

# インド鉄鉱石積出施設 調査報告書

昭和43年7月

海外技術協力事業団

禁止出持

保 存 用

JICA LIBRARY



1013848[5]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	107
登録No. 00898	72.8
	KE

## は し が き

インドは世界最大の鉄鉱石資源を有し、その埋蔵量は300億トン以上といわれている。従って、鉄鉱石がインドの輸出振興に占める位置もきわめて高い。数多い鉱床の中で、とりわけマディヤ・ブラデシュ州南部に存在するバイラディラ鉱床は輸出向けに最も有望視されており、今までにその生産能力を増大させるため、また経済的な輸送手段を確保するためのいろいろな調査が行なわれてきた。さらにある調査は現在も進行中ときいている。このような状況下で、先般インド政府は日本に対し、同国東海岸の中央にあるビスカパトナム港およびその周辺の鉄鉱石積出施設新規計画について、その妥当性を調査、検討するための調査団派遣を要請してきた。

そこで日本政府は、この要請にこたえるべく、その調査業務の実施を海外技術協力事業団に委託した。海外技術協力事業団は、日本港湾協会理事長佐藤肇氏を団長とする9人からなる調査団を編成し、昭和43年2月29日にこれを現地へ派遣したわけである。

この調査団は約3週間現地にあつて意欲的な調査活動を続けた結果、一応の結論をみることに成功し、さる3月22日に帰国した。

ここに提供する報告書は、この調査結果を取りまとめたものである。この報告書がインド側によって高く評価され、日印両国の相互利益、および友好関係の増進に貢献するところとなれば光栄の至りである。

最後に、この機会にインド政府および関係機関、ならびに日本人関係者各位のこの調査団へ示された暖かいご協力、ご支援に対し、心からの謝意を表したい。

この調査団が終始順調に調査業務を遂行することができたのも上記関係各位のご厚意があったからこそである。

昭和43年7月

海外技術協力事業団  
理事長 洪 沢 信 一

# 目 次

第1章 緒 論 .....	1
第2章 結 論 .....	5
第3章 提案された港湾計画の選定 .....	11
第4章 選定された港湾計画の検討 .....	14
第5章 鉄道の現状と将来計画 .....	37
付 録	
第1章 ビサカバトナム港の現状 .....	45
第2章 ハルディア港の現状 .....	62
第3章 マドラス港の現状 .....	66
参考図面リスト .....	76
ビサカバトナム外港建設工事費概算表 .....	77

# 第 1 章 緒 論

# 第 1 章 緒 論

## 1-1 調査の目的

この調査団はインド政府の要請にもとづき、同国東海岸中央部に位置するビサカパトナム港の鉄鉱石積出施設の新計画（外港計画）について、その妥当性を検討するため、あわせてパイラディラ鉱山（マディヤ・プラデシュ州南部）からビサカパトナム港に至る鉄鉱石積出用鉄道の現状およびその増強計画を調査検討するため現地へ派遣されたものである。

同時にこの調査団は他の積出候補地 — ガンガバラムの計画についても前者との比較検討を行なった。

## 1-2 調査対象地域および調査項目

ビサカパトナム港

- (1) 現況の調査、確認
- (2) 新外港計画レイアウトの調査、検討
- (3) 自然条件、建設工事、および費用に関するデータの収集、検討
- (4) 鉄道の現況の調査、確認
- (5) 同上輸送力増強計画の調査、検討

ガンガバラム

- (1) 新港計画の調査、検討
- (2) 陸上運輸施設新計画の調査、検討

ブ - ナ

ビサカパトナム外港およびガンガバラム新港計画の模型実験結果の検討

## 1-3 調査団員の氏名および現職

- 団 長 佐 藤 肇（工学博士）  
日本港湾協会理事長
- 団 員 三 宅 淳 達  
運輸省第五港湾建設局次長
- ” 田 島 公 次  
日本鉄道建設公団東京外環状線部長
- ” 武 藤 輝 夫  
川崎汽船株式会社海務部副部長
- ” 堀 口 孝 男  
運輸省第二港湾建設局調査設計事務所長

団員	御 巫 清 泰
	運輸省港湾局建設課補佐官
”	河 西 輝 夫
	運輸省港湾技術研究所専門官
”	広 谷 泰
	海外技術協力事業団開発調査部職員
”	塩 沢 寛
	運輸省鉄道監督局保安課保安係長

#### 1-4 調査実施日程および経過

この調査団は二つのグループ、すなわち、港湾グループ（佐藤団長ほか三宅、武藤、堀口、御巫、河西、広谷の6団員）および鉄道グループ（田島、塩沢両団員）から構成され、それぞれの日程を消化した。

その経過は次のとおりである。

##### 港湾グループ

2月29日(木)	東京→カルカッタ( AI )
3月1日(金)	( i ) ハルディア港工事現場視察。( 車とフェリー )
	( ii ) カルカッタ・ポート・コミッショナース訪問。
3月2日(土)	カルカッタ→ビサカパトナム( IC )
	ガンガバラム新港候補地現場踏査。( 車 )
3月3日(日)	( i ) ビサカパトナム港および外港候補地を巡航調査。( 車とランチ )
	( ii ) 荷役設備、バース現場調査。
	( iii ) ポート・トラスト訪問。
	ビサカパトナム→ハイデラバード( IC )
3月4日(月)	( ) 入手資料の整理、検討。
	ハイデラバード→ボンベイ( IC )
3月5日(火)	ボンベイ→ブーナ( 急行列車 )
	( i ) 水理技術研究所訪問。
	( ii ) 新計画( ビサカパトナム外港およびガンガバラム ) の模型実験結果について説明をきき、質疑応答を行なう。
3月6日(水)	前日に引続き、データを中心に質疑応答を行なう。
	ブーナ→ボンベイ( IC )
3月7日(木)	ボンベイ→マドラス( IC )
	( i ) 日本総領事館訪問。



- (ii) 鉱物金属貿易公社 (MMTC) マドラス支部訪問、同地域の鉄鉱石輸出状況について説明をきく。
- (iii) ポート・トラスト訪問、鉄鉱石積出施設の現状および新外港計画について説明をきく。
- 3月 8日 (金) マドラス港および外港建設予定地を海上、陸上から視察。(車とランチ)  
マドラス→ハイデラバード (IC)
- 3月 9日 (土) 入手資料の整理、検討。
- 3月 10日 (日) ハイデラバード→ビサカパトナム (IC)  
鉄道グループと合流、情報交換を行なう。
- 3月 11日 (月) (i) ポート・トラスト訪問、港湾施設の現状について詳細な説明をきく。  
(ii) 荷役設備 (Dumperを含む)、Ore Berth、その他埠頭を視察、調査。
- 3月 12日 (火) (i) Ore Exchange Yard, Dumper Yard 各現場視察、調査。  
(ii) 同上の将来計画について説明をきく。  
(iii) ビサカパトナム外港計画およびガンガバラム計画について各案の説明をきく。
- 3月 13日 (水) ポート・トラスト訪問、前日に引き続き同上計画各案について討議を行なう。
- 3月 14日 (木) 内部で各計画案について最終検討会議をもつ。
- 3月 15日 (金) ポート・トラスト訪問、口頭をもって調査結果の中間報告をし、引き続き質疑応答を行なう。
- 3月 16日 (土) ビサカパトナム→デリー (IC)
- 3月 17日 (日) 中間報告書作成。
- 3月 18日 (月) (i) 日本大使館訪問。  
(ii) 運輸省訪問、運輸大臣に調査結果を報告。  
(iii) 運輸次官他関係者と中間報告書をもとに質疑応答。
- 3月 19日 (火) 国鉄訪問、同総裁に調査結果を報告。  
MMTC 訪問。
- 3月 20日 (水) 離 印 (PA)

#### 鉄道グループ

- 2月 29日 (木) 東京→カルカッタ (AI)
- 3月 1日 (金) 南東部鉄道訪問、資料収集。
- 3月 2日 (土) カルカッタ→ビサカパトナム (IC)  
ウォルティア鉄道訪問、K-B line の現状について説明をきく。
- 3月 3日 (日) ベンドルティから分岐しガンガバラムに到る新線予定ルートを視察、調査。(車)

- コタバラサから鉱石専用線の終点までを視察、調査。(モーター・トロリー)
- 3月 4日 (月) ウォルティア→キランドル(車と列車)
- 3月 5日 (火) キランドル駅およびバイラディア第14鉱床を視察、調査。
- 3月 6日 (水) バイラディア第5鉱床を視察。  
バンシ→ジャグタルプール間の現場視察。(列車)
- 3月 7日 (木) アラク→S.コート間の現場視察、調査。(ディーゼル・ロコ)
- 3月 8日 (金) ウォルティアのMarshalling Yardおよび鉱石積おろし設備の現場視察、調査(車)
- 3月 9日 (土) 収集資料の整理、検討。
- 3月10日 (日) 港湾グループと合流、情報交換を行なう。
- 3月11日 (月) 港湾グループと同じ。
- 3月12日 (火) ”
- 3月13日 (水) 午前中港湾グループと同じ。午後ウォルティア鉄道訪問、K-B Line について全般的討議を行なう。
- 3月14日 (木) 内部で最終検討会議をもつ。
- 3月15日 (金) 午前中港湾グループと同じ。午後ウォルティア鉄道訪問、口頭をもって調査結果の中間報告をし、引続き質疑応答を行なう。
- 3月16日 (土) 港湾グループと同じ。
- 3月20日 (水)

## 第 2 章 結 論

## 第 2 章 結 論

### 2-1 ビサカバトナム港の重要性

ビサカバトナム港はインド東海岸においてカルカッタ港とマドラス港のほぼ中間に位置している。

1965~66年における港湾貨物取扱量は4,460,000t, 1966~67年におけるそれは5,940,000tに達している。鉄鉱石の積出量は積出施設の整備が進むと共に増加して、1966年において、1,710,000t, 1967年においては2,160,000tとなっている。今後バイラディラ鉱山の採鉱が本格的に進められるに従って本港における鉄鉱石積出量は著しく増加するであろう。インド政府においては将来の積出目標を1,200,000t/年と想定している。

一方、本港の周辺には石油精製、肥料等の工場が既に立地しており、今後インドの工業化が進められるにしたがって、工業地帯としても重要な地位を占めるものと思われる。

以上のべたごとく、本港は鉄鉱石の積出港としてのみではなく、商港及び工業港としても将来の発展が約束されている。したがって、本港において鉄鉱石の積出施設を計画するに際しては大ビサカバトナム港の構想のもとに総合的な港湾計画を立てることが必要である。

### 2-2 鉄鉱石専用船の大型化

鉄鉱石専用船はここ数年急激に大型化をつづけている。鉄鉱石を輸入に依存する国にとっては原料を極力安価に取得することは最大の関心事であることから、これは当然なことであるが、世界的な鉄鋼生産の増大がこの傾向に拍車をかけているということが出来よう。1966年初頭における鉄鉱石専用船の発注状況は50,000D.W.T.以上87%, 60,000D.W.T.以上65%, 80,000D.W.T.以上27%であった。1967年初頭におけるそれは50,000D.W.T.以上81%, 60,000D.W.T.以上78%, 80,000D.W.T.以上57%であった。

1968年初頭においては更に大型化が顕著であって、60,000D.W.T.以上93%, 80,000D.W.T.以上80%となっている。また、日本において今迄に受注のあった100,000D.W.T.以上のバルク船はすでに9隻に達し、その内訳は、147,000D.W.T.バルク船4隻、各127,700D.W.T., 127,600D.W.T., 104,733D.W.T.および104,700D.W.T.の鉄鉱石・石油専用船4隻、そして101,700D.W.T.鉄鉱石専用船1隻となっている。今後はさらに、大型の専用船も建造されようとしている。

このような傾向を考慮するならばビサカバトナム港における鉄鉱石積出施設は100,000D.W.T.以上の船舶を対応としないといけないであろう。

### 2-3 船型の大型化に対応したビサカバトナム港の整備

現存するビサカバトナム港はポート・トラストによって所有されている10,000エーカーにおよぶ広大な土地と、その1部に掘り込まれた3本の人工航路 Northern Arm, North-Western

Arm, Western Arm からなる内港、それにいたる航路と航路の水深を良好に維持するための沈船防波堤および sand trap からなり立っている。

最大入港可能な船舶は概略 40,000 D.W.T. である。

内港は広大な土地と人工航路の拡張計画を有しており、将来の発展を約束されているが、入口部における硬質岩盤の存在およびターニング・ベーションに近く造船所が立地していることによって、さらに大型の船舶を入出港させるために拡張工事を行なうことは甚しく困難である。

したがって、前節に述べたような鉄鉱石専用船の大型化に適合させるためには新たに外港を開発して、鉄鉱石の積出施設を設けることが必要となってくる。このような大型船に対応する港の開発は鉄鉱石の積出しのみではなくて、石油の輸入に対しても好ましい結果をもたらすであろう。

インド東海岸の自然条件からみて、大型船に適合する外港を建設することは決して容易な仕事ではない。外港の開発を決意させるものは勿論経済的な要請である。しかし、本港には次のごとき利点が存在していることがその決意を助けていることも事実である。

a) 現存する sand trap が航路の水深維持には有効であって、将来のより深い水深に対してもこれを維持する方法を見出し得る可能性を示唆していること。

b) ドルフィン・ノーズ丘が南西モンスーン期の風に対し遮蔽物の役割を果し、外港における大型船の荷役を容易にすること。

c) 外港においては将来の船型の大型化や予見し得ない輸送の革新に対応し得るような柔軟性のある港湾計画が樹立し得ること。

なお石盤の掘さくを最小限度にとどめ得る施設のレイ・アウトが可能であること。

d) 外港の開発が今後の内港の発展にも有効であること。

以上述べた利点の中、水深を維持出来ることが最も重要なポイントであって、防波堤のレイ・アウトには慎重な配慮が必要である。特に新しい南防波堤の建設によって現在有効に働いている sand trap の機能が減殺されるおそれがないかどうかは模型実験等によって十分検討されなければならない。

#### 2-4 外港計画について

今まで述べて来たような見解にもとずき、ポート・トラストによって提示された各種の外港計画を検討した結果、われわれはピサカパトナム外港計画第3案に示された、防波堤、航路、ターニング・ベーションおよびバースのレイ・アウトに原則的に賛成するが、なお次のごとき意見を有している。

(1) 外港内の静穏を確保し、港内の埋没土砂の量を最小限にとどめるため、ならびに船舶の操船を容易ならしめるために原案の防波堤延長を確保することが必要であろう。

(2) 鉄鉱石バースは将来の 150,000 D.W.T. 船舶に対応し得るように設計し、また将来の拡張を考慮して2バースを設け得る余地を存しておくことが適当である。

(3) 外港予定地域内の岩盤のボーリングはさらに精密なコア・ボーリングを実施して、岩盤の現出する深さ、硬度を熟知すること。その上で鉄鉱石バースの法線、ターニング・ベーションの位置等を再検

討すること。硬質岩盤の浚渫量を極力少なくすることが外港の建設を早期に完了することとなるであろう。

(4) 外港内の静穏を保つために波のエネルギーを吸収する海浜の設置、防波堤内側の消波構造は有効である。出来るだけ広い範囲にわたって設けることが望ましい。

(5) 港内の水深については、中間報告において、当初70,000D.W.T.程度の船舶を対象として、逐次水深を深めて行くように述べたのであったが、船型増大の傾向と、工事経済の観点からすれば、一挙に100,000D.W.T.の船舶を対象として必要最小限度の範囲を浚渫し、逐次、更に大型船に対して水深を増加すると共に操船が容易なごとくに範囲を拡大して行く方が妥当であると考え。またローダーの能力については、当初6,000t/h、船舶の大型化に伴って12,000t/hの能力を持たせるべきであろう。

(6) ダンパー・ヤード、ダンパー、鉱石のストック・ヤード、スタッカー、レクレイマー、ベルト・コンベヤー等の陸上設備については、フィジビリティ調査において段階的に整備することを検討するように要望しておいたのであるが、現在その結果を知ることが出来ない。われわれが帰国後において検討したところによれば、既存のヤードの位置においては、ダンパーの効率を高めるためにダンパー・ヤードの改良を行なうことは空車引揚線の改良をも含めて限界がある。したがって、既存のヤードにおいては、6,000,000t/yの積出しに対応する能力を確保し、さらに外港にいたるコンベヤー路線の中間に新しいヤードを設けて、この能力も6,000,000t/yの積出しに対応せしめ、合せて12,000,000t/yの積出しに対応させる方が有利であると考え。

早期に陸上取扱設備の規模を決定すると共に将来の改良に備えて余裕のある用地の確保が望まれる。

## 2-5 100,000D.W.T.および150,000D.W.T. 鉱石専用船の諸元および望まれる余裕水深

### (1) 諸 元

	LOA	Lpp	B	D	d (m)
100,000D.W.T.	260	250	40	22	15
150,000D.W.T.	303	290	44	24	16.5

### (2) 余裕水深

#### a) 100,000D.W.T.

航路において必要な余裕水深は次の通りである。

(ローリング角度3°)

波の影響	1.1 m
絶対余裕水深	0.6
船体沈下	0.9
必要余裕水深	2.6 m

100,000D.W.T. 船舶の熱帯吃水は15.3mであるから航路における必要水深は17.9mとなる。航路水深を17.5mとする場合は40cmの潮を期待出来ない時間は20~30%程度であるから、

17.50 m の航路水深は許容出来る値である。

b) 150,000 D.W.T.

航路における余裕水深は次の通りである。

(ローリング角度3°)

波の影響	1.2 m
絶対余裕水深	0.6
船体沈下	0.9
必要余裕水深	2.7 m

150,000 D.W.T. の熱帯吃水は16.8 m であるから必要水深は19.5 m となる。この場合も潮汐の利用を考慮するならば航路水深は19 m が許容されるであろう。

## 2-6 外港建設に際して配慮すべき点

### 2-6-1 漂砂と海岸侵食対策

過去の浚渫実績から沿岸漂砂に基づく浚渫量は平均的にみて年間約100万トンあり、その半数は sand trap で、残りの大部分は外部航路の浚渫である。これら浚渫量の大部分は波浪の方向状況からみて北上する漂砂の沈殿によるものと考えられる。したがって、外港計画に基づき南防波堤を延長すれば、これによって遮断され外港の南側に堆積する漂砂は大量なものとなり、現在まで極めて有効な働きを示してきた sand trap の機能が消滅する恐れが多分にある。このため南防波堤の構造は、現在の sand trap の機能が十分生かされるような構造にすることがもっとも重要なことである。堆積する土砂の処理には、南防波堤上あるいは更にスクリーンを増設してトレスル上のサンド・ポンプにより侵食の予想される北方海岸の前浜にパイ・パスすること、浚渫船による浚渫等が考慮されるが、土砂のパイ・パスの場合には、内港への船舶の出入に障害とならないよう航路を横断して沈設パイプ・ラインの設置が必要であり、浚渫船の稼働率を上昇させるためには波浪調整装置を取付けることも考慮すべきである。また sand trap の機能低下あるいは消滅の事態に備えて、更にもう一つの sand trap を沖合に設ける必要があるか、あるいはさきに述べたサンド・ポンプと浚渫船の浚渫により南側海浜の前進を防止できるかどうかを事前に十分検討すべきである。

外港北方に予測される海岸侵食は、北防波堤の北側500 m 附近からウォルテア地点にかけてもっともはげしくなるものと考えられる。侵食対策には突堤群と離岸堤または消波堤との組み合わせ工法が妥当とみなされ、これらを附近で産出する石材で築造すれば工費は安くなる。しかしながら大量の漂砂が南防波堤によって遮断されるので、養浜は不可欠の要素である。養浜には外港南側よりサンドパイ・パスによって前浜の造成を行ない、浚渫船による浚渫土砂を沖浜に投入することが必要である。

ビサカバトナムの市街地は南北両防波堤のなかに含まれ、両防波堤の施工時期をほぼ同一にすれば侵食の脅威はなくなる。

以上に述べた堆積、侵食の状況ならびにその対策は、防波堤延長の各段階において海底地形の変化

を適確に把握して適切な処置をこころずるとともに、あらかじめ、移動床模型実験によって全般的な傾向の認識、南側の堆積を効果的に処理する手段、北側の侵食対策に必要な資材量、その投入地点、効果的な侵食対策工法などを入念に検討することが強く要望される。

なおこれらに関連して、ビサカパトナム周辺の漂砂の移動機構は必ずしも明確にされていないので、波高計の設置、流況の観測、外浜、沖浜における浮遊砂の鉛直濃度分布、定期的な地形測量、広範囲にわたる底質の粒度分析、重鉱物成分の調査等各種の調査を行ない、漂砂問題の解決に資することが必要である。

#### 2-6-2 工事の実施にあたって配慮すべき事項

外港建設工事の中、最も注意すべき点は、いうまでもなく、延長の長い防波堤をしかも相当深い水深の箇所に築造しなければならないということである。日本における経験からしても工事中に台風等の攻撃をうけて未完成の構造物が破壊を繰返すことが時々見られるのである。どのようなタイプの防波堤を設計すべきかということを考える時に、施工の方法から判断して、工事中の災害が最も少なくて済むタイプを選ぶべきである。

次に防波堤築造工事をスムーズに進捗させるためには気象、海象の統計的データを収集すると共に現地において気象観測を行ない微気象と関連づけた波の短期間予測をもとにした施工計画を立てて工事を進めることが必要である。このような方法の採用によって波の荒い大平洋岸において防波堤の築造を円滑に進めた例が最近、日本において見られている。

#### 2-6-3 外港計画に対応して内港の将来計画を確立しておくことの必要性

ビサカパトナム港において大型船の入港が可能な外港が建設されることは内港の将来計画に対しても影響を及ぼすであろう。

外港に大型タンカーの入港が可能になることは将来において、ビサカパトナム港の内港地帯がインドにおける有力な石油精製および石油化学工業の基地となり得ることを意味している。公害を排除しつつ地域の工業化を段階的に進めるために土地利用計画の確立が望まれる。

工業化が進み、本港を中心とする地域の経済が発展して行けば内港における工業原材料や一般船荷の取扱量も増大して行くであろう。最近のごとき流通の革新期においては将来の姿を予測することは困難であるが、バースの配置、貯蔵施設に必要な土地、背後地との連絡のための鉄道、道路の配置については再検討をなすべき好機ではなからうか。

弾力性に富む計画が立てられ、それに従って逐次開発が進められることが望ましいのであって、適切なマスタープランが確立されないままに開発が進められる場合には広大な土地を有して将来を約束されるビサカパトナム港の発展が阻害されることを心配するものである。

なお、外港は長い防波堤の建設と多量の土砂、岩盤の浚渫を必要とする。これに要する費用は巨額である。したがって、この投資を有効ならしめ、資金の回収を速かならしめる観点からも、外港と内港を一体とした開発計画の確立とそれに基く多角的な港湾経営が望ましい。



## 2-7 鉄道について

バイラディラ鉱山の鉄鉱石をピサカパトナム港まで輸送すべく建設された鉄道は、在来線とは分離された独立路線となっており、このことは、鉄鉱石を最も高能率に輸送するためのピストン列車の運行に適している。また、更に将来の沿線開発を考慮して旅客列車ならびに一般貨物列車に対してはコタバラサにおいて、東海岸本線と列車が直通できるように輸送経路が設けられており、この輸送体系は当を得たものといえる。

しかし、この線は現在すでに鉄鉱石輸送を開始してはいるが、未だ工事が完成されておらず、このことは輸送能率の低下をきたすこととなるので、必要なる輸送力を確保するためには道床の整備、法面防護、土砂崩壊や落石に対する防護設備、信号装置（連動装置を含む）、閉そく装置及び電気通信設備の工事を整備することが先決問題である。加えるにこの線は建設後の日が浅いので降雨に対して注意を払うことが必要であり、とくに橋梁の前後の築堤ならびに築堤と切りとりの接合箇所などについては必要があれば防護工事を施さなければならないだろう。

またこの線における将来の輸送力増強計画は、単位列車当りの輸送量の増大と閉そく能率の向上による列車運行能率の増強を主体とした計画であり、これは実現の可能性はもとより、経済的にも妥当なものといえよう。しかし、列車重量の増大には、次の問題点を包蔵しており、これらに対しては現地試験等により精査する必要がある。

1. 機関車のけん引力
2. 東部ガッツ区間の下り勾配運転時の発電ブレーキの能力
3. 列車停止用ブレーキ（真空ブレーキ装置）の能力
4. 連結器の強さ

この将来計画は、BOY型貨車の開発を基本的条件としているので、このことについては、計画通りに行なう必要がある。更に輸送力増強計画の実施については、バイラディラ鉱山及びピサカパトナム港の能力に応じて行ない得るような準備を確立する必要があるので、とくに係員の養成、訓練については十分なる措置を講ずべきである。

なお、最後にこの線の如き勾配区間の多い線区の運転に対しては、列車速度の向上による線路容量の増大のほか、保安上からも空気ブレーキの採用について検討することを進言したい。

### 第 3 章 提案された港湾計画の選定

## 第 3 章 提案された港湾計画の選定

### 3-1 新港建設予定地

バイラディア鉱山の鉄鉱石輸出のための超大型鉱石専用船入港可能な新港の建設予定地として、ガンガバラム地区とビサカパトナム地区が提案されている。

ガンガバラム地区はビサカパトナム港の南西約 10 Km に位置している漁村である。港湾予定水域は南側のメラカメッタ岬によって南西からの風および波がある程度防護されており、かつ、水深も深い。その背後は塩田が立地している比較的平坦な土地である。

ビサカパトナム地区の港湾予定地は現在のビサカパトナム港の港口北側海浜前面水域で、すぐ背後は人家が密集している市街地となっている。

### 3-2 ガンガバラム地区の計画

インド側から提案されたガンガバラム地区に対する計画案は 6 案あり、これらは付図第 1 ～ 6 図のとおりである。

第 3、第 4 案は陸地からトレスルによって水深の深い位置のバースと連絡している オフショア 型式であって、浚渫工事を必要としない。第 3 案は防波堤によってバースが波浪から遮断されているが第 4 案には防波堤が計画されていない。

第 1、第 2、第 5、第 6 案は、それぞれ防波堤によつてターニング・ベーション、バースが波浪から遮蔽される計画となっており、第 5 案を除いて、何れも sand trap を設置し、南からの漂砂を北側にバイ・バースさせる計画になっている。航路は水深 - 17.5 m、巾員 185 m、東西方向であり、ターニング・ベーションは水深 - 16.8 m、直径 610 m であるが、最近行なわれたボーリング調査によれば、浚渫工事には大量の岩盤浚渫を伴うことが明らかにされている。

陸上の鉄鉱石積込施設は、鉄道 19 km、動力線 24 km、道路 11 km を建設し、バイラディアからガンガバラムまで鉄石を鉄道輸送し、港頭地区に最終的に 12,000 t/h の積込施設を設置する計画となっている。

### 3-3 ビサカパトナム地区の計画

インド側から提案されたビサカパトナム地区に対する計画案は 3 案あり、これらは付図第 7 ～ 9 図のとおりである。3 つの港湾計画は何れも現在の港口航路に沿って沈船防波堤から東に防波堤を築造し、SSE, ESE の波から航路、ターニング・ベーションを防護すると同時に、北側にも防波堤を築造して被覆された港にする計画になっている。航路は水深 - 17.5 m、巾員 200 m とし、港内には直径 610 m、水深 - 16 m (図面には 16.8 m と記入されている) のターニング・ベーション、150,000 DWT の鉄石専用船に対処できる鉄石バース、および将来の石炭または肥料バース、石油バースなどの配置を予定している。漂砂に対しては従来どおり sand trap を設け、北側にバイ・バースする計画となっている。

3つの計画案は、主として貯鉱場の位置によってその相違点が生じている。すなわち、第1案は海浜前面を埋立てして、ここにストック・ヤード、ダンパー・ヤードなどを新設する。第2案は現在施設の附近に新たにダンパー・ヤード、カー・ダンパーを設け、ストック・ヤードを Northern Arm 北東の空地に新設し、ベルトコンベヤーによってカー・ダンパー、貯鉱場、ローダーを繋ぐことになっている。第3案は現有のカー・ダンパーを利用し、ダンパー・ヤードの改良、ストック・ヤードの増設を行なって、約5 Km のベルトコンベアによって外港の鉱石バースのローダーと繋ぐ計画となっている。

### 3-4 計画原案の選定理由

ガンガバラム地区に鉄鉱石積出港を新設する場合、次のような問題点がある。

(a) ガンガバラム地区第3案、第4案のオフショア 型式を除けば、港湾予定水域の岩盤を相当広範囲にわたって浚渫しなければならない。これを避けて沖合に鉱石バースを設置すれば、防波堤建設位置の水深が深くなり、防波堤延長も長くなる。また、港の位置を岩盤位置が比較的深い北側に移しても同様である。

