

LPGの発熱量、kcal/kg	11,000
電力、kcal/kWh	860

Table 9-1 Trends of Unit Consumption of Energy in IBF

	1992	1993	1994	1995	1996 (Aug.)
Production, 10 ³ m tons	33,047 7,402	32,013 7,171	26,979 6,043	27,215 6,096	16,885 3,782
Energy Consumption					
Lignite, tons	7,299	15,918	16,306	13,428	8,063
10 ⁶ kcal	32,006	69,800	71,502	58,882	35,356
Fuel Oil, tons	3,598	3,430	3,267	3,486	2,607
10 ⁶ kcal	35,980	34,300	32,670	34,860	26,070
Diesel Oil, tons			70	86	77
10 ⁶ kcal			665	817	732
LPG, tons	59	95	100	105	71
10 ⁶ kcal	649	1,045	1,100	1,155	781
Electricity, 10 ³ kWh	11,752	12,219	12,433	11,403	7,553
10 ⁶ kcal	10,107	10,508	10,692	9,807	6,496
Total					
10 ⁶ kcal	78,742	115,653	116,629	105,521	69,435
Unit Consumption of Energy					
10 ⁶ kcal/ton-Fabric	10.64	16.13	19.30	17.31	18.36

エネルギー原単位は1994年から1996年間はほぼ横ばいに推移しているが、1992年から1993年にかけて急上昇している。

9.5 エネルギー管理及び省エネルギーの現状と問題点

現状のエネルギー管理活動は、一般に受け入れられ、推奨されている活動方法に対して、次の事が指摘される。

1. 省エネルギーの目標の設定：
この工場は目標を持っていない。
2. 社内組織でのエネルギー管理の系統的活動：

毎週水曜日に、社外コンサルタントを招聘している。工場には、製造サイドの管理職が参加する、省エネルギー委員会の様な組織がない。

3. データや記録を活用するエネルギー管理：

工場は、毎月の電力、石炭の消費量の記録を、保有している。しかしこれらのデータは、経理部門が使用するだけである。

4. エネルギー管理の従業員教育と訓練：

省エネルギーについて、作業員に対する教育は行われていない。

5. 年間の保全計画：

工場は、年に1度、生産を停止し、定期整備を行う。

6. 省エネルギーの為に、実施した方策とその効果：

省エネルギーは、ほとんど、旧式設備を新式のものに取り替えることにより行われている。

計画中の省エネルギー対策とそれらの期待効果：

IBFは2年から5年以内に、工場を、新サイトに移転する計画である。新工場における燃料は、天然ガスが経済的に有利との考えで、主要燃料として計画されている。又、工場は、ホットオイルシステムの採用を削減する事とコージェネレーションシステムの採用を考えている。

9-6 工場の設備の現状と問題点

(1) 共通事項

主要なエネルギー消費装置及び供給装置の、共通の問題点として、次の事項が、考えられる。

1. エネルギーの供給量、消費量に関する計測器の不足
2. 不十分な保温
3. 電力の使用に際しての損失

(2) 生産装置に対する事項

1. 間歇運転
2. Bleaching Range における熱損失
3. Washing Range における熱損失

(3) エネルギー供給設備に対する事項

1. ボイラー、ホットオイル加熱炉の低効率運転
2. 低コンデンセート回収率
3. 蒸気配管からの漏洩
4. スチームボイラー
 - (a) 計測機器の不足と自動調節計による運転操作が少なくマニュアル操作
 - (b) 正常に作動していない計測器による運転管理

9-7 エネルギー診断の方法と手順

エネルギー診断はエネルギーの供給側と消費側の両面から調査されなければならない。IBFの場合、次の事項が重要項目として選ばれ、工場診断の対象となった。

(1) エネルギー供給側

1) スチームボイラー

4 缶のボイラーの内、運転中の 3 缶が診断の対象となった。

2) ホットオイル加熱炉

運転中の全ホットオイル加熱炉と循環の配管系が診断された。

3) 蒸気の供給配管系とコンデンセート回収システム

IBF は蒸気の流量を測定するために渦流量計を仮設する目的で、蒸気の主配管および bleaching machine への供給配管に、バイパス配管を設置した。これに加えて、コンデンセート回収設備の診断が行われた。

4) 給水システムと排水システム

生産設備への水の供給量と排水の量が測定項目になった。

5) 電力供給システム

工場全体と主要装置の電力消費量が調査された。

(2) エネルギー消費側

1) Bleaching Machines

Open width bleaching machine が診断の対象に選ばれた。これはこの装置が常時運転されているためである。IBF は新工場にこの設備を移設する事を計画している。

2) Washing Machines

新装置は Max Goller 型で 1996 に建設された。この装置を、エネルギー診断の対象として、open width bleaching machine と同様の理由で選定した。

9-8 測定の実施内容

(1) 主要測定項目

1. 流量：燃料、水、蒸気、コンデンセート、ホットオイル、煙道ガス、布地、
2. 温度：燃料、水、空気、コンデンセート、ホットオイル、煙道ガス、布地、ユーティリティ配管、機械表面、他
3. 圧力：蒸気、ホットオイル、他
4. 化学分析：燃料、灰、煙道ガス、ホットオイル、ボイラー水、コンデンセート、他
5. スチームトラップの運転状況
6. 電気：電流、電圧、電力、力率
7. 工場内湿度、温度

(2) 人員配置

測定と分析は EIE、IBF、JICA の担当者の共同作業により、実施された。

9-9 測定および分析結果

9-9.1 Open Width Bleaching Range

Open width bleaching range は 2 つの部門に分けられる。

1. 1階に設置された化学処理槽と水洗槽、2階に設置されたスチーマー部門
2. 化学処理槽の後部に配置された温排水からの熱回収装置部門

測定はこの 2 つの部門について行われ、次の結果が得られた。

(1) 供給水の挙動と布地の速度

Open width bleaching range には 9 個の槽があり、運転員は、マニュアル操作で、水や蒸気配管のバルブの開閉操作を行っている。この装置の平均の水使用量の合計は $38 \text{ m}^3/\text{h}$ で給水の入口温度は 27.5°C である。給水は装置内で、2 系統に分けられ、一つは各槽への供給系統、他は熱回収系統に行く。布地の平均速度は 43 メートル/分である。

(2) 排水

この装置には熱回収設備が設置されており、第1、2、3及び5槽から放出される温廃水の熱を回収している。熱回収設備は最大負荷の運転が行われているが、温廃水の余剰が発生する。熱回収が出来ない温廃水は廃水の受け入れ槽から、オーバーフローし、直接側溝に放出される。この排水の温度は99.6℃と測定された。オーバーフローの廃水量は7.2 m³/hであった。

熱回収された廃水の水量は5.2 m³/hと推定され、出口温度は40℃であった。

他の槽の水は、熱回収をされずに廃水として直接排出されるか、大気中へ蒸発すると考えられている。平均温度は50℃と推定されている。

(3) 蒸気

この装置の蒸気の消費量は2,200 kg/hである。蒸気は各槽、スチーマー、熱回収設備の後流に設置されている蒸気加熱器に、直接供給されている。

(4) コンデンセート

この装置には、スチームトラップが設置されているが、コンデンセートは回収されていない。

(5) 布地

布地の幅は100 - 220 cm (平均160 cm)

布地の単位面積当たりの重量はサンプルの面積を測定し、重量を天秤により測定して計算された。g/m²

平均	140
----	-----

布地の水分含有率はドライとウェットのサンプルの重量を測定し、算出された。

入口:	79-80 %
-----	---------

出口:	80-81 %
-----	---------

布地の温度は

入口:	31℃
-----	-----

出口:	31℃
-----	-----

(6) 機械の表面温度と表面からの熱の放散

表面温度と、各槽とスチーマーの寸法が測定された。機械の表面からの輻射、対流による熱の放散量が計算された。

(7) 機械の内部の温度

各槽とスチーマーの内部温度が測定された。

(8) 解析

測定結果のデータや計算値を使い、open width bleaching range の、摂氏零度基準の熱バランスをとった。この結果を基に、第9章10項の Figure 9-2 のエネルギー流れ図が作成されている。

9-9-2 Max Goller Washing Range

Max Goller washing range は、最近になつて IBF により採用された装置で、1995年12月に運転が開始された。この装置は、foulard (padding)/flash ager と9つの水洗槽から構成されている。各部の温度と、水、蒸気の流れは コンピューターコントロール システムにより管理されている。測定結果は次の通りである。

(1) 蒸気

Flash ager、水洗部門の蒸気消費量は、それぞれ 370 kg/h、1,580 kg/h (平均)である。この装置の蒸気の使用量の測定は、工場内の他の装置への蒸気の供給を、一時的に、測定の間中断して、主蒸気配管に取り付けられた流量計により行われた。測定値は、おそらく、実際の消費量より大き目の数値を示していると思われる。その理由は、蒸気の流量計とこの装置の間で、主配管より枝管に分岐する地点のバルブの漏洩や配管からの放熱が予測されるためである。

(2) 給水量と布地の供給速度

平均の給水量は 20.2 m³/h、平均の布地の処理速度は 19.8 m/min.であった。

(3) 布地の処理量と入口、出口の水分含有率

布地の幅、単位面積当たりの重量は open width bleaching range と同じである。この機械の入口、出口における布地の温度と水分含有率は、両側共、各々 31℃ および 80%と測定された。

(4) 電力

Flash ager の入口には、電気式の蒸気過熱器が設置されていて、装置内の温度を 130℃にしている。これは自動的に調節されている。過熱器の設計容量は 60 kW である。

(5) コンデンセート

コンデンセートは全量回収されている。

(6) 排水

Max Goller washing range には、排水の熱回収設備は設置されていない。この装置では、2種類の洗浄方式、低温洗浄と温水洗浄、が採用されている。低温洗浄の排水温度は 30℃、高温洗浄の排水は 70℃である。熱回収設備が設置されていないので、すべての排水は、直接に側溝に放出されている。

(7) 機械の表面温度と放熱

この装置の各部分の表面温度と寸法が測定された。

(8) 機械の内部の温度

各槽の内部の温度も測定された。

(9) 解析

Flash ager を含む Max Goller washing range の熱精算が計算された。エネルギーの流れ図は第 9 章 10 項の Figure 9-3 に示されている。

9.9.3 エネルギーの供給側

測定項目は次の通りである。

1. ホットオイル加熱炉の煙道ガス
2. スチームボイラーの煙道ガス
3. 石炭、灰、重油、軽油、軽質重油、ホットオイルの分析
4. 井戸水の流量
5. ボイラーでの、ボイラー用水の供給量と石炭の消費量
6. ボイラー給水とボイラーのブローダウン水の性状
7. 各装置への供給水量
8. ホットオイル加熱炉の運転温度
9. 各装置の蒸気消費量
10. 蒸気配管、ホットオイル配管、ボイラー、ホットオイル加熱炉の表面温度
11. 工場内の、各場所の室温と湿度

9-9-4 スチームボイラー

(1) 運転条件の測定結果

1. 煙道ガス温度、℃、 173 から 245、変動が大きい
2. 煙道ガス中の O₂ 濃度、パーセント、 8.6 から 18.1、変動が大きい
煙道ガス中の O₂ 濃度の数値は非常に大きい。これは空気の供給が、多すぎるか又はボイラー内への、空気のもれ込みが多い事を意味する。
3. 石炭、灰の低発熱量、 kcal/kg:

Coal	4,385
Ash	488

この数値は、測定値を基に、計算により求められた。
4. IDF 入口のドラフト、 mbar 9.5

(2) ヒートバランス計算とスチームボイラーの効率

熱精算の概算が行われた。エネルギーの流れ図を第 9 章 10 項の Figure 9-4 に示す。ボイラー効率は 71.3 と計算された。

9-9-5 スチームバランス

(1) 概要

この工場には、蒸気の流量計が、ボイラー出口の供給側及び需要側の各装置入口に設置されていない。例外的に、flash ager 装置にのみ、流量計がある。今回の工場診断の為に、2 基の流量計が、主蒸気配管と open width bleaching machine の入口に、仮設された。蒸気の流量は、測定対象装置を、グループ化して測定された。

(2) 蒸気バランス, tons/hour

ボイラーの蒸気バランスは次の通り、計算された。

1. 発生側、 tons/hour

ボイラー給水量	8.38
ブローダウン量	1.58
蒸気の蒸発量	6.80
2. 消費側 tons/hour

ボイラー水の脱気機	1.70
スーツブロー	0.08
重油の加熱器	0.40

Open width bleaching	2.20
Flash ager	0.37
Max Goller	1.58
その他装置	0
(その他装置グループへの蒸気枝管のバルブを閉鎖)	
その他 (末端需要先、熱損失、行先不明の熱)	0.47
合計	6.80

9-9-6 ホットオイル加熱炉

(1) 新ホットオイル加熱炉の主要な運転条件

ホットオイル加熱炉の主要な運転条件は次の通りである。

(1)	Flow rate of hot oil	300	kl/h
(2)	Temperature of hot oil		
	Inlet	240	℃
	Outlet	250	℃
	Temperature difference	10	℃
(3)	Properties of hot oil heater		
	Specific gravity	0.8783	
	Specific heat	0.45	kcal/kg °C
(4)	No. 6 fuel oil combustion rate	4	tons/d
(5)	Properties of No. 6 fuel oil		
	Low heating value	9,600	kcal/kg
	Specific heat	0.48	kcal/kg °C
(6)	Inlet temperature of No. 6 fuel oil at the burner	100	℃
(7)	Flue gas temperature		
	Outlet of combustion chamber	300	℃
	Outlet of flue gas-air exchanger	--	
(8)	Flue gas specific heat	0.34	kcal/Nm ³ °C
(9)	O ₂ % in flue gas	11	%
(10)	Temperature of air		
	Inlet of flue gas-air exchanger	35	℃
	Inlet of combustion chamber	90	℃
(11)	Specific heat of air	0.32	kcal/Nm ³ °C

(2) 新ホットオイル加熱炉のヒートバランス概算と効率

熱精算の結果を、エネルギー流れ図として Figure 9-5 に示す。新ホットオイル加熱炉の効率の計算値は 68.9 % になった。

9-9-7 蒸気配管、ホットオイル配管、コンデンセート回収配管の診断

診断結果は次の通りである。

1. 蒸気の主配管、ホットオイル配管、コンデンセート配管は保温されている。
2. 末端の蒸気の使用先向けの小口径配管では、所々、保温の脱落箇所がある。
3. 保温の材質はグラスウール及び岩綿が使用され、厚みは 50 から 90 ミリメートル、薄い鋼板で覆っている。
4. 蒸気の主配管、ホットオイル配管、コンデンセート配管の表面温度は、代表的な地点で、測定を行い、その結果を以下に示す。(単位 °C)

蒸気配管	未保温箇所	155
	保温箇所	52
ホットオイル配管	未保温箇所	167
	保温箇所	53
コンデンセート配管	未保温箇所	91
	保温箇所	50

5. 配管系からの熱放散対策は、蒸気配管、ホットオイル配管系のフランジやバルブ部分に、油や蒸気の漏洩の監視や漏洩時の補修に有効な保温設備の取り付けを検討する事、充実した保全を行う事と小口径配管、例えば室内暖房向けの蒸気配管、の保温の補修を適切に行う事である。

9-9-8 スチームトラップの診断

(1) ドレンピット

ドレンピット内のスチームトラップはピットに滞留する水のなかに漬っている。ピットには水を溜めるべきでない。水を排出する設備が必要である。

(2) Drying and Flash Ager

Drying 装置の蒸気配管ではフランジやバルブのボンネットからの蒸気の漏洩が散見された。Flash Ager 装置の上部の蒸気配管のフランジから、かなりの蒸気の漏洩が見られた。早急に補修する必要がある。

(3) スチームトラップシステム

スチームトラップの取り付けが必要な所が、rope bleaching 装置、mercerizing 装置、Jigger 装置周辺に数箇所ある。

(4) 立ち上がり配管へチャッキ弁

立ち上がり配管等の、背圧のかかるコンデンセート回収配管へ連結されているスチームトラップの下流側にはチャッキ弁の取り付けが必要である。

(5) スチームトラップ診断の概要

スチームトラップの診断の測定日には、少数のスチームトラップのみが、設計条件下で運転されていたが、その他の多くは、設計条件からかけ離れた条件、特に低温、での運転であった。これは装置が、生産計画に基づき運転され、その時点の運転条件が低温度、或いは蒸気の負荷が低い状態で、蒸気の供給バルブは絞られていた。

調査団が持参したスチームトラップ診断器、コンピュータ管理システム、は次の診断結果を示した。

1. 少数のスチームトラップ	Good operation
2. 1個のスチームトラップ	Blowing
3. 多数のスチームトラップ	Low temperature
4. 多数のスチームトラップ	Blocked out

9.9.9 電気

電気関係の測定は、各トランスフォーマー及び主要な電力消費設備に対して、行われた。工場入口の電力計の指示は1時間毎に読み取られている。過去数年の間に、電力の負荷の時間的推移は変化し、エネルギーの節約と共に電力費の節減が計られている。電力負荷のピークは減少された。その結果として、電力会社との契約電力は2,500 kW から2,100 kW に下げられた。測定結果は、電力のピーク需要が1,900 kW 以下である事を示す。

9.10 工場及び主要なエネルギー消費装置、供給装置のエネルギー流れ図

9.10.1 工場のエネルギー流れ図

燃料と電力から構成される全エネルギーは、1996年1月から8月の期間に、工場の各装置で、Table 9-2のように、消費された。IBFと日本の繊維工場における、熱原単位の比較が行われた。日本の工場の熱原単位のデータは同じ土俵で比較出来るようにまとめら

れた。IBF と日本の工場の前提に違いがある事を容認すれば、IBF の現状の熱原単位は、非常に良い。しかし、同時に、今回のエネルギー診断の結果や Table 9-2 の EN の値に示される如く、IBF はエネルギー消費の削減に対する可能性を持っている。

9-10-2 主要なエネルギーの消費及び供給装置のエネルギー流れ図

Open width bleaching range, Max Goller washing range、スチームボイラー及びホットオイル加熱炉のエネルギー流れ図を Figure 9-2、Figure 9-3、Figure 9-4 及び Figure 9-5 に示す。

Table 9-2 Energy Flowsheet of Factory

(1996 Jan. - Aug.)

Input	Fuel					Sub Total	Electricity		Energy Total	Unit Heat Consumption	
	Coal	No.6 Fuel Oil	Special Fuel Oil	Diesel Gas Oil	LPG		10 ⁶ kcal (%)	10 ⁶ kcal (%)		10 ⁶ kcal (%)	10 ⁶ kcal/ton-product
ton or 10 ³ kWh	8,063	586	2,021	77	70	---	7,533				
10 ⁶ kcal	35,350	5,630	19,400	750	770	61,900	6,480				IBF
Energy Conversion Efficiency (%)	4.49/5.26	1186/1608		(73.8)	100						EP
Energy Consuming Facility	85.4	73.8									EN
	Steam		Hot Oil		LPG						
	kg/h (%)	10 ⁶ kcal (%)	10 ⁶ kcal (%)		10 ⁶ kcal (%)		10 ⁶ kcal (%)	10 ⁶ kcal (%)	10 ⁶ kcal (%)		
Singeing	---	---	---	---	770	770	40	810	0.23	0.26	0.26
Open Width Bleaching	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Rope Bleaching	4,200	---	---	---	---	13,130	370	13,500	3.86	6.75	2.82
Jigger, Mercerization	(43.5)					(26.3)	(5.7)	(23.9)			
Drying	900	---	---	---	---	2,810	30	2,840	0.83		
	(9.3)					(5.6)	(0.5)	(5.0)			
Printing	450	4,150	---	---	---	5,540	1,830	7,370	1.63	7.36	7.42
Fixation	(4.6)	(21.8)				(11.1)	(28.2)	(13.1)			
Max Goller Drying	3,100	---	---	---	---	9,660	190	9,850	2.84	2.98	0.92
Washing	(32.0)					(19.3)	(2.9)	(17.5)			
Finishing	---	---	14,320	---	---	14,320	1,250	15,570	4.21	2.20	0.54
			(75.3)			(28.7)	(19.3)	(27.6)			
Calendering	130	---	---	550	---	940	320	1,260	13.60	19.55	11.96
Raising	(1.3)			(1.5)		(1.9)	(5.0)	(2.2)			(Sub-Total)
Utilities Facilities	900	---	---	---	---	2,810	2,450	5,260	1.11	---	---
Others	(9.3)					(5.6)	(37.8)	(9.3)			
Total	30,190	---	19,020	---	770	49,980	6,480	56,460	---	---	---
	(60.4)		(38.1)		(1.5)	(%)					
Energy Consumption Rate	10 ⁶ kcal/ton-product (16,885 x 10 ⁻³ m, 1.6 m-width, 140 g/m ²)										
						14.70	1.90	16.6	14.70	---	---

Note: EP: Unit heat consumption in a Japanese factory estimated in 1983.
 EN: Unit heat consumption in a Japanese factory after possible heat recovery is performed.
 The value of EN of printing is calculated by assuming the smaller lot than that in 1983.

