フイリピン共和国

メトロマニラ火力発電所

リハビリテーション

計画調査報告書
(要約版)

1982年11月

国際協力事業団

フイリピン共和国

メトロマニラ火力発電所

リハビリテーション

計画調査報告書

(要約版)

1982年11月

国際協力事業団

総　　論

総　　論

１９８１年１月以降のルソン電力系の電力不足は深刻をきわめている。これは主に現在メトロマニラ地区及びその近郊にある火力発電所の出力及び信頼性が低下していることに起因している。

この深刻な状況に対処するため、フィリッピン国内の電力供給及び送電に対して唯一つの責任を有するフィリッピン共和国National Power Corporation（NAPOCOR）は１９７９年８月より、メトロマニラ地区の発電所の出力回復と復旧のため、リハビリテーション計画に着手し、この状況の改善のため、最大限の努力を払ってきた。ＪＩＣＡ調査団は、この必死の努力を知って深く印象づけられると共にフィリッピン共和国政府とＮＡＰＯＣＯＲの熱い期待を痛感した。

１９８２年５月に行なわれたＪＩＣＡによる事前調査が完了すると直ちにフィリッピン共和国エネルギー省のG.Velasco 大臣は日本政府に対して関係火力発電所の詳細、調査を実施するための調査隊を派遣するよう要請した。

この要請に応じて、１９８２年８月、１４人の専門家がＪＩＣＡを通してフィリッピン共和国に派遣され、８月１日より同年９月３０日の間、詳細調査を実施した。

今回の調査で判明した事項は以下のとおりである。

1. ４発電所、特に貫流ユニット、すなわちガードナー２号、スナイダー１号，２号、マラヤ１号の機能回復はＪＩＣＡが提案した今回の調査における勧告／提言ならびに前回の予備調査の勧告／提言に従ってNAPOCOR がリハビリテーション計画を強力にそして、一貫して実行すれば実現可能であると考えられる。
2. ＪＩＣＡ調査団によって勧告されたリハビリテーション計画に基づいて、詳細でかつ明確なリハビリテーションスケジュールに従って、全てのリハビリテーションに必要な項目がNAPOCORによって直ちにそして、円滑に実施されれば信頼性の向上と出力の回復は可能であろう。
3. 経済評価に関する概算見積の概要は最終報告書に記載するが、ＪＩＣＡ調査団は、リハビリテーション計画の完成によって充分な経済効果と安定した電力の供給及び大量の燃料消費の低減が期待できるので充分なフィージビリティを有するものと考える。
4. 計画の実現のために４３０×１０^{6}ペソ以上が必要であると予想される。この金額のほとんどが外貨である。しかし最終的な見積りは本計画の詳細設計に基づいて、行なう必要があ

る。

5. リハビリテーション計画が重要で緊急を要することを考慮し、本計画の実施に当っては、外部の高度な技術を有するエンジニアリング・コンサルタントの導入が必要であると考えられる。

6. リハビリテーション計画の実施に対して、NAPOCOR は最大の努力を傾注している。そしてこのためタスクフォースの増強が適宜実施されている。JICA調査団は本計画を成功に導くためにはこの計画のための組織が、最も重要な要因であることを理解している。従ってNAPOCOR のこの努力は高く評価されるものと考える。

7. 本計画においてNAPOCOR の新規採用の従業員と従来からの従業員の訓練は重要で意義のある事項である。

これらの観点からJICA調査団はNAPOCOR の従業員の教育訓練を有効にそして早急に実施するため、火力発電所のシミュレーターを備えた訓練センターの創設を推奨するものである。

JICA調査団はNAPOCOR に対し新しいリハビリテーション計画を開始することを真剣に勧告するものである。

目　　次

頁

1. 緒　　言

1.1 背景と目的 …… 1－1

1.2 調査の目的及び範囲 …… 1－2

1.3 フィリピンにおける調査 …… 1－3

2. 結論と勧告

2.1 総括的事項 …… 2－1

2.2 発電所の系統と機器 …… 2－4

2.3 運転と保修 …… 2－25

1. 緒　　言

1. 緒　　言

1.1　背景と目的

ルソン送電網においては、1982年1月1日よりひんぱん且つ深刻な停電の問題に悩まされており、市民の社会生活及び産業活動に重大な支障を生じている。

この停電の原因としては、主にマニラ首都圏における4火力発電所の低い信頼性によるものである。

これらの発電所とは、それぞれマニラ近郊のSucat (Paranaque)、Metro ManilaとPililla (Rizal)に位置するガードナー／スナイダー、テゲン及びマラヤの各発電所である。

ユニット容量としてはテゲン1・2号は各100MW, ガードナー1号150MW、ガードナー2号200MW、スナイダー1号200MW、スナイダー2号300MW、マラヤ1号300MW、マラヤ2号350MWで合計容量は1,700MWである。

ガードナー2号、スナイダー1・2号及びマラヤ1号については、亜臨界圧貫流ボイラーが採用されている。

＊注記　ガードナー／スナイダー発電所は現在Sucatと呼ばれており各ユニットの名称は次のようになっている。

旧名称	新名称
ガードナー1号	スーカット1号
ガードナー2号	〃　2号
スナイダー1号	〃　3号
スナイダー2号	〃　4号

しかしながら事前報告書には旧名称を使用しており、この関連で本レポートにおいても旧名称で呼ぶことにする。

1979年8月、これらプラントの極度の機能、性能低下状況を判断したNational Power Corporation（以下NAPOCORと略す）はプラントのリハビリテーション計画に着手した。この様な状況のもとでNAPOCORは、これらの発電プラントにおける諸問題解決のための協力を得るため、日本政府に対し発電プラントの運転、設計、保守の分野の専門家よりなる調査団の派遣を要請した。

日本政府はフィリッピン共和国政府を経由して伝えられたNAPOCORの要請に

応えて国際協力事業団（以下ＪＩＣＡと略す）を通じ、プラントの現状調査及びマニラ都市圏の電力安定供給をはかるため、発電所リハビリテーション計画の検討を行うことを決定し１９８２年５月１０日から５月２９日の間、飯村圭司氏を団長とする予備調査団を現地へ派遣し、発電所が当面している基本的な問題、及び本調査隊が詳細調査すべき項目の検討を行なった。

予備調査の結果に基づきＪＩＣＡはフィリッピン共和国（以下フィリッピンと略す）に詳細調査を実施するための調査隊を派遣することを決定した。これに関連して、ＪＩＣＡは実施計画（以下ＩＡと略す）の協議と調査範囲の合意を得るために、飯村圭司氏を団長とする４人を１９８２年７月２６日より１９８２年８月７日の間、フィリッピンに派遣した。協議の結果、ＩＡは相互に合意され１９８２年７月３０日、マニラにおいてＪＩＣＡ及びＮＡＰＯＣＯＲの間で署名が行なわれた。

ＩＡが署名されると直ちに、ＪＩＣＡは１４名の火力発電所の設計、運転、保守の専門家から成る調査隊（この内３名は１９８２年７月２６日よりＩＡの協議のためマニラに駐在していた）を本調査の範囲における種々の調査のため派遣し、１９８２年８月１日より９月３０日の間調査を実施した。

