

Table 7-4-2 ORGANIZATION STRUCTURE OF SLRC (1)

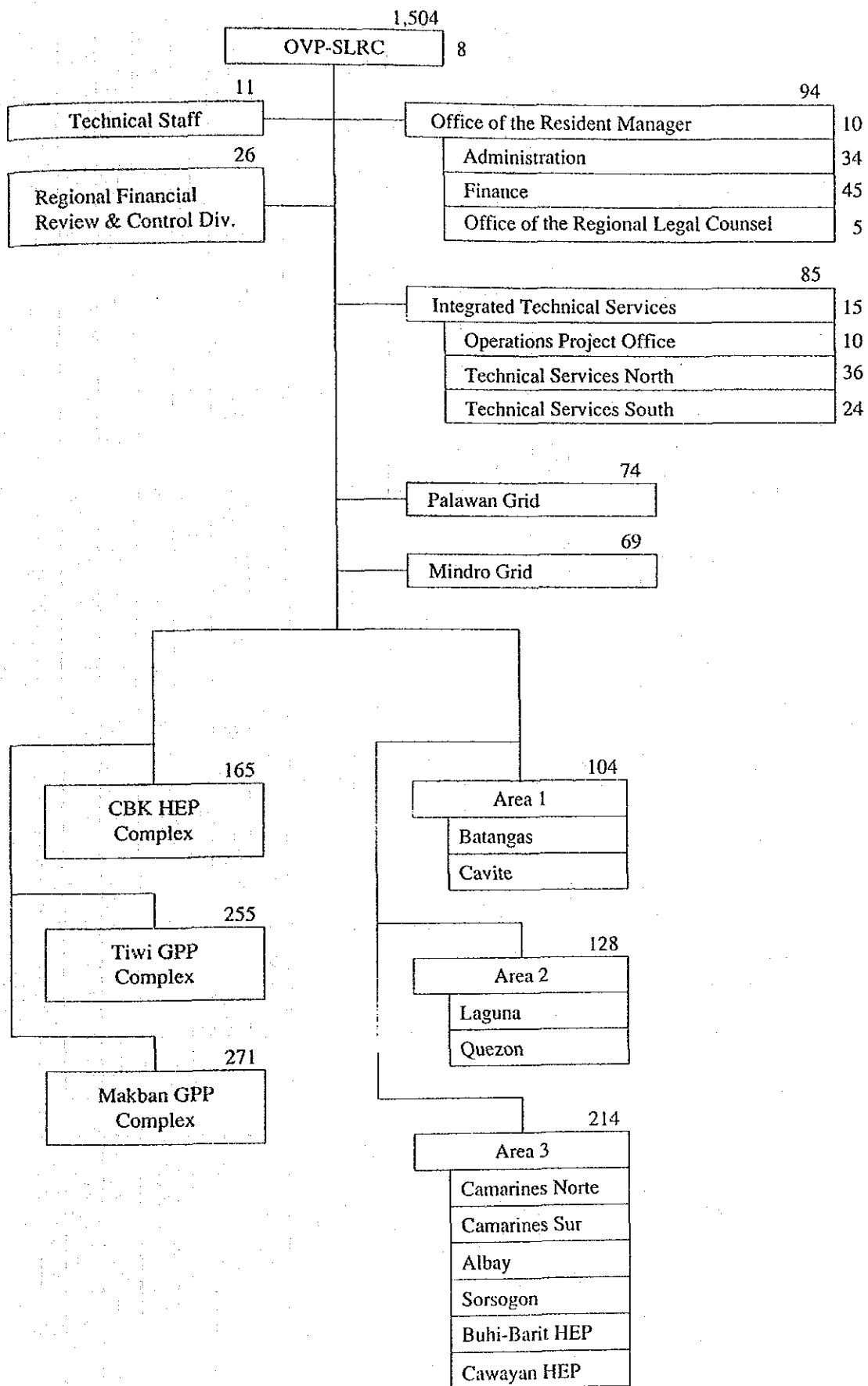


Table 7-4-2 ORGANIZATION STRUCTURE OF SLRC (2)

Technical Services		Manager Office		Relay Section	Meter Section	Test Section	Communication Section
		Manager	Staff				
North	36	1	3	9	9	9	5
South	24	1	3	5	5	5	5

Area Offices	Substation		Transmission Line		Barit & Cawayan HEP		Support Services
	Manager	Staff	Manager	Maintenance	Operation	Maintenance	
Area 1	1	2	1	26	1	34	24
Area 2	1	2	1	18	1	68	24
Area 3	1	2	1	31	2	95	37
Total	3	6	3	75	4	197	85

Power Plants	Operation		Maintenance		ECPS	EEC	Watershed	Support Services
	Manager	Staff	Manager	Staff				
CBK	1	1	1	55	4	—	20	33
Tiwi	1	1	1	122	—	7	19	34
Makban	1	1	1	134	—	7	30	34
Total	3	3	3	311	4	14	69	101

ECPS : Efficiency Control & Planning & Scheduling  
 EEC : Efficiency & Environmental Control

Table 7-4-3 NUMBER OF PARTICIPANTS IN OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (HEP, TL, SS)

	Course Title	No. of Participants						Total
		1986	1987	1988	1989	1990		
HEP	1. Refresher Course on Hydro Power Plant Operations	30			115			145
	2. Maintenance Training Series Program	140	233	619	140	23		1,155
	3. Instrumentation and Control Course		24					24
	4. Electrical Maintenance Course							0
	5. Mechanical Maintenance Course							0
	6. Welding technology Course					13		13
	7. Maintenance Planning and control Course	31		23				54
	8. Managed Maintenance Program			58				58
	9. Basic Lineman's Course	57	84	58	27	87		313
	10. Hotline Maintenance Course			58	57			115
TL&	11. Substation operations and Maintenance Course	11	47	78				136
SS	12. Operation and Maintenance Course on High Voltage Circuit Breakers	61						61
	13. Schematic and Troubleshooting Techniques			24	144			168
	14. Woodpole Maintenance					34		34
	15. Protective Relaying and Transformer, Switchgear, Motors and Generators Testing and Maintenance					5		5

Table 7-4-4 OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (1) (HEP, TL, SS)

Course Title	Course Content	Participants	Duration
1. Refresher Course on Hydro Power Plant Operations	Introduction to Hydro Power Generation Process Hydraulic Structures Hydro Plant System Major Hydro Plant Equipment Operating Procedures/Parameters Tending of Major/Minor Plant Equipment Plant Troubles and Remedial Measures Plant Safety Rules & Regulation	Hydro Plant Personnel	15 Days
2. Maintenance Training Series Program	Plant Operation and Induction Safety Training Quality Assurance Maintenance - Mechanical - Electrical - Instrumentation & Control New Equipment Demonstration	Technician/Maintenance Personnel	35 Days
3. Instrumentation and Control Course	Calibration Procedures of Measuring Instruments Pneumatic Controls Trouble-Shooting Repair Servicing and Fine Tuning Plant Interlocking Systems Close Loop Control System	Instrument Engineers/ Technicians	21 Days
4. Electrical Maintenance Course	Electrical Fundamentals Testing Devices Electrical Diagram Motor Circuit Protection & Control Cables, Conductors & Conduits Generator, Excitation & Electrical Systems and Load Distributions Maintenance Procedures Troubleshooting & Emergency Repair Rewinding Procedures	Electrical Maintenance Personnel	21 Days

Table 7-4-4 OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (2) (HEP, TL, SS)

Course Title	Course Content	Participants	Duration
4. Electrical Maintenance Course	Storage Battery & Charger Metering & Relaying Basic Electronics Emergency Systems Miscellaneous Electrical Equipment		
5. Mechanical Maintenance Course	Blueprints Machine Shop Equipment & Tools Maintenance Processes & Materials Repair/Preventive Maintenance of Bearings Common Equipment Troubles: their Repair & Preventive Maintenance Inspection/Repair/Maintenance of Mechanical Equipment & Auxiliaries Industrial Safety	Mechanical Maintenance personnel	21 Days
6. Welding Technology Course	Welding and Cutting Processes - Oxy-Acetylene Cutting - Air Carbon Cutting - Plasma Cutting - Shielded Metal Arc Welding - Plasma Welding - GTAW & GMAW - Submerged Arc Welding and PCW Welding Design and Economics Welding Procedure Welding Metallurgy Inspection and Testing Codes and Standards Quality Assurance and Quality Control	Welders and Maintenance personnel	20 Days

Table 7-4-4 OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (3) (HEP, TL, SS)

Course Title	Course Content	Participants	Duration
7. Maintenance Planning and Control Course	Work Breakdown Structure Logic/Time Planning Networking, Bar Charts Time-scaled Network Resource Allocation/Levelling Program Schedule/Cost Time Value of Money Time/Trade-off Crashing	Maintenance Personnel	5 Days
8. Managed Maintenance Program	Corporate Policies Maintenance Program Plan Administrative Procedures - Orgn. & Responsibilities - Plant Procedures - Documents & Records - Program Administration - Deficiency Reporting - Maint. Work Order System - Safety & Tagging - Measuring & Test Equip. - Control of Modification - Welding & Special Process - Plant Equipment - Personnel Qualification - Work Permit - Inspection Program - Cleanliness	Plant Personnel	3 Days

Table 7-4-4 OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (4) (HEP, TL, SS)

Course Title	Course Content	Participants	Duration
9. Basic Lineman's Course	Theoretical Input - Lineman Role/Responsibility in the NPC Organization - First Aid Treatment - Tools/Equipment Identification, Uses and Handling - Guys, Installation, Tensioning Clearances - Pole Loading and Hauling - Conductors - Line Maintenance - Construction of Dummy Line Practicum - Preparation of Line Materials - Working on Actual Transformer - Making Splices/Joints/Sleeves - Construction/Dismantling Types A-E Lines - Erecting Poles - Climbing/Descending Poles - Conductor Riding - Replacement of Crossarms and Insulators	Lineman A Other members of the line gang	30 Days
10. Hotline Maintenance Course	Live Line Tool Identification and Uses Live Line Job Planning and Safety Selection, Use, and Care of Live Line Tools Routine Line Maintenance Pole/crossarm Replacement Replacement of Insulators Testing of Hotsticks	Transmission Line Maintenance Personnel	33 Days

Table 7-4-4 OPERATION AND MAINTENANCE TRAINING COURSES (5) (HEP, TL, SS)

Course Title	Course Content	Participants	Duration
11. Substation Operations and Maintenance Course	Schematics and Diagram Reading High Voltage Equipment Circuit Breakers, Transformers Metering and Protective Relaying Standard Switching Procedures 2-day Troubleshooting	Engineers of Power Plants & Substation	23 Days
12. Operation and Maintenance Course on High Voltage Circuit Breakers	Review on Schematics/Power Systems Design and Applications Principle of Operation Maintenance Requirements Oil/Air Blast Circuit Breakers SF6 Troubleshooting	Engineers of Power Plants & Substation	10 Days
13. Schematic and Troubleshooting Techniques	Single Line Diagram AC/DC Circuits Design, Wiring, and Operational Testing of Circuits. Troubleshooting	Engineers of Power Plants & Substation	6 Days
14. Woodpole Maintenance	Introduction to Woodpole Maintenance Classification of Woodpole Identification of Defects/Decay Techniques of Treatment Practicum	T/L Superintendents, Prin. Engrs. Foremen and Linemen	3 Days
15. Protective Relaying and Transformer, Switchgear, Motors and Generators Testing and Maintenance	Protective Relaying Transformer Testing & Maint. Switchgear Testing & Maint. Motors & Generators Testing & Maintenance	Electrical Engineer involved in Planning, designing and operations of power system	4 Days







## 7.5 送電線及び変電所

### 7.5.1 運転保守の現状と問題点

#### 1. 運転保守体制

##### (1) Regional Center 及び T S

7.4.1 の1で述べたとおり。

##### (2) Area Office

Area Office は変電所及び送電線の運転保守を担当している。その組織は変電所運転・保守、送電線保守及び Support Services セクションに分かれ、Area Manager, Substation Manager, Transmission Managerが統括している。Area Office は NLRC に7箇所、SLRCに3箇所、合計10箇所あり、26 Province をカバーしている。(Table 7-4-1 及び 7-4-2参照)

組織改正による主な改正事項は次のとおりである。

- Area Office 6 箇所と Sub-Area Office 24 箇所、合計 30 箇所をArea Office 10 箇所に統合した。これにより、保守作業の効率的実施が可能になる。
- Substation Managerと Transmission Manager の新設により両セクションの管理体制を強化した。
- 変電所運転員を減少し、変電所及び送電線の保守セクションを強化した。

以上の改正により、今後、保守作業の計画及び実施面での改善が期待できる。

#### 2. 運転保守の実施方法

##### (1) 変電所の運転

主要変電所(230kV及び115kV)の運転は3直4交替方式で1直の運転員は230kV変電所が2名、115kV変電所が1名である。運転員は、給電指令所(Load Dispatching Office)の指令と所定の運転手順書に従って運転を行っている。69kV需要端変電所には無人の箇所もある。69kV需要端変電所の多くは Cooperative の所有で、NAPOCOR 所有分は逐次譲渡する方針である。

運転日誌には毎日時間毎のデータが記録されているが、記録頻度の減少が可能と考えられる。

## (2) 変電所の保守

Area Office の変電所保守セクションが変電所の保守を、T S が主要機器の予防保全を、それぞれ担当している。

T S は、変電所を巡回し、保護装置、計器、電力機器、通信機器の予防保全（試験、校正、修理、トラブル調査）を実施している。

Area Office では、変電所の運転員及び保守員が、パトロールチェックと保守作業を実施している。パトロールチェックは各直毎に行われ、その結果はパトロールチェックリストに記入保管されている。

保守作業はすべて直営で実施されている。作業の実施に際しては、作業予定及び実績報告書が作成されている。T S が実施した作業については、T S から Area Office に報告書が提出されている。

保守計画については、Area Office が、T S と協議の上、年間予防保全計画を作成し、T S 分を含めた予算を Regional Center を通じて本店へ提出している。

T S が実施している予防保全の頻度は次のとおりである。

・グリッドリレー	1年に2回
(230kV 及び115kV 線路用)	
・その他リレー	1年に1回
・取引用計器	1年に2回
・指示計器	2年に1回
・積算計器	1年に1回
・電力機器	1年に1回
・通信機器	1年に2回

上記の頻度は全般的に多いと考えられるので、試験結果を検討して見直す必要がある。電力機器については3年に1回、GCB については6年に1回程度でよいと思われる。また、試験項目については変圧器の巻数比、巻線抵抗、励磁電流試験等、定期試験では不必要な事項もあり、見直しが必要である。

一方では指示値が不正確なメータも見受けられ、試験の徹底または取替が必要なケースもあった。また、一部の変電所では動作しない遮断器や、断路器がみられた。これについては定期的な動作試験を実施し、不良を発見した場合には即座に対策を講ずる必要がある。

変電所パトロールチェックについては、日単位のチェック項目が非常に多く、しかも各直毎にチェックしている。チェック頻度は、設備の現状からみて、昼間直において週1回で充分と思われる。

### (3) 送電線の保守

Area Office の送電線保守セクションが送電線の保守を担当している。同セクションは、1～3グループに分かれ、各グループは概ね Province ごとに配置されている。各グループは保守班2～5班で構成されており、保守班は Forman 1名、Lineman 6名、Driver 1名、合計8名の構成である。NLRC及びSLRCには11の送電線保守セクション、22のグループがあり、保守班は72班である。各保守班に作業車が、各グループにクレーン付トラック1台が整備されている。

保守班は送電線のパトロールチェックと保守作業を実施している。パトロールチェックにおいては、巡視と点検は通常同時に実施されており、線下用地伐採を同時に実施している Area Office もある。パトロールチェックの結果はパトロールチェックリストに記入保管されている。

保守作業はすべて直営で実施されている。パトロールチェック及び保守作業の実施に際しては、作業予定及び実績報告書が週間単位で作成されている。主要な保守作業は伐採、木柱取替、碍子取替である。

保守計画については、Area Office が年間予防保全計画を作成し、予算を Regional Center を通じて本店へ提出している。

送電線のパトロールチェックは、ROW (Right of Way) 及び目視調査を目的としたパトロールと、鉄塔、木柱、碍子、電線等の点検を目的とした点検とに分けて実施するのが効果的と考えられる。頻度については、パトロールを年間2～3回、点検を2～3年に1回程度が適当と考えられる。

NAPOCOR の送電系統では事故が多発しているので、事故原因を究明し、事故

減少対策を推進する必要がある。その原因としては、IKLが大きいこともあるが、その他に鉄塔の接地不良による逆閃絡の多発、懸垂碍子連の横振れによるクリアランスの減少、碍子の汚損による閃絡等も考えられる。

また、鉄塔の倒壊事故の原因としては、設計強度の不足以外に懸垂鉄塔と耐張鉄塔との誤用、更に送電線パトロールチェックリストに散見する欠落部品(Missing Parts)の影響も考えられる。

木柱の倒壊事故が多いので、木柱の予防保全を強化する必要がある。また碍子に起因する事故を減少するため、不良碍子の活線検出を実施すべきである。

保守作業のなかで、伐採が大きなウェイトを占めている。伐採のような単純作業は臨時人夫に委託し、保守員は設備保全業務に専任すべきである。

### 3. 運転保守マニュアル

#### (1) 運転マニュアル

変電所の運転については、全社大で標準化された送電線・変電所起動停止手順書(Lines and Substation Energizing/Shutdown Procedure)が制定されている。また、各変電所では、現場に適した手順書をそれぞれ作成している。

変圧器、遮断器、リアクター等の機器については、メーカーが作成した仕様書、取扱説明書等を運転保守のために使用している。

#### (2) 保守マニュアル

##### a. 変電所パトロールチェックリストガイドライン

変電所の機器毎のチェック項目、頻度とパトロールチェックリストの様式が定められている。前項2で述べたとおり、チェック頻度の見直しが必要である。

バッテリーのチェック項目の中に、技術的に問題のある項目(同ガイドラインの4.1.b)がみられるので再検討を要する。

##### b. 送電線パトロールチェックリスト

鉄塔、木柱等のチェック項目とパトロールチェックリストの様式が定められているが、頻度は規定されていない。前項2で述べたとおり、パトロールチェックの実施方法、チェック項目及び頻度の検討が必要である。

#### 4. 運転保守関係記録、報告書及び報告システム

##### (1) 変電所運転記録

線路毎の電圧、電力、無効電力、各相電流が毎時間記録されている。

##### (2) 事故停電報告書

Area Office は、日報を Regional Centerへ、月報を Regional Center及び T S へ報告している。報告内容は線路名、停電月日、停電時間、停電電力量、原因等である。

事故停電報告書についての問題点は次のとおりである。

- a. 原因に "unknown"や "transient"が多い。雷、風、雨等一次原因を記入する。
- b. 被害設備自体を原因欄に記入しているケースがある。
- c. Area毎に原因の分類が異なる。
- d. 月報には事故停電、計画停電、非計画停電が日付順に羅列されている。停電種別毎、線路毎、原因毎に集約する。

##### (3) 保守作業予定及び実績報告書

これ等の報告書は、週間単位で作成されている。記載内容は、日付、支持物番号、作業内容、工事者等である。実績報告書は、作業内容と Man-Monthを集約することにより、保守作業管理の資料として活用すべきである。

#### 5. 予備部品の保有レベルと管理体制

##### (1) 送電線

送電線の主要な保守用資材は木柱、腕木、碍子、電線で、所要資材は年間予防保全計画に基づいて請求されている。使用数量は比較的少なく、電線等が屋外に裸のまま保管されているケースが見られたものの、数量管理は適正に行われている。Area Office では、資材担当 (Property Custodian) が資材管理を行っている。

しかしながら、台風等で長時間停電した実績もあるので、過去の使用数量実績に基づいて計画外の所要資材数量を予測し、Regional Center または Area Office レベルで予備資材を保有する必要がある。

## (2) 変電所

変電所における主な予備部品は変圧器及び遮断器の部品である。送電線の場合と同じく、その使用数量は少なく、数量管理は適正に行われている。

しかしながら

- ・各国の各メーカーから多種類の機器が納入されていること
- ・古い機器については、部品の製造が中止されていること
- ・部品の購入に長期間を要すること
- ・不明確な購入仕様書、リードタイムの不足、入札業者の選定方法等のため、部品の納入が遅延していること

等のため、予備部品の不足するケースが発生している。一方、今後 GCB のオーバーホール等高度な技術を要する修理が増加の傾向にある。

予備部品の保有は今後とも必要であるが、上記の理由から標準仕様の予備機器を保有することも必要と考えられる。

予備部品の管理については次の検討を推進する必要がある。

- ・部品別使用数量統計の整備
- ・機器の事故統計の整備
- ・部品入手の可能性調査
- ・予備部品及び予備機器の基準数のレビュー
- ・仕様書の標準化
- ・適正なリードタイムと発注時期
- ・購買手順の簡素化（入札手順、購買権限の下部委譲等）
- ・本社及び Regional Center における管理体制の強化

予備品の保管状況については、廃品と同じ場所に雨ざらしで置いてあるケースがみられた。また倉庫に保管されている資材の中には雨漏りで濡れて使えないもの、吸湿して使えないもの等もあった。

調査した Area Office で、壁のない屋根のみの倉庫を建築中であったが、資材の中には長期間保管されるものもあり、資材保管に尚一層の配慮が望まれる。



## 6. 技術資料、図面等の整備

建設時の仕様書、図面等は、Area Office に保管されていない。これ等の資料は本社の Engineering Department に保管されているが、古い設備については紛失しているケースもある。

変電所では、メーカーが作成した仕様書、図面、取扱説明書等が保管されている。単線図は保管されているが、その記載内容が Area Office 毎に異なり、また、定期的に修正が行われていない。

送電線については、ルート of 平面図及び断面図、鉄塔設計図、クリアランスダイヤグラム等は殆ど保管されていない。木柱線路については、装柱、スパン等を記入した資料を作成している Area Office もある。

