

社会開発協力部報告書

マレーシア国  
ケラントン州港湾建設計画

自然条件調査報告書

昭和55年3月

国際協力事業団



75-93

⇒ 9544

JICA LIBRARY



1056408[3]

マレーシア国  
ケラントアン州港湾建設計画

自然条件調査報告書

昭和55年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 25	113
	61.7
登録No. 03987	JDF

## 目 次

1	序 論	.....	1
2	調査概要	.....	3 ~ 7
2-1	調査位置	.....	3
2-2	調査内容	.....	4
2-3	調査期間	.....	5
2-4	使用機器	.....	5
2-5	使用船	.....	6
2-6	従事技術者	.....	6
3	調査地域の概要	.....	8 ~ 41
3-1	調査地域周辺の地形概要	.....	8 ~ 24
3-1-1	陸部の地形	.....	8 ~ 12
3-1-2	海岸の地形	.....	13 ~ 18
3-1-3	海底の地形	.....	19 ~ 24
3-2	調査地域周辺の地質概要	.....	25 ~ 38
3-2-1	陸部の地質	.....	25 ~ 34
3-2-2	海底の地質	.....	35 ~ 38
3-3	調査地域周辺の気象概要	.....	39
3-4	調査地域周辺の海象概要	.....	40 ~ 41
4	測量一般	.....	42 ~ 66
4-1	基準点測量	.....	42
4-2	水準測量	.....	42 ~ 43

4-3	汀線測量	.....	43
4-4	海上位置の決定	.....	43
4-5	潮位関係	.....	44 ~ 46
5	気象資料収集・整理	.....	67 ~ 74
6	波浪調査	.....	75 ~ 94
6-1	調査概要 及び 解析方法	.....	75
6-2	観測方法	.....	75 ~ 76
6-3	解析結果	.....	77 ~ 83
7	流況調査	.....	95 ~ 111
7-1	調査概要	.....	95
7-2	観測方法	.....	95
7-3	解析方法	.....	96 ~ 98
7-4	解析結果	.....	99 ~ 110
8	深淺測量	.....	112 ~ 123
8-1	測深方法	.....	112
8-2	水深改正	.....	112
8-3	調査地域の海底地形	.....	112 ~ 120
9	海底地質 (音波探査) 調査	.....	124 ~ 146
9-1	探査方法	.....	124 ~ 125
9-2	解析方法	.....	126 ~ 130
9-3	調査地域の海底地質	.....	131 ~ 144
10	底質調査	.....	147 ~ 164
10-1	底質の採取	.....	147
10-2	底質分析	.....	147

10-3	底質特性	.....	147~155
11	土質(ボーリング)調査	.....	165~188
11-1	堀削・原位置試験・サンプリング	...	165~168
11-2	調査地域の土質構成	.....	168~171
12	土質試験	.....	189~214
12-1	調査地域の土質特性	.....	189~193
12-2	軟弱地盤の特性	.....	193~214
13.	結 言	.....	215

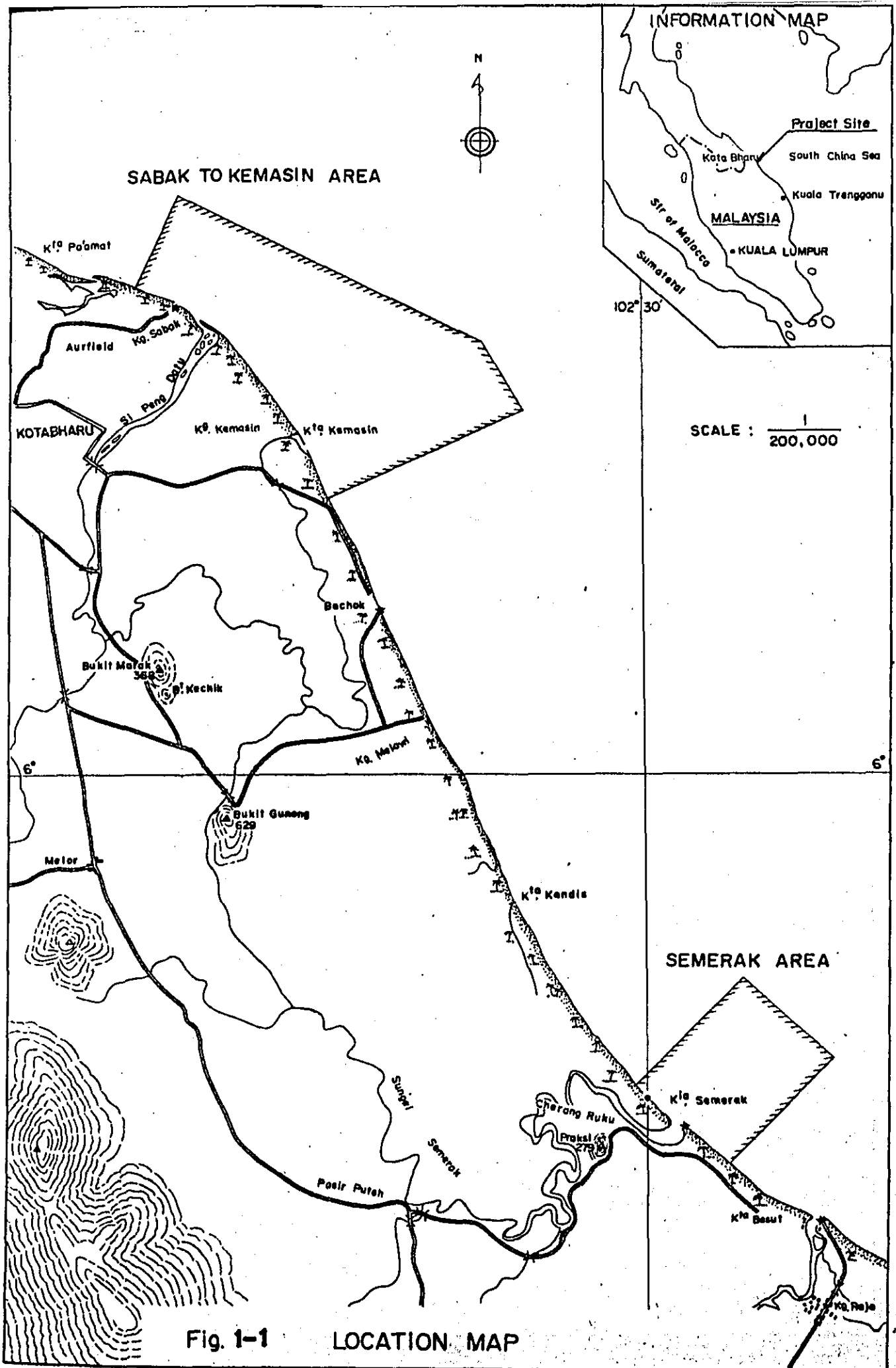
## 1. 序 論

マレーシア国ケラントアン州港湾建設計画調査は、同国で開発の遅れているケラントアン州の開発基盤整備の一環として、港湾建設計画を策定するため、マスタープランの作成、第一期建設計画の作成およびそのフィジビリティ調査を実施するものである。

このうち、本調査報告書は、マスタープランの作成および建設計画の立案のための基礎資料とすべく実施した波浪・流況・海底地形・海底地質・底質・土質等の自然条件に関する調査結果について取りまとめたものである。

なお、今回の自然条件調査は、事前調査の結果既に抽出された開発予定地であるサバ・ケマシン地区（SABAK・KEMASIN）およびスムラ地区（SEMERAK）の2地区を対象に現地調査を実施した。





## 2. 調査概要

### 2-1 調査位置

マレーシア (MALAYSIA) はマレー半島南半分の西マレーシア11州とボルネオ島北西部の東マレーシア2州 (サバおよびサラワク) からなっている。ケラントアン州 (KELANTAN) マレーシアの国土の中心である半島部の東北端に位置し、タイと国境を接している。

ケラントアン州には、ケラントアン川 (Sg. KELANTAN) を代表とする大小多数の河川が見られ、東海岸に開口している。今回の自然条件調査の対象となった地域は、これらの河川のうちのダトー川 (Sg. Datu) および ケマシン川 (Sg. Kemasin) の河口部付近と、スメラ川 (Sg. Semerak) の河口部付近の2地域である。

本調査報告書では、前者をサバ・ケマシン地区、後者をスメラ地区と呼ぶ。

サバ・ケマシン地区は、ケラントアン川より約10 km 南下した地点の、海岸線延長が約10 km、沖合約5~8 kmの水深が10 mまでの範囲である。また、スメラ地区は前者より、約35 kmさらに南下した地点であり、海岸線延長が約5 km、沖合約6 kmの水深が10 mまでの範囲である。これらの調査位置は、Fig. 1-1の調査位置図 (LOCATION MAP) に示した。

2-2 調査内容

本調査で実施した調査項目および数量は、Table-2-1 に示すとおりである。

Table-2-1 調査項目および調査数量表

AREA	ITEMS	QUANTITIES	REMARKS
SABAK~ KEMASIN AREA	基準点測量	23点	調査基図
	深浅測量	95.4 km	深浅図、海底地形図、航跡図
	音波探査	85.3 km	海底地質平面図、海底地質断面図
	底質調査	33点	底質図、底質分析結果(粒度比重)
	潮流調査	1点1層 18昼夜連続観測	流速曲線図、潮流指円図
	波浪調査	1ヶ所	波浪結果集計表
	土質調査	8孔 143.6m	試錐柱状図
	土質試験	物理試験 30試験 力学試験 7	物理試験、一軸圧縮、 圧密試験、三軸圧縮試験
SEMERAK AREA	基準点測量	13点	調査基図
	深浅測量	53.38 km	深浅図、海底地形図、航跡図
	音波探査	53.38 km	海底地質平面図、海底地質断面図
	底質調査	11点	底質図、底質分析結果(粒度比重)
	土質調査	4孔 74.8m	試錐柱状図
	土質試験	物理試験 18試験 力学試験 4	物理試験、一軸圧縮、 圧密試験、三軸圧縮試験

### 2-3 調査期間.

調査期間は1979年9月19日から1980年3月15日までであるが、このうち、現地調査は9月23日～1月22日に実施した。なお、Table 2-2に概略の工程を示した。

DAY/ ITEM MONTH	1979			1980		
	9/19	9/26	10/2	1/18	1/22	3/5
計画・準備	[ ]					
Field Survey(I)	[ ]					
Field Survey(II)	[ ] (Wave observation only)					
Analysis	[ ]					

Table-2-2 TIME SCHEDULE

### 2-4 使用機器

本調査に使用した主要機器の名称および性能等をTable-2-3に示した。

機器名	数量	製造元	性能	備考
経緯器	1	測機舎	10秒読み	TM10C
"	1	Nikon	20秒読み	NT-2
(電磁波 測定器)	1	横河エレクト パ-カード	最大測定距離6km 精度(5mm+1mm/km)	3800A
NE19C2型 音波探査器	1	日本電気	エネルギー 200ジュール	NE19C
RS-61型 測深器	1	ラッ電子	半波半角約3° 最大測深度61m	RS-61
小野式流速計	1	協和商工		OC-1
水圧式波高計	1	"		DW-II
六分器	2	玉屋		
三桿分度器	1	"		
油圧式水圧器	2	鉱研試錐	150m 試錐用	OE-2L
採泥器	1	国際航業	円筒式2人用	

Table-2-3 主要機器一覽表

## 2-5 使用船

本調査で使用した船舶は、Table-2-4に示す通りである。

種別	トン数	隻	記 事
大型調査船	20	1	政府の調査船で沖合部の測深・音波探査・潮流調査に使用。船名 Tengku Ampuan
小型調査船	3~5	2	民間の雑種船で汀線付近の測深・波浪調査・通船に使用。船名 TFA 1548

Table-2-4 使用船一覧表 \*Photo-2-1, 2-2を参照

## 2-6 従事技術者

自然条件調査は、金子太二郎氏(運輸省港湾技術研究所高潮津波研究室長)の総括のもと、下記の者が担当した。

菊田 武保

主任技師

竹内 幸雄

工質調査担当

橋本 友幸

海洋調査担当

荒沢 信

海象・気象調査担当

酒井 建治

測量調査担当

望月 進

測量調査担当

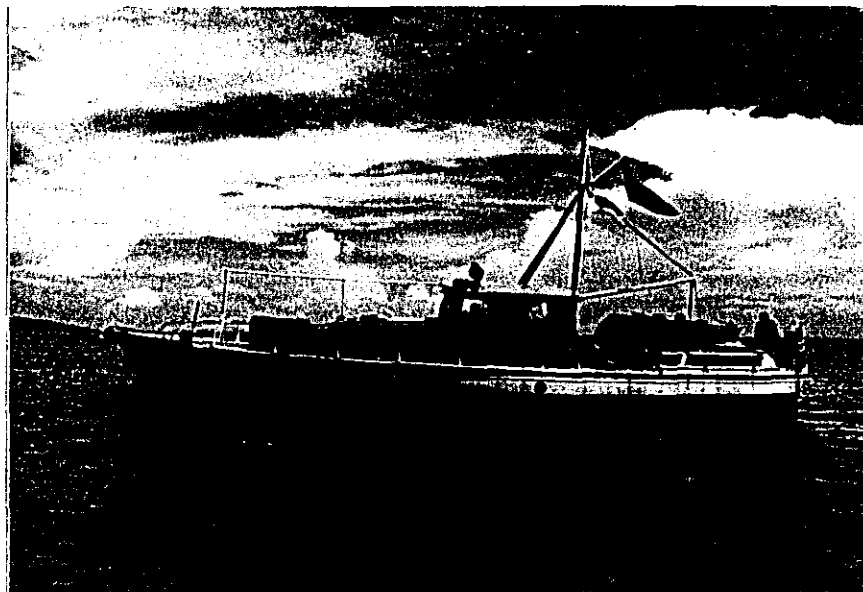


Photo-2-1 SURVEY BOAT (In front of port BESUT)



Photo-2-2 SUPPORT BOAT (At port BESUT)

## 3 調査地域の概要

### 3-1 調査地域周辺の地形概要

#### 3-1-1 陸部の地形

調査地域はケラantan川(Sg. Kerantan)と、これを源とする  
ダウ川(Sg. Datu), ケマン川(Sg. Kemasin), スムラ川(Sg. Semerah)等の大小  
河川ならびに、これらの支流により形成された氾濫  
原平野を含む、南北150km, 東西30km. におよぶ  
広大な低地部に位置する。

周囲は沖積層によって覆われており、平坦な地形  
形態を示し、水田などに広く利用されている。

海岸部は砂質海岸であり、比高が3m前後の  
小規模な砂丘状の地形が形成されている。この  
砂丘状地形が分布するところには、ヤシが規則正  
しく植えられており、この地方独特の優雅な風景を  
展開している。

調査地域周辺の地形を広域的にみると、河川  
によって形成された氾濫原平野、風的作用によって  
形成されたと思われる海岸砂丘、及び丘陵地の3つ  
に大きく分類することが出来る。

丘陵地は、ケラantan州の中部に、標高600~900m  
程度の比較的なだらかな地形を形成している地  
バチョー...の南西約10km, スムラ川の上流  
約5kmのところの小丘状の地形を残している。

氾濫原平野は、ケラantan州で最も広い面積  
をとり、この平野部を流れる河川は心字型に

屈曲しており、自由蛇行 (free meander) 状の特徴的な地形を形成している。

平野部をさらに細別すると、以下の様に分類することが出来る。

Table-3-1

高地部	周囲の平野面に比べや高いところ。 全般に砂質である	自然堤防 natural levee	旧河川を自然に出来た堤防で直線的なもの。
		ポイントバー point bar	旧河川の蛇行のあとを残す自然堤防。
低地部	平野面 全般に泥質である	後背湿地 Back slough	自然堤防の外側に出来た平地面。
		旧河道 Former river channel	旧河川のな残りで直線的なもの。
現河道周辺		高水敷 high water river bed	現河道をの地形の高利。 砂質である。
		低水敷 low water river bed	現河道をの地形の低利。 泥質である。

このうち、サバ〜ケマシノ地区では、ポイントバーが明瞭に残されているのが特徴的である。

周囲は、開発が進んでいないため、植生や葉落の分布形が、自然条件に全て支配されている。即ち、前記した分類のうち、高地部には集落が分布し、低地部の泥質地



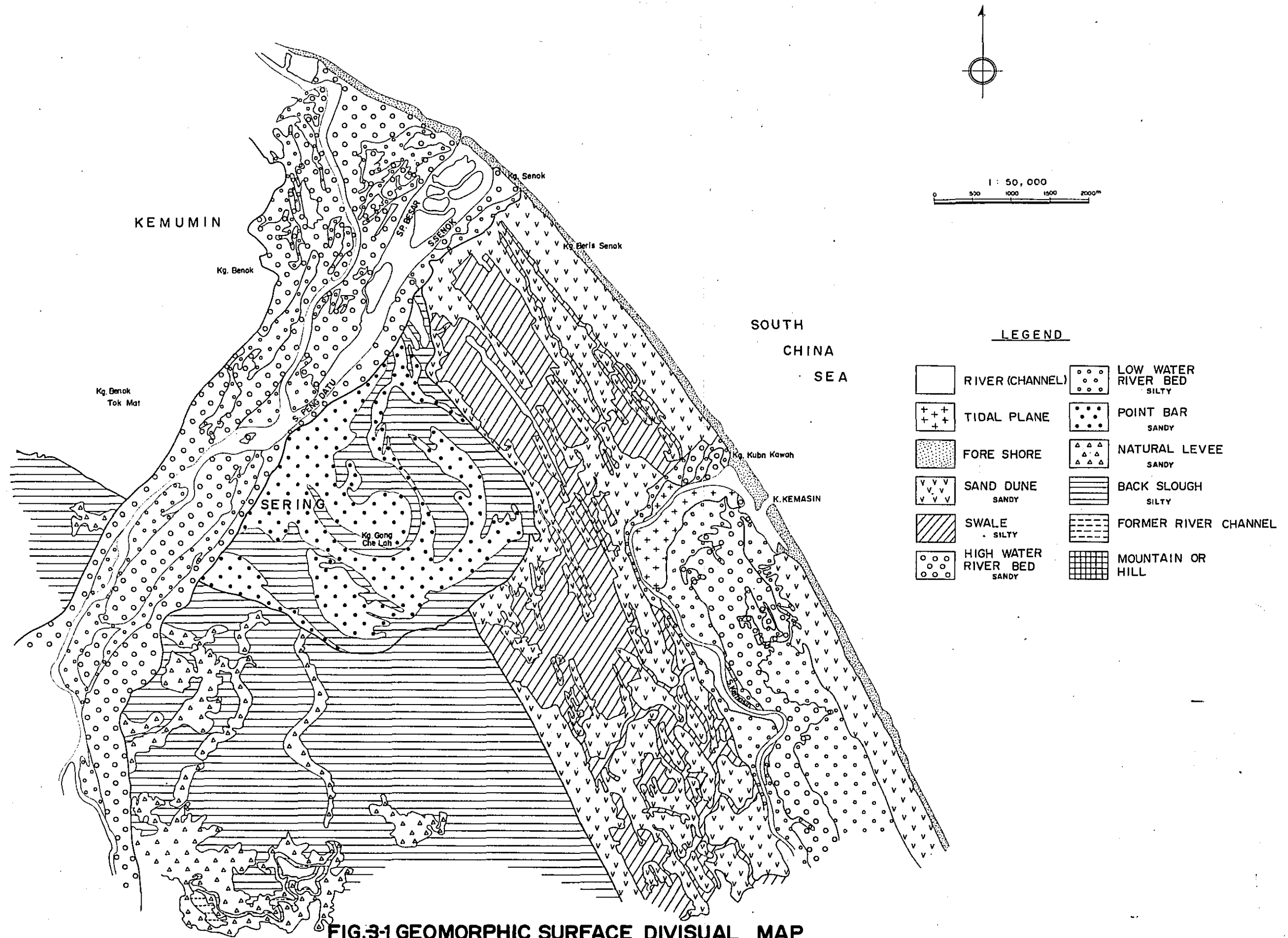
域は、水田として利用されている。

海岸より内陸に約3kmの巾をもった海岸線に平行な地域では、風成または浅海性の砂丘、砂州を形成している。氾濫原平野との境界は明瞭で、ほとんど直線で分断される。

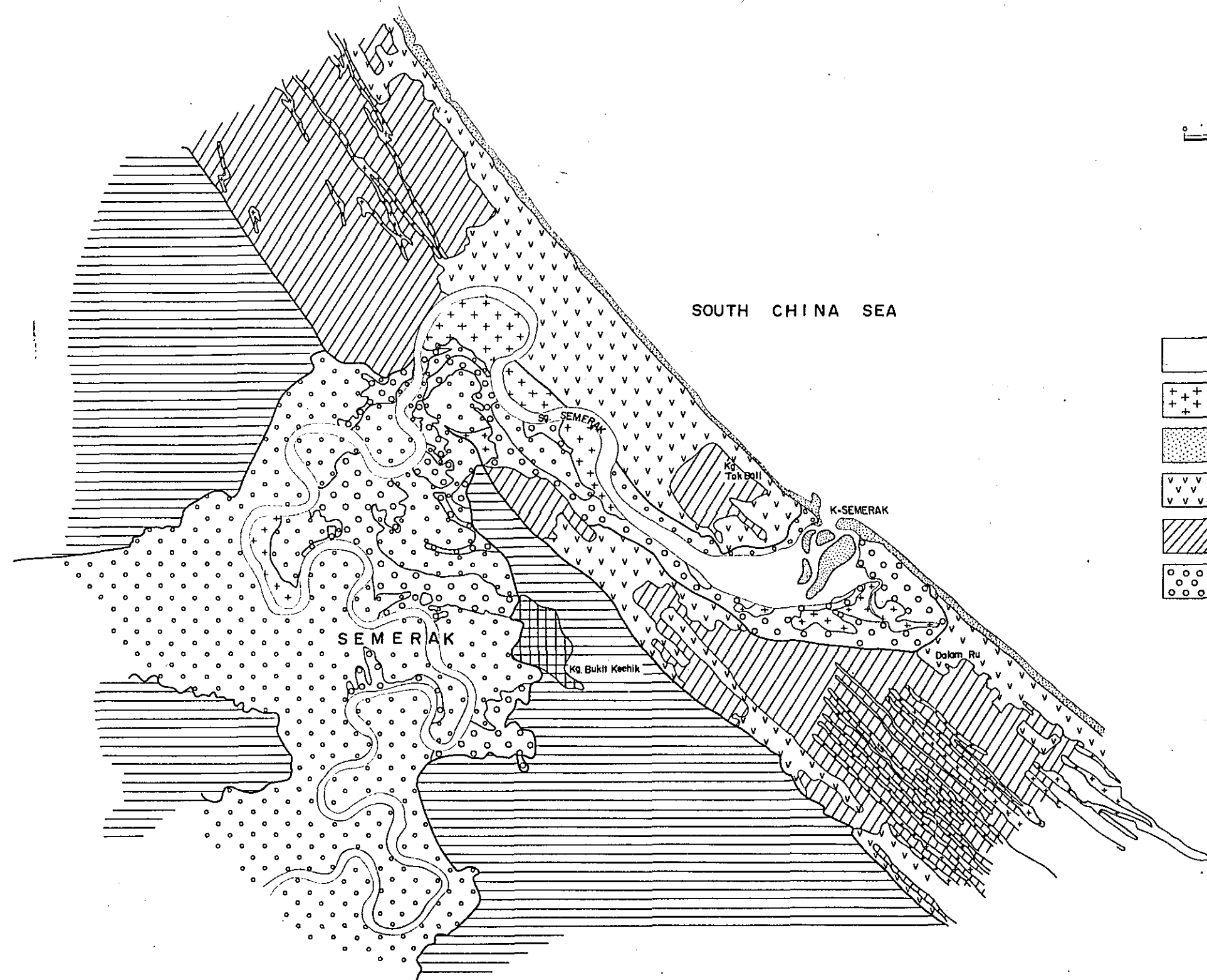
砂丘と砂丘の間に見られる堤間低地 (swale) は泥質であり、農耕用として利用されている。また砂丘部はマシ畑、又は集落の分布する地域となっている。

また河口部近くでは、潮汐平地 (tidal plane) が比較的広く分布している。

Fig-3-1, Fig-3-2に土地利用の状況から判読した地形分類図を示した。















**FIG.3-1 GEOMORPHIC SURFACE DIVISUAL MAP SABAK - KEMASIN AREA**



1 : 50,000  
0 500 1000 1500 2000m

**LEGEND**

- |   |                            |   |                           |
|---|----------------------------|---|---------------------------|
|    | RIVER (CHANNEL)            |    | LOW WATER RIVER BED SILTY |
|    | TIDAL PLANE                |    | POINT BAR SANDY           |
|    | FORE SHORE                 |    | NATURAL LEVEE SANDY       |
|   | SAND DUNE SANDY            |   | BACK SLOUGH SILTY         |
|  | SWALE SILTY                |  | FORMER RIVER CHANNEL      |
|  | HIGH WATER RIVER BED SANDY |  | MOUNTAIN OR HILL          |

**FIG-3-2 GEOMORPHIC SURFACE DIVISUAL MAP SEMERAK AREA**

### 3-1-2 海岸の地形

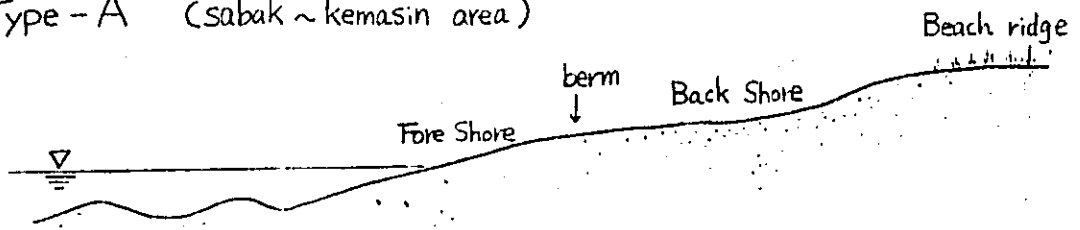
#### (1) 海岸部の地形

調査地域周辺の海岸は、平滑な海岸線をもって、沖積平野 (Alluvial plain) の前面に発達し、その大部分は砂丘を伴った砂浜海岸 (Sand beach) である。

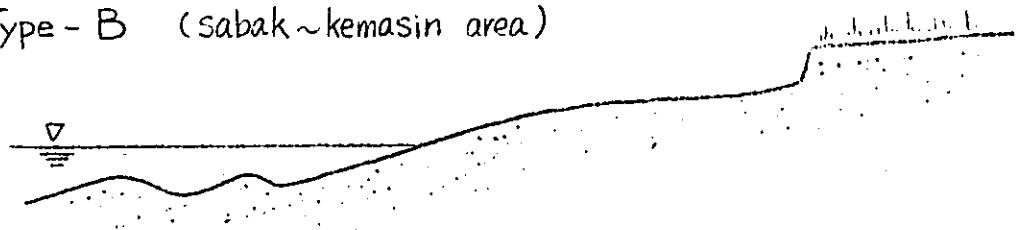
海岸の形状も単調で、径浜 (berm) の存在によって前浜と後浜に区分される。調査地域周辺の海浜形状を大きく分類すると、Fig-3-3 に示す3つのタイプに区分される。

Fig-3-3 調査地域周辺に見られる海岸縦断プロファイル

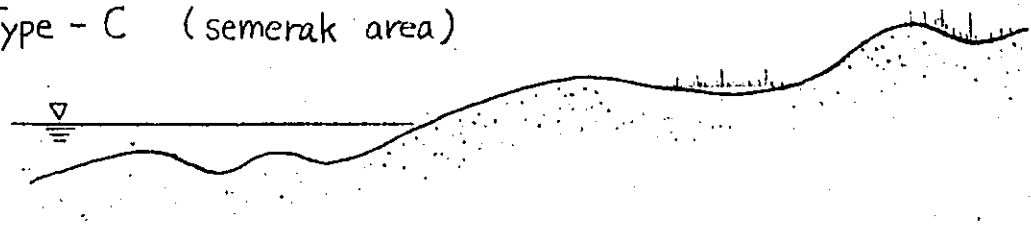
Type - A (sabak ~ kemasin area)



Type - B (sabak ~ kemasin area)



Type - C (semerak area)



Type - A は、Kg. Sabak から Kg. Beris 付近。Type - B は、Kg. Kemasin 付近。Type - C は、Kg. Tok Bali から Kg. Dalam Ru. に顕著に見られる。

Type - A ..... 著しく緩やかな海岸で大きな起伏の少ないため

らかな断面を示す。海浜の中(前浜前面から後浜後方)は、約50~70m程で、比高は海面より約3mを示している。\*Photo-3-1参照

Type-B ..... 前浜(fore shore) から後浜(back shore)にかけては、比較的緩やかに移化しているが、後浜後方に著しい地形の変換点が見られる。この地形の変化は比高約1.0~1.5m程で、海が荒れ水面が高まった時期に後方に分布する浜堤(beach ridge)の前面が侵食されて出来た地形と推定される。海浜の巾は、Type-A, Type-Cより狭く約20m~40mで、比高は約3mを示している。\*Photo-3-2参照

Type-C ..... 前浜より径浜にかけては著しく緩やかな断面を示すが、径浜~後浜~浜堤にかけては、僅かではあるが起伏のある断面を示す。後浜には、植物の分布が見られ部分的には、湿地を形成する所も見られる。海浜の巾は、約50~80m程と広く、比高は約3~4m程と調査地域周辺では、比較的高まった地域となっている。\*Photo-3-3参照

## (2) 河口部の地形

ダト-川(Sg. Datu)の河口部 ..... 巾約100~150m比高約2~3m程の砂嘴(Spit)の発達により河口は完全に閉塞されている(現地調査期間中において)。その後方は、水深1.5~2.0m程(推定)の潟湖(lagoon)状の地形が形成されている。\*photo-3-4参照

ケマシ-川(Sg. kemasin)の河口部 ..... 巾約100m比高約2~3.0m程の砂嘴の発達の傾向を見ると、北側より南側が著しく

発達しており、北西方向へ伸びている。その後方は、やはり水深  
2~3.0m程(推定)の入江(inlet)状の地形が形成されている。

※Photo-3-5参照

スムラ川(Sg. Semerak)の河口部……ダトー、ケマシン川  
に比較して、砂嘴の発達は大規模であり、閉塞されていない。砂  
嘴の発達傾向は、他の河口部に比べて顕著ではないが南側の方が  
北側より発達している。その後方は、やはり浅い入江状の地形が  
形成されている。

また、中州(bank)の発達は、ダトー川およびスムラ川の河口  
部付近に顕著に見られる。 ※ Photo-3-6参照。

Photo-3-1 Type-Aの海浜 (Dasa Saboより南方を望む)

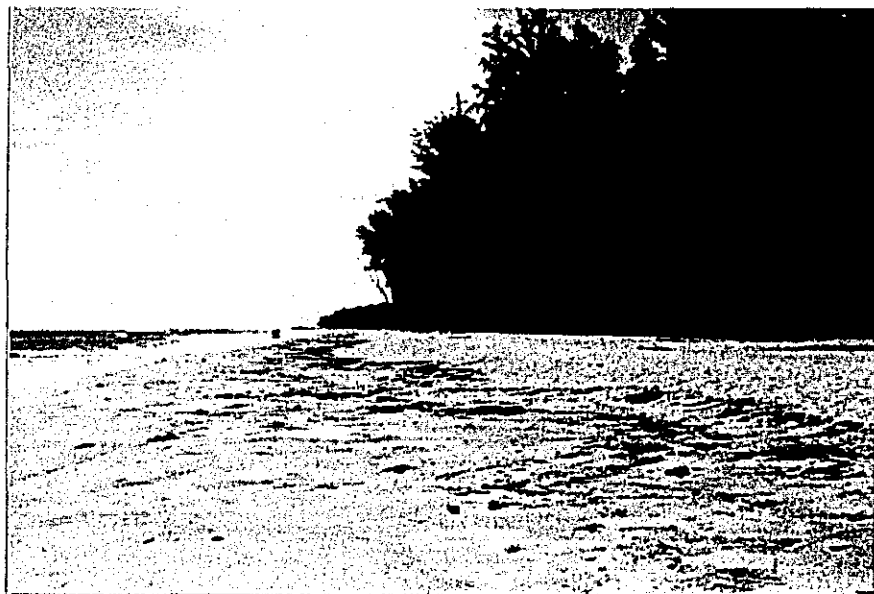


Photo-3-2 Type-Bの海浜 (Sg. Kemasin方向より北方を望む)



Photo-3-3 Type-Cの海浜 (Semerak Area, 南端部)



Photo-3-4 Sg. Datu 河口部の砂地地形 (北岸より南側を望む)

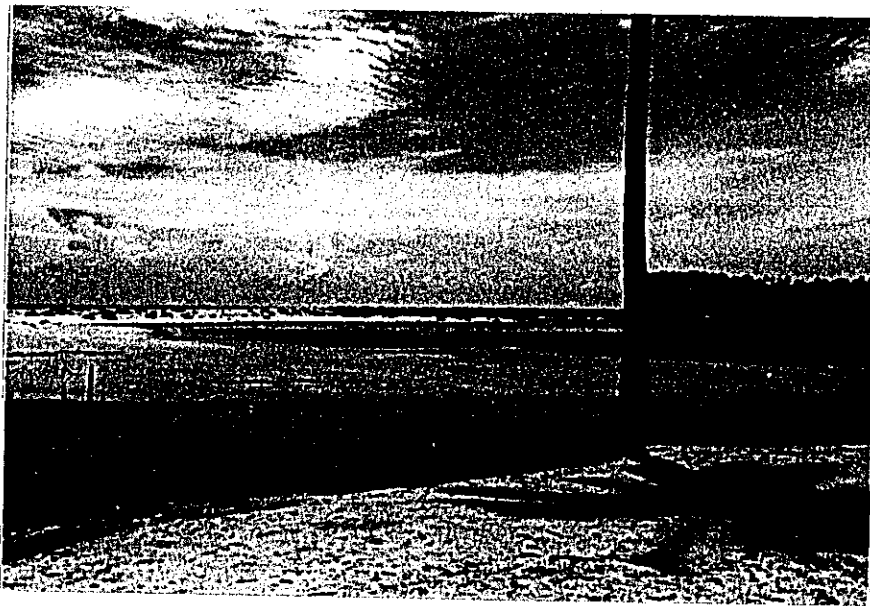




Photo-3-5 Sg. Kemasin 河口部の砂嘴地形 (海側左望む)

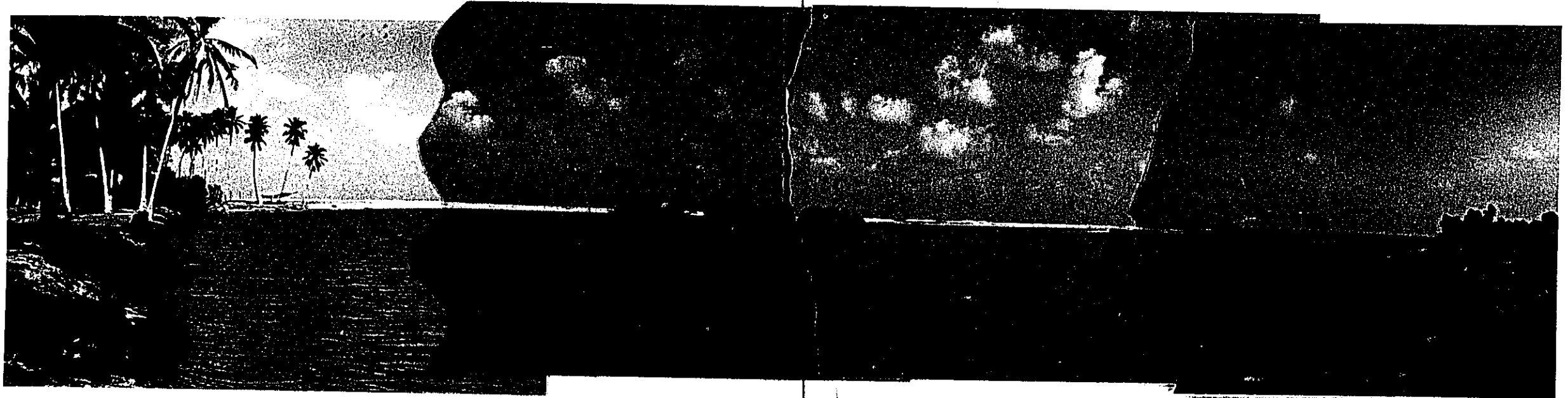


Photo-3-6 Sg. Semerak 河口部の砂嘴地形 (北岸より南側左望む)