１．２　調査の目的及び範囲

１．２．１　調査の目的

本調査の目的は貫流ボイラを有する４発電所のリハビリテーション計画を策定し、メトロマニラに信頼のおける電力を供給することである。

１．２．２　調査の範囲

今回の調査でこの目的のために実施すべき個々の調査項目は次の主要項目に分類される。

－発電所の運転方法の改善

－発電所機器及び系統の改善

－予防保全及び事後保修の改善

－稼動率の評価

－計画停止の立案及び管理

－日本及他の電力会社における運転方法との比較及び提言

1．3　フィリッピンにおける調査

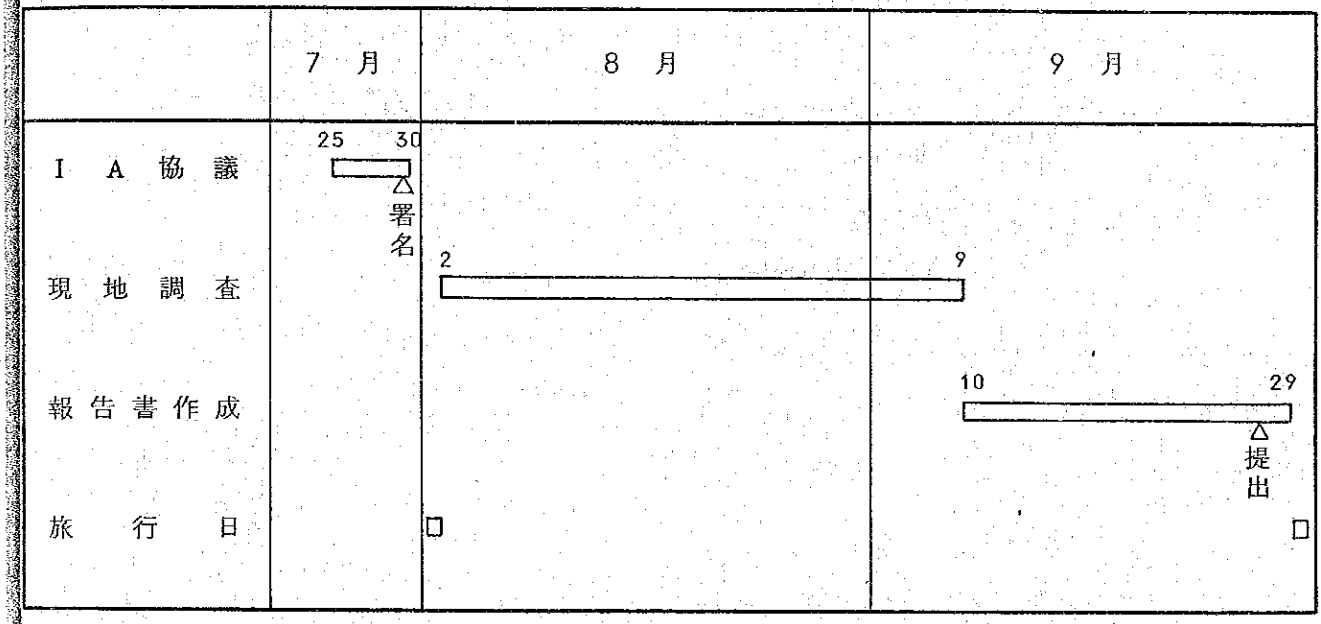
1．3．1　概　要

フィリッピンにおける現地調査は添付の調査スケジュールのように1982年8月1日より9月30日の間にNAPOCOR及びマニラ電力会社（以下MELARCOと略す）の関係者の懇切な協力を得て実施された。

調査隊は総括、ガードナー／スナイダー，マラヤ，化学グループの4つに分かれて調査を実施した。

調　査　日　程

1982年



1．3．2　調査地区

調査地区は主にメトロマニラ地区とし、下記の貫流ボイラを有する発電所及び関連の送変電設備を調査の対象とした。

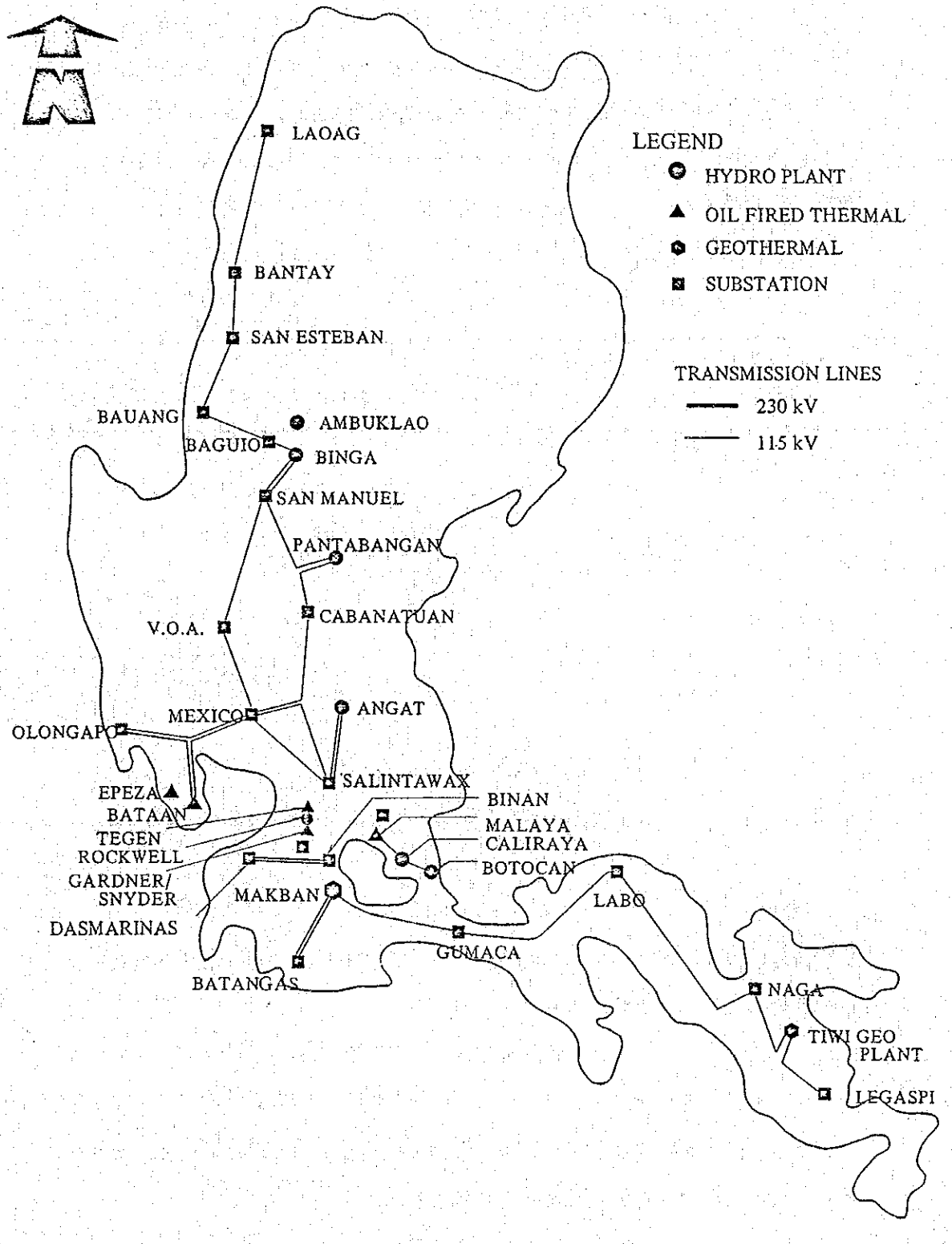
ガードナー／スナイダー発電所

マラヤ発電所

上記の他、ドラム型ボイラーを有するテゲン発電所の概要を本調査における調査対象の発電所に対する参考として調査した。

各発電所の位置は次ページの図1－1に示す。

図１－１　ルソン送電網と発電所



1．3．3　調査項目

JICA調査団はメトロマニラにおける火力発電所の運転の改善及びリハビリテーション計画の確立のために必要な下記項目について現地調査を実施した。

1) 発電所運転の改善

a．各発電所におけるリハビリテーション計画及び運転方法の検討及び既存マニュアルのみなおし。

b．訓練及び／もしくは再訓練計画の基本及び一般テキストの作成

c．NAPOCORの運転マニュアルのみなおし及び詳細調査の実施

2) 発電所及び発電所系統の改善

a．各発電所の現状の調査及び既存データの見直しの結果により明らかになった事項の詳細調査

b．各発電所における実際のリハビリテーション計画に対するアドバイス

c．リハビリテーションのために必要な重要項目の詳細検討及び取替又は修理のための資材の調査を含めたリハビリテーションの最終的な優先順位の策定

d．事前調査において作成された事故のリストに基づいて、事故原因の再調査及び確認、及び取替、修理、化学洗浄などを分類し実際のリハビリテーション計画を策定する。

e．必要なチェック方法及び範囲をアドバイスすること。

3) 予防保全及び事後保修についての改善

a．標準的な保修に対し適切な間隔及び範囲の設定についてアドバイスを行なう。

b．現在の保守及び修理の不完全な部分についてアドバイスを行なう。

c．予防保全又は事後保修の方法で不完全もしくは不充分な点について正しい対策のアドバイスを行なう。

d．訓練又は再訓練の基礎的な一般テキストの作成を行なう。

e．もし必要であれば、予備品の種類と量、工作場の装置の種類を検討し、改善計画を立案する。

f．装置の設計、配置について検討し、不充分な点については改善計画を立案する。

4) 稼動率についての評価

a．事前調査の結果に基づいて、稼動率の記録及び装置の機能について詳細に解析を行なう。

b．プラント性能の回復のためできるだけ広範囲なリハビリテーションを実施した場合の信頼性及び稼動率の向上について詳細に検討する。又全体の系統運用状況を含めて長期及び短期の計画停止を立案する。

5) 計画停止の立案と管理

a．需要の動向を考慮に入れて、1)－4)項の調査結果に基づいて各項目に必要なアドバイスを行なう。

又、次の項目について必要なアドバイスもしくは勧告を行なうものとする。

a) プラントの分解点検、主要な保修、修理の計画及び工程

b) 予防保全／事後保修に必要な装置、材料の購入計画及びスケジュール

c) 運転中の点検、及び品質管理業務

d) 安全面、出力、効率、経済性に悪影響を及ぼすプラント／ユニットにおける欠陥の調査

e) 装置の保修記録

6) 日本及び他の電力会社での経験及び運転方法との比較ならびにアドバイス

a．NAPOCORが作成した事項もしくはJICAの知識を必要とする事項に対するアドバイスを行なう。

b．同様のケースに対する情報や入手出来るデータをNAPOCORに提供する。

2. 結　論　と　勧　告

2. 結 論 と 勧 告

2．1　総括的事項

2．1．1　組織・管理

1) リハビリテーション計画のためのタスクフォース（機動チーム）

１９８１年１２月にリハビリテーション計画推進と各関係者間の協調を計るためにＱＡ（品質管理）グループとＰ＆Ｐ（計画）グループとでタスクフォースが設立された。タスクフォースは定期修理の工程管理やリハビリテーション用資機材調達の推進／評価に当り、多くの実績をあげてきた。

