

4.2 エネルギー消費量の把握

燃料の消費量は毎月記録をとっていて、燃料原単位を算出している。

電力の消費量も毎月記録をとっている。しかし毎時間の消費電力の記録をとっていないので、日負荷曲線が作られず、負荷率の改善ができていない。

燃料、電力の消費量などのデータは日本側の株主に送り、販売と製造に対してチェックをしてもらっている。消費量の変化した場合の原因分析まではしていない。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギーに対する専門の組織はないが、昨年半ばにQCサークルができた。そして年3回程度社内でQCの進め方等のセミナーを行っている。

社外で行っているセミナー（例えばTPAのセミナー）には、班長以上を参加させたことがある。

改善提案制度及び表彰制度はない。

工場長から従業員に対する省エネルギーの呼びかけはポスタ等により行っている。

4.4 その他

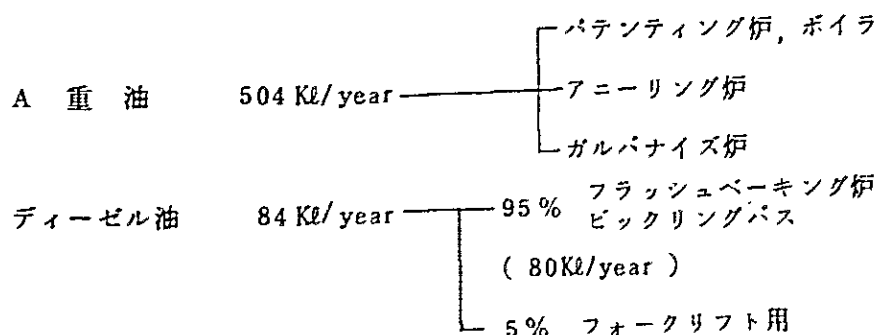
全体的にみて、15年前に設備した機器（例えばボイラ）は型式が古いものであり、効率も時代の要求にマッチしていないものになってしまっている。

現在Air Patenting 炉として使用している炉も、設備当初の運転内容とまったく違った用途として使用しているので、効率が悪くなっている。

5. 熱の消費状況

5.1 燃料の消費状況

燃料の消費状況、使用先及び使用割合は次のとおりであった。



5.2 パテンティング炉の簡易熱勘定

5.2.1 熱勘定表

Input			Output		
Item	10 ³ Kcal/h	%	Item	10 ³ Kcal/h	%
(1) Heat of fuel combustion	1,076.1	100	(2) Heat of extracted wire	151.7	14.1
			(3) Heat loss in exhaust gas	476.3	44.3
			(4) Heat release from furnace body	262.7	24.4
			(5) Other heat loss	185.4	17.2
Total	1,076.1	100	Total (2)+(3)+(4)+(5)	1,076.1	100

Note: For one ton of wire weight, reference temperature 35°C

5.2.2 熱勘定諸元

- (1) A重油の使用量 26 l/h
- (2) A重油の比重 0.86
- (3) A重油の低発熱量 10,200 kcal/kg
- (4) 理論空気量 $A_0 = \frac{0.85 H\ell}{1,000} + 2.0$ 10.67 Nm³/kg
- (5) 理論湿り排ガス量 $G_0 = \frac{1.11 H\ell}{1,000}$ 11.32 Nm³/kg
- (6) 加熱ワイヤ重量 212 kg/h
- 注) ワイヤ径 2.1 mm
- ワイヤ速度 13.08 m/min
- ワイヤ本数 10本
- (7) ワイヤ1 t当たりのA重油の使用量
 $(26 \text{ l/h} \times 0.86 \text{ kg/l}) / 0.212 \text{ t/h} = 105.5 \text{ kg/t}$
- (8) ワイヤの抽出温度及び含熱量
 950°C (ヒヤリング値) 155.8 kcal/kg
- (9) ワイヤの装入温度及び含熱量
 35°C 4.1 kcal/kg
- (10) 排ガス温度 装入側 890°C
 抽出側 935°C

(1) 排ガス中のO ₂ %	装入側	9.2%
	抽出側	2.8%
(2) 排ガスの比熱		0.33 kcal/Nm ³ °C
(3) 炉体表面温度	平均温度	114 °C
(4) 炉体表面積		77.9 m ²
(5) 炉体表面の黒度		0.3

5.2.3 熱勘定計算

(1) 入 熱

(a) 燃料の燃焼熱

ワイヤ1 t 当たり重油使用量 (105.5 kg/t) × 重油の発熱量 (10,200 kcal/kg) = 1,076,100 kcal/t

(2) 出 熱

(a) 抽出鋼材の顕熱

1,000 kg × { ワイヤの抽出温度における含熱量 (155.8 kcal/kg) - 外気温度における含熱量 (4.1 kcal/kg) } = 151,700 kcal/t

(b) 排ガスの顕熱

○ 空気比 = $21 / \{ 21 - \text{排ガス中O}_2\% (6) \} = 1.40$

注) 装入側開口部と抽出側から排出される排ガス量が不明であるので、排ガス中のO₂%はそれぞれの算術平均値 (9.2 + 2.8) / 2 = 6% を採用した。

○ A 重油 1 kg 当たり湿り排ガス量 = 理論湿り排ガス量 (11.32 Nm³/kg) + { 空気比 (1.40) - 1 } × 理論空気量 (10.67 Nm³/kg) = 15.59 Nm³/kg

○ 排ガスの顕熱 = ワイヤ 1 t 当たり重油使用量 (105.5 kg/t) × 重油 1 kg 当たり排ガス量 (15.6 Nm³/kg) × 排ガスの平均比熱 (0.33 kcal / Nm³°C) × { 排ガス温度 (912 °C) - 外気温度 (35 °C) } = 476.311 kcal / t

注) 排ガス温度は装入側及び抽出側の排ガス温度の平均値 (890 + 935 / 2) = 912 °C を使用した。

(c) 炉体からの放散熱

○ 炉体表面 1 m² 当たりの放散熱

$$\left\{ \left(\frac{114 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{35 + 273}{100} \right)^4 \right\} \times 4.88 \times 0.3 + 2.2^4 \sqrt{114 - 35} \times (114 - 35)$$

$$= 715 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

○ 炉体から放散熱

$$\{ \text{炉体表面 } 1 \text{ m}^2 \text{ 当たりの放散熱 (} 715 \text{ kcal/m}^2\text{h) } \times \text{炉体表面積 (} 77.9 \text{ m}^2 \text{) } \}$$

$$\div \text{加熱ワイヤ重量 (} 0.212 \text{ t/h) } = 262,729 \text{ kcal/t}$$

(d) その他損失熱

$$\text{入熱合計 (} 1,076,100 \text{ kcal/t) } - \{ \text{出熱 a (} 151,700 \text{ kcal/t) } + \text{出熱 b (} 476,311 \text{ kcal/t) } + \text{出熱 c (} 262,729 \text{ kcal/t) } \} = 185,360 \text{ kcal/t}$$

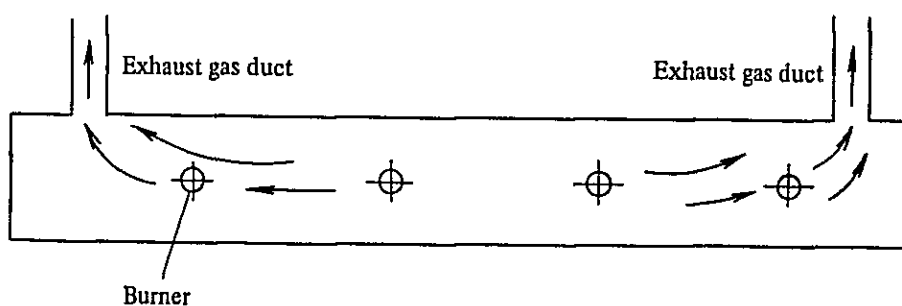
6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 パテンティング炉

- (1) 炉幅 1 m に対しワイヤの占める長さは 2.1 mm × 10 本 = 21 mm で、率にするとわずか 2% にしかすぎない。

ワイヤの通過本数を増やすか、あるいは炉内幅を狭めてワイヤの投影面積の炉床に占める割合を大きくして受熱面積の増大を図られたい。

- (2) 炉長全域にわたり 920℃ ~ 1,030℃ の高温の炉内温度パターンとしていることから、高能率急速加熱炉を志向した炉であると推察するが、排ガス排出口が、装入側と抽出側に設置されていて、燃焼ガスの持つ熱量が有効に使用されていない。



排ガスの排出口は、抽出側を閉鎖して装入側排出口のみを使用して燃焼ガスのワイヤへの伝熱効率を上げるようにされたい。

煙突は十分なドラフトを得るためと、室内環境を改善するため側壁から屋外に出し、十分な高さを確保するようにしなければならない。

また装入端に最も近接したバーナは排出口のほぼ直下でありその炉内伝熱の効果にかなり疑問があるので、このバーナの使用可否を検討されることを希望する。根本的には炉長が不足していると思われる。

(3) 熱勘定表に示したように炉体からの放散熱が入熱の約 1/4 をしめている。

炉体表面からの放散熱を低減させるために炉体断熱を行うことを強く要望する。炉枠金物の関係で外面に断熱を施すことは困難であるので、セラミックファイバの内面断熱を提案する。セラミックファイバ断熱の効果は、炉体蓄熱量低減にも有効で、昇熱時間の短縮と昇熱重油量の節減を図ることができる。

内面の50mmのセラミックファイバで断熱した時の炉体表面からの放散熱の減少状況を下図に示す。

	Existing state	Improvement plan
Composition of furnace wall		
Heat release	572 Kcal/m ² h	487 Kcal/m ² h
Compared with existing state	100	85
Accumulated heat	144,690 Kcal/m ²	132,170 Kcal/m ²
Compeared with existing state	100	91

Condition for calcuration

- 1) At steady condition
- 2) Emissivity 0.3
- 3) Reference temperature 35°C

炉体の上、側面を保温するものとし、表面積を50m²とすると節約できる熱量は次のようになる。

$$(572 - 487) \times 50 = 4,250 \text{ kcal/h}$$

従って、年間に節約できる燃料は次のとおりである。

$$\frac{4,250}{10,200 \times 0.86 \times 1,000} \times 22.5 \text{ h} \times 300 \text{ day} = 3.27 \text{ kl/year}$$

必要な費用は 31,000 Bt 程度とみられるので、約 2 年で回収できる。

- (4) バーナ容量は、16.5 l/h (型式PLB-3, 空気圧 800 mm H₂O のとき)であるが
燃焼量は平均1本のバーナ当たり 26 l/h / 7 本 ≒ 3.7 l/h 本で、定格容量の約 20%位であ
る。このために、重油の霧化状況が悪くなっているため、常用流量に適合したオイル
ノズルに改造すること。
- (5) 炉内圧が 0.9 ~ 2.0 mm H₂O で圧力が高い。そのためバーナの半数近くはバーナ周
囲の開口部から燃焼ガスが噴出している。
煙突のダンパを開けて炉内圧を 0.2 ~ 0.4 mm H₂O に調整すること。煙突の改造
が望ましい。(2)項参照。
- (6) 各バーナともバーナ前重油圧が 1.5 ~ 2.3 kg/cm²G で高すぎる。0.4 kg/cm²に調整
すること。
- (7) 各バーナとも油洩れが多い
バーナ配管の接手の締め直し及びパッキンの入替えを行い油漏れを修理すること。
- (8) ゾーン1 及びゾーン2では、炉内温度調節計の温度目盛以上の温度設定を行っている。
使用温度にマッチした目盛 (0 ~ 1,200℃) にレンジ変更を行うこと。

6.2 鉛浴炉及び垂鉛浴炉

新炉、旧炉共通の問題について述べる。

- (1) バーナの燃焼状態が悪く、バーナ口から燃焼ガスが逆流、噴出していた。
ダンパのある新炉はダンパを開けて通風力を増し、炉内圧を下げることで噴出を防止できる。
新炉の鉛浴炉の煙道には、熱交換器を設けて酸洗後洗浄水の加熱を行っているのは
廃熱回収の良い例であるが、通風抵抗の増加、排ガス温度の低下等による通風力の
低下が生ずるので、炉内圧の制御には十分注意すること。
ダンパのない旧炉では、煙道の清掃、洩れ個所の修理等により通風力の確保をする
対策を講じた後に、炉圧調整用ダンパを設けるとよい。
- (2) 鉛浴面及び垂鉛浴面が裸の状態であり、表面からの熱放散が大きい。
断熱カバーで浴面を覆って熱放散の防止を図るとよい。
鉛の融点は 327.4℃で、浴槽の表面積を約 2 m²とすると放散熱は次のとおりとな
る。

$$4.88 \times 0.27 \left\{ \left(\frac{273 + 327}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + 35}{100} \right)^4 \right\} + 2.8 (327 - 35)^{1.25}$$

$$= 4,969 \text{ kcal / m}^2\text{h}$$

従って断熱カバーにより放散熱の70%を防止できるとすると、年間に節約できる燃料は次の通りとなる。

$$\frac{4,969 \times 0.7}{10,200 \times 1000 \times 0.86} \times 16 \times 300 \times 4 \text{ 基} = 7.6 \text{ Kl/year}$$

- (3) バーナからの油漏れが多いので、配管接手部の修理を行い、油漏れを防止して燃料節約及び危険防止を行うこと。
- (4) バーナ前の油圧が0.8 kg/cm²Gと1.9 kg/cm²Gと高いがあった。これは標準圧である0.4 kg/cm²Gに調整するとともに、バーナの清掃を行うこと。バーナ前油圧が高いと正常な燃焼をしなくなり、噴霧状態が悪くなるのでぜひ標準油圧で操業すること。
- (5) バーナタイルにカーボンが堆積しているので、バーナの芯ずれがあると推定される。早急に修正をすること。

6.3 ピット式焼鈍炉

- (1) ポット重量が500 kgで、焼鈍ワイヤ重量1200 kgの40%を占めている。ポットを軽量化することにより熱量を減少することができるので、寿命に関連があるが、形状、材質、板厚等を検討して省エネルギーを図られたい。
- (2) バーナの油漏れが多いので、配管接続部を修理して燃料節約と危険防止を行うこと。
- (3) バーナの霧化状況が悪く炉床上に油滴がたれている。かつバーナタイルにフレームが衝突しているので、バーナの整備とバーナの取り付け位置の修正を行い完全な燃焼状態を保つこと。
- (4) バーナ前油圧が1.1 kg/cm²Gと高い。標準油圧の0.4 kg/cm²Gに調整すること。
- (5) セラミックファイバによる炉内壁の内張り断熱を施工し、放散熱の防止、炉壁蓄熱量の軽減による昇熱時間の短縮化をし、燃料の節約を図る。

6.4 ボイラ

- (1) バーナ燃焼が極端に悪いので、早急にノズルの補修を行い適正な状態で運転を行うこと。
- (2) バーナ上部の覗き窓にドアがなく開放状態であるので、ドアを取り付け侵入空気を防止すること。

(3) 蒸気配管が全く保温されていない。

蒸気圧力 1 kg/cm²G の飽和蒸気で 2 インチ裸配管及び 25mm の保温を施したときの放散熱量はそれぞれ次のとおりである。

裸配管 180 kcal / m h

25 mm 保温配管 40 kcal / m h

当工場では、約 100m の 2 インチ蒸気配管が裸のままであるので、25mm 保温をすることにより次のとおりの燃料節約ができる。

$$\frac{(180 - 40) \text{ kcal/mh}}{0.86 \times 10,200 \times 0.8 \times 1,000} \times 100 \text{ m} \times 16 \text{ h} \times 300 \text{ d} = 9.6 \text{ kl/year}$$

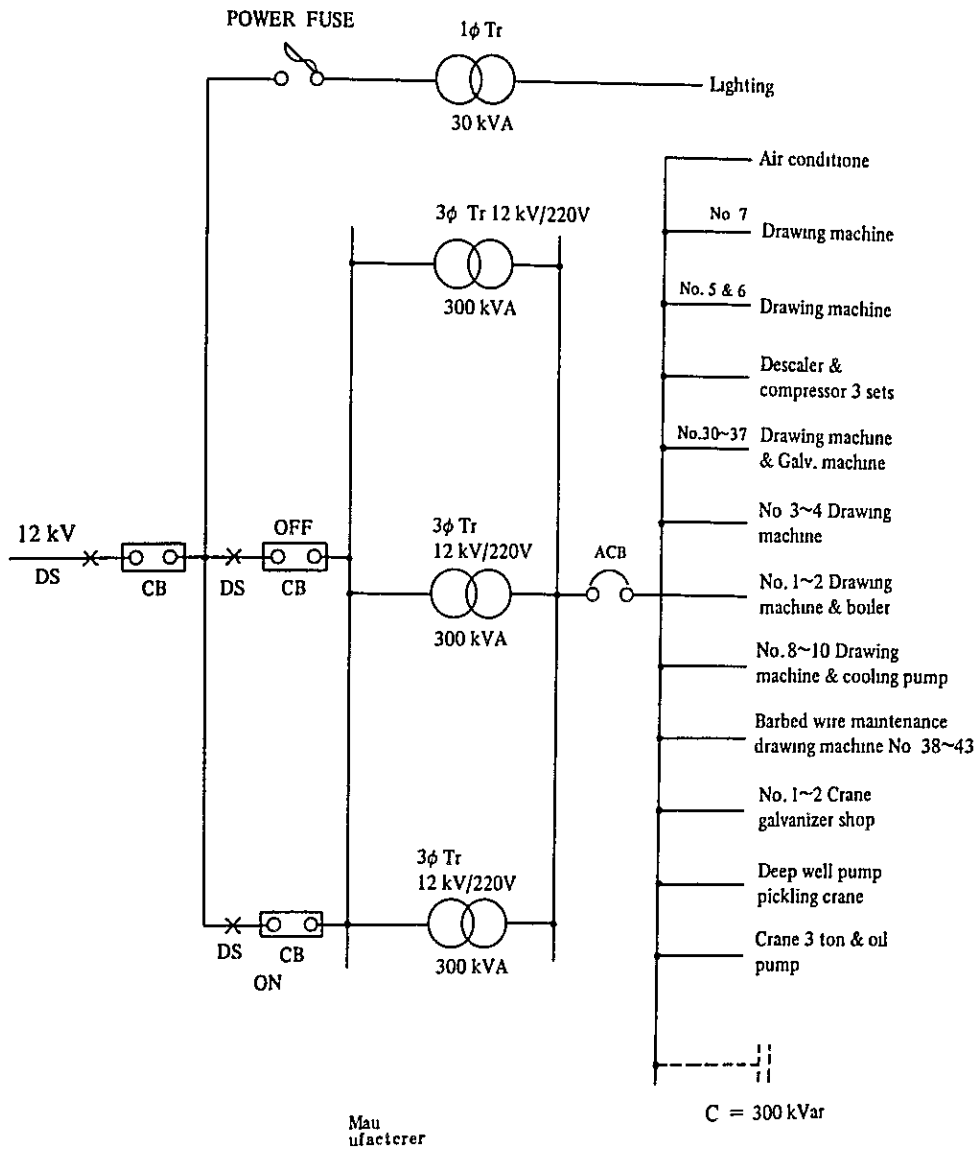
7. 電力の消費状況

工場の設備を電力消費の面から見ると、大半はワイヤードローイング電動機で消費されている。15 kW 未満が多いが、小形電動機ほど力率が低いので、この工場の力率も低い。

7.1 電力消費に関する主要指標は次のとおりである。

- 電力会社 : MEA
- ピーク・デマンド : 720 kW
- 使用電力量 : 2,399,600 kWh / year
- 負荷率 : 年間稼働時間 6,992 時間
平均電力 343 kW
負荷率 47.6 %
- ペナルティ・ファイ : 毎月払っている。
3,000 ~ 4,000 Bt / month
- 力率 : 67.9 % ~ 74.5 % 力率改善無し
- トランス : 300 kVA 3 台並列運転している。12 kV / 220 V
電灯照明用の専用トランスとして、1 φ 30 kVA 12 kV / 220 V
がある。
- 電力原単位 : 180.6 kWh / t

7.2 配線系統図



8. 電力管理の問題点と対策

8.1 計器の整備

12 kVで受電し、電灯専用トランスと300 kVA 動力用トランス3台並列で工場に配電している。これらのトランス、スイッチギヤ、低圧の開放形配電盤、及び電圧計、電流計、電力計、力率計を取り付けた12 kV側の開放形監視盤が独立した変電室の建家に収納されており、電力管理がしやすいようになっている。しかし、電流計、電力計、力率計などが適正な指示を示しておらず、電力の使用状況を12 kV側からつかめないう状況であった。今後省エネルギーを推進するには、各指示計器の調整をしていつも正しい指示をするようにし、現状の電力使用の状態を常につかんでおかなければならない。

変電室のパネルに取り付けられた計器の指示が正しくない例として下記のように測定データを示す。

11 kV側の電圧が11,300V、電流が30 Aだから皮相電力は587 kVAであり、力率70%としても410 kWであり、50 kWということはありません。

負荷の主力はモータで駆動されるワイヤドローイングで、90%以上の力率は期待できない。モータの定格出力に対して、全部が適正な負荷ではないので、当工場の場合も平均力率が70%内外である。力率改善用のコンデンサも設置されていないので、力率が99.5%ということはありません。以上の理由で11 kV側の電力計と力率計の指示が不良であることがわかる。

Time	Volt	Amp.	Apparent power	Power	Power factor	Remarks
1-24 2:50 PM	11,300V 220V	30A 1,100A	419 kVA	*50 kW	99.5%	← Instrument in 12 kV side ← Instrument in 200V side
1-25 10:7 AM	215V	1,550A	Calculated 577.2 kVA	410 kW	Calculated 71	We measured ampere and kW by clip on Ammeter.
1-25 11.7 AM	220V	1,690A	644.4 kVA	480 kW	74.5	kW and kVar was measured by MEA meter 430 kVar.

8.2 負 荷 率

ピーク・デマンドは720 kWと大きく負荷率が47.6%と低くなっている。ピークデマンドを抑えることができれば、受電トランスなどの設備容量を削減でき、配電損失も減少する。

前述の計器類を修理し、毎時間データを取り、日負荷曲線を作成すれば最大負荷が

何時頃あらわれるかわかるから、大きな負荷の同時始動をしないようにインターロックを設けるなどしてピーク・デマンドを抑制し、負荷率を向上させることができる。

またデマンド監視制御装置を導入して、デマンドの予測値が設定値を上回る場合はあらかじめ決めておいた順序で負荷をしゃ断して行くことにより、デマンド抑制することができる。ワイヤドローイングの稼動調整により、ピーク・デマンドを 60 kW 低下させることができれば、メリットは 68,400 Bt/year となり、デマンド監視制御装置の費用は 2 年半で回収できる。 $95 \text{ Bt} \times 60 \times 12 = 68,400 \text{ Bt/year}$

8.3 力率

力率が低いため毎月ペナルティ・フィを払っている。

力率がどの程度になっているかを、いくつかのデータから計算により求めた。

11月	ピーク・デマンド	680 kW	64,600 パーツ
	ペナルティ	162 kVar	2,430 パーツ

このデータから無効電力は、

$$0.63 \times 680 + 162 = 590.4 \text{ kVar}$$

$$\text{力率は } \cos \varphi = \frac{680}{\sqrt{680^2 + 590^2}} = 0.756$$

8月	ピーク・デマンド	620 kW	58,900 パーツ
	ペナルティ	279 kVar	4,185 パーツ

このデータから無効電力は、

$$0.63 \times 620 + 279 = 670 \text{ kVar}$$

$$\cos \varphi = \frac{620}{\sqrt{620^2 + 670^2}} = 0.679$$

次に 1 月 25 日午前 10 時 7 分から 11 時 7 分まで、MEA の計器で測定した次の値から力率を計算する。

電力量	480 kWh/h
無効電力量	430 kVarh/h

$$\frac{480}{\sqrt{480^2 + 430^2}} = 0.745$$

また、クリップオンパワーメータで瞬時値を測定したところ、電圧 210 V、電流 1414 A、電力 410 kW で力率は、

$$\cos \varphi = \frac{410}{\sqrt{3 \times 210 \times 1,414 \times 10^{-3}}} = 0.797$$

79.7%であった。

ここで300 kVarのコンデンサをトランスの二次側に接続する（配線系統図の点線の位置）と、8月の条件でも力率は次のようになり、ペナルティは払わなくてもすむようになる。

$$\text{無効電力} = 670 - 300 = 370 \text{ kVar}$$

$$\text{ピーク・デマンド} \quad 620 \text{ kW}$$

$$\text{皮相電力} = \sqrt{620^2 + 370^2} = 722 \text{ kVA}$$

$$\cos \varphi = \frac{620}{722} = 0.859$$

同様に昨年の10月の条件でも92%に改善される。

年間平均では、電力343 kW、力率0.718であるから、

$$\text{平均皮相電力} = \frac{343}{0.718} = 478 \text{ kVA}$$

$$\text{平均無効電力} = \sqrt{478^2 - 343^2} = 333 \text{ kVar}$$

300 kVarのコンデンサを接続することによって力率は99.4%に、皮相電力は345 kVAに改善される。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{343^2 + (333 - 300)^2} = 345 \text{ kVA}$$

$$\cos \varphi = \frac{343}{345} = 0.994$$

毎月平均3,500パーツのペナルティ・フィを支払っていたので、この改善によって年間42,000パーツのメリットが得られる。コンデンサとリレースイッチギャーのための費用は約100,000パーツとみられるので、資金は2年余で回収できる。これに次項で述べるトランスでの電力損失減のメリットが加わるので、資金回収期間はさらに短縮され約1年半になる。

8.4 トランス

トランスは300 kVAを3台並列運転しているが、力率改善後の平均皮相電力は345 kVAになるのでトランス台数を減らせる可能性がある。

これまで、過大なトランスを使わなければならなかった理由は、次の二つである。

- (1) 力率が低いために皮相電力が大きくなる。
- (2) ピーク・デマンドが大きく、最大で900 kVA程度に達している。

ここでデマンドコントロールにより負荷率を20%向上させ、最大電力を500 kWに抑え、300 kVarのコンデンサを設置して力率を99.4%に改善した場合のトランス負荷を検討してみる。

力率改善前で、電力500 kWの時の力率が68%であったとすると

$$\text{無効電力} = 500 \times \frac{\sqrt{1 - 0.68^2}}{0.68} = 539 \text{ kVar}$$

300 kVarのコンデンサを挿入することによって、無効電力は239 kVarに下り、皮相電力は554 kVAとなる。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{500^2 + 239^2} = 554 \text{ kVA}$$

従ってピーク・デマンドを500 kW程度に抑え、300 kVarのコンデンサを挿入すればトランス1台を切り離すことができる。

トランスの切り離しと力率改善によるトランスでの電力損失の減少は次のようになる。

無負荷損の減少

$$1.8 \text{ kW} \times 6,992 \text{ h} = 12,586 \text{ kWh/year}$$

負荷損の減少

$$\text{現状の負荷損} \quad 3.2 \text{ kW} \times \left(\frac{478}{300}\right)^2 \times 3 \text{ 台} = 2.71 \text{ kW}$$

$$\text{改善後の負荷損} \quad 3.2 \text{ kW} \times \left(\frac{345}{300}\right)^2 \times 2 \text{ 台} = 2.12 \text{ kW}$$

$$\text{負荷損の減少} \quad (2.71 - 2.12) \text{ kW} \times 6,992 \text{ h} = 4,125 \text{ kWh/year}$$

$$\text{合計損失減} \quad 12,586 + 4,125 = 16,711 \text{ kWh/year}$$

損失減によるメリットは24,400 Bt/yearになる。

なお電灯専用のトランスを設けてあるのは省エネルギーの点からも良いことである。休日で動力不要の場合は、電灯トランスだけを使用し、主トランスは一次側で開放すればその無負荷損を減らすことができる。

