクラスである。特にシルキー加工をした糸に特徴があり、独占供給をしている。

製品のうち、布は帝人から購入したポリエステル繊維を加工したものを経（たて糸）とし、タイシルクを緯（よこ糸）として、重厚な風合いを持つものを生産している。

布及び糸の生産設備は新式でよく整備されている。新鋭のシャトルレス織機6台を使用しているが、さらに増強を計画中である。

糸のうち40%はそのまま外販し、残りを布にしている。売上げ構成比では布が70%を占める。

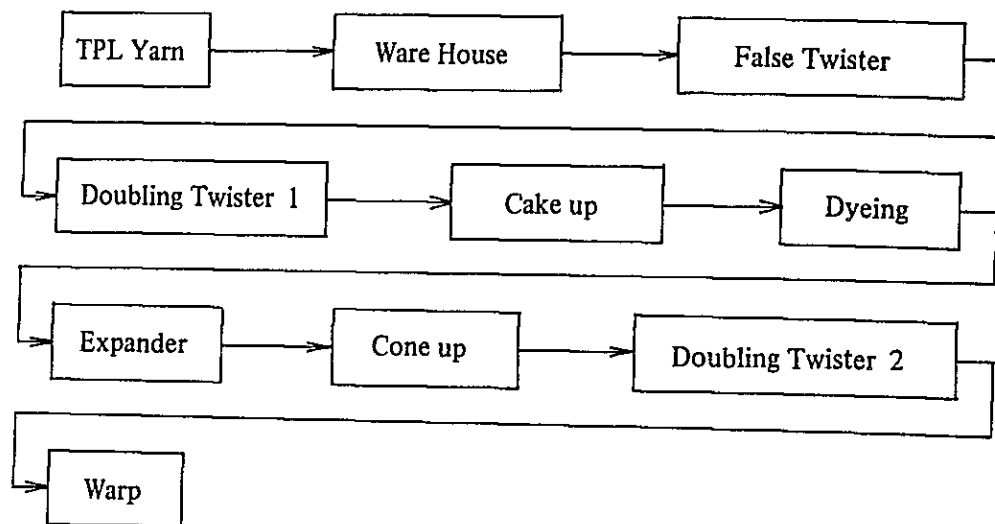
不良率も布1%、糸2%と非常に低い値を示している。

販売価格が創立以来全く同じであるにもかかわらず、諸コスト、なかんずく電気料金の上昇が著しい。生産コストに占める電気料金の比が、1971年には0.75%であったの

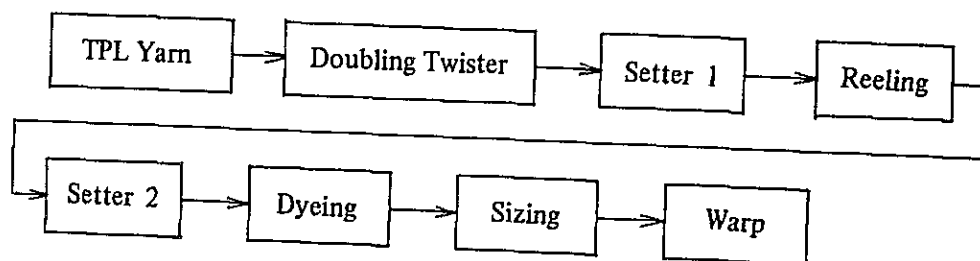
が、1983年には4.5%（6倍）になって経営を悪化させているので、省エネルギーに真剣に取り組んでおり、そのための助言を望んでいた。

2. 製造工程

2.1 WOOLY



2.2 SILKY

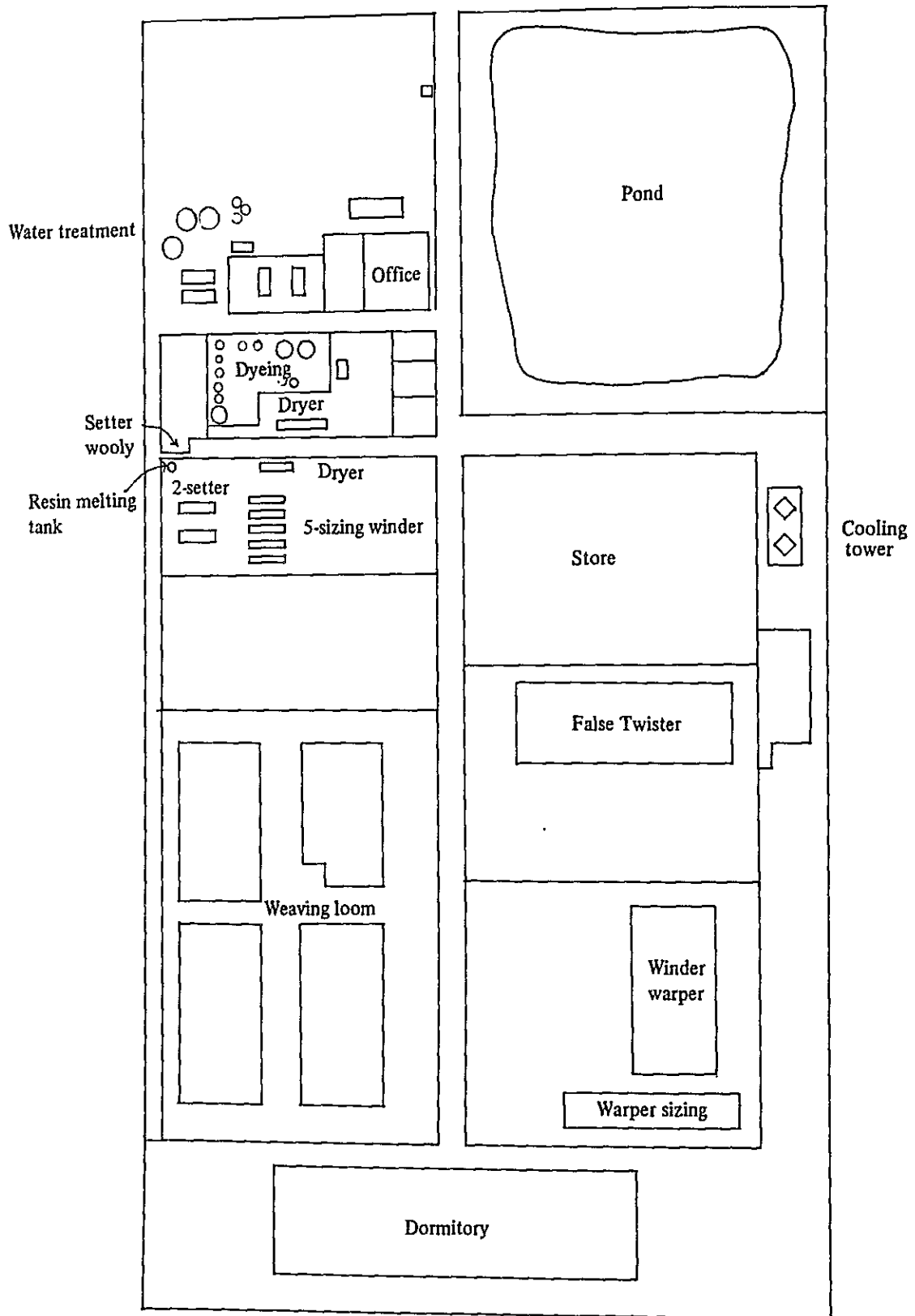


3. 主要設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Boiler	2	3 t/h, 8.5 kg/cm ² TAKUMA
Heat setter	3	Vacuum, steam injection type (2 sets) Normal pressure " (1.set)
Sizing machine	5	To use together steam heater and infrared lamp
Dyeing machine	14	Operating 30 kg x 2, 50 kg x 2 100 kg x 2, 200 kg x 2 Stand by 0.5 kg x 1, 1 kg x 1 5 kg x 1, 400 kg x 1 10 kg x 2
Dryer	1	Another one is stopping
Weaving machine	106	

3.2 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

電力費の削減を中心に省エネルギーを進める方針ではあるが、目標の設定までは至っていない。省エネルギー推進に当っては従業員の参加意識の高揚と測定値を基にした計数管理が重要である。

4.1 省エネルギー投資と設備改善

1879年度にドレン回収の設備のため80,000 Btを投資したが、その後は省エネルギーのための投資は行っていない。投資の基準としてはイニシャルコストの回収期間を2年以内としている。

4.2 エネルギー消費量の把握

燃料、電力とも工場全体の消費量把握は毎月なされているが、ボイラ等の主要設備ごとに日々の消費量を把握し、原単位を計算してその変化を調べ、遅滞なく対策を実施することが必要である。そして、工程別、設備別に統計をとり、従業員に提示し、関心を高めるようにすることが大切である。

変動要因分析は常時はやっていないが、実施した経験があるとのことなので、今後活用されたい。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギー委員会等の組織はないとのことであるが、ぜひ組織を作ってほしい。

実際の作業手順とか各装置のくせ等は現場のベテラン従業員や、職長が一番よく知っているので、技術者や責任者以外に彼等もメンバーに含めた拡大組織とし、工場長が委員長となり、目標設定や問題解決をはかるようにする。従業員からの提案を積極的に吸い上げ、その採否もこの委員会で検討するようにする。また、従業員をグループ編成して目標指示を行い、実効のあがった部門の参加者を表彰するのもよい手法である。

コンサルタントと契約しているので、彼等の知恵も十分活用することが必要である。

4.4 従業員の教育

従業員のレベルアップは重要な事項である。従ってTPA等のセミナーが開催される時は出来るだけ出席させ、さらに社内で伝達教育を行わせるようにする。

従業員に対しての省エネルギーの呼びかけや、ポスタ等の掲示はやっているとのことであるが、飽きさせないように、時々新味を加えて継続する必要がある。

5. 燃料の消費状況

燃料の Bunker A はすべて、ボイラの蒸気発生用に消費されており年間の使用量は約 890 kl/year である。

発生蒸気は主に染色に消費され、その他乾燥、ヒートセッティング、サイジングの加熱用熱源として、消費されている。

5.1 ボイラの運転状況

蒸発量 3 t/h，常用圧力 5～6.5 kg/cm²G で運転されている。現状では市況の関係から 16 h/day の運転を行っており、6 カ月毎にボイラ 2 基を交互運転しているとの事で、年間稼働日数は 300 日である。

ボイラ負荷は 90 % 程度と判断される。

5.2 ボイラの熱勘定

給水量計が故障中なので一部仮定を入れて熱勘定を実施した。

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	1,757.5	99.8	Heat of steam	1,525.4	86.6
Sensible heat of fuel	4.2	0.2	Heat loss in exhaust gas	169.7	9.6
			Heat loss in blow water	4.2	0.2
			Heat release from boiler body others	62.4	3.5
Total	1,761.7	100.0	Total	1,761.7	100.0

5.3 熱勘定計算諸元

燃料の種類		A 重油
燃料消費量	(F)	185 kg/h
燃料発熱量(低位)	(H _L)	9,500 kcal/kg
燃料の比熱	(C _P)	0.45 kcal/kg

燃料の比重		0.975	
燃料の温度	(T_F)	80	℃
基準温度(気温)	(T_0)	30	℃
廃ガス中の O_2 %	(O_2)	5.3	%
廃ガス温度	(T_g)	230	℃
給水温度	(T_w)	75	℃
ブロー水量	(B)	50	kg/h
ブロー水温度	(T_B)	159	℃
蒸気圧力	(P)	5.2	kg/cm ² G
ボイラ外壁からの放熱量			
ボイラ長手方向側壁	(Q'_L)	187	kcal/m ² h
缶前(バーナ側)	(Q'_F)	150	kcal/m ² h
後部側壁	(Q'_B)	917	kcal/m ² h
ボイラ寸法(外法)		∅ 2,160 × 4,440 L	