## 7. 試験用計測器、ワークショップの設備・修理用装置

試験用計測器は T S に整備されているので、Area Office には Megger, Multi Tester, Clamp Ammeter, Hydrometer, Oil Tester 等定例保守に必要な計測器が備え付けられている。

Area Office のワークショップには、Grinder, Welding Machine, Soldering Gun, Hand Drill, Wrench, Power Saw 等の修理工具しか備え付けられていないが、今のところ問題はない。

## 8. 運転保守要員の研修

7.4.1 の 8 で述べたとおり。

## 9. 給電指令システム及び通信系統

### (1) 給電指令システム

NAPOCOR では、各発電所及び送変電設備の運用は中央給電指令所からの指令によって行なっている。この系統運用を行なうための各所の情報は一部はテレメータで自動的に送られているが、大部分の情報は電話によって収集されている。また、系統運用のための給電指令は総て電話で行なっている。

これら給電業務実施の補助として計算機を設置しているが、通信回線が貧弱

なために情報の入力 of 70 % は人間系で行なわれている。従って、各所の瞬時の情報収集が不十分で、計算機システムが満足に機能しているとは言えない状態である。

周波数の変動が非常に大きいのが、NAPOCOR の現在の系統容量、調整能力ではこれ以上の改善は無理であると思われる。現在、NAPOCOR では AFC の実施を計画中であるが、発電所の調整容量が十分でなく満足な機能は期待し難い。今後負荷変動の状況の調査及び発電機の調整容量を十分検討し、最適の実施方法を検討する必要がある。

電圧調整については、無効電力の調整装置の容量が不十分で、火力停止時には首都圏の、また北部系水力停止時には北部系の電圧が非常に低下している。早急に電力用コンデンサの設置を検討、実施する必要がある。また、MERALCO との間に無効電力に対する協定が無いので、電圧保持の責任の分界がはっきりしていない。首都圏の電圧保持のために MERALCO と無効電力供給の責任分担をはっきりさせ、双方に必要な調相設備を設置する必要がある。

事故等が発生した際の緊急事態時の処置については、現在の貧弱な通信設備では複雑な事故の際にはスピーディな処理は不可能と思われ、効果的な故障処置法の制定とともに通信回線の強化が必要であると思われる。

## (2) 通信系統

現在の NAPOCOR の給電用の通信回線はマイクロ回線と電力線搬送が主体である。何れも小容量タイプの設備であるので回線数が不足し、満足な給電運用が不可能な状態である。

給電用の現場情報を収集する RTU (Remote Terminal Unit) も不十分であり、今後通信回線の強化とともに RTU の強化も必要である。

また、通信回線は給電用を優先しているために、業務用回線が不足している。今後業務の合理化のための計算機化を実施するためにも一層の通信回線の強化が必要である。

## 7.5.2 維持管理・運転保守改善計画の提言

7.5.1 で述べた運転保守上の問題点を解決するため、以下に述べる改善計画を検討し実施するよう提言する。

### 1. 運転保守体制

7.4.2 の1で述べたとおり。

### 2. 運転保守の実施方法

#### (1) TSの予防保全

過去の試験結果を再検討し、機器別の適正な予防保全頻度と試験項目の見直しを行う。

予防保全頻度については、電力機器が3年に1回、GCBが6年に1回、取引用計器が1年に1回、積算計器が2年に1回、指示計器は必要の都度でよいと思われる。試験項目については、変圧器の巻数比、巻線抵抗、励磁電流試験は不必要と考えられる。

#### (2) 変電所運転日誌の記録

時間毎に記録している線路ごとの電圧、電力、無効電力、各相電流等の諸データの必要性を再検討し、記録頻度を減少する。ピーク負荷時間帯に時間毎の記録をとり、その他の時間帯では2～3点の記録をとれば十分と考えられる。

#### (3) 変電所パトロールチェックの頻度

各直帯で毎日実施しているパトロールチェックの必要性を再検討し、チェックの頻度を減少する。チェックの頻度は、設備の現状からみて、昼間帯において週に1回で十分と考えられる。

#### (4) 送電線パトロールチェックの実施方法

- ・送電線パトロールチェックは、ROW及び目視調査を目的としたパトロールと、鉄塔、木柱、碍子、電線等の点検を目的とした点検とに分けて実施する。軽微な保守作業はパトロールと同時に実施し、点検は単独で実施するのが望ましい。なお、頻度については、パトロールが年間2～3回、点検が2～3年に1回を標準とする。

・ 碍子に起因する事故を減少するため、不良碍子の活線検出を実施する。

(5) 単純作業の委託化

伐採のような単純作業は臨時人夫に委託し、保守員は設備保全に専任する。

(6) 事故減少対策の推進

本節4項で述べる事故統計に基づいて、事故減少計画を作成し、各対策の優先度を設定して、事故減少対策を効果的に推進する。

3. 運転保守マニュアル

(1) 変電所パトロールチェックリストガイドライン

パトロールチェック頻度とチェック項目を見直し、変電所パトロールチェックリストガイドラインの改正を行う。

(2) 送電線パトロールチェックリストガイドライン

送電線パトロールチェックの実施方法、チェック頻度及びチェック項目を見直し、送電線パトロールチェックリストガイドラインの改正を行う。

4. 運転保守関係記録、報告書及び報告システム

(1) 事故停電報告書

・ 原因の分類を全社大で統一する。また、事故防止対策の資料として活用するため、出来る限り一次原因を究明する。

原因分類の一例を示すと次の通りである。

製作不完全、施工不完全、保守不完全、自然劣化、風雨、雷、水害、塩じん害、人的故意過失、他物接触、他事故波及、その他、不明

・ 原因とは別に被害設備を記入する。

・ 月報及び年報は、線路別、原因別、被害設備別に集約して、Regional Center 及び本社へ提出する。

(2) 保守作業実績報告書

現行の保守作業実績報告書から、作業内容と Man-Monthを集約し、月報及び年報を作成して、Regional Center 及び本社へ報告する。

## 5. 予備部品の保有レベルと管理体制

### (1) 送電線

使用資材を計画分と非計画分に分けて記録し、非計画分の所要資材数量を予測して、Regional Center 又は Area Office レベルで予備資材を保有するシステムを検討する。

### (2) 変電所

7.5.1 の5でのべたとおり、今後次の検討を推進する。

- 部品別使用数量統計の整備
- 機器の事故統計の整備
- 部品入手の可能性調査
- 予備部品及び予備機器の基準数のレビュー
- 仕様書の標準化
- 適正なリードタイムと発注時期
- 購買手順の簡素化（入札手順、購買権限の下部委譲等）
- 本社及び Regional Center における管理体制の強化

## 6. 技術資料、図面等の整備

### (1) 送電線

鉄塔線路については、建設時のルート平面図及び断面図、鉄塔設計図（基礎を含む）、クリアランスダイアグラム等の保管をルール化する。また、既設線路については、同上資料を作成し、Regional Center 及び Area Office に配布する。

木柱線路については、木柱の建設／取替年、装柱、スパン等を記入した線路調書及び線路図を全 Area Office に整備する。

### (2) 変電所

建設時の仕様書、図面等の保管をルール化し、既設変電所については、同上資料を作成し、Regional Center 及び Area Office に配布する。

単線図については、その様式を標準化し、定期的修正をルール化する。

## 7. 試験用計測器、ワークショップの設備・修理用装置

変電所では今後、GCB のオーバーホール等高度な技術を要する保守作業が必要になってくる。これに備えるため、点検修理の実施方法及びワークショップの整備について検討しておく必要がある。また、GCB のオーバーホールについては、Maintenance Engineering Center (MEC)の活用を検討すべきと考える。

## 8. 運転保守要員の研修

7.4.2 の8で述べたとおり。

## 第8章 環境管理





## 第8章 環境管理

### 8.1 フィリピン共和国の環境管理

#### 8.1.1 フィリピンの環境行政

- 1977年：フィリピン共和国の環境行政は各省庁が独自に実施していたが、1977年大統領布告 PD-1121により統合機関として国家環境保護会議 (NEPC: National Environmental Protection Council) が設置され、居住環境大臣 (Minister of Human Settlements) が議長に就任した。

環境行政について大統領布告 PD-1151により、次の4つの基本が定められた。

- (1) 環境政策
- (2) 環境目標
- (3) 健康な生活環境を得る権利
- (4) 環境影響評価制度 (Environmental Impact Statement System)

公害規制の監督機関として国家汚染管理委員会 (NPCC: National Pollution Control Commission) が設立された。

- 1978年：NPCCは公害防止規定 (Rules and Regulations of the National Pollution Control Commission (1978)) を策定した。

1976年の国家汚染管理布告 (National Pollution Control Decree of 1976) として知られていた大統領布告 PD-984 第6節の条項に基づいてNPCCは、1978年6月5日公害防止に関する規則、規制を策定した。

- 1979年：大統領布告PD-1586により環境保全地域 (Environmentally Critical Area) のプロジェクトに対して環境影響評価 (EIS) の適用が決定された。

- 1984年：実施令 E. 0-927 (Executive Order) により、ラグナ湖周辺のプロジェク  
トに対して、L. L. D. A (Laguna Lake Development Authority) による管  
理規制が実施された。

- 1987年：アキノ政権の誕生とともに居住環境省が廃止され、天然資源環境省 (DENR: The Department of Environment and National Resources) となり、従来のNEPC、NPCCは改編されて、DENRの傘下に入った。

NEPCは廃止されて、EMB (Environmental Management Bureau) が創設され、NPCCはDENRに統合された。

- 1990年：水質汚濁防止に関する水質基準及び排水規制が改正された。NPCC規制 (1978年) 第3章第68節、第69節は、DENR A.O (Administrative Order) No. 34, No. 35により改訂された。

DENR AO: No. 34 (水質基準)

Rivised water usage and classification, Water Quality Criteria Amending Section Nos.68 and 69, Chapter III of the 1978 NPCC Rules and Regulations.

DENR AO: No. 35 (排水規制)

Rivised Effluent Regulations of 1990, Revising and Amending The Effluent Regulations of 1982.

大気質、水質、騒音等の各規制基準は、8.1.3 発電所における環境管理の現状に記載している。

### 8.1.2 環境の現状

メトロマニラは、工業化、人口の集中に伴って多くの問題点をかかえている。

(Table 8-1-1 参照)

Table 8-1-1 フィリピンの人口

	フィリピン	メトロマニラ
1960	27,087,685 人	2,462,488 人
1980	48,098,460	5,925,884
1995 (推定)	68,424,000	8,971,000

#### 1. 固形廃棄物

固形廃棄物は、現在 3,600トン/日であるが、2000年には 5,000トン/日に達すると推定される。

毒性、有害物質の処理を含めて廃棄物処理が検討されている。

#### 2. 大気汚染

大気汚染の発生源は、交通機関60%、工場からの排煙は40%である。マニラ市内のSO<sub>2</sub>濃度は、0.05ppmでNPCCの規制値0.14ppmを下廻っている。交通機関、ディーゼル車からの排気が主な汚染発生源と考えられている。

#### 3. 汚水処理

現在マニラの人口の約12%が下水回収処理を使用しているにすぎない。

多くの廃棄物、汚水が河川、運河に放棄され、河川水質の汚染が進行している。

#### 4. 自然環境

フィリピン政府は、自然環境保全のため、国立公園内の不法な移住や樹木の伐採防止を図っている。

フィリピン特有の動物、キツネザル、フィリピンワシ、フィリピンワニ等の保護についても留意している。

### 8.1.3 発電所における環境管理の現状と提言

1973～1974年のエネルギー危機以降、フィリピンのエネルギー利用は、重油に代る国内炭、水力、地熱の開発に重点がおかれている。

1988～1992年の電源開発中期計画は、発電、送電価格の低減合理化、発電効率の向上と共にプロジェクトに対する環境対策及び安全対策の保持が目標とされている。

NAPOCOR の発電所における環境管理の現状と提言について以下に述べる。

## 1. 大気質

### (1) 煙突からの排出ガス

#### a. 基準

NPCC規制（1978年）第58節に基づいて、固定発生源からの許容排出基準は次の通りである。

全酸化物 (SO<sub>2</sub> として)            250 mg/scm

窒素酸化物                            2 g/scm as NO<sub>2</sub>

注：排出基準が技術的、経済的な制約により適合できない場合には、地表濃度基準がこれに優先する。

#### b. 現状

重油火力発電所（スーカット、マラヤ、マニラ及びバターン発電所）の現状は燃料油硫黄分は 2.5～4.0 % の重油を使用している。

そのため、煙突出口の亜硫酸ガス (SO<sub>2</sub>) 濃度は 1,500～2,500ppm となり規制値 250mg/scm (SO<sub>2</sub> = 87.5ppm) を越えたSO<sub>2</sub> が排出されている。

(Table 8-1-2 参照)

[参考]

現在の燃料油基準 (Bureau of Product Standard, Department of Trade and Industry) によると、硫黄分は、最大 4% となっている。

1989年 NAPOCORで使用された燃料、硫黄分から排ガス中のSO<sub>2</sub> 濃度を計算で求めると次の通りである。

Table 8-1-2 発電所排ガス中のSO<sub>2</sub> 濃度 (計算値)

発電所	燃料油	硫黄分 (%)	SO <sub>2</sub> (ppm)
スーカット	バンカーC	2.68	1,550~1,590
マラヤ	バンカーC + PPC残査油	3.63	1,953~2,175
マニラ	バンカーC	3.12	1,573
バター	Hi-Viscosity	4.07	2,440

排出基準 250mg/scm (87.5 ppm as SO<sub>2</sub> ) を保持するためには、硫黄分0.16% の低硫黄分の重油を使用しなければならない。

c. 管理状況

現在煙突排ガス試料の採取は、スーカット 1,2号を除き、全ての重油火力発電所で可能である。

しかし、排ガス中のSO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、Nox 及びばいじん等の濃度測定は、定期的に実施されていない。

バタンガス石炭火力発電所は、煙突にSO<sub>2</sub> 分析計が設置されて、その濃度が連続測定されている。

d. 提言

排ガスの試料採取口は、各ボイラ出口又は、煙道に設置すべきである。排ガス試料は定期的に採取され、SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、Nox、ばいじんを測定することが必要である。測定は、日本標準規格(JIS) による次の方法を提言する。

JIS K-0103 排ガス中の硫黄酸化物分析方法

JIS K-0104 排ガス中の窒素酸化物 (NO+NO<sub>2</sub> ) 分析方法

JIS Z-8808 排ガス中のダスト濃度の測定方法

将来、煙道に設置される排ガス測定計器は、8.2.2項に示す。

(2) 二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) 周辺濃度

a. 基準

公衆の健康と福祉を守り、機動車及び固定発生源から排出される大気質を管理するためにNPCC規制（1978年）第62節に示された地表大気質基準は次の通りである。

Table 8-1-3 地表大気質基準

	濃 度		暴露時間 (時間)
	( $\mu\text{g}/\text{scm}$ )	(ppm)	
SO <sub>2</sub>	369	0.14	24
	850	0.30	1
NO <sub>2</sub>	190	0.10	1
浮遊粒子状物質	180	—	24
	250	—	1

b. 現 状

最近のNAPOCORの測定実績によると、この規制値を上回ることはない。

c. 提 言

SO<sub>2</sub>濃度測定に際しては風向、風速計を持参し、発電所の運転状況（負荷等）、煙突からの距離、風向を考慮して測定する。

測定表には、測定地点の風向、風速を測定値とともに記録すべきである。

NPCCで規制された周辺濃度SO<sub>2</sub> 369  $\mu\text{g}/\text{scm}$ (0.14ppm) (24時間値) と 850  $\mu\text{g}/\text{scm}$ (0.3ppm) (1時間値) とは、多くの工場から排出された、SO<sub>2</sub> が加算された濃度を意味する。

若し、A、B、Cの各工場が同時に地表濃度SO<sub>2</sub> 0.05ppmに相当する排ガスを排出した場合、合計が0.15ppmとなれば規制値を越える濃度となる。

この時には、A、B、Cの各工場は生産量又は負荷を下げ、規制値0.14ppmを守らなければならない。

### (3) 浮遊粒子状物質

#### a. 基準

浮遊粒子状物質のNPCC規制値は、 $250 \mu\text{g}/\text{scm}$ (1時間値)である。

#### b. 現状

バタンガス石炭火力発電所は、月1回ハイボリュームエアサンプラーで採取し、測定している。

実測データを見ると通路上の粉じんの影響により、高い測定値を示している地点がある。

#### c. 提言

測定場所を選定するときには、煙突から排煙の流れる風下方向で外部からの影響を受けない地点を選定する。

### (4) 気象観測

#### a. 現状

バタンガス石炭火力には、気象塔があり、10m、100mの夫々の高さの風向、風速、大気温度、相対湿度が測定されていた。しかし、1989年以降100mの観測計器が故障し、1991年11月現在10mの観測計器のみ運転しており、保修計画中である。

重油火力発電所（スーカット、マラヤ、マニラ、バターン発電所）では気象は観測されていない。

#### b. 提言

環境調査に際しては、8.3.1 火力発電所の環境調査事項の気象に述べるとおりで、気象観測は、発電所又は開発地点の地上気象（地上10m、観測期間1ヵ年以上）と高層気象（地上1,500mまで）を観測する。

最寄りの気象台の15～30年程度の観測データは、参考とする。

地上気象の観測方法はその地区を代表する地点を選定する。

観測項目は、風向、風速、気温、相対湿度、日射量、雲量又は放射収支量を観測し、大気安定度を求める。

[参考]

Table 8-1-4 パスキルの安定度階級

地上風速 (m/s)	日 中			日中と夜間	夜 間		
	日 射 量 (cal/cm <sup>2</sup> ·h)			本 曇	上 層	中、下	雲 量
	強	並	弱		雲 量	層雲量	
	>50	49~25	<24	(8~10)	(5~10)	(5~7)	(0~4)
< 2	A	A~B	B	D	-	-	-
2 ~ 3	A~B	B	C	D	E	E	F
3 ~ 4	B	B~C	C	D	D	D	E
4 ~ 6	C	C~D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D

(注) A : 強不安定

B : 並不安定

C : 弱不安定

D : 中 立

E : 弱 安 定

F : 並 安 定

日射量は、自記日射計を用いて連続記録し、日中の値を集計整理する。

観測結果より次の表を作成する。

(i) 風速階級別風向出現頻度表 (月別、年平均)

(ii) 風速階級別風配図 (ウインドローズ)

(iii) 大気の安定度出現頻度表

(iv) 昼夜別風向出現頻度表及び出現頻度図

各発電所において先づ地上気象観測を実施し、排煙拡散について環境影響調査を実施することが望ましい。

継続的なモニタリングの実施については、8.2.2 火力発電所大気汚染モニタリング方法で述べる。



## 2. 水 質

### (1) 基 準

1978年 NPCC規制の水質の利用分類及び水質基準は、1990年にDENR. A. 0-34  
によって修正された。

1982年の排水規制は1990年にDENR. A. 0-35によって修正された。

Table 8-1-4 水質基準及びTable 8-1-5 排水基準参照。

Table 8-1-5 水質基準

		表層水		沿岸及海洋水	
		(河川、湖、沼)			
		クラス C	クラス D	クラス S C	クラス S D
色相		(c)	(c)	(c)	(c)
温度	°C上昇	3	3	3	3
pH		6.5~8.5	6.0~9.0	6.5~8.5	6.0~9.0
溶存酸素	%飽和	60	40	70	50
	mg/l	5.0	3	5.0	2.0
BOD 20°C 5日	mg/l	7	10	7.0	—
浮遊物質	mg/l	30増加	60増加	30増加	60増加
溶解固形分	mg/l	—	1,000	—	—
MBAS	mg/l	0.5	—	0.5	—
油/グリース	mg/l	2	5	3	5
NO <sub>3</sub>	mg/l as N	10	—	—	—
PO <sub>4</sub>	mg/l as P	0.4	—	—	—
フェノール	mg/l	0.02	—	(ℓ)	—
大腸菌群	MPN/100ml	5,000	—	5,000	—
塩分	mg/l as cl	350	—	—	—
銅(Cu)	mg/l	0.05	—	0.05	—
ヒ素(As)	mg/l	0.05	0.1	0.05	—
カドミウム(Cd)	mg/l	0.01	0.05	0.01	—
6価クロム(Cr)	mg/l	0.05	0.1	0.1	—
シアン(CN)	mg/l	0.05	—	0.05	—
鉛 (Pb)	mg/l	0.05	0.5	0.05	—
全水銀(T-Hg)	mg/l	0.002	0.002	0.002	—
有機りん	mg/l	nil	nil	nil	—

注) クラス C : 水産用水、工業用水クラス I

クラス D : 工業用水クラス II (例 冷却用水)

クラス S C : 水産用水クラス II

クラス S D : 工業用水クラス II (例 冷却用水)

(c) 異常な変色、よごれのないこと。

(d) 魚類にくさみ、味に影響する濃度を含まないこと。

Table 8-1-6 排水基準

		内陸水		沿岸水	
		クラス C	クラス S C	クラス S D	
		既設	既設	既設	
色相		200	(c)	(c)	
温度	℃上昇	3	3	3	
pH		6.0~9.0	6.0~9.0	6.0~9.0	
COD	mg/l	150	250	300	
沈降物質	mg/l	0.5	—	—	
BOD 20℃ 5日	mg/l	80	120	150	
浮遊物質	mg/l	90	200	60増加	
MBAS	mg/l	7.0	15	—	
油/グリース	mg/l	10	15	15	
フェノール	mg/l	0.5	1.0	5.0	
大腸菌群	MPN/100ml	15,000	—	—	

