# 要　　約

# 計画の概要

| | |
|---|---|
| 1. 計画の名称 | Zambales 石炭火力計画 |
| 2. 位置 | Zambales州 Masinloc町 Bani |
| 3. 開発規模 | 600 MW (300 MW ×2 基) |
| 4. 年利用率 | 70 % |
| 5. 年平均熱効率 | 36.0 % |
| 6. 燃料 | 石炭 (国内炭及び海外炭) |

| | 国内炭 (Semirara) | 海外炭 (Lemington) |
|---|---|---|
| 発熱量 | 4,000 kcal/kg | 6,524 kcal/kg |
| 灰分 | 12 % | 10.4 % |
| 混炭率 | 50 % | 50 % |

| | |
|---|---|
| 7. 年間石炭消費量 | 1,680,000 トン (840,000トン×2 基) |
| 8. 貯炭容量 | 300,000 トン (最大) |
| 9. 輸送船型 | 60,000 DWT (海外炭用) |
| | 5,000 DWT (国内炭用) |
| 10. 年間出灰量 | 208,000 m³ |
| 11. 所要面積 | 106 ha |

| | |
|---|---|
| 発電所 | 18 ha |
| 貯炭場 | 15 ha |
| 灰捨場 | 31 ha (10年分) |
| | 73 ha (30年分) |

| | |
|---|---|
| 12. 工業用水量 | 最大日量 2,600 m³ |
| 13. 冷却水量 | 25 m³/s |
| 14. 工程 | 融資承認 1991年 1月 |
| | 着工 1993年 4月 |
| | 運転開始(1号機) 1996年 5月 |
| | (2号機) 1996年11月 |
| 15. 概算工事費 | 750 百万ドル |

# 要　　約

## 1．経済環境と電力需要

1987年以来、フィリピンの経済環境は急速に好転し、1987年、1988年の GNPはそれぞれ5.7%、6.7%と加速度的に回復してきている。これに伴って電力の需要も9%に近い驚異的な成長を示している。フィリピンの電力系統はLuzon 、Visayas 、Mindanaoの３系統に別れる。このうち Luzon 系統が最も大きく、その設備容量はフィリピン全体の約70%を占め1988年の設備容量は 4,100MWである。また電力需要はフィリピン全体の76%を占める。

1986年から1988年までのLuzon 系統における電力需要並びに最大電力の推移を示すと次の通りである。

| | 1986 | 1987 | 1988 |
|---|---|---|---|
| 電力需要量(GWh) | 14,756<br>(2.1) | 16,030<br>(8.6) | 17,439<br>(8.8) |
| 最大電力MW) | 2,435<br>(5.4) | 2,592<br>(6.4) | 2,780<br>(7.3) |

(　)は対前年比伸び率：%

## 2．Luzon 系統の開発計画

1988年におけるLuzon 系統の設備容量は4,100MW であるが、油火力の老朽化、乾期における水力の出力減退等により可能供給容量は3,200MW 程度である。1988年６月、NAPOCOR はPower Development Program を策定した。この中でNAPOCOR は2000年までに3,200MW の石炭火力を開発する構想を纏めている。この内、3,000MW はLuzon 系統で開発する構想である。

一方1988年時点の電力需要の伸びを考慮して将来の電力需要を再検討すると、この計画に記載されている全電源設備が予定通り完成したとしても、1993年以降は供給力不足が懸念される。従ってZambales石炭火力計画の早期着手が必要であり、かつ２号機についても引き続き建設を実施する事が必要であると考えられる。

## 3. 地 点 選 定

1987年、NAPOCOR は新石炭火力計画の地点選定をすすめ事前調査を実施した。JICA調査団はこのNAPOCORが予め選定したMasinloc、San Juan、Limay の3地点について評価を行った。評価方法としては地点特性に影響されない機械設備関係を除き、港湾、道路、灰捨場、基礎工事等、地点特性に影響される項目について経済性の比較評価を行った。

この結果をMasinloc地点における陸上灰捨方式を基準として、各地点の評価を示せば下表の通りである。この結果からJICA調査団はNAPOCORと協議の上、Masinloc地点を最適候補地点として選定した。

(単位 1,000$)

| | Masinloc | San Juan | Limay |
|---|---|---|---|
| 陸上灰捨 | (base) | (base)+23,200 | —— |
| 海上灰捨 | (base)+36,900 | (base)+78,400 | (base)+41,100 |

## 4. 石炭の需要と供給

この計画に使用する石炭については、NAPOCORより国内炭と海外炭の両者について検討するよう要請された。調査団はフィリピン政府のエネルギー多様化政策を考慮し、この計画では可能な限り国内炭を使用することを検討した。まず国内炭の供給能力を確認する必要があり、このため1987年にJICAが実施した"フィリピン共和国石炭鉱業技術開発マスタープラン調査"を参考として供給可能性を検討した。この結果

i) Luzon 島の石炭火力に供給し得る国内炭はSemirara炭が主体とならざるを得ない。

ii) NAPOCOR は2000年迄にLuzon 系統において 3,000MWの石炭火力を開発する計画を有している。これに対するSemirara炭の供給能力は1996年頃までは必要量の約50%を維持出来るが、1997年以降は30%を下回る事が予想される。この不足を補う為には海外炭の輸入を計画せざるを得ない。

## 国内炭の需給

(単位：10,000 Btu/lb 、千t )

| | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 需　要 | 2597 | 2631 | 2668 | 3642 | 4587 | 4669 | 4769 | 4882 | 6863 | 8853 | 10852 | 12862 |
| 供　給 | 1342 | 1415 | 1495 | 2232 | 2651 | 2811 | 2981 | 3111 | 3253 | 3410 | 3714 | 3991 |
| 不　足 | 1255 | 1216 | 1173 | 1410 | 1936 | 1858 | 1788 | 1771 | 3610 | 5443 | 7138 | 8871 |
| (国内炭自給率 (%) | 51.7 | 53.8 | 56.0 | 61.3 | 57.8 | 60.2 | 62.5 | 63.7 | 47.4 | 38.5 | 34.2 | 31.0 |

フィリピン全体の需要と供給の関係を見ても、国内炭自給率は1997年以降は50%を切り、2000年に31.0%となっている。

しかし Luzon系統火力発電所向国内炭はSemirara炭が主力であり、他のソースは当面大きく期待できない。

## Luzon 系統火力発電所用の石炭需要とSemirara炭供給量

(単位：10,000 Btu/lb 、千t )

| | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Luzon 系統需　要 | 930 | 930 | 930 | 1860 | 2790 | 2790 | 2790 | 2790 | 4650 | 6510 | 8370 | 10230 |
| Semirara 供　給　量 | 609 | 609 | 609 | 609 | 1257 | 1473 | 1473 | 1473 | 1473 | 1473 | 1473 | 1473 |
| 不　足　量 | 321 | 321 | 321 | 1251 | 1533 | 1317 | 1317 | 1317 | 3177 | 5037 | 6897 | 8757 |
| 供給率 (%) | 65.5 | 65.5 | 65.5 | 32.7 | 45.1 | 52.8 | 52.8 | 52.8 | 31.7 | 22.6 | 17.6 | 14.4 |

5．海外炭の調達

海外炭の調達に当たって考慮すべき事項は、

① 調達対象となる石炭性状と量的可能性

② 契約形態

③ 輸送方式

等の他に

④ 長期にわたって安定した石炭輸入を行うためのNAPOCOR の組織整備の問題がある。いわゆる環太平洋産炭国である豪州、インドネシア、中国は距離的にもフィリピンに近く、良質の瀝青炭を産出している。また豪州は一般炭の輸出国として既に充分の実績を有している。インドネシアについてはKalimantan地域において一般炭の生産増強が検討されている。中国は潜在的な可能性を有しており、今後注目していくべき国の一つであろう。この他環太平洋産炭国であるカナダ、U.S.A.、コロンビア等からも良質の一般炭を生産している。すでに日本等で相当量の輸入をしておりこの石炭を調達することも可能である。

契約形態としては長期契約とスポット契約の２種類の方法があるが、電気料金の長期安定を図る観点からは長期契約を主とし、電力需要の変動に対応するためスポット契約を織り込む事を推奨する。調達量の規模との関係もあるが、長期契約に重点を置き80ないし90％を長期契約として、量的確保と価格の安定を図るべきである。なお調達先と契約形態の選び方も密接な関係がある。距離的に近く、量的に安定した取引が期待できるソースを長期契約の対象とする方針が一般的であろう。

海外炭の調達に関する業務は石炭のマーケット、為替の動向、海運市況など多岐にわたる情報を集め、これを分析し、戦略を立てていかなければならない。このためには石炭調達のための組織を確立し、専門家を養成、配置していくことが重要である。

6．レイアウト

プラントの全体配置はこの地点の気象、海象、地形、地質等の自然条件と、発電所の運用の容易さ、並びに経済性を考慮して計画した。この結果、発電所本館と貯炭場をBani Pointの東側に配置した。プラント全体の所要面積は、灰捨場をふくめて106ha で

ある。この内発電所の敷地面積は18ha、貯炭場の敷地面積は15haである。また灰捨場は発電所に隣接する陸上部に設けることとした。

7．港湾計画

本計画地点はMasinloc港を含むOyon湾に面している。この湾はサンゴ礁が発達しており、湾内の静穏度は比較的高い。しかし発電所地点に至るまでの航路は3箇所の屈曲部を有し、延長約5,500mの航路となる。現在Masinloc港には40,000DWT の鉱石船が入港している。本計画においてはこの既設の航路の一部を利用し、海外炭を輸送する60,000DWT の石炭船が安全に入港、停泊出来る設備とする。このため航路巾は350m、桟橋前面には直径470mの泊地を設ける。なお航路の水深及び航路巾を確保するため、約90万$m^3$の浚渫が必要となる。

8．揚運炭・貯炭計画

揚炭設備としては、広く使用されているグラブバケット式と連続式を比較し、経済性の観点から連続式を採用した。アンローダーの容量は700t/h×2基、貯炭場は300,000 ton （45日分）の貯炭規模を計画した。これらの設備の最適化を検証するため、シミュレーションを実施した。この結果海外炭については45日相当の貯炭量が必要であるが、国内炭については必ずしも45日分の貯炭規模は必要がないと思われる。このことは国内炭が自然発火し易い褐炭系の石炭であることから、今後充分検討すべき問題であろう。貯炭場における石炭の荷役設備としては、騒音の問題を考慮し、スタッカー、リクレーマー方式を採用した。

9．淡水供給計画

本計画に必要な淡水量は最大日量2,600 $m^3$である。この水源としては付近を流れるMasinloc川からパイプラインで取水する事とした。パイプラインの延長は約10kmである。

10．設計炭の選定

発電設備の予備設計には、国内炭と海外炭を50%/50% の割合で使用する方針で設計炭を設定した。国内炭はSemirara炭(Himalian pit 4,000kcal/kg) を使用する。海外炭は豪州のLemington 炭(6,524 kcal/kg) を採用する。その代表的性状は次の通りである。

| | | Semirara coal | Lemington coal |
|---|---|---|---|
| 発熱量 | (kcal/kg) | 4,000 | 6,524 |
| 全水分 | (%) | 29 | 9.77 |
| 揮発分 | (%) | 30.2 | 30.05 |
| 固定炭素 | (%) | 28.8 | 49.80 |
| 灰分 | (%) | 12 | 10.39 |

海外炭についてはLemington 炭を代表性状とした。これはSemirara炭との混炭に適する石炭を選定すると言う観点で評価したものである。今後このプロジェクトを運営していく過程で各種の海外炭を調達する必要に迫られる事となる。このため、別に石炭の性状の判定方法について詳細な内容を本文中に記述した。この判定基準に従って多くの海外炭の中から妥当なソースを選定していく事が必要である。

11. 発電設備の予備設計と概要

発電設備の予備設計に当たって留意した事項は次の諸点である。

- 各設備が経済的計画であること。
- 国内炭と海外炭を混炭使用することに配慮すること。
- 保守が容易であることを考慮し、標準的な仕様を選択すること。
- マニラまで約250km の送電距離であるための、電気的特性に配慮すること。

これらの点から、設計上の特徴を挙げれば次の通りである。

(1) 蒸気条件については標準的な範囲の中から経済比較を行い、30年間の保守で最経済となる条件を設定している。

(2) 性状の異なる石炭を使用するため設備が過大になる事を避け、国内炭の供給見通しを得た上でボイラの計画を実施した。また国内炭の混炭量についての検討を行い計画段階ではプラス・マイナス15%の変動が許容出来ることを確認した。この点については運用段階におけるノウハウの蓄積が必要である。

(3) 系統解析の結果から発電機の短絡比を0.58、力率を0.9 に選定した。

(4) 環境に対する影響を考慮し、煙突高さを120mとした。

構造方式は鉄筋コンクリート構造として、構造物の保全性、経済性を向上させた。

これらの検討結果に基づく設備の概要を一覧表として示す。

なお送変電設備についてはNAPOCOR が別に検討しており、今回の検討からは除外した。

## 発電設備の概要

(1) 基本諸元

| | | |
|---|---|---|
| 1) 開発規模 | 600 MW | (300 MW×2基) |
| 2) 年平均利用率 | 70 % | |
| 3) 平均熱効率 | 36.0 % | |
| 4) 所内率 | 7.5 % | |

5) 主燃料 (石炭)

| | (Semirara coal) | (Lemington coal) |
|---|---|---|
| 発熱量 (到着ベース) | 4,000 kcal/kg | 6,524 kcal/kg |
| 灰分 | 12 % | 10.39% |
| 混炭率 | 50 % | 50 % |

| | | |
|---|---|---|
| 6) 年石炭消費量 | 1,680,000 t | (840,000t×2基分) |
| 7) 貯炭場容量 | 300,000 t | (最大) |
| 8) 輸送船型 | 60,000 DWT | (海外炭用) |
| | 5,000 DWT | (国内炭用) |
| 9) 年間灰発生量 | 208,000 $m^3$ | |

(2) 土地造成

(1) 敷地面積

| | | |
|---|---|---|
| 合計 | 106 ha | |
| 発電所 | 18 ha | |
| 貯炭場 | 15 ha | |
| 灰捨場 | 31 ha | (10年分) |
| | 73 ha | (30年分) |

(2) 敷地造成レベル　DL+3.5 m

(3) 港湾設備

1）揚炭桟橋

| | | |
|---|---|---|
| 長　さ | 240 | m |
| 幅 | 25 | m |
| 水　深 | 15 | m |

2）航　　路

| | | |
|---|---|---|
| 全　長 | 5,500 | m |
| 航路幅 | 350 | m |
| 水　深 | 16.5 | m |

(4) 揚運炭・貯炭設備

1）揚　炭　機　　バケットチエーン式連続アンローダー

700 t/h × 2基

2）スタッカー　　1,600 t/h × 1基

3）リクレーマー　　800 t/h × 2基

4）貯　炭　場

貯炭容量　　300,000 t
150,000 t（国内炭）
150,000 t（海外炭）

(5) 重・軽油貯蔵タンク

1）重油貯蔵タンク　　4,000 kL × 2基

2）軽油貯蔵タンク　　1,000 kL × 1基

(6) 淡水供給設備

1）取　水　量　　最大 2,600 $m^3$/日

2）淡水タンク　　10,000 $m^3$ × 1基

(7) ボイラ設備（1基当り）

1）ボイラ　　単胴、屋外式

蒸　発　量　　(MCL) 990 t/h
(ECR) 930 t/h

2）誘引通風機　　16,000 $m^3$/min × 2台

3）押込通風機　　6,390 $m^3$/min × 2台

4）微粉炭機　　41 t/h × 5台

(8) タービン設備（1基当り）

1）タービン

| | | |
|---|---|---|
| 型　式 | | タンデムコンパウンド、2車室<br>再熱　再生　復水式 |
| 定格出力（発電端） | | 300 MW |
| 蒸気条件(MSV前) | 圧　力 | 169 kg/cm²g |
| | 温度.(MSV) | 538 ℃ |
| | (RSV) | 538 ℃ |
| 回　転　速　度 | | 3,600 rpm |

2）復　水　器

| | | |
|---|---|---|
| 冷却用海水温度（設計値） | 入口 | 31 ℃ |
| | 出口 | 39 ℃ |
| 冷　却　水　量 | | 41,500 m³/h |

| | | |
|---|---|---|
| 3）循環水ポンプ | 竪型 | 22,500 m³/h ×2台 |
| 4）復水ポンプ | 竪型 | 390 m³/h ×3台 |
| 5）ボイラ給水ポンプ | 電動機駆動 | 520 t/h ×3台 |

(9) 復水器冷却水設備

1）取水口

| | |
|---|---|
| 型　式 | 深層取水 |
| 寸　法 | 呑み口径　9.0m ×2 基 |

2）取水管

| | |
|---|---|
| 型　式 | 埋設鋼管 |
| 寸　法 | 内　径　3 m |
| | 平均長　530 m× 2 lines |

3）ポンプ場

| | |
|---|---|
| 型　式 | 鉄筋コンクリート造 |
| 寸　法 | 幅　24.6 m |
| | 高　さ　12.7 m |
| | 長　さ　35 m |

4）放水槽

| | |
|---|---|
| 型　式 | 鉄筋コンクリート造 |
| 寸　法 | 幅　12 m |
| | 高　さ　10.5 m |
| | 長　さ　25 m |

5）放水口

| | |
|---|---|
| 型　式 | 捨石式傾斜堤 |
| 寸　法 | 幅　6.0 m |
| | 天端高さ　DL+3.0 m |
| | 長　さ　500 m |

(10) 電気設備（1基当り）

1）発　電　機

i）型　　式　　横軸回転界磁3相、水素冷却

ii）定　　格

| | |
|---|---|
| 発電機出力 | 334,000 kVA |
| 電　　圧（製作者標準） | 18 ～24kV |
| 力　　率 | 90 % |
| 短 絡 比 | 0.58 |

iii）励磁方式　　サイリスタ又はブラシレス

2）主 変 圧 器

i）型　　式　　屋外3相、油循環、強制空冷

ii）定　　格

| | |
|---|---|
| 容　　量 | 320,000 kVA |
| 電　　圧 | 18～24 / 230 kV |

3）所内変圧器

i）型　　式　　屋外3相、油入空冷

ii）定　　格

| | |
|---|---|
| 容　　量 | 30,000　kVA |
| 電　　圧 | 18～24kV / 6.9 kV |

4）起動変圧器

i）型　　式　　屋外3相油循環、強制冷却

ii）定　　格

| | |
|---|---|
| 容　　量 | 40,000　kVA |
| 電　　圧 | 230 / 6.9 kV |

5）開 閉 所

i）方　式　　屋外2重母線

ii）遮 断 器

| | |
|---|---|
| 型　式 | 碍子型、空気遮断器 |
| 定　格 | 242 kV、2,000 A<br>遮断電流　31.5 kA |
| 数　量 | 4　組 |

6）6.9 kvメタルクラッド遮断器

i）型　　式　　屋内装甲開閉装置

ii）遮 断 器　　$SF_6$ 遮断器又は真空遮断器

(11) 灰処理装置（1基当り）

i）チェーンコンベヤー　11.7 t/h

ii）フライアッシュ真空輸送設備　19.5 t/h

iii）フライアッシュサイロ　1,000 $m^3$ ×1基

(12) 発電所本館　鉄骨造、建築面積 5,800 $m^2$

(13) 煙　突　高　さ　120 m

(14) 環境対策設備

(1) 電気式集塵器

処理ガス量　1,034 ×$10^3$ $m^3N/h$

(2) 排水処理装置

(3) 貯炭場排水沈殿池

(4) 灰捨場排水沈殿池

12. 環境対策と評価

石炭火力計画に当たって、環境対策上最も配慮すべき点は、周辺地域の環境に悪影響を及ぼさない事である。フィリピン共和国は環境保全に関する法的規制が整備されている。環境対策の検討はこの基準に沿って実施した。この結果Masinloc地点についてはフィリピンの基準を大きく下回り、本発電所の建設によって周辺の環境に与える影響は極めて少ないと判断される。

具体的な環境対策としては、この良好な環境を維持するため、120mの高煙突と99%以上の集塵性能を有する電気集塵器を設置する事により、環境基準を充分に満足させる。

| | 最大着地濃度（大気安定度　中立、5 m/s） | | |
|---|---|---|---|
| | 環境基準 | 1台運転時 | 2台運転時 |
| SOx | 0.30 ppm (H) | 0.024 ppm | 0.028 ppm (H) |
| | 0.14 ppm (D) | 0.014 ppm | 0.016 ppm (D) |
| NOx | 0.10 ppm (H) | 0.015 ppm | 0.017 ppm (H) |
| Dust | 0.25 mg/scm (H) | 0.004 mg/scm | 0.005 mg/scm (H) |
| | 0.18 mg/scm (D) | 0.002 mg/scm | 0.003 mg/scm (D) |

備考　(H) : Hourly value
(D) : Daily average value

また発電所の温排水の影響についてはシミュレーションによって周辺環境に与える影響が殆ど無いことを確認している。

| ｹｰｽ | 放水流量 (m³) | 取水水温 (℃) | 恒流流速 (m/s) | 1℃上昇域 | | | 3℃上昇域 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 到達距離 (km) | | 拡散面積 (km²) | 到達距離 (km) | | 拡散面積 (km²) |
| | | | | 沿岸方向 | 沖合方向 | | 沿岸方向 | 沖合方向 | |
| 1 | 25 | 31 | 0.0 | 0.274 | 1.704 | 0.6741 | 0.030 | 0.252 | 0.0134 |
| 2 | | | 0.05 | 0.840 | 1.266 | 0.4029 | 0.064 | 0.236 | 0.0114 |
| 3 | | | 0.15 | 1.014 | 0.465 | 0.1387 | 0.141 | 0.177 | 0.0083 |

13. 工事工程

工事工程は契約締結までと、契約締結から運転開始までに分けることが出来る。契約締結から運転開始までの期間は実質的な建設期間であり、この工程については類似プラントの実績をベースとして検討した結果、43ヶ月となる。

一方契約締結までの期間には、資金調達、入札書の作成、コンサルタントの選定、契約者の選定などの業務がある。これらの業務はその処理方法を選ぶことにより、かなりの期間を節約し得る要素がある。

