

モンゴル国

第4火力発電所改修計画
基本設計調査報告書

平成4年3月

国際協力事業団

無調一

CR3

92-037

6V. 3

JICA LIBRARY



1099160(2)

23983

モンゴル国

第4火力発電所改修計画
基本設計調査報告書

平成4年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

23983

序 文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国の第4火力発電所改修計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年10月11日から11月8日まで当事業団無償資金協力調査部長の新保昭治を団長とする基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モンゴル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、当事業団無償資金協力業務部業務第一課長の城所卓雄を団長として平成4年2月21日から2月28日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

ULANBATOR

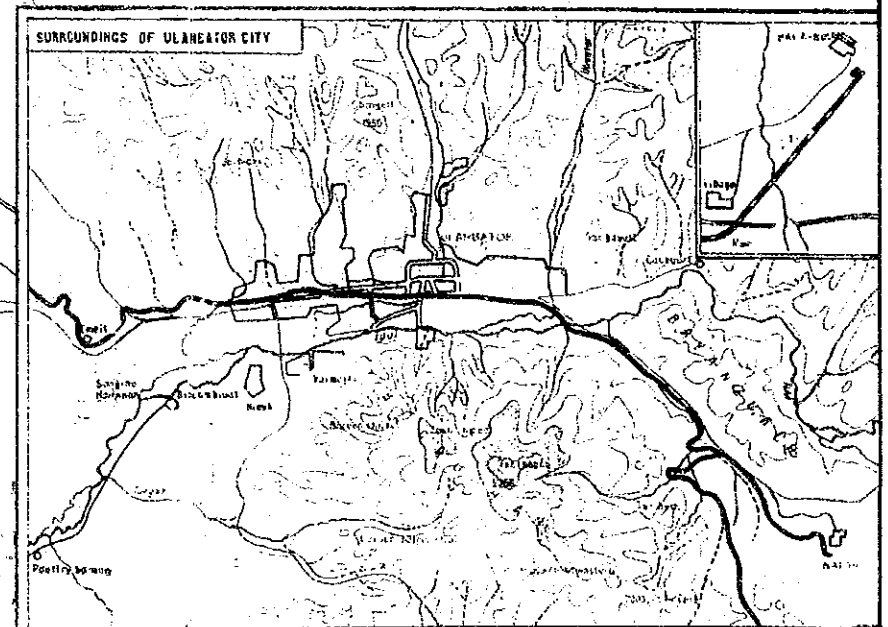
LOCATION OF THERMAL POWER STATIONS IN ULAANBAATAR

NAMES OF STREET AND SQUARES SHOWN ON THE SCHEME

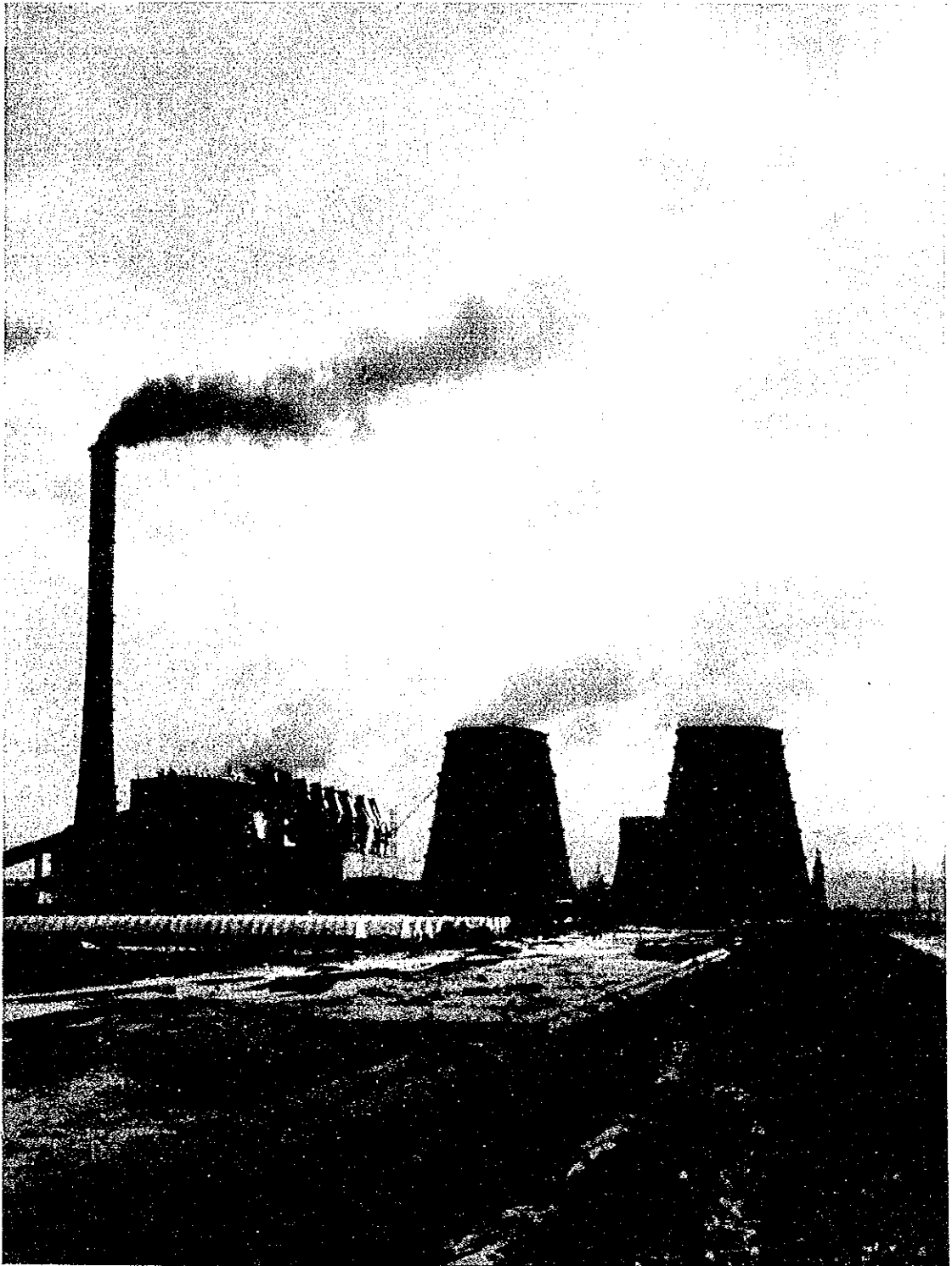
- | | |
|-------------------------------|------|
| 1. Ershnev street | C-1 |
| 2. Small ring | C-2 |
| 3. Builders square | C-3 |
| 4. Gagerin street | C-4 |
| 5. Oczki avenue | C-5 |
| 6. University street | C-6 |
| 7. Big ring | C-7 |
| 8. Kolarov street | C-8 |
| 9. Cuohorunko avenue | C-9 |
| 10. Lenin avenue | C-10 |
| 11. Marx avenue | C-11 |
| 12. Marshal Jukov avenue | C-12 |
| 13. Magsarzhav avenue | C-13 |
| 14. Zhyngozol street | C-14 |
| 15. The United Nations street | C-15 |
| 16. October street | C-16 |
| 17. 40 year October street | C-17 |
| 18. Partisan street | C-18 |
| 19. J. Sazbulu street | C-19 |
| 20. Stalin street | C-20 |
| 21. Sukh-Bator street | C-21 |
| 22. Sukh-Bator square | C-22 |
| 23. Constitution street | C-23 |
| 24. Revolutionary's street | C-24 |
| 25. Shumategi street | C-25 |
| 26. Kider-Ochir street | C-26 |
| 27. Engels street | C-27 |
| 28. Peace avenue | C-28 |
| 29. Victory street | C-29 |
| 30. Irkutsk street | C-30 |

MAP SYMBOLS

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| | Hospital | | House of Culture |
| | Newspaper | | Cinema |
| | Museum | | Sport center |
| | Monument to distinguished person | | Department store |
| | Park | | Clothing and general shops |
| | Exhibition | | Food shops |
| | Library | | Center of communal and mail service |
| | Theater | | Agency "MIR" |
| | Pharmaceutical society | | Railway station |
| | Circus | | Bus stop |
| | Architectural monument | | Taxi stop |
| | Palace | | Refueling station |
| | | | Autorepair works |
| | | | Main route |



added the location by BPDCI on 1991.8



第 4 火力発電所外観

要 約

モンゴル国は、1921年に独立して以来、70年間にわたり旧ソ連の援助の下で経済開発を続けてきたが、1990年に行われた独立以来初の自由選挙により誕生した新政権は、従来の旧ソ連・東欧への依存体制を改め、「ウールチロルト・シネチレル」と呼ばれるモンゴル独自の民主化改革路線を歩みはじめ、「計画経済と市場経済の調和のとれた発展」を目指して、西側諸国との関係拡大にも努めている。

人口57万人（1990年末現在）と全人口の約27%が集中している首都ウランバートル市では、市場経済化と工業化の政策にともなって人口が増大し続けており、市を中心とする中央6県の都市経済基盤の整備も、財政難等により遅々として進展していない状況にある。なかでもエネルギー（電力、熱水、蒸気）の供給は、近年の急速な需要の伸びに対して対応不可能である上、旧ソ連での炭鉱スト、電力不足のため旧ソ連より送られる電力もとだえがちになり、旧ソ連からの保全資機材の供給も不安定で、特にエネルギー需要がピークを迎える冬期には深刻な状態にある。

ウランバートル市を含む中央6県へのエネルギー供給は、主として第3及び第4火力発電所より供給されている（第1は閉鎖、第2は緊急用）が、特に540MWの最大容量（ボイラ8缶、タービン発電機6機）を有している第4火力発電所の役割が大きい。

ところが第4火力発電所ではボイラの稼働率は50%台と極めて低く、特にマイナス40℃を越える程の厳冬期もあり、暖房用の熱水の供給が民生上どうしても優先されるため発電量も抑えられ停電が多発している。

さらに、ボイラが運転されても電気集塵器が完全には荷電されないため、発電所の煙突からは褐色の煙が排出されることが多く、特に冬期は、ボイラ負荷が高い上に大気中に逆転層が形成されることが多く、風向きによってはウランバートル市民の健康に悪影響を及ぼす事が心配されている。

かかる状況に於いて、1991年7月、モンゴル国政府は日本国政府に対してウランバートル市の第4火力発電所改修に関する、技術協力並びに無償資金協力を要請した。

この要請に応え、日本国政府は国際協力事業団（JICA）を通じ1991年冬の電力需要ピークを乗り切るため緊急対策工事として専門家の派遣による一次通風機、その他摩耗の著しい部分の補修工事の指導をすると共に、本格対策工事の無償資金協力に関する基本設計調査の実施を決定し、JICAは1991年10月10日から11月9日まで基本設計調査団を派

遣した。同調査団は、燃料エネルギー省、通産省等のモンゴル国政府関係者との協議、第4火力発電所の運転保全担当責任者との討議、資料収集、現地調査を実施した。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、裨益効果の検討、基本計画、施工計画、管理計画等の策定、事業費の積算を行うと共に、これらの内容を取りまとめた、ドラフト・ファイナルレポートを作成した。

JICAは、ドラフトファイナルレポートの説明のため、1992年2月20日から2月29日まで調査団を派遣し、モンゴル国政府関係者と説明・協議を行った。その後のモンゴル国側コメントも勘案して最終的に取りまとめたのが本報告書である。

以下にその概要を述べる。

第4火力発電所は旧ソ連の技術により主に1980年代に建設されたものである。運転を開始して以来10年も経過していないにも拘らず、ボイラの稼働率が50%台という状態であり、中央エネルギーシステムから第4火力発電所に要求された供給電力量の不足分（1990年実績221,300MWh）がそのまま中央エネルギーシステム全体の不足電力量となっており、これは旧ソ連からの買電か停電で対応せざるをえない。タービン・発電機については稼働率も70%程度と高く、運転記録も現在の所は問題は無い。

発電所主要設備の現状、対策の必要性・緊急性について調査結果は次の通り。

(1) 発電所全般

ボイラ・タービンが設置されている建屋内は暗く、かつ微粉炭・フライアッシュが、いたる所に堆積して、それを時々水洗しているため、電気系統の故障も誘発している。運転環境・保全環境が悪く、日本で言えば新鋭火力発電所であるが実体は20～30年経過した老朽発電所であり、環境の悪さが新たなトラブルの発生原因ともなっている。修復の必要性・緊急性は高い。

(2) ボイラ耐圧部及び大型ポンプ

種々の複合原因で炉内爆発等によりボイラ停止となることもあり、それを含めるとボイラトラブルの29%を占めるが、ボイラ自体の根本的な問題が原因ではない。ボイラ自体は余裕をもって設計されており、全ボイラが運転開始から8年以内であるので、緊急的な問題は発生していない。

(3) 微粉炭供給システム

本装置で最大のトラブルが発生しており、ボイラトラブルの約57%を占める。その原因は磨耗である。ボイラの稼働率低下の主原因はこの設備のトラブルにあり、ボイラト

トラブルを減らすには、まず微粉炭供給システムのトラブルを減らす事が第一であり、これに関連した保全一般の改善により、ボイラ耐圧部のトラブルも一部減らすことが期待できる。

(4) 蒸気タービン・発電機

ボイラと同じく本装置も主機に属するもので、旧ソ連の技術であり部分的な修復の資機材については旧ソ連以外では調達出来ないが、稼働率も70%程度と高く、運転記録（振動、軸受温度等）も今の所問題は無い。

(5) 石炭供給設備

発電所内の石炭計量設備が破損して、消費される石炭量が計量されていないのが熱管理上問題である。又、入荷される石炭に異物（石、金属片）の混入があり、これがベルト切断等のトラブルを起こすと共に、微粉炭供給設備の磨耗の主原因の一つでもあり、早急に修復を必要とする。

(6) 電気集塵器

ボイラ運転中でも電気集塵器を運転していない事がしばしばある。この原因としては電気集塵器自体では無く、集塵器槌打用駆動装置の不良が一番多い。不良内容としてはモーターの焼損、減速ギヤの加工精度が低い事により寿命が1ヶ月程度と短い事、ハンマーシャフトの曲がり及び切損などである。又エアスライドなどの灰出し装置にもキャンパスの目詰まり・磨耗・穴明き、ホッパー灰レベル計作動不良及びホッパー用エア供給不足等の問題がある。ホッパー下は別建屋内にあるが、やはり中は暗くフライアッシュの漏れで保全環境が悪い。灰処理システムでは、フライアッシュ排出系と給水系で磨耗とスケール付着（配管の詰まり）のトラブルを起こしており、集塵器稼働率低下の原因となっている。同じ理由から、電気集塵器を運転していても40%程度しか荷電して無く、集塵効率が極めて悪い。煙突からのばい塵の飛散を防ぐ為には、ボイラ稼働時には必ず電気集塵器も100%荷電させる必要があり、緊急性は高い。

(7) 計測制御設備

計器は30年以上前の旧式で、全て電気式である。設備の不足のために較正テストが十分に行われていない。中央制御室の計器も現場計器も信頼性が高いとは言えない。運転管理上、保全上問題である。この設備は全設備に関連しているので、この設備不良は他の各設備のトラブルとして顕在化する。このため、少しでもリスクを軽減するためには現有計器を校正出来る様にする事が必要と判断される。

(8) 電気設備

ケーブル火災や漏電・ショートの問題があるが、微粉炭堆積や水洗、日常点検の不完全に原因があり、環境の整備をする事で格段の改善が図れる。

一方、モンゴルに対しては国際機関を初め、多くの国の援助の計画があるが、第4火力発電所に関しては、米国が旧ソ連からの資機材購入のための緊急無償資金援助 1,000万ドルを決定し、その一部約 280万ドルが各発電所の部品や資機材を購入するためにあてられる事になっているが、今回の日本からの援助計画とは重複しない。

以上の状況から本改修計画の対応策として次の4つを基本項目として策定した。

(1) 灰処理システムの詰まり対策（電気集塵器の稼働率向上）

電気集塵器の稼働率を高め、ばい塵による大気環境汚染の低減を目的とし、集塵器エアスライダー用キャンパスの取替、集塵極・放電極槌打用駆動装置の取替、自走式吸引清掃装置の供与等を実施し、電気集塵器の灰だし機能の回復及び集塵・灰処理系のトラブル低減を図る。

(2) 微粉炭供給システムの対摩耗対策（ボイラの稼働率向上）

微粉炭システムを主体とするボイラ事故の多発を防ぎ、稼働率向上を目的として、セラミックスタイルを使用した耐摩耗対策を微粉炭輸送管、粗粉分離器、サイクロンセパレーター、一次通風機ローター等に施し、耐摩耗性を向上させ、事故低減を図る。

(3) 環境測定（ばい塵排出量の実態把握）

集塵器の保全及び大気環境汚染の実態把握を目的とし、電気集塵器の出入口ばい塵濃度を測定し、集塵性能及び煙突からの灰排出量を把握する。

(4) 設備保全への補助対策（運転環境・保全環境の向上）

発電所全体の運転環境と保全環境の改善を目的とし、上記(1)、(2)の対策の補助として保全に必要な資機材を供与する。

以上の基本事項に基づいて計画した主な資機材は次表に示す通りである。

主要資機材 その1

区分	項 目	資 機 材 内 容	
1.	灰処理システムの詰まり対策	1.1 電気集塵装置 ホッパー灰出し設備	エアスライダー用キャンバスの取替え 13.5m用 60枚 10.5m用 60枚 6.0m用 50枚 ホッパー灰レベルセンサー用ゴムの取替え（微調整用スプリング共） 1m×2m×5mm厚 20枚 エアーハンマーの新設（前2列分のみ各ホッパーに4個） 200個
		1.2 空気源設備	パッケージエアコンプレッサー 3台 空気配管とヘッダー 3台分 耐圧ホース他 1式
		1.3 電気集塵装置 槌打用電動減速機	集塵極、放電極の槌打用駆動装置の取替え 160台
	1.4 スラリーピット水位調整装置	No.1及びNo.2ピット水位調整装置の新設（配管、弁、液面計共） 2式	
	1.5 灰捨ポンプ出口のスラリー弁	取替え 18台	
	1.6 給水予備ライン	口径 350及び65mm配管増設 1式	
	1.7 灰処理給水管スケール除去装置	大口径用及び中口径用の供与 各1台	
	1.8 自走式吸引清掃装置	電気集塵器ホッパー内の灰除去他のため供与（11tonディーゼル車） 2台	
	1.9 灰処理装置雑品	灰捨ポンプ用グランドパッキンの取替え 2式 各ポンプの圧力計の取替え（検出管共） 30台	
	1.10 清掃配管設備	自走式吸引清掃装置に連結して使用。新設。 ボイラ室 1式 電気集塵器ホッパー室 1式	

主要資機材 その2

区分	項目	資機材内容	
2.	微粉炭システムの耐摩耗対策	2.1 アルミナセラミックス・タイル (シリコン系接着剤、 下地処理剤共)	下記部位に新しく現地での接着 合計 1,000㎡ 施工部位： ・ミル出口微粉炭管 ・粗粉分離器コーン部 ・粗粉分離器出口微粉炭管 ・サイクロン・セパレーター入口部 ・微粉炭輸送のバンド管 (72～30度バンド)
		2.2 セラミックス・タイル ライニング 90度バンド管	微粉炭輸送の90度バンド管の取替え 56個
		2.3 セラミックス・タイル ライニング 一次通風機出口流量調整ダンパー	調整ダンパーのテスト的設置 (取替え) 1缶 (12個) 分
		2.4 セラミックス・タイル ライニング 一次通風機ローター	アルミナセラミックスタイル接着剤の一次通風機ローター 完成品、羽根先端は窒化ケイ素セラミックス使用) 取替え 18個
		2.5 磁気選別器	各コンペアーに1台増設 吸引力25kg以上 2台
3.	環境測定	3.1 ばい塵測定器	新しく供与 排ガス中の水分測定用 2式 排ガス流速測定用 2式 排ガス組成分析用 2式 排ガス中ばい塵捕集用 2式 ばい塵計量用 2式
4.	設備保全への補助対策	4.1 ポンプ類	ボイラ用りん酸塩注入ポンプ (取替え) 14台 ミル用潤滑油ポンプ (") 6台
		4.2 配管用弁	蒸気用仕切弁 (25kgf/cm ² 用) 電動式 (") 18個 給水用仕切弁 (25kgf/cm ² 用) 手動式 (") 6個
		4.3 水面計	ボイラドラム水面計 (直視2色式) (") 8台 低圧水面計 (直視式) (") 2台
		4.4 石炭計量器	コンペアー設置用 (") 2式

主要資機材 その3

区分	項 目	資 機 材 内 容	
4.	設備保全への補助対策(続)	4.5 計測器類	ポータブルクランプメーター (供 与) 10台 抵抗計(メガー) (") 10台 ダイヤル・キャリパー (") 2式 超音波厚み計 (") 2台 計測用マルチメーター (") 56台 ポータブルキャリブレーター (") 2台
		4.6 改修工事用資機材	研磨用電動グラインダー(100mm/180mm径) (") 50台 研磨砥石 (") 1.2万枚 チェーンブロック (") 3台 ワイヤー(1/2"、3/4")500m/巻 (") 各2巻 洗浄剤(缶) (") 3kl スプレー型洗浄剤 (") 2,000本 工事用補助具(ホース付換気ファン) (") 1式 プラズマ切断器 (") 3台 交流電気溶接機 (") 5台 防塵メガネ・マスク (") 各25個 振動計用紙 (") 5梱包 溶接棒 (") 5,000kg 溶接棒ホルダー (") 20個 熱風乾燥器 3kW (") 5台 電動ドリル (") 20台 トランス、3相 380V/220V (") 6台 電動カッター (") 5台
		4.7 一般保全用資機材	所内連絡用トランシーバー (") 60台 絶縁テープ (") 1式 複写器(用紙共) (") 3台 グラフィット・パッキン(角型) (") 200kg パテ (") 1,300kg ポータブル電気掃除機 (") 8台 ポータブル照明具 (") 100個 水中ポンプ (") 5台 小口径用スケール除去装置 (") 4台 フォークリフト(容量3ton) (") 2台
	4.8 所内照明設備	水銀灯(ランプ共) (新 設) 214個 同ランプ (供 与) 428個 白熱灯ランプ (") 400個	

本計画に必要な事業費は総額約 15.99億円と見積られる。これはすべて日本側の負担である。改修工事自体はモンゴル側の責任で行うのが最適と判断したが、すべて発電所の保全要員の手で行われるため、工事費は事業費の中に計上しなかった。

