

2.4 現状の問題点

硫酸濃縮設備の調査結果及び運転データよりみて現状の設備には次の問題点がある。

2.4.1 加熱炉

(1) 侵入空気量が多い

燃焼排ガスの中の酸素濃度測定値にもとづいて重油燃焼時の空気比 m を計算すると $m = 3 \sim 6$ であり工業炉における通常値 $1.2 \sim 1.3$ に比して異常に大きい。これは重油燃焼に必要な空気量の外に大量の空気が外部から炉内に侵入していることを示しており、炉内温度が低下すると共に排ガスによる持出し熱量が増し重油が浪費されている。熱勘定でわかるように排ガスによる持出し熱量が入熱量に対し53%を占め大きな熱損失になっている。また蒸発鍋に与えられる熱量は燃焼ガス温度に影響されるが空気比が大きいため燃焼ガス温度が低下し伝熱量が少なくなっている。

(2) 燃焼装置が適切でない

バーナー構造が適切でないため蒸気による重油の霧化が不十分で良好な火焰が形成されず、一部炉床や側壁で重油が表面燃焼し空気比を大きくする一因になっている。

省エネルギーのため適正なバーナーに変更する必要がある。

(3) 重油使用量などの計測が出来ない

現状の重油使用量は重油缶の液位差から求められているがこの量は運転されている設備の全量であり夫々の設備の使用量は測定出来ない。また圧力・温度を計測するための計器が取付けられていない。燃焼状態の監視は専らバーナー付近にあるマンホールからの目視によって行われているが、マンホール扉から過剰の空気が侵入して炉内温度を下げるのみでなく、定量的な管理が出来ないため過剰の燃料投入になり易い。また重油の温度・圧力が不明のため霧化状態が変化しても原因がつかめず、具体的な対応策が取りにくいなど運転管理上の問題がある。

2.4.2 蒸発鍋

(1) 蒸発鍋内が真空になっていない

調査時に運転されていた設備の蒸発鍋内は真空になっていない。特に3号機は蒸発鍋と精留塔の接続フランジ部より蒸発蒸気が洩れていることからみて蒸発鍋内は大気圧以上になっていると思われる。高濃度硫酸の沸点は絶対圧力の上昇につれて急激に上昇する。例えば、濃度95〔%〕の硫酸の沸点は絶対圧力50〔mm水銀柱〕の条件下では208〔℃〕であるが大気圧下では290〔℃〕となる。従って真空下で濃縮を行えば加熱源の温度と濃硫酸温度との差が大きくなるので伝熱に有利になると共に蒸発鍋の腐食も少なくなる。

(2) 蒸発鍋の耐用年数が短い

廃酸試料を日本へ持ち帰り分析した結果 Na_2SO_4 が0.25〔%〕含まれていることがわかった。この Na_2SO_4 は濃縮過程において結晶として析出する。結晶は濃硫酸と共に持出されるが蒸発鍋の底部にも付着し蒸発鍋の耐用年数を短くすると共に伝熱を阻害する。マンホールより目視観察した結果においても鍋底が局部加熱されているのが認められた。

2.4.3 精留塔

3号機の精留塔を調査した結果傾いていた。そのため精留塔塔頂へ供給した廃酸は塔内で偏流を起し蒸発蒸気と廃酸の十分な接触が行なわれず蒸発蒸気からの熱回収量が少く、また硫酸の損失が大きくなっている。

(1) 蒸発蒸気からの熱回収量が少い

精留塔表面温度測定結果(図5-4)を見ると3号機は温度が高く且つ左右で温度に差があることがわかるが、2号機は大気圧下の水蒸気温度に近い低い温度であり3号機と2号機では熱回収量に差があることが分る。

(2) 硫酸の損失が多い

表5-3の運転データをもとに凝縮器出口海水pH値より損失硫酸量、損失硫酸による損失熱量を計算で求めた結果を表5-6に示す。計算結果でわかるように3号機は2号機と比較してpH値が低く硫酸の損失量は約10倍になっている。

表5-6 損失硫酸量及び損失熱量

		硫酸濃縮設備機番		
		3号機		2号機
項目	測定日時	1月28日 16時	1月29日 10時15分	1月29日 14時15分
	濃縮器海水量	t/h	15	15
濃縮器海水PH値	—	1.7	1.2	2.34
損失硫酸量(100%)	kg/h	14.7	46.3	3.4
損失硫酸による損失熱量	kcal/h	2940	8210	440

精留塔を設置する目的は硫酸濃縮時気液平衡により生じる硫酸蒸気と蒸発蒸気に同伴する硫酸の液滴を回収するためである。廃酸と蒸発蒸気を十分に接触させるため、ラシヒリングを充填し表面積を大きくする方法が取られているが廃酸が偏流を起こしていればその効果は少ない。

2.4.4 凝縮器

現在使用している凝縮器は一般に云われている水エゼクタである。

水エゼクタは不凝縮ガスを排出する目的に使用するものでこの設備のように大量の蒸発蒸気を伴う場合には全量を吸引・凝縮させるのは無理である。

2.4.5 排ガス

2.4.1 (1)項で述べたように損失熱量の大部分は排ガスの持出し熱量であるが、この熱回収が行われていない。排ガスからの熱回収を行い重油を節減して熱効率の上昇をはかる必要がある。

2.4.6 海水

休止している1号機で海水が流したままの状態になっていた。

海水を無駄に使用することは、貴重な電気エネルギーの損失であることを認識し、必要のないときには極力停止するように心掛けることが必要である。

常に設備3基の内1基は休止しているので休止設備の海水を1年間流し続けるとする

と約15,000 [kWh /年] の電力ロスとなりこれは硫酸濃縮設備の年間使用電力量約20,000 [kWh] の3/4 に相当する。

電気動力の計算 L [kW]

$$L = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p \times \eta_M}$$

$$Q = \text{海水流量} \quad 0.25 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$H : \text{海水揚程} \quad 30 \text{ (m)}$$

$$\gamma : \text{海水比重} \quad 1.02 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$\eta_p : \text{ポンプ効率} \quad 0.8$$

$$\eta_M : \text{電動機効率} \quad 0.9$$

$$L = 0.163 \times 1.02 \times 0.25 \times 30 / 0.8 \times 0.9$$

$$= 1.73 \text{ [kW]}$$

年間電力ロス EL [kWh /年] は

$$EL = 1.73 \times 24 \times 365$$

$$= 15,155 \text{ [kWh /年]} \text{ となる}$$

2.5 改善方策

2.5.1 加熱炉燃焼装置の改善

(1) 侵入空気の防止対策

燃焼装置を改善する目的は重油の霧化状態を良くし少い空気量で完全燃焼させ、炉内温度を上げると共に排ガスによる持出し熱量を少くし、効率を上昇させることにある。

しかし現状の加熱炉には2次空気取入口がないにもかかわらず空気比は大きくなっている。炉のマンホール扉を閉めると一時的に空気比が低下するがすぐ上昇するのは炉本体壁レンガの目地亀裂からの洩れが多いと思われる。従って

- A) 炉本体壁レンガの目地をキャスターなどで補修し徹底的に侵入空気を防止する。
- B) マンホール扉にガスケットを取付け密閉する

以上の対策を実施することにより2次空気は燃焼装置のみから取入れることになり2次空気量の調節が可能になる。

(2) 燃焼装置の改善

侵入空気の防止対策を実施後、燃焼装置の改善を行う。

バーナーの選定については次の点に留意し新たにバーナーを再設計または新規購入することを奨める。

- A) 劣質な油に対しても着火性がよく、燃焼が安定していること
- B) 霧化蒸気量が少くても燃料の霧化が良いこと
- C) ノズルの閉塞のおそれが少い構造であること
- D) 2次空気量が少くても完全燃焼が可能なこと
- E) 排熱回収を考慮して2次空気温度が高くても噴霧状態の変化や油の変質、ノズルの閉塞などのトラブルが少く長期連続運転に耐えること

以上の条件を満たすものの一例として図5-5に示す外部混合型高圧気流式オイルバーナーがある。

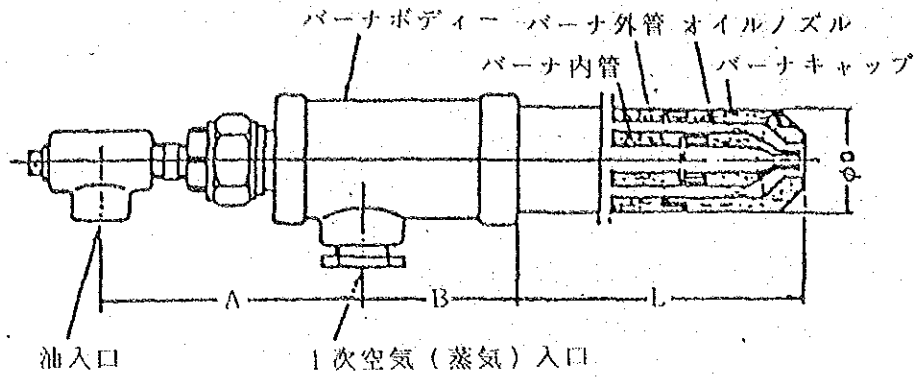


図5-5 外部混合型高圧気流式オイルバーナ

本バーナーの仕様は次の通り

重油量	6~60 [ℓ/h]
供給油圧	0.3 [kg/cnf G]
蒸気 供給圧力	3 [kg/cnf G]
消費量	13 [kg/h]
接続管径	油・蒸気ともに10mm

次に理想的な燃焼を行わせるためには燃焼用空気調整器を設置し、空気比および火炎を的確に調整する必要がある。構造の一例を図5-6に示すがバーナー設計者又は製作者に依頼してバーナーと一体で取付けるのがよい。

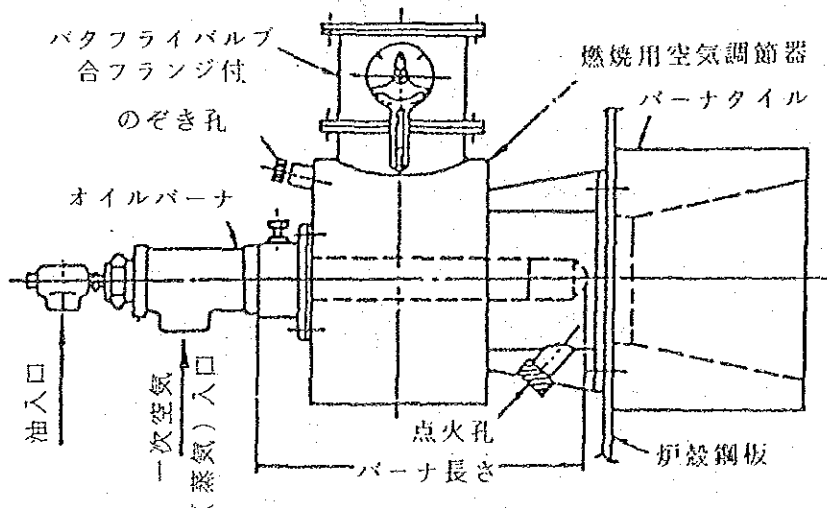


図5-6 燃焼用空気調整器

バーナーの改善を実施し、空気比 $m=1.3$ で運転したときの必要重油量を計算により求める。

先ず現状の蒸発鍋への伝熱を解析する。

空 気 比

資料に示した如くマンホールの扉を閉めた直後の酸素濃度は7〔%〕（ $m = 1.5$ ）であるがその後15〔%〕（ $m = 3.5$ ）まで変化する。従って空気比は燃焼部分（蒸発鍋底部）では $m = 1.5$ とし順次空気と混合し、加熱炉出口（蒸発鍋上部）においては $m = 3.5$ になっているものとする。

蒸発鍋への伝熱量 (2.3 (7)参照)

精留塔からの放熱は一度蒸発鍋に伝熱されてから放熱するため蒸発鍋への伝熱量に含まれる。従って

$$Q = 446,630 - (238,510 + 10,000) = 198,120 \text{ [kcal/h]}$$

燃焼ガス温度

$m = 1.5$ の時の燃焼ガス温度は $1,490$ 〔°C〕である。

排ガス温度

加熱炉出口部においては $m = 3.5$ となり且つ、 $198,120$ 〔kcal/h〕の熱を与えると共に $10,000$ 〔kcal/h〕の放熱があるとすると、排ガス温度は計算により 435 〔°C〕となる。

蒸発鍋の伝熱の有効温度差

燃焼ガスは $1,490$ 〔°C〕から 435 〔°C〕まで低下し、また受熱側の蒸発鍋内硫酸温度は 255 〔°C〕であるから対数平均温度差は 550 〔°C〕となる。

蒸発鍋の伝熱面積 10.78 〔 m^2 〕

蒸発鍋の総括伝熱係数

$$U = 198,120 / 550 \times 10.78 = 33.4 \text{ [kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C]}$$