(b) 第4案の防波堤を考えない オフショア 型式は、漂砂による埋没や岩盤浚渫を避けることができるが、しかし、波高4'以上の日数が約40%あり、荷役日数が限定される。また、トレスルは防波堤によって被覆されていないため、設計波高25'の波に安全な高さのものが必要となり、その工費が巨額になる。一方、バースの前面に防波堤を設置する第3案は、上記の難点がある程度解決できるが、しかし、防波堤位置の水深が-23mとなり、防波堤延長が1,000mとしても巨額な工費が必要となる。その上、陸岸から1,000m 沖合に長さ約1,000m の防波堤を築造した場合、トンボロ現象による埋没が生ずる恐れがあって、維持浚渫が必要となるかもしれない。

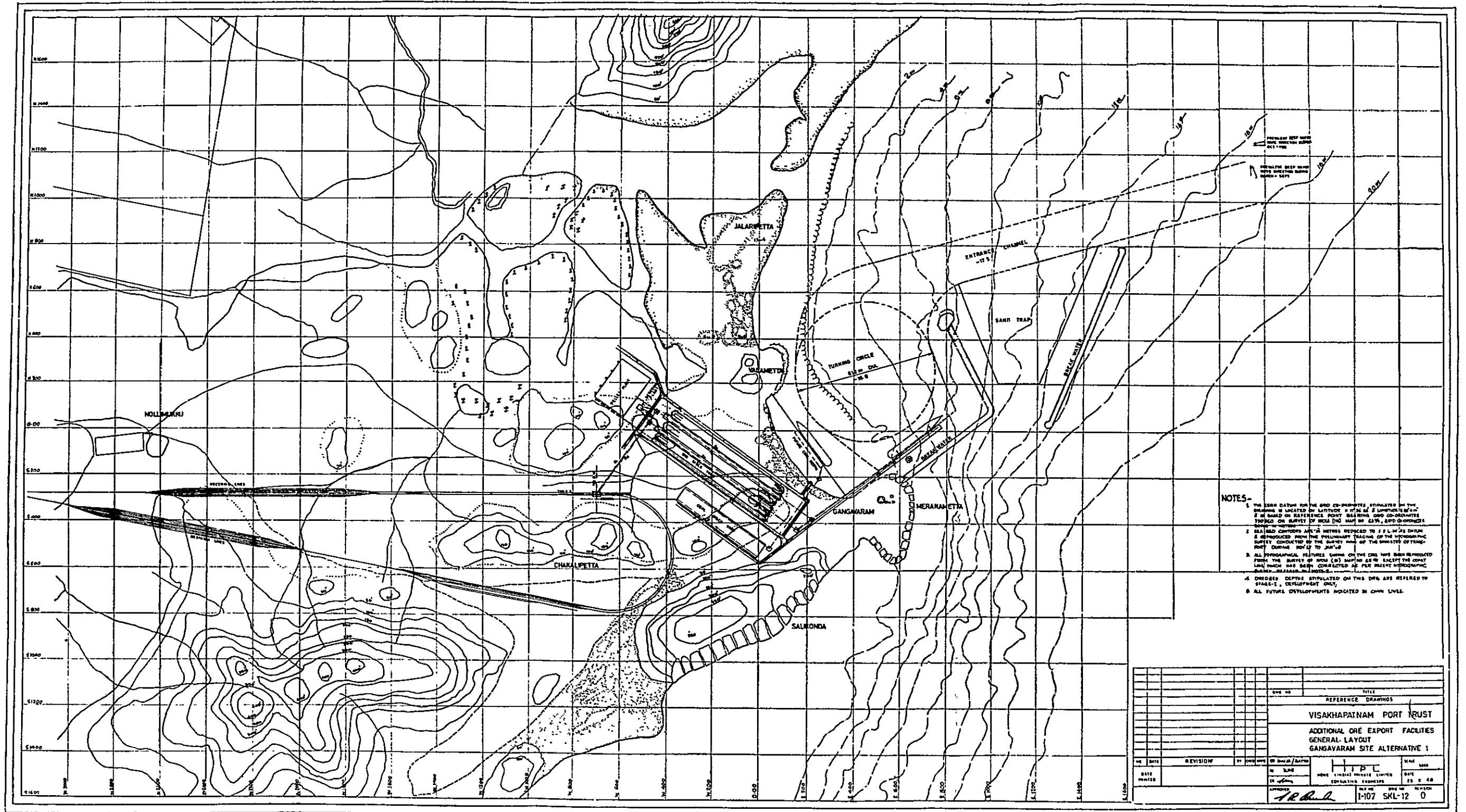
(c) ガンガバラム地区に港を築造する場合、鉄道、道路、動力線などの追加投資を必要とし、また、港湾完成後のハーバー・クラフト、信号所維持補修のための施設などがビサカバトナム港のそれらと重複する。

上記の理由から、鉱石バースのみを対象として新港をこの地区に建設することはきわめて不経済であると想定されるので、新港建設予定地はビサカバトナム外港に限定する。

ビサカバトナム外港に鉱石バースを建設する場合、次の配慮が必要である。

- (a) 平面計画は、将来の鉱石専用船の大型化に対処し得るように150,000DWT を対象に考える。
- (b) 施工期間の短縮および工費節減のため、岩盤浚渫を最小限にとどめる。
- (c) サイクロンなどの特殊な場合を除いて、常時船舶の入出港および荷役が可能なように、航路泊地の静穏を確保する。
- (d) 漂砂による港口埋没を最小限にする。
- (e) 将来の石油タンカー、石炭船などの大型船を接岸し得るバースおよび将来の鉱石バースの増設が可能なように、余裕のある計画にする。
- (f) 現在の鉄鉱石荷役施設をできるかぎり活用する。

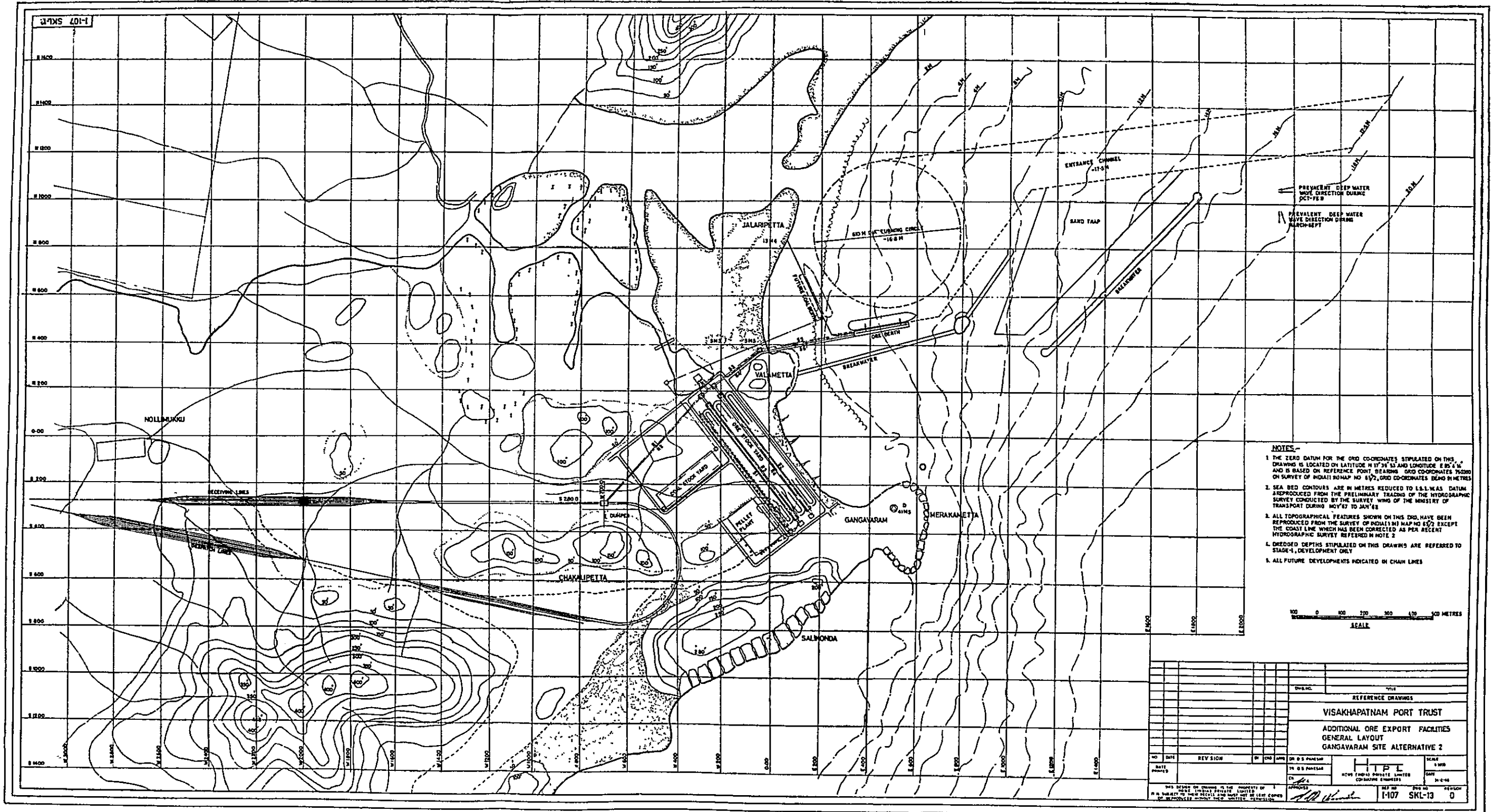
ビサカバトナム外港の3つの案のうち、第3案が上記の条件をもっともよく満足しているので、以下、この案についてのみ考察する。

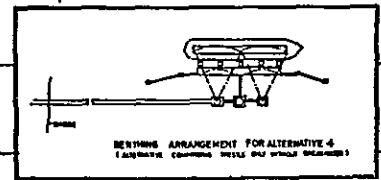
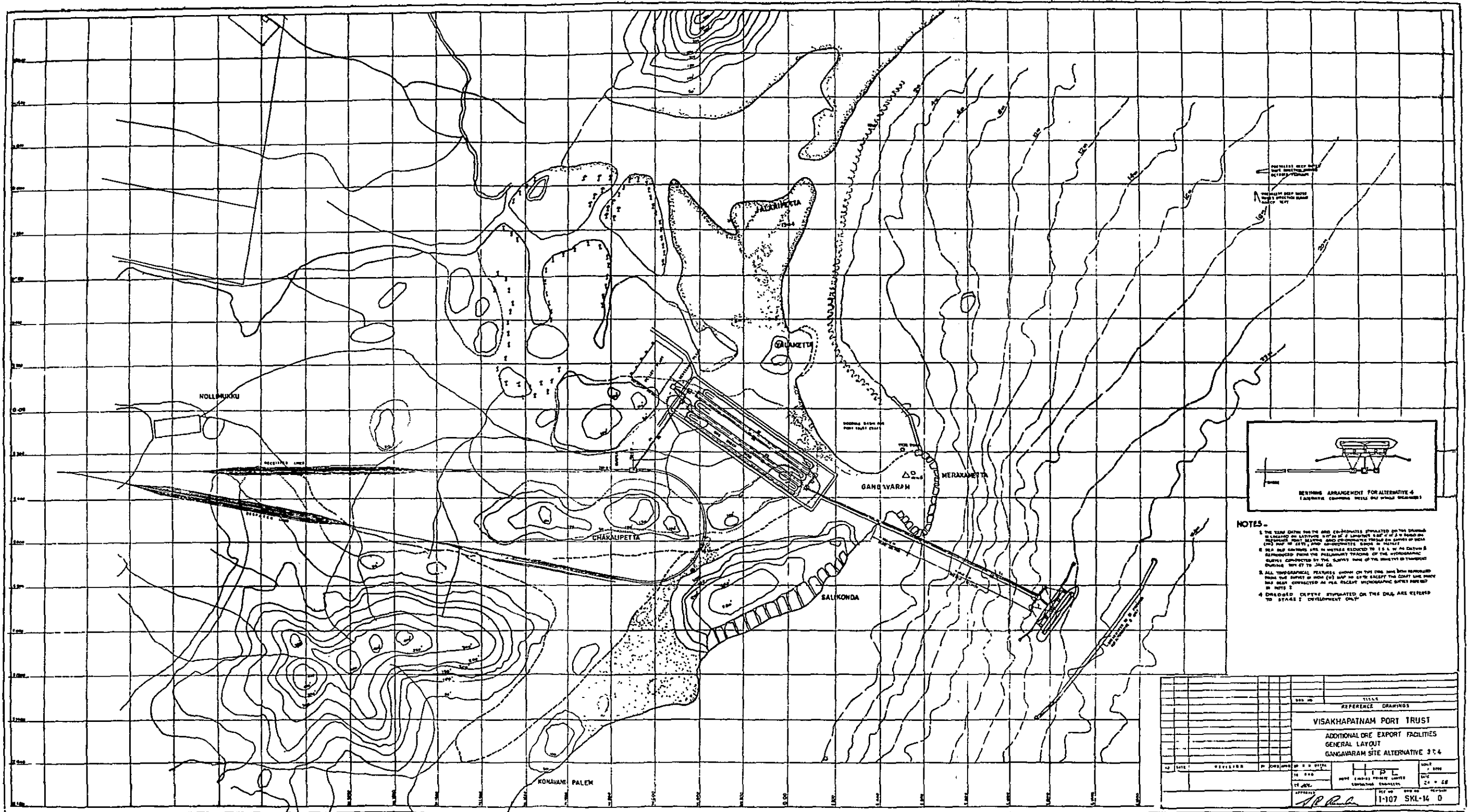


NOTES-

1. THE SAME DATUM FOR THE GRID CO-ORDINATES STIPULATED IN THIS DRAWING IS LOCATED BY LATITUDE 16° 15' 45" N LONGITUDE 81° 05' 15" E.
2. IT IS BASED ON REFERENCE POINT BEARING AND CO-ORDINATES TAKEN ON SURVEY OF INDIA (SI) MAP NO. 65M, AND GROUNDWORKS SURVEY THEREON.
3. BOUNDARY CONTOURS ARE IN METRES REDUCED TO J. L. W. DATUM & DERIVED FROM THE PRELIMINARY TRIANGULATION AND PHOTOGRAMMETRIC SURVEY CONDUCTED BY THE SURVEY AND OF THE MINISTRY OF TRANSPORT, GOVT. OF INDIA.
4. ALL HYDROGRAPHICAL FEATURES SHOWN ON THIS DRAWING HAVE BEEN REDUCED FROM THE SURVEY OF INDIA (SI) MAP NO. 65M EXCEPT THE COAST LINE WHICH HAS BEEN COLLECTED AS PER RECENT HYDROGRAPHIC SURVEY, 1953-54.
5. DREDGED DEPTHS STIPULATED ON THIS DRAWING ARE REFERRED TO STAGE-E, DEVELOPMENT ONLY.
6. ALL FUTURE DEVELOPMENTS INDICATED IN CHAIN LINE.

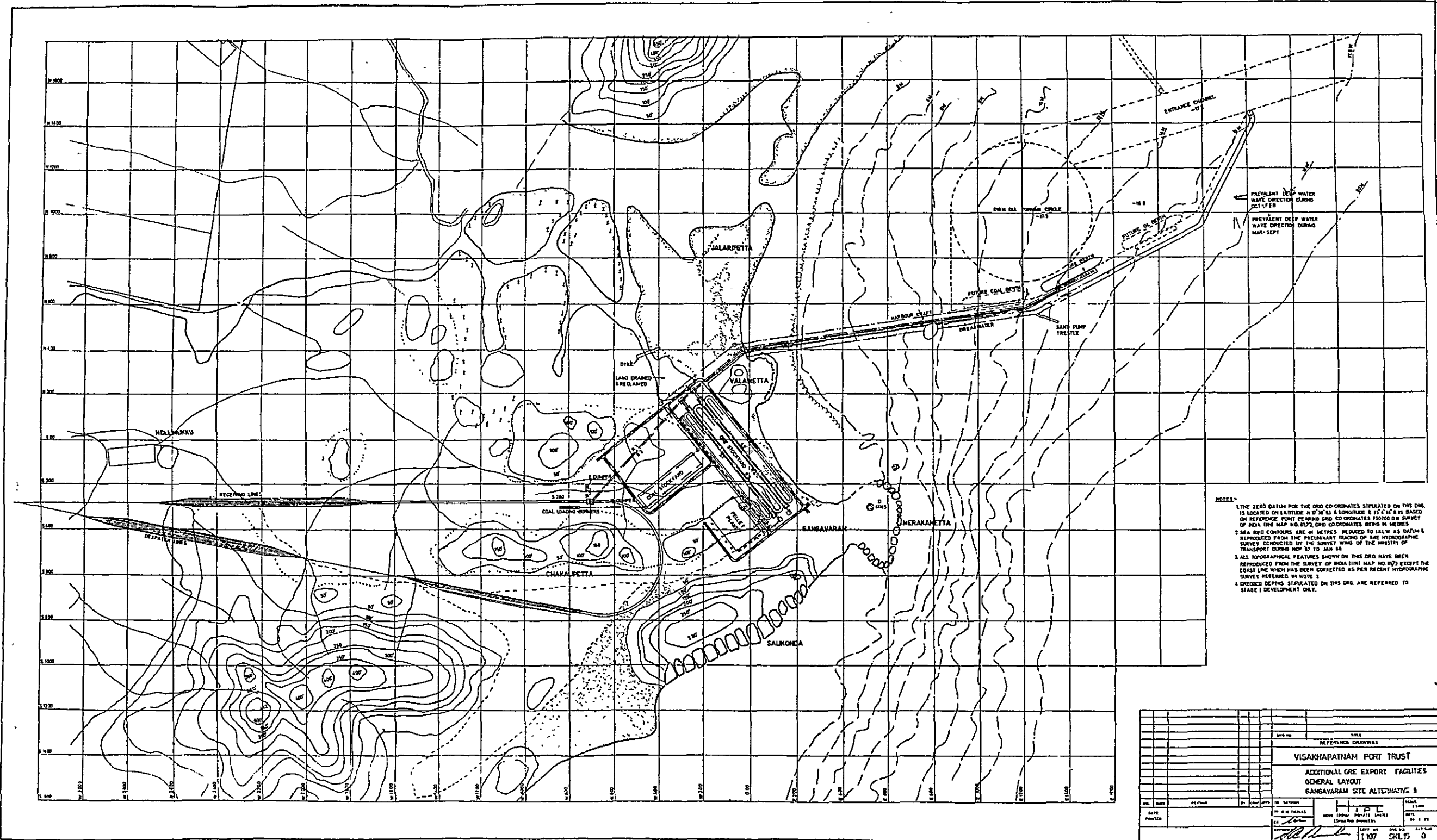
DRAWING NO.		SCALE	
REFERENCE DRAWINGS			
<b>VISAKHAPATNAM PORT TRUST</b>			
ADDITIONAL ORE EXPORT FACILITIES			
GENERAL LAYOUT			
GANGAVARAM SITE ALTERNATIVE 1			
DATE	REVISION	BY	CHKD/APPD
DATE	REVISED	BY	CHKD/APPD
DATE	REVISED	BY	CHKD/APPD
<b>H.P.C.</b>		SCALE	
HYDRAULIC PRIVATE LIMITED		DATE	
EDUCATIONAL ENGINEERS		25. 11. 66	
H.P.C.		DRAWING NO.	
H.P.C.		1-107 SKL-12 0	





- NOTES:
1. THE BENCH MARK AND GRID COORDINATES STIPULATED ON THE DRAWING IS LOCATED ON LATITUDE 16° 04' N AND LONGITUDE 80° 07' E. A BOUNDARY POINT BEARING AND DISTANCE FROM THE BENCH MARK IS GIVEN IN THE LIST OF POINTS AND COORDINATES ATTACHED TO THIS DRAWING.
  2. THE BENCH MARK IS IN THE FORM OF A BENCH MARK AS DEFINED & APPROVED FROM THE PARLIAMENTARY TRACES OF THE HYDROGRAPHIC SURVEY CONDUCTED BY THE SURVEYOR GENERAL OF THE INDIA IN THE YEAR 1917.
  3. ALL TOPOGRAPHICAL FEATURES SHOWN ON THIS DRAWING HAVE BEEN REPRODUCED FROM THE BENCH MARK (B.M.) MAP NO. 64/10 EXCEPT THE DRAFT LINE WHICH HAS BEEN CONSTRUCTED AS PER RECENT TOPOGRAPHIC SURVEY MADE IN 1957.
  4. DETAILED DETAILS STIPULATED ON THE DRAWING ARE REFERRED TO STAGE 2 DEVELOPMENT ONLY.

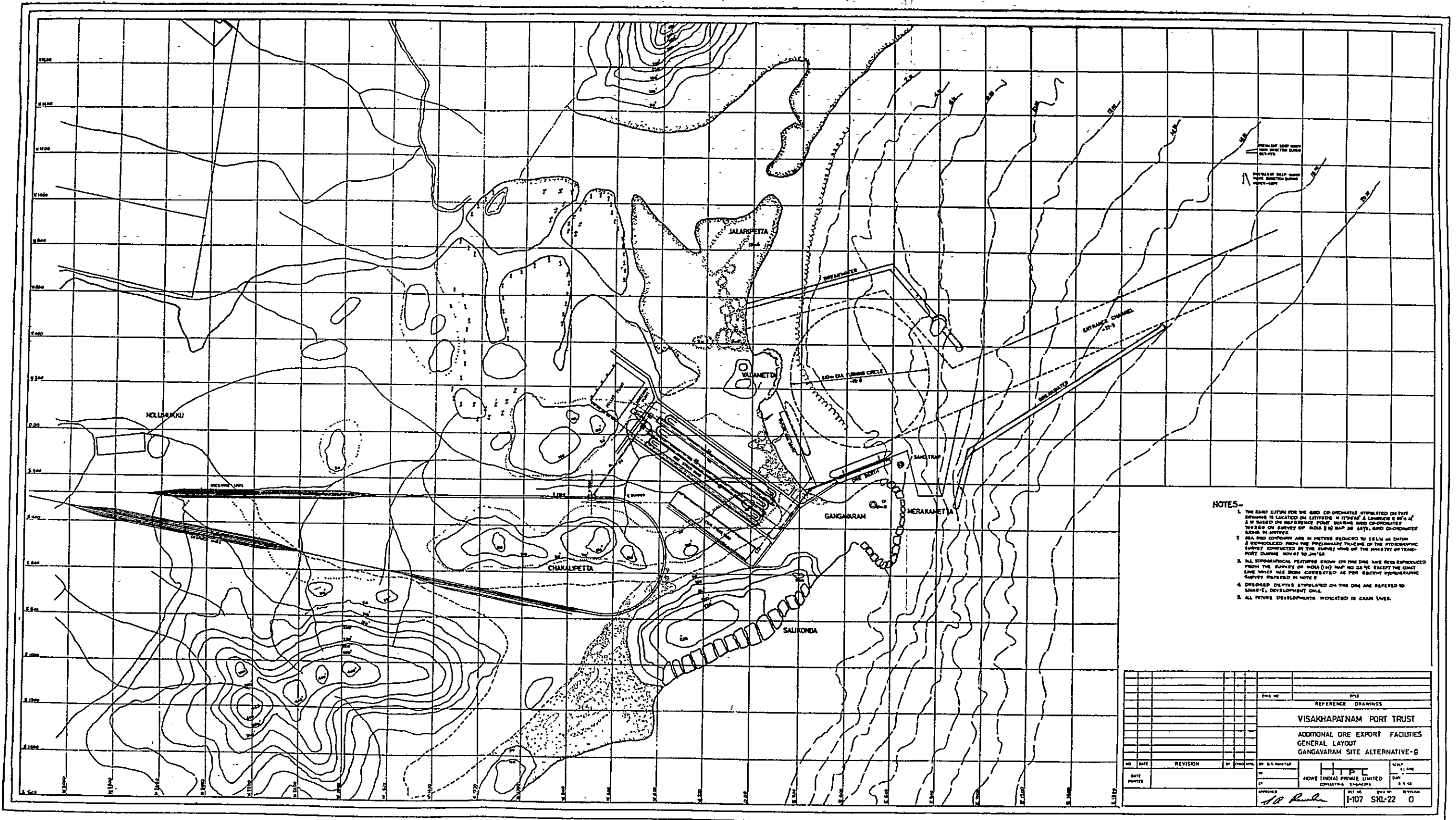


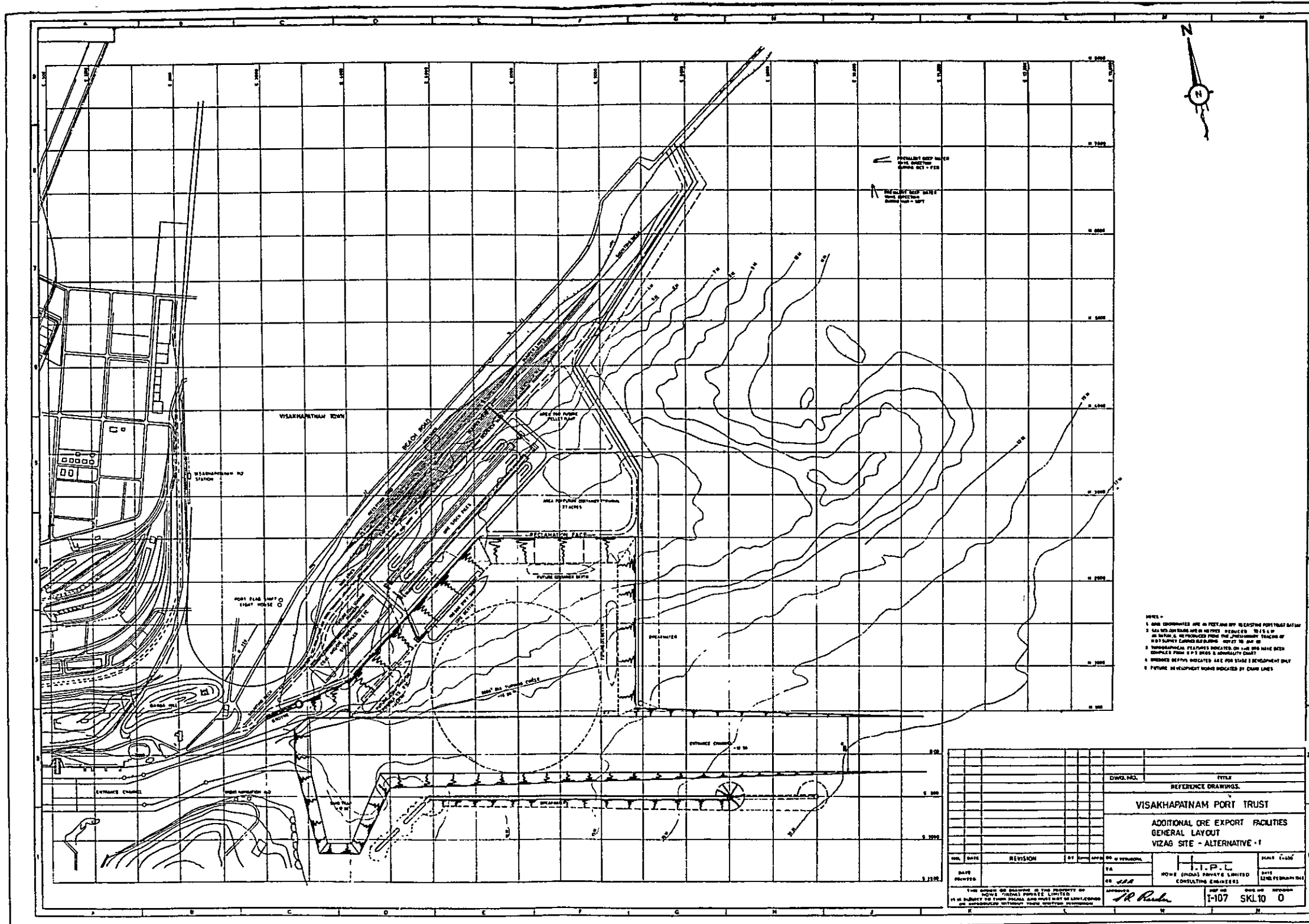


NOTES

1. THE ZERO DATUM FOR THE GRID COORDINATES STIPULATED ON THIS DRG. IS LOCATED ON LATITUDE N 0° 41' & LONGITUDE E 80° 42' & IS BASED ON REFERENCE POINT BEARING GRID COORDINATES 710160 ON SURVEY OF INDIA TRIG. MAP NO. 8372. GRID COORDINATES SHOWN IN METRES.
2. SEA BED CONTOURS ARE IN METRES REDUCED TO LSW AS DATUM & REPRODUCED FROM THE PRELIMINARY TRACKS OF THE HYDROGRAPHIC SURVEY CONDUCTED BY THE SURVEY WING OF THE MINISTRY OF TRANSPORT DURING NOV 57 TO JAN 58.
3. ALL TOPOGRAPHICAL FEATURES SHOWN ON THIS DRG. HAVE BEEN REPRODUCED FROM THE SURVEY OF INDIA TRIG. MAP NO. 8372 EXCEPT THE COAST LINE WHICH HAS BEEN CORRECTED AS PER RECENT HYDROGRAPHIC SURVEYS REFERRED IN NOTE 2.
4. DREDGED DEPTHS STIPULATED ON THIS DRG. ARE REFERRED TO STAGE I DEVELOPMENT ONLY.

