

その結果は表1-51の通りである。

(2)-3 Others

▼ 採炭、掘進以外の費用

石炭会社の資料から推定すると1979年のUndergroundの費用は労務費を除いて136,517,486RPとなる。このうち、採炭、掘進以外の支出は52,917,276RPと考えられる。

1US\$=620RP とすると

$$52,917,276RP \div 620 \div 85 \text{千US\$}$$

となる。1980年以降1984年までの増産期間中は、それによって10%ずつ増加するものとする。

表1-52 坑内(採炭、掘進以外)費用

(10³US\$)

年度	1980	1981	1982	1983	1981~ 2005
発生額	85	91	103	103	113

▼ 新規設備のOverhaul 費用(Spare parts)

Planning areaと同様の方法で求める。ただし費用の発生は設備が稼働する1983年以降とする。

表1-53 年間 spare parts 費用

(10³US\$)

	Repair Factor	必要設備額	Spare Parts	Import Duty	計
Drum Shearer	12%	750	90	27	117
Shield Support	10%	5,310	531	160	694
Power Pack	10%	160	16	5	21
Face Chain Conveyor	5%	590	30	9	39
Stage Loader	5%	120	6	2	8
Gate Chain Conveyor	5%	60	3	1	4
Side Dump Loader	10%	300	30	9	39
Section Belt Conveyor	3%	1,150	35	10	45
計		8,574	714	223	967

▼ 動力費

オンピリン炭鉱で使用する動力はすべて自産炭による発電によってまかなわれる。

▼ 石炭消費量

発電量と発熱量の関係は標準的に 1 kWh に対し 860 kJ とされている。従って、消費する石炭の量は次のようになる。

現状稼行区域では

$2,025,000 \text{ kWh} \div 700 / 860 \approx 3,000 \text{ トン}$ となるが、余裕をみて 5 千トンの消費とする。

Planning Area では

$31,920,000 \text{ kWh} \div 700 / 860 \approx 39,000 \text{ トン}$ となるが、余裕をみて 40 千トンの消費とする。

以上の点から年次別の自家消費炭の推移は表 1-55 の通りとする。

尚、この自家消費炭は年間出炭 1,000,000 トンの中から消費されるものとする。

表 1-55 年次別自家消費炭

(10³トン)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988~ 2005
現状稼行区域	15	15	15	15	15	15	15	15	15
・ (増加分)				5	5	5	5	5	5
Planning Area							20	20	40
計	15	15	15	20	20	20	40	40	60

▼ 自家消費炭の評価

インドネシア国内向けの販売価格 22 US\$ / t をもって評価する。

9.2.7 減価償却費

減価償却の対象となるのは、9.2.4 設備投資計画に記載された Open-cut Mining Equipment と Underground Mining Equipment である。(表 1-43, 1-44 参照)

減価償却費算出に際し Planning Area と同様の方法を用いた。ただし Open-cut Mining Equipment については「A REVIEW OF MINING STUDIES FOR THE EXPANSION OF OMBILIN COAL MINES」に記載された方法で算出した。その方法は耐用年数と同じサイクルで更新するので毎年、同額の減価償却費が計上されることになる。表 1-56 と表 1-57 にそれぞれ Open-cut と Underground の償却額を示す。

9.3 山元生産原価総括表

以上により求められる生産原価の各項目を年次別にまとめると表 1-58 のようになる。ただし価格は 1980 年をベースとし、エスカレーションは考慮していない。

表1-56 現行採行区域の減価償却費 (open cut)

	capital cost (含 rebuild)	life year	depreciation	
	(\$)	(年)	(\$)	
SYNTHETIC FURNACE	① 35 tlt dump truck	2,088,093	9	232,010
	② bulldozer(300HP)	1,507,000	5	301,400
	③ wheel scraper	974,595	7	139,228
	④ hydraulic shovel	153,037	8	56,629
	⑤ P.E. wheel loader	268,864	5	53,773
	⑥ blast hole rig	215,656	10	21,566
SOOT MANUFACTURE	① P.E. crawler loader	172,256	7	24,608
	② bulldozer(62HP)	15,101	13	3,492
	③ coal truck(8t)	313,924	8	12,991
	④ plat form truck(7t)	17,878	11	1,353
	⑤ personnel carrier	16,377	10	1,638
	⑥ tipper truck	17,878	10	1,788
General	① land rovers	62,156	8	7,770
	② 10t mobile crane	12,596	15	8506
	③ lubrication truck	71,126	11	6,466
	④ water sprinkler truck	51,810	8	6,476
	⑤ fuel truck	55,166	11	5,015
	⑥ road grader	162,907	5	32,581
	⑦ maintenance work shop	181,115	10	12,936
	total			266,325

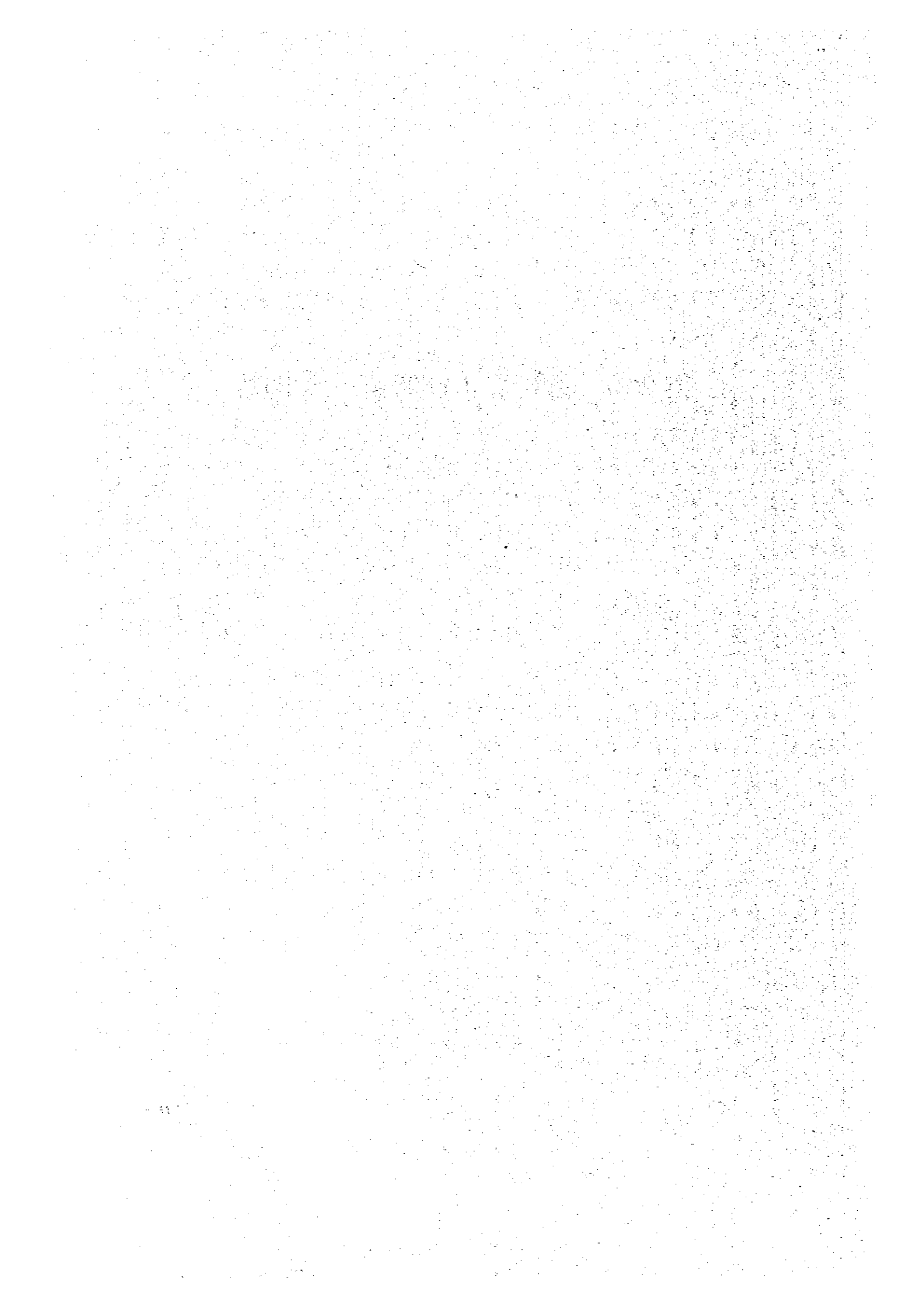
Table 1-57 DEPRECIATION COST OF CURRENT OPERATING AREA (UNDERGROUND)

	Durable year	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
		Underground														
Drum shearer	10		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Shield support	8		668	668	668	668	667	667	667	667	668	668	668	668	667	667
Power pack	7		23	23	23	23	23	23	22	23	23	23	23	23	23	22
Face chain conveyor	7		84	84	84	84	84	85	85	84	84	84	84	84	85	85
Stage loader	6		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Gate chain conveyor	7		9	9	9	9	9	8	8	9	9	9	9	8	8	8
Side dump loader	8	38	38	38	38	37	37	37	37	38	38	38	38	37	37	37
Section belt conveyor	9		128	128	128	128	128	128	128	127	127	13	26	39	39	39
Total		38	1,045	1,045	1,045	1,044	1,042	1,043	1,042	1,043	1,044	930	943	954	954	953

(10³USS)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
	75	75	75	75	75	75	75	75	75	1,725
	667	667	668	668	668	668	667	667	667	15,353
	23	23	23	23	23	23	22	23	23	526
	84	84	84	84	84	85	85	84	84	1,938
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	460
	9	9	9	9	8	8	8	9	9	198
	27	38	38	38	38	37	37	37	37	900
	39	39	38	37	37	38	39	39	39	1,651
	954	955	955	954	953	954	953	954	954	22,751

第2章 貯炭および船積設備計画



1 はじめに

本設備は、インドネシア共和国西スマトラ州サワラント(オンピリン)炭鉱リハビリテーションによる石炭開発計画の一環として計画する港前地域に於ける貯炭および船積設備の計画である。

この設備は同州の主要都市でかつ重要な門戸であるパダン地区のテルクバユール港区に予定され、長期的視点にたって計画されるものである。

オンピリン炭鉱で開発増産された石炭はサワラント、ソロクおよびパダンパンジャンを経て、パダン、テルクバユールに至る既設の鉄道を利用して輸送される。

本設備は、上記の鉄道によって貨車輸送された石炭の貨車卸し設備から積付設備、貯炭場、払出し設備、岸壁設備および船積設備までを含むものである。

貨車輸送された石炭の一部は、テルクバユール駅の約1.8km手前のブキットブトス駅で分けられ、インダラン地区のセメント工場へ分岐鉄道輸送される。従ってテルクバユール港から船積される石炭の量はサワラントより鉄道輸送された全量のうち、セメント工場に送られた残りの分量である。

本設備の建設は、上記の関連から炭鉱の開発の段階と、インダラン地区のセメント工場の拡張規模の工程に合わせて進めることが必要となってきたものである。

本計画では旧設備をできるだけ利用し、投資を少なくして、ここで扱われる石炭に付加されるハンドリング費用を最小にするように考える。

2 現有設備

2.1 貨車貯しおよび貯炭設備

現在テルクブユール港域には、P. N. Tambang Batubara に所属する旧設備の一部が残っている。これは約70年以前に建設されたもので、石炭を貯積するために設けられた設備であるが現在は使用されていない。

この旧設備の様子は、鉄道輸送された貨車をサイロの上部に直接導入し、貨車から石炭を直接荷卸し、同時に荷卸しをした石炭をそのまま貯炭できるようになっている。このサイロ (Photo-2-1参照) は2つあり、このサイロから再び貨車に積み、貨車で岸壁まで輸送し、貨車より転荷した石炭をそのままクレーンによって貯積するものである。図2-1および図2-2はこの設備の配置を示すものである。

2つのサイロのうち1つは38室よりなり、1室あたり225Tの容量があり、合計8550Tの貯炭ができるようになっている。このサイロは一部補強などの補修がなされている。

他のもう1つのサイロは32室よりなり、1室あたり175Tの容量をもち、合計5600T貯炭できるようになっている。しかしこのサイロは使用されなくなって以来補修がなされていないため損傷が著しく、今後の使用には耐えられないと思われる。

サイロから貨車に積込むためにサイロ側壁に設けられた俯仰可能のシュートもそのヒンジ点を修理しないと稼働できない状態である。

サイロ側壁に沿って敷設されていた鉄道もサイロの敷地内は残存するが敷設し直さなければ使用には耐えられない。

サイロの敷地に隣接して山があり、この山腹に沿って敷設されていた鉄道は今は撤去されて、その跡地に4m巾の新しい道路を建設中である。この新しく建設中の道路の終端部より貨車用の鉄線が岸壁までかけられているが、ロープや枕木は取除かれ、塗装などの保守もなされていない。

岸壁は板張りの棧橋となっているが、この棧橋の前方に新しくセメント積出し用のコンクリート棧橋形式の岸壁が建設されており、この板張りの棧橋部分には外航船は着岸できない。

以上の現有設備の他に現在はP. N. PERTAMINA が利用している石油基地 (Photo-2-2参照) が1981~1982年に他の場所へ移転する予定であり、この跡地を必要ならば貯炭場として利用することができる。この土地の利用料金は1980年ベースでRp350/㎡である。この石油基地が移転すると、この基地の前方沖合にあるマンカー繫船用のブイも不要となる。従ってこの海域に新しい石炭積出し用の岸壁を建設することが可能である。



Photo 2-1

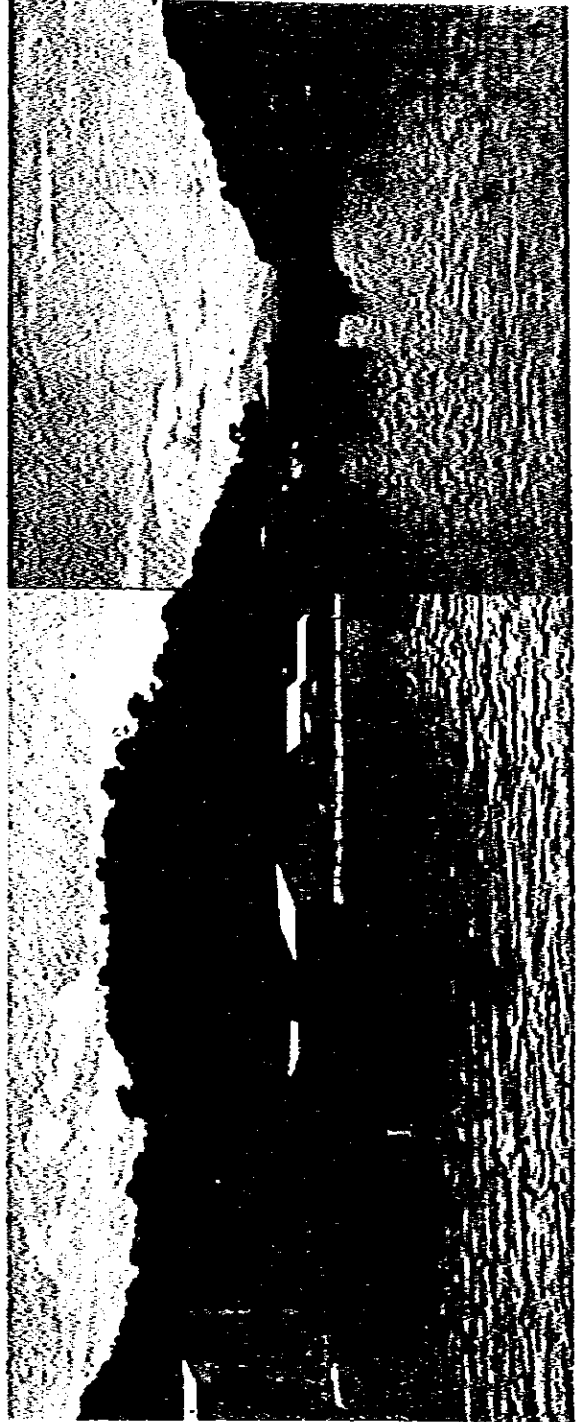


Photo 2-2

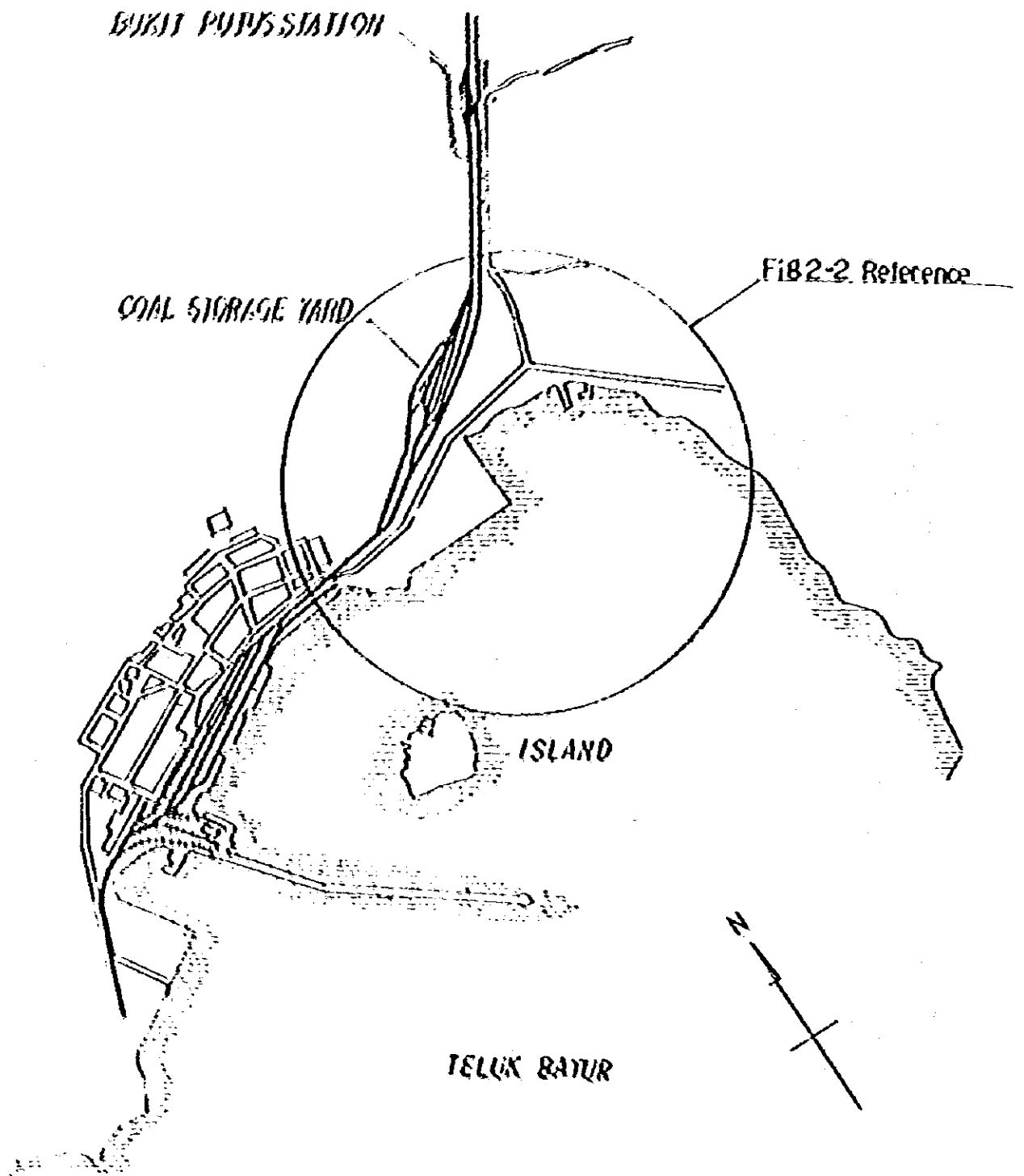


FIG 2-1 ARRANGEMENT OF THE FACILITIES

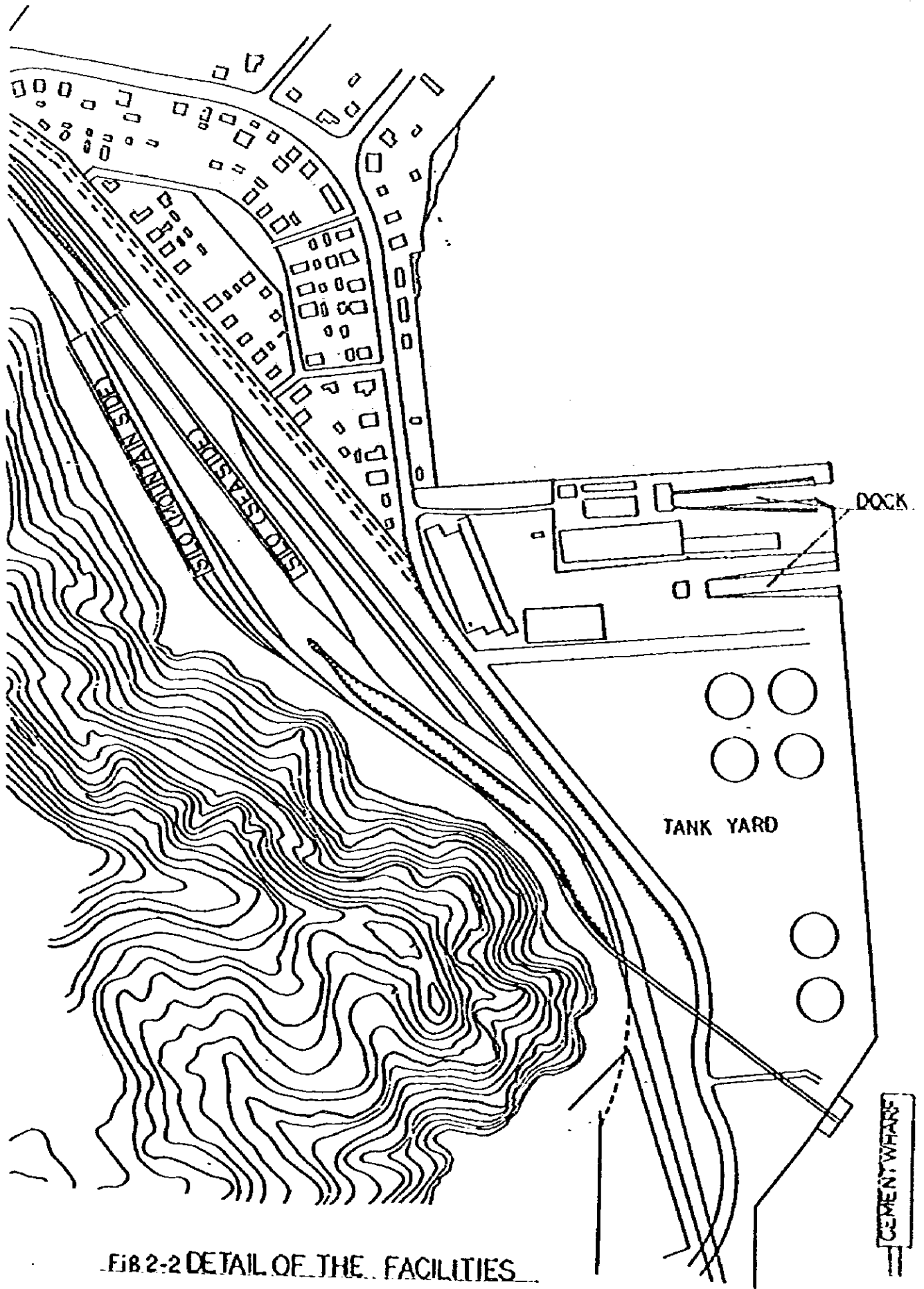


FIG 2-2 DETAIL OF THE FACILITIES

2.2 港灣施設

2.2.1 浮橋施設

(1) ヲノト専用棧橋 形式 後背杭棧橋

延長 109m 幅員 18m 水深 7~9m

(2) 石法専用ドック

White 911用 2.7m×19m 水深7~8m

Black 911用 6m 水深7~8m

(3) 一般荷物用棧橋

	長さ	水深
コンクリート棧橋	150m	7~9m
木製棧橋 I	120	"
" II	108	"
" III	108	"
" IV	96	"

2.2.2 陸上施設

(1) 倉庫 (101A)	1,180m ²
" (101B)	976m ²
" (102)	2,000m ²
" (103)	2,000m ²
" (104)	1,954m ²
(2) 倉庫 (201)	1,074m ²
" (202)	320m ²
" (倉庫物用)	320m ²
(3) 野球場 (101)	1,318m ²
" (102)	987m ²
" (103)	858m ²
" (104)	1,000m ²
" (Dermapa Beton)	1,588m ²
" (201)	880m ²

2.2.3 荷役装置

(1) フォークリフト	(2.5t)	3台
	(5t)	1台
	(7t)	2台

フォークリフト	(10 t)	1台
(2) モービルクレーン	(15 t)	1 "
(3) ボータルクレーン	(6 t)	1 "
2.2.4 その他		
(1) タグボート	(235HP)	1台
"	(235HP)	1 "
"	(1,700HP)	1 "
(2) パイロット船	(180HP)	1 "
(3) ムアリングボート	(82HP)	1 "
(4) ドック	ドライドック	(200 t)
"	ヘリングドック	(20 t、200 t)
(5) 電気設備	TRI	100 KWA
	TR I	100 "
	TR II	250 "
	TR N	50 "
	TR Y	50 "

3 計画条件

3.1 粉砕物

3.1.1 粉種	インピリン石炭
3.1.2 品位係数	0.83/mt
3.1.3 灰分	8%
3.1.4 粒度	-40 mesh

3.2 年度別取扱量

石炭の年度別生産量に1万取扱量に下表の通りである。

Table 2-1

年 度	生産計画	山元使用量	鉄道輸送量	セメント工場使用量	貯 積 量
1980	15万t	15万t	135万t	125万t	10万t
1981	20 "	"	185 "	140 "	45 "
1982	30 "	"	285 "	235 "	50 "
1983	30 "	20万t	280 "	235 "	45 "
1984	40 "	"	380 "	330 "	50 "
1985	40 "	"	" "	330 "	" "
1986	55 "	40万t	510 "	330 "	180 "
1987	70 "	"	660 "	330 "	330 "
1988	85 "	60万t	790 "	330 "	460 "
1989	100 "	"	940 "	330 "	610 "
1990	100 "	"	" "	330 "	" "
1991	100 "	"	" "	330 "	" "

3.3 自然状況

3.3.1 大気汚染防止対策に於ける風（最近の年間の実績）

- ① 平均風速 2.3 m/sec
- ② 平均風速の最大値（定風速として） $26 \text{ Q}^2 \sim 27 \text{ Q}^2$
- ③ 大気平均風速 1.27 m/sec
- ④ 大気平均風速の最大値（定風速として） $27 \text{ Q}^2 \sim 33 \text{ Q}^2$

- (5) 最大風速 20.6 m/sec
 (6) 最大風速の最多風向 (北に対して) $210^\circ \sim 340^\circ$

3.3.2 降雨 (1979年度調査による)

- (1) 年間降雨量 $4,076 \text{ mm}$
 (2) 年間降雨日数 177 日
 (3) 1日最大降雨量 230 mm

3.3.3 潮位

- (1) 設計高潮位 $+1.93 \text{ m}$
 (2) 設計低潮位 -0.00 m

3.4 その他の条件

- (1) 最大対象船形: D_{\max} $15,000 \text{ D. W. T.}$
 (2) 平均対象船形: D_{mean} $8,000 \text{ D. W. T.}$
 (3) 最小対象船形: D_{\min} $5,000 \text{ D. W. T.}$
 (4) 対象船形寸法

石炭運搬用の最大対象船形、平均対象船形および最小対象船形の諸寸法は下表の通りとする。

Table 2-2

D. W. T.	全長 L (m)	型巾 B (m)	型深 D (m)	満船吃水 dF (m)	軽荷吃水 dL (m)	ハッチ巾 b (m)	ハッチ数
15,000	145	22.0	12.2	8.5	2.2	9.8	4
8,000	117	16.0	8.9	6.8	2.0	7.0	3
5,000	100	14.5	7.6	6.4	1.8	7.0	2

註 荷役時の最小吃水は $1/3 dF$ とする。

3.4.2 稼働

- (1) 年間稼働日数: W_H 350 日/年
 (2) 1日稼働時間: H_W 24 時間 (3 Shift) (実働) 20 時間/日
 (3) 船の入出航 (パイロットの稼働) 24 時間

3.4.3 鉄道貨車

- (1) グーツ $1,067 \text{ 両}$
 (2) 全高さ $3,200 \text{ 両}$

- (2) 全長（トラック試験機） 10,650 mm
- (4) 車輪間隔 1,600 mm
- (5) ボキ一間隔 5,700 mm
- (6) 移載容量 25 t ただし石炭の場合：23 t

3.4.4 土質（岩質）

--9.00～--35.00 粘土質 N=3
 --35.00～ 岩 盤 N>50 } 推定値

3.4.5 資 産

水平震度 (K_h) 0.1

鉛直震度 (K_v) 0.0

4 設備の概要

4.1 概 説

本設備は貨車で運ばれてきた石炭を貨車から卸し、ヤードに貯炭し、ヤードから払い出し、港の岸壁に接岸した石炭搬送用の船舶に船積するまでの一連の搬送荷役設備で、そのフローはFig 2-3に示す。

横開きホッパ貨車で運ばれて来た石炭は貨車卸設備で手動操作により受け入れサイロの中に受荷され、一時的に貯炭される。

サイロ内の石炭はサイロ側方の出口の部分で安息角により流出を止められる。この出口に設けられた回転走行切出機を中央制御室より遠隔自動運転することにより石炭をサイロから切出し、ベルトコンベヤを経てスタックによりヤードに積付けられる。この積付作業に於けるスタックの運転もまた最初の位置決め運転を除き中央制御室から自動運転によりなされる。サイロからスタックに至るベルトコンベヤには秤量機を設け、ヤードへの積付量を管理できるようにする。

一方石炭を輸送するための船が入港すると、ヤードに積付けられた石炭をリクレーマによって払い出し、ベルトコンベヤを経て船積機によって船積される。リクレーマから船積機に至るベルトコンベヤには秤量機とサンプリング設備を設け船積した量を管理できるようにするとともに、船積作業中にベルトコンベヤからサンプリング装置によって、インクリメントを採取し、これを現有の研究設備で総分、分析して船積した石炭の品質を管理する。

この搬送荷役設備は以下に述べるような各機器や設備から構成されている。

4.2 貨車卸設備

本設備は現有のサイロの一部を保修して利用する。

- | | |
|-------------|---------------|
| (1) 貯炭容量 | (1日分) 約2,000t |
| (2) 同時荷卸貨車数 | 2輛/系列 |
| (3) 荷卸系列数 | 2系列 |

4.3 石炭切出装置

- | | |
|---------|--------------|
| (1) 形 式 | 回転走行切出機 |
| (2) 能 力 | 65t/h~125t/h |

4.4 貯炭設備

4.4.1 貯 炭 場

- | | |
|----------|----------------|
| (1) 貯炭形式 | 1面
屋外ベッディング |
|----------|----------------|

(2) バイル寸法	巾： 23 m
	長さ： 約233 m
	高さ： 約12.7 m
(3) 容量	約30,000 t
4.4.2 スタッカ	1台
(1) 能力	250 t/h
(2) 形式	片ウイング式
(3) スパン	4.5 m
4.4.3 ベルトコンベヤ	一 式
(1) 積付用	1 条
	能力：250 t/h
	ベルト巾： 750 mm
	機長： 250 m
(2) 中継用（秤量装置付）	1 条
	能力：250 t/h
	ベルト巾： 750 mm
	機長： 53 m
(3) 切出石炭受入用	2 条
	能力：125 t/h
	ベルト巾： 600 mm
	機長： 60 m
4.5 払出・船積設備	
4.5.1 リクレーマ	1台
(1) 能力	1,000 t/h
(2) 形式	可逆式橋形ハロー付バケットホイール式
(3) スパン	22.6 m
4.5.2 ベルトコンベヤ	一 式
(1) 払出用	1 条
	能力：1,000 t/h
	ベルト巾：1,200 mm
	機長： 263 m
(2) 計量用（秤量装置およびサンプリング装置付）	1 条

(3) 搬送用

能力：1,000 t/h
 ベルト巾：1,200 mm
 機長：25 m
 1 条

(4) 岸壁用（船積用）

能力：1,000 t/h
 ベルト巾：1,200 mm
 機長：318 m
 1 条

4.5.3 船積機

- (1) 形式 (テレスコプ付) 走行旋回ブーム起伏式
 (2) 能力 1,000 t/h
 (3) アウトリーチ (岸壁法線より) 16 m

4.6 電気設備

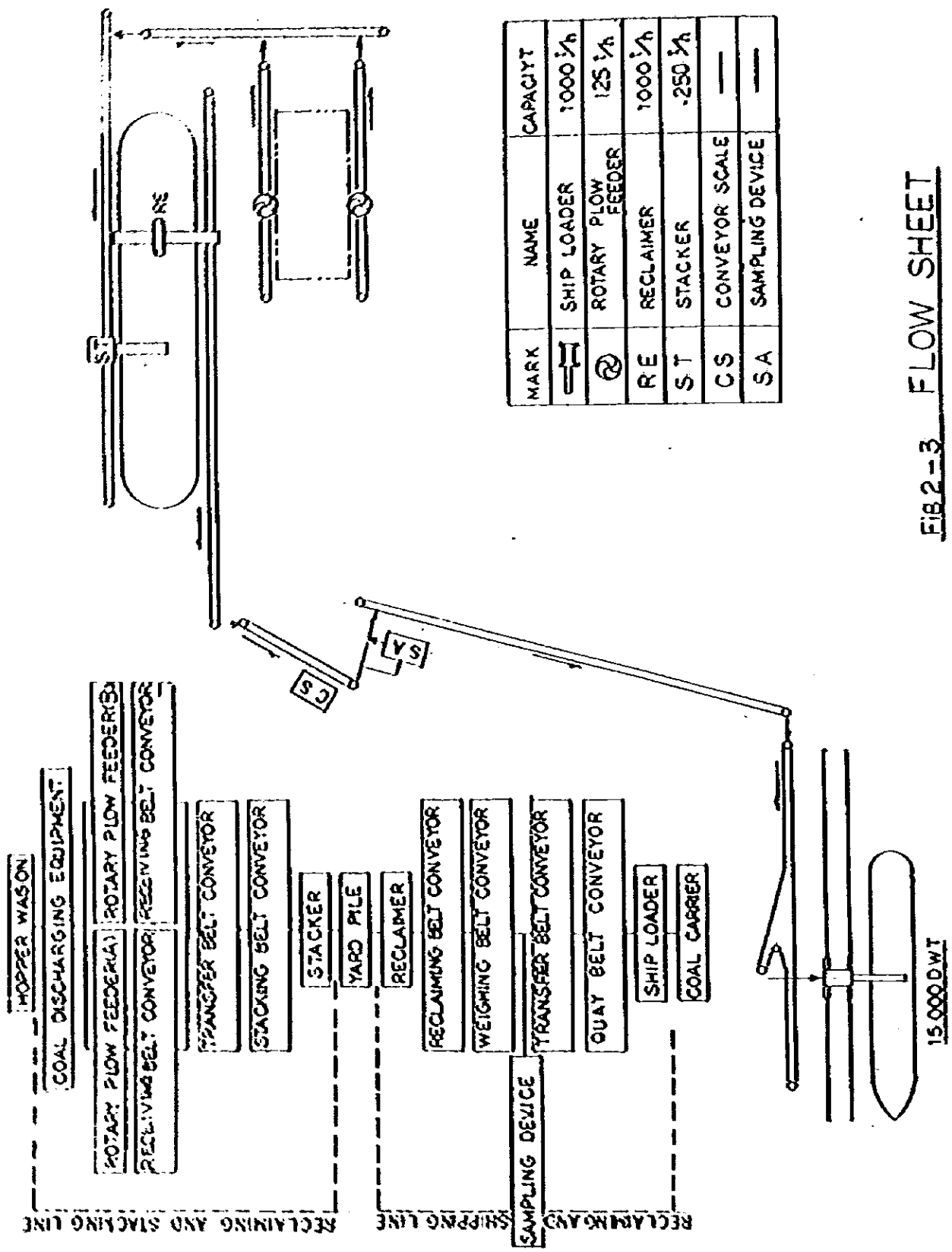
- (1) 受変電設備 一式
 受入 3KV 50Hz KVA 一式
 (2) 中央制御機器 一式
 (3) 各機器用電気品 一式
 (4) 通信設備 一式
 (5) 照明設備 一式

4.7 接岸設備

4.7.1 岸壁

石油基地の護岸と平行して建設される。

- (1) パース型式 斜め杭橋式
 (2) パース長 200 m
 (3) パース幅 20 m
 (4) 天板高 +2.5 m
 (5) 上部工 鉄筋コンクリート
 (6) 下部工 鋼管くい (φ500)



MARK	NAME	CAPACITY
SL	SHIP LOADER	1000 1/2
RF	ROTARY PLOW FEEDER	125 1/2
RE	RECLAIMER	1000 1/2
ST	STACKER	.250 1/2
CS	CONVEYOR SCALE	—
SA	SAMPLING DEVICE	—