バーナー改善後の重油量計算

計算に使用する蒸発鍋の総括伝熱係数としては空気量の減少による影響及び経験により 22.5 〔kcal/m²h°C〕を使用する。

蒸発鍋への伝熱量 $198,120$ 〔kcal/h〕

伝熱に必要な温度差 $198,120 / 22.5 \times 10.78 = 816$ 〔°C〕

燃焼ガス温度 $1,638$ 〔°C〕

蒸発鍋内濃硫酸温度 255 〔°C〕

排ガス温度 x 〔°C〕

$$\left\{ (1,638 - 255) - (x - 255) \right\} / \ln \left\{ (1,638 - 255) / (x - 255) \right\} \\ = 816 \quad \text{より} \quad x = 684 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$m = 1.3$ の時の湿り排ガス量 (霧化蒸気を含む) $14.51 \text{ [Nm}^3/\text{kg]}$

燃焼ガス $1,638 \text{ [}^\circ\text{C]} \sim 684 \text{ [}^\circ\text{C]}$ の比熱 $0.46 \text{ [kcal/Nm}^3]$

$$\text{重油 1 [kg] 当りの伝熱量} \quad 14.51 \times (1,638 - 684) \times 0.46 \\ = 6,367 \text{ [kcal/kg重油]}$$

重油量 伝熱分 $198,120 / 6,367 = 31.12 \text{ [kg/h]}$

加熱炉の放熱分 $10,000 / 6,367 = 1.6 \text{ [kg/h]}$

合計 $\text{約 } 33 \text{ [kg/h]}$

$$\text{重油よりの入熱} \quad 33 \times 10,061 + 33 \times (80 - 7) \\ \times 0.45 = 333,100 \text{ [kcal/h]}$$

霧化蒸気からの入熱 $13 \times 653.7 = 8,500 \text{ [kcal/h]}$

排ガス量 $14.34 \times 33 = 473.3 \text{ [Nm}^3/\text{h]}$

排ガスの比熱 $0.37 \text{ [kcal/Nm}^3]$

排ガスの持出し熱量 $473.3 \times (684 - 7) \times 0.37 = 118,560 \text{ [kcal/h]}$

霧化蒸気持出し熱量 $13 \times 933 = 12,130 \text{ [kcal/h]}$

炉よりの放熱量 $10,000 \text{ [kcal/h]}$

入熱の合計 $341,600 \text{ [kcal/h]}$

出熱の合計 $338,810 \text{ [kcal/h]}$

とほゞ入出熱が一致し、重油使用量は 33 [kg/h] と考えてよい。従って 10.6 [kg/h] (24%) の重油節減が期待出来る。

(3) 重油流量計などの設置

2.4.1 (3)項で記したように安定な燃焼の維持・管理上重油流量計などを各炉毎に設置する必要がある。

計器の仕様は次の通り

A) 重油流量積算計

流量 $20 \text{ [} \ell / \text{h]}$ が測定可能なこと

常用温度 最高 $120 \text{ [}^\circ\text{C]}$

B) 重油温度指示計 (保護管付棒状温度計)

温度目盛 $0 \sim 150 \text{ [}^\circ\text{C]}$

C) 重油圧力指示計（ブルドン管式）

圧力目盛 0～6 (kg/cm²G)

(4) 燃焼装置・計器などの整備

バーナーや計器などは長期間使用しているとつまりやスケール付着を生ずる。また計器は使用状況によって狂いが生じるため、定期的な点検整備を行い常に安定した運転を行えるようにする必要がある。

2.5.2 蒸発鍋底部の沈澱物付着防止対策

Na₂SO₄の結晶付着を防止するためには先ず攪拌機により液を流動させて結晶の沈降・付着を防止する方法が考えられる。しかし硫酸濃度・温度共に高く過酷な条件下にあり、また微量の混在物によって腐食の状態が変わるので材質の選定に問題があり色々調査したが適当な材質が見当たらない。従って結晶付着防止には次の様な対策を推奨する。

(1) 蒸発鍋の水洗

定期的に蒸発鍋を空にし付着した結晶を水にて溶解させ取り除く。水洗時蒸発鍋に直接水を入れると、鍋の底に残っている濃硫酸が希釈され発熱して危険であるから、鍋を十分冷やし先ず廃酸を入れて濃度を下げ、次に空にしてから水を入れるようにする。

水洗の周期については加熱炉マンホールより蒸発鍋部の赤熱状態を観察し時期を決める。

(2) ピクリン酸廃酸の処理

Na₂SO₄成分はピクリン酸廃酸から持込まれる、現在は他の廃酸と混合し濃縮しているがピクリン酸廃酸処理を次のようにし蒸発鍋の耐用年数延長を計るのも対策の一つである。

ピクリン酸廃酸と他の廃酸を分け、3基の硫酸濃縮設備の1基を

A) ピクリン酸廃酸の濃縮に専用使用する。

B) ピクリン酸廃酸を冷却すればNa₂SO₄の結晶が析出して来るので、ピクリン酸廃酸を冷却して結晶を析出・分離し、分離した廃酸を濃縮する。

2.5.3 精留塔の改善

(1) 精留塔の据付状態の改善

3号機の精留塔は問題点の項で述べたように塔が傾いて据付けられているので垂直に据付状態を改善し供給廃酸が偏流を起さないようにする。

精留塔の改善による熱及び硫酸回収量の増加期待値は運転条件によって変わるが概算

熱回収量 2,500~7,500 (kcal/h)

硫酸回収量 12 ~ 40 (kg/h)

となる。熱回収量は 5,000 (kcal/h) となり、重油使用量は 31.5 (kg/h) で 1.5 (kg/h) の節減が期待出来る。

(2) 精留塔に保温を実施する

精留塔据付状態の良好な 2号機においても 10,380 (kcal/h) の放熱がある。従って精留塔を保温し放熱量の減少を計る必要がある。

一例として材質ケイ酸カルシウム、厚み 100 (mm) で保温を施工したときの精留塔の放熱量は 600 (kcal/h) 以下に減少することが期待出来る。従って蒸発鍋への必要な伝熱量は 3号機においては 180,220 (kcal/h) となり重油使用量は 28 (kg/h) で 3.5 (kg/h) の節減が期待出来る。

2.5.4 凝縮器の改善

次の 2 方法が考えられる。

(1) 精留塔と凝縮器の間に多管式熱交換器を設置する。

精留塔を出た蒸発蒸気を先ず多管式熱交換器へ導き冷却水にて 2 段階に間接的に冷却・凝縮させる (図 5-7 参照)。

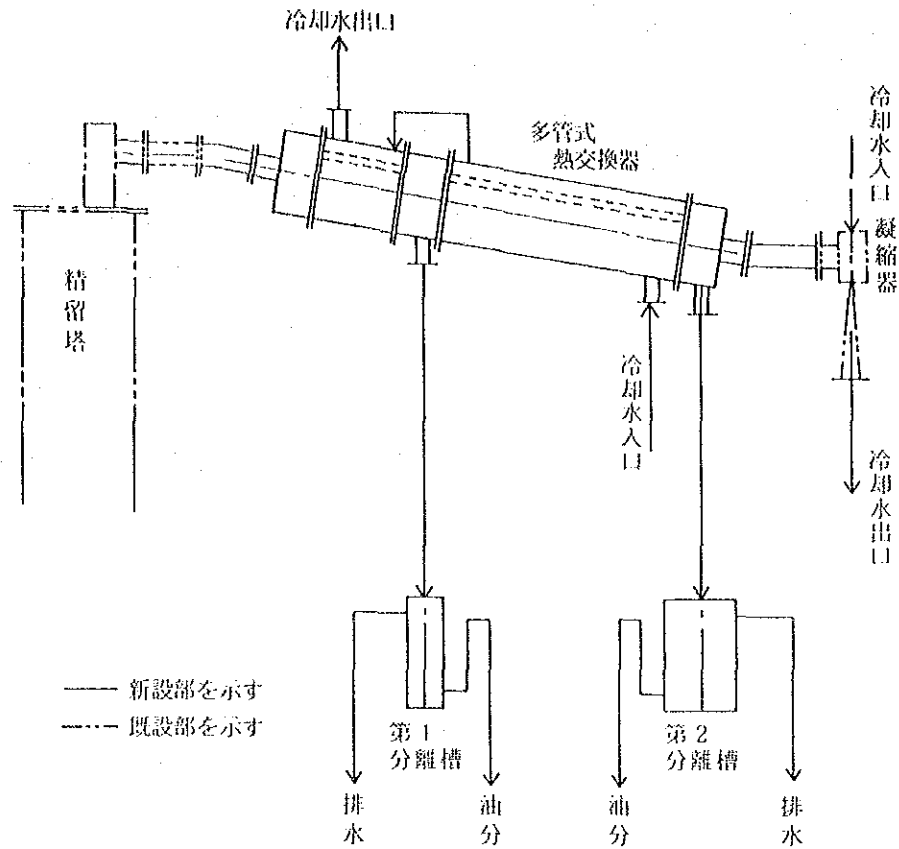


図5-7 凝縮器の改善
(多管式熱交換器設置)

A) 第1冷却

廃酸に含まれるニトロトルエンなどの油分は濃縮時に蒸発蒸気に含まれて蒸発するため、冷却によって沸点の高い油蒸気を分縮させる。このとき蒸発蒸気の一部も凝縮するが油分と共に第1分離槽に入れ、油分と水とに分離し油分を回収する。凝縮量の調節は冷却水量の調節によって行う。

B) 第2冷却

第1冷却で凝縮しない大部分の蒸発蒸気及び残余の油蒸気を第2冷却にて全量凝縮させ第1冷却と同様に第2分離槽で油分と水に分離し油分を回収する。

C) 不凝縮ガスの排気

冷却しても凝縮しない HNO_3 ・空気などの不凝縮ガスは既設の凝縮器で系外へ排気する。

本方式を実施した時の蒸発鍋内真空は既設の凝縮器能力により決まる。廃酸中の油分濃度を0.5〔%〕としたときの機器仕様は次の通りである。

多管式熱交換器

凝縮蒸気量	180 (kg/h)
凝縮蒸気側推定圧力	150 (mm水銀柱 abs)
	(不凝縮ガス 3 kg/h のとき)
冷却水温度	最高 25 (°C)
冷却水量	18 (m ³ /h)
寸法	φ 450 × H 4,000
伝熱面積	14 (m ²)
材質	特殊耐酸合金

第1分離槽

寸法	φ 200 × H 800
材質	特殊耐酸合金

第2分離槽

寸法	φ 400 × H 800
材質	特殊耐酸合金

燃焼装置の改善及び精留塔の保温が施工されているものとして、本計画を実施したとき真空度改善により濃硫酸沸点は 210 (°C) となり、重油使用量は 26.5 (kg/h) で 1.5 (kg/h) の節減が期待出来る。

また濃硫酸量 10,000 (t/年) 廃酸量 12,200 (t/年) として回収油分量は 55 (t/年) (油分の 90% が回収可能として) 期待される。尚用役の増加として冷却水 20 万 (t/年) が必要である。

(2) 凝縮器の更新

油分の回収を行わない場合でも蒸発鍋内の真空度を高めるためには凝縮器の更新を行わなければならない。

型式としてはコンデンサ+蒸気エゼクタ、コンデンサ+真空ポンプ、マルチゼットコンデンサなど種々の型式があるがマルチゼットコンデンサは運転費が安く操作が簡単である。仕様は次の通りである。

型式	マルチゼットコンデンサ
凝縮蒸気量	180 (kg/h)
噴射水 圧力	2 (kg/cm ² G)

水量	30 [m ³ /h]
水温	最高 25 [°C]
予想真空度	150 [mm水銀柱 abs]
	(不凝縮ガス 4 kg/h のとき)
全長	1,260 [mm]
吸入口径	φ 200 [mm]
噴射水入口径	φ 80 [mm]
噴射水出口径	φ 100 [mm]

構造の一例を図 5 - 8 に示す。

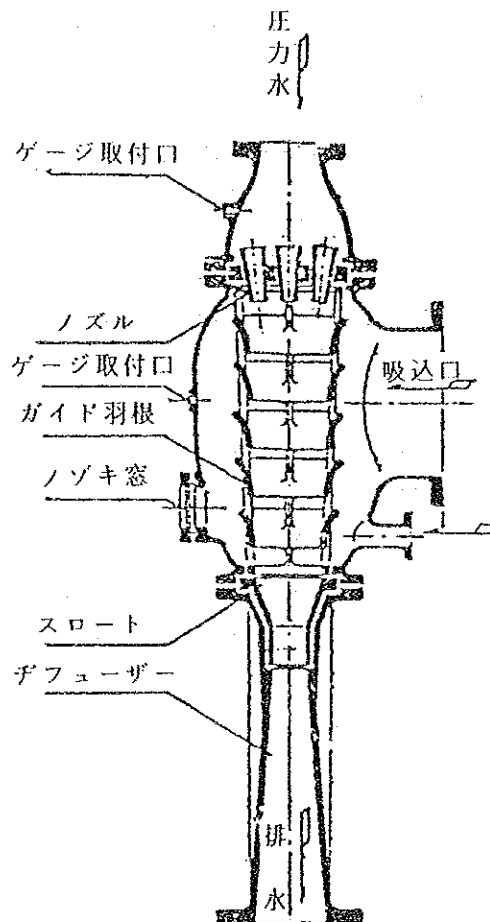


図 5 - 8 マルチゼットコンデンサ構造図

本計画を実施したときは真空度の改善により 2.5.4 (1)項と同じく重油使用量は 26.5 [kg/h] となり、 1.5 [kg/h] の節減が期待出来るが冷却水は 15 [m³/h] 増加する。