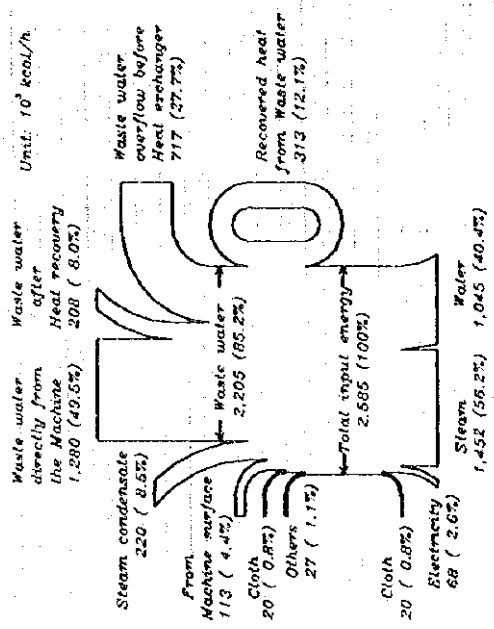


Figure 9-2 Energy Flow Chart of the Open Width Bleaching Range

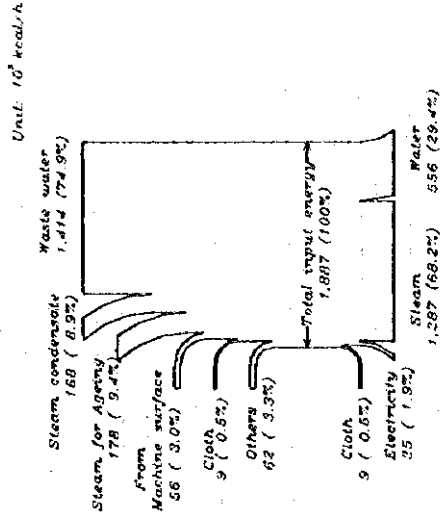


Figure 9-3 Energy Flow Chart of Max Goller Washing Range

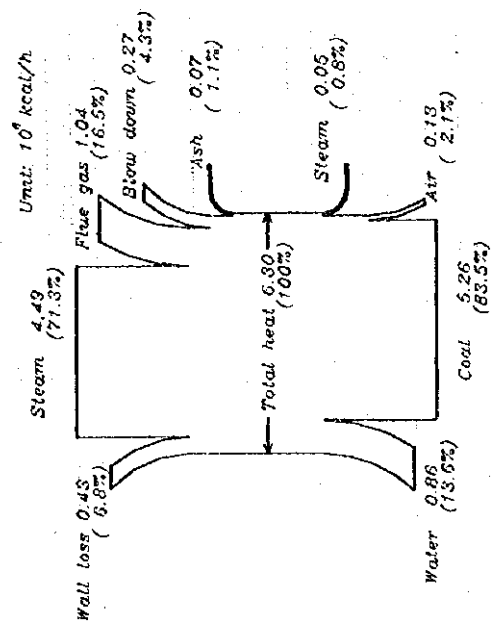


Figure 9-4 Energy Flow Chart of Steam Boiler

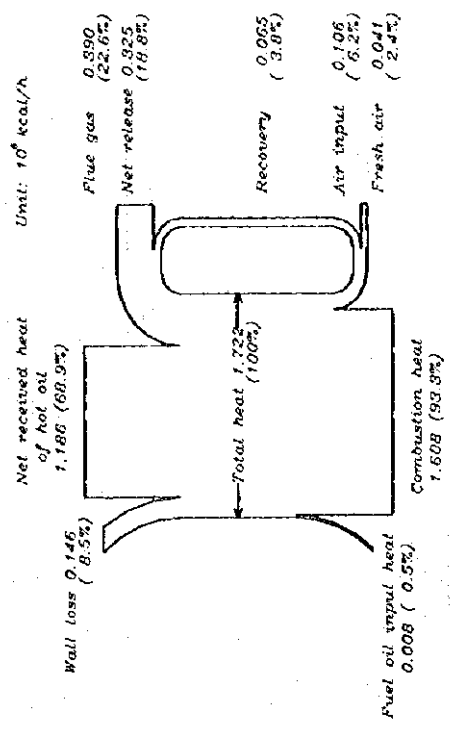


Figure 9-5 Energy Flow Chart of Hot Oil Heater

9-11 省エネルギー対策の立案と勧告

IBF は、Izmir 近郊に、新たに染色工場を建設する計画である。本計画では石炭の代わりに天然ガスを使用する予定である。既設工場の Open width bleaching range、Mercerizing 装置、Max Goller washing range は、新工場に移設して使用する予定である。既存のユーティリティ供給設備は廃棄されることになろう。

このような背景から、省エネルギー対策に対する提案は、新工場向けと既設工場に対するものが、用意された。

9-11-1 新工場ケース

(1) CHP システム (コージェネレーション システム)

色々な形式の CHP システムがあるので、IBF の新工場におけるユーティリティの需給の条件に基づいて、ケース スタディを行い、最適な計画を作成する必要がある。

(2) パッケージボイラーシステム

CHP システムの代替として、パッケージボイラー システムを提案する。本システムは完全に自動化された、小容量の、数基のボイラーから構成される。生産計画に起因して変動する蒸気的需求に対応して、各ボイラーは、稼動と停止を間欠的に繰り返す運転が行われる。

(3) 直接加熱法

ホットオイル加熱システムの代替として、finishing 装置に加熱設備を、直接に設置する直接加熱システムを提案する。この方法の燃料としては、天然ガスが最適である。

(4) エネルギー管理システムの導入

装置の運転制御やエネルギー管理のための計測機器が装備された、コンピューターコントロール システムの導入を提案する。本システムはエネルギー消費量の監視用データロガーの役目とエネルギー管理の道具の機能を持たせる事が出来る。エネルギーの使用に関するデータの解析を加味した、色々なレポートはエネルギー管理の一助となるであろう。

9-11-2 既存工場ケース

(1) Open Width Bleaching Range の排水からの熱回収

高温排水による熱損失は最大を示し、77.2%を占める。次の対策を提案する。

1. 基本として、製品品質の許す限り、水の使用量を減らす事と、運転温度を下げる事を、注意しながら徐々に行うこと。
2. 高温排水の受槽の設置のような温排水からの熱回収の改善、冷水及び温水の自動供給システムの導入等の水の供給システム改善。
3. 具体的な対策として、open width bleaching 装置に、既存の廃熱回収システムに並行して、もう一系列の廃熱回収システムの導入を提案する。

本システムは以下の機器により構成される。

- | | |
|--------------|---|
| 1. ポンプ | 2 Kg/cm ² , 7.2 m ³ /h, 0.75 kW |
| 2. プレート式熱交換器 | 425,000 kcal/h, 8 m ² |
| 3. 温水槽 | 1 m ³ |
| 4. 計器 | LIC 2 |
| 5. 配管 | 1.5 B x 20 m, 2 B x 20 m |

4. 高温度で運転中の槽へのスチームの供給には、自動制御システムを導入すること。

(2) Max Goller 水洗設備に関する提案事項

IBF の Max Goller 水洗設備は 1995 年に新設されたもので、完全自動制御であり、合理的に設計が行われている。しかし、省エネルギーの観点から、次の追加対策を提案する。

1) 本設備へのスチームの流量の測定

スチームは、本設備への投入エネルギーの最大のものであり、68.2%を占める。既に述べたように、スチーム流量を直接に、正確に測定する事は、本質的な事柄である。

2) 排水からの熱回収

温排水による熱損失は 74.9 %と計算されるが、現在、本設備は温排水からの熱回収設備を設置していない。Open width bleaching の場合と同様のシステムが提案された。

- | | |
|--------|---|
| 1. ポンプ | 2 Kg/cm ² , 20 m ³ /h, 2.1 kW |
| 2. 濾過器 | 20 m ³ /h |

3. プレート式熱交換器	300,000 kcal/h (To obtain 10 m ³ /h fresh water of 57°C), 8 m ²
4. 温水槽	2 m ³
5. 計器	LIC 2
6. 配管	1.5 B x 20 m, 2 B x 20 m

(3) コンデンセートの回収

Drying および open width bleaching 装置のスチームトラップからの、コンデンセートの有効利用のため、コンデンセート回収システムの設置を提案する。システムの設計ベースとして、コンデンセート回収量は 2,650 kg/h と推定した。コンデンセートは新設する 2 インチ配管を通して、open width Bleaching 装置の廃熱回収システムで計画されている温水タンクに入る。新設配管の長さは約 30 m である。

1. コンデンセート水温：100°C.
2. Open width bleaching への供給水の水温：27°C.
3. 回収熱量 = $2,650 \times 1 \times (100 - 27)$ = 約 193,000 kcal/h

(4) 高温バルブやフランジの保温

ホットオイル系統やスチーム供給系統のバルブやフランジを保温することを提案する。バルブやフランジの部分はときには検査や補修のため保温されていないことがあるが、やはり保温する方がよい。保温したバルブ、フランジからの熱損失の算出の為に、バルブやフランジの同サイズの裸配管に対する相当長を利用する。

例：ホットオイル配管の 6 インチバルブ 1 個からの放熱速度

1. バルブ表面温度, °C	167
2. 室温, °C	37
3. 6 インチ裸配管からの放熱熱量, kcal/m h	1,100
4. 6 インチ保温配管からの放熱熱量, kcal/m h (保温厚さ：50 mm)	100
5. 6 インチ配管の放熱熱量の差, kcal/m h	1,000
6. 6 インチバルブからの放熱熱量, kcal/h (相当長係数：1.2)	1,200

(5) エネルギー消費量の監視用の測定器の必要性

各ボイラーの、発生スチームの出口配管に流量計の設置を、各ホットオイル加熱炉へホットオイル流量計の設置を提案する。又、各製造装置への水量計、電力計、スチーム流量計の設置を提案する。

(6) コンピューターによる維持管理システム

維持管理のマネージメントの改善を目的として、パソコン等のコンピューターによる管理システムの導入を提案する。

(7) スチームボイラーの負荷の適正化

負荷の小さい夏場には、ボイラーの稼働台数を3台から2台にして、高負荷で運転することを提案する。

9-12 省エネルギー対策の設備計画のコスト見積り

1996年8月時点の予算ベースの建設費を、4項目の改善提案について見積った。全建設費の見積もり額は以下の通りである。為替レートは86,500 TL/US\$, 109 Yen/US\$とした。建設費の見積りは、日本の建設費を単純に、トルコリラに換算するのではなく、2国間の各要因の価格差を考慮に入れて、トルコにおける建設費が円ベースで推定された点を、留意すべきである。

推奨された改善計画項目	Yen	Million TL
1. Open width bleaching 設備の熱回収計画	2,535,000	1,175
2. Max Goller 水洗設備の熱回収計画	3,162,000	2,509
3. コンデンセート回収計画	616,000	489
4. 6インチバルブの保温	31,200	25

9-13 省エネルギー対策の総合評価

(1) エネルギーコスト

IBFの工場のエネルギー単価は、以下のように見積られる。

1. スチームタイプのエネルギー単価, TL/kcal 1
2. ホットオイルタイプエネルギー単価, TL/kcal 3.3 - 2.2

(2) 提案された改善計画の評価

本計画は、建設費の金額が小さく、又、運用期間が短いと予想されるため、回収期間法で投資の評価が行われた。4つの計画の評価結果を Table 9-3 に示す。

- a. Open width bleaching 設備の熱回収計画
- b. Max Goller 水洗設備の熱回収計画
- c. コンデンセート回収計画
- d. 6インチバルブの保温計画

Table 9-3 Evaluation of Recommended Modification Works

Plan	a	b	c	d
1. Heat saving rate, kcal/h	425,000	300,000	193,000	1,200
2. Operation time a month (take), h	360	360	360	720
3. Total recovery heat a month, Million kcal	153	108	69	0.864
4. Unit cost of energy, TL/kcal	1	1	1	2.8
5. Amount of money saved per month, Million TL	153	108	69	2.4
6. Investment money, Million TL	1,175	2,509	489	25
7. Repayment period, month	7.7	23.2	7.1	10.4

(3) 総合評価

(1), (3) および (4) 項の評価結果は、これらの計画の実施が適正である事を示している。

(2) 項の計画は新工場での検討項目の一つと考えられる。

調査団は、各計画について、建設費をトルコ国の事情を考慮にいれて再チェックし、IBFの立場から再評価をする事を勧告する。

第 10 章 IDC の技術調査

第10章 IDCの技術調査

10-1 ミニミル鉄鋼の特徴

ミニミルは製鉄プロセスの一つで、主製品は鉄筋コンクリート用鋼および形鋼、いわゆる条鋼である。1995年のトルコ国における条鋼の生産量は930万トンで、全生産量1,200万トンの78パーセントを占めた。

ミニミルは、製鋼工場（電気炉、取鍋精練炉、連続铸造機）、圧延工場（棒鋼工場、線材工場）の生産工場と酸素工場、圧空設備、水処理設備、受変電所、分析・検査設備、保全工場などの補助設備で構成されている。

ミニミルの全エネルギー消費量のうち65パーセントおよび電力の85パーセントが製鋼工場で消費されている。このように電気炉がミニミルにおける最大のエネルギーを消費する事からして電気炉の測定を行なう事は、省エネルギーの観点から、最も肝要な事といえる。

