

11-14 省エネルギーのテクニカルガイドライン

11-14-1 繊維工業における主要製造設備の概要

一般的に、繊維工業における代表的な製造設備は、以下の通りである。

1. Spinning
 - Blowing/Opening/Beating
 - Carding
 - Drawing
 - Roving
 - Spinning
 - Winding
 - Other process (if any)
2. Weaving
 - Warp winding
 - Warp beaming
 - Sizing
 - Drawing-in
 - Weft preparation (weft winder, loom winder, etc.)
 - Weaving
 - Other process (if any)
3. Knitting (if any)
4. Dyeing and finishing
 - Singeing
 - Desizing
 - Scouring
 - Bleaching
 - Mercerizing
 - Dip dyeing
 - Soaping
 - Printing
 - Steaming
 - Washing
 - Drying
 - Finishing

- Raizing
- Calendering
- Other process (if any)
- 5. Garment Manufacturing
 - Cutting
 - Sewing
 - Other process (if any)
- 6. Pacaging and Other facilities

繊維工業の製造工程のブロックフローダイアグラムの例を Figure 11-31, Figure 11-32 および Figure 11-33 に示す。

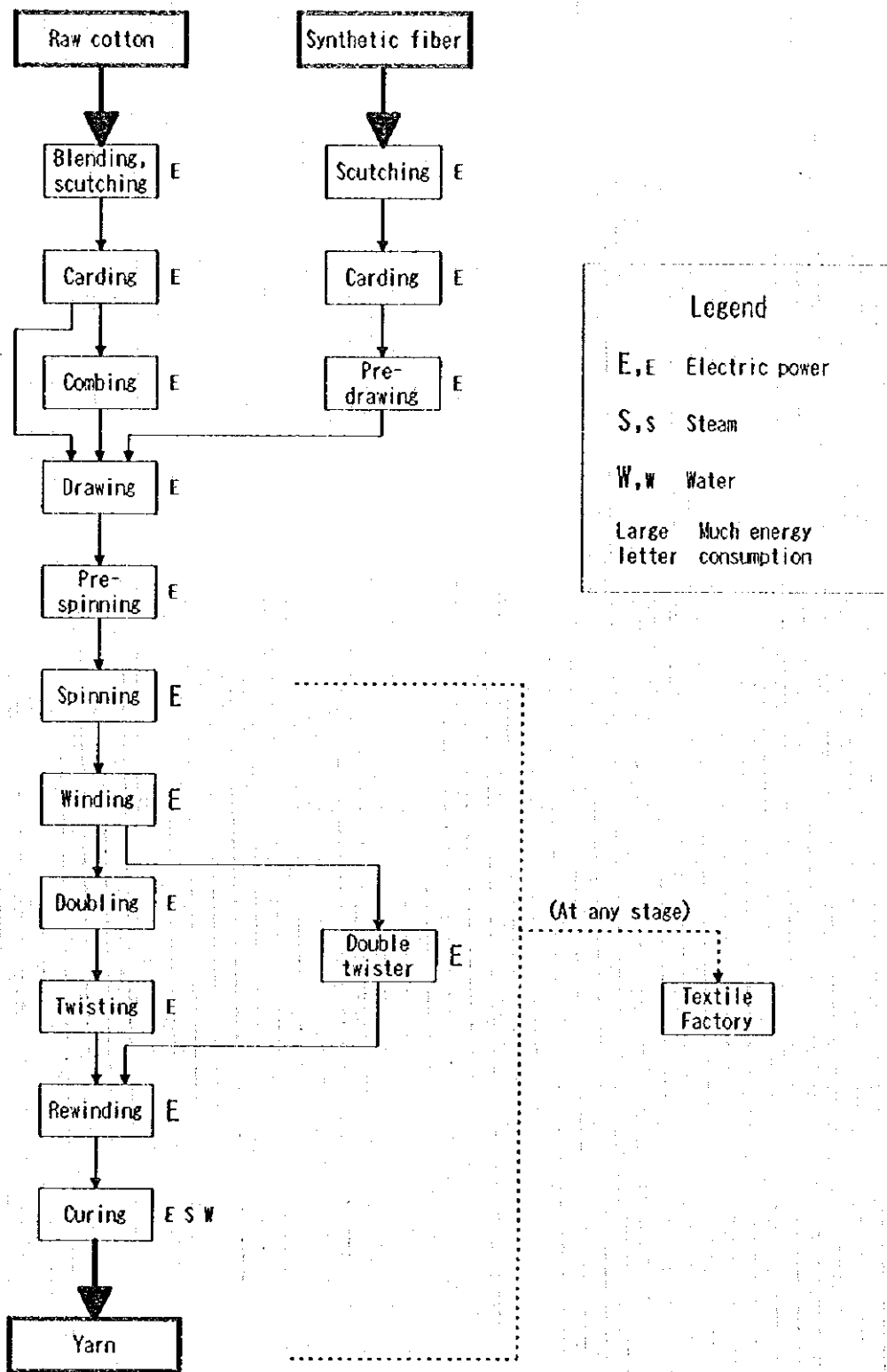


Figure 11-31 Cotton Spinning Block Flow Diagram

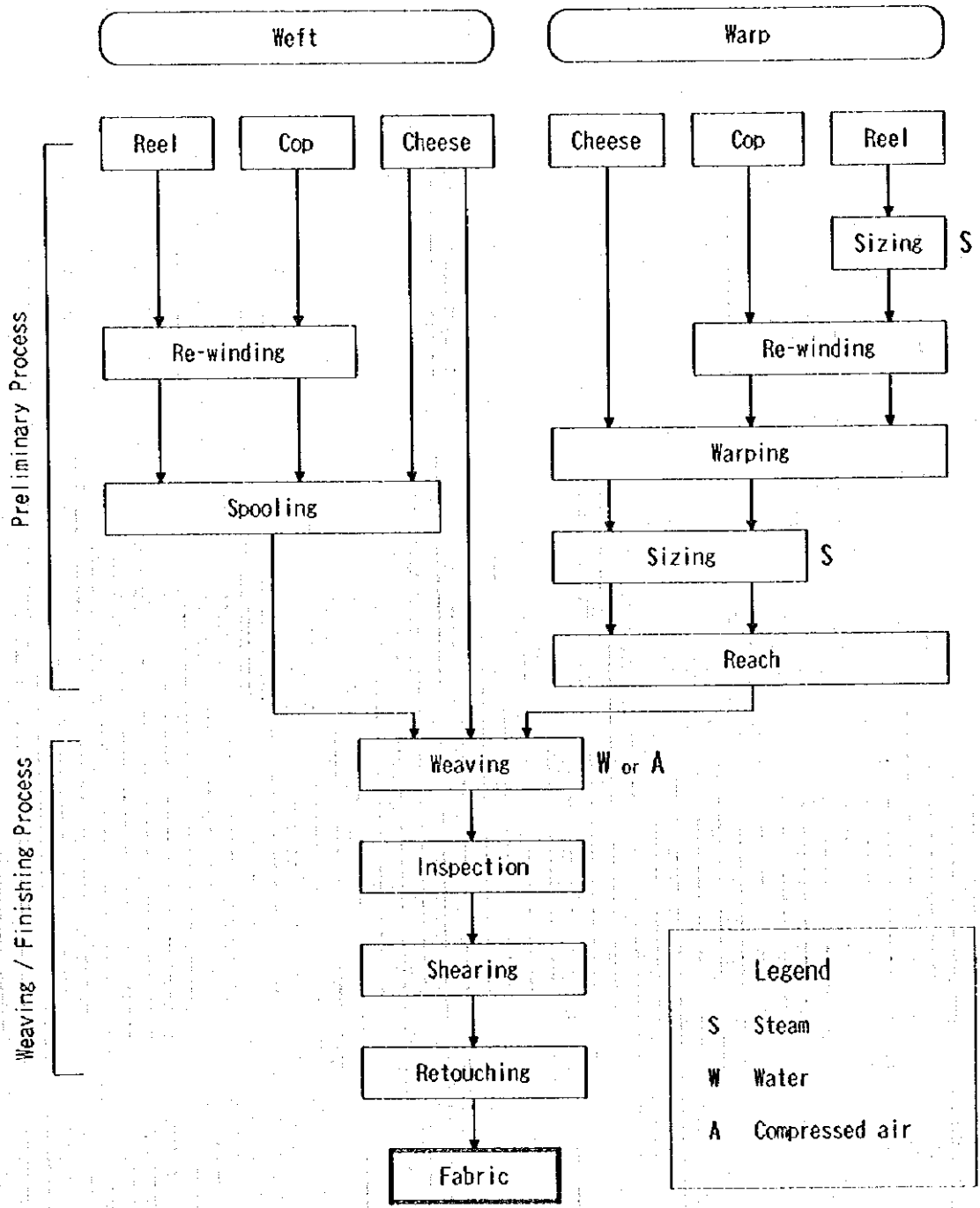


Figure 11-32 Weaving Block Flow Diagram

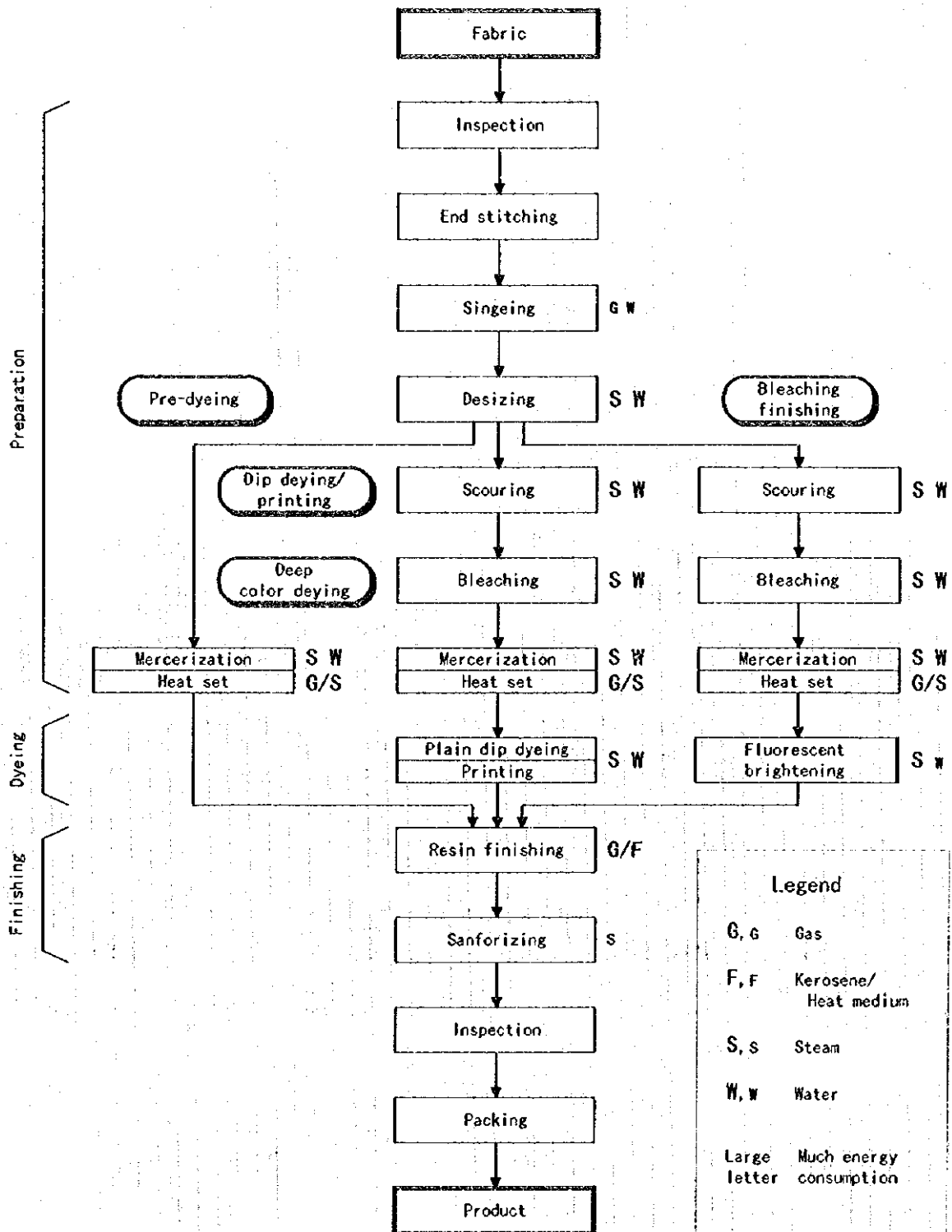


Figure 11-33 Dyeing and Finishing Block Flow Diagram
(Short-Fiber Textiles)

11-14-2 エネルギー診断の一般的手順

工場診断の手順の概要を Figure 11-34 に示す。

(1) 現状の把握

1. 工場概要（工場名、事業の種類、資本金、販売高、従業員数、沿革、市場占有率、および業界での地位）
2. 過去5年間の主要製品の生産高
3. 過去5年間のエネルギー消費量
4. 主要製品の製造工程
5. 主要なエネルギー消費設備の種類、能力、および運転条件
6. エネルギーのフローチャート
7. 電気系統単線結線図、受電設備の状況
8. 設備配置図
9. 工場運営からの指摘事項およびチェック希望項目
10. 実施済みの省エネルギー施策
11. 計画中の省エネルギー施策
12. 業界および工場の事業状況、および省エネルギー施策の促進を阻害する要因

(2) 現状問題点の認識

1. 主要エネルギー消費設備の問題点
2. エネルギー消費に関して把握済みの問題点とエネルギー診断を希望する項目
3. エネルギー診断の主要な項目、箇所

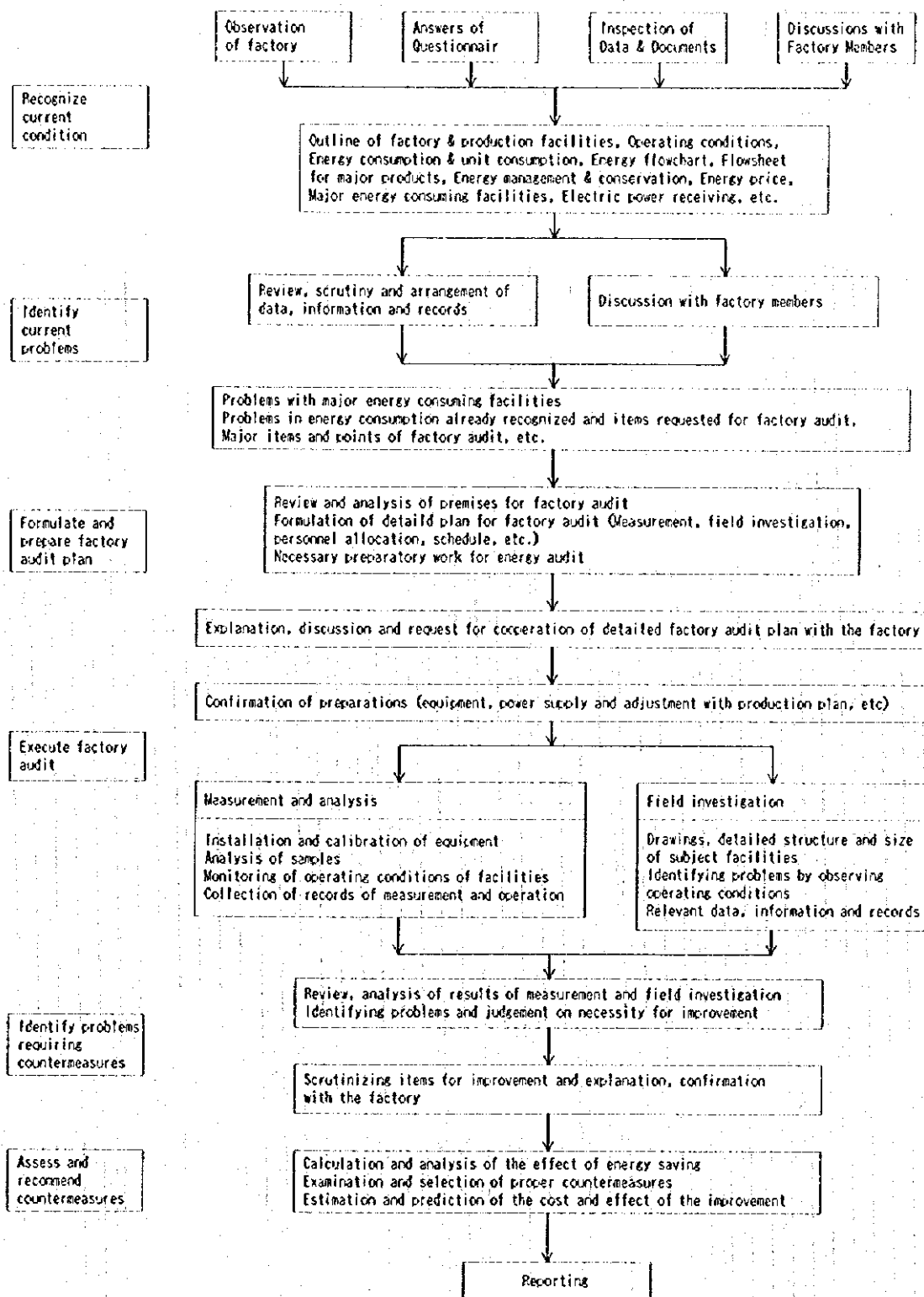


Figure 11-34 Outline of Factory Audit Procedure

(3) エネルギー診断の詳細計画の立案と準備

1) エネルギー診断の前提の調査と分析

エネルギー診断の前提として、以下の項目を調査、分析する。

1. 設備と運転の問題点
2. エネルギー診断をする主要箇所と設備
3. 設備の老朽度と保守状況
4. 運転負荷の変動の状況
5. エネルギー原単位の構成とその数値の推移
6. エネルギー診断の実施に必要な注意事項
7. EIE が準備できる測定機器
8. エネルギー診断のために使用出来る、工場所有の測定機器
9. エネルギー診断に使用出来る、装置に設置されている計器、機器

