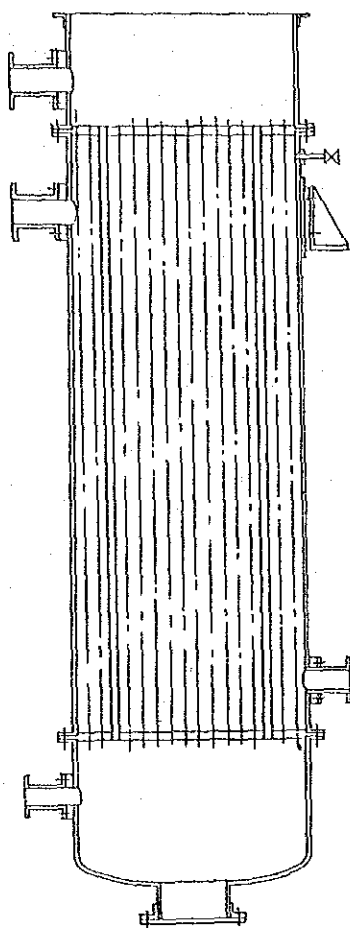
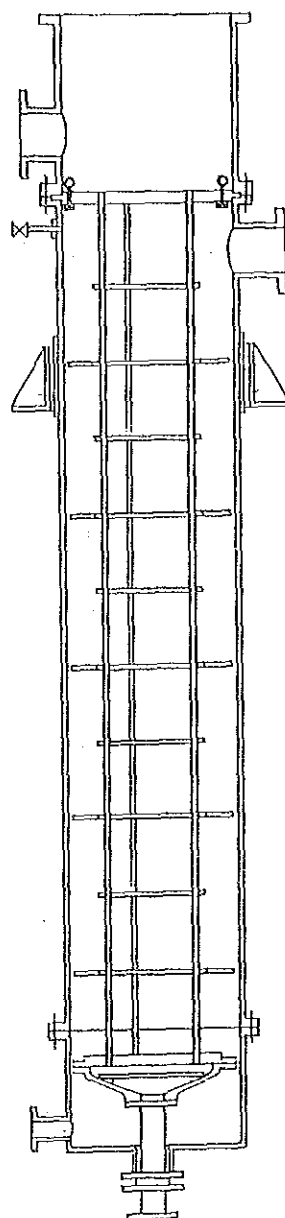


FIXED TUBE SHEET
HEAT EX.



FIXED TUBE SHEET
COOLER



FLOATING HEAD
CONDENSOR

e) ポンプ

常圧蒸留装置、調合・出荷および原油移送関係のポンプリストを〔第Ⅱ-5-4表〕に示す。
次の主要ポンプが1984年から1985年にかけてレシプロ方式からセントリフューガル方式へ更新された。

- Crude Transfer Pump (2台)
- Crude Charge Pump (2台)
- Reflux Pump (4台)
- Reboiler Pump (2台)

これらのポンプのうちリボイラーポンプ以外は、すべて順調に稼働している。しかし、リボイラーポンプの場合はレシプロポンプからセントリフューガルポンプへ切替えると約15分間でストレーナーが閉塞するので、スペアとして残したレシプロポンプが依然として使用されている。ストレーナーの閉塞物は、センターの観察によると“Ferric Mud”であるといわれている。

以下に列記する事実はこの原因を解明するための手がかりとなろう。

- 同一Typeのストレーナーを持つCrude Charge Pumpでは閉塞の問題が生じていない。
- C1カラムの塔頂トレイに堆積していたスケールを分析した結果、 Fe_2O_3 84.4%、カーボン10.4%、その他(SiO_2 等) 5.2%であった。
- 加熱炉の運転管理、C1カラムの防食対策用アンモニア注入設備の運転管理に改善の余地がある。
- 過去8年間もポンプの上流側の塔および配管の清掃を実施していない。

第II-5-4表 MAIN EQUIPMENT LIST OF EXISTING TOPPING UNIT (PUMP) (1/4)

ITEM No.	EQUIPMENT NAME	SPECIFICATION	Q'TY	REMARKS
P010/1A/B	Crude Charge Pump	Centrifugal pump; Driver: motor Design condition Flow : 15 m ³ /H Total Head : 37.9m Motor : 5.5kw	2	one pump is in operation another is spare pump.
P010/2A/B	Heckman No 1 Reflux Pump	Centrifugal pump; Driver: motor Design condition Flow : 15 m ³ /H Total Head : 27.4m Motor : 2.2kw	2	one pump is in operation another is spare pump.
P010/3A/B	Heckman No 2 Reflux Pump	Centrifugal pump; Driver: motor Design condition Flow : 7.5 m ³ /H Total Head : 21.4m Motor : 1.5kw	2	one pump is in operation another is spare pump.

第II-5-4表 MAIN EQUIPMENT LIST OF EXISTING TOPPING UNIT (PUMP) (2/4)

ITEM NO.	EQUIPMENT NAME	SPECIFICATION	Q'TY	REMARKS
P010/5A/B	Reboiler Pump	Centrifugal pump ; Driver : motor Design condition Flow : 20 m ³ /H Total Head : 13.6m Motor : 1.5kw Reciprocating Pump ; Driver : Steam Design Condition : unknown	2	one pump is in operation another is spare pump. Spare pumps

第II-5-4表 MAIN EQUIPMENT LIST OF EXISTING TOPPING UNIT (PUMP) (3/4)

ITEM No.	EQUIPMENT NAME	SPECIFICATION	Q'TY	REMARKS
P060/1A/B	Soda Washing Pump (for Soda)	Centrifugal pump; Driver: motor Design condition Flow : 2.3 m ³ /H Total Head : 37.5 m Motor : 3KW	2	
P060/2A/B	Soda Washing Pump (for Gasoline)	Centrifugal pump; Driver: motor Design condition Flow : 7.5 m ³ /H Total Head : 5.4 m Motor : 4KW	2	

第II-5-4表 MAIN EQUIPMENT LIST OF EXISTING TOPPING UNIT (PUMP) (4/4)

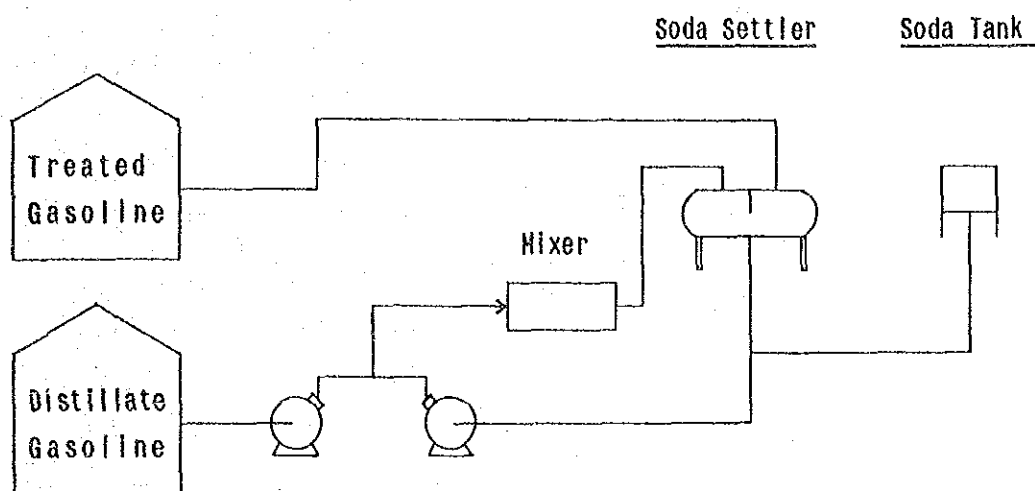
ITEM NO.	EQUIPMENT NAME	SPECIFICATION	Q'TY	REMARKS
P350/1/2/3	Cooling Water Pump (for Topping Unit)	Centrifugal pump ; Driver : motor Design condition Flow : 450 m ³ /H Total Head : 37m Motor : 75kw	3	
P500/1A/B	Fuel Oil System Pump	Screw pump ; Driver : motor Design condition Flow : 7,500lb/H Total Head : 23kg/cm ² · G Motor : 11kw Screw pump ; Driver : steam turbine, Design Condition : unknown	1	

f) ガソリン洗浄設備

ガソリン洗浄設備では直留ガソリンをソーダ洗浄し、その中に含まれている硫化水素・メルカプタンが除去（ガソリン留分のスイートニング）される。プロセスの概略フローを [第 II-5-6 図] に示す。

この設備は 1970 年代にフランスのリノベーションチームによって設計され、設備はセンター自体の手により 1984 年に完成している。

第 II-5-6 図 ガソリン洗浄設備のフロー



運転条件は下記の通りであり、いずれも、ドクターテスト Negative、銅板腐食 1 Max. を満足している。

	ガソリン	ソーダ水溶液
最大	6 m ³ / 時	2.5 m ³ / 時 (20% NaOH)
最小	3 m ³ / 時	2.5 m ³ / 時 (12% NaOH)

(4) 過去のリノベーション実施状況

センターのリファナリープラントは1920年代に建設され、現在残っている常圧蒸留装置・ワックス装置・水処理設備等の主要機器の大部分は、当時のものを継承している。

1940年代の日本軍による改造の内容は不明であるので、その後の主要なリノベーションについてのみ以下に記述する。

a) 1972年 - 1977年

この期間に行われたフランスの技師達(Bureaud'Etude Industrielle et de Cooperation del' Institutes Francais du Petroleum)によるリノベーションの内容は次のとおりである。

- リフラックスポンプ等のレシプロポンプ(3台)更新(1974年完成)
- コントロールルームの計器盤を含む計装設備の改造(1977年完成)
- ボイラ設備(6 T/H × 3基)の新設(1977年完成)
- 燃料油システムの新設(1977年完成)
- 消火用ポンプの新設(1977年完成)
- ガソリン洗浄設備(設計のみ。設備はセンターにより1984年に完成)

b) 1979 - 1985年

センター自体によるリノベーションの検討は1979年に始まり、1983 - 1985年にかけて4段階に分けて実施されている。

リノベーションの目的は、リファイナリープラントを教育媒体の1つとして位置付け、現在の石油工業の進展に少しでも適合させ、製造技術の基本を学生に理解し易くすることにあった。

リノベーションのPhase-IからPhase-IIIまでの内容と投資額、及びPhase-IVの内容を[第II-5-5表]に示す。

第Ⅱ-5-5表 センター自体によるリノベーション実施状況

Phase	Fiscal Year	Investment Cost (×106Rp.)	Item
Phase-I	1982	22,541	• Safety Equipment & Facilities
			• Water Pumps
			• Fire Fighting Network Phase-I in Refinery Side(Line,hydrant and monitor)
Phase-II	1983	1178,990	• Instrumentations in Crude Distillation Unit,Wax Plant and Utility Side
			• Insulation in Crude Distillation Unit, Wax Plant and Utility Side
			• Water Pipe Line in Refinery Side
			• Crude Oil Pipe Line in Refinery Side
			• Softener in Boiler Plant
			• Process Pumps in Refinery Side
Phase-III	1984	81,970	• Fire Fighting Network Phase-II in Refinery Side(Foam chamber in tanks)
			• Conveyer in Wax Plant
Phase-IV	1985	-	• Bridge in Refinery Side
			• Installation of New Electric Generator

出所:PPT Migas Cepu, July 1985

5. 1. 3 原油及び製品

チェブ訓練センターのリファイナリープラントでは、チェブの近郊にセンター自体が所有するKawengan, Ledok, Nglobo およびSemanggiの4油田から産出する原油を処理している。地理的問題、交通及び市場の問題から判断し、インドネシアのその他の原油がチェブで処理される可能性及びその必要性は、今後共なさそうである。

過去6年間のこれら4油田からの総生産量および将来(1985~1995年)の潜在生産量の予測は[第Ⅱ-5-6表] および [第Ⅱ-5-7表] に示されるとおりである。

第Ⅱ-5-6表 過去6年間の原油生産実績

Year	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Production						
m ³	33,294	32,616	27,748	30,760	37,064	32,208
(BPCD)	(570)	(560)	(480)	(530)	(640)	(550)

出所:PPT Migas Cepu, July 1985

第Ⅱ-5-7表 1995年までの原油の潜在生産量

Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Production						
m ³	55,000	61,900	70,000	77,700	84,250	87,700
(BPCD)	(950)	(1,070)	(1,210)	(1,340)	(1,420)	(1,510)

Year	1991	1992	1993	1994	1995
Production					
m ³	89,950	92,100	95,300	96,400	94,600
(BPCD)	(1,550)	(1,580)	(1,640)	(1,660)	(1,630)

出所:PPT Migas Cepu, July 1985

Kawengan原油はパラフィンベース、他の原油は同原油に較べてナフテンベースである。また両者のワックス含有量および各留分の収率は異なる。従って、特に含ろう油を効果的に生産するには、Blocked Operation を行う必要がある。

このため、製油所近くのMenggung Crude Oil Storage Yard では、Kawengan原油は単独で、また他の3原油は混合後、総称してLedok 原油として貯蔵される。

Kawengan原油およびLedok原油(Ledok, Nglobo, Semanggi)の過去6年間(1979-1985年)の年間平均生産実績ならびに今後11年間(1985-1995年)の年間平均潜在生産量をまとめたものが[第Ⅱ-5-8表]、[第Ⅱ-5-9表]である。いずれの場合も、Kawengan原油/Ledok原油の比は、ほぼ60/40となっていることが判る。

第Ⅱ-5-8表 過去6年間の年間平均生産実績

Year	Crude	Kawengan		Ledok		Total	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
1979 - 1984		18,670	57.8	13,610	42.2	32,280	100.0

出所:PPT Migas Cepu, July 1985

第Ⅱ-5-9表 1979-1995年の年間平均潜在生産量

Year	Crude	Kawengan		Ledok		Total	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%
1979 - 1984		37,920	58.0	27,510	42.0	65,430	100.0
1985 - 1995		46,160	56.1	36,090	43.9	82,250	100.0

出所:PPT Migas Cepu, July 1985

このため、センターのリファイナリープラントは、Blocked Operation によりKawengan処理5日間、Ledok 処理3日間の切り替え操業が行なわれているが、この状況は今後も変わらないものと考えられる。

a) 原油の性状と収率

KawenganおよびLedok 原油の一般性状を [第Ⅱ-5-10表] に示す。

いずれも、低硫黄の軽質原油であるが、米国鉱山局(Bureau of Mines) の分類では、Intermediate-Intermediate baseに属する原油である。

両原油の留出油収率実績をセンターの1984年度年報、1985年1月度月報および日常運転データ(Kawengan:Feb. 13, '85及びLedok:Feb. 8, '85)に基づき、それぞれ [第Ⅱ-5-11表] ~ [第Ⅱ-5-14表] の通り整理した。

これらの表の数値に差が見られるのは、装置が安定した運転を継続していないことにもよるが、残渣油収率から判断する限りにおいては、原油性状にもバラツキがあるものと推測される。製油所の原油タンクには、スチームのバブリングによるミキシング設備が設置されている。しかし、Menggungの貯油タンクを含め、原油の性状（比重、蒸留性状）の変動をチェックできるだけの基礎データがないため、この点についてはこれ以上正確な理由について言及することは不可能である。

第II-5-10表 Kawengan原油及びLedok原油の一般性状

Properties	Kawengan Crude Oil	Ledok Crude Oil
Specific Gravity, 60/60°F	0.8530	0.8035
API Gravity at 60°F	33.2	38.9
Kinematic Viscosity, cSt, at 100°F	5.17	3.46
at 122°F	3.64	2.23
Pour Point, °F	80	20
Flash Point, "Abel", °F	<-35	<-35
Reid Vapor Pressure, psi at 100°F	1.7	2.6
Water Content, Vol. %	0.18	0.15
Water & Sediment, Vol. %	0.15	0.05
Salt Content as NaCl, Wt. %	0.03	0.03
ℓ b/1000 bbl	10	10
Total Acid Number, mg KOH/gr	0.084	0.245
Strong Acid Number, mg KOH/gr	nil	nil
Sulfur Content, Wt. %	0.231	0.099
Asphaltenes Content, Wt. %	0.28	0.346
Wax Content, Wt. %	14.4	3.66
Conradson Carbon Residue, Wt. %	0.895	0.700
Ash Content, Wt. %	0.018	0.026
Characterization Factor, Kuop	11.8	12.0
Congealing Point, °F WAX	130	

出所 : Department of Refining and Chemistry, Indonesian Petroleum Institute

(1972年8月および10月)

第Ⅱ-5-11表 1984年度の原油別留出油生産実績

項目	油種	Kawengan原油		Ledok 原油	
		(kl)	(%)	(kl)	(%)
原油処理		20,271	100.0	17,976	100.0
ガソリン		1,664	8.2	2,796	15.6
灯油		3,814	18.8	3,733	20.8
軽油		4,406	21.7	5,723	31.8
含ろう油		4,200	20.7	-	-
残油		6,925	31.1	5,288	29.4
ロス (*1)		- 108	-0.5	436	2.4
合計		20,271	100.0	17,976	100.0

(*1) スロップ油(Kawengan:334kl, Ledok:118kl)を含む。

第Ⅱ-5-12表 1985年1月度の原油別留出油生産実績

項目	油種	Kawengan原油		Ledok 原油	
		(kl)	(%)	(kl)	(%)
原油処理		4,818	100.0	3,911	100.0
ガソリン		275	5.7	629	16.1
灯油		966	20.0	936	23.9
軽油		1,033	21.4	1,311	33.5
含ろう油		1,387	28.8	-	-
残油		1,179	24.5	928	23.7
ロス (*1)		- 22	-0.4	107	2.8
合計		4,818	100.0	3,911	100.0

(*1) スロップ油、(Kawengan:53kl, Ledok:36kl)を含む。

第Ⅱ-5-13表 日常運転データによる原油別留出油生産実績
(※1)

項目	油種	Kawengan原油		Ledok原油	
		(kl)	(%)	(kl)	(%)
原油処理		79.693	100.0	84.563	100.0
ガソリン		5.746	7.2	16.775	19.8
灯油		14.714	18.5	24.985	29.5
軽油		15.310	19.2	25.890	30.6
含ろう油		25.218	31.6	—	—
残油		17.901	22.5	16.331	19.3
ロス		0.804	1.0	0.582	0.8
合計		79.693	100.0	84.563	100.0

(※1) 1直分のデータ

第Ⅱ-5-14表 留出油収率の比較

(%)

項目	油種	Kawengan原油			Ledok原油		
		年間	月間	直間	年間	月間	直間
原油処理		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ガソリン		8.2	5.7	7.2	15.6	16.1	19.8
灯油		18.8	20.0	18.5	20.8	23.9	29.5
軽油		21.7	21.4	19.2	31.8	33.5	30.6
含ろう油		20.7	28.8	31.6	—	—	—
残油		31.1	24.5	22.5	29.4	23.7	19.3
ロス		-0.5	-0.4	1.0	2.4	2.8	0.8

b) 原油の処理量と製品生産量

1984年度の原油処理量および製品生産量の実績を〔第Ⅱ-5-15表〕に示す。この実績値は、Administration Departmentで作成された1984年度の年報〔第Ⅱ-5-11表〕に使用)とは多少数字の違いが見られるが、原油処理量と製品生産量との全体のバランスを把握するため、あえてここに添付した。

さて、KawenganおよびLedok原油から得られた留出油は、ガソリンとワックス装置の原料となる含ろう油を除いて、単体または調合して、製品として出荷される。

留出ガソリンは硫化水素・メルカプタンを含んでいるので、ガソリン洗浄設備(ソーダ洗浄)で処理し、その一部を加鉛した後、ガソリン調合材としてPERTAMINAへ、残りを塗料工業などの溶剤用として、地場産業へ出荷されている。ワックス装置の原料はパラフィン分を多く(30%程度)含んでいるのでPOD(Paraffin oil distillate)またはPH Solar(Paraffin high content Solar)とも呼ばれている。

このPH Solarを冷却し析出したワックス分をフィルタープレスで回収除去した残油はフィルター油と称せられ、ジュート工業用のBatching oil distillate(BOD)として利用されると同時に、PERTAMINAへ出荷する燃料油の調合材としても利用されている。

〔第Ⅱ-5-15表〕によると1984年度製品生産実績の内、センターがPERTAMINAへ出荷した製品は加鉛ガソリン、灯油、ディーゼル軽油および燃料油であり、それらの総計は約13,000kl(34%)であった。

一方、溶剤、BOD、残油、ワックスは、地場産業向けにセンターが直接消費者へ販売しており、それらの総計は約16,300kl(43%)であった。

残りは、センターのリファイナリープラント、ボイラ、発電設備で使用された自家燃料と在庫調整分であり、その量は約8,900kl(23%)となる。

5. 1. 4 生産計画と実務訓練計画

(1) 生産計画の現状

センターは、毎年7月に翌年の生産計画を立案し、常圧蒸留装置での原油処理量と製品生産量をPERTAMINAへ連絡している。この生産計画は、原油計画生産量と実務訓練(OJT)計画が基本となる。

インドネシア国内の製油所別石油製品生産実績(1982-1983年)を〔第Ⅱ-5-16表〕に、また1984年における製油所別常圧蒸留装置の能力を〔第Ⅱ-5-17表〕に示す。

第II-5-15表 1984年度原油処理量および製品生産実績

(単位: m³)

Crude Oil	Kawengan Crude Oil		20,271		} 38,247		
	Ledok Crude Oil		17,976				
Distillate Product	Gasoline	Kerosine	Gas Oil	PH(*2) Solar	Residue	Total	% on Crude
Leaded Gasoline	3,000					3,000	7.8
Solvent	1,285					1,285	3.4
Kerosine		7,546				7,546	19.7
Diesel Fuel							
for own sale			3,156			3,156	8.2
for own use			2,013			2,013	5.3
BOD (*1)			933	154		1,087	2.8
Fuel Oil			3,792	3,491	4,028	11,311	29.7
Residue							
for own sale					4,798	4,798	12.5
for own use					3,079	3,079	8.1
Wax				86		86	0.2
Inventory			181	470	131	782	2.0
Total	4,285	7,546	10,075	4,201	12,036	38,143	99.7
(% on Crude)	(11.2)	(19.7)	(26.3)	(11.0)	(31.5)	(99.7)	

(*1) Batching oil distillate for jute industry

(*2) Paraffin high content solar is abbreviated, but blending component for BOD and Fuel Oil is extracted paraffin from PH Solar.

出所: PPT Nigas Cepu/Refinery Program Development Div., July 1985

第Ⅱ-5-16表 石油製品生産実績(製油所別)

単位: 1,000kl (1,000b/d)

	1982年											1983年												
	国内製油所										プロセッシング	合	国内製油所										プロセッシング	合
	パンタラン	プレン	ゲスロ	クワロ	パバ	ド	パ	チ	チ	小			パンタラン	プレン	ゲスロ	クワロ	パバ	ド	パ	チ	チ	小		
航空ガソリン	—	14 (14)	—	—	—	—	—	—	—	14	—	14	—	17 (17)	0	—	—	—	—	—	17	—	17	
ジェット燃料	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	289	290	—	1 (1)	0	—	—	—	—	—	1	438	439	
自動車ガソリン	90	563 (1,161)	598	1	681	343	155	—	—	2,432	34	2,466	88	403 (803)	400	1	206	205	228	736	—	2,267	9 2,276	
灯油	63	311 (752)	441	—	1,091	751	138	302	5	3,012	2,245	5,257	39	304 (553)	249	1	273	424	128	1,080	6	2,504	2,430 4,934	
軽油	48	651 (1,124)	473	21	844	275	142	177	6	2,657	2,912	5,569	45	594 (938)	344	15	255	527	34	729	7	2,550	3,301 5,851	
重油	—	377 (394)	17	8	1,725	77	19	22	2	2,247	771	3,018	—	209 (220)	11	4	3	20	—	1,248	—	1,495	695 2,190	
低硫黄含量重油	0	412 (1,492)	1,080	—	—	1,323	478	762	—	4,055	3,509	7,564	0	486 (1,149)	663	—	525	1,627	589	—	—	3,890	4,496 8,385	
ナフサ	—	—	5	—	—	—	—	69	—	74	2,614	2,688	3	—	4	—	—	—	15	—	—	22	3,011 3,033	
アスファルト	25	21 (21)	—	36	96	—	—	—	—	178	—	178	15	14 (14)	—	27	—	—	—	99	—	155	— 155	
その他	83	417 (532)	115	1	475	62	83	35	10	1,115	661	1,776	57	259 (1,179)	120	4	52	0	71	678	12	1,454	656 2,110	
合計	309 (5.3)	2,766 (47.7)	2,730 (47.1)	67 (1.2)	1,842 (33.4)	2,831 (48.8)	850 (14.6)	1,367 (23.5)	23 (0.4)	15,785 (272.0)	13,935 (224.8)	29,720 (436.6)	247 (4.3)	2,287 (39.4)	1,791 (30.9)	52 (0.9)	1,314 (22.6)	2,603 (48.3)	1,065 (18.4)	4,770 (82.2)	25 (0.4)	14,355 (247.4)	15,016 (259.1)	29,391 (506.5)

(出典) ファーイースト・オイル・トレーディング聯“インドネシアの石油産業”
第15版、1984年12月

第Ⅱ-5-17表 インドネシアの製油所別常圧蒸留装置の能力

製油所名	常圧蒸留装置		設計能力 比率
	設計能力 (BPSD)	原油処理量 (1983年実績) (B/D)	
パンカラシ・ブランドン (Pangkalang Brandan)	5,000	4,600	0.6
ドゥマイ (Dumai)	100,000	59,600	11.0
スンガイ・パクニン (Sungai Pakning)	50,000	21,500	5.5
ムシ (Musi)	180,000	82,400	19.9
チラチャップ (Cilacap)	300,000 ^(*1)	87,100	33.2
ウオノクロモ (Wonokromo)	3,000	500	0.3
バリクパパン (Balikpapan)	265,000 ^(*2)	28,800	29.3
チエプ (Cepu)	2,000 ^(*3)	700	0.2
計	905,000	285,200	100.0

(*1) 1983年 8月 100,000→300,000 BPSDに増設

(*2) 1983年11月 65,000→265,000 BPS に増設

(*3) Far East Oil Trading Co., の報告値は700 BPSDであったが、センターから提示された数字に合わせた。

出所：ファーイースト・オイル・トレーディング㈱“インドネシアの石油産業”

第15版、1984年12月

これらによると、インドネシア全体に対するチェブ製油所の製品生産量の比率は極端に小さい。1983年にチラチャップとバリクパパン両製油所の常圧蒸留装置が大幅に増設されインドネシア国内の常圧蒸留装置能力が505,000 BPSDから905,000 BPSDに増強された結果、現在ではその比率は0.4%から0.2%程度にまで低下している。

センターはPERTAMINA に対して予め連絡した計画値について、出荷の義務を負う。しかしながら、センターの訓練機関としての性格及びセンターのリファイナリープラントの生産規模がインドネシア全体から見ると実際上無視できるほどのものである点を考慮し、原油生産量および常圧蒸留装置のシャットダウン期間の変更等によって例えば出荷量の変動や不足を来たしても、その理由と変更した計画をPERTAMINA へ連絡するだけで良い。

第Ⅱ-5-18表 1985年度の製品生産計画

	1985年度計画 kl(Vol.%)	1984年度実績 kl(Vol.%)
原油処理量	40,000 (100.0)	38,247 (100.0)
製品生産量		
Gasoline(*1)	3,600 (9.0)	4,285 (11.2)
Kerosine	8,000 (20.0)	7,546 (19.7)
Gas Oil	11,200 (28.0)	10,075 (26.3)
PH Solar(*2)	5,200 (13.0)	4,201 (11.0)
Residue(*3)	11,600 (29.0)	12,036 (31.5)
Loss	400 (1.0)	104 (0.3)

- (*1) PERTAMINA へのガソリン調合基材として70%、残りを地場産業向けの溶剤として出荷する。
- (*2) ワックス原料として使用され、その工程から出てくるフィルター油は留出軽油と調合してジュート産業のスピニング油として出荷する。
- (*3) PERTAMINA へは留出軽油を調合して、Fuel Oilとして出荷する他に、残油のままセンターの自家燃料油として使用したり、地場産業の燃料油として出荷する。