本計画の実施機関は燃料エネルギー省であり、直接担当するのはその下部組織である第4火力発電所の保全部門である。改修計画は通常の保全工事の一環又は追加として行うことが出来る内容のものであるので本計画の遂行能力は十分であると判断した。又、緊急対策に於いて専門家が指導した一次通風機の補修技術とセラミックス・タイル接着工事等は本計画でも重要な一部をなすものであるが、専門家が移転した技術が十分に生かされるものと判断している。

本改修計画は2期に分け、現地工事は第1期が1993年12月末まで、第2期が1994年12月末までに終了することを目標とした。その中でも1992年12月～1993年2月の冬期の最高需要期を乗り切ることが当面最も重要であり、工程として、1992年12月末までにも少なくとも一部の工事が終了していることが望ましい。その為には、E/N締結以降D/D及び発注手続等を出来るだけ早期に実施する必要がある。又、現地工事はモンゴル側が実施する事としたが、コンサルタントが工程管理についてモンゴル側に助言し、改修計画が所定の期間内に終了するように、コンサルタントを一定期間モンゴルに配置する必要がある。必要な資機材の調達についてはモンゴル国の状況及び旧ソ連の情勢などから総て日本から調達するものとした。

本件協力後の発電所保全については、基本的にモンゴル側が現在の発電所保全体制で設備の運転及び定期点検、周期点検、日常点検等に努める事とするが今回の調査に於いて改善が必要と思われる巡回要領の作成、機器水洗の禁止と清掃の実施、石炭管理の徹底等については特に本報告書に記載しモンゴル国側の改善を期待した。

本計画が実施されると、今まで発電所運転のネックであったボイラの稼働率の向上につながり、発電に必要な蒸気量が確保され、不足電力量を十分にカバーし、150,000MWh程度の余剰電力量をも生じさせる計算となる。その結果今まで頻発する停電によって不自由な生活を余儀なくされている住民に対し、十分な電力が供給されることにより、住民の生活上に寄与するばかりか、余剰の電力は、エルデネット、ダルハンの両工業都市へ送電する事が可能となる。

他方、電気式集塵器を中心とする灰処理システムの詰まりが軽減されることにより、ウランバートル市の環境改善、特に発電所負荷の高い冬期の大気汚染軽減に大幅な改善が期

待される。第4発電所の送電量は、中央6県全体の電力需要量の約7割を賄っており、裨益効果はきわめて大きい。このように、本計画に対する日本国政府の無償資金協力は有意義であり、且つ妥当性があるものと判断する。

本計画の効果が十分発揮されるためには、改修後の適切な運営管理がなされることである。このためには、第4火力発電所の日常の保全に欠かせない保全部品の確実な旧ソ連よりの調達体制を確立し、そのための予算の確保、保全方法の整備、改善、要員のトレーニング、市民の啓蒙等を確実に行う必要がある。さらに、保全要員の養成とトレーニングのために日本人専門家の派遣が望ましく、そのためにはモンゴル側の受け入れ体制を整えることが必要である。

目 次

序 文

地図等（モンゴル国、ウランバートル市街図、第4火力発電所外観写真）

要 約

第1章 緒 論 1

第2章 計画の背景

- 2.1 モンゴル国の概況 3
- 2.2 エネルギー事業分野の概況 5
- 2.3 関連計画の概要 7
 - 2.3.1 国家開発計画 7
 - 2.3.2 地方開発計画 8
 - 2.3.3 エネルギー事業分野開発計画 8
- 2.4 要請の経緯と内容 10
 - 2.4.1 要請の経緯 10
 - 2.4.2 要請の内容 10

第3章 計画地の概要

- 3.1 計画地の位置及び経済事情 12
- 3.2 自然条件 13
- 3.3 ウランバートル市のエネルギー事情 14
- 3.4 エネルギー料金 15
 - 3.4.1 電気料金 15
 - 3.4.2 温水料金 16
 - 3.4.3 蒸気料金 16

第4章 協力計画の検討

- 4.1 目的 17

4.2	要請内容の検討	17
4.2.1	計画の妥当性、必要性の検討	17
4.2.2	計画対象施設の現状	26
4.2.3	類似計画及び国際機関等の援助計画との関係・重複等の検討	33
4.2.4	計画の対象施設の検討	39
4.2.5	実施機関及び運営体制検討	44
4.2.6	計画対象施設の概要	52
4.2.7	計画対象施設の運転状況の概要	77
4.2.8	要請内容の検討	115
4.2.9	技術協力の必要性検討	121
4.2.10	協力実施の基本方針	124
4.3	計画の概要	126
4.3.1	実施機関及び運営体制	126
4.3.2	事業計画	127
4.3.3	計画内容	127
4.3.4	運転維持・管理計画	128
4.4	技術協力	129

第5章 基本設計

5.1	設計方針	130
5.2	設計条件の検討	131
5.3	基本計画	134
5.3.1	灰処理システムの詰まり対策	134
5.3.2	微粉炭供給システムの耐摩耗対策	148
5.3.3	環境測定	165
5.3.4	設備保全への補助対策	168
5.3.5	基本設計図	174
5.4	施工計画	181
5.4.1	施工方針	181
5.4.2	現地事情及び施工上の留意事項	181

5.4.3	施工・監理計画	182
5.4.4	資機材調達計画	185
5.4.5	実施工程	193
5.4.6	概算事業費	196
5.5	運転維持・管理計画	197

第6章 事業の効果と結論

6.1	灰処理システムの詰まり対策	203
6.2	微粉炭システムの耐摩耗対策	206
6.3	裨益人口	215
6.4	結論	216
6.5	提言	217

資料篇

1.	調査団氏名	資-1
2.	調査日程(実績)	資-4
3.	相手国関係者リスト	資-5
4.	打合せ議事録	資-6
5.	収集資料リスト	資-15

添付表リスト

第2章

表 2-3-1	2000年迄の電力需給予測	9
---------	---------------	---

第3章

表 3-2-1	ウランバートル地方年間気候表	13
表 3-3-1	ウランバートル市での最近10年間におけるエネルギー消費量と人口の 延び	14

第4章

表 4-2-1	第4火力発電所の電気集塵器の1990年の運転時間とボイラに対する 稼働率	19
表 4-2-2	ウランバートル市における最近3ヶ年間の呼吸器病患者数の増加	21
表 4-2-3	ウランバートル市の1987～1991年の5ヶ年間における平均の地上ばい 塵濃度計測値の月別変化	22
表 4-2-4	第4火力発電所の月別不足電力量	24
表 4-2-5	中央エネルギーシステムの年別不足電力量	25
表 4-2-6	送電電力量からみた第4火力発電所の位置付け	27
表 4-2-7	第4火力発電所、ボイラ及びタービン・発電機運転開始年月日	27
表 4-2-8	第4火力発電所、ボイラ主要目	28
表 4-2-9	第4火力発電所、タービン主要目	28
表4-2-10	米国資金援助で旧ソ連より購入予定のエネルギー省下の各設備資機材 リスト(1991. 11. エネルギー省より入手)	36
表4-2-11	ボイラ運転中に電気集塵器を荷電させない原因	40
表4-2-12	モンゴル通産省の運営体制	45
表4-2-13	燃料エネルギー省の運営体制	46
表4-2-14	第4火力発電所運営体制	47
表4-2-15	第4火力発電所－ボイラ部門運営体制	48
表4-2-16	第4火力発電所－電気部門運営体制	49

表4-2-17	改修計画体制及び技術レベル検討表	51
表4-2-18	第4火力発電所ベルトコンベアー仕様	75
表4-2-19	① 第4火力発電所ESP荷電率状況表	77
	② 電気集塵器関係、補修経歴表	80
	③ エアースライダ一点検補修経歴表	88
表4-2-20	① 第4火力発電所灰処理装置用ポンプ類補修実績一覧表 (1991.11.5)	90
	② 第4火力発電所灰捨ポンプ月別運転実績表(1990年)	91
表4-2-21	第4火力発電所灰及び処理水分析結果	93
表4-2-22	粗粉分離器の年平均補修回数	101
表4-2-23	粗粉分離器出口管の年平均補修回数	103
表4-2-24	サイクロンセパターの年平均補修回数	104
表4-2-25	微粉炭管バンド部の年平均補修回数	106
表4-2-26	第4火力発電所一次通風機補修状況	110
表4-2-27	運炭系統故障件数及び停止時間	113
表 4-3-1	第4火力発電所運営体制	126

第5章

表 5-3-1	① エアースライダ用キャンパスの仕様比較表	136
	② 灰レベルセンサー比較表	138
	③ 灰レベルセンサー用ゴム特性比較表	138
	④ エアーショッカー比較表	139
	⑤ 灰処理装置関係の不具合内容及びその対策一覧表	145
表 5-3-2	① 耐摩耗材の比較表	149
	② セラミックス材の比較表	151
	③ セラミックス用接着剤の比較表	152
	④ バンド部セラミックスライニング施工面積表	154
	⑤ バンド部数量表	154
表 5-3-3	サイクロン出入口微粉濃度	161
表 5-4-1	技術指導必要項目	183

表 5-4-2	輸送ルート比較表	185
表 5-4-3	資機材調達計画表	187

第6章

表 6-1-1	1990年のウランバートル市各発電所の石炭種類と消費量	204
表 6-1-2	第4火力発電所：改修計画実施によるESP稼働率向上効果の予想	205
表 6-2-1	第4火力発電所のボイラとタービン・発電機の稼働率と利用率の年別 変化	208
表 6-2-2	第4火力発電所：1990年のタービン発電機の運転記録	208
表 6-2-3	“ : 1990年のボイラの運転記録	209
表 6-2-4	“ : ボイラ運転時間実績と1994年の予想されるボイラ 運転時間	209
表 6-2-5	“ : ボイラ事故停止記録	210
表 6-2-6	“ : ボイラ事故停止の実績と1994年の予想されるボイラ 事故停止時間	210
表 6-2-7	“ : 1991年1月～6月のボイラ・タービンの稼働率実績	211
表 6-2-8	“ : 1994年の予想されるボイラ事故停止時間（改修計画 を実施した場合）	212
表 6-2-9	“ : 改修計画実施によるボイラ稼働率向上の効果の 予想	213

添付図リスト

第2章

図 2-2-1	モンゴルにおける主要送電網（1990年末現在）	6
---------	-------------------------	---

第4章

図 4-2-1	第4火力発電所全体配置図	29
図 4-2-2	ボイラ・タービン配置図	30
図 4-2-3	ボイラ・タービン室断面図	31
図 4-2-4	ボイラトラブルの集計（第4火力発電所）（全ボイラの運転開始日より1990.12.31まで）	43
図 4-2-5	① 電気集塵器位置図	53
	② 電気集塵器（ESP）寸法図	53
	③ 灰処理システム基本フロー図	54
	④ ボトムアッシュ系基本フロー図	56
	⑤ フライアッシュ系基本フロー図	58
	⑥ 灰捨系基本フロー図	59
	⑦ 灰処理給水系基本フロー図	61
	⑧ 灰捨場配置図	64
図 4-2-6	現場状況写真	
写-1	電気集塵器内部	65
写-2	電気集塵器ホッパー灰レベル計現状	65
写-3	電気集塵器集塵極槌打用駆動装置	66
写-4	電気集塵器集塵極槌打用駆動装置（取り外したギヤ部分）	66
写-5	フライアッシュ系エアスライダー	67
写-6	エアースライダー用キャンバス（金網）損傷状況	67
写-7	灰捨ポンプ出口弁	68
写-8	灰処理給水管スケール付着状況	68
写-9	灰捨場フローティング上水取口	69
写-10	灰捨場	69

図 4-2-7	微粉炭燃焼装置系統図	73
図 4-2-8	現場状況写真	
写-1	バーナーまわり微粉炭管（微粉リーク状況）	74
写-2	粗粉分離器とサイクロンセパレーター	74
図 4-2-9	コンベアー系統図	76
図4-2-10	① ホッパー内灰詰まり状況図	78
	② 集放電極槌打用駆動装置不良状況図	79
	③ エアースライダー不良箇所発生分布図（摩耗・穴明き）	82
	④ フライアッシュ系の温度状況（1991.10.28 2号機）	82
	⑤ 灰処理水のPHと温度状況（1991.10.28）	86
	⑥ 灰処理水系、スケール成長傾向表	87
	⑦ 灰処理水系、スケール成長分布図	87
	⑧ 灰捨ポンプ出入口弁配置図	92
図4-2-11	灰処理給水管酸洗い実施範囲	95
図4-2-12	微粉炭燃焼装置摩耗箇所	97
図4-2-13	現場状況写真	
写-1	ミル出口管	99
写-2	ミル出口管内部 その1	99
写-3	ミル出口管内部 その2	100
図4-2-14	現場状況写真	
写-1	微粉分離器全体	102
写-2	微粉分離器内部コーン部	102
図4-2-15	現場状況写真：粗粉分離器出口管	103
図4-2-16	現場状況写真	
写-1	サイクロンセパレーター全体	105
写-2	サイクロンセパレーター内部（入口部側壁）	105
図4-2-17	現場状況写真	
写-1	微粉炭管ベンド部（板状）その1	107
写-2	微粉炭管ベンド部（板状）その2	107
写-3	微粉炭管ベンド部（板状）その3	108

図4-2-18	現場状況写真	
写-1	一次通風機羽根（新品）	111
写-2	一次通風機羽根（摩耗したもの）	111
写-3	一次通風機羽根（取替品）	112
図4-2-19	コンペアーベルト損傷現場状況写真	114
図4-2-20	照明不良現場状況写真	120

第5章

図 5-3-1	① 電気集塵器、稼働率及び集塵効率低下要因	135
	② エアーハンマー概念図	140
	③ エアースライダー灰詰り除去要領図	141
	④ 自走式吸引清掃装置概略図	143
図 5-3-2	① ミル出口管施工面積概念図	156
	② 粗粉分離器施工面積概念図	156
	③ 粗粉分離器出口管施工面積概念図	157
	④ サイクロンセパレーター施工面積概念図	157
	⑤ 微粉炭管ノーマルバンド部施工面積概念図	158
	⑥ 微粉出管板型バンド部施工面積概念図	159
図 5-3-3	電気集塵器出入口煙道測定座寸法	166
図 5-3-4	現場状況写真	
写-1	5号電気集塵器入口煙道	166
写-2	7号電気集塵器出口煙道及び測定用ステージ	167
図 5-4-1	事業実施体制	182
図 5-4-2	モンゴル国第4火力発電所改修計画工事工程表	195

第1章 緒 論

第 1 章 緒 論

モンゴル国は、1921年に独立して以来、70年間にわたり旧ソ連の援助の下で経済開発を続けてきたが、1990年に行われた独立以来初の自由選挙により誕生した新政権は、従来の旧ソ連・東欧への依存体制を改め、「ウールチロルト・シネチレル」と呼ばれるモンゴル独自の民主化改革路線を歩みはじめ、「計画経済と市場経済の調和のとれた発展」を目指して、西側諸国との関係拡大にも努めている。

人口57万人（1990年末現在）と全人口の約27%が集中している首都ウランバートル市では、市場経済化と工業化の政策にともなって人口が増大し続けており、市を中心とする中央6県の都市経済基盤の整備も、財政難等により遅々として進展していない状況にある。なかでもエネルギー（電力、熱水、蒸気）の供給は、近年の急速な需要の伸びに対して対応不可能である上、旧ソ連での炭鉱スト、電力不足のため旧ソ連より送られる電力もとだえがちになり、旧ソ連からの保全資機材の供給も不安定で、特にエネルギー需要がピークをむかえる冬期には深刻な状態にある。

ウランバートル市を含む中央6県へのエネルギー供給は、主として第3及び第4火力発電所より供給されている（第1は閉鎖、第2は緊急用）が、特に540MWの最大容量（ボイラ8缶、タービン発電機6機）を有している第4火力発電所の役割が大きい。

ところが第4火力発電所では、ボイラの稼働率は50%台ときわめて低く、特にマイナス40℃を越える程の厳冬期もあり、暖房用の熱水の供給が民生上どうしても優先されるため発電量も抑えられ停電が多発している。

さらに、ボイラが運転されても電気集塵器が完全には荷電されないため、発電所の煙突からは褐色の煙がはき出されることが多く、特に冬期は、ボイラ負荷が高い上に大気中に逆転層が形成され、風向きによってはウランバートル市民の健康に悪影響を及ぼす事が心配されている。

かかる状況に於いて、1991年7月、モンゴル国政府は日本国政府に対してウランバートル市の第4火力発電所改修に関する無償資金協力を要請してきた。

日本国の国際協力事業団は、1991年8月、直ちにプロジェクト形成調査団を2週間派遣し、要請内容の確認、協力可能な範囲とその内容の見極め等を行った。さらに、8月、第4火力発電所に対しては、1991年冬の電力需要ピーク時対象として緊急の改修工事を一部実施することが効果的と判断して、別途に専門家派遣単独機材調査団を派遣し、調査の結

果4名の専門家派遣と資機材の一部供与を決定し1991年11月より1ヶ月間実施に移した。

本事業団は、プロジェクト形成調査の結果をふまえて、対象施設を第4火力発電所に限定し、1991年10月11日から11月8日まで本事業団無償資金協力調査部長の新保昭治を団長とする基本設計調査団を派遣した。調査団は、燃料エネルギー省、通産省等のモンゴル国政府関係者との協議、第4火力発電所の運転保全担当責任者との討議、資料収集、現地調査を行い、基本的合意事項は議事録としてとりまとめた。

帰国後、上記の調査結果に基づいて、本計画の詳細な協力可能な範囲とその内容を検討した。検討にあたっては、1991年11月に実施した緊急対策の結果も反映した。このような過程を経て、改修計画は、裨益効果を検討の上、基本計画、施工計画、管理計画を作成し、事業費の積算を行い、ドラフト・ファイナルレポートとしてまとめた。

本事業団は、このレポートの改修計画を最終的に確認するため、再度1992年2月21日から2月28日まで本事業団無償資金協力業務部業務第一課長の城所卓雄を団長とする調査団を派遣し、モンゴル側関係者への説明、協議を行った。

本報告書は、その結果とその後の検討を勘案して、事業実施案としてとりまとめたものである。尚、調査団員のリスト、調査日程、主要面談者リスト、協議議事録等の写しを資料篇に挿入する。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 モンゴル国の概況

(1) 一般国情

モンゴルはその全周囲を旧ソ連及び中国に囲まれ、国土の東西の最大距離は 2,392 km、南北では 1,259kmで、面積は 156万 6,500km²である。

気候は大陸性気候で、年間を通じて最も寒い月は1月（平均気温マイナス21℃）であり、又最も暑い月は7月（平均気温17℃）である。

人種的には、ハルハ族が80%を占め、カザフ族、ドルフト族等約10種類の民族がこれに続く。

宗教はチベット仏教（ラマ教）である。1921年のモンゴル革命以後共産党政府の弾圧政策によりその影響力をほとんど無くしたが、近年の開放政策により徐々に回復しつつある。言語はモンゴル語を公用語とし、その他カザフ語も一部で使用されている。

(2) 人口

全人口は 2,149,300人（1990年）で人口増加率は約 2.5%である。全人口の約27%が首都ウランバートル市に居住している。

(3) 経済、財政

モンゴル政府は、1987年から経済体制改革に着手し、90年には開放政策を取り、西側諸国との結びつきの強化に努めてきたが、旧ソ連・東欧諸国の経済状態の悪化の影響を受け、モンゴル経済は年々悪化の一途をたどってきた。

現在は、社会主義から民主化・市場経済化を中核とする経済改革を実行中であるが、急激な改革を伴う転換期にあり、生産、サービス両部門とも、90年末からの活動低下はとくに顕著で、ひき続き91年度も経済困難に直面している。加えて、旧ソ連からの経済援助の大幅な後退や停止によるモノ不足は深刻である。

1991年6月には、今後2年半の間に国有財産の半分以上を民間に売却するという抜本的な民営化措置がモンゴル政府から発表された。

日本政府も、8月の西側諸国として初めての海部首相の訪問と前後してモンゴルへの支援を強化した。訪問時には、20億円の資金の無償援助も明らかにされた。さらに、日本主導で、東京に於いて、モンゴルの援助国会議が開かれ、世界の先進国と国際通

貨基金（IMF）、アジア開発銀行（ADB）などの国際機関も参加し、1億5,500万ドルの協調援助が決められた。日本は最大の援助負担国となった。さらに1992年春には第2回目の会合が開かれる。これと併行して、民間レベルの交流も盛んになっている。

(4) 産 業

モンゴルの主要産業は鉱工業と農牧産で、輸出では銅と農牧業製品が各々40%となっている。代表的な農牧業の輸出製品として知られているのはカシミアであり、エルデネットの銅・モリブデン採掘・選鉱コンビナートは1978年から操業開始しているが、その規模は東洋最大で世界10指に入るといわれる。主な工業都市にはウランバートル市、北部のダルハン市、エネルデネット市、東部のチョイバルサン市がある。

(5) 社会環境

コメコン（経済相互援助会議）の一員として旧ソ連の経済圏下にあったモンゴルは、コメコンの崩壊で否応なく社会主義から民主化・市場経済化を中核とする開放政策へ移行中である。このため、西側諸国との結びつきの強化にもつとめてきたものの、旧ソ連・東欧諸国の経済状態の悪化の影響を受け、経済的に逼迫した状態にある。そして、東欧ほど劇的ではないが、1990年春に一党独裁制を放棄して複数政党制を導入して以来の社会環境の変化は急激である。

革命後モンゴルは、食料品、日用雑貨から機械設備、石油にいたるまで旧ソ連に依存して、1990年の対外貿易の89%までが対ソ貿易だった。これが旧ソ連経済の破たんでもンゴルに直撃し、深刻なモノ不足におちいつている。1991年4月からは都市部を皮切りに食料品の配給制度がスタートした。西側、特にアジア諸国から買い付けたいが、外貨はほとんどゼロの状態でもれもままならない。

市場経済がまだ試行錯誤の段階にあるモンゴルでは、働き口は極端に少なく、失業者の増加に拍車がかかっている。急速にすすむ自由化の波に将来への不安も拡大している。

そうした中で、1991年から1992年にかけて国有企業の私有化移行が実行に移されようとしている。新しい憲法も人民大会議で討議されている。3年以内には完全な市場経済に移行することになるだろう。