5.4 熱勘定計算式

入 熱

5.4.1 燃料の燃焼熱 (Q_C)

$$Q_C = F \times H\ell = 1,757.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.4.2 燃料の顕熱 (Q_S)

$$Q_S = F \times C_P (T_F - T_0) = 4.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出 熱

5.4.3 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

$$\text{理論空気量 } (A_0) = (0.85H\ell/1,000) + 2.0 = 10.1 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論排ガス量 } (G_0) = 1.11 H\ell/1,000 = 10.5 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{空 気 比 } m = 21/(21 - O_2) = 1.34$$

$$\text{実際排ガス量 } (G) = G_0 + (m-1)A_0 = 13.9 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_g - T_0) = 169.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.4.4 ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_w) = 4.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.4.5 炉体からの放散熱量 (Q_R)

$$Q_R = (\pi \times 2.16 \times 4.44 \times 187) + \{(2.16/2)^2 \pi \times 150\} + \{(2.16/2)^2 \pi \times 917\} \\ = 9.5 \times 10^8 \text{ kcal/h}$$

5.4.6 その他の損失熱 (Q_o) 入熱の3%とする

$$Q_o = 0.03(Q_C + Q_S) = 52.9 \times 10^8 \text{ kcal/h}$$

5.4.7 蒸気の保有熱量 (Q_V)

$$Q_V = Q_C + Q_S - Q_E - Q_B - Q_R - Q_o = 1,525.4 \times 10^8 \text{ kcal/h}$$

5.4.8 蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー } (E_S) = 658.3 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{給水のエンタルピー } (E_f) = 75 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_V \div (E_S - E_f) = 2,615 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点と対策

6.1 蒸気配管等の点検整備

全般的に保温状態は良好といえるが、バルブや一部配管に保温施工を必要とする部分がある。蒸気洩れ等がわずか見受けられるが皆無の状態に維持されたい。不用配管の切り離しや、配管距離の短縮も可能なかぎり検討されたい。

またドレンの分離を良くするためのスチームトラップの点検を定期的を実施することが必要である。

スチームトラップ、バルブ、圧力計等については年間のスケジュールをきめて点検するのが望ましい。

6.2 常圧型ヒートセットチャンパー

ドアのパッキングが不良で、蒸気の漏洩があり、そのためドアの表面温度が73℃～81℃と高くなっている。ドアのシールを完全に施工されたい。

また内部温度計のセンサがジャケット内にセットされており、チャンパー内の温度を示していない。チャンパーを開放しても、常温に復帰せず、温度計の正否の判定も出来ない。センサの位置を検討されたい。

なお加熱用蒸気配管1"の保温が不十分である。

6.3 サイジングマシン

各サイジングマシンの1/4"の枝管等も石綿テープ等による保温が必要。また右側よりNo 1, 2, 5, のスチームトラップが作動不良で、オーバーホールの必要がある。

No 2, 3, の1/4" ユニオンからの蒸気洩れがあるので補修されたい。

6.4 休止中のドライヤの処置

休止中のドライヤー用の蒸気管は、主管から分岐部に盲フランジを入れて縁を切り、不用配管への蒸気の流入を止める。

6.5 グリュークッカー

グリュークッカー加熱用蛇管の1" 入口配管の一部、バルブ等の保温が必要である。またドレンはスチームトラップを用いて排出するようにしなければならない。バルブによる排出は蒸気のロスが大きい。

またタンク本体の保温及び、保温性のある蓋の取り付けが必要である。

タンク缶体の保温効果を燃料油の消費量に換算すると次のとおりである。

- タンク表面積 3.2 m²
- 表面温度 78 ℃
- 放散熱量 617 kcal/m²h
- 保温効率 75 %
- 燃料油の低発熱量 9,500 kcal/kg
- 燃料油の比重 0.975
- ボイラ効率 85 %
- 加熱使用時間 16 h/day

$$\frac{617 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 3.2 \text{ m}^2 \times 16 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.25}{9,500 \text{ kcal/kg} \times 0.85 \times 0.975} = 0.9 \text{ kl}$$

保温施工費用は約 2100 Bt と見積られる。

6.6 ドライヤ

ドライヤの主蒸気配管2" 約 20 mが裸配管である。またドライヤの各ゾーンに入る2" ヘッダー配管及び入口、出口枝管及びバルブ、継手類、ドレンヘッダ等の保温が必要である。

またバルブ類，スチームトラップ，圧力計の一部に作動不良の物があるので，全数チェックの上補修されたい。

2"主蒸気配管の保温効果を燃料油の消費量に換算すると次のとおりである。

- 裸管配管距離 20 m
- 蒸気圧力 5 kg/cm²
- 放散熱量 387 kcal/mh

$$\frac{387 \text{ kcal/mh} \times 20 \text{ m} \times 16 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.75}{9,500 \text{ kcal/kg} \times 0.85 \times 0.975} = 3.5 \text{ kl/year}$$

保管施工費用は約 5,800 パーツと見積られる。

6.7 加圧型ヒートセッタ

保温及びスチームトラップの作動も良好であるが，将来，サイジングマシンと同様ドレンの回収を計画されたい。

6.8 ダイイングマシン

(1) 加圧型ダイイングマシン

各ダイイングマシンの入口蒸気の減圧弁バイパス及び冷却水のブロック配管が，ステージの上にセットされており，すべてが裸である。

- 100 kg/cycle 型 × 2 基 1¹/₂" バイパス配管
- 200 kg/cycle 型 × 2 基 2" バイパス配管
- 50 kg/cycle 型 × 2 基 1¹/₂" バイパス配管
- 30 kg/cycle 型 × 2 基 1" バイパス配管
- 10 kg/cycle 型 × 2 基 3/4" バイパス配管
- 5 kg/cycle 型 × 1 基 3/4" バイパス配管

400 kg/cycle 型ダイイングマシン 1 基の下部メインパイプフランジからの水洩れが目立つので補修されたい。

また 10 kg/cycle 型ダイイングマシンの 3/4" 入口蒸気バイパス配管及び 30 kg/cycle 型ダイイングマシンの 1" 入口蒸気バイパス配管からの蒸気洩れがあるので補修されたい。

また 100 kg/cycle 型ダイイングマシンのパッキングが不良のため蒸気洩れがあるので，至急補修されたい。

一例として 200 kg/cycle 型ダイニングマシン2"入口蒸気バイパス配管について、その保温効果を燃料油の消費量に換算すると次のとおりである。

- 2" パイプ部分約 7 m
- 2" 減圧弁 1 個 1.55 m相当管長
- 2" フランジ 3 組 1.3 m相当管長
- 2" バルブ 4 個 2.7 m相当管長
- 2" ストレーナ1 個 1.2 相当管長
- 2" パイプ換算総管長 12.75 m
- 蒸気圧力 3 kg/cm²G
- 蒸気配管使用時間 16 h/day
- 放散熱量 308 kcal/mh

$$\frac{308 \text{ kcal/mh} \times 12.75 \text{ m} \times 16 \text{ h/day} \times 300 \text{ day} \times 0.75}{9,500 \text{ kcal/kg} \times 0.85 \times 0.975} = 1.8 \text{ kl/year}$$

以上はダイニングマシン1セットについてのロスであるが台数が多いので、保温することにより、燃料油の大きな削減が可能である。

ダイニングマシンを加熱中にスチームトラップバイパス、バルブの締切りを確実に行うことが大切である。生蒸気を放出しても加熱速度は上昇しない。

ダイニングマシンは表面温度が高く放散熱損失が大きいため、缶体の保温を検討されたい。

100 kg/cycle型ダイニングマシンの保温効果を燃料油の消費量に換算すると次のとおりである。

- 本体及び蓋表面積 8.5 m²
- 平均表面温度 115 ℃
- 平均放散熱量 1,265 kcal/m²h
- 加熱使用時間 3 h/cycle × 3 cycle/day = 9 h/day

$$\frac{1,265 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 8.5 \text{ m}^2 \times 9 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.75}{9,500 \text{ kcal/kg} \times 0.85 \times 0.975} = 2.8 \text{ kl/year}$$

保温施工費は約 5,500 パーツと見積られる。

以上はダイニングマシン1セットについてのロスであり、保温することにより、燃料油の削減量は大きくなる。

6.9 ドレン回収

ダイニングマシンのドレン及び冷却温水（軟水使用）はドレンとともに回収され、ボイラ給水タンクに返送されているが、水量が多く給水タンクから、オーバーフローしている状態である。

ダイニングタンクの冷却排水は温度も高く、軟水であるので、6.10項のように染色用に再利用する方法に改めるべきである。

ドレンはダイニングタンクからのものの他、サイジングマシン、グリーンクッカ、ヒートセッタ、ドライヤ等のも併せて回収し、ボイラ給水タンクに回収する。現在のドレン回収管は保温されておらず、途中フランジからの漏水も見受けられる。給水タンクも保温されていない。これらは保温し、タンクには蓋をし、できるだけ高温でボイラに給水できるようにすることが望ましい。

給水温度が現状より 15℃上昇すれば、約 2.4% の燃料油が削減される。

$$890 \text{ kℓ/year} \times 2.4 \% = 21 \text{ kℓ/year}$$

回収したドレンは染色液の洩れこみがないか定期的に水質を監視しなければならない。

6.10 染色冷却水及び染色排液の熱回収利用

別途に保温貯留タンクを設け、染色冷却排温水を貯えておき、新たに設けた熱交換器により、染色排温液と熱交換して、さらに昇温して、次回の染色用温水として再利用することにより、蒸気量を削減することができる。

a) 100 kg/cycle型ダイニングマシンの製作者データ

染色原料重量 100 kg

染色液容量 1,500 ℓ

冷却水量 140 ℓ/min

b) 現地測定結果

染色液は 130℃から 90℃ に冷却されて排出。

冷却水は 31℃から 56℃に昇温。

冷却時間 17 min

冷却水量 $140 \text{ ℓ/min} \times 17 \text{ min} = 2,380 \text{ ℓ}$

c) 必要熱交換器の大きさ

染色排液は 90℃から 75℃に冷却。

冷却温水は 56℃から 64℃に昇温。

熱交換時間 17分とすると

熱交換面積 4.6 m² (2" パイプにして約 24 m 相当) 運転中の汚れを考慮して 6 m² 程度が必要である。

熱交換器の型式は掃除の容易なプレート式がよい。

従って 1 日の処理量 3000 kg / 3 cycle 平均浴比を 1 : 15 とすると

3,000 kg/day × 15 = 45,000 l/d の染色排液が排出され, それを熱交換することにより

$$45,000 \text{ l/day} \times \frac{2,380 \text{ l}}{1,500 \text{ l}} = 71,400 \text{ l/day}$$

66℃の温水が 71,400 l/day ができることになる。従ってダイイング工程には勿論使用可能であり, その残りの温水は Scouring, Reduction cleaning, Oiling 等に補給することができる。