既にNAPOCOR はCalacaの石炭火力を建設運営している。従って石炭火力の入札書を作成する事は可能である。このような要素を取り込むことによって本計画を出来る限り早期に完成させる事が可能になると思われる。

1990年３月にこの調査報告書が受領された後の主な工程のポイントを示せば、下記のとおりである。

| | |
|---|---|
| 融資承認 | 1991年１月 |
| コンサルタント選定 | 1991年７月 |
| 契約締結 | 1992年10月 |
| 工事着工 | 1993年４月 |
| ドラム揚げ | 1994年11月 |
| ボイラ火入れ | 1995年11月 |
| １号機運開 | 1996年５月 |

## 14. 工 事 費

Zambales計画の工事費は 300MW×2基の石炭火力を建設する場合の類似プロジェクトを参考にして算出した。工事費の構成と、各々の概算額を示せば次の通りである。

単位 US$×1,000

| | 1U | | 2U | | 計 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 外貨分 | 内貨分 | 外貨分 | 内貨分 | 外貨分 | 内貨分 | 外貨＋内貨 |
| 直接工事費 | 288,642 | 100,333 | 177,359 | 30,722 | 466,001 | 131,055 | 597,056 |
| 間接工事費 | 24,156 | 15,868 | 14,070 | 6,193 | 38,226 | 22,061 | 60,287 |
| 建設中利子 | 22,228 | 49,471 | 11,148 | 11,973 | 33,376 | 61,444 | 94,820 |
| 合　　計 | 335,026 | 165,672 | 202,577 | 48,888 | 537,603 | 214,560 | 752,163 |

## 15. 経済評価

本プロジェクトの経済評価は、

1）便益／費用比率法、

2）等価割引率法、

3）篩分け曲線法

を用いて行った。

火力発電所開発計画の経済評価において支配的な影響を及ぼすものは燃料である。本プロジェクトにおいては、Semirara炭と海外炭を50% ずつ混炭して使用する計画としている。本文に述べるように使用燃料の1989年における平均価格は47.68US$/t (CIFベース) と算定される。これに対して石炭の平均硫黄分(0.55%) と等価な硫黄分(1.0%)の重油価格は137 US$/klと算定される。しかしながら、過去4 年間に重油価格は約60%程度変動しており、1985年頃の上記硫黄分1%の重油価格は207 US$/klであった。

石炭価格の変動が比較的小さいのに対して石油価格の変動は大きく、将来着実な価格上昇が予想されている。この様な事情を考慮して、この経済評価においては次の2通りの重油価格を使用した。

| | 基準分析 | 感度分析 |
|---|---|---|
| 石炭価格(US$/t) | 47.68 | 10% 価格上昇 |
| 重油価格(US$/kl) | 137 | 207 |

分析結果は以下の通りである。

(1) 本プロジェクトと、代替重油火力との間の等価割引率は、基準分析の場合は約11%、感度分析の場合は25.5%～27.3%となる。

(2) 石油火力に対する石炭火力の経済運転のための損益分岐点は、基準分析において 5,171時間／年（59.0%）である。このことは、本石炭火力の利用率が70%で計画されているため、代替案である石油火力よりもはるかに経済的であるといえる。利用率70% における、本石炭火力計画の送電端での発電コストは5.30 Cents/kWhであり、利用率が65%に下った場合または石炭価格が10%上昇した場合には、5.53 Cents/kWhとなる。

(3) 基準分析における石炭火力の1997年時点の妥当な開発規模は 888MW である。

以上のことから設備出力600 MWの本プロジェクトはフィージブルな計画であるとの結論が得られる。

16. 財務分析

(1) 収益率（稼動固定資産に対する営業利益の比率）は、運開当初10年間で平均0.96% 30年全期間平均で3.72%となる。

(2) 毎年の収支バランスは、借入金の支払と運転経費によって左右され、赤字と黒字を交互に繰り返している。

(3) 財務的内部収益率は約3.37%である。

# 勸　　告

# 勧　　告

本報告書の検討内容に基づいて、本計画を円滑かつ可及的速やかに完成させるための項目に限って勧告の形で集約した。

1．調達対象となり得る海外炭の範囲は極めて広い。海外炭の調達に当たっては経済性のほかに、信頼性、セキュリティ等も考慮し、調達先の分散化を図るべきである。計画的に海外炭を調達するため、NAPOCOR の中に調達戦略を検討し、実行に移していくための組織を早急に確立する事が望ましい。

2．発電設備の予備設計には、国内炭と海外炭を50/50 の割合で使用する方針で計画した。海外炭は豪州のLemington 炭(6,524 kcal/kg) を設計炭とした。海外炭の調達対象範囲は広く、調達側の意向を強く反映させることが可能である。今後海外炭を調達する場合、石炭性状の判定基準に従い、Lemington 炭と同程度以上の性状を有する石炭を調達する事が望ましい。

3．計画に使用した燃料はフィリピンの共和国のエネルギー政策に基づき、国内炭を最大限に利用することを前提として、国内炭、海外炭を50%ずつ混炭する計画とした。しかしながら調査の結果、この計画が完成する時点の国内炭供給量は、需要量の50%以下と考えられる。従って2×300MW の設備のうち、海外炭のみを使用するボイラと、国内炭、海外炭の両者を混炭して使用するボイラに分けることが経済的にも望ましい。

4．工事工程は契約締結から43ヶ月で1号機の運転開始とした。この工程は類似プロジェクトの実績を検討したものであり、標準的な工程である。一方出来る限り早期の運転開始を期待するための対策を講ずる事が極めて重要である。このための方策としては、契約締結までの手続きを円滑に進める努力が必要となる。この内容として次の事項がある。

(1) 本報告書受領後、可及的速やかにNAPOCOR が資金措置を講ずる為、関係先と折衝を開始する必要がある。

(2) NAPOCOR は既にカラカ発電所の経験により、石炭火力の標準的な入札書を作成した経験があること、また本計画に関して入札書に必要な内容は報告書、および今までの意見交換によって情報が伝えられている。従って本報告書受領後NAPOCOR において入札仕様書作成に入る事が可能である。

これらの業務を処理し、契約締結迄の期間を出来る限り短縮する努力が要請される。

5．本計画は発電所用地の取得を初め、大規模な港湾の建設、既設航路との調整、灰捨場用地の取得など、地元の理解と協力を得なければならない問題が多い。このため直ちに地元に対する計画の説明を開始する必要がある。

6 今後の詳細設計並びに、建設を円滑に進めるために、計画地点の自然条件を正確に把握することが大切である。現地で風、海水温、Masinloc Riverの流量観測、海底地形、陸上地形の測量及び追加地質調査等を計画的に取り進める必要がある。

# 第 1 章

# 序　　章

# 第1章 序　　章

頁

1.1 要　旨 …… 1－1
1.2 調査業務の目的と範囲 …… 1－1
1.3 フィリピンの社会情勢一般 …… 1－3
1.4 関係組織 …… 1－4
　1.4.1 政府および関係機関 …… 1－4
　1.4.2 フィリピンの電気事業 …… 1－4
　1.4.3 調査関係者 …… 1－7

## List of Figures

Fig 1.4-1 Government Organizations Responsible for Energy

Fig 1.4-2 Organization of NAPOCOR

# 第1章 序　　章

## 1.1 要　旨

(1) フィリピン共和国National Power Corporation (NAPOCOR)は、ルソン島における電力拡充計画を推進するため、1988年日本政府に対し300 MW×2基の石炭火力計画の可能性調査を要請した。国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency, JICA) はこの要請を実行するため NAPOCORとの間にImplementing Arrangementを締結し、1989年3月より現地調査を開始した。調査は第1ステージとしては3箇所の候補地点の中から最適地点を選定する調査であり、第2ステージとしては設備の予備設計を含む工事費と工事工程の検討、経済評価、財務分析などである。

(2) この調査は現地における調査と、日本国内における分析作業に分かれる。現地の調査は主として NAPOCORの関係者の協力のもとに実施された。

## 1.2 調査業務の目的と範囲

本調査の目的はフィリピン共和国ルソン島における石炭火力発電開発の最適開発計画を策定し、その技術的、経済的、財務的フィジビリティーを検討することである。

調査業務は第1ステージと第2ステージの2段階に分けて実施する。その具体的内容は次の通りである。

(1) 調査対象地点

(Site-A) Masinloc, Zambales
(Site-B) San Juan, Batangas
(Site-C) Limay, Bataan

(2) 第1ステージの調査内容

i) 既存のデータ・情報の収集及び検討

ii) 燃料の評価と推奨

下記国内炭4種類、海外炭7種類について技術的及び経済的評価を行い、使用に当っての総合的検討を行う。

<u>国内炭種</u>

- Semirara ROM Coal
- Semirara Selected Coal
- Lianga-San Miguel Coal
- Bislig Coal

iii) 電 力 調 査

・ルソン島における電源設備及び送電設備の現状並びに将来計画の検討、分析。

・ルソン島における電力消費量の増加・電力消費パターンの特性の検討、分析。

・1989年から2000年までの電力量需要とピーク電力の検討、分析。

iv) サイト選定

既述の開発候補地3地点において、地形・地質調査等の現地踏査を行い、その結果をもとに最適プロジェクト・サイト1ヶ所を選定する。

(3) 第2ステージの調査内容

i) 詳細現地調査

地 形 調 査

海洋地形調査

ボーリング調査を含む地質調査

ii) 最適計画の策定

プラント最適化計画に際して、代替計画数案を作成し、比較検討する。

但し、この計画策定に際して、将来における増設（発電所合計出力 600MW）をも考慮すること。

iii) 予 備 設 計

最適化計画に基づき、当該設備要素の概略仕様を策定する。

引続いて環境アセスメントの情報を勘案の上、設備要素の機能及び運転性を考慮して、プラントとしての最適プロットプランを作成する。

iv) コスト積算

v) 建設工事工程の作成

vi) 環境影響調査

vii) 補 償 調 査

viii) 経済・財務分析

経済内部収益率（EIRR）、経済比較法（B/C)及び建設単価（$/kW）による経済分析及び財務分析（FIRR）を行う。

## 1.3 フィリピンの社会情勢一般

### (1) 国 土

フィリピンはユーラシアプレートの南部に位置し、7,107 の島からなる島嶼国である。国土の総面積は約 300,000㎢で、北緯4度から21.5度、東経 116度から 127度に位置する。フィリピン群島の地形は極めて複雑であり、ルソン島の地勢は沖積平野、狭い谷、なだらかに起伏する丘、高い山によって特徴づけられる。

### (2) 気 象

フィリピンは熱帯性気候に属し、ルソン島の東岸は北東季節風期および貿易風期には月平均 500mm以上の降雨があることが多く、西部の大部分では東西季節風期に最大降雨量がある。日平均最高気温は29℃から33℃の間にあり、日平均最低気温は18℃から24℃までの間にある。Metro Manilaの平均気温および降雨量は次の通りである。

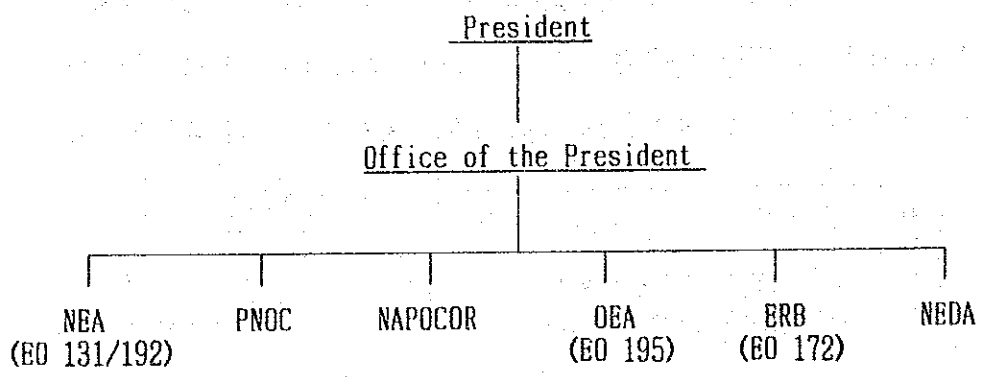
| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均気温（℃） | 25.3 | 26.0 | 27.4 | 28.9 | 29.4 | 28.4 | 27.7 | 27.3 | 27.5 | 27.2 | 26.5 | 25.7 |
| 降雨量（mm） | 14.3 | 5.0 | 6.6 | 14.8 | 122 | 250 | 344 | 434 | 317 | 191 | 127 | 60.2 |

## 1.4 関係組織

### 1.4.1 政府および関係機関

1987年、Aquino政権はエネルギー省を廃止し、エネルギー関係の組織を再編成した。同省の統制機能はEnergy Regulatory Boad (ERB)に移管された。これはExecutive Order No.172 に基づくものである。 ERBはエネルギーに関する政策および計画の策定、調整にあたる。これらの組織図を図1.4－1に示す。

Fig. 1.4-1 Government Organizations Responsible for Energy




Note

NEA : National Electrification Administration
PNOC : Philippine National Oil Campany
OEA : Office of Eenergy Affairs
NEDA : National Economic and Development Authority
The NEDA co-ordinates energy policies and energy-related projects from the point of view of the Philippine economy as a whole.

### 1.4.2 フィリピンの電気事業

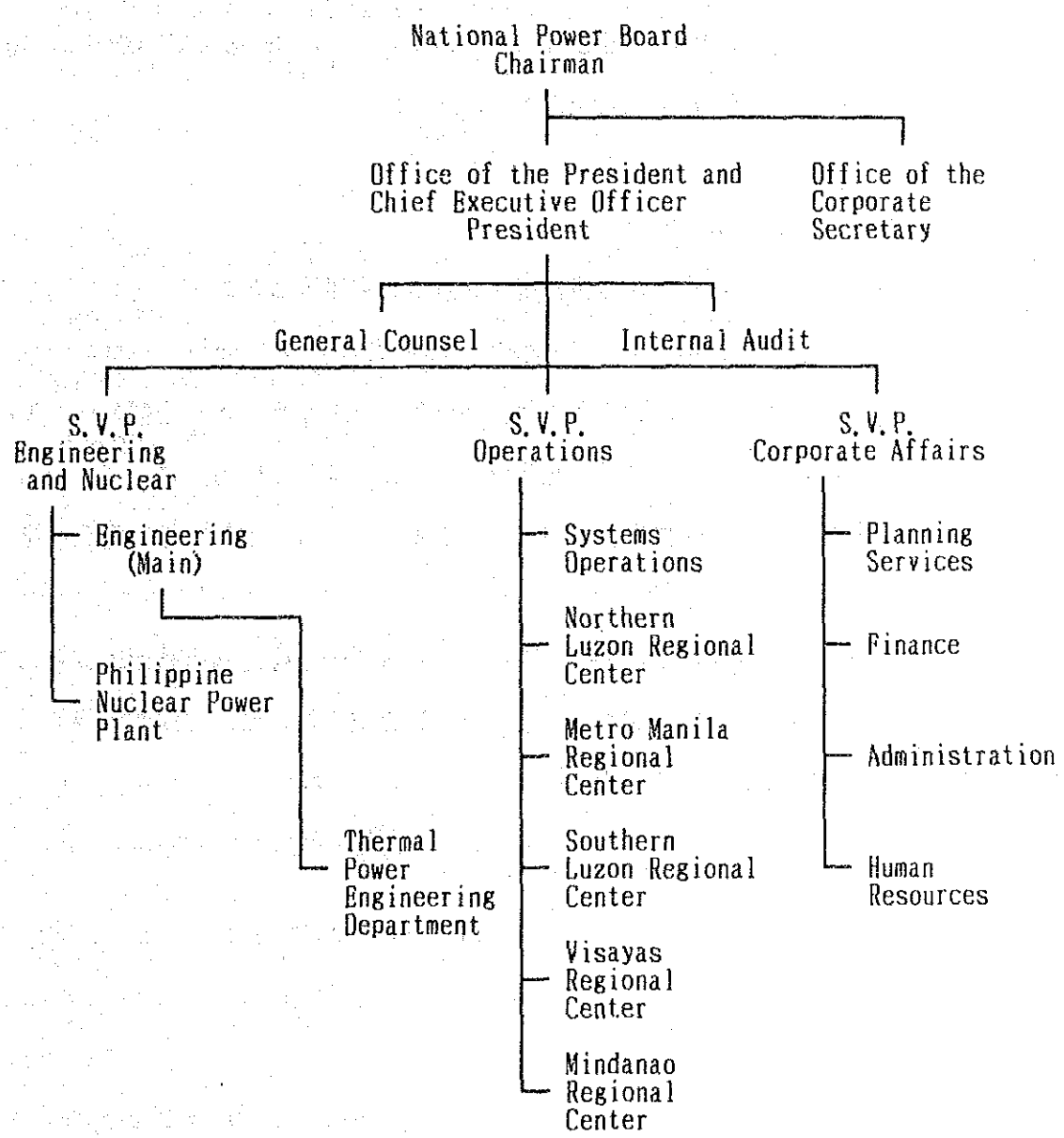
フィリピンの電気事業は公営と民営によって運営されている。公営ではフィリピン電力公社 (National Power Corporation : NAPOCOR) が農村部を中心に水力等の電源開発を行い、民営では主としてマニラ電力会社 (Manila Electric Company-MERALCO) がマニラ首都圏を中心に電力を供給している。このほかに、NAPOCOR の送電系統の及ばない辺地への電力供給は、800 におよぶ公的、私的な発電所によって電力供給が行われている。

(1) フィリピン電力公社

National Power Corporation (NAPOCOR)は水力発電並びにその他天然資源における電力事業を目的として1936年に政府の全額出資によって設立された。これは1935年のCommonwealth Act. No.120に基づくものである。1972年、NPC Charter と Presidential Decree 40によって業務範囲が大幅に拡大され、現在は国の経済社会開発政策に沿って、あらゆる電力資源の調査、開発を行い、全国の送電網を整備し、発生電力を全国の電化協同組合と、マニラ電力会社に卸売供給している。

NAPOCOR の事業政策に関する一切の審議、決定は理事会によって行われる。各理事は大統領によって任命される。 NAPOCORの機構図を図1.4－2に示す。

Fig. 1.4-2 Organization of NAPOCOR.



1988年末の保有施設は5,782 MW、従業員数は11,294人である。

(2) マニラ電力会社

マニラ電力会社は1919年にManila Electric Railroad & Lighting Co., Manila Suburban Railway Co.および La Electricistaの3社を統合して設立された。その後、バス事業部門は分離され、電気事業部門は需要の増大に伴い漸次拡充された。マニラ電力会社の株式はすべて米国の持株会社であるGeneral Public Utilities Corp.によって所有されていたが、1962年にMERALCO Securities Corp.によって買収された。

従って、現在はマニラ市とその周辺部分の合計 8,813㎢（全国の約3％の面積）の供給区域に NAPOCORからの卸売電力を配電するだけであるが、1986年実績では、NAPOCOR の総卸売電力量 176億 4,500万kWh のうち、約58％に相当する 102億6,000万kWh をマニラ電力会社が供給している。

(3) 国家電力庁と電化協同組合

フィリピンでは、かねてから農村電化が政府の最重要政策の一つとしてとり上げられ、そのための推進機関として1969年に国家電力庁(National Electrification Administration : NEA) が設立された。 NEAは、資金手当、入札書類作成、資材購入を行い、建設された配電設備を電化協同組合に売却している。従って、自らは電力設備を所有せず、全国に電化協同組合を組織し、これを通して地方電化を推進している。

1984年までに、全国73州および2準州に 118ヵ所の電化協同組合が設立されている。電化協同組合は NAPOCORから供給される卸売電力を、自己の配電設備を通して地域内の需要家に供給している。

### 1.4.3 調査関係者

本計画の調査はNAPOCOR をはじめ、各方面の方々の協力を得た。その内主な人々の氏名と職位を記録しておく。

〔NAPOCOR 〕

| | |
|---|---|
| Mr. Ernesto M. ABOITIZ | President, Chief Executive Officer |
| Mr. Francisco T. DELGADO | Senior Vice Presidient /Engineering and Nuclear |
| Mr. Marciano C. ABENDAÑO | Vice President/Engineering (Main) |

(Thermal Power Engineering Dept.)

| | |
|---|---|
| Mr. Gilberto A. PASTORAL | Manager/Thermal Power Engineering Dept. |
| Mr. Dennis P. PEDRON | Manager/Thermal Projects Development Div. |
| Mr. Bienvenido A. BABILONIA | Principal Engineer A. |
| Mr. Conrado B. MARAMAG | Principal Engineer A. |

(Environmental Management Dept,)

| | |
|---|---|
| Dr. Gonzalo A. BANTUGAN | Vice President Corporate Specialist/EMD. |
| Mr. Nestor E. TAMONDONG | Manager/Environmental Impact & Assessment Div. |
| Mrs. Humbelina M. CASTRO | Chief/Physico-Chemical Enviroment Section |

(Engineering Resurces Service Dept.)

| | |
|---|---|
| Mr. Ronaldo A. ALMERO | Manager/Engineering Resources Service Dept. |
| Mr. Zosimo P. SANTOS. Jr. | Manager/Engineering Surveys & Investigation Div. |
| Mr. Romeo M. PULANCO | Manager/Geology & Geothechnics Div. |
| Mr. Adelo I. DERILLO | Chief/Geophysics Section |
| Mr. Fernando Y. ROXAS | Chief/Engineering Geology |
| Mr. Petronilo E.PANA | Chief/Geotechnical Section |
| Mr. Artemio A. LAGARAMA | Principal Engineer B Engineering Survey Section |

(Settlement & Land Management Dept)

| | |
|---|---|
| Mr. Arturo V.GRIMAREZ | Manager/Settlement Services Div. |

〔Semirara Coal Corporation 〕

| | |
|---|---|
| Mr. Clarence A. PAJARDO | Manager/Marketing & Administration |

〔JICA 調査団〕

| | |
|---|---|
| 伊坂　弘 | 団長 |
| 松崎茂夫 | 発電、燃料計画 |
| 難波　弘 | 機械設備 |
| 上田昌弘 | 燃焼設備 |
| 秦野正司 | 電気設備 |
| 恩田晏男 | 系統計画 |
| 久保治夫 | 土木設備 |
| 吉岡邦明 | 港湾計画 |
| 茶石貴男 | 地質 |
| 間宮　輝 | 環境 |
| 阿波田禾積 | 経済 |
| 藤島秀憲 | 建築 |

