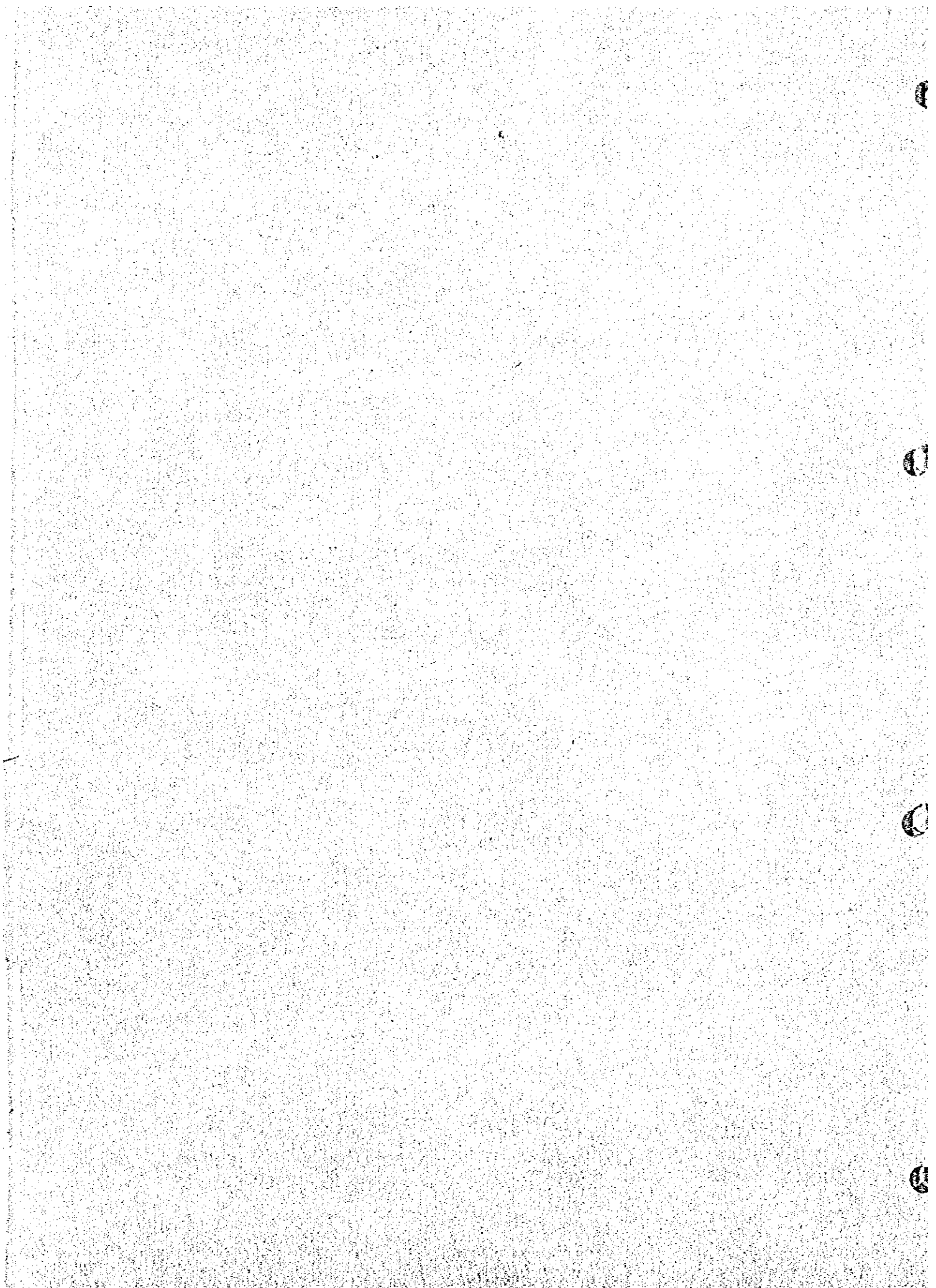


第 4 章

開 發 計 画

(1st Stage 300 MW × 2 Units)



## 第4章 開発計画

### 4-1 燃料計画

エジプトにおける火力発電の燃料計画は、国の政策として輸入品、国産品の別なく、常に発電に支障を来たすことなく、安定供給し得るように、2種類の燃料を準備し何れの燃料でも発電可能な形式を採用している。

即ち、2種類の燃料が供給可能な燃料貯蔵設備と燃焼可能なボイラー外の設備を考慮しなければならない。

このプロジェクトはエジプト産石油が国の経済発展を支える重要な輸出品であるにも拘らず、最近国内需要が増加している傾向を抑制するため、代替エネルギーの有効利用の一つとして、シナイ半島産出の Maghara 炭を利用した最初の石炭火力発電所を計画した。

従ってこの Project の燃料計画は先づ、石炭を主体とした発電設備に、予備燃料として重油またはガスが考えられる。

シナイ半島に建設を計画している石炭火力発電所に供給される燃料について、前記の如くシナイ半島北部の Maghara 炭鉱の再開発によって生産される国内炭、国内炭の不足分として海外から輸入される石炭との混炭によって作られる発電所用炭と重油、ガスおよび軽油について記述する。

#### 4-1-1 石炭（発電用主燃料）

##### 1) 国内炭

##### a Maghara 炭鉱

##### a) 現 状

Maghara 炭鉱は開発計画の F/S を 1983 年 3 月に終り、年間生産量  $600 \times 10^3$  ton, Chemi coke 原料炭に  $300 \times 10^3$  ton, 発電用炭  $300 \times 10^3$  ton と決定され近い将来採炭設備、坑外施設も建設されることになっており、1987 年より本格的生産に入る予定である。

## b) 埋 蔵 量

2.5 km<sup>2</sup>の範囲で主炭層以下400mの範囲に炭層をもち、埋蔵量は下記の通りである。

|      | 確定炭量 | 推定炭量 | 合計(百万屯) |
|------|------|------|---------|
| 埋蔵炭量 | 39.9 | 11.9 | 51.8    |
| 可採炭量 | 27.8 | 7.8  | 35.6    |

## c) 炭 質

今回の現地調査で坑内炭層より採取したサンプルについて分析を行った。

文献による分析値、今回のサンプルの分析値、及び採炭時の硬11%が混入したものを坑口原炭とすると、Maghara炭の成分は表4-1、表4-2の通りである。

表4-1 Maghara炭の品位

|                    | エジプト<br>資 料 | 現地採取<br>サンプル | 平 均 値 | 坑口原炭<br>(硬11%混入) |
|--------------------|-------------|--------------|-------|------------------|
| 工業分析 (%)           |             |              |       |                  |
| 固 有 水 分            | 4.9         | 5.14         | 5.02  | 4.5              |
| 灰 分                | 6.5         | 3.96         | 5.23  | 14.3             |
| 揮 発 分              | 50.7        | 50.51        | 50.60 | 45.8             |
| 固 定 炭 素            | 37.9        | 40.39        | 39.15 | 35.4             |
| 発 熱 量<br>(Kcal/kg) | 7,270       | 7,140        | 7,200 | 6,510            |

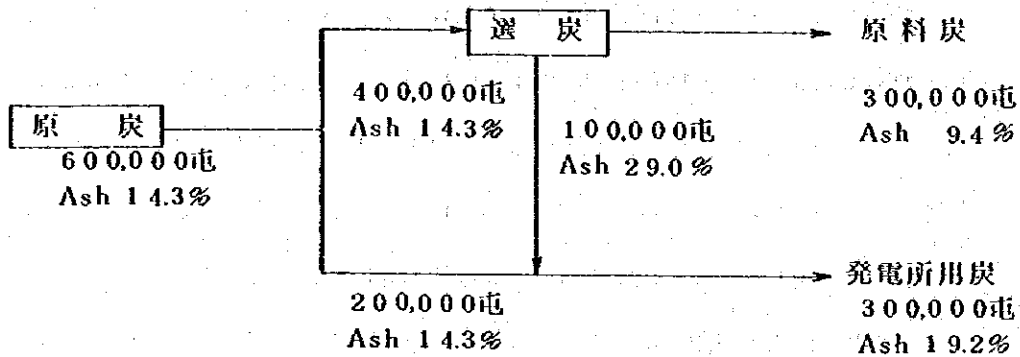
Maghara炭の出炭計画によると、年間原炭60万トンよりChemical coke原料炭に30万トン、発電所用炭30万トンに分配使用される。

表 4-2 Chemical Analysis of Maghara Coal

| Constituent                      | Literature<br>% | Analysis<br>in Japan<br>% | Remarks   |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|---|
| <b><u>Proximate Analysis</u></b> |                 |                           |   |
| Moisture                         | 4.90            | 5.14                      | Literature: Call for<br>offer for the reactiva-<br>tion of Maghara coal<br>mine North Sinai, A.R.E. |
| Ash                              | 6.50            | 3.96                      |   |
| Volatile matter                  | 50.70           | 50.51                     |   |
| Fixed carbon                     | 37.90           | 40.39                     |   |
| Calorific value<br>(kcal/kg)     | 7,270           | 7,140                     |   |
| <b><u>Ultimate Analysis</u></b>  |                 |                           |   |
| Ash                              | 6.50            | 4.17                      |   |
| Carbon                           | 70.66           | 73.74                     |   |
| Hydrogen                         | 5.67            | 5.83                      |   |
| Nitrogen                         | 1.04            | 1.22                      |   |
| Sulphur                          | 2.97            | 2.83                      |   |
| Oxygen                           | 8.26            | 12.21                     |   |
| <b><u>Fusibility of Ash</u></b>  |                 |                           |   |
| Deformation                      | 1,220 - 1,290   | 1,290                     |   |
| Hemisphere                       | 1,290 - 1,340   | 1,430                     |   |
| Pour point                       | 1,320 - 1,360   | 1,440                     |   |
| Grindability (Hardgroove Index)  |                 | 51                        |   |
| Coking Property                  |                 | Strong                    |   |
| Color of Ash                     |                 | Red-brown                 |   |

## Ultimate Analysis of Ash

| Constituent | Literature | Analysis      | Remarks |
|-------------|------------|---------------|---------|
|             | %          | in Japan<br>% |         |
| Si          | -          | 6.5           |         |
| Al          | -          | 3.3           |         |
| Fe          | -          | 40.0          |         |
| Ca          | -          | 4.4           |         |
| Mg          | -          | 0.4           |         |
| Na          | -          | 0.4           |         |
| S           | -          | 6.2           |         |
| K           | -          | Trace         |         |
| V           | -          | "             |         |
| P           | -          | "             |         |
| Zn          | -          | "             |         |
| Cu          | -          | "             |         |
| Mo          | -          | "             |         |
| Mn          | -          | "             |         |
| Ni          | -          | "             |         |
| Pb          | -          | "             |         |
| Cr          | -          | "             |         |



## d) 輸 送

Maghara ~ Ayun Musa 間の距離は片道 225 km あり、運搬方法は、既設道路の拡充による道路輸送と鉄道新設による輸送が考えられる。

鉄道輸送の場合は、砂嵐しによる砂丘移動のために道床の埋没による燃料供給の支障があり、鉄道敷設と保修費、道路拡充費と運搬トラックの設備費を比較すると高くつくことから、トラック輸送が考えられる。

然し一般に発電所側としては、燃料の受渡しは発電所内になるので Maghara 炭鉱の企業側で輸送方法は検討されるべきと判断する。

## e) 炭 価

発電所渡しのトン当り単価は、1983年3月、英国 B & W より提出された Maghara 炭鉱に関する F/S 報告書によると販売価格 LE 48.0/トン (US\$ 58.3/トン) と推定されているが、この販売価格ではオーストラリアよりの輸入炭価格 LE 47.1/トン (US\$ 57.3/トン) を上廻っており、国内炭の使用は不経済になる。又発電所用炭は選炭後の低カロリー炭を使用するので単価も低く評価するのが妥当である。従って同報告書による輸送費を含む採掘原価 LE 40.5/トン (US\$ 49.2/トン) と上記推定販売価格 LE 48.0/トン (US\$ 58.3/トン) との平均価格 LE 44.0/トン (US\$ 53.5/トン) とする。

平均価格はカロリー比で試算しても妥当な価格である。

## 2) 輸 入 炭 (数量はDry)

このプロジェクトの第1期工事 300MW×2unit 石炭火力発電所用の炭量は Maghara 炭を基準に決められるが、一応標準発熱量を 6,500 kcal/kg とすると、年間石炭消費量は  $1,521 \times 10^3$  ton (発電所利用率 80%、プラント効率 39%、所内電力比 6.4%、設備容量 320MW×2) であり、Maghara 炭供給量  $300 \times 10^3$  ton/年 であるので、略同質で混炭可能な外国炭を  $1,221 \times 10^3$  ton/年 を安定輸入することが必要である。

### a 輸入対象国

石炭の主要生産国で、輸出実績、輸出計画のある国は数多くあるが立地条件、供給の安定性を勘案して、本プロジェクトでは、オーストラリア、アメリカ(東部・西部)、カナダ(東部)、南アフリカ、ポーランド、コロンビアについて生産量、輸出実績及び炭種・性状について検討した。

ポーランドは輸出能力は十分にあるものの灰の融点が 1,100℃ と低く、火力発電用炭としては問題がある。コロンビアは輸出対象となる炭鉱は開発途上にあつて、所要量を安定して供給することに対して不安がある。又輸出量も明確でない。

カナダは東部からの出炭は少く、不足量は輸入しており、現在は輸出していない状況で供給能力はなく、将来の輸出計画もない。対象国はオーストラリア、アメリカ(東部・西部)、南アフリカとした。

その他の国については需要の動向次第では開発及び輸出の期待できるものもあり、表 4-15 に各国の石炭の性状を示した。

### b 供給の安定性

輸入の対象とした国及び各国の生産量及び輸出実績は表 4-3、表 4-4 の通りであるが、各国共に今後の需要によっては、既存の炭鉱の拡大、増産並びに新規開発の計画もあつて需要に対応できる態勢にある。



輸出港についても、表 4-5 に示すよう積出し能力は十分にあり、増強計画のある港もあって、この点での制約を受けることはないと考えられる。

表4-3 国別石炭生産量(10<sup>6</sup>ton/年)

プロジェクト・ニュース社, 石炭プロジェクト(1983)

| 国名 \ 年  | '75 | '76 | '77 | '78 | '79 | '80 |      |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| オーストラリア | 64  | 62  | 70  | 71  | 75  |     |      |
| アメリカ    | 594 | 621 | 632 | 608 | 709 |     |      |
| カナダ     | 22  | 21  | 23  | 24  | 29  |     |      |
| 南アフリカ   | —   | —   | —   | 90  | 104 |     |      |
| ポーランド   | 172 | 179 | 186 | 193 | 201 |     |      |
| コロンビア   | —   | —   | —   | —   | —   |     | (計画) |

表4-4 石炭輸出実績(10<sup>6</sup>ton/年)

プロジェクト・ニュース社, 石炭プロジェクト(1983)

| 国名 \ 年  | '75 | '76 | '77 | '78 | '79 | '80 |  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| オーストラリア | 33  | 30  | 35  | 38  | 38  | 42  |  |
| アメリカ    | 60  | 54  | 49  | 36  | 59  | 82  |  |
| カナダ     | 12  | 12  | 13  | 14  | 14  | 14  |  |
| 南アフリカ   | 3   | 6   | 13  | 15  | 23  | 29  |  |
| ポーランド   | 39  | 39  | 39  | 40  | 41  | 31  |  |
| コロンビア   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |  |

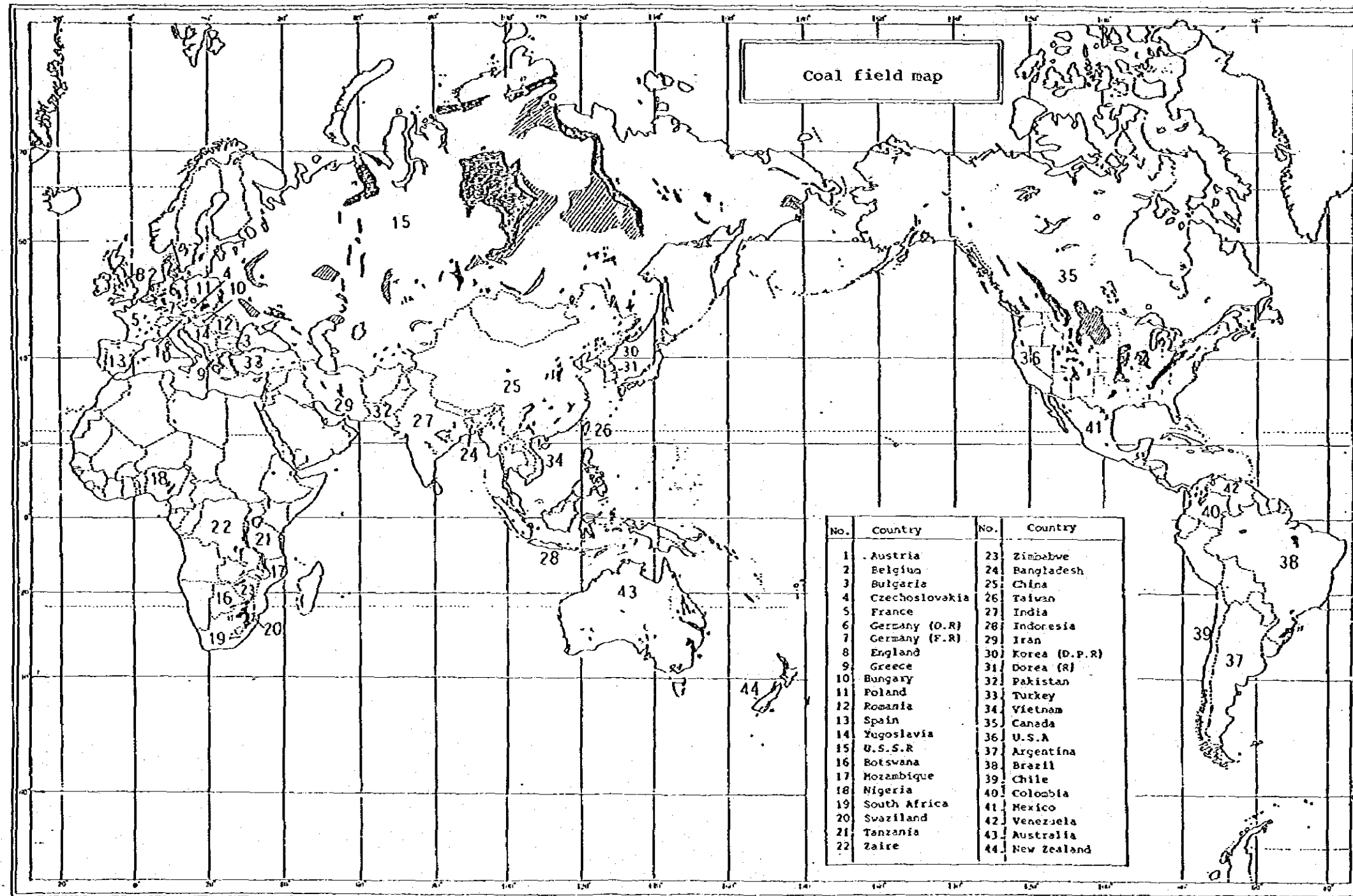
表4-5 石炭積出港、設備、能力

テレックス・レポート社, 原料炭年鑑(1981)

| 国名      | 港名                | 最大船型<br>(10 <sup>3</sup> DWT) | 出荷能力<br>(10 <sup>3</sup> t/年) | ローダー<br>(t/h×台)                 | 貯炭能力<br>(10 <sup>3</sup> t) |
|---------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| オーストラリア | New Castle        | 100                           | 25,700                        | { 1,000×2<br>2,000×2<br>4,000×1 | 2,040                       |
|         | Port Kembla       | 120                           | 19,000                        | { 1,000×2<br>5,000×1            | 1,090                       |
|         | Sydney            | 55                            | 2,800                         | 500×1                           | 280                         |
|         | Gladstone         | 60                            | 28,000                        | { 2,000×1<br>4,000×1            | 1,300                       |
|         | Hay Point         | 120                           | 20,000                        | 4,000×2                         | 2,500                       |
|         | (計画)              |                               | 15,000                        | 6,000×1                         |                             |
|         | Brisbane          | 60                            | 1,500                         | 1,200×1                         | 240                         |
|         | Abbot Point (建設中) |                               |                               |                                 |                             |
| アメリカ    | Norfolk           | 100                           | 40,000                        | 1,680×1<br>8,000×2              | 1,000                       |
|         | New Port News     | 100                           | 26,000                        | 4,500×2                         | 800                         |
|         | New Orleans       | 60                            | 12,500                        |                                 | 1,550                       |
| カナダ(東部) | ナシ                | ナシ                            | ナシ                            | ナシ                              | ナシ                          |
| (ポーランド) | Gdansk            | 100                           |                               | { 660×2<br>2,000×2              | 500                         |
| (コロンビア) | Bahia Portete     | (計画)                          |                               |                                 |                             |
| 南アフリカ   | Richards Bay      | 150                           | 24,000<br>将来44,000            | 3,500×2                         | 3,200                       |

図4-1~4-8に世界の主要炭田位置及び主要国の炭田位置を示し、図4-9に世界の主要石炭積出港を示す。

图 4-1





## Coal Reserve In World

4-11

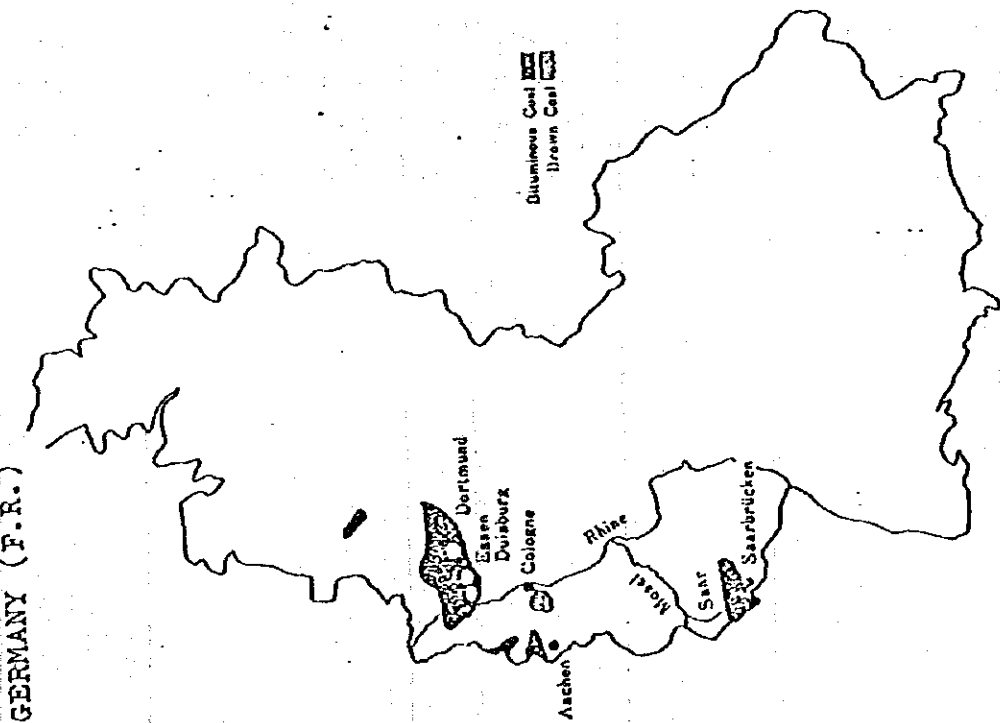
(unit: 10<sup>6</sup> tons)

| No. | Country        | Workable Reserve | Probable Reserve | No. | Country        | Workable Reserve | Probable Reserve |
|-----|----------------|------------------|------------------|-----|----------------|------------------|------------------|
| 1   | Austria        | 33               | 36               | 23  | Zimbabwe       | 734              | 5,820            |
| 2   | Belgium        | 440              | 2,617            | 24  | Bangladesh     | 242              | 1                |
| 3   | Bulgaria       | 1,880            | 1,550            | 25  | China          | 99,000           | 1,326,000        |
| 4   | Czechoslovakia | 4,416            | 6,472            | 26  | Taiwan         | 109              | -                |
| 5   | France         | 574              | 227              | 27  | India          | 13,134           | 91,232           |
| 6   | Germany (D.R.) | 7,500            | -                | 28  | Indonesia      | 234              | 6,293            |
| 7   | Germany (F.R.) | 34,536           | 186,300          | 29  | Iran           | 193              | -                |
| 8   | England        | 45,000           | 145,000          | 30  | Korea (D.P.R.) | 534              | 4,416            |
| 9   | Greece         | 512              | 379              | 31  | Korea (R)      | 116              | 1,049            |
| 10  | Hungary        | 1,545            | 1,736            | 32  | Pakistan       | 394              | -                |
| 11  | Poland         | 30,600           | 91,200           | 33  | Turkey         | 757              | 1,016            |
| 12  | Romania        | 413              | 520              | 34  | Vietnam        | 150              | 700              |
| 13  | Spain          | 636              | 3,295            | 35  | Canada         | 4,368            | 366,215          |
| 14  | Yugoslavia     | 8,740            | 1,987            | 36  | U.S.A          | 190,890          | 2,519,200        |
| 15  | U.S.S.R        | 165,470          | 4,432,400        | 37  | Argentina      | 117              | 3,398            |
| 16  | Botswana       | 3,500            | 100,000          | 38  | Brazil         | 910              | 11,408           |
| 17  | Mozambique     | 240              | 155              | 39  | Chile          | 924              | 3,517            |
| 18  | Nigeria        | 132              | 801              | 40  | Colombia       | 1,029            | 7,726            |
| 19  | South Africa   | 25,290           | 33,762           | 41  | Mexico         | 1,500            | 1,690            |
| 20  | Swaziland      | 1,820            | 3,000            | 42  | Venezuela      | 139              | 8,054            |
| 21  | Tanzania       | 200              | 1,500            | 43  | Australia      | 36,302           | 611,600          |
| 22  | Zaire          | 600              | -                | 44  | New Zealand    | 162              | 2,179            |

(Data Source: Coal Note 1982)

図 4-2 ドイツおよびポーランド

GERMANY (F.R.)



POLAND

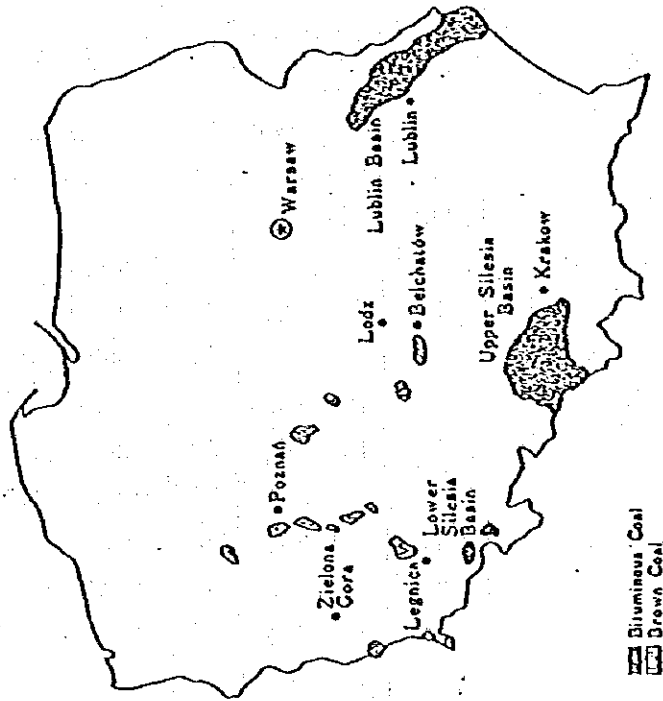
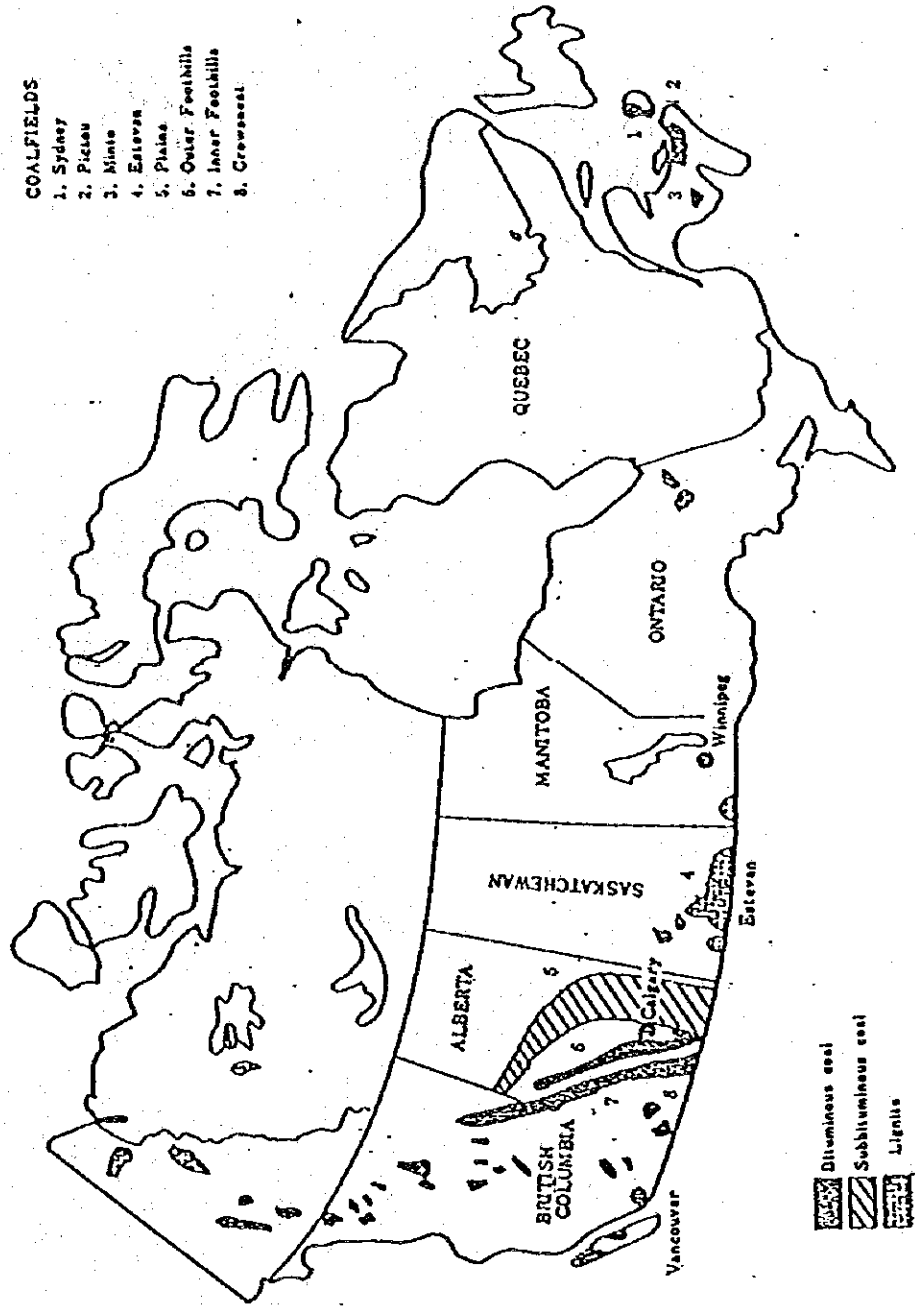


図 4-3 カナダ





ト 五 ヲ 4-4

U.S.S.R.