### 3-1-3 海底の地形

既存の海図 (Chart No. 771, Malaysia-east coast, Trengganu to Tumpat) をもとに、サバ (Sabak) からブス (Besut) の海域について水深 40m (約 22 FATHOMS) 付近までの海底地形図 (Topographical map Fig-3-4) を作成した。

マレーシア半島の東海岸は 極めて緩い勾配が比較的単調な海底地形を示すが、本図によると、水深 20m (約 11 FATHOMS) をさかいに浅海部と沖合部とでは、海底地形の様相が変化している事がわかる。水深 20m までの浅海部は、平滑な地形であり、海岸に平行な直線状の地形である。水深 20~25m 付近には、それほど明瞭ではないが平坦面 (flat) の分布が見られ、この平坦面は N 方向に広くなる傾向をもっている。

それに対し、水深 25m 以深になると、海底地形の様相は一変し、浅海部の地形に直角方向の走向 (strike) を持つ地形となる。この海底地形は 陸棚 (continental shelf) 上を浅く刻んでいる谷 (valley) や丘 (hill) 状の地形形態を示し、谷頭部 (head of a valley) は水深 25m 付近で消失している。

水深 20m より浅い海域は、現在なお海流や波浪によって地形変化を受けている部分であり、それよりも深い部分は 第四紀 (Quaternary period) における氷河性海面変化 (glacial eustasy) による海面の昇降に伴って形成された古い地形 (茂木 1970 年) と思われる。従って 谷頭部の消失は海岸部から一様な傾斜をもって堆積している現世堆積物によって被覆されている結果と考えられる。

また、この谷筋は、タトー川、ケマシン川、スムラ川等につながるものと推定される。

水深20~25mの平坦面は、サバ・ケマシンの沖合部でE~SE方向の山背(ridge)状の伸びを示している。

本調査海域は、Fig-3-4の点線の区域であり現在の海面に対して形づくられている。

サバ・ケマシンの区域は、等深線が弧を描いて張り出した地形を示す区域であり、スムラ地区は、等深線が海岸線に平行な地形を示す区域である。Fig-3-5は、Fig-3-6に示すA~B, C~D, E~Fについて作成した海底地形断面図(Topographical Cross-Section)である。

海底地形断面図NO.1はダトー川河口部より北東方向の断面、NO.2はケマシン川河口部より東方向の断面、NO.3は、スムラ川河口部より東方向の断面である。

3つの断面を比較するとNO.1は、他の断面に比べて海底地形の勾配が急であり、水深10m付近までは $\frac{4}{1000} \sim \frac{5}{1000}$ であり、沖合3km地点まで続く。それより沖合9km水深を20m付近までは $\frac{2}{1000}$ で緩やかに水深を増し、平坦面に続いている。

NO.2は、海岸より7.3km水深3m付近までは $\frac{3}{1000} \sim \frac{4}{1000}$ の地形勾配であるが、それより沖合20km水深20~25m付近までは、平均勾配 $\frac{2}{1000}$ の緩斜面が続く。沖合20~25km付近には、比高5m巾8km程の凹地形が見られ、それより沖合部は、山背状の地形となり緩やかに水深を増す。

NO.3は、やはり海岸より7.0km水深4m付近までは $\frac{4}{1000}$ の地形勾配を示し、それより以深は、小さな起伏地形は見られるものの、平均勾配 $\frac{2}{1000}$ 程度の緩斜面が続く。沖合約34km、水深40m付近には、顕著な地形変換点があり、 $\frac{5}{1000}$ 程度の急崖地形の形成が見られる。この斜面は、比高3m巾3km程の凹地形に続き、それよ

り沖合には、平坦な地形の分布が見られる。

この3つの断面図および海底地形図より、明らかなことは NO.1の断面が代表するダト - 川の前面海域と、NO.2とNO.3が代表するケマシン川からスムラ川の前面海域とでは、水深20m以浅の海底地形に顕著な違いが認められるという事である。水深20mより浅い部分が現在の波等による影響圏と考えるならば、ダト - 川前面海域が、他の海域に比べ河川からの供給量が多いにもかかわらず侵食傾向にある事が予想される。

また、NO.2、NO.3の断面に代表されるケマシン川からスムラ川前面海域の海岸より7km前後の範囲には、比較的急傾斜の斜面が分布し、それより沖合部は緩やかな斜面となる。その後、水深25~30m前後になると起伏をもった海底地形となる。

以上に述べた海底地形の形状は、ワルム氷期後期より上昇過程にあつた海水準変動、特に10,000 Y.B.P 以降の変動に比較的一致すると思われ、過去の海水面変動の痕跡が、海底地形に刻み込まれている事が予想される。

※ ワルム氷期後期以降の海水準の変動曲線は、Fig. 3-11を参照されたい。

LEGEND


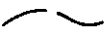


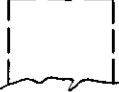
-  FATHOM CONTOUR
-  METRE CONTOUR
-  HUMMOCK
-  HOLLOW
-  SURVEYED AREA



Fig. -3-4 Topographical map

Natural Scale 1 : 200,000

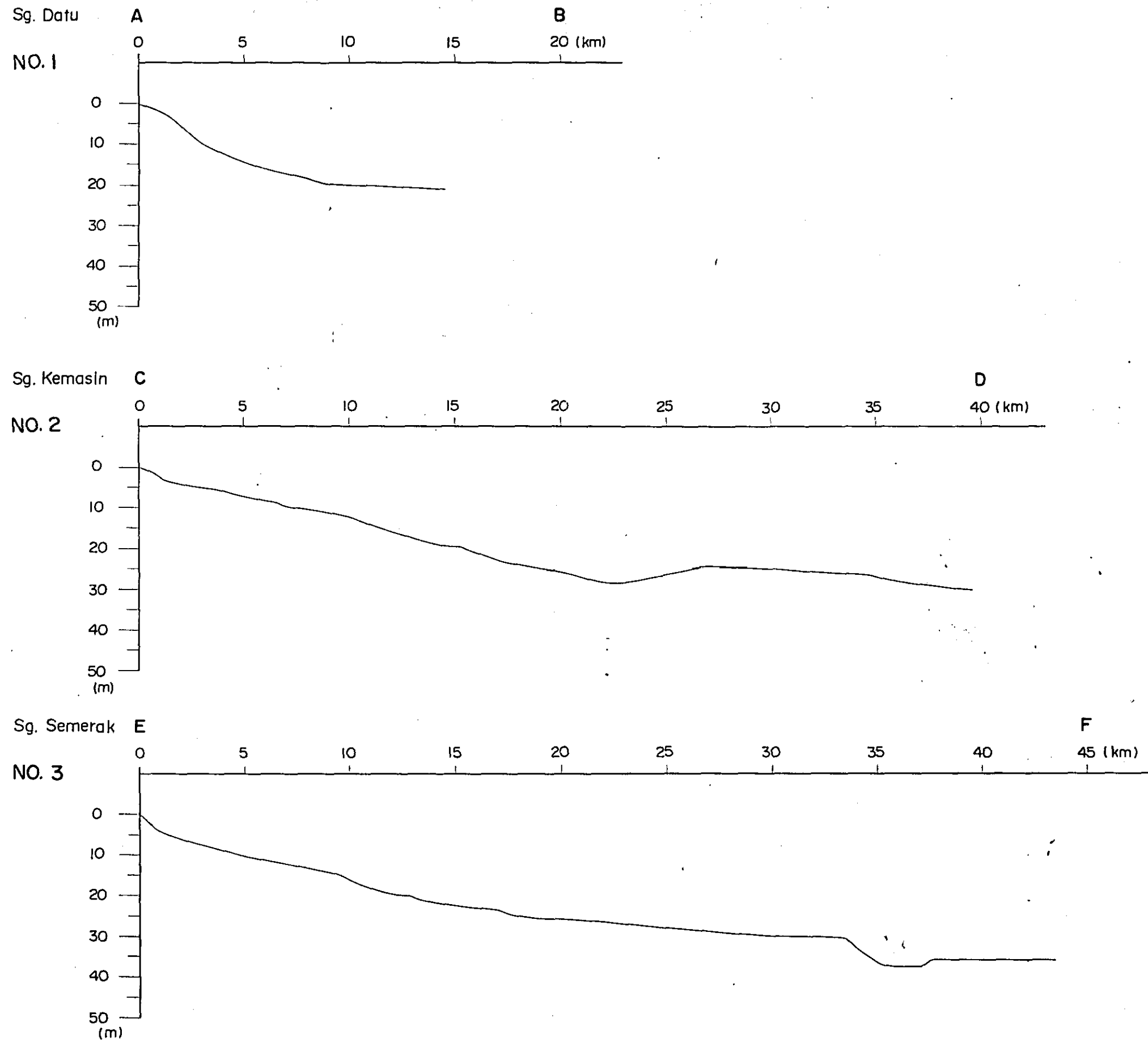


Fig.-3-5 Topographical Cross - Section

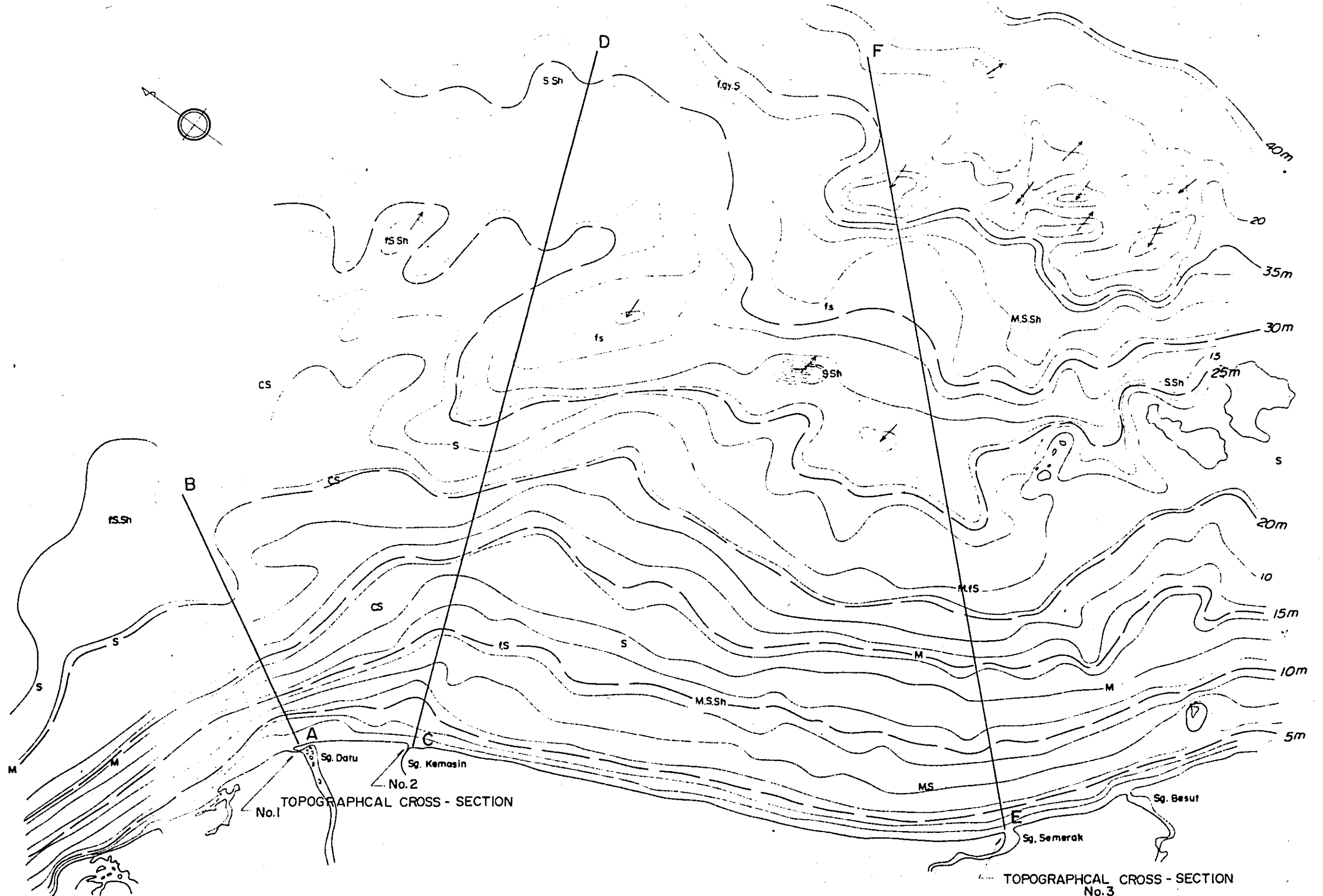


Fig. -3-6 Topographical map

### 3-2 調査地域周辺の地質概要

#### 3-2-1 陸部の地質

東南アジアのスンダ地域における造山活動 (orogenic movement) は、スンダ造山システムとして知られている。スンダ地域の古い造山運動の証拠は、マレーシアとサラワク (SARAWAK) の間の、アナンバス (ANAMBAS) 諸島とボルネオ (BORNEO) 島のほぼ中央部にあるシュバンナム脈に見られるデボン紀 (Devonian) のころの地角斜堆積物 (geosyncline sediments) やオフィオライト (ophiolite) として残っている。これらの岩石は、変成作用 (metamorphism) を受け、また花崗岩 (granite) を伴っている。この地域は、二畳紀～石炭紀 (Permian ~ Carboniferous) のころに地角斜へ移行し陸化した。

マレー半島は、この陸域の両側に新たに形成された中生代前期 (early Mesozoic era) の地角斜の西側のゾーンに含まれていてジュラ紀 (Jurassic) に陸化した地域である。(Arther Holmes 1969)

調査地域周辺の陸上部には、中生代の造山運動に伴って貫入したと考えられている花崗岩類 (granitic rocks) とそれ以降の堆積岩類 (sedimentary rocks) が広く分布し、第四系の直接の基盤を構成している。(Fig. 3-7 参照)

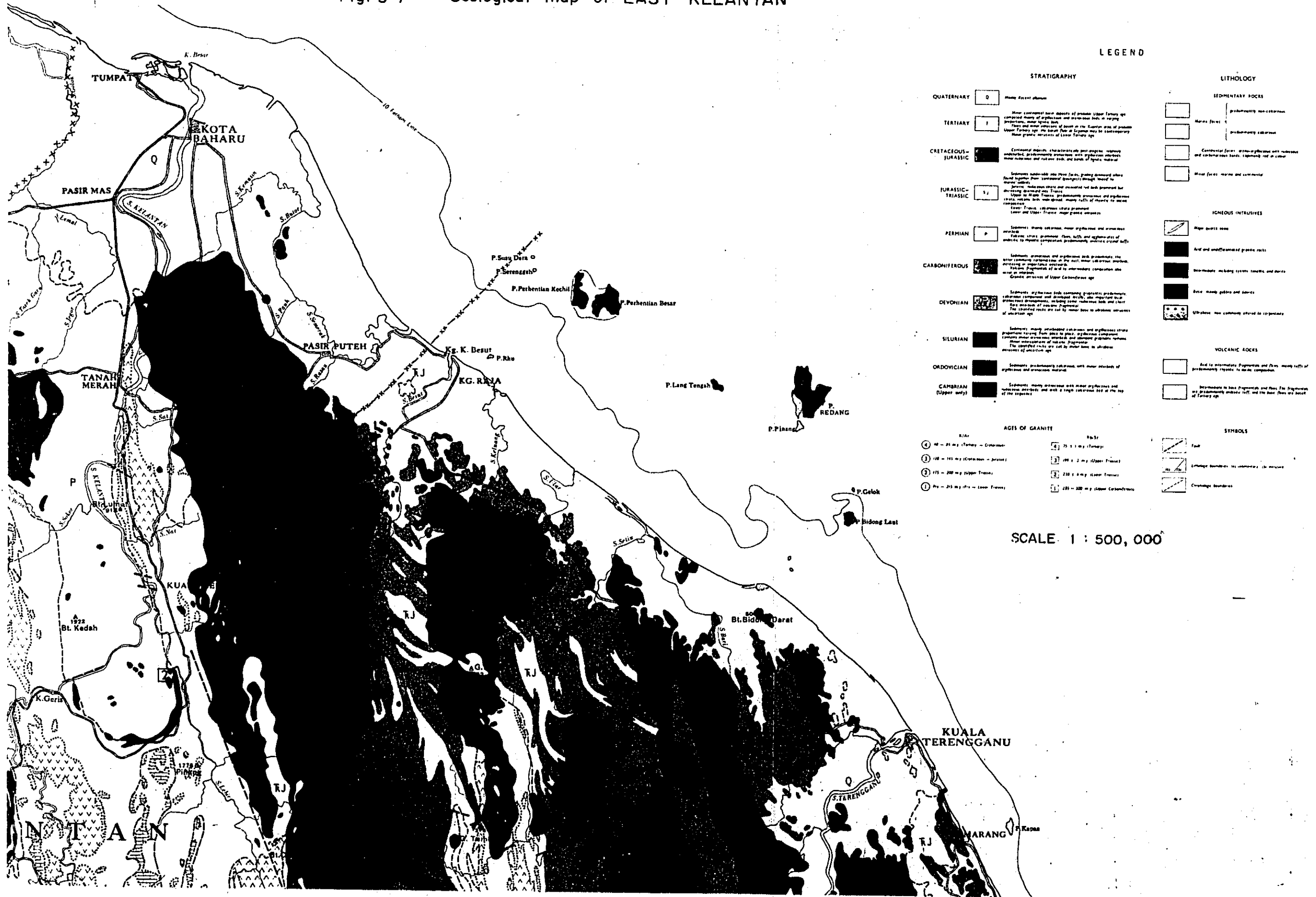
花崗岩類は、ケラタン中部に広く分布し、600～900m程度の丘陵性の山地を形成している。この花崗岩類は、山地部から平地部になると熱帯地方特有のラテライト化作用を広くうけている。

調査地域を含む海岸に堆積している海浜砂は基盤を構成している花崗岩類の起源と推定される全体に白っぽい色調のものである。

花崗岩の露頭は前述した丘陵地帯の他に、Bachok の南西約 10km



Fig.-3-7 Geological map of EAST KELANTAN



にある小丘でも見ることができる。(Photo-3-7, 8) 花崗岩の貫入時期は、三疊紀 (Triassic) とジュラ紀 (Jurassic) ないし白亜紀 (Cretaceous) の二期が考えられている。(S. MacDONALD, 1967)

露頭等の分布状況から、花崗岩類の上面の分布高度は、南東に向かって浅くなる傾向がうかがえる。三疊紀の堆積岩類は、泥岩、砂岩が優勢 (predominant) であるが、凝灰岩 (Tuffaceous siltstone) もスムラ川の上流約5km (Photo-3-9) および、さらに上流の現河床などで見ることが出来る。(Photo-3-10) これら基盤岩類の上位には、砂、粘土より成る洪積世 (Pleistocene) および沖積世 (Alluvium) の未固結堆積物が厚くのっている。

厚さは、基礎を構成している花崗岩類の形状に規制されることになるが、サバ・ケマシン地区付近では、100m以上にも及ぶところがある。

Fig-3-8, Fig-3-9 は、ケランタン州政府より借用したデータをもとに、再構成した概略のボーリング断面図である。Fig-3-8 は Sabak より南西方向へ、Fig-3-9 は Bachok より南西方向に切った断面図である。ボーリングデータは、全て井戸ボーリングのデータであるため記載事項に不足するところはあるが、概略の地層分布の傾向を把握するには有効であろう。スムラ地区は、ボーリングデータが入手出来なかったため、断面図を作成することが出来なかった。

このボーリング断面図を見ると基盤の形状は、サバ (Sabak) よりバチョー (Bachok) 方向に残くなる傾向がみられる。この基盤の凹所をうめて分布する厚い地層は、砂層、粘性土層および砂礫層から成り、この2つの断面図では、これら三者がサイクリックに

Near Sabak

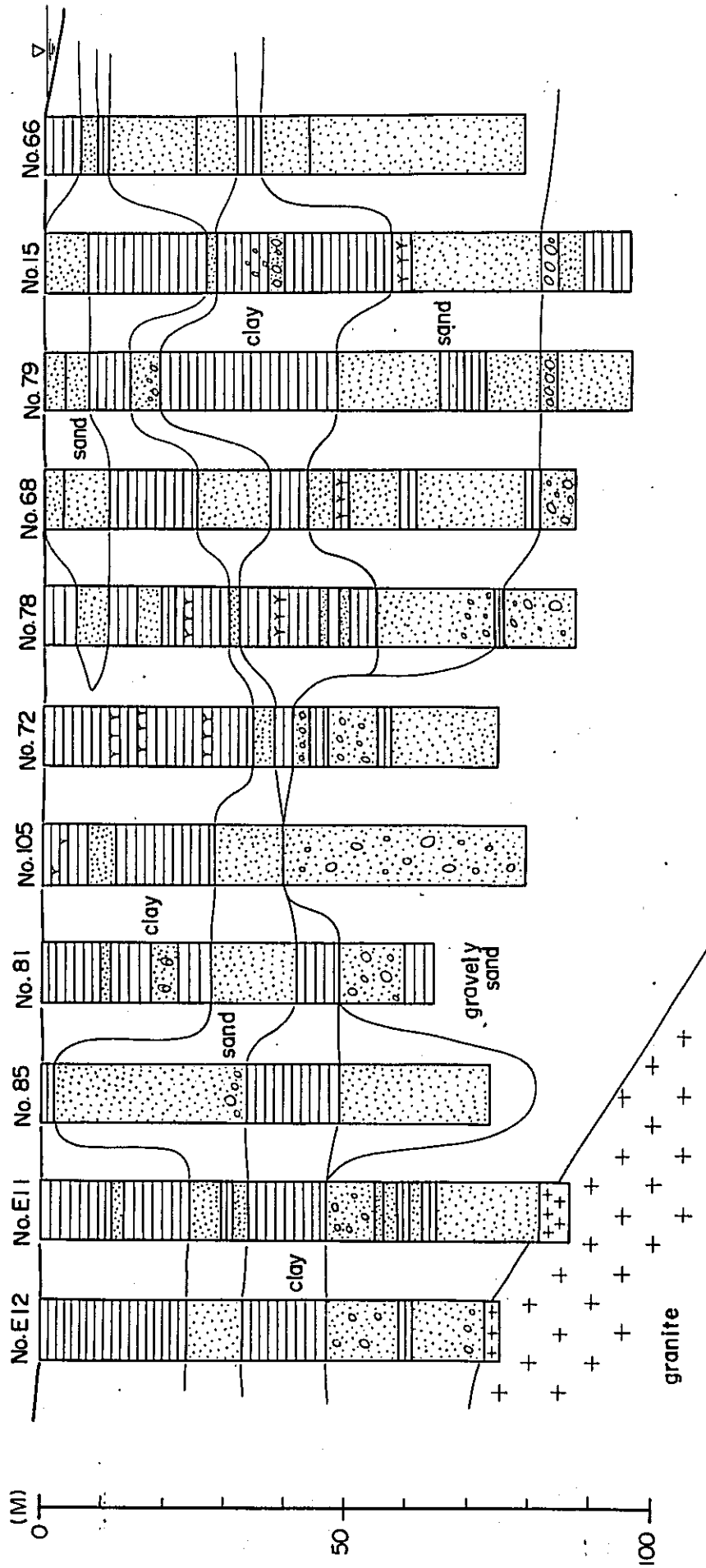


Fig-3-8 GEOLOGICAL CROSS SECTION by well boring data

Near Bachok

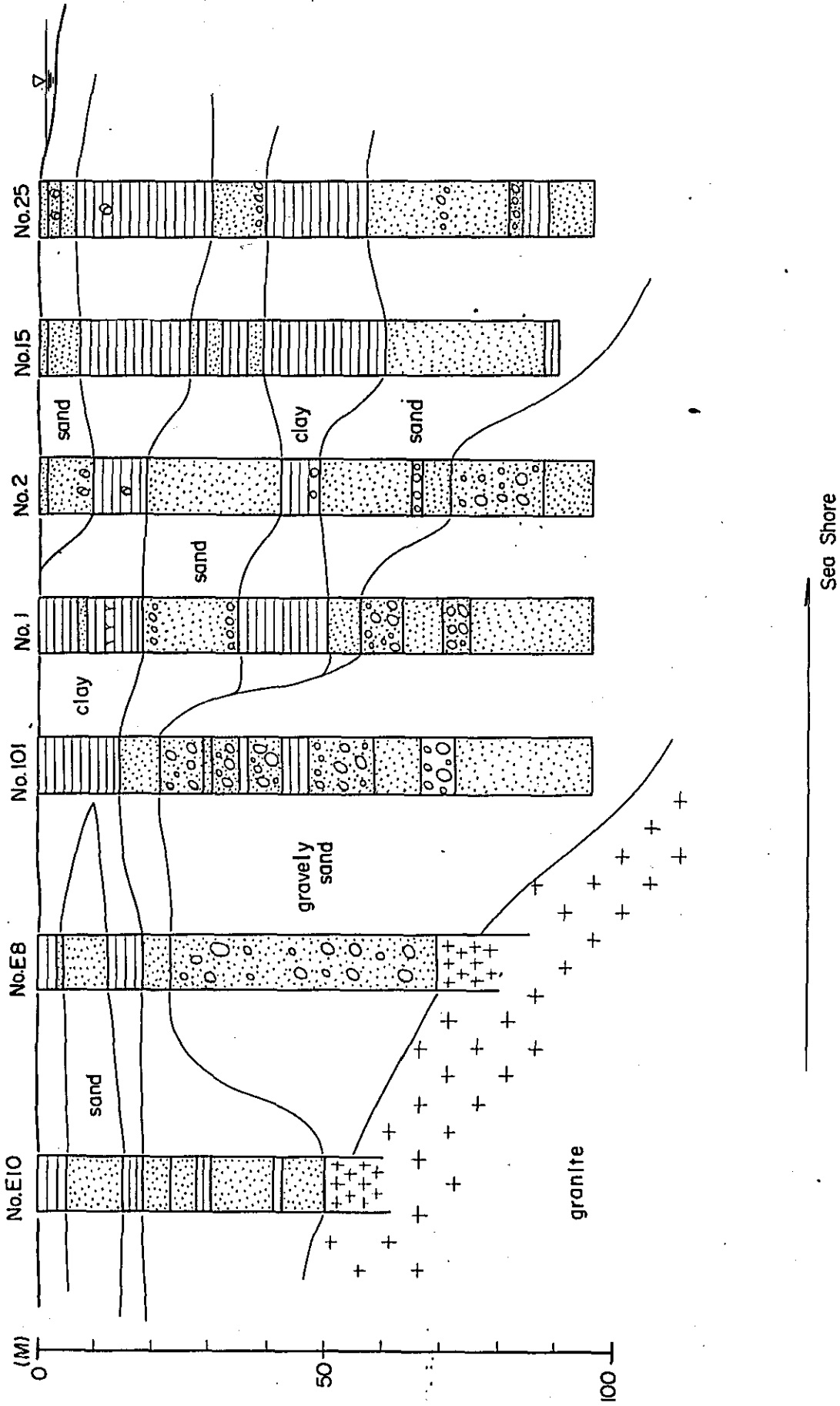


Fig-3-9 GEOLOGICAL CROSS SECTION by well boring data

重なって全部で6層が識別できる。上位のオ1層は海岸付近に10m前後の層厚をもって分布する顕著な砂層である。オ2層は、内陸部より海岸部にわたって、広く厚く分布する粘性土層である。オ3層は比較的広域にわたって分布し、層厚の変化が著しい砂層である。オ4層は、内陸部より海岸部に向うにしたがって層厚を増す傾向にある粘性土層である。オ5層は、やはり内陸部より海岸部に向うにしたがって層厚を増す砂層である。したがってオ1層からオ5層までは砂層と粘性土層の規則的なくり返しからなっている。そしてこの堆積サイクルの基底は、大きな起伏を示し全体として海側に向かって深くなっている。オ6層目は厚い砂層で、さらにその下位には砂岩、頁岩層が分布することが、ケラントン川の井戸ホーリングで確認されている。

この結果を模式地質断面図に表わすと、Fig-3-10の様になる。

調査地域を含めた東部ケラントン川周辺では、表層を形成する堆積物は、現河床上では細粒シルト層、海岸付近では、砂丘砂およびデルタ性の砂である。これらの表層の下位には、上流部では扇状地性堆積物である砂礫層が、10m程度の層厚をもって分布しているが、これは海岸部に向うにしたがって、細粒砂層に移化している。

この扇状地性堆積物の下位には、粘性土を主体とする地層が比較的広く厚く分布している。この層は、下位の地層の上面が作る小さな起伏をうめたてて、ほぼ水平に堆積している。この様な谷埋状の堆積形態を示す地層は、海岸付近で-70~-80m付近まで認められ、それより下位には、砂礫を主体とする地層が厚く分布している。厚い砂礫層の下位には、オ4紀以前に堆積したと考えられている固結堆積物が基盤を構成する花崗岩類にへばりつくように分布してい

る。基盤をなす花崗岩類の上面は、内陸奥部で  $50/1000$ 、中流部で  $8/1000$ 、海岸部で  $13/1000$  程度の傾斜をもって分布していると推定される。

この推定地質断面図の海域部は、井戸ボーリング結果にもとずいて作成された陸上の断面を延長したものである。しかし、本調査地域周辺は、新しい時代、特にオ4紀以降に顕著な地殻変動があった証拠はないので、陸上部の地質構造と海域部のそれが大きく異なっていることはないであろう。しかし、構成物質については変化している可能性は十分あり、また、既存のデータも入手出来なかったため、記入していない。

Fig.-3-10 Assumed geologic cross-section

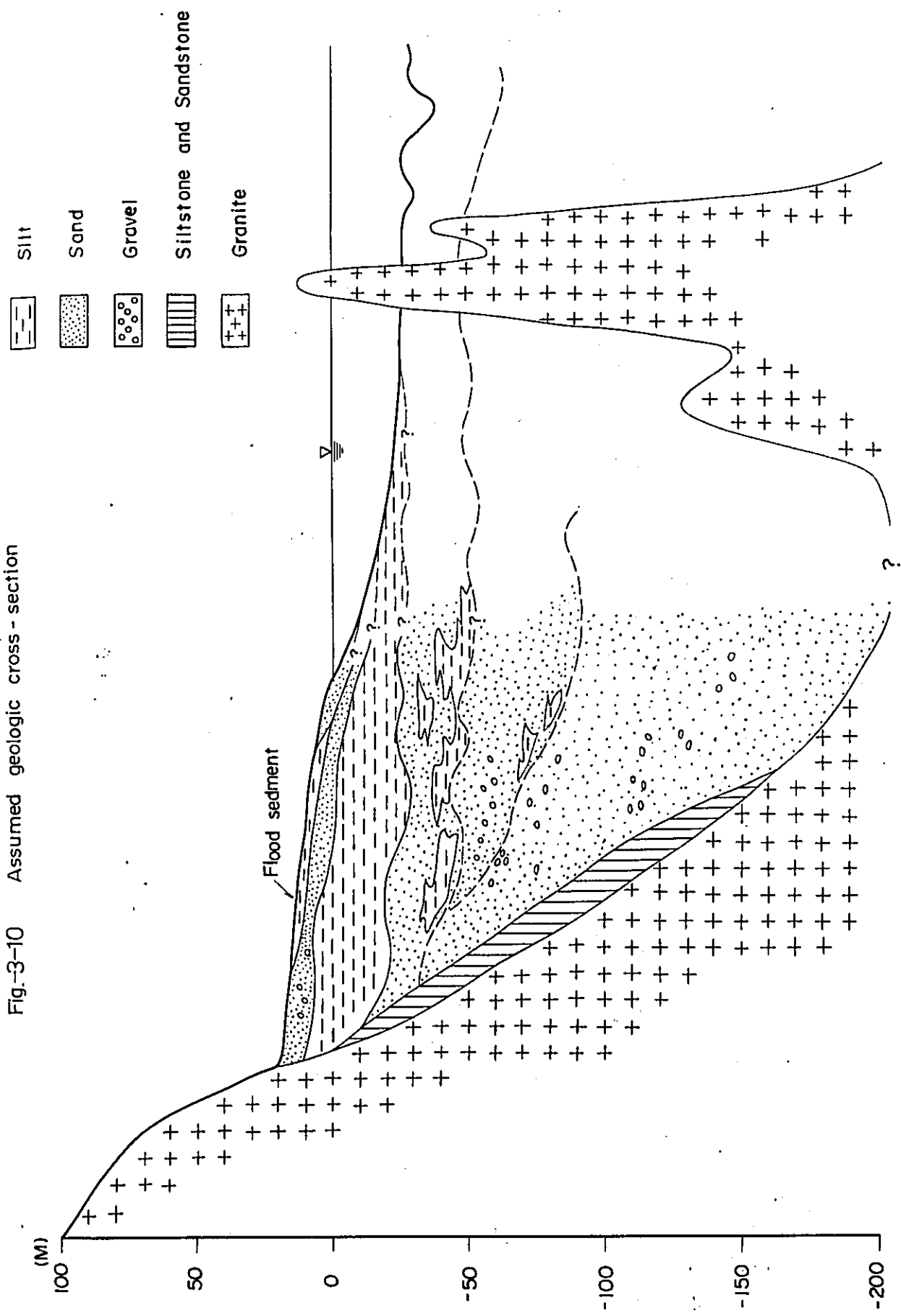


photo 3-7



photo 3-8



outcrop of granite at Kg.Gunong nearby bachok



photo 3-9



outcrop of tuffaceous siltstone at Cherang Raku

photo 3-10



outcrop of tuffaceous siltstone seen  
at the bottom of upper stream of Sg. Semerak

### 3-2-2 海底の地質

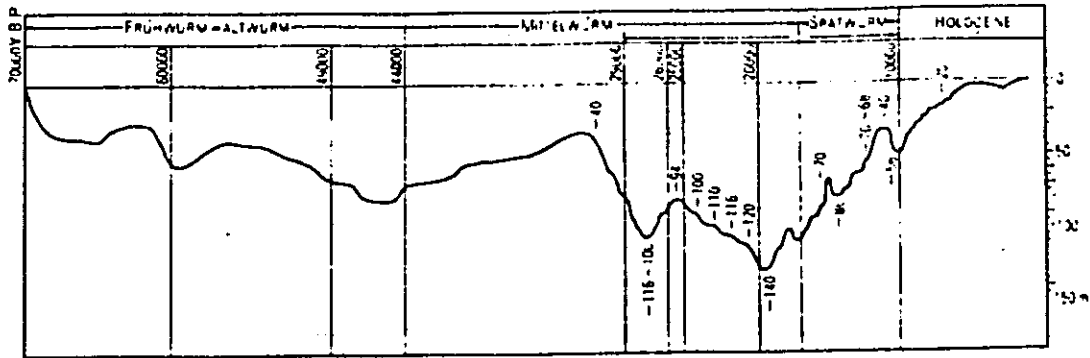
陸部の地質で述べた様に、調査地域周辺の地質データは入手出来なかった。しかし、調査地域の陸域部と海域部の新しい地層、特に第四紀に堆積した地層の堆積構造が著しく異なる事は考えられない。これは新しい時代に地殻変動が起こった証拠がない事から推定しての事である。

そして今回の調査地域の海域部の地質状況を判断する上で、第四紀 (Quaternary) の氷期に伴う海水準の変動、特に、ウルム氷河期以降の海水準変動を参考に解析を行なうことにした。

海水準は 波浪・潮汐・海流・気圧などの影響による、局所的・短周期的な変化のほか、海盆容積の変化や、地球上の氷河の消長の影響をうけて世界的に変動をおこなわれる。ユースタティック運動 (Eustatic movement) とよばれる海水準変化がある。さまざまな人がこの第四紀の海水準変化曲線をえがいているが、そのうちの代表的な例である、最終氷期から後氷期にかけての変動図は、Fig. 3-11 に示す。

第四紀中の温暖期、つまり、間氷期 (Interglacial epoch) の地質学的証拠は、海進に伴なって形成された海岸平野にのこされる事になる。また、寒冷期、つまり亜氷期 (stadium) の地質学的証拠は、海退に伴なって形成された侵食谷や海底平坦面によって示される。第四紀に形成された侵食谷のうちで、もっとも顕著なものは、いわゆる沖積埋積谷 (Alluvial waste-filled valley) であり、この谷がウルム (Wurm) 氷期の海退によって形成されたものである事は、各種の資料によって立証されている。