# 第 2 章

# 計 画 の 背 景

# 第2章 計画の背景


頁

2.1 要　旨 …… 2－1

2.2 調査の経緯 …… 2－2

2.2.1 経済環境の改善 …… 2－2

2.2.2 電源拡充の緊急性 …… 2－3

2.3 経済の現況と経済開発計画 …… 2－6

2.3.1 経済の現況 …… 2－6

2.3.2 経済開発計画の概要 …… 2－7

2.4 エネルギー政策 …… 2－9

2.4.1 基本目標 …… 2－9

2.4.2 電源開発計画の政策と戦略 …… 2－9

2.5 石炭火力発電計画と開発の効果 …… 2－12

2.5.1 エネルギー政策と石炭火力発電計画の役割 …… 2－12

2.5.2 石炭火力発電開発計画と産業連関的波及効果 …… 2－14

2.5.3 石炭火力発電開発計画と輸入代替開発計画 …… 2－16

## List of Figures

図 2.5-1　フィリピン石炭火力発電所建設計画の経済効果

## List of Tables

表 2.2-1　実質ＧＮＰ成長率の推移

表 2.2-2　電力需要の推移

表 2.2-3　最大電力の推移

表 2.2-4　電力設備容量

表 2.2-5　Existing generating Plants in Luzon grid (as of June, 1988)

表 2.3-1　フィリピン経済の現況

表 2.3-2　ＧＤＰ産業別構成

表 2.3-3　フィリピン中期経済計画（1989～1992年）の主目標

Table 2.4-1　Power Development Program (June, 1988)

表 2.5-1　電力生産の産業連関効果

表 2.5-2　電力生産による投入技術係数

# 第2章 計 画 の 背 景

## 2.1 要　旨

(1) フィリピンの経済環境は1987年以降急速に回復し、1988年の GDPの伸び率は 6.6%に達している。ルソン系統の電力需要も1987年以降急速に成長し、1988年には 9.2%の驚異的な伸びとなっている。一方1988年のルソン系統の設備容量は4,100 MWであるが、供給可能容量は約3,200 MWである。このため NAPOCORが策定したPower Development Program (1988年6月) の設備が予定通り完成しても、1995年には約125 MWの電力不足が見込まれ、緊急に電源の拡充を図る必要がある。

(2) 1986年、フィリピン政府は原子力発電所の凍結を決めた。この事が電力不足に一層の拍車をかけ、NAPOCOR はガスタービンによる緊急対策を実施する事とした。また NAPOCOR はエネルギー政策に沿って本格電源の開発を行うため、1987年、マニラ近郊における石炭火力開発を計画し数ヶ所の候補地点について予備調査を実施した。この結果、日本政府に対して、Masinloc、San Juan、Limay の3地点から最適地点を選定し予備設計を含む開発の可能性調査の実施を要請した。

(3) フィリピンのエネルギー政策は

① 従来の輸入エネルギー源への依存構造から、国産エネルギー源への転換を図る。

② エネルギー多様化を推進する。

ことにより、石油依存度の低下を目指している。この様な政策目標を受けて電源開発計画においても石炭火力の開発計画が積極的に検討されており、ルソン系統においては2000年までに3,000 MWの石炭火力が開発される計画となっている。

(4) 一般的に電力開発がもたらす他産業への生産誘発効果は約 2.5倍に達すると言われている。

本計画は国内炭を使用する方針であり、国内石炭産業に与えるインパクトは大きい。一方国内炭の量的不足を補うため、海外炭も使用する計画である。このことは良い意味での国内石炭産業に対する刺激になると考えられる。また海外炭の海上輸送に使用する船舶の大きさも地元に対する波及効果の一つとなる。即ち本計画の立地点であるMasinlocの近傍にはCotoクロム鉱山が稼働しており、地域の産業振興に寄与している。ここに電源立地を行うことは特にMasinlocの港湾整備を初めとするインフラ　の整備を促すこととなり、地方の社会基盤の安定に寄与するものである。

## 2.2 調査の経緯

### 2.2.1 経済環境の改善

フィリピンの経済環境はここ2、3年の間に急速に改善の様相を呈している。従来の低い成長を抜け出し、1987年以降の実質経済成長は驚異的とも言えるものがある。1983年以降の実質GNP の伸びを（表2.2－1）に示す。この旺盛な経済活動を支える電力需要も表2.2－2に示すように9％前後の著しい伸びを示している。

表2.2－1　実質GNP成長率の推移

| 年 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GNP伸び（%） | 1.1 | -7.1 | -4.3 | 1.5 | 5.7 | 6.7 |

表2.2－2　電力需要の推移

（単位$10^6$kWh）

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| フィリピン全体 | 18,682<br>( 7.3 ) | 18,666<br>( 0 ) | 18,757<br>( 0.5 ) | 19,263<br>( 2.7 ) | 20,995<br>( 9.0 ) | 22,944<br>( 9.3 ) |
| Luzon 系統 | 15,294<br>( 6.2 ) | 14,655<br>( -4.2 ) | 14,449<br>( -1.4 ) | 14,756<br>( 2.1 ) | 16,030<br>( 8.6 ) | 17,439<br>( 8.8 ) |
| Visayas 系統 | 1,057<br>( 36 ) | 1,177<br>( 11.4 ) | 1,343<br>( 14.1 ) | 1,467<br>( 9.2 ) | 1,693<br>( 15.4 ) | 1,876<br>( 10.8 ) |
| Mindanao 系統 | 2,331<br>( 4.2 ) | 2,834<br>( 21.6 ) | 2,965<br>( 4.6 ) | 3,040<br>( 2.5 ) | 3,272<br>( 7.6 ) | 3,629<br>( 10.9 ) |

（　）内は対前年比伸び率（%）

表2.2－3　最大電力の推移

（単位MW）

| | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Luzon | 2,478<br>( 4.8 ) | 2,374<br>( -4.2 ) | 2,311<br>( -2.7 ) | 2,435<br>( 5.4 ) | 2,592<br>( 6.4 ) | 2,780<br>( 7.3 ) |
| Visayas | 229<br>( 41.4 ) | 242<br>( 5.7 ) | 256<br>( 5.8 ) | 284<br>( 10.9 ) | 307<br>( 8.1 ) | 333<br>( 8.5 ) |
| Mindanao | 410<br>( 5.9 ) | 433<br>( 5.6 ) | 470<br>( 8.5 ) | 484<br>( 3.0 ) | 533<br>( 10.1 ) | 571<br>( 7.1 ) |

（　）内は対前年比伸び率（%）

### 2.2.2 電源拡充の緊急性

表2.2－4、及び表2.2－5に示すように、フィリピンの全設備容量は約5,800 MWであり、その約70%に相当する4,100 MWをルソン系統が占めている。

この内、約30%を占める水力は乾期における出力減退が避けられない。また油火力の内15年以上を経過した設備が 1,025MWに達している。更に系統損失が10%を超えており、この対策も重要な課題である。

このような状況を勘案すると、実質的な供給能力は約3,200 MW程度と考えるのが妥当であろう。今後８%台の需要の伸びが続けば、1993年にはルソン系統の電力需要が約25,000GWh 、最大電力が約4,000MW に達し、予備率等を勘案すれば約1,600 MWの電源を開発する必要がある。この様な事情から NAPOCORは緊急に電源を充実させるため、1987年ルソン系統に新石炭火力計画の予備調査を実施した。

1988年、 NAPOCORは予備調査結果に基づき日本政府に対して本格的可能性調査の実施を要請した。

表2.2－4　電 力 設 備 容 量

(単位MW)

| | Oil-based | Hydro | Geothermal | Coal | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| フィリピン全体 | 2,359.6 | 2,123.8 | 894.8 | 405.0 | 5,782.4 |
| Luzon 系統 | 1,925.0 | 1,226.2 | 660.0 | 300.0 | 4,111.2 |
| Visayas 系統 | 254.0 | 2.0 | 234.0 | 105.0 | 595.0 |
| Mindanao 系統 | 180.6 | 895.6 | — | — | 1,076.2 |

(1988. 6月現在)

表2.2－5　Existing generating plants in Luzon grid (as of June 1988)

| Plant Name | Type | Unit No. | Unit Capacity (MW) | Comm. Year | Year of Retirement | Location |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Botocan | Hydro | 1 | 8.00 | 1946 | 1998 | Majayjay, laguna |
| | | 2 | 8.00 | 1948 | 1998 | |
| | | 3 | 0.96 | 1945 | 1995 | |
| 2. Caliraya | Hydro | 1 | 8.00 | 10/45 | 1992 | Lumban, laguna |
| | | 2 | 8.00 | 11/45 | 1992 | |
| | | 3 | 8.00 | 10/47 | 1997 | |
| | | 4 | 8.00 | 2/57 | 2000 | |
| 3. Ambuklao | Hydro | 1 | 25.00 | 12/56 | 2006 | Bokod, Benguet |
| | | 2 | 25.00 | 12/56 | 2006 | |
| | | 3 | 25.00 | 9/57 | 2007 | |
| 4. Buhi-Barit | Hydro | 1 | 1.80 | 9/57 | 2007 | Buhi, Camarines Sur |
| 5. Cawayan | Hydro | 1 | 0.40 | 10/59 | 2009 | Sorsogon, Sorsogon |
| 6. Binga | Hydro | 1 | 25.00 | 1/60 | 2010 | Itogon, Benguet |
| | | 2 | 25.00 | 1/60 | 2010 | |
| | | 3 | 25.00 | 3/60 | 2010 | |
| | | 4 | 25.00 | 3/60 | 2010 | |
| 7. Angat (main) | Hydro | 1 | 50.00 | 10/67 | 2017 | Norzagaray, Bulacan |
| | | 2 | 50.00 | 10/67 | 2017 | |
| | | 3 | 50.00 | 8/68 | 2018 | |
| | | 4 | 50.00 | 8/68 | 2018 | |
| 8. Angat (aux.) | Hydro | 1 | 6.00 | 7/67 | 2017 | Norzagaray, Bulacan |
| | | 2 | 6.00 | 7/67 | 2017 | |
| | | 3 | 6.00 | 10/78 | 2018 | |
| | | 4 | 10.00 | 6/68 | 2018 | |
| 9. Pantabangan | Hydro | 1 | 50.00 | 4/77 | 2027 | Pantabangan, Nueva Ecija |
| | | 2 | 50.00 | 5/77 | 2027 | |
| 10. Masiway | Hydro | 1 | 12.00 | 12/80 | 2030 | Pantabangan, Bueva Ecija |
| 11. Kalayaan | Hydro | 1 | 150.00 | 5/82 | 2032 | Kalayaan, Laguna |
| | | 2 | 150.00 | 8/82 | 2032 | |
| 12. Magat | Hydro | 1 | 90.00 | 8/83 | 2033 | Raman, Isabela |
| | | 2 | 90.00 | 9/83 | 2033 | |
| | | 3 | 90.00 | 11/83 | 2032 | |
| | | 4 | 90.00 | 8/84 | 2034 | |

Existing generating plants in Luzon grid (as of June 1988)

| Plant Name | Type | Unit No. | Unit Capacity (MW) | Comm. Year | Year of Retirement | Location |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. Tiwi | Geo | 1 | 55.00 | 1/79 | 2009 | Tiwi, Albay |
| | | 2 | 55.00 | 5/79 | 2009 | |
| | | 3 | 55.00 | 1/80 | 2010 | |
| | | 4 | 55.00 | 4/80 | 2010 | |
| | | 5 | 55.00 | 12/81 | 2011 | |
| | | 6 | 55.00 | 3/82 | 2012 | |
| 14. Mak-Ban | Geo | 1 | 55.00 | 4/79 | 2009 | Bay, Iagura |
| | | 2 | 55.00 | 7/79 | 2009 | |
| | | 3 | 55.00 | 4/80 | 2010 | |
| | | 4 | 55.00 | 6/80 | 2010 | |
| 15. Mak-Ban | Geo | 5 | 55.00 | 7/84 | 2014 | Bay, Iagura |
| | | 6 | 55.00 | 9/84 | 2014 | |
| 16. Calaca | Coal | 1 | 300.00 | 1984 | 2014 | Batangas |
| 17. Manila | Oil | 1 | 100.00 | 9/65 | 1995 | Isla de Provisor Metro Manila |
| | | 2 | 100.00 | 10/65 | 1995 | |
| 18. Sucat 1 & 2 (Garoner) | Oil | 1 | 150.00 | 10/68 | 1998 | Sucat, Muntinglupa, Metro Manila |
| | | 2 | 200.00 | 1/70 | 2000 | |
| 19. Sucat 3 & 4 (Snyder) | Oil | 3 | 200.00 | 7/71 | 2001 | Sucat, Muntinglupa, Metro Manila |
| | | 4 | 200.00 | 9/72 | 2002 | |
| 20. Bataan | Oil | 1 | 75.00 | 9/72 | 2002 | Limay, Bataan |
| | | 2 | 150.00 | 2/77 | 2007 | |
| 21. Malaya | Oil | 1 | 300.00 | 9/75 | 2005 | Pililla, Rizal |
| | | 2 | 350.00 | 3/79 | 2009 | |

Note : Mak-Ban stands for Makiling and Banahaw

## 2.3 経済の現況と経済開発計画

### 2.3.1 経済の現況

(1) フィリピンの経済は、1984、1985年に GNPの成長率が-7.1、-4.3%とマイナス成長を記録したが、1986、1987、1988年にはインフレーション、金利の安定を背景に、民間消費支出、民間設備投資などの国内需要が伸び GNP の成長率は1.5 、5.7 、6.7 %と加速的に回復している。

(2) フィリピンの経済構造の特徴は、依然として国内生産(GDP) の30%が農林水産業の１次産業で占められ、工業、サービス産業がほぼ30%強という構成である。また、貿易構造に関しては、輸出の中心は、コプラ、砂糖、バナナ、木材、ココナツなどの農産物および一次産品であり、最近では為替レートが一貫して切り下げられている中で、輸出はほとんど増えていない。

(3) 輸入は米国からの最終財輸入が大きなウェイトを占め、また依然として石油の輸入代金の負担が重く、貿易収支の赤字累積解消が経済成長にとって重要な課題となっている。

GNP に占める対外債務残高は、1986年で95%を占めるに至り、最近でも80%を越す高さであり、対外債務返済額／財・サービス輸出 (TDS/XGS)は1987年で35.4%、1988年で33.7%と高く、厳しい状況にある。

(4) 最近に至り、フィリピン経済は急速に回復し、高成長を持続する態勢にあるが、対外累積債務、経済成長に必要な外貨不足に悩まされ、みかけよりは厳しい状況にある。

表2.3－1　フィリピン経済の現況

| | 1985年 | 1986年 | 1987年 | 1988年 |
|---|---|---|---|---|
| GNP 実質成長率 (%) | -4.3 | 1.5 | 5.7 | 6.7 |
| 消費者物価上昇率 (%) | 23.1 | 0.8 | 3.8 | 8.8 |
| 経常収支／GNP (%) | -0.3 | 3.3 | -1.6 | -1.1 |
| 輸出／GNP (%) | 25.4 | 24.7 | 26.8 | 29.4 |
| 金を含む外貨準備高 (億ドル) | 10.9 | 26.1 | 23.1 | |
| 対外債務残高／GNP (%) | 81.9 | 95.0 | 86.5 | |

表2.3－2　GDP 産業別構成

（実質、72年価格、単位： 100万ペソ、%）

| | 1984年 | 1985年 | 1986年 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 金　額 | 金　額 | 金　額 | 構成比 | 伸び率 |
| 農林水産業 | 25,409 | 26,225 | 27,233 | 30.0 | 3.7 |
| 鉱　工　業 | 32,161 | 28,797 | 27,735 | 31.1 | △ 2.7 |
| 鉱　　業 | 1,755 | 1,768 | 1,599 | 1.7 | △11.9 |
| 製 造 業 | 23,319 | 21,541 | 21,805 | 23.9 | 0.8 |
| 建 設 業 | 5,866 | 4,248 | 3,047 | 3.7 | △20.6 |
| 電気・ガス・水道 | 1,221 | 1,240 | 1,284 | 1.7 | 8.0 |
| サービス業 | 36,646 | 35,422 | 35,772 | 38.9 | 2.3 |
| 運輸・通信・倉庫 | 5,032 | 4,953 | 5,046 | 5.6 | 2.6 |
| 商　　業 | 14,073 | 14,066 | 14,225 | 15.8 | 1.9 |
| 銀行・その他 | 17,541 | 16,403 | 16,501 | 17.5 | 2.4 |
| G D P | 94,216 | 90,444 | 90,605 | 100.0 | 1.1 |

（出所）NEDA、"Philippine Statistical Yearbook" 1987

### 2.3.2　経済開発計画の概要

フィリピンは約 300億ドルにものぼる対外債務のため、このままでは外貨不足に陥る危機的状況にある。フィリピン政府の中期経済計画（1989～1992年）は、このような状況下でIMF と協議して1989年３月に作成された。この新中期経済計画では、積極的財政政策や民営化促進、徴税強化を効果的に組み合わせることによって、今年は年率 6.5%と高めの持続的経済成長を達成することを目的としている。

政府の中期経済計画（1989～1992年）の概要

(1) 開発目標　：　貧困の是正、雇用の創出、社会的公正の実現

(2) 基本的任務　：　持続的成長の達成

(3) 経済社会開発の主要目的

i）実質GNP の平均成長率 6.5%の達成をする。

ii）GNP に占める投資比率を1988年の18%から1992年には24.5%に引き上げる。

iii）とくに、政府投資額をGNP 比で1988年の３%から1991～92年には 5.5%以上にする。

iv）ただし、1989～1992年の期間に計30億ドルの資金不足が生じる。この対応策としては、外国民間銀行に新規融資を求め、パリ・クラブ（公的債権物会

議）に対して債券返済の再繰り延べを要請する。

v）1988年に導入した付加価値税を柱とする新税制で徴税強化を図るとともに、政府部門の合理化を強化する。その結果、政府経常支出を1988年の13.9%から1992年には12%に引き下げる。

表2.3－3　フィリピン中期経済計画（1989～1992年）の主目標

（単位：%）

| | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GNP(成長率) | 5.7 | 6.7 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| 消費者物価（成長率） | 3.8 | 3.8 | 8.0 | 6-7 | 5-6 | 5-6 |
| 公共投資／GNP | 3.6 | 3.4 | 4.2 | 4.7 | 5.6 | 5.8 |
| Debt Service Ratio * | 35.4 | 33.7 | 33.8 | 32.2 | 31.0 | 29.4 |

* Debt Service Ratio (TDS/XGS) : total debt service relative to export of goods and services

## 2.4 エネルギー政策

### 2.4.1 基本目標

1973年の第1次石油危機当時、フィリピンの1次エネルギー供給量は92%を輸入石油に依存しており、石油輸入額の割合は、全輸入額のうち13%を占めていた。それ以降1980年代前半に至るまで、石油価格の上昇にならって石油輸入代金は更に増加の一途をたどり、1982年には全輸入額の25.6%を占めるにいたった。

このような石油の高価格事態の中でフィリピンが経済成長を成し遂げると同時に対外債務を減少させ、同時にエネルギー消費を高いレベルで維持していくためには、エルギー源を従来の輸入エネルギーから、国産エネルギーへ転換していかなければならない。これに対応するため、1979年フィリピン政府は経済予測を行い、エネルギー開発に関する政策を策定した。

この計画に沿って国産エネルギーの開発を進めた結果、1984年にはフィリピンの全供給エネルギーのうち国産エネルギーの比率が42%、輸入石油の比率は56%となり、輸入石油依存度は順調に減少しつつある。

エネルギー開発に関する政府の基本的目標は次の通りである。

(1) 経済的価格によるエネルギーの供給の保証と電力供給支障の抑制。

(2) エネルギー利用の効率化、適正化の推進。

(3) エネルギー開発に伴う、環境への影響の抑制。

### 2.4.2 電源開発計画の政策と戦略

フィリピンにおける電源開発計画に関する政策と戦略は次のような内容である。

(1) 計画期間内における各プロジェクトの完成。

(2) 発電設備の増強と、信頼性の向上を目指し、既設石油火力のリハビリテーションの実施。

(3) エネルギー部門の各段階において効率化を進めるための見直しと調整。

i ) 設備の利用率と負荷率の増加。

ii ) 設備費の低減と発電コストの抑制。

(4) 省エネ計画の推進

(5) 電力消費原単位について、経済的観点からの再構築。

(6) 送電損失の軽減を図るための系統運用の効率化と改善。

(7) BOT方式により、新規電源開発への私企業の参加と公共投資の抑制。

(8) 全てのエネルギー開発に伴う環境保全の評価と施策の実施。

フィリピン政府は増大する電力需要に対処するため、NAPOCOR に輸入石油以外の国産エネルギーの有効活用を指示した。

1986年のアキノ政権による原子力発電所の凍結は安全性と政治的判断に依るものではあったが、電力需要の急速な増大と相まって電力不足の大きな要因となっている。原子力はルソン系統に 620MWの電力を供給する計画であった。このような電力不足に対応するため、 NAPOCORは 200MW～700MW に達するガスタービンプラントを設置し緊急事態に対応せざるを得ない事情となっている。しかしガスタービンプラントは経済性の点から好ましいとは言えない。このような背景から石炭火力計画の早期推進が不可欠と考えられる。

1988年6月NAPOCOR が策定した電力開発計画を（表2.4－1）に示す。

Table 2.4-1

Power Development Program (June 1988)

| Year | Luzon | | Visayas | | Mindanao | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plant Additions | Cap (MW) | Plant Additions | Cap (MW) | Plant Additions | Cap (MW) |
| 1988 | | | | | DLPCO DSL | 46 |
| 1989 | Gas Turbine<br>Rehab Sucat I | 500 | Leyte-Samar Interconnection | — | Agus I | 80 |
| 1990 | Mak-Ban 7 Geo<br>Small Luzon Geo<br>Rehab. Sucat 4 | 55<br>40 | Janopol Hydro *1<br>(Power Barge 2)<br>Negros-Panay Interconnection | 5<br>(32)<br>— | Gas Turbine A<br>(Power Barge 2) | 150<br>(32) |
| 1991 | Bac-Man I Geo<br>Gas Turbine | 110<br>200 | —— | — | Gas Turbine B | 50 |
| 1992 | Calaca II Coal<br>Bac-Man II Geo<br>Luzon-Mindoro Interconnection | 300<br>110 | (Power Barge 2)<br>Palimpinon Geo 4<br>Cebu-Negros-Panay Interconnection | (32)<br>37.5<br>— | Power Barge 2 | 32 |
| 1993 | Coal III | 300 | | | Apo Geo 1 & 2 | 110 |
| 1994 | Luzon Geo | 330 | Palimpinon Geo 5*2 | 37.5 | Apo Geo 3 | 55 |
| 1995 | Tongonan Geo A<br>HVDC-II 350kV | 440 | —— | — | Apo Geo 4 | 55 |
| 1996 | Tongonan Geo B<br>HVDC-II 350kV | 440 | Palimpinon Geo 6 | 37.5 | Agus III | 225 |
| 1997 | Coal A | 600 | | | | |
| 1998 | Coal B | 600 | (Power Barge 2)<br>Bohol DSL | (5.5) | (Power Barge 2) | (32) |
| 1999 | Coal C | 600 | | | Coal A | 100 |
| 2000 | Coal D | 600 | Jalaur Hydro | 24 | Coal B | 100 |

*1 : NEA project
*2 : Entry reset to 1992 due to uncertainties associated with non-NAPOCOR plants.
NOTE: Parenthesis indicate pull of Power Barge.
*3 : Bac-Man stands for Bacon-Manito.

