第 6 章

発電設備の予備設計

第6章　発電設備の予備設計

頁

6.1　要　　旨 …… 6－1
　6.1.1　基本的考え …… 6－1
　6.1.2　計画の要点 …… 6－2
6.2 予備設計条件 …… 6－4
　6.2.1　サイト条件 …… 6－4
　6.2.2　設計条件および基本諸元 …… 6－29
　6.2.3　発電所の運用条件 …… 6－31
　6.2.4　発電プラントの基本諸元 …… 6－33
6.3　発電設備の概要 …… 6－37
　6.3.1　基本諸元 …… 6－37
　6.3.2　土 地 造 成 …… 6－37
　6.3.3　港 湾 設 備 …… 6－38
　6.3.4　揚運炭・貯炭設備 …… 6－38
　6.3.5　重軽油貯蔵タンク …… 6－40
　6.3.6　淡水供給設備 …… 6－40
　6.3.7　ボイラー設備 …… 6－41
　6.3.8　タービン設備 …… 6－43
　6.3.9　復水器冷却設備 …… 6－45
　6.3.10　電 気 設 備 …… 6－47
　6.3.11　灰処理装置 …… 6－49
　6.3.12　発電所本館 …… 6－50
　6.3.13　煙　　突 …… 6－50
　6.3.14　付属建物 …… 6－50
　6.3.15　環境対策設備 …… 6－51
6.4　発電所レイアウト …… 6－52
　6.4.1　レイアウトの基本構想 …… 6－52
　6.4.2　発電所の敷地面積 …… 6－52
　6.4.3　構造物および機器の配置 …… 6－53
6.5　発 電 所 用 地 …… 6－59
　6.5.1　概　　要 …… 6－59
　6.5.2　敷地造成高さ …… 6－59
　6.5.3　敷地造成および敷地護岸 …… 6－59
6.6　港 湾 計 画 …… 6－63
　6.6.1　基 本 構 想 …… 6－63
　6.6.2　港 湾 施 設 …… 6－64
　6.6.3　湾内の航行管理 …… 6－66
　6.6.4　静穏度の検討 …… 6－66

6.7 揚運炭・貯炭設備 …… 6－81
6.7.1 検討条件 …… 6－81
6.7.2 アンローダ …… 6－83
6.7.3 揚炭桟橋 …… 6－85
6.7.4 受入コンベア設備 …… 6－88
6.7.5 貯炭場および貯炭場設備 …… 6－97
6.7.6 払出コンベア …… 6－105
6.7.7 混炭方法 …… 6－106
6.7.8 コールバンカ …… 6－107
6.7.9 最適化の検証 …… 6－109
6.8 重軽油貯蔵設備 …… 6－117
6.8.1 重油貯蔵タンク …… 6－117
6.8.2 軽油貯蔵タンク …… 6－120
6.9 淡水供給設備 …… 6－123
6.9.1 発電所淡水使用量 …… 6－123
6.9.2 取水地点の選定 …… 6－133
6.9.3 取水設備およびパイプライン …… 6－134
6.10 ボイラー設備 …… 6－139
6.10.1 ボイラー本体 …… 6－139
6.10.2 微粉炭燃焼装置 …… 6－144
6.10.3 重・軽油燃焼装置 …… 6－146
6.10.4 所内ボイラと補助蒸気 …… 6－148
6.11 蒸気タービン設備 …… 6－153
6.11.1 復水器 …… 6－153
6.11.2 主要ポンプ類 …… 6－160
6.11.3 給水加熱器 …… 6－163
6.12 復水器冷却水設備 …… 6－164
6.12.1 基本条件 …… 6－164
6.12.2 取・放水口の位置および形式 …… 6－164
6.12.3 取水口および取水管 …… 6－165
6.12.4 ポンプ場 …… 6－166
6.12.5 送・放水管路 …… 6－166
6.12.6 放水槽および放水口 …… 6－167
6.12.7 塩素注入設備 …… 6－167
6.13 電気設備 …… 6－179
6.13.1 電気系統 …… 6－179
6.13.2 定格電圧の選定 …… 6－181
6.13.3 発電機容量 …… 6－185
6.13.4 変圧器容量 …… 6－186
6.13.5 開閉所 …… 6－188
6.13.6 非常電源 …… 6－192

6.13.7 計測制御 …… 6－192
6.14 灰処理設備 …… 6－193
6.14.1 灰の発生量 …… 6－193
6.14.2 灰処理および灰捨方式 …… 6－194
6.14.3 灰処理系統機器の容量 …… 6－195
6.14.4 灰輸送トラック …… 6－198
6.14.5 灰捨場 …… 6－199
6.14.6 灰捨場護岸および排水システム …… 6－200
6.15 発電所本館 …… 6－207
6.15.1 本館レイアウト …… 6－207
6.15.2 基礎 …… 6－207
6.15.3 上部構造 …… 6－208
6.15.4 建築設備 …… 6－208
6.16 煙突 …… 6－215
6.16.1 設計条件 …… 6－215
6.16.2 形式 …… 6－215
6.16.3 工法 …… 6－215
6.16.4 その他 …… 6－215
6.17 付属建物 …… 6－219

List of Figures

Fig 6.2-1 Site Location (Masinloc, Zambales)

Fig 6.2-2 CLIMATE & SEA Water Temperature

Fig 6.2-3 Distribution Diagram of Wind Direction and Speed (Iba)

Fig 6.2-4 Distribution Diagram of Wave Height on South China sea (Area 25)

Fig 6.2-5 Masinloc Site Borehole Location (2-1)

Fig 6.2-6 Masinloc Site Borehole Location (2-2)

Fig 6.2-7 Masinloc Site Boring Log

Fig 6.2-8 Masinloc Site Geological Profile

Fig 6.4-1 Masinloc Site Plot Plan

Fig 6.4-2 General Arrengement of Equipment

Fig 6.5-1 Land Reclamation

Fig 6.6-1 Masinloc, Zambales Approach Channel & Turning Basin

Fig 6.6-2 The Operation of Vessel in Turning Basin

Fig 6.6-3 (1) Calculation Method for Design Wave

Fig 6.6-3 (2) Calculation Result on Waves Combined Deep Water Wave With Wind Waves in Bay

Fig 6.7-1 Jetty and Coal Vessel Mooring

Fig 6.7-2 Coal Unloading Jetty (2-1)

Fig 6.7-3 Coal Unloading Jetty (2-2)

Fig 6.7-4 Offshore Conveyor Foundation

Fig 6.7-5 Coal Storage Yard

Fig 6.7-6 Coal Handling Flow Diagram

Fig 6.7-7 Coal Hondling System Flow Diagram

Fig 6.8-1 Oil Storage Tank

Fig 6.9-1 Fresh Water Balance Sheet

Fig 6.9-2 Fresh Water Flow Diagram

Fig 6.9-3 Fresh Water Intake and Pipeline

Fig 6.9-4 Fresh Water Intake

図 6.10-1　設計炭における火炉寸法
図 6.10-2　ファウリング性並びにガス温度とスートブロワ有効半径の関係
図 6.10-3　発電量当りの灰量と設計ガス流速の関係（目安）
図 6.10-4　Air and Gas Flow Diagram
図 6.10-5　補助蒸気量の検討
Fig 6.12-1　Cooling Water Intake
Fig 6.12-2　Cooling Water Pump Pit
Fig 6.12-3　Cooling Water Pipe
Fig 6.12-4　Cooling Water Outlet
図 6.12-5　海水通過時間の推定
Fig 6.13-1　One Line Diagram
Fig 6.13-2　Generator Capacity-Terminal Voltage
Fig 6.13-3　Switchyard Layout
Fig 6.14-1　Ash Handling System Flow Diagram
Fig 6.14-2　Ash Disposal Area
Fig 6.15-1　Power House Yard General Arrengement
Fig 6.15-2　Power House Plan EL + 12,000
Fig 6.15-3　Power House Section
Fig 6.16-1　Stack Plan, Elevation & Section

List of Tables

Table 6.2-1　<Climatological Normals> Period of Records (1951～1985)
Table 6.2-2　<Climatological Extremes> Period of Records-As of 1986
Table 6.2-3　Record of Wind Direction and Speed
Table 6.2-4　Frequency Distribution of Wave Height on South China Sea
Table 6.2-5　Stratigraphy in the Zambales Range
Table 6.6-1(1)Procedure to Calculate Design Wave

Table 6.6-1(2)Procedure to Calculate Calmness in Port

Table 6.6-2(1)Distribution of Wave Heights (Wave Combines Deepwater Wave with Wind Wave in Bay)

Table 6.6-2(2)Calmness in Berthing Basin

表 6.7-1　貯炭方式の比較

表 6.9-1　発電所用水量

表 6.11-1　最適真空度比較表

Table 6.13-1 High Voltage Switchgear System

Table 6.13-2 Motor Capacity-Critical Cable Length

Table 6.13-3 Cost Comparison from Power Factor/Short Circuit Ratio

Table 6.13-4 Standard Impedance of Transformer

Table 6.13-5 Capacity of MC Feeders

Table 6.13-6 Load of Starting Transformer

Table 6.13-7 Comparison Table of Circuit Breaker Scheme

Table 6.13-8 Comparison Table of CS and GIS for Switch yard

第6章 発電設備の予備設計

6.1 要　旨

6.1.1 基本的考え

発電設備、特に海外炭を使用する石炭火力設備の予備設計を行う場合、幾つかの考慮すべき事項がある。

(1) 海外から大量の石炭を輸入するため、大型の石炭運搬船を使用する。このため大規模の港湾が不可欠となる。この港湾計画は大型石炭船を安全に操船出来る計画でなければならない。このためには大型船の操船に熟練した専門家の検討が不可欠である。

(2) 石炭荷役設備（貯炭場の容量検討を含め）の最適化を図る必要がある。海外炭を輸送する石炭船は計画通りには入港しない。この理由は天候、積出し港における待機等による。この要因がアンローダ等の石炭荷役設備の容量、貯炭場の容量決定に密接に関係する。我々は1981年に日本で初めての海外炭火力を計画するにあたり、シミュレーションによってこの問題の最適化を図ることに成功した。このプログラムを利用し、この計画の石炭荷役設備について、その設備の最適化が実施されたか否かを検証した。

(3) 発電所の機器配置は、燃料の受入れから電気となって送り出されるまでの、一連のフローが合理的に配置される事が最も望ましい。しかし地点の形状、地盤の強度等の影響を受け必ずしも理想的な配置は得られないのが普通である。従って普通には地形、地質を優先的に考え、極力合理的な配置となるよう検討を行う。また発電所内の機器配置には幾つかの方式が考えられているが、保守の便利さと共に工事費の削減を図る考えをベースとして検討する。

(4) ボイラー、タービンの計画でとくに重要な事項は、

選択された燃料に適するボイラーであること。

経済的な蒸気条件であること。

などが挙げられる。しかし海外炭を利用する場合、特定の石炭が、発電所の耐用年数（この場合30年間）にわたって入手出来ると考える事は現実的ではない。このため海外の石炭市場の動向を勘案し、ボイラー設計が経済的に行える標準的な石炭を選定する必要がある。この石炭としてわれわれは豪州の Lemington炭を選定した。また蒸気条件については発電所のライフを考え、保守の容易さも勘案して決めることが必要である。

(5) 発電機は送電線に接続される。言い換えれば発電機は送電線の電気的影響を受ける。この地点は需要地であるマニラから250 kmの地点にあり、このことが発電機の特性、即ち短絡比、力率を決定する場合に大きく影響する。
また発電所内の重要機器のモータ電圧については、信頼性、経済性を考慮して選定する事が肝要である。

6.1.2 計画の要点

(1) 揚炭桟橋の位置は、Oyon湾の海底地形を考慮し、且つ大型石炭船を極力発電所地点まで引き込むことを考慮して選定した。これにより桟橋近傍の静穏度を確保し、さらに貯炭場までのコンベア長さの節約を図った。

(2) 桟橋前面に泊地を設けることによって、操船の容易さ、安全性の向上を図っている。

(3) 灰捨場をプラントに隣接して陸上に確保した。これにより経済的な計画を立てることが出来た。この灰捨場の容量としては30年分の面積を考慮した。実施に当たては第１期分として10年分程度を取得し、順次拡張していく事が現実的と考える。

(4) 石炭荷役設備（アンローダ、貯炭場、コンベア、スタッカ、リクレーマ）の容量については、海外炭の受入れを加味した計画を立てる必要がある。この為シミュレーションによって設備計画が最適であることを検証した。貯炭場はスタッカ、リクレーマによる受入れ、払出し方式とした。この方式はブルドーザを使用する方式に比して、粉塵、騒音の点で有利と考える。

(5) 国内炭と海外炭の混炭比を50%：50%に選ぶ事によって、国内炭の利用度を向上させつつボイラー設計、貯炭場容量、灰捨場容量の経済性を向上させた。

(6) 蒸気条件については、幾つかのケースを比較し、発電所の耐用年数（30年）に見合う経済性と、保守の容易さを考慮して169kg/cm²、538/538 ℃を選定した。

(7) タービンの低圧車室の数は300MW 級の場合、1車室とするのが最近の傾向である。これにより全体的な経済性の向上が期待出来る。

(8) 効率の向上について検討した結果、抽気段数を8段とした。

(9) 系統解析結果により、発電機の短絡比を0.58、力率を0.9 とした。

(10) 発電所の高圧モータの電圧は、6.9 kVを選定した。これによりモータの小型化が図れ、かつケーブルも経済的となる。

(11) 煙突の高さは120mとして、周辺の環境保持に配慮した。構造方式は鉄筋コンクリート構造として、構造物の保全性、経済性を向上させた。

6.2 予備設計条件

6.2.1 サイト条件

(1) 位置およびアクセス

Masinloc 地点は、ルソン島の西岸で南シナ海に面した Region Ⅲの Zambales 州に属し、北緯15° 34′ 、東経 119° 55′ に位置する。首都マニラからサイトまでは国道３号線（高速道路）および国道７号線を使用し、主要都市 San Fernando, Olongapo, Ibaを経て Masinloc に至る。その距離は約 250kmである。

発電所サイトは Masinloc を北へ国道沿いに約５kmの地点から西にある Bani Point へ向い、約 2.6kmの地点に位置する。（図6.2-1参照）

(2) 気　象

i）概　要

フィリピンは熱帯性気候に属し、比較的湿度が高く、温和な気温で雨量は豊富である。季節は６月から９月までの湿潤な雨期、10月から２月までの涼しい乾期および３月から５月までの暑い夏に区分される。

本発電所の予備設計に用いる気象データは、サイトの南約37kmの Iba市内にある気象観測所 National Institute of Climatology (PAGASA) での観測値を用いた。

表6.2-1および図6.2-2に Ibaにおける平均気象データ、表6.2-2に異常気象データを示す。

ii）気　温

35年間の日最大気温の平均は31.5度、平均気温は27.0度、日最低気温の平均は22.5度であり４月に最大および１月に最低気温を示している、１日の最高気温は33.3度で４月に、また最低気温は20.3度で１月に出ている。平均気温の月変化は2.7度であり、非常に小さい値となっている。

又、過去47年間における最高気温は38.8度で４月に、また最低気温は12.2度で９月に記録されている。

iii）降雨量

35年間の年平均降雨量は 3,702 mm であり、その降雨量は６月から９月までの雨期に集中し、この間に年間の約83%が記録されている。又降雨日も年間の約66

%を占めている。

76年間における日最大雨量は624 mmで、9月に記録されている。

iv) 相対湿度

35年間の平均相対湿度は79%であり、雨期の平均相対湿度は86%、乾期は76%で10%の差を記録している。

v) 風

Iba 気象観測所の5年間（1981～84）の3時間毎の風向・風速データを用いて図6.2－3に示す風配図を作成した。

この図によると卓越風向はNE～EおよびNWである。又、2.0 m/s未満の風速の出現率は54%、8.0 m/s未満の風速の出現率は97%である。

8m以上の風速の出現率は3%であり、その大部分の風向はSE～SWである。

又表6.2－2に示す様に21年間の最大風速は47m/s（SW）である。

(3) 海　象

i) 潮　汐

当海域に関する潮位のデータは海図"Ports Masinloc and Matalvi and Palauig Bay"の中に Port Masinlocの潮位として以下の様に記載されている。

Tides (referred to mean lower low water)	Port Masinloc
Mean higher high water	2.8 ft. (0.85 m)
Mean sea level	1.5 ft. (0.46 m)
Lowest tide to be expected	-1.5 ft. (-0.46 m)

又1981年から1984年の潮位表から計算した4年間の朔望平均満潮面（月最大潮位の平均）は基本水準面から 1.3m、また朔望平均干潮面（月最低潮位の平均）は±0.0 mであった。

なお、当海域では高潮と低潮の発生する頻度が年間の約4割が1日に2回、残りの約6割が1日に1回となっている。

ii) 潮　流

ルソン西岸では、上げ潮は南に、また下げ潮は北に流れ、それらの平均最強流速は1ノット程度である。なお、南シナ海の海流は季節風に応じ変化するが、ル

ソン西岸の海流はおおむね北に流れ、その平均最強流速は1ノット程度である。

Oyon湾の潮流・海流のデータは少ない。調査団が取水口付近で実施した観測によると潮流は 0.3ノット以下であった（7月19・20日　満月）。また一方Masinloc港に入港した船舶からは、かなり強い潮流があるとの情報もある。

iii）波

南シナ海は、北東～南西の方向に長い距離をもつ海域である。持続性のある北東季節風は北及び北東からの高い波を発生する。

南西季節風は、南及び南西からの波を発生する。また、熱帯低気圧は非常に高い波を発達させ、ウネリとなってはるか遠くまで影響を及ぼす。

Ocean Wave Statistics （表6.2－4参照）によると、波の約85%は波高が2m以下、周期が3～8秒を示す。これらは広大な海域で10 m/s程度以下の風が連続して吹く場合に発達する波の特徴を示す。

波高が4mを越す高波は頻度は小さいが、7～9秒の長い周期を示し、強い風が短時間に吹くときに発達する波の特徴を示す。

iv）海水温

南シナ海において船舶で観測した表面水温の月毎の変化を図6.2－2に示す。これによると年間の平均水温は28.1℃で最高水温は35℃で6月に、最低水温は20℃で2月に記録されている。又、調査団が7月19・20日に取水口予定地点で実施した水温観測によると海水温は29～30℃で鉛直方向の水温変化は微小であった。

(4) 地形、地質

i）概　要

計画地点は、Masinlocの北西約4kmの Lawis川河口の南に位置する。計画地点の陸域の地形はOyon湾に沿う標高15m～25mのゆるやかな丘陵地と、ほぼ平坦な沖積地からなっている。特に、 Lawis川寄りには標高が2m程度で水田に利用されている広大な平地が存在する。海域では、サンゴ礁や Salvador island、水深が40mから10mの曲がりくねった航路があり、地形が複雑になっている。

計画サイトの東方、約8kmよりも東側の山地には、主としてはんれい岩などから構成されているZambales Ultramaficsが分布している。Chromite（クローム鉄鉱）を採掘しているCoto鉱山は、計画地の東方約17kmに位置しており、この岩体中にある。

計画地周辺の基盤岩は、中～後期中新世に属するZambales Formationが分布している。この地層は、主に砂岩、頁岩、礫岩の互層からなり、これらの地層は一般に5°～15°で緩く傾斜する。

Bani Pointの海岸には、走向がN20°Eで、南東へ約20°傾斜した細粒砂岩が露出している。また、丘陵地には風化した礫岩や頁岩の露頭が見られる。

海域では、ボーリング調査の結果によると、サンゴ礁以外では厚さ10m～20mの沖積堆積物が存在する。さらに、沖積堆積物とサンゴ礁堆積物の下位に見出された非常に締った砂やシルトは上記、基盤岩が強風化したものと推定されるが、Zambales Formationよりも新しい時代の堆積物の可能性もある。

ii）調査工事結果に基づく地質考察

図6.2－5および図6.2－6に示すように、JICAによって4本の海上ボーリングと、 NAPOCORによって5本のボーリング（うち1本はoff-shore)が実施されている。

ボーリングNo.2、No.3を結ぶラインと、ボーリングNo.1からDH-1、DH-2、DH-3を結ぶラインで作成した地質断面を図6.2－8に示す。

これらの調査結果から計画地域に分布する地層は、以下のように区分される。

- Ｃｒ　：　サンゴ礁堆積物
- Ｕｃ　：　シルト層（完新世海成堆積物、沖積堆積物）
- Ｕｓ　：　砂　層　（完新世海成堆積物、沖積堆積物）

・ L　：　締った砂、シルト層（強風化基盤岩または堆積物）

・ Ｓｓ　：　砂岩、シルト岩（中新世堆積岩）

現在までに明らかになっている分布や地質、土質特性は以下のように整理される。

a）サンゴ礁（Ｃｒ層）

水深が約５ｍよりも浅い海域の広い範囲に発達する。

航路部分で実施したボーリングNo.４の結果では、海底から深度約13ｍまでサンゴ礁堆積物が確認され、本地点ではこの堆積物はＬ層を被って発達している。また、ほとんどすべてがサンゴの破片や貝ガラ片から構成される石灰質堆積物からなり、いわゆるサンゴ砂に相当すると考えられる。ボーリングコアーの状況からは、堆積物は固化しておらず軟かい状態であり、浚渫は比較的容易と推定される。

b）シルト層（Ｕｃ層）および砂層（Ｕｓ層）

海域では、No.１、No.２、No.３の各ボーリングで確認された。

そのうち、No.１地点では厚さ約10ｍの細砂ないし中砂からなるＵｓ層が見られ、Ｎ値は19以下を示す。特に深度４ｍよりも以浅は、部分的にかなり緩い状態にある。この砂層は、室内試験の結果によると、50%粒径は概ね 0.1～0.2 mmを示す。また、74μフルイ以下の粒子は深度７ｍ以浅の砂では、ほぼ30%～40%を示し、細粒分をかなり多く含む砂である。

Ｕｃ層は主としてシルトないし粘土からなり、ボーリングNo.２で厚さ10ｍ、No.３で厚さ23ｍが確認された。このシルト層は、部分的には砂の混在によりＮ値が15～24を示すが、多くはＮ値３～10で比較的軟かい。JICAで実施した室内試験によると、一軸圧縮強度は 0.1から0.55kg／cm²の範囲を示し、かなりばらつくが、平均値は0.27kg／cm²であった。

陸域のうち、貯炭場で実施したボーリングDH-3では、地表から深度７ｍまでシルト混り細砂であるが、半島の先端であるBani Pt.付近では、ボーリングDH-2で確認したように砂層は厚さ１ｍ程度で非常に薄く、その下位は砂岩、シルト岩からなる。

発電所西側に計画する灰捨場の護岸部分で実施したボーリングDH-4の結果によると、地表から深度35m以深まで非常に厚い砂層およびシルト層が堆積していることが明らかとなった。

c）締った砂、シルト層（L層）

海域のボーリングNo.1からNo.4において、海成堆積物（UcまたはUs）または、サンゴ礁堆積物（Cr）の下位で確認された。本層は暗灰色細砂ないし砂質シルトからなる。N値はほとんど60以上を示し、非常に密である。構造物の支持地盤として十分な強度を有している。

d）砂岩、シルト岩層（Ss層）

プラントサイト内で実施したDH-1、DH-2、DH-3の各ボーリング、および隣接する丘陵地に位置するボーリングPH-1において確認された。

主として、細粒砂岩やシルト岩からなり、礫岩を挟む。これらは地表付近でやや強く風化するものの、N値は50以上であり、硬い地盤をなしている。

また、これらの地層は一部の礫岩を除いて軟岩に分類され、リッパーによる掘削が可能と判断される。

(5) 既 設 港 湾

Masinlocには2つの港がある。Port Masinloc には鉱石の積出し桟橋があり、40,000 DWT以下の外国船を含む船舶が年間15～20回入出港している。Masinloc湾には小さな桟橋があり、石油会社等の船舶が入港している。