ステアリングコミッティー（計画委員会）はタスクフォースの業務を統括し、又リハビリテーション計画の方針や大綱を決定している。ステアリングコミッティーは技術担当副総裁が議長で、メンバーは総裁補佐と５人の副総裁から構成されている。

ステアリングコミッティーは今日までにリハビリテーション用の大型機器即ちガードナー／スナイダー発電所の脱塩装置及び復水脱塩装置の再生塔、ガードナー／スナイダー及びマラヤ発電所用のサンプリング・ラック、自動ボイラ制御装置の購入に当って多大の尽力をした。このタスクフォースは事前報告書の中でエネルギー省代行として設置するよう勧告されたものであるが、ＪＩＣＡ調査団としては、発電所のリハビリテーション計画を強力な組織で監督する必要があることを再度強調しておきたい。

2) 定期修理施行の組織

現在ＮＡＰＯＣＯＲに於ける火力発電所の定期修理は長期間を要しているが、短縮の可能性はある。定期修理は多くのグループ即ち発電所の保修課、MMRC（メトロマニラ地区事務所）のCMD（統合保修課）、ＱＡグループ、Ｐ＆Ｐグループ、プロジェクトマネージャー（定期修理統括管理者）、下請業者、メーカーなどの協力の下に行われている。プロジェクトマネージャーは定期修理に当り指名され、多くのグループの協調に多大の努力を傾注している。併し乍ら、プロジェクトマネージャーは通常、運転当直長から選ばれ、定期修理の都度変更になる。日頃保修業務をみていない運転担当が定期修理を統括することは極めて困難なことである。又多くのグループが夫々に定期修理にかゝることは責任の所在が不明確になり、業務遂行も円滑

且効率的にいかなくなるものである。

これ等の問題を解決するには定期修理の工程管理をＰ＆Ｐグループが担当し、定期修理の監督は発電所長自身の監督でなされるべきであると考える。

3) エンジニヤリングの為の組織

現在、発電所には保修作業のためにエンジニヤリングをしなければならない業務が沢山あるが保修担当部門、計装担当部門とも全くその余裕がないようである。NAPOCOR では現在組織改訂を検討されているが、エンジニヤリング能力を増進できるように改正されることが望まれる。

4) 子会社についての検討

保修工事専門の子会社は定期修理の円滑化、雇用者配置の融通性などで極めて有用である。計装関係は適当な下請会社がいないので特に保修が行届いておらず、こういった子会社制の採用については一考の余地はあると考えられる。

5) 人事交流

現在の人員配置には一部偏った点も見受けられる。技術レベルの向上と共に職場規律確立のためにも人事交流を行うことが望ましい。

２．１．２　人材と訓練

1) 人　材

火力発電所荒廃の原因の一つに多くのベテラン技術者が海外に流出したことがあげられる。この為発電所の運用に多大の困難が発生して来た。以下はこれに対して NAPOCOR でとられている対策である。

a．新規採用

定員増に当っては単に個人当りの業務量の減少だけでは職場士気の低下につながる可能性がある。新規採用と同時に現職の人々にも次の技術レベル向上が計られねばならぬ。

(a) 再訓練

(b) 管理職による業務の指導

b．人事交流

機械保修と計装保修部門は他部門から人員を配置替えすることが望ましい。同様に発電所と他の職場間についても管理職を含めて人事交流を行うことは技術レ

ベル向上に効果的である。

c・職場環境の整備

現在の劣悪な職場環境では従業員の士気も職場規律も期待できない。バイタリティの復活には清潔で明るい職場環境とすることが必要である。

2) 訓　練

NAPOCOR は従業員訓練に多大の努力を傾注して居り、その真摯さには深い感銘を受けたものである。出来得れば計装・機械保修員の教育、テキストの全員配布、中堅技術者の海外研修等の実施が望まれるところである。

NAPOCOR では訓練センターの建設を計画して居り、その中に火力発電所用訓練シュミレーターの計画も入っている。その他立派な訓練プログラムが予定されている。訓練センターでの教育では急速な技術習得が期待され、そして発電所の運転、保修に多大の貢献をなすものと思われる。

2．1．3　資材の調達

本調査において資材の調達方式において以下に示すようないくつかの問題点が見出された。

1) 購入手続期間があまりにも長くなり、発電所の修理もしくは保守のために必要なタイムリーな資材の入荷を阻害している。

2) 発電所において当初の要求事項に合致しない装置や資材が調達されたケースが幾度かあった。

3) 応札制度による低価格品の採用のため、時々製造者による保証が得ることが困難であった。

4) 購入伝票に添付されている仕様書が不適当であるため発注が困難であったケースがあった。

この様なケースをなくすため、JICAは下記の事項を推奨する。

1) 標準仕様書様式の作成

2) 発電所で作成された重要な品目の仕様書のみなおしを優秀なメンバーを有するリハビリテーションタスクフォースの様なグループに再点検させることを推奨する。

3) Regional center において購入スケジュールの管理監督を行なうこと。

4) 単価方式の採用

5) 製造業者／供給業者の事前資格審査及び本質的な装置／材料についてはオリジナルメーカーの適用

6) 購買／経理の責任者を海外に派遣して、電力会社、先進のメーカーの資材調達、管理方式の調査を行なうこと。

2．2　発電所の系統と機器

2．2．1 概　要

1) 大　要

メトロマニラ地区では火力発電所の出力減退で慢性的電力不足に悩まされている。表2－1にその直接的原因をあげているがその他にもいろいろに問題がある。これ等発電所の出力を確保し、信頼性を回復するには総合的リハビリテーションが必要である。

このような状態に至った原因はいろいろあるが、次のものが主なものである。

a．水処理が不良でボイラ・タービン等主機に損傷を与えた。

b．日常保修が確実になされず、装置の故障が放置され、全体の機能喪失につながっていった。

c．定期修理が適当な期間でなされず機器の損傷劣化を助長した。

d．誤操作のため重大な損傷を招いたこともある。

メトロマニラ地区火力発電所は既に相当年数経過し経年劣化の徴候を示して来たものもある。上記対策としては、損傷又は劣化した機器の取替修繕を早急に行い、又日常保修、定期修理を確実に実施すると共に運転、保修技術の向上を計り安全確実な運用を計ることである。これに加えてNAPOCORのリハビリテーション関係者が環境整備、資機材調達等に協力すること、NAPOCOR 従業員の能力向上を計ることが切望されるところである。

JICA調査団は今回の調査で、タービンと発電機については適切な資料がなく十分な検討が出来なかった。本件についてはNAPOCOR に於いてメーカーに事故の解明とその対策の保証を強く要請されるよう希望する。

リハビリテーション計画の経済性については、この改修が達成された後、発電所の熱消費率が日本の発電所並に回復し、燃料を減少できたとすると年 500×10^6 ペソ

の燃料コストの軽減を期待できる。

項　目	単　位	GSTP	MTP	計	備　考
発　電　量	GWH	2,620	3,403	6,023	1981年実績
燃　料　量	10^3 BBLS	4,953	5,635	10,588	〃
熱消費率	BTU／kwH	11,644	10,277	10,872	〃
燃　料　費	10^6 ペソ	1,381	1,687	3,068	〃
熱消費率期待値	BTU／kwH			9,114	
燃料費予想値	10^6 ペソ			2,572	

注　熱消費率の期待値は日本の同級の発電所の１９７８年実績を採った。

発電所の出力減退の主な原因は次頁に示す通りである。

表２－１　発電所出力減退の主な理由

	ガードナー－1	ガードナー－2	スナイダー－1	スナイダー－2	マラヤ－1	マラヤ－2
定格出力（Mw）	150	200	200	300	300	350
実際出力（Mw）	100	（140）	140	250	250	280
営業運転開始	1968年8月1日	1970年1月15日	1971年7月1日	1972年7月31日	1975年9月4日	1979年6月26日
1. ボイラ、ボイラ補機	1. ボイラ（蒸発器）チューブ劣化のため減圧運転中（定格1800Psi→1400Psi） 2. 押込ファンの容量不足（要検討）	1. ボイラ（再熱器）チューブ劣化のため減圧運転中（定格2700Psi→2300Psi）	1. ボイラ（過熱器、再熱器）チューブ劣化のため減圧運転中（定格2700Psi→2300Psi）		1. ボイラ（過熱器、再熱器、蒸発器）チューブ減肉のため減圧運転中（定格2700Psi→2100Psi）	1. ボイラ（蒸発器）チューブ膨出のため減圧運転中（定格169kg/cm²→150kg/cm²） 2. 空気予熱器閉塞
2. タービン、タービン補機	1. 高圧給水加熱器5－バイパス中	1. 低圧タービン最終段翼カット	1. 低圧タービン翼カット	1. 低圧タービン翼カット 2. 高圧給水加熱器6B取外し 3. 復水ポンプ吸込ストレーナ閉塞（要検討） 4. 復水再循環弁と同バイパス弁の漏洩	1. 低圧タービン翼カット 2. 高圧給水加熱器5Aバイパス	1. 復水器冷却水管漏洩