2.5.5 燃焼排ガスからの熱回収

燃焼排ガスとの熱交換により空気を予熱して加熱炉に供給し熱効率の上昇を計る。

本計画はバーナーの改善が行われ、 $m = 1.3$ で運転可能となった場合を前提として計画する。

空気予熱器の仕様は次の通り。

重油量	最大	35 [kg/h]
排ガス量	最大	502 [N m ³ /h]
排ガス温度	予熱器入口	790 [°C]
	予熱器出口	415 [°C]
予熱空気	流量	最大 480 [N m ³ /h]
	入口温度	7 [°C]
	出口温度	400 [°C]
伝熱面積		10 [m ²]
圧力損失	加熱側・被加熱側共に	100 [mm水柱]

尚、空気予熱器の圧力損失により燃焼空気押込み用ファンの設置が必要となる。仕様は次の通りである。

風量	10 [m ³ /min]
風圧	300 [mm水柱]
駆動モーター	2 P × 1.5 kW
消費電力量	1.2 kWh/h

前項までの改善計画を実施した後、空気予熱器を設置したときの必要重油量を求める。

蒸発鍋の伝熱量	180,220 [kcal/h]	
燃焼ガスの温度	1,860 [°C]	
排ガス温度	予熱器入口	450 [°C]
	予熱器出口	150 [°C]
予熱空気	予熱器入口	7 [°C]
	予熱器出口	320 [°C]
重油 1 [kg] 当りの伝熱量	9,288 [kcal/kg重油]	
重油量 伝熱分	$180,220 / 9,288 = 19.4$ [kg/h]	

放熱分	$10,000/9,288 = 1.1$ (kg/h)
合計	20.5 (kg/h)

となり重油節減量は6 (kg/h) が期待出来る。

尚、この対策は燃焼装置の改善を行って排ガス量を減じた後、着手すべきものであることに留意されたい。

2.5.6 その他

2.4.6 項で述べたように休止設備の海水を停止することにより 15,155 [kWh/年] の電力が節減できる。

2.5.7 改善方策実施上の留意事項

硫酸濃縮設備は加熱炉による直火焚き設備のため1基当りの能力は小さく、使用されるエネルギー量が少いので改善方策による省エネルギーの絶対量は少ないが、全般的な操作改善が期待できる。改善の順序は先づ計画の基本となる燃焼装置の改善を実施後その他の改善を実施する。特に排ガスからの熱回収は他の対策を実施してから行うようにしないと過大な設備になるおそれがある。蒸発鍋の耐用年数の延長については材質を珪素含有量の多い高珪素铸铁に変更する方法が考えられるが、製作上むづかしいので対策としては濃硫酸の濃度を下げ蒸発温度を低くする方法がある。硝化工程では濃硫酸と補給新酸の混合酸を使用しているので、この量の比率を考慮に入れ濃縮工程と使用工程を合わせた最適な濃硫酸濃度を決定すべきである。また設備の近代化を目指し硝化工程を連続化して補給新酸を少くすると共に、薄い硫酸でも硝化できるような工程の合理化と省エネルギー省資源を計ることも検討する必要がある。

2.6 所要投資額と期待効果

2.6.1 所要投資額

参考までに硫酸濃縮設備1基分の改善に要する費用を日本国内工場渡しの本体価格で示す。

(1) 加熱炉燃焼装置

A) 侵入空気の防止 なし (修繕費で処理可能)

B) 燃焼装置

オイルバーナー 13万円

空気調整器 23万円

重油流量計 7万円

重油温度指示計 1万円

重油圧力指示計 1万円

合計 45万円

(2) 精留塔

A) 据付状態の改善 なし (修繕費で処理可能)

B) 保温 12万円(材料のみ)

(3) 凝縮器

A) 多管式熱交換器の設置

多管式熱交換器 550万円

第1分離槽 215万円

第2分離槽 135万円

合計 900万円

B) マルチゼットコンデンサの設置

マルチゼットコンデンサ 380万円

(4) 排ガスからの熱回収

予熱器 200万円

空気ファンユニット(電動機含む) 60万円

合計 260万円

(5) 休止設備の海水停止

なし(運転操作で処理可能)

2.6.2 期待効果

1月28日16時のデータをもとに改善方策を実施したときの硫酸濃縮設備1基分の期待効果を算定すると次のようになる。なお、この数値は燃焼装置の改善を最初に行い

次に精留塔，凝縮器，排ガスからの熱回収の順序に実施したときの量である。また改善方策により増加する量については数値の前に△印を付した。

(1) 重油の節減

A)	燃焼装置の改善	2.6.1 (1) A), B)	$10.6 \times 24 \times 220 \approx 55.9$ [t/年]
B)	精留塔の据付状態 の改善 (3号機)	2.6.1 (2) A)	$1.5 \times 24 \times 220 \approx 7.9$ [t/年]
C)	精留塔の保温	2.6.1 (2) B)	$3.5 \times 24 \times 220 \approx 18.4$ [t/年]
D)	凝縮器の改善 多管式熱交換器設置	2.6.1 (3) A)	$1.5 \times 24 \times 220 \approx 7.9$ [t/年]
			海水
	マルチコネンサ設置	2.6.1 (3) B)	$1.5 \times 24 \times 220 \approx 7.9$ [t/年]
			海水
E)	排ガスからの熱回収	2.6.1 (4)	$6 \times 24 \times 220 \approx 31.6$ [t/年]
	電力		$1.2 \times 24 \times 220 \approx \triangle 6,340$ [kWh/年]

合計 重油 121.7 [t/年]

(2) 油分の回収

(1) 凝縮器の改善 (多管式熱交換器設置) 2.6.1 (3) $55 \div 3 \approx 18.3$ [t/年]

(3) 補給新酸の節減

A) 精留塔の据付状態の改善 2.6.1 (2) A) $25 \times 24 \times 220 \approx 132$ [t/年]
(3号機)

(4) 電力の節減

(1) 休止設備の海水停止 2.6.1 (5) 15,000 [kWh/年3基]

3. 経済評価

3.1 前提条件

(1) 評価手法

単純資本回収期間法（下式）を用いる。

$$\text{単純資本回収期間（年）} = \frac{\text{投資額}}{\text{年間改善効果額}}$$

(2) 通貨交換率

1985年後半の為替相場を基準に、1米ドル = 200円 = 3人民元とする。

(3) 投資額

投資額の算定にあたっては、日本国内での工場渡し設備価格（見積り）を用い、中国での据付工事費は含まないものとする。

(4) エネルギー価格

年間改善効果額算定に使用するエネルギー価格については、国民経済的観点からの評価も加味するため、中国国内価格の他に、国際価格も使用する。

各エネルギー価格及び算出根拠は表5-7の通りである。

表5-7 エネルギー価格

エネルギー	単 位	中国国内価格	国 際 価 格
重 油	元/t	115 *1	435 *2
電 力	元/kWh	0.06 *1	0.23 *3
海 水	元/t	0.03 *4	0.03 *4

*1 : 大連市節能技術服務中心から提示された価格

*2 : 1985年10~12月のシンガポール市場における重油（380cSt.）のスポット価格（143米ドル/t ~ 150米ドル/t）をもとに145米ドル/t（≒ 435元/t）とする。

*3 : 大連市の電力は主として石炭火力発電所により供給されているので、日本及び米国における石炭火力発電のコスト例をもとに15円/kWh ≒ 0.23元/kWh とする。

*4 : 国内価格は染料廠での調査に基づき決定し、国際価格も同水準とした。

3.2 改善方策の経済評価結果

各改善方策の投資額、年間改善効果額、及び単純資本回収期間は表5-8の通りである。

表5-8 各改善方策の経済評価結果

改善案	投資額 (A)	年間改善効果額 (B)		単純資本回収期間 (C)=(A)/(B)	
		ケースA：中国国内価格	ケースB：国際価格	ケースA	ケースB
	(千元)	(千元/年)	(千元/年)	(年)	(年)
1. 加熱炉燃焼装置の改善	6.8	重油 6.4	重油 24.3	1.1	0.3
2. 精留塔の改善					
・ 振付状態改善	不要	重油 0.9 } 小計 *1 硫酸 13.7 } 14.6	重油 3.4 } 小計 *1 硫酸 39.6 } 43.0	0	0
・ 保温実施	1.8	重油 2.1	重油 8.0	0.9	0.2
3. 凝縮器の改善					
・ 多管式熱交換器設置	135.0	重油 0.9 } 小計 海水▲ 2.9 } *2 油分 54.9 } 52.9	重油 3.4 } 小計 海水▲ 2.9 } *2 油分 54.9 } 55.4	2.6	2.4
・ 凝縮器コンプレッサ設置	57.0	重油 0.9 } 小計 海水▲ 2.4 } ▲ 1.5	重油 3.4 } 小計 海水▲ 2.4 } 1.0	回収不能	57.0
4. 排ガスからの熱回収	39.0	重油 3.6 } 小計 電力▲ 0.4 } 3.2	重油 13.7 } 小計 電力▲ 1.5 } 12.2	12.2	3.2
5. 休止設備の海水停止	不要	電力 0.9	電力 3.5	0	0

(注) *1 硫酸の価格は、以下の通りとした。

国内価格：164元/ト (大連染料廠の購入価格)

国際価格：20千円/ト (= 300元/ト)

*2 油分の価格は主成分と見られるニトロトルエン及びジニトロトルエンの

日本における価格をもとに、国際価格・国内価格共 200千円/ト (= 3千元/ト)とした。

(別表)

面 談 者 名 簿

麥 德 仲	廠 長
李 林 賓	付廠長
果 德 源	付總工程師
于 長 海	能源科科長
劉 金 德	能源工程師
陳 東 和	車間主任, 工程師
譚 振 声	工芸技術員
宋 文 秀	工芸助理工程師
王 作 超	計量助理工程師
吳 桂 文	電工程師
鍾 田 昌	設備助理工程師
劉 功 超	訳 員
李 本 勝	訳 員

第 6 章

大連市の工業部門に対する省エネルギー推進施策についての提言

1. 省エネルギー推進のための市の役割	6 - 1
2. 省エネルギー目標の設定	6 - 2
3. 省エネルギー進捗状況の管理	6 - 2
4. 工場に対する指導・援助と条件整備	6 - 4

1. 省エネルギー推進のための市の役割

中国ではすでに約8年前から、種々の規則の制定、大都市における節能技術服務中心の設置、行政機関・工場におけるエネルギー管理組織の整備、研修の実施等の省エネルギー施策を進めてきているが、1986年1月に発布された節約能源管理暫行条例では中国の省エネルギー政策が体系的に示され、その中で市の役割も明らかにされている。市は中央政府の方針に従って、より地方に密着した形で具体的に施策を実施する立場にある。

大連市には全民所有制企業433、集体所有制企業1573と多様な業種の工場が揃っており、工業生産が多い。エネルギー消費量も1983年には工業、運輸、建設部門を併せて石炭換算396万屯、民生部門も含めると約600万屯と大きい。

大連市では省エネルギーのための施策を積極的に進め、省エネルギーの成果も挙がってきている。1984年には石炭換算17万屯のエネルギーを節約し、工業生産額1億元当たりのエネルギー原単位を4.1%改善している。国の表彰を受けた企業も多く、大学や研究所が多く技術水準が高いことや、開放都市であること等の条件と併せて省エネルギーモデル都市に選ばれた原因になっている。

工業部門の省エネルギー推進における市の役割を大別すると次の三つに分けられよう。

- ①市の省エネルギー目標を設定し、具体的な実行基本計画を作成し、その推進をはかる。
- ②各工場の省エネルギー進捗状況を調査する。
- ③各工場の省エネルギー推進のため、指導・援助や条件整備を行なう。

以下これらの点につき、これまでの日本における経験をもとに若干の提言を行ないたい。

ただし、中国における行政側と企業の関係は日本の場合とは相当異なっている。日本では、企業はそれぞれの責任において経営を行っており、政府は特定の場合にのみ関与するが、それに対して中国においては大企業はすべて国営であり、政府と企業との関係ははるかに密接である。この関係はむしろ日本の企業のなかにおける管理部門と生産部門との間の関係に近いといえるので、その点も考慮にいった。

2. 省エネルギー目標の設定

現在、大連市では国の政策に従いエネルギー開発と節約の両方を並行して推進する方針で各種の施策を進めているが、市としての省エネルギー目標はまだ設定されてなく、工場との間で毎年エネルギー供給計画を設定している。