2.2 エネルギー事業分野の概況

モンゴル国のエネルギーは、電力と熱によって成り立ち、その源は自国産の石炭である。全国平均でも最低は冬でマイナス21℃、最高は夏で17℃程度、日変化ではマイナス40℃よりも下がることめざらしくない、という寒冷地であるので、火力発電所は、電力供給と共に、その近くの工場には蒸気、一般民衆には熱水も供給している熱併給方式が採用されている。

従って、発電所規模をその発電容量でのみ表示するのは正しくない。発電所のボイラ容量は、日本の大型事業用火力発電所のような発電のみを目的とするユニット方式にくらべると、発電容量相当の2～3倍の容量をもっているのが普通である。

発電所の運転や保守を考える際には、電力供給のみならず、蒸気と熱水の供給も考えることが必要であり、これらを総合したものがエネルギー事業分野である。

モンゴル国は、首都ウランバートル市、その近くの産業都市エルデネット市（ブルガン県）、ダルハン市（セレンゲ県）を中心に発展してきた。今後もこの3地区を中心に発展するであろう。その近くの3県と首都のドブ県を合わせ計6県を結んだ電力網が110kVと220kVの送電線で結ばれ、これを中央エネルギーシステムが統轄しており、その発電設備容量は、1991年8月現在 713.5MWである。将来的には、この電力網をさらに拡げてゆく意向がある。旧ソ連からの送電線もダルハンの変電所に結ばれて電力供給をうけている。

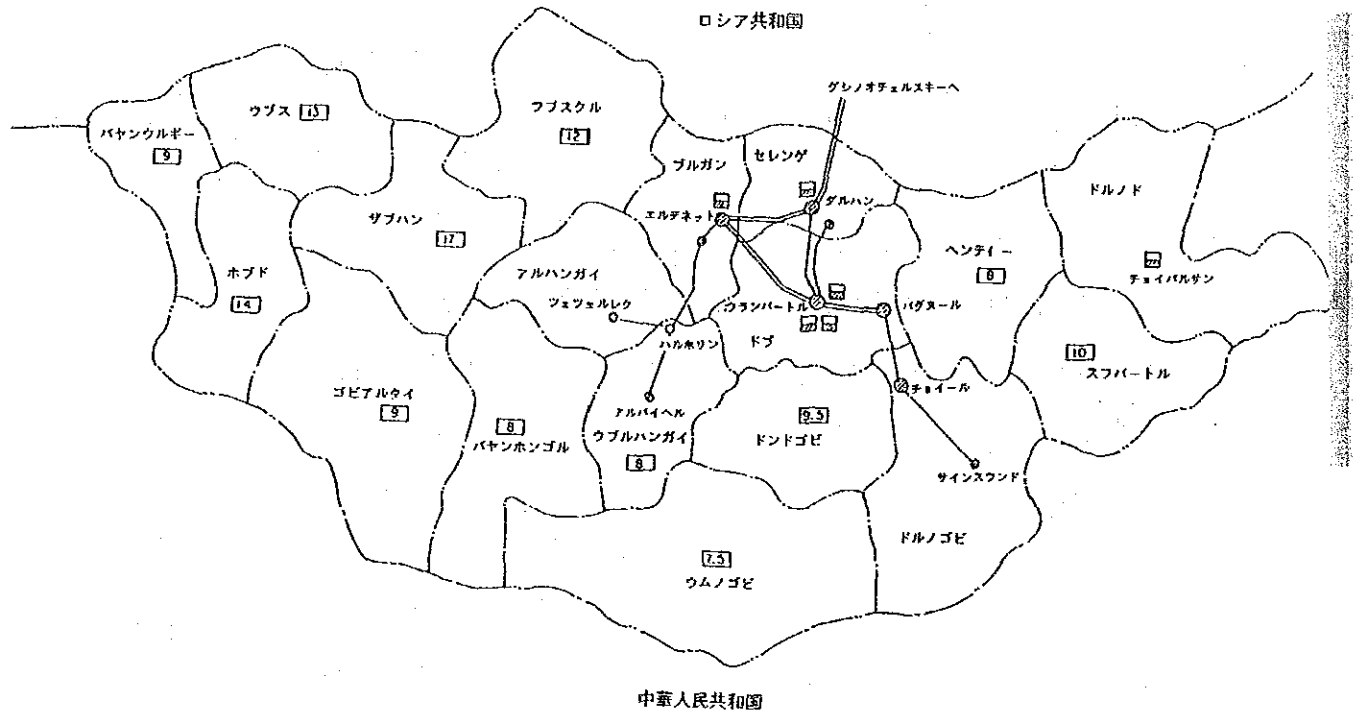
中央エネルギーシステム下の6県以外の11県には夫々ディーゼル発電設備があり、夫々単独に電力供給を行い、熱水は別に単独のボイラをもって供給している。ドルノド県のチョイバルサン市には熱供給火力発電所がある。

モンゴル国全体の発電設備容量は、約 877MWである。

電力網の状況を図 2-2-1に示す。

中央エネルギーシステムには、表 3-4-1にも示すように、5つの火力発電所があり、その容量は次のようになっている。

		発電容量 (MW)	ボイラ容量 (t/h)
ウランバートル市	第2火力	21.5	220
	第3火力	148	1,950
	第4火力	460	2,940
ダルハン市		48	750
エルデネット市		36	450
合計		713.5	6,240



凡 例

- ☐ : 火力発電所
- ⊙ : 220kV 変電所
- : 110kV 変電所(主要変電所のみ)
- === : 220kV 送電線
- : 110kV 送電線(主要送電線のみ)
- ☐MW : 独立ディーゼル発電機の設備容量 (主要なもののみ)

図 2-2-1 モンゴルにおける主要送電網 (1990年末現在)

2.3 関連計画の概要

2.3.1 国家開発計画

第8次5ヵ年計画（1986～1990）が、1986年12月に人民大会議において採択された。同計画では、5年間に国民所得が28.8%、5ヵ年平均の農牧業総生産高20.0%、工業総生産高33.7%の割合で増加させる計画であった。基幹産業である牧畜業の不振は、これまで工業化重視に傾きがちであった経済政策の見直しを迫ることとなり、企業の独立採算制採用等を含む経済制度改革が1988年より実施されている。

ところが、1990年の初の自由選挙では政治の民主化が最大の課題になり、社会主義から市場経済への移行という「再革命」が進行中であり、各政府機関の改革と共に、開発計画の大幅な見直しも行われ、調査時点では1991年以降の計画はまだ最終決定されていない。大胆な国有資産の民営化計画が動き出し始めた一方で、旧ソ連からの援助停止に伴う物不足など経済状態は深刻になっている。

1991年以降の計画に関する方針案によると、600近くの事業場や工場で製品開発や技術革新を計画しており、そのため80億米ドルの外貨を含む約689億トゥグリクの資金が必要である。

さらに73.7%の総資本投資が新しい山元火力発電所や銅精錬所等の大型工場の建設に、15.8%が既存事業の更新に、そして10.5%がセメント電柱製造工場等の中小サイズの工場の開発に予定されている。この国の発展を加速させる為に非常に重要なタバントルゴイの原料炭の炭鉱、バガヌール発電所、オボアの垂鉛鉱石選鉱ミルそして冶金・金属精錬工業や化学工業のような200近くの新しい工場の建設が計画されている。

このためには80億ドルの外貨を含む510億トゥグリクの資金が必要である。

もし、上記のプロジェクトの資金問題が解決され、10年の間に実行されれば、生産による国家収入は1995年に210億トゥグリク、2000年に300億トゥグリクとなり、1990年と比較して1995年には1.3倍、2000年には2.0倍となる事が予想されている。

1991年7月の先進国首脳会議（ロンドン・サミット）の議長声明は「モンゴルの改革の前進は一層の支援を行うに値する」と指摘して西側先進諸国の総意の形で支援を約束した。さらに、9月の東京での「モンゴル支援国会合」で、国際的支援が確認さ

れた。この具体化の動きと共に、国家開発計画も具体的に動き出すものと思われる。

2.3.2 地方開発計画

国家開発計画が議会承認されていないため地方開発計画は未だ策定されていない。全人口の27%、57万人が集中するウランバートル市は44%の所帯が未だ遊牧民テントに居住しており、又市内の人口の約50%が30才以下といわれており、住宅の供給は急務である。

インフラの整備及び労働力の確保等を考慮すると、ウランバートルを中心とする中央6県の開発が他地方に先掛けて進められると考えられる。

2.3.3 エネルギー事業分野開発計画

モンゴル国家開発計画の予想によると、電力需要は1995年には1990年の1.6倍となる。これに対応するには新規の電力供給源の建設が必要であり、最終容量として600MWの設備容量をもつ石炭焚熱併給火力発電所をバグヌールに建設することが考えられ、日本コンサルタント協会による調査もすでに行われている。

輸入電力を減らし、あわせてエネルギーシステムの負荷変動調整能力を高める為、150~200MWの水力発電所の建設も必要になる。さらに、ウランバートル第4発電所や第3発電所の稼働率向上の改修計画が予定されている。

セメント電柱、銅ケーブル、アルミケーブル、碍子を製造する中小工場の建設も必要とされている。主な新設計画と改修計画は次の通りである。

新設計画

1. バグヌール火力発電所 600MW
2. 小規模火力発電所
 ダランザドガド 10MW
 アルタイ 15MW
 バロンオルト 15MW
3. 110kV及び220kV送電線
4. 9県の熱水ボイラ
5. ダルハン市熱水ボイラ

改修計画

1. ウランバートル市第3発電所
2. ウランバートル市第4発電所
3. ダルハン市発電所
4. ドルノド市発電所
5. ウランバートル市送電指令所

表 2-3-1に中央エネルギーシステムの2000年迄の電力需給予測を示す。この表は、最大需要量に対する最大供給量のバランスシートを示す。

表 2-3-1 2000年迄の電力需給予測

[単位：MW]

年		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
需 予 要	最大需要 予備力	590	630	676	722	760	814	860	924	988	1,050	1,115	1,180
	必要能力(A)	590	730	786	832	880	964	1,010	1,074	1,138	1,200	1,315	1,390
供 給	ウランバートル第1発電所	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ウランバートル第2発電所	12.5	14	14	14	14	14	-	-	-	-	-	-
	ウランバートル第3発電所	106	110	110	110	110	110	110	136	136	136	136	136
	ウランバートル第4発電所	390	380	460	460	500	500	500	500	540	540	540	540
	ダルハン発電所	43.5	40	40	40	40	40	40	40	40	36	36	36
	エルデネット発電所	18	20	20	20	20	20	20	24	24	29	29	29
	チョイバルサン発電所	-	-	-	-	-	-	24	24	24	24	12	-
	バガヌール発電所	-	-	-	-	-	150	300	300	450	600	600	750
	輸入電力	20	166	142	188	196	130	16	50	0	0	0	0
			(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)				
総供給能力(B)	590	730	786	832	880	964	1,010	1,074	1,214	1,365	1,353	1,491	
		(564)	(644)	(644)	(684)	(834)	(994)	(1,024)					
差 (B) - (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	+76	+165	+30	+101	
		(-166)	(-142)	(-188)	(-196)	(-130)	(-16)	(-50)					

- (註) 1. 供給は設備能力を示す。
 2. 輸入電力は旧ソ連からの輸入を示し、[]内は輸入出来ない場合を示す。
 3. 1991年11月エネルギー省に確認済。
 4. 第四発電所の場合、公称能力は540MWであるが、最大出力は660MWである。所内率を16%とすると最大供給力は550MWとなる。
 ※ 燃料エネルギー省より1991年3月入手

2.4 要請の経緯と内容

2.4.1 要請の経緯

1991年6月鈴木外務次官モンゴル訪問の際、モンゴル政府は日本に要請している最重要経済協力4案件の1つとして電力関連プロジェクト、特に既存設備の改修と新規発電所建設を挙げた。その後7月5日付でモンゴル通産省から緊急課題として次の2点の要請があった。

- ① 第4発電所の主要設備緊急修理のための専門家派遣
- ② 同発電所の稼働率を向上させるための無償資金協力による機材供与の緊急経済協力

①に関しては1991年8月、本事業団の専門家派遣単独機材調査団がエネルギー省を訪問し、派遣する専門家の人数・分野、専門家が用いる必要資機材等について調査を実施し、その調査結果に基づき1991年の冬の電力需要ピーク乗り切りのため同年11月に夫々約1ヶ月間、4人の専門家が派遣された。

②に関しては同じく同年8月に、プロジェクト形成調査団を派遣し、要請内容を確認すると共に、この調査団の答申に基づき、基本設計調査団の派遣となった。

2.4.2 要請の内容

要請の内容は、ウランバートル第4火力発電所を対象とし、微粉炭供給システムの耐摩耗対策を通じてのボイラの稼働率向上と、灰処理システムの改修を通じての煙突からのばい塵排出量軽減により、電力の安定供給の確保と住民の生活水準を向上させることである。この要請を受けて、基本設計調査団は、モンゴル国政府関係者と協議の上、主として次の資機材提供による改修計画であることを確認し、基本的合意事項として議事録がまとめられた。(議事録は資-9参照)

- 1) 灰輸送管及び仕切弁
- 2) 灰処理用給水管及び弁
- 3) 灰レベル計
- 4) ばい塵吸引用自動車
- 5) ばい塵測定器
- 6) セラミックスタイル

- 7) 耐摩耗材肉盛鋼板
- 8) 一次通風機羽根肉盛溶接棒
- 9) 耐摩耗鋼板
- 10) 石炭コンベア用磁気選別器
- 11) SO₂/NO_x計
- 12) 防塵防爆型照明器具

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3.1 計画地の位置及経済事情

本改修計画の対象である第4火力発電所はモンゴルの首都であるウランバートル市内にある。ウランバートル市はモンゴル国全18県のうち、ほぼ中央に位置するドブ県にあり、緯度上はパリ、ハバロフスク、シアトルと、経度上はハノイ、ジャカルタとほぼ同じである。人口57万5,000人（1991年3月現在）とモンゴルの全人口214万9,300人の約27%が居住するモンゴル第一の都市である。この結果人口密度は4人/km²とモンゴル全体の1.35人/km²と比較して約3倍となっている。総所帯数は11万6,400戸で、近代的なアパート群が建設されている一方、モンゴルの伝統的住居であるゲル（遊牧民テント）もそのうちの44.2%を占めている。ゲルでの調理及び暖房には主に石炭が使用されているが、アパートでは設備上から電気しか使用出来ず、停電時には調理も出来なくなる。又、アパートでは暖房は発電所からの温水供給に頼っており、エネルギーの安定供給という点で、市民生活に於ける発電所の位置付けは大きい。

しかし旧ソ連は大幅に経済援助をカットし、発電所の燃料や保全部品が不足し、中ソや日本をはじめとする西欧諸国に緊急援助を求めている。

1991年1月には次の対策がとられた。

- ① 賃金、物価、銀行預金を各々2倍に引上げる。（1月16日実施）
- ② 物不足を乗り切る為、食料品等主要10品目を対象に配給制度を新設する。（1月21日実施）

モノ不足は深刻で食料品売場には長い行列が出来るという状態である。

3.2 自然条件

ウランバートル市は、最終的にはバイカル湖に注ぐことになるオルホン川の支流で東西に流れるトーラ川の右岸に開けた町であり、標高 1,351mの高地にある。市街地は周りを山に囲まれた盆地で、市内面積は約 2,000km²と東京都とほぼ同じ面積である。気候は大陸性気候であり、年間を通じ最も寒いのは1月、最も暑いのは7月で、年間平均気温は 0.9℃、相対湿度は67%、年間降雨量は非常に少なく 233mmである。

月別平均気温、湿度、降雨量は表 3-2-1の通りである。

表 3-2-1 ウランバートル地方年間気候表

月 別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年間平均	
気 温 (℃)	最 高	-18.3	-14.1	-3.1	4.2	11.2	16.9	17.3	15.7	9.7	5.0	-7.3	-15.7	
	最 低	-23.1	-20.2	-12.8	6.5	7.7	12.8	16.3	13.5	6.9	-2.1	-14.8	-21.4	
	平 均	-21.1	-17.4	-8.8	1.4	9.8	14.3	16.6	14.9	8.4	1.1	-11.6	-18.0	0.9
平均湿度 (%)	82	78	67	55	52	60	66	67	64	64	73	81	67	
降 雨 量 (mm)	1.5	1.9	2.2	7.2	15.3	48.8	72.6	47.8	24.4	6.0	3.7	1.6	233.0	
降雨日数 (日)	—	—	—	1.0	4.1	9.0	14.0	12.0	7.0	2.0	0.0	—	計 49.1	
降雪日数 (日)	3.7	3.0	3.5	3.0	2.1	—	—	—	1.3	2.8	4.6	3.4	計 30.4	

1985～1986年資料、燃料エネルギー省より入手。
但し、雨量、雪量は1921～1986年の公式発表による。いずれもウランバートル市での記録。

3.3 ウランバートル市のエネルギー事情

ウランバートル市でエネルギー消費量が最近10年間でどう変わってきたかを表 3-3-1 に示す。この表では、過去10年間に人口は34%増加しているが、熱供給は55%、電力供給は69%増加している。なお、1991年11月にモンゴル国家開発省がまとめた「今後の基本計画方針（案）」によると、年間の人口増を 2.5%（5万人）、2000年には 270万人になると予想している。

表 3-3-1 ウランバートル市での最近10年間におけるエネルギー消費量と人口の伸び

		単 位	A			B		
			1978	1979	1980	1988	1989	1990
熱消費量	熱 水	10 ⁶ Kcal/h	1,994	1,488	1,783	2,830	2,857	2,840
	蒸 気	"	667	688	694	943	937	924
	計	"	2,661	2,176	2,477	3,773	3,794	3,764
	3年間の平均	"	2,438 (1.00)			3,777 (1.55)		
電力消費量		10 ³ MWh	490	580	650	907	981	1,018
		"	573 (1.00)			969 (1.69)		
人 口		10 ³	410.0	418.7	431.3	548.4	560.6	575.0
		"	420.0 (1.00)			561.3 (1.34)		

(注) ・熱水は民生用に、蒸気は産業用に発電所より配管で送られる。

・1978～1980の3年間の平均をAとし、10年後の1988～1990年の3年間の平均をBとして、()はAを1.0とした場合のBの倍率を示している。

・燃料エネルギー省より1991年10月入手。

3.4 エネルギー料金

エネルギーは、電気、温水、蒸気に分けられ、温水は各家庭、商店、公共施設、工場に配管で市内の火力発電所から供給されている。蒸気は工場用である。必要に応じ再加熱して使用されるが、市内を走る配管の保温も剥げ落ちたところがみられ熱損失が多い。冬期での気温低下時（朝方）の室温の確保が問題となるので、火力発電所のボイラは、夜間でも連続運転が要求される。エネルギー料金徴集を含めたエネルギー体系を確立するには、配管の整備も含めボイラの安定した運転が望まれる。調査時点での発電所保全要員の月給は平均すると 1,000~2,000 Tugrikであり、エネルギー料金は30~50 Tugrik/月であるから、2~5%をしめることになり、日本の平均家庭の3~6%にくらべるとほぼ同等である。

3.4.1 電気料金

モンゴルでの電気料金は日本（1989年のOECD購買力平価換算で24円/kWh）と比較して非常に安く設定されており、公定為替レート of 1 US\$=40Tugrikとしても、1.6円/kWh（1 US\$=130円と仮定）となる。

(1) 工業用と家庭用の電気料金 (Tugrik/kWh)

地 域	工業用	家庭用
・中央エネルギーシステム管轄内 （ウランバートル市を含む）	0.35	0.50
・チョイバルサン地域	0.95	0.50
・その他地域	0.93	0.50

但し工場を除く総ての公共施設には0.35Tugrik/kWhを適用、又、工業用は尖頭負荷を軽減するため次の時間帯で係数が乗じられる。

高負荷帯：AM 7:00~AM 10:00 × 5

PM 5:00~PM 10:00 × 5

低負荷帯：PM 10:00~AM 7:00 × 1/7

(2) 電力量計が設置されていない家庭はソケットの数や、電球の容量に応じて次の料金が適用される。

分 類		料金(Tugrik/月)
1.	ソケット1個につき	50.00
2.	25W電球1個につき	2.80
3.	40 "	4.60
4.	60 "	7.00
5.	75 "	8.80
6.	100 "	11.60
7.	150 "	17.40
8.	200 "	23.20
9.	500 "	58.00
10.	1,000 "	116.00

3.4.2 温水料金 (暖房用温水料金)

分 類	供給先	単 位	Tugrik/月
• 暖 房	家 庭	}	m ²
	アパート		
	学生寮		
• 暖 房	地下室	m ²	2.50
• 工業用	サービス業	Gcal	55.00
• 温 水	家 庭	}	人
	学生寮		
• 暖 房	工 場	m ²	1.85
	事務所		
• 工業用		Gcal	55.00

(注) 温水供給は毎年9月15日から5月15日の間にのみ実施

3.4.3 蒸気料金 (工業用、Tugrik/Gcal)

蒸気圧力 (kg/cm ²)	Tugrik
• 1.2 ~ 2.5	48.00
• 2.6 ~ 7.0	51.00
• 7.1 ~ 13.0	55.00
• 13.1 ~ 21.0	57.00
• 21.1 <	61.00

第4章 協力計画の検討

第4章 協力計画の検討

4.1 目的

モンゴル国ウランバートル市第4火力発電所は旧ソ連の技術により主に1980年代に建設されたものである。運転を開始して以来10年も経過していないにも拘らず現在は、旧ソ連経済悪化の影響による資金・技術援助の大幅な低下や停止に伴う輸入原材料・部品等の不足、又旧ソ連技術者の引き上げ、運転維持・管理技術の不足による機器劣化は発電所の稼働率を低下させ、電力安定供給に支障を来している。その結果、頻繁な停電を余儀なくされると共に住民への暖房も滞る状態となっており、経済発展の大きな障害になっている。

又電気集塵装置の不十分な運転は多くのばい塵を排出させ、冬季の逆転層の形成により大気汚染が助長されている。

かかる状況は現在進めている民主化経済改革政策の阻害要因にもなりかねないとの危機感もあり、同国政府はその緊急対策として電力の安定供給と排出されるばい塵軽減を目標とした第4火力発電所の改修計画を策定したものである。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性、必要性の検討