2) 詳細計画の立案

エネルギー診断の詳細計画として、以下の項目を立案、準備する。

1. 対象設備の詳細とエネルギー診断の目的
2. エネルギー診断の方法（測定、運転データの利用および計算）
3. 測定の箇所、方法、頻度および機器
4. 現場調査の箇所と方法
5. エネルギー診断の人員配置とスケジュール

3) エネルギー診断の準備

エネルギー診断のため、以下の項目の再確認と、準備をする。

1. 測定のための設備変更の詳細計画
2. エネルギー診断のために、求められた準備項目
3. 追加する測定機器の仕様と台数

(4) 測定と調査の実施

1) 測定と分析

1. 機器の配置と設置
2. 機器の調整と検定
3. 測定、分析および取得データの確認
4. 運転条件の確認
5. 関連データと測定記録の収集

2) 現場調査

1. 対象設備の図面、詳細構造およびサイズの調査
2. 運転状態の観察による問題点の確認
3. 関連データ、情報および記録の収集

(5) 結果の確認、分析および精査

1) 測定結果および現場調査結果のチェック

1. 測定結果および現場調査結果の確認と分析
2. 対象設備の問題点の確認

2) 結果の精査

1. エネルギー診断結果の詳細分析
2. 熱バランスおよびエネルギーバランスの計算と分析
3. 改善の必要性の判断
4. 改善項目の準備

(6) 対策の立案と提案

1. 改善計画の検討
2. エネルギー節減効果の計算と分析
3. 対策の概念設計とコスト見積り
4. 省エネルギー対策の効果の見積もりと評価
5. 提案の呈示

11-14.3 標準的質問事項

エネルギー診断に際して、質問状は、工場の現状の概要を把握するために、必要である。各要望項目やデータシートを含んだ標準的な質問状を以下に示す。

1. Outline of the factory	
<ul style="list-style-type: none"> (1) Name of the factory (2) Address (3) President <ul style="list-style-type: none"> Factory manager Energy manager (4) Type of industry (5) Capital (6) Organization chart (7) Number of employee (8) Number of engineers (9) Number of energy related engineers (10) Factory area (11) Building area (12) Factory layout (13) Plant layout (Confidential) (14) Major products (15) Trend of annual sales amount (Confidential) <ul style="list-style-type: none"> 1) Total products 2) Each major products (16) History of the factory (17) Share and position in its industrial sub-sector 	data sheet F-1
2. Production and energy consumption	
<ul style="list-style-type: none"> (1) Production capacity and trends of production amount of major products (2) Plan for increasing production capacity (Confidential) (3) Flow sheet of major products (4) Trends of unit consumption figure of raw materials of major products (Confidential) (5) Material loss in the production process (Confidential) (6) Details of major production facilities (without know-how) (7) Annual operating hour and day (8) Type of operation (batch/semi-batch/continuous) (9) Trends of annual utility consumption (10) Trends of unit consumption figure of energy 	<ul style="list-style-type: none"> data sheet F-2 data sheet F-3 data sheet F-2 data sheet F-4 data sheet F-3

	<ul style="list-style-type: none"> 1) Heat/Product 2) Electricity/Product (11) Production costs of each major product (Confidential except for utility cost) (12) Trends of unit price of energy (13) Energy flow chart (14) Details of major energy consuming facilities <ul style="list-style-type: none"> 1) Boilers 2) Furnaces (including arc furnaces) 3) Other major facilities (15) Ratio of electric consumption of house generation to received power (16) Electric power receiving <ul style="list-style-type: none"> 1) Received voltage 2) Maximum demand 3) Power factor 4) Flow sheet of single-line connection 5) Transformer capacity per unit and number of transformers 6) Capacity of reserving power generation for emergency 	<p>data sheet F-5</p> <p>data sheet F-4</p> <p>data sheet F-6</p> <p>data sheet F-7</p> <p>data sheet F-8</p>
3. Energy management/conservation and others		
	<ul style="list-style-type: none"> (1) Establishment of target for energy conservation (2) Systematic activities for energy management in the organization (3) Energy management utilizing data and records (4) Education, training of employee for energy management (5) Maintenance management of facilities (6) Schedule of annual maintenance (7) Measures carried out for energy conservation and their effects (8) Planning measure for energy conservation and their expected effects (9) Economic condition of the factory and its industrial sub-sector (Confidential) (10) Problems in promotion of energy conservation (11) Environmental pollution management <ul style="list-style-type: none"> 1) Working condition 2) Waste gas 3) Waste water 4) Waste disposal 	
4. Remarks on energy audit		

(1)	Problems in major energy consuming facilities
(2)	Problems in energy consumption and requested items for energy audit
(3)	Schedule of energy audit
(4)	Implementation of energy audit
5. Preparation for energy audit	
(1)	Drawings of the facilities to be audit (Confidential)
(2)	Detailed structure and size of the objective facilities to be audited (Confidential)
(3)	Arrangement of equipment for energy audit
6. Confirmation of installation of equipment for energy audit	
(1)	Necessary approval procedure for installation of measuring equipment, such as flow meters and pressure gauges.
(2)	Possible measuring equipment owned by factory for energy audit
(3)	Instruments installed in the plant for energy audit

Data Sheet F-1 Trends of annual sales amounts (Confidential) (Unit: Million TL)

No.	Name of major products	1992	1993	1994	1995	1996
	Total products (including other products)					

Data Sheet F-3 Unit consumption figure of raw materials and energy of each major products

Name of major products	Unit consumption figure	Unit	1992	1993	1994	1995	1996
	1. Raw materials*						
	(1)						
	(2)						
	(3)						
	2. Energy						
	(1) Heat / Product	kcal/					
	(2) Electricity / Product	kWh/					

* Confidential

Data Sheet F-4 Annual consumption and unit price

No.	Name of utility	Unit	Lower heating value (kcal/kg)	1992		1993		1994		1995		1996	
				Consumption	Unit price	Consumption	Unit price	Consumption	Unit price	Consumption	Unit price	Consumption	Unit price
1.	Fuel oil	kiloliter											
2.	Diesel oil	kiloliter											
3.	Kerosene	kiloliter											
4.	Gasoline	kiloliter											
5.	LPG	ton											
6.	Natural gas	nor-m ³											
7.	Lignite or Brown coal	ton											
8.	Other fuels												
9.	Steam/Hot water	ton											
10.	Electricity	kWh											
11.	Process water	m ³											
12.	Cooling water	m ³											
13.	Boiler feed water	m ³											
14.	Well water	m ³											
15.	City water	m ³											

Data Sheet F-5 Production cost of each major product (Confidential except for utility cost)

Name of major products	Unit	1992	1993	1994	1995	1996
1. Variable cost	TL/					
(1) Raw materials						
(2) Utility						
1) Fuel						
2) Electricity						
3) Steam						
4) Others						
(Sub-total)						
2. Fixed cost						
(1) Labor						
(2) Maintenance						
(3) Depreciation						
(4) Tax / Insurance						
(5) Administration						
(6) Interest for loan						
(7) Sales, Research & Development						
(Sub-total)						
Total production cost						

Data Sheet F-6 Detail of Boilers

No.	Particulars of boiler	Specifications
1.	Manufacturer's name	
2.	Date of construction / Modification	
3.	Type of boiler	
4.	Max. continuous evaporation rate	
5.	Max. working pressure	
6.	Normal pressure	
7.	Normal temperature	
8.	Boiler heat transfer area	
9.	Superheater heat transfer area	
10.	Economizer heat transfer area	
11.	Air preheater heat transfer area	
12.	Combustion chamber volume	
13.	Calorific capacity of combustion chamber	
14.	Fuel	
15.	Burner type / Number	
16.	Drafting method	
17.	Smokestack (top bore x height)	
18.	Control system	

Data Sheet F-7 Detail of furnaces

No.	Particulars of furnaces	Specifications
1.	Manufacturer's name	
2.	Date of construction / Modification	
3.	Type of furnace	
4.	Heated material	
5.	nominal capacity	
6.	Effective length & width	
7.	Normal heating load	
8.	Kind of energy (Fuel or Electricity)	
9.	Burner type, capacity and numbers	
10.	Fan capacity	
11.	Recovery system for waste heat	
12.	Smokestack (top bore x height)	
13.	Combustion chamber volume	
14.	Calorific capacity of combustion chamber	
15.	Transformer capacity (Electric furnace)	
16.	Operating situation	(1) operating method (2) operating time (3) operating days
17.	Control system	

Data Sheet F-8 Detail of other major facilities

No.	Name of Facility	Manufacturer's name	Date of Construction/ Modifications	Treated material	Kinds of energy	Nominal output	Nominal Consuming energy	Operating condition			
								shift/day	hour/shift	day/month day/year	

11-14-4 繊維工業の製造工程のエネルギー診断についての着眼点

(1) 紡績と織布工程

1) 製造技術と管理

1. Monitoring system	1. Introduce a production monitoring system, if possible with the aid of computers, for (1) Broken thread (2) Idle spindle (3) Idle running motor, etc.
2. Review of package size	1. Review the size and unit quantity of individual packages.

2) 電力の節約 (3),4)項も参照のこと)

1. Checking motor performance	1. Measure the power of each motor, and re-adjust or replace depending on the fault. 2. Reduce the unevenness of performance of each machine.
2. Reducing the motor base load	1. Adjust correctly the means of power transmission, such as tension of belts, etc. 2. Selection and/or replacement of the correct size and materials of (1) Belt (2) Tape (3) Gear wheel (4) Metal/bearings, etc. 3. Thorough lubricating, cleaning and maintenance of machines.
3. Optimization of machine speed	1. Increase of machine speed causes exponential energy consumption increase. An optimization of machine speed should be examined from an energy consumption point of view as well as economic one.
4. Proper illumination in the factory	1. Unnecessary lighting should be avoided. 2. In Table 11-34, the recommended

	illumination in the Japanese factories is shown for reference.
--	--

Table 11-34 Recommended Illumination in a Spinning and Weaving Factory (Japan)

Unit: lx

Working Place	Recommended Illumination
Blowing, Opening & Beating	80
Carding	100
Drawing	100
Roving	100
Spinning - Finishing	200
Preparation for Weaving	100
Weaving	200
Fabric Inspection	200
Passage	30~50

Source : Japan Spinners' Association, 1995.

3) 圧縮空気の節約

1. Reduction of air use	<p>1. Air is used for many purposes, such as</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Transport of material fibers (2) Handling of yarn (3) Collection of yarn waste and dust for cleaning, etc. <p>For energy conservation, examine the following methods</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Centralize the air supplying machines (2) Replace by smaller capacity fans, etc. (3) Reduce fan rpm. (4) Reduce the diameter of the pneumatic fan impellers. (5) Intermittent operation of the dust and waste yarn collector.
2. Improvement of the air compressor	1 Integration of air compressors to reduce the

operation	<p>number of operating units.</p> <p>2. Automatic start/stop system with pressure switch.</p> <p>3. Reduction of discharge pressure, as far as possible.</p> <p>4. Reduction of air nozzle diameter.</p> <p>5. Periodic and thorough maintenance.</p>
-----------	---

4) 空調

1. Review the air conditioning load	<p>1. Air conditioning consumes about one-third of the energy for yarn production. In Table 11-35, the recommended conditions in the Japanese factories are shown for reference.</p> <p>2. The temperature and humidity should be varied gradually, and check the quality of yarn. Then the new conditions can be determined.</p>
2. Change the spray nozzles	<p>1. When air is cooled directly by cold water, enlarging the spray nozzles and reducing the number of them will reduce the original pressure. This results in reduction of the power of pumps.</p>
3. Control the number of units and rotations of refrigerating machine	<p>1. When load is largely fluctuating, using turbo-compressor, the control of the number of units or rotations contributes to reduction of the power.</p>

Table 11-35 Recommended Conditions of Air Temperature and Relative Humidity in a Spinning and Weaving Factory (Japan)

Process	Cotton 100%		Polyester/Cotton	
	°C	%RH	°C	%RH
Blowing, Opening & Beating	26±2	70±5	26±2	65±5
Carding	26±2	60±3	26±2	58±3
Drawing, Roving	26±2	60±3	26±2	58±3
Spinning	28±2	58±3	28±2	53±3
Winding	27±2	60±3	27±2	60±3
Preparation for Weaving	27±2	65±3	27±2	65±3
Weaving	28±2	78±3	28±2	68±3
Finishing	26±2	65±5	26±2	65±5

Source : Japan Spinners' Association, 1995.

5) 糊付け

1. Change the type of sizing agent	1. This makes it possible to obtain a thicker agent, and preparation and sizing at lower temperature.
2. Increase the number of yarn sized at a time	1. Increasing the number of yarns sized at one time reduces the speed and contributes to energy conservation.
3. Reduce the number of repetitions of dipping	1. Reduce the number of repetitions of dipping into the sizing bath, as far as the results permit.
4. Squeeze at high pressure	1. After dipping, increase the squeezing pressure. For example, the pressure increase from 350 kg to 1,500 kg contributes to a 33 % reduction of moisture.
5. Dryer	1. Provide proper thermal insulation. 2. Avoid over drying. (Refer to (2) of this section)

6) エネルギー原単位

1. Compare the unit consumption of energy with that of similar factories	1. Carefully examining the difference of the premises of two factories, compare the unit consumption. 2. Notes and the and the examples in Japan (Table 11-36 to Table 11-42) are given below.
--	---

注記：エネルギー原単位の比較の困難性

異なる工場で、原単位を比較しようとするならば、以下の前提を考慮に入れなければならない。

1. 各工場の事情。例えば、気候、立地、原価構成（人件費等）およびその他。
2. 各工場の生産高、品質、生産プロセスおよび運転条件の相違。例えば、繊維工業の場合、糸の番手、布目付、織物の種類、色の種類、仕上げ処理、ロットの大きさ、製品の用途、運転モード等、および、もちろんこれらの因子に関わる運転条件の相違。

Table 11-36 Example of Unit Raw Material Requirement at a Typical Spinning Factory in Japan (Case of Comber Ne 40)

Process	no recyclable Cotton Waste (%) B	Recyclable Cotton Waste (%) C	1/1-(B+C)
Raw Cotton	-	-	1.373
Blowing, Opening & Beating	1.9	4.0	1.292
Carding	3.6	0.8	1.235
Combing	15.0	1.3	1.034
Drawing	0.1	0.5	1.028
Roving	0.1	0.4	1.022
Spinning	0.2	1.4	1.006
Finishing	0.6	-	1.000

Source : Japan Spinners' Association, 1995.

**Table 11-37 Unit Requirement of Material by Processes in a Weaving Factory in Japan
(Cotton and Polyester/Cotton)**

	Type of Fabric		Warp	Weft	Total
	Ne	g/m ²			
	Unit : ton/ton Fabric				
Shuttle					
Light Weight	40 x 40	133	0.66	0.35	1.01
Heavy Weight	14 x 14	304	0.69	0.32	1.01
Air Jet					
Light Weight	40 x 40	133	0.68	0.35	1.03
Heavy Weight	14 x 14	304	0.71	0.32	1.03

Source : Japan Chemical Fibres Association, 1993.

Table 11-38 Example of Waste Yarn Ratio at a typical Weaving Factory in Japan

Unit : percent

Yarn Count	Warp	Weft
Shuttle Loom		
less Ne 10	2	2.5
over Ne 10	1	1.5
Innovated Loom		
		0.2~0.5

Source : Japan Spinners' Association, 1995.

Table 11-39 Unit Energy Consumption by Yarn Count at a Spinning Factory in Japan

	Yarn Count	Electricity		Fuel	Process Water	Total
		kWh/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
Standard	10	1.485	1,277	248	50	1,575
Cotton	20	2.416	2,078	403	82	2,563
Yarn	30	3.405	2,928	569	116	3,613
	40	4.354	3,744	727	148	4,619
	50	5.547	4,770	926	189	5,885
	60	6.670	5,736	1,114	227	7,077
	20/2	2.933	2,522	489	100	3,111
Two Folded	30/2	4.134	3,555	691	141	4,387
Cotton	40/2	5.286	4,546	883	180	5,609
Yarn	50/2	6.734	5,791	1,124	229	7,144
	60/2	8.097	6,963	1,352	276	8,591

Source : Japan Chemical Fibres Association, 1993.

Table 11-40 Unit Electricity Consumption in a Spinning Factory in Japan (Ne 40 Comber, 50,000 Spindle Capacity)

		Unit : kWh/kg
Fiber Manufacturing Machines		
Blowing, Opening & Beating		0.116
Carding		0.198
Combing		0.249
Drawing		0.039
Roving		0.138
Spinning		1.702
Winding		0.471
Others		0.038
Sub-Total		2.950
Air Conditioning		
for Front Process (Blowing --> Roving)		0.220
for Back Process (Spinning - Winding))		0.403
Sub-Total		0.623
Refrigerating		
for Front Processes		0.096
for Back Processes		0.183
Sub-Total		0.278
Lighting		
Blowing, Opening & Beating		0.005
Carding		0.017
Combing --> Roving		0.043
Spinning		0.066
Winding		0.033
Sub-Total		0.164
Fiber Production - Total		4.015

Source : Japan Spinners' Association, 1995.