Fig-3-11 Sea level changes since The Würm glacial age



シンガポール南東地域のショール (Shoal) 地区、チャンギ (Changi) 地区で実施された地質調査結果 (国際協力事業団 1979) によると、砂礫 (Sand with Gravel) を主体とする洪積層 (Diluvium) の上面に多くの埋積谷の分布が見られる。この谷底の分布深度は最大 -45 m 以上に達する。

この上部には沖積層 (Alluvium) が堆積し、本層は砂と粘性土を主体とする下部層と、きわめて軟弱な粘性土 (Very Soft clay) を主体とする上部層に2分されている。下部層と上部層の境界の分布水深は -25m ~ -30m であり、この境界面には、小規模な侵食地形が認められる。また平坦な地形面を示すところには、赤褐色の固結した粘性土が確認されている。

GEOLOGY OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE (1976) の GEOLOGICAL HISTORY を参考に検討すると、-45m 以上の侵食地形を形成した時代は、後氷期の最寒冷期であるウルム氷期および亜氷期 (MAX würm) 海面が約 -740m まで低下した時期に対比され、-25 ~ -30m 面は、MAX würm 期より現在にむかって海面が上昇する過程において、海面が停滞もしくは海退し、海底面が露出し、風化・侵食を受けた時期に対比される。

chart No. 777を利用し、調査海域周辺の底質分布図(Fig-3-12)を作成した。本図によると、調査海域周辺は、M, fs, S, c.s で構成されている。大局的に見ると、水深 25~30m以浅では、底質の分布形態が複雑で水深が増すにつれて単調になる傾向がある。スムラ地区では、調査地域を含む沿岸部では、M~M.Sが主体をしめ、沖合に向かうにしたがって、Sに傾向を示すが、サバ・ケマシン地区付近では、M, f.s, S, c.s が複雑な分布形態を示している。

サバ・ケマシン地区周辺を細かく見ると、Sを主体とするが北西部にM、北東部にc.s、南部にf.sの分布が見られる。この底質分布を見るかぎり、サバ・ケマシン地区の周辺の底質におよぼされる海水の物理的条件の差がうかがえる。

M : mud 泥

Fs : fine sand 細砂

S : medium sand 中砂

cs : coarse sand 粗砂

LEGEND

M

f.s

S

c.s

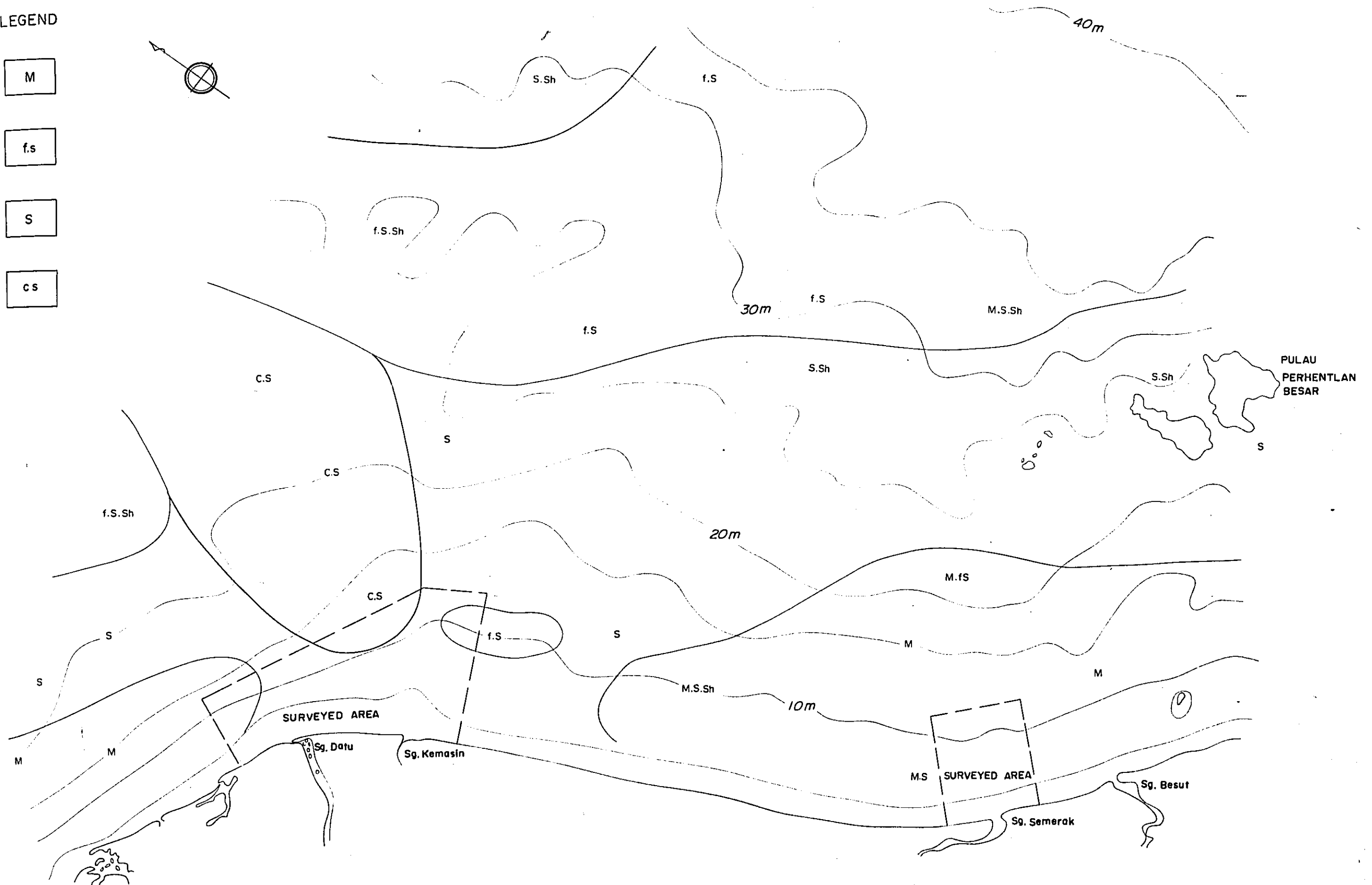


Fig. -3-12 Bottom sediments map

Natural Scale 1 : 200,000

### 3-3 調査地域周辺の気象概要

マレーシア半島はインド洋、南シナ海に面しているため、アジア季節風の影響を受けて高温・多雨である。

年間を通じての季節変化はSWモンスーン期とNEモンスーン期に区分され、前者は5月末から9月末まで、後者は10月から2月までであり、この二つのモンスーンにはさまれた時期が通常と、とも多湿である。

今回の調査地域であるKELANTAN州はマレーシア半島の北東部に位置しており、NEモンスーン期の10月から1月にかけては降雨量が1,000mm以上に達し、特に11月には、800mm前後の降雨量がしばしば観測され、このような年には洪水にみまわれる。年間の平均気温は、25~28℃、平均湿度は、80~85%である。

### 3-4 調査地域周辺の海象概要

本調査海域周辺における海象観測結果については詳しい資料が見当たらないので、海上保安庁の南シナ海水路誌(オ1巻、書誌オ211号)をもとに周辺海域の海流に関して述べおく(Fig-3-13 参照)。

南シナ海の表面海流は主に風に支配されるので、北東季節風期と南西季節風期とでは様相を全く異にする。すなわち、北東季節風によつては偏南西海流、南西季節風によつては偏北東海流を生じる。

北東季節風期の流れの卓越方向は、Fig-3-13の1月に見られるように、インドシナ半島沿いに南下し、マレイ半島沖を通過してジャフ海へと至る。このうちの一部はタイ湾へ流入し、マレイ半島側では調査海域付近を境いに一部が南下、一部が北上しているものと推定される。

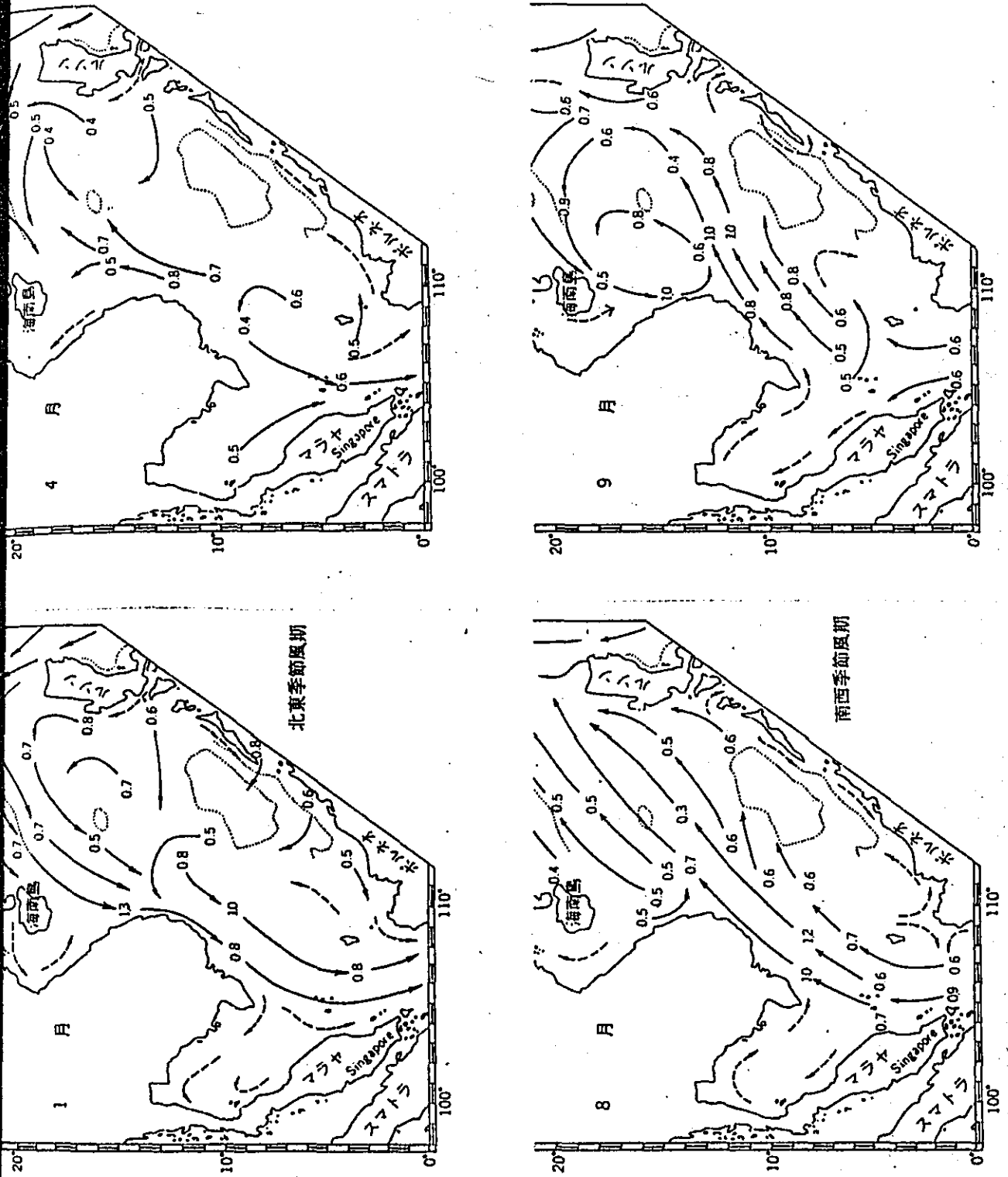
一方、南西季節風期には、8月に見られるように、ジャフ海より北上して来た海流は、北緯5度付近から北東へ向う。この流れの一部はマレイ半島沿いにタイ湾へ流入し、時計回りの環流を形成しているものと推定される。

なお、季節風の交替期(北東季節風から南西季節風への交替期の例が4月、南西季節風から北東季節風への交替期の例が9月)においては、両者の中間的な流況を呈し、複雑になっている。

以上のように、本調査海域(北緯6度付近)周辺における海流は、主に季節風によつて支配されているので、海流の季節変化は流向・流速とも大きいと報告されている。特に、今回の調査海域は、季節によつては海流が北流となったり、南流となったりする海域である上に、北東季節風期においてさえ北流と南流とに別れる微妙な海域がある。

Fig-3-13

表面海流の概況図



由南シナ海水路誌(海防)による。



## 4 測量一般

### 4-1 基準点測量

調査に先立ち、その位置を明確にする為、調査地域の陸部に基準点を設けた。

測量作業は、既設の水準点 (Level point) を既知点として、多角測量 (Traverse survey) をすると共に必要に応じて測点を追加延長した。

選定に際しては、測深、探査の測線を考慮して、約 500 m 間隔に杭を打ち測点とし、各 area の両側には永久杭を埋設した。

測距は、各測点にて 3 回観測を行ない誤差の大きい場合は、再測を行なった。

測角は、各点の輪郭、90° 輪郭の 2 対回観測を行ない、誤差の大きい場合は、再測を行なった。観測結果を別冊にまとめ、その内、99 角点成果表 (Result of traversing point) を Table-4-4-5 に示した。又、Fig-4-3 と、Fig-4-4 に基準点位置図を示した。

### 4-2 水準測量

水準測量は、汀線測量の傍ら地形測量の標高決定、又設置した Tide pole の標高決定のために実施した。

高さの基準は、既設水準点の基準である R.L. (Reduce level) を使用した。測量作業は既設水準点を基準として、往復測量を行ない、誤差の大きい場合は再測

を行なった。尚、測量結果は別冊にまとめた。

#### 4-3 汀線測量

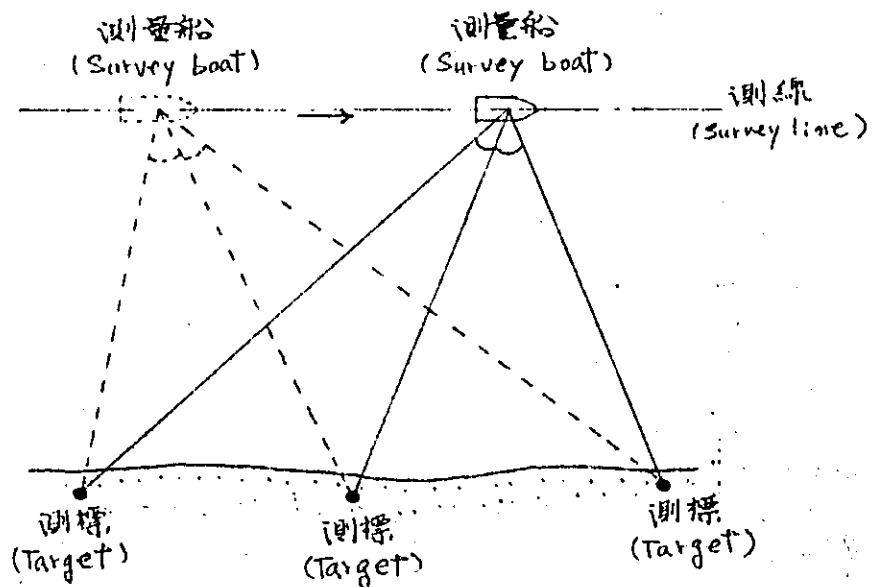
水準測量にて決定された高さ(R.L.)に基づき、測深線上の汀線部の地形測量を実施した。

その結果はFig-4-5~4-11に断面図として整理した。

#### 4-4 海上位置の決定

本調査に施ける深浅測量・海底地質(音波探査)調査又、底質調査を実施する際の海上位置は、三稜兩角法によった。三稜兩角法とは、3測標を用いて2角を測り位置を決定する方法であり、主に船上から、予め設置した測標を六分儀で測り、随時その測角値を図面上にプロットして、その船の海上位置を決定する。以下に説明図を示す。

Fig-4-1 海上位置の決定概念図



#### 4-5 潮位関係

本調査においては、深淺測量結果の潮位補正のために、サバ・ケマシ  
ン地区およびスムラ地区の両地区において深淺測量実施時に量水標によ  
る潮位観測を実施し、その成果をもとに補正を行った。しかしながら、  
今回の潮位観測は簡易法による短期間の観測であり、しかも昼間だけの  
観測であるので、ここでは既存の資料をもとに調査海域周辺における潮  
位特性について述べる。

調査海域周辺における潮汐調和常数としては、サバ・ケマシン地区の  
北側約 15 km に位置するツンパ (Tumpang) での成果がある。この  
潮汐調和常数は、国際水路局 (International Hydrographic  
Organization) によると、Table-4-1 の通りである。

Table-4-1 TUMPAT の潮汐調和常数  
(6°12'N, 102°10'E)

CONSTITUENT	HEIGHT in meters	PHASE LAG (K) in degrees
DIURNAL TIDE		
K <sub>1</sub>	29.6	331
O <sub>1</sub>	15.5	316
P <sub>1</sub>	9.8	332
SEMI-DIURNAL TIDE		
M <sub>2</sub>	18.6	248
S <sub>2</sub>	8.2	253
N <sub>2</sub>	3.0	273
K <sub>2</sub>	2.1	252
QUARTER-DIURNAL TIDE		
M <sub>4</sub>	0.9	182
MS <sub>4</sub>	0.6	170

また、海図の水深基準面上の平均水面の高さを表わす  $\bar{z}_0$  とし、

$$\bar{z}_0 = 1.10 \text{ m}$$

と報告されている。

いま、これらの調和定数をもとに、当海域の潮型についてみると、

$$\frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} = 1.68$$

となる。このことは、当海域の潮汐が約1日に1つの高潮および1つの低潮しかない潮汐現象を示しがちであることを意味している。

このような場合、平均高高潮面および平均低低潮面を理論的に求めるには、回帰潮 (Tropic tide) に用いる次式を用い、次式の最大値および最小値を求めることになる。

$$H_m \cos(2\pi t - k_m) + (H' + H_0) \cos\left\{15t - \frac{k' + k_0}{2}\right\} + \bar{z}_0$$

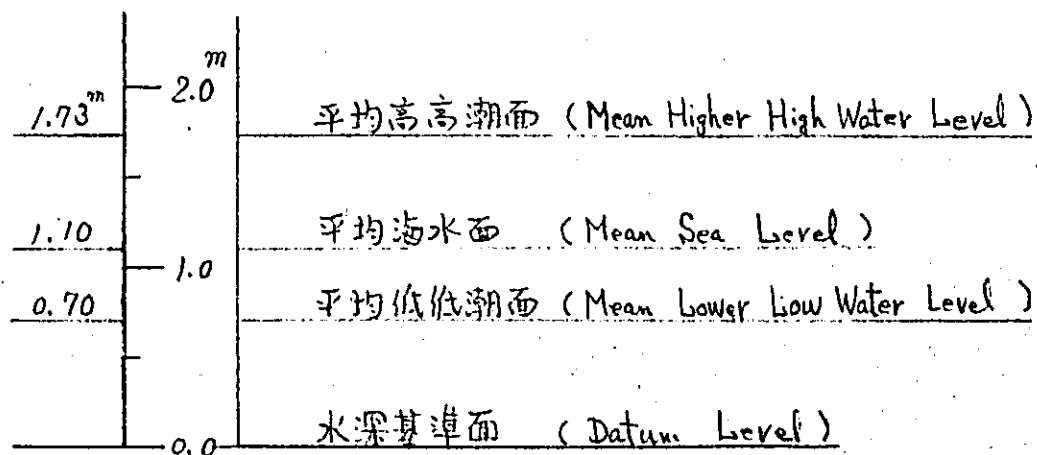
すなわち、水深の基準面上

$$\text{平均高高潮面 (MHHW)} = 1.73 \text{ m}$$

$$\text{平均低低潮面 (MLLW)} = 0.70 \text{ m}$$

となる。この関係を、潮汐関係図 (Tidal Diagram) とし、Fig-4-2の通りである。

Fig-4-2 TIDAL DIAGRAM (Tumpat)



また、マレーシアの潮汐表 (TIDE TABLES, Malaysia and Singapore, 1979) によると、今回の調査海域に近いツンビ (Tumpang) およびブス (Sungai Besut) での  $\Sigma_0$  の値および平均海面の季節変化は、Table-4-2 および Table-4-3 の通りである。

Table-4-2  $\Sigma_0$  VALUES

PLACE	POSITION		$\Sigma_0$
	Lat.	Long.	
Tumpang	6° 12' N	102° 10' E	1.09 m
Sungai Besut	5° 50' N	102° 37' E	1.32 m

Table-4-3 SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL

Jan. 1	Feb. 1	Mar. 1	Apr. 1	May 1	Jun. 1	Jul. 1	Aug. 1	Sep. 1	Oct. 1	Nov. 1	Dec. 1
+0.2	+0.2	+0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	+0.2

なお、今回実施した深淺測量成果に用いたのは、前述した基準点の基準である R.L. (Reduce Level) を使用した。

Table - 4-4 Result of Traversing Point

Area: SABAK ~ KEMASIN

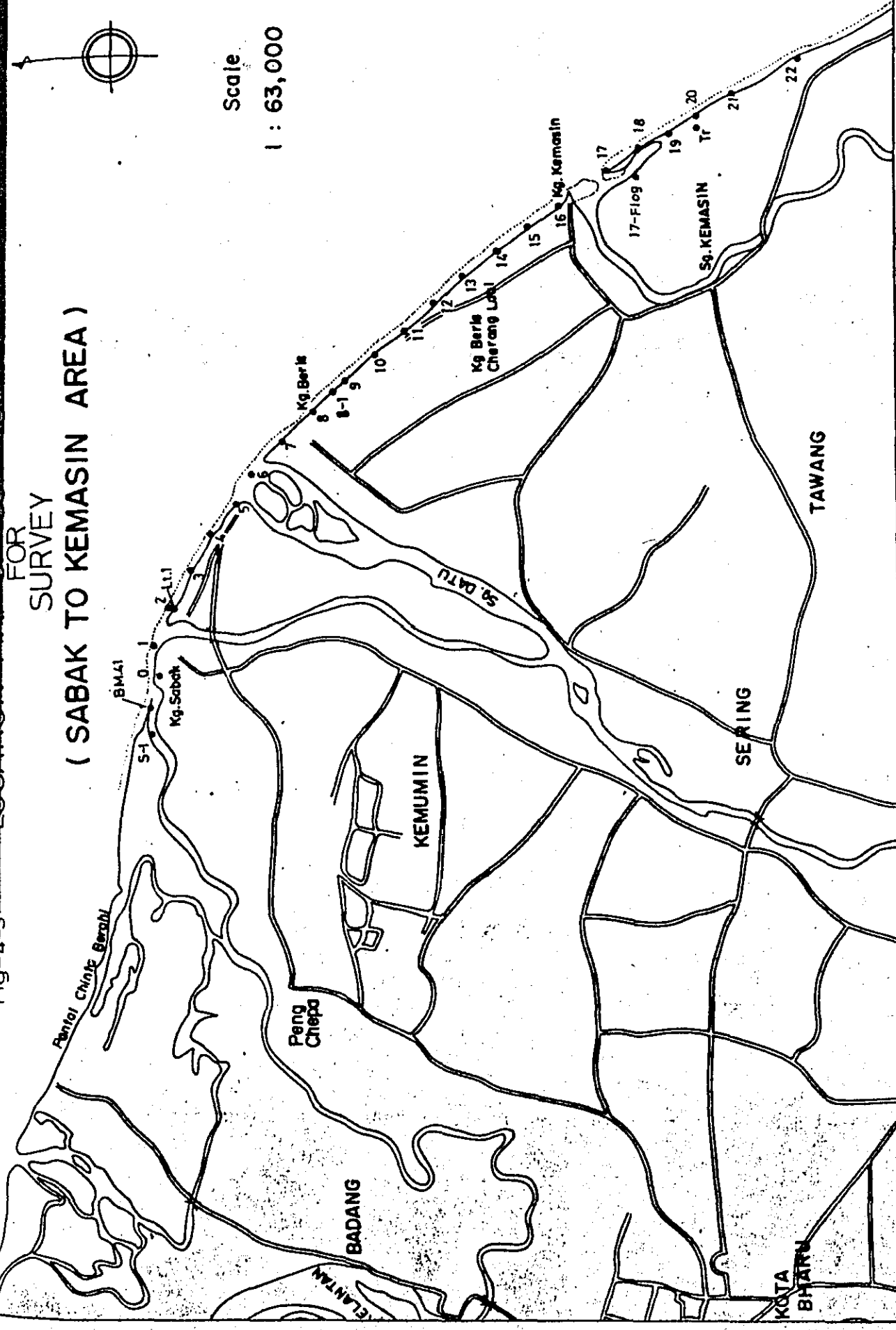
Point Number	X	Y	Point Number	X	Y
B.M. 41	0.0	0.0	NO. 12	1 981.02	5 354.17
No. 0	130.64	144.92	13	2 060.94	5 873.13
1	235.29	197.43	14	2 120.74	6 291.94
2	472.76	586.70	15	2 199.75	6 840.10
3	728.49	1 071.01	16	2 278.10	7 421.64
4	994.29	1 473.95	17	2 283.86	7 953.37
5	1 261.55	1 933.10	18	2 311.57	8 447.42
6	1 437.38	2 367.98	19	2 308.88	8 955.44
7	1 595.99	2 859.45	20	2 315.72	9 463.09
8	1 693.28	3 360.32	21	2 282.50	9 973.32
8-1	1 748.18	3 782.56	22	2 199.94	10 965.12
9	1 786.11	3 930.17	S. 1	- 200.96	- 66.97
10	1 833.50	4 249.28	No. 17 Flag	2 047.32	8 345.64
11	1 918.57	4 847.08	T.V	2 210.13	9 395.40

Table-4-5 Result of Traversing Point

Area: SEMRAK

Point Number	X	Y	Point Number	X	Y
No. 1	0.0	0.0	No. 10	279.95	4292.68
2	0.0	373.14	11	313.10	4781.25
3	30.58	1030.09	12	350.30	5241.73
4	42.55	1541.86	13	386.13	5788.15
5	31.81	2045.58	H <sub>1</sub>	334.55	1605.49
6	43.82	2740.42	H <sub>2</sub>	261.83	1342.63
8	182.93	3392.32			
9	238.50	3722.84			

FOR  
SURVEY  
( SABAK TO KEMASIN AREA )

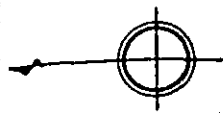


Scale  
1 : 63,000

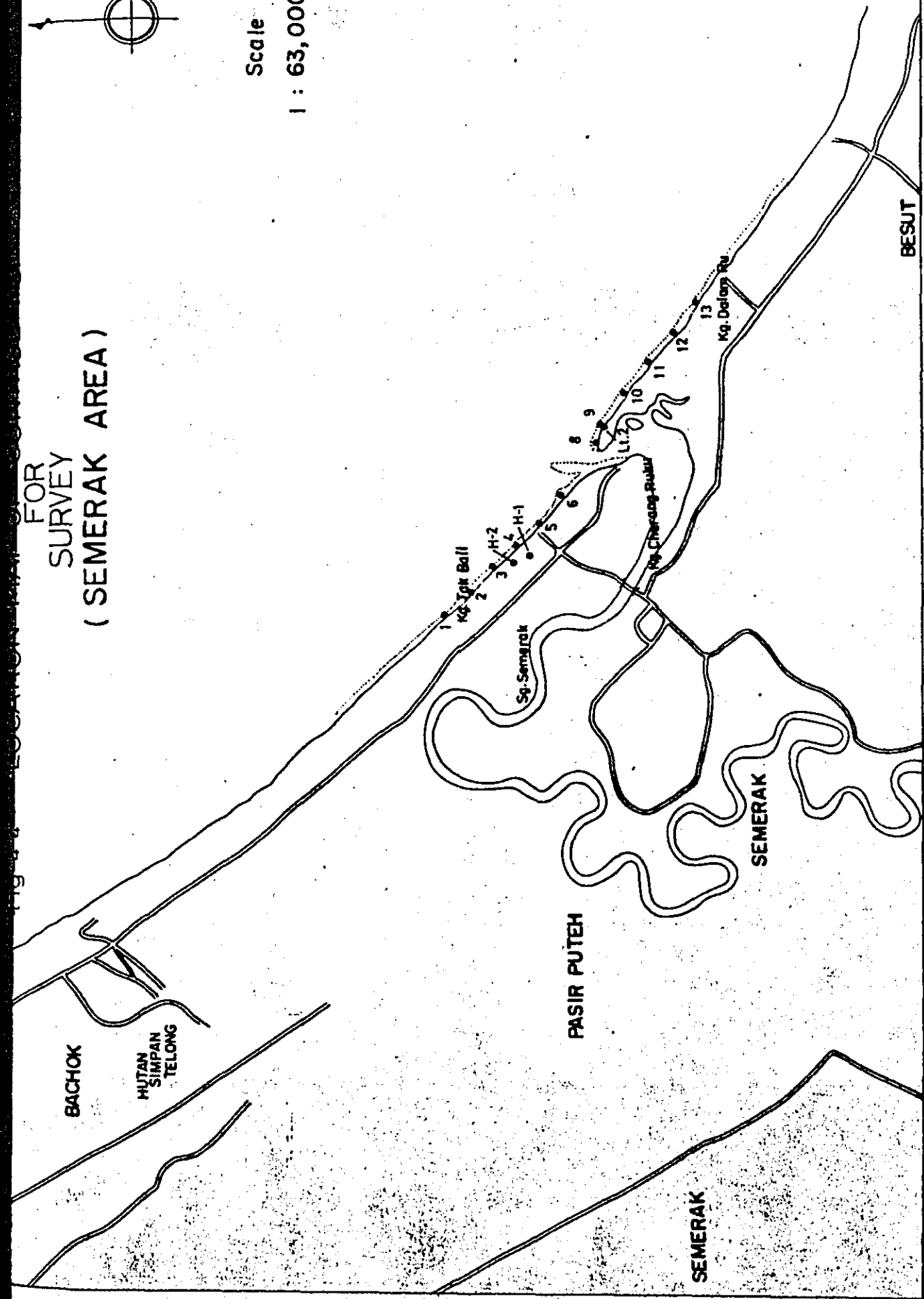
Fig 4-3



FOR  
SURVEY  
( SEMERAK AREA )



Scale  
1 : 63,000



CROSS SECTION PLAN

KEMASIN AREA

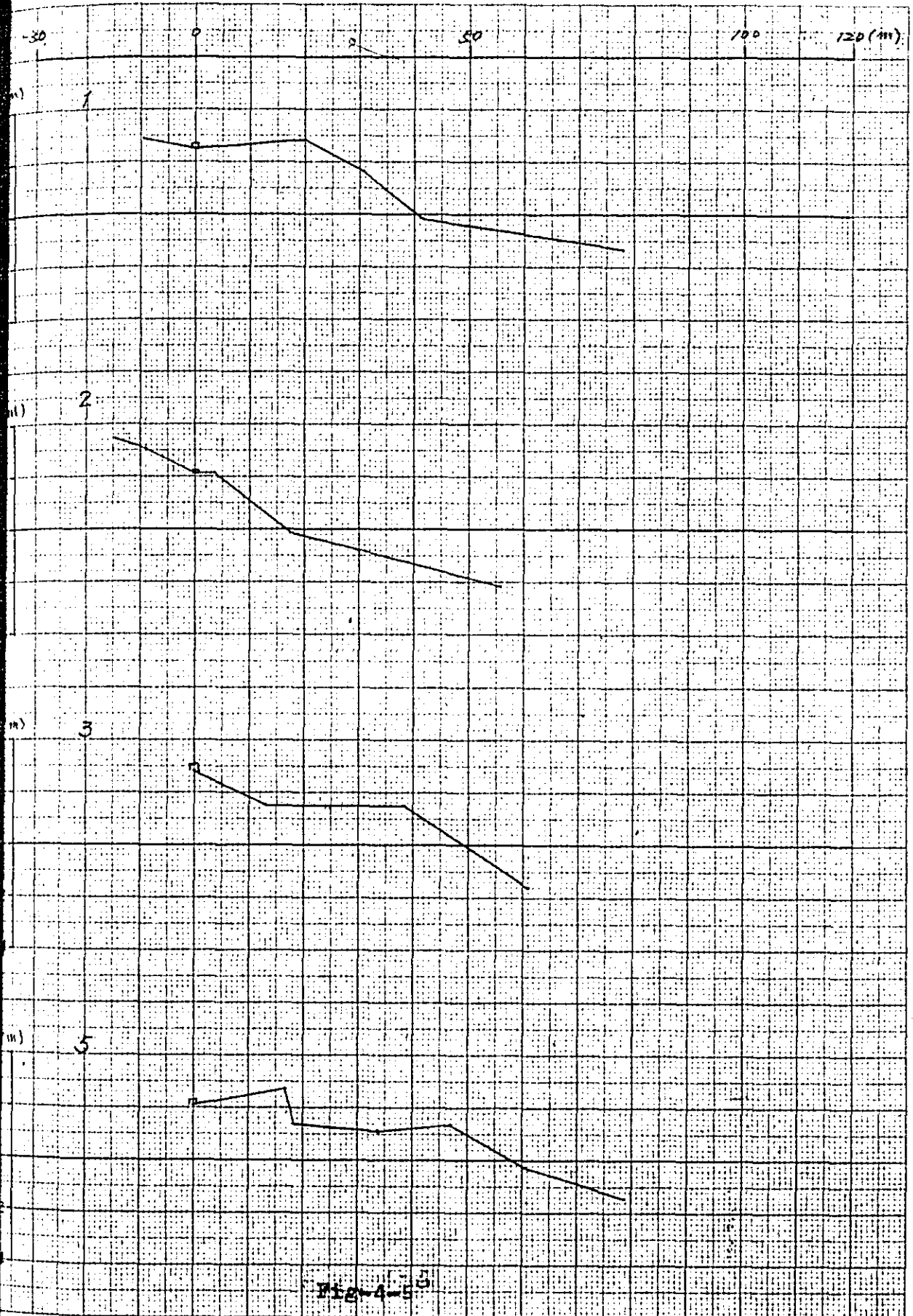


Fig-4-5

A4 180 x 250 mm

1 1/2 B

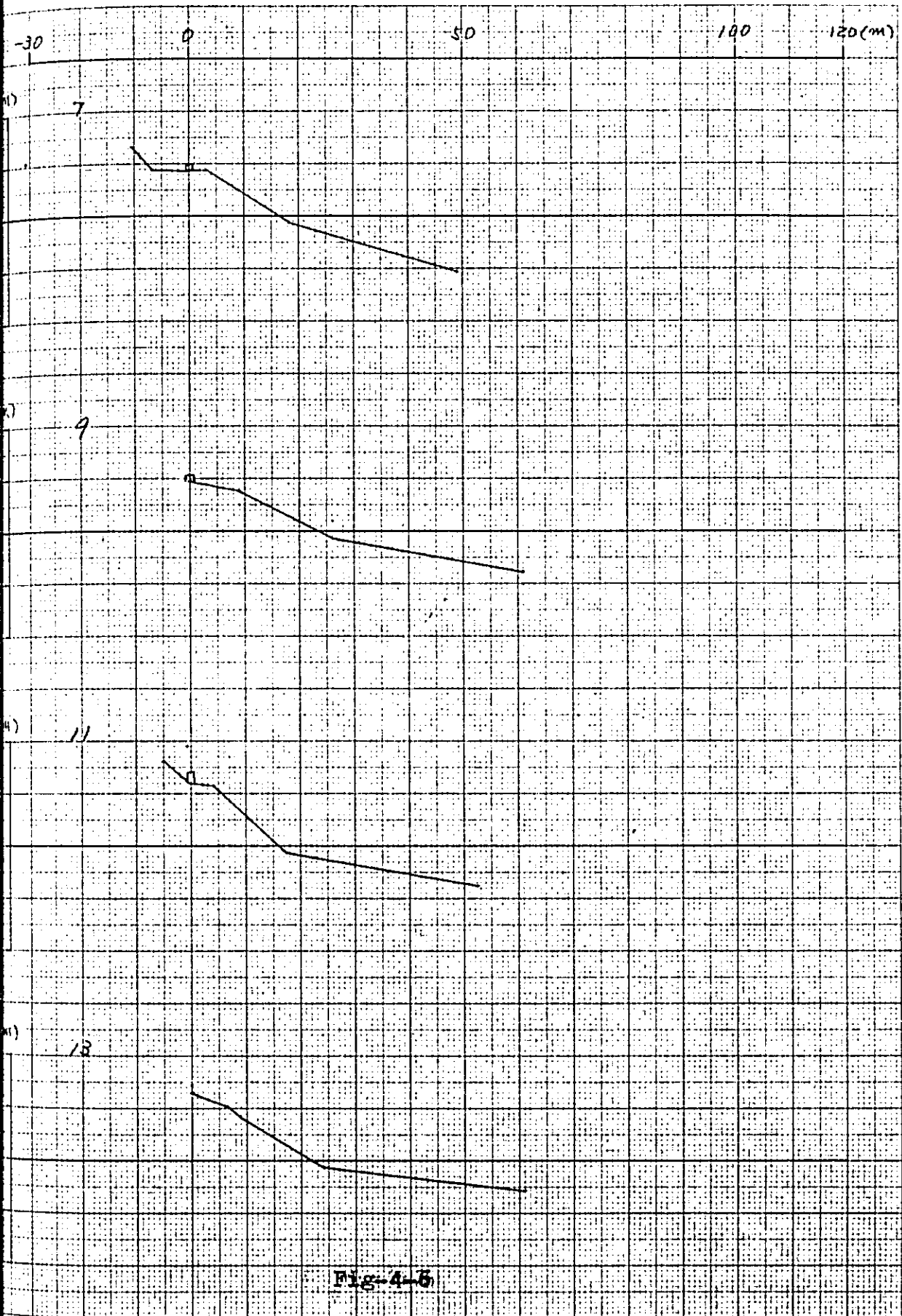
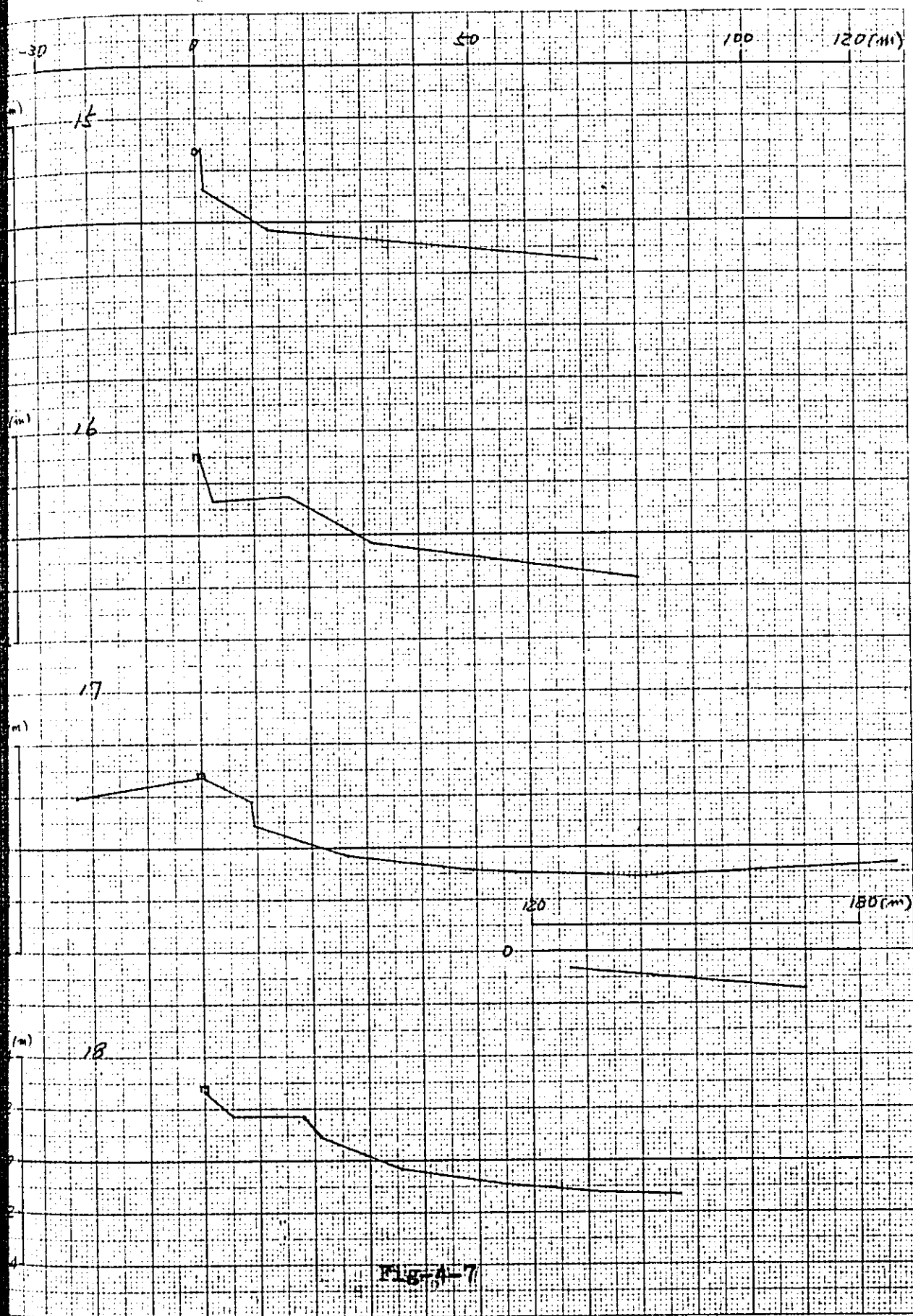