(1) 妥当性の検討

ウランバートル市の安定電力供給を図るための緊急対策プロジェクトとして以下に示す他の代替案と比較して、本改修計画の妥当性を次のように検討する。

1) 発電所の新設案

改修工事の代替としての新設案は、ウランバートル市郊外に200MW容量の新設の火力発電所を計画し、現在の第4火力発電所を改修せずに、その負荷を約半分に下げれば、煙突から排出されるばい塵量は50%になり、電力と熱は新設火力発電所と第4火力発電所から供給されることになる。郊外に設置することと、西欧型新設火力であるのでウランバートル市へのばい塵の影響は無視できる。

200MWの石炭焚火力発電所新設案では、建設費約400億円、それに送電線と蒸気・熱水の配管の増設50億円、合計450億円の資金が必要であり、しかも運転に至るリードタイムが4～6年必要であり、モンゴル側の要請に応えられるもので

はない。ばい塵量も50%程度にしか軽減されず、しかも第4火力発電所は依然として運転しなければならないから、保守経費は増えつづけることになる。

新設案は、将来のエネルギー増に対応するために将来考えるべき案ではあっても、本改修計画の代替とはなりえない。

2) 他発電所の修復

前述の如く第4火力発電所は電気出力540MWの中央エネルギーシステム内の70%の電力需要に応じている最大・最新の発電所である。煙突から排出されるばい塵量も大部分この発電所のものである。これに対し、第2火力発電所は20~30年前に運転開始し、電気出力は21.5MWの小容量老朽火力であり、近い将来廃却されることになっている。又、第3火力発電所は1968~1981年に運転開始し、電気出力も148MWと小さく、しかも米国の援助で改修計画を進めている。

以上からウランバートル市内の他の発電所の修復は、日本の無償援助の対象とはなり得ない。

3) 旧ソ連からの買電

中央エネルギーシステムは旧ソ連の電力網と連系されており、モンゴル国は、1989年が16万MWh、1990年が23万MWhと毎年購入してきた。これ迄は単価は高いものの（従来は3.5カペーカ/kWh=3円/kWh）、不足電力は旧ソ連からの融通が可能であった。しかし、1991年以降の契約は難行し、その単価はさらに倍以上のUS\$0.05/kWh（約7円/kWh）に上昇した上、バーター取引契約となったものの、モンゴル政府としては外貨節約の観点から、例え可能であっても買電は抑えたい意向であり、更に現状では旧ソ連の国内情勢から一方的に連系をカットされる状況であり、旧ソ連からの買電は代替案とはなり得ない。

以上の検討の結果、本改修計画が、現在のモンゴルの抱えている問題への対策として妥当であると判断する。

(2) 必要性の検討

発電所の煙突からのばい塵排出及び中央エネルギーシステムに於ける電力不足の現状を解析する事によって本計画の必要性を検討する。

1) 電気集塵器の低稼働率と低荷電率

① 第4火力発電所の現状

表4-2-1は、1990年の電気集塵器のボイラ別、月別の運転時間とボイラに対

する稼働率を示す。即ち、ボイラの運転は稼働率50%台になっているが、電気集塵器のボイラに対する稼働率が平均72.9%ということは、ボイラが運転されていても電気集塵器が全く荷電されていない場合が27.1%あるということを示している。さらに、この72.9%でも、別項の調査結果で明らかなように、平均の荷電率は40%であり、日本のように必ず全荷電されていないのが実状である。

この低稼働率の原因は、電気集塵器自体では無く、集塵器組打用駆動装置の不良が一番多い。不良内容としてはモーターの焼損、減速ギヤの加工精度が低い事により寿命が1ヶ月程度と短い事、ハンマーシャフトの曲がり及び切損などである。又エアスライドなどの灰出し装置にもキャンバスの目詰まり・摩耗・穴明き、ホッパー灰レベル計作動不良及びホッパー用エア供給不足等の問題がある。ホッパー下は別建屋内にあるが、やはり中は暗くフライアッシュの漏れで保全環境が悪い。灰処理システムでは、フライアッシュ排出系と給水系

表 4-2-1 第4火力発電所の電気集塵器の1990年の運転時間とボイラに対する稼働率

月	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	N 7	計
1	223	432	468	445	443	485	-	2,496
2	249	316	268	416	468	75	416	2,208
3	-	319	479	349	344	271	356	2,118
4	-	337	452	113	228	382	197	1,709
5	-	178	386	100	487	336	651	2,138
6	-	-	144	459	352	50	322	1,327
7	-	184	-	93	-	339	438	1,054
8	-	438	-	175	161	251	268	1,293
9	-	113	-	338	-	347	491	1,289
10	-	197	237	130	-	433	375	1,372
11	-	334	266	448	-	-	432	1,480
12	-	252	515	434	220	186	253	1,860
計	472	3,100	3,215	3,500	2,703	3,155	4,199	20,344
総運転時間 (h)	671	4,971	4,590	4,956	3,086	4,140	4,774	27,908
ボイラに対する稼働率 (%)	70.3	62.4	70.1	70.6	75.9	76.2	88.0	72.9

(注) 第4火力発電所より1991年10月入手

で摩耗とスケール付着（配管の詰まり）のトラブルを起こしており、集塵器稼働率低下の原因となっている。同じ理由から、電気集塵器を運転していても40%程度しか荷電して無く、集塵効率が極めて悪い。加えてボイラ運転の際はほんとしても電気集塵器を運転せねばならないという意識が保全員に十分徹底されていない。

資材不足に対しては、今回の改修計画の中で代替の資材を選定して供与することにより、ある程度対応できるが、保全要員の運転技術と意識に関してはその改善にかなりの時間がかかるものと判断される。

② ウランバートル市における呼吸器病患者数の増加

表 4-2-2は、最近3ヶ年間の呼吸器病患者数の増加の傾向を示す。即ち、1988年には全人口の19.9%だったのに、2年後の1990年には42.8%に増加している。ウランバートル市は若い人の流入が多く、全人口の約50%が30才以下といわれており深刻な健康上の問題となっていることは事実である。

日本では、昭和40年代初期、空気の汚れと喘息発作の頻度との問題があると論じる告発型が多かったが、調査が進み実体が明らかになるにつれて、最近では汚染空気の影響を観察する疫学調査の様相が変ってきている。この歴史的な流れから考えると、ウランバートル市の市民感情の中に、第4火力発電所の煙の色と呼吸器病患者数増加と短絡的に結びつける心理があるのは当然である。一般市民は停電と同程度に煙の色を白くしてほしいと思っている。公害対策を担当するモンゴルの国家環境委員会も改修工事の結果に強い関心を寄せている。火力発電所の煙の色が患者数増加と直接関連が無いとしても、空気中のばい塵量を軽減してよりよい住環境をつくるのは当然であり、モンゴル住民にとっての電力、暖房と同程度に重要との認識で最大のばい塵排出源である第4火力発電所の電気集塵器の稼働率を向上させる意義は大きい。

表 4-2-2 ウランバートル市における最近3ヶ年間の呼吸器病患者数の増加

病 種		年			
		1万人 当り	1988	1989	1990
呼 吸 器 病		合計 人数	1,991.0	2,722.5	4,275.4
内 訳	気 管 支 炎	人	1,441.5	1,938.2	2,983.6
	肺 炎	人	205.9	264.1	274.7
	慢性 (結核)	人	18.5	36.8	45.0
	その他の呼吸器病	人	245.1	483.4	972.1

(注) ウランバートル市保健管理局よりエネルギー省を通じ1991.3月入手。

③ ウランバートル市における地上ばい塵濃度

表 4-2-3は最近5ヶ年間の地上ばい塵濃度の計測値の平均をまとめ、月別の変化をみたものである。結論としては、この表にみられるように、第4発電所のボイラ負荷が一番低くなる6～8月と一番高くなる12～2月とを比較してみると、大きな差はない。

即ち、最小値は前者が0.10、後者が0.13であり、最大値は前者が0.33、後者が0.28である。日本の環境基準値が1時間平均で0.20であるから、ウランバートル市としても高いばい塵濃度ではない。但し、国家環境委員会としては、計測値自体が旧ソ連製の旧式の自動計測器からえられたものであり、モンゴルの現状を考えれば、保全と調整は不完全なのでその精度に懸念を表明している。

日本としては、最大のばい塵排出源である第4火力発電所のボイラ排ガスのばい塵量を計測することによって、ウランバートル市民と国家環境委員会の理解をうることが重要である。

表 4-2-3 ウランバートル市の1987～1991年の5ヶ年間に於ける平均の地上ばい塵濃度計測値の月別変化

(単位：mg/m³)

月	最小値 (平均)	最大値 (平均)
1	0.13	0.27
2	0.13	0.27
3	0.14	0.29
4	0.19	0.86
5	0.14	0.41
6	0.10	0.23
7	0.10	0.42
8	0.09	0.36
9	0.13	0.65
10	0.13	0.26
11	0.18	0.39
12	0.13	0.30

(注) モンゴル国家環境委員会よりエネルギー省を通じて1991.10月入手。

2) 不足電力量の現状

① 第4火力発電所からみた現状

1990年の1年間の第4火力発電所の事故回数は表4-2-4の通り、245回、不足電力量は221,301MWhであった。月別の変化で見ると、むしろ発電所負荷の低い6～8月に不足電力量が多いが、これはむしろ送電不足になっても悪影響の少ない夏のこの時期にあえてボイラを停めて、整備を実施し、冬のピーク負荷時に備えたとみるのが妥当である。

表4-2-4に1991年1～9月の不足電力量の月別変化(合計82,982MWh)も示す。この期間の1990年の不足電力量は162,841MWhであったから、1991年の前半のそれは約半分となっている。これは激変した経済と社会がやや落ち着いてきたことが寄与しているが、不足資材の旧ソ連からの入手が1990年より1991年の方が、きびしくなっているので、年間を通じての総不足量が半分になるかどうかは疑問である。

この不足電力量分は、旧ソ連から送電されて補充されることになるが、送電がきわめて不安定であったので、停電や工場停止によって対応したことになる。

1990年の第4火力発電所の全送電電力量は、2,018,921MWhであったので不足電力量はこの10.96%、これは相当な不足量であり、年間送電時間を5,000時間として44MWに相当する。

表 4-2-4 第4火力発電所の月別不足電力量

月	事故回数	1990年			1991年
		電力需要量と実発電量との差 (不足電力量)			
		10 ³ kWh	MW	kWh/事故	10 ³ kWh
1	15	5,736	8.0	382.4	5,808
2	14	5,274	7.3	376.7	7,356
3	27	18,048	25.1	668.4	14,239
4	15	5,640	7.8	376.0	1,196
5	19	14,269	19.8	751.0	17,046
6	26	23,918	33.2	919.9	14,598
7	26	41,226	57.3	1,585.6	17,201
8	24	31,933	44.4	1,330.5	3,894
9	21	16,797	23.3	799.9	1,644
10	14	19,994	27.8	1,428.1	
11	20	13,035	18.1	653.8	
12	24	25,431	35.3	1,059.6	
計	245	221,301	307.4		
平均	20.4	18,442	25.6	903.3	
		1991年3月入手			1991年10月入手

(注) ・この表は、中央エネルギーシステムより第4火力発電所に要求された電力量(電力需要量)と同発電所が実際に送電した電力量との差を示している。
 ・燃料エネルギー省より1991年10月入手。

② 中央エネルギーシステムからみた現状

第4火力発電所としては不足電力量が生じても、同じ送電網の中にある他の発電所がバックアップしてくれれば、この不足電力量は多少でも軽減する方向になる。この傾向を確認したのが表4-2-5である。結論としては、1990年は228,400MWhの不足であったから、第4火力発電所で生じた不足分とほぼ同量であり、ほぼ第4火力発電所の不足電力量分が中央エネルギーシステムとしても不足したと考えられる。

以上検討した結果、ばい塵軽減・電力不足の解消のためには本計画が必要不可欠と思料される。

表 4-2-5 中央エネルギーシステムの年別不足電力量

	総電力需要量 (10^3 MWh)	総電力送電量 (10^3 MWh)	不足電力量 (10^3 MWh) (10^3 MWh) (10^3 MWh)
1988年	3,136.9	3,062.0	74.9
1989年	3,248.4	3,090.2	158.2
1990年	3,194.1	2,965.7	228.4
1991年	(3,445)	(3,100)	(245)

(注) 燃料エネルギー省より1991年10月入手

4.2.2 計画対象施設の現状

第4火力発電所は、モンゴルの首都ウランバートル市にある三つの火力発電所の中で最大かつ最新の石炭焚熱併給発電所である。

電力は中央6県の需要先に電力網で送っている外、ウランバートル市の民生用に熱水を、工場に蒸気を送っているモンゴルにとって最も重要な火力発電所といえる。使用している石炭は、ウランバートル市から約130kmにあるモンゴル最大の埋蔵量があるといわれるバグヌールの露天掘炭鉱から供給される黒色褐炭である。

その位置付けは第2章第2項にものべているが、総送電電力量からみると、中央6県の五つの火力発電所の中で約70%を担っており、その内訳を表4-2-6に示す。又、組織と要員数については、表4-2-14の通りである。

公称容量ベースでみると、発電容量では64.5%（1991年10月現在）、75.7%（1992年以降）となり、ボイラ容量をウランバートル市の三つの火力発電所でみると、57.5%（1991年10月現在）、65.8%（1992年以降）となる。どの観点からみても、その稼働率の1%の影響するところがきわめて大きい。

設備容量は、タービン・発電機が現在5基合計公称460MW（1990年10月現在）であり、1991年末にはさらに1基増設されて公称540MWとなる。これに対する定格容量は590MWである。又、最大出力合計は660MWとなっている。ボイラは7缶、いずれも同一サイズで最大連続負荷420t/hであり、1991年末にはさらに1缶増設されるので総ボイラ蒸気発生量は最大連続 $420\text{ t/h} \times 8 = 3,360\text{ t/h}$ となる。

又、改修計画が実際に動き出すのは1992年後半なので、現状の保全状態の悪さから増設号機も早晩稼働率が低下すると考えられ改修の対象は8缶となる。

表4-2-7にボイラとタービン・発電機の運転開始日を示す。いずれも新しく、最も古いボイラ#1でも約8年しか経過していない。表4-2-8と表4-2-9に主機の要目を示す。日本の基準からみると、ボイラ・タービン共に設計は旧式であり、その寸法はかなり大きい。

図4-2-1に発電所全体配置図、4-2-2にボイラ・タービン配置図、4-2-3にボイラ・タービン室断面図を示す。極寒冷地なので、機器はすべて建家内に設置されている。

表 4-2-6 送電電力量からみた第4火力発電所の位置付け

	1988年	1989年	1990年
第2火力発電所	63.5	64.3	57.8
第3火力発電所	516.3	473.2	444.7
第4火力発電所	1,717.2	1,774.1	1,703.3
ダルハン火力発電所	191.6	185.9	151.3
エルネット火力発電所	58.5	73.5	70.4
合 計	2,547.1	2,571.0	2,427.5
第4火力発電所の位置付け (%)	67.4	69.0	70.2

(注) 燃料エネルギー省より 1991年3月入手 (単位: 10^3 MWh)

表 4-2-7 第4火力発電所、ボイラ及びタービン・発電機運転開始年月日

	ユニット番号	容 量	運 転 開 始 日
ボ イ ラ	# 1	420 t/h	30- 8--1983
	# 2	"	16- 1--1984
	# 3	"	9-12--1984
	# 4	"	25-12--1985
	# 5	"	27-12--1986
	# 6	"	31-10--1987
	# 7	"	7- 2--1990
	# 8	"	23-12--1991
タービン・発電機	# 1	80MW	18-10--1983
	# 2	100MW	26-11--1984
	# 3	100MW	27-12--1985
	# 4	100MW	27-12--1986
	# 5	80MW	17- 2--1990
	# 6	80MW	25-12--1991

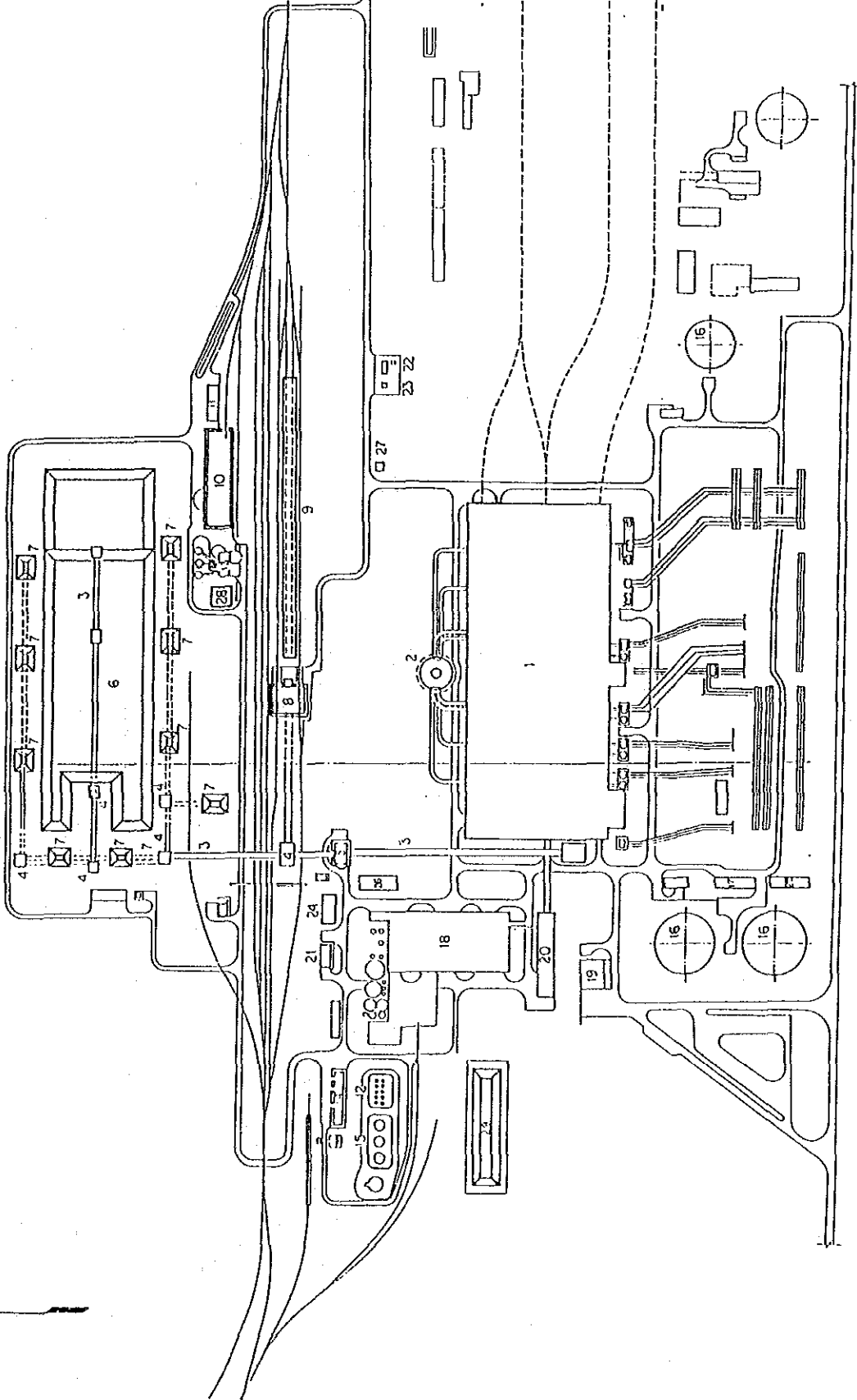
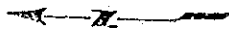
(注) 第4火力発電所より 1991年3月入手

表 4-2-8 第4火力発電所、ボイラ主要目

製 作	旧ソ連	
型 式	屋内・放射単胴自然循環型	
ユニット番号	# 1 ~ # 8	
蒸気条件	蒸 発 量	420 t/h (過熱器出口)
	蒸 気 圧 力	140kgf/cm ² (14MPa) (同上)
	蒸 気 温 度	560℃ (同上)
使用燃料	銘 柄	モンゴル炭 (バガヌール)
	高位発熱量	4,000Kcal/kg (956KJ/kg)
型 式	過 熱 器	つり下型
	火 炉	単炉、水冷壁
	空気予熱器	鋼管型
	石炭バーナ (本数)	コーナー (4 × 3段)
	集塵装置	電気式
	灰処理システム	井戸水混合輸送循環方式
	微粉炭機 (台数)	横置チューブ形 (2台)
	微粉炭システム	半貯蔵ビン (1次送風機による吹込)
通 風 方 式	平衡通風	

表 4-2-9 第4火力発電所、タービン主要目

製 作	旧ソ連	旧ソ連	
蒸気タービン型式	非再熱、抽気調圧復水	同 左	
ユニット番号	# 1、# 5、# 6	# 2 ~ # 4	
タービン入口 蒸気条件	公称出力	80MW	100MW
	定格出力	80MW	110MW
	最大出力	100MW	120MW
	蒸気圧力	130kgf/cm ² (12.7MPa) (主塞止弁前)	
	蒸気温度	555℃ (主塞止弁前)	
流入蒸気量	最大470t/h	最大485t/h、定格480t/h	
タービン排気	流 量		最大325t/h
	圧 力	設計 0.057kgf/cm ² (0.0056MPa)	
冷却水温度	20℃		
回 転 数	3,000rpm	3,000rpm	



28	Rain Water Settling Pond
28	Coal Handling Facility Control Room
27	Inspection Gate
26	1st Pond Water Treatment Facility
25	Heating Water Distributing Room
24	Hydrogen, Oxygen, Nitrogen Receiver
23	Carbide Storehouse
22	Acetylene Storehouse
21	Oxygen Storehouse
20	Service Building
19	Engineers' Building
18	Maintenance Building
17	Cooling Water Pump Room
16	Cooling Tower
15	Heavy Oil Storage Tank
14	Heavy Oil Pump
13	Wagon Inspection Facility
12	Lubrication Oil Warehouse
11	Bulldozer Garage
10	Repair Shop
9	Frozen Wood Warming House
8	Wagon Turning Down
7	Underground Coal Floorer
6	Open Door Coal Storage Yard
5	Crusher Room
4	Conveyor Junction House
3	Conveyor
2	Stack
1	Boiler Turbine House
NO.	Facilities

モニタール図

第4発電所
案内配置図

Fig.