また、小さな漁船が港内外で漁を営んでいる。

港内の海底は浅瀬が広く分布し、その最深部を縫って航路が設けられているので数ヶ所で航路幅が狭く航路が屈曲している。これらの箇所には浮標などの航路標識が設置されている。また港に入出港するすべての外国船に水先が強制されている。水先人より「引船を使っていないので大型船の操船が難しい現況にある」との情報を得た。また、Port Masinloc では浚渫により泊地の水深を維持している。

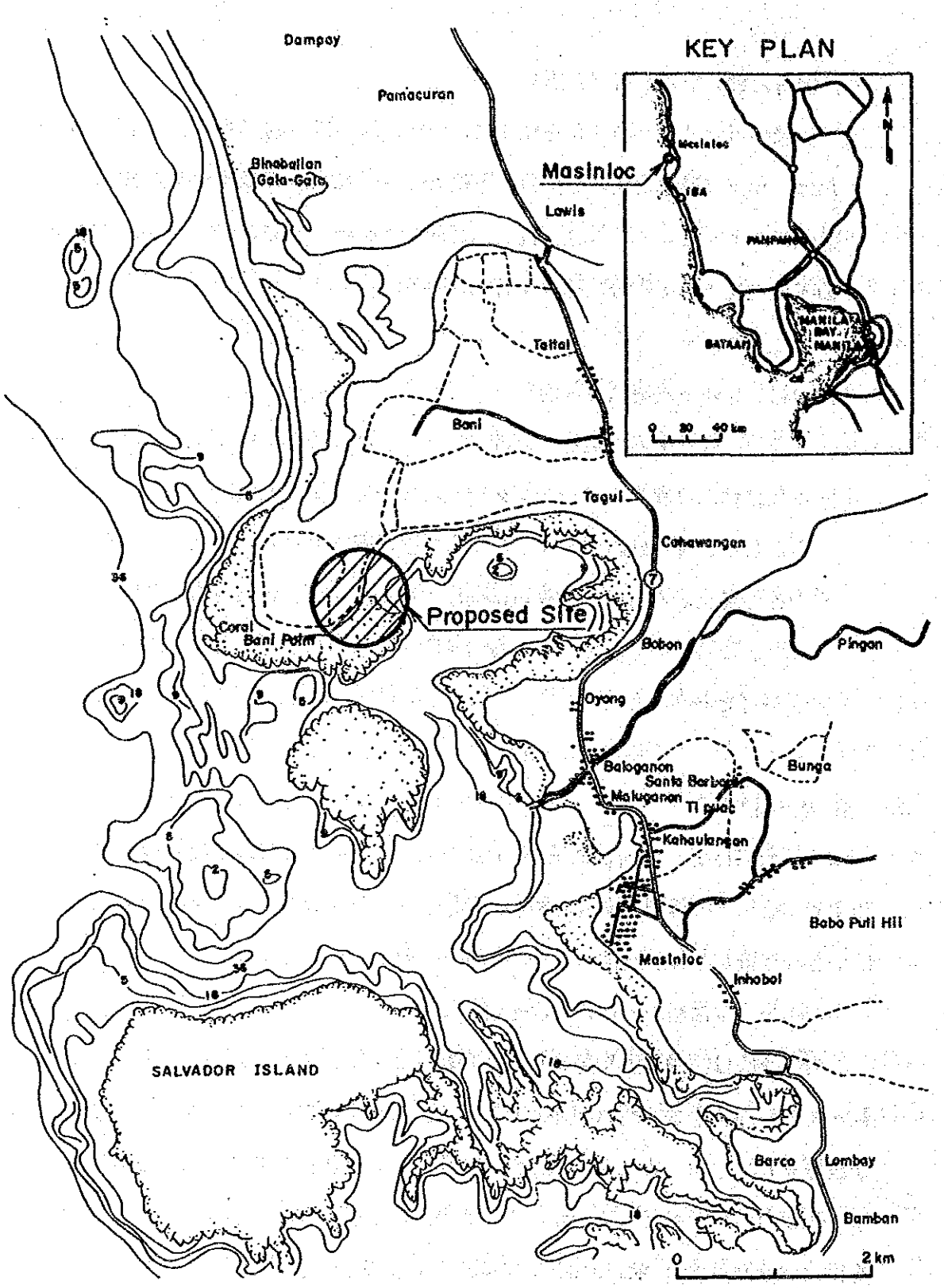


Fig. 6.2-1 Site Location (Masinloc, Zambales)

Table 6.2-1 <Climatological Normals>

Period of Records (1951~1985)

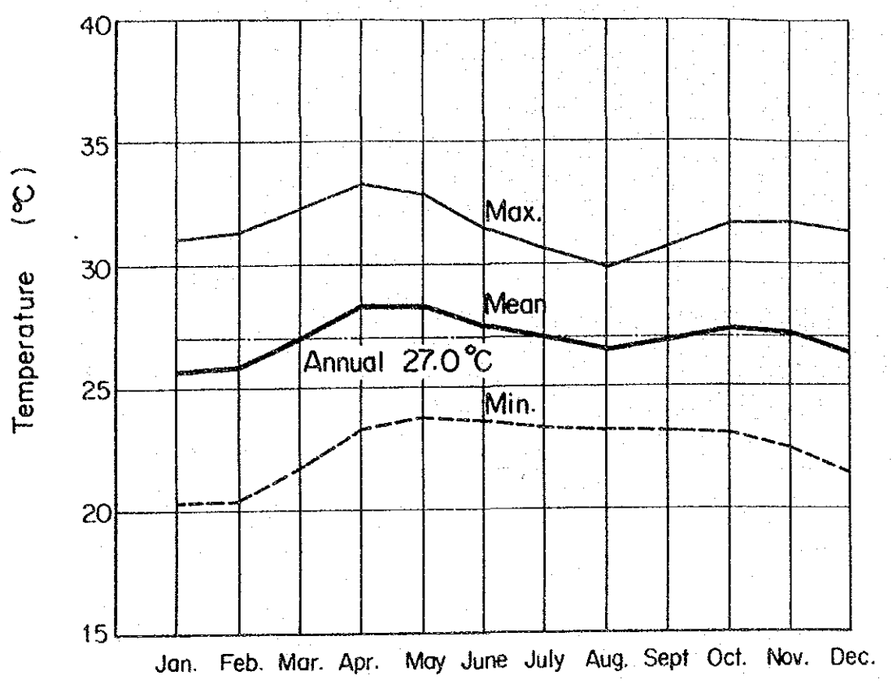
Month	Rain-fall (mm)	Rainy days	Temperature (°C) Max-imum	Min-imum	Mean	Dry bulb	Wet bulb	Dew pt.	RH (%)	Prevailing Wind Direc-tion	Speed (mps)	Cloud (octa)
JAN	3.0	1	31.0	20.3	25.6	25.3	22.0	21	75	E	2	2
FEB	2.7	2	31.3	20.4	25.8	25.6	22.2	21	74	NW	3	2
MAR	12.1	2	32.3	21.7	27.0	27.0	23.3	22	73	NW/W	3	2
APR	28.8	4	33.3	23.3	28.3	28.4	24.6	23	73	E	3	2
MAY	280.7	12	32.9	23.8	28.3	28.5	25.3	24	77	E/W	2	4
JUN	579.0	18	31.5	23.6	27.5	27.5	25.2	24	83	E	3	5
JUL	763.1	24	30.7	23.3	27.0	26.7	24.9	24	86	SW	2	6
AUG	1105.9	25	29.9	23.2	26.5	26.1	24.8	24	90	SW	3	6
SEP	615.8	21	30.7	23.2	26.9	26.6	24.8	24	86	E	2	6
OCT	203.9	14	31.6	23.1	27.3	27.0	24.6	24	82	E	2	5
NOV	80.9	7	31.7	22.5	27.1	26.7	23.8	23	78	E	2	4
DEC	25.6	4	31.3	21.4	26.3	26.1	22.8	22	75	E	2	3
Annual	3701.5	134	31.5	22.5	27.0	26.8	24.0	23	79	E	2	4

Table 6.2-2 <Climatological Extremes>

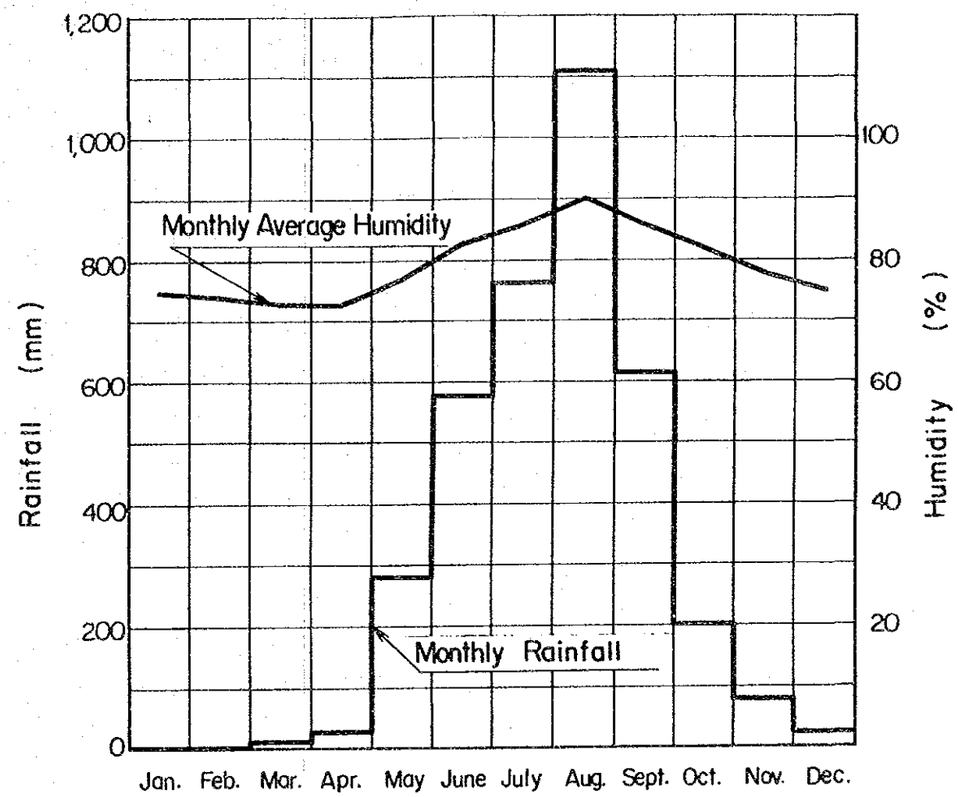
Period of Records - As of 1986

Month	Temperature (°C) High	Date	Low	Date	Greatest Daily Rainfall (mm) Amount	Date	Highest Wind (m/s) Spd/Dir	Date
JAN	37.2	30'71	13.0	12'71	29.7	24'35	18/NW	19'74
FEB	37.2	20'72	13.2	8'16	18.8	13'71	16/E	11'74
MAR	38.5	27'73	14.0	24'78	87.1	17'49	16/ESE	5'77
APR	38.8	22'73	17.0	27'78	23.8	22'62	24/SW	20'78
MAY	38.0	11'16	15.5	28'78	543.4	23'76	41/SW	22'78
JUN	36.9	4'75	17.8	12'78	356.4	22'60	47/SW	23'76
JUL	36.0	5'73	18.1	27'69	313.4	20'74	36/W	25'80
AUG	35.7	27'69	14.5	6'78	437.7	31'70	29/S	25'78
SEP	35.6	24'72	12.2	10'78	623.7	21'35	30/SW	16'77
OCT	37.0	23'72	17.8	21'60	325.9	13'60	36/S	27'78
NOV	38.3	7'72	16.7	12'11	291.4	14'77	31/NNW	4'80
DEC	38.1	20'71	15.6	24'18	138.5	4'36	18/E	25'80
Overall	38.8	4/22/1973	12.2	9/10/1978	623.7	9/21/1935	47/SW	6/23/1976
Period of Records		1910 - 1918 1949 - 1986			1903 - 1940 1949 - 1986		1966 - 1986	

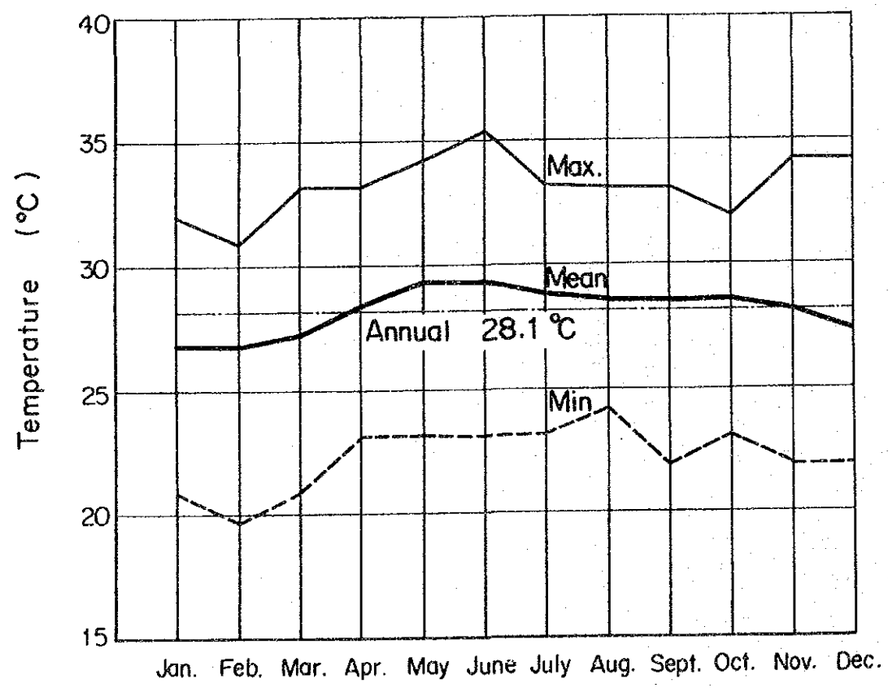
(1) Atmospheric Temperature



(2) Rainfall & Relative Humidity



(3) Sea Water Temperature



Source

(1),(2) Climatological Normals / Averages (1951 - 1985)
: National Institute of Climatology PAGASA

(3) Observation Period : 1855 - 1971
Area of Observation : 10 - 16° N, 117 123° E

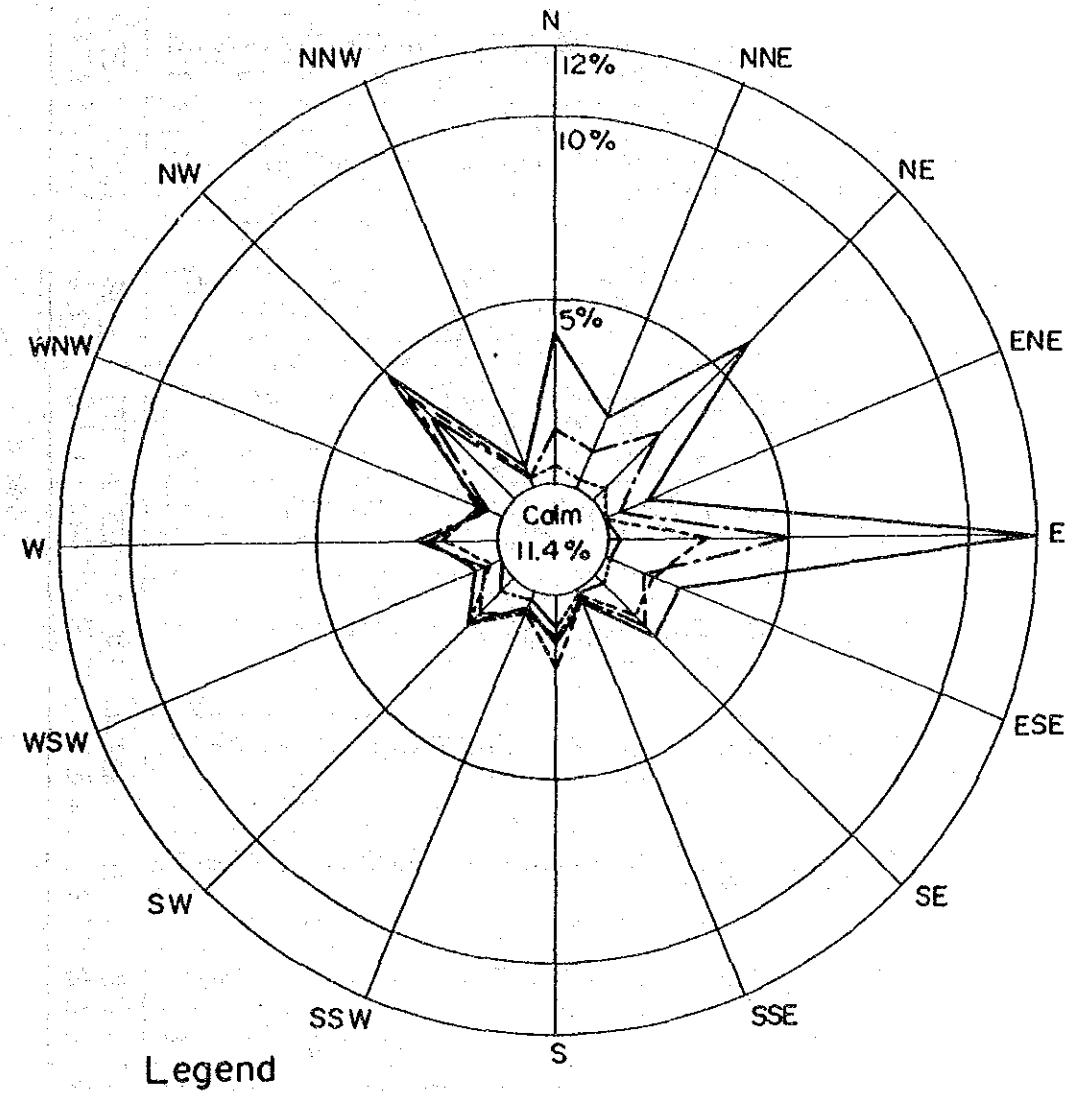
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT	
CLIMATE & SEA WATER TEMPERATURE	
	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig.6.2-2	D.R.; T.R.; C.K.; SUBMITTED; RECOMMENDED; APPROVED;

Table 6.2-3 Record of Wind Direction and Speed

Station : Iba PAGASA Station
Latitude : 15deg. 20min. North
Longitude : 119deg. 58min. East
Elevation : 4.68m

R =Speed range in m/s
D =Direction
LT0.4 =All direction less than 0.4 m/s
Data period ····· 1981 to 1985

R \ D	LT 0.4	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Percent	Percent (Accumulated)
0.0 – 0.3 m/s	1,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,450	11.4	11.4
(%)	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
0.4 – 1.9 m/s	0	523	278	784	135	1,504	282	289	42	174	69	241	101	268	84	604	59	5,437	42.8	54.2
(%)	0.0	4.1	2.2	6.2	1.1	11.8	2.2	2.3	0.3	1.4	0.5	1.9	0.8	2.1	0.7	4.8	0.5			
2.0 – 3.9 m/s	0	192	135	339	41	650	141	253	32	170	70	176	58	290	61	419	25	3,052	24.0	78.2
(%)	0.0	1.5	1.1	2.7	0.3	5.1	1.1	2.0	0.3	1.3	0.6	1.4	0.5	2.3	0.5	3.3	0.2			
4.0 – 7.9 m/s	0	63	21	47	6	357	161	201	30	279	74	239	45	199	97	539	24	2,382	18.8	97.0
(%)	0.0	0.5	0.2	0.4	0.0	2.8	1.3	1.6	0.2	2.2	0.6	1.9	0.4	1.6	0.8	4.2	0.2			
8.0 – 12.9 m/s	0	3	1	1	1	20	13	36	15	109	27	69	6	15	1	16	0	333	2.6	99.6
13.0 – 16.9 m/s	0	0	0	0	0	1	0	5	1	7	4	3	0	3	0	1	0	25	0.2	99.8
17.0 – Max m/s	0	0	1	1	0	1	3	6	0	0	1	0	0	1	0	5	0	19	0.2	100.0
(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.1	1.0	0.2	0.5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0			
Total	1,450	781	436	1,172	183	2,533	600	790	120	739	245	728	210	776	243	1,584	108	12,698		
Percent	11.4	6.2	3.4	9.2	1.4	19.9	4.7	6.2	0.9	5.8	1.9	5.7	1.7	6.1	1.9	12.5	0.9			100.0



Legend

Center	0.0 ~ 0.3 m/s
————	0.4 ~ 1.9 m/s
—·—·—	2.0 ~ 3.9 m/s
- - - - -	4.0 ~ 7.9 m/s
—··—··—	8.0 ~ MAX.m/s

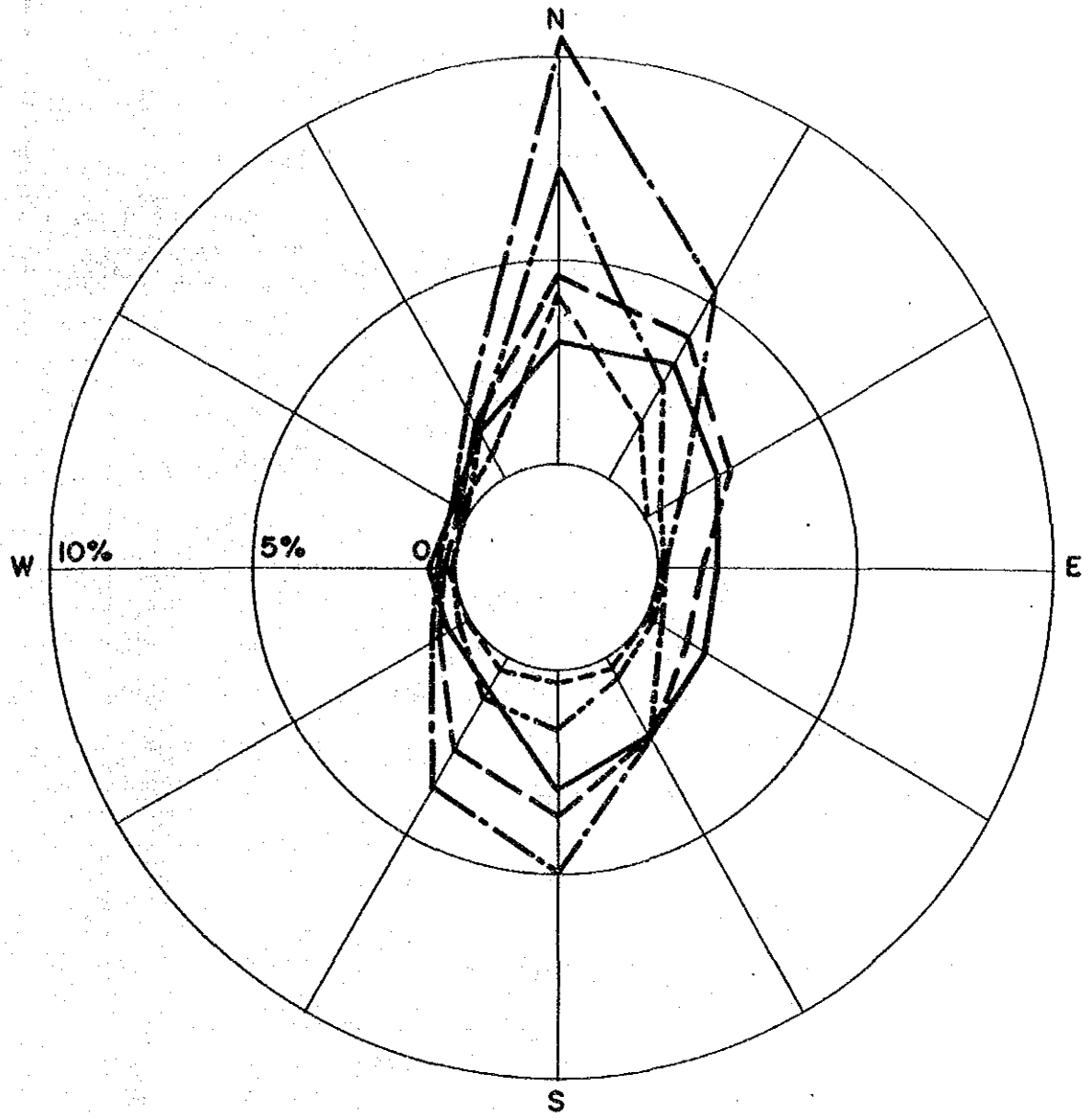
Fig. 6.2-3 Distribution Diagram of Wind Direction and Speed (Iba)