〔第Ⅱ-5-18表〕は1985年度の製品生産計画を1984年度実績と対比したものである。この生産計画から、ガソリン、残油の生産量を減らし、灯油・軽油・含ろう油を増産しようとするセンターの意向が汲み取れる。

また、生産計画のベースとなる常圧蒸留装置の1984年度の運転、実績と1985年度の運転計画をそれぞれ、〔第Ⅱ-5-19表〕及び〔第Ⅱ-5-20表〕に示す。

第II-5-19表 1984年度常圧蒸留装置の運転実績

Item \ Period	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	Operation		5	27			4	22		22		
		----- (54)				----- (49)				----- (67)		
Shut Down	I			II				III				

上記シャットダウンの理由

- I. メインタワーであるC1カラム本体のリベット継手部からの油の漏洩
- II. 計画シャットダウン。ただし、Iと同じC1カラムリベット継手部からの油の漏洩も起っている。
- III. 計画シャットダウン

1984年度の年間運転日数は170日であるが、運転開始操作(3~4日×3回)と運転停止操作(2~3日×3回)に必要な期間として計約20日間を含んであるので、実質約150日間の運転となる。

1984年度の年間原油処理総量38,247klから日平均原油処理量を計算すると、255kl/日(約1,600BPSD)となる。

また、[第II-5-12表]の1985年1月度の原油処理実績から求めた日平均原油処理実績は280kl/日(約1,800BPSD)であった。

1979年以降のセンター自身のリノベーションで、検討のベースに使用した原油処理能力はKawangan原油350トン/日(約2,400日BPSD)Ledok原油300トン/日(約2,300BPSD)である。

上記検討ベースならびに原油処理実績約1,600~1,800BPSDにOJTによる処理量の増減やスペック・オフを考慮すると、2,000BPSD(約320kl/日)を公称能力とするセンターの判断は妥当なものと言える。

第Ⅱ-5-20表 1985年度常圧蒸留装置の運転計画

Item \ Period	Period													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
Operation			┌───┐	└───┘					┌───┐	└───┘			┌───┐	└───┘
Shut Down	┌───┐	└───┘			┌───┐	└───┘					┌───┐	└───┘		

ちなみに1985年度の運転計画によると稼働日数は5ヵ月間(約150日)と予定されており、計画原油処理量40,000klをベースにすると日平均処理量は、約270kl/日(1,700BPSD)となる。

さて、[第Ⅱ-5-19表]にあるシャットダウンの理由に、主精留塔であるC1カラム本体リベット継手部からの油の漏洩があること、また、本年度に入っても、同じ理由でシャットダウンを繰り返していることは銘記されねばならない。安全上の理由は勿論のこと、かかる状況は生産計画のみならず訓練計画をも狂わし、センターの活動に与える影響は大きく、早急な改善対策を必要とする。

(2) リファイナリープラントによる実務訓練(OJT) 計画

既に本編第4章で述べた如く、AKAMIGASは1年間2学期制で、一般にはクラスルームにおける講義受講及び教育実習室での実習を終えたRefining Courseの学生が各学期の終りに、2ヵ月間、常圧蒸留装置でOJTを受ける。

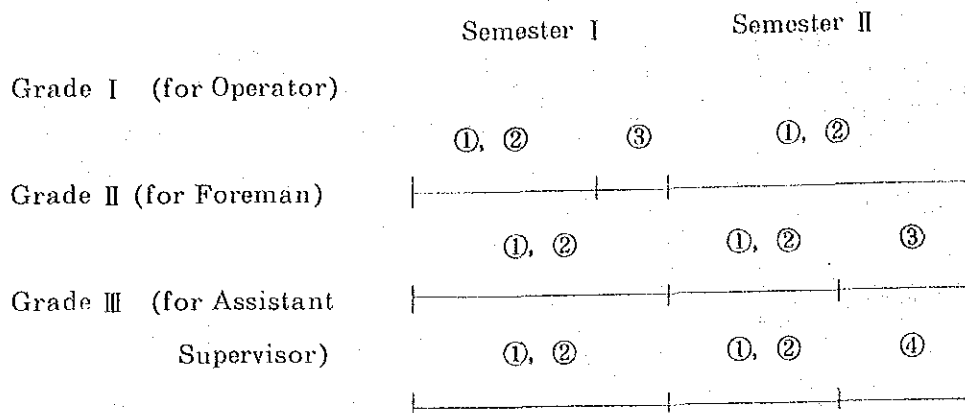
このため、生産計画上の装置運転期間は、2ヵ月単位がベースとなる。この間にスタートアップオペレーション、シャットダウンオペレーション、エマージェンシーの各手順を習得する。

a) 生産設備におけるトレーニング

生産設備としては油田の原油生産設備、製油所の石油精製設備とその付帯関連設備(ユーティリティー、オフサイト等)があり、これらはトレーニーとは別に組織された運転要員によって運転されるが、すべてOJTの対象設備になっている。

例えば、Refining Departmentコースの場合は、何れかの学期(Semester IまたはSemester II)の終り2ヵ月間をOJTにあて、1クラス約20名にレクチャラー1名、インストラクター4名(運転要員の中から選任されたシフトリーダーとフォーマン各2名)がついて実習を行う。

グレード別に年間トレーニングスケジュールの概要を図示すると次のようになる。



- ①:Lecture at Class Room ②:Practice at Laboratory
- ③:OJT at Topping Unit, Wax Plant and Utility Facilities
- ④:OJT at Refining Facilities in Cilacap, Balikpapan, Musi and Dumai

また、具体的なOJTの活動内容を以下に記す。

— Orientation (15日間)

製油所設備の各单位操作、プロセス運転条件、品質管理の学習

— Special Order (35日間)

基本運転(スタートアップ、シャットダウン、定常運転)技術および異常対策運転技術の習得、ポンプ・断熱材等に関する技術計算

Special Order は、インストラクターによるデモンストレーションの観察や模擬操作に終わることなく、直接設備に触れて各单位操作を実習している。

— レポートの作成および討論(10日間)

これらの設備設置の目的と利点は、次の2点に要約される。

- ① 基本運転の他に、応用運転技術としての定常運転時における各種プロセス条件変更手順、および異常状態の発見とその対策運転技術を広範囲に、しかも短時間で習得できること。
- ② センターの保有しない生産設備に関するトレーニングも可能であり、プルタミナの製油所でOJTを受けているGrade IIIの学生の派遣コストを削減できること。

現在センターは効果的なトレーニング手段および方法としてシミュレーターとパイロットプラントの利用を目指しており、現在実習とOJTにおける Simulator Lab.の役割を再検討しつつある。

一方、シミュレーターやパイロットプラントは実際の生産設備と違って規模の差から臨場感に欠けており、また、作業が簡略化されて実プラントで実際に必要な作業を補えない面もある。

両者のバランスを考慮すると、生産設備に重点を置いてリノベーションを計画することが今後センターにとって最も重要な課題ではないかと思われる。

5. 1. 5 運転管理

(1) 管理組織と配員

a) Refinery Program Development Division

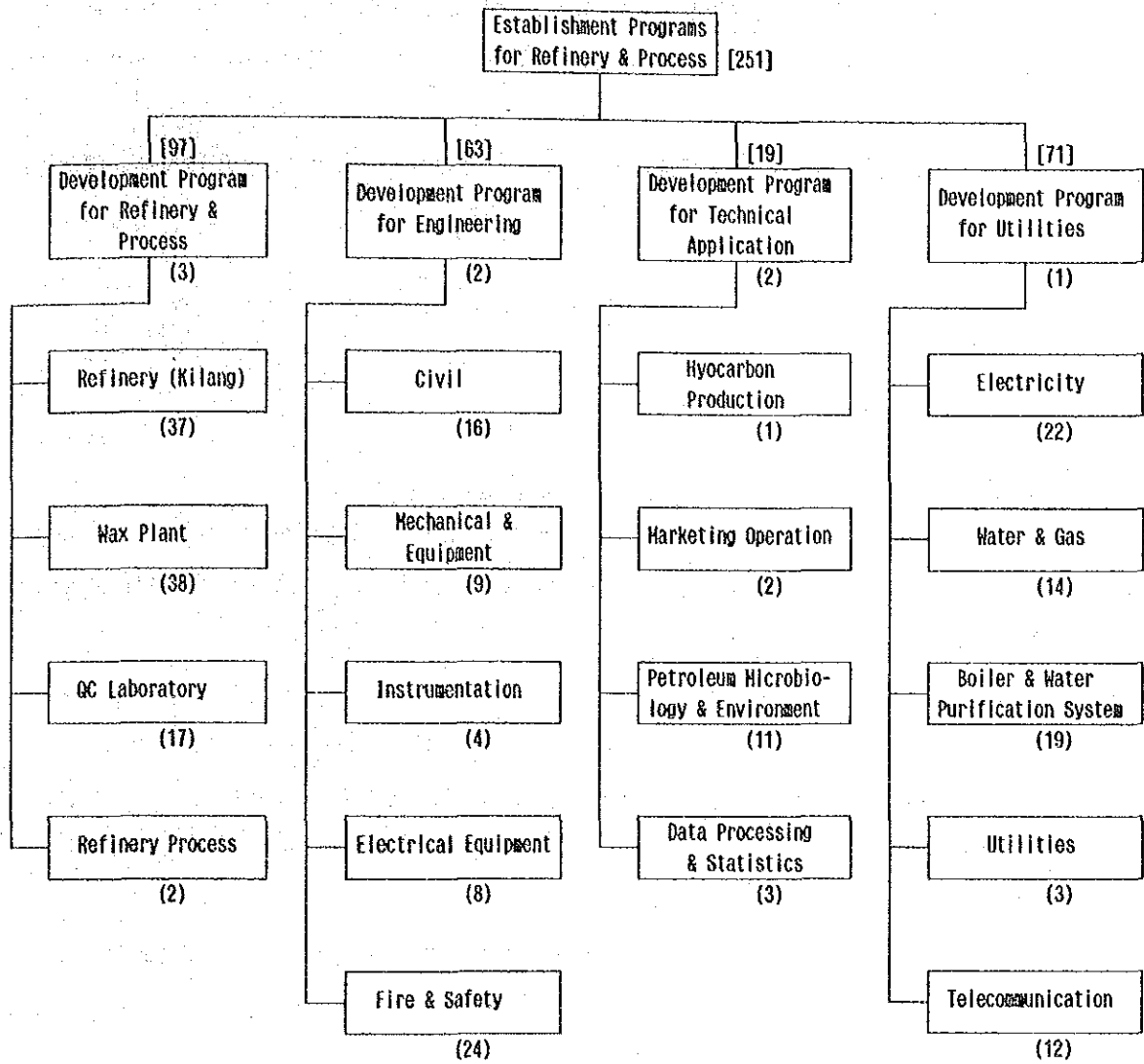
センターの全組織は本編第2章で述べたとおりであるが、その中でOil Field Program Development DivisionとRefinery Program Development Divisionが生産設備を管轄している。

これらのDivisionsは生産設備の運転管理の他に教育施設として、AKAMIGAS および各種ラボラトリーで講義と実習を受けた学生のOJTも担当している。

Refinery Program Development Divisionの組織は[第II-5-7図]に示される。

Refinery Program Development Divisionの総人数、約250人は常圧蒸留装置、ワックス装置を主要設備とした2,000 B/D規模の製油所の操業には明らかに過大であるが、これは訓練施設及び訓練実施のための要員確保、設備の古さ、国営企業の1つとして雇用促進等の国情の違いもあり、単純に論ずることはできない。

第II-5-7図 ORGANIZATION OF REFINERY PROGRAM DEVELOPMENT DIVISION



(注) ()内数値は従業員数を示す。

b) Refinery Subsection

この製油部門の担当は、常圧蒸留装置の運転管理および留出油の調査・製品出荷設備の運転管理であり、その組織を [第 II - 5 - 8 図] に示す。品質管理は別の Refinery Laboratory Subsection が担当している。

常圧蒸留装置の運転は 3 直 4 交替 (1 直 5 人) 勤務であり、また調査・出荷設備の運転は日常勤務である。

(2) 運転管理

a) 運転マニュアル

常圧蒸留装置の運転マニュアルは、1985年6月に Refinery Personnel Development Section のスタッフが、経験の浅い運転員と OJT のため実習にやって来る学生を対象にインドネシア語で作成されたばかりである。

スタートアップオペレーション、ノーマルオペレーション、シャットダウンオペレーション、エマージェンシーの各手順について、書かれており、骨格はできあがっている。

特に Emergency Procedure は、各種ユーティリティ (スチーム、電気、冷却水)、燃料油、燃料ガスのトラブルおよび加熱炉のチューブの漏洩等の各々ケースについて記述されている。

しかしながら、判断基準となる運転条件が具体的な数字で示されているのは、Crude Furnace の昇温条件のみであり、プロセス・フローシートおよび各手順のタイムスケジュールなどの図表はない。

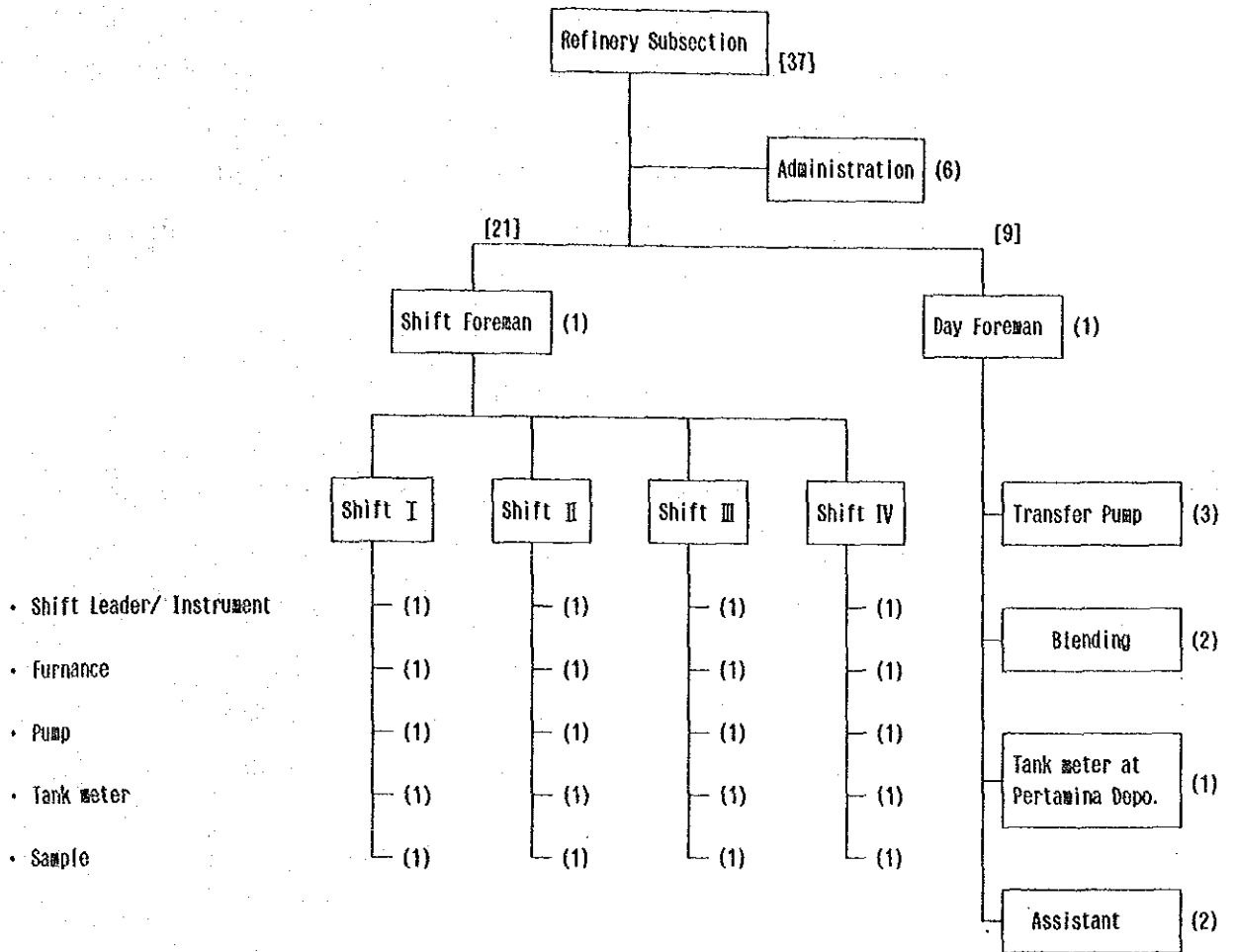
今後、計器室に配備され、また OJT のテキストとしても利用されるので、これらの経験を生かして更に改訂されていくことになろう。

b) 運転記録

常圧蒸留装置の運転記録は 1 時間毎にコントロールルームのパネルボードの計器と現場主要計器の読みを Log Sheet に記入し、また、各直単位で原油および留出油タンク内の在槽レベルと温度・比重を測定後、Material Balance をチェックしてノートに記入している。

現場計器は、運転管理には計器数が不十分であり、整備する必要がある。これらについては 5.1.2 ので述べた通りである。

第II-5-8図 ORGANIZATION OF REFINERY SUBSECTION



(注) ()内数値は従業員数を示す。

しかし、一方では、設置していながら1年間以上、一度もLog Sheet の記入欄に書き込まれていない計器も見られる。特に流量に関する情報が一切記入されていないことは問題外である。

さらに、常圧蒸留装置の性能調査および設備改善検討のベースデータを入手するため、日本で広く行なわれているテストランについてはこれまで一度も実施されていない。

運転管理上必要な計器が不足していることもあるが、それにもまして、運転記録が不十分な状態では、各機器の能力やボトルネックをセンター自体チェックしようとしても限度があることは銘記されねばならない。

5. 1. 6 品質管理

品質管理は工程管理のための留油性状分析データおよび混合後あるいは出荷前の製品性状の分析データに基づき行なわれる。

原油を含めて、日常の運転管理用の油の分析は、常圧蒸留装置およびワックス装置に隣接するRefinery Laboratoryで行われる。

(1) 製品規格

インドネシアで使用されている製品規格は、鉱山エネルギー省、石油・ガス総局規格(Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Specification, 1979)であり、これがセンターからPERTAMINAへ出荷される製品に適用される。

現在、センターからPERTAMINAへ出荷されている製品は、次の4油種である。これらの規格を〔第Ⅱ-5-21表〕に示す。

Bensin Premium/Premium	(Mogas Premium) ^[1]
Minyak Tanah	(Kerosine)
Minyak Solar	(Automobile Diesel Fuel Oil)
Minyak Baker	(Fuel Oil)

なお、センターからPERTAMINAへ出荷されるガソリンは、Mogas Premiumの調合基材であり、最終的にはスマラン(Semarang)にあるPERTAMINAの油槽所でブレンドし製品化される。

(注) [1] インドネシアの場合、自動車ガソリンはPremiumとSuperの2種類があり、Premiumは日本のレギュラーガソリン相当品である。

第 II - 5 - 21 (a) 表 SPECIFICATION OF MOGAS PREMIUM

PROPERTIES	SPECIFICATION		METHOD	
	MIN	MAX	ASTM	OTHERS
KNOCK RATING:			D. 2699	
Research Octane Number	On	87		
T.E.L. Content	ml/AG	2.5	D. 526	IP. 116
DISTILLATION:			D. 86	
10% vol. evap. to	°C			74
50% vol. evap. to	°C	88		125*
90% vol. evap. to	°C			180
End Point	°C			205
20% - 10 % evap.	°C	8*		
Residue	% vol			2.0
R.V.P. at 100 °F	psi			9.0*
Existent Gum	mg/100ml			4
Induction Period	min	240		D. 525
Sulphur Content	% wt			0.20
Copperstrip Corrosion (3 hrs/122 °F)				No. 1
Doctor Test or Alternative Mercaptan	% wt			Negative
Sulphur				0.0015
Colour				Yellow
Dye Content: Yellow				0.5
Odour				Marketable

Note: * Penyesuaian dibenarkan dengan menggunakan Volatility Adjustment Tab

第 II - 5 - 21 (b) 表 SPECIFICATION OF KEROSENE

PROPERTIES	SPECIFICATION		METHOD	
	MIN	MAX	ASTM	OTHERS
Specific Gravity at 60/60 °F		0.835	D. 1298	
Colour Lovibond 18" Cell or Colour Saybolt		2.50		IP. 17
Smoke Point	9		D. 156	
Char Value	16*		D. 1322	IP. 57
	mm			IP. 10
	mg/Kg	40		
DISTILLATION:			D. 86	
Recovery at 200 °C	% vol	18		
End Point	°C		310	
Flash Point Abel or Alter- natively Flash Point TAG	°F	100		IP. 170
	°F	105		
Sulphur Content	% wt		0.20	D. 56
Copperstrip Corrosion (3 hrs/50 °C)			No. 1	D. 1266
Odour				D. 130
			Marketable	

Note: * Jika smoke point ditentukan dengan ASTM D. 1322, maka batasan minimum diturunkan dari 16 menjadi 15.

第 II - 5 - 21 (c) 表 SPECIFICATION OF AUTOMOTIVE DIESEL OIL

PROPERTIES		SPECIFICATION		METHOD	
		MIN	MAX	ASTM	OTHERS
Specific Gravity at 60/60 °F		0.820	0.870	D. 1298	
Colour ASTM			3.0	D. 1500	
Cetane Number or		45		D. 613	
Alternatively Calculated		48		D. 976	
Cetan Index					
Viscosity Kinematic at 100 °F	GS	1.6	5.8	D. 445	
or Viscosity SSU at 100 °F	Secs	35	45	D. 88	
Pour Point	°F		65	D. 97	
Sulphur Content	% wt		0.5	D. 1511	
				/1552	
Copperstrip (3 hrs/100 °C)			No. 1	D. 130	
Conradson Carbon Residue	% wt			D. 189	
(on 100% Vol Bottom)			0.1		
Water Content	% vol		0.05	D. 95	
Sediment	% wt		0.01	D. 473	
Ash Content	% wt		0.01	D. 482	
Neutralization Value				D. 974	
Strong Acid Number	mg KOH/gr		Nil		
Total Acid Number	mg/KOH/gr		0.6		
Flash Point P.M.cc.	°F	150		D. 93	
DISTILLATION:				D. 86	
Recovery at 300 °C	% vol	40			

第 II - 5 - 21 (d) 表 SPECIFICATION OF FUEL OIL

PROPERTIES	SPECIFICATION		METHOD	
	MIN	MAX	ASTM	OTHERS
Specific Gravity at 60/60 °F		0.990	D 1298	
Viscosity Redwood I/100 °F	secs	400	1250	D 445* IP 70
Pour Point	°F		80	D 97
Calorific Value Gross	BTU/Lb	18000		D 240
Sulphur Content	wt %		3.5	D 1551 /1522
Water Content	vol %		0.7	D 95
Sediment	wt %		0.15	D 473
Neutralization Value:			Nil	
Strong Acid Number	mg KOH/gr			D 473
Flash Point P.M.cc.	°F	150		D 93
Conradson Carbon Residue	wt %	6		D 1500

Note: * Converted from Kinematic Viscosity.

この他に、地場産業向けにセンターが直販する製品として、溶剤（ソルベント）、BOD、残油およびワックスがある。それぞれの細部の規格はセンターと地場産業間の交渉によって決められるが、これらの用途および主な規格項目は次のとおりである。

油 種	用 途	規 格 等
溶 剤	<ul style="list-style-type: none"> ・塗料工業向（大規模） ・皮革工業向 	SBP 35-115(*1)を展望 現在の自動車ガソリン用 のカットと同じ
B O D	ジュート工業（スピニング用）	流動点85° F以下
残 油	燃料油	現出荷製品と同じ
ワックス	パティック向(Batik Industry)	同 上

(*1) SBP 35-115とはSpecial Boiling Point Spirits のProduct TypeでNBPが
35 - 115℃のソルベント。

(2) 製品品質

a) 自動車ガソリン

センターのガソリンは、直留ガソリンであるのでオクタン価(F-1)は60と低く、2.5ml/Gal加鉛しても70程度で、[第II-5-21(a)表]に示されるPremium Gasolineの規格RON 87には適合しない。

ソーダ洗浄された直留ガソリンは加鉛後、ガソリン調合基材としてチェブ訓練センターに隣接するPERTAMINAの油槽所へパイプラインで出荷され、さらにスマランにあるPERTAMINAの油槽所へタンクローリで送られ、そこでバリクバパン(Balikpapan)やプラジャー(Plaju)にあるPERTAMINAのリファイナリーから送られてくる高オクタン価の基材と調合して製品化されている。また、この製品自動車ガソリンの一部は、チェブにある油槽所へ返送され、地場の自動車ガソリン需要を満たしている。

センターから出荷される自動車ガソリン基材の性状は以下のとおりである。

参考のため、インドネシア鉱山エネルギー省のPremium Gasoline規格と対比した。

PROPERTIES	AANALYSIS	PRODUCT SPEC. (参考)
Specific Gravity at 60/60°F	0.7505	
Knock Rating		
Research Octane Number f-1	77.7	87Min.
Tel. Content ml/Ag	2.35	2.5Max.
Distillation		
10% vol Evap. to °C	86	74Max.
50% vol Evap. to °C	105	88-125
90% vol Evap. to °C	142	180Max.
End Point °C	191	205Max.
20-10% Evap. °C	6	8Min.
Residue % vol	1.2	2.0Max.
RVP. at 100°F Psi	3.1	9.0Max.
Coppestrip test at 3 hrs/122°F	1	1Max.
Doctor test	Negative	Negative
Colour	Yellow	Yellow

なお、上記RVP 3.1 psiという数値は最小値に近く、最近の実績によるとその最大値は6.2 psiという情報がある。更に、オクタン価、蒸留性状(20-10% Evap.)は、PERTAMINA のスマラン油槽所で調整される。

最近ガソリンの需要が低下したため、プルタミナによる引取が予定通りスムーズに行われず、これがリファイナリープラントのシャットダウンの原因となった例も報告されている。これに対してこのような事態を極力避ける意味から、センターは溶剤(ソルベント)の生産及び出荷増を計画している。

b) 溶剤 (ソルベント)

現在、直留ガソリンをソーダ洗浄して、硫化水素を除去した後、地場の塗料工業と皮革加工業へ出荷している。さらに出荷を増やすには、大口需要家である塗料工業から要望されているSBP 35-115の規格に適合したものでなければならない。現在の常圧蒸留装置では、灯油の引火点の関係から、このカット範囲のナフサを採取することは困難である。SBP 35-115の性状は下記のとおりである。

Normal Boiling Range, °C or product type	35-115	試験方法
Sp.Gr. at 60 / 60 °F	0.681	IP 59
Distillation		IP 123
IBP/50%/EP	43/67/102	
Flash Point, °F	<0	IP 33
Aromatic Content, Vol%	3	IP 128
Kauri butanol No.	30	ASTM D1133
Aniline Point, °C	61	IP 2

c) 灯油

Kawengan及びLedok 両原油からの直留灯油の性状は次表に示されるとおりであり、センターではこれ以上の品質改善（例えば、水素処理などによる）の必要性は感じていない。参考までにインドネシア鉱山エネルギー省規格と対比した。

PROPERTIES	ANALYSIS		PRODUCT
	LEDOK	KAWENGAN	SPEC (参考)
Specific Gravity at 60/60°F	0.8066	0.8136	0.835Max.
Distillation ASTM			
Vol Recovery at 200°C % Vol	53	51.5	18Min.
End Point °C	269	273	310Max.
Copperstrip test 3 hrs/122°F	1	1	No.1 Max.
Odour	marketable	marketable	marketable
Colour(Lovibond 18" Cell)	2.00	1.75	2.50Max.
Smoke point mm	18	18	16Min.
Sulphur Content wt%	0.028	0.030	0.20Max.
Flash Point(Abel)°F	132	134	100Min.

d) ディーゼル軽油

自動車用軽油をインドネシアではMinyak Solarと呼び、燃料用軽油Minyak Dieselとは区別している。センターで製造されているのはMiyak Solarであり、直留軽質軽油の性状で問題ない。