8.5 電動機稼動状況

電動機の稼動状況は別紙に示す。

No 1 ドローイングマシンの 30 kW の 1 台, No 7 ドローイングマシンの 30 kW の 1 台
 No 13 ドローイングマシンの 15 kW の 1 台, No 28 ドローイングマシンの 15 kW, ガル
 バナイジングラインの 15 kW の 2 台などが軽負荷で, 今後もこれらの電動機にかかる
 負荷の動向を調べて, もし同じような状態が続くようなら 30 kW の電動機は 22 kW に
 交換し, 15 kW の場合は 7.5 kW に変えた方がよい。測定は瞬時値でとらえているの
 で, 今後動向を見守る場合は少なくとも毎時間データを取り, できれば記録電力計か,
 記録電流計で測定すれば, 正確な結果がでる。このデータは入力だから, さらに余裕
 があることに注意を要する。

	Process	Used for	manu facture	Year built	Output kW	No.	Voltage V	Current			Revolu- tions r.p.m.	Speed control	Power factor %	Note
								Rated (A)	Actual (B)	(B)/(A)				
In	No 1	Drawing machine	Hitachi	1969	M1 30	1	220 216 (R) (A)	100	R 68 S 67.5 T 69.9	68.5	960 (6P) Rated	No	76.1	19.36 kW (Actual cage rotor)
	"	"	"	"	M2 30	1	220 216 (R) (A)	100	R 49 S 51.3 T 52.5	50.9	960 (6P) Rated	No	61.5	11.8 kW (A)
Out	"	"	"	"	M3 7.5	1	220 216 (R) (A)	26	11.6 11.7 12.03	45.3	1,450 (4P) Rated	"	73.1	3.2 kW (A)
	No. 2	"	"	"	M2 30	1	220 209 (R) (A)	100	R 97.5 S 108.2 T 101.1	102.3	960 (6P)	"	85.3	31.2 kW (A)
	"	"	"	"	M3 30	1	220 208 (R) (A)	100	R 92.8 S 95 T 93.6	93.8	"	"	87.5	29.5 kW (A)
	"	"	"	"	M4 30	1	220 210 (R) (A)	100	R 73.7 S 79.7 T 70.6	74.7	"	"	79.8	21.4 kW (A)
	No 4	"	"	"	M4 30	1	220 216 (R) (A)	100	R 60.9 S 62.9 T 58.5	60.8	"	"	72.4	No 3 No working M2 working 16.5 kW (A)
	"	"	"	"	M4 30	1	220 216 (R) (A)	100	R 72.4 S 75.3 T 73.7	73.8	"	"	78.5	-
Cage	No 5	Wire drawing	Hitachi	1969	M3 cage 30	1	220 216 (R) (A)	105	R 63.5 S 69.3 T 65.4	62.9	965 (6P)	"	77.5	20.1 kW (A)
	"	"	"	"	M4 30	1	220 219 (R) (A)	105	R 75.3 S 81.2 T 74.7	73.4	"	"	77.4	22.1 kW (A)
	No. 6	"	"	"	M2 30	1	220 207 (R) (A)	105	R 64.4 S 63.3 T 62.2	60.3	"	"	76.5	-
	"	"	"	"	M3 30	1	220 Darty (R) (A)	105	R 76.9 S 70.6 T 72.9	70.0	"	"	82.0	-
	"	"	"	"	M4 30	1	220 Darty (R) (A)	105	R 74.7 S 74 T 74	70.7	"	"	82.0	-
Wound type	No 7	"	"	"	M1 30	1	- 108 (A)	111	R 54.8 S 51.4 T 53.5	47.6		Secondary resistance	56.6	10.9 kW (A)
	"	"	"	"	M2 30	1	200 204 (R) (A)	111	R 83.6 S 84.6 T 85.1	76.1	1,455 (4P)	"	83.7	25 kW (A)
	"	"	"	"	M3 30	1	200 208 (R) (A)	111	R 82.2 S 78.5 T 79.3	72.1	"	"	82.3	23.5 kW (A)
No 8,9 10, 11 below 11 kW	No. 7	Wire drawing	Hitachi		M3 30	1	200 208 (R) (A)	111	R 79.9 S 77.6 T 79	71.0	1,455 (4P)	"	81.5	23.2 kW (A)
Wound type	No. 13	"	"	"	M1 15	1	200 (R)	55.5	R 20.3 S 19.4 T 19.6	50.4	1,430 (4P)	"	57	-
	"	"	"	"	M2 15	1	200 (R)	52	R					-
Cage	Galva- nizing No. 1	Driving	Mitsubishi		M1 15	1	211 (A)	-	17.18 18.23 18.76	-			44	6.24 kW (A)
	No. 3	"	"	"	M1 15	1	210 200 (R) (A)	62	R 31.8 S 31 T 30.5	50.2	970 (6P)		60	
	Wire drawing M/C No. 28	"	"	"	M1 15	1	200 200 (R) (A)	62	R 34.4 S 32 T 33.1	53.5	970 (6P)		61	-

モータの負荷が定格出力の 50 % 以下になると急激に力率が悪くなるので、80 % 以上になるようモータを選定しなければならない。

しかし新たにモータを購入して取り替えることは、経済的でないので、手持ちのモータのある場合などに交換するようしてもらいたい。

次にモータに加わる電圧のバラツキが大きい。ほぼ定格電圧に合わせるようにすべきである。定格電圧より高すぎると過励磁のため無負荷損が増加し、低すぎれば電流がふえて負荷損が増加する。また電動機を発注するときは定格電圧を同じ値に揃えるべきである。

電流の不均衡も見られるが、これは制動作用を生じ、モータの損失増、発熱の原因となる。電流の不均衡は電圧の不均衡に起因するが、工場内には大きな不均衡負荷がないので電源側の原因によるものと思われる。照明のような単相負荷を電圧の高い線間に接続して調整するとよい。

8.6 №7 ワイヤドロイングマシン用 30 kW 電動機の二次抵抗器の発熱について、他のワイヤドロイングマシン用電動機が籠形を用いているのに対し、№7 は巻線形であって運転中に二次抵抗器を短絡しないで、抵抗を残置したまま運転しているため発熱している。適正速度になるようにプーリを取り替え二次抵抗器を短絡できるようにすべきである。メーカーの出荷時の電動機のテストリポートから、二次抵抗の発熱量を概算する。

巻線形誘導電動機 30 kW, 4 P, 50 Hz, 220 V, 100 A, 1,465 rpm

定格連続, B種絶縁

スターレジスタンス 0.042 Ω ロータレジスタンス 0.458 Ω

ノーロードテスト 220 V, 36.3 A, 1150 W

ロックテスト 40 V, 100 A, 2,300 W, 635 V (二次)

負荷特性 (円線図による) 100 % 負荷, 電流 98.1 A

効率 91 %, 力率 87.2 %, すべり 3.38 %。

最大出力 244 %, 最大トルク 295 %。

二次抵抗器は一相当たり 4.5 Ω であるが、1 Ω 残留しているとするときのすべりは、比例推移により、

$$\frac{0.458}{3.38} = \frac{0.458 + 1}{S} \quad S = 10.76 \%$$

入力はデータから、 $P_1 = 23.5$ kW、電流 79.3 A として、二次入力は、

$$P_2 = \begin{array}{l} \text{一次入力} \\ 23.5 \end{array} - \begin{array}{l} \text{一次銅損} \\ 3 \times 79.3^2 \times 0.042 \times 10^{-3} \end{array} - \begin{array}{l} \text{無負荷損} \\ 1.15 \end{array} = 21.6 \text{ kW}$$

二次抵抗損は、 $SP_2 = 0.1076 \times 21.6 = 2.3$ kW

二次抵抗器内の損失は、 $2.3 \times \frac{1}{1.458} = 1.578$ kW

実動時間 6998 時間とすると $1,578 \times 6,998 = 11,039$ kWh/year (16070 Bt/year)

二次抵抗を短絡すると速度は速くなるが、ブーリの径を変えて調整すればよい。

8.7 照明

工場側は水銀灯を主として用いているが、工場の一部を含め下記のとおり計62灯のけい光灯が用いられている。

ストア 40 W × 4 灯	試験室 40 W × 6 灯
事務所 40 W × 18 灯	会議室 40 W × 2 灯
工場内 40 W × 6 灯	キャンティーン 40 W × 12 灯
ワークショップ 40 W × 14 灯	

これらは全部昼光色けい光灯であるが、これを最近タイ王国でも生産を開始した省エネルギー形白色けい光灯に取り替えた場合、1灯につき5W省エネルギーが可能である。従って1日10時間の点灯で、

$$5 \text{ W} \times 62 \text{ 灯} \times 10 \text{ h} \times 312 \text{ day} \times 10^{-3} = 967 \text{ kWh/year (1,407 Bt/year)}$$

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。

パテンチング炉の断熱強化	3.3 Kℓ/year	0.6 %
鉛浴槽、亜鉛浴槽の蓋	7.6 Kℓ/year	1.5 %
ボイラ蒸気配管の保温	9.6 Kℓ/year	1.9 %
小 計	20.5 Kℓ/year	4.0 %
トランス負荷損の軽減	16.7×10^3 kWh/year	0.7 %
No.7 ワイヤドロ잉ブーリの取替え	11.0×10^3 kWh/year	0.5 %
で外部二次銅損を零にする		
昼光色けい光灯を省エネルギー形白色灯にする。	1.0×10^3 kWh/year	—
小 計	28.7×10^3 kWh/year	1.2 %

THAI MALLEABLE IRON & STEEL CO., LTD.

1. 工場の概要

Address	Paholyotin (K.M. 37) Klong-Lhuang Patumtani	
Capital	18 million Bt	
Type of industry	Foundry	
Major products	Water pipe joints	
Annual product	2,400 t/year	
No. of employees	250	
Annual energy consumption	Electric Power	6,280,440 kWh/year
	Fuel	Heavy B Oil 519 kℓ/year LPG 294 t/year
Interviewees	Managing Director, Mr. Kampol Srethakdi Chief, Finance & Dispatch Control Mr. Visit Lerdbunnapong	
Date of diagnosis	Jan. 27 ~ 28, 1983	
Diagnosers	T. Nakagawa, T. Noda, K. Kurita	

1970年に操業を開始した。当初は日本の淡路産業と2年間の技術提携をした。1974年と1981年に設備増強を行い現在に至る。

製品は小型鋳物部品で、とくに水道管の継手を主力として、モータカバー等も製造している。

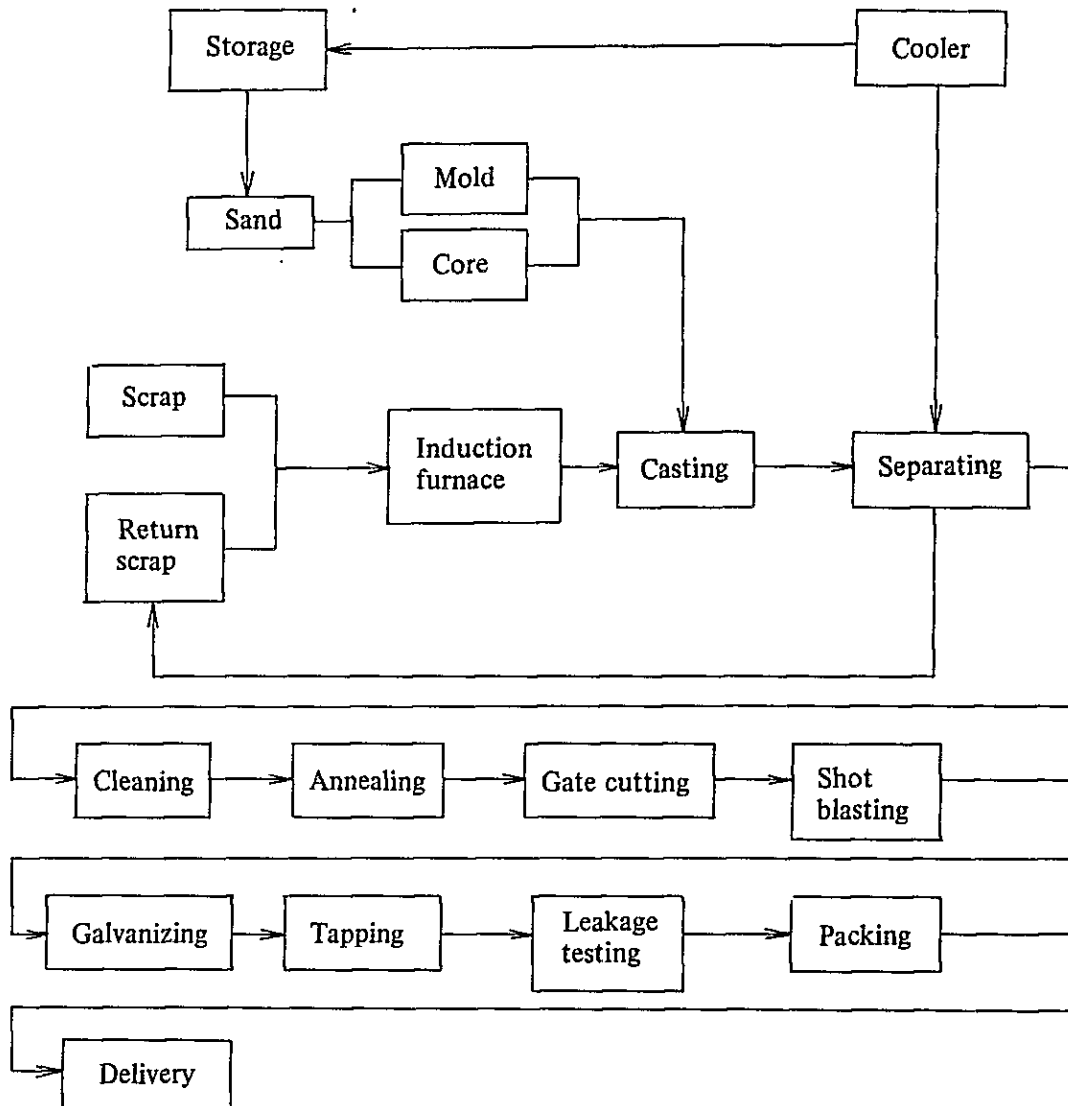
設備増強をするたびに機械設備も自動化したものとなり、順次合理化が進んでいる。

生産能力は3,600 t/yearであるが、現在の生産は2,400 t/yearで1シフト操業である。年間操業日数は300日であるが、アニーリング炉のみは連続運転の必要性から360日操業で24時間/日の運転を行っている。メッキ工程は2シフト操業(16時間/日)である。

工場内の整理整頓は良く行われており、鋳物工場としては、作業場内は良く片付けられていた。

そして将来の増強計画のためのスペースもすでに用意されていた。

2. 製造工程

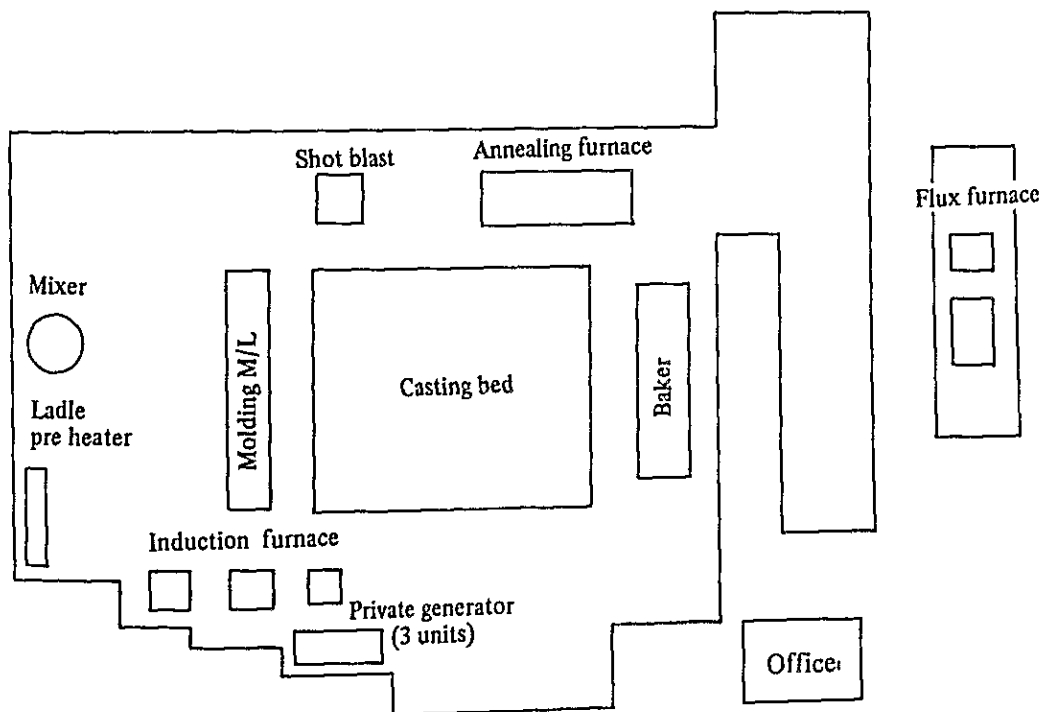


3. 主要設備の概要

(1) 主要設備

Equipment	Number of unit	Specification
Induction furnace	2	Crucible type, 1000 kW 4 t/charge
Induction furnace	1	Channel type, 350 kW 10 t/charge
Annealing furnace	1	Tunnel type, car type
Molding baker	1	LPG firing
Ladle preheater	1	LPG firing
Compressor	7	55 kW 3 units 30 kW 1 unit 22 kW 2 units 15 kW 1 unit
Mixer	2	45 kW, 30 kW
Shotblast	1	22 kW
Private Diesel-engine generator	3	75 kW 2 units 50 kW 1 unit
Galvanizing furnace	1	Hot bath, LPG firing

(2) 工場内の配置図



4. エネルギー管理状況

4.1 省エネルギー投資と改善事例

電力料金の値上げにより主に電力消費量を10%位節約したいとMr. Kompolは言っている。

企業としての省エネルギー目標はとくに設定していない。昨年はアニーリング炉の炉内壁にセラミックファイバを約50mm張り、燃料消費量を約5%節約した。これに要した投資額は25万パーツであった。投資をする場合の資金回収は2年以内としている。

当工場は電力料金の契約方法に特別な方法を取っている。これは夕方のピーク時(午後6時30分から午後8時30分まで)を避けて電力を使用すれば、電力配給会社は電力料金の割引をするという方法である。ただ残業ができないという不便さは生ずるが、コスト低減を達成する手段の一つである。この方法により5%のコストが低減できたとのことである。

4.2 エネルギー消費量の把握

毎月の使用電力量を記録しているが、その変化の内容検討はしていない。毎時間の消費電力の記録や日負荷曲線はない。またトランスが別々に離れたところに設置されているので、総合的に管理しにくい。

燃料の消費量は以前は毎時間測定していたが、現在は流量計が故障しているので、毎週タンクローリで受入れている量しかわからない。

用途別、工程別のエネルギー原単位は出していない。

誘導炉や500kVAのトランスには配線系統図はあるが、工場全体の電気配線図(One line diagram)は無い。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

専門の省エネルギー組織はないが、会社内で年に6回開催されるゼネラル・ミーティングで省エネルギーの問題点も討議している。コンサルタント契約はアニーリング炉の炉内壁にセラミックファイバを内張りする時に実施したことがある。

改善提案制度は無く、また従業員に対する研修会や見学会も実施されていない。

会社から従業員に対する省エネルギーの呼びかけは行っていない。

しかしアニーリング炉に対しては運転方法を研究して、焼成帯のバーナを一本消火してみたり、冷却空気の投入を止めたり、いろいろと省エネルギー対策を講じている

のが見受けられた。

溝型誘導炉は修理中であったが、保持炉として使った方がよいかどうか検討中であつた。

当工場は操業開始以来設備増強を続け、新鋭設備の導入も行われており、省エネルギー改善意欲は非常に大きいと見受けられた。

5. 熱の消費状況

5.1 燃料の使用実績

1982年の燃料使用実績及びその使用内訳は次のとおりであつた。

B重油	519 kℓ/year	焼鈍炉	
L P G	294 kℓ/year	75 % (220 kℓ/year)	亜鉛メッキ
		25 % (74 kℓ/year)	中子乾燥及び取鍋予熱

5.2 燃料原単位

昨年の生産量及びB重油使用量実績から焼鈍炉の燃料原単位を算出すると次のとおりである。

$$\text{燃料原単位} = 519 \times 10^3 \text{ ℓ/year} / (200 \text{ t/month} \times 12 \text{ month/year}) = 216 \text{ ℓ/t}$$

2ステージ焼鈍であることを考慮してもこの数値はかなり高く、省エネルギーの強力な実施が望ましい。

5.3 焼鈍炉の概略熱勘定

本炉のような2段焼なましでは、炉を1段焼なまし域と2段焼なまし域に分割して熱勘定を行うべきであるが、それぞれのゾーンの燃料使用量の配分が不明で、また各ゾーンの熱勘定に必要な計測値が得られなかったため、ここでは被熱物の温度を2段焼なまし温度、720℃として熱勘定を行った。従って正確性に欠けるが、おおよその焼鈍炉の熱収支をうかがい知るには役立つものとする。

5.3.1 熱勘定表

Heat input			Heat output		
Item	10 ³ Kcal/t	%	Item	10 ³ Kcal/t	%
(1) Heat of fuel combustion	2,054.2	100	(1) Sensible heat of annealed casting	157.6	7.7
			(2) Sensible heat of pot	315.1	15.3
			(3) Sensible heat of waste gas	697.3	33.9
			(4) Heat loss from furnace body	232.3	11.3
			(5) Miscellaneous	651.9	31.7
Total	2,054.2	100	(2) + (3) + (4) + (5) + (6)	2,054.2	100.0

Remark : Calculation is on basis of 1 ton weight of annealed casting and room temperature.

5.3.2 熱勘定諸元

- (a) B重油の使用量 57 ℓ/h
- (b) B重油の比重 0.9 ℓ
- (c) B重油の低発熱量 9,900 kcal/kg
- (d) B重油の理論空気量 10.42 Nm³/kg
- (e) B重油の理論湿り排ガス量 10.99 Nm³/kg
- (f) 台車の積載量

鋳物 : 1 t , ポット (鋳物の収容容器) : 2 t

- (g) 台車の装入ピッチ 4 h / 台
- (h) 鋳物 1 t 当たりの B 重油使用量

$$\{ B \text{重油使用量} (57 \ell/h) \times \text{重油の比重} (0.91 \text{kg} / \ell) \} \div \{ 1 \text{台車の鋳物重量} (1 \text{t} / \text{台}) \div \text{台車装入ピッチ} (4 \text{h} / \text{台}) \} = 207.5 \text{kg} / \text{t}$$
- (i) 鋳物の抽出温度 720 °C
- (j) 鋳物の平均比熱 0.23 kcal/kg°C
- (k) 排ガス温度 400 °C
- (l) 排ガス中の O₂ % 13 %
- (m) 湿り排ガスの平均比熱 0.33 kcal/Nm³°C
- (n) 側壁の平均表面温度 77 °C
- (o) 炉体表面積 120 m²
- (p) 炉体表面の放射黒度 0.85

5.3.3 熱勘定計算

(1) 入熱

(a) 燃料の燃焼熱

焼なまし鋳物 1 t 当たりの B 重油使用量 (207.5 kg / t) × 重油の低発熱量
(9,900 kcal / kg) = 2,054,250 kcal / t

(2) 出熱

(a) 焼なまし鋳物の含有量

1,000kg × 鋳物の平均比熱 (0.23 kcal / kg°C) × { 焼なまし温度 (720 °C) -
外気温度 (35 °C) } = 157,550 kcal / t

(b) ポットの含熱量

2,000 kg / t × ポットの平均比熱 (0.23 kcal / kg°C) × { ポット温度 (720°C)
- 外気温度 (35 °C) } = 315,100 kcal / t

注) ポットの温度及び平均比熱は焼なまし鋳物と同一値とした。

(c) 排ガスの顕熱

◦ 空気比 = $21 / \{ 21 - \text{排ガス中の } O_2 \% (13) \} = 2.62$

◦ 重油 1 kg 当たりの湿り排ガス量 = 理論湿り排ガス量 (10.99 Nm³ / kg)
+ { 空気比 (2.62) - 1 } × 理論空気量 (10.42 Nm³ / kg) = 27.9 Nm³ / kg

◦ 排ガスの顕熱

焼なまし鋳物 1 t 当たりの B 重油使用量 (207.5 kg / t) × 湿り排ガス量
(27.9 Nm³ / kg) × 排ガスの平均比熱 (0.33 kcal / Nm³°C) × { 排ガス温度
(400 °C) - 外気温度 (35 °C) } = 677,315 kcal / t

(d) 炉体からの放散熱

◦ 炉体表面 1 m² 当たりの放散熱 = { ({ 表面温度 (77 °C) + 273°C } / 100°C)⁴
- ({ 外気温度 (35 °C) + 273 °C } / 100 °C)⁴ } × 4.88 kcal / m²h^{0.85}
+ 2.2 × $\sqrt{\text{表面温度 (77 °C) - 外気温度 (35 °C)}} \times \{ \text{表面温度 (77 °C)} -$
外気温度 (35 °C) } = 484 kcal / m²h

◦ 炉体からの放散熱

炉体表面 1 m² 当たりの放散熱 (484 kcal / m²h) × 炉体表面積 (120 m²) ÷
1 h 当たりの焼なまし鋳物重量 (0.25 t / h) = 232,320 kcal / t

6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 アーリング炉

(1) 侵入空気の防止

- (a) 炉内圧（測定孔の位置は台車上面から約0.6 m上）は0.3～0.4 mmH₂Oであり低い。
- (b) 台車の整備が不良で、台車間の接続部にかなりの隙間があった。
- (c) 台車下のシール用サンドが不足している。
- (d) 装入側及び抽出側のドアが、正常な位置である台車上面まで完全におりていなくて、若干の隙間があった。

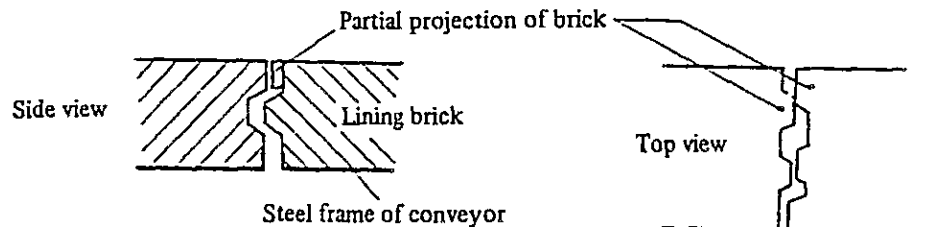
以上のa)～d)より台車下からかなりの冷風が炉内に侵入している。排ガス中のO₂%が13%もあることは、このことを裏づけている。

台車下から炉内に侵入した冷風は、ポット下部を冷却するのみならず、炉内の高温燃焼ガスを炉天井部に押し上げて炉内上下の温度差を助長させる。また侵入冷風は排ガス量を増加させ、排ガス損失の増加につながる。

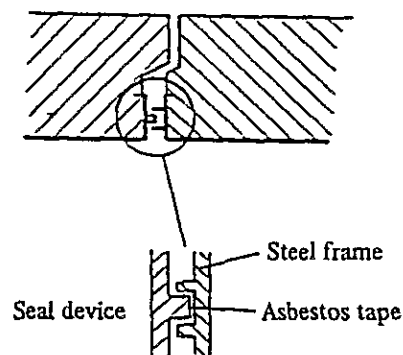
これ等の対策としては

- a) 台車れんが金枠シールの整備を行って、台車と台車の前後シールを良くすること。

(Actual configuration)