注　実際の出力は1982年8月実績

2.2.2 ボイラ

過去の事故記録によるとボイラ関係の事故が連続運転の主要な障害となっている。

現在、NAPOCORがメーカと協議して、出力回復の計画を策定し、その実施に努力されていることは高く評価される。

併しながら空気予熱器エレメントの閉塞、給水加熱器の漏洩、復水器のチューブリーク等のような部分的な事故を無くして連続運転を行なうことも重要な当面の課題と考える。

その為には、定期修理や日常整備作業が着実に実行されなければならない。定期修理については、現在の組織の運用に更に機動性を持たせるべきである。

又、工程管理、工事管理及び検査、試験を厳正に実行することが重要である。日常整備については、付録－2に示すようにルーチン整備作業を確実に実施すべきである。現在、数多くの蒸気、水、油の漏洩及び制御弁や計器の不調が見られるが、これ等はルーチン整備が充分に行なわれていないための結果に他ならない。

1) ボイラ本体

a. 現　状

現在スナイダー2号を除いて全てのユニット（ガードナー／スナイダー及びマラヤ発電所）が減圧運転中である。

主な問題点は次のとおりである。

ガードナー1号　減圧運転中　（1981年4月より）

可能出力　定格出力（150MW）の66％

水壁管に過熱による漏洩の傾向が見られる。

ガードナー2号　減圧運転中　（1981年2月より）

可能出力　定格出力（200MW）の70％

2次過熱器は、1982年9月に高温腐食によって全パネルを取替えている。

再熱器管は、定期修理後も高温および内部腐食部が残っている。

横置再熱器チューブにも内部腐食が見られるのでチェックの必要がある。

水壁管にも高温腐食の傾向がある。

スナイダー１号　減圧運転中　（１９８０年１１月より）

可能出力　定格出力（２００MW）の７０％

２次過熱器および再熱器管には高温腐食の傾向がある。

これはガードナー２号の定期修理における結果と同様の減肉現象と見られる。

横置再熱器もガードナー２号と同様に検査の必要がある。

更に、水壁管にも高温腐食の傾向があり停止時に点検の必要がある。

スナイダー２号　規定圧力で運転中

しかし乍らこのユニットも１９８１年１月から１９８２年４月まで減圧運転をしていた。

可能出力　定格出力（３００MW）の８０％

２次過熱器に減肉、膨脹、スケーリングが見られる。定期修理後もリークが発生している。

再熱器にもスケーリングと内部腐食がある。

水壁管にも又、孔食が見られる。

マラヤ１号　減圧運転中　（１９８２年２月より）

可能出力　定格出力（３００MW）の８０％

２次過熱器に高温腐食、減肉、スケーリングが見られる。

再熱管に厚い黒色のスケールがあり、次期定期修理で２次過熱器、再熱器の取替えが予定されている。

水壁管にも膨出が見られる。

マラヤ２号　減圧運転中　（１９８２年４月より）

可能出力　定格出力（３５０MW）の８０％

２次過熱器および再熱器に明らかなる高温腐食が見られる。次回定期修理で検査を要する。

バッフルウォールチューブは、次回定修で取替えが予定されている。

b．勧　告

(a) 減圧運転について

減圧運転について特に注意を喚起しておきたい。貫流ボイラにおける管内流動は特に注意しなければならない。

メーカーの減圧運転資料によれば圧力と蒸気流量の関係は非常に重要で、不注意な変圧運転はボイラーに大きな損傷を与える。

例としてマラヤ1号では、２１００Ｐｓｉで２４０MW を出しているが、この圧力における負荷はメーカー資料によれば１７５MW 以下となっている。

メーカーの変圧運転要項に従った運転を是非実行されたい。

(b) ボイラチューブ事故の防止について

チューブの問題点の復旧についてはNAPOCOR で計画されているが、JICA調査団も問題点について検討を行なった。チューブ事故は主として、過熱と内部腐食であり、それは不適当な水質に起因する。

又、過熱器、再熱器のスプレー系統は常に整備しバルブシートの漏洩などを無くし良好な状態にしておかねばならない。

又、運転中は勿論、起動、停止時および保管時の水質管理は、新しい方法による精度の高い水質基準値を常に保持することが大切である。

(c) 燃焼管理

現在使用されている燃料油中の硫黄分が高く、空気予熱器エレメントが腐食を起し易い。

従って、燃焼は、常に良好な状態に管理しなければならない。このためには良好な燃料噴霧およびSO_3の発生を抑制する効果がある低O_2運転を行なう必要がある。

低O_2 運転を行なうためにはO_2 計を整備すべきである。

更に節炭器出口のO_2 は、オルザット分析計によって定期的にチェックを行ない、常に空気量を適正に調整すべきである。（全ユニット）

良好な噴霧を得るためにはCDFOP（定差圧燃料油ポンプ）を常に運転すべきである。（ガードナー１号及びマラヤ２号）

(d) 空気予熱器の管理

全ユニットにおいて空気予熱器の腐食と閉塞が大きな問題となっている。

これ等の防止対策として、空気予熱器出口における空気ガスの平均温度を排ガスの露点以上に保つことおよび蒸気式空気予熱器の機能を良好に保つように適正な管理を行うべきである。（全ユニット）

空気予熱器エレメントは、取付前の重量を計測し、腐食の傾向を確認して、予備品の準備をしておくべきである。（全ユニット）

又、空気予熱器出口ガスのO_2を計測して、空気予熱器の空気の漏洩防止に留意すべきである。

(e) スートブロアの管理

現在、スートブロアの稼動率は極端に悪い。スートブロアは高温腐食の防止および効率の向上のためにも常に運用されなければならない。（全ユニット）

一般的に水マグの注入はSO_3を減少し、高温部スラグをボーラス化し剥離性が良くなると云われる。

現在水マグが使用されているので、スートブロアは有効に利用されねばならない。なお、水マグの効果と経済性については、今後検討しておく必要がある。

(f) ボイラケーシングのガス洩れの保修

全ユニットにおいて、ボイラケーシングからのガス洩れが甚だしい。

排ガスは各設備は勿論であるが、特に電気、制御関係機器を腐食させ又、人の健康にも有害である。

早急にガス洩れの保修を行ない且つリークテストの基準を制定すべきである。

(g) 保温の不備

熱損失の低減だけでなく、他機器への悪影響を防止し、巡回点検時の安全性を確保するためにも、各装置および配管の保温は常に完全に施工しておくべきである。特に高温配管については、材質の劣化防止のためにも必要である。

（全ユニット）

2．2．3 ボイラ補機

現状と提言を以下に述べる。

ガードナー1号

押込通風機の容量低下

次の項目についてファンの特性カーブとの比較検討を実施すべきである。

a) 空気流量のチェック

b) 空気予熱器等の圧力降下

c) 押込通風機モーター電流

d) コントロールドライブユニットの作動状況

スナイダー2号

主燃料油ポンプの2台運転

250MW を越えるとヘッダー油圧の維持が困難となり2台運転が必要となっている。

現在の運転状態を設計値および原因と考えられる各部の状態と対比しチェックすべきである。

ガードナー1号及びマラヤ2号

定差圧燃料油ポンプが使用されていない。

早急に補修すべきである。

2.2.4 タービン

事故記録によれば、タービン事故による停止件数も多く、タービン本体にも問題があり連続運転の障害となっていることが明らかとなった。

特にスナイダー1,2号及びマラヤ1号においては事故件数はボイラ関係を上回っている。

NAPOCOR はタービン事故の原因について再確認を行なった上でメーカとも協議して対策を立て、実施すべきである。

タービン関係においても、ボイラ関係と同様に、安定した運転を維持、継続するためには、定期修理および日常整備保守作業の着実な施工が重要である。

1) タービン本体

a・現　状

現在ガードナー1号とマラヤ2号を除いて他は全てタービン翼に大きな問題がある。

各タービンの主要な問題点は次の通りである。

タービン事故の概要(図2－1〝低圧タービンの現状〟参照)

ガードナー1号

現在特に大きな問題はない。

タービン翼は切断されたものはなく完全である。

ガードナー２号

高圧タービン翼損傷

－衝動段翼１枚欠損、他の翼も強い打痕変形引っかききず発生。全数取替え。

－スラスト軸受損傷取替え

－低圧最終段翼損傷。損傷翼及び対称翼を切断。

最終段翼６枚が切断されている（タービン側）

スナイダー１号

－低圧タービン最終段翼がタービン側、発電機側共損傷。損傷翼とその対称翼を切断。

－低圧最終段翼材質　X22Cr－M_0－V121　から焼入れをしたX20Cr13に取替え

－再度、低圧最終段及び最終段より２段目の翼およびタービンの一部が損傷。翼損傷は応力腐食と云われている。

ＬＰ最終段（タービンおよび発電機側）　　翼全数カット

ＬＰ最終段から２段目（タービンおよび発電機側）　　翼全数カット

ＬＰ最終段から３段目（タービン及び発電機側）　　１０枚カット　１枚欠除

スナイダー２号

－高圧タービン衝動段翼損傷、翼及び他の損傷部取替え

－１９８１年の定期修理でＬＰ－１及びＬＰ－２の最終段翼及び最終段より２段目の多数の羽根にクラック発見。　全数翼をカット。

－定期修理後、低温再熱管がタービンに推力を加えた為、タービン本体に極めて大きい振動を生じ、検査結果、衝動翼、ＨＰＣＶ－１・２・４のスピンドルハンガーが破損していた。