日本では国全体としての省エネルギー目標は設定されていないが、「長期エネルギー需給見通し」の策定に当たって省エネルギー率の推定値を織り込んでおり、その数値が公表されている。「長期エネルギー需給見通し」は強制的な性格のものではないが、政府・民間ともに何らかの行動を起こそうとする時にはこの見通しを考慮に入れて意思決定をするという点で、指針としての役割を果たしている。

また、日本のエネルギー多消費工場では自発的に省エネルギー目標を設定し、従業員に周知徹底して、その実現に協力を求めるようにしている。省エネルギーは一部の人々の努力のみでは成果を挙げることは難しく、従業員全員の参加を必要とするものであるから、明確に目標を示し、これによって関係者全員が省エネルギーを重要な仕事であると理解し、進むべき方向を共通に認識するように導くことが効果的であるとされている。

大連市においても工業部門の目標を早急に設定されることが望ましいが、設定に当たっては挑戦的な水準であるとともに、その実現の可能性について工場側の納得が得られるような水準のものにしなければならない。そのためには、各工場ごとに目標とそれを達成するための実施計画の提出を求め、その内容を審査して工場と協議しながら全体として市の期待する線に達するよう指導してまとめるという手順を踏む必要がある。また、経済情勢の変化に応じて随時見直しを行い、実態からかけ離れたものにならないように注意しなければならない。

この作業を通じて、重点的に進めなければならない事項、準備すべき資金等も明らかにすることができる。

3. 省エネルギー進捗状況の管理

大連市では毎月工場に報告を求めているほか、必要に応じて工場の立ち入り調査も実施してエネルギー消費状況の把握を行なっている。大連市節能技術服務中心では、すでに石炭消費年間1万屯以上の工場の調査を完了し、14基の工業炉の熱勘定を終えている。さらに、毎年エネルギー監査を実施し、エネルギー原単位改善状況、エネルギー

一管理の状況、改善対策の実施状況を調査している。

省エネルギー進捗状況の管理の面では次の点で施策を強化する必要がある。

(1) 工場における計量装置の整備

省エネルギーの進捗状況を管理するためにはエネルギー消費量を正しく把握することが第一に必要であるが、そのためには計量装置等が必要個所に設置されていなければならない。今回の調査では一般的に計量装置・試験装置の不備が目立った。工場への受入れ量については石炭の貨車毎の秤量、水分・発熱量の測定、重油のタンクローリ検尺、温度・比重・発熱量の測定により正確な受入れ量が分かるようにしなければならない。

工場内においても重要な工程・設備には計量装置を設置するとともに、定期的に在庫量と照合して正確なエネルギー消費量を把握するようにしなければならない。

このようにして初めて工場全体のエネルギー消費量の変動があった場合に、どの工程でどのようなことがあってエネルギー消費量が増減したか、それに対してどういう対策をとって、その効果がどうであったか等を定量的に説明できるようになり、成績を正しく評価することができるようになる。

計量装置の整備には多額の資金を必要とするので、重要度に応じて計画的に設置を進めるよう指導されたい。

(2) 評価基準の明確化

省エネルギー成績の評価は一般的にエネルギー原単位の変化によることが多い。しかし、使用原料の差、製品規格の差、稼働率、気温等エネルギー原単位に影響する因子は多い。従って仮にエネルギー原単位の低減がみられたとしても、それが本当に省エネルギー活動によって得られたものか、あるいは他の要因によって偶然そうなったのかを判定できるよう、標準状態への換算法を定めておく等評価基準を明らかにしておくことが必要であろう。

(3) 成績の公表

各工場の省エネルギーの努力に対しては表彰したり、施策面で優遇したりして一層意欲を喚起することが大切である。大連市では成績の良い工場を国の表彰の候補に推薦したり、エネルギー供給を優先する等の奨励策をとっている。一方、成績の悪い工場に対しては改善を要求し、要求が満たされない場合はエネルギーの供給を停止したり、特別の高価格を適用したりして処罰を課しており、賞罰は厳正に実施されている。

その他に市全体としての進捗状況を新聞やテレビを通じて発表することも必要である。各人の努力がどのような成果にまとまったかを知らせることによって参加意識を高め、刺激を与えることができる。

4. 工場に対する指導・援助と条件整備

(1) 工場幹部の動機付け

工場における省エネルギー活動が成功するためには従業員全員の参加が必要であることは既に述べたが、そのような体制が整うためには、工場の幹部自らが省エネルギーの必要性を十分認識し、実行しようとする強い意思を持ち、且つ従業員に明確にその意思を示すことがまず必要である。

工場の幹部に対する動機付けにはエネルギー供給における優遇策や表彰も有効であるが、省エネルギーの必要性を認識して自発的に行動を起こさせるようにするためには、規制のみに頼らず国のエネルギー政策等についての情報を与え、政策の背景について十分理解できるようにすることがまず必要である。

大連市では工場の幹部やエネルギー管理担当者に国や市の方針、政策、施策を伝達する会議を年に8～10回開催している。このような会議は有効であり、工場側の意見、希望を把握して施策に反映させることも可能にする。

工場幹部の動機付けのためには以下のような情報を与えることが必要である。

①国や市のエネルギー情勢

エネルギー需給の見通し、エネルギー価格の動向

②エネルギー政策、具体的な施策

法、規則、設備投資に対する助成策等

③省エネルギーの効用

省エネルギーに関する政府の施策は工場の活動を阻害するものでなく、むしろ工場の収益性を高め、競争力の強化に役立つものであることを成功事例等を通じて知らせる。

④エネルギー管理手法

工場における省エネルギー活動を成功させるための管理手法を成功例、失敗例を通じて研修する。

(2) 研修，特に工場内研修の充実強化

工場において省エネルギー対策を進めるには，省エネルギー技術の専門知識を持ち実行し得る能力のある技術者の存在が必要である。しかし，このような技術者の数は必ずしも多くなく，居てもその能力には差があるように見受けられる。従って，一定の水準に達したこのような技術者の数を増やすためには市も工場に対して指導・援助を行う必要がある。

大連市では技術者を対象にして，30～50日の長期研修会を年に1～2回開催しており，毎回30～40人が参加している。しかし，大連市の工場数従って技術者数は多く，全員に行きわたるまでには長期間を要し，技術も年々進歩するので，今後もこれを更に充実していくことが必要である。さらに技術者のみでなく，運転者にも基本的な知識を与えることが必要であろう。

このため市の研修を受講した者が講師となる工場内研修を市の研修と並行して計画的に進めるよう指導する必要がある。この研修に用いる簡単な教科書は市で統一して作成するとよい。

(3) 工場間技術交流の強化

日本においては，財団法人 省エネルギーセンターにおいて事例発表会を毎年実施している。また，毎月工場見学会を開催し，省エネルギー改善の実際の状況を視察できるようにしている。

その他鉄鋼，セメント，石油化学等の各業界団体のなかにも省エネルギー技術委員会が設けられていて，省エネルギー技術に関する業界内各社の技術交流がはかられている。また中小企業についても，地方の工業指導所の指導で異業種間の技術者の技術交流を実施している例がある。

大連市では事例紹介や問題解決を通じて技術者間の技術交流をはかる集会在年に十数回開催されている。実務能力の向上をはかるために見学会や業種毎の研究会をさらに拡充することが必要である。

(4) 工場に対する診断・指導

大連市では工場の省エネルギー技術改善を進めるため節能技術服務中心の職員を派遣して可能性調査や設計等の指導を行なっている。

しかし，今後ますますこの種の業務の増加が予想され，そのすべてに職員のみで対応することが困難になるおそれがある。従って，市内の工場の技術者のなかで省エネ

ルギー技術に通じた人達を組織し、問題に応じて臨時の班を組織して解決に当たるという方法も検討すべきであろう。日本の省エネルギーセンターは大学の教授、工場の技術者、コンサルタント等からなる診断指導員の集団を持っている。これらの人達は日常はそれぞれ自分の仕事に従事しており、センターから要請のあったときに日程を調整して診断・指導に当たるようになっている。

さらに、約3300の工場がセンターの行事を賛助する会員になっていて、診断や講習のための人の派遣や工場見学の便宜をはかる等の応援をするようになっている。

大連市節能技術服務中心では市内の160の工場の技術者の連絡網をすでに形成済みであると聞いている。この組織を基にして診断指導や研修会の講師に有能でかつ適切な人を派遣できるような体制に発展させることができれば一層効率的に業務の推進をはかることができよう。

次に、工場の省エネルギー技術改善を進めるに当たっては対象設備のエネルギー使用状況を正確に把握することがすべての基本であるが、工場の計測装置が十分整備されていない現状では、節能技術服務中心が保有する計測器を活用して行なう計測サービスを先ず進め、工場の技術者に実態を十分理解させ、一緒になって対策の検討を行なうようにする必要がある。

なお、工場に対する指導とともに、設備設計や製作を行なう企業に対しても省エネルギー技術の指導を行ない、設備の新增設時にできるだけ省エネルギー面の配慮がなされているようにすることも大切である。

(5) 情報収集と提供

各工場が省エネルギー計画を進めようとする時に、どこに着眼すればよいか、どうすればよいかという疑問に示唆を与えてくれるのは国内外の成功事例や技術書である。大連市の節能技術服務中心では3ヶ月毎に雑誌を発行して改善例や新技術の紹介を行なっている。他の都市の節能技術服務中心の雑誌や市販の技術書も集められ閲覧できるようになっている。今後さらに新聞、雑誌、集会等を通じて節能技術服務中心の活動状況やこれらの情報の周知につとめ省エネルギー活動の推進に役立てるようになることが必要である。

さらに、比熱や熱伝導率等の諸物性値、装置・機器の性能等についても問い合わせに応じられるようデータを整理しておく必要がある。

添 付 資 料

1. 実施細則	資-1
2. 現地調査日程	資-18
3. 現地調査団員名簿	資-19
4. カウンターパート名簿	資-20
5. 診断機材一覧表	資-21
6. 現地調査報告書	資-23

中華人民共和国
工場省エネルギー計画調査実施細則

日本国国際協力事業団

中華人民共和国国家経済委員会

この実施細則は下記の二機関により合意されるものである。

日 本 国

国 際 協 力 事 業 団

中 華 人 民 共 和 国

国 家 経 済 委 員 会

この実施細則は下記の二者の署名により確認されるものとする。

1985年3月21日

日 本 国

中 華 人 民 共 和 国

国 際 協 力 事 業 団

国 家 経 済 委 員 会

調 査 団 長

能 源 局 局 長

久 留 義 雄

陳 萌 鎔

久留義雄

陈萌鎔

日本国政府は、中華人民共和国政府の提案に基づき、工場省エネルギー計画調査の実施を決定し、1985年3月20日 本計画調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。

日本国政府による技術協力の実施機関である国際協力事業団は日本国において施行されている法律及び規則に従い本調査を実施する。

国家経済委員会は中華人民共和国政府の本調査に関する担当機関として、中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い中華人民共和国関係機関の調整を行うとともに国際協力事業団が派遣する調査団と協力して本調査の円滑な実施をはかる。

1985年3月21日、日本国政府が中華人民共和国政府へ発した口上書、及び中華人民共和国政府の口上書5による回答に基づき、国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会は協力の内容、範囲及び調査日程並びに協力を進めるに当たって両国政府がとるべき措置等の詳細について本実施細則を定めた。

1. 協力の内容及び範囲

(1) 日本側は中国側と協力して本計画について技術的、財務的実行可能性調査を実施する。

具体的には、原則として生産技術の変更を伴わない範囲で、既存設備を対象に行なう改修、又は設備付加による省エネルギー改善対策を作成するとともに熱及び電気の取扱面で改善すべき事項の指摘を行なう。併せて調査結果を基礎として工業部門に対する大連市省エネルギー推進施策の提言を行なうものである。

(2) 日本側は本調査の期間中、調査に参画する中国側専門家に対し、現地調査業務を通じ技術移転を行う。

(3) 調査対象機関

対象機関 : 大連市節能技術服務中心
大連鋼廠
大連水泥廠
大連唐瓷工業總廠
大連染料廠

2. 調査の内容

調査は中国における現地調査と日本における国内調査より構成される。

(1) 現地調査においては、主として以下の業務を行う。

①省エネルギーモデル都市大連についての中国側の考え方及び大連市における省エネルギー推進施策の把握

②調査対象4工場のエネルギー診断

(但し大連染料廠における調査は硫酸濃縮工程を調査の対象とする。)

(i)工場の概況調査

生産量、組織、従業員数、製造工程、工場内配置、主要設備等

(ii)エネルギー管理の状況調査

省エネルギー目標と達成計画、省エネルギー推進体制とその活動状況
エネルギー消費データの解析利用状況、過去の改善実績と投資状況、
従業員の教育、その他関連事項

(iii)エネルギー消費の状況調査

エネルギー消費量、エネルギー消費原単位の推移、エネルギー流れ図
単線結線図、主要設備の熱勘定、電力消費指標(ピークデマンド、力率、負荷率)