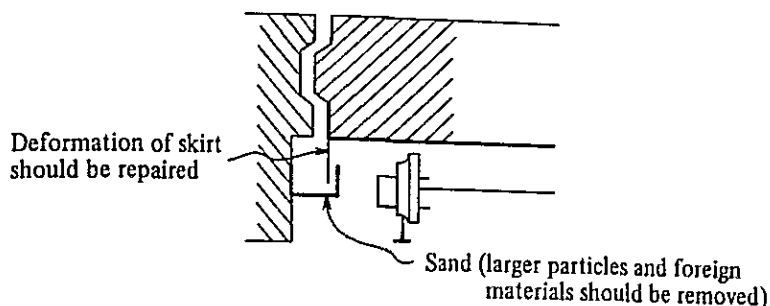


(Example of improvement)



(Leak proof at the contact faces of the carriage should not be done by the brick faces but by seal devices of the steel frame)

b) サンドシールのサンド補充を常に行うこと。



c) 装入及び抽出端ドアを完全に閉めること。

以上の a) ~ c) の対策を実施しても台車と台車、台車と炉体間のシールを完全に行うことは難しいことである。そのため煙突ダンパの開度も調整して炉内圧を正圧にして、台車下大気の炉内侵入を防止することが肝要である。この場合、炉内圧は台車上面レベルで $0.2 \sim 0.4 \text{ mmH}_2\text{O}$ にすることが必要で、炉内圧測定のための測定孔が台車面より $H(\text{m})$ の高さにあるならば、炉内高温ガスの浮力による炉内圧力への影響を考慮して炉内圧 $P \text{ mmH}_2\text{O}$ は

$$P = (0.2 \sim 0.4) + H(\text{m})$$

$$= (0.2 \sim 0.4) + 0.6 = 0.8 \sim 1.0 \text{ mmH}_2\text{O}$$

に設定することが良い。

これらの対策を実施することにより炉内侵入空気は大幅に改善される。排ガス中の $\text{O}_2\%$: 13% (空気比 2.62) が 4.8% (空気比 1.3) に改善されたときの重油使用量 $x \text{ kg/t}$ は次のとおりとなる。

$$(2,054.2 - 697.3) + 14.11 \times 0.33 (400 - 35) \times \frac{x}{1,000} = \frac{9,900}{1,000} x$$

$$x = 164.9 \text{ kg/t}$$

従って重油節約率は $(207.5 - 164.9) / 207.5 \times 100 = 20.5\%$ となる。年間の節約量は 106 kg/year になる。

(2) バーナの整備

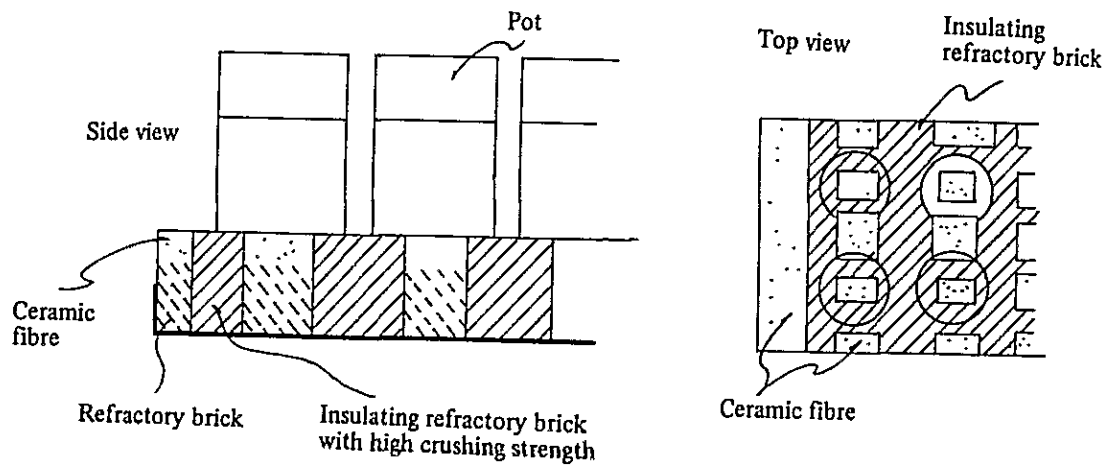
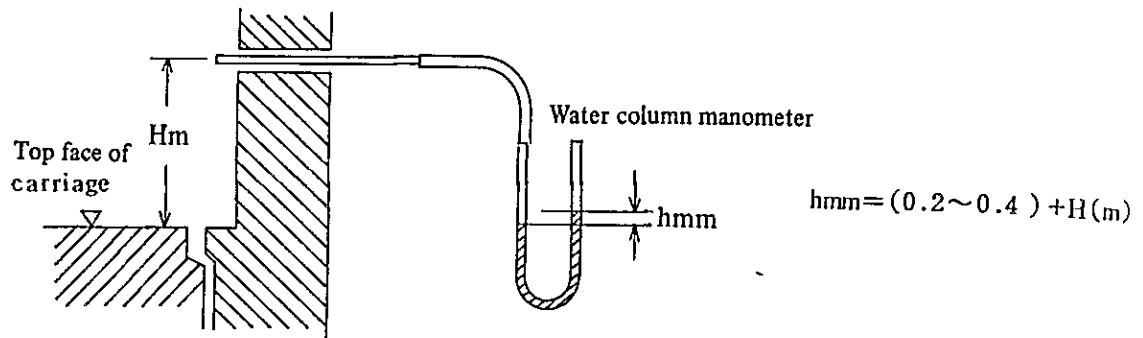
一部のバーナはバーナ前油圧が $0.8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ と高い値になっていた。バーナの燃焼状況は良好であるが、油洩れ、バーナチップの汚れ、バーナタイル上のカーボンスラッジの付着が多かった。

これらに対策としては、重油バーナ及び周辺機器の定期的整備を行い、バーナノズルの汚れ、バーナタイルのカーボン堆積を防止すること。そしてバーナ前油圧を正常な圧力 $0.4 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ に調節することである。

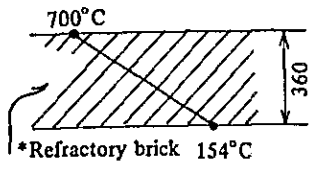
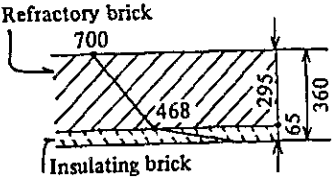
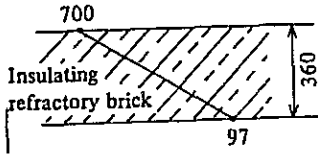
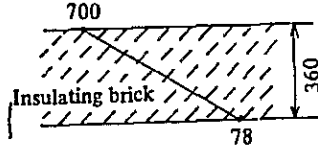
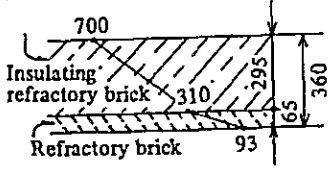
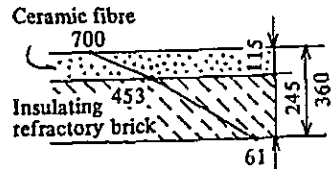
(3) 熱容量の低下

台車レンガに断熱材が使用されていない。従って、台車の軽量化、断熱化については次のアイデアを一例として提示するので参考にして検討を進めてほしい。

ポットの軽量化についても、材質形状などを検討して熱容量を低下するようにしてほしい。



§ 台車に各種断熱材を使用したときの台車下面よりの放散熱量(ただし定常状態等)と抽出時の台車レンガの蓄熱量の計算値を次表に示した。

No.	Composition of refractory	Heat released		Sensible heat per unit area	
		Kcal/m ² h	relative value	Kcal/m ²	relative value
1		1,390	100	77,780	100
2		770	55	94,330	121
3		490	35	34,720	45
4		270	19	24,650	32
5		430	31	39,890	51
6		220	19	13,760	18

計算諸元

- 台車下面の放射黒度 0.8
 - 台車下部の雰囲気温度 50℃
- 上記数値を用い前記のアイデアで提示した断熱（表の№3と№6の組合せわせ）を施工したときのメリットを推定すると年間65kℓの重油節減になる。

○ 現状

$$\begin{aligned} \text{放散熱量} &= 1,390 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times (2.56 \text{ m}^2/\text{台} \times 12 \text{ 台/基}) \times 24 \text{ h/day} \times 0.85 \\ &= 871 \times 10^3 \text{ kcal/day} \end{aligned}$$

注1) 台車の表面積 $1.6 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} = 2.56 \text{ m}^2$

注2) 焼なまし炉に装入される台車数を12台とした。

注3) 表に示した放散熱量は、台車れんがが定常状態になったときの数値である。しかし焼なまし炉に装入された台車れんがが定常状態になるまでには時間がかかるので、炉内にある台車がすべて定常状態での熱放散をしているとは見なせない。ここでは定常状態に近い状態にあるのは85%（（在炉時間48h－昇熱時間8h）/在炉時間48h ≒ 0.85）とみなした。

$$\text{蓄熱量} = 77,780 \text{ kcal/m}^2 \times 2.56 \text{ m}^2/\text{台} \times 6 \text{ 台/day} = 1,195 \times 10^3 \text{ kcal/year}$$

$$\begin{aligned} \text{合計} &= 871 \times 10^3 \text{ kcal/day} + 1,195 \times 10^3 \text{ kcal/day} = 2,066 \times 10^3 \text{ kcal/year} \\ &= 743,760 \times 10^3 \text{ kcal/year} \end{aligned}$$

注) 年間360日の稼働とした。

○ 断熱施工後

断熱工事内容の№3と№6の表面積比を2:1として前記同様の計算を行うと次の結果を得る。

$$\text{放散熱量} = 251 \times 10^3 \text{ kcal/day}$$

$$\text{蓄熱量} = 187 \times 10^3 \text{ kcal/day}$$

$$\text{合計} = 438 \times 10^3 \text{ kcal/day} = 157,680 \times 10^3 \text{ kcal/year}$$

○ メリット

$$\begin{aligned} & (743,760 \times 10^3 \text{ kcal/year} - 157,680 \times 10^3 \text{ kcal/year}) \div 9,900 \\ & \times 10^3 \text{ kcal/t} \div 0.91 \text{ t/kℓ} = 65 \text{ kℓ/year} \end{aligned}$$

$$\text{節約率} = 65 \text{ kℓ}/519 \text{ kℓ} = 12 \%$$

7. 電力の消費状況

4 t/charge の 2 台の低周波誘導炉の負荷が全体の電力消費の 75 %を占めている。操業は 1 シフトであるが、誘導炉は終業時(5 PM)にスターティングブロックを入れ、10 分間位約 250 kW位の電力を加えた後、9 時(9 PM)まで電力を切り9 時から、90 kW位の電力を加えて溶解し、午前 3 時に材料を追加して電源を切り、午前 8 時に電力を加え操業開始するようにしている。そのため、電力会社とはオンピーク(6.30 PM ~ 8.30 PM)、オフピーク別料金の特別契約をしている。

7.1 電力消費に関する主要な指標は次のとおりである。

○電力会社 : M E A

○ピーク・デマンド

オンピークの最大値 204 kW

オフピークの最大値 2,664 kW

○使用電力量 : 6,280,440 kWh

オンピーク 54,600 kWh

オフピーク 6,225,840 kWh

○負荷率

年間稼動時間 2,700 h , ピーク・デマンドの年間最大値, 2,664 kW, 平均電力, 2,306 kWなので、5 時以降の消費量を無視すると年負荷率は 86.6 %となる。

○ペナルティ・フィ なし

負荷の 75 %を誘導炉で占め、誘導炉は力率改善によって別紙のとおり 100 % に近い力率になっているため、工場全体の力率も 90 %とよい。

○トランス

誘導炉が 2 台あるが、それぞれトランスは 3 φ 1,200 kVA , 一般動力、照明用に 3 φ 500 kVA が 2 台、現在は停止しているが薄型誘導炉用に 1 φ 500 kVA が 1 台ある。
(配線系統図参照)

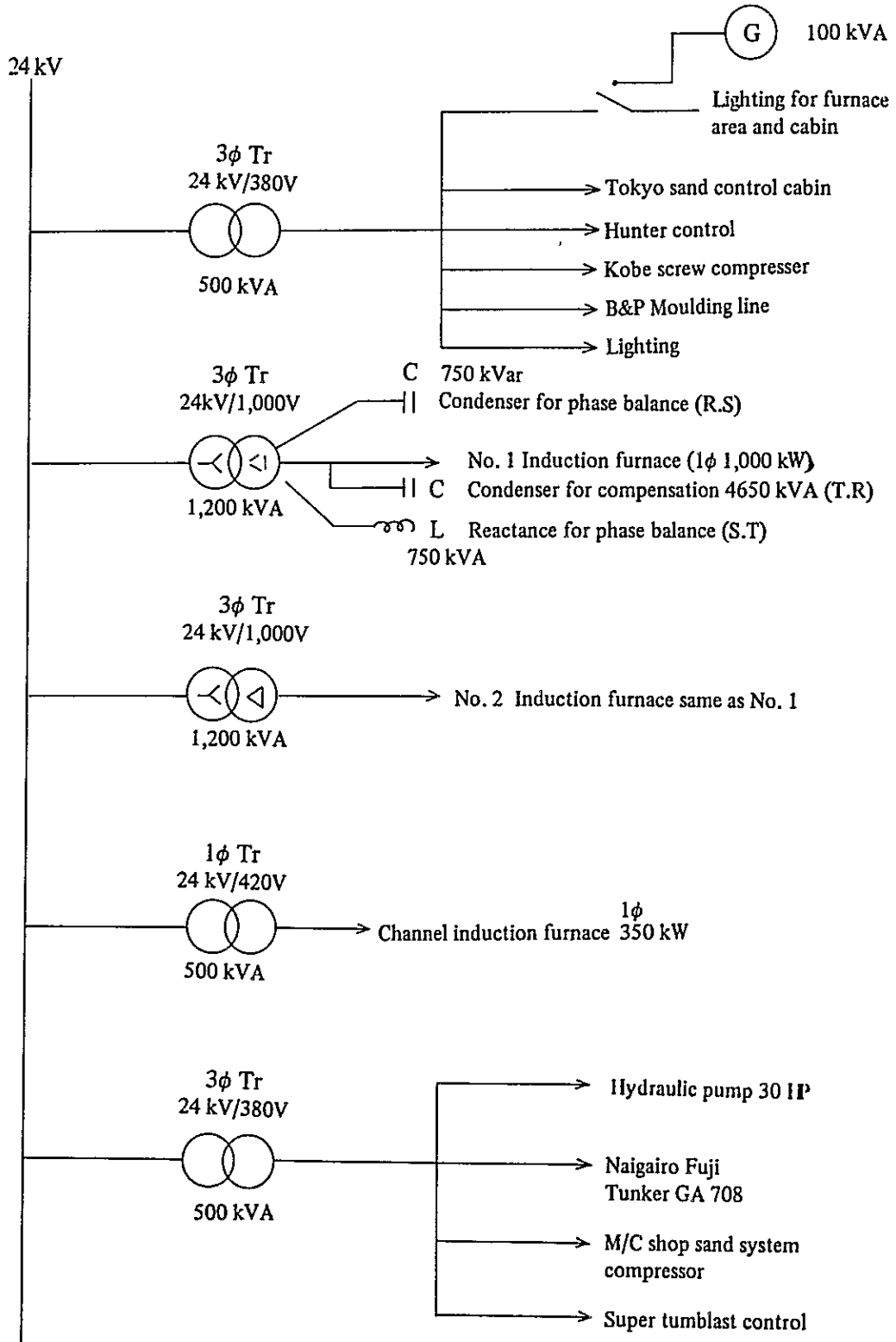
○電力原単位

年間使用電力量 6,280,440 kWh , 年間生産量 2,400 t だから、2,617 kWh/tである。

装入原料からの歩留が 35 % , 使用電力量の 75 %が誘導炉に使われるとして誘導炉の原単位を求めると、

$$\frac{6,280,440 \times 0.75 \times 0.35}{2,400} = 686.9 \text{ kWh/t}$$

7.2 配線系統図



8. 電力管理の問題点とその対策

溝形炉用の単相 500 kVA のトランスを除いて三相トランスは合計 3,400 kVA である。この内、誘導炉用トランスは 2 台とも 1,200 kVA で全体のトランス容量の 70 % を占めている。

使用電力量は 2 台の誘導炉で全体の 75 % を消費しているということである。

誘導炉用のトランスは三相であるが、誘導炉は単相であるため、他の二相との間は一方向にコンデンサ、他方にリアクトルを接続してバランスをとっている。

誘導炉など設備毎の図面はあるが、工場の配電系統を一括した配線系統図はない。

また 24 kV 側はそれぞれ別の場所で配電線に接続しているためか一括した電圧計、電流計、電力計がないので、総合された負荷の状況を把握しにくい欠点がある。

2 台の一般動力用の 500 kVA トランスも設置場所が離れ、配電盤も離れているので一括して管理するのが難しい。

誘導炉の力率は低いが、コンデンサによって力率改善されている。全体の 75 % に当たる電力を消費する誘導炉がコンデンサによって、100 % に近い力率に改善されているので、残りの 25 % の一般用電力の力率が低くても全体としての力率は良い。誘導炉を運転していないときは、一般動力負荷用トランス (500 kVA × 2) にはコンデンサが接続されていないから力率は低いが、ペナルティを払わなければならないような大きな無効電力は示していない。

毎時間、各配電盤の電圧、電流、電力、皮相電力、力率などを記録し、とくに誘導炉については 1 チャージ毎の時間と使用電力量が記録からわかるようにすれば、電力原単位もわかり、どうしたら原単位を減少できるかデータの面からも工夫して操業ができると思う。

8.1 誘導炉用トランス

別表の記録のように力率が 1 に近い。工場長の話では夜間操業していないときはトランスの二次側のスイッチを切っているということだが、それではトランスに通電されていて無負荷損を発生しているので、トランスの一次側のしゃ断器でしゃ断するよ。うにしたい。これによる省エネルギーは次のように計算される。

Record of transformer performance

No. 1 Induction furnace 1200 kvA kvA and kW figures are calculated.

Time	Voltage	Current	Apparent power	Power	Power factor	Remarks
1-27 11:40 AM	V 950	A 470	kvA 773	kW 766	% 99.0	490A 400A other 2 lines
2:50 PM	940	580	944	943	99.9	570A 590A
3:45 PM	660	440	503	502	99.9	400A 450A
1-28 11:15 AM	530	330	303	303	100	330A 350A
11:45 AM	970	430	722	721	99.8	420A 470A

No. 2 Induction furnace 1200 kvA kvA and kW figures are calculated.

Time	Voltage	Current	Apparent power	Power	Power factor	Remarks
1-27 11:30 AM	V 950	A 600	kvA 987	kW 982	% 99.5	540A 620A
2:50 AM	500	350	303	297	98.0	320A 380A
3:45 PM	880	360	549	547	99.6	200A 480A
1-28 11:15 AM	900	500	779	776	99.5	470A 510A
11:45 AM	950	430	708	678	95.8	480A 390A

500 kvA New kvA and power factor figure are calculated.

Time	Voltage	Current	Apparent power	Power	Power factor	Remarks
1-27 3:00 PM	V 390	A 241	kvA 163	kW 131	% 80.3	Measured by AC Power meter
1-28 10:52 AM	387	231	155	120	77.4	

500 kvA Old

Time	Voltage	Current	Apparent power	Power	Power factor	Remarks
1-27 3:30 PM	V 374	A 547	kvA 354	kW 280	% 79.1	Measured by AC Power meter
1-28 10:30 AM	374	74.6	48	36.4	75.8	

午後5時10分から9時まで3時間50分、午前3時から8時まで5時間、計8時間50分は炉がとまっているので、この間は前述のようにトランス一次側でシャ断すると無負荷損(4.2 kW)の分だけ、省エネルギーとなる。

$$4.2 \text{ kW} \times 2 \text{ 台} \times \left(8 + \frac{5}{6}\right) \text{ h} \times 300 = 22,260 \text{ kWh/year}$$

休日も一次側でシャ断しておけば、

$$4.2 \text{ kW} \times 2 \times 24 \times 65 = 13,104 \text{ kWh/year} \text{ となり、}$$

合計で35,364 kWh/yearの省エネルギーとなる。45,713 Bt/yearのメリットとなる。

8.2 500 kVA トランスの夜間の運転について

照明、ブロー、ウォーターポンプのような夜間必要な負荷は500 kVAのトランス2台の内、いずれか1台の方に集中させ、他方は夜間一次側で開放するようにする。また、休日も必要のない1台の方は一次側で開放しておく。

この場合の省エネルギー量は、夜間の負荷は現在でも少ないので近似的に無負荷損だけとして計算できる。

$$2.5 \text{ kW} \times 14 \text{ h} \times 300 + 2.5 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 65 = 14,400 \text{ kWh/year}$$

そしてこのうちの1台は、二次電圧が低いのでトランスタップによる電圧調整が必要である。

8.3 電動機の稼働状況

15 kW以上の電動機の稼働状況は次のとおりである。定格回転数と極数の確認できない電動機については、実測電流と実測入力を記入するにとどめた。

Use for	Output kW	Number	Rated voltage/ load voltage	Load input kW	Rated current A	Load current B	B/A	Rated revolution r.p.m.	Power factor %
Driving mixer Toshiba	kW 30	1	380V/375V	21	63 ^A	42A 49 49	% 74.1	965	66
Driving mixer Toshiba	45	1	380V/388V	48.2	90	85	94.4	1465	84.4
Driving super Tumbblast Fuji	22	1	380V/365V	17.1	43	31.6 31.8 32.1	74.0	1460	85.1
BLP Hydraulic pump	HP 30	1	380V/381V	19	50.3	40 42 39.1	79.5	965	72.0
Compressor for sand mixer	kW 55	1	380V/382V	49.9	—	88.2 86 93.1	—	—	—
Compressor for sand mixer	15	1	—/375V	—	—	19	—	—	—
Compressor coring moulding	55	1	380V/371V	36.1	110A	56.8 58.6 58.0	52.5	965	77
Compressor moulding	55	1	380V/375V	50.5	107A	93.6 90.3 94.5	86.7	2925	83.1
Compressor Tapping	22	1	380V/366V	15.1	—	22.7	—	—	—
Compressor moulding	22	1	380V/368V	19.6	44.5	37.3	84.9	1440	82.4
Compressor hunter moulding	30	1	380V/374V	30.5	60	53.3 50.9 55.5	88.7	2925	88.3

上表から一般動力用トランス負荷の力率が、前述の表に示された値に近いことが推察できる。

当工場では一般作業用にも高圧空気を使用しているので、作業用（1.5 kg/cm² 位）のコンプレッサを専用にすることによって省エネルギーが可能である。

コンプレッサは7台中5台運転されている。

55 kW	1台	Moulding	6～7 kg/cm ² Auto
55 "	1 "	"	4～5 "
30 "	1 "	"	6～7 "
22 kW	1台	Moulding	6～7 kg/cm ²
22 "	1 "	Tap	6～7 "
55 "	1 "	Sand Mixer	4～5 "
15 "	1 "	"	6～7 "

いずれも連続運転ではないので、圧力の同じものを集約して使い、22 kW (moulding用)のものを、作業用空気供給用に使用する。圧力が $\frac{1}{4}$ 使用量が2倍とするとパワーは $\frac{1}{2}$ になる。従って電動機の稼働状況のレコードから、

$$19.6 \text{ kW} \times \left(1 - \frac{2.5 \frac{1.4-1}{1.4-1}}{7.5 \frac{1.4-1}{1.4-1}}\right) \times 3 \text{ h} \times 300 \text{ d} = 10,857 \text{ kWh}, 14,030 \text{ Bt/year}$$

の節減になる。

8.4 照明

屋根からの昼光の採取が不足しているため、けい光灯 40 W × 2 灯吊が約 20 台点灯されていた。昼光の取り入れによって、これらを消灯できるとすれば、

$40 \text{ W} \times 2 \times 20 \times 10 \text{ h} \times 365 \times 10^{-3} = 5,840 \text{ kWh/year}, 7,549 \text{ Bt/year}$ の節減になる。

8.5 るつば型誘導炉

N₂ 誘導炉の炉本体と蓋との隙間が大きく、約 10 cm の隙間がある。この隙間からの放散熱は、一例によれば 300 kW/m²との報告がある。

蓋の外径を 0.8 m とすると隙間の面積は $0.8 \times \pi \times 0.1 = 0.25 \text{ m}^2$ となり、この隙間からの放散熱は $0.25 \times 300 = 75 \text{ kW}$ となる。

従ってこの隙間を完全になくすようにすれば、 $75 \text{ kW} \times 2,700 \text{ h/year} = 202,500 \text{ kWh/year}$ の電力節約ができる。

しかし、作業終了時には簡易式のおおいを取り付けて熱放散を防止していた。これはとても良いことであるので、作業終了時のみでなく、溶解時にも本格的なおおいをして電力節約に心掛けてほしい。

炉体冷却水は入口温度 34 °C、出口温度 40 °C で温度上昇は 6 °C であり、よく冷却されている。誘導炉はできるだけ冷却する方が誘導効率が良くなる。

作業終了後に準備しているスターティングブロックは 800 kg とのことであるが、炉容量 4 t/charge なので、通常は 2 t 程度のもの方が作業開始時の溶解速度は早くなり、力率も良くなる。

各溶解作業後の鍋に溶湯を移してからの作業はとても効率的に行っていて、冷却や手待ちがなく、良い。

9. まとめ

(1) アニール炉の侵入空気防止	106 kℓ/year	20.42 %
(2) アニール炉の台車断熱強化	65 kℓ/year	12.52 %
小 計	171 kℓ/year	32.95 %
、		
(3) 誘導炉を夜間使用しない時トランス一次側でしゃ断する。 一次側でしゃ断。	35.4×10^3 kWh/year	0.6 %
(4) 500 kVA トランス 1 台を夜間しゃ断。	14.4×10^3 kWh/year	0.2 %
(5) コンプレッサ 1 台を圧力を下げて作業用とする。 作業用とする。	8.8×10^3 kWh/year	0.1 %
(6) 昼光の利用をすすめて日中の点灯をやめる。 をやめる。	5.8×10^3 kWh/year	0.1 %
(7) 誘導炉の蓋の隙間をなくす。	202.5×10^3 kWh/year	3.2 %
小 計	266.9×10^3 kWh/year	4.2 %

THAI SPECIAL STEEL CO., LTD.