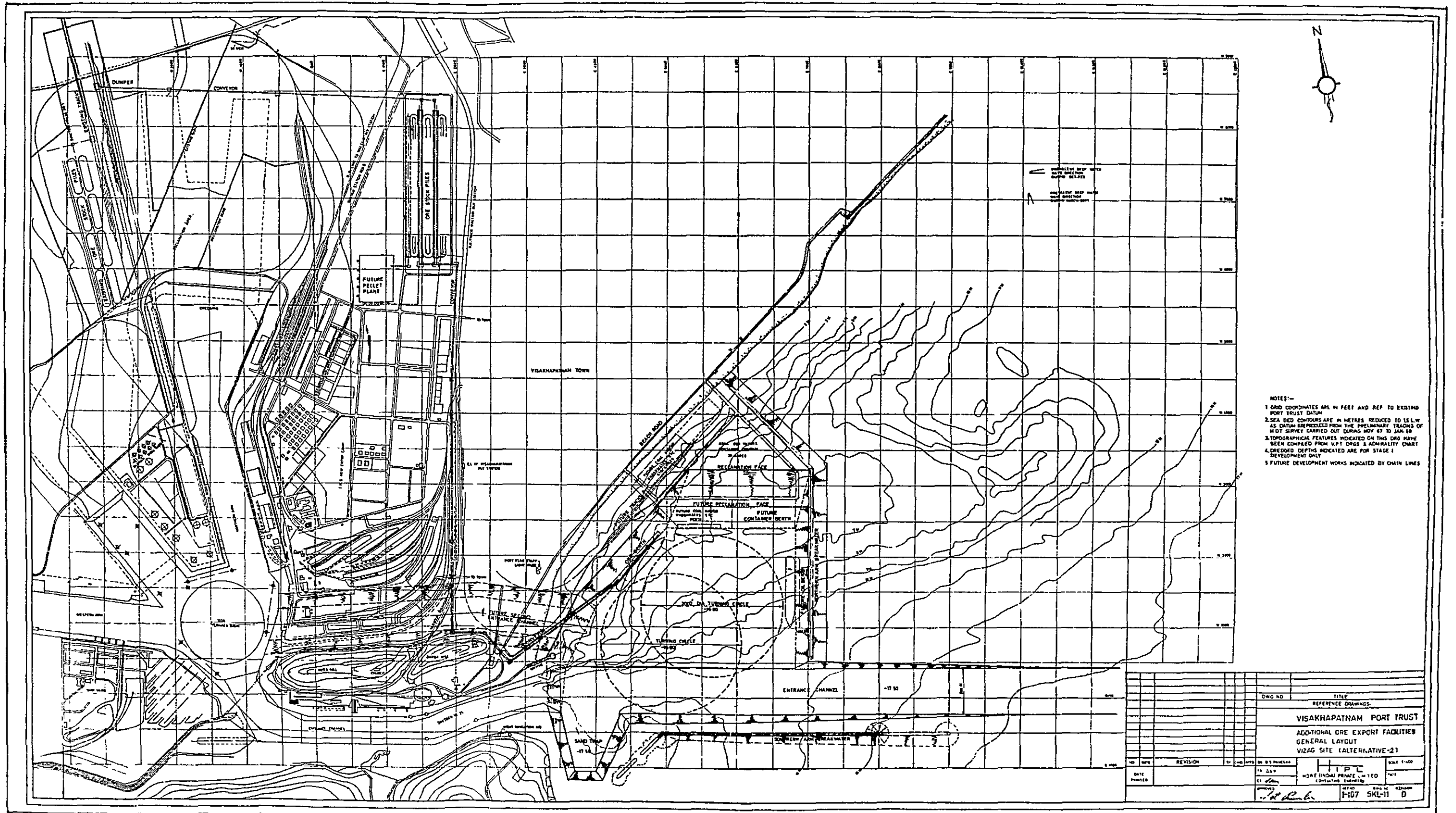
DATE		BY		NO. SHEETS		SCALE	
PROJECT		DRAWN		CHECKED		DATE	
<p style="text-align: center;">REFERENCE DRAWINGS</p> <p style="text-align: center;"><b>VISAKHAPATHAM PORT TRUST</b></p> <p style="text-align: center;">ADDITIONAL ORE EXPORT FACILITIES</p> <p style="text-align: center;">GENERAL LAYOUT</p> <p style="text-align: center;">GANGAVARAM SITE ALTERNATIVE 5</p>				<p style="text-align: center;">I.P.L.</p> <p style="text-align: center;">INDIAN PORTLAND CEMENT</p> <p style="text-align: center;">CORPORATION LIMITED</p> <p style="text-align: center;">1/107 SKLTS 0</p>			





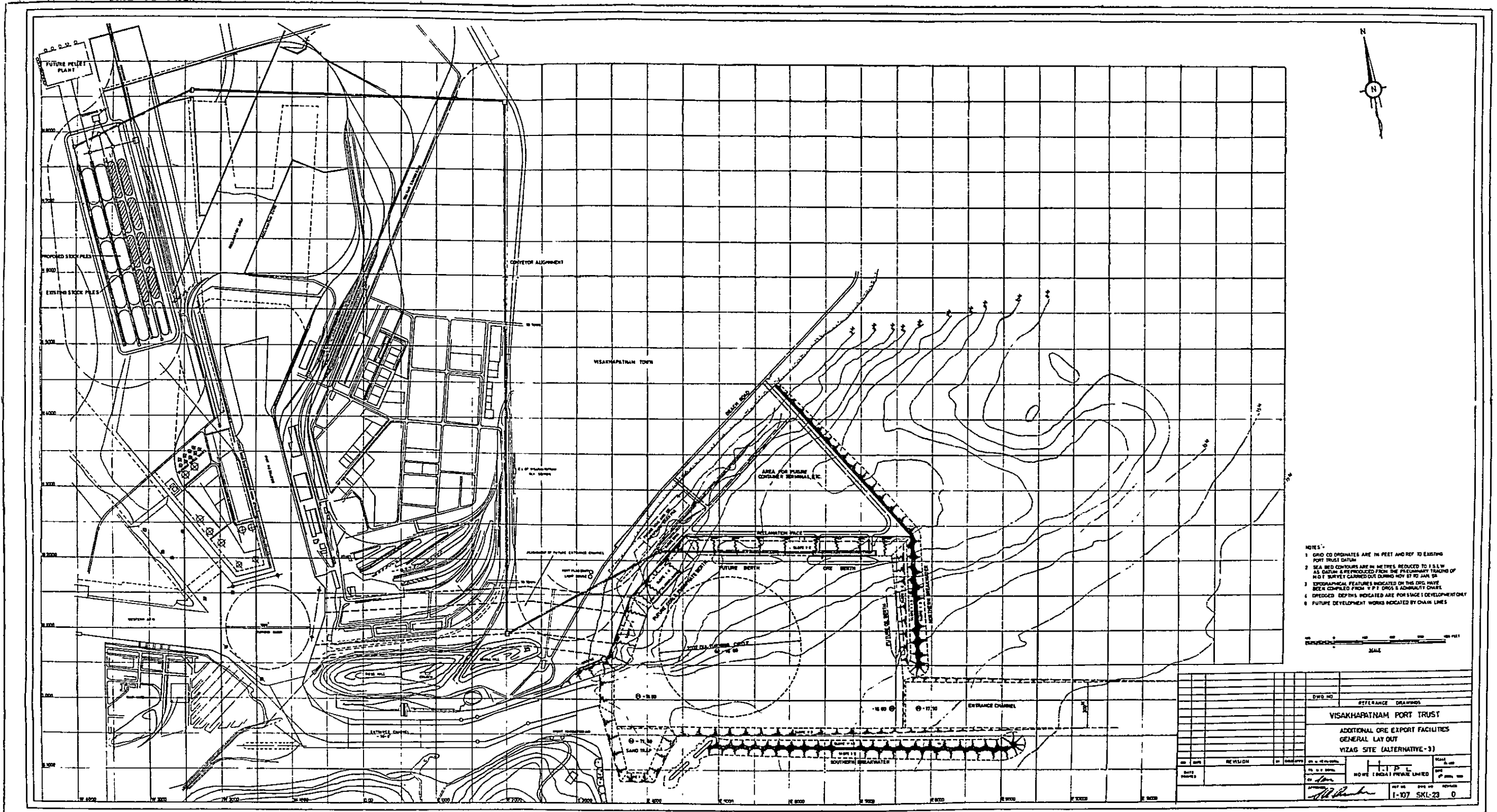
NOTES -  
1. ARE INDICATED ARE IN EXISTING PORT TRUST BATH  
2. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
3. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
4. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
5. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
6. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
7. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
8. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
9. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH  
10. ARE INDICATED ARE IN PROPOSED PORT TRUST BATH

DWD. NO.		TITLE	
REFERENCE DRAWINGS			
VISAKHAPATNAM PORT TRUST			
ADDITIONAL ORE EXPORT FACILITIES			
GENERAL LAYOUT			
VIZAG SITE - ALTERNATIVE 1			
NO.	DATE	REVISION	BY
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
DRAWN BY		CHECKED BY	
DATE		DATE	
PROJECT NO.		SCALE	
CONSULTING ENGINEER		DRAWN BY	
H.P.L. HOWE (INDIA) PRIVATE LIMITED		DATE	
CONSULTING ENGINEERS		1-107 SKL10 0	

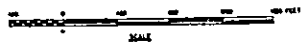


- NOTES:-
1. GRID COORDINATES ARE IN FEET AND REF. TO EXISTING PORT TRUST DATUM
  2. SEA BED CONTOURS ARE IN METRES REDUCED TO LS.L.W. AS DATUM EMPLOYED FROM THE PRELIMINARY TRACKING OF WGS SURVEY CARRIED OUT DURING NOV 67 TO JAN 68
  3. TOPOGRAPHICAL FEATURES INDICATED ON THIS DRG HAVE BEEN COMPILED FROM V.P.T. DRGS & ADMIRALTY CHART
  4. DREDGED DEPTHS INDICATED ARE FOR STAGE I DEVELOPMENT ONLY
  5. FUTURE DEVELOPMENT WORKS INDICATED BY CHAIN LINES

DWG NO.		TITLE	
REFERENCE DRAWINGS:		VIZAG SITE (ALTERNATIVE-2)	
DWG NO.		TITLE	
1. 210		GENERAL LAYOUT	
2. 100		GENERAL LAYOUT	
3. 100		GENERAL LAYOUT	
4. 100		GENERAL LAYOUT	
5. 100		GENERAL LAYOUT	
6. 100		GENERAL LAYOUT	
7. 100		GENERAL LAYOUT	
8. 100		GENERAL LAYOUT	
9. 100		GENERAL LAYOUT	
10. 100		GENERAL LAYOUT	
11. 100		GENERAL LAYOUT	
12. 100		GENERAL LAYOUT	
13. 100		GENERAL LAYOUT	
14. 100		GENERAL LAYOUT	
15. 100		GENERAL LAYOUT	
16. 100		GENERAL LAYOUT	
17. 100		GENERAL LAYOUT	
18. 100		GENERAL LAYOUT	
19. 100		GENERAL LAYOUT	
20. 100		GENERAL LAYOUT	
21. 100		GENERAL LAYOUT	
22. 100		GENERAL LAYOUT	
23. 100		GENERAL LAYOUT	
24. 100		GENERAL LAYOUT	
25. 100		GENERAL LAYOUT	
26. 100		GENERAL LAYOUT	
27. 100		GENERAL LAYOUT	
28. 100		GENERAL LAYOUT	
29. 100		GENERAL LAYOUT	
30. 100		GENERAL LAYOUT	
31. 100		GENERAL LAYOUT	
32. 100		GENERAL LAYOUT	
33. 100		GENERAL LAYOUT	
34. 100		GENERAL LAYOUT	
35. 100		GENERAL LAYOUT	
36. 100		GENERAL LAYOUT	
37. 100		GENERAL LAYOUT	
38. 100		GENERAL LAYOUT	
39. 100		GENERAL LAYOUT	
40. 100		GENERAL LAYOUT	
41. 100		GENERAL LAYOUT	
42. 100		GENERAL LAYOUT	
43. 100		GENERAL LAYOUT	
44. 100		GENERAL LAYOUT	
45. 100		GENERAL LAYOUT	
46. 100		GENERAL LAYOUT	
47. 100		GENERAL LAYOUT	
48. 100		GENERAL LAYOUT	
49. 100		GENERAL LAYOUT	
50. 100		GENERAL LAYOUT	
51. 100		GENERAL LAYOUT	
52. 100		GENERAL LAYOUT	
53. 100		GENERAL LAYOUT	
54. 100		GENERAL LAYOUT	
55. 100		GENERAL LAYOUT	
56. 100		GENERAL LAYOUT	
57. 100		GENERAL LAYOUT	
58. 100		GENERAL LAYOUT	
59. 100		GENERAL LAYOUT	
60. 100		GENERAL LAYOUT	
61. 100		GENERAL LAYOUT	
62. 100		GENERAL LAYOUT	
63. 100		GENERAL LAYOUT	
64. 100		GENERAL LAYOUT	
65. 100		GENERAL LAYOUT	
66. 100		GENERAL LAYOUT	
67. 100		GENERAL LAYOUT	
68. 100		GENERAL LAYOUT	
69. 100		GENERAL LAYOUT	
70. 100		GENERAL LAYOUT	
71. 100		GENERAL LAYOUT	
72. 100		GENERAL LAYOUT	
73. 100		GENERAL LAYOUT	
74. 100		GENERAL LAYOUT	
75. 100		GENERAL LAYOUT	
76. 100		GENERAL LAYOUT	
77. 100		GENERAL LAYOUT	
78. 100		GENERAL LAYOUT	
79. 100		GENERAL LAYOUT	
80. 100		GENERAL LAYOUT	
81. 100		GENERAL LAYOUT	
82. 100		GENERAL LAYOUT	
83. 100		GENERAL LAYOUT	
84. 100		GENERAL LAYOUT	
85. 100		GENERAL LAYOUT	
86. 100		GENERAL LAYOUT	
87. 100		GENERAL LAYOUT	
88. 100		GENERAL LAYOUT	
89. 100		GENERAL LAYOUT	
90. 100		GENERAL LAYOUT	
91. 100		GENERAL LAYOUT	
92. 100		GENERAL LAYOUT	
93. 100		GENERAL LAYOUT	
94. 100		GENERAL LAYOUT	
95. 100		GENERAL LAYOUT	
96. 100		GENERAL LAYOUT	
97. 100		GENERAL LAYOUT	
98. 100		GENERAL LAYOUT	
99. 100		GENERAL LAYOUT	
100. 100		GENERAL LAYOUT	



NOTES -  
1 GRID CO ORDINATES ARE IN FEET AND REF TO EXISTING PORT TRUST DATUM  
2 SEA BED CONTOURS ARE IN METRES REDUCED TO F.S.L.W AS SHOWN & REPRODUCED FROM THE PRELIMINARY TRACKING OF NOD 1 SURVEY CARRIED OUT DURING NOV 87 TO JAN 88  
3 SPOROGRAMICAL FEATURES INDICATED ON THIS DRG HAVE BEEN COMPILED FROM 'P.P. DRGS. & ADMIRALTY CHARTS  
4 DREDGED DEPTHS INDICATED ARE FOR SINGLE DEVELOPMENT ONLY  
5 FUTURE DEVELOPMENT WORKS INDICATED BY CHAIN LINES



NO	DATE	REVISION	BY	CHKD BY	APPD BY

DWG NO	REFERENCE DRAWINGS
VISAKHAPATNAM PORT TRUST	
ADDITIONAL ORE EXPORT FACILITIES	
GENERAL LAY OUT	
VIZAG SITE (ALTERNATIVE-3)	
SCALE	1" = 100'
M. V. S. S. S. S. S. S.	
M. V. S. S. S. S. S. S.	
DATE	1-107 SKL-23 0

## 第 4 章 選定された港湾計画の検討

## 第4章 選定された港湾計画の検討

### 4-1 港湾計画目標

#### 4-1-1 外港における取扱貨物

現在のビサカパトナム港におけるバース数は、海軍施設、造船施設を除いて20バースあり、これによって1966～1967年に小麦、油類などの輸入貨物222.7万トン、鉄鉱石、マンガン鉱、鉄鉄、油類、砂糖などの輸出貨物371.2万トン、合計593.9万トンを取扱っている。これは1962～1963年度の取扱貨物量322.7万トンに比較して185%の増加になっているが、鉄鉱石を除いて考えると1962～1963年の合計取扱量307.9万トンに対して1966～1967年の合計取扱量396.4万トンで、129%の増加になっている。このことは、ばら荷の伸び率の過去数年間の実績が雑貨の伸び率を大幅に上まわっていることを示している。また、ポート・トラストの推定によれば将来も大きく増加する貨物はバルク荷が主体であるとしている。

内港におけるQ5、Q6の雑貨バースの完成、J1、J2、J3の改良計画が着工されようとしていること、さらには、North-Western Arm、Northern Armなどに将来の拡張の用地が確保されていることから、今後とも内港でばら荷を除いた一般貨物は充分に取扱うことができると考えられる。したがって、外港計画は大型船を使用するばら荷に限定し、雑貨は取扱わないものとして港湾計画を樹立する。

ポート・トラストの資料によれば、外港で取扱われる貨物量を次のように推定している。

(i) 鉄 鉱 石	1200～2000万トン/年
(ii) 石 油	400万トン/年
(iii) 石 炭	600万トン/年
(iv) 肥料原料 ( 磷 鉱 石, 硫 黄 等 )	200万トン/年

上記のうち、石油は石油精製工場の拡張、石炭は製鉄工場の立地、肥料原料は現在の肥料工場の拡充、新規工場の立地を前提としており、鉄鉱石バースのように現状の隘路打開というさしせまったものではない。

したがって、原案のように外港にまず鉄鉱石バースを計画し、さらに将来の港湾の発展に支障のないように、大型船使用の上記の鉄鉱石以外のばら貨物を取扱うバースの建設を可能ならしめるようにしておくことは、きわめて妥当なものである。

#### 4-1-2 対 象 船 舶

鉄鉱石の輸出のほとんどが日本向けであり、対象船舶を考える場合、日本の製鉄工場における積おろし岸壁の水深および建造中の鉄鉱石専用船の大きさを充分考慮する必要がある。

##### (a) 日本側製鉄各社の積おろし岸壁の水深

これは表-1のように、船型125,000 DWTを対象として水深17.0mの鉄鉱石バースが東京湾木更津港の八幡製鉄君津工場、水島港の川崎製鉄水島工場において計画され、数年内に完成する予定になっている。また、他の製鉄会社もより深い鉄鉱石バースを検討中であって、この中には、将来

18 mまで増深できるように考慮しているものもある。

#### (b) 鉱石専用船の大きさ

1967年における世界の鉱石専用船の平均船型は32600DWTであったが、このうち、同年に建造されたものの平均船型は66500DWTとなっている。また、1967年1月現在発注されている鉱石専用船の80%が80000DWTより大きな船型となっており、鉱石専用船の大型化の傾向は依然として続いている。

一方、鉱石・石油専用船の最近の船腹増加傾向は著しく、1967年には鉱石専用船の船腹量の39%を占めるに至っている。この船型についても大型化が著しく、1967年に建造された鉱石・石油専用船の平均船型は81000DWTで、鉱石専用船よりも大きな船型になっている。最近では、200000DWTの鉱石・石油専用船の建造も検討されているようである。

以上のことから、建設期間が約4年というビサカパトナム外港計画の第1段階において最大船型100000DWT、第2段階において150000DWTを対象船型としている原案は適当であると考えられる。しかしながら、船舶の大型化は過去予想以上に進行しているので、港湾建設にあたっては、船舶の大型化傾向を注視し、弾力的にこれに対処できるようにしておく必要がある。

将来の石油バースについては、マドラス港において70000DWT石油タンカーを対象に港湾整備を行なっていること、中近東からインドまでの距離が比較的距離で200000DWT、300000DWTという超大型タンカーの利益がそれほどあるように思われなれないことなどから、港湾計画は鉱石専用船に対して150000DWTの入港の可能性を確保しておけば、石油タンカーに対しても充分対処し得るものと思われる。その他のバースに対する船型は鉱石専用船、石油タンカーより小さい。

したがって、外港の航路およびターニング・ベーンなどは鉱石船を対象に計画しておけば、鉱石バースを除く他のバースに出入りするであろう船舶に対しても満足すべきものであると考えられる。

### 4-2 航路および泊地

#### 4-2-1 計画原案

ビサカパトナム外港第3案において計画された航路は巾員200m、水深-17.5m、方向は東西方向となっている。ターニング・ベーンの直径は610m、水深-16.0m(図面には16.8mと記入されている)である。これらは100000DWTに対する計画であって、150000DWTに対してはこれらの諸元は明示されていない。

港湾計画を検討する前提として、100000DWT、150000DWTの鉱石専用船の諸元を下記のように仮定する。(表-2参照)

	LOA	LPP	B	D	d
100型	260	250	40	22	15
150型	303	290	44	24	16.5

#### 4-2-2 航路巾員

一般に大型船に対して航路幅員は船長の1.0倍必要であるとされている。したがって、100000



DWT型に対して260m、150000DWTに対して300mとなり原案の200mでは不足する。すなわち、100000DWTに対して船長の0.77倍、150000DWTに対して0.67倍にすぎない。しかしながら、航路巾員は曳船、水路形状、外力の影響、底質などを勘案して判断されるべきであって、世界各地の港湾の航路巾員も必ずしも船長の1.0倍にはなっていない(表-3参照)。航路形状が真直であること、底質が細砂であることなどから、防波堤の遮蔽効果も考慮し、一方通行、十分な能力のタグボートの存在、風速10m以下の気象を条件として、原案の巾員200mはやむを得ないものと判断される。

#### 4-2-3 航路水深

入港時の鉱石専用船のきつ水は空船のため浅く、航路水深の決定には関係しない。出港時の満載きつ水に対する航路の余裕水深は、一般に絶対余裕水深として0.6m、船体沈下に対する余裕0.9m、合計1.5mに波浪の影響を考慮したものでなければならない。

##### (a) ピッチングおよびヒーヴィング

波およびうねりによって走航中の船舶は、ピッチングおよびヒーヴィングをおこすが、これに対する余裕として大型船に対して波高の1/2をみればよいといわれている。

外港において3m以下の波高の日数が90%を占めていること、また、3mを超える波高の場合はタグボートによる操船が困難になることなどの理由から、最悪な条件として3mの波高を考えれば充分である。航路は-17mの水深まで南防波堤によって最多方向波から遮蔽されており、3mの波高はこの部分で2/3の2mに減少すると仮定する。したがって、船体のピッチングおよびヒーヴィングに対する余裕水深として2mの1/2、すなわち1mをみればよい。

##### (b) ローリング

波およびうねりによって船舶がローリングをおこし、その結果、吃水が増加する。ローリング角度と吃水増の関係は次のようになる。

ローリング角度	1°	2°	3°	4°	5°
100000DWT	0.35m	0.70m	1.05m	1.40m	1.75m
150000DWT	0.38	0.77	1.15	1.54	1.92

船舶が航路内を航行中どの程度のローリングが生ずるかという推算是困難であるが、(a)北防波堤から沖合に約450mの航路の区間は南防波堤で遮蔽されていること、(b)南防波堤先端から水深-17.5mの位置までは約500m、水深-19.0mの位置までは約1200mと比較的短距離であること、(c)静水中における100000DWTの同調周期は13.5secであり、出港の際、船舶は波に逆らって進行するため、横揺れ同調は生じそうにないこと、などから3°をみておけば充分と思われる。したがって、ローリングに対する余裕水深として、100000DWTに対しては1.05m、150000DWTに対しては1.15mをみておけばよいであろう。

ピッチングおよびヒーヴィングとローリングの最大が同時に起る確率は小さいものとしてローリングのみを考え、また、ピサカバトナム港が熱帯に位置することを考慮して船舶の満載吃水に30cmを加えた値を吃水とすれば、航路水深は次のようになる。

	100,000 DWT	150,000 DWT
絶対余裕水深	0.6 m	0.6 m
船体沈下	0.9	0.9
波の影響	1.1	1.2
余裕水深	2.6	2.7
吃水	15.3	16.8
航路水深	17.9	19.5

上記の結果から、原案のように航路水深が $-17.5\text{ m}$ あれば100,000 DWT船舶に対して40cm不足するので、波の大きいときは潮待ちして出港しなければならないことになる。このことは、潮汐表から解析すると20～30%の時は波高が高い場合、潮待ちを必要とすることを意味する。

また、大型船に対して、平均潮位から吃水の1.2倍の深さの航路水深が適当であるという考え方がある。ピナカバトナム港の平均潮位を $0.8\text{ m}$ とすれば100,000 DWTに対して

$$0.8 - 1.2 \times 15.3 = -17.56\text{ m}$$

150,000 DWTに対して

$$0.8 - 1.2 \times 16.8 = -19.36\text{ m}$$

となり、前述の値とほぼ一致する。

なお、南防波堤先端から水深 $-18\text{ m}$ の地点までは防波堤によって保護されていないので、波浪による影響をさらに50cm考慮してこの部分を水深 $-18\text{ m}$ にしておくことがのぞましい。

#### 4-2-4 ターニング・ベーション

##### (a) 水深

ターニング・ベーションの余裕水深は、絶対余裕水深 $0.6\text{ m}$ 、うねりによる吃水増 $0.5\text{ m}$ （港内波高 $1\text{ m}$ としてその $1/2$ ）、合計 $1.10\text{ m}$ 必要である。したがって水深は100,000 DWTに対して $16.4\text{ m}$ 以上150,000 DWTに対して $17.9\text{ m}$ 以上あることがのぞましい。もし、原案のように $16\text{ m}$ とするならば、うねりが大きく干潮時の場合には潮待ちする必要がある。

##### (b) 面積

ターニング・ベーションの直径は一般に船長の2倍必要とされている。100,000 DWTの船長 $260\text{ m}$ 、150,000 DWTの船長 $303\text{ m}$ であるから、原案のターニング・ベーションの直径 $610\text{ m}$ は妥当である。

##### (c) 位置

内港の現在の入港船舶数は $600\sim700$ 隻/年、出入では1日平均4隻である。将来外港を利用する鉱石専用船の隻数は平均船型70,000 DWT、出荷量 $1200$ 万トン/年と仮定すれば、年間 $183$ 隻/年、出入では1日平均1隻にすぎないが、船舶が不定期に入出港すること、ハーバークラフト、軍艦などの入出港もかなりあること、将来、外港および内港の拡張がなされ、入出港船舶隻数が増大することなどの理由から、外港のターニング・ベーションの位置が内港へ通ずる航路と重複していることは鉱石専用船の操船が内港出入船によって防げられる恐れがあり、好ましいことではない。

しかし、これを避けるため、ターニング・ベーションと航路とを分離しようとする、さらに泊地、防波堤などに対して巨額の追加建設費が必要となる。したがって、原案のようにターニング・ベーションを配置することはやむを得ないものと思われるが、航路管制方法を慎重に検討して船舶の安全と港の効率的運営をはからなければならない。

#### 4-3 パース

##### 4-3-1 パース数

本港のように、防波堤によって被覆される港においては、その完成後の将来拡張は非常に困難である。したがって、600万トン、1,200万トンの鉄鉱石積出目標に対してローダー能力を6000トン/h、12000トン/hとした場合、1パースで積出しを行なうことは他の諸条件が満足されれば不可能でないが、次の場合に備えて、もう1パース建設する余地を確保しておく必要がある。

- (a) 船型の変化に対処する。
- (b) 船舶の待時間を減少させ、サービスを向上させる。
- (c) 大規模な拡張余地がある内港の開発の進展によって出入船舶が増大したとき、これら船舶の入出港が鉄鉱石専用船の入出港に大きな影響を与え、このため待パースを必要とする。
- (d) 鉄鉱石出荷量が1,200万トン/年を上まわる。
- (e) 岩盤の精査により、多少のパースおよび防波堤の法線変更では150,000 DWTに対応する岩盤浚渫量が軽減されないとき、まず、陸側パースを100,000 DWTに対して建設し、将来の150,000 DWTに対しては沖側パースで対処させる。

##### 4-3-2 位置

パースの位置はその方向を風の方向と一致させることがのぞましいが、防波堤延長を短く、かつ、岩盤浚渫量を少なくするためには原案の位置はやむを得ない。しかし、最近行なわれたボーリングは岩の形状に比較して間隔が粗く、かつ、ウォッシュ・ボーリングのため正確な浚渫岩量が不明である。したがって、精査を行ない、その結果によっては防波堤、パースの位置を多少変更すべきである。また、原案の位置は、南西の風が、ドルフィンノーズによってある程度遮蔽されているけれども、北東の風に対しては強風時の接岸が多少困難になるので、十分な能力のタグボートが必要であろう。

##### 4-3-3 水深

パース水深は、うねりのない場合には、満載吃水に余裕水深0.6mを加えたものでよいが、うねりがある場合には、これに対する余裕として港内におけるうねりの高さを約1mとし、その1/2を加えた値、すなわち、100,000 DWTに対して1.64m、150,000 DWTに対して1.79mあることがのぞましい。