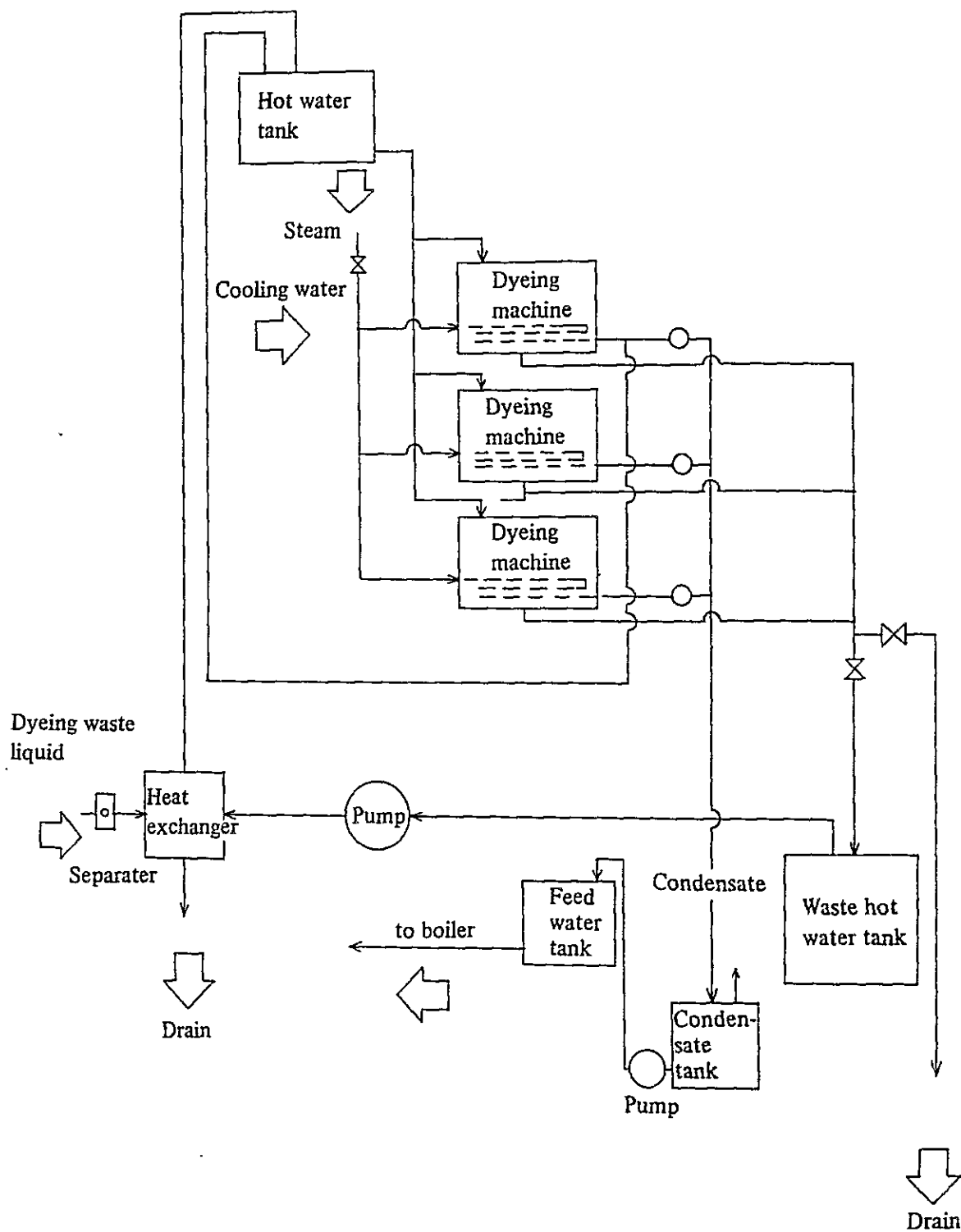
従って熱回収温水の全量を消費するとすれば, 燃料油の削減量は次のとおりとなる。
(ただし放散による温度降下を 10% とする)

$$\frac{\{ 71,400 \text{ l/day} \times (64 - 31^\circ\text{C}) \times (1 - 0.1) \} \times 300 \text{ day/year}}{9,500 \text{ kcal/kg} \times 0.85 \times 0.975} = 80.8 \text{ kl/year}$$

フローシートを次に示す。

日本における実施例では, ほぼ 3 年間で改造工事費を回収することができている。

染色機排温水からの熱回収フローシート



6.11 ボイラ管理

ボイラ給水量の測定記録はボイラ効率の把握に欠かせない基礎資料であるので、給水量計は早急に修理整備されたい。

燃料油流量計は取り付け位置の関係上、その指示値に戻り油量まで含まれることになっているので、このままでは正しい使用量を知ることができない。オイルサービスタンクへの戻り配管の途中に別の流量計を取り付ける必要がある。

6.12 ボイラの断熱強化

ボイラ後部の点検口カバー鋼板の表面温度は測定結果によるとかなり高い。

表面温度 127 ℃

放散熱量 1,300 kca/m²h

休缶時を利用しこの部分の断熱強化をされたい。蒸気主弁、ヘッドバルブの保温強化が望ましい、

蒸気ヘッドはよく断熱されているが、バルブが1系統に2個直列に付いている個所がある。蒸気配管はできるだけシンプル化して無用な放熱は避けられたい。

6.13 C重油の使用

当工場ボイラのオイルバーナはロータリ型であり現在のままの設備でいま焚いているA重油からC重油に転換することができる。

価格差が0.2Bt/l程度と判断されるので、年間の燃料コストの低減金額は次のとおりである。

$$0.2\text{Bt/l} \times 890\text{kl/year} = 178 \times 10^3\text{Bt/year}$$

オイル1 lあたりの発熱量はC重油の方が僅かに大きくなる。その値は燃料分析表によって検討されたい。

ただし

- (1) オイルの予熱温度を現在より高くする必要がある。
- (2) オイルフィルタやバーナノズルの点検掃除は従来より頻度を多くすること。
- (3) また燃料油の規格チェックのため、2～3カ月に1回は、分析を行う必要がある。
ボイラの効率、蒸発倍数の算出のためにも必要である。

重油の比重と適正加熱温度

Specific gravity	Heating up temperature °C	Specific gravity	Heating up temperature °C
0.9402	74	0.9792	124
0.9465	82	0.9861	132
0.9529	88	0.9930	140
0.9593	99	1.0000	150
0.9659	107		
0.9725	116		

分析項目は最低，次の項目は実施されたい。

○高位発熱量 ○比重 ○粘度 ○水分 ○灰分 ○硫黄 ○引火点

6.14 煙道ガスの排熱回収

ボイラの煙道ガス温度を当日測定した結果は下記のとおりで、やや高い値を示している。

高燃焼時 250 °C

低燃焼時 230 °C

この熱を回収して、オイルバーナの燃焼空気を予熱すればその省エネルギー効果は大きい。

本計画に当っては、燃料中の硫黄分が多い場合には熱交換器の腐食に対する配慮が必要である。燃料中の硫黄分 3wt%，排ガスのO₂を5%にすると、ガス中 SO₂ 0.17 vol%，このうち約2%がSO₃に転換するとされているので、SO₃は約30 ppmになる。このときの酸露点は120～140°Cなので、熱交換器表面がこの温度以下にならないよう注意しなければならない。

排ガスの熱を回収して空気を予熱し、排ガス温度を230°Cから160°Cまで低下させた時の効果を計算してみる。

排ガスからの回収する熱量 (Q_g)

$$Q_g = F \times G \times 0.33 \times (T_{g1} - T_{g2}) = 59.4 \times 10^8 \text{ kcal/h}$$

ただし $F = 18.5 \text{ kg/h}$

$$G = 13.9 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$T_{g1} = 230 \text{ °C}$$

$$T_{g2} = 160 \text{ °C}$$

予熱空気に移った熱量 (P)

Q_g の 85% が予熱空気に移ったとする。

$$P = Q_g \times 0.85 = 50.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

熱勘定表において、廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E) 以外の熱量を有効熱量 (H) とすると、
空気を予熱しないときの有効熱量 (H)

$$H = \text{入熱} - Q_E = 1,592.0 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

空気を予熱したときも有効熱量は変わらないが、排ガス損失は燃料量に比例するから、
空気予熱後の燃料量を F' とすると、

$$F' \frac{\text{入熱}}{F} + F' \frac{P}{F} = H + F' \frac{Q_E}{F}$$

これを整理すると

$$\frac{F'}{F} = \frac{H}{H+P} = \frac{1,592.0}{1,592.0 + 50.5} = 0.969$$

すなわち 3.1% の燃料節約がはかれる。保温、排液熱回収等の対策を実施したあとの燃料消費量を 700 kℓ/year とすると、

$$700 \times 0.031 = 21.7 \text{ kℓ/year}$$

の燃料が削減される。このための設備費は概略 100,000 円であり、資金は約 1 年で回収できる。

7. 電力の消費状況

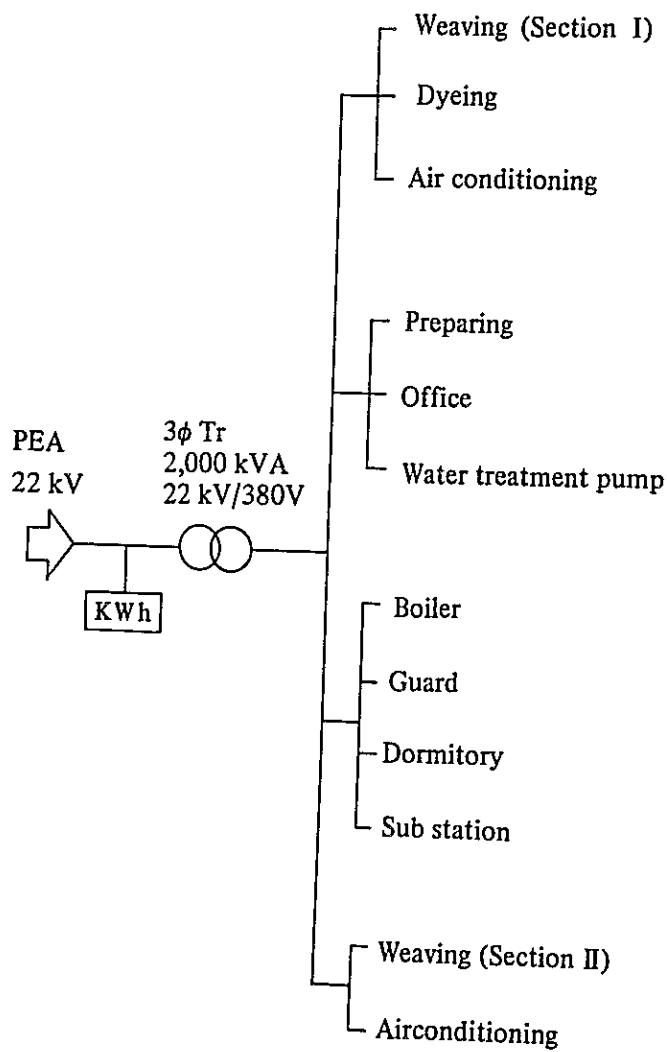
7.1 電力消費に関する主な指標

- 電力会社 : P E A
- ピーク・デマンド : 968 kW
- 使用電力量 : 530,200 kWh/month
- 負荷率 : 75%
- ペナルティ・フィ : なし
- 力率 : 95%
- トランス : 2,000 kVA (1台)
- 電力原単位 : 糸 2,727 kWh/kg
布 3,711 kWh/yard

7.2 負荷の配分 (kW配分)