## 2.5 石炭火力発電計画と開発の効果

石炭火力発電所の開発による経済効果は、基本的には追加電力からの便益を享受する人々の支払い金額によって、経済、財務分析において評価される。しかしながら、石炭火力発電所の開発計画は大規模であり、エネルギー資源開発、エネルギーならびに電力政策上、極めて重要な効果をもつと同時に、産業関連的な波及効果の大きさから経済成長に与える間接的な効果も大きい。ここでは第10章、第11章の経済評価、財務分析における費用・便益分析では扱われない石炭火力発電所の開発計画の間接的開発効果およびエネルギー政策上の開発意義について触れておきたい。

### 2.5.1 エネルギー政策と石炭火力発電計画の役割

フィリピン経済にとって、今後、安定した持続的な経済成長を達成することが、最大の経済政策目標である。持続的経済成長を達成するには、エネルギーの効率的な使用と安定供給が重要な課題となる。とくに、石油代替エネルギーの開発は、石油輸入による外貨負担を軽減するとともに、国内エネルギーの有効利用によるエネルギー自給度の向上とエネルギー源の多様化を促進し、エネルギーの安定供給を高めることになる。

石炭火力発電所の開発は、予想される電力需要の急増と、原子力発電計画の凍結等による電力供給力の低下により懸念される電力不足の解消にとって、重要な電源開発である。

また、石炭火力発電所の開発は、長期的な電力の安定供給という観点から、発電能力の急増、電力供給システムの信頼性の向上にとって、重要な開発計画である。

(1) 石炭火力開発計画と電力の安定供給

① 電力の発電部門は、主要な石油代替エネルギー源である。NAPOCOR の計画では、2000年までに石炭火力3,200 MWの開発が見込まれている。その結果、2000年における総発電電力量に占める石油火力の比率は現在の35%強から16%に低下し、逆に石炭火力は現在の10%から25%に増加し、地熱発電開発計画とともに石油代替を促進することになる。

② フィリピンの電源開発規模は1973～1988年の間に年率７%を上回る増加率で拡大し、地熱、水力ベースの電源の増加が顕著である。しかしながら、政府の電力

政策は電源の多様化を１つの目標としており、大規模な石炭火力開発計画は、今後のフィリピンの長期的な最適電源構成を考えていく上で、石油代替のベースロード電源として戦略的に重要である。

③ とくに、ルソン系統は需要規模がフィリピン全体の76%を占め大きいこと、さらに今後の首都圏の電力需要増加、および農村地区の電化と系統の拡充が重要な課題であることを考慮すれば、長期的には大規模なベースロード電源としての石炭火力発電開発による系統の強化と、発電部門および系統全体の規模の経済性の追及による発電コストの抑制および経済効率の向上を達成することが各国の経験から明らかである。

④ 汽力発電所にとって、規模の経済性、習熟効果は経済効率上重要なファクターである。電力需要の拡大期には需要成長に伴い、発電ユニット、プラントの大型化とボイラーおよびタービンの技術上の効率化が期待でき規模の経済性が大きい。通常石炭火力については規模を２倍にすれば、20%の費用節約効果があるとされている。また、連続的な石炭火力の建設と運転経験の累積は習熟効果による費用節約をもたらし、長期的には NOPOCORの発電規模の増加に伴い、発電原価の低下という関係が期待される。

(2) エネルギー自給率の向上

第２次石油危機（1978年）以前はフィリピンのコマーシャルなエネルギー必要量に対する石油依存度は94～96%を占めていたが、1980年代に入ると、電力、セメント産業などの省エネルギー努力により、石油の輸入依存度は急激に低下している。今後も、エネルギー自給度の向上と石油輸入による外貨負担の減少は重要な政策課題であり、電力における大規模な石炭火力の導入により、一層のエネルギー自給率の向上を高めることが必要である。

Commercial Energy Imports

(Thousand tons of Oil equivalent)

| | 1973 | 1980 | 1983 | 1985 | 1987 |
|---|---|---|---|---|---|
| Oil | 9,221 | 9,114 | 8,064 | 6,539 | 8,185 |
| Petrol products | 416 | 1,832 | 2,034 | 588 | 1,307 |
| Coal/Coke | 5 | 163 | 131 | 609 | 298 |
| Total | 9,642 | 11,108 | 10,229 | 7,736 | 9,790 |
| Net Oil Imports Dependence (%) * | 95.5 | 85.8 | 76.9 | 63.1 | 74.8 |

* N.O.I.D = (Oil + Petrol products-Exports)/Primary Energy Requirement

フィリピンの石炭需要は1987年で 185万トンで、その内の83万トン（45%）がNAPOCOR による需要である。今回のわれわれの予測では、第5章に述べる通り、2000年には、フィリピンの石炭需要は約 1,300万トンとなり、そのうち、NAPOCORの需要は 1,100万トンになるものと考えられる。NAPOCOR 分の石炭需要の内、ルソン島における新規石炭火力需要分は2000年までに 1,000万トン以上になるとみられ、フィリピンの全石炭需要の76%を占めることになる。このような石炭火力発電計画による石油代替としての大規模な新規の石炭需要の発生は、石炭の国内生産を通してフィリピンのエネルギー自給度を促す主要な手段である。

### 2.5.2 石炭火力発電開発計画と産業連関的波及効果

(1) 石炭火力発電計画と間接的開発効果

電力生産が電気機械、基礎金属、鉱業、建設などの他産業との取り引き関係を通じて生産を誘発する産業連関効果は大きい。フィリピン経済においても、現状の電源の構成を前提（石炭火力の構成比は10%程度）にしても、電力1ペソの生産は産業連関効果を通じて全産業の2.32ペソの生産増加効果を生み出す。

石油火力代替電源としての大規模な石炭火力発電開発は、輸入石油から国産石炭への転換により燃料投入構造を変化させ、また大型の発電設備および機器の建設は、機械、建設産業に対する電力の投入構造を大きく変えることにより、国内石炭産業、機械、建設等の生産誘発効果を通した産業連関効果をさらに大きくし、経済成長に影響を及ぼす。とくに、石炭火力開発計画に伴う電力の設備投資がもたらす投資の乗数効果も、同様に経済成長に大きな効果を与える。これらの効果は、石炭火力発

電開発が促進され、石炭、機械の国内生産が可能になるに伴い、その効果は増大していく。

大規模な石炭火力発電開発計画は、発電設備の建設や港湾などの周辺インフラストラクチャの整備により、地域経済の活性化に役立つとともに、地域における雇用の創出、および開発による周辺地域の民度の安定に寄与し、地域経済に影響を与える。

(2) 国内石炭供給の増大と生産性向上

石炭火力発電開発計画は、国内石炭需要の増加によるエネルギー自給率の向上を促すと同時に、石炭産業の活性化を通して次のような経済効果を生み出すことが期待される。

フィリピンの石炭産業では、現在国内炭は海外輸入炭に比して20%程度割高であり、国内石炭産業の近代化をおこない、生産性の向上により国際競争力を高め、国内炭の価格を引き下げることが課題である。そのためには、電力による大規模な新規石炭需要は、石炭産業の新鉱山計画のためインフラ投資および石炭産業の生産性上昇のための近代化投資を誘発し、石炭生産における生産拡大とスケールメリット効果を可能にする。

また、石炭産業の産業連関効果は電力産業同様に大きく、国内炭生産の産業に対する生産誘発効果は2.14とされ、電力の石油から石炭への燃料代替に伴い、国内炭生産増加の産業連関効果が加わることになる。

さらに、これらの間接的な波及効果による石炭産業の国際競争力の向上と生産性の向上の効果から、長期的には安い国内炭の供給によるメリットを電気事業も享受することになる。

### 2.5.3　石炭火力発電開発計画と輸入代替開発計画

フィリピン経済の長期的発展にとって、繊維、電気機械などの消費財産業中心の産業構造から肥料およびその他石油化学、紙パルプ、鉄鋼、造船などの資本財製造工業のウェイトが増大した産業構造へと転換を図り、大規模な輸入代替をおこなうことが課題とされている。これらの資本財産業はエネルギー・電力多消費型の産業であり、エネルギー・電力の安定供給が要求される。また、過去の各国の経験から、このような産業構造の転換を図り大規模な輸入代替計画を長期的に達成するには、「石炭開発計画～エネルギー・電力の安定供給～素材型産業の発展」、という連鎖の図式が効果的であることが知られている。したがって、石炭火力発電計画のもつ規模の経済性、石油代替としての燃料転換、および投資の間接的な産業連関効果など、石炭火力開発による電力の投入構造の変化が、経済成長、産業構造の変化に与える間接的な効果は極めて大きいといえる。

図－2.5.－1　フィリピン石炭火力発電所建設計画の経済効果

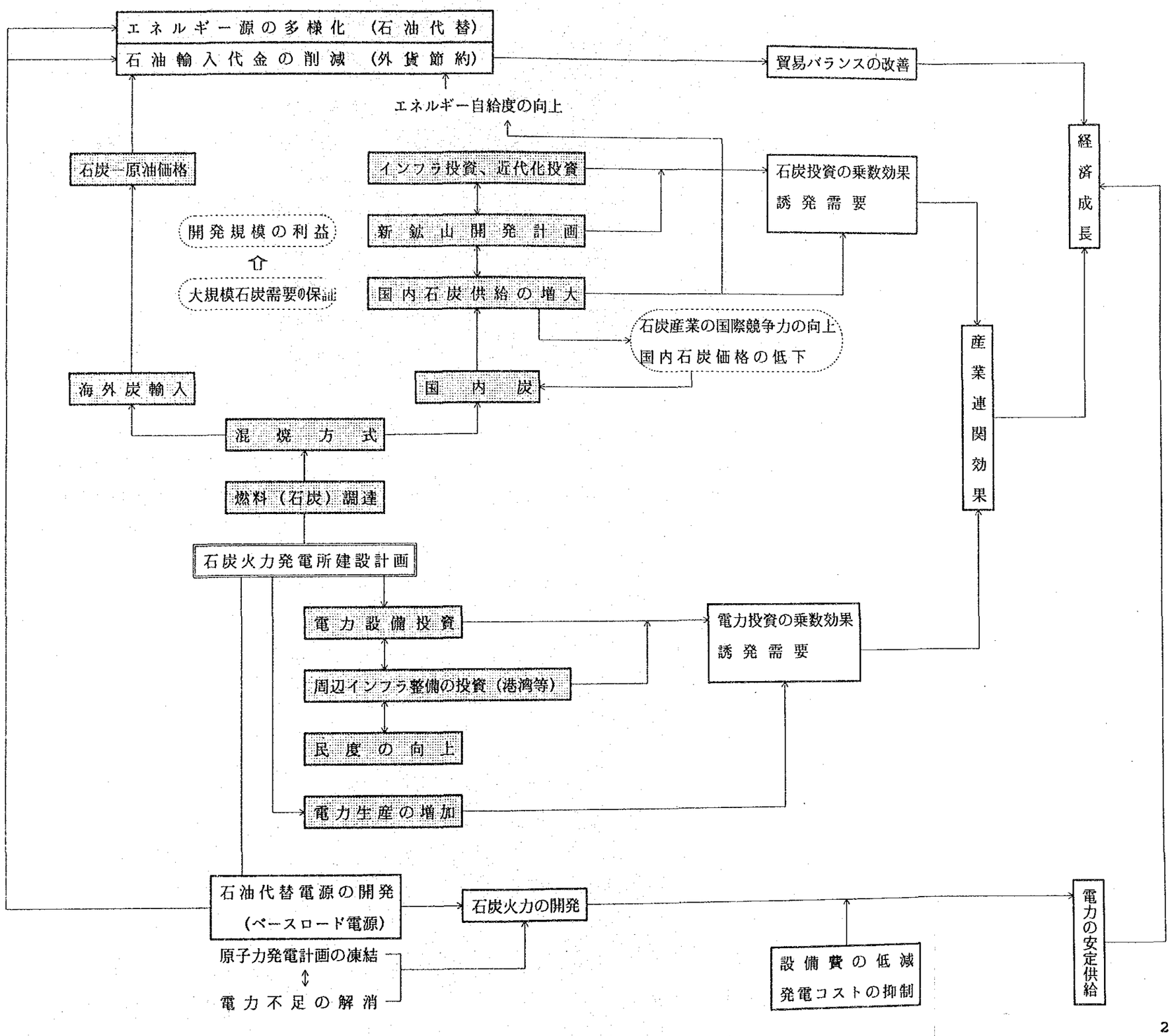


表2.5.－1　電力生産の産業連関効果

（単位：百万ペソ）

| 産　業 | 生産誘発効果 |
|---|---|
| 鉱業、採石 | 40,913 |
| 電気機械、基礎金属、化学等製造業 | 345,498 |
| 建　設 | 1,203 |
| ガス、電気、水道 | 410,678 |
| 輸送、通信、倉庫 | 21,150 |
| 貿　易 | 58,912 |
| 銀行、保険等 | 5,741 |
| その他 | 40,501 |
| 計 | 924,596　(2.327) |

＊ 600 (MW) × 6,132(時間) × 1.08(P/kWh) ＝ 397.354(Million Pesos)

但し、石炭火力の送電端原価を1.08/kWhと仮定する。

表2.5.－2　電力生産による投入技術係数 (Technical Coefficients of Input)

| 産　業<br>Industries | 技術係数<br>Technical Coefficients |
|---|---|
| 木材および木製品 | 0.00735 |
| 電気機械、基礎金属、化学等製造業 | 0.51994 |
| 建　設 | 0.00066 |
| ガス、電気、水道 | 0.03321 |
| 輸送、通信、倉庫 | 0.01801 |
| 貿　易 | 0.06644 |
| 銀行、保険等 | 0.00096 |
| その他サービス | 0.01009 |
| **中間投入計** | **0.65667** |
| 賃　金 | 0.11594 |
| 経営余剰 | 0.22739 |
| **一次生産要素投入計** | **0.34333** |
| **計** | **1.00000** |

＊ Technical Coefficients = Input / Electric Output

# 第 3 章

# 需給見通しと系統解析

# 第3章　需給見通しと系統解析


| | 頁 |
|---|---|
| 3.1　要　　旨 | 3－1 |
| 3.2　電力需要想定 | 3－1 |
| 3.2.1　電力需要予測の方法 | 3－1 |
| 3.2.2　電力需要想定結果 | 3－3 |
| 3.3　電力系統解析 | 3－10 |
| 3.3.1　検討条件 | 3－10 |
| 3.3.2　検討結果 | 3－10 |

## List of Figures


Fig 3.2-1 Trend between GDP and Energy Sales (1975~1983)

Fig 3.2-2 Luzon Grid Energy Balance (kWh Balance)

Fig 3.2-3 Luzon Grid Power Balance (kW Balance)

Fig 3.3-1 Luzon Grid Impedance Map in 1996

Fig 3.3-2 Luzon Grid Power Flow in 1996 (Peaktime)

Fig 3.3-3 Luzon Grid Stability Study in 1996 (Short Circuit Ratio = 0.58)

Fig 3.3-4 Luzon Grid Stability Study in 1996 (Short Circuit Ratio = 0.64)


## List of Tables


Table 3.2-1 Base Data

Table 3.2-2 System Energy Supply & System Energy Requirement (Forecast)

Table 3.2-3 Luzon Grid Power Development Program (1) (As of June, 1988)

# 第３章　需給見通しと系統解析

## 3.1　要　　旨

1988年６月、NAPOCORはルソン電力系統の電源開発計画について2000年までの基本方針を発表している（表3.2-3)。本検討においてはこの基本方針を参考として１次回帰予測法によって2000年までの電力需要想定を行なった。

現在進行中のカラカⅡ（300 MW）計画が1992年に運開することをはじめ、表3.2-3 に示された計画がすべて予定通り完成することを前提として、需要想定を検討した。しかしながら、この場合においても、1993年時点で約42GWh の電力が供給不足となり1996年時点では 713 GWh（160 MW相当）の新規電源設備の設置が必要となる。

本計画は工事工程の項で述べる通り、1996年頃に運転開始となると考えられるが、可能なかぎり早期の開発が必要である。更に、厳しい電力供給不足の状況が予測されることから、本開発計画は２号機も半年間隔で実施せざるを得ないと思われる。

電力系統解析については1996年までの電源開発が予定通り進められ、更に300 MW×２基の開発がMasinloc地点で行なわれた場合の解析を行なった。この結果、別途 NAPOCORが検討している送電計画で600 MW分の送電は可能である。しかし熱容量の見地から、裕度をもった計画に見直すことが必要と思われる。

## 3.2　電力需要想定

### 3.2.1　電力需要予測の方法

一般にGDP で表わされる需要家の所得水準と電力需要の伸びとの間には強い相関関係が見られる。この関係に着目して需要予測が出来る。

1975年から1983年のGDP と需要電力量の増加傾向はFig.3.2-1 の通り、ほぼ直線となった。

この傾向から一般によく知られているGDP との相関関係を用いた１次回帰予測法を採用して需要予測を実施した。

GDP と電力需要との関係が直線的な場合には、次の関係式が成立する。

$$y_i = a + bx_i + e_i$$

ただし、 $y_i$ ： 需要電力量（GWh）

$x_i$ ： GDP(百万Pesos)

$a, b$ ： 回帰係数

$e_i$ ： 回帰からの偏差

いま、$e_i$が全体として小さくなるように、$\Sigma(y_i - a - bx_i)^2$ が最小となるように最小二乗法によって回帰係数 a, b を求めると、

$$b = \frac{S(xy)}{S(xx)} = \frac{\Sigma(x_i - x)(y_i - y)}{\Sigma(x_i - x)^2}$$

$$= \frac{\Sigma x_i y_i - (\Sigma x)(\Sigma y_i)/n}{\Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2/n} \quad (n\text{はデータ数})$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

最終式は次の通りとなる。

$$y = a + bx$$

回帰係数（a, b）を求めるために使用した基本データを表3.2-1 に示す。すなわち1975年から1988年までの14年間のGDP(1972年ベース）と需要電力量である。

回帰係数はコンピューターで容易に求めることが出来るが、その結果は以下の通りである。

$$a = -6771$$

$$b = 0.2124$$

よって最終的な回帰式は、

$$y = -6771 + 0.2124X$$

ここに　y＝想定需要電力量（GWh）

X＝GDP 予測値（百万Pesos）

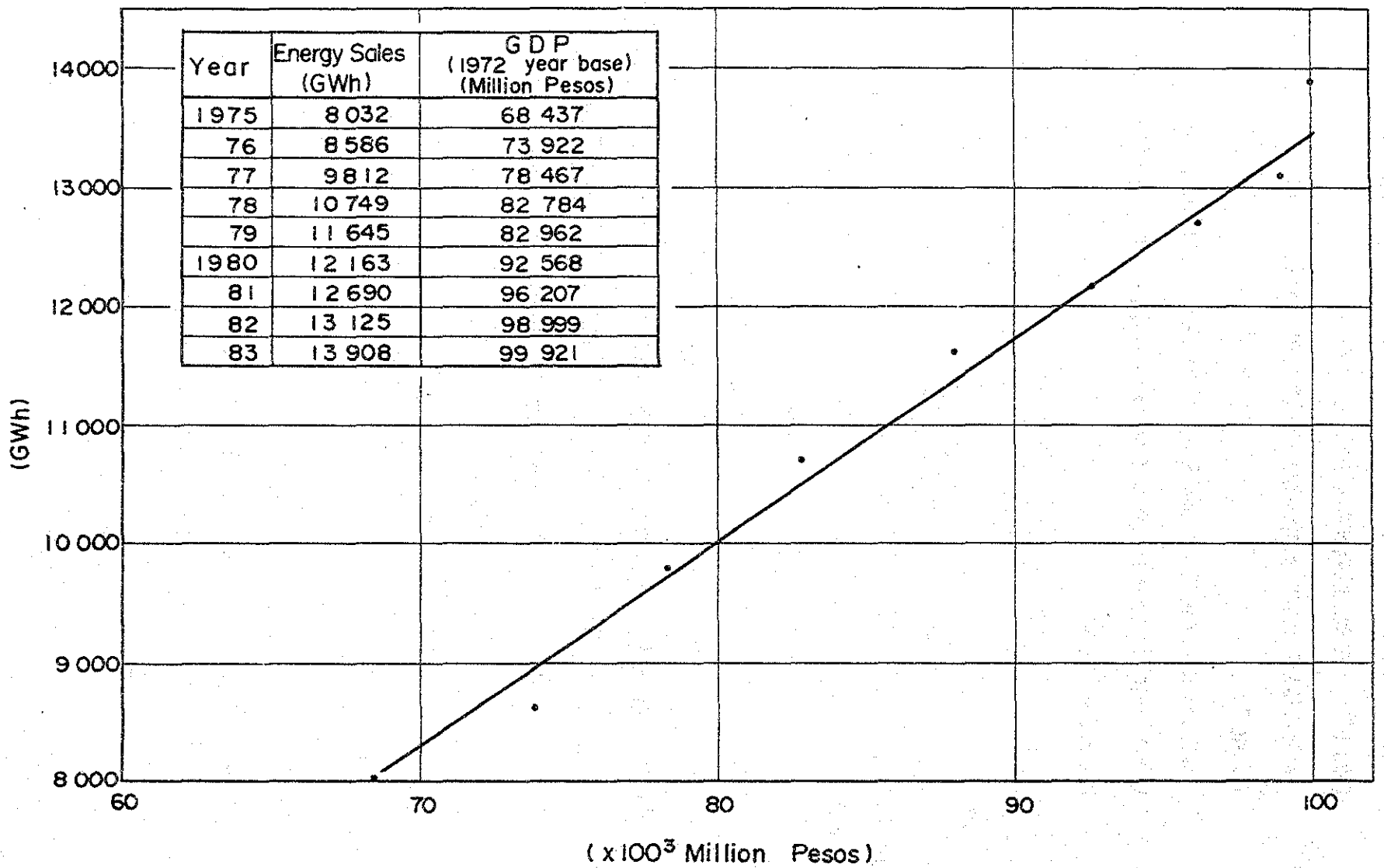
### 3.2.2 電力需要想定結果

1989年から2000年までの需要想定の結果を図3.2-2 と表3.2-2 に、又 NAPOCOR作成の2000年までの電源開発計画を表3.2-3 に示す。

計算に採用したGDP 予測値(X)は1987年のGDP 実績をベースに年6.5 %の伸びを考慮した値である。

表3.2-3 に示す通り、電源開発計画が予定通り進んでも1993年以降は需要に対し供給不足となることが予想されるため新規電源設備が必要となる。kWバランスをFig 3.2-3 に示す。