##### 4-3-4 パース延長

パース延長としては、ヘッド・ライン、スターン・ラインに必要な長さおよび離接岸時の余裕として、船長に100m以上加えたものを必要とする。したがって、100,000 DWTに対して360m、

150,000 DWTに対して400 m以上とすべきである。

#### 4-3-5 防舷材

防舷材の設計にあたっては、本船が満載の状態、10 cm/sec の接岸速度を考慮する必要がある。

#### 4-3-6 ボラード及びびいかり綱柱の強度

ボラードの強度は、ヘッド・ライン、スターン・ライン用200 トンを必要とする。

### 4-4 防波堤

ビサカパトナム第3案に基づく防波堤は南防波堤ならびに北防波堤によって構成される。南防波堤は sand trap の外側にある既存の沈船防波堤に接続し、現在の港口に平行にS79°Eの方向に約4500呎延長される。北防波堤は市街地海岸を包含して、現在の港口より約5000呎北東に移行した点を基点としてS35°Eの方向に約2500呎、それよりS8°Wの方向に約2500呎延長されることになっている。

港内の静穏度は波の入射方向、防波堤の遮蔽効果、港内の消波機能に依存する。波の入射方向は年間を通じてEからSにかけて大きく(図-1)、波高6呎以上を対象にした場合には図-2のようになる。図-2からわかるごとく大部分はSSE方向の波であるが、Eからの波も約10%程度占めており、この波はNEモンスーンとサイクロンの影響によるものである。したがって防波堤の遮蔽効果はE、ESE、SSE方向の波について検討することが必要である。港内の静穏度を対象とする場合には目標とする波高は累積頻度分布95~99%の値がとられ、この場合には10~14呎となるから、まず3mの波高を対象とするのが妥当であろう。港内の消波機能は可能な限り自然海浜を残すこと、防波堤の港内側に面する部分を波の反射率ができるだけ小さくなるような構造となすこと、パースの予定位置には人工的に波のエネルギーを吸収する海浜を設けることによって保たれる。なお、現在欠壊を起こしている一部の海岸については前浜の造成が必要である。

防波堤の構造は捨石堤、ケーソン堤、あるいは混成堤型式のものが考慮されているが、防波堤の構造に対する設計波高は累積頻度分布の99.9%の値、すなわち約20呎の波高がとられなければならない。また水深の浅い部分に対する設計波高は水深の80~90%の波高を考慮すれば十分である。設計波の周期はデータの散乱が著しいが14秒程度とみなされる。防波堤の築造に対してもっとも留意すべき点は、南防波堤による sand trap に対する影響がどのようになるかということである。4-5に述べるごとく、本港周辺の北上する漂砂量は極めて大量であるため、南防波堤によって漂砂が遮断され堆積することになれば sand trap の外側に海浜が造成されることになり、過去30年以上にわたり、有効な働きをなしてきた sand trap の機能を消滅させる恐れが多分に存在する。これは外港計画の死命を制する問題である。このため、南防波堤は現在の sand trap の機能が低下しないような構造とすることを第一義的に考え、次善の策として、もし堆積により sand trap が有効でなくなったならば、さらに沖合側にもう一つの sand trap を考慮するか、あるいは南防波堤の南側に堆積する漂砂の増大をどの位置においてパイ・パスの手段により防止するかを事前に調査

することが必要である。この場合、サント・ポンプの規模、その移動範囲、トレスルの構造等について同時に検討すべきである。

以上のことがらは正確に予測することが困難な問題であり、模型実験によって入念に検討することが是非とも必要である。外港計画に対する固定床模型実験はプーナの中央水理研究所において実施されてきているが、ビサカパトナム第3案に対する実験はまだ実施されておらず、早急に実験を開始することが望まれる。しかしながら、固定床模型実験は防波堤の遮蔽効果、港内の静穏度の検討には有効な手段であっても漂砂問題に対しては無効であり、したがって移動床による模型実験を引続いて実施することが強く要望される。この移動床による模型実験により、南防波堤によって生ずる堆積の全般的な傾向、現在の sand trap を有効にする手段、あるいはこれが不可能な場合には、これに代るべき方法として、どのような手段がもっとも妥当なものであるかを検討しなければならない。それと同時に、外港の北方海岸に予想される海岸欠壊の様相、これに対する防衛手段として、沖浜への浚渫土砂の投入、前浜に対する土砂パイ・パスによる養浜の効果、およびその程度、あるいは附近に産出する石材を利用した侵食対策工法の検討を行なうことが望まれる。

防波堤の延長と船舶の逆転停止距離との関連については次のように考えられる。すなわち、100,000 DWT のバラスト状態における逆転停止距離は、本船のエンジンのかかりのおくれ、風、波浪など外力の影響を考え、最小限  $3 \sim 4L$  ( $L$  は船体長) を考えておく必要がある。このような観点からすれば南防波堤の延長はこの条件を満足しており、防波堤の延長はむしろ漂砂、港内の静穏度から決定されることが理解されるであろう。

#### 4-5 漂 砂

##### 4-5-1 漂砂の特性

ビサカパトナム周辺の海岸底質は粒径がかなり小さく、海底勾配は約  $1/100$  程度であるから波浪の攪乱を受けやすく、沿岸流によってかなり広い範囲にわたり移動することが予想される。Ash & Ratten bury の報告書以来、インド側の見解では漂砂の移動帯は汀線より約 600 呎としているが、これは水深が約  $3 \sim 4$  m のところに相当し、いわゆる砕波帯に該当するところである。したがって砂の粒径が小さいことから砕波帯では浮遊状態になるものが多く、見かけ上泥海としてこのような見解が出されたものと思われる。しかしながら現今のラジオ・アイソトープ等を使用したトレーサーの観測あるいは実験結果によれば、底質が顕著に移動する全面移動限界は沖浜のかなり深い部分まで達しており、港湾計画の立案に際しては波高の累積頻度分布  $95 \sim 99\%$  に相当する波を対象とすることが妥当とされており、ビサカパトナムの場合では水深  $20$  m 付近まで移動することが考えられる。

底質の移動方向は波の方向別強度よりみて北上する漂砂が卓越しており、とくに 6 呎以上の波を対象とする場合には  $87\%$  まで砂を北上させる動きを示している。一方、南下する漂砂は NE モンスーン期あるいはサイクロン等によって生じており、NE モンスーンの風がそれ程大きくないことから、大部分は気象擾乱によるものと想定される。

底質の粒度は汀線附近で中央粒径  $d_{50} = 0.160 \sim 0.175$  mm, sand trap 内で  $d_{50} = 0.175$  mm, 浚渫土砂(岩盤浚渫を含む)の投入地点で  $d_{50} = 0.200$  mm 以上のものがみられるが、sand trap あるいは投入地域の粒度は人為的に乱されたもので自然状態の分布を必ずしも表現していない。浚渫土砂の影響のないその他の地点の粒径は  $d_{50} = 0.100$  mm もしくはそれ以下であり、平均粒径で  $d = 0.100 \sim 0.120$  mm 程度でしかも均一粒径に近く、淘汰係数は  $1.20 \sim 1.30$  でかなり淘汰されている。

#### 4-5-2 漂砂量

1937年より20年間の浚渫実績のうち、漂砂によって生じたものと想定される浚渫量は平均値で年間約100万トンであり、多い年には約140万トンになることもある。この浚渫量のうち大部分は北上する漂砂の沈澱によるものと考えられ、南下する漂砂によるものはその年の気象擾乱によって変動するとしても、北上するその20%以下と想定される。

海岸線に直角な断面を通過する漂砂量は浚渫量をはるかに上回るものと予想される。現今の海岸工学で示されている種々の漂砂量推定式は、平均粒径が  $0.200$  mm 以上、気象擾乱の影響が極端に大きくない太平洋、大西洋あるいは内海等の地域で用いられているが、結果は各推定式の間にもかなりの相違があり、インド東海岸のように粒径が小さく、波、流れに対して鋭敏な反応を示す地域には不適當であろう。しかしながら、ビサカバトナム港とやゝ近似した海底条件を有する鹿島港の例をみるならば、防波堤の延長に伴って推定された漂砂量は南北いずれの方向へも年間  $60 \sim 65$  万  $m^3$  とみなされており、この平均粒径が  $d = 0.130 \sim 0.150$  mm, 海底勾配  $1/100$ , 波高の累積頻度分布  $95 \sim 99$  %の波が  $2.5 \sim 3.5$  m, 周期は  $11$  秒程度である。このような点からみるとビサカバトナムの北上する漂砂量は、粒径が小さいこと、SWモンスーンのように一定期間継続した海象条件があることなどより年間  $100$  万  $m^3$  程度と推察されよう。

#### 4-5-3 埋没と欠壊

ビサカバトナム第3案によれば、防波堤開口部は  $-16 \sim -17$  m の地点に、航路水深は  $-17.5$  m に予定されている。底質の顕著な移動限界水深は  $-20$  m 附近とみなされるので、防波堤開口部附近には底質の移動があり、南防波堤の先端附近に堆積の傾向が生ずるものと想定される。しかしながら、航路水深と周囲との水深の差は大きくないので堆積量はそれ程増大するとは考えられない。

Sand trap の浚渫量は平均的にみて年間約  $50$  万トンで平均年間浚渫量の  $50$  %を占めている。残りの大部分は外港航路の浚渫である。したがって、北上する漂砂量が極めて大量であることから、sand trap の外側、南防波堤の南側に堆積する土砂は防波堤の延長度合から考えると年間  $80 \sim 100$  万トンの量に達する可能性があり、この堆積土砂をサンド・ポンプまたは浚渫船によっていかに処理するかが最大の懸案となる。もしこの処理を誤れば南側汀線の前進により港口の水深維持は相当に苦しくなる。

外港計画の北側海岸に予想される侵食は、ウォルティア地点までの海岸に顕著にあらわれ、それより北の海岸では岩石丘陵が突出している部分が多く、丘陵の間にある砂浜海岸は勿論欠壊の兆候を示すが、ウォルティア地点の南側程はげしくならないものと考えられる。ビサカバトナムの市街地海岸

は南北防波堤の間に含まれるので、南防波堤の建設と北防波堤の着工を時期的にはば一致するようにすれば侵食の脅威はなくなる。北側海岸の侵食対策は突堤群と消波堤あるいは離岸堤との組合せが効果的であり、またこれらを附近から産出する石材で築造すれば非常に安い工費となる。但し、北上する漂砂量が圧倒的に大きく、南下する量が少ないので堆積土砂を北側海岸の前浜にパイ・パスするとともに、浚渫船による外浜あるいは沖浜への土砂投入の手段によって養浜を行なうことが不可欠の要素である。現在、sand trapに堆積する土砂は浚渫船によって浚渫を行ない、これを北方海岸の沖浜に投入しているのが大部分で、土砂パイ・パスの量は減少している。これは内港への船舶の出入に支障となるためと思われるが、sand trapから港口を横断するのに沈設パイプ・ラインを用いれば、外港計画に伴って生ずるであろう欠壊海岸の前浜の養浜は支障なく行なわれることになる。沈設パイプ・ラインの設定は日本において広く行なわれており、この点参考となる。

つまるところ、外港計画に伴う漂砂問題は外港の南側に堆積する土砂を適切に処理して防波堤開口部の水深を維持し、この堆積土砂を用いて外港北方海岸の侵食現象を減少せしめることにある。前者の問題においては、現在のsand trapの機能が十分に生かされるように南防波堤の構造を選定すべきであり、堆積土砂量の増大のため、sand trapの機能が低下するならば、更にsand trapを設けるかあるいは南防波堤またはそれに附属してスクリーンを設け、サンド・ポンプによってパイ・パスすること、NEモンスーン期に浚渫船によって浚渫する等の手段を考えなければならない。土砂パイ・パスの距離は北方侵食海岸の前浜まで約2000~2500mとなるから、ポンプの揚程、動力に相当の考慮を払う必要があり、また浚渫船の稼働日数を増やすためには波浪調整装置の設置も考えるべきである。他方、後者の問題については前浜と沖浜の養浜に効果的な位置、養浜に必要な土砂量、石材を利用した効果的な侵食対策工法の選定が必要である。これらの解決には外港の防波堤延長の各段階において海岸、海底地形の変化を適確に把握すること、また移動床模型実験により、事前にその概略の傾向を調査しておくことが強く要求される。

参考文献：“Reference Note on the Beach Erosion of Vizagapatam Port”

April, 1968 一本調査団著（インド政府へ中間報告書として提出したもの）

#### 4-6 港 灣 工 事

ビサカパトナム外港建設の工事量は、かなり大きなものであり、高度の施工技術の採用と大規模な工事施工計画なしでは、工事着工の決定後4年間で完成することは困難であろう。

特に岩の浚渫、および防波堤が混成堤である場合には、ケーソンの製作が工事全体の隘路となる可能性もあり注意を必要としよう。

工事実施にあたっては、工程の進捗をはかると同時に、手戻り障害を最小におさえるために、気象、海象を考慮に入れた巧みな工程、施工技術が必要とされよう。

##### 4-6-1 浚 渫

###### (1) 土砂の浚渫

提供された深淺図を用い、航路を-17.5m、ベーションを-16.0mに浚渫すると、その土

量のオーダーは400万 $m^3$ 程度、また、航路を-19.0m、ベーションを-18.0mに浚渫すると、その土量のオーダーは1,400万 $m^3$ 程度と推定される。

防波堤の延長に対応して施工するにしても全体の土量が多いので操船の支障のない範囲から始めて段階的に浚渫する施工計画が必要とされよう。

#### (2) 岩盤浚渫

カッター・サクショ・ドレッジャーで容易に浚渫できる軟岩の厚さは、ウォッシュ・ボーリングで掘れなくなった点から2mであると仮定し、ピサカパトナム第3案の計画案で石炭パース前面の岩盤浚渫は行わないものとして概算を行なうと、その浚渫岩量は15~20万 $m^3$ のオーダーであると推定される。

これだけの岩量を、水深-19.0~-20.0m程度まで短い工期で浚渫するには、大型で性能のよい砕岩船の使用が必要となろう。

いづれにしても、浚渫に発破を必要とする岩量を正確に知るために、コア・ボーリングなどによる詳細な調査を実施するとともに、岸壁法線、ターニング・ベーションの位置の多少の変更を検討して、浚渫すべき岩量をできるだけ少なくすることが望ましい。

### 4-6-2 防波堤工事

#### (1) 工事量

設計により大幅に変動はするが、その工事量のオーダーは次の程度であろう。

##### 混成堤の場合

捨石	60万 $m^3$
コンクリート・ブロック	20万 $m^3$
コンクリート・ケーソン	
長さ15mのもの	90函
長さ10mのもの	80函

##### 捨石堤の場合

捨石	160万 $m^3$
コンクリート・ブロック	20万 $m^3$

実際の捨石の量は、法先の洗堀あるいは捨石の海底土中へのめり込みなどが著しいと、設計量と大幅な差が出るので注意を要する。

#### (2) 混成堤施工の場合

ケーソンの製作にはかなりの時間を必要とするので、製作施設は十分に整備されなければならない。

ケーソンの据付けは、サイクロンあるいはSWモンスーン期を除いて比較的容易の様に思われるが、波、流れのある時にケーソンを据付けるのは、かなり高度な技術、経験を必要とし、慎重に施工計画を検討することが望まれる。参考までに日本における防波堤建設の例について述べれば鹿島港、小名浜港は、いずれも長期、中期、短期の波浪予測を行ないながら、ケーソンの急速据付けを行なってお



り、鹿島港は1967年にケーソン6.7函、延長1000m据付けの実績を持ち、小名浜港は1966年度に4.0函、延長400mの据付け実績を持っている。

これらの港においては、波浪観測装置による観測が十分に行なわれており、予測結果と実測との比較が行なわれ、さらに予測精度の向上と、それにとりまう施工の進捗がはかられている。

小名浜港の場合、短期予測の適中率は許容誤差を0.5mとした場合、1967年3月において70%といわれ、ケーソンの年間据付個数はそれ以前の数倍になっている。

なお、コンクリート・ケーソンは、施工中に波により被災することが多いので注意を要し、また、人力によらざるを得ない捨石均しを最小限におさえるなどが施工能率を上げるためには注意しなければならない点である。

### (3) 捨石堤施工の場合

施工現場に近い所から、安価で良質な石が大量に得られるのは、捨石堤選択の1つの魅力となっている。

しかし、捨石量が非常に多いので、これを短期間で完了するためには、大規模な施工計画を必要とする。

参考までに大規模な捨石工事例をあげれば、日本においては、大船渡港の対津波防波堤の例があり、1963年には、1日平均1,500m<sup>3</sup>、1964年には1日平均3,000m<sup>3</sup>の捨石を行なっている。また、オランダのアムステルダム港では、総延長3,300mの捨石堤が、大規模な工事計画により施工された例などがある。

混成堤の場合も同様であるが、施工中あるいは施工後の法先の洗掘、捨石の埋没、散乱などの被災に注意し、それを最小におさえるための工夫が必要であろう。しかし、ある程度の施工中、施工後の災害はやむを得ないものであり、それを事前に計画に盛り込んでおくことが望ましい。

## 4-7 荷役機械

### 4-7-1 シップ・ローダー

(1) クリア・ハイト、アウトリーチ、ワーキング・レンジ、150000DWTの鉱石専用船に対応できる様なクリア・ハイト、アウトリーチをシップ・ローダーに持たせると同時に、50000DWT程度の船型にも適合できる様な構造を持たせることが必要である。

なお、150000DWTのために必要な諸値は次のとおりである。

クリア・ハイト	: 基準面以上20.2m
アウトリーチ	: 船巾の1/2, すなわち、22.0m
ワーキング・レンジ	: 210m

### (2) 能力および台数

当初6000t/hの能力を持つシップ・ローダー1基を設け、対象船舶の大型化、ならびに取扱量の増加に対応して、同型のシップ・ローダーを1基増設することは、最近の諸国における例からみても適当であろう。

ただし、当初設置台数が1基の段階では、ハッチ換えによる荷役効率の低下、事故、修理対策などに注意を要する。

#### 4-7-2 ベルト・コンベヤー

##### (1) 起動, 停止

ベルト・コンベヤーのモーター・トルクは、鉱石を満載状態でも起動できるだけの十分な大きさを持たせる必要がある。また、サージ・ピンを設けるにしても、荷役終了時にサージ・ピンに収められる鉱石の量は、できるだけ少ない方が望ましいので、停止制御は良好に行なわれるようにする必要がある。

##### (2) 能力, ライン数

当初、ベルト巾1500mm, 能力6000t/hのものを1ライン設置し、シップ・ローダーを増設する段階に至って、さらに同型のベルト・コンベヤーを1ライン追加するという計画は妥当であろう。ただし、地下道部、高架部は当初から2ラインのスペースをとっておくことは適当な処置である。

なお、市街地を通過する部分は、防じん、危険防止のため、カバーを設けるなどの処置をとることが望ましい。

#### 4-7-3 サージ・ピン

2基のシップ・ローダーへの鉱石の配分を均等にするため、サージ・ピンを設けることは有効であろう。これによってハッチ換え時のストックを行なうこともできる。

荷役終了時には、ベルト・コンベヤーの良好な停止制御によって、その上の鉱石の残量をできるだけへらす様に考えるのが適当であろう。サージ・ピンから貯鉱場へ大量の鉱石を返送するのは容易なので、銘柄数に応じたサージ・ピンの設置などの工夫を必要としよう。

#### 4-8 陸上における鉱石積出施設

##### 4-8-1 カー・ダンパー, ダンパー・ヤード

##### (1) 年間600~800万トンの取扱段階

現在の実績は、55トン貨車40両を1列車とする列車を、1日に平均4列車扱い、年間230万トンである。

ダンパー・ヤードにおいて、機関車が鉱石仕分場から1列車を引き出し、再び鉱石仕分場にもどるまでの理想回転時間は195分とされているが、実際の回転時間はこれより長いものと推定される。

また、カー・ダンパーの設計回転時間は135秒、実回転時間は150秒で、平均23両/時の能力を持つといわれているものが2基ある。すなわち、2基の合計能力で、55トン貨車の場合2500t/h、70トン貨車の場合3200t/hであるとされているが、実績によれば、55トン貨車で1700t/hであり、70トン貨車にしても、2200t/h程度であろう。

詳細な運行計画、配線改良計画が呈示されていないので、正確な判断は下せないが、運行計画の改善(機関車回転時間のオーバー・ラップを含む)、配線(特に空車線、カー・ダンパーへの押上げ線)

の改良計画、カー・ダンパー作業の改善などにより、機関車の実回転時間を短縮し、さらに70トン貨車の導入をはかれば、年間600~800万トンの取扱いは可能であろう。

#### (2) 年間600~800万トン以上の取扱段階

現在のカー・ダンパーおよびダンパー・ヤード施設では、かなりの施設改良あるいは作業計画の改善を行なっても、年間600~800万トン以上の取扱いは行なうことは困難であると思われる。

従って、別途にカー・ダンパーおよびダンパー・ヤードの新設を行なって、この段階に対処する必要があり、そのためのスペースを今から確保と同時に増設計画の樹立と改良時期の検討を行なっておくべきである。

### 4-8-2 貯鉱場およびヤードのベルト・コンベヤー、スタッカー、リクレーマー等

#### (1) 貯 鉱 場

貯鉱場は現存の貯鉱場(計画能力400000t)を利用すると共にNorth Western Armに流れ込んでいる流域の方へ増設をし、更に船型の大型化と取扱量の増加に対応し、積高の増加(12mにする計画)及び現存の鉱石パスの方向への延長が計画され、最終的には1200万トンの取扱いに対応する予定となっている。

#### (2) スタッキング・システム

現在は2台のカー・ダンパーによりホッパーに落された鉱石は、2台のフィーダーを介して $\#1$ コンベヤー、 $\#2$ コンベヤーを経てスタッカーにより貯鉱されている。又スタッカーから $\#2$ コンベヤー上のホッパーを介して、コンベヤー上に再びのせられ、直接船積みすることもできる。

$\#1$ 、 $\#2$ コンベヤーはいずれも2670t/hの能力をもっているが、現在改良計画がなされており、1968年6月には $\#2$ コンベヤーは3200t/hの能力をもつといわれている。

外港計画においては、ストックパイルを増加するので、このため3000t/hのコンベヤーと3000t/hのスタッカーの増設が行なわれる。

#### (3) リクレーミング・システム

現在のストックパイルは公称能力1300t/hのパワーシャベル2台(実能力は2台で1000t/h程度)で取扱われ $\#2$ コンベヤー上のホッパーを介し、 $\#2$ コンベヤー、 $\#3$ コンベヤーを経てサージ・ピンに至り、ローダーへのコンベヤーに連らなっている。

現在2000t/hのバケット・ウィール、リクレーマーを発注すると共に $\#2$ 、 $\#3$ コンベヤーを3000t/hに増加する予定となっている。

外港計画においては第1段階では $\#2$ コンベヤーは貯鉱作業のみに使用し、払出し用としてこれと反対方向に走るコンベヤー(3000t/h)2条とこれに要するリクレーマーを設けることとなっている。

更にローダーが増設される第2段階には、コンベヤー、リクレーマーの増設が行なわれる。

#### (4) 整備計画に関する所見

外港計画に対して、現有の貯鉱場及び諸機械設備を利用し、これを改良、拡張することは妥当な計画と思われる。

しかしながら、反面現有設備を利用することによる制約が多いから、綿密な計画をたてる巧みな改良順序をとる必要がある。

現在十分な計画が行なわれていなかったので、フィージビリティ調査において十分の検討を希望する。特にストックヤードについては既存のヤードには600万トンの積出しに対応する能力をもたせカーゴランパーの増設を行なう段階においては、コンベヤー路線の中間に新しいヤードを設け、別に600万トンの積出しに対応する能力をもたせ、併せて1,200万トンの積出しに対する方が有利であるとする。

このほかに気付いた点について以下に列挙する。

(a) 現有の積出設備をいついかなる目的に利用するかを早急に検討する必要がある。

(b) 貯鉱場については、対象船舶の大きさ、取扱貨物量に応じた貯鉱量及びこれに必要な貯鉱場の広さを段階的に定め、そのための対策を早急に定める必要がある。特に地盤の良くないことから積高の決定は慎重にすべきで、もし必要ならば地盤改良を計画に折込むべきである。いずれにしても将来の拡張の余地を考える必要がある。

(c) 第1コンベヤーの能力は現在改良計画がないが、72トン積み貨車の利用とも関連して、フィーダーを含め3000t/h以上とする必要がある。現有スタッカーの能力についても同様である。

(d) 近々増設予定の2000t/hのリクレーマーは、新港計画にも対応できるよう3000t/hに改良できる構造としておくのが、得策と思われる。一方現有のパワーシャベルは現有バースでの積込みのために使用する等他の目的に使用することを考えた方がよい。

(e) 第1段階では6000t/hのローダー基に対し、リクレーマーの能力は3000t/h×2計6000t/hとし、第2段階の6000t/hのローダー二基に対しては、リクレーマーの能力は3000t/h×3計9000t/hとしサージ・ビンによって能力の確保をするような計画と思われるが、リクレーマーの実能力は公称能力に対し、相当低く考える必要があると思われるので、更に一基のリクレーマーを追加することが望ましい。

#### 4-9 タグボート，航路標識，航行管制，その他

##### 4-9-1 タグボート

インド案によれば1500H.P.を2隻新造し現有の1200H.P.2隻と合せて計4隻の使用を考えているようであるが、タグボートについては十分検討の必要がある。

日本における考え方としては、海難防止協会は、10万D.W.T.船型に対し2000H.P.4隻、瀬戸内海パイロットは2000H.P.又は、2500H.P.3隻、日本作業船協会の調査によれば、8万D.W.T.～10万D.W.T.船型に対し2500H.P.3隻等の例があげられる。

なお10万D.W.T.船型の諸抵抗は風力10m/secの横風、移動速度0.15m/sec，潮流0.10m/sec，満載状態とした場合、風圧力16トン、水抵抗38トン、合計54トンとなる。従ってタグボートの作用振れ角度を±30度とすればタグボートの所要推力は $\frac{54}{\cos 30^\circ}$ トン=62.5トンとなり、タグボートの推力を100H.P.当り1トンとすれば6250H.P.の馬力が10万D.W.T.船

型に対し必要となる。

タグボートの馬力、所要変数は上記数値を参考にして、本船の着け放しに要する時間の短縮、海難事故防止等の見地から判断さるべきものとする。

#### 4-9-2 航路標識

- a) 航路管制の面から、ハーバー・レーダーの設置が望ましい。
- b) 航路浮標、航路標識灯設置の必要は言うまでもない。
- c) V.H.F. の設置は是非必要である。
- d) トランシーバーはパイロットが現在使用しているものと考えられるが、外港においてもその活用は必要である。
- e) 防波堤先端には灯台設置の要ありと考える。

#### 4-9-3 航行管制

- a) 計画案の水路幅では航行管制は絶対必要である。
- b) 出入港の優先順位は港湾管理規則に明記する必要がある。優先順位の指示は V.H.F. だけでなく、目にみえるもので明示する方が望ましい。

#### 4-9-4 鉱石・石油専用船の取扱いについて

ガス・フリー検査についてガス濃度の基準等を港湾管理規則で定める必要がある。また専用のタンク・クリーニング業者の育成も必要と考えられる。

なお将来いかなる海域にも油の投棄は出来なくなるので鉱石・石油専用船の廃油処理についての対策は港湾計画に十分考慮される必要がある。

表一 I PORT CONDITION OF IRON & STEEL COMPANIES IN JAPAN

(as of August, 1967)

Companies	Ports	Channel width (m)	Channel depth (m)	Berth name	Berth length (m)	Berth depth (m)	Maximum permissible draft (m)	Unloader for ore	Unloader (capacity x number) for coal
Yawata	Yawata	220	9.0	No.16/17/18	150 each	9.0	8.5	1,500 t/h x 1	1,000 t/h x 2
						11.0	10.5		
	Tobata	400	13.0	No. 2 No. 3	200 250 290 290	11.0	11.0	400 t/h x 2	1,000 t/h x 2
						13.0	13.0		
						12.0	12.0		
						12.0	12.0		
						12.5	12.5		
						17.0	17.0		
	Sakai	300	12.5	No. 2 No. 3	210 255	12.5	12.5	1,000 t/h x 2	1,500 t/h x 2
						17.0	17.0		
* Kimitsu	350	17.0	No. 2 No. 3	285 335	17.0	17.0	500 t/h x 3	1,500 t/h x 2	
					17.0	17.0			
Fuji	Murooran	300	13.0		220	13.0	13.0	1,000 t/h x 2	700 t/h x 1
						9.3	9.3		
	Kamaislii Hirohata	90 250	13.0 13.0	Tsuruta Chuo	230 423	9.3	9.3	1,500 t/h x 2	300 t/h x 1
						13.0	13.0		
	Nagoya	250 200	13.0 12.0	Kamota	762 500	7.5	7.5	1,500 t/h x 2	300 t/h x 1
						13.0	13.0		