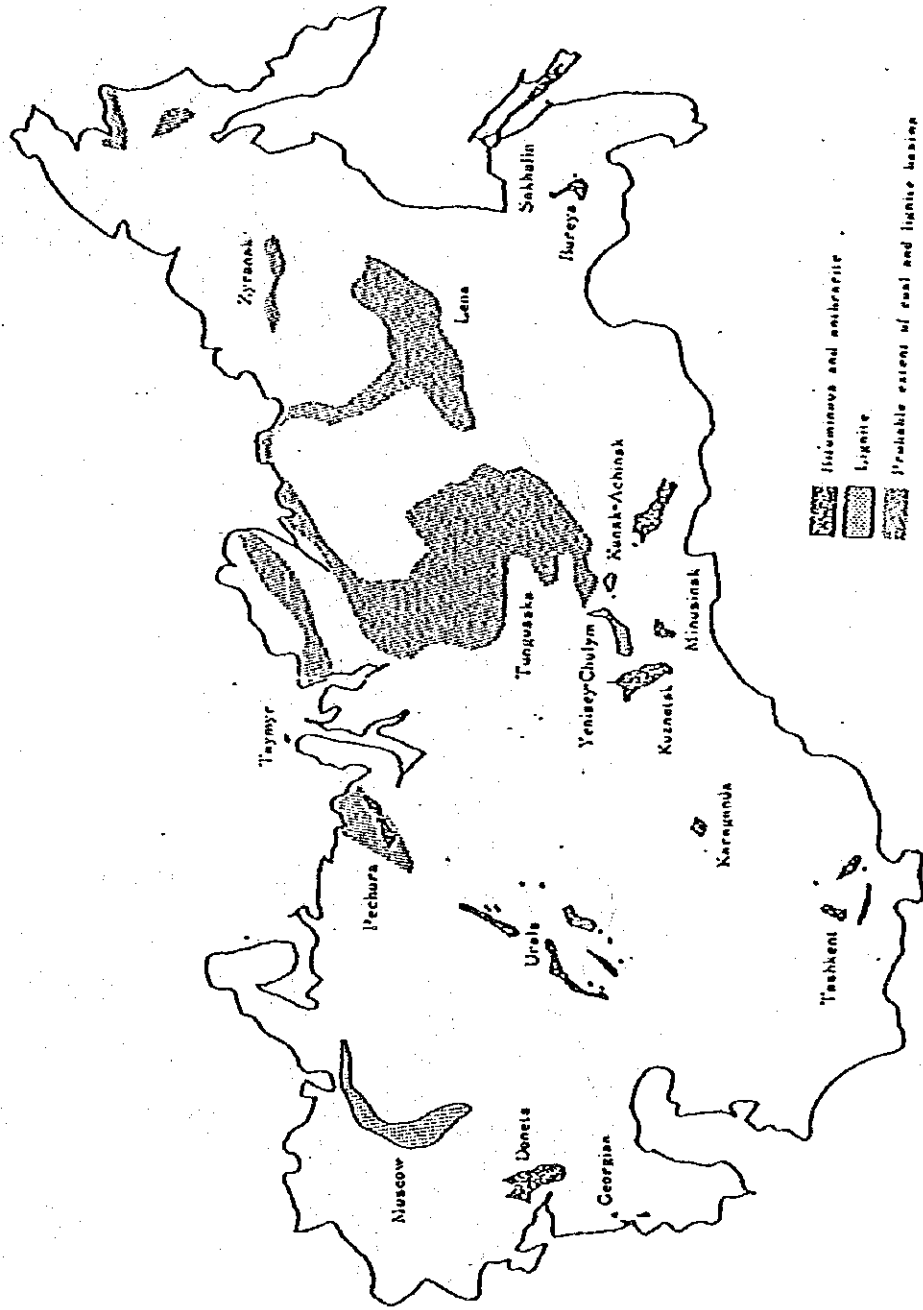
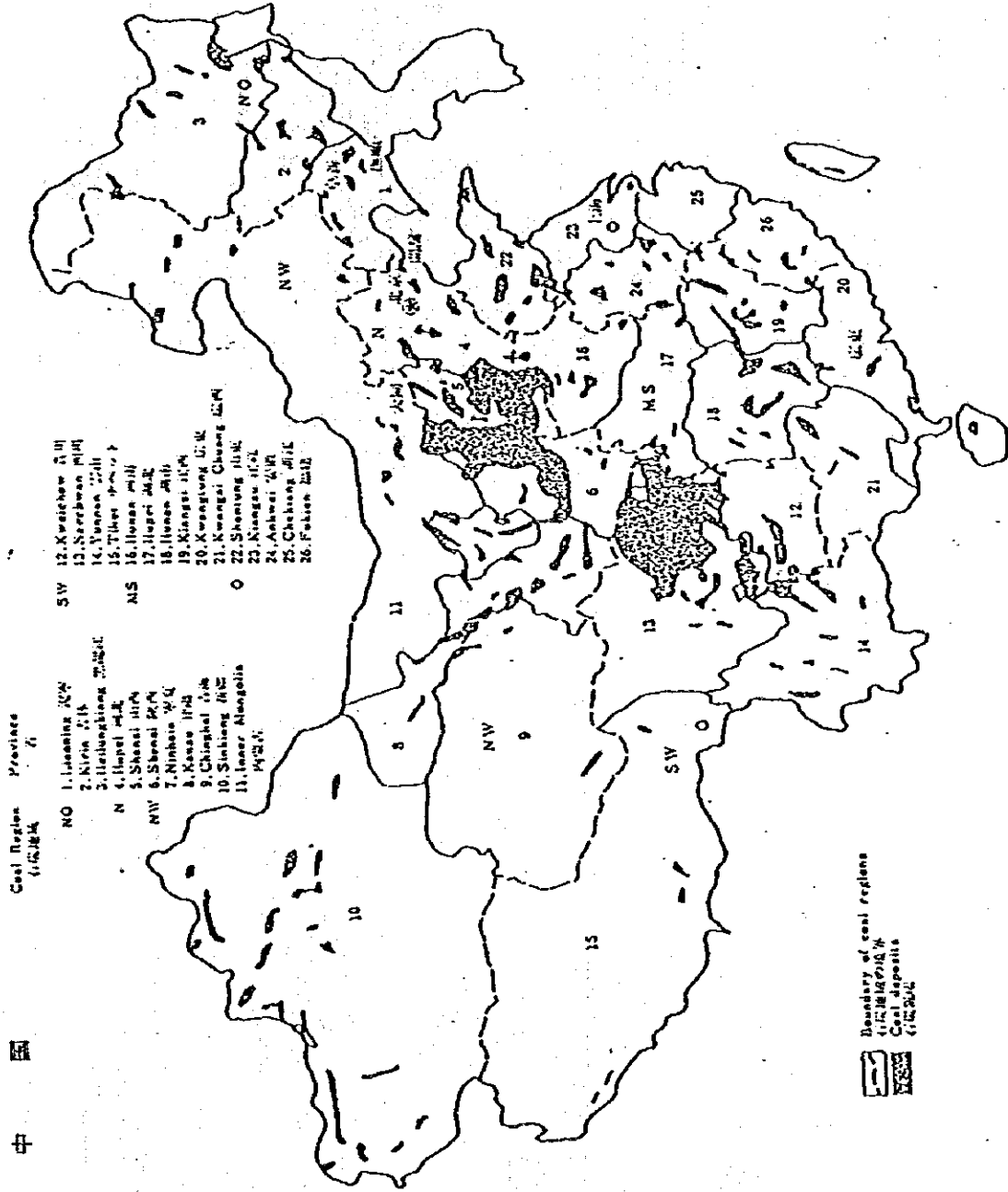


图 4-6 中国煤田分布图



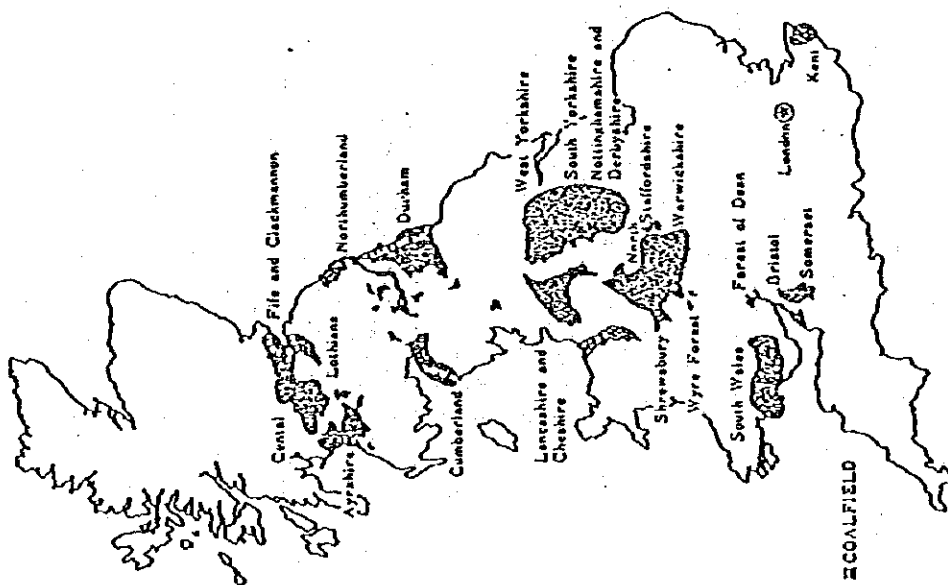
Coal Region Provinces

- NO 1. Liaoning 辽N
- 2. Kirin 吉N
- 3. Jilin 吉N
- 4. Hebei 冀N
- 5. Shanxi 晋N
- 6. Shaanxi 陕N
- 7. Ningxia 宁N
- 8. Kansu 甘N
- 9. Chinghai 青N
- 10. Sinciang 新N
- 11. Inner Mongolia 内蒙
- N 12. Kwetchow 冀N
- 13. Szechuan 川N
- 14. Yunan 滇N
- 15. Tibet 藏N
- 16. Honan 冀N
- 17. Hubei 冀N
- 18. Hense 冀N
- 19. Kiangsi 冀N
- 20. Kwangtung 粤N
- 21. Kwangsi 粤N
- 22. Shantung 冀N
- 23. Kiangsu 冀N
- 24. Anhwei 冀N
- 25. Chekiang 冀N
- 26. Fuhien 冀N
- NW
- NV
- SW
- MS

Boundary of coal regions  
Coal deposits

図 4-6 イギリスおよびインド

U.K.



INDIA

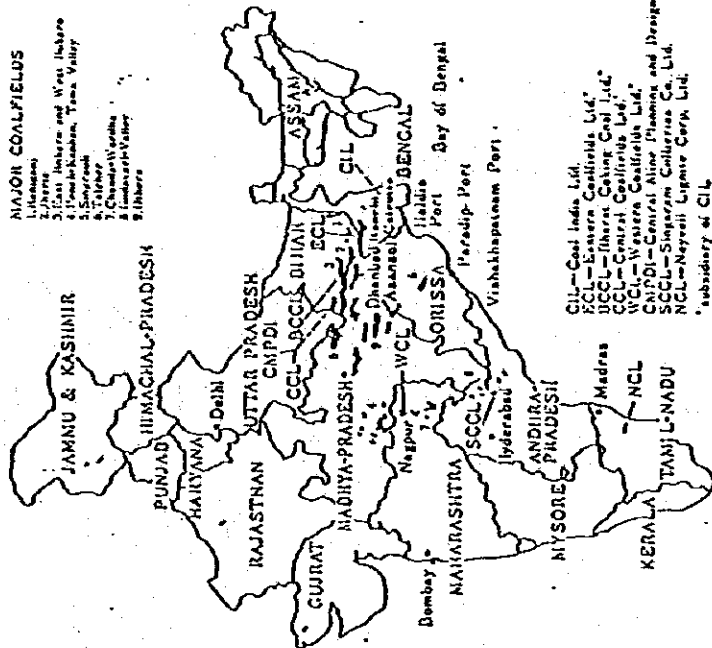
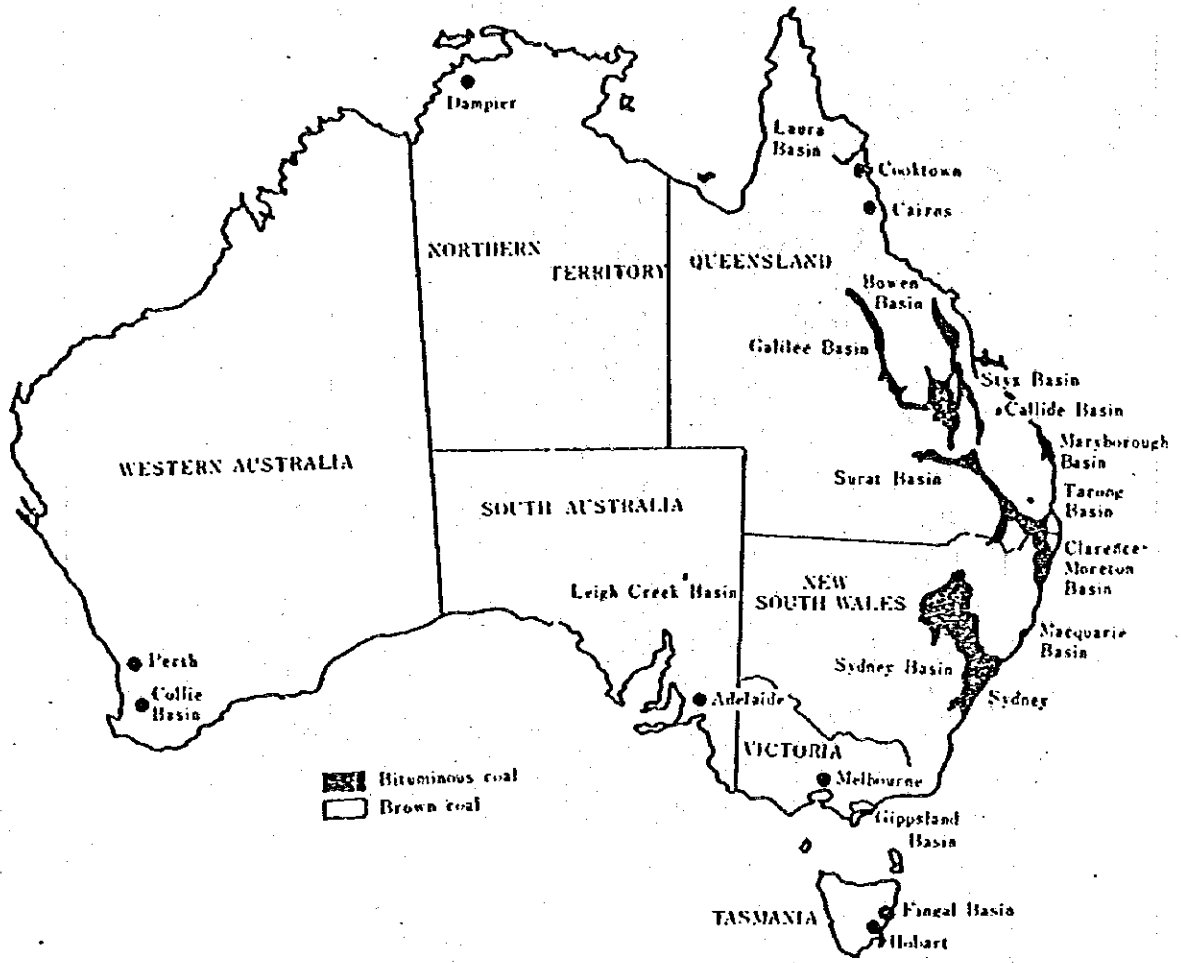
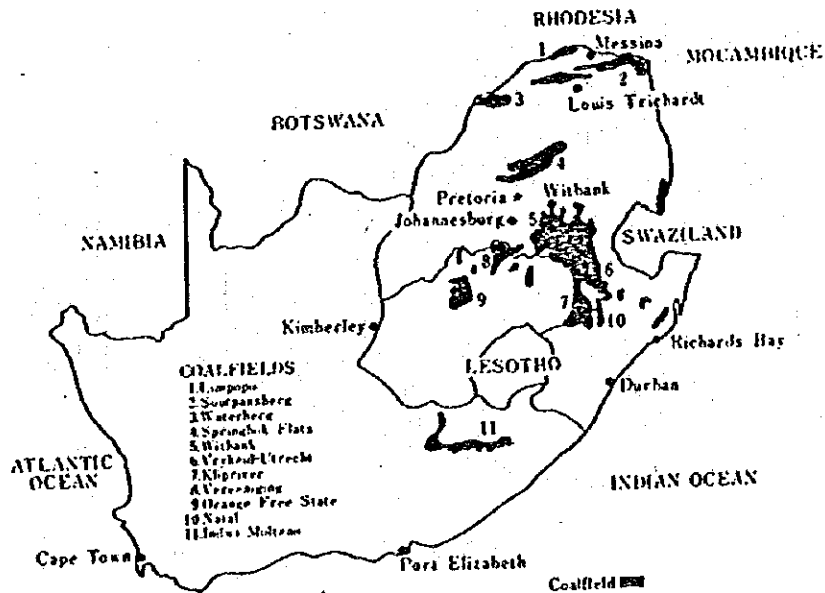


図4-7 オーストラリアおよび南アフリカ  
Australia



South Africa



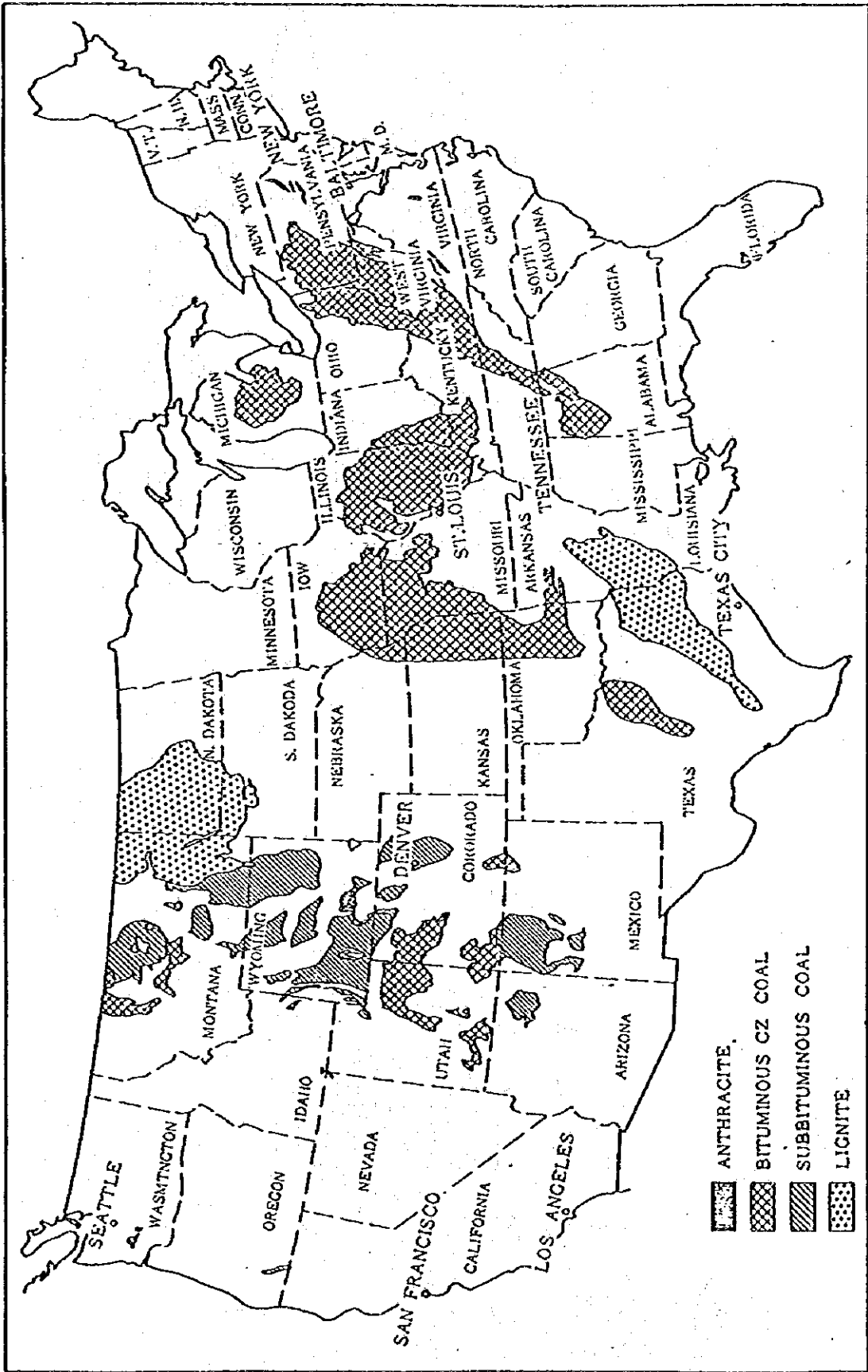


图 4-8 7 × 9 方

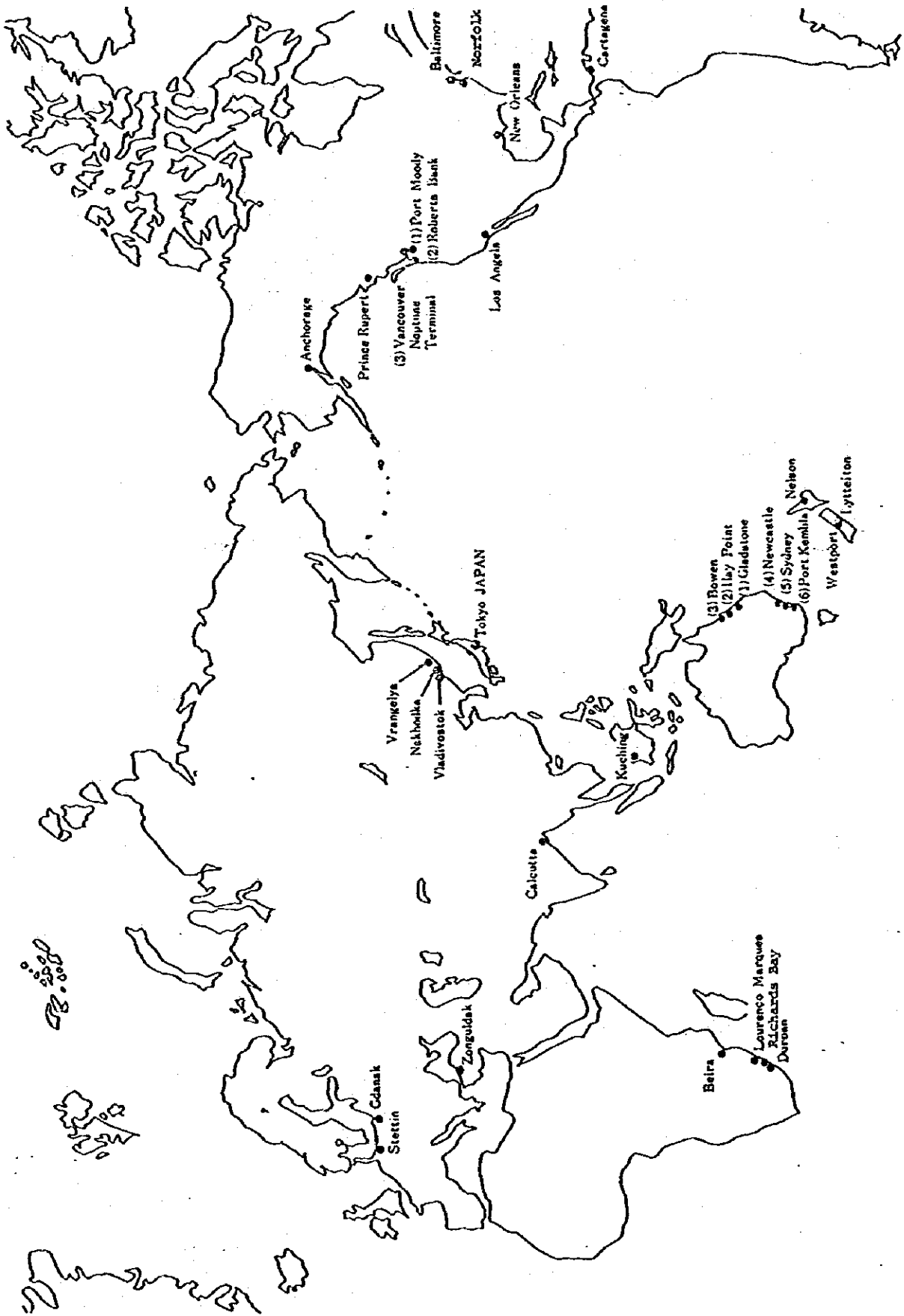


图 4-9 石炭输出主要港

## c. 輸 送

## a) 石炭船サイズ

石炭の輸入についてはオーストラリア、アメリカ、南ア等が想定されるが、このような遠距離より石炭を大量に最も安く、輸送するには、船の大型化・専用化が必要且つ有効な手段である。船型の大型化による大量輸送は荷役の合理化、人件費・諸経費の節約、トン当り船価の減少から、輸送費のコスト・ダウンのメリットがあるが、現在使用されている専用船・兼用船は3万～7万DWTが大部分である。

尚大型船は限られた港にしか入港出来ない。大型船が入港できる水域と水深をもつ港湾は極めて少く、海外における産炭地の港湾事情は必ずしも大型船の受入がすべて可能であるとは限らない。

石炭を輸出している国のうち12万DWTの接岸可能な港はオーストラリアに2港、南アフリカに1港しかない。

従って購入銘柄が限定される。

又120,000DWTの船は隻数が少く、年間契約等で備船が定まっている場合が多いと考えられるので適時備船の困難が考えられる。

更に発電所側荷揚港の港湾設備工事を比較すると120,000DWTは60,000DWTより約3倍高い投資となる。60,000DWT以下であれば現在の石炭輸出港の殆んどが利用でき銘柄の選定も自由になるので、最大60,000DWTの船で輸入するものとする。

石炭輸送に120,000DWTと60,000DWTを使用した場合の比較を次表に示す。

石炭輸送に120,000 DWTと60,000 DWTを

使用した場合の比較表

1. 船及び港湾の寸法

船の寸法は鉱石専用船の標準船型とする。

|                           | 120,000 DWT         | 60,000 DWT          | 備 考         |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| 船の寸法                      |                     |                     |             |
| 全 長 (m)                   | 290                 | 233                 | 4章 土木設備計画より |
| 全 幅 (m)                   | 43                  | 35.2                | "           |
| 喫 水 (m)                   | 16.9                | 12.6                | 満載時         |
| パースの長さ (m)                | 360                 | 300                 | 4章 土木設備計画より |
| パースの水深 (m)                | 20                  | 16                  | "           |
| 船廻し場の広さ (m <sup>2</sup> ) | 390×10 <sup>3</sup> | 275×10 <sup>3</sup> | タグボート使用     |

2. 船型・滞船日数による滞船料の差

|                   | 120,000 DWT         | 60,000 DWT          | 備 考                  |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 年間入港回数 (A)        | 25 (1隻/15日)         | 49 (1隻/7.5日)        |                      |
| 滞船日数/回 (B)        | 3                   | 6                   | 3                    |
| 年間滞船日 (A)×(B)=(C) | 75                  | 150                 | 147                  |
| 滞船料/日 (D)         | 11,000              | 11,000              | 9,000 単位 S           |
| 年間滞船料 (C)×(D) (E) | 825,000             | (F) 1,650,000       | (G) 1,323,000 単位 S   |
| 滞船料の差             | (G)-(E)<br>+498,000 | (G)-(F)<br>-327,000 | Base<br>+は利益<br>-は損失 |

3. 輸送費の比較

(1) 全輸入量 2934×10<sup>3</sup> Ton (Wet) をオーストラリアより、各50%量をオーストラリア、アメリカより輸入した場合の年間利益

|                   | オーストラリア                | オーストラリア                 | アメリカ(東部)                | 備 考        |
|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| 輸 入 量 (T)         | A 2934×10 <sup>3</sup> | B 1,467×10 <sup>3</sup> | B 1,467×10 <sup>3</sup> |            |
| 60,000 DWT (S/T)  | 17.26                  | 17.26                   | 15.27                   | 燃料計画表4-7参照 |
| 120,000 DWT (S/T) | 12.76                  | 12.76                   | 11.31                   |            |
| 差 (S)             | C 4.50                 | C 4.50                  | D 3.96                  |            |
| 輸送費の差 (S)         | A×C 13,203,000         | B×C 6,601,500           | B×D 5,809,320           |            |
|                   |                        | B×C+B×D 12,410,820      | 12,410,820              |            |

(2) 滞船料を差引いた場合費用の差

|         | 全量オーストラリアより輸入         | 各50%量をオーストラリア、アメリカより輸入 | 備 考      |
|---------|-----------------------|------------------------|----------|
| 滞 船 日   | 3日の場合 6日の場合           | 3日の場合 6日の場合            |          |
| 輸送費の差/年 | 13,203,000 13,203,000 | 12,410,820 12,410,820  | 3-(1)表参照 |
| 年間滞船料   | 825,000 1,650,000     | 825,000 1,650,000      | 2-(4)表参照 |
| 差       | 12,378,000 11,553,000 | 11,585,820 10,760,820  |          |

4. 港湾及び揚炭設備建設費

(単位 10<sup>3</sup>S)

|           | 120,000 DWT | 60,000 DWT | 備 考         |
|-----------|-------------|------------|-------------|
| 揚 炭 日 数   | 3日の場合 6日の場合 | 3 日        |             |
| 港 湾 建 設 費 | 130,005     | 43,497     | 4章 土木設備計画より |
| タグボート代    | 8,696 (4隻)  | 4,348 (2隻) |             |
| 揚 炭 設 備   | 67,735      | 45,022     |             |
| 計         | 206,436     | 183,723    |             |





5. 経費（燃料費・固定資産税・事業税を除く）  
（単位 10<sup>3</sup>\$）

|       | 120,000 DWT |            | 60,000 DWT |        | 備<br>(概略) | 考 |
|-------|-------------|------------|------------|--------|-----------|---|
|       | 3日で揚炭       | 6日で揚炭      | 3日で揚炭      | 6日で揚炭  |           |   |
| 資本費   | 18,337      | 16,319     | 8,249      | 8,249  | 建設費×8.9%  |   |
| 直接費   |             | 104        |            |        |           |   |
| 償却費   | 5,360       | 4,770      | 2,412      | 2,412  | 建設費×2.6%  |   |
| 人件費   | 2,519       | 2,241      | 1,133      | 1,133  | 建設費×1.22% |   |
| 修繕費   | 1,229       | 1,096      | 562        | 562    | 直接費×15.4% |   |
| 諸費    |             |            |            |        |           |   |
| 分担保連費 |             |            |            |        |           |   |
| 経費    | A 27,549    | B 25,530   | C 12,460   | 12,460 | 建設費×13.4% |   |
| 差     | A-C 15,089  | B-C 13,070 | Base       |        |           |   |

経費は120,000DWT用ベースは60,000DWT用ベースの2倍以上必要となる。

注1. 耐用年数30年, 2. 金利8%, 3. 残存価格0%

6. 輸送利益と経費の差  
（単位 10<sup>3</sup>\$）

| 船型   | 全量オーストラリアより輸入 |        | 120,000 DWT |          | 備 | 考     |
|------|---------------|--------|-------------|----------|---|-------|
|      | 3日            | 6日     | 3日          | 6日       |   |       |
| 揚炭日数 | 3日            | 6日     | 3日          | 6日       |   |       |
| 経費の差 | 15,089        | 13,070 | 15,089      | 13,070   | 5 | 参照    |
| 輸送利益 | 12,378        | 11,553 | 11,585.8    | 10,760.8 | 3 | (2)参照 |
| 差    | 2,711         | 1,517  | 3,503.2     | 2,309.2  |   |       |

7. 結論

(1) 全量をオーストラリアより120,000DWTで輸入した場合

3日間で揚炭し得る設備の場合年間 2,711×10<sup>3</sup>\$の損失

6日間 " " " " 1,517×10<sup>3</sup>\$ "

(2) 各50%量をオーストラリア, 米國より120,000DWTで輸入した場合

3日間で揚炭し得る設備の場合年間 3,503,200 \$の損失

6日間 " " " " 2,309,200 \$の損失

## 揚運炭機械設備費

(単位 10<sup>6</sup>円)

| 機器名           | 60,000 DWT船を3日で揚炭する場合 |        |                          | 120,000 DWTを3日で揚炭する場合     |        |                          |
|---------------|-----------------------|--------|--------------------------|---------------------------|--------|--------------------------|
|               | 容量                    | 単価     | 金額                       | 容量                        | 単価     | 金額                       |
| ポンプ (2台)      | 1,300 T/H             | 1,500  | 3,000                    | 2,600 T/H<br>(2台)         | 3,200  | 6,400                    |
| スタックリクレー (1台) | 3,200 / 1,200 T/H     | 900    | 900                      | 6,200 / 1,200 T/H<br>(1台) | 1,100  | 1,100                    |
| スタック (1台)     | 3,200 T/H             | 450    | 450                      | 6,200 T/H<br>(1台)         | 700    | 700                      |
| リクレーマ (2台)    | 1,200 T/H             | 550    | 1,100                    | 1,200 T/H<br>(2台)         | 550    | 1,100                    |
| コンベヤ          | 1,0900 m              | 0.45/m | 4,905                    | 7,630 m                   | 0.63/m | 4,807                    |
|               |                       |        |                          | 3,270 m                   | 0.45/m | 1,472                    |
| 計             | —                     | —      | 10,355                   | —                         | —      | 15,579                   |
| S/¥230        | —                     | —      | 45,022 × 10 <sup>3</sup> | —                         | —      | 67,735 × 10 <sup>3</sup> |

## 人 件 賃

| Trade                 | No. | Rank | Salary<br>LE/month | Salary計<br>LE/month | パーセント<br>率 % | パーセント<br>率 % | Salary<br>LE/month  | パーセント<br>率 % | 備考   |
|-----------------------|-----|------|--------------------|---------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--|
| Excellent Operator    | 2   | A    | 300                | 600                 | 10           | 10           | 60                  | 10           | パーセント率は推定                                  |
| 1st Operator          | 2   | B    | 250                | 500                 | 10           | 10           | 50                  | 10           | "  |
| Coal Operator         | 2   | C    | 200                | 400                 | 10           | 10           | 40                  | 10           | "  |
| Operator              | 42  | D    | 180                | 7,560               | 12/42        | 12/42        | 2,160               | 12/42        | 3...7...ノロード, 5...ブルド...ザ<br>4...コンベンヤ 計12 |
| Assistant Operator    | 42  | E    | 150                | 6,300               | 12/42        | 12/42        | 1,800               | 12/42        | 上に同じ                                       |
| Ship Work             | 24  | F    | 100                | 2,400               | 100          | 100          | 2,400               | 100          |  |
| Total                 | 114 | ---  | ---                | 17,760              | ---          | ---          | 6,510 × 1.1 = 7,161 | ---          | 10% allowance is added<br>for semi night   |
| Monthly Total in US\$ |     |      |                    |                     |              |              | 8,701               |              |  |
| Annual Total in US\$  |     |      |                    |                     |              |              | 104,412             |              |  |

## b) 調達計画

石炭の購入については、山元とユーザー間で長期契約或いは年間契約で、銘柄、品質、数量、価格（長期契約の場合はエスカレーション率、或いは年度交渉）、納入期日、検収方法（出・欠斤、重量、水分、カロリー等）、支払条件、滞船がおきた場合の滞船料支払い条件等について契約する。

## c) 輸送計画

## i) 配船計画

調達計画に伴って配船計画を立てるが、今回は下記条件で立案した。

- i) 海上輸送については輸入検討国であるオーストラリア、米国（東部）の主要港より発電所ベース迄をバスマックス型（60,000 DWT）で行うものとした。
- ii) 海上輸送は1ヶ月～2ヶ月以上の長期を要するため、気象、海象条件の影響を受け、配船計画に狂いを生じ易いので航海毎に各1日、受入荷役に1日の余裕をみた。
- iii) 各港の荷役能力については、表4-5を参照のこと。
- iv) 船は1年毎に約10日間の定期点検を行うので、就航率は97%とする。
- v) 輸入炭の一定量は船の年間備船契約による定期船にて、輸出港と発電所間のピストン輸送によって輸入するものとし、不足量は不定期船により輸入するものとした。