Table 11-41 Estimated Mean Value of Unit Consumption of Electricity and Steam in Weaving Factories in Japan (Cotton and Polyester/Cotton)

	Type of Fabric		Electricity		Steam		Total
	Ne	g/m ²	kWh/ton	kcal/ton	ton/ton	kcal/ton	kcal/ton
Shuttle				x 10 ⁶		x 10 ⁶	x 10 ⁶
Light	40 x 40	133	2,630	2.262	1.88	1.462	3.724
Heavy	14 x 14	304	893	0.768	1.14	0.887	1.665
Air Jet							
Light	40 x 40	133	2,460	2.116	1.90	1.478	3.594
Heavy	14 x 14	304	773	0.665	1.18	0.918	1.583

Source : Japan Chemical Fibres Association, 1993.

Table 11-42 Unit Consumption of Electricity and Steam by Processes in a Weaving
Factory (Cotton and Polyester/Cotton)

Unit: 10⁶ kcal/ton-Fabric

Type of Fabric (as of Table 11-37)	Energy	Weft Preparation	Warp Beaming	Sizing	Drawing-in	Weaving	Finishing	Total
							Inspection	
Shuttle								
Light Weight	Electricity	0.110	0.019		0.003	2.049	0.007	2.188
	Steam			1.657				1.657
								3.845
Heavy Weight	Electricity	0.112	0.008		0.001	0.615	0.003	0.739
	Steam			0.964				0.964
								1.703
Air Jet								
Light Weight	Electricity	-	0.018		0.002	2.029	0.007	2.056
	Steam			1.63				1.63
								3.686
Heavy Weight	Electricity	-	0.008		0.001	0.622	0.003	0.634
	Steam			0.998				0.998
								1.632

Source : Japan Chemical Fibres Association, 1993.

(2) 浸染、捺染および仕上げ工程

1) 製造技術と管理

1. Production schedule	1. Rational production schedule considering the rational use of energy.
2. Re-examination of the present operating conditions	1. Less water use results in reduction of steam consumption. 2. Lower temperature operating conditions result in reduction of both water and steam.

2) 削減

1. Process step	1. Skip unnecessary process steps. (1) For some types of fabric, drying process to be omitted. Some types of fabric can be forwarded to the next process. This is called the "Wet on wet method" (2) For dark color dyeing, the bleaching process may be eliminated.
2. Liquor ratio	1. Liquor ratio (the quantity (liter) of water used to dye 1 kg of fabric) is dependent on dyeing equipment and dyeing method. 2. Low liquor ratio contributes to productivity increase and hence energy conservation. 3. An excellent example of a low liquor ratio is 1:5 by jet dyeing.
3. Washing water	1. From experience, normally the amount of washing water required is 4 to 5 times the weight of fabric. 2. Efficient washing machines incorporate the following techniques: (1) Increase the frequency of contact between fabric and water. (2) Direction of water flow is counter to that of fabric. (3) Agitating fabric and water with vibration.

4. Steam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Provide both energy supply and consuming facilities with proper thermal insulation. 2. Prevent leakage of steam. 3. Good steam trap management and promote condensate recovery. 4. Improve drying efficiency (Refer to Item 3))
5. Time	<ol style="list-style-type: none"> 1. Speed up the fabric treating by improved machine and/or operating conditions.
6. Treatment temperature	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reduce bleaching, dyeing and other treatment temperatures by changing chemicals used. 2. Washing water temperature should be lowered, as far as the quality of products permits.

3) 乾燥機効率の改善

1. Thorough dewatering using mangle	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sufficient water should be removed before drying. For example, by using a non-woven fabric roller and vacuum, the water content of 25 - 50 % is attained.
2. Increase of dryer efficiency	<ol style="list-style-type: none"> 1. Select an efficient dryer, for instance a cylinder type, and keep good maintenance.
3. Moisture content in exhaust air and dried fabric	<ol style="list-style-type: none"> 1. Measure the moisture content in exhaust air and adjust operation conditions. 2. Measure the moisture content of dried fabric, to avoid over drying. The equivalent moisture content of cotton at room temperature is 8 %.

4) 熱回収

1. Waste water	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separate higher temperature waste water (about 70 - 90°C) and lower temperature waste water (room temperature - 50°C). Keep the higher energy potential. 2. For higher temperature waste water, a liquid-liquid type heat exchanger, and for lower
----------------	--

	temperature waste water, the use of a heat pump should be investigated.
2. Hot exhaust gas from dryer	1. A rotary disk-type sensible heat exchanger should be examined.
3. Steam condensate	(as Item 2)-4.)

5) エネルギー原単位

1. Compare the unit consumption of energy with that of similar factories	<p>1. Carefully examine the difference of the premises of two factories, and compare the unit consumption.</p> <p>2. Notes are as in (1) of this section. Examples in Japan are given in Tables 11-43 to 11-47.</p>
--	---

Table 11-43 Estimated Mean Unit Consumption of Utilities in Dyeing, Printing and Finishing Factories in Japan (Cotton)

Unit : 10⁶ kcal/ton

Process	Products	Flow & Material Requirement	Energy Type	Unit Energy Consumption
Dyeing, Bleaching	Shirt (130g/m ²)	Raw Fabric→Singeing→Scouring,	Electricity	1.260
		Bleaching→Dip Dyeing→Resin Finish→	Steam	7.158
		Sanforizing→Inspection→Shipment	Gas	4.510
		(Material Requirement: Raw Fabric/Product=1.087)	Water	0.002
			Total	12.930
Dyeing, Bleaching	Casual Pants (250g/m ²)	Flow: as above	Electricity	0.790
		Material Requirement: 1.064	Steam	6.071
			Gas	3.820
			Water	0.002
			Total	10.683
Printing	Lady's Dress Fabric (130g/m ²)	Raw Fabric→Singeing→Scouring,	Electricity	2.264
		Bleaching→Secondary Bleaching→	Steam	11.574
		Printing→Steaming→Washing→	Gas	3.730
		Drying→Resin Finish→Sanforizing→	Water	0.003
		Inspection→Shipment Material Requirement: 1.075	Total	17.571
Printing	Home Textiles (200g/m ²)	Flow: as above	Electricity	1.558
		Material Requirement: 1.075	Steam	12.147
			Gas	4.010
			Water	0.003
			Total	17.718

Source : Japan Chemical Fibers Association, 1993.

Table 11-44 Estimation of Unit Heat Consumption for Dyeing, Printing and Finishing Processes

1. Material to be processed

Cotton Fabric (150g/m²) with 1500mm Width.

2. Notation

A: Estimated unit consumption of effective heat for processing

B: Heat discharged with effluent (liquid and/or gas)

C: Heat loss from apparatus (via surface, etc.)

E₁: Heat Input necessary for processing

$$E_1 = A + B + C$$

E₂: Heat loss during idling time.

E₃: Heat for warming up apparatus.

EP: Total unit heat consumption at present

$$EP = E_1 + E_2 + E_3$$

EN: Total unit heat consumption after heat conservation

Heat recovery is done by

(1) Waste water (higher temperature) --- Liquid/liquid heat exchanger.

Waste water (lower temperature) --- Heat pump. Recovered hot water is used as boiler feed water.

(2) High temperature exhaust gas ---- Gas/gas or gas/liquid heat exchanger.

3. Unit

kcal/kg and (percent)

Source : Japan Textile Machinery Association, 1983.

Table 11-45 Estimated Unit Heat Consumption for a Scouring - Bleaching - Mercerizing Process

Process	Apparatus	A	B	C	E ₁	E ₂	E ₃	EP	EN
Singeing	Singeing	32	213	11	256	1	1	258	258
	Machine	(12.4)	(82.6)	(4.3)	(99.2)	(0.4)	(0.4)	(100)	
Scouring	Pad-Steamer	430	393	45	868	21	28	918	896
		(46.8)	(42.8)	(4.9)	(94.6)	(2.3)	(3.1)	(100)	
	Washer	30	764	53	847	21	27	895	210
		(3.4)	(85.4)	(5.9)	(94.6)	(2.3)	(3.1)	(100)	
Bleaching	Pad-Steamer	430	393	45	868	21	28	918	895
		(46.8)	(42.8)	(4.9)	(94.6)	(2.3)	(3.1)	(100)	
	Washer	21	544	38	603	15	19	637	210
		(3.3)	(85.4)	(6.0)	(94.6)	(2.3)	(3.1)	(100)	
	Cylinder	532	0	122	654	16	21	691	----
	Dryer	(77.0)	(0)	(17.7)	(94.6)	(2.3)	(3.1)	(100)	
Sub-total of Singeing		1475	2308	314	4097	96	125	4318	2470
Scouring-Bleaching		(34.2)	(53.5)	(7.3)	(94.9)	(2.2)	(2.9)	(100)	
Mercerization	Mercerizer	24	617	43	685	20	21	726	} 286
		(3.3)	(85.0)	(5.9)	(94.4)	(2.7)	(2.8)	(100)	
	Washer	42	1084	75	1201	35	36	1271	
		(3.3)	(85.3)	(5.9)	(94.5)	(2.7)	(2.8)	(100)	
	Cylinder	529	0	121	650	19	20	689	322
	Dryer	(76.8)	(0)	(17.6)	(94.4)	(2.7)	(2.9)	(100)	
Sub-total of Mercerization		595	1701	239	2536	73	77	2686	608
		(22.2)	(63.3)	(8.9)	(94.5)	(2.7)	(2.8)	(100)	
Total		2070	4009	554	6633	169	202	7005	3078
		(29.6)	(57.2)	(7.9)	(94.7)	(2.4)	(2.9)	(100)	

Table 11-46 Estimated Unit Heat Consumption for a Dyeing - Finishing Process

Process	Apparatus	A	B	C	E ₁	E ₂	E ₃	EP	EN	
Continuous Dyeing	Dyeing Machine	178 (25.0)	231 (32.5)	250 (35.2)	659 (92.8)	11 (1.5)	40 (5.6)	710 (100)	} 391	
	Roller	448 (56.1)	264 (33.1)	22 (2.8)	734 (92.0)	13 (1.6)	51 (6.4)	798 (100)		
	Dryer	690 (42.3)	706 (43.3)	130 (8.0)	1526 (93.6)	72 (4.4)	32 (2.0)	1630 (100)		
	Continuous Dyeing	Steamer	63 (3.8)	1407 (84.3)	94 (5.6)	1564 (93.7)	74 (4.4)	32 (1.9)	1670 (100)	291
		Washer	695 (76.0)	0 (0)	163 (17.8)	858 (93.8)	39 (4.3)	18 (2.0)	915 (100)	951
		Cylinder Dryer								----
	Sub-total of Continuous Dyeing		2074 (36.2)	2608 (45.5)	659 (11.5)	5341 (93.2)	209 (3.6)	173 (3.0)	5723 (100)	1633
Finishing	Pad-Roller	394 (57.6)	234 (34.2)	14 (2.0)	643 (94.0)	19 (2.8)	22 (3.2)	684 (100)	583	
	Dryer	568 (64.8)	205 (23.4)	53 (6.0)	825 (94.1)	24 (2.7)	28 (3.2)	877 (100)	753	
	Tenter	153 (23.1)	384 (58.0)	86 (13.0)	623 (94.1)	18 (2.7)	21 (3.2)	662 (100)	662	
	Baking Machine									
Sub-total of Finishing		1115 (50.2)	823 (37.0)	153 (6.9)	2091 (94.1)	61 (2.7)	70 (3.1)	2223 (100)	1998	
Total		3189 (40.1)	3431 (43.2)	812 (10.2)	7432 (93.5)	271 (3.4)	243 (3.1)	7946 (100)	3631	

Table 11-47 Estimated Unit Heat Consumption for a Printing - Finishing Process

Process	Apparatus	A	B	C	E ₁	E ₂	E ₃	BP	BN
Tentering	Tenter	350	245	71	665	27	38	730	730
		(47.9)	(33.6)	(9.7)	(91.1)	(3.7)	(5.2)	(100)	
Printing	Screen	1466	1860	217	3543	749	170	4461	4521 *
	Printing	(32.9)	(41.7)	(4.9)	(79.4)	(16.8)	(3.8)	(100)	
Steaming	Machine	926	892	185	2003	38	129	2169	2169
	steamer	(42.7)	(41.1)	(8.5)	(92.3)	(1.8)	(5.9)	(100)	
Sub-total of Tentering- Printing-Steaming		2742	2997	472	6211	813	336	7360	7420
		(37.3)	(40.7)	(6.4)	(84.4)	(11.0)	(4.6)	(100)	
Washing	Washer	1184	666	311	2161	39	77	2276	453
		(52.0)	(29.3)	(13.7)	(94.9)	(1.7)	(3.4)	(100)	
	Cylinder	532	0	122	654	23	30	707	457
	Dryer	(75.2)	(0)	(17.3)	(92.5)	(3.3)	(4.2)	(100)	
Sub-total of Washing		1717	666	432	2815	62	107	2984	918
		(57.5)	(22.3)	(14.4)	(94.3)	(2.1)	(3.6)	(100)	
Finishing	Roller	392	233	14	639	20	2	662	} 322
	Dryer	(59.2)	(35.2)	(2.1)	(96.5)	(3.0)	(0.3)	(100)	
	Tenter	565	203	53	821	26	29	876	
		(64.5)	(23.2)	(6.1)	(93.7)	(3.0)	(3.3)	(100)	
	Baking	153	384	86	623	18	21	662	222
	Machine	(23.1)	(58.0)	(13.0)	(94.1)	(2.7)	(3.2)	(100)	
Sub-total of Finishing		1110	821	152	2083	64	53	2199	544
		(50.5)	(37.3)	(6.9)	(94.7)	(2.9)	(2.4)	(100)	
Total		5568	4483	1057	11108	939	496	12543	8882
		(44.4)	(35.7)	(8.4)	(88.6)	(7.5)	(4.0)	(100)	

* Assume smaller lot

11-14-5 単位操作のエネルギー診断についての着眼点

日本では、通産大臣が「エネルギーの使用の合理化に関する法律」の中で、工場に係わる事業者が、技術的、経済的に可能な範囲で、エネルギーの使用の合理化を図るにあたって、判断の基準とすべき事項を提示している。

そこでは、省エネルギー技術を以下の7部門に分類している。これらは、強制的な性格のものではなく、ガイドラインとしての役割を持っている。

1. 燃料の燃焼の合理化	燃焼設備
2. 加熱および冷却ならびに伝熱の合理化	熱使用設備
3. 放射・伝導などによる熱損失の防止	熱使用設備
4. 廃熱の回収利用	
5. 熱の動力などへの変換の合理化	動力、熱-コジェネレーション設備
6. 抵抗などによる電気の損失の防止	電気使用設備
7. 電気の動力、熱などへの変換の合理化	電気使用設備

日本国の標準、目標および改善対策例は、繊維工業のエネルギー診断のチェックポイントの立案と結果の判断に有用である。これらの指針を参考として以下に示す。

(1) 燃料の燃焼の合理化

1) ボイラーと加熱炉の標準的空気燃費を Table 11-48 と Table 11-49 にそれぞれ示す。

Table 11-48 Standard Air Ratio of Boiler

Amount of Evaporation	Solid Fuel	Liquid Fuel	Gaseous fuel
Large Boiler for Electric Company	1.2 -- 1.3	1.05 -- 1.1	1.05 -- 1.1
30 tons/h or more	1.2 -- 1.3	1.1 -- 1.2	1.1 -- 1.2
10 to 30 tons/h	--	1.2 -- 1.3	1.2 -- 1.3
< 10 tons/h	--	1.3	1.3

Remark Load factor: 75 to 100 %

Table 11-49 Standard Air Ratio of Furnace

Purpose	Liquid Fuel	Gaseous Fuel
Oil Heating Furnace	1.4	1.4
Gas Generating Furnace	1.4	1.4

2) 着眼点を以下に示す。

1. Burner selection	Type, Size, Turn down ratio, Maintenance, Cleaning tip
2. Better atomization	Fuel temperature, Viscosity, Proportion of atomizing air or steam to fuel, Fuel pressure, Dispersion reagent, Emulsified fuel
3. Prevention of air intrusion	Furnace pressure control, Reduction of opening, Double door, Sealing, Shortening door open time
4. Advanced automatic control	Fuel air ratio control by oxygen content in exhaust gas, Fuel air ratio control by carbon oxide content in exhaust gas, Fuel air ratio cascade control Fuel air ratio cross limit control
5. Load leveling	Optimum load sharing, Operation unit number control, Steam accumulator
6. Flame temperature raise	Combustion with enriched oxygen, Gas atomized fuel oil combustion, Fluid bed combustion