モータ	62.5 %
空調	22.2 %
照明	3.1 %
電熱	12.2 %
計	100 %

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 現在優れている点

当工場はほとんど問題点がない。例えば、次のような優れた点がある。

8.1.1 力率の改善

力率が 95 % であり、電力の有効活用に積極的に努力している。また、力率の自動調整を行い、軽負荷時の進み力率の防止に努めている。

8.1.2 設備台帳の整備

設備台帳がよく整備され、保全に活用されている。

8.2 問題点と対策

8.2.1 受変電所の整備

(1) 受変電所は一応整備してあるが、積算電力計は受電用のみなので、工程別に取り付けることが必要である。

(2) 変電所は工程別に設置されていない。配電盤が受電所に、フィーダ毎にまとめたもの 4 面と、準備工程に 2 面あるだけで、いずれも電流、電圧計のみである。

工程別に配電盤を整備し、電流・電圧計のほかに、電力・力率計もそなえて、省エネルギーの管理に活用する。

(3) 受電日誌があって、概ね 1 時間毎に記録しているが、積算電力計の「読み」だけで、乗率をかけて使用電力量を算出していないので、日量、月量の電力統計がない。

そこで、1 時間毎の使用電力量を記録し、日負荷曲線を作成して、工程別の負荷分析を行い、負荷の平準化と負荷率の向上をはかる。

また、工程、製品別の使用電力量と生産量から電力原単位を算出し、その推移を把握して、生産工程、作業の改善に役立てる。

(4) 現在、受電用変圧器の容量は 2,000 kVA であるが、負荷はピーク・デマンドが約 1,000 kW で、力率が 95 % なので、変圧器の負荷率は約 53 % となり、ほぼ高効率範囲で運転されている。

ただし、変圧器が 1 台では、故障等により生産工程の全体がとまるので、将来の増設計画をみこむと負荷は約 1,700 kW となることも併せ考えて、2,000 kVA の変圧器 1 台を予備として設置することが望ましい。

(5) 当工場では、月に 3 ~ 4 回、10 ~ 20 分 / 回の無予告停電がある由である。

停電の際、当工場で被害の最も大きいのは燃糸機で、1回糸が切れると全部復旧するのに3～4時間かかる。瞬間停電に対しては、遅延リレーがあって糸の切れるのを防止している。

そこで、10～20分/回の長時間停電に対しては、次の対策を検討する必要がある。

- a. 燃糸機に対し、遅延リレーを動作させ、ゆるやかな停止に移行して、糸を切ることなく燃糸機をとめる。
- b. 停電と同時に、ディーゼル発電機をスタートさせ、遅延リレーの範囲内で燃糸機を上らせる。

また、燃糸機を系統から分離し、燃糸機の負荷だけかかるようにして発電機の容量を最小限度とする。

- c. 停電が終れば、ディーゼル発電から受電に燃糸機の電源を切り替える。

8.2.2 設備管理

(1) モータ

- a. 次の設備についているモータは、いずれも負荷の変動が大きいので、プーリの径の変換による速度制御を行い省エネルギーをはかる。

ブロワ	44 kW
クーリングタワー	29.5 kW
計	73.5 kW

- b. 各モータの速度制御率を10%とすれば、モータの軸動力は速度の3乗に比例するので、省エネルギー効果は次のようになる。

$$\text{節減電力} \quad 73.5 \text{ kW} \times \{ (1-0.9^3) - 0.03 \} = 17.71 \text{ kW}$$

$$\text{節減電力量} \quad 17.71 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} \doteq 148,760 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 148,760 \text{ kWh/year} \div 6,362,400 \text{ kWh/year} \doteq 2.3 \%$$

- c. 次の工程のモータのベルトの弛度が大きいので、親指で普通の力でベルトを押したとき、ベルトの厚さだけベルトが下る程度にベルトの弛度を適正化すると、伝動不良による電力ロスが減少する。

(工 程)	(容 量)	(弛度の大き い台数)	(全容量)
○ SIZING	0.75 kW	2 台	1 kW
○ BOBBIN-WINDING	0.75 kW	3 台	2.25 kW
○ INSPECT	0.75 kW	4 台	3 kW
○ SP, WINDING	1.5 kW	7 台	10.5 kW
○ REELING	0.2 kW	3 台	0.6 kW
計			17.35 kW

弛度の適正化により電力ロスが3%軽減したとすると、省エネルギー効果は次のとおりとなる。

$$\text{節減電力} \quad 17.35 \text{ kW} \times 0.03 = 0.5205 \text{ kW}$$

$$\text{節減電力量} \quad 0.5205 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 4,370 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節 減 率} \quad 4,370 \text{ kWh/year} \div 6,362,400 \text{ kWh/year} \doteq 0.1 \%$$

d. 染色、撚糸等の工程のモータの負荷率、すなわち $\frac{\text{実負荷}}{\text{定格容量}}$ を実測したところ、

軽負荷のものが多く、13セットのうち11セットは負荷率が80%未満であった。

モータは、負荷率が80~100%のときが高効率なので、よい機会にモータの容量を負荷にみあったものに適正化することが必要である。これによる省エネルギー効果は次のようになる。

モータ容量	効 率	損 失	台 数	損 失 減
kW kW	% %	kW kW	台	kWh/year
55 → 37	92.5 → 92.0	4.12 → 2.96	1	9,786
18.5 → 11	91.0 → 91.0	1.66 → 0.99	2	11,340
30 → 15	90.0 → 91.5	3.00 → 1.28	1	14,490
30 → 22	92.5 → 92.0	2.25 → 1.76	1	4,116
15 → 5.5	86.5 → 86.0	2.02 → 0.77	6	63,252
7.5 → 3.7	85.0 → 86.0	1.12 → 0.52	10	50,988
7.5 → 5.5	85.0 → 86.0	1.12 → 0.77	11	32,802
11 → 5.5	87.5 → 91.0	1.38 → 0.50	6	44,352
7.5 → 5.5	87.0 → 86.0	0.98 → 0.77	2	3,444
2.2 → 1.5	81.0 → 79.5	0.41 → 0.31	25	23,205
22 → 18.5	91.5 → 91.5	1.87 → 1.57	2	4,998
				262,773

節減電力量 262,770 kWh/year
 節 減 率 262,770 kWh/year ÷ 6,362,400 kWh/year ≒ 4.1 %

(2) 空 調

a. 主要工程における空調条件（温度，湿度）が設定されていて，適切な空調が行われている。

実測の結果は，次のとおり設定値に概ね近い温度，湿度となっている。

これ以上，温度を上げるときは，品質に支障がないかをチェックしながら，細かく調整することが必要である。

工 程	設 定		実 測	
	温 度	湿 度	温 度	湿 度
○ WEAVING	25 ~ 28℃	65℃	27℃	54 %
○ FALSE - TWISTING	28	70	30	76
○ BOOBING WINDER	28	75	30	76
○ SP.WINDER	28 ~ 30	75	29	67
○ CR.WINDER	28	70	30	66
○ CAKE-ROCKET	28	70	31	64
○ DOUBLING TWISTER	28	70	29	76
○ WAPER	28 ~ 30	75	28	78

b. 空調負荷を軽減するため，次の措置をとることが望ましい。

- 建物の出入口を二重扉にして，工場内の冷気が外部に洩れるのを防ぐ。
- 工場の機械の一部を移設中なので，現在機械のないところは，厚手のビニールカーテンをたらし，他の冷房をしているところとの空気の流れをしゃ断する。

この対策により 5 %空調負荷が減少したとすると，空調電力割合が22.2%だから省エネルギー効果は次のように試算される。

節減電力 22.2 % × 5 % = 1.1 %
 節減電力量 6,362,400 kWh/year × 0.011 = 69,986 kWh/year
 節 減 率 1.1 %

(3) 電 熱

現在，糊付け工程において赤外線ヒータを蒸気と併用して糸の乾燥に使用している。

これは赤熱して可視光線がでているところから、近赤外線ヒータ（波長 0.75～4 μ）と思われる。

糊は高分子で遠赤外線の吸収率がよいので、遠赤外線ヒータと取り替えると、消費電力が 1/2～1/3 少なくなり、処理時間は約 1/10 となる。

1/10 となる。

これによる省エネルギー効果は次のようになる。

節減電力 $32.5 \text{ kW} \times 0.3 = 9.75 \text{ kW}$

節減電力量 $9.75 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ d} = 81,900 \text{ kWh/year}$

節減率 $81,900 \text{ kWh/year} \div 6,362,400 \text{ kWh/year} \doteq 1.3 \%$

(4) 照 明

a. 現在、照明用の光源として、一般型のけい光ランプを使用しているが、これを省エネルギー型に取り替えると、同じ照度で約 10% 消費電力が節減できる。

また、工場内には機械のおいていないところや荷の置き場等、照明の不必要なところを、照明しているけい光ランプが約 150 灯あるので、これを消す必要がある。

この対策による省エネルギー効果は次のとおりである。

節減電力 $(77 \text{ kW} \times 0.1) + (40 \text{ W} \times 150) = 13.7 \text{ kW}$

節減電力量 $13.7 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 350 \text{ day} = 115,080 \text{ kWh/year}$

節減率 $115,080 \text{ kWh/year} \div 6,362,400 \text{ kWh/year} \doteq 1.8 \%$

b. 染色工場の壁に取り付けられてある、けい光灯照明器具は、壁に平行に取り付けられているため、前面の空間のみ照らし、下部は明るくない。

このけい光灯照明器具は、照らす対象物を明らかにしたうえで、傾斜角をつけて壁に取り付けることが必要である。

c. 現在、昼光利用を一部で行っているが、さらに他の部分にも積極的に拡大すべきである。

透過材は、現在、塩化ビニールを使用しているため、太陽の紫外線により劣化し、表面にヒビ割れを生じ、透過率が著しく減少している。

透過材には、太陽の紫外線による表面劣化を起しにくいポリカーボネート又はアクリライト等を使用することが望ましい。

d. 各工程の照度を実測したところ、100～200ルクスで、概ね適正な値である。

特に検査工程は、480ルクスの高照度で、検査精度の向上と作業員の疲

労防止に大いに貢献している。

なお、製品が絹地なので、表面の織りむら、節等の不良カ所のチェックとともに、微妙な風合い、配色等を詳細に検査するためには、高演色型けい光ランプとともに、投光型白熱電球を使用することが必要と思われる。

9. ま と め

以上の対策を実施した場合は、次のような省エネルギー効果が期待される。

保 温	燃料換算	9.0 kℓ/year	1.0 %
ドレン回収		21.4 kℓ/year	2.4 %
染色排液の熱回収		80.8 kℓ/year	9.1 %
排ガスの熱回収		21.7 kℓ/year	2.5 %
小 計		132.9 kℓ/year	14.9 %
10 ⁸ kWh/year			
モータの速度制御		148.8	2.3 %
モータベルトの弛度調整		4.4	0.1 %
モータ容量の適正化		262.8	4.1 %
空調負荷の軽減		70.0	1.1 %
遠赤外線ヒータの使用		81.9	1.3 %
光源の高効率化		115.1	1.8 %
小 計		683.0	10.7 %

