

特許禁止

No.

117
61.7
12.

パキスタン国

バンデルカシム港築設計画

詳細設計調査

国内作業報告書

その 1

昭和 4 9 年 3 月

海外技術協力事業団

CENTRAL CONSULTANT

7
E
RY

国際協力事業団

20538

目 次

	頁
1. ま え が き	1
2. 概 要	5
2-1 設 計 条 件	5
2-2 構 造 形 式 の 比 較	18
2-3 換 討 結 果	21
1) 5 0, 0 0 0 D. W. T 級 岸 壁	21
2) 2 0, 0 0 0 D. W. T 級 岸 壁	22
3) 岸 壁 構 造 物 比 較 一 覧 表	24
2-4 施 工 法 の 換 討	26
1) 硬 土 盤 の 杭 打 工 法	26
2) 前 面 洗 堀 防 止 対 策	29
2-5 施 工 工 程	30
1) 5 0, 0 0 0 D. W. T 級 岸 壁	32
2) 2 0, 0 0 0 D. W. T 級 岸 壁	33
2-6 工 事 費 総 括 表	34
3. 施 工 法 の 換 討	37
3-1 硬 土 盤 の 杭 打 工 法	37
3-2 前 面 洗 堀 防 止 対 策	132
4. 各 種 荷 役 機 械	164
4-1 取 扱 貨 物 量	164
4-2 貨 物 の フ ロ ー	164

JICA LIBRARY



1079774(4)

20538

1. ま え が き

1-1 国内作業の目的

バンデルカシム港湾建設計画に関しては、昭和48年11月より翌年1月26日迄に、マスタープラン調査団が現地に出向き調査し、目下マスタープラン作成中である。一方詳細設計調査団は、昭和49年3月2日より3月31日迄、現地に出張し、詳細設計に必要な資料を蒐集した。

マスタープラン作成に当り、その建設計画のうち、繫船岸壁、航路浚渫及び荷役機械につき、現地における設計上の与件が複雑であるため、事前に国内において研究、調査する必要を認め、マスタープラン作成の支援作業として、設計上の基本的問題を検討して、本報告書にまとめたものである。

1-2 作業内容

1) 土 木

a) 対象岸壁5万屯及び、2万屯船舶の各々について、棧橋と重力式岸壁の型式を夫々、次の点から検討する。

o 棧橋型式の場合

硬土盤での杭打工法の検討

o 岸壁型式の場合

前面洗堀対策の検討

b) 浚 渫

沖合航路の浚渫について、モンスーン時期をさけた、限られた工期内において、土捨方法を検討し、最適浚渫船種及び船型の検討。

c) 機 械

各種荷役機械の平面図及び側面図の作成

1-3 調 査 の 方 針

調査は次の方針により作業をすすめる。

a) 繫船岸壁、繫船棧橋の基本設計

ポートカシムの外的条件に合わせて、5万屯級船舶用鉄石バースと、2万屯船舶用バースにつき、繫船施設の比較設計を行なう。

i) 5万屯船舶用鉄石バース

棧 橋 …… 鋼杭式、コンクリート杭式

重力式岸壁 …… ケーソン式、セル式

ii) 2万屯船舶用バース

棧 橋 …… 鋼杭式、コンクリート杭式

重力式岸壁 …… ケーソン式、セル式

iii) 設計図面と工事数量

i). ii)の各比較案に対し、下記図面と工事数量を作成する。

一般平面図

標準断面図

各案工事数量

IV) 工事費

各案に対し、現地の物価を推定して、工事費を算出する。

V) 施工法

各案に対し、施工法の優劣を比較する。

VI) 構造比較案

各案の構造及び工費の比較案を作成し、採用する案を決定する。

b) 浚 渫

i) 浚 渫 土 量

建設試案の各案毎の浚渫土量の算定

各案毎の浚渫土量の各工区毎の分類

ii) 土 捨 場 所

各工区毎の土捨場所とその数量

埋立区域の埋立方法

iii) 作 業 日 数

浚渫作業可能なる季節の設定と、その作業日数を外港航路と内港航路につき算定する。

IV) 浚渫船の船種、船型

適格なる浚渫船の船種を選定し、その能率を算定する。

V) 作業上の問題

海水汚濁の防止

沖合土捨の埋戻りの防止

外港航路埋没に対する余剰対策

VI) 浚渫費と工期

浚渫工事費と工期を推定する。

c) 荷役機械

マスタープランに設けられる、各係船バース毎の各種荷役機械を列挙し、その比較案を造る。

2. 概要

2-1. 設計条件

1). 岸壁の諸元

50,000 DWT および 20,000 DWT 船舶の岸壁の取扱貨物の種類は次の通りである。

船 舶	取 扱 荷 物
50,000 DWT	Ore, Coke and Coal
20,000 DWT	Phosphate Rock, Wheat (bulk)

50,000 DWT, 20,000 DWT 船舶の岸壁の主要諸元は次の通りである。

船 舶	計画天端高	計画水深	ノース岸壁延長
50,000 DWT	+4.60 ^m (+15'0)	-12.8 ^m (-42'0)	260.0 ^m (850')
20,000 DWT	+4.60 ^m (+15'0)	-11.0 ^m (-36'0)	210.0 ^m (690')

2). 計画潮位

H.W.L + 3.60^m (+12'0)

L.W.L ± 0.00^m (± 0'0)

これらの潮位については, Port Qasim Authority による 1972年9月23日から10月8日迄の EXSAMPLE OF TIDE CURVES AT KARACHI IN PIPRI の結果により推定したものであり, 正確な値はセオリーで行なわれている長期潮位観測の資料より調和分析で修正する必要がある。

3). 土質条件.

今回の設計に用いた土質資料は、50,000 D.W.T 岸壁
 近くの S-2, 129, 20,000 D.W.T 岸壁の S-3, S-4, の4本の
 資料を基にして、夫々の構造物の基本設計を行った。

当資料は、土質柱状図と標準貫入試験があるにすぎ
 ない。(ボリング位置は図2.1.1, 柱状図は図2.1.2に示す。)

今回の基本設計は、これら4本の資料を基にして、図2.1.3
 に示すように50,000 D.W.T, 20,000 D.W.T 岸壁の土性条件を
 推定した。

土質の概略は、-50' 近くの非常に硬い ($N > 50$) Sand Stone
 又は, Conglomerate の層が 2'~3' 存在し、これを境に上部は
 N 値が 10 程度の緩い砂質土、或いはやや締った粘土があり、
 -50' より下部では、N 値が 40 以上の非常に硬い Hard Clay や
 Sand Stone, Conglomerate の層が続いている。

従って、岸壁構造物の形式が重力式であれば、緩い層の
 置換が必要となり、杭式の場合は必要根入長を得るため
 には硬い地盤への打込みが問題となる。

尚、今回の土質資料と、設計潮位の基準面との相関
 性は、正確な値が不明のため、今回の設計には、L.W.L を
 基準面として、土質資料は深さを表示してあるものとした。

4). 設計震度.

設計震度は、パキスタン国における震度分布図、図2.1.4,
 図2.1.5 により次の通りとする。

水平震度 0.05~0.10 であるので 0.1 と採用。

鉛直震度 0.0

5). 船舶の接岸速度及び17人引力

50,000 D.W.T 船, 20,000 D.W.T 船とし接岸速度は 10"/sec (0.33"/sec) とする。

17人引力は, 曲岸で 50,000 D.W.T 岸壁は 70' x 35', 20,000 D.W.T 岸壁で 50' x 35' とする。

6). 上載荷重

a). 等分布荷重

常時 2.0 t/m²

地震時 1.0 t/m²

b). 荷役機械

各岸壁に備えらるる荷役機械の諸元は次の通りである。

貨物名	船型	荷役機械名称	能力	レベルゲージ	ホールドベース	輪間隔	作業時最大輪圧		備考
							海側	陸側	
石油	50,000 ^{DWT}	① ローターアーム	2,500 ^{kg}	m	m	m			Dead Wt. 850 ^t
石炭/鉄石	"	② 水平引込クレーン	700	20	13	800	16 ^{kg} /30'	16 ^{kg} /30'	
小麦	20,000 ^{DWT}	③ ローター	600	10	8	700	8/22	8/20	
リン鉱石	"	④ 水平引込クレーン	300	14	11	800	8/30	8/30	
セメント	10,000 ^{DWT}	⑤ ローター	400						
米	"	⑥ 水平引込クレーン	70	5	5	700	4/27	4/27	
肥料	"	⑦ "	?	?	?	"	"	"	

50,000 D.W.T 船舶の石炭及び鉄鉱石用の岸壁は, 同じ型式の荷役機械を用いるため, 岸壁形式と同一となる。

20,000 D.W.T 船舶は、小麦、リン鉱石の貨物があり、荷役形式と夫々異なるが、今回の基本設計に対しては、荷役機械の重量の大ききリン鉱石用のものを用いて岸壁の基本設計を行うことにする。

7). 腐 蝕

鋼材を基礎構造物に使用する場合に、電気防蝕は行なわず、外面に防蝕ペイントを塗布することにするが、腐蝕代として3mmを考慮した。

8). 潮 流

入手した資料(図2.1.6,7,8)を参考にして検討した。

9). 安全率

各構造物の安全率は「港湾構造物設計基準」により次の通りである。

構造物	安全率			備考
	項目	常時	地震時	
ケ-ソン	転倒	1.2	1.1	
	滑動	1.2	1.0	
	地盤支持力		1.0	
鋼矢板セル	せん断変形	1.2 2.0	1.2 1.0	(中詰砂) (粘土)
	転倒	1.2	1.1	
	滑動	1.2	1.0	
	地盤支持力		1.0	
杭形式	支持力	2.5	1.5 2.0	支持杭 摩擦杭

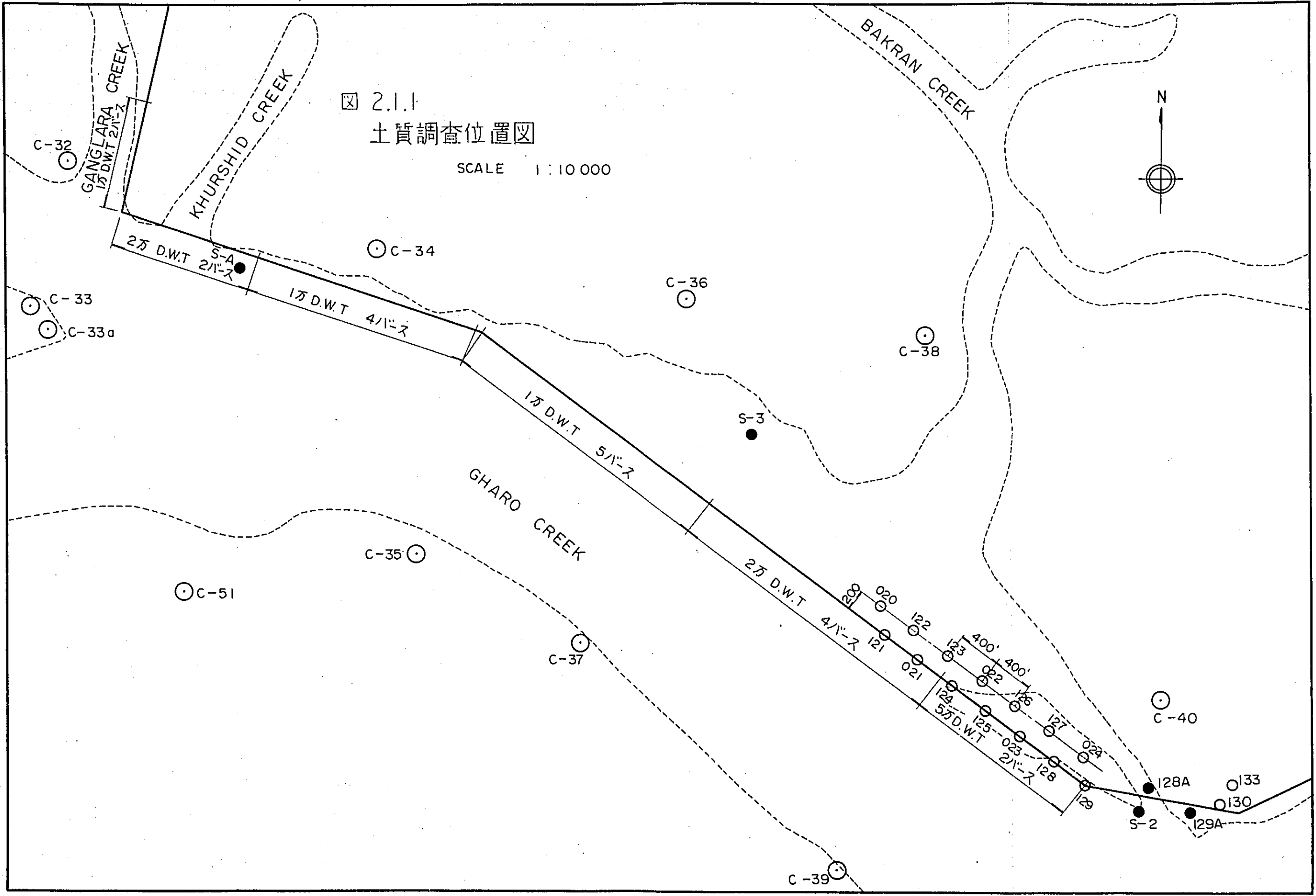


図 2.1.1
土質調査位置図

SCALE 1 : 10 000

FIG 2.13 Modified Soil Log for Design

for 50.000

for 20.000

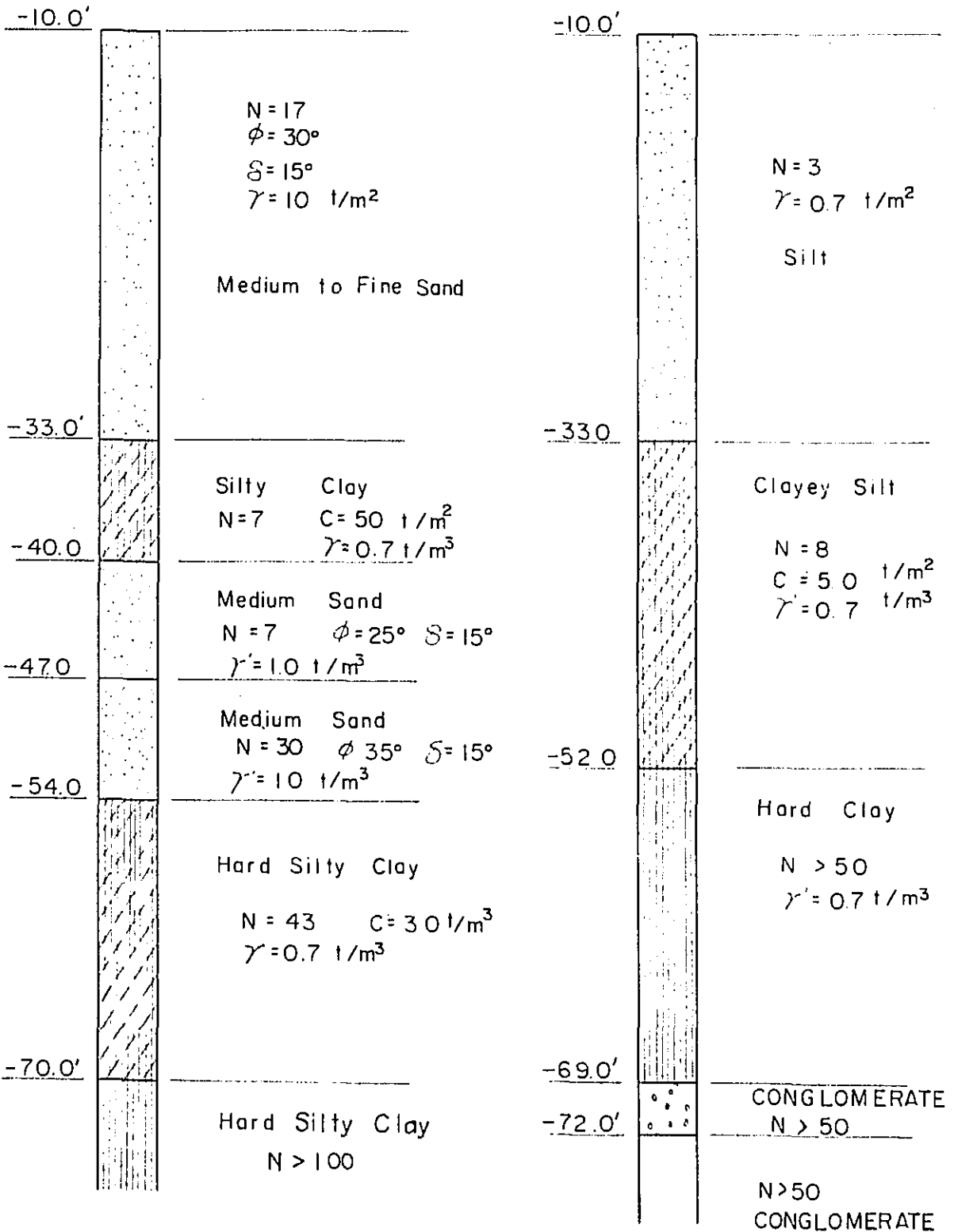


FIG 2.1.4
WEST PAKISTAN
SEISMIC ZONES

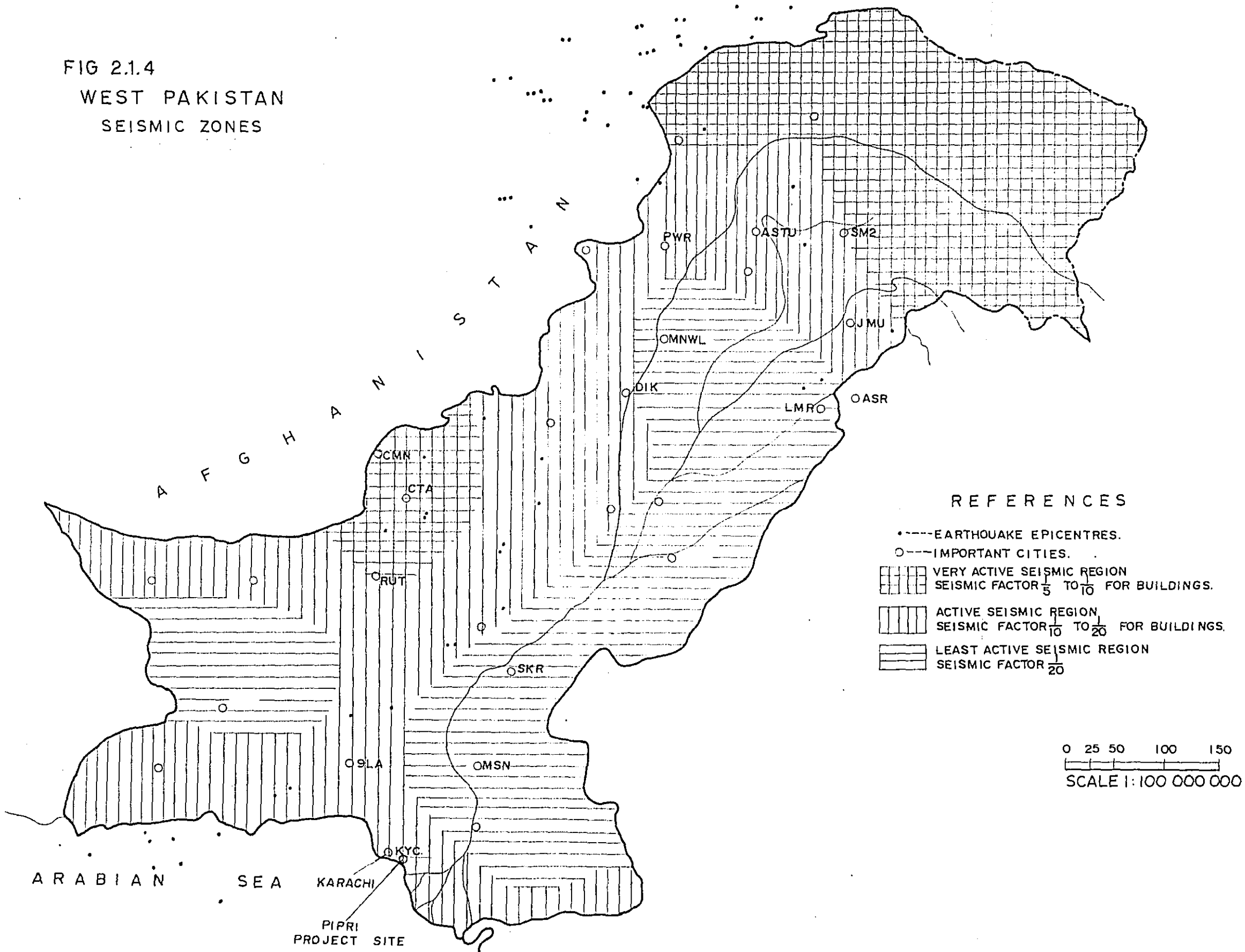
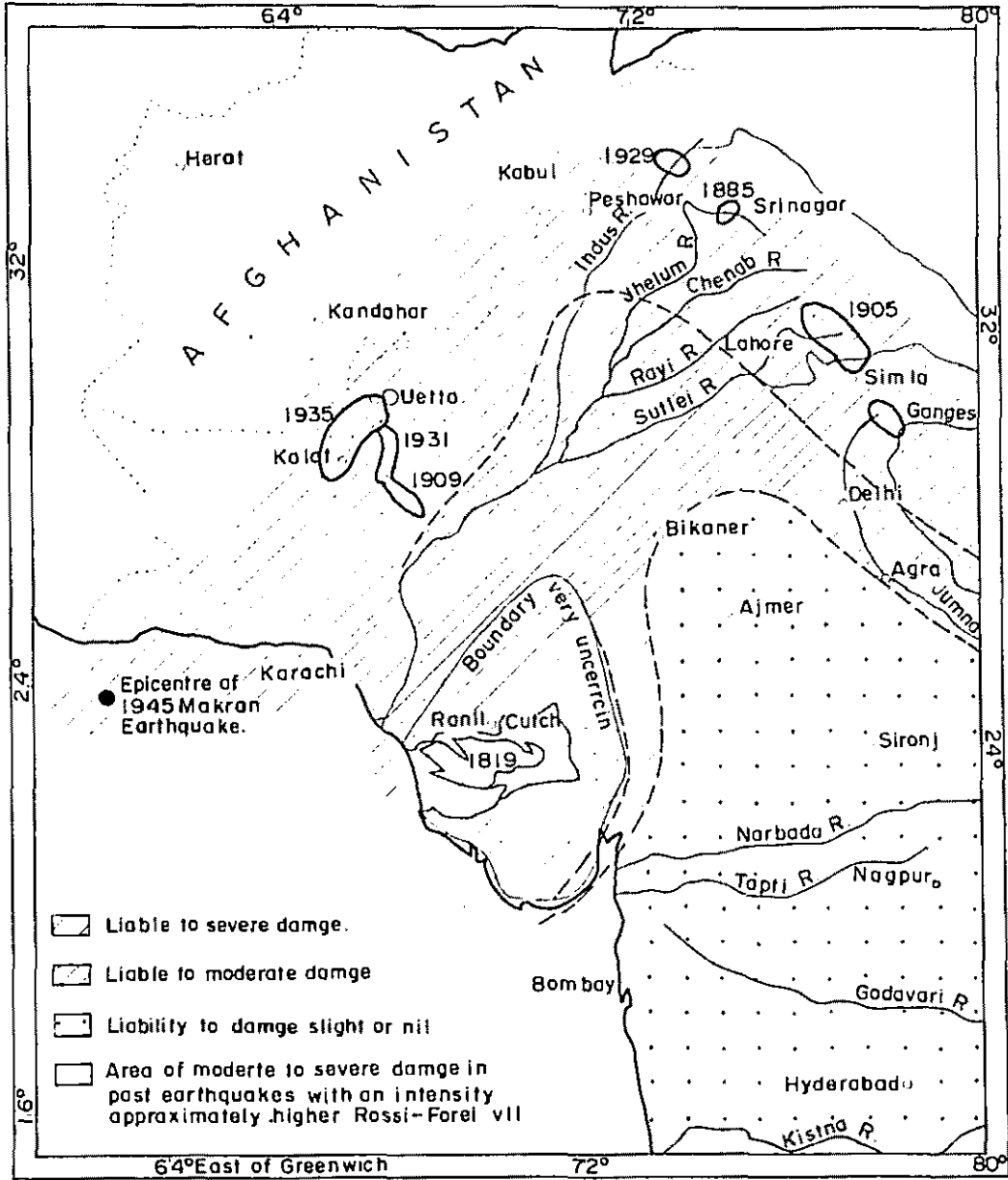


FIG-2.1.5



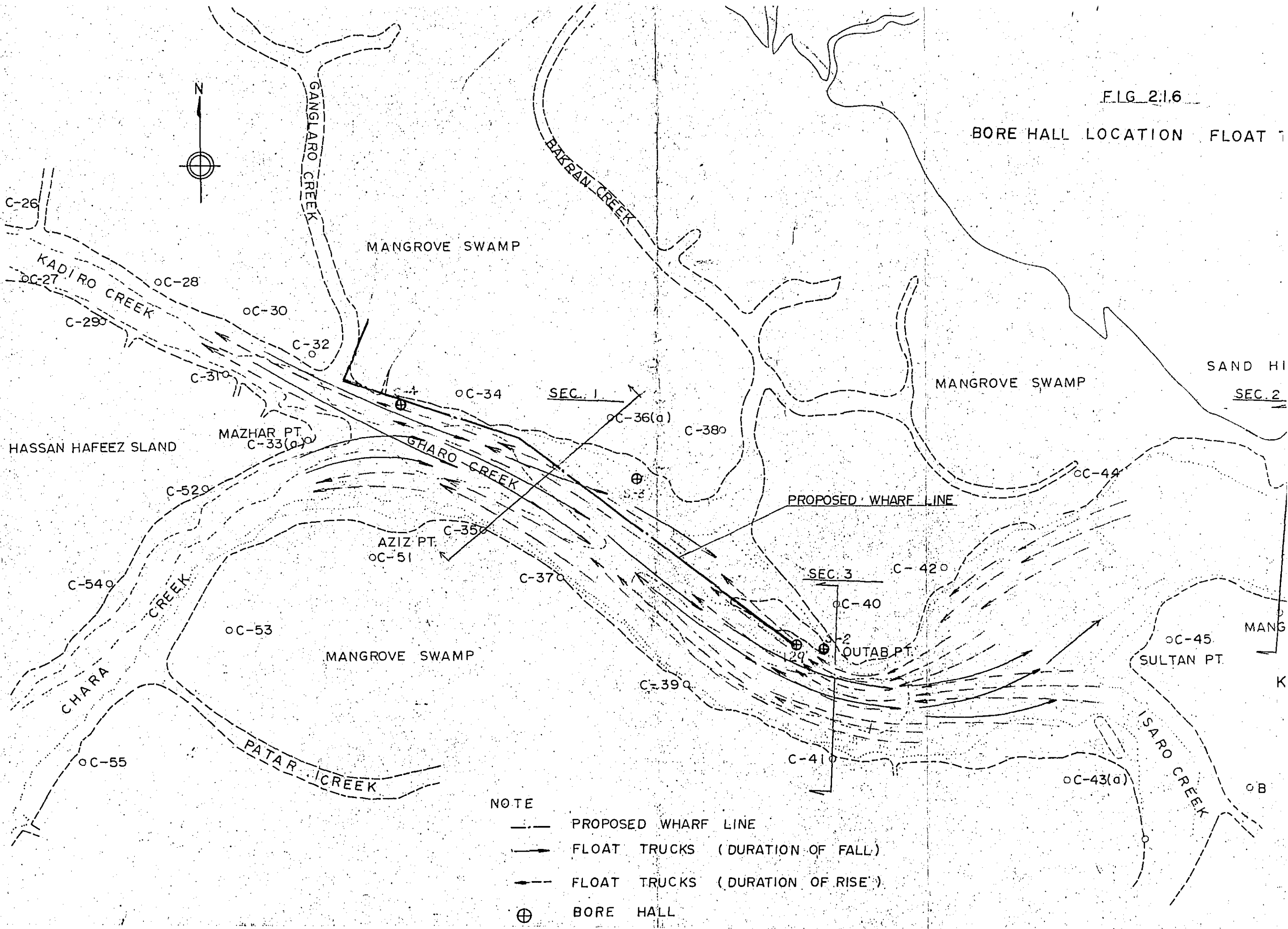
SEISMIC ZONES OF WEST PAKISTAN and NORTH WESTERN INDIA

100 50 0 100 200 300 400 500 600 700 miles

1 : 15 000 000

FIG 2.1.6

BORE HALL LOCATION FLOAT

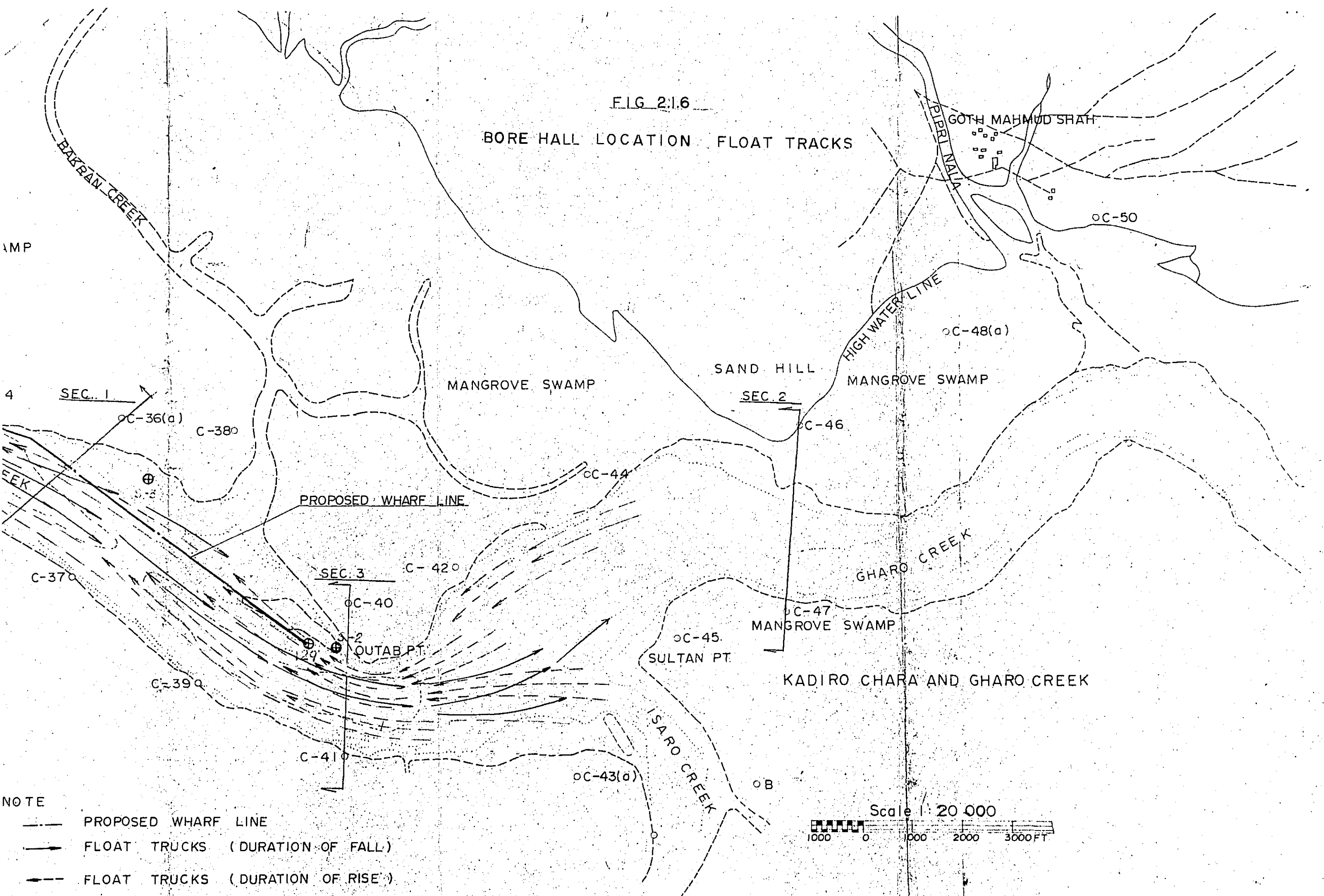


NOTE

- PROPOSED WHARF LINE
- FLOAT TRUCKS (DURATION OF FALL)
- ← FLOAT TRUCKS (DURATION OF RISE)
- ⊕ BORE HALL

FIG 2.1.6

BORE HALL LOCATION FLOAT TRACKS



- NOTE
- PROPOSED WHARF LINE
 - FLOAT TRACKS (DURATION OF FALL)
 - ← FLOAT TRACKS (DURATION OF RISE)
 - ⊕ BORE HALL

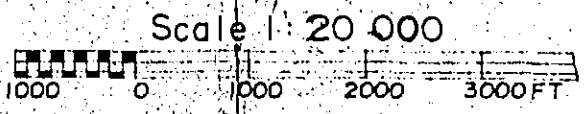
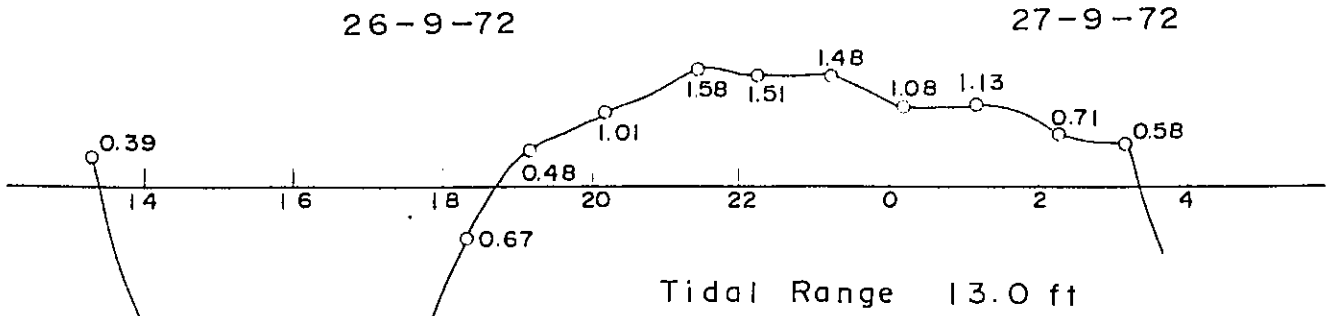


FIG-2.1.7 潮流観測 SEC-1

(A) (B)は潮流観測地点

Point C 35 - C 36 (FIG 2.1.9参照)

[A]



[B]

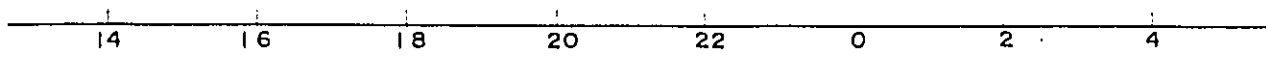
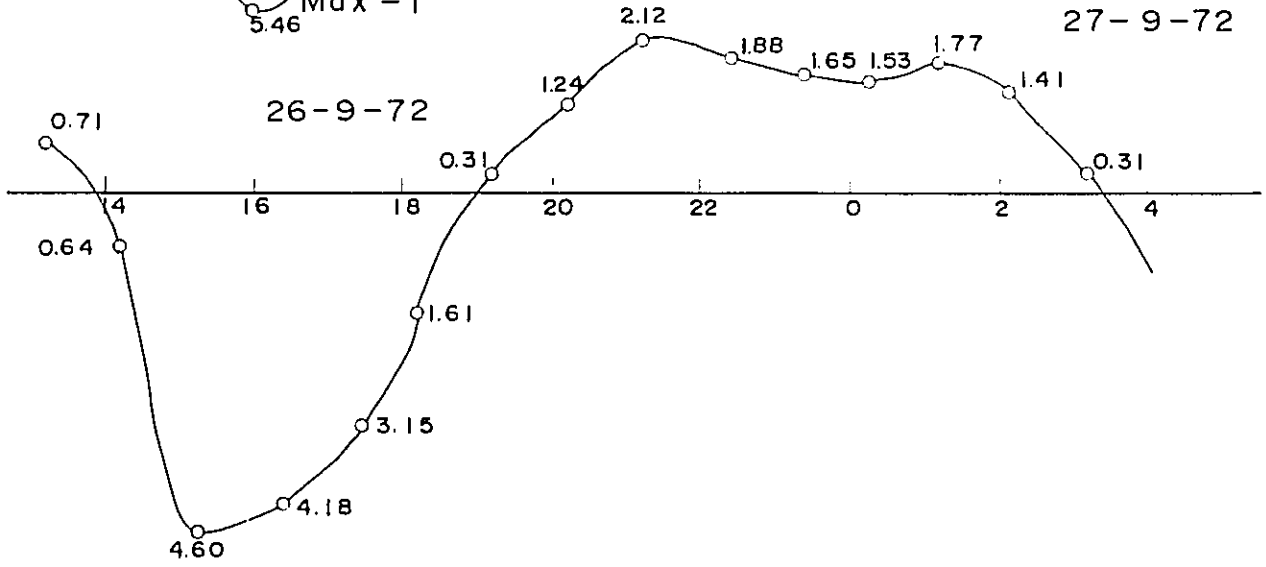
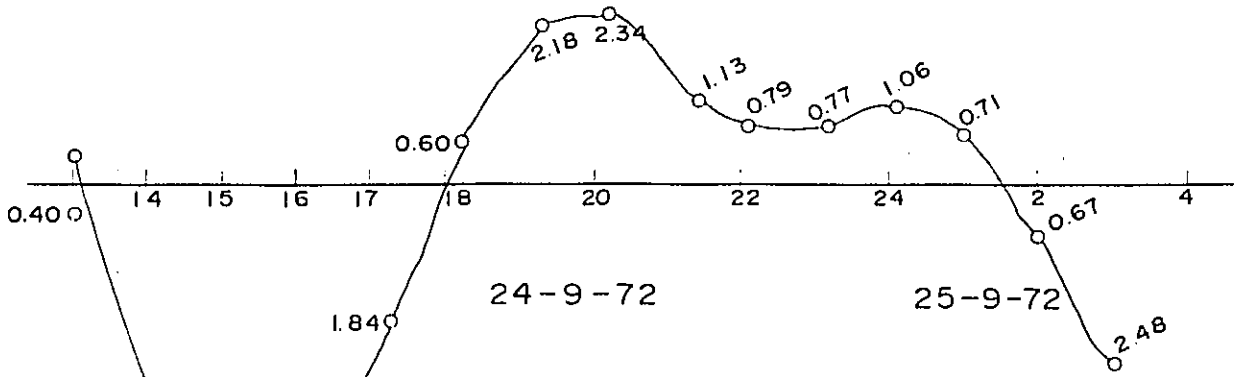


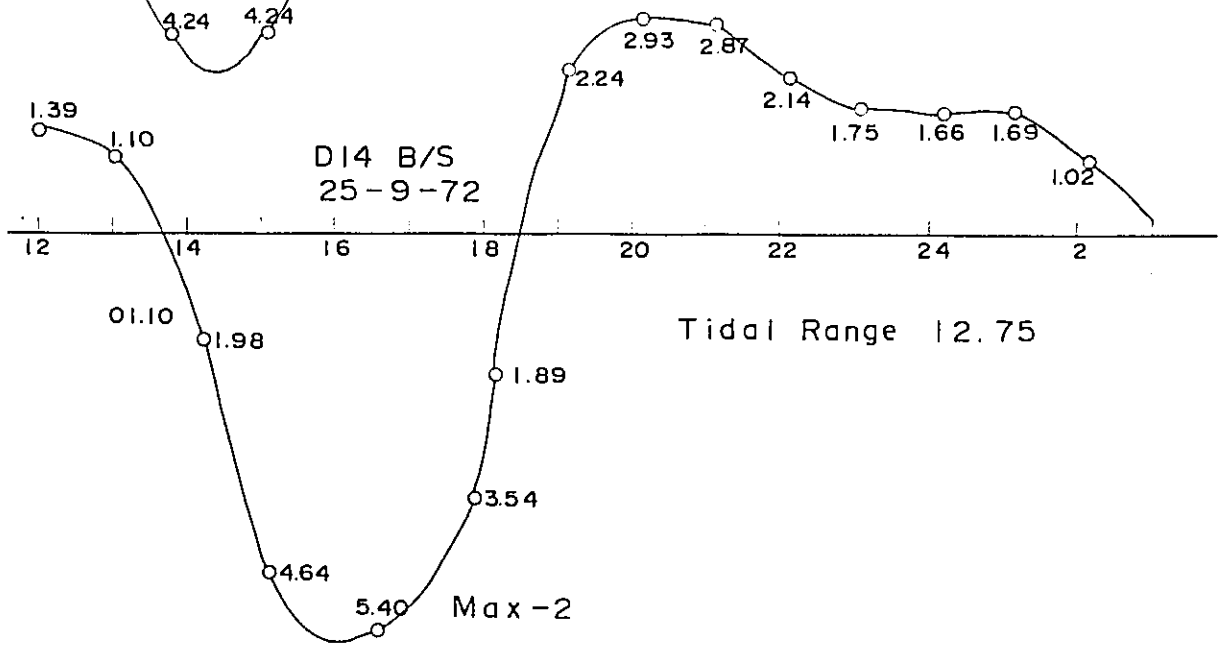
FIG-2.1.8 潮流観測 SEC-2

Point C47-C46

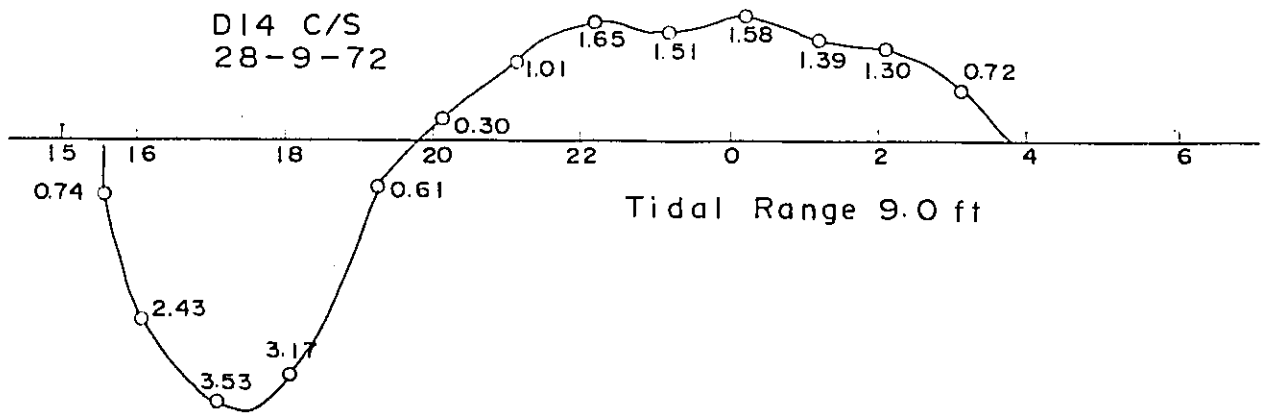
Tidal Range 12.6 ft



D14 B/S
25-9-72

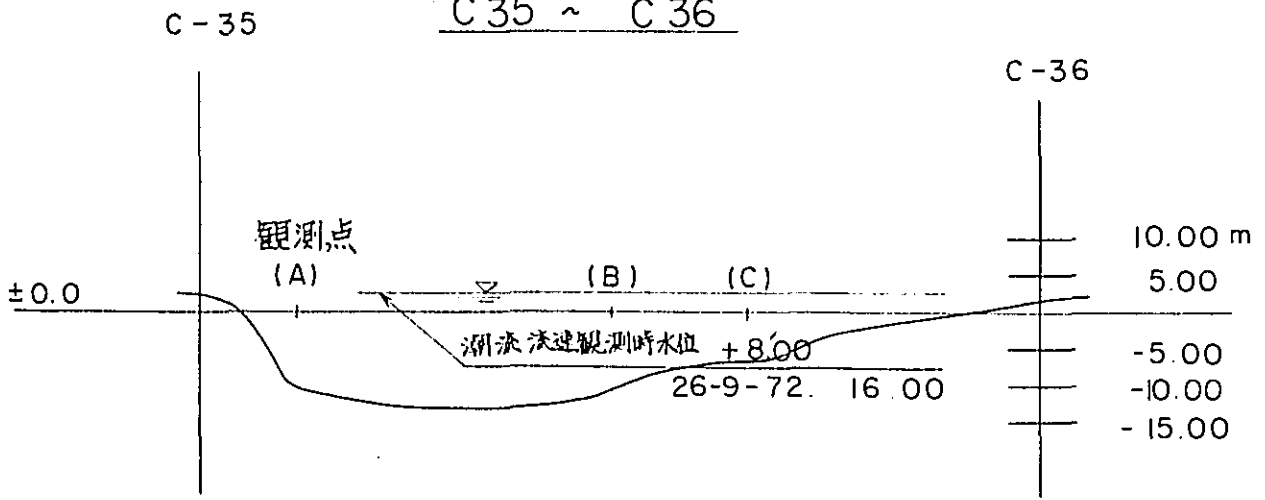


D14 C/S
28-9-72



SEC. 1 KADIRO CREEK

C 35 ~ C 36



SEC. 2 GHARO CREEK

C 47 ~ C 46

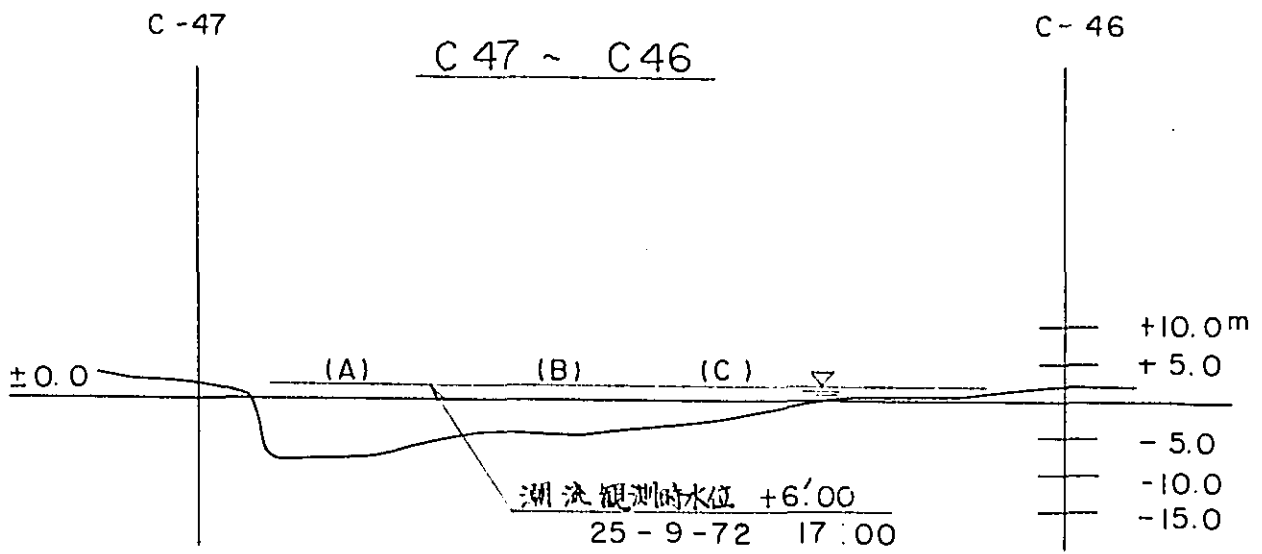


図. 2.1.9

潮流観測地点断面図

S = H = 1 : 10,000

V = 1 : 1,000

2-2. 構造型式の比較.

岸壁の構造物の比較断面の選定は、次の様な4種類について比較検討をすることにした。

50,000 D.W.T 級岸壁.

- ① 鋼管杭式テタ、チドピア-
- ② 鉄筋コンクリート式横棧橋
- ③ 鋼矢板セル式岸壁.
- ④ ケ-ソン式岸壁.

20,000 D.W.T 級岸壁.

- ① 鋼管杭式横棧橋
- ② 場所打コンクリート杭式横棧橋.
- ③ 鋼矢板セル式岸壁.
- ④ セル式岸壁.

1). 棧橋構造.