Companies	Ports	Channel		Berth		length (m)	depth (m)	Maximum permissible draft (m)	Unloader (capacity x number) for ore	Unloader (capacity x number) for coal
		width (m)	depth (m)	name	depth (m)					
Nippon Kokan	Kawasaki	100	9.0	Oshima	9.7	293	9.0			
		100	9.0	Ogimachi	9.2	447	9.0			
	Yokohama Fukuyama	340	12.0	Ogishima	13.5	320	11.8	1,000 t/h x 2	750 t/h x 2	
		85	9.0	No. 2	9.0	130	8.8			
		300	14.0	No. B	16.0	280		1,500 t/h x 2		
				No. F	11.0	180				
Kawasaki	Chiba	250	12.0	No. 1	9.5	500	9.5			
		250	12.0	No. 2	12.0	530	12.0			
	Mizushima	350	16.0	No. 1	16.0	304	13.5	1,500 t/h x 1		
		350	16.0	No. 2	11.5	200			500 t/h x 2	
Sumitomo	Wakayama	200	13.5	No. A	9.5	172	9.5	250 t/h x 1, 500 t/h x 1		
				Bo. B	14.0	365	13.0	500 t/h x 1, 700 t/h x 1		
	Kokura * Kashima	130	10.0		10.0	246	10.0	300 t/h x 2		
			16.0		16.0					
Kobe	Amagasaki	140	11.0		11.0	366	9.5			
		220	13.0	KS No. 2	10.0	236	9.0			
	* Kakogawa	400	16.0	KS No. 3 (for oil/ ore)	13.0	334	12.0			
				"	14.0	300				
				16.0	350					
				"	350					
				"	350					
Nakayama	Funamachi	150	9.0	Nakayama	9.0	160		150 t/h x 3		
					9.0	160			120 t/h x 2	
Osaka	Nishijima	150	10.0	Sakurajima	9.4	180	9.2			
Nisshin	Kure	no limit	no limit	No. 2	11.0	130		300 t/h x 2		

Remarks. \* = under planning

表 - 2 (1)

DIMENSIONS OF JAPAN'S ORE CARRIERS (OVER 70,000 DWT)

(as of July, 1967)

Name of ships	Cargo	DWT	Lpp	W	D	d
Wakahata	ore	93,113	240.00	36.80	17.60	12.90
Tsukushi	ore/oil	91,256	226.06	36.00	19.10	13.268
Chitosegawa	"	88,458	226.06	36.00	19.10	12.890
Chihayakawa	"	86,097	225.00	35.30	19.00	12.835
Yashimasan	bulk	85,721	231.00	36.00	18.50	12.439
Fujisan	ore	84,221	232.00	34.80	18.25	12.338
Ynsui	ore/oil	81,350	222.00	36.20	16.80	12.20
Australia	ore	81,305	225.00	35.30	18.50	12.22
Yawata	"	81,144	216.00	35.70	18.70	12.64
Oiso	"	81,144	216.00	35.70	18.70	12.58
Shoku	bulk	75,931	236.22	31.85	18.74	11.93
Ogishima	pellet	73,037	-	-	-	11.952



表 - 2 (2)

**DIMENSIONS OF VESSELS (OVER 70,000 DWT) ORDERED FOR CONSTRUCTION TO  
JAPAN'S SHIPBUILDING COMPANIES DURING APRIL, 1967 - MARCH, 1968**

Ship Owner	Cargo	DWT	Lpp	W	D	d
Satankers, Inc. Ltd.	bulk (4)	147,000	272.00	43.30	24.69	17.40
San Juan Carriers	ore/oil	127,700	277.00	42.00	22.60	15.77
"	"	127,600	277.00	42.00	22.60	15.80
Vale De Rio Dose Ltd. Navegacao S/A	"	104,773	248.00	38.00	21.30	15.69
"	"	104,700	245.00	38.94	22.30	15.70
N. Y. K.	ore	101,700	249.00	39.60	19.70	14.40
Japan Line	ore/oil	98,300	244.00	38.94	20.90	14.60
O.S.K. & Nihonkai Kisen	"	95,915	244.00	38.94	20.90	14.30
Showa Kaiun	"	97,600	240.00	38.00	21.30	15.00
Mitsui O.S.K.	"	97,580	240.00	38.00	21.30	15.00
Japan Line	"	96,200	244.03	38.94	20.60	14.49
Daiichi Chyuo Ship	ore	92,700	237.00	38.50	19.30	14.10
N. Y. K.	ore/oil	93,700	237.00	38.50	20.60	14.34
"	"	93,700	237.05	38.50	20.60	14.34
H. Clarkson Co., Ltd.	ore	96,700	251.00	40.80	22.50	14.00
Sanko Ship Corp.	ore/oil (2)	89,700	237.00	38.50	20.60	13.85
N. Y. K. & Shinwa Kaiun	"	87,500	226.00	38.00	20.50	14.35
Leif Negh & Co., A/S	"	86,400	237.00	38.94	22.00	13.72
Nippo & Showa	"	82,530	235.00	38.00	21.00	13.25
Japan Line	"	76,700	226.00	36.00	19.10	13.30
General Overseas Financing Co., Ltd.	"	76,000	243.00	36.50	20.00	12.90
Kristiansands Tankrederi A/S Jointly & Severally with A/S	bulk	73,610	242.62	32.16	18.59	13.61

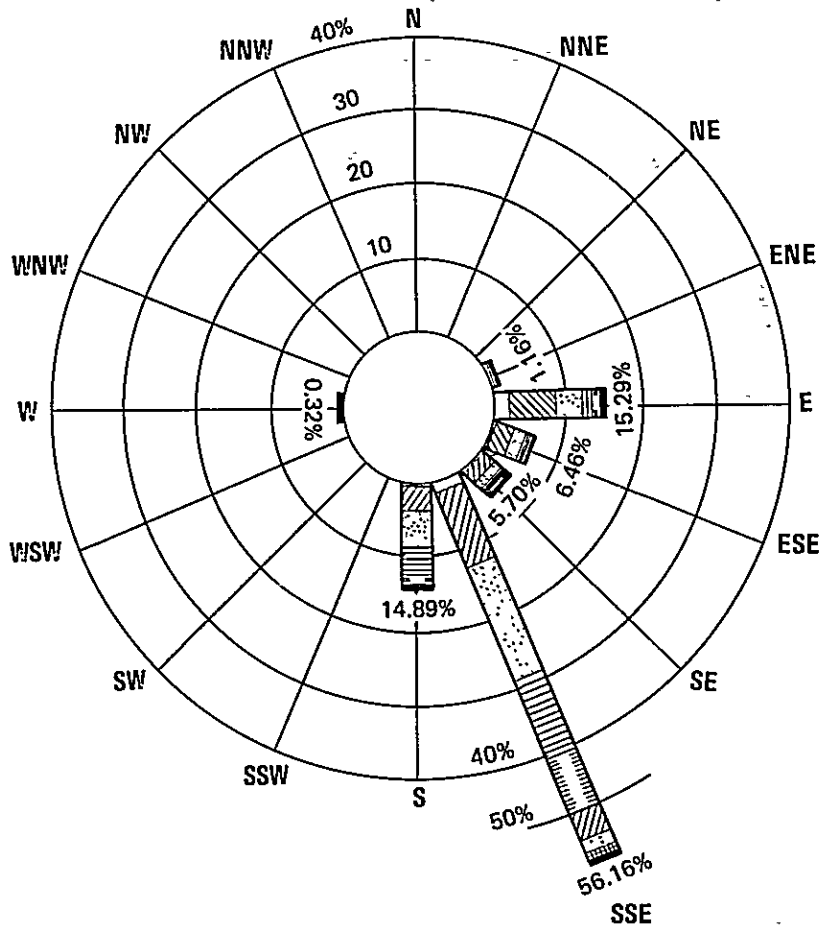
DIMENSIONS OF CHANNEL WIDTH, TURNING BASIN AND LOADER HEIGHT IN SOME PORTS FOR ORE CARRIERS

Ports	CHANNEL WIDTH			TURNING BASIN			LOADER HEIGHT			
	Channel width (m)	Max. LOA (m)	Ratio	Remark	Basin diameter (m)	Ratio	Tugs (HP)	Loader height (above HWL)(m)	Outreach (m)	Size of ship (DWT)
Port Hedland	183	259	0.71	weak current	550	2.2	2,000 x 2	13.1	22.8	55,000
Port Bumpier	152	235	0.65					18.3	21.4	65,000
Geradton	92	185	0.50		336	1.8	1,000 x 1	9.8	15.2	20,000
Glad Stone	183	228	0.80		305	1.5	1,000 x 2 others 2			
New Castle	152	198	0.77	calm	366	1.7	1,000 x 1 900 x 1			
Port Kembla	113	222	0.51	calm	600	2.3	1,250 x 1 1,600 x 1	13.5	29.0	100,000
Tubarrao	205	259	0.79							
Long Beach	122	113	0.57	calm				12.8	15.3	65,000
Los Angeles	152	259	0.42		760 x 445	2.9 x 1.7		15.2	21.3	80,000
Nonfolk	244	305	0.80	calm				14.0	30.4	80,000
Pittsburgh	165	228	0.72	calm				18.3	20.7	50,000
Lorencio Margues	101	220	0.46					12.2	17.7	50,000
Port Elizabeth	366	265	1.38	weather, sea cond. bad						
Visakhapatnam	76	193	0.40		366	1.9	1,500 x 2 1,000 x 1 900 x 1	12.6	17.7	35,000

Ports	CHANNEL WIDTH			TURNING BASIN			LOADER HEIGHT			
	Channel width (m)	Max. LOA (m)	Ratio	Remark	Basin diameter (m)	Ratio	Tugs (HP)	Loader height (above HWL) (m)	Outreach (m)	Size of ship (DWT)
Paradeep	190	193	0.99		360	1.9	1,000 x 1	12.5	17.1	35,000
Red Wood	92	166	0.55		520 x 274	3.1 x 1.7				
Huasco										
Chiba	250	250	1.00		500	2.0	1,400 x 2	13.0	18.3	68,000
Dokai	120	166	0.72					18.0	22.2	50,000
Himeji	220	220	1.00					17.9	19.8	20,000
Muroran	300	250	1.20					18.1	16.0	50,000
Sakai	250	230	1.09		390	1.7	1,800 x 1 1,500 x 3 1,600 x 1	21.2	14.8	75,000
								17.6	22.5	55,000
Kokura	200	190	1.05	current				19.9	18.5	35,000
Amagasaki	120	176	0.68	calm				20.5	22	37,000
San Nicolas								13.1	18.3	80,000
Mocamedes								18.0	30.5	120,000
Port hatta				(off-shore type)				15.2	22.8	60,000

☒ - 1

Directional intensity distribution of waves during the years.



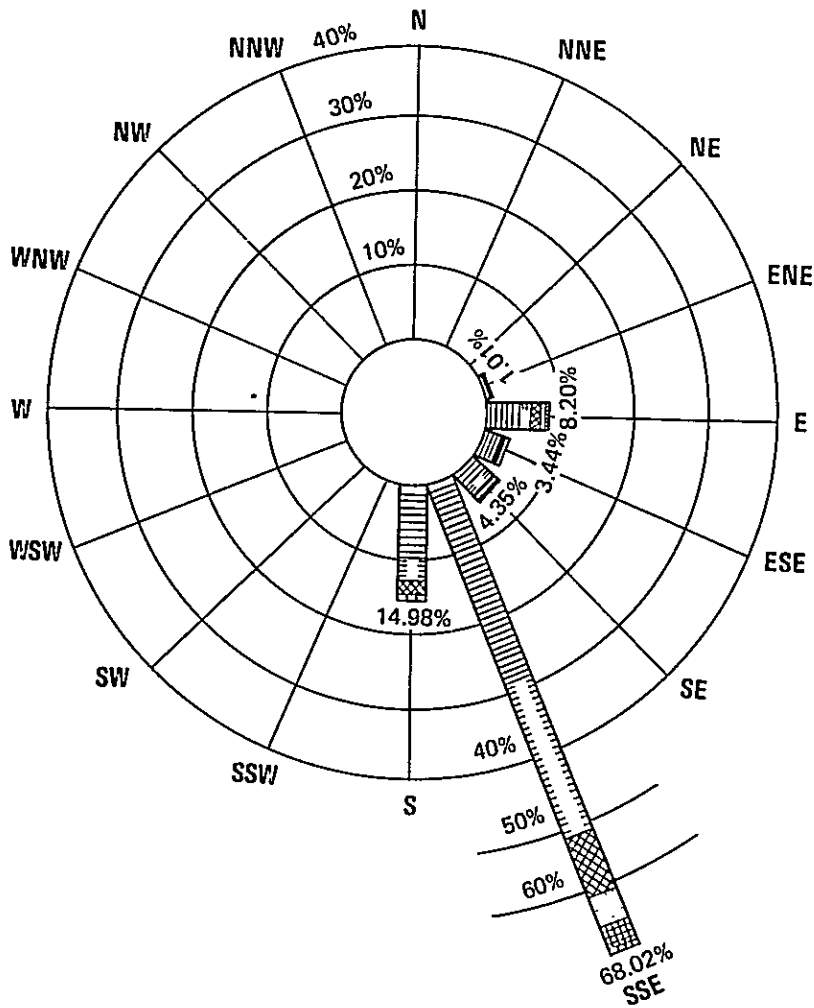
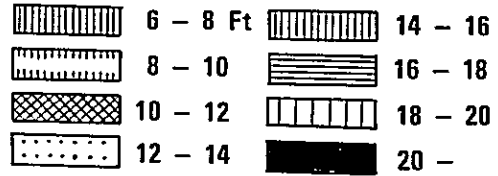
REFERENCES

0 - 2 Ft	10 - 12
2 - 4	12 - 14
4 - 6	14 - 16
6 - 8	16 - 18
8 - 10	18 - 20
	20 -

☒ - 2

Directional intensity distribution of waves higher than 6 feet during the years.

REFERENCES



## 第 5 章 鉄道の現状と将来計画

## 第 5 章 鉄道の現状と将来計画

### 5-1 鉄道建設の経緯

インド鉄道の東海岸本線にあるコタバラサとパイラディラ鉱山のキランドル間445杆のKB線、及びコタバラサからピサカトナム港に隣接し東海岸本線上にあるウォルティアの鉱石専用列車受授線群までの26杆の鉄道建設は、インド国有鉄道によりパイラディラ鉱山の鉄鉱石を年間600万トン輸送する目標で1960年末から計画を開始し、1962年早々工事に着手した。(図-1参照)

その後1966年5月に工事用材料の運搬のため使用が開始し、また、1967年5月から鉄鉱石輸送を開始して1968年3月12日までに190列車約40万トンの鉄鉱石を輸送している。

コタバラサ、ウォルティア間は鉄鉱石輸送専用の線路が東海岸本線に並設されており、列車運行上はキランドル、ウォルティア間は独立した路線となっている。

この線は広軌(軌間5フィート6インチ)幹線の標準にしたがって単線で計画され、急勾配は $\frac{1}{60}$ 、最急曲線は曲線長100フィートに対する交角が $8^\circ$ (すなわち最小曲線半径716フィート)の設計である。(図-2参照)

### 5-2 KB線の現状

#### (1) 路盤および構造物

築堤はトンネル及び切りとりより発生した岩石及び土砂を流用したほか、線路わきより土取りを行なって施工した。したがってラテライト質ロームの築堤が多く、また法面には防護工事の未施行の箇所があり、雨裂や法肩の崩れが散見される。

またトンネルは全線で61箇所あり、そのうち開さく式トンネルは土砂崩壊や落石から線路を防護するためのものであるが一部施行中の箇所がある。

橋梁はインド鉄道規定により設計され、その後ディーゼル機関車の多重連に起因する増加荷重による検算が行なわれた。

#### (2) 軌道

レールの重さは90ポンド/ヤードで、道床の厚さはまくら木の下端より8インチ、施工基面の巾は20フィートである。

現在本線の軌道は碎石道床の一部の敷込みを除いておおむね完成しているが、停車場構内線の一部には軌框の引き延し工事を施行中の箇所がある。

また碎石の散布搦めは活発に行なわれつつあり、碎石が各所に蓄積されている。この碎石の敷込み未了区間と簡易鉄製まくら木を使用している区間は、32KM/時に列車の速度を制限している。

#### (3) 停車場

コタバラサーキランドル間には38箇所の停車場が設けられることになっており、そのうち13箇所(コタバラサ、キランドルを含めて)が既に開業され、1968年3月末には更に3箇所が

開業する運びとなっている。

また停車場には有効長 2,250フィートの待避線が1乃至5線設けられており、各停車場の旅客乗降場の長さは600フィートである。

ウォルティアの新貨車操車場構内の鉱石専用列車受授線群はビサカバトナム港のカー・ダンパーヤードに隣接しており、鉄鉱石輸送列車は主ヤードには入らずに直接この鉱石専用列車受授線群まで運転される。しかし、コタバラサではKB線から東海岸本線に直通運転もできる配線となっている。(図-3参照)

#### (4) 信号装置

信号装置は現在工事中であるが、将来を考慮して通過列車扱いのできる信号機が設備される。

特にS・コターシミリグダ間は色灯式信号機が設備される。これらは、将来トークンレス閉そく式を採用する計画を考慮したものである。

#### (5) 閉そく装置

閉そくはニールス、トークン閉そく式(ボール・トークン式)が採用されることになるが、装置が完備されるまで(1968年10月に入荷予定)は、通券による閉そく方式を用いて列車運転を行なっている。

#### (6) 電気通信施設

電気通信施設は閉そく用回線、運転指令回線、及び保守用回線の3回線がウォルティア-S・コタ間及びアラクーキランドル間に設備されている(S・コターコタバラサ間は地下ケーブル埋設工事中なのでP&Tの回線を利用している。)が、鉄線を使用しているため、全区間を通じての通話はできない。

又、無線電信設備は現在5箇所の停車場において使用されている。

#### (7) 機関車および貨車

機関車はディーゼル電気式のWDM<sub>2</sub>型を使用し、貨車は荷重55.2トンのBOX型を使用しているが、輸送量が増加すれば荷重57.4トンのBOI型を使用する。

#### (8) 機関車及び貨車の運用

機関区はウォルティアの新貨車操車場にあり、定期検査と仕業検査及び燃料補給がここにおいて行なわれるが、キランドルにおいても機関車が折り返す際に燃料補給と仕業検査が行なわれている。

又、東部ガッツ区間における補助機関車の運用はアラクとS・コタ間を折り返し運転を行なっている。

貨車については、簡易な修繕はウォルティアの鉱石車仕分線にあるシツクライン(修繕線)において行ない、ウォルティアとキランドルにおいて各列車の検査を行なうが、そのほか下り勾配運転に対するブレーキ試験をキランドルとコラプトにおいて行なっている。

#### (9) 運 転

鉄鉱石積貨物列車3200トン(BOX型貨車40両)を最急上り勾配 $\frac{1}{80}$ のけん引のためWDM<sub>2</sub>型機関車3重連の総括制御により運転しているが、東部ガッツ区間における $\frac{1}{60}$ の下り勾配



運転に対しては1両の補助機関車を連結して4重連の総括制御による機関車の発電ブレーキにより抑速運転を行なっている。

列車の停止用ブレーキは貨車に装備された真空ブレーキを用い、列車が停止した後機関車の空気ブレーキに切換えて停留している。これは真空ブレーキの緩解時間が大であることから、列車の運行能率の低下を防止するための取扱いである。

#### (10) 運転指令

ジャグダルプールとアラクに副指令所を設けて、それぞれコラブトーキランドル間、コタバラナーコラブト間を受持っているが、これは通信回線が鉄線であるため銅線を使用するまでの漸定措置である。

### 5-3 将来計画

#### (1) 停車場

年間400万トンの鉄鉱石が輸送される時点までにはKB線に38の停車場を開業する予定であり、更に年間1200万トンの鉄鉱石を輸送する時点までには5箇所の停車場を増設する計画である。

#### (2) 閉そく装置

年間800万トンの鉄鉱石輸送が行なわれる時点までには、ニールス・トークン閉そく装置の一部を、トークンレス閉そく装置に切換え、その後の輸送量の増加に伴って順次トークンレス閉そく装置を増設し、閉そく能率の向上をはかる計画である。

#### (3) 電気通信施設

鉄線を銅線に替えて全線にわたる通話を可能にするとともに、ウォルティアに指令所を設置して全線に対して指令を行ない、又、何れの地点からも指令所と連絡し得る沿線電話も設置する予定であり、そのほか何れの目的にも使用し得る予備回線も同時に設備する計画となっている。なお、回線距離が長いために通話が困難をきたすことも考えられるので搬送波の使用についても検討中である。又、無線電信についても全区間使用することとなる。

#### (4) 貨車

新形式貨車BOY型を現在開発中であり、1968年6月に試作車が完成する予定である。BOY型貨車は鉄鉱石専用貨車であり、車長はBOI型と等しく、荷重は72トンと大巾に増え、将来の輸送量の増大に対処する計画となっている。

#### (5) 運転

将来BOY型貨車の採用に伴ない、列車重量が増大するのでこの場合はWDM<sub>2</sub>型機関車の4重連を予定しており、この場合東部ガッツ区間における $\frac{1}{60}$ の下り勾配運転に対してはブレーキ力を補なうため5重連となる。

#### 5-4 むすび

輸送力増強の方策としては、列車回数の増加と単位列車重量の増大の2方策があり、これらの方法について挙げれば次のとおりとなる。

##### (1) 列車回数の増加

- イ、線路の増設
- ロ、停車場の増設
- ハ、列車速度の向上
- ニ、閉そく装置の改善
- ホ、列車運行上ネックとなっている区間の両端に列車の滞留設備の設置
- ヘ、列車運行計画の改善

##### (2) 列車重量の増大

- イ、列車組成車両数の増加
- ロ、大荷重車両の採用

これらの方策のうちKB線における輸送力増強計画は、既に述べた如く単位列車当りの輸送量の増大、即ちBOY型貨車の採用と、列車運行能率の向上即ちトークンレス閉そく装置の採用等に重点が置かれており、かつ輸送量の増加に対応して段階的な列車運行計画がなされている。さらにこの計画は単に鉄鉱石輸送のみでなく沿線開発上、旅客輸送及び一般貨物輸送についても考慮されているのでこれらは妥当な計画と考えられる。

なお、鉄鉱石輸送専用列車についてその貨車連結両数及び列車本数を附記すると、次のごとくなる。貨車の最大連結両数は停車場の待避線有効長から次のとおりとなる。

$$N = \frac{L - (\ell_e + \ell_b + a)}{\ell_f}$$

N：最大貨車連結両数

L：待避線有効長 = 2250 フィート

$\ell_e$ ：機関車の長さ = 56.2 フィート × 4 両 (又は 5 両)

$\ell_b$ ：緩急車の長さ = 30 フィート

a：予備距離 = 100 フィート

$\ell_f$ ：貨車の長さ

上式から最大貨車連結両数と貨車型式との関係を求めると次のごとくなる。

型 式	BOX	BOI	BOY
連 結 両 数	42 両	49 両	48 両

また、上記の連結両数から列車ダイヤグラム設定に必要な鉄鉱石専用列車について、1年を360日稼働とした場合と300日稼働とした場合について貨車の型式別に列車数を求めると、次表のとおり

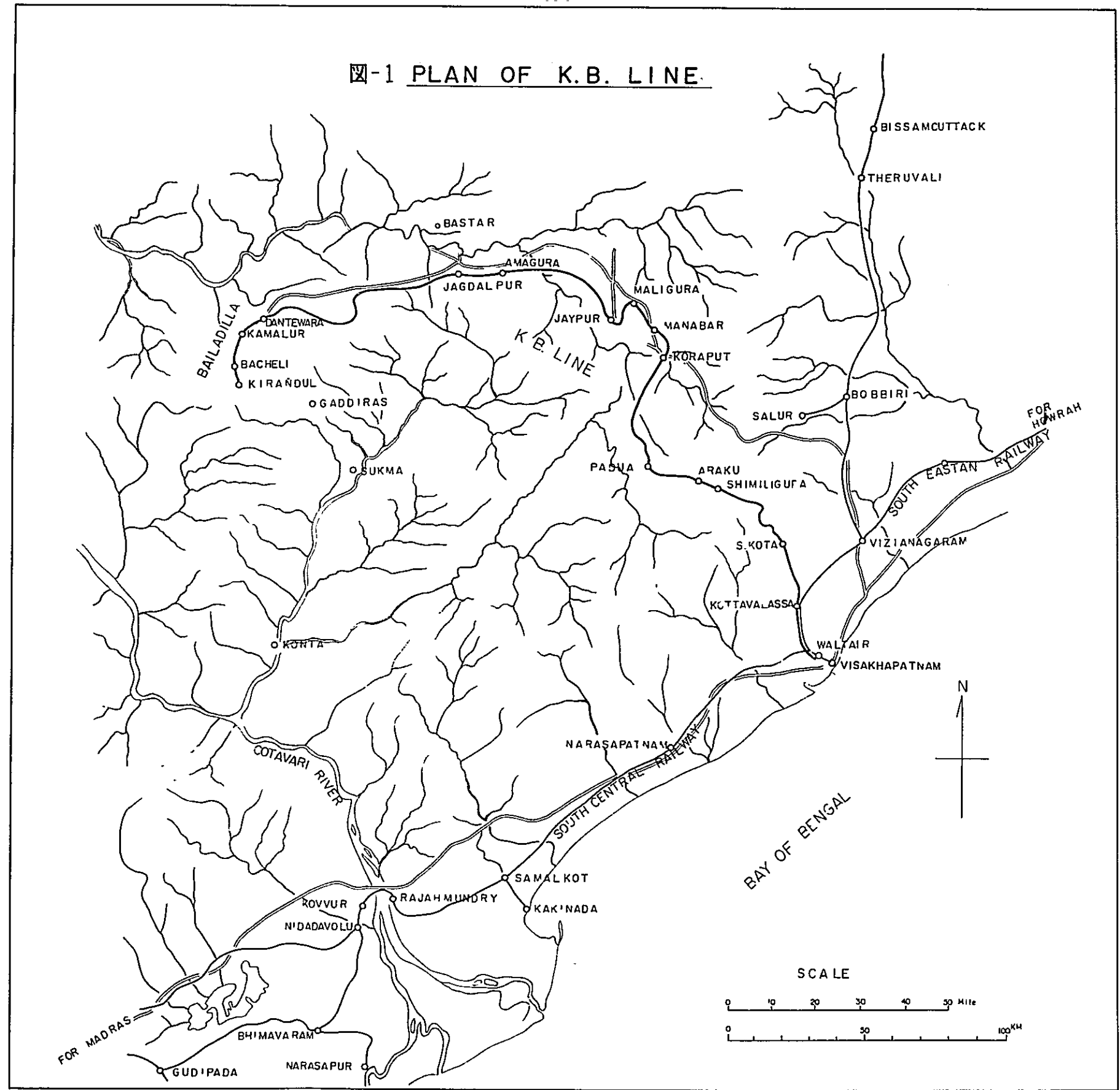
となる。

貨車型式 年間輸送量	BOX型	BOI型	BOY型
400万トン	5 6	4 5	
600万トン	8 9	6 8	5 6
800万トン		8 10	7 8
1,000万トン		10 12	9 10
1,200万トン			10 12

上段： 1年を360日稼働とした場合を示す

下段： 1年を300日稼働とした場合を示す

Fig-1 PLAN OF K.B. LINE.



