

7. 石炭供給用のスクリュウコンベヤーのギヤーの転換設備の位置
8. 石炭のタイプと消費量:(参考 バケットキャリヤーの容量 約 420 kg)
9. 蒸気による煙管のクリーニング運転

## 11-7 エネルギー診断の方法と手順

一般的に、エネルギー診断は次の手順により行なわれる。

1. 工場の経営管理や設備の状況等も含むエネルギーに関する事項の現状認識をする。
2. 技術的な観点から、設備の仕様、フローシート等を調査する。
3. エネルギーに関する各項目の測定を行なう。
4. 運転条件等のデータを収集し、整理する。
5. 測定結果や収集データの解析、検討を行なう。
6. 熱収支計算を行なう。
  - (1) 入熱
  - (2) 出熱
  - (3) 熱損失
7. 熱収支の結果を検討し、評価の上、結論をだす。

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。EIE, IBFと調査団は測定、診断対象の選定について合意し、診断は開始された。

### (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なわれた。

#### 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

IBFには2つのbleaching machineがある。rope bleaching machineは1974に、open width bleaching machineは1987に建設された。後者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、工場内では重要な装置として位置づけ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。通常の蒸気の消費量は1,750 kg/h、電気の使用量は157 kWである。

#### 2) Washing Machines

IBFは新旧2つのwashing machineを保有している。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。通常の蒸気および電力の消費量はそれぞれ1,600 kg/hと170 kWである。なお、古いほうの装置は1974年に建設された。

Table 11-9にIBFのエネルギー診断の詳細計画を示す。Table 11-9の分析試験は調査団の臨時試験室を中心に、一部はアンカラのMining Research Institute、イズミルのBati Cement IncorporatedとTurkish Petroleum Refineryの研究所で行われた。さらに、特殊な試験項目については、日本の中外テクノス(株)と日本石油(株)に依頼し、分析が行われた。

Table 11-9 Detailed Plan for Energy Audit of IBF (1/4)

Major items of energy audit	Subject	Measurement Item	Measurement Range	Measurement Points	Modification of Equipment / Extna.	Equipment of Analysis and Measurement		Factory	EIE	Study Team	Additional	Local Labo.	Carry back to Japan	Remarks	
						Measure.	Equipment								
1. Steam Boiler 3 out of 4 Boilers were operated. They were studied.	Boiler body	Surface temp.	Max 150C	20	No	M	Surface temp. meter	X	X	X	X			"Additional" is contact type.	
	Boiler feed water	Flow rate	Max 6 t/h	1	No	M	Flow meter	X		X					
		Temperature	Max 150C	1	No	M	Thermometer	X	X	X					
		Quality		1	No	M	from Factory data	X	X	X					
	Generated steam	Flow rate	Max 6 t/h	1	No	E									
		Temperature	Max 200C	1	No	M	Glass bar thermometer	X		X					
		Pressure	Max 8 bar	1	No	M	Pressure gauge	X		X					
	Blowing drain	Flow rate		1	No	M	from Factory data	X							
		Blowing time		1	No	M	ditto	X							
		Temperature	Max 200C	1	No	M	Thermometer	X	X	X					
		Quality		1	No	M	ditto	X	X	X					
	Fuel (Lignite)	Consumption rate	1-3 t/h	1	No	M	Crane bucket	X					X		
		Industrial analysis		1	No	M									
		Elemental analysis		1	No	M	Elemental analyzer		X	X					HHV
		Calorific value	3500 - 4500 kcal/kg	1	No	M	Bomb calorimeter		X	X					HHV
	Ash of lignite	Temperature	Max 500C	1	No	M	Thermocouple		X				X		
		Residual carbon		1	No	M							X		
		Calorific value		1	No	M	Bomb calorimeter		X	X			X		HHV
	Combustion air	Flow rate		1	No	E									
		Temperature	Max 150C	1	No	M	Thermometer			X					
Exhaust gas	Flow rate		1	No	E										
	Temperature	Max 300C	3	No	M	Stack gas analyzer		X	X						
	Component		3	No	M	ditto		X	X						

Table 11-9 Detailed Plan for Energy Audit of IBF (2/4)

Major items of energy audit	Equipment of Analysis and Measurement													
	Subject	Measurement Item	Measurement Range	Measurement Points	Modification of Equipment	Measure. / Estima.	Equipment	Factory	EIE	Study Team	Addi-tional	Local Labo.	Carry back to Japan	Remarks
2. Steam System Main 5 groups were Measured.	Steam lines	Flow rate		2	Yes	M	Eddy current flow meter			X				
		Temperature	Max 200C	2	Yes	M	ditto			X				
		Pressure	Max 8 bar	2	Yes	M	ditto			X				
		Surface temp.	Max 150C	20	No	M	Surface temp. meter		X					
	Condensate lines	Flow rate		3	No	M	Ultrasonic flow meter			X				
		Surface temp.	Max 100C	3	No	M	Surface temp. meter		X					
		Temperature	Max 100C	3	No	M	Water quality meter			X				
		Quality		3	No	M	ditto			X				
	Steam traps	Working condition		50	No	M	Computerized management system			X				
		Flow rate		50	No	M	ditto			X				
3. Hot oil system 7 Heaters were operated. Main 5 Heaters were studied.		Temperature	Max 100C	50	No	M	ditto			X				
	Heater body	Surface temp.	Max 150C	20	No	M	Surface temp. meter		X					
	Hot oil	Flow rate	Max 500 KL/h	1	Not possible	M	Pump capacity data	X		X				
		Temperature	Max 300C	3	Not possible	M	Thermometer	X		X				
		Pressure	Max 10 bar	2	Not possible	M	Pressure gauge	X		X				
		Specific heat		1	No	E	Estimated from SpGr and ASTM Dist.			X				X
	Fuel oil	Flow rate	Max 0.5 KL/h	1	Not possible	M	Tank gauge	X						
		Temperature	Max 150C	1	Not possible	M	Thermometer	X						
		Elemental analysis		1	No	M	Elemental analyzer			X				X
		Calorific value	Max 10000 kcal/kg	1	No	M	Bomb calorimeter			X				HHV
Combustion air	Flow rate		1		E									
	Temperature	Max 150C	3	No	M	Thermometer			X					
Exhaust gas	Flow rate		1	No	E									
	Temperature	Max 300C	2	No	M	Stack gas analyzer		X	X					
	Component		2	No	M	ditto		X	X					
Hot oil lines	Flow rate	Max 100 KL/h	5	Not possible		Specifications of machine								
	Surface temp.	Max 200C	20	No	M	Surface temp. meter		X					X	
User facilities	Surface temp.	Max 200C	20	No	M	Surface temp. meter			X				X	

Table 11-9 Detailed Plan for Energy Audit of IBF (3/4)

Major items of energy audit	Equipment of Analysis and Measurement												
	Subject	Measurement Item	Measurement Range	Measurement Points	Modification of Equipment / Estima.	Equipment	Factory	EIE	Study Team	Addi-tional Labo.	Local Labo.	Carry back to Japan	Remarks
4. Water supply and drainage system	Fresh water to major processes	Flow rate		6	No	M	Ultrasonic flow meter	X		X			or flow meter of factory
		Temperature		1	No	M	Glass bar thermometer			X			
	Waste water from major processes	Flow rate		6	No	M	Specifications of machine			X			
		Temperature		6	No	M	Glass bar thermometer			X			
5. Electricity system	Receiving transformers	Electric current		3		M	Ammeter	X					
		Voltage		3		M	Voltmeter	X					
		Power factor		3		M	Power factor meter	X					
		Electric power		3		M	Electric power meter	X					
	Main users of electricity	Electric current		11		M	Ammeter, Clampmeter	X	X				
		Voltage		11		M	Energy analyzer	X	X				
		Power factor		11		M	ditto	X	X				
		Electric power		11		M	ditto	X	X				
		Surface temp.		Max 100C	20	No	M	Surface temp. meter		X			
		Factory speed controller			1	No	M	Factory speed controller	X				
6. Open Width Bleaching Range (Babcock 1974)	Cloth	Temperature		2	No	M	Surface temp. meter		X				
		Moisture		2	No	M	Balance			X			
		Flow rate	Max 20000kg/h	1	Yes	M	Eddy current flow meter			X			
	Steam	Temperature	Max 200C	1	Yes	M	ditto			X			
		Pressure	Max 8 bar	1	Yes	M	ditto			X			
		Flow rate		1		M							
	Stream condensate	Flow rate		1	No	M	Flow meter	X					
		Temperature	Max 100C	1	No	M	Water quality meter		X				
	Fresh water	Quality		1	No	M	ditto		X				
		Flow rate	Max 50 t/h	3	No	M	Flow meter	X					
Warm Water	Temperature	Max 100C	6	No	M	Glass bar thermometer			X				
	Flow rate		3	No	M	Flow meter	X						
Electricity	Temperature	Max 150C	3	No	M	Glass bar thermometer			X				
	Flow rate		3	No	M	Flow meter	X						
Electric current	Flow rate		1		M	Ammeter, Clampmeter	X	X					
	Temperature		1		M	Energy analyzer	X	X					
Voltage	Flow rate		1		M	ditto	X	X					
	Temperature		1		M	ditto	X	X					

Table 11-9 Detailed Plan for Energy Audit of IBF (4/4)

Major items of energy audit	Subject	Measurement Item	Measurement Range	Measurement Points	Modification of Equipment / Estimate		Equipment of Analysis and Measurement		Factory	EIE	Study Team	Additional	Local Labo.	Carry back to Japan	Remarks
					No	Yes	No	Yes							
7. Washing Range (Max Goller 1995)	Machine Body	Surface temp.	Max 100C	20				Surface temp. meter		X					
	Cloth	Flow rate		1	No	M	Factory speed controller	X							
		Temperature		2	No	M	Surface temp. meter		X						
		Moisture		2	No	M	Balance			X					
	Steam	Flow rate	Max 2000kg/h		1	Yes	M	Eddy current flow meter				X			
		Temperature	Max 200C		1	Yes	M	ditto				X			
		Pressure	Max 8 bar		1	Yes	M	ditto				X			
	Steam condensate	Flow rate			1	No	M								
		Temperature	Max 100C		1	No	M	Flow meter	X			X			
	Washing water	Flow rate	Max 50 t/h		3	No	M								
		Temperature	Max 100C		6	No	M	Flow meter	X				X		
	Waste water	Flow rate			3	No	M	Glass bar thermometer							
		Temperature	Max 150C		3	No	M	Flow meter	X			X			
	Electricity	Electric current			1		M	Glass bar thermometer							
		Voltage			1		M	Ammeter, Clampmeter	X	X	X				
		Power factor			1		M	Energy analyzer	X	X	X				
		Electric power			1		M	ditto	X	X	X				
								ditto	X	X	X				

## 11-8 測定の実施内容

Table 11-9 にエネルギー診断で使用された測定機器の名前、測定範囲、所有者と測定点の  
数等を示す。 Table 11-10 に測定の担当者の分担とスケジュールの概要を示す。

Table 1.1-10 Detailed Plan and Schedule for Energy of IBF (1/2)

Analyzing and Measuring Item	Personnel Allocation		August							September							Remarks				
	JICA Number	EIE Number	Days							Days											
	2	1	1	6																	
1. Steam Boiler 3 out of 4 Boilers were operated. They were studied.	Boiler body																				
	Boiler feed water																				
	Generated steam																				
	Blowing drain																				
	Fuel (Lignite)																				
	Industrial analysis																				
	Elemental analysis																				
	Calorific value																				
	Ash of lignite																				
	Residual carbon, Calorific value																				
	Combustion air																				
	Exhaust gas																				
	Temperature, Component																				
	Steam lines																				
	Condensate lines																				
	Steam traps																				
	Heater body																				
	Hot oil																				
Fuel oil																					
Combustion air																					
Exhaust gas																					
Hot oil lines																					
User facilities																					
2. Steam System Main 5 groups were Measured.	Surface Temperature																				
	Flow rate, Temperature, Pressure																				
	Flow rate, Blowing time, Quality																				
	Temperature																				
	Consumption rate																				
	Industrial analysis																				
	Elemental analysis																				
	Calorific value																				
	Temperature																				
	Residual carbon, Calorific value																				
	Flow rate																				
	Temperature																				
	Flow rate																				
	Temperature, Component																				
	Flow rate, Temperature, Pressure																				
	Surface Temperature																				
	Flow rate, Temperature, Quality																				
	Surface Temperature																				
Working condition																					
Flow rate, Temperature																					
3. Hot oil system 7 Heaters were operated. Main 5 Heaters were studied.	Surface Temperature																				
	Flow rate, Temperature, Pressure																				
	Specific heat																				
	Flow rate, Temperature																				
	Elemental analysis, Calorific value																				
	Flow rate																				
	Temperature																				
	Flow rate																				
	Temperature, Component																				
	Flow rate, Surface Temperature																				
	Surface Temperature																				



Table 11-10 Detailed Plan and Schedule for Energy of IBF (2/2)

Analyzing and Measuring Item	Personnel Allocation	August							September							Remarks									
		JICA		EIE		Factory			Days		August							September							
		Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number	27	28	29	30	31	1		2	3	4	5	6	7	8	9	
4. Water supply and drainage system		1	2	2	2	2	2	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Fresh water to major processes	Flow rate, Temperature																								
Waste water from major processes	Flow rate, Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5. Electricity system		2	1	2	2	2	2	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Receiving transformers	Electric current, Voltage, Power								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Main users of electricity	Electric current, Voltage, Power								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6. Open Width Bleaching Range (Babcock 1974)		1	2	2	2	2	2	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Machine Body	Surface Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cloth	Flow rate, Temperature, Moisture								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Steam	Flow rate, Temperature, Pressure								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Steam condensate	Flow rate, Temperature, Quality								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Fresh Wwater	Flow rate, Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Warm water	Flow rate, Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Electricity	Electric current, Voltage, Power								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
7. Washing Range (Max Collier 1995)		1	2	2	2	2	2	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Machine Body	Surface Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cloth	Flow rate, Temperature, Moisture								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Steam	Flow rate, Temperature, Pressure								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Steam condensate	Flow rate, Temperature, Quality								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Washing water	Flow rate, Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Waste Water	Flow rate, Temperature								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Electricity	Electric current, Voltage, Power								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

## 11-9 測定および分析結果

### 11-9-1 Open Width Bleaching Range

Open width bleaching range は Figure 11-5 に示すように 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の部門
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

Figure 11-6 に熱回収装置の概要を示す。測定はこの 2 つの部門について行なわれ、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、別の言い方をすれば 9 つの処理工程があり、そこでは常温水、ぬるま湯、高温の湯が使われている。各製品毎に、処理工程、例えば bleaching, mercerization, washing, printing, drying 等の処理操作の組合せが、コード化されている。

各槽には、液中に常温水および温水を供給する配管、しぼり機のシリンダーの表面を噴霧洗浄するための水の供給設備、高温の水を作るための蒸気の吹き込み配管が設置されている。Bleaching machine の運転員は、マニュアル操作で、各槽に設置されている温度指示計を見ながら、水や蒸気配管のバルブの開閉操作を行い、槽内の液温を調節している。短期間の運転停止の時には、水、蒸気バルブは運転中の開度のまま放置され、長期間の運転停止の時だけ全閉にされる。この点が不必要な熱の消費の一因になっている。

水の消費量の測定は、水量計により、9 月 3 日から 5 日にかけて行なわれた。測定結果を Table 11-11 に示す。

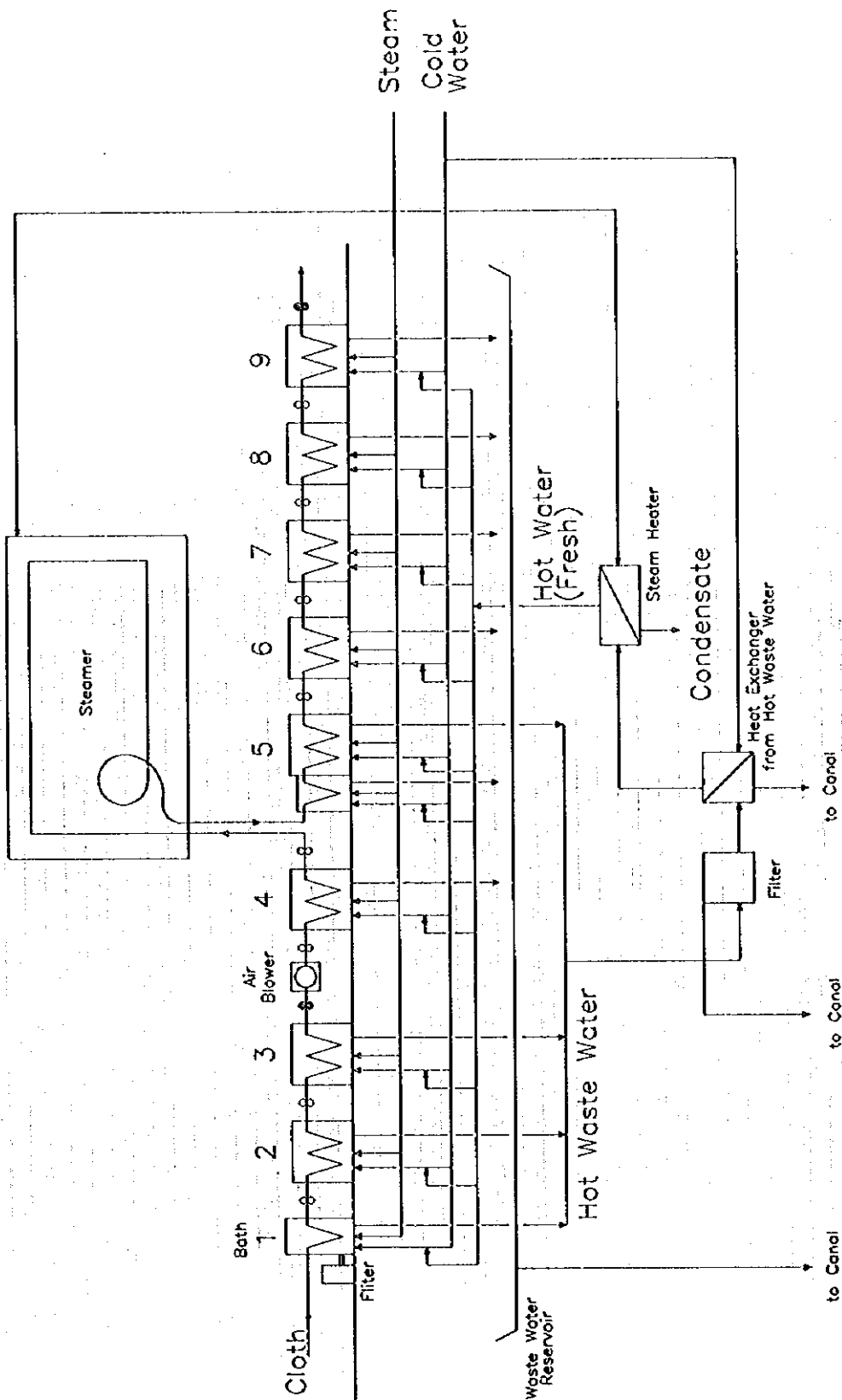


Figure 11-5 Schematic Flow Diagram of the Open Width Bleaching Range

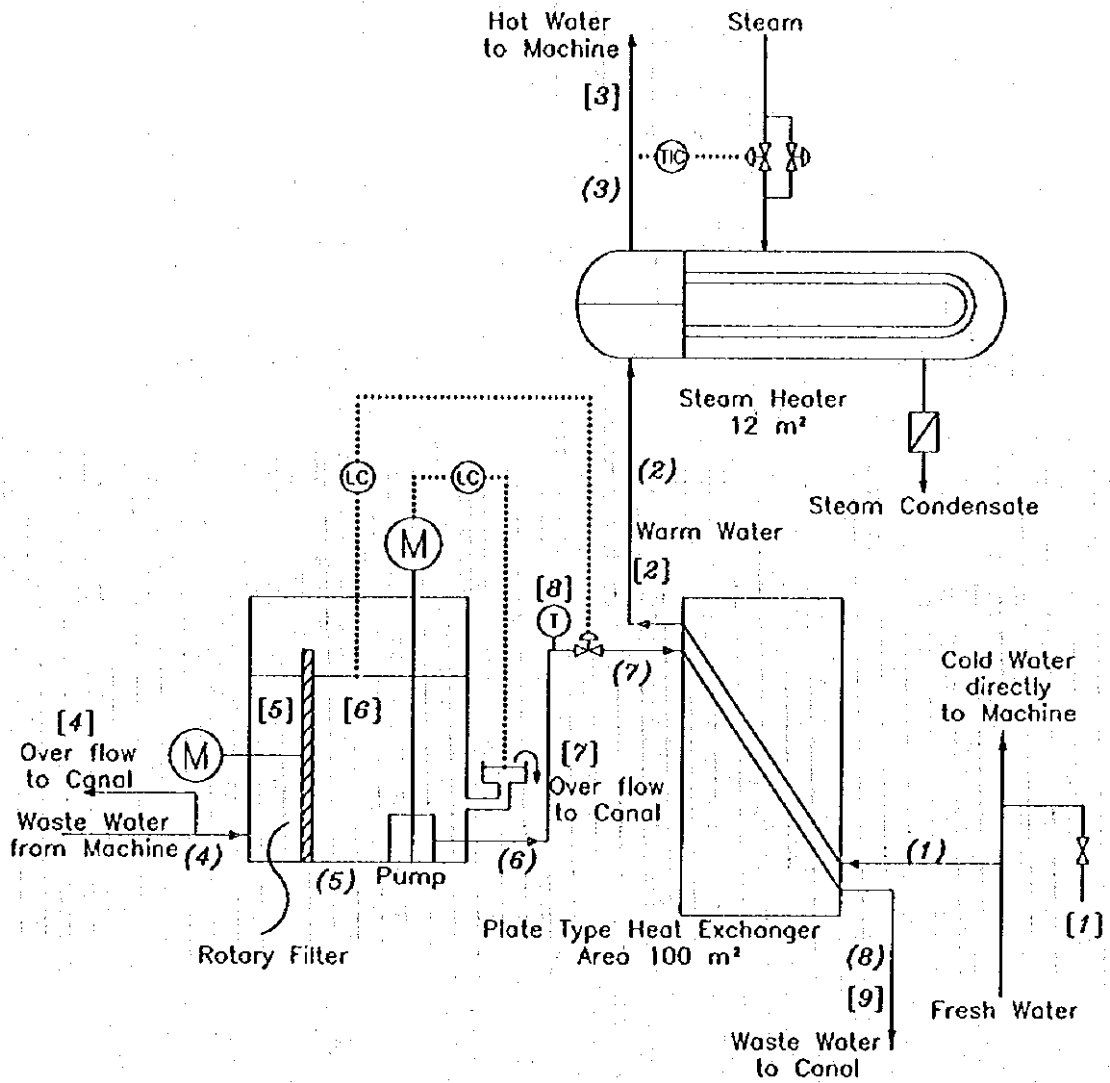


Figure 11-6 Heat Recovery System from Waste Water of the Open Width Bleaching Range & Measuring Points

Table 11-11 Water Consumption and Fabric Speed of Open Width Bleaching Range

	Date Sept. 3. 96	Date Sept. 4. 96	Date Sept. 5. 96
Water Meter Reading, m <sup>3</sup>	399,119	399,825	400,704
Water Consumption, m <sup>3</sup> /day	--	706	879
Bleached Fabric, m/day	--	57,000	50,514
Machine Operating Time, hour min.	--	20 h 45 min	21 h
Average Fabric Speed, m/min	--	45.8	40
Average Water Consumption, m <sup>3</sup> /h	--	34	41.2