(2) 日本における国内調査においては、中国における現地調査の結果を踏まえ主として以下の項目について、検討分析を行ない、本計画をとりまとめる。

①調査対象工場の工程及び設備について

(i)エネルギー管理の問題点

(ii)エネルギー管理の改善方策

(iii)エネルギー消費の問題点

(iv)操業面設備面の改善方策

(v)改善に要する概算コストと期待成果

(vi)改善方策の経済評価

(vii)改善方策実施上の留意点

上記の検討分析は以下の項目に留意してこれを行なう。

(i)燃料の燃焼合理化

(ii)加熱及び冷却並びに伝熱の合理化

(iii)放射、伝導等による熱の損失の防止

(iv)廃熱の回收利用

(v)熱の動力等への変換の合理化

(vi)抵抗等による電気の損失の防止

(vii)電気の動力、熱等への変換の合理化

②大連市の工業部門に対する省エネルギー推進施策についての提言

3. 調査期間及び工程

(1) 調査の期間は別表1のとおり、1985年10月から1986年9月までのおおむね11ヶ月間とする。

(2) 調査の工程はおおむね以下のとおりである。

①現地調査を1985年12月下旬までに終了する。

②1986年9月中旬を目途に本計画の最終取りまとめを行なう。

4. 報告書

国際協力事業団は下記の日本語による報告書を国家経済委員会に提出する。

(1) 現地調査報告書 (各10部)

現地調査終了時に提出する。

(2) 最終報告書(案) (各10部)

工場省エネルギー計画案を内容とするもので、1986年6月初旬に提出する。

(3) 最終報告書 (各30部)

最終報告書(案)に対する国家経済委員会の意見を受けた後、2ヶ月以内に提出する。

5. 中華人民共和国側がとるべき措置

現地調査を円滑に実施するために、中国側は中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い以下の措置を取る。

(1) 中国側専門家、事務職員及び作業員等の提供及びそれに係る全ての経費負担

(2) 現地調査に必要な作業所及び机、椅子等備品の無償提供及び宿舍のあつせん(但し、調査サイトにおいて通常の方法で借上げが困難な場合は宿舍の無償提供)

(3) 現地調査のために必要な通訳の無償提供

(4) 現地調査のために必要な航空機、鉄道、車輛及び船艇等の手配(但し、通常の方法で借上げが困難な車輛及び船艇等については運転手等を含め無償提供)

(5) 現地調査のために必要な中国国内間電話設備の提供及びそれに係る経費負担

- (6) 現地調査に必要な諸許可の手続きの実施
- (7) 調査のために必要な資料及び情報の提供
- (8) 調査のために必要な資料の中国から日本への移送許可
- (9) 現地調査期間中、調査団員に病気、怪我が発生した場合の病院の手配
- (10) 現地調査期間中の調査団員の安全の確保
- (11) 日本から持ち込む資機材の中国国内輸送費の負担
- (12) 日本から持ち込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き
- (13) その他軽微な資機材等一部経費の負担

6. 日本側がとるべき措置

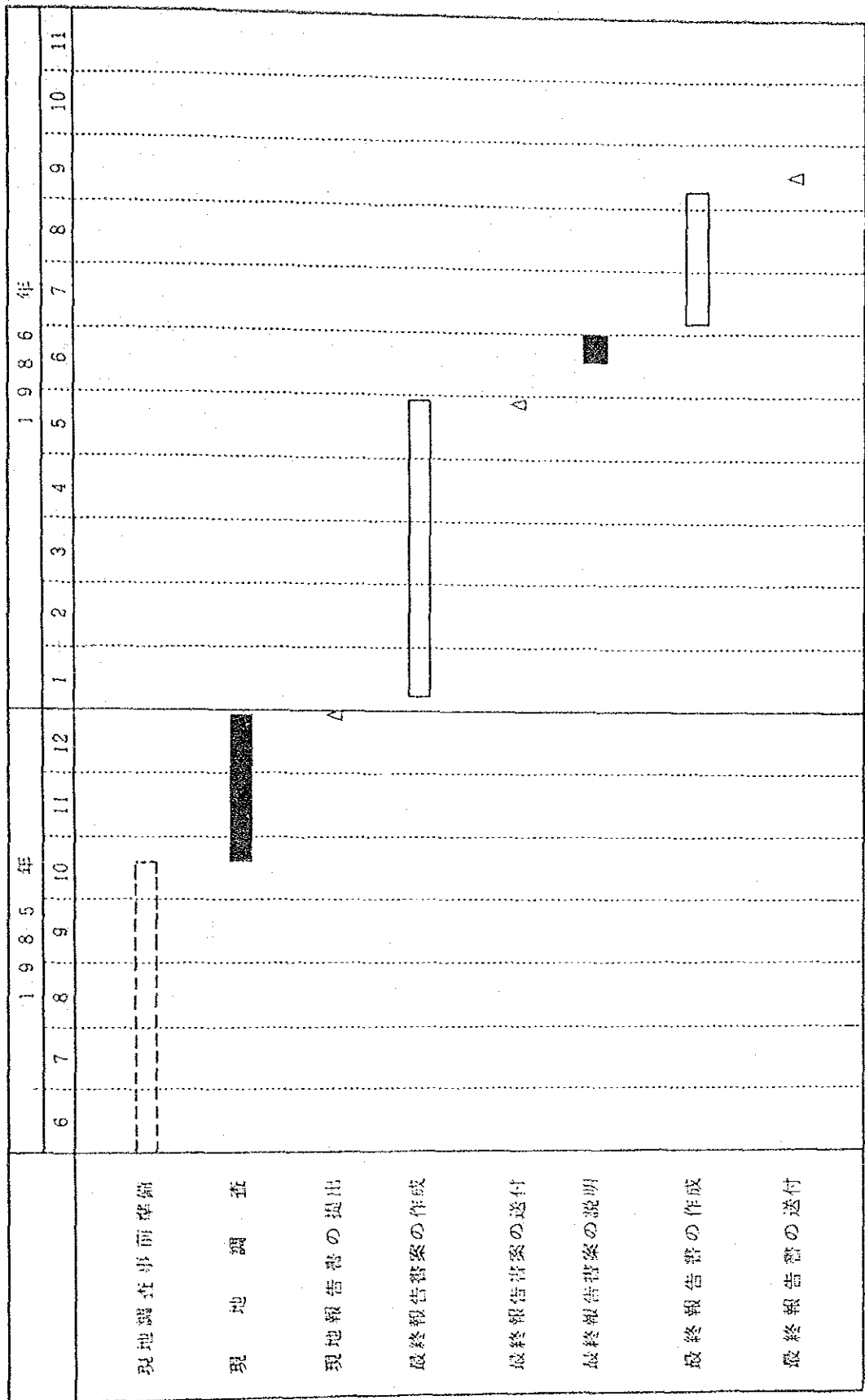
日本側は調査に当つて以下の措置をとる。

- (1) 日本側は調査団員の技術費、渡航費、現地調査期間中の食費、旅費及び医療費等の経費負担（上記5（2）、（4）の中国側が負担する場合を除く。）
- (2) 日本から持ち込む資機材の日本から中国の港までの往復輸送費の負担
- (3) 上記4の報告書の作成

7. 本実施細則に定めていない事項については本調査期間中両者協議して定めるものとする。

別表 1

調査期間及び工程（予定）



关于中华人民共和国 工厂节能计划调查细则的实施

中华人民共和国国家经济委员会
日本国国际协力事业团

此实施细则是由下列二个单位
一 致 同 意 的

中华人民共和国国家经济委员会
日本国国际协力事业团

此实施细则经下列二人签字而确认的

一九八五年三月二十一日

中华人民共和国
国家经济委员会
能源局局长
陈 荫 镔

陈荫镔

日 本 国
国际协力事业团
调 查 团 长
久 留 义 雄

久留义雄

日本政府根据中华人民共和国政府的建议，决定对中国工厂的节能计划进行调查，并于一九八五年三月二十~~十~~^②日与中华人民共和国政府就上述计划调查交换了照会。
陈

日本国际协力事业团为日本政府进行技术合作的执行机构，将按照日本现行法律和规章进行该项调查。

国家经济委员会是中华人民共和国政府进行本调查的执行机构，将按照中华人民共和国的现行法律和规章，负责中国有关部门的协调工作，并与日本国际协力事业团派遣的调查团进行合作，以便顺利地实施本调查。

一九八五年三月二十一日，根据日本国政府致中华人民共和国政府照会和中华人民共和国政府对照会的复照，日本国际协力事业团和中华人民共和国国家经济委员会对合作的内容、范围、调查日程以及两国政府为推进本项合作应采取的具体措施等问题制订本实施细则。

1. 协作内容及范围

(1) 日方与中方协作，对本计划进行技术上、财务上的可行性调查。具体来说：原则上在不改变生产技术的

范围内，以现有设备为对象，为节省能源制定改造或增加设备的改善对策，同时指出热能及电力的利用上应该改进的事项。并以调查结果为基础，对大连市工业部门提出推进节能的政策建议。

(2) 日方在本调查期间，对参与调查的中方专家通过现场调查进行技术转让。

(3) 调查对象单位

对象单位：大连市节能技术服务中心

大连钢厂

大连水泥厂

大连搪瓷工业总厂

大连染料厂

2、调查内容

本调查包括在中国现场调查和在日本国内调查。

(1) 现场调查主要进行以下业务

① 了解关于节能试点城市大连市的中方的想法及大连市推进的节能政策。

② 调查对象，四个工厂（大连染料厂仅为硫酸浓缩工段）的能源诊断。

(I) 工厂的概况调查。

产量、组织、人员数、制造工序、工厂配置主要设备等。

(II) 能源管理的情况调查。

节能目标和完成计划情况、节能管理机构及活动情况，能源利用情况及消费数据剖析、过去改进的投资情况和实际效果、对工作人员的培训以及其他有关事项。

(III) 能源消费的情况调查。

能源消费量、单位能源消耗的进展、能源流程图、电力单线结线图、主要设备的热计算、电力消耗指标（高峰、力率、负荷率）

(2) 在日本国内的调查，是以在中国现场调查结果为基础，主要就以下项目进行分析研究汇总本计划。

①关于调查对象工厂的工序及设备。

(I) 能源管理中的问题

(II) 能源管理改进方案

(III) 能源消费上的问题

(IV) 操作，设备方面的改进方案

(V) 改进所需要的费用概算和希望所达到的成果

(VI) 对改进方案的经济评价

(VII) 实施改进时应注意的问题

在分析研究上述问题时需注意下述各项。

(I) 燃料燃烧合理化

(II) 加热、冷却以及传热的合理化

(III) 防止幅射、传导等的热量损失

(IV) 废热的回收利用

(V) 热能转换为动力等的合理化

(VI) 防止因电阻而消耗的电力

(VII) 电能转换为动力、热能等的合理化

②对大连市工业部门提出推进节能的政策建议。

3、调查进度及程序

(1) 调查进度如表一所示，自1985年10月到1986年9月，约十一个月。

(2) 调查的程序大体如下：

①现场调查一九八五年十二月下旬完成。

②以一九八六年九月中旬为目标，最后汇总出本计划。

4、报告书的提出

日本国际协力事业团向国家经济委员会提出下列日文报告书：

(1) 现场调查报告书 (各10份)

现场调查结束时提出。

(2) 最终报告书 (草案) (各10分)

工厂的节能方案为内容，1986年6月初提出。

(3) 最终报告书 (各30份)

听取国家经济委员会关于最终报告书 (草案) 的意见后，二个月内提出。

5、中国方面应当采取的措施

为了使现场调查顺利进行，中方将根据中华人民共和国现行法律和规章，采取以下措施：

(1) 配备中方专业人员、行政人员和作业人员，负责上述人员与调查工作有关的全部经费。

(2) 在进行现场调查时，无偿提供必要的工作场所以及桌、椅等物品。安排调查团成员的宿舍 (如在调查现场。难以用通常租赁方法解决宿舍时。则由中方无偿提供宿舍)。

(3) 无偿配备进行现场调查所需的翻译人员。

(4) 为进行现场调查。联系飞机、火车、车辆及船舶等交通工具（如用通常租赁方法难以解决车辆和船舶时，则由中方无偿提供交通工具和司机）。

(5) 为进行现场调查，提供中国国内电话设备并负担其相应的费用。

(6) 办理现场调查所必须的各种批准手续。

(7) 提供调查所需的信息与资料。

(8) 允许日方人员将调查所需的资料由中国送回日本。

(9) 负责为现场调查期间生病或受伤的调查团员安排医院进行治疗。

(10) 保障调查团成员在现场调查期间的安全。

(11) 负担从日本带进中国的资料和器材在中国国内的运费。

(12) 办理从日本带进中国的资料和器材的入关和出关手续。

(13) 负担其它轻微的资料和器材等部分经费。

6、日本方面应采取的措施

日本方面对调查采取以下措施:

(1) 负担日方调查团成员的技术费、国际旅费、现场调查期间的食宿费、中国境内交通费及医疗费等各项经费(上述5条(2)、(4)款中规定由中方负担的除外)。

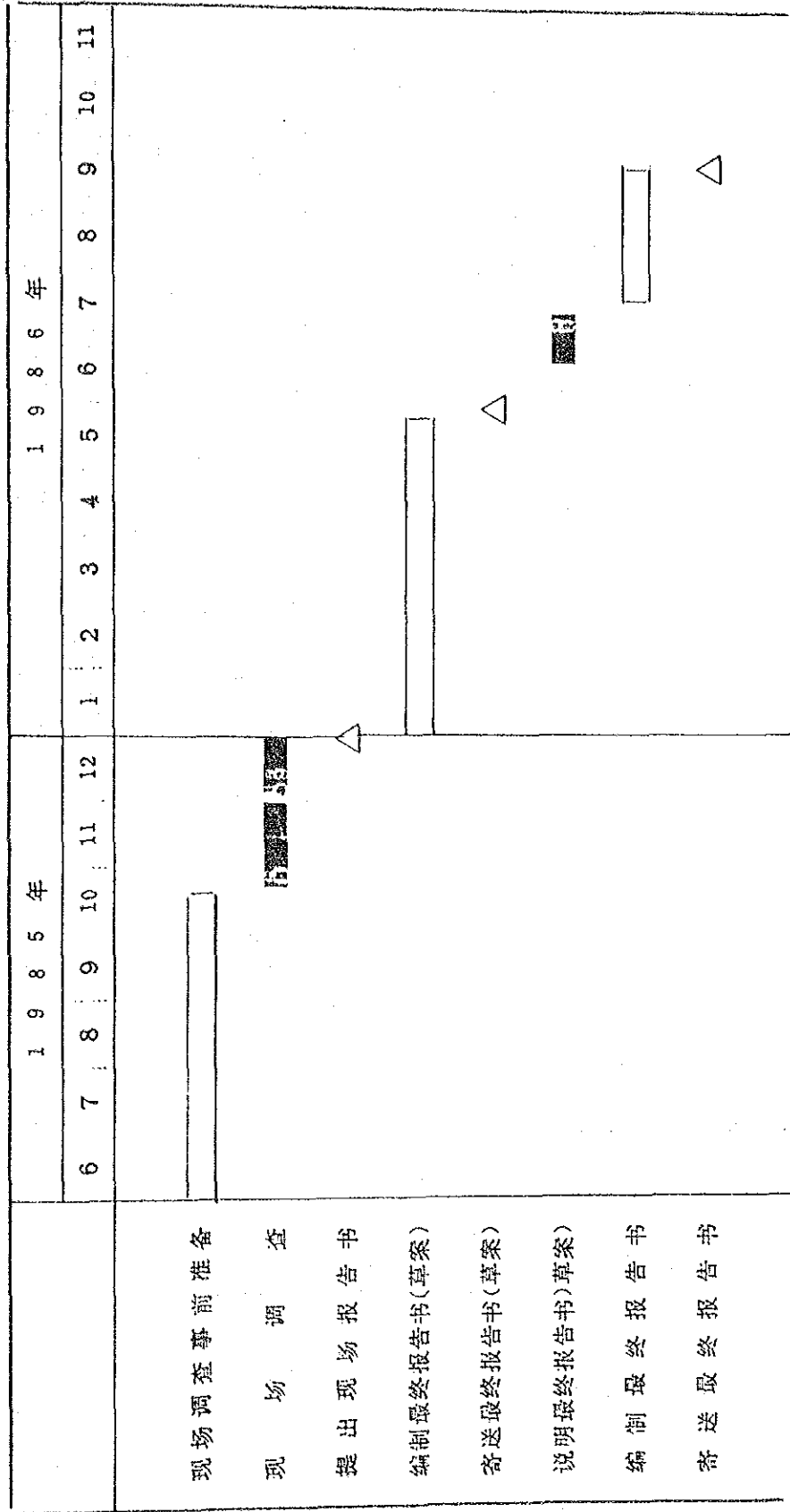
(2) 负担从日本带进中国的资料和器材从日本至中国港口之间的往返运费。

(3) 提交上述第4条规定的报告书。

7、本实施细则中未规定的事项,由双方在进行调查期间另行商定。

表 1

调查进度及程序(计划)



現 地 調 査 日 程

調査・訪問先	場 所	日 程
調 査 準 備	大 連	1985年11月4日～11月9日
国 家 経 済 委 員 会	北 京	1985年11月9日
大 連 市 経 済 委 員 会	大 連	1985年11月11日
大 連 搪 瓷 工 業 総 廠	"	1985年11月12日～11月21日
大 連 鋼 廠	"	1985年11月23日～12月19日
大 連 水 泥 廠	"	1986年1月11日～1月25日
大 連 染 料 廠	"	1986年1月27日～1月31日
大 連 市 経 済 委 員 会	"	1986年1月29日
国 家 経 済 委 員 会	北 京	1986年2月3日

現 地 調 査 団 員 名 簿

団 長	新 倉 隆	団長
技術総括	井 口 光雄	技術総括
〔 硝 瓷 工 業 〕 〔 総 廠 班 〕	中 川 暉雄	熱管理
	山 崎 定徳	”
	杉 本 利夫	電気管理
	日 生 下 薫	プロセス管理
〔 鋼 廠 A 班 〕	山 崎 定徳	熱管理
	岡 崎 誠一	電気管理
	沼 田 弘二	”
	金 子 祐次	プロセス管理
〔 鋼 廠 B 班 〕	野 崎 幸雄	熱管理
	野 田 敏夫	”
	栗 田 賢一	電気管理
	北 山 英夫	プロセス管理
	瀬 川 和宏	”
〔 水 泥 廠 班 〕	細 田 豊	熱管理
	末 繁 哲雄	”
	岡 田 信行	電気管理
	矢 寺 啓二	プロセス管理
〔 染 料 廠 班 〕	五 十 嵐 啓夫	熱管理
	山 本 俊郎	電気管理
	尾 川 武志	プロセス管理
〔 経 済 評 価 〕	乙 竹 英夫	経済評価

カウンターパート名簿

吳 躍 進	付主任	大連市節能技術服務中心
紀 壽 方	工程師	"
尹 厚 業	"	"
李 作 原	"	"
李 洪 陽	技 師	"
劉 新 雲	技 師	"
阮 仁 清	技師補	"
郭 淑 華	技師補	"

診断機材一覧表

No.	品名	数量
1	計測器積載車両 (計測器収納棚, 機器搭載用リフターを装備)	1台
2	熱管理用計測器	1台
1	燃料流量計 (超音波式)	1台
2	給水流量計 (超音波式)	1台
3	排ガス流速計 (熱線式)	1台
4	保温テスター (携帯用)	1台
5	排ガス酸素濃度計 (簡易携帯用)	1台
6	排ガス酸素濃度計	1台
7	排ガス炭酸ガス, 一酸化炭素濃度計	1台
8	排ガス サンプルリング チューブ	1式
9	炉体表面温度計 (携帯用)	1台
10	排ガス温度測定用シース熱電対 (CA)	10組
11	熱電対用補償導線 (1本20m)	10本
12	熱電対用指示計	2台
13	導電率計 (携帯用)	1台
14	PH計 (携帯用)	1台
15	炉内, 煙道圧力計	1台
16	12点記録計	2台
17	3ペン レコーダー	1台
18	放射温度計 (中温用)	1台
19	放射温度計 (高温用)	1台
20	赤外線熱画像装置	1台
21	計測器用電源電圧安定器	2台
22	スチーム トラップ チェッカー	1台
23	移動用台車	2台
24	電源コード等付属品	1式
25	熱管理解析用演算器	1式
26	計時計	1台
27	イマージョン バイロメーター	1式
28	ガラス棒状温度計	1式
29	コバルト ガラス	1式
30	耐熱手袋	1式
31	写真機	1台

No.	品名	数量
3	電気管理用計測器	
1	電気使用状況演算記録装置（電圧、電流、電力、無効電力、力率、電力量、無効電力量、負荷率）	1台
2	同上用アダプタ（5回路用）	1台
3	同上用クランプ センサー（普通型、大型）	各5式
4	同上用電圧検出用充電クリップ	5式
5	クリップオンACパワーメーター	1台
6	携帯用直流電流電圧計	1台
7	電力積算計	1台
8	12点記録計	1台
9	3ペン レコーダー	2台
10	トランスデューサー（電流、電圧、電力、無効電力、力率）	各2台
11	テスター	1台
12	回転計（非接触式）	1台
13	照度計	1台
14	計測用電流電圧安定器	1台
15	移動用台車	1台
16	電源コード等付属品	1式
17	電気管理解析用演算器	1台
18	周波数計	1台
19	絶縁抵抗計	1台
20	低圧用検電計	1台
21	高圧用検電計	1台
22	絶縁手袋	1式

中華人民共和國
工場省エネルギー
計画調査
現地調査報告書

1986年1月31日

日本国 国際協力事業団

目 次

大連塘瓷工業總廠 ····· 1

大連鋼廠 (A班) ····· 7

大連鋼廠 (B班) ····· 13

大連水泥廠 ····· 23

大連染料廠 ····· 31

中華人民共和國
工場省エネルギー一
計 画 調 査
現地調査報告書

(大連搪瓷工業總廠)

1985年11月21日

日本国 国際協力事業団

栗原 昌

小沢 伸三 指

1. 調査対象工場または機関

大連糖業工業総廠

2. 調査日程

1985年11月12日～11月21日

3. 調査員

井口 光雄 技術 総 括

日生下 薫 プロセス管理

中川 暉雄 熱 管 理

山崎 定徳 熱 管 理

杉本 利夫 電 気 管 理

4. 確認事項

1) 調査項目

11月12日の打ち合わせに基づき、以下の項目の調査を行った。

① 3号焼成炉におけるエネルギー節減

② 焼成炉の炉齢に影響する要因

③ 空気圧縮機の電力節約

④ エネルギー管理の状況

2) 調査により明らかとなった問題点

2-1. 3号焼成炉の設備及び運転状況

・設備

①炉には焼成帯のみがあり予熱帯、徐冷帯がない。

炉の出入り口にエアカーテンがない。

このため、次のような問題を生じている。

- ・炉の出入り口からの熱損失が大きい。
- ・焼成された産品及び治具の持っている熱が回収されていない。
- ・焼成品の温度が高く、産品を丁寧に取り扱い扱えない。
- ・乾燥が十分でない品物が急激に加熱されると水蒸気が爆発的に発生し、釉薬剝離の原因となる。

②燃焼設備は負荷変動に追従して制御できるようになっていない。

・運転

①コンベア速度が早く炉内滞留時間が短いため、高温にする必要を生じている。

②品物に対する治具の重量割合の高い場合があり、余分な熱を必要としている。

③治具が鐵製であり、多層焼成の場合スケールや耐熱被覆が剝離して焼成品に付着するおそれがある。

④燃焼用空気量の調節がされていないので、燃料を絞った場合又は燃焼停止時に空気により煙突へ持ち去られる熱量が大きい。

⑤左側バーナの霧化が不良で、燃焼室内に堆積物が生成している。

⑥空炉時間が長い。

2-2. 焼成炉の炉齡

現状炉齡18ヶ月は日本の例から見て特に短いとは言えないが、これ以上の延長を図るためには炉温の低下、放熱板材質の変更を必要とする。

2-3. 空気圧縮機の電力節減

①圧縮空気利用箇所での漏洩が多い。

②バーナのように低圧でもよい所に高圧空気を供給している。

③圧縮機の吐出圧上限を低下させる余地がある。

3) 報告書の内容

3-1. 3号炉熱効率、炉齡関係

- ①炉形状改善案（予熱帯、徐冷帯、エアカーテン設置）と予想効果
- ②炉齡延長に関する検討
- ③治具改善案と予想効果
- ④燃焼装置の改善案と予想効果
- ⑤現状の熱収支表
- ⑥その他関連設備についての改善策提案

3-2. 空気圧縮機関係

- ①圧縮空気必要量削減対策と予想効果
- ②一部の圧縮空気圧力低下対策と予想効果

4) 調査除外事項の取り扱い

4-1. 焼成温度の低下

焼成温度を引き下げるためには焼成時間の延長、釉薬の変更などを要し、全般的な生産技術に及ぶ問題となる。「生産技術の変更を伴わない範囲で」とある診断実施細則の範囲を外れるので報告には含めない。

4-2. 二回塗一回焼成法

温度、釉薬等の要求管理基準が厳しく、不良品の発生率が高いため、日本では大量生産用に採用されていない。開発中の技術であり、4-1と同じ理由で報告には含めない。

4-3. 前処理工程脱油、脱銹温度の引き下げ

当工場での酸洗は既に60度前後で実施されている。脱油温度を低下させるには低温用の薬品を使用し、液の濃度管理を厳重にする必要がある。薬品に関する資料を別途提供するので研究されたい。