☒ - 2 KOTTAVALASA-BAILADILLA INDEX SECTION

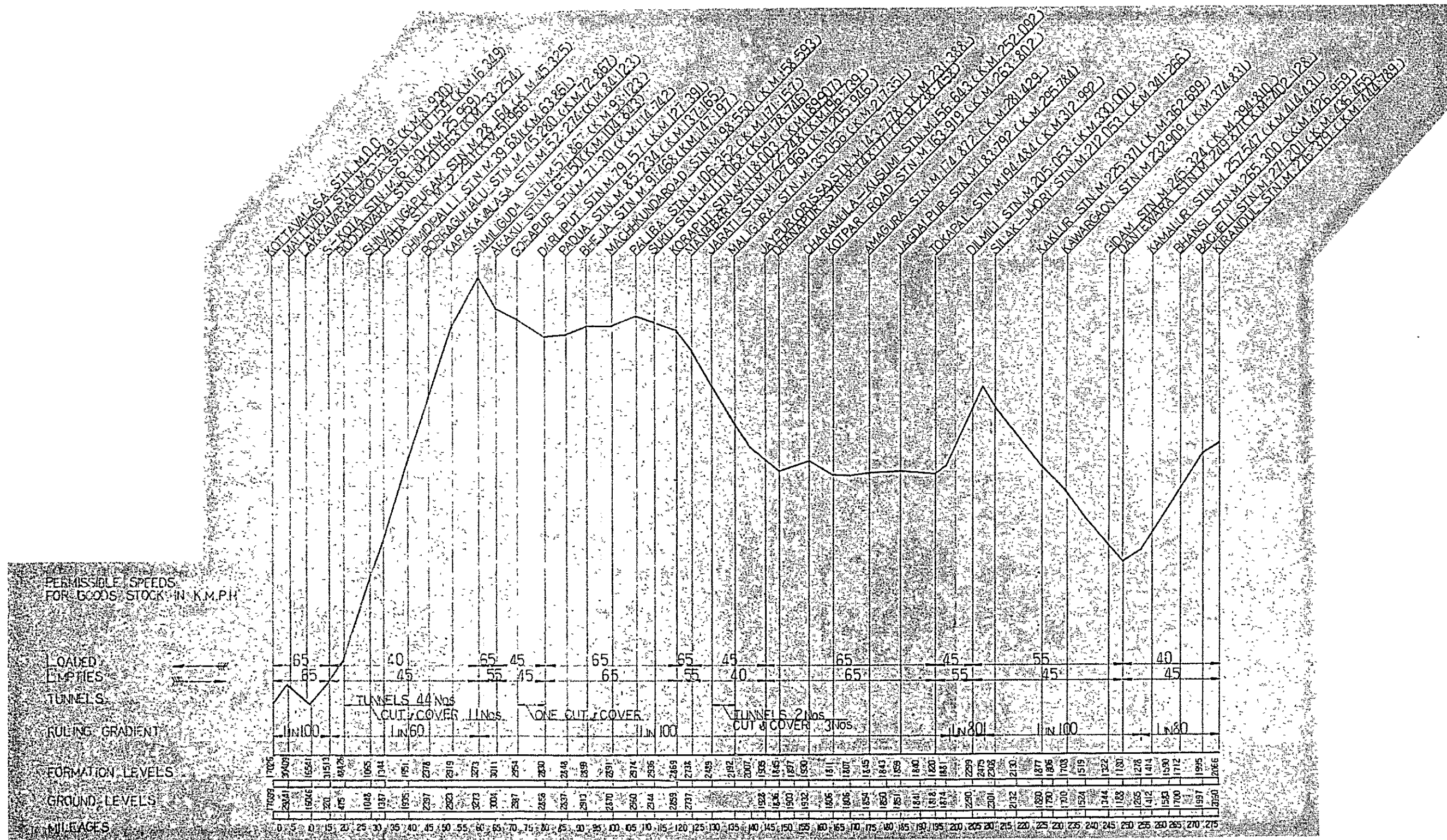
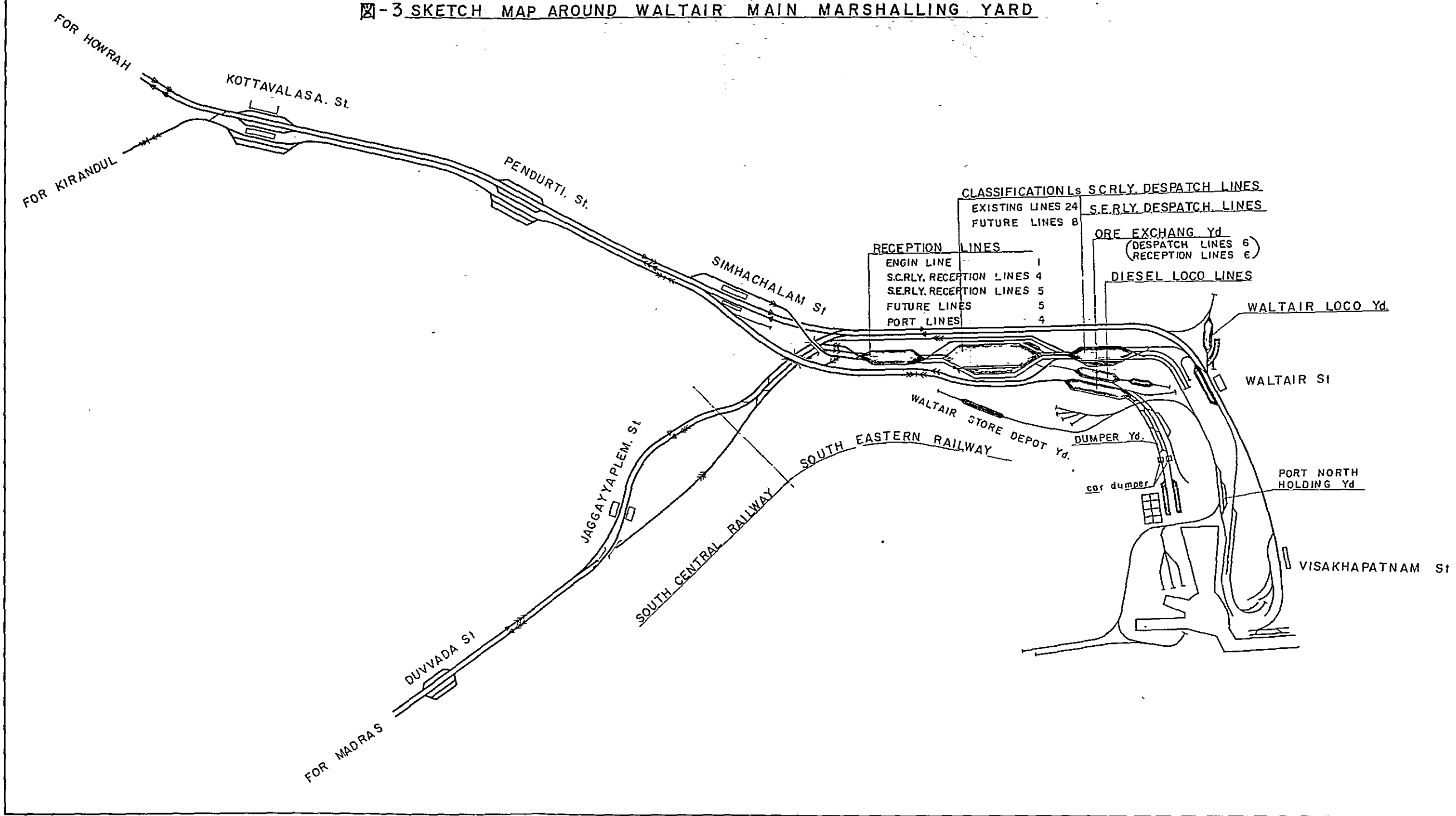


FIG-3 SKETCH MAP AROUND WALTAIR MAIN MARSHALLING YARD



# 付 録

## 第 1 章 ビサカパトナム港の現状

## 第 1 章 ビサカバトナム港の現状

### 1. 一般

#### 1-1 取扱貨物

1963年から1967年に至る取扱貨物量は、表-1に示すとおりである。移輸入は年率平均7%の増加を示しているが、主な増加貨物は磷鉍石、硫黄、原油である。移輸出は、かなり急激な伸びを示し、平均増加率は年25%で、その主なものは鉄鉍石である。

表-1 (1) ビサカバトナム港移輸入 (トン)

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
Animals & live stock	-	-	-	-	-
Arms & ammunitions other than military stores	-	-	-	-	-
Ballast of all kinds	-	-	-	-	-
<b>BUILDING MATERIALS OTHER THAN IRON, STEEL OR WOOD</b>					
1. Bricks & tiles	-	-	-	1778	12
2. Country clay other than china clay	-	-	-	-	-
3. Cement	-	-	-	452	1
4. Other sorts	-	-	-	2975	2027
5. Candles Paraffin wax & tallow	13	25	1	-	622
<b>CHEMICALS OTHER THAN MEDICINES</b>					
1. Calcium	-	-	-	-	-
2. Caustic soda	-	-	-	122	-
3. Ammonium nitrate	-	-	-	-	19275
4. Ammonium sulphate	9162	17931	9419	14094	24846
5. Sulphur	9113	14825	12080	14206	18889
6. Other sorts	19401	26768	27828	52982	79080
Carpets including mating	8	-	-	-	-
China clay	-	-	-	-	-
Coal and coke	-	7577	-	-	-
Coconuts and copra	-	-	-	-	-
Coffee	-	-	-	-	-
Coir including cordage	1	-	-	-	-
<b>COTTON</b>					
1. Raw & waste	-	-	-	-	72
2. Twist and yarn	-	-	-	398	-
3. Piece goods of cotton & silk	-	-	-	10	-
4. Cycles and parts thereof	-	-	-	-	-



Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
Drugs and medicines	18	—	—	103	260
Electrical goods and machineries	720	1867	7035	5551	2389
Dyes	—	—	—	—	—
Fish-wet, dry and salted including canned & bottled	417	251	248	103	169
Flour	—	—	—	—	—
<b>FRUITS &amp; VEGETABLES</b>					
1. Dates, dry and wet	—	—	—	—	—
2. Cashewnuts	—	—	—	—	—
3. Cashewnuts kernels	—	—	—	—	—
4. Groundnuts	—	—	—	—	—
5. Other kinds	—	—	—	—	—
<b>FOODGRAINS</b>					
1. Barley	—	—	—	—	—
2. Koilong	—	—	—	—	—
3. Milo	—	—	—	1323	48486
4. Rice	—	22376	200	10666	7675
5. Somolina	—	—	—	—	—
6. Wheat	358476	324829	361857	338555	319345
7. Other foodgrains	—	—	—	—	4790
Glassware	1	—	6	1	—
Grass and fodder	—	—	—	—	3
Grams and pulses	—	—	—	—	—
Gums and resins	—	—	—	—	—
Hardware and cutlery	—	—	—	—	—
Hemp & Hemp products (fibres)	—	—	—	—	—
Hides and skins	—	—	—	—	—
Illmenite	—	—	—	—	—
<b>JUTE &amp; JUTE PRODUCTS</b>					
1. Raw	1122	—	—	2641	—
2. Gunnies	4893	6409	9654	421	6334
3. Other kinds	16	—	—	233	—
Manure, oil cakes	—	—	—	—	—
Manure, chemicals other than ammonium nitrate and ammonium sulphate	32201	36583	38363	61248	130254
<b>MACHINERIES (OTHER THAN LOCOMOTIVES AND ELECTRICAL &amp; RAILWAY MATERIALS)</b>					
1. Boilers	2301	1718	1017	71	—

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
2. Other kinds	14420	38408	40503	10809	25314
a. IRON AND STEEL					
1. Pig iron	—	—	—	—	—
2. Manufactures of iron and steel	7403	20526	36337	10143	520
b. Wires and nails	11	4	74	224	—
c. Other metals and metal products and ores	207	167	16	244	161
Military stores (Air, army and Navy)	7573	124	—	—	—
OILS					
a. VEGETABLE OILS : NON ESSENTIAL					
1. Coconut	—	—	—	—	—
2. Groundnut	—	—	—	—	—
3. Linseed	—	—	—	—	—
4. Others	—	3	—	—	—
b. ESSENTIAL OILS					
1. Synthetic	—	—	—	—	—
2. Natural	—	—	—	—	—
c. ANIMAL OILS					
Paint and varnish	—	1	—	50	4
Provisions and oilmen stores	—	—	—	—	—
Other than x fruitx	—	—	—	—	—
RUBBER RAW	—	—	—	4	1
RUBBER MANUFACTURED	1	21	11	36	42
RAILWAY MATERIALS					
1. Locomotives	—	—	1399	509	259
2. Other kinds	1786	1074	243	1	13
SALT	—	—	—	—	450
SEEDS OTHER COCONUTS & COPRA					
1. Caster seed	—	—	—	—	—
2. Linseed	—	—	—	—	—
3. Rape seed	—	—	—	—	—
4. Other seeds	—	—	—	—	—
SOAPS.	—	—	—	—	—
SPICES:					
1. Betel nuts	—	—	—	—	—
2. Chillies	—	—	—	—	—
3. Cloves	—	—	—	—	—
4. Ginger	—	—	—	—	—
5. Pepper	—	—	—	—	—
6. Other kinds	—	—	—	—	—
STARCH, DEXTRINE, FERINE	—	—	—	—	—

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
<b>STATIONERY INCLUDING PAPER</b>					
1. Paper and paste boards	53	—	—	—	—
2. Old news paper	—	—	—	—	—
3. Other kinds	1	8	—	—	—
SUGAR	—	—	—	—	—
SHIP BUILDING MATERIAL	7055	8416	7985	15096	5680
TEA	—	—	—	—	—
<b>TANNING SUBSTANCE:</b>					
1. Myrabollams	—	—	—	—	—
2. Wattle bark	—	—	—	—	—
3. Other sorts	—	—	—	—	—
TIN PLATE	—	—	—	—	—
<b>TOBACCO:</b>					
1. Unmanufactured	—	—	—	—	—
2. Manufactured including cigars & cigarettes	75	17	8	13	19
Transshipment cargo	3863	4674	8	7	—
WOOL RAW	—	—	—	—	—
WOOL MANUFACTURED	—	—	—	—	—
WINES, SPIRITS & LIQUORS	16	24	23	29	51
<b>WOOD AND TIMBER</b>					
1. Bamboos	—	—	—	—	—
2. Fire wood	—	—	—	—	—
3. Plywood including teachest & shocks	—	—	—	—	—
4. Other sorts	602	1509	—	385	63
Miscellaneous	1236597	1312945	1355264	1338948	1529897
Total	1717526	1849080	1909579	1893431	2227003

表-1 (ロ) ビザカバトナム港移輸出 (トン)

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
1	2	3	4	5	6
BALLAST OF ALL KINDS	—	—	—	—	—
BONES AND BONE MEAL	1162	646	1564	1490	2039
<b>BUILDING MATERIALS OTHER THAN OF IRON, STEEL &amp; WOOD</b>					
1. Cement	—	—	—	—	—
2. Bricks and tiles	—	—	—	—	—
3. Chalk and lime	—	—	—	—	—
4. Others	—	—	—	—	—
BUNKER COAL	60354	51608	34976	16496	3725

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
CHEMICALS & CHEMICAL PREPARATION INCLUDING CHEMICAL MANURE AND MEDICINES	35	1	-	-	-
COAL AND COKE		-	-	-	-
COTTON					
1. Raw and waste	-	-	-	-	-
2. Twist and yard	-	-	-	-	-
3. Piece goods of cotton & silk	-	-	-	1545	34
CARPETS INCLUDING MATTING	-	2	3	1	-
COIR AND ROPE	-	-	-	-	-
COFFEE	-	-	-	-	-
DRUGS AND MEDICINES:					
1. Nuxvomica	7	16	-	-	-
2. Quinine & Chinchona bark	-	-	-	-	-
3. Other kinds	1	-	22	-	-
DYEING AND TANNING SUBSTANCES					
1. Myrabollams	17010	12130	13185	16809	8312
2. Barks	-	-	-	-	-
3. Other kinds	-	-	-	-	-
ELECTRICAL GOODS	4	-	5	2	86
FISH, WET, DRY AND SLATED INCLUDING CANNED & BOTTLED	20	10	-	-	-
FLOUR	-	-	-	-	-
FOODGRAINS & PULSES					
a. FOODGRAINS					
1. Rice	-	-	19	3004	-
2. Wheat	37737	-	2	-	-
3. Barley	-	-	-	-	-
4. Other kinds	249	-	-	-	-
5. Pulses and grams	83	-	-	-	-
FODDER AND GRASS	-	-	-	-	-
FRUITS AND VEGETABLES INCLUDING SALTED PRESERVED					
1. Coconut and copra	-	-	-	-	-
2. Cashewnuts	-	-	172	-	1346
3. Groundnuts	-	-	-	-	-
4. Tamarind	-	-	-	-	-
5. Mangoes	-	-	-	-	-
6. Onions	-	-	-	-	-
7. Other kinds	-	-	-	-	-
GUMS & RESINS OF ALL SORTS	-	-	-	-	-
HARDWARE INCLUDING CUTLERY	-	-	-	-	-
HEMP & HEMP PRODUCTS	322	1192	1290	311	255
HIDES AND SKINS	-	-	2	3	76

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
ILMENITE	—	—	—	—	—
JUTE RAW	21188	2637	1930	393	—
JUTE MANUFACTURED					
1. Gunnies	5972	8823	1249	—	144
2. Other products	1014	2827	2810	5420	—
LAC, RAW AND MANUFACTURED	—	—	—	—	—
MACHINERIES OTHER THAN RLY MATERIALS	805	21	81	104	26
MANURE OIL CAKE	14617	8616	7604	11010	9427
MANURE, CHEMICAL	—	—	—	—	—
MOLASSES	54672	32743	4000	24740	40958
MICA	103	—	—	133	—
MILITARY STORES	—	102	—	—	—
METALS OTHER THAN ORES					
a. Iron and steel					
1. Pig Iron	16735	2674	—	—	133481
2. Wires and nails	20	1	—	—	—
3. Other manufactures of Iron and steel	47	306	3065	2749	30422
b. Scrap	—	—	—	—	—
c. Other metals and metals products	—	40	—	—	—
OILS					
a. Vegetable oils nonessential					
1. Coconut	—	—	—	—	—
2. Groundnut	—	—	—	—	—
3. Linseed	—	—	—	—	—
4. Mustard	—	—	3	—	—
5. Others	33	—	—	—	—
b. Essential oils	—	—	—	—	—
c. Animal oils	—	—	—	—	—
ORES					
1. Iron Ore	143193	351283	481904	1087900	1975062
2. Manganese Ore	366545	397890	576429	544484	582807
3. Chrome Ore	—	—	2146	—	14008
4. Kyanite Ore	—	—	—	—	—
5. Bauxite Ore	—	—	—	—	—
6. Other Ores	—	—	—	—	—
PAINT AND VARNISH	—	—	—	—	9
PAPER AND PASTE BOARDS	1158	—	—	—	—
PROVISIONS & OILMEN STORES	—	—	95	10	13
PALMYRA FIBRE	—	—	—	—	—

Commodity	1962-63	1963-64	1964-65	1965-66	1966-67
RAILWAY MATERIALS	84	12389	3968	20682	10989
RUBBER RAW	-	-	-	-	-
RUBBER MANUFACTURED	-	-	-	-	-
SALT	-	-	1	-	-
SEEDS					
1. Castor seed	-	-	-	-	-
2. Mustard seed	-	-	-	-	-
3. Moa seed	-	-	-	-	-
4. Linseed	-	-	-	-	-
5. Niger seed	182	222	6	1020	576
6. Rape seed	-	-	-	-	-
7. Other seeds	280	278	132	221	3000
SHIP-BUILDING MATERIALS	28	-	-	-	-
SPICES					
1. Betel nuts	-	-	-	-	-
2. Chillies	-	-	-	-	-
3. Cloves	-	-	-	-	-
4. Ginger	-	-	-	-	-
5. Pepper	-	-	-	-	-
6. Turmeric	-	-	-	-	-
7. Other sorts	-	-	-	-	-
SUGAR	40042	68355	32336	69114	71150
TEA	-	-	-	-	-
TEA WASTE	-	-	-	-	-
TOBACCO					
Unmanufactured	11666	5603	5372	11004	-
Manufactured					
1. Beedies (Beedi leaves)	-	-	-	-	-
2. Cigars	-	-	-	-	-
3. Cigarettes	-	-	5	-	-
4. Other sorts	-	-	-	-	-
TRANSHIPMENT CARGO:	3835	3974	7106	1389	-
WINES, SPIRITS & LIQUORS	93	-	-	-	-
WOOL RAW	-	-	-	-	-
WOOL MANUFACTURED	1	3	2	-	-
WOOD AND TIMBER INCLUDING MANUFACTURES THEREOF	-	-	-	-	-
1. Firewood	-	-	-	-	-
2. Plywood including tea-chest and shocks	-	-	-	-	-
3. Others	1	-	4	-	-
MISCELLANEOUS	716157	707354	781492	744525	824484
TOTAL	1505455	1671746	1962980	2564559	3712429

### 1-2 出入港船舶

1963年から1967年に至る出入港船舶の総数、合計トン数および1965～1966年の船型別入出港鉄石船数、その平均在港日数は、それぞれ、表-2、3に示すとおりである。

表 - 2

Year	Particulars of vessels entered		
	No. of vessels	N.R.T.	G.R.T.
1962 - 63	602	2,561,326	4,503,144
1963 - 64	679	3,053,004	5,297,256
1964 - 65	703	3,192,484	5,412,448
1965 - 66	626	3,084,786	5,219,276
1966 - 67	646	3,447,156	6,166,795

表 - 3

Year	Below 15,000 DWT	15,000 to 25,000 DWT	Above 25,000 DWT	Total	Average time
1956 - 66	32	14	—	46	2.8 days
1966 - 67	13	19	42	74	2.6 days

### 1-3 操船，荷役関係

#### (1) 入出港のコントロール

現在出港について、きつ水36'以下の船については、日の出から22時までに出港準備、パイロット乗船、信号あげなどをすませ、24時までに出港する。また、30'～33'のきつ水の船は、日中のHW時のみに出港が許可される。入港については、夜間は船長550'、きつ水30'に制限される。

入港許可の最大船型は、実績によれば、鉄洋丸で、LOA 635'、巾100'、きつ水33'であり、鉄石船ではLOA 640'まで可能である。現在以上にこれを改良する余地はない。

#### (2) 荷 役

鉄鉄石の荷役時間は、6～22時まで、現在の220万トン/年の取扱量では、夜間作業の必要はないとされている。

労働ストライキは、1968年3月までの9ヵ月間は起つてないし、また、前回のストライキにおいても鉄鉄石の荷役には影響がなかつたので、港湾における労働ストライキについては心配する必要はないとされている。

現在の荷役料率は、10.75ルビー/net metric tonで、これには、臨港鉄道、カーダンパ、コン  
 ップロードなどの費用が含まれている。船内荷役、トリミングなどの費用は含まれていないが、これ  
 は必要ないからであつて、必要な場合は港で負担すると説明されている。

#### 1-4 ポート・トラストの組織

##### Port Trust Board

Chairman	Engineering Department Chief engineering Deputy chief engineer 1. executive engineer (計画, 設計) 2 assistant executive engineers 2. executive engineer (ヤード) 3 assistant executive engineers 3. executive engineer (橋) 1 assistant executive engineer 4. executive engineer (維持) 4 assistant executive engineers 5. assistant engineer (L.S.D.) 6. assistant engineer (建設)
	Accounts Department (財政) Financial adviser 兼 Chief accounts officer 4 Deputy chief accountants officers
	Mechanical Department Chief mechanical engineer 1. Controller of stores 1 assistant controller 2. Plant superintendent 4 executive engineers 5 assistant executive engineers 3. Deputy chief mechanical engineer Dredger C.E. 3 dredger engineers Dredger C.E. 3 dredger engineers Engineer Marine engineer (作業船) 2 engineers Assistant executive engineer (loco) Assistant engineer (Dry dock)
	Traffic Department (接岸, 離岸, 荷役, 鉄道) Traffic manager 1. Security & intellignet officer 2. Deputy traffic manager (一般) assistant traffic manager 3. Deputy traffic manager (鉄道) assistant traffic manager 4. Deputy traffic manager (船) assistant traffic manager
	Marine Department (入出港, しゆんせつ, 消火) Deputy conservator Harbour master



1. Dredging superintendent

2 dredger commanders

6 dredger chief officers

2. 7 pilots

Administration Department

Secretary

1. Assistant secretary (人事)

2. Assistant secretary (計画・広報)

3. Assistant secretary (工事)

4. Personnel assistant to chairman

5. 2 labour officers

6. Senior medical officer

4 medical officers

## 2. 港湾施設概要

### 2-1 港域

ポート・トラストの所有する港域は、面積約10,000エーカーに及び、市街地を除いて、水際線から最長約8 Kmの区域となっており、内には Ore exchange yard, ダンバーヤードは勿論、飛行場、石油精製工場、肥料工場、製塩工場などを含みながらも、まだまだ、発展の余地を残している（図-1 参照）。

### 2-2 水路，ターニング・ベーション

ターニング・ベーションおよびターニング・ベーションに至るまでの水路は、水深35'に維持されている。水路の巾員は、入口部で300'，中間部で250'，屈曲部で350'~400'あり、直径1,200'のターニング・ベーションとともに、多少の掘り残し、あるいは埋没による浅部があるにしても、ほぼ35'に維持されている。

### 2-3 Northern Arm

東側にはQ1,2,3,4,5,6の各バースおよびはしけ用の水路、バースが整備されている。Q1,2には、クレーンが11基設けられ、主としてマンガン鉱の80~90万トン/年が積出されている。荷役は人力で貨車から2トンバケットへ積み込み、そのバケットをクレーンで船内積み込むという方法を取り、2,000t/日/2バースの実績をあげている。

Q3,4には、クレーン6基、Q5,6には7基が設けられ、雑貨、重量貨物が扱われている。

西側には、J1,2,3およびMOB1,2の5バースが整備されている。Jバースは、Indian Oil がソ連からの原油を輸入し、その他、糖密、隣鉱石、硫黄などの輸入、日本向の銑鉄の積出およびバンカーにも用いられている。

また、Jバースには改良計画が立てられており、64'の突堤を取去って水路を拡巾すると同時に現在水深31'を43'に増深するといわれている。また、現在は、クレーンも上屋もなく、銑鉄の荷役は人力で行なわれ（1,500t/日）ているが、ここに2階建の上屋2棟を配し、クレーンも設置するといわれている。

MOBすなわちMechanized Ore Berthは、2,000t/hのシップ・ローダーが2基設置されている近代的なバースであり、前面水深は現在35'であるが、40'に増深できるよう設計されている。

### 2-4 North Western Arm

現在は開発されていない。練習船、LSTなどが数隻けい留されている位である。

## 2-5 Western Arm

北側に2石油バスおよび1肥料バスが整備され、南側はヒンダスタン造船所の積装岸壁および海軍埠頭となっている。

石油バスの前面水深は31'、石油アンローダーが1基設けられ、パイプで製油工場まで接続されている。

肥料バスの前面水深は27'、ボア・パイルによる岸壁には、アンローダー、ベルトコンベアが整備され、背後のサイロに接続されている。

### 3. 鉄鉱石荷役

#### 3-1 荷役設備概要

##### (1) カードンバー 2台

1サイクル	2.25 min
傾倒角度	150°
能力	80~100t
時間あたり能力	2667 t/h

##### (2) コンベア

###### ○ 1/2 1コンベア

能力	2670 t/h
巾	48" (1200mm)
速度	500 ft/min (150 m/min)
センター長さ	325' - 0" (97.5 m)
全リフト	48' - 0" (14.4 m)

###### ○ 1/2 2コンベア

能力	2670 t/h
巾	48"
速度	50 ft/min
センター長さ	2398' - 8" (720 m)
高さ	EL+17' - 0"

###### ○ 1/2 3コンベア

能力	2670 t/h
巾	48"
速度	500 ft/min

角 度	6°
センター長さ	555' - 6" ( 166.8 m )
全リフト	62' - 4.25"
○ 板5 コンベア	
能 力	1,995 t/h
巾	42"
速 度	450 ft/min
センター長さ	1,403' - 3"
高 さ	EL+16' - 0"
駆動プーリー高さ	EL+67' - 4"
○ 板6 コンベア	
センター長さ	1,703' - 3" その他は板5 コンベアと同じ

(3) スタッカ

能 力	2,670 t/h
ベルト速度	500 ft/min
走行速度	25 ft/min
走行距離	2,100' - 0"
ブーム長さ	100' - 8" ( センターにて )
スタッカ高さ	49' - 0"
ブーム角度最低	6° 30' ( 水平から下方へ )
"    最高	12° ( 水平から上方へ )

(4) シップローダー 2台

能 力	2,000 t/h × 2
ベルト速度	450 ft/min
ゲ ー ジ	45' - 0"
ローダー高さ	85' - 0"
ブーム長さ	102' - 5"
"    角度最低	11° - 15'
"    角度最高	20°
アウトリーチ	
岸壁線より最大	61' - 0"
干満差 high	6' - 0"

干満差 low	5' - 0"
空船の最高位置	+ 51' - 0"
満船の位置	+ 12' - 0"
ベースレベル	+ 12' - 0"

(3) 貯 鉱 場

面 積	$8 \times 500' \times 120' = 480,000 \text{ ft}^2$
設計容量	40万 t

(4) ダンパ・ヤード

前述のカーダンパ2台  
 Ore exchange yard からカーダンパへ至る4線  
 空 車 線 4線  
 機 関 庫  
 発 電 所

3 - 2 荷 役 実 績

(1) 取扱列車実績

	1965年	1966年	1967年	計
1. 列車数	159	689	998	1,846
2. 貨車数	6665	29,903	41,920	78,488
3. 取扱量(t)	379,500	1,620,400	2,268,500	
ストックヤードへ(t)	242,250	789,546	1,404,621	
直 積 (t)	137,250	830,854	863,879	
4. カーダンパ作業時間(hr)	225	956	1,392	
" 実能力(hr)	1,680	1,700	1,630	

(2) スtock・ヤードのバランス

	1965年	1966年	1967年
1. 貯 鉱 量	242,250	960,846	1,431,311
2. 受 入 量	379,500	1,620,400	2,268,500
3. 船 積 量	262,200	1,711,010	2,164,080
4. 残 量	117,300	266,90	131,110

## (3) シップローダ

年		運転時間	故障時間	休止時間	計
1965	南	129 <sup>hr</sup>	16 <sup>hr</sup>	2951 <sup>hr</sup>	3096 <sup>hr</sup> (129日)
	北	192	—	2904	3096
	計	321	16	5855	6192
1966	南	1132	44	7584	8760(365日)
	北	1013	144	7603	8760
	計	2145	188	15187	17520
1967	南	1222	78	7460	8760
	北	1168	10	7582	8760
	計	2390	88	15042	17520