Fig-4-3



15-A-7

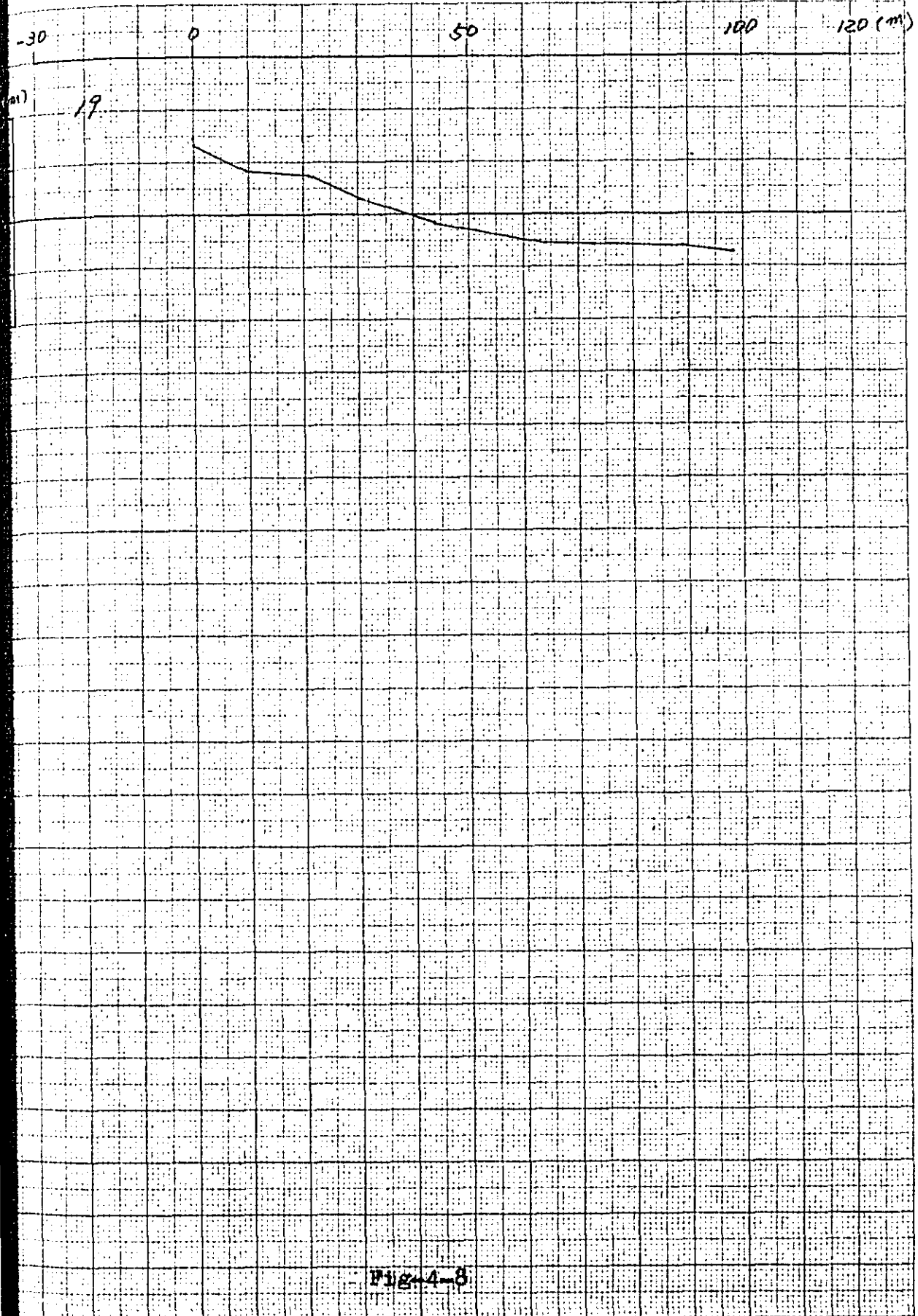
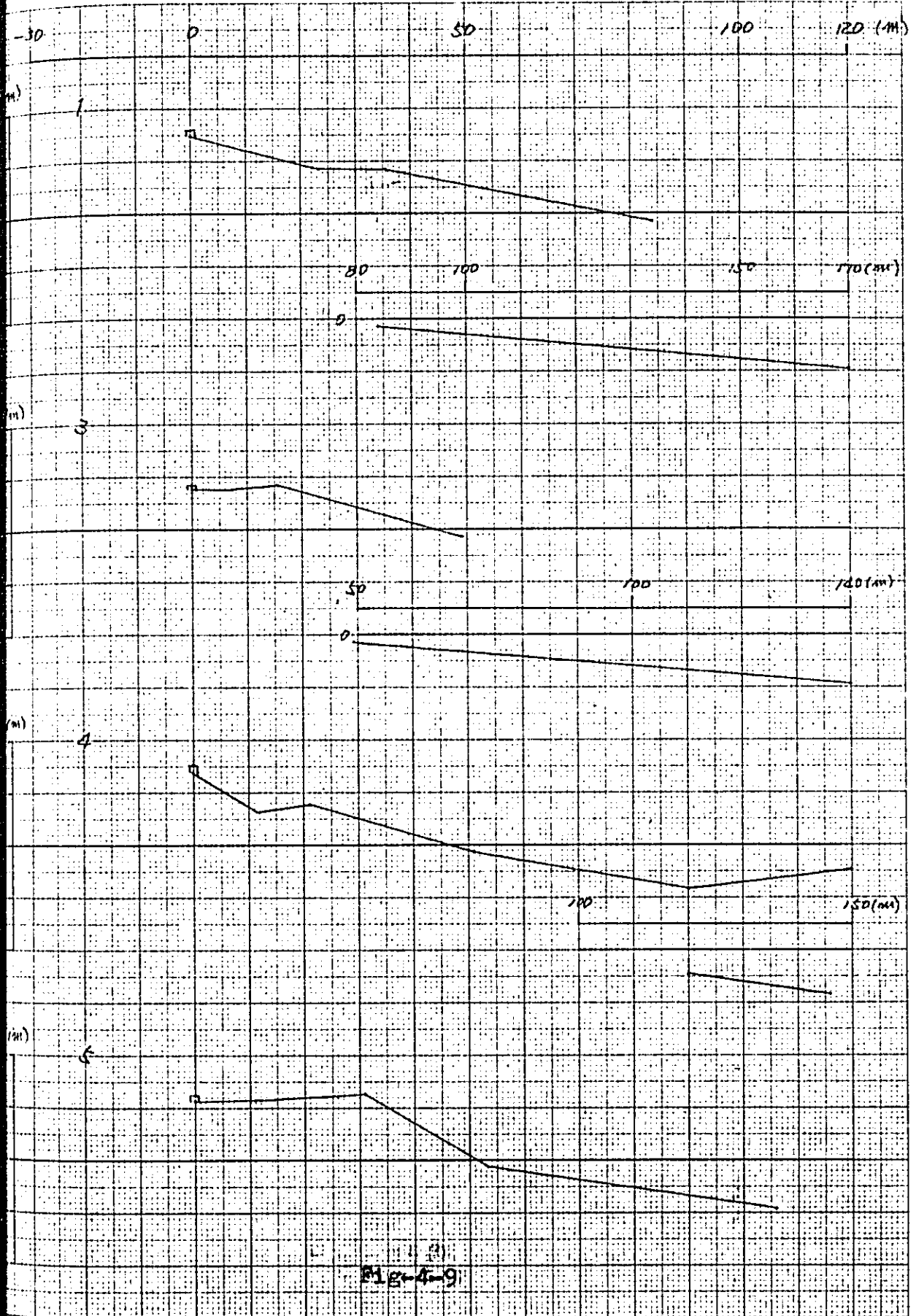


Fig-4-8

CROSS SECTION PLAN

SEMERAK AREA



A4 180 x 250mm

1 1/4 1/4

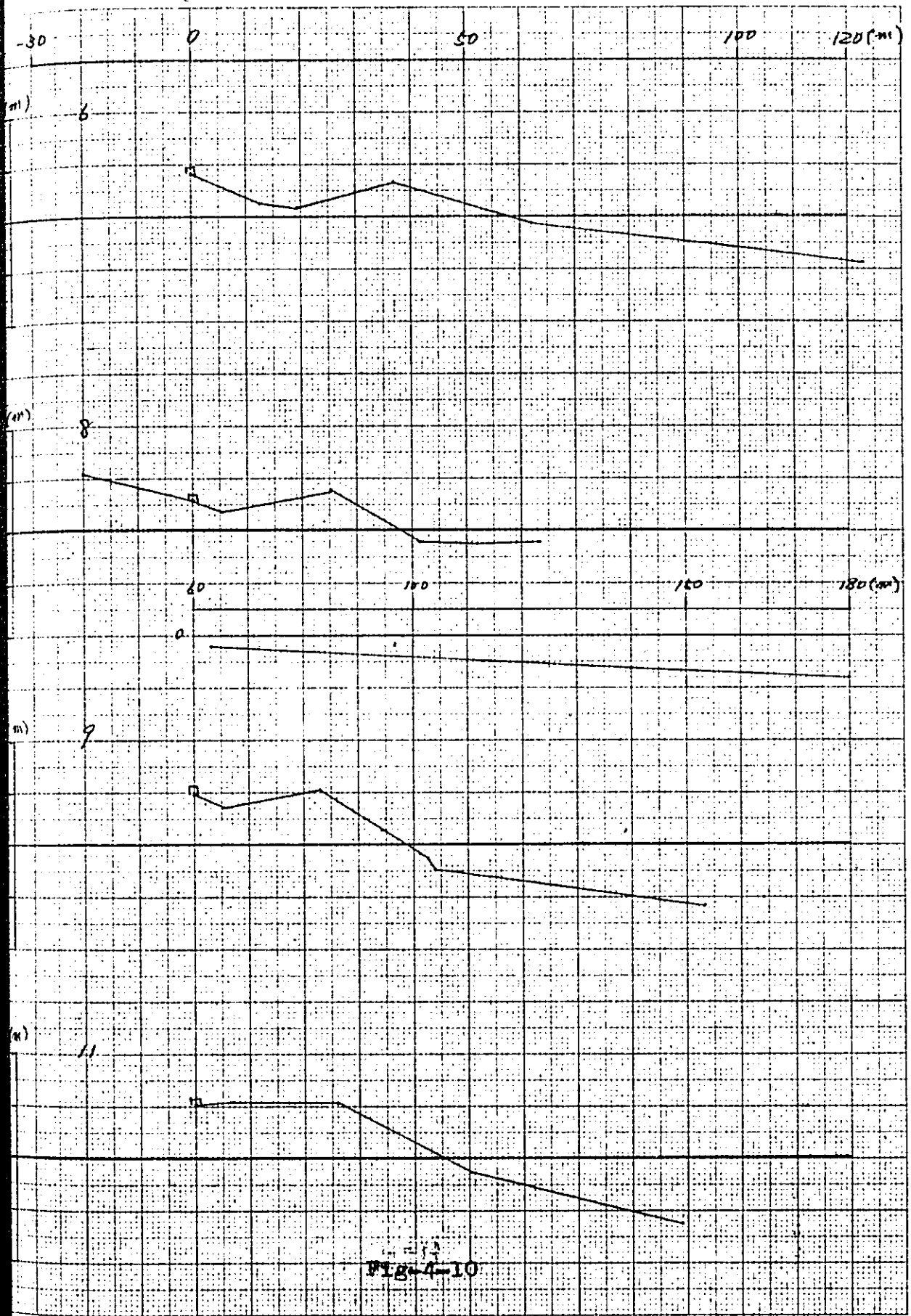


FIG-4-10

1 12 A4 180 x 250mm

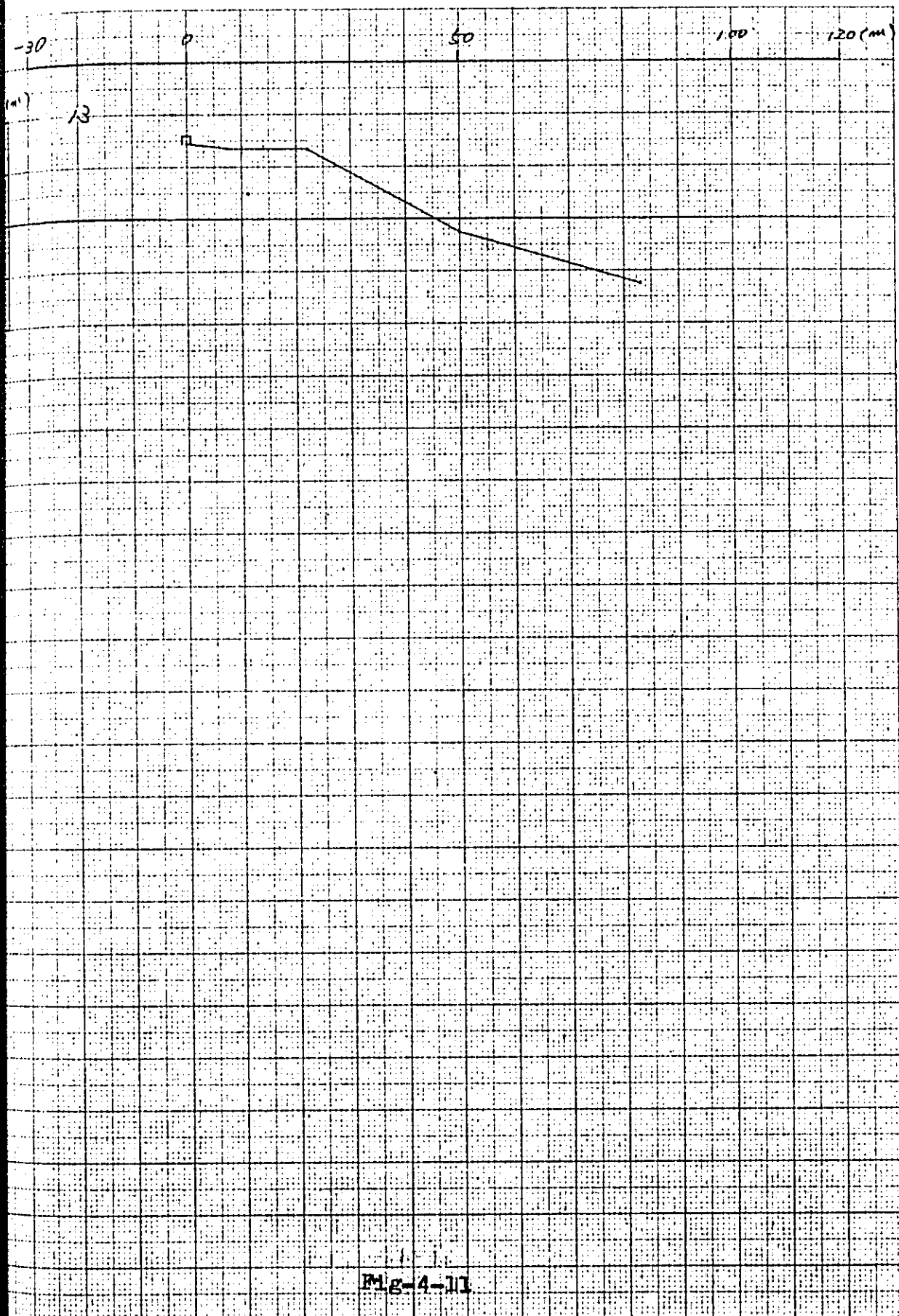


Fig-4-11





ANGLE OBSERVATION BY  
THEODOLITE



OBSERVATION BY  
DISTANCE METER



SETTING OF  
REFLECTORS

SETTING OF BASE STATION

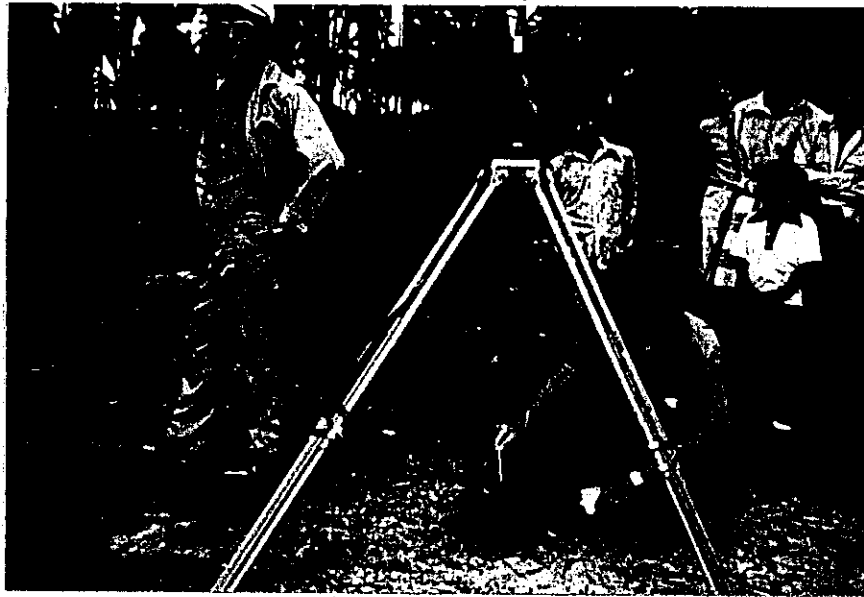




BASE STATION OF THE SABAK AREA



BASE STATION OF THE KEMASIN AREA

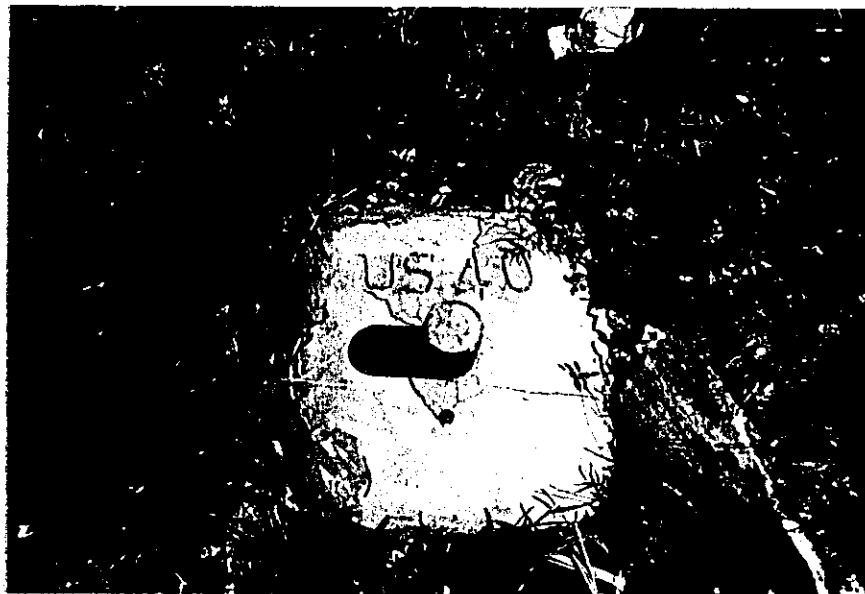


BASE STATION OF THE NORHE SEMERAK AREA.

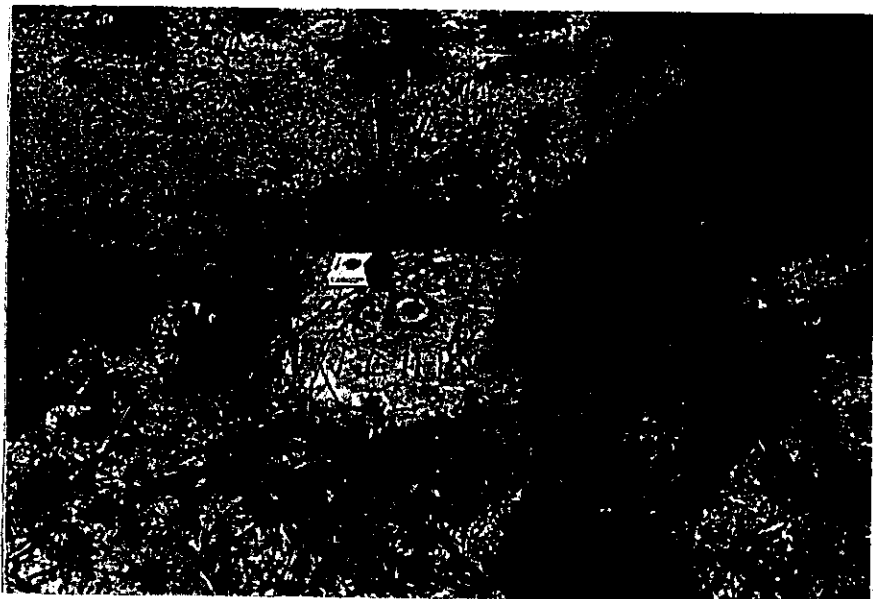


BASE STATION OF THE SOUTH SEMERAK AREA.

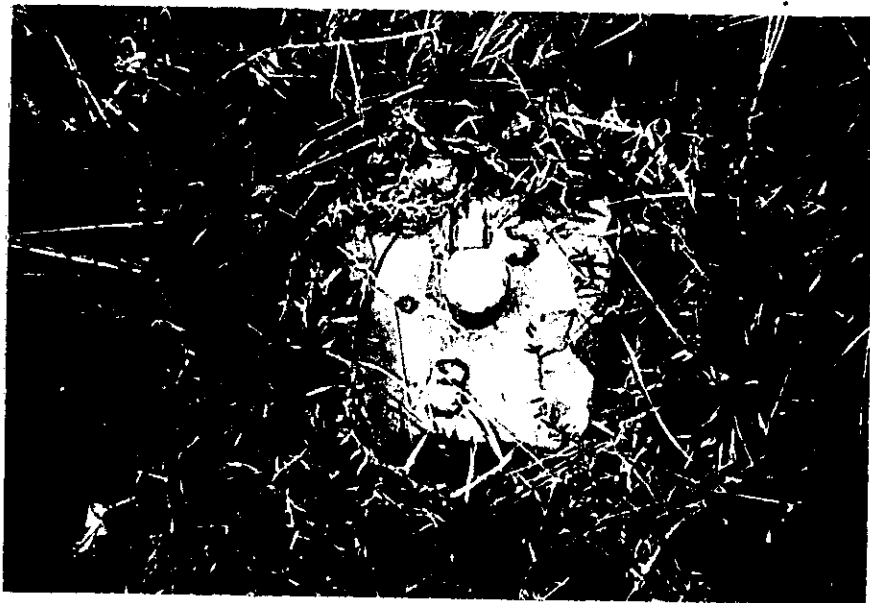
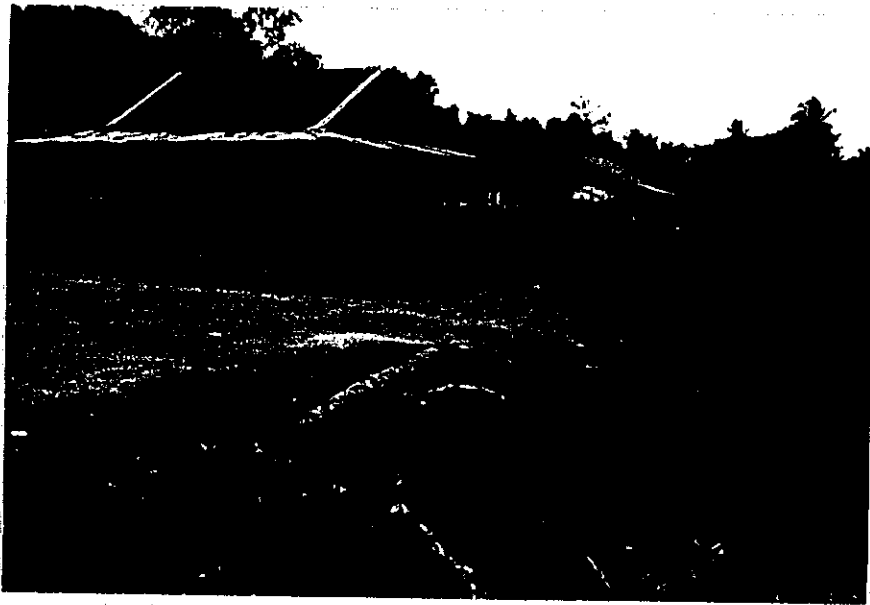
BENCH MARK ..... US-40 AT SABAK

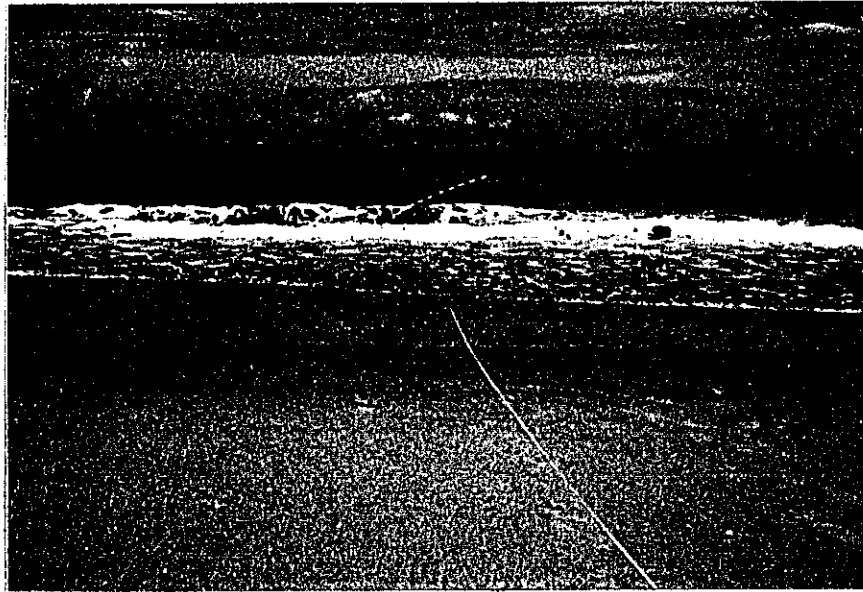


BENCH MARK ..... B.M.-1 AT' DALAM

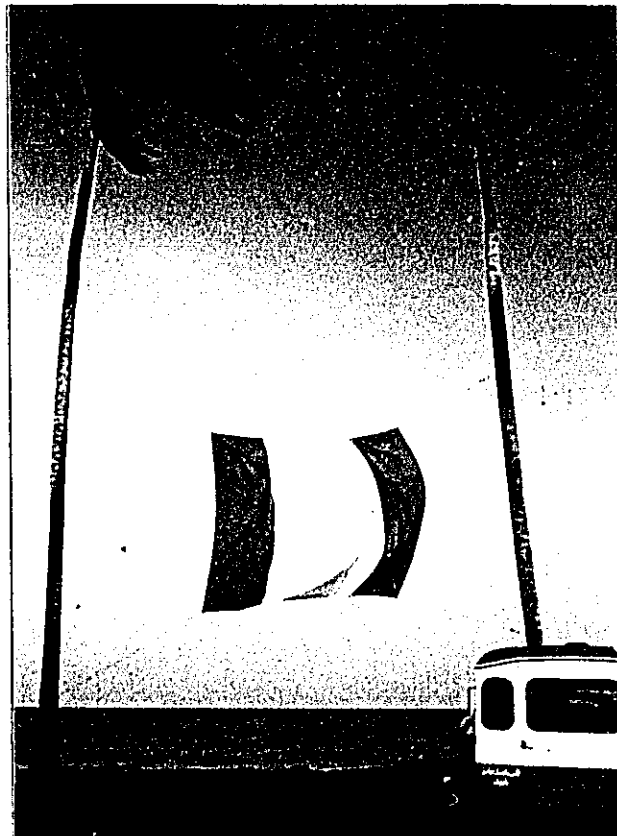


BENCH MARK ..... US-3 AT KEMASIN





TOPOGRAPHICAL SURVEY AT SHORE

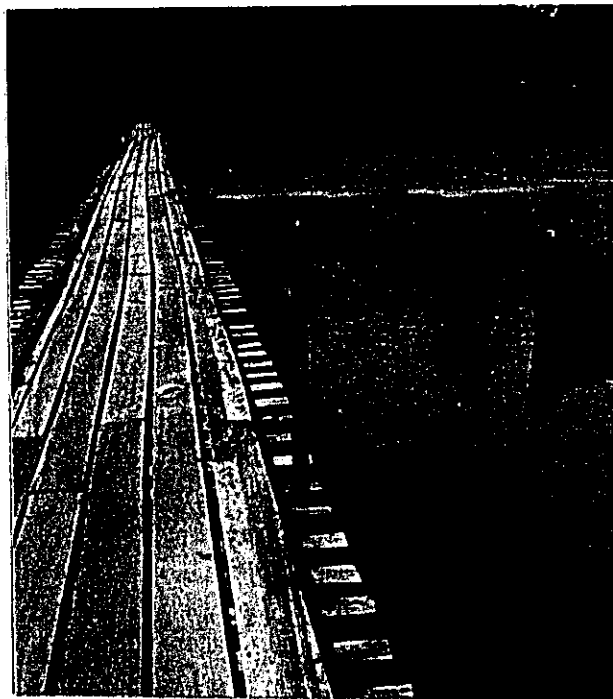


TARGET BY FLAG





OBSERVATION ON THE TIDE POLE AT KEMASIN



OBSERVATION ON THE TIDE POLE AT SEMERAK

## 5 気象資料収集・整理

調査地域の気象状況を把握する為、KOTA BHARU WEATHER SURVICE より各種の気象 Data を入手した。調査期間中である1979年9月より1980年1月中旬までの Data に加え、経年的な気象概要を把握すべく、1974年~1979年の Data を入手し、その結果を別冊資料に示した。

本地域の特徴は、NE モンスーン時期にあたる10月から1月までの降雨量が、年間の70%程度を占め、別冊資料から窺えるように11月の降雨量は、800mm以上と非常に多い。

湿度は過去6年間(1974~1979)の Data から NE モンスーン時期で90%前後であるが、他の月では80~85%程度で安定している。

気温は、過去6年間の Data に関し、月平均と年平均を別冊資料に示したが、月最高平均気温が28~33℃、最低平均気温が20~24℃、平均気温が25~28℃で、年間を通じあまり大きな差はない。

風況では、調査期間中、11月15日1時58分に最大瞬間風速 18.3 m/sec を記録したが、日平均では、3.2 m/sec となっている。

さらに月平均、および過去6年間の年平均をみると、いずれも 0.8~2.0 m/sec と小さい値を示す。

してゐることから、強風の継続時間が長時間におよぼぬことが窺える。

・風向は調査期間中のうち9月から10月中旬までは顕著な傾向がみられないうが、10月中旬から1月中旬までは、東風の卓越が顕著にみられ、これはNEモンスーン期の特徴的な風向である。

なお、詳細については、別冊資料を参照されたい。調査期間中(9A~1A)の気象資料を基に、風速・風向、およびこれら  
の合成頻度分布図を Fig-5-1 ~ Fig-5-3 に示し、又月別の湿度変化を Fig-5-4 と Fig-5-5 に示した。

また、前述した1974年から1979年までの6年間の月別平均値を求め、降雨量・湿度・平均風速・気温(最高・最低・平均)に関して整理すると Table-5-1 の通りである。