Table 6.2-4 Frequency Distribution of Wave Height on South China Sea

Source : Ocean Wave Statistics

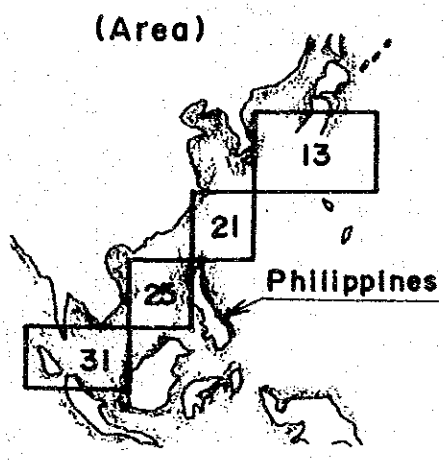
Wave Height (m)	Wave Direction												Total
Calm	N			E			S			W			
0.25	49 (0.8)	47 (0.8)	43 (0.7)	28 (0.5)	32 (0.5)	36 (0.6)	45 (0.7)	19 (0.3)	9 (0.1)	9 (0.1)	13 (0.2)	34 (0.5)	364 (5.8)
0.5	137 (2.2)	150 (2.4)	88 (1.4)	61 (1.0)	66 (1.1)	94 (1.5)	130 (2.1)	37 (0.6)	29 (0.5)	26 (0.4)	21 (0.3)	50 (0.9)	889 (14.4)
1.0	291 (4.7)	238 (3.8)	146 (2.4)	67 (1.1)	66 (1.1)	135 (2.2)	219 (3.5)	163 (2.6)	58 (0.9)	21 (0.3)	24 (0.3)	90 (1.5)	1,518 (24.4)
1.5	346 (5.6)	214 (3.5)	43 (0.7)	9 (0.1)	20 (0.3)	108 (1.7)	216 (3.5)	136 (2.2)	37 (0.6)	18 (0.3)	20 (0.3)	65 (1.1)	1,232 (19.9)
2.0	302 (4.9)	110 (1.8)	24 (0.4)	3 (0.1)	4 (0.1)	34 (0.5)	86 (1.4)	86 (1.4)	31 (0.5)	12 (0.2)	10 (0.2)	54 (0.9)	756 (12.4)
2.5	259 (4.2)	100 11.6)	13 (0.2)	4 (0.1)	6 (0.1)	15 (0.2)	56 (0.9)	48 (0.8)	14 (0.2)	3 (0.1)	3 ( )	47 (0.8)	568 (9.2)
3.0	183 (3.0)	63 (1.0)	5 (0.1)	1 ( )	3 ( )	13 (0.2)	23 (0.4)	26 (0.4)	4 (0.1)	1 ( )	5 (0.1)	28 (0.5)	355 (5.8)
3.5	106 (1.6)	42 (0.6)	4 (0.1)	1 ( )	0 ( )	0 ( )	10 (0.3)	8 (0.1)	2 ( )	2 ( )	6 (0.1)	15 (0.7)	196 (3.5)
4.0	67 (1.1)	23 (0.4)	1 ( )	0 ( )	0 ( )	0 ( )	1 ( )	5 (0.1)	1 ( )	2 ( )	3 ( )	7 (0.1)	110 (1.7)
4.5	42 (0.7)	35 (0.6)	2 ( )	1 ( )	0 ( )	1 ( )	3 ( )	7 (0.1)	0 ( )	1 ( )	2 ( )	9 (0.1)	103 (1.5)
5.0	6 (0.1)	1 ( )	1 ( )	1 ( )	0 ( )	0 ( )	1 ( )	0 ( )	0 ( )	1 ( )	0 ( )	12 (0.2)	23 (0.3)
5.0<	37 (0.6)	6 (0.7)	3 (0.1)	0 ( )	0 ( )	3 ( )	0 ( )	1 ( )	1 ( )	2 ( )	1 ( )	16 (0.3)	70 (1.1)
Total	1,825 (29.5)	1,029 (16.6)	373 (6.1)	176 (2.9)	197 (3.2)	439 (6.9)	790 12.8)	536 (8.6)	186 (2.9)	98 (1.4)	108 (1.5)	427 (7.6)	6,184 (100.0)

Remark
Upper : Number of Observation
Lower : Per Cent of Occurrence



Remark

(Area)



(Wave Height)

~0.5 m

0.6~1.0

1.1~2.0

2.1~3.0

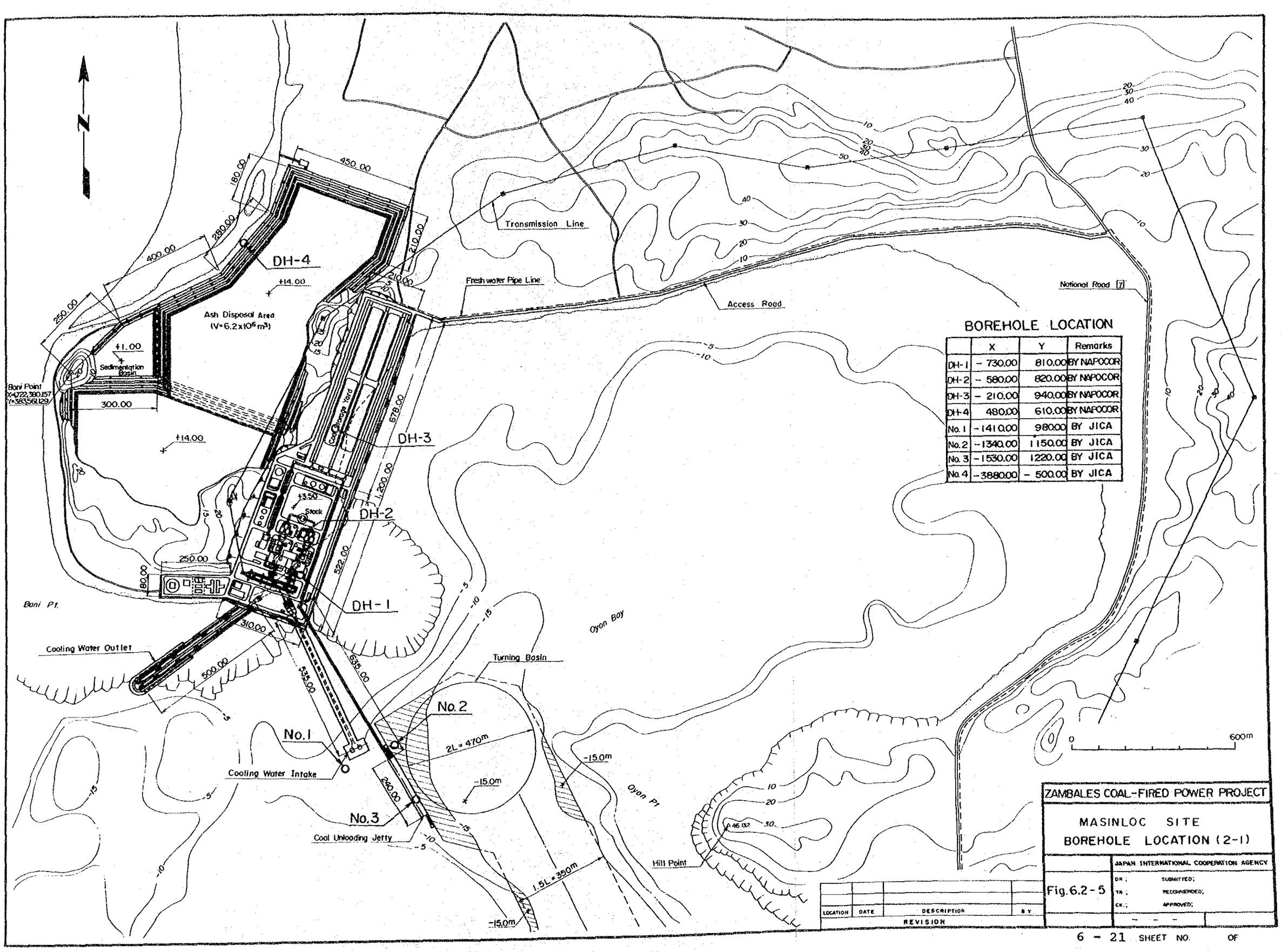
3.0~

Fig.6.2-4 Distribution Diagram of Wave Height on South China Sea (Area 25)

Table 6.2-5 Stratigraphy in the Zambles Range

Source ; Geology and Mineral Resources of the Philippines, 1986

Geologic Time					
Million Years	Era	Period	Epoch	Age	
	Cenozoic	Quaternary	Holocene		Terrace Gravel
.01			Pleistocene	Late	
				Early	
1.8		Tertiary	Pliocene	Late	
				Early	
5.0			Miocene	Lat	Sta. Cruz Formation
				Middle	Zambales Formation
				Early	
22.5			Oligocene	Late	
				Early	Aksitero Formation
38.0			Eocene	Late	
				Early	Chert Spilite and Rubble Breccia Diabase Gabbro
55.0			Paleocene	Late	
				Early	Zambales Ultramafics
65.0	Mesozoic	Cretaceous		Late	
				Early	
141		Jurassic		Lat	
				Middle	
				Early	
195					



BOREHOLE LOCATION

	X	Y	Remarks
DH-1	-730.00	810.00	BY NAPOCOR
DH-2	-580.00	820.00	BY NAPOCOR
DH-3	-210.00	940.00	BY NAPOCOR
DH-4	480.00	610.00	BY NAPOCOR
No.1	-1410.00	980.00	BY JICA
No.2	-1340.00	1150.00	BY JICA
No.3	-1530.00	1220.00	BY JICA
No.4	-3880.00	-500.00	BY JICA

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC SITE

BOREHOLE LOCATION (2-1)

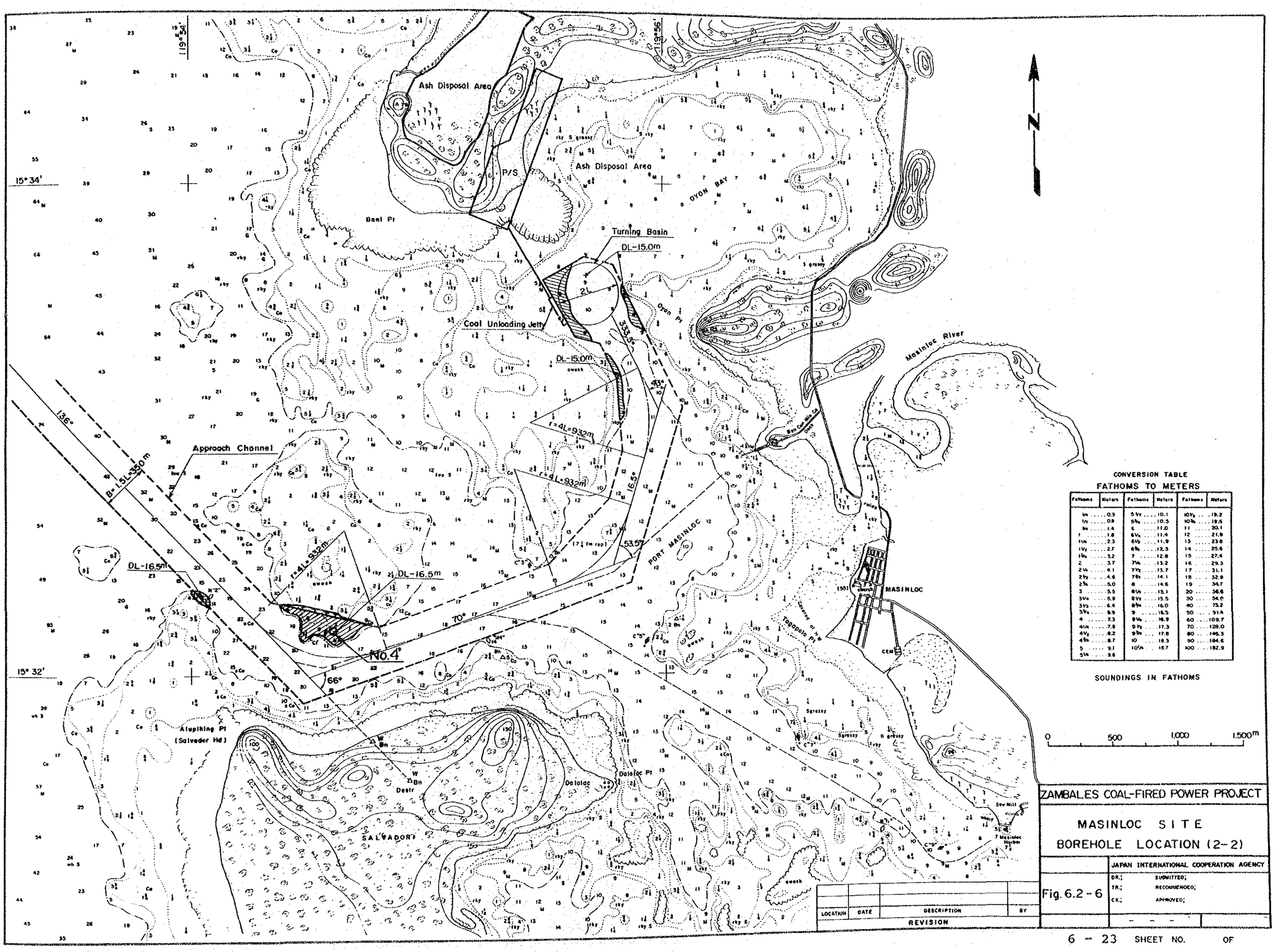
Fig.6.2-5

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DR.; SUBMITTED;

TR.; RECOMMENDED;

CK.; APPROVED;



CONVERSION TABLE

FATHOMS TO METERS

Fathoms	Meters	Fathoms	Meters	Fathoms	Meters
¼	0.5	5½	10.1	10½	19.2
½	0.9	5¾	10.5	10¾	19.5
¾	1.4	6	11.0	11	20.1
1	1.8	6¼	11.4	12	21.9
1¼	2.3	6½	11.9	13	23.8
1½	2.7	6¾	12.3	14	25.6
1¾	3.2	7	12.8	15	27.4
2	3.7	7¼	13.2	16	29.3
2¼	4.1	7½	13.7	17	31.1
2½	4.6	7¾	14.1	18	32.9
2¾	5.0	8	14.6	19	34.7
3	5.5	8¼	15.1	20	36.6
3¼	5.9	8½	15.5	30	54.9
3½	6.4	8¾	16.0	40	73.2
3¾	6.9	9	16.5	50	91.4
4	7.3	9¼	16.9	60	109.7
4¼	7.8	9½	17.3	70	128.0
4½	8.2	9¾	17.8	80	146.3
4¾	8.7	10	18.3	90	164.6
5	9.1	10¼	18.7	100	182.9

SOUNDINGS IN FATHOMS

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC SITE

BOREHOLE LOCATION (2-2)

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION

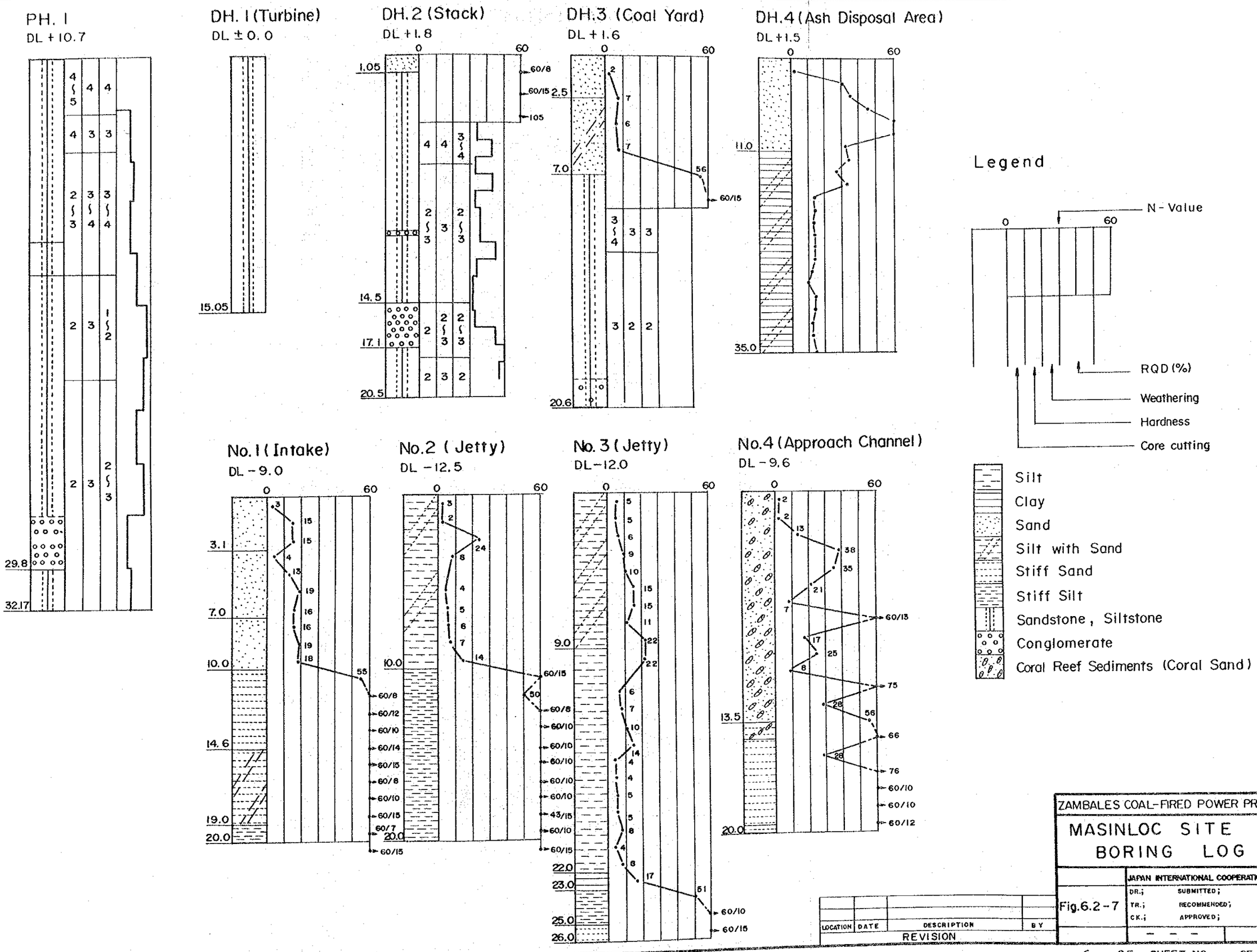
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DR.; SUBMITTED;

TR.; RECOMMENDED;

CK.; APPROVED;

Fig. 6.2 - 6



ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC SITE
BORING LOG

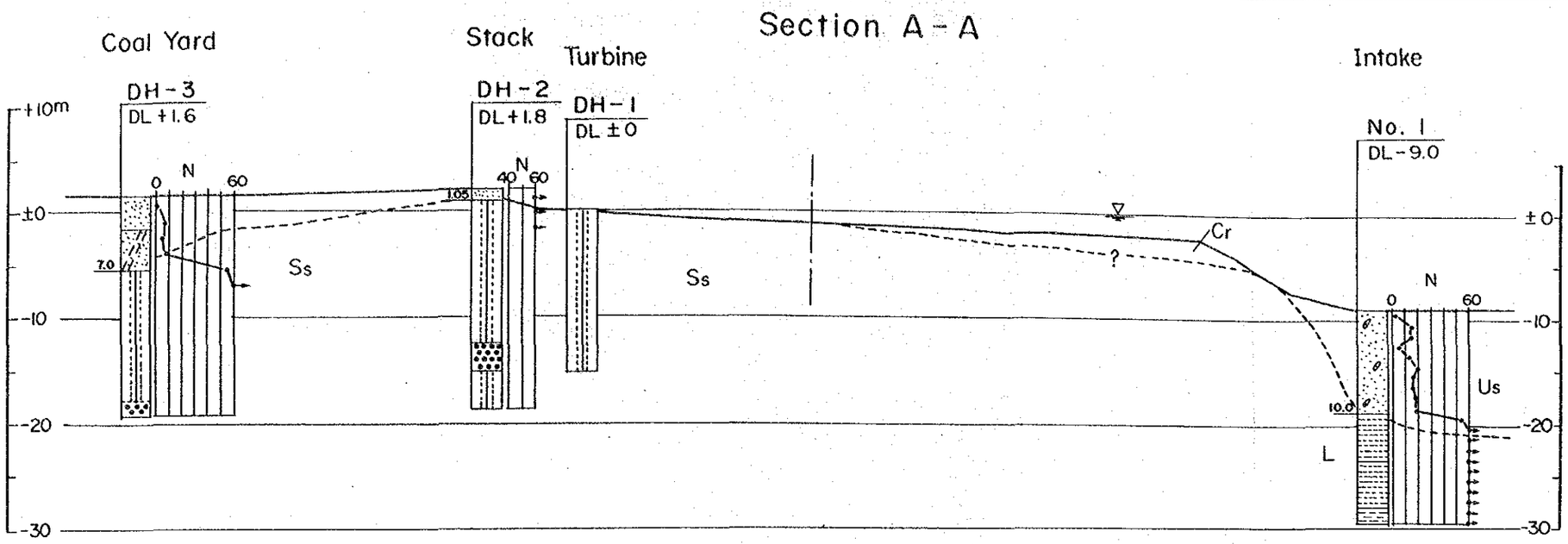
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