この装置の平均の水使用量の合計は 38 m<sup>3</sup>/h で給水の入口温度は 27.5℃である。Table 11-11 および Table 11-12 参照。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。回収熱は供給水の予熱に使われている。Table 11-12 に廃水の温度と水量を示す。Figure 11-6 と Table 11-12 に測定点を番号を付けて示した。熱回収設備は最大負荷の運転が行なわれているが、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℃ と測定されたが、装置から排出する廃水の温度も同じ値と考えられる。熱回収設備はクローズドシステムなので、直接に各部の水の温度は測定できない。したがって、温度測定は配管の表面温度を測定し、推定した。オーバーフローの廃水量は図の [4]、と [7]の地点で測定し、測定値は各々 1 liter/s であり、全体で 2 liters/s、7.2 m<sup>3</sup>/h であった。摂氏零度基準のエンタルピーを用いて、質量、熱の流れを表示すると次のとおりとなる。

Total overflow before the heat exchanger unit: 7.2 m<sup>3</sup>/h (average)

Total heat loss as overflow:  $7.2 \times 1000 \times 99.6 = 717 \times 10^3$  kcal/h

熱回収設備へ供給される廃水の水量は設計値から、5.2 m<sup>3</sup>/h と推定した。これは熱交換器の供給水側の水量を、設計値の 25 m<sup>3</sup>/h と仮定し、廃水、供給水の熱交換器の入口、出口温度の測定値を用い、熱バランスにより排水側の水量を計算したものである。熱回収設備から放出される排水の質量、熱の流れは次のとおり推定された。

Waste water that exchanged heat: 5.2 m<sup>3</sup>/h

Heat loss with waste water that exchanged heat:  $5.2 \times 1000 \times 40 = 208 \times 10^3$  kcal/h

その他の水は、装置から直接に、熱回収をされずに、放出されたり、蒸発して大気中に放散されていると考えられる。第4、6、7、8、9槽の液温から、放出される排水の温度は50℃と推定される。質量と熱の流れは次の通りである。

Other wasted water:  $38 - 7.2 - 5.2 = 25.6$  m<sup>3</sup>/h

Heat loss with waste water directly from the machine:

$25.6 \times 1000 \times 50 = 1,280 \times 10^3$  kcal/h

**Table 11-12 Measurement Results on Heat Recovery System from Waste Water at the Open Width Bleaching Range**

No. on Figure	Subject	Temperature (°C)	Flow Rate (m <sup>3</sup> )
11-6			
[1]	Fresh Water	27.5	38
[2]	Fresh Water (after Heat Exchanger)	40	
[3]	Fresh Water, Hot (after Steam Heater)	90	
[4]	Waste Water (Over flow before Filtering Vessel)	99.6	3.6
[5]	Waste Water (Inside Vessel, before Rotary Filter)	99.6	
[6]	Waste Water (Inside Vessel, after Rotary Filter)	98.5	
[7]	Waste Water (Over flow after Filtering Vessel)	99.6	3.6
[8]	Waste Water (after Filtering Vessel)	92	
[9]	Waste Water (after Heat Exchanger)	40	
(1)	Fresh Water Inlet Pipe to Heat Exchanger	28 (Surface)	
(2)	Fresh Water Inlet Pipe to Steam Heater	34 (Surface)	
(3)	Fresh Water Outlet Pipe from Steam Heater	79 (Surface)	
(4)	Waste Water Inlet Pipe to Filtering Vessel	83 (Surface)	
(5)	Filtering Vessel	83 (Surface)	
(6)	Waste Water Outlet Pipe from Filtering Vessel	89 (Surface)	
(7)	Waste Water Inlet Pipe to Heat Exchanger	90 (Surface)	
(8)	Waste Water Outlet Pipe from Heat Exchanger	34 (Surface)	

### (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

布地の水分含有率、温度は測定されたが、供給量は次の式により計算された。

$$\text{Cloth flow rate} = \text{Fabric Speed} \times \text{Fabric Width} \times \text{Fabric Weight}$$

この装置では、布地の幅、重さ、ドライベースの水分含有率、温度は次の通りである。

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すると

サンプル 1	120 g/m <sup>2</sup>
サンプル 2	160 g/m <sup>2</sup>
(平均)	140 g/m <sup>2</sup> )

布地の水分含有率は、ウエット及びドライのサンプルの重量を測定し、算出すると

入口:	79-80 %
出口:	80-81 %

布地の温度は

入口:	31°C
出口:	31°C.

### (6) 機械の表面温度と表面からの熱の放散

Table 11-13 に表面温度の測定値の平均と各槽とスチーマーの寸法を示す。機械の表面からの熱の放散量は、次の式により計算され、Table 11-13 にその結果を示す。

$$\text{Radiation heat loss} = 0.86 \times (5.67 \times 10^{-8}) \times (\text{Emissivity}) \times (T_o^4 - T_a^4)$$

$$\text{Convection heat loss} = (\text{Heat transfer coefficient}) \times (T_o - T_a)$$

この式の係数、記号の定義は次の通りである。

Conversion factor, W から kcal/h へ	0.860
Stefan-Boltzman's constant, W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>	5.67 x 10 <sup>-8</sup>
Surface temperature, K	T <sub>o</sub>
Ambient temperature, K	T <sub>a</sub>

Table 11-13 Open Width Bleaching Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (1/4)

Ambient Temperature ( °C) 31.0  
 Emissivity ( - ) 0.8  
 Heat Trans. Coefficient (k (kcal/m<sup>2</sup>/h°C) 10

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (°C)		Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)
						°C	°C	Radiation	Convection + Conv.	
1	1F No.1 Bath	Length	0.90							
		Width	3.00							
		Height	1.80							
		Volume		4.86						
		Fiber Inlet Side			5.40	81.0	279	500	779	4209
		Top Cover			2.70	80.0	273	490	763	2059
		Bottom Plate			2.70	83.0	293	520	813	2196
		Driving Side			1.62	82.0	286	510	796	1290
			1.62	83.0	293	520	813	1318		
								Sub Total	11073	
2	1F No.2 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	95.0	382	640	1022	5214
		Bottom Plate			5.10	97.0	398	660	1058	5396
		Operation Side			2.72	97.0	398	660	1058	2878
		Driving Side			2.72	96.0	390	650	1040	2829
								Sub Total	16317	
3	1F No.3 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	36.0	22	50	72	370
		Bottom Plate			5.10	33.0	9	20	29	147
		Operation Side			2.72	34.0	13	30	43	118
		Driving Side			2.72	33.0	9	20	29	78
								Sub Total	713	



Table 11-13 Open Width Bleaching Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (2/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (°C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection Rad.+ Conv.		
4	1F No.4 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	34.0	13	30	43	221
		Bottom Plate			5.10	32.0	4	10	14	73
		Operation Side			2.72	32.0	4	10	14	39
Driving Side			2.72	32.0	4	10	14	39		
							Sub Total	373		
5	1F No.5 Bath (Forward)	Length	1.00							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		4.80						
		Top Cover			3.00	92.0	359	610	969	2908
		Bottom Plate			3.00	97.0	398	660	1058	3174
		Operation Side			1.60	97.0	398	660	1058	1693
Driving Side			1.60	97.0	398	660	1058	1693		
							Sub Total	9467		
	1F No.5 Bath (Tail)	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	93.0	367	620	987	5033
		Bottom Plate			5.10	95.0	382	640	1022	5214
		Operation Side			2.72	96.0	390	650	1040	2829
Driving Side			2.72	95.0	382	640	1022	2781		
							Sub Total	15857		

Table 11-13 Open Width Bleaching Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (3/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection + Conv.		
6	1F No.6 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	95.0	382	640	1022	5214
		Bottom Plate			5.10	94.0	375	630	1005	5125
		Operation Side			2.72	96.0	390	650	1040	2829
Driving Side			2.72	96.0	390	650	1040	2829		
							Sub Total	15996		
7	1F No.7 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	63.0	164	320	484	2469
		Bottom Plate			5.10	65.0	176	340	516	2632
		Operation Side			2.72	65.0	176	340	516	1404
Driving Side			2.72	65.0	176	340	516	1404		
							Sub Total	7907		
8	1F No.8 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	42.0	51	110	161	821
		Bottom Plate			5.10	43.0	56	120	176	897
		Operation Side			2.72	42.0	51	110	161	438
Driving Side			2.72	42.0	51	110	161	438		
							Sub Total	2593		

Table 11-13 Open Width Bleaching Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (4/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m3)	Surface Area (m2)	Surface Temp. (C)	Unit Heat Loss (kcal/m2/h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection Rad.+ Conv.		
9	1F No.9 Bath	Length	1.70							
		Width	3.00							
		Height	1.60							
		Volume		8.16						
		Top Cover			5.10	35.0	18	40	58	295
		Bottom Plate			5.10	31.0	0	0	0	0
		Operation Side			2.72	33.0	9	20	29	78
		Driving Side			2.72	32.0	4	10	14	39
									Sub Total	413
10	2F Steamer	Length	7.60							
		Width	3.00							
		Height	2.90							
		Volume		66.12						
		Top Cover			22.80	50.0	91	190	281	6417
		Bottom Plate			22.80	45.0	66	140	206	4691
		Front Side			8.70	44.0	61	130	191	1660
		Back Side			8.70	50.0	91	190	281	2449
		GlassWindow			3.82	93.0	367	620	987	3768
		Wall			18.22	49.0	86	180	266	4851
	Operation Side	GlassWindow			3.82	97.0	398	660	1058	4039
		Wall			18.22	47.0	76	160	236	4298
							Sub Total	32173		
							Total	112881		

Radiation Heat Loss =  $0.86 \times 0.0000000567 \times (\text{Emissivity}) \times (T_o^4 - T_a^4)$

Convection Heat Loss = (Heat Trans Coefficient)  $\times (t_o - t_a)$

Wh/kcal: 0.86

Stefan Boltzmann factor: 0.0000000567

(7) 機械の内部の温度

Table 11-14 に各槽、スチーマーの内部温度の測定値の平均を示す。

Table 11-14 Inside Temperature in Baths and Steamer

(Unit: °C)

No. of Bath	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Temperature	95	100	35	33	98	98	67	43	35

Steamer	
Temperature	100

(8) 解析

これまでに述べた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次のように示す。この結果を基に Figure 11-17 のエネルギー流れ図が作成されている。

1) 入熱

(1) Steam		
Flow rate	2,200	kg/h
Enthalpy	660	kcal/kg
Heat input	1,452	10 <sup>3</sup> kcal/h
(2) Water		
Flow rate	38,000	kg/h
Temperature	27.5	°C
Heat input	1,045	10 <sup>3</sup> kcal/h
(3) Cloth		
Cloth speed	43	m/min
Fabric width (average)	1.6	m
Fabric weight (average)	140	g/m <sup>2</sup>
Moisture (dry base)	80	%
Temperature	31	°C
Specific heat (cotton)	0.319	cal/g°C
Specific heat (moisture)	1	cal/g°C

Heat input	20	10 <sup>3</sup> kcal/h
(4) Electricity		
Consumption rate (measured)	68	10 <sup>3</sup> kcal/h
(5) Total heat input	2,585	10 <sup>3</sup> kcal/h

## 2) 出熱

(1) Steam condensate		
Flow rate	2,200	kg/h
Temperature	100	°C
Heat output	220	10 <sup>3</sup> kcal/h
(2) Waste water		
1) Over flow before the heat exchanger		
Flow rate	7,200	kg/h
Temperature	99.6	°C
Heat output	717	10 <sup>3</sup> kcal/h
2) Waste water after the heat recovery unit		
Flow rate	5,200	kg/h
Temperature	40	°C
Heat output	208	10 <sup>3</sup> kcal/h
3) Waste water directly from the machine		
Flow rate	25,600	kg/h
Temperature	50	°C
Heat output	1,280	10 <sup>3</sup> kcal/h
Heat output (sub-total of waste water)	2,205	10 <sup>3</sup> kcal/h
(3) Cloth		
Cloth speed	43	m/min
Fabric width (average)	1.6	m
Fabric weight (average)	140	g/m <sup>2</sup>
Moisture (dry base)	80	%
Temperature	31	°C
Specific heat (cotton)	0.319	cal/g°C
Specific heat (moisture)	1	cal/g°C
Heat input	20	10 <sup>3</sup> kcal/h
(4) Heat loss from surface of machine body		

Heat outlet (as of Table 11-13)	113	10 <sup>3</sup> kcal/h
including Baths Nos.1,2,5 & 6 (higher than 80°C)	69	
Windows of steamer	8	
(5) Others (unknown)	27	10 <sup>3</sup> kcal/h
(6) Total heat output	2,585	10 <sup>3</sup> kcal/h

### 3) 熱回収

(1) Waste water		
Flow rate	5,200	kg/h
Temperature before heat exchanger unit	99.6	°C
Temperature after heat exchanger unit	40	°C
Heat recovered	313	10 <sup>3</sup> kcal/h

#### 11-9-2 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。Figure 11-7 に、ユーティリティ入りの、フローダイアグラムを示す。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。常温で、この装置に供給された水は、蒸気により加熱されて温水になる。各槽の温度やケミカルズ、蒸気、水の供給量等の、運転要因は計器盤に表示される。測定結果は次のとおりである。

##### (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。この装置の入口で、直接に蒸気を測定する方法は、新たに、流量計を取り付ける必要があり、工場側の都合で、採用されなかった。測定値は、おそらく、実際の消費量より大きい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。

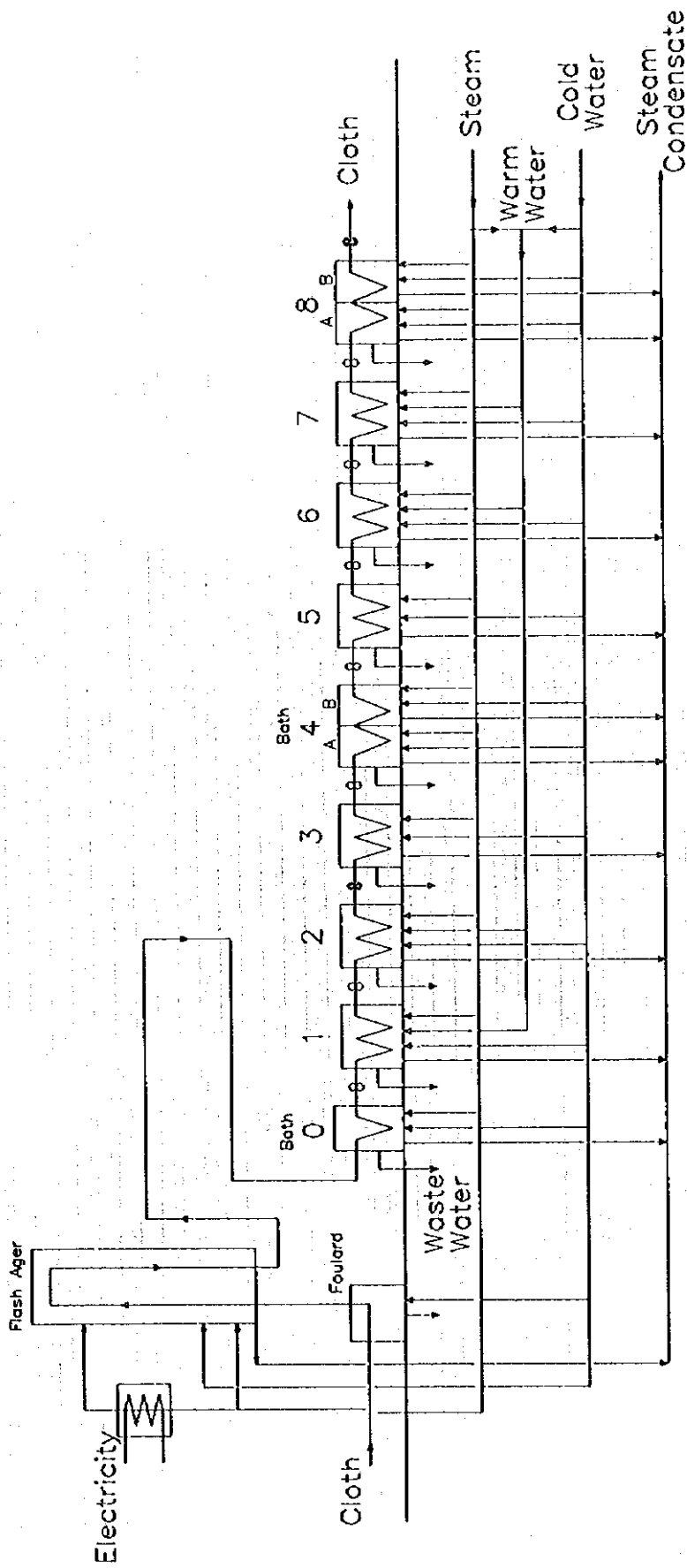


Figure 11-7 Schematic Flow Diagram of Mac Goller Washing Range

## (2) 給水量と布地の供給速度

給水量は水量計の読みから求めた。Table 11-15 に測定結果を示す。

Table 11-15 Water Consumption and Fabric Speed of Max Goller Washing Range

	Date	Date	Date
	Sept. 3. 96	Sept. 4. 96	Sept. 5. 96
Water Meter Reading, m <sup>3</sup>	19,086.2	19,479.8	19,674.0
Water Consumption, m <sup>3</sup> /day	--	393.6	194.2
Washed Fabric, m/day	--	27,837	9,130
Machine Operating Hour, hour min.	--	19 h 40 min	9 h 35 min
Average Fabric Speed, m/min	--	23.5	16.0
Average Water Consumption, m <sup>3</sup> /h	--	20.0	20.3

Washing range には、計装的に自動停止機能が装備されていて、機械が止まった時には、給水、ケミカルズや蒸気の供給が止められる。これらの自動調節システムによる運転により、布地の処理速度には差があるが、3 日間の水の消費量の測定値は、ほぼ同じ値を示した。この装置での水の平均使用量は 20.2 m<sup>3</sup>/h 平均の布地の供給速度は 19.8 m<sup>3</sup>/m であった。

## (3) 布地の処理量と入口、出口の水分含有率

Table 11-15 に布地の処理速度を示す。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、それぞれ 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次のとおりである。

9 kW x 4

6 kW x 4

合計 60 kW

## (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。No.0の最初の槽にのみ、水の浄化再利用装置がある。この槽の水は、回転板濾過方式の処理装置で浄化の後、再度循環され、布地にノズルから噴霧する前洗浄の水として再利用されている。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

Table 11-16 に、この装置の各部分の表面温度と寸法の測定値を示す。機械の表面からの放散熱は、open width bleaching range で適用した方法で計算された。Table 11-16 にその数値を示す。

Table 11-16 Max Goller Washing Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (1/4)

Ambient Temperature (C °C) 31.0  
 Emissivity (-) 0.8  
 Heat Trans. Coefficient (k kcal/m<sup>2</sup>h°C) 10

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection Rad.+ Conv.		
1	Flash Ager	Length	0.60							
		Width	2.70							
		Height	6.35-6.7							
		Volume		10.57						
		Top Cover			0.42	80.0	273	490	763	318
		Bottom Plate			1.62	50.0	91	190	281	456
		Front Side			18.09	50.0	91	190	281	5091
		Back Side			17.15	50.0	91	190	281	4825
		Right Side			3.92	50.0	91	190	281	1102
		Left Side			3.92	50.0	91	190	281	1102
Bare Part		Frames arr. Lids			1.00	95.0	382	640	1022	
		Fan Body			0.50	92.0	359	610	969	
		Inlet Pipe of Fan			1.00	95.0	382	640	1022	
		Outlet Pipe of Fan			2.00	51.0	97	200	297	
									Sub Total	16017
2	No.0 Washing Bath	Length	0.50							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		2.36						
		Top Cover			1.58	31.0	0	0	0	0
		Bottom Plate			1.58	29.0	-9	-20	-29	-45
		Operation Side			0.75	31.0	0	0	0	0
Driving Side			0.75	32.0	4	10	14	11		
							Sub Total	-34		

Table 11-16 Max Goller Washing Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (2/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (°C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)			Total Heat Loss (kcal/h)
							Radiation	Convection	Rad.+ Conv.	
3	No.1 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	31.0	0	0	0	0
		Bottom Plate			6.77	28.0	-13	-30	-43	-291
		Operation Side			3.23	31.0	0	0	0	0
Driving Side			3.23	32.0	4	10	14	46		
								Sub Total	-244	
4	No.2 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	32.0	4	10	14	98
		Bottom Plate			6.77	29.0	-9	-20	-29	-194
		Operation Side			3.23	32.0	4	10	14	46
Driving Side			3.23	32.0	4	10	14	46		
								Sub Total	-4	
5	No.3 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	40.0	41	90	131	889
		Bottom Plate			6.77	40.0	41	90	131	889
		Operation Side			3.23	39.0	36	80	116	376
Driving Side			3.23	39.0	36	80	116	376		
								Sub Total	2529	

Table 11-16 Max Goller Washing Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (3/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (°C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection Rad.+ Conv.		
6	No.4 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	73.0	226	420	646	4375
		Bottom Plate			6.77	78.0	259	470	729	4937
		Operation Side			3.23	73.0	226	420	646	2083
		Driving Side			3.23	73.0	226	420	646	2083
									Sub Total	13478
7	No.5 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	81.0	279	500	779	5279
		Bottom Plate			6.77	82.0	286	510	796	5394
		Operation Side			3.23	78.0	259	470	729	2351
		Driving Side			3.23	77.0	252	460	712	2297
									Sub Total	15321
8	No.6 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	55.0	118	240	358	2427
		Bottom Plate			6.77	60.0	147	290	437	2956
		Operation Side			3.23	55.0	118	240	358	1156
		Driving Side			3.23	54.0	113	230	343	1106
									Sub Total	7645

Table 11-16 Max Goller Washing Range Size, Surface Temperature and Heat Loss from the Surface (4/4)

Unit No.	Unit Name	Dimension	Length (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Surface Area (m <sup>2</sup> )	Surface Temp. (°C)	Unit Heat Loss (kcal/m <sup>2</sup> /h)		Total Heat Loss (kcal/h)	
							Radiation	Convection		
9	No.7 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	36.0	22	50	72	491
		Bottom Plate			6.77	31.0	0	0	0	0
		Operation Side			3.23	35.0	18	40	58	187
Driving Side			3.23	36.0	22	50	72	234		
								Sub Total	911	
10	No.8 Washing Bath	Length	2.15							
		Width	3.15							
		Height	1.50							
		Volume		10.16						
		Top Cover			6.77	36.0	22	50	72	491
		Bottom Plate			6.77	30.0	-4	-10	-14	-97
		Operation Side			3.23	35.0	18	40	58	187
Driving Side			3.23	35.0	18	40	58	187		
								Sub Total	767	
								Total	56386	

Radiation Heat Loss =  $0.86 \times 0.0000000567 \times (\text{Emissivity}) \times (T_o^4 - T_a^4)$

Convection Heat Loss =  $(\text{Heat Trans Coefficient}) \times (t_o - t_a)$

Wh/kcal: 0.86

Stefan Bolzmann factor: 0.0000000567

### (8) 機械の内部の温度

各槽の内部の温度も測定された。Table 11-17 に測定結果を示す。

Table 11-17 Temperature of Water in Each Washing Bath

	(Unit: °C)								
No. of Bath	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperature	28	28	28	42	82	87	62	31	30

### (9) 解析

Flash ager を含む Max Goller washing range の熱精算は、open width bleaching range で行ったのと同様の方法で、次の如く計算された。エネルギーの流れ図は Figure 11-18 に示されている。