THAI WARP KNITTING CO., LTD

1. 工場の概要

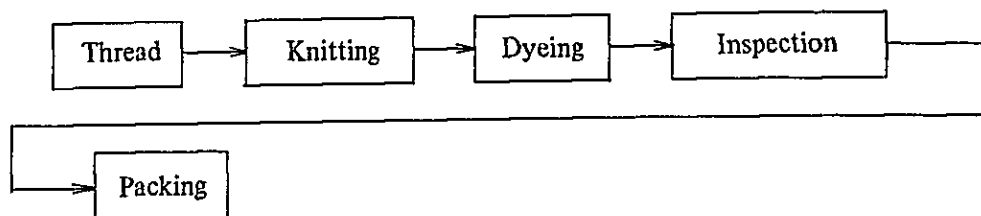
Address	33/3 Tivanond Road Soi Wadsalaknur Prakret Nonthaburi	
Capital	40 million Bt	
Type of industry	Textile	
Major products	Knit cloth (lace materials) Textile cloth (nylon clothing materials)	
Annual produce	Knit cloth	240 t
	Textile cloth	1,260,000 yard
No. of employees	302	
Annual energy consumption	Electric power	3,783,000 kWh
	Fuel	Heavy C Oil 924 kℓ Heavy A Oil 282 kℓ
Interviewees	Factory Manager, Mr. Sittichai Satitsatianchai Ass. Factory Manager, Mr. Suton Sansukol	
Date of diagnosis	Feb. 7, 1983	
Diagnosers	K. Nakao, Y. Ohno, M. Matsuo	

編機 17 台，織機 60 台を保有し，編布や織布を製造している。業界において中堅に位置する企業である。

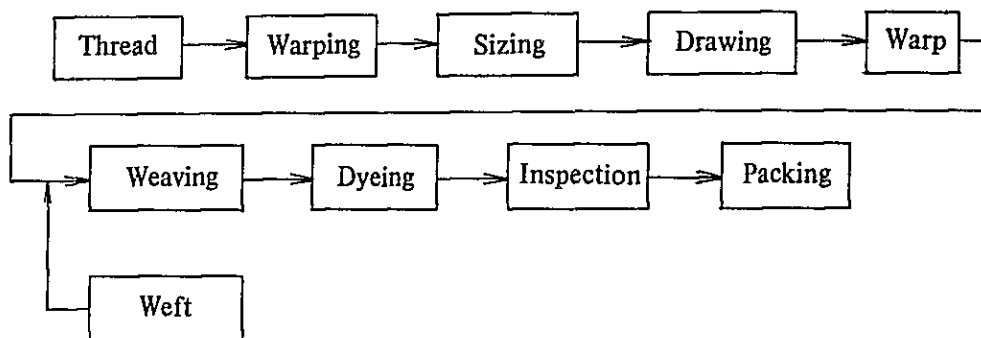
編機は新式で，広幅，中幅もののいずれも模様入りの高級品をつくっており，主としてフトン地用に販売されている。染色機，編機は台湾製で，台湾の技術者が指導に当たっている。製品の不良率は 3～5 % 程度である。

2. 製造工程

Knitting Process



Weaving Process

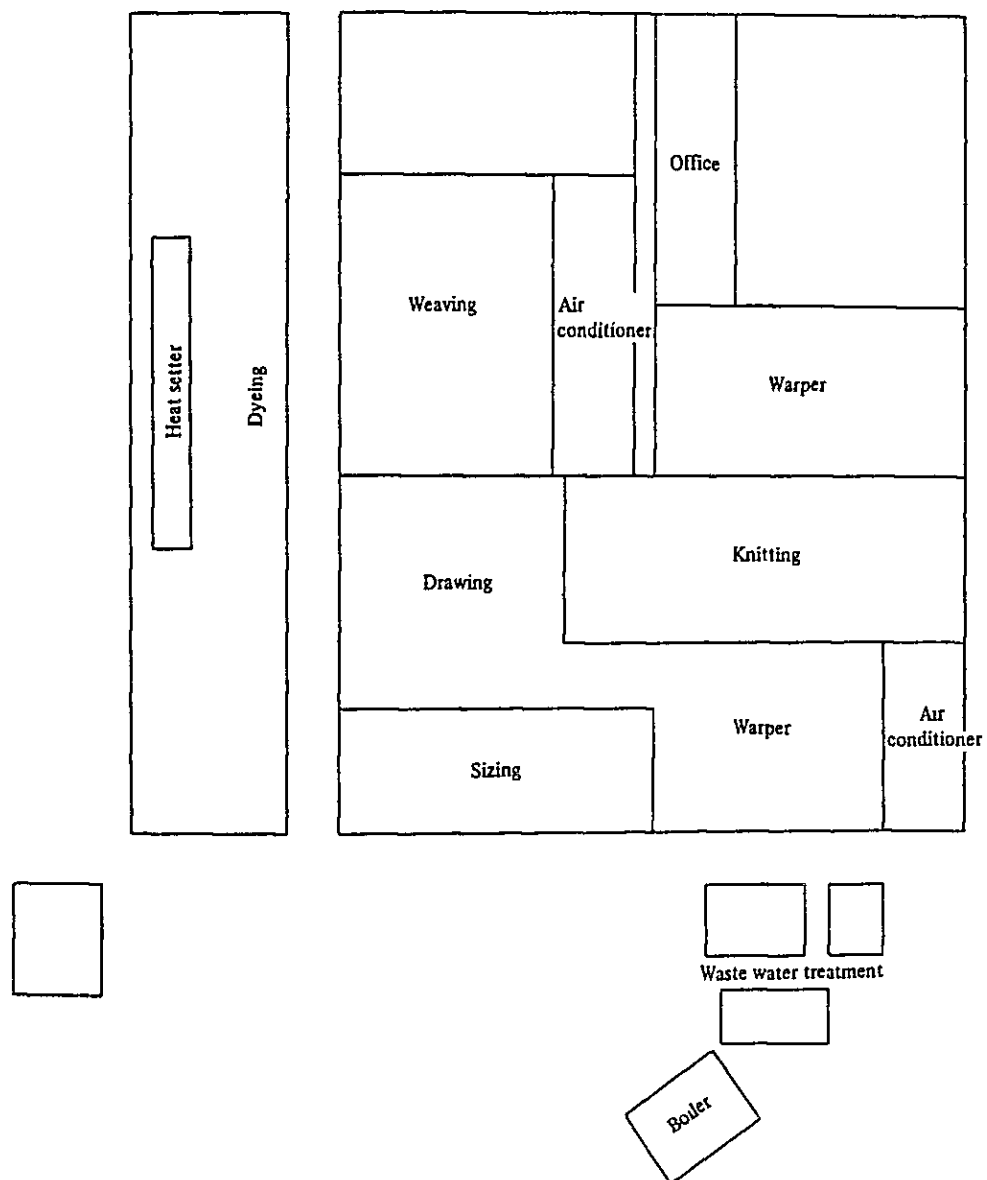


3. 主要設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Boiler	2	4.7 t/h (10.5 kg/cm ²) York Shipley
Dyeing machine	4	High pressure type
Sizing machine	12	Normal pressure type
Tendering machine	1	
Knitting machine	2	Dowtherm heating type
Weaving machine	17	168 inch 62 inch x 2 line
Weaving machine	60	

3.2 工場配置図



4. エネルギー管理状況

省エネルギーに積極的に取り組む方針で、今年中に20%の省エネルギーを達成することを目標にしている。

4.1 省エネルギー投資と設備改善

現在、省エネルギー設備投資として計画中のものはドレン回収及び、力率改善用コンデンサの設置である。3カ年以内に資金回収出来れば、投資する方針とのことでその積極的な経営姿勢は高く評価出来る。

4.2 エネルギー消費量の把握

燃料は毎日、サービスタンクのプロートの指針の目盛により、使用数量が記録されており、また、電力についても毎日の消費量が記録されている。さらに主要工程別に積算電力計を取り付けて電力管理に活用するなど、今回の診断工場の中では優秀な工場である。ただし、受電日誌は1日の使用電力量の「読み」のみ記録され、毎時間の「読み」の差に乗率をかけて、使用電力量を算出するとか、「読み」の推移をグラフ化して把握する等の作業をしていない。この貴重な記録を次のように活用することが望まれる。

- 日負荷曲線を作成し、負荷率の向上とピークの抑制をはかる。
- 電力原単位を算出し管理図にプロットして、その推移を把握する。
- 毎月の使用電力量を把握して、作業改善や工程改善に利用して省エネルギーの推進をはかる。

原価計算の中で、エネルギーコストは、工程別に配分されているとのことで、各工程責任者の関心を深めるためにも良いことである。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギー委員会はつくられていないが、月に1~2回工場長が中心になって、各部門の責任者で一般的な事柄について討議しているとのことである。コンサルタントについては、電気、排水処理等一部技術に関して、契約している。

提案制度はないが、幹部会の中で問題提起があった時に提案を求め、可能なことについては実施するようにしているとのことである。

省エネルギーを推進するには、全従業員が共通の目的・意識をもって具体的な活動を

することが必要である。そのためには工場の責任者が委員長になり、各セクションの責任者や、現場の直接のベテラン作業員を含めた委員会の中で省エネルギーの必要性の確認、目標設定、問題解決の討議を行い、特殊な問題については、プロジェクトチームの編成、QCサークルの活用が有効である。

4.4 従業員の教育

新しい機械装置の導入等の時に、担当者を西独など外国に出張させ、研修した結果は次の担当主任やさらに下部の従業員に伝達するシステムになっている。

技術者の養成や、従業員のレベルアップは企業にとって、基本的に重要な問題である。特に現場の直接責任者である職長クラスの教育訓練が必要であり、例えばTPA等のセミナーにも参加させるように留意されたい。

また地域別の企業サークルや、異業種、同業種間の交流があり、ドレン回収等についても検討しているとのことであるが、相互に刺激が得られる点でもよいことであり発展させる方向で努力して欲しい。

5. 燃料の消費状況

燃料中Bunker Cはボイラの蒸気発生用に年間924 kℓ/year消費され、その単価は4.47 Bt/ℓである。

発生蒸気はダイイング、サイジング及びグリュークッキングの加熱用熱源として使用されている。

またBunker Aはダウサムボイラの燃料として消費され、その消費量は年間282kℓ/year、単価は4.7Bt/ℓである。ダウサムは、Dyeing後のテンダリンマシンでの乾燥熱源に使用されている。

ボイラの熱勘定

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	1,401.6	99.8	Heat of steam	1,245.2	88.6
Sensible heat of fuel	3.3	0.2	Heat loss in exhaust gas	102.1	7.3
			Heat loss in blow water	7.2	0.5
			Heat release from furnace body and others	50.4	3.6
Total	1,404.9	100.0	Total	1,404.9	100.0

ボイラ給水の流量計がないので、一部仮定を入れて熱勘定を行った。

5.1 熱勘定計算諸元

燃料の種類		重油
燃料消費量(平均)	(F)	146 kg/h
燃料発熱量(低位)	(H _l)	9,600 kcal/kg
燃料の比熱	(C _P)	0.45 kcal/kg °C
燃料の比重		0.975
燃料の温度	(T _F)	80 °C
基準温度	(T ₀)	30 °C
廃ガス中のO ₂ %	(O ₂)	7.7 %
廃ガス温度	(T _g)	158 °C
給水温度	(T _w)	33 °C
ブロー水量	(B)	50 kg/h
ブロー水温度	(T _B)	176 °C
蒸気圧力	(P)	8.0 kg/cm ² G

* 1983年1月の燃料使用量(実績) 86.5 kℓによる。

ボイラ外壁からの放散熱量

ボイラ長手方向側壁	(Q _{L'})	160 kcal/m ² h
缶前(バーナ側)	(Q _{F'})	160 kcal/m ² h
後部側壁	(Q _{B'})	925 kcal/m ² h
ボイラ寸法(外法)		φ 2,100 × 4,300 mm