表4-6に輸送計画の主要諸元を示し、表4-7、4-8に、当初の5年間の貯炭量の推移について表に記入した条件でシミュレーションを行った結果を示す。

次いで、配船計画は気象条件による入港、出港条件と共に船会社に指令する。

これにより船会社は具体的に配船する。

ii 輸送計画の検討

四半期毎に貯炭状況、発電予定量を考慮して、輸送計画を検討し、計画の変更の有無を山元ならびに船会社に連絡する。これにより船の待船、連続入港等の事態を防ぐと共に貯炭量の過少、過大を防ぐことが出来る。

## d) 貯炭量

石炭在庫量に影響を与える要因としては下記のものがある。

## i) 入荷に関する要因

- 定常的……入荷ロットの大きさ、入荷サイクル、入船タイミングのバラツキ
- 臨時的……供給地の労働争議、事故、海難
- 荷揚設備の故障

## ii) 払出に関する要因

- 定常的……払出ロットの大きさ、払出サイクル
- 臨時的……石炭を使用する設備の事故
- 趨勢的……景気、季節の変動による電力需要の変動
- 払出し設備の故障

## iii) 貯炭の運用幅

運用幅としては定った基準はなく、各発電所は現在の貯炭状況・配船条件、支払条件により貯炭の在庫の予測を行ない、運用管理の効率化を図っている。一つの案として、石炭船が60,000 DWTであることより、1隻分の貯炭余裕をとって、上限を $160 \times 10^3$  ton程度(44日分)、下限を通常日本で考えられている約0.5ヶ月分として $54 \times 10^3$  Tonで運用も考えられる。

## iv) 貯炭の回転率

回転率は理論的な数字上から見た場合は、大きい方が経済効率が良くなると考え勝ちであるが、石炭の場合は扱う物がバラ荷のため、重油等の液体にくらべ、荷揚、移動、払出に対して効率が悪く、回転半に限界がある。

通常貯炭の妥当な年間回転率は6回と考えられており、実績による自然発火に到る迄の期間2ヶ月以上を考慮すると妥当であると考えられる。

## e) 異常時の輸送計画

- i 産炭地或いは港湾荷役のストライキが発生した場合は、石炭の輸入は一時的に途絶するが、ストライキの期間の予測は極めて困難であるので此の場合は一時的に供給山元を変更することも考慮する。通常最悪状態として2ヶ月が想定されており、60日間入荷なしと考え、不定期船による購入をすぐ手配したと仮定した場合の配給計画、貯炭の推移、重油専焼期間の推定期間を表4-10に示す。



表4-6 輸送計画主要諸元

| 諸元                   | 国名      | Australia  | U.S.A   | S.Africa    | 備考    |
|----------------------|---------|------------|---------|-------------|-------|
|                      | 港名      | New castle | Norfolk | Richard Bay |       |
| 船型                   | Panamax |            |         |             |       |
| 輸送距離 (海里)            | 8,370   | 5,392      | 4,430   |             |       |
| 速度<br>(海里/時)         | 実船      | 13.0       |         |             |       |
|                      | 空船      | 14.0       |         |             |       |
| 積入 (日)               | 6.5     | 4.0        | 4.0     |             |       |
| 航海日数                 | 実船      | 28         | 18      | 15          | 余裕 1日 |
|                      | 空船      | 26         | 17      | 14          | 余裕 1日 |
| スエズ運河<br>通行待 (日)     | -       | 2          | -       |             | 往復共   |
| 荷揚げ (日)              | 4.5     | 4.5        | 4.5     |             | 余裕 1日 |
| 合計所要日数               | 65      | 47.5       | 37.5    |             |       |
| 年間稼動日数               | 354     | 354        | 354     |             | 除定期検査 |
| 年間航海数<br>(回/年・船)     | 5.44    | 7.45       | 9.44    |             |       |
| 1船当り輸送量<br>(1,000tm) | 326     | 447        | 566     |             |       |

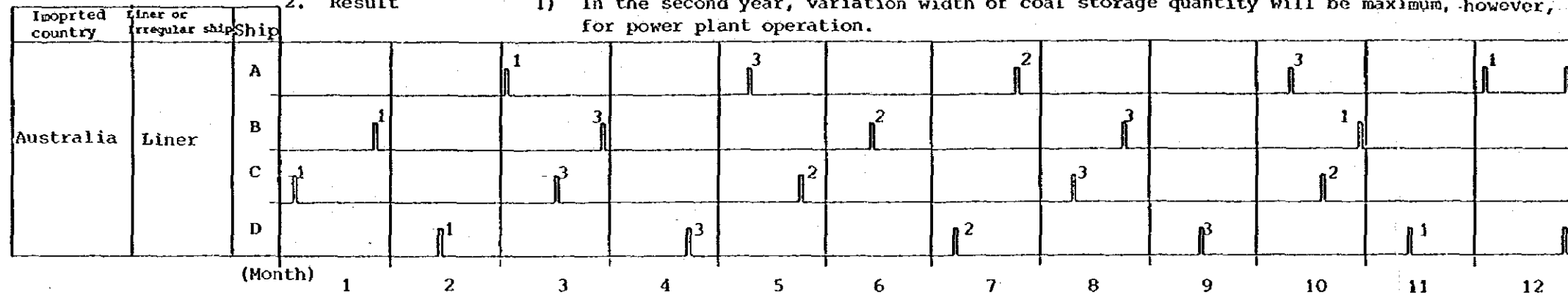
图 4-7

Simulation Case 1 Transition of coal storage quantity in case of import  $1,310 \times 10^3$  t/year (3 brands) from Australia by 60,000 DWT 4 ships

1. Input conditions
- 1) Period: 5 years
  - 2) Periodical maintenance is assumed for 45 days (May 1 to June 14 for No. 1 Unit and Sept. 1 to Oct. 15 for No. 2 Unit).
  - 3) Equipment fault factor/year: Power plant; 2%, Unloader; 2%, Stacker; 1%, Reclaimer; 1%, Receiving conveyor; 1%, 1%, dispensing conveyor; 1%.
  - 4) Initial coal storage volume is assumed at 5% (133,800 ton) of coal storage capacity.
  - 5) Working hour for coal unloading: 7:00 - 22:00, arrive and departure of ship: 7:00 - 18:00

2. Result

- 1) In the second year, variation width of coal storage quantity will be maximum, however, there is no problem for power plant operation.



Figures shows Brand's number

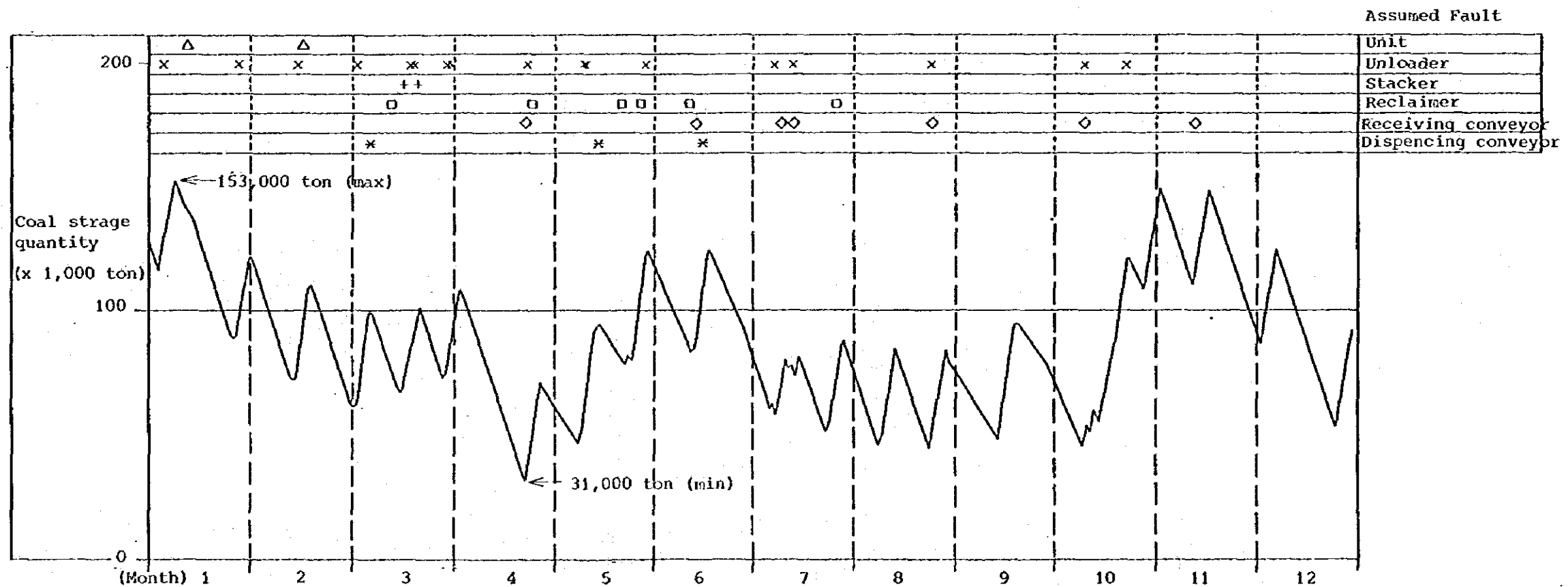
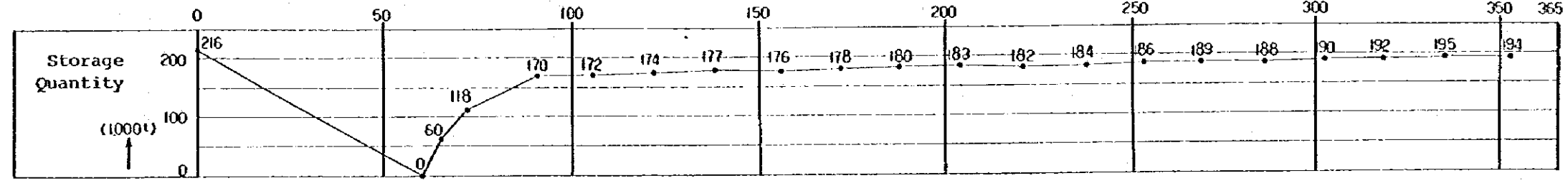
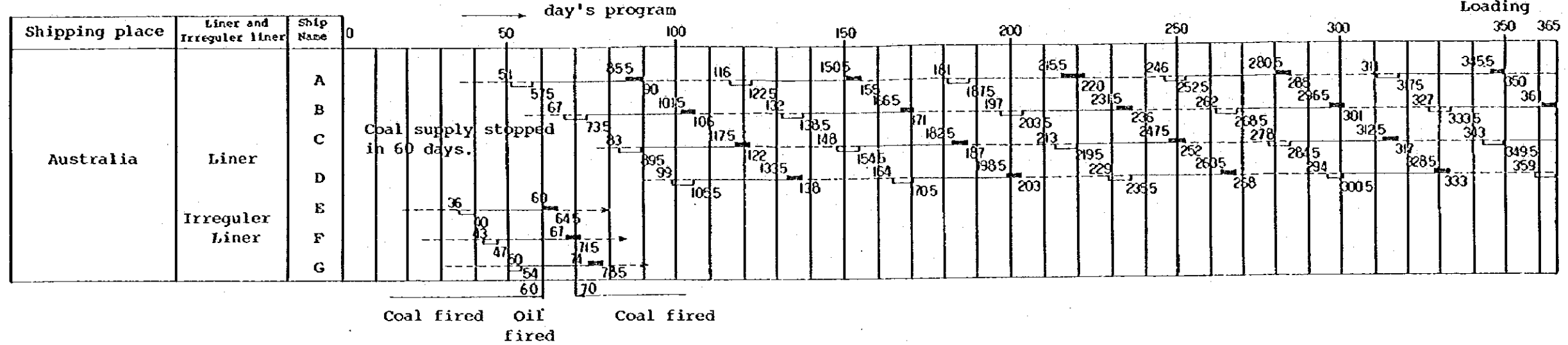




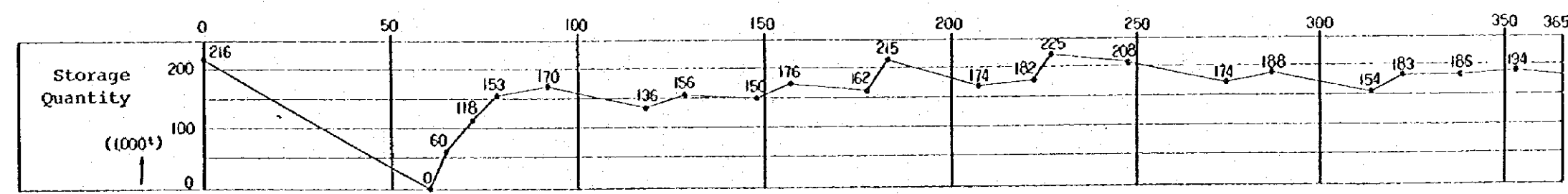
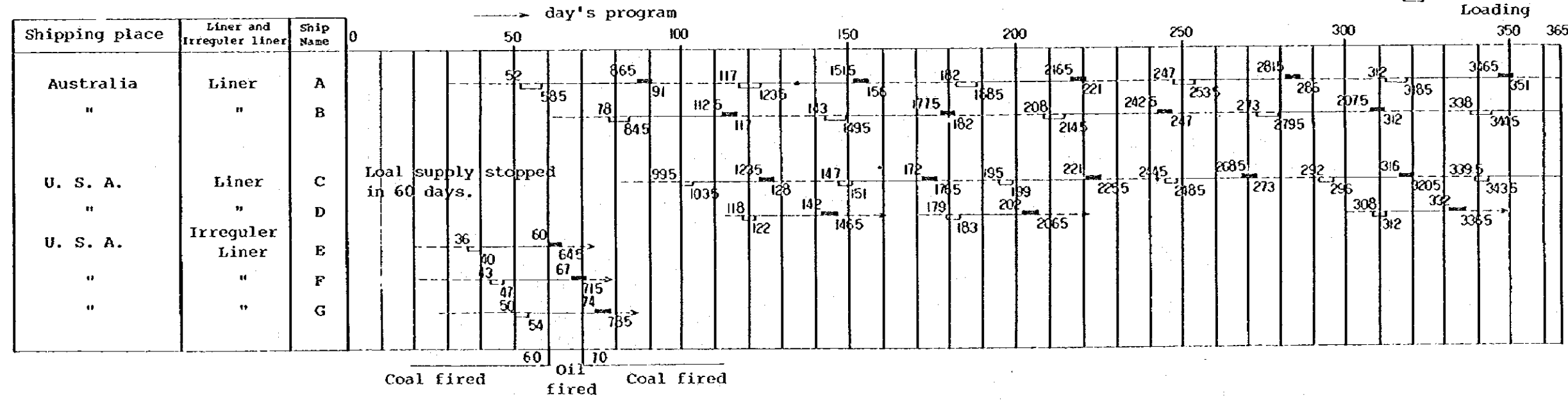
图 4-9 Coal supply schedule in emergency situation (Case where whole quantity is imported from Australia)

Legend  
 ----- Loaded ship  
 - - - - - Empty ship  
 - - - - - Unloading  
 - - - - - Loading



Coal supply schedule in emergency situation (Case where each 50% quantity is imported Australia and U.S.A.)

Legend  
 ----- Loaded ship  
 - - - - - Empty ship  
 - - - - - Unloading  
 - - - - - Loading





## d 炭 質

前述の石炭購入可能国は炭質の種類も多く、銘柄も数多く生産されているが、炭質、銘柄の選定に際しては次の事項についての配慮が必要である。

輸入炭は海上輸送に10~20USS/tの費用がかかることから出来るだけ低灰分、高発熱量炭が望ましく、又供給の安定の面から生産量の多い銘柄で、ソース相互間の互換性があるものであることも条件の一つである。

現在、日本向に輸出、或いは輸出申込み中の国別の銘柄分布は第4-10図の通りでこれから見ると、発熱量で6,500~6,700kcal/kgが最も多い。

これらの標準的な炭質は次の通りである。

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 固有水分  | 3.0 ~ 3.5 %           |
| 灰 分   | 14 ~ 16 %             |
| 揮 発 分 | 28 ~ 32 %             |
| 固定炭素  | 49 ~ 52 %             |
| 発 熱 量 | 6,500 ~ 6,700 kcal/kg |

## e 価 格

## a) F O B 価 格

現在の価格は需要の不振から低迷を続けており、スポットでは相当安価なものもみられるようである。将来、石油価格の変動石炭需要の動向によっては、大きく変ることが予想され、その見通しは非常に難しいものがある。

長期的にみた場合、現時点の安値にとらわれて、余り廉価にみることも亦、危険であると考ええる。

従って、本プロジェクトの場合、長計ベースで、ノルマルな状態と考えられる価格を想定した。

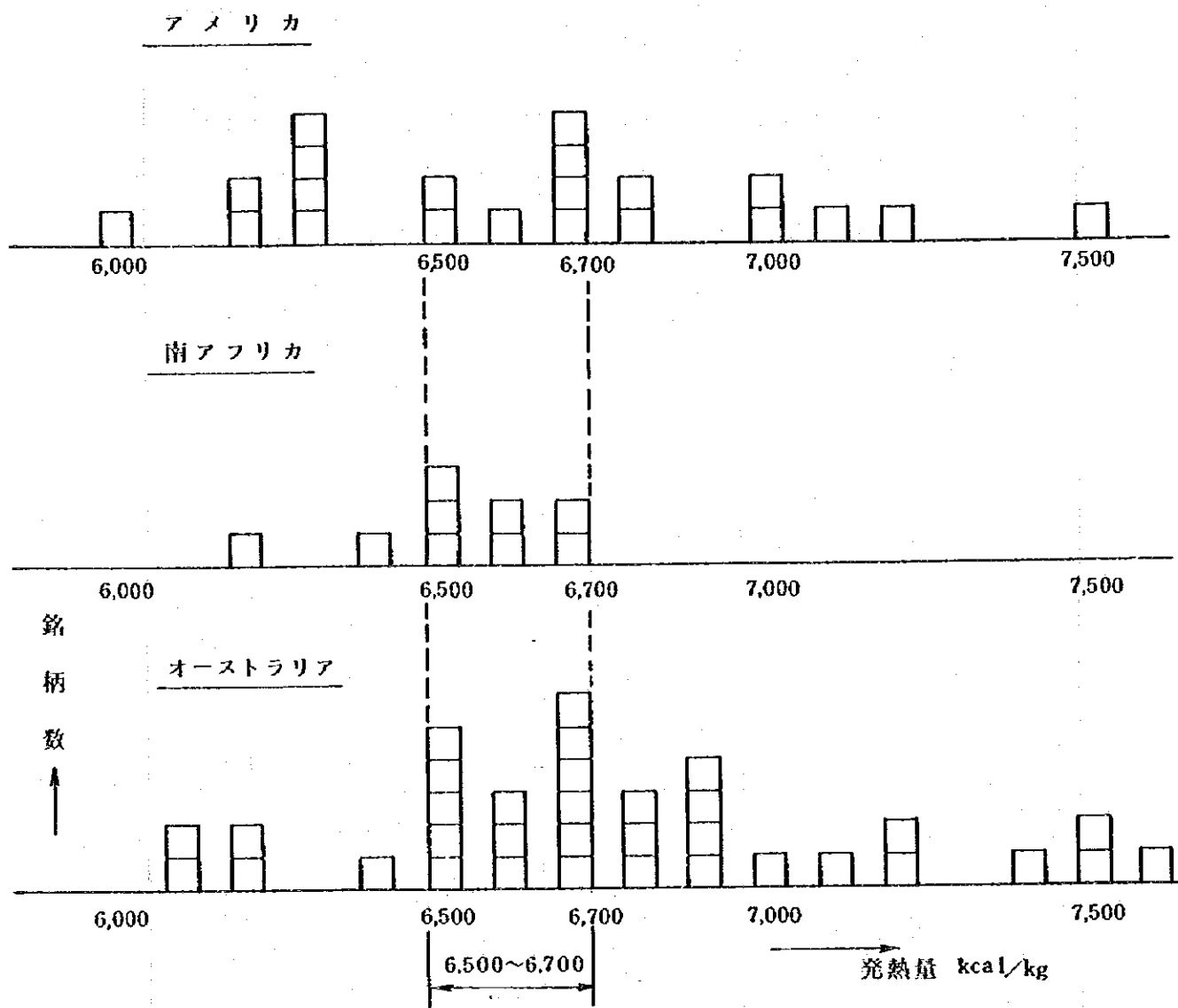
更に、供給国によって若干の値段差があり、南アフリカ炭が最も安く、次でオーストラリア、アメリカ炭の順序である。又、炭質による差があるのも当然で、これらを勘案し、発熱量 6,600 kcal/kg の石炭の F O B 価格を次の通りとした。

表 4-10 F O B 価 格 (単位: US\$/t)

| 国 名   | オーストラリア | アメリカ | 南アフリカ | 備 考 |
|-------|---------|------|-------|-----|
| FOB価格 | 40.0    | 44.0 | 37.0  |     |

第4-10図 輸出及び計画中の発熱量別銘柄分布

(□ 1銘柄)





## b) CIF価格

海上輸送費は、船型、輸送距離、配船状況、燃料油価格等により変動するが、ここでは標準的とみられるモデルについて算出した。従って、発電所CIF価格は表4-11の通りになる。

表4-11 輸入炭価格 (単位:US\$/T)

| 船型及び項目                |                    | オーストラリア | アメリカ東部 | 南アフリカ |
|-----------------------|--------------------|---------|--------|-------|
| 輸送距離(海裡)※1            |                    | 8,370   | 5,392  | 4,430 |
| 航海日数                  |                    | 26.8    | 17.3   | 14.2  |
| FOB価格(6,600kcal/kg)   |                    | 40.0    | 44.0   | 37.0  |
| C<br>I<br>F<br>価<br>格 | <u>35型</u>         |         |        |       |
|                       | 海上輸送費              | 20.50   | 17.50  | 17.00 |
|                       | 保険、諸経費             | 2.28    | 2.29   | 2.25  |
|                       | 計                  | 22.78   | 19.79  | 19.25 |
|                       | CIF                | 62.78   | 63.79  | 56.25 |
|                       | <u>Panamax型</u> ※2 |         |        |       |
|                       | 海上輸送費              | 15.00   | 13.0   | 12.00 |
|                       | 保険、諸経費             | 2.26    | 2.27   | 2.23  |
|                       | 計                  | 17.26   | 15.27  | 14.23 |
|                       | CIF                | 57.26   | 59.27  | 51.23 |
|                       | <u>100型</u>        |         |        |       |
|                       | 海上輸送費              | 11.40   | 10.22  | 8.90  |
|                       | 保険、諸経費             | 2.24    | 2.27   | 2.22  |
|                       | 計                  | 13.64   | 12.49  | 11.12 |
|                       | CIF                | 53.64   | 56.49  | 48.12 |
|                       | <u>120型</u>        |         |        |       |
| 海上輸送費                 | 10.53              | 9.05    | 8.10   |       |
| 保険、諸経費                | 2.23               | 2.26    | 2.21   |       |
| 計                     | 12.76              | 11.31   | 10.31  |       |
| CIF                   | 52.76              | 55.31   | 47.31  |       |

尚①諸経費を2US\$/tとした。

②保険料をCIF価格の1.15×0.004とした。

※1 海裡(national mile): 1,852km

※2 panamax: パナマ運河を通航し得る最大船型である。

船幅: 32m

船長: 210~225m

船深: 17.3m~18.7m

喫水: 12.09~13.42m

DWT: 60,000級

## 3) Ayun Musa 発電所用炭としての計画

本プロジェクトのための国内炭及び輸入炭に関する埋蔵量、性状、輸送方法と価格などを総合的にみると、発電所位置がスエズ湾岸である事を考慮に入れて、オーストラリア、アメリカ（東部）及び南アフリカが輸入対象国となる。

南アフリカに関しては輸送距離が短かく、コストも安い、発電所にとって最も重要な長期的に安定した供給を得ることに問題があり、結論として輸入対象国はアメリカ（東部）とオーストラリアの2ヶ国を対象とするものとする。

従って Ayun Musa 発電所用炭の基本計画は次の通りとする。

## a 発電所用炭の品位

原炭生産量 60 万トンから、原料用炭 30 万トン、一般炭 30 万トン生産したときの品位は 6,140 kcal/kg であり、輸出国別の銘柄分布は 6,500 ~ 6,700 kcal/kg が最も多く供給の安定性もあり、生産量も多いので不足分 122 万トンは、これらを輸入し、混炭すると発電所用炭の品位は表 4-12 のようになる。

表 4-12 発電所用炭の品位

| 品位 \ 輸入炭カロリー | 6,500 kcal/kg | 6,600 kcal/kg | 6,700 kcal/kg |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 固有水分 (%)     | 3.4           | 3.4           | 3.4           |
| 灰分 (%)       | 16.6          | 15.9          | 15.0          |
| 揮発分 (%)      | 34.1          | 32.9          | 31.4          |
| 固定炭素 (%)     | 35.9          | 47.6          | 50.2          |
| 発熱量 kcal/kg  | 6,430         | 6,510         | 6,590         |

従って発電所用炭は平均発熱量 6,500 kcal/kg で計画する。

然し、石炭銘柄は各種あり、燃料として、或る一定の幅で購入するのみならず、各種石炭の混炭も考えられるので 6,100~6,900 kcal/kg の石炭の購入も図るものとする。

混炭した場合は各種銘柄炭の組合せとなり、性状も種々異なるので、各成分毎に幅を持たざるを得ない。従って品位は次の通りである。

|          |             |
|----------|-------------|
| 固有水分 (%) | 2.8 ~ 8.3   |
| 灰分 (%)   | 8.9 ~ 17.8  |
| 揮発分 (%)  | 28.1 ~ 35.1 |
| 固定炭素 (%) | 36.8 ~ 53.4 |

#### b 石炭の価格

国内炭及び輸入炭の価格は、次の通りである。

|         |             |             |              |
|---------|-------------|-------------|--------------|
| 国内炭     | 53.5 US\$/t | (44.0 LE/t) |              |
| オーストラリア | 57.26 "     |             | Panamax 型の場合 |
| アメリカ    | 59.27 "     |             |              |
| 南アフリカ   | 51.23 "     |             |              |

LE = US\$ 1.215

今、オーストラリア、米国の輸入割合を想定して、価格を試算すると表 4-13 の通りである。

表 4-13 国別輸入割合を変えたときの石炭価格 (Panamax型の場合)

| 輸入割合%   |      | 価格 (US \$/t) |      |       |
|---------|------|--------------|------|-------|
| オーストラリア | アメリカ | 輸入炭 CIF      | 国内炭  | 発電所価格 |
| 100     |      | 57.3         | 53.5 | 56.5  |
| 90      | 10   | 57.5         | 53.5 | 56.7  |
| 80      | 20   | 57.7         | 53.5 | 56.8  |
| 70      | 30   | 57.9         | 53.5 | 57.0  |
| 60      | 40   | 58.1         | 53.5 | 57.2  |
| 50      | 50   | 58.3         | 53.5 | 57.3  |

上表からみて、発電所用炭の価格は、オーストラリア、アメリカより各50%づつ輸入すると仮定すると、略57.0 US\$/t程度となる。

#### c 将来の発電所での石炭価格の推定

発電所の稼働は数年先となるため、この間の炭価の変動がどのようになるか、その変動要因には経済情勢、需要供給の関係、石油価格、更には政治情勢等が関わり合っており、見通しは過去の経緯を見ても判る通り非常に難しい。

一つの目安として、今後の価格を1985年迄は現状のまま、その後は年2%で上昇すると仮定して将来価格を試算すると次の通りとなる。

表 4-14 年次別炭価の推移

| 年次 | 83   | 84   | 85   | 86   | 87   | 88   | 89   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|
| 炭価 | 57.0 | 57.0 | 57.0 | 58.1 | 59.3 | 60.5 | 61.7 |

#### d 石炭の銘柄及び性状

表 4-15に Maghra 炭及び各国別石炭の銘柄及び性状を示す。

表4-15 国内炭および輸入炭の性状

| Country of Origin | Brand   | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | RGI | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |     |     |                 |                   |                  |                  |                               |       |       |       |       |   |   |
|-------------------|---------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|---|---|
|                   |         |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |     | Softening Point °C | Melting Point °C | Flow Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO | MgO | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |       |       |       |       |   |   |
| Egypt literature  | Maghara | 7,270                   | —                  | 4.90                | 6.50  | 50.70             | 37.90          | 70.66             | 5.67       | 1.04       | 8.26     | 2.97      | 0.75       | —   | 1,220              | 1,290            | 1,320         | —                          | —                              | —                              | —   | —   | —               | —                 | —                | —                | —                             | —     | —     | —     | —     | — | — |
| in Japan          | Maghara | 7,140                   | —                  | 5.14                | 3.96  | 50.51             | 40.39          | 73.74             | 5.83       | 1.22       | 12.21    | 2.83      | 0.8        | 51  | -1,290             | -1,340           | -1,360        | 65                         | 3.3                            | 4.0                            | 4.4 | 0.6 | 6.2             | 0.4               | Trace            | Trace            | Trace                         | Trace | Trace | Trace | Trace |   |   |
| For power station | Maghara | 6,140                   | —                  | 4.2                 | 19.2  | 43.3              | 33.4           | —                 | —          | —          | —        | —         | —          | —   | 1,290              | 1,430            | 1,440         | —                          | —                              | —                              | —   | —   | —               | —                 | —                | —                | —                             | —     | —     | —     | —     | — |   |

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile Matter}}$$

| Country of Origin | Brand         | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGI   | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |      |      |                 |                   |                  |                  |                               |
|-------------------|---------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-------|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
|                   |               |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |       | Softening Point °C | Melting Point °C | Pour Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| South Africa      | Wit Bank      | 6,530                   | 7.0                | 3.0                 | 14.6  | 24.7              | 57.5           | 70.3              | 4.0        | 1.54       | 8.1      | 0.68      | 2.23       | 50    | 1,260              | 1,410            | 1,460         | 42.8                       | 31.3                           | 5.9                            | 7.2  | 1.3  | 4.2             | 0.3               | 0.4              | 1.5              | 2.0                           |
|                   |               | 6,320                   | 7.0                | 3.6                 | 14.3  | 26.1              | 56.0           | 71.8              | 4.2        | 1.77       | 14.0     | 1.23      | 2.15       | 56    | 1,470              | 1,500            | 1,500         | 42.6                       | 30.9                           | 3.67                           | 12.3 | 1.54 | 4.56            | 1.82              | 0.46             | 1.72             | 0.06                          |
|                   | Rietspruit    | 6,310                   | 7.0                | 3.9                 | 15.0  | 23.3              | 57.8           | 70.3              | 3.9        | 1.56       | 9.3      | 0.47      | 2.48       | 50    | 1,281              | 1,345            | 1,460         | 43.3                       | 29.0                           | 4.6                            | 10.2 | 1.1  | 3.0             | 0.3               | 0.6              | 1.8              | 0.8                           |
|                   |               | 6,010                   | 7.0                | 2.3                 | 16.7  | 26.5              | 54.5           | 81.0              | 4.6        | 1.7        | 12.3     | 0.4       | 2.06       | 58    | —                  | 1,340            | 1,350         | 34.6                       | 28.0                           | 10.9                           | 13.8 | 2.72 | 5.5             | 0.79              | 0.44             | 0.54             | 2.72                          |
|                   | Natal         | 6,580                   | 7.0                | 3.2                 | 14.8  | 23.9              | 58.1           | 69.4              | 3.6        | 1.9        | 8.9      | 1.21      | 2.43       | 57    | 1,270              | 1,310            | 1,330         | 45.9                       | 19.9                           | 9.6                            | 8.3  | 2.3  | 3.6             | 0.6               | 1.1              | 1.0              | 0.8                           |
|                   | Arther Taylor | 6,687                   | 9.0                | 3.0                 | 12.0  | 26.5              | 59.0           | 71.9              | 3.9        | 1.6        | 7.2      | 0.6       | 2.23       | 54    | 1,380              | >1,400           | >1,400        | 43.3                       | 32.54                          | 4.63                           | 8.73 | 2.14 | 4.87            | 0.50              | 0.35             | 1.84             | 1.10                          |
|                   | Ernelo        | 6,700                   | 9.0                | 3.0                 | 14.0  | 30.0              | 53.0           | 81.7              | 5.2        | 1.7        | 11.1     | 1.0       | 1.77       | 50    | >1,300             | >1,300           | >1,300        | 44.7                       | 30.3                           | 6.2                            | 8.5  | 3.3  | 3.61            | 0.42              | 0.69             | —                | —                             |
|                   | Middleburg    | 6,500                   | 7.0                | 3.0                 | 15.0  | 23.0              | 59.0           | 83.5              | 4.4        | 1.9        | —        | 0.4       | 2.57       | 60    | 1,300              | 1,350            | 1,400         | 46.2                       | 35.4                           | 2.0                            | 5.6  | 1.9  | 3.7             | 0.4               | 0.4              | —                | —                             |
|                   | Ungala        | 6,700                   | 7.0                | 2.5                 | 14.5  | 22.0              | 61.0           | 66.7              | 3.5        | 1.8        | 6.1      | 1.9       | 2.77       | 55-65 | 1,200              | 1,250            | 1,300         | 40.7                       | 22.7                           | 10.5                           | 13.5 | 2.8  | 4.19            | 0.54              | 1.33             | 1.18             | 1.17                          |
|                   | Optimum       | 6,900                   | 8.0                | 3.0                 | 10.5  | 32.0              | 54.5           | 71.5              | 4.5        | 1.8        | 8.5      | 0.8       | 1.70       | 47    | 1,350              | 1,450            | 1,550         | 49.0                       | 29.0                           | 4.0                            | 6.0  | 1.75 | 4.0             | 0.4               | 0.5              | 1.7              | 1.5                           |
|                   | Tavistock     | 6,690                   | 7.0                | 3.7                 | 11.9  | 25.7              | 58.7           | 74.4              | 4.0        | 1.7        | 7.2      | 0.5       | 2.28       | 53    | 1,370              | >1,500           | >1,500        | 42.8                       | 37.9                           | 1.8                            | 7.1  | 2.0  | 2.8             | 0.5               | 0.5              | 2.0              | 1.3                           |
|                   | Wolgedacht    | 6,600                   | 8.0                | 2.5                 | 15-17 | 24-27             | 56.0           | 69.8              | 4.0        | 1.6        | 7.1      | 0.8-1.2   | 2.33-2.07  | 55    | 1,300              | 1,300            | 1,300         | 41.4                       | 33.1                           | 5.0                            | 9.0  | 2.0  | 5.1             | 0.19              | 0.35             | 1.70             | 1.15                          |