## (4) カーダンプ

年	運転時間	故障時間	休止時間
1965	225 <sup>hr</sup>	768 <sup>hr</sup>	2673 <sup>hr</sup>
1966	956	—	7804
1967	1392	12	7356

## (5) スタッカ

年	運転時間	故障時間	休止時間
1965	274 <sup>hr</sup>	— <sup>hr</sup>	2822 <sup>hr</sup>
1966	1189	—	7571
1967	1528	42	7190

## (6) シャベル

年	運転時間	故障時間	休止時間
1965	423 <sup>hr</sup>	— <sup>hr</sup>	2673 <sup>hr</sup>
1966	1464	—	7296
1967	2167	2	6591

## (7) コンベヤ

	年	運転時間	故障時間	休止時間
No.1	1965	236 <sup>hr</sup>	— <sup>hr</sup>	2860 <sup>hr</sup>
	1966	1014	22	7724
	1967	1426	10	7222

	年	運転時間	故障時間	休止時間
No. 2	1965	454 hr	40 hr	2602 hr
	1966	2425	106	6229
	1967	3640	124	4996
No. 3	1965	284	—	2812
	1966	1512	84	7164
	1967	1914	50	6796
No. 5	1965	192	—	2904
	1966	1215	18	7527
	1967	1316	—	7444
No. 6	1965	129	—	2967
	1966	1132	—	7628
	1967	1222	—	7538

### 3-3 ダンバ・ヤード作業

#### (1) 作業の現況

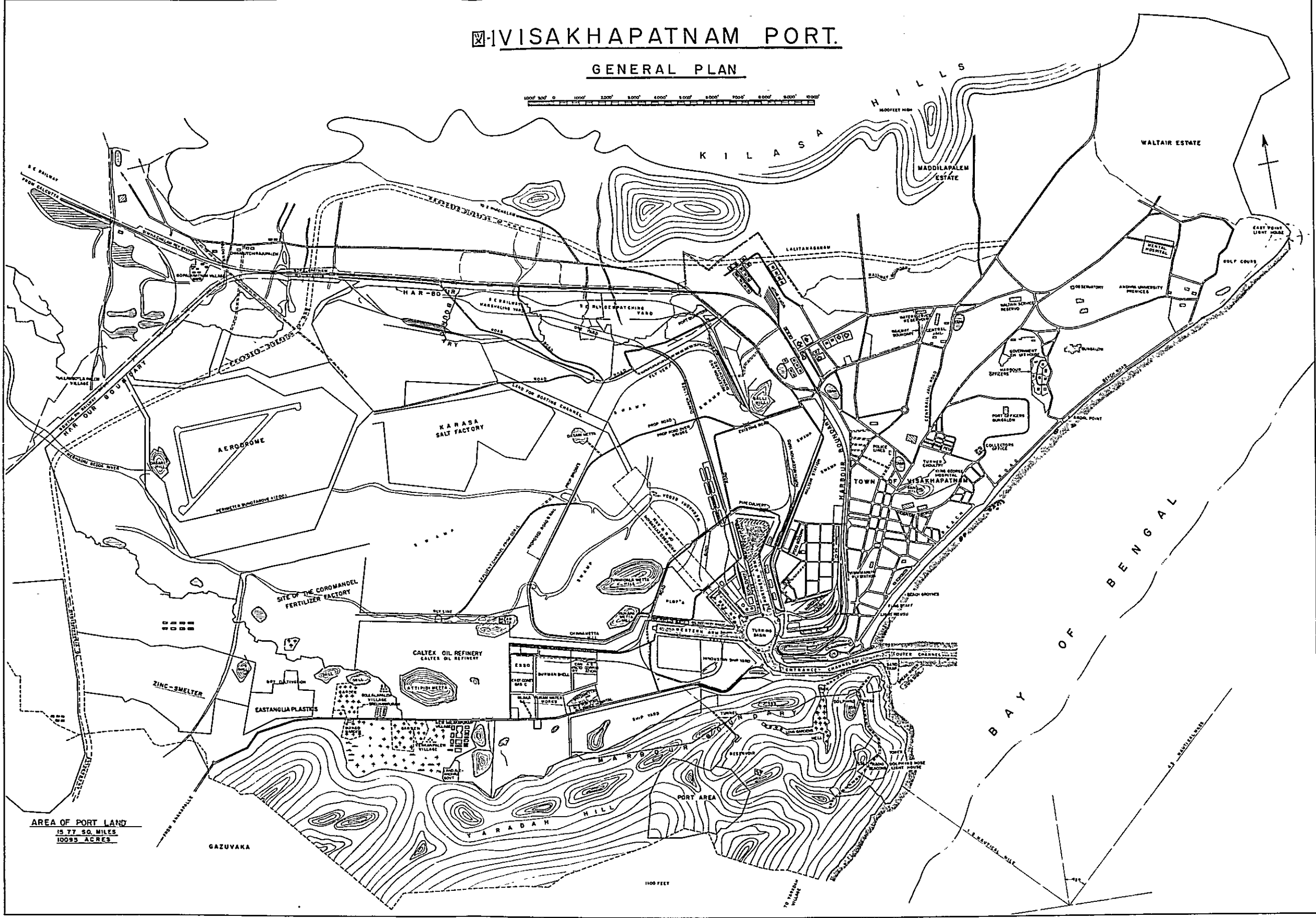
- ① キリブル、パイラディラからの列車はOre exchange yard に入る。
- ② 機関車はとりはずされ、機関庫へ送られるが、燃料を補給したあと、ヤードに用意されている空列車を引き出すのに用いられる。
- ③ 港および鉄道の車輛関係職員が共同して、列車を点検する。
- ④ 列車がOre exchange yard に到着する以前に大略の到着時刻が、港のダンバ・ヤードに通知される。
- ⑤ この通知を受けたダンバ・ヤードの assistant yard master は、港所属のディーゼル機関車2台をOre exchange yard へ間に合うように送る。
- ⑥ 列車の点検が終れば、港からの2台の機関車がつけられる。
- ⑦ 入換信号機により、Ore exchange yard より、ダンバヤードに出発する。運転手には進行してもよいというメモが与えられる。
- ⑧ ダンバ・ヤードでラインDに入る。
- ⑨ 列車のほぼ半分が cross over No. 4 の先に入るようにとめる。
- ⑩ 先の半分が切り離され、2台の機関車で先に引かれる。
- ⑪ うち1台はラインCを通過して cross over No. 2 により、Dラインの cross-over No. 4 の後に残っているあとの半分について cross over No. 4, 5 を通り、Bライン上をダンバに向って押して行く。
- ⑫ 他の機関車はDラインにある先の半分の後につく。
- ⑬ 港の職員は各車輛のブレーキをゆるめ連絡を切りはなす。

- ② 機関車が各半列車をダンパに押し込み、車輛は傾倒される。
- ③ 傾倒された車輛は空車線をおりてゆく。空車線は4線あり各ダンパーに2線ある。
- ④ 全車輛が傾倒されたあと、空車は1台の機関車で集められ、Aライン上を cross over 48 を通って Ore exchange yard に送られる。
- ⑤ 空車線は4線であるが故障車用ラインとして、両側に1本ずつ計2本の追加が行なわれている。
- ⑥ 故障車はこのラインに集められ、空車が集められたあと、その後部に1つのグループとしてつなぎ、Aラインを通り Ore exchange yard へ送られる。
- ⑦ 空車線A, Bから空車をあつめるとき、東側のダンパは作業を中止しなければならず、また、空車線C, Dからのときは両側のダンパがその作業を中止しなければならない。
- ⑧ Ore exchange yard とダンパヤード間、およびダンパヤードの作業をするため、650 PSのディーゼル機関車が6台ある。うち1台は点検、修理のため使用されない。
- ⑨ 列車が Ore exchange yard を出発し、空車が Ore exchange yard にもどり、新しい列車に機関車がつけられるまでの、一対の機関車の理想的ターンラウンドの時間は  $3\frac{1}{4}$  時間である。
- ⑩ 理想的ターンラウンド時間の内訳
- |  |     |
|--|-----|
| a. Ore exchange yard からダンパヤードまでの運行。      | 10分 |
| b. 先の半分を切りはなして引く。                        | 2分  |
| c. 機関車が戻り1台は先の半分、1台は後の半分につく。             | 10分 |
| d. 後半分を押し。                               | 5分  |
| e. ブレーキをゆるめ、パレルをはずす。                     | 35分 |
| f. 各車輛の center buffer, coupling をはずす。    | 15分 |
| g. 実際の傾倒時間。 22車×2 $\frac{1}{2}$ 分+5分(余裕) | 60分 |
| h. 空車をつなぎ、列車の2つの部分をつなぎ、後部に故障車をつなぐ。       | 35分 |
- ⑪ 空車線より cross over 48 を通って、Ore exchange yard まで運行。
- 13分
- ⑫ 機関車かもどり Ore exchange yard の新しい列車につく。
- 10分
- ⑬ 合計
- 195分



# VISAKHAPATNAM PORT.

## GENERAL PLAN



AREA OF PORT LAND  
15.77 SQ. MILES  
10093 ACRES

GAZUVAKA

1000 FEET

BAY OF BENGAL

## 第 2 章 ハルディア港の現状

## 第 2 章 ハルディア港の現状

ハルディアはカルカッタの南、126 マイルに位し、フーグリー川とハルディア川との合流点の岬地区である。現在建設中のハルディア港を除けば、ほとんど何もなく荒地および農地が連なっているだけである。

現在はカルカッタ・ポート・コミッショナーズの手により、1967年10月から開始された工事が実施されており、一部のバースは1971年初頭には供用される予定である。

### 1. ハルディアの出現

カルカッタ港は、東インド会社の拠点として発展し、1870年にはポート・トラストが設立された歴史の古い港である。

河口から126マイルの点に位し、その間に15のバーを有し、その航路ははげしく屈曲している。また、古来から bore tide と呼ばれて有名な潮汐現象は、はげしい流れをとめない港湾の利用を制限する1つの大きな要素となっている。

このような悪条件を克服するため、ドック式港湾の建設、たゆみのないしゅんせつ、水制工の建設が行なわれ、また、最近ではフーグリー川上流にダムを建設し、土砂を含まない清水を供給することにより水深を維持しようという計画が政府によってとりあげられている。

このような対策によっても、近年の船型の大型化、貨物量の増大には対処することはできず、別途に補助港湾を必要とするに到った。

背後地との連絡が容易であり、大型船が容易に入出港できる港の建設地として、5地区が候補地にあげられ、その中からハルディアが選定された。

### 2. 航路水深

ハルディアに到るフーグリー川中の航路は、きつ水35ftの船が航行可能であり、2～3年後に、前述のフアックダム計画が完了すれば、水深は5～7ftの増加が見込まれるとされており、従って40～42ftのきつ水を持つ船の航行が可能となるといわれている。

勿論、この際でも、維持しゅんせつおよび水制工の実施も必要である。

### 3. ハルディア港計画

ハルディア港の基本計画は、カルカッタ・ポート・コミッショナーズが、ロンドン・ポート・オーソリティーの専門家と共同して作成したもので、その平面形は図-1のとおりである。基本全体計画は、ロックを2箇所を持ち、内部にターニング・ベーションに集結する3つの水面ブランチを有し、

それに沿って47バースが配置されている。

さしあたっては、1つのロック、ターニング・ベーション、1つのスリップ、それにそって、鉱石、石炭、燐鉱石、穀粒のために各1バース、雑貨用に2バース、および突堤式バースの建設が着手され、1971年当初には供用が開始される予定である。

### 3-1 ロック

ロックゲートの純間隔は980ft、その中間にもゲートが設けられ、それぞれのゲート間の純間隔は650ft、303ftである。

ゲート開口巾は130ft、しきい高はC.P.C.基準面(平均水面下9.3ft)下33ftである。

### 3-2 ターニング・ベーション

直径は2,000ft、内部水位は+12ftに保たれる。

### 3-3 石油さん橋

フーグリー川に直接面し、潮汐の影響をうける。さん橋渡橋は450ftの長さがあり、先端の船舶接岸部は長さ300ftで、両側にドルフィンを持つ。接岸できる最大船舶きつ水は40~42ftである。

### 3-4 石炭バース

バース長857ft、前面水深38ft、3,000t/hの能力を持つ荷役機械が備えられる計画である。

### 3-5 燐鉱石バース

バース長810ft、25,000~30,000DWTの船が接岸可能であり、5/10トン能力クラブ付クレーンが整備される計画である。

### 3-6 穀粒バース

バース長750ftの建設および750~1,000t/hの能力を持つアンローダーが備へられ、背後の50,000t容量のサイロに結合される計画である。

### 3-7 雑貨バース

長さ650ftのバースが2つ計画され、背後には10万ft<sup>2</sup>の床面積を持つ一階建の上屋が建設される予定である。

同じく、10万ft<sup>2</sup>の床面積を持つ一階建の倉庫一棟が、2つの雑貨バースの背後に計画されている。

### 3-8 建設費

総建設費は40 crores、うち外貨分は7 crores である。

準備工	0.95	crores		
土地買収	2.00	"		
土地嵩上	0.24	"		
しゅんせつ埋立	3.55	"	(内外貨分	1.60 crores)
港湾工事	12.20	"	( "	0.40 " )
河川工事	2.45	"		
機械・電気施設	7.60	"	( "	1.65 " )
鉄 道	2.10	"	( "	1.28 " )
港湾サービス船	3.90	"	( "	1.70 " )
市街地整備	1.15	"		
その他サービス施設	1.90	"		
予備費・工事管理費	1.96	"	( "	0.37 " )
合 計	40.00	"	( "	7.00 " )

### 4. 鉄鉱石積出施設

前述のとおり、鉄鉱石バースは1967年10月に他の工事と一緒に施工が開始され、1970年12月に完成、1971年1月には供用開始の予定とされている。荷役機械は1968年4月に契約され、1970年12月には使用可能になるよう計画されている。

#### 4-1 バース

ハルディア航路と同時に1971年には、きつ水35ftの船型を受入れるよう計画されており、また、フラッカダムの完成後2~3年内、すなわち、1975年には最大許容きつ水は5~7ft 増大し、40~42ft になるものと予定されている。バース長は1025ft、設計前面水深は45ftのさん橋構造で、船長920ftの75,000~80,000DWT の大型鉄石専用船を受入れ可能とする計画である。

#### 4-2 ローダー

2,250 t/h の能力を持つローダーが2基設けられる予定である。当初は1シフトと少して1日あたり30,000t の積込みが可能であり、本格的段階になると1日で60,000DWT の専用船に積込みが可能であるとされている。

#### 4-3 ストックヤード

鉱石は貨車からの直積み、およびストックヤードからの払出し積込みの併用が計画されている。

ストックヤードの容量は、年間取扱量の10%と計画されており、初年度の年間取扱量は300万トンとされている(あとには500~600万トン)。

地盤条件から当初の積高は15ftと制限されるが、あとには30ftにまで高めることができるとされている。

#### 4-4 カーダンパー

鉱石輸送列車はベイロード55tのBOX型貨車4~50両からなる。カーダンパーは2台並列に設けられ、それぞれ2分された列車を扱い、1台1,500t/hrの能力を持つとされている。

#### 4-5 スタツカ・リクレーマ

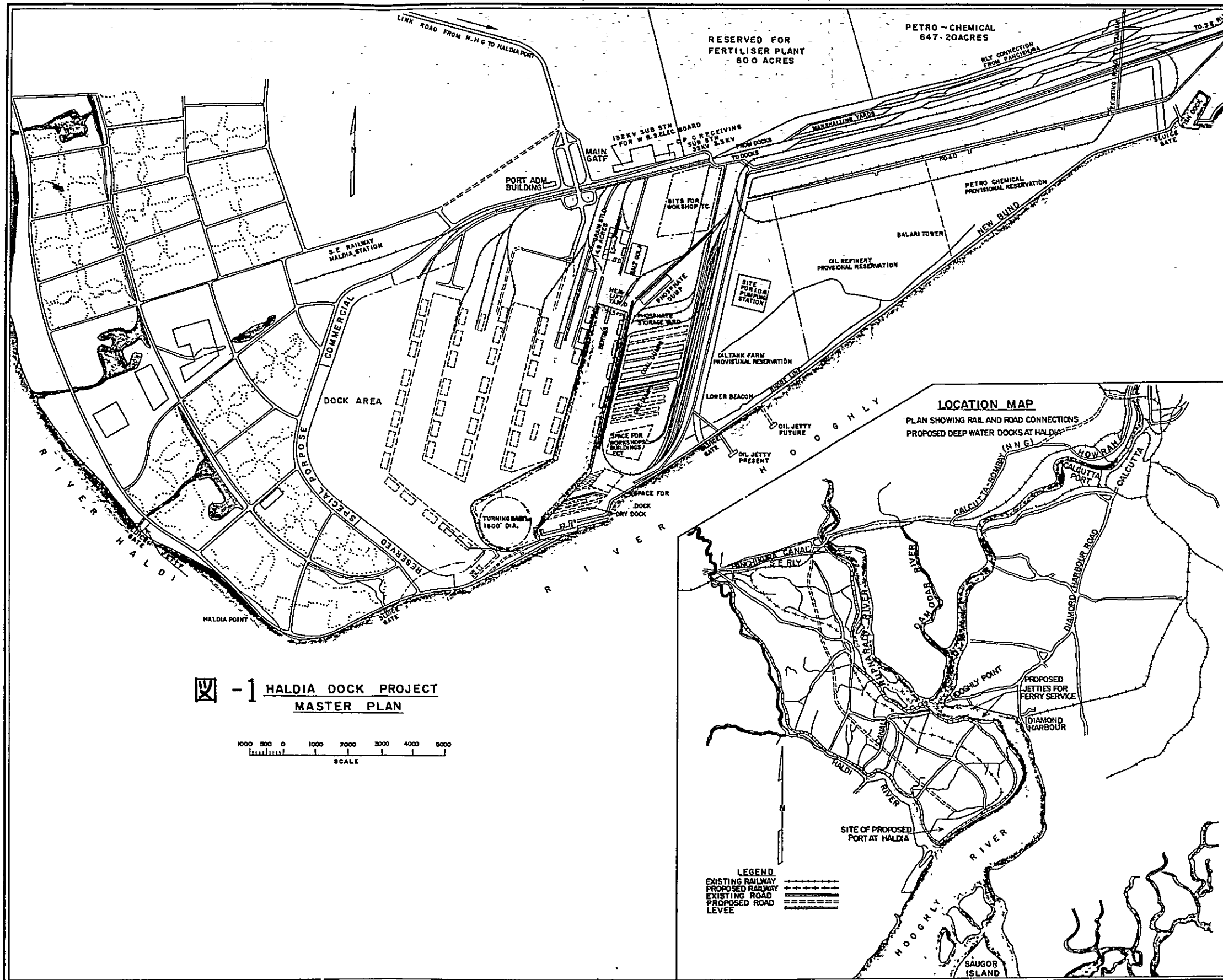
1,500t/hの能力を持つスタツカが2台整備され、ベルトコンベアの両側に鉱石を貯留する。各ストックパイルには、1,000t/hの能力を持つバケット・ホイール・リクレーマが2台ずつ整備される予定である。

#### 4-6 ストリーツジ・ビン

バース近くには10,000tの容量を持つストリーツジ・ビン2基が設けられ、接岸前にこのビンに貯へられた鉱石が、ベルトコンベアおよびローダにより船に積込まれる。

#### 参 考 文 献

1. Haldia Dock Project, Shri K.W.Sen, 1967.12, Calcutta Port Commissioners.
2. Note on the Method of Mechanical Handling System to be incorporated in the Iron Ore Berth Haldia, the Commissionsers for the Port of Calcutta.
3. The port of Calcutta, the Commissioners for the Port of Calcutta.



**HALDIA DOCK PROJECT  
MASTER PLAN**



**LEGEND**  
 EXISTING RAILWAY  
 PROPOSED RAILWAY  
 EXISTING ROAD  
 PROPOSED ROAD  
 LEVEE

### 第 3 章 マドラス港の現状



## 第 3 章 マドラス港の現状について

### 1. 調査の経緯

マドラス港においてオイルタンカーのための外港建設を行なっているが、その計画に鉄鉱石積出設備が含まれているので、その状況を調査してみた。

現地調査の結果、外港の埋立護岸および埋立工事はその70～80%竣工されていたが、新形式の防波堤は試験的な工事が開始されたばかりであり、浚渫工事も未着手であった。また、鉄鉱石パースの構造も未決定であり、荷役機械の詳細についてもハウインディア社からプロジェクトレポートが未だ提出されておらず、その内容について知ることはできなかった。

したがって、これらが明確にされていない現段階では、工事の完成の見通し、積出能力に対する検討などについては後日の調査に待つこととせざるを得ないので、ここではわれわれが現地で得たインフォメーションを紹介する。

### 2. MMTC支部長、シヤーマ氏の説明

シヤーマ氏の話 요약すれば次のとおりである。

#### (1) マドラス港背後の鉄鉱山の出荷状況

ベラリー・ホスベット地区から350万トン/年、チナヤカナハリ、クタルドルグなどから50万トン/年、合計約400万トン/年出荷されている。これらの鉄鉱石はいずれも鉄分66.5%の高品位鉄である。

鉄鉱石の一部は東海岸のカキナダ、カダロア、西海岸のマンガロア、カルワー、ベレケリ、ゴアからも積み出されているが、大半はマドラス港へ55トン積ボックス型貨車45輛編成の広軌道による鉄道によつて運搬されている。

#### (2) マドラス港の鉄鉱石パース

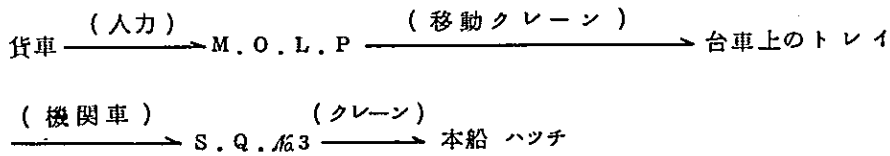
マドラス港に現存する鉄鉱石パースとして、S.Q(南岸壁) Ⅱ3, J.D.(ジャワハールドック) Ⅱ2, 4, 6の4パースある。

J.D.は水深36'、制限吃水35'であるが、港口航路が33～34'のため、現在は28,000～29,000DWT級鉄鉱石船の入港が限度である。しかし、今年6月末までには港口航路を36'に増深する予定となっている。

J.D.の鉄鉱石積出能力は現在3シフトで平均5,000トン/日、最大10,000トン/日であるが、貯鉄場の舗装、ベイローダー8台の購入、クレーンの増強などの整備を行っており、能力は近く改善される予定である。なお、貯鉄場能力も現在の10万トンから14万トンに増加する。

S.Q. Ⅱ3は水深31'、長さ518'、対象船型 15,000DWTのセミメカナイズド・オア・パース

であって、荷役能力は3,000~3,500トン/日である。荷役系統は次のとおりである。



貯鉱場の能力は約10万トンであるが、現在舗装工事中のためその能力は減少している。

### (3) 外港計画

マドラス港の外港に予定されている鉱石積出施設は能力6,000トン/時、6,000DWT鉱石船の吃水42'を対象とするものであって、将来は100,000DWT型をも接岸できるようにしたい。

ここから積み出される鉄鉱石は、ドナライ鉱山(ベラリー・ホスベット地区)から出荷される予定である。この鉱山の産出量は現在の300万トン/年から将来は500万トン/年にする予定である。

なお、マンガロア港において、200~300万トン/年、4,000トン/時の鉄鉱石積出能力を有する港にするような拡張計画が認可されており、この港においても、ドナライ鉱山の鉄鉱石を取扱うことになっている。

## 3. ポート・トラストとの会談

インド側から外港計画について次のような説明があった。

### (1) 港湾施設

第5次港湾整備計画に年間500万トンの鉄鉱石積出施設を第4次港湾整備計画から工事に着手している外港の北西部に建設する予定である。

100エーカーの土地造成のための埋立護岸は4月に完成し、浚渫工事は5月に、東防波堤は4月から5月に着手し、1968年9~10月に完了する予定である。

鉱石パースは積込能力6,000トン/時とし、対象船型を当初6,000DWT、最終的には100,000DWTとする予定である。したがって、外港の第1期工事においては水深-44'、制限吃水42'とするが、必要ならば最終的に-50'~-52'の水深まで増深する。

### (2) 荷役施設

主要な荷役機械として、次のようなものを考えている。

施設名	数	能力
ワゴン ダンパー	2	2,000トン/時×2
スタッカー	2	2,000トン/時×2

施設名	数	能力
リクレーマー	2	3,000トン/時×2
ローダー	2	4,000トン/時×2
ベルトコンベア	1式	6,000トン/時

貯鉱場は約80万トンの能力を有するように計画し、パレットも含めて5種類の鉱石を貯鉱させる予定である。また、外港のマーシャリングヤードは年間800万トンの鉱石を取扱うことのできる能力のものを考え、到着線4本、出発線4本などを建設し、1日少くとも6～8列車扱うことができるようにする。なお、貨車入れかえのため、650HPディーゼル機関車6台がチタランジャン汽車工場に発注されており、このうち2台は1968～69年度、残りは1969～70年度、1970～71年度に2台ずつ引渡しを受ける予定となっている。

### (3) 工期

コンサルタントのハウインディア社からプロジェクト・レポートの一部を既に受領しているが、その残りも10日以内に提出される予定である。当初考えた全体工期40カ月のうちレポートの作成に15カ月要しているが、積出施設の使用開始は1970～71年度の予定となっている。

上記の説明に対して質疑応答および現地視察を行ない、下記のような点が明らかにされた。

#### ① 航路

航路は図-1のように港外から33°の方向に延びており、巾員は直線部において600'、第1曲線部において1,100'、第2曲線部において1,300'を計画している。水深は第1期工事において60,000～70,000DWTの吃水42'を対象として44'を計画している。第3期工事における対象船型は100,000DWTであるが、これに対する水深として52'を考えている。岩盤は-100'以下にあり、浚渫土は細砂である。

#### ② ターニングベーション

直径1,800'、水深46'を第1期工事として考えている。

#### ③ パース

長さ286m、水深44'とする。構造上将来52～53'まで増深可能ならしめるように設計する予定である。パースの前後にはそれぞれ60mの長さの泊地を確保できる。

#### ④ ボラード

設計強度200トンおよび100トンのボラードを合計8ヶ取付ける予定である。

⑤ 防衛工

防衛工の設計は接岸速度  $0.5' / \text{sec}$ 、吸収エネルギー  $207 \text{ t-m}$ 、板力  $200 \text{ トン}$  (法線平行方向)、 $350 \text{ トン}$  (直角方向) を考えている。

⑥ タグボート

現有の  $900 \text{ HP}$  1 隻 (近くスクラップ化の予定)、 $1500 \text{ HP}$  2 隻の他、3ヶ月後に  $1500 \text{ HP}$  1 隻、1.5年以内に  $750 \text{ HP}$  1 隻新造される予定である。

⑦ ローダー

ワーキングレンジは  $270 \text{ m}$ 、アウトリーチは  $100,000 \text{ DWT}$  の巾員の  $\frac{1}{2} + 2 \text{ m}$ 、クリアハイトは  $\frac{1}{4}$  パラストの状態におけるハッチの高さ +  $1.5 \text{ m}$  とする。

⑧ 貯鉱場

鉱石の単位体積重量  $150 \text{ lbs/cub}\cdot\text{ft}$ 、安息角  $38^\circ$ 、積高  $12 \text{ m}$  ( $+4 \text{ m}$  から  $+16 \text{ m}$ ) として、 $80 \text{ 万トン}$  を貯鉱するような面積を確保する。地盤支持力は  $2.5 \text{ t/sq}\cdot\text{ft}$  を期待することができる。

⑨ カー・ダンパー

サイクル  $1.7$  分であり、1基当りの実能力は

$$55 \text{ t} \times 60 \text{ min} / 1.7 \text{ min} \times 0.85 = 1940 \text{ t/h}$$

と考えている。

⑩ ベルト・コンベア

シップロローダーブームベルトの巾は  $1400 \text{ mm}$ 、ローダーベルト (ダブルシステム) は巾  $1200 \text{ mm}$  2本で公称能力1本  $3,000 \text{ t/h}$  である。

⑪ サージ・ビン

サージ・ビンは考慮していない。

⑫ サービス・タイム

$10 \text{ 万トン}$  の鉱石を積みむのに要する時間はハッチ 1 個、トリミングに要する時間および待時間などを含めて  $42$  時間、実サービス・タイム  $33.6$  時間と計算されているが、この計算は対象船型を  $10,000 \sim 100,000 \text{ DWT}$ 、平均  $20,000 \text{ DWT}$ 、年間積出量  $500 \text{ 万トン}$  を前提としている。

#### ㊤ 防波堤

防波堤の構造は、主任技師マスバラ氏の発案による図-2のような二重鋼板円筒セル防波堤で、陸上で鋼板セルを製作し、つり上げ、あるいは吊航によつて現場にすえ付け後、鋼板の間にプレバクトコンクリートを打設する。