図 4-2-1 第4火力発電所全体配置図

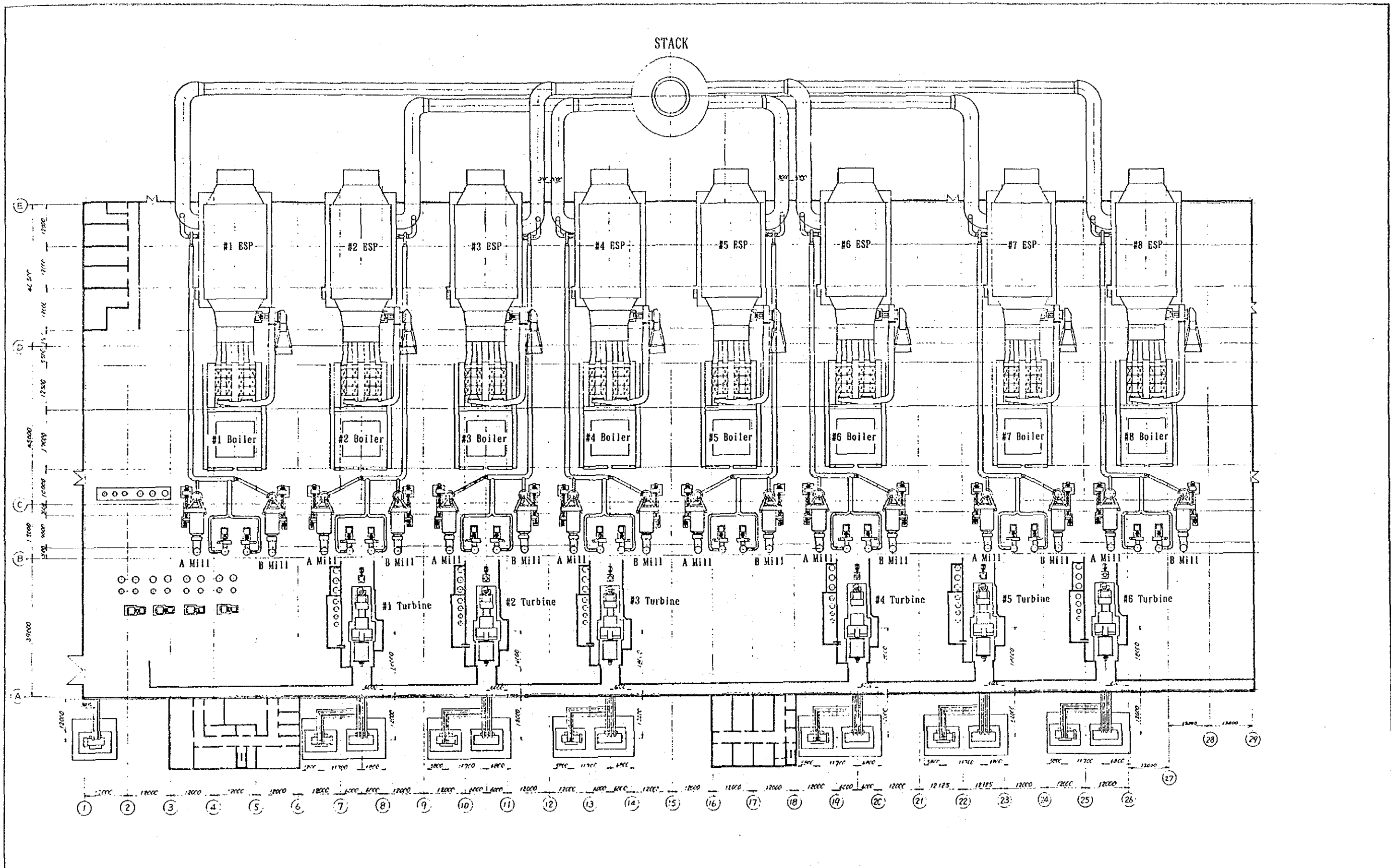


図 4-2-2 ボイラ・タービン配置図

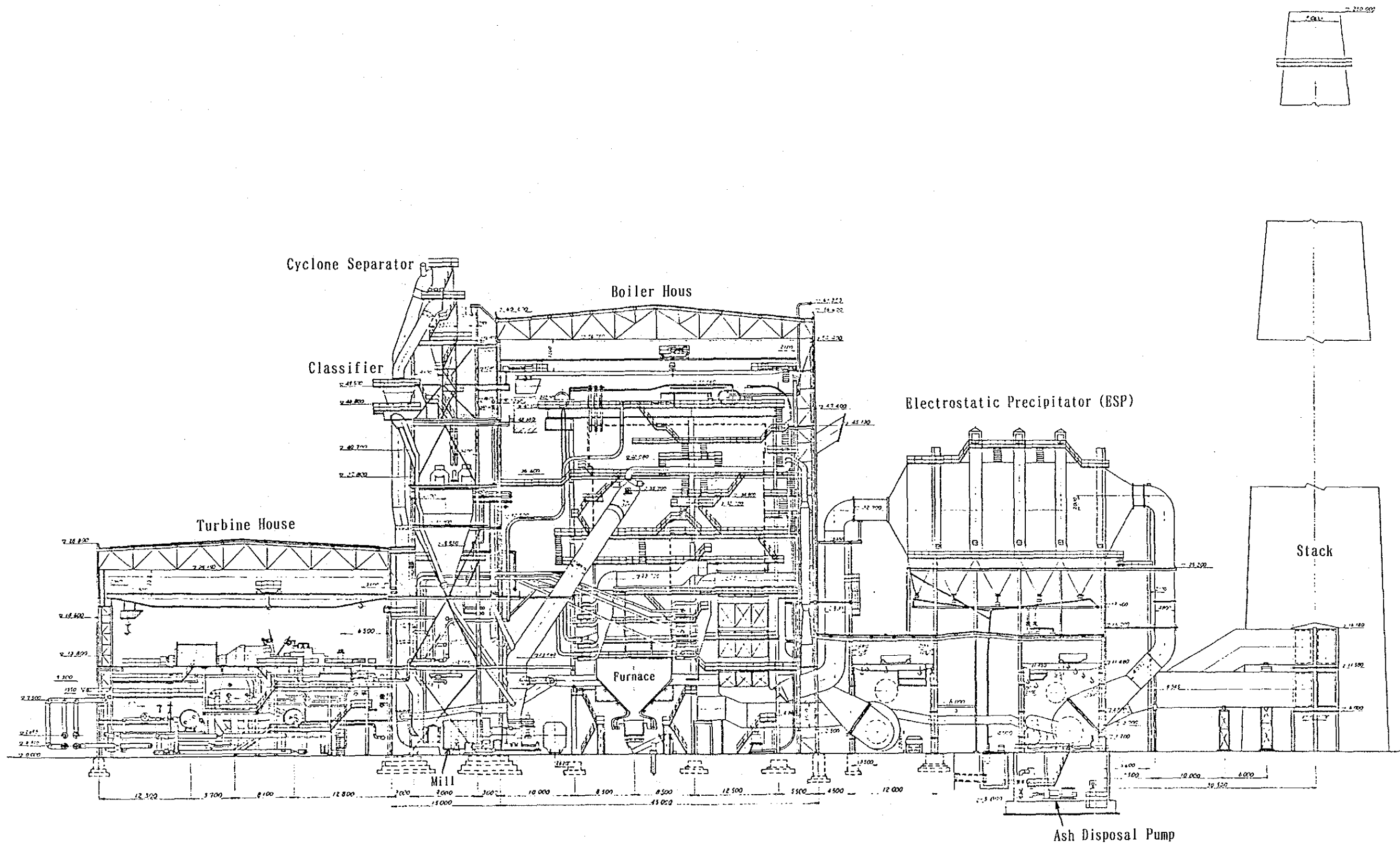


図 4-2-3 ボイラ・タービン室断面図

第4発電所施設の現状は下記のとおりである。

(1) 発電所全般

ボイラ・タービンが設置されている建屋内は暗く、かつ微粉炭・フライアッシュが、いたる所に堆積して、それを時々水洗しているため、電気系統の故障も誘発している。運転環境・保全環境が悪く、20～30年経過した老朽発電所のように、環境の悪さが新たなトラブルの発生原因ともなっている。修復の必要性・緊急性は高い。

(2) ボイラ耐圧部及び大型ポンプ

種々の複合原因で炉内爆発等によりボイラ停止となることもあり、それを含めるとボイラトラブルの29%を占めるが、ボイラ自体の根本的な問題が原因ではない。ボイラ自体は余裕をもって設計されており、全ボイラが運転開始から8年以内であるので、緊急的な問題は発生していない。

(3) 微粉炭供給システム

本装置で最大のトラブルが発生しており、ボイラトラブルの約57%を占める。その原因は磨耗である。ボイラの稼働率低下の主原因はこの設備のトラブルにあり、ボイラトラブルを減らすには、まず微粉炭供給システムのトラブルを減らす事が第一であり、これに関連した保全一般の改善により、ボイラ耐圧部のトラブルも一部減らすことが期待できる。

(4) 蒸気タービン・発電機

ボイラと同じく本装置も主機に属するもので、旧ソ連の技術であり部分的な修復の資機材については旧ソ連以外では調達出来ないが、稼働率も70%程度と高く、運転記録（振動、軸受温度等）も今の所問題は無い。

(5) 石炭供給設備

発電所内の石炭計量設備が破損して、消費される石炭量が計量されていないのが熱管理上問題である。又、入荷される石炭に異物（石、金属片）の混入があり、これがベルト切断等のトラブルを起こすと共に、微粉炭供給設備の磨耗の主原因の一つでもあり、早急に修復を必要とする。

(6) 電気集塵器

ボイラ運転中でも電気集塵器を運転していない事がしばしばある。この原因としては電気集塵器自体では無く、集塵器槌打用駆動装置の不良が一番多い。不良内容

としてはモーターの焼損、減速ギヤの加工精度が低い事により寿命が1ヶ月程度と短い事、ハンマーシャフトの曲がり及び切損などである。又エアスライドなどの灰出し装置にもキャンバスの目詰まり・磨耗・穴明き、ホッパー灰レベル計作動不良及びホッパー用エア供給不足等の問題がある。ホッパー下は別建屋内にあるが、やはり中は暗くフライアッシュの漏れで保全環境が悪い。灰処理システムでは、フライアッシュ排出系と給水系で磨耗とスケール付着（配管の詰まり）のトラブルを起こしており、集塵器稼働率低下の原因となっている。同じ理由から、電気集塵器を運転していても40%程度しか荷電して無く、集塵効率が極めて悪い。煙突からのばい塵の飛散を防ぐ為には、ボイラ稼働時には必ず電気集塵器も100%荷電させる必要があり、緊急性は高い。

(7) 計測制御設備

計器は30年以上前の旧式で、全て電気式である。設備の不足のために較正テストが十分に行われていない。中央制御室の計器も現場計器も信頼性が高いとは言えない。運転管理上、保全上問題である。この設備は全設備に関連しているので、この設備不良は他の各設備のトラブルとして顕在化する。このため、少しでもリスクを軽減するためには現有計器を校正出来る様にする事が必要と判断される。

(8) 電気設備

ケーブル火災や漏電・ショートの問題があるが、微粉炭堆積や水洗、日常点検の不完全に原因があり、環境の整備をする事で格段の改善が図れる。

4.2.3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係・重複等の検討

エネルギー分野での主な各国及び国際機関の動きは次の通りである。本プロジェクトの対象である第4火力発電所に関係しているのは、米国による不足資機材購入費用約280万ドルであり、表4-2-10にその詳細を示すが、モンゴル国通産省が管理・調整しており、重複等の問題は無いと判断される。

(1) オーストリア

オーストリアELIN社の代表がモンゴル国を訪問し、モンゴルでの発電所修復の問題点、水力・風力発電所の建設や集塵器の設置に関して調査した。

両者はドルノト県でのチョイバルサン石炭焚火力発電所(36MW)修復の技術的・経済的基礎計画のプロジェクト案を作成し、現在オーストリア側は最終計画を作成中

である。モンゴル政府エネルギー関係者はオーストリアを訪問して、エネルギー分野での経験を調査し、発電所修復の体制構築に係る共同作業の議定書にサインをした。

(2) 米 国

1991年1月モンゴル大統領訪問時、最恵国待遇が与えられた。

これらモンゴル支援の動きをうけて米国の貿易・開発計画局の代表がモンゴルを訪問し、モンゴルのエネルギー分野に於ける問題も議論された。さらにエネルギー分野での事業開発と修復及び技術・経済的基礎調査のため、1991年5月には60万米ドルの無償援助の契約がサインされた。この援助は、中央給電指令所やウランバートル市の熱供給網の修復調査の外、ダルハン市の発電所（48MW）とウランバートル第3発電所（148MW）の修復のための技術・経済的基礎調査が対象である。1992年春には調査が実施される予定となっており、技術・経済的基礎調査の後に改修工事が実施されよう。工事資金は世銀、ADBその他国際機関に申し入れている。この修復調査に関連して、1991年夏、モンゴル政府の代表者が米国を訪問し、国家のエネルギー開発の現状を紹介し、又、米国の発電所の現状、企業の現状を調査した。

さらに、米国は旧ソ連からの資機材購入のための緊急無償資金援助 1,000万ドルを決定し、エネルギー省下の各発電所の不足資機材としては約 280万ドルがあてられている。第4火力発電所用機材としては、ミル予備品、タービン予備品、ポンプ予備品等が購入される予定である。（表4-2-10参照）

(3) 韓 国

韓国とモンゴルの両外相は、1991年3月、経済、科学技術、貿易、投資、文化協力の各協定に調印した。

県の中心に小火力を作るというモンゴル側の計画について韓国から専門家グループが訪問し、南コビ県のダランザガド市に小火力を建設するプロジェクト案を作成した。モンゴル側もこれを重視しており現在コスト面で折衝が続いている。

(4) 統一ドイツ

スフバートル県バルーン市に小発電所を建設するモンゴル側の計画に対し調査をしている。モンゴル国政府の代表がドイツを訪問し、エネルギー開発の現状を紹介し、今後の協力関係について話し合った。

(5) 中華人民共和国

社会主義の優越性をとなえながら、市場経済の導入をすすめる隣国、中国は複雑な立場にある。

1991年8月には中国の楊尚昆国家主席がモンゴルを訪問し、両国経済関係の拡充で合意した。「旧ソ連・中国との関係を最重視する」との基本姿勢を評価し、従来の対ソ一辺倒の外交政策から中ソ等距離外交に転換したことが歓迎されている。輸出拡大のため中国が天津港の使用を認めることに合意したのも大きい。

エネルギー関係では、モンゴル側より小水力発電所の建設計画が提案されたが、資金面の問題で決定に至っていない。

(6) 旧ソ連

第4火力発電所をはじめモンゴルのほとんどの機器は旧ソ連製であり、毎年、旧ソ連に保全用部品の発注をしている。

対旧ソ連の債務問題は決着をみていないが、1991年2月の「相互信頼の原則のもとに解決する」との両国首脳認識をうけて、部品の購入、電力の費用決済についてはバーター方式でとりすすめられている。

しかし、最近の旧ソ連の経済混乱の影響をうけて、発注してもその納期はかなり不安定となっている。

(7) 国際機関

モンゴルの経済的困難からの脱却と市場経済システムへの円滑な移行を資金面・技術面で支援するため、国連開発計画（UNDP）、世界銀行、国際通貨基金（IMF）、アジア開発銀行（ADB）などの国際機関は、最近、あいついで調査団を送り、緊急の支援体制を含む中・長期的援助を検討している。

1991年2月にはIMF加盟が正式に承認された。

表4-2-10 米国資金援助で旧ソ連より購入予定のエネルギー省下の
各設備資機材リスト (1991. 11. エネルギー省より入手)

資機材名	必要量		米国援助額		契約日
	数量	金額 10 ³ US\$	数量	金額 10 ³ US\$	
1. 鋼管各サイズ 外径32~133	1,768ton	1,279.8	1,182ton	892.1 (892.1)	1991.2.28 1991.5.12 (1991.9.20~28)
2. 配管用弁	614個	214.3	314個	113.3 (113.3)	1991.3.19 (1991.9.19)
3. 機器予備品	—	788.0		365.0	1991.3.19
4. ミル予備品	第3	16種	165.4	} 147.7	1991.1.17
	第4	10種	92.5		
	エルネ	18種	76.2		
	ダルン	11種	27.3		
	ドルト	3種	48.5		
	第2	3種	1.3		
	計	61種	411.2	147.7	
5. 計器トランス	107個	13.7	107個	13.7	1991.6.04
6. 第4火力タービン 予備品	2種	3.3	2種	3.3	1991.6.01

米国援助額の () は旧ソ連に送金済み。契約日の () は送金日。

表4-2-10 米国資金援助で旧ソ連より購入予定のエネルギー省下の
各設備資機材リスト (1991. 11. エネルギー省より入手)

資機材名	必要量		米国援助額		契約日
	数量	金額 10 ³ US\$	数量	金額 10 ³ US\$	
7. 石炭コンベアベルト 巾 500~1,400mm [この中、第4火力用]	4,877m	204.8	2,657m	111.6	1991. 6. 05
コンベア部品	[1,176m]	[49.4]	[600m]	[25.2]	
計				123.4 (123.4)	(1991. 10. 09)
8. 配管補強材	2種	5.2	2種	5.2 (5.2)	1991. 7. 31 (1991. 9. 19)
9. 第3火力タービン部品	9種	24.7	9種	12.5 (12.5)	1991. 7. 31 (1991. 9. 19)
10. 第4火力ボイラ予備品	19種	71.1	—	35.0 (35.0)	1991. 8. 19 (1991. 9. 19)
11. 溶接棒	10ton	24.2	—	24.3 (24.3)	1991. 3. 11 (1991. 10. 19)
12. モーター	7台	217.1	7台	217.1 (217.1)	1991. 4. 17 (1991. 10. 07)
13. 碍子等高電圧用 予備品	—	202.0	—	92.6	1991. 1. 04
14. 変電所トランス	243台	1,337.4	60台	207.0	1991. 11. 22
15. ディーゼル発電機 部品	8種	52.2	8種	26.0 (26.0)	1991. 7. 16 (1991. 10. 04)
16. 高圧モーター	43台	132.3	43台	132.3	—

表4-2-10 米国資金援助で旧ソ連より購入予定のエネルギー省下の
各設備資機材リスト (1991. 11. エネルギー省より入手)

資機材名	必 要 量		米 国 援 助 額		契 約 日
	数 量	金 額 10 ³ US\$	数 量	金 額 10 ³ US\$	
17. ポンプ予備品 (水ポンプ, ドレーンポンプ, 灰スラリーポンプを含む) [この中、灰スラリーポンプ用]	— [26台分]	961.0 [156.8]	— [13台分]	334.0 [74.8]	1991. 3. 14
18. ポンプ予備品	20種	4.9	20種	4.9	1991. 3. 06
19. ミルボール (40mm径)	540ton	284.0	540ton	284.0 (284.0)	1991. 5. 08 (1991. 10. 11)
20. 耐火セメント	260ton	39.0	260ton	39.0	—
21. ベアリング各種		350.9	—	192.2	—
22. ディーゼル発電機 予備品	41種	244.3	29種	124.0 (124.0)	— (1991. 9. 19)
23. 地方小型ボイラの 予備部品	29種	157.8	29種	157.8	1990. 12. 18
合 計				3,546.4	
この内、送金分				1,856.9	

4.2.4 計画の対象施設の検討

(1) 計画対象施設

4.2.2 及び 4.2.3 で検討した結果、緊急に改修が必要で、かつ他の援助が予定されていない下記設備を、本計画の対象とする事が妥当と判断される。

- 1) 電気集塵器及び灰処理システム
- 2) 微粉炭供給システム
- 3) 石炭供給設備
- 4) 計測制御設備
- 5) 発電所全体設備保全への補助対策

各対象施設に於ける主な問題点及び対応策は次の通りである。

1) 電気集塵器及び灰処理システム

石炭灰は、主として燃焼炉の下から排出されるボトムアッシュと主として電気集塵器で捕捉されるフライアッシュに分けられる。そして、ボトムアッシュ排出系にトラブルがあれば、場合によってはボイラ停止のトラブルとなるが、未だ幸いなことに大きなトラブルは発生していない。

電気集塵器の稼働（荷電）は、フライアッシュ排出系で中心的な役割をし、次のシステムが夫々の機能をもって稼働しなければ実行できない。

- ・ 電気集塵器自体
- ・ 同排出システム
- ・ 灰スラリーピット
- ・ 灰スラリー輸送システム
- ・ 灰処理への給水システム

即ち、これらのどのシステムの一つでもトラブルを起こして停止すれば、電気集塵器がいくら完全に荷電できる状態にあっても、荷電させることができない。

表 4-2-8は、ボイラ運転中に電気集塵器を荷電させない原因を優先順位をつけてモンゴル側運転責任者にまとめてもらったものである。ボイラの稼働率と直接関係がないので、発電所として具体的な記録はとっていない。

「電動減速機不良」の中には、「同減速機取り外し」も含まれている。即ち、1991年10月の調査中、建設中の第8号ボイラの電気集塵器のテストのため、第7号ボイラの電気集塵器の電動減速機を取り外し、8号用に流用しているとの説明が

あった。多分旧ソ連からの入荷おくれとみられる。

表4-2-11 ボイラ運転中に電気集塵器を荷電させない原因

優先順位	原因	捕捉説明
3	電気集塵器下の灰ホッパーに灰が満杯になる	灰ポッパーの詰まり
1	電気集塵器槌打用駆動装置不良（電動減速機不良）	減速機はエルデネットの機械工場で作成し、なんとか対応できると判断していたが、減速機の寿命がきわめて短い
2	電気集塵器下のエアースライド作動不良	空気圧低下と多孔板が灰でつまるため、灰がエアースライド上に満杯になり送れなくなる
4	灰捨ポンプ関係の故障	エロージョン部は肉盛溶接補修、パッキン不足 #1～#6号ボイラに予備2台、常用1台
5	灰流管のスケールによる詰まり	現在はスケール除去により詰まっていない。 (定期的にスケール除去必要)
9	灰処理システムの水不足	給水管内のスケールによる詰まり
6	沈澱池の送水ポンプ故障	ポンプ羽根の欠損、入口配管の内面スケールによる詰まり
7	灰処理システムの電源故障（トランスなど）	部品不足による
8	ボイラ重油焚のときは電気集塵器荷電停止	旧ソ連のマニュアル改訂が必要