棧橋構造の場合は、硬地盤に対する杭の根入れが重要な問題である。-52'~-54'以深に存在するN値50~70程度のHard clay 或は、Sand Stoneの層に対して杭の根入れの施工が可能かどうかキ-ポイントである。

N値50以上の固結地盤に対して Precast の Concrete Pile 或は Prestressed Concrete Pile の打込みは全く不可能と判定され、可能な方法としては、Steel Pile の予め地盤に穿孔をして、その内側にコンクリートを打込む Cast-in-Situ の Reinforced Concrete Pile 又は、Precast R.C Pile の建込みと考えられる。

Steel Pile でも普通の杭打機のみによって打込む方法は、

本地実のように N 値 50~70 の固結層が深く続いている場合は、不可能と判定され、最近開発されて、急激に使用されるようになった掘削機を使って、杭の内部の固結物を掘削して排土しながら、*Steel Pile* と地盤に貫入させる方法にせざるを得ない。これらの掘削機械については、この項で詳述する。

Cast-in-Situ の R.C 杭は、前記の *Steel Pile* の打設と同様の要領で鉄製の *Steel Cylinder* を打込んでから、内部のコンクリートをトレイ管に依って水中コンクリートの要領で打設するのである。このような *Cast-in-Situ* の R.C *Pile* の施工は、日本国内の港湾関係ではきわめて少ないが、道路、鉄道、河川、上下水道等では、盛んに工事が行なわれている。

本工事の最大の欠点は、品質管理が難しく、*Concrete* の管理が困難というより不可能に近いことである。但し、パキスタン政府の R.C に対する要望が高いこと、又海外では、その例が多ることや、日本でも港湾以外その他の分野では、盛んに使用されていることから検討を要するものと考え、この方法についてもこの項で詳述している。

本地実でとう一つの重要な問題は、基礎の洗掘の問題である。この件については基礎となる潮流の値と構造物を建設した後には於ける基礎周辺の流速がキーポイントである。

潮流の値については、P.O.A が入守した資料が少なく、僅かに 1972 年 9 月 24 日~27 日の資料のみしかなく、最大流速についての信頼度が怪しいのであるがここではやむを得ず

この値を基準として推算を行った。洗堀と構造物との関係はなるべく現地形を変えたり構造形式が望ましいわけで、重カタイプの垂直な壁体よりも杭式の栈橋構造が通しているわけである。

然しながらこの問題について数値的に算定することは、非常に難しく、ここでは大胆な仮定を設けて検討を行った。

本件については、3項で詳述している。

潮流に依る流速については、模型実験を行えば信頼出来る数値が得られると思われるので模型実験を行って、流向、流速の信頼できる数値を算出させることが望まれる。

栈橋構造の場合のブロック割や、杭の配列については、日本に於ける一般の方法に依って定めた。

杭の配置については、本地点の場合下部構造の工事費が非常に高いので杭の本数は、少くなり方が得策と考え、縦断方向のスパンは稍大めの数値を採用した。

地震時及び接岸時の水平荷重については、設計基準によって計算を行い杭の根入れについては3/φを採用した。

許容応力の割増しは、地震時、接岸時共に50%アップとした。

鋼杭の腐蝕対策としては、電気防蝕を行う方法と鋼材の腐蝕代でみる方法とがあるが、ここでは耐用年数を20年として、両者と比較検討した結果、電気防蝕の方が相当の割高となったので腐蝕代を見込む方法を採用した。腐蝕代は、3mmとしている。

2). 重カ式構造

重カ式構造としては、鋼矢板セル型式とケソン型式の二型式についての検討を行った。

50,000 D.W.T に対しては、丁度適当な深さに硬地盤があつてこれにリストすることが出来たが 20,000 D.W.T に対しては、ケソンの基礎から下約 5m の軟弱土質を良質の砂砾を捨石で置換することにした。セル構造の場合と畧同様である。

本地点に重カ式を採用する場合の最大の欠点は、前面洗堀の問題である。栈橋構造に比べて相当大きく洗堀される危険があり、洗堀防止については、充分注意して設計施工する必要があるのである。検討の結果は、3項の通りである。

2-3. 検討結果

50,000 D.W.T 及び 20,000 D.W.T につき、夫々鋼管杭式、現場打コンクリート杭式 (50,000 D.W.T 級は鉄筋コンクリート杭式)、鋼矢板セル式岸壁、そしてケソン式の4つの様式について、工費、工期、経済性、施工上の問題点、構造物の維持管理につき検討結果を一覧表に示めた (3)項参照)

1). 50,000 D.W.T 級岸壁

ノバス当りの工費は、鋼矢板セル式岸壁が一番安く 1,123 百万円 (432 万円/m) となり、次にケソン式岸壁 1,261 百万円 (458 万円/m)、鋼管杭式テラチッドピア 1,342 百万円 (516 万円/m)

が続き、鉄筋コンクリート杭式横棧橋 1,753 百万円
(674 万円/m) と一番工事費が高くなった。

工期的には、鋼管杭式テタ、付ピア、鋼矢板セル式岸壁、
ケソン式岸壁、鉄筋コンクリート杭式横棧橋の順に長くなり
21ヶ月、26ヶ月、27.5ヶ月、30ヶ月となっている。従って 50,000 D.W.T 級
岸壁は工期的な観点から考察すれば、鋼管杭式横棧橋
を、又工費からみれば、鋼矢板セル式岸壁が好ましい事
となる。

鋼管杭の打込みにホーリングによる硬土盤の掘削を併用
する場合には、鋼管杭及び鉄筋コンクリート杭式横棧橋
は、工事費の増加がみられる。

2). 20,000 D.W.T 級岸壁.

1バース当りの工事費は、ケソン岸壁が一番安く、717 百万円
(341 万円/m) となり、次に鋼管杭式横棧橋が 798 百万円
(380 万円/m)、鋼矢板セル岸壁が 800 百万円 (381 万円/m) となり
場所打コンクリート杭式横棧橋が 1,070 百万円 (510 万円/m) と一番
工費が高くなった。

工期的には、鋼管杭式横棧橋、場所打コンクリート杭式
横棧橋、鋼矢板セル式岸壁、ケソン岸壁の順で長くなり
夫々 16.5ヶ月、17ヶ月、23ヶ月、28ヶ月となっている。

従って、20,000 D.W.T 級岸壁は工期的な観点から
考察すれば、鋼管杭式横棧橋を、工費的にみれば
ケソン岸壁が好ましい事となる。

鋼管杭の打込みにボーリングによる硬土盤の掘削を併用する場合には、鋼管杭式横棧橋及び場所打コンクリート杭式横棧橋は工事費の増加がみられた。

1) 50,000 DWT岸壁構造物比較一覧表 (前面水深 -42' (-12.8m) / バース延長 850' 0" (260^m)

型式	標準断面及び主要寸法	工事費		工期	経済性	施工上の問題点	構造物の維持管理
		1バース(260 ^m) 百万円	1mあたり 万円				
鋼管杭式 デタッチドピア	<p>1バース 10プロック 1プロック 33'x85' 鋼管杭 2'4" Dia x 1/2" thk x 87' Lg 1プロック当り 12本 24本</p>	外貨 712 内貨 390 税金 240 合計 1342	516	21ヶ月	鋼管杭の材料費や杭打船などによる外貨の割合が多く税金も多い。現地資材の利用度が少なく内貨が少ない。	地盤が硬い時にはホリクを併用した特殊な杭打工法となる。 土留護岸としてフルレールゲージの間隔が鋼矢板型式となる。 前面棧橋との取付棧橋が必要となる。	クレーン内の流水による洗掘に対して安全である。 鋼管杭の防食対策が必要となる。 施工例が多い。
鉄筋コンクリート 杭式横棧橋	<p>1バース 10プロック 1プロック R.C.杭 3'30" x 91' Lg x 88' Lg x 85' Lg 1プロック当り 41本 85' x 41本 88' x 6本 91' x 22本</p>	外貨 1000 内貨 721 税金 32 合計 1753	674	30ヶ月	鋼管杭式と同様に外貨、税金の割合が大きい。 杭材料にコンクリートを使用のため、現地資材も利用できるが工費は4型式中一番高い。	鉄筋コンクリート杭製作ヤード敷地に大口径のケーシングパイプと硬い地盤に打設するための特殊な施工法となる。 地盤状況により杭坑内の崩壊の恐れがなければケーシングパイプも杭坑まで不要となり施工も行う、やすくする。 4型式の内、工期が最も長い。	クレーン内の流水による洗掘に対して安全である。 鋼管は内部埋めこ用のため、防食に対し、特殊な対策は不要である。 施工例は少ない。
鋼矢板 セル式 岸壁	<p>1バース 9セル 97'7" フルン基礎 1'0".50 Dia x 0'4" thk x 83' Lg</p>	外貨 622 内貨 337 税金 164 合計 1123	432	26ヶ月	鋼矢板の材料費が高く、外貨及び税金は4型式中一番多いが工費は最も安い。 現地資材の利用はコンクリート、工砂のみである。 ため、内貨としては4型式中一番少ない。	基礎地盤は良好であるため、鋼矢板セルの基礎としてそのまま利用できる。 打込みによる矢板継手の破損。 中絶なしの状態での自立が不安	クレーン内の流水による構造物の前面洗掘のおそれがある。 鋼矢板の防食対策が必要である。
ケーソン式 岸壁	<p>1バース 30基 1基 50'85" x 28'23" フルン基礎 鋼管杭 1'4" Dia x Q47 thk x 78' Lg</p>	外貨 454 内貨 778 税金 29 合計 1261	458	27.5ヶ月	外貨、税金の割合が一番小さく、現地資材を最大限に利用できる。 ケーソン製作場は施設として他に利用できる。 ヤードとフローティングドックとの経済比較が必要である。	基礎石の均し工が必要である。 ケーソン製作場を現場近くに建設し、ケーソンの製作運搬、或は格付と流水があるため格付には時間的な制約を受ける。但しヤードの増りにフローティングドックを使用せば、工期的に無理がある。	クレーン内の流水による構造物の前面洗掘のおそれがある。 構造物は陸上製作のコンクリートであるため、腐食しなく半永久的な構造物である。

2) 20,000 DWT岸壁構造物比較一覽表 (前面水深 -36'(H1.0m) | バース延長 690.0(210.0m))

型式	標準断面及び主要寸法	工事費		工期	経済性	施工上の問題点	構造物の維持管理
		1バース(210)	1mあたり				
鋼管杭式 横棧橋	<p>1バース 10ブロック 1ブロック 59' x 69' 鋼管杭 3' Dia x 9/8" thk x 88' Lg 1ブロック当り 16本</p>	外債 387 内債 293 税金 118 合計 798	380	16.5ヶ月	鋼管杭の材料費や杭打船などによる外債の割合が多く、税金も多い。現地資材の利用度が少なく、内債が少ない。	地盤が硬い時にはボリブを併用した特殊な杭打工法となる 土留護岸工の付帯工事となりブロック製作、据付や連続板の製作、据付が必要である	フリーク内の流水による洗堀に対して安全である。 鋼管杭の防食対策が必要となる。 施工例が多い。
場所打 コンクリート杭 横棧橋	<p>1バース 10ブロック 1ブロック 59' x 69' RC杭 4'-7" Dia x 82' Lg 1ブロック当り 16本 casing Pipe 4'11" Dia x 3/8" thk x 102' Lg</p>	外債 452 内債 506 税金 112 合計 1070	510	17ヶ月	鋼管杭式と同様に外債、税金の割合が大きい。 杭材料にコンクリートを使用のため、現地資材も利用できるが工費は4型式中一番高い。	大口径のケシングパイプを硬い地盤に打設するため特殊な施工法となる。 地盤状況により杭底内の崩壊の恐れがある場合はケシングパイプも杭底までは不要となり施工も行わず、土留護岸連続板の付帯工事がある。	フリーク内の流水による洗堀に対して安全である。 鋼管はコンクリート打ちの型枠であるので防食に対し特別な対策は不要である。 施工例は少ない。
鋼矢板 セル式 岸壁	<p>YSP FA l=17.0m l=18.0m 74'46" 1バース 8セル 87-7 7L-ン基礎 SP. 1'-4" Dia x 3/8" thk</p>	外債 458 内債 220 税金 122 合計 800	381	25ヶ月	鋼矢板の材料費が高く外債及び税金は4型式中一番多い。 現地資材の利用はしん浚土がほとんどのため内債としては4型式中一番少ない。	基礎地盤付近のゆるい土を置換する必要があり 打込みによる矢板継手の中詰りなどの状態での自立が不安	フリーク内の流水による構造物の前面洗堀のおそれがある。 鋼矢板の防食対策が必要である。
ケソン式 岸壁	<p>1バース 15基 1基 46' x 41' 7L-ン基礎 鋼管杭 1'-4" Dia x 3/8" thk</p>	外債 264 内債 436 税金 17 合計 717	341	28ヶ月	外債、税金の割合が一番小さく、現地資材を最大限に利用でき、工事費は最少となる。 ケソン製作場は施設として他に利用できる	基礎地盤付近のゆるい土を置換する必要があり、基礎掘削の切り工が必要である。 ケソン製作場と現場近くで建設し、ケソンの製作、運搬、成組、据付と、流れがあるため据付には時間的制約を受ける。	フリーク内の流水による構造物の前面洗堀のおそれがある。 構造物は陸上製作のコンクリートであるため、腐食もなく半永久的な構造物である。

2-4. 施工法の検討.

1). 硬地盤の杭打工法.

a). 概説.

今回のけり船岸の建設の予定地区は、河道部河口部にあたるので当然の事とはいえ、地盤状態の変化が著しい。以下に述べる概括的な地層構成は、現役階で判明している4地点(計画法線延長約4kmに対するもの)から類推したものである。即ち現地盤高は、約-3.0m、けり船岸の計画海底面は、-11.0m~-12.8mであり、この計画海底面附近から下には、硬土盤と総称できる硬質粘土又は、密な砂礫層、礫岩層などが厚く堆積している。従ってけり船岸の構造形式として、テタツナドピアーや、横棧橋式の様に杭を主体とした構造では、その水平力に対する安定に必要な深さまで杭の根入れ長をとることが重要な問題となる。

以下、杭打工法に対し、硬土盤対策工法につき、検討した結果を概括的に述べる。

b). 杭打工法についての検討.

杭打工法について最も問題となるのは、①硬土盤($N > 50$)が計画海底面に比較的接近して浅く存在すること、②これらの硬土盤は、硬質粘土よりなるものと、礫岩、礫層、砂礫層 etc. とに分類できるが後者の礫質のものは、地盤中に孔を掘った場合、その孔壁がそのままでは、崩落する危険を帯びていることである。

今回の計画では、杭の種類として、現場打す又は、プレキャストの大口径コンクリート杭 ($\phi 1400, \phi 1000, \phi 600$) 鋼管杭 ($\phi 914.4, \phi 711.2, \phi 600$) の2種類と使用した。

従って、いずれの杭もその安定上、硬土盤に深く貫入させる必要がある。このため、杭打すと同時に杭内部の硬土盤を機械的に破砕、掘削し、杭の先端抵抗を減らし、地中に押し込むこととなる。但し上部の一般土質部は、高圧ジェット水 (14 kg/cm^2) による。

現場打すコンクリート杭の場合、問題点である内部の掘削機として ① 懸垂式 (石川島播磨重工業: L-2型)、② 油圧式 (鉦研: BM100N) について比較した結果特に硬土盤でしか、礫質が非常に多いことも考えると懸垂式よりも作業台から直接的に押しつけて掘る油圧式が能率的、効果的で、その使用実績も国内外を問わず、多りので適していると考えます。

BM100Nは、岩質、礫質などにより、相異なるが約 $2,000 \text{ t}$ 以下、BM50Nは $\phi 1,000$ 以下ならば、十分その目的を達し深さ方向に於ても、 $50 \sim 100 \text{ m}$ は特に問題は有り。

スライムの排除もエア-リフトによる、リバー-サーキュレーション方式により効果的に行うことが可能である。

硬土盤が崩落性でない場合は、作業時のケーシングパイプは、一重方式とし、硬土盤に一部貫入させスタンドパイプ ($\phi = 12 \text{ m}$) 足場杭とすることが特策である。

しかし、崩落性のある場合は、二重ケーシング方式とし、内管($\phi=900\text{mm}$)として、杭下端まで挿入し埋殺しとする。

又、スタンドパイプ(一重方式)は、埋め殺しとなり、外管(二重方式)は、引抜き反復使用する。多量の杭を打つ時は、掘削機の移動性を考慮して、スタンドパイプを利用した足場方式が特策である。

鋼管杭の場合は、杭が小型になり、又斜杭打設も必要なので、一重方式により、BM50Nの船打(リフト使用)が適当である。

以上、検討結果の主要項目をまとめると下記のとおり。

杭の種類	使用ケーシング		掘削工法	掘削機	杭打ち機	コンクリート打設
	一重方式	二重方式				
プレキャスト コンクリート杭 $\phi 1,000$	○		栈橋工法 (スタンドパイプ を利用)	BM100N	D70級	トレミ工法
現場打ち コンクリート杭 $\phi 1,400$	○	土質より判断 ○				
鋼管杭(直) $\phi 711.2$ $\phi 914.4$	○		船打ち (リフト使用)	BM50N	D40級	—
鋼管杭(斜) $\phi 711.2$	○		船打ち (リフト使用)	BM50N	D40級	—

2) 前面洗堀防止対策.

フリークの弯曲部に於いては、実測値より推算すると流速 6.0 ft/sec (1.83 m/sec) となる。

構造物を河近くに設置した場合、構造物の型式によりその周辺は流速が増加する。

杭式と重力式岸壁が設置される場合、流速がどの程度増加するか、その判断は、非常に難しいがここでは杭式の場合 20%；重力式の場合 60% 増加するものとして洗堀防止対策用捨石のサイズを検討した結果杭式構造物の場合には、捨石のサイズは 150 mm、重力式構造物の場合には 250 mm の捨石を構造物の前面に布設することになった。

布設幅は、最小限、水深と同じ長さ以上に布設するものとする。

尚、この問題については、少くも現地観測資料や少数の関連実験資料を基にして、検討を行なうが岸壁構造物が重力式などの流水の影響に対する前面洗堀の状況の把握には、模型実験を行ったのが実際の設計に応用することが望ましい。

2-5. 施工工程.

各型式別の施工工程作成にあたり、次のことを前提として作業を進めることとした。即ち、5万D.W.T及び2万D.W.T級バースとも、棧橋式及び鋼矢板セルラー式の場合は、海上抗打船は1バースにつき1船団、ケーソン式の場合は、大型起重機船(600t吊り)1船団と仮定した。又鋼矢板セルラー式打設用ガイドリングは1組、ケーソン製作用のフローティングドックは、全体計画の工期から、所要隻数及び回航費が決まるが、取あて、5万D.W.T級2バースが1978年供用開始と仮定すれば、1隻で工期的には可能である。

又5万D.W.T級の鉄筋コンクリート杭式の抗製作ヤードも全体の所要本数が不明のため、その規模も決定しかねるが、大体半年から1年を要するので、1バース当たりとして4ヶ月を仮定した。

実施にあたっては、第一期、第二期を通じて、よく全体計画を把握し、最も経済的、且つ工程上、不可欠な必要作業船団数、又はヤード等の再検討を要す。

各型式別岸壁の施工工程は、当然、外国から派遣を要する大型作業船の数及びヤードの規模に左右されるが、経済性も充分考慮すべきは勿論である。

ケーソン式については、とりあえず1バース当りのケーソン製作完了時期を見はかり、大型起重機船団により、据付け作業を実施する工程とした。

フローティングドックで製作するケーソンは、途中までドック外でコンクリート打設を施し、その後、現地附近の静穏な水面で継足しを完了、仮け、留することとした。

各型式別の施工工程は、附表 1. 2 に示す如く、5万D.W.T級の場合は、鋼管杭式、鋼矢板セルラ-式、ケーソン式並びに鉄筋コンクリート杭式の順位で、鉄筋コンクリート杭式が最も工期を要す。これは PRECAST の鉄筋コンクリート杭を使用するため、その打設に日時を要す。

2万D.W.T級の場合は、鋼管杭式、場所打コンクリート杭式、鋼矢板セルラ-式並びにケーソン式の順序に長くなっている。鋼矢板セルラ-式並びにケーソン式が5万D.W.T級に比し規模が小さいのに（延長比率 $\frac{210''}{260''} \approx 0.8$ ）工期があまり変わらないのは、2万D.W.T級の場合、海底地盤下約5'が軟弱土層で、その置換に日時を要するためである。

施工工程比較面からは、5万、2万D.W.T級バースとも鋼管杭式が最も有利である。

付表 ①

50 000 D.W.T ORE & COAL BERTH 施工工程比較表

名称	工種	主要細目	形状寸法	数量	1ヶ月当り出来高	施工 要月数	月																				
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
鋼管杭式 デタッチドピア	準備工及後片付			1式		2.5	準備工																				
	横棧橋工	床堀		33.016m³	66000m³	0.5	—																				
		鋼管杭打	φ711.2 x 12.7 ℓ=27m 5直杭	120本	100本	1.2	—																				
			φ711.2 x 12.7 ℓ=27m 5斜杭	120本	75本	1.6	—																				
		張石及なす共		8281m³ 500m²	920m³ 56m²	10.0	—																				
	取付橋工	上部コンクリート		2361m³	236m³	10.0	—																				
		鋼管杭打	φ609.6 x 12.7 ℓ=22m 0直杭	28本	93本	0.3	—																				
	矢板護岸工	コンクリート		165m³	83m³	2.0	—																				
		鋼矢板打	Z-38型 ℓ=21m 0	650枚	125枚	5.2	—																				
		コンクリート		507m³	169m³	3.0	—																				
	陸側クレーン工	背面盛土		24664m³	7047m³	3.5	—																				
		鋼管杭打	φ711.2 x 12.7 ℓ=27m 5	180本	75本	2.4	—																				
付属工	コンクリート		1617m³	323m³	5.0	—																					
	防磁板 ボラード		1式		2.0	—																					
鉄筋コンクリート杭式 横棧橋	準備工及後片付			1式			準備工																				
	横棧橋工	床堀	ホヅ船による	33302m³	66000m³	0.5	—																				
		鉄筋コンクリート杭	φ1000 ℓ=平均27m	690本	100本	6.9	—																				
		全上打設		690本	375本	18.4	—																				
		張石及捨石		15386m³ 11911m²	855m³ 660m²	18.0	—																				
		背面盛土		19047m³	4760m³	4.0	—																				
	上部コンクリート		7911m³	2ヶ月で1700m³ 約400m³	20.0	—																					
付属工	防磁板 ボラード等		1式		2.0	—																					
鋼矢板セル式 岸壁	準備工及後片付			1式		2.5	準備工																				
	鋼矢板セル工	床堀		97560m³	66000m³	1.5	—																				
		セルガイドリング		9セル	2.5セル	3.6	—																				
		鋼矢板打	YSP-FA ℓ=18m 0 ℓ=15.5	819枚 296枚	137枚 99枚	12.5	—																				
		掘石及なす共		6723m³ 2601m²	1680m³ 650m²	4.0	—																				
		中詰砂		98568m³	7300m³	13.5	—																				
		裏込砂		48393m³	10000m³	5.0	—																				
	海側クレーン 基礎工	鋼管杭打	φ355.6 ℓ=11.1 ℓ=26m φ318.5 ℓ=10.3 ℓ=26m	72本 198本	51本 141本	1.4	—																				
		コンクリート		2065m³	344m³	6.0	—																				
	陸側クレーン 基礎工	鋼管杭打	φ318.5 ℓ=10.3 ℓ=25m 5	126本		0.7	—																				
コンクリート			1391m³	348m³	4.0	—																					
付属工	防磁板 ボラード		1式		2.0	—																					

付表②

20000 DWT PHOSPHATE ROCK & WHEAT BERTH 施工工程比較表

名称	工種	主要細目	形状寸法	数量	1/月別出来高	施工所要 月数	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21																					
							Gantt chart area with horizontal bars indicating duration for each task.																					
鋼管杭式横棧橋	準備工及後方付け			1式		2.5	準備工															後方付け						
	前面棧橋工	床堀		19 452 m ³	66 000 m ³	0.3	I																					
		鋼管杭打	直杭 φ14.4x19.0x27.0		160本	75本	2.2	I																				
	控之護岸工	張石及均し共		6 852 m ³ 6 298 m ²	925 m ³ 663 m ²	7.4 9.5	I																					
		上部コンクリート		2 950 m ³	(1/月別) 275 m ³ 275 m ³	10.0	I																					
		L型壁築造ヤード		1式		3.5	I																					
		〃製作		52.5	7基	7.5	I																					
		〃据付		52.5	75基	0.7	I																					
		基礎石及均し共		3 780 m ³ 1 428 m ²	10 000 m ³ 1 000 m ²	0.4 1.5	I																					
		裏込石	30~100 kg/g		2 327 m ³	10 000 m ³	0.2	I																				
	上部コンクリート			378 m ³	(1/月別) 72 m ³ 126 m ³	3.0	I																					
	接続版工	コンクリート		70基	35基	2.0	I																					
附属工	ボラド 防振板		1式		2.0	I																						
場所打杭式横棧橋	準備工及後方付け			1式		2.5	準備工															後方付け						
	前面棧橋工	床堀		19 452 m ³	66 000 m ³	0.3	I																					
		場所打杭打	φ1500x120 L=31.0m		160本	25本	6.4	I																				
		張石及均し共		6 825 m ³ 6 298 m ²	925 m ³ 663 m ²	7.4 9.5	I																					
		上部コンクリート		3 300 m ³	(1/月別) 330 m ³ 330 m ³	10.0	I																					
	控之護岸工	L型壁築造ヤード		1式		6.0	I																					
		〃製作		52.5	7基	7.5	I																					
		〃据付		52.5	75基	0.7	I																					
		裏込石及均し共		3 780 m ³ 1 423 m ²	10 000 m ³ 1 000 m ²	0.4 1.5	I																					
		裏込石		2 327 m ³	10 000 m ³	0.2	I																					
		上部コンクリート			378 m ³	(1/月別) 72 m ³ 126 m ³	3.0	I																				
	接続版工			70基	35基	2.0	I																					
附属工	ボラド, 防振板		1式		2.0	I																						
鋼矢板セル式岸壁	準備工及後方付け			1式		2.5	準備工															後方付け						
	鋼矢板セル工	床堀		97 947 m ³	66 000 m ³	1.5	I																					
		セル削ドリグ		9セル	2.5	3.6	I																					
		鋼矢板打	YSP FA t=12.7 L=17.0m φ=18.0m		1 008枚 648枚	148枚 135枚	6.8 4.8	I																				
		根固石及均し共		3 150 m ³ 1 890 m ²	1 400 m ³ 650 m ²	2.25 2.9	I																					
		中詰砂		80 946 m ³	7 500 m ³	10.8	I																					
		裏込砂		35 795 m ³	10 000 m ³	3.6	I																					
	海側クレーン基工	鋼管杭打	直杭 95 φ406.9x(12.7)x(19.0)m		192本	250本	0.8	I																				
		コンクリート			1 126 m ³	(1/月別) 125 m ³ 188 m ³	6.0	I																				
	陸側クレーン基工	鋼管杭打	直杭 φ406.9x9.5x20.1m		56本	175本	0.3	I																				

20000 DWT PHOSPHATE ROCK & WHEAT BERTH 施工工程比較表

寸法	数量	1ヶ月別出精	施工所要 月数	月数																														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
90x27.0	1式		2.5	準備工															後工程															
	19 452 m ³	66 000 m ³	0.3																															
	160本	75本	2.2																															
	6 852 m ³	925 m ³	7.4																															
	6 298 m ²	663 m ²	9.5																															
	2 950 m ³	275 m ³	10.0																															
96	1式		3.5																															
	52.5	7基	7.5																															
	52.5	75基	0.7																															
	3 780 m ³	10 000 m ³	0.4																															
	1 428 m ²	1 000 m ²	1.5																															
	2 327 m ³	10 000 m ³	0.2																															
	378 m ³	72 m ³	3.0																															
	70本	35本	2.0																															
	1式		2.0																															
	1式		2.5	準備工															後工程															
20 1.0m	19 452 m ³	6 600 m ³	0.3																															
	160本	25本	6.4																															
	6 825 m ³	925 m ³	7.4																															
	6 298 m ²	663 m ²	9.5																															
	3 300 m ³	330 m ³	10.0																															
	1式		6.0																															
	52.5	7基	7.5																															
	52.5	75基	0.7																															
	3 780 m ³	10 000 m ³	0.4																															
	1 423 m ²	1 000 m ²	1.5																															
35 2.7x(19.0)	1式		2.0																															
	1式		2.5	準備工															後工程															
	97 947 m ³	66 000 m ³	1.5																															
	9セル	2.5セル	3.6																															
	1 008枚	148枚	6.8																															
	648枚	135枚	4.8																															
	3 150 m ³	1 400 m ³	2.25																															
	1 890 m ²	650 m ²	2.9																															
	80 946 m ³	7 500 m ³	10.8																															
	35 795 m ³	10 000 m ³	3.6																															
3.5 2.7x(19.0)	192本	250本	0.8																															
	1 126 m ³	125 m ³	6.0																															
	56本	175本	0.3																															

Item	Volume (m³)	Quantity	Unit	Remarks	Start	End	Start	End	Start	End
	2 327 m³	10 000 m³	Q2							
	378 m³ (170-76)	72 m³ 126 m³	3.0							
	70 基	35 基	2.0							
	1式		2.0							
	1式		2.5	準備工						
	97 947 m³	66 000 m³	1.5							
	9セル	2.5	3.6							
L=12.7 B=18.0m	1 008枚	148枚	6.8							
	648枚	35	4.8							
	3 150 m³	1 400 m³	2.25							
	1 890 m³	650 m³	2.9							
	80 946 m³	7 500 m³	10.8							
	35 795 m³	10 000 m³	3.6							
5 7)x (19.0) 7)x (19.0)	192本	250本	0.8							
	1 126 m³ (110-76)	125 m³ 188 m	6.0							
5 x 20.1 m	56本	175本	0.3							
	315 m³ (110-76)	35 m³ 105 m³	3.0							
	1式		2.0							
	1式		2.5	準備工						
	65 331 m³	66 000 m³	1.0							
	7 140 m³	7 140 m³	1.0							
	14 123 m³	3 750 m³	3.8							
	4 410 m³	1 000 m³	4.4							
	1式		3.0							
	15 基	1 基	15.0							
	15 "	25 基	0.6							
	23 148 m³	1929 m³ 28 935	0.8							
	14 965 m³	10 000 m³	1.5							
	23 295 m³	10 000 m³	2.3							
	1 126 m³ (110-76)	125 m³ 188 m	6.0							
2.5 x 20.1 m	56本	175本	0.3							
	315 m³ (110-76)	35 m³ 105 m³	3.0							
	1式		2.0							

準備工

後付

2号DWT用 2号DWT用

後付

2-6. 工事費総括表.

工事費総括表(1) (単位は百万円)

50,000 D.W.T BERTH
(1バース, 260m当り)

型式	内訳	外貨	内貨	税金	合計	1m当り単価(百万円)
鋼管杭式 テタッチドピア-	直接工事費	583	302	199	1084	417
	間接工事費	129	88	41	258	99
	合計	712	390	240	1342	516
	比率	53.1%	29.0%	17.9%	100%	
鉄筋コンクリート杭式 橋杭橋	直接工事費	807	591	27	1425	548
	間接工事費	193	130	5	328	126
	合計	1000	721	32	1753	674
	比率	57.0%	41.1%	1.8%	100%	
鋼矢板 セル式岸壁	直接工事費	493	253	136	882	339
	間接工事費	129	84	28	241	93
	合計	622	337	164	1123	432
	比率	55.4%	30.0%	14.6%	100%	
ケソン式岸壁	直接工事費	237	669	24	930	358
	間接工事費	217	107	5	331	120
	合計	454	778	29	1261	485
	比率	36.0%	61.7%	2.3%	100%	

工事費割合図

型式	総工事費 (百万円)	割合 (%)								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
鋼管杭式 テタッチドピア-	1240	外貨			内貨			税金		
鉄筋コンクリート杭式 橋杭橋	1680	外貨			内貨			税金		
鋼矢板 セル式岸壁	1123	外貨			内貨			税金		
ケソン式岸壁	261	外貨			内貨			税金		

工事費総括表(2) (単位は百万円)

20,000 D.W.T BERTH
(1バース、210m当り)

型式	内訳	外貨	内貨	税金	合計	1バース単価(百万円)
鋼管杭式 横棧橋	直接工事費	291	232	98	621	296
	間接工事費	96	61	20	177	84
	合計	387	293	118	798	380
	比率	48.5%	36.7%	14.8%	100%	
場所打コンクリート杭式 横棧橋	直接工事費	327	426	93	846	43
	間接工事費	125	80	19	224	107
	合計	452	506	112	1070	510
	比率	42.2%	47.3%	10.5%	100%	
鋼矢板セル式 岸壁	直接工事費	371	160	101	632	301
	間接工事費	87	60	21	168	80
	合計	458	220	122	800	381
	比率	57.3%	27.5%	15.2%	100%	
ケソン式 岸壁	直接工事費	148	371	14	533	254
	間接工事費	116	65	3	184	87
	合計	264	436	17	717	341
	比率	36.8%	60.8%	2.4%	100%	

型式	総工事費 (百万円)	割合 (%)								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
鋼管杭式横棧橋	798	外貨			内貨			税金		
場所打コンクリート杭式 横棧橋	1070	外貨			内貨			税金		
鋼矢板セル式岸壁	800	外貨			内貨			税金		
ケソン式岸壁	717	外貨			内貨			税金		

3. 施工法の検討.

3-1. 硬土盤の杭打工法.

1). 概要.

今回、岸壁の建設対象地区は、河道部にあり、地盤状況の変化が特に著しい。現段階で判じられている地盤状況、即ち土質資料は、50,000 D.W.T 岸壁及び 20,000 D.W.T 岸壁の建設予定地全長約 4km に対し 4 地質のみである。

注). $\left\{ \begin{array}{l} 50,000 \text{ D.W.T} \text{ --- } S-2, 129 \\ 20,000 \text{ D.W.T} \text{ --- } S-3, S-4 \end{array} \right.$

特に河道部にあたるので、これらの少数地質のみで全体の地盤状況を決定するのは、危険なことであるが、今回夫々の対象地区について、1 断面ずつ平均的な断面を想定した。

これによれば、別紙の地盤柱状図に示すとおり、現地盤 (-3.0m) 以下は、弛り砂層又は中位の粘土層が厚さ 11~12m 推積し、その下には、5~7m 厚さの硬粘土層 ($N > 50$) が存在する。この下層には、更に同様の硬粘土層又は、非常に堅った礫、礫岩層、砂礫層が厚く推積し良好な支持層を形成している。これは概括的にみたところであるが地区によっては中間の硬粘土層の存在が見当らず礫、礫岩層、砂礫層のみの推積地区も存在する。

従って、地区によっては、杭工法の場合掘進中に、孔壁部の崩落現象も十分考慮する必要がある。

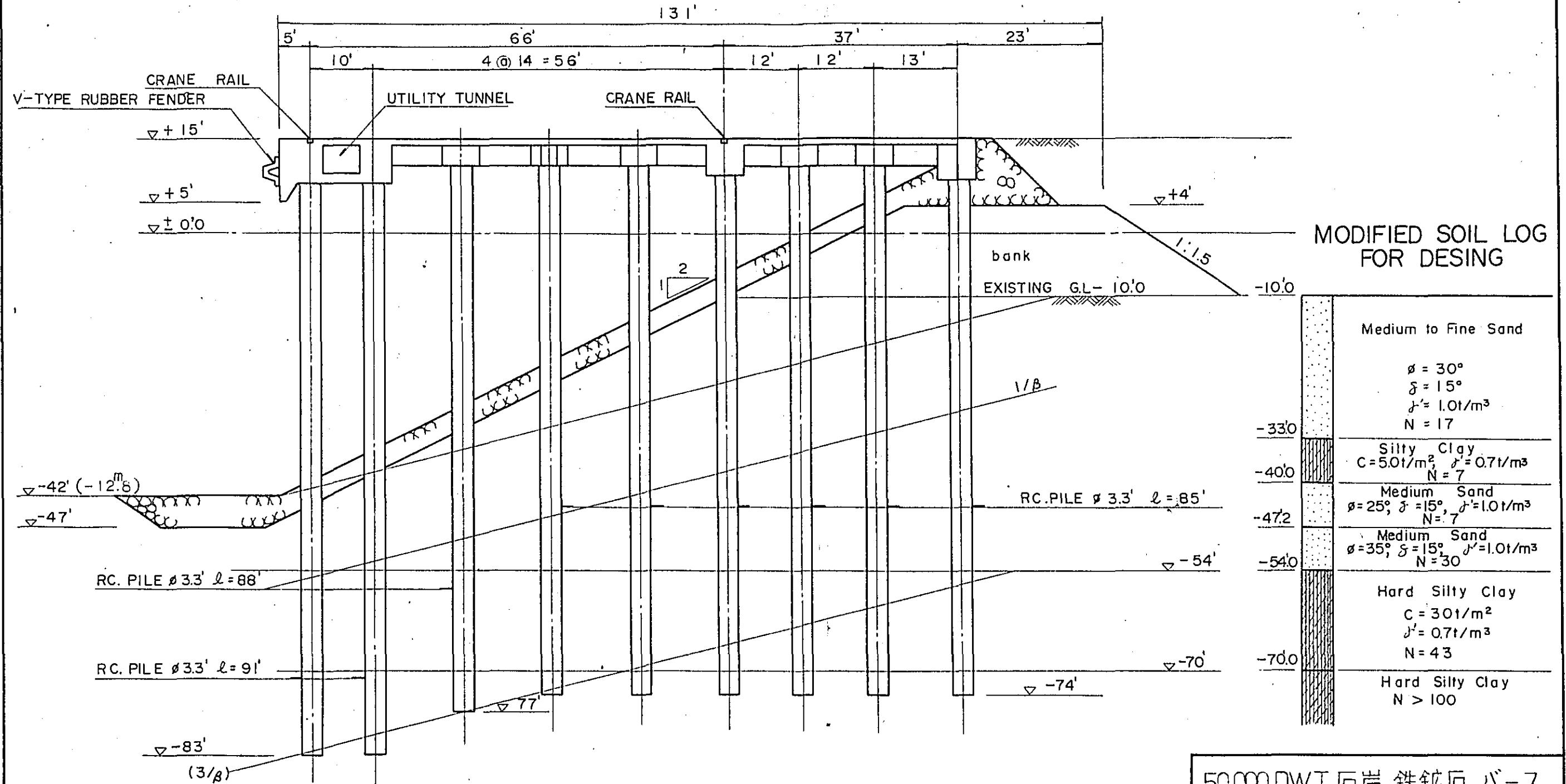
このため杭工法としては、硬土盤を対象とすることは、勿論、孔壁の崩落事故防止も考慮する。

検討の対象とする杭工法は、現場打大口径コンクリート杭、と鋼管杭の二種類とする。但しプレキャストR.C杭については、現場打大口径コンクリート杭と同様とする。

杭の施工数量(1バース当り)

	径・厚さ	長さ	本数	
			50,000 D.W.T	20,000 D.W.T
プレキャスト コンクリート杭	φ 1,000	26~28 ^m	690	—
現場打大口径 コンクリート杭	φ 1,400	25 ^m	—	160
鋼管杭	φ 914.8, 19	27 ^m	—	160
	直杭 φ 711.2 × 12.7	27.5 ^m	120	
	斜杭 φ 711.2 × 12.7	27.5 ^m	300	
	φ 609.6 × 12.7	22 ^m	28	

TYPICAL CROSS SECTION SCALE 1:200

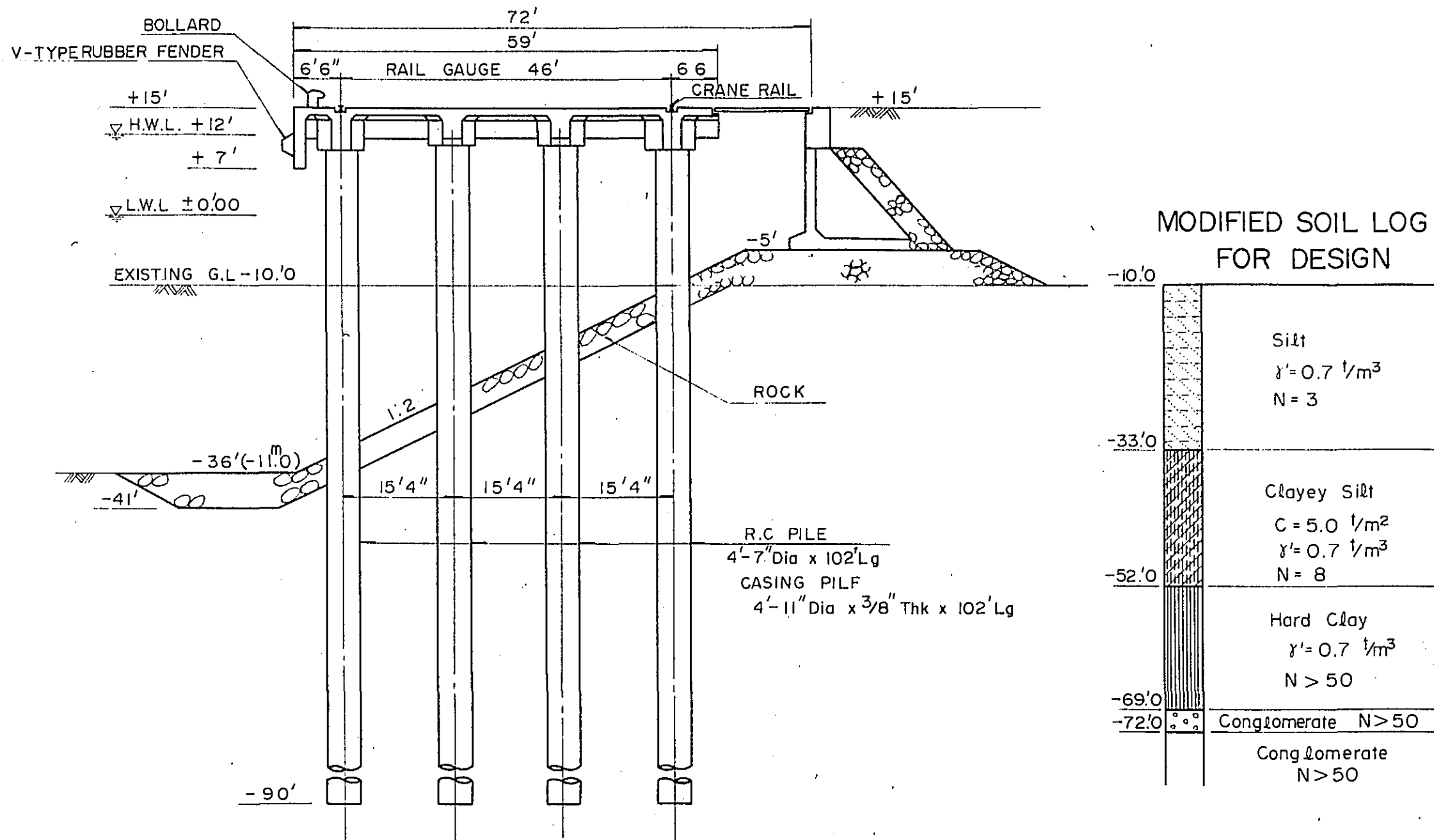


50,000 DWT 石炭、鉄鉱石、バース

鉄筋コンクリート杭式横棧橋

図 3.1.1

TYPICAL CROSS SECTION SCALE 1 : 200



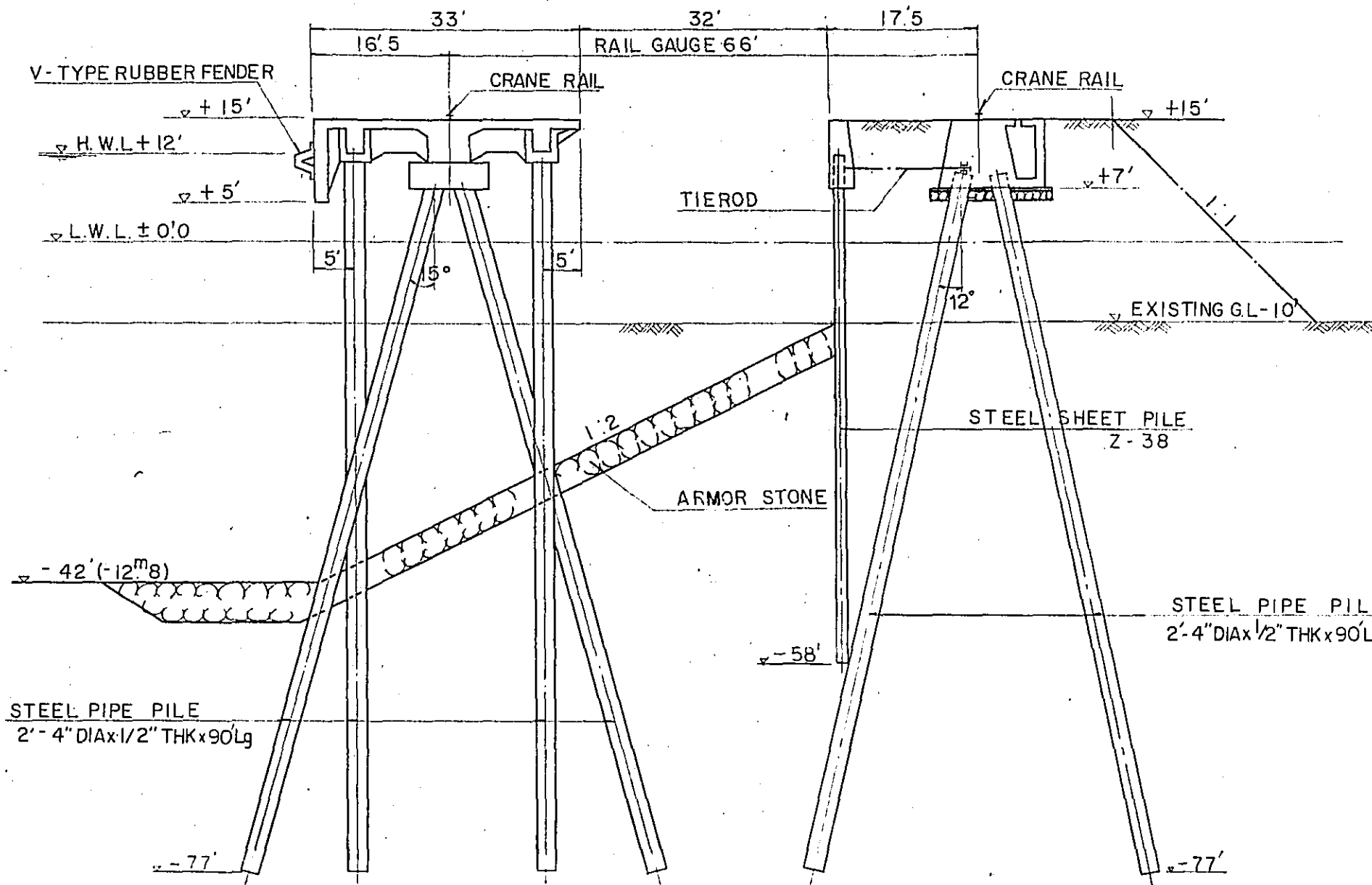
20,000 DWT 燐鉍石, 小麦, バース

場所打コンクリート杭式横棧橋

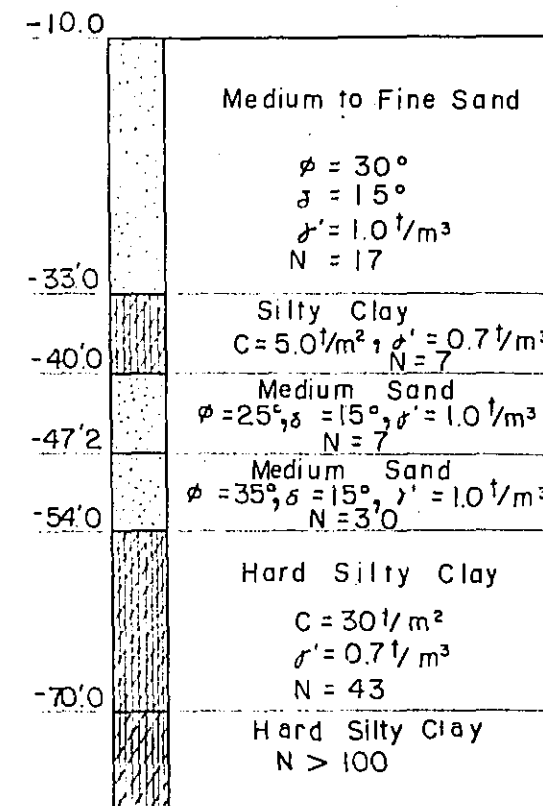
図 3.1.2

15

TYPICAL CROSS SECTION SCALE 1:200



MODIFIED SOIL LOG FOR DESIGN

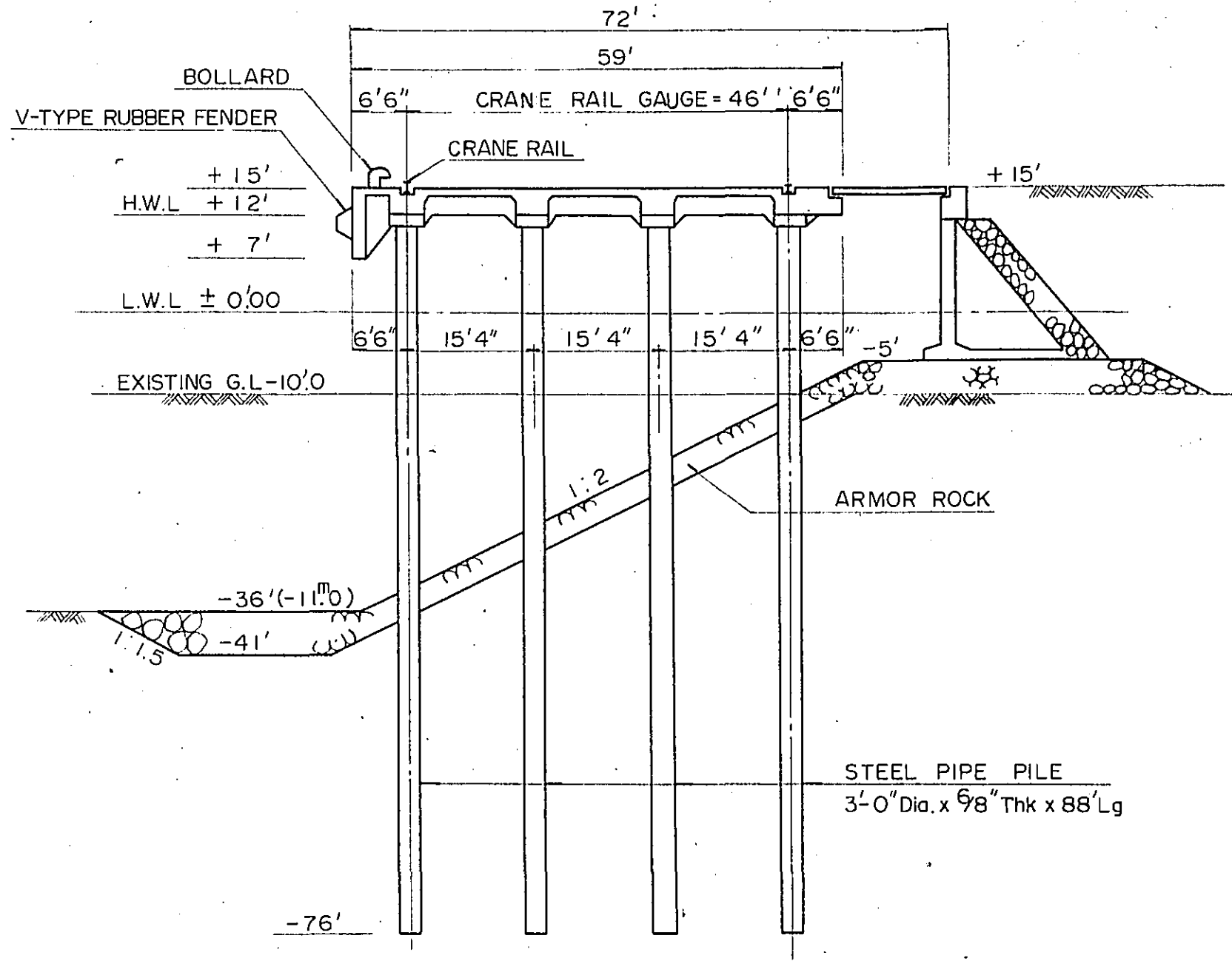


50,000 DWT 鉄鉱石石炭バース

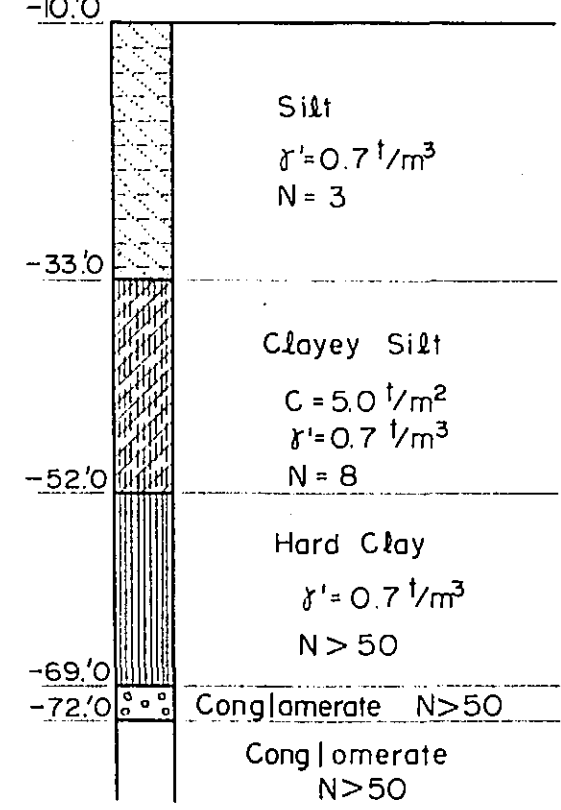
鋼管杭式横棧橋

図 3.1.3

TYPICAL CROSS SECTION SCALE 1:200



MODIFIED SOIL LOG FOR DESIGN



20,000 DWT 燐鉍石小麦バーズ
鋼管杭式横棧橋
図 3.1.4

2) 現場打コンクリート杭

4) 工法検討

本工法は、図3.1.5.6 に示すようなケーシングを使用するが、地盤が硬質ロリ一重管式に二重管式がある。一重管(スタントパイプ)式の場合は、大口径の鋼管を所定の位置に、ハイローハマーなどで打込んでから、掘削に着手し、その完了後以即コンクリートと打設する。この場合コンクリートの凝縮を待たずスタントパイプ(レール)を引き抜くことは不可能であるから一般には埋殺す。その工法は、凝縮を待たずコンクリートを打設しながらスタントパイプを降下し(引抜き速度: 15%/min)上方にスライドして引抜く方法(ある)が、この場合、海上作業であり打設中に横振動をあるえ、杭の危害をあたえる危険性(あり)。又高度の管理技術が必要とするので今回は対象からはずす。