FIG 2-3 FLOW SHEET

4.7.2 連絡橋

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| (1) 連絡橋型式 | PC橋梁 |
| (2) 連絡橋数 | 2ヶ所 |
| (3) 連絡橋寸法 | $24m \times 10m$ 、 $12m \times 10m$ |
| (4) 上部工 | ボステン桁 |
| (5) 下部工 | 鋼管くい(φ500) |

4.7.3 付属設備

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| (1) 防眩材 | 40個(L=1,500、H=500) |
| (2) ボラード(曲柱) | 10個(φ350、50t) |
| (3) 車止 | 505m(H=150mm) |
| (4) 照明 | 16個 |
| (5) 防食(鋼管杭) | 216m |
| (6) その他(手すり、はしご、塗装、etc) | 1式 |

4.8 建屋

貯炭ヤードの維持、管理用として3階層の鉄筋コンクリート造の建屋を新築する。

- | | |
|--------|-----------|
| (1) 1階 | 変電室(150㎡) |
| (2) 2階 | 事務室(") |
| (3) 3階 | 監視室(") |

5 基本設計

5.1 石炭専用岸壁

現在の港は非常に混雑しており、今後共大いに発展していくのが明白である。近い将来港が拡張されていく中で石炭専用岸壁の位置付けをする。

5.1.1 港の利用状況

(1) 年間取り扱の貨物量 (1979年)

年間取り扱の貨物量の実績は次に示す通りである。

(a) Loading	254,789 ton
	62,677人
	301,160 Log/m ³
(b) unloading	331,163 ton
	65,412人

(2) 入港船舶 (1978年)

入港船舶の実績を次に示す。

(a) Ocean Ship	船数	201隻 (1,605,574DWT)
	積卸	92,994 ton
	積込	418,375 ton
(b) Interinsular Ship	船数	358隻 (350,400DWT)
	積卸	159,858 ton
	積込	122,293 ton
(c) Domestic Passenger Ship	船数	74隻 (120,600DWT)
	上陸	40,171人
	離陸	27,999人
(d) Tanker Ship		113隻 (454,708DWT)
		265,772 ton
(e) Local Ship	船数	1,834隻
	積卸	17,323 ton
	積込	43,836 ton

(3) 取り扱の貨物量の推移

下図に過去5年間における年間取り扱の貨物量を示す。これより、79年の伸び率は75年を基準とすると16%、76年を基準とすると24%となる。また、年間平均伸び率は、7.5%となる。

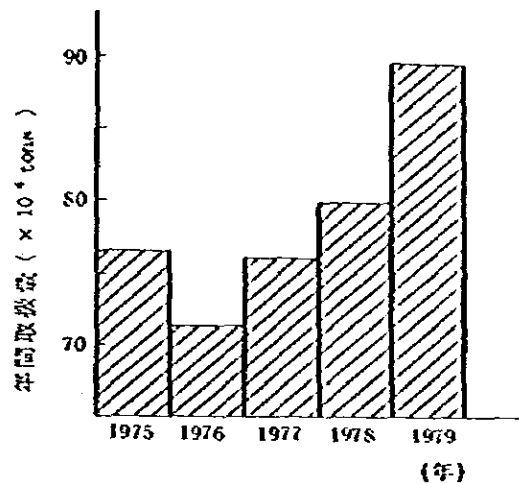


Fig2-4 過去5年間における
年間貨物取り扱い量

(4) ま と め

取り扱い貨物として unloading の方が loading より多少多いが、ほぼ均等している。入航船舶として、Ocean Ship の船形が平均約 8,000 DWT で最大であり、他は平均 4,000 ton 以下の小型船である。また、貨物量も Ocean Ship が最大であり、中型の外航船の貿易港としての性格を呈している。そして、取り扱い貨物の年間平均伸び率では 7.5% 上昇しており、船舶流通基地の拠点として重要性が高まっている。

5.1.2 バースの将来計画

(1) 一般貨物用バース

年間取扱貨物量は 5.1.1 に示した様に急速な伸び率を示している。今後この大きな伸び率では、バースが不足する。

バースの年間標準取り扱い貨物量を 800 ton/m/year とし、79年の取り扱い貨物量 (887,114 ton) で算定する。

$$\text{必要バース長} \quad L_1 = \frac{887,114}{800} \div 1,100 \text{ m}$$

$$\text{現バース長} \quad L_2 = 582 \text{ m}$$

$$\text{不足バース長} \quad L_0 = 1,100 - 582 \div 500 \text{ m}$$

上記のように、現バース総延長距離では約 500 m バース長が不足している。よって、一般

貨物用のバースを新設しなければ、将来共対応できなくなる。

(2) セメント用バース

セメントの生産計画を下表に示す。

Table 2-3 セメント生産計画表

	Indarung I	II	III	IV	計
1980年	330000	600000	---	---	930000
1981年	"	720000	---	---	1050000
1982年	"	"	720000	---	1,770,000
1983年	"	"	"	---	"
1984年	"	"	"	720000	2,490,000
1985年	"	"	"	"	"

(セメント生産計画に伴う石炭使用計画値から推定)

Indarung I の全生産量を西スマトラ地方で消費し、Indarung II~IV を輸出するものとすると、1984年には、セメントの輸出量が、216万ton/yearとなる。既設の100mセメント専用バースの平均積込み能力を180ton/hour、労働時間を20hour/day(3シフト)、許容岸壁占有率を0.55として84年の必要バース長を算定すると、

$$\frac{216 \times 10^6 \text{ ton/year}}{20 \text{ hour/day} \times 180 \text{ ton/hour} \times 350 \text{ day/year} \times 0.55} \times 100 \approx 300 \text{ m}$$

となり、84年で200mのバースが不足する。

(3) 石炭用バース

石炭の生産計画によると1989年から生産量が100万t/yearとなり、港からの船積み量が61.0万t/yearとなる。入航する石炭専用船の平均船型を8,000DWTとすると、その入航ひん度は次のようになる。

$$\frac{\text{年間船積み量} \quad 610,000}{\text{船当り船積み量} \quad 8,000} = 77 \text{ せき/年}$$

石炭船は最大15,000~最小5,000 DWTの大型船でありこれに対し荷役機械も専用のものを必要とする。石炭船が使用する岸壁は、使用ひん度及び取扱量から判断し専用岸壁が必要となる。

(4) まとめ

近い将来に必要なバース数は次の様になる。

- 一般貨物用 5バース(1バース長=100m)
- セメント用 2バース()

石炭用 1バース

港の拡張方向は東側の海岸部である。Fig 2-5に示してあるように東側の海岸部を埋立てることになる。水深が浅く、地盤が悪いので、埋立護岸は捨石式が適当であろう。バースの水深が-9.0~-10.0mだけ必要となるので岸壁の形式は棧橋となる。

現状の防波堤の長さでは風の方向から判断し東側のバースは波浪の影響を受け船積卸作業に支障がある。図示したように現存防波堤の沖側に防波堤を新設する必要がある。東側防波堤については埋立地■を利用する時期までに建設すればよい。

近い将来のバース計画を図示するとFig 2-6の様になる。貯炭ヤードとして現設のストックヤードを利用するのが最良であり、石炭の積込み岸壁の位置を最も近い石油ヤードの護岸部に設置するのが適切である。

5.1.3 岸壁の計画

(1) 岸壁の形状

岸壁の形状の選定は、気象、海象、地形、地質、背後地、取扱貨物の種類、対象船舶の船型などを考慮し、慎重に決定されなければならない。この内、気象、海象及び地質についてデータが不充分である。

気象データとして風、気圧、海象データとして波浪に関してである。風と気圧は波浪及び高潮の発生を支配し、港湾の施設及び係留中の船舶に作用する風圧力さらに荷役その他港湾における作業の能率を知るに必要とされる。地質については、表層から基盤層までの土質試験による土性値が必要となる。

岸壁を形状から分類すると、突堤式岸壁、平行式岸壁、ドック式岸壁などがある。

突堤式岸壁 — 突堤を陸岸より水面に突出させ船舶をその両側に係留させる岸壁であって、限られた陸岸の延長に比較して、多くのバースを収容できる。

平行式岸壁 — 陸岸に平行に船舶を係留させる岸壁であり、岸壁用地を十分に広くでき陸上交通と円滑な連絡をはかることができる。

ドック式岸壁 — 陸地を掘り込んで入口にこう門を設け、内部の水面にバースを設けるものである。潮差が大きい場合やバースの水面が特に静穏である必要の場合に有利である。

ドック式岸壁は地形的に不適であるので突堤式あるいは平行式の岸壁について計画する。

(2) 岸壁の方向

岸壁の方向は船の進入方向を考慮し、かつ恒風と一致させることがのぞましい。TABINGにおける風の観測によると風の方向は $N 240^{\circ} \sim 60^{\circ}$ である。岸壁を計画しようとしている石油タンクヤード跡地の護岸法線は $N 270^{\circ}$ の方向である。平行式岸壁の場合は船の進入方向がほぼ風の方向と一致することになるので適切である。突堤式岸壁の場合は、発着の際、

General Drawing of Future Berth Planing

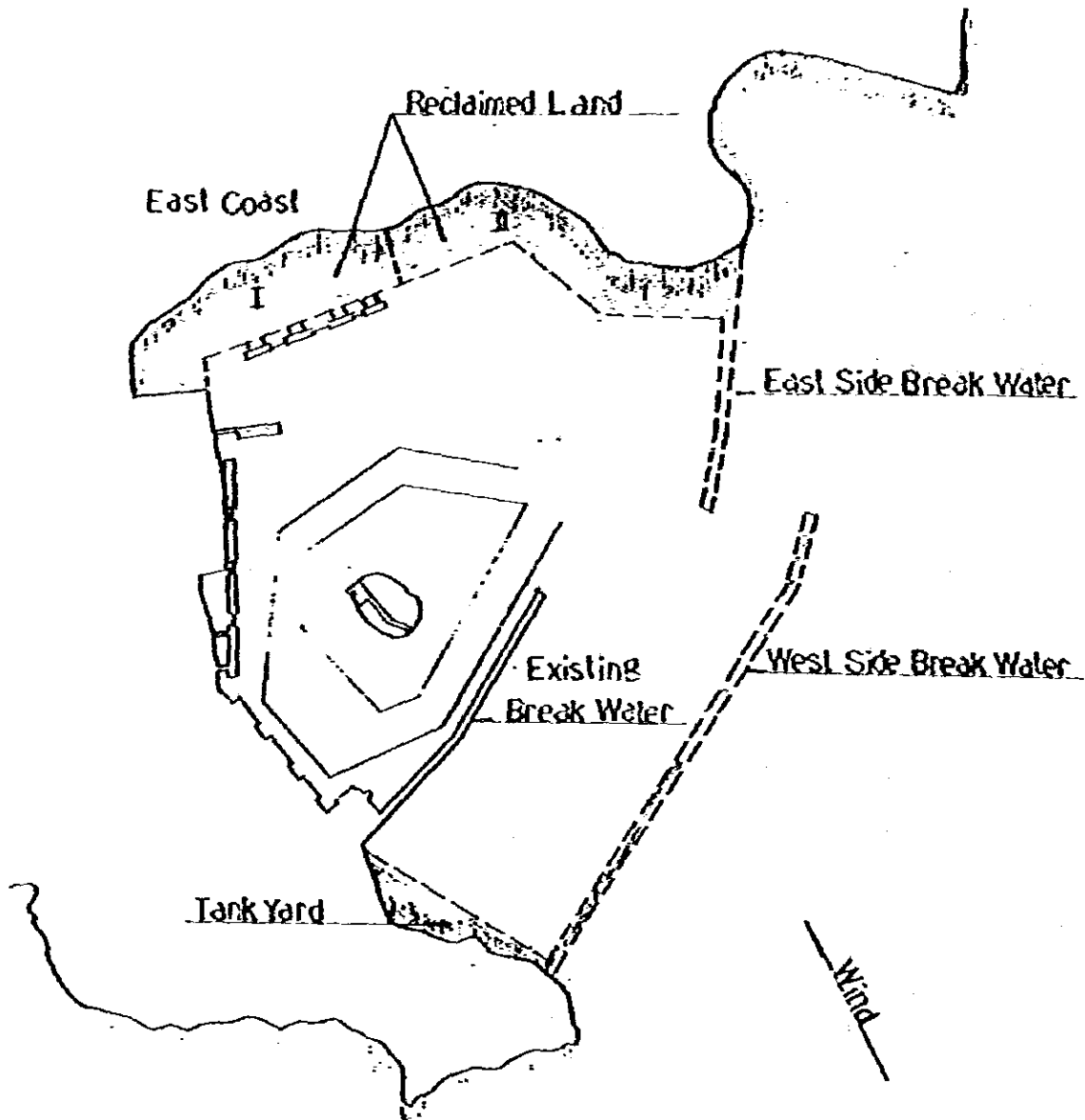
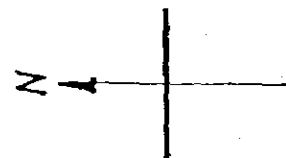
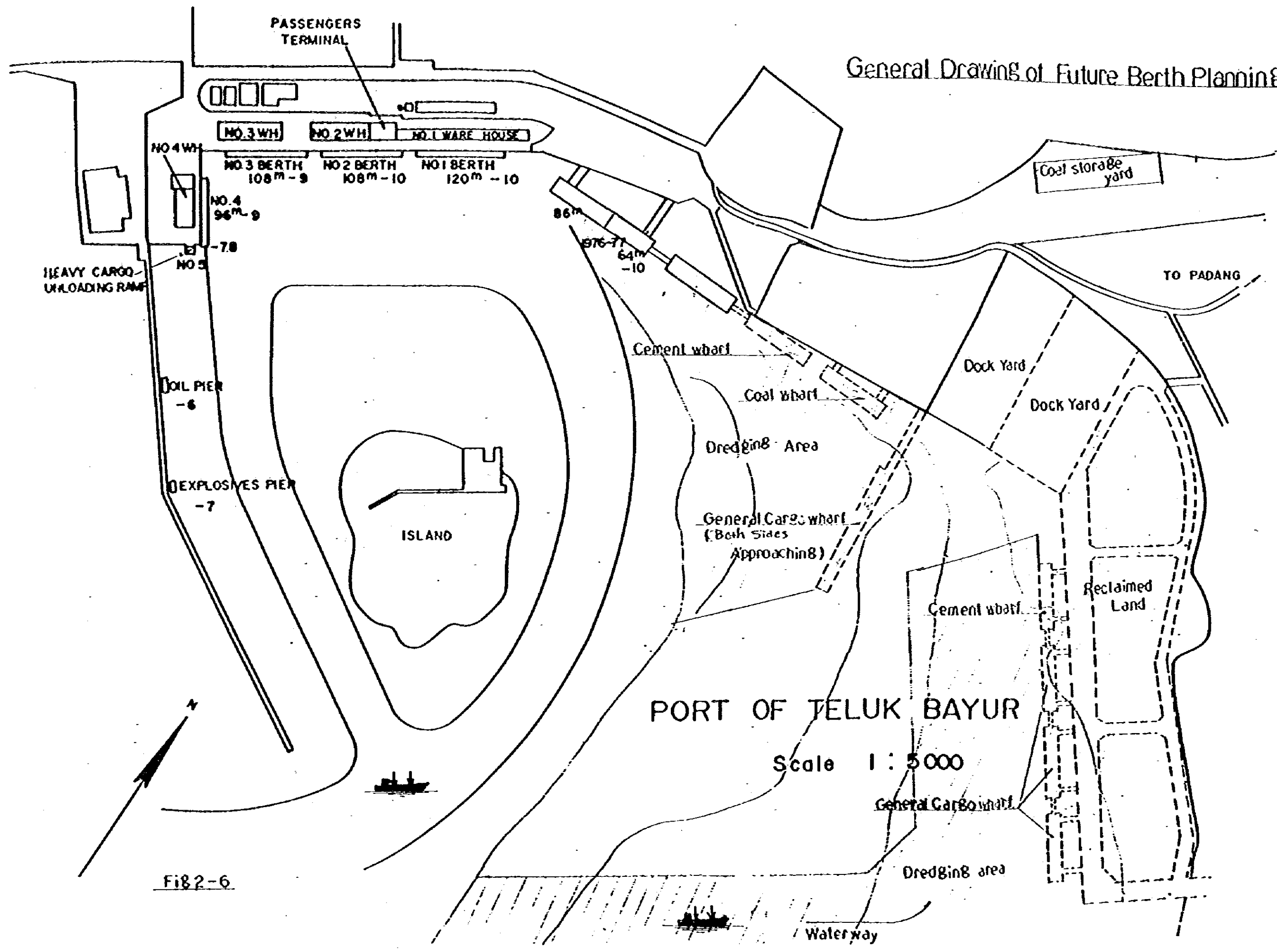


Fig 2-5



General Drawing of Future Berth Planning



Fi 82-6

PORT OF TELUK BAYUR

Scale 1 : 5000

General Cargo wharf

Dredging area

Waterway

船舶に風を受けることになる。しかし風の吹いて来るのは港周辺の山側の方からであり、TABINGでの風の観測値より小さい値を示すと思われる。港の周辺の山に風がさえぎられているとすれば、係留中の船舶への影響は小さくなる。風の大きさについてTELUK BAYUR港で観測し確認する必要があるが、この計画では突堤式岸壁を可能なものとして検討する。

(3) 構造様式

係留施設の構造様式の選定にあたって、下記の2条件を考慮する。

- (i) 地盤条件 —— 港内の地盤は約40 m厚の軟弱地盤層である。
- (ii) 利用条件 —— 石炭専用の荷役機械(軌条走行式ローダー又は固定式ローダー)を設置する。

各構造様式について比較すると次の様になる。

Table 2 - 4

構造様式	地盤条件	荷役機械の形式	
		走行式	固定式
重力式	×	○	○
矢板式	×	○	○
セル式	×	○	○
さん橋	○	○	×
ドルフィン	○	×	○

地盤条件に適合するさん橋とドルフィン式が適切であり、荷役機械の形式により、走行式の場合はさん橋、固定式の場合はドルフィンとなる。

(4) バースの長さ

(i) さん橋の場合

バースの長さは、船の全長に係船索の長さを考慮して15 m~30 mを加算して定める。接岸対象最大船舶15,000 DWTに対し必要バース長は185 m以上となる。5.4.1で述べられるように石炭船による岸壁占有率が大きくなり余裕があるので、石炭専用船以外の船舶(最大15,000 DWT)を接岸させることにする。

$$\begin{aligned}
 \text{さん橋の長さ} &= (\text{必要バース長}) + (\text{ローダー選避距離}) \\
 &= 185 \text{ m} + 15 \text{ m} \\
 &= 200 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(ii) ドルフィンの場合

荷役機械が固定式であるため、船積作業中船舶が移動しなければならない。船舶の移動によりバースの必要長さが一般の場合より大きくなる。

$$\text{バース長} = (\text{船舶移動区間}) + 30 \text{ m}$$

$$= 260\text{ m} + 30\text{ m}$$

$$= 290\text{ m}$$

ドルフィンは必要バース長が290 mとなり計画位置の石油タンクヤードの護岸法線に平行して建設することが不可能であり、直角方向に建設することになる。

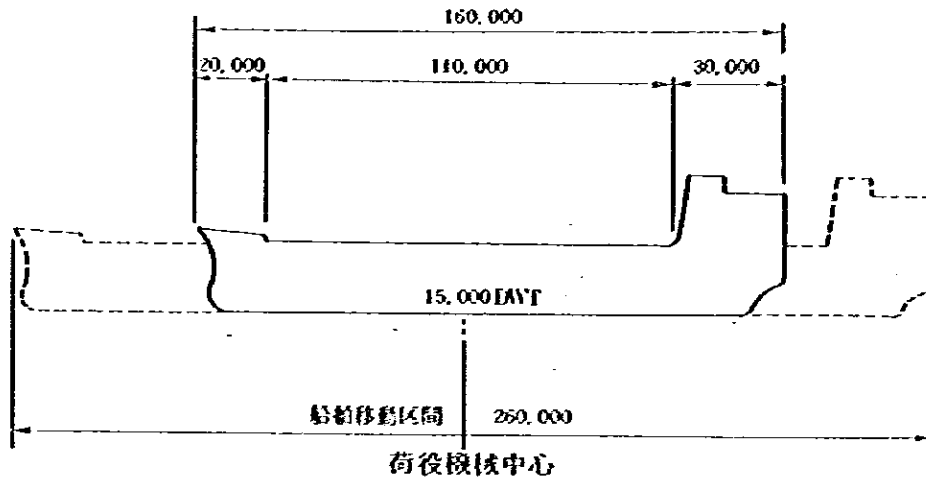


Fig. 2-7

(5) 岸壁の天ば高

岸壁の天ば高は、建設費のうえからは、なるべく低い方が良いが、対象船舶の船型、潮差、波浪等の条件を考慮のうえ、荷役に支障がなく、また施設に災害が発生しないよう決める必要がある。岸壁の天ば高をHWL上1.0～2.0 mの値を標準とするが、波浪の詳細が不明なため周辺の既設岸壁の天ば高+2.5と同等とする。

(6) バースの静穏度

バースの静穏度を知るには、港内の詳細な風及び波浪に関する観測をしなければならない。船舶の静穏度については、荷役の形態、荷役機械の性能、貨物の種類及び形状、重量等によって異なってくるが、下記の値程度が必要となる。

静穏度の目安値

利用船舶	有義波高
300～1,000 総トン	0.3 m
1,000～5,000 総トン	0.5 m
5,000 総トン以上	0.7 m

現在の防波堤のままで、バースの計画位置での静穏度を推定する。

港内の静穏を妨げるのは、港口からの侵入波、防波堤からの越波、浸透してくる波、及び港内での発生波と、これらによる波の反射波である。

特に影響の大きい、侵入波について検討する。波は防波堤により完全にしゃへいされるのではなく、波の回折により多少の波が生ずる。既設の防波堤での波の回折状態を図示すると、Fig 2-8~10のようになる。

この図は、Sommerfeld(ゾンマフェルト)の尤の回折理論を水の波に拡張した理論に基づき、防波堤が波を完全反射する場合について計算して作成した。

N 215° 方向の風に対し

$$\text{回折係数} = K_d = \frac{\text{回折波高}}{\text{入射波高}} = 0.6$$

N 260° 方向の風に対し $K_d = 0.3$

N 290° 方向の風に対し $K_d = 0.1$

港内の風の方向はN 240° ~ N 60° であるので回折係数 $K_d = 0.5$ 程度となる。防波堤外での波高(入射波高)を2.0 mと推定すると、計画バース付近の波高(回折波高) $H = 0.5 \times 2.0 \text{ m} = 1.0 \text{ m}$ となる。岸壁の計画位置の船舶は、多少波浪の影響を受けることになる。

(7) 岸壁構造の決定

岸壁の構造様式として適当と思われる、さん橋式岸壁とドルフィン式岸壁とを比較し、最良と思われる岸壁構造を決定する。

2形式を比較すると次の様になる。

Table 2-5

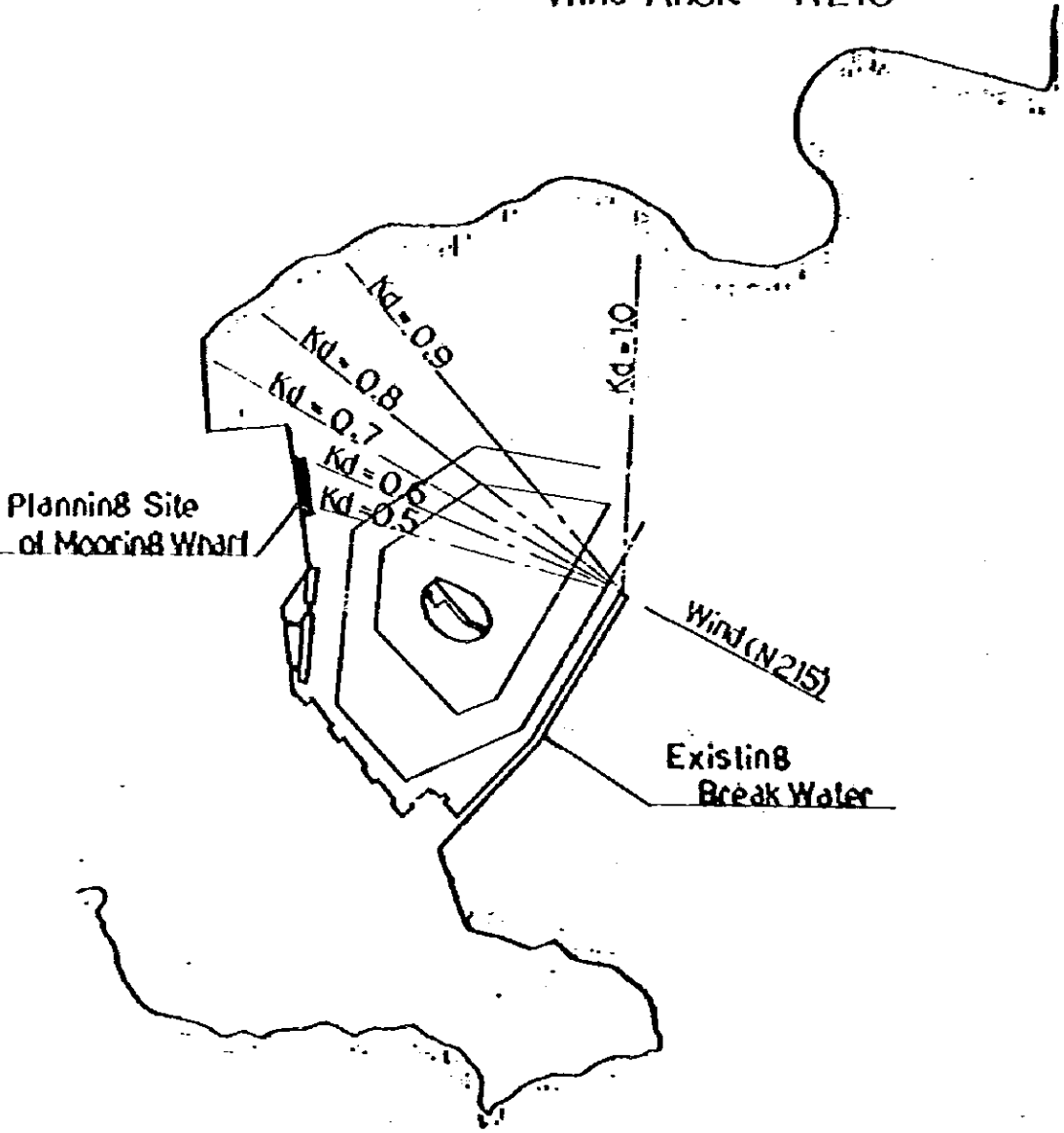
	さん橋	ドルフィン
バース長	200 m	290 m
形状	平行式あるいは突堤式	突堤式
荷役機様	走行式	固定式
船積時間	短い	長い
一般貨物取扱	可能	不可能
船積容易度	容易	困難
工費	やや高い (1.2)	低 (1.0)

ドルフィン式の方が、さん橋式より建設工事費が2割程度安くなる。しかしドルフィン式は船積み作業の困難さ、船積時間の長さ、及び石炭以外の一般貨物の取扱いが不可能である等の事を考慮すると、さん橋式の方が総合的に優れていると判断する。

よって岸壁構造は、さん橋式に決定する。さん橋式として平行式あるいは、突堤式とがあるが、突堤式が平行式より渡橋が長い分だけ工費高となる。従って、本計画では、平行式で計画する。

Diffraction Diagram

Wind Angle = N215°



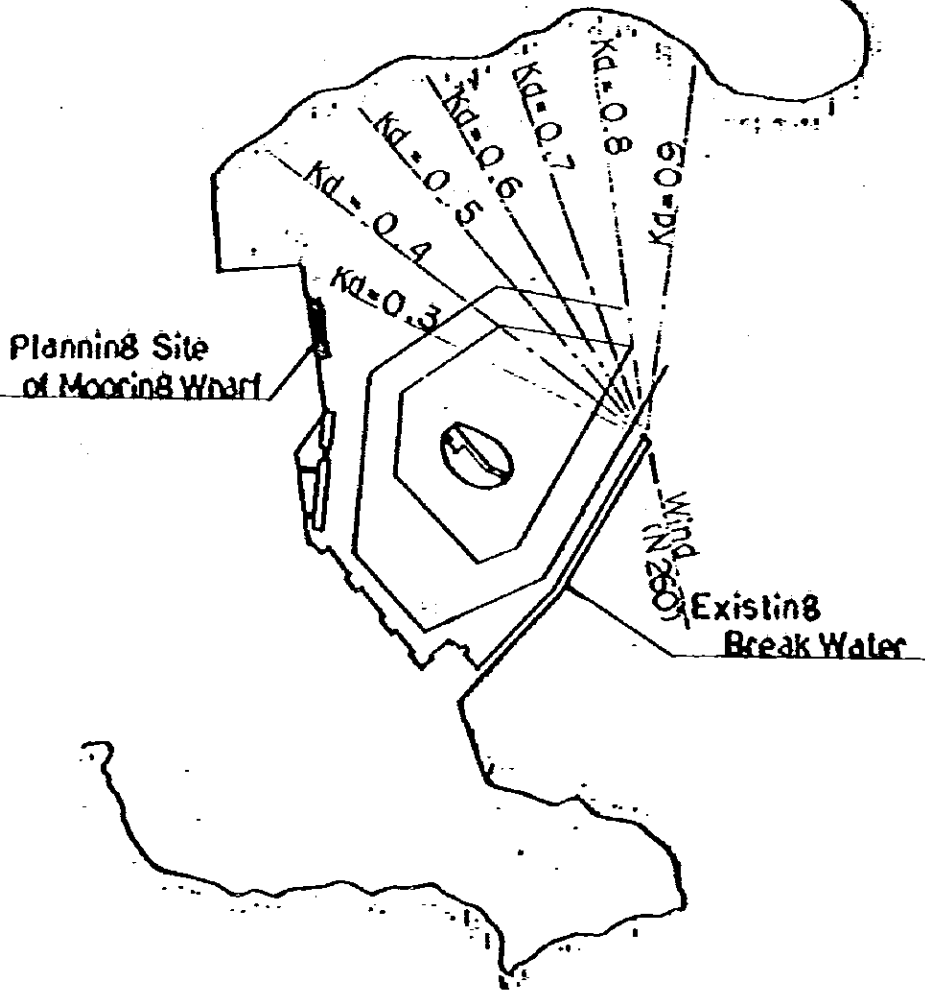
$$K_d = \frac{\text{Diffraction Height of Wave}}{\text{Incident Height of Wave}}$$



Fig. 2-8

Diffraction Diagram

Wind Angle = N 260°



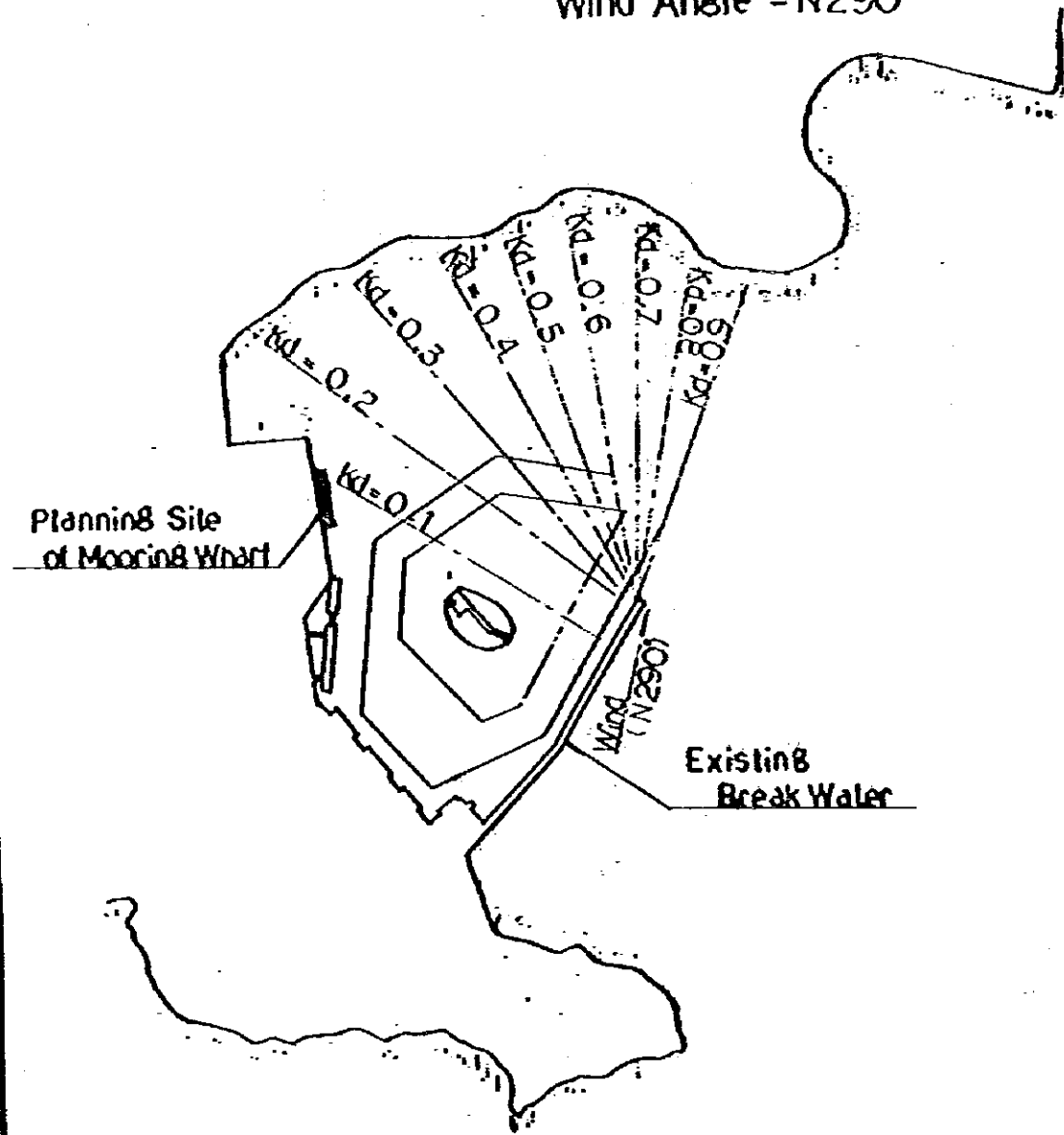
$$K_d = \frac{\text{Diffraction Height of Wave}}{\text{Incident Height of Wave}}$$



Fig 2-9

Diffraction Diagram

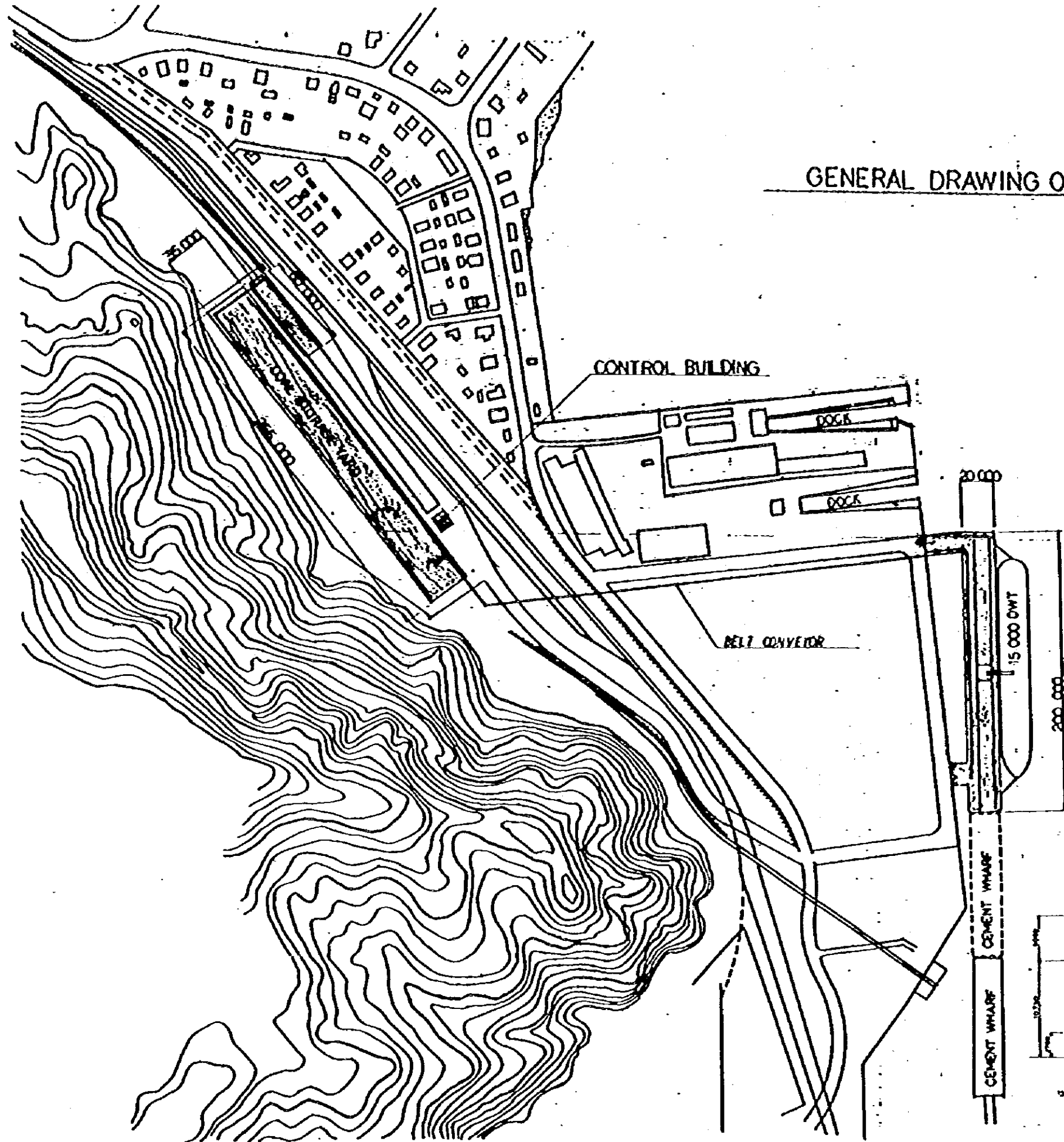
Wind Angle = N290°



$$K_d = \frac{\text{Diffraction Height of Wave}}{\text{Incident Height of Wave}}$$