1. 工場の概要

Address	135 Soi Wadsuansom Poochaosamingprai Rd. Bangprong, Samutprakarn	
Capital	62 million Bt	
Type of industry	Metal	
Major products	Large size casting	
Annual product	600 t	
No. of employees	76	
Annual energy consumption	Electric Power	1,320,800 kWh
	Fuel	Heavy A Oil 144 kℓ
Interviewees	General Manager Plant Manager	Pricha Sangwanich Prasert Marasubin
Date of diagnosis	Feb. 9, 1983	
Diagnosers	T. Nakagawa, T. Noda, K. Kurita	

当社は1974年にJapan Metal Co., Ltdとの合併会社として設立された。しかし現在はタイ資本100%となっており、Japan Metal Co., Ltdと資本関係はなくなったが、技術関係及び材料購入関係は存続している。

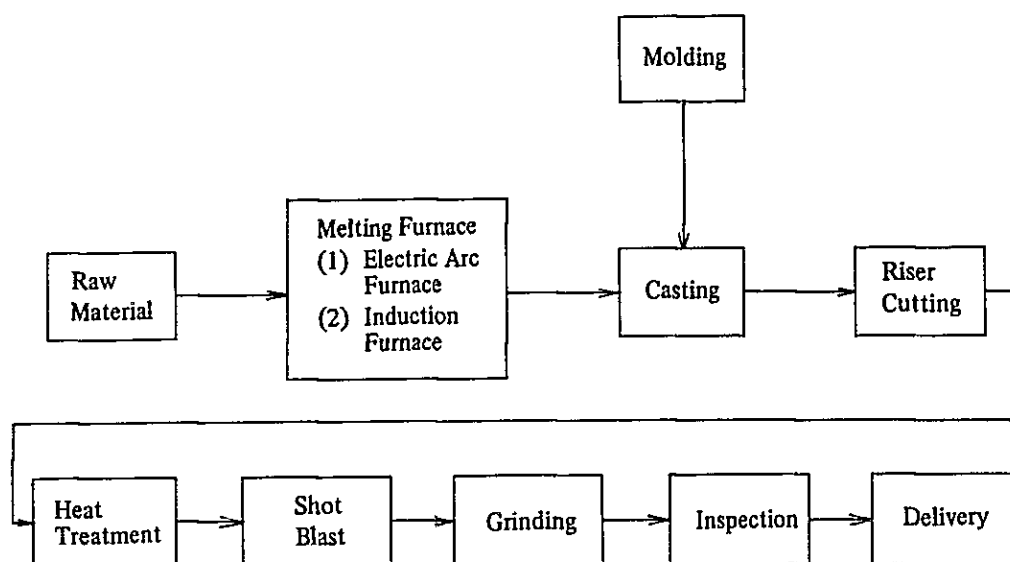
クラッシャー、Chain Sprocket Wheel, Mill Gear等の大型鋳物製品をつくっており、生産能力は公称1,500 t/yearであるが現状は600 t/yearで約40%の稼働率である。今後1年間で生産量が公称能力になるように計画中である。現在の操業は1日7時間半、週6日操業であり、年間の稼働日数は300日となっている。

同業他社は10社位あり、その中で当社の規模は普通鋳物業者としては2~3位で、特殊鋳物業者では1~2位である。

生産設備の他に、試験室、分析室が完備していて、品質管理等に対しても注意を払っているように見受けられた。

製品の歩留は51%とのことである。診断当日はElectric Arc Furnace及び300 kg Induction Furnaceは操業していなかった。

2. 製造工程

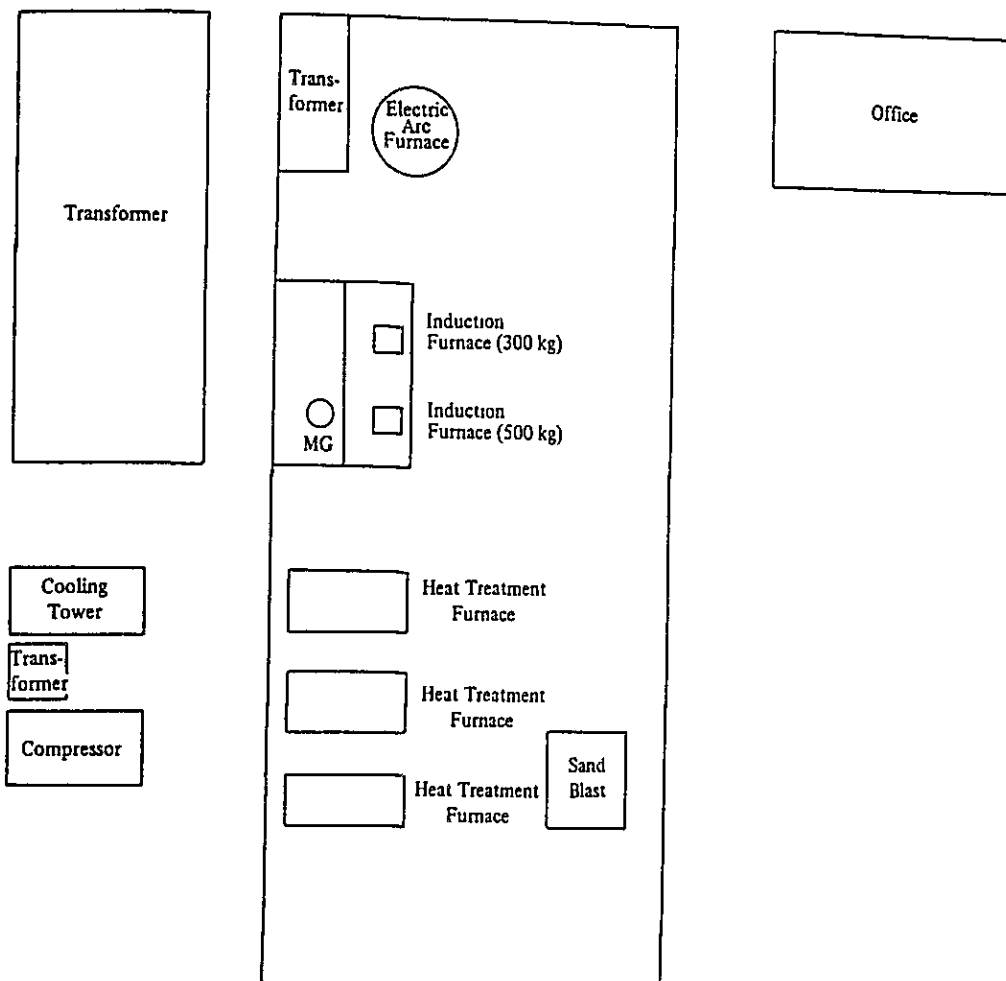


3. 主要設備の概要

(1) 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Electric arc furnace	1	3 t/charge, 1,500 kVA
High frequency induction furnace	1	500 kg/charge, pot-type
	1	300 kg/charge, pot type
Heat treatment furnace (shuttle type)	1	4 t/charge
	1	1.5 t/charge
	1	2 t/charge
Air compressor	3	22 kW

(2) 工場内配置図



4. エネルギーの管理状況

4.1 省エネルギー対策の実施状況

企業の省エネルギー目標は特に具体的に定めてはいない。電力の消費量がエネルギー消費量の中で大きな比重を占めているので、少しでも電力消費量を減らすために昼休みには消灯するなど、いろいろと努力をしている。

今までに省エネルギー関係の投資はしていないし、今年度も特に投資の予定はない。これから省エネルギーにどう対処していけば良いかを検討するところである。

投資基準としては、投資回収期限を2～3年以内としている。

4.2 エネルギー消費量の把握

受電変電室には電圧計，電流計，電力計，積算電力計，力率計がついていて，良く設備がされている。配線系統図も整備され，電力管理のための条件は整っている。

エネルギー消費量の把握はよく行われている。

アーク炉，誘導炉，ともにバッチ作業であるので，その作業毎に記録をとり，電力原単位を算出して，工場幹部に知らせている。

そしてアーク炉，誘導炉，電動機その他の三つに分けて電力使用量の何%を占めているかを分析している。

燃料に関しては，流量計が取り付けられていて，各バッチ作業毎に計測をしている。

エネルギー原価計算も行っていて，製品に占めるエネルギーコストの割合は 20～30%である。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギーを企画・推進する組織はないが，社内の一般会議では討議しており，問題点の指摘，実績の検討をしている。

JMCとのつながりがあるので，現在技術コンサルタントの必要性は感じていない。同業者間の情報交換は経営者レベルで，非公式に2～3社の間で行われている程度である。

4.4 従業員の教育

従業員教育としてはキン・モック工業大学でセミナー，実習を受けさせたことがある。

会社側から従業員に対しては，年2回程度設備の正しい運転をするように，また会社の利益は自らの利益につながることを理解するように呼びかけている。

5. 熱の消費状況

5.1 燃料の消費状況

燃料はA重油のみで，その年間使用量は144 kℓである。A重油の用途別使用割合は次のとおりである。

焼入れ	70%
焼なまし	20%

焼もどし 10%

5.2 燃料原単位

焼入れ、焼なまし及び焼もどしの各目的別に炉で処理された延べ重量が不明であるので、製品重量 50 t/month を使って平均燃料原単位を求めると、 $12,000 \text{ l}/50 \text{ t} = 240 \text{ l/t} = 2,105 \times 10^3 \text{ kcal/t}$ で、処理重量の扱いにかなりの疑問はあるが、それを考慮してもかなり悪い数値であり、燃料原単位の抵減対策が必要である。

6. 熱管理の問題点とその対策

6.1 熱処理炉のサンドシール

台車と炉底の間のサンドシール及びドアのサンドシール用の砂がほとんど空の状態であるので補充されたい。シール状況が悪くなると台車下あるいは前壁から外気を吸い込み、被熱物の局部的冷却の原因となり、品質への悪影響、排ガス量の増加による熱損失増大の要因となる。外気吸い込み状況を示すものとして煙道排ガス測定結果を次に示す。

Measurement point Time	A		B		C		Exhaust duct Stuck C B Burner Furnace Door A
	O ₂ %	Temperature °C	O ₂ %	Temperature °C	O ₂ %	Temperature °C	
15-0	9.6	400	14.9	100	15.3	150	
15-20	9.5	400	14.8	110	15.3	150	

サンドシール用の砂の補充に当っては、粒子の大きい異物が混入しないように砂は篩い分けしてから使用するのが良い。

シールの状態を最良に保って操業すれば炉内の O₂% は 5% 程度までに下げることができる。現状の O₂% は平均 15% であるので、A 重油の低位発熱量を 10,200 kcal/kg とすると、O₂ 5% のときの湿り排ガス量は 14.7 Nm³/kg oil、O₂ 15% との湿り排ガス量は 38.0 Nm³/kg oil、となり約 60% の排ガス量の減少となる。

本炉の熱勘定計算をしていないので排ガス損失の割合はわからないが、30% と仮定し、入熱量が Q kcal/h から Q' kcal/h に減るとすると、

$$Q' = 0.3 \times (1 - 0.6) Q + 0.7 Q$$

$$\therefore \frac{Q'}{Q} = 0.80$$

すなわち、サンドシールを確実にすることにより 20% の燃料節約が可能となる。年間

の節約量にすると次のとおりとなる。

$$144 \text{ k}\ell/\text{year} \times 0.20 = 28.8 \text{ k}\ell/\text{year}$$

6.2 炉壁及び台車の断熱強化

炉壁については外面を保温をすることは現状では無理であるので、セラミックファイバの内張りをすすめる。断熱強化により炉体表面からの放散熱の減少や炉壁蓄熱量の減少による昇熱時間の短縮が可能となり、燃料節約の効果が得られる。その一例を次に示した。

	Side wall			Door	
Kind of refractory and dimension					
Heat release	Kcal/m ² h 1,952	Kcal/m ² h 1,160	Kcal/m ² h 2,758	Kcal/m ² h 587	Kcal/m ² h 691
Compared with existing state	100	59	100	21	25
Heat Accumulated	Kcal/m ² 100,560	Kcal/m ² 65,390	Kcal/m ² 69,900	Kcal/m ² 21,200	Kcal/m ² 2,430
Compared with existing state	100	65	100	30	3

Note: Reference temperature 35°C
Emissivity 0.3 (outside wall color: silver)

この表によれば、側壁にセラミックファイバを50 mm内張りするときの放散熱量減による節約量は次のとおりとなる。

$$\frac{(1,952 - 1,160) \times 8.5 \text{ m}^2}{10,200 \times 0.86 \times 1,000} \times 7.5 \text{ h} \times 300 \text{ day} = 1.73 \text{ k}\ell/\text{year}$$

台車のレンガは耐火レンガであるので、断熱レンガを使うと良い。しかし鋳物製品の形状が一定でないために台車レンガには局部的に大きな荷重がかかるので、荷重を検

討して、断熱レンガでは強度不足の場合には耐火断熱レンガを使用するのが良い。これにより台車の蓄熱量や放散熱量が減少し、鋳物製品のレンガに接している付近の温度が炉内温度に近くなるよう改善される。

また、台車の片寄りが大きく、一方では台車と壁がすっているのに対してその反対側では40 cm位すきまができていた。台車レンガの積み直し、台車の車輪軸受の整備をする必要がある。

台車の断熱強化により、5～8%の省エネルギーが達成されたという例が報告されている。

仮に5%とした時の燃料節減は次の量が期待できる。

$$144 \text{ k}\ell/\text{year} \times 0.05 = 7.2 \text{ k}\ell/\text{year} \quad \dots$$

6.3 燃焼初期のドア開放

燃焼初期に炉のドアを半開していた。これは炉が冷えている時は煙突のドラフトが小さいのでバーナの燃焼量が大きいと排ガスが煙突から排出しきれなくなり、炉内が空気不足となり不完全燃焼を起こす可能性があるからであろう。

しかし、このような方法では開放部からの熱損失が大きい。作業計画を組み、装入の2～3時間前から、ドアをしめた状態で小容量のバーナで予熱するようにした方がよい。

6.4 ポンプ、バーナの汚れ

オイルポンプ及びバーナは油洩れが多く汚れがひどい。

配管接手等やバーナ本体の整備を完全にして油洩れを防止するとともに、ポンプステーションやバーナ周辺の清掃を心掛ける。

バーナはバーナタイルとの芯がずれていて、フレームがタイルの下部に当たっている。そしてフレームは長炎気味で、対向面のレンガ面を焼損していた。前項のことともあわせて、バーナが大き過ぎるように見える。

この炉の場合、小容量のバーナを複数個用いる方が燃焼制御が容易になる。

7. 電力の消費状況

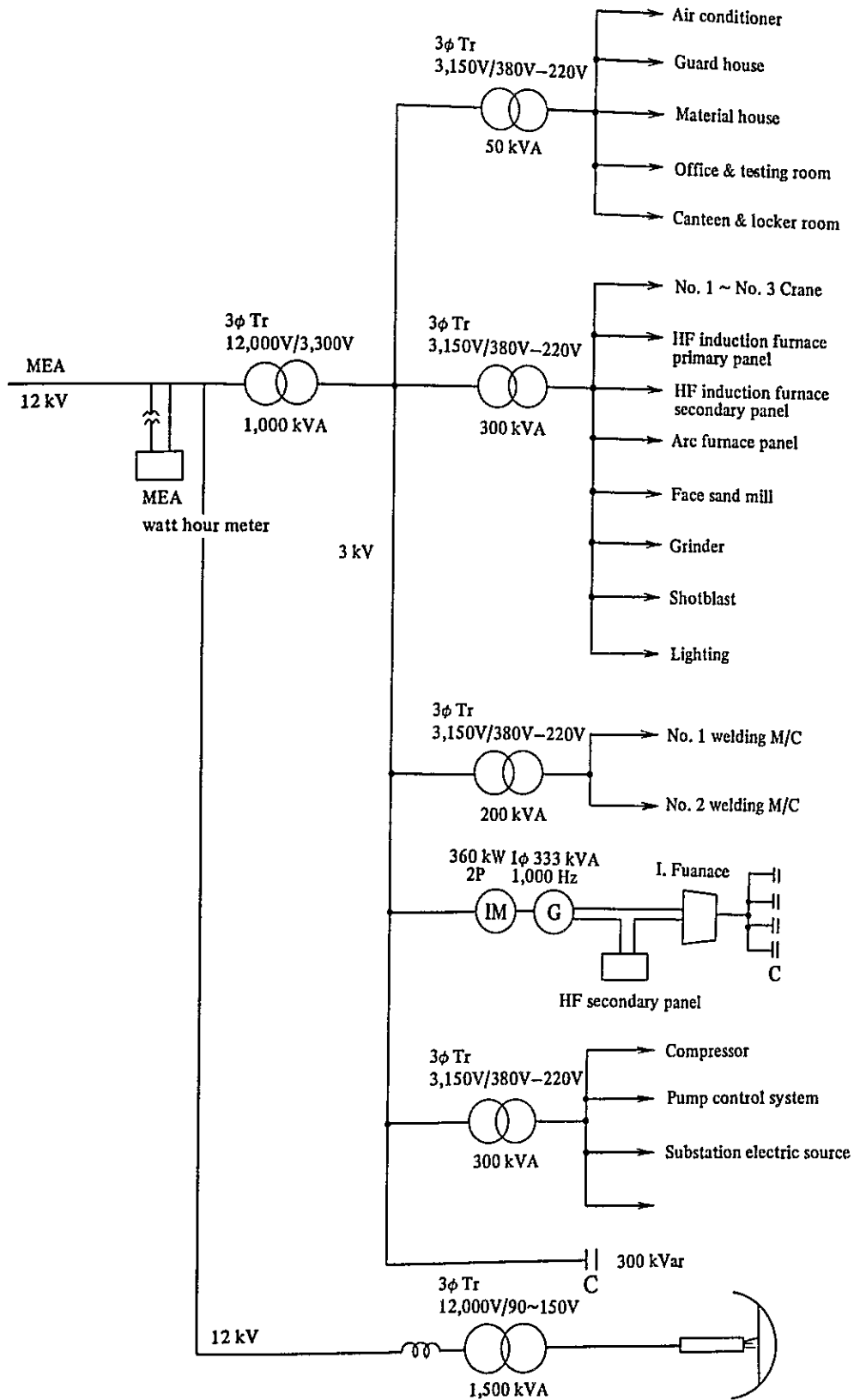
工場負荷は概略次のように分けられる。

3 t アーク炉	32 ~ 33 %
1,000 kHz 高周波誘導炉	9 ~ 14 %
電動機, 溶接器 Gouging Machine その他	} 53 ~ 58 %

7.1 電力消費に関する主要指標は次のとおりである。

- 電力会社 : M E A
- ピーク・デマンド : 1,940 kW
- 使用電力量 : 1,320,800 kWh
- 負荷率 : 稼動時間が 2,550 h
平均電力 518 kWh
従って 26.7 %
- ベナルティ・フィ : 支払っていない。
- 力 率 : 95 %
- トランス : アーク炉用として 1,500 kVA
他に一般動力用 1,000 kVA
1,000 kVA トランス二次側 (3.3 kV) に力率改善用と
して 300 kVar のコンデンサが接続されている。
- 電力原単位 : 昨年 1 カ年のデータでは, 3 t アーク炉 630 ~ 815 kWh/t ,
高周波誘導炉 901 ~ 1,098 kWh/t

7.2 配線系統図



8. 電力管理の問題点とその対策

8.1 負荷率

負荷率が 26.7 % と低い。

昨年のピーク・デマンドは 1,380 ~ 1,940 kW の間で変化しているが、仮に最大電力が 1,380 kW であったとしても負荷率は $\frac{518}{1,380} = 0.375$ 37.5 % に過ぎない。変圧器容量については、アーク炉は全体の 6 割を占めているのに消費する電力量は 18% ~ 44 % だから、アーク炉の操業時間は他の負荷に比べて短いことが分る。従って、先づ考えられることは

- (1) アーク炉は操業時間が短いので、アーク炉で大電力の必要な溶解期には、その他の負荷で停止又は抑制できるものはできるだけ停止又は抑制する。

この考え方で運転スケジュールを決めればピーク・デマンドを抑制できる。

- (2) デマンドコントローラを取り付けて、ピーク・デマンドを抑制したい値に予めセットしておき、それをオーバーしそうになったら予め定めておいた順序に負荷をシャ断する。

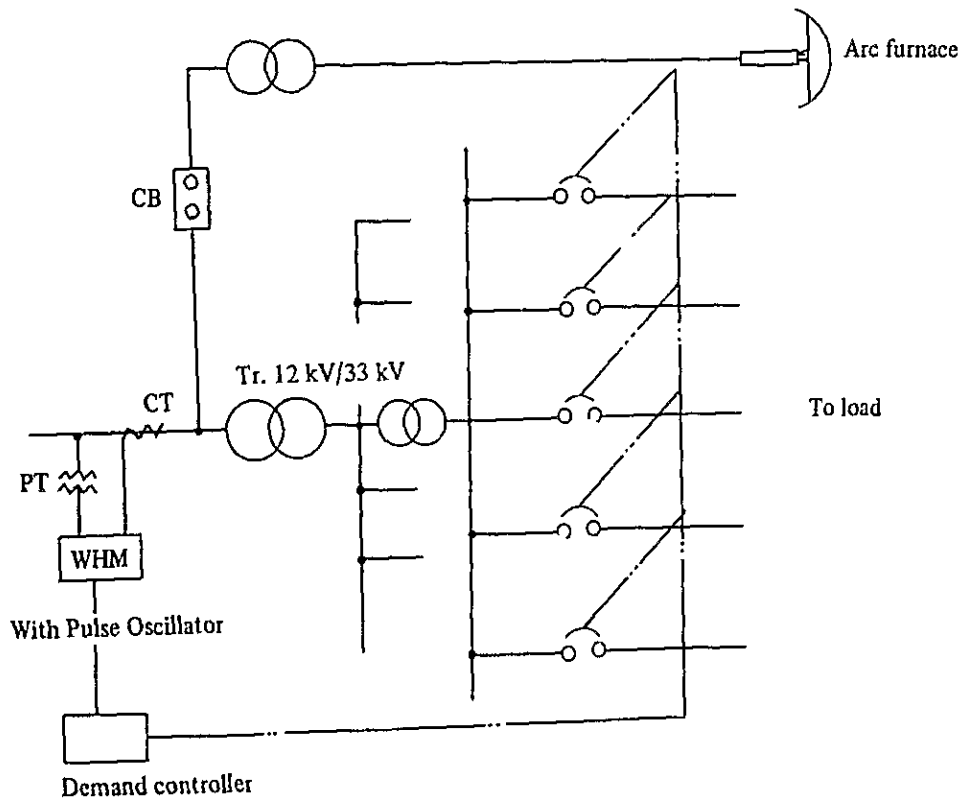
デマンドコントローラの簡単な原理図を次に示す。パルス発振器付の積算電力計をトランスの一次側又は二次側に取り付け（図は一次側）、積算電力計からのパルスをデマンドコントローラでカウントし、設定値に達したら予め定めておいた負荷をシャ断してピーク・デマンドの設定値をオーバーしないようにする。当工場ではピーク・デマンドの昨年 1 年間の平均値は 1,613 kW あるから 1,500 kW に設定すれば、次に計算されるようなメリットが生ずる。

$$(1,613 - 1,500) \times 95 \times 12 = 128,820 \text{ Bt/year}$$

2 年間で十分償却できるであろう。

Melting Charge Weight & Electric Energy Consumption

	Total kwh	Peak demand kw	Arc Furnace		HF Induction Furnace		Motor & Other	
			Melting ton	kwh	Melting ton	kwh	kwh	%
1	102,000	1,700	32.36	22,090	27.32	26,330	53,580	52.5
2	100,000	1,880	*54.683	37,020	16.153	17,422	45,558	45.6
3	156,800	1,580	*104.89	69,020	15.281	15,149	72,631	46.3
4	114,000	1,580	*56.31	39,630	19.85	20,540	53,830	47.2
5	112,000	1,940	40.688	28,760	26.413	25,180	58,060	51.8
6	132,000	1,700	*60.223	41,510	28.959	27,289	63,201	47.9
7	126,000	1,680	*66.283	44,400	23.903	23,675	57,925	46.0
8	104,000	1,600	28.904	18,640	24.584	24,006	61,354	59.0
9	100,000	1,440	39.088	26,600	20.991	18,927	54,473	54.5
10	98,000	1,440	38.857	31,680	13.245	13,550	52,770	53.8
11	90,000	1,440	42.488	29,560	7.598	8,013	52,427	58.2
12	86,000	1,380	37.889	28,370	6.711	7,367	50,263	58.4



System of Demand Controller

8.2 誘導炉の蓋

高周波誘導炉での装入は逐次行っており装入物の不純物も少なく、温度管理も注意深く行われている。

しかしこの溶解炉には蓋がない。溶湯表面からの熱放散を防止するためにぜひとも蓋を設けること。

溶湯表面からの熱放散量は一例によれば 300 kW/m²であるので、蓋を設けることにより節約できる電力量は次のとおりとなる。

溶湯表面積を 0.2 m²とし、年間稼働時間を 2,250 h/year とする。

$$300 \text{ kW/m}^2 \times 0.2 \text{ m}^2 \times 2,250 \text{ h/year} = 135,000 \text{ kWh/year}$$

コイルの冷却水温度は低い程誘導炉の効率は良くなるので、冷却水量をできるだけ多くして冷却水の出口温度を低く保つようにすること。

診断時の冷水温度は入口 30 °C で出口は 43 °C であった。

8.3 コンプレッサ

コンプレッサの圧力が 8.7 kg/cm²G と高く、途中で減圧しているが、これを 7 kg/cm²G に下げることによって、次のような省エネルギーとなる。コンプレッサの所要動力は圧力と空気量の相乗積となるから空気量が一定ならば、モータ出力の実測値が 20 kW だったので省エネルギー量は、

$$20 \text{ kW} \times \left\{ 1 - \frac{(8^{\frac{14-1}{14}} - 1)}{(9.7^{\frac{14-1}{14}} - 1)} \right\} \times 2,550 = 5,720 \text{ kWh/year}$$

となる。

(コンプレッサは 22 kW が 2 台運転していたが、年間を通じては 1 台連続運転とみなす)

またコンプレッサのベルトのゆるみがみられるが回転が不整になるほか、ベルトの寿命を短くするおそれがあるので調整すること。

電動機の稼働状況 (15 kW 以上)

Use	Capacity	Rated volt.	Rotation speed r.p.m.	Rated amp.	Measuring amp.	Power factor	Air pressure	Remarks
Underground pump	kw Unknown	380	Unknown	Unknown	A 29.5 29.5 30.4	% -		
Compressor	22	380	1,450	44.5	35.5 36.8 35.8	84	87 kg/cm ²	
Compressor	22	380	1,450	44.5	35.9 38.1 35.0	85	87 kg/cm ²	
Compressor	22	380	1,450	44.5	Out of operation			

8.4 トランス

アーク炉用以外の各トランスと工場の入力の実測値を下に示す。

受電点と一般動力用 1,000 kVA トランスの記録

In come					Secondary for 1,000 kVA Tr				Remarks
Time	V	A	kW	cosφ	V	A	kW	cosφ	
1.50' PM	11.6 kV	22	420	0.95	3,300V	70	380	0.93	

次に 3,000 V から 380 V にステップダウンする下記のトランスの記録を示す。

Trans. kVA	Time PM	V	AR A	AS A	AT	Apparent power kVA	kW	Cos. φ
50	1.45'	381	59.5	55.2	64.1	39.3	36.5	0.929
200	2.15'	391	23.9	28.3	23.4	16.2	7.6	0.469
300	2.20'	387	41	34	46	27.5	20.3	0.738
300	2.50'	383	137.3	146.7	143.8	95.4	76.4	0.801

300 kVA のトランスが軽負荷だから 1 バンクに統合することが可能である。1 バンク分の無負荷損がなくなるから、

$$1.8 \times 24 \times 365 = 15,768 \text{ kWh/year}$$

となる。次に負荷損の増減を求める。

上欄の 300 kVA のトランスは反復負荷なので、この記録が最低で平均値がこの 2 倍 とすれば $20.3 \times 2 = 40.6 \text{ kW}$

$$\text{上欄トランス } 40.6 + j40.6 \cdot \frac{\sqrt{1-0.738^2}}{0.738} = 40.6 + j37.1 = 55$$

$$\text{下欄トランス } 76.4 + j76.4 \cdot \frac{\sqrt{1-0.801^2}}{0.801} = 76.4 + j57.1 = 95.4$$