二重管式の場合の外管(一重管: スタントパイプに相当する)は、一重管の径より少し大きい(+5×2 = +10")ものを使用する。その打込みから掘削完了までの過程は、一重管式の場合と同じであるが、全断面を建設前に杭長と同じ長さでスタントパイプの肉厚をやや薄く内側ケーシングを建設する。又内側ケーシングと地山との間隙はセメントモルタルを注入し、そのケーシングを型枠の代りとしてコンクリートを打設する。

従つて内側のケーシングは埋殺となり、外側のケーシングは引抜き反復使用する。

一般的に上記工法の内一重ケーシング方式で現場打込クリート杭と他工との場合は、掘削孔の壁面が破く崩落がおこらぬと認められる地盤に適用されている。一重ケーシング方式で現場打込クリート杭を他工との場合は、掘削孔の壁面が崩落し易うな不均一な地盤、特に固固かつ粘り粘り少くない軟い砂質土で包圍されているような地盤に適用されている。

以下上記工法についてその長所短所を列挙する。

(注) 地盤とケーシングの相対関係は図3.1.5, 6の通りである。

比較表

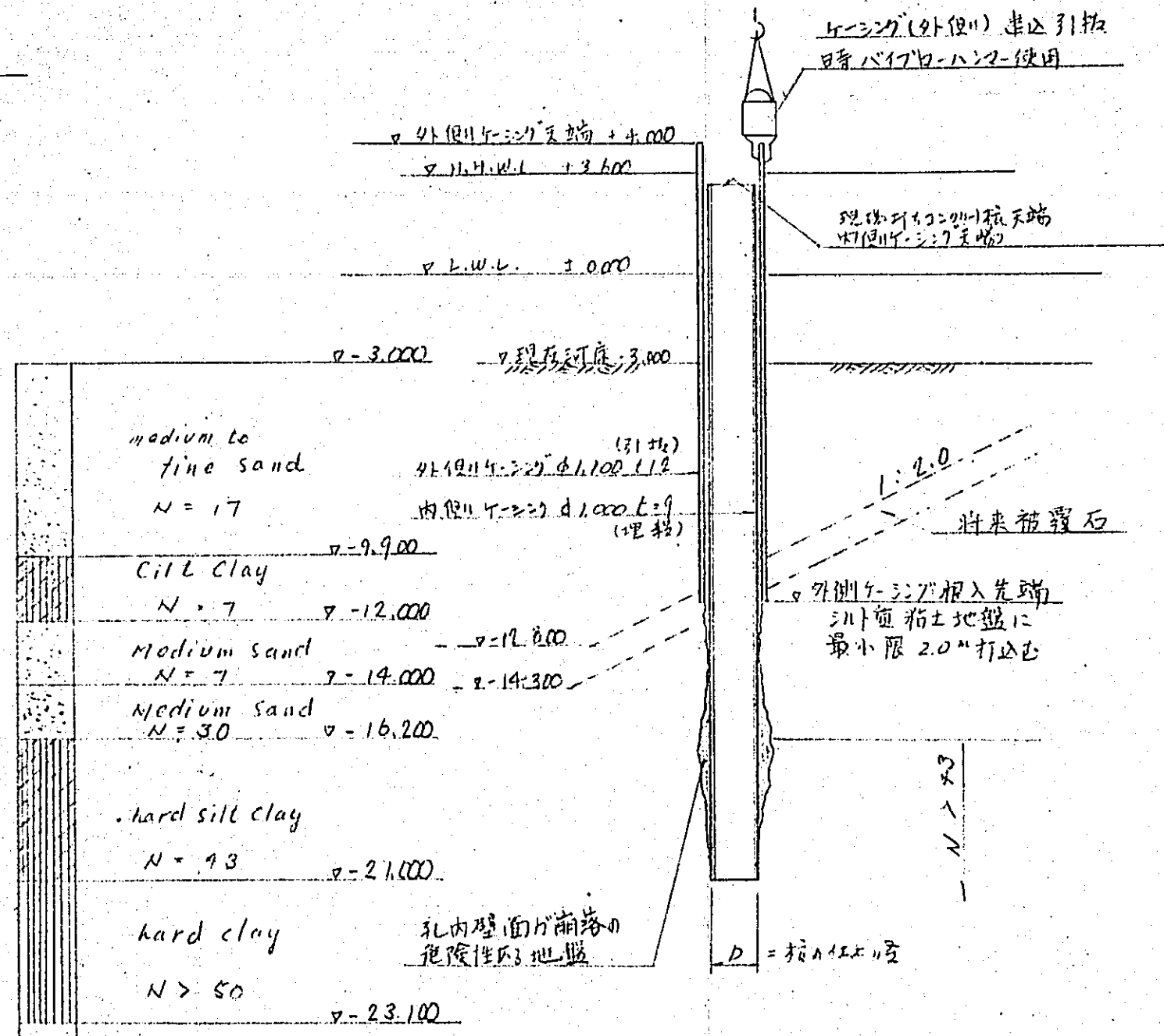
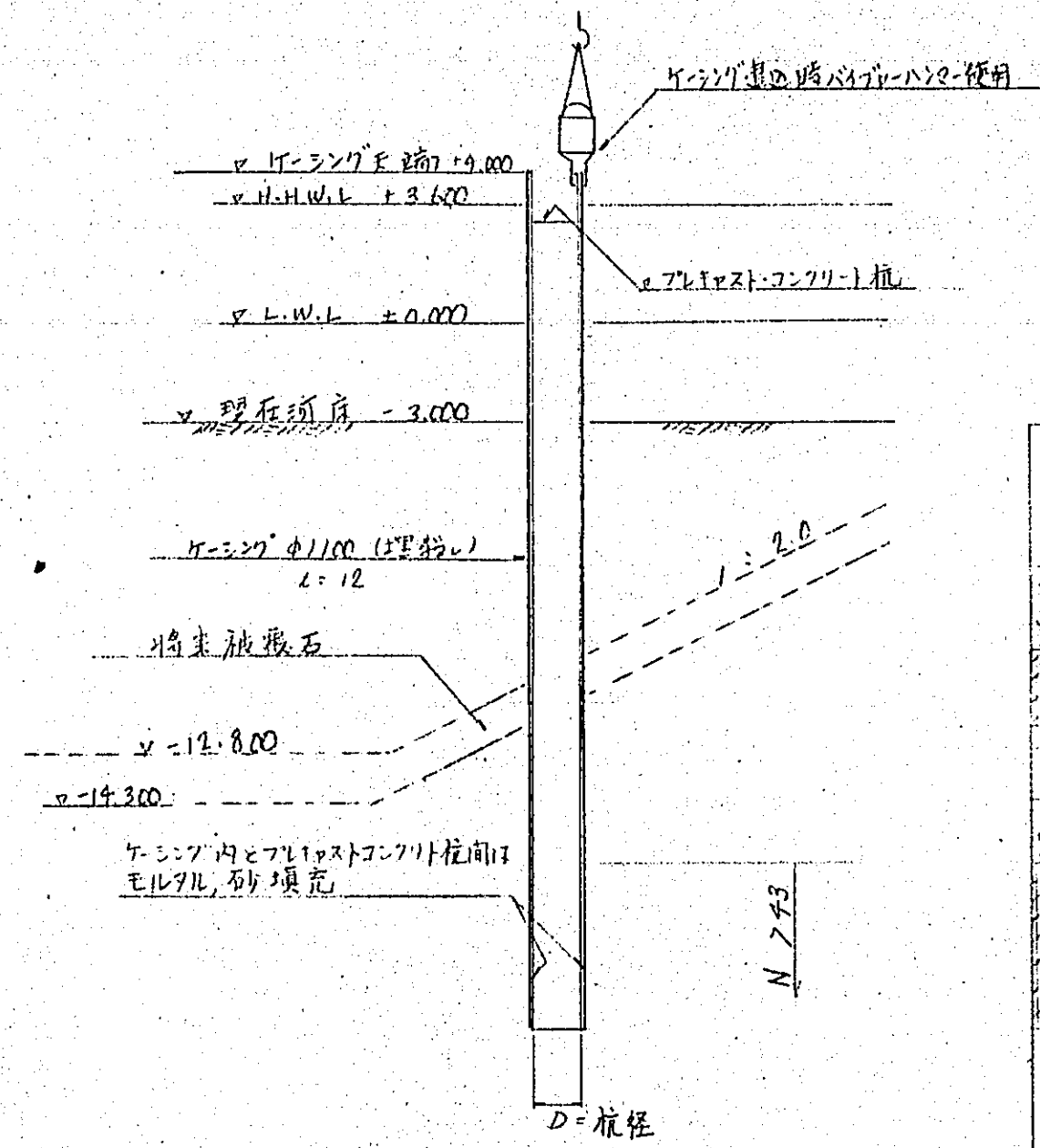
区分	長 所	短 所	備 考
一重管方式	<ul style="list-style-type: none"> ・工法が簡單 ・施工速度大 ・経済的 ・仕上程度良好 	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼管の肉厚が大 ・孔壁面の崩落易い ・地盤に不適 	土質によっては適
二重管方式	<ul style="list-style-type: none"> ・埋殺の内管厚小 ・孔壁面の崩落(偏)地盤に適 	<ul style="list-style-type: none"> ・工法が複雑 ・施工速度小 ・不経済 	

上記表の結果を見ると、崩落性のない地盤では一重管方式が最も適している。しかし現在までに行なわれた地盤調査の結果によれば、孔壁が崩落する危険性のある地区も認められるので、そのような地区では、二重管方式を採用せざるを得ないと思われる。将来更に追加判明した地盤調査に基づき、この崩落性の有無につき検討する必要がある。従って、ここでは以上の二方式について検討する。

5.0.000 D/π

一重管方式プレキャストコンクリート杭

二重管方式場所打コンクリート杭



medium to fine sand	(31 打)	外側ケーシングφ1,100 L12
N = 17		内側ケーシングφ1,000 L9 (埋設)
Cill Clay	N = 7	▽ - 9.900
Medium sand	N = 7	▽ - 12.000
Medium sand	N = 3.0	▽ - 14.000
hard silt clay	N = 43	▽ - 16.200
hard clay	N > 50	▽ - 21.000
		▽ - 23.100

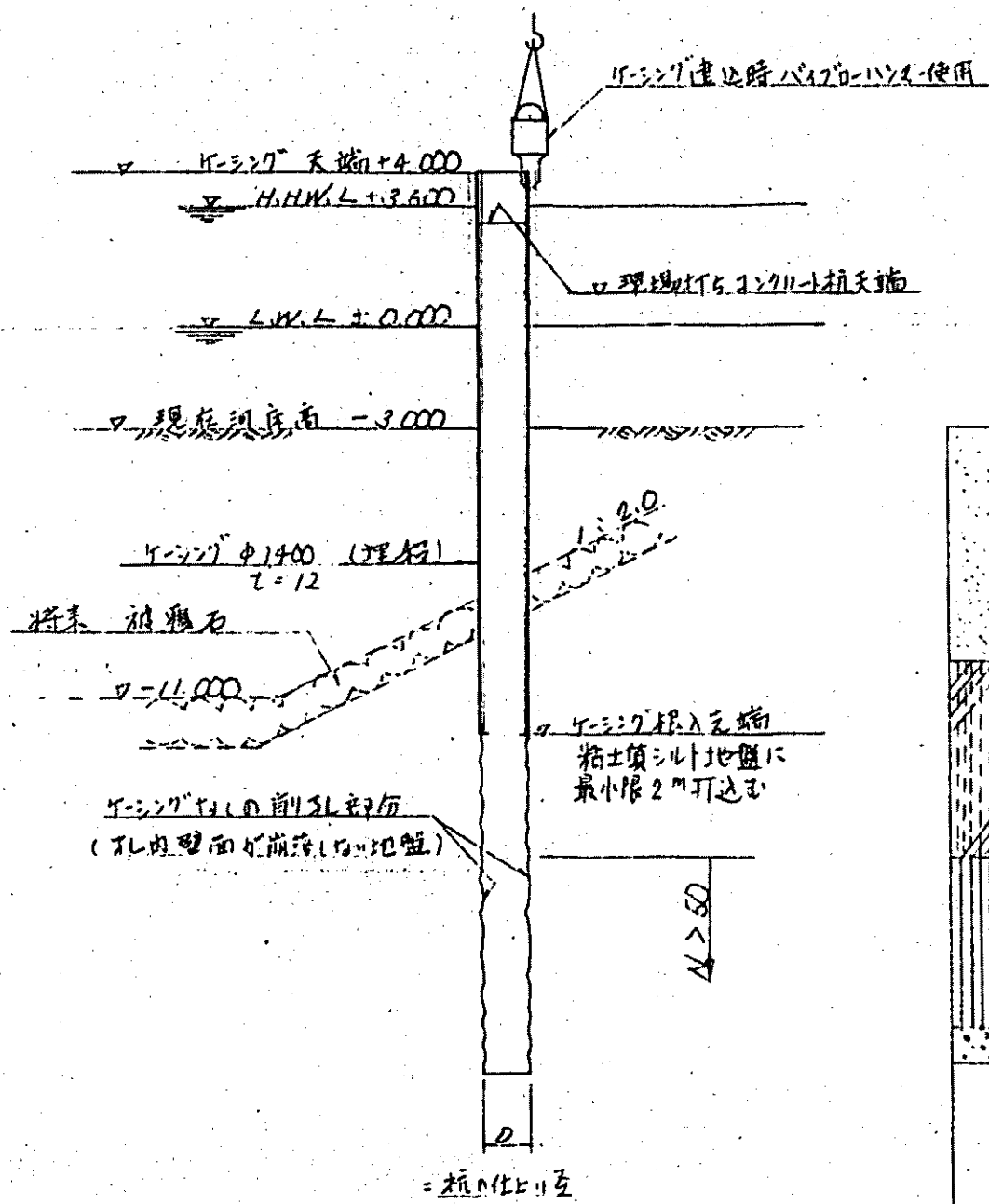
図 3.1.5

将来被覆石
外側ケーシング根入先端
引板時土留に
最小限 2.0m 打込む

孔内壁面が崩落の
危険な地盤

20,000 D/W

一重管方式場所打コンクリート杭



二重管方式場所打コンクリート杭

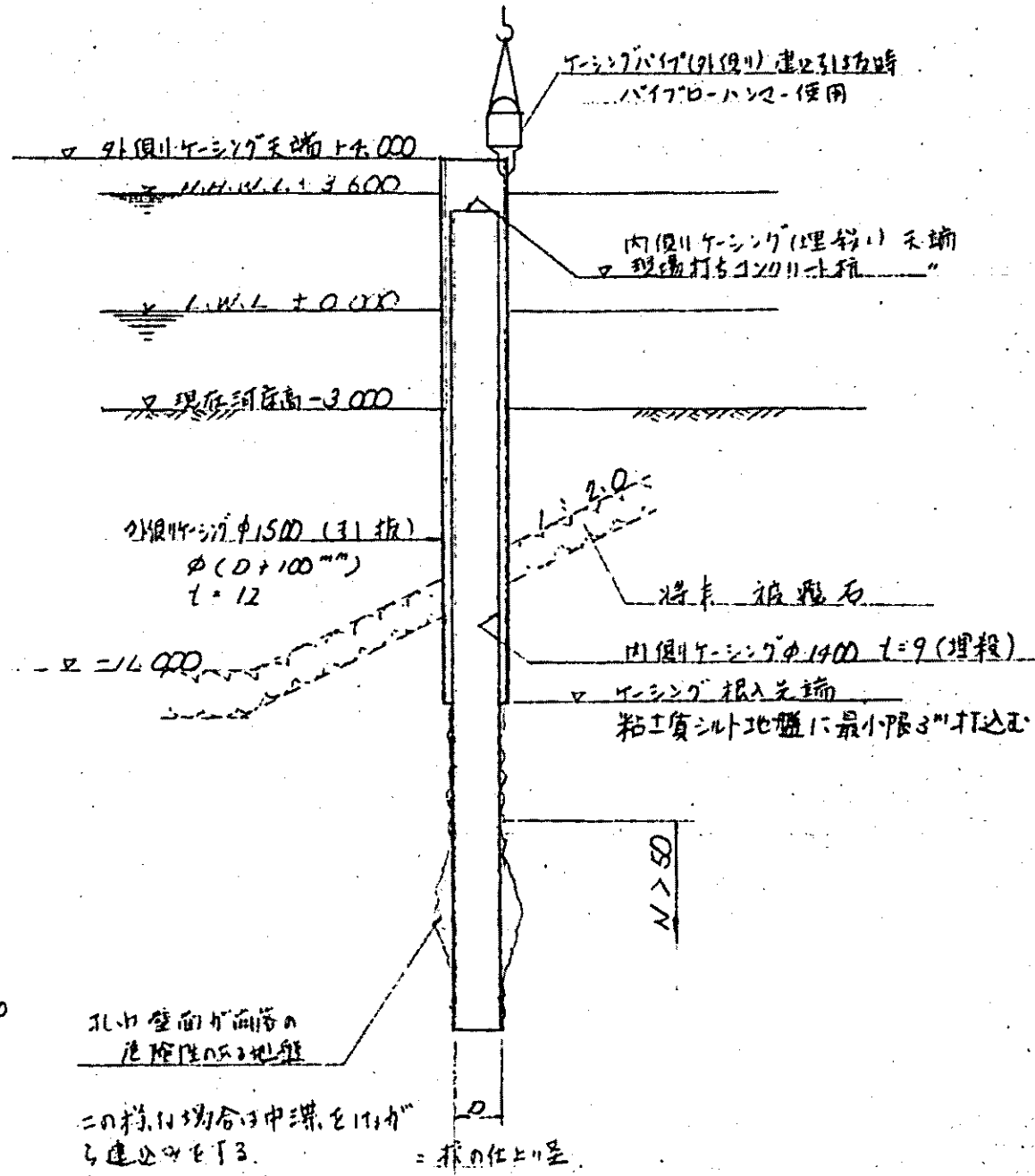


図 3.1.6

b). 施工方法 ($\phi 1,400$, $\phi 1,000$)

1). 施工順序.

◦ 一重管方式の施工順序

- ①. スタンドパイプ打込み.
- ②. 掘削.
- ③. スライム処理 (港湾工事では、掘削完了時、エアリフトを10分間位操作することにより、孔内でのこの工程は省かれる.)
- ④. 鉄筋建込み (プレキャストR.C杭建込み)
- ⑤. コンクリート打設.

◦ 二重管方式の施工順序

- ①. スタンドパイプ打込み
- ②. 掘削
- ③. 内側ケーシング建込み.
- ④. スライム処理 (港湾工事では、掘削完了時、エアリフトを10分間位操作することにより、孔内でのこの工程は省かれる.)
- ⑤. 孔底よりグラウト
- ⑥. 鉄筋建込み.
- ⑦. コンクリート打設
- ⑧. スタンドパイプ引抜き.

以下施工順序に従い、施工方法、主要機械の選定を検討する。

ii). 施工方法.

現場打コンクリート杭を施工する場合、スタンドパイプが自立する場合は、掘削機をその頭部に搭載する方法と杭打船のリーフに取付ける方法とがある。又自立しない場合は、杭打船のリーフに取付ける方法と数個のスタンドパイプを棧橋杭として、その上に移動式の作業台を設置する方法とがある。

項目	長所	短所	機械形式	適否
自立する場合	<ul style="list-style-type: none"> 掘削工事に直ちにかかると可 波浪の影響小(油圧式) 作業船の隻数小(懸重式) 垂直精度大、施工速度比較的大 経済的。 	<ul style="list-style-type: none"> スタンドパイプの長いと必要。 スタンドパイプ打込みに注意が必要。 土質により工法変更することあり。 油圧式の場合は重量が大で危険性がある。 	懸重式	やや適
			油圧式	不適
自立しない場合	<ul style="list-style-type: none"> 掘削工事に直ちにかかると可 スタンドパイプは比較的短い どのような土質にも適合。 施工速度大、二重ケーシング可。 	<ul style="list-style-type: none"> 波浪の影響大。 掘削孔の垂直精度やや劣る。 作業船の隻数大 経済性やや劣る。 大型の杭打船要(油圧式) 	懸重式	適
			油圧式	不適

自立しない場合	棧橋	<ul style="list-style-type: none"> ◦ スタンドパイプを利用可能 ◦ スタンドパイプは比較的短い、作業船隻数小 ◦ 土質、波浪の影響小 ◦ 垂直精度大 ◦ 経済的 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 掘削に先立作業台の仮設必要 ◦ ニ重ケーシングの場合はスタンドパイプにブラケット必要 ◦ 施工速度やや劣る 	油圧式	適
				懸垂式	不適

以上の比較表より考察すると、棧橋方式が最も適している。但し軟弱地盤に遭遇することもあり得るので、棧橋方式を採用する場合でも、一組の懸垂式抗打船方式を準備する方が望ましい。

イ). 準備

掘削機を組立て施工場所へ運搬、又は作業船にセットする。

ロ). スタンドパイプ打込む

(1). ケーシングの寸法

一重ケーシング方式では、現場打コンクリート杭の仕上り径とスタンドパイプの外径は同径とする。又プレキャスト・コンクリート杭より一回り大きい外径のスタンドパイプを使用する。一方ニ重ケーシング方式では、内管を建込みグラウト完了後、外側のスタンドパイプを引抜くため多少の余裕をとる必要がある。

従って内管と外管とのクリアランスを38mmとする。

厚さは一重ケーシングの場合、打込み時の変形防止

を考慮し、 $e=12\text{mm}$ とする。又二重ケーシングの場合と外管は一重ケーシングと同様に $e=12\text{mm}$ とし反復使用に耐えるものとする。

寸法表

区 分	径	スタンドパイプ		
		径	厚	長さ
一重ケーシング方式	1,000 ^{mm}	1,100 ^{mm}	12 ^{mm}	16 ^m
	1,400 ^{mm}	1,400	12	17 ^m
二重ケーシング方式	1,400 ^{mm}	1,500	12	17

(2). 長さの決定.

スタンドパイプの長さは、掘削機のトルクと鉛直荷重に耐えるとともに、先端部の崩壊を防止するため粘土層に20m以上打込まれていなければならない。

(a). 荷重に耐えるに必要な根入長.

$$e = \frac{5}{N \times \pi D} (P + W + \frac{T}{D}) \times F$$

(先端支持力のないマイヤ-ホフの公式より応用)

但し.

N : 平均 N 値.	50,000 ^{psi}	20,000 ^{psi}
D : スタンドパイプ径	1.1 ^m	1.5 ^m
P : 塔載荷重.	35 ^t	35 ^t
W : 自重.	5.5 ^t	8 ^t
T : 掘削機トルク	3,000 ^{kgm}	3,000 ^{kgm}
F : 安全率	2.0	2.0

ハ). 掘削.

スタンドパイプの打込みが完了したら掘削機を塔載又は抗打船方式で中掘を開始する。

掘削径は、一重ケーシング方式、二重ケーシング方式と同径のものを使用する。ビットの径は、 $\phi 1,000$ のプレキャストR.Cの場合 $\phi 950$ とし、 $\phi 1,400$ のR.Cの場合を $\phi 1,350$ とする。

掘削機には、懸垂式と油圧式がある。

1). 掘削機の選定.

・懸垂式の場合

この場合根入れ部の岩質の強度が不明であるが、一軸圧縮強度 300 kg/cm^2 の砂岩として以下の検討を行う。

過去の実績より最も経済的な掘削速度である純掘削速度 1 m/hr を出すに必要な掘削諸元は、下記表の通りである。

削孔速度： 10 m/hr

杭径(mm)	ビット荷重(t)	掘削トルク(kg-m)	掘削回転数(rpm)
$\phi 1,000$	14	1300	15~20
$\phi 1,400$	17	1500	15~20

ビット荷重、掘削トルクから考えてL-2形であり、掘削径が $\phi 1,000 \sim \phi 1,400$ と大きいので、すり集めカッターのフリーニングの効率を上げるために、ドリルロード

の内径は $\phi 200$ とする。従ってL-2(特)形とする。

。油圧式の場合

削孔速度： $1.5^m/rr$

杭径(mm)	給油圧(t)	掘削トルク(kg \cdot m)	掘削回転数(r.p.m)
$\phi 1,000$	15~20	3,000~4,000	0~14
$\phi 1,400$	20~25	3,000~4,000	0~14

削孔径が大であり、上記表に適合する機械はBM-100N形ボリング機械である。

掘削機の種類

形式	規格	製作会社	備考
懸垂式	L-2(特)形	石川島播磨 重工業株式会社	ビルトボリング マシン
油圧式	BM-100N	鉦研試錐 工業株式会社	ビッツマン

懸垂式は、常にスイベリケーバードリルロッド等
を作業船より懸垂しているから波浪の影響を
受け易いが本現場は幸いに河口で施工される
から多少、流水の影響があるがそれは、アンカー
の設置を充分に行なえば問題は解消される。
又波浪についてと最高波高は0.5 m であり、常に
水平は平靜であるから、問題はナリ。

尚、懸垂式の場合は、杭打船のリーダーを使用
するので、ドリルロッドの継ぎ足しの折に一隻の補助
クレーン船が必要となるから不経済である。

一方、油圧式の場合は、栈橋上に機械を

据付けるので掘削作業には補助クレーンは必要ではない。

(a). 掘削機の諸元については別紙参照のこと。

L-2(特)形 58頁

BM-100N 61~62頁

(b). スライム排出方法。

エアリフトによる逆循環工法を採用し、カッタイングス(スライム)の回収を行う。この方法は、サクション式より施工中に操作が簡単で、故障も少ないので、この種の作業では一般的方法として採用されている。操作中は管内の水位を上げる必要があるため給水ポンプを準備する。

(c). 孔曲り防止法。

- ・ガイドの役目とするスタビライザーを、2~3箇所設け、ビットの振れ止めとほめる。
- ・掘削時においてビットの先端の荷重をできるだけその土質の抵抗力に合わせる。

(d). ビットの種類。

N値30以下の一般土質部には、高圧ジェットが適し、それ以上の硬土、又は軟岩には、ローラー形式のロックビットを使用する。

(e). カッターの寿命。

本土質は(上層N値5~15粘質土と砂質土の互層、下部一軸圧縮強度 300 kg/cm^2 の砂岩)の

場合カッター-寿命として350~500時間と指定される。
内訳は次の通りである。

- ① 新品からオ1回肉盛まで 150~200時間
- ② オ1回肉盛からオ2回肉盛まで, 100~150時間
(海外では困難)
- ③ オ2回肉盛からベアリング破損まで 100~
150時間 (海外では困難)

ビットの消耗費 (ビット1ヶ当り)

	φ1,000 $\frac{9\gamma}{9\gamma}$	φ1,400 $\frac{14\gamma}{13\gamma}$	備考
①	1,440,000	2,240,000	懸
	1,800,000	2,500,000	油
②	300,000	420,000	懸
	270,000	390,000	油
③	300,000	420,000	懸
	270,000	390,000	油
計	2,040,000	3,080,000	懸
	2,340,000	3,280,000	油

時間当り消耗費(懸垂式) = 7,200^円/hr(φ1,000), 11,200^円/hr(φ1,400)
 , (油圧式) = 9,000^円/hr(φ1,000), 12,500^円/hr(φ1,400)

注. 肉盛は, 高度の技術を要するので海外工事では
考慮しない。

(4). 工 程.

抗打船を使用する場合と, テーブルを杭に搭載
する場合は多少異なるが, 本当りの工程は, 硬
地盤の厚さを6mと仮定した場合次の通りで
ある。但し, 鋼管杭及びケーシングパイプは,
あらかじめ打設しておくものとする。

掘削径		φ1,000	φ1,400	備考
使用ビット種類		ロックビット	ロックビット	
最初の粗立		10 時間	10 時間	
純掘削時間	高圧ジェット	1	1	一般土質部 12.5m
	ロックビット	8	12	硬質土又は 軟岩 6.0m
ロックビットの取扱時間		1	1	
掘削時ドリルパイプの継ぎ足し時間		5	5	
次の孔へ移動する場合の解体時間		6	6	
合計		31 時間/本	35 時間/本	

上記数値は、抗打船のリーダを使用した場合で
スタンドパイプが自立しロ-ワリテ-ブルを、その頭部
に搭載し、補助フレンで掘削工具を吊り上げる
場合は、上記数値に各5時間を加える。

又、2本目以降は、上記数値より各3時間を
減じたものとする。

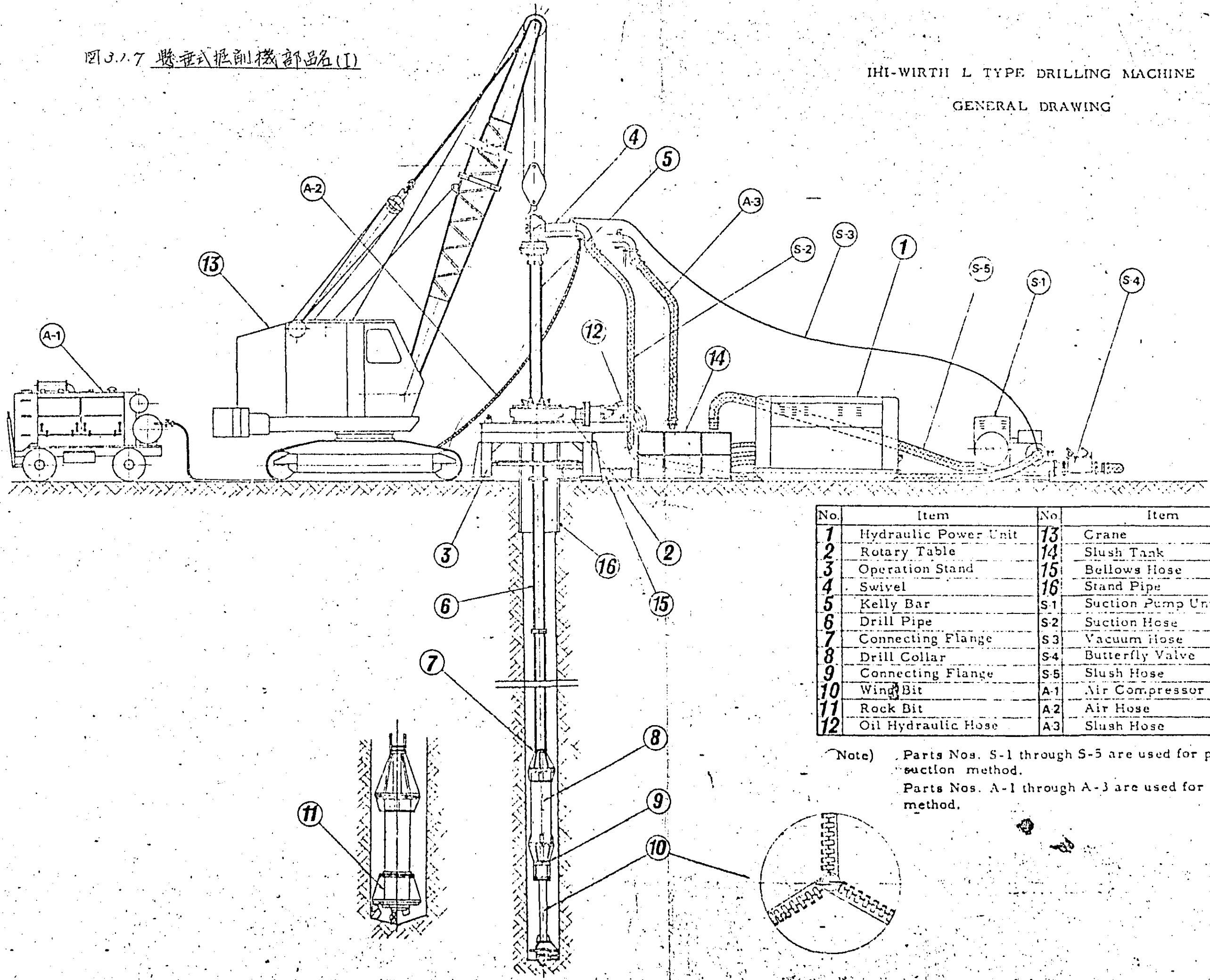
表3.7.1 LHZ-VIRTH ポーリングマシン性能一覽表

懸垂式振動機諸元

型 式	エ-253ポーリングマシン	エ-252ポーリングマシン	エ-251ポーリングマシン	エ-153ポーリングマシン	エ-152ポーリングマシン
型式	ワインドレフト	ワインドレフト, ロックレフト	ワインドレフト, ロックレフト	ワインドレフト, ロックレフト	ワインドレフト, ロックレフト
重量 (バックアップ + エンジン)	2800kg	3500kg	3500kg	6800kg	23400kg
総出力	最大2000馬力 (一般土質) 最大1500馬力 (軟岩)	最大3000馬力 (一般土質) 最大2000馬力 (軟岩)	最大3000馬力 (一般土質) 最大2000馬力 (軟岩)	最大5000馬力 (一般土質) 最大3000馬力 (軟岩)	最大6000馬力 (一般土質) 最大6000馬力 (軟岩)
振動速度	最大200rpm	最大350rpm	最大350rpm	最大600rpm	最大650rpm
対象土質	一般土質	一般土質, 岩盤	一般土質, 岩盤	一般土質, 岩盤	一般土質, 岩盤
スライプ容量	10 ton	24 ton	60 ton	60 ton	180 ton
ドリルパイプ, ケーブル, ナクションボース径	150mmφ	150mmφ	200mmφ	200mmφ	315mmφ
回転速度 (rpm)	0~20 rpm	0~40 rpm	0~40 rpm	0~40 rpm	0~19 rpm
回転速度 (rpm)	150rpm/rev x 210mm	226rpm/rev x 250mm	226rpm/rev x 250mm	226rpm/rev x 250mm	750rpm/rev x 170mm
回転速度 (rpm)	98 rpm	1420 rpm	1240 rpm	1140 rpm	600 rpm
振動出力	37 PS 又は 30 LB	75 PS 又は 45 H	75 PS 又は 45 H	100 PS 又は 75 H	340 PS 又は 250 H
ポンプ出力	150 L/min x 210mm	340 L/min x 250mm	340 L/min x 250mm	280 L/min x 250mm	2392 L/min x 170mm
ポンプ出力	150mmφ	150mmφ	250mmφ	250mmφ	
ポンプ出力	250mmφ	250mmφ	360mmφ	360mmφ	
ポンプ出力	200mmφ	150mmφ	150mmφ	150mmφ	
ポンプ出力	7.0mmφ	7.0mmφ	10mmφ	10mmφ	20~22mmφ
ポンプ出力	7mmφ	7mmφ	7mmφ	7mmφ	7mmφ
ポンプ出力	振動機 (一般土質, 岩盤)	振動機 (一般土質, 岩盤)	振動機 (一般土質, 岩盤)	振動機 (一般土質, 岩盤)	振動機 (一般土質, 岩盤)

图3.1.7 悬垂式掘削機部名(I)

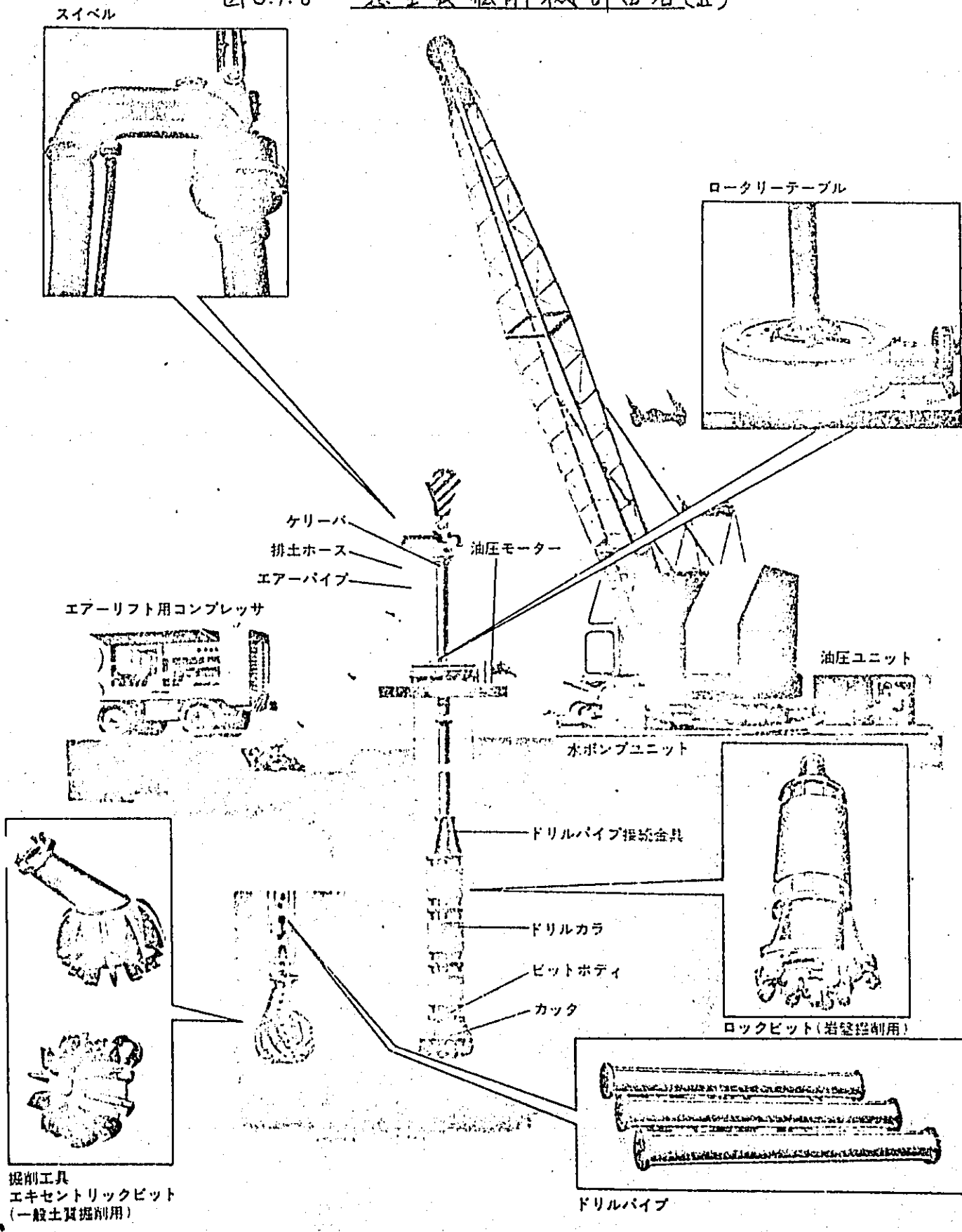
IHI-WIRTH L TYPE DRILLING MACHINE
GENERAL DRAWING



No.	Item	No.	Item
1	Hydraulic Power Unit	13	Crane
2	Rotary Table	14	Slush Tank
3	Operation Stand	15	Bellows Hose
4	Swivel	16	Stand Pipe
5	Kelly Bar	S-1	Suction Pump Unit
6	Drill Pipe	S-2	Suction Hose
7	Connecting Flange	S-3	Vacuum Hose
8	Drill Collar	S-4	Butterfly Valve
9	Connecting Flange	S-5	Slush Hose
10	Wing Bit	A-1	Air Compressor
11	Rock Bit	A-2	Air Hose
12	Oil Hydraulic Hose	A-3	Slush Hose

(Note) Parts Nos. S-1 through S-5 are used for pump suction method.
Parts Nos. A-1 through A-3 are used for air-lift method.

図3.7.8 懸垂式掘削機部品名(II)



エアリフトならビルトボーリングマシン!

表3.1.2(4) 油圧式掘削機諸元

(A) ドリルユニット (BM-100N-MB)

形 式		BM-100N型 レイズドリル		
パイロット孔径 (mm)		250		
リーミング孔径 (mm)		1450 (1750)		
掘削能力 (m)		180		
掘削方向		0° ~ -90°		
回 転	変 速 段	1 速	2 速	8 速
	回 転 数 (r.p.m)	0 ~ 6.8	0 ~ 18	0 ~ 57
	ト ル ク (kg-m)	7000	2600	815
給 進	給進ストローク (mm)	1600		
		押込み (最大)	引抜き (最大)	
	給 進 力 (kg)	110,000	160,000	
	給 進 速 度 (cm/min)	80	21	
	早送り給進速度 (cm/min)	514	859	
潤滑油 ポンプ	形 式	トロコイドポンプ		
	吐 出 圧 力 (kg/cm ²)	5		
	吐 出 量 (ℓ/min)	3.3		
	電 動 機	200/220V 4P	0.2KW	
寸 法 (mm)	全 長	3795	全 巾	1640
			全 高	4365
重 量 (kg)	約 18000			

(B) オイルポンプユニット (BM-100N-PU)

メ イン ポンプ	形 式	ブランジヤー		
	吐 出 量 (ℓ/min)	2.71		
	吐 出 圧 力 (kg/cm ²)	16.0 (21.0)		
給 進 用 ポンプ	形 式	ブランジヤー		
	吐 出 量 (ℓ/min)	1.6		
	吐 出 圧 力 (kg/cm ²)	21.0		
原 動 機	電 動 機	9.0 KW 4P		
プ ー ス ト ポンプ	形 式	ギヤ		
	吐 出 量 (ℓ/min)	9.0		
	吐 出 圧 力 (kg/cm ²)	1.5		
原 動 機	電 動 機	3.7 KW 4P		
寸 法 (mm)	全 長	2800	全 巾	1100
			全 高	1000
重 量 (kg)	約 2100			

表3.1.2.(b)

〔C〕バルブユニット (BM-100N-BU)

圧力制御	給進用圧力		
	回転用圧力		
	ブースト用圧力		
流量制御	給進用流量		
オイルタンク容量 (ℓ)	600		
寸法 (mm)	全長	全巾	全高
	2200	1150	1200
重量 (kg)	約 1200		

〔D〕コントロールユニット (BM-100N-CU)

スイッチ	緊急停止		
	メインポンプ始動停止		
	ブーストポンプ始動停止		
	回転速度切換		
	回転方向切換		
	トルク切換		
	給進方向切換		
	早送り方向切換		
圧力制御	給進用圧力		
指示計	ピットロード		
	トルク		
寸法	全長	全巾	全高
	700	700	1500
重量 (kg)	約 60		

〔E〕スイッチユニット (BM-100N-ES)

形式	屋外自立		
定格	AC 400/440V		
	AC 200/220V		
寸法 (mm)	全長	全巾	全高
	1800	850	1650
重量 (kg)	600		

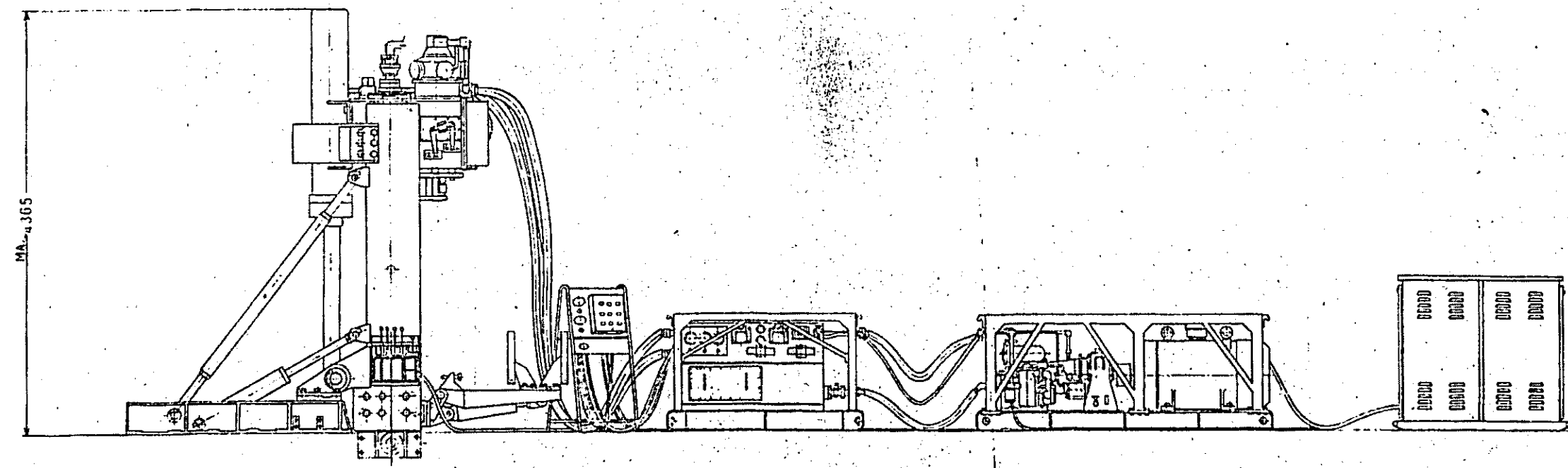
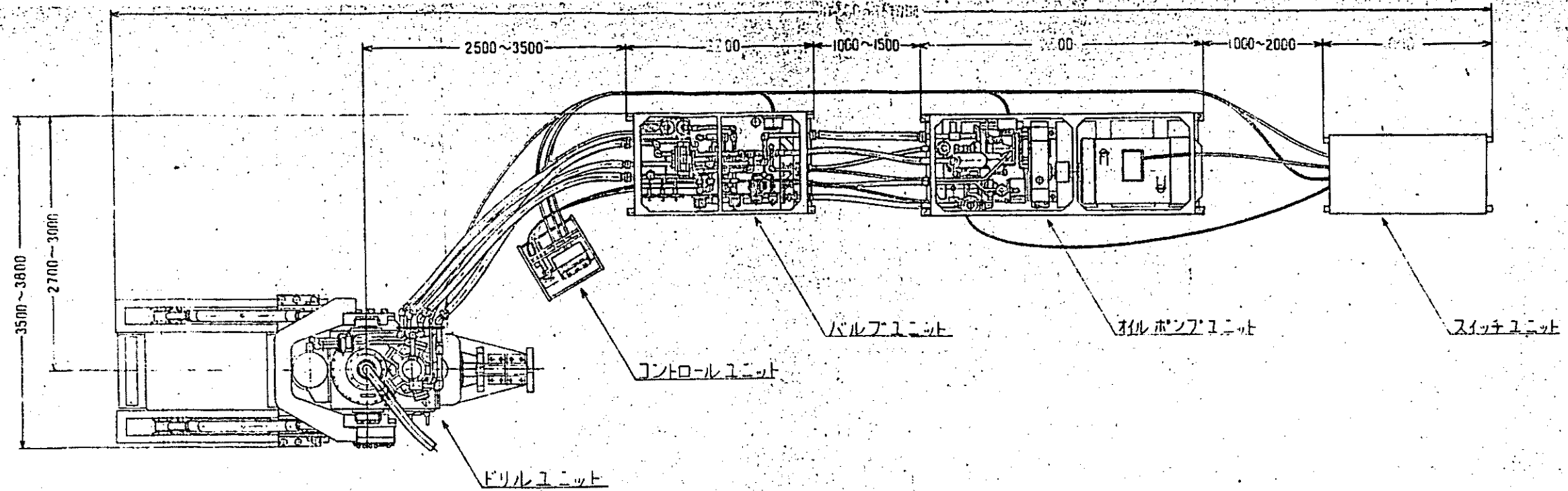


図 3.1.9 (a)

NAME 全体配置図		SCALE	
MODEL BM-100N	DATE 46-9-16	CHECK. 林 隆	DR. TF.
KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.		NO. F-10500	