(2) 加熱および冷却ならびに伝熱の合理化

着眼点を以下に示す。

1. Heating in industrial furnace

(1) Optimum heating temperature	Setting work standard
(2) Search for best heat pattern	Temperature distribution, heating velocity, Improvement flow of gas in furnace
(3) Optimum load	Optimum load on furnace bed, Load sharing to multiple facilities, Load leveling
(4) Improve furnace shape	
(5) Decrease heat content of furnace body	Lighten the weight
(6) Increase flame emissivity	
(7) Direct heating	Modify to direct firing
2. Heating by steam	
(1) Adjusting steam pressure to proper level	
(2) Perfect air purge	
(3) Improvement of direct steam injection	
3. Heat transfer	
(1) Decrease of heat transfer resistance	Prevention of scaling, Sludge deposit, Frost, Boiler feed water quality control, Chemicals injection, Optimum blow off of boiler water, Tearing off condensate film, Defrosting, Cleaning of heat transfer surface, Soot blowing, Filter cleaning
(2) Improvement of heat transfer coefficient	High-speed gas flow, Jet heating, High-speed burner, Fluid bed heat transfer Mist cooling
(3) Heat exchange system	Addition of heat exchanger, Minimization of energy loss
(4) Advanced heat exchanger	High heat conductivity material, Shape of heat transfer tube, Heat exchanger tube arrangement Enlarging heating surface, fin plate, Buffer plate, turbulence accelerator
4. Operation	
(1) Start/stop time optimization	Adjusting operation plan
(2) Decrease of load	Air conditioning (temperature, rate of air

	<p>circulation),</p> <p>Utilization of holding heat of material from previous process,</p> <p>Shortening of waiting time between processes,</p> <p>Shortening of furnace idling time,</p> <p>Lot concentration,</p> <p>Distillation (optimum reflux ratio, selection of feed or extraction tray)</p>
5. Process	
(1) Controlling method improvement	Decrease of margin
(2) Automation	
(3) Heat utilization as cascade	<p>Multiple effect evaporator, vapor recompression,</p> <p>Increasing distillation tray, Plant integration,</p> <p>Inter-factory energy pooling</p>
(4) Separation process	<p>Mechanical separator instead of heating process,</p> <p>Separation through membrane, Adsorption,</p> <p>Extraction, Supercritical separation</p>
(5) Improvement of layout	<p>Shortening of transport distance,</p> <p>Prevention of complicated transport,</p> <p>Decrease of idling time through shortening of transport pass</p>
(6) Operating reactor under less extreme condition	<p>Improvement of catalyzer,</p> <p>Improvement of reagent, bio reactor</p>
(7) Change of product specification	<p>Avoidance of overmuch quality,</p> <p>Material not requiring heat treatment in next process</p>
(8) Change of raw material	Recycle
(9) Scale up	Shortening operating time by increasing electric power
(10) Modification of continuous process	
(11) Modification to high speed process	
(12) Simplified process	Hot charge
(13) Use of high-efficiency devices	

(3) 放射・伝導などによる熱損失の防止

1) 標準的加熱炉表面温度を Table 11-50 に示す。

Table 11-50 Standard for Surface Temperature on Furnace

(Unit: °C)

Internal Temperature	Outer Ceiling Surface	Outer Wall Surface
1,300	140	120
1,100	125	110
900	110	95
700	90	80

2) 着眼点を以下に示す。

1. Prevention of leakage	Inspection and repair, Selection and maintenance of steam trap, Reinforcing seals of rotary parts and joints
2. Narrowing heat radiation surface area	Improvement of steam piping route, Removing unnecessary pipe, Shutting main valve of unused pipe, or inserting blind plate
3. Insulation	Enforcement of insulation at flange and valve, Use of heat insulating material of low heat conductivity, Lowering emissivity of insulator cover, Setting cover, lid, Maintenance of insulator, Use of lightweight heat insulation material for batch furnace (bulk specific gravity < 1.3)
4. Preventing heat loss by exhaust of internal gas	Reducing size of openings, closing openings, or mounting doors on openings, Shortening door open time
5. Optimum boiler water blow	

(4) 排熱の回収利用

1) ボイラーと工業用加熱炉の標準的排ガス温度を Table 11-51 と Table 11-52 に示す。

Table 11-51 Standard Temperature of Exhaust Flue Gas of Boiler

(Unit: °C)

Amount of Evaporation	Solid Fuel	Liquid Fuel	Gaseous Fuel
Large Boiler for Electric Companies	145	145	110
30 tons/h or more	200	200	170
10 -- 30 tons/h	--	200	170
< 10 tons/h	--	320	300

Remark Load ratio 100 %

Table 11-52 Standard Temperature of Exhaust Flue Gas of Industrial Furnace

Furnace Outlet Exhaust Gas Temperature	Exhaust Gas Temperature after Waste Heat Recovery (°C); Waste Heat Recovery Ratio (%)					
	> 19	10 ⁶ kcal/h	4.8 -- 19	10 ⁶ kcal/h	1 -- 4.8	10 ⁶ kcal/h
500 °C	200 °C	(20) %	200 °C	(20) %		
600	290	(20)	290	(20)		
700	300	(30)	330	(25)	370 °C	(20) %
800	370	(30)	410	(25)	450	(20)
900	400	(35)	490	(25)	530	(20)
1,000	420	(40)	520	(30)	570	(25)
> 1,000		(40)		(30)		(25)

Remark Liquid fuel, Air ratio 1.2

2) 着眼点を以下に示す。

1. Source of waste energy	Exhaust gas, air, Exhaust water, liquid, Condensate,
---------------------------	---

	Hot solid, product, ash, Mechanical energy (Water head), Unused pressure, Combustible gas, Natural energy (Solar energy)
2. Use	Heating material, Heating air for combustion or process, Preheating boiler feed water, Preheating fuel (oil, gas), Steam generation, Power generation, Electricity generation, Air conditioning
3. Measures	Heat exchanger, Heat pipe, Fluid bed (suspension preheater), Heat pump, Heat transport medium, Waste heat boiler, Vacuum evaporation type water heater, Turbine (steam, organic reagent)

(5) 熱の動力などへの変換の合理化

着眼点を以下に示す。

1. Increase of energy efficiency	Steam condition upgrade, Combined system, Co-generation, Recovery of drive power at depressurization of steam
2. Operation improvement in power plant	Improvement of turbine, Nozzle shape, Vacuum maintenance of condenser of turbine (Cleaning, Water temperature), Optimization of power plant use, Variable pressure operation according to load, Auxiliary equipment load control, Revolution, Optimizing back and extraction pressure, Peak shift (use of electricity during midnight hours and holidays, heat storage as ice)
3. Improvement of engine efficiency	

4. Rational operation of steam ejector	Optimization of number of stages, Steam pressure, Substitution to vacuum pump
--	--

(6) 抵抗などによる電気の損失の防止

着眼点を以下に示す。

1. Power transportation	Higher voltage
2. Wiring	
(1) Minimization of length	Arrangement of receiving facility and load, Improvement of wiring route
(2) Improvement of wiring way	
(3) Optimization of wire size	
(4) Balancing loads between 3-phase	
3. Transformer	
(1) Optimum capacity	
(2) Load allotment, Adjusting the number of operating units	
(3) Connection way	
(4) Cutting off in unused time	
4. Facilities using electricity	Minimization of resistance at contact point
5. Improvement of power factor	Installing condenser (Capacitor), Power factor control by synchronous generator, Avoidance of low load running of motor
6. Operation	Suppression of peak demand (Low leveling, Demand control)

(7) 電気の動力、熱などへの変換の合理化

着眼点を以下に示す。

1. Motor	High efficiency type, Optimum capacity
2. Power transmission	Improvement of transmission Transmission belt (material, relaxation degree) Lubrication control

3. Operation	Keeping rated voltage Preventing idling, Intermittent running
4. Fluid transportation	
(1) Reduction of load	Decrease of flow (preventing leakage) Reducing pipe resistance (streamlining pipe route, cleaning pipes) Lowering suction temperature Selection of transport measures High-efficiency devices, Impellers, Movable blades
(2) Optimizing equipment capacity	Modifying shape of impeller
(3) Control	Rotation speed control, Unit number control
5. Electric heating	Hot charge, Comparative study between electric and other heating method
6. Air conditioning	Reduction of load, Shape, structure, direction, surroundings of building, Induction of outdoor air, Total enthalpy heat exchange, Prevention of outdoor air invasion (automatic door, curtain) Optimum rate of air circulation, Insulation, Isolation of heat generating body, Lighting facilities, Localized air conditioning, Zoning (setting different condition by zone) Far infrared ray heating
(1) Ventilation	Lowering flow resistance in duct, Filter cleaning, Fan rpm control, Optimum size of humidifier nozzle
(2) Operation	Cooling water temperature control, Water quality control in cooling tower line, Cleaning of heat exchanger
7. Lighting	
(1) Optimum illumination	

(2) Better interior finish of room	Wall color
(3) Improving lighting fixture arrangements	
(4) Utilization of daylight	
(5) Enforcement of turn-off of unnecessary lamps	
(6) Illumination control	
(7) Cleaning fixtures	
(8) Replacing bulbs at proper intervals	
(9) High efficiency facilities	Lamp

11-14-6 エネルギー診断の結果の評価方法

(1) 主要な運転条件の評価

エネルギー消費設備の運転条件の評価のガイドラインとして、いくつかの標準がある。以下に主要項目を示す。

1. ボイラーと加熱炉の排ガス温度
2. ボイラーと加熱炉の燃焼における空気比
3. 設備の表面温度
4. 電気の力率
5. 廃水の温度

エネルギー管理の大まかな評価は、診断結果と関連する標準値とを比較することにより可能である。

(2) エネルギー原単位の評価

原単位は、エネルギー管理を評価する上で、最も重要な因子である。これには、二種類の評価方法がある。一つは、原単位の数値の水準を、トルコ国内又は海外の同様の工場や設備で比較して評価する方法、もう一つは、原単位が良くなりつつあるか、悪くなりつつあるか、その程度は等の、数値の推移をチェックする方法である。エネルギー原単位の評価対象のエネルギーとして、トータルエネルギー、燃料（石炭、液体燃料、ガス）、電気、スチーム、および水が考えられる。

(3) 省エネルギー投資の評価

省エネルギー対策として、工場の改造が提案されることがしばしばある。この場合、投資効果の評価には色々な方法がある。代表的な方法の一つは投資の利益率を評価する方法、簡便法は投資の回収期間を評価する方法である。

(4) 工場従業員の意識の評価

省エネルギー、エネルギー原単位の改善には、工場の従業員、特に経営陣の意識が重要である。エネルギー診断では、この項目の評価を、診断チームによる省エネルギー活動の推進後と以前との比較により行われる。

11-14-7 報告書

報告書は以下の項目から構成される。

1. 序文
2. 概論
3. 調査の背景
4. 調査の実行
5. 調査結果の概要
6. 各工業分野の特徴
7. 工場の概要、主要工程の設備と工程図
8. 運転条件の概要
9. エネルギー消費量とエネルギー原単位の動向
10. 主要なエネルギー消費設備、エネルギー供給設備の現状と問題点
11. エネルギー診断の方法と手順
12. 測定の実行手順
13. 測定の結果と分析
14. 工場と主要エネルギー消費設備のエネルギーフローチャート
15. 省エネルギー対策の立案と提言
16. 省エネルギー対策のコスト見積り
17. 省エネルギー対策の総合評価
18. 結論と提言

第 12 章 IDC の技術調査

第12章 IDCの技術調査

12-1 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及び形鋼、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こと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かと考えられている。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、燃焼コントロール等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。

12-2 工場、設備、操業の概要

12-2-1 工場概要

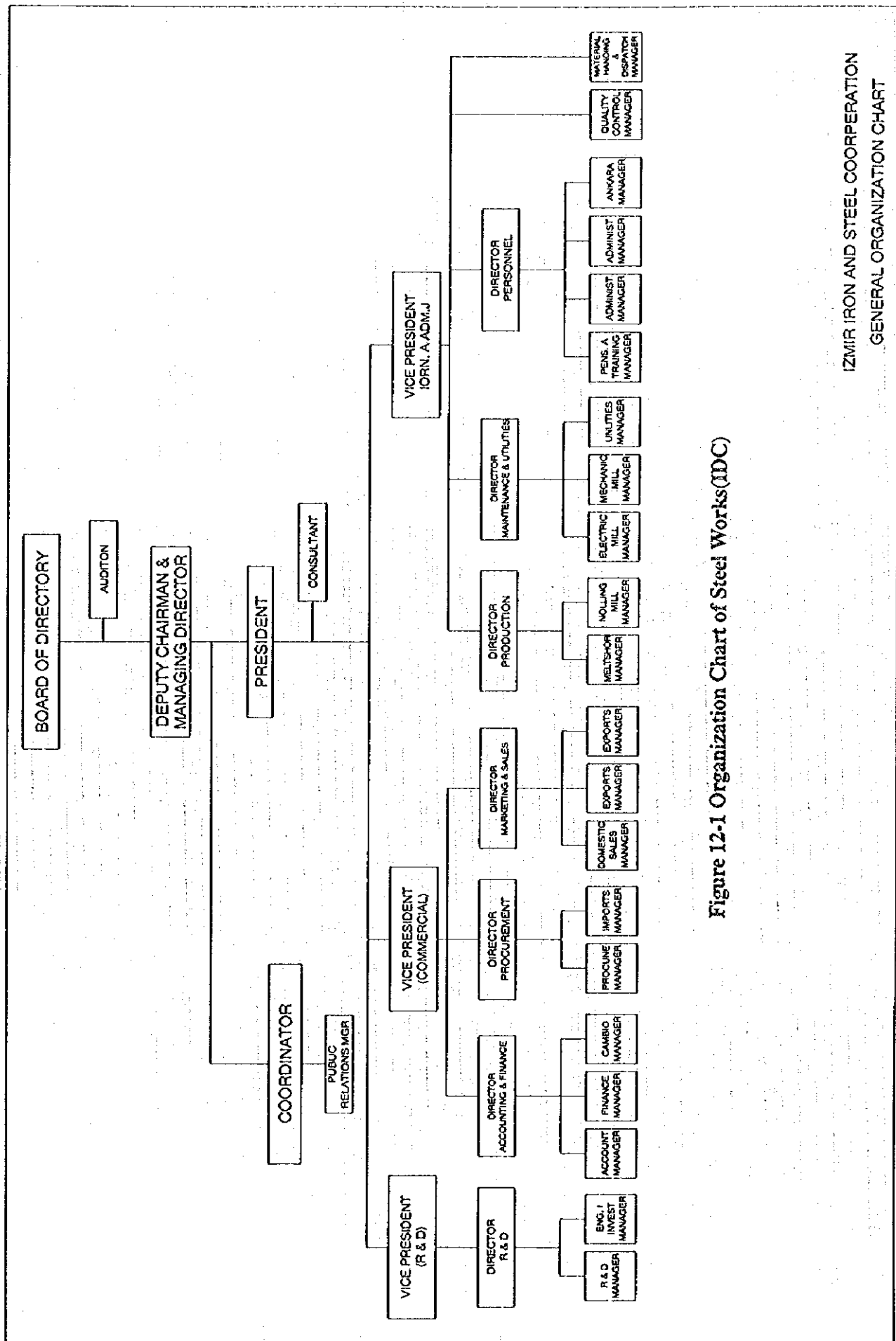
(1) 全般

Izmir Demir Celik Sanayi A. S. (IDC)は、Focal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。

(2) 工場の組織

工場の所長はMr. Dogan Arikanで、従業員は現在約600名である。組織表をFigure 12-1に示す。3本部、7部、21課である。



IZMIR IRON AND STEEL COOPERATION
GENERAL ORGANIZATION CHART

Figure 12-1 Organization Chart of Steel Works(IDC)

(3) 従業員の採用とトレーニング

1) 採用

トルコ国の教育制度は、いわゆる5-3-3-4制であり、ほぼ100パーセントの初等教育が成されている。質のよい労働者の採用は比較的容易であるが、IDCは今のところ離職者がいないので、新しく採用するという事はない。採用の必要があれば、関連会社から採用する。採用に際しては、応募書類の選考後、面接を行っている。

2) 教育とトレーニング

IDCの教育とトレーニングには、基本教育、海外教育、マネジメント教育の3つがある。

(a) 基本教育

作業系の新入社員には、工場、機器設備、操業方法、品質管理、コストコントロール等の概要及び安全について1週間の座学と1週間の現場教育を行ない、事務技術系の新入社員には1ヶ月の同様の座学および1ヶ月の全工場の現場教育を行なう。更に、全従業員に対して必要に応じ会社の内外で再教育を行なっている。

(b) 海外教育

選抜された従業員に対しては、海外のミニミルでのOJT (on-the job training) 教育、海外で開かれるセミナー、シンポジウム、学会などの参加がある。

(c) マネジメント教育

部課長クラスは、国内外での例えば人間関係等についてのマネジメント教育を受ける様になっている。

(4) 敷地

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。

(5) 製造品種

主に鉄筋バークラスである。

(6) 製品および生産量

製品は、次のとおり。

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及び異形棒鋼

最近5ヶ年の生産量をTable 12-1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 12-1 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