合成すると $116.7 + j94.2 = 149.5$

上欄のトランスを外した場合、負荷損がなくなるから

$$3.2 \times \left(\frac{55}{300}\right)^2 \times 2,550 = 274 \text{ kWh/year}$$

となり、下欄のトランスは負荷が増加するから負荷損は増加する。

$$3.2 \times \left\{ \left(\frac{149.5}{300}\right)^2 - \left(\frac{95.4}{300}\right)^2 \right\} \times 2,550 = 1,201 \text{ kWh/year}$$

従って負荷損は $1,201 - 274 = 927 \text{ kWh/year}$

増加する。無負荷損の減少分と差引きで

$$15,768 - 927 = 14,841 \text{ kWh/year} \quad 21,519 \text{ Bt/year}$$

のメリットとなる。この場合 2 台の 300 kVA のトランスの 2 次側を CVV 1C/325 mm² 3 本のケーブルで接続する必要がある。

8.5 照 明

キャンティーン、試験室、事務所に 40 W 昼光色けい光灯 66 灯を用いている。この昼光色けい光灯を省エネルギー型白色けい光灯に取り替えることにより、一灯 5 W の省エネルギーとなる。

$$5 \text{ W} \times 66 \times 10 \text{ h} \times 300 \text{ day} \times 10^{-3} = 990 \text{ kWh/year} \quad 1,436 \text{ Bt/year}$$

9. まとめ

以上の対策を実施すれば次のとおりの効果が得られる。

熱処理炉のサンドシール	28.8 kℓ/year	20.0 %
炉壁の断熱強化	1.7 kℓ/year	1.2 %
台車の断熱強化	7.2 kℓ/year	5.0 %
小 計	37.7 kℓ/year	26.2 %
誘導炉の蓋	135.0 × 10 ³ kWh/year	10.2 %
コンプレッサの圧力変更	5.7 × 10 ³ kWh/year	0.4 %
トランスの統廃合	14.8 × 10 ³ kWh/year	1.1 %
照明の改善	1.0 × 10 ³ kWh/year	0.1 %
小 計	156.5 × 10 ³ kWh/year	11.8 %

BIS ASIA EQUIPMENT INDUSTRY CO., LTD

1. 工場の概要

Address	No. 5 Viphavadee Rangsit Rd. Bangkhen, Bangkok	
Capital	40 million Bt	
Type of industry	Metal	
Major products	Truck chain (Link, Bush, Pin)	
Annual product	1,000 t	
No. of employees	150	
Annual energy consumption	Electric Power	848,000 kWh
Interviewees	Plant Manager Administ Manager Export Manager	Mr. Korsak Suphamanee Mr. Tuachai Daichareonsuk Mr. Prasert Lohabasai
Date of dia nosis	Jan. 14, 1983	
Diagnosers	T. Nakagawa, T. Noda, K. Kurita	

BIS グループに属する工場で、12年前から操業を開始している。

輸入鋼材を原料として、電気加熱、機械加工を行い、トラクタ部品のリンク、ピン、ブッシュ等をつくっている。

生産能力は1,000 t/yearであるが、国内に同業者がないこともあって、現在フル生産を続けている。

販売は国内向のみならず、マレーシア、シンガポール、インドネシア等への輸出も行っている。

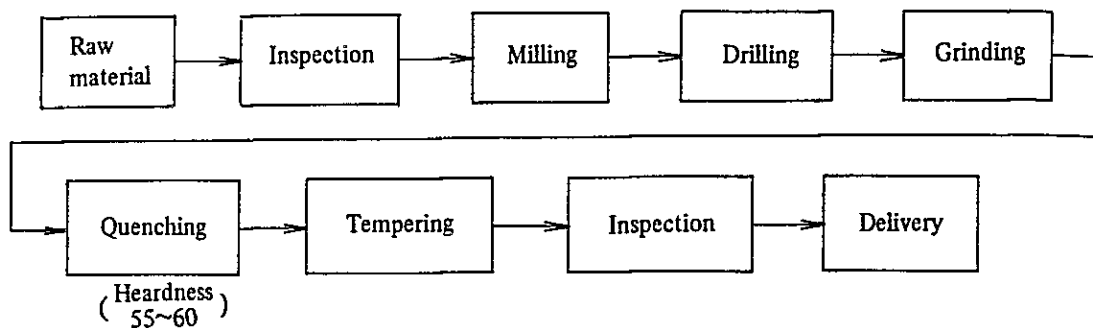
技術面ではTokyo Iron Worksとの情報交換が行われている。

素材、中間品、製品についての検査基準がつけられていて、品質管理に力を入れており、製品の不良率は2%以下である。

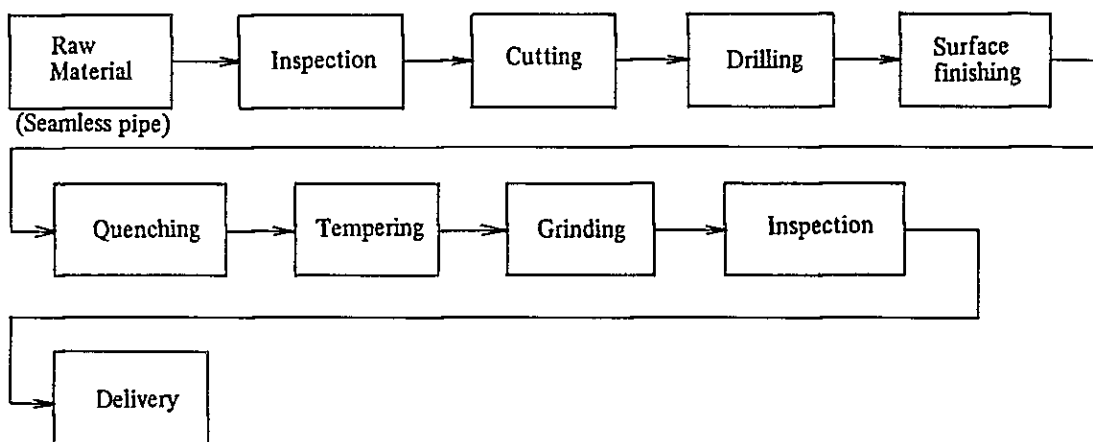
製品に対するエネルギーコストの割合は3%程度である。

2. 製造工程

(1) Link



(2) Pin, Bush

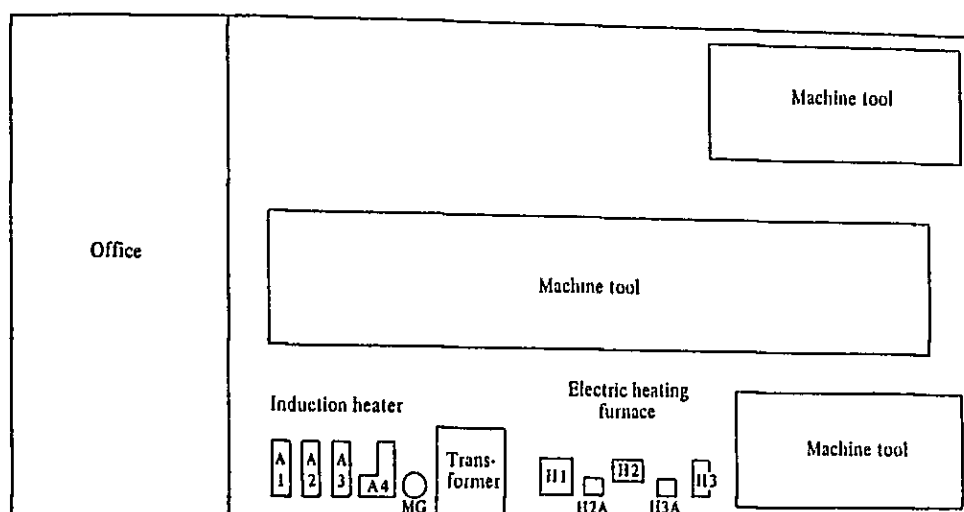


3. 主要設備の概要

(1) 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Induction quenching heater	4	High frequency induction heater
Electric heating furnace	5	Quenching and tempering furnace
Machine tool	1 set	

(2) 工場内配置図



4. エネルギー管理状況

4.1 省エネルギー目標と投資

現在、省エネルギー目標は設定されていないが、体制を整えている段階である。

今まで省エネルギー関係の投資はしていないが、投資する場合は回収期間は5年以内と考えている。

4.2 エネルギー消費量の把握

当工場のエネルギーは電力のみであり、燃料を使用する設備はない。

毎月の使用電力量は記録しているが、使用電力の変化については検討していない。

原価管理は毎月製品毎に行っているが、エネルギー消費量については変化が少ないという理由で管理していない。

しかし設備の一覧表はつくってあり、設備毎の容量は把握されている。

全体の配線系統図はない。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギーに関する組織は特にないが、問題があれば毎月1回開催される幹部会の席上で取り上げている。

省エネルギー推進のためのプロジェクトチームの結成を計画中である。

コンサルタントとの契約はしたことがない。

QCサークルは会社の指導のもとで作られた。当初はスタッフ達により運営されていたが、今は職長まで参加するようになった。

提案制度はないが、QCサークルを通じて改善計画を進めている。その結果が良い場合にはボーナスとして反映させている。このことは従業員もよく知っている。

4.4 従業員の教育

従業員の教育としては、セミナーに参加させている。

工場見学はTokyo Iron Worksに行かせたことがある。

4.5 現在までの省エネルギー活動

- (1) 3カ月前から週間作業日数を6日間から5日間に変更し、そのかわり1日の作業時間を8時間から9時間に1時間延長した。その結果、機器の始動、停止に伴うロスが減り、作業効率が向上し、週間作業時間は3時間減少したにもかかわらず、同一生産量が確保されている。
- (2) 毎朝の機器の始動を同時に行わないで、時間をずらすようにし、ピーク・デマンドを抑制している。
- (3) 機械加工はできるだけ同一グループを連続的に行うようにし、熱処理炉においては炉内装入量を70～80%であったのを100%装入になるようにしている。
- (4) 不要なライトを消したり、空転中の機器の停止に心掛けている。
- (5) 焼入れ用の誘導炉では、現在バッチ式であるのを連続式に変更して作業効率アップ等を計画中である。

熱処理炉のコントロールパネルの横には加熱温度に対する加熱色の一覧表や材質表が張っており、作業の標準化が一部行われていることを示していた。

全体として管理の良い工場である。

5. 電力の消費状況

8 kHzの高周波発電機を電源とする高周波誘導加熱と10 kHzの高周波発振管を電源とする高周波誘導加熱3基、電気抵抗炉（ヒーティングファーネス）5基が電力消費の主力をなすが、この日は8 kHzの高周波誘導加熱装置と電気抵抗炉3基が稼動していた。電力消費に関する主要な指標は次のとおりである。

5.1 主要な指標

- ・電力会社 : M E A
- ・ピーク・デマンド : 最大 460 kW
- ・使用電力量 : 848,000 kWh/year
- ・負 荷 率 : 年間稼働時間 2476 時間 平均電力は 342.5 kW となり 負荷率は 74.5%
- ・力 率 : 77%
- ・ペナルティ・フィ : 11,820 Bt/year, 最大 2,070 Bt/month
- ・トランス : 工場内の変圧器室に 30400 kVA と 30450 kVA の 2 台のトランスがある。他に発振管をつかった高周波誘導加熱装置 3 基の電源用トランスとして 10180 kVA の 3 基がある。

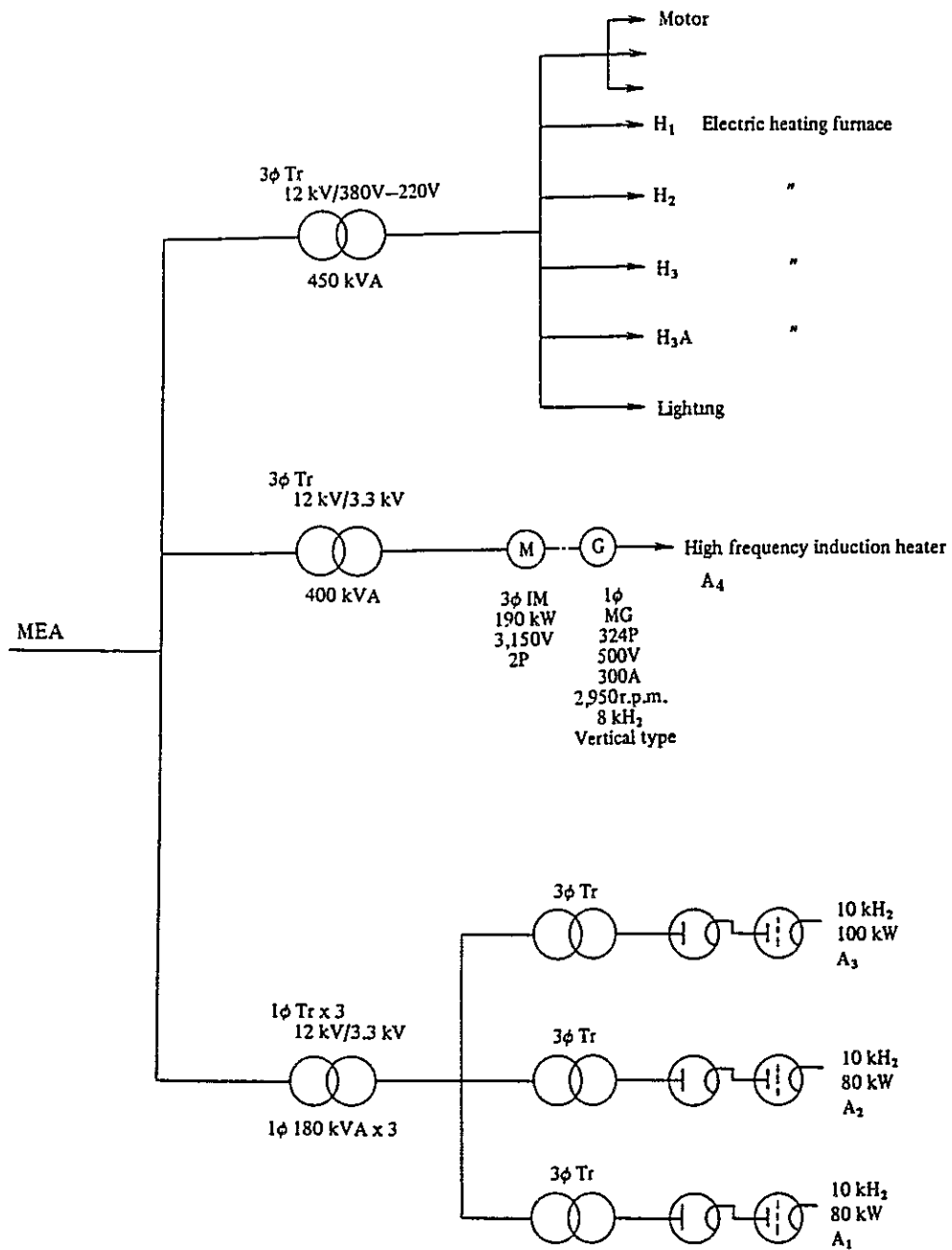
5.2 電力原単位

前述の 3 種類の製品があるがトータルで 1,000 t/year の生産だから電力原単位は 848 kWh/t である。

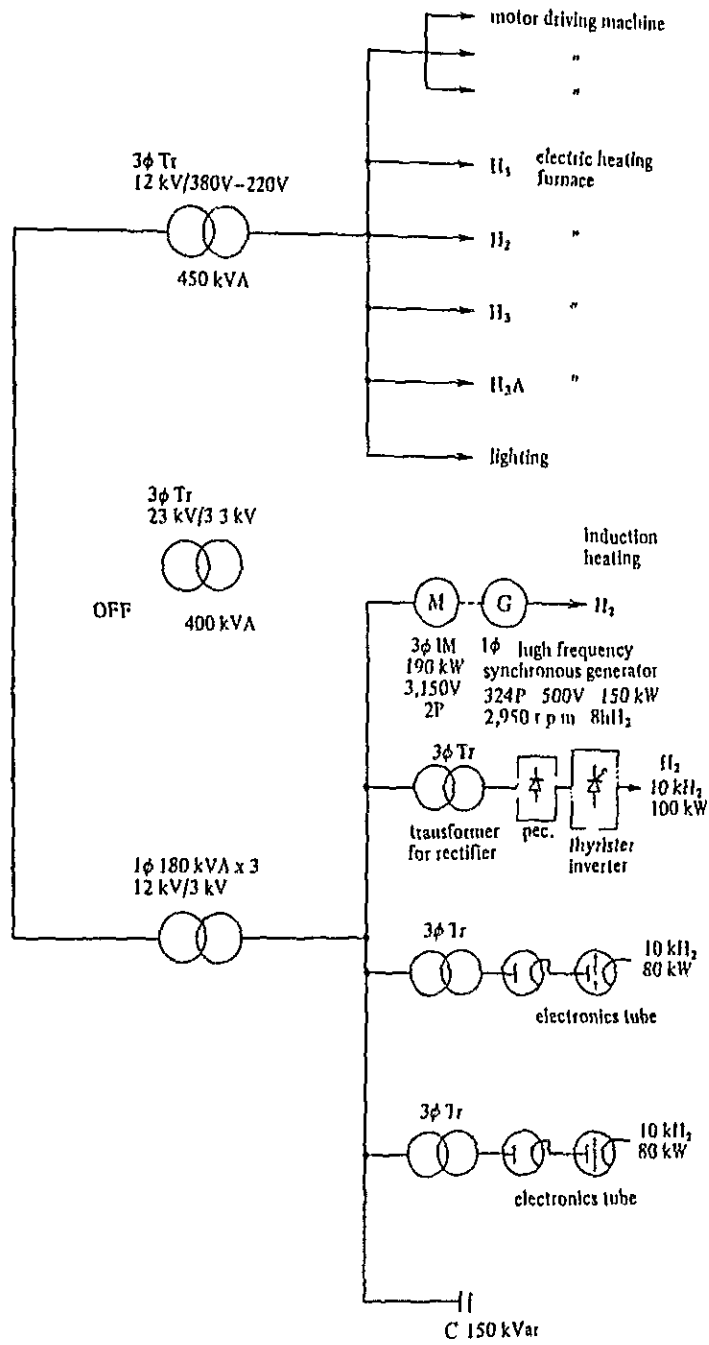
5.3 電力消費箇所

Induction Heater	: 17 %
Heating Furnace	: 15 %
Roller	: 8 %
Cutting	: 7 %
Officer	: 18 %
Others	: 35 %

5.4 配線系統圖



One line diagram (after improvement)



6. 電力管理の問題点とその対策

6.1 高効率高周波発生装置の採用

電子管による高周波発生装置は、カソードを加熱しなければならないので熱損失が大きく効率は低い。(効率40～45%)

出力100 kWの電子管式周波数変換装置をサイリスタインバータに取り替えた時の効果は次のとおりである。

電子式周波数変換装置効率 44%

サイリスタインバータ効率 96%

工場使用電力の17%が誘導加熱で消費され、そのうちの半分が電子式周波数変換装置で使われるとすると、

$$\text{電力節減量} = 848,000 \text{ kWh/year} \times 0.17 \times 0.5 \times \left(1 - \frac{0.44}{0.96}\right)$$

$$= 39,043 \text{ kWh/year}$$

$$\text{節約金額} = 57,400 \text{ Bt/year}$$

となる。さらにピーク・デマンドの減少も期待できる。

$$100 \text{ kW} \left(\frac{1}{0.44} - \frac{1}{0.96} \right) \times 95 \times 12 = 140,000 \text{ Bt/year}$$

合計で、約200,000 Bt/yearのメリットとなる。一方このための設備費としては、1,000,000円程度とみられ、約5年で資金回収ができる。A1～A3のうち最も頻繁に使われるA3周波数変換装置については、修理費等も勘案して適当な時期に取り替えることをすすめる。M-G装置については、取り替える経済性が小さい。

6.2 トランス

トランスの容量がいくらあればよいかを検討するため、過去1カ年の電気料金表から無効電力、皮相電力、力率を別表1のように計算した。皮相電力が500 kVA以上になったのは三回のみである。1φ180 kVA×3のバンクは1月14日は稼動していなかったため450 kVAと400 kVAにかかる負荷を測定し、別表2と別表3のような記録を

Attached Table 1 Peak Demand and Datas

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Peak demand kW	320	280	348	460	360	400	297	359	380	399	380	360
Reactive power kVar	340	220	307	300	240	340	298	259	280	379	280	280
Apparent power kVA	467	356	464	549	433	525	421	443	472	550	472	456
Power factor %	68.5	78.7	75	83.8	83.1	76.2	70.6	81	80.5	72.5	80.5	78.9

Attached Table 2 Record of Transformer

	Time	Volt V	Amp. A	Apparent power kVA	Power kW	Power factor	Remarks
450 kVA transformer	3.20 PM	390	280	189	180	95.2	Load is electric heating furnace and motor.
	4 PM	390	280 ~320	189 ~216	185 ~212	97.9 ~98.1	
400 kVA transformer	11 AM	460	360	165.6	120	72	M-G output power G = 1φ 150 kW 8kHz → I _f = 9A 5 kVar ← I _f = 13A 1 kVar
	3 PM	500	270	135	115	85	
M-G input power	3.10 PM	3,100	35	188	175	93	M = 190 kW IM 2P 2,950 r p m Input power when induction heater A4 is stopped.
	3.15 PM	3,100	10	54	20	37	

Attached Table 3

	Time	Volt V	Amp. A	Power kW	Furnace temperature °C	Remarks
Electric heating furnace H1	11 AM	360	18	11.2	210	Power factor 100%
	3 PM	370	74	47.4	510	"
Electric heating furnace H3	11 AM	160	10	2.8	180	"
	3 PM	150	60	15.6	480	"
Electric heating furnace H3A	11 AM	370	12	7.7	175	"
	3.30 PM	370	72	46.1	660	"

得た。450 kVA Trの方は二次側が低圧であるため、携帯した電力計で測定したが、400 kVAの方は高圧であるため、M-Gの入力盤と出力盤で測定した。以上の結果、別図のように8 kHzのM-Gは1φ 180 kVA、12 kV/3.3 kVの二次側に接続し、400 kVAのトランスは回路から外すことができると考えられる。それによる省エネルギー

量は、無負荷損 2.5 kW 全負荷時の負荷損 4.2 kW とすると次のように計算される。MG を運転しているが誘導加熱をしていない時間を 1/4 とみ、他の負荷を無視すると、

$$2.5 \times 8,760 + 4.2 \times \left(\frac{188}{400}\right)^2 \times 2,476 \times \frac{3}{4} + 4.2 \left(\frac{54}{400}\right)^2 \times 2,476 \times \frac{1}{4}$$

$$= 23,670 \text{ kWh/year}$$

次に 1 φ 180 kVA × 3 のトランスの銅損の増加は、

$$2.4 \times 3 \times \left(\frac{188}{540}\right)^2 \times 2,476 \times \frac{3}{4} + 2.4 \times 3 \times \left(\frac{54}{540}\right)^2 \times 2,476 \times \frac{1}{4} = 1,665 \text{ kWh/year}$$

従って 400 kVA のトランスを 1 台外すことによるメリットは 22,005 kWh/year, 32,347 Bt/year となる。

6.3 力 率

力率は別表 1 のように最低 68.5 %、最高 83.8 % である。ペナルティに相当する無効電力は最高 138 kVar であるから、150 kVar のコンデンサを挿入することによってピーク・デマンドにおける力率は最低でも 85 % 以上になる。

450 kVA のトランスの負荷は電気抵抗炉の負荷が主力であるため、力率がよく、データからほとんど 95 % 内外と推定される。従って力率が低下しペナルティをとられる原因は誘導加熱装置があるためで、コンデンサは誘導加熱装置が接続される 1 φ 180 kVA × 3 のトランスの二次側に接続されるのがよい。

150 kVar のコンデンサを 1 φ 180 kVA の二次側に接続することによるメリットは、

- (1) ペナルティがとられない 11,820 Bt/year
- (2) 1 φ 180 kVA のトランスの銅損が少なくなる。

別表 1 と別表 3 から誘導加熱装置の皮相電力は 360 kVA 力率 61 % 位と推定される。(A₃ と A₄ の 2 台運転の場合)、150 kVar のコンデンサを接続すると 272 kVA 力率 91 % 位に改善されるから、1 φ 180 kVA のトランスの負荷損は次のように軽減される。(∵ 360 × 0.61 + j (360√1-0.61² - 150) = 248 + j 111 = 272)

$$2.4 \times 3 \times \left\{ \left(\frac{360}{540}\right)^2 - \left(\frac{272}{540}\right)^2 \right\} \times 2,476 \times \frac{1}{2} = 1,729 \text{ kWh/year}$$

ただし A₃ と A₄ が 2 台同時に運転されるのは年間稼働時間の半分とする。2,541 Bt/year

従って力率改善によるメリットは年間で 14,362 Bt/year となる。150 kVar のコンデンサと開閉装置で 50,000 円程度かかるので 3 年半で償却する。

6.4 電 圧

電気抵抗炉H₁とH_{3A}の電圧は370Vと定格電圧より低いので、450kVAのトランスのタップ調整が望ましい。

6.5 照 明

工場で使用していた水銀灯の他は昼光色けい光灯を使用していたが、工場は屋根にプラスチックシートを用いて十分昼光を採り入れ、ほとんど点灯していなかった。けい光灯は、最近タイでも製造開始されたといわれる省エネルギー型白色けい光灯に、寿命がきたものから取り替えられるのが望ましい。これによる省エネルギー効果は、事務所内のけい光灯150本、点灯時間を1日10時間、休日は点灯しないことにすれば、次のようになる。

$$(40 - 35) \times 150 \times 10 \text{ h} \times 304 \text{ day} \times 10^{-3} = 2,280 \text{ kWh/year}$$

3,306 Bt/year のメリットとなる。

6.6 テンバ炉

バッチ式の加熱炉であり、炉体や台車の加熱に多くの電力が消費されている。そのため、次のような対策をとること。

- (1) 台車の上面に断熱レンガを張る。
- (2) 加熱終了後は、被加熱物を出したあとできるだけ早く、台車を炉に戻しドアをしめて温度低下を防ぐ。
- (3) 被加熱物をのせるケースや棚板は、できるだけ重量が軽くなるよう薄くする。

7. ま と め

以上の対策を実施すれば、次のような効果が得られる。

高周波電源の効率化	$39.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	4.6 %
トランスの台数削減	$22.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	2.6 %
力率改善	$1.7 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	0.2 %
けい光灯の改善	$2.3 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	0.3 %
計	$65.0 \times 10^3 \text{ kWh/year}$	7.7 %

KANG YONG MANUFACTURING CO., LTD.