FIG. 2-10



GENERAL DRAWING OF THE MOORING WHARF PLAN $S=1:3,000$
 (MARGINAL TYPE)

TELUK BAYUR

COAL STORAGE YARD FACILITIES

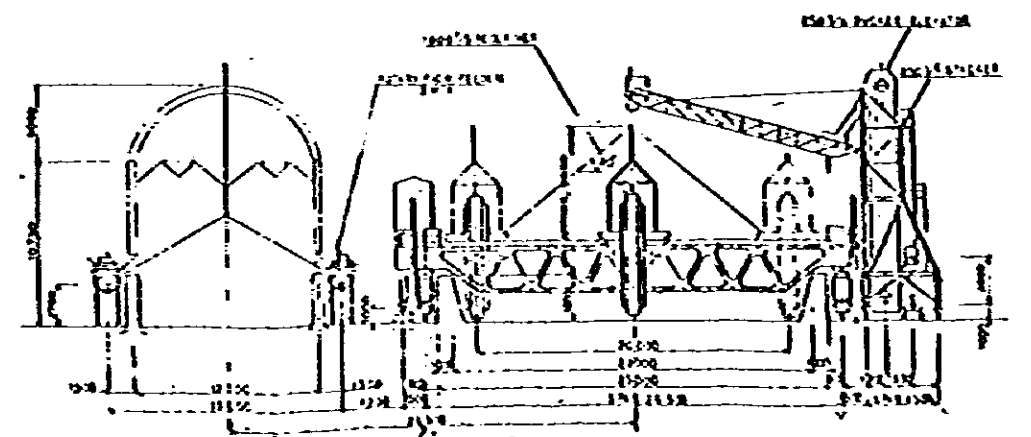


Fig 2-11

GENERAL DRAWING OF THE MOORING WHARF PLAN $S=1:3,000$
(PIER TYPE)

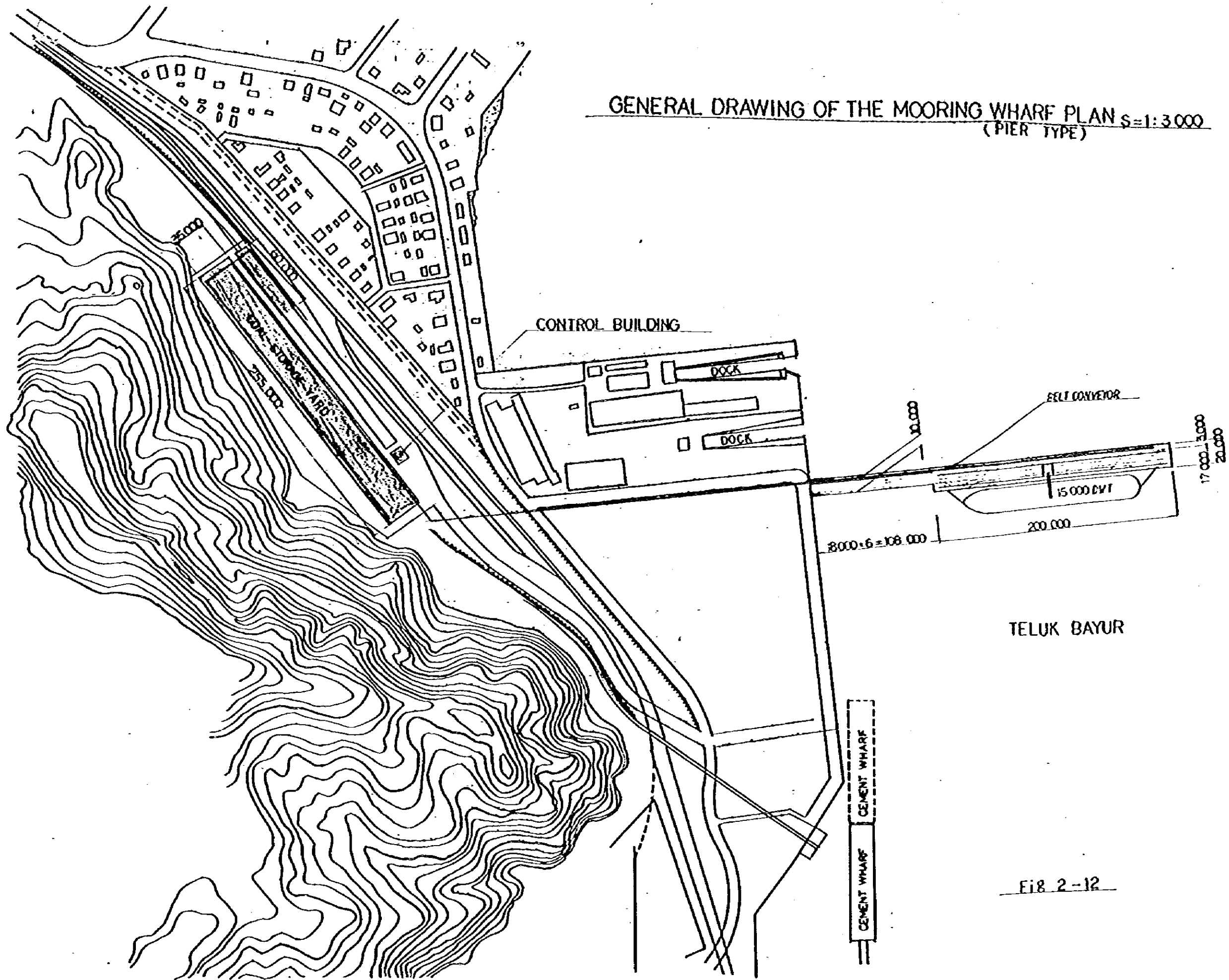
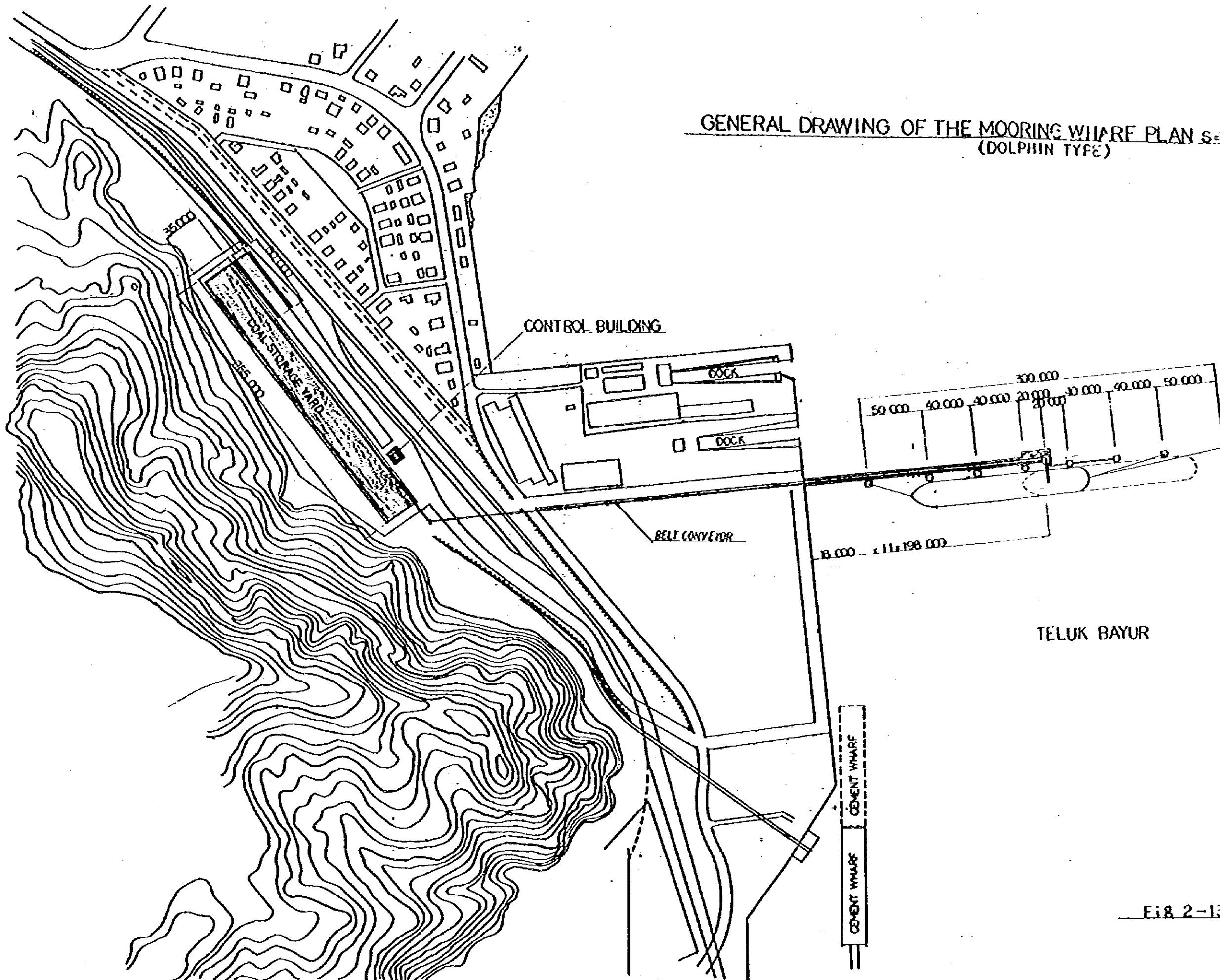


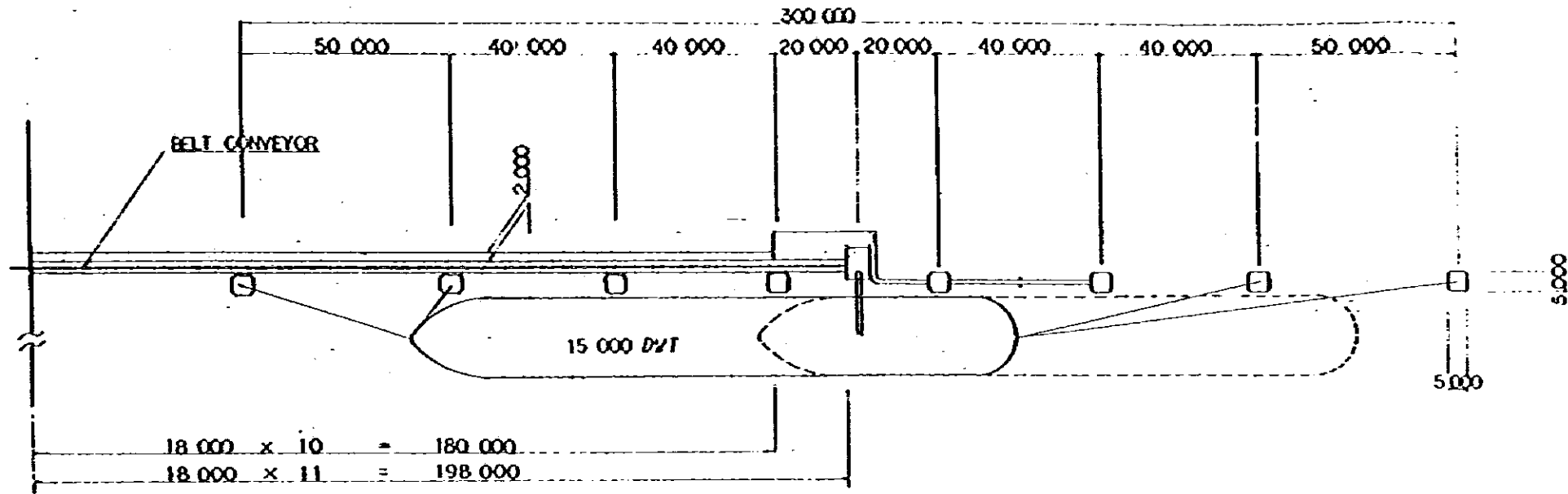
Fig 2-12

GENERAL DRAWING OF THE MOORING WHARF PLAN S=1 : 3,000
(DOLPHIN TYPE)

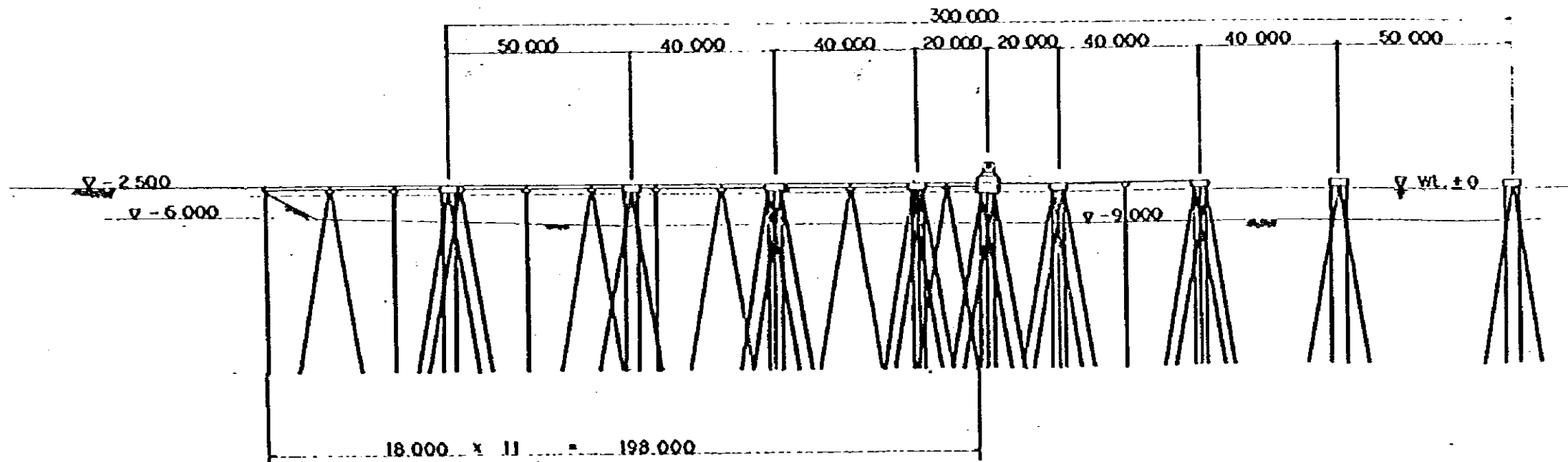


GENERAL DRAWING OF DOLPHINS

S=1:1000



CROSS SECTION S=1:1000



GENERAL DRAWING OF THE DREDGEING PLAN

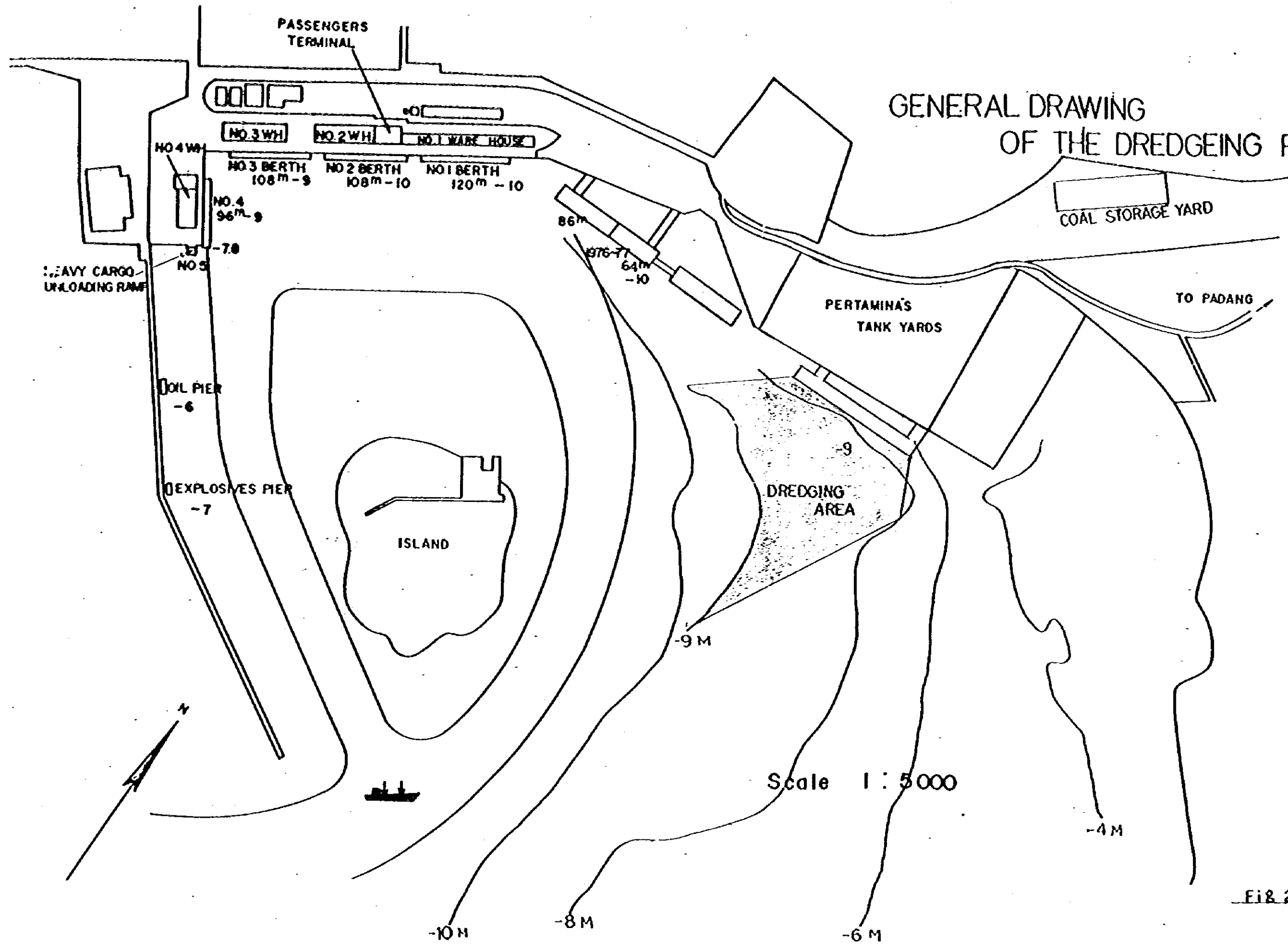


FIG 2-15

(8) パースの水深

パースの水深は、対象船舶の波、風、潮流等による動揺等に照らして対象船舶の満載吃水以上の適切な深さをとらなければならない。この適切な深さとして、基本水準面以下の満載吃水に0.5mを加えた値とする。

最大対象船舶15,000 DWTの満載吃水を8.5 mとすると、パースの計画水深は-9.0 mとなる。パースの計画位置の水深が-8.0 mと浅いので浚渫を必要とする。計画水深に仕上げるには、それより深く浚渫しなければならない。余掘りの厚さは浚渫する場所の水深によって異なり、水深-9.0 m以上の場合は0.5 mとなる。

浚渫の計画水深及び区域をFig 2-15に示す。

5.2 貨車卸設備

5.2.1 貨車卸設備の貯炭量の決定

(1) 貨車卸設備の1日平均取扱量(設備からの払出量): Q_1

$$Q_1 = \frac{\text{年間取扱量}}{\text{年間稼働日数}} = \frac{610,000}{350} = 1,743 \text{ t/日}$$

(2) 1日平均入荷量: Q_2

$$Q_2 = \frac{\text{年間取扱量}}{\text{鉄道年間運転日数}} = \frac{610,000}{360} = 1,695 \text{ t/日}$$

となり1日平均になおすと入荷量と払出し量は異ってくる。これは年間の稼働日数が鉄道(入荷)と受入設備(払出)で異なるためである。従ってこの場合払出しの作業が休止していても入荷することがあり得るので本設備としては入荷の1日分以上を貯炭できなければならない。

本計画では残炭なども考慮して許容貯炭量を約2,000 tとした。

5.2.2 払出し能力の決定

本設備内に投入された石炭は2台の走行回転切出機によって払出される。この場合5.2.1で検討したように、この払出し作業を休んだ翌日は1日で2日分の入荷量を処理できなければならない。

また、鉄道の運転は2シフト(16時間稼働で実働14時間)であるため払出しの運転もこれに合わせることにする。

(1) 最大能力

$$\frac{\text{1日平均入荷量} \times 2 \text{日分}}{\text{1日の実働時間}} = \frac{1,695 \times 2}{14} = 242 \Rightarrow 250 \text{ t/h}$$

切出機はサイロ両側に各1台合計2台あるので切出機1台当りの能力は125 t/hとなる。

(2) 平均能力

通常の時、入荷量と払出量はバランスしているため通常時の能力(平均能力)は最大能力時の1/2でよい。

従って平均払出し能力は125 t/hとなり、切出機は更に各々その1/2である約65 t/hで良い。

(3) 切出機のもつ能力

上記(1)、(2)で明らかのように本設備の切出機は65 t/h~130 t/hの間で可変であることが要求される。

5.2.3 貨車卸し能力

(1) 1日平均税荷貨車数

$$\frac{\text{1日平均入荷量}}{\text{貨車積載量}} = \frac{1,695}{23} = 73.7 \Rightarrow 74 \text{ 貨車/日}$$

(2) 必要税荷サイクルタイム

今1回ごとの貨車卸設備への貨車の挿入を2輛ずつ行い、

$$\frac{\text{1日実働時間} \times 60}{\text{1日平均税荷貨車数} \times 1/2} = \frac{14 \times 60}{74 \times 1/2} = 22.7 \text{ min/cycle となり、これは}$$

第三章で述べられている鉄道のシャuntingサイクルの中に、作業効率を考慮しても充分に入り得る値である。

5.3 貯炭設備

5.3.1 貯炭量の決定

(1) 船の入港間隔のバラツキに関する考察

石炭を港から船積出荷する場合、石炭の入荷と出荷は1年間というように長い期間を考えると釣合っているが短期的には釣合っていないのが普通である。従ってこの出荷と入荷の差を港の一部に貯える必要がある。これは、列車は比較的平均に配車され一定に近い入荷をするのに対して、出荷のための船の入港にバラツキがあるためである。

今ここでこれら船の入港のバラツキについて確率的に捉えて解析する。船の入港がランダムである場合、その港への到着時間間隔は指数分布に従い、また指数分布に従うn個の確率変数(n隻の船群の確率変数)の和はn次のアーラン分布に従うことはすでに証明されている。

一方計画配給をして等時間間隔で入港する予定の船がバラツキをもつ場合の実際の入港時間間隔はn次のアーラン分布に従うといわれている。アーラン分布はその次数が10次以上になると正規分布と考えられるので船の入港間隔の分布が10次のアーラン分布になるようにnの数を、即ち入港する船群の隻数を決める。この場合、n隻の船群が入港する時間間隔の最大および最小は、正規分布と似されるn次のアーラン分布の標準偏差の3倍をとれば充分であると考

えられる。この場合の1隻ごとの入港時間間隔がK次のアーラン分布に従っているとすれば、n隻の船群が入港する時間間隔の最大と最小は、

$$\frac{n}{\lambda} \pm 3 \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{K\lambda}} \quad (\text{但し } n \cdot K \geq 10)$$

となる。ここに λ は1日に入港する船の平均隻数である。

(2) 入港する船群の隻数nの考察

一般にK次のアーラン分布の標準偏差 σ は、その平均が $1/\lambda$ のとき

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{K\lambda}}$$

で示される。今年間入港船隻数を n_a 、1隻ごとの入港時間間隔の平均を $1/\lambda$ でK次のアーラン分布に従っているとすれば、 n_a 隻すべての船の入港時間の標準偏差および平均はそれぞれ

$$\sigma_a = \frac{\sqrt{n_a}}{\sqrt{K\lambda}}$$

$$m_a = \frac{n_a}{\lambda}$$

となる。ここで m_a は年間で考えると365日である。従って

$$\frac{\sigma_a}{m_a} = \frac{1}{\sqrt{K \cdot n_a}}, \quad K = \left(\frac{365^2}{\sigma_a} \right) / n_a$$

となり、年間にK入港する船の時間間隔の標準偏差 σ_a の許容値を定めるとKの値が定まる。本プロジェクトの場合は、

$$n_a = \frac{\text{年間取扱量}}{\text{平均船形}} = \frac{610,000}{8,000} \div 77 \text{ 隻/年}$$

$$m_a = 365 \text{ 日}$$

$\sigma_a = 15$ と仮定する。即ち $3\sigma = 45$ 日となり、

$365 \pm 45 = 320 \sim 410$ 日の間に年間に入港する予定の船が全て入港するものと仮定する。従って、

$$K = \left(\frac{365^2}{15} \right) / 77 = 7.7$$

となり、前の(1)項に述べたように $n \cdot K \geq 10$ を成立させる為のnの値は

$$n \geq 10 / K = 1.30 \text{ となる。即ち1.30隻の船群を考えればよいこととなる。}$$

(3) 必要な貯炭量

今n隻の船群の入港時間間隔の最大と最小を考える。まず1隻ごとの平均入港時間間隔 $1/\lambda$ は、

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{365}{n_a} = \frac{365}{77} = 4.74 \text{ 日/隻}$$

(i) $n = 1.37$ 隻の船群の入港時間間隔の最大値; T_{\max}

$$T_{\max} = \frac{n}{\lambda} + 3\sqrt{\frac{n}{K}} \cdot \frac{1}{\lambda} = 1.30 \times 4.74 + 3\sqrt{\frac{1.30}{7.7}} \times 4.74 = 12.0 \text{ 日}$$

(ii) $n = 1.30$ 隻の船群の入港時間間隔の最小値; T_{\min}

$$T_{\min} = \frac{n}{\lambda} - 3\sqrt{\frac{n}{K}} \cdot \frac{1}{\lambda} = 1.30 \times 4.74 - 3\sqrt{\frac{1.30}{7.7}} \times 4.74 = 0.32 \approx 0 \text{ 日}$$

即ち $n = 1.30$ 隻の船群が殆んど同時に2つ続いて入港することを意味している。

(c) 荷役できない日が重なる日数の検討

荷役できない年間の日数 U は、年間稼働日数が350日であるから15日である。この荷役できない日が最も間隔をあけて到着した船群に続いて重なる場合を考える。この荷役できない日数 $U = 15$ 日が年間に一様に分布しているとすれば、入港した船が荷役をできない確率 P は、

$$P = \frac{U}{365} = \frac{15}{365} = 0.041$$

となり、一般に j 日続けて荷役できなくて $(j+1)$ 日目が荷役できない確率は $P^j (1-P)$ であるから、平均荷役不能日数 E は

$$E = \sum_{n=0}^{\infty} n P^n (1-P) = \frac{P}{1-P} = \frac{0.041}{1-0.041} = 0.043$$

となる。またその分散 V は、

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} n^2 P^n (1-P) = \frac{P(1+P)}{(1-P)^2} = \frac{0.0427}{0.92} = 0.0465$$

従って荷役不能日が重なる日数の最大値 H_{\max} は

$$H_{\max} = E + 3\sqrt{V - E^2} = 0.043 + 3\sqrt{0.0465 - 0.043^2} = 0.68 \text{ 日}$$

即ち1日分くらい。

(d) 船の入港遅れにより、入荷石炭を貯炭すべき最大量; S_1 これは船の入港遅れの最大値、前述(i)項と最大荷役不能日数、上記(e)項によるものの和である。即ち、

$$\begin{aligned} S_1 &= (T_{\max} + H_{\max}) Q, \\ &= (12 + 1) \times 1,695 = 22,035 \text{ t} \end{aligned}$$

となる。

(e) 船の入港時間間隔が最短となることに1る予備貯炭量; S_2 これは前項(d)で述べた通り船が続いて入港する隻数は2船群で、1船群の船数 n は1.30隻である。従って平均船形を、

Dmeanとして、

$$S_1 = (2 \times n) D_{mean} = 2 \times 1.30 \times 8,000 = 20,800 \text{ t となる。}$$

(イ) まとめ

結論として上記 S_1 と S_2 の大きな方、即ち $S_1 = 22,000 \text{ t}$ 以上の有効貯炭量が必要である。

5.3.2 スタッカおよびベルトコンベヤの能力決定

スタッカおよび中継用ベルトコンベヤ、積付用ベルトコンベヤは、貨車卸設備のサイロの両側方に設けられた切出機の能力、即ち前記5.2.2(3)項のもの2台分を受けとることになる。従ってこれらの機器の能力は、切出機能力の2倍

$$125 \times 2 = 250 \text{ t/h}$$

となる。一方切出機に直結した切出石炭受入用ベルトコンベヤは切出機の能力に合わせて125 t/hでよいことになる。

5.4 払出、給積設備

5.4.1 給積機の能力の決定

(1) 岸壁占有率からみた必要能力

岸壁を石炭の積出し作業のみで占有する場合について考える。

許容岸壁占有率 $\rho = 0.55$ とする。

(イ) 年間入港隻数； n_a

$$n_a = 77 \text{ 隻/年 (5.3.1.(2)項参照)}$$

(ロ) 年間許容岸壁占有時間； T_a

$$T_a = \rho \times W_H = 0.55 \times 350 = 192.5 \text{ 日/年}$$

(W_H ；3.4.2項参照)

(ハ) 1隻当りの許容岸壁占有時間； T_b

$$T_b = \frac{T_a}{n_a} = \frac{192.5}{77} = 2.50 \text{ 日/隻}$$

(ニ) 要求される実能力； Q_h および設計能力； Q_t

T_b はまたその定義より次のようにも表わすことができる。

$$T_b = H_L + \frac{D_{mean}}{Q \cdot H_w}$$

ここに H_L は1船あたりの着岸のためのロス時間である。また H_w および D_{mean} については3.4項に述べた通りである。ここで今、 $H_L = 4 \text{ 時間/隻} = 0.17 \text{ 日/隻}$ とすると、

$$Q = \frac{D_{mean}}{(T_b - H_L) H_w} = \frac{8,000}{(2.50 - 0.17) \times 20} = 172 \text{ t/h}$$

荷役効率 $\eta_w = 0.8$ とすると設計能力は

$$Q_t = \frac{Q}{\eta_w} = \frac{172}{0.8} = 215 \text{ t/h} \Rightarrow 250 \text{ t/h} \text{ となる。}$$

(2) 1 船あたりの船の岸壁占有時間を規制したときの必要能力

1 船あたりの岸壁占有時間 $T_b = 1 \text{ 日/隻}$ とすると、前(一)項より、

$$Q = \frac{D}{(T_b - H_L) H_w}$$

ここに D は一般に石炭を積込む対象船の大きさ ($D \cdot W \cdot T$) である。

(i) 平均船形 $D = D_{\text{mean}} = 8,000 D \cdot W \cdot T$ に対する必要能力

$$Q_i = \frac{8,000}{(1 - 0.17) \times 20} = 482 \text{ t/h}$$

また設計能力は

$$Q_{t_i} = \frac{482}{0.8} = 602.5 \text{ t/h} \Rightarrow 600 \text{ t/h}$$

(ii) 最大船形 $D = D_{\text{max}} = 15,000 D \cdot W \cdot T$ に対する必要能力

$$Q_{i,ii} = \frac{15,000}{(1 - 0.17) \times 20} = 903.6 \text{ t/h} \text{ また設計能力は}$$

$$Q_{t_{i,ii}} = \frac{903.6}{0.8} = 1,130 \text{ t/h}$$

(3) まとめ

いま港で荷役のための船を滞船させることによって、 $8,000 D \cdot W \cdot T$ 級の船で約 US\$ 4,000/日の滞船料が必要であり、また最大船形の $15,000 D \cdot W \cdot T$ 級では約 US\$ 7,000/日の滞船料が必要である。

次に上記(i)項の条件で $15,000 D \cdot W \cdot T$ の船に石炭を積込む場合の岸壁占有日数は、

$$T_{b_{ii}} = \frac{15,000}{172 \times 20} + 0.17 = 4.5 \text{ 日/隻}$$

となる。いまここで年間に取扱い石炭を全て $15,000 D \cdot W \cdot T$ 級の船で運ぶと仮定すると、年間に必要な入港船数は、

$$\frac{610,000}{15,000} = 41 \text{ 隻/年}$$

となる。ここで上記(i)項の条件の場合(ii)項の条件の場合の滞船料を比較する。即ち上記(i)と(ii)の場合の滞船日数の差は、

$$(4.5 - 1) \times 41 = 144 \text{ 日/年}$$

となり、滞船料は(2)の条件の場合に対して(1)の場合は、

$$144 \times 7,000 = 1,008,000 \text{ US\$ / 年}$$

必要となる。同様のことを平均船形 8,000 D・W・T で考える。(1)と(2)の場合の滞船日数の差は、積込みの日数が1日以下の場合は滞船日数1日と数えられるため

$$(2.50 - 1) \times 77 = 116 \text{ 日 / 年}$$

となり、この場合の滞船料は(2)の条件の場合に対して(1)場合は、

$$116 \times 4,000 = 464,000 \text{ US\$ / 年}$$

となる。従って上記(1)の条件の場合と(2)の条件の場合の船積機の値差は、この滞船料によって1年～3年の間に充分吸収されると考えられるためここでは(2)の条件の場合を採用する。

しかし最大船形 15,000 D・W・T の船が入港する場合はあまり多くないと考えられるので設計能力の計算値の端数は省略して 1,000 t/h とする。

5.4.2 リクレーマおよび払出用コンベヤの能力決定

リクレーマはベルトコンベヤを介して直接船積機と結合されているので船積機と同じ能力が要求される。従ってリクレーマおよびこのリクレーマと船積機を結ぶベルトコンベヤの能力は、1,000 t/h とする。

なお船積作業に於ける作業効率は、船積機による作業効率を 0.9、リクレーマを自動運転とし、この場合のリクレーマの作業効率を 0.9 と考え全体としての作業効率 η_w は、

$$\eta_w = 0.9 \times 0.9 = 0.81 \div 0.8$$

とした。

6 主要設備および機器

6.1 一般事項

以上に述べる各設備および機器はインドネシア共和国西スマトラ州テルクバユール港に設けられる石炭積出設備に関するものである。従って各設備および機器はサワラント（オンピリン）炭鉱より産出する石炭の荷役に最も適したものでなければならぬ。また、それと同時に最も経済的に有利なものでなくてはならない。

以上のことが考慮されて決定された以下の仕様をもつ各設備および機器には下記の規格が適用される。

- | | |
|-----------------------|-------------|
| (1) 日本工業規格 | (J I S) |
| (2) 日本電気学会電気規格調査会標準規格 | (J E C) |
| (3) 日本電気工業会標準規格 | (J E M) |
| (4) 電気設備技術基準 | (M I T I) |

または、これらと同等とみなされる規格に準拠するものとする。使用する単位は全てメートル法を用い、ネジは ISOメートルネジを採用する。

各機器、部品の選定にあたっては充分に互換性のあるものとする。また本設備に用いる機器、部品は前 3.3 項に述べられている自然状況に充分耐えられるものとする。

6.2 貨車卸設備

6.2.1 受入サイロ

受入サイロは旧設備のものを利用するものとする。この場合に必要なサイロの容量は 5.2.1 項で基本計画した通り約 2,000 t であるから現有のサイロ 1 室あたり 225 t のものを 9 室残し、必要に応じて増強および補修を行うものとする。この場合の貯炭容量は、

$$225 \times 9 = 2,025 \text{ t}$$

となる。なほサイロの貨車導入側の端の 1 室はその下側を横断するベルトコンベヤを設けるため貯炭用としては利用できなくなる。従って実際には 10 室利用することとなる。

現有サイロのその他の部分は必要に応じて取壊すかまたはそのままに残すものとする。サイロ上面を覆う屋根も第 1 室から第 10 室までの間は完全に覆うように、現在覆われていない中央部も含め破損箇所を修復するとともに、第 1 室と第 2 室との間には仕切を新しく設け、第 1 室の上面には蓋を設けるものとする。

6.2.2 石炭切出し装置

(1) 概 要

貨車から取付され、サイロ内に一時貯炭された石炭をベルトコンベヤに払い出すために回転

走行切出機を設ける。(Fig 2-16 参照) この機械は中央制御室から完全自動運転が可能である。

また、切出しの範囲はサイロの各室ごとK9分割し、分割された各室を任意の数だけ連続して選択してその範囲を設定することができる。また切出しの能力を変えるために、羽根の回転の制御も中央制御室から遠隔操作で行うことができる。