#### 1) 入熱

(1) Steam		
Flow rate	1,950	kg/h
Flash ager	370	
Washing range	1,580	
Enthalpy	660	kcal/kg
Heat input	1,287	10 <sup>3</sup> kcal/h
(2) Water		
Flow rate	20,200	kg/h
Temperature	27.5	°C
Heat input	556	10 <sup>3</sup> kcal/h
(3) Cloth		
Cloth speed	19.8	m/min
Fabric width (average)	1.6	m
Fabric weight (average)	140	g/m <sup>2</sup>
Moisture (dry base)	80	%
Temperature	31	°C
Specific heat (cotton)	0.319	cal/g°C
Specific heat (moisture)	1	cal/g°C

Heat input	9	10 <sup>3</sup> kcal/h
(4) Electricity		
Consumption rate (measured)	35	10 <sup>3</sup> kcal/h
(5) Total heat input	1,887	10 <sup>3</sup> kcal/h

## 2) 出熱

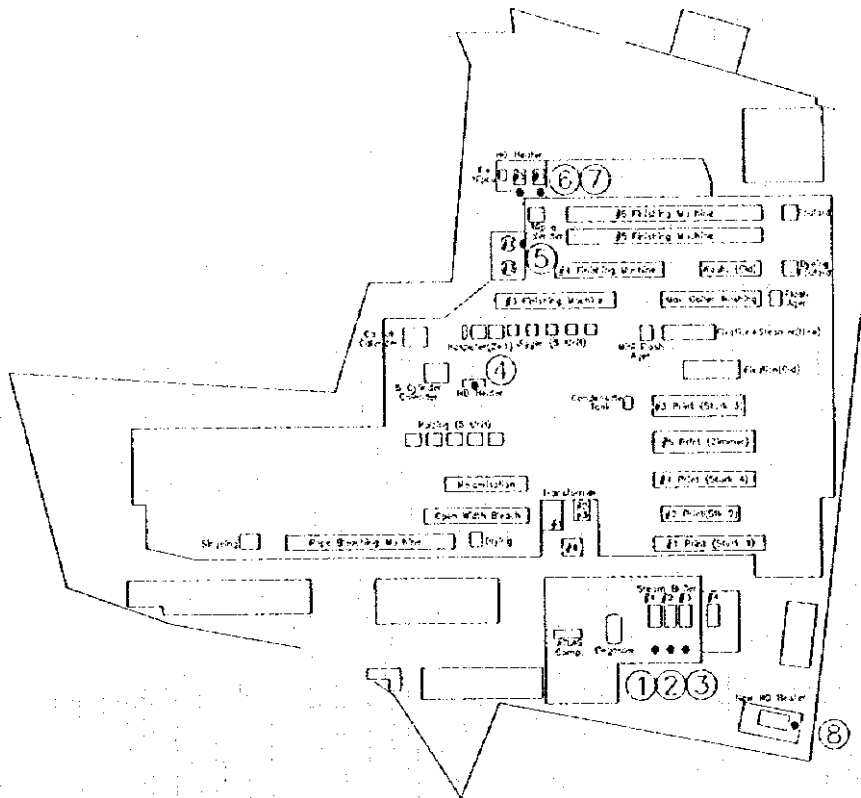
(1) Steam for aging		
Flow rate	Flash ager (assumed)	270 kg/h
Enthalpy		660 kcal/kg
Heat output		178 10 <sup>3</sup> kcal/h
(2) Steam condensate		
Flow rate		1,680 kg/h
Flash ager (assumed)		100
Washing range		1,580
Temperature		100 °C
Heat output		168 10 <sup>3</sup> kcal/h
(3) Waste water		
Flow rate		20,200 kg/h
Temperature		70 °C
Heat output		1,414 10 <sup>3</sup> kcal/h
(4) Cloth		
Cloth speed		19.8 m/min
Fabric width (average)		1.6 m
Fabric weight (average)		140 g/m <sup>2</sup>
Moisture (dry base)		80 %
Temperature		31 °C
Specific heat (cotton)		0,319 cal/g°C
Specific heat (moisture)		1 cal/g°C
Heat output		9 10 <sup>3</sup> kcal/h
(5) Heat loss from surface of machine body		
Heat outlet (as of Table 11-16)		56 10 <sup>3</sup> kcal/h
including Flash ager		16
Baths Nos. 5 & 6		28
(6) Others (unknown)		62 10 <sup>3</sup> kcal/h
(7) Total heat output		1,887 10 <sup>3</sup> kcal/h

### 11-9-3 エネルギーの供給側

測定結果は次のとおりである。

1. ホットオイル加熱炉の煙道ガス測定結果を Figure 11-8 と Table 11-18 に示す。
2. スチームボイラーの煙道ガスの測定結果を Figure 11-8 と Table 11-19 に示す。
3. 石炭、灰、重油、軽油、軽質重油、ホットオイルの分析結果を Figure 11-9 と Table 11-20 に示す。
4. 井戸水の流量を Table 11-21 に示す。
5. ボイラーでの、ボイラー用水の供給量と石炭の消費量を Table 11-21 と Figure 11-10 に示す。
6. ボイラー給水とボイラーのブローダウン水の性状を Table 11-22 に示す。
7. 各装置への供給水量を Figure 11-11 に示す。
8. ホットオイル加熱炉の運転温度を Figure 11-12 に、新ホットオイル加熱炉のシステムの詳細を Figure 11-13 に示す。
9. 各装置の蒸気消費量を Table 11-23 に示す。
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を Table 11-24 に示す。
11. 工場内の、各場所の室温と湿度を Table 11-25 に示す。





Sample	Sample
1 No.1 Steam Boiler	5 No.4 Hot Oil Heater
2 No.2 Steam Boiler	6 No.5 Hot Oil Heater
3 No.3 Steam Boiler	7 No.6 Hot Oil Heater
4 HO Heater for Calender Machine	8 the Newest Hot Oil Heater

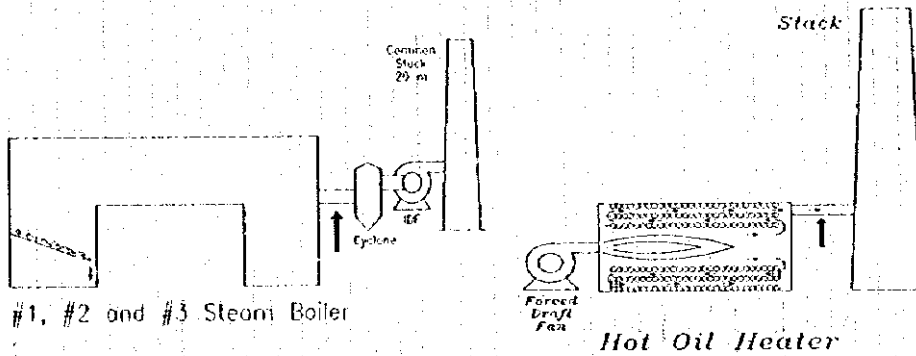


Figure 11-8 Sampling Points of Flue Gas

Table 11-18 Hot Oil Heater Flue Gas Measuring

Items	Hc	H3	H4	H5	H6	HNew
Gas Chromato.						( 7/9 )
O2 %				20.12	5.44	12.15
N2 %				81.20	82.55	80.96
CH4 %				--	--	--
CO %				--	--	0.06
CO2 %				0.87	12.19	6.83
O2 Analyzer				11.6	1.3	10.5
YOKOGAWA				260	241	( 5/9 )
Temp °C			(29/8)=>	328	301	270
Hodaka	( 29/8 )			( 29/8 )	( 29/8 )	( 5/9 )
Temp °C	148		257	339	319	279
O2 %	11.4		5.7	6.6	3.8	11.6
CO ppm	16		25	40	34	179
CO2 %	6.8		11.3	10.6	12.8	7.0
Eff. Gross	85.0		82.9	75 - 78	81.4	76.5
Eff. Net	90.0		88.0	80 - 81.2	86.4	80.9
λ %	122.3		37.5	46.2 - 50.4	21.5	124.7
Draft mbar	0.22		0.55	0.06 - 0.12	0.80	0.07 - 0.10
Remarks	On-Off Operation	Not Measured		Hodaka, Light Oil 30.1 °C AT		Hodaka Heavy Oil

HC --- Hot Oil Heater For 5 Cylinder Calendering Machine  
On Time 1'18" - 1'25", Off Time 22" - 37"

H3 --- Hot Oil Heater For #3 Finishing Machine

H4 --- Hot Oil Heater For #4 Finishing Machine

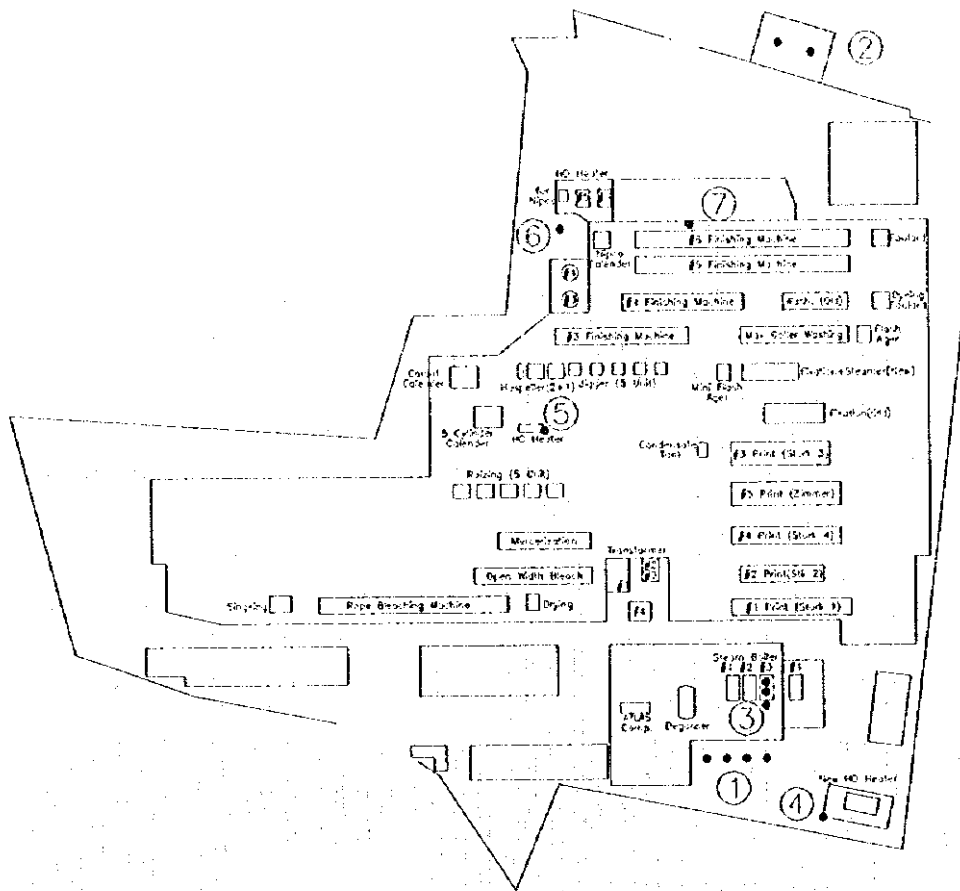
H5 --- Hot Oil Heater For #4 Finishing Machine

H6 --- Hot Oil Heater For #5 Finishing Machine

HNew --- The Newest Hot Oil Heater For Printing and Fixation Machines

Table 11-19 Steam Boiler Flue Gas Measuring

Items	B1	B2	B3	B4	B1
Gas Chromato.					
O2 %	18.44	15.54	15.03		
N2 %	82.46	82.40	80.96		
CH4 %	0.006	--	--		
CO %	0.03	0.67	--		
CO2 %	2.96	5.68	5.82		
O2 Analyzer					
O2 %	17.6 - 18.1	13.1 - 14.8	12.6 - 14.1		
YOKOGAWA	189	221	236		( 3/9 )
Temp °C	173	229	230	<=(29/8)	171
Hodaka	( 29/8 )	( 29/8 )	( 29/8 )		( 3/9 )
Temp °C	183	221	245		186
O2 %	17.6	11.1	8.6		17.5
CO ppm	682	90	83		357
CO2 %	2.4	7.0	8.7		3.1
Eff. Gross	61.6	80.9	81.7		63.7
Eff. Net	65.4	86.0	86.4		67.2
λ %	514.7	113 - 122	83.3		450
Draft mbar	9.5	9.4	8.2		9.4
Remarks			Not Operate		



Sample	Date	Sample Name
1	21/8	Coal for Boiler
2	21/8	Coal of Stock yard for Checking storage method
3	22/8	Ash of Steam Boiler, Details are shown below
4	21/8	No.6 Fuel Oil for the Newest Hot Oil Heater
5	21/8	Diesel Gas Oil for Inside Hot Oil Heater
6	21/8	Special Fuel Oil for Outside Hot Oil Heater 4 Unit
7	21/8	Hot Oil in Operation System ( BP Type : Transain )

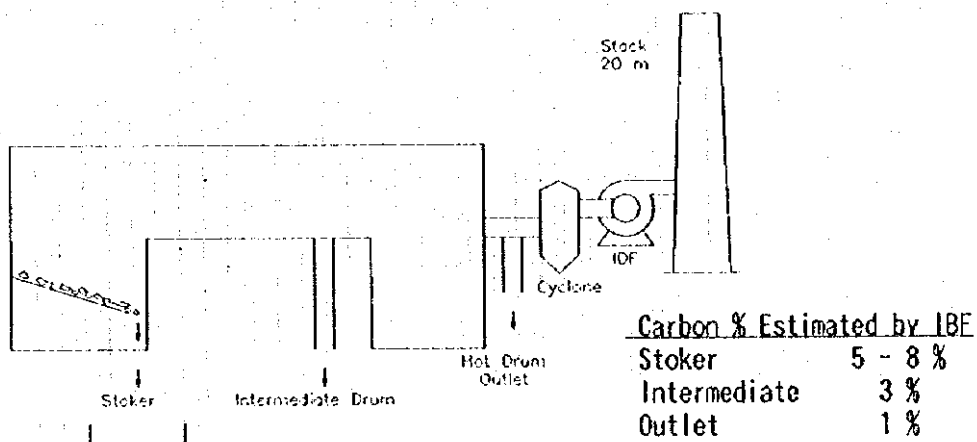


Figure 11-9 Sampling Points of Coal, Ash and Oil

Table 11-20 Analysis Details (1/2)

	MRI	BATI	TPR	JICA-EIE LAB	CHUGAI	NOC
Coal for Steam Boiler	Elementally Industrial	Industrial	--	H.V., Moist.	CHN	CHN
Ash 1 (from Stoker)	CR.HV	CR.HV	--	H.V.	CHN	CHN
Ash 2 (from Intermid. Drum)	"	--	--	H.V.	--	--
Ash 3 (from Hot Drum Out.)	"	--	--	H.V.	--	--
Hot Oil	--	--	Sp.Gr.	--	--	Sp.Gr.
			Distillation			Distillation
			Viscosity			Viscosity
			Flash Point			Flash Point
No.6 Fuel Oil for H0 Heater	--	--	Spec	H.V.	--	Spec
So.Fuel Oil for H0 Heater	--	--	Data	H.V.	--	Data
Diesel Gas Oil for H0 Heater	--	--	--	H.V.	--	--

Analysis Result of Solid Fuel

BATI Labo.

Sample	Moisture (%)	Volatle Mat. (%-dry base)	Fixed Carbon (%-dry base)	Ash	HHV (kcal/kg)
Coal for Steam Boiler	16.58	39.49	47.80	12.71	6,179
Ash 1 (from Stoker)	--	--	3.39	--	--

JICA - EIE Labo.

Sample	HHV (kcal/kg)	LHV (kcal/kg)	Moisture (%)
Coal for Steam Boiler	5,780	5,400	0.187
Ash 1 (from Stoker)	145	--	--
Ash 2 (from Intermid. Drum)	2,238	--	--
Ash 3 (from Hot Drum Out.)	1,410	--	--

CHUGAI

Sample	Moisture (%)	Carbon (%-dry base)	Hydrogen (%-dry base)	Nitrogen (%-dry base)	Specific Heat @ 80 C	Specific Heat @ 130 C
Coal for Steam Boiler	18.2	59.9	4.6	1.33	--	--
Ash 1 (from Stoker)	33.7	4.6	0.4	0.09	--	--
Ash from Another Factory	--	--	--	--	0.22	0.23

Table 11-20 Analysis Details (2/2)

### Analysis Result of Liquid Fuel

Sample	HHV		LHV	Density 15 C		Flash Point	Vis @ 40 C	HHV	Carbon	Hydrogen	Nitrogen	Sulfur
	( kcal/kg )	( kcal/kg )		( g/cm <sup>3</sup> )	( mm <sup>2</sup> /s )							
No.6 Fuel Oil	10,110	9,500		0.9983	176	1.276	10,000	84.7	11.0	0.5	3.44	
Sp. Fuel Oil	10,800			0.9489	84	219.4	10,460	85.4	11.7	0.5	2.26	
D60	11,080	10,300		0.9332	62	2.871	10,950	--	--	--	0.62	

### Analysis Result of Hot Oil

TPR Labo.		Sp.Gr. 60/60 F ASTM D-1298	0.8783
Flash Point, C ASTM D-93			202
Vis @ 100C, cSt ASTM D-445			5.79
@ 40C, cSt ASTM D-445			35.91
Distillation, C ASTM D-1160			
IBP			315
5			408
10			410
20			417
30			422
40			424
50			429
60			433
70			438
80			444
90			455
95			478
EP			487
Dist. Vol.			95.5

NOC		Density 15 C	0.8777	Specific Heat	( kcal/kg C )
Flash Point (PW)		( C )	200	@	160 C
Vis @ 100C		( cSt )	5.739		170 C
@ 40C		( cSt )	35.34		180 C
Distillation (Gaschromato.) (C)					190 C
IBP			327		200 C
5			---		210 C
10			397		220 C
20			410		230 C
30			419		240 C
40			426		250 C
50			432		260 C
60			437		270 C
70			443		280 C
80			449		290 C
90			458		300 C
95			---		
EP			579		
Dist. Vol.			---		

These Values are estimated by process simulation PROII, based on density and distillation data by NOC.

Table 11-21 Utility Water and Evaporated Steam Flow Rate

Date	Pump Up Water					Utility Water		Boiler Data		
	#1 Well ( m3 )	#2 Well ( m3 )	#4 Well ( m3 )	#7 Well ( m3 )	Total ( m3 )	Hard ( m3 )	Soft ( m3 )	Steam ( ton )	Coal ( kg )	Coal/Steam ( kg/ton )
26/8/96	138	407	1,814	2,751	5,110	340	3,000	234	32,760	140.0
27/8/96	134	43	1,678	2,652	4,507	900	3,130	230	32,760	142.4
28/8/96	137	1,295	1,200	1,209	3,841	530	1,990	180	22,680	126.0
29/8/96	130	67	1,734	2,891	4,822	600	3,030	244	32,340	132.5
30/8/96	131	345	1,980	2,523	4,979	1,110	3,060	243	31,920	131.4
31/8/96	131	394	1,828	2,615	4,968	1,270	2,800	270	32,760	121.3
1/9/96						800	1,890			

Steam flow contains recovered condensate.

- #1 Well Depth : 53 m , Pump Elevation : 30 m
- #2 Well Depth : 144 m , Pump Elevation : 35 m
- #4 Well Depth : 199 m , Pump Elevation : 55 m
- #7 Well Depth : 199 m , Pump Elevation : 55 m

Utility Water Flow Counter Reading Value

Date	Pump Up Water				
	#1 Well ( m3 )	#2 Well ( m3 )	#4 Well ( m3 )	#7 Well ( m3 )	Total ( m3 )
26/8/96	40,200	389,463	761,750	408,797	
27/8/96	40,338	389,870	763,564	411,548	
28/8/96	40,472	389,913	765,242	414,200	
29/8/96	40,609	391,208	766,442	415,409	
30/8/96	40,739	391,275	768,176	418,300	
31/8/96	40,870	391,620	770,156	420,823	
1/9/96	41,001	392,014	771,984	423,438	

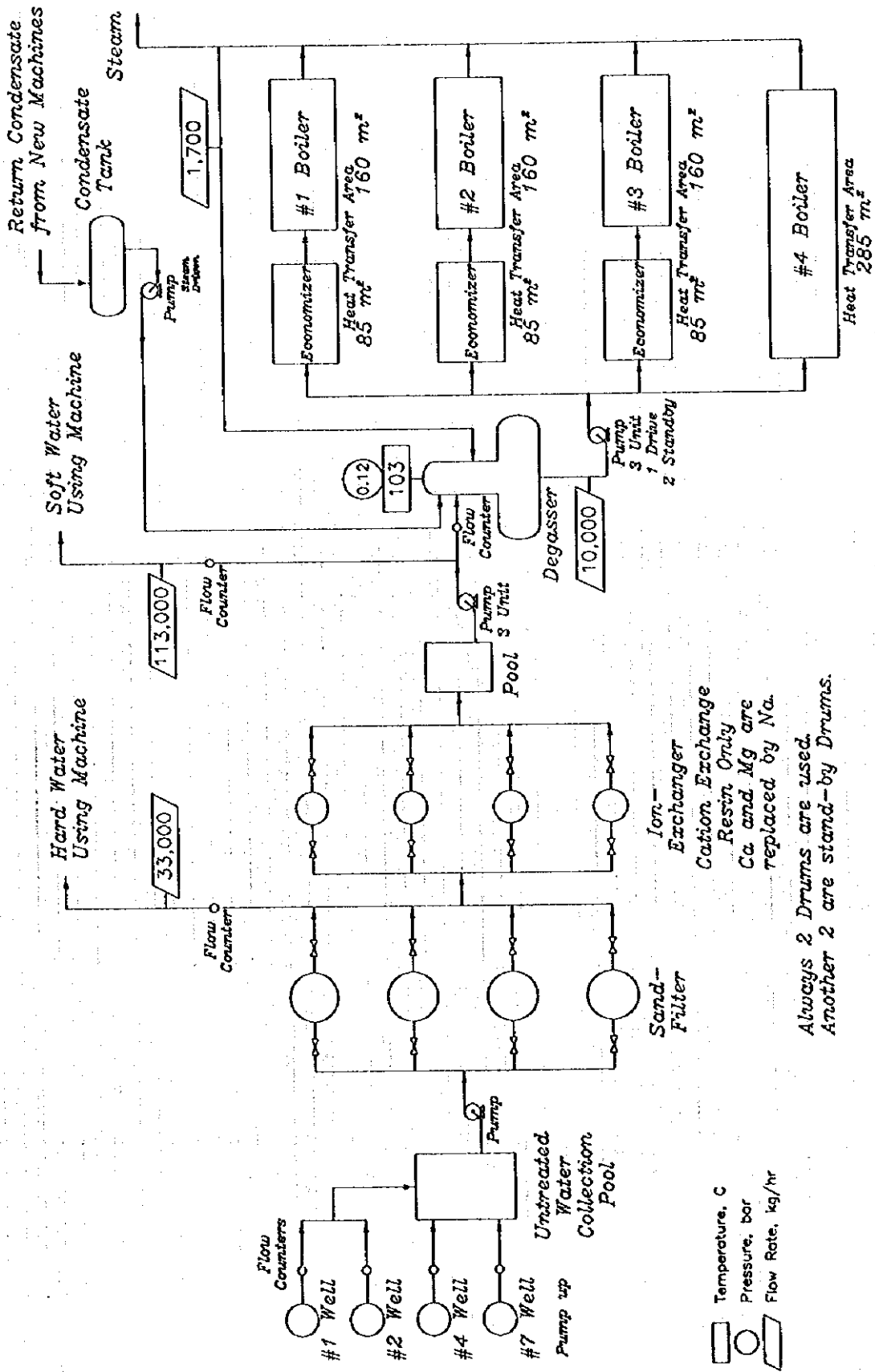


Figure 11-10 Detail of Boiler Feed Water and Utility System

Table 11-22 Properties of Feed Water, Blowing Drain

Date: Sep.10/1996

Boiler Water Analysis

	Raw Water	Soft Water	Make-up Water	Condens. Drum	Feed Water	Boiler				Hot Wat. Boiler	Condens. Recovery	Recommended Limit	
						No.	No.1	No.2	No.3			BFW	Blowing Drain
Total Hardness ppm CaCO		1.8			1.7		7.8	2.5	3.0			max. 2.0	--
Phenol Alkaline ppm CaCO		0			0		578	680	1,240			--	--
Total Alkaline ppm CaCO		306			290		940	1,100	1,673			--	max. 1,500
Hydroxide Alkaline ppm CaCO		0			0		216	260	807			--	--
Chloride ppm Cl <sup>-</sup>		45.5			47.3		121	173	196			--	max. 1,000
Phosphate ppm PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>					0.89		8.10	11.95	12.0			--	5 - 10
DEHA ppm					0.39		0.165	0.135	0.08			--	0.2 - 0.4
Phosphonate ppm PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>					0.30		3.20	4.75	4.80			--	3 - 5
Total Iron ppm Fe					0.10		3.80	2.35	1.00			max. 0.1	max. 10.0
Sulphate ppm SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>												--	--
Silicate ppm SiO <sub>2</sub>												--	--
Conductivity micro-S/cm		631			596		2,380	3,930	6,580			--	max. 7,000
PH		7.4			8.0		11.5	11.8	12.0			--	10.5 - 12