Kawengan及びLedok 両原油からの直留軽質軽油の性状は次表のとおりである。参考までにインドネシア鉱山エネルギー省規格と対比した。

なお、Ledok 軽質軽油のASTM色は通常2.0-2.5であり、表の値は、実績の最大値である。

PROPERTIES	ANALYSIS		PRODUCT
	LEDOK	KAWENGAN	SPEC (参考)
Specific Gravity at 60 / 60 °F	0.8524	0.8516	0.820-0.870
API Gravity at 60 °F	34.56	34.75	-
Colour ASTM	3.0	1.5	3.0Max.
Cetane Index	49.4	51.3	48Min.
Visc.Kinematic at 100°F cst	6.8	4.2	1.6-5.8
Pour Point°F	20	35	65Max.
Sulphur Content % wt	0.08	0.025	0.5. Max.
Copperstrip (3hrs/122°F)	1	1	No1Max.
C.C.R.on 10% bottom % wt	0.0178	0.010	0.1Max.
Water Content % vol	Nil	Nil	0.05 Max
Sediment % wt	Nil	Nil	0.1 Max.
Ash Content % wt	0.003	0.003	0.01Max.
Flash Point PM CC°F	245	210	150Min.
Distillation			
Recovery at 300°C % vol	83	83	40Min.

e) B.O.D(Batching Oil Distillate)

ジュート工場で、ジュートの繊維を袋やロープにする時にSpinning Oilとして使用する。
水に弱い繊維の強度を強める働きがある。

B.O.D.はワックス装置でワックス分を回収したフィルターオイル(AFO)にLedok 軽油を混合(混合比は約2:1の割合)し、流動点を調整したものである。B.O.D.の性状は次のとおりである。

PROPERTIES	ANALYSIS	PRODUCT SPEC. (参考)
Specific Gravity at 60/60°F	0.8691	
Flash Point, PM°F	250	
Pour Point°F	85	85. Max.

f) 重油(Fuel Oil)

工場の燃料として、広く利用されているが、製品規格は1種類である。センターでは、残渣油(Residue)とLedok重質軽油を混合し、流動点(80°F以下)を調整して出荷する。

特に品質上の問題は無く、センターの重油の性状を下表に示す。参考までに鉱山エネルギー省規格と対比した。

PROPERTIES	ANALYSIS	PRODUCT SPEC. (参考)
Specific Gravity at 60/60°F	0.8724	0.990Max.
Flash Point PMCC°F	270	150Min.
Pour Point°F	80	80Max.
Viscosity Red I/100°F,Sec.	512	400-1,250
Water Content % Vol	0.3	0.95Max.
Sulphur Content % wt	0.16	3.5Max.
Calorific Value(gross),BTU/lb	19,400	18,000Min.
Sediment % wt	-	0.15Max.
C.C.R. % wt	-	10Max.

g) 残渣油(Residue)

Kawengan及びLedok両原油の残渣油は、Ledok重質軽油と混合してFuel Oilとしてブルタミナへ出荷される他、そのまま地場産業向けに直接、販売出荷されるが、特にその性状は問題としていない。

また、このResidueは、製油所の自家燃料油としても使用されている。

残渣油の性状を以下に示す。

PROPERTIES OF RESIDUE	ANALYSIS	
	LEDOK	KAWENGAN
Specific Gravity at 60/60°F	0.9175	0.9123
Pour Point,°F	250	250
Flash Point,°F	105	110
Calorific Value(gross),BTU/lb	17,900	17,925

h) ワックス(Wax)

Kawengan原油からセンターのワックス設備で製造されるワックスは、黄色で油臭がある。製品は、インドネシア伝統産業のBatik (ろう結染め) 用に使用されており、その品質は問題とされていない。

ワックスの性状例を以下に示す。

PROPERTIES OF RESIDUE	ANALYSIS
Specific Gravity at 60/60°F	0.7818
Penetration	—
Oil Content wt%	2.58
Colour ASTM	3.0

(3) 試験設備

製油所には装置・ユーティリティー・オフサイト設備の日常の運転管理および製品の品質管理を行うためのRefinery Laboratory (別称Quality Control Laboratory)がある。

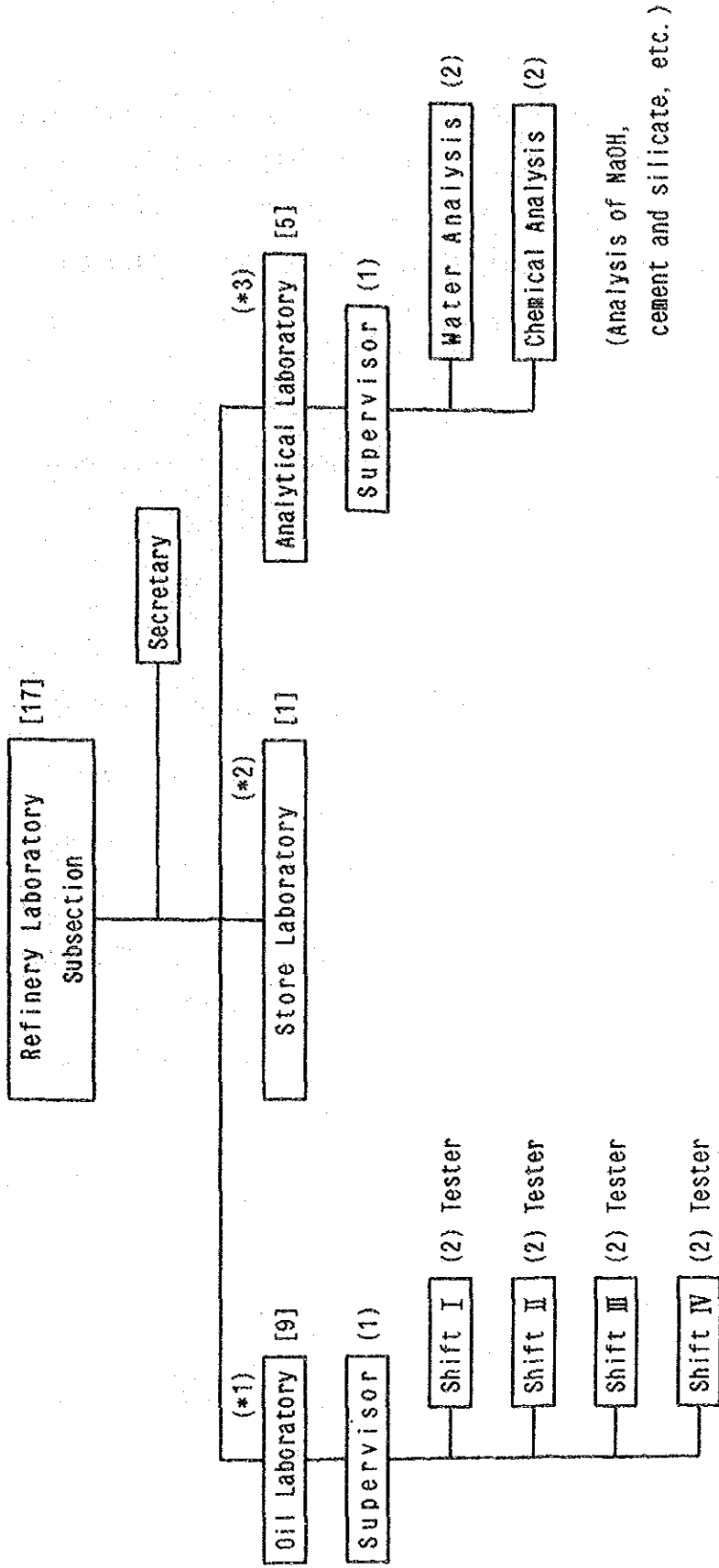
具体的には、常圧蒸留装置・ワックス装置の運転管理のための原油・留出油・製品の性状分析、ならびにボイラ、水処理設備、冷却塔、排水処理設備等の水質分析と購入ソーダ等の品質分析に分類される。原油・留出油・製品の性状分析はRefinery Laboratory建屋内のOil Lab.で、その他の分析はTraining Laboratory 建屋内のAnalytical Lab.で行なわれている。

なお、上記二つのLab.はAKAMIGASのRefinery Lab. コースを専攻する学生のOJTにも利用されている。また、他のコースの学生と共に、基本的な油の分析、一般の化学分析に関する実習はTraining Laboratory 内の教育実習用のOil Lab.およびChemical Lab.で行われ、これらのLab.は上記のRefinery Laboratory とは区別されている。

a) 組織

Refinery Laboratory の組織を [第II-5-9図] に示す。総勢17名でOil Lab.は3直4交替勤務、Analytical Lab.は、日常勤務で分析を行っている。またOil Lab.ではセンターのルーチン分析業務の他に、他社からの依頼される分析業務もを行っている。

第II-5-9図 ORGANIZATION OF REFINERY LABORATORY



- (*1) Routine analysis for oil and non-routine analysis for oil from other company
- (*2) Handling and storage of chemicals and glass ware
- (*3) Analysis for water and chemicals

(注) () 内数値は授業員数を示す。

b) サンプルングスケジュール

常圧蒸留装置、ワックス装置、ボイラ、水処理設備、冷却塔および排水処理設備の試料・試験項目・頻度を〔第Ⅱ-5-22表〕に示す。常圧蒸留装置およびボイラの試料採取頻度が高いが、これは運転条件が原油の性状変動や設備自身の特性により不安定なためであると考えられる。今後、その原因を究明し、安定した工程管理を目ざす必要性がある。

c) レポート

原油、留出油、製品の分析結果は、電話での連絡の他に、定められた様式の報告書としてメールで関係セクションへ報告されている。

d) 試験設備

サンプルングスケジュールをベースにして、Refinery Laboratory の分析試験項目を〔第Ⅱ-5-23表〕にまとめた。

- Oil Laboratoryの設備

Oil Lab.はスタッフの部屋、薬品・ガラス器具等の準備室と分析室の3室からなる。

各室および主要分析機器の配置図を〔第Ⅱ-5-10図〕に示す。

分析機器は西独製が最も多く、次いでアメリカ製、イギリス製の順で、日本製のものは見当らなかった。化学薬品は、そのほとんどが西独製であった。

Oil Lab.の保有する分析用の設備・機器について、名称・試験法・数量・用途・メーカーと形式・購入年・設備の状況を付録Ⅱ-5-2にまとめた。

- Analytical Laboratory の設備

Analytical Lab. はスタッフのオフィス、天秤室と分析室から構成され、分析室には3台の分析テーブルとドラフトチャンバー1式がある。

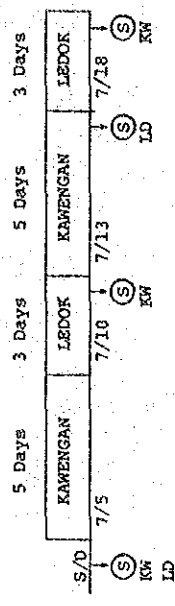
Analytical Lab. の保有する分析用の設備・機器リストを付録Ⅱ-5-3にまとめた。

第 II - 5 - 2 2 表 REFINERY SAMPLING AND TEST SCHEDULE IN CEPU REFINERY

Unit or Facility	Sample	Testing Item	Frequency	
Topping Unit	Crude Oil	Sp.Gr., RVP, Sulfur, Water, Vis., Pour Pt., Dist., CCR, Ash	Every charge to Unit	
		(Stream Products)		
		Gasoline	Sp.Gr., Dist., Color	Every 4 hours
		Kerosine	Sp.Gr., Dist., Color, Fl.Pt.	Every 2 or 4 hours
		Gas Oil	Sp.Gr., Color, Fl.Pt., Pour Pt.	Every 4 hours
		PH Solar	Sp.Gr., Fl.Pt., Pour Pt.	Every 8 hours
		Residue	Sp.Gr., Color, Fl.Pt., Pour Pt.	Every 8 hours
		(Finished Products)		
		Gasoline	Sp.Gr., Dist., RVP, Doctor, Corrosion, ON	
		Kerosine	Sp.Gr., Dist., Color, Fl.Pt., Smoke Pt., Sulfur, Corrosion	
		Gas Oil	Sp.Gr., Dist., Color, Fl.Pt., Water, Pour Pt., Vis., Diesel Index, Sulfur	Every full tank or before shipping
		Residue	Sp.Gr., Fl.Pt., Pour Pt., Calorific Value	
		Fuel Oil	Sp.Gr., Fl.Pt., Pour Pt., Sulfur, Vis., Water, CCR, Calorific Value, Acid Number	
		BOD	Sp.Gr., Fl.Pt., Pour Pt.	
		Wax Plant	PH Solar/AFO Wax	Sp.Gr., Cong.Pt.
Sp.Gr., Oil(1), Color, Penetration	before moulding or after treating			
Boiler	Feed Water Effluent Water	pH, Hardness, T.S., CaCO ₃ , Alkali, PO ₄ ⁻³	Every 2 hours	
			(Only from 8:00 to 12:00 AM)	
Water Treatment	Drinking Water	pH, Hardness, Alkali, T.S., Cl, Fe, Turbidity, Bacteria, Pb, Mg	Once a month	
			(Partly a day)	
Cooling Tower	Cooling Water	pH, T.S.	Once a day	
Oil Separator	Effluent Water River Water	pH, Oil(2)	Once a week	
		Oil(2)		

[Example]

(1) Crude Oil



(2) Stream Products

Shift I

- 8:00 Kero.
- 9:00 Gaso.
- 10:00 Kero.
- 11:00 Gas Oil
- 12:00 PH Solar/Residue
- 13:00 Gaso.
- 14:00 Kero.

(Shift II and III are similar to Shift I)

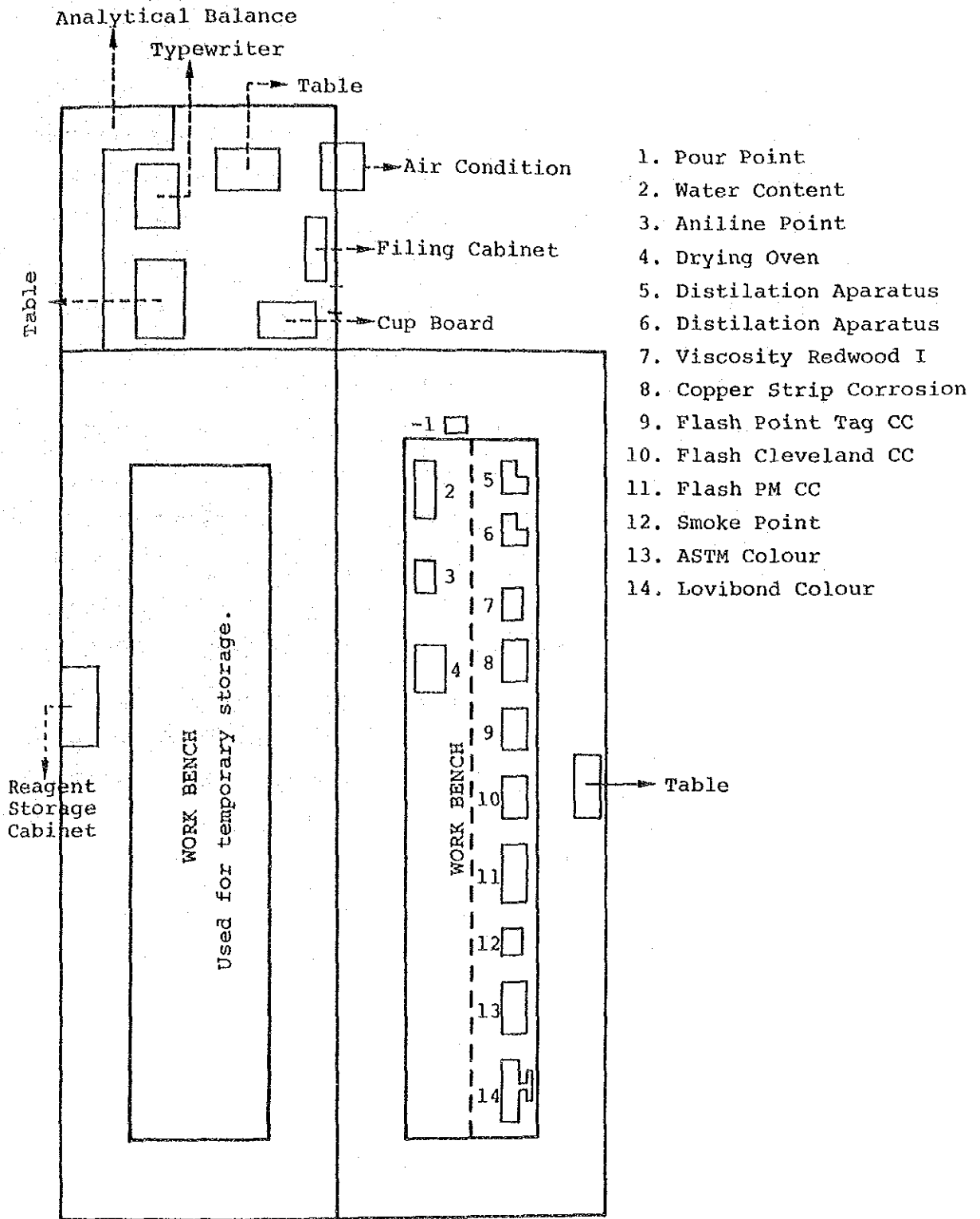
[Abbreviation]

- Cong.Pt. : Congealing Point
- CCR : Conradson Carbon Residue
- Corrosion: Copper Corrosion
- Dist. : Distillation
- Fl.Pt. : Flash Point
- Oil(1) : Oil Content
- Oil(2) : Waterbone Oil
- RVP : Reid Vapor Pressure
- Smoke Pt.: Smoke Point
- Sulfur : Sulfur Content
- T.S. : Total Solid
- Vis. : Viscosity
- Water : Water Content

第II-5-23表 Refinery Laboratory の分析試験項目と試験方法

試験項目	試験方法	試験項目	試験方法
1. Specific Gravity (for crude oil, petroleum oil and wax)	ASTM D1298 ASTM D941	15. Octane Number (Research Method)	ASTM D2699
2. Distillation (for crude oil, petroleum oil)	ASTM D285 ASTM D86	16. Calorific Value	ASTM D240
3. Flash Point (Tag Closed, Abel, Pensky-Martenes Closed, Cleveland Open Cup)	ASTM D56 IP 170 ASTM D93 ASTM D92	17. Acid Number	ASTM D974
4. Smoke Point	ASTM D1322	18. Congealing Point	ASTM D938
5. Reid Vapor Pressure	ASTM D323	19. Needle Penetration	ASTM D1321
6. Viscosity (Redwood)	IP 70	20. Oil Content	ASTM D721
7. Pour Point	ASTM D97	21. pH	ASTM D1293
8. Water Content	ASTM D95	22. Alkalinity	ASTM D1067
9. Conradson Carbon Residue	ASTM D189	23. Turbidity	ASTM D1889
10. Ash	ASTM D482	24. Hardness	ASTM D1126
11. Sulfur (Lamp Method, High-Temperature Method)	ASTM D1266 ASTM D1551	25. Waterbone Oil	ASTM D3414
12. Doctor Test	ASTM D484	26. Total Solid	ASTM D1888
13. Copper Corrosion	ASTM D130	27. CaCO ₃	ATSM D1126
14. Color (ASTM, Lovibond)	ASTM D1500 IP 17	28. PO ₄ ⁻³	ATSM D 516
		29. Chlorine	ATSM D1253
		30. Bacteria (Colitis Germs)	ATSM D3870
		31. Metal (Fe, Pb, Mg)	ATSM D1068 ATSM D3559 ATSM D 511

第II-5-10图 LAYOUT OF OIL LABORATORY IN REFINERY LABORATORY

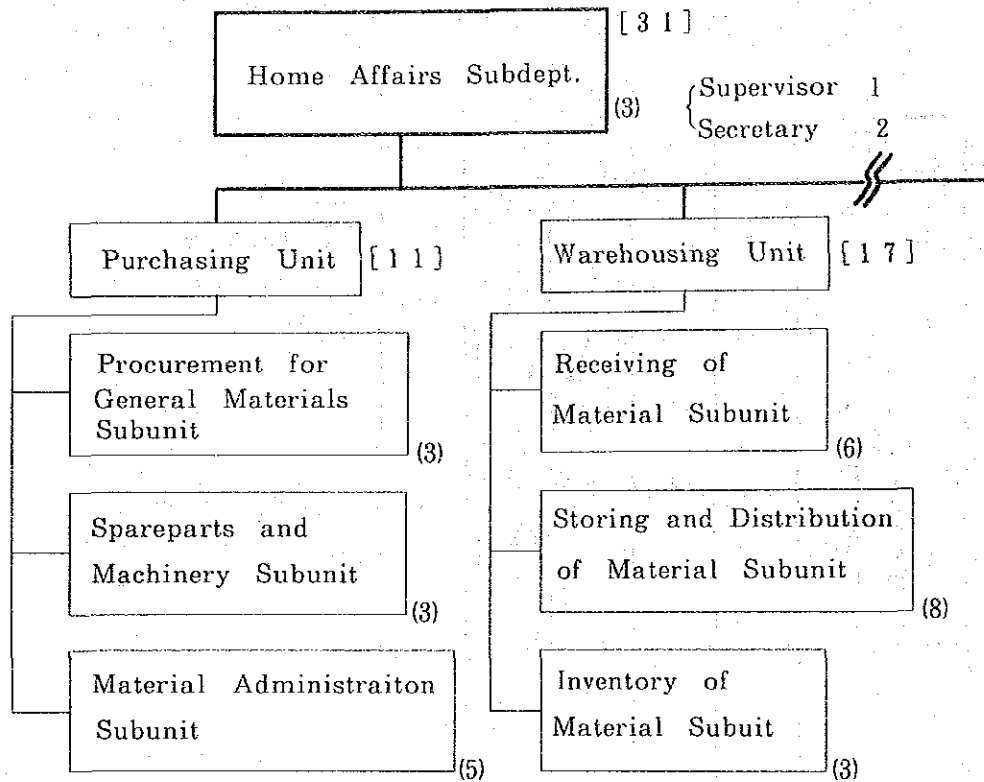


5. 1. 7 購買及び在庫管理

(1) 組織

購買及び在庫管理は、Administration Dept.のHome Affairs Subdept.に所属するPurchasing Unitと Warehousing Unitが所管している。

この2 unitsの組織的構成は以下の通りである。



(注) ()内数値は従業員数を示す。

Home Affairs Subdept. にはこの他に Security, Transportation 及び Accommodation の 3 つの Unit がある。

(2) 購買管理

購買管理の仕組みは下記の通りである。

購買管理はチェブ訓練センターで必要とされる全ての物品について Purchasing Unit が行っている。

即ち、製油所設備、油田設備、教育訓練設備に関するあらゆる資機材から、事務所用備品、文房具、医療用薬品に至るまであらゆるものの調達を含む。

1984 / 85 会計年度中に取扱われた品物の数は、8,538 品目に達しているが、これに対応する購買組織は良く整備されており、良く機能しているようである。

資機材には①主として生産設備で使用されるもので仕様量の予測が可能であり、ストックとして保有しておくものや②必要に応じて使用現場から要請されるもの、があるがこれらの分類も問題ないように思われる。

物品購入上の最大の問題は外国製の古い設備機械のスペアパーツの入手が困難であることであり、既に製造が中止されて全く入手出来ない物も多い。 又一般に外国製機械のスペアパーツの入手には非常に時間がかかる。

又、設備機械及び資材は外国からの輸入に頼るものが多いのが現状であり、ごく限られたものについてのみ現地調達が可能である。 外国製品の輸入はチェブ訓練センター自体が政府機関であるため、^[1] 政府の法令に従って厳密に行われ、財務省 (Ministry of Finance) の管理下に置かれている。

輸入業務の携わる者は輸入業務認可 (Certificate of Import) を得ていなければならないがセンター自体が勿論その資格を有している。 しかしながら一方ではローカルサプライの促進策も取られており一般に輸入品より低価で品質が保証されるものについては積極的に購入することが義務づけられている。

(注) [1] 輸入資機材の購入は基本的には 1984 年改定の大統領令 No. 29 (1985 年補足) によって規定されている。 この法令は発注額による取扱いの区分、サプライヤーの資格、品質の保証、入札の方法、政府機関の権限及び任務等詳細に亘るものであるが、原則的に公開入札、低価格及びローカルサプライヤーの参加を骨子としている。

(3) 在庫管理

日常の在庫管理は Warehousing Unit の所管となっている。

在庫管理の目的は、チェプ訓練センター内のユーザーにより要請があった場合に必要な機材を適切に供給出来るように準備しておくことであるが、チェプ訓練センターではそれらの機材はMRO アイテムとプログラムアイテムの2つに分けて管理している。MRO アイテムは① Maintenance ② Repair ③ Operation 3つのアイテムからなりそれぞれ①日常のメンテナンスに必要な一般資材②機械設備の修理用スペアパーツ③潤滑油、ケミカルズ、オフィスサプライなどの消耗品を示している。プログラムアイテムは予め明確な使用目的が設定される資材で、それらは定期的なもの（例えば教育訓練用資材）と不定期なもの（例えば設備の改造用資材）に分けられるがこれらは計画に基づいて毎会計年度事前に予算を計上するものである。

一方、在庫管理はフィジカルチェックと在庫量管理 (Stock Level Control) の2面から次のように行われている。

a) フィジカルチェック

フィジカルチェックでは在庫表を作り実際の在庫品の数量及び保管の状態が常に確実に分るようにされている。又、年度末には Storing and Distribution of Material Subunit の協力のもとに Purchasing Unit の Material Administration Subunit が全ての在庫品をチェックし、在庫数の増減、来年度への持越量、在庫品の保管状態に関して報告書を作成している。不用品については簡単に処分することは許されず、所定の手続きによって売却し売却金は財務省に預託しなければならない。

b) 在庫量管理 (Stock Level Control)

在庫量管理はMRO アイテムについて行っており、実際にこれを行うのはアナリスト達である。アナリストはそれぞれ MRO の① Maintenance ② Repair ③ Operation を担当するものに分れており次の業務を行っている。

- 特に使用頻度が高く (First Moving) しかも重要度の大きな資材について不足が起らないように在庫量をモニターしておき、定期的に必要在庫量の見直しを行うこと。
- 一般的なものについては1ヶ月の平均使用量、及び資材請求書、必要な資材に関するユーザーからの覚書、ユーザーの工事計画書によって在庫量の見直しをすること。

- 以上の見直し及び在庫カード或いはフィジカルチェックから分る最新の在庫バランスから補給資材の購入計画を立てること。

c) 資機材に関する資料及びコーディングシステム

在庫管理を行う上で、10桁の数字にコード化された MESC (Material & Equipment Standard Code) number が用いられている。

MESCコーディングシステムはシェルグループで用いられている方法であり、プラatinaでも採用されている。

チェプ訓練センターにはこのシステムに関する次の資料が完備されている。

- MESC Standard Catalogue
- Coding Schedule
- General Index to MESC

実際にはMESCの他に海外主要メーカーのカatalog、オペレーションマニュアル、パーツカatalog等を揃えられており、それらの機器、パーツ番号も使用されている。

(4) Warehousing

貯蔵品のメンテナンスは Storing and Distribution Subunit によって行われている。貯蔵品の種類は約11,000種であるがこの中には一般事務所用資材も含まれており、又油田関係資機材が全体の約40%を占めている。

貯蔵品の中で最も古いものは油田用のTHOMASSEN エンジン用のピストン、シリンダライナー等まだ使用可能な中古部品で1959年以来貯蔵されている。古い貯蔵品は主として部品類でありTHOMASSEN エンジンの部品も含めて機械本体が損傷したために取り外されてきたものが多く使用の見通しが全くないものが多数ある。それにもかかわらずこれらのものは訓練生の教育目的のために置いてあるとのことである。

ちなみにLogistics 関係の訓練生は常時50人程おり、倉庫建屋 (Logistics)の中にある教室で教育を受けている。

機械及び電気部品の在庫品は大部分が中古品であるが、そのフィジカルな保存状態は悪く、多くのものに錆が見られる。又保存中に劣化し使用に耐えられなくなっているようなものもあった。