1. 工場の概要

Address	50 Moo 11 Soi Watsungsom T. South Samrong A. Prapradaeng Samutprakarn	
Capital	5 million Bt at establishment	
Type of industry	Metal	
Major products	Screw, Nail	
Annual product	8,940 t	
No. of employees	135	
Annual energy consumption	Electric Power	1,200,000 kWh.
Interviewees	Deputy Managing Director, Komol Vongsthongsri Chief Engineer, Tawewat Poonnimuand	
Date of diagnosis	Jan. 31 ~ Feb. 1, 1983	
Diagnosers	T. Nakagawa, T. Noda, K. Kurita	

当工場は Kang Yong Group に属し創立以来21年を経ている。当初は釘の製造から出発して、その後ボルト・ナットに進出した。最近はみがき線、タッピングスクリーアの製造も始めた。国産及び輸入の線材を原料とする典型的な機械加工工場である。設備はほとんどすべてが日本製である。

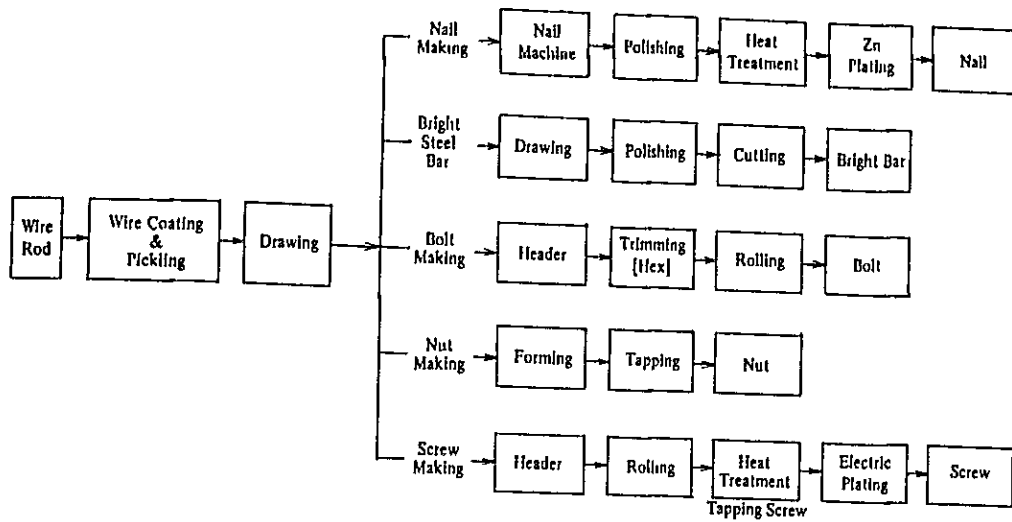
タッピング及びマシンスクリーアは Nitto Seiko と技術提携している。そしてこのタッピング及びマシンスクリーア製造に対しては BOI から特典を得ている。

生産能力は、	Common Nail	400 t/month
	Square Nail	20 t/month
	Concrete Nail	50 t/month
	Bright Steel Bar	150 t/month
	Bolt ,Nut	each 50 t/month
	Tapping and Machine Screw	25 t/month
	Total	745 t/month

であり年産は 8,940t となる。

しかし現在の操業度は50%であり, 1シフトに残業をする稼動状況である。フル操業のときは2シフト操業である。

2. 製造工程

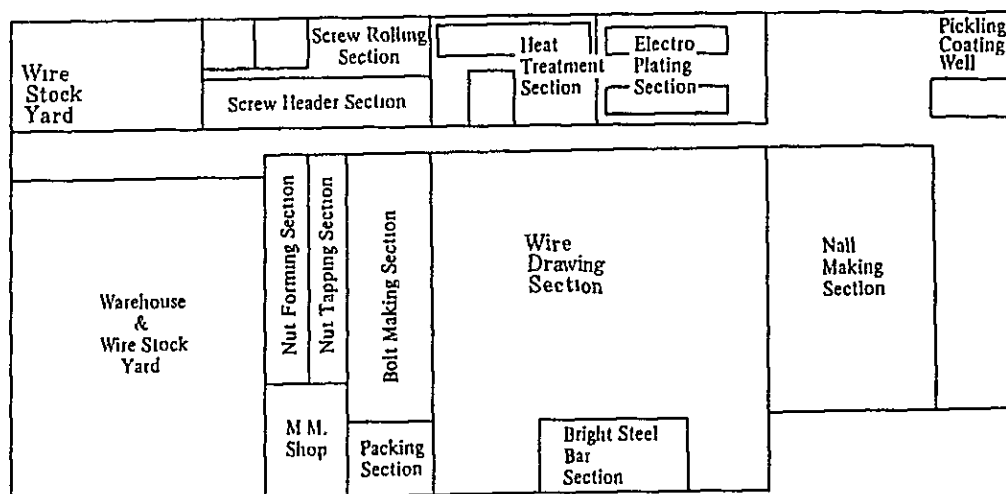


3. 主要設備の概要

(1) 主要設備

Name	No. of units installed	Type, etc.
Nail making machine	1 set	
Wire drawing machine	1 set	
Bright steel bar machine	2 units	
Bolt making machine	1 set	
Nut making machine	1 set	
Screw making machine	1 set	
Heat treatment furnace	1 set	
Electric plating	2 units	

(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

省エネルギー目標は特に定めていない。これから具体的に省エネルギー対策を進めたいとのことである。

今までには省エネルギー関係の投資は行っていないが、これから投資を行う場合には投資回収期限は3年以内と考えている。

4.2 エネルギー消費量の把握

当工場のエネルギーは電力のみであり、燃料は使用していない。毎月の使用電力量の記録はあるが、使用電力量の増減に対して原単位を算出して、その理由を検討するまでにはいたっていない。

主要製品別、工程別の電力量は測定していない。

毎時間の消費電力も記録してなく、日負荷曲線も作っていない。これらのデータはピーク・デマンドの抑制に役立つのでぜひとるようにしてほしい。

4.3 省エネルギー委員会と提案制度

省エネルギー推進のための組織は'83年3月に作るつもりで、そのメンバーには技術課長と技術係長を予定している。

改善提案制度はつくられていない。

4.4 従業員の教育

昨年は社外でのセミナーに3～4回スタッフを参加させた。

社内でのセミナーについてはこれからで、省エネルギー委員会でその内容を決めようとしている。

工場見学会は同業種には行ったことは無いが、他業種の工場には行ったことがある。会社側から従業員に対して省エネルギーの協力呼びかけは直接ではなく、課長、係長を通じて行っている。

5. 電力の消費状況

電力の大半はワイヤードローイングで消費されている。30 kW以上の電動機は380 V、30 kW未満の電動機は220 Vで配電されている。

5.1 電力消費の主な指標は次のとおりである。

- ・電力会社 : MEA
- ・ピーク・デマンド : 740 kW
- ・使用電力量 : 1,200,000 kWh 2,350,000 Bt
- ・負荷率 : 年間稼働時間 2,400時間

平均電力 500 kW

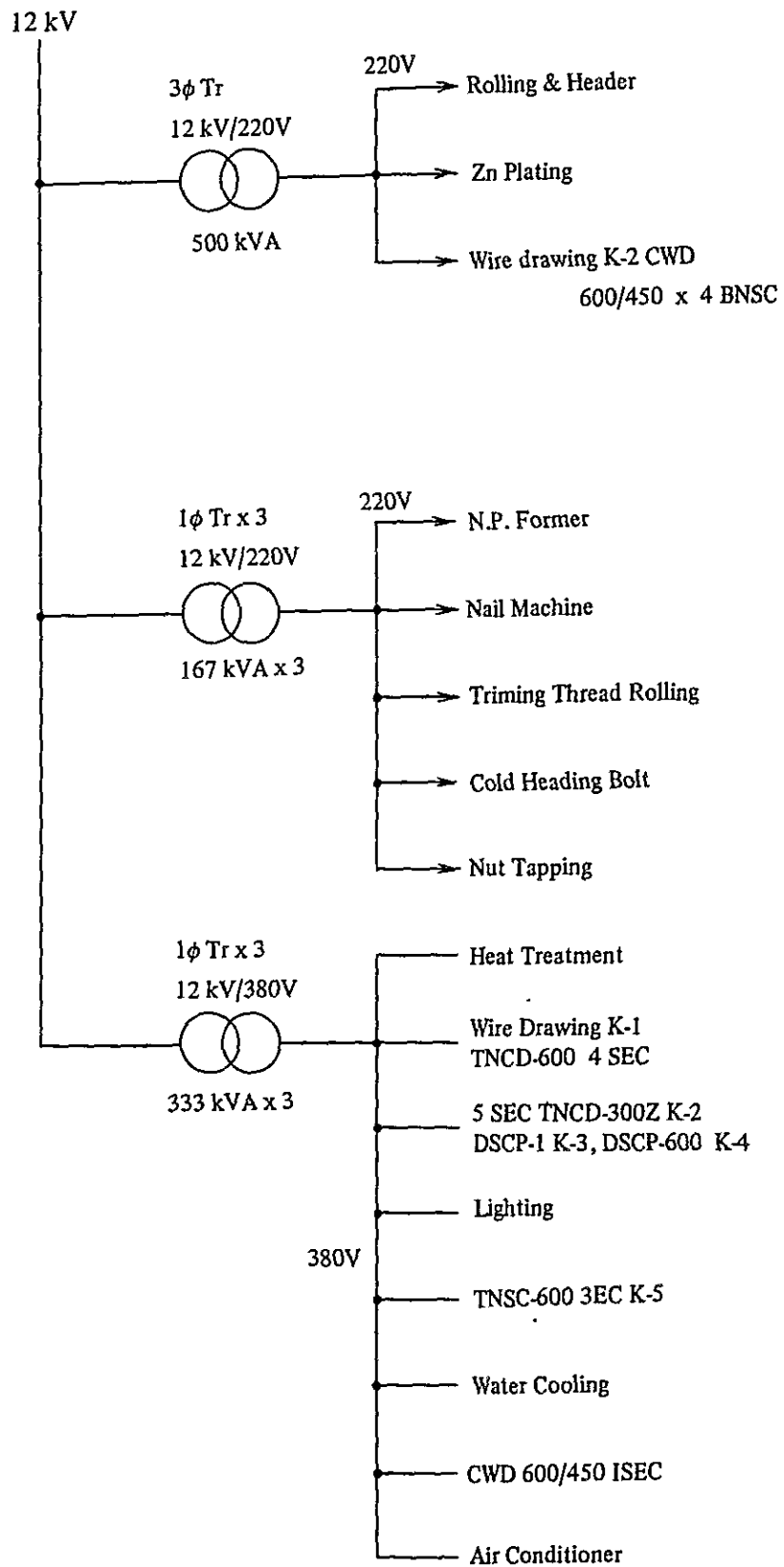
$$\frac{500}{740} = 0.676 \quad 67.6\%$$

- ・力率 : 71%

コンデンサによる力率改善はない。毎月ペナルティ・フィを支払っている。

- ・トランス : 3φ 500 kVA 12 kV/220 V 1バンク
1φ 167 kVA × 3 12 kV/220 V 1バンク
1φ 333 kVA × 3 12 kV/380 V 1バンク
- ・電力原単位 134 kWh/t

5.2 配線系統図



6. 電力管理の問題点とその対策

6.1 トランス

電動機が 220 V 用と 380 V 用に分れているため、トランスは 220 V 用が 2 バンク、380 V 用が 1 バンク、計 3 バンクあるが、220 V 用を 1 バンク減らせないか検討する。

下記の表は上の三つの表が実測値であり、もう一つの表は工場側で記録した1982年の半年間におけるデータである。

上の三つの表の同じ時刻の電力を加えても、下の1982年の半年間のデータにおけるピーク・デマンドの最大値 740 kW より小さい。

従って 1982 年 3 月の 740 kW の時の皮相電力をトランスの容量と比べてみればよい。

ピーク・デマンド 740 kW のとき皮相電力は 1,032 kVA で、 $167 \text{ kVA} \times 3$ の 1 バンクのトランスを外したとすると、 $500 \text{ kVA} + 3 \times 333 \text{ kVA} > 1,032 \text{ kVA}$ 従って 200 V の負荷が 500 kVA をオーバーしなければ、 $167 \text{ kVA} \times 3$ の 1 バンクを外しても十分である。これは下記の上の二つの表を見れば、十分満足できることがわかる。

1 φ $167 \text{ kVA} \times 3$ の 1 バンクを切り離すと次のようなメリットがある。無負荷損の減少

$$167 \times 3 \times 0.005 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ ay} = 21,944 \text{ kWh}$$

負荷損の減少は平均電力の 500 kW にほぼ近い 2 PM のデータで計算する。

トランスの負荷損を 10 kW とすると、

$$10 \times \left(\frac{194}{167 \times 3} \right)^2 \times 2,400 = 3,606 \text{ kWh/year}$$

1 φ $167 \text{ kVA} \times 3$ のトランスの負荷が 3 φ 500 kVA のトランスに移行するから、3 φ 500 kVA のトランスの負荷損の増加は、

$$8 \times \left\{ \left(\frac{297}{500} \right)^2 - \left(\frac{108}{500} \right)^2 \right\} \times 2,400 \text{ h} = 5,879 \text{ kWh/year}$$

負荷損は、 $5,879 - 3,606 = 2,273 \text{ kWh}$ 増加する。

従って、1 φ $167 \text{ kVA} \times 3$ のトランスをオフすることによって、 $21,944 - 2,273 = 19,671 \text{ kWh/year}$ の省エネルギーとなる。

6.2 力 率

力率が悪いので毎月ペナルティをとられている。前項のデータからみれば 300 kVar

1 ϕ 167 kVA x 3 12 kV/220 V

Measured by clip-on power meter

Time	Volt. V	Amp. A	Apparent power kVA	Power kW	Power factor %	Remarks
1. 31 2 PM 3 PM	229 233	490 257	194 104	105 49	54.1 47.3	Cannot measure amp. and power at same time
2. 1 10.25 AM 11.30 AM	230 231	222 506	88.8 179.7	51.2 110	57.9 61.2	

3 ϕ 500 kVA 12 kV/220 V

Measured by clip-on power meter

Time	Volt. V	Amp. A	Apparent power kVA	Power kW	Power factor %	Remarks
1. 31 2 PM 3 PM	227 226	275 182	108 71	86 59.7	79.6 84.1	
2. 1 10.25 AM 11.30 AM	226 228	200 155	78 61	56 39	71.8 63.9	

1 ϕ 333 kVA x 3 12 kV/380 V

Measured by clip-on power meter

Time	Volt. V	Amp. A	Apparent power kVA	Power kW	Power factor %	Total power by contract power meter of MEA
1. 31 2 PM 3 PM	397 405	600 670	413 470	310 352	75.1 74.9	2.07' PM~3.07' PM 470 kwh
2. 1 10.25 AM 11.30	396 401	780 642	535 446	460 364	86 81.6	2.1 10.40' AM~11.40' AM 490 kwh

Factory record in half year at 1982

kwh	Peak demand kw	Peak demand fee Bt	Penalty kVar	Penalty fee Bt	Reactive power kVar	Apparent power kVA	Power factor %
209,000	740	70,300	254	3,810	720	1,032	71.7
122,000	640	60,800	227	3,405	630	898	71.3
119,000	640	60,800	227	3,405	630	898	71.3
142,000	670	63,650	278	4,170	700	969	69.1
112,000	670	63,650	238	3,570	660	940	71.3
113,000	630	59,850	223	3,345	620	884	71.3

のコンデンサを用いればペナルティは払わなくてすむとみられる。

220 V 側は小形電動機の負荷が多いためか 380 V 側より力率が低いので、容量比に比べて多くコンデンサを挿入するのがよいと思う。

150 kVar ずつ挿入した場合の結果は次のようになる。

Measuring date	Before improvement of power factor		After improvement of power factor		Remarks
	Apparent power kVA	Power factor %	Apparent power kVA	Power factor %	
1.31 2 PM	191 + j 228 = 297	64.3	191 + j 78 = 206	92.7	C = 150 kVar 200 V
2.1 11.30' AM	149 + j 189 = 241	61.8	149 + j 39 = 154	96.8	C = 150 kVar 200 V
1.31 2 PM	310 + j 273 = 413	75.1	310 + j 123 = 334	92.8	C = 150 kVar 380 V
2.1 11.30 AM	364 + j 258 = 446	81.6	364 + j 108 = 380	95.8	C = 150 kVar 380 V

負荷損の減少分を計算してみよう。上表の大きい方の値を使って計算すると、500 kVA のトランスの方は、

$$8 \times \left\{ \left(\frac{297}{500} \right)^2 - \left(\frac{206}{500} \right)^2 \right\} \times 2,400 \text{ h} = 3,515 \text{ kWh/year}$$

1 φ 333 kVA × 3 の方は、

$$3 \times 5 \text{ kW} \times \left\{ \left(\frac{446}{3 \times 333} \right)^2 - \left(\frac{380}{3 \times 333} \right)^2 \right\} \times 2,400 \text{ h} = 1,966 \text{ kWh/year}$$

結局 5,481 kWh/year の省エネルギーとなる。

6 カ月の平均ペナルティは 3617.5 Bt/month だから 1 カ年で 43,410 パーツのペナルティをとらなくてすむ。

5,481 kWh (7,947 パーツ) の省エネルギーと合せて 51,357 パーツのメリットがある。

このための費用は、合計 100,000 パーツ程度とみられ約 2 年で回収できる。

6.3 ピーク・デマンド

負荷率 67.6 % は機械工業として低い方ではないが、ピーク・デマンドは 630 kW から 740 kW まで変化している。

デマンド制御装置を使用して、毎月のピーク・デマンドを平均 50 kW 減少させることは可能であろう。

昨年のピーク・デマンドの平均を 50 kW 下げれば、 $95 \times 50 \times 12 = 57,000 \text{ Bt/year}$ のメリットとなり、デマンドコントローラの費用 200,000 パーツは 3 年で償却可能である。

6.4 電動機の稼動状況

負荷に対して電動機の定格出力が大き過ぎると軽負荷になり、力率は悪くなる。しかし一度電動機を設置したあとでは大き過ぎるからといって小さな電動機に取り替えても省エネルギーの分で電動機の購入代を償却するには長年月を要する。

電動機の子備機のある場合は機会をみて更新をはかりたい。

電動機の稼動状況は下表に掲載するが、定格電流に対して負荷電流（実測）の少ないものを下記に示す。

- (1) ワイヤローイング K₅ 30 kW 41.1 %
- (2) " K₃ 50 HP 44.7 %
- (3) MP BORMER - 19 B 30 HP 29.4 %

この他に 50 % 台が 2 台ある。（30 kW と 15 kW 各 1）

Operation of Motors									
Use	Capacity	No.	Rated volt. V	Rated (A) A	Amp. Measured (B) A	(B)/(A) %	Rotation speed r.p.m.	Power factor %	Remarks
Wire drawing M/C K ₅	30 kW	1	380	60.8	26.3	41.1	965	66	Measured volt 396 V 396 V
"	30	1	"	60.8	45	74	965	84	
" K ₃	50 HP (37 kW)	1	"	75.3	33.7	44.7	980	61	
" K ₁	30 kW	1	"	60.8	59.3	97.5	965	79.5	394
" K ₁	30	1	"	60.8	33.9	55.8	965	68	392
" K ₁	30	1	"	60.8	38.9	64	965	74	396
Bright steel bar polishing	18.5	1	"	35	32.8	93.7		84	400
Bolt MP Bormer 19B	30 HP	1	220	96	28.2	29.4	705	46	223
" NP325	15 kW	1	"	56	28.8	51.4	960	64	224
" NP330	18.5	1	"	80	56.7	70.9	725	53	225
Drawing M/C K ₂	30 HP	1	"	75	72.2	96.3	1,465	86	220
"	30	1	"	75	51.9	69.2	1,465	79.5	221
"	30	1	"	75	57.1	76.1	1,465	82	221
Furnace									
Annealing furnace T	kW	set	V	A	A	%			V
	3x30	1	380	136.7	106.1	77.6			394
" Q	40.5	1	"	106.6	75.5	70.8			393

6.5 照 明

けい光灯は40Wの昼光色が使われているが、これを省エネルギー型白色けい光灯に取り替えることによって1灯について5W省エネルギーできる。全部で172灯使用中であるから、ランプ切れの時は省エネルギー型白色ランプに取り替えるとよい。

年間で、 $5 \times 172 \times 10^{-3} \times 10 \times 300 = 2,580$ kWh/yearの省エネルギーとなる。

また工場の屋根にプラスチック張りの昼光取入口を取り付け、できるだけ消灯に努めること。

6.6 電 圧

380 V側の電圧が高く、6.4項のデータにもあるように電動機のパネルで最高400 Vであった。電圧が高いと過励磁になり、無負荷損が増加するので、毎日午前、午後、夜間電動機にかかる電圧を監視し、変圧器のタップで二次電圧を調整すればよい。電動機の定格電圧が380 Vならば、実際に加わる電圧は $380 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ 位の範囲に入ればよいと思う。

6.7 ベ ル ト

本工場は動力伝達はほとんどVベルト駆動を用いているが、必要な本数に対して実際のベルト数が不足している場合が多かった。これは回転むらを生じ、不良製品を生ずる場合があり、製品歩留が悪くなる。従ってベルトのたるみや本数の不足を直して、円滑な動力の伝達を行い歩留を向上させることは省エネルギーになる。以下工程別にVベルトの状況を述べる。

(1) 釘の製造

ベルト3本必要で3本ついている。 20カ所

” ” ” 2本 ” 14”

” ” ” 1本 ” 1”

” 2 ” 2本 ” 8”

” 2 ” 1本 ” 4”

(2) ワイヤドロ잉

ベルト7本必要で6本ついている。 1カ所

” 6本 ” 5 ” 2”

” 6本 ” 4 ” 2”

”	5本	”	5	”	6”
ベルト5本必要で4本ついている。4カ所					
”	5本	”	3本	”	2”
”	4本	”	4本	”	3”
”	3本	”	3本	”	2”
”	2本	”	2本	”	1”
”	2本	”	1本	”	3”

(3) ナットフォーミングアンドタッピング

ベルト8本必要で7本ついている。1カ所

”	5本	”	5本	”	1”
”	5本	”	4本	”	1”
”	4本	”	4本	”	7”
”	3本	”	3本	”	9”
”	3本	”	2本	”	8”
”	2本	”	2本	”	8”
”	1本	”	1本	”	省略する

(4) スクリューヘッド

ベルト2本必要で2本ついている。9カ所

”	1本	”	1本	”	省略する
---	----	---	----	---	------

以上の結果ベルトが必要数ついている割合は、1本必要なものを除き117台中74台の63.2%に過ぎない。

なおモータの基礎がゆるく、振動を生じているものもあったが、整備されたい。

6.8 炉体冷却水量の減少

炉体冷却水出口温度は40℃以下であった。通常は50℃まで出口温度を高くしても設備には支障をきたさないので、冷却水量を少しづつ減少させて50℃位になるまで調査するのが良い。

これにより炉体の冷却水損失が1%程度減少する。

6.9 焼戻炉の装入口の縮小

焼戻炉の装入口から高温空気が吹き出していた。このことは冷空気を装入口の下方より吸い込んでいることになる。

従って装入口の面積を縮小して、少しでも冷空気の吸込みを防止するよう努力すること。

6.10 焼戻炉の装入フードの改良

焼戻炉の装入口からRXガスが吹き出し、燃焼している。

この熱量は大きいので、装入口の前に設けられているフードをもっと長くして、この燃焼熱を製品の子熱に利用するとよい。

7. ま と め

以上の対策を実施すれば次の効果が得られる。

トランスの開放及び負荷の接続替え	19.7×10^3 kWh/year	1.6 %
力率改善	5.5×10^3 kWh/year	0.5 %
省エネルギー形けい光灯に取り替え	2.6×10^3 kWh/year	0.2 %
小 計	27.8×10^3 kWh/year	2.3 %

添 付 資 料

調査団員名

担 当	氏 名	現 職
団 長	井 口 光 雄	(財)省エネルギーセンター 常務理事
織 維 班		
熱	中 尾 薫	" 嘱 託
"	大 野 欣 雄	" "
電 力	松 尾 元 紀	" "
金 属 班		
熱	中 川 暉 雄	" 国際協力事業部課長
"	野 田 敏 夫	" 嘱 託
電 力	栗 田 賢 一	" "

カウンターパート氏名

担 当	氏 名	所 属
織 維	Danai Egkamol	N E A
	Pinyo Tonthumas	"
	Banphot Diskul	"
	Thongdee Benjamongkon	"
	Umporn Koonchonrat	"
	Derake Wuthichok	M O I
金 属	Supachok Kusolsong	N E A
	Supon Khwankongrai	"
	Thumasak Suwanadhep	"
	Chadcharachai Teeraslip	"
	Tawatchai Titivudtiwong	M O I

その他オブザーバーとして

Industrial Finance Corporation of Thailand

タイ日経済技術振興協会 (T P A)

タマサート大学

のメンバーが随時参加した。(1)

調 査 日 程

- 1983年1月9日 成田発, バンコク着
- 10日 JICAバンコク事務所, 日本大使館, NEA, タイ日経済技術振興協会(TPA)訪問。
- 11日 カウンターパートへチェックリストの説明
- 12日 計測機器解梱, 点検, 整備。
NEA長官, 副長官と会見。一次調査の概要報告と二次調査計画説明。
- 13日
} 工場診断及びデータ整理
- 2月9日
- 10日 計測機器手入格納。データ整理
- 11日 TPA, JICA, 大使館訪問, NEA長官と会見。
- 12日 バンコク発, 成田着。

Energy Conservation Survey 省エネルギー調査表

<p>1 Name of Factory 工場名</p> <hr/>	
<p>2 Location 所在地</p> <hr/>	<p>Tel.</p> <hr/>
<p>3 Name of Company Officials 会社役員名</p> <hr/> <p>President 社長</p> <hr/> <p>Factory Manager 工場長</p> <hr/> <p>Energy Manager エネルギー担当者</p> <hr/>	<p>4 Segment of Industry 業種</p> <hr/> <p>5 Capital 資本金</p> <hr/> <p style="text-align: right;">bahts</p> <p>6 Annual Turnover 年間売上高</p> <hr/> <p style="text-align: right;">bahts</p>
<p>7 Number of Employees 従業員数</p> <hr/>	<p>8 Number of Engineers 技術者数</p> <hr/> <p>Electricity 電気</p> <hr/> <p>Heat 熱</p> <hr/>
<p>9 Major Products 主要生産物</p> <hr/>	
<p>10 Production Capacity of Major Products 主要生産物の生産能力</p> <hr/> <p>Nominal 公称</p> <hr/> <p>Present Condition 現状</p> <hr/>	