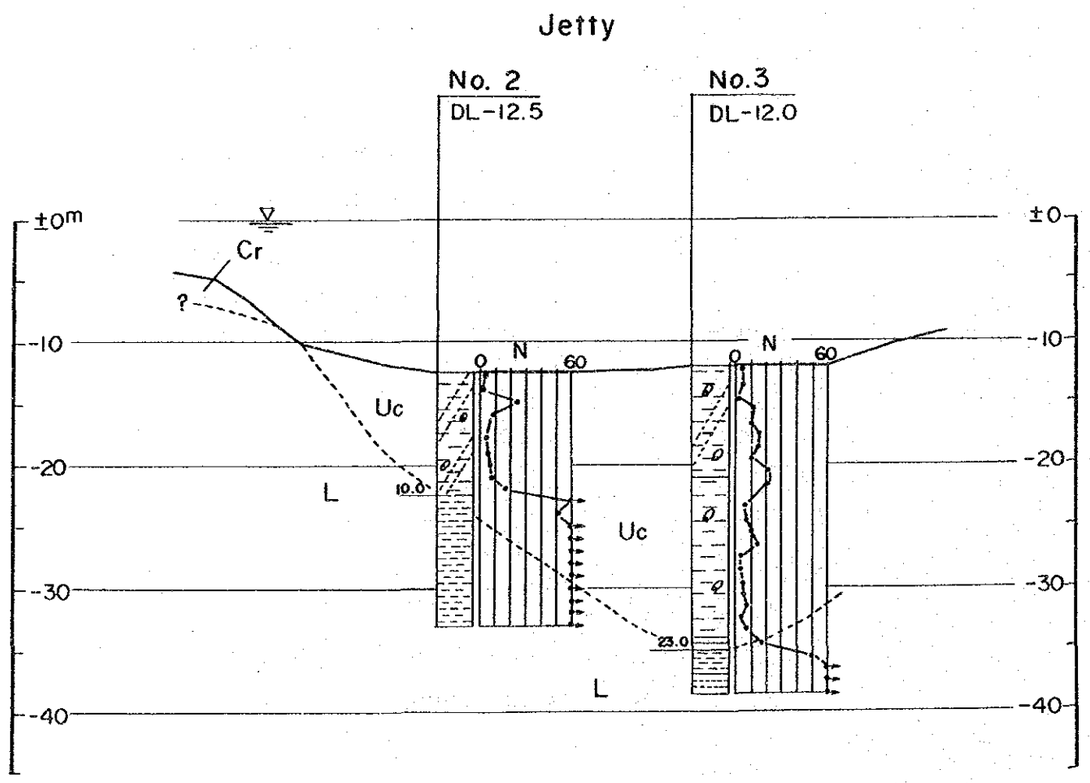
Fig.6.2-7

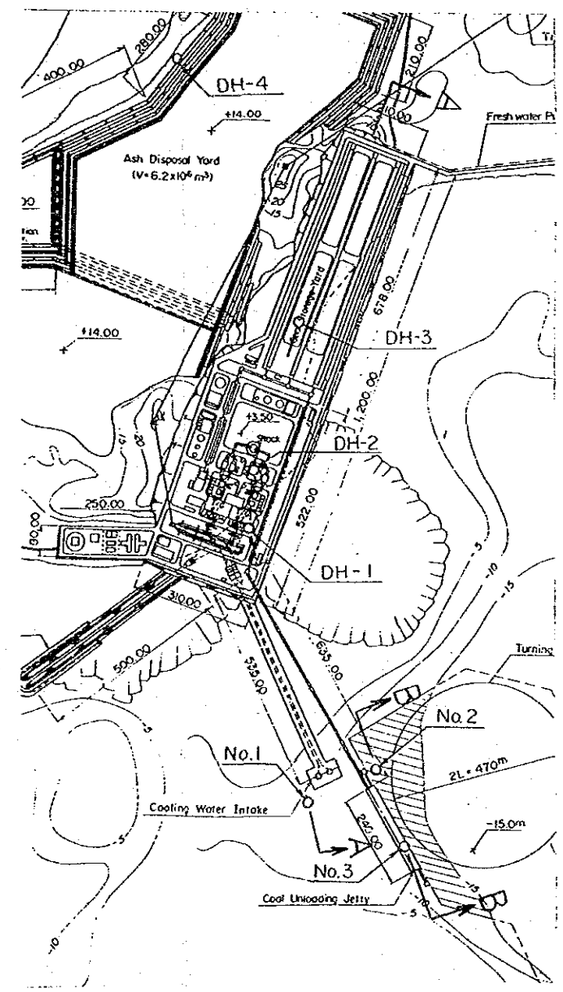
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

REVISION







Legend

- Cr — Coral reef
- Us — Sand
- Uc — Silt
- L — Stiff Sand Silt
- Ss — Sandstone, Siltstone

← Drillhole Name
← Elevation (m)
← N-Value

- Fine Sand
- Medium to Coarse Sand
- Fine Sand with Silt
- Silt
- Silt with Sand
- Stiff Sand
- Stiff Silt
- Sandstone, Siltstone
- Conglomerate

0 10 20m (Vertical Scale)

0 100 200m (Horizontal Scale)

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC SITE
GEOLOGICAL PROFILE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 6.2-8

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

6.2.2 設計条件および基本諸元

予備設計に使用する設計条件及び基本諸元は現地調査結果およびフィリピンの地域特性を考慮して以下のとおり決定した。

i) 気　温　　27 ℃

ii) 相対湿度　　79 %

iii) 風　速

設計風速は "National Structural Code of the Philippines" に準拠して以下の値を採用した。

風 速 V ＝ 175 km/h ≒ 49 m/s

iv) 海 水 温　　31 ℃　　最高 35 ℃

v) 潮　位

設計潮位は、海図および潮位表を基に以下の様に決定した。

潮　　位	高 さ (m)
最 高 潮 面 [H.H.W.L]	1.6
朔望平均高潮面 [H.W.L]	1.3
平 均 水 面 [M.S.L]	0.4
基 本 水 準 面 [D.L]	±0
朔望平均低潮面 [L.W.L]	±0
最 低 潮 面 [L.L.W.L]	-0.5

上記の潮位は基本水準面 (D.L.) を基にした値であり、海の深浅図及び陸の地形図もこの基本水準面を基に作成している。

vi) 地震係数

地震係数は、現地調査等により得られた断層並びに地震歴データによる基盤加速度の計算結果及び日本の建設省建築研究所の研究報告「世界地震活動地域における地震危険度 Map」を考慮の上、Iba Fracture断層モデルの平均値 200 gal即ち 0.2 Gを採用する。

本数値はCalaca-1で採用されたものと同じであり、The Association of Structural Engineers of The Philippines (ASEP) 発行の「Seismic Map of The

Philippines」で上記の2地点が同一ゾーン内にある事と合致する。

vii) 設計波高

設計波高は、放水口地点で3m、桟橋・護岸地点で2mとする。なお、6.6に詳細を示す。

6.2.3 発電所の運用条件

発電所の運用条件は、電力需要予測を考慮して決定する。運用条件はプラント設計に反映されるべき重要な事項でもある。

(1) 単 機 容 量（1基当たり）　300MW

(2) 年間利用率（ベースロード運用）　70%

(3) 定期点検所要日数　40日

300MW 級の石炭火力発電所の定期点検日数は、約30日～50日が標準であり、本計画では、平均値40日を採用した。

(4) 事故率　約8%

この値は北米電力信頼度協議会が発表した1976年～1985年に於ける全米の全火力平均値で、本計画はこの値を採用した。この数値により本計画の発電所の事故停止日数と運転可能日数が推定出来る。

推定事故停止日数 ＝ (365日－定検日数) × 8% ≒25日

運転可能日数 ＝ (365日－定検日数) － 推定事故停止日数

＝ 300日

(5) 年間稼働率

稼働率は365 日（又は8760時間）に対する運転可能日数（又は時間）の比である。

$$\text{年間稼働率（\%）} = \frac{\text{運転可能日数（日）}}{365\text{日}} \times 100$$

$$= \frac{300}{365} \times 100 = 82.2\%$$

(6) 年間負荷率

年間負荷率は、プラントの運転時間内における定格発電量に対する実発電量の比であり、年間利用率および年間稼働率との間に次の関係式が成り立つ。

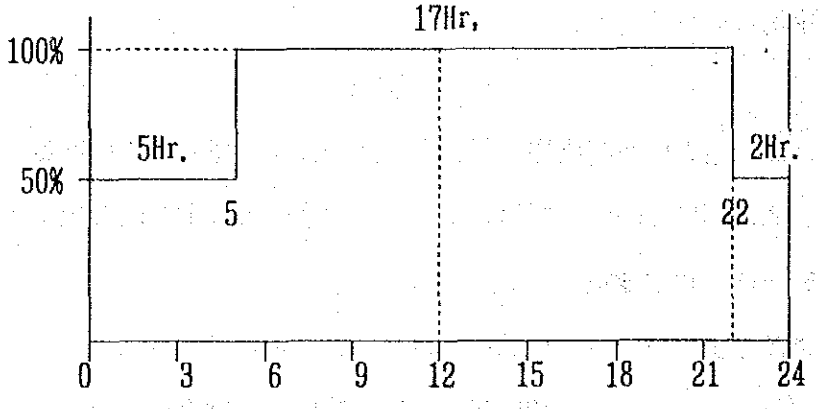
$$\text{年間負荷率（\%）} = \frac{\text{年間利用率}}{\text{年間稼働率}} \times 100$$

$$= 85.2\%$$

(7) 計画負荷パターン

上述の年間負荷率（85.2%）と、ベースロード運用を行う観点から、負荷パターンを想定する。

100%負荷時間	17Hr.
50%負荷時間	7Hr.
	24Hr.



但し、この負荷パターンは、実際の運用に当たっては修正されるものであることは勿論である。

この負荷パターンによる日間負荷率と、年間利用率は次の通りとなる。

$$\text{日間負荷率} = \frac{\{17+(7\times 0.5)\}\times 300\text{MW}}{24\times 300\text{MW}}\times 100$$

$$= 85.4\ \%$$

$$\text{年間利用率} = 85.4 \times 82.2/100$$

$$= 70.2\ \%$$

6.2.4 発電プラントの基本諸元

発電プラントの予備設計に用いる基本諸元は、地点特性（地点条件、自然条件）と発電所の運用条件を満たすものでなければならない。

言いかえれば、発電プラントの経済的運用を考慮して基本諸元を定める必要がある。

(1) 発電プラントのECR とMCR

発電プラントのECR とは，ある基本条件の下で保証された効率を維持しつつ計画出力による連続運転が可能な状態である。

これに対して、MCR とはECR の基本条件がある範囲または条件で変化した場合でも定格出力 300MWを維持するため、ボイラ蒸発量を増加させることにより定格出力の維持を図る。

この条件をタービンケーパビリティ条件と呼称する。

	定格出力	ﾀｰﾋﾞﾝ ｹｰﾊﾟﾋﾞﾘﾃｨ
ボイラ蒸発量 (t/h)	約 930	960
タービン出力 (MW)	300	300
タービン負荷条件		
設計海水温度 (℃)	31	35
復水器真空度 (mmHg)	695	680
補給水率 (%)	1.0	3.0

一般的にはボイラMCR 時の蒸発量は、ECR 時の蒸発量の約５％を見込む場合もあるが、ここでは実働しているプラントの蒸発量を参考にして、タービンケーパビリティの蒸発量に約３％の余裕を見込んで、最大蒸発量を約990t/hとした。

(2) 火力プラントの蒸気条件

火力プラントの蒸気条件は従来の実績を勘案し，標準とされている仕様の中から選定することが費用、製造工期の観点から得策である。

300MW級の火力発電プラントにおける標準蒸気条件としては、蒸気圧力2,400psi級(169kg／cm²) 、蒸気温度1,000° F (538℃) ～1,050° F (566℃) である。

上記標準の中から最適な蒸気温度を選定するためにプラント効率、燃料費、設備費の３項目により経済評価を実施した。その結果、本発電プラントの蒸気条件は下

記の通りとする。

蒸 気 圧 力　　169 kg／cm²

蒸 気 温 度　　538 ℃／538 ℃

蒸気条件と発電プラント経済性の比較結果

項　　目	単 位	記号	計 算 式	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
蒸 気 圧 力	kg／cm²			169	169	169	169
蒸 気 温 度	℃			538／538	566／538	538／566	566／566
ﾀｰﾋﾞﾝ熱消費量	kcal/kWh	A		Base	-15.3	-15.8	-31.0
ﾌﾟﾗﾝﾄ熱消費量	kcal/kWh	B		Base	-17.0	-17.5	-34.4
年間発生電力量	10^6kwh/年	C	300 MW×10^3 ×8760×0.7	Base	1839.6	1839.6	1839.6
年間燃料使用量	10^3kcal/年	D	C×B	Base	-31273200	-32193000	-63282240
年 間 燃 料 費	百万円／年	E	D×燃料単価	Base	-41	-42	-84
燃料費差の現在価値換算	百万円	F	a_n E	Base	-269	-276	-552
設 備 費 差	百万円	G		Base	300	300	600
総 合 経 済 性	百万円	H	G+F	Base	31	24	48

検 討 条 件

プラント出力　　：　300 MW
年間利用率　　：　70 %
燃 料 単 価　　：　1.32 円／10^3kcal
割　引　率（r）　：　15 %
累積現価換算係数(a_n)　：　$6.566=((1+r)^{n-1})/(r(1+r)^n)$　　n ＝ 30 年

(3) 発電プラントの熱効率

発電プラントの熱効率は、ボイラ熱効率、タービン熱効率、並びにプラント損失率により算出される。本調査では、下記検討条件の燃料を計画ボイラで燃焼した場合に、予測される損失を試算し熱効率を算定した。発電プラントの熱効率は、定格出力時の熱効率と、ある運用条件における運用熱効率を併せて検討した。

i) 検討条件

・炭　　種　　設計炭 (Semirara炭 50 Wt%　:　Lemington炭 50 Wt%)

・蒸気条件　　169 kg／cm²、538 ℃／538 ℃

・復水器真空度　65 mmHgata

・補給水率　　1 %

ii) 定格出力時の発電プラント熱効率

記号	項　目	計算式	熱消費率 百分率 (%)	熱消費率 熱消費率 (kcal/kWh)
a	ボイラ入熱		100	2,260
b	ボイラ損失		12	270
c	プラント損失	(a-b) ×0.02	2	50
d	タービン入熱	a-(b+c)	86	1,940
e	タービン機械損失		0.2	5
f	発電機損失		0.5	10
g	復水器放散熱損失		47.3	1,065
h	プラント計	d-(e+f+g)	38	860
η_B	ボイラ熱効率	$\frac{a-b}{a} \times 100$	88	
η_T	タービン熱効率	$\frac{h}{d} \times 100$	44	
η_P	発電端プラント熱効率	$\eta_B \times \eta_T \times (1-0.02)$	38	

iii）運用時の年間発電プラント熱効率

本発電所の年間利用率は70%である。この利用率における年平均熱効率は、下記の補正係数によって算出できる。

年間利用率による熱効率補正係数

年間利用率	90 %	80 %	70 %	60 %
補正係数	0.98	0.97	0.96	0.95

年平均熱効率

$$= 38\ \% \times 0.96$$

$$= 36.5\ \%$$

この検討においては平均熱効率を36%とした。

iv）設備設計に使用する熱効率と石炭消費量

設計熱効率と平均熱効率は検討対象設備によって使い分ける。

a．年間石炭消費量（貯炭場容量の算出など）

年平均熱効率36%を使用する。

・年間石炭消費量

$$\frac{300{,}000\ \mathrm{kW} \times 860\ \mathrm{kcal/kwh} \times 8{,}760\ \mathrm{h/y} \times 0.7}{5{,}262\ \mathrm{kcal/kg} \times 0.36} \times \frac{1}{1{,}000}$$

$$\fallingdotseq 840{,}000\ \mathrm{t/y \cdot unit}$$

b．時間当り石炭消費量（微粉炭機容量など）

設計熱効率38%を使用し、石炭消費量はMCR の条件で計算する。

・時間当り石炭消費量

$$\frac{300{,}000\ \mathrm{kW} \times 860\ \mathrm{kcal/kwh}}{5{,}262\ \mathrm{kcal/kg} \times 0.38} \times \frac{1}{1{,}000} \times \frac{990}{930}$$

$$\fallingdotseq 138\ \mathrm{t/h}$$

6.3 発電設備の概要

6.3.1 基本諸元

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

(5) 主燃料（石炭）

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

(注)
Semirara 炭（国内炭）と Lemington炭（海外炭）は設計基準炭として表示した。

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

6.3.2 土地造成

(1) 敷地面積

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

(2) 敷地造成レベル	DL+3.5 m	
(3) 灰捨場積付高さ	DL+1.5 m ～13.5 m	(12 m)
(4) 護岸	1,400 m	
(5) 土工量	710,000 m^3	

6.3.3 港湾設備

(1) 揚炭桟橋

型　式	鋼管杭方式		
諸　元	長　さ	240	m
	幅	25	m
	水　深	15	m
(2) 航　路	全　長	5,500	m
	航路幅	350	m
	水　深	16.5	m
(3) 回頭水域	直　径	470mの円内	
	水　深	15	m
(4) 航路浚渫量		900,000	m^3

6.3.4 揚運炭・貯炭設備

(1) 揚　炭　機

型　式	バケットチエーン式連続アンローダー
容　量	700 t/h
数　量	2 台

(2) 揚炭桟橋ベルトコンベヤー

容　量	1,600 t/h
条　数	1 条

(3) 貯炭場移送ベルトコンベヤー

容　量	1,600 t/h
条　数	1 条

(4) 貯炭場ベルトコンベヤー

	(受け入れ)	(払出し)
容　量	1,600 t/h	800 t/h／400 t/h
条　数	1 条	2 条

(5) スタッカー

型　式	走行旋回式
容　量	1,600 t/h
数　量	1 台

(6) リクレーマー

型　式	走行旋回、バケット式
容　量	800 t/h
数　量	2 台

(7) 貯　炭　場

有効面積	96,600 m² (615m×157m)
貯炭容量	300,000 ton 150,000 ton (国内炭) 150,000 ton (海外炭)
パイル寸法	47mW×13mH　2 面

(8) ブルドーザ (貯炭場清掃用)

型　式	Caterpillar D5 class
台　数	2 台

(9) 払い出しベルトコンベヤー(貯炭場～　混炭ベルトコンベヤー)

容　量	800 t/h
条　数	2 条

(10) クラッシャー

型　式	インパクト式
容　量	80 t/h
台　数	2 台

(11) バンカ送炭コンベヤー (混炭後)

容　量	400 t/h
条　数	2 条

(12) 石炭バンカ

型　式	鋼板製ホッパ形
容　量	700 m³/槽
槽　数	5　槽/unit
投炭方法	ベルトスクレーパ

6.3.5 重・軽油貯蔵タンク

(1) 重油貯蔵タンク

型　式	鋼板製円筒形コーンルーフ式
容　量	4,000 kL
数　量	2 基 (2 unit分)

(2) 軽油貯蔵タンク

型　式	鋼板製円筒形コーンルーフ式
容　量	1,000 kL
数　量	1 基 (2 unit分)

(3) 防 油 堤

延　長	270 m
高　さ	1.7 m

6.3.6 淡水供給設備

(1) 取 水 量	最大日量 2,600m³
(2) 取水設備	コンクリート堰
(3) 取 水 管	内　径 250 mmφ 亘　長 10 km

(4) 淡水タンク

容　量	10,000 m³
数　量	1 基 (2 unit分)

(5) 飲料水ヘッドタンク

容　量	40 m³
数　量	1 基 (2 unit分)

(6) 雑用水ヘッドタンク

容　量	40 m³
数　量	1 基 (2 unit分)

(7) 純水装置

型　式	2 床 3塔式
容　量	500 m³/day 1 系列
数　量	2 系列/2 unit

(8) 中 和 槽

型　式	鉄筋コンクリート造
数　量	1 槽/ 2 unit

(9) 純水タンク

容　量	1,000 m³
数　量	2 基/ 2 unit

(10) 濾過水タンク

容　量	1,400 m³
数　量	1 基/ 2 unit

6.3.7 ボイラー設備 (1基当り)

(1) ボイラー

型　式	単胴、屋外式
蒸 発 量	(MCR) 990 t/h (ECR) 930 t/h

(2) 節 炭 器	水平式裸管形
(3) 空気予熱器	回転再生式
(4) 蒸気式空気予熱器	水平式フィンチューブ形

(5) スートブロア

型　式	電動機駆動蒸気噴射
種　類	ロングレトラクタブル デスラッガー エアヒータークリーナー

(6) 通 風 装 置

i) 誘引通風機

型　式	両吸込ターボ形
容　量	16,000 m³N/min
数　量	2 台

ii) 押込通風機

型　式	両吸込ターボ形
容　量	6,390 m³N/min
数　量	2 台

(7) 燃焼装置

i) 給炭機

型式	グラビメトリック式
容量	41 t/h
数量	5 台

ii) 微粉炭機

型式	直接加圧式竪型
容量	41 t/h
数量	5 台

iii) 一次空気ファン

型式	両吸込ターボ形
容量	4,630 m^3/min
数量	2 台

iv) 石炭バーナ

容量	8.6 t/h
数量	20 台

v) 重油噴燃ポンプ

型式	横置スクリュー形
容量	38 t/h
数量	2 台

vi) 重油ヒータ

型式	横置U字管形
容量	38 t/h
数量	1台

vii) 重油バーナ

型式	蒸気噴霧式
容量	3.5 t/h
数量	12台

6.3.8 タービン設備 (1基当り)

(1) タービン

型 式	タンデムコンパウンド、 2 車室、再熱再生復水式
定格出力 (発電端)	300 MW
蒸気条件	圧力 (MSV 前) 169 kg/cm³g 温度 (MSV) 538 ℃ (RSV) 538 ℃
抽 気 段 数	8 段
排 気 真 空	695 mmHg (31℃において)
回 転 速 度	3,600 rpm

(2) タービン付属設備

調 速 装 置	電気油圧式
保 安 装 置	1 式
油圧制御装置	1 式
潤滑油系統	主油ポンプ 補助油ポンプ 非常用油ポンプ ターニング油ポンプ 主油タンク 油冷却器 ベーパエキストラクタ 油清浄器 油貯蔵タンク
ターニング装置	1 式
軸 封 装 置	グランド蒸気調整器 グランド蒸気復水器