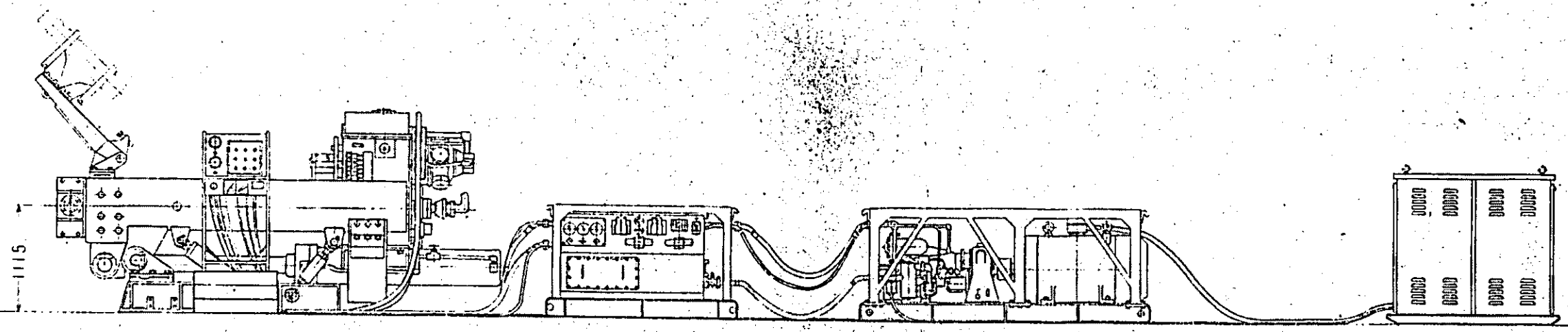
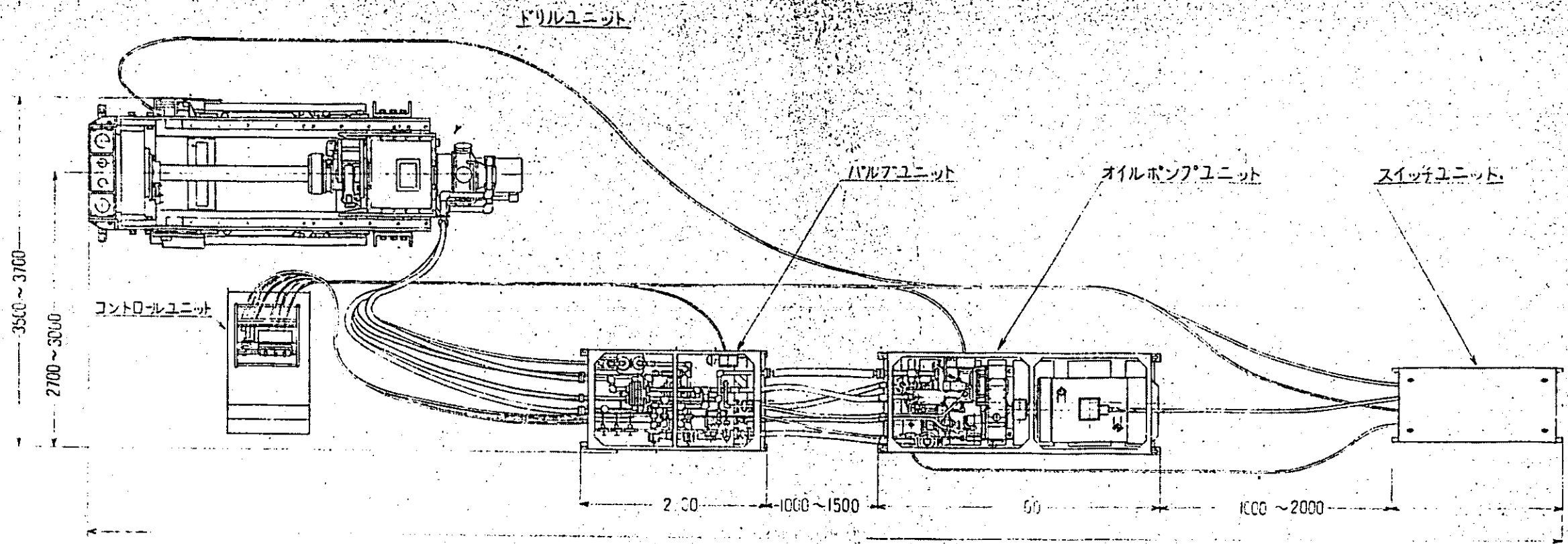
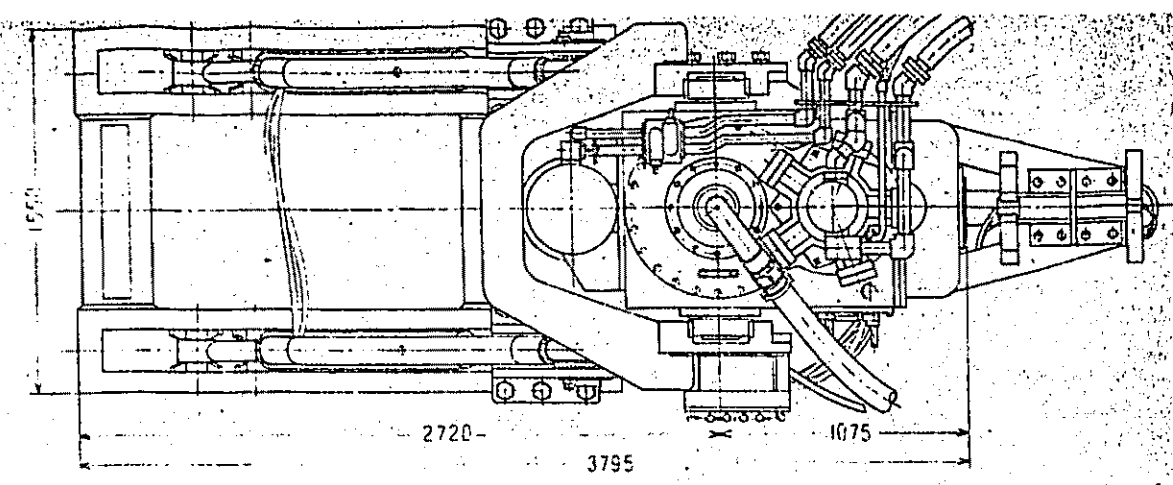


図 3.1.9 (b)

NAME	全体配置図 (水平用)			SCALE
MODEL	BM-100N	DATE	46-9-20	CHECKED
KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.			NO.	F10533-P



型式	BM-100N型レイズドリル			
パイロット孔径 (mm)	250			
リーディング孔径 (mm)	1450			
掘削能力 (m)	180			
掘削方向	0° ~ -90°			
回転	変速段	1速	2速	3速
	回転数 (rpm)	0 ~ 6.8	0 ~ 18	0 ~ 57
	トルク (kg-m)	7000	2600	1815
給送	ストローク (mm)	1600		
	給送力 (kg)	110000	or 160000	
重量 (kg)	約 12500			

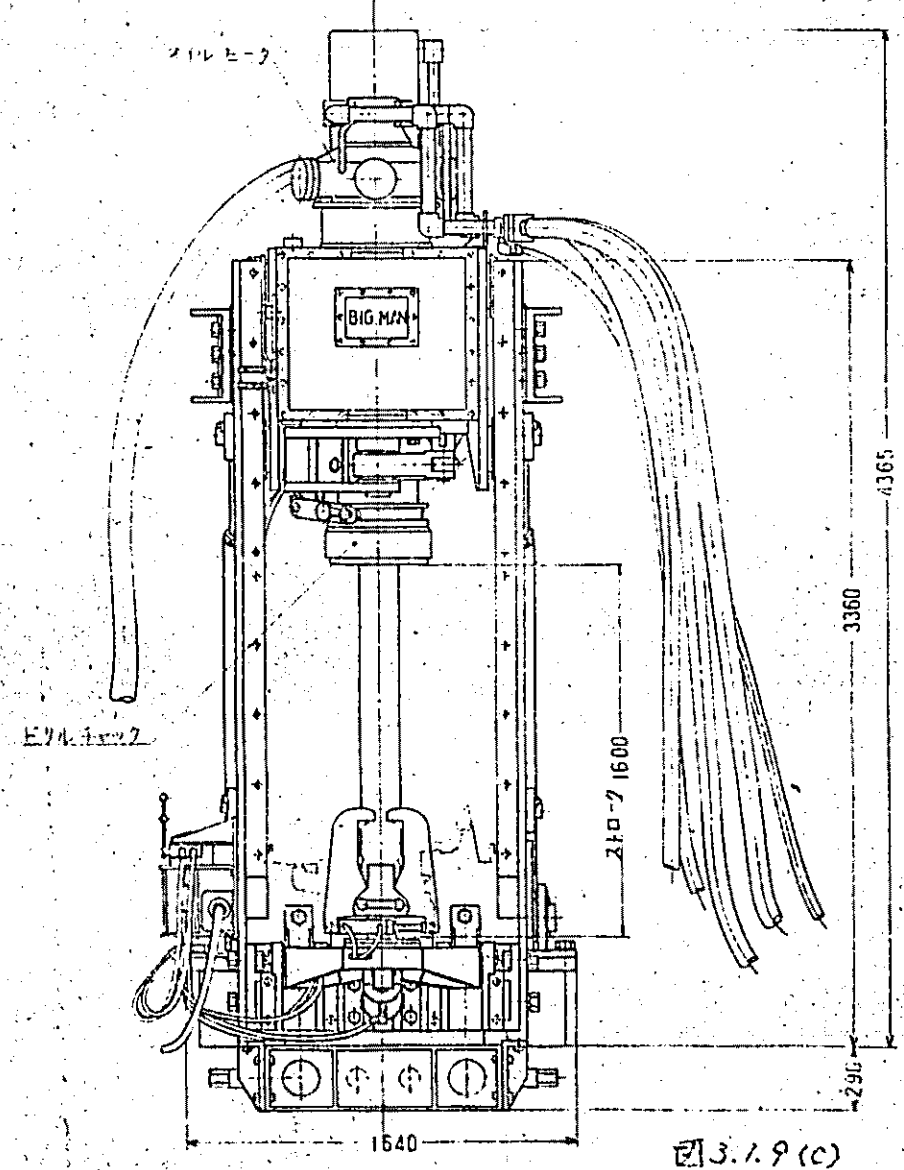
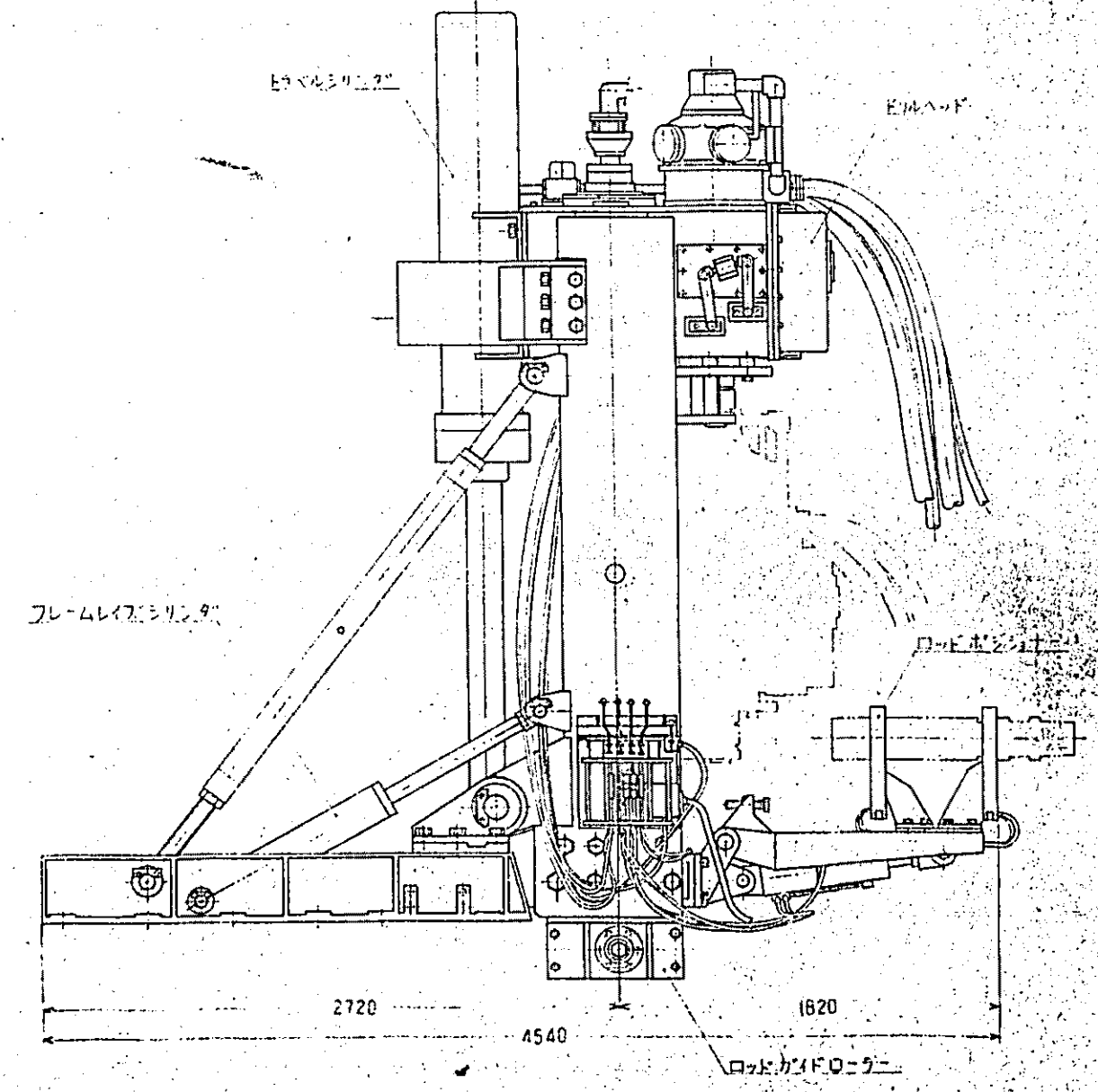
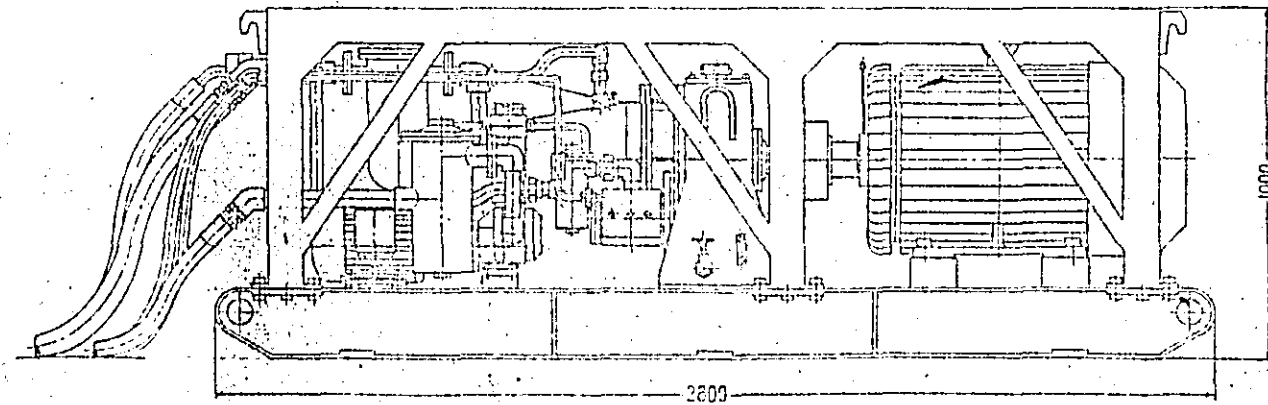
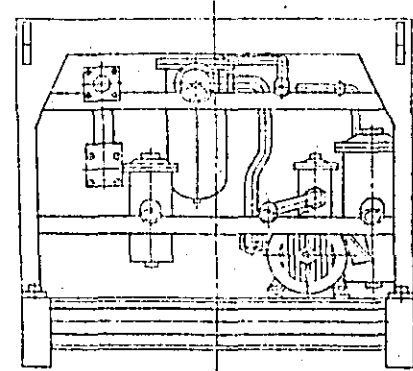
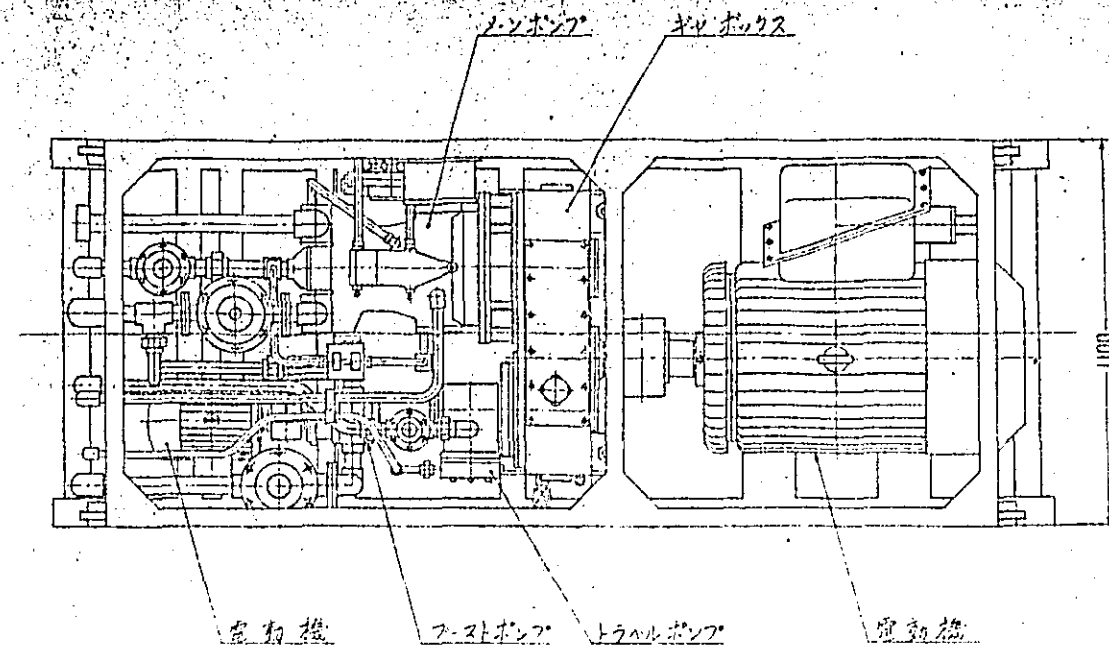


図3.1.9(c)

NAME	ドリルユニット組立図		
MODEL	DATE	CHECK	DR
BM-100N	46-8-17	大塚 誠	大塚 誠
KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.			F10528

仕様

メインポンプ	型式	フランジ-
	吐出量	271 L/min
トランスポンプ	吐出量	16 L/min
	吐出圧力	210 kg/cm ²
圧縮機	型式	ギヤ
	吐出圧力	15 kg/cm ²
フースポンプ	吐出量	90 L/min
	吐出圧力	3.7 MPa
全重量 約 2100 kg		



1213.1.9(d)

4P-90KW, 400/440V, 50/60Hz 公称吐出量 271 L/min

NAME	オイルポンプユニット組立図			SCALE	1/10
MODEL	BM-160N	D.A.E	CHEUNG K	D.R.	
KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.					

仕 様

圧力制御	給送用圧力
	回転用圧力
	フース用圧力
流量制御	給送用流量
オイルタンク容量	50L
電圧	三相 120V

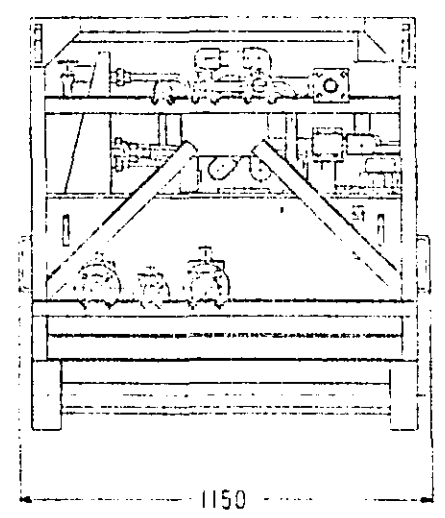
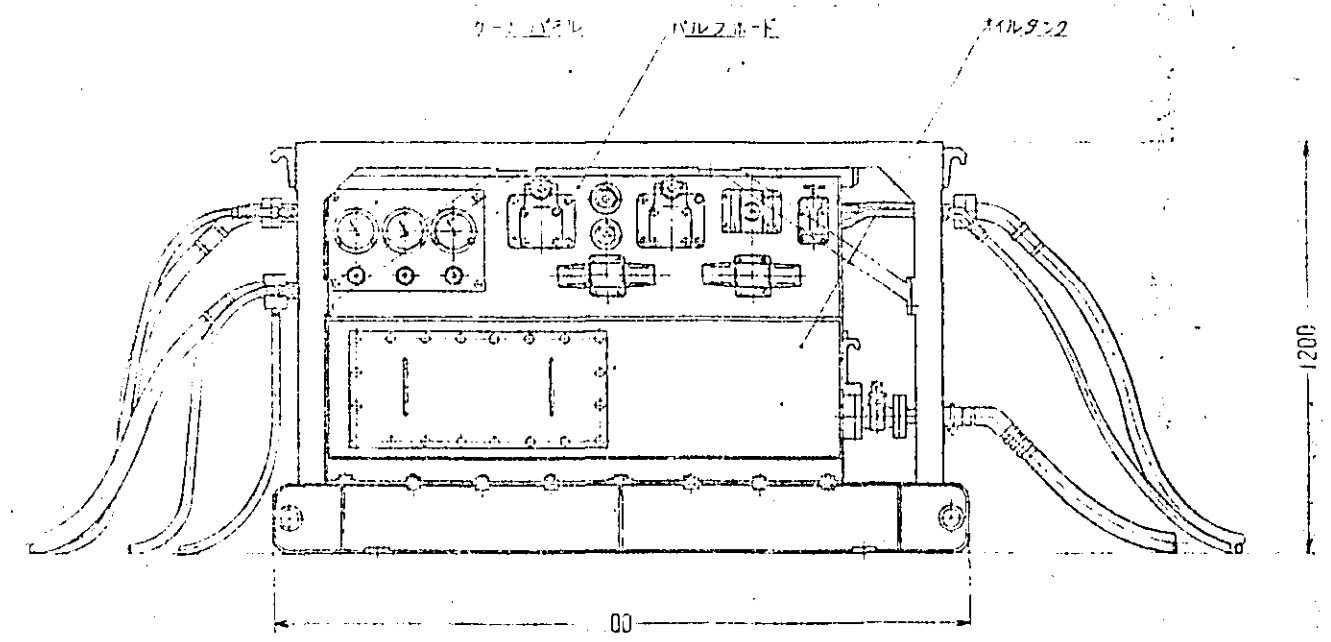
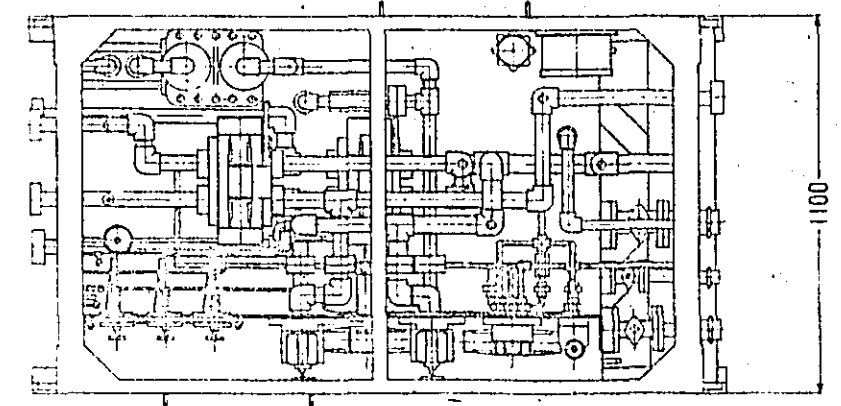


図 3.2.4 (2)

NAME	バルブユニット組立図		
MODEL	BM-100N	46-8-30	46-8-30
KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.		F10526-P	

二). 内側ケーシングの建込み

二重ケーシング方式の内側ケーシングの建込みについて述べる。これは削孔中又はコンクリート打設にその壁面が崩落する危険のある様な土質に削孔後内側のケーシングを建込み、コンクリート打設の為に型枠の役目を果たしめるものである。

建込み時の孔内の状態として、次の様な場合が考えられる。

- ① 孔内壁面の崩落が局部的で、その量の小さな場合
- ② 孔内壁面の崩落が局部的であるが量の大きな場合
- ③ 削孔中に崩落の非常に激しい場合。

既に、その状態としては上記の3ケースが考えられる。しかし、本現場の土質調査の結果からは③の様なケースは殆ど考えられない。若くはその様な場合、杭型式の栈橋は、経済的にも、工期の点からも適切な型式と言えない。したがって他の①、②の2ケースの場合について検討する。

(1) 建込みの手法

① の場合

この場合は孔内壁面を一度きれいに掘削し、内側ケーシングを建込み、所定の深度まで入れる。若い完全に入らないう様な場合はテールハンマーで打込

みをする。

(2) の場合

孔内を掘えても又崩れてくる可能性があるので、一旦内側ケーシングを建込み中掘えをしながら鋼管を自重で下げていく方法をとる。

(2). 使用機械

ケーシングの重量

$$\phi 1400 \quad t=9 \quad L=25.0^m \quad W=7.725^t$$

工 種	使用 機 械	備 考
ケーシング建込み	台船 300 ^t 塔載クレーン 100 ^t 又は台船 100 ^t 塔載クレーン 35 ^t	掘削機移動用 又は補助クレーン使用
孔内中掘	BM-100N 又は L-(特) 2型	掘削機
打込み	杭打船 D-32 又はバイブロハンマー	いすれも崩落の小 なる場合

(注) バイブロハンマーは崩落が小 又はケーシングと地山の
間隔が小なる場合、モルタルグラウトの作業を省略
する意味が、今、て、周囲地盤を振動することにより、
その間隔を 杭の周囲の土砂で 埋戻す方法として効
果的である。

ホ). モルタルグラウト工.

(1). グラウトは二重ケーシングによる杭打りの場合、ケーシングと地山との間の余掘の箇所に施工し、杭の横抵抗を又は、軸圧縮力の低減を防止する役目を果す。

従って、施工に先立ち掘削先端部のスライムを処理してから入念にモルタルを注入する。(図-3.1.10参照)

(2). モルタルの配合.

(1m ³ 当り)						
セメント	ヤンナ付	フライアッシュ	砂	フォーミックス	遅延剤	水
150kg	50kg	100kg	1,200kg	2kg	1kg	330kg

(3). 施工方法.

スライム処理後、グラウト用パイプの先端にメカ=カルパッカーを取付けて、それを所定の杭先端部まで落としパイプを通して圧縮空気を送り、パッカーを膨張させて管の内壁に十分密着するようにしてから注入を行う。注入を完全に行なわれたかを確認することは海上作業において困難であるが、潜水夫に直に確認させるか、又は海底面の濁りの程度より判断して、その作業を中止する。

①. 注入機械の能力算定

グラウトポンプの計画は、注入時間が約1時間程度で完了する規模のものとす。

現場打コンクリート杭φ1,400を対照の杭とす。

平均間隔巾(最大) 4.0m 効率 $\eta=0.75$

注入高さ 10.0m

割増し率 30%

$$\text{杭1本当り注入量 } Q = 3.14 \times 1.40 \times 10 \times 0.04 \times 1.3 \\ = 2.3 \text{ m}^3/\text{本}$$

$$\text{1分間当り所要吐出量} = \frac{1,000 \times Q}{60 \times \eta} \\ = \frac{1,000 \times 2.3}{60 \times 0.75} \\ = 51 \text{ l/min}$$

②. 注入機械の諸元

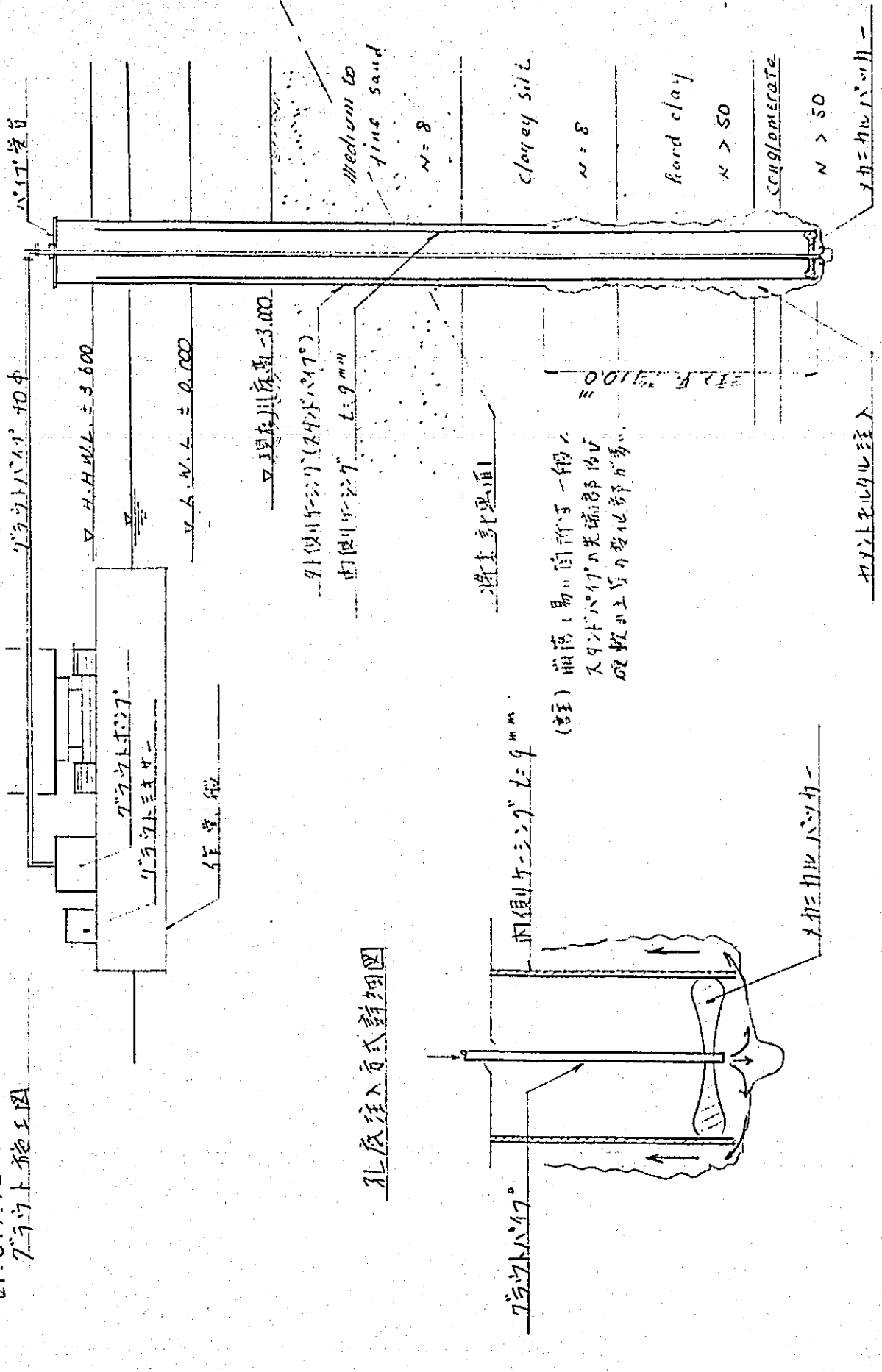
グラウトポンプ

項目	規格
形式	ヤマト Eマ-7
構造形式	横形複筒複動式ピストン式
吐出圧力	40 kg/cm ²
吐出量	65 l/min
ピストン径	56 φ
ストローク表	75
輸送管	40A
原動機	75W

グラウトミキサー

項目	規格
形式	ヤマト MP-300
構造形式	堅型並列2槽式
おろし容量	2 × 300 l
回転数	250 rpm
吐出径	50 φ
原動機	3.7 kW

図. 3.7.10
パイプ工図



孔底注入方式詳細図

へ). コンクリート打設.

一重のケーシング, すなわちスタンドパイプを埋殺す場合はスライム処理後, 鉄筋カゴを建込み, トレー管をその中に懸垂して打設する。又二重のケーシングの場合は, 掘削完了後, たたりに内側のケーシングを建込みモルタル注入完了後は, 前者と同様に施工する。

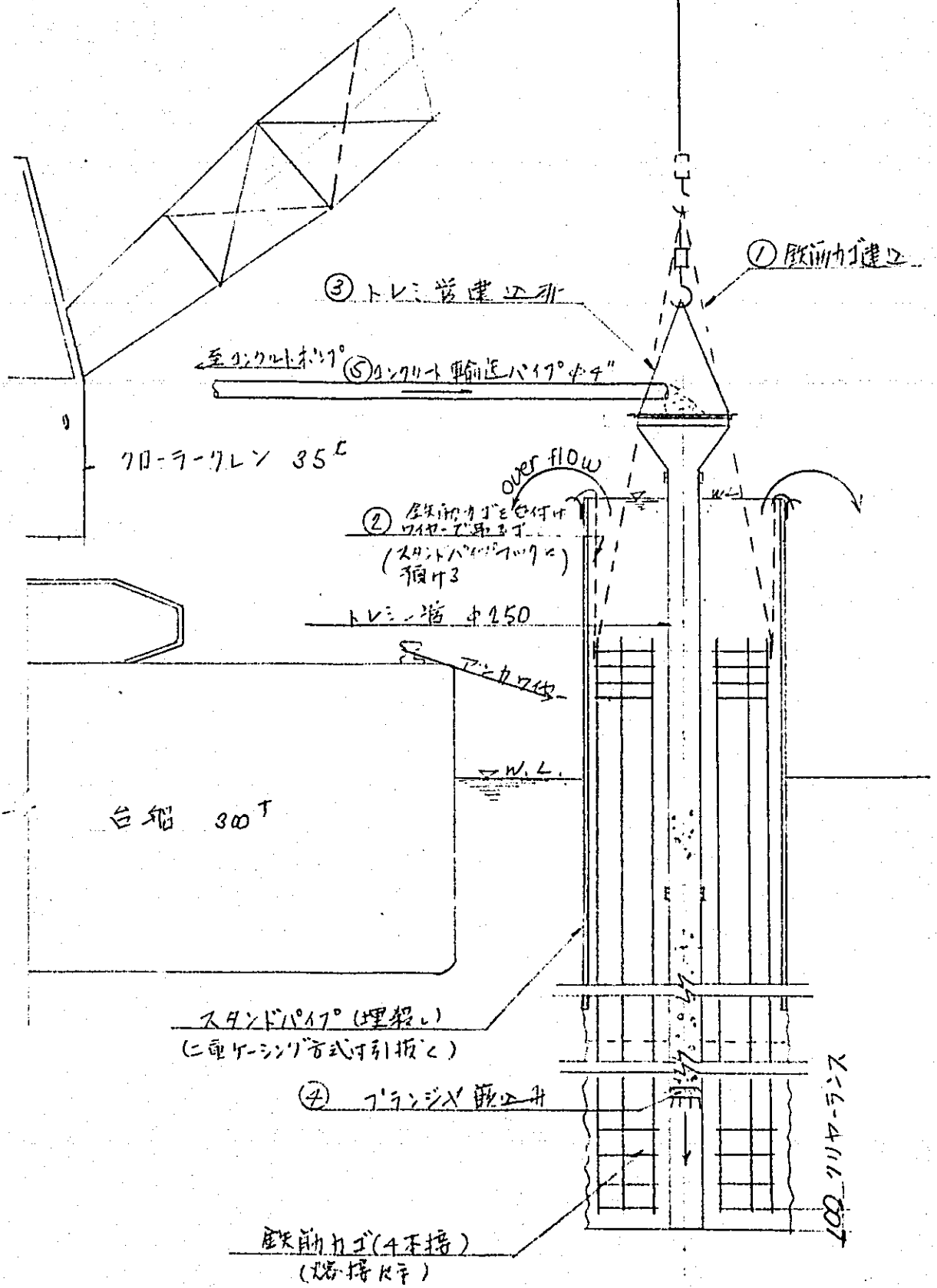
鉄筋カゴの建込み及トレー管の建込みには, 補助フレンを使用する。鉄筋カゴの加工は杭径と杭長が大であるから相当広い場所を必要とする。従って, 掘削機の台数が少くなる場合は, 夫々の作業船上(300t)で可能であるが台数が増えると陸上に鉄筋加工場を設け, そより小型台船(50~100t)で場内小運搬とする方が経済的である。鉄筋カゴの加工は, 全て電気溶接とする。鉄筋カゴの縦方向の接手箇所数は杭長が長いため, 2箇所設け, 全て電気溶接とする。

トレー管は, コンクリート打設量が大きいので, その径は, $\phi 200$ のものより $\phi 250$ のものを使用する方がトレー管引抜き時, 比較的長い区間でジョイントを取外すことが可能であるから手間が少くなる。したがって $\phi 250 \times 3,000$ を使用する。

コンクリート打設に先立ちトレー管にプランジャを嵌込み, 徐々にコンクリートをホッパーより落とし込む。トレー管の先端は常にコンクリートの打上り面より

図 3.1.11

コンクリート打設図



(注) ①②③ --- ⑤ 施工順序

2~3m下に潜っているようにする。コンクリートは、打設量が多いためミキサー船を使用するか陸上にコンクリートプラントを設置しコンクリートポンプで所定の場所へ圧送する。

h). スタンドパイプの引抜き。

これは、一重管方式の場合のみの作業で打込みと同様に作業船に塔載したクレーンでパイプロハンマーを懸垂して引抜き次の杭に反復使用する。

d). 懸垂式の掘削機械設備の一覧表 (1)

名称	規格	単位	数量	備考
ロータリテーブル	L-2(特)形		1	1740 ⁷
スイベル	φ200	本	1	915 ⁷
ケリバー	φ200 × 4500	・	1	480 ⁷
ドリルパイプ	φ200 × 3000	・	9	2520 ⁷
接続金物	φ500	・	1	235 ⁷
ドリルカラー	φ500 × 2500	個	4	12800 ⁷
カウンターウェイト	φ900	・	2	10000 ⁷
ロッドビット	φ1350 (φ550) (φ1550)	((((((2100 ⁷
油圧ポンプ ユニット	L-2形用	台	1	2000 ⁷
ドリルカラー 受台		式	1	300 ⁷
作業台		・	1	6000 ⁷
油圧ホース	L-2形用	組	2	
エアホース		・	2	
排土ホース	φ200 l=30 ⁷	本	1	
掘削工具 吊装置	300 ^t 台船+100 ^t 吊 (D-40抗打船)	式	1	掘削孔中心位置で吊重量30 ^t 以上 (1) 又は抗打船
(補助クレーン)	100 ^t 台船+35 ^t 吊	・	(1)	掘削中心で吊能力10 ^t 程度
コンプレッサー	7 ^{kg/cm²} 10 ^{m³/min}	台	1	
給水ポンプ	6 ^{m³/min}	・	1	
全上補助ポンプ	2 ^{m³/min}	・	1	
全上ホース		式	1	

掘削機の性能については別紙添付一覧表参照のこと。

油圧式の掘削機械設備の一覧表(2)

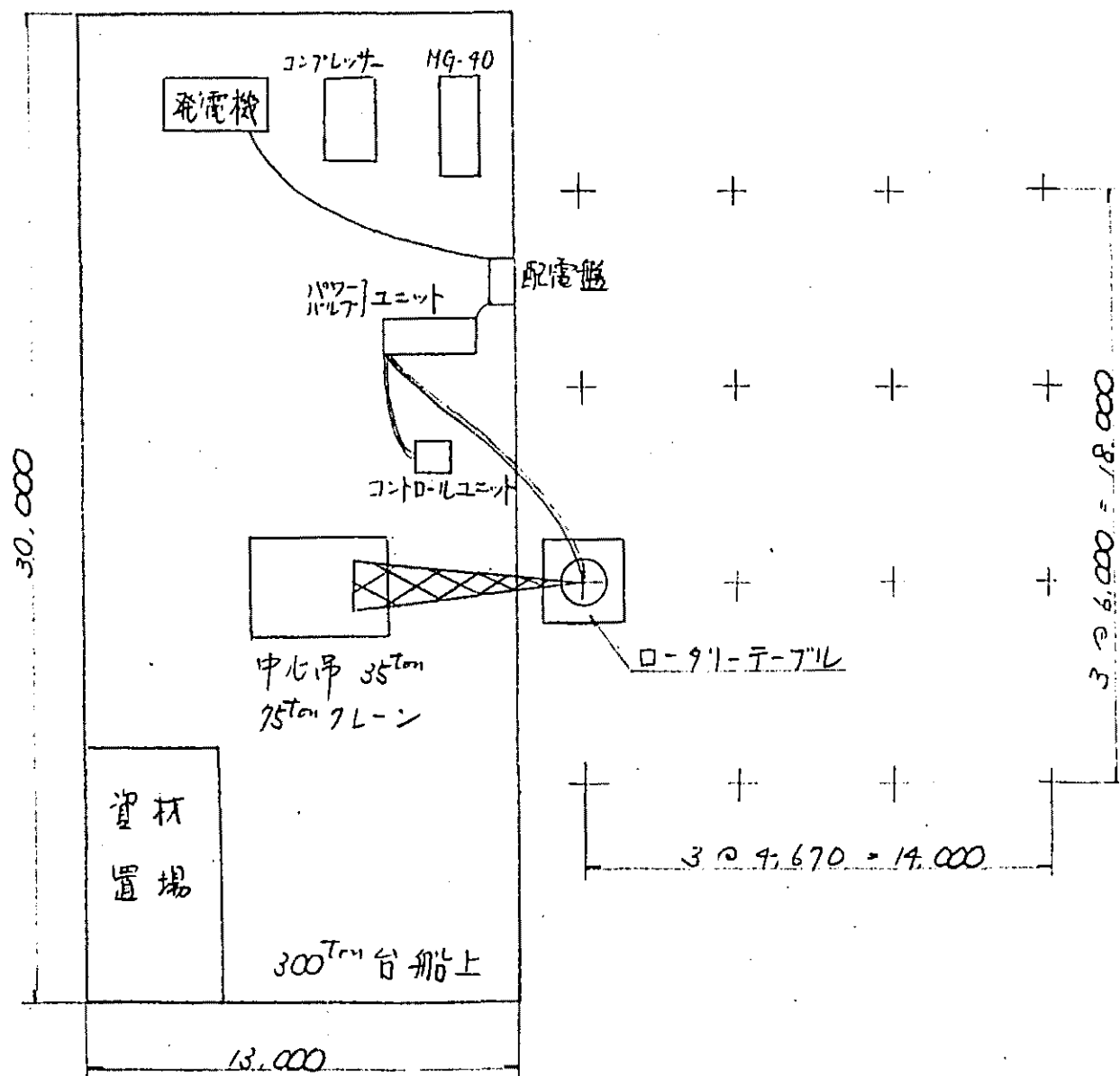
名称	規格	単位	数量	備考
掘削機本体	BM-100N 96kW	台	1	13,000kg
コントロールユニット		"	1	50"
バルブユニット		"	1	1,200"
オイルポンプユニット		"	1	3,000"
ドリルビット	φ203 x 1160	本	30	176kg
スタビライザー	φ1300 (φ1500)	個	3	
カウンターウェイト		"	—	
ロックビット	φ1350 (φ1550)	"	1 (1)	
ドリルカラー 受台		式	1	
作業台		"	1	
油圧ホース		組	2	
エアホース		"	2	
排土ホース		本	1	
掘削工具 吊装置	300t台船+100t吊 (D-70 杭打船)	隻	1 (1)	掘削孔中心位置で吊荷重30t以上又は杭打船
補助クレーン			—	
コンプレッサー	PDR-175 5.0m ³ /min 50PS	台	1	1,650kg
ドリルポンプ	M4-40 22kW	"	1	
水中ポンプ	KRB-86/06 2.0m ³ /min 15kW	"	1	
発電機	125/150KVA 200PS	"	1	7,300kg

掘削機の性能については別紙添附一覧表参照のこと。

e). 施工図

1) 作業船に懸垂する場合

配置図 $S = 1/200$



断面図

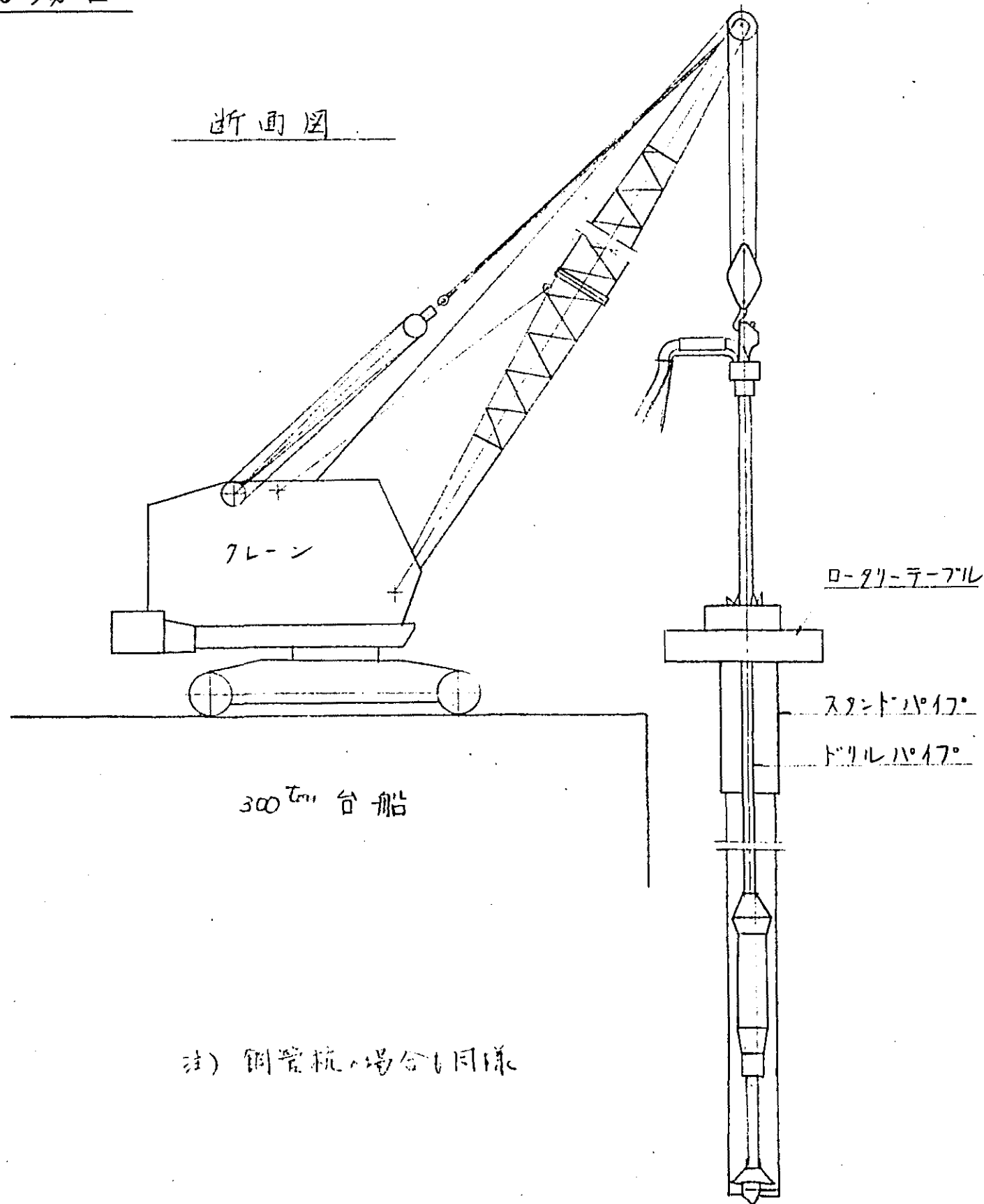
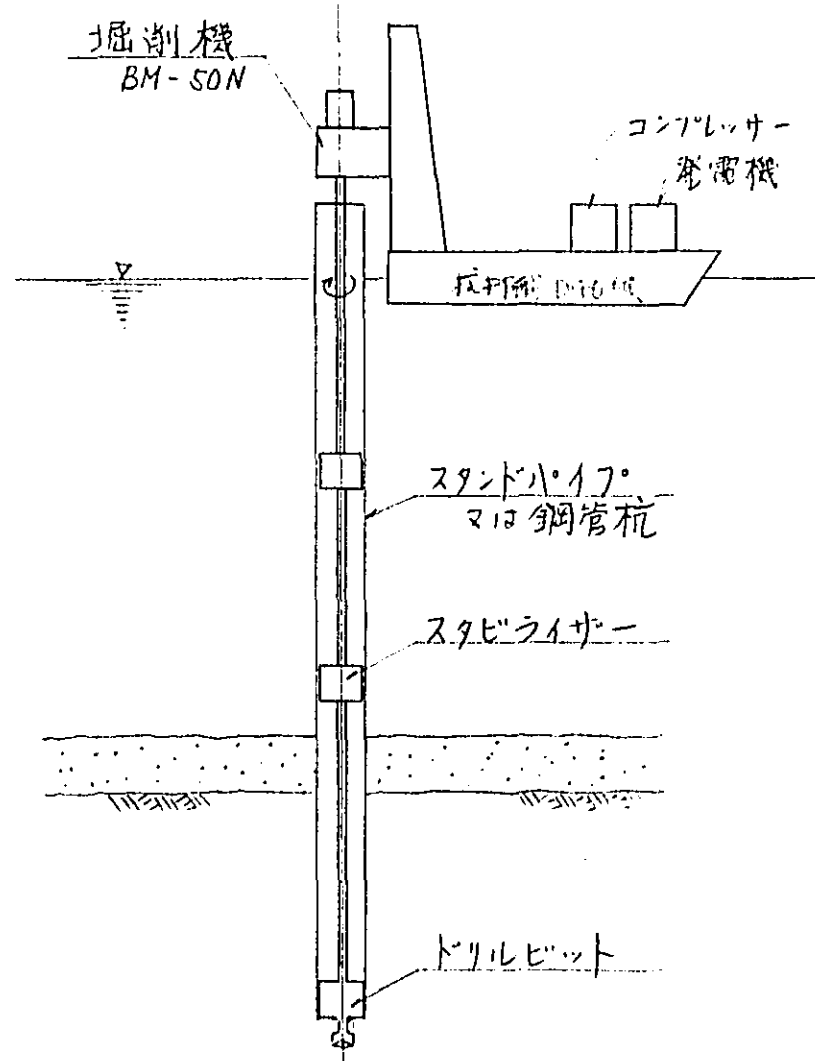
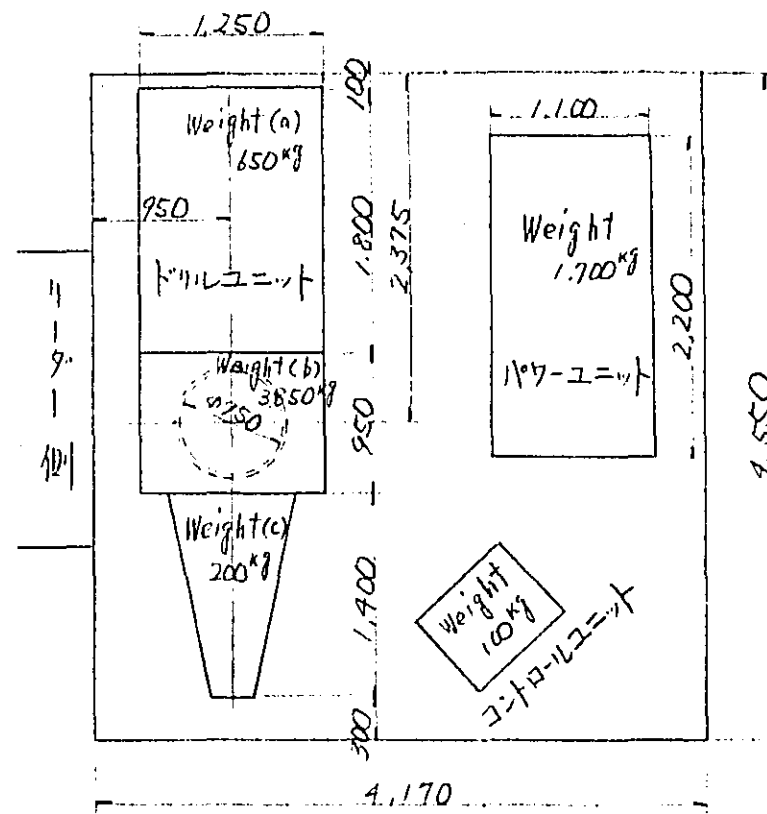