5) 調査解析基準条件

5-1. 生産量

カップ	13,500 個/日	70 g/個
蓋	13,000 個/日	26 g/個
その他	8,000 個/日	130 g/個

5-2. 重油消費量 3.2 屯/日 (冬季において)

5-3. 解析に使用する主な測定値

① 3号焼成炉

11月18日 午後 2時 0分～ 3時15分の測定結果

11月19日 午前10時45分～12時 0分の測定結果

② 空気圧縮機

11月15日～18日 測定結果

11月 1日～18日 工場日誌記録値

5-4. 焼成品名称

11月18日 午後 2時 0分～ 3時15分

カップ 径90/50 ×高100 黒下釉焼成

焼成温度 920 °C

11月19日 午前10時45分～12時 0分

カップ 径100 ×高100 絵付及び上釉焼成

焼成温度 800 °C

5-5. 経済評価関連指標

償却期間	設備寿命 15年
資金	償却費の評価の際の取り扱い・・・含めず 自己資金
金利、利子補給金	率 0.35%、評価の際の取り扱い・含めず
所得税	率 15%、評価の際の取り扱い・含めず
人件費（直接、間接）	評価の際の取り扱い・・・・・・・・・・含めず
設備費	評価の際は日本国内価格基準で算出 基礎、建家、撤去費含まず
設備維持費	評価の際の取り扱い・・・・・・・・・・ 設備に応じて日本側で設定
用役価格	購入価格
	電力 6分/kwh
	石炭 90元/ 屯(4500 ~5500kcal/ kg)
	ガス 13分/ 立方米(3~4000kcal/ 立方米)
	重油 120 元/ 屯
	ガソリン 750 元/ 屯
	用水 24 分/ 屯
	蒸気
	評価には購入価格を用いる
経済評価の基準	単純資本回収期間法による

$$\text{単純資本回収期間} = \frac{\text{投資額}}{\text{年間改善効果}} < 5 \text{ 年}$$

中華人民共和國
工場省エネルギー一
計 画 調 査
現地調査報告書

(大連鋼廠A班)

1985年12月4日

日本国 国際協力事業団

Handwritten signature and date:
12/4/85

1. 調査対象工場または機関

大連鋼廠A班

2. 調査日程

1985年11月23日～12月4日

3. 調査員

井口 光雄	技術 総括
金子 祐次	プロセス管理
山崎 定徳	熱 管 理
岡崎 誠一	電 気 管 理
沼田 弘二	電 気 管 理

4. 確認事項

1) 調査対象設備または工程

生産水準	現状原単位	目標原単位
------	-------	-------

①電気炉	20吨炉	200 吨/ 日	600kwh/ 吨	500kwh/ 吨以下
	10吨炉	100 吨/ 日	580kwh/ 吨	500kwh/ 吨以下

②#1 圧延ラインインゴット圧延機電力 ——— ——— ———

2) 主な測定項目

電気炉(10吨炉、20吨炉) 鋼種 45

- ①電気特性(電圧タップ別kA-kwh、cos φ)測定
- ②二次側導体損失
- ③電力投入状況
- ④炉体表面温度
- ⑤冷却水流量、温度
- ⑥炉内圧力

650 φ圧延機

- ①2500kw誘導電動機負荷電力
- ②2500kw誘導電動機空転電力
- ③ロール部の損失測定
- ④2500kw誘導電動機回転数変化に伴う一次側及び回転子側の電圧、電流、電力の変化
- ⑤補機ブロー電力測定
- ⑥鋼塊、鋼片の温度測定
- ⑦2500kw誘導電動機冷却ブロー風量測定

3) 調査により明らかとなった問題点

電気炉 (10屯炉、20屯炉)

①酸素吹込み量増加の余地がある。

吹込み開始時期が遅い。

②屑鉄装入法に改善の余地がある。

下部に大きいもの、上部に薄くて小さいものを入れるようにしていない。

③溶解期の電力投入を増加できる余地がある。

電気特性曲線で電力最大となる点以下で操業されている。

遮断器設定値が制約条件となって、変圧器容量が十分に利用されていない。

④力率が高い。

一次側力率が日本の例とくらべて5%程度高い。

⑤廃熱利用の余地がある。

排ガス、造塊屑の熱が利用されていない。

650 φ圧延機

①空転電力が大きい。

圧延機空転時826kw、ロール切り離し時370kw。

軸承は摩擦抵抗の大きい合成樹脂軸承であり、スリッパ式カップリングも劣化して衝撃音が大きい。

②ロールの空転時間が多い。

4) 報告書の内容

電気炉(10屯炉、20屯炉)

①酸素吹込み法改善による電力低減

(付) ノズルから噴出する酸素量の算定

②屑鐵装入法の改善策

③電力投入法の改善策と予想効果

④熱精算

⑤廃熱利用による屑鐵予熱の検討と予想効果

650 φ圧延機

①空転電力節減策とその予想効果

②その他圧延電力低減のための諸方策

5) 経済評価関連指標

償却期間	償却期間は定められていない。
資金	主として国家予算
金利	普通6%、節分2.1%
所得税	なし。定額を留保し残りは上納
人件費(直接、間接)	評価の際の取り扱い・・・含めず
設備費	評価の際は日本国内価格基準で算出 基礎、建家、撤去費含まず
設備維持費	評価の際の取り扱い・・・ 設備に応じて日本側で設定
用役価格	購入価格 電力 0.08元/kwh、超過分0.15元/kwh(約1/3) 石炭 70元/ 屯 (5500kcal/kg) コークス 210 元/ 屯 ガス 0.03元/ 立方米(1400kcal/立方米) 重油 150 元/kg(10000kcal/kg) 115 ~120 元/kg(10000kcal/kg) 石灰用 用水 0.24元/ 立方米、超過分 3倍 酸素 0.21元/ 立方米 評価には購入価格を用いる
経済評価の基準	単純資本回収期間法による

$$\text{単純資本回収期間} = \frac{\text{投資額}}{\text{年間改善効果}} < 3 \text{ 年}$$

(国の決定)

中華人民共和國
工場省エネルギー
計 画 調 査
現地調査報告書

(大連鋼廠B班)

1985年12月¹⁹~~20~~日

日本国 国際協力事業団

劉樹統

1. 調査対象工場または機関

大連鋼廠B班

2. 調査日程

1985年12月7日～12月19日

3. 調査員

井口 光雄	技術 総括
北山 英夫	プロセス管理
瀬川 和宏	プロセス管理
野崎 幸雄	熱 管 理
野田 敏夫	熱 管 理
栗田 賢一	電 気 管 理

4. 確認事項

1) 調査対象設備、改善目標

①第一圧延分廠 第一連続加熱炉

鋼 種	炭素構造鋼、低合金構造鋼、軸承鋼
生産水準	90000 吨/ 年处理、40～50吨/ 時 鋼片
現状原単位	重油 64 ～65kg/ 吨 (鋼片)
改善目標	重油 < 55kg/ 吨 (鋼片)
診断希望項目	炉構造 排ガス廃熱利用 燃焼装置 熱管理 (温度、压力管理等) 熱収支

②鋼管分廠 ガス焚台車式鋼管熱処理炉

鋼 種	炭素構造鋼、低合金構造鋼、軸承鋼
生産水準	3000 吨/ 年
現状原単位	ガス 1400～1500立方米/ 吨
改善目標	ガス < 900 立方米/ 吨
診断希望項目	炉体構造 熱管理

③鋼管分廠 ガス焚滾底式鋼管連続熱処理炉
鋼 種 炭素構造鋼、不銹鋼
生産水準 8000~9000 屯/年
現状原単位 ガス 1200~1300立方米/屯
改善目標 ガス <800 立方米/屯
診断希望項目 燃燒改善
 冷却水損失
 熱収支

④鍛造分廠 重油焚 4号鍛造用加熱炉
鋼 種 高速度工具鋼、不銹鋼
生産水準 13000 屯/年
現状原単位 重油 140 kg /屯
改善目標 重油 80~90 kg /屯
診断希望項目 炉構造
 熱管理
 熱収支

⑤原材料処 石灰焼成炉
産 品 生石灰
生産水準 産品 30 屯/日/基
現状原単位 重油 138.6 kg/時
改善目標 _____
診断希望項目 燃燒方式
 排ガス熱損失
 排風機、卷上機電力

2) 主要測定項目

①第一圧延分廠 第一連続加熱炉

鋼塊装入量 (毎時本数、重量)

鋼塊抽出温度

重油使用量 (毎時)

重油温度

重油压力

蒸気压力

炉内温度

炉压 (装入口、加熱帯後、抽出口付近)

排ガス温度 (空気予熱器前後)

排ガス酸素濃度 (空気予熱器前後)

燃烧用空気流速

予熱空気温度 (予熱器出口、バーナ入り口)

空気送風機電力

排風機電力

炉体表面温度

給水量

炉内ガス酸素濃度 (加熱帯後、空気予熱器入り口)

燃料支管重油流量

炉内ガスCO₂、CO濃度 (計器検出部汚損のため指示不良)

②鋼管分廠 ガス焚台車式鋼管熱処理炉

装入鋼管 (種類、寸法、重量)

(鋼廠記録)

炉内鋼管温度

炉内雰囲気温度

(現場計器)

炉内雰囲気酸素濃度

炉内压力

炉体表面温度

煙道ガス温度

煙道ガス压力

煙道ガス酸素濃度	
燃料ガス量	(鋼廠記録)
炉外での台車温度変化	
空炉時の炉内壁温度	
炉内ガスC O ₂ 、C O、O ₂	(鋼廠分析)
排ガス出口付近炉内温度	
③鋼管分廠	ガス焚滾底式鋼管連続熱処理炉
装入鋼管(種類、寸法、重量)	(鋼廠記録)
装入量	
在炉時間	
炉内温度分布	
鋼管温度(抽出時)	
炉内圧	
酸素濃度(炉内雰囲気、排ガス)	
冷却水量	
冷却水温度	
排ガス温度	
炉体表面温度	
予熱空気温度	
空気量	
空気圧(送風機出口、バーナ前)	
送風機電力	
燃料ガス量	(鋼廠記録)
炉内ガスC O ₂ 、C O、O ₂	(鋼廠分析)
④鍛造分廠	重油焚 4号鍛造用加熱炉
鋼材装入量	(鋼廠記録)
重油消費量	(鋼廠記録)
鋼材抽出温度(鋼片、再熱材)	
鍛造完了時鋼材温度	
重油温度(流量計、バーナ)	

重油圧力
蒸気温度
予熱空気温度
排ガス温度（炉出口、予熱器出口）
排ガス酸素濃度
炉内ガス酸素濃度（抽出口付近）
冷却水量、温度
炉体表面温度

⑤原材料処 石灰焼成炉

石灰石装入量 (鋼廠記録)
石灰石粒度分布
石灰石成分 (後日分析)
生石灰生産量 (鋼廠記録)
生石灰温度 (鋼廠記録)
生石灰粒度分布
生石灰成分（水簾）
捕集塵量 (鋼廠記録)
捕集塵成分 (後日分析)
炉内温度（3点）
炉内圧
炉体表面温度
排ガス量
排ガス圧力
排ガス温度
排ガス酸素濃度
排ガスCO₂、CO、O₂ (鋼廠分析)
重油消費量
重油温度
排風機電力
巻上機電力

3) 調査により明らかとなつた問題点

第一圧延分廠 第一連続加熱炉

設備

- ① 全般的に開口部が多く、十分密閉されていない。
 - ・ 装入扉、抽出扉がない。
 - ・ 覗き穴に蓋がない。
- ② 燃焼装置の構造、配置に問題がある。
 - ・ バーナ回りでの冷風吸い込みが多い。
 - ・ 熱負荷が長手方向では抽出側に、上下方向では下部に偏っている。
- ③ スキッド関係の断熱施工、設計に問題がある。
 - ・ スキッドパイプ、クロスパイプ、ポストの断熱強化、改善を要する。
 - ・ クロスパイプの本数が多過ぎる。
- ④ 廃熱回収熱交換器から出た予熱空気の経路が適当でない。
 - ・ 加熱帯両側の予熱空気温度に差が出ている。
- ⑤ 送風機の容量が大きすぎる。

操業

- ① 整備不良箇所が多い。
 - ・ 制御装置が活用されていない。
 - ・ バーナノズルの劣化により油の噴霧が悪くなっている。
 - ・ 熱風管、重油管、蒸気管、温水管、蒸気過熱器等の保温が脱落している箇所が多い。
 - ・ スキッドポストの断熱材の剝離が多い。
- ② バーナ停止時にも蒸気、空気を止めていない。
- ③ 煙道バイパスは廃熱回収に悪影響を及ぼしている。