Properties of Imported Coal (Poland)

| Country of Origin | Brand                                      | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGI | Fusibility of Ash  |                  |                                | Ultimate Analysis of Ash %     |       |       |                 |         |                  |                  |                               |         |   |
|-------------------|--|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------|---------|------------------|------------------|-------------------------------|---------|---|
|                   |  |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |     | Softening Point °C | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO   | SO <sub>3</sub> | NaO     | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |         |   |
| Poland            | Rydultowy, Wujek Polska, Blend of Gottwald | 6,450                   | 6-6.5              | 2-3.5               | 12-18 | 28-32             | 46.5-58        | 69-71             | 4.3-4.5    | 1.3-1.6    | 7.1-10.6 | 0.4-0.6   | 1.66-1.81  | 48  | 1,100-1,150        | —                | —                              | 40-50                          | 14-23 | 10-20 | 5-8             | 3.0-5.5 | —                | 0.4-1.0          | 1.5-2.6                       | 0.7-0.9 | — |
|                   | Rydultowy, Knorow Blend of Nowyirek        | 7,250                   | 5.2-6.5            | 1.8-2.5             | 7-9   | 31-34             | 54.5-60.2      | 77-80             | 4.7-5.1    | 1.2-1.6    | 6.1-7.6  | 0.5-0.7   | 1.76-1.77  | 50  | 1,080-1,150        | —                | —                              | 38-42                          | 24-28 | 10-12 | 5-8             | 3.5-4.1 | —                | 0.9-1.5          | 1.5-1.8                       | 0.4-1.1 | — |

Properties of Imported Coal (Colombia)

| Country of Origin | Brand    | Calorific Value kcal/kg | Total Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGI | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |      |      |                 |                   |                  |                  |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|----------|-------------------------|------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-----|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                   |          |                         |                  | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |     | Softening Point °C | Melting Point °C | Pour Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Colombia          | Cerrejon | 6,310                   | 9.2              | —                   | 8.0   | 34.9              | 47.9           | —                 | —          | —          | —        | —         | 1.37       | 48  | —                  | —                | 1,240         | —                          | —                              | —                              | —    | —    | —               | —                 | —                | —                | —                             | — | — | — | — | — | — | — | — |
|                   | Cerrejon | 6,940                   | 9.2              | —                   | 6.3   | 34.5              | 50.0           | 71.4              | 4.5        | 1.3        | 6.35     | 0.89      | 1.45       | 48  | 1,299              | 1,399            | 1,443         | 66.18                      | 13.42                          | 9.7                            | 1.96 | 2.36 | 1.09            | 1.51              | 1.49             | 0.76             | 0.13                          | — | — | — | — | — | — | — |   |

Properties of Imported Coal (Canada)

| Country of Origin | Brand   | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGI   | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |     |     |                 |                   |                  |                  |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|-------|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                   |         |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |       | Softening Point °C | Melting Point °C | Pour Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO | MgO | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Canada            | Eastern | 6,700                   | —                  | —                   | 12-14 | 30-32             | —              | —                 | —          | —          | —        | —         | —          | 65-70 | 1,310              | —                | —             | 37.0                       | 20.0                           | 34.0                           | 4.0 | 1.0 | —               | —                 | —                | —                | —                             | — | — | — | — | — | — | — | — |

Fuel ratio =  $\frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile matter}}$

Properties of Imported Coal (U.S.A.)

| Country of Origin     | Brand          | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGI     | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |      |      |                 |                   |                  |                  |                               |   |
|-----------------------|----------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|---------|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|---|
|                       |                |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |         | Softening Point °C | Melting Point °C | Pour Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |   |
| U.S.A. (Eastern Part) | Kanawha        | 6,890                   | 6.90               | —                   | 10.50 | 35.80             | 46.90          | 76.3              | 5.4        | 1.4        | 6.2      | 0.75      | 1.31       | 49      | 1,482              | 1,492            | 1,482         | 52.94                      | 34.67                          | 3.30                           | 1.10 | 0.80 | 0.77            | 0.72              | 2.13             | —                | 0.67                          |   |
|                       | Drummond       | 6,390                   | 8.0                | —                   | 12.0  | 31.0              | 49.0           | 78.4              | 4.9        | 1.4        | 8.6      | 0.6       | 1.58       | 45      | —                  | —                | 1,353         | 40.4                       | 29.51                          | 13.49                          | 4.7  | 1.51 | 4.65            | 0.47              | 2.10             | 1.29             | 0.36                          |   |
|                       | Anherst 3A     | 7,110                   | 4.97               | —                   | 9.70  | 33.63             | 56.67          | 76.9              | 5.2        | 1.6        | 5.8      | 0.80      | 1.69       | 50      | 1,582              | 1,632            | 1,654         | 56.91                      | 31.86                          | 3.80                           | 0.62 | 0.82 | 0.71            | 0.93              | 2.59             | 1.33             | 0.15                          |   |
|                       | Elkhorn        | 7,555                   | 5.50               | —                   | 8.50  | 37.00             | 49.00          | —                 | —          | —          | —        | 0.85      | 1.32       | —       | —                  | 1,538            | —             | —                          | —                              | —                              | —    | —    | —               | —                 | —                | —                | —                             | — |
|                       | King           | 6,986                   | —                  | 7.30                | 5.80  | 41.89             | 45.01          | 74.4              | 5.7        | 1.5        | 11.4     | 0.65      | 1.07       | 48.5    | 1,296              | 1,366            | 1,432         | 64.1                       | 19.2                           | 3.67                           | 5.20 | —    | 2.95            | 2.25              | 0.87             | —                | —                             |   |
|                       | Orchard Valley | 6,300                   | —                  | 13.08               | 3.56  | 35.48             | 45.48          | 79.8              | 5.6        | 1.9        | 12.3     | 0.35      | 1.28       | 45      | —                  | 1,430            | —             | 45.66                      | 30.82                          | 3.36                           | 8.24 | 2.28 | 3.26            | 0.39              | 0.46             | —                | —                             | — |
|                       | Fowler         | 6,800                   | 5.6                | —                   | 7.8   | 35.0              | 50.6           | —                 | —          | —          | —        | 0.7       | 1.45       | 40      | —                  | 1,540            | —             | —                          | —                              | —                              | —    | —    | —               | —                 | —                | —                | —                             | — |
| U.S.A. (Western Part) | Brattah        | 7,020                   | —                  | 4.0                 | 7.94  | 41.45             | 46.61          | 71.56             | 6.04       | 1.51       | 12.10    | 0.52      | 1.12       | 50      | —                  | —                | —             | 47.3                       | 17.9                           | 5.5                            | 12.8 | 3.3  | —               | 1.5               | 0.5              | 1.2              | —                             |   |
|                       | Mt. Gison      | 6,560                   | —                  | 5.5                 | 10.18 | 36.86             | 47.46          | 69.45             | 5.33       | 1.64       | 12.23    | 0.57      | 1.29       | 51      | —                  | —                | —             | 47.6                       | 25.0                           | 10.3                           | 5.6  | 1.5  | —               | 2.4               | 0.9              | 0.9              | —                             |   |
|                       | Eagle Mine     | 6,320                   | —                  | 7.1                 | 8.72  | 36.88             | 47.30          | 70.03             | 4.96       | 1.46       | 13.70    | 0.46      | 1.28       | 47      | —                  | —                | —             | 58.3                       | 22.2                           | 3.1                            | 4.4  | 0.7  | —               | 4.2               | 0.9              | 0.7              | —                             |   |
|                       | Colo Wyo       | 6,510                   | —                  | 7.8                 | 4.93  | 36.44             | 50.83          | 73.22             | 4.97       | 1.6        | 14.38    | 0.47      | 1.39       | 50      | 1,295              | 1,326            | 1,344         | 43.4                       | 23.3                           | 5.4                            | 9.4  | 1.6  | —               | 3.1               | 0.6              | 1.0              | —                             |   |
|                       | Mayden Gulch   | 6,070                   | —                  | 9.6                 | 6.91  | 36.91             | 47.58          | 71.10             | 4.9        | 1.7        | 14.5     | 0.52      | 1.29       | 50      | 1,274              | 1,290            | 1,298         | 39.8                       | 25.3                           | 5.0                            | 11.8 | 3.0  | —               | 2.8               | 1.0              | 0.7              | —                             |   |
|                       | SUFOD          | 6,320                   | —                  | 6.9                 | 10.6  | 36.3              | 46.2           | 71.0              | 4.8        | 1.13       | 11.4     | 0.48      | 1.27       | 53      | 1,165              | 1,260            | 1,365         | 56.0                       | 15.7                           | 3.6                            | 10.7 | 2.2  | —               | 1.8               | 0.7              | 0.8              | —                             |   |
|                       | Kaiparowits    | 6,780                   | —                  | 4.0                 | 7.87  | 40.94             | 47.19          | 71.73             | 5.18       | 1.14       | 13.18    | 0.57      | 1.15       | 46      | —                  | —                | —             | 52.9                       | 17.6                           | 4.5                            | 10.9 | 2.4  | —               | 0.8               | 0.6              | 0.9              | —                             |   |
|                       | Seneca         | 6,210                   | —                  | 4.1                 | 12.96 | 36.50             | 46.44          | 66.63             | 4.64       | 1.37       | 12.91    | 0.93      | 1.27       | 38      | —                  | —                | —             | 60.8                       | 24.7                           | 2.4                            | 4.1  | 1.1  | —               | 0.9               | 1.2              | 0.7              | —                             |   |
|                       | Ebery          | 7,000                   | —                  | 3.3                 | 9.26  | 39.09             | 48.35          | 74.60             | 5.5        | 1.25       | 9.0      | 0.65      | 1.24       | 40      | —                  | —                | —             | 41.0                       | 16.5                           | 6.5                            | 14.5 | 4.2  | —               | 3.3               | 0.4              | 1.0              | —                             |   |
|                       | Corral Canyon  | 6,230                   | —                  | 5.3                 | 10.43 | 37.06             | 47.19          | 68.13             | 4.84       | 1.37       | 14.6     | 0.03      | 1.27       | 53      | —                  | —                | —             | 58.1                       | 23.0                           | 5.0                            | 5.0  | 1.7  | —               | 0.4               | 0.7              | 1.0              | —                             |   |
|                       | Plateau        | 6,700                   | —                  | 5.5                 | 9.45  | 41.48             | 43.57          | 67.20             | 4.66       | 1.29       | 16.09    | 0.76      | 1.05       | 45 - 50 | 1,282              | 1,357            | 1,421         | 62.2                       | 17.6                           | 3.5                            | 4.8  | 1.2  | —               | 0.7               | 0.9              | 1.0              | —                             |   |
|                       | King Mine      | 6,850                   | —                  | 5.0                 | 11.43 | 41.28             | 42.29          | 71.87             | 5.45       | 0.98       | 9.15     | 0.52      | 1.02       | 43 - 46 | —                  | —                | —             | 62.5                       | 18.3                           | 4.3                            | 4.6  | 0.9  | —               | 1.6               | 1.4              | 1.0              | —                             |   |
|                       | Soldier Creek  | 6,610                   | —                  | 3.8                 | 10.34 | 37.76             | 48.10          | 71.84             | 5.23       | 1.39       | 12.67    | 0.54      | 1.27       | 55      | —                  | —                | —             | 65.0                       | 18.8                           | 2.1                            | 6.1  | 1.4  | —               | 0.6               | 0.3              | 0.9              | —                             |   |

Fuel ratio =  $\frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile Matter}}$

Properties of Imported Coal (Australia)

| Country of Origin | Brand                | Calorific Value kcal/kg | Surface Moisture % | Proximate Analysis  |       |                   |                | Ultimate Analysis |            |            |          |           | Fuel ratio | HGT     | Fusibility of Ash  |                  |               | Ultimate Analysis of Ash % |                                |                                |           |           |                 |                   |                  |                  |                               |
|-------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------|-------------------|----------------|-------------------|------------|------------|----------|-----------|------------|---------|--------------------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
|                   |                      |                         |                    | Inherent Moisture % | Ash % | Volatile Matter % | Fixed Carbon % | Carbon %          | Hydrogen % | Nitrogen % | Oxygen % | Sulphur % |            |         | Softening Point °C | Melting Point °C | Pour Point °C | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO       | MgO       | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| Australia         | Lemington (A)        | 7,060                   | 7.0                | 4.0                 | 8.5   | 39.5              | 48.0           | 72.8              | 4.7        | 1.6        | 11.6     | 0.44      | 1.22       | 47      | 1,440              | 1,510            | 1,530         | 74.8                       | 14.1                           | 6.3                            | —         | 0.4       | 0.9             | 0.3               | 0.5              | 0.5              | 0.1                           |
|                   | (B)                  | 6,860                   | 7.0                | 2.3                 | 9.0   | 34.0              | 54.0           | 80.3              | 5.0        | 1.7        | 12.4     | 0.59      | 1.59       | 48      | 1,260              | 1,300            | 1,325         | 51.7                       | 22.6                           | 9.55                           | 5.70      | 1.60      | 3.50            | 1.90              | 1.42             | 2.03             | 0.91                          |
|                   | Work Worth           | 6,670                   | 7.0                | 3.2                 | 13.8  | 29.3              | 53.7           | 68.3              | 4.4        | 1.5        | 11.1     | 0.47      | 1.83       | 49      | 1,400              | 1,550            | 1,560         | 75.5                       | 18.1                           | 2.7                            | —         | 0.2       | 0.7             | 0.1               | —                | 0.6              | —                             |
|                   | Hunter Valley        | 6,800                   | 9.0                | 3.5                 | 13.5  | 34.0              | 49.0           | 82.2              | 5.1        | 1.8        | 10.5     | 0.6       | 1.44       | 55      | 1,500              | 1,570            | >1,600        | 68.6                       | 24.0                           | 2.7                            | 0.7       | —         | —               | 0.5               | 1.1              | 1.1              | 0.3                           |
|                   | Lithgow              | 6,400                   | 7.0                | 3.2                 | 17.4  | 29.2              | 50.2           | 67.5              | 4.2        | 1.5        | 8.2      | 0.59      | 1.72       | 39      | 1,500              | 1,500            | 1,500         | 60.7                       | 30.6                           | 0.6                            | —         | 0.2       | 1.3             | 0.1               | 3.0              | 0.5              | 0.1                           |
|                   | Invincible           | 6,720                   | 8.0                | 2.5                 | 16.5  | 30.0              | 51.0           | 83.3              | 5.4        | 1.9        | 8.6      | 0.7       | 1.70       | 48 - 55 | >1,600             | >1,600           | >1,600        | 69.1                       | 25.1                           | 0.25                           | 0.26      | 0.27      | 0.40            | 0.30              | 0.60             | —                | —                             |
|                   | Croze Valley         | 6,570                   | 8.0                | 2.5                 | 17.0  | 24.5              | 56.0           | 84.0              | 4.5        | 1.6        | 9.1      | 0.4       | 2.29       | 50 - 55 | >1,600             | >1,600           | >1,600        | 66.2                       | 32.0                           | 0.71                           | 0.09      | 0.22      | 0.93            | 0.30              | 0.60             | —                | —                             |
|                   | Ulan                 | 7,070                   | 7.6                | 3.3                 | 10.8  | 33.4              | 52.5           | 74.1              | 4.3        | 1.6        | 8.3      | 0.5       | 1.57       | 48      | 1,500              | 1,500            | 1,500         | 80.42                      | 13.87                          | 2.81                           | 0.64      | 0.15      | 0.98            | 0.06              | 0.28             | 0.64             | 0.11                          |
|                   | Wambo                | 6,700                   | 9.0                | 3.0                 | 14.0  | 32.0              | 51.0           | 82.9              | 5.5        | 1.6        | 9.5      | 0.5       | 1.59       | 47 - 51 | 1,280              | 1,400            | 1,460         | 67.8                       | 18.6                           | 5.37                           | 1.72      | 2.23      | 1.66            | 0.63              | 1.07             | —                | —                             |
|                   | Blair Athol          | 6,540                   | 16.0               | 7.5                 | 8.2   | 27.6              | 56.7           | 82.2              | 4.6        | 1.9        | 10.9     | 0.3       | 2.05       | 70      | 1,490              | 1,560            | 1,600         | 62.4                       | 31.7                           | 2.0                            | 1.1       | 0.3       | 0.4             | 0.2               | 0.2              | —                | —                             |
|                   | South Blackwater (A) | 6,370                   | 8.5                | 6.8                 | 10.5  | 24.3              | 58.4           | 70.7              | 3.7        | 1.28       | 13.2     | 0.28      | 2.40       | 72      | 1,500              | 1,540            | 1,540         | 50.8                       | 35.0                           | 3.5                            | 0.3       | 0.8       | 2.2             | 0.4               | 0.3              | 2.3              | 0.8                           |
|                   | (B)                  | 5,960                   | 7.0                | 6.2                 | 13.1  | 27.4              | 53.3           | 76.7              | 4.2        | 1.4        | 17.4     | 0.33      | 1.95       | 80      | 1,480              | 1,500 or more    | 1,500 or more | 54.1                       | 32.6                           | 5.91                           | 1.50      | 0.48      | 0.05            | 1.74              | 0.51             | 2.08             | 0.91                          |
|                   | Bagabri              | 7,510                   | 7.0                | 4.0                 | 5.2   | 35.6              | 55.2           | 78.5              | 5.0        | 1.7        | 9.0      | 0.4       | 1.55       | 52      | —                  | —                | —             | 67.5                       | 22.2                           | 3.4                            | 1.0       | 0.4       | 0.4             | 0.3               | 0.9              | 1.5              | 0.4                           |
|                   | Glendell             | 7,510                   | 7.4                | 2.8                 | 13.5  | 33.1              | 50.9           | —                 | —          | —          | —        | 0.85      | 1.54       | 47 - 50 | —                  | —                | —             | 61.5                       | 27.9                           | 4.1                            | 0.68      | 0.91      | 1.07            | 0.51              | 0.61             | 1.76             | —                             |
|                   | Mt. Arther South     | 6,800                   | 7.0                | 3.5                 | 14.0  | 30.0              | 52.5           | 66.7              | 4.3        | 1.7        | 10.7     | 0.5       | 1.74       | 51 - 53 | —                  | —                | —             | 69.36                      | 14.81                          | 4.70                           | 4.17      | 1.86      | 1.72            | 0.51              | 0.95             | 0.65             | 0.44                          |
|                   | Wallamaine           | 6,550                   | 7.0                | 2.5                 | 16.0  | 29.0              | 52.5           | —                 | —          | —          | —        | 0.6       | 1.81       | 47      | —                  | —                | —             | 65 - 76                    | 11 - 22                        | 3 - 6                          | 0.4 - 1.8 | 0.4 - 1.1 | 0.05 - 1.7      | 0.5 - 1.05        | 1.05 - 5.70      | 0.65 - 1.32      | 0.06 - 0.14                   |
|                   | Saxonbale            | 6,530                   | 7.0                | 3.8                 | 16.1  | 27.3              | 52.8           | 70.8              | 4.4        | 1.49       | 6.2      | 0.4       | 1.93       | 47      | 1,465              | 1,500 or more    | 1,500 or more | 72.8                       | 20.3                           | 1.7                            | 0.3       | 0.3       | 0.1             | 0.3               | 1.6              | 0.5              | 0.1                           |
|                   | BHP                  | 6,690                   | 7.0                | 3.0                 | 15.6  | 30.9              | 50.5           | 70.1              | 4.7        | 1.72       | 7.0      | 0.4       | 1.63       | 52      | 1,355              | 1,500 or more    | 1,500 or more | 64.2                       | 23.1                           | 4.1                            | 3.9       | 0.7       | 0.3             | 0.8               | 1.2              | 0.9              | 0.7                           |
|                   | Black Hill           | 7,610                   | 7.0                | 1.9                 | 7.9   | 27.1              | 63.1           | 79.8              | 5.0        | 1.94       | 4.1      | 1.09      | 2.33       | 68      | 1,500 or more      | 1,500 or more    | 1,500 or more | 58.1                       | 28.8                           | 6.15                           | 0.90      | 0.42      | 0.43            | 0.17              | 0.47             | 1.79             | 0.85                          |
|                   | Newlands             | 6,800                   | 8.0                | 2.7                 | 14.0  | 25.8              | 57.5           | 84.4              | 5.0        | 1.7        | 8.4      | 0.51      | 2.23       | 54      | 1,550              | —                | >1,600        | 53.5                       | 37.5                           | 2.4                            | 0.7       | 0.4       | 0.4             | 0.4               | 0.5              | 1.8              | 1.3                           |
| Briglow           | 6,120                | 8.38                    | 9.3                | 12.5                | 40.5  | 37.7              | 67.2           | 5.1               | 0.85       | 12.6       | 0.46     | 0.93      | 38         | 1,370   | 1,500              | 1,520            | 54.9          | 28.3                       | 3.8                            | 4.7                            | 1.4       | 2.65      | 0.96            | 0.40              | —                | 0.1              |                               |
| Theodore          | 6,500                | 7.0                     | 4.5                | 13.7                | 31.1  | 50.7              | 69.5           | 4.6               | 1.7        | 9.1        | 0.8      | 1.63      | 56         | —       | —                  | —                | 55.52         | 25.44                      | 8.49                           | 3.84                           | 1.3       | 1.3       | 0.72            | 1.63              | 0.63             | 0.53             |                               |
| Wandean           | 6,260                | 7.06                    | 7.9                | 10.6                | 40.5  | 40.9              | 77.2           | 6.1               | 0.94       | 15.5       | 0.34     | 1.01      | 31         | —       | —                  | —                | 52.05         | 29.0                       | 3.22                           | 5.2                            | 1.93      | —         | 2.14            | 0.56              | 1.32             | 0.13             |                               |
| Winchester South  | 7,280                | 7.0                     | 2.3                | 12.0                | 23.0  | 62.7              | 77.1           | 4.1               | 1.36       | 5.1        | 0.44     | 2.73      | 75-60      | 1,230   | 1,400              | 1,400            | —             | —                          | —                              | —                              | —         | —         | —               | —                 | —                | —                |                               |
| Westfalen         | 5,700                | 9.4                     | 2.9                | 20.9                | 28.9  | 44.8              | 64.4           | 4.4               | 1.15       | 8.3        | 0.21     | 1.55      | 52         | 1,370   | 1,600              | —                | 55.6          | 30.7                       | 3.29                           | 2.64                           | 1.61      | 1.49      | 0.14            | 0.41              | 2.13             | 0.40             |                               |

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile matter}}$$





## 4-1-2 重油及びガス

## 1) 重油

原油はエジプト国の主要なる鉱産物の一つであり、主なる産出地点は、スエズ湾側のシナイ半島の海岸沿いに連なり一部は対岸のエジプト本上側にある。生産量も年々増加し相当量を輸出しているし、スエズ市に製油所もあり燃料の供給は充分である。表4-16に油の生産量を示す。

表4-16 油の生産量

|  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Crude Oil<br>(10 <sup>6</sup> tons)          | 19.0  | 20.8  | 24.3  | 26.3  | 29.4  |
| Mazout Oil<br>(10 <sup>3</sup> tons)         | 5,056 | 5,254 | 5,437 | 5,536 | 6,413 |
| Gas Oil&Diesel<br>Oil (10 <sup>3</sup> tons) | 1,717 | 1,961 | 2,190 | 2,280 | 2,519 |

Data Source: statistical year Book of Egypt, July 1981

前述の通り、石炭供給に支障を来たすような不測の事態に備えて国内産重油を発電所内に予備燃料として備蓄し、重油専焼火力としても運転し得る Dual type を採用している。また重油は石炭専焼時の場合も助燃として重油を使用する。即ち、発電機併列後、ミル併入時(約25%負荷)迄重油を使用するが、石炭専焼時低カロリー炭を使用する場合は燃焼不安定のおそれがあり、失火防止のため重油を使用するものとする。

## a 重油の品位

| Brand name                | Mazaut            |   |
|---------------------------|-------------------|---|
| Flash Point.              | 200°F (93.3°C)    | max 150 °F (65.6°C)                         |
| Viscosity.                | 170 cst at 50°C   | RI at 100 °F (37.8°C)<br>max 2000 sec       |
| Pour point.               | 35 °C             | max 100 °F (37.8°C)                         |
| Carbon residue.           | 11.0 wt %         | max 11 wt %                                 |
| Moisture. (water content) | 0.2 vol %         | max 1 %                                     |
| Ash.                      | 0.1 wt %          | max 0.1 %                                   |
| Sulphur.                  | 2.3 wt %          | max 2.5 %                                   |
| Specific gravity.         | Aver 0.94 15/4 °C | max 0.99 15/4 °C                            |
| Calorific value.          | 10,500 kcal/kg    | min 10,000 kcal/kg<br>(low calorific value) |

## b 重油の消費量

重油専焼として年間  $1,000 \times 10^3$  kl

## c 重油の輸送

重油はスエズ製油所より 5,000 klタンカ或いはバージで発電所棧橋まで海送し、パイプラインにより受人れる。

注： 製油所より、発電所までのパイプラインの設置については、スエズ市街地内の通過、スエズ運河渡河等問題があるので考えない。

## 2) ガス

ガスは、エジプト本土側、Western desertの Abu garadie に天然ガスを産出し、カイロ近郊の Helwan 迄パイプラインがあるが、Helwan より発電所迄直線距離で 120 km もあり、結ぶとしても途中山岳地帯、砂漠スエズ運河の渡河と問題があり、天然ガスの使用は問題がある。又エジプト本土側の Ain Sukhna よりパイプラインにより石油ガスの供給が考えられるが、輸送距離がスエズ市、スエズ運河径由で約 80 km あり、配管ルートも一部急峻な山が海岸に迫り、難工事が予想され、実現性が疑問視されるので、燃料としてガスの使用は本計画では考えない。

従って Ayun Musa がシナイ半島に立地すること、天然ガスの今後の開発の可能性が確定していないことから Ayun Musa 発電所の予備燃料としては不適當である。

参考までに Abu garadic (Western desert)、及び現在建設中の Ataka P/S への供給の天然ガスの品位を下表に示す。

| Brand nama                                       | Abu garadic<br>(Western desert) | Ataka P/S                            |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Carbonic acid gas.<br>(vol%)(CO <sub>2</sub> )   | 3.68                            | 0.688                                |
| Nitrogen. (vol%)(N <sub>2</sub> )                | 0.45                            | 0.385                                |
| Methane. (vol%)(CH <sub>4</sub> )                | 85.09                           | 92.766                               |
| Ethane. (vol%)(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )   | 8.44                            | 4.117                                |
| Propane. (vol%)(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )  | 2.17                            | 1.211                                |
| Butane. (vol%)(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )  | 0.16                            | 0.529                                |
| Pentane. (vol%)(C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) | 0.01                            | 0.165                                |
| Hexane. (vol%)(C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )  | --                              | 0.138                                |
| Specific gravity.                                | 0.6556                          | 0.607 at 60°F                        |
| Calorific value.<br>(kcal/Nm <sup>3</sup> )      | 9,506                           | 9,545<br>kcal/m <sup>3</sup> at 60°F |
| Remark   |                                 |                                      |

## 4-1-3 軽油

ボイラ点火より発電機併列迄、又非常用ガスタービンに軽油を使用する。

揚運炭用ブルドーザはグレードの異なるガソイルを使用する。

## a 軽油の品位

| Brand name                               |             | gas oil              | diesel oil  | light oil |
|--|-------------|----------------------|-------------|-----------|
| Specific gravity (15/4 °C)               |             | min 0.82<br>max 0.87 | min 0.840   | min 0.85  |
| Color ASTM.                              |             | max 4.5              | —           | —         |
| Flash point P.M closed (°C)              |             | min 55               | min 65      | min 65    |
| Viscosity red 1(d) 100 (°F)<br>(37.8 °C) |             | min 30<br>max 45     | —<br>max 60 | —         |
| Pour point. (°C)                         | winter. (2) | max 4.5              | max 13      | max 4.5   |
|  | summer. (2) | max 10               | max 16      | max 12.5  |
| Sediment. (% wt.)                        |             | max 0.01             | max 0.1     | —         |
| Water Content. (% vol.)                  |             | max 0.15             | max 0.25    | —         |
| Ash content. (% wt.)                     |             | max 0.01             | max 0.03    | —         |
| Conradson carbon. (% wt.)                |             | max 0.1 (1)          | max 2.0     | max 0.08  |
| Total sulphur content. (% wt.)           |             | max 1.5              | max 2       | max 1.0   |
| calorific value (gross) kcal/kg          |             | 10,550               | 10,250      | 10,900    |

(1) On 10% residue from distillation.

(2) Winter : From 1 st of November to end of March.  
Summer : From 1 st of April to end of October.