(3) 復 水 装 置

i) 復 水 器

型 式	二折流半区分水室表面冷却式
冷却用海水温度 (設計値)	入 口 31 ℃ 出 口 39 ℃
冷 却 水 量	41,500 m³/h
数 量	1 式

ii）循環水ポンプ

型　式	立形斜流ポンプ
容　量	22,500 m^3/h (at 31℃)
数　量	2 台

iii）復水器真空ポンプ

型　式	回転式水封真空ポンプ
数　量	2 台

iv）復水ポンプ

型　式	立形遠心式
容　量	390 t/h
数　量	3 台

(4) ボイラ給水装置

i）低圧給水加熱器

型　式	U 字管式
数　量	4 基

ii）脱　気　器

型　式	横置トレイ形
数　量	1 基

iii）ボイラ給水ポンプ

型　式	水平パレル遠心形電動ポンプ
容　量	520 t/h
数　量	3 台

iv）高圧給水加熱器

型　式	U 字管式
数　量	3 基

(5) 雑　施　設

i）軸受冷却水ポンプ

型　式	遠心式
容　量	1,400 t/h
数　量	2 台

ii) 軸冷水クーラー

型　式	表面冷却式
数　量	2 基

iii) 薬液注入装置

型　式	インジェクション式
薬　品	燐酸、アンモニア、ヒドラジン

iv) 消火設備

泡消火装置	1 式
水消火装置	1 式
消火ポンプ	1 台 / 2 units

v) 天井クレーン

型　式	天井走行式
容　量	60 t
数　量	1 台

vi) 所内ボイラ

型　式	パッケージ形
蒸気条件	8 kg/cm²
容　量	5 t/h
燃　料	軽　油
数　量	1 台 / 2 units

6.3.9 復水器冷却設備

(1) 取水口

型式	深層取水
寸法	呑み口径9.0m× 2 基

(2) 取水管

型式	埋設鋼管
寸法	内　径　3 m 平均長　530 m ×2 lines

(3) ポンプ場

型式	鉄筋コンクリート造
寸法	幅 24.6 m 高さ 12.7 m 長さ 35 m

(4) 送水管

型式	埋設鋼管
寸法	内 径 1.8 m 平均長 135 m × 4 line/2 unit

(5) 放水管

型式	埋設鋼管
寸法	内 径 2.6 m 平均長 150 m ×2 line/2 unit

(6) 放水槽

型式	鉄筋コンクリート造
寸法	幅 12 m 高さ 10.5 m 長さ 25 m

(7) 放水口

型式	捨石式傾斜堤
寸法	幅 6.0 m 天端高さ DL + 3.0 m 長さ 500 m

(8) 取水口設備 Bar, Rotary, Mesh screen

数量	1式

(9) 塩素注入設備

数量	1式

(10) 取水口クレーン

型式	ガントリー式
容量	15 t
数量	1 台/2 unit

6.3.10 電気設備（1 基当り）

(1) 発　電　機

i）型　　式　　横軸回転界磁3 相、水素冷却

ii）定　　格

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

iii）励磁装置　　サイリスタ（含ブラシレス）

(2) 主 変 圧 器

i）型　　式　　屋外3 相、油循環、強制空冷

ii）定　　格

容　　量	320,000	kVA
電　　圧	18 ～24 /230	kV

iii）結線方式　　Δ- Y 直接接地　30度遅れ

(3) 所内変圧器

i）型　　式　　屋外3 相、油入空冷

ii）定　　格

容　　量	30,000	kVA
電　　圧	18 to 24 / 6.9	kV

iii）結線方式　　Δ-Δ

(4) 起動変圧器

i）型　　式　　屋外3 相、油循環、強制空冷

ii）定　　格

容　　量	40,000	kVA
電　　圧	230/6.9	kV

iii）結線方式　　Y- Δ（30度進み）

(5) 開 閉 所

i）方　式　　屋外2 重母線

ii）遮 断 器

型　式　　碍子型、空気遮断器

定　格　　242 kV, 2,000A
遮断電流　31.5kA

数　量　　4　組（2 unit当り）

iii）断 路 器

型　式　　碍子型

iv) そ の 他　　鉄構、母線、PT、CT、他

(6) 6.9 kvメタルクラッド遮断器

i) 型　式　　屋内装甲開閉装置

ii) 遮 断 器

型 式　　SF_6 遮断器

6.9 kV
遮断電流 40 kA

iii) 数 量　　7 組／2 unit

(7) 460 V パワーセンター

i) キュービクルタイプ　　室内形、単線密閉形

ii) 遮 断 器

型 式　　空気遮断器
定 格　　600 V

iii) 数 量　　11 組

(8) 460 V コントロールセンター

i) キュービクルタイプ　　室内形、単線密閉形

ii) 遮 断 器

型 式　　空気遮断器
定 格　　600 V

iii) 数 量　　18 組／2 unit

(9) パワーセンター変圧器

i) 型 式　　乾式屋内3 相

ii) 定 格

容 量　　2,000 kVA, 1,500kVA
電 圧　　6,900/460 V

iii) 結線方式　　Δ－Y (30° 遅れ)

(10) 非常用電源

i) 型 式　　ディーゼル発電機

ii) 定 格

出 力　　500 kVA
電 圧　　460 V
力 率　　80 %

(1) 直流電源装置

i) 型　式　　鉛電池

ii) 定　格　　125 V 系　2,000AH（無停電装置付）
　　48 V 系　　500AH

(2) 計装並びに制御

i) 情報処理システム

ii) 自動プラント制御システム

iii) 微粉炭燃焼装置制御システム

iv) ボイラ、シーケンス制御システム

v) タービン、シーケンス制御システム

6.3.11 灰処理装置（1基当り）

i) チェーンコンベヤ

容　　量	11.7 t/h
数　　量	1 式

ii) ボトムアッシュクラッシャー

容　　量	11.7 t/h
数　　量	1 式

iii) ボトムアッシュ輸送コンベヤ

容　　量	11.7 t/h
数　　量	1 式

iv) フライアッシュサイロ

型　　式	鋼板製円筒形 サイクロンセパレータ、 バグフィルター、フリューダイザ
容　　量	1,000 m^3
数　　量	1 set

v) 真空ブロワ

型　　式	ロータリー式
数　　量	3 台 / 2 units

vi) ダストレスアンローダ

容　　量	110 t/h
数　　量	2 台

6.3.12 発電所本館

(1) 構　　造

基　　礎	鉄筋コンクリート造、マット基礎
架　　構	鉄骨造
外　　壁	アルミパネル
屋　　根	アルミパネル

(2) 寸　　法

建築面積	5,800 m²
建屋容積	148,000 m³
高さ	32 m

6.3.13 煙　突

(1) 基　礎	鉄筋コンクリート造、マット基礎
(2) 外　筒	鉄筋コンクリート造、 頂　径　13 m 底　径　20 m
(3) 内　筒	高　さ　120 m

6.3.14 付属建物

(1) サービスビルディング

i) 構　　造

基　　礎	鉄筋コンクリート造、マット基礎
架　　構	鉄筋コンクリート造

ii) 延 床 面 積　　1,600 m²

iii) 部屋配置

1階	分析室、食堂、休憩室、エアコン室、倉庫、
2階	事務室、会議室、所長室、ロッカー室、資料室、

(2) その他建物

i) 修理工場	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	1 floor	500 m²
ii) 倉　庫	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	1 floor	1,000 m²
iii) 運炭制御室	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	3 floor	1,000 m²
iv) 純水装置室	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	1 floor	350 m²

v) BP 制御室	鉄筋コンクリート造	1	floor	100 m²
vi) 塩素注入装置制御室	鉄筋コンクリート造	1	floor	120 m²
vii) Ash silo structure	鉄筋コンクリート造	2	floor	250 m²
viii) Guest house	鉄筋コンクリート造	1	floor	250 m²
ix) Domitory	鉄筋コンクリート造	1	floor	1,400 m²

6.3.15 環境対策設備

(1) 電気式集塵器

型　式	乾　式
数　量	1 基
処理ガス量	1,034 ×10³ m³N/h
入口ガス温度	140℃
集塵効率	99 % 以上

(2) 排水処理装置

型　式	沈澱濾過中和式
数　量	1 式 /2 unit
処理容量	1,000 m³/day
出口水質	PH 5.5 - 9 SS 200 mg/l以下 Oil 15 mg/l以下

(3) 貯炭場排水沈殿池

型　式	自然沈降式
数　量	1 式 /2 unit

(4) 灰捨場排水沈殿池

型　式	自然沈降式
数　量	1 式 /2 unit

6.4 発電所レイアウト

6.4.1 レイアウトの基本構想

Masinloc地点は、北側を丘で遮蔽され、海域はサンゴ礁の浅瀬によって波浪の影響が少なくなる特徴を有している。この地形を利用して発電所をBani Pointのどの位置に配置するか、位置の決定に当って配慮した事項は以下の通りである。

i）南および南西方向から侵入する波浪に対する影響を小さくすること。

ii）北西から吹く卓越風の影響を小さくすること。

iii）主要構造物を良好な地盤上に配置すること。

iv）復水器冷却用水路および海上ベルトコンベヤの延長をできるだけ短くすること。

v）発電所用地が比較的容易に確保できること。

vi）航路および泊地が膨大な浚渫なしに確保出来ること。

vii）陸上灰捨場が発電所近傍に確保できること。

6.4.2 発電所の敷地面積

予備設計条件および基本諸元を基に算出した発電所の敷地面積は以下の通りである。

(1) 発電所用地および貯炭場	329,000 m²
i）発　電　所	44,600 m²
ii）開　閉　所	14,600 m²
iii）タンクヤードおよび水処理ヤード	15,000 m²
iv）事　務　所	22,700 m²
v）貯　炭　場	96,600 m²
vi）構内道路、緑地、他	135,500 m²
(2) 灰　捨　場	
10年分	306,000 m²
30年分	727,000 m²

合計面積	10年分	635,000 m²
	30年分	1,056,000 m²

6.4.3 構造物および機器の配置

(1) 発電所および貯炭場

発電所および貯炭場は、波浪および風の影響を小さくするため Bani Point の東側に配置した。又下記の理由により発電所を南側、貯炭場を北側に配置した。

i) NAPOCOR が実施した陸上ボーリングによると、南側である Bani Point の先端は岩盤が露出しており、地盤が良好である。このため、重量構造物である発電所主機を南側に配置出来る。

ii) 復水器冷却水路の延長を短く出来る。

(2) 揚炭桟橋

揚炭桟橋は下記の理由によりOyon湾の入口に配置した。

i) 桟橋西側にあるサンゴ礁の浅瀬で大部分の波が砕波するため、港の必要静穏度を確保できる。

ii) 比較的少量の浚渫により桟橋前面に泊地が確保できる。

iii) 海上ベルトコンベアの延長が比較的短い。

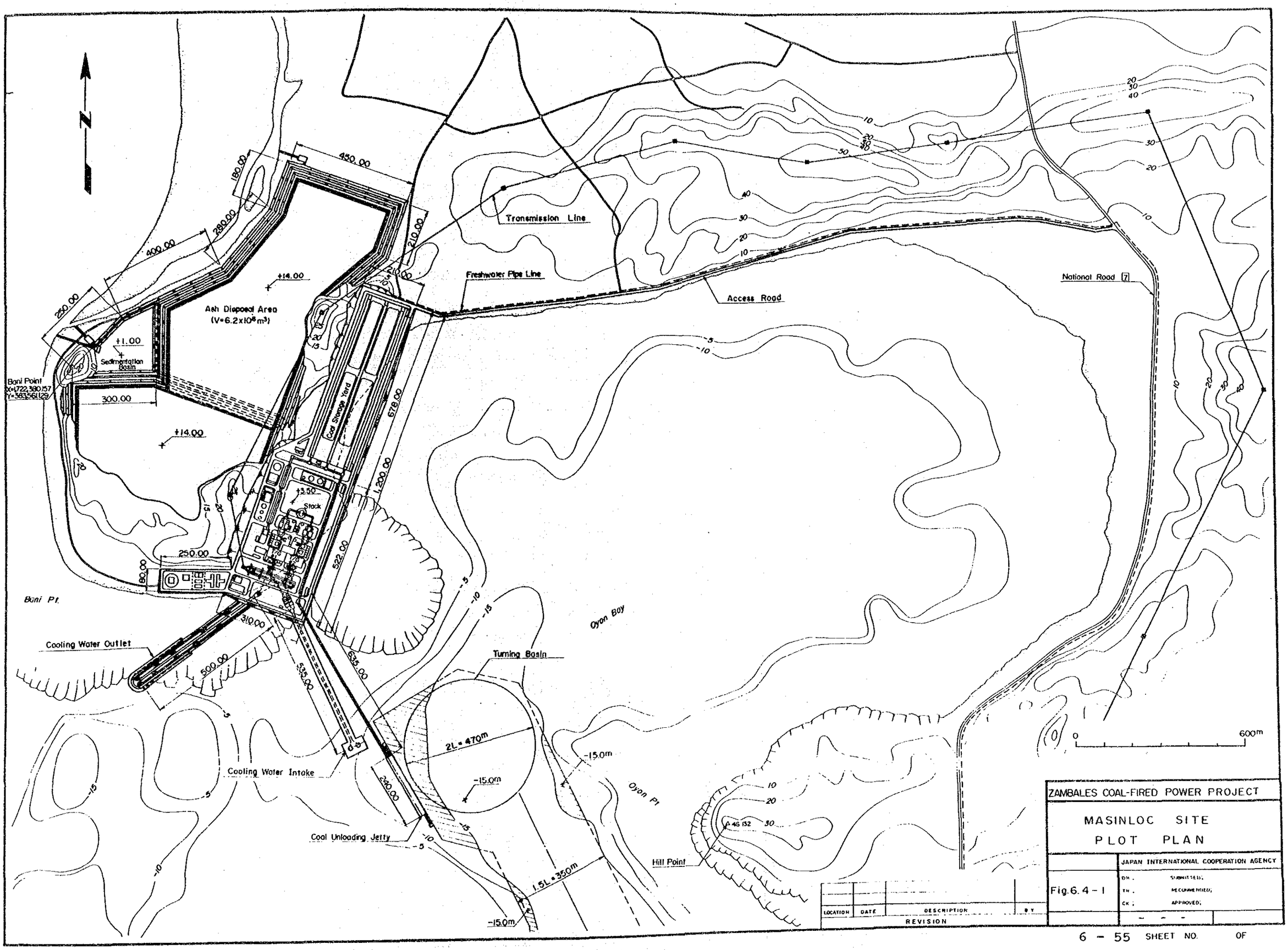
(3) 復水器冷却水施設

取水口は波浪の影響の小さいOyon湾の入口、桟橋の背面に設置した。

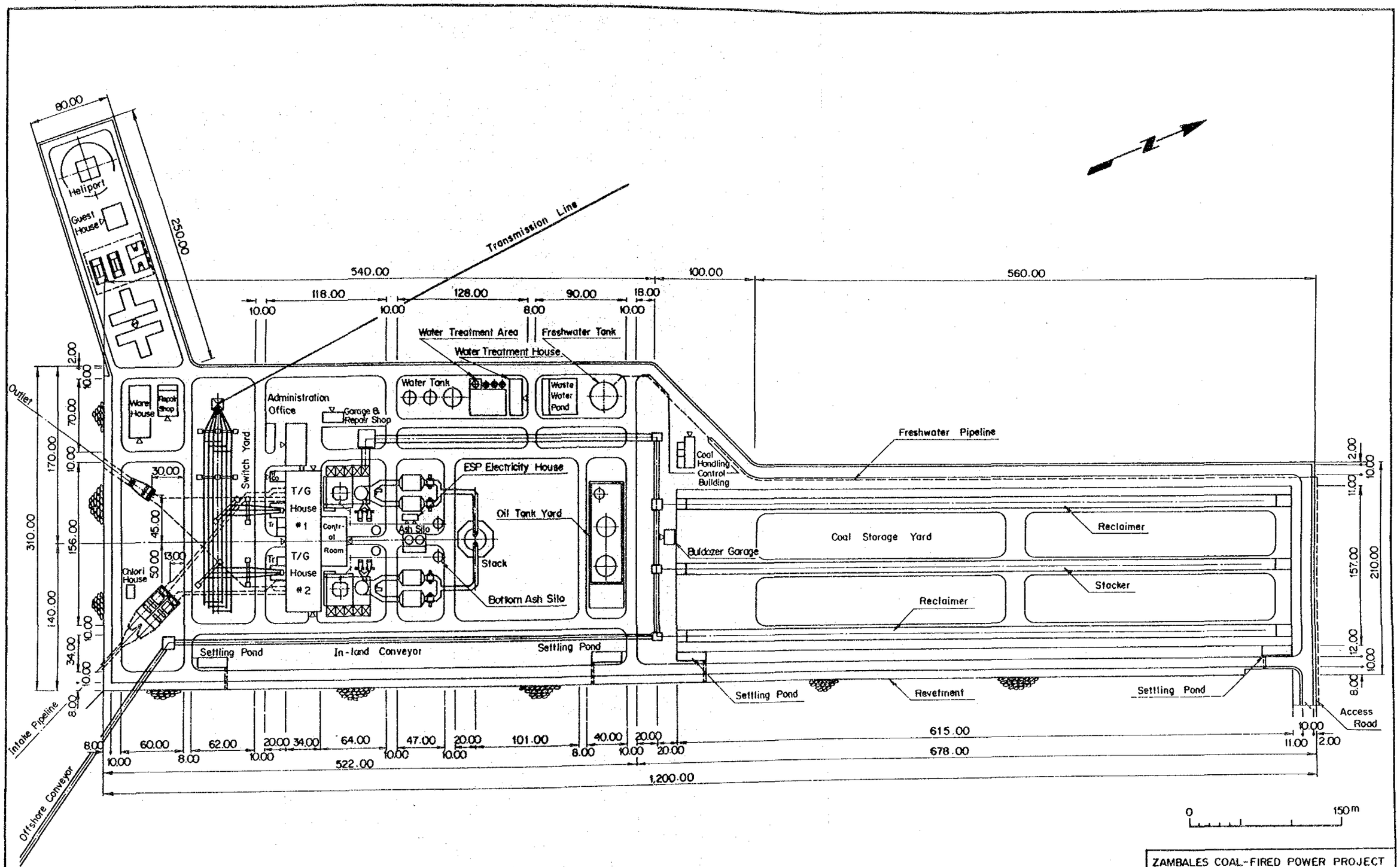
放水口は取水口への温排水の再循環を防ぐ距離を確保し、かつ温排水の拡散効果がより期待できる水深の深い部分であるサンゴ礁の浅瀬の西側に設置した。

(4) 灰 捨 場

灰捨場までの運搬距離が短い事および発電所用地西側の丘を灰捨場護岸に利用できる事より発電所の西側に設置した。



N
Transmission Line
Freshwater Pipe Line
Access Road
National Road 7
Ash Disposal Area
(V=6.2x10⁶m³)
Sedimentation Basin
Bani Point
X=1,722,380.157
Y=383,561.129
Coal Storage Yard
Stock
Bani Pt.
Cooling Water Outlet
Cooling Water Intake
Coal Unloading Jetty
Turning Basin
Oyon Bay
Oyon Pt
Hill Point
2L=470m
1.5L=350m
-15.0m
450.00
180.00
280.00
400.00
250.00
210.00
300.00
678.00
1,200.00
522.00
635.00
535.00
500.00
310.00
80.00
240.00
0
600m
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
MASINLOC SITE
PLOT PLAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig.6.4-1
DR. SUBMITTED;
TR. RECOMMENDED;
CK. APPROVED;
LOCATION
DATE
DESCRIPTION
BY
REVISION



ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

GENERAL ARRANGEMENT OF EQUIPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 6.4-2

D. R. ; SUBMITTED ;
E. R. ; RECOMMENDED ;
C. K. ; APPROVED ;

6.5 発電所用地

6.5.1 概　要

敷地造成の設計にあたって考慮した事項は次の通りである。

i）本発電所の1号機と2号機の運転開始間隔が半年と短いため、敷地造成は2号機分まで含めて一括して施工する。

ii）Bani Point東側の丘陵地の大部分は砂岩と頁岩の互層から成り、盛土材料に適しているのでこの丘陵地を一部掘削し、この材料を用いて、低地およびOyon湾を一部埋立てる事により敷地を確保する。

iii）サイト西側の丘陵地は北西からの卓越風の遮蔽効果および陸上灰捨場の築堤として利用できる事から、可能な限り残す事とした。

6.5.2 敷地造成高さ

敷地造成高さは以下に述べる理由から D.L. (Datum Level) +3.50mとした。

i）最高潮位（H.H.W.L）DL + 1.6mから波高および越波に対する余裕を見込んだ高さとした。

ii）朔望平均高潮面（H.W.L）DL + 1.3mから、発電所構内に設ける側溝の排水勾配を確保できる高さとした。

6.5.3 敷地造成および敷地護岸

(1) 敷地造成

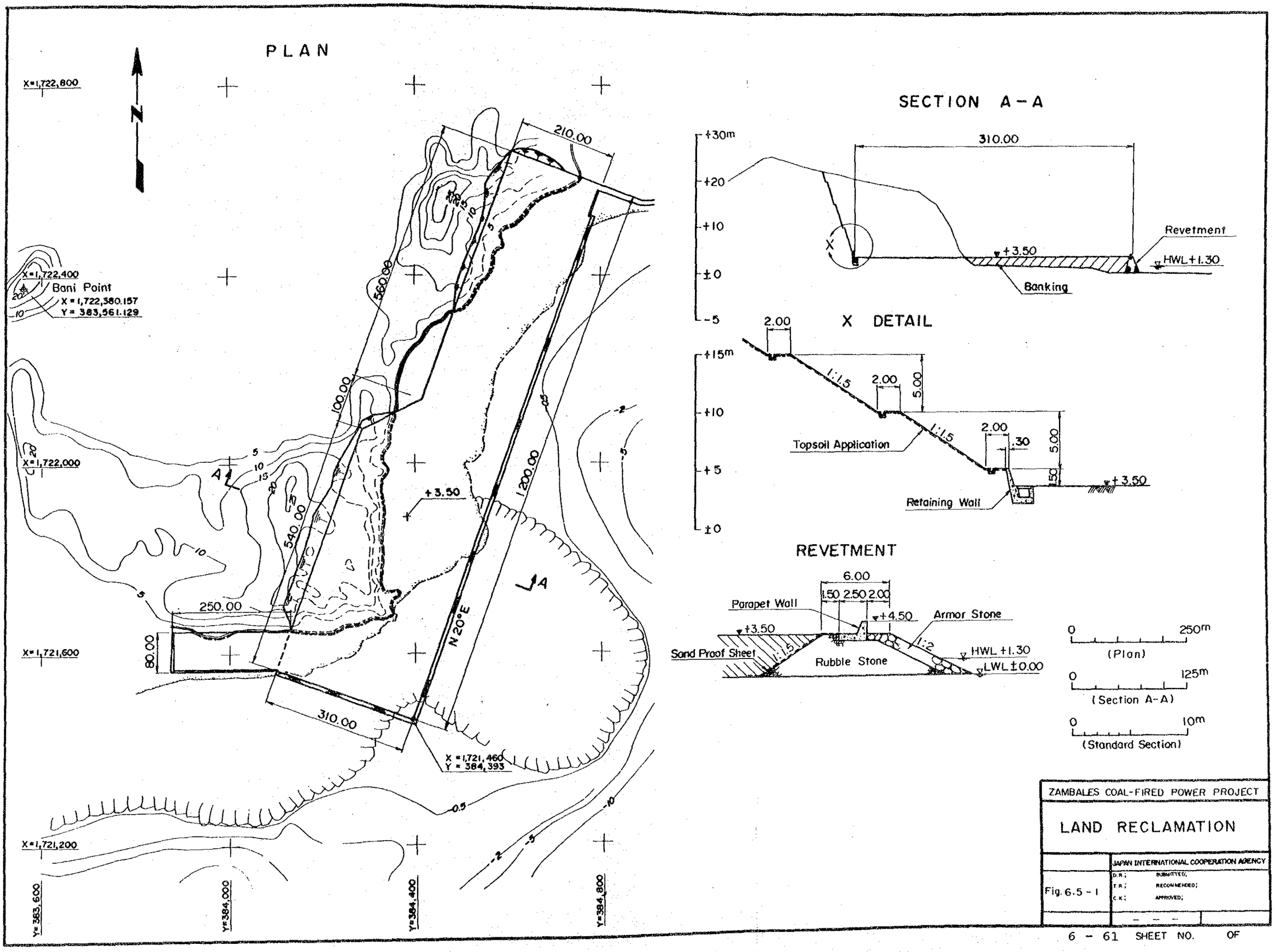
敷地の位置は、前述の敷地高さ DL + 3.5mで、掘削および盛土の土量バランスを考慮して決定した。又発電所および貯炭場を南北に配置するために敷地の延長をできるだけ短くすべく、ヘリポート、ゲストハスウ等を発電所の西側に別途確保した。掘削数量は約 710,000m³である。