これらの状況から中古部品の回転率は一般に極めて緩慢又はゼロに近いものと推定される。

一方配管材料 (バルブ、フランジ、パイプ等) の回転率は高いということであったが、製油所全体

の活性度から見てこれもかなり低いものと想像される。

貯蔵品の中にはクーラー・コンデンサーチューブ、バブルキャップ、加熱炉チューブなどの新品のストックも相当量あるがこれは主としてリプレース計画のスケジュールの変更によるものといわれている。

在庫品の分類整理は一応なされており、品名、数量、規格、コード番号を記入した在庫カードが付されている。

尚、資材倉庫以外の場所にも資機材のストックが散見された。例えばWax Moulding Houseの中にはフランジ、バルブ、ベント、ストレーナー付フットバルブ、バブルキャップ、タンクレベルゲージ用フローター、電気配線ケーブルなどの使用品が多数放置してあり、他にスチーム駆動レシプロポンプの中古品もかなりある。又Wax Plant Houseの中にも大量の保温材などが置いてある。

これらはレハビリテーション用に使用した残余品である。

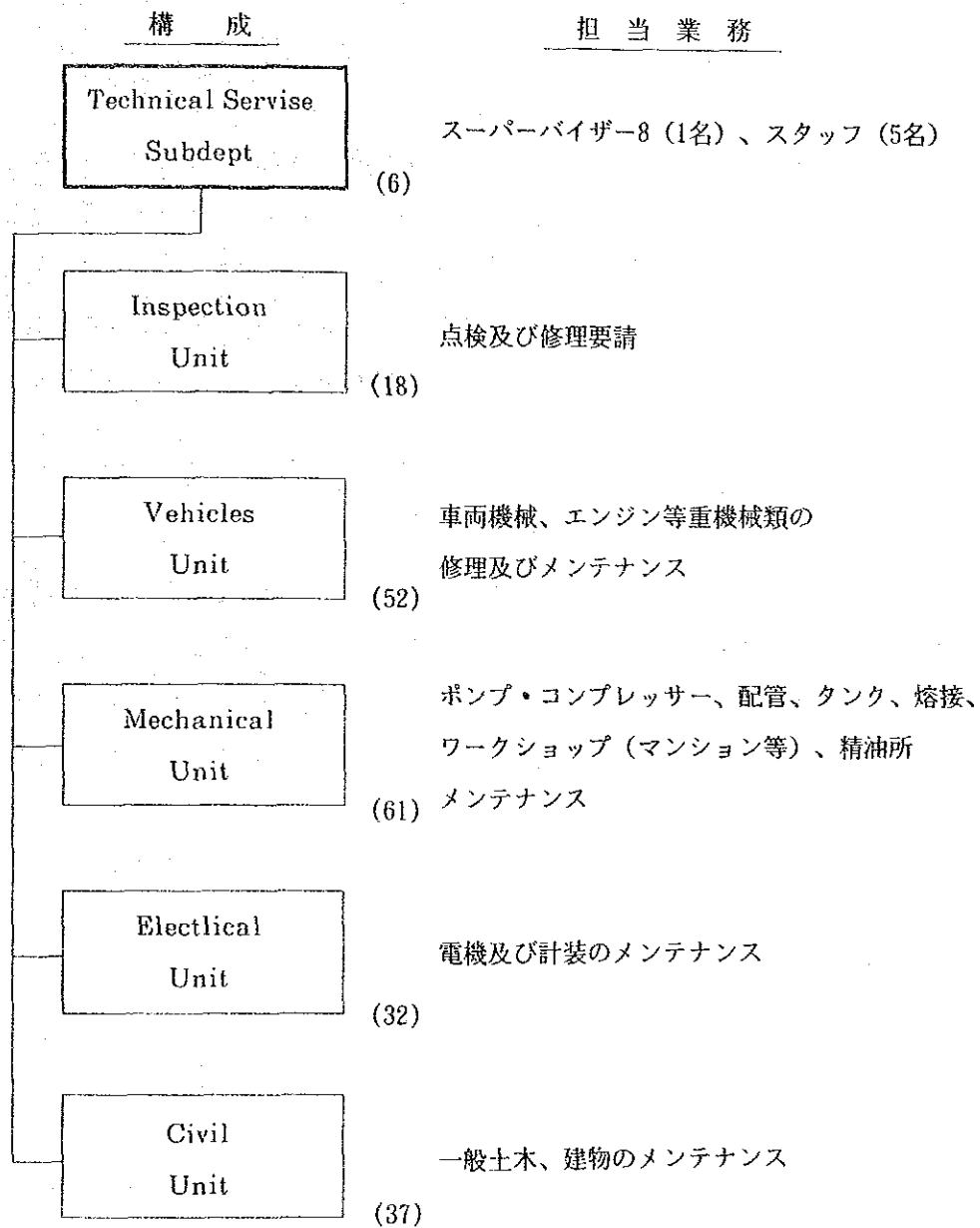
MESC Standard Catalogue およびCoding Schedule は完備しており、他に主要な製造業者カタログも多数倉庫建屋内のオフィスに保管されている。

チューブ訓練センターでは購買及び在庫管理には未だコンピュータを使用していない。

5. 1. 8 メンテナンス体制及びワークショップの機能

チェブ訓練センターの設備・機械のメンテナンスと補修は原則的には、Administration Dept. に所属する Technical Service Subdept. によって行われている。

Technical Service Subdept. の組織的構成は下記の通りである。



(注) () の数字は従業員数を示す

Technical Service Subdept.のそれぞれのUnitの業務はメンテナンスを目的としているが、Inspection Unitは従来のメンテナンス体制の不備を改善するためにそれまで各Unitに含まれていた点検機能を独立させ、1984年に新設されたものである。このUnitは点検の結果に基づき機器修理のオーダーを発行するが自らはメンテナンス業務は行わない。ワークショップはMechanical Unitに所属し、Repair Workshop (Machine Shop), Construction Workshop, Foundry及びPipe Shopを含んでいる。このSubdept.の人員総数206名となり日本の常識で考えれば過大であるように思われるが、その主な理由としては、

- a) 下請体制が完備しておらず社員の行う作業範囲が広いこと。
- b) マシンショップなどの大型の工場を抱えていること。
- c) 車両・重機械類等外注に頼ることが出来ないので自社で修理を行うこと。

が考えられ、この他に一般の製油所には見られない理由として、

- d) チェブ訓練センターの教育訓練の一環として実務訓練教育を担当実施していること。
- e) 油田設備のメンテナンスを行っていること。

をあげることができる。

Mechanical Unitの職種毎の人員は

機械工	— マシンオペレーション	20名
	— グラインディング	
	— モールディング	
配管工		12名
溶接工		10名
製油所メンテナンス工		12名

であり、その数は多い。しかし、その半面スペシャリストが少なく溶接関係3名、機械関係3名を数えるに過ぎない。

スペシャリストの少ない点は他のUnitも同様で土木技師2名、電気技師4名を数えるのみである。

また、1984年に設立されたInspection Unitにはスペシャリストは育っていないようである。

ワークショップの機械の稼働率も補修及びメンテナンスのための運転の他に、訓練生の教育訓練用の運転がかなりの時間を占めており、その割合はおよそ70%:30%である。

リペアワークショップには第Ⅱ編 5.3.9に述べる通り、非常に多くの機械があるが、それらのほとんどは非常に古く使用に耐え得るものは極めて少ない。 かくらうじて使えるものも加工精度が保てないため利用度が低く、機械稼働率は使用停止のもの10台をのぞいてもおよそ20%に止っている。 一方チェブ訓練センターの製油所のみではそれ程の加工需要があるとは考えられず、事実ボルトナットの製作、シリンダーライナー・ピストン等の切削等は極めて希に行われるのみである。

又外部からの工作受注は行っていない。

リペアワークショップの主要な修理作業項目は、大はエンジンのオーバーホールから小規模な修理に至り、又機械類のオイル交換等のサービス業務も行っている。

ワークショップの機械設備は極めて古く、多くは1920年又は30年代に設置されたものであり既に製作が行われていないことは既に述べた。 従って①スペアパーツの入手が不可能である②付帯器具が故障及び散逸しており補給出来ない。 又、敢えて修理を行っても多大の費用を要し、しかも本来の精度の回復は困難であることから実質的にこれらの機械のメンテナンスは全く行われていない。 切削工具および測定器具類の保管管理はマシンショップの一角を仕切って行われており、常時施錠されたままである。

その保管状態は、整理区分はなされているものの、極めて悪く摩耗あるいは折損したものが修理されることなく保管されている。

以上メンテナンス及びワークショップの機能について総括的に述べた。 Technical Service Subdept. 全体の構成及びその中に於けるワークショップの位置づけ共特別な問題はなく、組織的には充分なものとなっているが、問題は①設備が非常に古くあきらかに改新が必要であること②人員構成は大であるがスペシャリストが不足していることに要約出来る。

このうち①については第Ⅲ編 診断及び対策 4.8ワークショップを参照されたい。 ②についてはスペシャリストの養成が必要であるがこれはワークショップだけでなく、 Technical Service Subdept. 全分野にわたって言い得ることであり、教育訓練機関としての成果を上げる意味からも重視されねばならないことである。

このためには外部よりトレーニングスペシャリストをまねいてトレーニングスタッフ及びスペシャリストの訓練を行うことが望ましい。

5. 2 常圧蒸留装置の機械的問題

5. 2. 1 一 般

第5.1節ではリファイナリー・プラントのプロセス上の問題を中心に議論したが、本節では、主として機械的問題について以下のカテゴリーに従い、現場における点検・観察結果及び問題点について論ずる。

現場における点検に関しては、ごく限られた期間ではあったが、定常運転中の他にShut Down中の開放点検を一部の機器については実施した。

- a) 搭 槽 類
- b) 加 熱 炉
- c) 熱交換器類
- d) ポ ン プ
- e) 配 管
- f) 計 装
- g) ストラクチャー及び保温

尚、リファイナリー・プラントの安全問題についても本節に於て若干触れる。

5. 2. 2 塔槽類

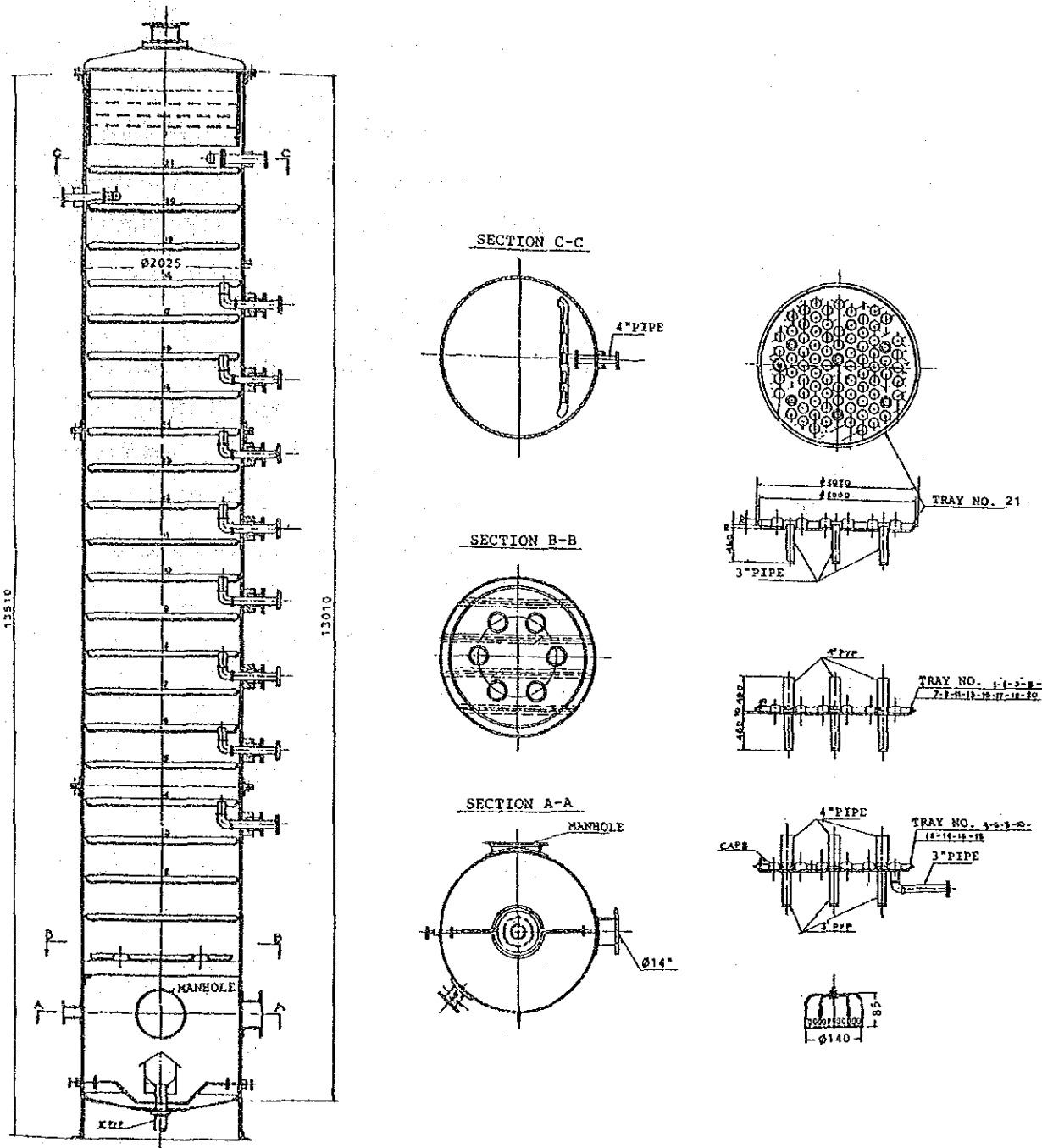
(1) 現状概要

現地調査の時間的制約のため、塔槽類の点検は、リファイナリー・プラントの中でも最も主要な蒸留塔であるC1 Columnを中心に実施した。C1 Column はC1A及びC1Bの2基が存在し、これらは全く同一のものである。しかし、記録によれば、C1Aは1970年には既に使用されておらず、現在は保温材を取り去った裸の状態で見捨てられている。このリファイナリー・プラントの設置は極めて古く、1928年頃と言われている。搭槽類もその時以来更新されておらず、全て当時のままのリベット継手構造である。

C1 ColumnのShellは [第II-5-11図] に示される概形図によると、横に3つ割りになっており、中間2ヵ所にリベットフランジの継手がある。

Top coverは一枚の大きな蓋になっており、Shell topにボルト締めされている。マンホールはボトムに一ヶ所あるのみでShell中間には全くない。従って、トレイの抜出しは、Top cover

第II-5-11図 C1カラム概形図



を開けて一段づつ上へ吊り上げて行う以外に他に適当な方法はないので、トレイの検査及び分解清掃は容易なことではない。

従って、今回の調査では、トレイは抜き出すことはできず、最上段を見るに止めた。又、ボトムマンホールを開け内部の観察を行った。

又、C1B Columnについては、Shell bottomに坐屈を起していることが事前に分っていたので、保温材を外してその状況を観察した。

過去のメンテナンス記録としては、1968～1975年間にほぼ2年置きに行なわれたものが「History File of H1」として残されているが、残念ながら記述は極めて大まかで一貫性に乏しい。この技料を付録II-5-4として添付する。1972年の記録によれば、上部8段のトレイ及びバブルキャップの腐食が激しく、これを取替えようとしたが、スペアが無かったので下段のトレイとの交換がなされている。

その後、1975年の状況については上段のトレイ及びキャップは全て良好であると書かれているが、下段については記述が無い。又、1975年以降についての記録もない。C1B Columnのリベット継手からこれ迄にはしばしば漏油が発生しており、これを防ぐため漏洩した継手はプレートで「型に溶接して封じ込んでいる。1984年には最下段のShell ringの縦継手からも漏油火災があり、同様な封じ込めが行なわれたが、今年6月10日にこの部分に再び火災が発生している。

この問題については、後述する。

(2) 点検概要

a) 搭頂スリーブ

搭頂スリーブの腐食は激しくワイヤーメッシュは切れ落ち、そのサポートアングルもやせ細っている。

バフプレート上にはスケールの推積が著しい。

b) 搭頂トレイ及びシェル

ファウリングが著しくバブルキャップは推積物によってほとんど埋まっている。推積は南側に行くほどひどく6～7cmに及び周辺ではキャップはほとんど埋没しており、リフラックスノズルのある北側でかろうじてスリットが見える程度である。

シェルの壁面の腐食もはなはだしく、全面的にあばた状のピッチングコロージョンを起しており、スケールはトレイ上に落下している。リフラックスノズルのディストリビューターも

紙のように薄くなっている。 バブルキャップの腐食も著しくひどいものはスリット以下が溶け落ちている。

トレイそのものは予想外に良好で、穴が明いたような処はなかった。 推積物が南側に多いのは、1970年の記録にも見られるが、トレイが南側に2~3°傾いているためと考えられている。

c) 推積物 (スラッジ)

推積物を持ち帰り日本で分析を行った結果は下記の通りである。

(単位 W t %)

分析項目	分析結果	備 考	
Fe	59.0	化合物ベース	
SiO ₂	0.1以下	as Fe ₂ O ₃ [1]	84.4
SO ₄ ²⁻	0.3	カーボン	10.4
S ²⁻	0.5	その他	5.2
灰分	87.0		
カーボン	10.4		

[1] 化合物の構造解析はX線回析分析法による

推積物は主として酸化第二鉄で構成されているが、これはシェルやトレイの腐食によって生成されたものである。

d) ボトム

ボトムの状況はスラッジの推積もなく概してクリーンであったが、シェル壁面には全面的にあばた状の腐食が進行している。

C5、C4からのinletノズルの上側は座屈を起し外側に膨んでいる。

e) ボトムトレイ

ボトムより最下段トレイを下から見る事が出来る。トレイの下面及びライザーの観察できる範囲の腐食は著しい。又、キャップは相当数が無くなっており、その腐食の激しいことがわかる。

f) 座 屈 (Buckling)

座屈がシェルボトムのC 4、C 5からのinletノズル付近に発生していることが事前に分っていたのでこの部分の保温材を取外しその状況を観察した。

座屈はノズルの上部にほぼノズルを中心に左右長さ約1 m、幅22 cmの大きさで外側に膨んでおり、膨みの最大値は約14 mmである。

座屈の部分について肉厚を測定したが、min. 7.8mm max. 9.8mmであった。本来の厚さは図面上12.0mmであり、大きい所で4 mm内外の減肉を示していた。 [第II-5-12図]に座屈の形状及び測定肉厚を示す。座屈の発生時期は不明であるが、去る1985年6月10日の火災発生後の補修の際に両サイドにチャンネル(60×120×5.2)で補強が行なわれている。

尚、座屈強度の計算を行なった結果を付録II-5-5に示す。計算は、下記条件に基づき、地震荷重及び風荷重を対象とし、座屈を起した個所の他に、念の為スカート部についても行なった。

計算条件： 温 度 350°C 搭内圧 0.5kg/cm²G

材 質 low carbon steel (JIS SS41)

地震係数 0.3 (高圧ガス取締法に準拠)

風荷重 ベース高さ 8 m (JPI による)

肉 厚 座屈個所の最小測定値 7.8mm

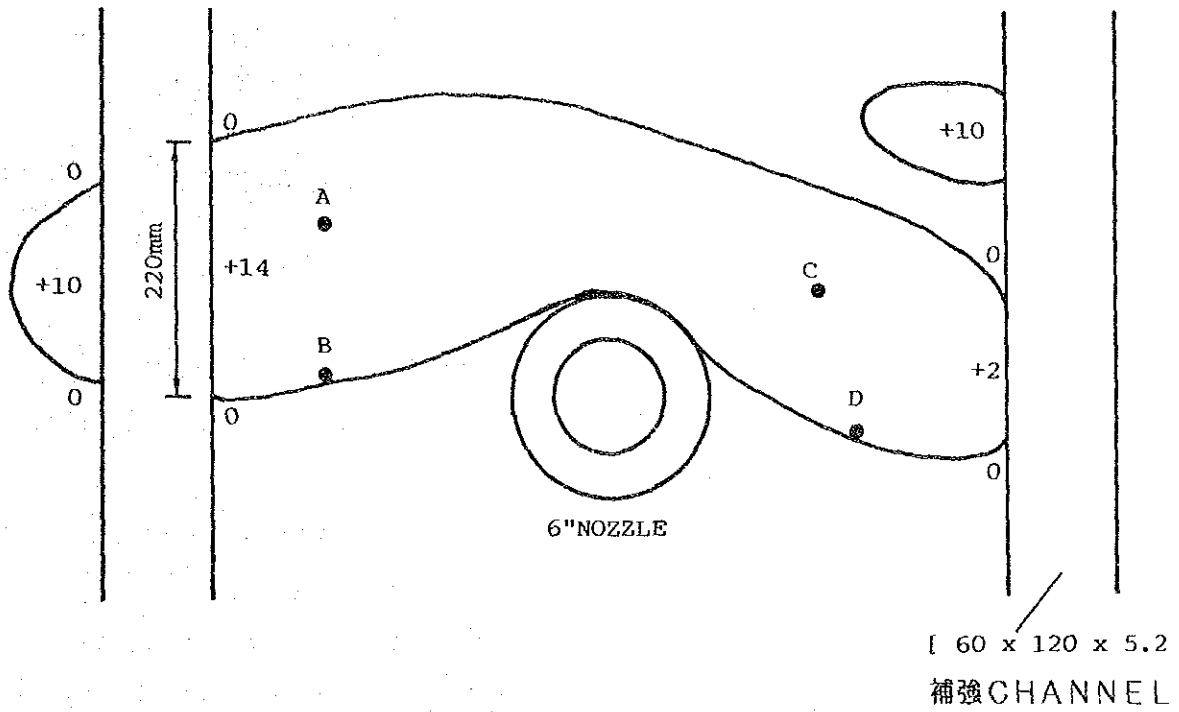
計算結果の要約は下記の通りである。

(単位：kg/mm²)

	地 震	風	許容応力
シェル部：引張応力	1.43	1.32	3.19
圧縮応力	1.87	1.75	8.12
スカート部：圧縮応力	2.00	1.87	8.12

これによると、計算上はいずれも許容応力を大きく下まわり、座屈の条件にはないことを示している。

第II-5-12図 座屈の形状と肉厚測定結果



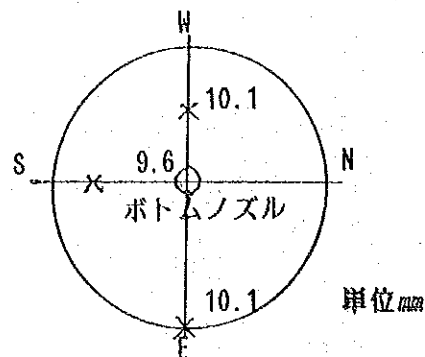
肉厚測定 (mm) (超音波測定器による)

A	buckling maxのところ	7.8
B	buckling maxのないところ	8.2
C	buckling maxのところ	9.8
D	buckling maxのないところ	9.0

g) 肉 厚

超音波厚み測定器により次の各点の肉厚測定を行った。

- ボトムヘッド 9.6mm
(右図) 10.1mm
- ボトムスカート 10.1mm
(右図)
- トップヘッド (カバー) 7.7mm、 7.8mm
- トップトレイ min. 6.3mm max. 7.1mm 平均6.6mm
- トップシェル 10mmマイナスピッチングコロージョン



トップシェルは内面からの測定であるが全面的にピッチングコロージョンが激しく測定は困難であった。尚深さ2mm程度のピッチングコロージョンが多数見られた。

肉厚測定に関する過去のデータのあるものを次表にまとめた。これらは測定位置、測定方法共定かではなく必ずしも直接比較できるものではないが、減肉の傾向は把握することができる。

場所	年	1953	1968	1972	1975	1984	1985	original
トップヘッド		9.8	11.7	11.0		6.5	7.7	12
						7.1	7.8	
						7.2		
シェル		10.0	8.4	9.0	9.0	8.5	*7.8	12
			10.8	11.0	9.6	9.0	*8.2	
						9.5		
ボトムヘッド		10.5					9.6	12
							10.1	

* 座屈を起した箇所

h) 火災発生の状況

1985年6月10日操作中のC1B Columnに火災が発生した。発生の場所は最下段のShell ringの縦のリベット縦手部である。この部分は、1984年に漏油があり、これを押えるために鋼板をチャンネル状に溶接し密封された。しかし、これで漏油が止った訳ではなく、チャンネル内に次第に油が溜り、これがスカート部のリベットを通過してスカート内部に漏れ出し着火したものである。その状況を[第II-5-13図]に示す。

5. 2. 3 加熱炉

(1) 現状概要

現場における点検期間中に炉内のクールダウンの時間が十分に取れなかったために炉内のインスペクションは加熱炉4基のうち、使用を停止していた1基(F1B)についてのみ行った。

加熱炉は4基共、同一型式、同一寸法のものでinlet及びoutletヘッダーの切替で相互に互換性をもたせているが、そのうち3基が(F1A, B, C)が原油供給用、1基(F2)がC2リボイラー用である。現在は、原油処理量の関係で原油供給にはF1A及びCの2基を使用しF1Bは停止中であるが、損傷の程度はいずれの炉も変わりがないと言われているため、「History File of Furnace」からもそのことが推定できる。付録II-5-6としてその抜粋を添付する。) F1Bをもって代表させることとした。

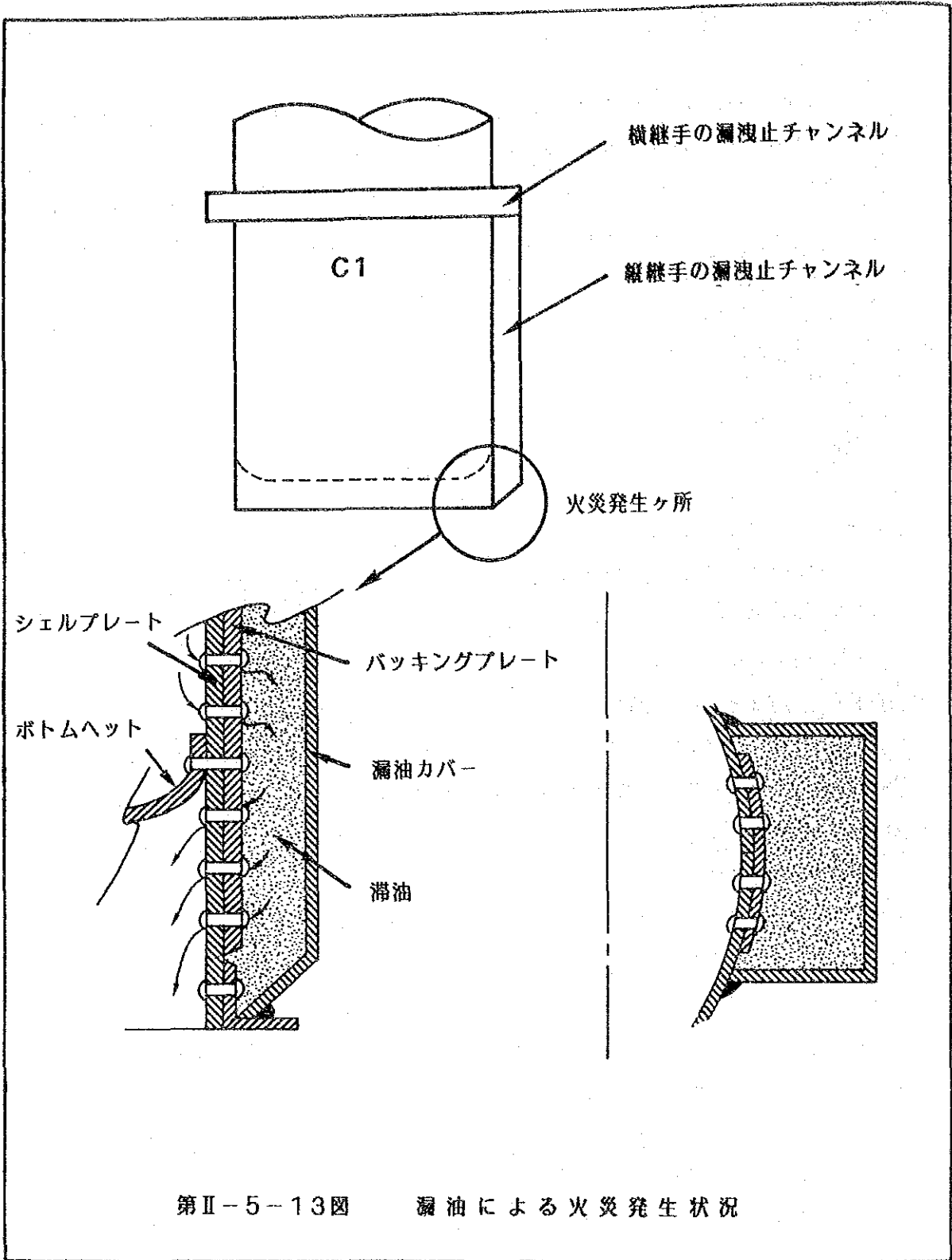
上記メンテナンスヒストリー記録によれば、点検は1968年よりほぼ2年置きに行われており、当初より炉壁及びチューブに相当の劣化があったことが記録されているが、年を追ってそれが激しくなっていることが判る。又、F1CのチューブをF1A, Bに転用し、F1Cを停止していた時期もあった。