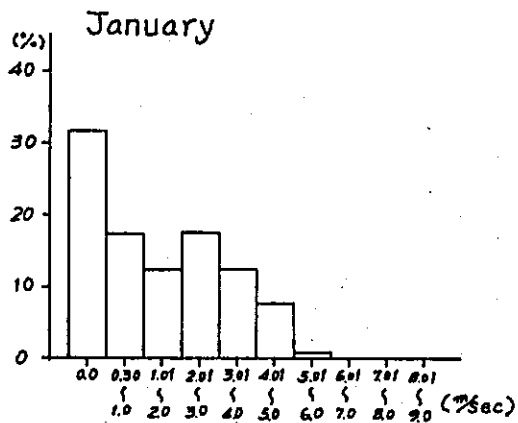
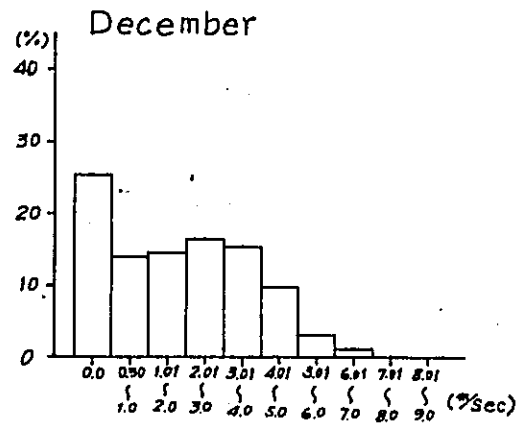
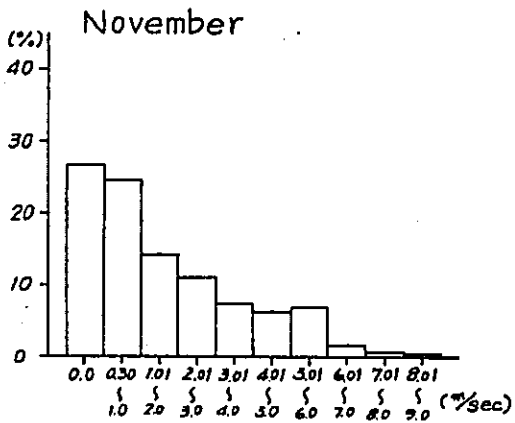
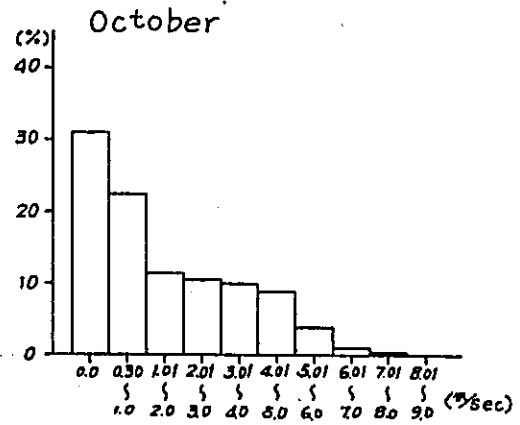
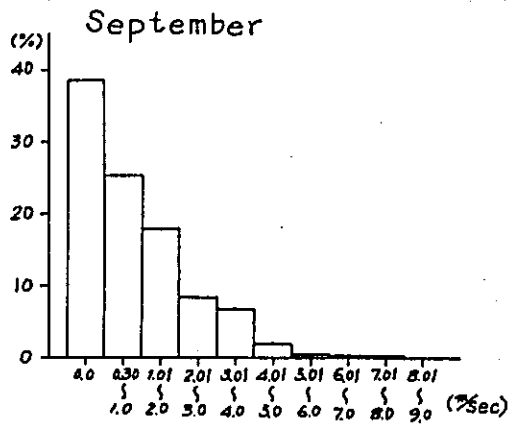


Fig-5-1 FREQUENCY OF WIND SPEED FOR MONTH: (1979.9 ~ 1980.1)

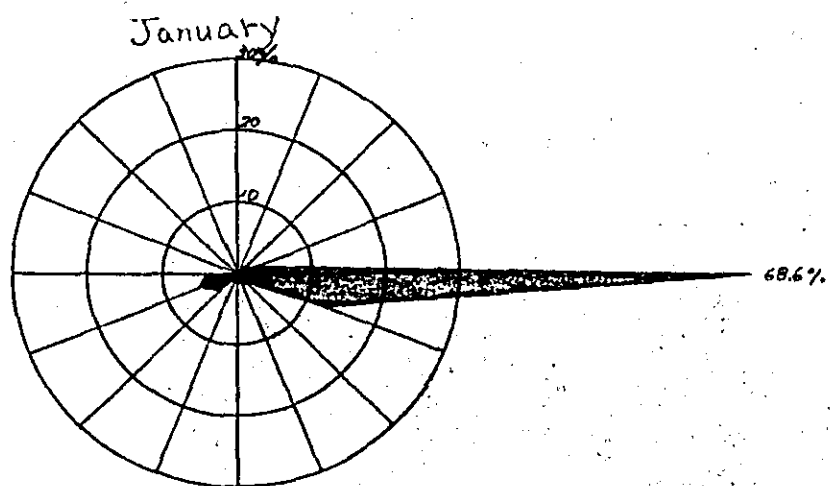
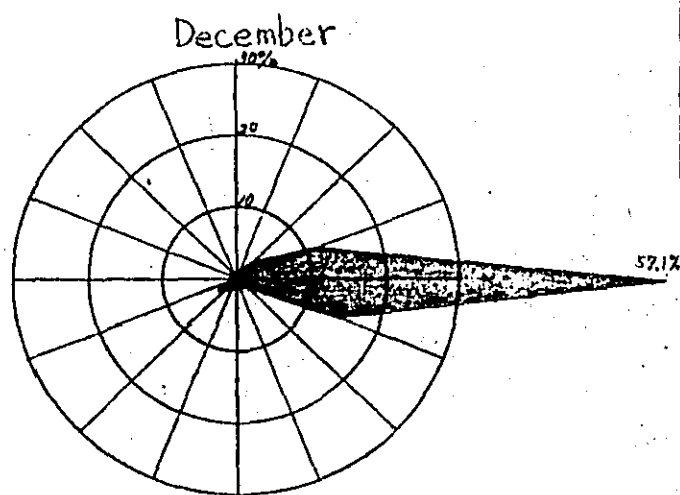
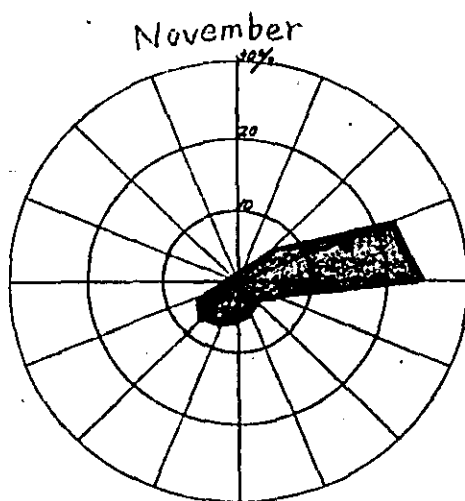
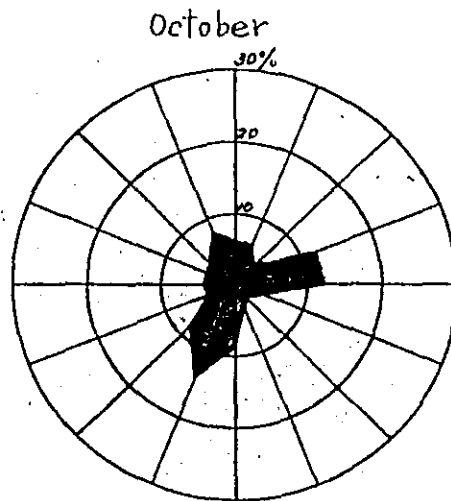
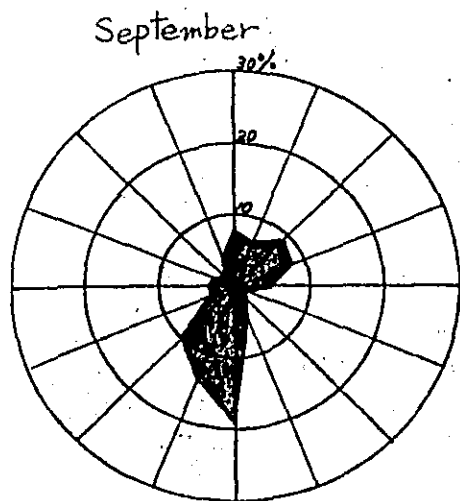
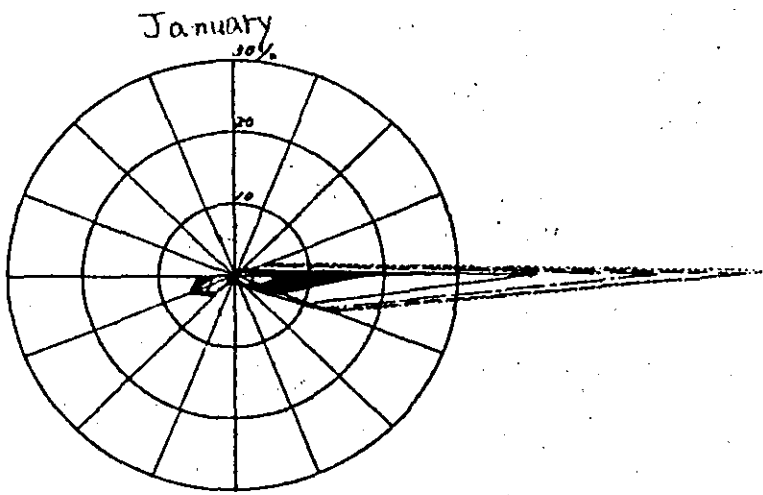
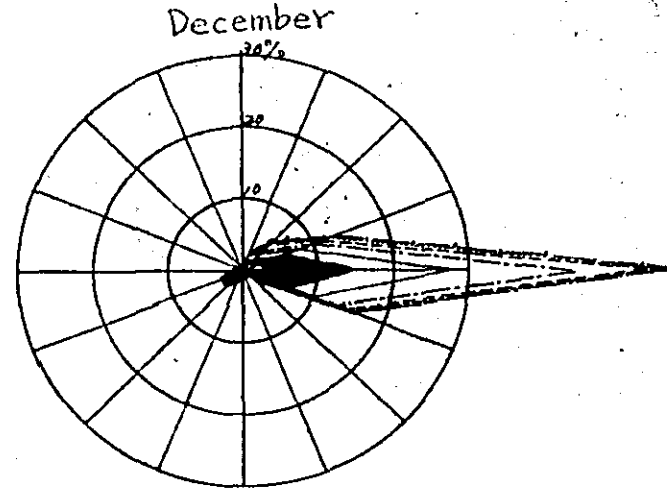
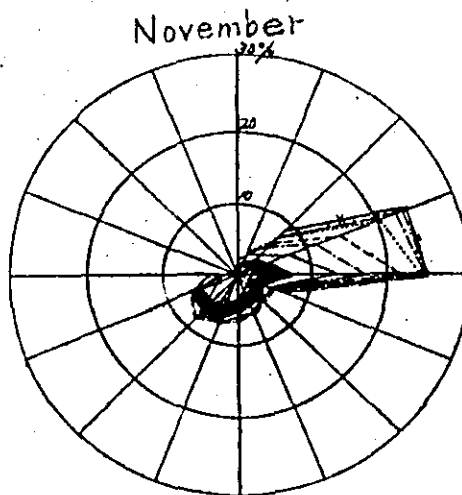
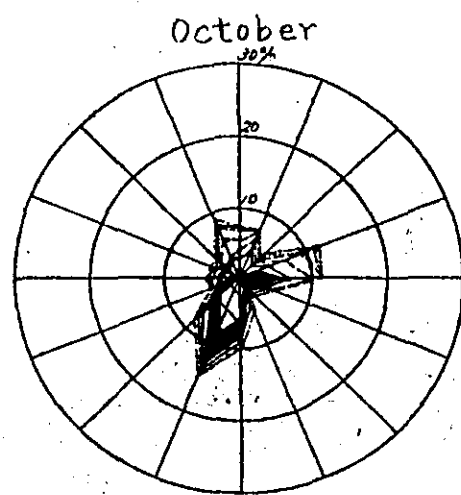
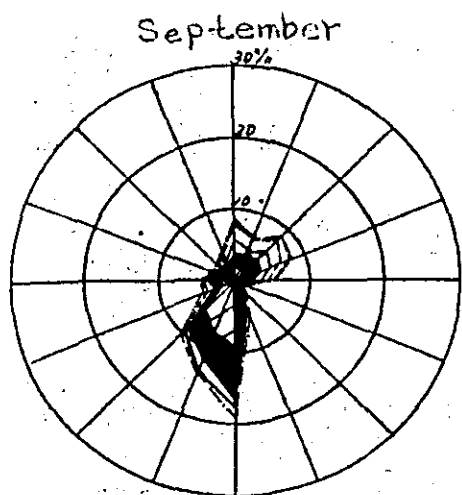


Fig-5-2 WIND ROSE FOR DIRECTION ( 1979.9~1980.1 )












-  0.30 ~ 1.00 m/sec
-  1.01 ~ 2.00
-  2.01 ~ 3.00
-  3.01 ~ 4.00
-  4.01 ~ 5.00
-  5.01 ~ 6.00
-  6.01 ~ 7.00
-  7.01 ~ 8.00
-  8.01 ~ 9.00

Fig-5-3 WIND ROSE FOR DIRECTION AND SPEED (1979.9 ~ 1980.1)

Fig-5-4 DAILY TEMPERATURE VARIATION. (1979.9~1979.11)

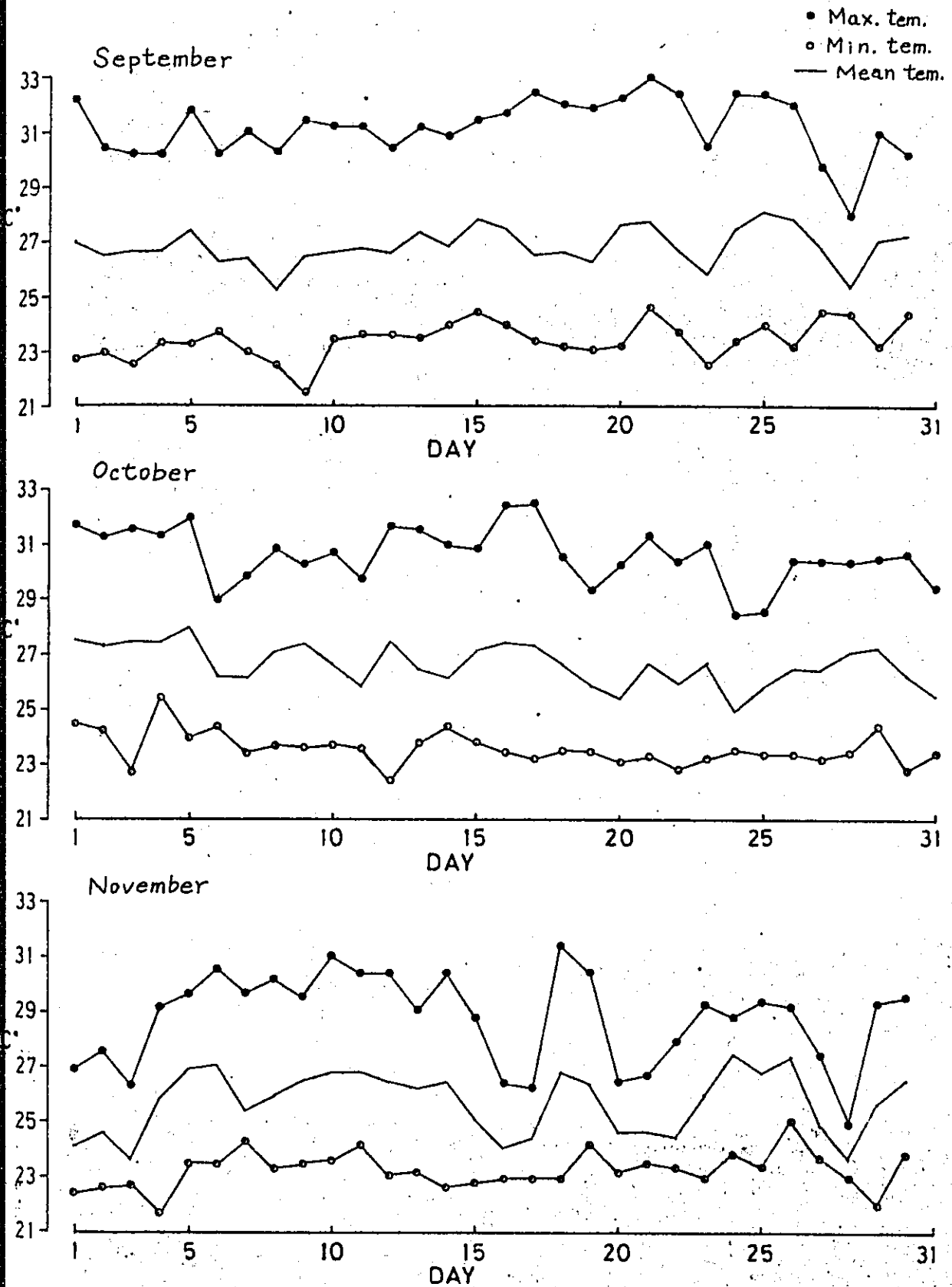


Fig-5-5. DAILY TEMPERATURE VARIATION (1979.12~1980.1)

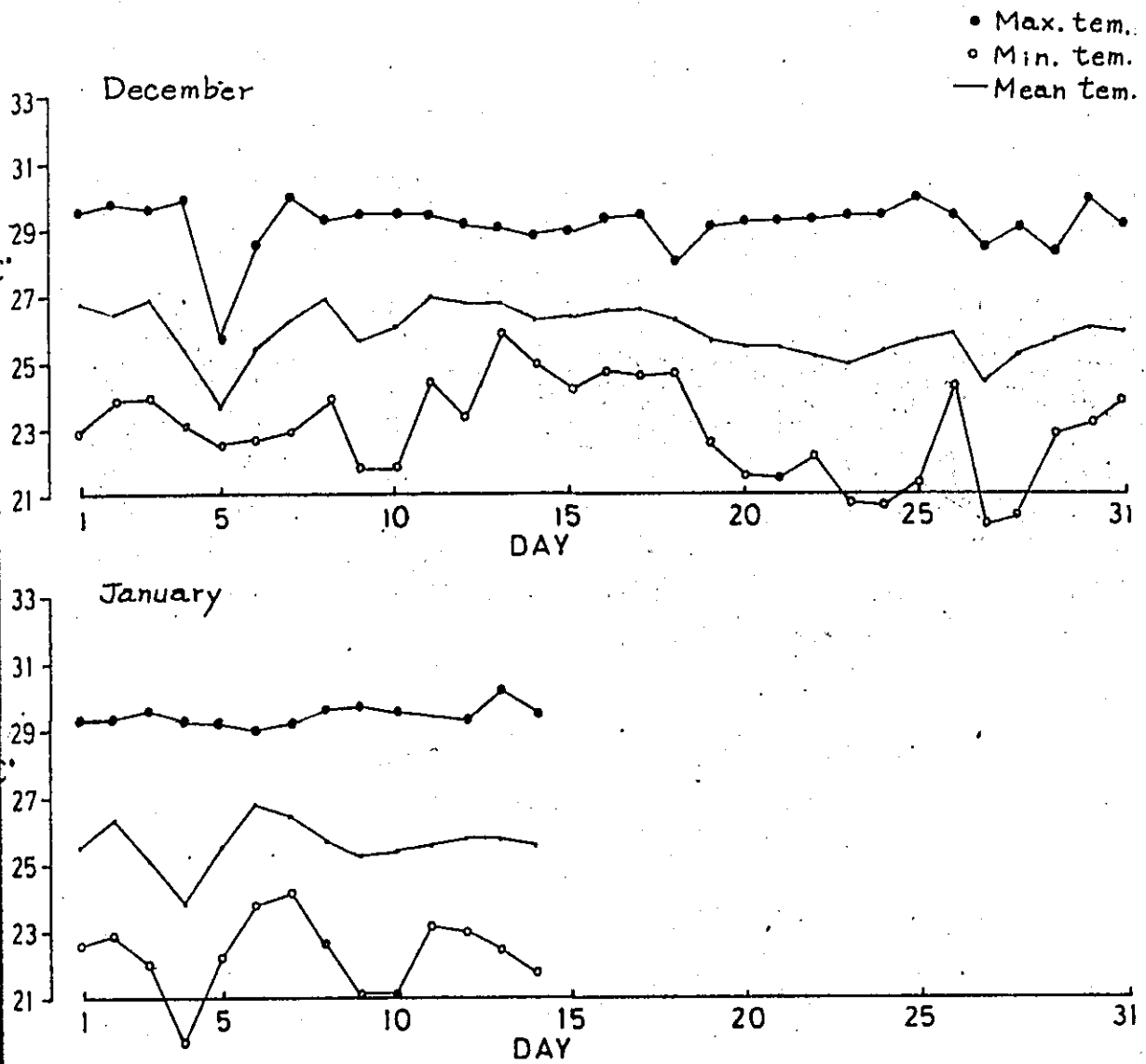




Table-5-1

(1974~1979年平均值)

MONTH	PRECIPITATION ( mm )	HUMIDITY (%)	WIND VEL (m/sec)	TEMPERATURE (°C)		
				MAX	MIN	MEAN
JAN	121.1	82.7	1.4	29.2	21.9	25.3
FEB	45.6	80.8	1.6	30.1	22.3	26.0
MAR	55.8	81.4	1.2	31.3	22.7	26.7
APR	72.7	80.7	1.1	32.5	23.6	27.6
MAY	117.5	81.4	0.8	32.8	24.0	27.8
JUN	128.0	82.5	0.8	32.2	23.6	27.2
JUL	177.6	82.9	0.8	32.0	23.3	26.9
AUG	175.4	84.3	0.7	32.1	23.4	26.9
SEP	165.1	84.0	0.9	31.7	23.3	26.7
OCT	280.7	85.6	1.0	31.1	23.4	26.5
NOV	847.3	88.4	1.1	29.2	23.2	25.7
DEC	456.7	84.8	1.3	29.0	23.0	25.7
TOTAL OF MEAN	2,643.4	83.3	1.1	31.1	23.1	26.6

(KOTA BHARU WEATHER SERVICE - 7-9-77)

## 6. 波浪調査

### 6-1. 調査概要及び解析手法

本調査は Kemasin の河口より北東の沖合、水深約 7m の地裏に水圧式直記型波高計 (DW-III) を設置し、当海域の波浪観測を実施した。今回使用した

水圧式直記型波高計 (DW-III) 記録は時計装置の制御により、2 時間毎に 20 分間作動し、1 日に 12 回のデータが得られるようにしており、記録紙は 14 日巻きである。

これにより得られた自記記録紙から、Zero up crossing method に基づき振幅波高と、その周期を読み取り、統計処理を行った。

なお、この波高計により得られる波高は、水圧波高なので、読み取値をもとに実波高に補正してある。

### 6-2. 観測手法

波高計の設置に当っては、機器の流出、移動防止を考慮し、Fig-6-1 のようにした。

なお、波高計の監視は原則として、2 日に 1 回実施し、記録紙の交換は原則として、7 日に 1 度実施した。

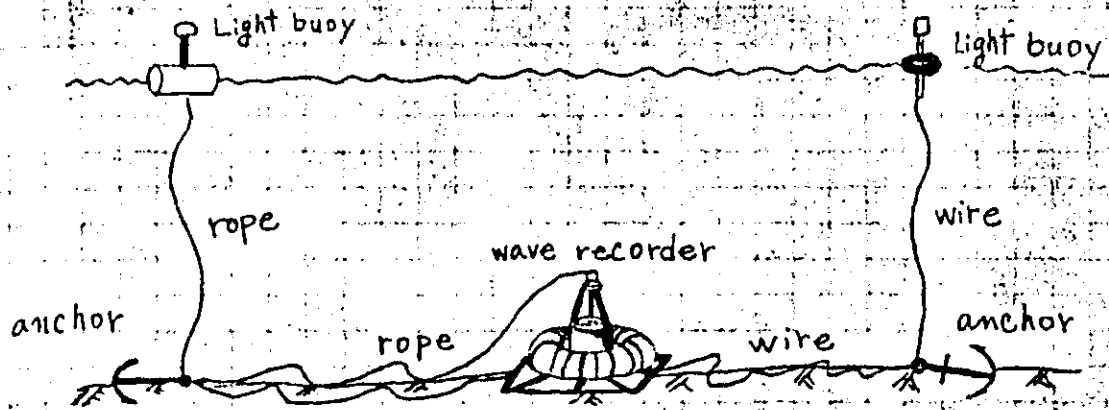


Fig-6-1 Setting sketch of wave recorder

### 6-3 解析結果

取得した観測結果の波高および周期の誤取値全数を電算処理し  
 月別波高および周期の出現頻度を整理するに Table-6-1 の通りで  
 ある。

Table-6-1 月別波高・周期出現頻度表

MALAYSIA WAVE																		1979 年		12 月		観測期間	
(CM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	LACC	SUM				
0.0-19.9	0	0	0	61	111	124	319	175	220	133	120	46	40	33	9	14	23	0	1430				
	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	1.2	0.7	0.9	0.5	0.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	3.5				
20.0-39.9	1	19	106	619	921	1009	1594	1103	1216	926	594	367	271	190	84	67	203	0	9284				
	0.0	0.1	0.4	2.4	3.3	3.9	6.7	4.3	5.0	3.6	2.3	1.4	1.0	0.7	0.3	0.3	0.8	0.0	35.9				
40.0-59.9	0	0	0	60	534	624	1395	884	977	682	436	216	119	121	52	48	97	0	6234				
	0.0	0.0	0.0	0.2	2.1	2.4	3.4	3.4	3.8	2.6	1.7	0.8	0.5	0.5	0.2	0.2	0.4	0.0	24.1				
60.0-79.9	0	0	0	60	327	216	1058	564	631	320	179	94	35	30	18	10	19	0	3970				
	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	1.9	4.1	2.6	2.4	1.4	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	15.4				
80.0-99.9	0	0	0	44	234	387	703	406	424	181	79	19	8	8	1	0	3	0	2407				
	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.3	2.7	1.6	1.6	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3				
100.0-119.9	0	0	0	31	123	211	434	274	112	34	14	2	0	0	0	1	0	0	1260				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	1.7	0.9	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9				
120.0-139.9	0	0	0	7	66	114	250	104	111	12	2	0	0	0	0	0	1	0	667				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	1.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6				
140.0-159.9	0	0	0	2	37	69	127	55	21	8	0	0	0	0	0	0	0	0	309				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2				
160.0-179.9	0	0	0	4	21	31	66	19	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	156				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6				
180.0-199.9	0	0	0	1	6	15	35	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	67				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3				
200.0-219.9	0	0	0	1	3	6	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1				
220.0-239.9	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
240.0-259.9	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
260.0-279.9	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
280.0-299.9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
TOTAL	1	19	106	871	2297	3034	5767	3623	3447	2352	1443	739	473	387	164	140	347	0	25827				
	0.0	0.1	0.4	3.4	8.9	11.7	23.2	14.0	14.9	9.1	5.4	2.9	1.8	1.3	0.6	0.5	1.3	0.0	100.0				

MALAYSIA WAVE																		1980 年		1 月		観測期間	
(CM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	LACC	SUM				
0.0-19.9	0	0	0	32	15	39	54	57	44	24	8	12	4	2	0	2	12	0	285				
	0.0	0.0	0.0	1.1	1.2	1.6	2.0	2.3	1.4	0.7	1.1	0.4	0.2	0.0	0.2	1.1	0.0	0.0	26.3				
20.0-39.9	0	1	8	54	75	160	128	72	86	21	13	10	5	5	4	2	9	0	644				
	0.0	0.1	0.7	3.0	4.9	13.3	13.7	6.6	4.2	1.9	1.7	0.9	0.5	0.5	0.4	0.7	0.8	0.0	59.5				
40.0-59.9	0	0	0	0	12	43	45	12	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	119				
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	4.0	4.2	1.1	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0				
60.0-79.9	0	0	0	0	1	10	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5				
80.0-99.9	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8				
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7				
TOTAL	0	1	8	64	131	261	266	143	94	47	24	22	9	7	4	4	21	0	1043				
	0.0	0.1	0.7	6.1	9.3	24.1	24.6	13.2	6.7	4.3	2.7	2.6	0.8	0.6	0.4	0.4	1.9	0.0	100.0				

これによると 12月では 波高 0.2 ~ 0.79m 周期 6 ~ 9sec, 1月  
 では 0.2 ~ 0.39m 周期 5 ~ 8sec 付近に頻度が集中している。

また 観測期間中における最大波高順に10位まで周期と共にまとめると Table-6-2 の通りである。以上の結果より最高波の日別平均値と有義波およびそれらの周期をまとめると Table-6-3 の通りである。又 さらに有義波の全数に関して波高と周期の頻度分布をまとめると Table-6-4 の通りである。

Table-6-2 最高波の順位表

順位	Hmax (m)	Tmax (sec)	起 時	順位	Hmax (m)	Tmax (sec)	起 時
1	2.84	6.2	12月13日18時	6	2.38	7.1	12月15日6時
2	2.81	7.2	12月13日20時	7	2.35	5.2	12月14日4時
3	2.75	5.5	12月13日22時	8	2.32	6.0	12月15日12時
4	2.71	7.4	12月13日24時	9	2.30	6.7	12月18日6時
5	2.44	6.9	12月14日2時	10	2.29	7.9	12月26日24時

観測期間中の最大波についてみると、12月13日18時に最大波高2.84m、周期6.2secが得られ、最大有義波高は、同日20時に1.61mが得られた。(この時の最大波高は2.81m) また、有義波高の出現頻度分布(FREQUENCY DISTRIBUTION Table-6-4)をみると、波高0.60~0.69m、0.70~0.79mが各々16%で、次に0.90~0.99mの13.4%となっている。周期では、7.0~7.9secが45.4%で最高頻度を示し、次に8.0~8.9secの33.0%となっている。

Fig-6-2に、日平均有義波高の変化と風況を対比させた図を、Fig-6-3に最大波(Hmax)と有義波(H<sub>1/3</sub>)の相関図、Fig-6-4に最大波(H<sub>1/10</sub>)と有義波との相関図を示した。

Table-6-3 MEAN DAILY HEIGHT AND PERIOD OF WAVE

December

Date	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sec)	H <sub>1/3</sub> (m)	T <sub>1/3</sub> (sec)	Date	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sec)	H <sub>1/3</sub> (m)	T <sub>1/3</sub> (sec)
10	1.31	7.7	0.78	8.5	21	—	—	—	—
11	1.28	6.6	0.75	8.7	22	—	—	—	—
12	1.33	7.1	0.76	8.4	23	—	—	—	—
13	2.05	6.6	1.15	7.6	24	—	—	—	—
14	2.02	6.9	1.21	7.9	25	1.85	7.1	1.14	8.3
15	2.00	6.5	1.14	7.8	26	1.68	8.6	0.96	9.0
16	1.70	7.0	1.01	7.5	27	1.35	8.0	0.74	9.3
17	1.77	6.9	0.99	7.4	28	1.02	8.2	0.61	9.4
18	1.60	6.8	0.91	7.6	29	1.09	8.0	0.61	8.9
19	1.34	7.3	0.72	7.4	30	1.09	7.6	0.57	8.1
20	—	—	—	—	31	1.13	6.8	0.55	7.7

January

Date	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sec)	H <sub>1/3</sub> (m)	T <sub>1/3</sub> (sec)	Date	H <sub>max</sub> (m)	T <sub>max</sub> (sec)	H <sub>1/3</sub> (m)	T <sub>1/3</sub> (sec)
1	0.86	7.1	0.43	7.6					
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

FREQUENCY DISTRIBUTION

of  
SIGNIFICANT WAVE

Table-6-4

PERIOD (SEC)	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT (m)												TOTAL				
	0.30 ~0.39	0.40 ~0.49	0.50 ~0.59	0.60 ~0.69	0.70 ~0.79	0.80 ~0.89	0.90 ~0.99	1.00 ~1.09	1.10 ~1.19	1.20 ~1.29	1.30 ~1.39	1.40 ~1.49		1.50 ~1.59	1.60 ~1.69		
50 ~ 59																	
60 ~ 69				1 (0.5)	3 (1.5)	1 (0.5)											5 (2.6)
70 ~ 79	3 (1.5)	4 (2.1)	8 (4.1)	5 (2.6)	10 (5.2)	6 (3.1)	17 (8.8)	8 (4.1)	15 (6.7)	9 (4.6)	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	1 (0.5)			88 (45.4)
80 ~ 89		1 (0.5)	9 (4.6)	13 (6.7)	9 (4.6)	5 (2.6)	6 (3.1)	6 (3.1)	1 (0.5)	1 (0.5)							64 (33.0)
90 ~ 99			6 (3.1)	11 (5.7)	8 (4.1)	3 (1.5)	1 (0.5)										34 (17.5)
100 ~ 109			1 (0.5)	2 (1.0)													3 (1.5)
110 ~ 119																	
120 ~ 129																	
TOTAL	3 (1.5)	5 (2.6)	24 (12.4)	31 (16.0)	31 (16.0)	19 (9.8)	26 (13.4)	18 (9.3)	20 (10.3)	10 (5.2)	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	1 (0.5)			194 (100.0%)

Fig-6-2 Wind velocity occurrence in a day (hours)

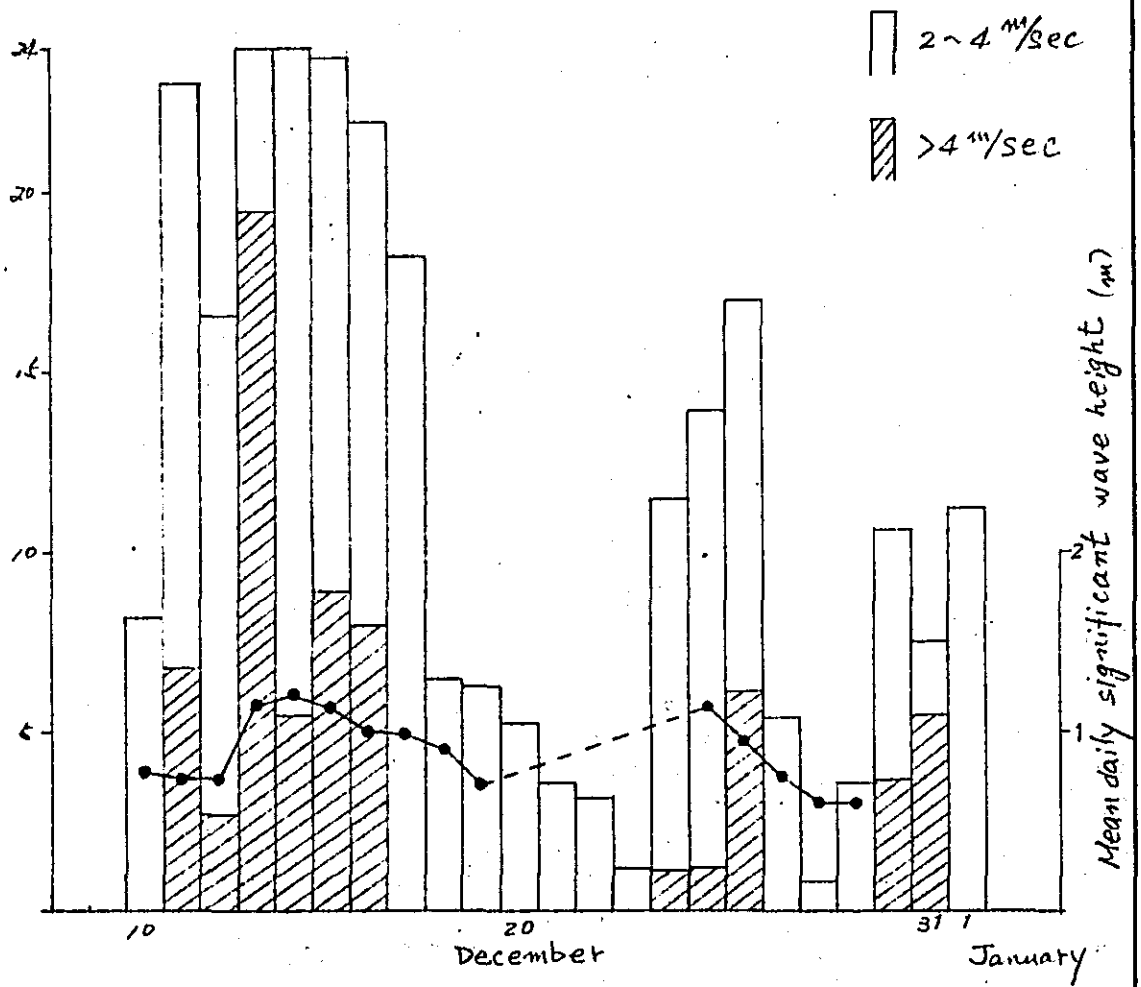




Fig-6-3

$H_{max}$  to  $H_{1/3}$  of correlation

JIS A4 180x250mm

(m)