　高圧ローターはマラヤ１号の予備ローターと取替え、仮設ハンガーと固定支持が高低温再熱管に設置された。

　取替えたHPCVの損傷部品と破損したスピンドルは新品である。（設計変更されたもの）

ＨＰおよびＩＰ　　翼は完備

ＬＰ－１　最終段（発電機側）　　翼全数カット

ＬＰ－１　最終段（タービン側）　　翼全数カット

ＬＰ－１　最終段より２段目（タービン側）　　翼全数カット

ＬＰ－２　最終段　　翼全数カット

ＬＰ－２　最終段より２段目　　翼全数カット

マラヤ１号

－軸受損傷　予備品と取替え

－１８日間にタービンバランシングのために７回ユニット停止（１９８０年）

検査後ＬＰ－1最終段（発電機側）破損。およびLP−2のクロスオーバ管の伸縮接手４個所が破損。

破損翼カット損傷ベローズ新品に取替え。

ＬＰ－１　最終段（発電機側）　　翼４枚カット

ＬＰ－１　最終段より２段目（発電機側）　　翼全数カット

ＬＰ－１　最終段より２段目（タービン側）　　翼全数カット

マラヤ２号

１９８０年、外部事故によるマラヤ１，２号のトリップがあり、タービン及び発電機の全ての軸受が損傷した。

軸受は新品の備品と取替え。ジャーナルは機械加工した。

翼は全数完備

機械加工したジャーナルの直径は基準値より小さくなっている。

ｂ．タービン本体に対する勧告

技術的な資料が不充分なために詳細な検討が出来なかったがタービンの問題点について以下留意すべき事項について勧告する。

(a)　高圧タービン

ｉ．衝動段翼の損傷防止のためには運転条件の急変を避けるべきである。

ii．メーカーに定期修理の方法や必要なデーターを提出させ実施に当っては充分その確認をしておく必要がある。

(b)　中圧タービン

ｉ．静翼、動翼の防護のためにやはり運転条件の急変を避けねばならない。

ii．中圧タービンは良好な蒸気条件によって運転すべきである。そのためには、ボイラ水質は制限値を維持すると共に再熱管のスプレー調整弁を完全に補修して中圧タービンへの洩れ込みを防ぐべきである。

ⅲ．インナケーシングの損傷についてはメーカーに損傷原因、事故再発防止対策に関する資料を提出させて、確認をしておく必要がある。

(c) 低圧タービン

ⅰ．翼の焼入れ方法や焼戻しの効果等最終段翼及び隣接段翼の損傷に関するデータをメーカーに提出させて保修時に有効に活用すべきである。

(d) 軸　受

ⅰ．軸受の保護のために運転条件の急変をさけるべきである。

ⅱ．タービンのオイルフラッシングは判定基準を明確にして確実に実施すべきである。これは軸受の損傷を予防するために定期修理後必ず実施すべきである。オイルフラッシングは保温工事と同時に実施しないこと。しかし止むを得ない場合は適切な防護措置を講ずる必要がある。

2．2．5　タービン補機

1) 復水器

a．現　状

復水器のチューブリークの防止対策は全てのユニットで不充分である。

現在、マラヤ2号ではA側31.5％、B側14％と多数のプラグ管がある。この異常状態の原因の調査は充分になされねばならない。

一般に復水器真空は設計値より低いので改善すべきである。

b．勧　告

(a) 定期修理中の復水器細管の過流探傷検査を完全に実施すべきである。

過流探傷検査は、正しく調整し適切に使用すれば管の亀裂、腐食、侵食の状況を効果的に測定出来るものである。

日本においては、専門業者が実施し、検査結果は文書で提出される。

NAPOCOR も、このようにして信頼出来る業者を教育して過流探傷検査を有効に利用することが必要である。

(b) 復水器真空を設計値や許容値に保持するために次の事項について充分検討すべきである。

ⅰ．空気抽出器の性能チェック

ⅱ．復水中のO_2のチェック

ⅲ．復水器の空気漏入のチェック

ⅳ．復水器に直接、接続する真空ラインのバルブのシールの状況

この対策は水質改善にも大きく寄与する。

(c) 定期修理中または計画停止中に復水器管の清掃を充分に実施すべきである。

清掃に使用する器具は管内面の付着物、堆積した異物を効果的に確実に除去するものでなければならない。

(d) 復水器管の汚れを防止するために運転中の逆洗を必ず実施すべきである。

これは復水器の効率を維持するためにも有効である。

2) タービンの油洩れ防止

潤滑油の漏洩は、火災発生の原因の他に復水器周辺の真空ラインから水系統への侵入、通路の汚染等、種々の弊害の因となるので、日常の点検と確実な補修を実施すべきである。

3) 配管サポート

配管荷重（主蒸気管、再熱管および排気管）がタービン本体に及ぼす影響は重要で、振動発生の要因にもなる。

メーカーに資料を提出させて確認を行ない、現在の仮設の支持点およびハンガーを正式な設備にすべきである。

4) 補助蒸気

タービン駆動ボイラ給水ポンプの起動時等で補助蒸気量が不足する状態が発生しているが、各ユニット間の連結系統の調整弁等を整備し、その結果で再検討することが望ましい。

5) その他の補機

ガードナー１号

高圧給水加熱器 #５　バイパス運転

スナイダー１号

復水器片肺運転中の循環水ポンプの振動大

スナイダー２号

サクションストレーナ詰りによって２５０MW 以上では復水ポンプ１台の容量が不足し、２台運転を余儀なくされている。

サクションストレーナ、ドレンクーラ、低圧給水加熱器および圧力降下等を詳細

に調査する必要がある。

マラヤ１号

高圧給水加熱器＃６Ｂバイパス運転

高圧給水加熱器＃５Ａ及び#5Ｂのチューブリーク率が高い。＃５Ａは切離されている。

マラヤ２号

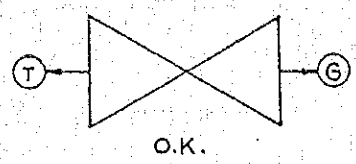
復水器管のリークが多い（ＳＵＳ）。

図２－１　低圧タービンの現状

• LP TURBINE PRESENT CONDITION •

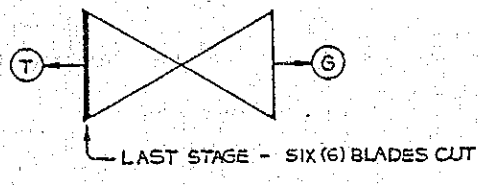
GARDNER #1
(GENERAL ELECTRIC)

150 MW



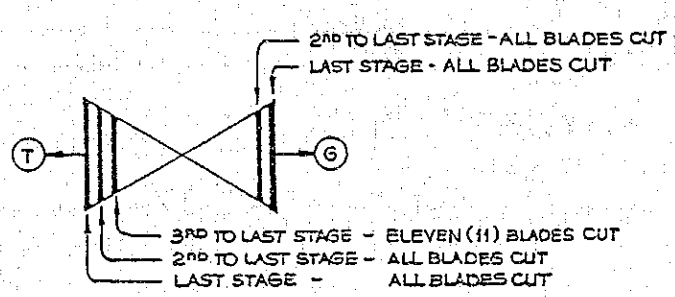
GARDNER #2
(SIEMENS)

200 MW



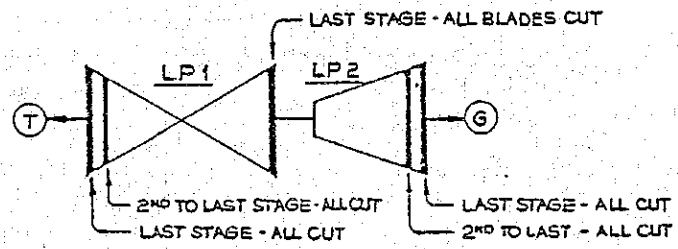
SNYDER #1
(SIEMENS)

200 MW



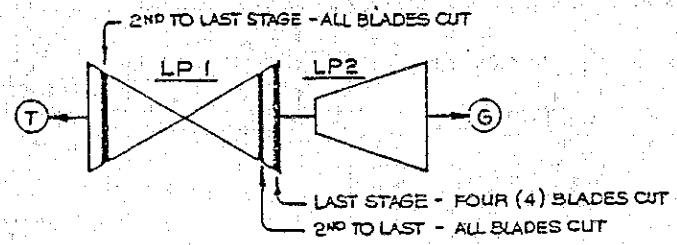
SNYDER #2
(SIEMENS)

300 MW



MALAYA #1
(SIEMENS)

300 MW



MALAYA #2
(HITACHI)