(注) 第4火力発電所より1991年10月入手

2) 微粉炭供給システム

図 4-2-4その1.に、全ボイラ（7缶）の運転開始日より1990.12.E までのボイラトラブルの内容を集計した結果を示す。

これによると、

微粉炭供給システム	57.3%
ボイラ耐圧部（炉内爆発含む）	28.7%
灰処理システム	4.3%
燃焼不良	3.7%
その他	6.0%

となっており、微粉炭供給システムのトラブルでのボイラ停止が最大の時間をしめている。これらのトラブルの部位は、ボイラのような複雑なシステムの構成する機器にあっては相互に関連しており、例えば、微粉炭供給システムの一部に磨耗により孔があけば、そこから空気（酸素）が進入し、火災又は小爆発のトラブルが起こる。これは炉内爆発や燃焼不良を誘発する。

ボイラ耐圧部については旧ソ連の基準・規格の下での旧ソ連の設計によるものであり、資材の提供はむずかしい。これらは旧ソ連の手にゆだねるか、モンゴル側が対応するか討議した結果、モンゴル側で対応することとなった。

ボイラトラブルを減らすには、まず微粉炭供給システムのトラブルを減らすことが第一であり、これに関連した保全一般の改善、資材供給により、ボイラ耐圧部のトラブルも一部減らすことが期待できる。又、灰処理システムの資機材供給は、ボイラ停止への影響は僅かではあるが、環境改善と共にボイラの稼働率向上にも寄与できることが期待できる。

図 4-2-4その2に、全ボイラ（7缶）の運転開始日より1990.12.E までの微粉炭供給システムのトラブルを集計した結果を示す。

これによると、

ミル（主として爆発と潤滑油系統トラブル）	62.5%
一次通風機	13.8%
爆発	16.3%
摩耗	4.2%
その他	3.2%

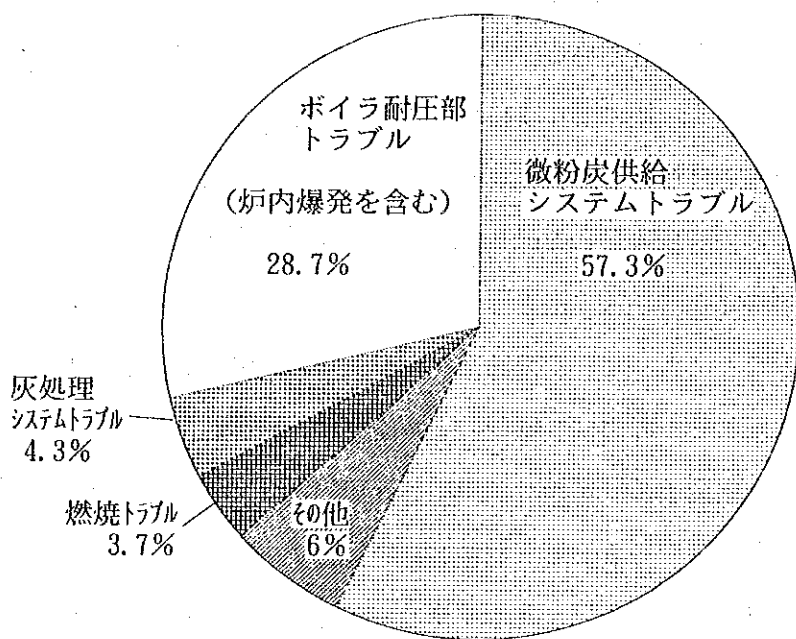
となっており、ミルのトラブルが圧倒的に多い。しかし、このトラブルをボイラ別にみると、第1号ボイラのミル爆発が約半分をしめている。ついで第2号、第3号ボイラに集中している。なんらかの原因によって空気が進入したことによる爆発とみられる。他のボイラにはあまり起っていないので、ミル自体の構造にもとづく原因ではないと思料される。

ミル爆発は、旧ソ連からの保全部品供与と保全環境改善によりかなり軽減されることが期待できる。日本側としては、問題となっているミル潤滑油ポンプを一部提供することによって、潤滑油系統トラブルの解消に少しでも役立つことを考えたい。また、ミル周辺は、微粉のミル内部からの漏れがひどいので、モンゴル側で実施する保全改善と監視計器、制御計器の再調整・整備により、ミルトラブルが一部でも改善できることを期待したい。

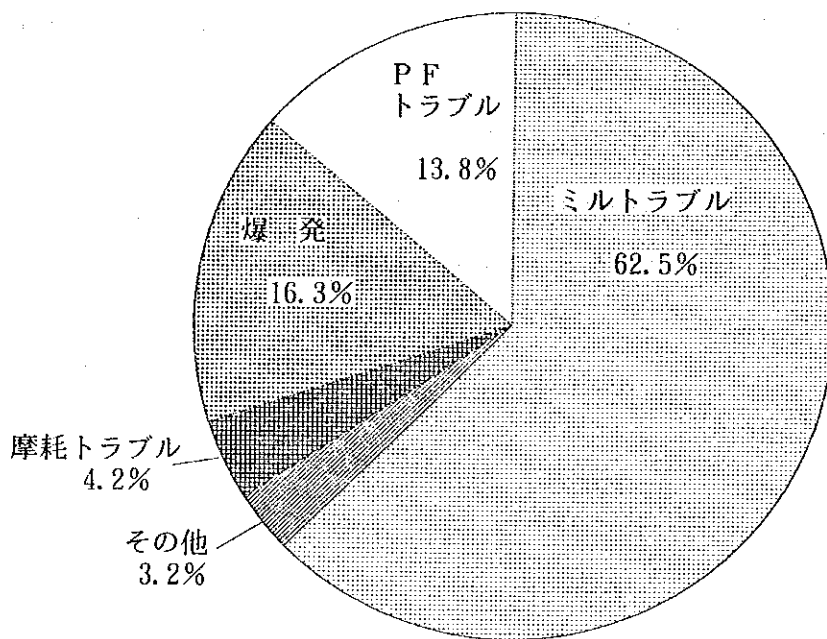
一次通風機のトラブルは、各ボイラとも程度の差はあれ起っており、羽根の磨耗によるトラブルが大部分であり、耐摩耗対策を実施することにより、この大部分が解消される。さらに、爆発の原因も、磨耗による孔あきによって空気が進入したことにより、システム中で小爆発を起こしたと予想されるので、耐摩耗対策により爆発トラブルのかなりの部分の解消が期待できる。

3) 石炭供給設備

入荷される石炭に石・金属片等の異物が混入し、ベルト切断やミル摩耗の一原因となっており、それらを除去する事が必要である。



その1.
ボイラトラブルの内容の集計



その2.
上記の微粉炭供給システムトラブルの内容の集計

図 4-2-4 ボイラトラブルの集計 (第4火力発電所)
(全ボイラの運転開始日より 1990. 12. Eまで)

4) 計測制御設備

機器の運転状況を常に監視する計器は、全機器に関係しているが、十分に校正されているとは言えない。その不良は機器のトラブルと直接つながっているので、少しでもリスクを軽減するために、計器校正用の機器を供与する事が必要である。

5) 発電所全体の設備保全への補助対策

現在、発電所全体の運転環境と保全環境は極めて悪く、環境の悪さが新たなトラブルの発生原因となっている。それらへの補助対策は人的ミスによるトラブルを軽減するという意味で有効な手段であると判断する。

4.2.5 実施機関及び運営体制検討

(1) 現状の実施機関及び運営体制

1) 通産省（計画運営機関）

組織図を表4-2-12に示す。

本計画は、通商貿易部にて計画運営し、その担当は次の通り。

- ・ヨンドン次長
- ・ダグバスレン事務官（エネルギー分野担当）
- ・ナサンボヤン事務官（日本地区担当）

2) 燃料エネルギー省（計画実施機関）

組織図を表4-2-13に示す。

本計画は、エネルギー政策委員会にて実施を担当し、ジグジドルジ部長が責任者となる。即ち、

- ・ジグジドルジ部長（主任技師）
- ・アバルゼット技師

3) 第4発電所（計画対象機関）

組織図を表4-2-14に示す。

本計画は、運転及び保守の最高責任者であるパツエンド主任技師が中心となり、これを保守担当責任者であるボル副主任技師と生産技術（運転）担当責任者であるソドノム技師が補佐する形となる。