(2) 主要仕様

(1) 能力	65 t/h ~ 125 t/h 可変
(2) 形式	回転走行式切出機
(3) 走行距離	約 60 m
(4) 切出開口部形状	図 2-16 通り
(5) 回転羽根直径	約 2.1 m
(6) 走行レール	22 kg
(7) レールスパン	約 1.3 m
(8) 給電方式	スプリング式ケーブル巻取

(3) 主要事項

- (1) 切出し用の羽根は保守に便利をようK一枚一枚ボスから取りはずしができるものとする。
- (2) 切出量の調整は羽根の回転を無段K変速をして行う。
- (3) 機体を移動するための走行は全車輪を同時に駆動する。
- (4) 機体の位置を中央制御室K表示するとともに、切出しの範囲を定めるための位置検出器を設ける。

6.3 貯炭 払出しおよび給積設備

6.3.1 スタッカ

(1) 概要

本機は、貨車卸し設備のサイロから切り出された石炭をヤードK積付けるための機械である。

(Fig 2-18 参照)

積付作業に於て積付位置の選定は現場操縦の運転室から手動Kよって設定する。即ちこの運転は機側単独運転であるがそのあとの積付作業は全て中央制御室から遠隔操作できるとともに、予め設定されたプログラムK従って自動運転できるものとする。

(2) 主要仕様

(1) 能力	250 t/h
(2) 形式	走行片ウイング式
(3) 走行距離	約 210 m

(ニ) レールスパン	4.5 m
(ヒ) ホイールベース	5.0 m
(ハ) アウトリーチ (パイル側レール中心より)	1.4.8 m
(ト) 走行レール	3.7 kg
(チ) ブームコンベヤベルト巾	7.5.0 mm
(リ) 給電方式	トルクモータ式ケーブル巻取

(3) 主要事項

- (イ) 機体の位置替えと運転中の走行のために走行速度は高速と低速の2段切替えとする。
機体の位置替えの運転は手動による機割運転を原則とするため、走行速度の高低速の切替えも機割手動操作に依るものとする。
- (ロ) 全体のヤード配置上トリッパの長さが制限されるため、トリッパからブームコンベヤへの移送にはバケットエレベータなどの垂直コンベヤを設ける。
- (ハ) 現地に於ける主な接手はボルト結合とする。
- (ニ) 保守点検用の歩道は有効巾600mm以上、ハンドレールの高さは1,000mmとし、梯子の傾斜は原則として水平に対して55°以下とする。

6.3.2 リクレーマ

(1) 概要

本機はスタッカによってヤードに横付けられた石炭のパイルから石炭を掘り起し、すくい取ってベルトコンベヤに移送するための機械である。(Fig 2-18 参照)

リクレーミング(払出し)作業に於て、作業開始前に機体を正しく石炭のパイルに位置決めする運転は現場機割の運転室から手動によって行い。即ちこの運転は機体単独運転であるがそのあとの払出し作業は全てスタッカと同様に中央制御室から遠隔操作できるとともに、予め設定されたプログラムに従って自動運転できるものとする。

パイルを払出したあとにはまた新しく石炭が積まれる。従って一つのパイルを払出し終ったリクレーマは反転して逆方向に運転されまた新しいパイルを払い出す。

(2) 主要仕様

(イ) 能力	1,000 t/h
(ロ) 形式	ハロ付シングルバケットホイール式
(ハ) パイル形状	巾; 2.3 m 高さ; 約12.6 m
(ニ) ハロー傾き角	32° ~ 45° 可変
(ヒ) レールスパン	2.6 m
(ハ) 走行距離	約240 m

(h) 走行レール

37kg

(i) 給電方式

トルクモータ式ケーブル巻取

(3) 主要事項

- (a) 機体の位置替えと払出し運転中の走行のために走行速度は高速と低速の2段切替とする。
機体の位置替えの運転は手動による機側運転を原則とするため、走行速度の高低速の切替
えも機側手動操作に依るものとする。
- (b) 現地於ける主な継手はボルト結合とする。
- (c) 本機は前後両側にハローを設け、バケットは反転できるようにして可逆運転ができるよう
にする。バケットの反転にはなるだけ手間がかからず簡単な操作でできるようにする。
- (d) 保守点検用歩道、梯子は6.3.1.(3)(c)項と同じとする。

6.3.3 給積機

(1) 概要

本機は貯炭のためにヤードに積付けられた石炭パイルから、リクレーマによって払出され、
ベルトコンベヤで運ばれた石炭を港の岸壁に繋留された石炭運搬船に積込むための機械である。

(Fig 2-17 参照)

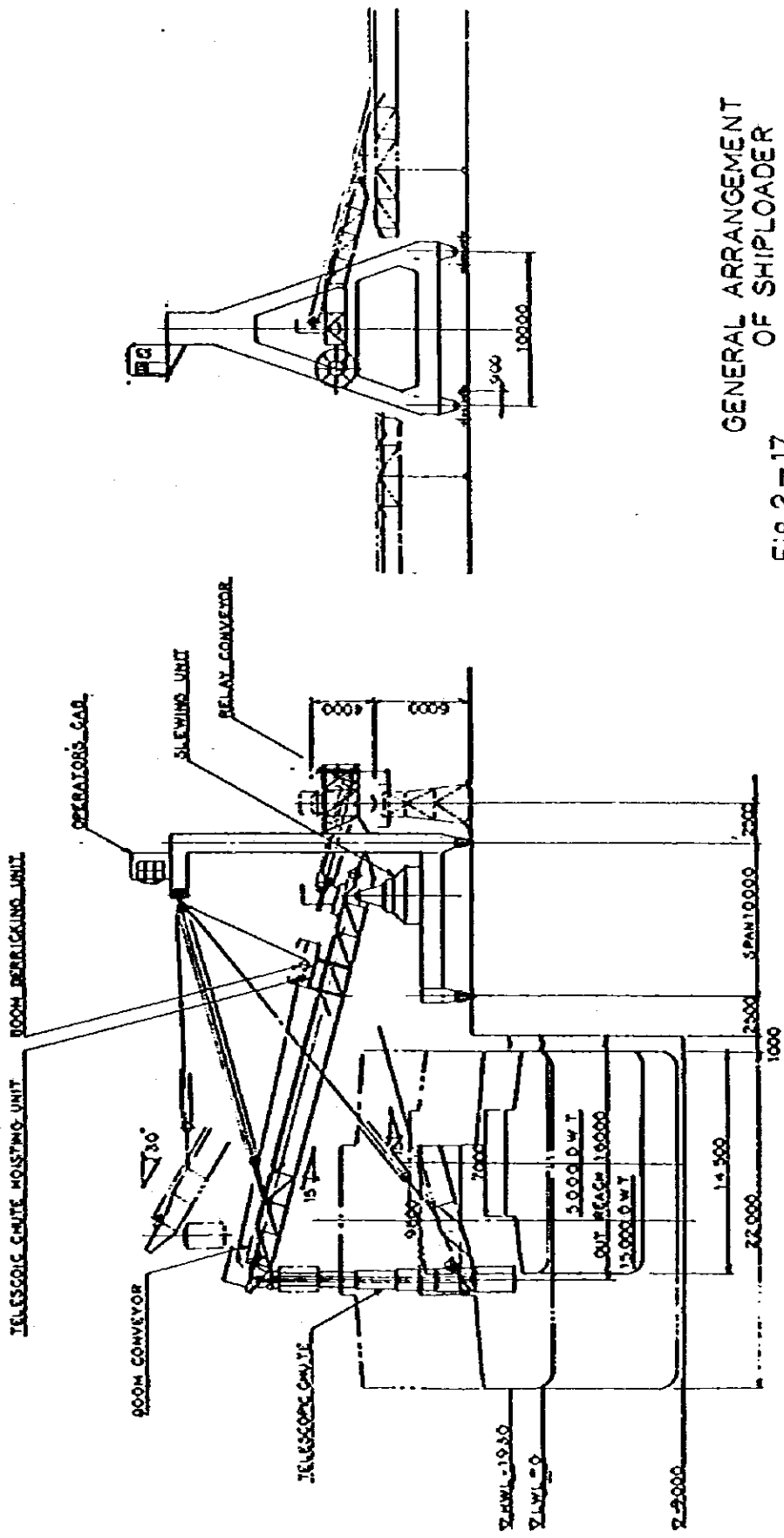
本機の操作は機体に設けられた運転室から手動で行うものである。ただし、給積機の運転の
状態を示す表示が中央制御室に示されるものとする。またブームの先端部から垂下するペンダ
ント式の操作箱を設け船の甲板上からも運転できるようにする。

なお更に、ブームの先端には積込時の発塵を少なくするためにテレスコピックシュートを設け
る。

(2) 主要仕様

(a) 能力	1,000 t/h
(b) 形式	走行旋回起伏式
(c) 走行距離	約150m
(d) レールスパン	10m
(e) ホイールベース	10m
(f) アウトリーチ	(岸壁法線より) 16m
(g) 走行レール	50kgN
(h) ブームコンベヤベルト巾	1,200mm
(i) 起伏角度(作業時 $\pm 15^\circ$ 、非作業時 $\pm 30^\circ$)	$-15^\circ \sim +30^\circ$
(j) 旋回角度(岸壁線の法線に対して)	$\pm 90^\circ$
(k) 給電方式	トルクモータ式ケーブル巻取

(3) 主要事項



GENERAL ARRANGEMENT
OF SHIPLOADER

FIG. 2-17

- (イ) 本機の運転は機側に設けられた運転室と、ブーム先端に設けられるペンダントスイッチによって、そのどちらからも操作できる。そのどちらから操作するかは運転室で行う。
- (ロ) 船の離着岸時に船と本機が干渉するのを避けるためにブームを90° 旋回して岸壁線と平行にして、岸壁法線より海に突出さないようにする。
- (ハ) 石炭を船積するため以外の荷役をするために船が接岸したときは、その荷役を妨げないように岸壁の一端に固定できるようにする。
- (ニ) 現地に於ける主な継手はボルト結合とする。
- (ホ) 保守点検用歩道、梯子は6.3.1.(3)イ項と同じとする。

6.3.4 ベルトコンベヤ

(1) 概要

ベルトコンベヤは積付、払出および船積などの各々の役目をもつ機核の間を連いで石炭を運ぶための機核である。ベルトコンベヤの配置はFig 2-3に示す通りであるが、これらの側面はFig 2-19、Fig 2-20に示している。

各1本1本のベルトコンベヤは石炭を搬送する目的に合わせて組合せを形成しルートが作られ、中央制御室の指示で自動的に順序起動および順序停止がなされる。また各ベルトコンベヤは機核でそのベルトコンベヤのみの単独運転もできるようになっている。

本設備は搬送する目的に合わせて次の二つの系統より成立っている。

- (イ) 受入、積付ライン
- (ロ) 払出、船積ライン

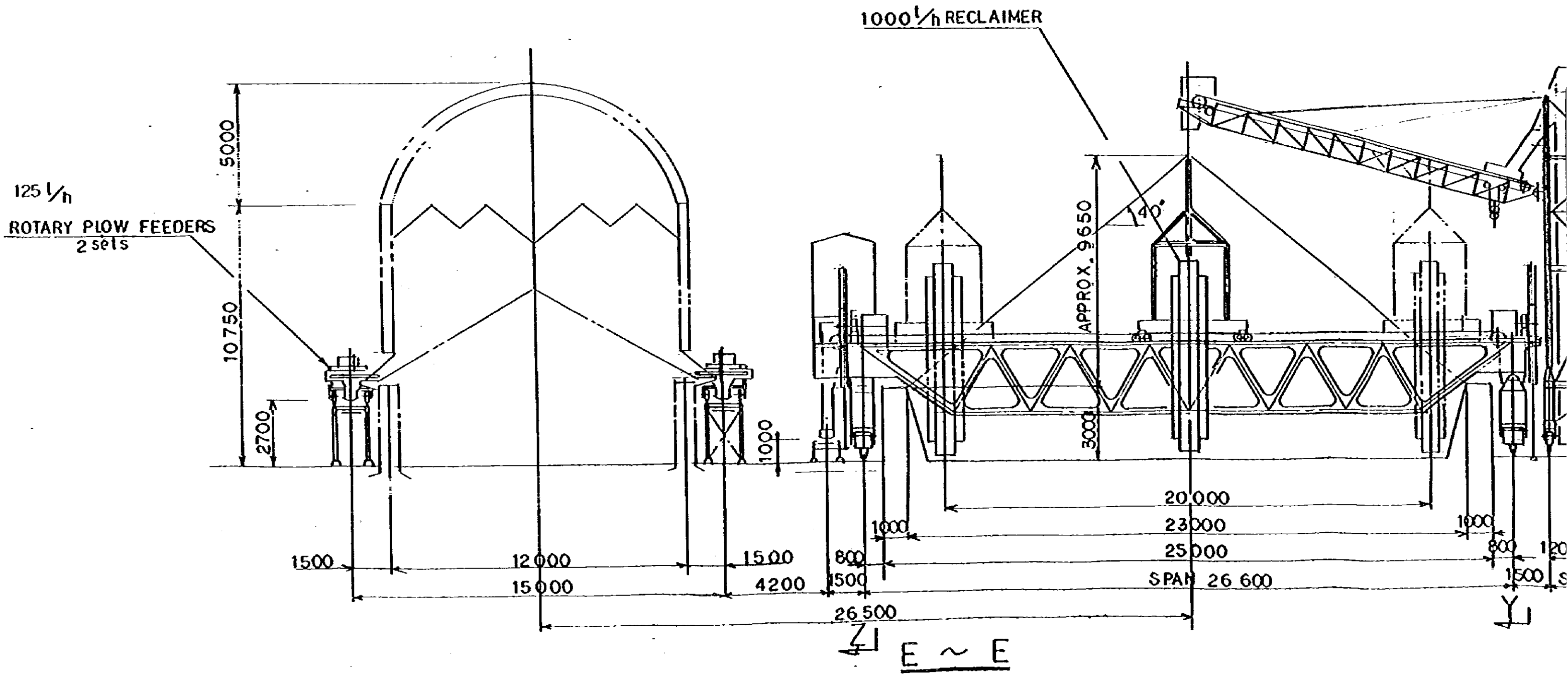
これらの2つのライン(系統)は各々独立して個別に運転できる。

(2) 主要仕様

本設備に用いられるベルトコンベヤの主要仕様は下表の通りである。

Table 2 - 6

コンベヤ No	能 力 (t/h)	ベルト巾 (mm)	トラフ角 (°)	速 度 (m/min)	機 長 (m)
RA-1A	125	600	20	130	約 60
RA-1B	125	600	20	130	約 60
RA-2	250	750	20	160	約 53
RA-3	250	750	20	160	約250
SA-1	1,000	1,200	35	180	約268
SA-2	1,000	1,200	35	180	約 25
SA-3	1,000	1,200	35	180	約318
SA-4	1,000	1,200	35	180	約184



NOTE
 THE DIMENSIONS WHICH ARE RELATED TO EXISTING
 FACILITIES SHALL BE FINALLY DECIDED AFTER
 SURVEYING OF THE SITE

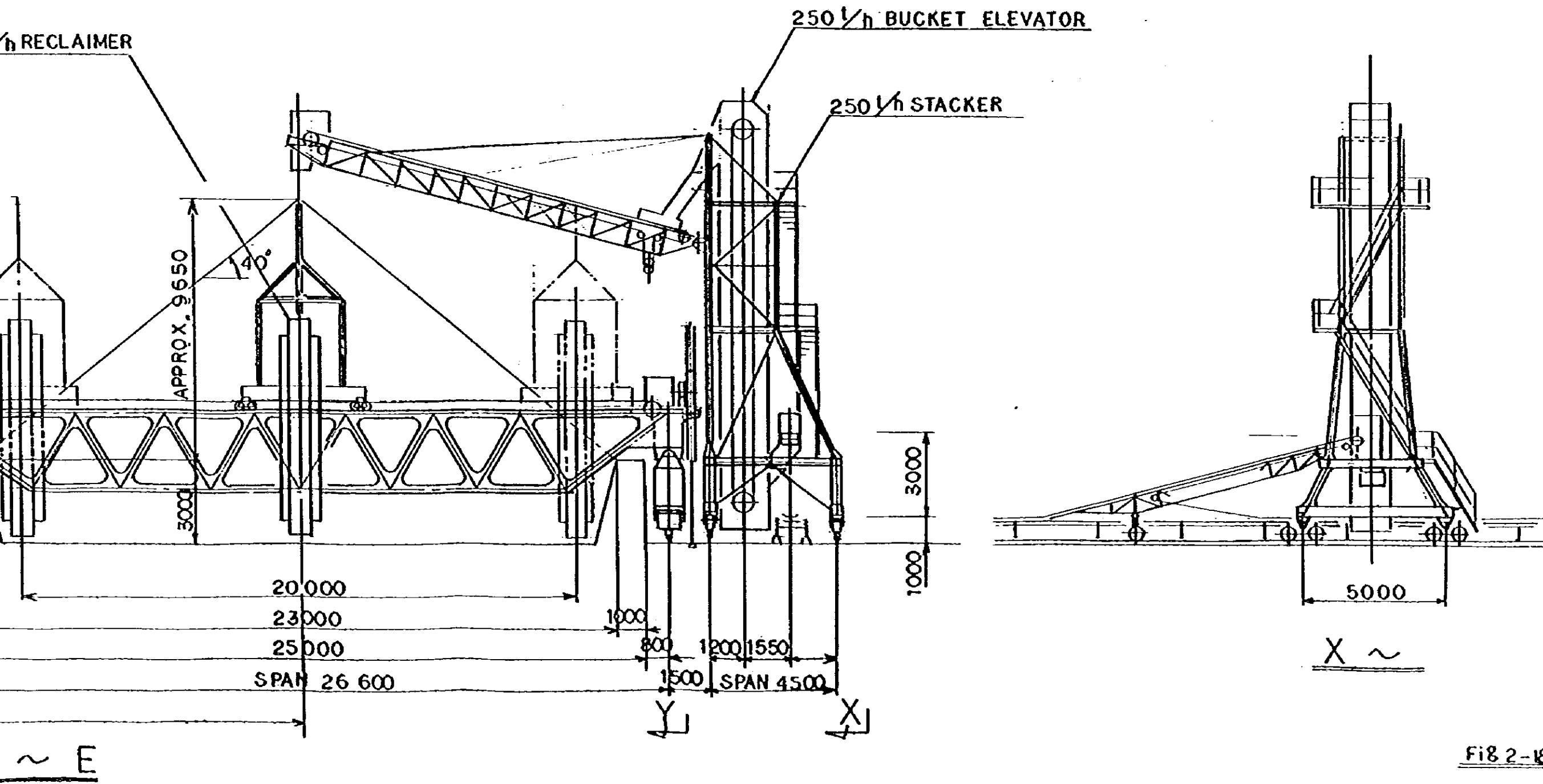


Fig 2-18 DETAILS OF

NOTE
THE DIMENSIONS WHICH ARE RELATED TO EXISTING
FACILITIES SHALL BE FINALLY DECIDED AFTER
SURVEYING OF THE SITE

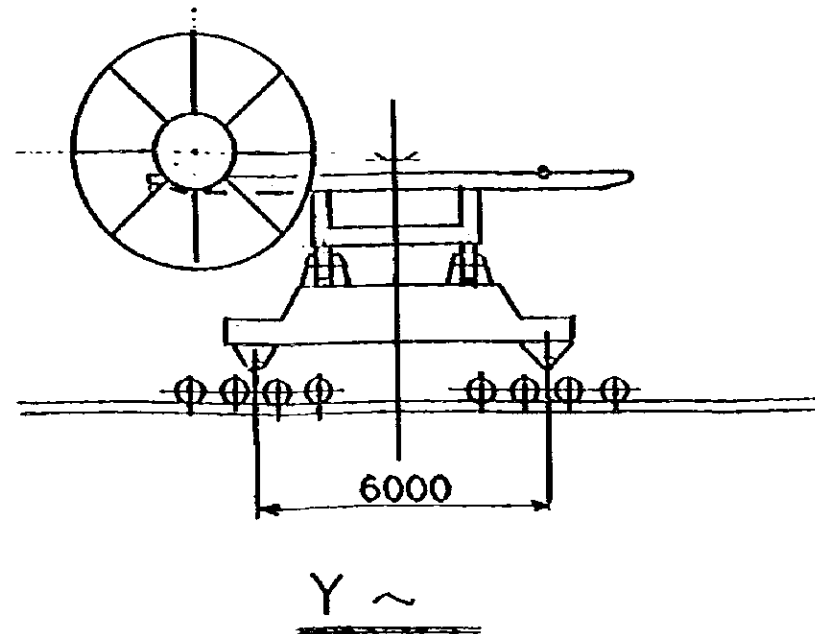
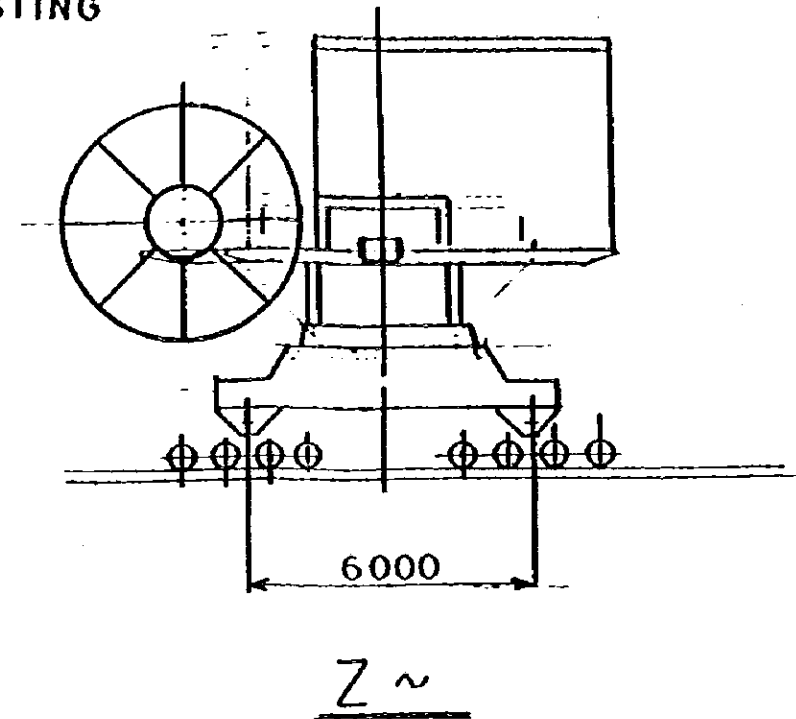
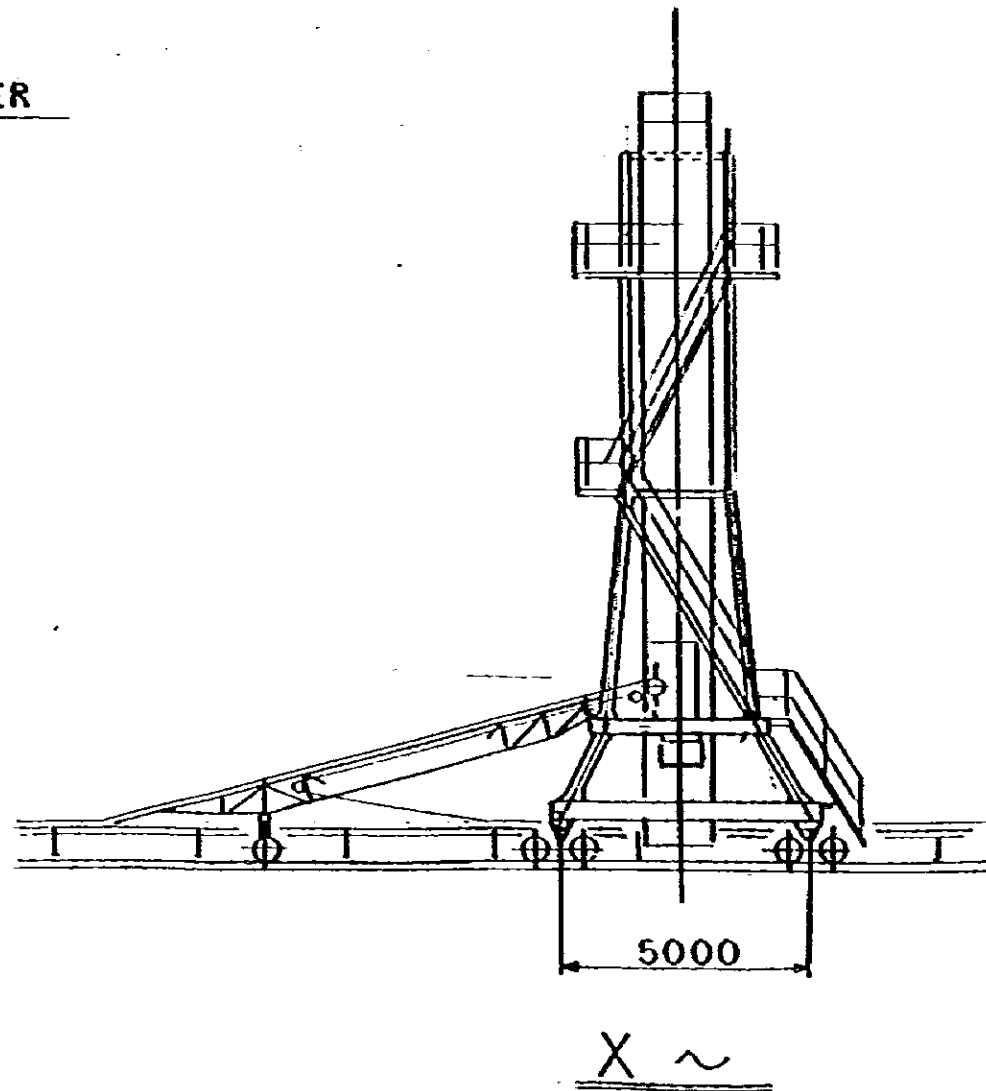
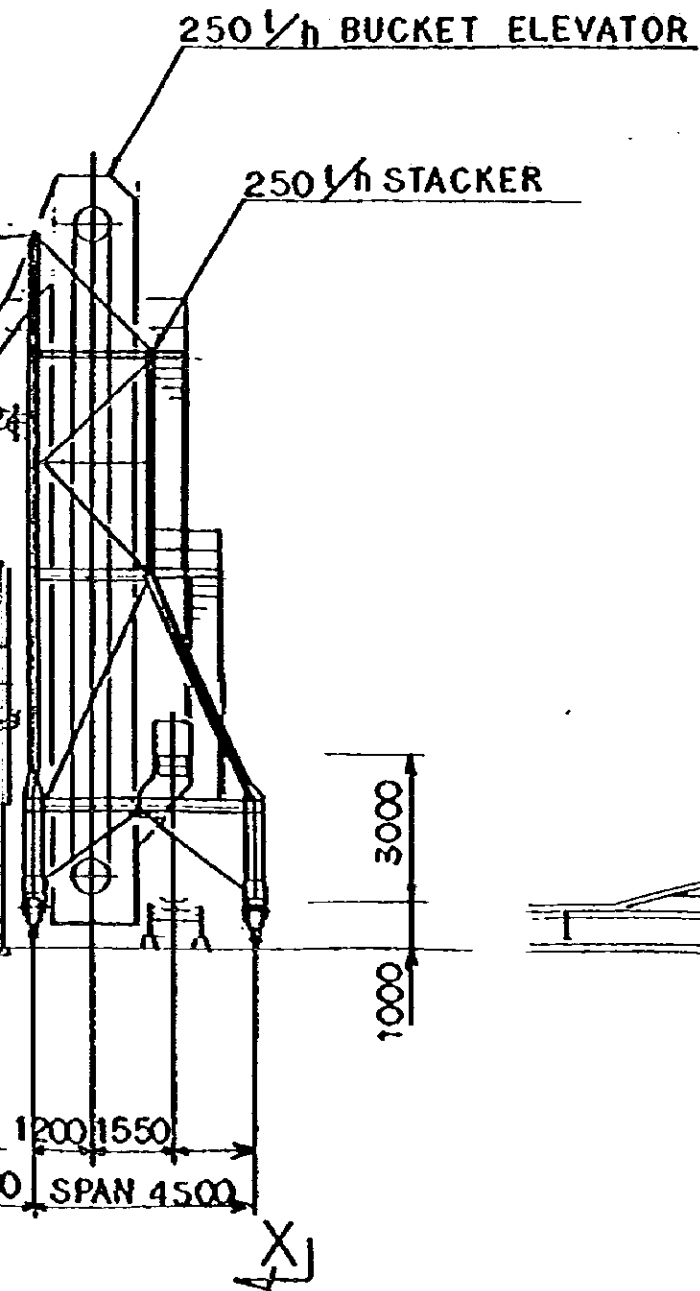
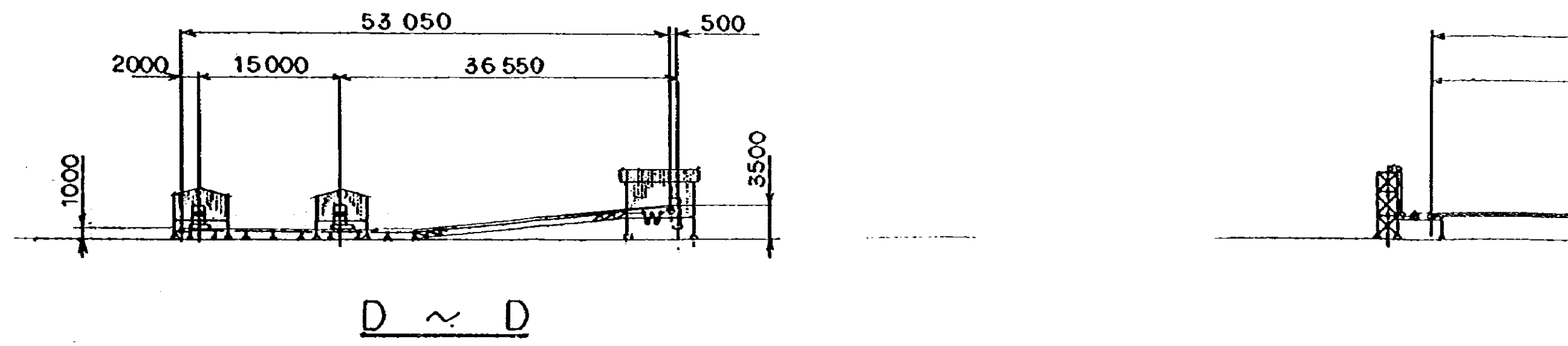
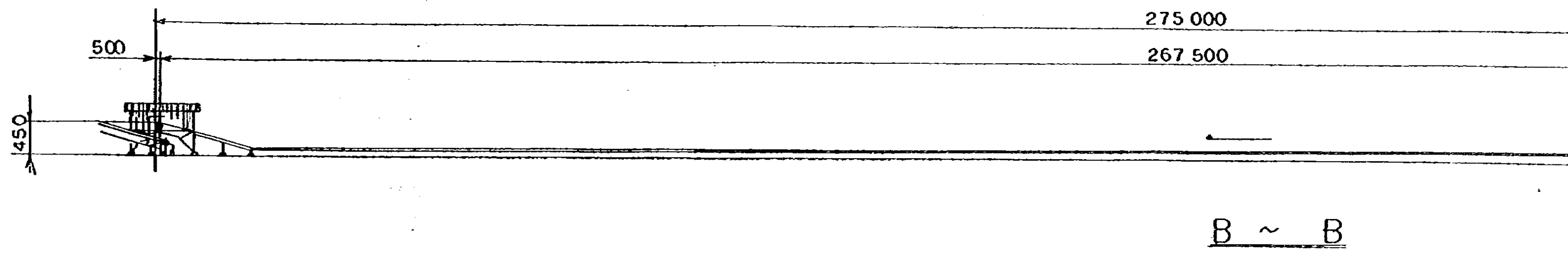
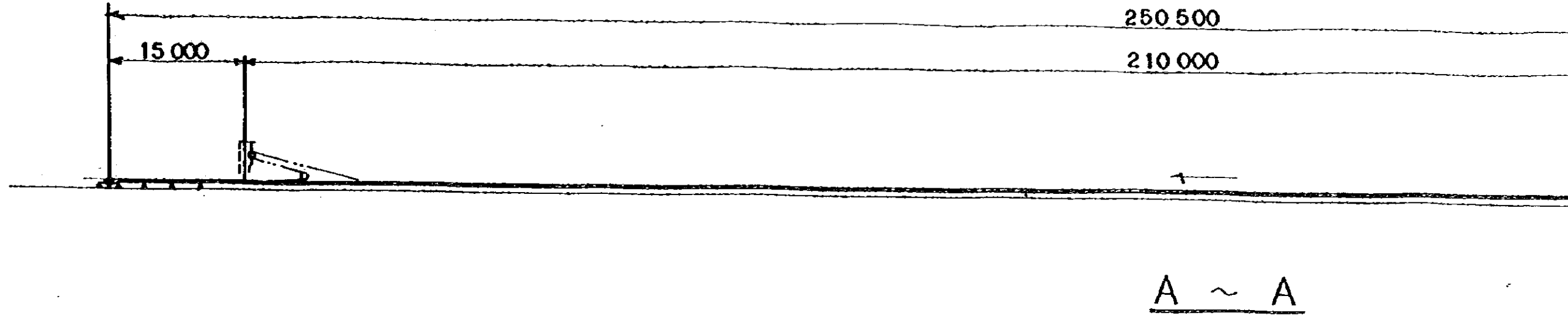
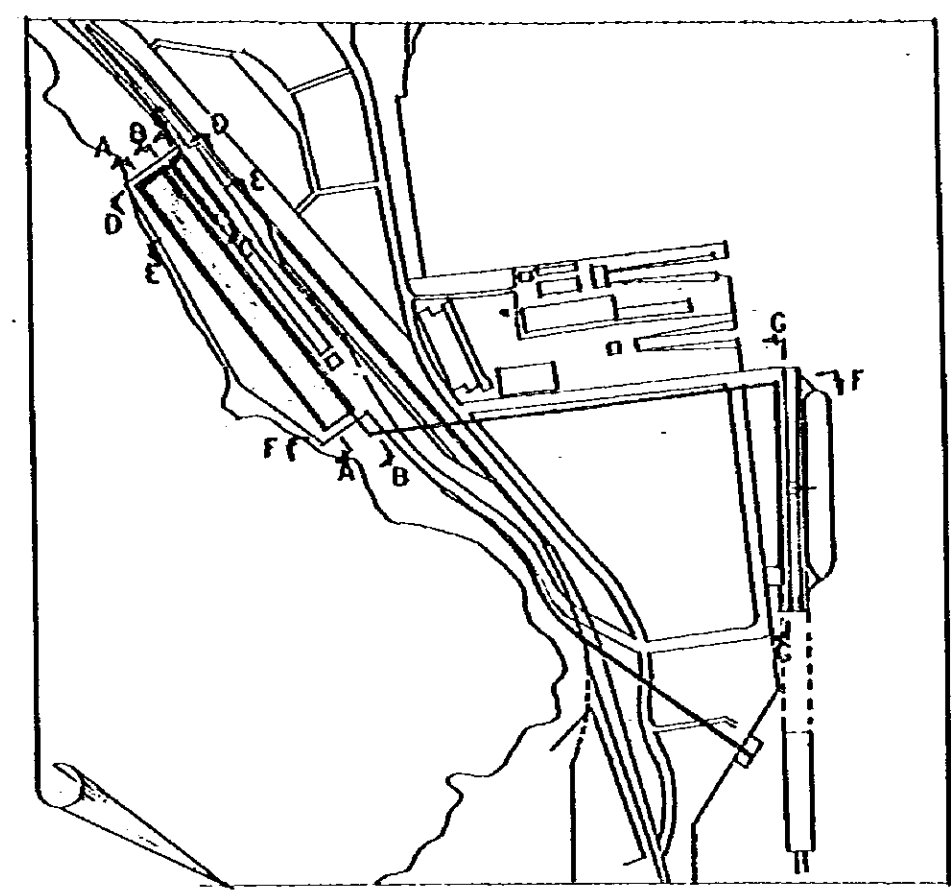
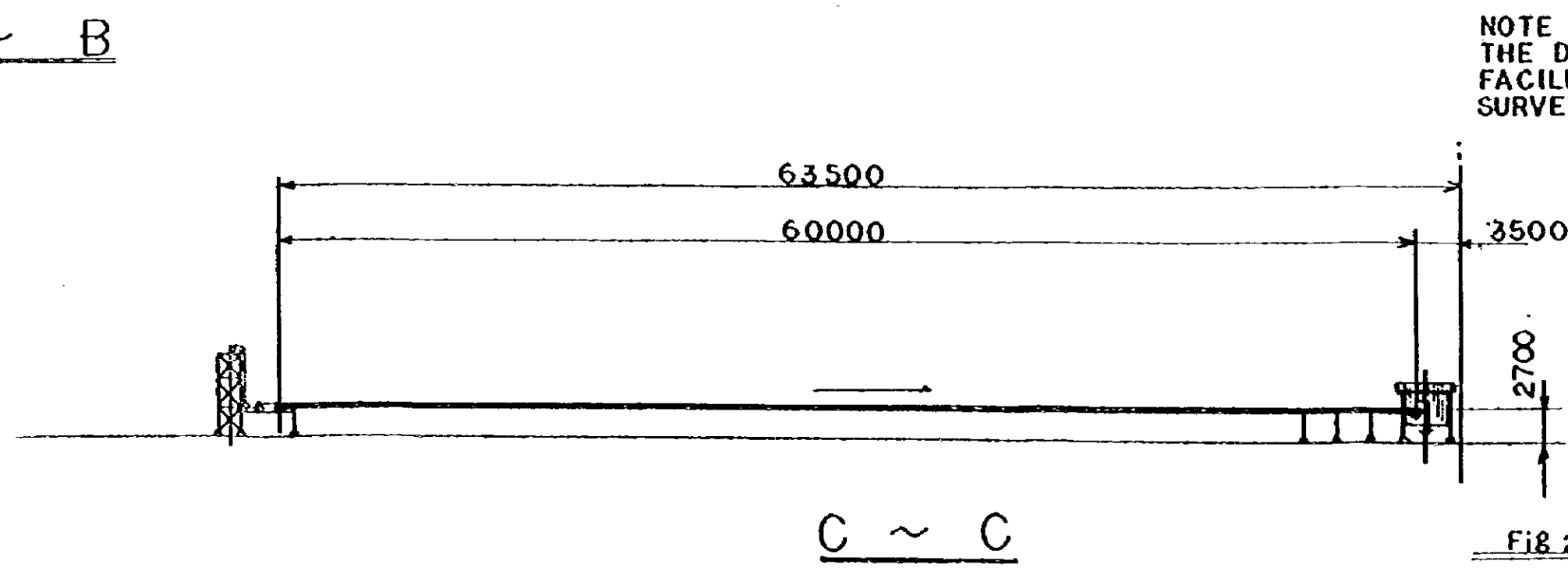
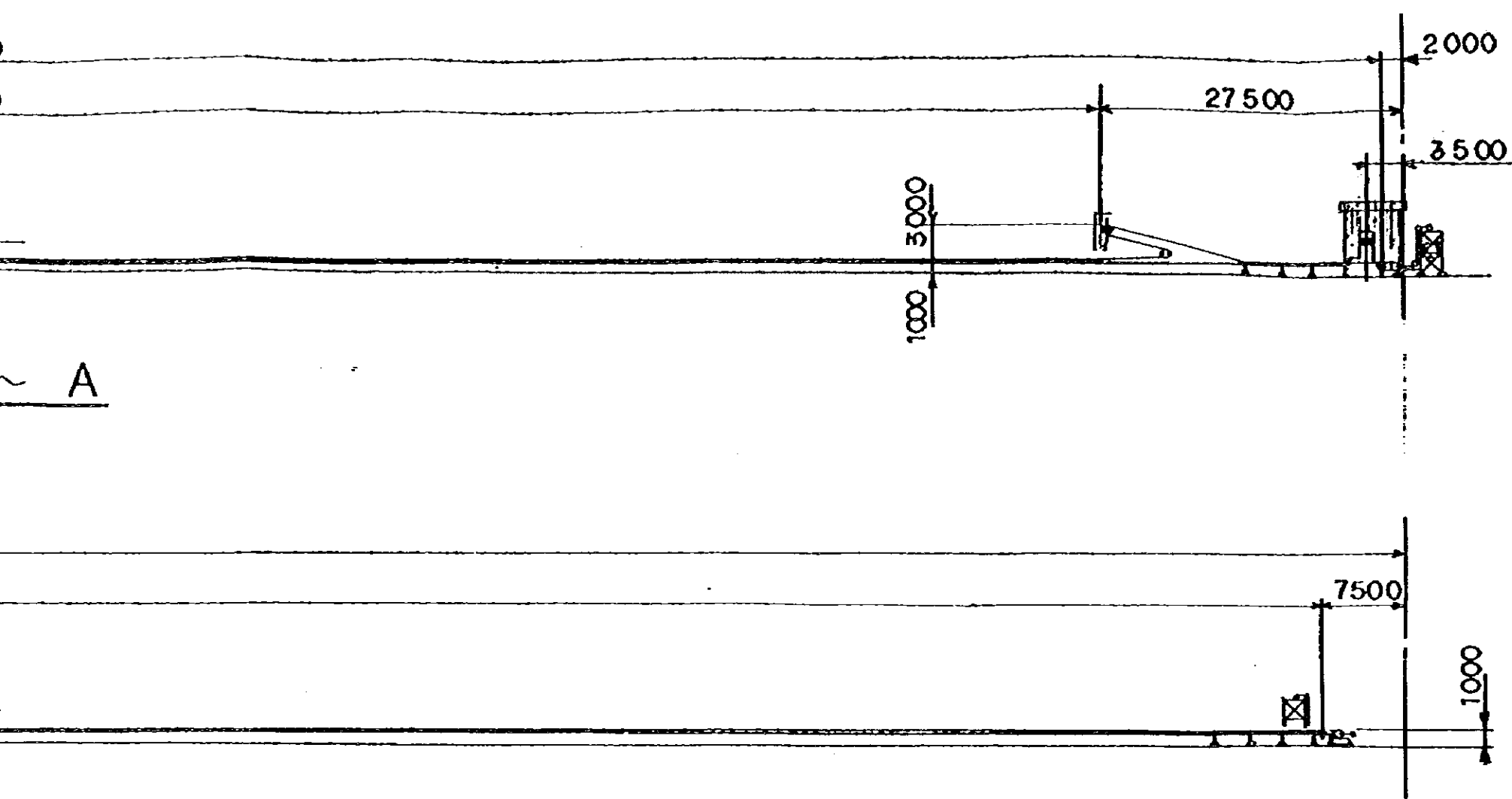