350 MW

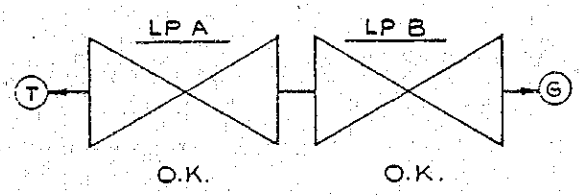


図 2 − 2　高圧給水加熱器の現状

HP HEATERS' PRESENT CONDITION

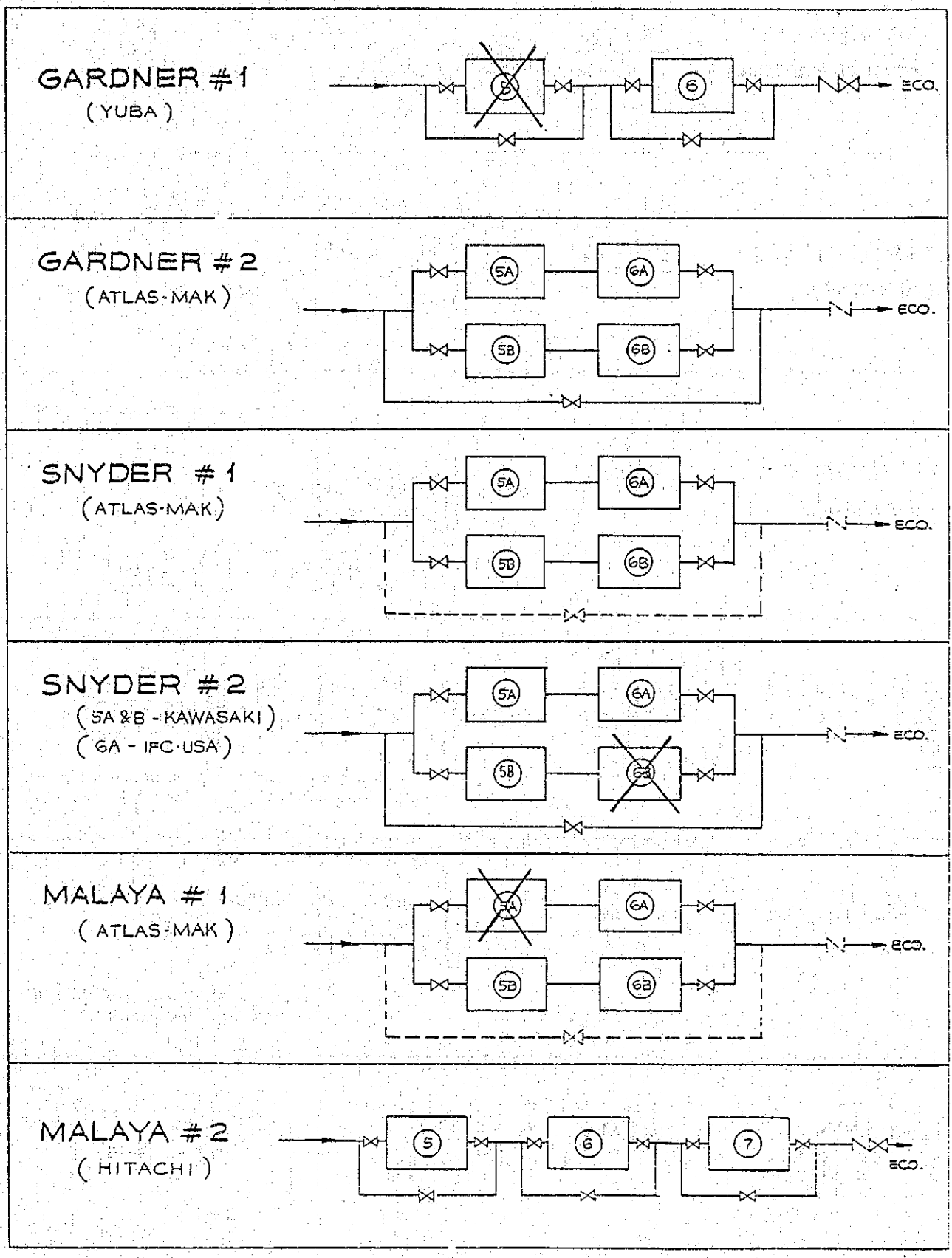
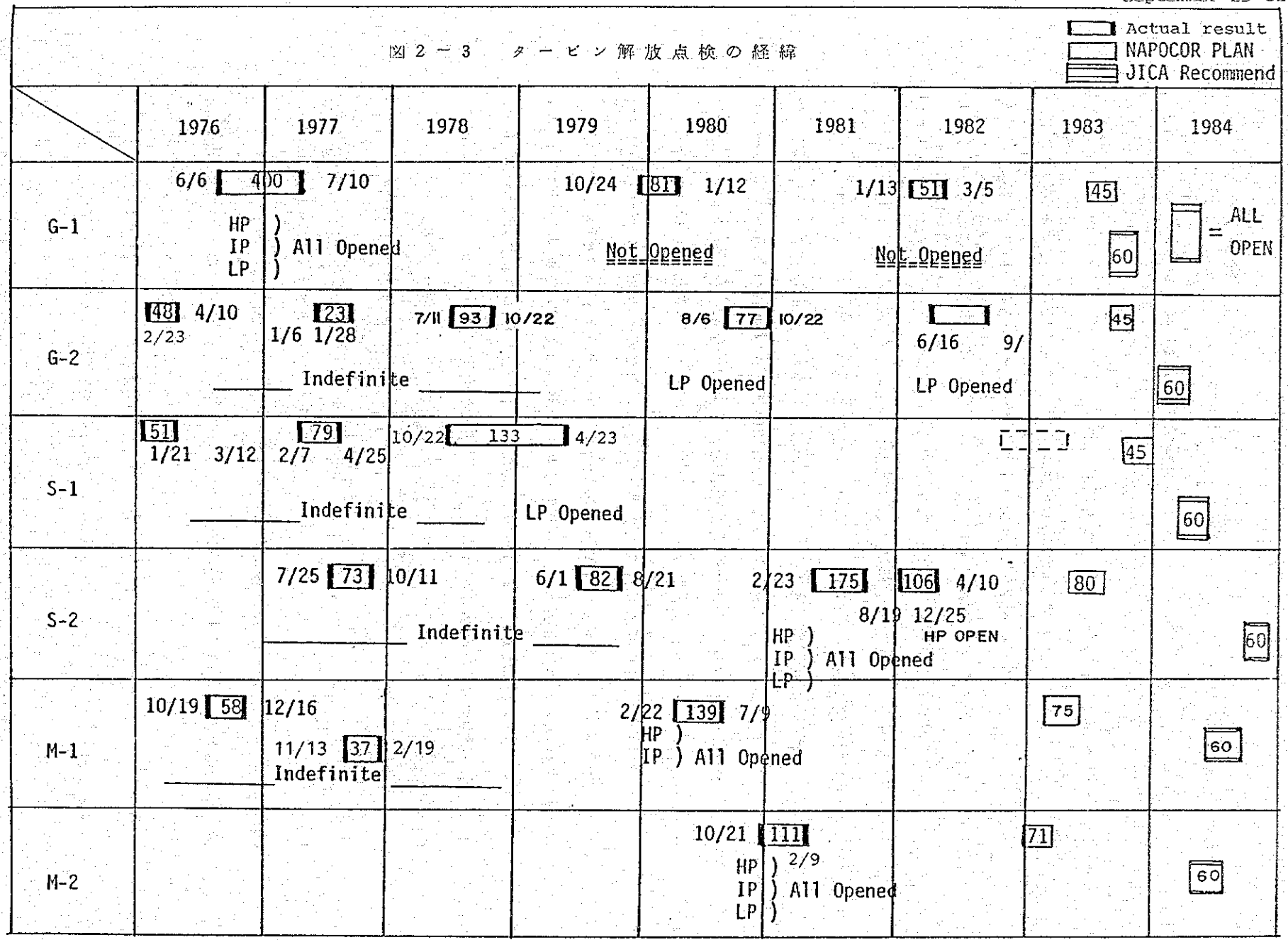


図２－３　タービン解放点検の経緯



２．２．６　発電機

スナイダー２号とマラヤ１号の発電機固定子端部にホットスポットによる損傷を生じていることが前回の定期検査（マラヤ１号は１９８０年、スナイダー２号は１９８１年に実施）で判明した。

ホットスポットは進相運転時に生じることは良く知られている問題である。ＫＷＵはスナイダー２号、マラヤ１号と同一設計の発電機にこの問題が生じていたため１９７９年に水素ガス圧力の上昇と、縮少された可能出力曲線の範囲内で運転するよう勧告した。しかしこの勧告は既存のシールオイルユニットから高い圧力の密封油を供給することが出来ないため、直ちに実施されなかった。前回の定検後水素圧力は上昇され、現在は推奨値の運転がなされている。

ＫＷＵは発電機がもしこのままで運転されるならば固定子コイルの事故発生の可能性があると報告している。この問題は、１９８０年マラヤ１号ユニットにおいて発見され、すでに２年が経過しているにもかかわらず何ら本質的な解決策がとられていない。

ＮＡＰＯＣＯＲにとって最も重要なことはこの危険な状態から脱するためには一刻も早く、修理もしくは取替について方針を決定し行動に移すことである。

ＮＡＰＯＣＯＲはＫＷＵと協議してこの問題の解決の糸口を見出すべきである。

もしＮＡＰＯＣＯＲが修理を将来に延期しようと思うのであれば固定子端部に温度計測装置を設置することを検討するよう提言する。

2．2．7　制御と計装

1)　ボイラ自動制御

ボイラの自動運転はガードナ１号およびマラヤ２号のドラム型ボイラのみが実施されていた。

貫流型ボイラのほとんどは運転開始以来、ハンチングのため自動運転がなされていない。マラヤ１号は前回の定期修理時シーメンスの技師によって調整が実施され、定期修理後２～３ヶ月の自動運転の実績がある。