図 3.1.12

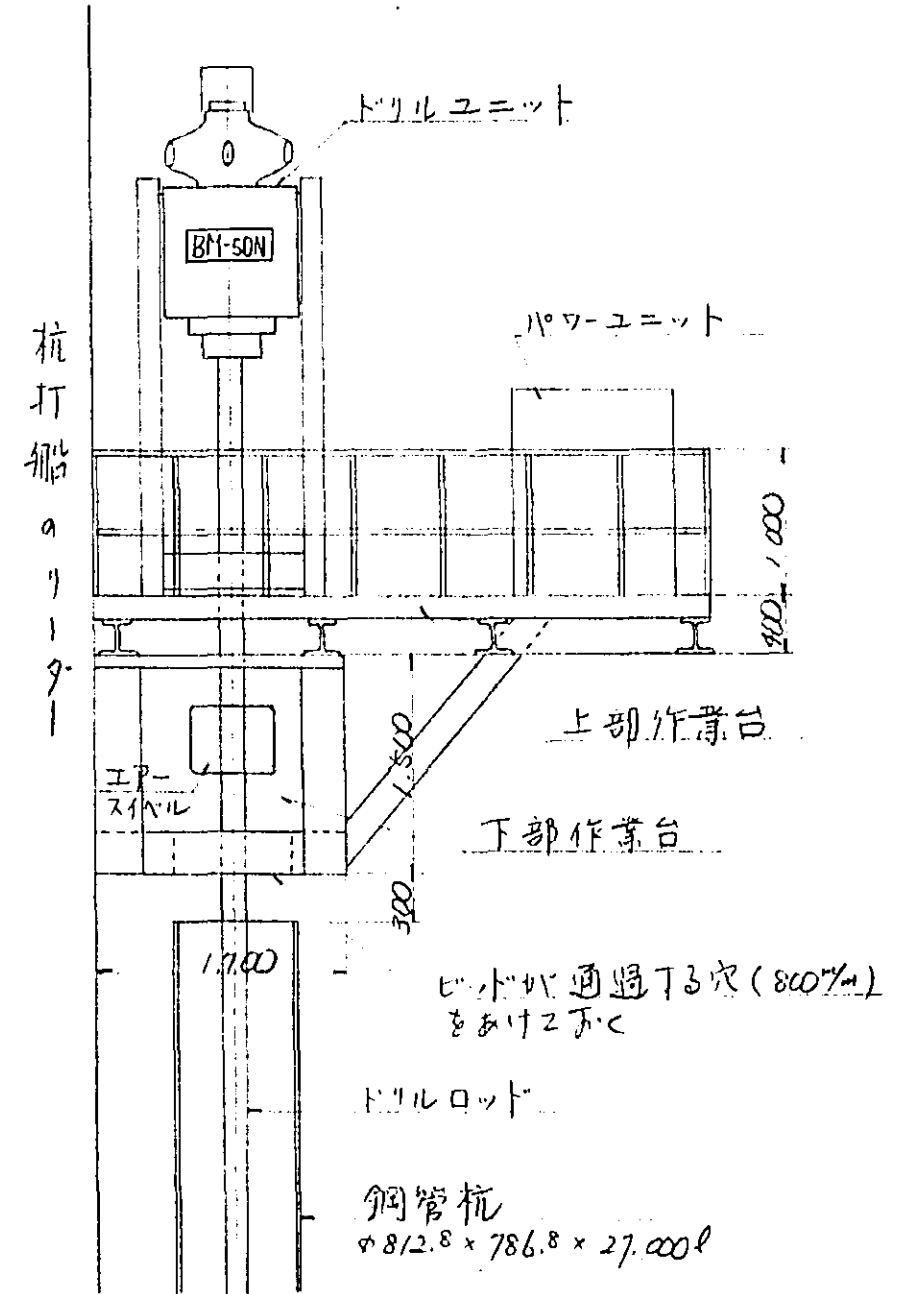
杭打船のリリーダを使用する場合



BM-50N 機械配置図 s=1/50



断面図 s=1/50

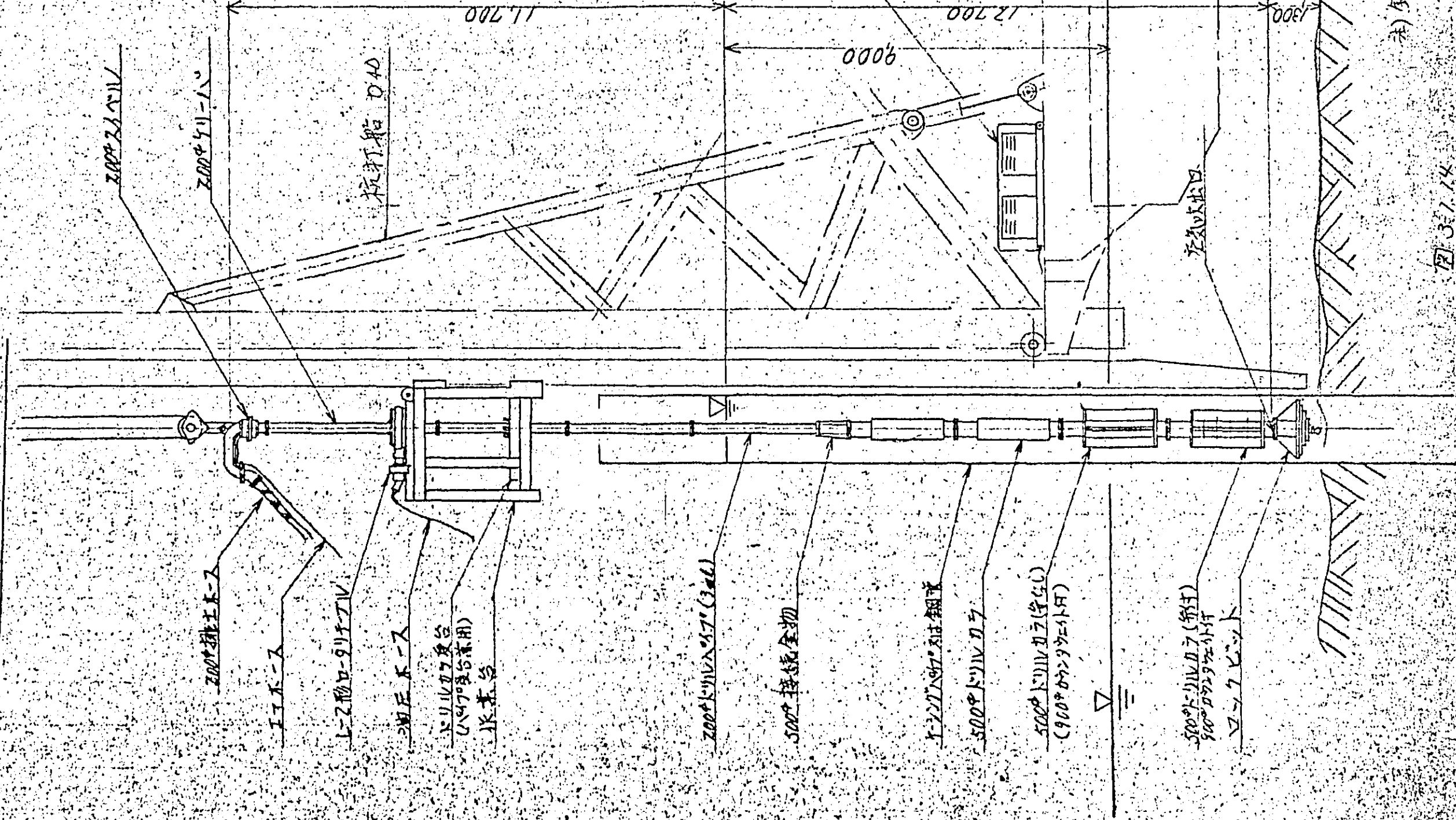


注) 鋼管杭の場合と同様
環形杭のコンクリート杭 φ1100, φ1600 は除く。

杭打船と接用 L&H WIRTH (L2特) 形ボリンガマシン

機器配置図

ハ) 懸垂式振割機取付図



但し 鋼管中振時の鋼管全長を27mとしM値5~15の層厚10mの軟質土地層には完全に打込まれているものとす。

ケーシングパイプの場合には必要長さ打込直下の地層から17~20mまで16~17m出ている必要がある。

上記に上すべし水も水深5m程度

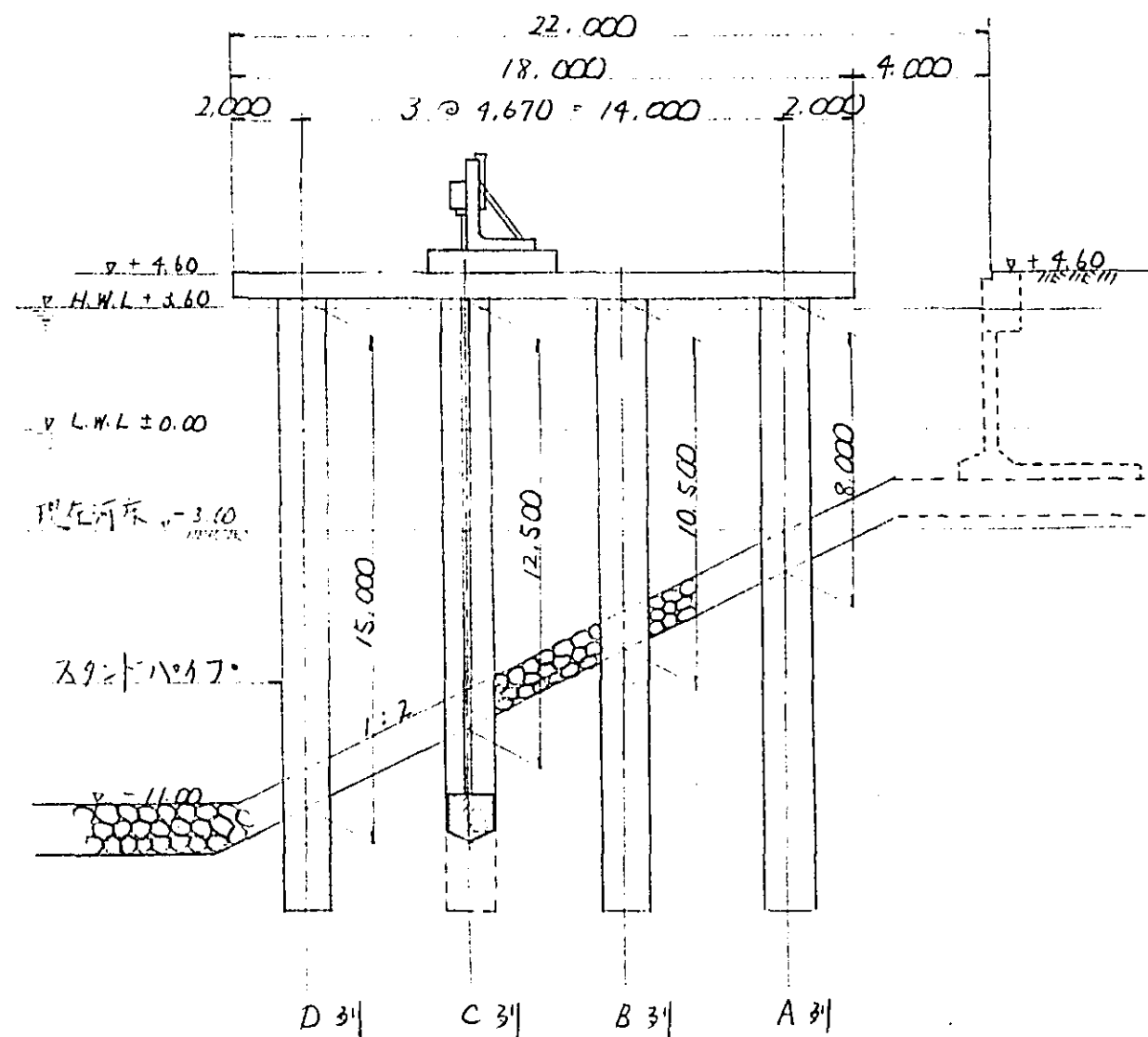
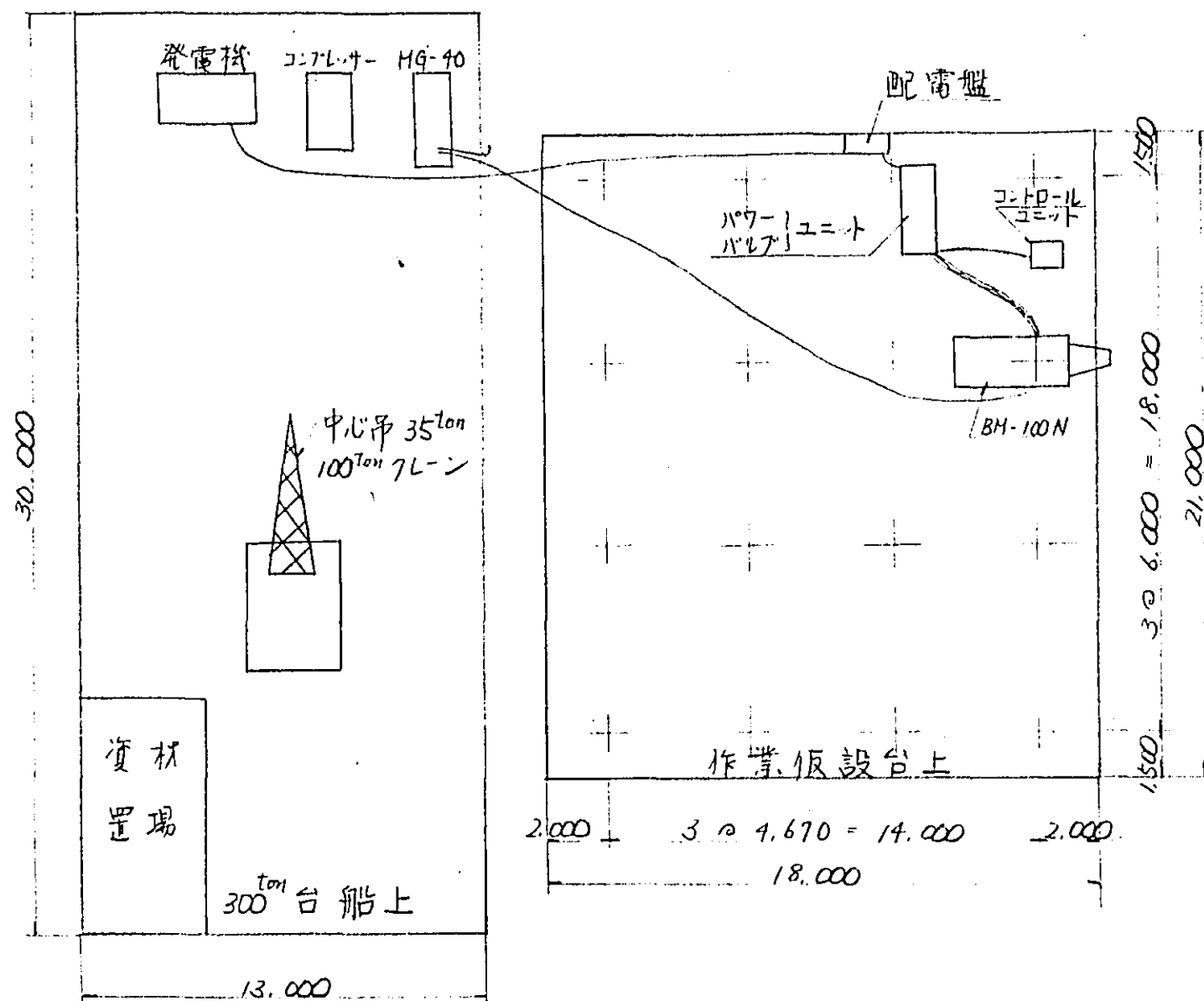
注) 鋼管杭の場合も同様

二) 作業台を使用する場合

S = 1/200

RC杭掘削配置図

作業仮設台断面図



注) 鋼管杭の場合も可

図 3.1.15

3) 鋼管杭

鋼管杭には直杭と斜杭がありその両者について検討する。

a) 直杭

1) 工法の検討

通常の杭打機では打込み不可能な硬地盤に対する鋼管杭の工法には、地盤状況により鋼管杭のみを使用する一重管方式とその外側にケーシング(スラットパイプ)を打込む二重管方式とがある。

一重管方式の場合は、棧橋の鋼管杭を打込み可能な範囲(硬土地盤の約1.00m手前)までテンセルハンマー等で打込み、その鋼管杭をケーシングの代りとして所定の深さまで削孔し、その完了後鋼管杭を所定の深さまで打込む。結局鋼管杭を2段階で打込む方法である。

二重管方式の場合は、硬土盤(N 値 >50)が河床より比較的浅り所にあるか1段階の打込み時杭頭が水面上より相当高り所(約15.0m以上)にある場合か、又は杭打船を使用しないで棧橋方式で削孔する場合には、外側にケーシングを打込みそれから所定の深さまで削孔しその中に鋼管杭を建込む方法である。

すなわち上記の一重管方式と二重管方式のどちらを選ぶかは、削孔方式とし、硬土盤(N 値 >50)が比較的浅り所にある施工時の危険の有無で決定するものであり、場所打コンクリート杭の場合と異り

削孔壁面の崩落性の有無には関係ない。

1) 掘削工法の検討。

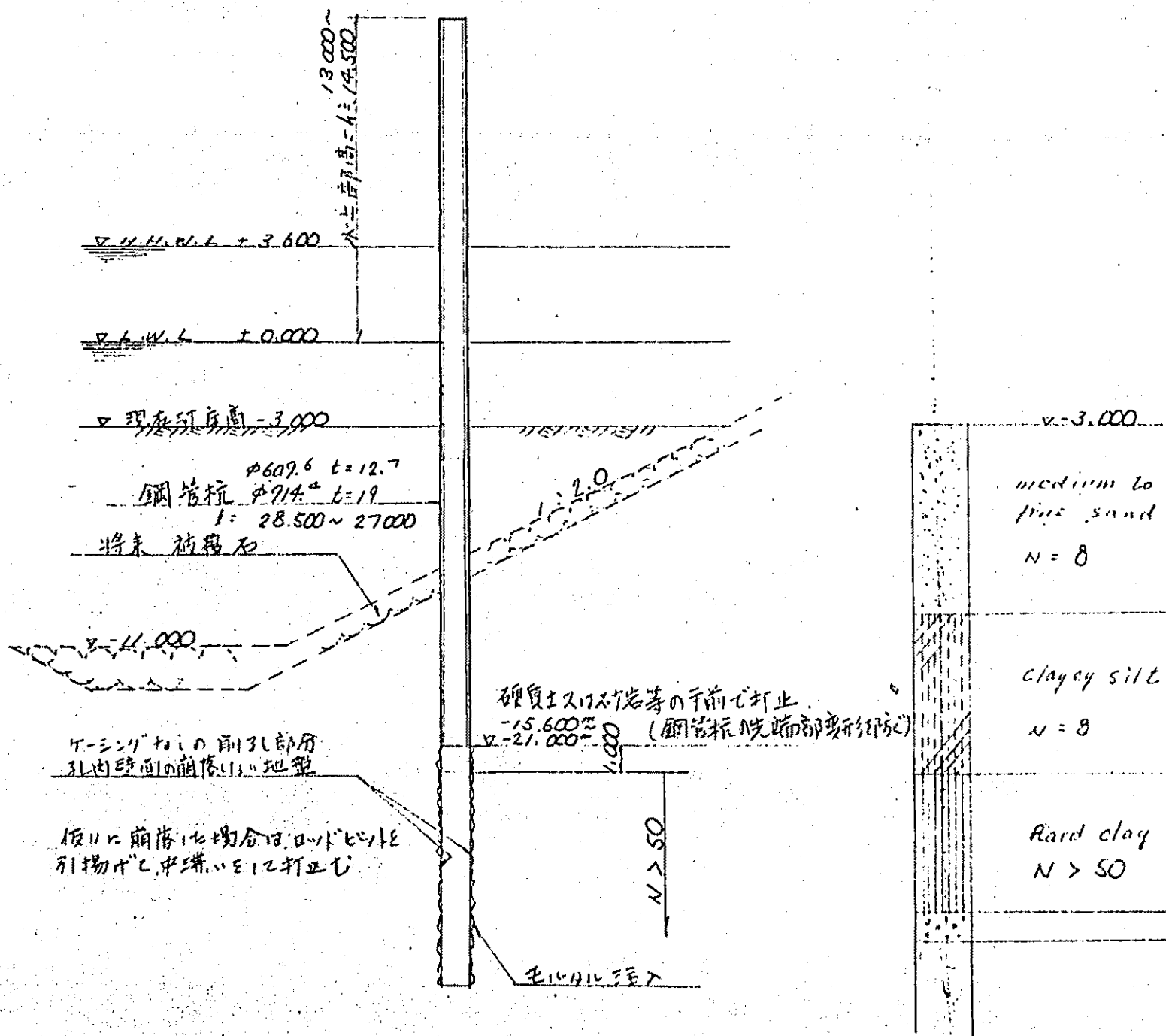
現場打コンクリート杭の施工と同様にして、鋼管杭をスラットパイプの代りとして掘削する。鋼管杭の先端は、硬い層(N値 >50)の手前で打込み作業を中止する。本計画地帯の地質の場合には、充分な根入れがあるため十分自立することが可能である。

したがって、掘削機と鋼管の頭部に頭載して施工することとできるが、一方杭打船のリーダーを利用する方法と考えられる。両者と比較すると次の通りである。

項目	長 所	短 所	備 考	
自立する場合	掘削機 搭載	<ul style="list-style-type: none"> 掘削工事にたまたにかかると可。 波浪の影響小 作業船の隻数小 垂直精度大 経済性大 	<ul style="list-style-type: none"> 施工速度やや劣る。 杭頭に比下で搭載荷重が大、不安定。 	不適
	杭打船	<ul style="list-style-type: none"> 掘削工事にたまたにかかると可 施工速度大 	<ul style="list-style-type: none"> 波浪の影響大 掘削孔の精度やや劣る。 作業船の隻数大。 経済性やや劣る。 	適

一重管方式

(鋼管杭をケーシングの代りとして掘削)



二重管方式

(N値 > 50 の地盤に設計用土質調査
では -12.000 よりも深い所にある。)

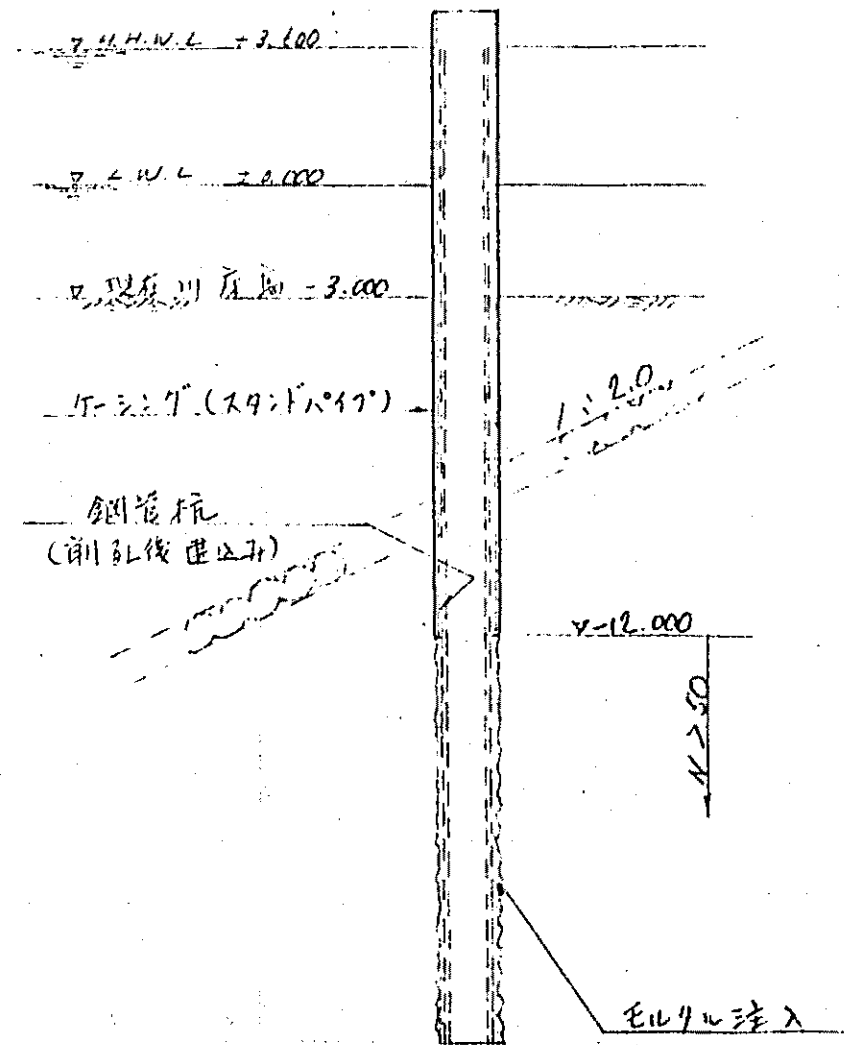


図 3.7.16

以上の比較表を考察すると、掘削機・塔載のボクが杭打船のリフトを利用するより、施工速度が劣り、削孔時の危険度が大であるから、杭打船のリフトを取付ける方式を採用する。

II). 施工方法 (漁杭)

I). 施工順序

- ① 鋼管杭打込み (オ1回)
- ② 掘削
- ③ スライム処理
- ④ モルタル注入 (孔底グラウト)
- ⑤ 鋼管杭打込み (オ2回)

II). 施工方法

(I) 鋼管杭の打込み

(a). 打込み方法

本杭は、硬土又は軟岩の地盤の手前で打込みを一時中止するが過去の実績では、土質調査を十分に行なわねば、杭の先端部が管の外側に變形し、その後の孔削に支障を来すので、注意を要する。

打込み順序としては、陸岸側の杭列を先行し、それぞれ杭の孔削が完了したら最終打込み、順次川表側の杭と施工する。

(b). 杭打ち機械の選定

機械の種類

杭径	規格	製作会社	備考
鋼管杭 φ914 ⁹ φ711.2 φ609.6	1540-杭打船 (KE+2 MB40) IPH-142	ハマ 株式会社神鋼 三菱重工業株式会社 石川島播磨重工業株式会社 船体 造船所	

(2). 掘削

鋼管杭の第1回の打込みが完了した
掘削機に依りて中掘りを開始する。

(a) 掘削径

φ914 ⁹	ℓ=19	掘削径	φ850
φ711.2	ℓ=12.7	"	φ650
φ609.6	ℓ=12.7	"	φ550

(b) 掘削機の種類

掘削機は懸重式と油圧式とがある。

① 懸重式の場合

根入部の岩質の強度が不明だが、一軸圧縮強度
300 kg/cm²の砂岩として以下の検討を行う。

削孔速度: 1.0 m/hr

杭径(mm)	ビット荷重(t)	掘削トルク(kg-m)	掘削回転数(r.p.m)
φ914 ⁹	11.0 ^t	1,100	20~25
φ711.2	9.0 ^t	700	20~25
φ609.6	7.0 ^t	650	20~25

② 油圧式の場合

削孔速度 : 1.5 m/min

杭径 ^(mm)	給油圧 (t)	掘削トルク ^(kgm)	掘削回転数 ^(r.p.m)
φ 914 ⁴	15~20	1800~1,000	15~20
φ 711 ²	"	"	"
φ 609 ⁶	"	"	"

(c) 機種の設定

① 懸垂式の場合

掘削径が場所打杭に比べて非常に小さいが本機・械は土質の硬軟により機種の大よさが決定されるので、本現場の地質から判断すると、同規模の機・械を必要とする。

使用機種 L-2(特)形とする。

機械の種類

型式	規 格	製作会社	備 考
懸垂式	L-2(特)形	石川島播磨重工業株式会社	ビルトホーリングマシン
	RPC-15形	株式会社 利根ホーリング	RRCドリル
油圧式	BM-50N形	館研試錐工業株式会社	ビッグマン
	T.H.S-70形	株式会社 利根ホーリング	B.H.E法に適要 ラジホールドリル

上記機種のうち、利根ホーリングの機・械は、この種の海上工事には、あまり実績がない。したがって場

所打杭の場合と同じ製作会社の機種のみについて検討をする。

(d). ビットの消耗費 (ビット1ヶ当り)

	φ914 ⁺ 7 ⁺ 7	φ711 ⁺ 6 ⁺ 4	φ609 ⁺ 3 ⁺ 4	備考
①	1,120,000	1,160,000	980,000	懸
	1,450,000	925,000	925,000	油
②	210,000	180,000	110,000	懸
	210,000	120,000	120,000	油
③	210,000	180,000	110,000	懸
	210,000	120,000	120,000	油
計	1,540,000	1,320,000	660,000	懸
	1,870,000	1,165,000	1,165,000	油

時間当り消耗費 (懸垂式)

φ914⁺ ——— 5,600^{m/hr}
 φ711⁺ ——— 4,800^m
 φ609⁺ ——— 2,400^m

時間当り消耗費 (油圧式)

φ914⁺ ——— 7,250^{m/hr}
 φ711⁺ ——— 4,630^{m/hr}
 φ609⁺ ——— 4,630^{m/hr}

但し海外工事であるから肉盛の費用②,③の項は考慮しない。又耐用時間は200時間とする。

(注) ①は新品 ②,③は肉盛とする。

b). 斜杭

1). 工法の検討

本工法は、図3.1.17に示すように斜め鋼管杭を所定の位置に建込み、硬土地盤 (N 値 > 50) の手前で止め、その杭をケーシングの代りとして掘削機で削孔する。その作業が完了後、鋼管杭を所定の深さまで打込む、すなわち直杭の一重管方式に類似した工法である。この場合、斜杭の打込みが可能な杭打船を使用する必要がある。

削孔地盤の崩落が予想されるような場合、普通の削孔方法で掘削してたどりに鋼管杭を打込んで成功した過去の事例がある。

もし崩落が非常に激しい場合には、次のような工法を採用することがある。即ち削孔径を鋼管の中掘りに使用した径よりも大きい径で削孔し、この場合相当の空洞があると想定されるから削孔後たどりに鋼管杭をシフトして、ワイルセメントを投入し空洞を埋め、その後鋼管杭を打込む。この時に用いる掘削用ビットは、径の可変できるものを使用し削孔後、孔内からそれを引抜くように製作されたものを使用する。

斜杭の場合の二重ケーシング方式の施工は適用された実績がある。

鋼管斜杭打設工法図

- ① ディーゼルハンマーによるオ1回打込み長 $l = 18.0^m$
- ② ボーリング機械による削孔長 $l = 23.0^m$
- ③ ディーゼルハンマーによるオ2回打込み長 $l = 5.0^m$

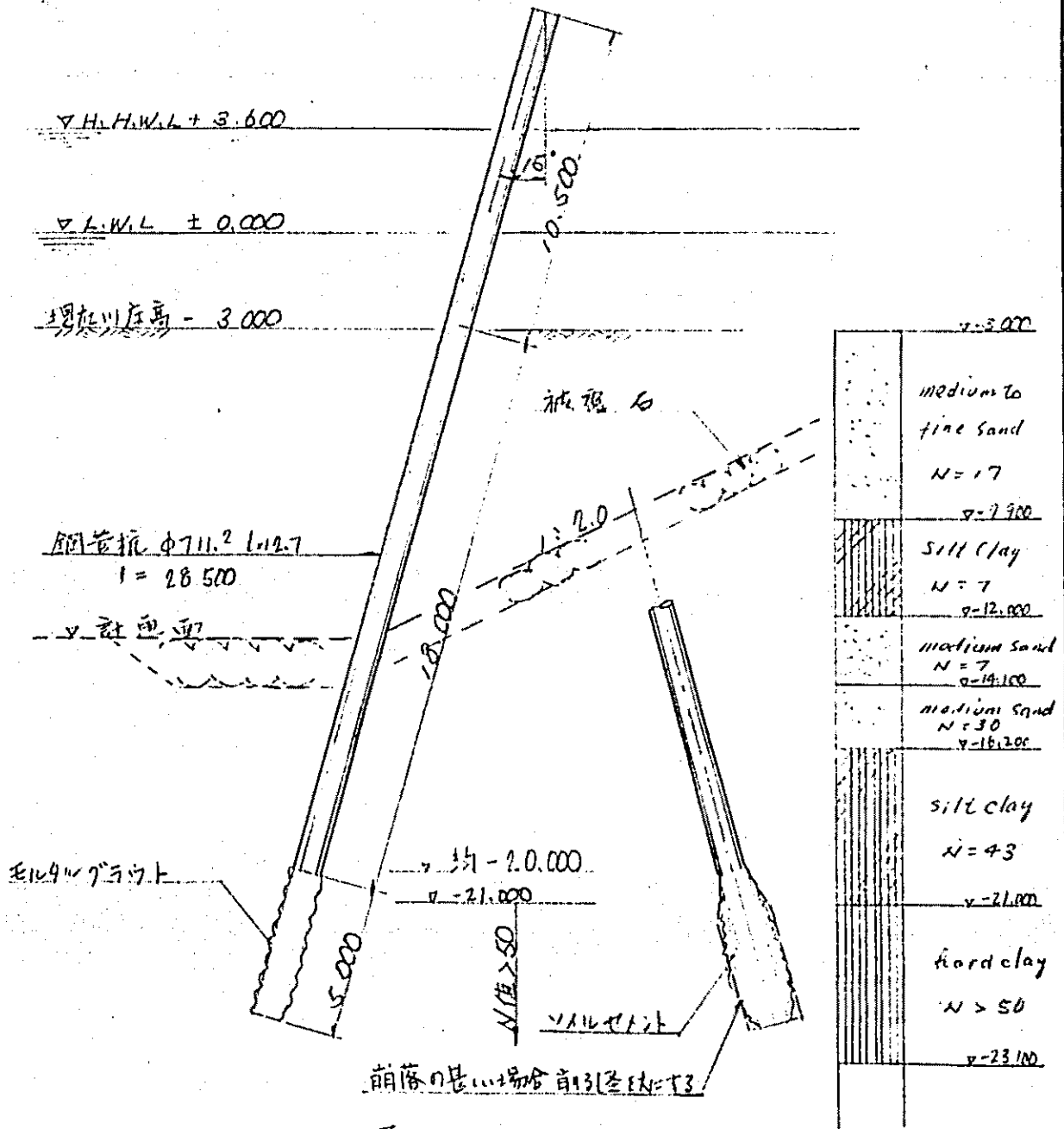


図 3.1.17

掘削時の作業足場としての方法は、下記の3種類が考えられる。

- (1) 杭打船のリフトを利用して作業台を設置する方法
- (2) ニそう式台船に作業用架台を設置する方法
- (3) 海上栈橋を設置する方法

掘削工法の比較表

項目	長 所	短 所	備 考
杭打船	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削工事に比べてかかる事少 ・連続作業可 ・施工速度大 ・一般的工法である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・波浪の影響大 ・打込み用の杭打船と削孔足場用杭打船を必要とする。 ・経済性はやや劣る 	適
ニそう式台船	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削工事に比べてかかる事少 ・連続作業可 ・経済的である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特殊な作業船必要 ・おし回打込み時、杭天端をそろえる必要あり ・作業台が高くなる。 ・施工速度小 	やや適
海上栈橋	<ul style="list-style-type: none"> ・波浪の影響小 ・削孔の精度良 	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼管杭の打込みで支障の多い栈橋の架設困難 ・打込み、削孔、打込みの連続作業不可能 ・施工速度非常に小 	不適

上記表の結果より、やや経済的には劣るが、施工速度が大で一般的に工法の杭打船方式を採用する。

その他、セピアという特殊作業船を使用する方法もあるが船体が大きくから回航費が非常に高く、このため今回はこれを検討の対照としない。

11) 施工方法

イ) 施工順序

- ① 鋼管杭打込み(第1回)
- ② 杭打船にセピアの長削孔機を中掘
- ③ スライム処理
- ④ モルタル注入(又はソイルセメント)
- ⑤ 鋼管杭打込み(第2回)
- ⑥ 杭頭処理

以下上記施工順序の1回が1名工種について施工方法をのべる。

ロ) 施工方法

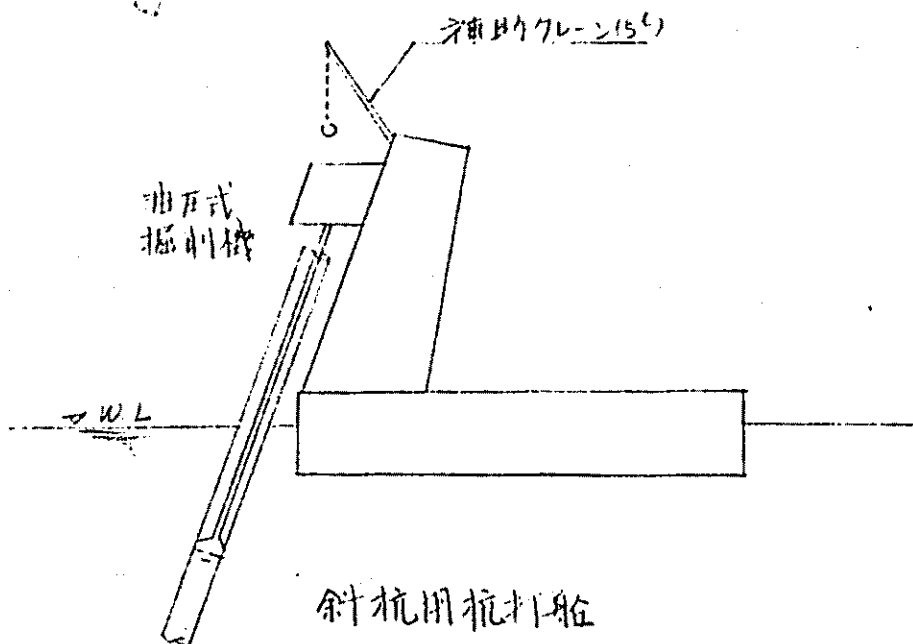
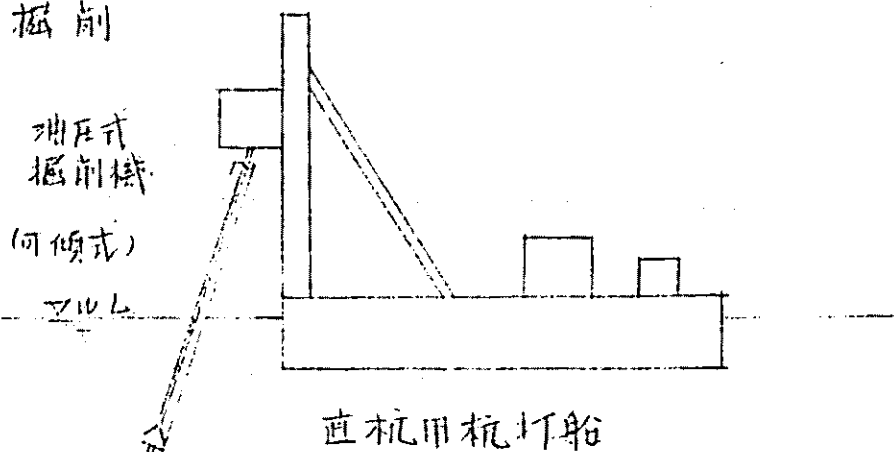
1) 鋼管杭打込み

(a) 打込み方法

第1回目の打込みは、硬土地盤(N 値 >50)の手前で止め、又第2回目の打込みは中掘完了後行う。打込みの順序は陸岸側の杭列を先行し、順次川表側の杭を施工する。

杭径	規格	製作会社	備考
鋼管杭 φ 711.2	D40-杭打船 (斜杭並杭可能)	鋼管杭(並杭) 以準する	

(b). 掘削



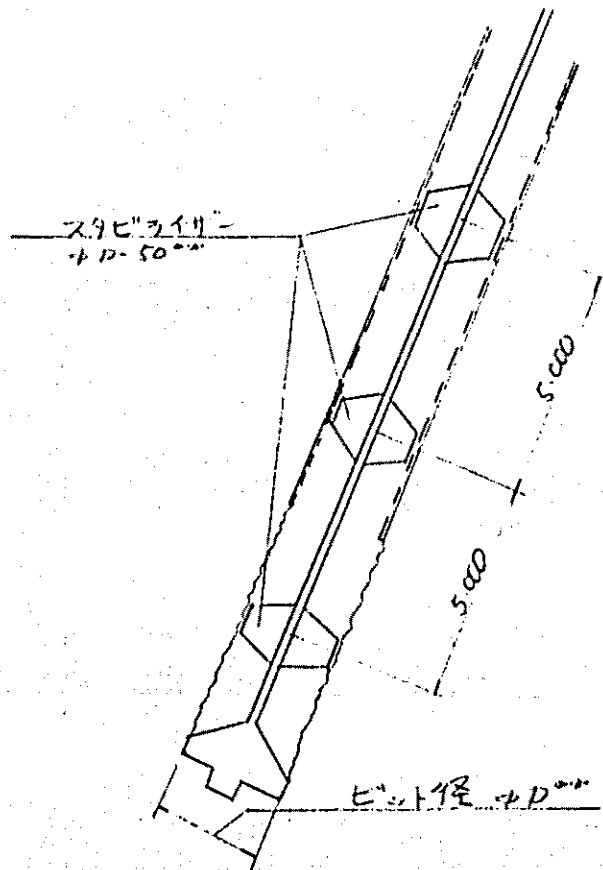
本工法に於ては、懸垂式削孔機を使用することが不可能である。したがって油圧式削孔機を採用する。この場合削孔機を直杭用杭打船に取付ける方法と斜

杭用杭打船に取付ける方法とがある。前者は、鋼管杭を斜めに打込むことができないので、直杭の打込みと中掘りの作業船として使用される。したがってこの機械を使用する場合は、別の斜杭打込み用の杭打船が必要となり不経済である。後者は直杭、斜杭の打込みは勿論のこと中掘作業船としても使用できる。したがって前者に比べて、経済的である。

C). 掘削機械設備.

本掘削機、鉱研試験工業株式会社の可傾式油圧作動の機械を使用する。

使用機械名 BM-50N



左図は斜杭の孔曲りを防止するためにスタビライザーを取付ける位置を示したものである。

注) 懸垂式振動機械は現場打込み工
杭に準ずる。

1. ドリルユニット

型式	ビッグマン [®] BM-50N(II)		
パイロツト径	200φ (77/8 in)		
リーディング径	762, 813, 914φ (30, 32, 36 in)		
押進長さ	100m		
押進方向	0~90°		
	低	速	高
回転数	0~19 r.p.m		
トルク	0~3000 kg·m		
ストローク	1500φ		
給圧力	押(パイロツト)	最大	32.0 ton
	引(リーミング)	最大	45.0 ton
給進スピード	押(パイロツト)	最大	22.0 cm/分
	引(リーミング)	最大	15.0 cm/分
早送りスピード	押	最大	870 cm/分
	引	最大	610 cm/分
潤滑ポンプ	型式	ギヤ	
	使用圧力	3 kg/cm ²	
	吐出量	3.3 l/分	
	電動機	75W, 4P, 100V	
機体寸法	高	長	巾
	3690φ	2770φ	1230φ
重量	約5,000 kg		

表3.7.3 (b)

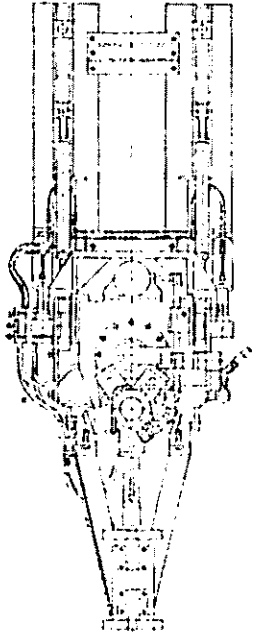
仕 様 (2)

2. パワーユニット

3. コントロールユニット

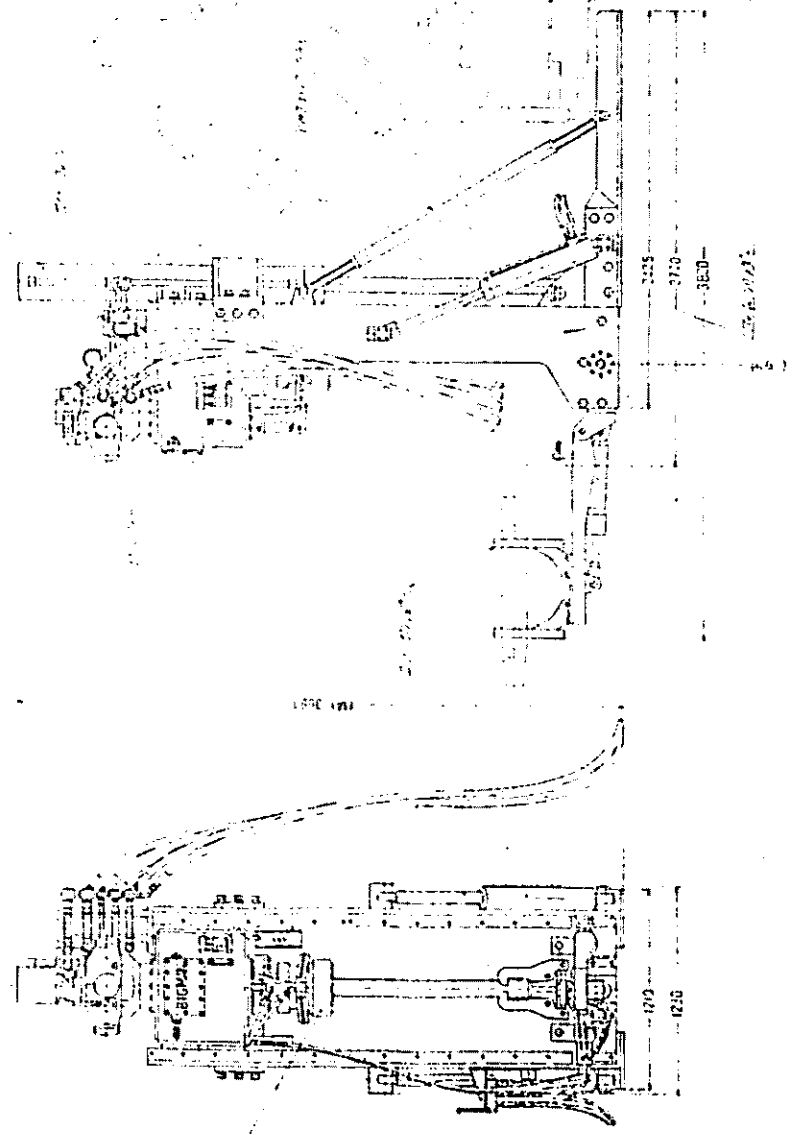
オイルポンプ	回転用	型式	プランジヤー	緊急停止
	給進用	使用圧力	最大 210kg/cm ²	電動機始動停止
プーレスト用	吐	吐出量	最大 195ℓ/cm ³	回転方向
	電	型式	プランジヤー	回転数
機	吐	使用圧力	最大 210kg/cm ²	早送り方向
	電	吐出量	3.8ℓ/cm ³	給進方向
機	吐	型式	ギヤ	ネジ接続
	電	使用圧力	10kg/cm ²	給圧力
機	吐出量	55ℓ/cm ³	電	流
	電動機	87KW, 4P	給圧力	トルク
機	高	長	電	源灯
	1,185mm	2,200mm	高	長
機	約1700kg	1,060mm	1,600mm	巾
	機体寸法	重量	機体寸法	重量
重	約1700kg	約100kg	1,000mm	650mm

F 10902-A



4

設計者	BIG MAN	BISSON
承認者	ICD	
製作工場	東京工場 (55.53.9127)	
製作時期	昭和 7 年 7 月	
材料	S45C	
重量	約 10kg	
寸法	φ100mm x 100mm	
用途	各種機械の駆動用	
備考	G120	



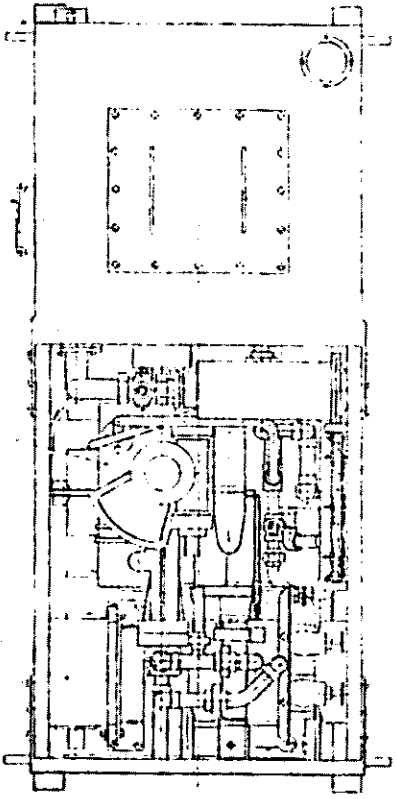
3.7.78 (a)

図名	トリルユニット組立図			SCALE
図号	BM-811(C)	DATE	3.7.78	CHECK
				DR
				FR
				K 06
KOKEN BORING MACHINE CO. LTD.				F 10902-A

2-2750-22

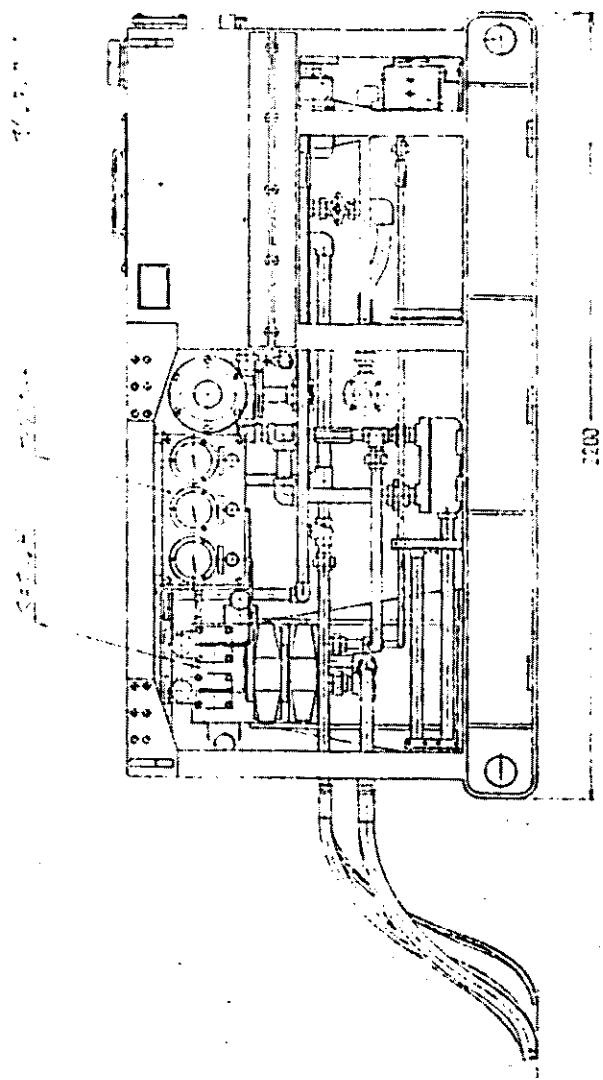
機械式電燈

電燈機



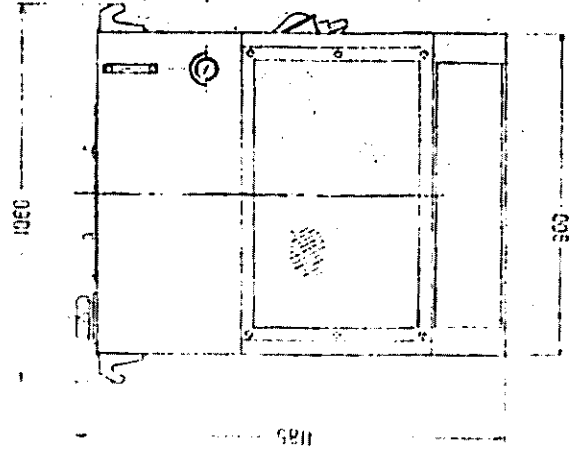
出 産

品名	電燈機	195	195	195	195
規格	電燈機	3.8	3.8	3.8	3.8
重量	電燈機	35	35	35	35
電圧	電燈機	37	37	37	37
電流	電燈機	4P	4P	4P	4P
電費	電燈機	1700	1700	1700	1700



電燈機構造図

2-2750-22



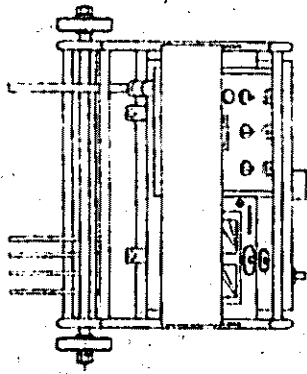
3.1.18(b)

197-21-1 電燈機

RM-5000

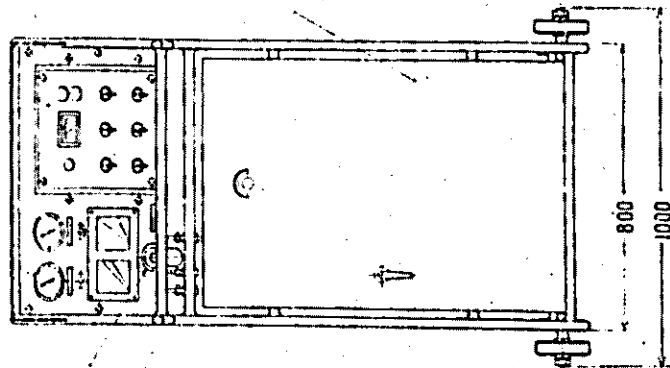
JOHN HANCOCK PAPER COMPANY
ROLL FEEDING MACHINE CO. LTD.