注) (c) 異常な変色、よごれのないこと。

(2) 現 状

スーカット、マラヤ重油火力発電所の冷却水は、ラグナ湖水を使用している。

ラグナ湖は、Laguna Lake Development Authority (L. L. D. A) とDENRの下で水質が監視されている。

(3) 提 言

火力発電所には、純水装置、復水脱塩装置からの再生用排水、空気予熱器の洗浄排水など酸性、アルカリ性の排水が放出される。

DENRの規制値(AO-Na35)を満足するような排水中和処理装置を全ての発電所に設置すべきである。

3. 騒 音

(1) 基 準

NPCC規制値はDクラスに入り、昼間75dB、朝・夕70dB、夜間65dBである。

クラスD : 重工業地域

(2) 現 状

今回の火力、地熱発電所における測定記録を調査した結果では、発電所境界線において規制値を越えることはないと思われる。

(3) 提 言

- a. NPCC規制値に示すとおり、昼間、朝、夕、夜間の4時間帯に分けて、発電所境界線の騒音レベルを測定し、記録しておくこと。
- b. 発電所の主な騒音源の騒音レベルを測定記録し、騒音源と境界線の距離において、騒音レベルが如何に減衰するか求めておくこと。
- c. 発電所構内における、騒音レベルの等値線図を作成すること。

# JIS

K 0103

## 排ガス中の硫黄酸化物分析方法

JIS K 0103-1988

昭和63年3月1日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

# JIS

K 0104

## 排ガス中の窒素酸化物分析方法

JIS K 0104-1984

(1989 確認)

昭和 59 年 7 月 1 日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

# JIS

Z 8808

## 排ガス中のダスト濃度の測定方法

JIS Z 8808 -1986

昭和61年2月1日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)





## 8.2 環境対策の改善に関する提言

### 8.2.1 PCB 管理技術と除去方法

#### 1. PCB 管理の現状

ポリ塩素化ビフェニール(PCB)は、塩素を含む化合物の同族体で通常油状の液体化合物である。

PCB は、安定性、電気絶縁性、冷却性能、難燃性に優れた特性を有しているため、変圧器を含めた電気機器に使用されてきた。しかし、その毒性が明らかとなって日本では、1984年通産省の指示により、PCB 使用電気機器の取扱いについて厳しい保管管理が実施され、一方除去のための高温熱分解試験が行われた。

NAPOCOR においては、環境部ESD において「Progress Report on the Survey of PCB」が作成され、PCB の健康被害、取扱管理法、PCB 含有機器のリストを示し、この対策に努力している態度が見られる。

しかし、発電所における管理の現状は必ずしも満足できる状態ではない。

PCB 含有油がドラム缶に入れて屋外に放置されている発電所があり、そこでは PCB の毒性についても、新しい運転員は理解していない。又、PCB 入りドラム缶や機器には、表示ラベルも貼布されていなかった。

#### 2. PCB 管理に関する提言

NAPOCOR の現状を考慮して次の通り提言する。

ANNEX 1 ~4 参照。

##### (1) 保管管理

###### a. 保管場所

小型のPCB 含有機器、PCB 含有油ドラム缶は、指定した倉庫にまとめて保管する。

大型の機器は発電所保管とする。

###### b. 保管管理台帳の整備

管理台帳に機器の経歴等記録しておく。

c. 使用中、保管中のPCB 機器にはラベルを貼布する。ラベルは本社で一括製作し、各所に配布する。

(2) 管理責任者

管理責任者を選定し、移動時、除去時の立合い、定期的な点検を行って漏洩事故の防止を図る。

(3) PCB の検出法

a. ガスクロマトグラフ法による方法

JIS K 0093 工場排水中のポリ塩素化ビフェニール(PCB)の試験方法は別紙に示す。

MMRCのTSD 所有のガスクロマトグラフにより測定法を検討すること。

b. 濾過キットによる方法によってPCB の有無がわかる。

c. 取扱方法

PCB は漏洩に注意し、他の生物への被害防止を考慮して取扱う。

作業は、規定の作業衣、手袋を着用して実施すること。

3. その他の参考事項

(1) PCB 含有廃油の処理法

各地において試験が実施され、既に処理法を決定している国もある。

処理法には、苛性アルカリによるけん化法、生物学的な処理法及び高温熱分解法がある。

全てのPCB が同一の方法で処理できるものではない。塩素を多く含むものは、けん化法や生物学的処理法では不十分で熱分解法がよい。

日本では、「熱分解試験」で良好な結果が得られている。しかし、政府からの指示があるまで保管管理が続けられる。

PCB の毒性は、塩素を多く含むPCB ほど毒性が強い。特に注意すべきことは、米国において変圧器火災時に発生した、多塩素化ジベンゾフラン(PCDF)及び多塩素化ジベンゾダイオキシン(PCDD)の処理である。

PCDFは、温度 500～ 550℃で発生し、その毒性は動物実験の結果、PCB の 1,000 倍に及ぶと言われている。動物実験の結果をそのまま人間の危害に関係づけることは出来ないが、注意すべきことである。

(2) 日本における熱分解試験結果

日本国環境庁大気保全局が「液状廃PCB 高温熱分解試験実施計画」を作成し、鐘淵化学工業(株)高砂工業所に対して試験を地元公開の上実施した結果について述べる。

a. 試験目標及び管理基準

Table 8-2-1 液状廃PCB 高温熱分解試験目標及び管理基準

項 目	内 容						
(1) PCDD PCDF	高温熱分解においてPCDD、PCDFの発生がないこと。 (0.1ng/l 以下)						
(2) 燃焼効率	燃焼効率 ≥99.9%						
(3) PCB 熱分解効率	99.9999%以上						
(4) 環境影響	大気中のPCB 環境濃度が定量限界 (0.05 μg/m <sup>3</sup> ) 以下であること。						
(5) 排ガスの安全性	排ガス中のPCB の濃度がPCB ≤0.01mg/Nm <sup>3</sup> であること。 併せてHcl、NOx、ばいじんが法令の基準に適合すること。						
(6) 排水の安全性	排水中の PCB濃度が安定限界 (0.05 μg/l) 以下であること。						
(7) 高温熱分解能力	次の条件で熱分解炉が運転されていること。 <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>高温熱分解温度</td> <td>1,400°C ± 75°C</td> </tr> <tr> <td>滞 留 時 間</td> <td>1.5秒以上</td> </tr> <tr> <td>排ガス中の酸素濃度</td> <td>3%以上</td> </tr> </table>	高温熱分解温度	1,400°C ± 75°C	滞 留 時 間	1.5秒以上	排ガス中の酸素濃度	3%以上
高温熱分解温度	1,400°C ± 75°C						
滞 留 時 間	1.5秒以上						
排ガス中の酸素濃度	3%以上						

b. 試験操作

灯油により1400°Cに加温された熱分解炉内に、70°Cに加温された液状廃PCB が炉内に噴霧され高温分解される。

燃焼ガスは廃熱ボイラーで熱回収され、約 300°Cに冷却された後、冷却塔で更に70°Cまで冷却され、吸収・除害塔で塩化水素及び、遊離塩素を苛性ソーダで中和吸収除去する。

除害塔を出たガスは冷却塔で約30°Cまで冷却され、同伴飛沫をミストキャッチャーで除去した後に、活性炭吸着塔で微量のPCB 及び他の有害成分を完

全に除去し、白煙防止のためのガス加熱器で約 100℃に昇温して、煙突より大気に放出する。

c. 試験結果

液状廃PCB は適確に分解処理され、排ガス排水中に予想された悪影響物質 PCDD、PCDFは検出限界以下であった。

一部排ガス中に $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下のPCB の排出が見られたが、環境大気中のPCB は定量限界以下であった。排水及び海水については全て検出限界以下であった。

以上の結果から本試験は環境に影響を与えろとは認めがたい。問題点はなかったが臨時にとりつけた試験採取装置の配管の材質について改良の必要を感じた。

## ANNEX. 1 PCB 含有機器管理についての提言

ポリ塩素化ビフェニール(PCB)は、塩素を含む化合物の同族体で、通常油状の液体化合物である。その安定性、電気絶縁性、冷却性能、難燃性が優れていることでよく知られている。

PCBとして存在し得る化学的構造は、200以上知られているが、この中のいくつかの構造のものが実際に生産され使用されている。

PCBは、その優れた特性のために、変圧器、大型、小型のコンデンサー、蛍光灯、電動機、器具などを含む多くのタイプの電気機器用として使用されてきた。

コンデンサー及び変圧器には、かなりの量のPCBが使用されているが、この化合物は、水力学的熱輸送システム(熱輸送媒体として)や、色素塗料工業、ゴムや合成樹脂の可塑剤、無炭素複写紙、脱塵助剤、接着剤などに使用されている。

## ANNEX. 2 PCB の健康影響評価

PCB に関する科学的な文献は多い。

危険性評価に関係した報告について、人間の臨床的及び疫学的研究、実験動物を用いた作用量と反応に関する研究、長期間暴露や低濃度暴露の実験及び PCB混合物の生物影響などがある。動物実験は、人間が PCBに暴露された場合の研究と異なり広範囲の毒性があることを報告している。これは、動物実験時の PCBレベルが人間の経験する濃度よりも、かなり高濃度で実施されているからである。

動物を用いた研究で有害な症状は、塩素座瘡を含む皮膚炎や、免疫性の低下、生殖障害、出産時の奇形及び肝臓障害などがある。

毒性影響の程度は、全ての PCBで必ずしも同様でない。例えば、塩素を多く含むものは、より毒性が強く、又あるものは、より毒性の強いポリ塩化ダイオキシンや、ベンゾフランのように作用する。加えて PCBへの感受性は、動物の種類により差がみられる。

一般的に、実験の対象となった人間の血液中の PCBレベルは、一般大衆よりもかなり高い。このことは、その人がかなり高い濃度の PCBに暴露されていたことを示すもので時間的にも長時間、露されていた事を示すものである。

しかし、それにも拘らず、これらの作業者に有害な影響が臨床的には、検出されず、明らかに病状との関係は、見出されていない。例外として、散在性の皮膚炎と塩素座瘡がみられた。又肝臓の変化に起因した、血清化学的パラメータの変化は、観察されている。

いくつかの研究においては、心臓、血管系、呼吸器系、あるいは神経系などの臨床的変調を、示唆することも報告されている。これらの対象者を調査した結果では、PCB が癌の原因となる可能性については、結果が一致していないが、あったとしてもその関係は極めて弱い。妊娠中の女性が経口的に高いレベルの PCBを摂取した場合、妊娠期間の短縮と出産時の体重が軽かったとの報告がある。

### ANNEX. 3 変圧器オイル中の PCB検出

PCB の検出法は、ガスクロマトグラフ試験を行わなければならない。この方法は、試料をN-ヘキサンで抽出してアルカリ分解し、シリカゲルカラムクロマト管により妨害物質を除去して、ガスクロマトグラフにかけて、ポリ塩素化ビフェニールを確認するものである。

定量範囲は 0.001mg/ℓ 以上で、繰り返し精度は標準偏差パーセントで40%以下である。

このポリ塩素化ビフェニールとは、一塩素化ビフェニールから十塩素化ビフェニールまでの混合体をいう。

日本工業規格JIS K 0093工場排水中のポリ塩素化ビフェニール(PCB)の試験方法参照。

その他の直接測定法として、蛍光X線による、MESA-200が最も好ましいといわれる。

MESA-200型分析計は、低エネルギーのX線源を利用して各試料に含まれる硫黄分と塩素分の含有量を測定する。放射性同位元素を使用しないので、特殊の資格免許は必要なく保守方法も問題ない。この分析計の測定範囲は、塩素 0～ 0.1% (重量) 硫黄 0～ 0.3% (重量) である。

小型検出器としてClor-N-Oil PCB濾過キットがあり、これはオイル中の塩素が 20ppm 以下であることを決定するものである。これは試料に試薬を注入すれば、塩素の有無が色(青又は黄)によって判別する。

#### ANNEX. 4 機器中の多塩素化、ジ・ベンゾフラン(PCDF)

PCB 変圧器を含む火災の結果として、PCB の部分的酸化の生成物であるPCDFが、PCB を含む火災の燃焼生成物中に発見されている。

一連の動物試験で、PCDFのあるものは（同種と呼ばれる 135の異なった種類がある）PCB の 1,000倍に及ぶ毒性が判った。人が曝される時の人への危害は、動物実験と直接関係づけることは、出きないがその関心は高まって来ている。

(Gilbert Addis)



# JIS

## 工場排水中のポリ塩素化 ビフェニル (PCB) の試験方法

JIS K 0093-1974

(1988 確認)

昭和 49 年 5 月 1 日 制定

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

## 8.2.2 火力発電所大気汚染モニタリング方法

### 1. 大気汚染モニタリングの現状

8.1.3-1 で述べた通り、スーカット・マラヤ・マニラ・バターンの4重油火力発電所では、煙突入口での排ガス中のSO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>の濃度測定は実施されていない。

また、発電所周辺におけるSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの大気汚染モニタリングも定期的に実施されていない。

### 2. 排ガス拡散予測

1989年の燃料油硫黄分及び、ボイラ製造者の技術資料より、排ガス拡散予測を算出した。

#### (1) 排ガス拡散予測結果

Table 8-2-2 火力発電所の排ガス拡散予測結果

発電所	ユニット	最大着地濃度 Cmax(ppm)	距離 Xmax (m)
スーカット	1号+2号	0.0389	11,703
	3号+4号	0.0424	13,609
	総合	0.0805	約13km
マラヤ	1号	0.068	9,308
	2号	0.064	10,515
	総合	0.1315	約10km
マニラ	1号	0.047	5,817
	2号	0.047	5,817
	総合	0.094	約6km
バターン	1号	0.0576	4,879
	2号	0.0745	6,261
	総合	0.1285	約6km
バタンガス	1号	0.00451	8km

(2) 排ガス拡散予測計算式

硫黄酸化物の短期拡散予測計算は、ポサンケ・サットンの拡散式により行った。長期拡散予測は、バタンガス発電所のみ、発電所の気象観測データを採用して行った。

気象局のデータには日射量の測定値がないので、安定度が求められないが中立Dとして計算した。

a. 計算式ポサンケ1式

$$H_e = H_o + \alpha (H_m + H_t)$$

$$H_m = \frac{4.77}{1 + 0.43 \cdot \frac{U}{V}} \cdot \frac{\sqrt{Q \cdot V}}{U}$$

$$H_t = 6.37g \frac{Q (T - T_1)}{U^3 \cdot T_1} \left( \log_e J^2 + \frac{2}{J} - 2 \right)$$

$$J = \sqrt{\frac{U^2}{Q \cdot V}} \left( 0.43 \sqrt{\frac{T_1}{g \cdot G}} - 0.28 \cdot \frac{V}{g} \cdot \frac{T_1}{T - T_1} \right) + 1$$

$H_e$  : 煙突有効高さ (m)

$H_o$  : 煙突実高さ (m)

$\alpha$  : 排煙上昇係数 (=0.65)

$U$  : 風速 (= 6m/s)

$V$  : 排出ガス速度 (m/s)

$Q$  : 大気温度に換算した排出ガス量 ( $m^3/s$ , 15°C換算)

$T_1$  : 排出ガス密度が大気密度に等しくなる温度 (°k)

$T$  : 排出ガス温度 (°k)

$G$  : 温位勾配 (0.0033°C/m)

$g$  : 重力の加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)

b. サットンの拡散式

$$C(X) = \frac{2q \cdot \eta}{\pi \cdot C_y \cdot C_z \cdot U \cdot X^{2-n}} \exp\left(-\frac{1}{X^{2-n}} \cdot \frac{He^2}{C_z^2}\right)$$

$$C_{max} = 0.234 \cdot \frac{C_z}{C_y} \cdot \frac{q}{U \cdot He^2} \cdot \eta$$

$$X_{max} = \left(\frac{He}{C_z}\right)^{\frac{2}{2-n}}$$

記号

$C(X)$  : 風下軸上の距離  $X$  における地表濃度 (ppm)

$X$  : 煙源からの風下距離 (m)

$C_{max}$  : 最大着地濃度 (ppm)

$X_{max}$  : 最大着地濃度地点までの距離 (m)

$q$  : 汚染物質の排出量 ( $m^3/s$ , 288°k)

$C_y$  : 水平方向の拡散パラメーター (0.07)

$C_z$  : 鉛直方向の拡散パラメーター (0.07)

$U$  : 風速 (6m/s)

$n$  : 大気の乱れ係数 (0.25)

$He$  : 煙突有効高さ (m)

$\eta$  : 時間修正係数 1時間値 : 0.15

24時間値 : 1時間値  $\times 0.59$

## (3) 計算諸元

Table 8-2-3 スーカット発電所

ボイラ	1号	2号	3号	4号
負荷 MW	150	200	200	300
排ガス量 $Nm^3/h$	388,462	535,385	535,385	789,231
ガス温度 $^{\circ}C$	150	150	150	150
燃料硫黄分 %	2.68	2.68	2.68	2.68
燃料使用量 $kg/h$	32,924	45,246	45,246	65,553
$SO_2$ 吐出量 $Nm^3/h$	618	849	849	1,230
$SO_2$ ppm	1,590	1,585	1,585	1,558
煙突高さ m	122		122	
煙突内径 m	5.18		5.18	

## 気象 (推定)

風速 6m/s

安定度 中立(D)

## 短期拡散予測結果

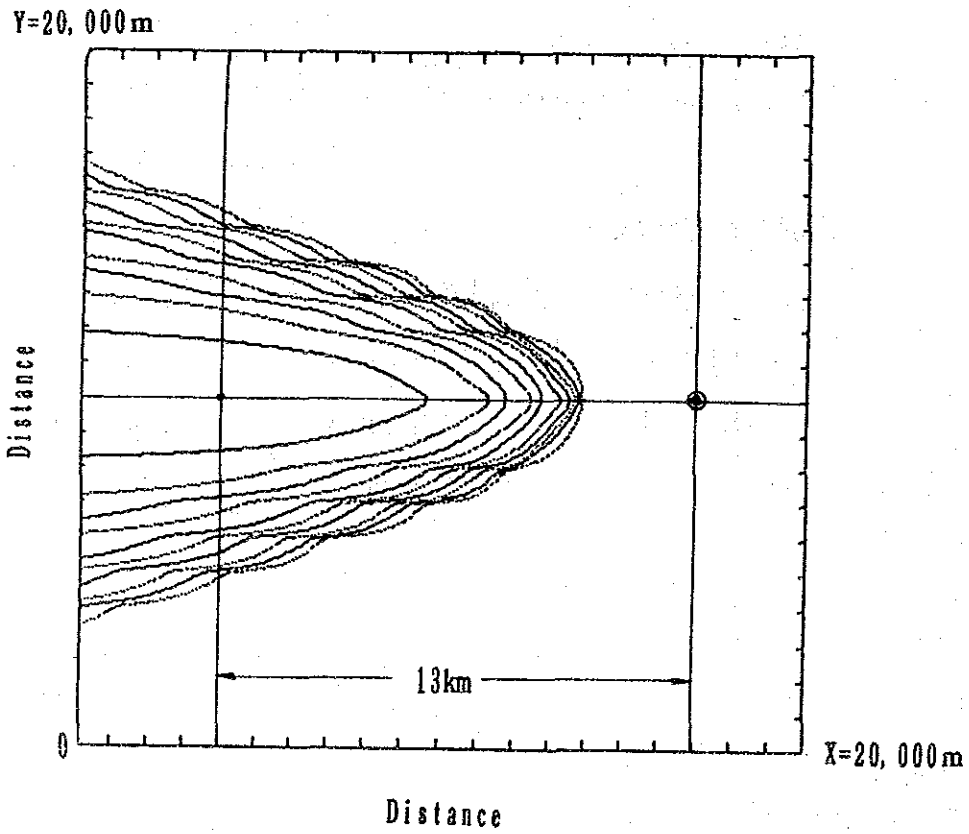
ユニット	最大着地濃度 $C_{max}$	距離 $X_{max}$
1号+2号	0.0389ppm	11,703.1m
3号+4号	0.0424ppm	13,609.6m
総合	0.0805ppm	約13km

Fig. 8-2-1 スーカット地区の拡散予測結果

$C_{max} = 8.0521E-02$  ppm  
 $i = 4$   $j = 10$   
 風向 90.0 deg.  
 風速 6.0 m/s  
 温位勾配 0.00330 °C/m  
 排ガス上昇式 Bosanquet-1  
 拡散式 Sutton  
 煙突数 2 本  
 平均化時間 min 3.00  
 $C_y = 0.467$   
 $C_z = 0.070$   
 $n = 0.250$