電気炉における省エネルギーは、生産性向上のための努力と共に達成されてきた。その方策としては(1)ランスパイプによる酸素吹き込み及び酸素・燃料バーナーによる酸素の活用、(2)大容量の変圧器および大型電気炉の採用、(3)新技術の導入、例えばEBT（偏心炉底出鋼）、取鍋精練炉操業、スクラップ予熱、DC（直流）電気炉、排ガスの余熱を最も効率よく利用するツイン（双子）電気炉、(4)ロングアーク操業や泡立ちスラグ操業などの操業技術の進歩などである。現在では、DC ツイン電気炉が最も進んだ炉と考えられている。圧延工場では加熱炉において、耐火物、熱交換器、燃焼バーナー、燃焼コントロールなどの改善と共にピレットのホットチャージの採用により省エネルギーがなされ、スリット（多条）圧延も生産性の向上、省エネルギーに貢献している。

10-2 工場の概要

10-2-1 工場概要

(1) 全般

Izmir Demir Celik Sanayi A. S. (IDC)は、Foca 地区にあるミニミル5工場（Cukrova、Habas、Cbitas、Ege Metal、IDC）のうちのひとつで、1975年に単圧メーカーとして創立された。数度の拡張により現在は、鉄筋コンクリート用棒鋼55万トン、ピレット70万トンの年間生産能力を持つに至った。1994年の生産量は、鉄筋コンクリート用棒鋼55万トン、

ピレット 70 万トンであった。会社の資本金は、1995 年 12 月現在 3 兆 6840 億トルコリラで、IS Bank が 60 パーセント、残りを一般株主が保有している。工場の敷地は 55 万平方メートルで、工場から 2 キロメートルの所には 5 万トンクラスの船 2 隻が接岸出来る専用バースがある。

(2) 製品および生産量

製品は、次のとおりである。

1. 100 から 140 ミリメートル角で 5.5 から 6 メートル長さのピレット
2. 8 から 50 ミリメートル径で 6 から 18 メートル長さの丸棒および異形棒鋼

最近 5 ケ年の生産量を Table 10-1 に示す。製品は、トルコ国内の需給バランスによって主に輸出であり、1994 年には輸出は 90 パーセントにも達している。主な輸出先は、ヨーロッパ、中近東、極東である。製鋼の生産能力が圧延能力を上回るため、余剰のピレットは国内向けとして外販されている。

Table 10-1 Production for Recent Five Years

	(Unit: tons per year)		
	Molten steel	Billet	Rebar
1990	498,790,799	494,598,000	339,642,000
1991	508,775,250	500,202,000	304,959,000
1992	558,264,500	542,069,000	340,123,000
1993	490,604,929	485,712,000	432,262,000
1994	626,325,569	620,841,000	506,062,000
1995	563,992,037	561,394,000	407,619,000

(First 11 Months)

Source: IDC

10-2-2 設備概要

(1) 製鋼工場の概要

主要設備は次のとおりである。

1. 電気炉

70トン/ヒートx1基 (単位としてのヒートは1溶解の意味)

トランスフォーマー容量 72 MVA (メガボルトアンペア)

EBT (eccentric bottom tapping system、偏心炉底出鋼型)

酸素・燃料バーナー 5基

2. 取鋼精練炉

70トン/ヒートx1基

トランスフォーマー容量 10 MVA

3. 連铸機

6ストランドx1基

ビレット 100-140 ミリメートル角 x 5.5-6 メートル長さ

製鋼工場は当初、60トン電気炉1基、60トン取鋼精練炉1基、4ストランドの連铸機1基のビレット年産40万トン工場として設計されたが、現在は電気炉および取鋼精練炉は70トンに、連铸機は6ストランドに増強され、ビレット年産70万トンの工場になっている。

工場の操業開始は1987年5月である。ビレットは主に鉄筋バー用で、0.15から0.20パーセントの低炭素鋼から0.45パーセントの高炭素鋼となっている。

(2) 圧延工場の概要

主要設備は次の通り。

1. 加熱炉

加熱容量 冷片装入時 85トン/時間、熱片装入時 100トン/時間

ウォーキングビーム型

オイル燃焼

2. 圧延ライン

8粗スタンド、4中間スタンド、4仕上げスタンドの1系列

剪断機、精整設備

圧延工場は当初、毎時60トン加熱容量の加熱炉、16スタンドの圧延ラインで鉄筋バー年産35万トン工場として設計されたが、現在は加熱炉の容量を冷片装入時毎時85トン、熱片装入時100トンに増強され、製品年産55万トンの工場となっている。工場の操業開始は1983年である。

(3) 付帯設備

上記の生産工場の他に、1) 屋外スクラップヤード、2) 酸素工場 (深冷分離方式)、3)

圧空設備、4) 水処理設備、5) 受変電設備、6) 分析検査設備、7) 保全工場の付帯設備がある。

10.3 エネルギー使用量、原単位の推移

製鋼工場の原単位を含む操業データをTable 10-2、Table 10-3、Table 10-4に示す。電気炉は、製鋼時間53分、電力原単位は溶鋼トン当たり400 - 420キロワットアワー（酸素原単位は溶鋼トン当り30立方メートルのとき）、電極原単位溶鋼トン当り2キログラム以下と素晴らしいものである。

圧延工場の原単位を含む操業データおよび最近5年間の生産性をそれぞれTable 12-5、Table 12-6に示す。生産性は毎時70 - 90トン、オイル消費量はトン当り25キログラムと好成績を上げている。

10.4 エネルギーの現状と問題点

10.4-1 エネルギー管理状況

エネルギーである電力、酸素ガス、オイルは、制御室で測定され、管理の為に操業データと共にコンピューターで日報、週報、月報、年報が作成されている。日々の操業結果については、保全部長であるMr. Eldemによる人事担当を含めた朝会で検討されている。IDCでは、1994年より省エネルギー委員会が組織された。メンバーはMr. Eldemを長として生産部門、保全部門のエキスパートで構成されている。省エネルギーに関し、委員会は現場からの提案を検討し、幹部に上申するというシステムである。

Table 10-2 Monthly Operating Parameters for EAF - Steelmaking Plant (SMP)

	'95/JAN	'95/FEB	'95/MAR	'95/APR	'95/MAY	'95/JUN	'95/JUL	'95/AUG	'95/SEP	'95/OCT	'95/NOV	'95/DEC
5. Molten steel (tons/heat)	71.25	71.67	72.10	71.69	71.63	71.18	70.79	71.21	73.29	70.70	69.55	
6. Molten steel (tons/month)	54,292	49,237	40,016	54,196	50,428	50,180	59,251	53,766	50,128	49,640	52,645	
8. Total heats (heats/month)	762	687	555	756	704	705	837	755	664	702		
9. Average heats (heats/day)	28.32	27.94	28.63	28.13	28.78	27.86	30.58	30.26	29.21	28.87		
10. Charging time (minutes/heat)	5.88	5.44	4.94	5.84	5.92	5.92	4.52	4.76	5.88	5.94		
11. Melting time (minutes/heat)	32.12	33.56	33.06	32.16	30.08	33.08	33.08	32.48	32.24	30.1		
12. Refining time (minutes/heat)	10	9	8	10	10	10	8	8	10	10		
13. Fetting time (minutes/heat)	8	9	13	7	8	9	8	9	7	7		
14. Tap-to-tap time (minutes/heat)	56	57	59	55	54	58	53	54	53	54		
15. Steel yield (%)	88.53	89.37	91.39	89.34	89.97	85.50	90.86	91.61	90.47	90.35		
16. Burnt lime (kg/ton-MS)	42.0	39.4	37.6	42.7	36.0	42.0	36.0	37.5	34.6			
17. Limestone (kg/ton-MS)	0.73	0.52	0.72	1.06	-	1.20	-	0.07	-			
18. Coke breeze (kg/ton-MS)	8.1	8.2	7.5	5.8	5.70	4.8	5.1	4.6	4.9	5.63	6.56	
19. Electric power (kWh/ton-MS)	414	430	416	417	408	423	406	405	423	425		
20. Oxygen gas (Nm ³ /ton-MS)	35.0	33.7	32.7	33.2	29.9	30.1	30.4	31.2	32.5	31.8		
21. Fuel oil (kg/ton-MS)	5.13	5.20	4.24	5.3	4.10	5.00	5.40	4.35	5.10	5.1	5.40	
22. Electrode (kg/ton-MS)	2.48	2.63	2.27	2.08	2.00	1.88	1.77	1.57	1.92	1.83	1.82	
23. Furnace brick (kg/ton-MS)	0.29	0.34	0.62	0.50	0.32	0.81	0.07	0.56	0.34	0.54	0.27	
24. Gunning materials (kg/ton-MS)	3.93	3.92	3.10	3.64	3.15	3.84	3.89	3.61	3.53	3.60	4.41	

25. Ladie brick (kg/ton-MS)	2.56	2.79	3.64	2.55	2.94	2.75	2.88	3.01	2.60	2.71	2.64
-----------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Source: IDC

Table 10-3 Monthly Operating Parameters for LF - Steelmaking Plant (SMP)

	'95/JAN	'95/FEB	'95/MAR	'95/APR	'95/MAY	'95/JUN	'95/JUL	'95/AUG	'95/SEP	'95/OCT	'95/NOV	'95/DEC
5. LF operation time (minutes/heat)	32	32	31	33	32	34	32	32	33	34		
6. Burnt lime (kg/t-MS)	8.1	7.9	7.8	8.2	8.0	8.1	7.9	8.1	8.2	7.9	8.0	
7. Fluorspar (kg/t-MS)	1.2	1.4	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	1.6	1.7	1.76	1.1	
8. Dolomite (kg/t-MS)	2.5	2.2	1.8	2.3	2.3	3.2	2.6	2.6	3.4	3.1	2.9	
9. Fe-Mn (kg/t-MS)	0.43	0.54	0.28	0.74	0.80	0.55	0.37	0.86	0.89	1.7	0.94	
10. Si-Mn (kg/t-MS)	11.7	11.7	10.9	10.4	9.2	9.2	9.6	9.7	8.1	10.6	11.7	
11. Fe-Si (kg/t-MS)	2.7	2.0	2.7	2.6	2.3	2.5	2.5	2.5	2.9	2.0	2.2	
12. Al (kg/t-MS)	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.02	0.01	-	0.07	0.04	0.06	
13. Electric power (kWh/ton-MS)	35	37	33	31	32	35	35	34	36	35		
14. Electrode (kg/ton-MS)	0.38	0.38	0.43	0.37	0.39	0.40	0.39	0.38	0.41	0.40	0.43	

Source: IDC

Table 10-4 Monthly Operating Parameters for CCM - Steelmaking Plant (SMP)

	'95/JAN	'95/FEB	'95/MAR	'95/APR	'95/MAY	'95/JUN	'95/JUL	'95/AUG	'95/SEP	'95/OCT	'95/NOV	'95/DEC
4. Sound billets (tons/month)	54,032	49,038	39,940	54,369	50,466	50,115	59,390	53,557	48,503	49,496		
8. Average CCC heats (heats/tundish)	17.72	19.63	25.23	29.08	23.47	16.79	19.02	20.4	20.92	20.65		
9. Average casting time (minutes/heat)	51	52	50	51	49	52	47	48	50	50		
10. Sound billets (%)	99.5	99.6	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.6	99.7	99.7		
16. Refractories for tundish (kg/ton-MS)	0.54	0.44	0.45	0.40	0.47	0.70	0.52	0.52	0.54	0.55		