山側の法面は法先にヨウ壁を設け、掘削面は養生土吹付けにより緑化する。

(2) 敷地護岸

海上埋立部については、周辺に敷地護岸を設置し、その延長は約 1,400mである。

護岸は捨石式傾斜堤とし、前面に被覆石および堤頭部に越波防止のパラペットを設けた。



ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

LAND RECLAMATION

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

D.R.: SUBMITTED;
T.R.: RECOMMENDED;
C.K.: APPROVED;

Fig. 6.5 - 1

6.6 港湾計画

6.6.1 基本構想

(1) 海域の現況

Masinloc地点における海域の特徴並びにこの海域を利用し、石炭を発電所へ輸送・荷卸しする場合の問題を整理すると次の通りである。

i) 外海から発電所サイトまでの航路は、距離が長く、両側を浅瀬で囲まれ、かつ3ヶ所に顕著な屈曲が存在する。大型石炭船がこの航路を航行するためには、連続して針路を変更しなければならず、高度の操船が要求される。

ii) 現在、最大40,000 DWT級の船舶が既設航路を通り、湾内の2つの港に入出港している。また、漁船も湾内を航行している。今回計画している石炭船は既設航路の大半を利用して航行するので、発電所の運開後、既設航路では従来より船舶の通行量が増加し、また石炭船と他船との出会い・交錯が生じる。

iii) 発電所サイトは南シナ海から2kmの至近距離にあり、泊地の最大波高及び年間の静穏特性の把握が重要である。なお、潮汐、潮流など他の自然条件は操船上問題はない。(6.2.1 参照)

(2) 基本構想

(1)に述べたことを考慮して、次の方針により港湾計画を検討した。

i) 湾内における大型石炭船の容易かつ標準的な操船を基本とした安全操船を可能とする航路、泊地、航路標識等を計画する。

ii) 湾内における船舶の悪天候時の航行制限を含む新しい航行管理を検討する。

iii) 気象データに基づき、泊地の波浪を解析する。

なお、本検討は極めて複雑な海域における港湾計画であるので、海事専門家の協力を得て安全操船の検討を行った。更に次の条件も加味して計画を作成した。

a) 港湾施設は日本の「港湾の施設の技術上の基準」に準拠する。

b) サイトの海底地形は米国製海図による。

c) 対象船舶の標準

船　　型	海外炭用 60,000 DWT (Bulk carrier)	国内炭用 5,000 DWT (Bulk carrier)
全　　長	233 m	103 m
型　　幅	35 m	15.4m
型　　深	18 m	8.4m
満載吃水	12.6m	6.8m
年間入港回数	14	168

6.6.2 港湾施設

(1) レイアウト

i) 桟　橋

桟橋の位置は下記を考慮し決定した。(図6.6-1参照)

a) 石炭船の着桟・離桟及び荷上げに必要となる水域の静穏度が確保できること。

b) 桟橋と発電所の距離が短く、桟橋及び石炭ベルトコンベヤの建設・運転が容易であること。

ii) 船まわし場

桟橋の前面水域における船首の回頭を可能とするため、桟橋と Oyon Point の間に船まわし場を配置した。

iii) 航　路

桟橋の位置、湾内の海底地形、従来の大型船の航行実績、航路建設費の低減を考慮し、湾内における石炭船の航路は、外海から Port Masinlocの前面までは既設航路を利用し、以降桟橋までは海底の最深部に沿うルートとした。

iv) 湾内の避泊地

Port Masinlocの沖合では水深22～23m、底質が砂の水域を、またOyon湾の中央部では水深13～14mの水域を避泊地とした。

(2) 設　計

i) 航　路

a) 船舶が行き会う可能性があるので、往復航路とした。

b) 長い航路ではあるが、比較的少い通行量であり、航路幅は船の全長の 1.5倍すなわち 350mとした。

c) 顕著な屈曲部では、航路中心線の曲率半径を船の全長の4倍すなわち 932mとし、航路幅を拡幅した。

d) 航路の水深は、基本水準面より下方に60,000 DWTの満載吃水（12.6m）に余裕を加えた16.5m以上とした。この理由は、航路における波・風による船舶の動揺、航行に伴う船体の沈下、底質土および潮面が基本水準面より低下する頻度が比較的多いことを考慮し余裕を設定した。

ii) 桟橋、船まわし場

a) 離接岸時の操船の容易さを考慮し、桟橋の法線を接近航路の法線にほぼ平行とした。（桟橋の構造設計は6.7を参照）

b) 引船による大型船の回頭を前提とし、（図 6.6-2参照）船まわし場の水域は船の全長の2倍(470m）を直径とする円とした。

c) 船まわし場、桟橋の水深は、基本水準面より下方に60,000 DWTの満載吃水（12.6m）に余裕を加えた15m以上とした。この余裕は、これら水域における船舶の動揺が小さいこと、潮面の状況を考慮し設定した。

iii) 航路標識等

浅瀬を示す灯浮標などの航路標識、及び船舶の航行管理に資する波高計、風速計を設置する必要がある。

iv) 浚　渫

海図より、上記航路・桟橋・船廻し場を建設するため、数ヶ所で浚渫が必要である。地質ボーリング調査によれば、浚渫土は主として砂、シルトと推定される。

6.6.3　湾内の航行管理

現在湾内に２つの港があるため、大型船に対する強制水先案内など船舶の航行管理がなされている。火力発電所を設置する場合、下記に示す船舶の航行管理を追加する必要がある。

ｉ）風速15m以上、波高 1.5m以上、視界１マイル以下の場合、湾内の航路における船舶の航行制限、船舶の所定避泊地への停泊、ただし今後自然条件・船舶事情に応じ、再検討が必要である。

ii）船舶の夜間航行の禁止、船舶の所定避泊地への停泊。

iii）引船の支援による大型石炭船の操船。

iv）航行管理を実施する連絡システムの確立と人の配置。

6.6.4　静穏度の検討

(1)　設 計 波 高

発電所サイトは南シナ海から２kmの至近距離にあるので、桟橋・発電所敷地護岸、および放水口地点の設計波高を予測し、これら構造物の安全設計の資料とする。

現地調査により収集した台風記録と波浪解析プログラムを用いて算出した50年確率設計波高（有義波高）は以下の通りである。

- o 南シナ海の沖波の波高　　約　10m
- o 放 水 口 の 波 高（湾内）　　3 m
- o 桟橋・護岸の波高（湾内）　　2 m

沖波と湾内波との波高の顕著な差は、海岸地形に応じた波の変形、殊に浅瀬による砕波により生じたものである。（ 表 6.6-1、図 6.6-3参照）

(2)　泊地の静穏度

年間消費石炭量を発電所へ安定的に供給するために、揚炭桟橋前面海域（泊地）では下記に示す必要な静穏度が得られなければならない。

ｉ）石炭船の離着桟及び荷役が可能な条件を、前面海域における波高が 0.7m以下であること、風速が13 m/s未満であることとする。

ii）対象とする地点の静穏度とは、気象、海象データを分析し、ｉ）に述べたケースが発生する年間の頻度を表したものである。

iii）必要な静穏度は85%以上とする。

現地調査で収集した日常風記録と静穏度解析プログラムを用い、泊地の静穏度を予測すると、年平均で96%、各月平均値は概ね85%以上を示す。（表 6.6-2参照）

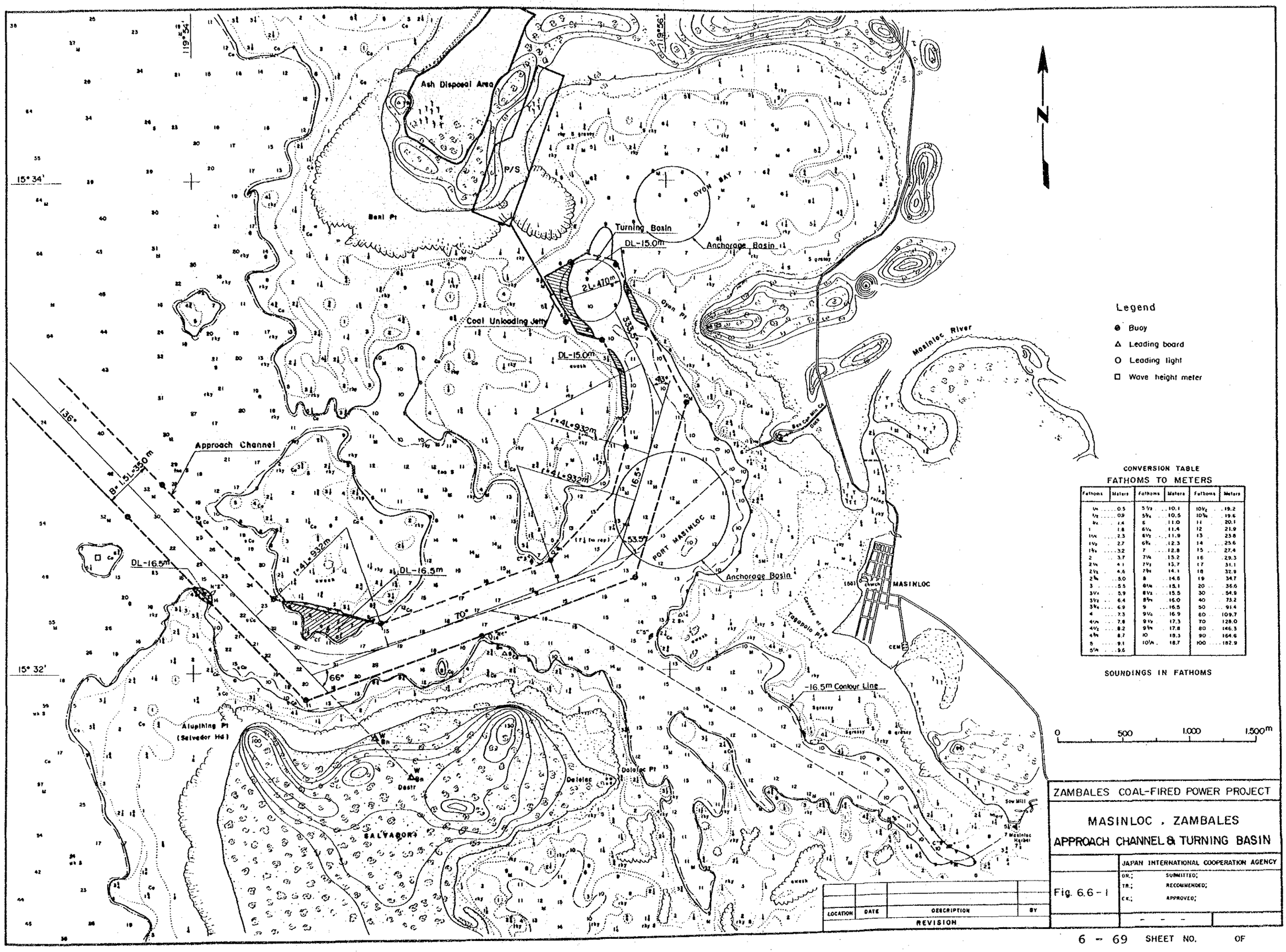
下記の理由から予測値は妥当と判断され、泊地は石炭を安定的に供給するための条件を満足する。

i）湾口の形状から、南南西～西方向から侵入する沖波が泊地の静穏性に影響を与えるが、他の方向からの沖波は影響しない。

ii）周囲を丘で囲まれた狭い湾内では、日常風により波は十分に発達しない。

iii）13 m/s以上の強風の発生頻度は小さい。

なお、設計波及び泊地の静穏度の詳細は、付属資料「Masinloc地点の波浪解析」に示す。



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

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

MASINLOC , ZAMBALES

APPROACH CHANNEL & TURNING BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 6.6 - 1

DR.; SUBMITTED;

TR.; RECOMMENDED;

CK.; APPROVED;

Fig. 6.6-2

The operation of vessel in Turning Basin

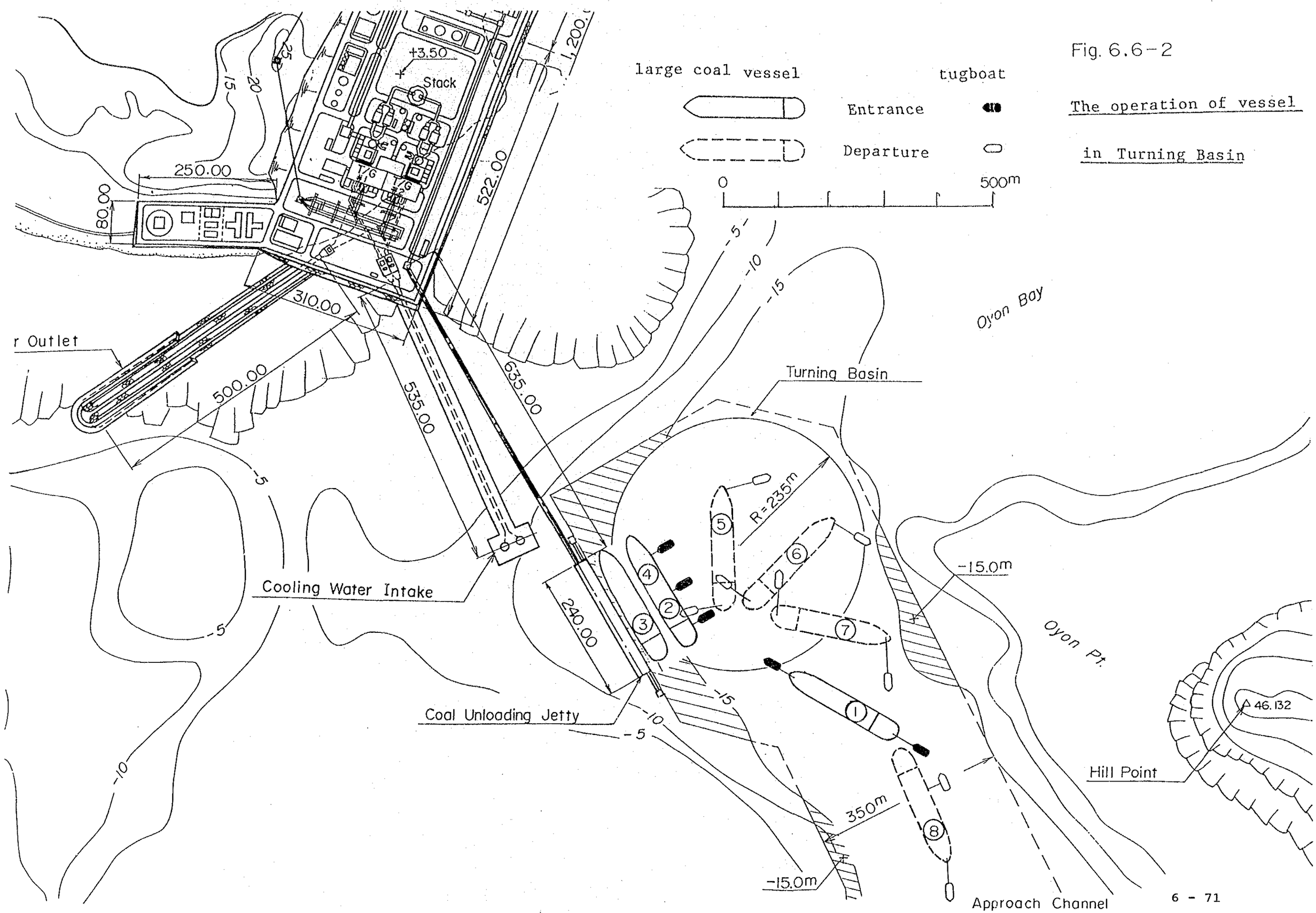


TABLE 6.6-1 (1) PROCEDURE TO CALCULATE DESIGN WAVE

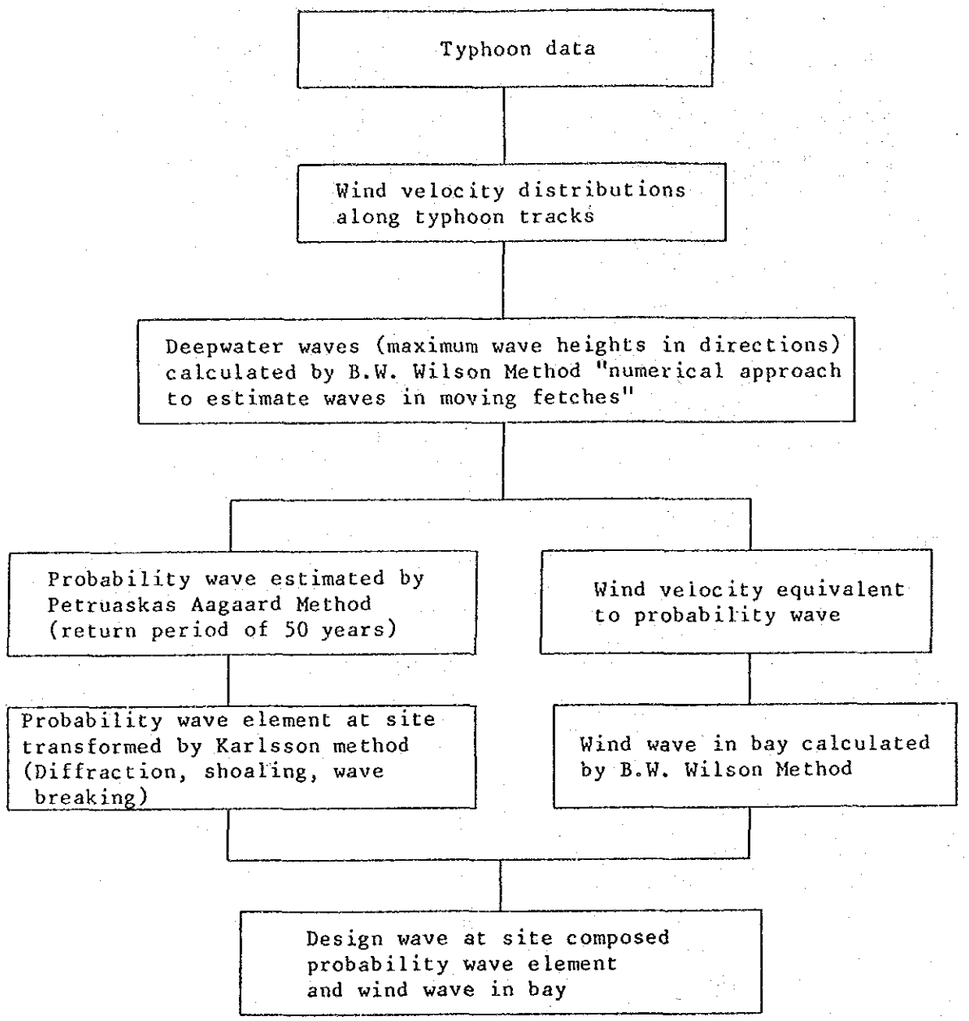
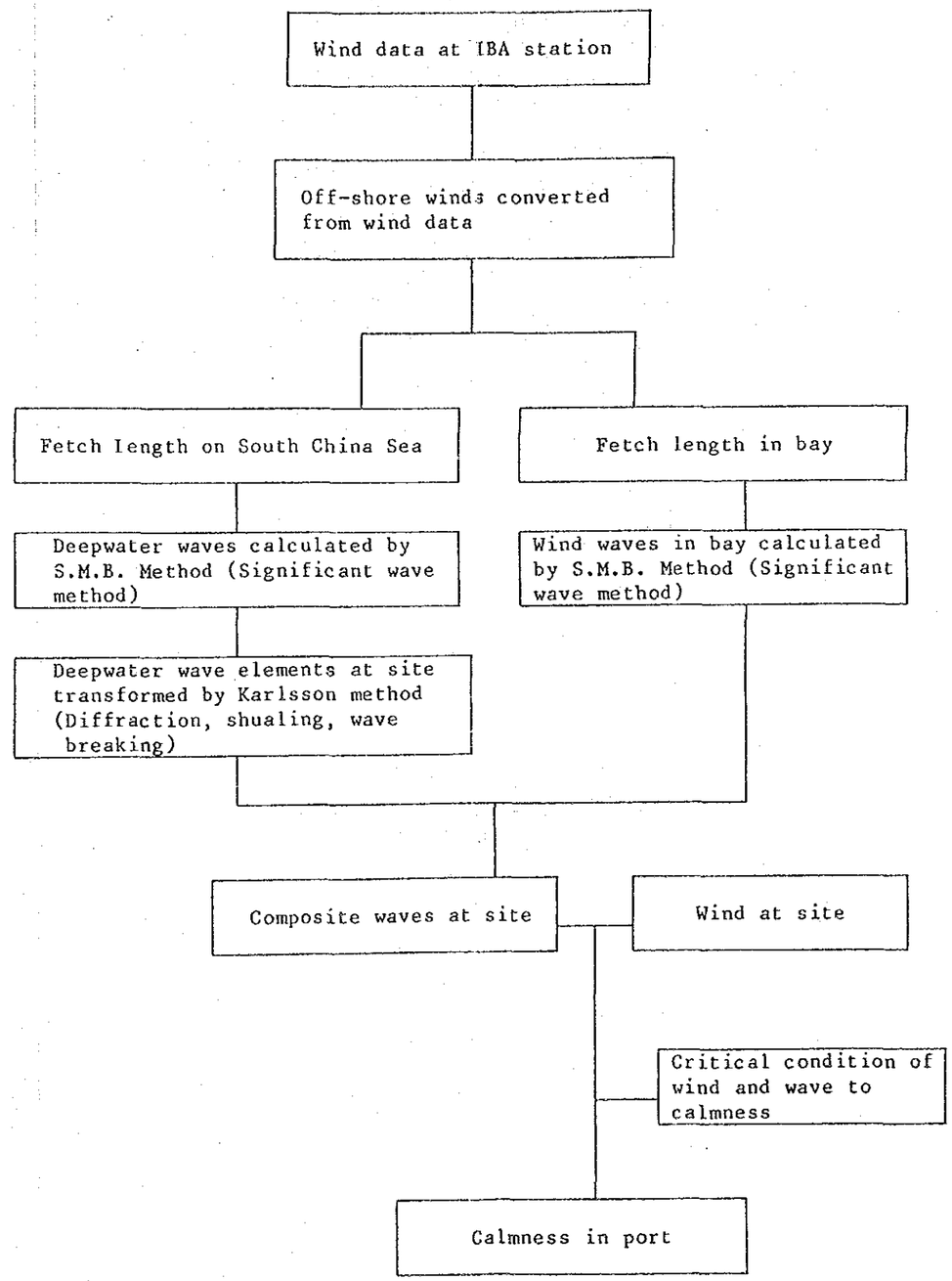