本計画に最も関係のある運転及び保守の中のボイラ部門及び電気部門の運営体制を夫々表4-2-15及び表4-2-16に示す。

表4-2-12 モンゴル通産省の運営体制

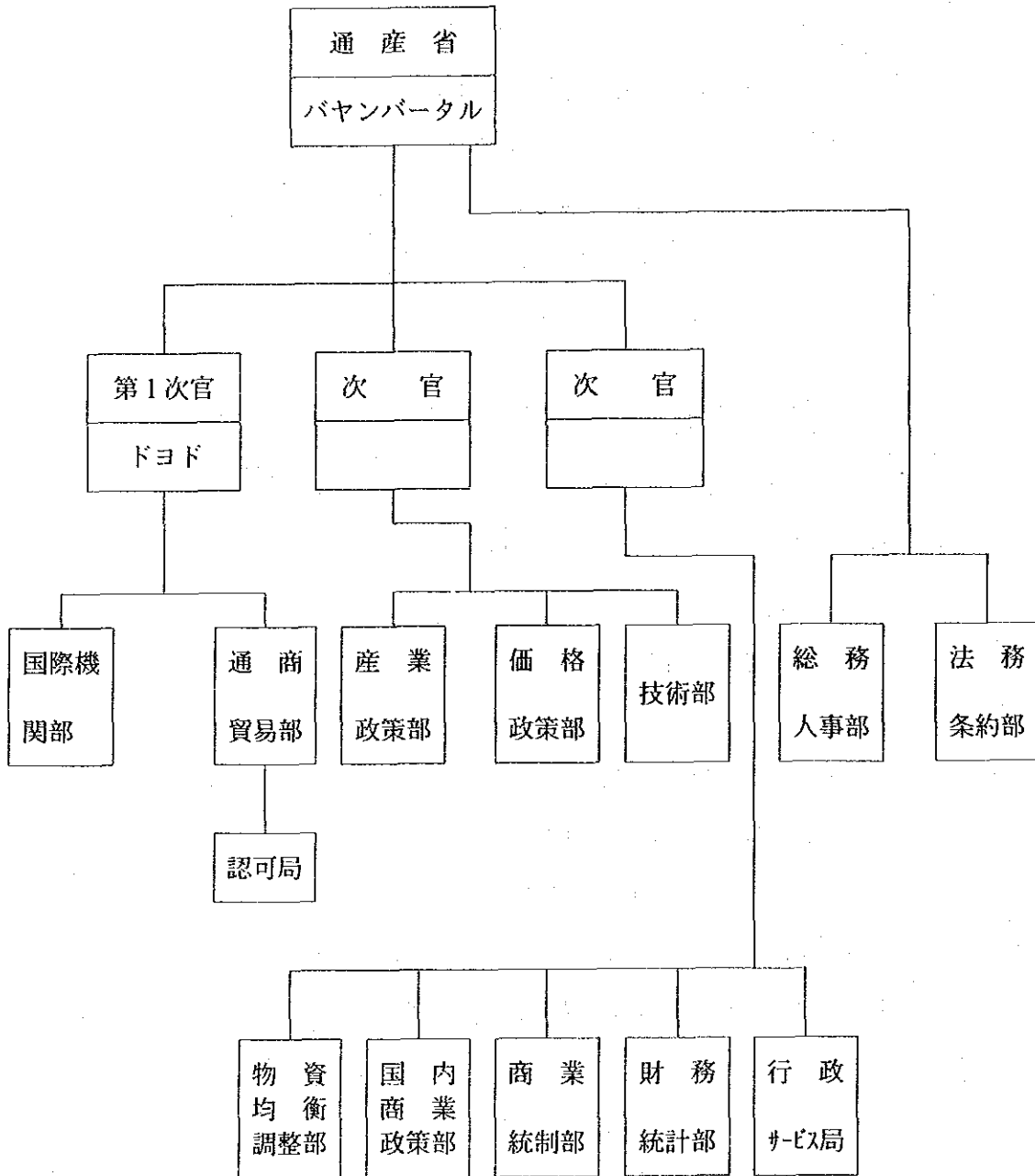


表4-2-13 燃料エネルギー省の運営体制

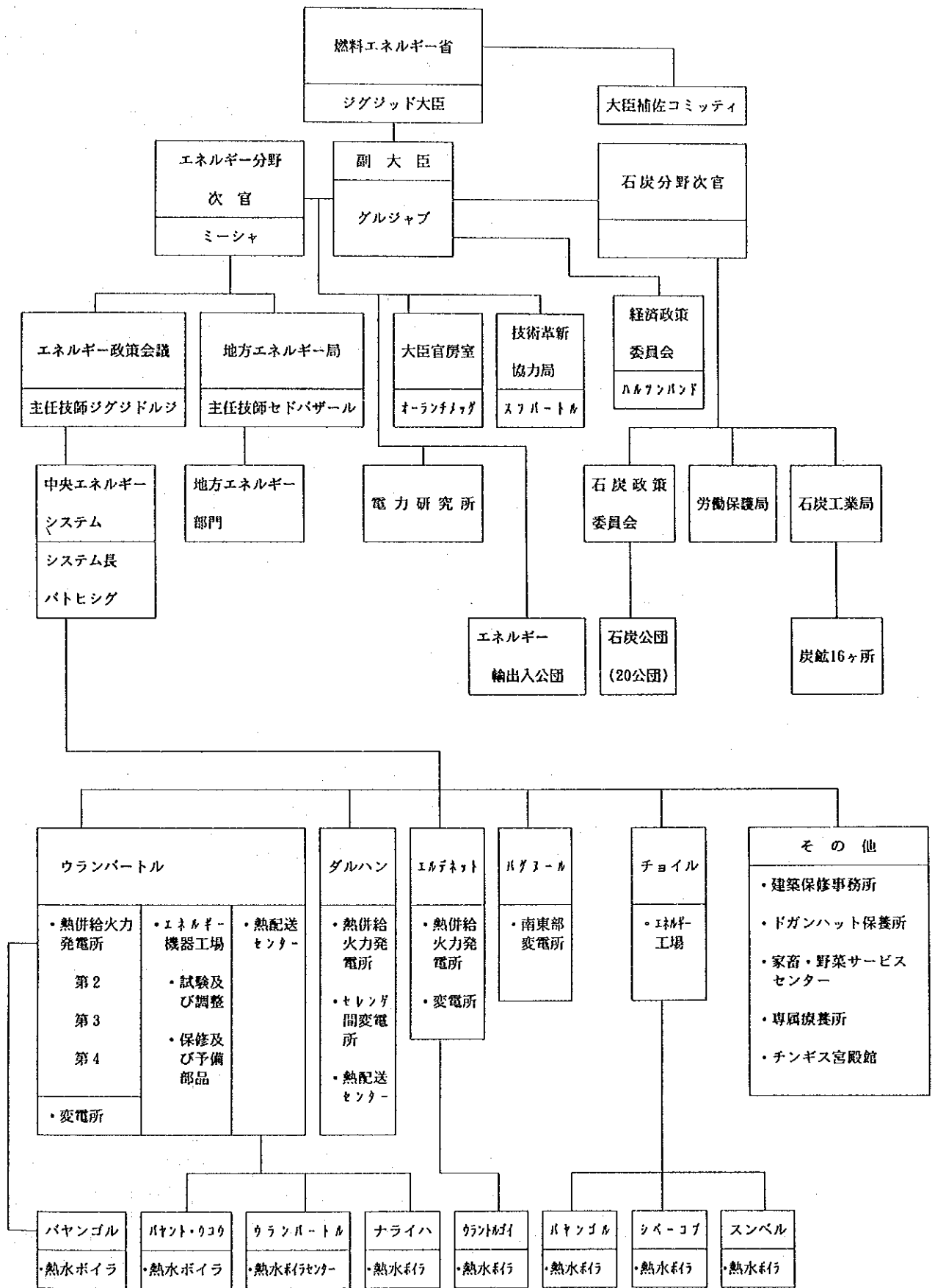


表4-2-14 第4火力発電所運営体制

E	技 師	181
T	助 手	
W	作業員	1,282
発電所要員計		1,463

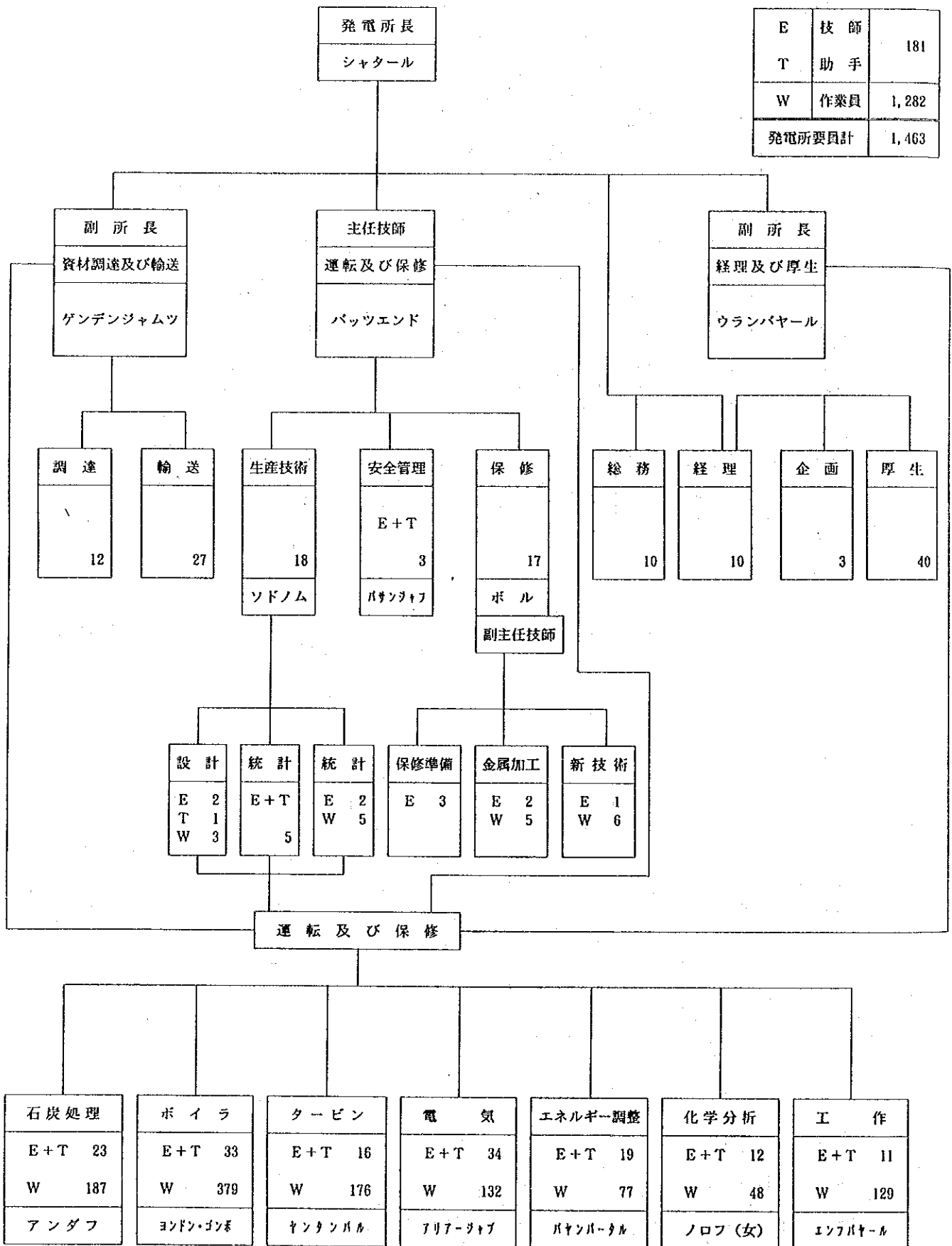


表4-2-15 第4火力発電所—ボイラ部門運営体制

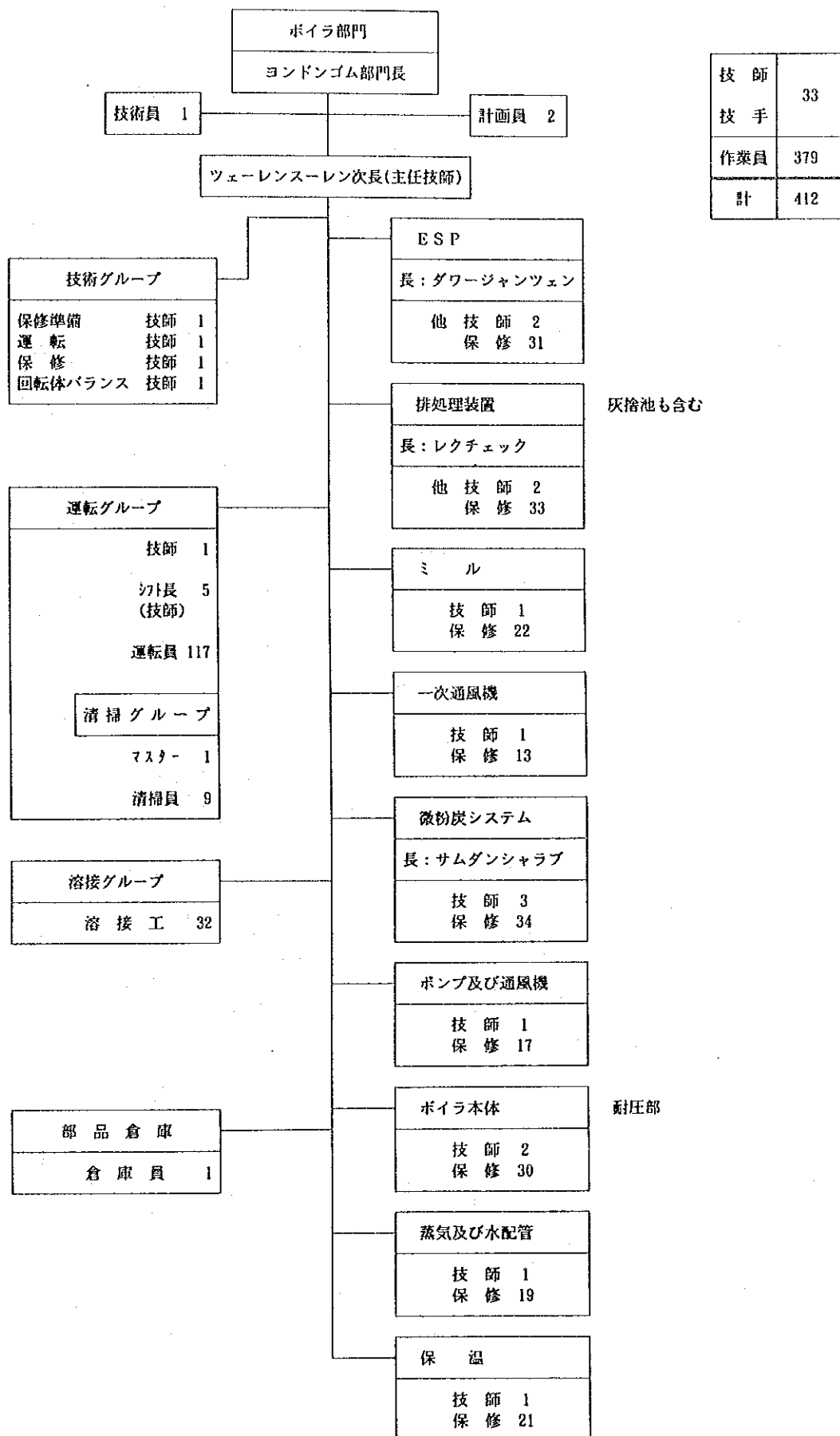
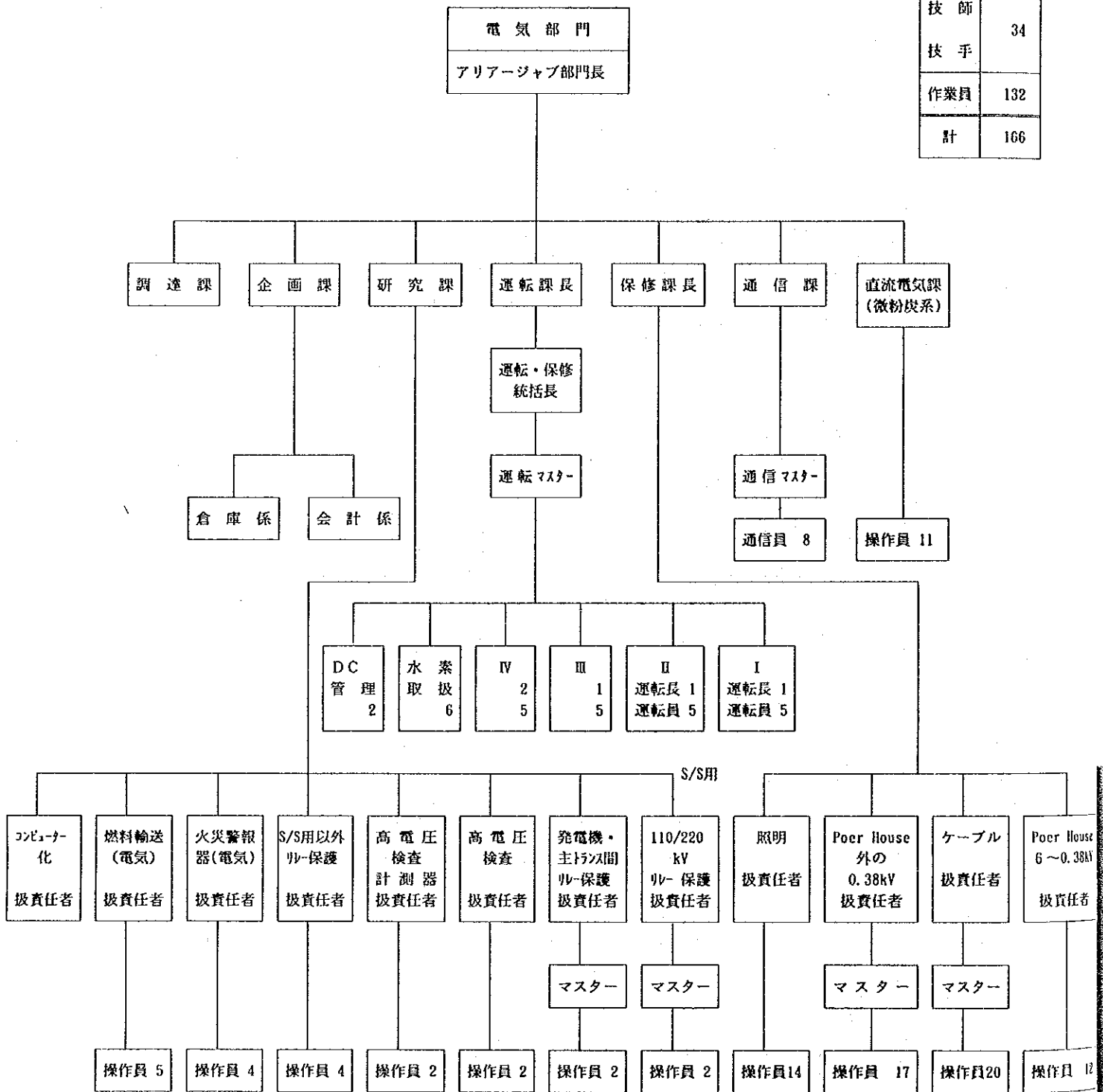


表4-2-16 第4火力発電所—電気部門運営体制

技師	34
技手	
作業員	132
計	166



(2) 改修工事体制及び技術レベル検討

1) 改修工事一般作業に対する検討

調査結果及びそれにもとづく検討の結果を表4-2-17に示す。本表に示すように、本改修計画の現地工事一般作業は、今まで行っている保修の追加又は延長であり、現在の第4火力発電所の保修体制で十分に対応可能である。人数でも一般的な技術レベルも問題ないものと判断する。

2) 特殊資機材及び工程調整に対する検討

資機材の中でも一部その取扱いが特殊な物が有り、取扱説明書の他にメーカー技術者による技術指導をする事が、工事及びその後の取扱いをより完全にする事が可能になると考えられる為、特殊資機材については日本からのメーカー技術員による技術指導をする事とする。

又本改修計画では対象機器が多岐にわたっており工事が輻輳するため、コンサルタントによる工程調整の指導・助言を実施し、確実な工事の完工を期する事とする。

表 4-2-17 改修計画体制及び技術レベル検討表

No.	項目	現保体制	工事体制	作業内容及び要領	類似作業の実績	技術指導の必要性
1.	灰輸送管用弁取替え	灰処理装置補修 36人	4人×2日/台	・損傷弁取外し ・配管切断加工フランジ取付 ・新弁取付け	・同型弁取替実績有り (日常補修にて実施)	なし
2.	灰処理用給水管布設	全般装置工作担当 140人	30人×1.5ヶ月	・新配管切断加工 ・配管サポート取付け、管布設 ・配管溶接、弁取付け	・灰スラリー管の補修等で実績有り	なし
3.	灰レベル計	電気集塵器補修 34人	1人/台×120台	・ゴムベロー切断加工 ・レベル検出部ベロー取外し ・レベル検出部ベロー取付け ・コンプレッサ取付け	・同一作業実績有り (日常補修にて実施)	なし
4.	灰除去用パキウムカー (配管含む)	全般装置工作担当 140人	20人×3ヶ月	・配管工事 ・清掃作業	・パキウムカー : なし ・配管工事 : 実績有り	・運転・整備指導
5.	ばい塵測定器	電気集塵器補修	サンプリング塵取付のみ 2人/缶×8缶	・測定作業が主	・建設時の集塵器性能試験で旧ノ連の助手経験者が4 名いる	・測定要領指導
6.	セラミックスタイル 耐摩耗鋼板	微粉炭システム補修 37人 溶接グループ 20人 (33人の内数)	35人×1ヶ月/缶×8缶	・燃料管切断又は取外し ・内面グラインダ仕上げ ・セラミックスタイル貼り付け又は耐摩耗鋼板溶接 ・燃料管復旧	・セラミックスタイル貼り付けは緊急対策で日本の専門家が訪問し技術者指導済み ・耐摩耗鋼板の内張りは穴明け時には鋼板溶接等を日常作業で実施 ・同種のタイルをモンゴル自身で取付けて実驗中	なし
7.	一次通風機翼肉盛溶接 耐摩耗鋼板	一次通風機補修 14人 溶接グループ 10人 (33人の内数)	製作 4人×4日/台×16台 取替え 6人×1.5日/台×16台	・羽根製作 ・通風機分解、羽根取替、試運転	・緊急対策指導済み ・同一作業を実績で20回/年程実施 ・ローター作業技術は緊急対策で指導済 (セラミックス接着溶剤ローター供給の場合は必要)	なし
8.	磁気選別器	石炭処理班 187人	掘付け・試運転 6人×3日	・梁加工・掘付け ・試運転	・No.2 磁選器取替及びNo.3 磁選器掘付けの実績有り	なし
9.	照明器具	電氣保修の照明担当 15人	取付け 4人×1.5ヶ月	・照明器具取付け ・配線(近傍の接続箱より)	・発電所建設時及び日常補修時に実施している	なし

4.2.6 計画対象施設の概要

(1) 集塵器 (E. S. P)

電気集塵器 (E. S. P) は蒸発量 420 t/h の微粉炭焚ボイラの 1 缶に対し 1 基ずつ設置しており、現在建設中 (試運転中) の 8 号機を含めて 8 基の設備を有している。

1983 年 1 号機運転開始以来 1990 年迄には 7 年間で 7 基が運転に入っている。1991 年末に運転に入る予定の第 8 号機も含めて、全 8 基の E S P は、全て同一仕様であり、その主要仕様を示す。

i	処理ガス量	677, 520 m ³ N/h
ii	処理ガス温度	131°C
iii	室数	4 室
iv	荷電区分	8 区分 (2 区分/室)
v	ホッパー数	15 ホッパー (沈降ホッパー 3 ホッパーを含む)
vi	ホッパー容量	約 60 m ³ /室
vii	集塵板 (長さ)	12m
viii	集塵板 (幅)	640mm/列 × 5 列
ix	放電極取付枠	11, 930mmH × 3, 840mmW
x	電極ピッチ	300mm
xi	ガス通路数	58
xii	位置	図 4-2-5-① 参照
xiii	寸法	図 4-2-5-② 参照
xiv	槌打装置数	
	集塵板用	4 台
	放電極用	16 台

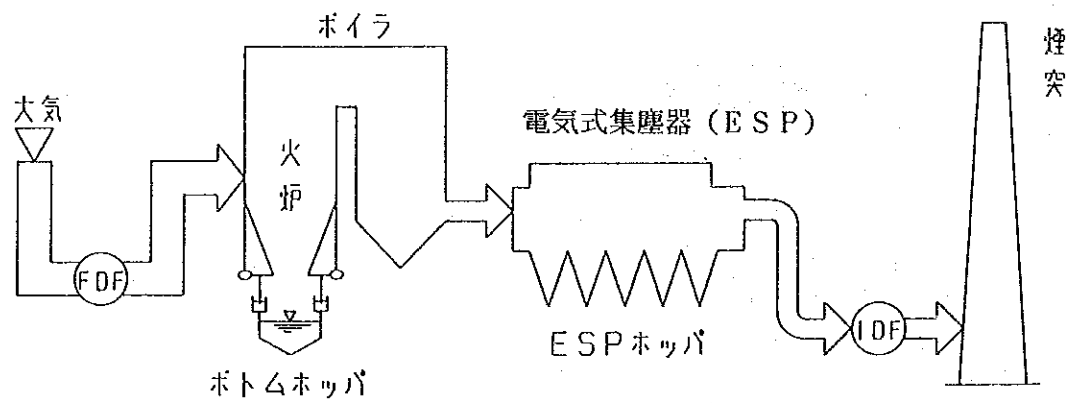


図 4-2-5-① 電気集塵器位置図

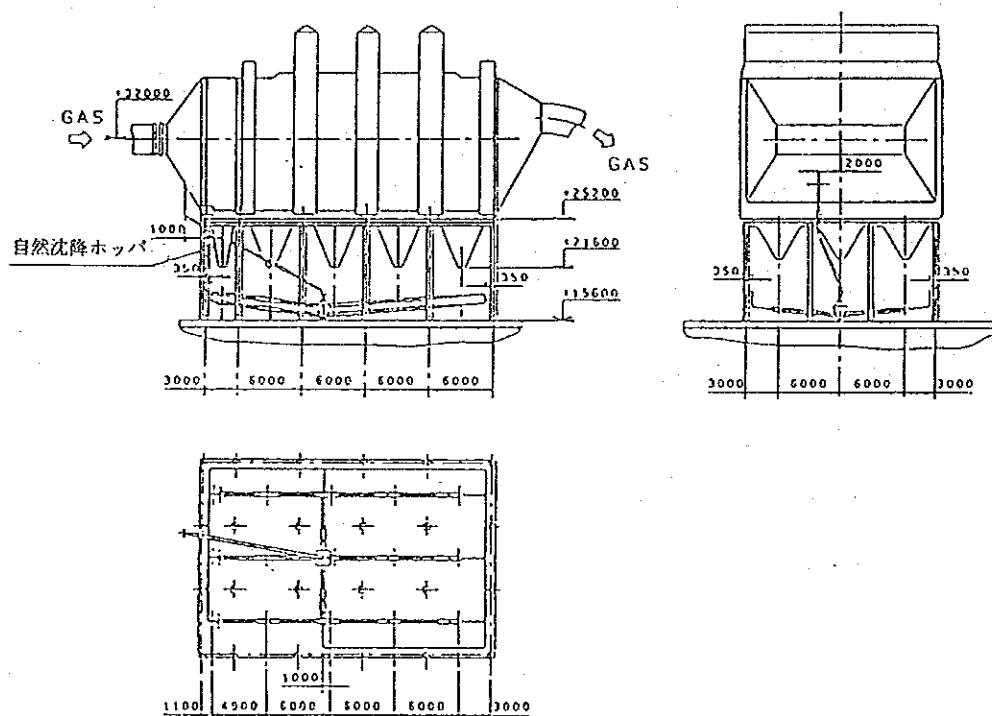


図 4-2-5-② 電気集塵器 (ESP) 寸法図

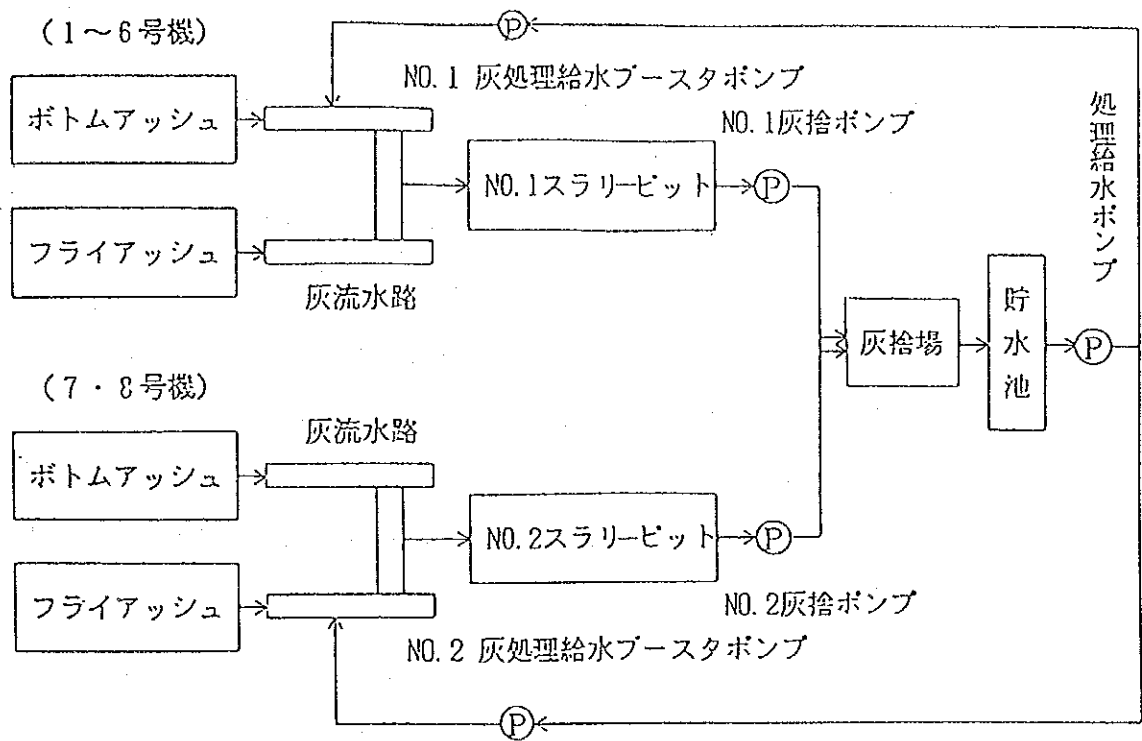


図 4-2-5-③ 灰処理システム基本フロー図

(2) 灰処理装置

ボイラ1缶あたり75 t/hの石炭使用量である微粉炭焚ボイラで8缶に対し、次のような灰処理装置により構成されている。即ち、共用装置として、灰捨場、貯水池、灰処理給水ポンプ、同ブースターポンプ及び給水管、スラリーピット、灰捨ポンプ、灰流管は1～6号機と7・8号機用に区分された設備、スラグ灰排出装置と電気式集塵器、集塵器下のフライアッシュ排出装置は各ボイラごとの設備となっている。これを系統別に分けると次の5つに分けられる。

- ・ボトムアッシュ系（スラグ灰系）
- ・フライアッシュ系
- ・灰捨系
- ・給水系
- ・灰捨場、貯水池

設計は1～8号機まで全て基本的な考え方は同じであるが、新しい電気式集塵器では多少の改造もみられる。第8号機は建設中であるため調査が不可能であり内容は一切わからない。

i システム ---- 上記の系統を図 4-2-5-③に示す。

ii 機器設計のための計画灰量

(a) ボトムアッシュ 0.4 t/h unit

(b) フライアッシュ 7.9 t/h unit

計 8.3 t/h unit (石炭灰分=11%ベース)

(注) 実際の記録をベースにすると、この灰量は増えていることが予想される。

iii 運転条件は24時間連続運転

① ボトムアッシュ系（スラグ灰系）

ボイラ1缶に対し3分割の水を張ったボトムホッパからスラグ灰を各ホッパのスクリーコンベヤで連続的に灰流水路へ排出している。鋼管型空気予熱器下のホッパからも一部排出されるが量としては僅かである。

灰流水路内はブースタノズルから水流によりスラリーピットへ導いている。給水は灰捨場からの再利用水である（スラリーピットはフライアッシュ系と共用）。

ボトムアッシュは、火炉内での微粉炭の浮遊燃焼で落下したスラグ状の灰であり、粒径が大きく灰流水路内で沈降し易く運転に支障を生じた為ブースタノズルを1987年10月に1系列増設し2系列とした。ブースタノズルは、1缶あたり6～8個/系列を有し設置ピッチは、3～5mである。

灰流水路は、巾が約0.8mで深さは、約0.5m～1.5mでありスラリーピットに向かって勾配のある構造となっている。

水深は、0.2m～0.3mでかなりの流速で流れている。

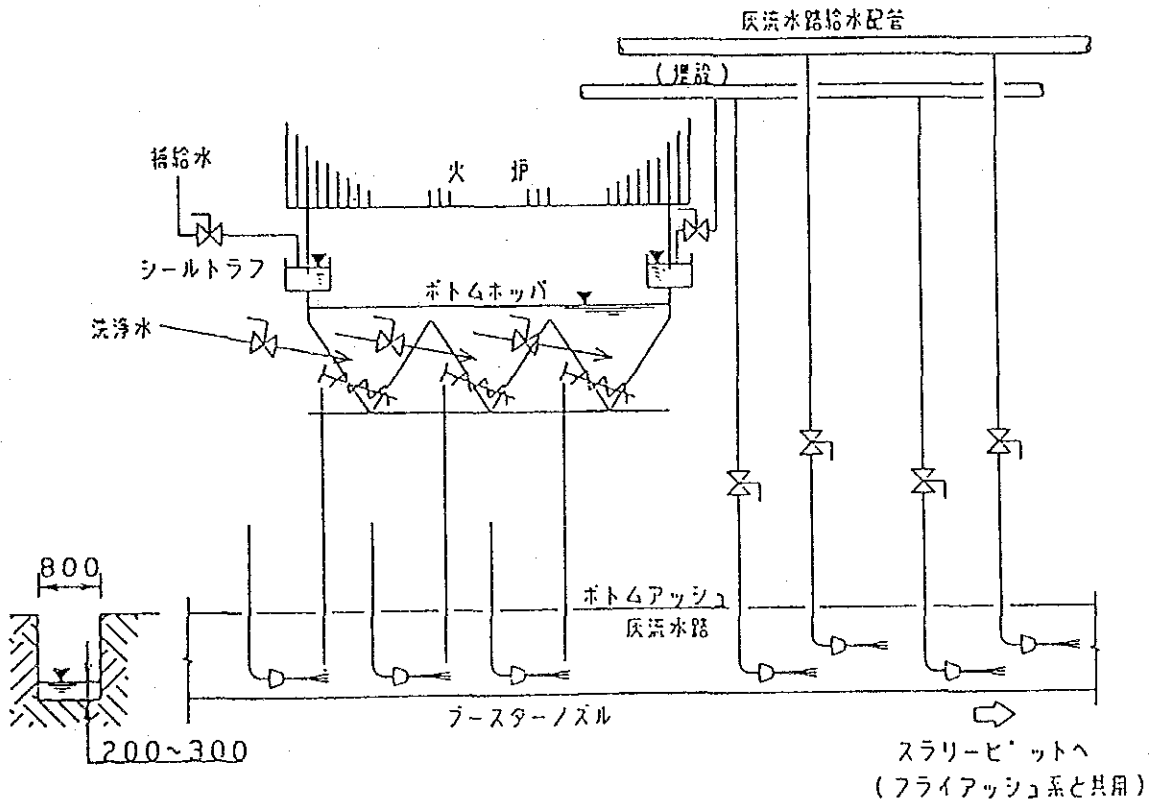


図 4-2-5-④ ボトムアッシュ系基本フロー図

② フライアッシュ系

電気集塵器によって集められ落下したフライアッシュは3個の沈降ホッパを含む15個のホッパに貯められる。

これらのホッパから8台のエアースライダーによりエアセパレーターに集めシユートにより、1FLに設置されている水との混合器に導き水スラリーとしてスラリーピットへと排出される。(スラリーピットは、ボトムアッシュ系と共用)

エアースライダー用の浮遊に使用される空気は専用のブロワーにより供給され、エアセパレーターの排気は灰の粉塵を含んでいる為、ESP入口煙道部に接続されている。

ホッパ下部からエアースライダーまではGL+15mのESPホッパー室に設置されている。

灰流水路内の輸送方式はボトムアッシュ系と同じブースタノズル式である。ブースタノズル系は1系列である為配管の清掃時はこの系列を停止しなければならないという支障がでている。