Source: IDC

Table 10-5 Monthly Operating Parameters - Rolling Mill Plant (SMP)

	'94/DEC	'95/JAN	'95/FEB	'95/MAR	'95/APR	'95/MAY	'95/JUN	'95/JUL	'95/AUG	'95/SEP	'95/OCT	'95/NOV	'95/DEC
1. Products	44,398	31,538	36,921	44,233	40,922	38,282	43,053	46,329	42,864	19,424	27,472	36,582	36,582
5. Fuel oil (kg/ton-product)	26	26	22	25	26	25	26	24	26	22	22	33	33
6. Electric power (kg/ton-billet)	68	84	84	70	83	73	71	77	75	82	82	89	89
10. Effective rolling ratio (%)	69.82	52.11	68.43	68.92	71.82	60.59	69.12	69.72	71.29	29.29	57.91		

Source: IDC

Table 10-6
Productivity for Recent Five Years - Rolling Mill Plant (RMP)

	(Unit: tons/hr)				
Size of products (millimeter)	1990	1991	1992	1993	1994
10	-	38.5	47.0	64.3	72.9
12	54.0	55.4	51.0	77.0	75.9
13	58.0	55.5	58.8	73.6	81.9
14	61.4	71.3	76.4	74.5	80.6
16	65.0	76.5	77.3	81.0	90.1
18	57.5	54.3	69.8	77.3	82.5
20	62.0	80.0	74.0	79.2	90.0
22	62.3	71.8	74.0	76.7	74.8
24	66.4	63.9	66.1	67.4	-
25	66.0	66.4	74.4	83.7	89.7
26	64.2	64.6	83.6	77.7	80.2
28	52.3	65.2	72.3	76.2	81.3
30	-	-	-	77.0	-
32	63.9	42.2	73.5	77.9	86.2
36	-	49.3	66.4	72.4	71.7
40	62.2	53.5	58.7	82.3	86.0
50	-	-	-	56.3	59.0
No.3	-	33.0	33.3	51.6	59.5
No.4	50.4	55.8	54.2	64.8	70.5
No.5	60.0	62.2	71.2	65.1	74.0
No.6	62.9	63.0	94.2	82.1	72.1
No.7	70.0	62.3	81.2	-	-
No.8	60.4	71.1	-	88.5	-
No.10	-	-	-	84.0	-

Source: IDC

10-4-2 エネルギー利用合理化の実績と計画

省エネルギー策として次の方策がとられている。

1. 電気炉の排ガスを利用したスクラップ予熱: 電力溶鋼トン当たり約20キロワットアワーの節約
2. 取鋼加熱用燃焼空気の排ガス利用による予熱の試用
3. 加熱炉へのピレットのホットチャージ: 燃料油を製品トン当り10キログラム節約
4. 加熱炉の排ガスによる燃焼用空気の予熱、建屋暖房用温水、蒸気の製造、燃料油の加熱

上記に加え、IDCは次の最新の技術を採用しており、省エネルギーに役立っている。

1. 電気炉への大容量トランスフォーマーの採用
2. 電気炉への高電力、ロングアーク操業の採用。溶解時間即ち製鋼時間の短縮
3. 電気炉での酸素・燃焼バーナーの使用。溶解時間の短縮、均一溶解、即ち、コールドスポットの除去
4. 電気炉での泡立ちスラグ溶解の実施。アーク熱の有効利用、アークのスラグによる包み込みによる炉壁損傷防止
5. 電気炉でのEBT採用。製鋼時間の短縮および熱損失防止
6. 取鋼精練炉の採用。電気炉の機能である溶解および精練を、取鋼精練炉に精練機能を、電気炉に溶解機能を、役割を分ける事による生産能率向上
7. スリット圧延の採用。生産性向上および省エネルギー
8. 大型モーターへのスピード制御の交流周波数変換機の採用

Table 10-7に示すようにIDCは、一連の設備容量アップおよび最新技術の採用により生産性を向上させてきており、更に向上させる計画を立てている。即ち、製鋼時間は80分から52ないしは55分に飛躍的に短縮されており、その結果電力原単位は溶鋼トン当り490キロワットアワーから420キロワットアワーに向上した。更に製鋼時間は45分に、電力原単位は360キロワットアワーに向上させる予定である。

Table 10-7 Improvement of SMP Operation

	Design basis ('87)	'93 - '95	Future
Specification of EAF			
Capacity (tons/heat)	60	70	80
Shell diameter (meters)	5.3	5.5	5.5
Transformer (MVA)	45	72	72

Operation Parameter			
Tap-to-tap time (minutes)	80	50 - 55	45 - 50
Electricpower (kWh/ton)	490	405 - 430	360
Oxygen gas (Nm ³ /ton)	23	30 - 35	45
Electrode (kg/ton)	3.5	1.6 - 2.3	1.5
Refractories(kg/ton)	20	10	8
Burnt lime (kg/ton)		30	25
Steel yield (%)		89	92

Source: IDC

10-5 設備の現状と問題点

10-5-1 エネルギー消費主要設備

1. 電気炉：溶鋼年産630,000 トン
 電力消費：溶鋼トン当り408キロワットアワー、年間257,000メガワットアワー
 酸素ガス消費：溶鋼トン当り32立方メートル、年間20,000,000立方メートル
2. 取鍋精練炉：溶鋼年産630,000トン
 電力消費：溶鋼トン当り35キロワットアワー、年間22,000メガワットアワー
3. 圧延ライン：製品年産510,000トン
 電力消費：製品トン当り80キロワットアワー、年間41,000メガワットアワー
4. 加熱炉：製品年産510,000トン
 オイル消費：製品トン当り25キログラム、年間12,800キログラム

10-5-2 現状の問題点の認識

(I) エネルギー消費主要設備の問題点

10-4-2に述べたようにIDCは、種々の設備容量の増強および最新技術の導入により生産性を向上させ省エネルギーを図ってきており優れた成績を上げているが、次の点で更に改善が期待できると思われる。

1. 電気炉における電力原単位（溶鋼トン当り400-420 キロワットアワー）が向上する可能性がある。
2. SPH（スクラップ予熱装置）の活用
 設備構成と容量の点からSPHの使用に制限がある。即ち、電気炉排ガスの利

用は約50パーセントで、第1および第2バケットのみが対象でしかも予熱時間が短い。

3. ホットチャージ

冶金上の点から摂氏300-600度の低温ピレットへの適用である。

(2) 工場側が認識している問題点と調査希望項目

エネルギーの合理化使用の目標を定め、省エネルギーの結果を確認するには、電気炉トータルの熱精算を行なうことが大事であるが、この熱精算の実施には相当規模の測定と計算が必要である。IDCはそれを承知して、電気炉の熱精算の確立を望んでいる。

(3) 省エネルギー診断の重点項目および重点箇所

JICAチームはIDCの熱望を理解し、熱精算の確立は省エネルギーの推進に大いに貢献する一石となるというIDCに同意し、調査対象の重点は電気炉の熱精算とする。

10-6 エネルギー診断の方法

測定方法の原案はJICAチームによるもので、IDCとJICAチームの間で打ち合わせて現実に適用できるように改良した。この原案はJIS（日本工業規格）に則ったNKK（日本鋼管）方式で、さらに測定後のデータ処理方法も含んでいる。

この測定方法についてTable 10-8に概括を示し、Figure 10-1、Figure 10-2はそれぞれ電気炉の測定項目と測定機器の配置を示す。

Table 10-8 Plan of Analysis and Measurement for Energy Audit (IDC) 1/3

Major Items of Energy Audit	Methods of Analysis and Measurement						Remarks			
	Subject Items and points	Measurement or Estimate	Equipment	Factory	Additional	Personnel Allocation				
Electric Arc Furnace	(Heat input)		Required	EIE	JICA	EIE	Factory	Measuring Interval	Measuring Points	
1. O ₂ for two lances	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room	
	2) Consumption (Nm ³)	M	Integrator	x					Control room	
	2. O ₂ for each of 4 furnaces/1 door burners	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room
		2) Consumption (Nm ³)	M	Integrator	x					Control room
	3. Oil, for each of 4 furnaces/1 door burners	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room
		2) Consumption (kg)	M	Integrator	x					Control room
		3) Calorie (kcal)	E	(Standard)	-					
	4. Carbon injection	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room
		2) Consumption (kg)	M	(Calculation)	x					Control room
		3) Composition (%)	E	(Standard)	-					
	5. Additives, each	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room
		2) Consumption (kg)	M	Weighter	x					Control room
3) Composition (%)		E	(Standard)	-						
6. Scrap (Scrap bucket)	1) Consumption (kg)	M	Weighter	x				Start & Finish Integration	Control room	
	2) Composition (%)	E	(Standard)	-					Heat report	
	3) Temperature (°C)	M	Thermocouple	-	x			Each charge	Heat report	
7. Hot heel	1) Weight (kg)	E	(Estimation)	-				Before charge	Scrap bucket	
	2) Composition (%)	M	Analyzer	x						
	3) Temperature (°C)	E	(Estimation)	-						
8. Electric power	1) Time (hr-min)	M	Clock	x				Start & Finish Integration	Control room	
	2) Consumption (kWh)	M	kWh meter	x				Every 1 min. & integration	Control room	
	3) Electrode	E	(Standard)	-						
9. Consumption (kg)	1) Consumption (kg)	E	(Standard)	-				Heat		

10. Slag	E	(Calculation)	-	Heat record
1) Weight (t/heat)	M	Analyzer	x	Heat record
2) Composition (%)				Champion heats

Table 10-8 Plan of Analysis and Measurement for Energy Audit (IDC) 2/3

Major Items of Energy Audit	Methods of Analysis and Measurement				Remarks
	Subject Items and points	Measurement or Estimate	Equipment	Personnel Allocation	
Electric Arc Furnace			Factory EIE JICA Local Labo Additional JICA EIE Factory	Measuring Interval	Measuring Points
1. Exhaust gas, C/C inlet					
1) Time (hr-min)	M	Automatic meter	x	A, B, A, B, C, D	C/C inlet
2) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x	C	C/C inlet
3) CO/CO ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x		C/C inlet
4) O ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x		C/C inlet
5) N ₂ in gas (%)	E	(Calculation)	-		C/C inlet
2. Exhaust gas, C/C outlet					
1) Time (hr-min)	M	Automatic meter	x	A, B, A, B, C, D	C/C outlet
2) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x	C	C/C outlet
3) Static pressure (mmH ₂ O)	M	Digital manometer	x		C/C outlet
4) Flow rate (Nm ³ /min)	M	Pitot tube	x		C/C outlet
5) CO/CO ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x		C/C outlet
6) O ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x		C/C outlet
7) N ₂ in gas (%)	E	(Calculation)	-		C/C outlet
3. Cooling water					
1) Time (hr-min)	M	Clock	x	C F	Control room
2) Flow rate (m ³ /min)	M	Magnetic flow meter	x		Control room
3) Temperature, inlet (°C)	M	Thermocouple	x		Inlet
4) Temperature, outlet (°C)	E	Thermometer	-		Outlet
4. Furnace body					
1) Time (hr-min)	M	Clock	-	D	Heat report
2) Temperature of 12 points of wall (°C)	M	Thermocouple	x		Heat report
3) Temperature of 4 points of bottom (°C)	M	Thermocouple	x		Heat report
4) Temperature of roof (°C)	E	(Standard)	-		Heat report
5. Molten steel including hot heel					
1) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x		Heat report
2) Weight (kg)	E	(Calculation)	-		Heat report
3) Composition (%)	M	Analyzer	x		Heat report
6. Slag					
1) Temperature (°C)	E	(Estimation)	-		Heat report
2) Weight (kg)	E	(Calculation)	-		Heat report