Fig 2-18 DETAILS OF COAL STORAGE YARD FACILITIES



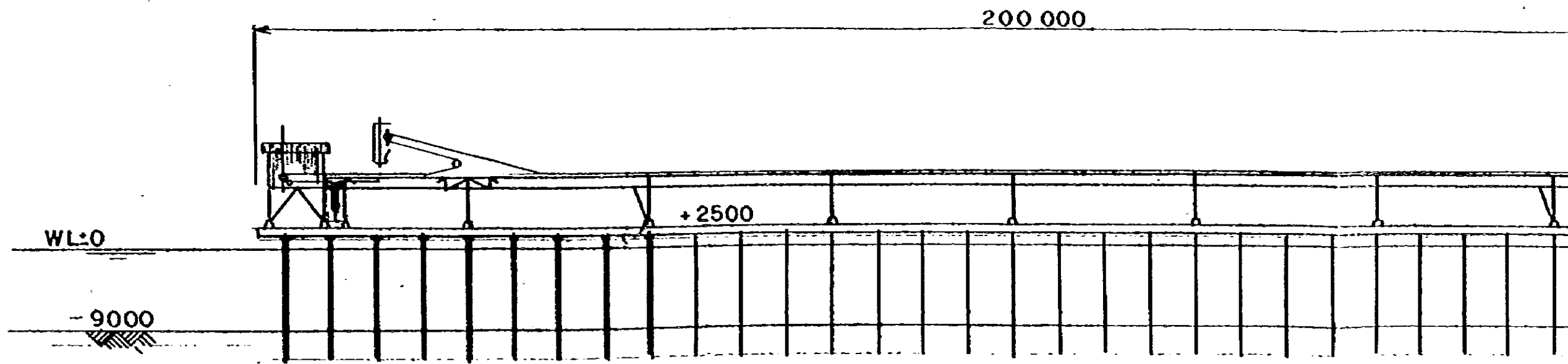
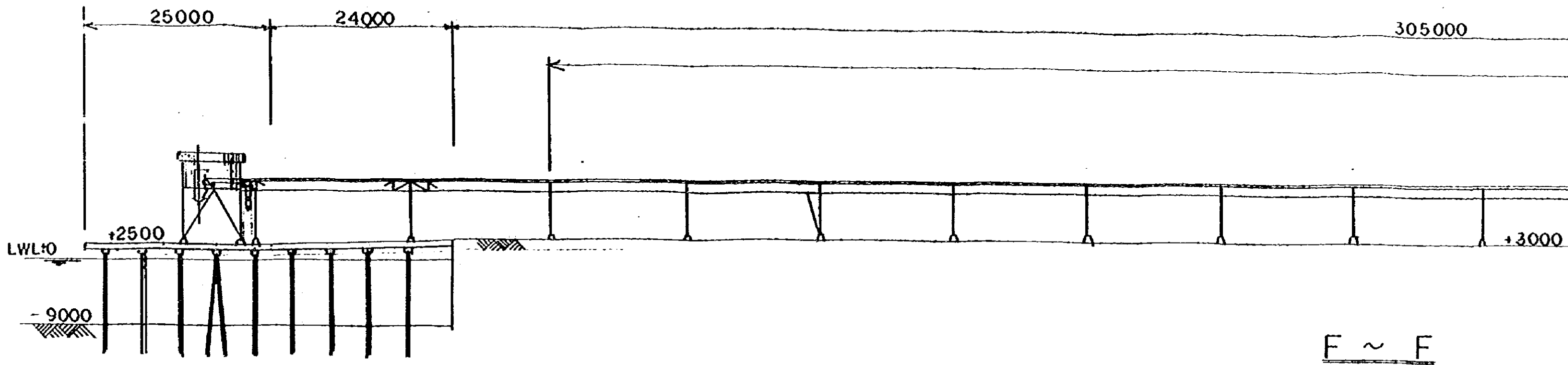


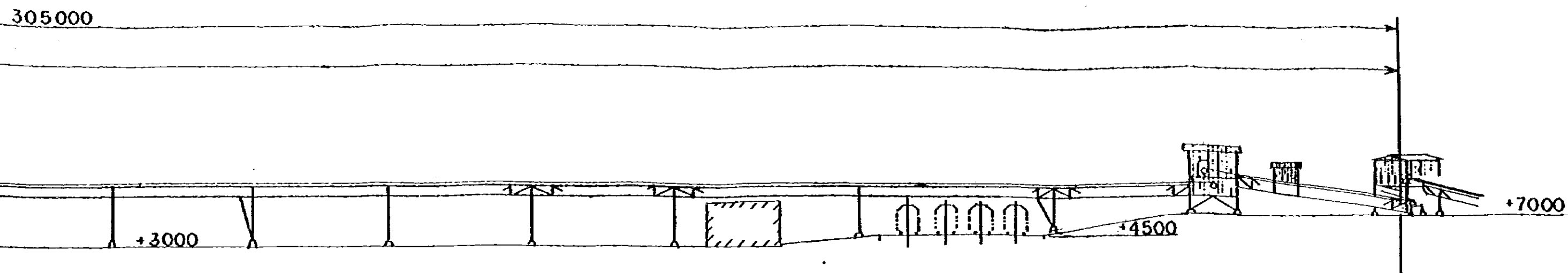
KEYPLAN

NOTE
 THE DIMENSIONS WHICH ARE RELATED TO EXISTING
 FACILITIES SHALL BE FINALLY DECIDED AFTER
 SURVEYING OF THE SITE

ELEVATION OF
 YARD BELT CONVEYOR

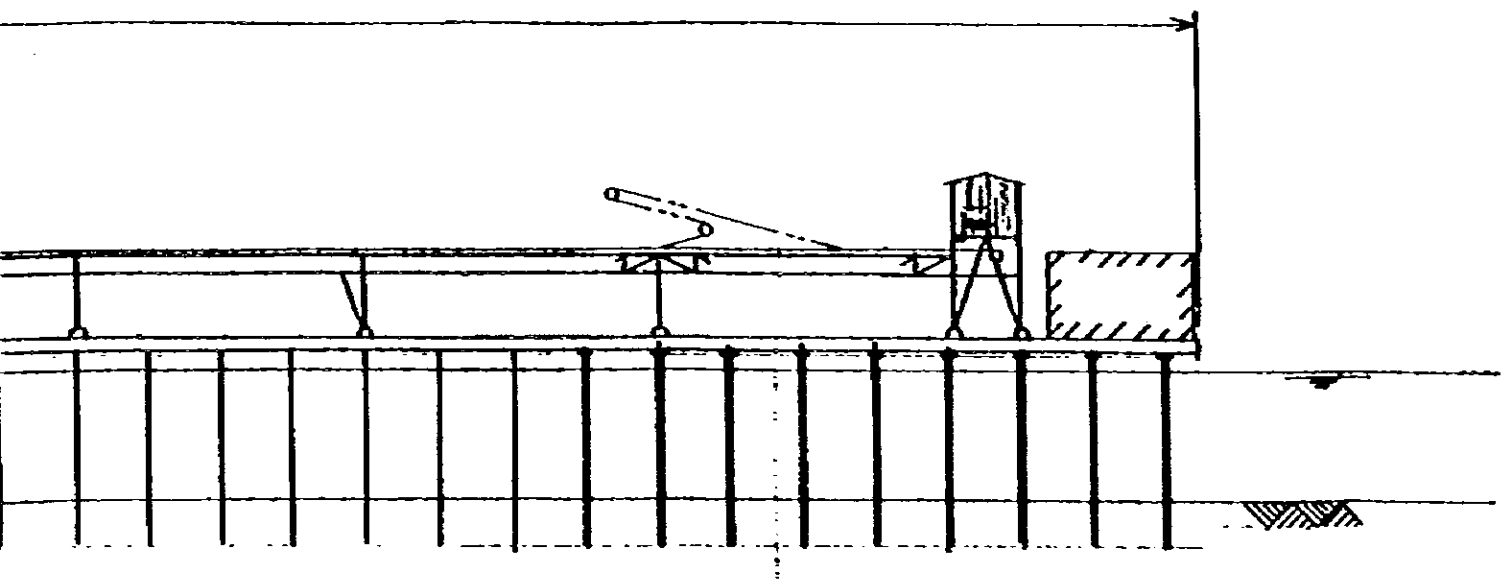
Fig 2-19





F

NOTE
 THE DIMENSIONS WHICH ARE RELATED TO EXISTING
 FACILITIES SHALL BE FINALLY DECIDED AFTER
 SURVEYING OF THE SITE



ELEVATION OF TRANSFER
 AND QUAY BELT CONVEYOR

Fig. 2-20

(3) 主要事項

- (イ) 駆動動力55kW以下のものは、電動機と減速機の間および減速機と電動プーリの間は可撓接手で連結する。またギヤードモーター形式の駆動装置を用いる場合もある。
- (ロ) 駆動動力75kW以上のものは、電動機と減速機の間は流体接手で連結し、減速機と駆動プーリの間は可撓接手で連結する。
- (ハ) 動力を断つと逆転する危険のあるコンベヤおよび慣性の大きなコンベヤには制動装置を設ける。
- (ニ) 各ベルトコンベヤの乗継部は小屋の中に納める。
- (ホ) 可能な限りコンベヤには丸カバーを設ける。トリップなどのため丸カバーを設けることができない場合はサイドカバーを設ける。
- (ヘ) 機長が50m以上のものは非常停止用のプルコードスイッチを設ける。
- (ト) キャリヤローラおよびリターンローラの標準ピッチは下表の通りとする。

Table 2 - 7

ベルト巾 (mm)	キャリヤローラ ピッチ (mm)	リターンローラ ピッチ (mm)
600	1,200	3,000
750	1,100	2,500
1,200	1,000	2,500

- (イ) 駆動プーリはゴムラッキングを施し、その表面にはダイヤモンドカットを施す。
- (ロ) 機長20m以上および計重機が設けられているベルトコンベヤのテークアップ装置は重錘式とする。
- (ハ) 歩道は厚み6mm以上のエクスパンドメタル張りとし、その他は6.3.1.(3)イ項と同じとする。

6.4 附属装置

6.4.1 計重装置

(1) 概要

本計重装置は貯炭場の受入側と払出側にそれぞれ1組ずつ設け、石炭の受入れ量および払出し(船積み)の量を計測し、本貯炭・船積設備全体の運営の管理データとするもので、商取引に用いる目的のものではない。商取引に於ける計量はドラフト(吃水)の検定によって行う。

(2) 主要仕様

計重装置の計重範囲、最小目盛、精度は下表の通りとする。

Table 2 - 8

本装置の取付く コンベヤ 名	計 重 範 囲		最小目盛 (kg)	精 度
	最大 (t/h)	最小 (t/h)		
RA-2	340	68	50	1/200
SA-2	1,300	260	50	

注) 精度はテストチェーンによる検定とする。

(3) 主要事項

- (イ) 積算および瞬間流量の表示が機側および中央制御室になされる。
- (ロ) 払出し側に設けられる計重装置には、サンプリング装置へ送信されるためのパルス信号を出す装置を設ける。
- (ハ) テストチェーンは全スケールの30%と60%の2種類設け、機側に巻取り収納装置を設ける。

6.4.2 サンプリング装置

(1) 概 要

本装置は、払出側の計重装置のあとに設け、計重機からの信号により重量等間隔に石炭を検送中のベルトコンベヤから全断面にわたりインクリメントを採取するものである。即ち計重機からの信号によって予め設定された石炭の量が通過することによりインクリメントを採取する構造とする。インクリメントは成分分析用と水分測定用の2種類とする。採取するインクリメントの大きさ、数などはJIS M 8811に依るものとする。

(2) 主要仕様

- (イ) 主ベルトコンベヤの輸送量 1,000 t/h
- (ロ) 形 式 ベルトサンプラー
- (ハ) ロッドの大きさ 5,000 t ~ 15,000 t (可変)

(3) 主要事項

- (イ) 本機側では給分は行わず、適当な割ロッドごとにインクリメントをまとめて自動的にコンテナの中に取り容する。
- (ロ) 第1次のインクリメントが大きいときは適当な大きさになるまで2次またはそれ以上のサンプリングを行う。
- (ハ) 水分試料は1次インクリメントよりスプーンサンプラーで採取し、採取後は直ちにオートバツカに入れシールする。

6.5 電気設備

6.5.1 受変電設備

(1) 概要

本設備はテルクバユール港に於ける石炭積出設備に必要な電源を全てまかなうものである。ヤードの一角に設けられる事務所および中央制御室などを含む建物の一階に設置される。

本設備は発電所より送電される3,000V級の電力を受入れるための受変電設備と、各機器に供給するために適当な供給電圧にするための変電、配電設備より成立っている。

(2) 主要仕様

- | | |
|------------|------------------|
| (イ) 受電電圧 | AC 3φ、3W、3,000V級 |
| (ロ) 周波数 | 50Hz |
| (ハ) 受電電力 | 約 KVA |
| (ニ) 許容電源変動 | |

電圧；(定格周波数のもとK) $\pm 10\%$ 以下
周波数；(定格電圧のもとK) $\pm 5\%$ 以下

ただし、電圧と周波数が同時に変動する場合は、両変化の絶対値の和が10%以下とする。

(3) 主要電圧

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (イ) 高圧電動機 110kW以上 | AC 3φ、3KV、50Hz |
| (ロ) 低圧電動機 110kW未満 | AC 3φ、380V、50Hz |
| (ハ) 照明回路 | AC 1φ、220V、50Hz |

(4) 主要事項

高圧の場合の力率は0.9、低圧の場合の力率は0.8以上とする。

6.5.2 コンベヤ制御方式

(1) 概要

本コンベヤ設備の運転は事務所建屋3階に設けられる中央制御室に設置された操作盤から集中制御が行えるものとする。操作盤の垂直部には照光盤を設け、コンベヤ、回転走行切出機、スタッカ、リクレーマおよび船積機などの運転状態を監視できるものとする。操作盤のデスク部にはコンベヤおよび回転走行切出機などの各機種の運転に必要な操作スイッチを設けるものとする。

(2) 運転方式

(イ) 遠隔連動運転

中央制御室の操作盤からワンタッチで順序始動、順序停止および非常停止が行えるものと、コンベヤ相互、コンベヤとスタッカ、リクレーマおよび船積機との間に必要なインターロックをとるものとする。

コンベヤを始動する場合はコンベヤに沿って設置されたベルにより始動に先立って警報を

発する。なお遠隔連動運転は次の各操作ができるようになっている。

I 順序始動

コンベヤの順序始動は下流から順次に上流に向かって始動してゆくものとする。

II 順序停止

順序停止は輸送中の石炭が乗組部のシュートに堆積をおこさないように上流から順次に下流に向かって停止する。

III 払出し停止

払出し停止は輸送中の石炭が全てのコンベヤ上に残らないように停止させる。

IV インターロック停止

下記の安全装置が作動した場合は、それらの作動した安全装置をもったコンベヤより上流にあるコンベヤは直ちに停止する。

- シュート詰りスイッチ
- ベルトスリップ検出器
- 電動機過負荷検出器
- ベルト蛇行検出スイッチ

V 非常停止

中央制御室に設けられた操作盤の非常停止スイッチまたは、コンベヤの歩道に沿って設けられたブルコードスイッチを操作した場合に、当該系統の全コンベヤを停止させる。

(a) 現場単独運転（現場検測単独運転）

主として保守または試運転調整用に用いられる運転で、駆動装置の近くに設けられた押釦ステーションでコンベヤを個別に運転することができる。この場合には、電気的な故障およびブルコードスイッチを除き、全てのインターロックは解除される。

(b) 故障表示

中央制御室内にはインターロック停止した場合の原因とそのインターロックが作動したコンベヤを表示する。また故障のうち電源のトリップなど主要なものはインターロックの他にも表示できるようになっている。

6.5.3 通話設備

関連設備の作業連絡用として下記系統間の通話を行うことができるものとする。呼び出しは音声で行い、呼び出された人は最寄りの通話ステーションよりハンドセットで行うものとする。ハンドセットによる通話の網は下記の通りとする。

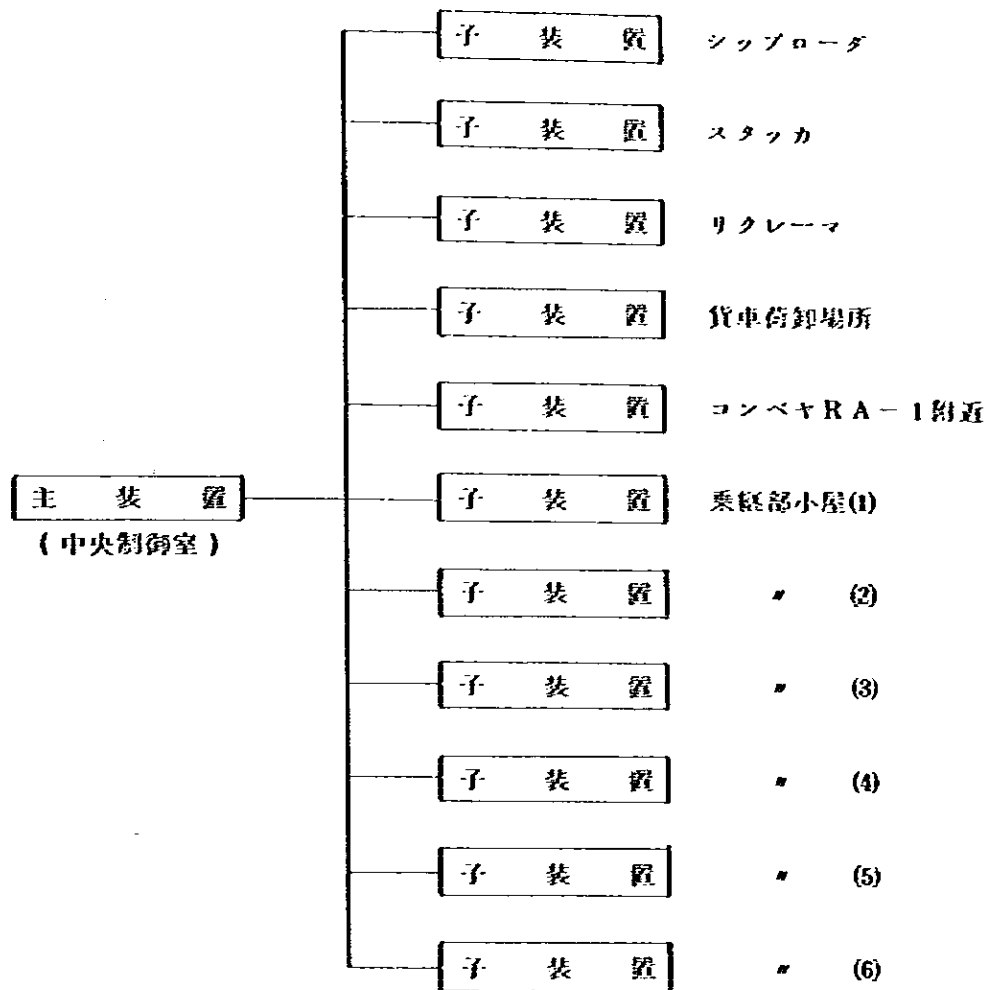


Fig 2 - 21

6.5.4 照明設備

(1) 夜間作業用照明

夜間作業を考慮して下記の照明を行うものとする。

Table 2 - 9

場 所	照明器具	照 度
コンベヤ歩道	蛍 光 燈	平均 20 Lx
乗継部小屋	蛍 光 燈	平均200 Lx
同上の周辺	水 銀 燈	平均 20 Lx
石炭ヤード	水銀投光器	最低 2 Lx

(2) 非常照明

停電時に通常作業者が地上道路に退避できるように下記の場所に電池内蔵形の白熱燈をとりつけるものとする。

- (d) 移動機材の運転室から地上までの通路
- (e) 貨車卸用建屋から地上までの通路
- (f) 乗務部小屋階段
- (g) 中央制御室および事務所から地上までの通路
- (h) 受変電室内

6.6 けい留施設の設計

6.6.1 さん橋式岸壁の設計

(1) 設計条件

(a) 岸壁の諸元

計画水深	- 9.00 m
天板高	+ 2.50 m
バース延長	200 m
エプロン幅	20 m

(b) 利用条件

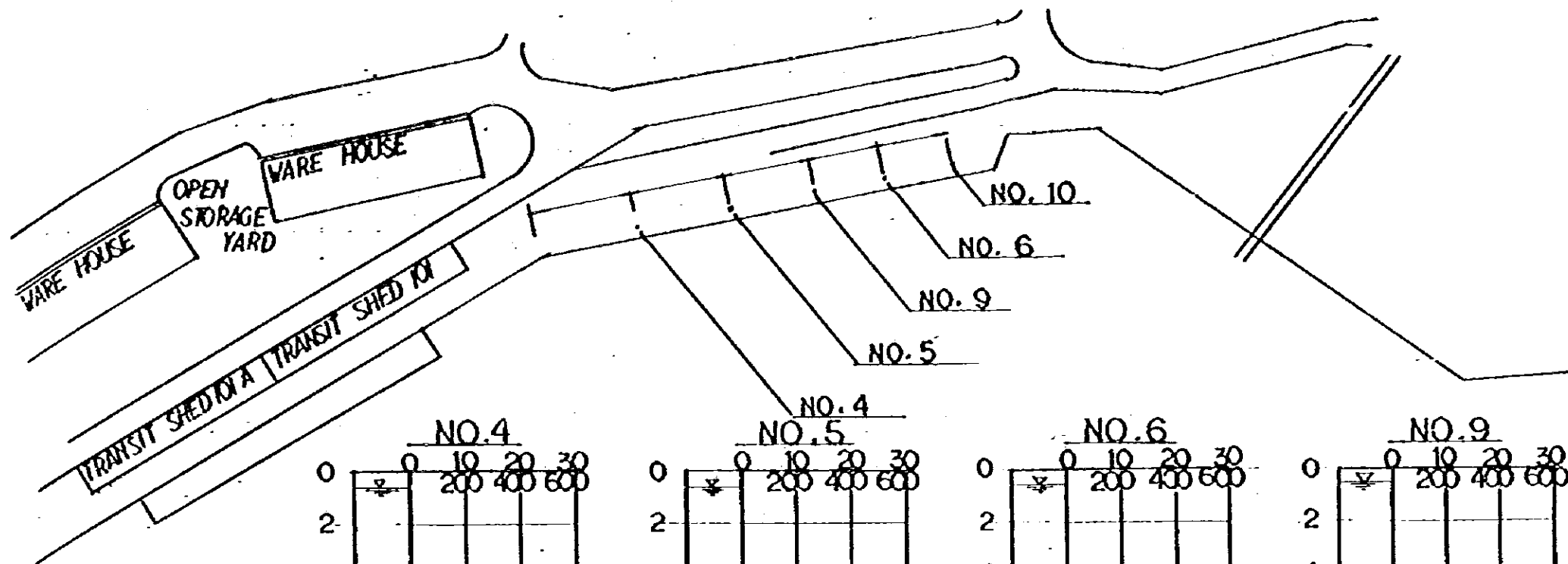
対象船舶	最小	5,000 DWT
	最大	15,000 DWT
接岸速度		0.1 m/sec
取扱い貨物		石 炭
上載荷重	常 時	2.0 t/m ²
	地震時	1.0 t/m ²
ローダー荷重		230 t (自重)
		250 t (作業時)
コンベヤー荷重		0.7 t/m
トラック荷重		T-20 (20 t)

(c) 自然条件

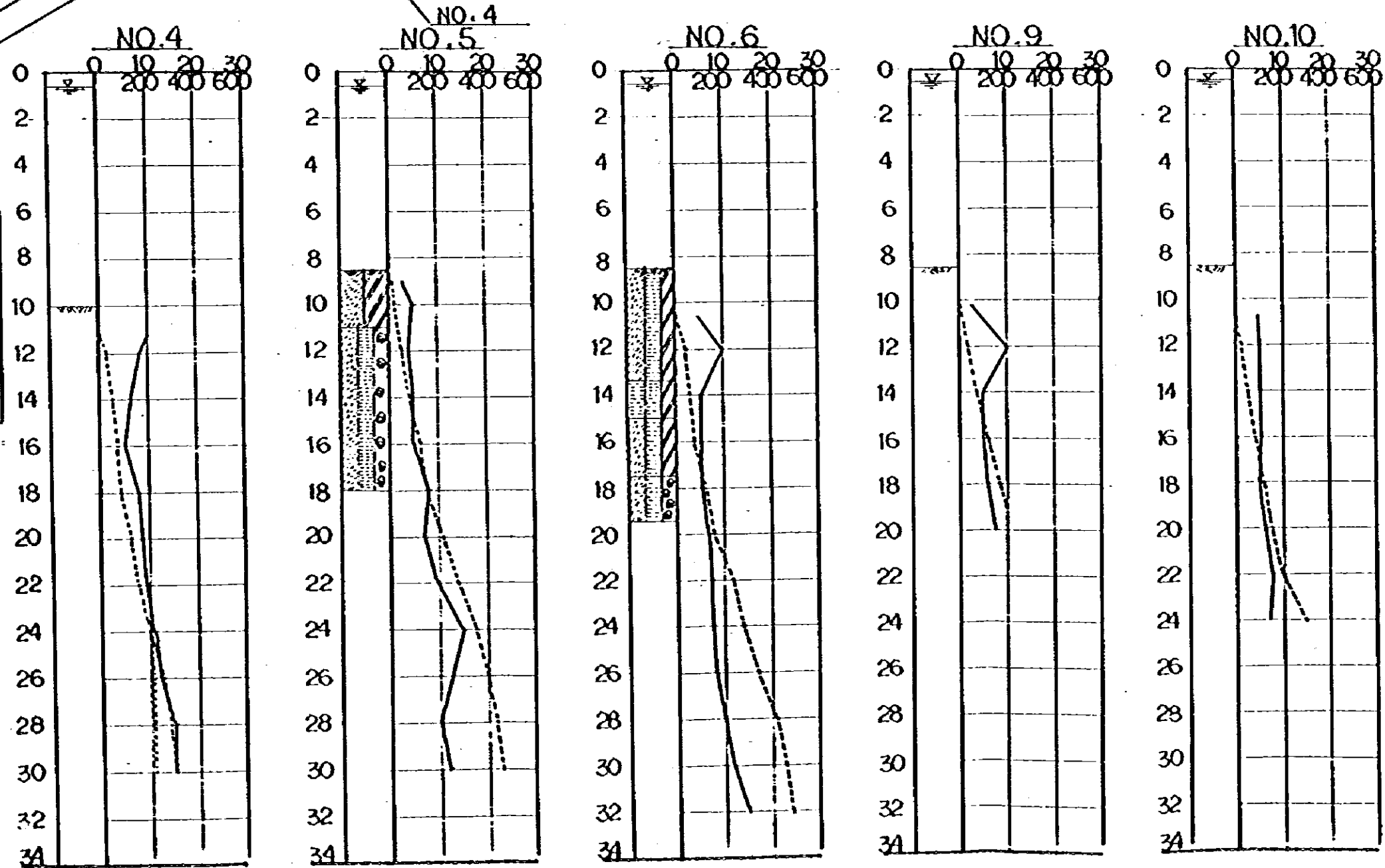
土質 (Fig 2-22)		- 9.0 m ~ - 35.0 m	粘性土	N = 3
		- 35.0 m ~	岩盤	N > 50
震度	水平震度		K _a = 0.1	
	鉛直震度		K _v = 0	
海象	潮 位		H · W · L = + 1.93 m	
			L · W · L = \pm 0.00 m	

(2) さん橋の構造

DATA OF BORING LOG



UPPER SCALE (kg/cm²)
 CONE RESISTANCE ———
 LOWER SCALE (kg/cm)
 FRICTION - - - - -



さん橋の構造は、基礎が斜杭を含んだ鋼管杭、上部が鉄筋コンクリート床板であり、床板を8cm厚さのアスファルトで舗装する。さん橋と陸地とは巾員10mのPCコンクリート桁橋を2本架設し連絡させる。

さん橋の全長	200 m
さん橋の巾	20 m
渡 橋	2本
基 礎 杭	鋼管杭φ500 長さ50 m

6.6.2 附属設備

(1) 防舷材

船舶が接岸するときは、船首付近か船尾付近が係船岸にまず接触する。接岸する舷側は曲面となっているので、防舷材間隔が大きすぎると、防舷材が接岸エネルギーを十分吸収する前に船体の一部が防舷材の取付けられていない区間に直接接岸することになる。防舷材の間隔を5mとすると問題がない。

防舷材の種類	V型ゴム防舷材
有効長さ	150 cm
全 長	175 "
高 さ	50 "

ゴム防舷材の計算表をFig 2-25 K、寸法をFig 2-26 K示す。防舷材は横付けとし、そのピッチを5.0 mとする。

(2) 係船柱

常時の船舶の係留又は離接岸の用に供するため、バースの水際線近くK、曲柱を配置する。15,000 DWTの船舶を対象に曲柱K作用するけん引力を50 tとし、径350 mm/m曲柱(Fig 2-27)を設置する。曲柱の設置間隔は20 mとする。暴風時には船舶を係留しないものとし、直柱を設置しない。