下段2列のチューブの材質をカーボンスチールから1/2%Mnに変更する提案もなされているが、実際に実行されたかどうかは不明である。

リボイラー用のF2は熱負荷が小さいため、他の3基(原油供給用)よりは良好な状態にある。

但し、1975年の点検以降は、現在に至るまで記録は皆無であり、最近10年間の状態は不明である。その間は全くメンテナンス作業は行われていないという関係者の発言もある。

加熱炉の構造は[第II-5-4図]に示される通り、その型式は古く、ボックス型でラジエーションセクションの側壁にはチューブが無い。チューブコイルは12段でチューブは、下方5段がSch 80、6段以上がSch 40のいずれもカーボンスチール製でサイズは4'×6mである。記録によれば、ラジエーションの影響を受ける下方2列はフィンチューブであったようであるが、現在はベア



チューブである。

又、条件のシビアな下方3列はチューブ破裂を起した場合などに切り離すことができるように3～4段の間にブロックバルブを炉外に取付けてある。加熱炉本体はスチールストラクチャーで構築されており、炉壁は内外共レンガ積である。

コイルはヘッダーボックスの部分で各段がIビームに支持されているが、そのほかにコイル最下列を支える中間支持が2箇所炉内に設けてある。（[第Ⅱ-5-4図]は、既存のものとは若干異っており、1箇所しか描れていない）。

又、図に示される様にチューブの上にrefractoryの成型ブロックを並べ燃焼ガスのバップルプレートとしているが、実際にはこれらはほとんど崩れ落ち、その原型を全く留めていなかった。

煙突はスチール製で夫々の炉の天井から真直ぐに立上っている。Refractoryはない。1968～1975年に行われた点検では、煙突の肉厚には問題がないことが記録されている。

(2) 点検概要

- a) 外壁 : 側壁はスチールストラクチャーで4つのスパンに分れているが、いずれのスパンのレンガ積にも縦のひびが走っており、ひどい処には目つぶしセメントが塗られている。
この状況はすべての炉に共通である。
- b) 内壁 : 内壁の損傷のひどさは想像外である。
いたる処にひび割れを起しており、内側に膨れ出ている箇所も多い。耐火レンガの表面もほとんど原形を留めず溶落している。バーナーブロック周辺のレンガ積も落ち込んでおり、床上には脱落したレンガが散乱している。
- c) サポート : チューブコイルの中間サポートビーム (Iビーム×2) は被覆のレンガ又は、
ビーム refractoryが脱落しむき出しになっており、酸化が激しくチューブも浮いている。
- d) バップル : 煙道ガスのバップルブロックは全て脱落しており、原形を留めておらず、ブロックはチューブの上や床上に落ちている。
- e) チューブ : 酸化がはなはだしく特に陥の影響を受ける最下段チューブの中央部は白く変色
外面 しスケールとなって浮上っている。

f) チューブ配列 : チューブ配列は本来千鳥配列であるが乱れており、上部が見通せるところもある。又、チューブの曲りも見られる。

g) チューブ肉厚 : 最下段の中央及び左右端のチューブにつきそれぞれ中央部及び管端（後壁側）の3ヶ所のbottomの肉厚測定を行った。測定は外面より超音波肉厚計を用いて行った。その結果を以下に示す。

中央	中央	8.1mm
	左	1.0mm
	右	7.0mm
管端	中央	9.2mm
	左	8.8mm
	右	9.6mm

これまでの肉厚測定の記録が無いのでcorrosion rateの算出はできないが該当する規格寸法（4"sch 80）は8.6mmである。特に異常値を示した中央、左についてはくり返し測定し、又、近傍の場所を変えて測定したが、測定値は変らなかった。

h) リターンバンド : リターンバンドの肉厚も同様に測定したが、肉厚は全般的にはまだ十分に残っている。測定箇所は最下列の後壁側のバンド4個及びバーナー壁側のバンド1個（最終バンド）及び出口エルボーの各々頂部一点である。

測定結果

後壁側（向って左より）13.8、11.6、16.6、15.3mm

バーナー壁側 バンド 2.3mm

出口エルボー 1.6mm

尚、エルボーの1.6mmは異常値であるがくり返し測定しても変らなかった。

5. 2. 4 熱交換器類

(1) 現状概要

メンテナンスの記録としては「History File of Heat Exchanger」と「History File of Cooler」がある。しかし、1968～1975年間はほぼ2年置きに記録しているのみで、これ以外の年に関する記録はない。又、記録そのものも粗略である。

これによると、熱交についてはtubeを部分的或は全部取替えた記録が見られるが、コンデンサー及びクーラーに関しては取替えた例は少く漏洩チューブを木栓でプラグすることによってその場しのぎをしてきている状況であり、ひどいものではプラグングが30%に達したものさえあった。

参考のため、付録Ⅱ-5-7及び-8に「History File」の抜粋を添付した。

尚、過去の記録及び図面に使用されているItem Noと現在のものとは異なっているので新旧比較表を作り「History file」の抜粋に添付した。但し、現在撤去されて存在しないものもあり、又、一部入替が行われた可能性も強いが記録上の確認はできない。

センター担当者によればかなり以前からメンテナンスは行われておらず、トラブルに対しては対処療法で措置してきたとのことであり、実際の現場における観察結果もこれを裏付けている。

今回の現地調査では事前に予定していた開放点検は行わなかった。

その理由は

- a) 現地調査の期間が限られており時間的余裕がなかった。
- b) ほとんどがFixed tube sheetであり、開放しても内部の観察ができず、tubeの肉厚測定もできない。
- c) 大部分がopen channel type のクーラー及びコンデンサーであり、開放するのと大差のない観察ができる。
- d) 長年に亘りノーメンテナンス状態にあったため外観上の傷みが激しく開放することによる副次的なトラブルが発生し、運転に支障を来す恐れが感じられた。

又、使われている熱交類は製油所に通常採用されている型と著しく異なつたたて型が多く開放作業そのものが著しく困難である。

以下に点検・観察結果を総括する。対象は現在使用されているcooler及びcondensorに限定した。

(2) 点検概要

以下E 2 A～E 1 5 BについてはOpen channel側より観察可能であったので、その結果を以下に記す。尚、冷却水は河川水を源水としているがその処理等については5.3.4“水処理設備”を参照されたい。

- E 2 A : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、藻の発生多し。
- E 2 B : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、tubeの腐食も著しく管端が溶損している。
プラグ数1ヶ、藻の発生多し。
- E 2 C : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、藻の発生多し。
- E 3 : Tube sheetの腐食著しく全面あばた状、プラグ数38本、藻多し。
- E 4 A : Tube、Tube sheet共比較的良好、藻の発生多し。
- E 5 : Tube、Tube sheet共特に腐食は見られない、プラグ数9本。
- E 7 : Tube、Tube sheet共良好、プラグ数5本、藻の発生多し。
- E 9 : Tube内面の腐食著しい、プラグ数2本。
- E 1 1 : Tube内面の腐食著しい、プラグ数1本。
- E 1 2 A : 非常に硬い水垢の付着でtube内径の1/3以上減少、完全閉塞もあり、使用に耐える状態ではない。
- E 1 2 B : E 1 2 Aより一層ひどい、ほとんどのTubeが閉塞、プラグ1本、使用に耐える状態ではない。
- E 1 3 A : Tube、Tube sheet共腐食著しく、Tube sheet全面的に腐食が進行し、凹凸が激しい。
Tube 端も溶けている。プラグ数3本、藻の発生多し。
- E 1 3 B : E 1 3 Aと同様だが、Tubeの腐食が一層激しい。プラグ数8本、藻の発生多し。
- E 1 4 B : Tube、Tube sheet良好、プラグ数5本、藻の発生多し。
- E 1 5 A : Tube内面の腐食多いが概して良好、プラグも無し。
- E 1 5 B : Tube内面の腐食極めて激しく残肉少なし、プラグ無し、藻の発生多し。
- E 8 A (Box cooler) : スケール付着も少なく、Tube表面も比較的良好。
- E 1 7 A (Box cooler) : コイル全面に白いスケール(水垢)が付着、全面的にピッチングコロージョンが著しい。スケールは非常に硬く剥すと激しいピッチングコロージョンが見られ深さ4mmに達するものもある。
コイル及びノズルのピッチングコロージョンの無い部分をそれぞれ3箇所肉厚測定した結果は次の通りであった。

コイル(3インチ)	4.4	4.7	4.1mm
ノズル(4インチ)	5.4	5.4	5.1mm

Channel shell内部の腐食はいずれも激しく中には穴のあいたものもある。
尚、E 1 BについてTop coverの肉厚を3点測定したのでその結果を示す。

No. 1	18.3mm
2	18.7mm
3	18.6mm

5. 2. 5 ポンプ

プロセスポンプは1984年12月から1985年2月にかけて全てが古いレシプロポンプから新しい渦巻ポンプ（荏原製）に取替えられており、振動、異常発熱もなく、スムーズな運転状態であった。ポンプはいずれも容量が小さく（7.5～20m³/hr）従って、モーターも小型（1.5～5.5KW）であることから個々にA/Vメーターを設けておらず、また、ポンプ吐出流量も個々には測定できないのでポンプ性能曲線のチェックはできなかった。

C2リボイラーポンプ（P010-5A, 5B）は新しく設置されたにも拘らずC2カラムからのスケールによるストレーナーの詰りが激しくキャビテーションを起すという理由から使用されておらず、旧来の蒸気駆動レシプロポンプが使われていた。プロセスエリア内に設置されているスクリュウ型燃料ポンプはfuel oil supply unitと共に新設されたものであるが1台（P500-1A）がスチームタービン駆動、他の1台がモーター駆動である。

このうち、1Aはスチームタービンのスペアパーツが無いこと及び駆動蒸気の供給圧が設計8kg/cm²を保持できないという理由で全く使用されていない。

5. 2. 6 配管

外観は概して不整一であり、配管エレベーション、配管ルートなどまちまちである。弁及び継手部からの漏油も見受けられる。フランジ部分ではボルトの抜けているものや不揃いのものも見られた。配管に付属するものとして不用となった温度計が取付不良のまま放置されている例もある。

レシプロポンプをモーター駆動ポンプに全面的に置き換えたため、蒸気配管が不用になったにも拘らず、撤去されないまま放置されている。又、コンデンサーを撤去した後の配管の整備等不十分である。これ等は美観上見苦しいばかりでなく、作業安全上好ましくない。

一般に配管量に比べて、バルブ及びフランジの数が非常に多い。バルブが多いのは熱交や加熱炉が全てブロック運転乃至は相互切替えができるように設計されているからであるが、トラブルのチャンスがそれだけ増加する。機器の信頼性及びメンテナンスの充実によりこのようなバルブはできる限り少なくするのが最近のやり方である。

配管にフランジ継手が非常に多いのも漏洩などの原因となり好ましくない。高温配管ではフランジ部の保温のないものが多く、熱ロスが大きい。

スチーム配管ではメインラインバルブのグランドからのスチームの漏洩、スチームトラップの作動不良等が見られた。

運転中における配管の振動は見られなかった。

バルブ、継手類は各種の型式の混用が見られたが、修理時のスペアパーツの入手が問題となろう。

一方、センター配管規格としては、フランスのコンサルタント会社の作成した「Piping Material Specification」があり、これに規定された8つのclassで現在使用されているratingを全てカバーしている。しかし、この規格は比較的近年に作られたものであり、実際の配管は装置が非常に古いためにこの規格を満足するものとはなっていない。今回の調査で配管の主要点の肉厚測定を試みたのでその結果を次に掲げる。

場 所	肉厚 (mm)	サイズ	s ch. 40 (mm)
1) E 1 B原油出口エルボー	13.9	6"	7.1
2) 加熱炉F 1 A出口エルボー	4.5	4"	6.0 (sch. 80 8.6)
3) V 1入口エルボー	7.6	10"	9.3
4) V 1 to C 1エルボー (before T)	(13.6)	18"	14.3
5) C 1入口エルボー	11.7	14"	11.1
6) C 2出口エルボー	(14.8)	16"	12.7

肉厚測定は超音波肉厚計を用いたが、カッコ内に示したものは他と機種が異なる。オリジナルの厚さは全く不明であるので、s ch. 40の肉厚を参考に記した。

5. 2. 7 計 装

(I) 点検概要

現在稼動しているループは全て空気式で大きな問題はなく動いている。

しかしながら、auto controlでは、9割程のループで通常以上のオフセットが発生している。

各加熱炉に取付けられたTRは電気式の12点記録計をフィールドに置いていたが、記録計の指示不良の為、現在は撤去されている。記録計のメーカーはSpeed Max社(フランス)である。

又、計器室内計器盤に電気式のモニター用TIを24点切替スイッチと共に設備していたが、指示不良のため、これも撤去している。メーカーはLead & Nortrap(フランス)であった。

現場の発信器・調節計は外部・内部共、目視では不具合は見られない。

ただし、レベルスイッチ、レベルトランスミッターはdisplacement部のパイプ、フランジ及び手元バルブが相当さびている。

温度計器は現場指示計器及び温度エレメント共問題ない。レベルゲージはC1~C5及びV1用のものは錆がひどく、V2~8では内部の汚れもひどい。

コントロールバルブはLCV 010-1~6以外は良い。LCV 010-1~6はかなり外観もさび

て損傷しており、エアーゲージもなくなっていたり、カバーガラスが変色又は汚れていて指示が読みにくい。

導圧配管は、圧力が低い為、全てネジ込であるが、不良ヶ所は見当らなかった。

供給および信号空気の配管及びTubingは良好であり、レギュレーターも保守されていて、故障はない。

供給空気はメイン配管から各計器及びバルブに1対1でとり出されているが、元弁はなく、計器側近に手元バルブがある。計器点数が少なくエリアも狭いので納得できる方法である。

計器室計器盤についても、外観上特別な問題は認められない。

計器の入・出力信号に関するキャリブレーションはセンターの担当者によって適切に行われており、又、マニュアルコントロールでは正常に作動するので、オフセットの発生については、

- a) 計器キャリブレーション時の発信器-調節計のスパンの整合が行なわれていない。
- b) 調節計のPID動作の調整がされていない。
- c) 内部演算圧力信号設定のずれ。

が原因と考えられる。

上記a)についてはセンター自体によって実施できるが、b)、c)については、メーカーに依頼する必要がある。

(2) メンテナンス

計装設備のメンテナンスは一応はスケジュール化されたものはあるが必ずしも実行されてはおらず、実際には計器のキャリブレーションは、運転員からの不良報告があった場合シャットダウンを待って行われている。

空気式計器のキャリブレーション設備はトレーニング用と共用で設備されているが、携帯用ではない。電気式計器用のものはない。

キャリブレーション要員は7人で、オペレーションとトレーニングの2つのグループに区分されている。

過去10年間、計器のキャリブレーションは全てセンター自体によって行われており、メーカーによる調整、オーバーホールは行われていない。

メンテナンス用スペアパーツはほとんど保有していない。納期は3ヶ月～1年である。スペアパーツの必要が生じた場合には、その計器の重要性が考慮され、場合によっては、予算・納期の関係でそのまま修理がされない場合もある。

5. 2. 8 ストラクチャー及び保温

(1) ストラクチャー

主なStructureとしてはタワー及びベッセルの設置されたMain structureとクーラー・コンデンサーを載せたSub structureがある。この2つは互に接しており、ビームでつながっている。

Main structureにはfirst stage (GL+5 m) にC 2・C 3・C 4・C 5が、second stage (GL+8 m) にC 1 A・Bが、それよりやや高いstage (GL+9 m) にV 1が載っており、top stageはGL+21.6mである。

Sub structure はMain structureよりはずっと低く最も高いstageでGL+10 mで4つのレベルに分れており、現在は21基のクーラー・コンデンサーが載っている。

Main structureのGL+10 m以下、Sub structureのstage下方の柱、横桁、筋かいには耐火被覆が施されているが、その多くは脱落しほとんど約に立たない状態である。

(2) 保 温

保温は更新された部分と古い部分が混在している。

ColumnおよびVessel類はrock wool・A 1外装に、配管の一部はCalcuim silicate・A 1外装に刷新されているが、その他の配管および熱交はケイ藻土保温材のままで劣化が激しく脱落も多い。

又、高温バルブ、フランジのほとんどが保温されていない。

5. 2. 9 リファイナリープラントの安全問題

(1) 保温脱落

熱油配管の保温材の脱落個所が多く見られるが、保温効果ばかりでなく、火傷防止の観点からも好ましくない。又、配管はフランジ継手が多く、これらは保温されていないが、同様な見地から保温すべきである。

(2) Fire Proof Coatingの脱落

V 1、C 1などの設置されているMain Structureを初めクーラー、コンデンサーステージのStructureのFire Proof Coatingの脱落がはなはだしく鉄骨がむき出しになっている個所が多いが、万一の火災の際に崩壊する恐れがあり、早急に補修すべきである。

(3) 不要配管による障害

スチーム駆動ポンプをモーター駆動の遠心ポンプに全面的に置き替えたにもかかわらずスチームのinlet、outlet配管が撤去されずに残されているが、美観上見苦しいばかりでなくメンテナンス作業あるいはaccess上障害となっており安全上好ましくない。撤去すべきである。

(4) Stage上の障害

クーラーE 4 A、E 6 Aを撤去した後の配管等をStage上に放置したままであるが、通行の阻害となり危険である。

(5) Stage周辺のStopper Barの欠除

Stage周辺にStopper Barが無いが、作業員が足をすべらして大けがをする恐れあり、又、物がすべり落ちたりころげ落ちたりして破損したり第三者に重大な障害を起す恐れがある。早急にStopper Barを取付けるべきである。

(6) 油漏洩による足場不良

Fuel oil supply unit周辺床上が漏油により著しくよごれており非常にすべり易く accessが不安である。

又、Delivery pump 周辺の漏油はことにひどく、バルブグランドから噴き出した油があたり一面に溜っている状態でヘッダーバルブの操作上極めて好ましくない。 早急に措置すべきである。

(7) ホースステーションの整備

Plant area内にホースステーションが無く、Main structureのステージ上に一ヶ所それらしきものがあるが、スチーム、圧縮空気、水配管の接続が無くホースも無い。 これらはメンテナンス作業時ばかりでなくSafetyの観点からも必要と思われる。

(8) フレアースタッフ

点火装置、逆火防止用水封ドラムはなく、また、ラインの途中に気・液分離用のポットらしきものが見られたが、これらを含めてフレアシステム全体を改善する必要がある。

(9) 腐食対策用アンモニア注入設備

液体アンモニアポンペは地震等で転倒してバルブの接続部の破損を生じた場合、毒性ガスが放出される恐れがあるので、転倒防止対策（固定チェーン取付等を）をすべきである。

(10) 安全靴

一般に製油所では衣服の摩擦等により人体に帯電した電荷により引火性物質に着火することを防止するため、電気抵抗 $10^5 \sim 10^8$ (Ω) の静電気安全靴を使用している。 製油所内にいる運転員および訓練生には、ヘルメットと共に安全靴の使用を義務付けるべきである。

5. 3 付帯関連設備

5. 3. 1 自家発電設備

(1) 現況概要

センターは、現在3基のディーゼルエンジン発電機を有しており、常時2基を運転し、センター構内及びCepuに散在するセンター関連施設へ電力を供給している。

発電機は運転を平均化するために200時間連続運転毎に順次一台を停止し、この間に小メンテナンスを行っている。

発電機は1973年5月25日に2基が、1977年12月2日に1基が稼働を開始した。仕様は3基共同であり、下記に示す。

Diesel Engine (西独 M. A. N社製)

Type : G6V 30/45 ATDG

Capacity : 950/1120 BHP

R. P. M. : 500

Generator (西独 Siemens社製)

Type : 1 DK 4 612-5 DE06-2

Capacity : 820 KVA

Voltage : 6.3KV

Current : 75A

Power Factor : 0.8

Frequency : 50HZ

発電設備の建設は建屋、関連設備を含めてSiemens社によって行われた。

(2) 点検概要

エンジン、発電機共外観及び運転音等に異常は認められない。Panel上の指示計の指示値も正常である。

運転記録も細かく残されており、適切な運転が行われている。

ただ地下室の配管より所々油洩れがあり容器で受けていたが、容易に手直しできる筈である。 附属工具等の管理は十分に行われている。 Panel は外観及び操作性共問題は認められないが、盤内にくもの巣等ほこりが多い。

(3) メンテナンス

発電機及び付属機器は現在4～7年毎（メーカーリコメンドは3年毎）にオーバーホールを行い、同時に不良が見込まれる部品の交換を行っている。

オーバーホールはSiemens 社の立会のもとに行われる。

通常の運転管理はメーカーのインストラクションシートに基づき行っている。

これ迄に発生したトラブルは付録Ⅱ-5-9「Power Plant Trouble Record」に示す通りであるが、故障への対処はスムーズに行われており、現在のところ大きな問題は発生していない。

また、現在迄は入手困難なパーツを必要とするようなトラブルは発生していない。 発電設備の重要度は十分認識されており、オーバーホール予算は比較的スムーズに承認されている。

(4) 将来の需要予測と増設計画

a) 負荷の見通し

現在max. loadは1,100KWに設定されており、1985年1月～4月のPeak loadは次の通りである。

1月	920KW (603,220 KWH)
2月	990KW (575,580 KWH)
3月	965KW (530,510 KWH)
4月	860KW (513,090 KWH)

注) 4月にはRefinery plant shut downが行われた。

1986年には下記の設備による負荷の増加があり、max. loadは1,300～1,500KWと見込まれている。

- Simulator & pilot plant lab. の完成
- Simulator & pilot plantの設置
- Motor for drink water supply (200KW) の設置

b) Generator の増設

現在の常時2基運転では最大出力は1,300KWが限度であるため、1986年4月稼働を目途に現在のもと同容量のNo.4発電機を増設する予定である。これは1977年に購入されたものであり(1975年製中古品)現在発電所横の倉庫に保管中である。

補修用パーツはSiemens社によりチェック、リストアップされ手配済である。建設はSiemens社及びM. A. N社の技術者の監督のもとに行われ、現在の発電所建屋の中に設置される予定である。

No.4発電機稼働後は常時3基運転、出力1,950KWとなる予定である。

c) 公共電力の導入

公共電力の導入については、発電設備の発電容量と負荷が接近して来た時点で考えられることになるが、その時期は1987年以降である。

但し、製油所設備への導入は行わないで市中にある関連施設を自家発電設備より切り離し、これに公共電力を供給することになる。

Cepu周辺の公共電力は自家発電より安価ではあるが、安定性に欠けるため製油所への導入は適切ではない。

5. 3. 2 電気設備

(1) 配電設備

a) 現状概要

発電設備で発電された電力は製油所及びCepuに散在するセンターの関連施設へ供給されるが、その配電システムは負荷の分散から見た要所に変圧ステーションを設け、200~500KVAの変圧器によって電圧を6KV→380V/220Vに落として供給している。

配電システムはループ方式を取っており、ステーションはMC1~8、TSP I及びIIの10ヶ所あり、そのうちMC1,2,3及び8が製油所内に他は構外に設置されている。

変圧器はこの他に2台(650KVA, 200KVA 6KV/440V)あり配電盤(Switch gear)と共に発電所近くの建屋内に設置されている。以上の配置は[第II-5-14図]に示す通りである。

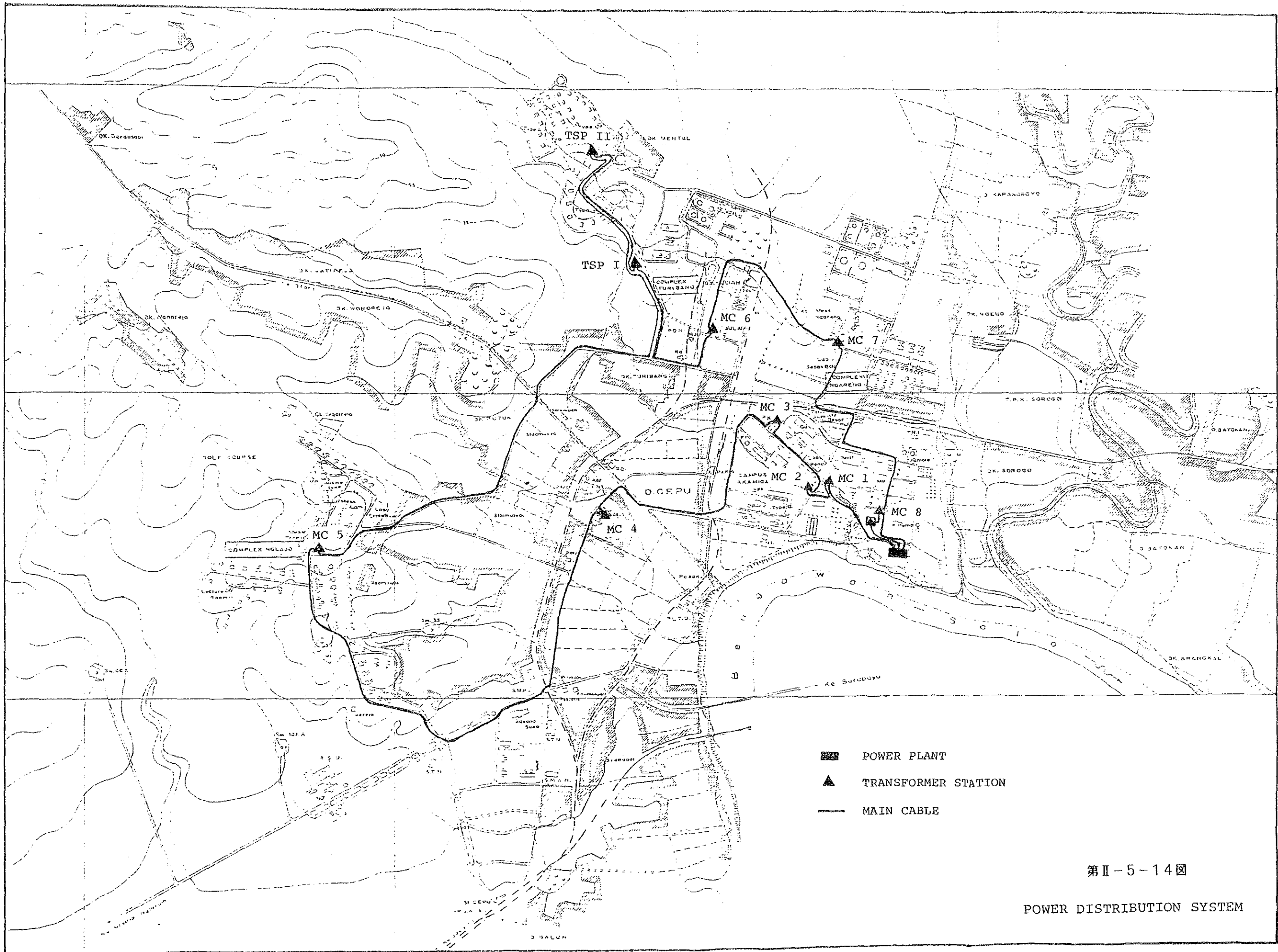
上記変圧ステーションは変圧器、配電盤を屋外型鋼製キュービクルの中に納めたユニット型式となっている。