エアセパレーターからフライアッシュを乾式のまま取り出しその有効利用が可能な系があるが使用実績は皆無である。

又ESPホッパからエアースライダー間には締切ゲート及び1個のカウンター式のダンパを有しており一定量の灰堆積で、その灰の重量により開閉する構造となっている。カウンター式ダンパーはエアースライダーからホッパへの空気の吹き上げを防止していると思われるが、1個では不十分であり、何故二重式にしないのか理由がわからない。

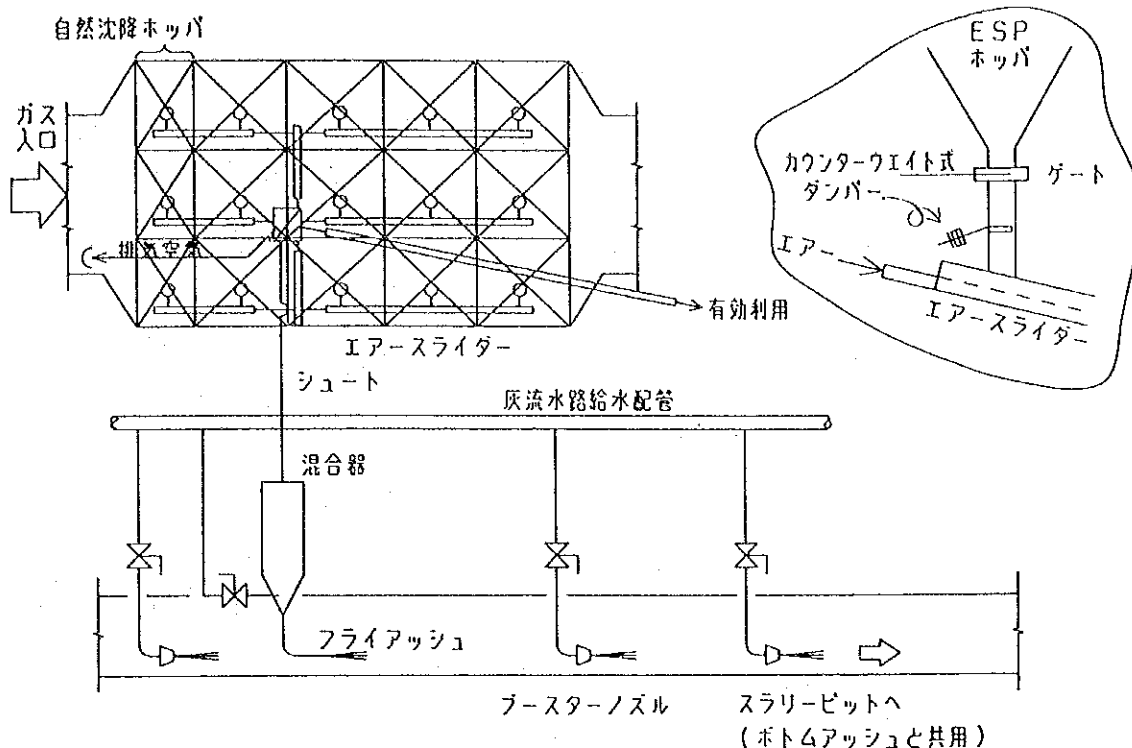


図 4-2-5-⑤ フライアッシュ系基本フロー図

i エアースライダー (ESP 1 基あたり)

- ・容 量 8.5 m³/h 台 (ケシングの巾 100mm より推定した値)
- ・寸法及び台数 100mmW × 13.5m L × 3 台
- 100mmW × 10.5m L × 3 台
- 100mmW × 6.0m L × 3 台

ii エアースライダー用ブロワ

- ・型 式 ターボ式
- ・容 量 29.5 m³/min
- ・風 圧 560mmHg (7,588mm H₂O)
- ・回 転 数 2,800rpm
- ・出 力 5.5kW
- ・台 数 2 台 (常用 1 台)
- ・設計温度 入口 ; 250°C 出口 ; 150°C

iii 混合器容量

- ・型 式 底部円錐コーン水吹き込み式
- ・容 量 2 m³/基
- ・数 量 1 基

③ 灰捨系

1～6号機用のNo.1 スラリーピット系と7・8号機用のNo.2 スラリーピット系とから構成され、各々の灰捨ポンプ及び灰流管により約4 km離れた灰捨場へと移送する系である。

灰捨ポンプは、常用1台で2台が予備である。また灰流管は1系列が常用で1系列は予備である。

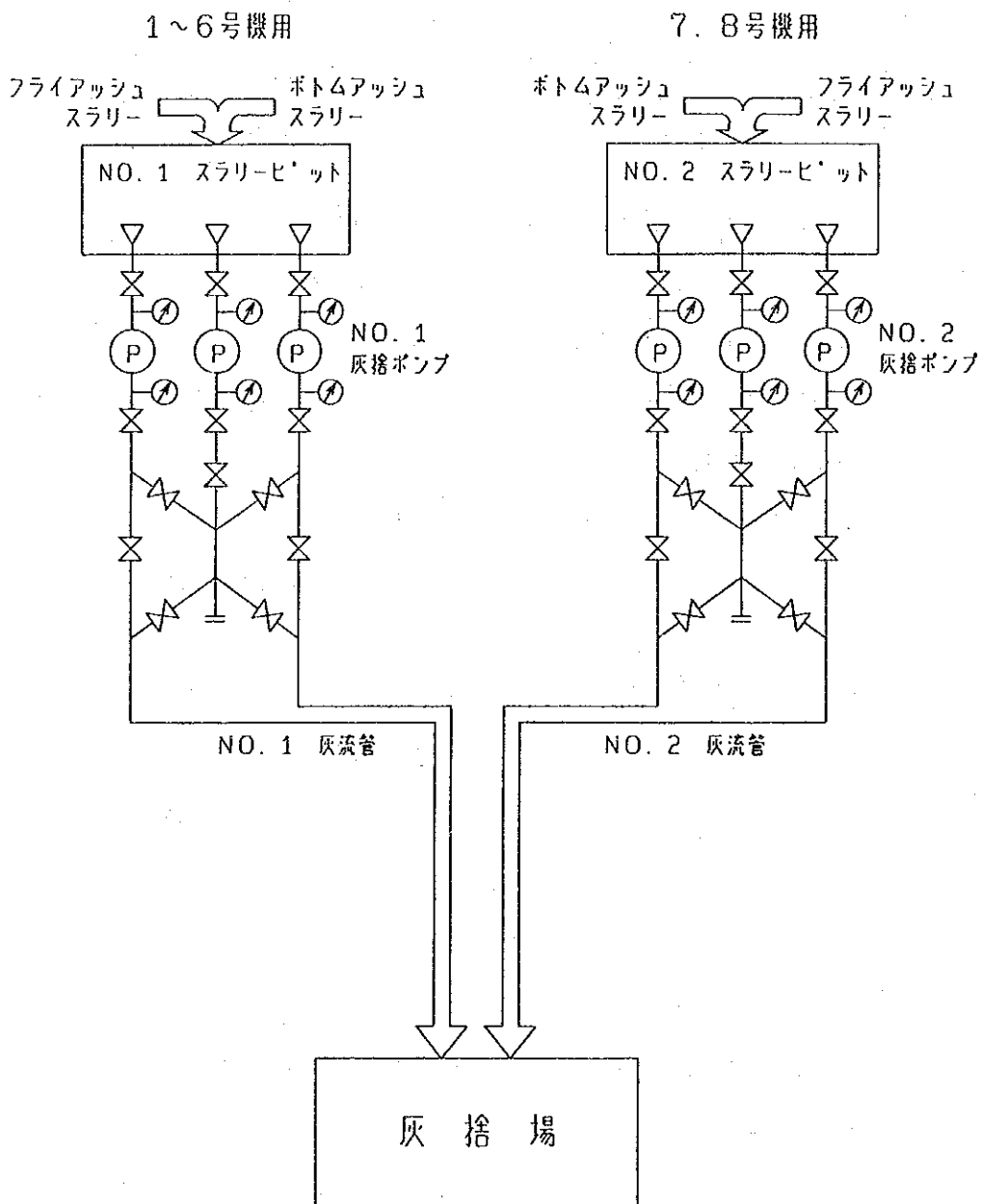


図 4-2-5-⑥ 灰捨系基本フロー図

i (1～6号機)

a. No.1 スラリーピット

・容 量	100m ³
・寸 法	3MW×10ML×3.5MH
・数 量	1 槽

b. 灰捨ポンプ

・容 量	1,250 t/h
・吐出圧力	7.1kg/cm ²
・出 力	600kW
・回 転 数	965rpm
・電 圧	6.0kV
・数 量	3 台 (常用1台)

c. 灰流管

・口 径	426φ (12 t)
・長 さ	約3.2km
・系 列	2 系列 (常用1系列)

ii (7・8号機)

a. No.2 スラリーピット

・容 量	100m ³
・寸 法	3MW×10ML×3.5MH
・数 量	1 槽

b. 灰捨ポンプ

・容 量	800 t/h*
・吐出圧力	7.1kg/cm ²
・出 力	400kW
・回 転 数	965rpm
・電 圧	6.0kV
・数 量	3 台 (常用1台)

c. 灰流管

・口 径	325φ (12 t)
・長 さ	約3.7km
・系 列	2 系列 (常用1系列)

*7・8号機用灰捨ポンプの3台中1台はスラリーピットレベル制御上のテストとして、容量を小さくし、350 t/hで運転中である。

④ 給水系

灰捨場からのオーバーフロー水を貯水池に溜め、この水を再び灰処理水として使用する。貯水池からボトムアッシュ系、フライアッシュ系までの給水系をさす。発電所と貯水池とは約4 km離れており、途中はほぼ平坦である。

灰処理給水ポンプ、灰処理給水ブースタポンプ、及び給水管類から構成されている。

灰処理給水ポンプ及び給水管の一部は1～8号機の全缶共用設備である。

残りの給水管及び、灰処理給水ブースタポンプは、1～6号機用と7・8号機用に分けられている。

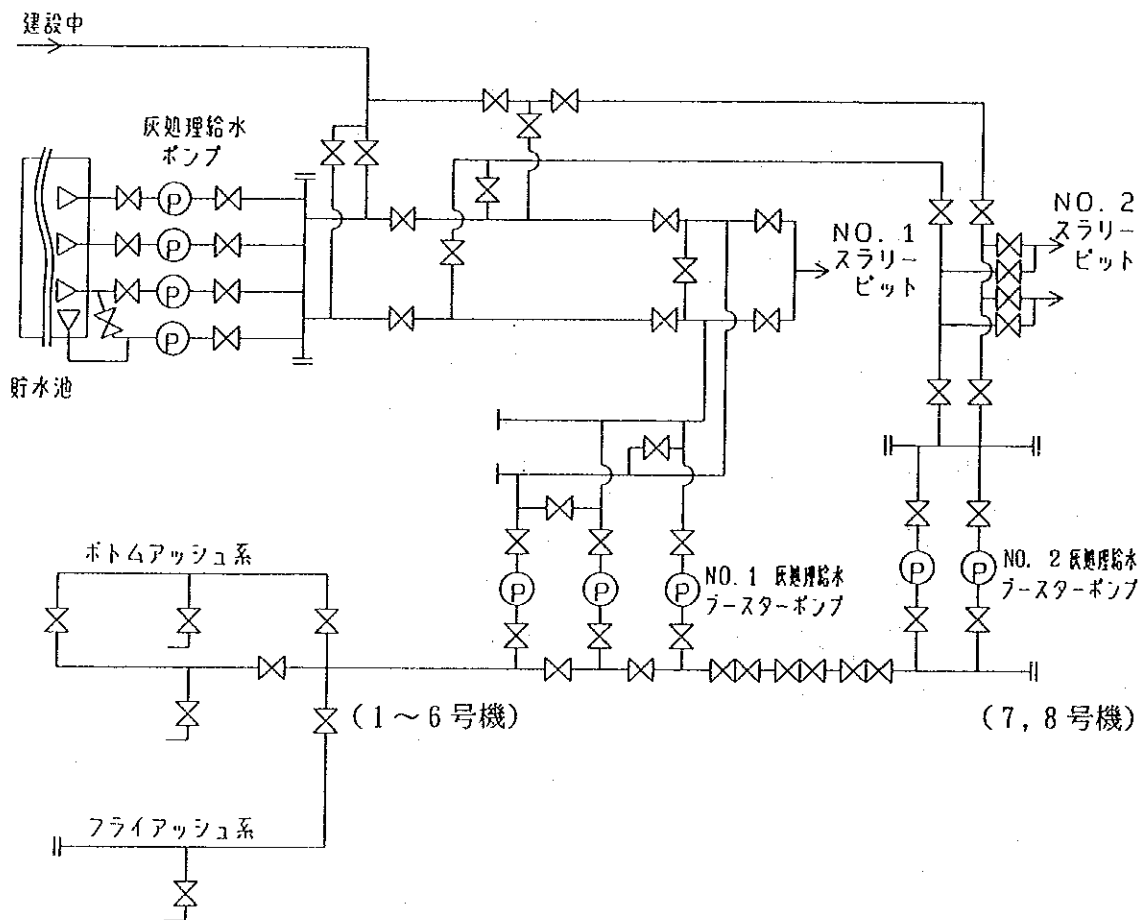


図 4-2-5-⑦ 灰処理給水系基本フロー図

i 灰処理給水ポンプ

・容 量	.....	800 t /h
・吐出圧力	.....	6.0kg/cm ²
・出 力	.....	200kW
・回 転 数	.....	1,450rpm
・電 圧	.....	6.0kV
・数 量	.....	4台 (常用2台)

ii No.1 灰処理給水ブースターポンプ

・容 量	.....	400 t /h
・吐出圧力	.....	10.0kg/cm ²
・出 力	.....	160kW
・回 転 数	.....	1,470rpm
・電 圧	.....	380V
・数 量	.....	3台 (常用1台)

iii No.2 灰処理給水ブースターポンプ

・容 量	.....	400 t /h
・吐出圧力	.....	10.0kg/cm ²
・出 力	.....	160kW
・回 転 数	.....	1,470rpm
・電 圧	.....	380V
・数 量	.....	2台 (常用1台)

⑤ 灰捨場

灰捨場では、発電所から灰捨管を通して送られてきた灰スラリーを自然沈降により灰と水とを分離する。そして、このオーバーフロー水を隣接の貯水池に導く。

発電所から約4 km離れた地点に灰捨場を3ヶ所確保しており、No.1はすでに埋立てが完了して使用していない。

現在はNo.2を使用中であり、No.3は建設中である。

尚隣接して台3火力発電所灰捨場の用地を確保している。

- i No.1 灰捨場 (埋立完了)
- ii No.2 灰捨場 78万 m³ (3.5年分)
- iii No.3 灰捨場 196万 m³ (6.3年分)

※ 埋立期間計算は、灰分13%をベースとした。

⑥ 貯水池

灰捨場に隣接しており、灰処理に使用された「水」を再度利用すべく灰捨場の上層水を貯めている。この貯水池では、さらに細かい灰を自然沈降させる。

貯水池の水は灰処理給水ポンプによって再び灰処理水として再利用のため発電所へと送られる。

- i 容 量 1万 m³

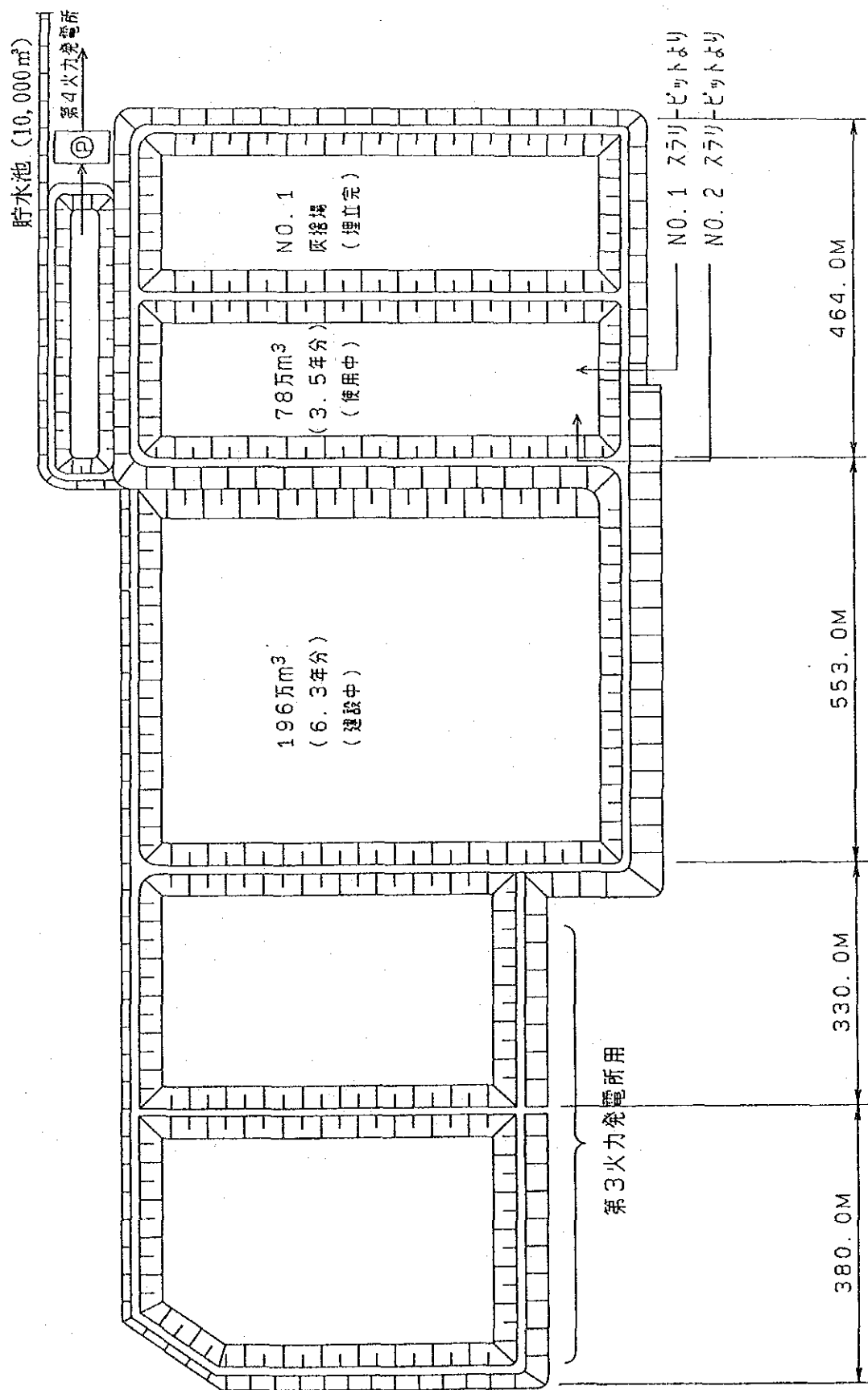
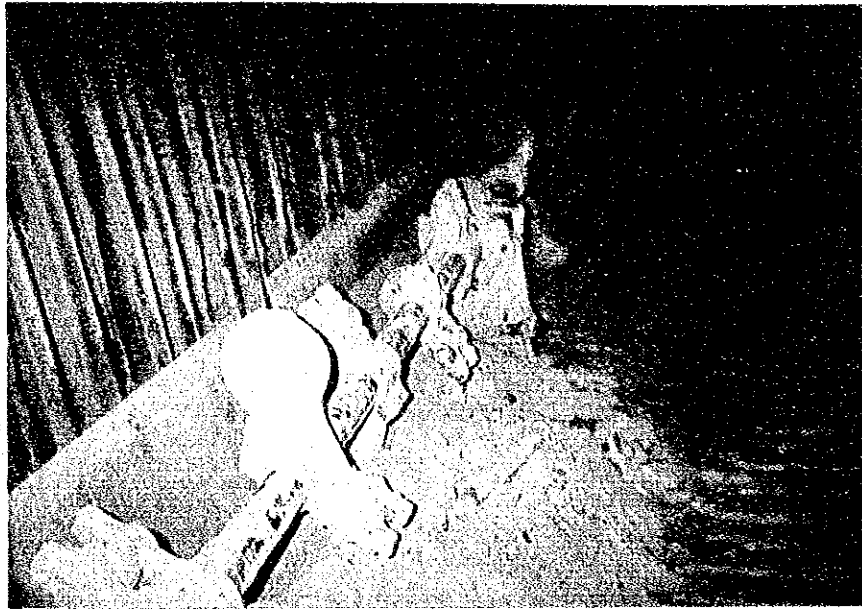
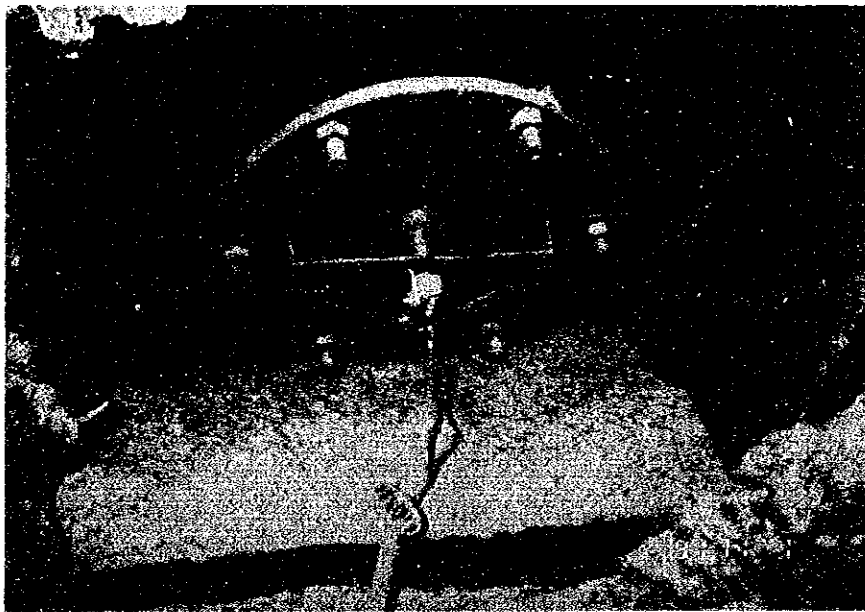


図 4-2-5-⑧ 灰捨て場配置図



写-1 電気集塵器 内部



写-2 電気集塵器ホッパ灰レベル計現状

図 4-2-6 現場状況写真