調査の結果、自動運転が実施できない原因として次のとおり要約される。

a．弁，ベーンおよびダンパーなどの駆動装置、給水ポンプの調速装置、主タービンの電油ガバナーがその機能を失っているかもしくは応答が遅い。

従って早い応答を得るためにこれらの全てを、製造者の技術者によって完全に分解点検、調整、模擬動作試験を行なうべきである。

b．温度、圧力、流量、水位等の発信器は機能を失なっているか、応答が遅い、またこれらのなかには故障したまま放置されているものや、予備品が入手出来ないため取外したままになっているものもある。

これらは完全に修理するか取替えるべきである。

c．タービンの翼の破損及び切断、ボイラの減圧運転、空気予熱器の目詰り、給水加熱器の漏洩、コンデンサチューブは多数がプラグされているなど主要機器が不完全な状態にある。このような状態では実際の運転状態と先行信号の間に大きな差があり、自動制御を困難にしている。貫流ボイラの制御において、被制御機器の静特性は重要な要素である。

これらの機器は、制御を容易にし、出力を増加し、かつ信頼性を向上させるために初期の状態に復元されるべきである。

NAPOCORは制御装置のメーカーに対して定期修理時における各種調整記録及び改善のための提案等を提出するよう、又NAPOCORの保守要員の訓練を実施するよう要求すべきである。

2)　ローカル制御および現場計器

全んどのローカル制御装置が故障したままになっているか、取外されたままになっている。これらの装置はささいな問題のように思われるが、これらの装置はプラントの運転、性能、稼動率の向上の支えとなっている。これらの装置が順調に稼動

するよう直ちに修理もしくは取替えを実施すべきである。

3) スナイダー2号ユニットにおいてNAPOCORは、ボイラ自動制御および起動バイパス制御装置をディジタル式制御装置に取替る事を計画し設計の段階にある。

日本の場合でも、予備品の補給が困難なことから、全んどの自動制御を取替えた経験がある。しかし新しい装置の運転を成功させるため、全制御装置、部品の取替に先立って、下記の事項を確実に実施しておく必要がある。

a) 前述の1) のa項からc項まで及び2) 項の実施

b) リレー室、制御室、および現場環境の改善

c) 新システムに安定した電力を供給するため、定周波定電圧電源装置の設置

2.2.8 化学管理

ガードナー／スナイダー発電所，マラヤ発電所ともボイラ給水の水質は、制限値を越えて運転されている。水質悪化の原因は、復水器漏洩と復水脱塩装置の過大評価にある。

復水器漏洩は全ユニット共通の問題で、特にマラヤ2号では頻発している。すべての水質監視計器が動いていない現状では、復水器漏洩の検知は塩分の手分析によって行っているが、検出限界が高く、0.1ppm as Cl（12μs/cm カチオンパス導電率，制限値、0.3μs/cm）以下の塩分は見逃されている。

復水脱塩装置はアンモニア型で運転されており、処理後の水質は処理前と同一か、または悪化しており、すべて給水制限値を上回っている。主な原因は、樹脂のアンバランスと再生用苛性ソーダの品質不良と考えられる。

スナイダー1号でのテストの結果、H－OH型で運転した場合には本来の水質が得られたので、早急に全樹脂のバランスを調整した後、現状ではH－OH型運転をすべきである。純水不足の問題はあるが、少くともユニット起動時、復水器漏洩の場合はH－OH型運転とする必要がある。

再生頻度の増加、樹脂劣化を考慮して、ガードナー2号に専用の再生装置を設置すべきである。

また、現状の脱塩装置、復水脱塩装置とも、すべて手動で運転再生されており、水質についての監視計器も全く動いていない。従って両装置の導電率計、流量計等を修理して、規定通りの純水確保を計るべきである。

純水の不足は両発電所に共通しており、ガードナー／スナイダー発電所では増設を計画中であるが、マラヤ発電所でも復水器漏洩時に純水不足によりボイラブローが制限されており、復水脱塩装置の再生頻度増加により純水使用量も多くなるので、脱塩装置を増設する必要がある。なお、深井戸からの水量が少なくなりつつあり、Laguna 湖水の使用と逆浸透法水処理装置（RO）の設置が望ましい。

各発電所の化学管理は殆んど発電所に任されており、水質データの統計的処理、経年変化等のデータ集約、解析はされていない。また、発電所間の情報交換、教育等も少ない。

火力発電の化学管理とともに、将来、地熱、原子力を含めた全NAPOCORの化学管理機関として、中央研究所を設置し、化学管理の集約と、化学処理技術の向上、教育等を計画、実施すべきである。当面、５～７名の管理スタッフをおき、将来は、火力、地熱、原子力の特殊水質分析、金属材料、公害等の問題に対処出来る設備、スタッフを揃えることを提案する。

2．2．9　所内電気系統

発電所の電気系統は4,160Vメタルクラッドスイッチギャー480V スイッチギャー、および480V モータコントロールセンタで構成されており、これらの機器はパワーハウス内に散在している。特に天井の雨もりがひどく、また地中配管よりの漏洩もあり、コントロールセンタへの侵水、電気機器の接地事故のおそれがある。これらは第一に改善されなければならない。またコントロールセンタやスイッチギャの汚れがひどく、保守が充分行なわれていないと考えられる。

予備のコントロールセンタユニットは部品が取外されたままになっているが、これらの機器は他の使用中のものが故障した場合に使用できるよう完全な状態にしておくべきである。電気機器まわりの清掃を定期的に実施し、定期分解点検時には全てのスイッチギャー及モータコントロールセンタを分解点検することが必要である。

2．2．10 関連変電所及び送電線

火力発電所はMERALCO（MANILA ELECTRIC COMPANY LTD）が管理する115kV 変電所およびNAPOCOR のNLRC（NORTHERN LUZDN REGIONAL CENTER）が管理する230kV 変電所に接続されている。このため運転保守に関して緊密な連絡を行ない、たとえば保守作業における二重停電などがないよう配慮すべきである。

事故発生により需給のバランスがくずれた場合には緊急に系統分離を行ない発電所の周波数低下を防ぐ必要がある。

低周波運転による低圧タービン翼の破損により長期の停電をもたらす。

過去の事故記録や実際に遭遇したトリップ事故によると発電所の保護継電器と送電線の保護継電器の協調が取られていないように思われる。これらは早急に改善されなければならない。

２．３　運転と保修

２．３．１　運　　転

運転員はボイラ自動制御装置やローカル制御装置のほとんどが自動で運転されていないにもかかわらず、出力を確保するために最大限の努力を払っていることは理解できる。

起動時や事故停止時には適切な操作を行なっているが事故原因の探究についての意欲が不足しているように思われる。

また制限値に対する認識が欠けている。特にスナイダー２号ユニットおよびマラヤ１号ユニットは発電機固定子端部にホットスポットの問題をかかえており、運転員は力率、水素圧力、水素純度、冷却水温度を制限値内で運転するよう注意しなければならない。実際の操作と共に基礎知識、調査能力及び意欲の向上を推進しなければならない。

ルーチンテスト、巡視点検の励行、標準操作要領の順守、チェックシート方式の確立、及び改善を実施し、たえまなく改善して行くべきである。

中央制御室には系統図、展開接続図、標準操作要領書を設け、起動時もしくは停止時に運転員がその操作が正しくおこなわれているかどうかを確認できるよう配慮すべきである。

ボイラ蒸気温度制御不能によるユニットトリップ事故が頻発している。この事故は燃料供給過剰によるものと思われる。標準操作要領（ＳＯＰ）に従って運転を行なえばこれらの誤操作を防ぐことができると思われる。この目的のためにＳＯＰは数字で表わした図表、たとえば燃料流量、弁開度等の関係図を使用すると良い。