C<sub>max</sub>に対する濃度比

— 5.00E-01	— 2.00E-01
— 1.00E-01	— 5.00E-02
— 2.00E-02	— 1.00E-02
— 5.00E-03	— 2.00E-03
— 1.00E-03	— 5.00E-04



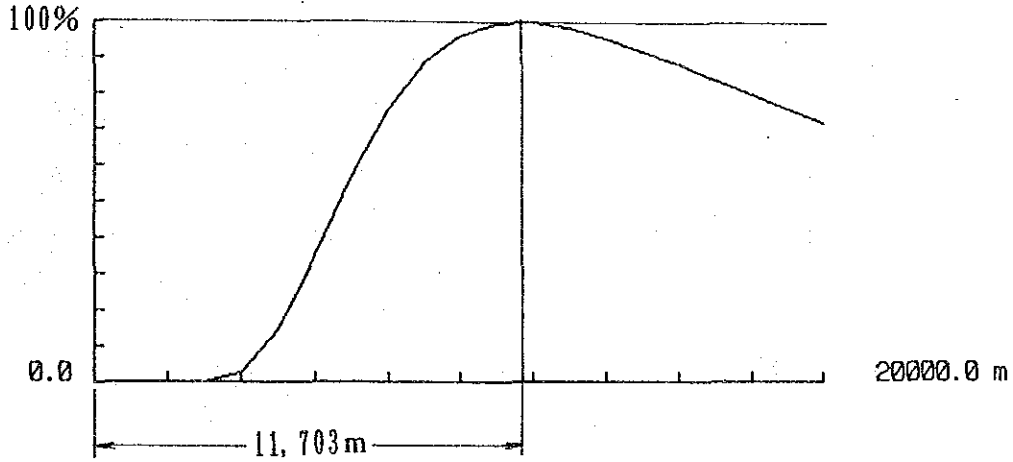
スーカット地区

煙突番号 No.= 1

Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式

風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m

有効煙突高 254.0 m 最大着地濃度 3.898E-02 ppm 出現距離 11703.1 m



煙突番号 No.= 2

Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式

風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m

有効煙突高 289.9 m 最大着地濃度 4.242E-02 ppm 出現距離 13609.6 m

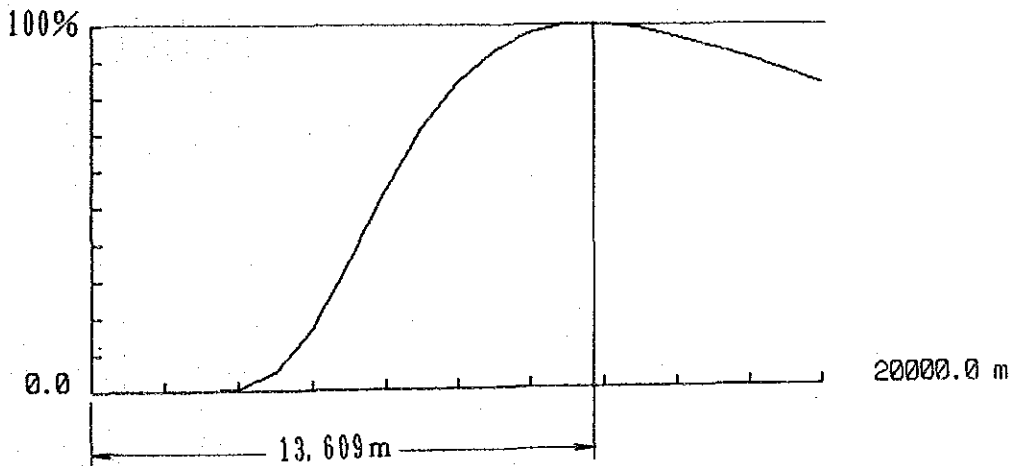


Table 8-2-4 マラヤ発電所

ポ イ ラ		1 号	2 号
負 荷	MW	300	350
排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	789,231	1,024,615
ガス温度	°C	150	150
燃料硫黄分	%	3.63	3.63
燃料使用量	kg/h	67,559	78,818
SO <sub>2</sub> 排出量	Nm <sup>3</sup> /h	1,717	2,002
SO <sub>2</sub>	ppm	2,175	1,953
煙突高さ	m	90	90
煙突内径	m	4.57	4.57

## 気象 (推定)

風 速 6m/s

安 定 度 中立(D)

## 短期拡散予測結果

ユ ニ ッ ト	最大着地濃度 C <sub>max</sub>	距離 X <sub>max</sub>
1 号	0.068 ppm	9,308.8m
2 号	0.064 ppm	10,515.6m
1号+2号	0.1315ppm	10km地点

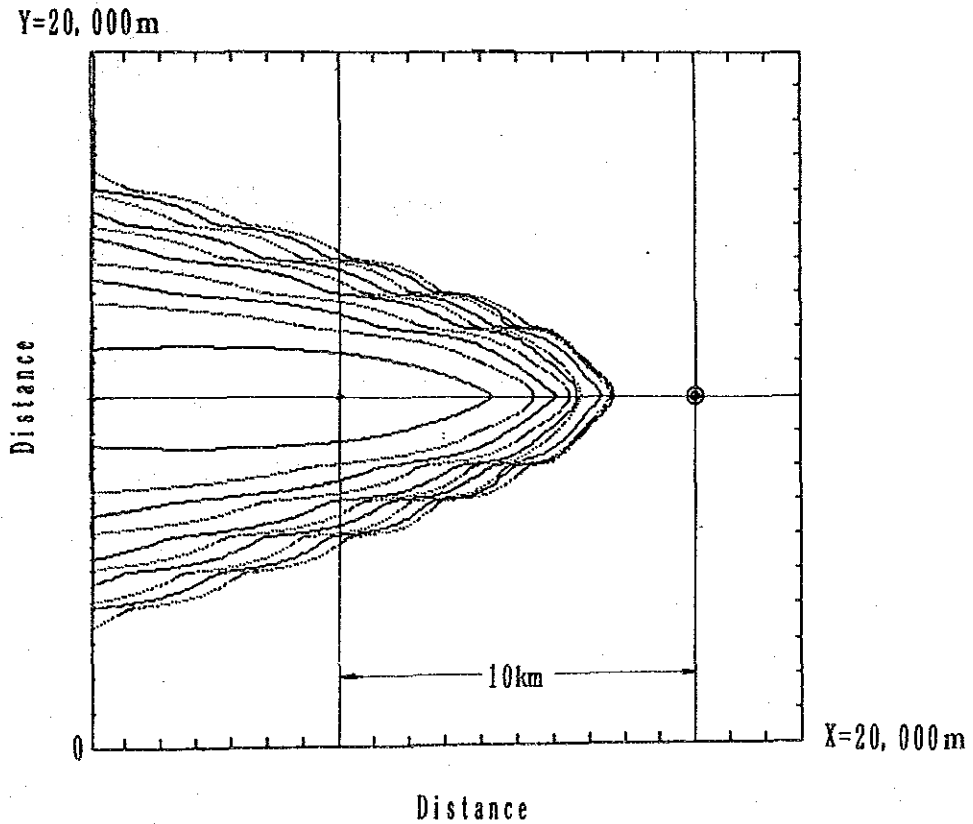


Fig. 8-2-2 マラヤ地区の拡散予測結果

$C_{max} = 1.3153E-01$  ppm  
 $i = 7$   $j = 10$   
 風向 90.0 deg.  
 風速 6.0 m/s  
 温度勾配 0.00330 °C/m  
 排ガス上昇式 Bosanquet-I  
 拡散式 Sutton  
 煙突数 2 本  
 平均化時間 min 3.00  
 $C_y = 0.467$   
 $C_z = 0.070$   
 $n = 0.250$

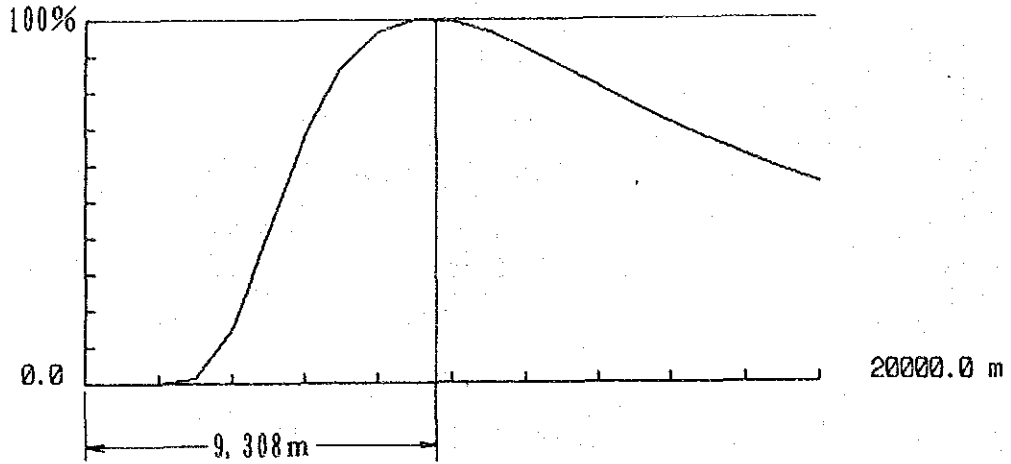
C<sub>max</sub>に対する濃度比

— 5.00E-01	— 2.00E-01
— 1.00E-01	— 5.00E-02
— 2.00E-02	— 1.00E-02
— 5.00E-03	— 2.00E-03
— 1.00E-03	— 5.00E-04



マラヤ地区

煙突番号 No. = 1  
 Bosanquet-Iの上昇式, Suttonの拡散式  
 風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
 有効煙突高 207.9 m 最大着地濃度 6.810E-02 ppm 出現距離 9308.8 m



煙突番号 No. = 2  
 Bosanquet-Iの上昇式, Suttonの拡散式  
 風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
 有効煙突高 231.3 m 最大着地濃度 6.415E-02 ppm 出現距離 10515.6 m

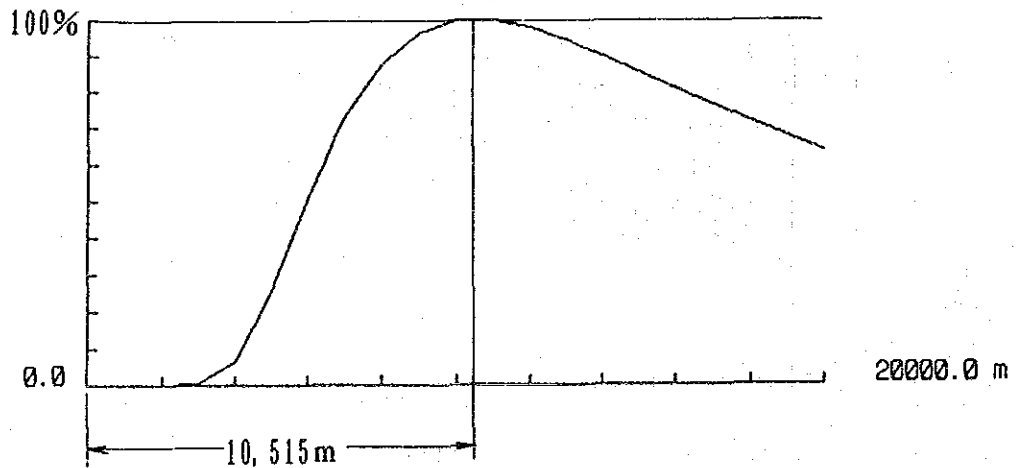


Table 8-2-5 マニラ発電所

ポ イ ラ		1 号	2 号
負 荷	MW	100	100
排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	332,308	332,308
ガス温度	°C	136	136
燃料硫黄分	%	3.12	3.12
燃料使用量	kg/h	23,935	23,935
SO <sub>2</sub> 排出量	Nm <sup>3</sup> /h	523	523
SO <sub>2</sub>	ppm	1,573	1,573
煙突高さ	m	76	76
煙突内径	m	2.36	2.36

気象 (推定)

風 速 6m/s

安 定 度 中立(D)

短期拡散予測結果

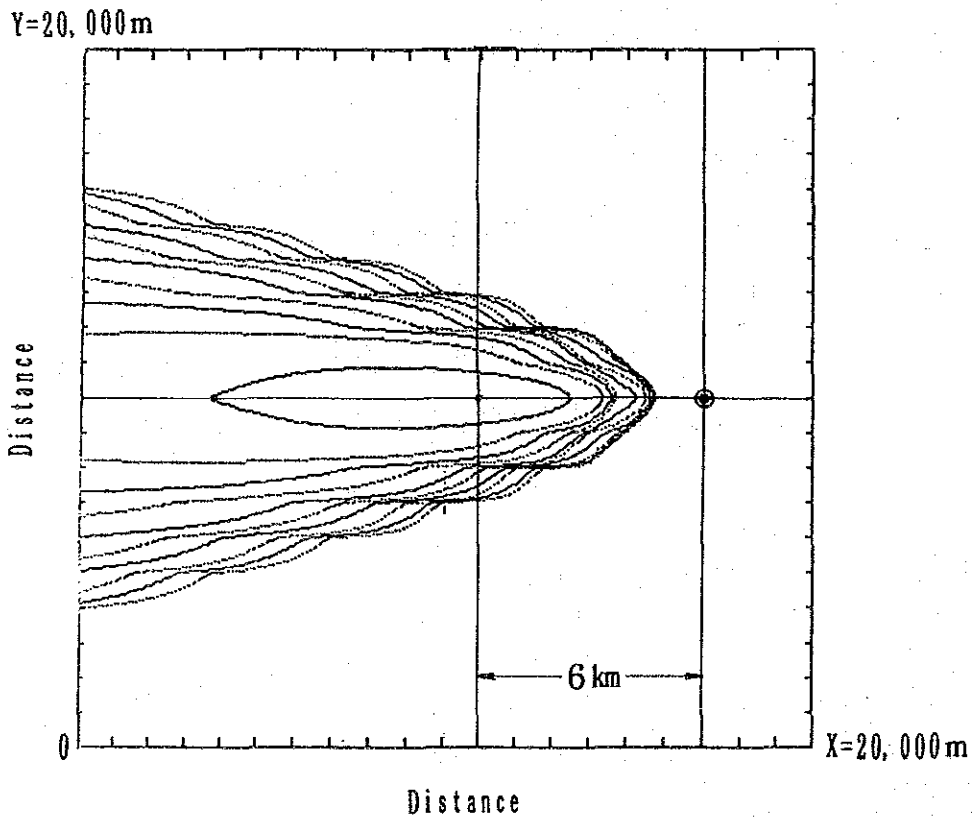
ユ ニ ッ ト	最大着地濃度 Cmax	距離 Xmax
1 号	0.0472ppm	5,817.8m
2 号	0.0472ppm	5,817.8m
1号+2号	0.0943ppm	6km地点

Fig. 8-2-3 マニラ地区の拡散予測結果

$C_{max} = 9.4281E-02$  ppm  
 $i = 11$   $j = 10$   
 風向 90.0 deg.  
 風速 6.0 m/s  
 温位勾配 0.00330 °C/m  
 排ガス上昇式 Bosanquet-I  
 拡散式 Sutton  
 煙突数 2本  
 平均化時間 min 3.00  
 $C_y = 0.467$   
 $C_z = 0.070$   
 $n = 0.250$

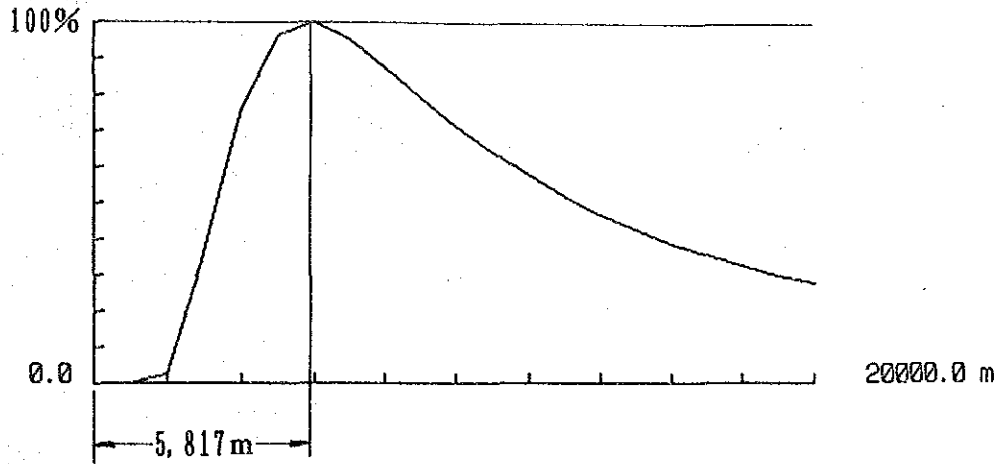
C<sub>max</sub>に対する濃度比

— 5.00E-01	— 2.00E-01
— 1.00E-01	— 5.00E-02
— 2.00E-02	— 1.00E-02
— 5.00E-03	— 2.00E-03
— 1.00E-03	— 5.00E-04



マニラ地区

煙突番号 No.= 1  
Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式  
風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
有効煙突高 137.8 m 最大着地濃度 4.722E-02 ppm 出現距離 5817.8 m



煙突番号 No.= 2  
Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式  
風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
有効煙突高 137.8 m 最大着地濃度 4.722E-02 ppm 出現距離 5817.8 m

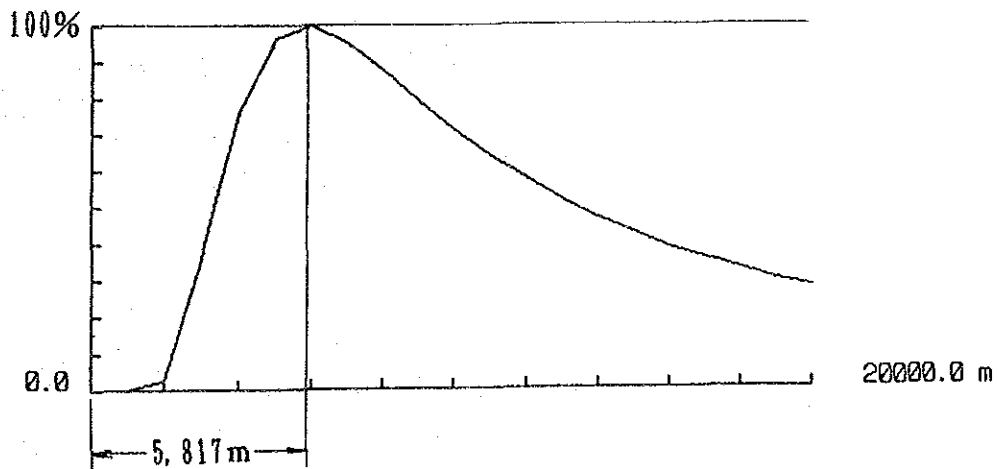


Table 8-2-6 バターン発電所

ボ イ ラ		1 号	2 号
負 荷	MW	75	150
排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	192,195	384,390
ガス温度	°C	152	152
燃料硫黄分	%	4.07	4.07
燃料使用量	kg/h	16,462	32,924
SO <sub>2</sub> 排出量	Nm <sup>3</sup> /h	469	938
SO <sub>2</sub>	ppm	2,440	2,440
煙突高さ	m	75	75
煙突内径	m	2.391	3.0

## 気象 (推定)

風 速 6m/s

安 定 度 中立(D)

## 短期拡散予測結果

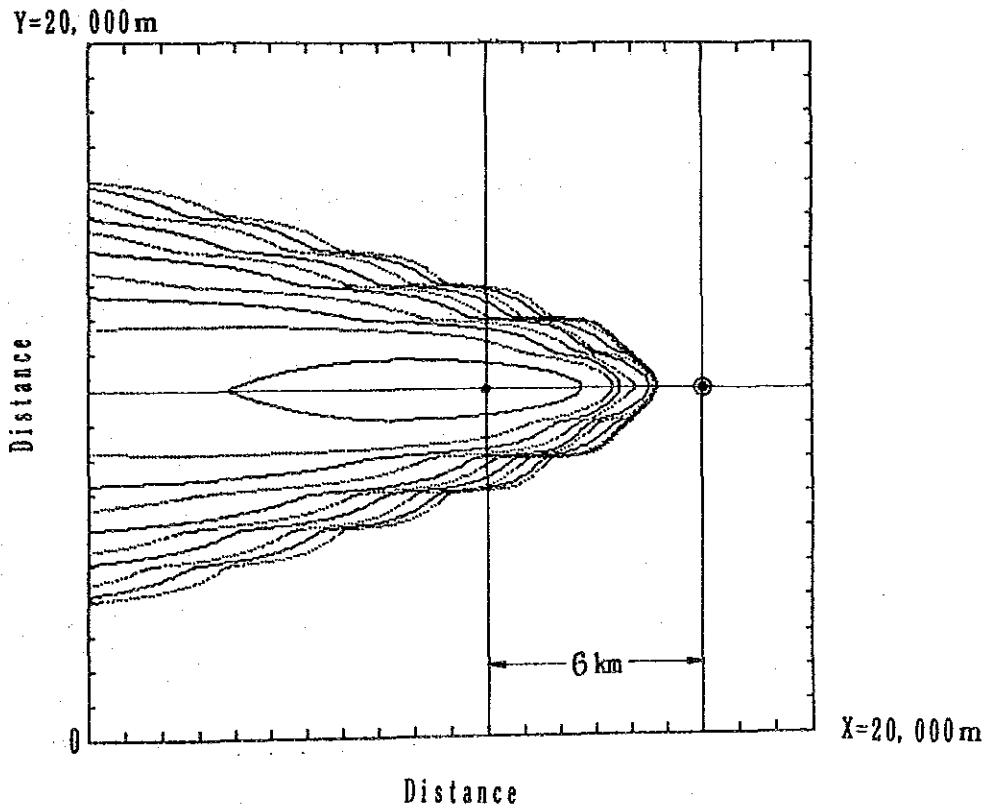
ユニット	最大着地濃度 C <sub>max</sub>	距離 X <sub>max</sub>
1 号	0.0576ppm	4,879.4m
2 号	0.0745ppm	6,261.2m
1号+2号	0.1285ppm	6km地点

Fig. 8-2-4 バターン地区の拡散予測結果

$C_{max} = 1.2857E-01$  ppm  
 $i = 11$   $j = 10$   
 風向 90.0 deg.  
 風速 6.0 m/s  
 温度勾配 0.00330 °C/m  
 排ガス上昇式 Bosanquet-1  
 拡散式 Sutton  
 煙突数 2本  
 平均化時間 min 3.00  
 $C_y = 0.467$   
 $C_z = 0.070$   
 $n = 0.250$

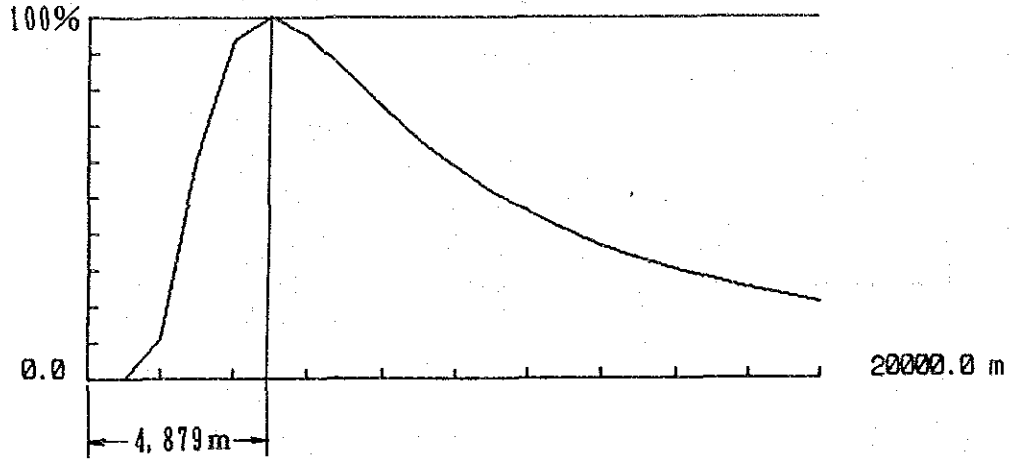
Cmaxに対する濃度比

— 5.00E-01	— 2.00E-01
— 1.00E-01	— 5.00E-02
— 2.00E-02	— 1.00E-02
— 5.00E-03	— 2.00E-03
— 1.00E-03	— 5.00E-04



パターン地区

煙突番号 No.= 1  
Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式  
風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
有効煙突高 118.1 m 最大着地濃度 5.761E-02 ppm 出現距離 4879.4 m