Boiler Operation Information

Feed Water Temperature	95 - 105 C
Condensate Recovery Rate, %	Maximum 10 %
Blowdown	According to Conductivity



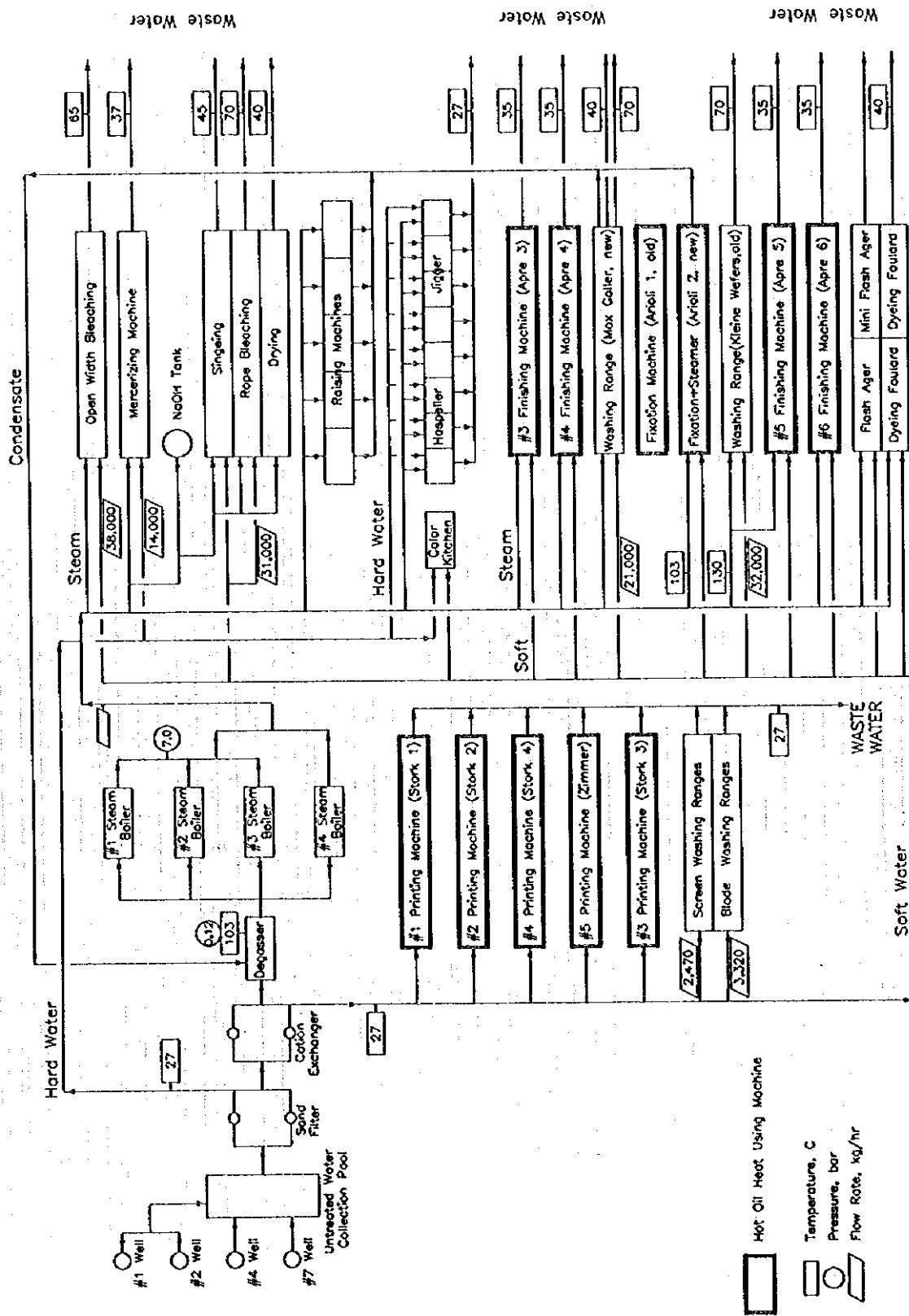


Figure 11-11 Water and Steam System

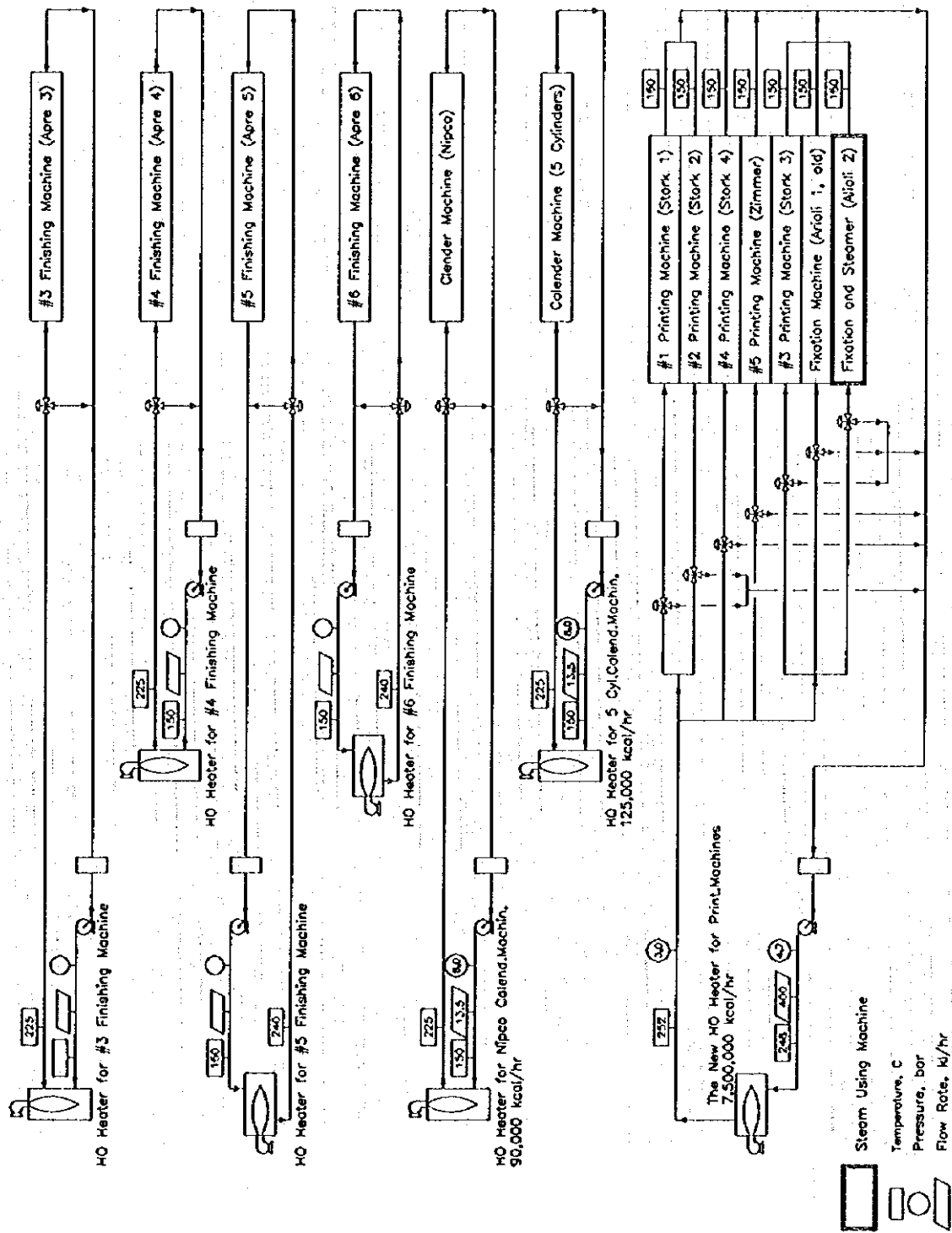


Figure 11-12 Operation Temperature of Hot Oil Heater

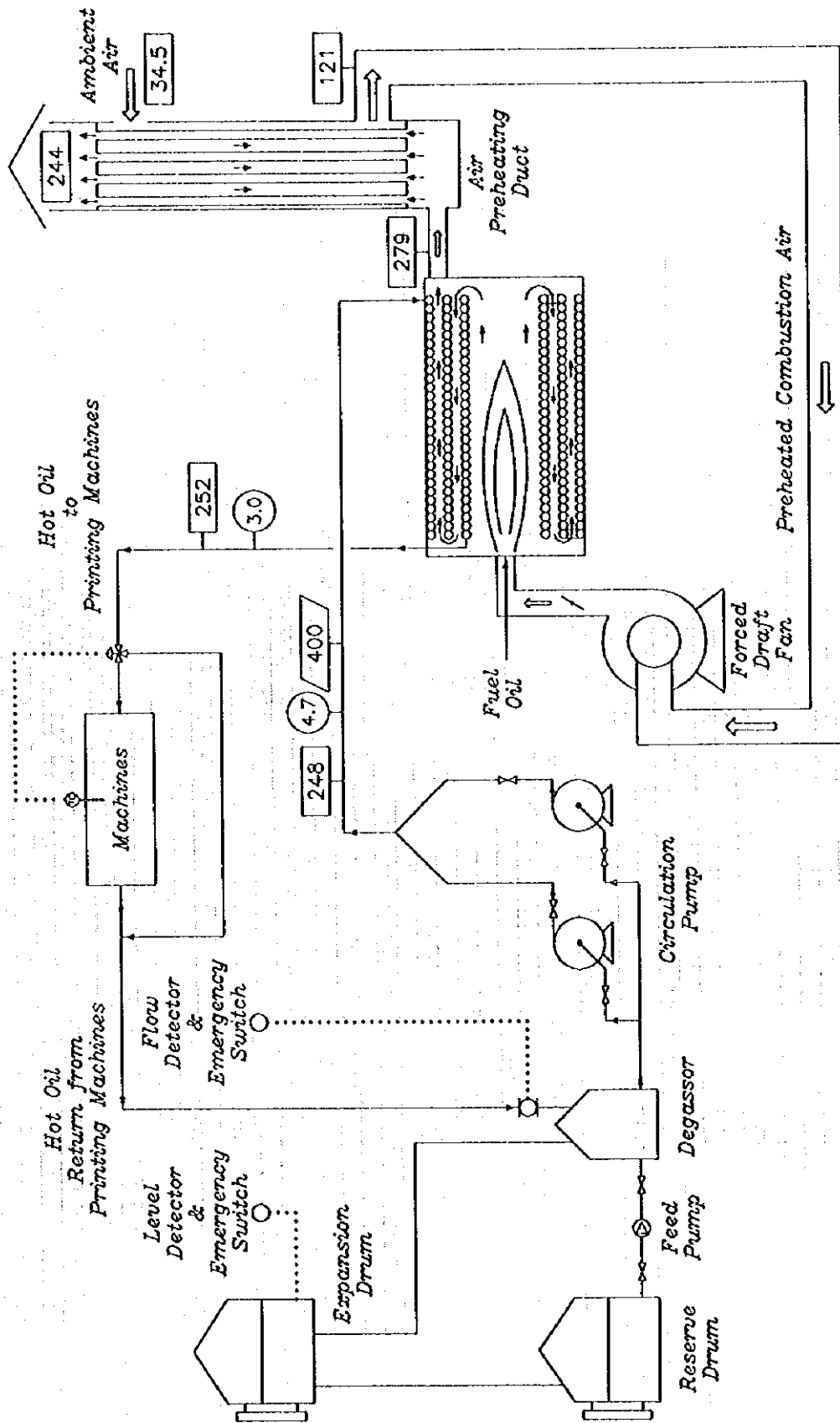


Figure 11-13 Detail of the New Hot Oil Heater System

Table 11-23 Steam Flow Rate

(Unit: kg/hr)

	Estimate	Design	Meas. 1	Meas. 2	Meas. 3	Meas. 4
Supply	(9,680)					
No.1, 2, 3 Boiler						
Main Line	(8,780)		3,400	3,800	2,210	
Open Width Bleaching	1,750		2,200	Ope.	Ope.(Ex.-Stop)	Stop
Rope Bleaching	1,250		Stop	Stop	Stop	Stop
Drying	900		Stop	Stop	Stop	Stop
Mercerization	600		Stop	Ope.	Ope.	Stop
Max Goller (New Washing)	1,500	1,500	Stop	Ope.	Stop	1,440 -- 1,710
Old Washing	1,600		Stop	Stop	Stop	Stop
Fixation Steamer			Stop	Stop	Stop	Stop
Mini Flash Ager			Stop	Stop	Stop	Stop
Flash Ager	300		Stop	Stop	Stop	370 (272)
No.1 Dyeing Foulard	150		Stop	Ope.	Ope.	Stop
No.2 Dyeing Foulard			Stop	Ope.	Ope.	Stop
No.3, 4, 5, 6 Fixation			Stop	Stop	Stop	Stop
Jigger	600		2/5 Ope.	Stop	Stop	Stop
Raising	130		Stop	Stop	Stop	Stop
Boiler	900		Ope.	Ope.	Ope.	Ope.

Table 11-24 Surface Temperature of Steam, Condensate and Hot Oil System

Facility	Measuring Position		Temperature (°C)	Remarks
	Facility	Location		
1 #1 Steam Boiler		Drum ( 2nd Floor )	50 - 65	Insulated
		Manhole ( 2F )	71	Brick part
		Door of Looking Window (2F)	148	Bare
		Steam Outlet Header ( Top )	152	Bare
		Ash ( 1st Floor, Ground )	35	Ash Holder from Stoker
2 Steam Line		Main Header in Boiler Room ( 2nd Floor )	146 - 160	Bare, Mainly Valve
		Outlet to Factory ( 1F )	41	Insulated (Glasswool 80mm)
		Inlet from Boiler	39	Insulated
3		Main Line, By-pass Point	39	Insulated
			155	Bare
			52	Insulated(Glasswool 110mm)
6 Condensate		Condensate Receiver	42	Insulated
		Condensate Pump	90	Bare
		Condensate Line	87	Bare
9 #5, #6 HO Heater		Burner Side	44 - 50	Insulated (Glasswool 40mm)
		Back Side	160 - 190	Bare
		Cylinder Body	150 - 180	Bare
10 New HO Heater		Burner Side	50 - 60	Insulated
		Back Side	150 - 180	Bare
		Cylinder Body	160 - 190	Bare
11 Hot Oil Line		Inlet to #5 Finish.Machine	50 - 60	Insulated
		Outlet from #5 Finish Line	46 - 48	Insulated (Glasswool 60mm)
		Inlet to #5 Finish.Machine	40	Insulated (Glasswool 60mm)
12			114	Bare
			47	Insulated
			167	Bare
13			53	Insulated
			132	Bare
			46	Insulated

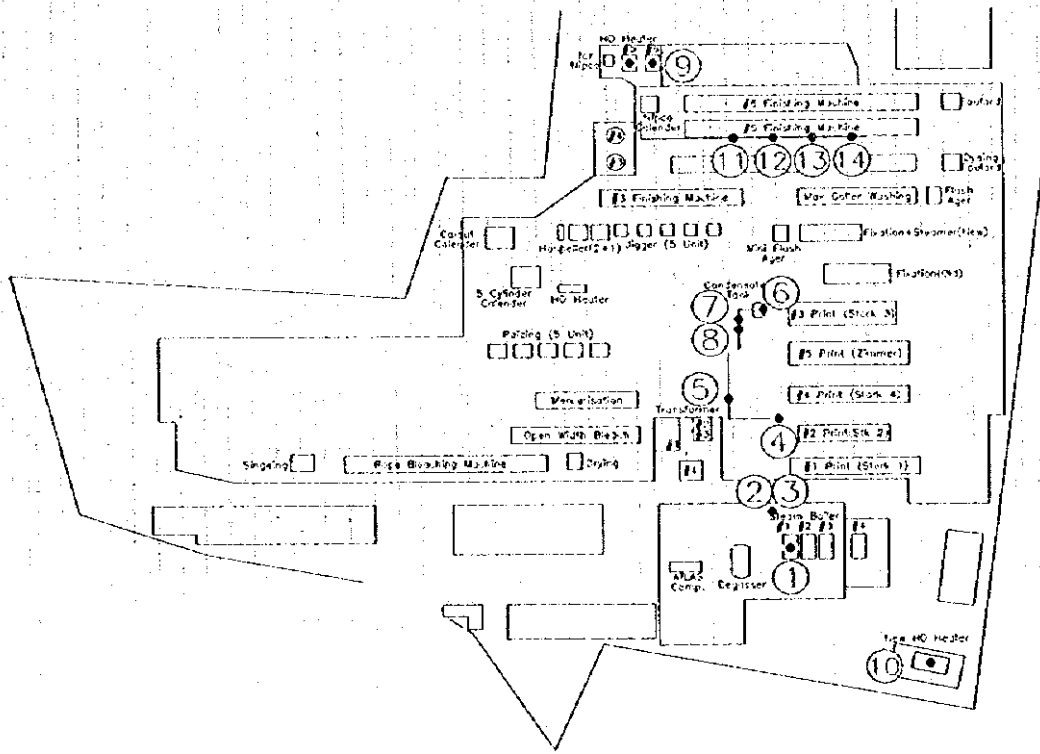
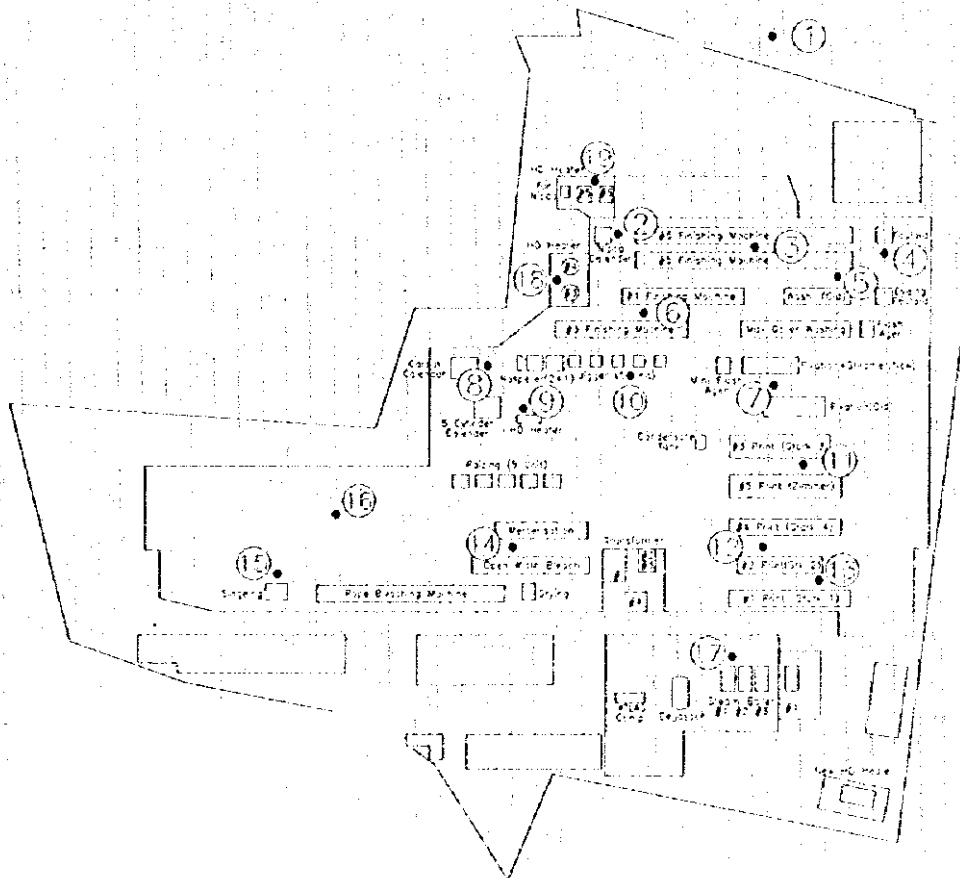


Table 11-25 Temperature and Humidity in the Factory

30, Aug 09:15

Fine Weather

No.	Measuring Position	Temperature °C	Humidity %
1	Outside of Factory	27.5	51.5
2	NIPCO Calendering machine	29.3	46.3
3	Between #5 & #6 Finishing Machines	37.3	36
4	Foulard	33.4	44.5
5	Between New & Old Washing Machines	32.5	44
6	Between #3 & #4 Finishing Machines	33.6	34
7	Between New & Old Fixation Machines	33.8	38.3
8	Carsat Calendering Machine	32.4	37.6
9	5 Cylinder Calendering Machine	32.4	40
10	Jigger Machines	32.1	41
11	Between #3 & Zimmer Printing Machines	33.7	45
12	Between #2 & #4 Printing Machines	32.3	47
13	Between #1 & #2 Printing Machines	32	38
14	Between Mercerise & Open Width Bleaching Mach.	30	52
15	Singeing Machine	28	52
16	Products Inspection Room	28.3	48
17	#1 Steam Boiler ( 2F )	32	40
18	#3, #4 Hot Oil Heater House	33.4	40
19	#5, #6 Hot Oil Heater House	31	42



#### 11-9-4 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  $O_2$  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  $O_2$  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  
 この数値は注記に示すように、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

注記 石炭、灰の低発熱量の見積り

(1)	Coal																									
1.	JICA-EIE Laboratory's analysis data																									
	High heating value, kcal/kg-dry base 5,780 Moisture, weight fraction 0.187																									
2.	Chugai Laboratory's element analysis (left side)																									
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;">Moisture, wt %</td> <td style="width: 15%;">18.2</td> <td style="width: 20%;">Left side data</td> <td style="width: 15%;">Moisture, wt %</td> <td style="width: 20%;">18.2</td> </tr> <tr> <td>Carbon, wt %-dry base</td> <td>59.9</td> <td>give</td> <td>Carbon, wt %</td> <td>49.0</td> </tr> <tr> <td>Hydrogen, wt %-dry base</td> <td>4.6</td> <td>break down.</td> <td>Hydrogen, wt %</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>Nitrogen, wt %-dry base</td> <td>1.33</td> <td>(right side)</td> <td>Nitrogen, wt %</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>Others, wt %-dry base</td> <td>(34.17)</td> <td></td> <td>Others, wt %</td> <td>27.9</td> </tr> </tbody> </table>	Moisture, wt %	18.2	Left side data	Moisture, wt %	18.2	Carbon, wt %-dry base	59.9	give	Carbon, wt %	49.0	Hydrogen, wt %-dry base	4.6	break down.	Hydrogen, wt %	3.8	Nitrogen, wt %-dry base	1.33	(right side)	Nitrogen, wt %	1.1	Others, wt %-dry base	(34.17)		Others, wt %	27.9
Moisture, wt %	18.2	Left side data	Moisture, wt %	18.2																						
Carbon, wt %-dry base	59.9	give	Carbon, wt %	49.0																						
Hydrogen, wt %-dry base	4.6	break down.	Hydrogen, wt %	3.8																						
Nitrogen, wt %-dry base	1.33	(right side)	Nitrogen, wt %	1.1																						
Others, wt %-dry base	(34.17)		Others, wt %	27.9																						
3.	$LHV = HHV - 600 \times (9 \times h + W)$ $= 5780 \times (1 - 0.187) - 600 \times (9 \times 0.038 + 0.182)$ $= 4699 - 314$ $= 4385$ <p style="margin-left: 40px;">LHV: Low heating value, kcal/kg-wet base            HHV: High heating value, kcal/kg-wet base            h : Hydrogen weight fraction in coal            W : Moisture weight fraction in coal</p>																									
(2)	Ash from stoker																									
1.	Chugai Laboratory's element analysis																									

	Moisture, wt %	33.7
	Carbon, wt %-dry base	4.6
	Hydrogen, wt %-dry base	0.4
	Nitrogen, wt %-dry base	0.09
2.	$LHV = 8,100 \times C + 29,000 \times h$ $= 8,100 \times 0.046 + 29,000 \times 0.004$ $= 488$	
	LHV and h are same as above and C is carbon fraction in ash.	