(3) 照明設備

夜間、荷役作業、船舶の離接岸を行うので特に照明設備が大切である。使用する器具は防雨の構造とし、7 mのポールを用いる。エブロン基準照度は20 lxとする。

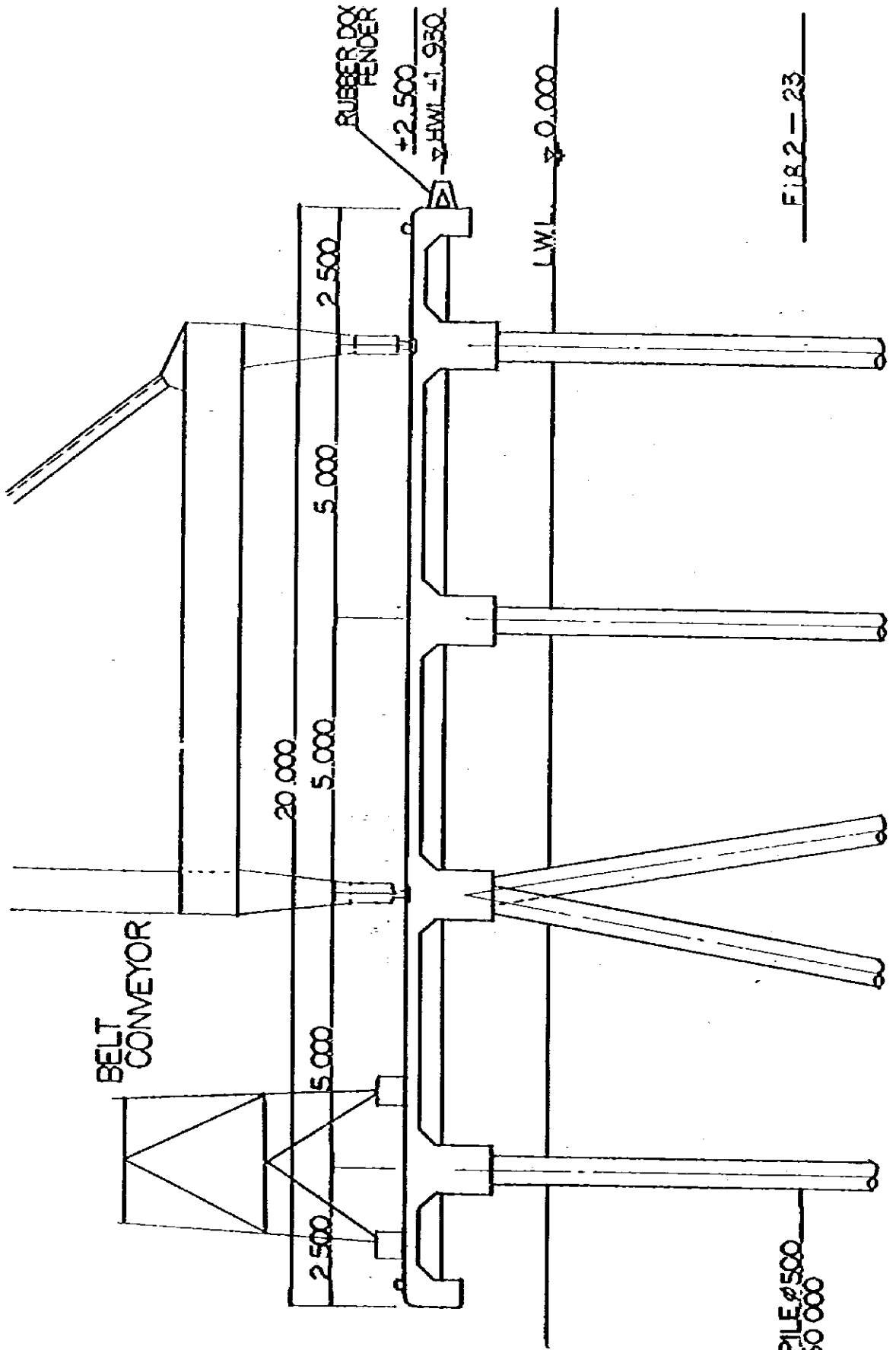
6.6.3 貯炭ヤードの基礎及びその他

機械計画に基き、基礎の寸法及び平面配置を決定する。現有する山崎の貯炭ホッパーを撤去し、その跡地に野積ヤードを新設する。

基礎の設計条件

地盤の許容支持力	30 t/m ²
作用荷重 ベルコン	0.7 t/m

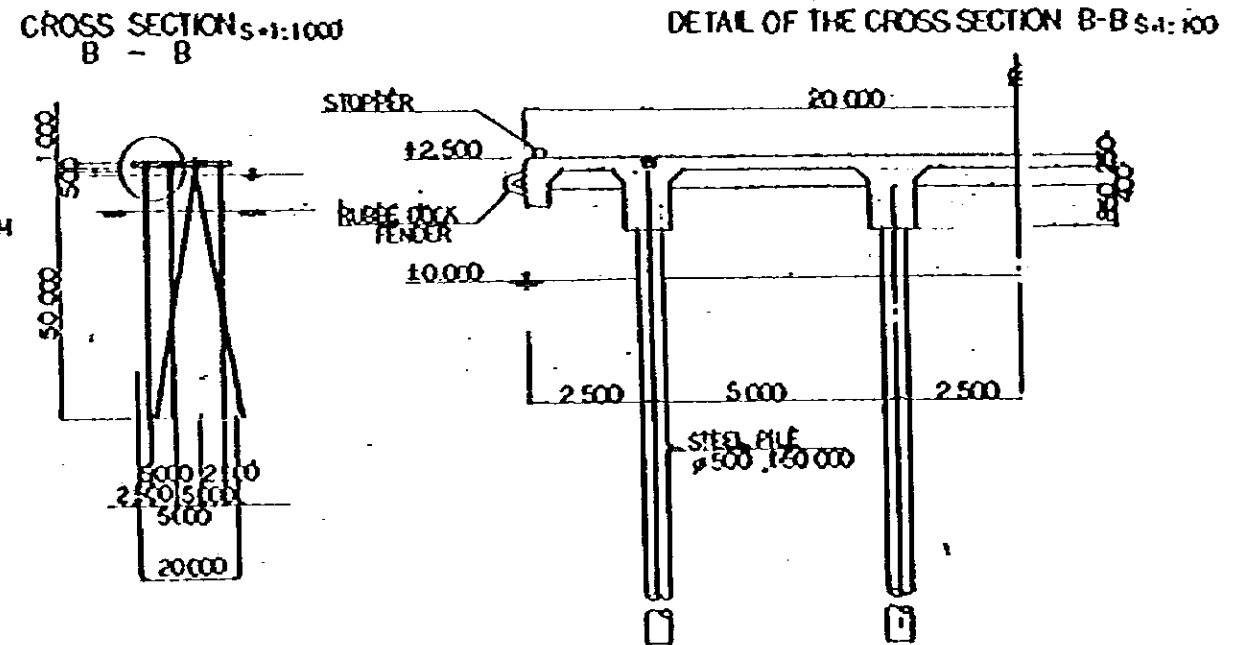
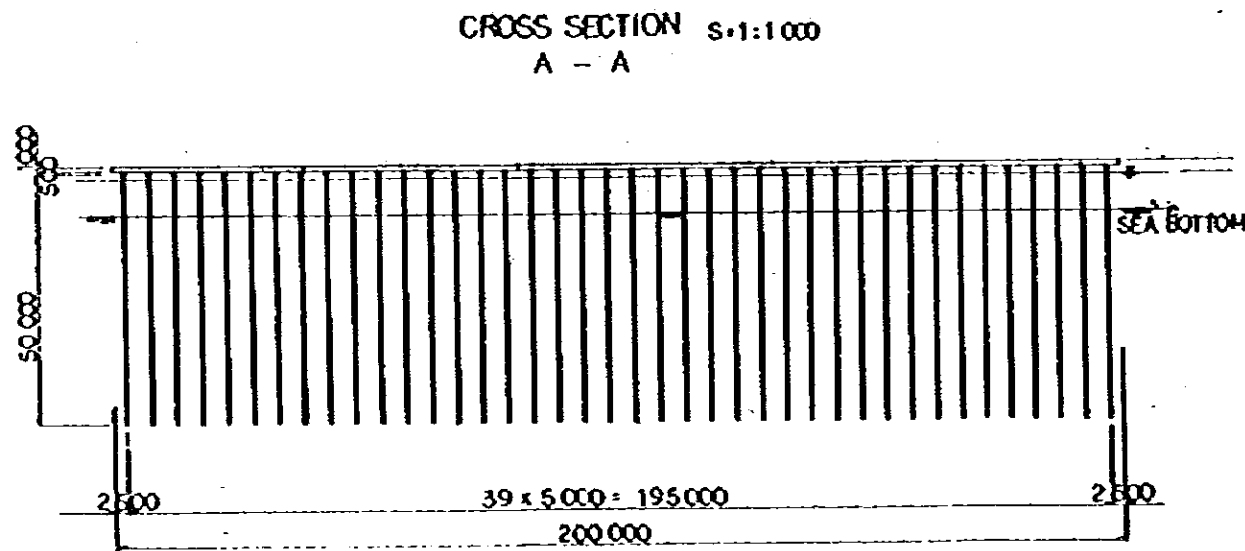
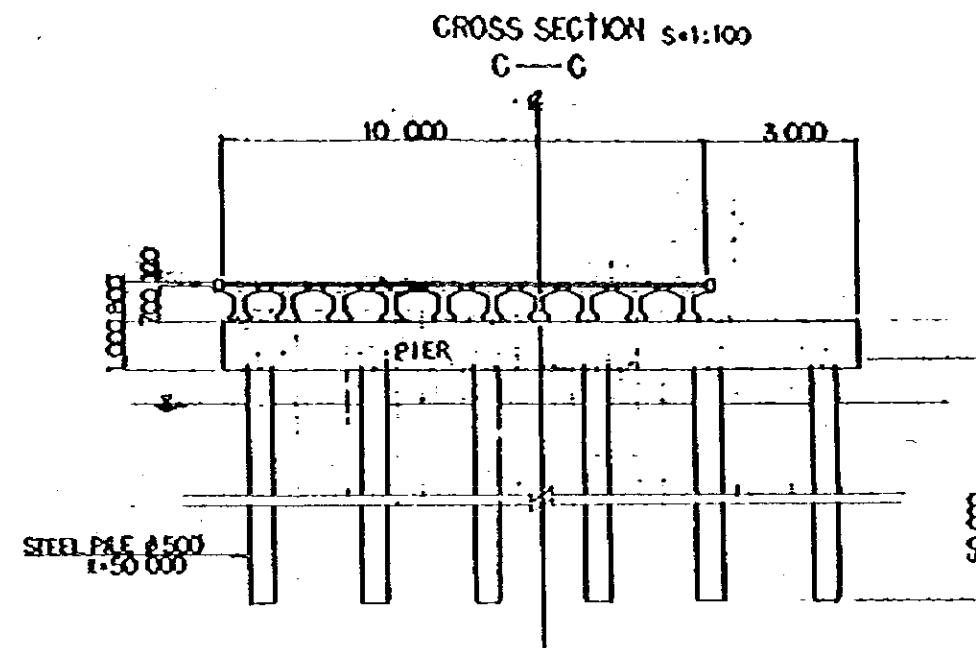
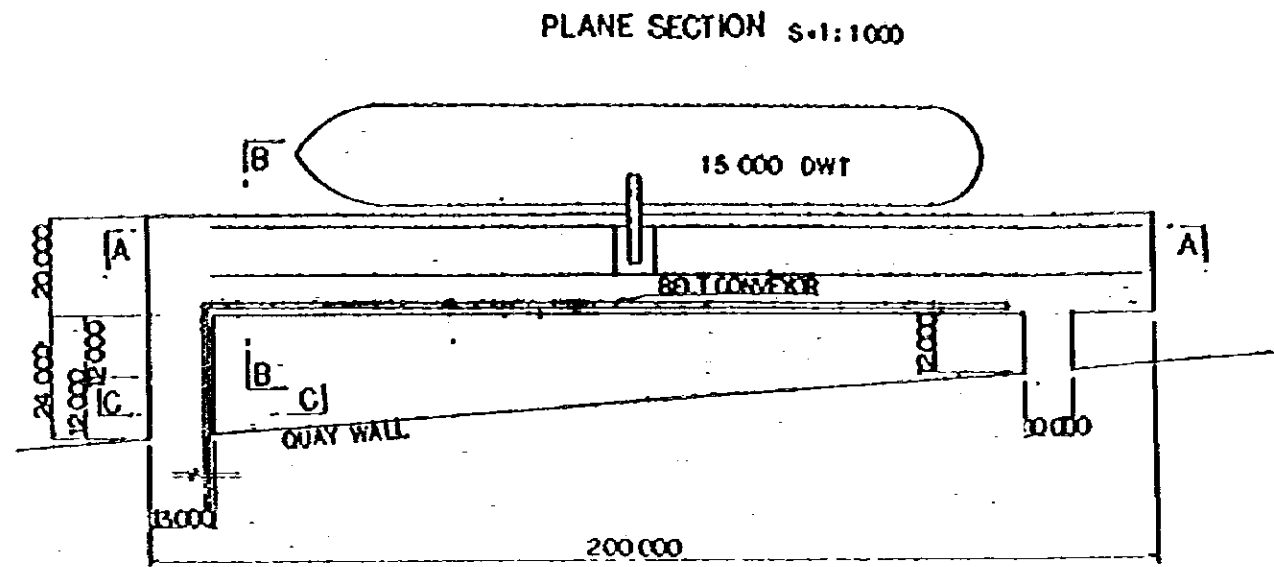
Cross Section of Mooring Wharf s=1:100



STEEL PIPE PILE ϕ 500
2-50 000

FIG. 2 - 23

GENERAL DRAWING OF THE MOORING WHARF



DOCK FENDER TECH. DESIGN

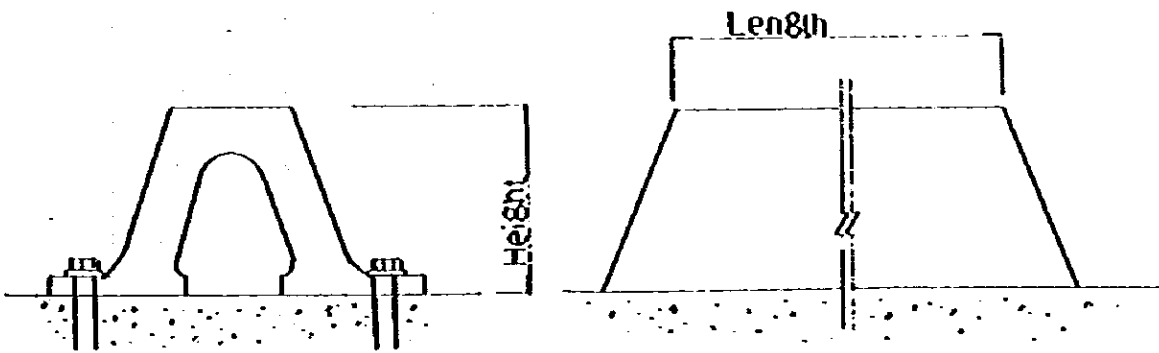
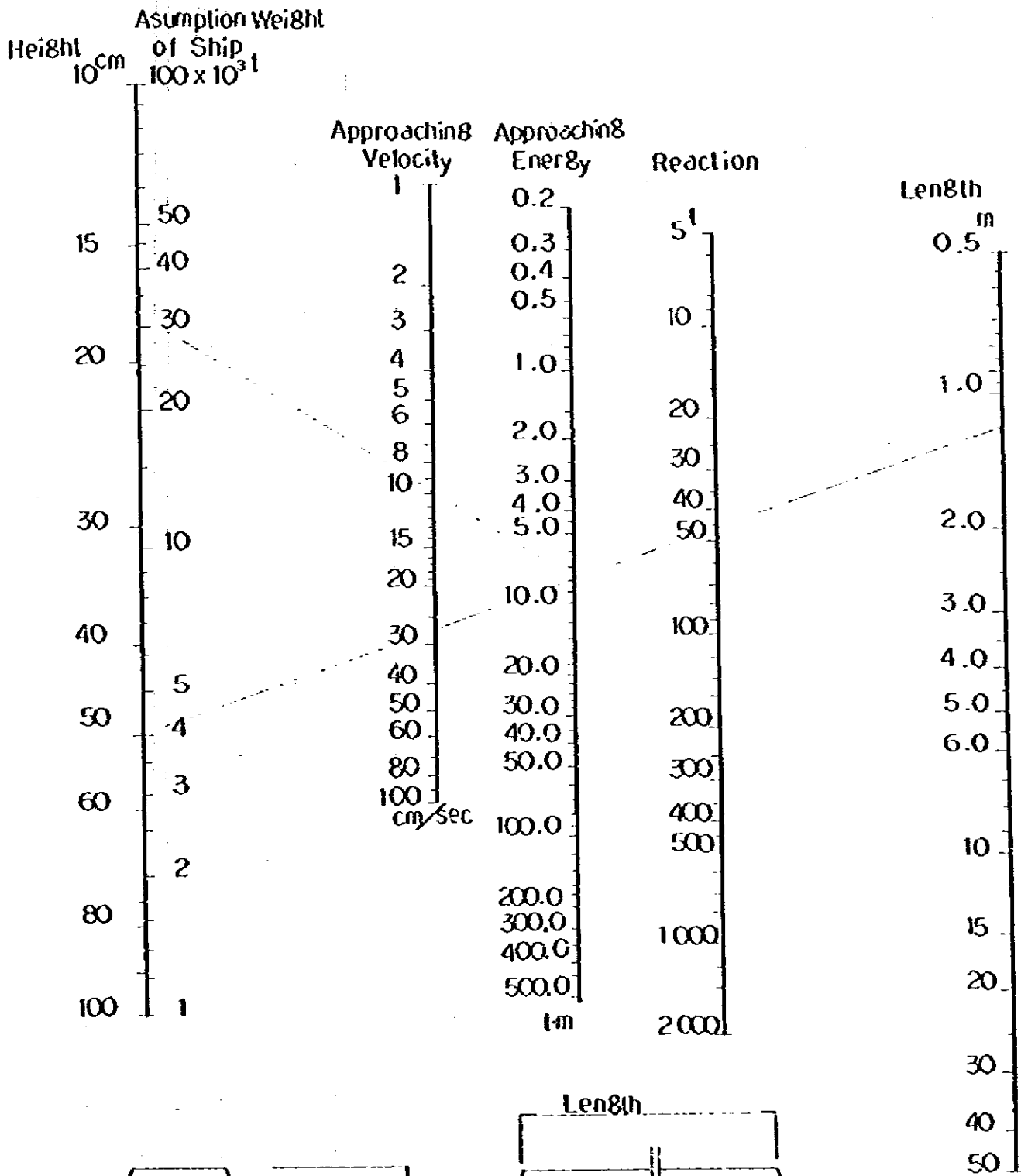
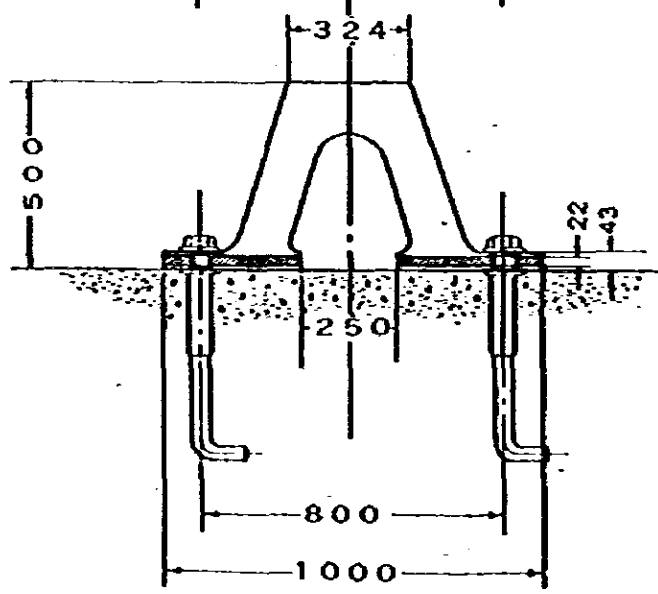
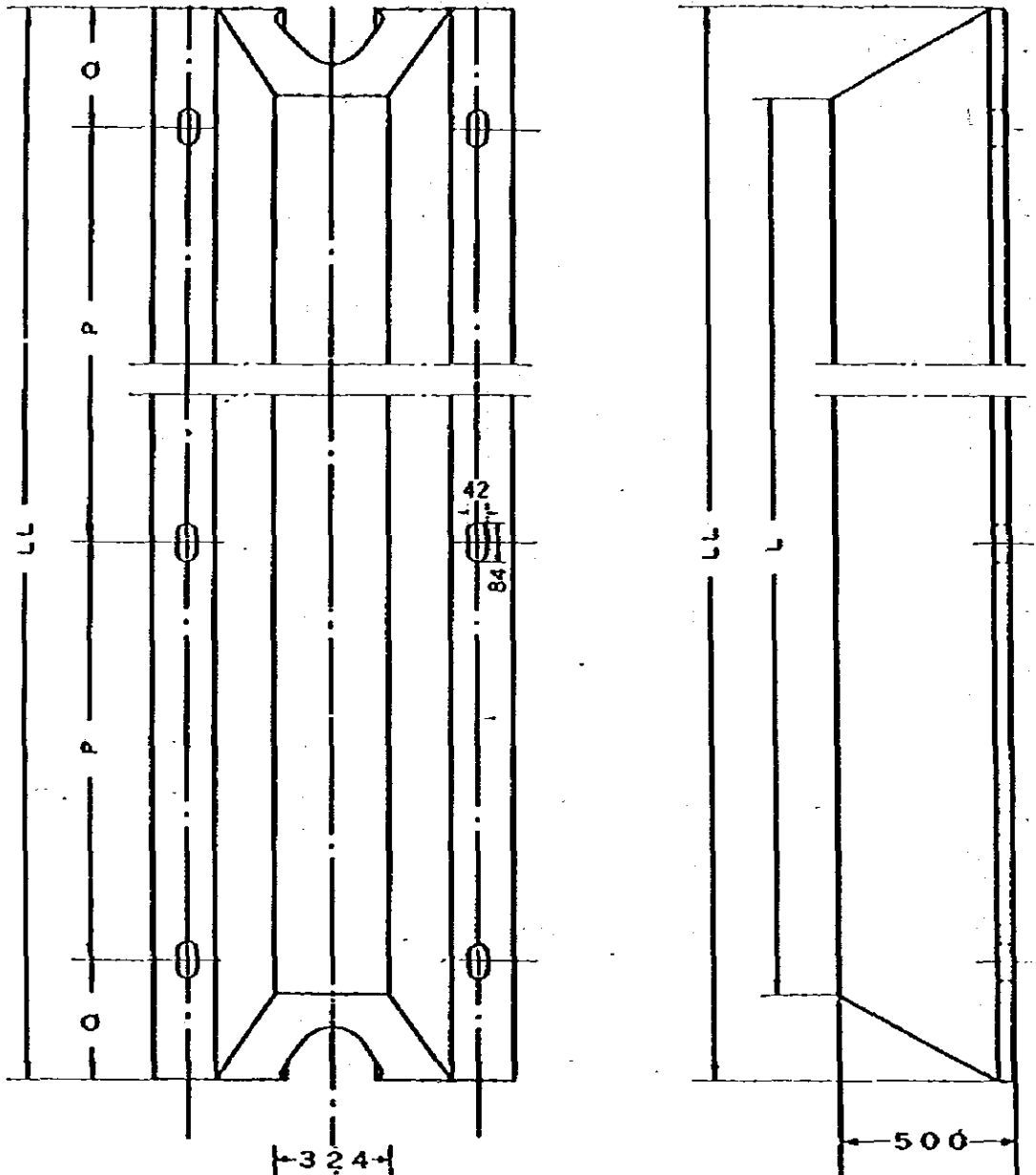


FIG 2-25

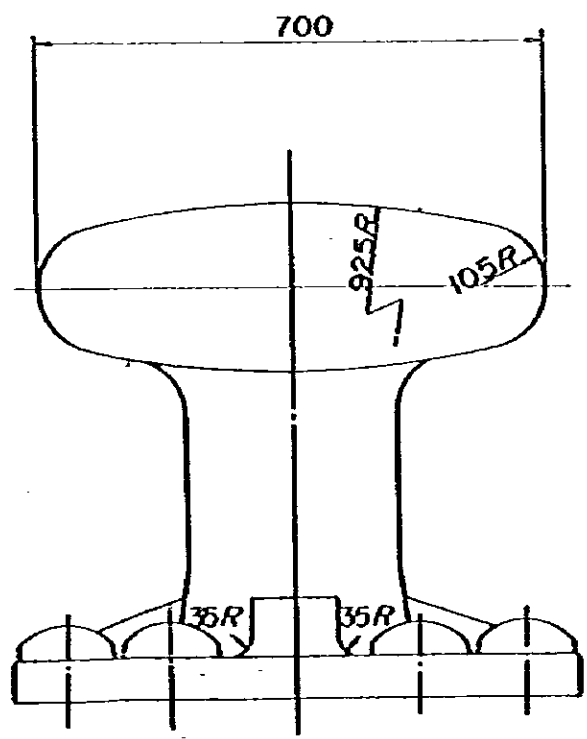
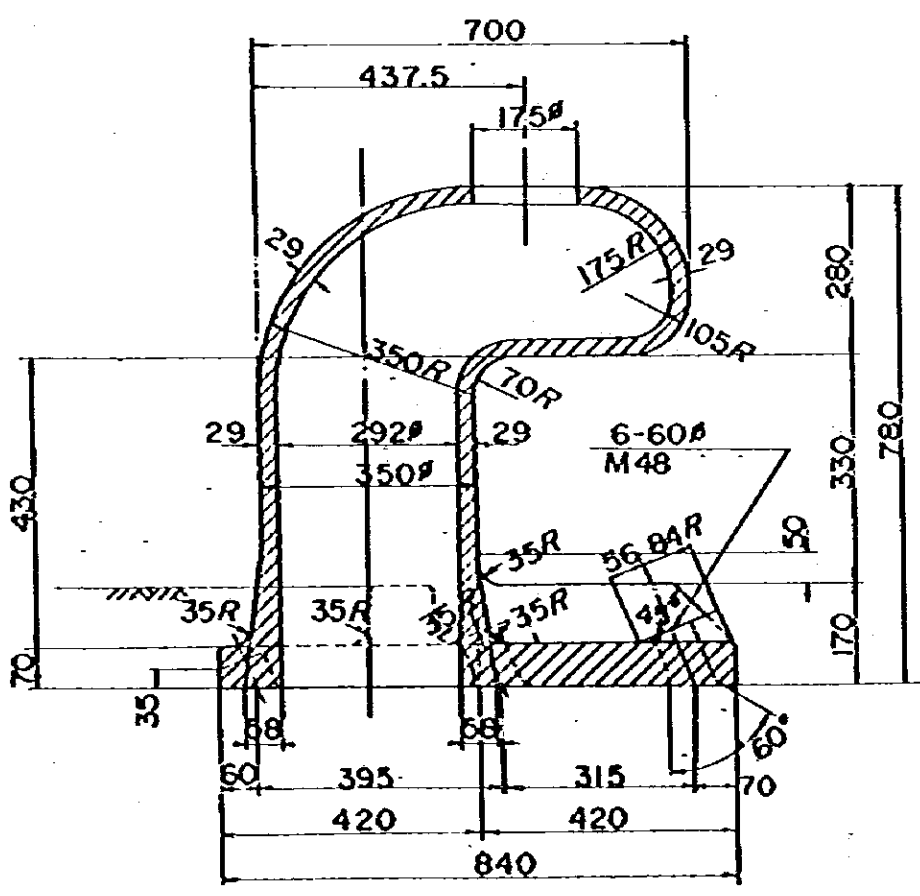
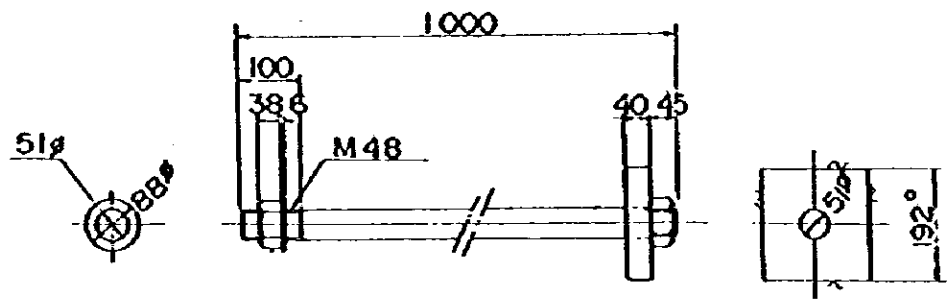
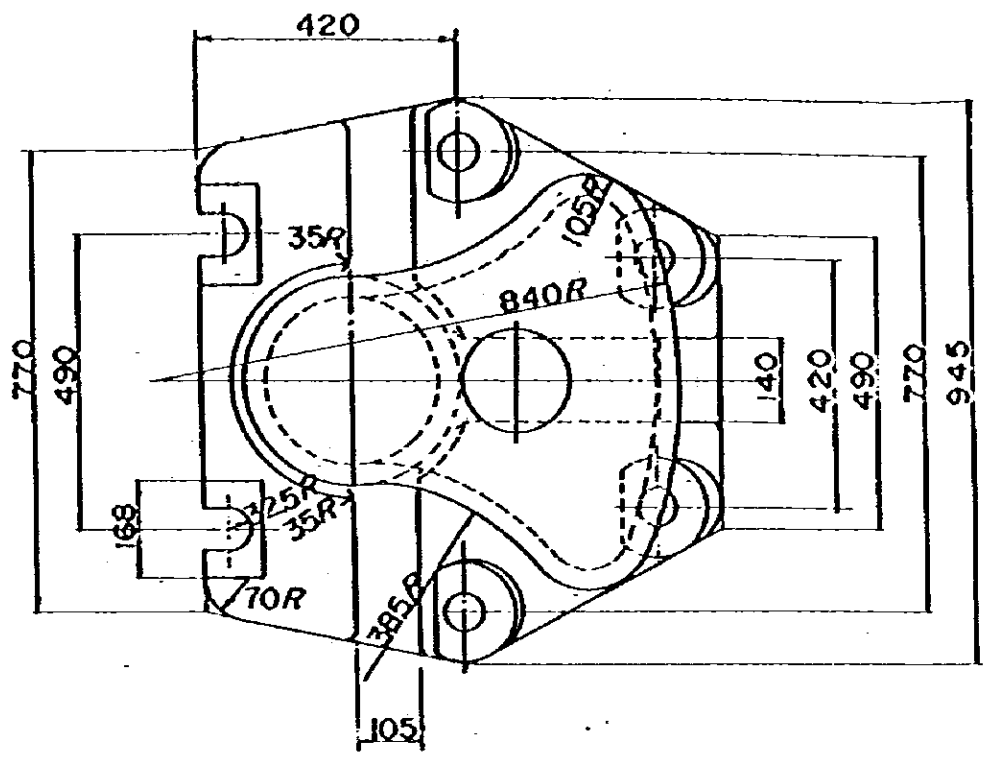
Detail Drawing of Rubber Dock Fender



L (m)	LL (mm)	P (mm)	O (mm)	Anchor Bolt 1 $\frac{1}{2}$ " x nos
1.0	1,250	900	175	4
1.5	1,750	700	175	6
2.0	2,250	630	180	8
2.5	2,750	800	175	8
3.0	3,250	725	175	10

Fig 2 - 26

DETAIL DRAWING OF THE BITT



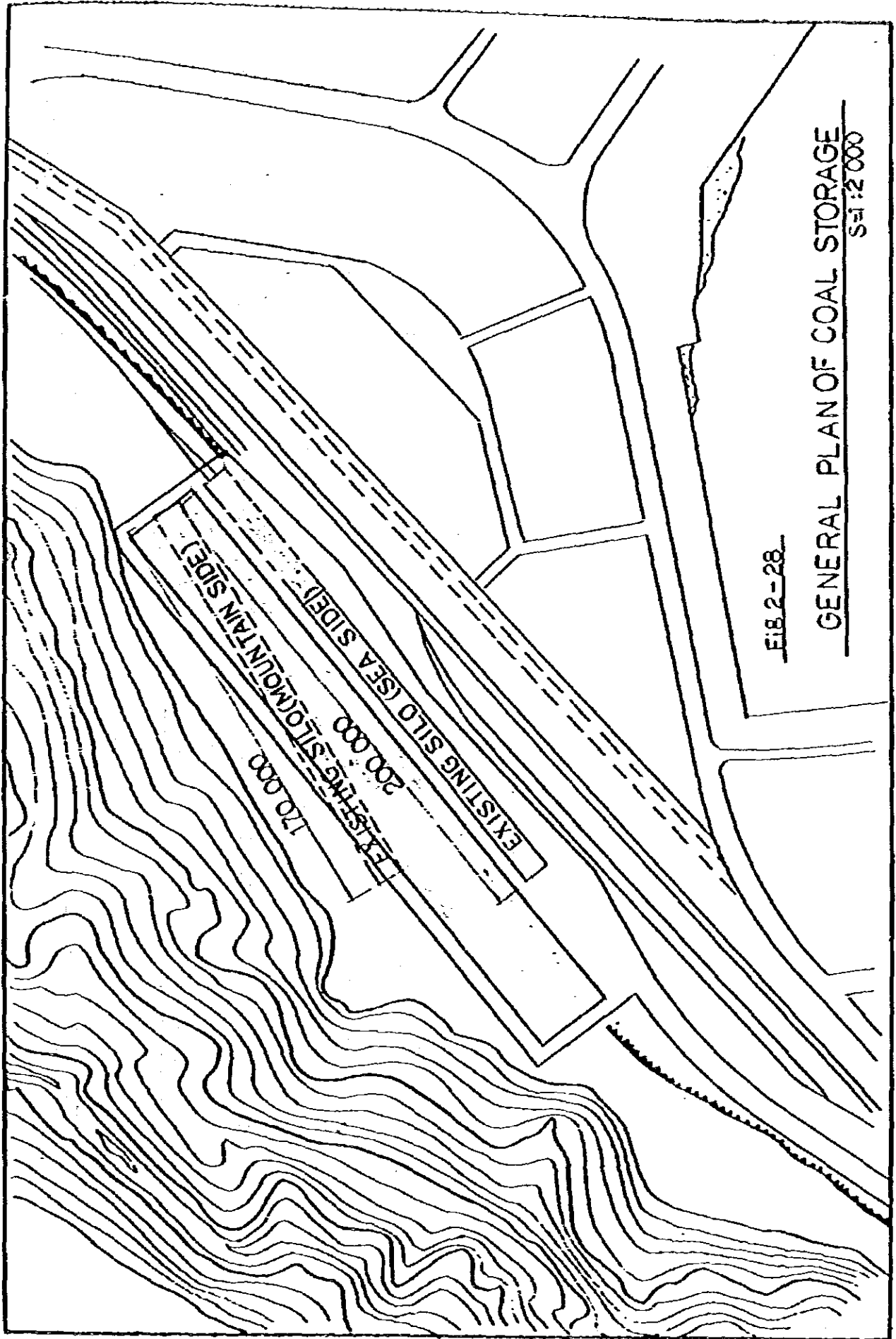
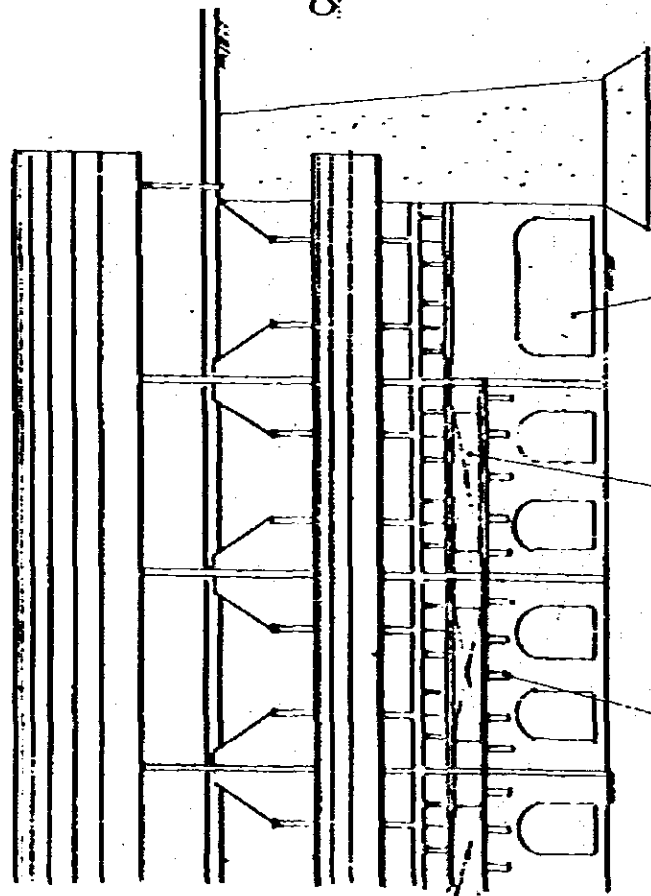