煙突番号 No.= 2  
Bosanquet-1の上昇式, Suttonの拡散式  
風向 90.0 deg 風速 6.0 m/s 温位勾配 0.00330 °C/m  
有効煙突高 147.0 m 最大着地濃度 7.447E-02 ppm 出現距離 6261.2 m

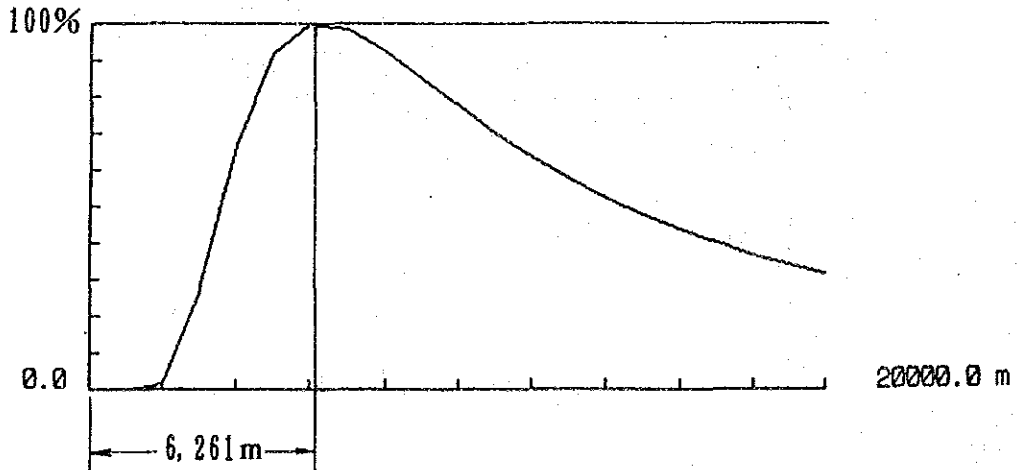




Table 8-2-7 バタンガス発電所

ボ イ ラ		1 号	
負 荷	MW	300	
排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h	988,721	
ガス温度	°C	128	
石炭硫黄分	%	湿炭	0.47
		乾炭	0.58
燃料使用量	t/h	141.6	
S O <sub>2</sub> 排出量	Nm <sup>3</sup> /h	987.5	
S O <sub>2</sub>	ppm	581	
煙突高さ	m	120	
煙突内径	m	5.74	

気象

風向・風速 発電所気象塔観測データ

安 定 度 中立(D) (推定)

長期拡散予測結果

最大着地濃度 C<sub>max</sub>

距離 X<sub>max</sub>

0.00451ppm

8km地点

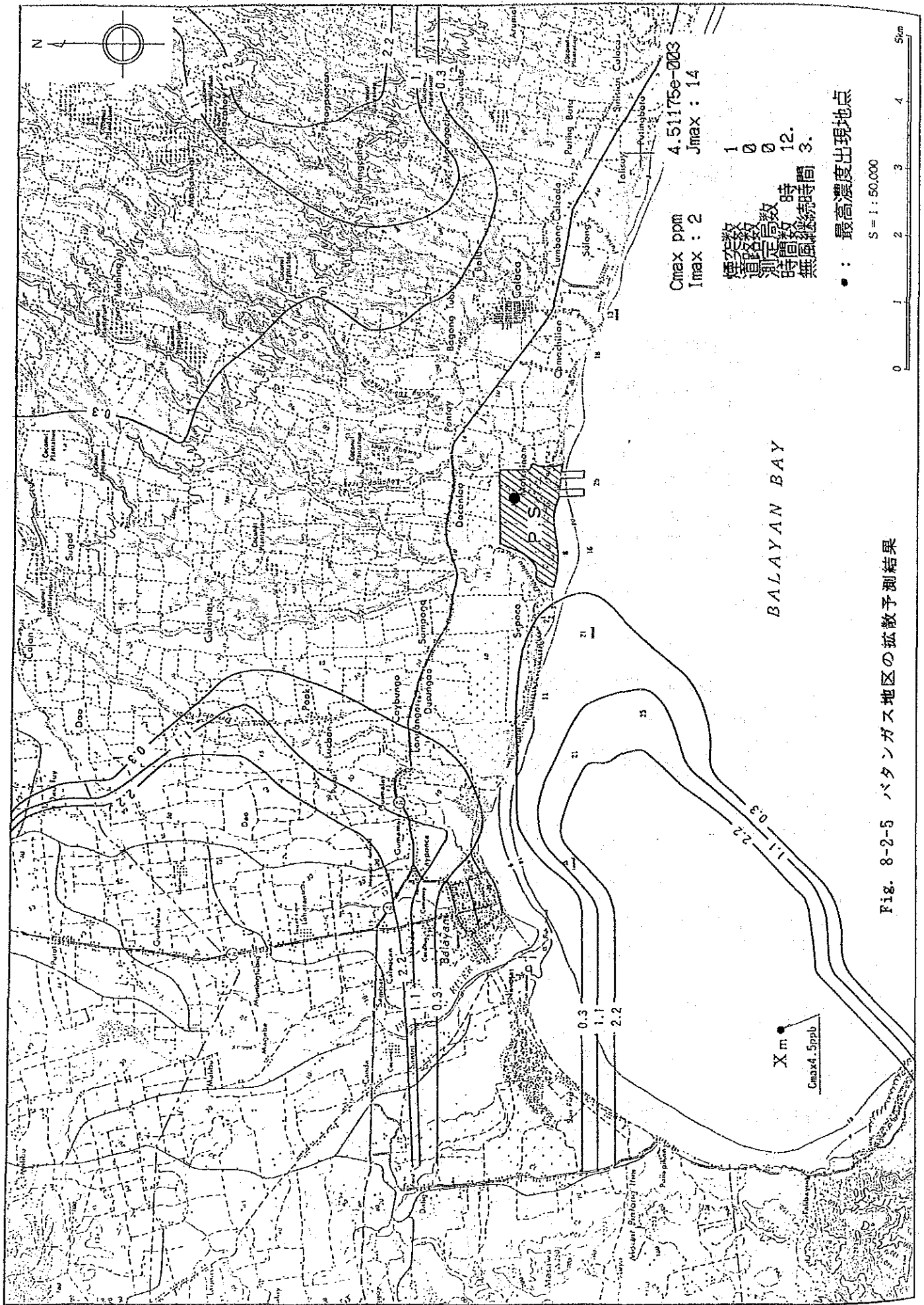


Fig. 8-2-5 バタンガス地区の拡散予測結果

### 3. モニタリングの方法及び所要経費

#### (1) モニタリングの方法

ルソン島内火力発電所のモニタリングについて次の方法を提言する。

##### a. 気象観測の実施

スーカット、マラヤ、マニラ、バターン発電所は先づ発電所の風向、風速を観測し、最多風向や風速、安定度を観測する。

##### b. 移動測定車により地上濃度を測定する。

##### c. モニタリングステーションの位置を決定する。

その位置は風向、排煙着地距離及び周辺の地形を考慮して 5~15点とする。

##### (a) スーカット及びマニラ発電所 (案)

数地点をマニラ首都圏に配置する。

##### (b) マラヤ、バターン、バタンガス発電所 (案)

移動測定車により測定する。

##### d. 発生源 (煙突) のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの測定はガス試料採取装置を完備して、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんを手分析により測定する。又は、測定用計器を設置する。

モニタリングステーション設置の目的は、測定されたデータが、テレメータ装置により中央監視センターに連絡され、NPCC規制値の下に総合監理されることにある。従って、将来はテレメータ装置の設置が望まれる。

#### (2) 所要経費

##### a. 重油火力

単位：千円

発電所	スーカット	マラヤ	マニラ	バターン
煙突用SO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> 分析装置	4セット 26,280	2セット 13,140	2セット 13,140	2セット 13,140
大気汚染モニタリング装置	5セット 90,000	—	5セット 90,000	—
合計	116,280	13,140	103,140	13,140

b. 石炭火力

ボタンガス発電所

単位：千円

煙突用SO <sub>2</sub> / NOx・ばいじん測定装置	1セット	10,220	合計
大気汚染モニタリング装置	—		10,220

c. 環境測定車による大気汚染測定装置1式（1台）

その内訳をTable 8-2-8、8-2-9、8-2-10及び8-2-11に示す。

煙突用SO<sub>2</sub> / NOx分析装置

Table 8-2-8 重油火力発電所

1. 煙突用ガス分析装置	1台	¥ 5,200,000
NOx、SO <sub>2</sub> 自動補正内蔵		
2. 標準ガス	1式	¥ 200,000
NO + N <sub>2</sub>	1シリンダ	
SO <sub>2</sub> + N <sub>2</sub>	1シリンダ	
圧力調整器	2台	
3. 輸出梱包		¥ 170,000
	小計	<u>¥ 5,570,000</u>

Table 8-2-9 石炭火力発電所

4. 煙突用ガス分析装置		
NOx、SO <sub>2</sub> 自動補正内蔵	1台	¥ 6,600,000
5. 分析計用ブローバックシステム	1式	¥ 1,100,000
6. 標準ガス	1式	¥ 200,000
7. 輸出梱包	1式	¥ 260,000
8. F.O.B チャージ(1~7)	1式	¥ 60,000
	小計	<u>¥ 8,220,000</u>
9. 航空券（派遣技術者用）		¥ 400,000
10. 保険	1式	¥ 100,000
11. 技術者派遣費 他	1式	¥ 1,345,000
	合計	<u>¥ 15,635,000</u>

Table 8-2-10 大気汚染モニタリング装置

1. SO <sub>2</sub> モニタ	1台	¥ 2,700,000
予備品1ヵ年分		
2. 標準ガス発生器	1式	¥ 710,000
3. 標準ガス	1式	¥ 110,000
4. 梱包費(1+2+3)	1式	¥ 70,000
5. NO <sub>x</sub> モニタ	1台	¥ 3,300,000
予備品1ヵ年分		
6. 標準ガス発生器	1式	¥ 710,000
7. 標準ガス NO + N <sub>2</sub>	1式	¥ 120,000
8. 梱包費(5+6+7)	1式	¥ 70,000
9. O <sub>3</sub> モニタ	1台	¥ 1,900,000
予備品1ヵ年分		
10. 標準ガス浄化器	1式	¥ 520,000
11. 梱包費(9+10)	1式	¥ 50,000
12. 粉じんモニタ	1台	¥ 3,000,000
予備品1ヵ年分		
13. 梱包費(12)	1式	¥ 50,000
14. HCモニタ	1台	¥ 3,400,000
予備品1ヵ年分		
15. 補正用ガス	1式	¥ 280,000
H <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> + Air		
ゼロガス(Air)・圧力調整器		
16. 梱包費(14+15)	1式	¥ 90,000
17. FOB 手数料	1式	¥ 80,000
18. 航空費、保険	1式	¥ 320,000
19. 技術員派遣費外	1式	¥ 1,540,000
	合 計	¥18,920,000

Table 8-2-11 環境測定車による大気汚染測定装置

1. SO <sub>2</sub> モニタ	1台	¥ 2,700,000
2. 標準ガス発生器	1式	¥ 710,000
3. 標準ガス	1式	¥ 110,000
4. NO <sub>x</sub> モニタ	1台	¥ 3,300,000
5. 標準ガス発生器	1式	¥ 710,000
6. 標準ガス NO + N <sub>2</sub>	1式	¥ 120,000
7. O <sub>3</sub> モニタ	1台	¥ 1,900,000
8. 標準ガス浄化器	1式	¥ 520,000
9. HCモニタ	1台	¥ 3,400,000
10. 補正用ガス	1式	¥ 280,000
H <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、Air 零ガス (空気)		
11. 粉じんモニタ	1台	¥ 3,000,000
12. 6点記録計	1式	¥ 310,000
13. 気象観測装置	1式	¥ 690,000
風向及び風速センサ		
温度センサ、相対湿度センサ		
トランスミッタ、記録計		
14. データロガー及び自動補償装置	1式	¥ 8,000,000
15. 大気測定用バス	1台	¥15,840,000
16. 技術料	1式	¥ 1,680,000
17. 輸出用梱包費	1式	¥ 150,000
18. FOB 手数料	1式	¥ 500,000
19. 航空費、保険料	1式	¥ 850,000
20. 技術員派遣費	1式	¥ 1,710,000
合 計		¥52,690,000

### 8.2.3 地熱発電所の硫化水素低減対策

#### 1. 環境の現況

地熱地帯には、多くの自然噴気が発生している。この発生蒸気には、硫化水素を含み日本の実績では硫化水素 2~4ppmが検出されている。そのため、日本では硫化水素に対する規制はない。しかし悪臭防止法に硫化水素の漏洩を防止して、0.02~0.2ppmの範囲で規制されており、地方自治体で定めている。

NPCCの硫化水素の排出基準(1978.6.23)は15mg/scm (約10ppm)、周辺地上濃度は0.03mg/scm (0.02ppm)である。

Tiwi発電所の現状を見ると、現在、プラントA、B、Cに使用されている蒸気中の不凝結ガス比、ガス成分比より硫化水素の排出濃度を求めると、次の通りで10ppmを越えている。

プラントA	1.748ppm
プラントB	884ppm
プラントC	1.203ppm

Mak-Ban 発電所プラントA、Bは更に高い濃度の硫化水素が放出されている。

#### 2. 硫化水素低減対策

現在、プラントメーカーが既に対策を進めている通り、エゼクタより放出されている硫化水素[H<sub>2</sub>S]を冷却塔に導く方法が費用も安く、最適の方法と考えられる。

日本の地熱発電所と Mak-Ban及びTiwi地熱発電所を比較するとTable 8-2-12の通りである。

両発電所から排出される H<sub>2</sub>S 濃度は、八丁原発電所の排出濃度と同程度である。八丁原の風洞実験結果から考慮して、この方法が Mak-Ban及びTiwi発電所に適用された場合に同様な H<sub>2</sub>S 濃度の低減が期待される。

排気の拡散諸元について Mak-Ban、及びTiwi発電所の現状と改造後について示すとTable 8-2-13、Table 8-2-14の通りである。

Table 8-2-12 硫化水素濃度比較表

		八丁原 地熱発電所		森 地熱発電所		Mak-Ban 地熱発電所	Tiwi 地熱発電所
出力	MW	55MW		50MW		55MW	55MW
77%の運転状況		4台	3台	4台	2台	6台	6台
排出湿空気量 ×10 <sup>3</sup> N /h		8.159	6.344	8.100	4.100	12.391	12.391
排出湿空気温度	°C	38.5	27.5	39.2	36.6	36	36
排出湿空気速度	m/s	11.2	11.2	7.5	7.5	9.5	9.5
排出口の高さ	m	17.7	17.7	24	24	19.9	19.9
排出口の直径	m	9	9	10.8	10.8	9.75	9.75
硫化水素排出量	N /h	65	65	267	267	148	116
H <sub>2</sub> S	ppm	8	10.3	33	66	11.9	9.4
風洞実験結果							
最大着地距離	km			西 0.3 北東 0.25 南西 0.35	0.25  0.1		
最大着地濃度 H <sub>2</sub> S	ppm	0.0048	0.0051	西 0.003 北東 0.099 南西 0.007	0.03  0.326		
風速	m	6	6	6	6		



Table 8-2-13 排気拡散計算の諸元

		マクバン地熱発電所					
単位		1号	2号	3号	4号	5号	6号
不凝結性ガス	wt %	0.478	0.478	0.611	0.611	0.824	0.824
ガス成分比 wt %	CO <sub>2</sub>	87.66	87.66	89.85	89.85	92.72	92.72
	H <sub>2</sub> S	10.66	10.66	8.35	8.35	6.67	6.67
	N <sub>2</sub>	0.84	0.84	0.98	0.98	0	0
	その他	0.84	0.84	0.82	0.82	0.61	0.61
蒸気流量	wt %	0.051	0.051	0.051	0.051	0.055	0.055
蒸気流量	t/h	440	440	440	440	439	439
排出湿空気流量 ベント/サイレンサ- 冷却塔	Nm <sup>3</sup> /h	26,300	26,300	26,300	26,300	-	-
	" x10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> /h	-	12,390	12,390	12,390	12,390	12,390
冷却塔台数		6	6	6	6	6	6
煙突高さ	m	24.5	24.5	24.5	24.5	-	-
冷却塔高さ	m	-	-	19.9	19.9	19.9	19.9
吐出口内径	m	0.53	0.53	0.53	0.53	0.75	0.75
吐出速度	m/s	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
排出ガス温度	°C	65	65	65	65	36	36
H <sub>2</sub> S 排出量	Nm <sup>3</sup> /h	148	148	148	148	159	159
	ppm	5,627	5,627	5,627	5,627	12.8	12.8
周囲の温度	°C	27	27	27	27	27	27
		現在	改造後	現在	改造後	現在	改造後

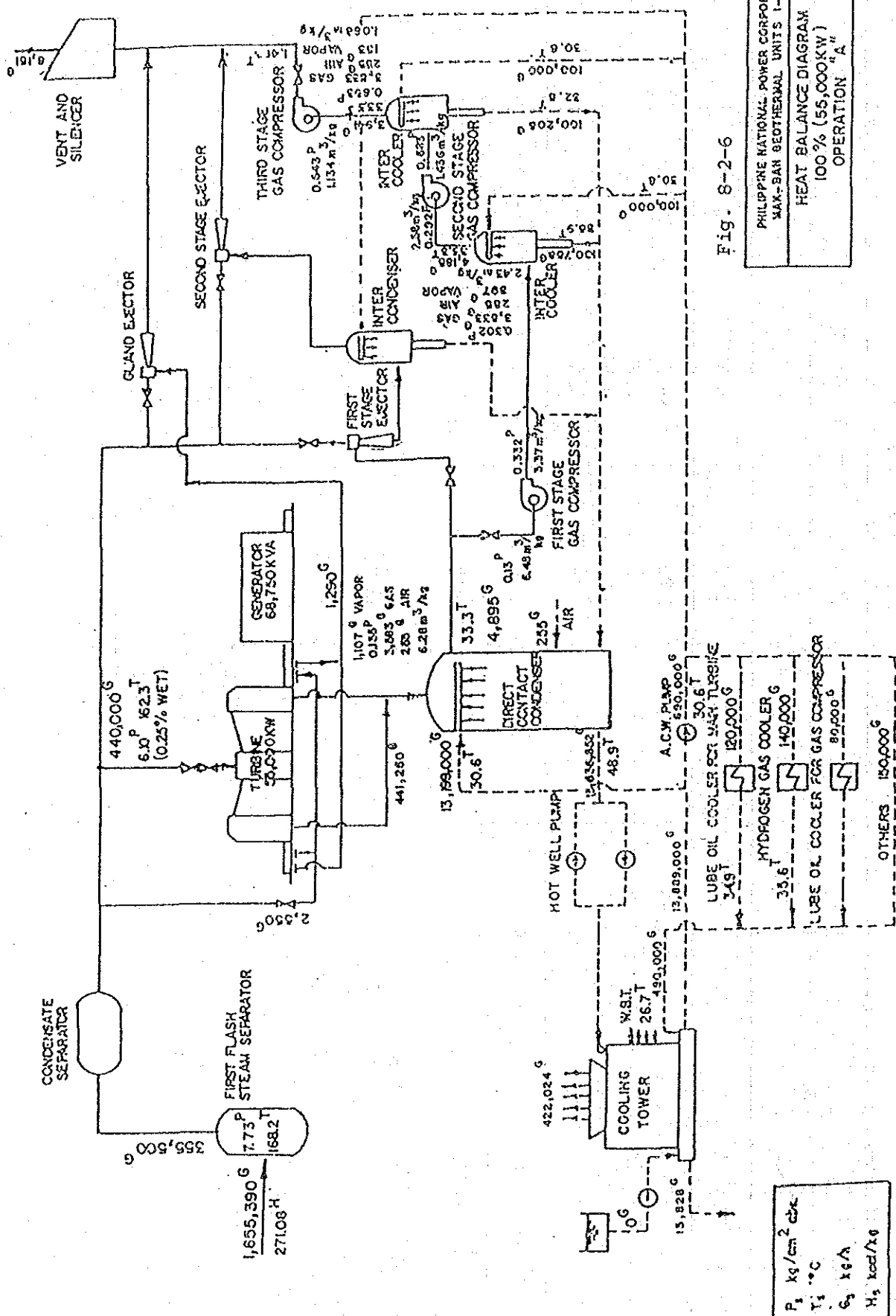


Fig. 8-2-6

PHILIPPINE NATIONAL POWER CORPORATION  
 MAX-BAN GEOTHERMAL UNITS 1-A  
 HEAT BALANCE DIAGRAM  
 100% (55,000 KW)  
 OPERATION "A"