(2) ヒートバランス計算

1) 入熱

(1)	Coal		
	Amount of combustion	1,200	kg/h
	Heating value	4,385	kcal/kg
	Heat of combustion	5.26	$10^6$ kcal/h
(2)	Water		
	Flow rate	8.38	tons/h
	(Condensate return: assumed to be zero)		
	Temperature	103	°C
	Heat input	0.86	$10^6$ kcal/h
(3)	Air		
	Theoretical air rate *1	5.37	$m^3/kg$
	Air ratio ( $O_2\%$ in flue gas 11.1% taken)	2.12	
	Amount of air	13,660	$m^3/h$
	Inlet temperature of air	30	°C
	Specific heat of air	0.32	kcal/ $m^3$ °C
	Heat input	0.13	$10^6$ kcal/h
(4)	Soot blow steam		
	Flow rate	0.075	tons/h
	Heat input	0.05	$10^6$ kcal/h
(5)	Total input heat	6.30	$10^6$ kcal/h

2) 出熱

(1)	Steam		
	Flow rate	6.80	tons/h



Pressure	7	Kg/cm <sup>2</sup>
Enthalpy	660	kcal/kg
Heat output	4.49	10 <sup>6</sup> kcal/h
(2) Flue gas		
Theoretical flue gas rate *2	5.82	m <sup>3</sup> /kg
Amount of flue gas *3	14,200	m <sup>3</sup> /h
Temperature, (taken)	221	°C
Specific heat of flue gas, (assumed)	0.33	kcal/m <sup>3</sup> °C
Heat output	1.04	10 <sup>6</sup> kcal/h
(3) Ash		
Disposal rate *4	134	kg/h
Temperature, (taken)	60	°C
Specific heat, (assumed)	0.2	kcal/kg °C
Low heating value	488	kcal/kg
Heat output	0.07	10 <sup>6</sup> kcal/h
(4) Blow down water		
Flow rate	1.58	tons/h
Temperature	169	°C
Heat output	0.27	10 <sup>6</sup> kcal/h
(5) Heat loss from wall and others		
Assumed	0.43	10 <sup>6</sup> kcal/h
(6) Total heat output	6.30	10 <sup>6</sup> kcal/h

### 3) ボイラー効率

計算の結果、ボイラー効率は次の値が得られた。

Steam output heat/total input heat	71.3	percent
------------------------------------	------	---------

#### \*1 Theoretical air rate

$$\begin{aligned}
 \Lambda_0 &= 100/21 \times (c/12 \times 22.4 + h/2 \times 11.2 - o/32 \times 22.4 + s/32 \times 22.4) \\
 &= 100/21 \times (0.49/12 \times 22.4 + 0.038/2 \times 11.2 + 0 + 0) \\
 &= 100/21 \times (0.915 + 0.213) \\
 &= 5.37
 \end{aligned}$$

values of c, h, n and w are from Chugai analysis data

\*2 Theoretical flue gas rate

$$\begin{aligned}G_0 &= A_0 + h/2 \times 11.2 + w/18 \times 22.4 + o/32 \times 22.4 + n/28 \times 22.4 \\ &= 5.37 + 0.038/2 \times 11.2 + 0.182/18 \times 22.4 + 0 + 0.011/28 \times 22.4 \\ &= 5.82\end{aligned}$$

\*3 Amount of flue gas

$$\begin{aligned}G &= G_0 + (m - 1) \times A_0 \\ &= 5.82 + (2.12 - 1) \times 5.37 \\ &= 11.83\end{aligned}$$

$$11.83 \text{ (Nm}^3\text{/kg-coal)} \times 1,200 \text{ (kg-coal/h)} = 14,200$$

\*4 Disposal rate

$$\begin{aligned}\text{Ash} &= 1,200 \times (100 - 16.58)/100 \times 12.71/100 \times 100/(100 - 4.6 - 0.4 - 0.09) \\ &= 134\end{aligned}$$

16.58 is moisture wt % and 12.71 is ash wt % (dry base), together from BATI Laboratory Data

### 11-9-5 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、主蒸気配管と蒸気の最大消費装置の 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し、その結果を Table 11-23 に示す。

#### (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

### 11-9-6 ホットオイル加熱炉

#### (1) 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とおりである。

(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 ℃
(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 ℃
(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 <sup>3</sup> ℃
(9)	O <sub>2</sub> % 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 <sup>3</sup> ℃

(2) 新ホットオイル加熱炉のヒートバランス概算

1) 入熱

(1)	Heat of combustion of No. 6 fuel oil	1.608	$10^6$ kcal/h
(2)	Input heat of No. 6 fuel oil	0.008	$10^6$ kcal/h
(3)	Input heat of Air		
	Air ratio	2.1	
	Theoretical air rate, Assumed	10.58	Nm <sup>3</sup> /kg
	Amount of air	3,700	Nm <sup>3</sup> /h
	Input heat	0.106	$10^6$ kcal/h
(4)	Input heat of hot oil	28.457	$10^6$ kcal/h
(5)	Total input heat	30.233	$10^6$ kcal/h

2) 出熱

(1)	Output heat of hot oil	29.643	$10^6$ kcal/h
(2)	Output heat of flue gas		
	Theoretical flue gas rate, Assumed	11.29	Nm <sup>3</sup> /kg
	Amount of flue gas	3,821	Nm <sup>3</sup> /h
	Output heat	0.390	$10^6$ kcal/h
(3)	Wall loss and others	0.146	$10^6$ kcal/h
(4)	Total output heat	30.233	$10^6$ kcal/h

3) 煙道ガスの熱回収

	Recovery heat by air side	0.065	$10^6$ kcal/h
--	---------------------------	-------	---------------

4) ホットオイル加熱炉の効率

Input side		Output side	
Combustion heat	1.608	Net received heat of hot oil	1.186 68.9
Fuel oil input heat	0.008	Flue gas output	0.390 22.6
Air input heat	0.106	Net release heat	0.325 18.8
Fresh air input heat	0.041	Recovery heat	0.065 3.8
Recovery heat	0.065	Heat release from wall	0.146 8.5
Total input heat	1.722	Total output heat	1.722 100

熱効率の計算値は 68.9 パーセントになった。

### 11-9-7 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。保温の設計及び施工は、適切であると思われる。保全状況も良好である。
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、薄い銅板で覆っている。
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ことである。

### 11-9-8 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。このような設備には、規定水位内に液面を確保するため、水の汲み上げを、オン-オフスイッチを利用した自動調節で操作する機構が有効である。ピットからのコンデンセート回収ラインには保温が施工されていない。

#### (2) Drying

乾燥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。早急に補修する必要がある。

### (3) Rope Bleaching

#### 1) 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、数箇所ある。蒸気の主配管の立ち上がり部、コントロールバルブの手前のドレン切りの配管で、壁を貫通して道路脇の側溝に行く配管の途中、各機械の入口の温度調節弁の手前のドレン切り配管、蒸気の主配管の端末部等が検討の対象である。

#### 2) ブロックバルブ

主蒸気配管に取り付けられているスチームトラップには、普通、保全作業の為、その上流側にブロックバルブが必要である。しかし、たまたまこの装置は、生産計画により間歇的に運転され、保全作業の機会が取れるので、バルブは必要ないかも知れない。この工場の他の装置にも、同じような立場のものがある。

### (4) Mercerizing 装置

減圧弁の上流側にドレン切りのスチームトラップが必要である。

### (5) 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。

### (6) ジッガー

蒸気の主配管の端末にスチームトラップの設置が必要である。

### (7) Flash Ager and Max Goller

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。コンデンセート回収配管へ接続するスチームトラップの下流側にチャッキ弁が必要である。

#### (8) 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、ある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

スチームトラップの診断結果として、診断器のアウトプットの報告書を Table 11-26 に示す。Table 11-27 に診断器のアウトプットで使用している記号をコードリストとして示す。スチームトラップの管理台帳としてトラップの設置地域番号とトラップ番号を Figure 11-14 に示す。

Table 11-26 Result of the Steam Trap Audit (1/2)

STEAM TRAP MANAGEMENT LOG DETAILS

By Area Trap Number

FILE : IBF

AREA NO.	TRAP NO.	APPL	I-O	MODEL	PRESS (kg)	TEST RSLT	SURF TEMP	STEAM LOSS	INSTAL DATE	OP. HOURS	R CMD MODEL
		PRTY	COND RCRY	SIZE	SAT. TEMP	LEAK LEV	SET TEMP	kg/hr \$/year	INSPEC DATE	OP. DAYS	@STEAM \$/ton
		EQUIPMENT		CONN	BACK (kg)	PREV. RSLT	INSP LOSS	COND. RATE	NEXT		REMARKS
002	00010			S-THERMO 0	3.8 150	BLK 0	31 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00020			THERMO 0	3.8 150	I/C 0	53 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00030			THERMO 0	3.8 150	I/C 0	67 0	>0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00040			THERMO 0	3.8 150	I/C 0	78 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00050			THERMO 0	3.8 150	BLK 0	36 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00060			THERMO 0	3.8 150	BLK 0	39 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00070			THERMO 0	3.8 150	I/S 5	103 0	3.9 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00080			THERMO 0	2.5 139	BLK 0	32 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
002	00090			THERMO 0	0.0 0	NCH 0	0 0	0.0 0	0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
005	00010			THERMO 0	2.3 137	I/C 0	65 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
006	00010			THERMO 0	2.3 137	GOOD 0	90 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
006	00020			THERMO 0	2.3 137	I/C 0	51 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
008	00010			THERMO 0	3.5 147	I/C 0	40 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		
008	00020			THERMO 0	3.5 147	BLK 0	39 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0	0999		

<CONTINUE>



Table 11-26 Result of the Steam Trap Audit (2/2)

STEAM TRAP MANAGEMENT LOG DETAILS

By Area Trap Number

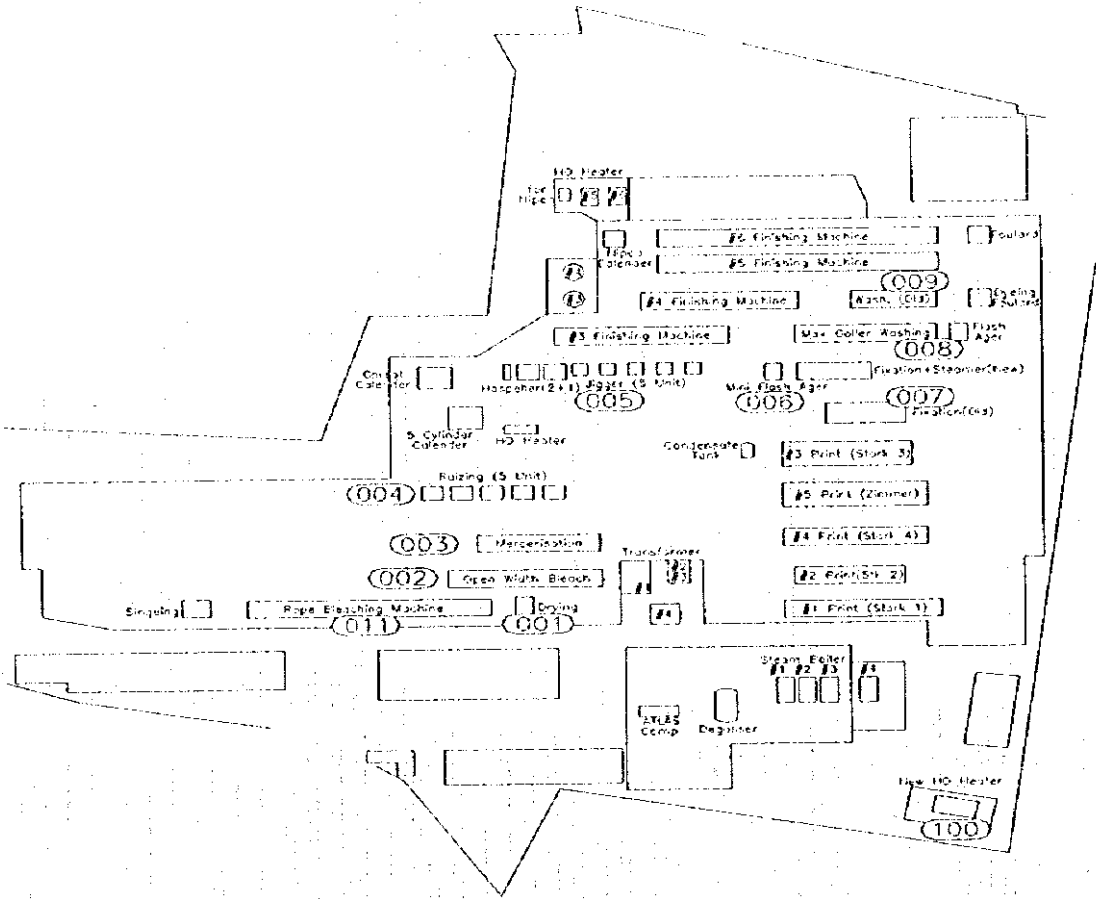
FILE : IBF

AREA NO.	TRAP NO.	APPL.	I-O	MODEL	PRESS (kg)	TEST RSLT	SURF TEMP	STEAM LOSS	INSTAL DATE	OP. HOURS	RCMD MODEL
		PRTY	COND RCRY	SIZE	SAT. TEMP	LEAK LEV	SET TEMP	kg/hr \$/year	INSPEC DATE	OP. DAYS	@STEAM \$/ton
		EQUIPMENT	CONN	BACK (kg)	PREV. RSLT	INSP LOSS	COND. RATE	NEXT	REMARKS		
008	00030			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	53 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00010			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	65 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00050			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	56 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00060			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	59 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00070			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	61 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00080			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	45 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00090			THERMO 0	2.5 139	I/C 0	47 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00100			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	43 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00110			THERMO 0	3.5 117	BLW 15	98 0	14.1 0	0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00120			THERMO 0	63.5 273	I/C 0	123 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
008	00130			THERMO 0	3.5 117	I/C 0	61 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			
100	00010			THERMO 0	2.5 139	GOOD 0	81 0	0.0 0	090696 0999	0 0	0.00
				PT	0.0	NCH	0	0.0			

Remark Reference the Code List

Table 11-27 Code List of Steam Trap Audit

Item	Code	Abbreviation used	Meaning
Application	0	DRIP	Drip
	1	PROC	Process
	2	TRCR	Tracer
	3	HEAT	Heating
	4	C-DRYER	Cylinder Dryer
Priority	1	MOST	Most Important
	2	IMP	Important
	3	GENR	General
	4	AUX	Auxiliary
Location/ Elevation	0	O-LW	Outdoor Low
	1	I-LW	Indoor Low
	2	O-HG	Outdoor High
	3	I-HG	Indoor High
Condensate Recovered	0	NO	No (To drain)
	1	YES	Yes (Returned)
Mode of Operation	0	CONTINUOUS	Continuous
	1	BATCH	Batch
	2	PROC.C.	Proportional Control
Connection	00	PT	08 40kRF 16 63kRF 24 125lbRF
	01	SW	09 5kRF 17 125lbFF 25 150lbRF
	02	Other	10 10kRF 18 150lbFF 26 250lbRF
	03	5kFF	11 16kRF 19 250lbFF 27 300lbRF
	04	10kFF	12 20kRF 20 300lbFF 28 400lbRF
	05	16kFF	13 30kRF 21 400lbFF 29 600lbRF
	06	20kFF	14 40kRF 22 600lbFF 30 900lbRF
	07	30kFF	15 60kRF 23 900lbFF 31 1500lbRF
Test Result	01	BLW	Blowing
	02	L/L	Leak / Large
	03	L/M	Leak / Medium
	04	BLK	Blocked
	05	NSV	Not in Service
	06	L/C	Low Temp
	07	L/S	Leak / Small
	08	GOOD	Good
	09	ADJ	Adjustment Failed
	10	L/G	Leak / Gasket
	11	L/B	Leak / Body
	12	NCH	Not checked
	13		Not installed



Area Number	Area
011	Rope Bleaching Range
001	Drying Machine
002	Open Width Bleaching Range
003	Mercerization
004	Raizing Machines
005	Jiggers
006	Mini Flash Ager
007	Fixation
008	Max Goller Washing, Flash Ager
009	Old Washing Range
100	New Hot Oil Heater

Trap Number

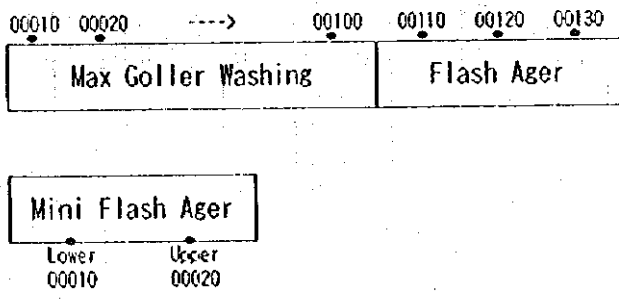
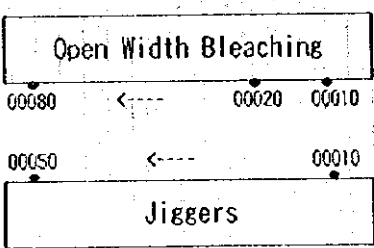


Figure 11-14 IBF Steam Trap Location Diagram

### 11-9-9 電気

電気関係の測定は Table 11-28 に示すトランスフォーマー及びその他の地点で行われた。工場の入口で、電力計の指示は 1 時間毎に読み取られている。Figure 11-15 に工場の全電力負荷の測定値を示す。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。Figure 11-15 は電力のピーク需要が 1,900 kW 以下である事を示す。電力費用の各年度の節減額は 1990 年をベースに次の通りである。この数値はインフレーション要因を補正している。

Year	1991	1992	1993	1994	1995
MTL/year	60	266	440	907	1,000

Table 11-29 に、工場診断の期間中に、毎朝、読み取られた各トランスフォーマーのメーターの指示値を示す。open width bleaching、Max Goller Washing Range、ホットオイルヒーター、スチームボイラーのような、主要装置の電気関係のデータは、トランスフォーマーやローカルパネルの電気ケーブルに、計測器を接続し、測定した。スチームボイラーの電気関係の計測は、No.2 及び No.3 トランスフォーマー系統の、ボイラー用フィーダーの下流側に、計測器を取り付けた。Figure 11-16 は各時間毎の、電力負荷の変化を示す。Table 11-30 に測定結果を表示する。Table 11-30 は、又、各装置の電力の負荷率を示す。

Table 11-30 Electricity Consumption on Main Facilities

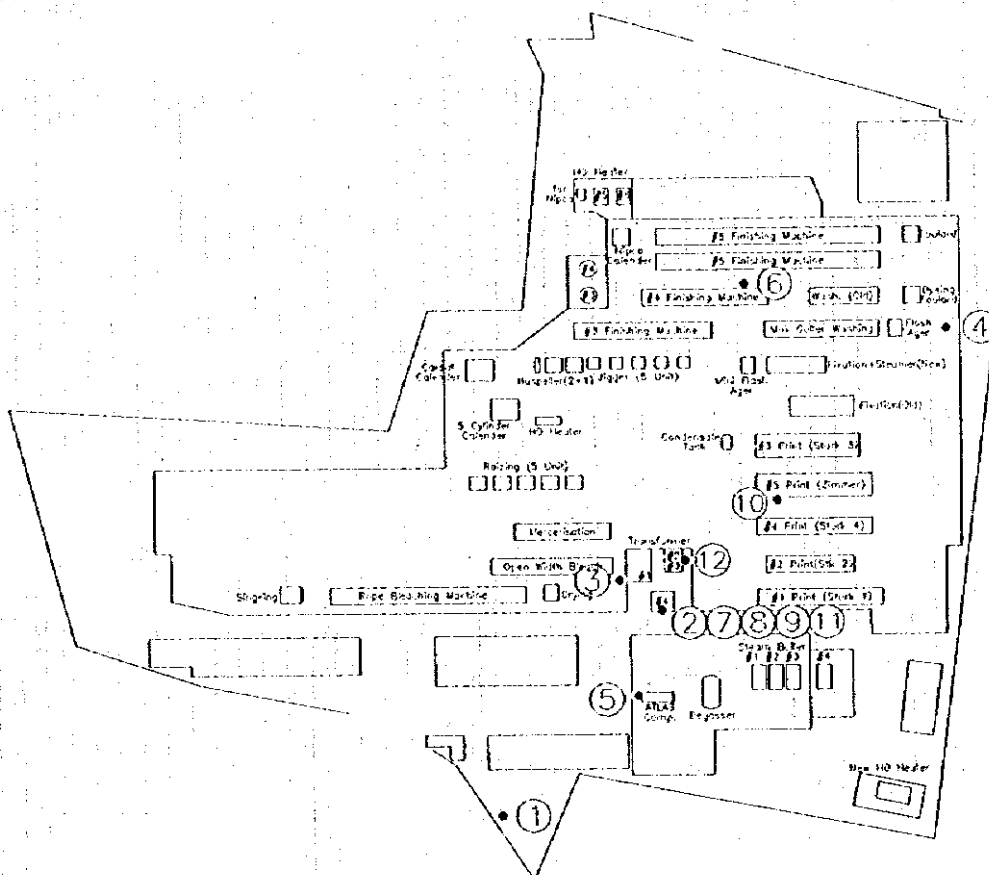
Facility	Current A	Power Factor	Power kW	Operating Ratio, %
Open Width Bleaching	15 -- 119	0.52 -- 0.54	9 -- 44	about 70
Rope Bleaching	4 -- 61	0.29 -- 0.83	1 -- 37	about 50
Max Goller Washing	5 -- 85	0.56 -- 1.00	2 -- 34	less than 30
ATLAS Compressor	56 -- 135	0.54 -- 0.89	22 -- 77	about 50
#4 Finishing Machine	16 -- 281	0.41 -- 0.75	5 -- 130	more than 80
#6 Finishing Machine	21 -- 148	0.42 -- 0.81	8 -- 65	about 70
#3 Printing Machine (Stork3)	6 -- 244	0.61 -- 0.95	4 -- 127	--
#4 Printing Machine (Stork4)	2 -- 239	0.46 -- 0.83	1 -- 132	--
#5 Printing Machine (Zimmer)	9 -- 278	0.45 -- 1.00	6 -- 125	--
New Hot Oil Heater	119 -- 168	0.80 -- 0.88	71 -- 98	about 60
#1, #2, #3 Steam Boilers	82 -- 159	0.62 -- 0.76	38 -- 67	almost Full