Table 10-8 Plan of Analysis and Measurement for Energy Audit (IDC) 3/3

Major Items of Energy Audit	Methods of Analysis and Measurement						Remarks		
	Subject Items and points	Measurement or Estimate	Required Equipment	Factory EIE	JICA Local Labo	Additional JICA EIE		Personnel Allocation	Measuring Interval
Electric Arc Furnace									
	1. Operation results								
	2. Surrounding condition								
	1) Weather								
	2) Atmospheric pressure (hpa)								Start of heat operation
	3) Outdoor temperature (°C)								Start of heat operation
	4) Indoor temperature (°C)								Start of heat operation
	5) Humidity (%)								Start of heat operation
									Around EAF
									Outside
									Around EAF
									Around EAF

E D C
D

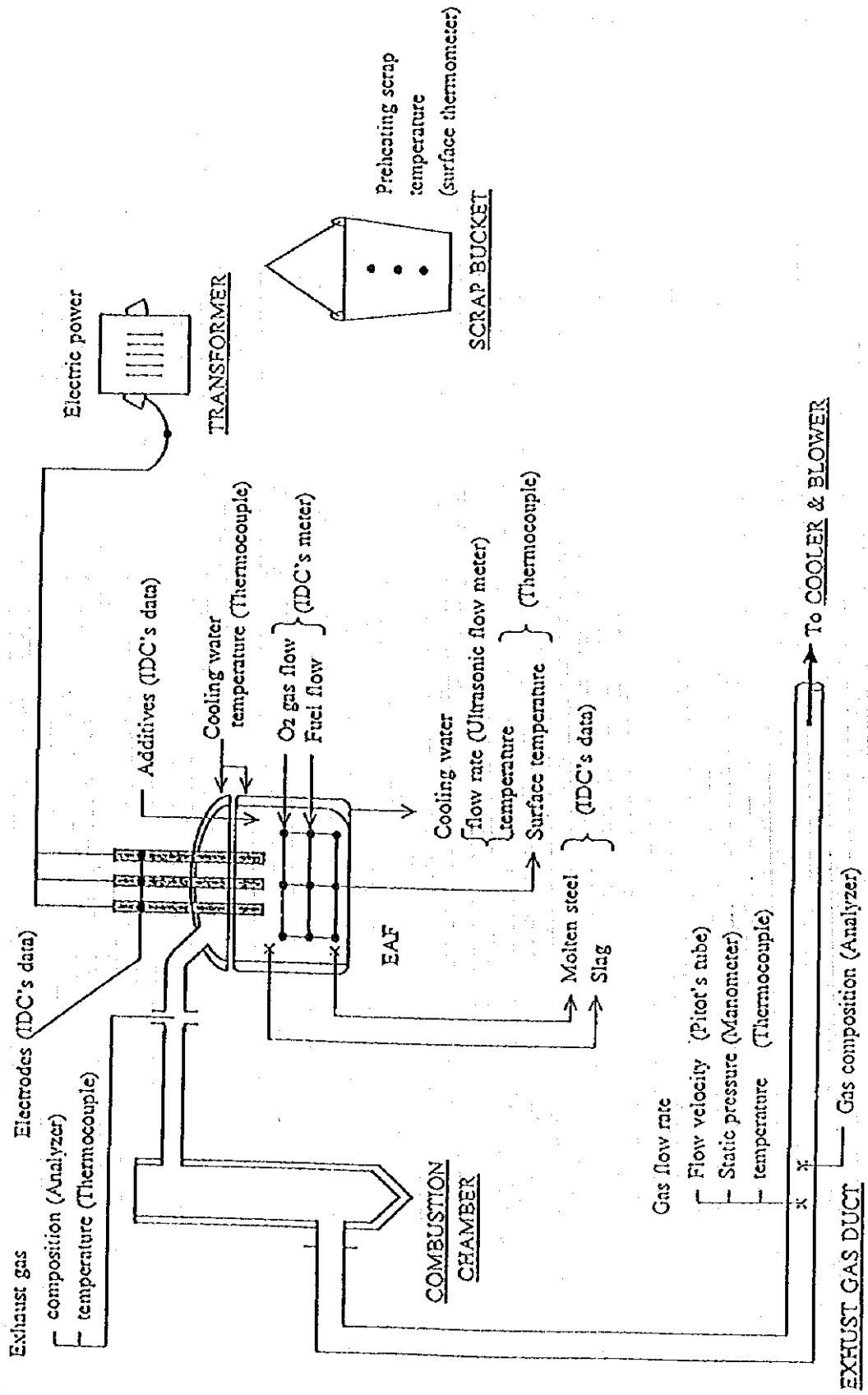


Figure 10-1 Flow Diagram around FAF

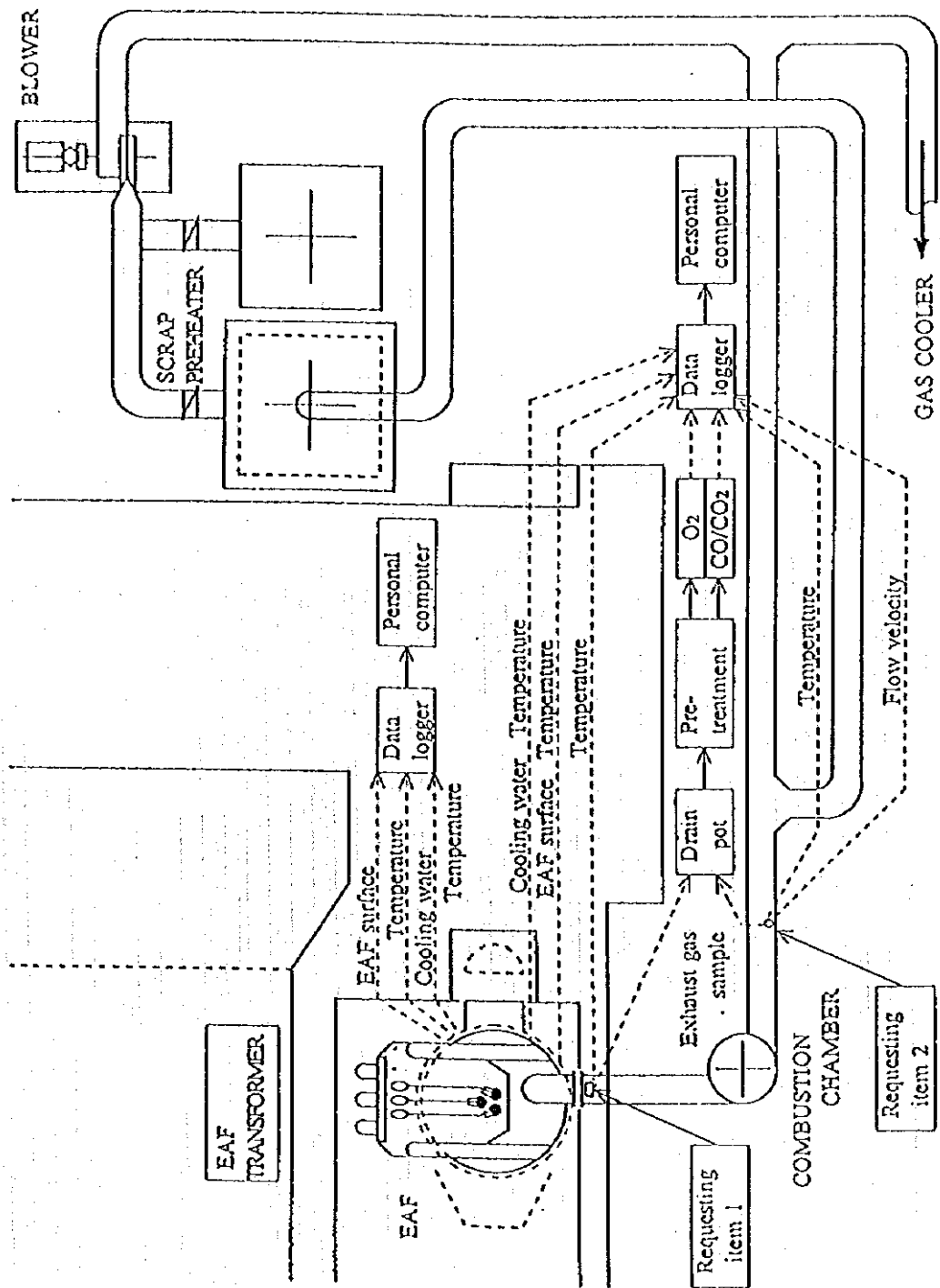


Figure10-2 Layout around FAF

10-7 測定の実施

測定の日程は、次の通り。

	Aug.							
	12 th	13 th	14 th	15 th	16 th	17 th	18 th	19 th
Instruments Preparation								
Instruments Installation								
Adjustment / Rehearsal								
Measurement			—	—				
Instruments Removal								
Data Treatment								

10-8 測定結果と解析

電気炉の熱精算用の測定は、試験測定も含め次の 11 ヒート行った。

- 8月13日 鋼番 965729 試験測定
- 8月14日 鋼番 965749 排ガス測定が十分でなかった
- 8月14日 鋼番 965750 排ガス測定が十分でなかった
- 8月14日 鋼番 965751 解析用ヒート
- 8月14日 鋼番 965752 解析用ヒート
- 8月14日 鋼番 965753 解析用ヒート
- 8月15日 鋼番 965773
- 8月15日 鋼番 965774 排ガス測定が十分でなかった
- 8月15日 鋼番 965775 排ガス測定が十分でなかった
- 8月15日 鋼番 965776
- 8月15日 鋼番 965777

熱精算の計算には JIS に則り、連続した 3 ヒート、鋼番 965751、965752、965753 を選んだ。熱精算表を Figure 10-3、Figure 10-4、Figure 10-5 に示す。