5.2 熱勘定計算式

入熱

5.2.1 燃料の燃焼熱 (Q_C)

$$Q_C = F \times H_l = 1,401.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.2.2 燃料の顕熱 (Q_S)

$$Q_S = F \times C_P (T_F - T_0) = 3.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

5.2.3 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

$$\text{理論空気量 } (A_0) = (0.85 H_l / 1,000) \div 2.0 = 10.16 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$\text{理論排ガス量 (G}_0\text{)} = 1.11 \text{ H}\ell / 1,000 = 10.66 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$$

$$\text{空気比 (m)} = 21 / (21 - \text{O}_2) = 1.58$$

$$\text{実際ガス量 (G)} = \text{G}_0 + (m - 1) \text{A}_0 = 16.55 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$$

$$\text{Q}_E = \text{F} \times \text{G} \times 0.33 (\text{T}_g - \text{T}_0) = 102.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.2.4 ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$\text{Q}_B = \text{B} \times (\text{T}_B - \text{T}_W) = 7.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.2.5 炉体からの放散熱量 (Q_R)

$$\begin{aligned} \text{Q}_R &= \{ (2.1/2)^2 \pi \times 160 \} + \{ (2.1/2)^2 \pi \times 925 \} + (2.1 \pi \times 4.3 \times 160) \\ &= 8.3 \times 10^3 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

5.2.6 その他の損失熱量 (Q_O) 入熱の3%とした。

$$\text{Q}_O = 0.03 (\text{Q}_C + \text{Q}_S) = 42.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.2.7 蒸気の保有熱量 (Q_V)

$$\text{Q}_V = \text{Q}_C + \text{Q}_S - \text{Q}_E - \text{Q}_B - \text{Q}_R - \text{Q}_O = 1,245.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

5.2.8 蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー (E}_S\text{)} = 662 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{給水のエンタルピー (E}_F\text{)} = 33 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{S} = \text{Q}_V \div (\text{E}_S - \text{E}_F) = 1,980 \text{ kg/h}$$

6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 給水流量計の設置

現在燃料の流量計1個が1缶(YORK-SHIPLEYボイラ)にのみ付いており給水の流量計はない。毎日の給水量及び燃料消費量を測定し、蒸発倍数(給水量/燃料消費量)を計算してボイラの熱量原単位の動向を把握し、適切な対応を行うためには計測記録の充実がまずその基礎となる。

6.2 蒸気バルブの保温

ボイラ室の蒸気ヘッドはフランジ部分まで保温が施工されているが表面温度は70℃で稍高い。ボイラと蒸気ヘッド間の6Bパイプ保温は良好である。ただしヘッド上に並ぶ4個の6"バルブ及びボイラの6"バルブ2個の断熱は不十分である。

これらのバルブからの放熱損失を計算した結果は次のとおり。

Valve name	No. of units	Heat release	
		No insulation	Insulated *
6"	5	9,500 Kcal/h	650 Kcal/h
4"	1	1,100 Kcal/h	100 Kcal/h
	Total	10,600 Kcal/h	750 Kcal/h

* Insulating material glass wool 30 mm

$$\text{保温効果} = \frac{(10,600 - 750) \text{ kcal/h} \times 24 \text{ h} \times 300 \text{ day}}{9,600 \text{ kcal/kg} \times 0.88 \times 0.975} = 8.6 \text{ k}\ell/\text{year}$$

燃料費の節約金額 年間 38,000 Bt/year

- 6.3 炉筒煙管式ボイラ (RAY社製) 本体の前後掃除口扉の裏側, 耐火断熱材に亀裂が多く, 表面温度も 100 °C と高い。この部分の補修による断熱強化が必要である。
- 6.4 燃焼管理の改善

バーナの燃焼空気量が適正值と比べ過剰になっている。

現状の燃焼排ガス中の O₂ % は 7.7 % で空気比は 1.58 である。

$$m = \frac{\text{燃料の燃焼に必要な実際空気量}}{\text{燃料の燃焼に必要な理論空気量}}$$

$$= 21 / (21 - O_2) = 1.58$$

空気比の適正值はオイルバーナの場合 1.3 程度であり, 煙突から黒煙の出ない範囲で空気ダンバを調整されたい。空気比を 1.3 に低下させると燃料消費量は約 1.5 % 節約できる。

$$924 \text{ k}\ell/\text{y} \times 0.015 = 13.9 \text{ k}\ell/\text{year}$$

6.5 サイジングマシン

ドライヤのドラム入口ロータリバルブから蒸気洩れがある。ドライヤの蒸気入口ヘッダ, 2"パイプ約 3 m, 蒸気メイン配管, 減圧弁, バルブ等を保温されたい。2"パイプ 3 m を保温した場合の燃料油の節減量を計算すると次のとおりである。

○蒸気圧力 1.2 kg/cm²G, 保温効率 75 % とする。

$$\frac{237 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 3 \text{ m} \times 24 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.75}{9,600 \text{ kcal/kg} \times 0.88 \times 0.975} = 0.5 \text{ k}\ell/\text{year}$$

6.6 ダイイニングマシン

(1) ロータリ型HTダイイニングマシン

ダイイニングマシンの表面温度は胴 122℃、鏡板 123℃と高く放散熱損失が大である。これを保温したときの燃料油の節減量を計算すると次のとおりである。

- 平均表面温度 122℃
- 放散熱量 1,278 kcal/m²h
- 缶体表面積 13 m²
- 加熱時間 18 h/day

$$\frac{1,278 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 13 \text{ m}^2 \times 18 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.75}{9,600 \text{ kcal/kg} \times 0.88 \times 0.975} = 8.2 \text{ k}\ell/\text{year}$$

- 保温施工費は約 8,500 パーツと見積られる。

他の 1 基は大型であるのでさらに放散熱損失は大きくなり、14.6 kℓ/year の燃料損失に相当する。従って缶体の保温は大きい省エネルギー効果がある。この保温施工費は約 15,000 パーツと見積られる。

(2) セット型加圧ダイイニングマシン

表面温度が 110℃と高く放散熱損失が大きい。保温による燃料節減量を求めると、

$$\frac{1,075 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 6.5 \text{ m}^2 \times 18 \text{ h/day} \times 300 \text{ day/year} \times 0.75}{9,600 \times 0.88 \times 0.975} = 3.4 \text{ k}\ell/\text{year}$$

となる。保温施工費用は約 4,300 パーツと見積られる。

機種が別に 1 基あるので、さらに燃料節減量は大となる。

(3) 常圧型ダイイニングマシン

常圧型のダイイニングマシンは 12 セットあり、全体的に表面温度が高い。

特に染液部の表面温度が 90℃～95℃と高いので保温を工夫されたい。この保温による効果は約 35 kℓ/year と推定される。

6.7 ダウサム加熱テンダリングマシン

ダウサムポンプ周囲の配管やバルブ類約 5 m が裸配管で保温の必要がある。

6.8 グリュークッカー

グリュークッカーでは 90℃程度まで加熱するので、タンク表面の保温が必要である。またバルブや継手部等の配管サイズは小さくても、きめ細かい断熱に対する配慮が必要である。

6.9 ドレン回収

サイジングマシンやダイイングマシン関係のドレン回収を実施して給水温度を高くすることは、燃料油の削減に大きな効果があります。33℃の給水温度が60℃に上昇した場合、約4.1%の燃料の削減になります。

$$924 \text{ kℓ/year} \times 0.041 = 37.9 \text{ kℓ/year}$$

6.10 染色冷却水び染色排液の熱回収利用

染色冷却水は温度が高くなっているため、保温したタンクに貯えれば染色用温水として利用できる。さらに熱交換器を設け、染色排液と熱交換すれば65℃前後にでき1%程度の燃料削減がはかれる。

$$924 \text{ kℓ/year} \times 0.01 = 9.2 \text{ kℓ/year}$$

7. 電力の消費状況

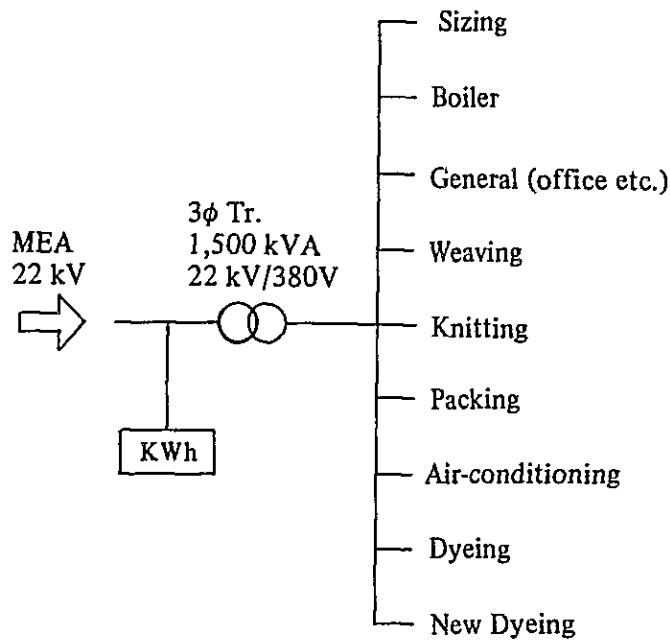
7.1 電力消費に関する主な指標

- 電力会社 ; M E A
- ピーク・デマンド ; 730 kW
- 使用電力量 ; 315,250 kWh/month
- 負荷率 ; 61.7 %
- ペナルティ・ファイ ; 3,307 Bt/month
- 力率 ; 69 %
- トランス ; 1,500 kVA (1 台)
- 電力原単位 ; 編布 1,892 kWh/kg
織布 2,642 kWh/kg

7.2 負荷の配分

モーター	55.0 %
空調	31.9 %
照明	5.4 %
電熱	7.7 %
計	100 %

7.3 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 受電所の整備

電力計と力率計が故障しているので直ちに修理すること。

8.2 力率の改善

- (1) 力率の値が 69 % と低いので、進相用コンデンサを取り付けて力率を向上させ、電力の有効活用をはかることが望ましい。
- (2) 取り付けるべき進相用コンデンサの容量は、力率を 69 % から 85 % に改善するときには、300 kVA_r 程度となる。
- (3) 現在、力率が低いので、ペナルティを毎月約 3,300 円納めているので、進相用コンデンサの取り付け費用（約 65,000 円）は短期間に回収できる。

また、力率の改善により変圧器の損失も次のように軽減される。

進相用コンデンサの取り付けにより力率を 69 % から 85 % に改善すると、

力率 69 % のときの kVA :

$$\frac{730(\text{kW})}{0.69} = 1,060 \text{ kVA}$$

このときの損失 \div 17,400 W※

力率 85 %のときの節減電力

$$\Delta W = 17,400 \text{ W} \times \left(1 - \frac{0.69^2}{0.85^2}\right) \div 5,900 \text{ W}$$

※変圧器の損失はメーカーの資料によって推定した。

$$5.9 \text{ kW} \times 24 \text{ hrs} \times 365 \text{ day} = 51,684 \text{ kWh/year}$$

8.3 変圧器

- (1) 現在、変圧器 1,500 kVA 1 台に対し、ピーク・デマンド 730 kW、力率 69%なので、負荷率は約 70%となり、高効率の範囲で運転している。
- (2) 停電時には、染色工程が最も支障をきたすので、必要最小限度の電気を供給できるディーゼル発電機を取り付けることが望ましい。(停電は、雨季 3~4 回/月、その他季は 2 回/月)
- (3) 変圧器自身の故障により、停電で全工場の生産が中止されると困るので、1,500 kVA 1 台の変圧器を予備として置くとよいと思われる。