FIG. 2-28

GENERAL PLAN OF COAL STORAGE
SCALE: 2 000

COAL HOPPER S.F. 1:200

A



COAL PEDESTAL

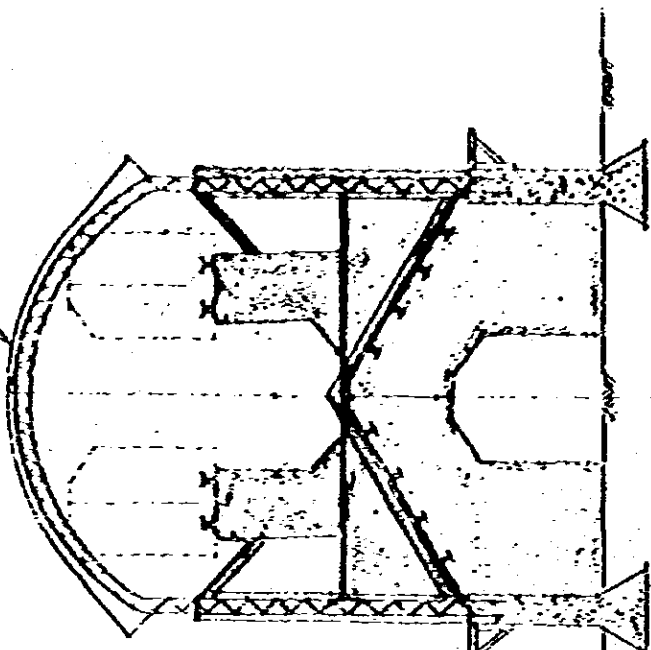
COAL OUTLET

PATH OF BELT CONVEYER

A

A — A

ROOF REPAIRING



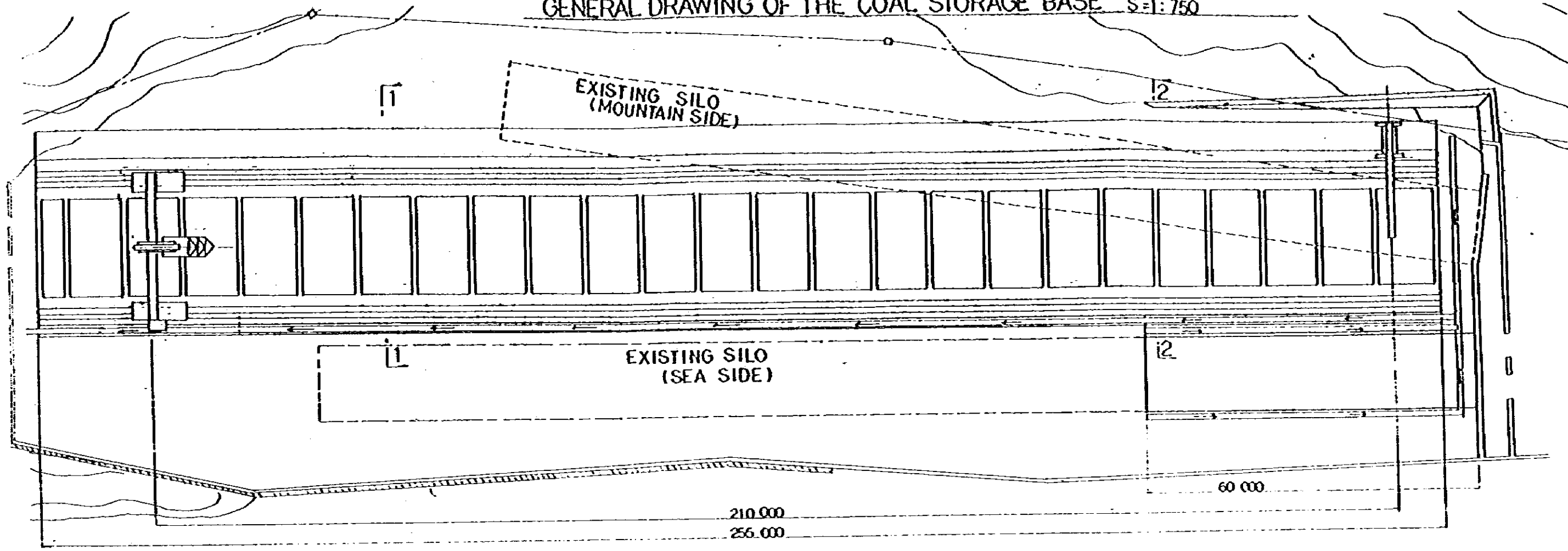
COAL PEDESTAL

FRONT ELEVATION

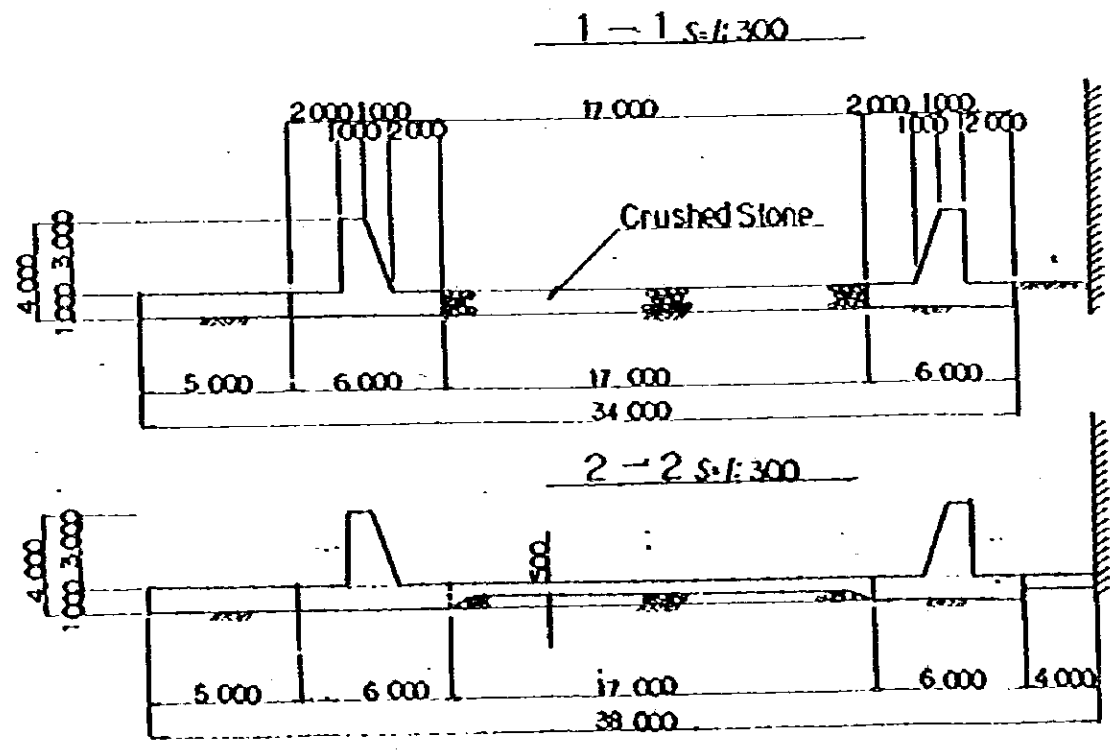
CROSS SECTION

Fig. 2 - 29

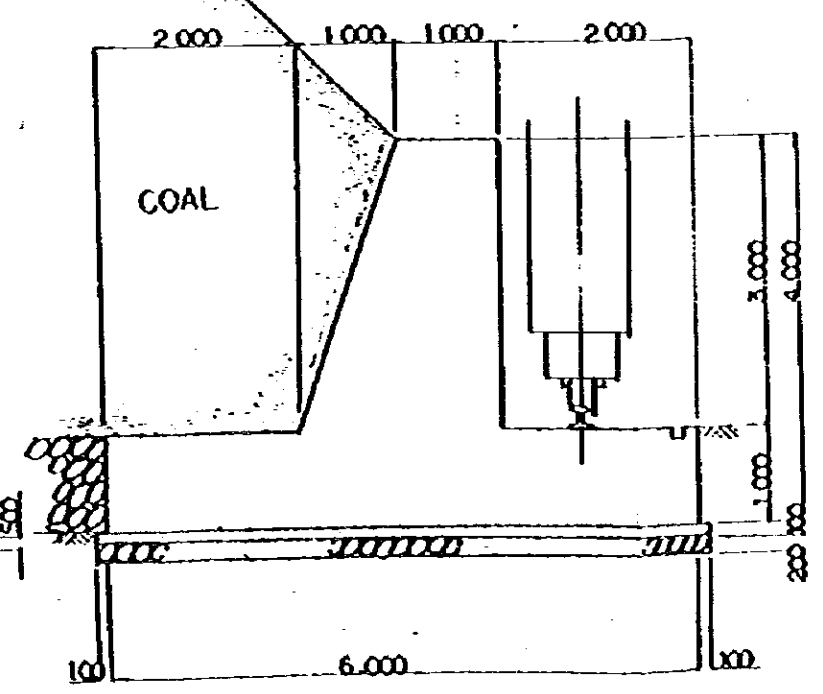
GENERAL DRAWING OF THE COAL STORAGE BASE S=1:750



CROSS SECTION



DETAIL OF BASE S=1:75



作用荷重	リクレーマー	100 t/軌
	スタッカー	t/軌
石炭の単位体積重量		1.0 t/m ³
"	内部摩擦角	30°
"	安息角	40°

基礎は全て現場打ち鉄筋コンクリートとする。スタッカーの基礎と石炭法止壁の基礎とを一体とする。スタッカーのスペンが4.5 mであり、各々の基礎が分離しているため、基礎が水平移動するとスタッカーが脱線したり、破損したりする。これを防ぐため地中梁を設ける。

野積場の路床を砂利層(50 cm厚)と砂層(50 cm厚)とし、降雨の排水をする。貯炭ヤード用地の外周に断面1.0 m×1.0 mの排水溝を設置し、その末端に5.0 m×1.0 m×2.0 mの沈砂池を設ける。

リクレーマーの基礎がヤードの北側の出復にくい入るので基礎拡張しなければならない。山の掘削斜面は石積み擁壁で保護する。

貨車卸ホッパー(海鷲サイロ)は、レーン受桁、石炭出口反壁壁等を改修する必要がある。

レーン受桁(H-280×280×19×10)は機関車(B300型)の輪荷重に充分耐え得る。しかしその塗装の状態が悪く、錆び始めているので、塗りかえを必要とする。石炭の出口部は既設のシュートを撤去し、サイロの柱部を残した全部を石炭の出口として開口する。またホッパーの空時と貨車からの石炭が飛び出ないように格切り板を取り付ける。サイロの外側に巻製の網を設置し石炭出口から出てくる石炭を受ける。

管理棟

貯炭ヤード、搬送ベルトコンベヤ及び船積み設備等の管理をするための事務所である。(Fig 2-31)

- 1 階 変電室
- 2 階 事務室
- 3 階 監視室

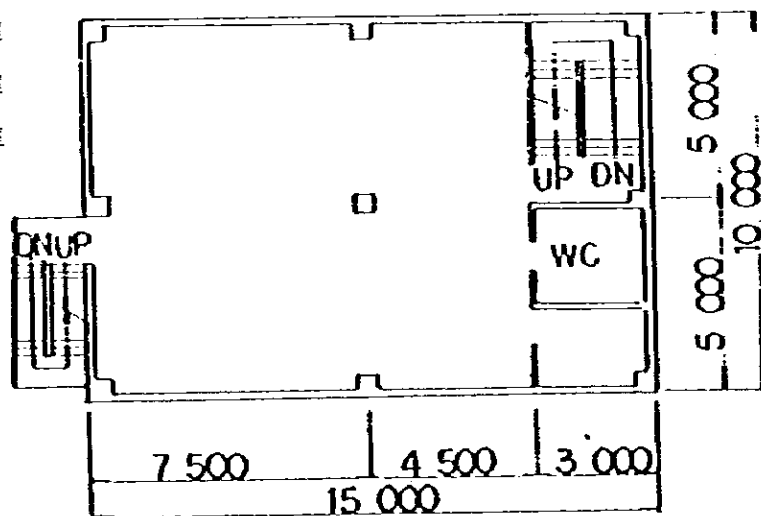


Fig 2 - 31

7. 建設スケジュール

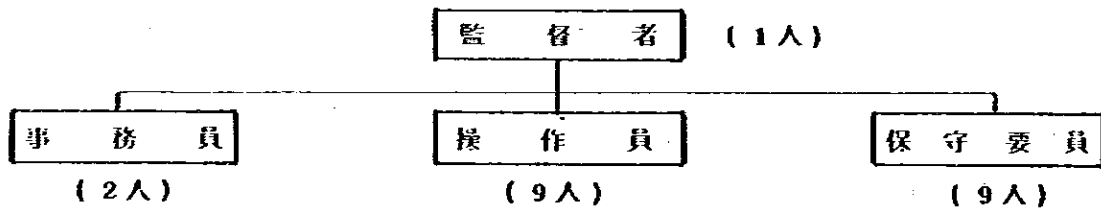
年度別建設スケジュールをFig 2-32に示す。また、工事別詳細スケジュールは、Fig 2-33に示す。

8. 建設コストの推定

年度別建設コスト（岸壁及び、貯炭ヤード）をFig 2-34に示し、（石炭積卸し設備）についてはFig 2-35に示す。

年度別建設コスト合計は、Fig 2-36に示す。

9. 運転管理要員



(注)・操作員の内訳は

ヤード(給積機、リクレーマー スタッカー、回転切出機)	.....	3人
中央制御室(ベルトコンベアーの運転 含む)	.....	2人
サイロにおける石炭受入れ	.....	4人

・保守要員の内訳は

機 核	.....	1人
電 気	.....	1人
作業員(熟練)	.....	2人
補助要員	.....	5人

CONSTRUCTION SCHEDULE

Fig. 2 - 32

Works	1982	1983	1984	1985	1986	Remarks
Investigation & D. Design	■					
Coal Storage Yard			■			
Coal Mooring Wharf			■			

TIME SCHEDULE OF WORKS

S.I.S. 2 - 33

Item	1983			1984			1985			1986			Remarks						
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct		Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr
Coal Mooring Wharf																			
Dredging																			
Steel Pipe Pile																			
Slab Deck																			
Facilities																			
Transfer Bridge																			
Pavement																			
B.C. Equipment																			
Ship Loader																			
Mobilization																			
Coal Storage Yard																			
Removal Works																			
Excavation																			
Foundation Works Improvement of Storage																			
Control Building																			
Pavement																			
B.C. & Stackler Reclaimer & R.B. Feeder																			
Electrical Equipment																			
Supervisory Control																			
Sequential Test																			
Performance Test																			
Mobilization																			

CONSTRUCTION COST 1/3

Fig. 2-34

US \$

Item	Quantity	Local Cost	Foreign Cost	Total Cost	1981	1982	1983	1984	1985	Remarks
Coal Mooring Wharf										
Dredging	56,000 m ³	81,000	323,000	404,000				404,000		
Steel Pipe Pile	1,691 m ³	2,838,000	1,529,000	4,366,000				4,366,000		
Slab Deck	2,732 m ²	394,000	205,000	599,000				342,000	257,000	
Facilities	Lump Sum	168,000	655,000	824,000					824,000	
Transfer Bridge	285 m ²	48,000	25,000	73,000					73,000	
Pavement	4,055 m ²	72,000	39,000	111,000				511,000	127,000	
Contingency	Lump Sum	360,000	278,000	638,000				353,000	147,000	
Engineering	Lump Sum		864,000	864,000		364,000				
Sub Total		3,961,000	3,918,000	7,879,000		364,000		5,976,000	1,539,000	
Coal Storage Yard										
Removal Works	2,700 m ²	101,000	54,000	155,000				155,000		
Excavation	13,244 m ³	91,000	49,000	140,000				140,000		
Foundation Works Improvement of Storage Control Building	2,700 m ²	940,000	506,000	1,446,000				1,446,000		
	Lump Sum	84,000	75,000	159,000				159,000		
	Lump Sum	281,000	151,000	432,000					432,000	
Pavement	2,000 m ²	30,000	16,000	46,000					46,000	
Contingency	Lump Sum	153,000	65,000	218,000				190,000	48,000	
Engineering	Lump Sum		477,000	477,000		114,000		274,000	89,000	
Sub Total		1,680,000	1,413,000	3,093,000		114,000		2,364,000	615,000	
Total		5,641,000	5,331,000	10,972,000		478,000		8,340,000	2,154,000	

10. 港頭費用（含む貯炭設備関係）

インピリン炭鉱の石炭増産に伴い船積量も増大するためこの章において石炭積出専用Wharf貯炭場及び石炭積出設備の建設についてstudyしているが、これの運営に当たり種々の費用が発生する。

10.1 労務費

必要人員は石炭公社が採用し配置することになるのでその待遇については山元と同一とする。

従って労務費は前述の人員と山元における平均年収1,020US\$/年/人を乗じて算出する。

$$21人 \times 1,020US\$ = 21千ドル/年$$

10.2 Maintenance Parts

本studyの対象期間では設備の更新はしないが、設備の能力維持の為に1986年以降、毎年220千ドルをMaintenance Parts代として計上する。

10.3 電力料

設備が稼働する1986年以降電力料が発生することとする。石炭搬送による電力使用量として石炭1トン当り0.8KWH使用することとする。その他に通常使用する電力として年間100,000KWHを想定する。

Table 2-10 年次別電力使用料

年度		1986	1987	1988	1989 -2005
		石炭搬送量(千t)	180	330	460	610
使用 電力 量 (KWH)	石炭搬送分	144,000	264,000	368,000	488,000
	その他	100,000	100,000	100,000	100,000
	計	244,000	364,000	468,000	588,000

(注) 石炭搬送量は港頭で取扱う全ての石炭(含む国内向)を示す。

石炭公社の資料によるとPadangにおける1980年のKWH当りの平均電力料金は4463RP(0.07US\$/KWH)となっている。従って石炭公社が負担すべき電力料金は次表のようになる。

Table 2-11 年次別電力料金

年度	1986	1987	1988	1989 - 2005
使用電力量 (KWH)	244,000	364,000	468,000	588,000
電力料金 (千ドル)	17	25	33	41

10.4 雑収入(控除額)

石炭公社が建設し所有する石炭積出専用Wharfを石炭積出のない期間に限り、一般貨物用に使用させた場合に使用料として港務局から収入を得ることとする。また前に述べた通り国内向でかつ船積を要する石炭の価格については出元 on rail で仕切られることとする。従って10.1～10.3の費用及び後述する減価償却費のうち一部を国内消費者の負担として石炭公社の収入とする。(本Studyでは便宜上国内向の石炭価格は全てSawahluntoにおけるF・O・Rで仕切られることとした。)これらの雑収入は港頭費用の控除項目として計上する。

石炭積出専用Wharfの使用料は石炭公社と港務局の話し合いにより決定されるものであり、本Studyでは予測しがたいが一応の目安として、石炭の積出のない期間が年間の約 $\frac{1}{3}$ と思われるので石炭積出専用Wharfのみの設備2年間償却額の $\frac{1}{3}$ を収入額とする。

石炭積出専用Wharfの建設費 6,375千ドル(除くContingency Engineering)
耐用年数 50年

とすると

$$6,375 \text{千ドル} \div 50 \text{年} \times \frac{1}{3} \div 43 \text{千ドル/年}$$

また、港頭費用(含む減価償却費)のうち国内消費者が負担する費用は石炭の船積量のうち国内向の数量割合を全港頭費用に乗じて求められる額とする。

Table 2-12 港頭費用のうち国内消費者が負担する額

年度		1986	1987	1988	1989	1990	1991~ 2005
港頭費用 (千ドル)	労務費	21	21	21	21	21	21
	Maintenance parts	220	220	220	220	220	220
	電力料	17	25	33	41	41	41
	減価償却費	1,075	1,075	1,075	1,075	1,074	709
	計 ①	1,333	1,341	1,349	1,357	1,356	991
船積量 (千トン)	国内向 ②	150	150	150	150	150	150
	全船積量 ③	180	330	460	610	610	610
	②/③ ④	83%	45%	33%	25%	25%	25%
収入(千ドル) ①×④		1,106	603	445	339	339	248

(注) 減価償却費は石炭専用Wharfの使用料43千ドルを差引いたもの。

10.5 減価償却費

先に述べた設備の減価償却費は山元の設備と同様の方法により償却するものとする。償却開始年度は設備が稼働する1986年とする。耐用年数は、Coal mooring Wharf 50年、Coal Storage yard及びCoal handling facilities 20年とする。

またEngineering Trainingの各費用は創業費と考えて1986年以降5ヶ年で均等に償却することとする。ただしContingencyは山元と同様減価償却の対象外とする。

Table 2-13 港頭設備の減価償却費

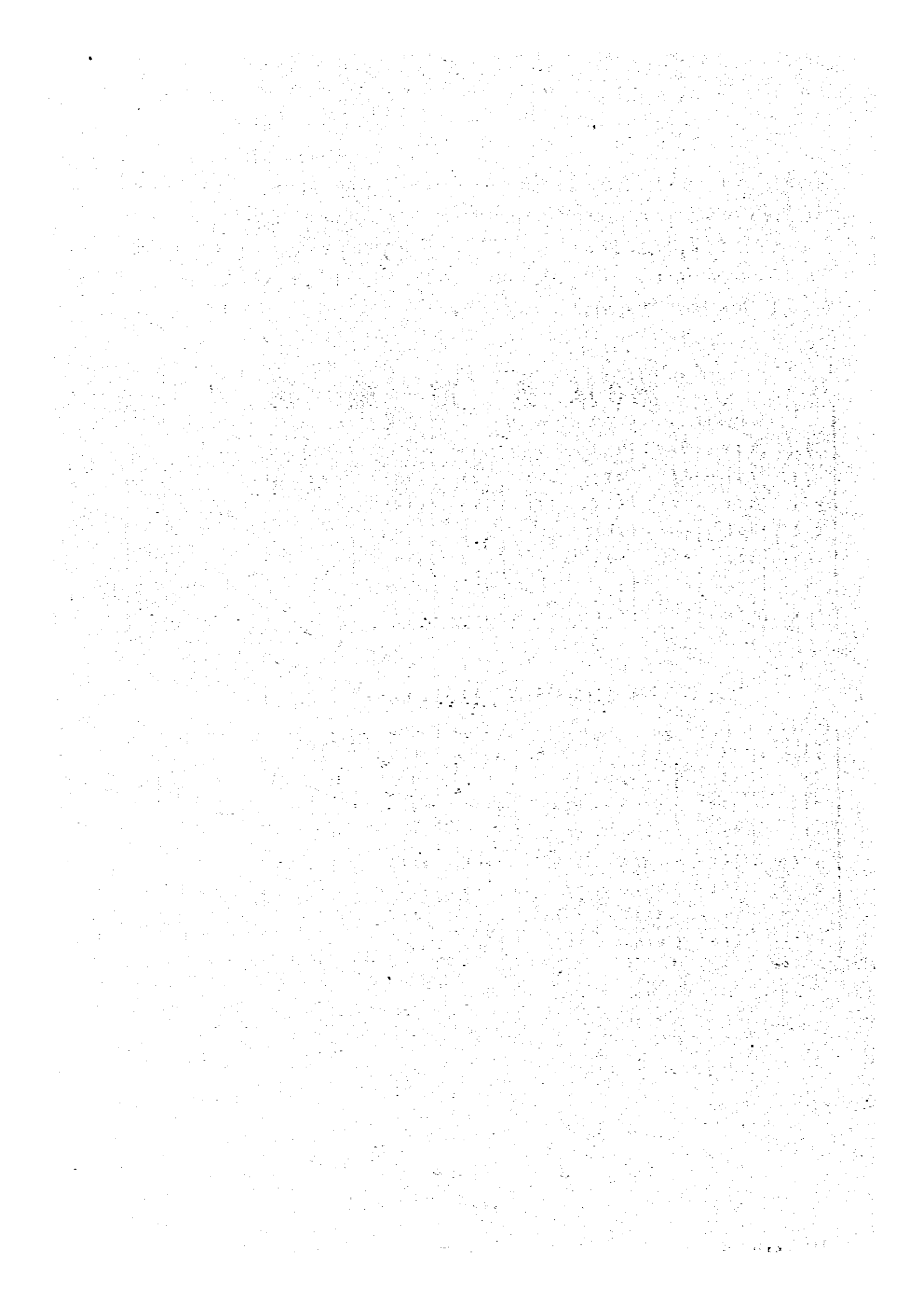
	耐用年数 (年)	設備投資額 (千ドル)	年次別償却額 (千ドル)					
			1986	1987	1988	1989	1990	1991~ 2005
Coal mooring wharf	50	6,375	128	128	128	128	128	128
Coal storage yard	20	2,379	119	119	119	119	119	119
Coal handling facilities	20	10,090	505	505	505	505	505	505
小計	—	18,844	752	752	752	752	752	752
Engineering & training	5	1,829	366	366	366	366	365	—
計	—	20,673	1,118	1,118	1,118	1,118	1,117	752

Table 2-14 港頭費用総括表

		年度					
		1986	1987	1988	1989	1990	1991~ 2005
Maintenance cost	労務費	21	21	21	21	21	21
	Maintenance parts	220	220	220	220	220	220
	電力料	17	25	33	41	41	41
	控除額	▲1,149	▲646	▲488	▲382	▲382	▲291
	小計	▲891	▲380	▲214	▲100	▲100	▲9
減価償却費		1,118	1,118	1,118	1,118	1,117	752
計		227	738	904	1,018	1,017	743

(注) ▲印はマイナスを意味する。

第3章 鐵 道 輸 送



1 スタディの目的と範囲

オンピリンの石炭鉱山で出炭される殆んど全量を、サワルト駅からパダン南方のブキトブトス駅まで鉄道輸送し、ここでインダルグのセメント工場へ配送される一部を除き、他の全部をテルクバユール港近くのサイロまたは貯炭場まで、再び鉄道輸送するためのスタディが目的である。

鉄道としては既設の設備を最大限に利用し、これに必要な復旧・改良を施して、この輸送目的を達成することとする。したがって鉄道のルートについても現在のルートに限定して新設路線は考慮外とし、途中駅から分岐する支線についても対象から外した。

なお、石炭以外の貨物は、その量がきわめて少量であること、および将来においてもその輸送需要は低い水準にあると推定されるので、専ら石炭輸送についてスタディすることにする。

2 鉄道の現状概要

2.1 ルート概要

列車輸送の終点であるブキトブス駅は、スマトラ西海岸に近くパダンのすぐ南にあり、ここからオンピリン欽山に近接する、サワレント駅までルート長では約155kmである。この間は直線距離で約55kmであるが、西海岸に平行して北上する山脈を避けて迂回し、北部の鞍部を通過して再び南下するルートをとっているため、ほぼ3倍に近いルート長となっている。(Fig 3-1)

ルートを大きく3分すると、西部のブキトブスからカクタナムまで58km間、および東部のバッタバルからサワレントまで62km間は、ほぼ平坦であるが、中央部のカクタナムから最高地点のパダンパンジャンを経てバッタバルまで34km間は1000分の70を含む急勾配線区である。

この急勾配区間は、ラックレール式鉄道になっており、全域にわたってラックレールが断続して敷設してある。峡谷に沿ってルートをとっているため、急曲線も多い。

この区間は、急勾配による機関車の牽引力の低下や、ラックレール区間の列車速度が20km/hに制限されるなど、輸送上の大きな隘路になっている。

2.2 軌道構造概要

現状の軌道構造概要は、次のとおりである。

線路等級：線路等級は列車の最高速度によって次のように区分されている。

線路等級	列車最高速度 V (km/h)
I a	$90 < V$
I b	$59 \sim 90$
II a	$45 \sim 59$
II b	$30 \sim 45$
II c	$V < 30$

現在は上記区分により、II bに等級付けされている。

ただし、現在はこの等級付けを、次のように通過トン数を基礎とする新方式に切替え途中である。

新線路等級	通過トン数 T_f (トン/日)
5	$28,000 \geq T_f > 14,000$
6	$14,000 \geq T_f > 7,000$
7	$7,000 \geq T_f > 3,500$

Fi 83-1



新線路等級	通過トン数	Ti (トン/日)
8	3500 ≥	> 1500
9	1500 ≥	
9 (客車をなし)	1500 ≥	

新田の等級付けは、その基礎が異なるので直接的な関係がない。また、主要な軌道構造は旧線路等級別に規程で定められているが、新線路等級については未だ定められていない。

新線路等級によれば、現状は8等級程度であるが、あとで述べるように、将来においては6等級程度になるものと推定される。

軌道：単線

軌間：1,067 mm

建築限界：Fig 3-2のとおりである。

レール：規定によるもの R2 (25.75 Kg/m)

現状はラックレール区間が、R3 (33.40 Kg/m) レールに変換済みであって、その他の区間は全部R2レールである。

マクラギ：木マクラギと鉄マクラギが混在している。ラックレール区間は主として鉄マクラギである。

マクラギ間隔：規程によるもの 720 mm

現状は、ブキトブトスからパダンパンジャンまでの西半分の区間は680 mmに改良されたが、パダンパンジャンからサワルトまでの東半分は810 mmの間隔のままである。

道床：規程による道床厚 150 mm

道床は砕石を使用している。

現状は殆んど全区間にわたって道床は極度に不足しており、路盤土だけで殆んどバラストが認められない所も多い。

ラックレール：急勾配区間は、ラックアンドピニオン式鉄道になっている。ラックレールは、リッゲンバッハ方式である。すなわち、長さ4.81 mのL型の鋼材2本を、130 mmの間隔に配置しこの間に鋼棒を109.375 mmの間隔で固定して、これが機関車のピニオンと噛み合うようにしたものである。

BANGUNAN RUANG BEBAS LKS II.

(BORME: PROFIEL VAN VRYERUIMTE)

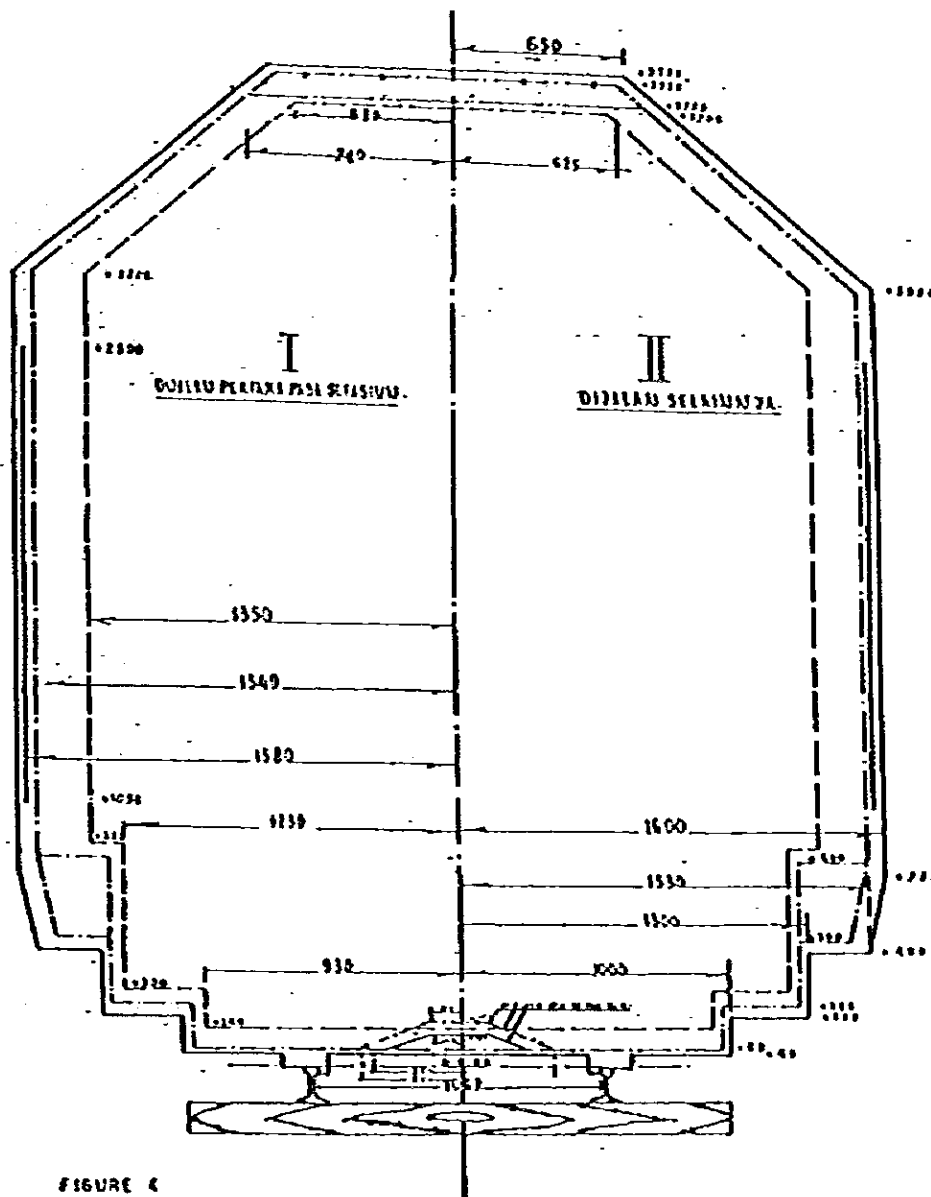


FIGURE 4
KETERANGAN

- BATAS BIASA DARI RUANG BEBAS
- - - BATAS BIASA DARI RUANG GERAK
- BATAS BIASA BILA RUANG BEBAS MASYARAKAT BEKAS COBANYA BERTAMBAH
- BATAS BIASA DARI RUANG GERAK MELALUI "VONKREKUNYIS"
- - - BATAS BIASA DARI RUANG MUKA

FIG 3-2

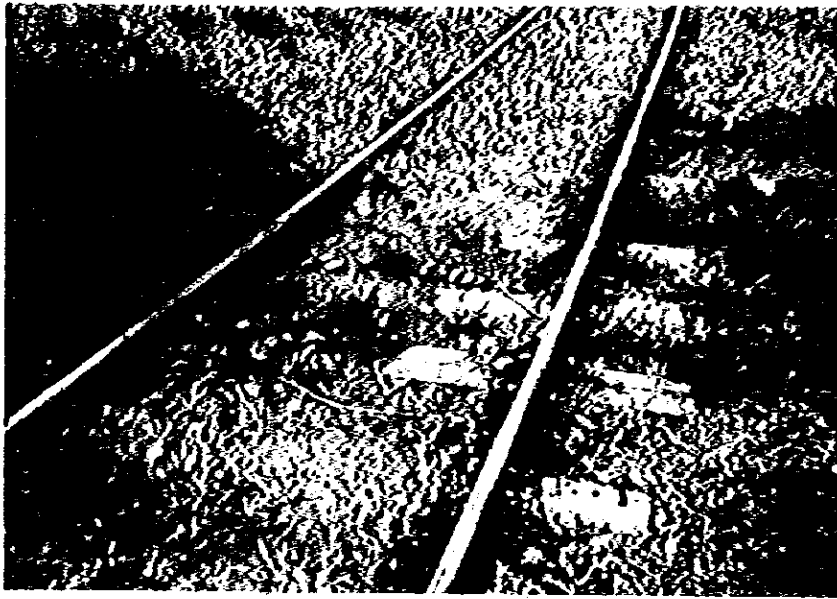


PHOTO3-1

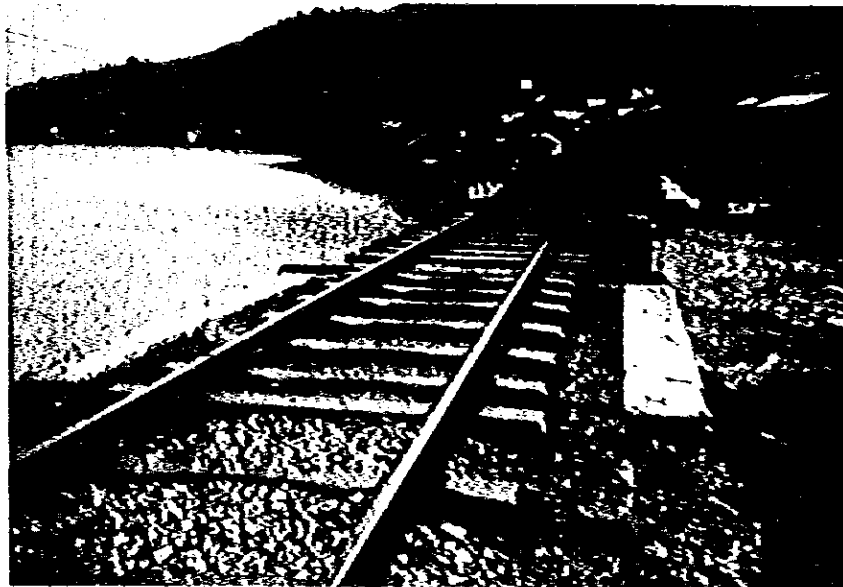


PHOTO3-2

2.3 車両及び運転の現況

2.3.1 車両の現況

1) 機関車

現在、西スマトラ支社では、Solok, Padangpanjang 及び Padang に Locomotive Depot を置き、それぞれ Sawahlunto～Batutabal 間、Batutabal～Kayutanam 間及び Kayutanam～Telukbayur 間を担当させている。

急勾配のラック軌条区間である Batutabal～Kayutanam 間を担当する Padangpanjang Depot には、E10 形ラック区間用蒸気機関車を配置してある。

比較的平坦な区間を担当する Solok と Padang の Depot には、それぞれ入換用の蒸気機関車各2両及び本線用の BB303 形ディーゼル機関車を Solok に3両、Padang に5両配置してある。

また、Padang の Depot には、入換用として BB300 形ディーゼル機関車を3両配置してある。

これらの機関車のうち、入換用として使用している C30、C33 及び F10 形蒸気機関車と、E1018 号以前のラック区間用蒸気機関車は1930年以前の製造であって、50年以上経過しており、老朽化が甚しい。

ラック区間用蒸気機関車のうち、前述の E1018 号以前の機関車を除く E1052 以降の機関車は、1964年から1966年にかけて製造されており、蒸気機関車の中では、比較的新しいものではあるが、既に14～16年を経過して老朽化しつつあり、けん引能力は石炭を積載したホッパー貨車2両が限度であって、将来の輸送需要に対しては能力不足である。

従って、現在の蒸気機関車は、平坦線用及びラック区間用共、近い将来に新しいディーゼル機関車と取替える必要があり、インドネシア国鉄(PJKA)においては、ラック区間用として、ディーゼラック機関車6両を、1981年から1982年にかけて購入するよう計画している。

以下に、現有及び購入を計画中のディーゼル機関車の諸元及び性能を示す。

Table 3-1

機関車の種別	液体式ディーゼル機関車		ラック区間用電気式ディーゼル機関車
形 式	BB300	BB303	—
製 作 年	1958	1978～1980	計 画 中
機 関 出 力	680 HP	1010 HP	1230 HP
軸 重	9 t	10.7 t	10.7 t

機関車の種別	液体式ディーゼル機関車		ラック区間用電気式ディーゼル機関車
運転整備重量	36 t	428 t	55 t
粘着重量	36 t	428 t	42.8 t
最高速度	75 km/h	85 km/h	粘着 60 km/h ラック運転 20 km/h
全長	11,890 mm	12,320 mm	13,500 mm
全幅	2,720 mm	2,800 mm	2,800 mm
全高	3,700 mm	3,690 mm	3,700 mm

2) 石炭用ホッパー貨車

現在、Sawahlunto ~ Bukitputus間で、石炭輸送用として配置されている4軸ホッパー貨車(KKBR形)は119両であり、そのうち約80両運転可能である。