Table 11-28 IBF Electric Measuring

	Machine	Schematic Position	Measuring Location	Measuring Time	
				Period	Interval
1	Receiving Electricity	Up of Trans	Receiving Meter Room	2/Sep.10:15 - 4/Sep. 14:15	1 hr
2	Open Width Bleaching	GT 3-3/A	Out of #4 Transformer	29/Aug.9:54 - 29/Aug.15:39	5 min
3	Rope Bleaching	GT 1-5/4	Local Panel	3/Sep. 9:53 - 4/Sep. 12:15	5 min
4	Max Goller Washing	GT 2-3/5	Local Panel	2/Sep.10:43 - 3/Sep. 14:37	5 min
5	ATLAS Compressor	GT 3-6/3	Local Panel	4/Sep.13:56 - 4/Sep. 17:06	1 min
6	#4 Finishing Machine	GT 1-2/2	Local Panel	4/Sep.16:35 - 5/Sep. 16:29	5 min
7	#6 Finishing Machine	GT 3-5	Out of #4 Transformer	3/Sep.14:53 - 4/Sep. 16:13	5 min
8	#3 Printing Machine (Stork3)	GT 3-7/1	Out of #4 Transformer	27/Aug.9:19 - 27/Aug.15:19	1 hr
9	#4 Printing Machine (Stork4)	GT 3-6/1	Out of #4 Transformer	4/Sep.11:23 - 4/Sep. 17:53	30 min
10	#5 Printing Machine (Zimmer)	GT 1-6	Local Panel	2/Sep.16:29 - 3/Sep. 2:28	30 min
11	New Hot Oil Heater	GT 3-8/1	Out of #4 Transformer	5/Sep.13:51 - 6/Sep.15:10	5 min
12	#1, #2, #3 Steam Boilers	GT 2-1	Out of #2 & #3 Transformer	5/Sep.17:05 - 6/Sep.16:35	5 min

Measuring Instrument

- 1 : Power Meter
- 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 : VIP MK3 ENERGY ANALYZER, Made by ELCONTROL in Italy (EIE's Analyzer)
- 8, 9, 10, 11 : MICROVIP 3 3-Phase energy analyzer, Made in Italy by ELCONTROL (IBF's Analyzer)



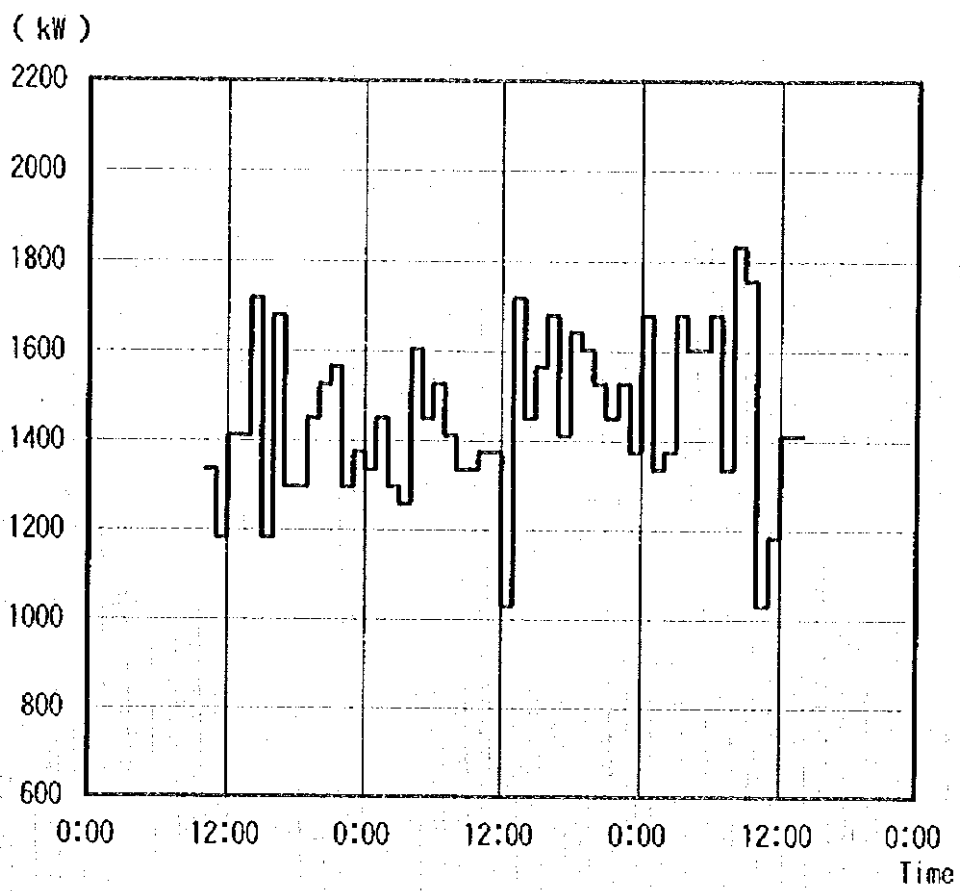


Figure 11-15. Total Electric Load of the Factory  
(from 2nd to 4th of September)

Table 11-29 Efficiency of Receiving Transformer

Measured at 9:00 every day

Day	A11			A12			A13			Total Power ( kW )				
	#1 Transformer			#2 Transformer			#3 Transformer				#4 Transformer			
	Voltage ( V )	Current ( A )	P. Factor ( - )	Voltage ( V )	Current ( A )	P. Factor ( - )	Voltage ( V )	Current ( A )	P. Factor ( - )		Voltage ( V )	Current ( A )	P. Factor ( - )	
28 Aug.	385	200	0.91	385	300	0.98	385	300	0.97	385	1250	0.93	775	1287
29 Aug.	Transformer Breakdown													
30 Aug.	National Holiday													
31 Aug.	385	550	0.90	385	280	0.93	385	280	0.98	385	1300	0.91	779	1465
1 Sep.	400	400	0.92	400	180	0.92	400	180	0.55	380	1200	0.92	727	1168
2 Sep.	380	150	0.95	380	300	0.96	380	240	0.97	380	1000	0.99	652	1088
3 Sep.	375	400	0.94	375	280	0.95	375	240	0.93	375	925	0.99	595	1165
4 Sep.	380	550	0.91	380	270	0.98	380	260	0.98	400	1200	0.99	823	1494
5 Sep.	390	110	0.93	385	270	0.95	390	260	0.98	370	1100	0.95	670	1082
6 Sep.	380	550	0.91	385	270	0.93	385	280	0.98	370	1400	0.95	852	1532
7 Sep.	390	110	0.93	385	300	0.93	385	300	0.98	385	1400	0.99	924	1375
8 Sep.	400	100	0.91	400	200	0.93	400	200	0.99	400	1200	0.95	790	1119
9 Sep.	395	325	0.92	390	240	0.93	397	250	0.98	340	1050	0.95	587	1111

Power = Sqrt(3) x Voltage x Current x (Power Factor) / 1000

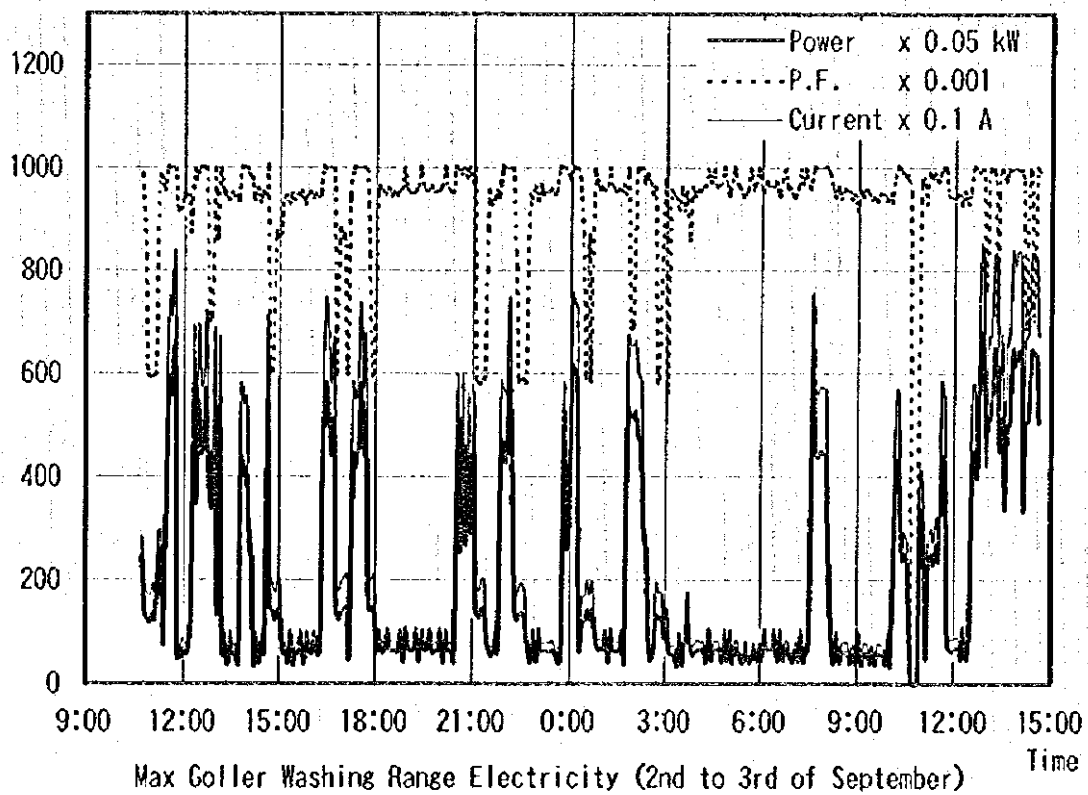
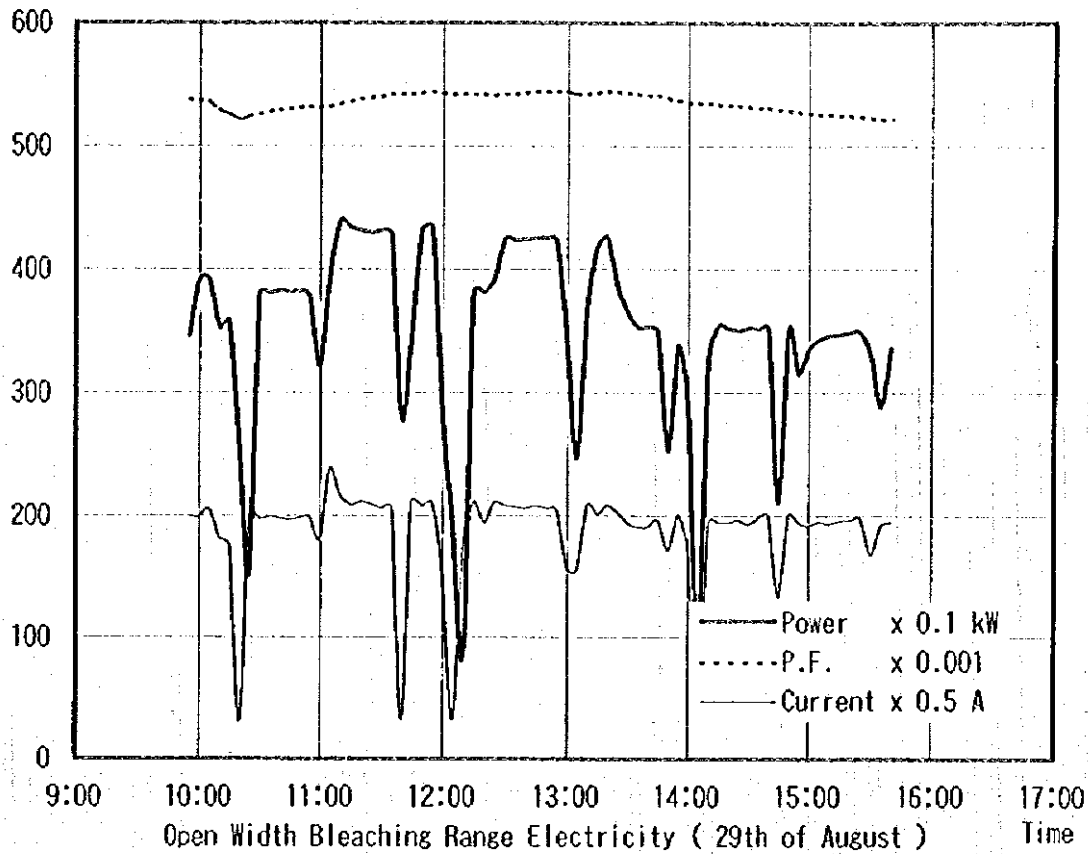


Figure 11-16 Electric Load of Main Facilities (1/3)



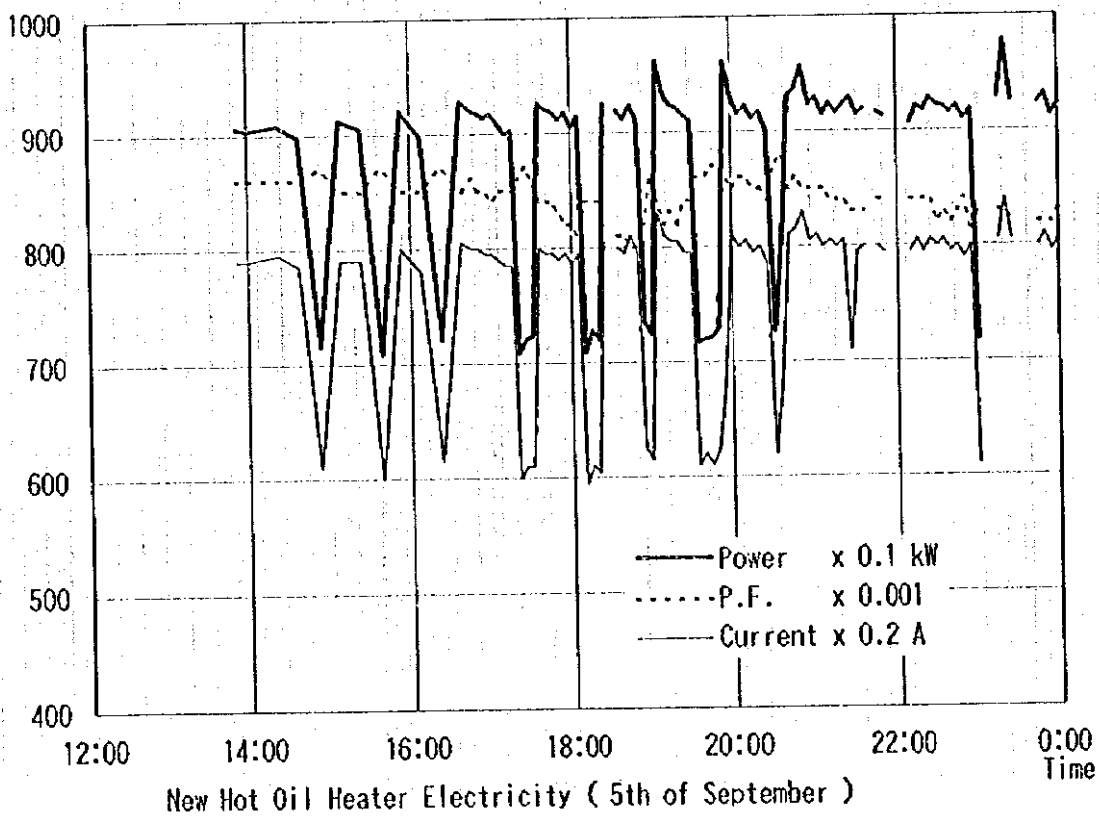
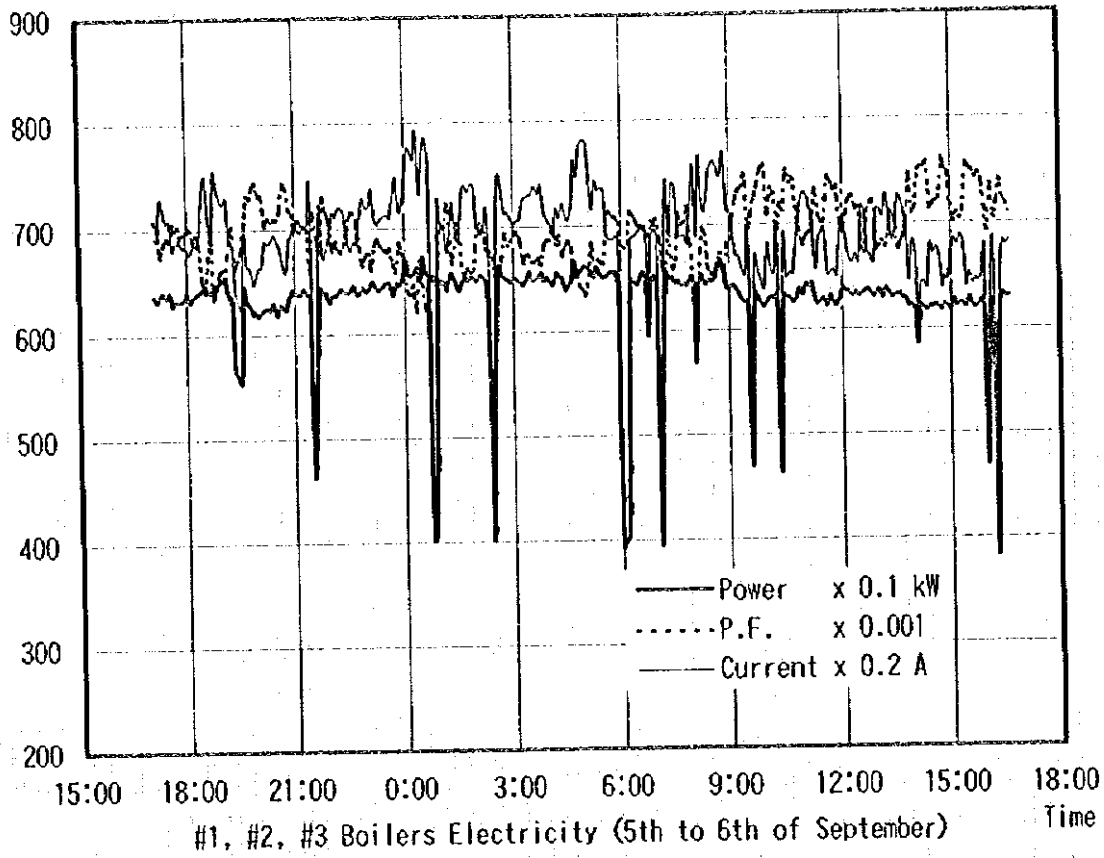


Figure 11-16 Electric Load of Main Facilities (2/3)

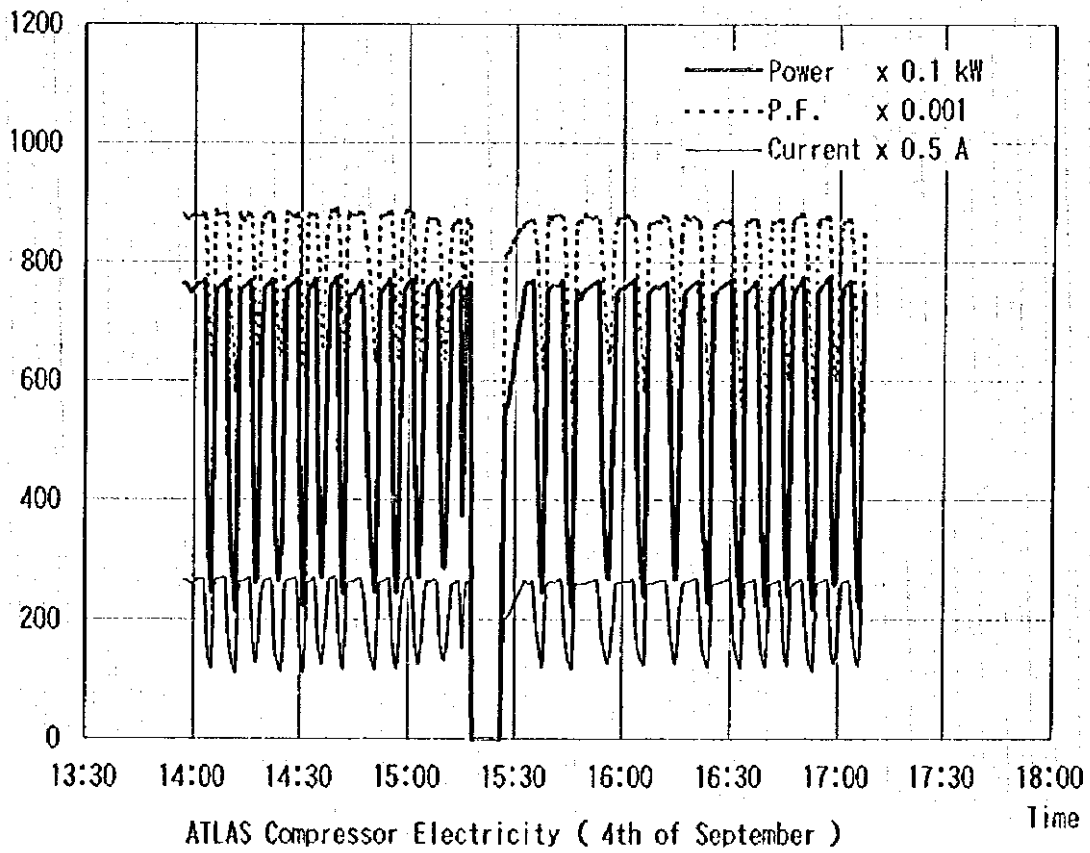
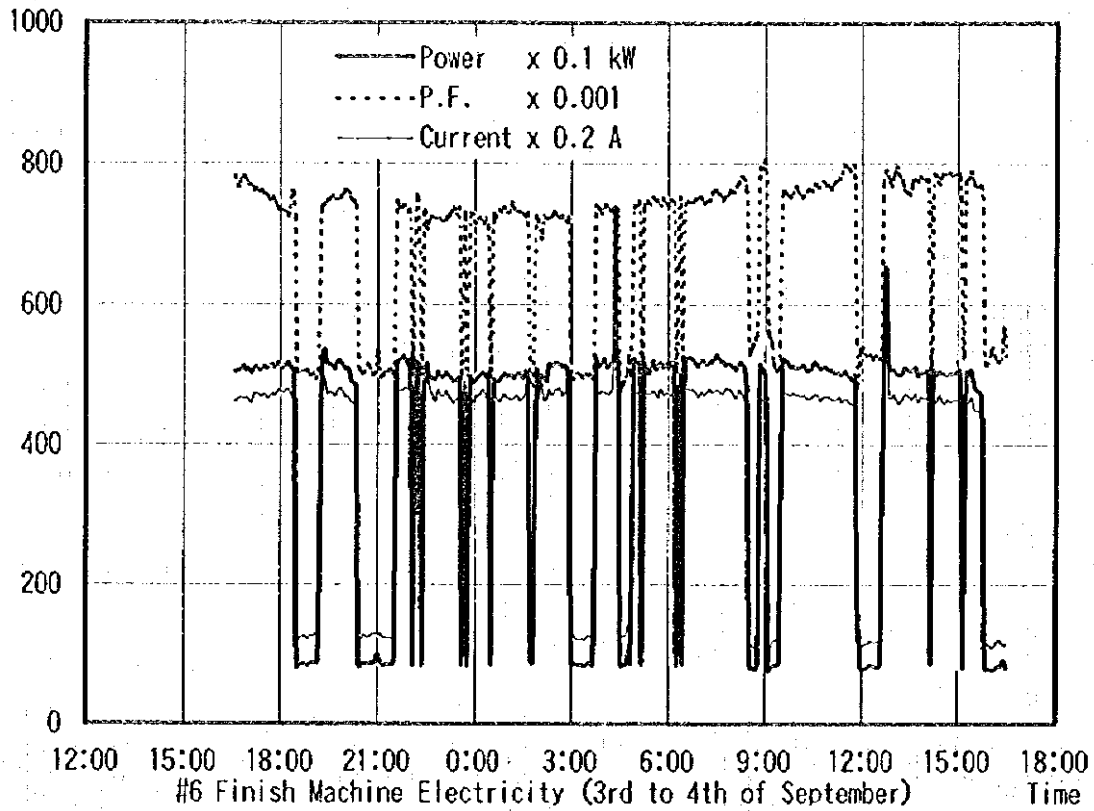