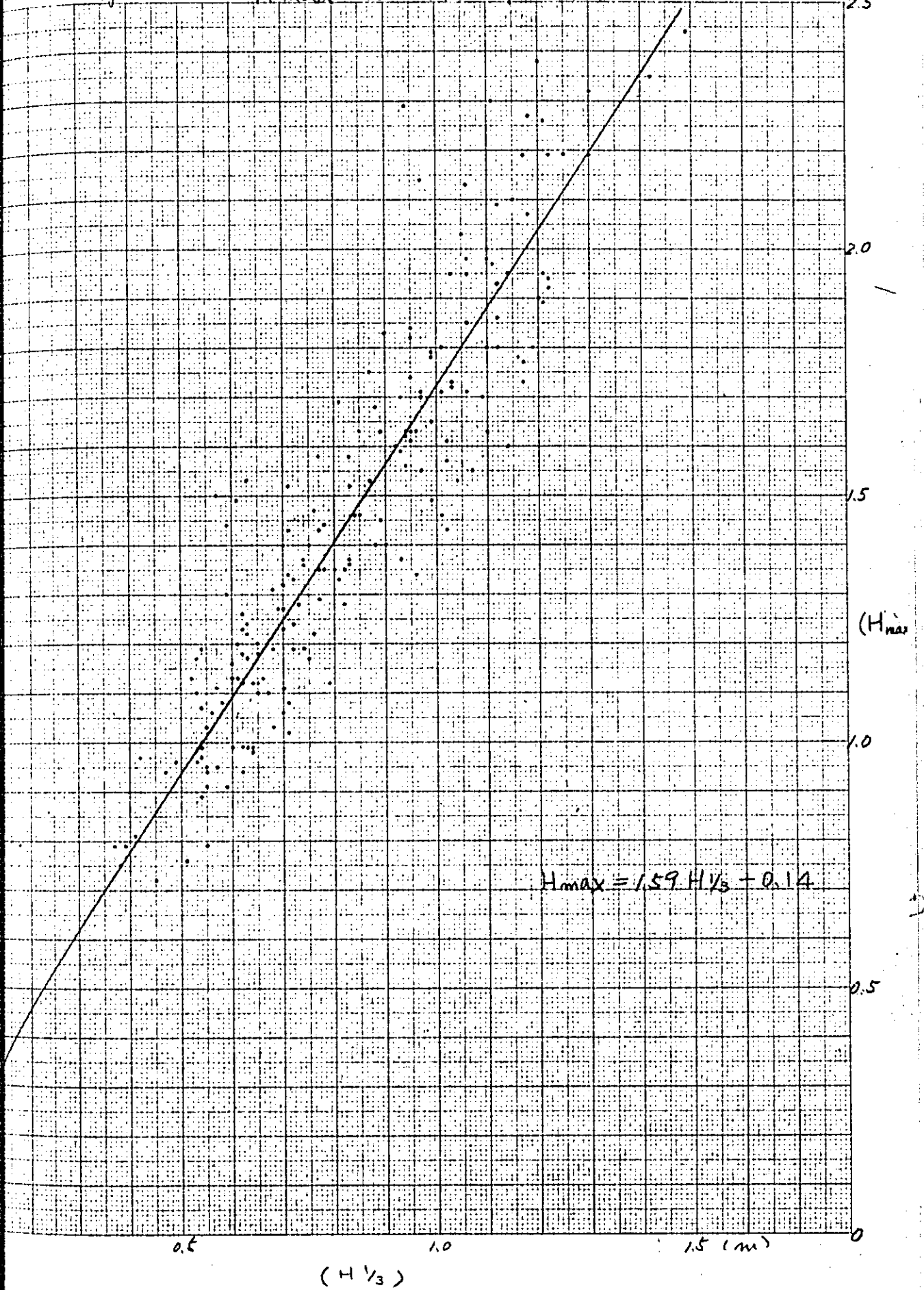
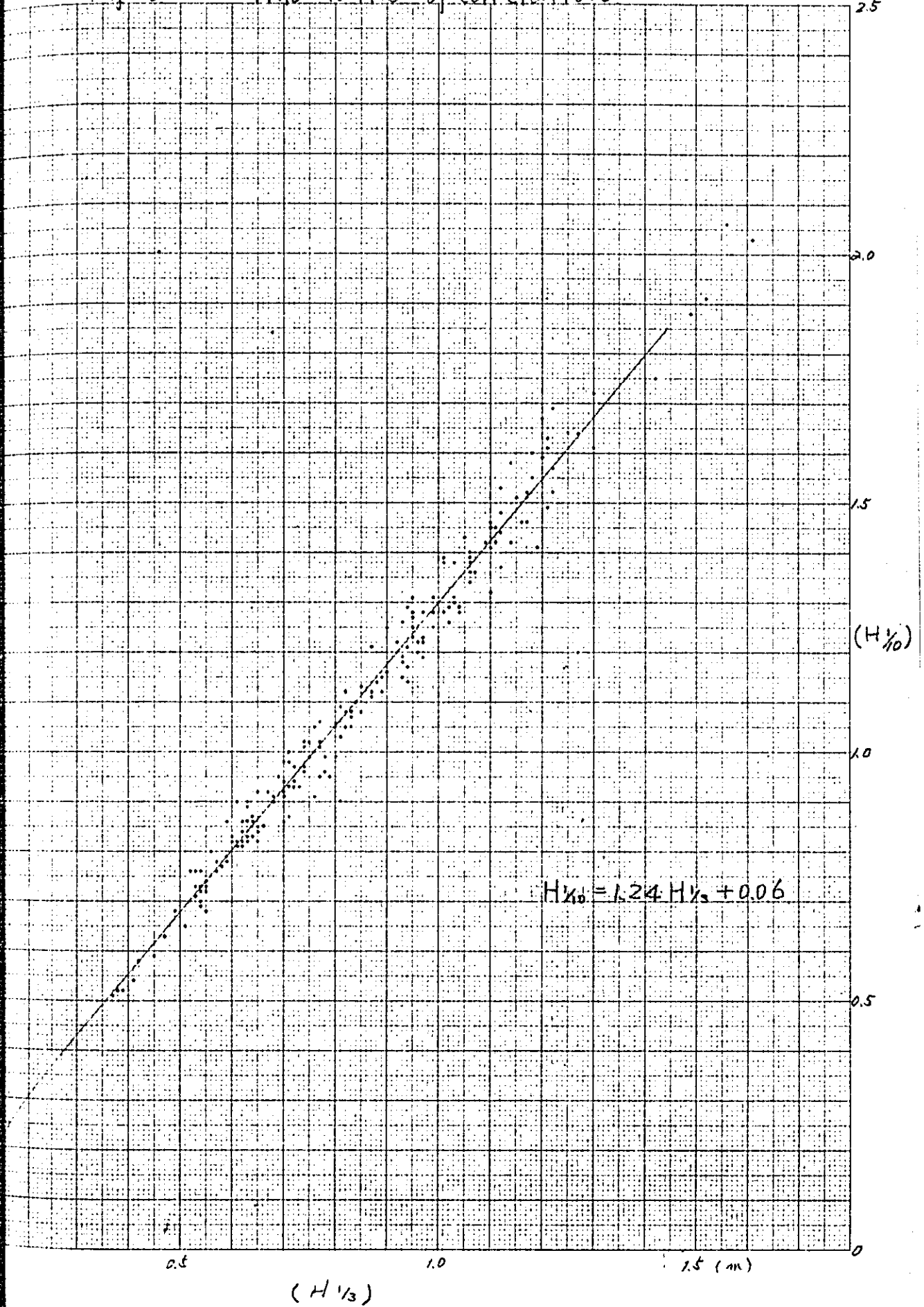


Fig-6-4

$H_{1/10}$  to  $H_{1/3}$  of correlation

JIS A4 180 x 250mm

(mm)



観測時間毎の最高波・ $\frac{1}{10}$ 最大波・ $\frac{1}{3}$ 最大波  
平均波と各々の周期データ

UNIT: H=(m), T=(sec)

DATE	TIME	H max	H 1/10	H 1/3	H mean	T max	T 1/10	T 1/3	T mean
10. Dec	12:00	1.46	1.28	1.01	0.68	8.3	8.0	8.1	9.0
	14:00	1.49	1.25	0.99	0.61	8.4	8.0	7.9	9.4
	16:00	1.19	0.97	0.74	0.48	7.6	7.9	8.7	9.7
	18:00	1.69	1.09	0.81	0.52	7.4	8.5	8.2	9.9
	20:00	1.02	0.87	0.71	0.45	6.7	7.5	8.2	10.8
	22:00	1.22	0.90	0.63	0.41	6.7	7.8	8.5	10.3
	24:00	1.07	0.70	0.54	0.38	8.6	9.4	9.8	10.4
11. Dec	2:00	1.16	0.82	0.60	0.40	5.5	7.7	10.7	11.3
	4:00	1.06	0.86	0.70	0.46	7.6	7.5	7.7	10.7
	6:00	1.18	0.85	0.65	0.46	5.7	8.0	8.0	10.6
	8:00	1.36	1.01	0.74	0.48	5.7	7.6	9.3	11.1
	10:00	1.52	1.05	0.83	0.53	5.3	7.0	7.6	10.3
	12:00	1.36	1.07	0.83	0.54	6.4	7.0	8.1	10.1
	14:00	1.35	0.99	0.80	0.57	6.0	7.5	8.5	10.2
	16:00	1.22	0.91	0.76	0.50	8.1	9.4	9.5	10.9
	18:00	1.28	0.93	0.73	0.49	8.4	7.9	8.9	11.2
	20:00	1.06	0.91	0.70	0.45	7.2	7.2	8.7	10.8
	22:00	1.29	1.06	0.77	0.48	5.5	7.0	8.5	10.9
	24:00	1.46	1.13	0.85	0.54	7.4	7.3	8.3	11.1
12. Dec	2:00	1.27	0.92	0.70	0.48	6.9	7.3	9.0	11.0
	4:00	1.11	0.94	0.70	0.44	8.8	7.2	8.2	10.4
	6:00	1.19	0.96	0.74	0.49	6.0	7.2	8.1	10.3
	8:00	1.47	1.05	0.76	0.49	6.2	7.3	8.4	10.5
	10:00	1.68	1.21	0.88	0.56	6.4	7.2	7.7	9.8

UNIT: H=(m), T=(sec)

DATE	TIME	H <sub>max</sub>	H <sub>1/10</sub>	H <sub>1/3</sub>	H <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>1/10</sub>	T <sub>1/3</sub>	T <sub>mean</sub>
12. Dec	12:00	1.44	0.99	0.78	0.51	7.4	7.1	8.4	10.2
	14:00	1.63	1.15	0.89	0.58	7.2	7.5	9.0	9.8
	16:00	1.28	1.08	0.82	0.54	7.2	7.3	8.5	10.0
	18:00	1.24	0.97	0.72	0.46	6.4	7.5	8.0	10.1
	20:00	1.17	0.99	0.75	0.47	7.9	8.8	8.4	10.1
	22:00	1.19	0.93	0.72	0.45	7.3	7.5	8.8	10.2
	24:00	1.32	0.94	0.70	0.44	7.8	7.8	8.2	9.6
13. Dec	2:00	1.12	0.95	0.79	0.52	8.7	8.0	7.8	8.6
	4:00	1.28	1.05	0.82	0.52	7.6	8.0	7.9	8.8
	6:00	1.73	1.38	1.03	0.61	6.2	6.7	7.9	8.7
	8:00	1.46	1.10	0.84	0.56	6.0	9.1	9.8	7.7
	10:00	1.85	1.38	1.06	0.64	4.8	6.9	7.2	7.8
	12:00	1.84	1.27	0.95	0.58	7.2	7.2	7.8	8.2
	14:00	1.97	1.42	1.11	0.69	7.2	7.1	6.9	7.8
	16:00	2.19	1.69	1.22	0.71	5.7	6.8	7.2	7.8
	18:00	2.84	1.64	1.27	0.80	6.2	6.9	7.3	7.9
	20:00	2.81	2.03	1.61	1.00	7.2	7.2	7.3	8.2
	22:00	2.75	2.06	1.56	0.99	5.5	6.9	7.3	8.4
	24:00	2.71	1.91	1.52	0.93	7.4	7.1	7.3	7.9
14. Dec	2:00	2.44	1.88	1.49	0.94	6.9	7.2	7.4	7.7
	4:00	2.35	1.75	1.42	0.94	5.2	7.4	7.6	8.2
	6:00	2.26	1.63	1.21	0.77	6.0	7.6	7.7	8.4
	8:00	1.60	1.42	1.14	0.76	6.9	7.1	8.1	8.6
	10:00	1.92	1.57	1.22	0.79	7.4	7.7	7.8	8.8

UNIT: H=(m), T=(sec)

DATE	TIME	H <sub>max</sub>	H <sub>1/10</sub>	H <sub>1/3</sub>	H <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>1/10</sub>	T <sub>1/3</sub>	T <sub>mean</sub>
14. Dec	12:00	2.19	1.64	1.25	0.81	7.1	7.9	8.0	8.7
	14:00	1.94	1.52	1.22	0.78	8.3	7.2	7.8	8.2
	16:00	1.80	1.37	1.12	0.71	7.1	7.5	7.9	8.7
	18:00	2.13	1.39	1.06	0.67	7.1	8.1	8.2	8.9
	20:00	1.95	1.58	1.14	0.68	7.4	7.7	8.2	8.2
	22:00	1.71	1.39	1.01	0.64	8.3	7.3	8.1	8.4
	24:00	1.95	1.61	1.21	0.75	5.2	7.5	7.5	8.3
15. Dec	2:00	2.07	1.55	1.18	0.73	7.2	6.8	7.5	8.3
	4:00	1.77	1.51	1.17	0.74	5.2	7.4	7.8	8.4
	6:00	2.38	1.67	1.20	0.77	7.1	7.6	7.9	8.5
	8:00	1.90	1.59	1.20	0.74	7.2	7.3	7.6	8.0
	10:00	2.27	1.60	1.18	0.70	7.2	8.1	8.3	8.1
	12:00	2.32	1.72	1.30	0.82	6.0	7.6	8.0	8.2
	14:00	1.78	1.46	1.16	0.76	5.5	7.3	7.6	8.1
	16:00	2.09	1.44	1.12	0.67	8.1	7.9	8.2	8.2
	18:00	1.98	1.45	1.10	0.68	5.0	7.1	7.7	8.2
	20:00	1.95	1.40	1.06	0.64	6.2	6.9	7.5	8.5
	22:00	1.59	1.19	0.93	0.61	7.2	7.0	7.4	8.0
	24:00	1.93	1.48	1.12	0.68	5.5	6.7	7.5	7.9
16. Dec	2:00	1.43	1.26	1.02	0.65	7.6	7.7	7.9	8.4
	4:00	2.19	1.52	1.17	0.71	7.9	7.6	7.7	8.2
	6:00	2.10	1.51	1.15	0.73	6.0	7.4	7.8	8.5
	8:00	1.63	1.32	1.10	0.70	7.2	6.8	7.4	8.0
	10:00	1.71	1.36	1.06	0.64	7.4	7.2	8.0	8.2

UNIT: H=(m), T=(sec)

DATE	TIME	H max	H 1/10	H 1/3	H mean	T max	T 1/10	T 1/3	T mean
6. Dec	12:00	1.83	1.25	0.90	0.57	6.7	8.2	7.8	8.3
	14:00	1.34	1.20	0.96	0.61	7.2	7.3	7.4	8.2
	16:00	1.37	1.15	0.93	0.61	6.9	7.2	7.5	8.1
	18:00	1.82	1.31	0.95	0.59	7.1	7.2	7.8	8.3
	20:00	1.45	1.12	0.89	0.56	7.1	6.4	7.1	8.1
	22:00	1.72	1.31	1.03	0.65	5.2	6.6	6.8	7.7
	24:00	1.80	1.38	1.01	0.60	7.4	6.1	6.9	7.4
7. Dec	2:00	2.14	1.28	0.97	0.60	6.9	6.6	6.9	7.7
	4:00	1.98	1.34	1.06	0.66	6.9	7.2	7.4	8.0
	6:00	1.73	1.46	1.17	0.74	8.1	7.0	7.2	8.2
	8:00	1.86	1.53	1.12	0.68	7.6	7.0	7.3	7.5
	10:00	2.03	1.43	1.05	0.62	6.0	6.8	7.2	7.7
	12:00	1.57	1.29	1.02	0.64	6.4	7.4	7.7	7.8
	14:00	1.74	1.28	0.95	0.58	7.2	7.3	7.6	8.0
	16:00	1.95	1.30	1.03	0.62	7.4	7.4	7.3	7.7
	18:00	1.62	1.21	0.94	0.58	6.7	7.0	7.5	8.0
	20:00	1.59	1.18	0.93	0.56	7.9	7.3	7.7	8.1
	22:00	1.40	1.02	0.75	0.46	6.0	7.3	7.9	8.0
	24:00	1.60	1.22	0.92	0.56	5.7	6.8	7.3	7.5
8. Dec	2:00	1.55	1.36	1.07	0.66	7.1	6.6	6.9	7.8
	4:00	1.80	1.46	1.10	0.69	7.1	7.8	7.6	8.1
	6:00	2.30	1.45	1.11	0.69	6.7	7.2	7.4	7.8
	8:00	1.78	1.29	0.99	0.60	7.9	7.4	7.5	8.1
	10:00	1.55	1.23	0.97	0.60	6.4	7.3	7.7	7.8

UNIT: H=(m), T=(sec)

DATE	TIME	H MAX	H 1/10	H 1/3	H mean	T MAX	T 1/10	T 1/3	T mean
18, Dec	12:00	1.63	1.17	0.94	0.58	6.4	7.6	7.9	8.0
	14:00	1.56	1.14	0.94	0.62	6.2	8.0	7.7	8.0
	16:00	1.61	1.25	0.95	0.59	7.9	7.8	7.6	8.1
	18:00	1.33	1.03	0.81	0.54	7.4	7.2	7.7	8.4
	20:00	1.33	0.94	0.72	0.44	7.9	7.4	7.9	8.4
	22:00	1.53	0.86	0.63	0.40	5.7	8.0	8.1	7.8
	24:00	1.19	0.91	0.68	0.40	5.0	6.4	7.1	7.5
19, Dec	2:00	0.99	0.83	0.63	0.39	7.6	7.1	7.3	8.1
	4:00	1.34	0.98	0.71	0.44	7.6	7.6	7.6	8.0
	6:00	1.23	0.94	0.70	0.43	6.9	7.0	7.5	7.7
	8:00	1.24	0.83	0.63	0.41	6.7	7.1	7.4	7.9
	10:00	1.35	0.96	0.78	0.47	7.9	7.5	7.5	7.9
	12:00	1.58	1.08	0.83	0.51	6.2	7.5	7.5	8.1
	14:00	1.37	1.02	0.74	0.44	7.4	7.2	7.2	7.5
	16:00	1.58	1.01	0.77	0.42	7.6	7.1	7.2	7.8



UNIT : H = (m) , T = (sec)

DATE	TIME	H <sub>max</sub>	H <sub>1/10</sub>	H <sub>1/3</sub>	H <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>1/10</sub>	T <sub>1/3</sub>	T <sub>mean</sub>
25. Dec	14:00	1.89	1.49	1.21	0.81	6.0	7.4	7.7	7.8
	16:00	1.71	1.22	0.97	0.62	7.6	7.7	7.8	7.6
	18:00	2.00	1.41	1.10	0.71	4.8	7.7	8.0	8.2
	20:00	1.80	1.41	1.19	0.76	7.2	8.6	8.5	8.3
	22:00	2.19	1.61	1.30	0.85	7.6	8.9	9.0	8.8
	24:00	1.53	1.28	1.04	0.65	9.3	8.0	8.6	8.9
26. Dec	2:00	1.40	1.14	0.88	0.57	9.8	8.5	8.7	9.2
	4:00	1.63	1.08	0.85	0.55	7.9	8.8	9.6	9.2
	6:00	1.70	1.26	0.93	0.59	9.3	9.4	9.5	9.8
	8:00	1.40	1.16	0.90	0.58	8.3	9.1	9.5	9.7
	10:00	1.70	1.42	1.09	0.68	9.1	9.2	9.4	9.3
	12:00	1.70	1.19	0.97	0.63	7.4	8.6	8.9	9.3
	14:00	1.63	1.23	0.95	0.62	9.3	8.2	8.8	9.1
	16:00	1.61	1.29	1.02	0.65	9.3	8.5	8.3	8.9
	18:00	1.79	1.28	0.99	0.62	7.6	8.2	8.2	8.6
	20:00	1.65	1.31	0.99	0.63	7.4	8.4	8.8	9.1
	22:00	1.63	1.22	0.96	0.62	9.3	8.1	8.9	9.4
	24:00	2.29	1.29	0.94	0.60	7.9	8.5	9.4	9.5
27. Dec	2:00	1.75	1.12	0.87	0.55	8.6	8.3	9.1	9.1
	4:00	1.53	1.11	0.87	0.55	6.7	8.1	8.8	9.1
	6:00	1.37	1.08	0.83	0.53	9.1	8.1	8.6	9.1
	8:00	1.35	1.12	0.82	0.50	7.2	8.3	8.6	8.5
	10:00	1.43	1.02	0.77	0.51	7.9	8.4	9.4	9.4
	12:00	1.35	0.95	0.77	0.50	9.5	8.9	9.8	9.8

UNIT: H = (m), T = (sec)

DATE	TIME	H max	H 1/10	H 1/3	H mean	T max	T 1/10	T 1/3	T mean
27 Dec	14:00	1.12	0.82	0.65	0.43	7.2	9.0	9.8	9.5
	16:00	1.52	1.00	0.71	0.43	7.4	8.4	9.3	9.1
	18:00	1.13	0.82	0.61	0.39	7.9	9.3	10.0	9.4
	20:00	1.31	0.90	0.68	0.44	9.5	9.0	9.8	10.1
	22:00	1.43	0.93	0.71	0.46	6.9	9.1	9.6	9.6
	24:00	0.94	0.81	0.62	0.41	8.3	8.3	9.2	9.2
28 Dec	2:00	1.08	0.87	0.71	0.46	7.6	8.5	9.4	9.5
	4:00	1.03	0.90	0.68	0.42	8.3	8.9	9.3	9.1
	6:00	0.91	0.78	0.59	0.38	7.2	8.6	9.7	8.8
	8:00	0.98	0.87	0.64	0.40	8.3	8.2	9.3	9.1
	10:00	0.79	0.68	0.55	0.38	7.2	9.9	10.3	10.0
	12:00	1.26	0.81	0.62	0.41	9.5	9.7	9.4	9.4
	14:00	0.99	0.72	0.54	0.35	10.0	8.9	9.8	9.1
	16:00	1.20	0.81	0.61	0.39	9.1	8.8	9.0	8.7
	18:00	1.12	0.86	0.64	0.43	7.9	8.7	9.2	9.6
	20:00	0.99	0.82	0.60	0.37	5.5	7.4	8.6	9.5
	22:00	0.94	0.73	0.55	0.36	10.0	9.1	9.4	9.0
	24:00	0.91	0.79	0.59	0.38	7.9	9.5	9.7	9.0
29 Dec	2:00	1.23	0.82	0.62	0.40	6.9	8.9	9.6	9.3
	4:00	0.99	0.82	0.62	0.40	7.2	8.3	8.7	9.1
	6:00	0.99	0.83	0.64	0.41	9.5	8.1	8.5	8.6
	8:00	1.10	0.84	0.65	0.41	7.9	8.1	8.5	8.7
	10:00	1.18	0.84	0.62	0.40	9.1	9.2	9.7	9.1
	12:00	1.10	0.92	0.67	0.42	7.9	8.5	8.7	8.5

DATE	TIME	H <sub>max</sub>	H <sub>1/10</sub>	H <sub>1/3</sub>	H <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>1/10</sub>	T <sub>1/3</sub>	T <sub>mean</sub>
29. Dec	14:00	1.13	0.83	0.60	0.38	7.9	8.4	9.0	8.5
	16:00	1.24	0.82	0.63	0.42	7.7	8.6	8.8	8.9
	18:00	1.06	0.80	0.56	0.36	7.6	8.7	8.5	8.4
	20:00	1.12	0.86	0.62	0.40	7.4	7.8	8.7	8.6
	22:00	1.03	0.74	0.55	0.36	8.4	8.4	8.6	8.5
	24:00	0.95	0.78	0.57	0.37	7.9	8.5	9.2	9.2
30. Dec	2:00	0.76	0.65	0.51	0.34	9.0	8.4	8.7	8.3
	4:00	0.89	0.73	0.54	0.35	8.4	8.3	8.4	8.7
	6:00	1.44	0.79	0.59	0.37	7.9	8.0	8.3	8.4
	8:00	0.97	0.69	0.54	0.36	7.9	8.3	8.4	8.5
	10:00	1.50	0.78	0.57	0.37	7.7	7.9	8.2	8.3
	12:00	0.96	0.73	0.53	0.35	8.4	8.1	8.2	8.6
	14:00	1.13	0.85	0.66	0.44	6.5	7.9	8.0	8.4
	16:00	1.11	0.76	0.57	0.37	8.2	7.8	8.7	8.4
	18:00	1.08	0.77	0.58	0.37	6.5	7.5	7.9	8.1
	20:00	0.91	0.72	0.55	0.36	6.0	6.2	7.3	7.6
	22:00	1.10	0.71	0.53	0.35	7.0	7.0	7.7	8.0
	24:00	1.17	0.89	0.63	0.41	7.5	6.5	7.1	7.7
31. Dec	2:00	1.49	0.90	0.61	0.37	7.5	7.4	7.4	7.7
	4:00	1.30	0.86	0.59	0.37	5.1	7.2	7.8	8.0
	6:00	1.27	0.95	0.69	0.41	8.0	7.7	8.2	8.0
	8:00	1.40	0.98	0.70	0.42	7.9	7.3	7.8	7.8
	10:00	1.20	0.92	0.65	0.41	7.0	7.6	8.0	8.3
	12:00	1.13	0.76	0.52	0.34	7.7	7.1	7.9	7.8

DATE	TIME	H <sub>max</sub>	H <sub>1/10</sub>	H <sub>1/3</sub>	H <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>1/10</sub>	T <sub>1/3</sub>	T <sub>mean</sub>
31. Dec	14:00	0.95	0.74	0.55	0.35	7.2	6.8	7.6	7.6
	16:00	1.19	0.76	0.54	0.36	5.5	6.9	7.4	7.8
	18:00	1.17	0.76	0.53	0.33	5.7	7.0	7.6	7.6
	20:00	0.72	0.59	0.45	0.30	5.5	6.9	7.7	7.8
	22:00	0.97	0.58	0.42	0.28	6.9	7.6	7.4	7.0
	24:00	0.75	0.52	0.38	0.25	7.0	7.5	7.7	7.4
Jan	2:00	0.81	0.54	0.41	0.27	7.2	7.4	8.0	7.9
	4:00	0.79	0.51	0.37	0.25	7.2	7.2	7.6	7.6
	6:00	0.79	0.52	0.39	0.26	6.5	7.1	7.7	7.6
	8:00	0.96	0.68	0.49	0.31	7.2	7.2	7.3	8.0
	10:00	0.94	0.63	0.47	0.31	7.4	7.3	7.5	8.6



WAVE RECORDER



MARKER BUOY WITH FLASH LIGHT FOR WAVE RECORDER

## 7 流況調査

### 7-1 調査概要

本調査は Project area の流速・流向を把握するため、SABAK-KEMASIN area の KEMASIN 川河口から方位約  $13^\circ$ 、距離  $4,500\text{m}$  の位置に、小野式自記流速計 (OC-1) を設置し、18 昼夜 (1979年10月23日～1979年11月10日) 観測を実施した。

### 7-2 観測方法

流速計の設置状況は、Fig-7-1 に示したが、本調査では、海底上  $1.0\text{m}$  層の流速・流向を観測した。

なお、流速計の記録紙交換は、原則として、3日に1度実施した。

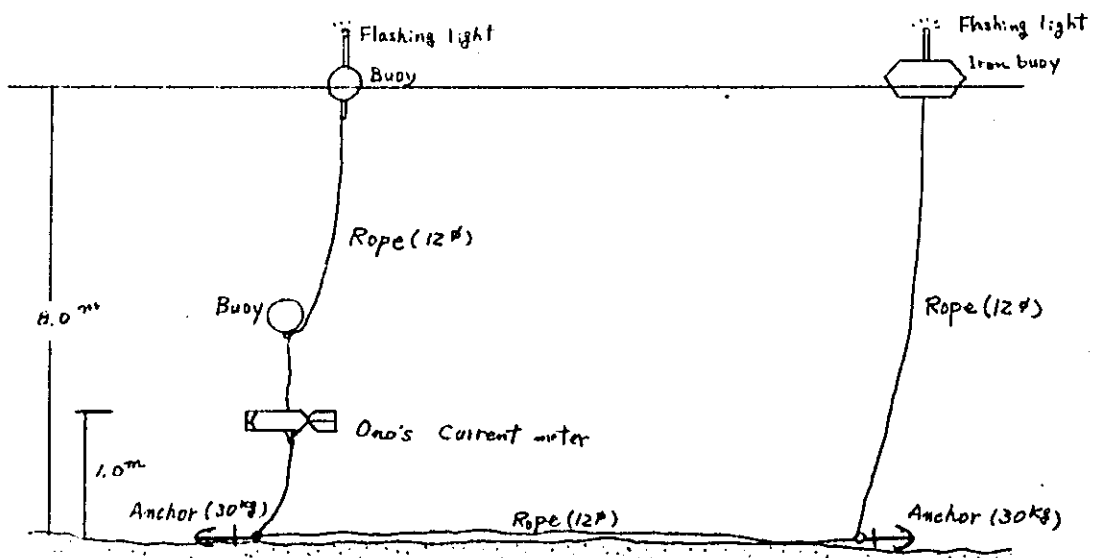


Fig-7-1 Setting sketch of Ono's Current meter.

### 7-3 解析方法

#### (3-1) 流速: 流向記録の処理

取得した流速計の記録は、20分間隔で時間割りし、その流速(20分間の平均)流向(20分間の中央時)を読み取る。流向については磁針方位で得られるため、調査海域における磁気偏差を補正し、真方位に対する流向を求める。

#### (3-2) 調和解析

潮汐現象は天体の引力による海水の上下運動であり、潮流は潮汐に伴う海水の水平運動であるから、潮流の調和解析法は基本的には潮汐と同様に行う。

潮汐は現実には、大陰と太陽の引力によって生じており、これらの引力は大陰と太陽の軌道および運行の組合せにより種々の複雑な変化を生じる。このため潮汐は地球から一定の距離で、かつ固有の速度で運動している多くの仮想天体の引力の総和によって生じていると考える。各々の引力の変化は単振動の式で表わすことが可能であるから、起潮力による潮高は各単振動(各分潮)

の合成した式で求められる。

すなわち、潮流の北東成分、東東成分の流速各々について考えると、潮汐と同様な次式により表わすことができる。

$$V_t = A_0 + \sum f_i V_i \cos\{\delta_i t - \kappa_i + (V_0 + u)_i\}$$

ここで  $V_t$ : 任意の時刻  $t$  における流速。

$A_0$ : 恒流の流速

$V_i$ : 各分潮の流速

$\kappa_i$ : " 遅角

$\delta_i$ : " 角速度

$f_i$ : " 天文因数

$(V_0 + u)_i$ : " 天文引数

である。 $f_i$  および  $(V_0 + u)_i$  は計算により求められ、また  $\delta_i$  も Table 7-1 に示すようにその値は既知である。すなわち、潮流の調和解析とは実測流速  $V_t$  を前式に代入した連立方程式を解くことにより、 $V_i$  および  $\kappa_i$  を求めることであり、 $V_i$  および  $\kappa_i$  を潮流の調和半数と呼ぶ。

15 風夜程度の観測の記録からは通常、Table 7-1 に示す 10 分潮と恒流が得られる。



Table - 7-1      Angular velocity and period  
of  
tidal constituents

Constituent		Angular velocity (/hour)	Period (hour)
K <sub>1</sub>	Luni-solar declinational diurnal constituent	15° 04107	23.93
O <sub>1</sub>	Lunar declinational diurnal constituent	13° 94304	25.82
P <sub>1</sub>	Solar declinational diurnal constituent	14° 95893	24.07
Q <sub>1</sub>	Lunar diurnal constituent	13° 39867	26.87
M <sub>2</sub>	Principal lunar semidiurnal constituent	28° 98410	12.42
S <sub>2</sub>	Principal solar semidiurnal constituent	30° 00000	12.00
K <sub>2</sub>	Lunar declinational semidiurnal constituent	30° 08214	1.97
N <sub>4</sub>	Larger lunar elliptic semidiurnal constituent	28° 43973	12.66
M <sub>4</sub>	Lunar declinational semidiurnal constituent	57° 96821	6.21
MS <sub>4</sub>	Luni-solar quaterdiurnal constituent	58° 98410	6.10

## 7-4 解析結果

### (1) 流速・流向

取得された流速・流向記録から、流速および流向の出現頻度分布図表 (Fig.-7-2, Table 7-2) を作成し、分布傾向をみるとともに、北方・東方成分にして流速曲線図 (Fig-7-3) としてその経時変化について検討した。

Table - 7-2 の結果をみると、流速は  $0.25 \sim 0.29$   $\text{m/sec}$  が 14.0% で第一位頻度を示し、第二位は  $0.20 \sim 0.24$   $\text{m/sec}$  の 12.1% である。全体的に見ると、 $0.4$   $\text{m/sec}$  以上が 15.1%,  $0.20 \sim 0.39$   $\text{m/sec}$  が 44.4%,  $0.19$   $\text{m/sec}$  以下が 40.5% となっている。また、流向では (Fig.-7-2 参照) NW 流が 51.8% SE 流が 40.2% 出現し、これら両方が全体の約 92% を占めることから、当海域の主流向が NW-SE であることを示している。また、観測日ごとの最大流速を (Table-7-3) に示した。このうち流向は、北より時計回りの角度であり、例えば、 $135^\circ$  は南東流 (南東方向へ流れる) を意味する。

### (2) 調和常数

潮流調和解析結果を、調和常数一覧表として、Table-7-4 に示した。

この表から見ると、卓越する分潮としては、 $K_1$  および  $O_1$  分潮があげられ、それぞれ Major で  $0.266$   $\text{m/sec}$ ,  $0.200$   $\text{m/sec}$  の流速を示している。

また、 $K_1$  および  $O_1$  分潮の持つ Major の流速は、他の分潮の流速に比較して、かなり大きく現われており、当海域の流況は、両者の分潮、すなわち日周潮系によって左右されていることがわかる。

### (3) 潮流楕円

潮流楕円は調和常数の図的表現であり、Fig-7-4に示した。調和常数のNorth、およびEastをベクトルに合成して、その系時変化を表わした図である。

ここでは、主要6分潮 ( $K_1, O_1, M_2, S_2, M_4, MS_4$ ) の各潮流楕円と、これらの合成値に恒流を加えた潮流ホドグラフを作成して、Fig-7-3に示した。

なお、楕円図に付記した数値は、時刻を表わしており、0は各分潮を生じさせる仮想天体の、観測地点における南中時である。

楕円図では、調和常数の特徴が、より明瞭に現われており、 $K_1, O_1$ 分潮の卓越することがわかる。

また、卓越する $K_1$ と $O_1$ 分潮、およびこれらに次ぐ $M_2$ と $S_2$ 分潮は、かなり偏平な形状をしており、転流が明瞭に表われることを示している。また、その長軸方向は、NW-SEとなっている。

### (4) 最大大潮期の潮流

当海域においては、日周潮流が卓越しているため、六分潮 ( $K_1, O_1, M_2, S_2, M_4, MS_4$ ) と恒流とを用いて、いわゆる最大大潮期の潮流図を作成するのが妥当である。