このホッパー貨車のホッパー容積は31.6 m³であり、最大荷重は25.2 tであるが、石炭の積載量は石炭の比重の制約を受けて、最大23 tである。

打来の輸送需要の増大に備えて、インドネシア国鉄(PJKA)は、石炭用ホッパー貨車を増備することを計画している。

以下に、現在の石炭用ホッパー貨車の諸元を示す。

石炭用ホッパー貨車諸元

形 式	KKBR
製 作 年	1967年
製 作 者	TALBOT (WEST GERMANY)
全 長	10,650 mm (バンパー間)
全 幅	2,320 mm
全 高	3,200 mm
容 積	31.6 m ³
荷 重 (最大)	25.2 t
自 重	14 t

Wheel arrangement of Diesel locomotives

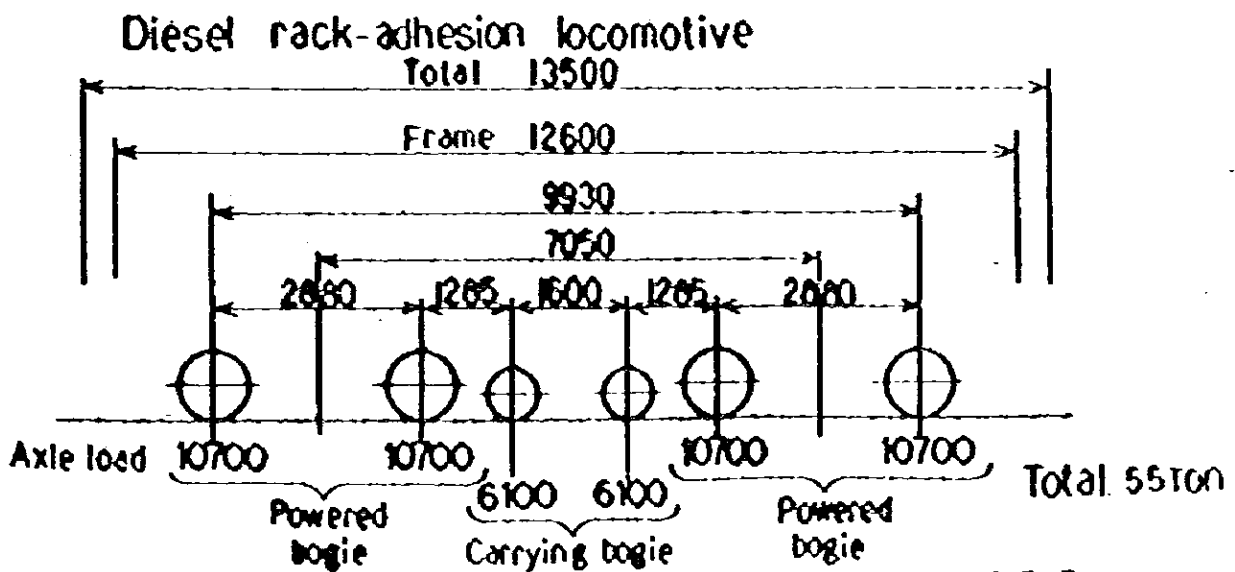
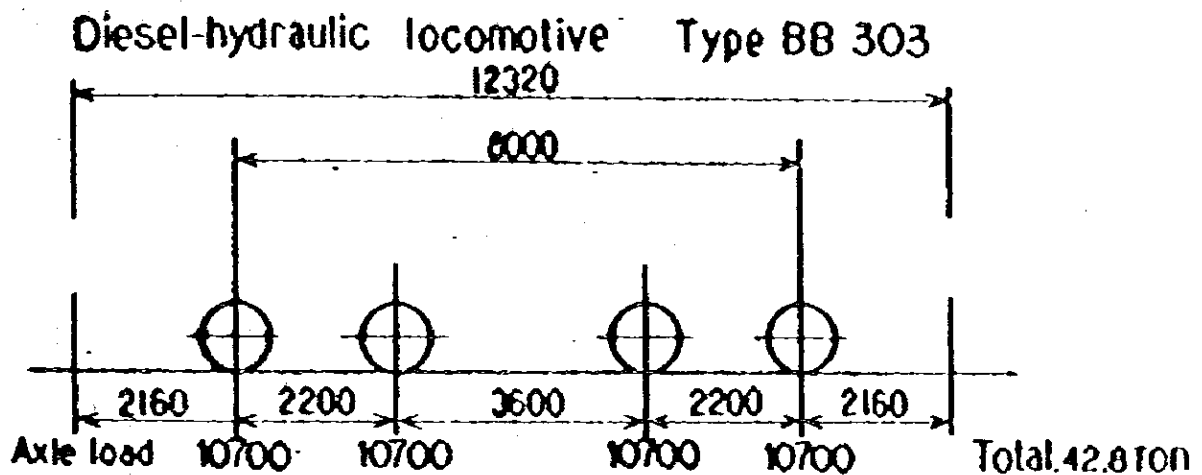
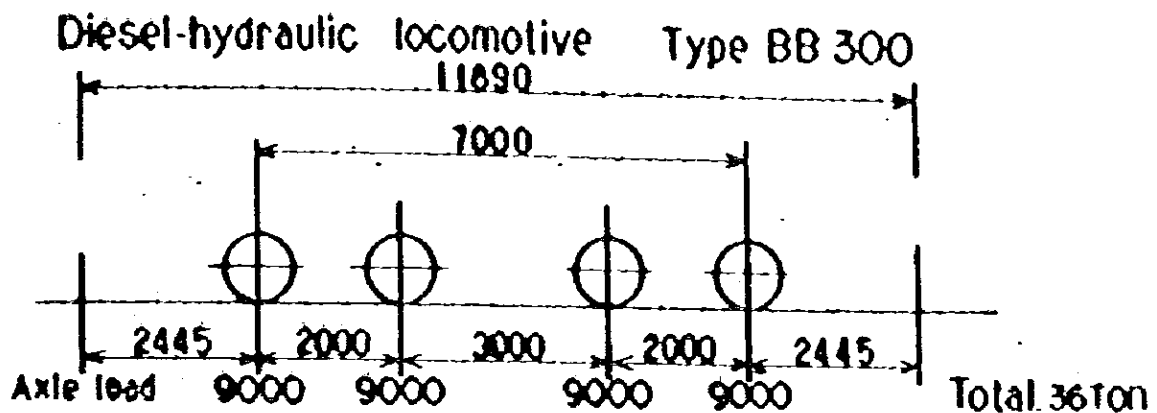


Fig 3-3

輪軸配置

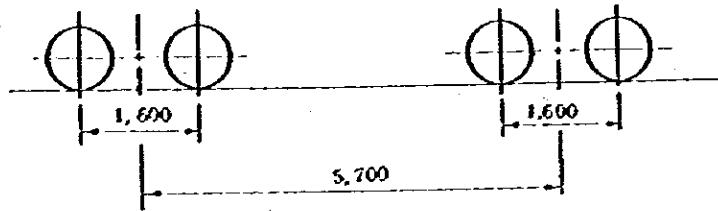


Fig 3-4

積車重量は $23 \text{ トン} + 14 \text{ トン} = 37 \text{ トン}$ であるが 40 トン とみなす。

2.3.2 運転の現況

Telukbayur から Sawahlunto に至る間の行き違い設備を有する駅の位置、駅名、駅間距離と、1979年の運転ダイヤグラムから算出した、駅間の運転所要時間、平均速度及び運転ダイヤグラムにおいて計画されている列車数を、Table 3-2 に示す。

1) Sawahlunto ~ Solok 間

運転ダイヤグラムにおいて計画されている列車は、貨物列車14本と貨客混合列車8本で定期列車は、貨客混合列車8本と、貨物列車3本の合計11本である。

この区間では、Muarakalaban 及び Sungeilasi において、対向列車の行き違いを行なうよう計画してある。

2) Solok ~ Batutabal 間

運転ダイヤグラムにおいて、この区間では対向列車の行き違いが考慮に入っていないので計画されている列車は、貨物列車12本と、貨客混合列車4本で、定期列車は貨客混合列車4本と貨物列車4本である。

この区間では、現在は行き違いが行なわれていないが、Singkarak と Kacang には、列車の行き違いを行なう為の側線が設置されており、行き違いが可能である。

3) Batutabal ~ Padangpanjang 間

この区間では、Kubukerambil において行き違いが計画されている。列車は、貨物列車のみ24本計画されているが、定期列車は9列車である。

4) Padangpanjang ~ Kayutanam

この区間では、Padang panjang と Kandangampat との間のみを運行する6本の貨物列車と Padangpanjang と Kayutanam との間を運行する11本の貨物列車が計画され、10列車が運転されている。

現在、Kandangampat では、対向列車の行き違いは行なわれていないが、列車の行き違いの為の側線が設置されており、行き違いは可能である。

5) Kayutanam ~ Lubukalung 間

この区間では、Kayutanam ~ Padang 間を運転する、4本の定期貨客混合列車及び8

Table 3 - 2

Gradient %	Location km	Station Interchangeable	Station spacing km	Running time min.	Average speed km/h	No. of train scheduled	Track capacity No. of train	
4.6	0.000	Telukbayur						
	1.851	Bukitputus	1.851	10	11.1	14	57	
	7.093	Padang	5.242	19	16.6	13	36	
	16.340	Tabing	9.247	16	34.7	20	41	
	26.032	Duku	9.692	17	34.2		39	
	31.821	Pasarusang	5.789	12	28.9		50	
	39.699	Lubukalung	7.878	15	31.5		43	
	6.12	46.513	Paritmalintang	6.814	12	34.1	14	50
		53.136	Sicincin	6.623	10	39.7		57
		60.038	Kayutanam	6.902	12	34.5		50
		65.411	Kandangampat	5.373	24	13.4		11	34
	7.0	75.361	Padangpanjang	9.95	43	13.9	17	21
		84.386	Kubukeraobil	9.025	30	18.1	24	30
				9.487	31	18.4		30
5.05	93.873	Batutabal	10.736	23	28	16	30	
	104.609	Kacang	9.586	19	30.3		36	
	114.195	Singkarak	13.761	29	28.5		30	
	127.956	Solok	12.422	26	28.7		30	
2.0	140.378	Sungellasi	11.064	25	26.6	22	30	
	151.442	Kuarakalaban	4.078	11	22.2		54	
13.30	155.520	Sawahlunto						

本の不定期貨物列車の他に、Kayutanam ~ Lubukalung間のみを運転する2本の不定期貨物列車の合計14列車が計画されている。

従って、定期的に運転されているのは、4本の貨客混合列車だけである。

この区間において、現在は行き違いは行なわれていないが、Sicincinと Paritmalintang には、行き違い可能な側線が設置されている。

6) Lubukalung ~ Padang 間

この区間では、5)に述べた4本の定期貨客混合列車と8本の不定期貨物列車の他に4本の定期快速列車、2本の不定期快速列車、1本の不定期貨客混合列車及び1本の不定期業務用列車の合計20列車が計画されている。

従って、定期的に運転されているのは、各々4本の貨客混合列車と快速列車だけである。

この区間では、Pasarusang, Duku, 及び Tabing で行き違いを行なうよう計画されている。

7) Padang ~ Bukitputus 間

この区間では、6本の定期貨物列車と7本の不定期貨物列車とで、合計13列車が計画されている。

8) Bukitputus ~ Telukbayur

この区間では、5本の定期貨物列車と9本の不定期貨物列車の合計14列車が計画され、そのうち1本の定期貨物列車と、2本の不定期貨物列車は、Padang ~ Telukbayur 間を運転するよう計画されている。

2.3.3 線路容量

2.3.2で述べたように、現在は運転している列車の数が少ないので、側線の設置してある駅でも、対向列車の行き違いをしなくても、必要な数の列車を計画し、運転することが可能であるが、行来、輸送需要が増大したときには、行き違いを多くして閉塞区間の長さを短縮するか或は、列車の運転速度を上げて、駅間の運転所要時間を短縮することにより、駅間の線路容量を増大させる必要がある。

現在、設置してある駅の側線を利用して、行き違いの回数を増して閉塞区間の長さを短縮した場合の、各行き違い駅間の線路容量を試算した結果をTable 3-2に示してある。

この試算に使用した算式はつぎのとおりである。

$$\text{線路容量} = \frac{24 \times 60}{\text{運転所要時間(分)} + \text{行き違い停車時間(分)}} \times \text{利用率}$$

この試算において、各駅間の運転所要時間は現在の運転ダイヤグラムにおいて計画されている時間を、そのまま使用し、且、行き違いに要する停車時間を5分とした。

また、各駅間の線路容量に対応する線路利用率は、0.6 ~ 0.75の範囲とした。

2.4 橋梁の現況

2.4.1 概況

Bukit putus ~ Sawalunto 155 km間に、橋梁箇所155ヶ所、191径間(clear-span)、総延長約3kmの橋梁がある。全てが単純型鋼橋であり、架設は1890年代に行なわれている。橋梁型式の分類を下表に示す。

Table 3-3 型式別分類表

型 式	インドネシア記号	径間長(%)	径間数	備 考
I型上路橋	ras ol	2 ~ 11	48	
I型ダブルウェブ上路橋	ras kemb	5	19	
プレートガーダー上路橋	ras pel	6 ~ 15	53	Photo 3-4 参照
プレートガーダー下路橋	dind pel l.l.b	8 ~ 15	17	
曲弦トラス橋	dind parab	20 ~ 60	39	Photo 3-3 参照
トラス上路橋	ras rangka	20	11	Photo 3-6 参照
トラスアーチ橋	lengk	56	1	Photo 3-5 参照

下部工(橋台、橋脚)は全て直接基礎コンクリート造である(photo 3-7参照)。

2.4.2 調査内容

全ての橋梁を調査することは、時間的に不可能であった。調査も、たわみ測定、振動測定等の力学的検査は行わず、視察による調査を行なった。

調査は、1) 長スパンであること。

2) 海岸に近く、腐食のおそれある箇所。

3) ラック区間の山岳部

を対象に選び、西スマトラ鉄道局業務部長 Mr. Supiyanto、技術部長 Eng. Gumasir の同行を得て行った。

調査した橋と概況をTable 3-4に示す。

Table 3-4 調査橋梁と概況表

橋梁番号	距離 (km)	型式	径間 (m)	概況
11	(km) (m) 3+343	曲弦トラス	25	築初期段階
15	4+633	・	20+60+20	・
16	5+105	・	20+20	・
51a	8+600	Iビーム上路	7.8+11+11+7.8	要塗装
52	8+773	曲弦トラス	20	1980年に架替え済み
68	15+986	・	20	下弦材、斜材に腐食あり
77	19+958	・	40	下弦材に腐食(特に、内側)
82	30+860	・	50+50+40	要塗装
161	67+254	・	50+30	築初期段階
163	67+524	プレートガーダー上路	15	要塗装(Lembah Anai 彼岸滝付近)
174	69+920	曲弦トラス	50	要塗装
176	70+302	・	30	・
177	70+420	・	30	・
178	70+504	プレートガーダー上路	15	・
186	71+555	プレートガーダー上路 トラスアーチ	15+15+56+15	・
252	80+591	プレートガーダー上路	8	・
271	83+662	プレートガーダー上路 トラス上路	15+20+20 +20+15	・ (高橋脚)
310	93+125	プレートガーダー下路 ・ 上路	8+15	・
329	97+788	トラス上路	20+20+20	要塗装, 下弦材一部腐食
377a	107+280	プレートガーダー下路	15	支承部腐食あり。(欠食部あり)
590	151+126	曲弦トラス	40	要塗装

総括については後述するとして、一般的に言えることは、一部橋梁の腐食、全般的塗装のおくれを除いては、80～90年前に架設された橋梁は予想以上に部材、リベット接合は健全であると言えよう。

2.4.3 健全度の判定、改良計画のための諸資料

最終鉄道輸送量97.5万ton/年(1989年)に対する健全度、或いは改良・補修計画のため次の諸資料を入手した。

1) 設計図

現地踏査の結果、代表的橋梁タイプ3種と、1橋であるが、ラック区間かつ谷川を横断する径間56mのトラスアーチ橋、計4橋の設計図をインドネシア国鉄本社(在バンドン)にて入手した。90年前の設計図である。これをTable 3-5に示す。

Table 3-5 入手設計図一覧表

橋梁型式	型式番号	橋梁番号	支間長(尺)	備 考
曲弦トラス橋 ⁹	HNO-9	77	115	Photo-3-3 参照
プレートガーダー上路橋	HNO-11	163	162	Photo-3-4 参照
トラスアーチ橋	HNO-15	186	560	Photo-3-5 参照
トラス上路橋	HNO-14	329	2115	Photo-3-6 参照

・ 下弦材内側フランジに腐食があり、下弦材内側断面を40%減じて応力計算をすることとした。

2) 材 料 試 験 片

材質はST-37と言われているが、筋材強度、化学成分を知る必要があり、最近架替えた52橋の旧橋に使用されていた部材より試験片を入手し、日本にて材料試験を実施した。試験片は一部腐食した箇所を含む状態のものである。

3) 塗 装

塗装は、I. Lood menie (鉛丹系)

II. ,

III. Aluminium

IV. ,

の4層で構成されている。

塗装片を持ち帰ったが、特に分析は行なわなかった。

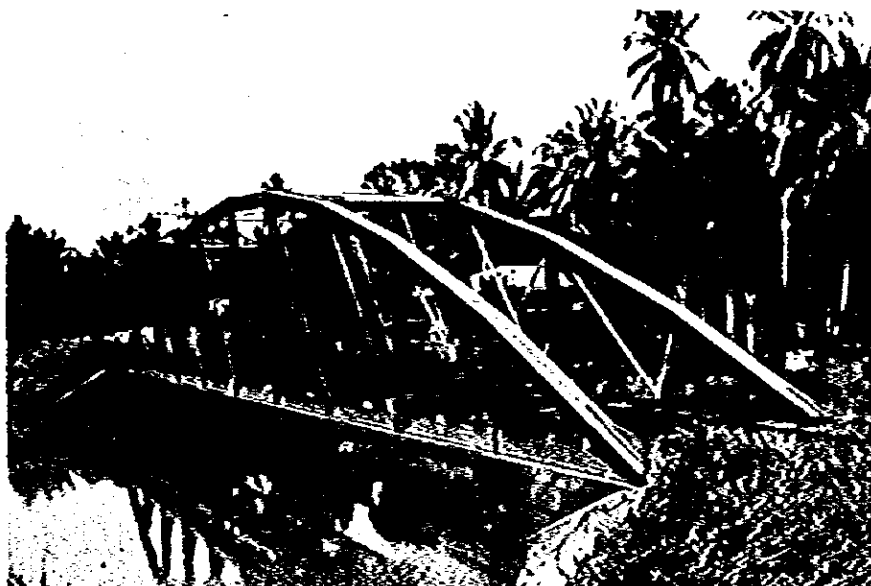


Photo 3-3

曲弦トラス橋
(HNO-9)

橋梁番号 77

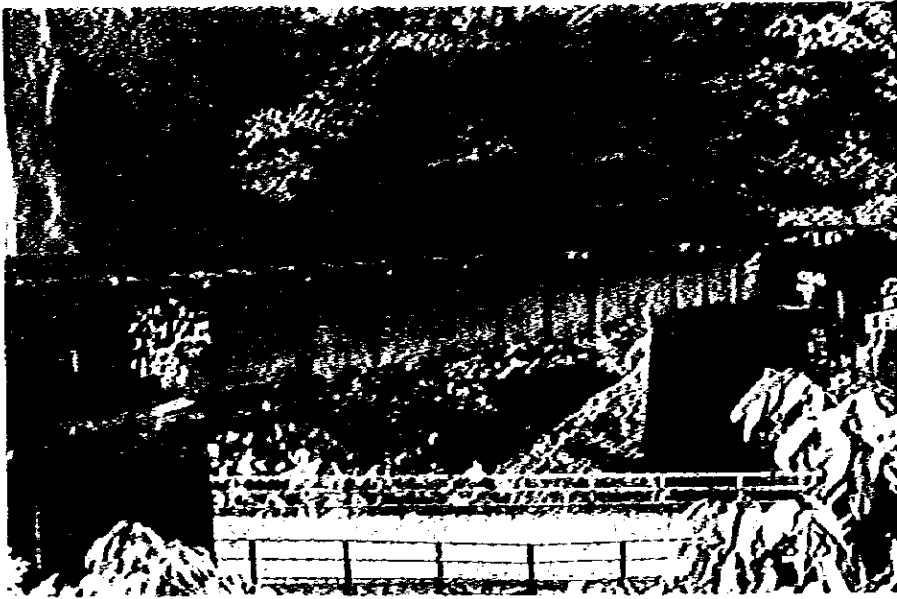


Photo 3-4

プレートガーダー橋
(HNO-11)

橋梁番号 163

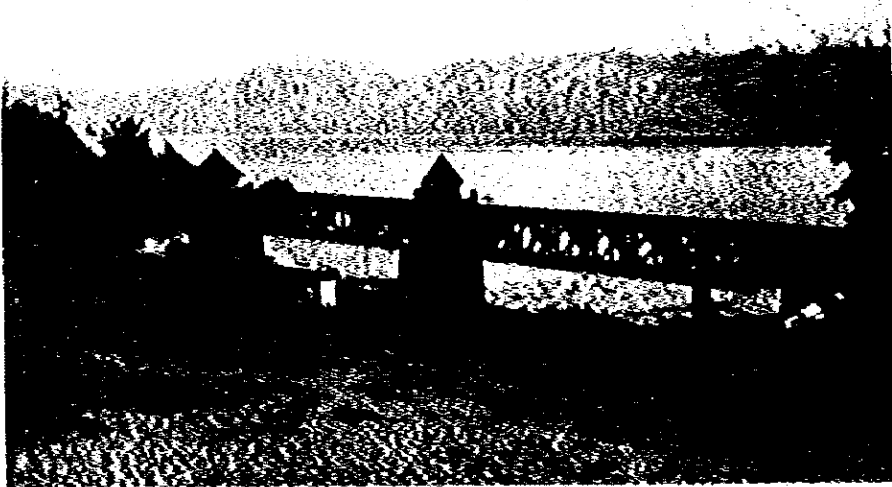
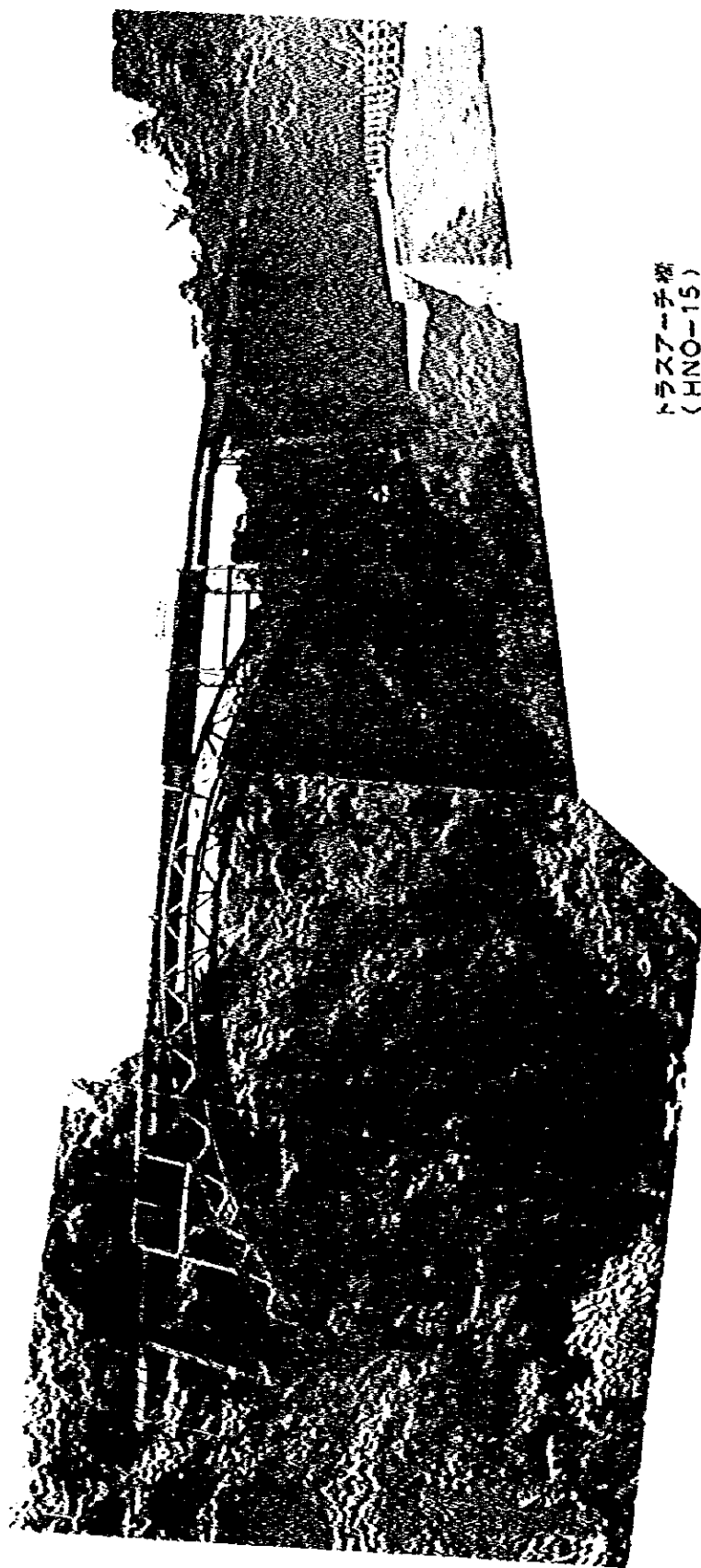


Photo 3-6

トラス上路橋
(HNO-14)

橋梁番号 329



トラスアーチ橋
(HNO-15)

複製番号 186

Photo 3-5

2.4.4 現況の詳細

1) 上部工

III 部材の錆、腐食状態

Padang (パダン)よりTabin (タビン)西北までの約15km間が海に近く、この間の橋梁に腐食が見受けられた。特に、下弦材内側に認められた。(Photo-3-9 参照)

その他、No.68橋では斜材内面、No.329の下弦材の一部、No.377a支承销部にも腐食が認められた。

塗装は、海に近い所では5年毎、その他の区間は10年毎に再塗装することを原則としているが、予算の制約上、西スマトラ鉄道局(PJKA)としては最大限の努力をしているものの、この原則は守ることが出来ず、錆の発生が全般的に認められ、早急の対策が必要と思われる。

12) 添接箇所の亀裂の有無、リベットの弛緩及び欠食

添接箇所に亀裂が生じている様は見受けられず、リベットの弛緩と言う点でも良好な状態と判断された。リベットの腐食という点で母材と同様に、下弦材に多少その傾向が見受けられたが、完全に欠食しているものはなく、リベットとしての機能を十分に保持していると推定される。

13) 部材の欠食

プレートガーダー橋(No.377a)の支承销部フランジに欠食箇所が発見された(Photo-3-10 参照)。他の橋梁には欠食部は見受けられなかった。

14) 部材の曲がり

部材の曲がりの原因として、衝突、火災、過剰応力による塑性座屈等が考えられるが、本調査ではその現象が見受けられなかった。

15) 列車通過時の桁の振動と桁間揺れ

この問題は列車の脱線に結びつくため重要であるが、列車通過時の振動は定量的に測定していないが、危険な振動ではないと思われ、左右桁間隔も僅少の誤差でしかなかった。

16) その他(横転倒の安全性、耐荷能力、沓の状態等)

横転倒に対する問題として重要なことは、桁幅が支間との相関において狭い場合である。本調査橋梁はこの点、十分な桁幅を有しており、また、過去80余年間安定していたことより打采的にも安全であると判断する。

耐荷能力に対する問題は、実橋の部材片による強度試験と応力計算を合わせて後述する。沓には破損箇所も見受けられず、浮き錆程度であった。

2) 下部工

下部工については、コンクリート表面が劣化し、剝離している部分も見受けられた。特に

沓座部分にコンクリートの亀裂と剥離が認められたが、しかし亀裂については構造的なものとは判断されず、コンクリート打継ぎによる乾燥収縮の影響によって生じたものがほとんどであろう。また、橋台、橋脚の沈下、傾斜等は認められず、下部工は健全な状態であると言ってよいであろう（Photo 3-7 参照）。

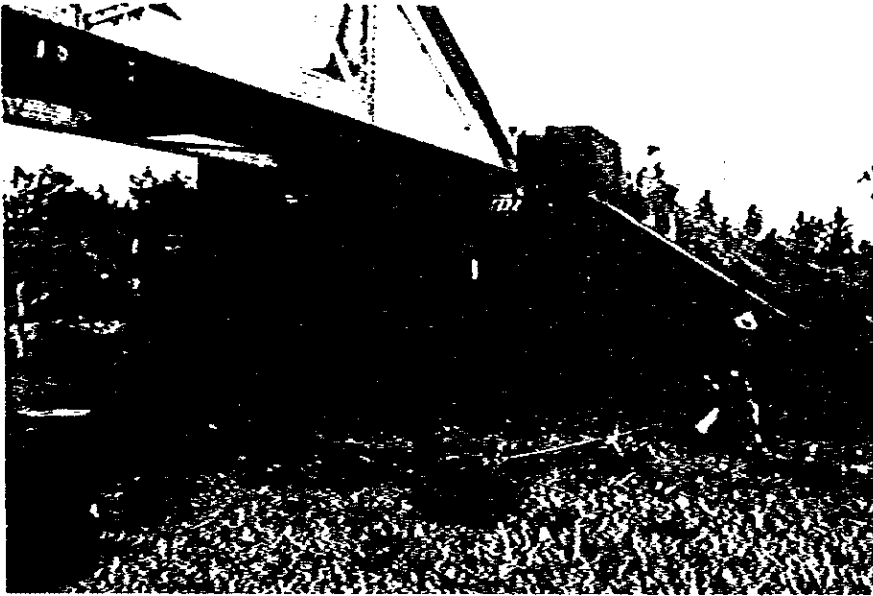


Photo 3-7
下部構造物

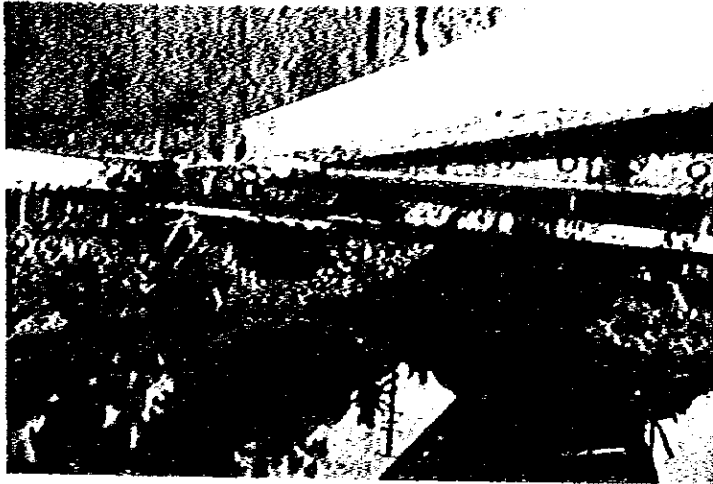


Photo 3-8

下横構の錆, 腐食



Photo 3-9

下弦材内側の腐食

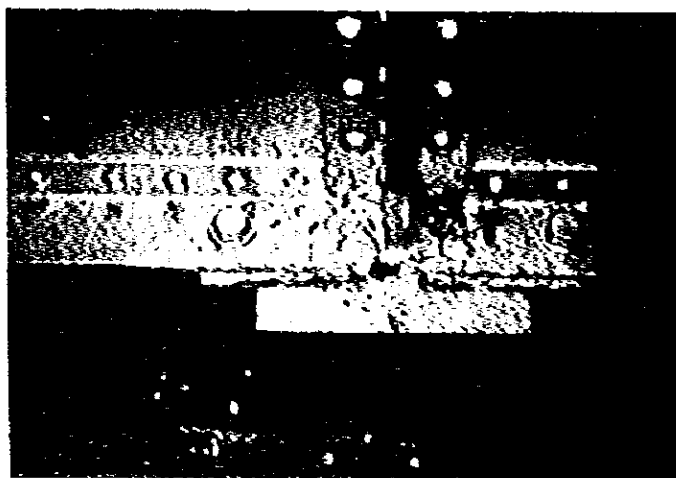


Photo 3-10

支承部下フランジ
の欠食

2.5 トンネルおよび切盛土現況

2.5.1 トンネル

トンネルは3ヶ所ある。

Table 3-6

	位 置	延長 (m)	岩 質
区 1	70 km + 565.50	38	鉄積世～鮮新世の安山岩
区 2	70 + 670.50	655	同 上
区 3	153 + 866.50	827	中生代二畳紀の花こう岩

区1, 区2の各トンネルについては欠陥は認められない。区3の Sawalunto 近くにあるトンネルには、中央部付近のクラウンより泥水落下する箇所があり、堆積土砂を定期的に除去している現状である。この箇所は補修の必要がある。

2.5.2 切 盛 土

全区間を通して切土面、盛土は良好な状態であり、補修改良を必要としない。

ただし、Singkarak 近く km 113 + 500 付近の切土面に落石防止柵が巻かれているが、この切土面より Batutabal 側の切土、自然斜面に転石、岩塊が見受けられるので、落石防止柵を約 150 m 延長する必要があると認められた。

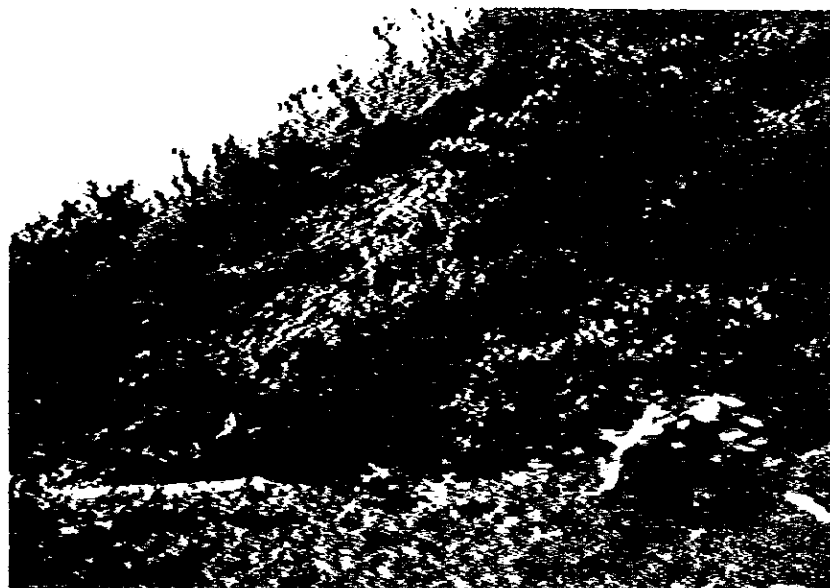


Photo 3-11
落石防止柵区間

6 輸送量の設定

さきに述べたところにより、石炭の年度別生産計画、山元使用量、鉄道輸送量およびフキトブトスからセメント工場へ配送される量を差引いたサイロへの輸送量は、次のようである。

Table 3-7

年 度	生産計画 1000トン/年	山元使用量 1000トン/年	鉄 道 輸 送 量			
			サワラント～フキトブトス		フキトブトス～サイロ	
			1000トン/年	トン/日	1000トン/年	トン/日
1980	150	15	135	380	10	30
81	200	・	185	520	45	130
82	300	・	285	800	50	140
83	300	20	280	780	45	130
84	400	・	380	1060	50	140
85	400	・	380	1060	50	140
86	550	40	510	1420	180	500
87	700	・	660	1840	330	920
88	850	60	790	2200	460	1280
89	1000	・	940	2620	610	1700

以上の輸送量を、鉄道の設備、車両および運転計画の面から、2つのステージに区分する。すなわち、フキトブトスまでの本線鉄道輸送については、85年度までの380千トン輸送と、86年度以降の最終目標940千トン輸送に区分する。以下このそれぞれの区分に対する輸送計画にもとづいて、各分野につき検討を加えることにする。

4 鉄道輸送計画及び車両計画

4.1 鉄道に対する石炭輸送需要

Sawahlunto から Bukitputus までの石炭の鉄道輸送量を 1985 年までと、最終目標である 1989 年までの、2つのステージに分けて考える。

第1ステージの1985年には、鉄道輸送量が1日当り1060トンで、現在使用している石炭用ホッパー貨車を使用すれば、貨車1両当りの石炭積載量は23トンであるから、約46両分に相当する。

第2ステージの1989年には、1日当り2620トンで、石炭用ホッパー貨車約114両分に相当する。

Bukitputus からサイロへの輸送は、

第1ステージの1985年には1日当りの輸送量は140トンで、石炭用ホッパー貨車約6両分であり、

第2ステージの1989年には、1日当り1700トンで、石炭用ホッパー貨車約74両分に相当する。

4.2 機関車性能と列車編成及び列車数

機関車は、Kayutanam～Batutabal のラック区間には、現在購入が計画されている、ラック式ディーゼル電気機関車を使用し、それ以外の比較的平坦な区間には、BB303形ディーゼル機関車が使用されることとして検討する。

また、Bukitputus における貨車の入換及びサイロへの輸送にはBB300形ディーゼル機関車を使用することとする。

線路の勾配条件、機関車の荷重－速度性能、線路容量、石炭の必要輸送量等の条件を考慮に入れて、各区間における列車編成及び1日の運行列車数を検討した結果は、以下のとおりである。

Hauling load-speed diagram

Disel-hydraulic locomotive Type BB 300 Fi8 3-5