428.950 Steam

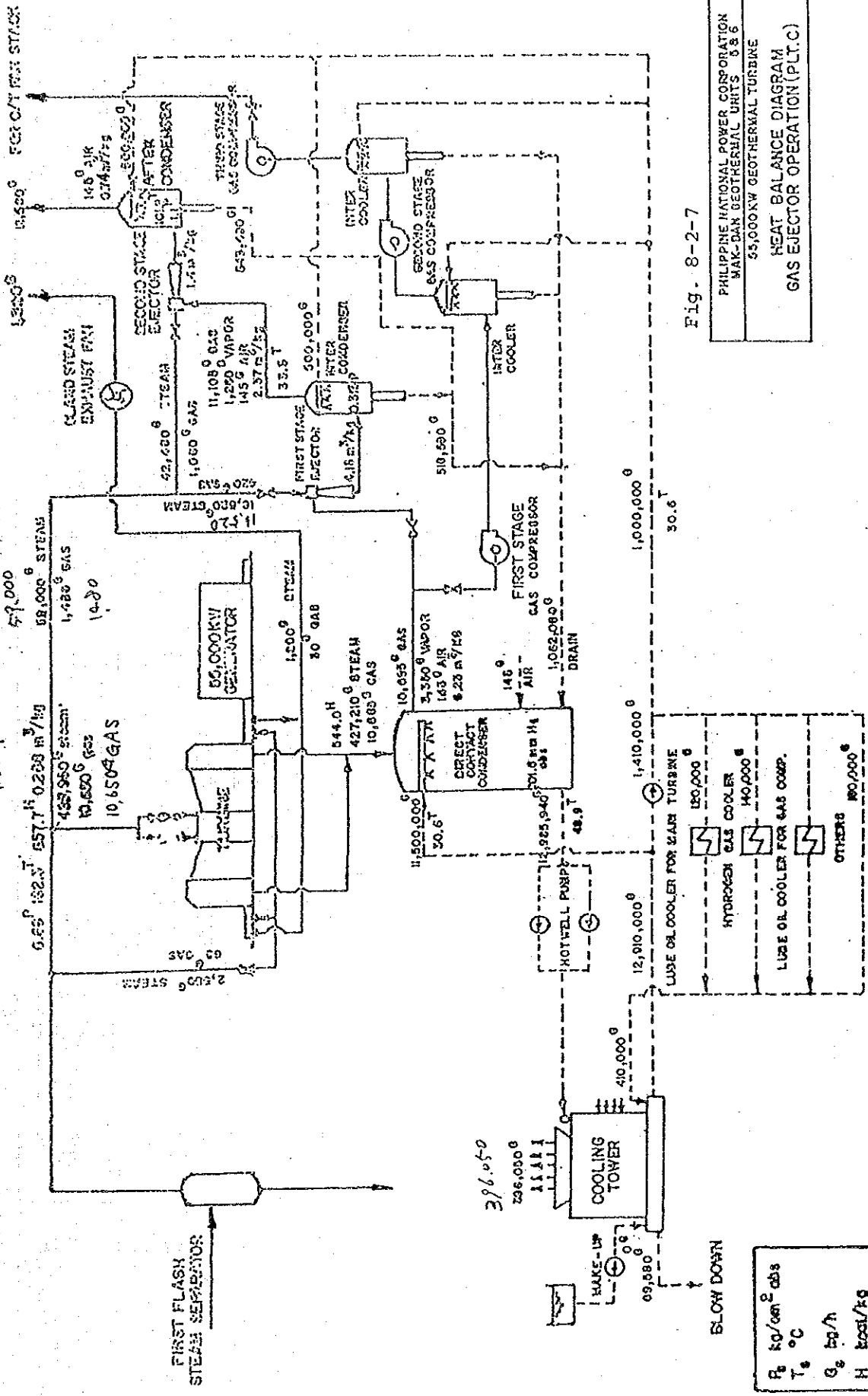
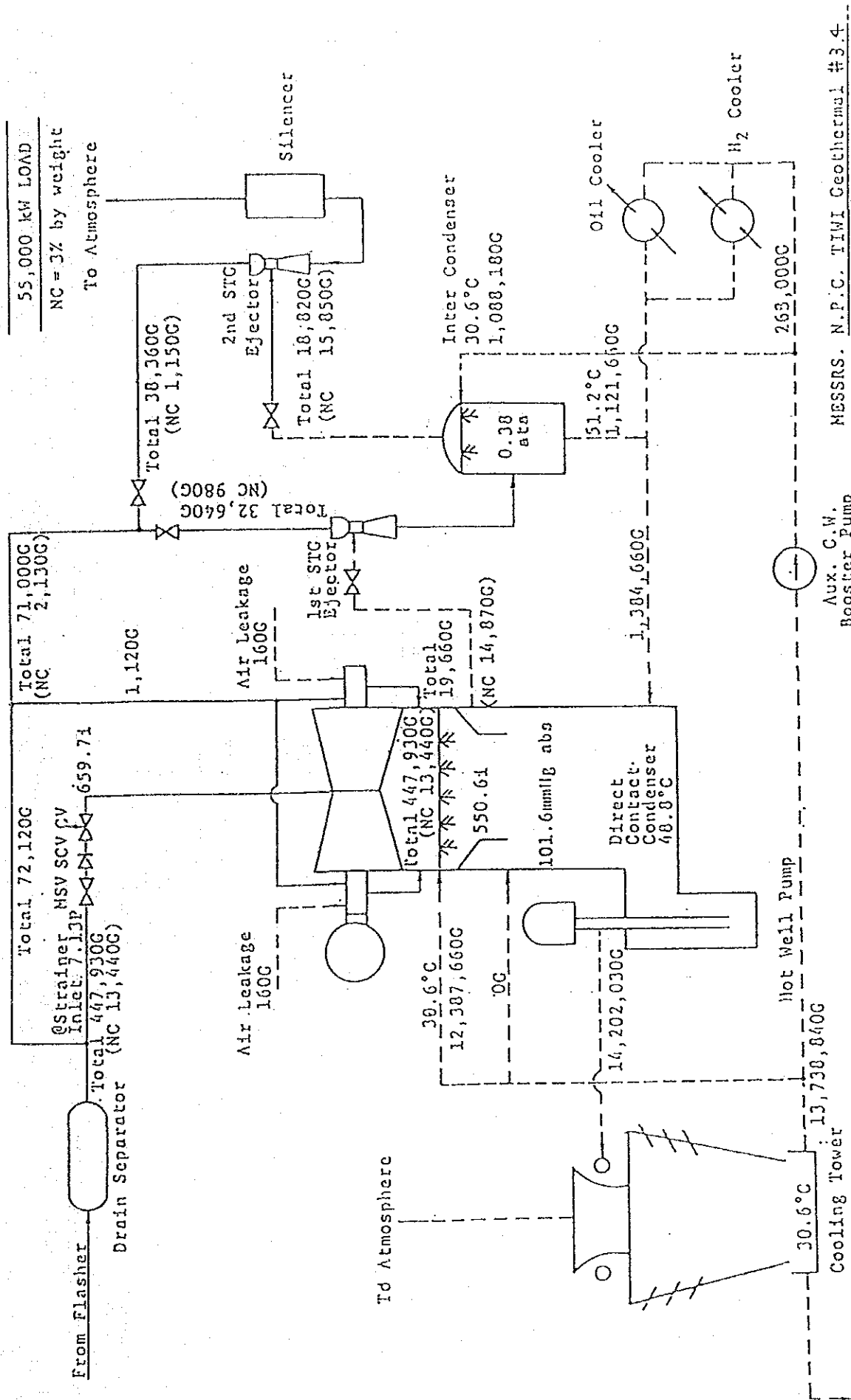


Fig. 8-2-7

PHILIPPINE NATIONAL POWER CORPORATION  
 MAK-DAN GEOTHERMAL UNITS 5 & 6  
 55,000 KW GEOTHERMAL TURBINE  
 HEAT BALANCE DIAGRAM  
 GAS EJECTOR OPERATION (P.L.T.C)

Table 8-2-14 排気拡散計算の諸元

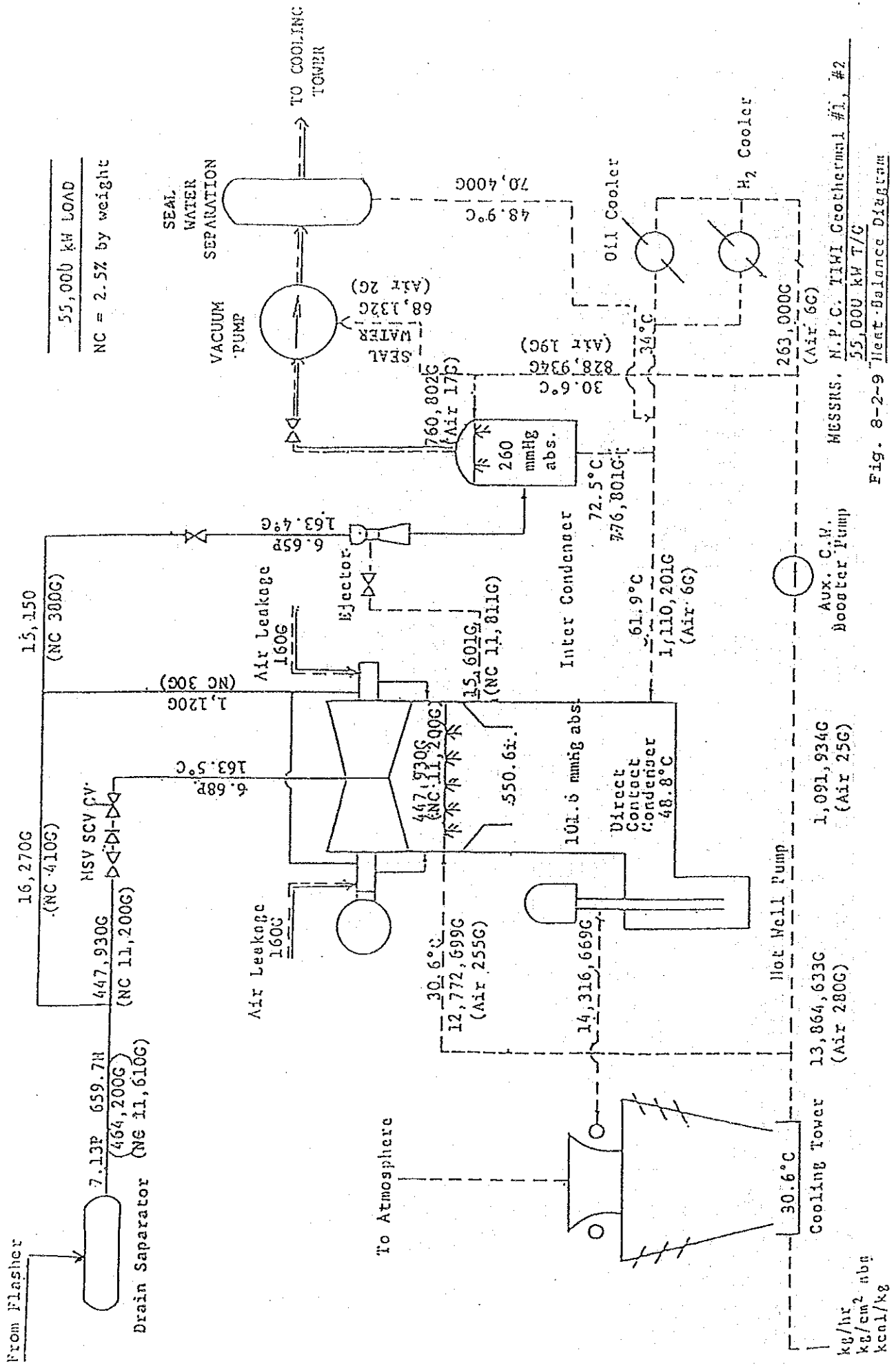
	単位	Tiwi 地熱発電所					
		1号	2号	3号	4号	5号	6号
不凝結性ガス	wt %	2.05	2.05	0.886	0.886	1.76	1.76
ガス成分比 wt %	CO <sub>2</sub>	97.37	97.37	97.18	97.18	97.31	97.31
	H <sub>2</sub> S	1.61	1.61	1.92	1.92	2.04	2.04
	N <sub>2</sub>	0.43	0.43	0.22	0.22	0.16	0.16
	その他	0.59	0.59	0.68	0.68	0.50	0.50
蒸気流量	wt %	0.033	0.033	0.017	0.017	0.036	0.036
排出湿空気流量	t/h	520	520	520	520	522.4	522.4
サイレンサ	Nm <sup>3</sup> /h	66,360	66,360	66,360	66,360	66,360	66,360
冷却塔数	"	12,391	12,391	12,391	12,391	14,456	14,456
冷却塔高さ	×10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> /h	6	6	6	6	7	7
煙突高さ	m	22.45	22.45	22.45	22.45	22.45	22.45
冷却塔高さ	m	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
冷却塔内径	m	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
吐出速度	m/s	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3
吐出ガス温度	°C	142	142	142	142	142	142
H <sub>2</sub> S排出量	Nm <sup>3</sup> /h	116	116	52	52	109	109
H <sub>2</sub> S	ppm	1,748	1,748	784	784	1,203	1,203
周囲の温度	°C	27	27	27	27	27	27
		現在	改造後	現在	改造後	現在	改造後



MESSRS. N.P.C. TINI Geothermal #3.4  
 55,000 kW T/C  
 Fig. 8-2-8 Heat Balance Diagram

Aux. C.W.  
 Booster Pump

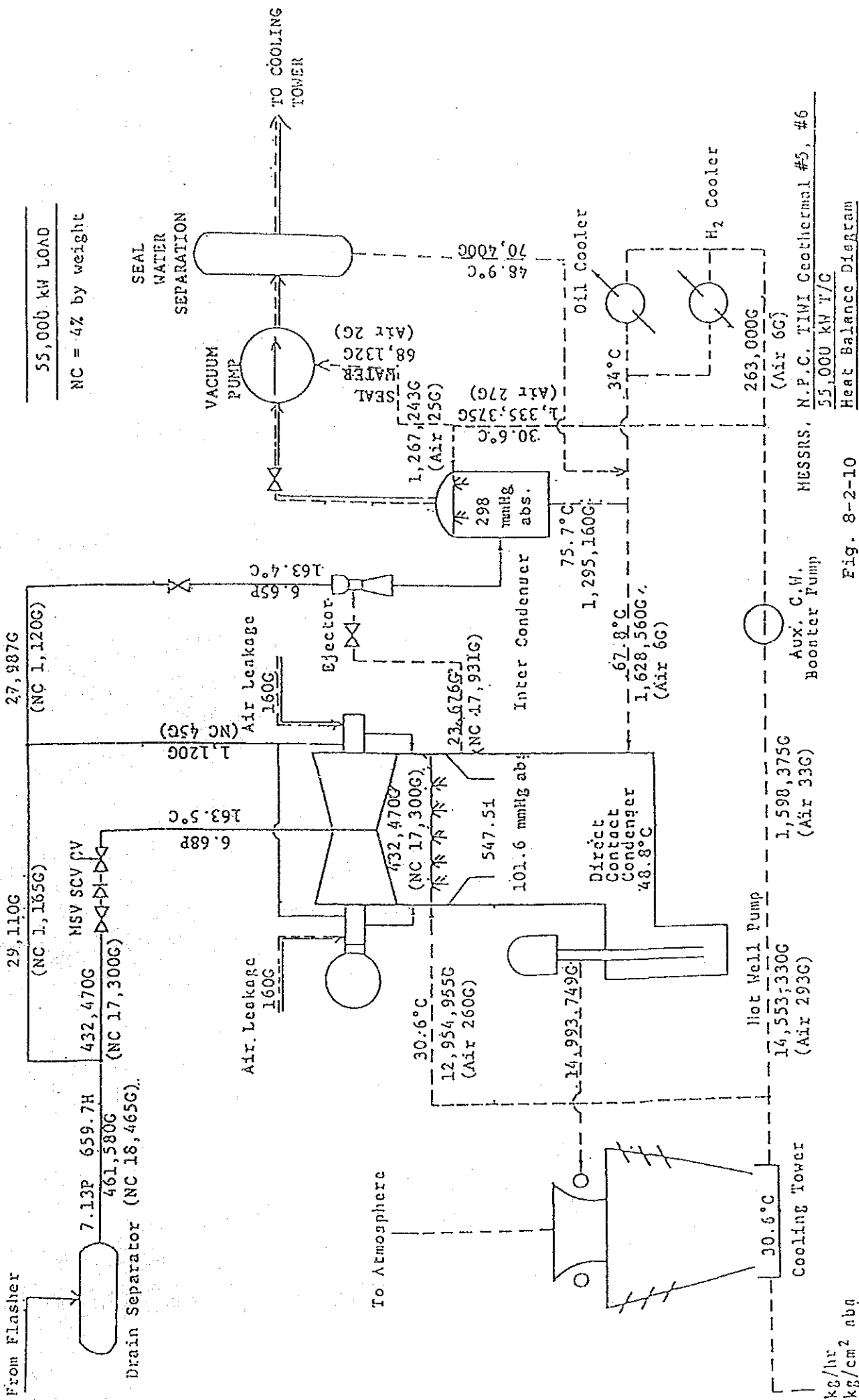
G: kg/hr  
 P: kg/cm<sup>2</sup> abs  
 i: kcal/kg



55,000 kW LOAD  
 NC = 2.5% by weight

MESSRS. N.P.C. TIWI Geothermal #1, #2  
 55,000 kW T/C  
 Heat-Balance Diagram  
 Fig. 8-2-9

G: kg/hr  
 P: kg/cm<sup>2</sup> abs  
 i: kcal/kg



G: kg/hr  
 P<sub>i</sub>: kg/cm<sup>2</sup> abs  
 Δ: kcal/kg





### 3. 参考事項

#### (1) 地熱発電所の大気環境拡散予測風洞実験

大気環境予測は、平坦地と複雑な地形、地物に分類して予測手法を使用する必要がある。

平坦地においては、排気上昇モデル、パフモデルを考えた経験式が利用される。複雑な地形の場合、地熱発電所の多くがこれに該当するが、風洞実験を日本では採用している。

この方法は、地熱発電所冷却塔や、原子力発電所排気筒、都市ガス設備の拡散予測に利用される。

#### 排気拡散予測

Fig. 8-2-11

地熱発電所冷却塔排気拡散

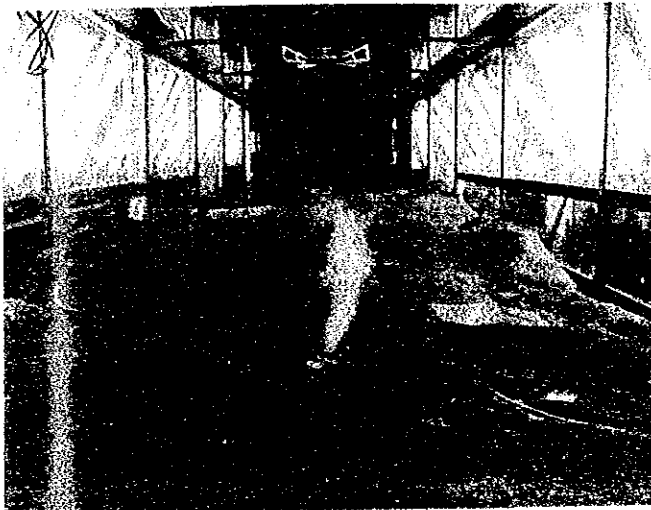


Fig. 8-2-13

冷却塔からの排気拡散（水槽実験）



Fig. 8-2-12

風洞実験結果と野外実測結果の比較

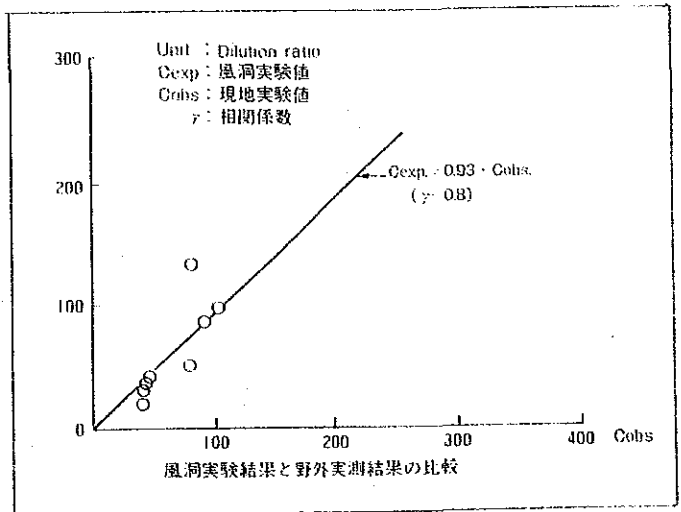
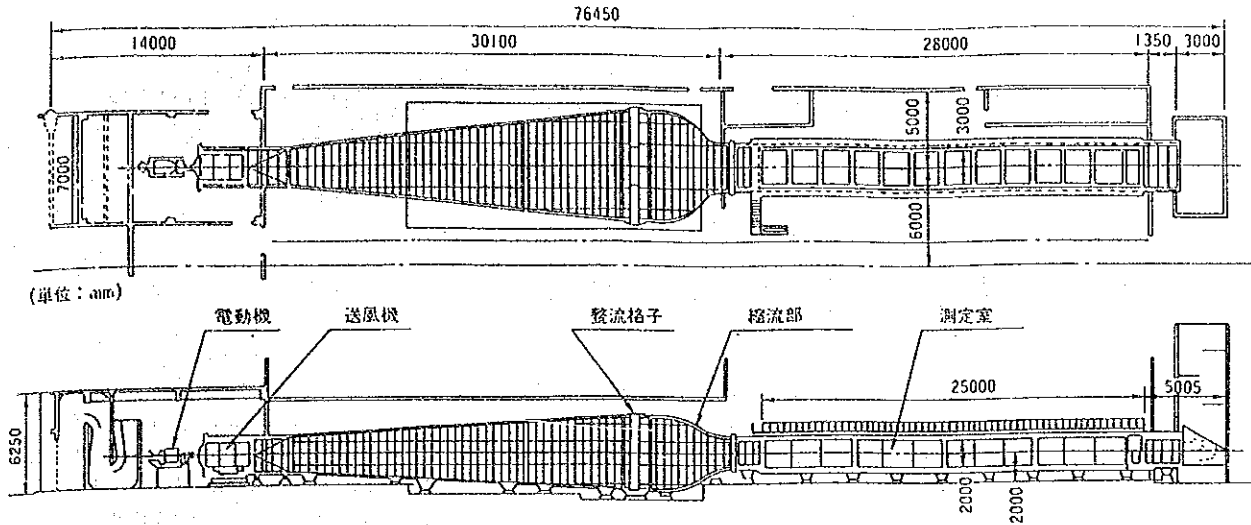