Fig. 3.2-1 Trend between GDP and Energy Sales (1975 ~ 1983)




| Year | Energy Sales (GWh) | GDP (1972 year base) (Million Pesos) |
|---|---|---|
| 1975 | 8 032 | 68 437 |
| 76 | 8 586 | 73 922 |
| 77 | 9 812 | 78 467 |
| 78 | 10 749 | 82 784 |
| 79 | 11 645 | 82 962 |
| 1980 | 12 163 | 92 568 |
| 81 | 12 690 | 96 207 |
| 82 | 13 125 | 98 999 |
| 83 | 13 908 | 99 921 |

Fig. 3.2-2 Luzon Grid Energy Balance (kWh Balance)

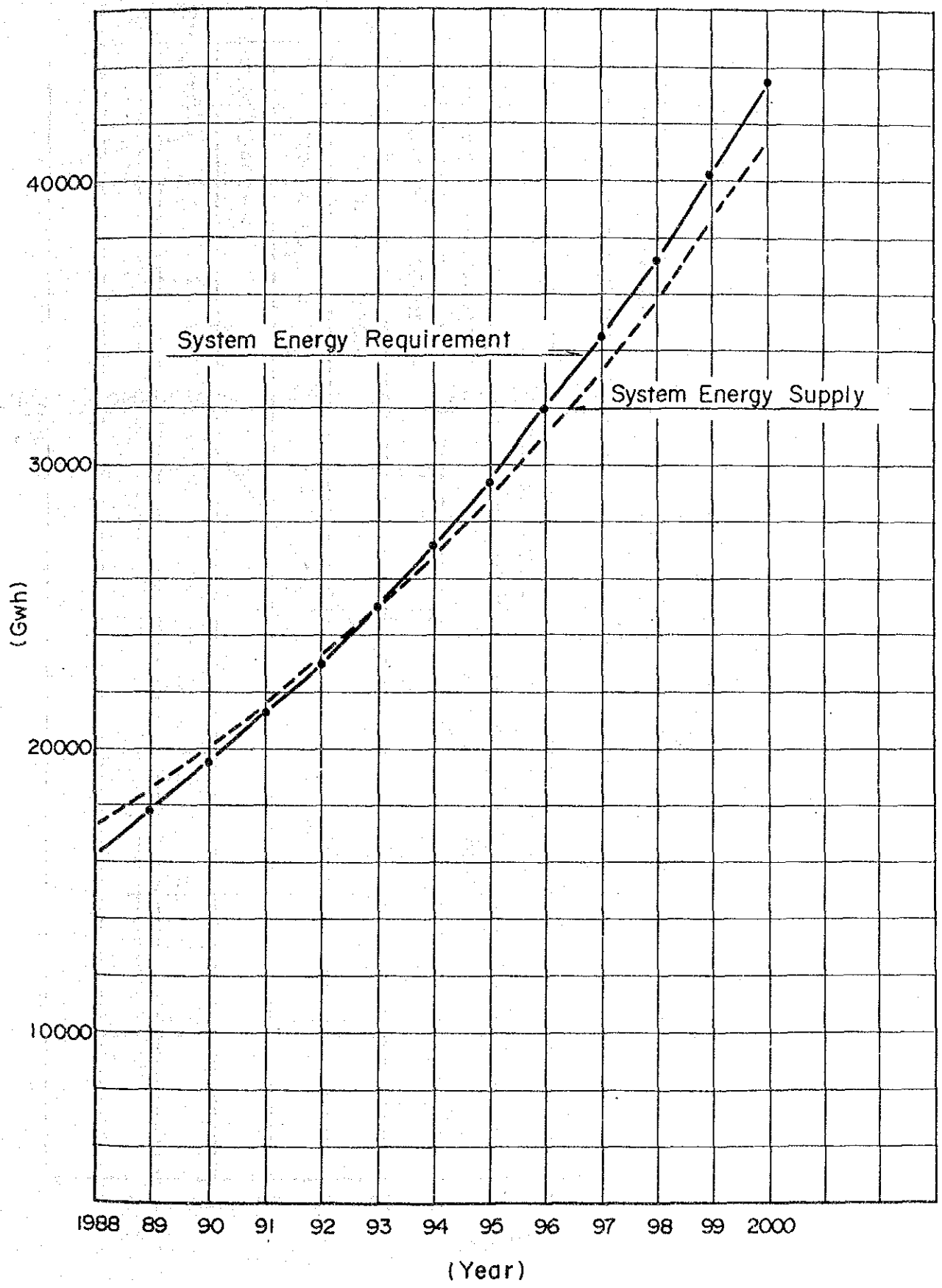


Fig. 3.2-3 Luzon Grid Power Balance (kW Balance)

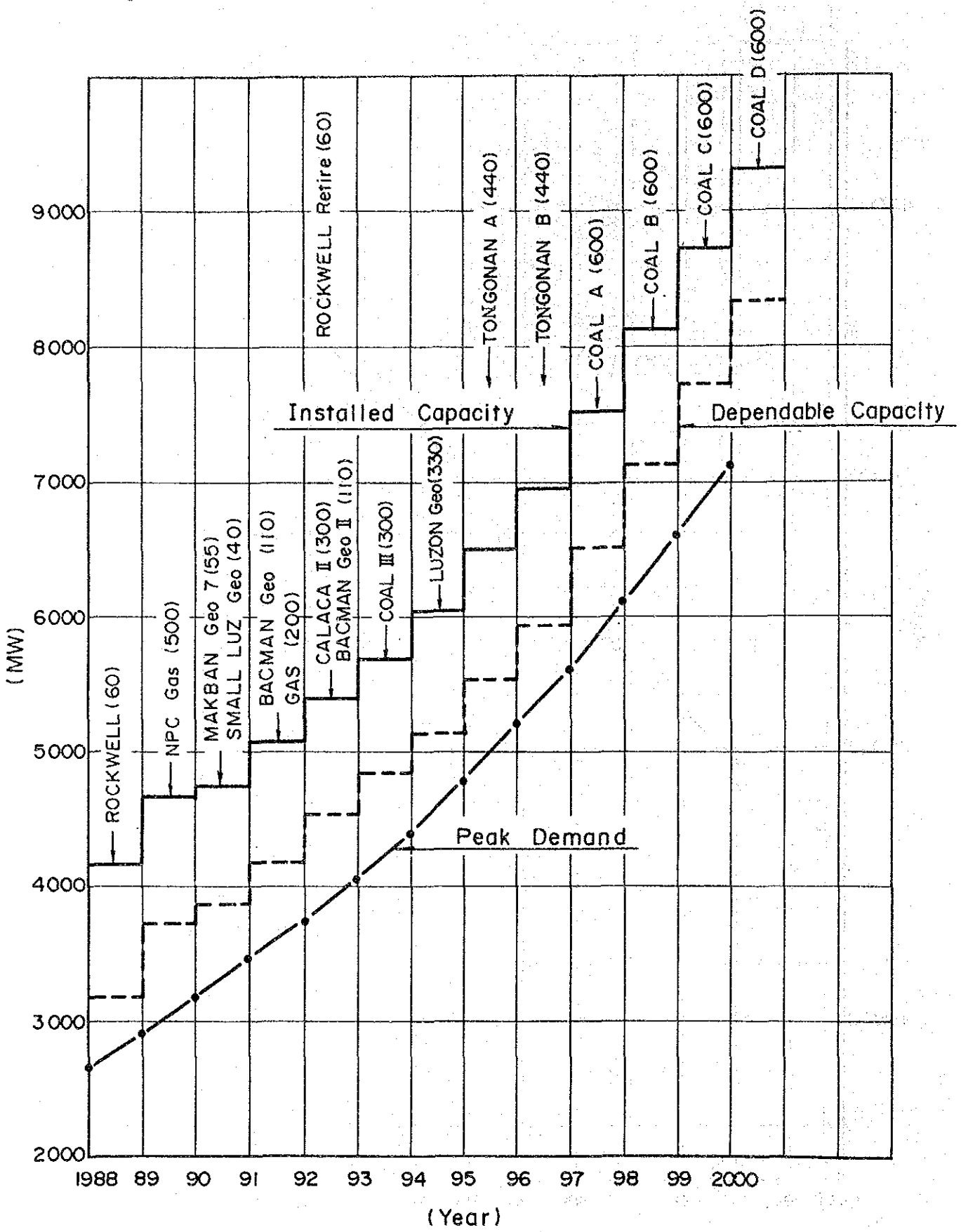


Table 3.2-1 **Base Data**

| No. of Data | Year | (x i) GDP 1972 Base (Million Pesos) | (y i) Energy Sales (GWh) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1975 | 68,437 | 8,032 |
| 2 | 1976 | 73,922 | 8,586 |
| 3 | 1977 | 78,467 | 9,812 |
| 4 | 1978 | 82,784 | 10,749 |
| 5 | 1979 | 87,962 | 11,045 |
| 6 | 1980 | 92,568 | 12,163 |
| 7 | 1981 | 96,207 | 12,690 |
| 8 | 1982 | 98,999 | 13,125 |
| 9 | 1983 | 99,921 | 13,908 |
| 10 | 1984 | 93,927 | 13,245 |
| 11 | 1985 | 89,904 | 13,135 |
| 12 | 1986 | 91,287 | 13,461 |
| 13 | 1987 | 95,948 | 14,722 |
| 14 | 1988 | 102,200 | 16,078 |
| Mean Value | | $\overline{X}$ = 89,466 | $\overline{Y}$ = 12,239 |

Table 3.2-2 System Energy Supply & System Energy Requirement (Forecast)

| Year | Energy Consumption (Sales Level) (GWh) | System Loss (%) | System Energy Requirment (GWh) | Load Factor (%) | Peak Demand (MW) | Installed Capacity (MW) | Plant Factor (%) | System Energy Supply (GWh) | Balance (GWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (1) | | | | | (2) | (2)−(1) |
| 1989 | 16,347 | 9 | 17,818 | 70 | 2,906 | 4,671 | 45.5 | 18,618 | 800 |
| 1990 | 17,856 | 9 | 19,463 | 70 | 3,174 | 4,766 | 48.0 | 20,040 | 577 |
| 1991 | 19,449 | 9 | 21,199 | 70 | 3,457 | 5,076 | 48.6 | 21,610 | 411 |
| 1992 | 21,149 | 9 | 23,052 | 70 | 3,759 | 5,426 | 48.9 | 23,243 | 191 |
| 1993 | 22,956 | 9 | 25,022 | 70 | 4,081 | 5,726 | 49.8 | 24,980 | - 42 |
| 1994 | 24,889 | 9 | 27,129 | 70 | 4,424 | 6,056 | 50.6 | 26,844 | - 285 |
| 1995 | 26,950 | 9 | 29,376 | 70 | 4,791 | 6,496 | 50.7 | 28,851 | - 525 |
| 1996 | 29,139 | 9 | 31,761 | 70 | 5,180 | 6,936 | 51.1 | 31,048 | - 713 |
| 1997 | 31,476 | 9 | 34,309 | 70 | 5,595 | 7,536 | 50.5 | 33,338 | - 971 |
| 1998 | 33,963 | 9 | 37,020 | 70 | 6,037 | 8,136 | 50.3 | 35,849 | - 1,171 |
| 1999 | 36,619 | 9 | 39,915 | 70 | 6,509 | 8,736 | 50.4 | 38,570 | - 1,345 |
| 2000 | 39,445 | 9 | 42,995 | 70 | 7,012 | 9,336 | 50.7 | 41,464 | - 1,531 |

Table 3.2-3 Luzon Grid Power Development Program (1) (As of June, 1988)

| Year | Plant Additions | Plant Cap. (MW) | Installed Capacity (MW) | | | | | Total | Depen. Cap. (MW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Hydro | Geo. | Coal. | Oil | | | |
| | | | | | | NAPOCOR | Other | | |
| 1987 | | | 1,226 | 660 | 300 | 1,925 | — | 4,111 | — |
| 1988 | ROCK WELL | 60 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 60 | 4,171 | 3,185 |
| 1989 | NPC Gas. A | 200 | 〃 | 〃 | 〃 | 2,425 | 60 | 4,671 | 3,735 |
| | 〃 B | 300 | | | | | | | |
| 1990 | MAK BAN Geo. 7 | 55 | 〃 | 755 | 〃 | 〃 | 〃 | 4,766 | 3,875 |
| | SMALL Luz. Geo. | 40 | | | | | | | |
| 1991 | BAC MAN Geo. I | 110 | 〃 | 865 | 〃 | 2,625 | 〃 | 5,076 | 4,175 |
| | GAS | 200 | | | | | | | |
| 1992 | CALACA II | 300 | 〃 | 975 | 600 | 〃 | 0 | 5,426 | 4,535 |
| | BAC MAN Geo. II | 110 | | | | | | | |
| | Retire ROCK WELL | (60) | | | | | | | |
| 1993 | COAL III | 300 | 〃 | 〃 | 900 | 〃 | 〃 | 5,726 | 4,835 |
| 1994 | LUZON Geo. | 330 | 〃 | 1,305 | 〃 | 〃 | 〃 | 6,056 | 5,135 |
| 1995 | TONGONAN Geo. A | 440 | 〃 | 1,745 | 〃 | 〃 | 〃 | 6,496 | 5,535 |
| 1996 | TONGONAN Geo. B | 440 | 〃 | 2,185 | 〃 | 〃 | 〃 | 6,936 | 5,935 |
| 1997 | COAL A | 600 | 〃 | 〃 | 1,500 | 〃 | 〃 | 7,536 | 6,535 |
| 1998 | 〃 B | 〃 | 〃 | 〃 | 2,100 | 〃 | 〃 | 8,136 | 7,135 |
| 1999 | C | 〃 | 〃 | 〃 | 2,700 | 〃 | 〃 | 8,736 | 7,735 |
| 2000 | D | 〃 | 1,226 | 2,185 | 3,300 | 2,625 | 0 | 9,336 | 8,335 |