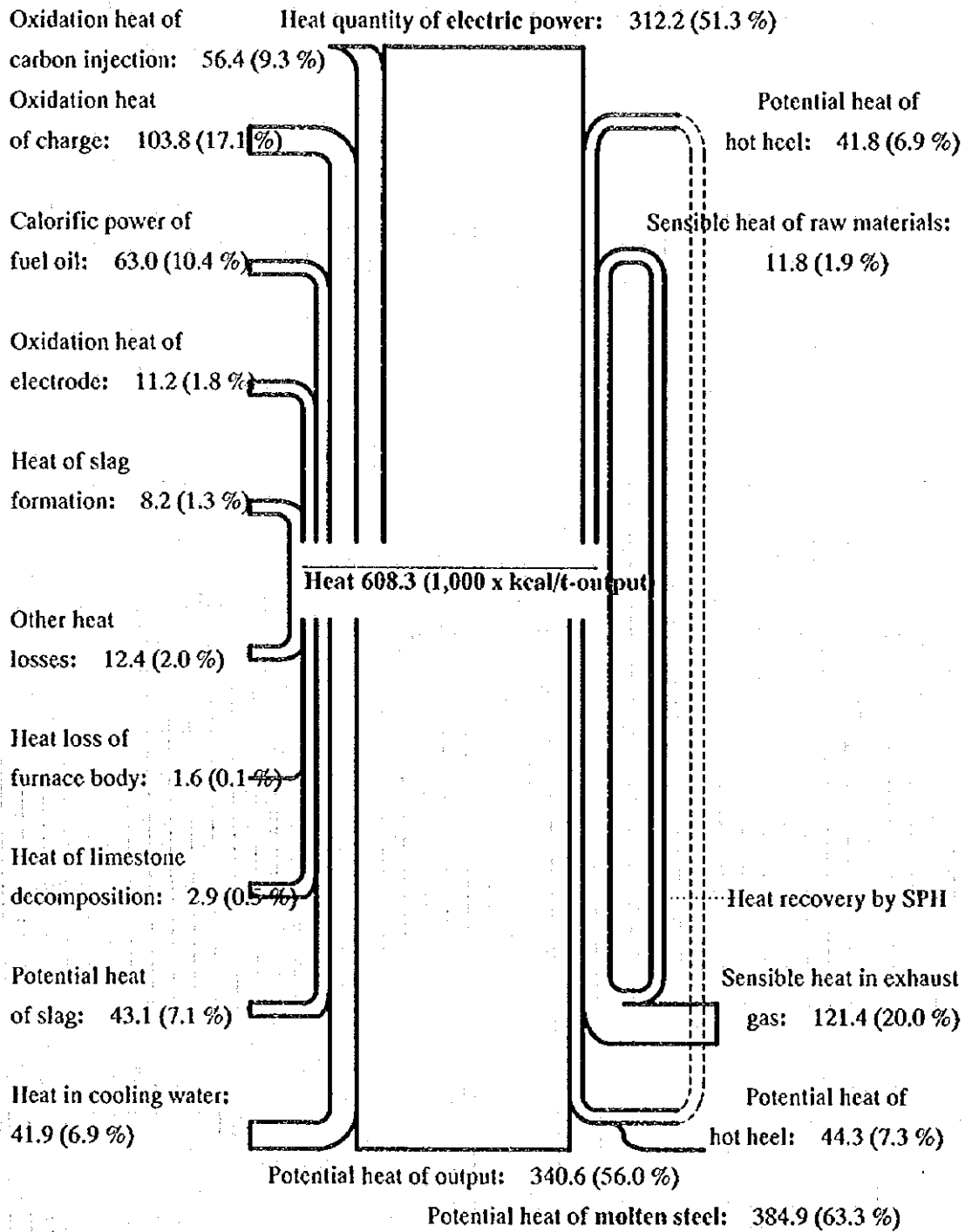


Figure 10-3 Heat Balance of Heat No. 965751

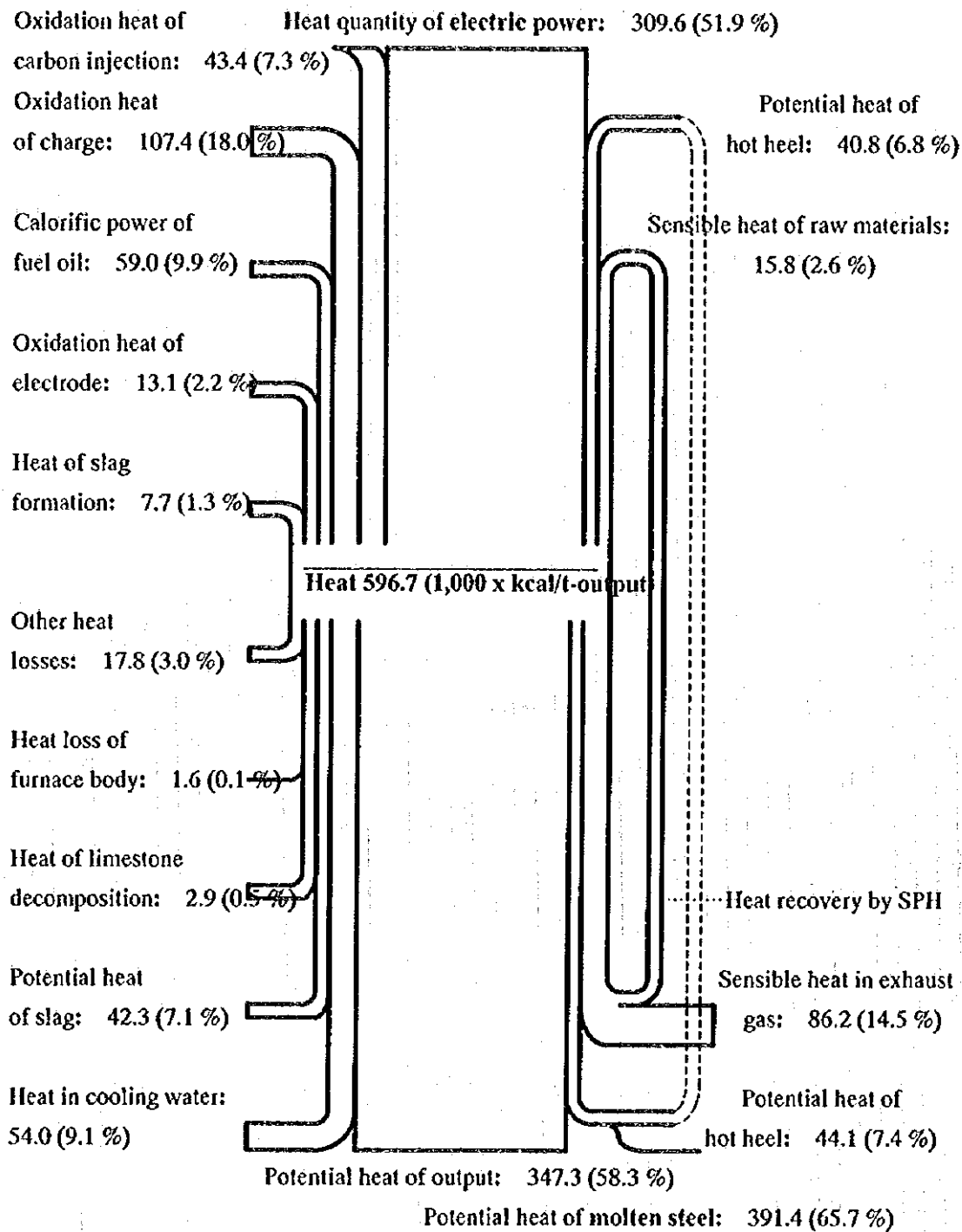


Figure 10-4 Heat Balance of Heat No. 965752

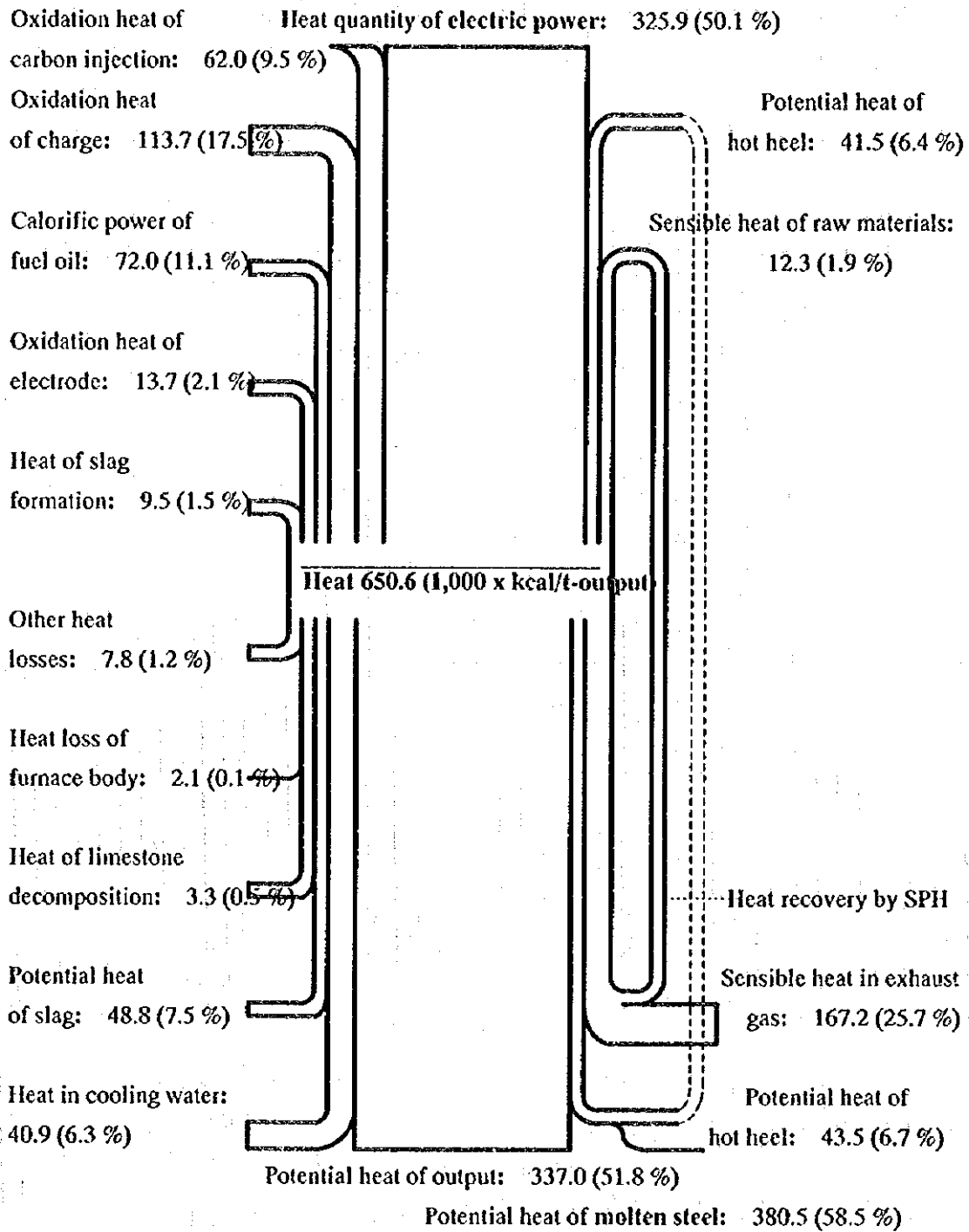


Figure 10-5 Heat Balance of Heat No. 965753

各熱精算表は次の特徴を示している。

1. その他の損失熱は、鋼番 965751 で 2.0 パーセント、鋼番 965752 で 3.0 パーセント、鋼番 965753 で 1.2 パーセントとほとんど同じ値を示している。
2. 鋼番 965753 では 1 トン生産するのに 650,600 キロカロリーの熱量を要しているが、これは鋼番 965753 の 608,300 キロカロリー、鋼番 965753 の 596,200 キロカロリーよりも 7-8 パーセント高い。

本測定では、全電気損失熱は測定しなかった。これは通常 2 パーセント程度である。したがって、上記 1 について言えることは、1.2-3.0 パーセントのその他の損失熱は、全電気損失熱に相当する最低値に近い数値を示している。即ち、この 3 ヒートの計測は成功裡に行われたといえる。ちなみに、その他のヒートである鋼番 965729、965773、965776、965777 では、その他の損失熱はそれぞれ 6.6 パーセント、4.9 パーセント、11.4 パーセント、マイナス 0.2 パーセントであった。

上記 2 については、鋼番 965753 は他のヒートよりも製鋼時間が長くなったため、多くの熱量が必要となった。

10-9 エネルギー合理化対策の総合評価

1. 第 3 バケットも予熱できるような SPH (スクラップ予熱装置) の改造
第 2 フード、既設第 2 槽へのダンパー付きガス導入管、既設第 2 槽からのダンパー付きガス排出管、既設第 1 槽および新設第 2 槽からのガス排出管へのブロワー、電気設備の新設
電力の合理化：トン当たり 6.8 キロワット
製造費の合理化：トン当たり 0.299 米ドル=17,900 米ドル、月間生産量 60,000 トンのとき
改造費：200,000 米ドル
結論：投資金額は 12 ヶ月で回収
2. 燃料に対する酸素比 (キログラム当たり標準立方米) を一定にするための電気炉酸素・燃料バーナーの保全
電力の合理化：トン当たり 5.2 キロワット
製造費の合理化：トン当たり 0.161 米ドル=9,700 米ドル、月間生産量 60,000 トンのとき
3. 電気炉石灰使用基準の標準化
石灰の合理化：1995 年前半期に比べ、トン当たり 12.8 キログラム