求められた調和常数をもとに、観測地点での潮流の時間変化を求めたのが、Fig-7-5 ~ Fig-7-8である。

これらの図においては、Tumptでの高潮時を基準 ( $t=0$ ) にして、毎時の潮流をベクトル表示してある。その結果、北流最強時で、 $0.398\text{m/sec}$ 、南流最強時で、 $0.565\text{m/sec}$  が求められた。

Fig-7-2 FREQUENCY OF OCCURRENCE FOR CURRENT DIRECTION

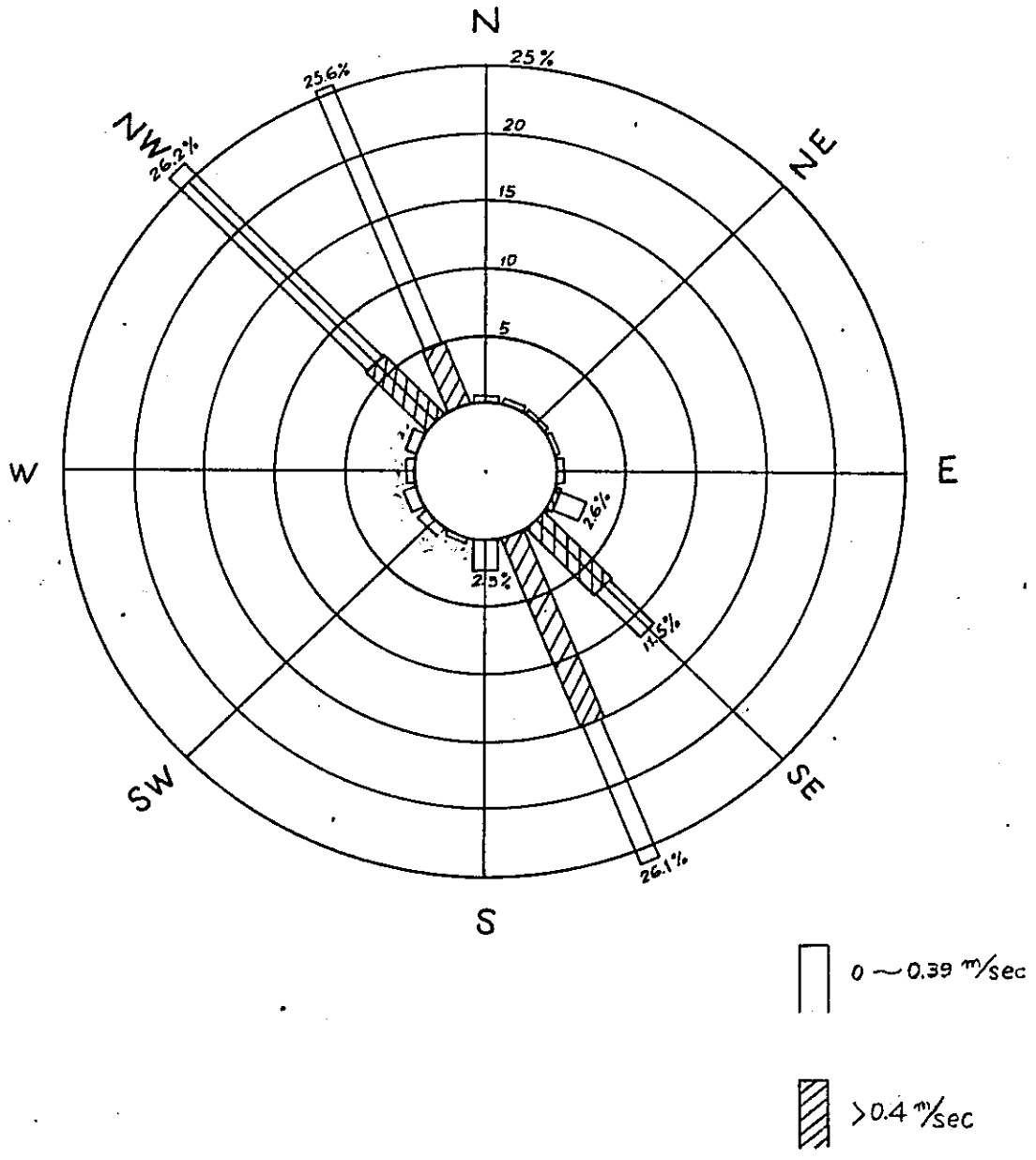


Table - 7-2 FREQUENCY OF OCCURRENCE FOR CURRENT VELOCITY

Depth: 1.0m (Above sea bottom)  
Unit : percentage

Direction Velocity	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total
0.0 ~ 0.04 (%sec)	8 (0.3)	8 (0.3)	4 (0.2)	5 (0.2)	8 (0.3)	12 (0.5)	18 (0.7)	30 (1.2)	26 (1.0)	7 (0.3)	9 (0.4)	6 (0.2)	3 (0.1)	10 (0.4)	38 (1.5)	34 (1.3)	226 (9.0)
0.05 ~ 0.09	3 (0.1)	2 (0.1)	2 (0.1)	1 (0)	2 (0.1)	14 (0.6)	23 (0.9)	45 (1.8)	22 (0.9)	3 (0.1)	10 (0.4)	5 (0.2)	4 (0.2)	4 (0.2)	45 (1.8)	54 (2.1)	239 (9.5)
0.10 ~ 0.14	2 (0.1)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	2 (0.1)	12 (0.5)	17 (0.7)	44 (1.8)	9 (0.4)	2 (0.1)	12 (0.5)	12 (0.5)	9 (0.4)	5 (0.2)	68 (2.7)	98 (3.9)	283 (11.2)
0.15 ~ 0.19	1 (0)					7 (0.3)	14 (0.6)	59 (2.3)	1 (0)					1 (0)	81 (3.2)	108 (4.3)	272 (10.8)
0.20 ~ 0.24						5 (0.2)	19 (0.8)	58 (2.3)							110 (4.3)	112 (4.4)	304 (12.1)
0.25 ~ 0.29						5 (0.2)	26 (1.0)	46 (1.8)							162 (6.4)	115 (4.6)	354 (14.0)
0.30 ~ 0.34						4 (0.2)	27 (1.1)	67 (2.7)							88 (3.5)	88 (3.5)	274 (10.9)
0.35 ~ 0.39						1 (0)	33 (1.3)	71 (2.8)							45 (1.8)	36 (1.4)	186 (7.4)
0.40 ~ 0.44							43 (1.7)	65 (2.6)							23 (0.9)	1 (0)	132 (5.2)
0.45 ~ 0.49						6 (0.2)	51 (2.0)	92 (3.7)									149 (5.9)
0.50 ~ 0.74							20 (0.8)	81 (3.2)									101 (4.0)
	14 (0.6)	11 (0.4)	7 (0.3)	7 (0.3)	12 (0.5)	66 (2.6)	291 (11.5)	658 (26.1)	58 (2.3)	10 (0.4)	21 (0.8)	23 (0.9)	16 (0.6)	20 (0.8)	660 (26.2)	646 (25.6)	2520 (100.0%)

Table -7-3 日別最大流速一覽表

Date	南 流			北 流		
	最大流速 (m/sec)	流向 (°)	起時 (h)	最大流速 (m/sec)	流向 (°)	起時 (h)
Oct. 23	0.46	150	15 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>			
24	0.57	150	18 00	0.30	332	7 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>
25	0.60	154	17 40	0.19	339	8 00
26	0.52	155	18 00	0.39	331	8 40
27	0.56	156	17 00	0.36	337	8 40
28	0.50	154	18 00	0.28	338	4 00
29	0.50	125	21 00	0.40	314	5 20
30	0.47	145	20 40	0.38	316	5 40
31	0.25	148	21 40	0.33	314	5 40
Nov. 1	0.31	147	21 40	0.41	318	6 00
2	0.19	162	12 40	0.22	312	5 20
3	0.32	153	12 00	0.33	312	5 00
4	0.41	148	13 00	0.20	315	5 40
5	0.42	148	15 20	0.23	333	7 20
6	0.45	148	16 00	0.36	329	1 00
7	0.53	150	17 20	0.32	322	2 20
8	0.54	141	19 40	0.27	314	3 40
9	0.49	136	21 40	0.33	323	11 40
10				0.29	324	7 40

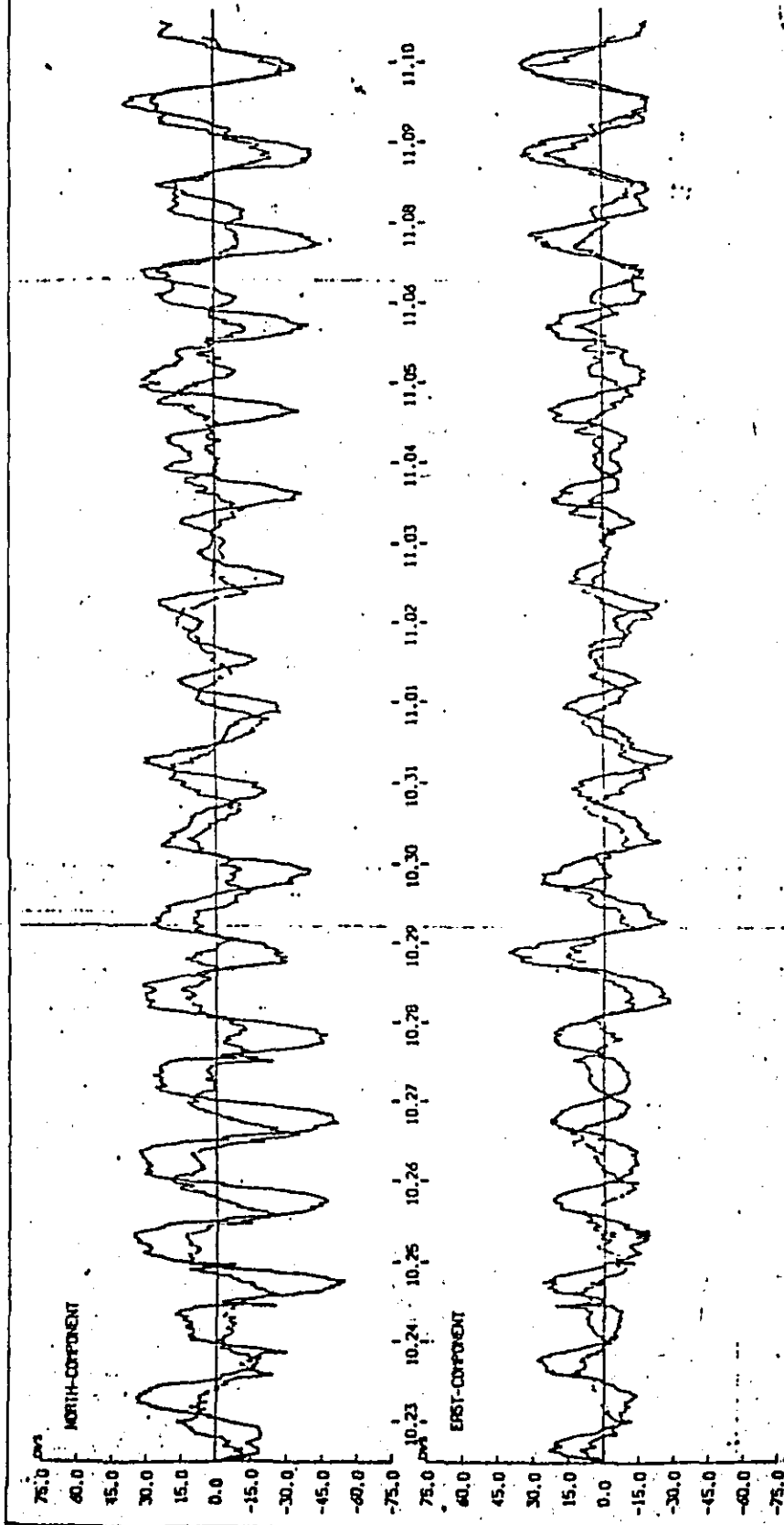


Fig-7-3 TIDAL CURRENT CURVE FOR 15 DAYS OBSERVATION  
MALAYSIA ST 1 ( 1.0 M ABOVE SEA BOTTOM ) FROM 22/ 10./ 10./ 11. 3

Table -7-4 Tidal current harmonic constants list

for

15 days observation

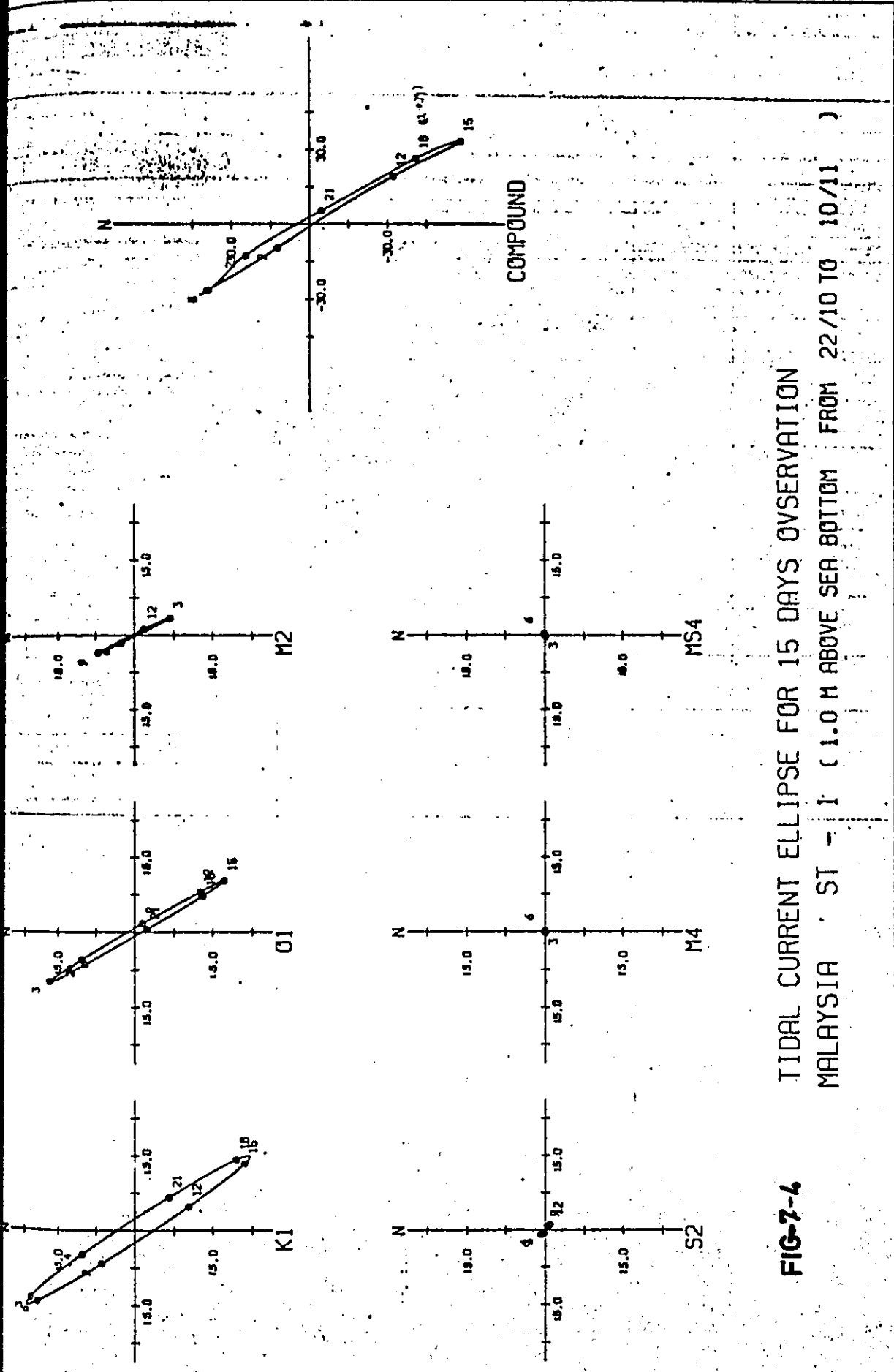
STATION: ST-1 Lat. 6° 10.0 N

DEPTH : 1.0m (Above sea bottom) Long. 102° 22.9 E Observational term: 23rd Oct. - 9th Sep. 197

Constituent	North		East		Major		Minor		General		
	Current speed (m/sec)	Lag (°)	Current speed (m/sec)	Lag (°)	Current direction (°)	Current speed (m/sec)	Current direction (°)	Current speed (m/sec)	Lag (°)	Current speed (m/sec)	Lag (°)
Constant current $V_0$	-0.012	-	0.003	-	165	0.013	-	-	-	0.012	-
Luni-solar declinational diurnal constituent $K_1$	0.220	609	0.150	2501	325	0.266	638	55	3338	0.265	2436
Solar declinational diurnal constituent $P_1$	0.073	585	0.050	2467	325	0.088	611	55	3311	0.088	2410
Lunar declinational diurnal constituent $O_1$	0.172	293	0.103	2047	329	0.200	281	59	1181	0.200	2080
Lunar diurnal constituent $Q_1$	0.033	136	0.020	1821	329	0.039	106	59	1006	0.039	1905
Principal lunar semidiurnal constituent $M_2$	0.074	2409	0.039	572	152	0.083	601	242	1501	0.083	600
Larger lunar elliptic semidiurnal constituent $M_2$	0.014	2844	0.007	1069	152	0.016	1049	242	149	0.016	1050
Principal solar semidiurnal constituent $S_2$	0.009	1598	0.012	3245	305	0.015	1497	35	2397	0.014	3327
Lunar declinational semidiurnal constituent $K_2$	0.002	1532	0.003	3170	305	0.004	1425	35	2325	0.004	3257
Lunar quarterdiurnal constituent $M_4$	0.001	2707	0.002	3146	239	0.002	1223	329	2123	0.001	288
Luni-solar quarterdiurnal constituent $MS_4$	0.005	2744	0.003	3417	197	0.005	1033	287	1933	0.004	729

General Direction : 148 (Positive) 328 (Negative)





**FIG-7-4** TIDAL CURRENT ELLIPSE FOR 15 DAYS OBSERVATION  
 MALAYSIA ST - 1 (1.0 M ABOVE SEA BOTTOM FROM 22/10 TO 10/11)

MAP OF THE TIDAL CURRENT

MAXIMUM SPRING TIDE

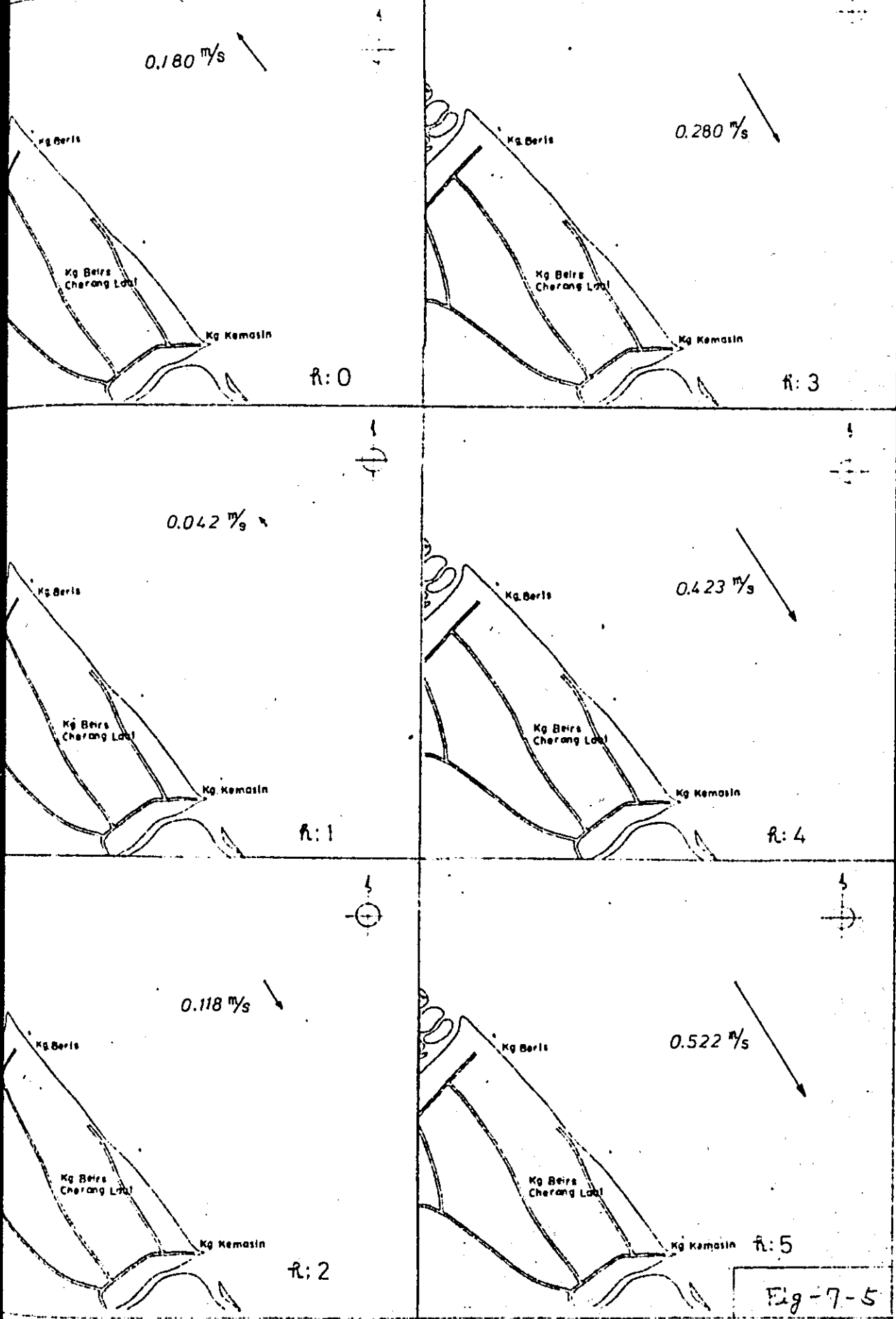


Fig-7-5

MAP OF THE TIDAL CURRENT

MAXIMUM SPRING TIDE

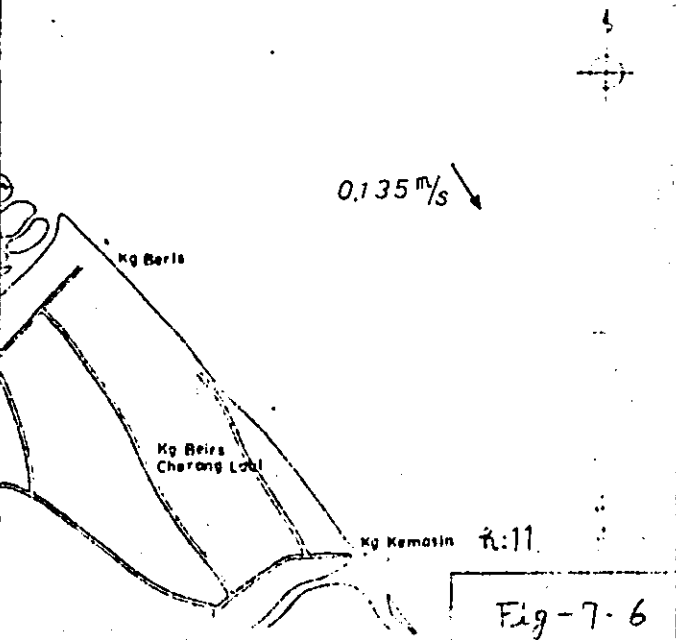
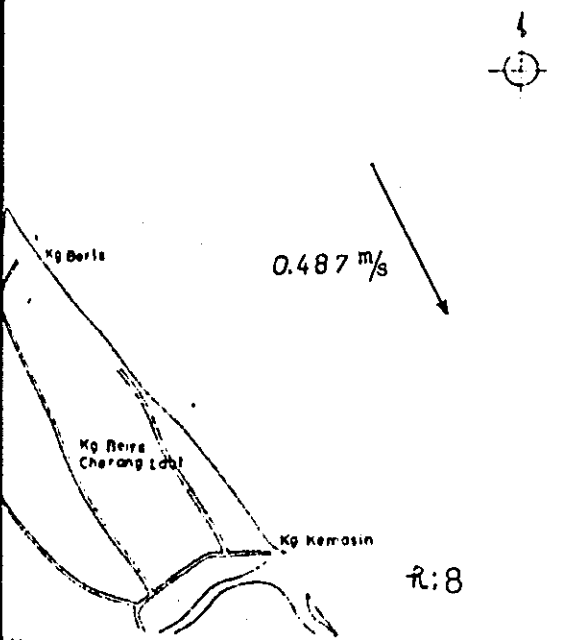
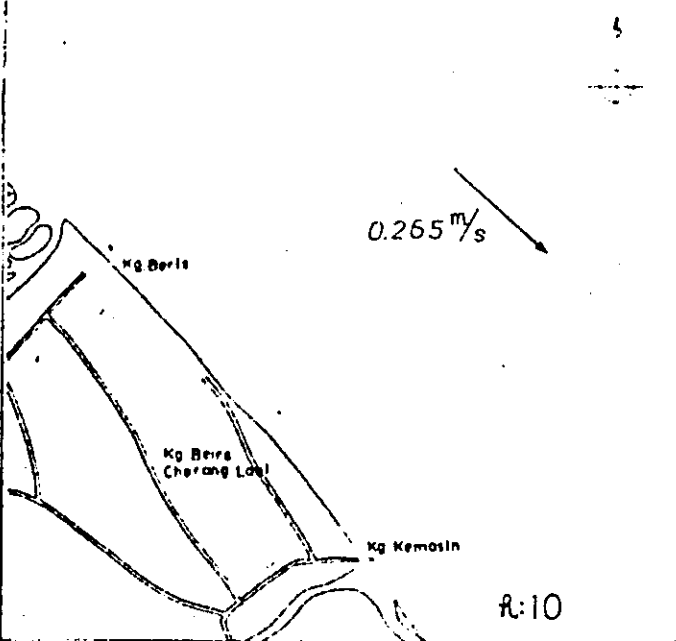
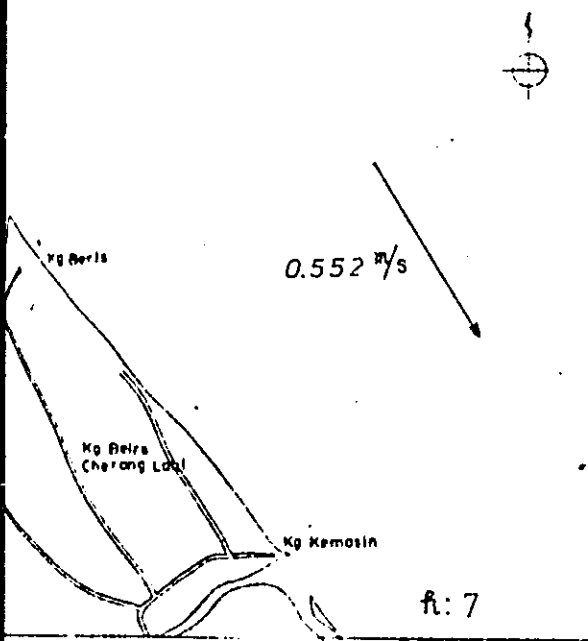
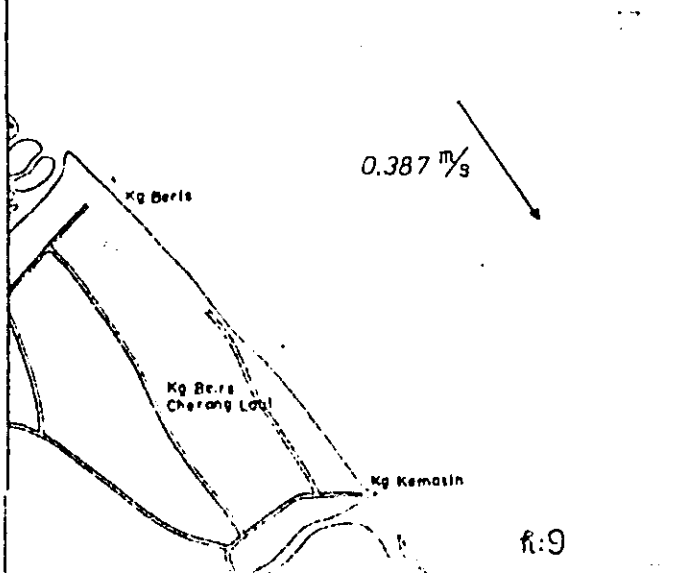
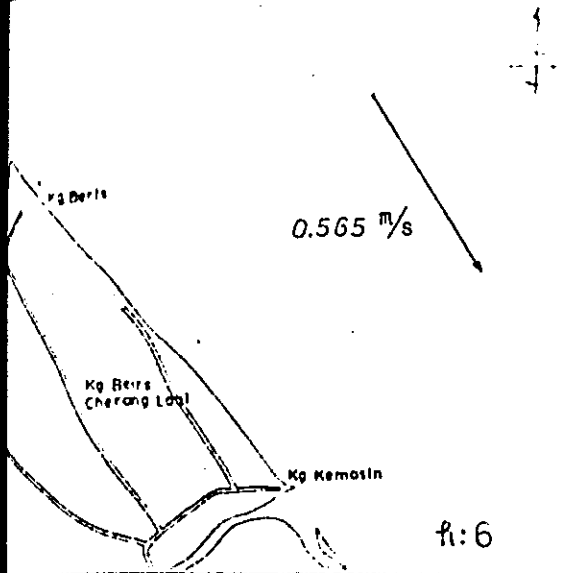


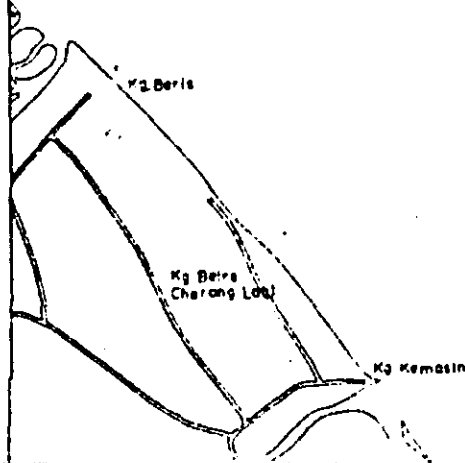
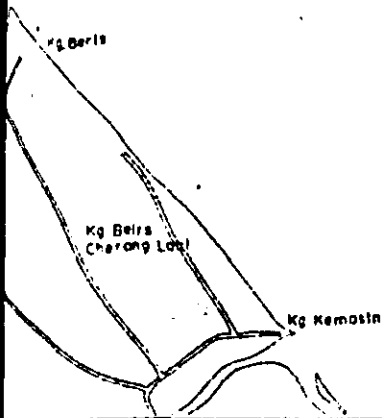
Fig-7-6

MAP OF THE TIDAL CURRENT

MAXIMUM SPRING TIDE

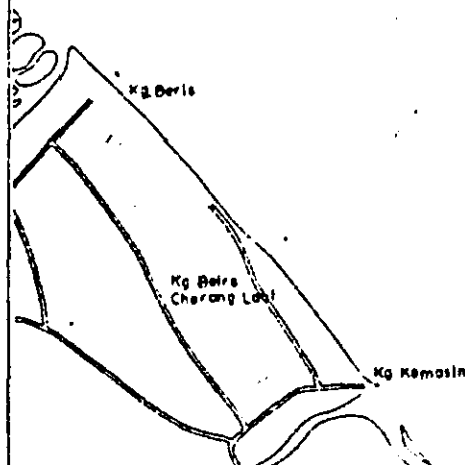
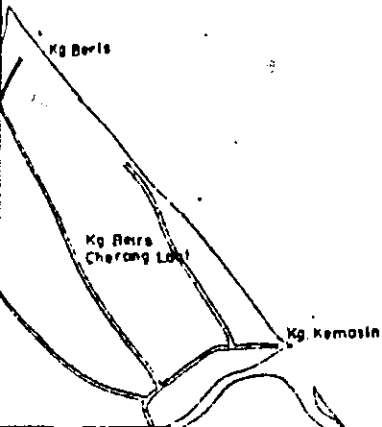
0.011 m/s

0.232 m/s



0.094 m/s

0.274 m/s



0.174 m/s

0.311 m/s

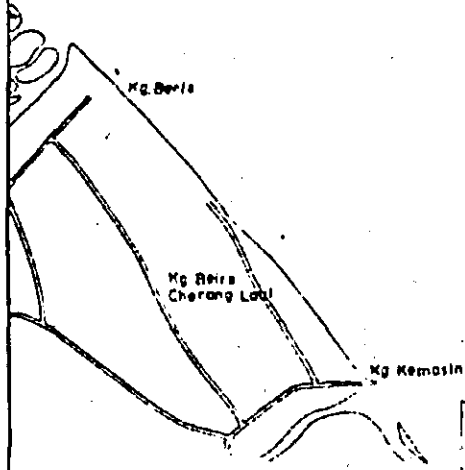
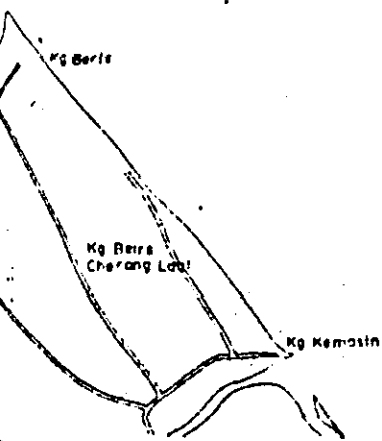
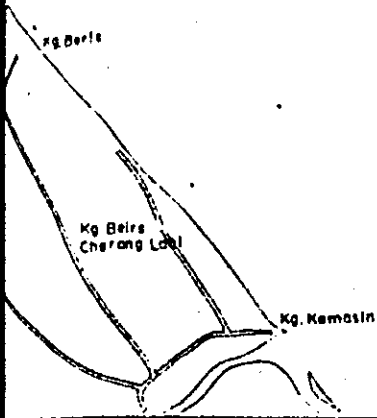