## b 軽油の消費量

年間冷機、冷缶で10回発停するとして 700 kl

年間非常用ガスタービンを1週間運転するとして 1,100 kl

合計 1,800 kl

年間ブルドーザ運転用 約 50 kl

## c 軽油の輸送

a) 軽油はスエズ製油所よりタンクローリにより受入れる。

注： 製油所より、発電所までのパイプラインの設置については、スエズ市街地内の通過、スエズ運河渡河等問題があるので考えない。

## 4-1-4 発電所予備燃料の決定

前述の表 4-16 に示す通り、重油の生産は年々増加し、輸出もされており、製油所も海路 10km のスエズ市にあるが、パイプラインの布設はスエズ市内の通過スエズ運河の渡河等問題があり、且敷設費も高くなるのでタンカーまたはバージによる供給を考慮すると、安定供給に不安はない。

ガスについてのパイプラインを考慮すると 4-1-2, 2) で述べた通りに問題点があり、建設単価が 20 万円/m ( 870 US\$/m・\$=¥230) と高価になる。

従って、予備燃料は重油とする。

## 4-2 発電所・港湾地点の選定および送電線ルート・変電所地点の選定

## 4-2-1 発電所港湾地点の選定

## 1) 発電所地点選定条件

火力発電所地点の選定に際しては、次の様な条件が考慮されなければならない。

- a 復水器用冷却水が豊富に得られること。
- b 工業用水が豊富にかつ容易に得られること。尚工業用水が得られにくい場合には、別途海水淡水化装置により確保されること。
- c 貯炭場、灰捨場を含めて十分な広さの発電所用地が確保されること。又、地形上、洪水、台風、高潮、塩害、風害等を受ける恐れがないこと。
- d 燃料の搬入に便利であること。船舶輸送の場合は、港湾建設に適していること、即ち停泊余地、水深、波浪等に対して条件のよいことや荷役設備を作るのに便利なこと、あるいは貨車輸送による場合は交通が便利であること。
- e 発電所主要機器は基礎の不等沈下を避けるように最適な地盤条件を、持つ土地に建設されること。
- f 送電線の引き出し設備配置は工事が簡単で、送電線が短くなる様に、建設費の低減、送電ロスの低減また安定した送電を考慮すること。
- g 港湾、道路等の交通が整備され、建設資機材及び機器の輸送に便利であること。
- h 炭じん、降灰、ばい煙、振動、騒音などの公害を他に及ぼさないこと。
- i 建設に必要な労働力が得やすいこと。

## 2) 港湾地点選定条件

- a 陸上の発電所との連絡が良いこと。

- b 成るべく水深の深い所を有効に利用出来、且、入港航路の長さを短かく取れること…………… 浚渫土量が少ないで済む。
- c 既設航路との連繋が良いこと。
- d 既存の既得権益（待船区域・投錨区域等）の存在しないこと。
- e 他の航行船舶とのトラブルが成るべく少ないこと。
- f スエズ湾内の将来の開発計画に成るべく支障の少ないこと。
- g 土質が費用の安いポンプ浚渫の可能なこと。

### 3) 北 Ayun Musa 地点の選定

本プロジェクトの発電所地点としてシナイ半島の南 Ayun Musa, Abu Zenima およびエジプト本土側の EL Galala, Zafarana が揚げられ、また港湾地点としては上記4地点の外にシナイ半島地中海側 EI Arish, エジプト本土地中海側 EL Dekhela および Damietta が候補地として揚げられていたが、最終的にスエズ湾内候補地点に限定することになった。

かくして、発電所、輸入炭荷揚げ港の候補地点はすべてスエズ湾内にあり、したがって既設発電所から需要地迄の送電系統は、候補地点よりスエズ市を經由して既設カイロまでの220KV×2cct 幹線への連系を基本とした発電立地条件が優先的に考慮されることになった。

また、発電所地点と港湾設備地点とを別別に考えることは不経済であるので、発電所と輸入炭荷揚げを同一地点と考える案を採用した。

海象、地形、地質、送電線ルート、スエズ運河渡河地点及び開閉所地点の調査検討の結果北 Ayun Musa 地点を選定した。

北 Ayun Musa の地点特性の概況は下記の通りである。

#### a 地形、地質

##### a) 発電所地点及び送電線ルート

国道66号線の地形測点No 10～17の南西約1,700m付近を中心とした500m×1,200mの敷地に1,200MWの発電所とその付帯



設備を設置するが標高は約2.00m前後で、発電所敷地高EL 4.00mに対して約2.00mの盛土が必要。

(国道側はEL 10.00mで切盛作業容易) 工事用仮設備の設置及び工事用機械の使用は極めて容易。

地盤は、表層約1.00mは細砂で取除く必要があるが、約3.00m以下は、補機基礎、付属建屋基礎に適している。

(図4-11~4-12参照)

また、主要機器基礎として約10.00m以下は、支持力が期待出来るが、安全のために20m程度の杭基礎とすれば十分に安全。

送電線ルート of 地形はほぼ平坦で、支持物の設定及び架線工事は容易。

#### b) 港湾地点

発電所地点海岸線より水深約6.00mまでの距離は約2.7Kmと遠浅である。したがって、燃料荷揚げバース位置は発電所より約2,700mの沖合になり、したがって燃料運搬用突堤長は2,700mとなる。

海底地質は陸上部とほぼ同一で、砂、砂質性シルト、粘土、半固結泥岩などを主体とするものである。

したがって、スエズ運河へのアプローチ水路より荷揚げ港までの分岐路の浚渫量約3,900,000m<sup>3</sup>の工事は容易であり、これらの浚渫土はすべて発電所までの燃料運搬用突堤のための盛土に利用し、工事費の節減を計ると共に湾内廃棄処理問題を解消しうる。

上記のとおり of 北Ayun Musa地点は、総合的に他の候補地点よりすぐれていることが確認され、EEAとの打合せの結果北Ayun Musa地点をもってシナイ石炭火力発電所プロジェクトとして推進することになった。

なお、現地踏査を行なった各地点の比較を以下に示す。

## 立地比較総括

表4-17(1) 立地

|   | 北 Ayun Musa   | 南 Ayun Musa   | Abu-Zenima  | Zafarana  | Remarks   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. 立地<br>スエズ市までの直線距離<br>スエズ港からの海路距離<br>マグハラ炭鉱からの距離<br>連系送電線のルート延長 | シナイ半島スエズ湾岸<br>約 6 km<br>約 3.5 miles<br>(5.6 km)<br>約 230 km<br>(陸路)<br>約 42 km<br>(スエズ運河越え) | シナイ半島スエズ湾岸<br>約 18 km<br>約 7.5 miles<br>(12.1 km)<br>約 240 km<br>(陸路)<br>約 51 km<br>(スエズ運河越え) | シナイ半島スエズ湾岸<br>約 120 km<br>約 65 miles<br>(104.7 km)<br>約 320 km<br>(陸路)<br>約 167 km<br>(スエズ運河越え) | 本土側スエズ湾岸<br>約 100 km<br>約 52 miles<br>(83.7 km)<br>約 260 km (陸路)<br>約 35 km (海路)<br>約 130 km<br>(本土側国道沿い) | 建設のための基地となる中心都市であり、送電線の連系地点からの距離。<br>建設中の輸入機材、完成後の輸入燃料の通関諸手続地点からの距離。<br>燃料の安定供給問題と輸送費。<br>建設費と完成後の設備管理問題。 |
| 順位  | ①   | ②   | ③   | ④   |   |

表4-17(2) 設備条件

|                   |  |   |  |  |                        |
|-------------------|--|---|--|--|------------------------|
| 2. 設備条件<br>1) 発電所 | 1,200MW発電所用地として1200m×500mを確保すること可能。<br>灰捨場用地問題なし。<br>特殊な工法必要なし。<br>国道付近EL約11mより海岸線までの約2,000mは、なだらかな勾配。<br>取付道路、工事施工、完成後の運用良好   | 同左<br>国道付近EL約40m、発電所付近もEL約30~40m、海岸線急勾配。<br>敷地造成費割高、進入道路約5,000m、施工及び完成後の管理は特に問題なし。  | 同左<br>立地は国道沿いで便利、EL約20mで、海岸線までゆるやかな勾配。<br>敷地造成、進入路、完成後の管理問題なし。<br>堆積岩多し、掘削費割高。   | 同左<br>本土側国道沿い便利、EL約30mの台地で海岸線やや急勾配、堆積岩層多く造成費、基礎工事費は割高。   | 計画、設計、工事費<br>施工に関する問題点 |
| 2) 港湾             | 遠浅で、水深6.00mまでの距離は約2,700m。<br>スエズ運河への接近航路までは約4,700m。<br>付近に運河通航用の待船区域なく、また接近航路浚渫土捨場もない。<br>海底表層は、主に砂、砂質シルト及び余り発達していないコーラルで1.00~5.00m、その下層は泥岩と一部石灰岩である。石灰岩は余り多くない。<br>60,000DWT coaler用として<br>Jetty長: 2,700m<br>Dredging Vol: 3,900,000 m <sup>3</sup> | 北Ayun Musaより遠浅でなく、水深5.00mまで約500~1,000m、海岸線には山約300~500mの範囲でコーラルが発達している。<br>運河通航船用の待船指定区域あり。<br>また、運河への接近航路浚渫土捨場あり。<br>北Ayun Musaとはほぼ同様の地質であるが、コーラルが発達しており、石灰岩層もかなり多く、浚渫費用及び荷物設備基礎工事費が高つく。<br>60,000DWT coaler用として、<br>Jetty長: 1,000m<br>Dredging Vol: 4,500,000 m <sup>3</sup> | 湾内の最適地はすでに石油専用港が設けられている。<br>南側には、海岸線に鉄道があり、かなりの遠浅で、コーラルもあり不適当。<br>石油専用港北側は、海岸線より約500mで、水深約10.00mが確保出来る。<br>海岸線は、コーラルが発達、待船指定区域及び土捨場なし。取水口に石油港からの汚染に対して防護が必要。<br>ただし、最大波高4.00mを設計上考慮すること。<br>60,000DWT coaler用として<br>Jetty長: 300m<br>Dredging Vol: 500,000 m <sup>3</sup> | 西側陸地部は砂岩、石灰岩、泥岩などで構成された山岳が海岸線まで発達しており、周辺海域には、これら中生代、古生代の堆積岩によりやや遠浅となっている。<br>海岸より2,000mで水深約10.90m、3,500mで約20.00mとなっている。<br>サイトに隣接して、軍専用の岸壁がある。<br>海底表層には、砂、及び砂質シルトが薄く堆積し、下層には一部石灰岩もあり、浚渫工事が困難。<br>待船指定区域なし。<br>最大波高4.00mを考慮せねばならない。<br>60,000DWT coaler用として、<br>Jetty長: 2,000m<br>Dredging Vol: 1,500,000 m <sup>3</sup> |                        |



表 4 - 17 (3) 建設費比較

|             | 北Ayun Musa   | 南Ayun Musa  | Abu-zenima                                  | Zafarana  | 備 考               |
|-------------|--|---|---|---|-------------------|
| 3. 建設費概算比較  |  |   |   |   |                   |
| 1) 機器設備費    | US\$<br>(393.4×10 <sup>6</sup> ) 0.67<br>1.00 - Base<br>順位 ③ | 主として、ベル<br>トコンパが<br>1,700 m 短<br>かい ②<br>0.98         | 主として、<br>ベルトコンパ<br>2,500 m<br>短かい ①<br>0.95 | 1.00<br>③   | ( ) 工事費は<br>第7章参照 |
| 2) 土木、建築工事費 | US\$<br>(95.7×10 <sup>6</sup> ) 0.16<br>1.00 - Base<br>順位 ②  | 主として、<br>敷地造成費が<br>高、 ③<br>1.03                       | 主として、<br>取放水口が<br>短かい ①<br>0.98             | 1.00<br>②   |                   |
| 3) 港湾工事費    | US\$<br>(43.6×10 <sup>6</sup> ) 0.07<br>1.00 - Base<br>順位 ③  | 主として、<br>浚渫量<br>600,000 m <sup>2</sup><br>大 ④<br>1.30 | 主として、<br>突堤長が<br>2,200 m<br>短かい ①<br>0.60   | 主として、<br>浚渫量<br>2,400,000<br>m <sup>2</sup> 小 ②<br>0.90 |                   |
| 4) 送電、変電工事費 | (56.1×10 <sup>6</sup> US\$) 0.10<br>1.00 - Base<br>順位 ①      | 1.11 送電線 12 km<br>長い ②                                | 2.14 送電線 125 km<br>長い ④                     | 1.46 送電線長 88 km<br>長い ③                                 |                   |
|             | (588.8×10 <sup>6</sup> us\$) 1.00                            |   |   |   |                   |

表 4 - 17 (4) 順位表

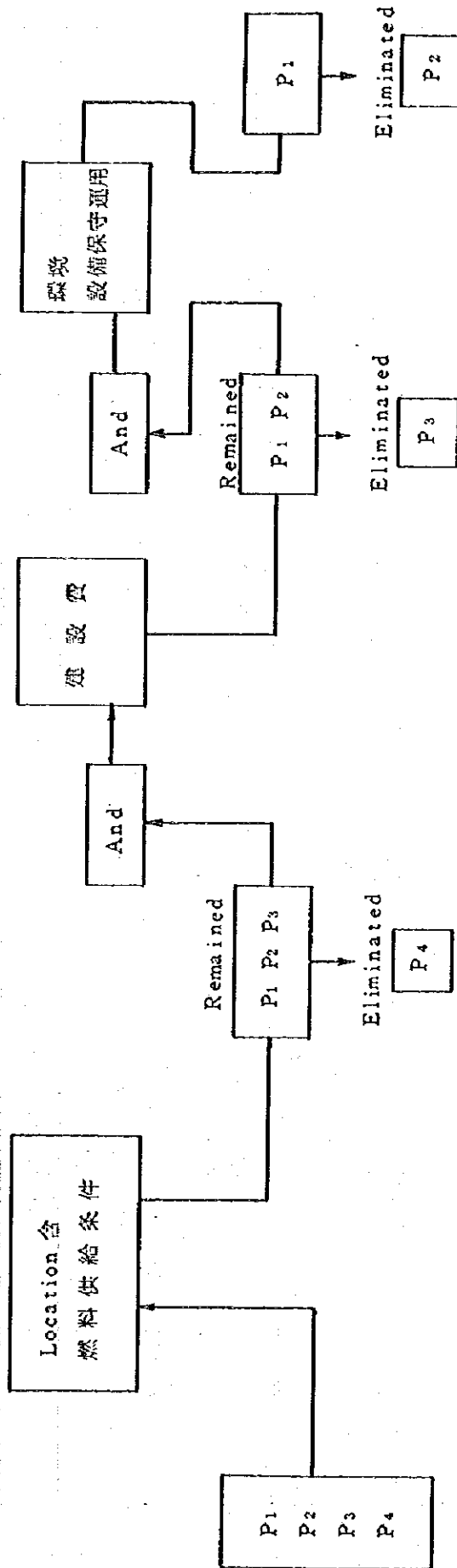
|          | 北Ayun Musa                                | 南Ayun Musa                                | Abu-zenima                                | Zafarana                                  | 備 考 |
|----------|---|---|---|---|-----|
| 立地順位     | ①   | ②   | ③   | ④   |     |
| 建設費順位    | 0.67<br>0.16<br>0.07<br>0.10<br>1.00<br>① | 0.66<br>0.16<br>0.09<br>0.11<br>1.02<br>② | 0.64<br>0.16<br>0.04<br>0.21<br>1.05<br>④ | 0.67<br>0.16<br>0.06<br>0.15<br>1.04<br>③ |     |
| 送電機士港電線計 |   |   |   |   |     |
| 総合順位     | ①   | ②   | ③   | ④   |     |

表 4-17(5)

Logic Diagram

for decision of the site

- 北 Ayun Musa P<sub>1</sub>
- 南 Ayun Musa P<sub>2</sub>
- Abu Zenima P<sub>3</sub>
- Zafarana P<sub>4</sub>



(主として maghra 炭の陸路および船による輸送問題、隣接軍港との関連。)

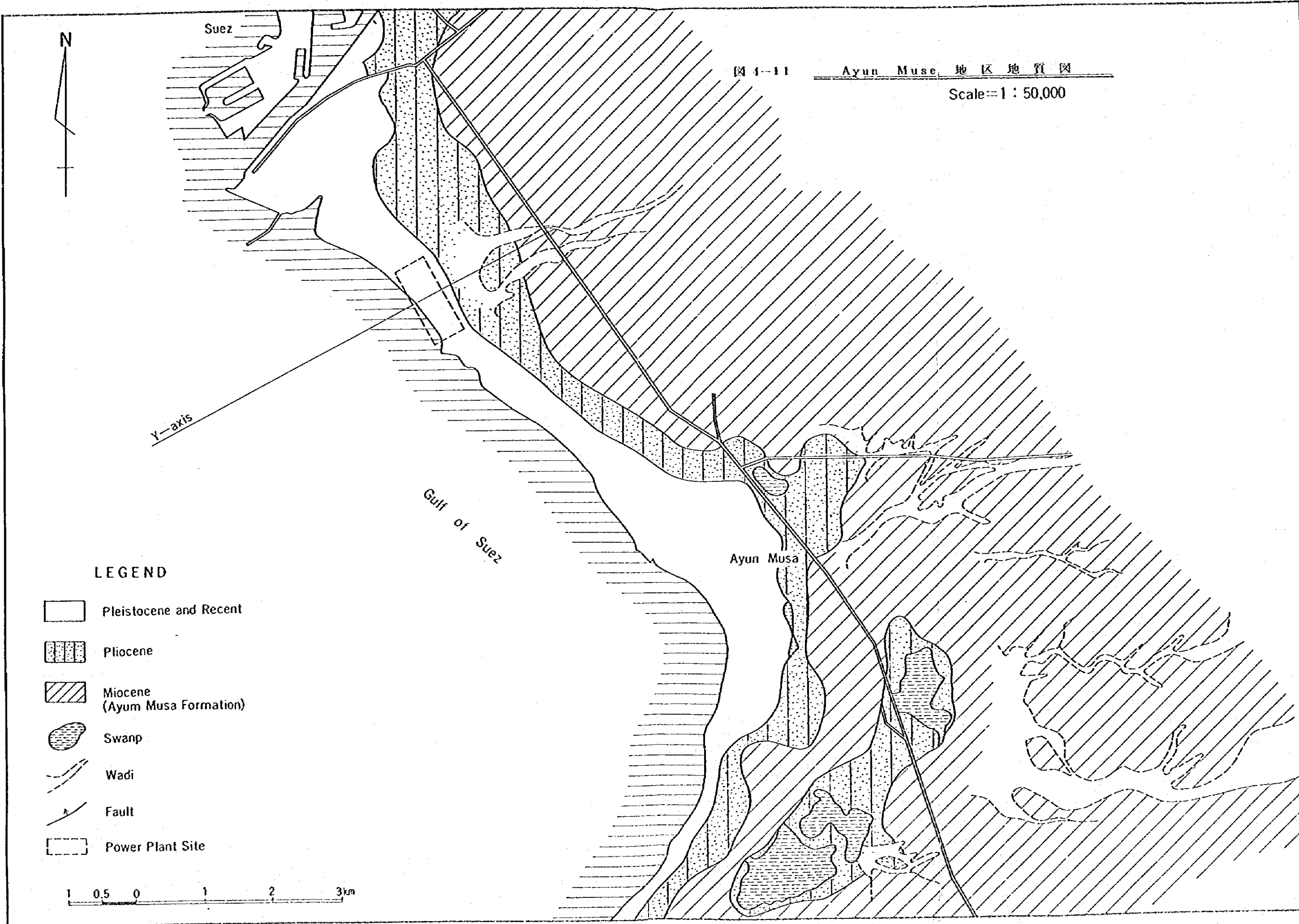
(工事費が P<sub>1</sub> の 1.04 倍隣接石油港あり。)

(主として荷揚港周辺に Waiting Area やスエズ航路の浚渫土捨場があり、完成後の維持運用に問題。)








图 1-11

Ayun Musa 地区地质图

Scale=1:50,000



LEGEND

-  Pleistocene and Recent
-  Pliocene
-  Miocene (Ayun Musa Formation)
-  Swamp
-  Wadi
-  Fault
-  Power Plant Site

1 0.5 0 1 2 3km

图 1-12 Y 轴断面图

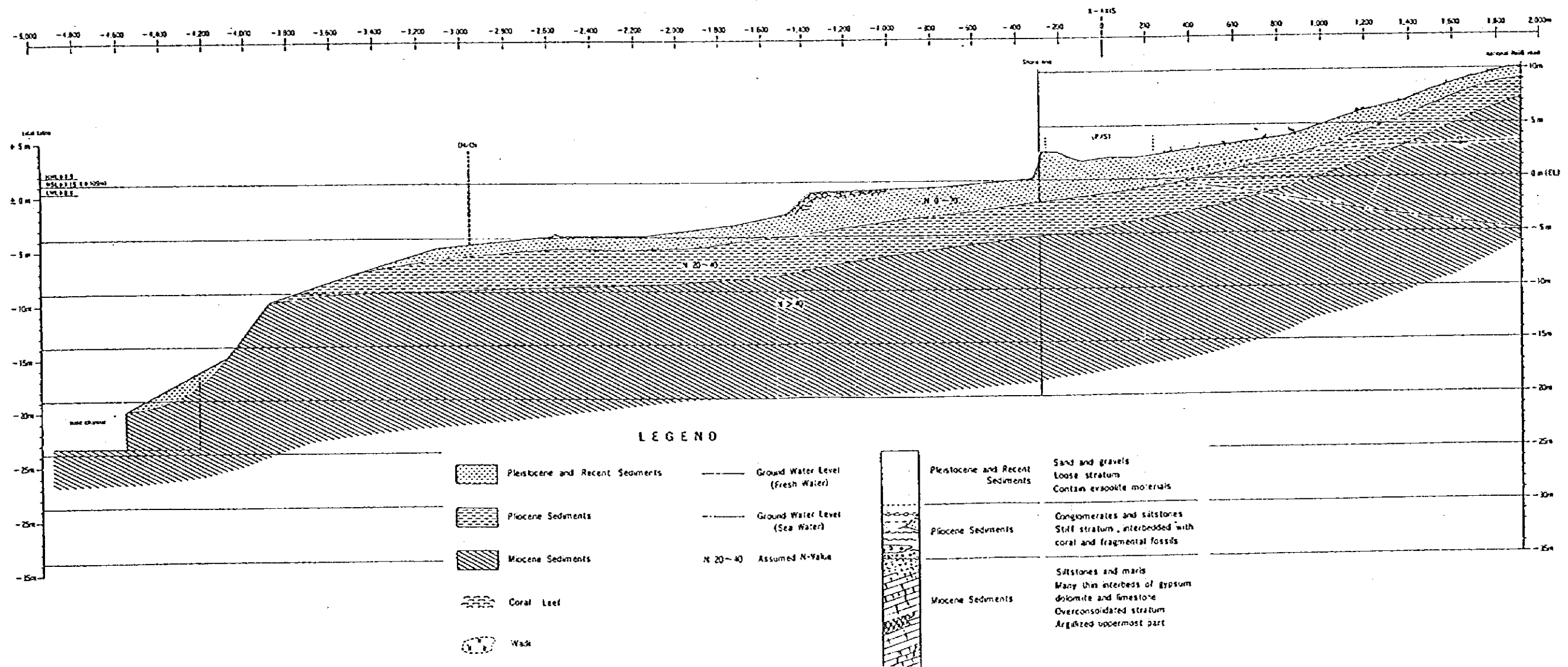
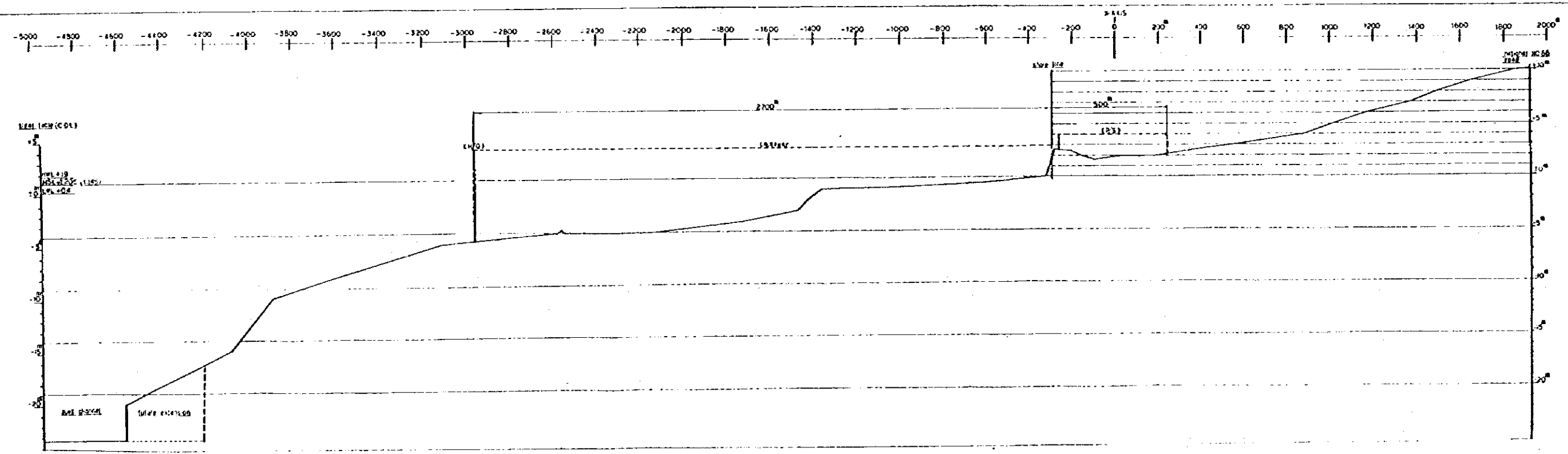
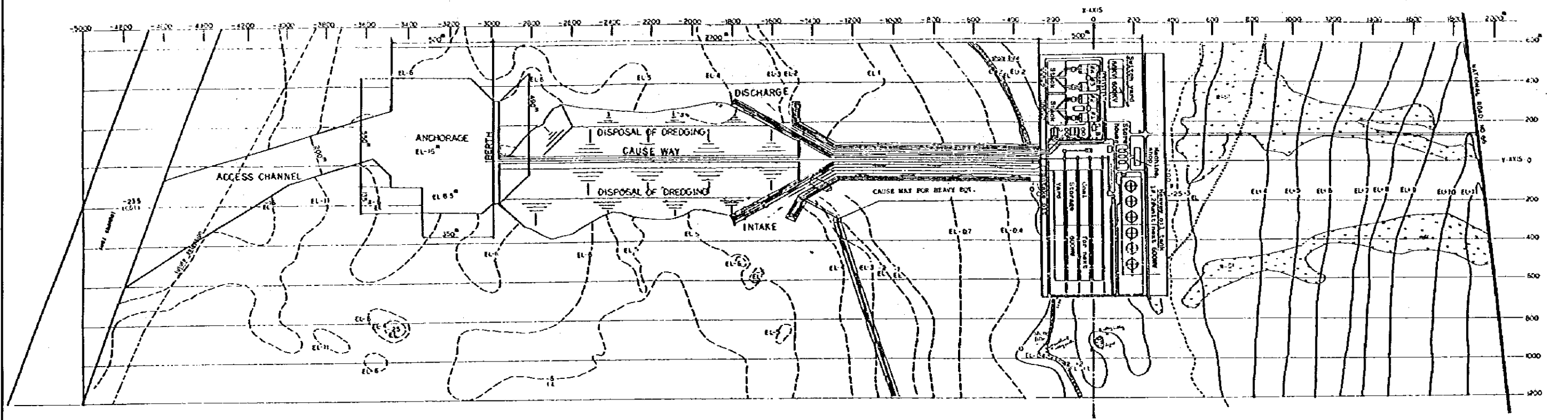


図4-13 石炭火力プロジェクト一般配置図







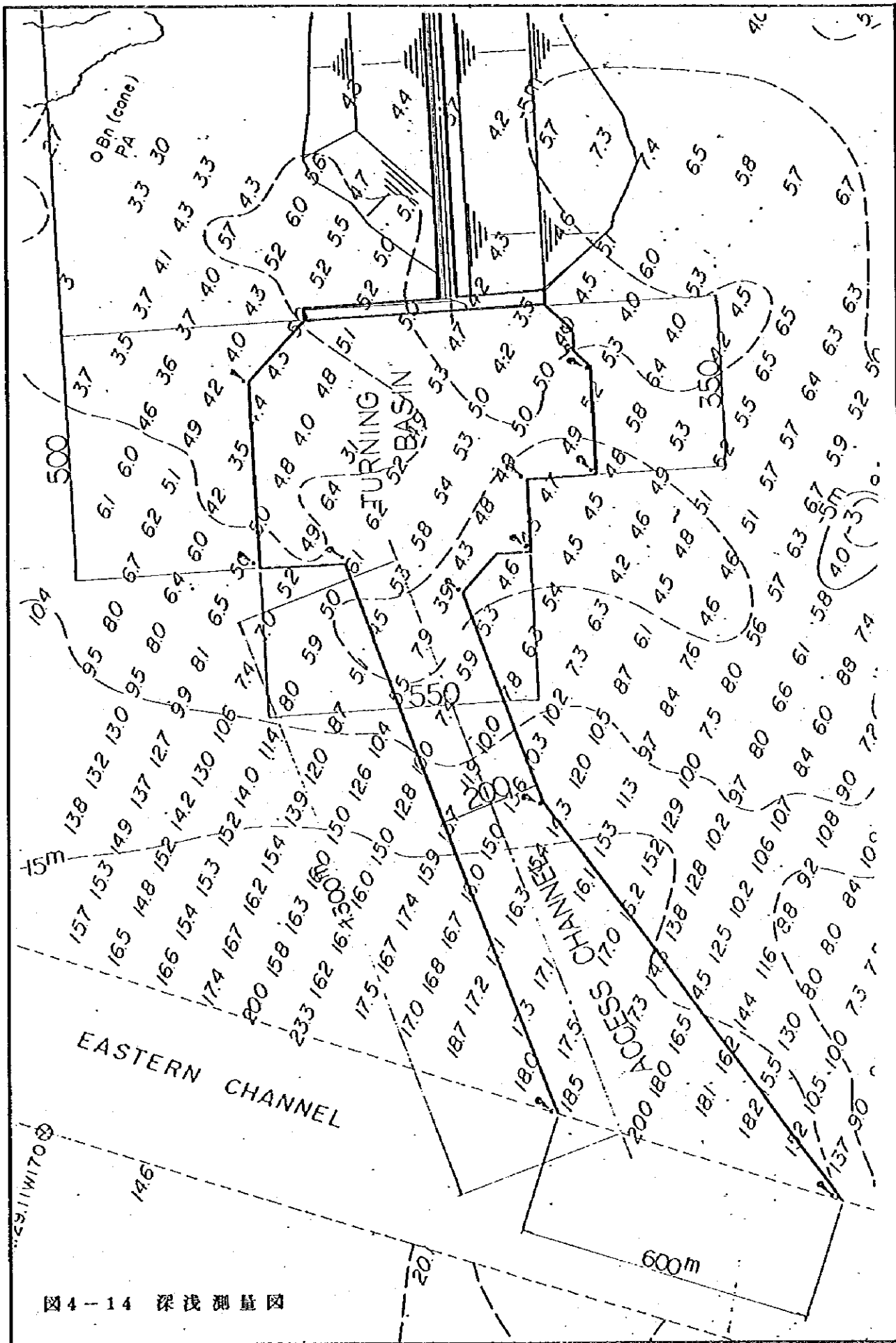


图4-14 深浅测量图

0

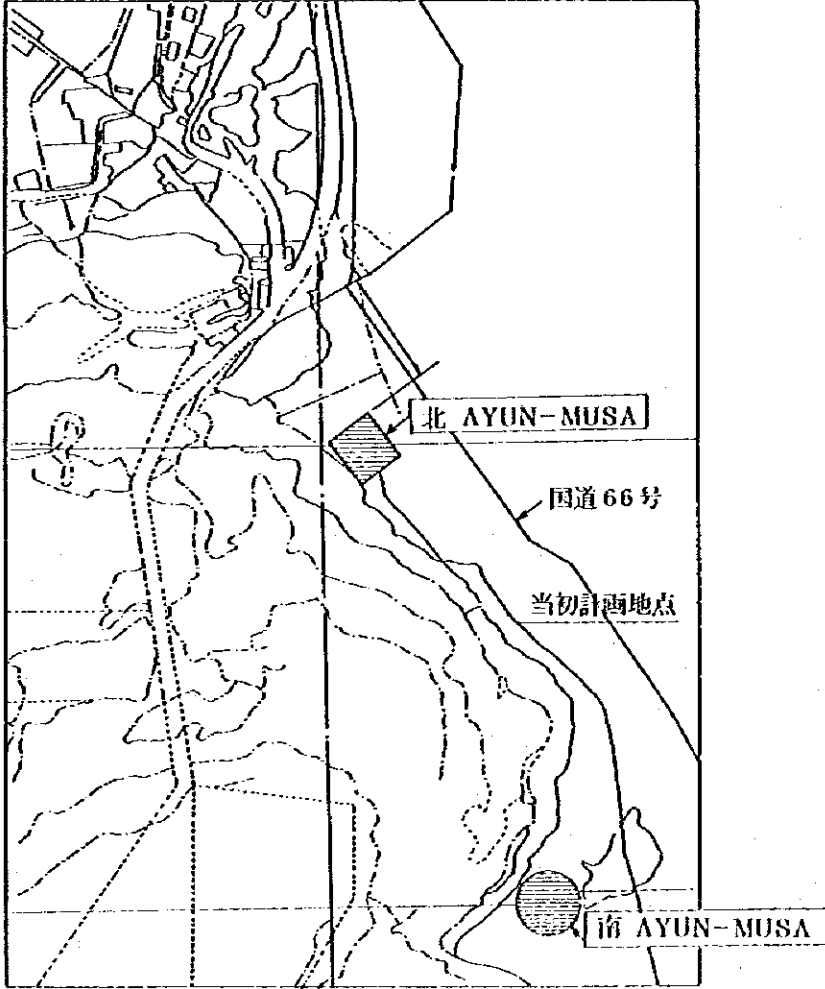
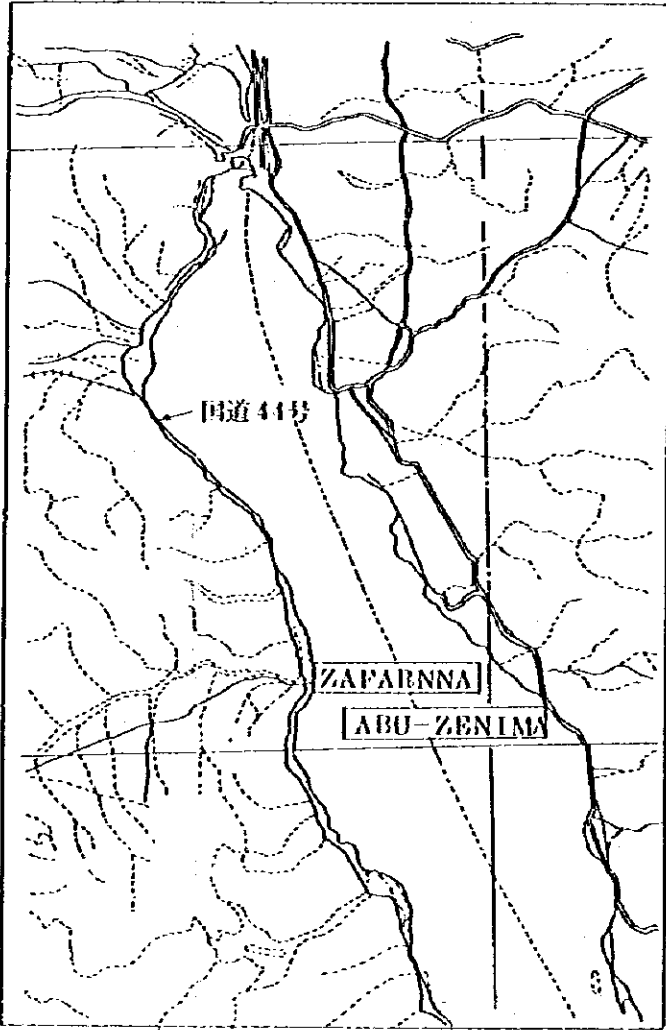
0