## 3.3 電力系統解析

### 3.3.1 検討条件

ルソン島電力系統の電力系統解析（過渡安定度計算、電力潮流計算）を下記条件により実施した。

(1) 検討年度　1996年

(2) 系統構成及び系統インピーダンスは NAPOCOR作成の資料を使用した。Fig 3.3-1 に系統構成とインピーダンスを示す。

(3) 本計画の発電設備容量は600 MWと仮定した。

(4) 本計画地点と Hermosa変電所間に230 kV　2回線、亘長129 kmの送電線を新設する。

(5) 過渡安定度計算のための事故点は Botolan、 Dolores変電所の母線事故とした。尚事故の種別は3相地絡（3LG-0)事故とした。

(6) 発電機のAVR 機能は考慮していない。

### 3.3.2 検討結果

(1) 1996年のピーク時の潮流計算（ピーク時）結果をFig 3.3-2 に示すが、各変電所の母線電圧、送電線の潮流とも問題はない。

但し、本計画の発電所出力が600 MWとなった時点で容量がいっぱいとなるため本計画地点と Botolan間に最低限1回線送電線の追加が必要となる。

(2) 発電機の短絡比を0.58とした場合の安定度計算結果をFig 3.3-3 に、短絡比0.64とした場合のそれをFig 3.3-4 に示す。

結果としてはいづれの短絡比を採用しても安定度上問題はないが経済性から短絡比は0.58が有利となる。

(3) 今回の検討には発電機AVR の条件は加味されていないが、実際はすべての発電機にAVR が採用されており安定度は更に向上することとなる。

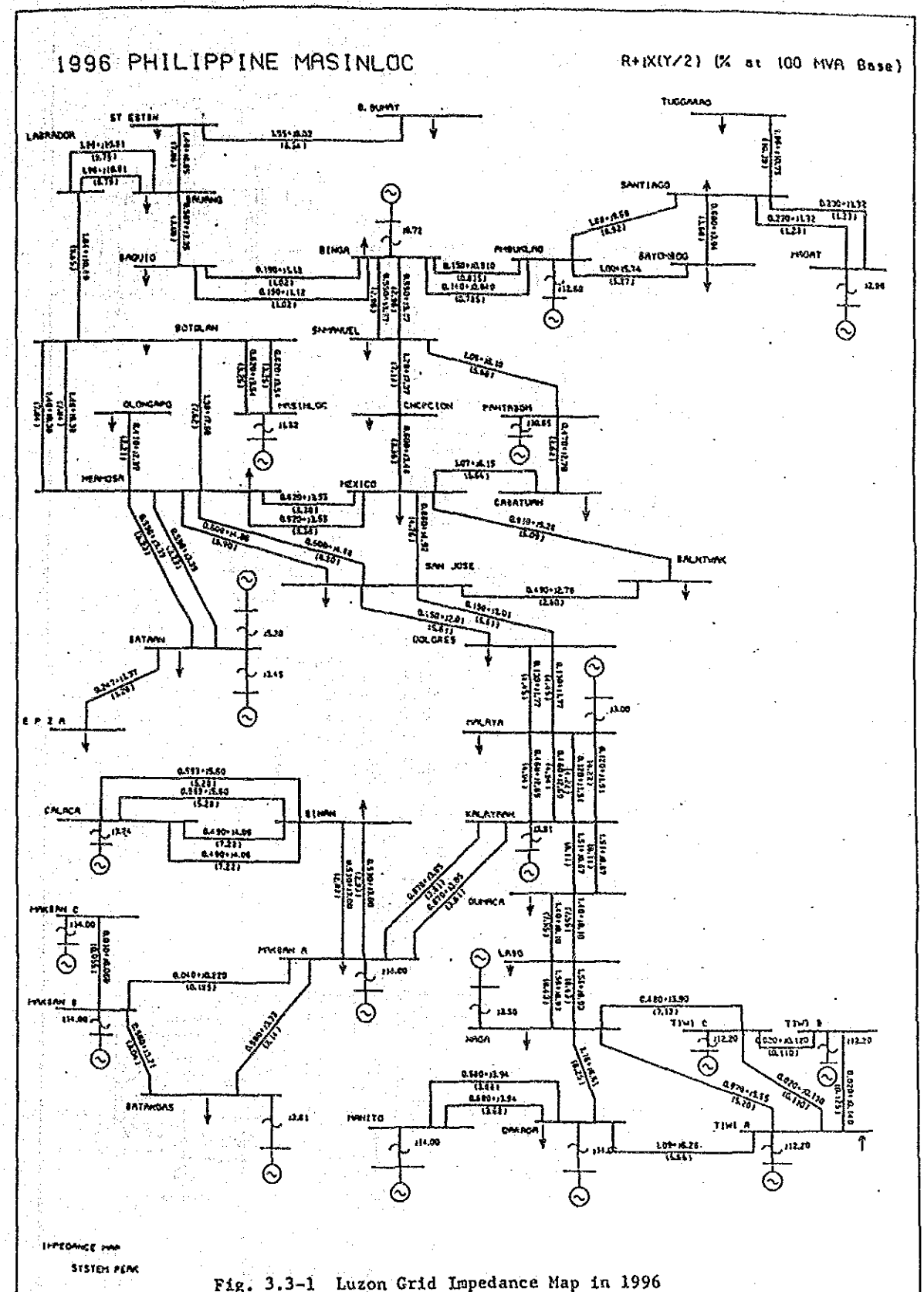



Fig. 3.3-1 Luzon Grid Impedance Map in 1996

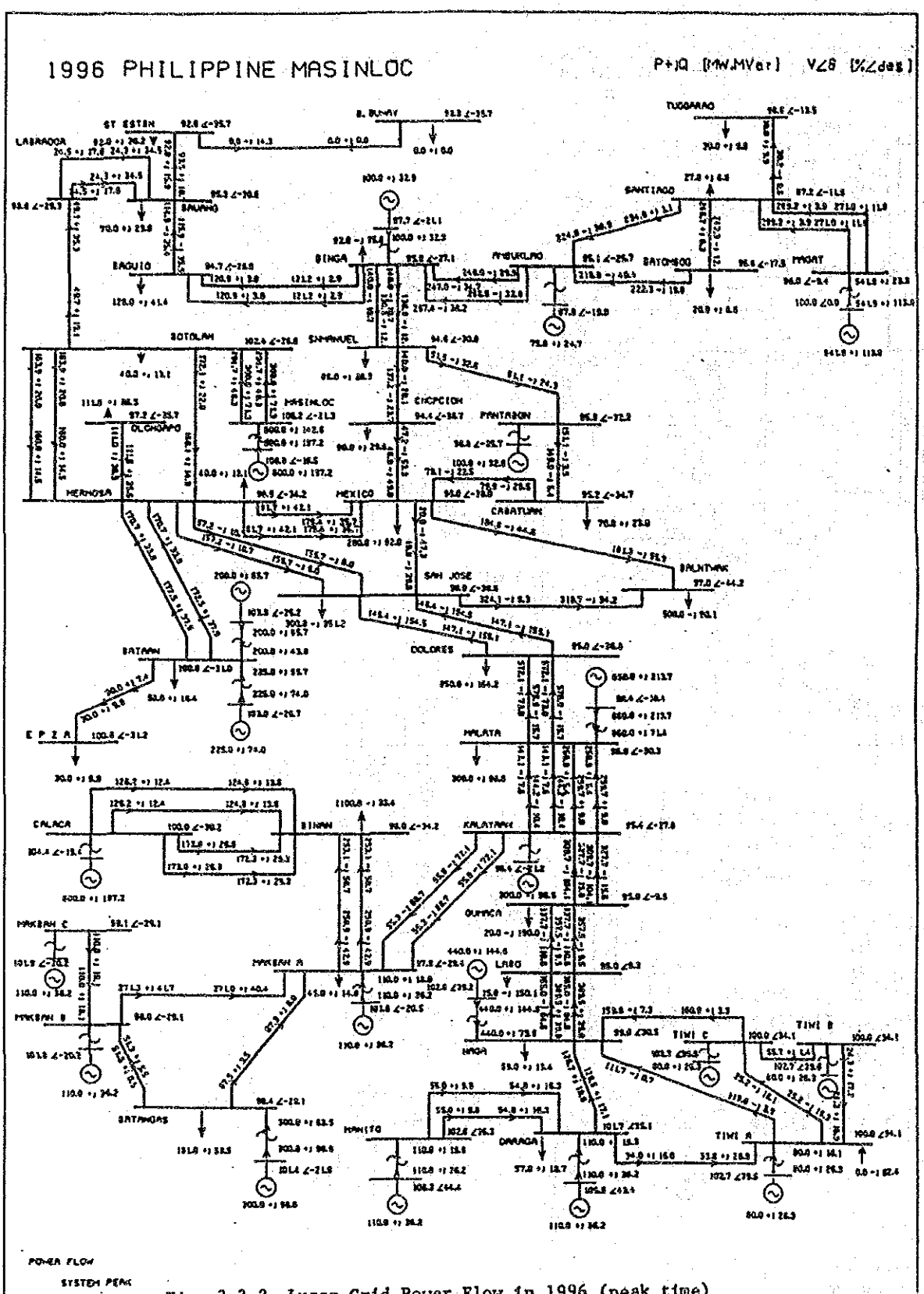
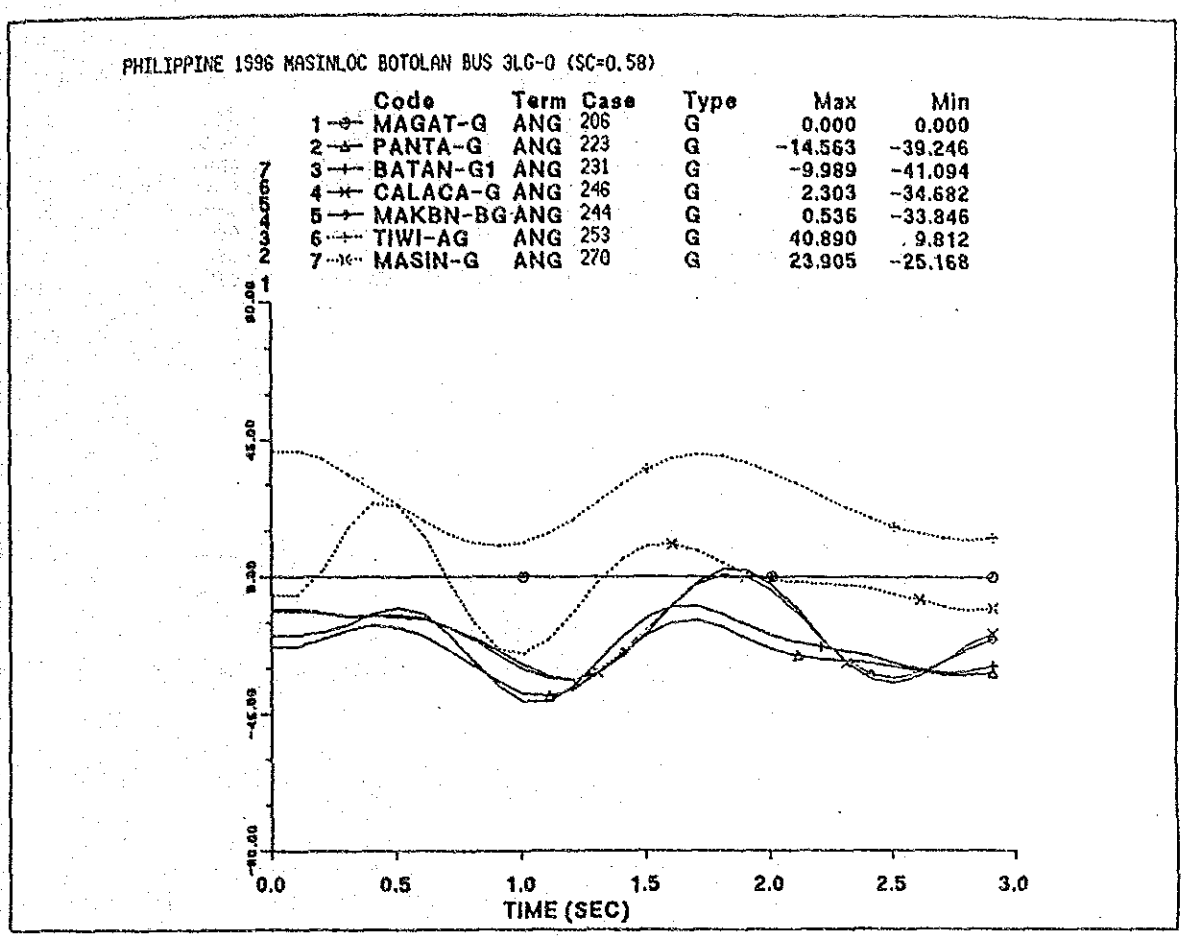



Fig. 3.3-2 Luzon Grid Power Flow in 1996 (peak time)



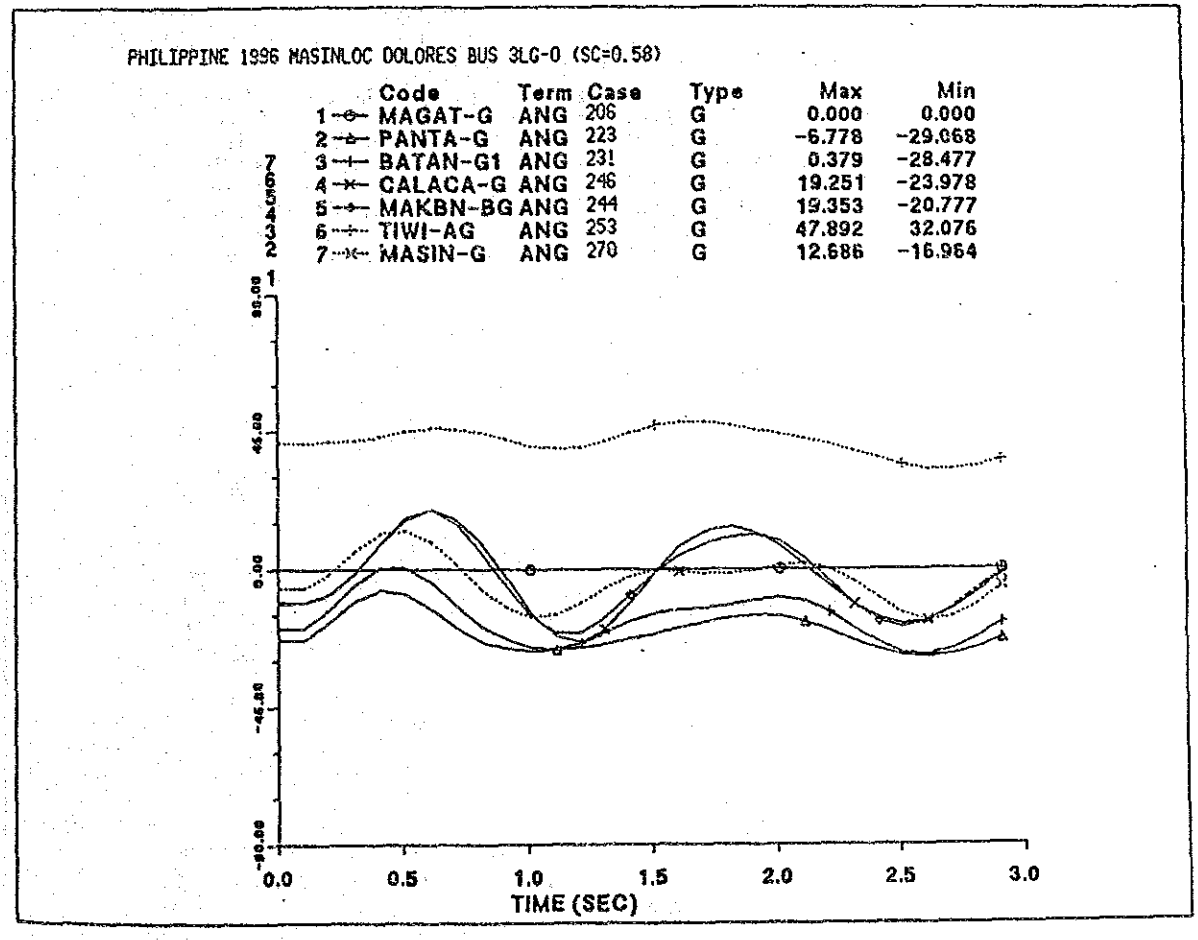
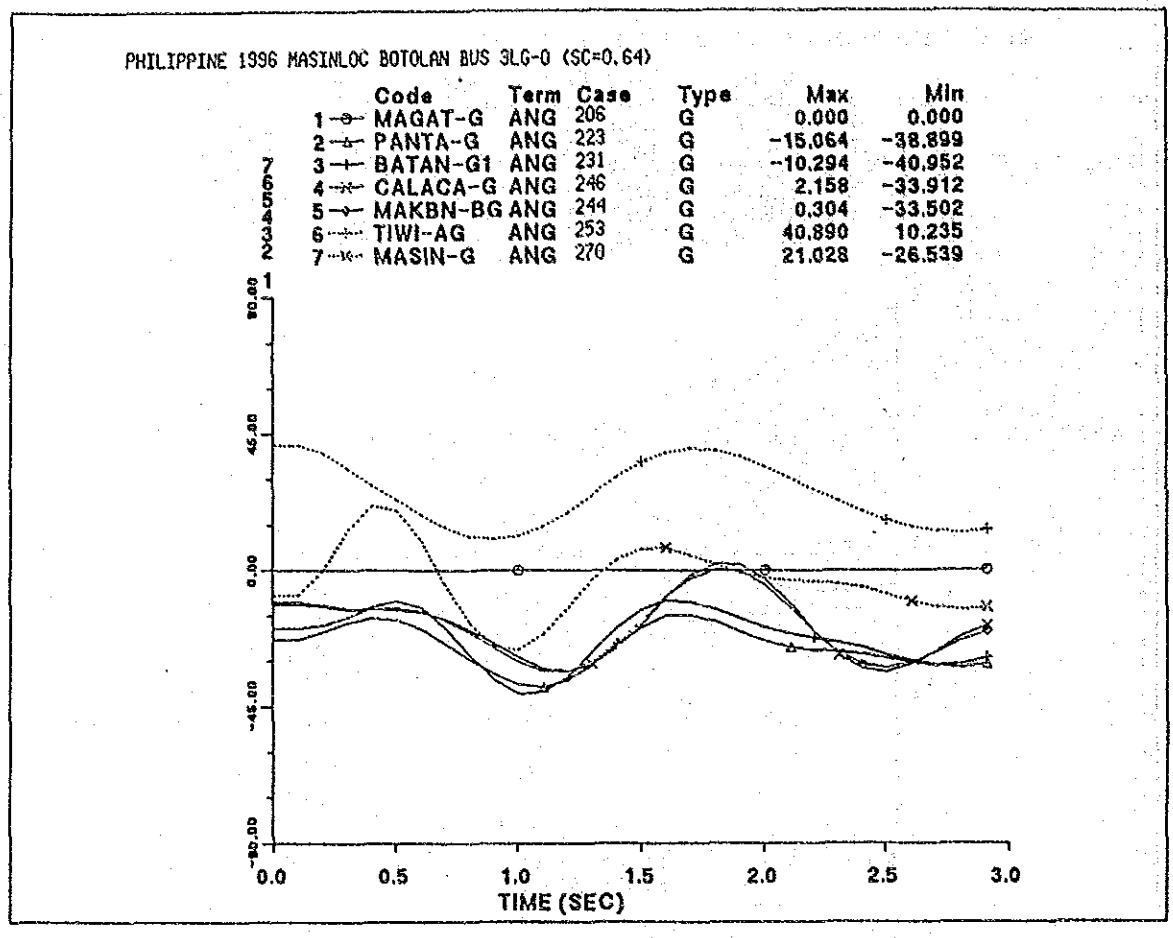




Fig. 3.3-3 Luzon Grid Stability Study in 1996 (Short Circuit Ratio = 0.58)



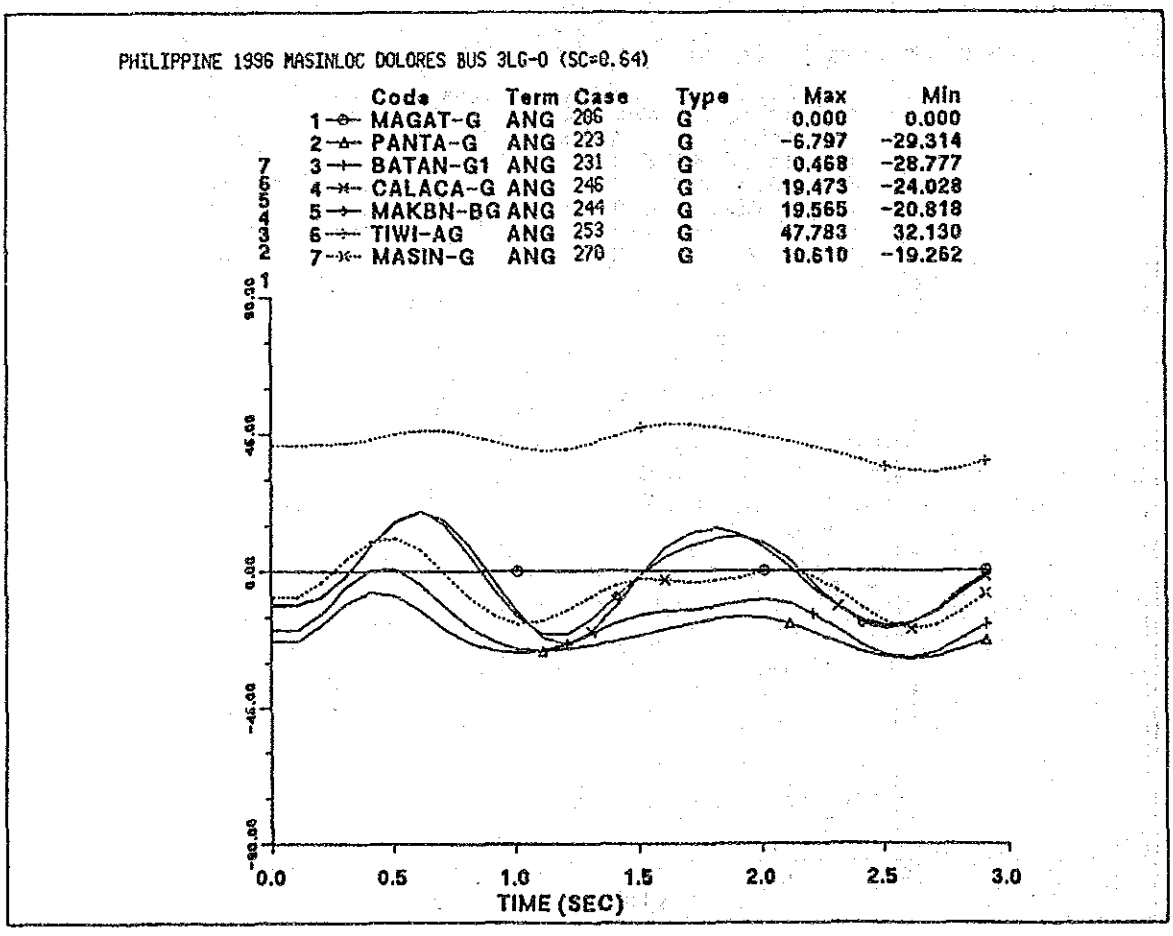




Fig. 3.3-4 Luzon Grid Stability Study in 1996 (Short Circuit Ratio = 0.64)

# 第 4 章

# 発電所地点の選定

# 第4章 発電所地点の選定


頁

4.1 要　旨 …… 4－1

4.2 発電所地点の評価 …… 4－4

4.2.1 候補地点 …… 4－4

4.2.2 発電所地点の評価項目 …… 4－4

4.2.3 地点の評価方法 …… 4－5

4.2.4 Masinloc, Zambales (Site-A) …… 4－6

4.2.5 San Juan, Batangas (Site-B) …… 4－15

4.2.6 Limay, Bataan (Site-C) …… 4－25

4.2.7 環境上の評価 …… 4－31

4.3 最適地点の選定 …… 4－33

4.3.1 比較評価項目 …… 4－33

4.3.2 概算工事費算出の条件 …… 4－35

4.3.3 地点選定結果 …… 4－35

## List of Figures


Fig 4.2-1 Site Location (Masinloc, Zambales)

Fig 4.2-2 Masinloc, Zambales Plot Plan

Fig 4.2-3 Masinloc, Zambales Approach Channel & Turnning Basin

Fig 4.2-4 Site Location (San Juan, Batangas)

Fig 4.2-5 San Juan, Batangas Plot Plan

Fig 4.2-6 San Juan, Batangas Plot Plan

Fig 4.2-7 San Juan, Batangas Ash Disposal Area

Fig 4.2-8 Site Location (Limay, Bataan)

Fig 4.2-9 Limay, Bataan Plot Plan


## List of Tables


表 4.2-1 拡散予測計算結果 (Limay Site)

表 4.3-1 概算工事費の比較 (½) (⅔)

# 第4章　発電所地点の選定

## 4.1 要　旨

与えられた地点が石炭火力発電所の設置に適するか否かの判断要素は数多くの項目がある。この内重要と考えられる項目は、

i）充分な敷地が得られること。

ii）石炭船を安全に入港させ、石炭の荷役が円滑に出来る港が得られる事。

iii）大規模の灰捨場が得られる事。

iv）淡水が充分得られる事。

v）環境上問題が少ないこと。

vi）出来る限り電力消費地に近いこと

等である。

第1ステージにおける地点の評価はこれらの主要項目を比較し、3地点の総合的評価を行い、第2ステージの調査対象地点としてMasinloc地点を推奨した。

(1) Masinloc地点

i）Masinloc地点の特徴は、容易にサイト面積が得られる事、陸上の地質が良好な事、湾内の静穏度が良好な事であるが、珊瑚礁の発達によって港湾計画が最大の問題となる。この他に淡水、送電線距離等の問題があるがこれらは計画の可能性を左右する問題では無い。

ii）港湾計画の問題点は、珊瑚礁の発達の為約6km に及ぶ狭い、しかも屈曲の多い航路を計画せざるを得ないことである。このことは次のような問題を含んでいる。

a）安全操船の確保

b）航路の中で海難事故が発生すると、その事故の処理が済むまで石炭の入荷が止まってしまう。

この様な問題に対処する為、

・タグボートの配備(2,000PS 3隻程度)

・航路標識の完備

・航路の整備

・充分な貯炭規模

等の対策が不可欠である。

現在タグボートは配備されていないが、この地点に発電所を計画する場合はCoto鉱山側と協議して共同でタグボートを配備、運用する計画をたてる必要がある。

iii）灰捨場は陸上、海上の両案が可能である。また増設の為の敷地も容易に得られるので大規模開発が可能である。

(2) San Juan地点

i）この地点は港湾計画、淡水、灰捨場等が困難な問題であると予想した。現地調査の結果、淡水については14km離れたMaraquin Ilog River の水が使用可能である事、地質条件については石灰岩下部の基盤岩によって発電所の構築物を支持することが可能な強度はある。また灰捨場については陸上に大容量の灰捨場を建設出来る見通しである。従って港湾計画のみが大きな問題となった。

ii）この地点はサイトの前面海域が広い。この事は5 ～8m程度の風速であっても、連続して吹く場合は大きな風波が発生することを意味する。また本地点の特性として熱帯性低気圧によるウネリの影響が多いと予想される。このため防波堤を設置する計画とした。しかしこの様な地点に大型船のための防波堤を建設する事は工事費の増大が避けられない。従って今後プロジェクトを推進する為にはこの地点における風、波のデータを集め使用船型と港湾の規模を慎重に検討し経済性のある計画を検討すべきである。

(3) Limay 地点

i）Limay 地点は発電所敷地は確保できる。しかし最も困難な問題は陸上に灰捨場が得られないことである。この為海上部に灰捨場を計画せざるを得ない。この事は工事費の増加を招く。更に付近の状況から判断してこのような灰捨場を作った場合、付近の景観を損なう事も避けられない。

ii）この地点は既に火力発電所と、精油所が稼働している。この為環境基準と現在の排出量を検討した結果、石炭火力を設置する場合は、排煙処理装置を設置すること

が望ましい。

iii) しかし港湾の条件は他の2地点に較べて最も優れている。従って火力地点としては適地であり、開発規模、燃料の選択を適切に行えば開発の可能性を充分有している地点である。