TABLE 6.6-1 (2) PROCEDURE TO CALCULATE CALMNESS IN PORT



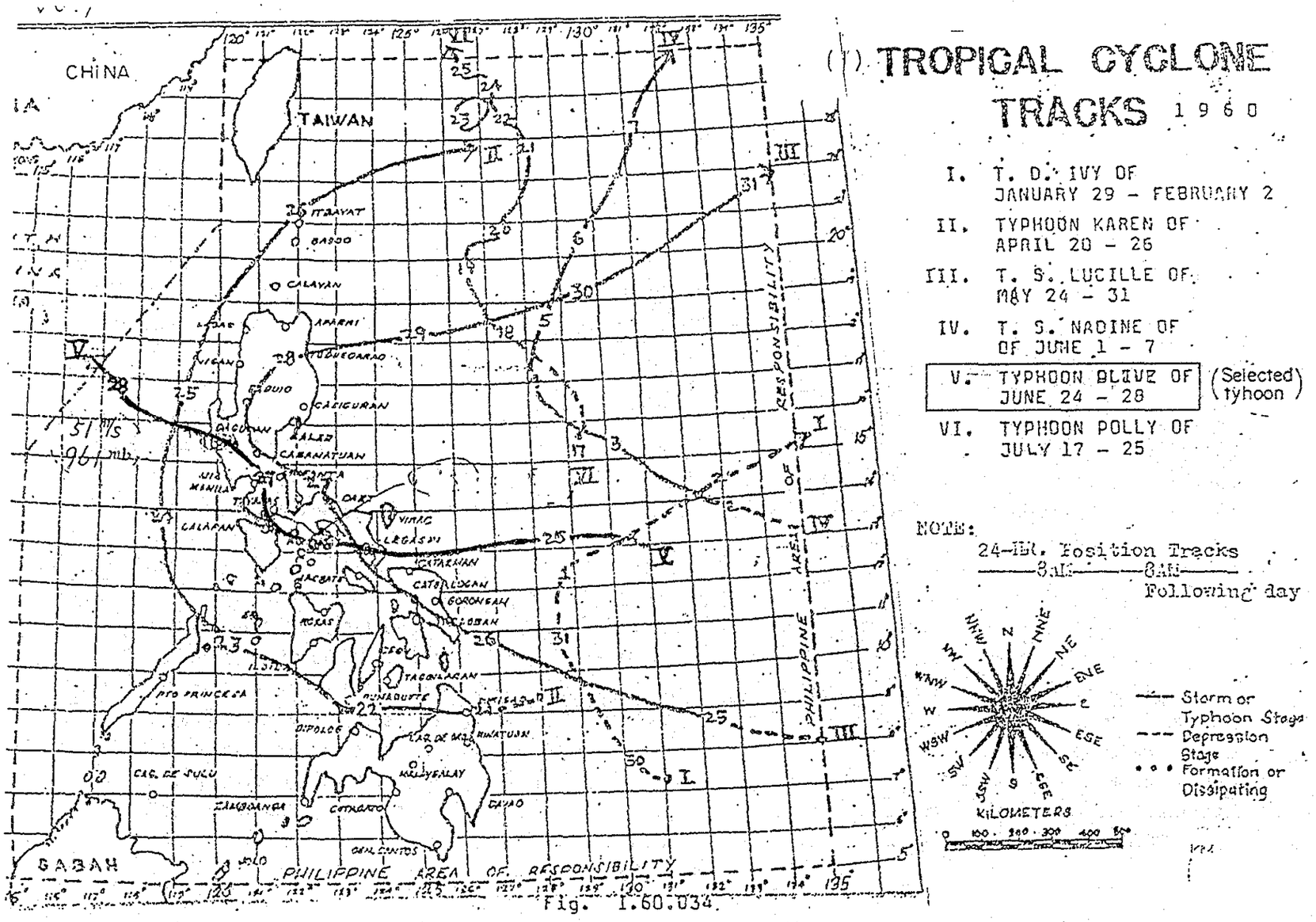
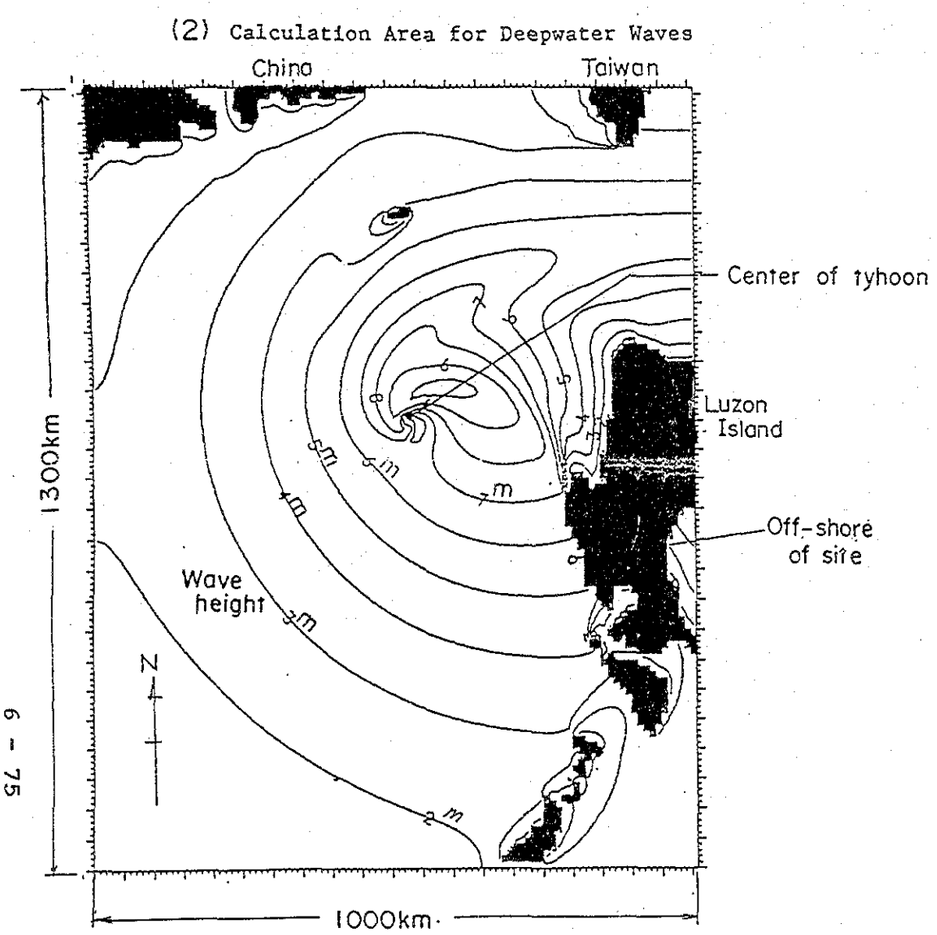


Fig. 1.60.034



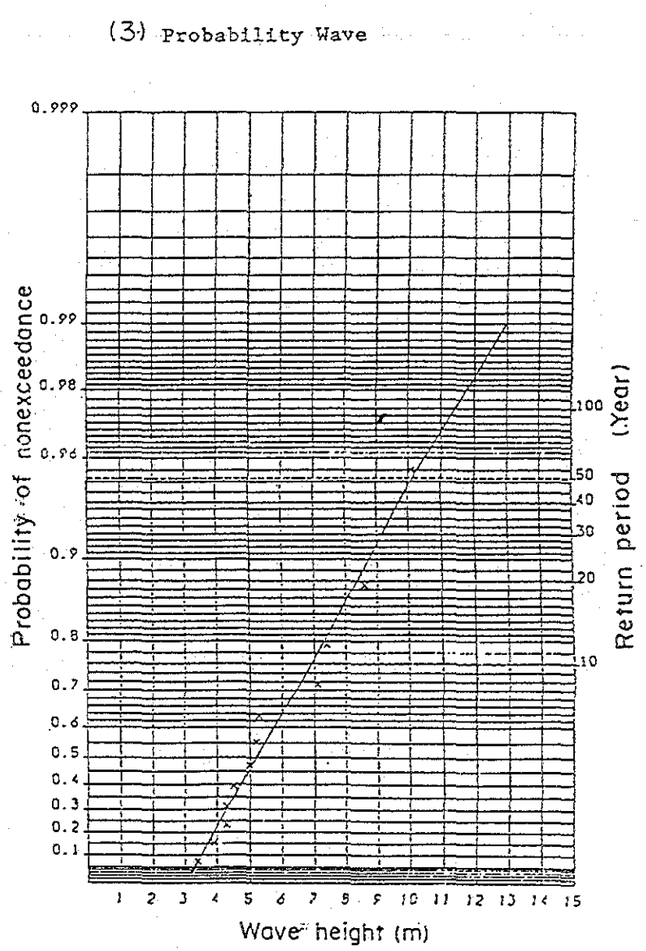
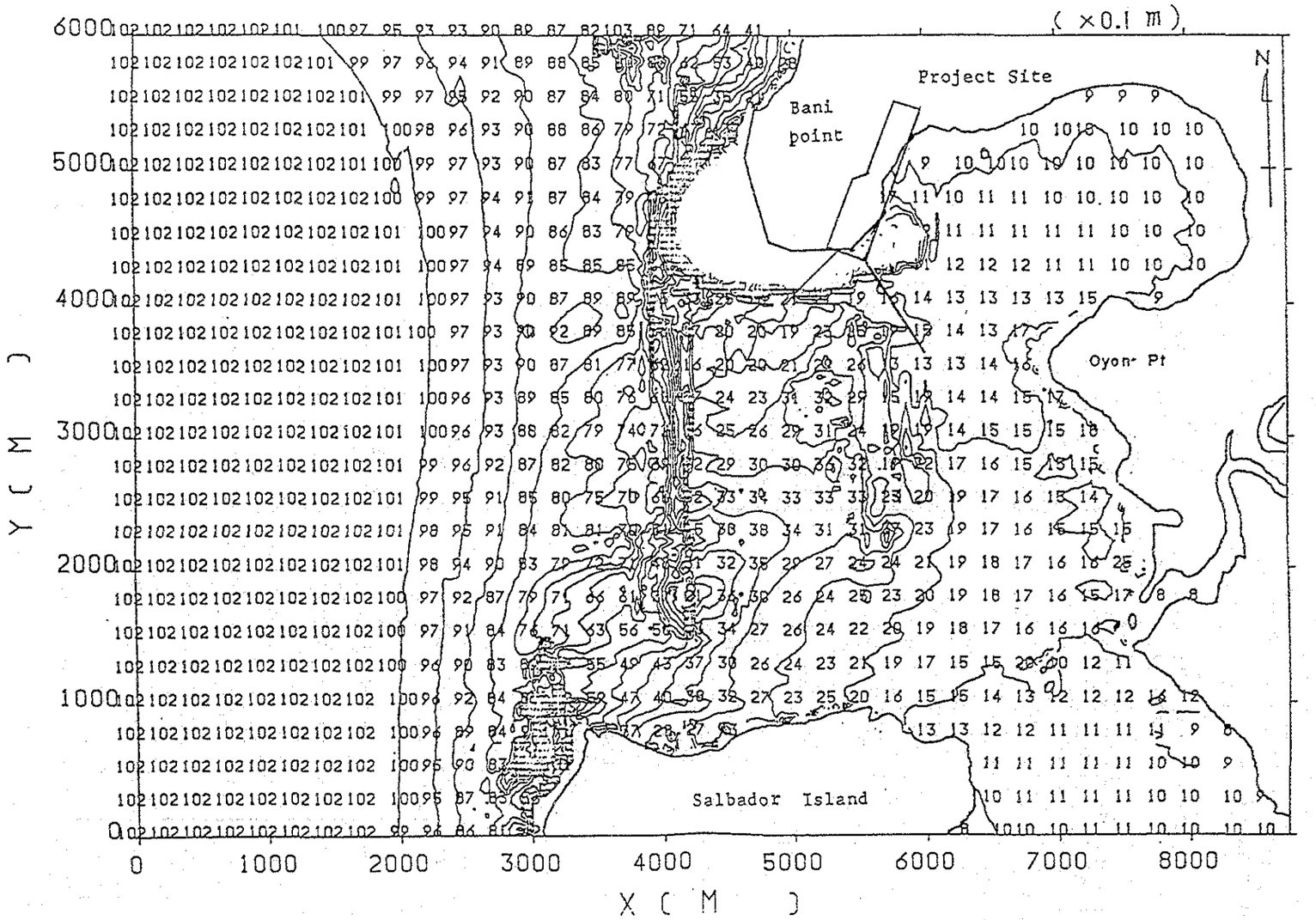


Fig.6.6-3(1) Calculation Method for Design Wave

(1) WAVE HIGHT (SW)



(2) WAVE DIRECTION(SW)

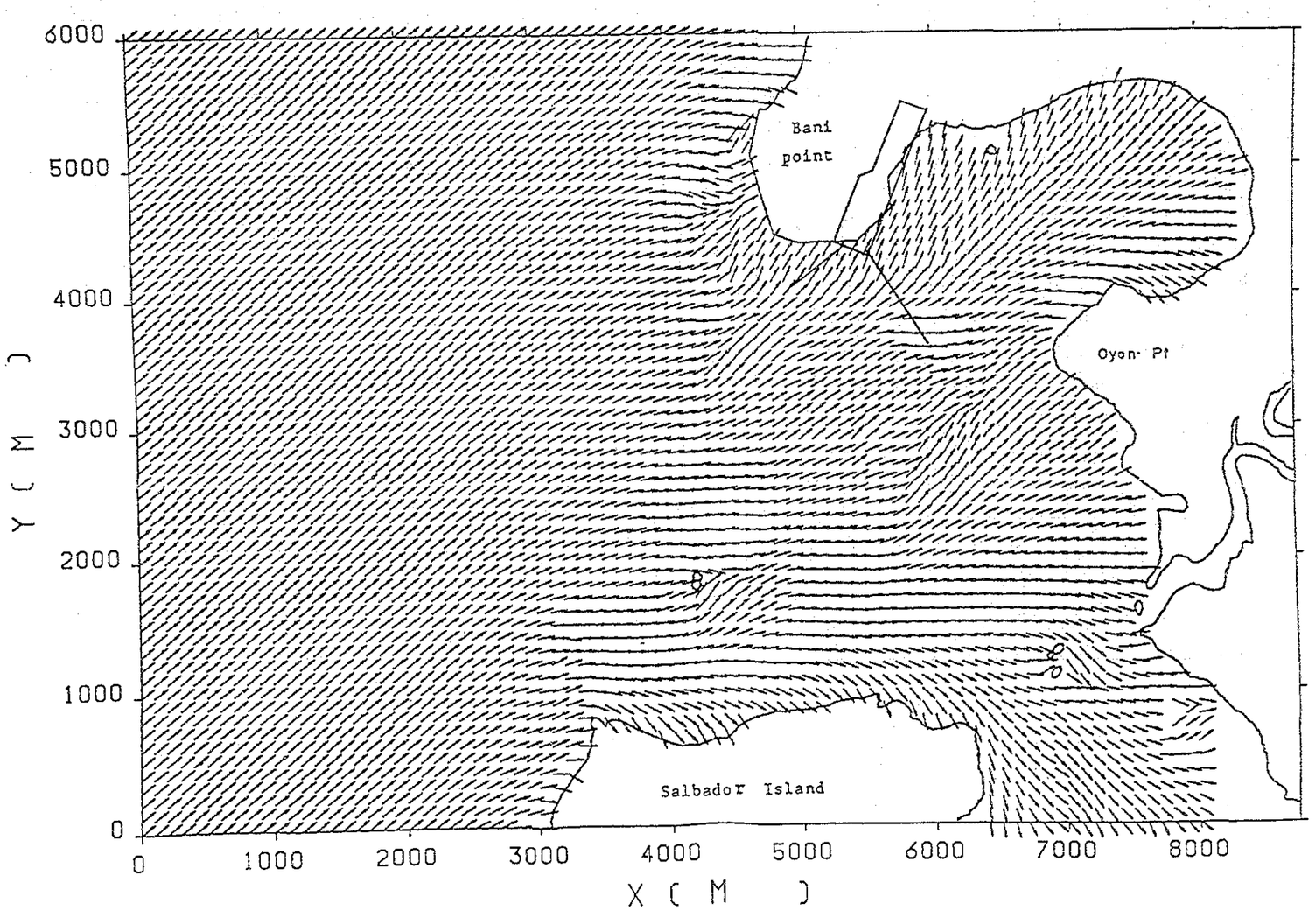


Fig. 6·6-3 (2) Calculation Result on Waves Combined Deepwater Waves with Wind Waves in Bay

Table 6.6-2 (1) Distribution of Wave Heights
(Wave Combined Deepwater Wave with Wind Wave in Bay)

LT 0.4 : All direction less than 0.4 m/s
Data period : Jan. 1981 to Dec. 1985
Number of data: 12,698

(%)

Wave Height	LT0.40	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
0.0 - 0.3 m	11.4	6.2	3.4	9.2	1.4	19.9	4.6	5.8	0.8	3.2	1.1	3.2	1.0	4.3	1.1	10.0	0.8	87.37
0.3 - 0.5 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	1.5	0.3	0.9	0.3	1.0	0.4	1.9	0.0	6.79
0.5 - 0.7 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6	0.2	0.3	0.2	0.4	0.0	2.14
0.7 - 1.0 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	1.66
1.0 - 2.0 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.70
2.0 - 4.0 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.27
4.0 - MAX m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.07
TOTAL	11.4	6.2	3.4	9.2	1.4	19.9	4.7	6.2	0.9	5.8	1.9	5.7	1.7	6.1	1.9	12.5	0.9	100.00

Table 6.6-2 (2) Calmness in Berthing Basin

Condition for calmness: Wind velocity < 13 m/s, Wave height < 0.7 m
Data period : Jan. 1981 to Dec. 1985
Number of data : 12,698

(%)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1981	94.1	91.1	100.0	100.0	100.0	97.9	91.1	74.6	90.8	96.4	91.7	97.4	93.5
1982	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9
1983	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1984	100.0	98.3	99.2	98.3	96.8	91.1	96.7	75.4	98.3	95.2	98.7	98.3	95.5
1985	100.0	100.0	98.0	97.5	96.8	71.4	90.7	85.1	93.8	92.7	100.0	98.4	94.0
TOTAL	98.7	97.6	99.4	99.1	98.5	91.9	95.2	85.4	96.2	96.4	97.9	98.8	96.2

6.7 揚運炭・貯炭設備

揚運炭貯炭設備は下記の設備により構成される。

i）揚炭桟橋

ii）揚　炭　機

iii）受入コンベヤ

iv）積付設備

v）貯炭設備

vi）払出設備

vii）払出コンベヤ

各設備の形式および容量は、取扱う石炭の質、量および気象条件、環境規制等の外部要因によって左右され、これらの条件を満足させる必要がある。以下に予備設計に当っての基本条件を設定し、各設備の形式および容量の検討を行った。

6.7.1 検討条件

(1) 年間石炭取扱量

1基時：　84 万 t

2基時：　168 万 t

(2) 石炭消費量

1基時：最大　3,312 t/日（138 t/h × 24 h）

2基時：最大　6,624 t/日（138 t/h × 24 h ×2）

(3) バース規模

60,000 DWT級　　1バース

(4) 対象船型

60,000 DWT　及び　5,000 DWT

(5) 貯炭量及びパイル列数

貯　炭　量　：　約 30 万 t（45日分）

国内炭貯炭量　：　15 万 t

海外炭貯炭量　：　15 万 t

パイル列数　：　2

(6) 作 業 時 間

揚 炭 ： 0時～24時（実働時間：20時間）

払 出 ： 8時～22時（実働時間：12時間）

(7) 年間休日計画

揚炭、払出とも休日なし

(8) 年間揚荷可能日数

300 日（点検10日、荒天55日（15%））

(9) 発電設備の定検期間

1基時 ： 40日間

2基時 ： 1 U …… 40日間

2 U …… 40日間

(10) 混 炭 条 件

2種同時混炭（単味も可能とする）

(11) 石 炭 性 状

見掛比重 ： 0.8 t/m³（容量算出時）

0.9 t/m³（荷重算出時）

粒 径 ： 40mmを超えるもの 20%（最大 100mm）

40～2mm 54%

2mm未満 26%

湿 分 ： 最大 29 %

安 息 角 ： 40°

H G I ： 最大 50

6.7.2 アンローダ

(1) アンローダ形式の選定

アンローダの形式としては、バケットチェーン式連続アンローダ、水平引込式アンローダ、ロープトロリ式橋形アンローダおよびマントロリ式橋形アンローダの4種類がある。

これ等4種類の比較を付属資料に示す。

最近は荷揚作業の効率化、粉塵及び騒音に対する環境対策に優れること、省力化、省エネ化、経済性に秀でること等の要望が強くなって来ており、この条件を満足するものとしては、バケットチェーン式連続アンローダが最適と考えられる。

(2) アンローダ容量の計算

海外炭は60,000 DWT級の石炭船で、国内炭は 5,000 DWT級の石炭船で海上輸送する。

アンローダは点検・運用を考慮して2台とする。

アンローダの容量は次の2つの観点から計算し、両方を満足する容量を選定する。

i) 1日当りの目標揚炭量（揚ラン）

ii) 年間取扱量とバース占有率

i) の方法の計算式

$$\frac{Qt}{2台 \cdot T \cdot \eta w}$$

Qt : 1日当りの目標揚炭量

T : 1日当りの揚炭時間（実働時間）

ηw : アンローダ荷役効率

ii) の方法の計算式

$$\frac{Qy}{2台 \cdot \rho t \cdot T \cdot \eta w \cdot N}$$

Qy : 年間取扱量

ρt : 目標バース占有率

N : 年間荷役可能日数

アンローダ容量の計算書

対象船舶	60,000 DWT（外航船）	5,000 DWT（内航船）
アンローダ台数	2 台	2 台
アンローダ形式	連続アンローダ	連続アンローダ
アンローダ荷役効率	0.7	0.35
揚ラン	15,000 t/日	3,000 t/日
1日揚炭時間（実働）	20 h	20 h
揚ランよりの必要アンローダ容量	$\frac{15,000}{2台 \times 0.7 \times 20h/日 \times 1日} = 536t/h$	$\frac{3,000}{2台 \times 0.35 \times 20h/日 \times 1日} = 214t/h$
年間取扱量	840,000 ton	840,000 ton
年間揚荷可能日数	300日 { 休日 0日 点検 10日 悪天候等 55日 }	300日 { 休日 0日 点検 10日 悪天候等 55日 }
バース占有率	0.2	0.3
年間取扱量よりの必要アンローダ容量	$\frac{840,000t}{300日 \times 0.2 \times 2台 \times 0.7 \times 20h/日} = 500t/h$	$\frac{840,000t}{300日 \times 0.3 \times 2台 \times 0.35 \times 20h/日} = 667t/h$
必要アンローダ	500 t/h ×2台	667 t/h ×2台

必要アンローダ容量は 667 t/h以上であり、従って700 t/h

バケットチェーン式連続アンローダ×2台を設置する。

(3) バース占有率の検証

700 t/h の連続アンローダ２台を設置した場合のバース占有率を検証する。

i) 60,000 DWT船

$$\rho_E = \frac{840,000t/y}{2台\times700\ t/h\ \times\ 0.7\times20h/d\ \times300d/y}$$

$$= 0.143$$

ii) 5,000 DWT船

$$\rho_D = \frac{840,000t/y}{2台\times700\ t/h\ \times0.35\times20h/d\ \times300d/y}$$

$$= 0.286$$

iii) 総合バース占有率

$$\rho = \rho_E + \rho_D$$

$$= 0.143 + 0.286$$

$$= 0.429$$

石炭専用埠頭におけるバース占有率は60%以下とされている。従って、700t/h ×２台の連続アンローダで支障なく揚炭できる。

6.7.3 揚 炭 桟 橋

(1) 基本条件

揚炭桟橋の予備設計を行う基本条件は以下の通りである。

・対象船舶	60,000 DWT　石炭船
	5,000 DWT　石炭船
	500 DWT　油タンカー
・潮　　位	H.W.L ; D.L.＋ 1.3m
	L.W.L ; D.L.± 0.0m
・波　　高	H⅓＝２m
・地震係数	K_H ＝ 0.20
・風　　速	運転時　13 m/sec、　暴風時　49 m/sec
・バース水深	15 m
・アンローダ	台数　２台、　能力 700 t/h
	自重　890 t/台