9 8

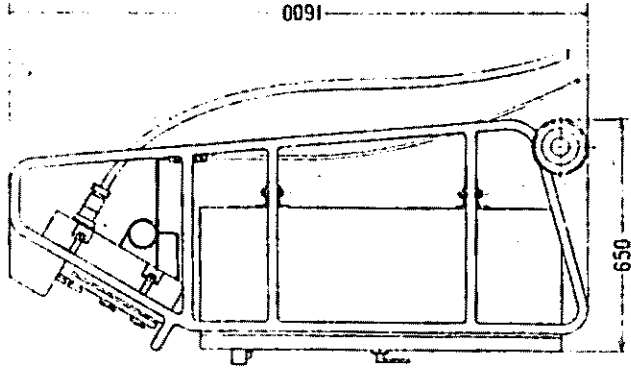


コントロールパネル

コントロールパネル



コントロールパネル



品名	仕様
コントロール	緊急停止 自動復帰機能 回転方向 回転数 逆巻リ方向 旋進方向 本寸持込 給圧力 電圧 トルク 電源灯 重量 約 100 kg
1-7-	
重	量

3.1.18 (C)

品名	コントロールユニット組立図	SCALE	
図番	BM-50NID	DATE	OCT.10.70
設計	KOKEN BORING MACHINE CO., LTD.	CHECK	Reddy
		DR.	CR.

d) 油圧式の掘削機械設備の一覧表

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
掘削機本体	BMI-50N		1	4700
コントロールユニット				100
バルブユニット				1700
作業台				4000
ドリルパイプ	φ152・1140		30	105
スタビライザー	φ800, (φ600), (φ500)			
カウンターウエイト				
ロックビット	φ850(φ650×φ550)		(1) (1)	
ドリルカラー受台			1	
油圧ホース			2	
エアホース			2	
掘削具吊装置	斜抗用抗打台D40		1	直抗用抗打台を使用する 場合の斜抗用抗打台の要
補助フレーン				
コンプレッサー	PDR-175 5.0 m ³ /min 50PS		1	
ドリルポンプ	MG-90 22 ⁴⁰⁰ m ³ /min		1	
水中ポンプ	KRB-B6/D6 ^{2.0} 170PS		1	
発電器	ASG-125 100/125		1	

注) 懸垂式の場合の現場打コンクリート杭に準ずる。但しビット径は上記油圧式の場合と同様である。

4) 資料

2) 掘削記録

図3.19(a) 掘削記録
 使用機種: L-2 (特) MR型ロックビット使用
 ドリルパイプ
 径: 200φ

掘削年月: 昭和48年
 掘削経: 100m
 掘削打: 280打
 掘削場所: 岡山大学

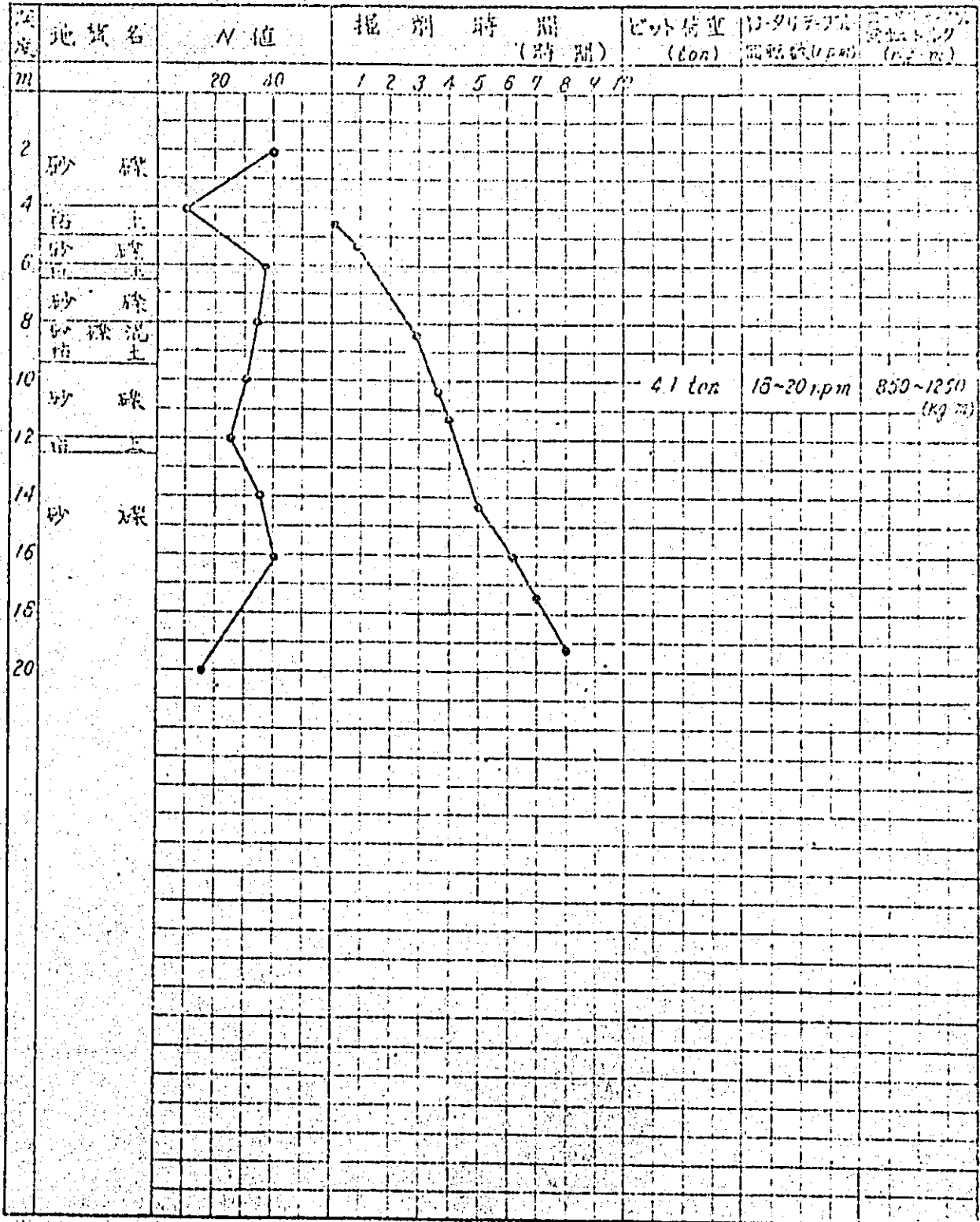


図3.7.19(b) 掘削記録

使用機種: L-2 (特)

ドリルパイプ:
内径: 200φ

掘削年月 43年10月

掘削径: 300φ

掘削場所: 千代吉

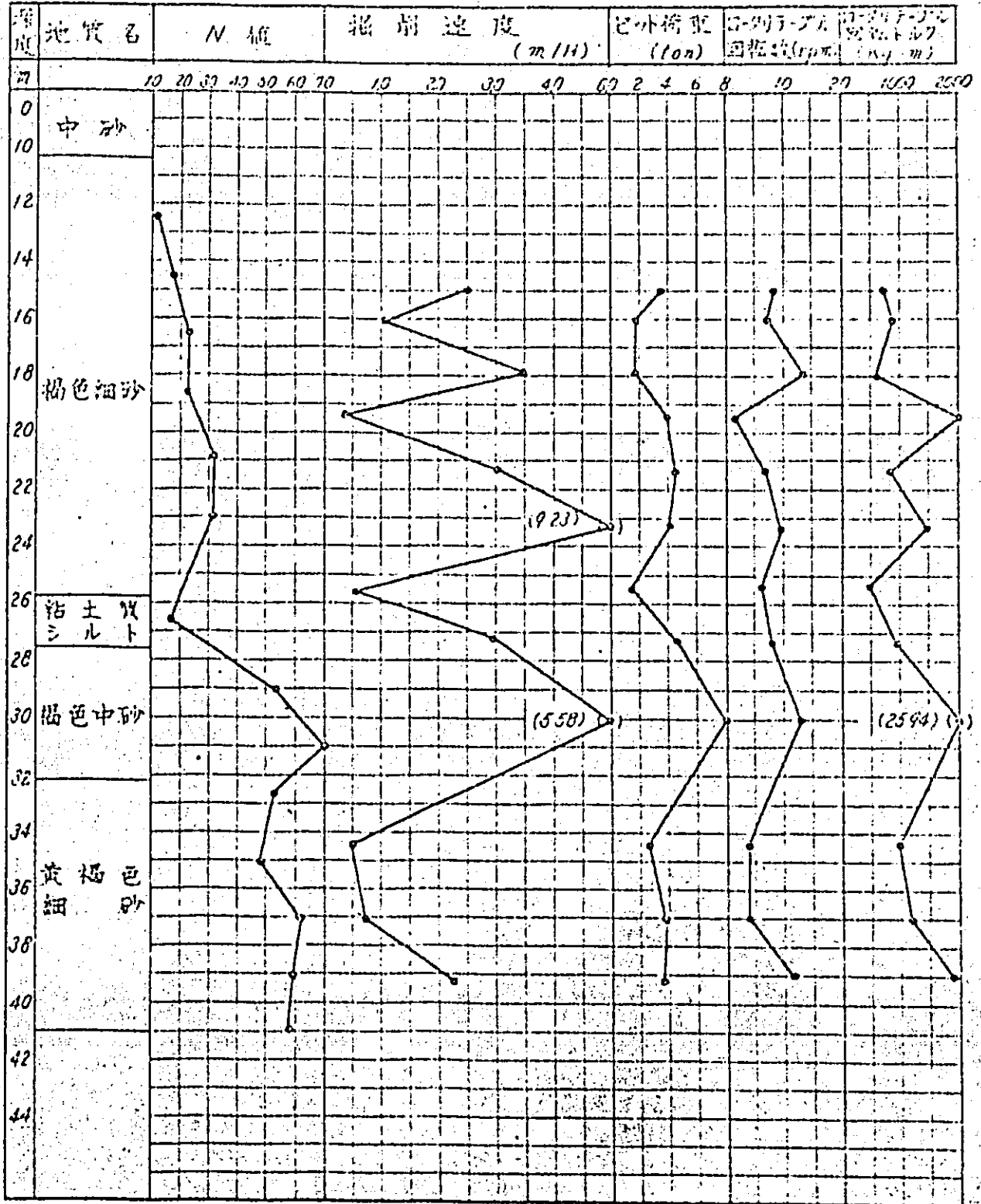


図3.1.19(c) 掘削記録

掘削月日: 44年10月

使用機種: L-2 (特)

掘削量: 1750φ

ドリルパイプ
内径: 200φ

掘削場所: 大段市

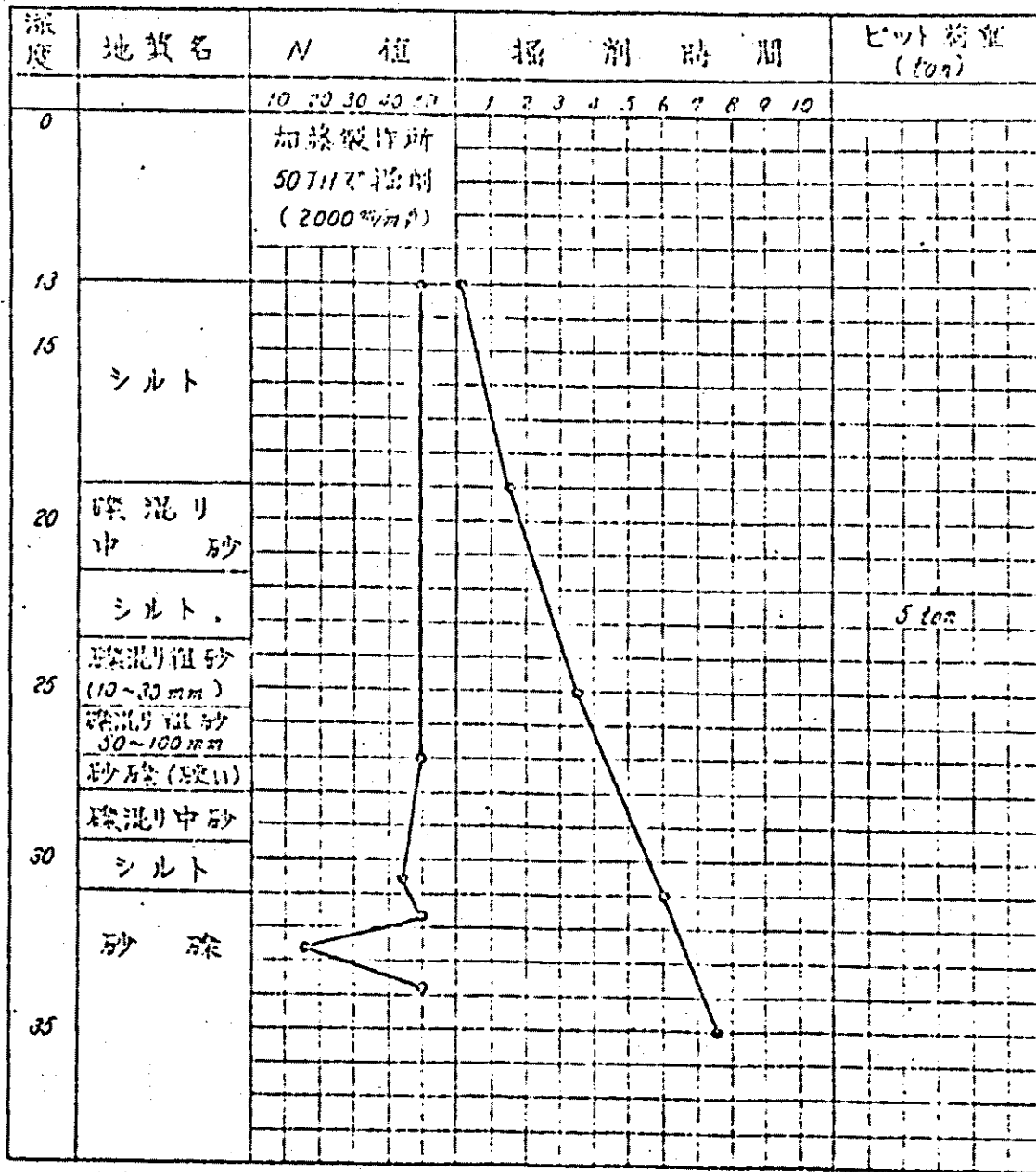


図3.7.19(d) 掘削記録

掘削年月 44年12月

掘削径 1500φ

使用機種 L-2(特) 他社

場所 鳥取県

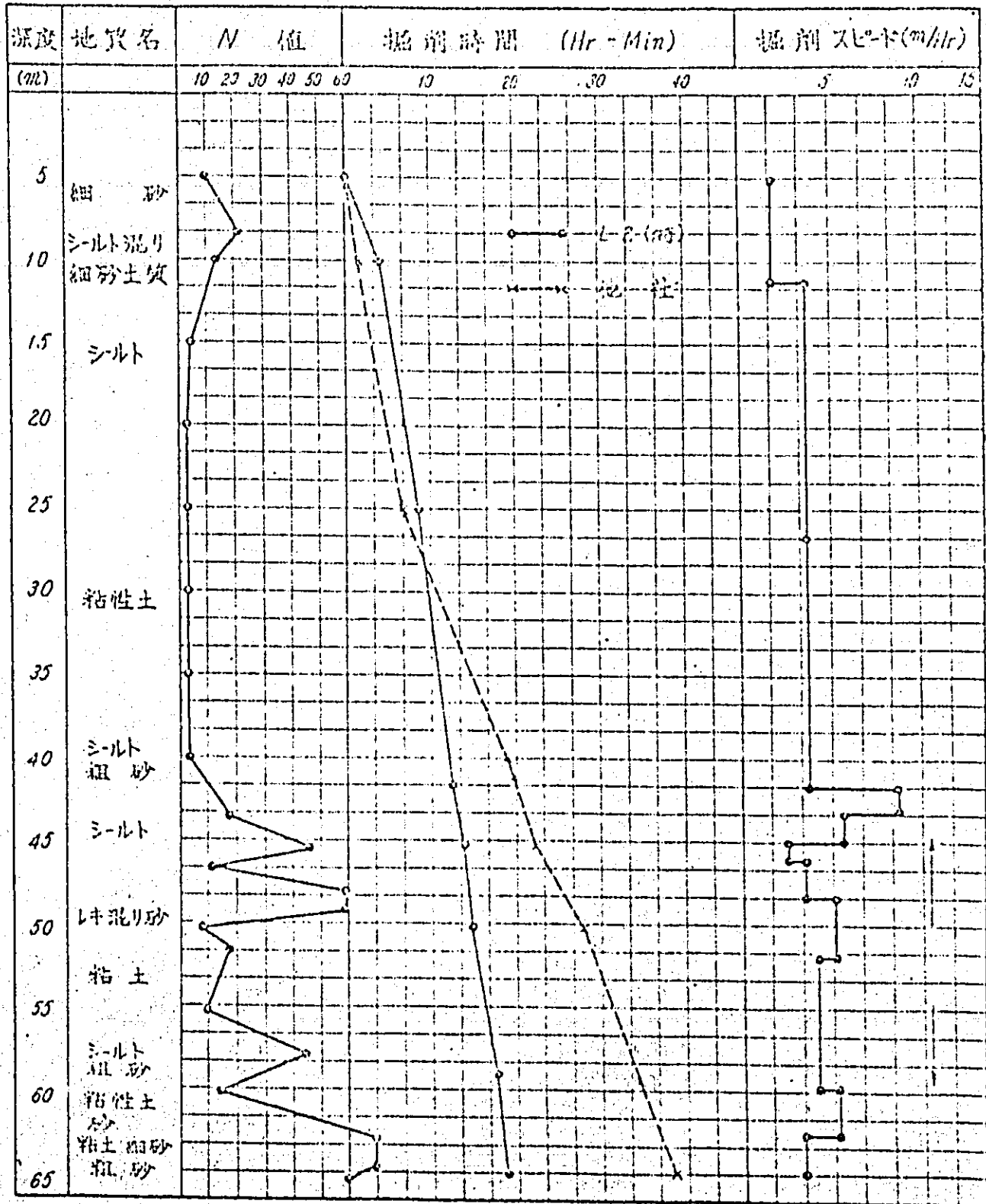


図 3.1.19(e) 掘削記録 (1/2)

掘削年月: 42年7月

使用機種: L-4

MR型ロックビット使用

掘削径: 1400φ

ドリルパイプ
内径: 200φ

掘削場所: 神戸青電水

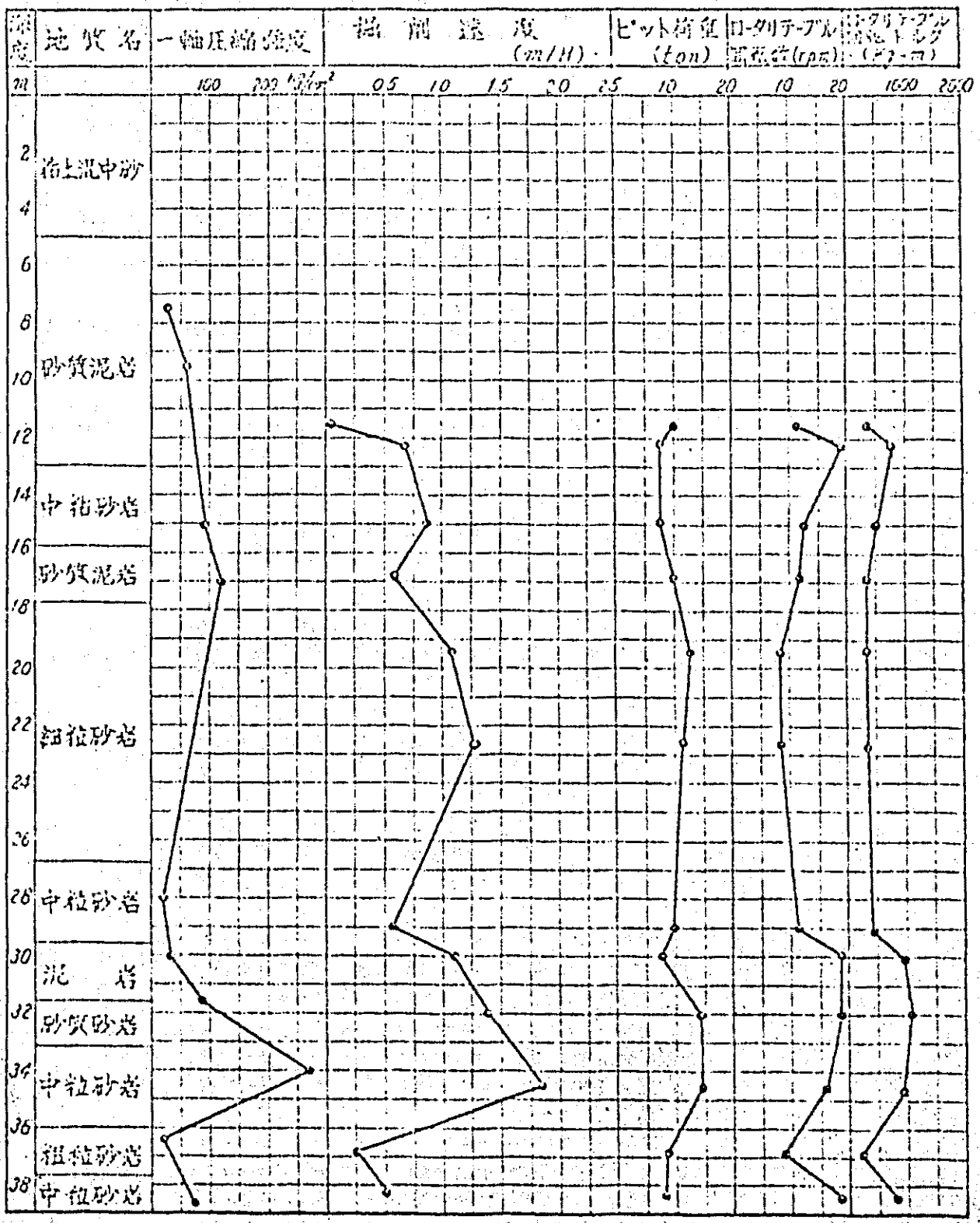


図3.1.19(f) 掘削記録(2/2)

掘削年月: 42年7月

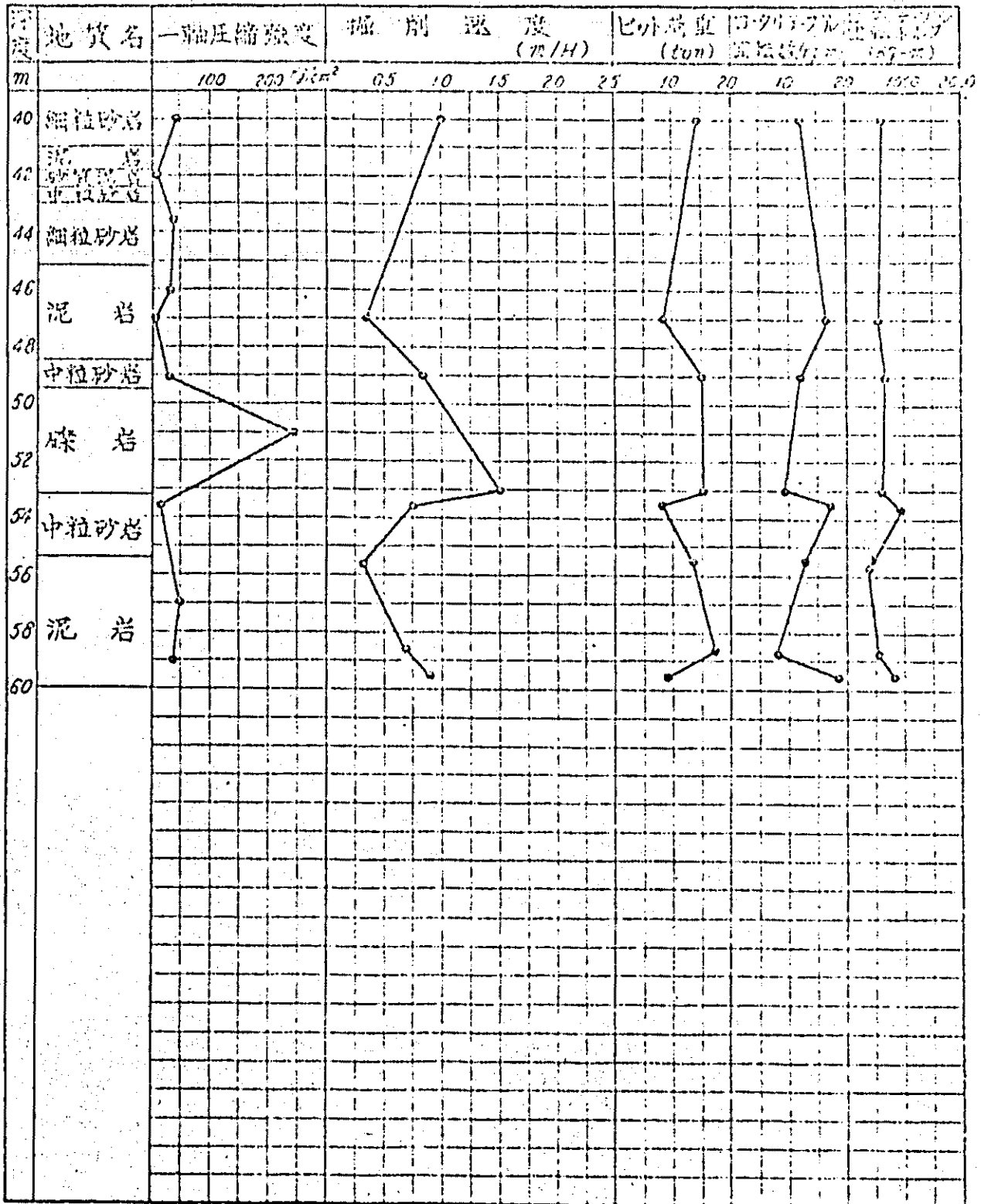
成層機位: L-4

MR型ロックビット使用

掘削径: 1400φ

ドリルパイプ
径: 200φ

掘削場所: 油圧式潜水



昭和37.1.19(9) 掘削記録

掘削年月: 43年5月

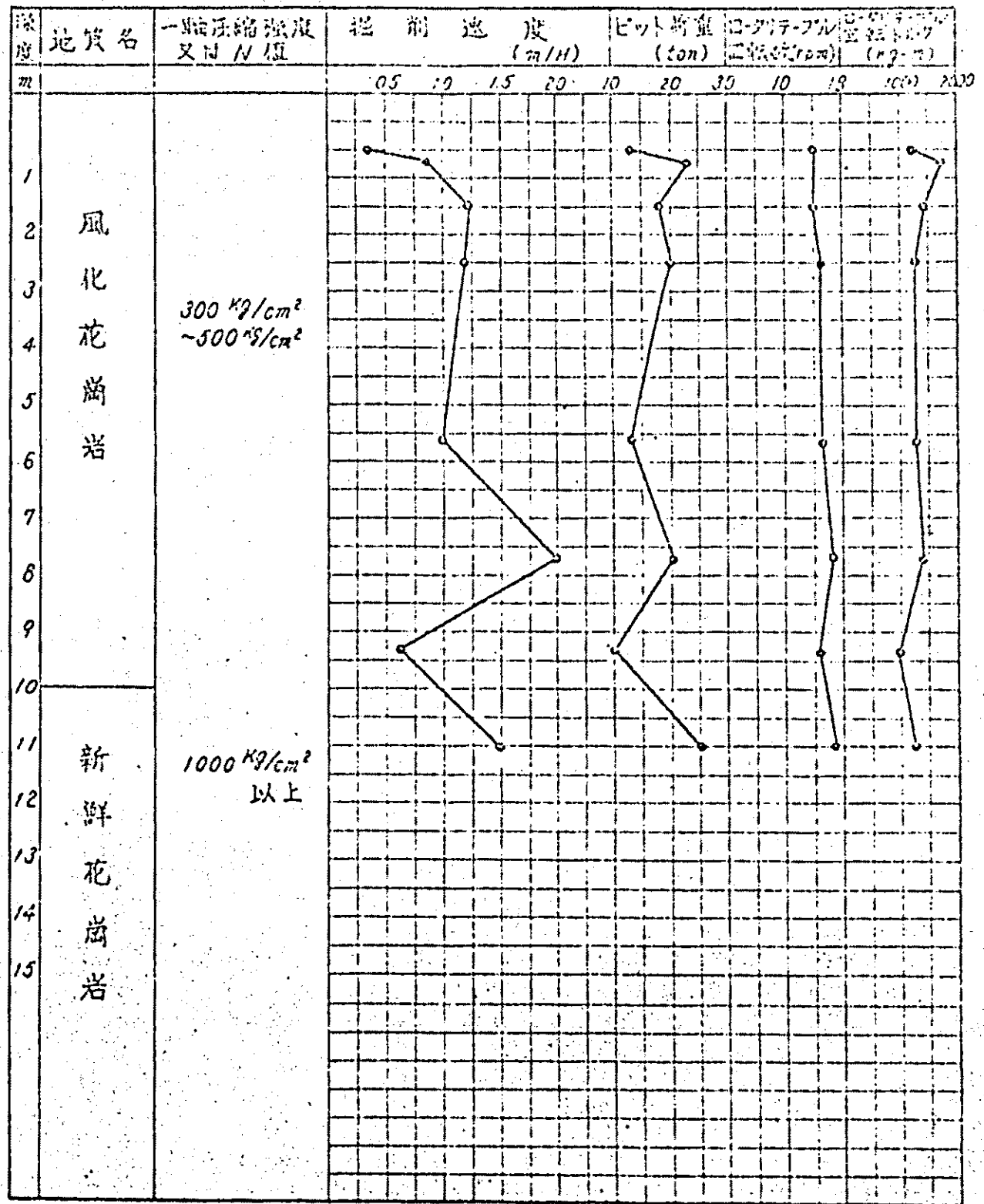
機房機種: L-4

MR型ロツクビット使用

掘削径: 1150φ

ドリルパイプ径: 200φ

掘削場所: 岡山県島(海上)



6) JHI-WIRTH L形ホーリングマシン掘削試験実績

(1)

項目	形式	IHI-WIRTH	L-10S形	IHI-WIRTH	L-4形
施工主	本州四国連絡橋公団	本州四国連絡橋公団	日本道路公団	本州四国連絡橋公団	本州四国連絡橋公団
工事名称	本州四国連絡橋基礎 工調査高倉山陸上実験	大島大橋多柱基礎掘削管 連込孔掘削海上実験	大鳴門橋5A柱橋 根固め掘削実験	大鳴門橋1A柱橋 根固め掘削実験	
杭径	3,650 mmφ	3,650 mmφ	1,000 mmφ	1,000 mmφ	
杭本数	1本	1本	3本	4本	
掘削深さ	8 m	10 m	10 m	6 m	
掘削地質	モルタル凝似岩盤 -軸圧縮強度: 400 kg/cm ²	片麻状花崗閃緑岩 -軸圧縮強度: 265~1,017 kg/cm ²	軟石 頁岩 400 kg/cm ² 和泉砂岩 1,200 kg/cm ²	軟石 400 kg/cm ² 頁岩 1,400 kg/cm ² 和泉砂岩	
掘削工法	エアリフト工法	エアリフト工法	中間スイベル ポンプサクション工法	中間スイベル ポンプサクション工法	
ビット形式 (種類)	ロックビット (MG形カッター付)	ロックビット (MG形カッター付)	ロックビット (MR形カッター付)	ロックビット (MR形カッター付)	
備考	純掘削速度: 0.5~0.8 m/hr (於: 神戸市須磨区正多井洞)	純掘削速度: 0.6~1.7 m/hr (於: 山口県玖珂郡)	純掘削速度: 頁岩 2.5~3.0 m/hr 和泉砂岩 1.0 m/hr (於: 徳島県鳴門市大毛)	純掘削速度: 頁岩 1.0 m/hr 和泉砂岩 0.4~0.5 m/hr (於: 兵庫県淡路市島川崎)	
施工年月	S47.3~47.4	S48.1	S48.5~48.7	S48.5~48.7	

IHI-WIRTH L形ボリリングマシン主要施工実績

(2)

項目	形式	IHI-WIRTH L-2 [特] 形			
施工主		大成建設 (株)		大成建設 (株)	
工事名称		山陽新幹線 大井原駅基礎工事	日本道路公園 旭木道高架基礎工事	大阪証券新築工事 別館新築基礎工事	宇部興産 神'山岸壁工事
杭径		1.500 mmφ	1.500 mmφ	1.750 mmφ	1.200 mmφ
杭本数		280本	87本	85本	130本
掘削深さ (掘削長)		約18m (陸上部) 10~15m (水中部)	平均的 60m	平均 35m	平均 12m
掘削地質		崖錐層 (流紋岩質砕屑角 礫混じり粘土層) N値 20~60以上	砂層 } N値 5~20 粘土層 } 砂礫層 N値 20~70 (一部角礫凝灰岩)	砂層 N値 15~52 砂礫層 N値 50~95 砂礫層 N値 100以上	砂層 } 凝灰岩 } 軸圧縮強度 砂層 } 30~40t/cm ²
掘削工法		エアリフト工法	エアリフト工法	エアリフト工法	エアリフト工法
ビット形式 (種類)		1450mmφ ロックビット (HR形カッター)	三翼ビット ロックビット	三翼ビット (投函型 Iコホッパ付)	ロックビット (HR形カッター) 1,100mmφ
備考		掘削速度 3m/hr	掘削速度 9m/hr 平均 3m/hr	平均掘削速度 1.5m/hr	掘削速度 約10m/hr 平均 約6m/hr
施工年月		S 43.12 ~ 44.12	S 45.7 ~ 45.11	S 44.10 ~ 44.12	S 45.10 ~ 45.2

IHI-WIRTH L形ボーリングマシン主要施工実績

(3)

項目	形式	IHI-WIRTH L-2(持)形	IHI-WIRTH L-4形	IHI-WIRTH L-2形	(株)基礎工質調査事務所
施工主		大成建設(株)	JHW-REED MARTIN J.V.	南洋工建(株)	
工事名称		関西電力高浜原子力発電タービン基礎工事	U.S. ARMY (韓国) 鎮海港ニールス基礎工事	(沖繩) 41号線バス安里インターチェンジ基礎工事	北九州住宅建設公社 小倉団地基礎工事
杭本数		1,500 ^{mmφ} ~ 1,250 ^{mmφ}	1,150 ^{mmφ}	1,000 ^{mmφ}	1,200 ^{mmφ}
掘削長		69本 { 1,500φ x 48本 / 1,250φ x 21本 }	185本 / 45m (水深-20m)	8本 / 約7m	25本 / 平均28m
(掘削深)		0.5 ~ 21.5m (炭坑崩長760m)			
掘削地質		粘土混り砂礫層 砂質風化石 石英粗面岩 (500~600 kg/cm ²)	Silly Gravel (礫) Weathered Rock (風化岩) Diorite (閃岩)	粘土層 N値5~10 土丹層 N値30~50	礫混り粘土 N値50 砂岩 30~40 kg/cm ² 頁岩
掘削工法		エアリフト工法 (注水サクション一部併用)	エアリフト工法	ポンプサクション工法	エアリフト工法
ビット形式 (種類)		ロックビット(MR形カッタ) 1200 ^{mmφ} / 三翼ビット一部換部 1400 ^{mmφ} (泥板付段掘型 エスコカッタ)	ロックビット (MR形カッタ)	三翼ビット / ロックビット	ロックビット (MR形カッタ) 三翼ビット
備考		掘削速度 3 ^{m/hr} (1,500 ^φ) 平均掘削速度 2 ^{m/hr} (1,500 ^φ)	海上ボーリング 掘削速度 0.35 ^{m/hr}	掘削速度 9 ^{m/hr}	
施工年月		S45.8 ~ 45.10	S44.9 ~ 45.6	S44.3 ~	S44.6 ~ 44.10

IHI-WIRTH L形ボーリングマシン主要施工実績

(8)

項目	形式	IHI-WIRTH L-2形 (株)基礎調査事務所	IHI-WIRTH L-2A形 (株)森組	IHI-WIRTH L-2(持) 国 鉄
施工主		鹿見島本線 申空川橋基礎工事	阪神高速道路	山陽新幹線 徳山
工事名称		八幡製鉄(株) 八幡港海注中継 壁工事		山陽新幹線 徳山
杭 杭 掘 (掘削深)		1,500 mmφ 8本 { 1,500φ x 4本 1,200φ x 4本	1,200 mmφ 40本 25本	1,100 mmφ 平均 6 m
掘削地質		砂礫層 N値10~20 固結シルト N値50~100	シルト、砂、砂礫 N値70	真砂 強風化花崗岩 N値70
掘削工法		ポンプワション工法	ジェットサクション工法	エアリフト工法
ビット形式 (種類)		ロックビット (MR形カッタ) (三翼ビット)	三翼爪底ビット	ロックビット
備考		平均掘削速度 0.5 m/hr	既成杭建入工法	平均掘削速度 2.0 m/hr
施工年月		S44.9 ~ 44.11	S45.9 ~ 45.10	S47.6 ~ 47.7 S47.10 ~

韓国(J.H.W)にて使用可能
詳細不明

IHI-WIRTH L形ボーリングマシン主要施工実績

(5)

項目	形式	L-2(特)	L-2(特)	L-2A	L-2(特)
施工主		三井建設(株)	五洋建設	協和実業(韓国)	大成建設大林組等
工事名称		三井三池通気立孔	小野田セメントセメント積出岸壁	高速道路橋	大島大橋P3 シャフト根固め工事
杭 本数 掘削深 (掘削深)		6mφ(1.5mφラフ) 1本 180m	710mmφ 146本 30m	1500mmφ 120本 25m	1250mmφ 6本 6~7m
掘削地質		シルト、粘土、砂層 土丹層 N値 5~100	シルト、砂、砂礫 砂岩 砂岩	シルト、砂、砂礫 N値 70	風化花崗岩 花崗岩
掘削工法		エアリフト工法 (オーバーラフ)	エアリフト工法 (鋼管内掘工法)	エアリフト工法	エアリフト工法 中間可変式
ビット形式 (種類)		三翼ビット (一般土質用) (土丹用)	三翼ビット ロックビット	三翼ビット	ロックビット (MRカータ付)
備考		ラフ掘削			根固め工事 平均速度 1.0~2.0m/hr
施工年月		S46.5~46.12	S46.10~	S47.3~	S47.8~47.9

IMI-WIRTH L形ボーリングマシン掘削試験実績

(6)

項目	形式	IMI-WIRTH L-2形	IMI-WIRTH L-2(陣)形	IMI-WIRTH L-4形
施工主		石川島播磨重工(株)	建設土木研究所	鉄道建設業協会
工事名称		土丹戸掘削試験	3000%径削孔試験	本州四国連絡橋基礎工調査海上実験
杭径		1,000 mmφ	3,000 mmφ	1,150 mmφ
杭本数		1本	1本	4本
掘削深さ		20 m	41 m	12 m(谷底地盤下)
掘削地質		砂質泥岩(土丹) 一軸圧縮強度: 20~30 kg/cm ²	中砂、細砂、粘土質シルト 平均N値: 40 最高N値: 70	コンクリート 凝灰岩 300 kg/cm ² 凡成岩 100 kg/cm ²
掘削工法		ホニアクション工法	ジェットアクション工法 エアリフト工法	エアリフト工法
ビット形式 (種類)		先端ホット付 コルカク三翼ビット	四翼ビット (波板付先端ホット)	ロックビット (MR形カッター)
備考		掘削速度 3 m/hr (於: 荷浜市磯子区)	掘削速度 泥岩: 0.8 m/hr 砂岩: 1 m/hr 礫岩: 1 m/hr (於: 千葉市穴川)	掘削速度 凡成花崗岩: 1.2 m/hr 新鮮花崗岩: 1 m/hr (於: 児島沖)
施工年月		S43.12	S43.10.11~43.10.30	S43.3.5~43.3.26 S42.6.17~42.7.6 S47.1~47.3

最近のピツクマン工事

(1)大口徑杭

48 六一

工事名	場所	施工年月	工務目的	工事仕様		使用機
				孔徑 φ	深さ m	
中国自動車道	堀	S48.5~48.7	土留杭	530	33	BM-100N
"	"	S47.9~47.12	"	450	13	BM-100N
"	西宮	S48.4~48.5	"	1,150	15	BM-50N BM-100N
"	"	S48.4~48.7	"	600	13	BM-100N
熱海	熱海	S48.4~48.7	"	700	15	BM-40S
管廻地下鉄	有楽町	S48.11~49.1	基礎杭	1,200	9	BM-50N BM-50E
ドルフィン杭	杉田	S48.9~48.12	"	1,600	43	BM-100N
"	"	"	"	1,200	35	BM-100N
暗渠構築用土留杭	熊本	S48.4~48.9	土留杭	400	15	BM-100S
喫越自動車道	都幾川	S47.3	基礎杭	860	5	BM-100K
東京電力袖ヶ浦	袖ヶ浦	S47.1~47.2	"	860	15	BM-100K
プラント基礎杭	四日市	S48.7~48.12	"	450	13	BM-40S BM-100K
ダブサイト地上防止	草津	S49.1~49.2	土留杭	450	13	BM-40S
G A T X	シンガポール	S48.9~48.1	基礎杭	550	40	BM-50N

様
台計 m

本
66

2,178

2,600

270

1,560

420

324

946

140

4,095

35

105

7,800

260

960

泥岩
泥岩
砂岩
凝灰岩
土砂互
砂岩
五石
細粒砂
シルト
シルト
互石
泥岩
砂岩
五石
カミ
表土

(2) ティーブクエル

工事名	場所	施工年月	工目的	孔径φ	深度m	工事本数	試合計m	使用機
山陽新幹線	福岡トンネル	S48.2~48.5	テーパーブクエ	450	150	2	300	BM-100K
上越新幹線	中山トンネル		"	432	200	1	200	
"	大帯水トンネル	S48.7~48.9	"	375	149	2	298	BM-100N
宅地造成揚水井	猪名川	S48.10~49.1	"	375	150	2	300	RM-100N
上越新幹線	漆名トンネル	S49.1~49.2	"	375	100	1	100	RM-100N
宅地造成揚水井	猪名川	S49.4	"	375	150	1	150	BM-100N
山陽新幹線	福岡トンネル	S49.2	"	375	100	1	100	BM-100N

緑色片岩
27

緑色片岩

(3) レイズボーリング

工事名	場所	施工年月	工事目的	孔径	深度	孔数	様	使用機	地質
勝浦発電所	徳島県勝浦	S47.3	調整水塔 導孔	φ 1.450	50	1	本	BM-100N	粘板岩 砂岩
高瀬川	信濃大町	S47.7~47.8	地下発電所 立孔	1.450	90	2		BM-100N	片麻岩
小平	群馬	S47.11~47.12	"	1.150	70	2		BM-100K	凝灰岩
三池	三池	S48.6~48.8	シュート孔	1.450	26.5	3		BM-100K	砂岩
中電	福井	S48.5~48.9	通気立孔	1.150	160	2		BM-100N	スカルン
新神戸	新神戸	S48.7~48.11	通気立孔 導孔	850	64	2		BM-50N	粘板岩 凝灰岩
小平	群馬	S48.12	通気孔	550	30.5	1		BM-50E	凝灰岩
香春	福岡	S48.12~49.4	シュート孔	1.780	190	2		BM-100N	7加
中電	福井	S49.2~49.4	"	1.150	190	1		BM-100N	砂岩
三池	福岡	S49.3~49.4	通気立孔	1.450	23	1		BM-100K	
					11	1		"	