0

0

候 補 地 点 の 調 査 資 料

表 4-18 発電所候補地点及び港湾候補地点現地踏査比較

|       | 北 AYUN MUSA  | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA  | ZAFARANA  |
|-------|--|--|---|---|
| 1. 位置 | <p>・スエズ市の南東約8 Km (直線距離)</p> <p>Suez 港より海路 約 3.5 mile</p> <p>Adabiya 港より海路 " 6 mile</p> <p>El Galala より海路 " 21 mile</p> | <p>・スエズ市の南東18 Km (直線距離)</p> <p>Suez 港より海路 約 7.5 mile</p> <p>Adabiya 港より海路 " 9 mile</p> <p>El Galala より海路 " 18 mile</p> | <p>・スエズ市の南東約120 Km (直線距離)</p> <p>国道66号線沿いにスエズ市より陸路約170 Kmに位置する。</p> <p>Suez 港より海路 約65 mile</p> <p>Adabiya 港より海路 " 65 mile</p> <p>El Galala より海路 " 53 mile</p> | <p>・スエズ市の南約100 Km(直線距離)、国道44号線沿いにスエズ市より陸路約135 Kmに位置する。</p> <p>Suez 港より海路 約52 mile</p> <p>Adabiya 港より海路 " 53 mile</p> <p>El Galala 港より海路 " 38 mile</p> |
|       |                                     |  |   |   |

|                  | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA  | ZAFARANA  |
|------------------|---|--|---|---|
| 2. Site 候補地点周囲状況 | <ul style="list-style-type: none"> <li>国道66号線とGulf of suez の間の地点で、周囲は砂漠で軍の野営障地が国道をはさんで反対側の数kmの地点にあるのみである。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国道66号線からGulf of suez 側の Ras Misalla にかけての地点で周囲は砂漠で人家等は存在しない。</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Abu-Zenima は、小さな町で200~300戸住宅があり近くにはマンガン鉱積出しの為の小ベースがある。</li> <li>Abu-Zenima から南方約20kmの Abu-Rudeis 沖合には、2~3の海底採油塔が存在する。</li> <li>Abu-Zenima では現在アパートメントハウスの建設中であり、又水深が20~30mと想定(深淺図による)される海岸線は既に専有されており、候補地点とされる北側は、遠浅となっている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国道44号線からGulf of Suez 間の地点で、Gulf of Suez をはさんで Abu-Zenima の対岸に相当する。</li> <li>周囲には人家はほとんどなく、候補地点の南約1kmに軍のベース(長さ400m×幅8m×水深約5m)があり、常時軍が監視している。</li> </ul> |
| 3. 土地            |   |  |   |   |
| (1) 所要面積の確保      | <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所面積(最終出力1.200MW)とし約1.2km×500mは十分確保可能である。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所面積の確保は可能である。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所面積の確保は可能である。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所面積の確保は可能である。</li> </ul>   |
| (2) 地形状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>灰捨場は前面海域に確保可能である。</li> <li>国道(EL+8~11m)から海岸線にかけてゆるやかなスロープとなっている。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>灰捨場は前面海域に確保可能である。</li> <li>北Ayun Musa 地点に比較して約20m高地にあり、陸上の起伏はげしく整地に費用を用する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>灰捨場は前面海域に確保可能であるが、波浪の影響を考慮する必要がある。</li> <li>陸上は平坦な地形である。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>灰捨場は前面海域に確保可能であるが、波浪の影響を考慮する必要がある。</li> <li>陸上は平坦な地形であるがグランドレベルが低く、波浪等を考慮すれば盛土が必要である。</li> </ul>   |
| (3) 地質状況         | <ul style="list-style-type: none"> <li>標高40m以下の2~3段の台地が形成されている。</li> <li>台地の縁辺部は急崖を呈している。</li> <li>地質は中新世の堆積岩、鮮新世の堆積岩および第四紀~現世堆積物からなる。</li> <li>中新世~鮮新世の堆積物は発電プラントの支持地盤として良好である。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>北アユンムサと同じ状況である。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>標高30m以下の台地を形成している。</li> <li>地質は中新世の堆積岩と更新世から現世の堆積物からなる。</li> <li>中新世の堆積岩は発電プラントの支持地盤として問題はない。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>標高30m以下の台地を形成している。</li> <li>主として中新世の堆積岩からなる。</li> <li>中新世の堅硬な堆積岩が露出している。</li> <li>施工時にこの堅硬な岩石は掘削が容易でないと考えられる。</li> </ul>                               |

| 項 目        | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA   | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA  |
|------------|---|---|--|---|
| 4. 気 象     | <p>気象は各地点とも略同じ状態である。N方向の風が極めて卓越しており、NW、NE方向がこれにつづいている。入手資料によれば、NW・N・NEの方向を中心とした風が72~77%を占めており、S方向の風の頻度は極めて少い。強い風の風向は同じ傾向を示しているが、風速約3m/s以上の風は極めて少い。Max Gust of wind speedはNW方向で約29m/sを示している。</p> <p>船舶の出入港、荷役等への影響は極少であると考えられる。</p>  | 同 じ   | 同 じ  | 同 じ   |
| 5. 海 岸 状 況 | <p>砂浜で形成された遠浅海岸である。海岸は10°以下の緩い斜面勾配で海に続き、海底は更に1段と緩い勾配で沖に続いており、海岸より600m~1,000m 附近で一度勾配は急となり、その附近を過ぎると又比較的緩い勾配で沖のSuez channel に向い1200m~1,700mで水深5mに達している。干潮時には海岸より400m~500m 沖合まで干潟となり海底は処々に、アスファルトの固結した所が見られ、その中には小さい礫を含んでいる場合もある。</p> | <p>海岸への立入れが出来なかったので詳細は不明であるが、海上より望見した限りでは北Ayun Musaに類似した海岸と思われる。ただ海図より判断すると北Ayun Musaと異なる点は、Coral Reef が広く展開していると考えられる。</p> | <p>湾内の海岸は小さい礫と砂で形成され急勾配で沖合に落ち込んでいる。発電所の候補地と目される部落の北西部の空地の地先海岸は砂海岸で遠浅となり、その沖には海図によればcoral が存在しているようである。</p> | <p>細い砂で形成された遠浅の海岸で、処により砂洲が可成り発達している。南方には軍の造成にかかる約500mの突堤が沖に出ており先端は鍵形となり内側が物揚場となっている突堤基部は砂に埋没している。</p> |

| 項 目            | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA  |
|----------------|---|--|--|---|
| 6. 海域状況及び、海底土質 | <p>陸岸より2.5km~4.0km 隔て、Suez channel に面し、その中間部北側に2隻の廃船が係留されている。海図によれば海岸沖に-5m~-10mの比較的深い入り込み部が存在しているが、我々の調査結果によると、channel の改修時の浚渫土砂の投棄により埋没して浅くなり、現在は-10mの深い箇所は存在しない。</p> <p>60,000DWT 級の船舶の係船施設を計画する場合は、多量の浚渫土砂が発生するので、それを避ける為には施設は相当沖合に設けねばならない。従って石炭の運搬路も長くなる。</p> <p>120,000DWT の超大型船となれば更に浚渫土量は多くなり、Suez channel の拡張計画もあるので、それによる制約を受けざるを得ない。</p> | <p>前面海域の北側はDumping Areaとなっている。Site 前面2km~3km沖合はSuez channel を通過する船舶の滞船Areaとなっている。海図によれば海底勾配は比較的急勾配となっている。coral Reef の展開している北部はReefの沖端で急に深く落ち込んでいる。</p> <p>上記のように北部は航路設定に難点があり大型船の港湾施設の計画には不適當と考えられる。大型船の港湾施設にはむしろ南側の方が適している。12万DWT級の超大型船となれば南側でなければ入港航路の設定は極めて困難であると考えられる。</p> | <p>緩く湾曲した湾内の前面海域は、平行岸壁・突堤・棧橋等の港湾施設が完備し、海陸の適地は既に既得権で占有されている。残された候補地としては前記の未使用の空地のみである。</p> <p>当該地先の海域は1km~1.5km 迄は極めて緩い勾配であるが、そこで急に落ち込んで、coral 独特の海底地形を形成している模様である。</p> | <p>前面海域には特に支障になるものは存在しない。</p> <p>海中は、海図によればcoralが広がり、海岸より1.5km~2.0km 迄は比較的緩い勾配であるが、そこから急に深くなっていると考えられる。</p> <p>港湾施設を建設する場合は石炭輸送路が長くなる。又波浪の影響が大きいため防波対策が必要であり、建設費は高価となる。</p> |



| 項 目     | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA                     |
|---------|---|--|--|------------------------------|
| 海 底 土 質 | <p>Suez channal の浚渫に関連した資料によれば、海底土質は砂Mud stone, 若干の coral 等を含んだ土質であるが、5,000PS~9,000 PS 程度のポンプ船で充分浚渫可能と考えられる。但し、一部にLime stone が存在するので、港湾施設の航路、泊地を計画する場合は、このような場所は出来る丈避けることが得策である。</p> <p>工事施工計画をたてる際にはBoring、杭の試験打ち、載荷試験等を行うべきである。</p> | <p>北 Ayun Musa と略類似していると考えられる</p> <p>北部には coral reef が可成り広がっているが、聞き取り調査の結果では、Suez bay coral reefは一般に層が薄いので港湾施設の工事対象としては殆んど支障ないと考えられる。</p> <p>工事施工計画の策定に当たっての措置は北Ayun Musaと同様である。</p> | <p>砂と coral で形成されていると考えられるが、前述のように、suez Bay及びGulfの coral Reef が一般に層が薄く、硬度も低いようであり、硬土盤用Dredger で浚渫可能と考えられる。</p> <p>工事施工計画策定に際しての措置は北 Ayun Musaと同様である。</p> | <p>略 Abn-Zenima 同様と思われる。</p> |

| 項 目               | 北 AYUN MUSA  | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA  |
|-------------------|--|--|--|---|
| 7. 海 象<br>7-1 波 浪 | <p>Suez Bay は北・東・西の各方向を陸で閉まれているので、波浪の進入は南方向からのみである。海上は平穏で時折 0.5 m ~ 1.25 m 程度の波が起るようである。まれに最大波高で 2.5 m 程度の波が生ずることがあるようであるが有義波高では 1.5 m 程である。発生時期は夏季が多く冬期がこれに続き極くまれに春季に見られる。</p> <p>概して波高は小さく発生瀬度も低いので港湾施設や船舶の荷役等への支障はないと考えられる。</p> | <p>北部については北 Ayun Musa と全く同様である。</p> <p>南部については南西方向に海上が開けているので、北 Ayun Musa より波高はやゝ大きくなるが、瀬度は北 Ayun Musa 同様小さいと考えられる。大型船舶への影響は殆んどないが、中小船舶の係留施設等の計画には多少の対策を考慮する必要があると考えられる。</p> | <p>Culf of Suez の中央よりやや北方のシナイ半島の西部に位置し、NW・W・WS の方向に海上がひらけているので Ayun Musa に比べ波浪の影響は一段と大きいと考えられる。最大波高 2.5 m 程度の波が観測されているが、その瀬度は Ayun Musa より可成り高い。</p> <p>風の記録から推量すると、SW・W の方向の波浪瀬度は小さいが、NW 方向の瀬度が高いと考えられる。推定波高として有義波高で 1.4 m ~ 2.4 m が考えられる。中小船舶に対しては波浪防護対策が必要と考えられる。</p> | <p>Egypt 本土の東部に存在し、Gulf of Suez に面し、NE・E・SE 方向に海上が開けているので Abu Zenima 同様波浪の影響は大きい。波高も Abu Zenima と同程度のものが考えられる。</p> <p>最大波高 2.5 m 程度の波が観測され、その瀬度も可成り高い。</p> <p>調査団の現地での聞き取り調査では、3月~4月頃には 4 m 位の波浪が来襲することがあるということであった。</p> <p>この地区の特徴としては SE 方向より Red Sea のうねりの進入が考えられ、中小船舶に対しては防波堤等の防護対策が必要である。</p> <p>大型船も周期の大きいうねりに対しては荷役への支障が生ずることも考えられ稼働率の低下、出入港の制約・待避等が生ずることが心配される。</p> |

| 項 目     | 北 AYUN MUSA  | 南 AYUN MUSA            | ABU-ZENIMA  | ZAFARANA  |
|---------|--|------------------------|---|---|
| 7-2 潮 流 | <p>潮流の観測記録でまとまったものはないようであるが Channel を航行する船舶による観測では大潮時 1.5 ノット、小潮時 0.5 ノットという報告がなされている。流向は漲潮時北流、落潮時南流である。我々の深淺測量時における測量船の流がされる状況（測量船約 32 GT）でもその程度の潮流を感じた。船舶の操船への支障は無いと考えられる。</p>   | <p>北 Ayun Musa に同じ</p> | <p>北 Ayun Musa と大差ないものと推量される。</p>   | <p>北 Ayun Musa と大差ないものと推量される。</p>   |
| 7-3 漂 砂 | <p>自然海岸線を見る限りでは、大した漂砂現象らしいものは目につかなかったが南方の旧英軍が使用していたと言われる突堤基部の北側には可成りの砂が堆積しているのが見られた。然し陸には流入河川等の漂砂源は無い。海中についてはスエズ港に於ける浚渫前後の測量結果の対比によれば埋没現象は見られなかったそうである。スエズ湾内の観測では、若干の海底浮遊土の移動はあるようであるが、顕著な現象ではないようである。港湾施設建設後は海底状況が大きく変化するので、多少の漂砂現象の促進が考えられるが模型実験等を行わねば詳細は把握出来ない。漂砂現象のエネルギー源である波浪は比較的小さく顔度も小さい又潮流も小さいので短期間での大きな変動は生じないのではないかと推量される。</p> | <p>北 Ayun Musa に同じ</p> | <p>北・南 Ayun Musa に比し、波浪が大きいので多少の漂砂現象は考えられる。流入河川等の漂砂源は皆無であるが、飛砂、並びに砂漠地帯特有の砂海岸がそのまま漂砂源と考えられる。</p> | <p>Abu-Zenima と同様であるが、波浪の項で述べたようにうねりによる相当の漂砂現象が見られる。特に Site 前面には可成り沖合まで砂洲の発達が見られる。又軍の建設にかゝる突堤基部は漂砂埋没している。港湾施設の建設には充分漂砂対策を考慮する必要がある。</p> |

|   | 北 AYUN MUSA  | 南 AYUN MUSA   | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA   |
|---|--|---|--|--|
| <p>8. 水の確保</p> <p>(1) 復水器冷却水</p> <p>(2) 工業用水の確保</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所前面のGulf of Suez より採水可能である。</li> <li>・取水口と放水口間に石炭受入用のバースを設置、遮断することにより温排水の再循環は防止できる。</li> <li>・1日約2000トンの供給水源は現在ないので、海水淡水化設備の併設が必要である。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所前面のGulf of Suez より採水可能である。</li> <li>・前面海域が coral reefであるため、取水口の掘込みが必要となる。</li> <li>・同 左</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所前面のGulf of Suez より採水可能である。</li> <li>・同 左</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所前面のGulf of Suez より採水可能である。</li> <li>・前面海域は波浪による漂砂現象が見られるので復水器管材質等の選定に対して十分考慮する必要がある。</li> <li>・同 左</li> </ul> |
| <p>(Sinai Development Authority は、現在ナイル川の水を Suez 経由、Ayun Musa、Abu-Zenima 迄供給する計画(1次25,000トン/日、2次50,000トン/日)をもっているが、まだ計画段階であり、EEAとしては、本プラント用としては単独に造水設備を設ける意図である。)</p> |  |   |  |  |
| <p>9. 燃料輸送</p> <p>(1) 石 炭</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内 Maghara 炭は、トラックによる道路輸送を計画されておりその輸送距離は山元から約200 kmである。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内 Maghara 炭のトラック輸送による距離は、山元から約212 kmである。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内 Maghara 炭のトラック輸送による距離は、山元から約320kmであり途中 Abu-Zenima 入口附近が道路事情(未舗装)が悪く改修の必要がある。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内 Maghara 炭のトラック輸送による距離は、山元から約340 kmであり、途中 Ain Sukhna からZafarana にかけて約75 kmが未舗装で道路幅の狭い所もあり改修の必要がある。</li> </ul>  |

|                    | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA   | ABU-ZENIMA   | ZAFARANA  |
|--------------------|---|---|--|---|
| (2) 重油             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 市の精油所からタンカー又はバージ輸送が考えられる。</li> <li>• Suez 市よりの距離は陸路で 45 km、海路で 3.5 マイルである。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 市の精油所からタンカー又はバージ輸送が考えられる。</li> <li>• Suez 市よりの距離は陸路で 57 km、海路で 7.5 マイルである。</li> </ul> <p>(石炭・重油とも本プロジェクトでは構内受渡しを条件として計画している。)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abu-Zenima の附近には海底油井があるが精油所はなく Suez 市より輸送する必要がある。</li> <li>• Suez 市より距離は陸路で約 170 km、海路で 65 マイルである。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 市の精油所からタンカー又はバージ輸送が考えられる。</li> <li>• Suez 市よりの距離は陸路で約 135 km、海路で 5.2 マイルである。</li> </ul>   |
| 10. 建設用資機材の輸送      |   |   |  |   |
| (1) 荷揚港            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 港又は Adabiya 港で荷揚げした場合 Ahmed Hamdi Tunnel を経由して内陸輸送する必要があり、その場合発電機ボイラドラム等の大物機器の輸送は不可能となる。</li> <li>従って、通関は Suez 港又は Adabiya 港で行ない、その後 LST (上陸用しゅう艇) を使用して直接 site に荷揚げする事を検討する必要がある。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 同 左</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 同 左</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 港又は Adabiya 港より国道 44 号沿に site まで内陸輸送するには国道の状況が非常に悪い。従って Suez 港又は Adabiya 港にて通関後 LST 等を使用して直接 site に荷揚げする事を検討する必要がある。</li> </ul>   |
| (2) 国内調達建設資機材の内陸輸送 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 市より Ahmed Hamdi Tunnel 迄道路幅が狭い (約 4 m) 所とヘアピンカーブがあるが現在別道路が新しく造られており、それが出来ると問題はない。</li> <li>• シナイ半島の北 Ayun Musa 地点迄は道路幅も十分で問題ない。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 同 左</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 国道 66 号線沿い EI-Garandal 迄は道路状態は良好であるが、そこから Abu-Zenima 入口近く迄の約 30 km 区間は未舗装で悪い。特に Abu-Zenima 入口部の G-Hanmam Faraum 峠の部分は道路も急勾配で湧水もあり、道路状況は悪い。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suez 市より Ain Sukhna 迄の 55 km は道路状況は良好であるが、その先 Zafarana 迄の約 75 km は、未舗装で、ヘアピンカーブも多く機材輸送するには改修の必要がある。</li> <li>• カイロよりナイル川沿に上って EI Wasta から砂漠を横断する道路は幅、道路面状況共に良好で問題はない。</li> </ul> |

|               | 北 AYUN MUSA   | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA  | ZAFARANA   |
|---------------|---|--|---|--|
| 11. 環境対策      | <ul style="list-style-type: none"> <li>スエズ市まで直線距離で約8Kmであり煙突の排ガスが直接影響することはない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>スエズ市まで直線距離で約18Kmであり煙突排ガスの最大着地濃度出現距離は煙突風下約18Kmで、対策を考慮する必要がある。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>町に隣接して発電所を建設することになり、煙突排ガスよりも、貯炭場炭塵飛散防止及び騒音防止対策等を考慮する必要がある。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>周囲には人家等もなく特に環境対策に特別の考慮を払う必要はない。</li> </ul>  |
| 所見<br>(発電所関係) | <ul style="list-style-type: none"> <li>四候補地点では、条件的に一番良く、特にクリティカルになるポイントはない。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>煙突からの排ガス対策及び地形の起伏に伴う整地費用が増加する。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>建設資材輸送及び国内炭輸送の為に国道66号線の大改修が必要である。</li> <li>町に隣接して建設するため、貯炭場の炭塵飛散防止及び騒音対策費用等が増大する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>建設資材輸送及び国内炭輸送の為に国道44号線の大改修が必要である。</li> <li>波浪による漂砂対策として復水器管質にチタン等の材料を選定する必要が生じコストアップの要因となる。</li> <li>現状のグラウンドレベルは低いので盛土が必要となる。</li> </ul> |

| 項 目              | 北 AYUN MUSA  | 南 AYUN MUSA  | ABU-ZENIMA  | ZAFARANA  |
|------------------|--|--|---|---|
| 所 見<br>(港 湾 関 係) | <p>港湾計画上から見た場合、海象条件は4ヶ地点の中で最も思まれているが、海域条件はやゝ劣っている。即ち浚渫土量が多くなり、石炭の輸送長が長くなる。</p> | <p>北側は前面海域に Dumping Area, Waiting Area 等の既存権益が存在するので港湾施設の計画は適当でない。</p> <p>南側の海象条件は北Ayun Musaにやゝ劣るが、他の2ヶ地点より遙かに優れている。浚渫土量も北Ayun Musa に比し少なく、石炭輸送路も北Ayun Musa よりは短かくて済むと考えられる。</p> | <p>海象条件が甚だ劣っているので防波対策等も必要と考えられ、港湾施設の建設費は、幾分高価になると考えられる。</p> | <p>海象条件がAbu-Zenima 同様劣っており、むしろAbu-Zenimaよりもやゝ劣るのではないかと考えられる。</p> <p>港湾施設の建設費は相当高価となり、又港湾の稼働率も他の地点に比し低下することが考えられる。</p> |

表4-19 コールセンター候補地点

| 項目   | ADABIYA   | EL-GALALA  |
|------|---|--|
| 位置   | <p>Suez市より陸路 約16 km , Suezより海路 約5.7マイル</p> <p>北 Ayun Musa間 海路約6マイル, Abu Zenima間 海路約6.5マイル</p> <p>南 " " 9マイル Za Farana " " 5.3マイル</p>  | <p>Suez市より陸路 約5.5 km Suez港より 海路約2.1マイル</p> <p>北 Ayun Musa間 海路約2.1マイル , Abu-Zenima間 海路約5.3マイル</p> <p>南 " " 1.8マイル , Zafarana " " 3.8マイル</p>   |
| 地形   | <p>東方がSuez Bayに面したほぼ平坦な台地で、西側は数km隔て、標高200~300mの山岳が連なっている。山岳の麓にはSuez Canal Authorityの採石場が展開している。Site附近は略平坦で、そこから緩い勾配で海岸に続いている。貯炭場用地の確保は可能である。</p>  | <p>東方Gulf of suezに面し西は見渡す限り平坦な砂漠地帯に連なり、南方は標高300m~500mの峻しい山岳が迫っている。</p> <p>Site附近は略平坦で、そこから緩い勾配で海岸に続いている。貯炭場の用地の確保は容易である。</p>   |
| 海岸状況 | <p>小礫の点在したcoralで形成された海岸であるが、表面は重油がへばりついて汚染されている。渚から陸上にかけては細い砂が堆積している。海底勾配はやや急となっている。</p> <p>送炭路はセメント用突堤及び漁港がある為、やや長くなる。超大型船(12万DWT)を計画する場合は接岸施設が沖合いに出るのでその長さは更に長くなる。</p>  | <p>現地への立入りは禁止されているので、海岸の状況は不明であるが、海図より推量すると、Site前回は砂とcoral reefにより形成された遠浅海岸のようである。南方の山岳が海に迫り、道路が海に接している処では風化したLime Stoneの礫海岸で、海底勾配も急である。送炭路は可成り長いものとなる。</p>                              |
| 海域状況 | <p>南方はCement用jettyを隔てAdabiyaの港があり、北側にはAtaka漁港を控えている。沖合の北側並びに南側はSuez港への入港船、及びSuez canal通過船の錨地となっている。海中は-15mライン迄約1.1km程度で、5~6万DWT級迄の船舶の港湾施設建設場所としては、Suez Bay内では恵まれていると考えられるが、12万DWT級の超大型船に対しては些か困難かと考えられる。</p> <p>当地域はSuez市の将来計画ではリクリエーション地域となっている。</p> | <p>海上数km隔てた沖合には海底油井のTowerが2個処に存在し、そこから海底パイプで陸上迄送油しているようである。従ってSite南側は既に石油関係の施設があり立入り禁止となっている。又Site附近には軍関係の駐在用地が点在している。</p> <p>上記の海岸、海域状況並びに次に述べる海象状況から判断すると、港湾施設の建設は相当高価になることが考えられる。</p> |



| 項 目        | ADABIYA   | EL-GALALA   |
|------------|---|---|
| 海 底 土 質    | Ataka 港の浚渫時の聞き取り調査によれば、砂・coral、一部にLime stone の出る処もあるようであるが、6,000PS~9,000PS のポンプ船で浚渫可能ということである。                      | 海底表面、土中の浅部は砂と coral で形成され、深部は陸上の山岳状況より類推すれば Lime stone が存在するかも知れないが、硬土盤用浚渫船で浚渫出来るであろうと考えられる。  |
| 気 象        | Ayun Musa と略同様である。  | Ayun Musa と同様である。   |
| 海 象<br>波 浪 | 北Ayun Musa 同様 Suez Bayの中に位置しているので北Ayun Musa と同様である。むしろ地形的に北Ayun Musa より恵まれているので波浪に関する心配は殆んどない。海上作業の稼働率は極めて高いと考えられる。 | Zafarana 同様波浪の影響は大きいと考えられる。潮度は少いが南方の Red Sea よりのおねりの進入もあり、推定で1.7m~2.8m程度の波浪が考えられる。なお、又潮度・風力共に大きいN・NE方向の波浪も考えられる。推定で1.7m~3.5m程度となり大型船舶の待避、並びに中小船舶の波浪防護用防波堤等の対策も必要と考えられ、港湾施設の建設は高価になると共に荷役稼働率も低下することが考えられる。 |
| 潮 流        | 潮流観測記録は入手出来なかったが、Ayun Musa 同様漲潮時北流1.5ノット、落潮時南流0.5ノット前後と考えられる。   | Adabiya と同程度と考えられる。   |

|              | ADABIYA   | EL GALALA  |
|--------------|---|--|
| 漂砂           | 北Ayun Musaと同様に考えられる。これといった漂砂補給源もなく、波浪、潮流等の漂砂現象は考えられない。附近の海岸もそれらしい現象は殆んど見られない。   | Zafarana同様波浪の影響が大きいので、漂砂補給源となる河川こそ無いが、飛砂、砂海岸の細砂がそのまま補給源になると考えられる。港湾施設を建設した場合は可成り海底や海岸状況が変化するので、相当の漂砂現象が促進されることが考えられる。模型実験等により漂砂現象を把握して、これの対策も講ずる必要があると考えられる。 |
| その他<br>道路状況  | Suez市より巾8m程度のアスファルト舗装道路が通じており状態は良好である。又Suez市とCairo市間のMain道路と接続する道路もある。  | Suez市よりAdabiyaを経てEl Galalaに通ずる巾8m程度のアスファルト舗装道路が通じており、状態は良好である。   |
| 工事用地等        | 作業用地、バッチャープラント、材料置場等の工事用地の入手は充分可能である。   | 作業用地、バッチャープラント、材料置場等の工事用地の入手には全く心配なし。  |
| 所見<br>(港湾関係) | 海象条件は極めて恵まれており、海域条件も良好であるので6万DWT級迄の船舶の港湾計画には非常に適していると考えられる。12万DWT級の大型船の船舶に対しては、水深との関連並びに前面海域がやや手狭である為に係留施設を相当沖合迄出さねばならないと考えられる。 | 海象条件も悪く、海域条件も良くないので防波並びに漂砂対策等も必要となり港湾施設の建設費は相当高価になると考えられる。又港湾の稼働率もAdabiyaに比べ低くなると考えられる。  |



## 4-2-2 送電線ルート及び変電所地点の選定

このプロジェクトの発電所位置はスエズ湾岸内において Maghara 炭鉱からの燃料供給が容易であること、経済的な荷揚港設置が可能な位置及び主要電力需要地への連系送電線設置の経済性などを考慮した結果 Ayun Musa を選定したことに基づき、以下のとおり送電線、変電所を選定した。

## 1) 送電線ルート

## a シナイ半島側

Ayun Musa 発電所地点からスエズ運河東側堤防地点までの間は平坦な砂漠地帯である。運河渡渉地点は対岸のスエズ市の北側、都市計画の外縁を送電線が迂回するため Ahmed Hamdi トンネル近くになる。

その間の距離は 22.5 km である。然し、スエズ運河渡河地点付近の東側堤防は 1 km 幅で高さ 7 ~ 10 m の浚渫土のための土捨場となっている。

ルートとしては建設および保守上から出来得る限り道路近くを選定する。

ルートは道路横断カ所が 4 カ所あるが送電線の地上高確保に支障はない。

送電線ルートは Ayun Musa からスエズ運河沿いに北に向かい Ahmed Hamdi トンネルの近く、スエズ運河の 142.8 km 地点 (port said より) でスエズ運河を渡河し西に向かい、更に南西方向に向きを変え Gebel Ataq 山麓の東まで延びる。

送電線に沿う地域は標高 40 m 以下の大地を形成している。地形は送電線鉄塔の基礎としては良い条件にあり、地質的には、鉄塔地点は中新世堆積岩であり基礎工事上好ましい。

しかしながら次の事項を調査すべきである。

- i) 未固結層厚さ
- ii) 地層の不均質層
- iii) 石灰岩の存在

上記の様にプロジェクト実施上、特に問題となる点はないといえる。

## b スエズ運河横断地点

スエズ運河の架空送電線による横断はスエズ運河航行の保安上の理由から Canal Authority の許可が得られなかった。従って Ahmed Hamdi トンネル 1.7 km の車道下の空間を利用したケーブルによる連系となる。両端のケーブル立ち上りまでを考えると 2 km のケーブル系統となる。

トンネル西側断面図と、両端出入口の地形図を図 4-15～4-17 に示す。

## c スエズ運河西岸から New Suez 変電所地点まで

スエズ運河のシナイ側から Ahmed Hamdi ・トンネルによる運河横断を行ない、西側本土の架空線への連系をさせるケーブルステーションは、トンネル管理事務所附近に設けるものとする。ケーブルステーションより New Suez 変電所地点までは平坦な砂漠地帯をスエズ市都市計画の外縁を廻って架空送電線を設置する。その間の距離は 16.5 km である。

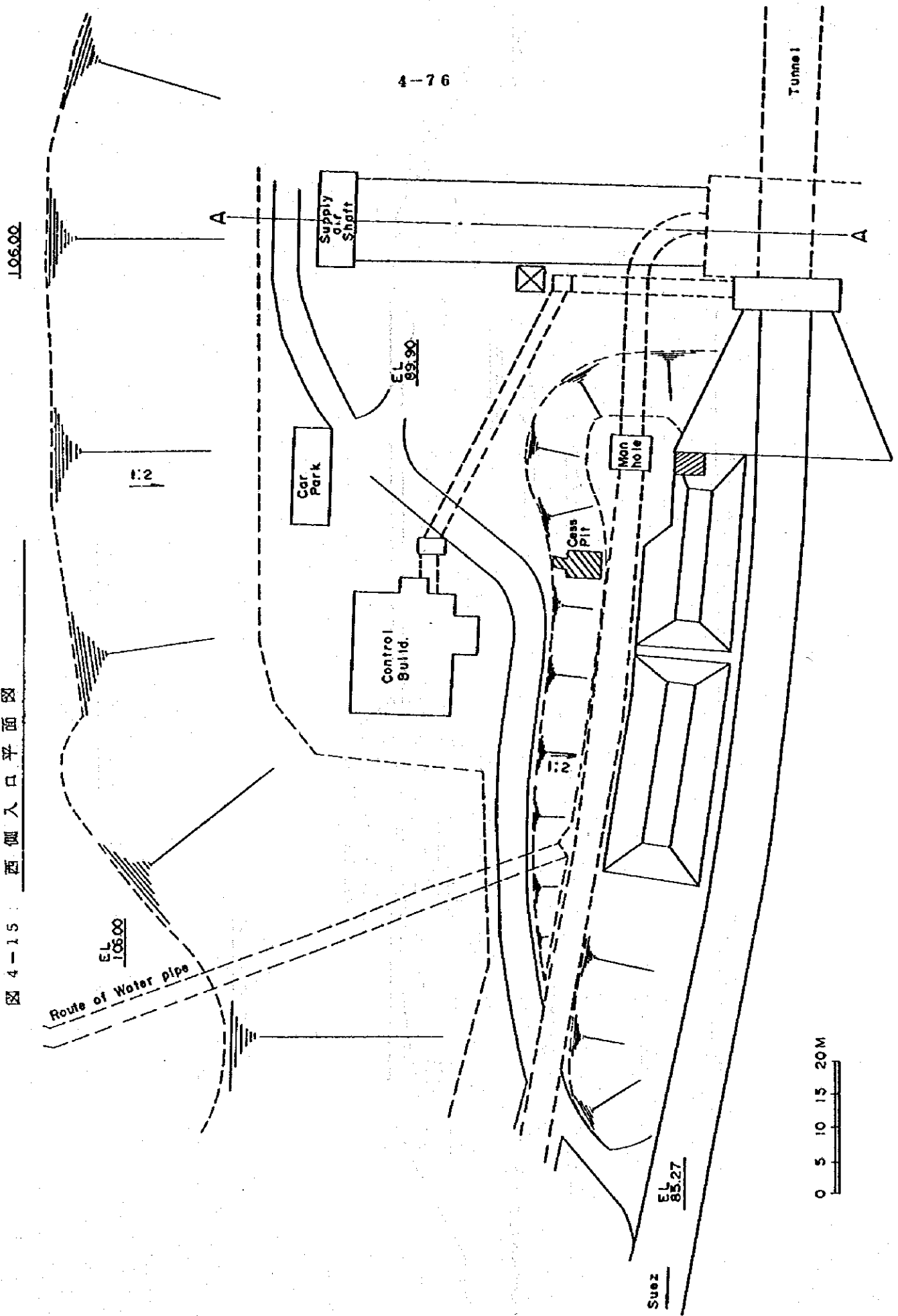
ルートは、鉄道横断ヶ所が 2ヶ所、道路横断ヶ所が 3ヶ所、幅 10 m の灌漑水路 1ヶ所がある。

又、既設 66 kV 送電線横断が 1ヶ所ある。何れも横断あるいは交叉するのに問題はない。

## d 変電所地点より既設 220 kV 送電線 ( Suez - Sakr 線 ) 分岐まで

距離は 1.5 km である。途中は平坦な砂漠地帯である。横断ヶ所は既設 Suez - Abu Sultan 線 220 kV 2 回線乗り鉄塔の線路が 1つだけである。