Fig. 8-2-14

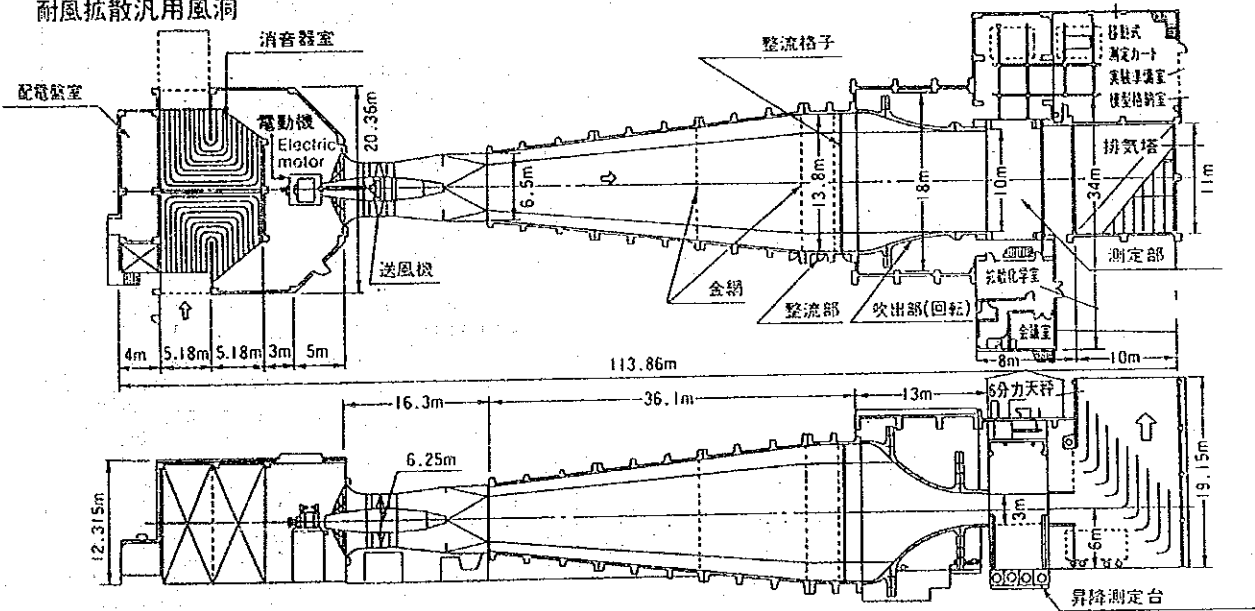
大型拡散風洞



大型拡散風洞要目		
風洞	送風機	電動機
測定部長さ: 25 m	型式: 1段軸流型翼車径2200mm 1台	型式: 分巻直流電動機 (シリコン整流器使用DC 440V)
測定部断面: 2 × 3 m	最大風量: 90 m <sup>3</sup> /s	出力: 200kW
測定部風速: 0.2 ~ 15 m/s	風量調整: 回転数制御	回転数: 10 ~ 850rpm
		制御方式: 静止レオナード制御

Fig. 8-2-15

耐風拡散汎用風洞



耐風拡散汎用風洞要目		
風洞	送風機	電動機
測定部断面: 3 × 10m 回転式	型式: 1段軸流型	型式: サイリスタ電動機
	最大風量: 840 m <sup>3</sup> /s	出力: 1150kW 510V
測定部風速: 1 ~ 28 m/s	有効圧力: 100mmHg	制御方式: サイクロコンバータ式サイリスタ制御
	風量調整: 回転数制御	

## 実験方法

代表的な実験方法は次の通りである。

### (1) 模型

実際の地形・地物と幾何学的に相似な模型を使用する。縮率は、通常 1/100～1/5,000の範囲で、実験目的と地勢に応じて決定される。

### (2) 相似条件

気流と排煙の実験条件は、気流（乱れ）と排煙上昇に関する相似則にしたがって決定される。

### (3) 実験計測法

様々な実験目的を満足するために、次のような各種の計測法が開発・準備されている。

- a. 気流計測法 ——— (a) 風速計測法 (b) タフト法 (c) 煙流し法
- b. ガス拡散計測法 — (a) ガス吸引法 (b) 変色法 (c) 画像解析法

ガス吸引法は、トレーサ・ガスとして、 $\text{NH}_3$  または  $\text{CH}_4$  を用い、それらは電気伝導計またはガスクロマトグラフで分析される。吸引分析及びデータ処理システムの概要を Fig. 8-2-16 に示す。

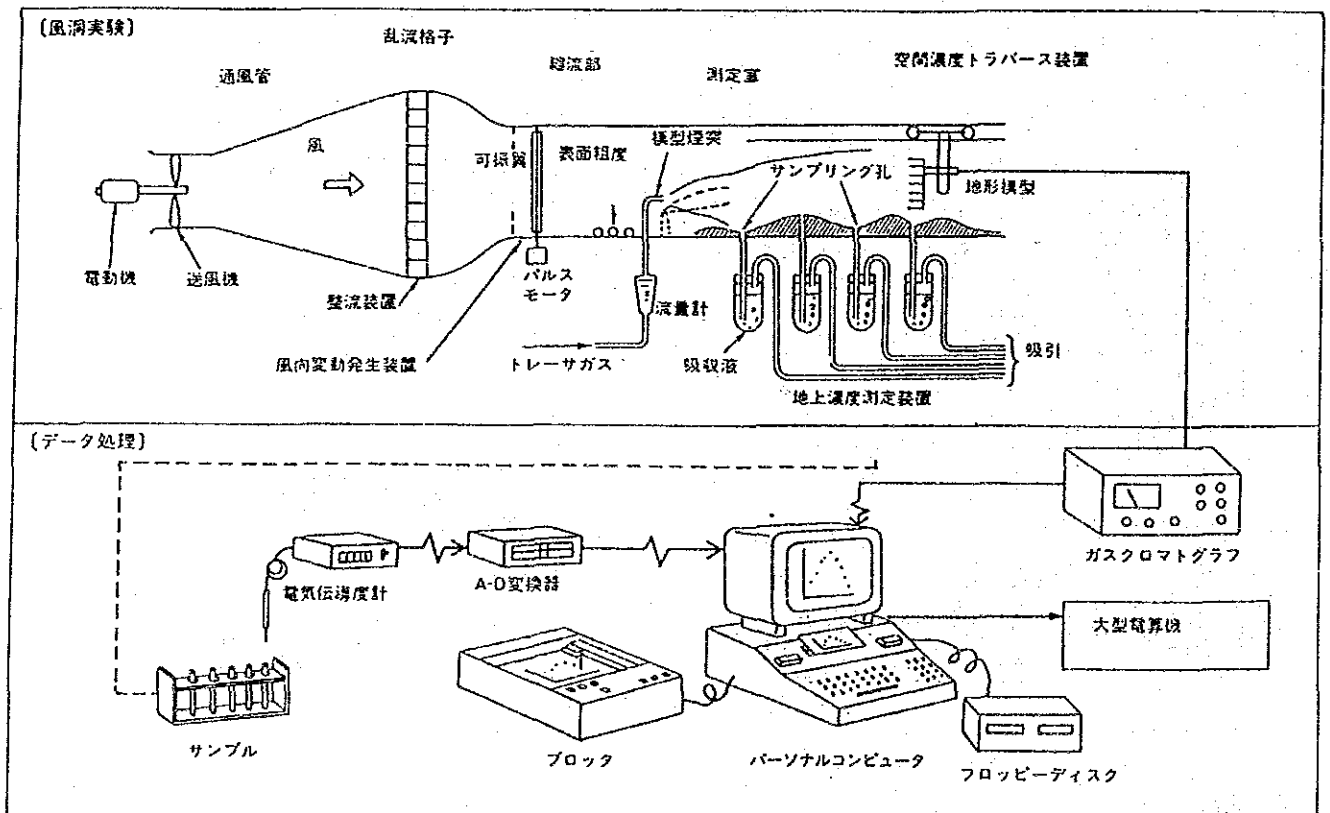


Fig. 8-2-16 吸引分析及びデータ処理システム

(2) 硫化水素除去対策

a. 一般的な方法

硫化水素を多量に含む、発生ガスの処理法については、古くから湿式脱硫法、乾式脱硫法及び水洗+アルカリ法が実施されている。

この方式を比較すると次の通りである。

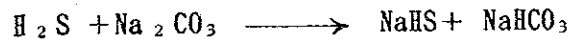
発生ガス            3,000 /D  
 $H_2S$                 1.5 vol%

Table 8-2-15 硫化水素除去方法比較

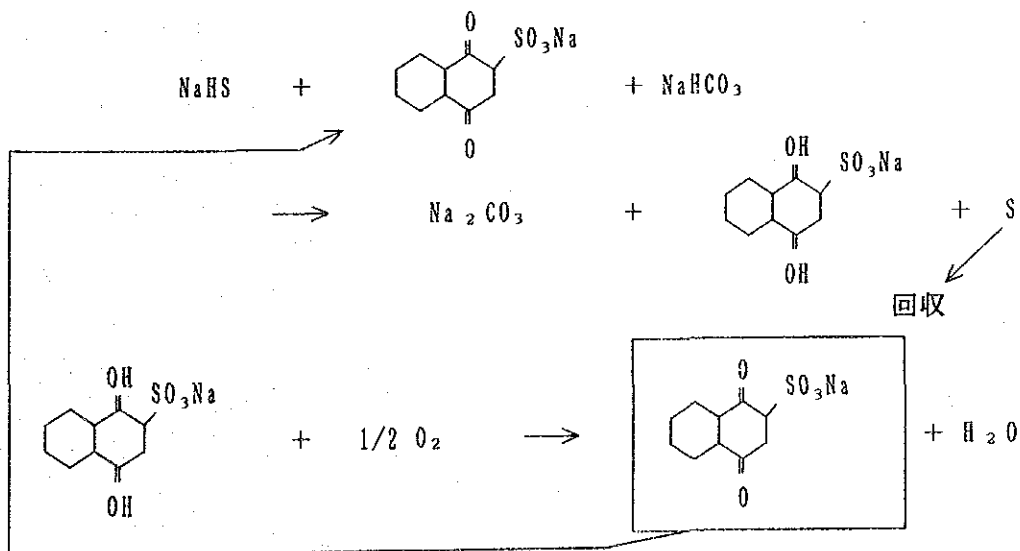
	湿式法(タカハックス)	乾式法	水洗+アルカリ洗浄法
脱硫効率 %	99	96 ~ 98	30 ~ 50
運転経費 KY/年	60,000	300,000	230,000
脱硫法	硫黄として回収	吸着廃棄	吸収放出
建設費	高い	中	安い
問題点		吸着薬剤の廃棄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多量の水を消費する</li> <li>• 脱硫廃水の処理</li> </ul>

(a) 湿式法 (タカハックス法)

硫化水素の吸収過程



脱硫触媒再生過程



湿式法は、吸収塔と酸化再生塔より成る。

炭酸ソーダとナフトキノンスルホン酸を含む触媒を添加して、生成した硫黄をフィルタープレスで回収する。

(b) 乾式法（酸化鉄—乾法）

(Iron Oxide-Dry Box Method)

のこくずに酸化鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) を含ませて硫化水素を吸収させる。

b. 地熱用パイロットプラント

将来の地熱発電所の大規模集中立地時の有効な除去対策として、通商産業省工業技術院において1978年より研究に着入し、1983年にフィールドテストで有効な方法を見出した。この方法の実用化を図るために、1984年より技術の確立を目的として、復水器排ガスの処理法(RET法)と復水の処理法(放射法)を組み合わせた5MW相当の規模の総合パイロットプラント試験を松川地熱発電所で実施した。その結果 RET法及び、放散法の夫々で  $\text{H}_2\text{S}$  除去率 90%以上の良好な脱硫率が得られた。

その概要は次の通りである。

松川発電所のパイロットプラント（放散法）

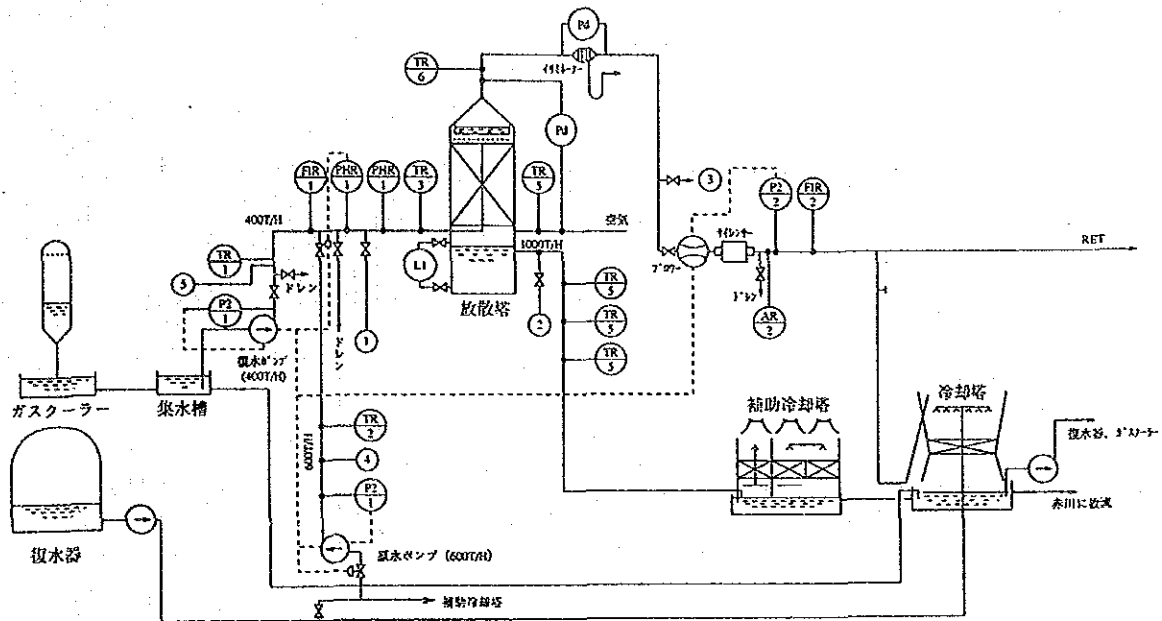


Fig. 8-2-17 放散法パイロットプラントのフローシート

Table 8-2-16 放散法パイロットプラント試験の設定条件

復水処理量	最大 1,000 m <sup>3</sup> /h
復水の条件	
温度	38°C (33~46°C)
pH	5
H <sub>2</sub> S	18mg/l (15~22mg/l)
放散ガス量	最大 2,500 Nm <sup>3</sup> /h
放散ガス H <sub>2</sub> S 濃度	4,260 ppm (3,710~4,960ppm)
H <sub>2</sub> S 除去率	90%以上

松川発電所のパイロットプラント(RET法)

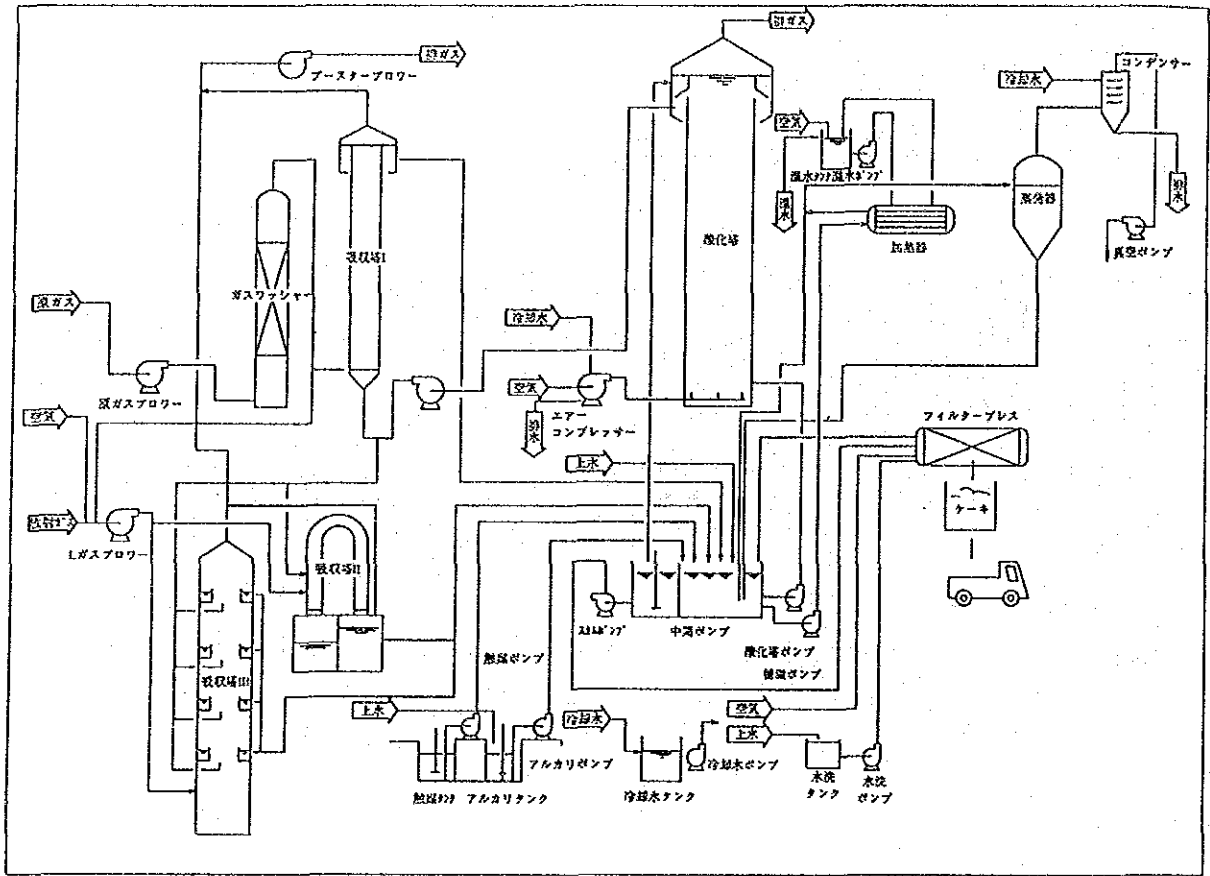


Fig. 8-2-18 RET法パイロットプラントのフローシート

Table 8-2-17 RET法パイロットプラント試験の設定条件

発電規模	5,000kW		
主蒸気量	50t/h (3.5kg/cm <sup>2</sup> G, 180°C)		
原ガス	復水器排ガス	放散法排ガス	*1混合排ガス
排ガス量	300 Nm <sup>3</sup> /h	2,200 Nm <sup>3</sup> /h	2,500 Nm <sup>3</sup> /h
H <sub>2</sub> S 濃度	6.3 vol%	0.15 vol%	0.9 vol%
H <sub>2</sub> S 負荷量	28.7kg/h	5.0 kg/h	33.7kg/h
CO <sub>2</sub> 濃度	50 vol%	0.5 vol%	6.4 vol%
水分	飽和	飽和	飽和
温度	10°C (冬), 50°C (夏)	10°C (冬), 40°C (夏)	10°C (冬), 40°C (夏)
目標 H <sub>2</sub> S 除去率	90%以上	90%以上	90%以上
吸収装置形式	気泡塔	高流速型	高流速型
酸化塔	気泡塔		
硫黄回収	フィルタープレス		

※1. 復水器排ガスと放散法排ガスの混合ガス



### 8.3 発電所の環境影響要因のマトリックス調査

近年、環境問題が国際的にも一層重要になってきている状況を踏まえて、環境配慮が効果的に行われることが希望される。

開発援助における環境配慮の目的は、開発途上国が自助努力により、環境保全上健全な方策で開発し、又は運用することを支援するものである。

具体的には、持続的な開発の観点から開発と環境の調和を重視し、公害防止の規則・基準が存在する場合には、その基準が遵守されることが、環境配慮の判断基準となる。又、国際条約に定められた規定の遵守、貴重な動・植物の保護、既存の環境に著しい影響を及ぼさないよう措置すること等が基準となっている。

環境影響要因の調査に先立って、環境影響調査要綱の概要を述べると次の通りである。

環境影響調査の目的は、発電所の立地に伴ない環境に及ぼす影響を十分に把握することにより、発電所の設置場所、工事場所及びその周辺における環境の保全を図ることにある。

調査内容は次の通りである。

- ・環境影響調査の実施

  - 発電所の計画概要

  - 環境の現況

- ・環境保全のために講じようとする対策

- ・環境影響の予測及び評価

- ・その他環境保全のために講じようとする対策、環境監視計画等

- ・総合評価

### 8.3.1 火力発電所

火力発電所をとりまく環境構成要素と、その影響についてはTable 8-3-1の通りである。

参考として、環境の現状の調査内容と対比して各火力発電所の現況を見ると、大気、水質、騒音に関しては既に8.1.3 環境管理の現状で述べた通りである。

貴重な植物及び動物は発電所周辺には存在しない。

重要な歴史的、文化的遺産も少なく影響は考えられなかった。

但し、マニラ発電所はメトロ・マニラの中心部にあり、歴史的な寺院、建物が近くにあるため大気汚染防止に留意すべきである。

Table 8-3-1 火力発電所インパクト・影響マトリックス調査  
運 転 時

環境構成要素	環境影響要因							
	冷却水の取水	温排水	排ガス	排熱	燃料受入	廃棄物	生活廃水	起動停止
大気質 ばいじんの飛散 SO <sub>2</sub> の " NOXの " 気象 気象風況の変化 騒音 悪臭			◎ ◎ ◎	◎			◎	◎
水質 有機物 酸性化 流況 底質 水質温	◎ ○	○ ○ ◎	○				◎	
海岸地形 地形水 振動	○ ◎	○						◎
植 物 陸生動物 水生動物		△	△		△		△	△
景 観 視程障害			◎	○				
利用環境			○			○	○	○