11 Fuel Consumption
燃料消費高

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

12 Electric Power, 電力

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

13 Water Consumption, 水消費量

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

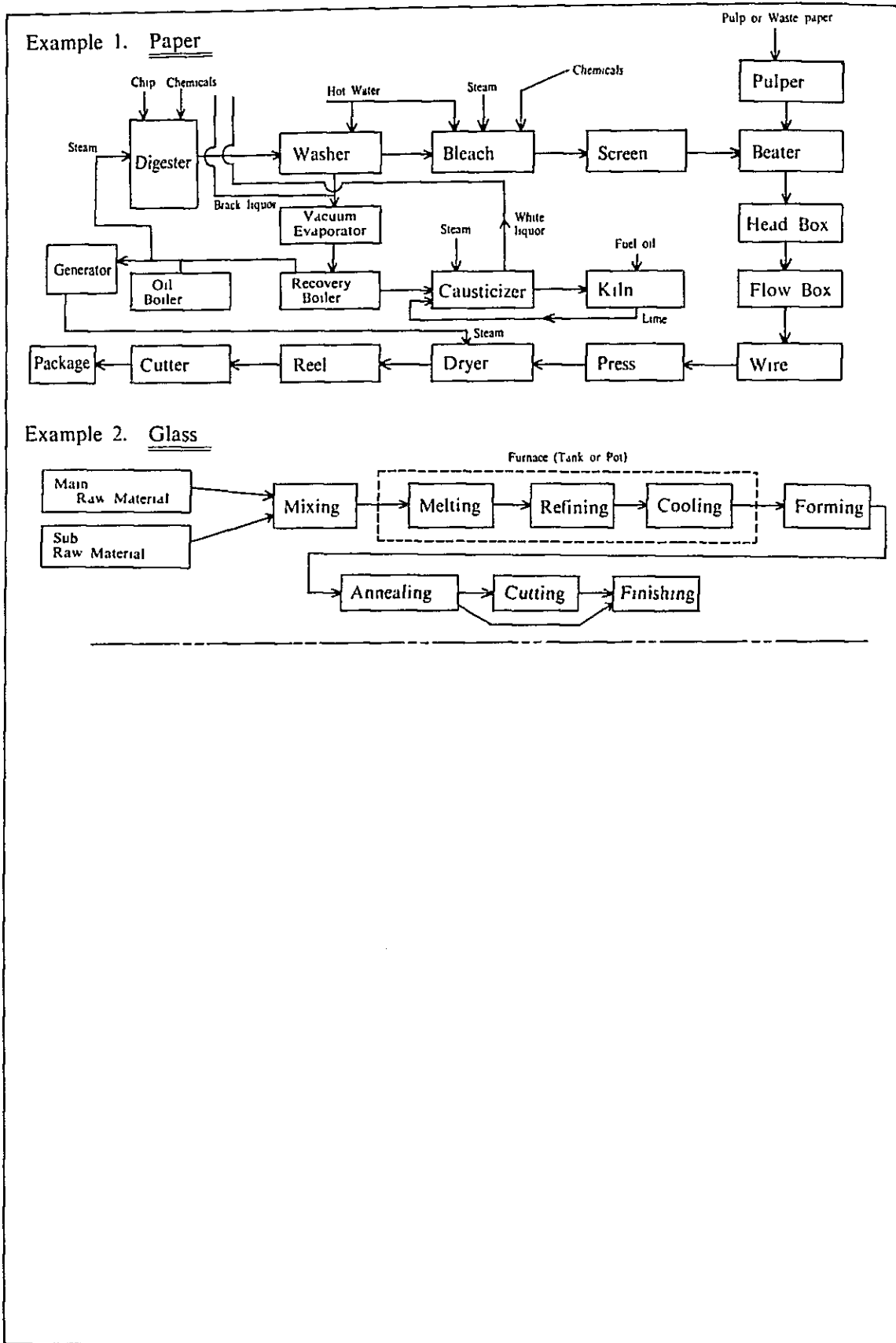
14 Boiler, ボイラ

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

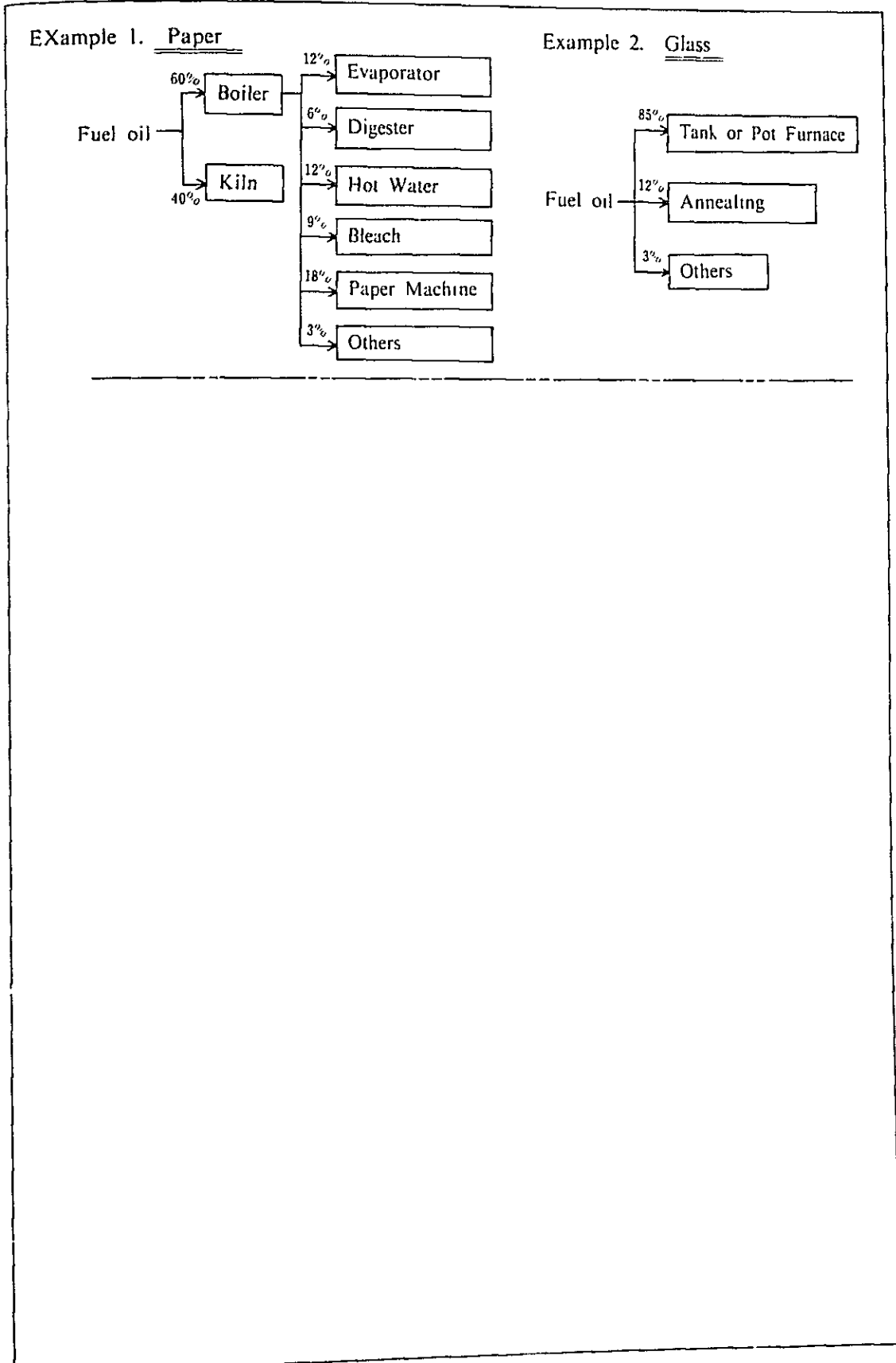
15 Major Facilities Using Energy, エネルギー使用の主要設備

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

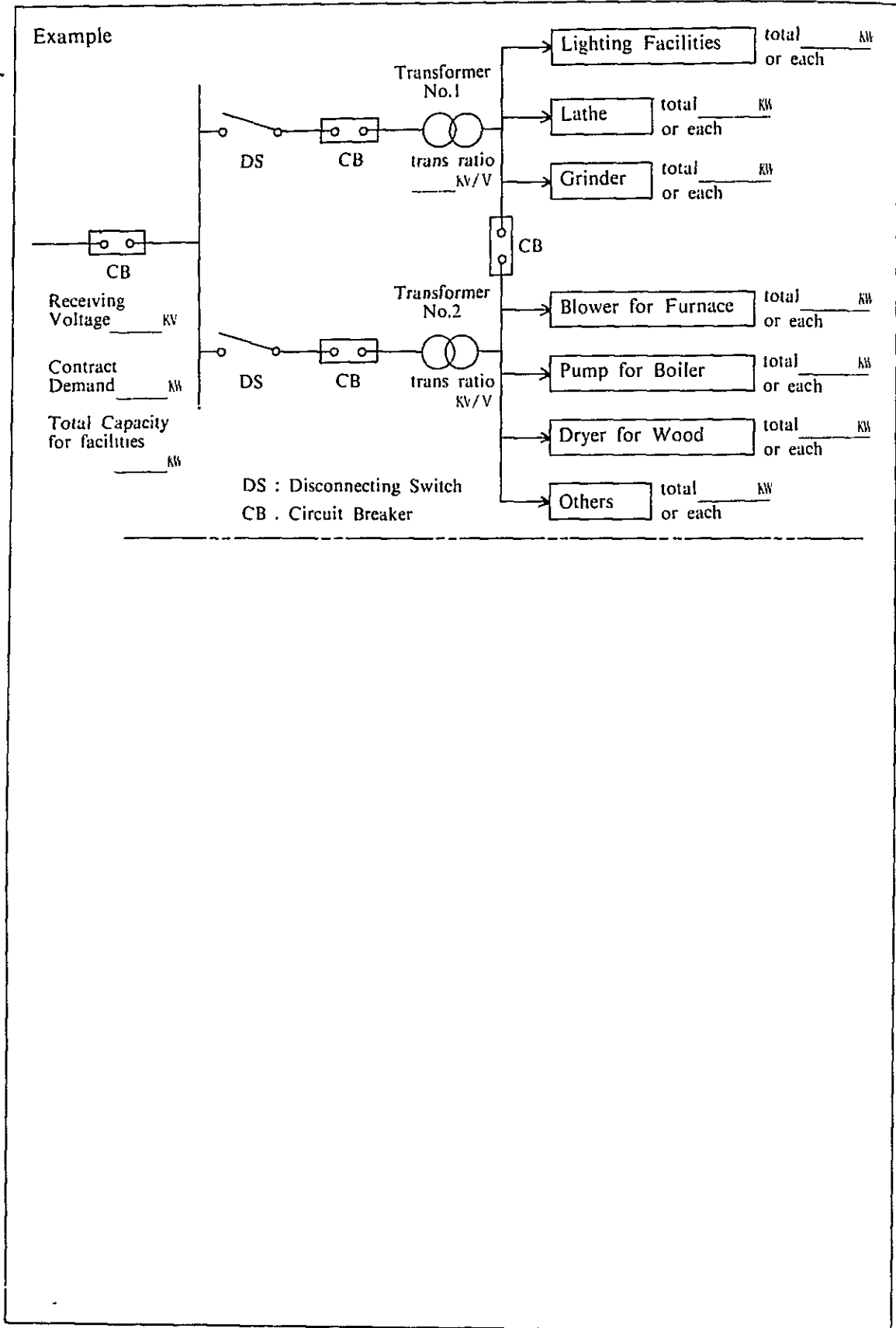
16 Flow-chart of Producing Process of Major Products, 主要生産物の生産工程図



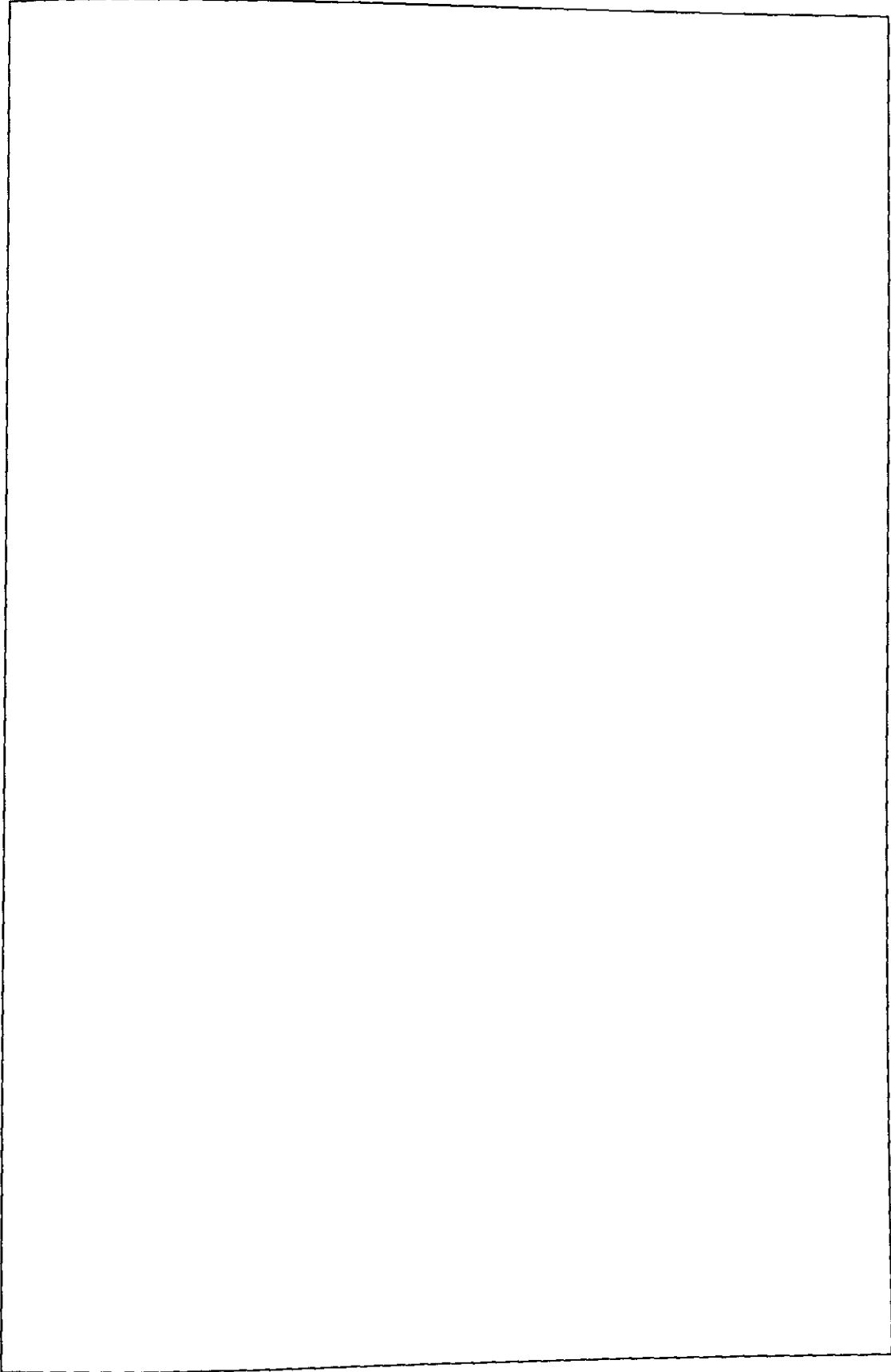
17 Energy Flow-chart, エネルギー流れ図



18 Skeleton Diagram, 單線結線圖



19 Plant Layout, 工場配置図



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

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

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

1 Energy Management

1 Energy Management (エネルギー管理)

<p>1 Company's Energy Conservation Policy Setting up Target Numerical Value of Target Completion Deadline Investment for Energy Conservation Investment Scale Judgement for Investment</p>	<p>企業の省エネルギー方針 目標設定 目標値 達成期限 省エネルギー投資 投資額 投資基準</p>	<p>Set up _____ not set up by _____ improve to _____ base 1981 _____ Bts 1982 _____ Bts 1983 Plan _____ Bts Pay Back Time, within _____ Yrs</p>
<p>2 Check on Energy Consumption Measurement of Consumption Factory Total By Major Process By Major Facility Data Analysis Grasp of Energy Consumpt's. rate Preparation of Control Chart Analysis of Variance Cost Control Energy Cost Accounting Energy Cost Distribution by Process Accounting of Heat Balance</p>	<p>エネルギー消費管理 消費量計測 工場計 主要工程別 主要設備別 データ解析 原単位把握 管理図作成 変動要因分析 原価管理 エネルギー原価計算 工程別配分 熱勘定</p>	<p>Electric Power Times/ done not done done done not done done done not done done Monthly, Times/y, not done done not done</p>

Diagnoser

Date Factory

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

2 Heat

2-1 Furnace, Kiln, Dryer

2-2 Steam Consuming Equipment

2-3 Boiler

2-4 Steam Piping, Condensate Recovery

2-5 Major Facilities Using Heat for Textile

2-6 Textile (Dyeing machine)

2-7 Textile (Dryer)

2-1 Furnace, Kiln, Dryer

1	Part	工 程 名				
2	Name of Equipment	設 備 名				
3	Use	用 途				
4	Charge	被加熱物				
5	No. of Furnace	番 号				
6	Type	型 式				
7	Maker	メ ー カ ー				
8	Time built	設 置 時 期				
9	Outer Dimension Length or Dia. Width Height	外 法 寸 法 長 さ ・ 径 巾 高				
10	Design Capacity	設 備 能 力				
11	Usage Continuous Batch h/Day h/month	使 用 状 况 連 続 非 連 続				
12	Induced Draft Fan Forced Draft Fan	吸 込 引 込 風 機 押 込 引 込 風 機			___ m ³ /h ___ mmAq ___ kW ___ ___ ___	
13	Improvement done	改 造 実 績				

(15)

Diagnoser

Date Factory

2-1-1

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

No. of Equipment	設備名	
21 Combustion		Pressure jet, Low pr. air Steam or air Rotary, Intermixing, Interior Semi atomizing, atomizing, atomizing, mixing
Burner	バーナー	Good <u>not good</u> times/y
Burner Tile	バーナータイル	
Cleaning of Burner tip	バーナー手入	
Flame Color	火焰 色	
Length	長さ	not good
Sparks	火花	not good
Blow off	吹きとび	not good
Color of Smoke	煙の色	not good
Air/fuel ratio	空気比	not good
Automatic Controller	制御装置	Factory Data _____ Measured _____ exist <u>not exist</u>
Fuel Consumption	燃料量	_____ kg.l.m ³ /h $m = \frac{0.21}{0.21 - (O_2)}$
Fuel Temp.	油温	_____ °C (at Burner, after Heater)
Air Temp.	燃燒空気温度	
Primary Air flow	一次空気量	
Secondary Air flow	二次空気量	
Atomizing press.	噴霧圧	

Zone	Quantity of Burners			
	Preheating axial	Heating Side	Soaking axial	Soaking Side
Burner Type				
Upper Zone				
Lower Zone				

	No. of Equipment	設備番号													
22	Furnace Pressure Pressure Control Movement of Damper Air Sucking from Wall Burner Side Door Truck State of Stack, Gas duct Cooling Air	炉 圧 炉 圧 制 御 タンパー作動 空 気 吸 込 炉 壁 バナーまわり 出 入 口 台車シール 煙突、煙道の状態 冷 却 空 気	mmAq (Measuring Point _____ mmH) done not done good not good good not good good not good good not good good not good good not good _____ m ³ /min.												
23	Heating Furnace Temp. Charging Temp. Extracting Temp. Temp. measurement Temp. Controller Burner Setting Arrangement of Charge (Furnace Load Factor) Seal	加 熱 炉 温 装 入 温 度 抽 出 温 度 温 度 測 定 温 度 制 御 装 置 バナー取付 装 入 方 法	<table border="1" data-bbox="776 168 917 1097"> <thead> <tr> <th></th> <th>Preheating Zone</th> <th>Heating Zone</th> <th>Soaking Zone</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Set</td> <td>°C</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Actual</td> <td>°C</td> <td>°C</td> <td>°C</td> </tr> </tbody> </table> Thermocouple(_____), Resistance Thermometer, Optical Pyrometer, Radiation thermometer, Seger cone exist not exist good not good good not good, Truck Speed _____		Preheating Zone	Heating Zone	Soaking Zone	Set	°C	°C	°C	Actual	°C	°C	°C
	Preheating Zone	Heating Zone	Soaking Zone												
Set	°C	°C	°C												
Actual	°C	°C	°C												
24	Size of Charge Heat Utilization of previous process, Hot Charge	材 料 寸 法 ホットチャージ	done not done												

	No. of Equipment	設備番号				
25	Drying Air Temp. Air Flow Moisture of Charge Inlet Outlet	乾燥風量 温度 流量 表入物水分 入口 出口	_____ °C _____ m ³ /h _____ % _____ %	Preheating Zone	Heating Zone	Soaking Zone
26	Insulation Structure of Wall Refractory Brick Insulating Zone Outer Wall Color of Wall Surface Temp. of Wall Surface Side Wall Roof, Crown Heat Flux	断熱 壁面構成 耐火材 断熱材 外壁の色 壁面温度 側面 上面	_____ °C _____ °C _____ kcal/m ² h	_____ °C _____ °C	_____ °C _____ °C	
	Insulation of Skid Weight Reduction of truck, conveyor, etc.	スキッド断熱 台車・コンベア等の 軽量化	good done	not 'good not done		

No. of Equipment	設備番号		
27	廃熱回収 回収設備名 型式 高温流体 低温流体 回収熱量 流量 温度上昇(低下) 比熱	Waste Heat Recovery Name of Recovery Equipment Type High Temp. Fluid Low Temp. Fluid Heat Recovered Flow Temp. Rising (Falling) Specific Heat	
		Temp. of Waste gas Furnace Outlet After Heat Recovery Clearing of Heating Surface Preheating Zone in Furnace Air Leak in Heat Recovery Equip. Cooling Water flow Water Inlet temp. Water Outlet temp.	排ガス温度 炉出口 廃熱回収後 伝熱面掃除 炉の予熱帯 廃熱回収設備の 空気流れ 冷却水量 " 入口温度 " 出口温度
			°C °C Times/y exist not exist found not found

No. of Equipment	設備番号	
28 Operational Management Operation Standard Heating Curve Recording Maintenance Period Record	操業管理 作業標準 昇温曲線 記録 保全整備 周期記録	made not made exist not exist good not good good not good _____ly good not good
29 Current Performance Output (or Input) Fuel Consumption Heat Efficiency Loss with Waste Gas Loss with Coolant Loss through Wall	実績 処理量 燃料量 熱効率 排ガス損失 冷却水損失 放熱損失	_____t/h _____ $\text{t.kg.m}^3/\text{h}$ _____% _____Kcal/h _____% _____Kcal/h _____% _____Kcal/h _____%

2-2 Steam Consuming Equipment (蒸気使用設備)

1	Part	工 程	
2	Use	用 途	
3	Name of Equipment	設 備 名	
4	No. of Equip.	番 号	
5	Type	型 式	
6	Maker	メ ー カ ー	
7	Time built	設 置 時 期	
8	Dimension	寸 法	ℓ mm x w mm x h mm, d mm x h mm
9	Heating surface area	伝 熱 面 積	m ²
10	Volume	容 量	
11	Capacity	能 力	
12	Subject of heating	被 加 熱 体	
13	Heat source	熱 源	Steam: kg/cm ² G, °C t/h, Hot water °C, t/h
14	Quantity of Treatment	処 理 量	
15	Operating condition	操 業 条 件	
	Temp.	温 度	°C
	Press.	压 力	kg/cm ² G
16	Insulation	断 熱	mm
	Surface Temp.	表 面 温 度	°C
		heat flux	Kcal/m ² h
		good, not good	

Diagnoser

Date

Factory

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

2-3 Boiler (ボイラ)

1	Part	工程	
2	Use	用途	
3	No. of Boiler	番号	
4	Type	型式	Water tube boiler (水管) Flue tube boiler (炉筒) Once-through boiler (貫流) Hot-water boiler (温水) Other (その他)
5	Rated evaporation	定格蒸気量	t/h
6	Manufacture date	製造年月日	
7	Steam pressure	圧力	Rated (定格) kg/cm ² G, Normal (常用) kg/cm ² G
8	Heating surface area	伝熱面積	m ²
9	Auxiliary Equip.	附属設備	Superheater (過熱器) m ² , Reheater (再熱器) m ² Economizer (節炭器) m ² , Air heater (空気予熱器) m ²
10	Fuel Name Lower Calorific Value Specific gravity	燃料名 発熱量 (低位) 比重	Kcal/kg, l, m ³ N
11	Usage Continuous Batch	使用状況 連続 非連続	h/d, d/m, h/y,

Diagnoser

Date

Factory

	Item	項目	Unit 単位	Nominal 定 格	Actual 実 績	Remarks 備 考
12	Oil Tank Volume Temp. Insulation Leak	油 タ ン ク 容 量 油 温 保 温 洩 れ	— m ³ °C mm —			good, not good
13	Boiler Steam Pressure Steam Temp. Feed water flow rate " Temp. " Meter Blow off flow rate Boiler water pH Conductivity	ボ イ ラ 蒸 気 圧 力 蒸 気 温 度 給 水 温 度 給 水 量 温 度 流 量 計 ブ ロ ー 放 缶 水 ピ エ ェ ッ チ 電 気 伝 導 率	— kg/cm ² G °C m ³ /h °C m ³ /d — μS/cm			Type Continuous, Intermittance, Heat recovery
14	Feed Water pH Conductivity Preparation method Testing time Cl' content	給 水 ピ エ ェ ッ チ 電 気 伝 導 率 処 理 法 検 査 頻 度 ク ロ ー ル 機 度	— — μS/cm — — ppm			

Item	項目	目	Unit 単位	Nominal 定 格	Actual 実 績	Remarks 備 考
15	Combustion Fuel Consumption Temp. Meter Burner Type	燃 燒 燃 料 使 用 量 温 度 器 計 器 バーナー 型 式	— — l.kg.m ³ /h °C — — —			exist, not exist <u>Oil burner</u> Low press, air atomizing (低圧噴霧式) Steam or air atomizing (高圧噴霧式) Press. jet type (油圧式) Rotary (回転式) <u>Gas burner</u> Intermixing type (内部混合式) Injector atomizer (外部混合式) Semi-mixing (半混合式)
	Capacity Burner tile Clinker Air ratio Insulation Sucking air	容 量 バーナータイル クリンカー 空 気 比 断 熱 侵入空気	l.kg.m ³ /h — — — — mm —			good, not good found, not found Measuring point (場処) good, not good surface temp. good, not good heat flux.
16	Color of smoke	煙 の 色	—			good, not good
17	Air heater Air temp. Inlet Outlet	空気予熱器 空 気 温 度 入 口 出 口	— — °C °C			exist, not exist

Item	項目	Unit 単位	Nominal 定 格	Actual 実 績	Remarks 備 考
02 % Inlet Outlet Waste gas temp. Inlet Outlet	入口 出口 排ガス温度 入口 出口	% % — °C °C			
18 Economizer Waste gas temp. Inlet Outlet Feed water temp. Inlet Outlet	エコマイザー 排ガス温度 入口 出口 給水温度 入口 出口	— — °C °C — °C °C			exist, not exist
19 Automatic Controller Subject System Operation	自動制御 対象 方式 作動	— — — —			exist, not exist Steam press. air ratio good, not good exist, not exist
20 Steam accumulator Capacity Pressure	スチーム accumulator 容量 圧力	— m ³ kg/cm ² G			
22 Evaporation ratio Boiler efficiency Loss with waste gas	蒸発倍数 ボイラ効率 排ガス損失	kg/kg, l % Kcal/h			Hh base, Hl base

	Item	項目	Unit 項目	Nominal 定 格	Actual 実 績	Remarks 備 考
23	Soot blow Service a burner Removal of scale Air heater Economizer Gas duct Stack Cleaning burner tip	スートブロー バーナー手入 スケール除去 空気予熱器 エコノマイザ 煙 道 煙 突 バーナチップ手入	/d /m — /y " " " /m			

2-4 Steam Piping, Condensate Recovery (蒸気管, ドレン回収)

Steam Piping Insulation Leakage	蒸気配管 保温 漏洩					
Recovery of Flashed Steam Cylinder Hood	フラッシュ蒸 気の利用 シリンダー上 のフード	exist, 有	not exist 無			
Condensate Recovery Flow Rate System	ドレン回収 発生量 回収率 回収方式	open, closed	m ³ /h %			
Steam Trap Type No. of Unit Present Condition	スチムトラップ 形式 数量 作動状況	good, not good				
Flow Sheet Steam Condensate	フローシート 蒸気 ドレン					

Diagnoser

Date

Factory

2-5 Major Facilities Using Heat for Textile

No. 番号	Name of Facilities 装置名	Heating		Phase 使用形態	Material				Operation		Out Put 生産高	Operat'g hour 運転時間	Maker メーカー	Time Built 設置年月
		Heat Source 熱源	加熱方法		Quality 材質	Type 形態	Spec. 仕様	Weight 重量	Speed 加工速度	Temperature				
Example 記入例	Dyeing machine 染色機	Steam 蒸気	Hot water 熱水	Polyester/ Cotton ポリエステル/綿	Nit ニット	breadth 1.12m	g/m ² 110	m/min 200 kg/180min 3 Batch/day		kg/h	h/day 7			1981

Diagnoser

Date

Factory

2-6 Textile (Dyeing machine)