图 4-15 西侧入口平面图



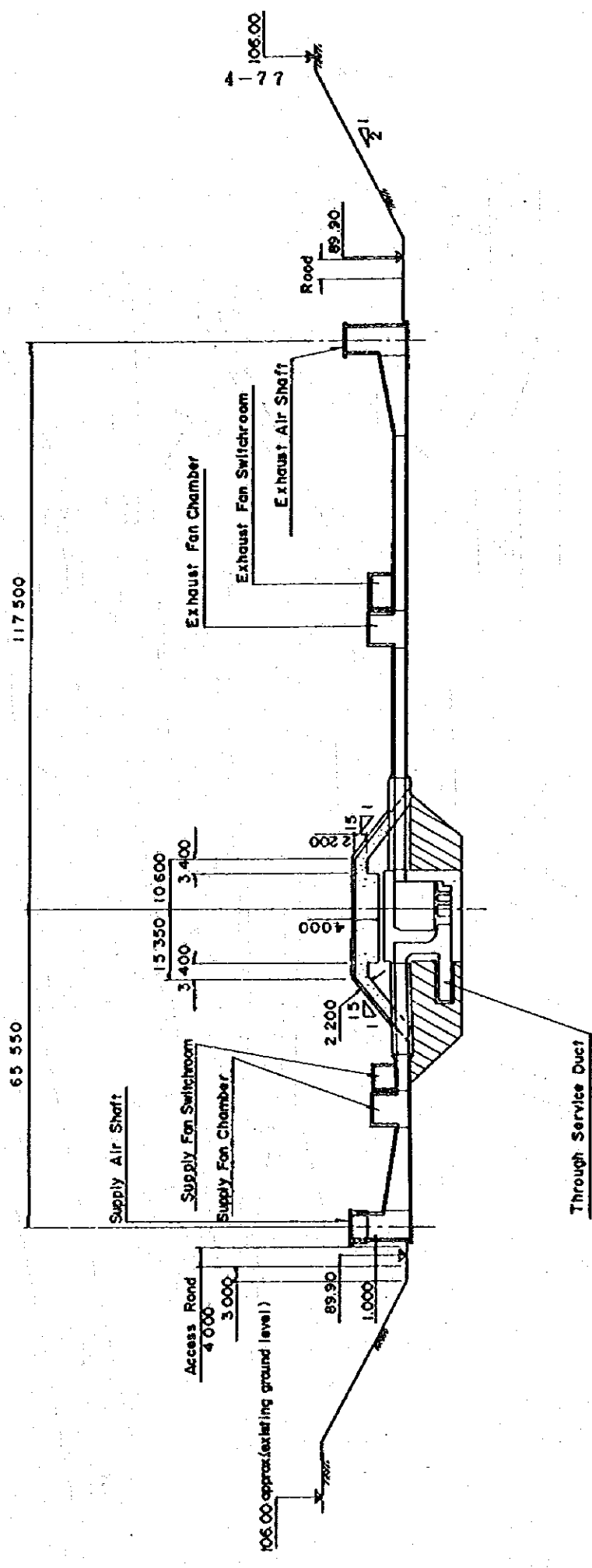


图 4-16 西側端 A - A 断面图

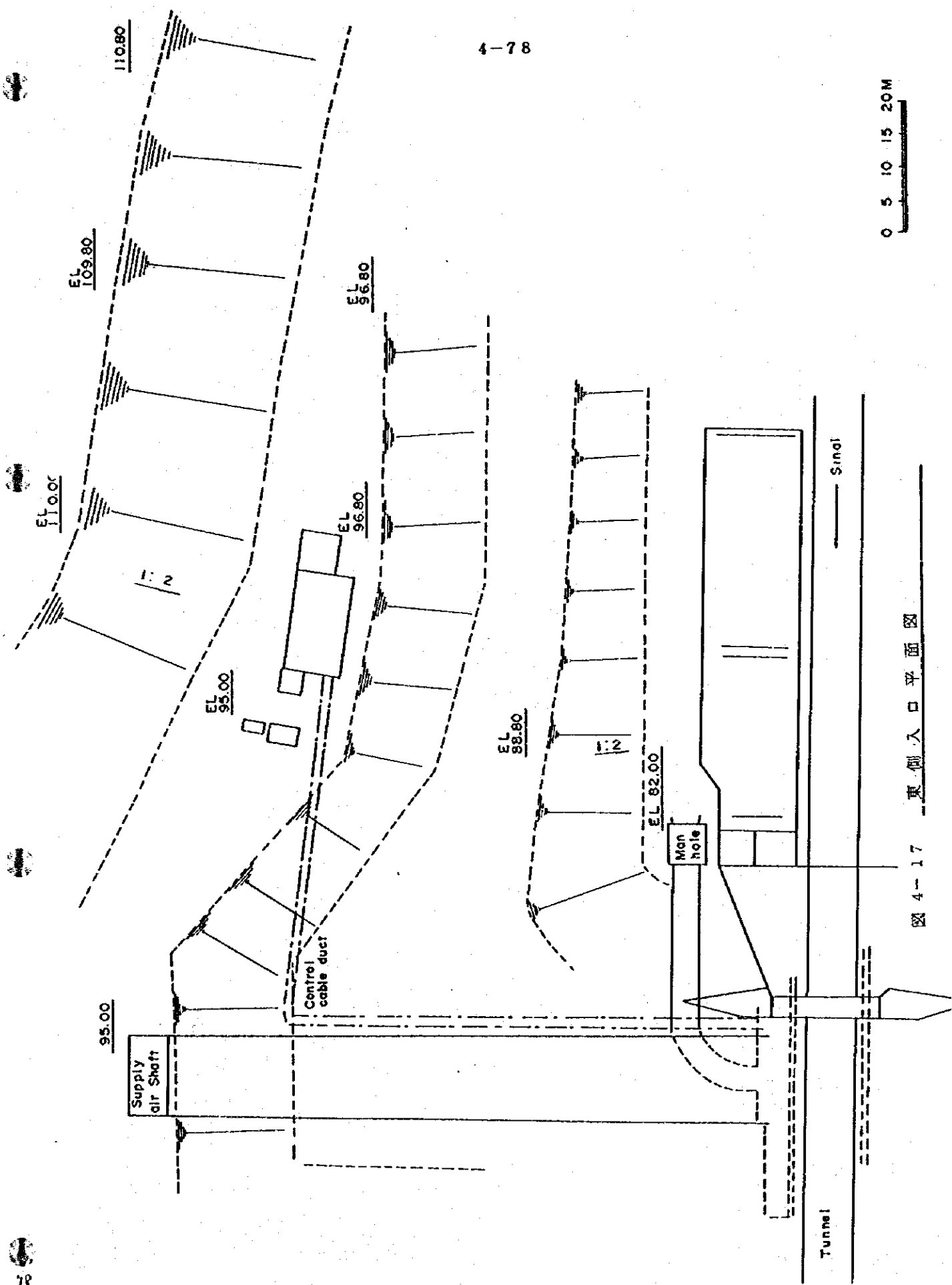


图 4-17 東側入口平面图

0 5 10 15 20M



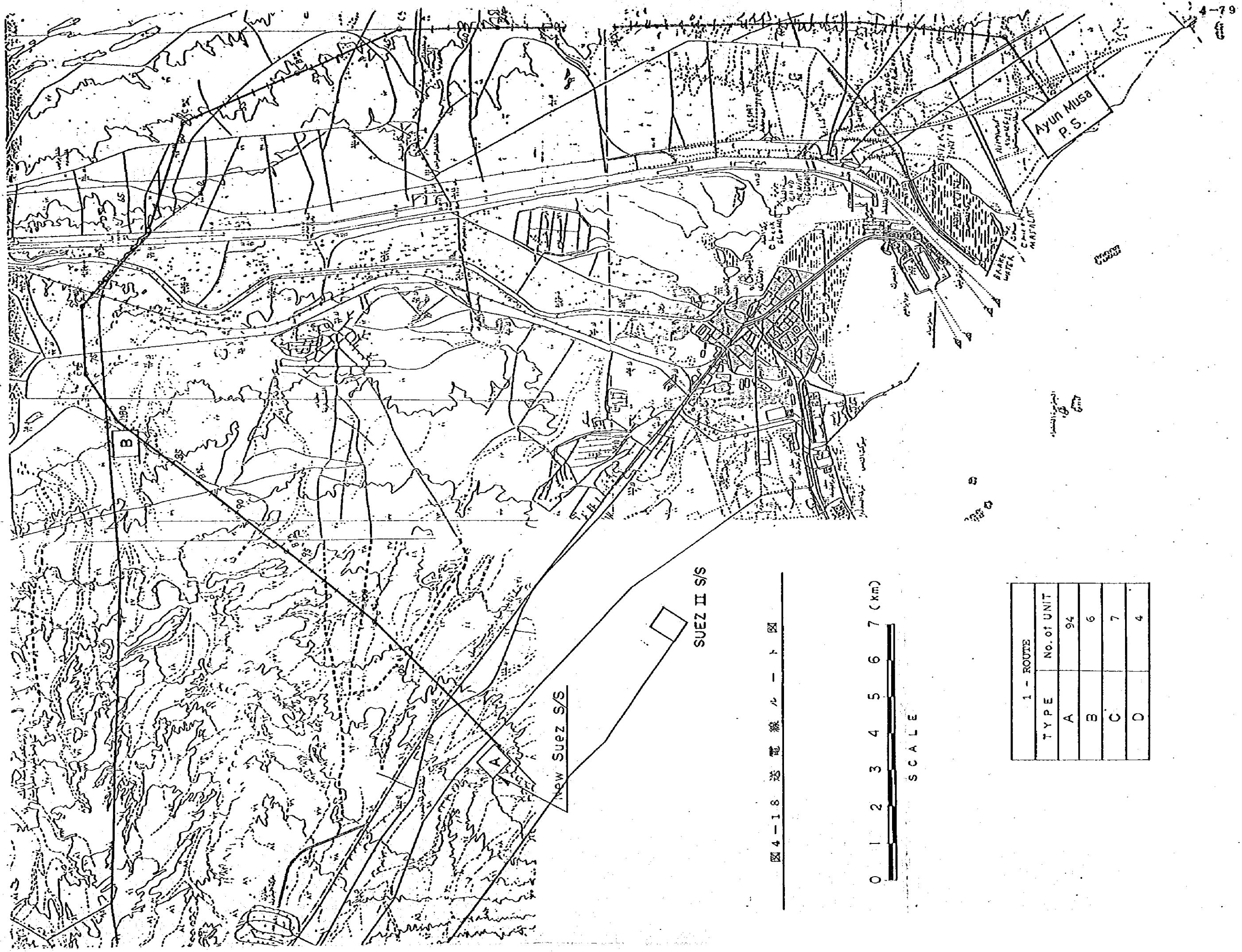
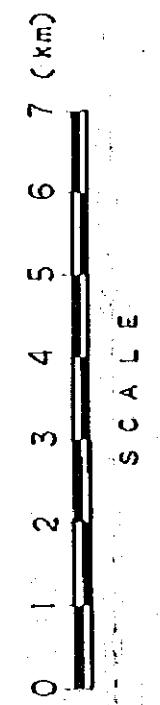


図4-18 送電線ルート図



| 1 - ROUTE |             |
|-----------|-------------|
| TYPE      | NO. OF UNIT |
| A         | 94          |
| B         | 6           |
| C         | 7           |
| D         | 4           |



## 2) 変電所位置の選定

当面 1st stage 600MWでは 220 kV×2cct×2lines の連系送電用変電所として建設するが、将来 2nd stage 600MW 建設時は New Suez SSとして拡張されるものとする。

### a 変電所候補地点の位置

図 4-18. の地図に示す如く、A地点、B地点の2候補地点がある。

A地点は、カイロ～スエズ間の国道沿いで、B地点は、カイロ～スエズ間の国道より分岐して、Ahmed Hamdi トンネルに向う道路沿いであって何れも、道路に面した地点である。したがって、変電所用機器の運搬及び建設が極めて容易である。

両候補地点共図 4-19、4-20 に示す如く、平坦な土漠地帯で、用地の整地もまた容易な所である。所要面積は将来の 500 kV機器の設置ならびに 220 kV送電線の引き出しを考慮して 600 m×600 mの広さを考えた。

### b A、B両地点の特性

#### a) Ayun Musa 発電所との連絡送電線

A地点が 40.5 km、B地点が 30.5 kmとなり、B地点が短い。

#### b) 新設変電所より既設 220 kV、Sakr～Suez 線までの長さは、A地点 15 km、B地点 7.5 kmとなりA地点が短い。

#### c) Katamia 変電所への 500 kV 連系線

将来の Katamia SSへの 500 kV連系線の長さは両地点共大差がない。

#### d) マイクロ通信回線ルートとしての適性について

New Suez 変電所と Sakr 変電所間のマイクロ通信回線ルートは両地点とも問題がない。

然し、New Suez 変電所と Ayun Musa 発電所間については、A地

図4-19 Aサイト地形図(カイロ-スエズ間国道沿)

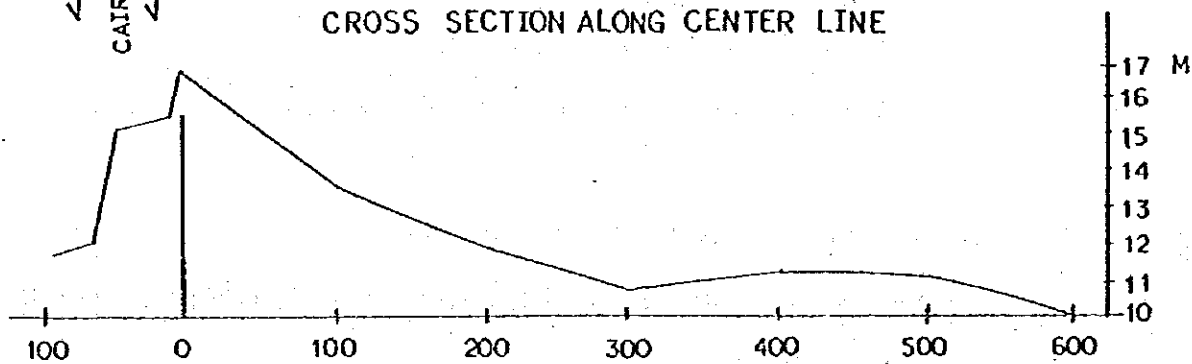
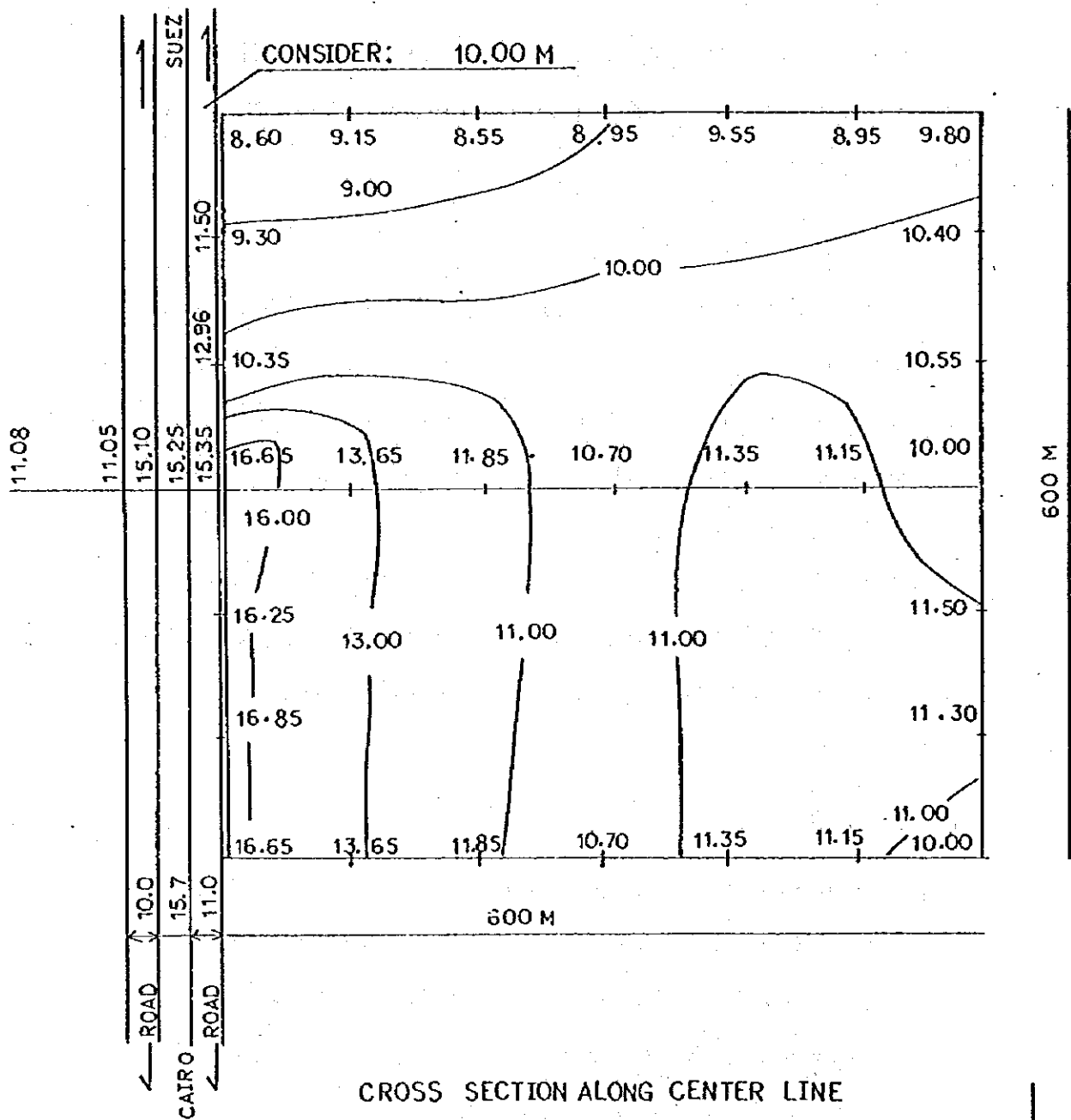
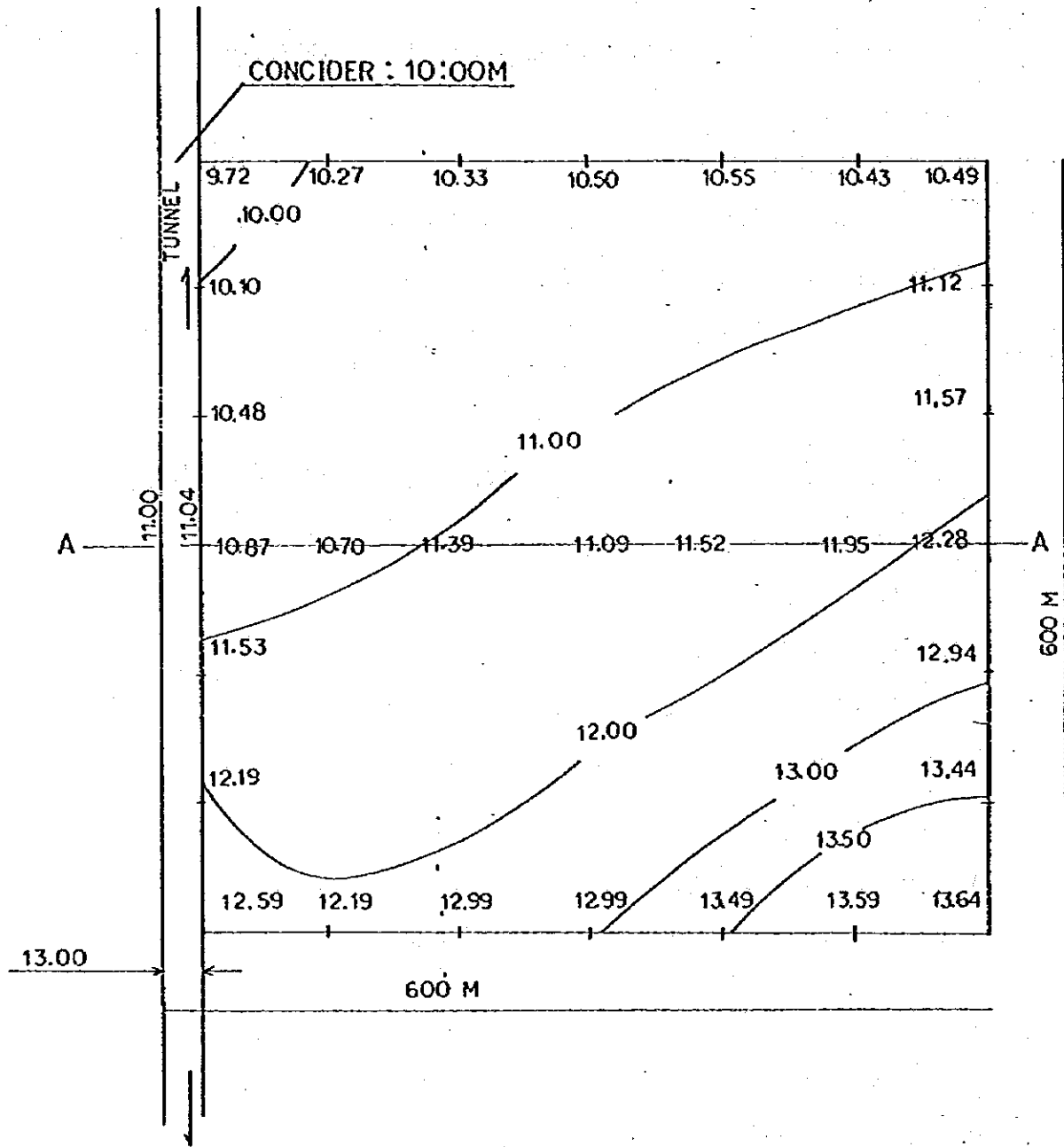
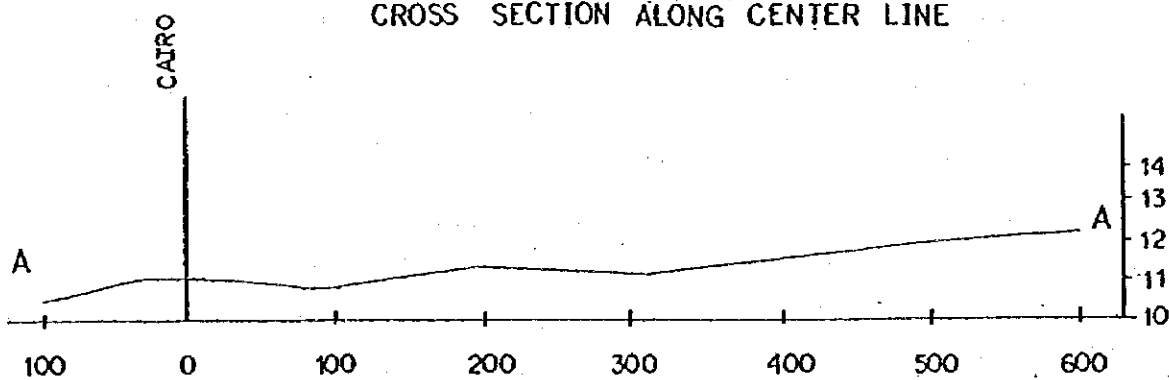


図4-20 Bサイト地形図(Ahmed Hamdi トンネル近く)



CROSS SECTION ALONG CENTER LINE



点がスエズ市内西部の工場地帯を通るので、ルート選定に注意する必要がある。

e) 変電所運用上の問題点

A地点はスエズ変電所と同様、スエズ市の南西部に位置している。

B地点はスエズ市の北部に位置しているので将来のスエズ市供給地点が分散配置されるので運用上、系統計画上、自由度が高い。

c) 工事費の比較

両地点の工事費を既設送電線からの分岐条件を加味して比較すると、表4-20の如くなる。

すなわち、

2ルート $\pi$ 分岐方式では、

A地点の方が、B地点より628.4百万円安くなる。

1ルート $\pi$ 分岐、1ルート引き込み方式では、

A地点の方が、B地点より268.4百万円安くなる。

1ルート $\pi$ 分岐方式では、

B地点の方が、A地点より91.6百万円安くなる。

d) 結 論

Ayun Musa 発電所が将来1,200MWとなった時に、New Suez SSとKatamia SSとが500kV 1回線で連系される場合は、既設220kV線路とNew Suez SSの連系は、「1ルート $\pi$ 分岐、1ルート引き込み」で充分であるし、工事費も、2ルート $\pi$ 分岐より約5億円安いので「1ルート $\pi$ 分岐、1ルート引き込み」方式を採用するのが良い。

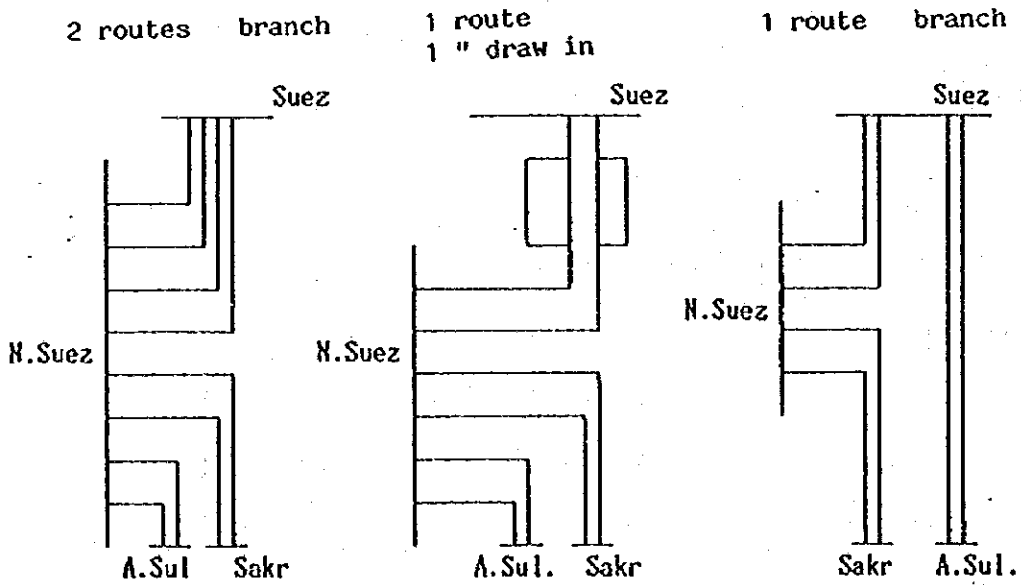
この事より、変電所地点としてA地点を採用する。

表4-20 建設費比較

單位：百万円

| ITEM   | A Site          |                   |                | B Site          |                   |                |
|--|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|
|  | 2 routes branch | 1 route 1 draw in | 1 route branch | 2 routes branch | 1 route 1 draw in | 1 route branch |
| Ayun Musa PS-<br>New Suez ss<br>400 mm <sup>2</sup> x 2;<br>4 circuits | 3,246.5         | 3,246.5           | 3,246.5        | 2,434.9         | 2,434.9           | 2,434.9        |
| Suez Canal crossing<br>O.H.L.  | 543.8           | 543.8             | 543.8          | 543.8           | 543.8             | 543.8          |
| 220 kV branch L.   | 288             | 216               | 144            | 1,728           | 1,296             | 864            |
| C.B.;D.S.  | 408             | 306               | 204            | 408             | 306               | 204            |
| Relay system<br>(for branch)   | 1,168           | 876               | 584            | 1,168           | 876               | 584            |
| P.L.C.   | 340             | 300               | 170            | 340             | 300               | 170            |
| TOTAL  | 5,994.3         | 5,488.3           | 4,892.3        | 6,622.7         | 5,756.7           | 4,800.7        |

NOTE:



## 4-3 シナイ石炭火力プロジェクト第1期工事(600MW)の単機容量の選定

## 1) 供給予備力

3-4に述べたように電力の需給バランス上このプロジェクトは1988~89年に600MW、1990年に600MWをそれぞれ建設することが望まれる。

そこでこのプロジェクトの1st Stageとして1988~1989年に建設する600MWの単機容量について、300MW×2unitsまたは600MW×1unitの両案いずれがエジプトにおける供給信頼度の面でより好ましいかを以下概要比較検討する。

## a) 電源開発計画

Case 1は3-4項で述べた通りの開発計画であり、本プロジェクトを含み1988-1990年までの所要出力300MW以上の設備の単機容量を300MWとした場合であり、Case 2は1988-1990年に開発する電源の単機容量を600MWとした場合である。

|                                 | Case 1                            | Case 2                            |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1982年まで                         | 4,077 MW                          | 4,077 MW                          |
| 1983-1987年まで                    | 300 MW×5<br>110 MW×2<br>150 MW×10 | 300 MW×5<br>110 MW×2<br>150 MW×10 |
| 1988-1990年<br>1990年における<br>可能電力 | 300 MW×8<br>10,118 MW             | 600 MW×4<br>10,118 MW             |

## b) ピーク負荷

1990年のピーク負荷を約9,000MWとする。

## c) 供給信頼度

ピーク電力に対する供給力の見込み不足日数を0.6日/月/年(許容確率0.02)とし、これを捕いうる予備力を確保することによって供給信頼度を維持するものとする。



- 注) ・全設備に対する標準計画停止率：20% (設備稼働率：80%)  
 ・標準計画外停止率は0.02で計画外の総合事故停止に相当するものであって計画停止率は含まない。

d) 基準計画外停止率

火力発電所単機の基準計画外停止率は過去の実績より下記の通りとする。

| 単機容量        | 基準計画外停止率 |
|-------------|----------|
| 100MW class | 0.0186   |
| 150MW class | 0.0156   |
| 300MW class | 0.0207   |
| 600MW class | 0.0207   |

以上の条件の下に需要変動±50~100MW程度を考慮して概要検討した結果は、下表に示す通りである。

表4-21 全設備組合せによる事故確率係数表

| Peak Load       | 9,000MW                      |                                     |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|
|                 | Case 1                       | Case 2                              |
| 1983年以降<br>開発電源 | 110MW×2、150MW×10<br>300MW×13 | 110MW×2、150MW×10<br>300MW×5、600MW×4 |
| 事故電力            | 事故確率                         | 事故確率                                |
| 1000MW          | 0.0000944                    | 0.0001818                           |
| 950MW           | 0.0047774                    | 0.0091403                           |
| 900MW           | 0.0122162                    | 0.0205377                           |
| 850MW           | 0.0151526                    | 0.0232334                           |
| 800MW           | 0.0152712                    | 0.0233874                           |
| 750MW           | 0.0168380                    | 0.0267912                           |
| 700MW           | 0.0187882                    | 0.0310201                           |
| 650MW           | 0.0195325                    | 0.0325802                           |
| 600MW           | 0.0352494                    | 0.0638913                           |
| 550MW           | 0.0511699                    | 0.0952956                           |
| 500MW           | 0.0519031                    | 0.0961426                           |
| 450MW           | 0.0606694                    | 0.1004326                           |
| 400MW           | 0.0715627                    | 0.1057054                           |
| 350MW           | 0.0757355                    | 0.1076604                           |
| 300MW           | 0.1635396                    | 0.1467252                           |
| 250MW           | 0.2524822                    | 0.1871678                           |
| 200MW           | 0.2936792                    | 0.1906100                           |
| 150MW           | 0.3426700                    | 0.2438754                           |
| 100MW           | 0.4115256                    | 0.3100379                           |

上表に見られるように Case 1 の場合、標準計画外停止率 0.02 (0.6日/月/年) に関して、事故電力 600MW では 0.0352 の確率であり 650MW で 0.0195 となっている。

すなわち事故電力 600MW では標準計画外停止率以上の値を示し不足電力を補う予備力が 600MW では足りない事を意味する。

従って Case 1 の場合の予備力は事故確率 0.0195 に相当する 650MW 以上を設備しなければならない。

次に Case 2 の場合前述の標準計画外停止率 0.02 に対して事故電力 900MW では 0.0205, 950MW では 0.00914 の事故確率を示しており、900MW では若干不足しているので 950MW 以上の予備力が必要となる。

以上の結果より Case 1 (1983~1990 年における所要出力が 300MW 以上の設備の単機容量を全て 300MW とした時) の予備力は 650MW 以上、Case 2 (1983-1987 年における所要出力 300MW 以上の単機容量を 300MW, 1988-1990 年における所要出力 600MW 以上の単機容量を全て 600MW とした時) の予備力は 950MW 以上となり、予備力に関する限り Case 2 は Case 1 より約 300MW の過剰設備が必要となる。(300MW 相当の火力発電設備費は約  $223 \times 10^6$  LE を要するであろう。)

この様なことから技術的には Case 1, Case 2 の各建設計画はいずれも設備可能な予備力を得て、電力を安定供給しうるものである。

従って、1988/89年に運開されるシナイ火力としては経済性の面から最小所要予備力が小さい Case 1 を採用し 300MW $\times$ 2 とすべきであろう。

## 2) 300MW $\times$ 2Units と 600MW $\times$ 1Unit の経済比較

本プロジェクトの単機容量の決定に際し、前項の供給信頼度についての検討を加え、Case 1 と Case 2 の発電原価 (Millimes/KWh) による経済比較を行った。

検討結果は表 4-22 に示す通り需要家端での発電原価で Case 1

は 8.23 millimes / Kwh , case 2 は 8.30 millimes / KWh で case 2 より case 1 の 300MW×2 の方が有利である。

一方 600MW×1 と 300MW×2 の年間運転可能時間において Case 1 は Case 2 に勝っており需要家端における販売可能電力量 は Case 1 で 3,700.2 GWh, Case 2 は 3,467.4 GWh であって、Case 1 の売電利益は 56.7 million LE, Case 2 は 52.9 million LE となり、Case 1 がやや有利となる。

表4-22 300MW×2Unitsと600MW×1Unit

## の発電原価比較

| <u>Item</u>                               | <u>Unit</u>       | <u>Formula</u>                               | <u>Case 1</u> | <u>Case 2</u> |
|---|-------------------|--|---------------|---------------|
| A. Unit Capacity                          | MW                |  | 320 x 2       | 638 x 1       |
| B. Maintenance Period                     | days              |  | 42            | 52            |
| C. Forced Outage                          | days              |  | 29(8%)        | 36(10%)       |
| D. Availability                           | %                 | $100 \times (365 - B - C) / 365$             | 80            | 75            |
| E. Annual Gross kWh                       | $\times 10^6$ kWh | $A \times 8.760 \times D / 100$              | 4,485.1       | 4,191.7       |
| F. Station Service Loss                   | %                 |  | 6.25          | 6.0           |
| G. Annual Available Energy at P/S Tr. End | $\times 10^6$ kWh | $E \times (1 - F / 100)$                     | 4,204.8       | 3,940.2       |
| H. Plant Efficiency                       | %                 |  | 39            | 39            |
| I. Construction Cost excluding T/L        | $\times 10^6$ LE  |  | 464.2         | 441.0         |
| J. Fuel Calorific Value                   | kcal/kg           |  | 6,500         | 6,500         |
| K. Fuel Consumption                       | $\times 10^3$ ton | $\frac{860 \times E}{H \times J} \times 100$ | 1,521.6       | 1,422.0       |
| L. Unit Price of Fuel                     | LE/ton            |  | 4.9           | 4.9           |
| M. Fuel Cost                              | $\times 10^6$ LE  | $K \times L \times 10^{-3}$                  | 7.5           | 7.0           |
| N. Operation & Maintenance Cost           | $\times 10^6$ LE  | $I \times 0.02$                              | 9.3           | 8.8           |
| O. Administration Cost                    | $\times 10^6$ LE  | $I \times 0.005$                             | 2.3           | 2.2           |
| P. Depreciation                           | $\times 10^6$ LE  | $I / 30$                                     | 15.5          | 14.7          |
| Q. Annual Cost                            | $\times 10^6$ LE  | $M + N + O + P$                              | 34.6          | 32.7          |
| R. Generating Cost at P/S Tr. End         | Millimes/kWh      | $Q / G \times 10^3$                          | 8.23          | 8.30          |
| S. T/L and D/L Loss                       | %                 |  | 12            | 12            |
| T. Salable Energy at Consumer End         | $\times 10^6$ kWh | $G \times (1 - S / 100)$                     | 3,700.2       | 3,467.4       |
| U. Salable Unit Price                     | Millimes/kWh      |  | 23.55         | 23.55         |
| V. Revenue/kWh                            | Millimes/kWh      | S-R  | 15.32         | 15.25         |
| W. Annual Revenue                         | $\times 10^6$ LE  | $V \times T \times 10^{-3}$                  | 56.7          | 52.9          |