(7) 主原料

電気炉の主原料はスクラップと冷鉄であり、国内での調達はずかで、ほとんどがヨーロッパ、アメリカからの輸入である。合金鉄、耐火物の70パーセント、電極も輸入である。

12-2-2 設備概要

(1) 製鉄所のレイアウト

工場のレイアウトをFigure 12-2に示す。

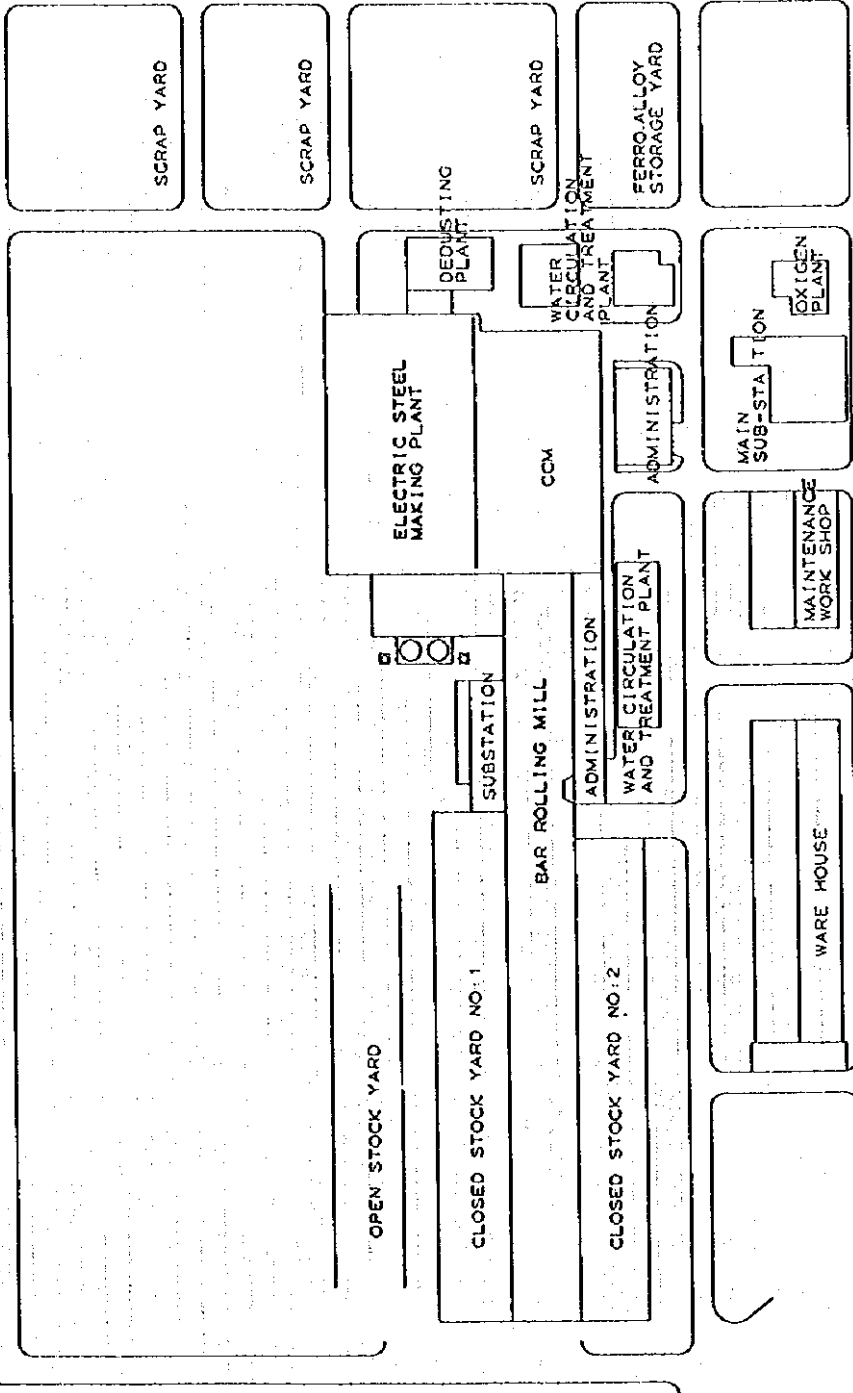


Figure 12-2 Layout of Steel Works

(2) 製鋼工場

1) 製鋼工場の概要

主要設備は次の通り。

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70万トンの工場となっている。

工場は1987年5月に操業を開始以来、スクラップ不足の時を除いて順調に稼動しており、表12-1に示すように、1994年には溶鋼およびビレットの生産はそれぞれ626,300トン、620,800トンに達している。ビレットは主に鉄筋バー川で、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) 製鋼工場のレイアウト

レイアウトをFigure 12-3に示す。

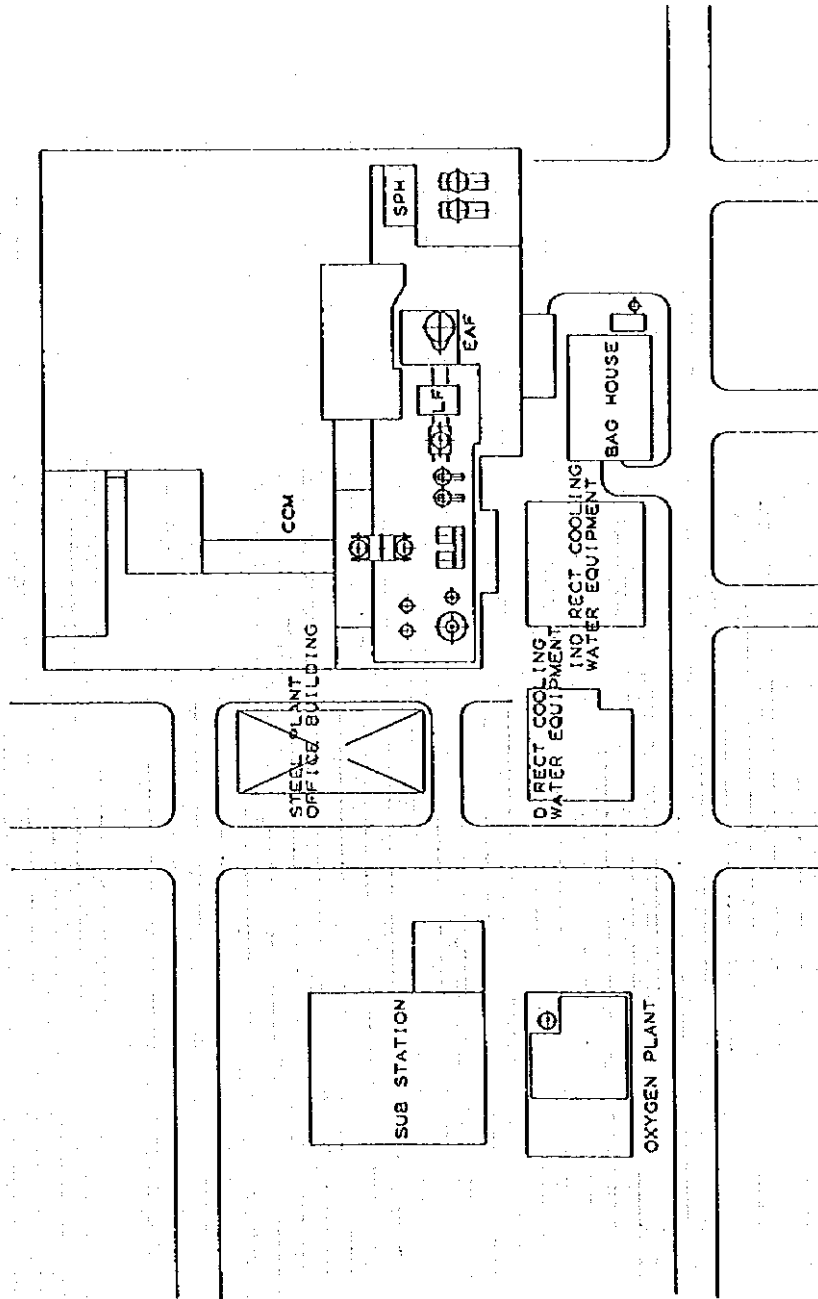


Figure 12-3 Layout of Steelmaking Plant

3) 主要機器

連铸機を除いた製鋼工場の設備はNKK（日本）が納入したものである。電気炉は当初、NKK/5300 MH型1基で、60トン/ヒート、炉殻径5.3メートル、トランス容量45 MVA（120パーセント過負荷可能）であったが、それぞれ70トン、5.5メートル、72 MVAに増強された。更に、取鋼クレーンの140トンへの増強と共に電気炉容量を80トンに増やす計画がある。

連铸機はCONCAST（スイス）の納入で、4ストランドであったが後に6ストランドに増強された。

集塵装置は初めは電気炉直引用のみであったが、環境汚染防止の趣旨から建家集塵も出来るように増強された。

機器リストをTable 12-2に示す。

Table 12-2 Equipment List - Steelmaking Plant (SMP)

No.	Equipment	Q'ty	Main Specification	Remarks
1	Scrap Preheater (SPIH)	2	Scrap heating by exhaust gas from EAF 1st and 2nd of three buckets heated by 35,000 Nm ³ /hr hot gas. Heating scrap upto 200 - 250°C, upto 20 kWh/ton-MS of energy saving.	
2	Electric Arc Furnace (EAF)	1	70 tons/heat, 72 MVA transformer, 900 V max. tap voltage, 5.5 meter shell, 1.3 meter pitch circle diameter, water cooled shell and roof, EBT type, four furnace oxy-fuel burners and one door oxy-fuel burner, two oxygen/one carbon manipu- lator, 20 inches electrode with water spray cooling, automatic alloy charging system, 50 minutes of tap-to-tap for three bucket practice	
3	Ladle Furnace (LF)	1	10 MVA transformer, 240 V max. tap voltage, water cooled roof, 12 inches	

		electrode with water spray cooling, automatic ally charging system
4	Continuous Casting Machine (CCM)	1 Six strands, 100 - 140 mm square diameter billet, turret type, two tundish cars, mechanical shear cutting, pusher type cooling bed, mold level equipment
5	Cranes	1 Ladle crane Main hoist: 100 tons Auxiliary hoist: 30 tons 1 Charging crane Main hoist: 60 tons Auxiliary hoist: 15 tons 1 Casting hoist crane Hoist: 25 tons
6	Scrap Stock Yard and Facilities	Open scrap yard, concrete foundation, four Sumitomo crab equipped scrap loaders, bulldozers, magnets, etc., two Hino scrap bucket transport cars
7	Slag Transport	1 Slag pot transport car
8	Additive Charging Facilities	Automatic charging system for lime, limestone and ferro-alloys, serves for EAF, LF and ladle during tapping

Source: IDC

(3) 圧延工場

1) 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組スタンド、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。

工場は1983年に操業を開始以来順調に稼動しており、Table 12-1に示すように1994年には506,000トンに達している。

2) 圧延工場のレイアウト

レイアウトをFigure 12-4に示す。

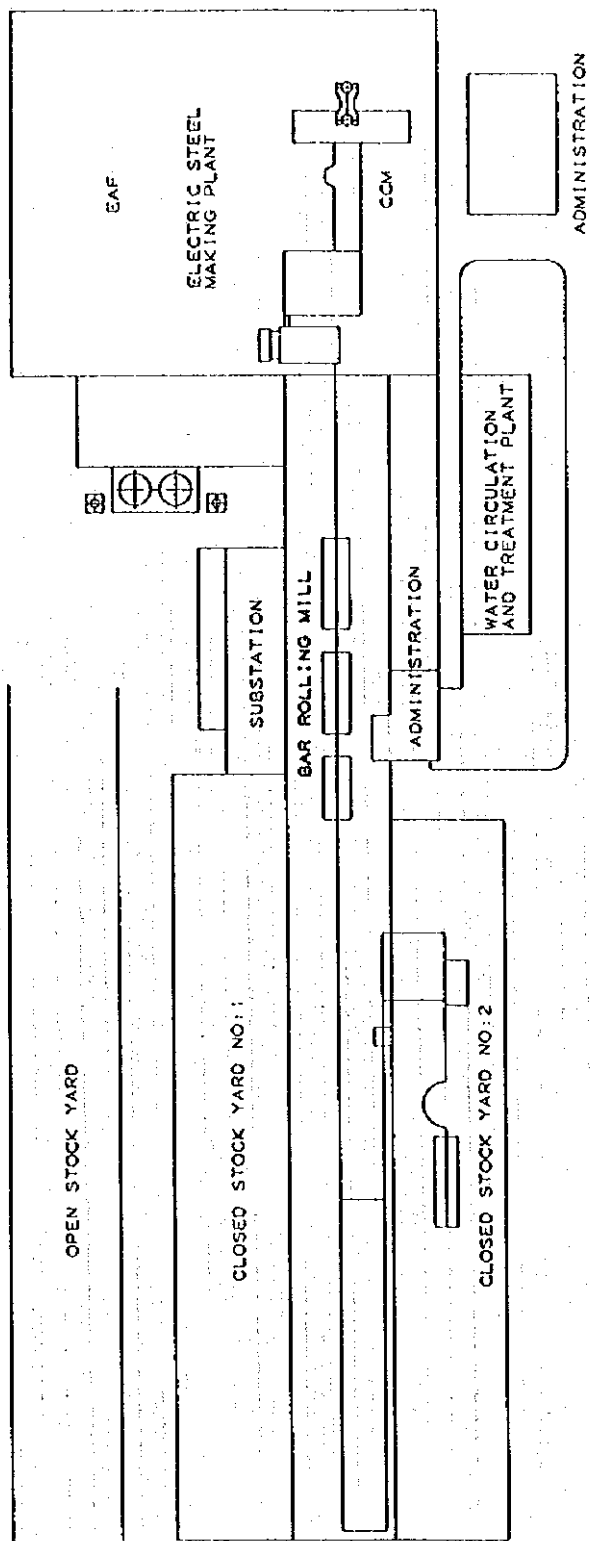


Figure 12-4 Layout of Rolling Mill Plant

3) 主要機器

圧延ラインはIDC自身の設計で系列会社のASMASが製作した。加熱炉はOF（ドイツ）の納入である。

機器リストをTable 12-3に示す。

Table 12-3 Equipment List - Rolling Mill Plant (RMP)

No.	Equipment	Q'ty	Main Specification	Remarks
1	Reheating Furnace		Design capacity: 60 tons/hour + 20 % 6 m x 120 m x 120 mm Walking beam type Top and bottom firing	
2	Rolling Mills			
	No. 1 and 2 stands		300 mm length x 460 mm diameter	
	No. 3,4,5, & 6 stands		800 mm length x 540 mm diameter	
	No. 7 & 8 stands		800 mm length x 400 mm diameter	
	Shear 1		Max. 50 mm diameter	
	No. 9,10,11 &12 stands		700 mm length x 360 mm diameter	
	Shear 2		Max. 40 mm diameter	
	No. 13, 14, 15 & 16 stands		600 mm length x 340 mm diameter	
3	Cooling Bed		7.5 m width x 80 m length	
4	Cold Shear		400 tons cutting force	

Source: IDC

(4) 付帯設備

上記の生産工場の他に、次の付帯設備がある。

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

12-2-3 製造工程

(1) 製鋼工場

スクラップは、屋外スクラップヤードで、自動秤量装置付のバケット運搬車上のバケットに自走式油圧ローダーで積み込み、電気炉ヤードに運ぶ。電気炉への装入は通常3バケットで、装入クレーンで行う。2バケット（第1バケットおよび第2バケット）のスクラップは装入前に、溶解電力を節約するため電気炉の排ガスを利用したSPH（scrap preheater、スクラップ予熱装置）で予熱する。

電気炉では、迅速溶解を行なうため5基の酸素・燃料バーナ、ランスパイプによる酸素吹き込み、炭粉吹き込みを行ない、泡立ちスラグを造りながら電力で溶解を進める。目標の溶鋼温度、成分になったら取鍋移送台車上の取鍋にEBT（eccentric bottom tapping system、偏心炉底出鋼）より出鋼する。このとき約10トンの残溶鋼を炉内に残す。出鋼終了後溶鋼は、電気炉近くの取鍋精練炉に取鍋移送台車によって運ぶ。出鋼中、石灰と脱酸材を合金鉄自動投入装置で取鍋に投入する。また、電気炉から受鋼する前に取鍋はオイルバーナーで加熱するが、現在排ガスの余熱を利用して燃焼用空気を予熱して熱効率を上げる試みを行なっている。

取鍋精練炉では、合金鉄を添加して不活性ガスを吹き込みながら通電し、溶鋼の成分と温度調整を行なう。

溶鋼は取鍋クレーンで連鋳機のターレットに移し、ピレットに鋳込む。鋳込まれたピレットはチェーンコンベヤーで圧延工場の加熱炉へ直接装入する。

(2) 圧延工場

ピレットは連鋳機の冷却床からオイル燃焼のウォーキングビーム型加熱炉へ、通常は熱片のまま装入する（ホットチャージ）。燃料を節約するために、ホットチャージおよび加熱炉の排ガスで燃焼用空気を予熱する方式を採用している。摂氏300から600度のホットチャージがピレットの60ないし70パーセントに対して実施されている。

摂氏1100から1150度に加熱されたピレットは、8基の粗スタンド、4基の中間スタンド、4基の仕上げスタンドで8から50ミリメートル径の丸棒及び異形丸棒に圧延され、80メートル長さの冷却床で冷却後、6から18メートルの長さで切断し結束して出荷する。小さいサイズの製品には、生産性を上げるためスリット（多条）圧延方式が適用されている。