8.4 モータ

- (1) 主要工程における、原則として 15 kW 以上の大容量のモータの負荷率、すなわち、 $\frac{\text{実負荷}}{\text{定格容量}}$ を実測したところ、次の状況であった。

(負荷率)	(台数)	(構成比)
80~100%	68 台	63.6%
80%未満	35 台	32.7%
100%超過	4 台	3.7%
計	107 台	100%

軽負荷のモータ

(工 程)	(用 途)	(容 量)	(台 数)	(負荷率)
UTILITY	WATER PUMP	18.5 kW	1 台	68.6 %
"	"	30 kW	1 台	67.3 %
"	BOILER PUMP	15 kW	2 台	64.7 %
WATER TREATMENT	BEAMING	7.5 kW	1 台	29.3 %

AIR CONDITIONING	COMPRESSOR	55 kW	3 台	69.1 %
DYEING	DRYER	7.5 kW	10 台	61.3 %
"	"	7.5 kW	10 台	69.3 %
"	DYEING	22 kW	3 台	52.7 %
"	TWISTING	15 kW	2 台	69.3 %
"	PUMP	15 kW	2 台	38.7 %
			計 35 台	

すなわち、全体の 66 % のモータが、負荷率 80 ~ 100 % の高効率範囲で運転されていて、たいへん結構である。

- (2) 負荷率が 80 % 未満のものは、機会をみて適正容量のものに変更することが望ましいが、これによる省エネルギー効果は、次のように試算される。

節減電力量 130,300 kWh/year

節減率 $130,300 \text{ kWh/year} \div 3,783,000 \text{ kWh/year} \approx 3.4 \%$

モーター容量	効 率	損 失	台数	損 失 減
kW	%	kW		kWh/year
18.5 → 15	91.5 → 91.0	1.57 → 1.35	1	1,602
30 → 22	92.5 → 92.0	2.25 → 1.76	1	3,528
15 → 11	90.5 → 90.5	1.42 → 1.04	2	5,472
7.5 → 2.2	80.0 → 82.0	1.50 → 0.40	1	7,949
55 → 45	93.0 → 93.0	3.85 → 3.15	3	15,120
7.5 → 5.5	82.0 → 86.5	1.35 → 0.74	10	43,740
7.5 → 5.5	87.0 → 86.0	0.98 → 0.77	10	14,760
22 → 15	90.0 → 91.0	2.20 → 1.35	3	18,360
15 → 11	90.5 → 91.0	1.42 → 0.99	2	6,264
15 → 7.5	87.5 → 87.5	1.88 → 0.94	2	13,506
合 計			35	130,300

- (3) 染色工程に負荷率が約 120 % の染色機用モータ 5.6 kW 4 台があるが、これは安全上、適正容量のものに変更することが必要である。

- (4) 主要工程におけるモータのベルトの弛度の状況を実測したところ、ほとんどは良好であり、わずかに染色工程における 2.2 kW のモータ 16 台の半数のベルトの弛度がやや大きい程度であった。

8.5 空 調

主要工程における空調の状況（温度、湿度）を実測したところ、次のとおりで、品質保持に必要な空調条件が保たれていた。

（工 程）	（温 度）	（湿 度）
WEAVING	34 °C	58 %
WARPING	31 °C	62 %
KNITTING	33 °C	56 %
SIZING	35 °C	55 %
WINDING	34 °C	58 %
DYEING	33 °C	60 %
FINISHING	34 °C	55 %

8.6 照 明

- (1) 主要工程の照度を実測したところ、100～230ルクスの範囲にあって、作業に適した照度であった。
- (2) 照明用の光源は、一般型のけい光ランプが使われているが、寿命がきているものが多いので、これを省エネルギー型に取り替えると、同じ照度で消費電力が約10%節減され、省エネルギー効果は次のようになる。

$$\text{節減電力} \quad 35.7 \text{ kW} \times 0.1 = 3.57 \text{ kW}$$

$$\text{節減電力量} \quad 3.57 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 300 \text{ day} \doteq 25,700 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節減率} \quad 25,700 \text{ kWh/year} \div 3,783,000 \text{ kWh/year} \doteq 0.7 \%$$

- (3) 染色工程において昼光利用を実施しているが、透過材が塩化ビニールのため、表面が太陽の紫外線により劣化し、照度が半減しているため、早急に取り替えを要する。
- 今後、透過材としては、紫外線の影響を受けにくい、ポリカーボネート、アクリライト等を選ぶことが望ましい。

9. まとめ

以上の対策により次のような効果が期待される。

蒸気バルブの保温（重油換算）	8.6 kl/year	0.9 %
燃焼管理の改善	13.9 kl/year	1.5 %
サイジングマシンの保温	0.5 kl/year	—
ダイニングマシンの保温	61.2 kl/year	6.6 %
ドレン回収	337.9 kl/year	4.1 %
染色冷却水，染色排液の熱利用	9.2 kl/year	1.0 %
小計	131.3 kl/year	14.2 %
力率の改善	$51.7 \times 10^3 \text{kWh/year}$	1.4 %
モータの容量変更	$130.3 \times 10^3 \text{kWh/year}$	3.4 %
光源の高効率化	$25.7 \times 10^3 \text{kWh/year}$	0.7 %
小計	$207.7 \times 10^3 \text{kWh/year}$	5.5 %

HANTEX CORPORATION LTD.

1. 工場の概要

Address	99/1 Nadee, Mahachai, Samut Sakhon Thailand	
Capital	400 million Bt	
Type of industry	Textile	
Major products	Nylon fiber	
Annual product	3,675 t/year	
No. of employees	280	
Annual energy consumption	Electric Power	15,991,000 kWh/year
	Fuel	Bunker C 1,800 kℓ
Interviewees	Mr. Jerry Chen, Mr. Nikom, Mr. Yongyut and 7 person	
Date of diagnosis	Jan. 17 ~ 18, 1983	
Diagnosers	K. Nakao, Y. Ohno and M. Matsuo	

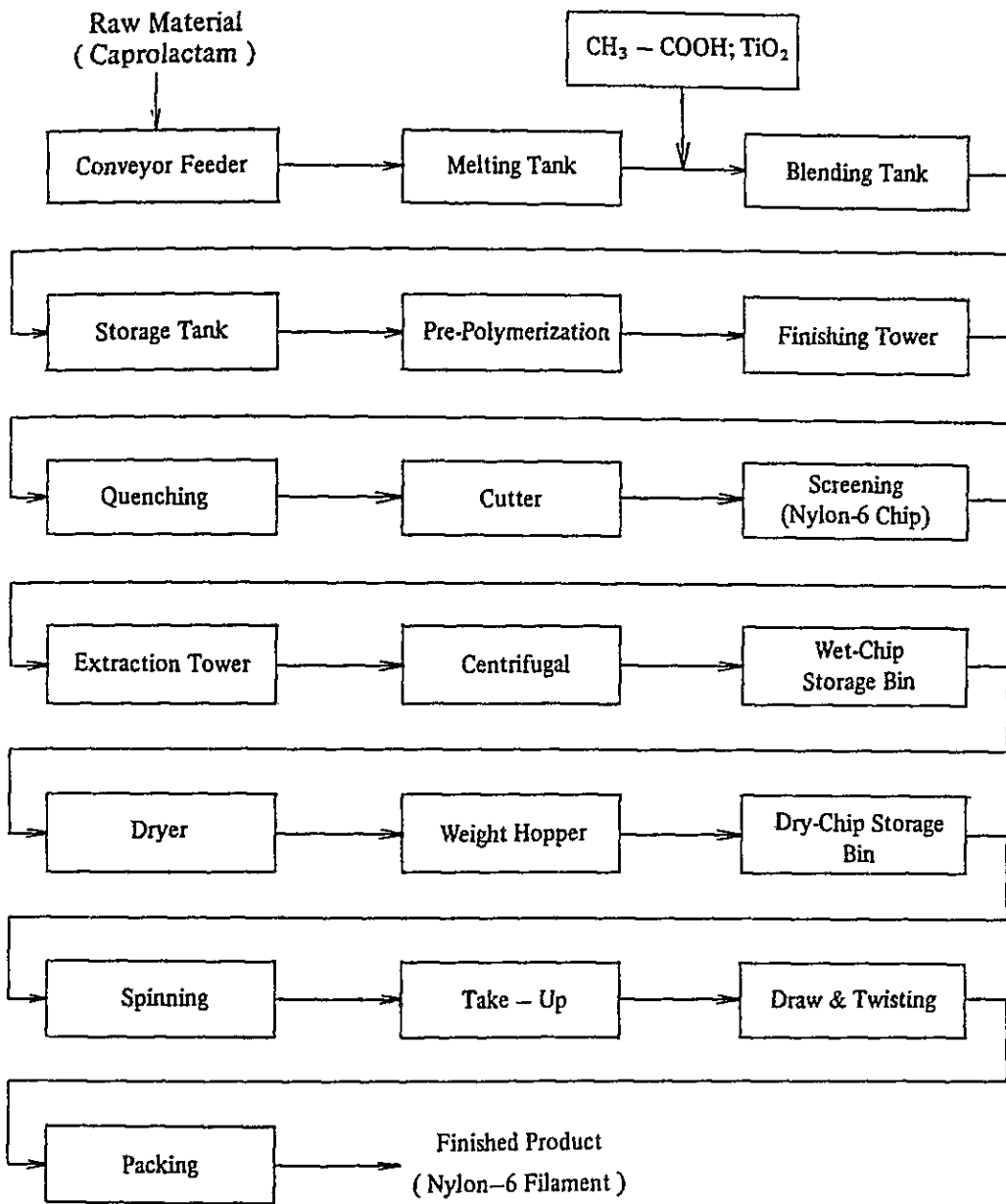
BISグループに属し、タイ王国におけるナイロン繊維製造3工場のうちのひとつである。1975年から、米国Chemex社の技術により、ポーランドやイタリーからの輸入カプロラクタムを原料として、ナイロン—6フィラメントを生産している。生産開始当初は種々技術的問題があったが、自らの手で改良を重ねて現在に至っている。