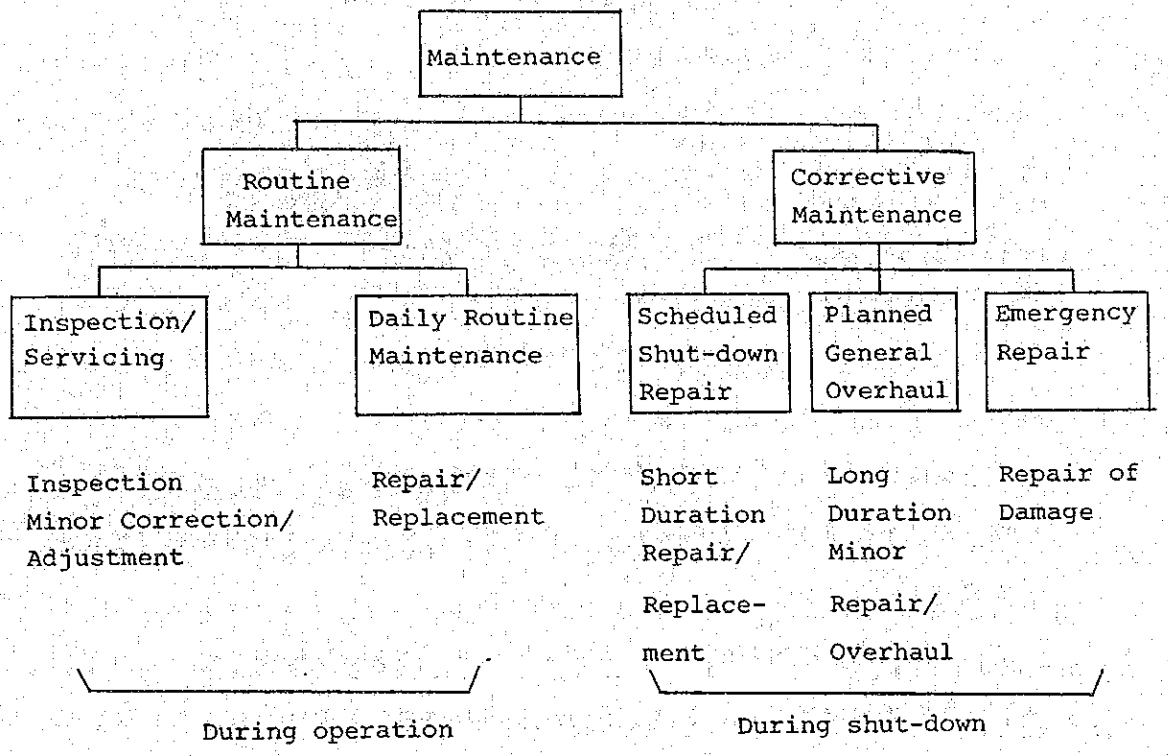
又、図面は故障原因の発見及び正しい運転のために有効である。

2．3．2 保　修

1) 事前保修

NAPOCOR は一般的に図２－４に示すような保修の概念をもっている。

図２－４　保修の概念



２種類の保修というものがある。即ちユニットの運転中に運転と保修スタッフが一緒に行う事前保修とユニット停止中に実施される事後保修である。

日本及び諸外国に於いても予防保全という用語は事後保修の反対語として考えられている。

前者は運転中に機器を壊さないように維持することであり、後者は機器が壊れた後修理することである。従ってこの定義によると定期修理さえも予防保全と考えることができる。事後保修の場合は大きな設備損壊を招くかも知れず、予防保全と比べて長い目でみると不利益となるものである。

火力発電所に於いては広い意味で、特に予防保全は高い稼動率を期待する場合に

必要となる。

2) 日常保修

JICA調査団はガードナー／スナイダー，マラヤ各発電所の設備についてその状況調査を行った。その結果、保修グループで実施されるべき定例的な事前保修作業が行なわれていなかった。

JICA調査団としてはNAPOCORが各機器の事前保修作業を実施する様推奨したい。

a 現　状

(a) 全ての回転機器（ファン，ポンプ，モーター等）が汚れている。

(b) ごみや保温材の小片等が回転機器の周囲にたくさん散乱している。

(c) 故障した指示計（圧力や温度計等）や指示の確認できない計器がたくさんある。

(d) 全ての制御機器（制御器や弁開度指示計等）が汚れている。

(e) メタル・クラッド・スイッチギャ，パワー・センター及びコントロール・センターなど電気設備がほこりで汚れている。

(f) 燃焼ガスが発電所本館内に充満している。

(g) 本館の雨漏れ個所が多く、これが硫酸水となって機器を腐食させている。

b．勧　告

発電所内の回転機器や制御機器は常にきれいに管理されていなければならない。これは日常の予防保全によって管理されるべきである。したがって、発電所全設備について日常の予防保全が実施されなければならない。通常運転中に実施できる機器の清掃，予備機の点検　機能チェック，計器の修理など定例化して実施すべきである。

c．予防保全に対する対策

(a) NAPOCORは定例的な予防保全を実施すべきである。そしてこの予防保全点検中、機器の異常を発見したならば速やかに修理すべきである。又その部品の在庫がない場合は速やかにそれを購入すべきである。故障個所は、それが破損する前に修理計画を立て実施せねばならない。

(b) もし運転中機器の異常を発見したならば、ただちにその工事期間、人員手配、

工具、予備品等の準備をすべきである。又、購入手続中の予備品が入手できた時も同様な作業計画により処理すべきである。

(c) JICA調査団はNAPOCORが作成した"Pveventive Maintenance System and Procedure"は、非常に良く検討されている。この様な方針でそれぞれの発電所の保修グループが予防保全を実行していく様期待したい。

JICA調査団の調査結果では各発電所において定例的な予防保全を行っていれば、ローカル計装機器の故障などは避けられたであろうと推定できる。

3) 定期修理

ボイラ，タービンやその補機などは、常に高温，高圧の蒸気や燃焼ガス等にさらされている。したがってこれらの設備はその信頼性を保つために充分な定期修理を行う必要がある。

日本では、火力発電所は定期修理を実施する様、厳格に義務づけられている。タービンは2年ごと、他の設備は毎年点検されている。

NAPOCORでは各発電所の定期修理が計画通り実施されていない。このためこれらの発電所の信頼性は低下し、発電設備のいくつかは、その被害をうけている。この影響は大きく、発電設備の寿命を短かくしている。例えばボイラチューブ、空気予熱器エレメント、タービン本体、復水器チューブ、給水加熱器等。

したがって、定期修理の延期は極力避けるべきであり、予定された工程に従って実施し、予定期間内にその点検を終了させるべきである。

このためには、定期修理の工程管理がS.O.D (System Operation Division)によって正確に計画されるべきである。又発電所側においても保修グループはその定期修理について正確な工程表を作成すべきである。

日本では、定期修理の正確な工程管理を行うためC.P.M (Critical Path Method)を使用している。

表2－4は日本に於いて現在迄標準と考えられている定期修理に必要な日数を示している。

表２－４　定期修理に必要な日数

年		1	2	3	4	5	
種　別		B－T	B	準B－T	B	B－T	以後繰返し
標準日数	２５０MW級	40～50	19～23	27～35	19～23	40～50	
	３５０MW級	43～55	20～29	29～36	20～29	43～55	

註

B－T：タービン・ローター開放点検を伴う
　　ボイラ・タービンの精密点検

準B－T：タービン上半ケーシング開放を伴う
　　ボイラ・タービンの簡略点検

B　：ボイラ点検及び運転中に出来ない修理作業

上記日数は特殊な保修及び取替工事を含めない場合のものである。過去１年間の運転中に起った全ての設備上の故障は、定期修理以前に主要点の解析の過程の中でチェックされるべきである。

故障の範囲のチェック、必要な記録の保管、修理作業工程の見直しを行うことによって上記修理工事を実施されるべきである。修理作業に従事する担当者は修理作業の正確さと完全性に責任をもつべきである。

4）緊急停止時の保修

実施されるべき修理作業は多くあるが、ユニットが運転中のため実施されずに残っているように思える。或る事故によりユニットが停止した場合等の機会を利用し、そういう二次的な作業を主要な作業をしながら行うべきである。

このような二次的作業は思いつきではなく、事前に充分準備された考えに基づいて行われるべきである。こういう機会に他の設備についてもチェックがなされ、異常が発見された場合は早急な修理が実施されるべきである。綿密な保修によって、連続運転が可能な設備状態が保持されるものである。

5）保修作業記録

各機器の経歴簿を完備することは保修を計画及び実施する上で非常に重要でかつ有

用なことである。〝専門家による技術〟調査チーム（以下ＵＴＬチームと言う）は全設備について設備記録台帳の構想をつくった。この台帳には設備に関する重要なデータが記載されており、主要な修理／定期修理が実施される時はいつでもこれに記述がなされる。これら台帳の作成業務は非常に大変ではあるが、主要機器については台帳を作成することを勧める。

又修理作業が終ったらすぐに保修記録への記載が必要である。現在定期修理及び長期修理記録はＱＡグループによって作成されている。これらは保修計画及びその検討には非常に有用なものである。これらの定期修理作業は今後予防保全に参考となり易い形で記録、保管することが望ましい。

予備品台帳が作成され、予備品が貯蔵又は使用される時は必ず記録されるべきで、その予備品数についても確認がなされねばならない。各予備品の最大及び最低の数は事前に決めておく必要があり、最低数に至った場合は、早急な購入、補給が必要である。

おわりに

本調査に当ってはＪＩＣＡ，ＮＡＰＯＣＯＲ，その他関係者の御協力に深く感謝するものであります。

電力事業は国民の生活、産業の基盤となるものでその安定は当面の経済的メリットのみではなく、社会の安定，産業の発達に大きく寄与するものであります。従って本リハビリテーション計画の実行は重大な意味をもつものと考えられます。

一方、火力発電所は機械，電気，電子，化学等の技術が集約された総合的な装置であり、この運営管理方式は一朝一夕にして確立されるものではありません。従って本リハビリテーション計画も、長期的，継続的な努力の積み重ねを必要とするものであります。本リハビリテーション計画の実施に当っては当事者の努力もさることながら、日本政府関係機関，その他関係各者の暖い協力を切望するものであります。

JICA