設計条件は次のとおりである。

(i)波高：20' (ii)波の周期：12 sec (iii)防波堤天端高：+15' (iv)HWL：+5' LWL：+0'  
(v)水深：最大-40' (vi)前面海底こう配： $\frac{1}{9.6}$  (vii)波圧：サンクロー公式にミニキンの部分砕波圧を考慮。

堤体重量は10,700トン(中詰砂を除く)、すべりに対する安全率は2.71、端支圧 $30\text{ t/m}^2$ と計算している。鋼板セルの製作にあたっては厚さ4mmの鋼板を用いプレバクトコンクリートの中詰石としては6"の大きさのものを使用する。

工期としては、組立に2週間、進水に2時間、現場組立2~3日、中詰3~7日位の予定であるが、現場作業の施工可能な波高は2'以下と考えており、したがって、2, 3, 9月は連日施工可能、11, 12月は不可能、5, 6, 7, 8月は月間10日~12日施工可能である。

施工は護岸用小型セルについては自重が90トンで現有の浮クレーンの能力120トンで吊り上げることができるが、防波堤用の大型セルは、鋼板セルの自重が153トンなので、仮ぶたを取付け曳航することになる。

なお、護岸用の小型セルは73コのうち50コすえ付けられており、4月末に完了する予定である。防波堤のセルは2コすえ付けられているが、本格的な工事は4~5月に開始し、9~10月に東防波堤の17コ全部を完成する予定である。

#### ㊤ タンカーバース

第1期工事において50,000~60,000DWTのオイルタンカーの吃水-42'を対象として計画している。

#### 付1. ハウインディア社の中間報告 (1966年)

これは現地駐在日本商社を通じて入手したマドラス・ポート・トラストのコンサルタントであるハウインディア社の中間報告の要約である。

(1) タンカーのための港を建設する際、鉄鉱石、肥料原料、穀類を取扱い施設をも併せて計画すること。

(2) その際、近代的な荷役設備および貯蔵設備を採用し、効率の高い港とすること。

(3) 防波堤と埋立護岸の施工にあたって、泊地内の石油バースおよび埋立地の鉄鉱石荷役施設の完成時期をおくらせることのないように留意すること。このため、セルラータイプのケーソンは陸上で鉄筋コンクリートで製作し、海上工事田の施工機械を用いず陸側から順次特殊な進水クレーンによるすえ付けを行なうことによつて、悪天候による工事の遅延を避けること。護岸壁については鋼板を陸上で組立て、所定の位置に曳船して沈め、プレキャストコンクリートによる中詰を行なうポート・トラストの提案が適當である。

(4) 現有の浚渫船の他に、効率的に、かつ常時入港航路の浚渫を行なうことのできる浚渫船を追加すること。

(5) ハーバー・クラフトの修理のため、3,000トンまでの船舶に対する“シンクロリフト”型船舶修理施設を設けること。

(6) 港頭地区と鉄道本線を繋ぐ線路の増設を図ること。

(7) 長期、短期の予測のもとに投下資本、維持費が最小になるように最近のう勢を勘案して付帯施設を設計すること。

(8) 3年以内に石油バース、鉄鉱石積出施設を完成しようとする場合、いろいろな港湾施設がもっとも経済的かつ効果的な組合せになるようにするため、また、その建設工事の調和を図ることによつて工期を最小にするため、各種施設が同一の機関によつて設計されることが必要である。また、その機関が工事施工の監督に加わることが必要である。

## 工 期

### 第1期工事

- (1) 北及び東防波堤と埋立護岸の同時施工
- (2) 60,000DWTタンカー用バースの建設
- (3) 荷役機械、上屋、サイロなどの完備した肥料原料、穀物用バースの建設
- (4) ハーバー・クラフトの購入
- (5) 船舶修理施設の建造
- (6) 道路、電気、水道施設などの整備

### 第2期工事

- (1) 内港を遮蔽している現存の東防波堤の延長
- (2) 外港における雑貨ふ頭3バースの建設

- (3) 入港航路、ターニングベーション、鉄鉱石バース、石油バース付近泊地の増深。
- (4) 石油バースを延長し、その東側に100,000DWT、西側に45,000DWTを接岸させ得るようすること。
- (5) 鉄鉱石積出用荷役機械を増強し、年間500万トンから1,000万トンの積出能力にすること。

工 費

(1) 工費は次のとおり推定される。

	第1期工事 千ルピー	第2期工事 千ルピー
(a) 港 湾 工 事	92,392	65,970
(b) 荷 役 機 械	69,644	11,605
(c) 道路電気など	10,053	2,940
(d) ハーバークラフト、航路標識	29,620	600
	201,679	81,115
(e) そ の 他	87,700	

(2) 上記のうち、外貨は第1期工事で40,075千ルピー、第2期工事で15,165千ルピーである。これはインド国産品を最大限活用することを前提としている。輸入しなければならないものとしては、シンクロリフト、タグボートの部品、ブルドーザー、油圧式カブリング、シャフトの受台、特殊合金、大きなベアリングおよびバケットホイールリクレーマーとサンプリングのいくつかの部分品である。

(3) 港湾施設の建設期間は上述の条件を前提として3年間である。したがって、防波堤および護岸の建設は1969年までの新石油精製工場の稼働および鉄鉱石積出施設の完成に備えて、可及的速やかに開始しなければならない。上記の工事期間は機械その他の設計に要する期間が含まれている。

付2. 鉾石積出施設の現況

Berth	Equipment	Nos.	Rated Capacity	Actual Capacity or Test Record
SD3	Transporter Crane 1 & 2	2	Grabbing 5T	4T
	Operation Crane 2 & 3	2	Lifting 13T	5T (Bucket Cap).
	Payloader	2	Grabbing 5T	2T one bite
	Stock Capacity	1	150,000	
JD	Payloader	4 (6 more expected)		2T one bite ... 3 bites/4 min. to fill 5T bucket.
	Power Shovel	2	Grabbing 5T	3T one bite ... 2 bites/1 min. to fill 5T bucket.
	* Operation Crane	1	Lifting 13T	5T (bucket cap) abt. 20 cycles/h.
JD	*Coal Crane	3	Lifting 8T	5T (bucket cap) abt.20 cycles/h.
	* Ordinary Crane 10T	2	Lifting 10T	5T (bucket cap)
	Small Crane 3T	3	Lifting 3T	1T (basket cap) to 3T
	Stock Cap. JD 2			27,000T (45,000T after March 1968).
	JD 4			20,000T (45,000T after April 1968).
	JD 6			20,000T (45,000T after April 1968).

Loading at JD	Test	Actual
A. Small crane loading with basket		150 T per shift
B. Crane * direct loading Grab (2T)	cycle ... 2 min. 30 secs. 1 hr. 48T 1 day (15 hrs) 720T	
C. 1 crane */2 payloader/2 buckets	Buckets(2T) Filled in 4min.	
D. 1 crane */1 power shovel/2 buckets	1 hr. - 20 cycles 100T 1 day (15 hrs) 1500T	
E. Average actual loading cap. by crane * 13T		800T per shift
	10T	300T per shift
	8T	600T per shift



付3. マドラス港の船岸の現況

Name of Quay	Basic Depth	Depth Available	Remarks
NORTH QUAY	8.53m	8.2m	Length under 550 Mainly for passengers - cargo shed available.
WEST QUAY 1	7.92m	7.7m	
WEST QUAY 2	9.14m	9.1m	
CENTRE BERTH	9.14m	8.8m	Effective length 2,500'
SOUTH QUAY 1	9.45m	9.2m *	Main cargo quay of the port. Sheds and cranes available.
WEST QUAY 3	9.14m	8.4m	* Quay being reconstructed.
WEST QUAY 4	8.53m	8.4m	Length under 500'. Coal, Sulphur, Phosphate and Mollasses.
SOUTH QUAY 2	9.14m	8.9m	
SOUTH QUAY 3	9.14m	8.6m	Length under 519'. Mechanical ore berth.
SOUTH QUAY 4	8.53m	8.3m	Coal berth.
SOUTH QUAY 5	7.92m	7.0m	Length under 450'. For coal only.
EAST QUAY	7.92m	7.2m	Length under 515'. Coal and ore berth.
JAWAHAR DOCK I	10.06m	9.3m	Food grains and general. Shed and cranes available.
JAWAHAR DOCK II	11.00m	11.00m	Phosphate. No shed and cranes. Proposed ore berth mechanical.
JAWAHAR DOCK III	10.06m	9.7m	Food grain and general. Shed and Cranes available.
JAWAHAR DOCK IV	11.00m	11.00m	Phosphate, sulphur and ore (Manual) No shed or cranes.
JAWAHAR DOCK V	10.06m	9.5m	General cargo, Shed and Cranes available.
JAWAHAR DOCK VI	11.00m	11.00m	Phosphate, Sulphur and Ore. No. cranes or shed.
JAWAHAR DOCK	11.00m	10.2m	--
ENTRANCE WIDTH	110 ft.	105 ft.	

付4. マドラス港における港湾荷役費用

A. Fixed Rate:

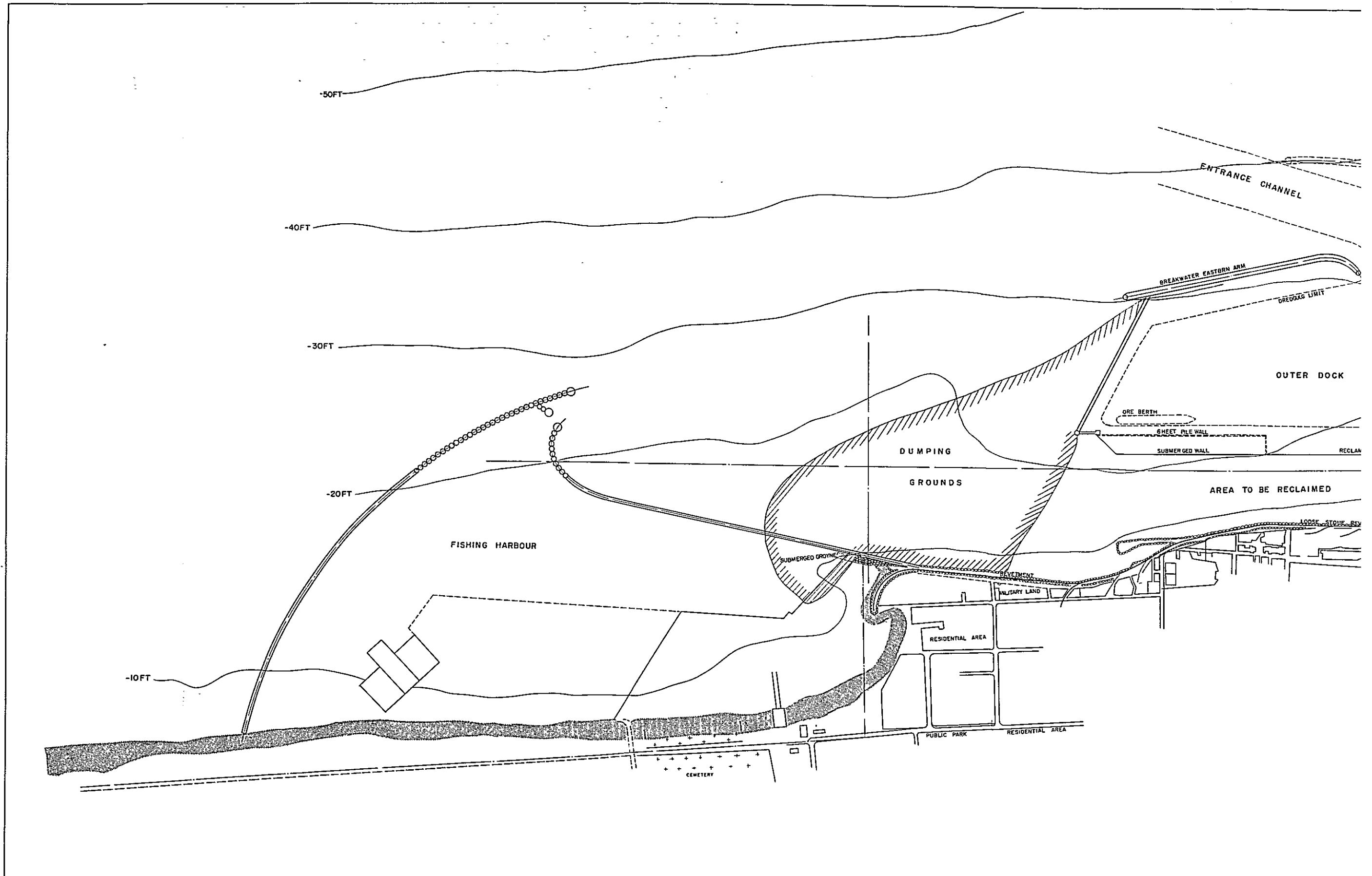
1) Harbour Due	a) Manual handling	Rs.2.25 per Ton
	b) Mechanical handling	Rs.9.00 per Ton
2) Railway Terminal Charges		Rs.0.84 per Ton
3) Rent of Stock yard	a) Open space	Rs.55/-per 100 sq. metre or par thereof on monthly permit system.
	b) Open space	Rs.50/- per 100 sq. metre or par thereof on lease hasis over on year.
4) M.P.T. Wagon	a) Hire charge	Rs. 1/-
	b) Haulage charge	Rs. 1/- per Ton with a surcharge of 40%
	c) Weighment charge	Rs.0.12
5) Hire charge	a) Power Shovel	Rs. 1280/- per shift with a minimum of Rs. 640/- per half shif
	b) Payloader	Rs. 700/- per shift with a minimum of Rs. 350/- per half shif
	c) Crawler Tractor	Rs. 650/- per shift with a minimum of Rs. 325/- per half shif
	d) Fabricated Tray	Rs. 650/- per shift or part thereof
	e) Crane (Cole, Ordinary)	Rs.180/- per shift.
6) Over-time	a) Customs Officer	Rs.18/- per working day. Rs.48/- per holiday
	b) Port Officer	Rs.235/- for working day, 1 shif Rs.470/- for holiday, one shif
7) Stevedore	a) Mechanical	Rs.0.40 per Ton
	b) Normal loading	Rs.3.20 - per Ton
8) Labour	One gang 10	Rs.50/- per shift.

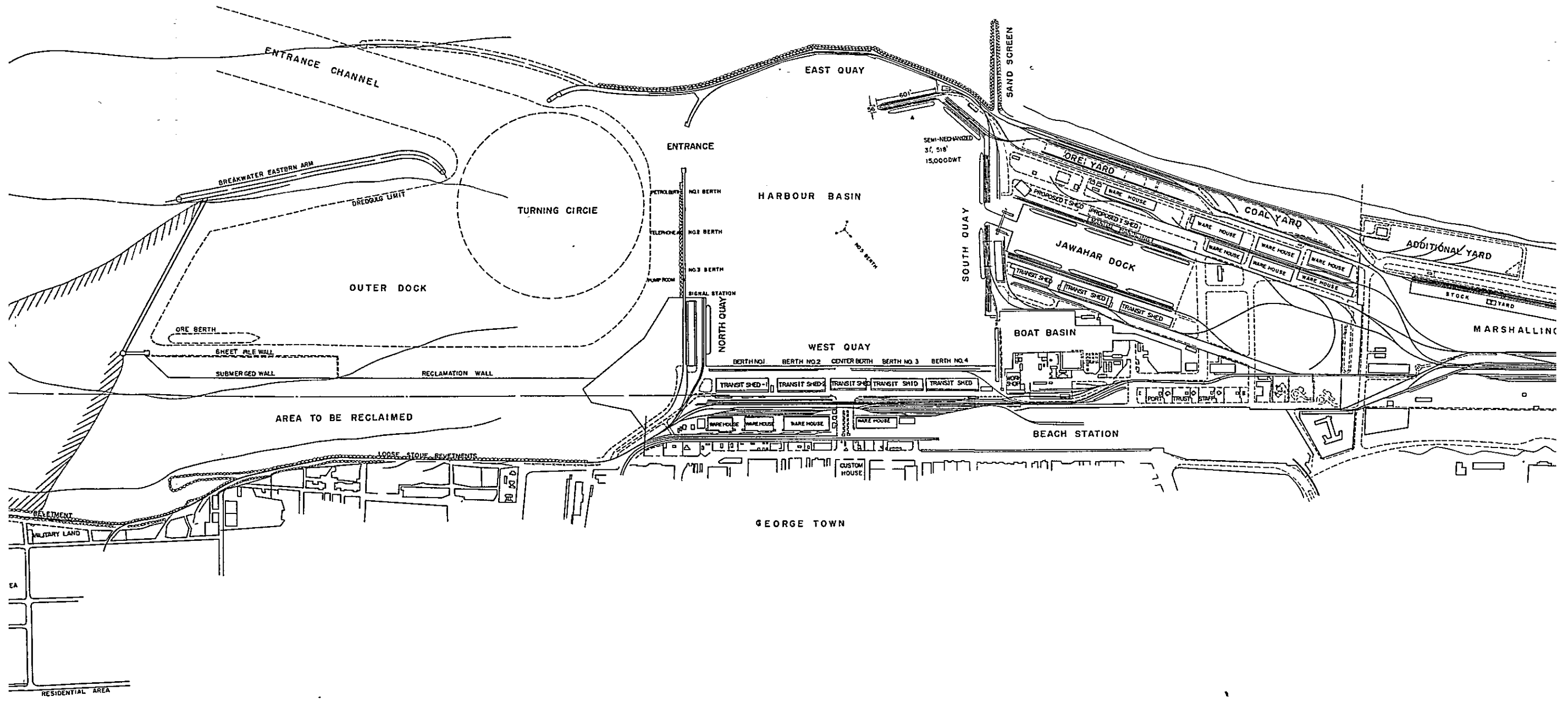
B. At SQ - 3

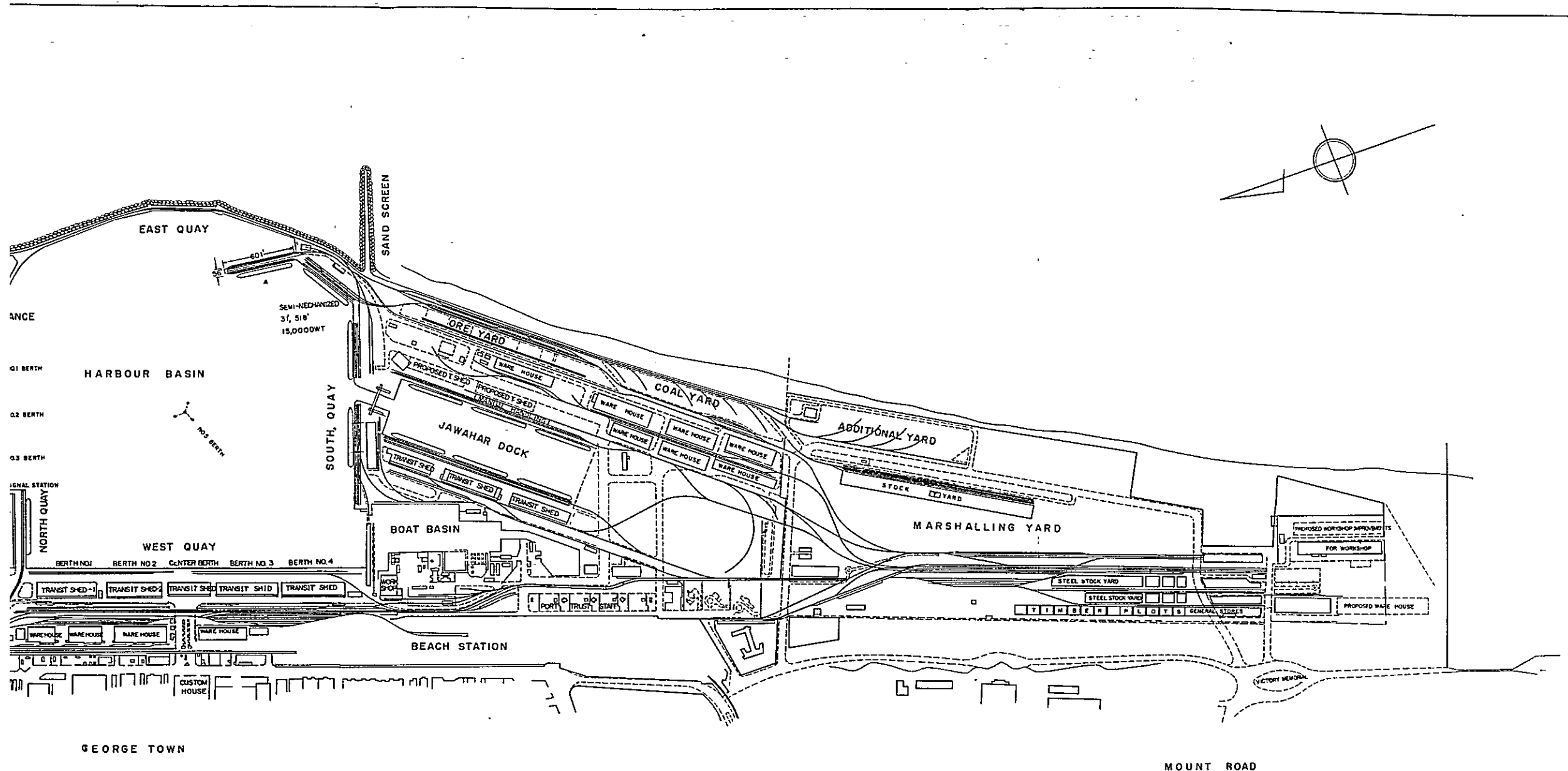
Rs.9/- per Ton in above 1 (b) includes handling at stock-yard and transportation from stock-yard.

C. At JD

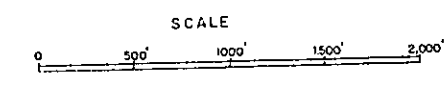
Over-all shipping charges vary subject to the number and type of shipping facilities for each case. However, it may vary from Rs.7/- to Rs.11/-.





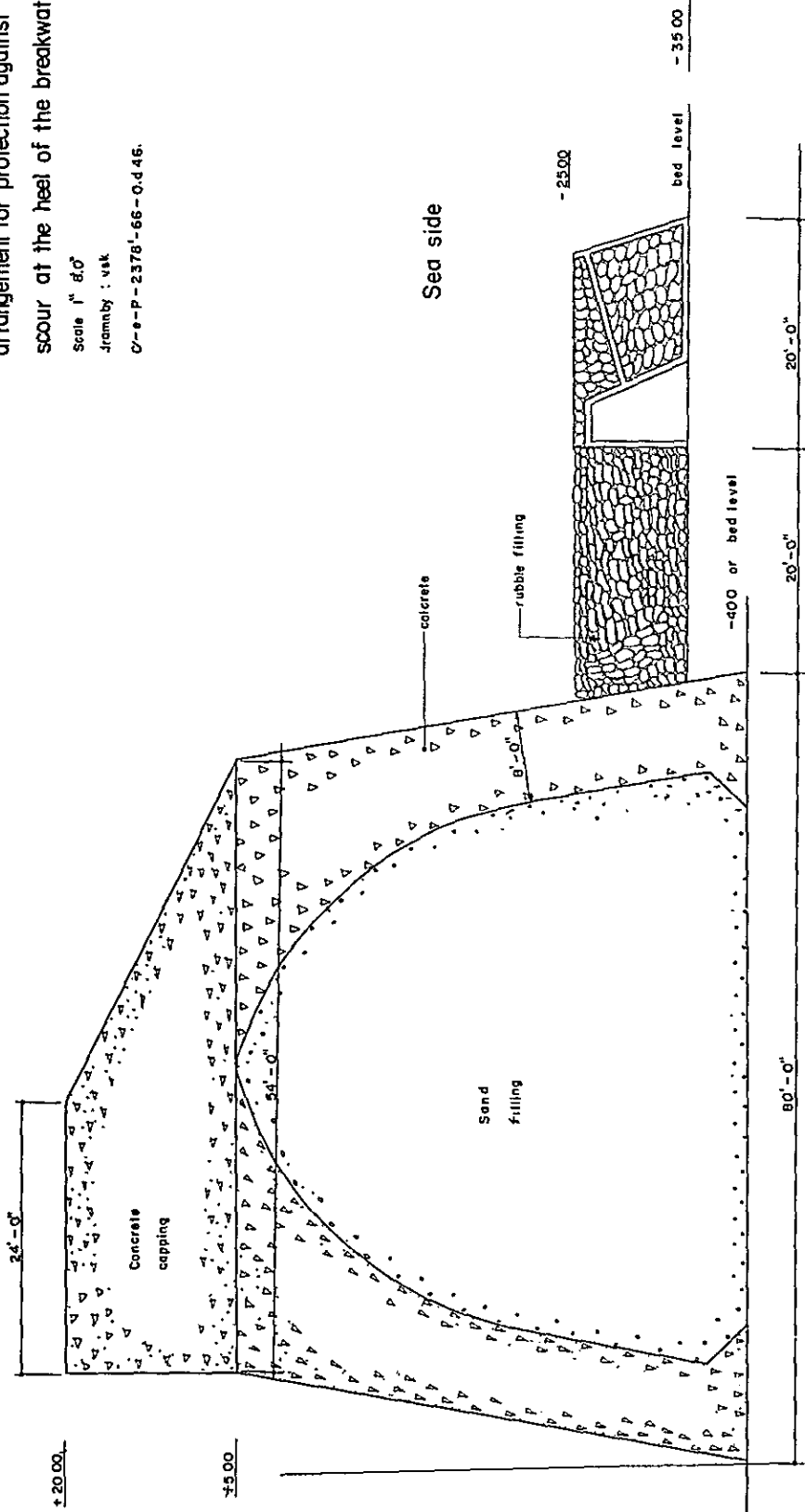


□-1 MADRAS PORT



□ - 2

madras port trust -  
proposed oil dock -  
arrangement for protection against  
scour at the heel of the breakwater wall -  
Scale 1" = 8.0'  
-Jrammy : vak  
O/- e - P - 2376'-66 - 0.4.46.



## 参 考 図 面 リ ス ト

1. Modified layout of bore holes at Visakhapatnam site - Ministry of Transport & Shipping, Government of India.
2. Bore hole positions at Visakhapatnam site - Ministry of Transport & Shipping, Government of India
3. Offshore bed rock contours, Visakhapatnam site - Visakhapatnam Port Trust
4. Vane shear test results conducted at ore stock yard - Visakhapatnam Port Trust
5. Soundings in metres, Visakhapatnam, Bay of Bengal, India-East Coast - Ministry of Transport & Shipping, Government of India
6. Layout of outer dock, revised alignment - Madras Port Trust
7. Layout of ore handling scheme - Visakhapatnam Port Trust
8. Layout of dumper lines - Visakhapatnam Port Trust
9. ヴィサカパトナムの気象, 海象等 : 本調査団作成
  - (1) 波高の月別分布
  - (2) 波高, 周期の累積分布
  - (3) 風向の月別分布
  - (4) 気象擾乱の月別頻度分布
  - (5) 底質粒径分布

ピサカバトナム外港建設工事費概算表

	第 1 期 工 事		第 2 期 工 事		計
	数 量	金 額	数 量	金 額	
(1)土木施設その他		8,131 百万円		3,430 百万円	11,561 百万円
南防波堤	1,300m	2,745			2,745
	拾 石	950,000m <sup>3</sup>			
	拾 ブロック	130,000m <sup>3</sup>			
	上部コンクリート	6,500m <sup>3</sup>			
北防波堤	1,500m	1,915			1,915
	拾 石	440,000m <sup>3</sup>			
	拾 ブロック	160,000m <sup>3</sup>			
	上部コンクリート	7,500m <sup>3</sup>			
深	4,150,000	1,750	10,000,000	2,500	4,250
	土 砂	4,000,000		2,500	
	岩	150,000			
岸 壁		725		680	1,405
		400m	400	680	
	取 付	150m		45	
護 岸	1,000m	450			450
灯 台	2基	8			8
航路標識	2基	8			8
V H F	1基	30			30
タグポート	2台	500	1台	250	750
	2,500 P.S				



	第1期工事		第2期工事		計
	数量	金額	数量	金額	
(2)荷役施設		2,235 百万円		1,115 百万円	3,350 百万円
ローダー	1 基	200		200	400
ベルトコンベア+架台	6,000 m	1,500			1,500
ベルトコンベア			5,500 m	900	900
サージビン	1 基	35		15	50
電源、制御、その他		500			500
(3)ヤード整備		765		1,722.5	2,487.5
ベルトコンベア	2 条	225			225
リクレーマー	3,000 t/h	340			340
リクレーマー基礎		150			150
6.1ベルトコンベア	改良	20			20
現有スタツカー	改良	30			30
ベルトコンベア	3 条		2,250 m	337.5	337.5
リクレーマー	3,000 t/h		2 基	340	340
スタツカー	3,000 t/h		1 基	120	120
スタツカー <sub>2</sub> 基礎			2,250 m	225	225
リクレーマー基礎					
ダンパーヤード施設					
ダンパー			1 基	250	250
線路				450	450
合計		11,131 百万円		6,267.5 百万円	17,398.5 百万円