鋼管分廠 ガス焚台車式鋼管熱処理炉

設備

- ①側壁の断熱を強化する必要がある。
- ②台車の軽量断熱化をはかる必要がある。
- ③ 3号炉のように扉と台車を分離し、空炉時に扉を閉めるべきである。

操業

- ①燃焼空気が不足している。

鋼管分廠 ガス焚滾底式鋼管連続熱処理炉

設備

- ①ロール冷却水による熱損失が大きい。
一般的な炉の 3倍になっている。
- ②開口部が多い。
装入扉、抽出扉がない。
ロールの炉体貫通部のシールが悪い。
- ③排ガス吸引力が足りない。
煙突の容量が小さい。
排風機が運転されていない。
- ④温度の測定装置、制御装置がない。また、仕切り壁が大きくないので温度制御が難しくなっている。

操業

- ①炉長利用率が低い。
- ②ガス量を変化させても、空気量を変えていない。
- ③現状送風機の 2台並列運転は 1台運転にすべきである。

鍛造分廠 重油焚 4号鍛造用加熱炉

設備

①炉体開口部が多く、冷風を吸い込んでいる。

装入扉がない。

押出機、抽出口扉の密閉が悪い。

②水冷部の断熱が不足している。

抽出扉裏、扉枠等

操業

①バーナ調節が粗い。

②吸引圧が大きすぎる。

③バーナの噴霧が悪い。また、炎の方向が偏っている。

原材料処 石灰焼成炉

①生産量の変動が大きく、操業が安定していない。

生石灰の抜きだし、原石の投入が一定時間毎に行われていない。

このため炉内の温度、圧力を安定に保つことができない。

②重油を石灰石の表面で燃焼させる方式をとっているため、完全燃焼が行われず、炭素の発生が多く、温度の均一性も悪い。また、燃焼室への冷風侵入も多い。

③排ガス中の酸素濃度が高く、空気侵入が多いことを示している。

このため、熱損失も大きく、排風機の電力も多く必要となっている。

④計測器が少なく操業状態が把握されていない。

各炉毎の重油量、炉内温度、炉圧が分からない。

⑤排風機、巻上機とも低負荷で効率が低い。

4) 報告書の内容

第一圧延分廠 第一連続加熱炉

- ①熱収支
- ②扉設置とその効果
- ③適切な燃焼装置の構造と配置案
- ④スキッド断熱法と改善効果
- ⑤廃熱回収による予熱空気利用
- ⑥送風機改造の場合の効果
- ⑦その他

鋼管分廠 ガス焚台車式鋼管熱処理炉

- ①熱収支
- ②断熱強化とその効果
- ③台車の軽量断熱化とその効果
- ④その他

鋼管分廠 ガス焚滾底式鋼管連続熱処理炉

- ①熱収支
- ②ロール冷却法の改善とその効果
- ③炉体密閉化、ドラフト改善、バーナ配置改善等による燃焼改善
- ④その他

鍛造分廠 重油焚 4号鍛造用加熱炉

- ①炉体密閉化とその効果
- ②水冷部断熱強化とその効果
- ③熱収支

原材料処 石灰焼成炉

- ①熱収支
- ②燃焼方法の改善策と効果
- ③空気侵入防止対策
- ④排風機、巻上機電気設備

中華人民共和國
工場省エネルギー一
計 画 調 査
現地調査報告書

(大連水泥廠)

1986年1月25日

日本国 国際協力事業団

夏崎

1. 調査対象工場または機関

大連水泥廠

2. 調査日程

1986年1月11日～1月25日

3. 調査員

井口 光雄	技術 総括
細田 豊	熱 管 理
末繁 哲雄	熱 管 理
岡田 信行	電 気 管 理
矢寺 啓二	プロセス管理

4. 確認事項

1) 調査対象設備または工程

生産水準

目標改善率

①4、5号セメント製造設備

280、000 屯/年

・キルン投入熱量

現状1537kcal/kg 熟料から

1400kcal/kg 熟料以下に改

善

・余熱発電量で生産用電力を

充足

②診断希望項目

焼成熱量

粉碎電力

余熱発電

その他全般に対する意見

2) 主要測定項目

＃4原料ミル

ボールセンター

ボール配合比

供給原料粒度分布

ミル、分級機、バケットエレベータ電力

ミル内部原料粉碎度変化 (日本に持ち帰り測定)

分級機細粉、粗粉、入粉粒度分布 (日本に持ち帰り測定)

供給原料粉碎仕事指数 (日本に持ち帰り測定)

＃8仕上ミル

分級機細粉量、粗粉量

ミル入口クリンカ温度、出口セメント温度

ボールセンター

ボール配合比

供給原料粒度分布

ミル、分級機、バケットエレベータ電力

ミル内部セメント粉碎度変化 (日本に持ち帰り測定)

分級機細粉、粗粉、入粉粒度分布 (日本に持ち帰り測定)

クリンカ粉碎仕事指数 (日本に持ち帰り測定)

キルン、ボイラ、タービン

気象条件 (気温、大気圧、湿度)

生産量

キルン送入原料温度、水分

ダスト温度

燃料 (使用量、発熱量、工業分析、温度)

一次空気 (使用量、温度)

クーラ入口空気 (風量、温度)

キルン入口二次空気 (温度)

電気集塵機出口ガス (風量、温度)

キルン出口クリンカ温度

クーラ出口クリンカ温度

ガス温度（窯尾、防灰管後、過熱器後、省煤器前、省煤器後）

ガス分析（窯尾、防灰管後、省煤器後、電気集塵機後）

ガス中酸素（窯尾、防灰管後、省煤器後、排風機入口）

排風機回転数、閘板開度

化学成分（生原料、送入原料、回収ダスト、クリンカ）

表面温度（キルンフード、キルンシェル、クーラ）

熱画像（キルンシェル、クーラ）

ボイラ給水（流量、圧力、温度）

省煤器出口水温度

汽水胴圧力

主蒸気（圧力、温度）

ガス圧力（過熱器後）

缶水排泥量

ボイラ表面温度

水質（缶水、給水、純水、原水）（電導度、pH、SiO₂）

発電量

復水（流量、圧力、温度）

タービン入口主蒸気（圧力、温度）

排気（圧力、温度）

冷却水（圧力、温度）

3) 調査により明らかとなった問題点

3-1. 全般

①各工程とも計量器が不足しており、量が精度よく制御されていない。

このため、

操業条件の変動が大きい。

改善を進めるためには不可欠な操業実態を示す数値が把握できていない。

②設備の故障が多い。

これも操業の安定を乱し、エネルギーの無駄を生ずる原因となっている。

③環境への産品等の損失が多い。

3-2. 原料部門

①原料の調合精度が低く、品質が変動しキルンの安定運転を乱す一因となっている。

・計量器がない。

・供給設備での量制御性が悪い。

・サイロの使用法に改善の余地がある。

②ミルのボール配合に改善の余地がある。

③ミルの裏板形状に改善の余地がある。

④ミル内通風が行われていない。

3-3. 焼成部門

①クーラにおけるクリンカの熱回収に改善の余地がある。

②#5キルンの排風機能力は他のキルンよりも小さく、モータも過負荷になっている。

ボイラでの漏風を減らさなければ、生産低下の一因となる。

③キルン供給原料の量と質の変動が大きい。

また、吹込炭の発熱量、灰分も変動している。

④石炭の燃焼装置に改善の余地がある。

⑤キルン運転計器が不足で、現有の計器も整備が良くない。

⑥燃料量の変動に応じて空気量を調節していない。

⑦鉱渣混入率増加により消費熱量を下げる余地がある。

3-4. ボイラ・発電部門

- ①ボイラでの侵入空気が多く、ガス温度が低下している。
- ②主蒸気温度が低い。伝熱管表面の掃除方法に改善の余地がある。
- ③主蒸気圧力の変動が大きい。給水制御、タービン蒸気量制御に改善の余地がある。
- ④タービン排気圧力が高い。
- ⑤開放点検時のタービン翼の掃除が不十分と思われる。
- ⑥蒸気輸送系の保温不十分な箇所がある。
- ⑦計器類の数が不十分で、現有のものも整備が良くなされていない。

3-5. 仕上部門

- ①クリンカ温度がやや高い。
- ②ミルの室割り比率が適当でない。
- ③ミルのボール配合に改善の余地がある。
- ④ミルの裏板形状に改善の余地がある。
- ⑤ミル内通風が行われていない。

4) 報告書の内容

4-1. 総論

4-2. 原料部門

①調合原料安定化の方策

②ミルの改善策

③乾燥炉の検討

4-3. 焼成部門

①熱精算結果

②クーラ改善

③操業の安定化

④燃焼装置、燃焼管理

⑤各種対策の総合効果

4-4. ボイラ・発電部門

①熱精算結果

②蒸気条件の改善方策

③タービン蒸気消費率の改善

④蒸気配管系の保温強化

⑤運転管理計器

4-5. 仕上部門

①測定結果の解析

②ミルの改善策

5) 経済評価関連指標

償却期間	定率償却・・・5.54%(1985)18年、将来8% 評価には含めず
資金	国家予算、自己資金、借り入れ・・・各1/3
金利	率・・・6.6～9%、評価には含めず
所得税	率・・・製品の10.7%、評価には含めず
人件費(直接、間接)	60元/人+福利11%、評価には含めず
設備費	評価の際は日本国内価格基準で算出 基礎、建家、撤去費含まず
設備維持費	大修理 2.5%/設備費、中小修理11.9%/コスト 評価には含めず

用役価格

購入価格

電力	0.112 元/kwh
石炭	50～60元/ 屯
ガス	
重油	
その他液体燃料	超過分含み600 元/ 屯
用水	0.25元/ 屯
蒸気	

評価には購入価格を用いる

経済評価の基準

単純資本回収期間法による

$$\text{単純資本回収期間} = \frac{\text{投資額}}{\text{年間改善効果}} < 15\text{年 (参考)}$$

中華人民共和國
工場省エネルギー一
計 画 調 査
現地調査報告書

(大連染料廠)

1986年1月30日

日本国 国際協力事業団

李林賓

1986.1.31日.

1. 調査対象工場または機関	大連染料廠	
2. 調査日程	1986年1月27日～1月31日	
3. 調査員	井口 光雄	技術総括
	尾川 武志	プロセス管理
	五十嵐啓夫	熱管理
	山本 俊郎	電気管理
	乙竹 英夫	経済評価
4. 確認事項		
1) 調査対象設備または工程	生産水準	目標改善率
硫酸濃縮工程	10,000屯/年	効率20%向上
2) 測定項目		
廃酸	流量、温度、濃度	
濃硫酸	濃度、蒸発鍋出口温度、冷却器出口温度	
燃料	流量	
排ガス	流速、圧力、温度、酸素濃度（3号のみ）	
凝縮器海水	流量、入口温度、出口温度、pH	
炉内ガス	酸素濃度	
精留塔	塔頂温度、表面温度（3号のみ）、熱画像	
炉	表面温度、熱画像	
蒸発鍋	底温度	
燃料油ポンプ	有効電力、無効電力、力率	
濃硫酸ポンプ	有効電力、無効電力、力率	
廃酸ポンプ	有効電力、無効電力、力率	

3) 調査により明らかとなった問題点

- ① 燃焼装置に問題がある。
 - ・ 燃料霧化が悪く、床面や壁面で表面燃焼している。
 - ・ 定量的に制御できるようになっていない。
 - ・ 空気量の制御ができない。
- ② 炉内への侵入空気が多い。
 - ・ 排ガスへの熱損失が多くなっている。
 - ・ 炉内温度が低下している。
- ③ 真空度を高め、蒸発温度を低下させる必要がある。
 - ・ 凝縮器の性能が悪く真空度が下がっている。
- ④ 蒸発鍋に攪拌器を設置し、沈殿の付着を防ぐ必要がある。
- ⑤ 排ガスの熱量が利用されていない。
- ⑥ 設備の取り付けが悪く、精留塔が傾いている。
 - ・ 塔頂からの硫酸損失が多くなっている。
- ⑦ 休止している設備の海水が止められていない。
 - ・ 電力の損失を生じている。

4) 報告書の内容

- ① 熱収支
- ② 燃焼装置の改善案
- ③ 侵入空気の防止
- ④ 真空系統の改善案
- ⑤ 攪拌器設置案
- ⑥ 排ガス廃熱利用方策
- ⑦ その他

5) 経済評価関連指標

償却期間 償却率 平均4%、硫酸設備 10%
 償却費は評価の際含めず
 資金 借り入れ
 金利、利子補給金 率 7%、評価の際含めず
 所得税 率 平均15%、評価の際含めず
 人件費（直接、間接） 評価の際含めず
 設備費 評価の際には日本国内価格基準で算出
 基礎、建家、撤去費含まず

設備維持費 評価の際含めず

用役価格 購入価格
 電力 0.06元/kwh
 石炭
 ガス
 重油 178.5 元/ 吨
 その他液体燃料
 海水 0.03 元/ 吨
 蒸気 15.22 元/ 吨

評価には購入価格を用いる

経済評価の基準 単純資本回収期間法による

$$\text{単純資本回収期間} = \frac{\text{投資額}}{\text{年間改善効果}} < \text{--- 年}$$

(案件別審査)

JICA