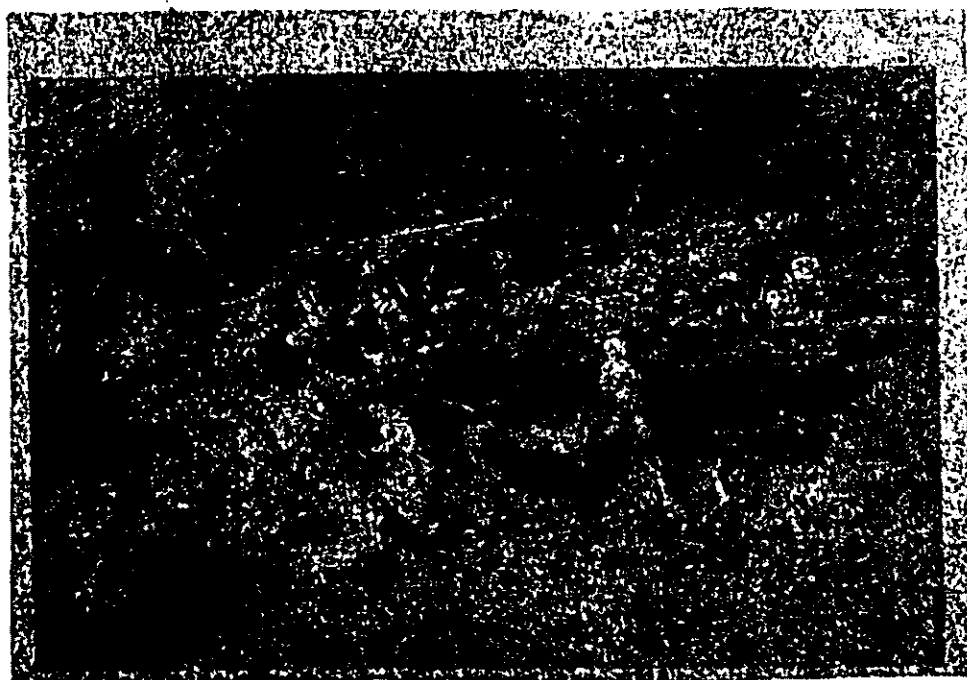
(1)-2

工 事 名	場 所	施 工 年 月	工 事 目 的	孔 徑	深 度	孔 数	樣 本	合 計 m	使 用 機
橋 脚 基 礎 杭	川 崎 島 本 町	S 4 9 . 3	基 礎 杭	4 5 0	3.5 m ~ 1 1	1 1	本	8 5	B M - 1 0 0 N
ビ ャ ー 基 礎 杭	シ ン ガ ポ ー	S 4 9 . 3 ~ 4 9 . 6	"	7 0 0 ~ 1,200	7 ~ 11	1 9 6		1, 5 6 8	B M - 5 0 N B M - 1 0 0 N
ダ ム サ イ ト 連 続 杭	船 明	S 4 9 . 2 ~ 4 9 . 4	"	4 5 0		4 5		2 2 5	B M - 5 0 E

✓
0.5-1/11

ビッグマン工事実績

工 事 名	山陽新幹線福岡トンネル犬鳴ダイープウエル工事
工 事 場 所	福岡県鞍手郡
工 事 目 的	ダイープウエルにより揚水し水位降下を図る。
工 事 時 期	S 48.2. ~ S 48.5.
掘 さ く 方 法	大口径ノンコアーボーリング
掘 さ く 口 径	450% ~ 375%
使 用 ビ ッ ト	375% , 450%
掘 さ く 深 度 及 方 向	150m - 90° (垂直)
孔 数 延 m	2孔 , 300m
使 用 機 械	BM-100R , MG-40 , HM-250
地 質	0~10m 土層 , 尾錐層 , 10~150m 緑色片岩
特 記 事 項	電気換層 , クーリング機 , クーリング機 1台 , 55" ストレーナー 12' 鋼管 1.5' 径の孔を 193孔 / m



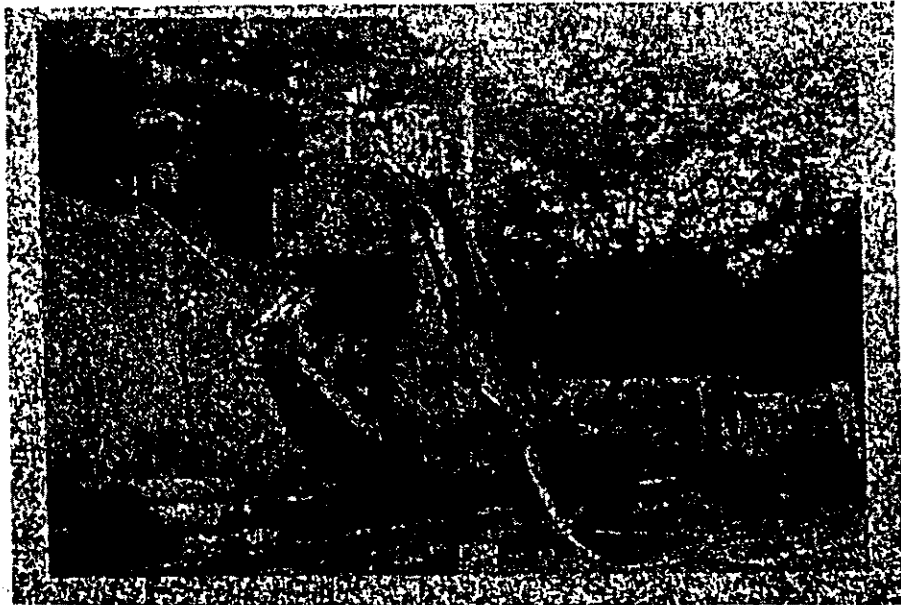
ビッグマン工事実績

工 事 名	新 建 設 熱 海 土 留 杭 掘 削 工 事
工 事 場 所	静 岡 県 熱 海 市
工 事 目 的	松の寮、パライオン熱海新築工事の内、切土の崩落抑止用の鋼管杭埋設工事
工 事 時 期	S 4 8 . 4 . 2 6 ~ S 4 8 . 7 . 1 8
掘 さ く 方 法	ブ ラ イ ン ド 工 法
掘 さ く 口 径	7 0 0 ㎜ ϕ
使 用 ビ ッ ト	大 口 径 オ ー プ ナ ー ビ ッ ト
掘 さ く 深 度 及 方 向	1 5 ㍍ (平 均) - 9 0 °
孔 数 延 ㍍	2 8 本
使 用 機 械	F M - 1 0 S 1 台、 F 1 - 4 1 台、 H M - 2 5 0 1 台
地 質	上 層 部 約 5 ㍍ 礫 層、 中 間 部 約 5 ㍍ 紅 玉 石 層、 下 部 約 5 ㍍ 粘 土 層 (粘 土 質 土 質、 圧 縮 強 度 1 0 0 0 kg/cm^2)
特 記 事 項	所 定 の 掘 削 工 事 中、 1. 4 ㍍ ビ ッ ト で 土 留 用 杭 を 取 扱 す る 為 の 孔 を 掘 削 後、 約 6 0 ㎜ ϕ 鋼 管 杭 を 挿 入 し、 こ の 鋼 管 内 に 4 0 0 \times 4 0 0 \times 1 0 ㎜ 鋼 管 挿 入 し、 鋼 管 内 に タ ン ク 充 填 を 行 っ た。



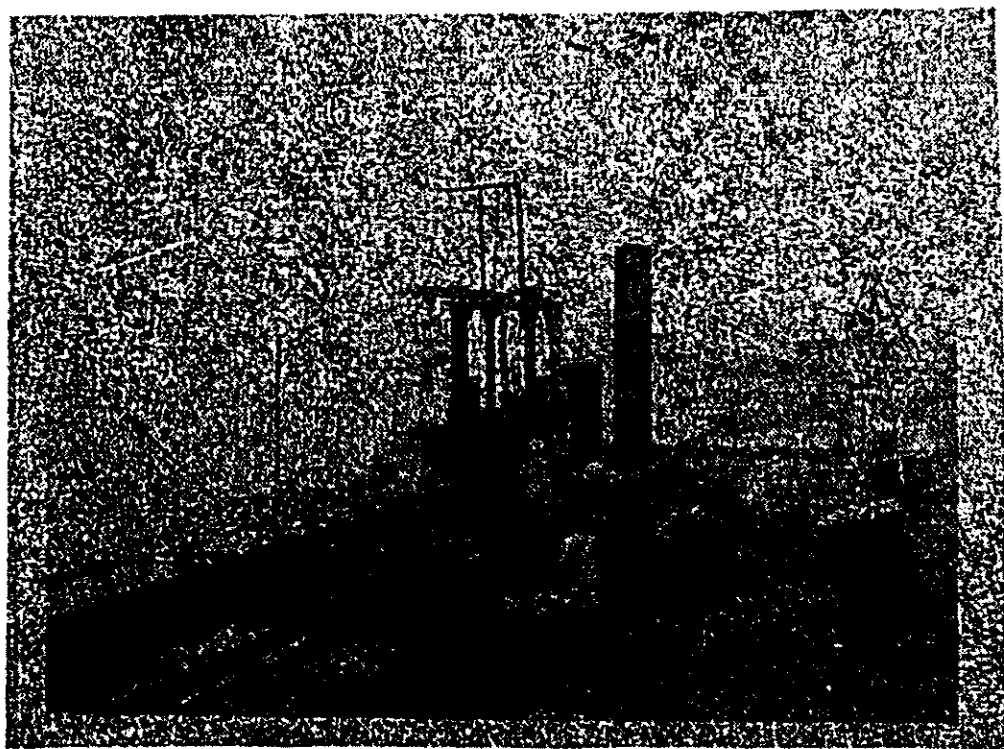
ビッグマン工事実績

工 事 名	中国自動車縦貫道地氈杭掘孔工事
工 事 場 所	西宮市塩瀬地区
工 事 目 的	地氈り防止
工 事 時 期	S 47.5 ~ S 48.7
掘さく方法	ブラインド工法
掘さく口径	530mmφ
使用ビット	ローラービット(オーブナー付)
掘さく深度及方向	- 90°
孔 数 延 〃	66本
使 用 機 械	BM-100N, MG-40, HM-250
地 質	泥 岩 (砂 混り)
特 記 事 項	



ピツグマン工事実績

工 事 名	東京電力袖ヶ浦工事
工 事 場 所	千葉県袖ヶ浦
工 事 目 的	L.N.G.タンカーバース橋台形1基礎杭孔掘さく
工 事 時 期	S 47. 1. ~ S 47. 2.
掘さく方法	ブラインド工法
掘さく口径	850%
使用ビット	950%ブラインドビット
掘さく深度及方向	15' ~ - 20'
孔 数 毎 m	4 本
使 用 機 種	B M - 2502, M G - 40, B M - 250
地 質	砂質土(一部粘土) 礫 岩
特 記 事 項	掘り出し物(土) 100%



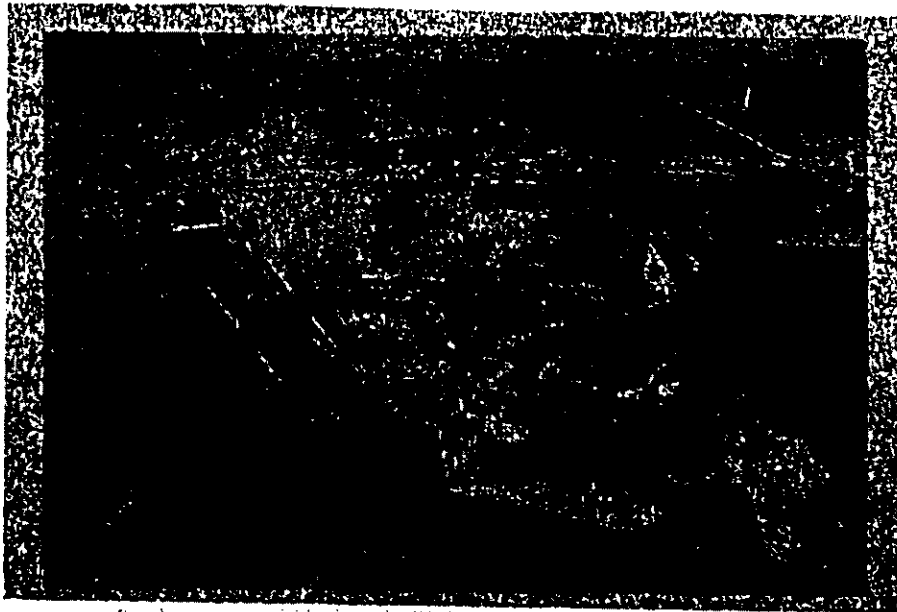
ピゾグマン工 事 実 績

工 事 名	関越高速道路松幾川橋掘さく工事
工 事 場 所	埼玉県東村山市
工 事 目 的	井筒沈下を助長する為のテスト工事
工 事 時 期	S 47. 3 ~ 1 週間
掘さく方法	ブライント工法
掘さく口径	860mm
使用ビット	ブライントビット 860mm
掘さく深度及方向	5 m -- 20°
孔 数 毎 m	4 本
使 用 機 械	FM-170K, MG-40, HM-150
地 質	土層層(泥岩)
特 記 事 項	本工事は、従来の据付井筒内より861mm径で5m掘削する。



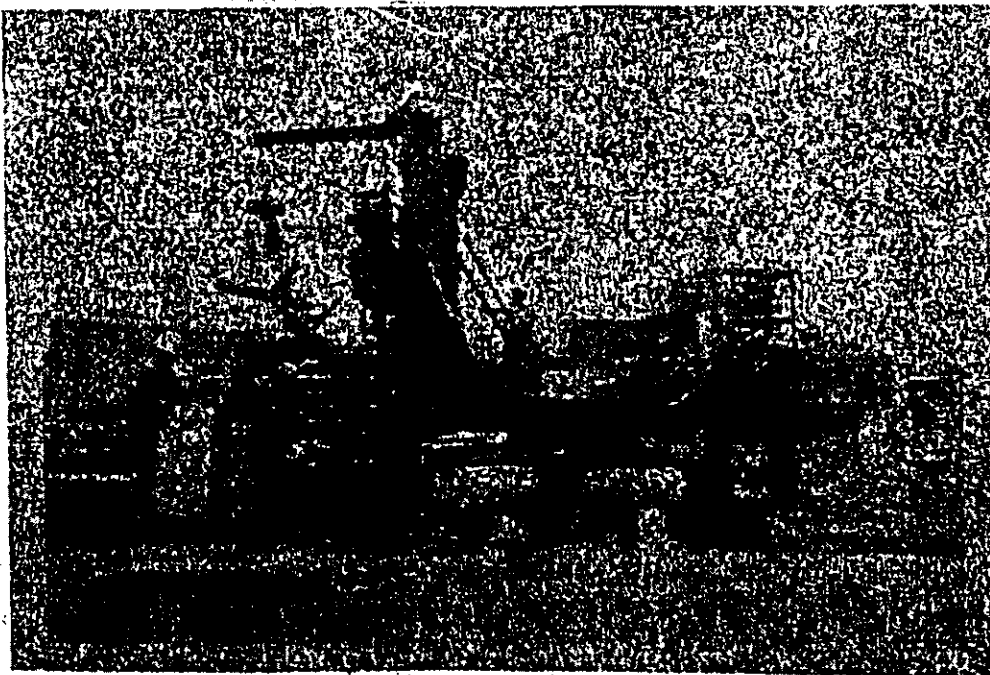
ビツクマン 工事実績

工 事 名	中国自動車縦貫道 地江杭鑿孔工事
工 事 場 所	西宮市山口町
工 事 目 的	地江り防止
工 事 時 期	S 48.5. ~ 48.7.
掘 さ く 方 法	大口径オーブナー鑿孔
掘 さ く 口 径	1.150 ϕ , 550 ϕ
使 用 ビ ッ ト	オーブナー 1.150 ϕ & 550 ϕ
掘 さ く 深 度 及 方 向	1.5 m ~ 1.3 m - 90°
孔 数 延 m	140本
使 用 機 械	BM-100N, BM-40, HM-250
地 質	泥 岩 (泥 混 り)
特 記 事 項	



ビツクマン工事実績

工 事 名	電々公社 熊本
工 事 場 所	熊本市内
工 事 目 的	ケーブル埋設の暗渠構築用土留杭
工 事 時 期	S48.4 ~ S48.9
掘さく方法	クローラー塔載型BM-50Nによる大口径掘さく
掘さく口径	400mmφ
使用ビット	トリコンビット 400mmφ
掘さく深度及方向	14 ~ 15m -90°
孔 数 延 m	237本
使 用 機 械	(クローラー塔載型, BM-100S, MG-40, HM-250)
地 質	玉 砂 質
特 記 事 項	



ビッグマン 工事実績

工 事 名	勝浦地下発電所	
工事場所	徳島県勝浦郡	
工事目的	調圧水槽導坑	
工事時期	S 47. 3	
掘さく方法	パイロットダウン	リーミングアップ
掘さく口径	250 mm φ	1,450 mm φ
使用ビット	250 mm トリコンビット	1,450 mm リーミングビット
掘さく深度及び方向	50 m	- 90°
孔数 延 m	1 本	50 m
使用機械	BM-100 E, MG-40, HM-250	
地 質	粘板岩, 砂岩	
特記事項		

ビッグマン 工 事 実 績

工 事 名	東京電力高瀬川発電所	
工 事 場 所	長野県信濃大町	
工 事 目 的	地下発電所立孔	
工 事 時 期	S 47. 7 ~ S 47. 8	
掘 さ く 方 法	パイロットダウン	リーミングアップ
掘 さ く 口 径	250 mm φ	1.450 mm φ
使 用 ビ ッ ト	250 mm トリコンビット	1.450 mm リーミングビット
掘 さ く 深 度 及 び 方 向	90 m	→ 90 m
孔 数 延 m	2 本	延 180 m
使 用 機 械	BM--100H, MG--40, HM--250	
地 質	砂 礫 岩	
特 記 事 項		

ビッグマン工事実績

工 事 名	小平発電所立坑ボーリング	
工事場所	群馬県山田郡大間々町小平	
工事目的	地下発電所立孔	
工事時期	S 47. 11 ~ S 47. 12	
掘さく方法	パイロットダウン	リーミングアップ
掘さく口径	250 mm	1,150
使用ビット	250 mm トリコンビット	1,150 mm リーミングビット
掘さく深度及び方向	70 m	-90°
孔数 延 m	2 本	140 m
使用機械	BM-100K, MG-40, HM-250	
地 質	輝緑凝灰岩	

ビッグマン工事実績

工 事 名	三井三池坑内立孔掘さく工事	
工 事 場 所	福岡県大牟田市 三井三池鉱業所	
工 事 自 的	450m 坑道本延 F A 設備, シュート孔	
工 事 時 期	S 4 8 . 5 ~ S 4 8 . 7	
掘 さ く 方 法	パイロットダウン	リーミングアップ
掘 さ く 口 径	250mmφ	1,450mmφ
使 用 ビ ッ ト	250mm パイロットビット	1,450mm リーミングビット
掘 さ く 深 度 及 方 向	2.6.5 m	- 8 5 °
孔 数 延 m	3 本	
使 用 機 械	B M - 1 0 0 K , M G - 4 0 , H M - 2 5 0	
地 質	砂 岩	
特 記 事 項	450m 坑道本延 F A 設備	

ビッグマン工事実績

工事名	中竜鉈山通気立孔	
工事場所	福井県大野郡和泉	
工事目的	通気立孔	
工事時期	S 48.7 ~ S 48.8	
掘さく方法	パイロットダウン	リーミングアップ
掘さく口径	250 mm ϕ	1,150 mm ϕ
使用ビット	250 mm トリコンビット	1,150 mm リーミングビット
掘さく深度及び方向	160 m ,	- 90°
孔数 延 m	2 本	320 m
使用機械	BM-100N , MG-40 , HM-250	
地質	スカルン	
特記事項		

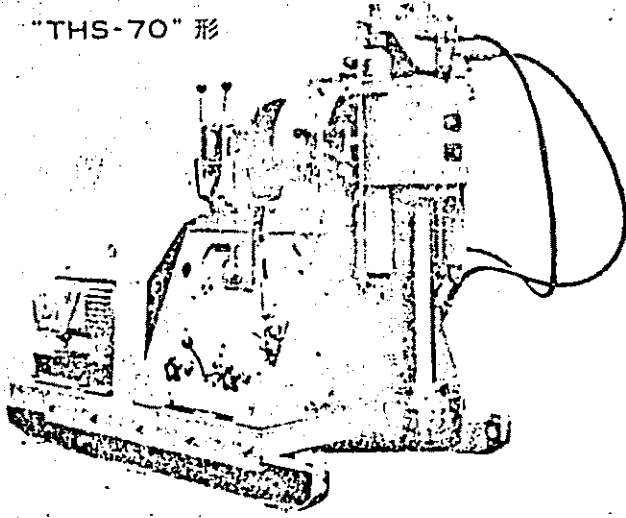
C. その他掘削機械

ラージホールドリル据付寸法

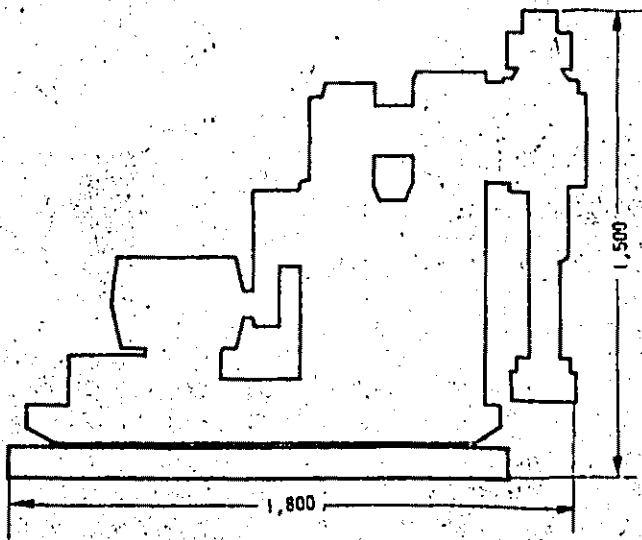
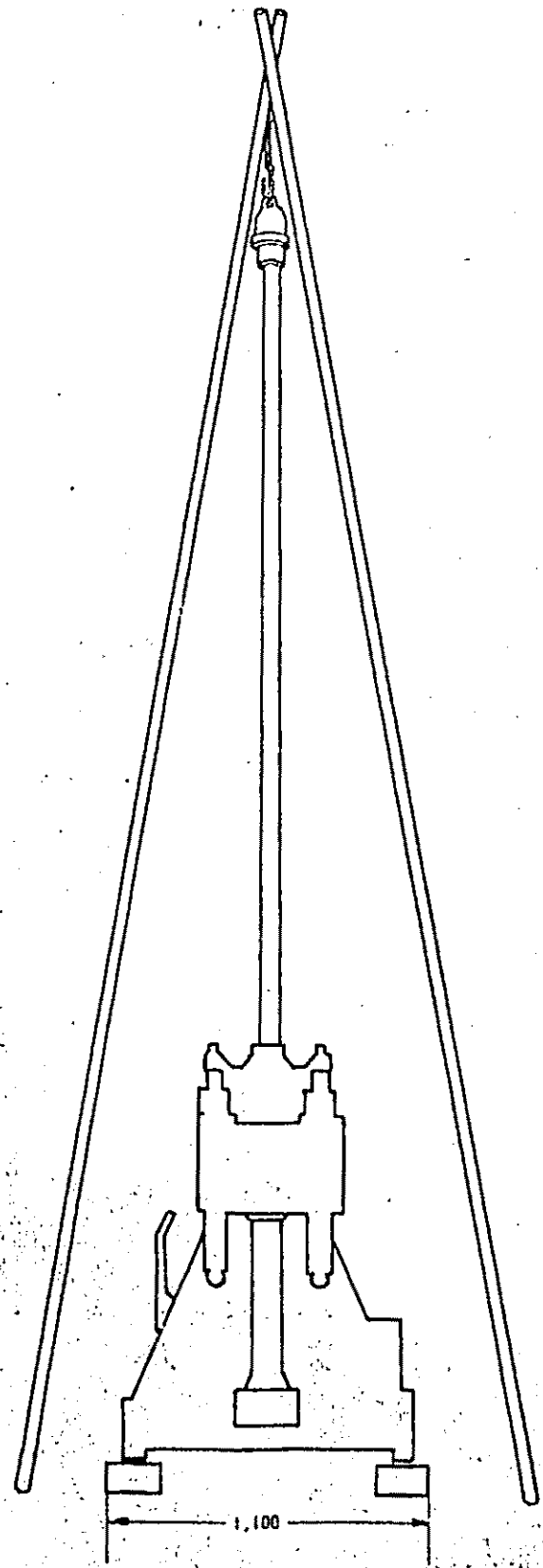
TBM-72形		
高さ	使用ロッド	ヤグラの高さ
	85N×1.5m	約4.5m
	85N×3m	約6m
隣接物から枕心まで最少距離		0.65m
幅、長さについては下図を参照下さい。		

THS-70形		
高さ	使用ロッド	ヤグラの高さ
	73N×1.5m	約4.5m
	73N×3m	約6m
隣接物から枕心まで最少距離		0.55m
幅、長さについては下図を参照下さい。		

"THS-70"形

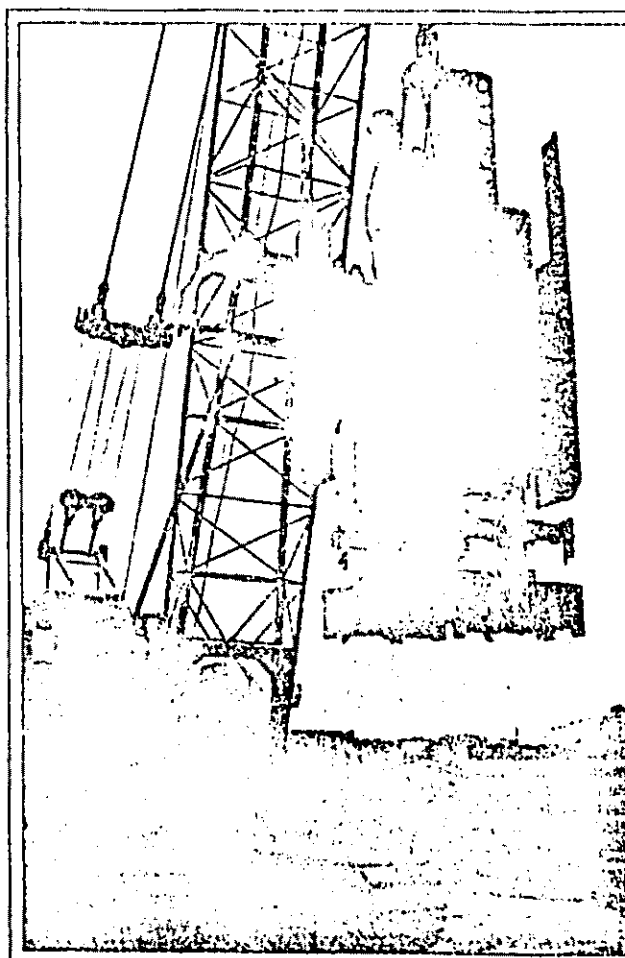


能力	孔径 mm	深度 mm	
	500	60	
	800	50	
	1,000	40	
ビット回転数 r.p.m	50	100	200
スピンドル内径	80mm		
動力	E 様全閉形 11kw 4P		
重量	950kg (電動機を除く)		



RRCドリルは大口径掘削工法を飛躍的に発展させました。

- ① いかなる地層でも崩壊なく掘削するので、安全な施工ができます。
- ② ワイヤロープで吊り上げて掘削できるのでドリルロッドの着脱が不要となり、作業時間の短縮と省力化が可能です。
- ③ 水中モータを動力とし地上には駆動装置がないので、機械のセット・移動が容易となり、施工場所を選びません。
- ④ 多軸ビット方式ですので1軸ビットで大口径を掘削する場合の不合理性がなく、掘削断面全体にわたり自転と公転の相乗効果によって最良の刃先速度で掘削するとともにトロコイド運動により掘削した土砂を中心のリバース吸い込み口にかきよせる働きをするので、高い能率が得られます。
- ⑤ ドリルビットは鑿・玉石の破砕能力をもち、軟岩、固結層にも威力を発揮します。
- ⑥ 杭先端はまったく平面に仕上がります。
- ⑦ 掘削は非常に円滑に行なわれるため余泥りが極めて少なく、コンクリートのくいこみは少量となります。
- ⑧ 完全無騒音無振動で、垂直精度の高い掘削を行ないます。



RRC-15形

3-2. 構造物前面 洗掘防止対策について

1). 一般

一般に水中に於て輸送される土砂を「流砂」といい、これらには3種類に分けられる。

即

- a). 浮流砂 = 流れの乱れによる拡散のため水路を浮んで輸送される流砂
- b). ウォッシュ・ロード = 河床砂礫より細かい粒子の流砂
- c). 掃流砂 = 流れの直接的作用による河床土を転動、滑動または跳動に移動する流砂

流れの中の土砂の移動、輸送問題では、流れによって土砂を押し流そうとする力、掃流力があり、この値がある限度を越えたと土砂が移動し始める。このときの掃流力を限界掃流力といい、次のような式で表らわされている。

$$t_c = 0.5 \rho g R I$$

t_c = 水路底面にそって作用するせん断力
限界掃流力である。

ρ = 水密度

g = 重力の加速度

R = 径深

I = エネルギー勾配

2). 河川に於ける洗掘防止について

河川で従来から行なわれている掃流砂量の算定では次のような代表的な公式から求めている。

Du-Boys 公式

$$\rho_B = C \cdot (t_c - t_c)$$

ρ_B = 単位幅当りの掃流砂量

C = 土砂の性質による定数

t_c = 限界掃流力

前記の浮流砂量は一般に Lane-Kelinschke の公式を用いて算定しているが、この公式は非常に複雑な形を示しているため、多くの実測例などから流量 Q と浮流砂量 Q_S との間には一定の関係があることが知られている。次の公式が利用される。

すなわち

$$Q_S = \alpha Q^{\beta}$$

Q_S = 浮流砂量

Q = 流量

α = 浮流土砂による係数

β = 指数で一定値、2.0 と考えられている。

流路が上・下流にあるより流路・根路で推積が起っているか、洗掘が起っているか推定するのに上・下流に 2 断面を考えて、これらの断面を通過する浮流砂量 Q_S と掃流砂量 ρ_B との和、

$Q_S + (\rho_B)$ 、すなわち全流砂量の差 $Q_S - \rho_B$ が正であるか、負であるかによって、この区間で推積が

起っているか、洗掘が起っているかが推定される。
 河川の場合、このように土砂の移動に対する対策として
 適当な河川構造物、たとえば 沈床水制、
 コンクリート・ブロック水制、木工沈床、根固工 等を
 入れて、河床の土質条件、流況の状況に応じて
 設置して水流に対する抵抗を増して流速を減少
 させて、河岸・河床を保護している。

河川の幾時土質、河床土質に
 対して沈床を起こして下り
 層流速、すなわち土に対する
 許容流速が過去の経験、
 実測などから表3.2.1, 3.2.2,
 のように考えられている。
 毎一断面部では流速が早く
 なり沈床部が強くなるので、
 直線部許容流速に対して流
 速を修正している。

表3.2.1 非粘性土の許容平均流速

材 料	粒 径 (mm)	平均流速 (m/sec)
シルト	0.075	0.15
細砂	0.05	0.20
中砂	0.25	0.30
粗砂	1.00	0.55
小砂粒	2.50	0.65
中砂粒	5.00	0.80
粗砂粒	10.00	1.00
小砂粒	15.00	1.20
中砂粒	25.00	1.50
粗砂粒	40.00	1.80
玉石	75.00	2.40
玉石	100.00	2.70
玉石	150.00	3.30
玉石	200.00	3.90

表3.2.2 粘性土の許容平均流速 (m/sec)

河床の砂り状態	ゆるい		普通	
	少し締っている	締っている	少し締っている	締っている
間 隙 比	2.0~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3	0.3~0.2
砂質粘土(砂50%)	0.45	0.90	1.30	1.80
強粘土質土	0.40	0.85	1.25	1.70
粘 土	0.35	0.80	1.20	1.65
弱粘土質土	0.32	0.70	1.05	1.35

表3.2.3 河曲部に
おける許容平均
流速の修正

河曲度	修正係数
直 線	1.00
小	0.95
中	0.81
大	0.78

表3.2.3に示すように修正係
 数を求じて、許容平均流速
 を求めている。

もし、対象とする水路の設計

流速がこれら上記表の許容平均流速を
 越える場合、適当な河川構造物を設置して
 粒径の大きなものと置換えるような処置をして
 河川の保護を行っている。

しかし河川に於いてこの問題に関しては、いずれの場合でも現状では模型実験によって解析され、それが実際の設計に応用されている。

3). 海岸に於ける洗堀防止について

海岸に於ける洗堀防止のための根固工は今までに多くの問題点が未解決であり明確な設計法が確立されているわけではなく、各現場において試行的施工の繰り返しと、維持によってその海岸に適応した根固工法を検討して採用しているのが現状である。

洗堀防止のための根固工としては次のような性能が要求されている。

- (a) 波の作用が大きい場合には、波の構造物擾防、防波堤等への衝突、反射による影響をできるだけ小さくするよう努めること。
- (b) 渦、流れなどにより、海底や浜の土沙が攪乱され移動し、運び去られることを極力防ぐこと。
- (c) 根固工自体の前面洗堀が起きてきたり小さくなるよう努めること。
- (d) 波力、掃流力等によって、散乱、崩壊しないよう十分な重量を有していること。
- (e) ブロック相互が、かみ合が良く、できれば連繫されて、屈壊できる一体性のしつで地盤の變形、沈下に追隨できるように望ましい。

以上のような点を考慮して使用されている標準的な根固工には、捨石根固工、コンクリートブロックによる根固工とがある。

(a) 捨石による根固工

- (i) 表層にはなるべく大きな石を並べ、内部に向けて次第に小さな粒径の石を捨てるようにする。
- (ii) 中詰石は大小と混ぜて海底をカバーし、土砂が持ち去られるのを防ぐようにする。
- (iii) 根固工の前面が洗掘されやすいので注意する必要がある。
- (iv) 湾内、内海で波が小さきところに採用されている。

(b) コンクリート・ブロックによる根固工

- (i) 必ず2層、またはそれ以上にかみ合せてよく設置すること。
- (ii) 根固工の基礎には捨石を敷き均して簡単に沈下、変形しないようにする。
- (iii) 外洋に面した大きな波を受けやすい海岸や港湾では、従来の捨石による根固工に比べて、変わり大きなコンクリートブロックを使用するようになった。

根固工の材料が捨石であろうとし、異形コンクリートブロックであろうとも原則として地盤上にあり、根固効果、洗掘防止効果を発揮するようが、

機能を満足するものでなければならぬのであるから、根固工自体の沈下、埋没、を極力防止するために、基礎工が用いられている。

基礎工としての敷石は、捨石や稚石、あるいは栗石、砕石などを上層に大きな石を、下層に小さな石を敷き、厚さは 0.60m ~ 1.00m 程度、但しのり尖部分の洗堀抵抗が弱いため敷石にや、マットレス等を布設してのり先から除々に洗堀され根固工、基礎が散乱しないように配慮して根固自体が沈下、埋没、散乱しないようにしなければならぬ。

2). 根固工に用いる捨石重量の算定

- 1). 波力に対する水中の捨石の安定重量を代表的な公式としてハドソン (Hudson) の公式を利用している。

$$W = \frac{S_r H^3}{K_0 (F_r - 1)^3 \cos \alpha}$$

ここに

W = 捨石の重量

S_r = 捨石の単位重量

H = 進行波としての波高

K_0 = 定数

F_r = 捨石と海水の単位重量の比

α = のり面傾斜角

b). 流れに対する捨石の安定重量

米国海岸侵食局 (B. E. B) が潮流による洗掘防止のための捨石の重量を算定するのに次のような式を提案している

日本では港湾設計基準で使用されている。

$$W = \frac{\pi r_r v^2}{18 g \gamma^2 (S_r - 1) (C_{sd} - \sin \alpha)}$$

ここに

W = 捨石の安定重量 (ton)

r_r = 捨石の単位体積重量 (ton/m³)

S_r = 捨石の比重

v = 流速 (m/sec)

g = 重力の加速度 9.8 m/sec²

α = 斜面の勾配

γ = 系数

埋り込石 1.20

露出 0.85

今例に捨石の単位重量を 2.65 ton/m³ とした場合の捨石の安定重量、及びその直径と流速の速度 v (m/sec) との関係を求めると次頁の図 3.2.4(a), 図 3.2.4(b) のようになる。

根固工を必要とするような海岸、港湾、内海における構造物、堤防、護岸、

岸壁 (重カ式けい船岸壁) 等の基礎工は洗掘

図3.2.4 (a) 捨石の単位体積重量が 2.65 t/m^3 のときの捨石重量の算定図。

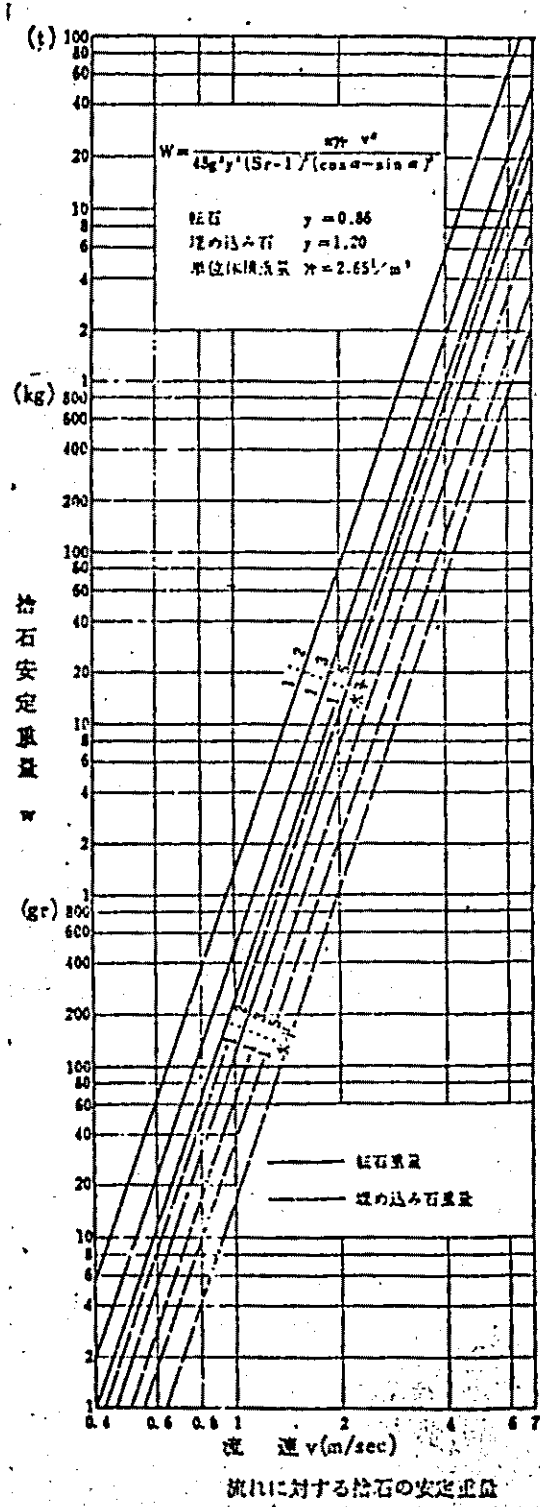
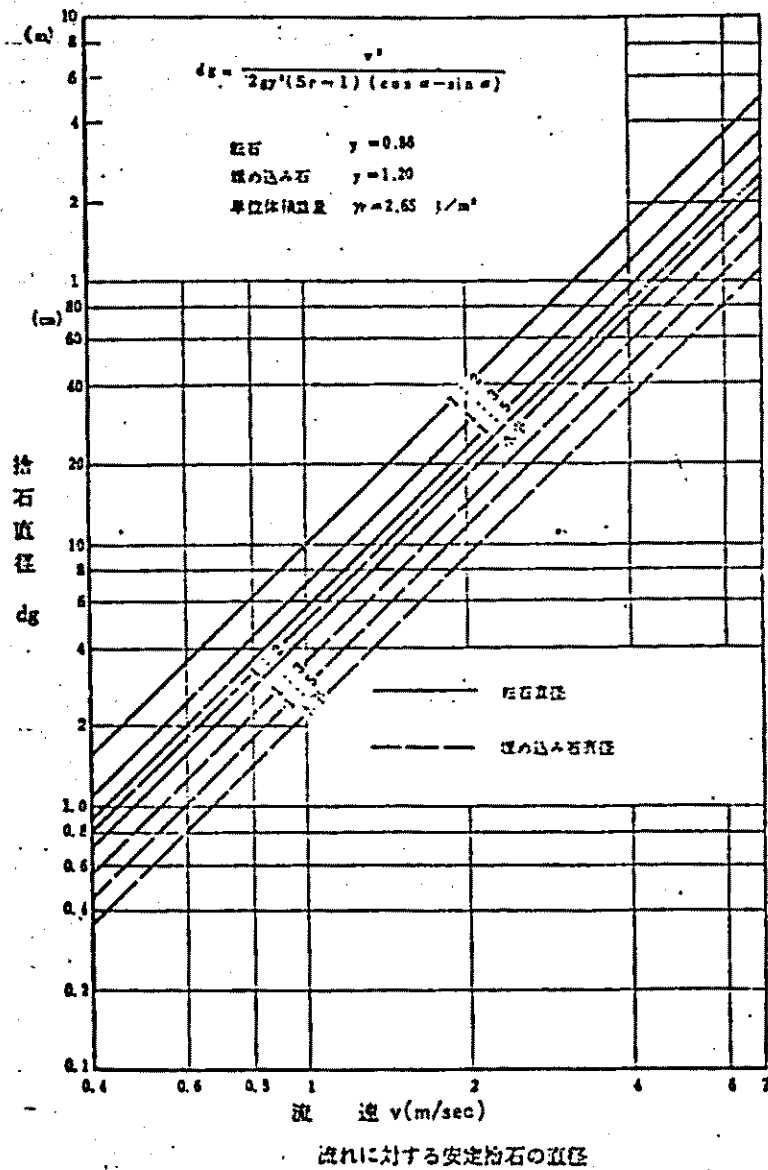


図3.2.4(b) 捨石(球形)の直径



時を想定して計画水深、海床面より根入れをできるだけ深くして、更にその基礎工の下に矢板を打ち背後の土砂の移動を防止している例が多い。また万一にやむを得ず矢板の前面にブロックを設置して矢板、構造物の前方への移動に抵抗するようになっている。

このような例は一般に外洋に面して波力の影響の大きいところの根固工として行なわれている場合が多い。

4) 埠頭建設予定地の洗堀防止について.

GHARO CREEKの潮流の移動は、潮の手満の差によるものでインタス河の流れの影響を受けてない。図3.2.1参照

潮流は、図2-2に示す様に上潮時に大きく移動しており特に彎曲部（断面C-40-41）では潮流が一般直線部分より大きくなっているようである。

C-36-35, C-46-47の断面において観測した潮流の流速はそれぞれ最大で 5.46 m/sec , 5.40 m/sec であった。図-3, 図-4参照

この2断面に於ける潮流の観測結果より断面C-40-41, GHARO CREEKの彎曲部の潮流の流速を算定すると、約 6.10 m/sec となるが、これは直線部の場合で彎曲しているため実際にはこの流速より大きいものと思われる。埠頭予定地附近の土質条件は土質柱状図、図-5 S-2: 129より推定すると測点の海底面より-35.0mから-36.9mまで砂質土になってそれより以深ではDark Gray Silty Clayとなっている。これは、その附近がかつてインタス河の河口であった。ここから砂が長い年月にわたって推積してある時期に粘土層を作ったり Sand Stoneと

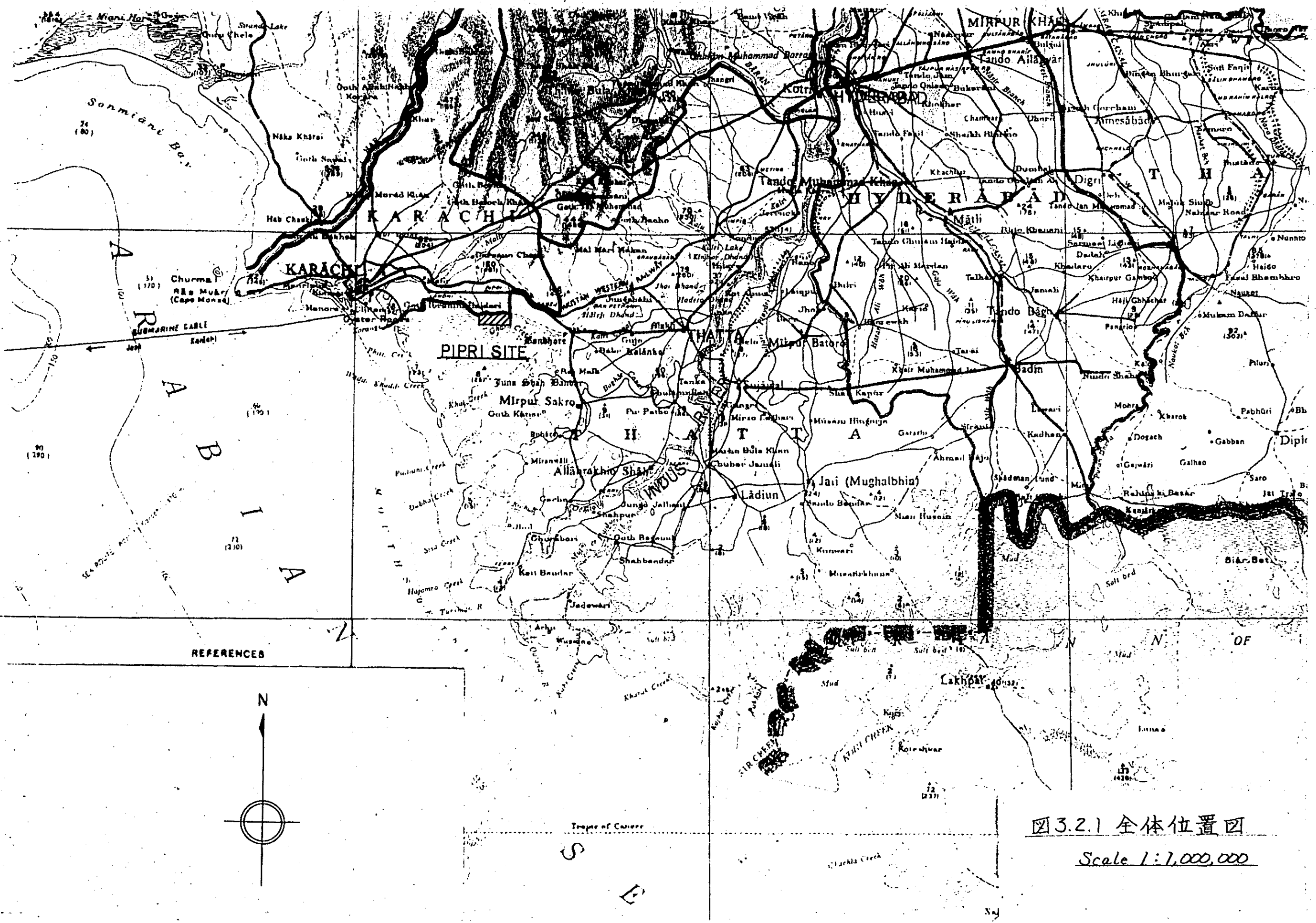


图3.2.1 全体位置图

Scale 1:1,000,000

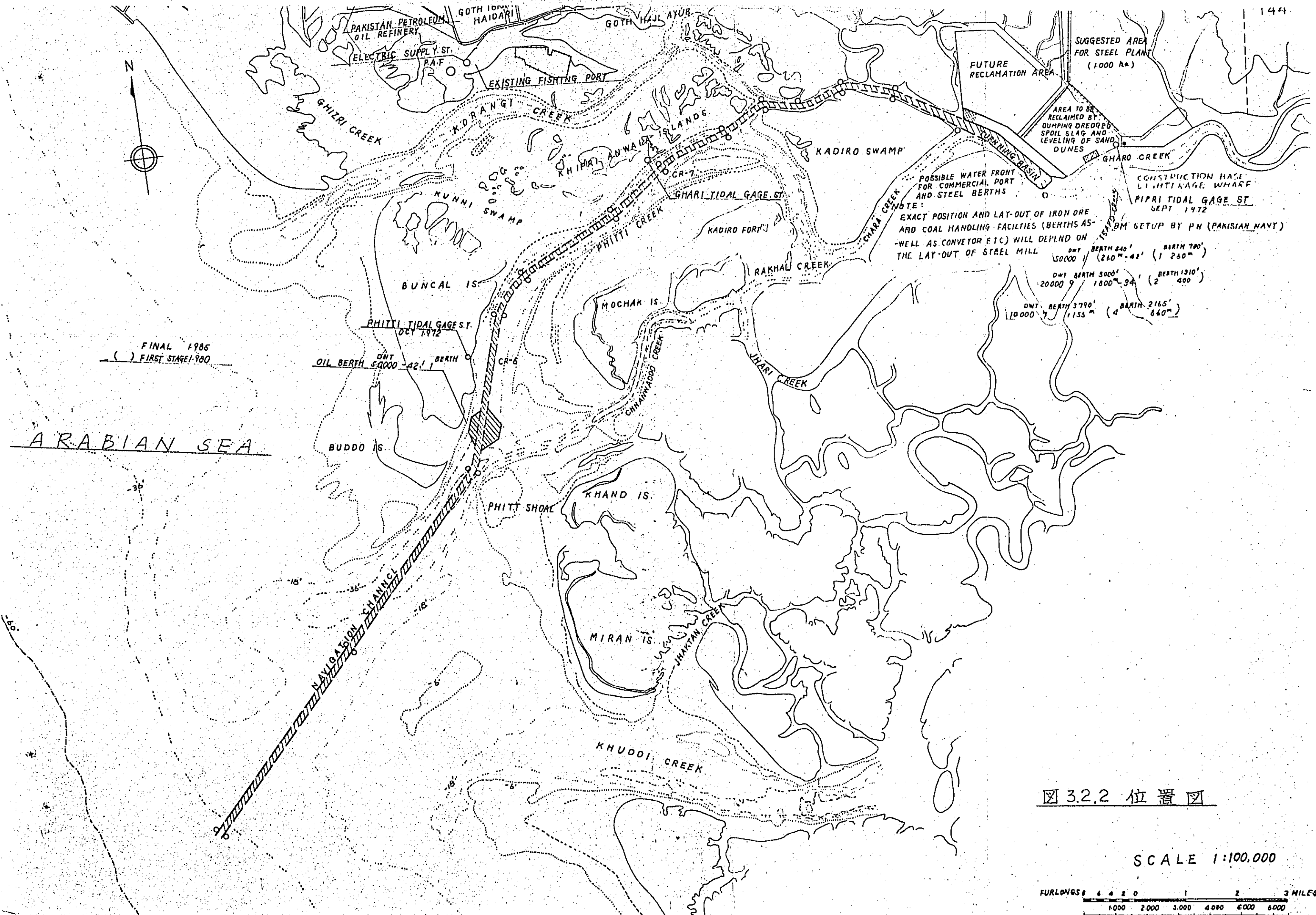
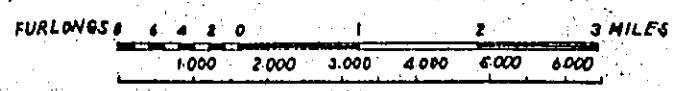