電力の合理化：トン当り 20.7 キロワット

製造費の合理化：87,000 米ドル、月間生産量 60,000 トンのとき

4. 電気炉の炉体冷却水の減量

冷却水の減量：毎時 800 立方メートル

製造費の合理化：6,500 米ドル、月間生産量 60,000 トンのとき

5. 加熱炉への高温におけるピレットのホットチャージを行うためのピレット冷却装置

ポンプ、水配管、スプレイノズル、制御システムの新設

燃料オイルの合理化：ピレットトン当り燃料 5.6 キログラム

製造費の合理化：ピレットトン当り 0.84 米ドル=50,400 米ドル、月間
生産量 60,000 トンのとき

改造費：21,300 米ドル

結論：投資金額は 1 ヶ月で回収

6. 残溶鋼の温度低下を防ぐための早期通電開始

7. 装入物の顕熱を高めるための長時間スクラップ予熱

8. 石灰石の分解反応熱を防ぐための良く焼成された石灰の使用

10-10 エネルギー合理化の指針

電気炉熱精算作成に必要な測定方法および計算法に関する項目を列挙する。

1. 熱精算の項目

(1) 入熱

- 1) 電力の熱量
- 2) 溶鉄、残溶鋼および残スラグの保有熱
- 3) 原料の顕熱
- 4) 燃料の発熱量
- 5) 燃料の顕熱
- 6) 電極の酸化熱
- 7) 装入材の酸化
- 8) 添加材の酸化熱
- 9) スラグの生成熱

- (2) 出熱
 - 10) 出鋼量と残溶鋼の保有熱
 - 11) スラッグの保有熱
 - 12) 石灰石、鉄鉱石の分解反応熱
 - 13) 全電氣的損失熱量
 - 14) 冷却水の持ち去る熱量
 - 15) 排ガスの持ち去る熱量
 - 16) 炉体の放散熱
 - 17) その他の損失熱-入熱（1項から9項）と出熱（10項から16項）の差
2. 測定項目および測定機器
3. 熱精算作成のための計算式、参考数値および排ガスの熱含量計算式
 - (1) 熱精算作成のための計算式、参考数値
 - 1) 入熱計算式
 - 2) 出熱計算式
 - 3) 熱含量（鉄、鋼、スラッグ）
 - 4) 反応熱
 - (2) 排ガスの熱含量計算式
4. 測定用のデータシート
5. 測定結果
6. 計算結果
7. 排ガス、冷却水の出側温度、炉体表面温度測定の詳細
 - (1) 測定機器の配置
 - (2) 排ガスの流量、温度の測定
 - (3) 排ガスのCO、CO₂、N₂成分測定
 - (4) 冷却水の出側温度測定
 - (5) 炉体表面温度の測定
8. 現地事前調査および準備作業

第 11 章 提言の社会経済評価

第 11 章 提言の社会経済評価

11-1 政策提言の評価

エネルギー消費量が 2,000 TOE 以下の中小製造業のエネルギー消費量は製造業全体の 30 パーセント以下である。本計画調査が提言するように、このボーダーラインを消費量が 500 TOE 以下とすると、中小製造業のエネルギー消費量はさらに少なくなる。一方中小工場の数は非常に多い。従って、中小製造工場に対する省エネルギー対策は、労多割に省エネ効果が低い。政府に多大の努力、時間、労力、費用を求めるわりに、全エネルギー消費に対する省エネルギー効果が低くならざるをえない。

政府の限られた行政資源を、コスト効果の悪い中小製造業に注ぐべきか、より重要なセクターでの省エネルギーが殆ど達成されるまで、中小製造業への対策を延期すべきかが問題である。

調査団として、本文報告書第 7 章に示した、政策提言をする以上この問題を見逃すことができない。調査団の提言はいずれも大規模なものではない。中小製造業の省エネルギー対策が全エネルギー消費削減に対する貢献が少ない以上、対策は多大な労力、時間、コストを要しないものでなければならない。調査団の提言はこの点を留意して立案した。提言は期待される利便とバランスが取れるよう、下記の 10 ヶ条の原則にしたがった。特に、コストのかからない提言をするように留意した。コストのかからない政策という原則が満たされれば、効率の悪い政策提言も許容されると考える。

提言の原則

中小製造業に対する提言は下記原則に基づく。提言は下記の条件を満たす。

1. 環境保全に貢献する方法にて製造業セクターのエネルギー利用合理化を推進する。
2. 製造業、行政にかかわる人々にエネルギー利用合理化推進の重要性を認識させる。
3. 関係機関の責任を明確にし、かつ必要な権限を付与するよう行政機構を改善する。
4. 製造業、特に中小製造業の情報収集と処理のために有効な組織を整え、政府が適切な省エネルギー政策を推進することに寄与する。
5. 官民から適切な人材を選び、エネルギー有効利用の推進に必要な能力を涵養する。
6. 中小製造業でエネルギー利用合理化を促進するため、効果的かつ使用し易い一連の特典と融資制度を整える。
7. 政策を実行するための戦略と計画はコストが低く、かつ効果的でなければならない。

8. 製造業にとって受け入れ可能で、かつ積極的に協力できる政策を探求する。
9. エネルギー利用合理化に関わる技術の開発と導入の便宜を図る。
10. 提案する法制度は、それによって、製造業のエネルギー利用合理化を効果的に推進できるものとする。

中小製造業の雇用は非常に大きく、2,000 TOE 以上を消費する大規模製造業の雇用を大幅に上回る。このことは、政策判断の重要なファクターである。省エネルギーの重要性にたいする認識の喚起は、総ての政策中、最も重要である。このため、中小製造業に雇用されている大勢の人間を無視できない。彼等の教育は極めて重要である。不適切なエネルギー管理、燃焼管理はすすや煙の発生や一酸化炭素の発生等の環境災害の原因となる。

この調査の遂行において、調査団は環境に対する配慮を省エネルギーより優先させた、あるいはこの両者の調和を考えた。この理由で、調査団はガイドラインのスタンダードに強制力を持たせないことを提案した。個々の施設の運転者の責務は、環境被害を起こさないようにしながら省エネルギーに努めることであり、環境や省エネルギーに十分配慮せずただガイドラインに従うことではない。製造設備の詳細な運転条件は、設備が明らかに公害を発生しているという事実があるような場合を除き、政府が干渉するには適さない事項である。装置とその作業条件を最も良く理解しているのは、実際にその装置を運転している者であり、政府その他の機関ではない。運転条件にかかわる問題に関しては、政府の役割は新技術の情報提供、良い例の紹介、エネルギー診断サービス、改善の経済的支援の提供等に限られるべきである。

中小製造業のエネルギー消費量がもともと小さいため、提言した政策は早急に効果を生まないであろうし、また消費エネルギーの節約量も大きくない。エネルギーの節約量は大規模製造業や交通セクターの方が大きい。しかし、中小製造業を無視して構わないとの結論にはなり得ない。中小製造業の省エネルギー対策を大規模製造業や交通セクターと平行して進めて行くことが正解であろう。ただし、中小製造業に対してはコストミニマムの対策を進めることが肝要である。従業員数が多いことから、中小製造業は国民全体に省エネルギーの重要性の認識を高揚していくことにおいて、特に重要である。

11-2 財務的経済的内部収益率

本文報告書第9章から第12章で改善提言を各工場の方式にて評価した。ここでは国際的に通用している内部収益率、即ちディスカウントしたキャッシュフローの投資に対するリターンを計算し、改善提言を評価する。

計算の前提は下記の通り。

1. プロジェクトの年数	10
2. ディスカウント率、percent/year	計算で求める
3. 建設期間、年	1年以内
4. 運転期間、年	9
5. 償却期間、年	5
6. 償却方法	定額法、残存価値なし
7. 投資関連コスト、percent on investment	5
8. 所得税、percent on net income	30
9. 通貨	US\$

Table 11-1 上記条件で求めた4プロジェクトの財務的経済的内部収益率を示す。Dev Blok の計画以外は財務的にも経済的にも妥当であるとの結果を得た。

Dev Blok の計画も投資額を 502,000 US\$まで削減すれば、財務的内部収益率は 20 パーセントに向上し、財務的に可能となる。Dev Blok は投資に着手する前に輸入インプットを国産インプットに変更するなどして、投資額をこの水準まで低減すべきである。

Table 11-1 Calculated Financial and Economic Internal Rates of Return

Modification	Financial internal rate of return, percent	Economic internal rate of return, percent
Dev Blok		
Double door	6.48	8.14
MONO gas analyzer		
Surface thermometer		
Increase of dryer		
IBF		
Heat recovery from the open width bleaching range	102.42	138.18
Heat recovery from the Max Goller washing range	31.63	40.34
IDC		
Modification of the scrap preheater	76.91	102.22



SCOPE OF THE STUDY

This SCOPE OF THE STUDY forms part of the Scope of Work agreed between EIE and JICA on June 30, 1995.

In order to achieve the above objectives, the Study will cover the following items;

1. Study on the energy situation in Turkey
 - 1-1 Government policy on energy
 - 1-2 Present energy situation in Turkey
 - 1-3 Situation of energy use in the field of industrial sector in Turkey

2. Study on the promotion of the rational use of energy in the selected small and medium size industrial sectors
 - 2-1 Relevant laws and regulations
 - 2-2 Current program for the rational use of energy
 - 2-3 To study and evaluate the activities of the authorities concerned
 - (1) Current activities for the promotion of the rational use of energy
 - (2) Achievements of past activities
 - (3) Future plan/program for the promotion of the rational use of energy

3. Study on the situation of energy use in the selected factory of each industrial sector
 - 3-1 Situation of energy use in each factory
 - (1) Outline of the factory
 - (2) Situation of energy management
 - (3) Energy flow chart and production process
 - (4) Situation of major energy consuming equipment
 - (5) Problems in each factory and countermeasures that do not involve changing the existing production process
 - (6) Estimated effects of the countermeasures

4. Recommendation for the promotion of the rational use of energy in Turkey
 - 4-1 Government policy, law and regulation
 - 4-2 Executing organization to promote the rational use of energy
 - 4-3 Activities for the promotion of the rational use of energy

- 4-4 Measures to promote the rational use of energy in the selected small and medium size industrial sectors
 - 4-5 Countermeasures to solve the problems that do not involve changing the existing production process
 - 4-6 Expected effects after the implementation of the Master Plan
5. Preparation of reference material to be used in technical guidelines for the promotion of the rational use of energy in the selected small and medium size industrial sectors

The objective of the study referred to in the fourth line is stated as follows:

OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to contribute to the promotion and strengthening of the rational use of energy in the fields of industries in the field of industries in the Republic of Turkey (hereinafter referred to as "Turkey") by studying the technical and managerial applicability of the rational use of energy and formulating the report for the promotion of the rational use of energy in the industrial sectors stated below:

1. Brick
2. Textile
3. Metallurgy (Steel rolling mil, Arc furnaces)
4. Food (Vegetable oils)
5. Cleaning material





JICA