(4) Masinloc地点の推奨

機械設備等、地点特性に依らない工事費を除き、地点特性によって変化する工事費を概算した結果をMasinloc地点における陸上灰捨方式による案を基準として示すと、下記の通りである。

(単位：千ドル)

| 地　　点 | Masinloc | San Juan | Limay |
|---|---|---|---|
| 陸上灰捨場方式 | Base Case | Base Case<br>+ 23,200 | ―― |
| 海上灰捨場方式 | Base Case<br>+ 36,900 | Base Case<br>+ 78,400 | Base Case<br>+ 41,100 |

今回は300MW ×2基の石炭火力の可能性を検討したものである。必ずしも総ての条件を満足しているとは言えないがMasinloc地点が経済的な観点からは最適地である。従って第2ステージの為の調査地点としてはMasinloc地点を選定する事とした。しかし電力需要地から遠い距離にあるので将来大規模開発を指向し、経済性を発揮することを考えるべきである。

他の2地点は発電所地点としては開発が可能であり、今後、燃料、港湾、環境の問題等を検討することにより、地点の特徴を生かした適切な開発計画を策定する必要があると考える。

## 4.2 発電所地点の評価

### 4.2.1 候補地点

発電所地点の選定作業は2つのステージに分かれる。第1ステージにおいては3候補地点の評価を行い石炭火力発電所の開発が可能であるか否かを検討した。第2ステージにおいては第1ステージの評価に基づいて発電所地点として最適地点を選定し、発電設備の予備設計を行う。

3カ所の候補地点は、1988年11月にJICAとNAPOCOR との間で締結されたImplementing Arrangementにおいて確認されたものである。

(調査対象地点及び所在地)

Site A : Zambales州 Masinloc

Site B : Batangas州 San Juan

Site C : Bataan州 Limay

### 4.2.2 発電所地点の評価項目

ある地点が火力発電所地点として開発可能か否かを検討する場合、その評価すべき項目は極めて多岐に亘る。また厳密には各サイトの特性に見合う開発方式の検討も不可欠である。今回の調査においては既に開発規模(2×300MW)と燃料（石炭）が決定されている。この為地点の評価は以下に示した12項目程度の条件を満足するか否かによって実施する事が良いと考えられる。しかし、これらの条件を総て満足する地点は存在しないと言っても良い。従って技術的にどの程度の費用で欠点を補うことが可能であるか、ということが最終的な判断要素となる。このような観点から、主要な項目毎に工事費を概算し各サイトの優劣を比較する事とした。

(1) 発電所地点へのアクセスが容易な事。

(2) 地形、地質条件が良い事。

(3) 充分な広さの発電所用地、貯炭場用地、灰捨場用地が得られる事。

(4) 将来の増設用地が得られる事。

(5) 石炭船が安全に入港でき、揚炭が容易である事

(6) 良質で安定した復水器冷却水が得られ、かつ温排水の再循環がない事。

(7) 良質で、充分な量の淡水が発電所地点近くで得られる事。

(8) 建設工事用の電力が近くから容易に得られる事。

(9) 重量機器の陸揚げ、及び搬入が容易な事。

(10) 建設用石材が容易に得られる事。

(11) 需要地への送電線距離が短い事。

(12) 発電所を立地した場合の周辺環境に与える影響が少ない事。

### 4.2.3 地点の評価方法

3地点を同一基準に依って評価し地点間の優劣を客観的に判定するため、NAPOCORとの打合せにより主要なパラメータを次の通り決定した。

(1) 開発規模　　2×300 MW

(2) 最大石炭輸送船型　　60,000 DWT

(3) 燃料性状

評価に使用する燃料は国内炭(Semirara ROM Coal (Average) )とした。その性状は以下の通りである。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 発熱量 | : | 3,760 | kcal/kg | (6,770 Btu/lb) |
| 湿分 | : | 17.6*1 | % | (As Received basis) |
| 固有水分 | : | 15.1*2 | % | (Air Dried basis) |
| 全水分 | : | 30 | % | |
| 灰分 | : | 15.0 | % | |

(4) 年平均熱効率　:　36　%　( 発電端)

(5) プラント年間利用率　:　70　%

(6) 最大貯炭容量　:　500,000 トン日*3 (定格出力の45日分)

(7) 灰捨場容量　:　13,000,000m³ *4 (30年分)

(注) *1 *2 湿分と固有水分はCALACA II FS Report に記載してある As Received と Air Dried より想定した。

*3 地点選定後最大貯炭規模は 300,000トンとなった。

*4 地点選定後灰捨場容量は 6,200,000m³となった。

4.2.4 Masinloc, Zambales (Site-A)

(1) 位　　置

マニラの北西、陸路約250km のBarangay Bani, Masinloc, Zambales にある。

(2) アクセス道路

国道からサイトまでは約 2.3kmの地方道である。この地方道は未舗装であり、建設資材を輸送する為拡幅、舗装が必要である。

(3) 地 形 ・ 地 質

サイトの北西側は、標高 5 m から25m のなだらかな丘陵地で、海岸線との間に水田がある。Lawis river 側は広い平地である。海域は遠浅で珊瑚礁が広く発達している。

サイト周辺の地質は Zambales Formation に属する砂岩と頁岩の互層から成っている。低地は薄い沖積層に被われる。海域の浅い部分は基盤の上を珊瑚礁が分布して覆っていると推定される。発電設備に対する岩盤の支持力は十分である。

(4) 発 電 所 用 地

発電所用地（約26ha）は丘陵地を一部掘削し、その掘削土を利用して一部海域を埋立てる事により確保できる。

(5) 航 路 ・ 港 湾

① 揚炭桟橋位置

60,000 DWT石炭運搬船に必要な回頭水域（水深15m)が確保出来、かつ石炭コンベアの距離を可能な限り短くするため、揚炭桟橋はOyon湾の沖合約700mの位置とする。

② 航　　路

この地点は珊瑚礁が発達しており、湾口から揚炭桟橋までの航路距離は5.5 km あり、連続して３回の大角度変針を必要とする。従って大型石炭船を安全に入港させる為に次の措置が必要である。

ｉ）航路延長が長く屈曲が多いので約1.5Lの航路幅、及び16.5m 以上の水深を確

保する必要があり、数カ所の浚渫を要する。

ii）タグボートを配備すること。

iii）高い技能を有するパイロットを常駐させること。

iv）航路標識を整備すること。

③ 回 頭 水 域

揚炭桟橋前面に直径2L、水深15m の回頭水域を確保出来る。但し一部浚渫が必要である。

④ 防　波　堤

Oyon湾の港域が広くない為、湾内で発生する風波の波高は小さい。また南シナ海からの風に依って生ずる南西～西方向の波の一部は浅瀬により減衰する。これらのことから判断して、湾内の静穏度は十分得られると考えられ防波堤は不要である。

(6) 復水器冷却水

① 取　水　口

復水器冷却水はOyon湾の湾口部において、深層位置で取水する。この方法により波浪の影響の少ない、安定した取水及び取水温度の上昇を避ける事が出来る。

② 放　水　口

取水口への温排水の影響を避けるため、復水器よりの放流水は珊瑚礁によってつくられている浅瀬の西側に放流する。

(7) 灰捨場

灰捨場は次の両案とも30年分の灰処理が可能である。従って何れの案を採用するかは、工事費、灰処理費及び補償費を検討し経済性のある案を採用する。

① 陸上灰捨場（案）

サイト北側の水田跡地を利用する。その所要面積は約 152 ha である。

② 海上灰捨場（案）

サイト西側のOyon湾の一部に灰捨場護岸を築造する。その面積は約 132 ha である。

(8) 淡　水　源

淡水源としてはサイト東側のLawis river(パイプライン延長約4km) 及びサイト南側のMasinloc river (パイプライン約延長10km) が考えられるが以下の理由によりMasinloc riverから取水する案を推奨する。

① Lawis river は河幅が広いため、雨期と乾期で河道の変動が大きい事が予想される。この為、安定して淡水を取水する為には取水設備の工事費が高くなると予想される。これに比しMasinloc riverは河幅が狭く取水設備の工事は容易である。

Lawis river の上流にはクロムを採鉱しているCoto鉱山が稼働中であり、水質汚染が懸念される。この為水質分析を行ったが現在迄のところ水質への影響は認められていない。しかしこの原因の解明には相当の時間が必要と考えられるため、Lawis river を利用する事は推奨出来ない。

(9) 工事用電力

サイトより約5kmの地点にAcoje mine向の69kV送電線が通過しており、この地点より取り出し可能である。

(10) 工事用物揚場

既設Oyon port の利用が可能であるか否か検討した。その結果

① 他企業の所有物であること

② 岸壁の整備が必要であること

③ サイトまで約 6kmあり、かつ道路の舗装が必要であること

等の問題がある。このためサイト近傍に工事用物揚場を新設することを推奨する。

(11) 送　電　線

発生電力は途中 Botolan変電所を経由してHermosa 変電所に送電する。MasinlocからHermosa 変電所間 (送電線亘長は約129km)の送電線の増設は可能である。

(12) 環境・補償

この地点は付近に他の産業が存在しないため、環境面からみた火力発電所の設置は容易であろう。ただし発電所用地として水田、果樹園の取得が必要であり、この補償の要否を検討する必要がある。

(13) 増設の可能性

この地点は(7)に述べた通り十分な灰捨場の確保が可能であり、かつ発電所用地も容易に得られる。また港湾の静穏度も高いため、石炭の陸揚げに余力を持たせることが出来る。従って更に2機分の増設は可能と考えられる。

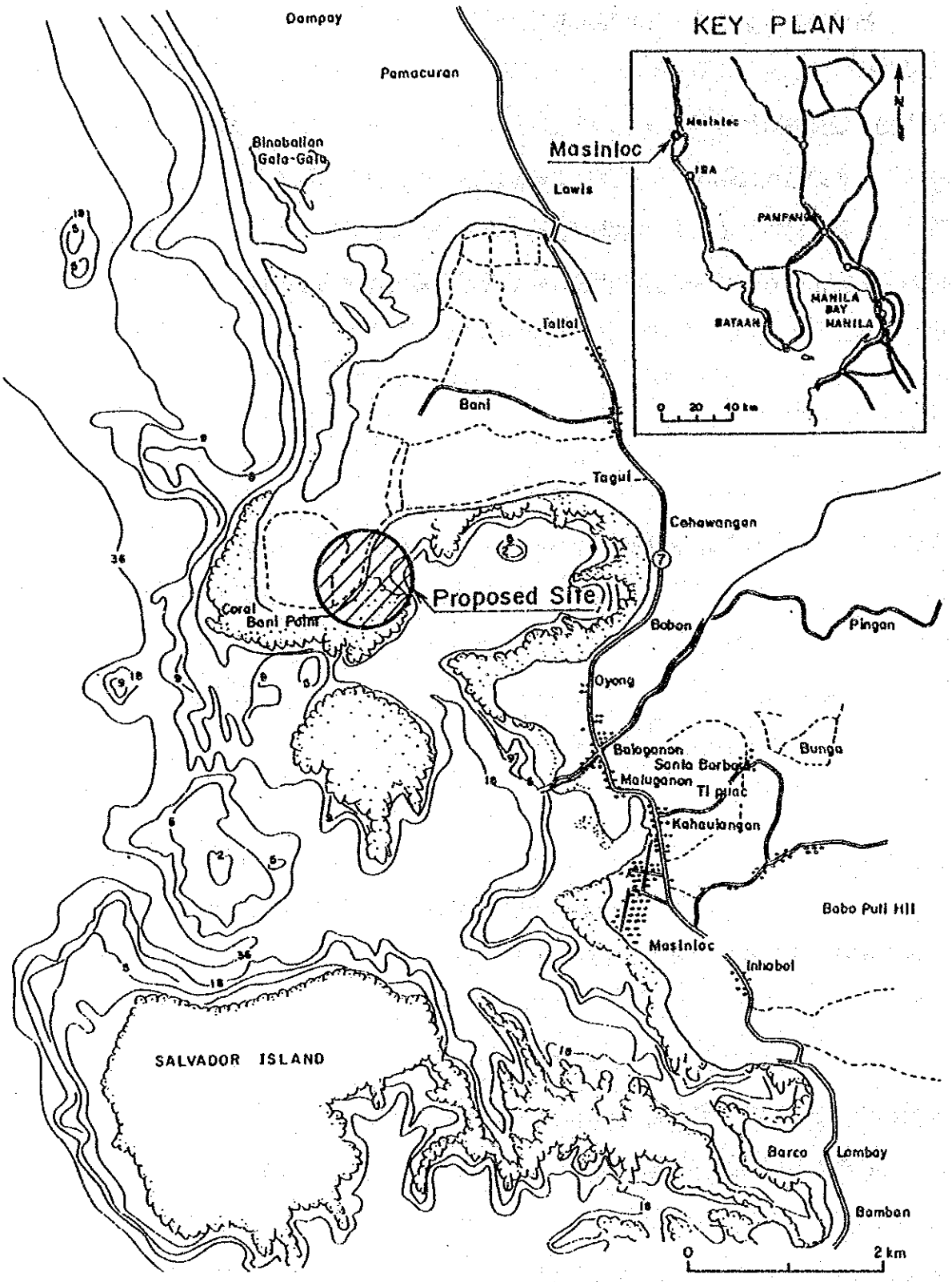
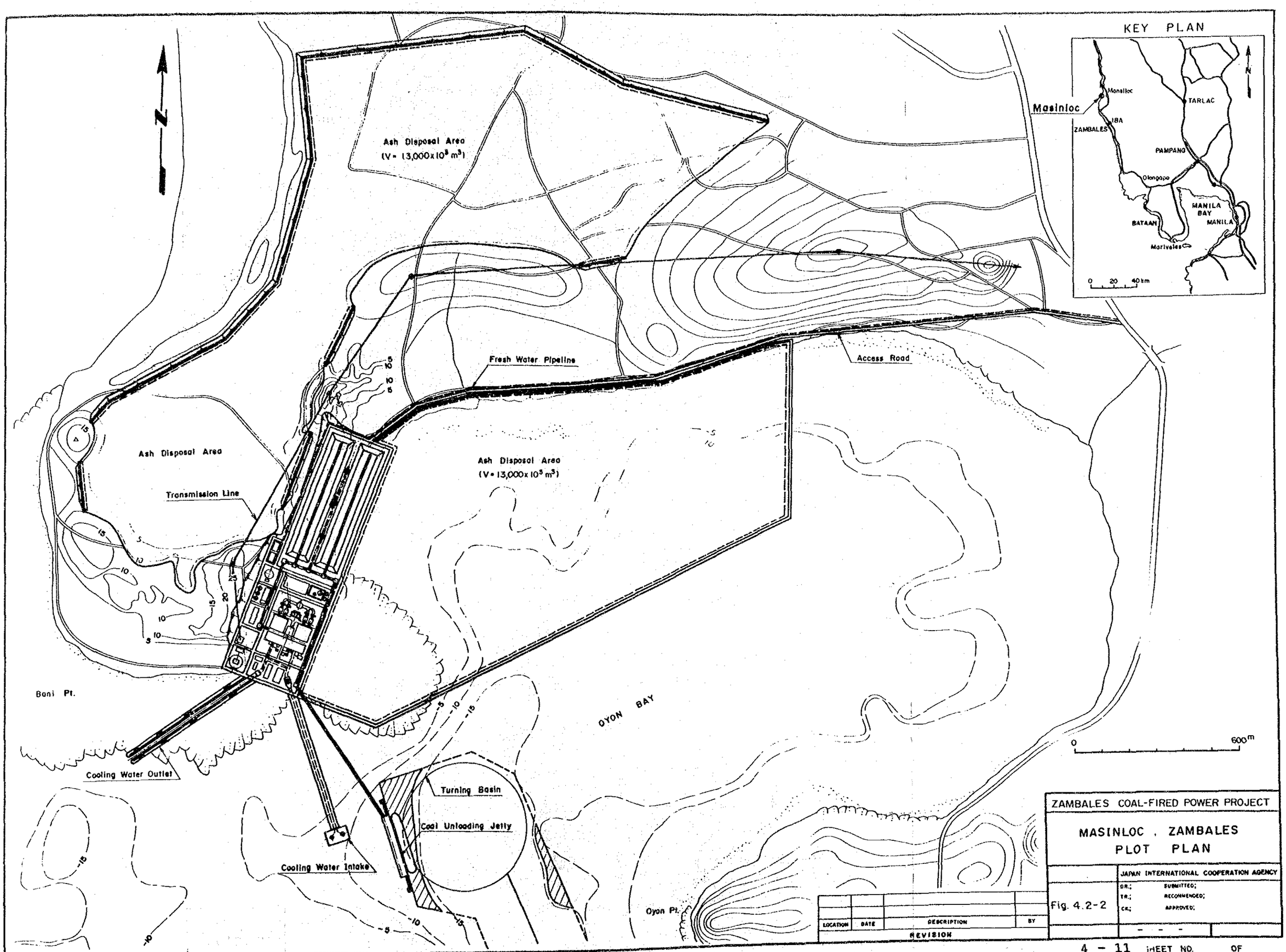
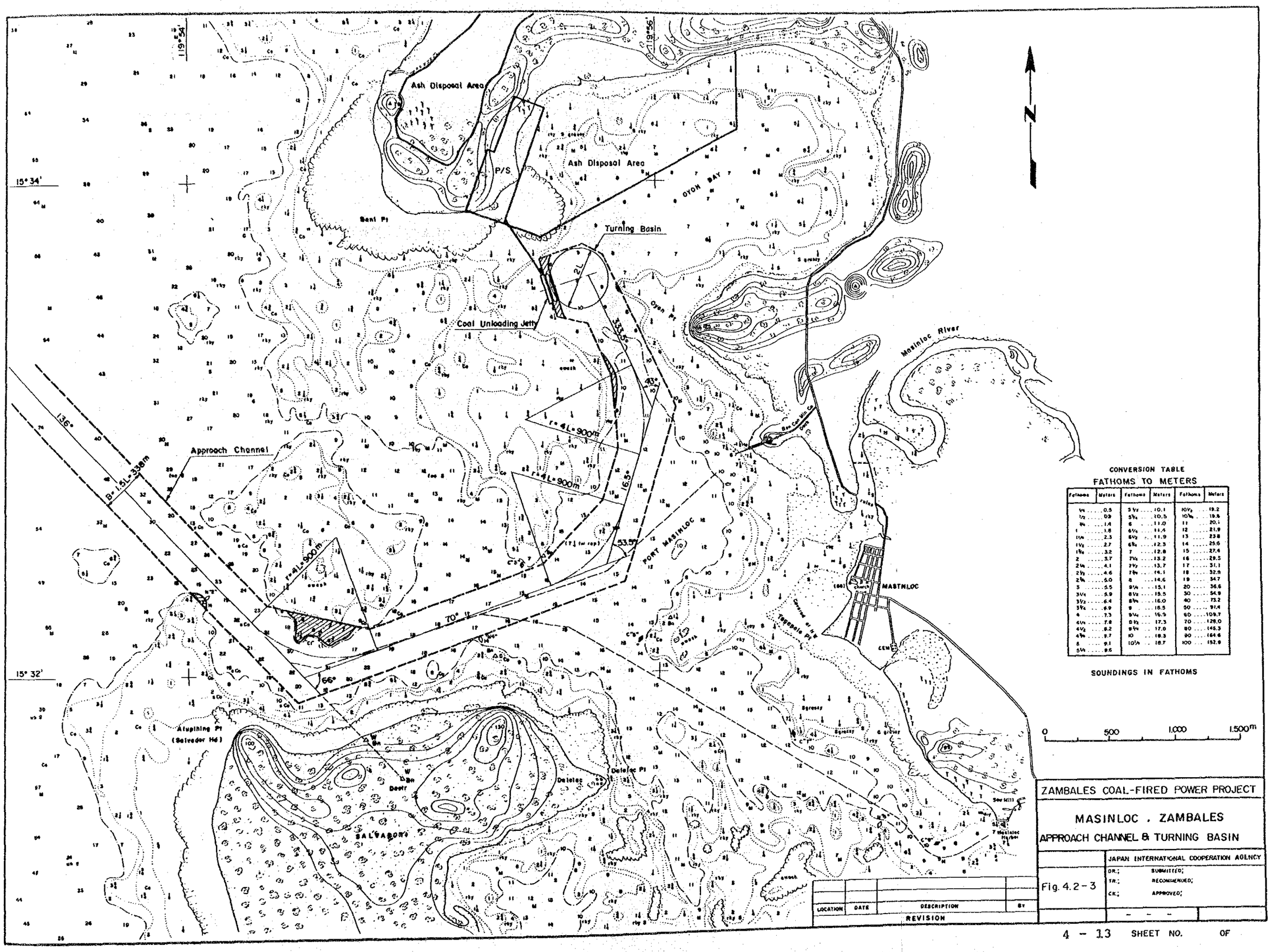



Fig.4.2-1 Site Location (Masinloc, Zambales)


KEY PLAN
Masinloc
Manaoloc
TARLAC
ZAMBALES
IBA
PAMPANGA
Olongapo
MANILA BAY
MANILA
BATAAN
Mariveles
0 20 40km
N
Ash Disposal Area
(V = 13,000x10³ m³)
Fresh Water Pipeline
Access Road
Ash Disposal Area
Transmission Line
Ash Disposal Area
(V = 13,000x10³ m³)
Boni Pt.
OYON BAY
Cooling Water Outlet
Turning Basin
Coal Unloading Jetty
Cooling Water Intake
Oyon Pt.
0 600m
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
MASINLOC , ZAMBALES
PLOT PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;
Fig. 4.2-2
LOCATION DATE DESCRIPTION BY
REVISION




| Fathoms | Meters | Fathoms | Meters | Fathoms | Meters |
|---|---|---|---|---|---|
| ¼ | 0.5 | 5½ | 10.1 | 10½ | 19.2 |
| ½ | 0.9 | 5¾ | 10.5 | 10¾ | 19.6 |
| ¾ | 1.4 | 6 | 11.0 | 11 | 20.1 |
| 1 | 1.8 | 6¼ | 11.4 | 12 | 21.9 |
| 1¼ | 2.3 | 6½ | 11.9 | 13 | 23.8 |
| 1½ | 2.7 | 6¾ | 12.3 | 14 | 25.6 |
| 1¾ | 3.2 | 7 | 12.8 | 15 | 27.4 |
| 2 | 3.7 | 7¼ | 13.2 | 16 | 29.3 |
| 2¼ | 4.1 | 7½ | 13.7 | 17 | 31.1 |
| 2½ | 4.6 | 7¾ | 14.1 | 18 | 32.9 |
| 2¾ | 5.0 | 8 | 14.6 | 19 | 34.7 |
| 3 | 5.5 | 8¼ | 15.1 | 20 | 36.6 |
| 3¼ | 5.9 | 8½ | 15.5 | 30 | 54.9 |
| 3½ | 6.4 | 8¾ | 16.0 | 40 | 73.2 |
| 3¾ | 6.9 | 9 | 16.5 | 50 | 91.4 |
| 4 | 7.3 | 9¼ | 16.9 | 60 | 109.7 |
| 4¼ | 7.8 | 9½ | 17.3 | 70 | 128.0 |
| 4½ | 8.2 | 9¾ | 17.8 | 80 | 146.3 |
| 4¾ | 8.7 | 10 | 18.3 | 90 | 164.6 |
| 5 | 9.1 | 10¼ | 18.7 | 100 | 182.9 |
| 5¼ | 9.6 | | | | |