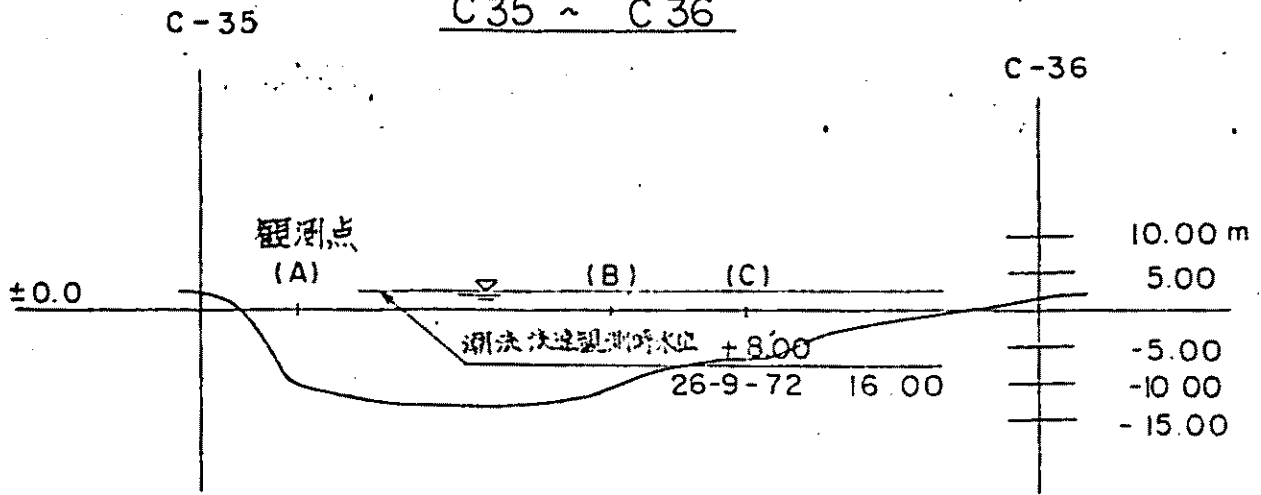
图 3.2.2 位置图

SCALE 1:100,000



SEC. 1 KADIRO CREEK

C35 ~ C36



SEC. 2 GHARO CREEK

C47 ~ C46

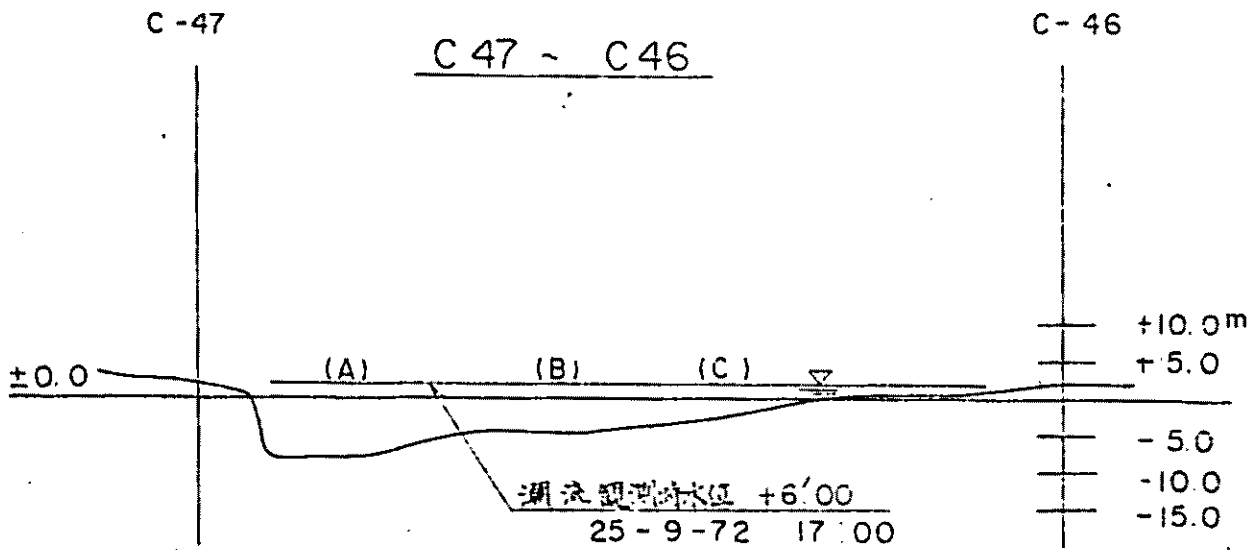


图3.23 潮流观测地点断面图

S = H = 1 : 10,000

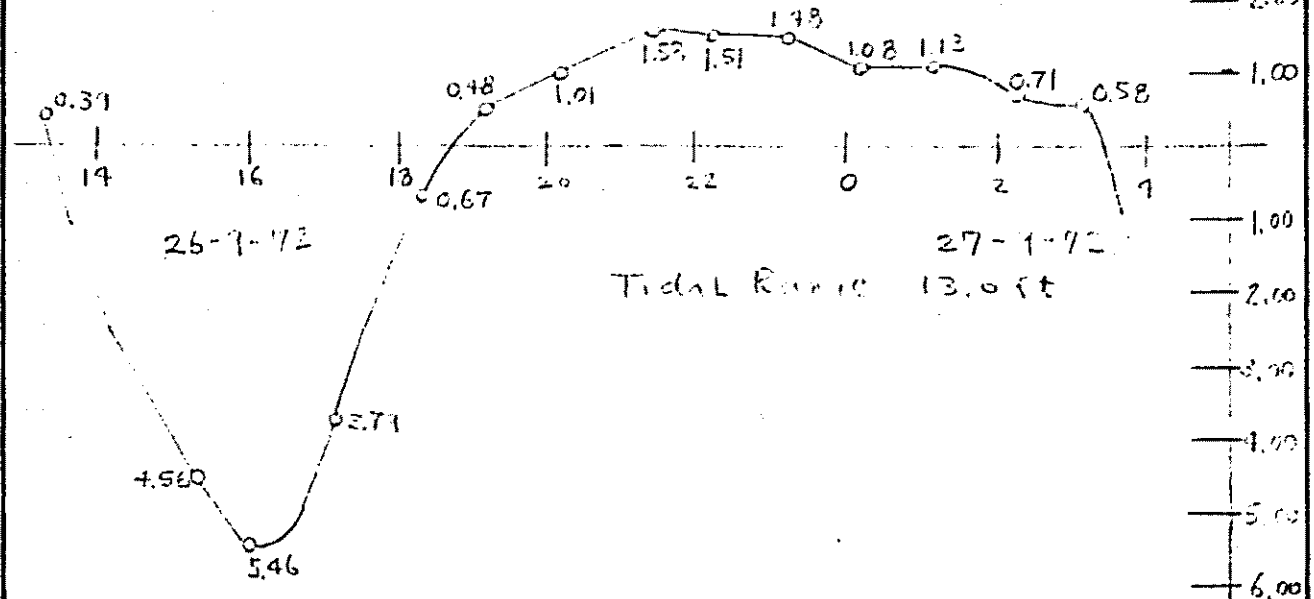
V = 1 : 1,000

図3.2.4 - 潮流観測図

流速

SEC. C.35 - C.36

POINT [A]



SEC. C.47 - C.46

POINT [B]

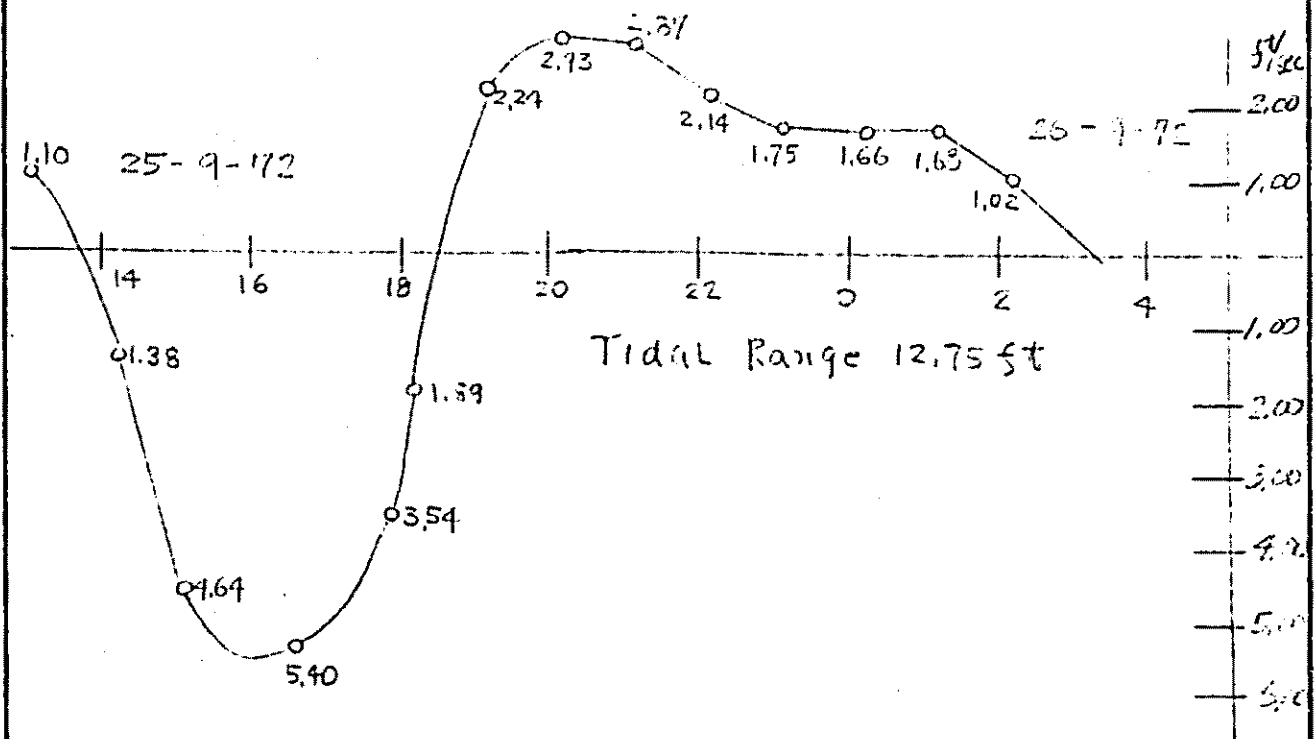
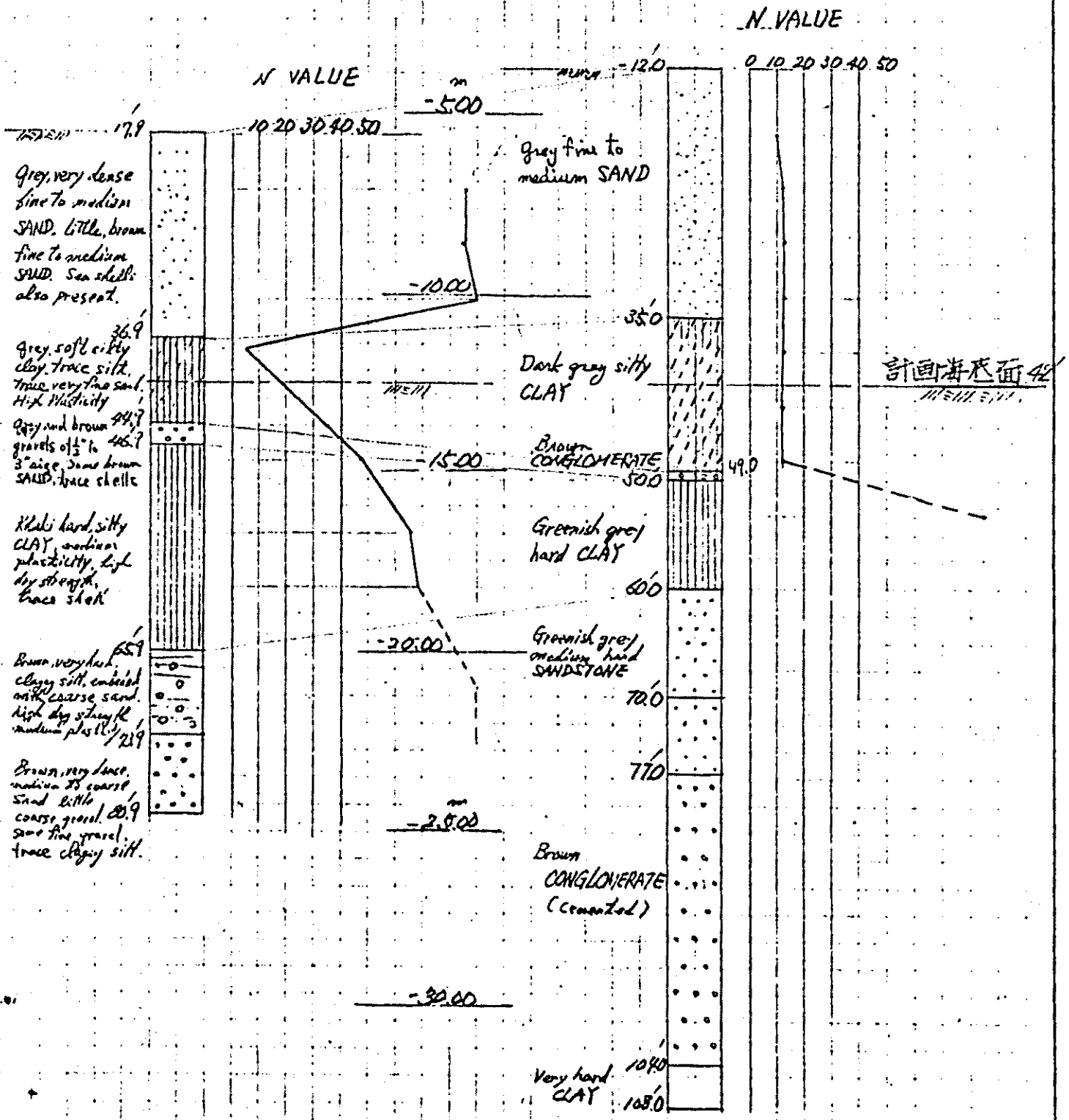


図 3.2.5 土質柱状図

POINT 129

POINT S-2



いった固い地層を形成した。これら固い地層の上に現在堆積している砂質土、砂礫等はクリーク内のどこか砂質部分で洗掘され、流されてきて堆積したものである。

現在 CREEK内を流れている潮流は前述したように、又図3.2.1にあるように、インタス河の影響を受けない。すなわちインタス河の上流で洗掘された二砂、砂質、浮流質等がクリーク内に流れ込むようなことはなく、潮の干満の差による流れがある。それによつてクリーク内の土砂が移動していると、推定される。現地の潮流、移動方向の調査によると(図を参照)上潮時の潮流の動きは、湾曲部 C44~C42~C40の付近は一定で定常流で壁に沿って流れているような状態である。この流れは上流より流れてきて壁にあたり壁に沿って曲がっている。この壁の部分の土状は粘土質で固く、かたよりの河道断面も大きな変化をしてなかつて安定している。

C40~C38~C36に沿って
 港湾埠頭構造物が設置された場合
 上潮時の潮流が壁に沿って湾曲部を曲がったところでは、しゃべい物で、流れが乱れたり、渦が生じたりして河床に洗掘を生ずることになる。これを防止し、上潮時の潮流の流れがスムーズに行くようにするために、構造物に導流堤、とか

将来の埠頭拡張計画を考慮して河川構造物
水制護岸等を設置するのがよい。

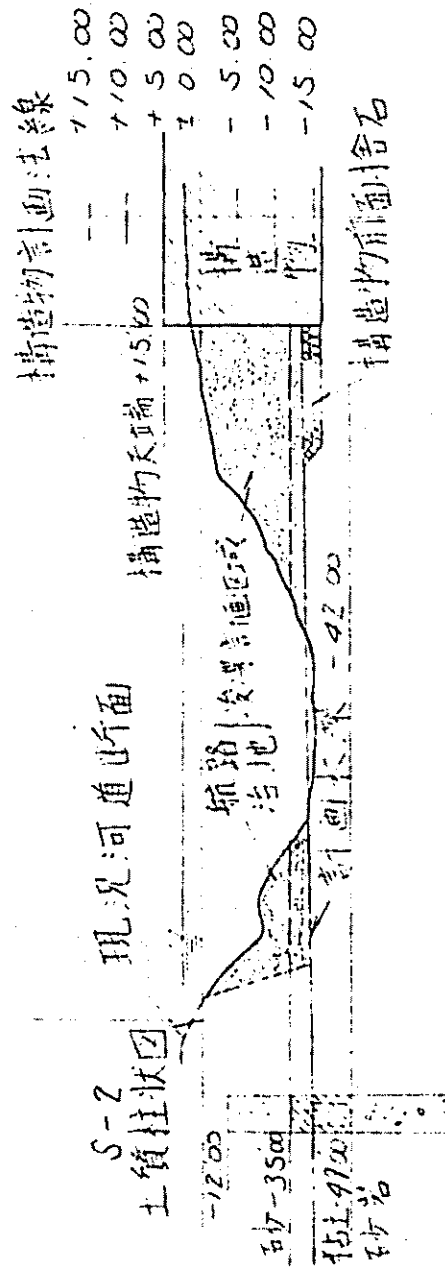
この場合、構造物の前面の河床の土質が砂質土
であると洗堀による土砂の移動は大きな問題となる。
今仮に C-40、C-33の区間を前記のような
流速 $v = 6.10 \text{ m/sec}$ (約 183 m/sec) があると
すると河床が非粘性土の場合粗粒 40 mm
 $\sim 50 \text{ mm}$ 以上の径の石礫で捨石を施工することが必要
となる。今回の港湾計画にすると、埠頭前面は
航路及び泊地となり $L.W.L$ より -42.00 まで
浚渫する計画である。

別紙の S-2. 129 の土質柱状図によると、
それぞれ -35.00 、 -36.90 まで砂質土になっていて、
それより以深では Grey Silty Clay となっ
ている。これだけの土質柱状図のみで埠頭前面の航路、
泊地全般に亘って計画水深 -42.00 まで浚渫した場合
河床は粘土地盤であると決められないが、最も
洗堀の心配される弯曲部で河床が粘性土地盤
になっているのは好条件である。

河床が粘性土の場合の洗堀については、砂質土
ほどの研究は現在の所進められていないが、運輸省
港湾研究所、北海道大学河川研究室などで
行われた実験によると、次の様なことが判明
している。

実験例-1 運輸省港湾研究所

図3.2.6 計画河道標準断面図



粘性土の漸流による洗掘について

名古屋港高潮堤開口部で、漲退潮流による洗掘の問題が生じ、これに関連して粘性土の洗掘に関して定性的性質を調査した結果、河床が平滑な場合は洗掘を促す要素としては底面のせん断力が支配的であつて、砂礫の場合と比較して粘土の場合は、その粘着性のためにより大きな洗掘抵抗を示わした。したがつて粘性土に対しては砂質土に対するほど洗掘を懸念しなくてもよいということが判明している。

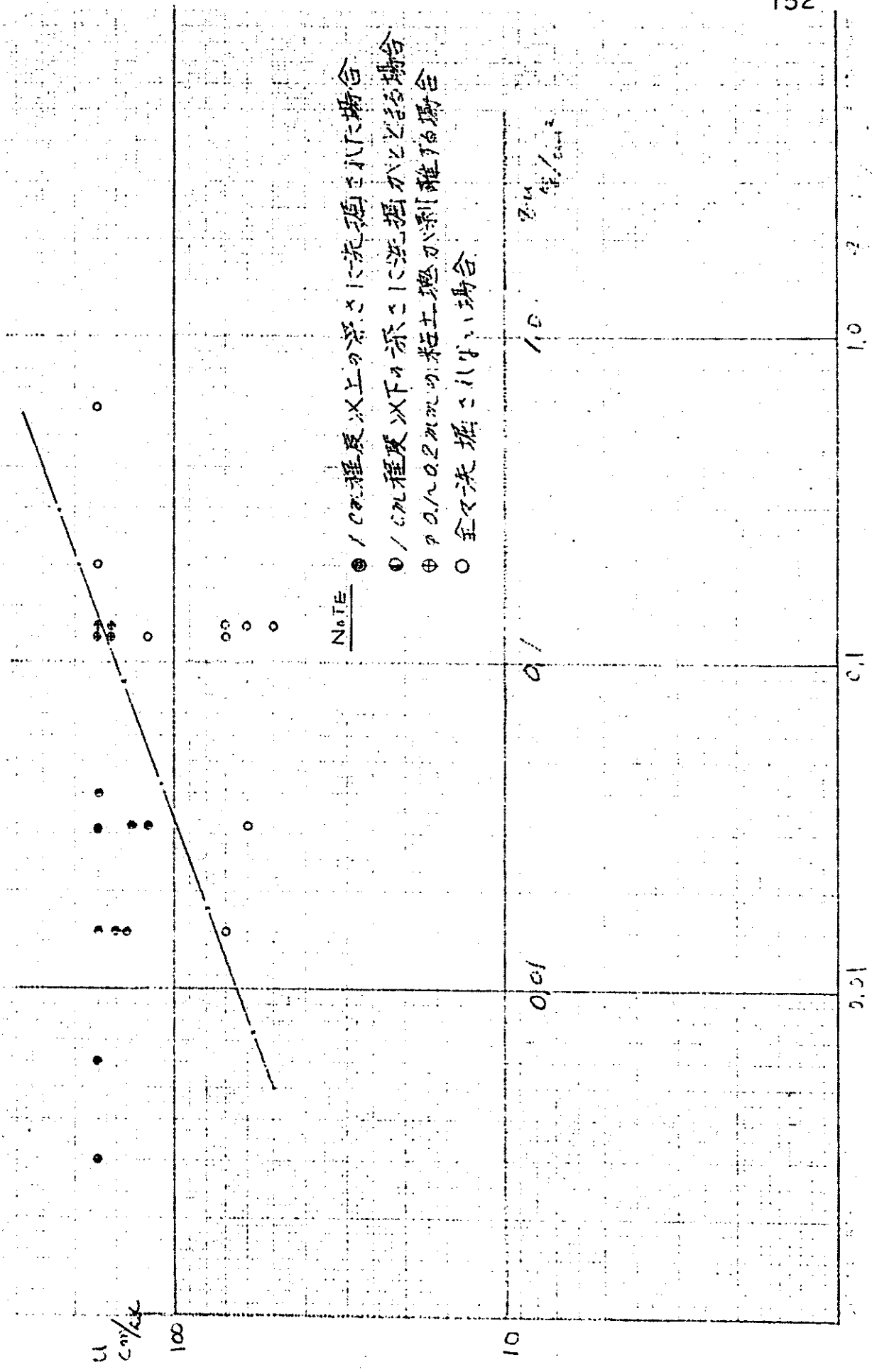
粘土の洗掘限界

流速 U cm/sec と試料の強度 σ Kg/cm^2 を変数として試料の状態を便宜的に4ケースに分けてプロットして、一応粘土の洗掘限界と見られる点を適当に結んでみたつたの様に示した。次頁図3.2.7参照。

図に於て注意すべき点は洗掘が始まった点の流速 U と試料の強度 σ との関係が一義的に決定されるものではないといふことである。
実験例-2 北海道大学河川研究室

「粘性土の洗掘限界と洗掘速度に関する研究」実験の結果、土の V_{ave} 値 S_v を測定する事によつて洗掘限界せん断力 c も知る事ができる。すなわちこの実験で粘着性土は非粘着性土、砂質土とちがつて土粒子が個々に流れのせん断

図3.2.7 洗堀限界曲線



NOTE

- / 0.1 程度以上の大きさには洗堀された場合
- / 0.1 程度以下の大きさに洗堀された場合
- ⊕ / 0.1 ~ 0.2 mm の粒土塊が剥離した場合
- / 全量洗堀された場合

カに抵抗がなく、洗掘限界セシ断力 τ_c (粘着土において一般的に洗掘が生じるときのセシ断力)と土のVanoni値 S_v (粘性土層中の粘着力によるその粘土のセシ断強さ)とは比例関係にあることを実験的に求め、その関係を実験式で表わすことが出来た。

$$\tau_c = 3.6 \times 10^{-4} (S_v)^{0.75}$$

$$\tau_c = \text{限界セシ断力 } g/cm^2$$

$$S_v = \text{Vanoni 値 } g/cm^2$$

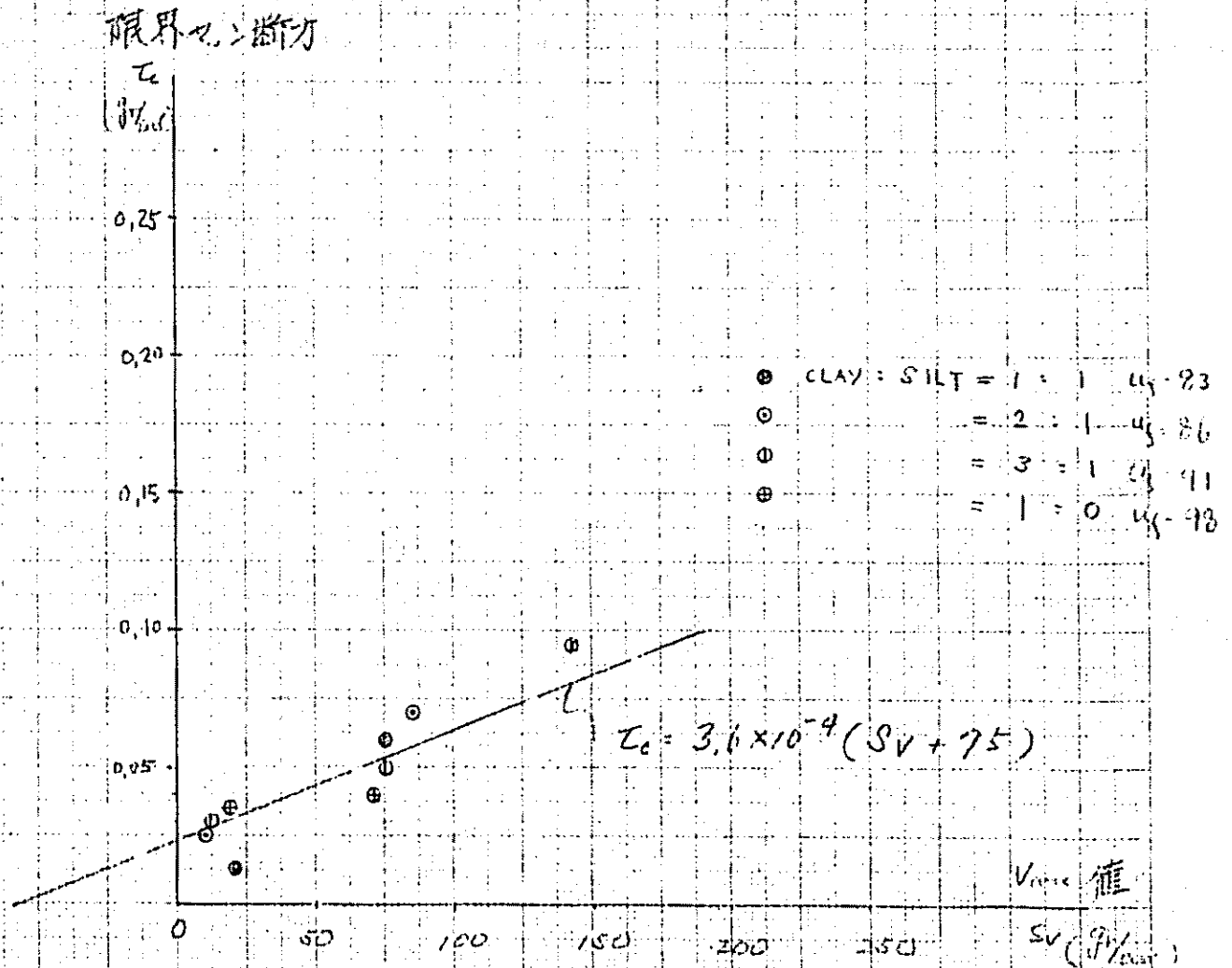
一般的に粘性土河床においてはVanoni値を知る事によつて上式でその土の限界セシ断力を決定することが出来る

したがつて、河道の流水セシ断力(掃流力)を限界値以下におさえる事によりかなり安定した河道断面の設計が出来ることがわかった。

土木試験所の実験、及びCarlson and Engerの資料と当実験と比較してみれば図3.2.97 おる図3.2.8から定まる $S_v = 0$ のとき $\tau_c = 0.025 g/cm^2$ と図3.2.9から定まる $S_v = 0$ のとき $\tau_c = 0.02 g/cm^2$ はほぼ同じ値であり、当実験による S_v と τ_c の実験式の信頼性を高めるものである。

土木試験所の実験によると、限界セシ断力はVanoni値の3乗根に比例し、Vanoni値が小さくなるほど土の強度に無関係にほぼ一定値をとることがわかる。

図3.2.8 限界セリ断力とVane値との関係



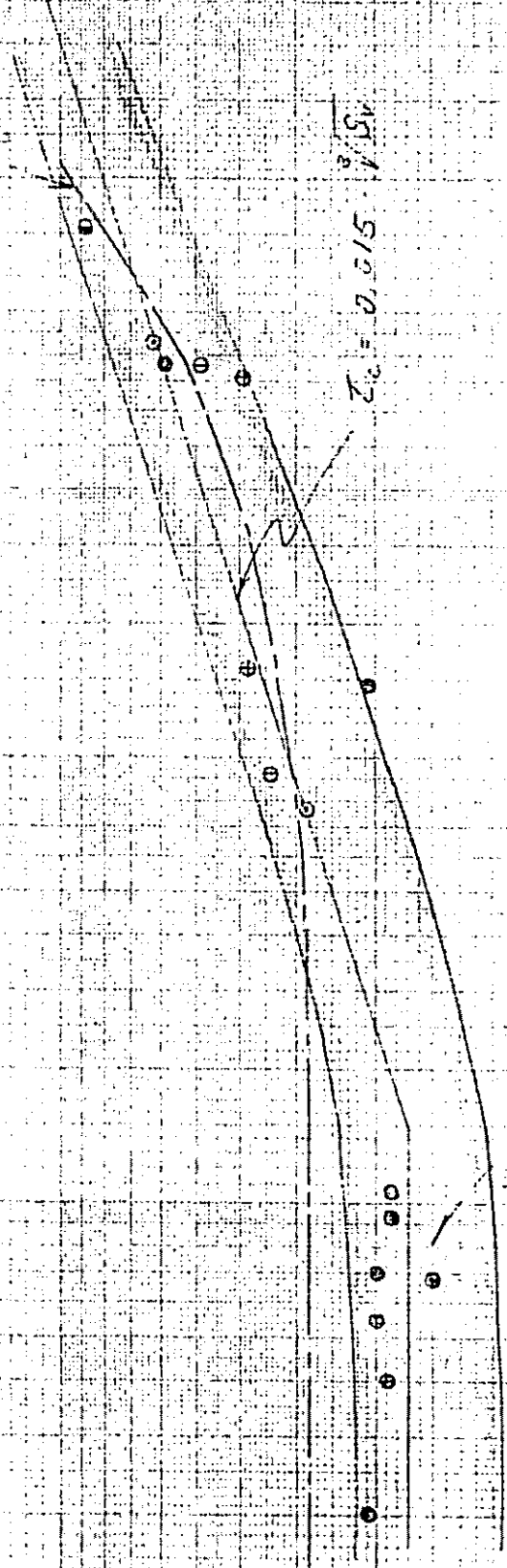
限界せん断力

図3.2.9 限界せん断力 τ_c と Vane 値 S_v の関係
上木試験所の実験

τ_c
(g/cm^2)

$\tau_c = 36 \times 10^{-4}$ (SAT75)

0.1



$\tau_c = 0.015 \cdot S_v$

0.01

(CARLSON & ENGER) NOJE
の資料より

● CLAY : SILT = 1 : 1
○ = 2 : 1
□ = 3 : 1

Vane の値
 S_v (g/cm^2)

1.0

10.0

100

すなわち

$$S_r > 1.45 \text{ のとき } \tau_c = 0.015^3 \sqrt{S_v}$$

$$S_v \leq 1.45 \text{ のとき } \tau_c = 0.017$$

現在アメリカで用いられている粘土質水路の流れによる洗掘の現象による水路断面の設計法として許容流速法がある。

これは多数の実際河川における実測資料をもとにして洗掘を生じない最大流速を規定して水路断面を決めるものであり、掃流力に換算して用いる時には掃流力法といわれている。

図3.2.10と 図3.2.11は それぞれ粘性土の許容流速、許容掃流力と間隙比の変数で表わしたグラフである。

これによると、土の間隙比と粘土分の含有量の大概を知る事により許容流速、許容掃流力を知る事が出来る更に路床の粘性土地盤の表面で洗掘の現象が起こるか否かを知る目安となるのでアメリカの *Bureau of Reclamation* により設計曲線として推奨されている。

以上のような実験例、アメリカに於いて用いられている規準などからして河床が粘着土地盤の場合には、その粘着性のために、流れに対する洗掘抵抗がかなりあることがわかった。

事実、名古屋港の漲退潮流による洗掘調査の場合大潮時の潮流が4ノット (2.04 m/sec)

図3.2.10 許容流速と間隙比との関係

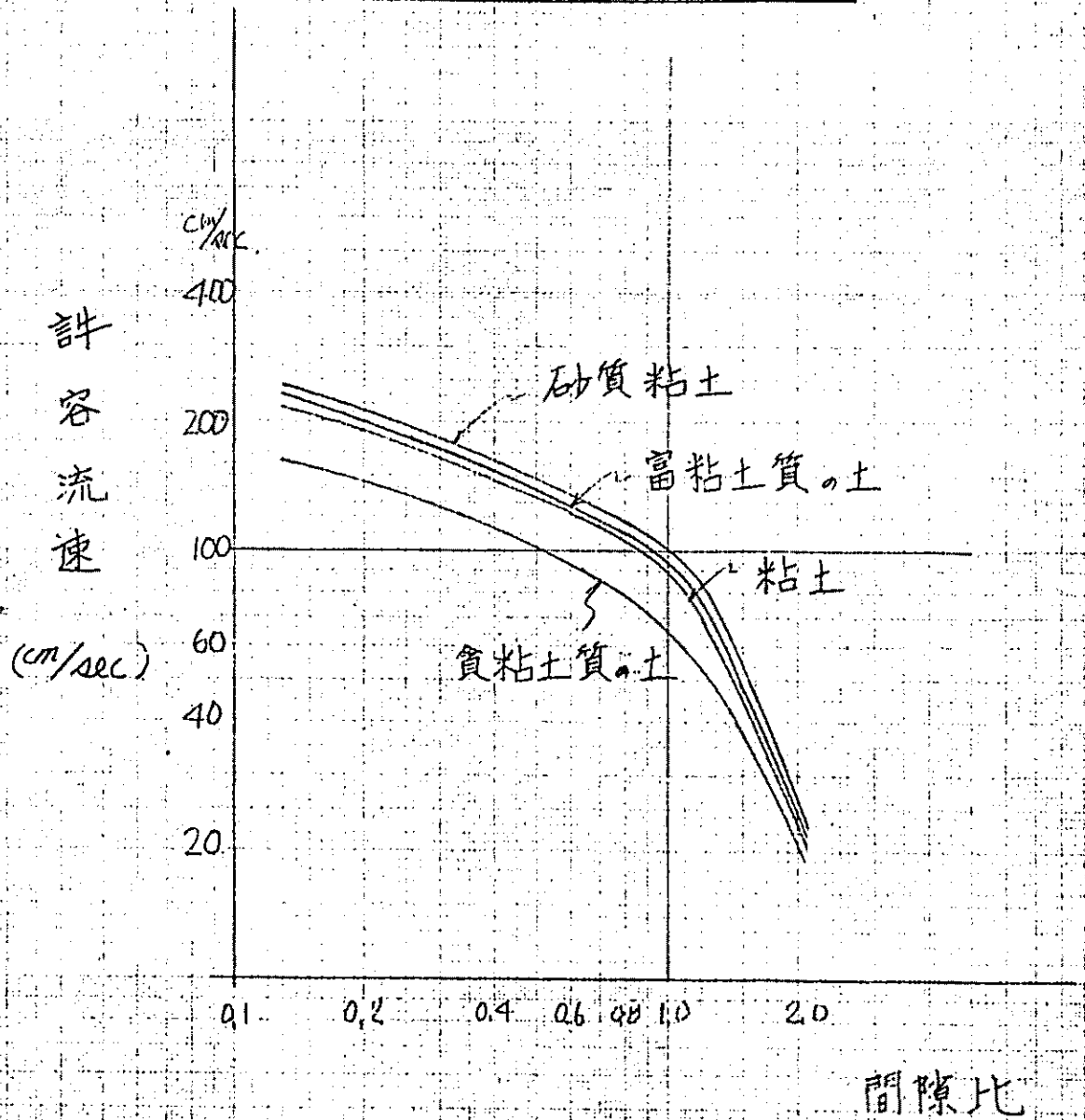
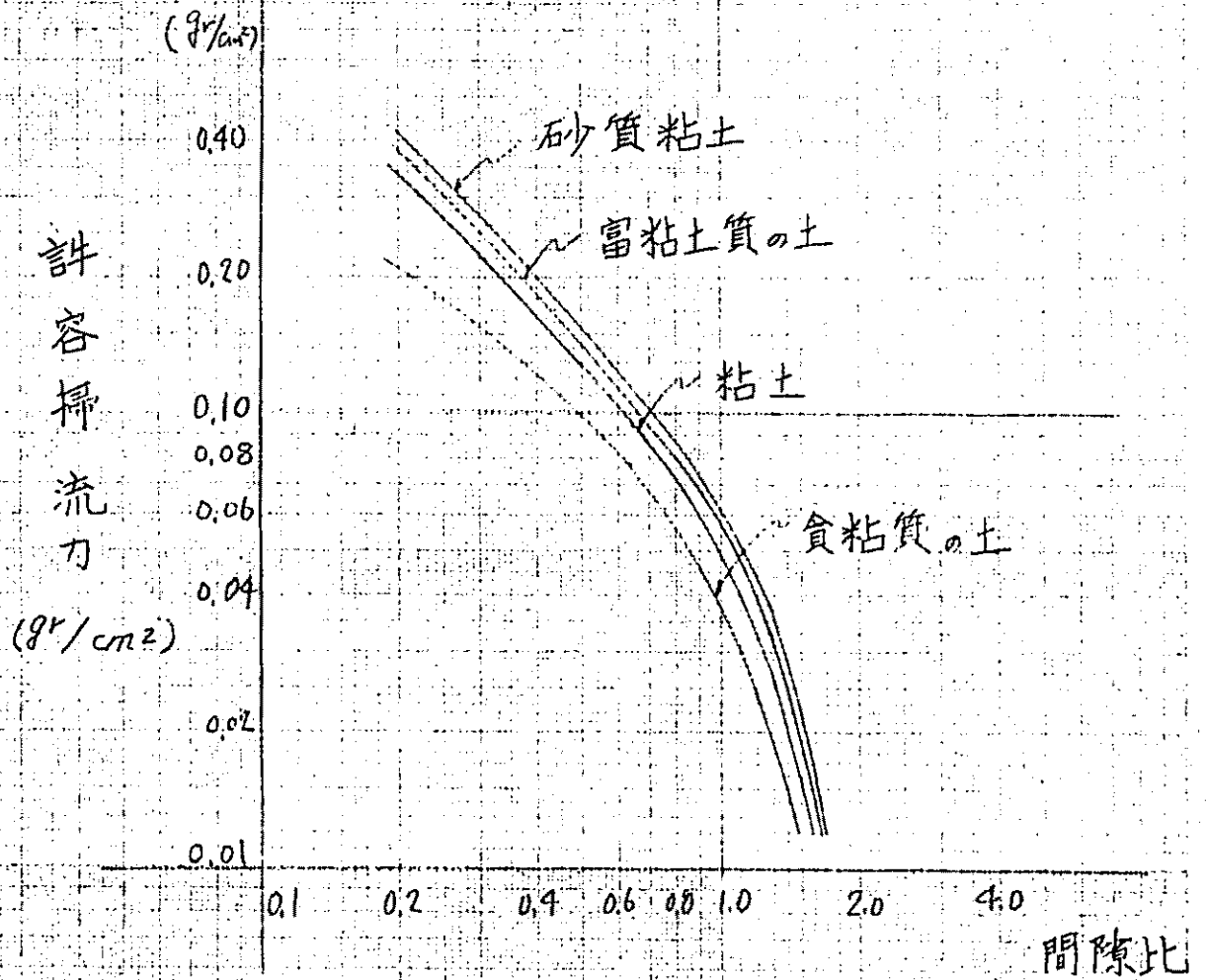


図3.2.11 許容掃流力と間隙比との関係



でも河床が粘性土のため流れが土砂をひっかけ
洗掘の現象を生じてないという例がある。

新港建設予定地の前面のクリークと航路泊地の
ために計画水深-42.00より浚渫すると、海底面
が粘土質になる部分があることがわかった。しかしながら
この粘土質の力学的、物理的試験の結果が不確か
であるがN値が8程度であることから相当しよい土
質であると云える。

河道に構造物が作られた場合流れに変化が生じて
構造物のかべの前面で縦方向の流れに対して
直角方向に渦が生じて洗掘を起すことが推定
される。このようなことを考慮して構造物前面の洗掘
防止対策として捨石を布設することによって洗掘防止
を考えてみることにした。

断面 C-35~C-36, C-47~C-46 の観測潮流
結果より弯曲部 C-41~C-40 の流速を推定すると
次の通りである。

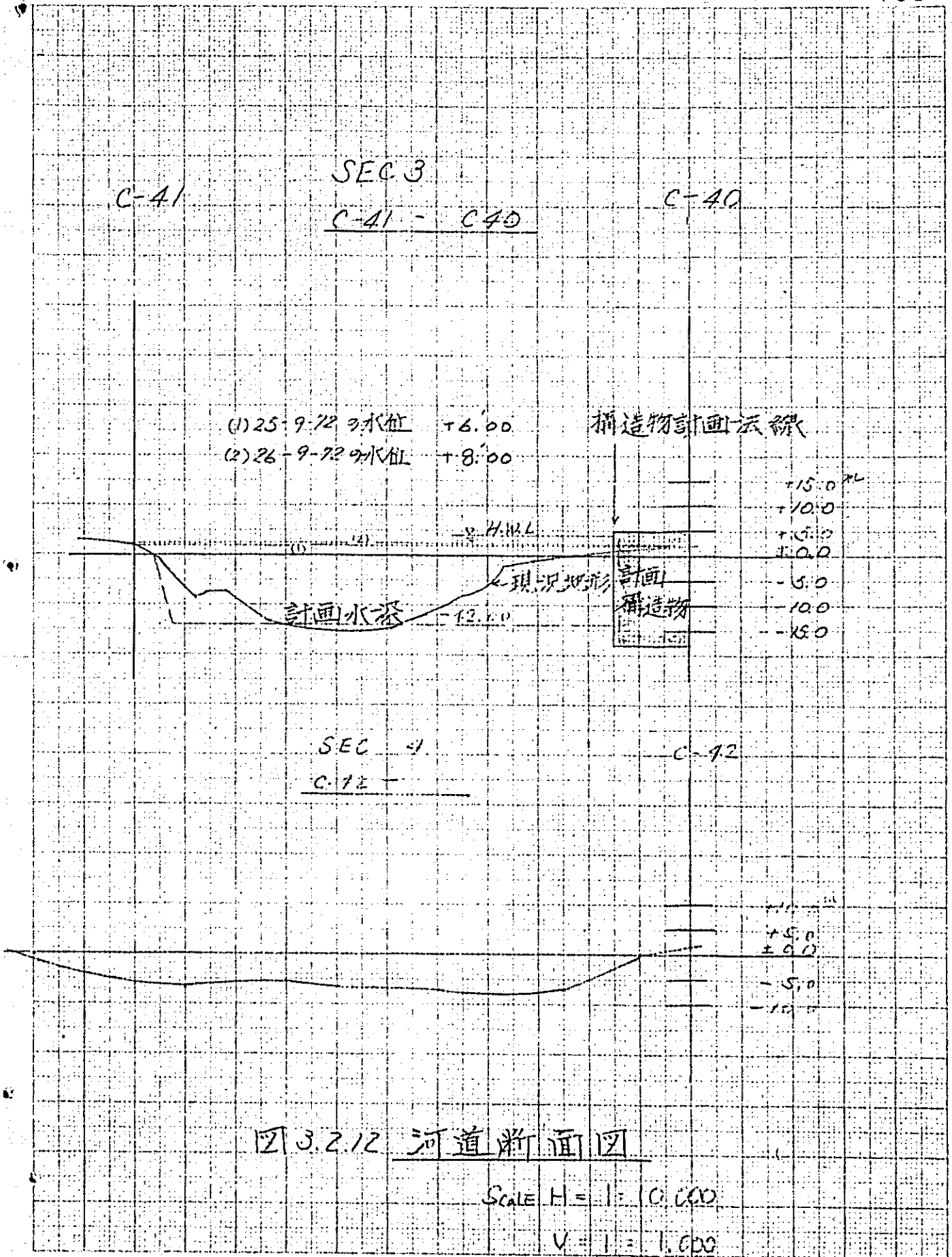
断面 C-35~C-36 の最大流速を観測した時の
潮位は +8.00 であった。このときの断面積は

$$A = 10280 \text{ m}^2$$

同様に C-47~C-46 の最大流速を観測した時の
潮位は +6.00 であった。このときの断面積は

$$A_2 = 5250 \text{ m}^2$$

弯曲部 C-41~C-40 の断面積を A_3 とすると
潮位をそれぞれ 8.00 + 6.00 とした場合



$$A_3 = 9200 \text{ cm}^2 \text{ と } 8800 \text{ cm}^2$$

観測流速より C-41~C-40 の流速を推定すると

$$A_1 V_1 = A_3 V_3$$

$$V_3 = \frac{10280 \times 5.46}{9200} = 6.10 \text{ ft/sec} (1.83 \text{ m/sec})$$

$$A_2 V_2 = A_3 V_3$$

$$V_3 = \frac{5250 \times 5.40}{8800} = 3.22 \text{ ft/sec} (0.97 \text{ m/sec})$$

検討対象としては湾曲部の流速を 6.10 ft/sec (1.83 m/sec) で検討する。

この流速は河道に何ら構造物によるしゃへい物が無い場合である。

計画地点の河道に栈橋式域は動式岸壁が築造され、船路及び泊地が復旧された場合構造物の周辺はどの程度の流速が発生するかを算定することは非常に難しい。

これらに関する実例の資料が乏しく、既存の実例について感覚的に推定せざるをえない状況である。本報告書に於ては大胆ではあるが、栈橋構造の場合、構造物の無い場合の流速よりも2割増しの流速が発生するものと仮定した。重力構造の場合には河道を著しく変形させると考えられるので、栈橋式の場合の3倍を採り、即ち構造物の無い場合の6割増しの流速が発生するものと仮定した。

即ち、杭式、重カ式の洗堀防止対策用の捨石を算定するための設計流速は、それぞれ

$$7.32 \text{ ft/sec} \quad (2.20 \text{ m/sec})$$

$$9.76 \text{ ft/sec} \quad (2.93 \text{ m/sec})$$

となる

これらに対する、洗堀防止用の捨石のサイズを求めると、次の通りである。

河川の資料によると	杭式で	40 ~ 75 mm
	重カ式で	100 ~ 150 mm
港湾の資料によると	杭式で	100 mm
	重カ式で	180 mm

以上の算定結果に安全を見込み杭式の場合は150mm、重カ式の場合は250mmのサイズの捨石を最大寸法とする捨石工を施工するしつとする。

捨石を布設する範囲は重カ式の場合、水流の散乱の生ずる範囲より見て、水深と同じ長さを見込みは充分と考えられるので、この程度とした。

棧橋式の場合はこの範囲が小さいものと考えられその長さをとることとした。

捨石の厚さは、上層、下層に2分し上層3'は上記の捨石とし、下層2'は上層のサイズの2分の1のサイズを最大寸法として大小の石塊を混合しにしようとする。

非粘性土地盤の場合、捨石ののり先で洗堀しないように粗粒、マットスリのようなものを

基礎工として布設し、その上に捨石工をするのが望ましい。

4. 各種荷役機械

4-1. 取扱貨物量

マスタープラン作成のためのもので取扱貨物量の算定は次の通りである。

鉄 鉱 石	2,100 ⁺ t/年
セメント	2,320 ⁺ t/年
リン鉱石	1,000 ⁺ t/年
小 麥	2,470 ⁺ t/年
肥 料	1,380 ⁺ t/年
米	1,610 ⁺ t/年
石 炭	1,200 ⁺ t/年
石 油	2,100 ⁺ t/年

これを基礎にして計算した結果が別添図面の通りである(図面集参照)

4-2. 貨物のフロー

(1) 鉄 鉱 石

船 → 陸揚機 → 後方コンベヤ → 製鉄所(直送)

(2) セメント

貨車
トラック → チェーンコンベヤ → バケットエレベータ → エアスライド → サイロ

サイロ → エアスライド → チェーンコンベヤ → バケットエレベータ

→ エアスライド → 船積機 → 船

(3) リン鉱石

船 → 陸揚機 → 後方コンベヤ → 倉庫内コンベヤ → 倉庫

倉庫 → ショベルローダ → バケットエレベータ → ベルトコンベヤ → 貨車
トラック

(4) 小麦

貨車
トラック → チェーンコンベヤ → ベルトコンベヤ → バケットエレベータ → 計量機

→ バケットエレベータ → チェーンコンベヤ → サイロ(サイロ内でくん蒸)

サイロ → チェーンコンベヤ → ベルトコンベヤ → バケットエレベータ → 計量機

→ ベルトコンベヤ → 後方コンベヤ → 船積機 → 船

(5) 肥料

船 → 陸揚機 → フォークリフト → 倉庫

倉庫 → フォークリフト → 貨車
トラック

(6) 米

貨車
トラック → フォークリフト → 倉庫

倉庫 → フォークリフト → 船積機 → 船

(7) 石炭

船 → 陸揚機 → 後方コンベヤ → 製鉄所(直送)

(8) 石油

船 → ローディングアーム → 貯油タンク