動力電源電圧は380V、440Vの2種類あり、380VはMC1~8、STP I及びIIの変圧器ユニットから供給され、440Vは他の2台(650KVA, 200KVA)の変圧器から配電盤SG650-1A, B及びMCC650-3を通して、概ね30KW以上の大きなモーターのある構内の特定の設備(ボイラ、ワックス装置、消火、給水など)に供給されている他、小型のY結線モーター(ソーダ洗浄、燃料など)に供給されている。

b) 点検概要

変圧器、配電盤共建屋又はキュービクルの中に納められており、メンテナンスも定期的に行われているので共に問題は認められない。但しメンテナンスの記録は残されていないようである。ケーブルは地中に直埋設されており、動力配線に於てケーブル破損事故が年に1~2度発生している。最近の事故例としては次のものがある。

- ① 直埋メインケーブルジョイント部の短絡
- ② メインケーブルの変圧器キュービクル端末部の短絡
- ③ 低圧ケーブル分岐ジョイント部の短絡



第II-5-14图
POWER DISTRIBUTION SYSTEM

原因は各々①施工不良、②盤内湿気、③施工不良と想定される。①は施工後数ヶ月での事故であった。

常備のスペアパーツは重要性の高いもののみ限定しており次の通りである。

- Main Fuse (納期, 2~6ヶ月)
- Main Cable 3c × 9.5mm² (納期, 1ヶ月)
- Joint Kit for Cable (納期, 2~3週間)

その他フューズ類等の小部品はスラバヤで入手が可能であり、製品は主にヨーロッパ製である。

メンテナンス用の計器は下記のを所有しているが、半数は旧式の古いものである。

- 埋設ケーブル損傷探知器 × 1 (BICC)
- メガテスター × 2 (メーカー不明)
- サーキットテスター × 2 (フィリップ/シーメンス)
- 抵抗測定器 × 1 (メーカー不明)
- 接地抵抗測定器 × 1 (ナショナル)
- クランプメーター × 2 (キョーリツ/英国製)
- 検相器 × 1 (シーメンス)

(2) モーター及び操作盤

a) 現状概要

全般に装置規模が小さいために消火、給水あるいはボイラ等のポンプモーターを除き大半は10KW以下の小型のモーターが占めている。

常圧蒸留装置、ソーダ洗浄、ワックス装置、ボイラなどのモーターは極く最近(ほとんどが1984~'85年)設置されたものが多いが、旧来のものも含めて稼動中のものについては全て良好との報告がなされており(20 Mar.'85)、今回の調査でも概ね同様の観察を得ている。

全てのモーター及び操作盤は建屋内又は屋根下に設けられており、外面の塗装もたびたび補修されており外観的に目立った損傷を示すものはない。

モーターの据付は2、3の小型モーターを除き、適切なコンクリート基礎上にアンカーボルトで固定されており振動を生じているものはない。

操作盤等も基礎上、架台上又は壁面に強固に取付けられている。モーターのターミナルボックスではカバーのパッキンが紛失していたり、内部にほこりや油が入っているものが目立つ。

操作盤からの動力ケーブル及びモーター巻線一括の絶縁抵抗測定を停止しているモーターについて何点か行ったが概ね良好であった。

運転中のモーターについては表面温度、電流値、運転音を検査したが異常は認められなかった。

ケーブルは取替工事を行ったものにケーブルの保護、サポートの不十分なものが見られる。

ケーブルは動力、コントロールケーブル共全て直埋設である。危険区域に於けるモーターの防爆構造の適用については概ね問題はないが、中には非危険区域に防爆構造を使用している例がある。

b) 点検概要

現場における点検で不良点を発見したものについて以下に述べるが、今回の調査では全てのモーターについて点検を実施したわけではない。又、絶縁抵抗測定はモーター巻線及びケーブルを一括して行った。

一 製油所ポンプモーター (No. 9)

ターミナルボックスのケーブル入口の固定金具がルーズになっている。又、ケーブルの支持が不十分であり周囲の油に接触している。操作盤はカバーの止めボルトが一本もなく防爆性を失っている。又、前面のドレンスチームにより盤内に錆が見られ接触子面がさびかけており危険である。

一 製油所コンプレッサーモーター

操作スイッチは古くカバーはルーズで針金でとめてあり、構造も防爆型とは言い難く区域に適合していない。

ケーブル入口はパテが詰めてあるが、下方はルーズになっており危険である。

絶縁抵抗値は0.3 M Ω で漏電の可能性があるが、又モーターは防爆構造でなく区域に適合していないので使用することは好ましくない。

ー ワックス装置ポンプモーター (P200-11B, No. ED37)

ケーブル保護は金属plica チューブであるが、ターミナルボックス側で固定されていない為、外力により結線が外れ短絡事故を引き起す可能性がある。

ー ワックス装置ポンプモーター (P200-13, No. ED20)

ケーブルは全く保護されておらず外力により傷つき易い。 又、結線が引きはずれ短絡の可能性はある。

ー ワックス装置モーター (No. 11, No. ED12)

充電部にカバーがなくブラシが露出している。

又、ケーブルはターミナルボックス入口で極端に折れており危険である。

ー ワックス装置アジテーターモーター (No. 14, No. ED143)

Steel structure 2 F 床上に据付。 回転時に振動発生。 ケーブルはモーター側、スイッチ側共固定なく外力でひき抜ける恐れ有り、短絡事故の原因となる。

ー ユーティリティーポンプモーター (No. 6)

絶縁抵抗置 0 Ω。 ポンプの損傷で現在使用していない。

ー 消火ポンプモーター (No. 1)

絶縁抵抗置 5 Ω。

ー 消火ポンプモーター (No. 2)

モーター巻線一線地絡。 絶縁抵抗値 0 Ω。 使用不適。

c) メンテナンス

メンテナンスは一応はスケジュール化されたものはあるが内容は充分でなく、又その通りには実行されておらず、実際は現場の運転員から異常報告があってからメンテナンスアクションが取られている。 日常の状態は現場員が把握しているのみで検査記録は無い。

1985年3月に行なわれた検査でも目視検査のみであって、モーター巻線及びケーブルの絶縁は検査されていない。

図面関係では、単線結線図は一応整っているが、変圧器二次側のモーターへの低圧ラインが描かれてないなど内容は十分でなく、又、増改造についての整理された図面もない。 モーターリストに付随している簡略な図でも供給系統が示されていない。

メンテナンスの現状は極めて貧弱である。

(3) 照明設備

a) 点検概要

— 白熱灯

常圧蒸留装置内に80W防爆型白熱灯が約100灯使用されている。 全般にカバーガラス内の汚れがひどく、ケーブル接続口は不完全なものが多くグラウンド押えを使用しているものもあるが、多くはルーズでありケーブルと共に内部のランプも動く。

グラウンドの隙間あるいはグラウンド押えとケーブルの間に詰めてあるパテも硬化ひび割れし効果はない。

灯具体も老朽化しており、パッキン不良と思われるものが多い。

このように防爆性が失われており危険な状態にある。

ジョイントボックスも同様にケーブルの接続が不良のものや使用していない穴がシールされていないもの、カバーのボルトが一部紛失しているものがあり、防爆性が失われており危険である。

使用されているケーブルは鉛シース(厚さ約1mm) braided wire被覆の特殊なもので、グラウンドの防爆性を確実にするためには好ましくない。

ー フラッドライト (Flood light)

常圧蒸留装置全般を照らすためとタンク照明に1,000W防爆型フラッドライトが用いられている。

灯具は新しく問題はないがポールに設置されているスイッチは古くカバーもルーズであり、又、ケーブルの接続も前述と同様ルーズであり防爆性が失われている。

又、ケーブルに外力が加わった場合、接続が外れ短絡する恐れもある。

ー 道路灯

構内の道路照明等一般の照明に用いられている非防爆型である。 蛍光灯のものはカバーガラス内が多量の昆虫などで汚れ照明効果を落しているが、全般に問題はない。

ー その他全般

常圧蒸留装置内にはEmergency light が設けられているが、加熱炉建屋内に設置されている小型発電機は老朽化しスクラップ状態にある。

仮に起動するとしても自動化されていないためEmergencyの意味がない。又、メンテナンスの際などに必要となる臨時照明用の電源コンセントが設けられておらず今回の調査でも不便を感じた。

又、今回の調査で夜間に於ける照明の度合を見たが、製造装置、ユーティリティー地区共最低必要限は備っており、バルブ操作、計器の読み等にも一応、支障はないものと思われる。

b) メンテナンス

照明設備のメンテナンスは一応はスケジュール化されたものはあるが内容は充分でなく、又その通りに実行されていない。

球切れなどはその都度交換されており、不点灯は観察されなかった。

メンテナンススケジュールの中にカバーガラスのクリーニングやジャンクションボックスのカバーのゆるみなどのチェックは含まれていない。

(4) 接地設備

a) 点検概要

一 発電設備

接地は発電機、操作盤、建屋及び燃料タンクに亘って適切に行われており、保守用ハンドホール、ワイヤ、接地棒共適正である。

ハンドホール内での接地棒とワイヤの接続にはカーボンスチールボルト&ナットが使用されておりかなり錆びている。

一 石油精製プラント及びユーティリティー

接地線は地中からの立上げ部で保護されていない。また、タンク周辺では接地線が舗装上を長くはっているものや油、土がぶ厚く付着しているものが見られる。これらは接地線の強度及び性能を低下させるものである。

タンクは大小にかかわらず一点の接地であり、各々独自の接地棒を打ち込んでいる。接地線のタンクへの接続はタンク本体ではなく側ノズルのバルブ側フランジのボルトへ行われている。

常圧蒸留装置のstructureには接地が無く、structure上の塔槽、熱交類も接地線が接続されていない。

加熱炉建屋(11×38.5m)の鉄骨には一点の接地があるのみである。

一 電気設備

接地方式は3相4線中性線接地式である。

変圧器の低圧側中性点は接地極を設けて接地されており、各負荷で中性線はアース端子と接続されている。

各盤関係ではneutral barにフィーダーの中性線が接続されている。

増設または改修を加えた電気設備の中には単独にbody earthを設けたものもあるが、全体として電気設備の接地は確実である。

接地極は発電設備、精製プラント及びユーティリティーと同じで1 1/2"×6mの亜鉛メッキスチールパイプを打ち込んでいる。パイプとワイヤの接続はカーボンスチール

ボルト&ナットを使用している。

b) メンテナンス

Power plant の各接地抵抗値は毎年定期的に測定されており、その値は良好である。 今回の調査に於てもチェックを行ったが良い結果を得ている。

その他の各極での接地抵抗値は1984年8月に測定されたものは全て満足すべき値を示している。

(5) 避雷設備

避雷設備は設置されないまま現在に至っている。

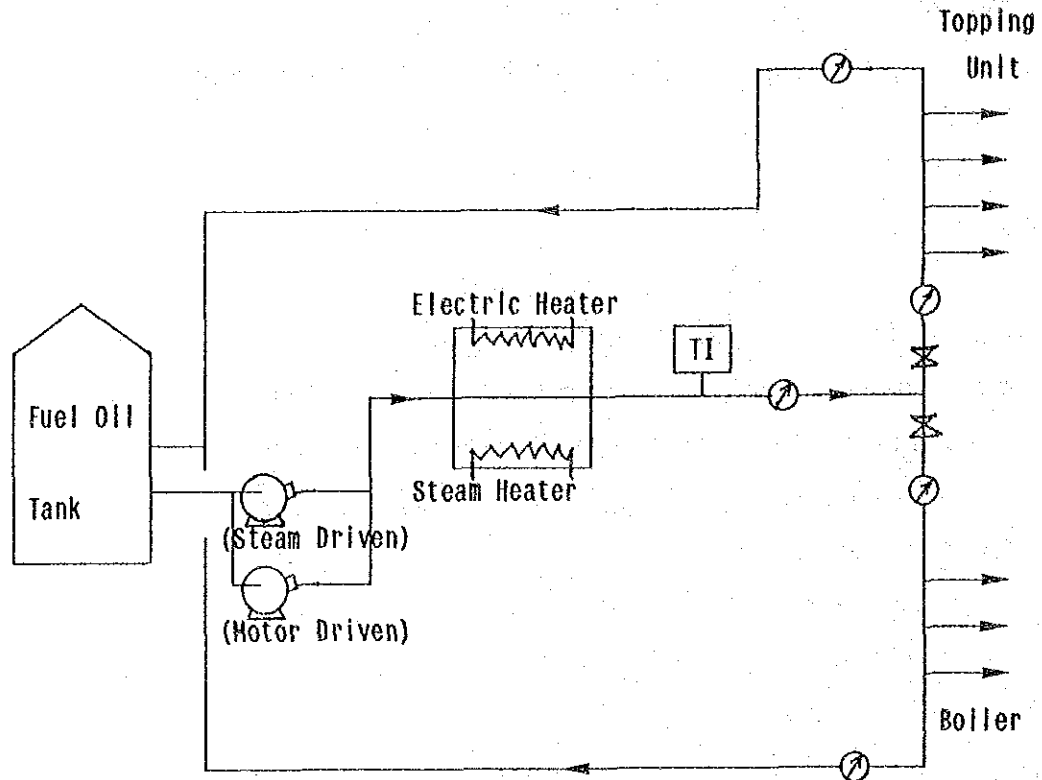
第2次世界大戦前のオランダ時代のデータによれば、当地は落雷の無い地帯と報告されており、事実過去60年間に落雷はほとんど経験しておらず被害は全く受けていない。

1973年に造られた発電設備の設計に於てもSiemens社は避雷設備を設けなかった。 避雷設備の必要性は低いものと思われる。

5. 3. 3 燃料設備

(1) 燃料油

燃料油システムの概要は下図の通りである。



Topping Unit側およびBoiler側の2系統の循環システムになっているが、流量計は加熱炉毎には設置されていない。

電気加熱器はスタートアップ時のみ使用され、出口温度55℃で運転されるが、正常運転に入るとスチームヒーターに切替え、出口温度は125℃となる。なお、燃料油配管および燃料油タンクの保温は実施済みである。

燃料油システムはスクリーポンプ2台を持ち、一台がモーター駆動であり、残りがスチームタービン駆動である。

しかし、スチームタービン（フランス製）は、スペアパーツ入手の問題から現在は使用されていない。

なお原則的にはKawenganまたはLedok原油の常圧残油を使用することになっているが、スタートアップ時には、軽油を混合して流動点を調整する。

残油の代表性状は次のとおりである。

項 目	Kawengan Residue	Ledok Residue
Sp.Gr (60/60° F)	0.9315-0.9472	0.9080-0.9127
Sulfur(wt %)	0.214 -0.242	0.263 -0.473
Viscosity, Redwood I /140° F(sec.)	219-226	217-231

(2) 燃料ガス

製油所から約4 km離れたNglobo地区に天然ガスのガスステーションがある。このガスステーションは、2段階の気-液分離塔とコンデンセート分離槽から構成されるが、後者は現在使用されていない。天然ガスの性状を〔第II-5-24表〕に示す。

分離塔の圧力は1.2 kg/cm²Gである。このガスステーションで、製油所とセンターの職員社宅へガスラインを分岐させて、社宅へは、圧力調整バルブで1.0 kg/cm²へ減圧して送られている。このフローを〔第II-5-15図〕に示す。

このガスステーションの製油所側のラインには減圧弁は付いておらず地下配管で製油所と結ばれている。

なお、ガスステーションには、天然ガスの総流量を計測する記録計付き流量計が設置されているが、現在は使用されていない。

一方、製油所では、常圧蒸留装置、Menggung地区にあるボイラ、試験設備、センターの事務所等で、0.5~0.8 kg/cm²・Gの圧力で燃料ガスとして使用されている。

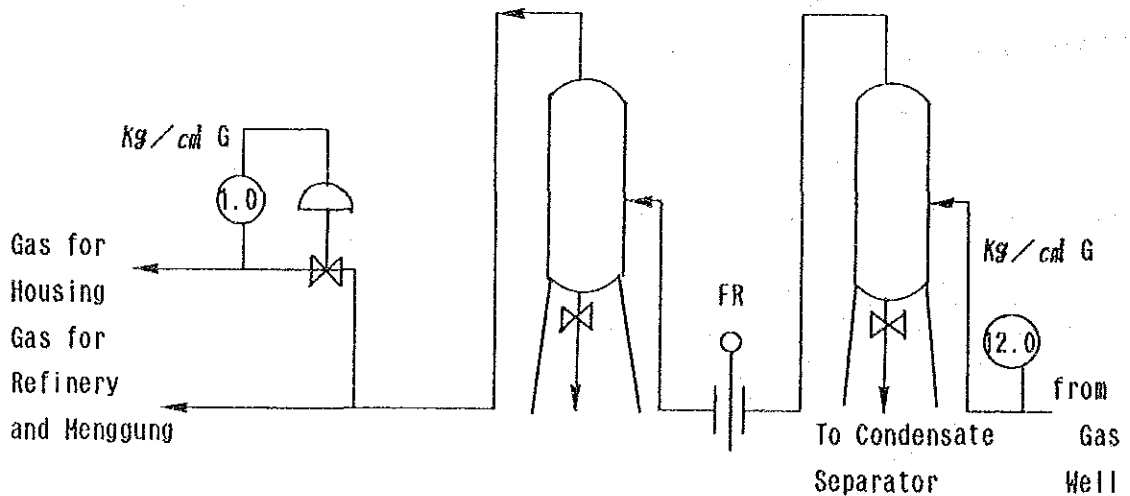
装置・設備毎のガス使用量（1985年1月、過去の実績データからの推定値）を〔第II-5-25表〕に示す。

第II-5-24表 天然ガスの一般性状

1. 組成 (モル%)	
硫化水素	N i l
炭酸ガス	25.1
窒素	0.5
メタン	69.1
エタン	2.8
プロパン	1.3
i-ブタン	0.3
n-ブタン	0.2
ペンタン	0.1
ヘキサン	0.2
ヘプタン	0.2

2. ガス比重	計算値	0.844
3. LHV	計算値	7,040 Kcal/Nm ³

第II-5-15図 ガスステーションのフロー



第II-5-25表 燃料ガスの使用バランス実績(1985年1月)

生産		使用量		
ガス田	10 ³ Nm ³	装置・設備	10 ³ Nm ³	%
Nglajo	362.7	常圧蒸留装置	115.0	31.7
		ワークショップ	10.0	2.8
		製油所ボイラ	-	-
		Menggungボイラ	80.0	22.1
		Refinery Laboratory	27.8	7.7
		教育用ラボラトリー	14.7	4.1
		社宅	96.0	26.5
		ロス/フレアー	19.2	5.3
合計	362.7	合計	362.7	100.0

(3) 燃料消費原単位

主要設備の運転停止のなかった1985年1月月報「Laporan Bulan Januari Tahun-1985, Cepu」に報告されているデータに基づき、常圧蒸留装置・ボイラ・製油所全体の燃料消費原単位を算出した結果を次に示す。

項目	常圧蒸留装置	ボイラ(*2)	発電設備	製油所
原油処理量 (kl/月)	8,730	-	-	8,730
スチーム発生量 (Ton/月)	-	8,152	-	8,152
燃料重油 (kl/月)	689.7	25.6	-	715.3
燃料軽油 (kl/月)	-	-	229.8	229.8
燃料ガス(*1) (EFO kl/月)	87.5	-	-	87.5
燃料合計 (kl/月)	777.2	25.6	229.8	1,032.6
原単位(EFO-kl/charge kl)	0.089	-	-	0.118
(EFO-kl/steam-ton)	-	0.0031	-	-

(注) (*1) LHV of Fuel Gas : 7,040Kcal/Nm³ (from Gas Components)
 LHV of Gas Oil (Solar) : 8,770Kcal/l (Sp. Gr 0.852, TS 0.08%)
 LHV of Fuel Oil : 9,250Kcal/l (Sp. Gr 0.940, TS 0.23%)

$$\text{Conversion Factor} : 7,040 \div 9,250 = 0.761 \text{ EFO} \cdot 1 / \text{Nm}^3$$

$$8,770 \div 9,250 = 0.948 \text{ EFO} \cdot 1 / 1 \text{ (Gas Oil)}$$

(* 2) Excluding Boilers in Menggung Area

日本の製油所における平均燃料消費原単位は1983～1984年で0.052 EFO-kl/charge klであり、常圧蒸留装置の燃料消費原単位は0.012 EFO-kl/charge klである。従って、センターの燃料消費量がいかに過大であるか明らかである。

設備の古さ、熱回収率、加熱炉効率等から言っても単純な比較には無理があるが、常圧蒸留装置を新設した場合は燃料消費量は現在の約1/6程度にまで低下するものと予測される。

5. 3. 4 水処理設備

(1) 現状概要

センターの給水のシステムは〔第Ⅱ-5-16図〕に示すとおりである。

原水はまずソロ川よりソロ-Iポンプ(P-100/1, P-100/2)で取水され、消火用水貯水池と沈澱池へ送水される。

消火用水は無処理のまま使用されるが、沈澱池の原水は硫酸アルミで処理され、微細な土やフミン質の粒子を吸着/沈澱させ、清澄水となる。清澄水の一部はそのまま冷却水として発電設備、ワックス装置、常圧蒸留装置に送られるが、ワックス装置及び常圧留装置にはそれぞれ冷却塔が各1基設置されており、その補給水として使用される。

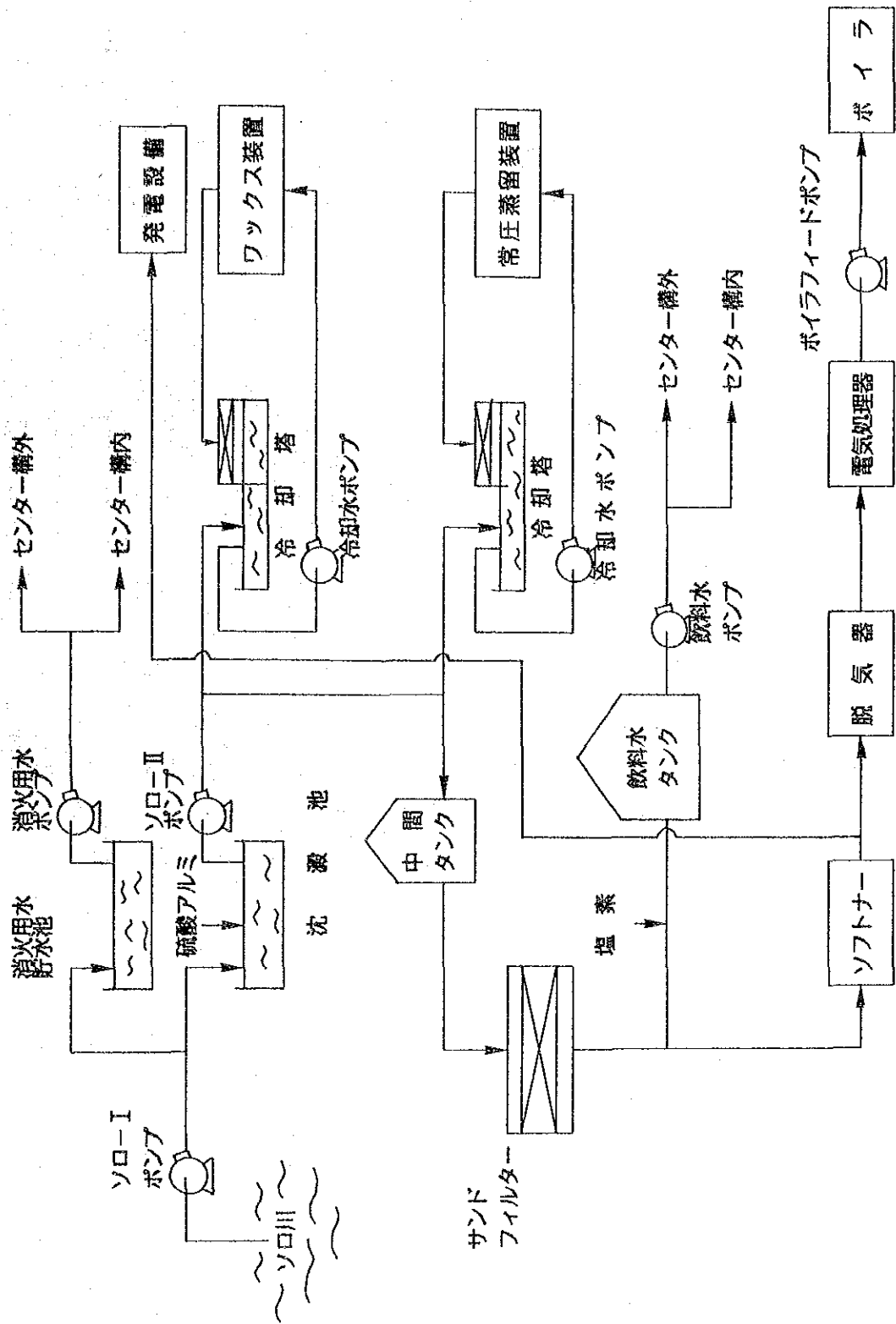
一方、残りの清澄水は中間タンクに一旦ためられて、サンドフィルターで濾過処理される。

濾過水の一部は殺菌用の塩素を注入されて飲料水としてセンターの構内と構外へ給水される。残りの濾過水はソフトナーでカルシウム、マグネシウム、鉄等の金属分を除き、脱気器で溶存ガスを除き、更に電気処理器にてソフトナーで除くことの出来なかった金属分を除いてボイラフィードされる。

それぞれの水処理設備能力及び1985年1月(センターの全装置が連続運転中であった)の消費バランスは〔第Ⅱ-5-17図〕に示されるとおりである。なお、当然のことながら、消火用水や飲料水の消費量は定常的なものではない。

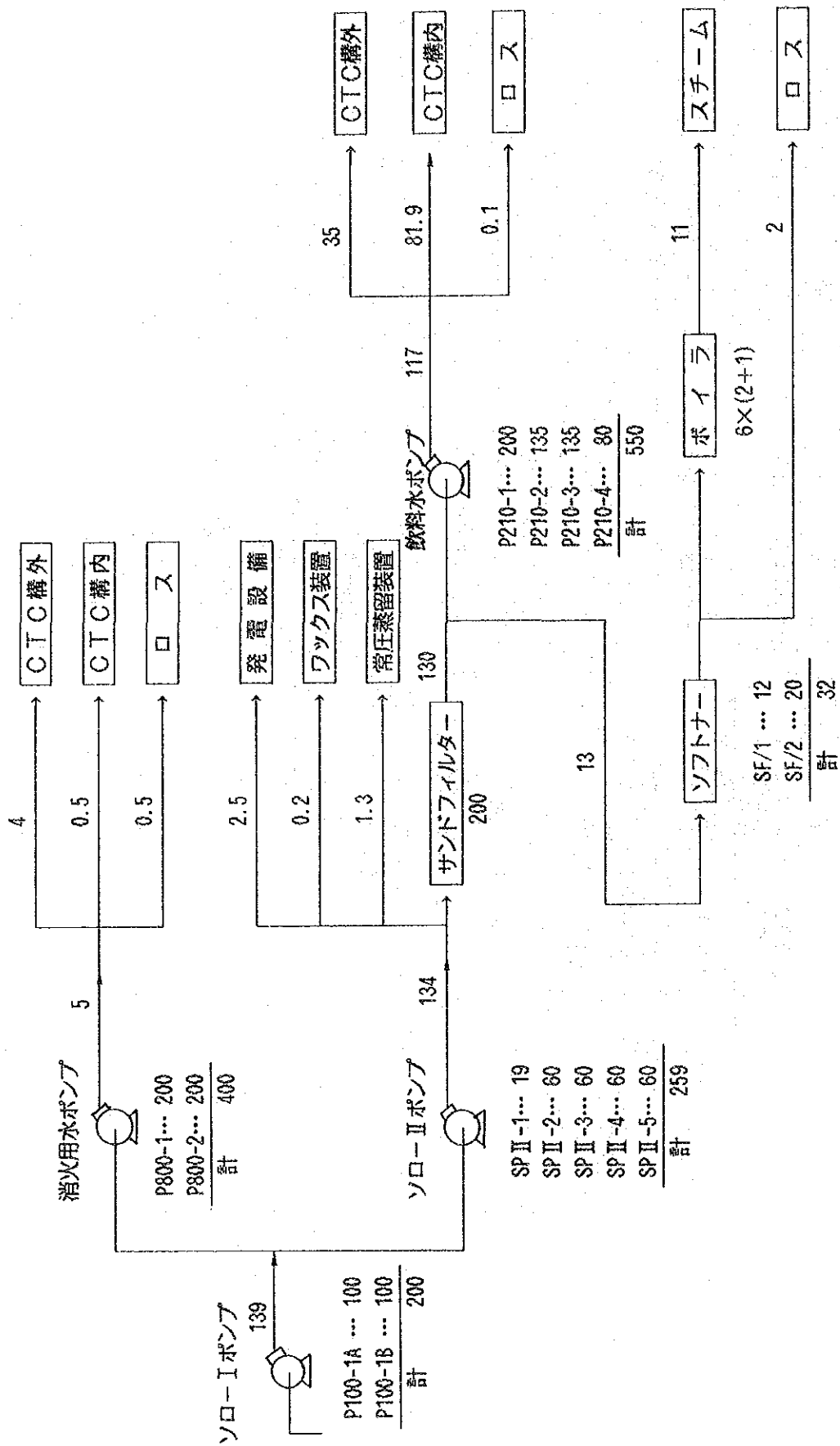
水の分析値の一例を〔第Ⅱ-5-26表〕に示す。

第II-5-16図 給水システム図



第II-5-17図 水の需給バランスと処理能力

(バランスは1985年1月の月報に依る) (単位: m^3 / 時)