## 3) 結 論

- I. 1)の供給予備力において Case 1 は Case 2 より約 300MW 程度少ない予備力を持つことによって電力の供給信頼度を得ることができる。
- II. 2)の経済比較において所要建設費は Case 2 が Case 1 より約 5% 安い、発電原価において Case 1 は 8.23 millimes/KWh, Case 2 は 8.30 millimes/KWh で Case 1 が有利であり、年間の設備の販売可能電力量は Case 1 は 3,700.2 Gwh, Case 2 が 3,467.4 Gwh で年収入は Case 1 が 56.7 million LE, Case 2 が 52.9 million LE であって、Case 1 がやや有利である。
- III. すなわち年収入の面から両者を比較すると同一機種と容量を持つ 300MW × 2 の場合相互に融通のきく計画的運転と保守が可能であり、電力の供給信頼度は 600MW × 1 よりも勝っていることを意味する。
- IV. 結論として両者の経済性はほぼ互角であるが、所要予備力の規模と Egypt 全系統に対する柔軟な運用を維持しうる点においてこのプロジェクトは 300MW × 2 とすることが望ましい。

#### 4-4 プロジェクトの範囲

1988年以降のエジプトにおける電力需給計画によるシナイ 石炭火力  
1,200MW 開発計画のうち、今回のプロジェクトの範囲は、原則的に300MW×2  
units の発電所、輸入炭荷揚港および既設連系送電線までの送電線とそれに付  
随する設備が本プロジェクトの範囲である。

すなわち進入道路、用地造成、護岸、復水器冷却水取放水設備、海水淡水化  
設備、ボイラ・タービン発電機およびそれらの付属設備、揚炭・運炭設備、灰  
処理設備、排水処理設備、燃料油設備、貯炭場、灰捨場、サービスビルディン  
グ、修理工場、倉庫、送電設備、変電設備、通信設備、消火設備および安全対策  
設備等である。

但し、将来増設する600MWに必要な共通設備として最少限の用地造成、燃  
料荷揚、輸送設備、取放水設備を含むものとする。

## 4-5 環境対策

## 4-5-1 環境問題に対する基本的考え方

火力発電所の建設にあたっての環境問題への配慮は、建設場所周辺の環境、生活状況、公害対策機器の技術の信頼性、建設工事費等を総合的に判断し、一番効果的で且つ経済的な公害防止対策を実施すべきである。

本プロジェクトに於ては、エジプトに於ける環境問題に対する現状をふまえて、以下大気汚染対策、温排水対策、油脂漏洩を含む排水処理対策、騒音対策、灰処理排水対策について述べる。

## 4-5-2 大気汚染対策

石炭焼き火力発電所に於ける大気汚染で一番問題になるのは、ばいじん問題とばい煙(SO<sub>x</sub>)の問題である。

以下これらの対策について述べる。

## 1) ばいじん対策

一般に微粉炭焼きボイラに於て、灰はボイラのクリンカーホッパーに落下するボトムアッシュと、空気予熱器、集じん器等に捕集されるフライアッシュに分けられ、その灰分の比率は大体ボトムアッシュ15~25%に対してフライアッシュは75~85%である。従って本プロジェクトでは、全灰量の約80%を占めるフライアッシュを捕集して煙突から飛散させないため集じん装置を設置する。

集塵装置には機械式と電気式とがあるが、大気汚染防止を考慮し捕集範囲の広い電気集塵装置を採用する。

| 集塵方式    | 最小捕集粒径   |
|---------|----------|
| 電気式集塵装置 | 0.05 μ以上 |
| 機械式集塵装置 | 10 μ以上   |

## 2) ばい煙対策

ばい煙問題に関しては、石炭中の硫黄分の燃焼による硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)の環境に関する影響を日本の基準に照し合わせて検討した。

一般に排ガス中の硫黄酸化物が環境に与える影響は、SO<sub>x</sub>最大着地濃度とSO<sub>x</sub>の環境基準値との関係から判断出来る。即ち本プロジェクトに於けるSO<sub>x</sub>の最大着地濃度はSutton Bosanquetの式を用いて計算すると $5.4 \times 10^{-2}$  ppmであり、エジプト及びアメリカEPAの基準値を満足している。

(4-5-7項参照)

## 4-5-3 温排水対策

冷却水排水は取水温度に比べ約7°C上昇する。

この温排水は冷水との混合や大気への熱拡散によって環境水温まで冷却されるが、放水流速を高めることにより冷水の混合希釈効果をあげ影響面積を小さくする。

## 4-5-4 油脂分を含む排水処理対策

一般に火力発電所に於ける排水処理で問題になるのは、定検時に於ける煙突、空気予熱器・ボイラの洗浄排水、給水処理装置の再生排水、軽油設備廻りの油脂分を含む排水が主である。以下これらの対策について述べる。

## 1) 煙突、空気予熱器、ボイラ洗浄排水対策

これらの洗浄排水は、洗浄初期はかなりPHの高い洗浄水が排水され、これらの洗浄排水は埋設配管で中和槽に導かれ苛性ソーダ(NaOH)等の注入によりPH7.0程度迄中和されたのち放水路に排水される。

## 2) 給水処理装置の再生排水対策

排水されるもので一番多いのが給水処理装置の再生排水である。こ



の排水はイオン交換樹脂を再生する時の排水で酸性、アルカリ性で、排水は埋設配管で中和槽迄導かれ、硫酸( $H_2SO_4$ )もしくはカセイソーダ( $NaOH$ )の薬液を注入することにより中和され放水路に排水される。

### 3) 軽油タンクヤード廻りの油脂分を含んだ排水対策

軽油タンクヤードの廻りには軽油タンク、軽油ポンプ等油の漏洩する可能性があるので軽油タンクヤードの廻りに排水溝をめぐるし油を含んだ汚水を一旦油分離槽に導く。油と水を油分離槽で分離したあと、水を埋設配管で中和槽迄導き、ここで中和処理後、排水ポンプにて放水路に排水する。

油分離槽で分離された油は手動で、定期的にくみだすものとする。

### 4-5-5 騒音対策

サイト境界線における騒音レベルの騒音源としては、連続的に発生するものと、不定期に発生するものの二通りがある。連続的に発生する騒音源として大きいのはボイラ給水ポンプ、強圧送風機(FDF)、空気圧縮機、循環水ポンプ(CWP)、変圧器等があるが、ボイラ給水ポンプ、ミル、空気圧縮機については本館内に収められている為騒音が非常に少ない。

不定期に発生する安全弁吹出し時の騒音に対してサイレンサーを取り付け騒音を低く抑え尚且つ社宅と反対側に向けることで騒音の軽減を計る。

### 4-5-6 灰処理排水対策

石炭焼きボイラにて生成する灰には、ボイラが底に沈積するボトムアッシュとボイラ火灰から飛散するフライアッシュとに分けられる。以下これら2系統の灰処理排水対策について述べてみる。

ボイラボトムのクリンカーホッパーの落下灰は一定時間毎にジェットポンプにより排出される。

即ち水でシールされたクリンカーホッパーに落下した灰は、クリンカーホッパーの出口に設けられたクラッシャーで砕かれて粒を揃えられてジェットポンプで灰流し管を通り灰捨場に水流輸送される。

空気予熱器 (Air Preheater) 及び集塵器 (Dust collector) ホッパーに貯灰されたフライアッシュは一定時間毎にシーケンシャルに排出される。

即ちホッパーに貯灰されたフライアッシュはシーケンシャルにハイドロリックエキゾスタで作られた真空により灰流し管を通り灰捨場に水流輸送される。

灰捨場ではカーテンウォール式浮灰流出防止板およびフィルター等を設置して完全に灰分を分離後、分離水のみスエズ湾に排水する。

## 4-5-7 煙突高さの決定

煙突高さは、発電所予定位置の風向図とともに地表面における SO<sub>x</sub> の最大濃度と地表面に発生する最大着地濃度地点の距離を考慮して決定される。このプロジェクトの為に煙突高さ 50 m と 85 m で検討した。オーストラリア、アメリカ、ポーランド、コロンビア、南アフリカ炭のイオウ分は 0.21% から 1.3% の範囲であり 2% を越えていない。

又、マグハラ炭(イオウ分: 2.97%) と輸入炭との混炭のイオウ分は、約 1.1% である。従って、煙突高さは石炭使用の場合はイオウ分 2% 以下、重油使用の場合はエジプト石油片のイオウ分基準は最大 2.5% であるので 3% 以下を条件として決定する。

風向図より判断すると、北北西の風向が多く南南東の風向は少ない。しかしながらスエズ市は発電所予定地点の北西約 8 km に位置し、スエズ市への影響を考慮して、煙突高さ 85 m とする。煙突高さ 85 m での排出濃度はエジプト基準 0.074 ppm 及びアメリカ EPA 基準 0.056 ppm を満足する。

地表面の最大濃度 (C<sub>max</sub>) と最大着地濃度地点 (X<sub>max</sub>) を次の表に示す。

表4-23 石炭専焼

煙突高さ85m  
50m

| 硫黄分 (%)    |       | 硫黄分 (%)       |               |               |               |   |
|------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
|            |       | 1.0           | 1.3           | 1.5           | 2.0           |   |
| Cmax (ppm) | 1,2号機 | 0.029 / 0.038 | 0.038 / 0.049 | 0.044 / 0.057 | 0.059 / 0.076 | / |
|            | 1号機   | 0.027 / 0.038 | 0.035 / 0.050 | 0.040 / 0.058 | 0.054 / 0.077 | / |
| Xmax (km)  | 1,2号機 | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | / |
|            | 1号機   | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | / |

重油専焼

煙突高さ85m  
50m

| 硫黄分 (%)    |       | 硫黄分 (%)       |               |               |               |               |
|------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|            |       | 1.0           | 1.5           | 2.0           | 2.5           | 3.0           |
| Cmax (ppm) | 1,2号機 | 0.020 / 0.027 | 0.031 / 0.040 | 0.041 / 0.053 | 0.051 / 0.066 | 0.062 / 0.080 |
|            | 1号機   | 0.019 / 0.027 | 0.028 / 0.040 | 0.037 / 0.054 | 0.047 / 0.067 | 0.056 / 0.081 |
| Xmax (km)  | 1,2号機 | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    | 135 / 11.6    |
|            | 1号機   | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     | 9.5 / 7.8     |

表 4-24 石炭専焼

|   | 1 号 機   | 1 . 2 号 機                  |
|---|---|----------------------------|
| <p>(1) 排ガス量等の計算</p> <p>a) 理論空気量 (A<sub>0</sub>)</p> $A_0 = \left\{ 8.89C + 26.7 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 3.33S \right\} (1 - W)$ <p>C : 炭素 7.5%<br/>                     H : 水素 4.9%<br/>                     O : 酸素 11.4%<br/>                     S : 硫黄 2.0%</p> <p>W は全水分で</p> <p>W = 湿分 + 水分 (1 - 湿分)<br/>                     湿分 : 7.0%<br/>                     水分 (固有水分) 5.6%</p> | $A_0 = \left\{ 8.89 \times 0.75 + 26.7 \left( 0.049 - \frac{0.114}{8} \right) + 3.33 \times 0.02 \right\} (1 - 0.122)$ <p>= 6.7</p> <p>W = 0.07 + 0.056 (1 - 0.07)<br/>                     = 0.122</p> | <p>同</p> <p>同</p> <p>左</p> |
| <p>b) 理論燃焼ガス量 (Q<sub>0</sub>)</p> $Q_0 = 0.79A_0 + (1.867C + 0.75 + 0.8N + 1.12H \times (1 - W)) + 12.44W$ <p>N : 窒素 1.4%</p>   | $Q_0 = 0.79 \times 6.7 + (1.867 \times 0.57 + 0.7 \times 0.02 + 0.8 \times 0.014 + 1.12 \times 0.049) \times (1 - 0.122) + 12.44 \times 0.122$ <p>= 6.9</p>   | <p>同</p> <p>同</p> <p>左</p> |

|  | 1 号 機   | 1 . 2 号 機   |
|--|---|---|
| c) 実際燃焼ガス量 ( $Q'$ )<br>$Q' = Q_0 + (\lambda - 1) A_0$<br>$\lambda$ : 空気過剰係数 1.35 | $Q' = 6.9 + (1.35 - 1) 6.7$<br>$= 9.25$   | 同 左   |
| d) 使用燃料量 (F)   | $\frac{320 \text{ MWH} \times 1 \text{ ト} \times 860 \text{ Kcal}}{0.39 \times 6.500 \text{ Kcal/Kg}}$<br>$= 108.600 \text{ (Kg/h)}$                            | $\frac{320 \text{ MWH} \times 2 \text{ ト} \times 860 \text{ Kcal}}{0.39 \times 6.500 \text{ Kcal/Kg}}$<br>$= 217.200 \text{ (Kg/h)}$                            |
| e) ボイラ出口排ガス量 ( $Q_B$ )<br>$Q_B = Q' \times F$                                    | $9.25 \times 108.600$<br>$= 1005 \times 10^3 \text{ (Nm}^3/\text{h)}$<br>$= 279 \text{ (Nm}^3/\text{s)}$<br>$= 294 \text{ (m}^3/\text{s at } 15^\circ\text{C)}$ | $9.25 \times 217.200$<br>$= 2009 \times 10^3 \text{ (Nm}^3/\text{h)}$<br>$= 558 \text{ (Nm}^3/\text{s)}$<br>$= 589 \text{ (m}^3/\text{s at } 15^\circ\text{C)}$ |
| f) 排出温度  | 135 °C  | 135 °C (計画)   |
| g) 排出速度  | 28 m/s  | 28 m/s (計画)   |

|  | 1 号 機   | 1 . 2 号 機   |
|--|---|---|
| <p>(2) 補正排出口高さの計算</p> $He = Ho + 0.65(Hm + Ht) \text{ (m)}$ $Hm = \frac{0.795\sqrt{Q \times V}}{1 + \frac{2.58}{V}}$ $Ht = 2.01 \times 10^{-3} \times Q(T - 288) \left( 2.3 \log 10J + \frac{1}{j} - 1 \right)$ $J = \frac{1}{\sqrt{Q \times V}} (1.460 - 296 \frac{V}{T - 288}) + 1$ <p>ここに<br/>                     He = 補正排出口の高さ<br/>                     Ho = 排出口の実高さ (m)<br/>                     Q = 15°Cにおける排出ガス量 (m³/s)<br/>                     V = 排出速度 (m/s)<br/>                     T = 排出温度 (°K)</p> | <p>Ho = 8.5 m</p> $He = 85 + 0.65(66 + 131) = 213 \text{ (m)}$ $Hm = \frac{0.795\sqrt{294 \times 28}}{1 + \frac{2.58}{28}} = 66 \text{ (m)}$ $Ht = 2.01 \times 10^{-3} \times 294(408 - 288) \left( 2.3 \log 16.3 + \frac{1}{1.63} - 1 \right) = 131 \text{ (m)}$ $J = \frac{1}{\sqrt{294 \times 28}} (1.460 - 296 \frac{28}{408 - 288}) + 1 = 16.3$ <p>Ho = 5.0 m</p> $He = 50 + 0.65(66 + 131) = 178 \text{ (m)}$ | <p>Ho = 8.5 m</p> $He = 85 + 0.65(93 + 220) = 288 \text{ (m)}$ $Hm = \frac{0.795\sqrt{589 \times 28}}{1 + \frac{2.58}{28}} = 93 \text{ (m)}$ $Ht = 2.01 \times 10^{-3} \times 589(408 - 288) \left( 2.3 \log 11.8 + \frac{1}{1.18} - 1 \right) = 220 \text{ (m)}$ $J = \frac{1}{\sqrt{589 \times 28}} (1.460 - 296 \frac{28}{408 - 288}) + 1 = 11.8$ <p>Ho = 5.0 m</p> $He = 50 + 0.65(93 + 220) = 253 \text{ (m)}$ |

|   | 1 号 機  | 1 . 2 号 機  |
|---|--|--|
| <p>(3) 硫酸化物排出量の計算</p> $q = 0.7 \times \frac{S}{100} \times F \times (1 - \text{湿分})$ <p>(Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>ここに</p> <p>q = 硫酸化物排出量</p> <p>S = 硫黄 (%)</p> <p>F = 使用燃料量 (Kg/h)</p> <p>湿分 7%</p> | <p>S = 2.0%</p> $q = 0.7 \times \frac{2.0}{100} \times 108600 \times (1 - 0.07)$ <p>= 1414 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.5 q = 1060 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.3 q = 919 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.0 q = 707 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>Ho = 8.5 m S = 2.0%</p> $C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{1414}{213^2} = 0.054 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 8.5 m S = 1.5%</p> $C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{1060}{213^2} = 0.040 \text{ (ppm)}$ | <p>S = 2.0%</p> $q = 0.7 \times \frac{2.0}{100} \times 217200 \times (1 - 0.07)$ <p>= 2828 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.5 q = 2120 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.3 q = 1838 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 1.0 q = 1414 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>Ho = 8.5 m S = 2.0%</p> $C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{2828}{288^2} = 0.059 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 8.5 m S = 1.5%</p> $C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{2120}{288^2} = 0.044 \text{ (ppm)}$ |
| <p>(4) Cmax および Xmax</p> $a) C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{q}{\text{He}^2} \text{ (ppm)}$ <p>ここに</p> <p>Cmax = 地上最大濃度</p> <p>q = 硫酸化物排出量 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>He = 補正排出口高さ (m)</p>        |  |  |



|  | 1 号 机   | 1 . 2 号 机   |
|--|---|---|
|  | <p>Ho = 85 m S = 1.3%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{919}{213^2} = 0.035 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 85 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{707}{213^2} = 0.027 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1414}{178^2} = 0.077 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1060}{178^2} = 0.058 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.3%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{919}{178^2} = 0.050 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{707}{178^2} = 0.038 \text{ (ppm)}$ | <p>Ho = 85 m S = 1.3%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1838}{288^2} = 0.038 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 85 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1414}{288^2} = 0.029 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2828}{253^2} = 0.076 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2120}{253^2} = 0.057 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.3%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1838}{253^2} = 0.049 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1414}{253^2} = 0.038 \text{ (ppm)}$ |

|  | 1 号 機   | 1 . 2 号 機   |
|--|---|---|
| <p>b) <math>X_{max} = 2.08 \times He^{1.143}</math> (m)</p> <p>ここに</p> <p><math>X_{max}</math> : 地上最大震度地点</p> <p><math>He</math> : 補正排出口高さ (m)</p> | <p><math>Ho = 85\text{ m}</math>   <math>S = 1.0 \sim 2.0\%</math></p> <p><math>X_{max} = 2.08 \times 213^{1.143} = 9,537\text{ m}</math></p> <p>9.5 (Km)</p> | <p><math>Ho = 85\text{ m}</math>   <math>S = 1.0 \sim 2.0\%</math></p> <p><math>X_{max} = 2.08 \times 288^{1.143} = 13,463\text{ m}</math></p> <p>13.5 (Km)</p> |
|  | <p><math>Ho = 50\text{ m}</math></p> <p><math>X_{max} = 2.08 \times 178^{1.143} = 7,768\text{ m}</math></p> <p>7.8 (Km)</p>                                   | <p><math>Ho = 50\text{ m}</math></p> <p><math>X_{max} = 2.08 \times 253^{1.143} = 11,610\text{ m}</math></p> <p>11.6 (Km)</p>                                   |

表 4-25 重油専焼

|   | 1 号 機  | 1 . 2 号 機  |
|---|--|------------|
| <p>(1) 排ガス量の計算</p> <p>a) 理論空気量 (A<sub>0</sub>)</p> $A_0 = 8.89C + 2.67H + 3.33S$ <p>C : 炭素 86.2%</p> <p>H : 水素 13.0%</p> <p>S : 硫黄 3.0%</p> | $A_0 = 8.89 \times 0.862 + 2.67 \times 0.13 + 3.33 \times 0.03$ $= 11.2 \quad (\text{Nm}^3/\text{Kg})$ | <p>同 左</p> |
| <p>b) 理論燃焼ガス量 (Q<sub>0</sub>)</p> $Q_0 = 8.89C + 3.23H + 3.33S$   | $Q_0 = 8.89 \times 0.862 + 3.23 \times 0.13 + 3.33 \times 0.03$ $= 12.0 \quad (\text{Nm}^3/\text{Kg})$ | <p>同 左</p> |
| <p>c) 実際燃焼ガス量 (Q')</p> $Q' = Q_0 + (\lambda - 1) A_0$   | $Q' = 12 + (1.2 - 1) 11.2$ $= 14.2 \quad (\text{Nm}^3/\text{Kg})$                                      | <p>同 左</p> |

|  | 1 号 機   | 1 . 2 号 機  |
|--|---|--|
| d) 使用燃料量 (F)   | $F = \frac{320 \text{ MWH} \times 1 \text{ ト} \times 860 \text{ Kcal}}{0.39 \times 10,000 \text{ Kcal/Kg}}$ $= 70,600 \text{ (Kg/h)}$ | $F = \frac{320 \text{ MWH} \times 2 \text{ ト} \times 860 \text{ Kcal}}{0.39 \times 10,000 \text{ Kcal/Kg}}$ $= 141,200 \text{ (Kg/h)}$ |
| e) ボイラ出口排ガス量 (Q)<br>$Q = Q' \times F$                    | $Q = 14.2 \times 70,600$ $= 1,003 \times 10^3 \text{ (Nm}^3\text{/h)}$ $279 \text{ (Nm}^3\text{/s)}$ $294 \text{ (m}^3\text{/s)}$     | $Q = 14.2 \times 141,200$ $= 2,006 \times 10^3 \text{ (Nm}^3\text{/h)}$ $558 \text{ (Nm}^3\text{/s)}$ $588 \text{ (m}^3\text{/s)}$     |
| f) 排出温度  | 135   | ℃ (計画)   |
| g) 排出速度  | 28  | m/s (計画)   |
| (2) 補正排出口高さの計算<br>$He = Ho + 0.65 (Hm + Ht) \text{ (m)}$ | $Ho = 8.5 \text{ m}$ $He = 8.5 + 0.65 (6.6 + 13.1)$ $= 21.3 \text{ (m)}$  | $Ho = 8.5 \text{ m}$ $He = 8.5 + 0.65 (9.3 + 22.0)$ $= 28.8 \text{ (m)}$   |

|  | 1 号 機  | 1 . 2 号 機  |
|--|--|--|
| $H_m = \frac{0.795\sqrt{Q \times V}}{1 + \frac{2.58}{V}}$ $H_t = 2.01 \times 10^{-3} \times Q(T-288) \left( 2.3 \log J + \frac{1}{j} - 1 \right)$ $J = \frac{1}{\sqrt{Q \times V}} \left( \frac{1460-296}{T-288} \frac{V}{j} \right) + 1$ <p>ここに<br/>                     He: 補正排出口高<br/>                     Ho: 排出口の突高さ (m)<br/>                     Q: 15℃における排出ガス量(m<sup>3</sup>/s)<br/>                     V: 排出速度 (m/s)<br/>                     T: 排出温度 (°K)</p> | $H_m = \frac{0.795\sqrt{294 \times 28}}{1 + \frac{2.58}{28}} = 66(m)$ $H_t = 2.01 \times 10^{-3} \times 294(408-288) \left( 2.3 \log 1.63 + \frac{1}{1.63} - 1 \right) = 131(m)$ $J = \frac{1}{\sqrt{294 \times 28}} \left( \frac{1460-296}{408-288} \frac{28}{1.63} \right) + 1 = 1.63$ | $H_m = \frac{0.795\sqrt{588 \times 28}}{1 + \frac{2.58}{28}} = 93(m)$ $H_t = 2.01 \times 10^{-3} \times 588(408-288) \left( 2.3 \log 1.18 + \frac{1}{1.18} - 1 \right) = 220(m)$ $J = \frac{1}{\sqrt{588 \times 28}} \left( \frac{1460-296}{408-288} \frac{28}{1.18} \right) + 1 = 1.18$ |
|  | $H_o = 50 m$ $H_e = 50 + 0.65(66 + 131) = 178(m)$  | $H_o = 50 m$ $H_e = 50 + 0.65(93 + 220) = 253(m)$  |

|   | I 号 機  | 1 . 2 号 機   |
|---|--|---|
| <p>(3) 硫酸化物排出量の計算</p> $q = 0.7 \times \frac{S}{100} \times F \text{ (Nm}^3/\text{h)}$ <p>ここに</p> <p>q : 硫酸化物排出量</p> <p>S : 硫黄 (%)</p> <p>F : 使用燃料量 (Kg/h)</p> | <p>S = 3.0%</p> $q = 0.7 \times \frac{3.0}{100} \times 70600 = 1483 \text{ (Nm}^3/\text{h)}$ <p>S = 2.5 q = 1236 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 2.0 q = 988 ( " )</p> <p>S = 1.5 q = 741 ( " )</p> <p>S = 1.0 q = 494 ( " )</p>   | <p>S = 3.0%</p> $q = 0.7 \times \frac{3.0}{100} \times 141200 = 2966 \text{ (Nm}^3/\text{h)}$ <p>S = 2.5 q = 2472 (Nm<sup>3</sup>/h)</p> <p>S = 2.0 q = 1976 ( " )</p> <p>S = 1.5 q = 1482 ( " )</p> <p>S = 1.0 q = 988 ( " )</p>   |
| <p>(4) CmaxおよびXmax</p> <p>a) <math>C_{max} = 1.72 \times \frac{q}{Hc^2}</math> (ppm)</p>  | <p>Ho = 8.5 m S = 3.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1483}{213^2} = 0.056 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 8.5 m S = 2.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1236}{213^2} = 0.047 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 8.5 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{988}{213^2} = 0.037 \text{ ( " )}$ | <p>Ho = 8.5 m S = 3.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2966}{288^2} = 0.062 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 8.5 m S = 2.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2472}{288^2} = 0.051 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 8.5 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1976}{288^2} = 0.041 \text{ ( " )}$ |

|  | 1 号 機   | 1 . 2 号 機  |
|--|---|--|
|  | <p>Ho = 85 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{741}{213^2} = 0.028 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 85 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{494}{213^2} = 0.019 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 3.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1483}{178^2} = 0.081 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 2.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1236}{178^2} = 0.067 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{988}{178^2} = 0.054 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{741}{178^2} = 0.040 \text{ ( " )}$ | <p>Ho = 85 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1482}{288^2} = 0.031 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 85 m S = 1.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{988}{288^2} = 0.020 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 3.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2966}{253^2} = 0.08 \text{ (ppm)}$ <p>Ho = 50 m S = 2.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{2472}{253^2} = 0.066 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 2.0%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1976}{253^2} = 0.053 \text{ ( " )}$ <p>Ho = 50 m S = 1.5%</p> $C_{max} = 1.72 \times \frac{1482}{253^2} = 0.04 \text{ ( " )}$ |

|  | 1 号 機  | 1 . 2 号 機  |
|--|--|--|
|  | $H_o = 50 \text{ m}$ $S = 1.0\%$<br>$C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{494}{178} = 0.027 \text{ (ppm)}$                         | $H_o = 50 \text{ m}$ $S = 1.0\%$<br>$C_{\text{max}} = 1.72 \times \frac{988}{253} = 0.027 \text{ (ppm)}$                 |
| b) $X_{\text{max}} = 2.08 \times He^{1.143} \text{ (m)}$<br><br>ここに<br>$X_{\text{max}}$ : 地上最大濃度地点<br>$He$ : 補正排出口高さ (m) | $H_o = 85 \text{ m}$ $S = 1.0 \sim 3.0\%$<br>$X_{\text{max}} = 2.08 \times 213^{1.143} = 9537 \text{ m}$<br>$= 9.5 \text{ (Km)}$ | $H_o = 85 \text{ m}$ $S = 1.0 \sim 3.0\%$<br>$X_{\text{max}} = 2.08 \times 288^{1.143} = 13463$<br>$= 13.5 \text{ (Km)}$ |
|  | $H_o = 50 \text{ m}$ $S = 1.0 \sim 3.0\%$<br>$X_{\text{max}} = 2.08 \times 178^{1.143} =$<br>$= 7.8 \text{ (Km)}$                | $H_o = 50 \text{ m}$ $S = 1.0 \sim 3.0\%$<br>$X_{\text{max}} = 2.08 \times 253^{1.143} =$<br>$= 11.6 \text{ (Km)}$       |



排出基準

| エ<br>シ<br>フ<br>ト  | U S E P A Limit   | 目<br>本   |
|---|---|--|
| <p>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> $\frac{200 \times 10^{-6} \times 224}{64 \times 10^3} \times \frac{273+15}{273}$ <p>= <math>7.38^{-6}</math> → 0.074 ppm</p> | <p>150 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> $\frac{150 \times 10^{-6} \times 224}{64 \times 10^3} \times \frac{273+15}{273}$ <p>= <math>5.54^{-6}</math> → 0.055 ppm</p> | <p>0.038 ppm<br/>(100 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</p> |

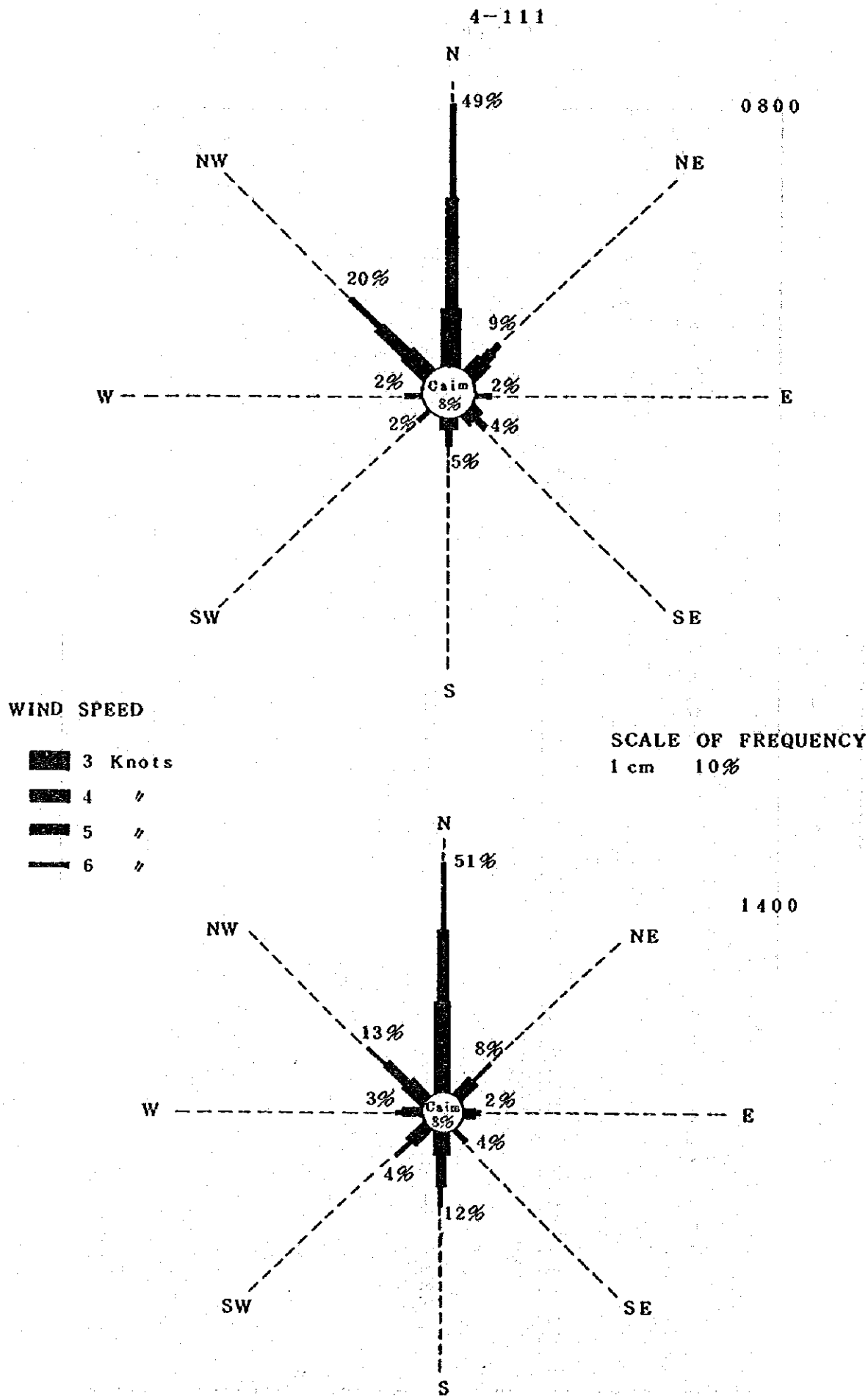


图4-21 风向、风力图