12-3 運転稼働状況

最近5年間の溶鋼、ピレット、最終製品の年間生産量をTable 12-1に示す。また、製鋼工場の1994年のマテリアルバランスを図Figure 12-5に示す。

Unit: ton/year

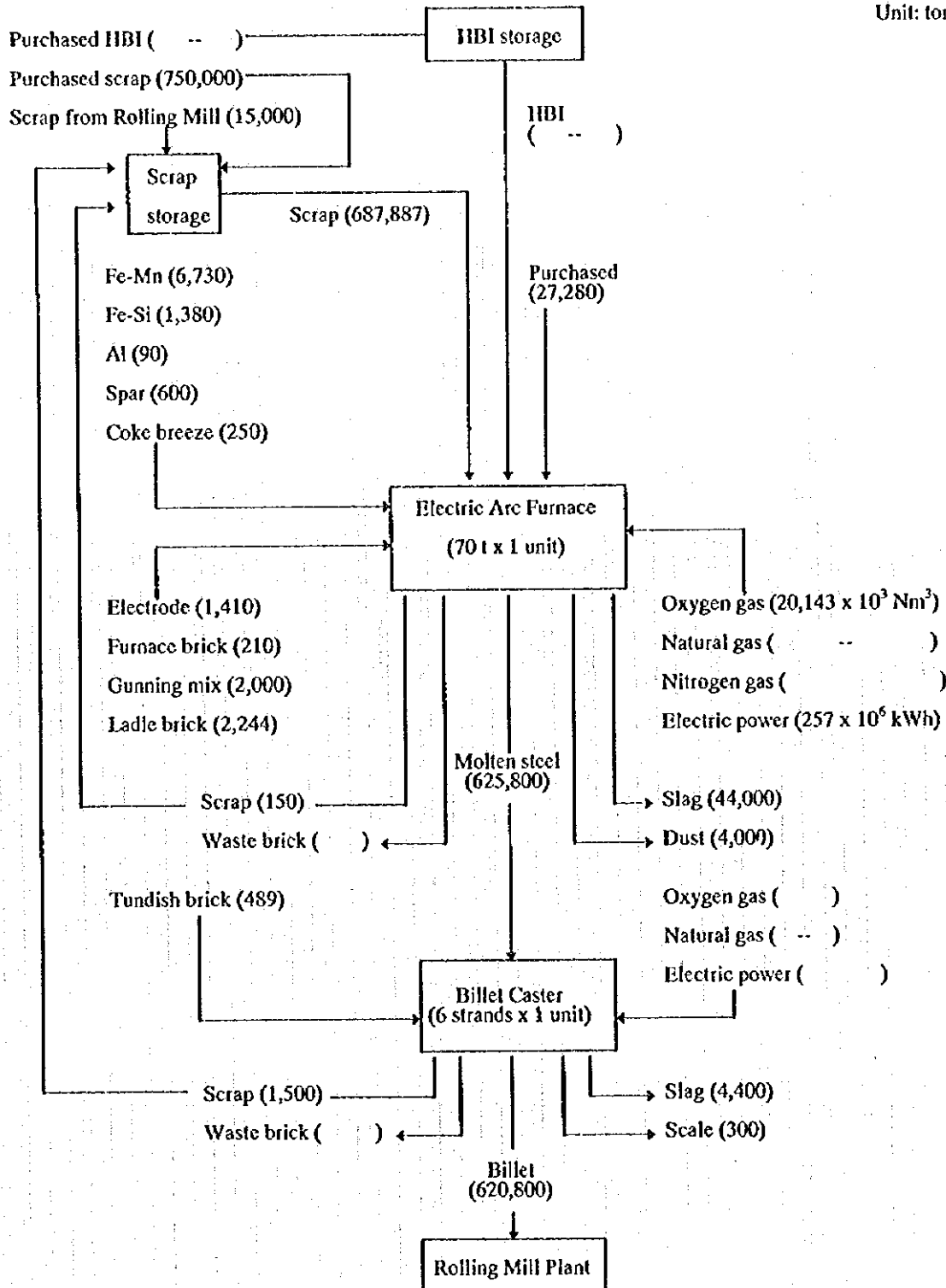


Figure 12-5 Material Balance Sheet for Steelmaking Plant, 1994

12-4 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 12-4、Table 12-5、Table 12-6に示す。電気がは、製鋼時間53分、電力原単位は溶鋼トン当り400 - 420キロワットアワー（酸素原単位は溶鋼トン当たり30立方メートルのとき）、電極原単位は溶鋼トン当り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 12-7、Table 12-8に示す。生産性は毎時70 - 90トン、オイル消費量はトン当たり25キログラムと好成績を上げている。

Table 12-4 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
A EAF												
1. Nominal capacity (tons/heat)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
2. Transformer Capacity (MVA)	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
B Main raw materials												
3. Scrap (tons/heat)	80.49	80.20	79.96	80.25	79.60	79.53	77.90	77.74	78.58	78.26	80.16	
4. Total (tons/month)	61.330	55.097	44.378	60.669	56.038	56.069	65.202	58.694	53.749	54.938	60.680	
C Products												
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	
D Production parameter												
7. Operating hours (hours/month)	645.8	590	465	645.7	587	607	661	596.5	562	563.5		
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	30.38	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. Fertling 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	55	54	53	54		
15. Steel yield (%)=6/4	88.53	89.37	91.39	89.34	89.97	85.50	90.86	91.61	90.47	90.47	90.35	

E Auxiliary raw materials												
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
F Utilities												
19.	Electric power (kWt/ton-MS)	414	430	416	417	408	423	406	405	423	425	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	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
G Electrode and refractories												
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.	Ladle 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
H Operation hour (hour/month)												
26.	Scheduled repair (Refractory repair)	26.33	16.25		27.3	-	42.65	7.4	26.1	16.9	26.8	26.8
27.	Scheduled repair (General repair)	-	-	24.1	-	-	-	-	-	-	40.6	40.6
28.	Scheduled repair (Electricity)	-	-	-	-	-	3.4	1.5	4.4	101.6	3.9	3.9
29.	Scheduled repair (Public holidays)	4	-	-	-	114	-	-	26	-	44.6	44.6
30.	Total of scheduled repair=26+27+28+29	30.33	16.25	24.1	27.3	114	46.05	8.9	56.5	118.5	115.9	115.9
31.	Down-time	67.90	65.8	38.2	47.7	43	67	74.1	89	39.4	44.6	44.6
32.	Operation hour=calendar hour-30-31	645.77	590	681.7	645.0	587	607	661	574.5	562	583.5	583.5

Source: IDC

Table 12-5 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
A LF												
1. Nominal capacity (tons/heat)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
2. Transformer Capacity (MVA)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
B Production parameter												
3. Operating hours (hours/month)	406.4	366.4	286.7	415.8	375.5	399.5	446.4	402.7	376.2	397.8		
4. Total heats (heats/month)	762	687	555	756	704	705	837	755	684	702		
5. LF operation time (minutes/heat)	32	32	31	33	32	34	32	32	33	34		
C Auxiliary raw materials (kg/ton-MS)												
6. Burnt lime	8.1	7.9	7.8	8.2	8.0	8.1	7.9	8.1	8.2	7.9	8.0	
7. Fluorspar	1.2	1.4	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	1.6	1.7	1.76	1.1	
8. Dolomite	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	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	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	2.7	2.0	2.7	2.6	2.3	2.5	2.5	2.5	2.9	2.0	2.2	
12. Al	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.02	0.01	-	0.07	0.04	0.06	
D Utilities												
13. Electric power (kWh/ton-MS)	35	37	33	31	32	35	35	34	36	35	35	

E Electrode											
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
F Working time (hour/month)											
15. LF operation time	406.4	366.4	286.8	415.8	375.5	399.5	446.4	402.6	376.2	397.8	
16. Accident	0.33	0.63	1.15	0.71	0.17	1.03	1.25	3.65	1.63	2.55	
17. Waiting time	314.4	282.2	433.2	280.7	345.5	296.7	273.6	315	319.4	320.9	
18. Scheduled repair time	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8

Source: IDC

Table 12-6 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
A CCM												
1. Billet size												
2. Number of strands												
B Products												
3. Sound billets (tons/heat)	70.9	71.4	72.0	71.9	71.7	71.1	71.0	70.9	70.9	70.9	70.5	70.5
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	49,496	49,496
C Production parameter												
5. Operating jour (hour/month)	647.7	595.4	462.5	642.6	575	611	655.6	604	570	585	585	585
6. Casting heats (heats/month)	762	687	555	756	704	705	837	755	684	702	702	702
7. Average casting heats (heats/day)	28.2	27.7	28.8	28.2	29.4	27.7	30.6	30	28.8	28.8	28.8	28.8
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	20.65	20.65
9. Average casting time (minutes/heat)	51	52	50	51	49	52	47	48	50	50	50	50

D Yield (%)											
10. Sound billets	99.5	99.6	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.6	99.7	99.7
11. Scale and cutter loss	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
12. Skull in tundish	0.095	0.085	0.066	0.06	0.07	0.10	0.089	0.083	0.083	0.084	0.082
13. Top and bottom crop	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14. Accident loss											
15. Rejected billets											
E Refractories											
16. Refractories for tundish (kg/ton-MS)	0.54	0.44	0.45	0.40	0.47	0.70	0.52	0.52	0.52	0.54	0.55
F Working time (hour/month)											
17. Casting time	647.7	595.4	462.5	642.6	575	611	655.6	604	570	585	585
18. Preparation time	8.6	7	4.4	5.2	6	8.4	8.8	7.4	6.8	6.8	6.8
19. Accidents	1.25	-	0.4	1.3	3.8	0.3	0.6	9.9	5.25	3.5	3.5
20. Waiting time	63.65	46.8	253.9	48.7	136.4	77.5	56.2	99.9	115.15	145.9	145.9
21. Scheduled shutdown	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
G By-products (kg/ton-MS)											
22. Slag											
32. Scale				0.5							
33. Scrap											
34. Waste brick											

Source: IDC

C Working ratio (%)												
10. Effective rolling ratio=100-18	69.82	52.11	68.43	68.92	71.82	60.59	69.12	69.72	71.29	29.29	57.91	
11. Operational shutdown=12+13	21.99	17.83	26.90	21.37	24.04	17.58	22.09	21.89	21.21	9.78	25.31	
12. Roll groove change and adjustment of roll, guide	4.97	5.07	4.46	5.41	4.88	3.92	7.76	5.48	4.62	3.07	9.25	
13. Mis-roll	17.02	12.76	22.44	15.96	19.16	13.66	14.33	16.41	16.59	6.71	16.06	
14. Equipment shutdown=15+16	3.62	3.01	2.45	2.71	3.24	1.62	6.35	6.16	2.90	1.43	4.34	
15. Mechanical equipment	2.56	2.21	1.73	1.33	2.44	1.35	5.1	2.35	2.09	1.20	3.22	
16. Electrical equipment	1.06	0.80	0.72	1.38	0.80	0.27	1.25	3.81	0.81	0.23	1.12	
17. Others	4.57	27.05	2.22	7.00	0.90	20.21	2.44	2.23	4.60	59.50	12.44	
18. Shutdown total=11+14+17	30.18	47.89	31.57	31.08	28.18	39.41	30.88	30.28	28.71	70.71	42.09	
D Repair (hour/month)												
19. Major repair (more than 3 hours shutdown in a day)	5	6	11	-	-	-	-	24	-	-	-	
20. Minor repair	172	312	171	191	168	264	166	160	180	487	244	172
21. Periodical repair	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22. Total=19+20+21	188	318	182	191	168	264	166	184	180	487	244	172

Table 12-8
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

12-5 エネルギーの現状と問題点

12-5-1 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、管理の為に操作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。IDCでは、1994年より省エネルギー委員会が組織された。メンバーは保全部長である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。その組織をFigure 12-6に示す。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。日々の操作結果については、同じMr. Eldemによる人事担当を含めた朝会で検討されている。

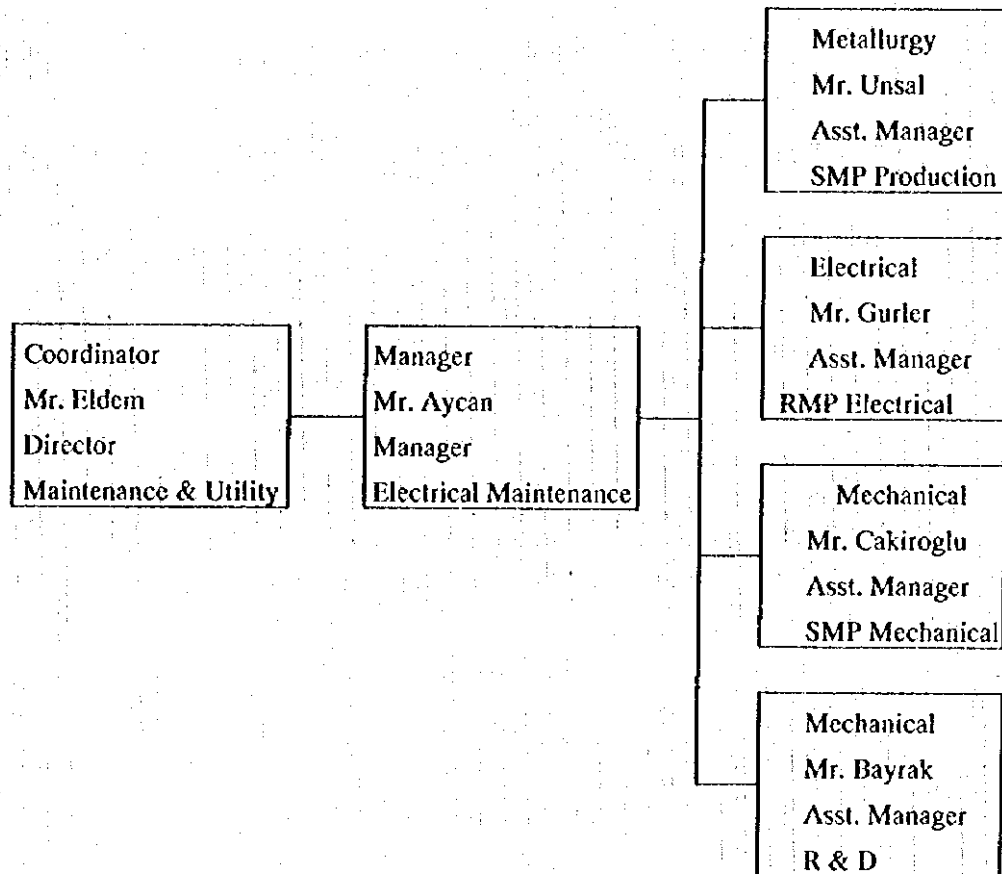


Figure 12-6 Organization Chart of Energy Saving Committee

12-5-2 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. 取鍋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: オイル製品トン当たり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、燃料オイルの加熱

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。製鋼時間の短縮及び熱損失防止
6. 取鍋精練炉の採用。電気炉の機能である溶解および精練を、取鍋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。生産性向上及び省エネルギー
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 12-9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 12-10に日本における電力原単位の代表例を示す。トン当たり310から510キロワットアワーである。この表からすると、IDCは目標とする360キロワットアワーは達成出来るであろう。

Table 12-9 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
Technolpgies	<ol style="list-style-type: none"> 1. UHP transformer 2. Scrap preheating 3. Water cooled wall and roof 4. Spray water cooled electrodea 5. Oxy-fuel burners 6. Oxy-lancing 7. Foamy slag practice 8. Long arc practice 9. EBT (slag free tapping) 10. Ladle furnace 11. Sequence casting 12. Mold level control 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Additional oxy-fuel/oxy-carbon burner 2. Scrap upgrading 3. Ca-Si injection 4. Electromagnetic stirring 5. Ladle shrouding 6. Increased oxygen injection 7. EAF bottom blowing 8. SPII improving 	

Source: IDC

Table 12-10 Example of Electric Power Consumption in Japan

Com- pany	Fur- nace	Nominal capacity (t)	Inner dia- meter (m)	Trans- former (MVA)	Burner (Y/N)	SPH (Y/N)	Heat/ day	Actual Ton/ht	Power con- sump- tion (kWh/t)	Oxygen con- sump- tion (Nm ³ /t)	Electrode con- sump- tion (kg/t)
KO	1	100	6.4	35	7	N	7	109.4	432.5	8.5	3.4
	2	20	4	7.5	N	N	11	17.7	513.5	29.2	4.6
	3	20	4	12.5	2	Y	14	21.6	345.1	17.3	4
KA	1	60	5.8	41	1	N	21	73.5	397.1	33.1	2.1
GO	1	100	6.7	60	3	N	22	126.2	363.6	33.6	2
	2	70	6.3	50	2	Y	31	60.3	383.2	30.1	2
	3	70	5.8	35	3	T	25	74.4	410.7	27.9	2
AS	1	60	5.7	45	N	Y	24	57.5	342.5	32.8	1.8
TY	1	200	8	70	10	N	19	170	341	36.4	1.3
TO	1	140	7	60	3	N	21	132.6	380.4	24.3	1.9
	2	140	7	60	3	N	21	132.2	378.2	22.1	1.9
	3	150	8	140	N	N	22	215.8	379.9	30.6	1.6
	4	60	5.2	27.5	3	N	22	62.8	337.1	40.9	1.8
	5	60	5.2	27.5	5	N	22	62.9	341.2	39.1	1.5
	6	130	7	100	N	Y	28	119.4	325	27	0.9
TOA	1	110	7	58	4	Y	26	124.5	400.2	30.6	1.6
	2	70	5.8	30	3	N	19	77.2	410.6	31.4	2.1
	3	70	5.8	30	3	N	18	77.4	405	30.7	2.4
	4	50	5.1	22	3	Y	30	43.8	440.1	20.1	2.6
	5	150	7	55	4	Y	28	133.6	353.3	21.5	1.7
TOP	1	30	4.6	15	N	N	17	31.7	472	25.1	4.5
	2	30	4.6	15	N	N	17	31.8	433.3	25.2	-
	3	120	6.5	56	7	Y	19	136.4	329.1	25.1	1.6
NI	1	25	4	8.5	2	Y	10	20.1	446.9	39.7	4.4

12-6 設備の現状と問題点

12-6-1 エネルギー消費主要設備

エネルギー消費の主な設備は次の通りである。

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：製品トン当たり25キログラム、年間12,800キログラム