1982年は不況のため、4月から8月にかけて50%操業を余儀なくされたが、現在はフルの13.5 t/dayに近い生産に戻っている。

製品は20～40デニールのナイロンフィラメントが主で、カーテン、ストッキング、スポーツウェア、下着等向けに出荷している。

2. 製造工程

Flow - Chart of Nylon - 6 Filament Process

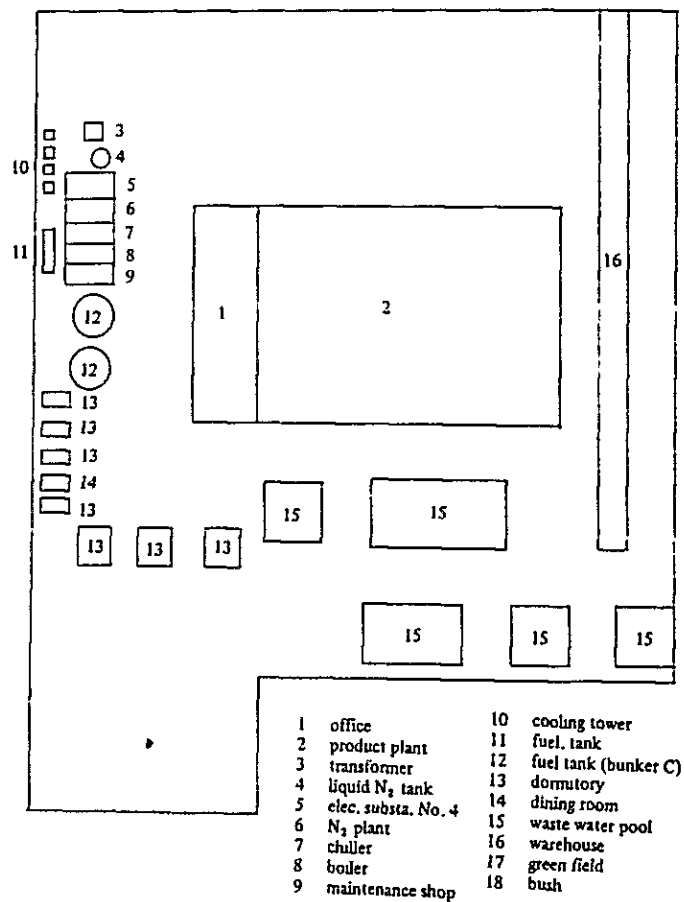


3. 主要設備の概要

3.1 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Boiler	2	Babcock & Wilox Evaporating volume 5.4 t/h Operating pressure 9 kg/cm ² One is stand by
Vacuum dryer	4	Reducing pressure by steam ejector Jacket heating
Evaporator	1 set	Double effect evaporator
Extractor	1 set	
Melter		
Polymerization tower	1 set	541 kW
Spinning plant	6 line	435 kW
Chiller	1 set	450 kW
Nitrogen gas plant	1 set	112 kW

3.2 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

4.1 省エネルギー設備改善

省エネルギーについての目標設定は行っていないが、改善個所を発見すれば直ちに改修するようにしているとのことで、既に次のような改善を行っている。

投資は回収期間の有利なものから、順序を決めて実施している。

- (1) シェルアンドチューブ型クーラをプレート型のクーラに変更して、冷却効率を向上させた。
- (2) 自動ブロー装置の取り付け及びドレン回収率を高めたことにより 10 kℓ/month 燃料を節減した。
- (3) 断熱の強化を行った。ロックウールが手に入らないので、グラスウールを使用している。
- (4) 工程の改善も行った上可能なかぎり、各種の配管を整理し、短縮した。
- (5) スチームトラップの整備、交換を行った。
- (6) クーリングタワーに使用する薬品を変更して藻類の発生を抑えた。
- (7) スチーム、圧縮空気、窒素、水等の配管の点検整備を行い漏洩の防止に努めている。
- (8) 従業員送迎用のバスの運行台数を削減した。
- (9) 部屋の天井高さを下げることにより、負荷容積を小さくするとか、スピニング室を二重屋根にして、断熱効果を高め、空調の負荷の減少をはかった。

計画中のものは次のとおりである。

- (1) 窒素の自社製造を中止して、液化窒素を購入使用する方向で窒素消費量の削減に努めている。
- (2) 力率改善のためのコンデンサ設置を計画している。
(力率を 80 %から 85 %に改善するとすれば、取り付けるコンデンサの容量は 300 kVar 程度である。)
- (3) ボイラにエコマイザを設置した場合の省エネルギー効果について、検討中である。
- (4) Take up room の湿度を 50 %RH から 60 % PH 程度に引き上げることは、コーティング、オイルの変更によって、可能ではないかと考え、検討中である。
- (5) 工程の改造や条件変更は品質に影響するおそれがあるので、難しい点が

あるが、クエンチャー温度の引き上げやモノマ抽出水の濃度アップを検討している。

改善箇所を発見すれば直ちに改修に着手する姿勢は高く評価できる。我々の調査中も保温工事が進められており積極的である。配管の色別、各計器類の整備、工場内の整理等も良好で、管理が行きとどいている。

4.2 エネルギー消費量の把握

エネルギー消費量の把握は、全体的によく実施されている。

燃料については毎シフト、毎月の集計がなされており、蒸気の工程別消費量も算出されている。水質分析の結果も記録されており良いと思う。

燃料原単位を算出し、要因分析するには至っていないが、よりキメ細かい管理を進めるためにぜひ実施してもらいたい。また電力については、使用電力量、電力原単位等の電力統計が良く整備されている。今後は工程別の電力把握もできるようにすれば一層よい。

受電所の受配電用計器の整備も適正である。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

毎月一回各セクションの責任者を集め全体的なミーティングの中で、省エネルギー関係や、QCについても討議している。

昨年、大学の先生を招いて委員長をお願いし、月1回の省エネルギー委員会を開催し、各セクションから報告を出した。しかし、各セクション間の相互理解が十分でなく、また実態にそぐわない提案があって、効果が期待できないばかりでなく、問題を生じそうであったので3カ月で解散してしまったとのことである。委員会の長には、生産全般の責任者である工場長、又はそれに次ぐ者が当たり、それぞれ各セクションの実態を熟知した者の意見を聞いて問題点を整理し、現実的な対策案にまとめ、工場長指示として実行に移すようにしなければならない。

現在は各セクション毎に、それぞれのヘッドの責任で対策を進めているが、今後はセクションにまたがる問題にも目を向け、組織的にテーマ発掘に取り組むことが望ましい。

4.4 従業員の教育

ボイラ, エアコンディション等各セクションの責任者をその時々の内容によって社外のセミナーに参加させているとのことであるが, 今後は, さらにセミナー出席者による従業員への社内教育の実施が望ましい。

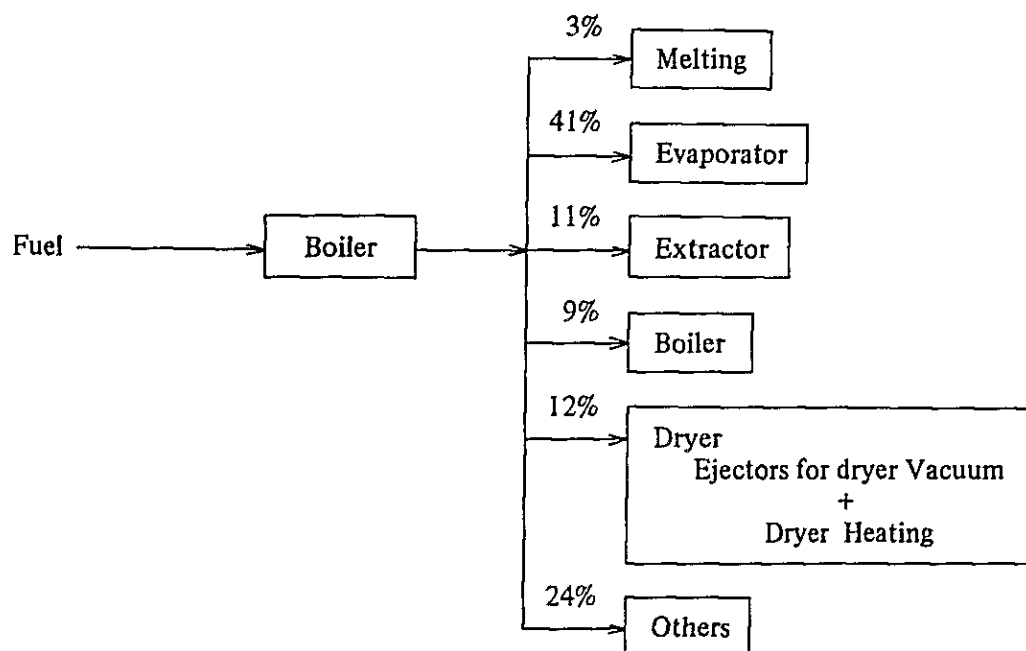
4.5 その他

工場内の設備や配管の保温をセクションに区分して, 区分毎に管理責任者を決めている。また保温工事単価を従業員に知らせ, 土足で保温の上に乗降りしないこと等を決めており, 従業員の省エネルギー意識の向上のためにも良い管理手法である。

5. 燃料の消費状況

5.1 燃料 Bunker C はすべてボイラの蒸気発生のために消費されており, その消費量は $1,800\text{k}\ell/\text{year}$ である。

主な蒸気消費設備は次のとおりである。



蒸気圧力ラインは高圧 $8 \sim 9\text{ kg/cm}^2$ と低圧 2 kg/cm^2 との2ラインになっている。ドレンは75%程度回収されており, 高圧側のドレンからのフラッシュ蒸気を低圧側に利用するなど, 効率の良いシステムとなっている。

5.2 ボイラの熱勘定

給水流量は計測できないが、1982年1月16日のデータにより熱勘定を概算した。

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
Heat of fuel combustion	1,799.0	99.7	Heat of steam	1,494.7	82.8
Sensible heat of fuel	5.2	0.3	Heat loss in exhaust gas	246.3	13.7
			Heat loss in blow down water	20.5	1.1
			Heat release from boiler body, Others	42.7	2.4
Total	1,804.2	100.0	Total	1,804.2	100.0

注1) 熱勘定計算諸元

燃料の種類	C重油	
燃料の消費量	(F)	4.692 ℓ / day = 186.5 kg / h
燃料の発熱量(低位)	(Hℓ)	9,646 kcal / kg
燃料の比重	(SG)	0.954
燃料の比熱	(Cp)	0.45 kcal / kg °C
燃料の温度	(TF)	92 °C
基準温度	(T ₀)	30 °C
廃ガス中のO ₂ %	(O ₂)	7.2 %
廃ガス温度	(TG)	280 °C
ブロー水量	(B)	188 kg / h
ブロー水温度	(TB)	179 °C
給水温度(軟水+ドレン回収水)	(Tw')	(推定) 70 °C
脱気後の給水温度	(Tw'')	104 °C
蒸気圧力	(P)	9 kg / cm ²

註2) 熱勘定計算式

入熱

a) 燃料の燃焼熱(Qc)

$$Qc = F \times H\ell = 1,799.0 \times 10^3 \text{ kcal / h}$$

b) 燃料の顕熱 (Q_s)

$$Q_s = F \times C_p (T_F - T_0) = 5.2 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

出熱

a) 廃ガスの持ち去る熱量 (Q_E)

理論空気量 (A_0)

$$A_0 = 0.85 \text{ H}\ell / 1,000 + 2.0 = 10.20 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

理論廃ガス量 (G_0)

$$G_0 = 1.11 \text{ H}\ell / 1,000 = 10.71 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

空気比 (m)

$$m = 21 / 21 - 0_2 = 1.52$$

実際廃ガス量 (G)

$$G = G_0 + A_0 (m - 1) = 16.01 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$Q_E = F \times G \times 0.33 (T_G - T_0) = 246.3 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

b) ブロー水の持ち去る熱量 (Q_B)

$$Q_B = B \times (T_B - T_w') = 20.5 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

c) 炉体からの放散熱及びその他の熱損失 (Q_R)

炉体からの放散熱 (Q_r)

$$Q_r = 15.6 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

その他の熱損失 (Q_o)

$$Q_o = \text{入熱} \times 1.5\% = 27.1 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

$$Q_R = Q_r + Q_o = 42.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

d) 蒸気の保有熱 (Q_v)

$$Q_v = Q_c + Q_s - Q_E - Q_B - Q_R = 1,494.7 \times 10^3 \text{ kcal/h}$$

e) 蒸気の蒸発量 (S)

$$\text{蒸気のエンタルピー} (E_s) = 662.9 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{給水のエンタルピー} (E_f) = 70 \text{ kcal/kg}$$

$$S = Q_v \div (E_s - E_f) = 2,521 \text{ kg/h}$$