第II-5-26表 センターの水分析値

	ソロ川 原 水	沈澱池後	サンド フィル ター後	飲料水	ソフト ナー後	電気処 理器後
PH	7.8	7.0	7.3	7.2	7.3	7.9
ドイツ硬度	8.1	8.1	8.2	8.0	0.15	0.12
濁度	42	2.6	2.8			
アルカリ度 (ppm)	350				227	230
KM _n O ₄ 消費量 (ppm)	12.6	7.5		1.6		
全固形物 (ppm)	240			160	240	240
活性塩素 (ppm)				0.2		

(2) 点検概要

〔第II-5-26表〕によると、沈澱池前後で濁度が42から2.6にさがり、過マンガン酸カリ消費量が12.6から7.5に下がっているため設備が有効に働いていることが判る。沈澱池を出た水は循環冷却水のメークアップ用に使用されている。日本工業用水協会がまとめた「工業用水水質基準制定についての報告書」の石油製品製造業の冷却用水の値やOWRT (Office of Water Research and Technology) の値を〔第II-5-27表〕に比較対比する。

第II-5-27表 循環冷却水のメークアップ用水質表

	センター	日本工業 用水協会	O W R T	
			メークアップ	ワンスルー
濁度	2.6	30		5,000
pH	7.0	7		5-8.3
アルカリ度 (ppm as CaCO ₃)	約 350	40	20	500
硬度(ppm as CaCO ₃)	145	50	130	850
蒸発残留物(ppm)	約 160	200		

センターの場合は、アルカリ度、つまりH₂CO₃の含有度が非常に高いことがわかる。また硬度も高い。

このように補給水の状態でもCaCO₃の沈澱を生じやすい状態にあり、循環濃縮使用には不適であることが判る。現に、5.2.4熱交換器類の項で述べた如く、E12A、12B等には、スケールの付着が極めて激しい。

このような水を冷却循環水に使用する場合には、メイクアップ水に酸を注入してアルカリ度を下げたり、メイクアップ水を石灰軟化やイオン交換軟化の方法に依って硬度を下げるのが望ましい。

更に循環冷却水についても適正量のブローや水処理薬剤の注入等による循環冷却水の管理が必要である。サンドフィルター前後の濁度は2.6と2.8であり、この数値のみから判断すると、あまり有効には働いていないようである。

飲料水について参考のために諸国の規定を〔第II-5-28表〕に示したが、センターの飲料水の場合は、濁度と硬度が飲料水用としてやや高い。

第II-5-28表 飲料水の諸国比較表

	センター	日本	E C		米 国	ソ 連
			最 適	最大		
pH	7.2	5.8-8.6	6.5-8.5			6.5-8.5
ドイツ硬度	8.0					
硬度	143		35			33.2
濁度	2.8	< 2	< 1	10	1-5	1.5
アルカリ度(ppm)	約 350					
KMnO ₄ 消費量 (ppm)	1.6	< 10	2	5		
COD(ppm)	約 0.4	< 約2.5				
全固形物(ppm)	160	< 約500	約1500			
活性塩素(ppm)	0.2				0.2-0.3	

5. 3. 5 ボイラ及びスチームシステム

(1) 現状及び点検概要

ソフトナーとボイラの能力と建設年次は以下の通りである。

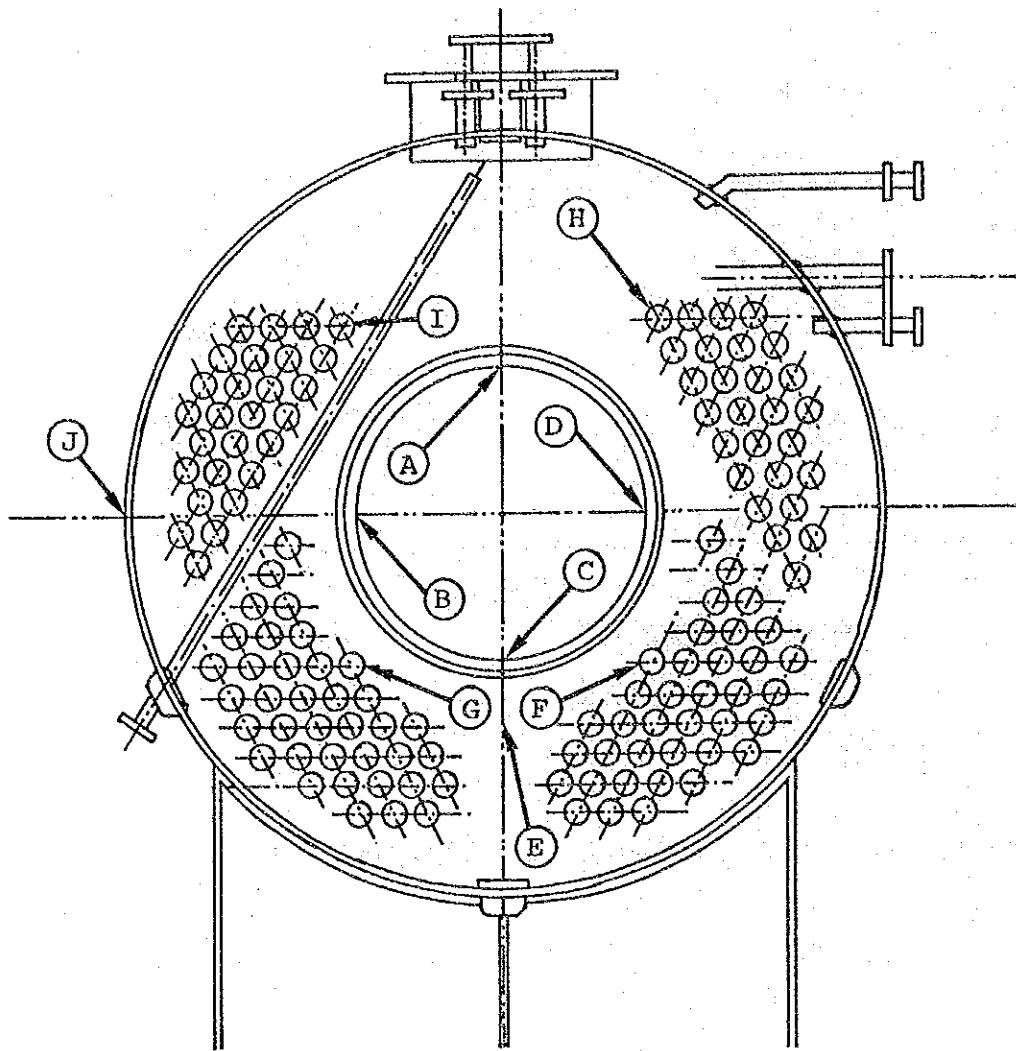
装 置 名	能力(Ton/hr)	完成年次
ソフトナー I	12	1978
ソフトナー II	20	1984
ボ イ ラ I	6	1978
ボ イ ラ II	6	1978
ボ イ ラ III	6	1978

ボイラは横型円筒煙管型で過熱器付である。

休止中のNo. 3 ボイラの要部の肉厚測定結果を〔第II-5-29表〕に示す。測定箇所は〔第II-5-18図〕に示す。

第II-5-29表 ボイラ要部肉厚測定結果

測定箇所		厚み (mm)	
		計測値	図面值
A	波形ファイヤーチューブ	13.0	12
B	”	12.8	12
C	”	13.2	12
D	”	13.1	12
E	チューブプレート	23.8	23
F	1次煙管	2.9	2.9
G	1次煙管	3.0	2.9
H	2次煙管	2.6	2.9
I	2次煙管	3.0	2.9
J	燃焼ガス側板	8.0	—



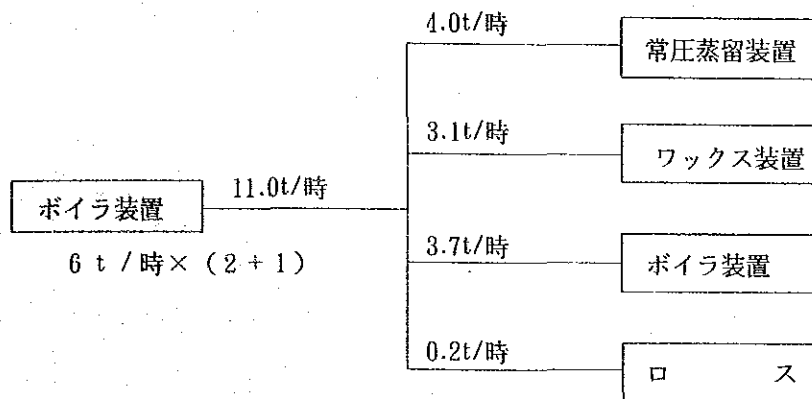
第II-5-18図 ボイラ肉厚測定箇所

目視検査では煙道ガス側は特に問題と思われる箇所は見当らなかった。

ボイラの定期検査はインドネシアの法律により2年に1回実施されている。従って安全弁の検査も2年毎に実施されている。

ボイラの最高使用圧力は10 kg / cm²Gであるが、スチームシステムは7 kg / cm²Gの一系列であって、センター全域に亘っての低圧スチームの系列は無い。従ってスチーム駆動のドライバーの排気は大気へ放出されている。但し、常圧蒸留装置内で必要とされるストリップングスチームには、7 kg / cm²Gのスチームを通常のバルブを手動で絞って約3 kg / cm²Gに減圧して使用している。

全装置が稼動していた1985年1月の平均的な蒸気バランスを以下に示す。



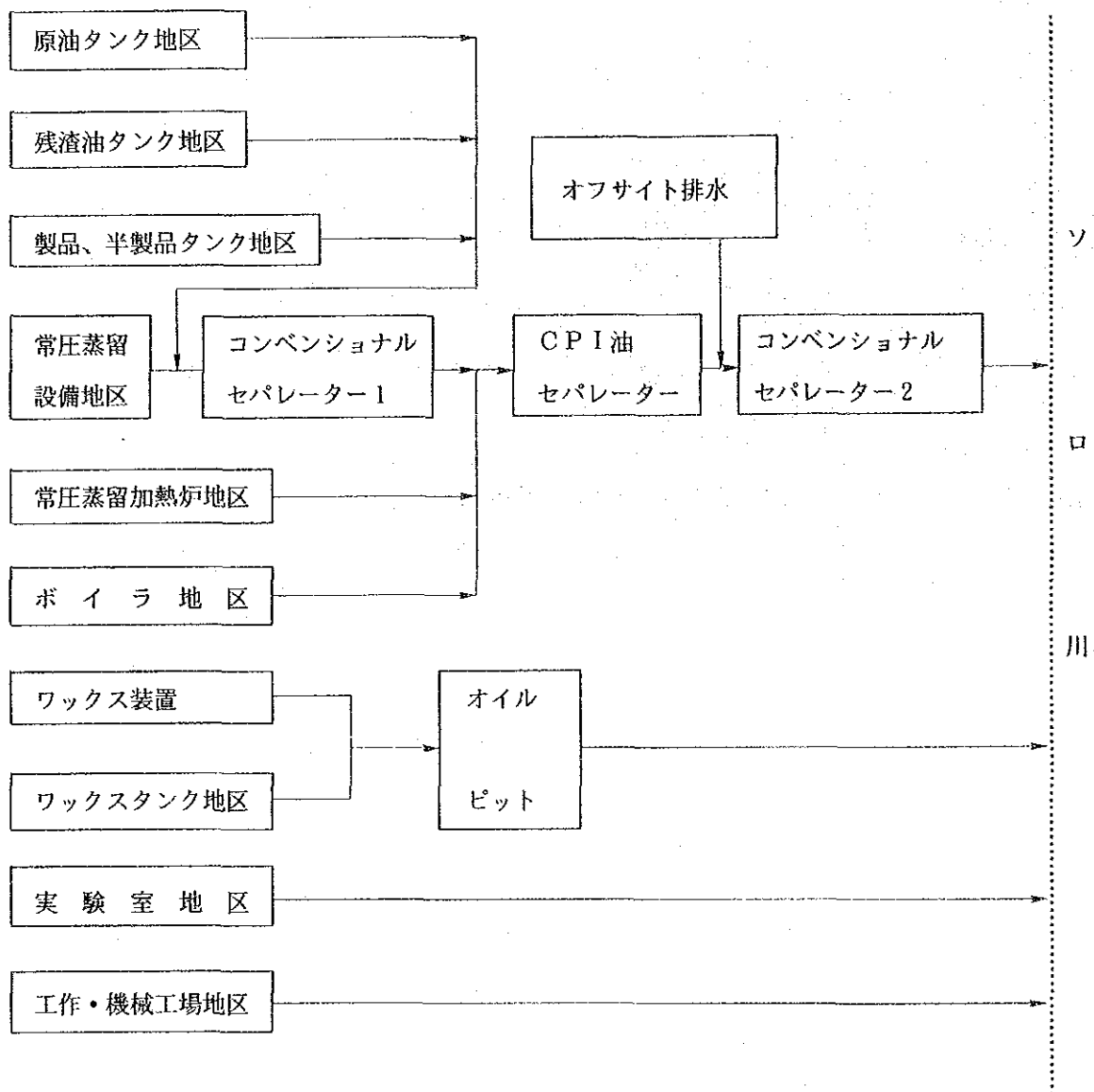
またオフサイトにおける蒸気配管の漏れや保温材の破損が見受けられた。

5. 3. 6 廃水処理設備

(1) 現状及び点検概要

センターの排水系統を〔第Ⅱ-5-19図〕に示す。

第Ⅱ-5-19図 排水系統



コンベンショナルオイルセパレーターは単にオイルピットの大きいものであって、いわゆるAPIセパレーターとは異なるものである。即ちセパレーターへの油水の入口は中央ではなく片隅にあり、水の流れを均一にするための垂直スロットバフフルも無い。

従って分離槽での水の流れが整流化されず、又分離槽の水深が大きく且つ長さが不足していることから、その分離機能は悪く、出口排水には未だ油膜が生じている。

CPIセパレーターはセンター独自の設計によるものであり、その分離機能は良好で出口排水には殆ど油膜の発生はない。

コンベンショナルセパレーター2から出た排水はソロ川へ排水されるが、その付近の水面には油膜がわずかに存在している。しかし、約50m下流では油膜が分散してしまい、その識別はできない。

5. 3. 7 タンク設備

(1) オフサイトタンク

4つの油田から生産された原油は一旦Menggung原油基地に送られ、水切りをすましたのちセンター構内にある原油タンクに送られ、常圧蒸留装置で精製されて、半製品/製品はそれぞれのタンクへ送られる。さらに半製品タンクの油はブレンド、加鉛処理されてのち製品となり、製品タンクに貯えられる。

センターのタンクの特徴を以下に列記する。

- 非常に古く老朽化が著しい。
- 油田とパイプラインで結ばれているので原油タンクの容量が小さい。
- 需要の季節変動がなく、かつ近くにあるPERTAMINAの油槽所へ製品を送るため、製品タンクの容量が小さい。
- リベット継手が多くほとんどコーンルーフ型である。

センターのタンクの多くは製油所の創業時、つまり1928年頃に設置されたため、その構造や基礎に関する資料はほとんど残っていない。

現場におけるタンクの点検に際しては、タンクの劣化と関係の大きい次の諸点を重点的に観察した。

- リベット継手部よりの漏油
- 原油、ガソリン等の蒸気中の硫化水素による屋根板の腐食

- 原油、スロップ油中の水による側板底部の腐食
- タンク底板の外部腐食の原因となる底板と地下水位の関係

点検したタンクについて付録Ⅱ-5-1.0に示す。

a) リベット継手よりの漏れ

T-148を除くすべてのタンクのリベット継手より油が漏れた形跡がある。観察した限りに於いて一番漏れの大きいのはT-101であるが、かすかににじみ出ているという程度で漏油が流下している状態を目視出来るようなものではない。ほとんどの漏洩の形跡は地面までとどいていない。このことは洩れが止まっていることを意味する。

b) 屋根板の腐食

T-107, 108, 110, 114の屋根板は腐食により損傷したので更新されている。T-107, 110, 111, 112, 113, 115, 116の屋根板は現在腐食により多くの孔が開いている。

1977年に更新したT-107、1967年に更新したT-110、1973年に新設したT-112, 113, 115, 116の損傷に注目すべきである。

c) 側板底部の腐食

タンク底部に存在する水によるタンク内部の腐食状態を調べるために、原油、スロップタンク等9基について各3点をとって肉厚を測定した。

d) タンク底板と水位

湿った状態に於ける鋼板の腐食速度は乾いた状態のそれに比較すると速い。また組織的に不均質な鋼板が地下水中有ると電解性ピッチングコロージョンを発生する。従ってタンク底は出来るだけドライの状態を保持することが大切である。

センターのほとんどのタンクは、底板が地面と同一レベルか少し沈んだ状態にある。その上にタンク廻りの水はけが悪いので雨が降るとタンク付近は水びたしとなる。また、コンクリート基礎の上に設置されているものでも、実際には地面より低いがある。

(2) 防油堤

センターのタンクは [第Ⅱ-5-30表] に示した各ブロック毎に防油堤でかこまれてる。

第Ⅱ-5-30表 防油堤区割表

Block	Tank No.	Service
A	T-101, 102	Crude
B	T-112, 123	Residue
C	T-103-117	Intermediate & Products
D	T110-121, T-124-133	ditto
E	T-138, 139	Fuel
F	T-201, 202, 216	PH Solar
G	T-216	AFO(A-Filter Oil)

A, B, Eの全部とD, Fの一部は直径約30cmの石塊をモルタルで接合した無筋の防油堤である。これが設置された時期は比較的最近で、配管がこの防油堤を貫通する場所にはアスベストヤーンが巻かれて漏油対策がとられている。

Cは鉄筋コンクリート造りの防油堤である。

DとFの一部は土造りの防油堤である。

AとCの一部に中仕切堤がある。

A防油堤の中仕切堤には排水溝の上部がオープンになっているところがあり、また約40cmφのコンクリートヒューム管2箇所が貫通しているので仕切堤の用をなしていない。B防油堤の排水出口には仕切弁は無い。

C防油堤の排水出口は5ヶ所あるが何れにも仕切弁は無く、中仕切堤を通る排水路にも仕切弁は無い。また、防油堤に孔をあけて配管を設置した箇所で、孔を補修しないでそのままになっている処が3ヶ所ある。

Fブロックの排水仕切弁は内側に設けられている。

5. 3. 8 オフサイト配管

1928年頃設置されたものは勿論のこと、それ以後に設けられた配管についても記録がないので、履歴や仕様については全く不明である。

タンクヤードや出荷ポンプ廻りの地面には油が多くしみ込んでおり、孔を掘ると地下水表面には油層が現れる状態である。

これらの油は次の項目の何れかに該当するものである。

- 配管やタンクからの漏れ
- 不注意によるタンクオーバーフローなどの漏れ
- ポンプやバルブのグランド部からの漏れ

センターのオフサイト配管は地下配管が多く、配管からの洩れについて早期に発見することは出来ない状態にある。Kawengan原油、Ledok 原油共にSweet であるので、その中間製品や製品による内部の腐食は小さい。従って外部腐食、特にwet の状態にある地下部分の腐食が一番問題となる。

目視検査により冷却塔と常圧蒸留装置の間の冷却水配管の一部の表面に、最大深さ約6mmの激しいピッチングコロージョンが発生しているのを発見した。

原油、灯油、残油の配管肉厚を測定したのでその値を[第II-5-31表]に示す。

第II-5-31表 配管肉厚測定値

	Measured point	Pipe size (inch)	Measured thickness (mm)
A	Crude line above ground	8	8.6
	under ground		8.2
B	Crude line above ground	8	6.2
	under ground		5.7
C	Crude line above ground	8	1.8
	under ground		1.1
D	Residue line above ground	4	6.3
	under ground		5.9
E	Residue line above ground	6	5.5
	under ground		4.9
F	Kerosene line above ground	4	8.2
	under ground		7.9
G	Kerosene line above ground	4	7.9
	under ground		6.8
H	Kerosene line above ground	4	5.8
	under ground		6.3

5. 3. 9 消火設備

ソロ川より取入された水は防火用貯水池に送られる。消火用貯水池の水は消火用水ポンプ(P-800/1, P-800/2)でセンター構内と構外の関係施設へ送水される。

消火用水ポンプはそれぞれ200 m³/時の能力を有しており、一台は電動モーターで、他はディーゼルエンジンで駆動し、停電の時でも対応できるようになっている。また、ジョッキープンプも稼働していて常時所定の圧力を維持し、少量の消費に対して対応できるようになっている。

構内要所には水消火栓及び水消火モニターノズルが配置されており、その他にタンク火災に対しては個々のタンクに泡消火ノズルが取り付けられている。タンクは〔第Ⅱ-5-32表〕に示すよう2つのブロックに分けられ、それぞれのブロックにフォームステーション(泡原液注入設備)が設けられており、手元バルブの操作により火災タンクに選択的に消火液を送ることが出来るようになっている。

第Ⅱ-5-32表 タンク固定泡消火ブロック

ブロック	対象タンク名
1	101, 102, 122, 123, 138, 139
2	103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

延焼防止のためのタンクの散水システムは、コンルーフの頂上部にリング状のディストリビューターのあるものと、ただ一本のノズルだけのものと側板の上部に散水リングが設置されているのと3種類がある。

それぞれの散水設備についてまとめると〔第Ⅱ-5-33表〕の如くなる。

第Ⅱ-5-33表 タンク散水設備

Type	Tank
Distributor on roof top	101, 102 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 114
Pipe nozzle on roof top	122, 123
Ring piping on shell top	106, 109, 112, 113, 115, 116, 117

ディストリビュータータイプのものは、101, 102を除き破損状態がひどく、他のタイプのものは良好な状態ではあるが、散水の効果から言えば頂部ディストリビューターリングが好ましい。

センターには消防自動車1台を可搬式消防エンジン2台が保有されている。それぞれの仕様は次の如くである。

消防自動車

放水量	120 m ³ /時
揚程	7 kg/cm ² ・G

可搬式消火エンジン

放水量	40 m ³ /時
揚程	7 kg/cm ² ・G

5. 3. 10 ワークショップ

(1) 現況概要

WorkshopはRepair workshop, Construction workshop, Foundry 及びPipe shop から構成されている。

それ等の機械及び設備は一部1970年以降に設置されたものを除き、極めて古く1920年代乃至1930年代に設置されたものが大部分である。従って、当然型式も古く骨董品的意味を除けば現代には通用しないものである。付録Ⅱ-5-11 EQUIPMENT LISTに示される如く、センターの機械は種類も多く又台数も非常に多いが、その中にはスクラップ状態のものもかなり見られる。

かろうじて使用しているものも操作性及び精度が極度に低下しているものが多く稼働率(作業能力)は極めて低く、作業上危険を伴うものも見られた。又、古い機械であるため部品の入手が全く出来ず劣化が進むにまかせており修理再生は不可能である。

今回の調査は時間的制約もあり測定器具も無かったので厳密なものとは言えないが、新しい機械を除き動かすことの出来るものは全て動かして点検・診断を行った。

(2) 点検の概要

現場における点検の結果を各Workshopに分けて対象物毎に以下に記述する。

又、付録Ⅱ-5-11のEQUIPMENT LISTには各対象物のshort spec.、製造年、現状等を簡

単にまとめた。

a) Repair workshop

- No.3057 Lathe Machine
運転は可能であるがベッドは山型のエッジが丸くなって精度に欠ける。 主軸台の音が大である。 修理再生不能。 現在木工用として使用。
- No.3060 Lathe Machine
全く使用出来ない。 スクラップ状態。
- No.3063 High speed Lathe Machine
現在稼動中、小物加工用として使用している。 ネジ類のギャップは大きくベッドの傷もひどい。 しかし主軸音は良く高速回転で使用できる。
修理可能。(摺動面、軸類、ベアリング等)
- No.3065 Lathe Machine
現在稼動中、摺動面の粗れが大である。 送り軸のネジの摩耗も大である。音、振動もかなりある。
修理再生不能。
- No.3068 Lathe Machine
全く使用出来ない。 スクラップ状態。
- No. - Lathe Machine (Item No.6 on the list)
現在稼動中、小物加工用として使用している。 スピンドルの振れがひどく丸く削れない。 摺動面の摩擦もひどい。
修理再生不能。
- No.3088 Lathe Machine
ギヤ音、モーター音が大きい。 ベッドの摩耗もひどく、精度なし。 修理再生不能。 現在木工用として使用。

- No.3078 Lathe Machine
運転は可能であるがベッドその他の摺動面の摩耗がひどく、使用幅が非常に狭い。
音はそれほどひどくない。
修理再生不能。
- No.3075 Lathe Machine
全く使用できない。スクラップ状態。
- No.3071 Lathe Machine
全く使用できない。スクラップ状態。
- No.3104 Lathe Machine
モーター音、主軸台ギヤ音共ひどく、摺動面の摩耗もひどい。
使用不可能。
- No.3113 High Speed Lathe Machine
モーター不良、主軸メタルは締めきってあり、調整不能。親ネジは外され送り
軸は曲っている。
使用不可能。
- No.3109 Lathe Machine
運転は可能であるが摺動面の荒れ方がひどく、ベルト掛けで低速回転のみ可。
加工能力が極めて低い。10%程度。
- No.3143 Vertical Lathe Machine
運転は可能であるがスピンドルクラッチが摩耗し重切削はできない。自動切削
が働かずすべて手送り、ターレットヘッドは回転せず摺動面もかなり摩耗してい
る。ベルト駆動で回転数も270 rpm と低く作業能力が極めて低い。10
%程度。
- No.3136 Horizontal Boring Machine
モーター音、ギヤ音激しく、その他全てに損傷あり、使用不可能。修理再生不能。

- No.3140 Slotting Machine
モーター不良のため運転不能。 テーブル、摺動面等は問題ないが、型式が古くベルト、ギヤがむき出しであり危険である。
修理により作業能力回復可能。
- No.3098 Horizontal Milling Machine
現在稼動中、音、振動については異常はないがスピンドルノーズに打痕が有る為、付属品を脱着した際スピンドルに振れが生ずる。 刃物が良くないので切削能力はかなり低い。
摺動面も摩耗しており切削時ビビリが生じる。 再生には相当手を加える必要がある。
- No.3132 Planing Machine
運転上問題はないがベルト掛けのため重切削は出来ない。 ベルト中央部に0.5 - 1mmの深い傷があり摩耗もひどい。 加工能力は極めて低い。 10%程度。
- No.3124 Radial Drilling Machine
モーター音、ギヤ音が非常に大きく、スピンドルは2mm以上振れ、振動も激しいため丸い穴が開かない。
軸類は全て曲がり、使用不可能。
- No. - Shaping Machine (Item No. 21 on the list)
ギヤ破損やクラッチ摩耗の為使用できない。
運転不可能。
- No.3121 Shaping Machine
現在使用しているがモーター部のカップリングの音がひどく振動もひどい為、低速回転しかできない。 摺動面はまだ十分使用可能であるが切削能力は低い。
20%程度。
修理再生不能。