12-6-2 現状の問題点の認識

(1) エネルギー消費主要設備の問題点

12-5-2に述べたようにIDCは、種々の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）
表12-10から判るように更に向上する可能性がある。
2. SPH（scrap preheater、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ケットのみが対象でしかも余熱時間が短い。
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

IDCは電気炉の電力原単位を、溶鋼トン当り420キロワットアワーから360キロワットアワーに減少させたいとしている。そしてこれを達成するためのひとつの方策としてSPHの改造計画を検討している。

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、電気炉トータル熱精算を行なうことが大事なことであるが、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、調査対象は電気炉の熱精算とする。

12-7 エネルギー診断の方法

12-7-1 全般

エネルギー管理の基本としてエネルギーバランスの確立は重要である。即ち、正しくエネルギーバランスを作成する事により工場のエネルギー効率がえられる。このエネルギーバランスにより、他工場との比較が出来、問題点の把握につながる。このバランスシートによりエネルギー消費の構図が得られた後は、日常のエネルギー管理は小規模の測定で容易にできよう。即ち、既設計測機器での測定で充分である。

ミニミル全所のエネルギーについて測定する事は、大層な労力を要し困難である。一、二回の測定に於いてさえもプロジェクトチームを組織し、充分な計画を立て多くの機器を準備し、多くの専門家により実施されなければならない。一般的に入熱の測定はそんなに難しくないが、出熱の測定には困難が伴い、また、測定出来たとしても20パーセント以内の誤差は避けられない。更に熱精算表の作成には多くの労力、時間、安全への注意が必要となる。

(1) 測定の前提

ミニミル工場は複合設備で、主要設備は電気炉である。電気炉には取鍋精練炉、付属設備としてポンプ、熱交換器（スクラップ予余熱設備）、集塵機などを伴っている。これら全てを含んだエネルギーバランスの測定を行なう事は困難であり、このバランスシートが電気炉のエネルギー消費の状況を充分表わすわけではない。したがって、電気炉に限り測定を行なう事にした。

電気炉のみの測定でも多大の機器と要員の準備が必要で、IDC と調査団は真剣に検討しこれらの準備を行った。IDC は測定機器、要員等の測定プロジェクトの準備の他に、現場における機器取付のための前作業を行なった。

(2) 測定詳細計画

1) 対象設備

Figure 12-7 に電気炉における入出熱の模式図を示す。多くの入出熱項目があり厳密な検討を要した。

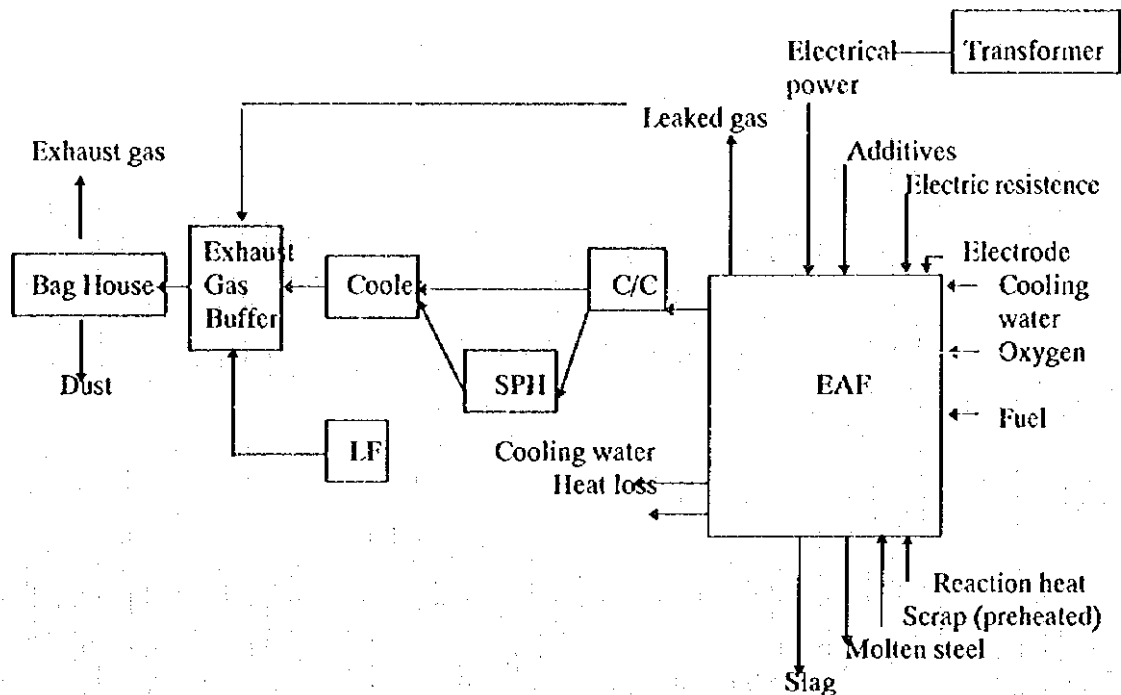


Figure 12-7 Block Diagram of Heat Inputs to and Heat Outputs from EAF

電気炉は一種の反応器である。即ち、スクラップや鉄鉄の主原料と添加材が高温において溶解し、熱の出入を伴う。

2) 目的

IDC は既に相当高いレベルのエネルギー効率を達成しているので、今回の測定は次の項目を目的とした。

1. エネルギー消費値の確認と国際水準との比較
2. 管理層のエネルギー政策の基本把握と構図の描画
3. 管理層の積極性に触発された従業員のモラルの向上
4. 測定技術の習得

12-7-2 測定項目、測定方法、測定回数

前述のように測定は電気炉に限定し、測定の困難さを少しでも小さくするため、エネルギーバランスは出来るだけ明瞭化、単純化、容易化を心掛けた。

(I) 測定項目と推定項目

電気炉の入熱、出熱の熱精算の測定は次の5部類に分けられる。

1. IDCの既設機器による測定

- 1) 電力消費量
- 2) 原料（銑鉄、スクラップ）消費量
- 3) 4基の炉バーナーと1基のドアバーナーによる燃料油と酸素の消費量および2基のランスパイプによる酸素吹き込みの酸素の消費量
- 4) 溶鋼組成
- 5) スラグ組成
- 6) 添加物（石灰、吹込み炭粉）の組成
- 7) 溶鋼温度
- 8) 炉用冷却水の流量
- 9) 炉用冷却水の給水温度
- 10) 通電開始から通電終了までの時間

2. JICAが準備した機器による測定

- 1) スクラップの温度
- 2) C/C（燃焼塔）入り側における排ガス温度、CO、CO₂、O₂成分
- 3) C/C出側における排ガス温度、静圧、流速、CO、CO₂、O₂成分
- 4) 炉体冷却水出側温度
- 5) 炉蓋、炉殻、炉底温度
- 6) 建家内温度

3. IDCによる分析

- 1) 燃料の熱量
- 2) 炭粉吹込み用炭粉
- 3) 添加材（石灰）
- 4) スクラップ組成
- 5) スラグ組成

4. 既存資料又は経験による計算及び推定

- 1) 残溶鋼の重量及び温度—経験値
- 2) 電極消耗量—過去の実績値
- 3) C/C入り側出側の排ガスN₂成分—計算
- 4) 出鋼量—過去の実績値
- 5) スラグ重量—計算値
- 6) 炉蓋、炉殻、炉底面積—資料

5. IDCおよびJICAチームによる考察

1) 二次導体およびトランスの熱損失

これらの測定と推定はIDCとJICAチームが協力して行なった。

(2) 測定方法

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 12-11に概括を示し、Figure 12-8、Figure 12-9はそれぞれ電気炉の測定項目と測定機器の配置を示す。測定機器のうち、JICAチームが持参したものを表

Table 12-2に示す。

測定は次のように行った。

1. 連続測定

- 1) 電力消費量
- 2) C/C（燃焼塔）入り側における排ガス温度、CO、CO₂、O₂成分
- 3) C/C出側における排ガス温度、静圧、流速、CO、CO₂、O₂成分
- 4) 炉体冷却水出側温度
- 5) 炉蓋、炉殻、炉底温度

2. ヒート合計

- 1) 原料（スクラップ、鉄鉄）使用量
- 2) パーナーの酸素、燃料使用量及び酸素吹き込みの酸素使用量
- 3) 添加材（石灰、炭分）使用量

3. ヒート1回の測定

- 1) 溶鋼温度
- 2) 炉体冷却水流量
- 3) 炉体冷却水入り側温度
- 4) 通電開始から停止迄の時間
- 5) 原料温度（スクラップ、鉄鉄）
- 6) 建家内温度

4. 分析値

- 1) 溶鋼組成

- 3) 添加材の組成
- 4) スクラップ、銑鉄組成
- 5) 炉蓋温度
- 6) 燃料の熱量

(3) 排ガス、冷却水出側温度、炉体温度測定

Annex-1 参照のこと。

Table 12-11 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 of Analysis and Measurement	Personnel Allocation				
Electric Arc Furnace	Heat input	Required Equipment	Factory EIE	Additional JICA EIE	Factory	Measuring Interval	Measuring Points	
1. O ₂ , for two lances	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room	
	2) Consumption (Nm ³)	M	Integrator	x		Integration	Control room	
	2. O ₂ , for each of 4 furnaces/1 door burners	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room
		2) Consumption (Nm ³)	M	Integrator	x			
	3. Oil, for each of 4 furnaces/1 door burners	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room
		2) Consumption (kg)	M	Integrator	x			
		3) Calorie (kcal)	E	(Standard)	-			
	4. Carbon injection	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room
		2) Consumption (kg)	M	Integrator	x			
		3) Composition (%)	E	(Standard)	-			
5. Additives, each	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room	
	2) Consumption (kg)	M	(Calculation)	x				
	3) Composition (%)	E	(Standard)	-				
6. Scrap (Scrap bucket)	1) Consumption (kg)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room	
	2) Composition (%)	M	Weighter	x				
	3) Temperature (°C)	E	(Standard)	-				
7. Hot heel	1) Consumption (kg)	M	Weighter	x		Each charge	Heat report	
	2) Composition (%)	E	(Standard)	-				
	3) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x				
8. Electric power	1) Weight (kg)	E	(Estimation)	-		Before charge	Scrap bucket	
	2) Composition (%)	M	Analyzer	x				
	3) Temperature (°C)	E	(Estimation)	-				
9. Electrode	1) Time (hr-min)	M	Clock	x		Start & Finish	Control room	
	2) Consumption (kWh)	M	kWh meter	x				
	3) Consumption (kg)	E	(Standard)	-				
10. Slag	1) Weight (Heat)	E	(Calculation)	-		Heat	Heat record	
	2) Composition (%)	M	Analyzer	x				

Table 12-11 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	Factory	Local Labo	Additional JICA Jiff		Personnel Allocation	Measuring Interval
Electric Arc Furnace									
1. Exhaust gas, C/C inlet									
1) Time (hr-min)	M	Automatic meter	x				A, B, A, B, C D	Continuously	C/C inlet
2) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x				C	Continuously	C/C inlet
3) CO/CO ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x					Continuously	C/C inlet
4) O ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x					Continuously	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	Continuously	C/Outlet
2) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x				C	Continuously	C/Outlet
3) Static pressure (mmH ₂ O)	M	Digital manometer	x					Continuously	C/Outlet
4) Flow rate (Nm ³ /min)	M	Pitot tube	x					Continuously	C/Outlet
5) CO/CO ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x					Continuously	C/Outlet
6) O ₂ in gas (%)	M	Automatic meter	x					Continuously	C/Outlet
7) N ₂ in gas (%)	E	(Calculation)	-					Continuously	C/Outlet
3. Cooling water									
1) Time (hr-min)	M	Clock	x				C	One time a heat	Control room
2) Flow rate (m ³ /min)	M	Magnetic flow meter	x				F	One time a heat	Control room
3) Temperature, inlet (°C)	M	Thermocouple	x					One time a heat	Inlet
4) Temperature, outlet (°C)	E	Thermometer	-					Continuously	Outlet
4. Furnace body									
1) Time (hr-min)	M	Clock	-				D	Continuously	Heat report
2) Temperature of 12 points of wall (°C)	M	Thermocouple	-					Continuously	Heat report
3) Temperature of 4 points of bottom (°C)	M	Thermocouple	-					Continuously	Heat report
4) Temperature of roof (°C)	E	(Standard)	-					One time during test	-
5. Molten steel including hot heel									
1) Temperature (°C)	M	Thermocouple	x					Heat	Heat report
2) Weight (kg)	E	(Calculation)	-					Heat	Heat report
3) Composition (%)	M	Analyzer	x					Heat	-
6. Slag									
1) Temperature (°C)	E	(Estimation)	-					Heat	Heat report
2) Weight (kg)	E	(Calculation)	-					Heat	Heat report

Table 12-11 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	Equipment	Factory EIE	JICA Local Labo	Additional	Personnel Allocation JICA EIE Factory	
Electric Arc Furnace (Others)								
	1. Operation results						E D G	
	2. Surrounding condition						D	
	1) Weather			x				Start of heat operation
	2) Atmospheric pressure (hpa)			x				Around EAF
	3) Outdoor temperature (°C)			x				Outside
	4) Indoor temperature (°C)			x				Start of heat operation
	5) Humidity (%)			x				Around EAF
								Start of heat operation
								Around EAF