Dyeing machine 染色機, Screen printing machine 捺染機, Bleaching machine プリーチング機, Scouring machine 精練機, Washing machine 水洗機, Sizing machine サイジング機, Steamer スチーマー, Tenter ヒートセッター, Dryer 乾燥機, Crabbing machine 煮でゆう機, Decatizing machine 蒸じゆう機, Singeing machine 毛捲機, Opensoaper オープンソーパー, Lustering machine つや出し機						
1 Name of Factory 工場名	2 Part 工程	3 Name of Equipment 設備名	4 Use 用途	5 Material 素材	6 Number of Unit 数	7 Date of Survey 調査日
8 Item No.	番号					
9 Type	型式					
10 Maker	メーカー					
11 Time Built	設置時期					
12 Outer Dimensions Length or Dia. Width Height	外法寸法 長さ, 径 巾 高さ					
13 Capacity Rating Present condition	能力 設備能力 現 状					
14 Usage Continuous Batch Operating period	使用状況 連 続 不 連 続 操 業 時 間					
15 Preparatory Part	前工程					

(31)

Diagnoser	
-----------	--

Date		Factory	
------	--	---------	--

16	Operating Specifications Kind of Material Weight Breadth Liquor Ratio Treatment Hour Pressure Temp. Rising Operating Speed	加工条件 素材種類 生地重量 生地巾 浴比 処理時間 圧力 昇温状況 加工速度			
17	Tanks Number Volume Dimension Material Temperature Current Counter Flow Parallel Flow Cover Used Water Temperature Consumption Suspended Solid Heater Heat Source Coil or Jacket Others Over-flow	温水槽 数 液量 寸法 材質 温度 流れ 向流 順流 ふた 排水 温度 水量 汚れ 加熱装置 熱源 間接 その他 オーバーフロー			

18	Insulation Present Condition Material Thickness Heat-released Surface Temperature	断 熱 保温状況 材 質 厚 さ 放散熱量 表面温度				
19	Heat Recovery Steam Condensate Used Water Others	熱 回 収 ド レ ン 排 水 そ の 他				
20	Motor	動力(駆動)	V	HP, kW		
21	Instrument & Controller	計測制御				
22	Improvement done	改造実績				
23	Remarks Sketch	備 考 略 図				

2-7 Textile (Dryer)

1	Part				工 程 名 稱			
2	Name of Equipment				設 備 名 稱			
3	Use				用 途			
4	Material				材 料			
5	Number of Unit				數 量			
6	Dryer Number				番 號			
7	Type				型 式			
8	Maker				メ ー カ ー			
9	Time Built				設 置 時 期			
10	Outer Dimension length or Dia. width height		mm mm mm		外 形 寸 法 長 さ, 直 徑 幅 長 さ			
11	Capacity Design Actual				設 備 能 力 設 計 現 狀			
12	Usage continuous batch operating time		h/d h/m		使 用 狀 況 連 統 不 連 統 操 業 時 間			
13	Preparatory Part				前 工 程			

Diagnoser		Date		Factory	
-----------	--	------	--	---------	--

14	Operating Specification Material weight Breadth Speed Amount processed Room Temperature	加工条件 素材重量 生地巾 加工速度 処理量 室温	g/m ² m m/min Kg/h °C			
15	Moisture of Material Inlet Outlet	水分 入口 出口	% %			
16	Heat source Kind Consumption Pressure Temperature	熱源 種類 使用量 圧力 温度	Steam, Gas, Electric, 蒸気, ガス, 電気 Thermal reagent 熱媒			
17	Heating method	熱使用形態	Calendar, Hot Air, 接触加熱, 熱風 Direct Heating, 直火 Infra-red 赤外線			
18	Fuel Kind Heat Value Consumption	燃料 種類 発熱量 使用量				
19	Electric heater Capacity Power Consumption	ヒーター 容量 使用電力量	kW kWh			
20	Motor Number of Unit Power	駆動モータ 数 容量	V HP, kW			

21	Air Heater Type No. of Unit Heating Surface	熱交換器 型式 数量 伝熱面積					
22	Burner Type No. of Unit Capacity	バーナー 型式 数量 能力					
23	Fan Type, Use No. of Unit Flow Rated/Actual Static Pressure	ファン 型式,用途 数量 風量,定格/ 測定値 静圧	m ³ /min mmAq				
24	Insulation Quality Thickness Finishing	保温 材質 厚さ 外装					
25	Surface Temp.	表面温度	°C				
26	Heat released	放散熱量	Kcal/m ² h				
27	Exhaust Gas. Temperature Flow Humidity After treatment	排気 温度 流量 湿度 排熱処理	°C m ³ /min %				

28	Heat Recovery Equipment	熱回収装置					
29	Leakage	開口部よりの漏洩					
30	Condensate Recovery	ドレン回収					
31	Instrument & Controller	計測制御					
32	Improvement done Time Outline Investment Effect	改造実績 時期 計画概要 投資金額 効果					
33	Remarks Sketch	備考 図略					

- 3 Electric Power
 - 3-1 Electric Power Management
 - 3-2 Transformer
 - 3-3 Motor Driven Machine-Except Air Compressor
 - 3-4 Operation of Motors
 - 3-5 Air Compressor
 - 3-6 House Power Plant
 - 3-7 Air Conditioner
 - 3-8 Lighting Fittings
 - 3-9 Textile
 - 3-10 Metal

3-1 Electric Power Management (電力管理)

1	General	— 般 毎月の使用電力量 (KWh) の記録 使用電力量が変化した理由の検討 受電電圧、周波数の安定状況	done done stable Yes No	not done (理由) not done not stable
2	Electric power specific unit (EPSU)	電力原単位 毎月の主要製品の電力原単位の算出	Output (A) Used power (B) EPSU (B/A)	ratio of electric power fee per total cost
	(1) Calculation for major product's EPSU monthly	用途別・工程別に右表があるか	生産量(A)	生産費に占める電力割合
	(2) Preparation table on the right for every process and use			
	(3) Numerical EPSU target	電力原単位の目標値	決めている	determined (value) 決めていない not determined
3	Load Factor	負荷率		
	(1) Record of hourly consumption of power	毎時間の消費電力の記録	記録している	done (max. kWh) 記録していない not done
	(2) Daily load curve graph	日負荷曲線	グラフ化している	done していない not done
	(3) Improvement of load curve	日負荷の最大値を抑える対策	行なっている	done 行なってない not done
4	Value of power factor contracted	電力料金算定上の力率		
	(1) Supplier	電力会社		
	(2) Penalty fee	ペナルティ		

Diagnoser

Date Factory

5	Substation	受変電設備	<table border="1"> <tr> <td>Meter</td> <td>Voltage</td> <td>Ampere</td> <td>kW</td> <td>kWh</td> <td>Power Factor</td> <td>kVr</td> <td>kVrh</td> </tr> <tr> <td>計器</td> <td>電圧</td> <td>電流</td> <td>電力</td> <td>電力量</td> <td>力率</td> <td>無効電力</td> <td>無効電力量</td> </tr> <tr> <td>Primary 一次側</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Secondary 二次側</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Note 備考</td> <td>Good Not good</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							Meter	Voltage	Ampere	kW	kWh	Power Factor	kVr	kVrh	計器	電圧	電流	電力	電力量	力率	無効電力	無効電力量	Primary 一次側								Secondary 二次側								Note 備考	Good Not good						
	Meter	Voltage	Ampere	kW	kWh	Power Factor	kVr	kVrh																																									
計器	電圧	電流	電力	電力量	力率	無効電力	無効電力量																																										
Primary 一次側																																																	
Secondary 二次側																																																	
Note 備考	Good Not good																																																
(1) Meters at receiving panel and adequacy of indication	受電盤の計器の有無とその 指針の良否																																																
(2) Measurement of transformer load	変圧器の負荷測定	Yes	No																																														
(3) Transformer exclusively for lighting	電灯専用変圧器	Yes	No																																														
(4) Turning off transformer when off load	不要時の変圧器遮断	Yes	No																																														
(5) Improvement of power factor by static condenser	コンデンサによる力率改善	Yes	No																																														
(6) One-line diagram	配線系統図の有無	Have	No																																														
Distribution system	配線設備																																																
(1) Measurement of main circuit load	主回路別の負荷測定	Yes	No																																														
(2) Rate of voltage drop of main circuit	主回路別の電圧低下率																																																
(3) Balance in three phases	相間のバランス	Voltage _____, Current _____																																															
Motor	電動機																																																
(1) Measurement of load of motors over 15 kW	15kW以上の電動機の負荷測定	Yes	No																																														
(2) Periodically lubrication of gear and motor	ギヤや電動機の定期的な給油	Yes	No																																														
(3) Turning off motor when off load	無負荷時の電動機の停止	Yes	No																																														

8	Motor driven machine	電動機応用設備						
	(1) Flow control of blower and pump	ブローヤーやポンプの流量制御	Motor speed control 電動機の速度制御 Control of numbers of operating motor 台数制御 Damper or valve control ダンパー, バルブの開閉 Others その他					
	(2) Checking leakage of compressed air or water	圧縮空気や水のもれのチェック	Yes No					
	(3) Keeping adequate working pressure of compressed air	圧縮機の使用圧力は適正か	Yes No					
	(4) Keeping adequate discharge pressure of pump	ポンプの吐出圧は適正か	Yes No					
9	Lighting fittings	照明設備						
	(1) Cleaning lighting fittings	照明器具の清掃	Yes No					
	(2) Turning off unnecessary light	不要な照明の消灯	Yes No					
10	Electric welder	電気溶接機						
	(1) Static condenser exclusively for welder	専用の力率改善用コンデンサー	Yes No					
	(2) Transformer exclusively for welder	専用の変圧器	Yes No					
	(3) Keeping circuit balance of three phases	電源の各相のバランス	Yes No					
	(4) Cable length from welder to holder	溶接機の手元までの配線長さ	Yes No					
	(5) Primary cutout type voltage reducing device	一次切入式電撃防止器の有無	Yes No					
11	Classification of load 負荷の配分							
		Machines 主機のモーター	Air Compressors コンプレッサ	Pumps ポンプ	Heaters ヒーター	Lighting 照明	Air Conditioner 空調	Total 合計
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
		%	%	%	%	%	%	%
								100.0
								%

3-2 Transformer for (変圧器)

1	Type of Transformer	型 式	<input type="checkbox"/> Oil Immersed Self Cooling (油入自冷式) <input type="checkbox"/> Dry Type (乾式) <input type="checkbox"/> Air cooling Forced Oil (送油風冷式) <input type="checkbox"/> Others (その他)
2	Number of Phase	相 数	<input type="checkbox"/> 3 Phase (三相) <input type="checkbox"/> Single Phase (单相)
3	Connection (Single Phase)	結 線 方 法 (单相Tr)	<input type="checkbox"/> Δ - Y <input type="checkbox"/> Y - Δ <input type="checkbox"/> Δ - Δ <input type="checkbox"/> V - V
4	Rated Output	定 格 出 力	_____ kVA, Number of Bank (バンク数) _____
5	Rated Voltage Rated Current	定 格 電 圧 定 格 電 流	Primary _____ V, A Secondary _____ V, A
6	Rated Frequency	定 格 周 波 数	_____ Hz, 7 % Impedance パーセントインピーダンス _____ % At _____ kVA Base
8	Maker, Year Made	メーカと製造年	_____
9	Loss	損 失	Iron Loss (鉄損) _____ kW, Copper Loss At Full Load (全負荷銅損) _____ kW,

(42)

Measurement Record (測定記録)

Time 時間	Voltage 電 圧	Current 電 流	Apparent Power 皮相電力	Power 電 力	Power Factor 率	Oil Temp. 油 温	Remarks 備 考
	V	A	kVA	kW	%	°C	

Diagnoser		
-----------	--	--

Date		Factory	
------	--	---------	--

3-3 Motor Driven Machine except Air Compressor ~ Over 15 kW (電動力応用設備コンプレッサを除く~15kW以上)

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

Diagnoser _____

Date _____ Factory _____

Motor driven machine (電動機応用設備)

Name of machine _____

Date	Used power / 使用電力			Temp. of fluid / 流体温度 °C	Flow Q m ³ /min / 流量 Q' t/h Actual 測定値 max. min.	Fluid 液体		Valve Position / バルブ開度 管径cm	Velocity of fluid / 流速 m/s	Estimated Load / 推定負荷 kW	Efficiency / 総合効率 %	Remarks / 備考 Sound Vibration Leakage Others
	Voltage / 電圧 V	Current / 電流 A	Power factor / 力率 %			Electric power / 電力 kW	Pressure H' kg/cm ² / Hm 圧力					

1) Required electric power of blower
送風機所要電力

$$P = \frac{A \cdot Q \cdot PT}{1,000 \cdot \eta \cdot 6.12} \text{ (kW)}$$

PT: Total pressure (mmAq), A: Allowance, η: efficiency of blower (0.72-0.78%)
(1.1-1.3) 余裕率 送風機効率

2) Required electric power of pump
ポンプ所要電力

$$P = \frac{A \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta \cdot 6.12} \text{ or } P = \frac{Q' \cdot H'}{\gamma \cdot \eta \cdot 36.7} \text{ (kW)}$$

A: allowance (1.05~1.2) η: efficiency of pump 余裕率 ポンプ効率 (0.8~0.85%)

3) Velocity of fluid / 配管内流速

$$U = \frac{Q}{A} \text{ (m/sec)}$$

Q: flow (m³/sec) 流量
A: sectional area of pipe (m²) 管内断面積

Adequate velocity	velocity (m/sec)	pressure (Kg/cm ²)
City water 水道水	0.6 ~ 1.5	1.8 ~ 3.0
River water 一般水	1.5 ~ 3.0	3.0 ~ 10
Air 空気	8 ~ 15	1 ~ 2

3-6 House Power Plant (自家発電設備)

1	Kind of Engine	エンジンの種類	<input type="checkbox"/> Diesel Engine <input type="checkbox"/> Gas Turbine	<input type="checkbox"/> Steam Turbine <input type="checkbox"/> Condensing turbine <input type="checkbox"/> Back Pressure Turbine <input type="checkbox"/> Extraction and Back Pressure Turbine	燃料消費量 ℓ(KG)/h
2	Output of Engine	エンジン出力	PS(kW)	3	Fuel Consumption
4	Kind of Fuel	燃料種別	<input type="checkbox"/> Coal <input type="checkbox"/> Heavy Oil <input type="checkbox"/> Diesel Oil <input type="checkbox"/> Others	Kcal/ℓ(Kg)	
5	Caloric Value of Fuel	同上の発熱量			
6	Rated Output of Generator	発電機の定格出力	kVA(kW)	7	Rated Power Factor
8	Rated Voltage, Rated Current	定格電圧 定格電流	V	A	%
9	Daily Record	運転日誌	<input type="checkbox"/> Yes (有) <input type="checkbox"/> No (無)		

Measurement Record (測定記録)

Time 時間	Generated Energy 発電量	Fuel Consumption 燃料消費量	Steam Temp. 蒸気温度	Steam Pressure 蒸気圧力	Voltage 電圧	Current 電流	Power Factor 力率	Remarks 備考
	kWh	kg	In. °C Out	In kg/ Out	V	A	%	

Diagnoser	Date	Factory
-----------	------	---------

3-7. Air Conditioner (空調設備)

1	Type of System	空調方式	<input type="checkbox"/> Air Duct Conditioning (集中方式) <input type="checkbox"/> Fan Coil Unit (ファンコイル方式) <input type="checkbox"/> Unit, Air Conditioning (パッケージ方式)
2	Room Air Conditioned (1) Room Size	室の状況 室の大きさ	Room Volume _____ m ³ Floor Space _____ m ² , (床面積) _____ m ³ (室容積)
	(2) Number of person in the Room	室内人数	_____ 人
	(3) Usage	用途	<input type="checkbox"/> Office (事務室) <input type="checkbox"/> Works (工場) <input type="checkbox"/> Others
	(4) Room Temp.	室温	Actual Temp. (実測温度) _____ °C Set Temp. (設定温度) _____ °C Measurement Method <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatic Control Method <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatic (測定方式) (制御方式)
	(5) Humidity	湿度	Actual (実測温度) _____ (設定湿度) Measurement Method <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatic Control Method <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automatic (測定方式) (制御方式)
	(6) Air Flow	風量	Fresh Air Flow Induced _____ m ³ /min, Circulating Air Flow _____ m ³ /min. (外気取入風量) (室内循環風量)
3	Water Cooling Tower	クーリングタワー	Actual Temp. _____ °C, (凝球温度) _____ °C, (水量) _____ ℓ/min., (吐出圧) _____ kg/cm ² G Wet Bulb Temp. _____ °C, (吐出力) _____ kg/cm ² G Flow _____ Delivery Press.
4	Type of Refrigerating Machine	冷凍機の種類	<input type="checkbox"/> Compression Type (圧縮式) <input type="checkbox"/> Absorption Type (吸収式)
5	Refrigerant	冷媒	<input type="checkbox"/> Ammonia (アンモニア) <input type="checkbox"/> Freon (フロン) <input type="checkbox"/> High Pressure (高圧) <input type="checkbox"/> Low Pressure (低圧)

Diagnoser _____

Date _____ Factory _____

6	Cleanness of Air (1) Method for removal of flying cotton	清 淨 度 風綿除去方式	<input type="checkbox"/> Nozzle absorbing (ノズル吸込) <input type="checkbox"/> Traveling absorber (巡回吸込) <input type="checkbox"/> Floor duct (床面吸込) <input type="checkbox"/> Air conditioner (空調機) <input type="checkbox"/> Wiper (ワイパー式) <input type="checkbox"/> Blowoff (ブローオフ式)
7	(2) Method for electrostatic shielding	静電防止方式	Humidifier (給湿機) Electric (電気方式)
8	Insulation of roof and wall	屋根、壁の断熱	good not good
9	Insulation of duct and pipe	ダクト、配管の断熱	good not good
10	Tightness of window and door	窓、ドアの気密	good not good
11	Separation heat generating equipment	発熱機器の分離	yes no
12	Partial air conditioning in large room	大空間の中の空調を要する部分の隔離	yes no
13	Heat recovery by total enthalpy heat exchanger	全熱交換器による熱回収	yes no (Type)
14	Water spray on roof	屋根散水	done not done
15	Starting and stopping time of air conditioner	装置の起動停止時刻	Starting time _____ Stopping time _____
16	Stopping water pump when refrigerating machine stops	冷凍機停止時に冷却水ポンプの停止	stop not stop (auto, manual)
17	Prevention over cooling and stopping when unnecessary	過冷防止, 不要時の運転停止	yes no

17	Setting most suitable temperature by climate	季節による設定温度の変更	yes	no
18	Control of induced fresh air	必要外気量の管理	yes	no
19	Checking temperatures of evaporation, condensation and pressure of refrigerating machine	冷熱機の蒸発温度、凝縮温度の管理、制御 圧の管理	yes	no
20	Cleaning (Condenser)	清掃(冷媒用コンデンサー)	done (times/month)	not done
21	Cleaning (Air Conditioner Coil)	清掃(空調用コイル)	done (times/month)	not done
22	Cleaning (Air Filter)	清掃(エアフィルター)	done (times/month)	not done
23	Cleaning (Cooling Tower)	清掃(クーリングタワー)	done (times/year)	not done

Air Conditioner Measurement Record No.1 (空調測定記録 その1.)

	Inlet Fan (外気取入ファン)	Circulating Fan (室内循環用ファン)	Cooling Tower		Refrigerating Machine (冷凍機)	
			Pump (ポンプ)	Fan (ファン)	Compression Type (圧縮式)	Absorption Type (吸収式)
Rated (定格)	kW	kW	kW	kW	kW	Kcal/h
Actual (実測)	kW	kW	kW	kW	kW	Kcal/h

Air Conditioner Measurement Record No.2 (空調測定記録 その2.)

Place (場所)									
Temperature 温度	Set 設定	°C							
	Actual 実測	°C							
Humidity 湿度	Set 設定	%							
	Actual 実測	%							
Cleaness of Air 高浄度									
Insulation 断熱	Ceiling 天井	Material 材質							
		Thickness 厚み							
	Wall 壁	M. 材質							
		T. 厚み							
	Floor 床	M. 材質							
		T. 厚み							
	Window 窓	Double glass 二重ガラス							
		Heat-absorbing glass 熱線吸収ガラス							
		Blinds ブラインド							
Tightness of Room 密閉状況									
Heat source 熱負荷		Persons 人							
	Motor モーター	台							
	Lighting 照明	kW							
	Steam or Fuel スチーム								
	Heater 電熱	kW							

3-9 Textile (纖維)

1	Plant プラント	Material 素材	<input type="checkbox"/> Natural fibre 天然纖維	<input type="checkbox"/> Synthetic fibre 合成纖維	<input type="checkbox"/> Others
	Process 工程				
	Pressure 圧力	Kg/cm ³ G			
	Temperature 温度	°C			
	Motor モーター		___ kW x	___ kW x	___ kW x
	Refrigerator 冷凍機				
	(1) Capacity 容量				
(2) Number 台数					
(3) Refrigerant 冷媒					
(4) Pressure 圧力					
(5) Cooling 冷却方式					
(6) Kind 種類					
2	Weaving Machine 織機	Type 型式	<input type="checkbox"/> Mechanical 機械式	<input type="checkbox"/> Water-jet ウォータージェット式	___ unit (台) ___ unit (台)
	Motor モーター				___ kW x ___ 台

Diagnoser

Date

Factory

3	Thermal Utilization of Electricity 電熱応用		Heating Method 加熱方式										Reutilization of Waste Heat 廃熱利用				
			Heater ヒーターの種類		Resistance 抵抗		Hot Air 温風		Far Infra-red Rays 遠赤外線		Electron Beam 電子線			Induction Heating 誘導加熱		Others その他	
			Process 工程	Temp 温度	Direct 直接	Heat Medium 熱媒											
		Dyeing	°C														

3-10 Metal (金属) (1) Electric Arc Furnace

1	Part	工 程			
2	Name of Equipment	設 備 名			
3	Use	用 途			
4	No. of Furnace	番 号			
5	Type	番 号			
6	Maker	メ ー カ ー			
7	Time built	設 置 時 期			
8	Dimension Inner Diameter Height to Cover from bottom Structure of Refractory	炉 体 寸 法 炉 体 内 径 炉 底 よ り 天 井 ま で の 高 さ レ ン ガ 構 成			
9	Design Capacity	設 備 能 力			
10	Usage Time/day h/day	使 用 状 況			
11	Transformer	変 圧 器			
	Rating Out Put	定 格 出 力			
	Primary Voltage	一 次 電 圧			
	Secondary Voltage	二 次 電 圧			
		max min Step			
	Condenser	コンデンサー容量			
	Lift up motor for Electrode	電極昇降モーター			

Diagnoser	Date	Factory
-----------	------	---------

12	Capacity of Reactor	リアクトルの容量				
13	Diameter of Electrode	電極の直径				
14	Auxiliary Burner	補助燃焼装置				
	Type	形式				
	Number	本数				
	Capacity	容量				
	Fuel	燃料の種類				
	H ₂	" 充熱量				
	Consumption	" 消費量				
	Oxidizer	酸化剤の種類				
	Consumption	" の消費量				
15	Induction Mixer	誘導攪拌装置				
	Type	形式				
	Capacity	容量	kVA			
16	Dust collector	集塵装置				
	House or Hood	集塵方式	建付集塵、フード集塵			
	Type	形式				
	Capacity	処理風量				
17	Scrap preheater	スクラップ予熱装置				
	Type	形式				
	Capacity	容量				
	Temp.	予熱温度				
	Heating source	加熱源				
18	Controller	制御装置、制御器				
19	Steel melting time	熔解時間				
	Oxidation refining	酸化精錬				
	Reduction refining	還元精錬				
	Total time	計				

20	Power consumption	電力使用量			
21	Charging material	装入材			
	Kind of material	種類			
	Consumption	使用量	Kg/charge		
22	Composition	組成	Mn, P, Cr, C, Si		
	Additive	添加材			
	Name	種類			
23	Consumption	使用量	Kg/charge		
	Composition	組成	C, Si, Mn, P, Cr		
	Oxidizer	酸化剤			
24	Name	種類			
	Consumption	使用量	Kg, Nm ³		
	Discharged Quantity	出鋼量			
25	Steel made	良塊	Kg/charge		
	Scraped quantity	鋸屑	Kg/charge		
		計	Kg/charge		
26	Yield	出鋼歩留	%		
27	Discharging steel Temp.	出鋼温度	°C		
	Composition of steel	溶鋼組成			
	Steel grade	鋼種			
28	Slag	スラグ			
	Weight	重量	Kg/charge		
	Temp.	温度	°C		
29	Composition	組成	FeO, Fe ₂ O ₃ , SiO ₃ , P ₂ O ₅		
	Cooling Water	冷却水			
	Flow rate	使用量	Kg/charge		
30	Inlet Outlet temp.	入口出口温度	°C		
	Ladle preheating	とりべり予熱			

Melting Period 溶解期		Time	時刻		
Start	Power meter	電力計読み			
End	Time	時刻			
	Power meter	電力計読み			
Melting time		溶解時間			
Power consumption		電力消費量	kWh		
Amperage	Primary	電流	1次	A	
	Secondary		2次	A	
Voltage	Primary	電圧	1次	V	
	Secondary		2次	V	
Power factor		力率	%		
Refining Period 精錬期		Time	時刻		
Start	Power meter	電力計読み			
End	Time	時刻			
	Power meter	電力計読み			
Refining time		精錬時間			
Power consumption		電力消費量	kWh		
Amperage	Primary	電流	1次	A	
	Secondary		2次	A	
Voltage	Primary	電圧	1次	V	
	Secondary		2次	V	
Power Factor		力率			
Total time		合計時間			
"	(tap to tap)	"			
Total Power consumption		合計電力量	kWh/ch.		
Weight of discharging steel		出鋼トン数	t/ch.		
			t/m, y		

(2) Induction Furnace (誘導炉)

1	Part		工 程			
2	Name		名 称			
3	Use		用 途			
4	Furnace Number		炉 番 号			
5	Type pot type channel type		型 式 る つ ぼ 溝 型			
6	Maker		メ ー カ ー			
7	Date of built		設 置 時 期			
8	Dimension length width height	mm mm mm	寸 法 長 幅 高 度			
9	Capacity	t/ch	容 量			
10	Usage	h/d d/y	使 用 状 况			
11	Rating Power	kW	定 格 容 量			
12	Frequency	Hz	周 波 数			
13	Frequency converter Thyrister inverter MG others		周波数変換装置 サイリスタインバーター M G そ の 他			
14	Condenser	kVr	コンデンサー			
15	Voltage Amperage Power factor	V A %	電 圧 電 流 力 率			

Diagnoser

Date

Factory

3-10-5

16	3 phase balancer			三相平衡装置			
17	Melting Material			溶解材料			
18	Refractory material thickness maker	mm		炉材材質 厚み メーカー			
19	Controller Radiation thermometer Power counter Timer Others			制御装置 放射温度計 電力カウンター タイマー その他			
20				残磁量, 保持電力			
21	Furnace cover			炉蓋			
22	Dust collector			集塵装置			
23	Cooling water inlet temperature outlet temperature flow rate	°C °C t/h m ³ /h		冷却水 入口温度 出口温度 流量			
24	Melting temperature	°C		溶解温度			
25	Ladle preheating			とりべの予熱			
26				始業時間 終業時間			

Equipment List

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

収 集 情 報 資 料

1. NEA, Thailand Energy Situation, 1981, '82
2. NEA, Oil and Thailand, 1981-'82
3. NEA, Electric Power in Thailand, 1981

JICA