- No.3118 Vertical Milling Machine
運転可能。 ベルト掛けで低速のため主軸音はしないがモーター音はひどい。
摺動面の摩耗や軸類の曲がりの為精度が全く出ない。操作は手動で停止位置が
定っておらず危険である。
修理再生不能。
- No. - Vertical Milling Machine (Item No. 24 on the list)
工場では最も新しく焼入ベッドを使用し摺動面の摩耗はない。 作業能力も十分
である。 但しアクセサリー保管状態が悪く使用に耐えない。 アクセサリーを
整備する必要がある。
- No.3150 Horizontal Oil Jack (横型ブッシングジャッキ)
手動用ポンプ、ホース、シリンダー破損の為稼働せず。 修理不能。
- No.3155 Drilling Machine (枝型ボール盤)
現在稼働中。 ベルト掛けでモーター音、スピンドルの振れが大である。 最大
加工径25mmの能力は出ない。
修理再生不能。
- No.3157 Drilling Machine (卓上ボール盤)
現在稼働中、芯振れが1mm程度有り、丸い穴は開かない。 ベアリング、スピン
ドルを交換すれば良いがスペアパーツがない。
修理再生不能。
- No.3149 Vertical Jack (立型ブッシングプレス)
現在稼働中。 シリンダーヘッドの先端が丸くなっている。 圧力の小さな物に
は使用できるがシリンダーのオイルシールが破れている為、オイル洩れがひどい。
手動式。
オイルポンプ、ホース、オイルシールの交換で再生可能。
- No.3151 Surface Clean Table
全く動かない。 モーター、工具等無し。
使用不能。

Tools Room

工具室にはパイプレンチ、スパナ、タップ、ダイス等のハンドツールが数多く保管されている。又、工作機用のバイト類も数多く保管されているが、手入れの状態が悪く、ほとんどが錆びている。スパナ類はともかく、タップ、ダイス等の刃物類はほとんど使用できない。

バイト類も補修用の機器が無いため切れ味の悪いもの、折損したものが未修理のまま保管され、しかも防錆処置も施されていないためほとんど使用に耐えない。オイルジャッキ、チェーンブロック等のハンドリングツールもオイル洩れチェーンの破断等そのまま保管されているが型式が古く、部品の入手ができない状況である。

ネジゲージ類は規格上は使用できるものであるが管理が悪くほとんど錆びている。工具室外の機械に附属している刃物類も上記と同様に切れ味の悪いまま使用されており、切削面の状態が非常に悪い。

b) Construction workshop

No. - Hacksaw Machine (Item No. 1 on the list)

モーター、ヘッド共全く動かず。スクラップ状態。

No.3250 Hacksaw Machine

動く事は可能であるがヘッド部分の摩耗がひどく、ノコ刃を付けてもすぐに折れてしまう。使用不能。

No.3243 Shearing Machine

現在稼動中。ギヤ音が大きくブレード刃も再生しないで使用している為、薄物の切断はできない。刃物のスライド面も摩耗がひどい。
修理再生不能。

No.3241 Punching Machine

現在稼動していない。モーター故障及びダイスの破損、摩耗等で修理再生不能。

- No.3236 Radial Drilling Machine
 現在稼動中。 主軸台内ギヤ音、モーター連結部の音に異常あり。スピンドルの振れが1mm以上あり振動を伴う。 修理再生不能。
- No.3233 Bending Roller
 現在稼動中。 連結されているギヤの殆どが摩耗し、メタルがすり減ってギャップが出ている。 回転が遅いので音は出ないが損耗劣化の度合は大きい。 ローラー軸受のメタルもかなり摩耗している。 本来の9mm板の能力はない。 修理再生不能。
- No.3232 Grinder
 ベルト掛けの両頭グラインダーでベルト駆動装置がモーター故障のため動かない。メタルの摩耗の為、振動の危険があり（高速回転の為）使用不可能。
- No.- Radial Drilling Machine (ItemNo. 8 on the list)
 全く使用できない。 スクラップ状態。
- No.3225 Steam Hammer
 & 3226 スチームパイプは途中で切れており、ピストン軸には深い傷があり、ハンマーの先端も変形している。
 使用不可能、修理再生不能。
- No.3212 Arm Chain Hoist
 3214 現在 2台使用中。 支柱やアームが古く現在重い物は吊り上げてい
 3215 ない。
 3216 チェインもサビがひどく回転がスムーズでない。
 使用の必要があるならば全てを取替える必要がある。
- No.- Grinder (Item No. 1 2 on the list)
 スクラップ状態。
- No.3227 Furnace
 & 3230 現在稼動していない。 配管は外され炉内レンガは崩れ落ちている。
 修理可能。

No.3270 Welder
3273 現在2台が稼動中。使用中はスパークの際にかなり大きな音を出す。

他4

溶接能力低く薄物にしか使えない。
他にある4台は全てスクラップ状態である。
修理不可能。

c) Foundry

No.0217 Foundry Equipment (Item No. 1 - 9 on the list)

3220 この工場内にある機械及び器具は殆どが使用できない。送気配管のフランジは、
3218 外れ、ブローワーも吐出が接続されていない。モーターは作動するが炉は傾か
他6 ない。鋳型もサビ、破損のため使用できない。現在は床面にレンガを置き炉
とし、極めて小規模にブレインベヤリングのホワイトメタルの鋳込を行っている。

d) Pipe shop

No.3304 Pipe Threader

3309 6台共運転は可能であるがクラッチの摩耗、サビ付き等でレバーが動かず、モ
3312 ター音や振動もひどい。かろうじて小物用が1台稼動中であつた。

3315

3318 摺動面は移動量が少ない為摩耗はない。

3321 旧式の為、操作性は非常に悪い。

修理不可能。

No. - Pipe Press

パイプをストレートに矯正する機械であるが現在オイルポンプの故障で2ヵ月以
上放置してある。シリンダー部の油洩れがひどく、ポンプのクランクメタルの
摩耗が大である。

修理再生不能。

5. 3. 11 建屋・建物

今回の調査はセンターの所謂Refineryに所属する建物に限定し宿舎等は除外したが、その数は非常に多く実際には〔第Ⅱ-5-34表〕「BUILDING LIST」に示したもののみを対象とした。表には建物の面積、高さならびに基礎、壁、構造および屋根の種別と新旧を記入してある。

これらの建物の配置については付録〔Ⅱ-2-2図〕GENERAL PLOT PLANを参照されたい。

調査内容については時間的制約から予定した調査項目を個々の建物について調査することをせず、概括的な観察をするに止めた。一般論として建物はその国の風土および生活慣習による所が多く、又使用される材料・器具も自然および社会的環境に応じたものになるので良悪の判定を下すことは適当ではない。

又、工場に於いては建物はその使用目的の必要限度を満しておりかつ安全性のあるものであれば良いと判定されるべきで高級指向は別個の問題である。

以下に述べる観察は以上の観点を踏まえたものである。

(1) 基礎

基礎はHard wallの有無によって連続基礎、独立基礎に分れているが、いずれの建物も基礎の沈下等による問題の発生は見られなかった。

(2) メンテナンスの不備

屋根のゴルゲート垂鉛鉄板のさびが目立つものがあつた。美観上の観点もあり葺き替え又は塗装を行うとよい。

又、加鉛装置のドラム置場の屋根は風で剥がれたようになっており、他にも壁がめくれ状態になっているものが見られる。これ等は鉄骨鉄板張りの簡易建物に共通している。

(3) 老朽化

特に老朽化の激しいものがある。

Solo-II Pump houseはその典型で木造瓦葺であるが瓦が脱落している。危険区域ではないが製油所内にあるので鉄骨構造のものに建て換えるのが望ましい。

第 II - 5 - 34 表

BUILDING LIST

No.	BUILDING	DESCRIPTION					REMARK	
		Area, m ²	*Height, m	Foundation	Wall	Structure		Roof
1	Topping furnace house	418	8.00	ind	corr	beam	corr	Old
2	Control room	40	3.10	cont	brick	conc	conc	New, 1978
3	Refinery laboratory	441	4.00	cont	brick	beam	corr	Old
4	Boiler house	252	8.00	ind	alum	beam	alum	Old
5	Wax plant	1,188	3.10	cont	brick	beam	corr	Old
6	Moulding house	1,080	5.00	cont	brick	beam	corr	Old
7	Tel plant	172.5	3.10	ind	corr	beam	corr	Old
8	Cooling tower pump house	320	5.00	ind	corr	beam	corr	Old
9	Safety office	143	5.00	cont	brick	conc	conc	Old
10	Power plant	461	4.00/7.00	cont	brick	beam conc	conc/asbes	New, 1973
11	SOLO-I pump house	84	3.00	ind	corr	beam	corr	Old
12	SOLO-II pump house	96	4.50	cont	brick	wood	tile	Old
13	Chemical house for treating water	74	4.00	ind	corr	beam	corr	Old
14	Drink water operation house	49.5	3.50	cont	brick	wood	tile	Old
15	Drink water pump house	165	3.50	cont	brick/corr	beam	corr	Old
16	Agitator pump house	240	3.20	ind	corr	beam	corr	Old
17	Repair workshop	1,760	8.00	cont	brick/corr	beam	corr	Old
18	Construction workshop	1,278	5.00	ind	brick/corr	beam	corr	Old
19	Training laboratory	2,800	3.20	cont	brick	beam conc/ beam	corr	Old
20	Training workshop	576	4.50	cont	brick	beam	corr	New, 1975
21	Engine training laboratory	392	4.50	cont	brick	beam conc	corr	New, 1975
22	Electrical training laboratory	576	4.50	cont	brick	beam conc	corr	New, 1984
23	Drilling training laboratory	504	4.50	cont	brick	beam conc	corr	New, 1984
24	Micro-biology laboratory	396	3.10	cont	brick	wood	asbes	New, 1978
25	Simulator & pilot plant laboratory	2,200	8.00	cont	brick	beam conc	corr	New, 1985

Note: * Height: from floor to ceiling

LEGEND: ind; independent foundation
 cont: continuous foundation
 corr; corrugated galvanized steel
 brick; brick or brick mortar
 alum; corrugated aluminum

beam; steel beam
 conc; reinforced concrete
 beam conc; steel-framed concrete
 asbes; corrugated asbestos cement
 tile; roof tile

(4) 作業環境の悪いもの

ワックス装置、Moulding houseも老朽化の激しい建物であり、採光の条件が悪く内部が薄暗い。特にMoulding houseは夜間作業が無い為か、天井にある照明がほとんど破損したまま放置されており採光窓も全くない。Sky light を利用するなど簡単な方法で改善できる筈である。又、Moulding house内のコンクリート床および排水溝の傷みも激しく、補修の必要がある。

(5) Repair workshop とConstruction workshop

いずれも古い建物であるが、ほぼ大きさの似通った建物である。Machine shopと鍛冶工場の差はあるが、メンテナンスの差がはっきりと出て後者は非常によごれている。又、建物の東側の部分は全く同型であるが、後者の傷みが大きい。

(6) 防火材料の使用

新旧建物共同じであるが天井や内部仕切壁にベニヤ板が使われている。特に Training laboratory は建物も大きく内部の隔壁も複雑で多数の部屋に分れており2階もある。可燃物が取扱われることを考えると、防火に対する配慮が必要となる。不燃材の使用が望ましい。

(7) 新旧建物の対比

新旧建物の差は非常に対称的で、新しい建物は材質共格段に良くなっており、年代が進むに従って一層改善が進んでいる。

その好例をTraining houseに見ることが出来る。

[第II-5-34表]のNo.B-20, B-21, B-22, B-23のTraining houseは形も大きさも似通っていて同じ場所に並んで建てられているのでその状態が良く分る。

最も新しく建てられたSimulator & pilot plant lab. (1985年完成)はアルミサッシュを全面的に使った立派な建物である。

5. 3. 12 油田設備

(1) 生産概要

センターは次の4つの油田で生産されている原油を処理している。

Kawengan

Ledok

Nglobo

Semanggi

各油田に於ける過去6年間の生産井戸の本数を〔第Ⅱ-5-35表〕に、又年間潜在生産量と生産実績を〔第Ⅱ-5-36表〕に示す。

第Ⅱ-5-35表 過去6年間の油田別生産井戸本数

年次	油田名	Kawengan	Ledok	Nglobo	Semanggi	Total
1979		15	9	14	3	41
1980		19	10	12	3	44
1981		16	11	12	3	42
1982		18	9	10	3	40
1983		20	8	12	4	44
1984		18	10	11	3	42

出所:PPT Migas-Cepu

第Ⅱ-5-36表 過去6年間の潜在生産量と原油生産実績

(単位: m³)

Year	Kawengan		Ledok		Nglobo		Semanggi		Total	
	Poten- tial	Prod.	Poten- tial	Prod.	Poten- tial	Prod.	Poten- tial	Prod.	Poten- tial	Prod.
1979	45,000	16,389	13,000	6,825	12,000	8,433	6,000	1,647	76,000	33,294
1980	40,000	17,150	12,500	6,232	11,000	7,464	6,000	1,770	69,500	32,616
1981	38,000	15,380	12,000	5,001	10,000	5,817	5,950	1,550	65,950	27,748
1982	36,000	18,764	11,000	5,603	9,800	4,826	5,000	1,567	62,700	30,760
1983	35,000	24,088	10,000	5,351	9,500	5,838	5,900	1,787	60,400	37,064
1984	33,500	20,237	9,500	5,016	9,200	8,446	5,850	1,489	58,050	32,208

出所: PPT Migas-Cepu

ここで潜在生産量とは潤濁していない井戸のすべてに汲み上げ設備を設けて汲み上げた場合の生産量を意味する。

現在センターでは潤濁していない井戸の汲み上げ機械を整備して生産を再開すると共に原油の2次、3回収等による生産量を増加させたい意向である。

これによって1995年までに生産可能と推定される井戸数及び対象となる潜在生産量を油田ごとにまとめ [第Ⅱ-5-37表] 及び [第Ⅱ-5-38表] に示す。

第Ⅱ-5-37表 1995年までの生産可能井戸本数

年次	油田名	Kawengan	Ledok	Nglobo	Semanggi	Total
1985		16	8	10	2	36
1986		19	10	12	4	45
1987		23	12	13	6	55
1988		27	14	16	8	66
1989		31	16	17	10	74
1990		35	16	17	10	78
1991		39	16	17	10	82
1992		43	16	17	10	86
1993		47	16	17	10	90
1994		50	16	17	10	94
1995		50	16	17	10	94

出所: PPT Migas, Cepu

第Ⅱ-5-38表 1995年までの潜在生産量

(単位: m³)

年次	油田名	Kawengan	Ledok	Nglobo	Semanggi	Total
1985		31,000	9,000	9,100	5,900	55,000
1986		33,300	11,000	10,400	7,200	61,900
1987		36,500	13,000	11,800	8,750	70,000
1988		40,000	14,500	13,000	10,200	77,700
1989		43,000	16,500	13,200	11,550	84,250
1990		47,000	16,200	13,000	11,500	87,700
1991		50,000	15,700	12,800	11,450	89,950
1992		53,000	15,200	12,500	11,400	92,100
1993		57,000	14,700	12,300	11,300	95,300
1994		59,000	14,200	12,000	11,200	96,400
1995		58,000	13,700	11,800	11,100	94,600

出所:PPT Migas,Cepu

(2) 点検概要

a) Kawengan油田

この油田はMenggung原油基地より東へ約17km離れたところにあるが、橋が破損して車の通行が不能であったため、今回は調査の対象より外した。

b) Ledok油田

現在10基の井戸が生産をしている。各井戸別の生産量は測定機器がないので、各井戸別の生産量や生産量の減衰状態についてはつかんでいない。

ポンプが汲み出す油/水混合物の流量は変わっていないという。

ポンプを動かすエンジンの燃料は、ガス分離槽から分離されたガスであって、このガスの量は現時点ではエンジンの燃料として充分の量がある。

地中の採油ポンプは6ヵ月に1回位の頻度で地上に引き上げて補修を実施している。

このポンプを引き上げ、また再掘付けをするための櫓と機械類はそれぞれの井戸に常時設備されている。ガス/液分離槽は7基あるが、現在4基が稼働していた。この分離槽も1928

年頃建設されたもので、リベット継手構造である。稼動中の4基について肉厚を測定した結果を〔第II-5-39表〕に示す。

第II-5-39表 Ledok Oil Field ガス/液分離槽板厚

Sepatator No.	Shell plate thickness (mm)		
	Original	Vapour phase	Liquid phase
1	10.2	10.5	8.9
2	12.5	10.2	11.8
3	10.2	4.3	6.8
4	10.2	3.0, 3.9, 3.1	3.7, 4.2, 4.7

油/水分離をするための小型のコーンルーフ型タンクは9基あるが、中には側板に50cm以上の孔があいているタンクもあった。

各所にあるギャザリングステーションからLedokターミナルの原油タンク(T-41, 42)への送油ラインがつまったのでパイプを切断したところ、スケールがついていたという。

このスケールは砂の粒子であって、ワックスのようにベトベトした感じは無く、かなり硬くて鉄の棒でつつくとパラパラと砂がくずれる。

c) Nglobo・Semanggi油田

両油田のうち時間的制約からNglobo油田に於ける地上設備のうちの代表的な油井、ガスセパレーターそれぞれ1ヶ所及び送油ポンプを見るにとどめた。

油井ポンプ

調査した油井ポンプ設備の老朽化は驚くべき状態にあった。設備は1920年代操業時のものであってガスエンジン・ベルト駆動式であるが、最初に使用していたエンジンは既に相当以前に部品の欠除からスクラップ状態で放置され、稼動可能なエンジンを他井より移設し使用しているが、このエンジンの老朽化も激しく部品の寄せ集めである。点火プラグもフィットするものが既に無く一周りネジの小さなプラグを無理に取付けて使用している。

またバックファイヤーが激しいのはキャブレターが不調であることによると思われるが、バックファイヤーはNo.2ブロックステーションの近くの油井からも激しく聞こえてきた。

エンジンの据付の状態も悪くポンプのストローク毎にコンクリートの基礎毎後が4 cm程持ち上がる。油井ポンプの駆動部に当るスパーギヤのピニオンギヤの歯が二枚連続して欠落しているが、スペアがなくそのまま使用しており無理な衝撃が加わるために遠からず他の歯も折れることになるであろう。

ポンプ保守のために掘削機を残したままで使っているのは、Ledok 油田と同様であるがポンプ抜出操作用のブレーキドラムのベルトの傷みが激しい。

ー ガスセパレーター

ガスセパレーターはNo.2ブロックステーションのものを調査した。この設備も1928年に設置された当時からのものであり、その老朽化は激しい。設備の状況及び機能はLedokのものと同様であるのでここでは省略する。

ー 送油ポンプ

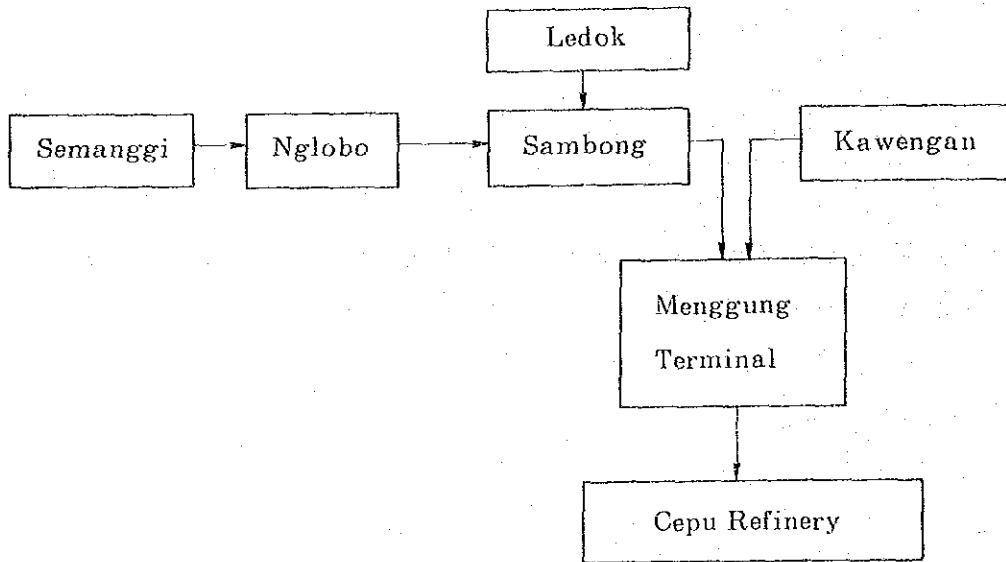
ガスエンジン・ベルト駆動のシリンダーレシプロポンプが一台あるのみであったが、もちろん油田開設以来のポンプで骨董品の旧式のものである。このポンプは異様に大きくストロークを1分間に6.5回 / 1シリンダーと極めて緩慢に動かしているのは送油量がポンプの大きさに見合っていない為と思われる。

5. 3. 13 原油パイプライン

(1) 現状及び点検概要

各油田からチェブ製油所までの原油のフロースキームは [第Ⅱ-5-20図] に示すとおりである。

第Ⅱ-5-20図 原油フロースキーム



今回の調査では時間的な制約と橋の破損によりKawenganへの通行が不能であったため、MenggungからLedok油田までのパイプラインについてのみ調査を行った。

このパイプラインは1928年頃5インチのパイプを道路脇の地下に敷設したものである。最近この道路の幅員を拡げる際に配管が道路の下になることから、既設の配管を掘り起して道路の脇へと移設した。

このとき原則として地上にスリーパーを設け、その上に配管を敷設したが、部分的には地下配管も残っている。

移設するに際し、掘り出せなかった箇所は4インチの新しいパイプで敷替えた。この接合部にはレジャーサーを使用せずに5インチパイプを絞って4インチパイプにかぶせ隅肉溶接をしている部分がある。

目視検査をした限りに於いては1ヶ所だけ孔があき補修をしたところがあった。

パイプラインのオリジナルの肉厚は不明であるが [第Ⅱ-5-40表] に示す各次の地点の肉厚を測定した。新しく敷替えられたC1を除いては全て1928年頃に敷設されたパイプである。

第II-5-40表 パイプ肉厚測定値

測定点	Menggungからの 距離 (km)	配管径 (インチ)	配管肉厚 (mm)	備 考
A	1.9	5	6.5	更新されたパイプ 孔のあいた点のすぐ下流 孔のあいた点のすぐ上流
B	3.0	5	6.5	
C 1	4.8	4	8.6	
C 2	4.8	5	5.7	
D 1	5.9	5	5.3	
D 2	5.9	5	4.9	
E	6.7	4	5.9	
F	8.7	4	5.5	
G	9.7	4	8.0	

なお各地点に於ける標高、距離と原油輸送中の圧力計の読みは[第II-5-41表]に示すとおりであった。

第II-5-41表 原油パイプラインデータ

地 点 名	標 高 (m)	Menggungからの 距離 (km)	圧力計の読み (kg / cm ² G)		
			ケース1	ケース2	ケース3
Semanggi	227	30.2	-	-	-
Nglobo	165	19.6	22	20	18
Magersaran	170	17.0	6	5	3
Ngawenan	75	11.3	11	10	6
Sambong	50	6.7	12.5	11	8
Ledok	>50	10.7	-	-	-
Sitimulyo	42	1.7	18	16	12
Kawengan	110	17.0	-	-	-
Menggung	29	0	-	-	-
Refinery	27	1.2	-	-	-

出所:PPT Migas,Cepu

第 III 編

診断及び対策

第1章 一 般

第2章 製油所の運転管理上の問題

第3章 常圧蒸留装置の機械上の問題

第4章 付帯関連設備

第5章 AKAMIGAS 及び教育ラボラトリーの設備と機器、
及び教育訓練活動一般

第Ⅲ編 診断及び対策

第1章 一 般

第Ⅱ編では、チェブ訓練センターの実状調査及び現場における設備の観察と点検結果を記述するとともに、いくつかの技術的問題について議論勧告を行った。本編は、これらの結果に基づきチェブ訓練センターの製油所、付帯関連設備、ワークショップ、ラボラトリー、及びトレーニング活動に関する調査団の診断結果及び対策について述べる。

なお、本編での常圧蒸留装置に関する提案は既存設備のリノベーションの観点よりなされたものであり、新規プラントに関する考察及び提案は第Ⅳ編に於て行うこととする。

第2章 製油所の運転管理上の問題

2.1 運転マニュアル

常圧蒸留装置の運転マニュアルの改訂に際しては、次の点に留意する必要がある。

- (1) プロセス条件(温度、圧力、流量)、主要計装設備を記入したプロセスフローシートおよび原油のフィードライン、留出油のランダウンライン、燃料・ガスのライン、スチームラインなどについての簡単な系統図を追加する。
- (2) 各手順毎に、タイムスケジュールチャートやチェックシートを利用するなど、極力図表化して理解し易くする。
- (3) 具体的な判断の基準となる重要なプロセス運転条件、ユーティリティー使用条件、留出油の性状目標・ランダウン温度などについて、可能な限り数字で表現する。例えば加熱炉については下記の如き表現をする。

- 燃料油	:	バーナー元圧	2.0 ~ 3.0kg / cfG
- 燃料ガス	:	バーナー元圧	0.4 ~ 0.6kg / cfG
- 炉内圧力	:	負圧であること	
- ダンパー、レジスター	:	焰、炉内圧力、過剰空気率を参考にし、適正位置に維持する。	
- 酸素%	:	3.5±0.5%目標 (過剰空気率20 ~ 30%)	
- チューブ表面温度	:	450℃以下	

- (4) アンモニア、ソーダ等の薬品の管理および使用条件についても追記する。例えばアンモニア注入設備については、

- 原油の種類、運転状態により注入量の調整を行い、ローターメーターの流量が適正であることを確認する。
- Heckman No.1のガソリン循環タンクドレンのpHが6.5±0.5であること。
- 漏洩時に必要な保護具(防毒マスク、ビニール製手袋)および洗眼シャワーの点検他。

(5) 各運転員の業務範囲と担当機器を明確にし、担当者毎の設備・機器リストを添付する。

2. 2 運転記録

設備運転中の日常点検用チェックリスト、各直引き継ぎ用の記録（申し送り簿）およびログシート等の記録は確実に取り、設備の性能診断の基礎データとして活用すると共に、メンテナンス部門への情報としても利用すべきである。

また、常圧蒸留装置等の設備の性能診断および設備改造の検討の基礎になる総合的なテストランを、年2回程度は実施すべきである。

2. 3 機器リストおよびメンテナンスレポート

センターより提供された機器リストおよびメンテナンスレポートは、センターの設備があまりにも古いこともあって、記録の内容・整理が不十分である。

これらを整備して、設備の改善検討や保全計画等へ活用するべきである。

2. 4 加熱炉の運転管理

(1) 加熱炉のチューブ流速

現在の加熱炉のチューブ内流速は下限を大きく下回っている。第Ⅱ編にて議論した如く、現在の2基の加熱炉を並列使用から直列使用へ変更するという案は、チューブの圧力損失（現在の約1 kg / cm²の圧損が8 kg / cm²程度まで上昇する）を来たし、結果的にポンプの揚程および熱交換器・加熱炉チューブの耐圧の問題が発生する。勿論、これでも現状よりは改善されるが、なお、流速は不足しており、チューブ内コーキングの可能性は残る。

第Ⅱ編の検討結果によると、2,000BPSDの常圧蒸留装置の加熱炉チューブの最適サイズは2.5インチであり、現在の加熱炉を1基とし、このチューブに取り替えできたとしても、バーナーの能力、加熱炉の効率から全面更新が必要とならざるを得ない。この場合、加熱炉チューブの圧力損失は現在の約1 kg / cm²から1.6 kg / cm²程度まで上昇し、必然的にチャージポンプ、熱交換器の取り替えも必要とならざるを得ない。