註 ◎ 直接影響を及ぼすもの  
○ 間接的に影響を及ぼすもの  
△ 関係が予想されるもの

火力発電所の環境調査事項

	調査事項	調査内容
a. 大気質	(a) 大気質の現況	半径30kmの範囲内のSO <sub>2</sub> 、NO、NO <sub>2</sub> 浮遊粒子状物質
	(b) 規制基準	
b. 水質	(a) 水温等の分布	水温の水平分布、鉛直分布、塩分(NaCl)濃度分布 取放水近傍の水温分布
	(b) 水質	pH、COD、DO、n-ヘキサン抽出物質 Cl、透明度、NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、T-N、PO <sub>4</sub> -P、T-P
	(c) 底質	COD、灼熱減量、粒度分布、全硫化物
	(d) 規制基準	
c. 土壌汚染	(a) 土壌汚染の現況	農用地土壌汚染防止法との関連
	(b) 規制基準	
d. 騒音	(a) 騒音の現況	敷地境界周辺の騒音 工事中の騒音 昼間、朝、夕、夜間の時間帯について調査
	(b) 規制基準	
e. 振動	(a) 振動の現況	敷地境界周辺の振動 工事中の振動 昼間、夜間の時間帯について調査
	(b) 規制基準	
f. 地盤沈下	(a) 地盤沈下の現況	
	(b) 規制基準	工業用水法に基づく指定地域

調査事項

調査内容

- g. 悪臭 (a) 悪臭の現況  
(b) 規制基準
- h. 気象 (a) 一般状況 最寄りの気象官署より10~30年の観測記録を入手  
気候(天気、降雨、霧、雷他)  
風向、風速、気温、湿度、降水量
- (b) 地上気象 地上10m、1年以上  
風向、風速、気温、湿度、日射量、雲量又は放射収支量、大気安定度  
次の表を作成する
- a) 風速階級別風向出現頻度表  
(月別、年平均)
- b) 風速階級別風配図  
(月別、年平均)
- c) 昼夜別風向出現頻度表  
(月別、年平均)
- d) 大気の安定度出現頻度表  
(季節別、年平均)
- (c) 高層気象 地上1,500mまで、季節毎1週間以上、  
風向、風速、気温、気温減率、気圧配置、天候  
次の表を作成する
- a) 風向、風速の鉛直分布図
- b) 高度別風向出現頻度表  
(季節別、全季節平均)
- c) 高度別風速階級別出現頻度表
- d) 高度別平均風速表

調査事項

調査内容

- e) 気温鉛直分布図
- f) 高度別気温減率別出現頻度表
- g) 高度別平均気温減率図
- h) 逆転層出現頻度表
- b)、c)、d)、e)、f)、g) 及びh)は季節別、年間平均について作成する。
- i. 海象
  - (a) 一般状況 潮位、波高、波向、その他の特徴
  - (b) 流況特性 流向、流速、流れの周期性、拡散係数、その他の流況特性
  - (c) 流入河川
  - (d) 漂砂
- j. 地形及び表層の土壤
  - (a) 地形及び表層の土壤 半径30kmの範囲内の土壤図
  - (b) 周辺の海底及び土壤
  - (c) 瀬、干潟
- k. 陸水
  - (a) 溪流及び地下水の状況
  - (b) 河川、湖沼、地下水 名称、位置、水位、水質、利用状況、魚類、内水面漁業、水道の利用
- l. 海生生物 各季節毎の調査結果を記載する
  - (a) 浅海生物 潮間帯生物、底生生物及び海藻の出現種及び出現量と分布傾向
  - (b) 魚類 游泳動物、季節別出現状況  
魚類、甲殻類、軟体動物
  - (c) 卵 稚子 出現種と出現量、分布傾向
  - (d) 動物、植物プランクトン 同上
  - (e) 高河性魚類及び降海性魚類 出現種、出現時期
  - (f) 貴重な海生生物

調査事項

調査内容

- |              |                 |                                    |
|--------------|-----------------|------------------------------------|
| m. 陸生生物      | (a) 植 生         | 航空写真、文献調査、現地調査                     |
|              | a) 現在植生         | 現在植生図の作成<br>植物群落と土壌断面              |
|              | b) 潜在自然植生       | 潜在自然植生図作成                          |
|              | c) 貴重な植物        |                                    |
|              | (b) 陸生生物        |                                    |
|              | a) 哺乳類、鳥類       | 生息状況                               |
|              | b) 貴重な陸生生物      |                                    |
| n. 自然景観      | (a) 自然景観        |                                    |
|              | (b) 自然保護        |                                    |
|              | a) 自然保護         | 国立公園等                              |
|              | b) その他          | 自然環境保全地域、海岸保全区域<br>保安林、砂防指定地、鳥獣保護区 |
| o. その他（社会環境） |                 |                                    |
|              | (a) 人 口         | 人口の現状、推移(5~10年)                    |
|              | (b) 土 地 利 用     | 田、畑、林野、宅地、都市計画法                    |
|              | (c) 海 域 利 用     | 港湾、航路、海域利用、将来計画                    |
|              | (d) 産 業 活 動     | 産業構造、配置、生産品目、生産額<br>就業人口、漁業        |
|              | (e) 陸 上 交 通     | 主要な交通、交通量、将来計画                     |
|              | (f) 文化財、リクレーション | 位置図<br>施設一覧表                       |
|              | (g) そ の 他       |                                    |

### 8.3.2 地熱発電所

地熱発電所をとりまく環境構成要素とその影響については、Table 8-3-2 の通りである。

参考として環境の現況の調査内容と対比して調査すべきである。

大気質については、高濃度の硫化水素ガスをエゼクター放出口より排出されている状況であるが製造メーカーとも十分に協議して、冷却塔に導いて希釈放出することが望ましい。

NAPOCOR からの資料によると

貴重な植物及び動物は存在しない。

重要な歴史的、文化的遺産はない。



Table 8-3-2 地熱発電所インパクト・影響マトリックス調査  
運 転 時

環境構成要素	環境影響要因						
	蒸気・熱水の採取	温排水	硫化水素の放出	水蒸気の放出	熱水の地下還元	冷却水の取水	起動停止
大気質 硫化水素の飛散 日照障害 騒音 悪臭	◎		◎	◎			◎
水質 ひ素、ほう素水銀 酸性化 水温の変化	◎	◎ ◎ ◎	◎				
地形 地盤沈下の誘発 土壌の酸性化 土温の変化 地下水の変化 振動	△ ◎ △		◎		△ ◎ △		◎
植物 陸生動物 水生動物	△ △	△	△ △	◎	△		△
景観 視程障害				◎			
利用環境	◎		○	○			○

註 ◎ 直接影響を及ぼすもの  
○ 間接的に影響を及ぼすもの  
△ 関係が予想されるもの

地熱発電所の環境調査事項

	<u>調査事項</u>	<u>調査内容</u>
a. 大気質及び臭気	(a) 硫化水素の現況	自然噴気地点の位置1/25,000地図に記入
	(b) 規制基準	悪臭防止法基準
b. 水質	(a) 水温等の現況	
	(b) 水質の現況	pH、BOD、DO、n-ヘキサン抽出物質、塩素、AS、SS
	(c) 底質の現況	COD、灼熱減量、As、全硫化物
	(d) 規則基準	
c. 土壌汚染	火力発電所と同じ	
d. 騒音	同上	
e. 振動	同上	
f. 地盤変動	(a) 地盤変動の現況	地盤変動及び地すべりの現況
	(b) 規制基準	
g. 気候	火力発電所と同じ	
h. 地形及び表層の土壌	同上	
i. 陸水	同上	
j. 陸生生物	同上	
k. 自然景観	同上	
l. 温泉	(a) 湧出状況	温泉、自然噴気の分布、温度、湧出量
	(b) 利用状況	
m. その他(社会環境)	火力発電所と同じ	

## 8.4 環境管理に関する提言

### 8.4.1 環境管理体制の強化

NAPOCOR の環境部は、環境影響アセスメント(EIAD)、環境サービス(ESD) の2部より構成され、業務の推進に努力している。

この運用について、更に効果的に実施するよう次の通り提言する。

環境影響調査書の内容に示されるように、環境業務とは化学、土木、気象学、音響学、地質、地誌、動物学、植物学、水産、医学、経済などの多岐に亘る専門知識を必要とする。

これらの多岐に亘る専門的な調査を推進するには、大学教授、学者及び研究所の専門家の指導を受け、正しい結果をまとめなければならない。

今後の方針として、

#### 1. 調査専門の関係会社を育成する。

- ・大気質、水質、土壌及び悪臭の化学分析を専門とするもの
- ・騒音・振動の測定、防音、防振対策及び予測の音響学を専門とするもの
- ・地質、地盤沈下、陸水の調査を専門とするもの
- ・気象の観測及び大気拡散予測を専門とするもの

#### 2. 政府機関、大学、研究所の協力を求める

- ・海象及び魚類、卵、プランクトンの海生生物の調査
- ・植生、動物の陸生生物調査
- ・自然保護及び人口、産業、交通、教育、地域財政など政府機関の統計資料の調査

本社の環境影響アセスメント部(EIAD)の業務は、専門家の調査結果の取まとめを行い、開発地域の環境保全対策について、関係官庁への説明と地域住民への対応、苦情の解決につとめ、電力需要に応じた電源開発がスムーズに推進されるよう努力すべきである。

#### 8.4.2 環境測定方法の充実

現在、環境サービス部(ESD)の要員は、僅か30名である。

公害測定課	PMS	8名
生態学調査課	EMS	4名
分析課	ASS	11名
放射線課	RSS	5名

環境調査業務は、短時間の中に、多数の技術者、労力、機動力を必要とするものや、最低1ヵ年以上の長期に亘る測定を必要とされるものがある。

例えば、騒音レベルの測定は昼間、朝、夕、夜間の4区分帯に夫々騒音レベルが規制されている。

測定員は、測定に際して、交替制で測定するが、朝の時間帯は短いために、発電所の境界線の全点を測定するには、数名の測定員を配置しなければならない。

現在、環境測定は全て数少ないESDで実施している。その上、地域住民の苦情対策をも考慮すると次の方法を提言したい。

1. 発電所、リージョナルセンタに環境担当課長（専任又は兼任）をおき地域対策、苦情処理及び環境業務の推進にあたる。
2. 測定業務の一部をリージョナルセンタ又は、発電所で実施する。

## 第9章 工事実施計画、工事費及び年度別支出計画



## 第9章 工事实施計画、工事費及び年度別支出計画

### 9.1 総括

#### 9.1.1 工事实施計画

##### 1. 工事内容

火力、地熱、水力発電所及び送電線、変電所のリハビリテーション項目は、第6章及び第9.2章以下の各設備の項に記述のとおりである。

リハビリテーション工事は、所要の手順を考えると、その着手は1994年以降になると予想される。従って、リハビリテーション項目に含まれないその他の項目は、ここ数年の間 NAPOCORによって、通常の保守作業の中で計画的に処置されることが望まれる。

##### 2. リハビリテーション／リノベーション工事契約の方式

###### (1) 火力／地熱発電所

リハビリテーション工事は既設機器の保守である。多くの場合オリジナル主機製造者を契約者とすることが、もっとも信頼出来る方式である。

特に火力／地熱発電所の場合、リハビリテーションを他の製造者にゆだねることは推奨出来ない。予見出来ない技術上のトラブルを生ずる可能性があるからである。他の製造者は、当該機器の設計・製作図面を持たず、仮りにそれを入手したとしても図面からは知り得ないノウ・ハウまで入手することは出来ない。

この理由から、リハビリテーション工事はオリジナル主機の製造者を中心とする最小限のパッケージとし、試運転、調整渡しとすることによって、コントラクターの責任を明確にすることが望ましい。

NAPOCOR 自身が実施する直営工事は、リハビリテーションから除外する。しかし、作業はリハビリテーションのコントラクターとの協調によって進められる。

###### (2) 水力発電所／送変電設備

水力発電所の機器設備については、火力発電所の場合と同様のことが言える。

送変電設備は、主要な単体機器や資材から構成される。従って、それらの機器や資材は、必ずしもオリジナル製造者の製品、資材である必要はない。この理由から、送変電設備については、事前審査に合格したコントラクタ（製造者）による競争入札で発注する。

### 3. エンジニアリング・サービス

リハビリテーション／リノベーションは、NAPOCORの管理下で実施されるものとする。しかし、リハビリテーション／リノベーション案件が多く、また広範囲にわたるため、NAPOCORの業務を補佐するコンサルタントが必要と思われる。

購入仕様書作成から工事監理までのエンジニアリング・サービスを外部コンサルタントに委託するものとする。

### 4. 工事実施時期

資金ソース、その他今後詰めるべき問題があるが、工事実施時期は、次のように設定する。 (Table 9-1-1 参照)

#### (1) 準備期間 1992年～1993年

(状況によっては延長する必要があると考えられる)

- a. 資金計画
- b. フィジビリティ・スタディ
- c. 調達計画（コンサルタント雇用、購入仕様書作成、テナダリング）
- d. 発注手続（エバリュエーション、ネゴシエーション、関係機関の承認ほか）

#### (2) 工事期間 1994年から5年間

但し、マニラ発電所については、その運転開始後の経過年数が、30年を越えないうちに、リハビリテーションを完了するため、1993年8月からを目途とする。





## 9.1.2 工事費及び資金調達

### 1. 工事費

#### (1) 工事費算出の基本条件

- a. 工事实施期間中の物価上昇率 3%/年とする。
- b. 見積りは1991年12月現在で行い、通貨交換レートは下記とする。  
 $1\text{US\$} = \text{¥}130$  (¥129.85をラウンドアップ)  
 $1\text{US\$} = \text{P.}27$
- c. 輸入関税は免除、法人税その他各種公租公課は考慮しない。
- d. 資金 (F.C., L.C.とも) はすべて外貨とし、原則として全額借入とする。
- e. 現地事務所用地及び電気・工事用水は、NAPOÇORから無償供与とする。

#### (2) 工事費

リハビリテーション/リノベーション工事費 (総括表) は、Table 9-1-2のとおり。

### 2. 資金調達

工事实施期間は、前述のとおり、1994年以降5年間とする。

これを考慮して、資金調達は次のケースで検討する。

設 備	リハビリ工事实施時期	資 金 調 達
火 力 発 電 所	第1年目着工	ケース1
	第2年目着工	ケース2
地 熱 発 電 所	第1年目着工	ケース1
	第2年目着工	ケース2
水 力 発 電 所	第1年目着工	ケース1
	第2年目着工	ケース2
送 変 電 設 備	第1年目着工	ケース1
	第2年目着工	ケース2

金 利                      返済期間

ケース1            7.5%                      8年 (据置期間6か月を含む)

ケース2            3%                         25年 (据置期間10年を含む)

注：ケース1 輸出入銀行ローン

                    ケース2 ODA など

### 9.1.3 年度別支出計画

年度別支出計画総括表は、Table 9-1-3のとおり。

### 9.1.4 実 施 工 程

実施工程は、9.2章以降に記述の各設備実施工程表のとおり。

Table 9-1-1-2 リハビリテーション工事費 (総括)

単位：千米ドル

計 画	項 目	工 事 費		摘 要	
		F.C.	L.C.		合 計
火力発電所	Manila発電所	99,298	16,202	115,500	Manila 1,2号機
	Bataan発電所	66,402	12,998	79,400	Bataan 1,2号機
	計	165,700	29,200	194,900	
地熱発電所	Mak-Ban発電所	46,768	1,340	48,108	Mak-Ban 1～6号機
	Tiwi発電所	48,140	1,490	49,630	Tiwi 1～6号機
	計	94,908	2,830	97,738	
水力発電所	Ambuklao発電所	12,522	6,828	19,350	取水口改造
	Magat発電所	192	12	204	励磁変圧器取替え
	計	12,714	6,840	19,554	
送電線及び変電所	送電線	1,551	812	2,363	} 架空地線の取替え、河川又は道路 横断箇所の鉄塔化、復旧作業困難 } 区間のルート変更
	変電所	14,350	528	14,878	
	計	15,901	1,340	17,241	
合 計	計	289,223	40,210	329,433	

Table 9-1-3 リンビリターション年度別支出計画 (総括)

単位：千米ドル

計 画	前1年度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	合 計
火力発電所							
F.C.	26,365	36,644	44,228	50,673	7,790	—	165,700
L.C.	2,089	3,884	8,108	11,776	3,343	—	29,200
計	28,454	40,528	52,336	62,450	11,133	—	194,900
地熱発電所							
F.C.	—	7,016	17,046	30,342	26,202	14,302	94,908
L.C.	—	201	504	903	790	432	2,830
計	—	7,217	17,550	31,245	26,992	14,734	97,738
水力発電所							
F.C.	—	663	6,332	3,479	2,240	—	12,714
L.C.	—	1,711	3,305	1,284	540	—	6,840
計	—	2,374	9,637	4,763	2,780	—	19,554
送電線及び 変電所							
F.C.	—	3,147	2,996	3,468	3,440	2,850	15,901
L.C.	—	228	324	445	230	113	1,340
計	—	3,375	3,320	3,913	3,670	2,963	17,241
合 計	26,365	47,470	70,601	87,962	39,672	17,152	289,223
L.C.	2,089	6,024	12,241	14,408	4,903	545	40,210
計	28,454	53,494	82,842	102,370	44,575	17,697	329,433

## 9.2 火力発電所

### 9.2.1 工事費

火力発電所のリハビリテーション工事費は、Table 9-2-1に示すとおりで、要約すると次のとおりである。

単位：千米ドル

計 画	F. C.	L. C.	合 計
マニラ発電所 1、2号機	99,298	16,202	115,500
バターン発電所 1、2号機	66,402	12,998	79,400
計	165,700	29,200	194,900

### 9.2.2 工事工程

火力発電所リハビリテーション工事工程をTable 9-2-2に示す。

### 9.2.3 年度別支出計画

火力発電所リハビリテーションの年度別支出計画をTable 9-2-3に示す。

Table 9-2-1 火力発電所リハビリティション工事費 (総括)

単位：千米ドル

計 画	項 目	工 事 費			摘 要
		F.C.	L.C.	合 計	
マニラ発電所 1、2号機	工 事 費	89,500	8,400	97,900	
	コンサルタント費	4,900	(F.C.に含む)	4,900	
	コンティンゼンシー	4,898	7,802	12,700	
	計	99,298	16,202	115,500	
バターン発電所 1号機	工 事 費	28,877	3,854	32,731	
	コンサルタント費	1,638	(F.C.に含む)	1,638	
	コンティンゼンシー	1,612	3,176	4,788	
	計	32,127	7,030	39,157	
バターン発電所 2号機	工 事 費	30,947	2,808	33,755	
	コンサルタント費	1,688	(F.C.に含む)	1,688	
	コンティンゼンシー	1,640	3,160	4,800	
	計	34,275	5,968	40,243	
バターン発電所	計	66,402	12,998	79,400	

Table 9-2-2 火力発電所リハビリテーション工事工程

計 画	項 目	前2年度	前1年度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度
マニラ発電所	調達計画 (ビッドイング)	▬					
	発注手続 (コントラクティング)	▬	▬				
	工 事		▽契約				
	1号機		▬	▬	▬		
2号機			▬	▬	▬		
バタワン発電所	調達計画 (ビッドイング)			▬			
	発注手続 (コントラクティング)			▬	▬		
	工 事				▽契約		
	1号機				▬	▬	
2号機					▬	▬	

▬ 設計、製作、輸送  
 ▬ 現地工事 (ユニット停止)

調達計画 : コンサルタント雇用、購入仕様書作成、テンダリング  
 発注手続 : エバリュエーション、ネゴシエーション、関係機関の承認



Table 9-2-3 火力発電所リハビリテーション年度別支出計画

単位：千米ドル

計 画	前1年度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	合 計	備 考
マニラ発電所 1、2号機	F.C.	26,365	35,314	23,857	13,762		99,298	
	L.C.	2,089	3,844	5,808	4,461		16,202	
	計	28,454	39,158	29,665	18,223		115,500	
バターソン発電所 1、2号機	F.C.		1,330	20,370	36,912	7,790	66,402	
	L.C.		40	2,300	7,315	3,343	12,998	
	計		1,370	22,670	44,227	11,133	79,400	
合 計	F.C.	26,365	36,644	44,227	50,674	7,790	165,700	
	L.C.	2,089	3,884	8,108	11,776	3,343	29,200	
	計	28,454	40,528	52,335	62,450	11,133	194,900	
備 考								

### 9.3 地熱発電所

#### 9.3.1 工事費

地熱発電所のリハビリテーション工事費は、Table 9-3-1に示すとおりで、要約すると次のとおりである。

単位：千米ドル

計 画	F.C.	L.C.	合 計
マクバン発電所 1～6号機	46,768	1,340	48,108
ティウィ発電所 1～6号機	48,140	1,490	49,630
計	94,908	2,830	97,738

#### 9.3.2 工事工程

地熱発電所リハビリテーション工事工程をTable 9-3-2に示す。

#### 9.3.3 年度別支出計画

地熱発電所リハビリテーションの年度別支出計画をTable 9-3-3に示す。

Table 9-3-1 地熱発電所リハビリテーション工事費 (総括)

単位：千米ドル

計 画	項 目	工 事 費			摘 要
		F.C.	L.C.	合 計	
Mak-Ban地熱発電所 1～6号機	工 事 費	42,518	1,220	43,738	
	コンサルタント費	2,125	60	2,185	
	コンティンゼンシー	2,125	60	2,185	
	計	46,768	1,340	48,108	
Tiwi地熱発電所 1～6号機	工 事 費	43,759	1,355	45,114	
	コンサルタント費	2,190	68	2,258	
	コンティンゼンシー	2,191	67	2,258	
	計	48,140	1,490	49,630	
合 計	計	94,908	2,830	97,738	

Table 9-3-2 地熱発電所リハビリテーション工事工程

計 画	前1年度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度	備 考
Mak-Ban 発電所 ・1～4号機 画統事 調達注 発注 工							
・5、6号機 画統事 調達注 発注 工							
Tiwi 発電所 ・1～6号機 画統事 調達注 発注 工							

設計、製作・輸送      現地工事 (ユニット停止)      現地工事 (ユニット運転)