Figure 11-16 Electric Load of Main Facilities (3/3)

## 11-10 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

### 11-10-1 工場のエネルギー流れ図

石炭、重油、軽質重油、軽油、LPG の様な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 11-31 のように、消費された。このエネルギーのタイプ別、装置別の比率やエネルギー原単位は工場におけるエネルギーの流れの特徴を示している。

IBF と日本の繊維工場における、熱原単位の比較は次の通りである。11-14-4 項に記述している注意事項があるが、Tables 11-44, Table 11-45 および Table 11-47 の日本の工場の熱原単位のデータから、Table 11-32 の比較表が作成された。

この結果は、IBF の熱原単位は、2つのグループの装置で、日本の同種の工場よりすぐれていることを示している。

1. Scouring, bleaching, mercerization および drying 装置の熱原単位の合計値  
この主な理由は、IBF の現状のシステムは、不必要な乾燥プロセスを省く、いわゆる、wet on wet system なのかも知れない。もし IBF が更に強調した熱回収を実現したならば、Table 11-32 の EN の値は熱消費量の削減に対する広大な可能性がある事を示していると思われる。
2. Printing and fixing process  
日本において利用されているデータは、flat screen printing のデータである。IBF は rotary screen printer を運転している。これは差異のひとつの理由かも知れない。

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、Table 11-32 に示されるように、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 11-32 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。

Table 11-31 Energy Flowsheet of the Factory

Input	Fuel						Sub Total	(1996, Jan. -- Aug.)	
	Coal	No. 6 Fuel Oil	Special Fuel Oil	Diesel Gas Oil	LPG	Electricity		Energy Total	
Consumption of 10 <sup>3</sup> kWh	8,063	586	2,021	77	70	7,533	—	7,533	
10 <sup>6</sup> kcal	35,350	5,630	19,400	750	770	6,480	61,900	6,480	
Energy Conversion Efficiency (%)	4.49/5.26	1186/1608	73.8	(73.8)	100				
Energy Consuming Facility	Steam		Hot Oil		LPG				
	kg/h		10 <sup>6</sup> kcal		10 <sup>6</sup> kcal				
	(%)		(%)		(%)				
Singeing	---	---	---	---	770	40	770	10 <sup>6</sup> kcal (810)	
Open Width Bleaching	4,200	---	---	---	---	370	13,130	10 <sup>6</sup> kcal (13,500)	
Rope Bleaching	(43.5)	---	---	---	---	(5.7)	(26.3)	(23.9)	
Jigger, Mercerization									
Drying	900	---	---	---	---	30	2,810	2,840	
	(9.3)	---	---	---	---	(0.5)	(5.6)	(5.0)	
Printing	450	4,150	---	---	---	1,830	5,540	7,370	
Fixation	(4.6)	(21.8)	---	---	---	(28.2)	(11.1)	(13.1)	
Max Goller Aging	3,100	---	---	---	---	190	9,660	9,850	
Washing	(32.0)	---	---	---	---	(2.9)	(19.3)	(17.5)	
Finishing	---	---	14,320	---	---	1,250	14,320	15,570	
	---	---	(75.3)	---	---	(19.3)	(28.7)	(27.6)	
Calendering	130	---	---	550	---	320	940	1,260	
Raising	(1.3)	---	---	(1.5)	---	(5.0)	(1.9)	(2.2)	
Utilities Facilities	900	---	---	---	---	2,450	2,810	5,260	
Others	(9.3)	---	---	---	---	(37.8)	(5.6)	(9.3)	
Total	30,190	19,020	19,020	49,980	770	6,480	49,980	56,460	
	(60.4)	(38.1)	(38.1)	(1.5)	(1.5)		(%)		
Energy Consumption Rate	10 <sup>6</sup> kcal/ton-product (16,885 x 10 <sup>3</sup> m, 1.6 m-width, 140 g/m <sup>2</sup> )								
						1.90	14.70	16.6	

**Table 11-32 Comparison of Unit Energy Consumption in IBF and a Japanese Printing Factory**

Unit: 10<sup>6</sup> kcal/ton-product

Process	IBF	Japanese Factory	
		EP	EN
Singeing	0.23	0.26	0.26
Scouring	3.86	6.75	2.82
Bleaching			
Mercerization			
Drying	0.83		
Printing	1.63	7.36	7.42
Fixing			
Washing	2.84	2.98	0.92
Finishing	4.21	2.20	0.54
Sub-Total	13.60	19.55	11.96
Others	1.11	--	--
Total	14.71	--	--

Note: EP: Unit heat consumption estimated in 1983

EN: Unit heat consumption after possible heat recovery is performed

The value of EN of printing is calculated by assuming the smaller lot than that in 1983.

11-10-2 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 11-17, Figure 11-18, Figure 11-19 及び Figure 11-20 に示す。

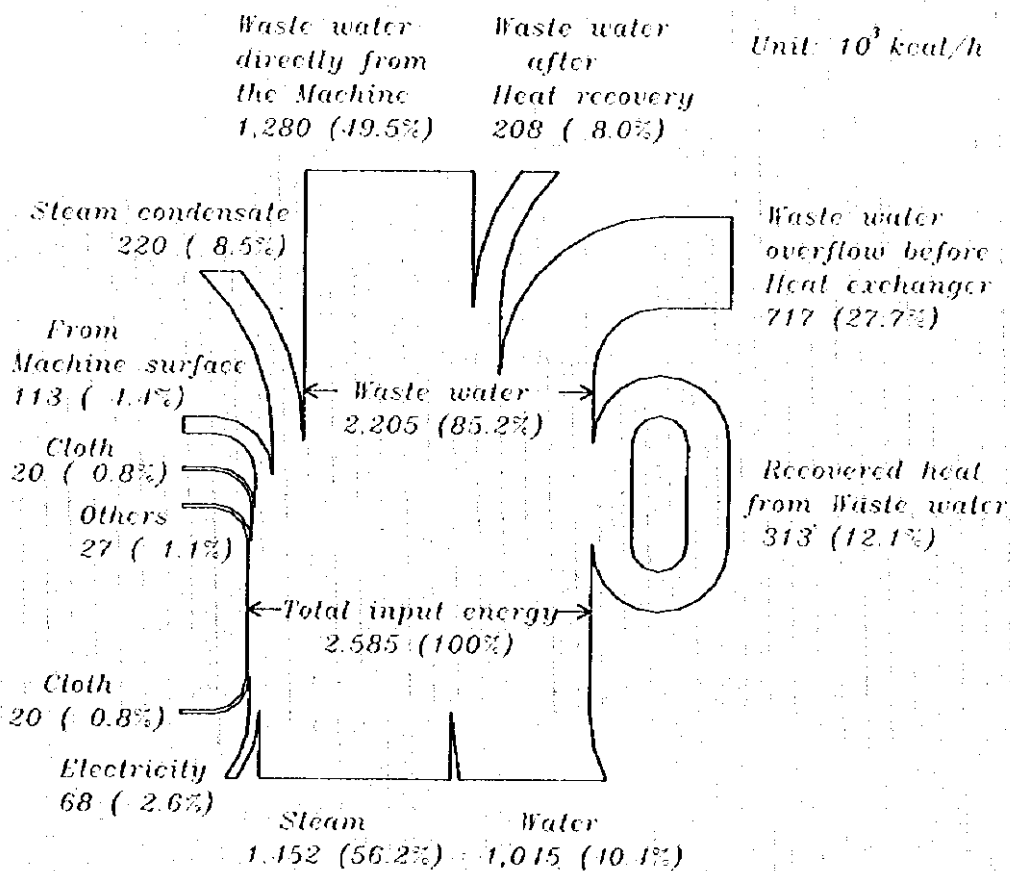


Figure 11-17 Energy Flow chart of the Open Width Bleaching Range

Unit:  $10^3$  kcal/h

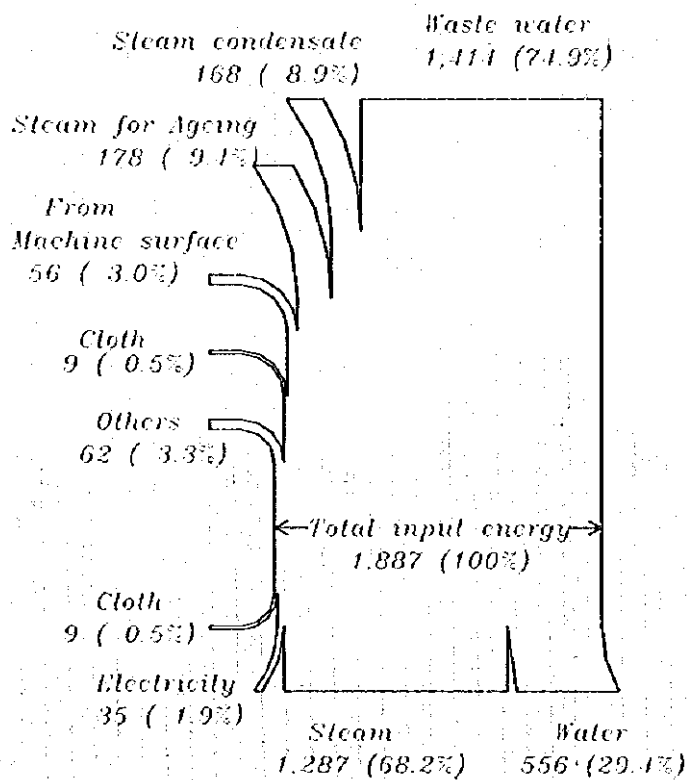
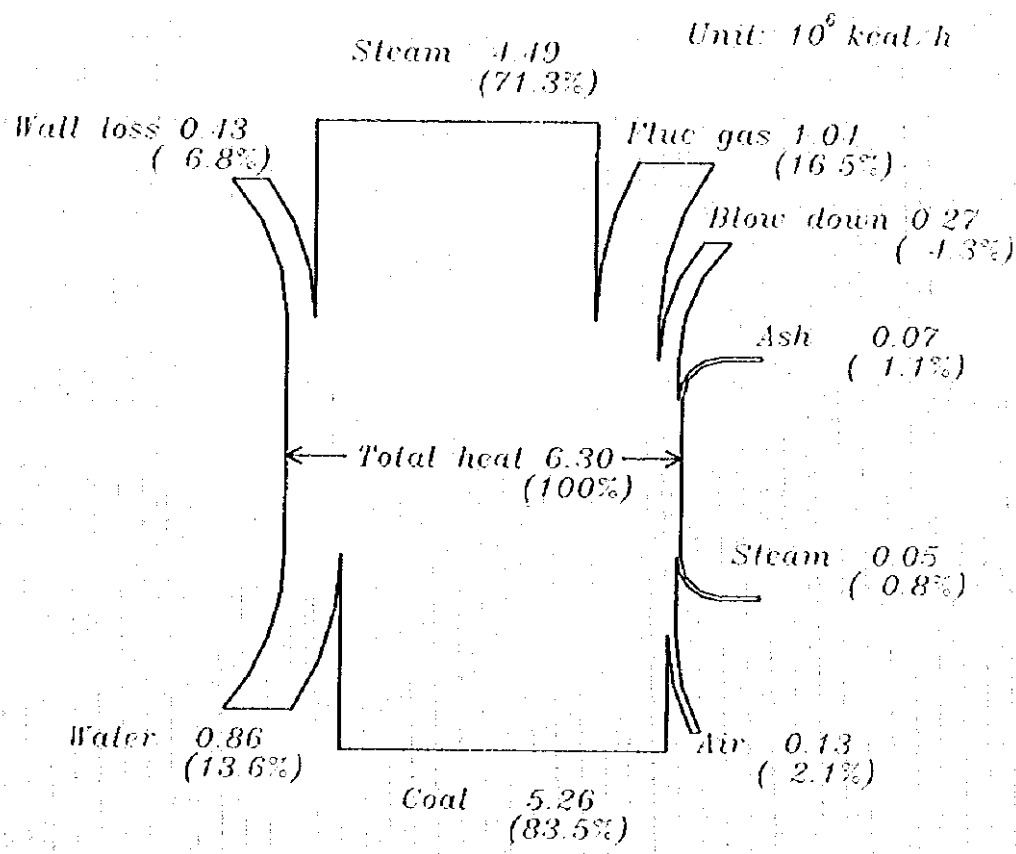


Figure 11-18 Energy Flow chart of Max Goller Washing Range



**Figure 11-19 Energy Flow chart of Steam Boiler**



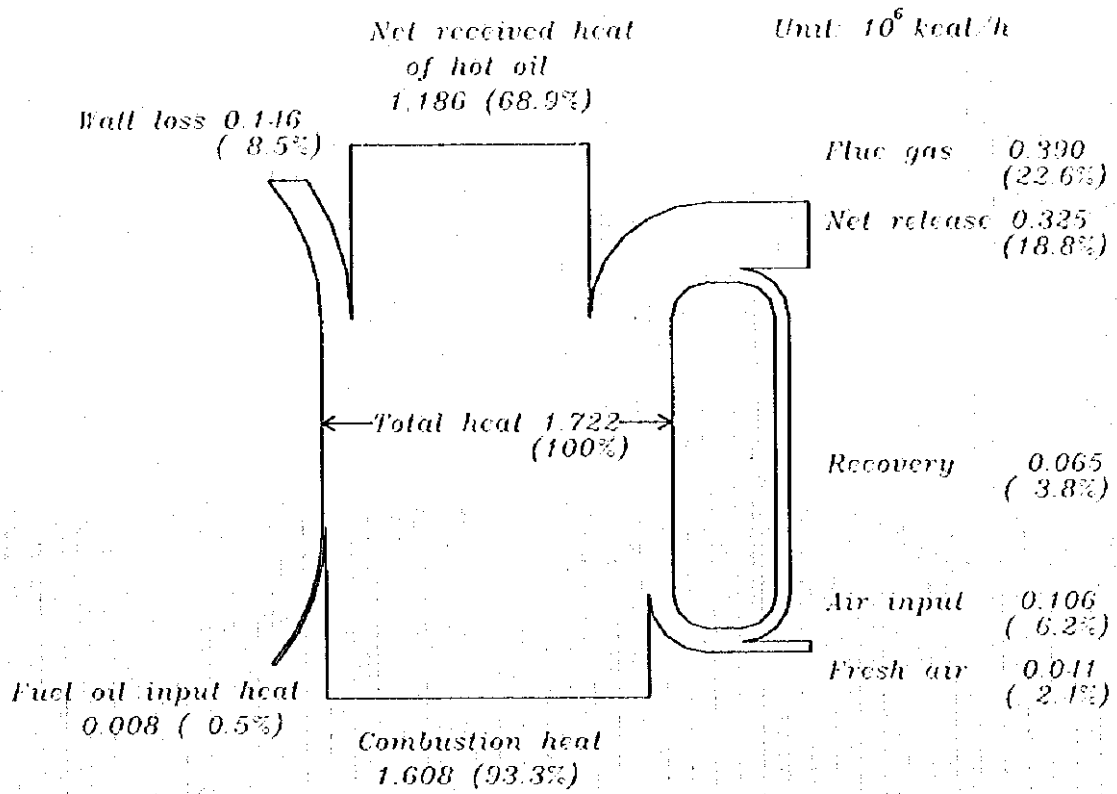


Figure 11-20 Energy Flow chart of Hot Oil Heater

## 11-11 省エネルギー対策の立案と勧告

IBFは、近い将来、Izmir近郊のIPMの工場の隣に、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、Mercerizeing装置、Max Goller flash ager、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る。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。

### 11-11-1 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)

CHPシステムを提案する。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。一例として、発電機にガスエンジンを使用する、CHPシステムをFigure 11-21に示す。この例では、電力とスチーム、温水を生成する。

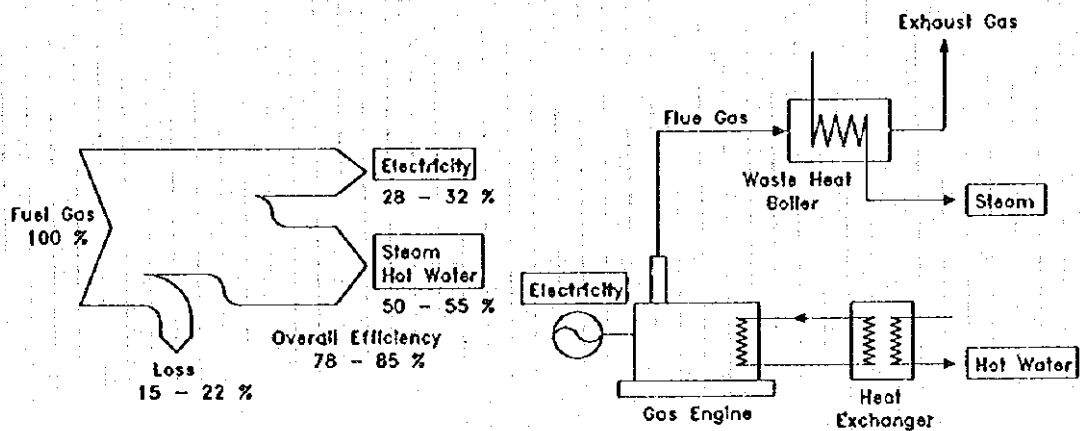


Figure 11-21 CHP System Using Gas Engine

#### (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、稼働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。Figure 11-22 にはLPGを使用した例を示す。

### (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。

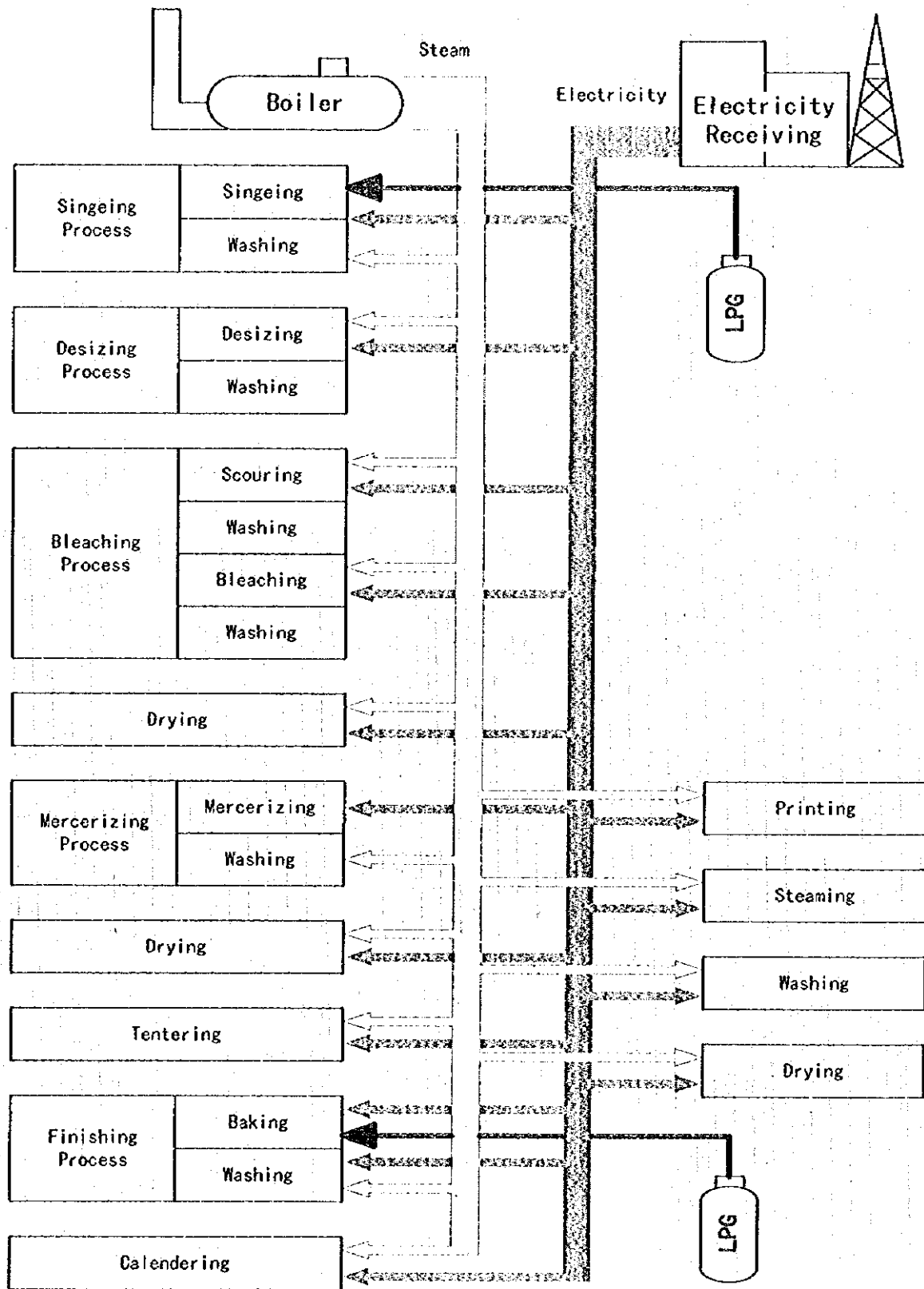


Figure 11-22 Each Utilities Using Point in the Dyeing Factory

## 11-11-2 既存工場ケース

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

Figure 11-17, energy flowchart of the open width bleaching range に示すように、本設備の熱損失のうち、高温排水によるものが最大であり、77.2%を占める。これを以下に示す。

#### 1) 設備から直接放出される排水による熱損失 (49.5 %)

この排水の保有する熱量を、0℃基準で計算すると、大きな数値になるが、水温は 50℃と低い。これはエネルギー回収のポテンシャルが低いこと、すなわち低温のエネルギーであることを示している。試みに、この排水から水温が 40℃になるまで熱回収が行われたとすると、回収熱量は

$$25,000 \text{ kg/h} \times (50 - 40)^\circ\text{C} \times 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 256 \times 10^3 \text{ kcal/h (9.9 \%)}.$$

残余分の熱損失は 39.6% になる。

#### 2) 熱回収装置の手前で熱回収されぬままに放出される排水による熱損失 (27.7 %)

この排水の水温は 99.6℃と高エネルギーである。水温が 40℃になるまで熱回収が行われたとすると、回収熱量は

$$7,200 \text{ kg/h} \times (99.6 - 40)^\circ\text{C} \times 1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 429 \times 10^3 \text{ kcal/h (16.6 \%)}.$$

上記の計算と工場診断の観察結果から、排水中のエネルギー回収について、以下の対策を提案する。

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. 浴槽の接続方式や運転条件等を含む水の供給システムの改善、及び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。このシステムの概要を Figure 11-23 に示す。

本システムは以下の機器により構成される。

1. ポンプ  $2 \text{ Kg/cm}^2, 7.2 \text{ m}^3/\text{h}, 0.75 \text{ kW}$
2. プレート式熱交換器  $425,000 \text{ kcal/h}, 8 \text{ m}^2$
3. 温水槽  $1 \text{ m}^3$