(2) 地質条件

揚炭桟橋地点でJICAが実施した海上ボーリングNo.2、No.3の地質断面によると、海底から深度10m～23mまではシルト、粘土が堆積しており、そのN値は3～10で、部分的には砂の混在によりN値は15～24を示している。このシルト、粘土層の下部に暗灰色の細砂又は砂質シルトからなるN値60以上を有する層がありこの層が桟橋の杭の支持層となる。

(3) 平面配置

対象船舶を安全に桟橋に接岸、係留するために必要となる施設およびその配置は図6.7－1の通りである。

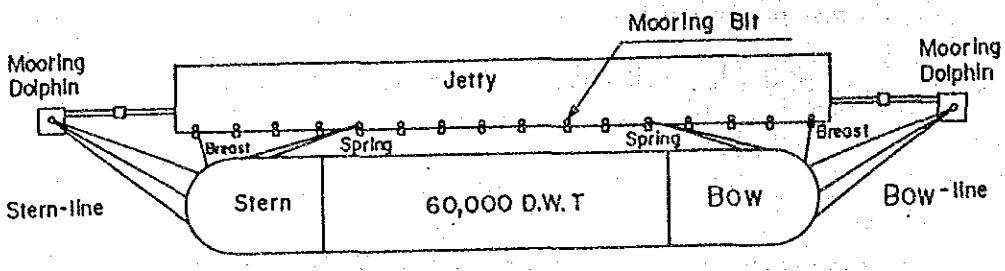


Fig.6.7-1 Jetty and Coal Vessel Mooring

船首索および船尾索は、船舶の前後への移動の防止および船舶を真横方向に支持するという両方の目的を兼用しているため、桟橋法線に対し角度30°程度で引張る必要がある。船首索および船尾索を固定する部分を本体の桟橋構造物と同様の構造にするのは不経済であるため、この部分は綱取りだけを目的としたドルフィンとした。

桟橋本体の長さは、船長および石炭船のハッチ位置、アンローダの移動範囲等を考慮し、最大船舶60,000 DWTのほぼ船長に等しい 240mを採用した。

綱取りドルフィンは桟橋より45m離して両端に設け、桟橋と綱取りドルフィンの間は通路を設けた。

なお、5,000 DWT 石炭船および 500 DWT油タンカーは60,000 DWTの接岸してない時に、桟橋北側に 5,000 DWT、南側に 500 DWTが同時に接岸可能とした。

桟橋の幅は下記の条件を考慮して決定した。

・アンローダレールの軌間および荷重条件

・設計外力から決定される杭本数および杭間隔

・防舷材およびけい船柱等の附属設備の設置スペース

アンローダレールの軌間は20mであり、上記の条件から桟橋の全幅は25mとした。

桟橋全長 240mから1ブロックの大きさは下記の条件を考慮して決定した。

・防舷材を各ブロックの中心に配置した方が、船舶の接岸力を安全に桟橋で負担できる。

・対象船舶は60,000 DWT、 5,000 DWT、 500 DWTで、この程度の船舶が接岸するのに適する防舷材の間隔は15m程度である。

・桟橋の1ブロックの大きさは、大きいほど船舶接岸力、けん引力などの外力に対して剛性が大きくなり好ましいが、1日で打設可能なコンクリート量とする必要がある。

以上の条件から1ブロック15m、ブロック数16とした。（図6.7－2参照）

(4) 構造形式および桟橋天端高さ

桟橋の構造形式は下記の理由により、上部工が鉄筋コンクリート造格子桁構造の杭式桟橋とし、鋼管杭を使用するものとした。

・桟橋構造はアンローダ自重 890 t に耐え、不等沈下が発生しない事が要求される。

・前述の地質条件で述べたとおり、本地点では堆積層が厚いのでケーソンタイプのような重量構造物は適さないので、N値60以上の層を支持層とする杭構造を採用した。

・杭機種の選定に当っては、海上で長物の施工が可能で、強固な支持層に十分打ち込み、杭本体の耐力が大きい鋼管杭を採用した。

桟橋天端高さは、最大波高発生時に、上部工スラブ下面に作用する揚圧力に対してスラブが安全である高さを確保するために、天端高さをDL+5.0 mとした。

以上の点を考慮し、基本条件を基に桟橋の構造計算を行い図6.7－3の標準断面を決定した。

桟橋の鋼管杭の防食対策として、腐食速度が最も大きい海水の飛沫帯および干満帯は杭表面にモルタルの被覆を行うこととし、また海中部は電気防食用アルミニウム合金陽極を用いることとした。

(5) 付帯設備

桟橋に設置する主な付帯設備は以下の通りである。

i) 防舷材

ゴム式防舷材を桟橋1ブロックに1個設ける。ただし60,000 DWT船と 500 DWT船は乾舷の大きさが異なるので、どの船舶にも対応できる防舷材の設置位置および大きさを考慮した。

ii) けい船柱

桟橋接岸時の船舶の係留のために桟橋1ブロックに1個の曲柱を設ける。又綱取りドルフィン部にも各々1個曲柱を設ける。

iii) タラップ

船舶から桟橋への昇降設備として桟橋の両端に2ヶ所タラップを設ける。

6.7.4 受入コンベヤ設備

(1) コンベヤ条数の検討

アンローダとベルトコンベヤの対応方式については、下記の方式がある。

a. アンローダ1台に対しコンベヤ1条が対応、アンローダ2台に対しコンベヤ2条を並設する。

b. アンローダ2台に対しコンベヤ1条のみ設置する。

c. アンローダ2台に対しコンベヤ1条が対応し、予備としてコンベヤ1条を並設する。

技術の向上によりベルトコンベヤの搬送能力は増加し、4,000t/h以上、ベルト幅も2,000 mm程度のものが多数使用され、信頼性は非常に高くなって来ている。また通常の保守状態においては考えられないが、万一ベルトが破損した場合でも、その復旧は数時間であり、設備の運用に与える影響は軽微と考えられる。

経済性の面では、コンベヤの条数が少ない方が当然優れている。

従って、コンベヤ条数は、b項のアンローダ2台に対しコンベヤ1条を設置する方式とする。

(2) 受入コンベヤ能力

i) コンベヤ能力

アンローダ能力が 700 t/hなので、アンローダのピーク率として約1.15倍を考慮して、次のように運搬能力を設定する。

700 t/h × 2台 × 1.15 ≒ 1,600 t/h

ii) 海上コンベヤ基礎

揚炭桟橋で荷上げされた石炭を貯炭場まで運ぶために桟橋と発電所用地を結ぶ延長 635mに海上コンベヤが設置される。

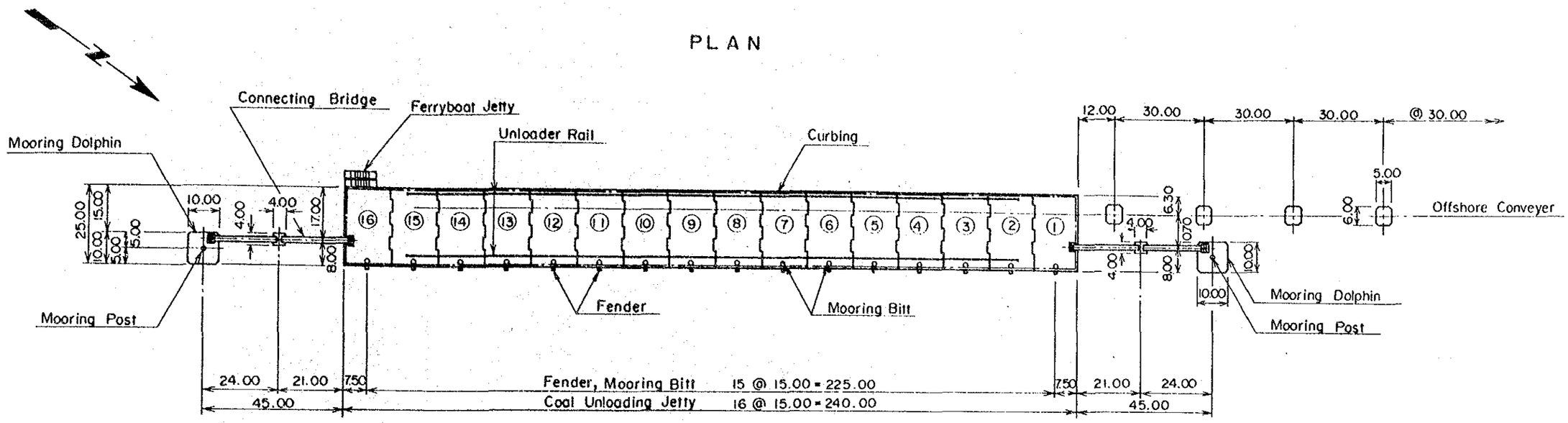
このコンベヤの基礎に作用する荷重は、桟橋と同様に波力、風力、コンベヤの自重等が作用する。これらの荷重を基に以下の点に留意して断面を決定した。

i) 海上コンベヤ基礎の設置高さは、最大設計波高を考慮してDL+5.0mとした。

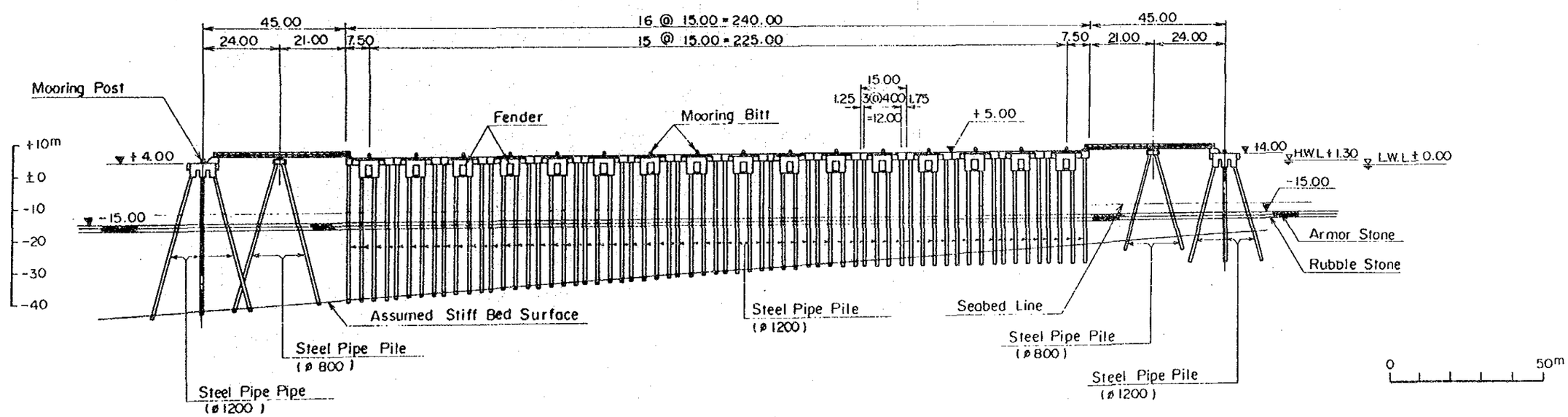
ii) 海上コンベヤ基礎の縦断方向の標準間隔はベルトコンベヤギャラリーの強度から決定される標準的な寸法30mとした。

iii) 杭は桟橋と同様、鋼管杭とした。基礎20基の内水深の深い場所に設置する6基は杭に作用する波力が大きく、杭の自由長（海底面から杭先端までの長さ）が長いため、杭頭の変化を小さくするため斜杭とし、水深の小さい場所に設置する杭は直杭とした。（図6.7－4参照）

PLAN

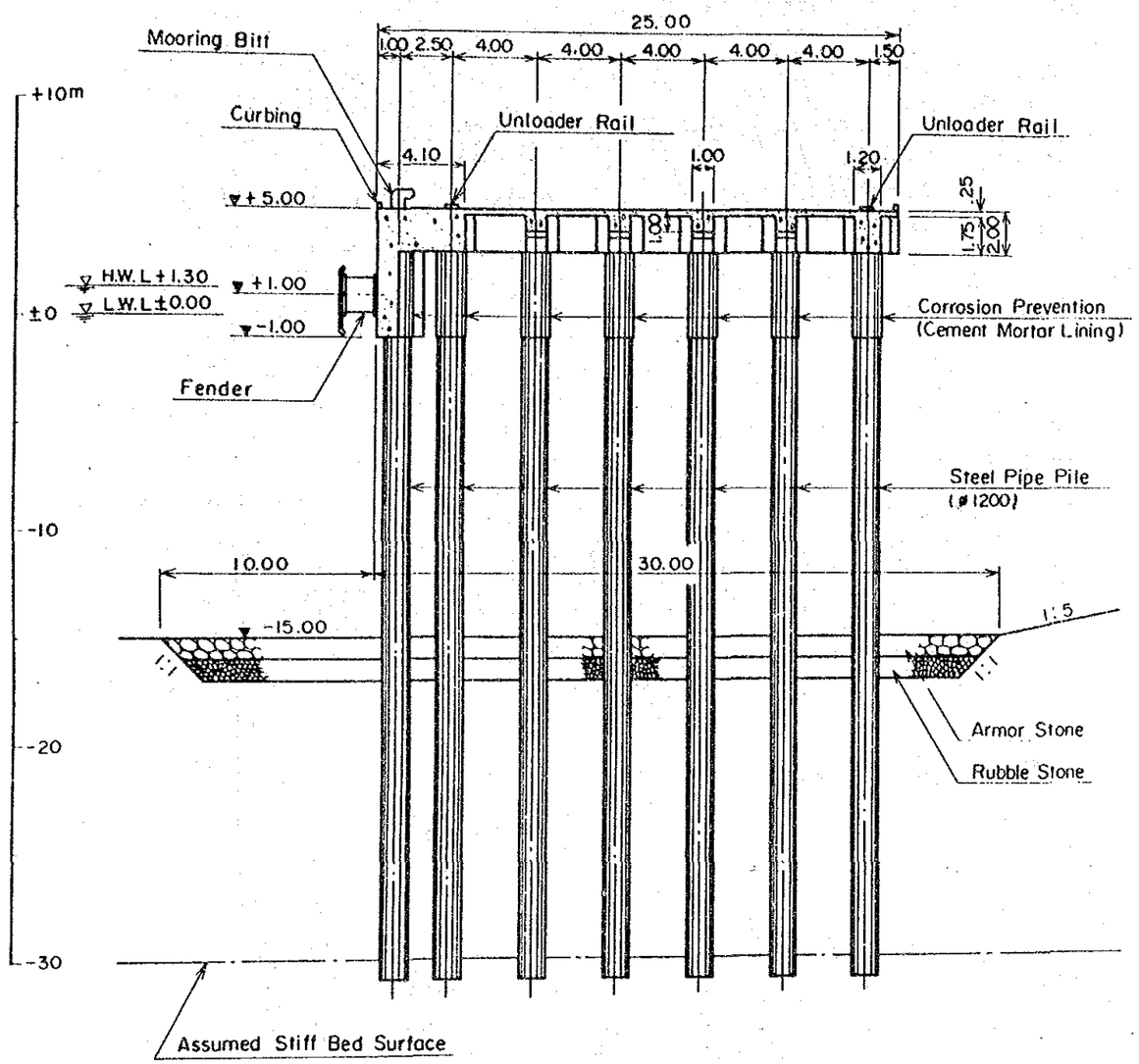


FRONT VIEW

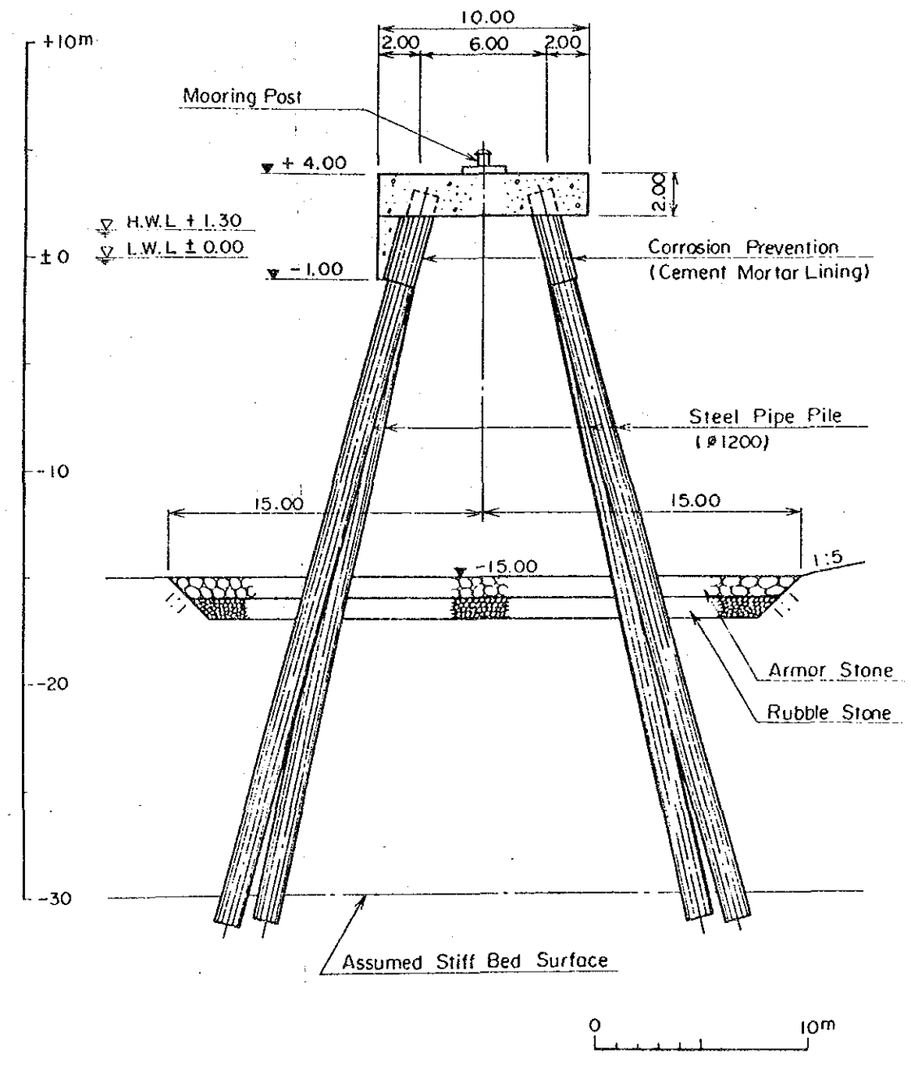


ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT	
COAL UNLOADING JETTY (2-1)	
Fig. 6.7-2	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY D.R.; SUBMITTED; F.R.; RECOMMENTED; C.K.; APPROVED;

COAL UNLOADING JETTY

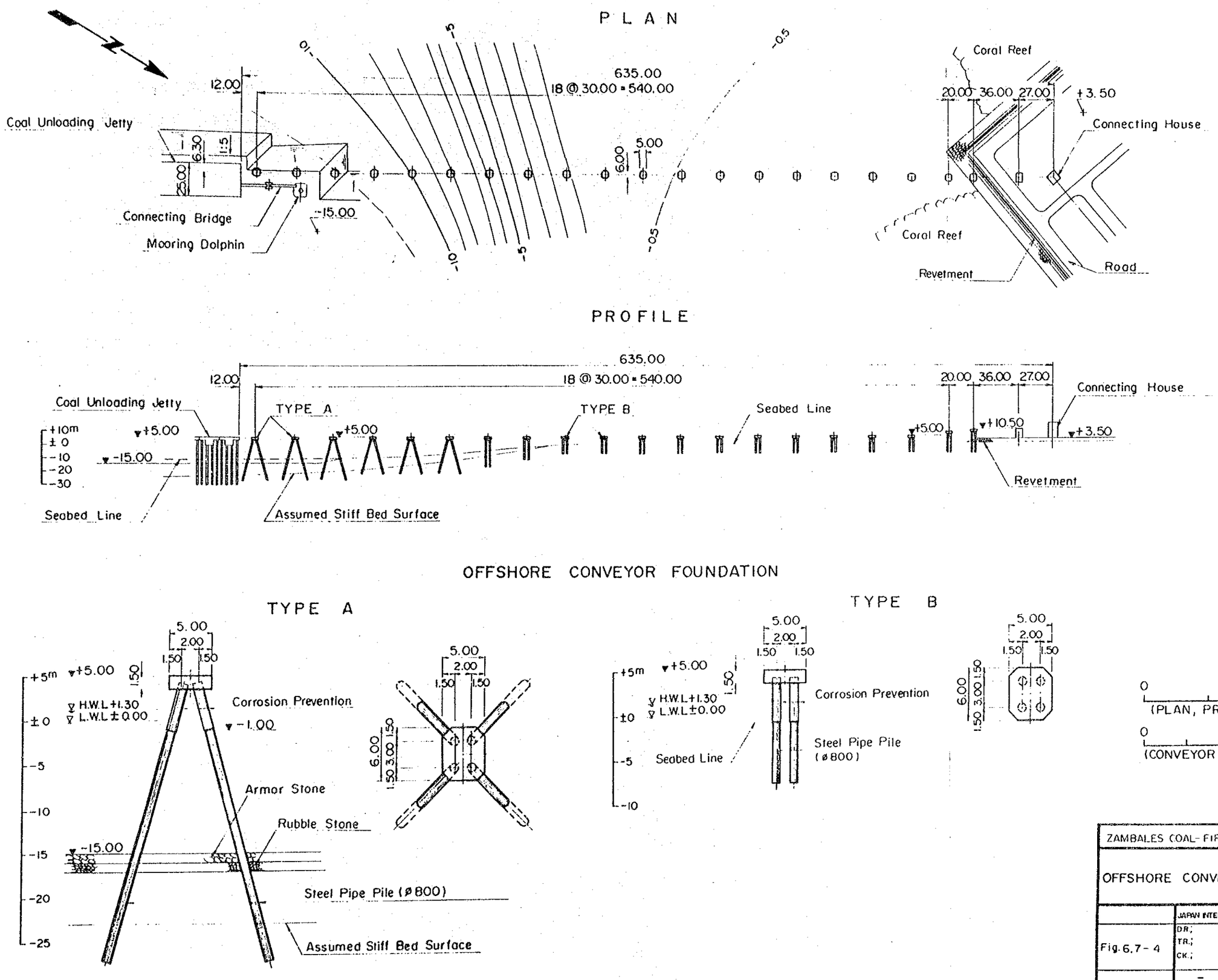


MOORING DOLPHIN



ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT	
COAL UNLOADING JETTY (2-2)	
	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig. 6.7-3	D.R.: SUBMITTED: / T.R.: RECOMMENDED: / C.K.: APPROVED:

6 - 93 SHEET NO. OF



ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

OFFSHORE CONVEYOR FOUNDATION

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

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

Fig. 6.7 - 4