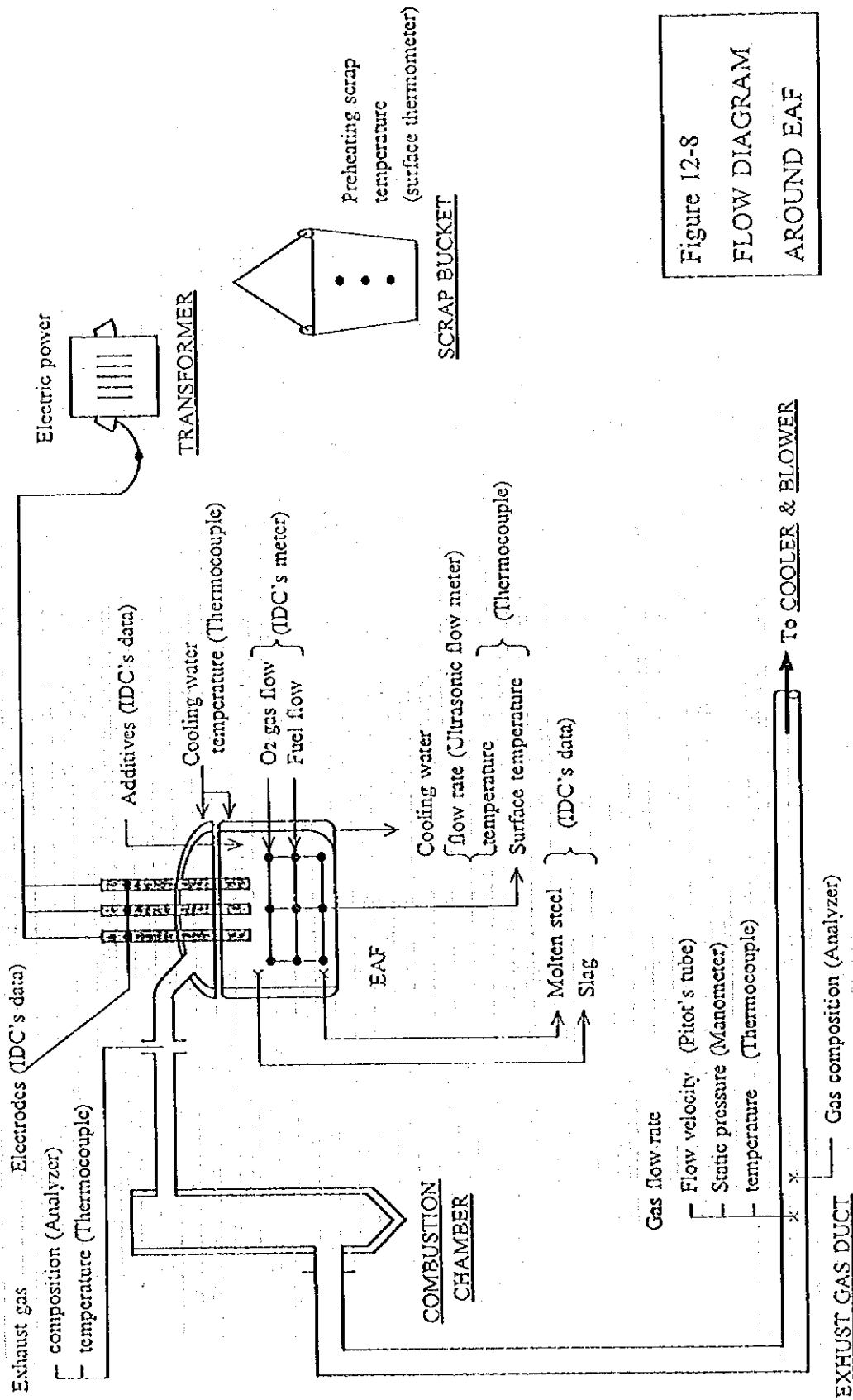


Figure 12-8
FLOW DIAGRAM
AROUND EAF

Figure 12-8 FLOW DIAGRAM AROUND EAF

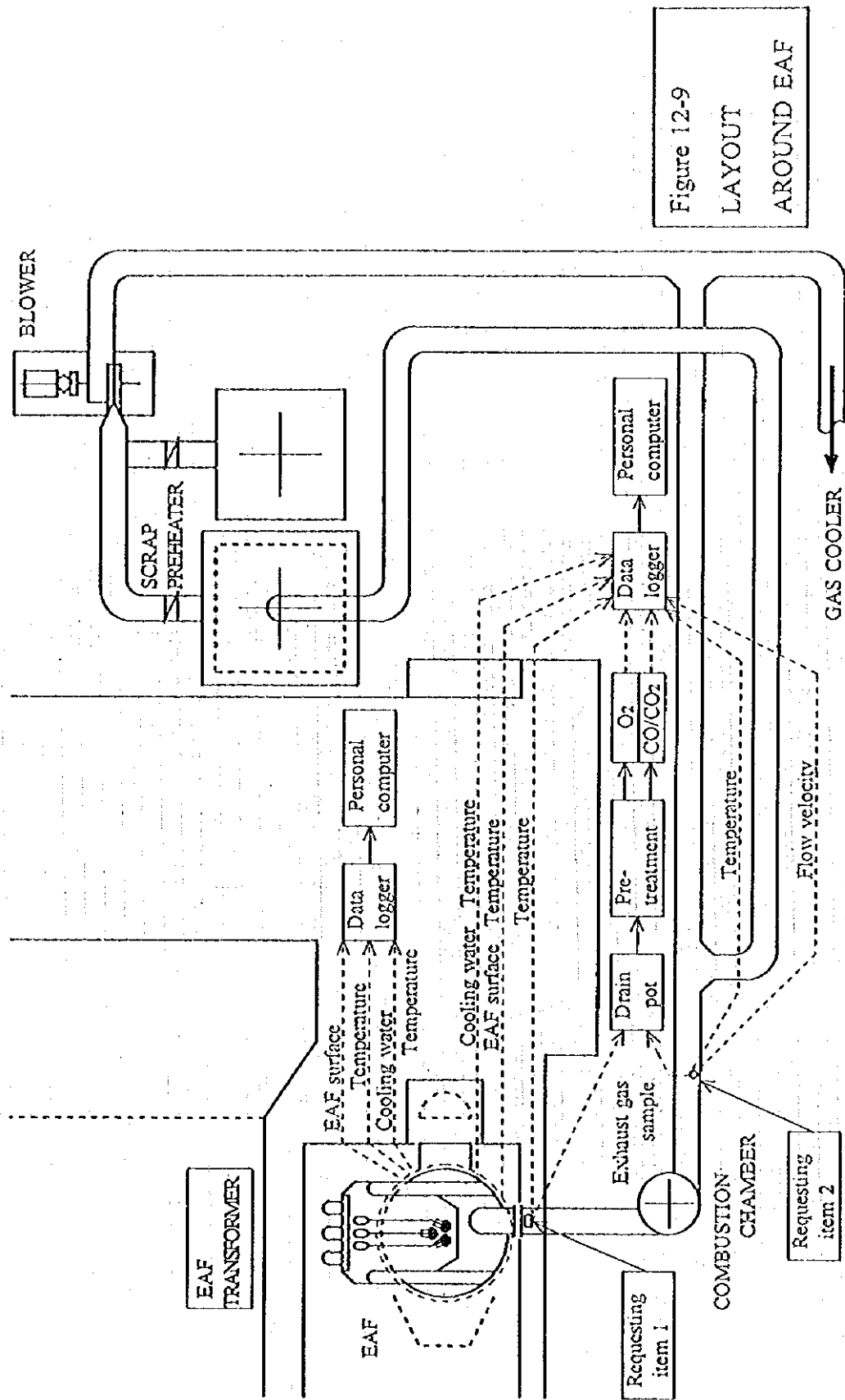


Figure 12-9

LAYOUT

AROUND EAF

Figure 12-9 LAYOUT AROUND EAF

Table 12-12 Equipment List of the Study Team

ITEM	DESCRIPTION
a-1) CO/CO ₂ analyzer 1 set	To measure CO and CO ₂ contents of the exhaust gas at C/C inlet
a-2) CO/CO ₂ analyzer 1 set	To measure CO and CO ₂ contents of the exhaust gas at C/C outlet
b-1) O ₂ analyzer 1 set	To measure O ₂ content of the exhaust gas at C/C inlet
b-2) O ₂ analyzer 1 set	To measure O ₂ content of the exhaust gas at C/C outlet
c) Pretreatment unit (filter, drain pot, cooler) 1 set	To remove dusts and moisture in the exhaust gas
d-1) Data logger 2 sets	To input into the personal computer the output data (analog signals) from the measuring devices after being converted into the digital signals
d-2) Data logger 1 set	Stand-by
e-1) Personal computer 2 sets	To record and exhibit on the monitoring screen the output data after being converted to the digital signals by the data logger
e-2) Personal computer 1 set	Stand-by. To be used in case of trouble of one of e-1). Actually this computer was used.
f-1) Thermocouple PR type (JIS type R) 4 sets	To measure the temperature of the exhaust gas at C/C inlet
f-2) Thermocouple CA type (JIS type K) 24sets: 1 set for outlet, 16 sets for furnace, 7 sets for spare	To measure the temperature of the exhaust gas at C/C outlet and temperature of the furnace shell and bottom
f-3) Thermocouple CC type (JIS type T) 10 sets (including 4 sets of spare)	To measure the temperature of the cooling water for the furnace
g-1) Cable of 100 m for thermocouple for CA type	To connect the thermocouple to the data logger
g-2) Cable of 1,000 m for thermocouple for CC type	To connect the thermocouple to the data logger

g-3)	Cable of 300 m for thermocouple for CA type	To connect the thermocouple to the data logger
h)	Ultrasonic flow meter 1 set	To measure the flow rate of cooling water for the furnace. Not used. IDC's instrument was used.
i)	Gas sampling unit 4 pieces	Sampler for the exhaust gas at C/C inlet. Water cooled. Stainless-steel-made for C/C outlet.
j-1)	Digital manometer 2 sets	To measure the dynamic and static pressure of the exhaust gas for measurement of the flow rate at C/C outlet
j-2)	Digital manometer 2 sets	Stand-by
k)	Pitot' tube 4 sets	Used for measurement of the flow rate of the exhaust gas at C/C outlet
l)	Surface thermometer 2 sets	To measure the surface temperature of the scrap bucket for scrap temperature
m)	Printer 1 set	To print out the results of measurement
n-1)	Transformer 3 sets	Step down transformer (200 V to 100V) and stabilizer for instruments
n-2)	Transformer 1 set	Stand-by
o)	Pyrometer (Thermometer) 2 sets	To measure the roof surface temperature and for back-up use for measurement of surface temperature of the furnace shell and bottom. One is for temperatures higher than 800°C and the other temperatures lower than 500 °C
p)	Equipment for moisture 1 set	To measure moisture in the exhaust gas.

12-8 測定の実施

12-8-1 現地調査

(1) 全般

測定方法を詳細に策定するにあたり、事前調査を行った（IDCにおける電気炉の熱精算作成のための測定）。この事前調査は二人の専門家により IDC への説明並びに打合せで、工場の操業、現場状況、測定方法、IDC の測定への協力体制に関するものであった。

JICA 調査チームの調査対象は、次のとおり。

1. 測定機器の設置場所および安全確保場所
2. 測定機器に必要な動力（電気、水）
3. 既設の測定機器（種類、場所）

(2) 調査者

事前調査は下記の二名で行われた。

河上 勇（プロセス D、鉄鋼）

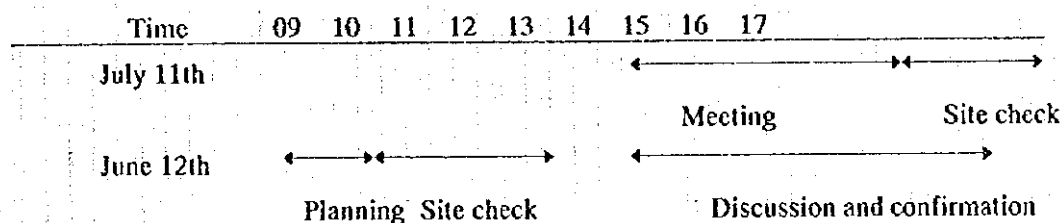
川井 得吉（測定、鉄鋼）

(3) 事前調査工程

1) 全体日程

- 1996 年 7 月 8 日：移動 成田からフランクフルトへ
9 日：移動 フランクフルトからアンカラへ
10 日：JICA 事務所および BIE 事務所訪問
11 日：移動 アンカラからイズミールへ
IDC 訪問
12 日：IDC 訪問
13 日：移動 イズミールからフランクフルトへ
移動 フランクフルトから
14 日：成田へ

2) IDC での日程



(4) 現場チェック

1) 測定場所

1. エルボー（C/C-燃焼塔-入り側）

- : 採取管設置
 - : 採取管設置場所への行き方
 - : 採取管の準備、補修場所
 - : 採取管への給水方法
 - : 採取管からの排水方法
2. ダクト (C/C 出側)
 - : 採取管挿入口
 - : 採取管設置場所への行き方
 3. 炉体冷却水
 - : 測定場所
 - : 採取管設置場所への行き方
 4. 炉壁
 - : 熱電対設置場所
 - : 採取管設置場所への行き方
 5. スクラップバケット
 - : 移動熱電対を有するバケットへの近づき方
 6. 測定機器
 - : 排ガスおよび炉体冷却水用測定機器 2 式の設置場所
 7. その他
- 2) 現場での動力
 1. 電気: 2-3 箇所。200 ボルト、20-30 アンペア
 2. 冷却水: 採取管用。3/4 インチ径
 3. 支持棒: バケット温度測定移動型熱電対用。2-3 メートル長さ
 4. その他
 - 3) 測定のための改造
 1. 取り付け板: U ボルトによる採取管設置のための取り付け板の摺動管への溶接
 2. 熱電対: 炉壁、炉底への熱電対の溶接
 3. 水の取り出し口: 採取管冷却用水の取り出し口の準備
 4. 踏み台: 測定及び補修用踏台
 5. その他: 必要に応じて
 - 4) 既設機器によるデータ採取
 1. 操作室: 時計、電力計、スクラップ秤量、溶鋼秤量、その他
 2. 入力エネルギー: 酸素メーター、燃料メーター、その他

3. その他：必要に応じて

12-8-2 測定の実施

測定の日程は、次のとおり。

	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								

(1) 8月12日

1. 8時30分から9時まで、EIE、IDCと打合せ
2. 9時から12時30分まで機器の入った木箱の開梱
3. 13時30分から15時まで摺動管への取付板の溶接
4. 13時30分から15時まで炉体冷却水出側温度測定用熱電対の管への取り付け
5. 15時から21時まで炉体への熱電対溶接
6. 午前午後を通じて測定機器の準備
7. 予定通り終わらない項目あり

これらは、電気炉レンガ積みの停止時間中に行なった。

(2) 8月13日

1. 8時30分から9時まで、EIE、IDCと打合せ
2. 午前、昨日終わらなかった配線
3. 午前、機器の調整
4. 午後、1ヒート試験測定実施

(3) 8月14日

1. 8時30分から9時まで、EIE、IDCと打合せ
2. 5ヒート本番測定

(4) 8月15日

8月14日と同じ

(5) 8月16日

1. 午前、機器、配線の取り外し
2. 午後、木箱への機器の梱包

12-8-3 準備作業

8月12日、13日に行った準備作業は次のとおり。

(1) 摺動管への取付板の溶接 (C/C 入り側)

12月12日、JICA 調査チーム立ち会いの元に、JICA が準備した取付板を、電気炉の摺動管 (C/C-燃焼塔-入り側) 端に溶接した。

注：U ボルト付き取り付け板とは、排ガス組成分析用試料の採取管及び排ガス温度測定熱電対を設置するためのものである。Figure 12-10 にその状況を示す。

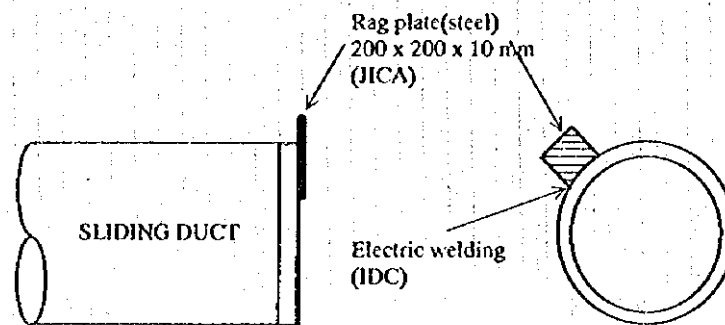


Figure 12-10 Welding of a Rag Plate

(2) 孔開け (C/C 出側)

8月12日迄に、C/C (燃焼塔) の先の管状冷却管の 50 x 60 ミリメートルの開孔は完了。Figure 12-11 にその状況をしめす。

注：50 x 60 ミリメートル孔は排ガスの流速、組成、温度測定用である。

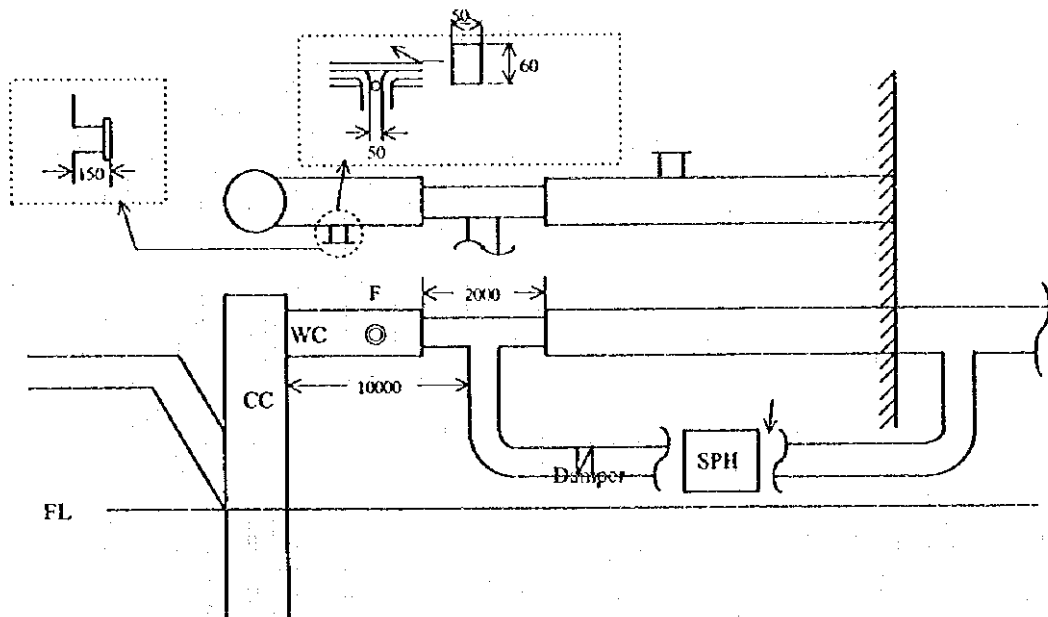


Figure 12-11 Opening the Hole

(3) 熱電対の炉殻、炉底への溶接

8月12日 JICA 調査チーム立ち会いの下に、JICA 準備の熱電対付鉄片を炉殻と炉底に溶接した。Figure 12-12 に概要を示す。

注：炉体温度測定用の熱電対である。

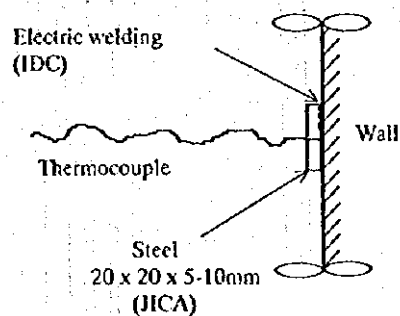


Figure 12-12 Welding Thermocouples to the Furnace Shell and Bottom

(4) 給水

給水器具および排水樹の C/C (燃焼塔) 近辺への設置は 8 月 12 日迄に完了。Figure 12-13 にその状況を示す。

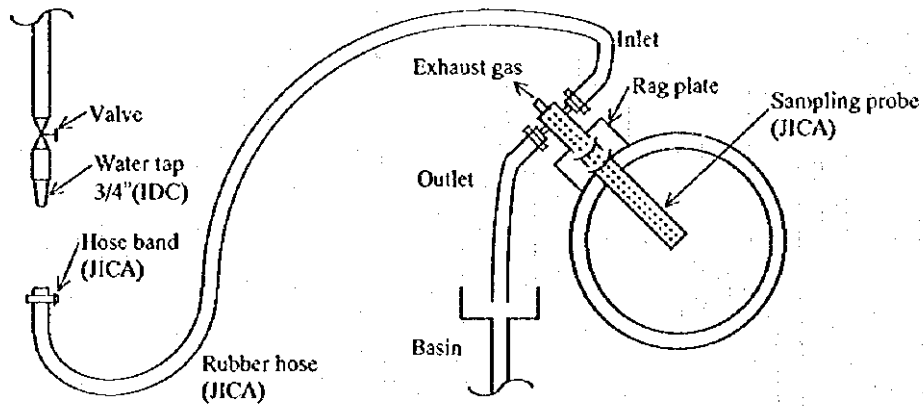


Figure 12-13 Water Supply

(5) 冷却水出側温度用保持器設置

8月12日迄に、配水管への取り付け管の設置は完了。Figure 12-14 にその状況を示す。

注：炉体冷却水の出側温度測定用熱電対を保持する取り付け管である。

1. EBT 排水系
2. エルボ－排水系
3. 炉蓋排水系
4. 炉殻1 排水系
5. 炉殻2 排水系