- 4. 計器 LIC 2
- 5. 配管 1.5 B x 20 m, 2 B x 20 m

そして又、回収装置の回転濾過器、熱交換機や関連機器の点検補修が大切である。

4. 工場診断の間には、定量的に検討がなされなかったが、No.1、2、5、6 槽やその他の部分で、過熱現象が、頻繁に観察された。これらの槽の運転温度は、標準温度として、ほぼ 100℃に設定されていた。温度調節は、蒸気の供給弁の開度をマニュアルで調整する方法により行っており、むずかしい運転管理であった。時々、水が槽内で沸騰し、発生した蒸気が上蓋を持ち上げる状況が観察された。Figure 11-24 に示す様に、水面からの放散熱量は、温度が上昇すると、加速度的に増加するので、省エネルギーの観点からは、槽の液温は出来るだけ低いのが好ましい。次の提言をする。

- (1) 高い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) 製品品質の許す限り、運転温度の標準値を下げること。

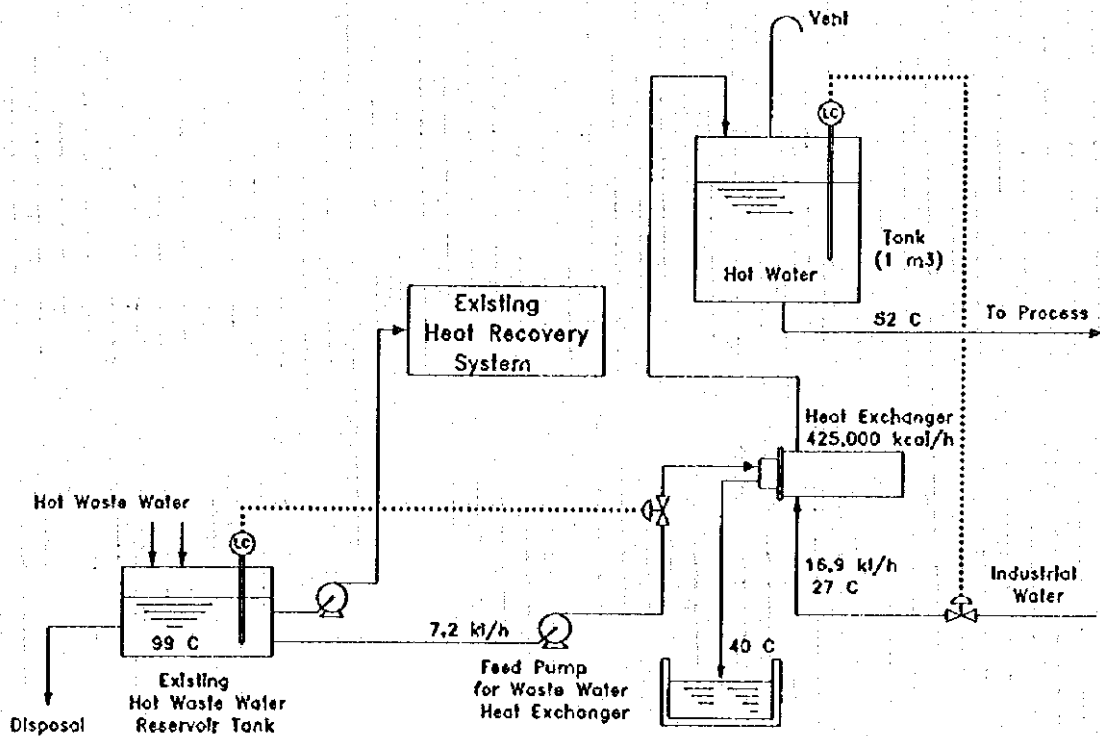
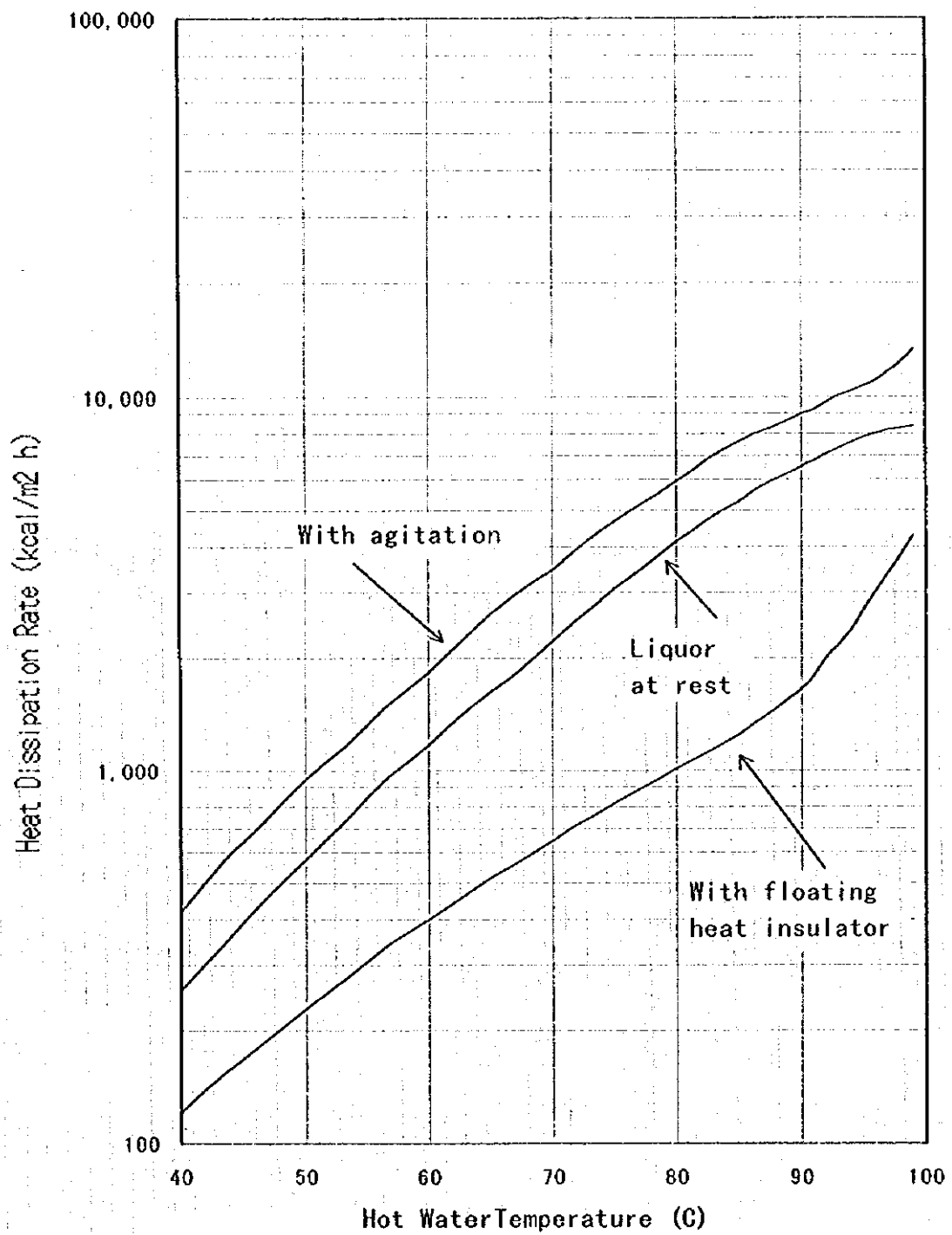


Figure 11-23 Waste Heat Recovery System



Source: Energy conservation technology in textile industry  
 by Tokyo Metropolitan textile research institute

Figure 11-24 Heat Dissipation from Hot Water Surface

## (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、完全自動制御である。今回のエネルギー診断の期間中では、本設備は、open width bleaching より断続的な運転が行われていた。省エネルギーを含む、色々な要因を技術的観点から見ると、Max Goller 水洗設備は合理的に設計が行われている。本設備のスチーム消費量は、11-9-2 項に述べた方法で測定され、その値は flash ager が 370 kg/h、Max Goller 水洗設備が 1,580 kg/h、合計 1,950 kg/h であつた。公称値は 1,600 kg/h なので、測定値は前に述べたように、その他の分を含んでいると考えられる。スチーム流量の測定値が正しいものとして、以下の省エネルギー対策を提案する。

### 1) 本設備へのスチームの流量の測定

エネルギーチャートから見て、スチームは、本設備へのエネルギーインプット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。したがって、本設備の蒸気配管への流量計の設置を提案する。

### 2) 排水からの熱回収

温排水による熱損失は  $1,414 \times 10^3$  kcal/h、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。Max Goller のパンフレットによると「連続的な洗浄運転時には約 90℃の廃水が相当量排出される。エネルギーコスト上昇の折から、温排水は、供給水のために活用される。これは機械の規模や採用するプロセスに応じて計算される容量の、熱交換器によって行なわれる。」とのことである。試運転期間が終了し、運転が安定した段階で、熱回収設備を検討すべきである。

水温が 70℃から 40℃になるまで熱回収が行われるならば、次の熱量が回収される。

$$20200 \text{ kg/h} \times (70 - 40)^\circ\text{C} \times 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} = 606 \times 10^3 \text{ kcal/h (32.1 \%)}$$

熱回収システムの設計は、先の引用にあるようになされるべきであるが、open width bleaching の場合と同様の方法で提案した。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<sup>2</sup>, 20 m<sup>3</sup>/h, 2.1 kW
2. 濾過器 20 m<sup>3</sup>/h
3. プレート式熱交換器 300,000 kcal/h (To obtain 10 m<sup>3</sup>/h fresh water of 57°C), 8 m<sup>2</sup>
4. 温水槽 2 m<sup>3</sup>
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。スチームトラップ数は、Drying 装置で 13 個、open width bleaching 装置で 9 個である。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。以下の仮定により、コンデンセートの回収により、有効利用される熱量は 193,000 kcal/h と見積もられる。

1. コンデンセート水温：100℃.
2. Open width bleaching への供給水の水温：27℃.
3. 水の比熱：1 kcal/kg ℃.
4. 回収熱量 =  $2,650 \times 1 \times (100 - 27) = 193,000 \text{ kcal/h}$

### (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。Figure 11-25, 11-26, 11-27 (出典は JICA 報告書より) はそれぞれ、バルブ、フランジ、パイプハンガーの保温の施工図を示したものである。保温したバルブ、フランジからの熱損失の算出に用いる、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、Table 11-33 に示す。配管表面からの放散熱量は Figure 11-28, 11-29, 11-30 から推定出来る。

Table 11-33 Equivalent Lengths of Valve and Flange as Bare Pipe

Pipe Size	A mm	15	25	40	50	65	80	100
	B inch	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Globe valve with flange		1.15	1.22	1.11	1.11	1.23	1.25	1.27
Gate valve with flange		1.12	1.15	1.31	1.22	1.16	1.31	1.20
Valve for reducing pressure		1.96	1.67	1.49	1.55	1.60	1.66	1.58
Control valve		--	1.84	1.56	1.60	--	1.54	--
Flange		0.50	0.53	0.47	0.44	0.42	0.42	0.39

Source: Energy conservation technology in textile industry by Tokyo Metropolitan textile research institute

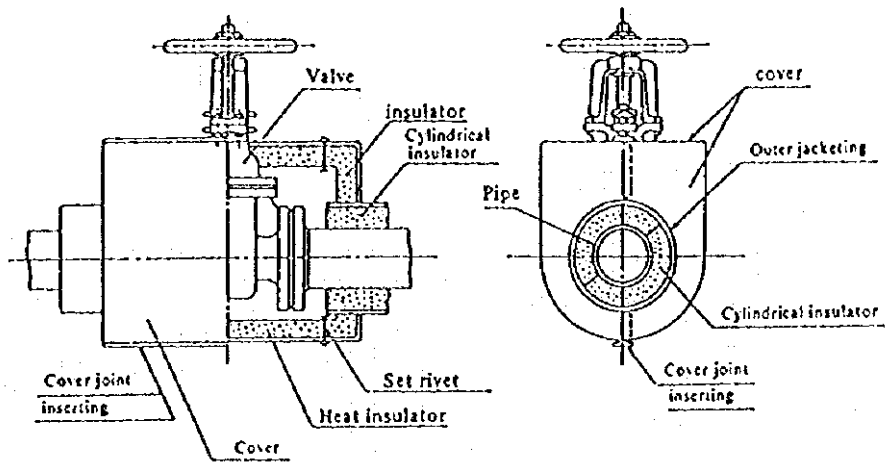


Figure 11-25 Insulation Work of Valve

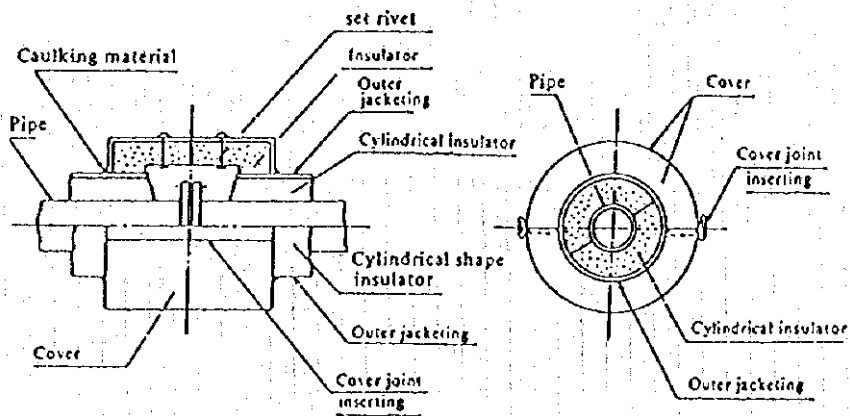


Figure 11-26 Insulation Work of Flange

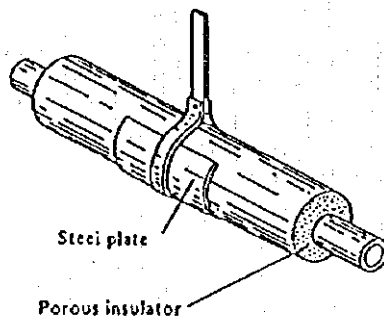
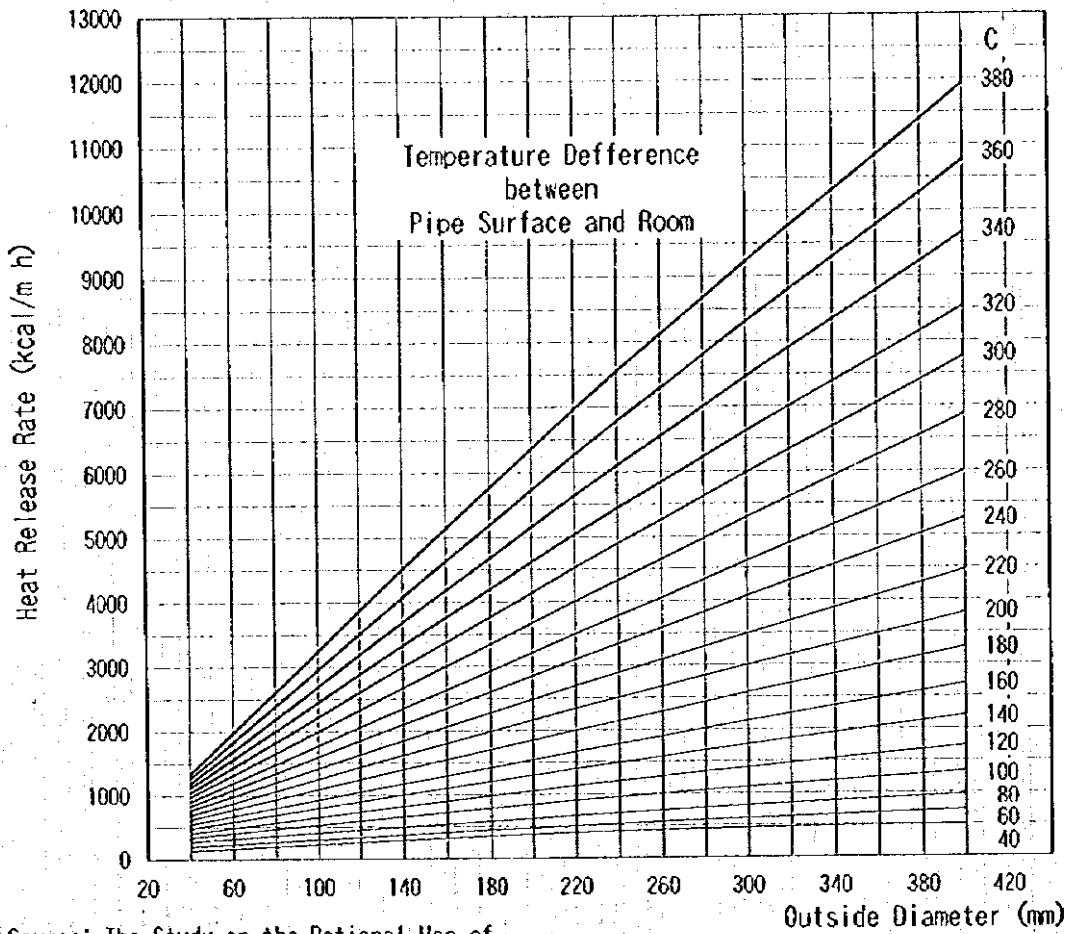
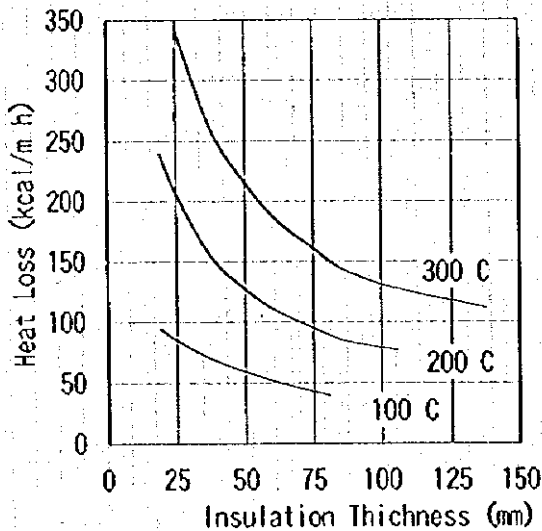


Figure 11-27 Insulation Work of Hanger



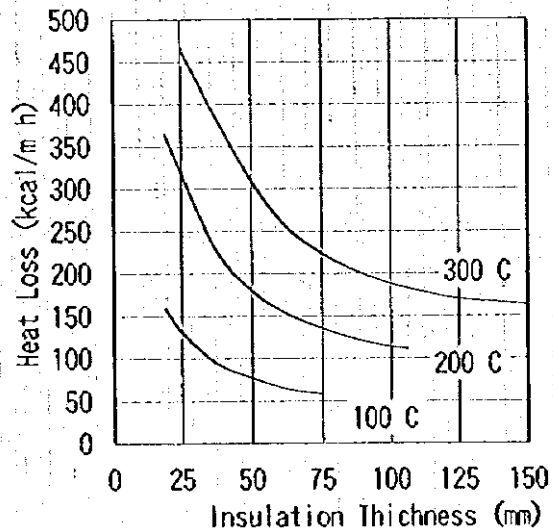
Source: The Study on the Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria by JICA

Figure 11-28 Heat Release Rate from Bare Pipe



Source: The Study on the Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria by JICA

Figure 11-29 Heat Release Rate from 6B Pipe



Source: The Study on the Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria by JICA

Figure 11-30 Heat Release Rate from 10B Pipe

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      100  
(保温厚さ：50 mm)
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      1,200  
(相当長係数：1.2)

(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。

11-12 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、(1)open width bleaching 設備の温廃水の熱回収、(2) Max Goller 水洗設備の熱回収、(3) コンデンセートの回収、(4) バルブ、フランジの保温の4項目の改善提案について見積った。為替レートは 86,500 TL/US\$, 109 Yen/US\$ とした。

1. Open width bleaching 設備の熱回収計画

	Yen	Million TL
1. ポンプおよびモーター		35
2. 熱交換器		630

3. 容器		150
4. 計器		333
5. 配管等		28
6. 合計		1,175

## 2. Max Goller 水洗設備の熱回収計画

	Yen	Million TL
1. ポンプおよびモーター	274,000	
2. 濾過器	500,000	
3. 熱交換器	1,320,000	
4. 容器	300,000	
5. 計器	420,000	
6. 配管等	348,000	
7. 合計	3,162,000	2,509

## 3. コンデンセート回収計画

	Yen	Million TL
1. 配管	184,000	
2. 保温	115,000	
3. バルブ	317,000	
4. 合計	616,000	489

### 4. バルブの保温

6インチバルブの保温費用の見積りは 31,200 Yen, 25 Million TL.

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。

## 11-13 省エネルギー対策の総合評価

### 11-13-1 エネルギーコスト

IBFの工場のエネルギー単価は、以下のように見積もられる。

1. スチームタイプのエネルギー

1. 石炭の価格, Million TL/ton	2.5 x 1.15	2.875
2. 石炭の低発熱量, kcal/kg		4,385
3. エネルギー変換効率, %		85.4
4. ボイラーでの蒸気発生に対する送気の比*		0.907
5. スチームの有効熱 540/640		0.84
6. スチームタイプのエネルギー単価, TL/kcal		1

\*(ボイラーの蒸発量 - ボイラー脱気器のスチーム消費量) / ボイラーの蒸発量  
 $(9,680 - 900) / 9,680 = 0.907$

2. ホットオイルタイプエネルギー

1. Special fuel oil/No.6 fuel oil の単価, TL/kg		23,700 - 15,500
2. 発熱量, kcal/kg		9,600
3. エネルギー変換効率, %		73.8
4. ホットオイルタイプエネルギー単価, TL/kcal		3.3 - 2.2

11-13-2 対策の総合評価

(1) Open width bleaching 設備の熱回収計画

本計画の節約金額は以下のように見積もられる。

節約金額の計算

1. 1時間当りの回収熱量, kcal/h	425,000
2. 月間運転時間 (take), h	360
3. 月間回収熱量合計, Mkcal	153
4. エネルギー単価, TL/kcal	1
5. 月間節約金額, Million TL	153

本計画は、建設費の金額が小さく、また、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。ここでは、その他の評価方法、例えば、内部利益率法は必要がないと考えられた。

元金回収期間の計算

1. 月間節約金額, Million TL	153
2. 投資額, Million TL	1,175
3. 元金回収期間, 月	7.7

## (2) Max Goller 水洗設備の熱回収計画

本計画の評価は次の通りおこなわれた。

1. 1時間当りの回収熱量, kcal/h	300,000
2. 月間運転時間 (take), h	360
3. 月間回収熱量合計, Million kcal	108
4. エネルギー単価, TL/kcal	1
5. 月間節約金額, Million TL	108
6. 投資額, Million TL	2,509
7. 元金回収期間, 月	23.2

## (3) コンデンセート回収計画

本計画の評価は以下のとおり。

1. 1時間当りの有効熱量, kcal/h	193,000
2. 月間運転時間 (take), h	360
3. 月間回収熱量合計, Million kcal	69
4. エネルギー単価, TL/kcal	1
5. 月間節約金額, Million TL	69
6. 投資額, Million TL	489
7. 元金回収期間, 月	7.1

## (4) 6インチバルブの保温計画

本計画の評価は以下のとおり。

1. 1時間当りの省エネルギー量, kcal/h	1,200
2. 月間運転時間 (take), h	720
3. 月間回収熱量合計, Million kcal	0.864
4. ホットオイルのエネルギー単価, TL/kcal	2.8
5. 月間節約金額, Million TL	2.4
6. 投資額, Million TL	25
7. 元金回収期間, 月	10.4

## (5) 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ことを示している。

(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ことを勧告する。