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC . ZAMBALES

APPROACH CHANNEL & TURNING BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;

Fig. 4.2-3

4 - 13 SHEET NO. OF

### 4.2.5 San Juan, Batangas (Site-B)

(1) 位　置

マニラの南東、陸路約140km のBarangay Subukin and Nagsaulay, San Juan, Batangasにある。

(2) アクセス道路

San Juanからサイトまでは約12kmの国道であるが路面が整備されておらず、建設資材を輸送する為拡幅、舗装が必要である。

(3) 地 形 ・ 地 質

サイト近傍は極くゆるく海岸線に向って傾斜する平坦地形で、標高は15m から5m 程度に変化する。海域は、海岸線から沖合約400mの点まで珊瑚礁が発達する。海岸線には厚さ3m以上の珊瑚礁による石灰岩が露出し、サイト予定地にも広く分布している。石灰岩は凝灰岩を不均一に覆っているが、その厚さは不明である。造礁石灰石の発電設備に対する支持力、並びに安定性が十分でない懸念がある。

(4) 発 電 所 用 地

発電所用地（約26ha）はSubukin point 背後のヤシ林を整地する事により確保できる。

(5) 航 路 ・ 港 湾

① 揚炭桟橋位置

揚炭桟橋は Tayabas湾の西側にあるSubukin point の沖合約 1.2kmの地点とする。

② 航　　路

Tayabas 湾は広く、航路幅・必要水深とも十分に確保できる。

③ 回 頭 水 域

揚炭桟橋付近に十分な回頭水域が得られる。

④ 防　波　堤

この地点はTayabas 湾に向かって広い海域が開けている。従って5～8m/s 程度の風により高い波が発生する。また熱帯低気圧の通路であるこの海域では、ウネリが頻発することも予想される。これらを勘案すると海域の静穏度の確保は困難と推定され、防波堤の設置が必要と考えられる。

(6) 復水器冷却水

① 取　水　口

復水器冷却水はサイト東側から深層位置で取水する。これにより波浪の影響の少ない、安定した取水及び取水温度の上昇を避ける事ができる。

② 放　水　口

復水器冷却水はサイト東側の汀線付近に放流する。 Tayabas湾が開かれた湾のため温排水の影響は少ないと思われる。

(7) 灰　捨　場

灰捨場は次の両案とも30年分の灰処理が可能である。従って何れの案を採用するかは、経済性によって判断する。

① 陸上灰捨場

サイト近傍は緩やかに傾斜した山地が続いており、陸上灰捨場に適した広大な平坦地は得られない。しかしサイトの北約5kmのCalubcub地点にあるココナツ畑、サイト南約4kmのBataan地点のココナツ畑及び湿地帯を利用する事が可能と考えられる。その面積は各々約148ha 、250ha である。

② 海上灰捨場

サイト南側の海岸線付近及び海上に護岸を構築する事により灰捨場を造成する。その面積は約 151 ha である。但し、一部小河川の付替が必要となる。

(8) 淡　水　源

水質分析の結果、サイト付近で採取した井戸水は海水の影響が認められる。この代案としてサイト北側のMalaquing Ilog riverから、パイプライン（延長約14km）を布設し取水することを推奨する。

(9) 工事用電力

Batangas S/Sより出ている69kV送電線より分岐し工事用送電線を新設する。

(10) 工事用物揚場

Site近くには既設の港湾設備がなく、Site敷地内に物揚場を新設する。

(11) 送　電　線

San Juan～Batangas変電所の送電線亘長は約48kmであるが送電線経過地はほとんどが人家、耕作地となっている。Batangas変電所の開閉機器の増設スペースは十分ある。

(12) 環境・補償

発電所用地として、ヤシ畑の取得が必要となるのでこの補償問題を検討する必要がある。

(13) 増設の可能性

発電所用地、淡水、灰捨場等から考えて4機迄の増設は可能である。

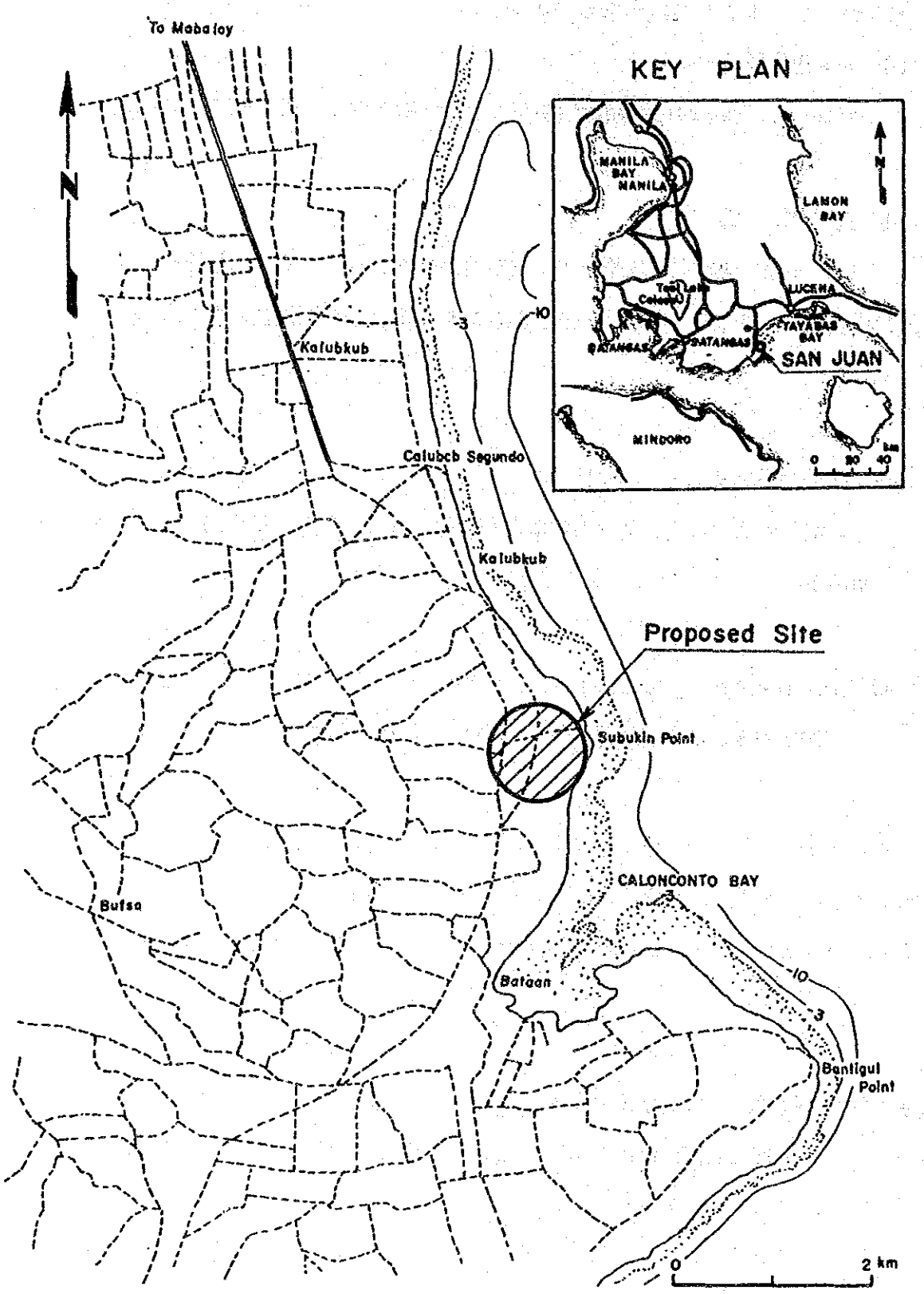
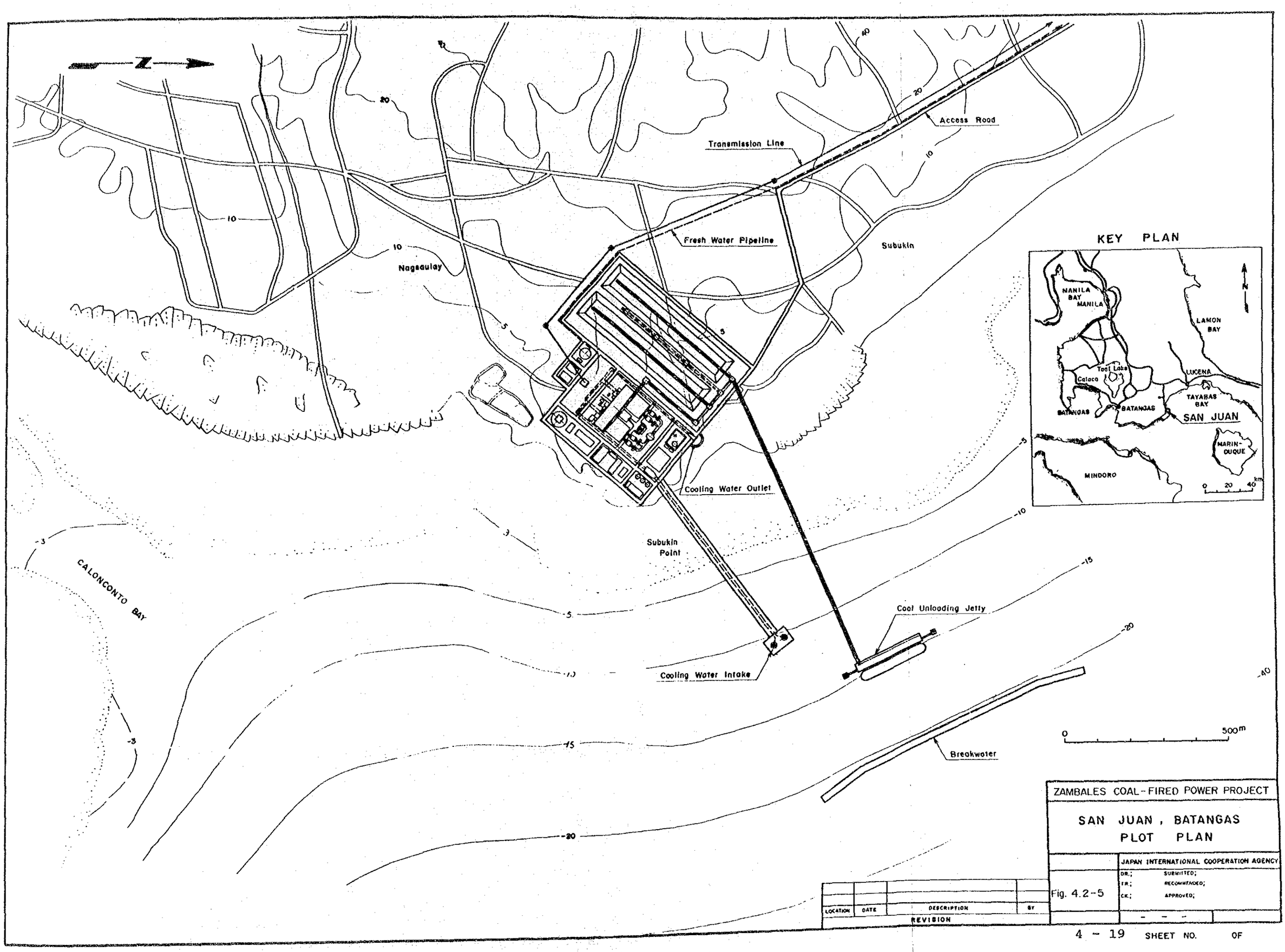
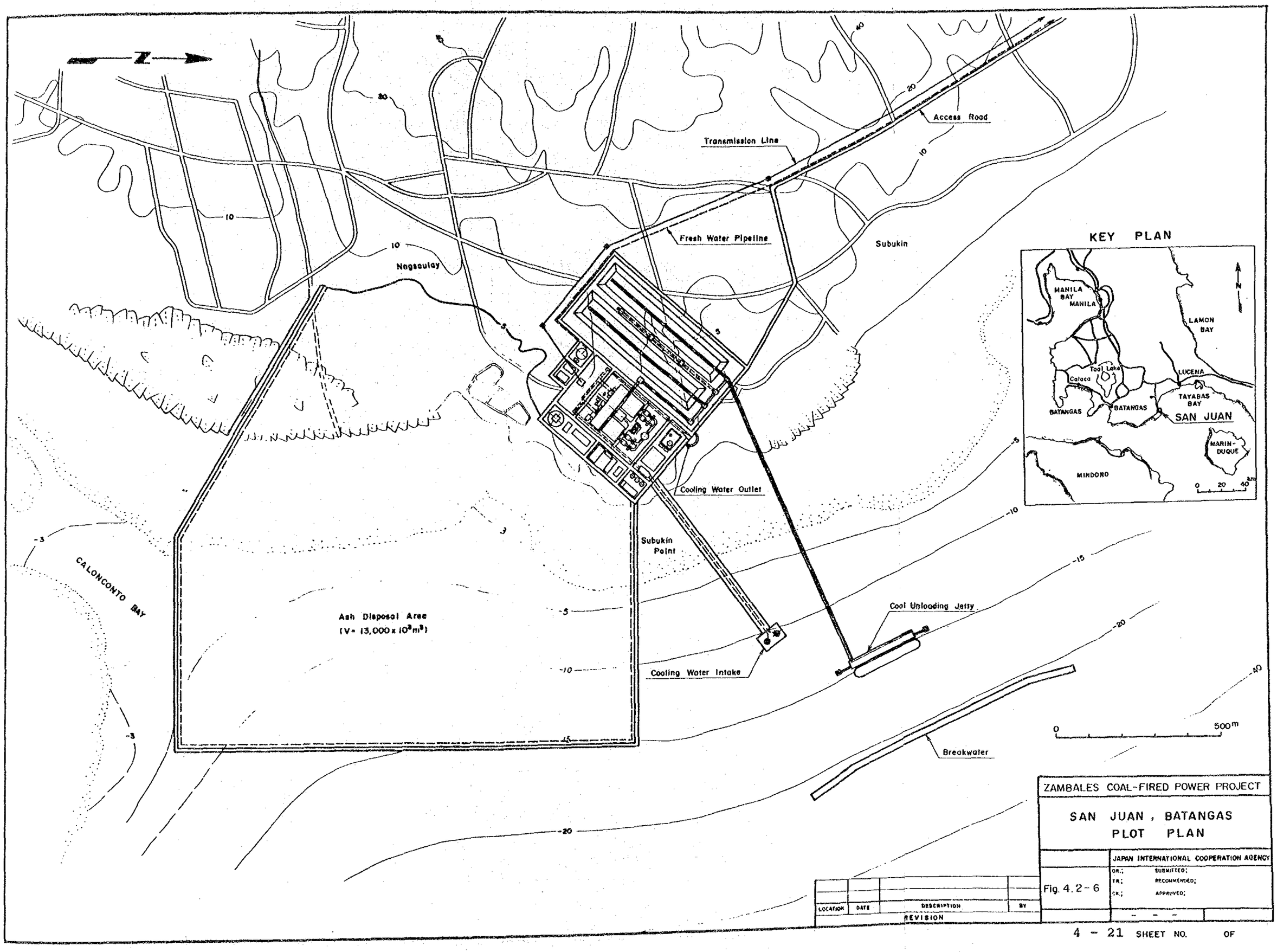
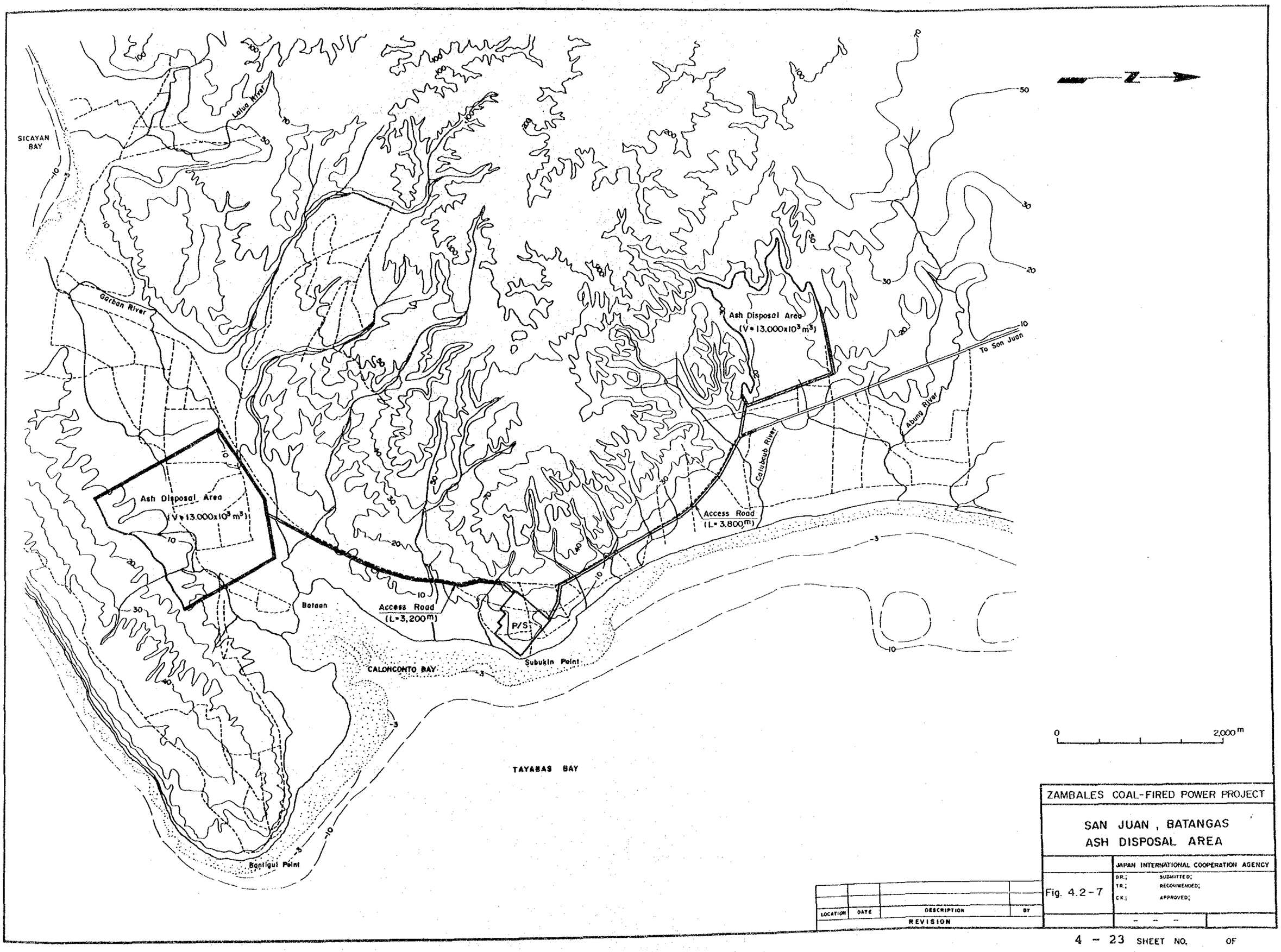



Fig. 4.2-4 Site Location (San Juan, Batangas)


N
Access Road
Transmission Line
Fresh Water Pipeline
Subukin
Nagsaulay
Subukin Point
Cooling Water Outlet
Cooling Water Intake
Coal Unloading Jetty
Breakwater
CALONCONTO BAY
KEY PLAN
MANILA BAY
MANILA
LAMON BAY
Taal Lake
Calaca
LUCENA
TAYABAS BAY
BATANGAS
BATANGAS
SAN JUAN
MARINDUQUE
MINDORO
0 500m
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
SAN JUAN, BATANGAS
PLOT PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;
Fig. 4.2-5
LOCATION
DATE
DESCRIPTION
BY
REVISION
4 - 19
SHEET NO.
OF


N
Access Road
Transmission Line
Fresh Water Pipeline
Subukin
Nagsaulay
Cooling Water Outlet
Subukin Point
Ash Disposal Area
(V= 13,000 x 10³m³)
CALONCONTO BAY
Coal Unloading Jetty
Cooling Water Intake
Breakwater
0 500m
KEY PLAN
MANILA BAY
MANILA
LAMON BAY
Taal Lake
Calaca
LUCENA
TAYABAS BAY
BATANGAS
BATANGAS
SAN JUAN
MARIN-DUQUE
MINDORO
0 20 40 km
LOCATION
DATE
DESCRIPTION
BY
REVISION
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
SAN JUAN , BATANGAS
PLOT PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;
Fig. 4.2-6


SICAYAN BAY
Lalua River
Garban River
Ash Disposal Area
(V=13,000x10³ m³)
Ash Disposal Area
(V=13,000x10³ m³)
Calubcub River
Abung River
To San Juan
Access Road
(L=3,800m)
Access Road
(L=3,200m)
Bataan
P/S
Subukin Point
CALONCONTO BAY
TAYABAS BAY
Bantigui Point
0
2,000 m
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
SAN JUAN , BATANGAS
ASH DISPOSAL AREA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;
Fig. 4.2-7
LOCATION
DATE
DESCRIPTION
BY
REVISION