Fig-7-7

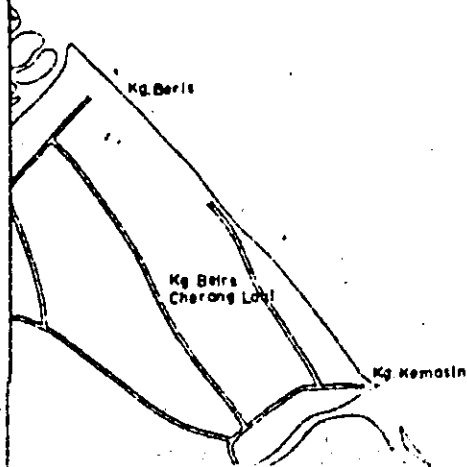
MAP OF THE TIDAL CURRENT

0.348  $\frac{m}{s}$



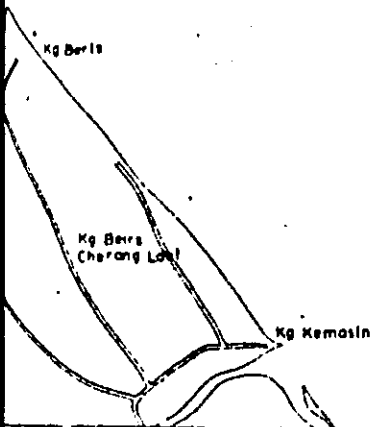
R:18

0.393  $\frac{m}{s}$



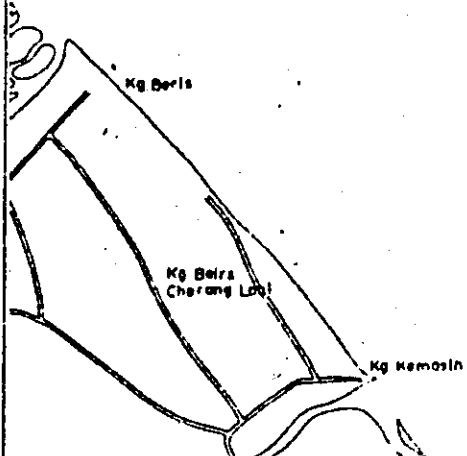
R:21

0.380  $\frac{m}{s}$



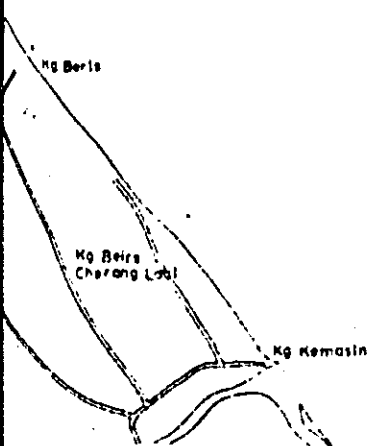
R:19

0.357  $\frac{m}{s}$



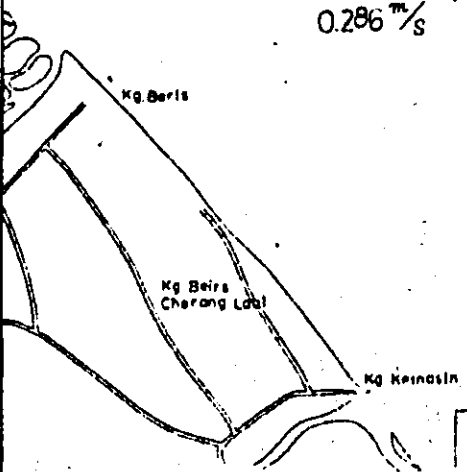
R:22

0.398  $\frac{m}{s}$



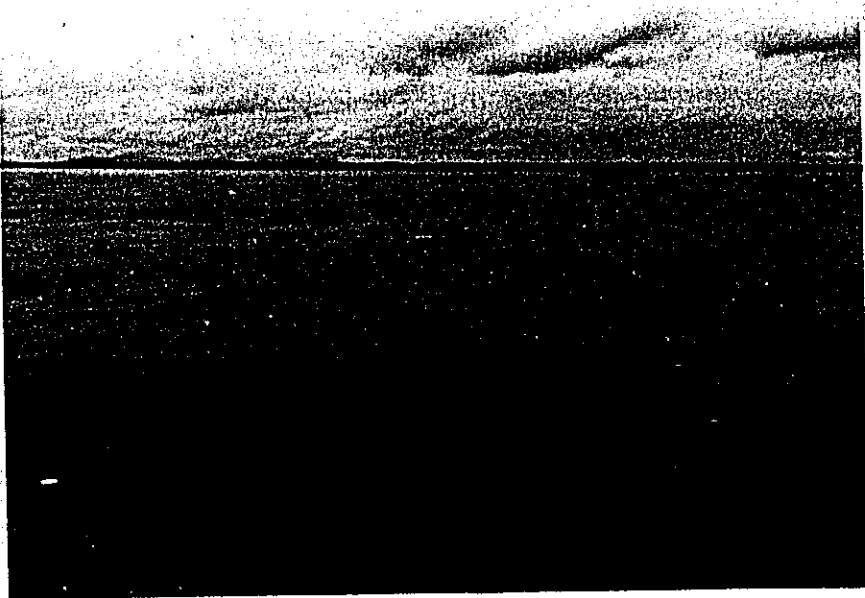
R:20

0.286  $\frac{m}{s}$

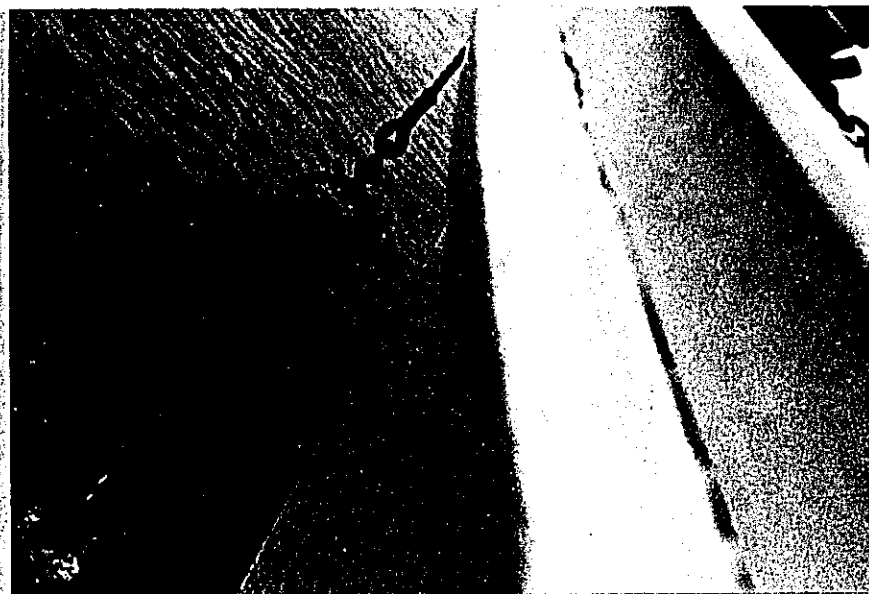


R:23

Fig-7-8



MARKER BUOY WITH FLASH LIGHT FOR CURRENT METER



ONO'S CURRENT METER

## 8 深浅測量

### 8-1 測定方法

測定に使用した機種は、浅海用精密音響測深機 (PRECISION-SURVEY ECHO SOUNDER TYPE RS-61) である。音響測深機は、Depth Recorder, Vibrator, power Source Cord, Cord for remote control, Fastener of Vibrator, Battery, から構成され、power requirements は DC 12V 5.5A である。発信周波数は、20KHz  $\pm$  5% である。測深作業は、Vibrator を舷側に固定し実施した。音響測深記録には、船位決定作業 (positioning) と同時に固定線を表示し測点とした。なお、水深の浅い海域については、海況の静穏な時期をねらい小型船にて実施した。

\*Photo-8-1, 8-3, 8-4, 8-5 参照

### 8-2 水深改正

測定記録の読取に際して行なう音速度の補正值は、バーチェック法により求めた。Photo-8-2 参照。また、併せて行なう潮高改正は、観潮観測結果より求められた潮高改正値を測得水深に加えて実水深を求めた。

### 8-3 調査地域の海底地形

測深作業で得られた測位記録より航跡図 (TRACK CHART) Fig-8-2, Fig 8-3 を作成した。また、測深記録より求められた水深値より、水深図 (SOUNDING CHART) Fig-8-4, Fig-8-5 および水深図を使用し、等深線図 (DEPTH CONTOURS CHART) Fig-8-6, Fig-8-7 を作成した。

## (1) SABAK ~ KEMASIN AREA の海底地形

海底地形の概要で述べた様に、本調査海域は、海底地形の等深線が弧を描いて張り出した地形区域であり、調査結果からその傾向が見られる。等深線は、概ね、北西-東南方向の走向が支配的であるが、水深10mをさかいに、浅海部と深海部で地形の様相が異なる。浅海部の、特にダト-川の前面、およびケマシン川前面で特徴的である。ダト-川の前面の地形は、海岸線に平行で細長い典型的な Sand Bar 地形を示している。しかし、Kemasin川前面では水深6m前後までは海岸線に平行な地形形態を示しているが、水深7m以深で起伏に富む地形に変化している。この起伏地形は、水深8m前後から北東方向の谷地形に変化し水深12m以深まで連続している傾向がある。ダト-川の前面、水深4~5m付近には、デルタ性の張り出した地形が見られるのも特長的である。この起伏のある地形を連続させると概ね、東南-北西方向になり、沖合部の等深線の走向に一致している。しかし、ケマシン川の沖合で、この地形は北-南方向の走向に変化する傾向が見られる。この一連のつながりは、現在の潮流・波浪の影響も十分考慮しなくてはならないが、旧浜線部の残存地形の可能性も考えられる。

## (2) SEMERAK AREA の海底地形

本調査海域の海底地形は、周辺海域の単調で海岸に平行な直線状の地形に一致した平滑な形状を示している。沿岸部には、小規模な Sand Bar 地形と、スムラ川河口部に多少デルタ性の地形が見られるほかは、沖合にむかい緩やかに水深を増している。

本調査海域周辺海岸を、SHEPARD (1963) の海岸分類を参考



に検討してみると、海の営みに支配されている二次的海岸の大型カ  
 スプ海岸に属する。また、海底地形まで考慮した海岸分類(茂木  
 1963)を参考にすると、典型的な外洋性海岸であり、Bar海岸に属  
 する。Bar海岸になる勾配は1~3/100の範囲が最も多いと言われ、  
 この範囲内で勾配がゆるいほどBarの比高は小さく、急なほど大き  
 いとされているが、調査海域周辺の沿岸部にもこの傾向が見られる。

Barの発生は、砕波型が崩れ波の場合にあたり、巻え波の場  
 合に消滅するといわれている。この砕波型を決定するのは、波形  
 勾配と海底勾配である。

砕け方の相違は沖波の波形勾  
 配と海岸の傾斜とによるもので、  
 傾斜が急になると崩れ波から巻  
 え波の波形に移りやすいし、沖波  
 の波形勾配が小さくなるほど崩れ波  
 から巻え波に移りやすい。 (Fig-8  
 -1参照)

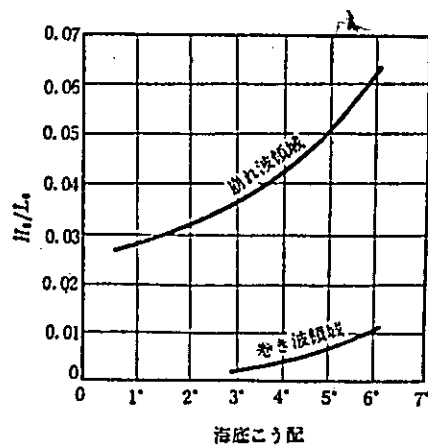
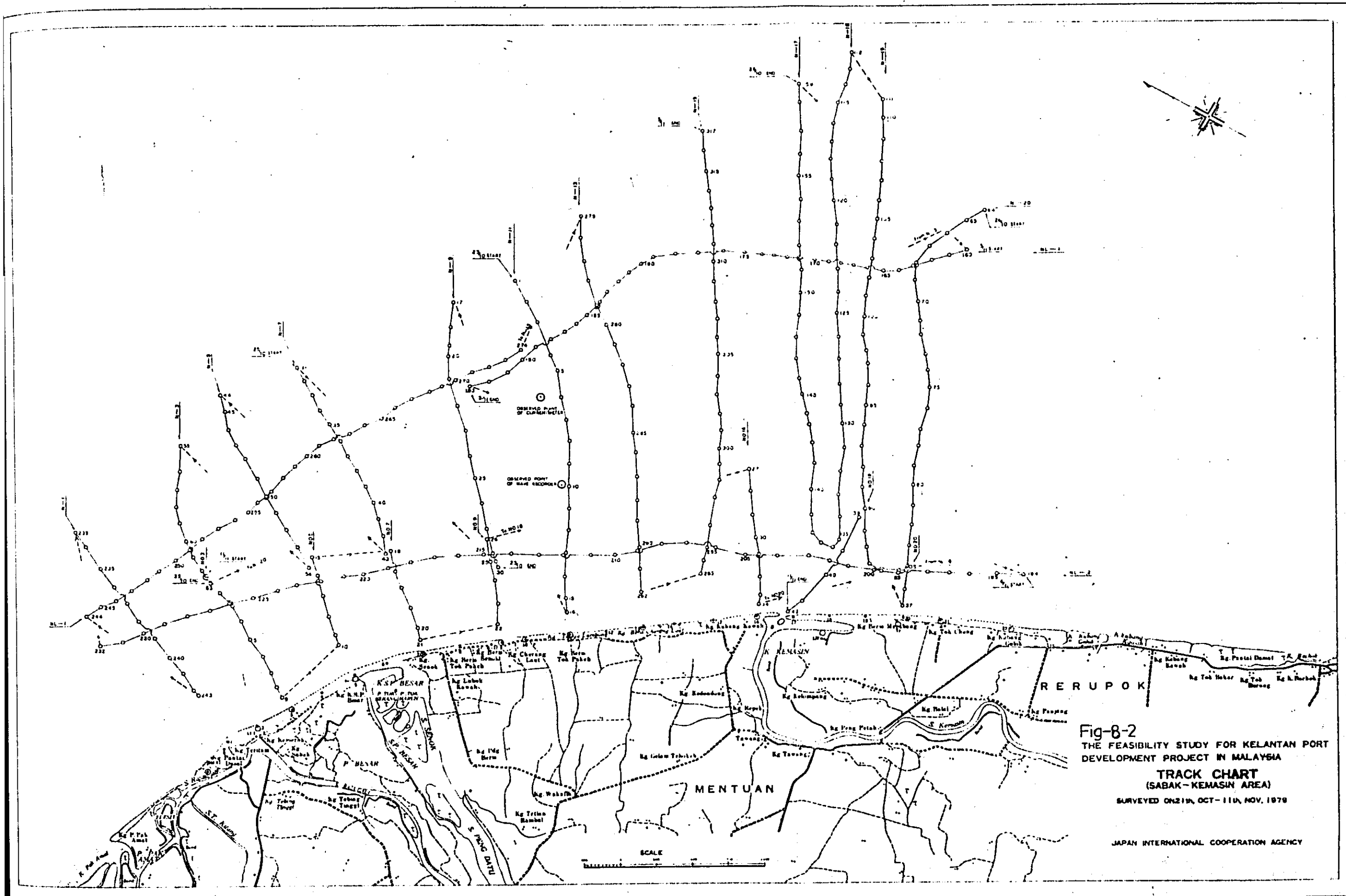


Fig-8-1 砕け波の形成条件  
 (Iversen 1962)

また波浪は、風と地形に非常に左右される。岬や島、礁などの  
 陰にたつところではBarの発生は、小規模とせらう。前面海域  
 に鼻部のあるスロウ地区と、迷入の物があるでないサバ・ケマシ  
 ン地区では、地形の形態が異なる事もうがすける。



**Fig-8-2**  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
**TRACK CHART**  
 (SABAK-KEMASIN AREA)  
 SURVEYED ON 21st, OCT - 11th, NOV, 1978  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

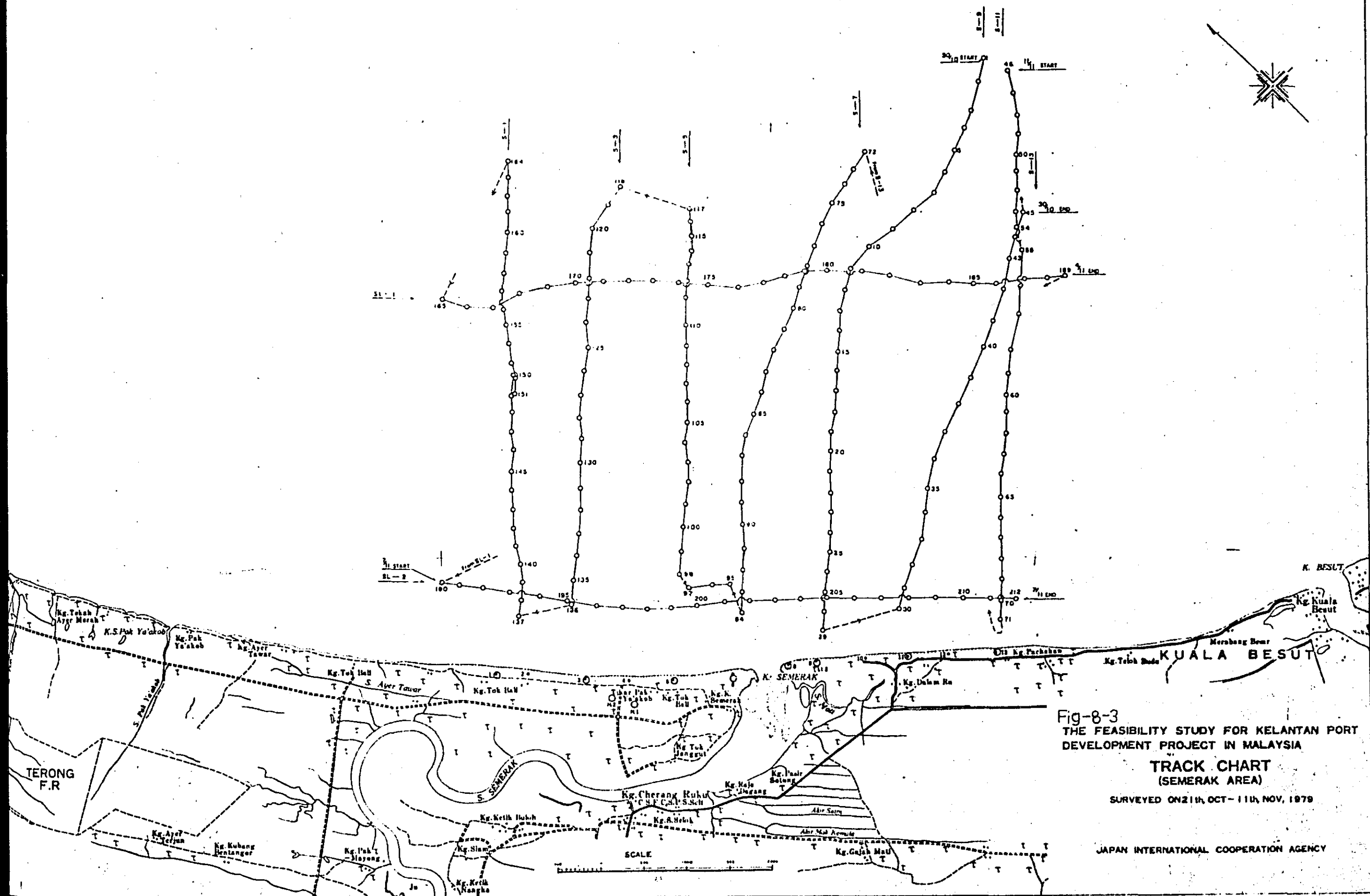
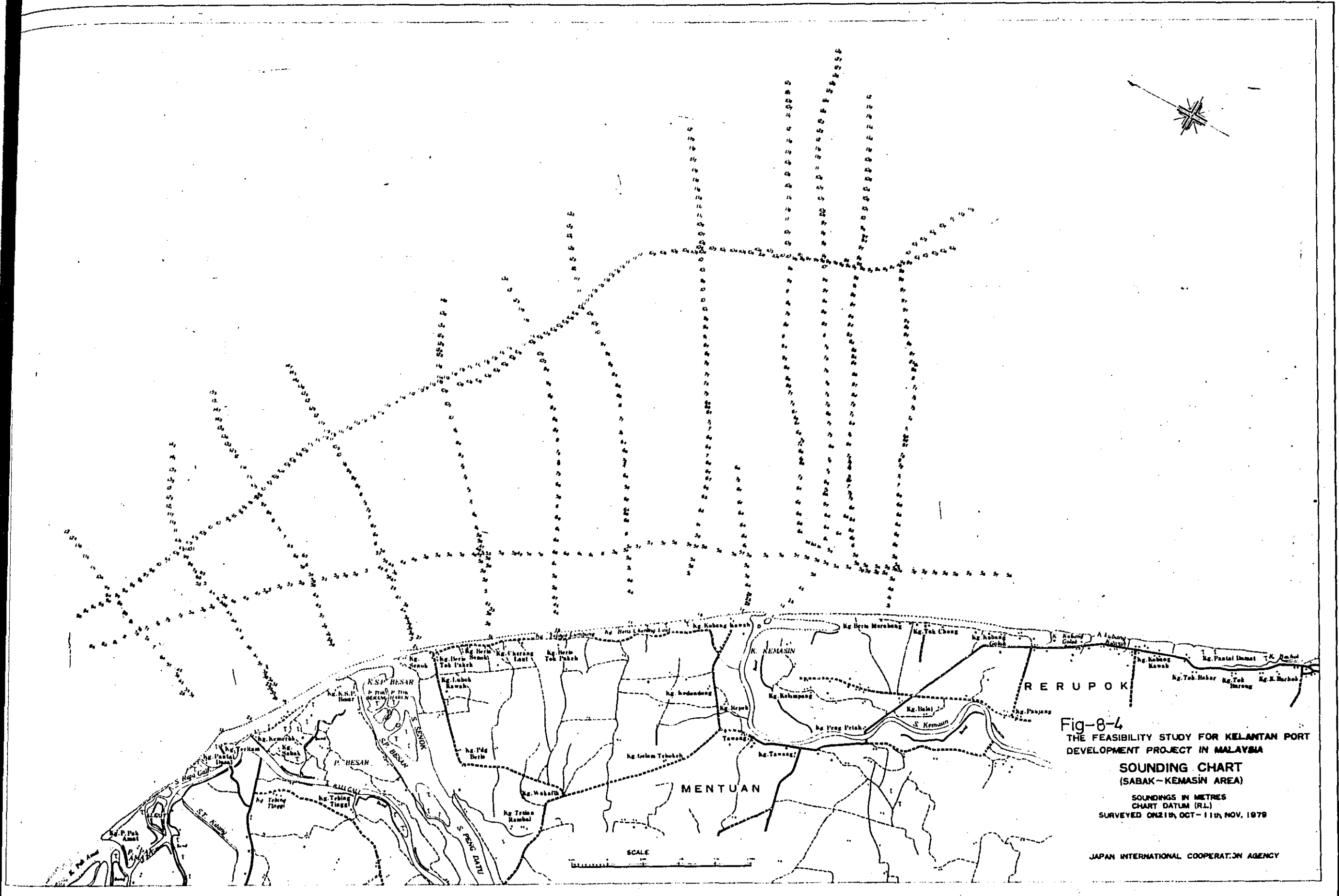


Fig-8-3  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
**TRACK CHART**  
 (SEMERAK AREA)  
 SURVEYED ON 21st, OCT - 11th, NOV, 1979

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**Fig-8-4**  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
**SOUNDING CHART**  
 (SABAK-KEMASIN AREA)  
 SOUNDINGS IN METRES  
 CHART DATUM (R.L.)  
 SURVEYED ON 21st, OCT - 11th, NOV, 1978

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





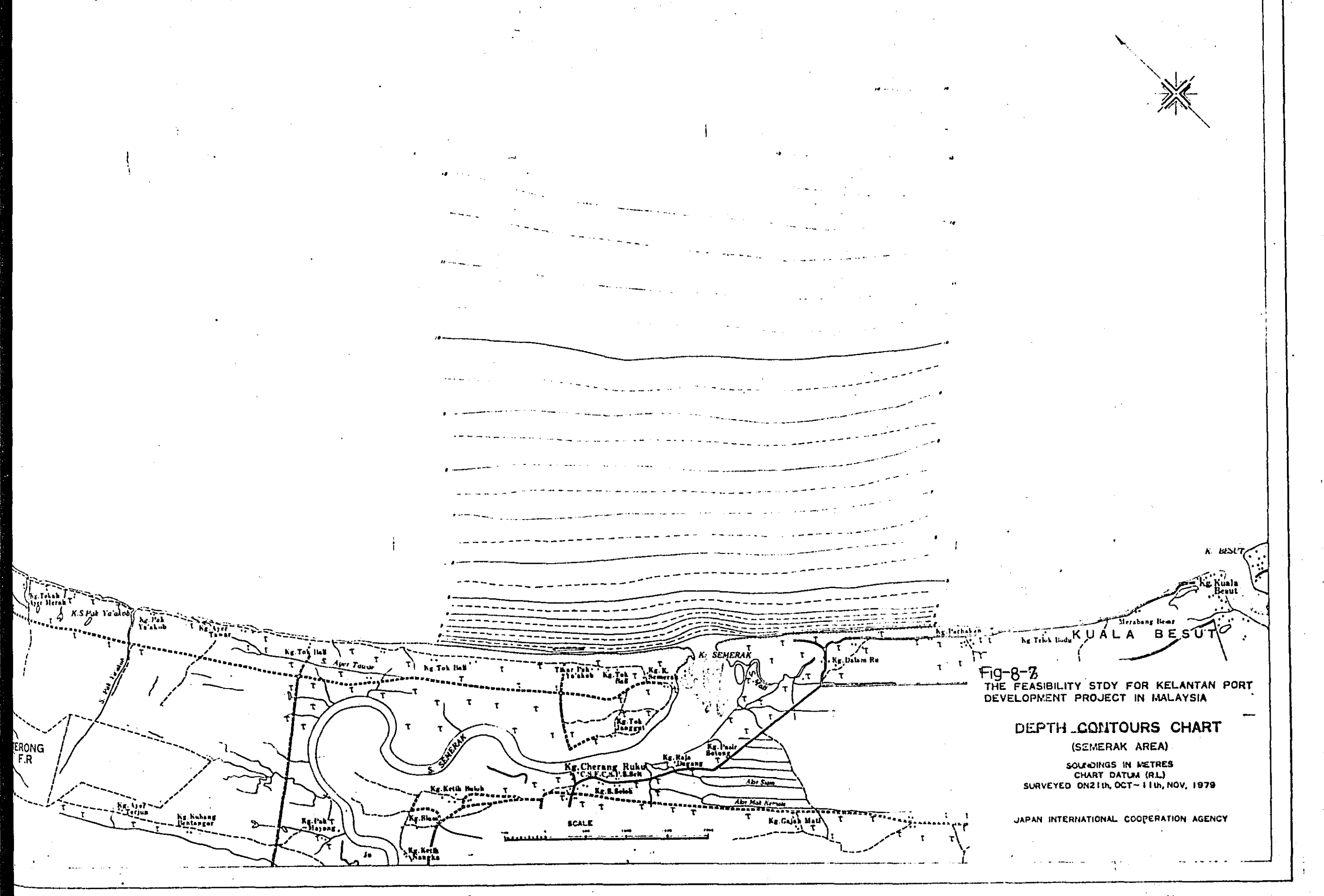
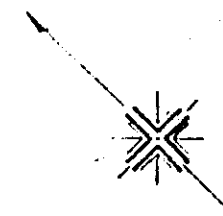


Fig-8-7  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA

**DEPTH CONTOURS CHART**  
(SEMERAK AREA)

SOUNDINGS IN METRES  
CHART DATUM (R.L.)  
SURVEYED ON 21st, OCT - 11th, NOV, 1979

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





Photo-8-1 DEPTH RECORDER

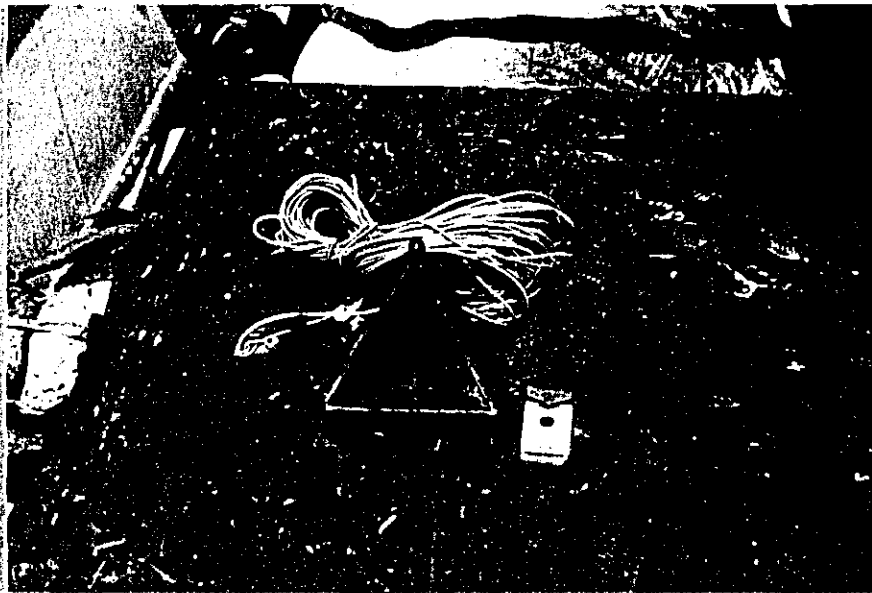


Photo-8-2 BARCHECK BOARD





Photo-8-3  
SOUNDING BY  
ECHO SOUNDER



Photo-8-4  
SETTING OF  
TRANSDUCER



Photo-8-5

NAVIGATION ..PLOTTING BY THREE ARMS PROTRACTOR



Photo-8-6

SONIC PROSPECTING BY GEO-SONAR ( SPARKER )

## 9 海底地質(音波探査)調査

### 9-1 探査方法

音波探査に使用した機種は、放電式音波探査装置(GEO SONAR MODEL NE-19C2)である。音波探査装置は、Transmitter, Receiver, Recorder, Stabilized power supply, Hydrophone, Spark Electrode, Hydrophon Cable, Spark-Electrode Cable, Generator 3KV, Generator 15KV, から構成されている。<sup>(Fig-9-2 Photo 2-1~2-4参照)</sup>放電式音波探査装置は、探査船に搭載して海上を航行するににより探査船直下の海底地下構造を、その断面の模写図として捕え、連続的にかつ自動的に記録し、海底地下構造を時間断面として表示するものである。

音波探査装置は、音響測深機や魚群探知機等と同じく水中における音波の伝搬、反射等の性質を利用したもので、水中において強力な低周波音波(100Hz~3KHz)を放射するとこの音波は減衰しながら、水中を伝搬し海底に達しさらに海底下の地層中を伝搬し、この伝搬の途中において海底あるいは地層中の構造及び地質の境界面のような音響不連続面(地質の成分、硬さ等により音波の地中伝搬速度が違うためこの境界面は音波の一部が反射屈折作用を受ける。この音響的に異なる物質の境界面を音響不連続面という)で順次反射されて再び海中に戻る。Fig-9-1参照

この反射されて来た音波を受波し電気信号に変換して増幅、淨波等の信号処理を行って記録紙上に記録させると、反射波の強さに応じた記録幅となる。この動作を記録掃引の周期にあわせて送信、受信を繰り返しながら船の位置を移動させると海底下の地質断面をその模写図として記録する事が出来る。

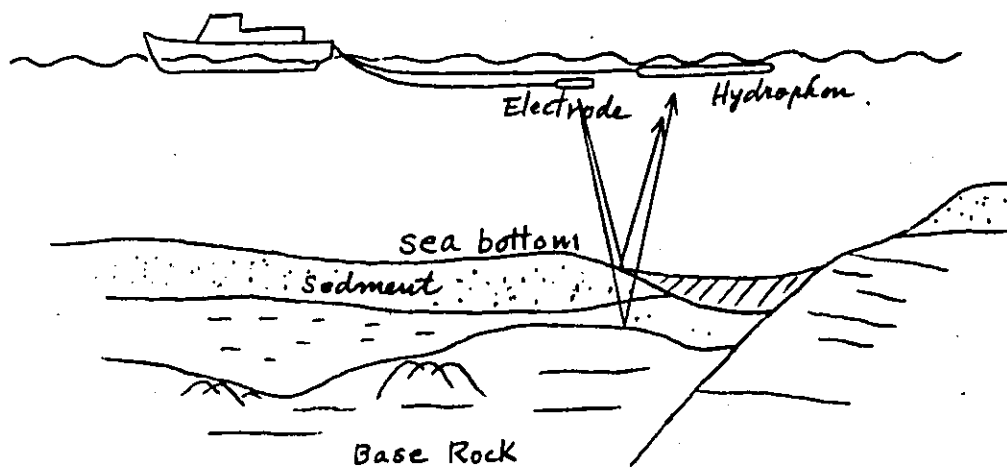


Fig-9-1 Illustration of Prospecting Method

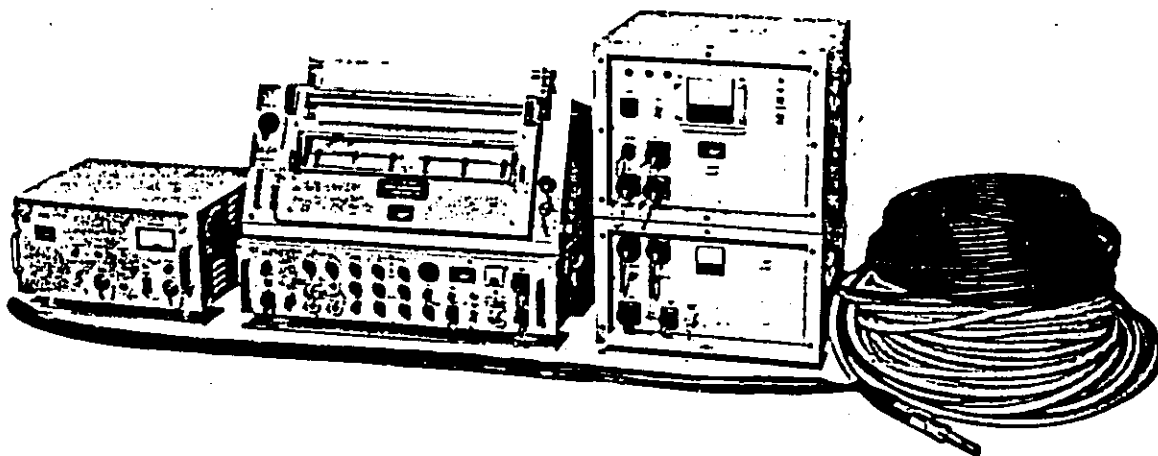


Fig-9-2 NE-19C2 GEO-SONAR

## 9-2 解析方法

音波探査で得られた記録は、航跡直下 (Fig-8-2, 8-3.) の海底下地質構造をその断面図として記録されたものである。記録紙の長手方向のスケールは、時間スケール (記録紙紙送り速度に対抗する) であるので、船速が一定であれば、その寸法距離スケールとなる。調査船の位置測暲を行はう毎にポジションマークを記録紙上に表示させ、位置測暲結果より作成された航跡図より測暲間の距離を求め解析時に参考とした。記録掃引方向のスケールは送信時からの経過時刻に相当し深度スケールとなり距離スケール (記録紙長手方向スケール) とは、同一縮尺比ではない。本調査では、縮尺比を約 1 : 3 で記録した。

音波探査記録には、音源及び受信器の指向性による側方反射記録や地質情報に関係のない多重反射記録、海底および地層の境界傾斜面や起伏面等が複雑に関係した記録となりそれぞれ特有のパターンとして表示されるので解析時には次の様な項目に注意して解析を進めた。

(1) 音波探査の記録には、地質構造とは直接関係ない雑信号および多重反射等が含まれているので、これらの信号と地質情報とを区別する。

(2) 音波探査の地層中の音響的反射面からの情報を抽出し、そのパターン及び連続性を追跡することによって地質状況を明らかにし、調査海域における記録パターンの特徴をとらえ、周辺の地質資料、ドレッジ資料との関連性を検討する。

(3) 音波探査で得られる記録は、時間断面であるので、これを普通の距離断面に直す。

(4) 各測線の海底地質断面図(海底地質断面図集)を作成し、それより P層上面の深度を読み取り P層上面等深線図として整理した。

解析過程の全体の流れは、Fig-9-3 の音波探査記録の解析手順に示した。また、解析に際する一般的事項については、巻末に資料として「音波探査記録について」を添付したので参考としたい。

ここでは、特に問題となる雑信号について記載する。それは、2つに大別できる。それらは、次の通りである。

#### A) 規則性のない雑信号

船体から生じるもの(スクリー音・エンジン音など)や、受波器が水中を移動するために生じるものなど、のようないろいろな雑音。

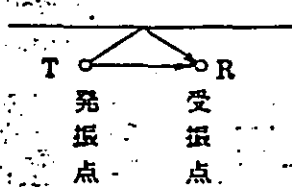
#### B) 規則性のある雑信号

音波の伝播経路で生じるもので、主なものとしては次のような4つのタイプが上げられる。これらは、地質情報のように見えるので、解析にあたっては特に注意を要する。

① 直接到達波……水中放電電極と受波器が離れているため、水中放電電極より発生した音波が直接受波器に受信されたもので、発信線のすぐ下に一連の平行線として記録される。したがって水深が浅い場合には障害となる。また水深が深い場合には電氣的に取り除くことができるので水深の深い記録にはほとんど見られない。(下図参照)

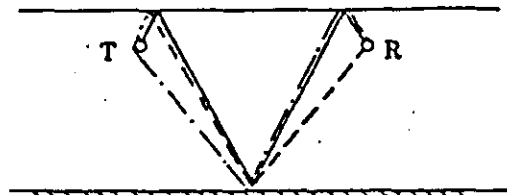
② 海面反射波……水中放電電極より発生される音波は無指向なので、あらゆる方向に進む。その一部には下図のような経路を取って反射するものがある。これが海面反射波である。

記録への現われ方としては、一つの反射面に対してこのうちの到達した波の数だけの線が描かれる形になり実質の分解能が低下する。さらに、水平層の場合地質情報と判別し難いことがある。



①直接到達波の模式図

海面

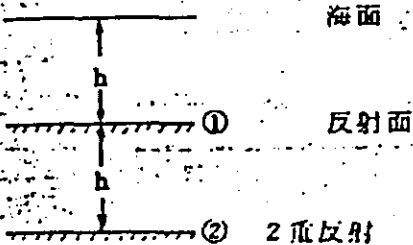


反射面

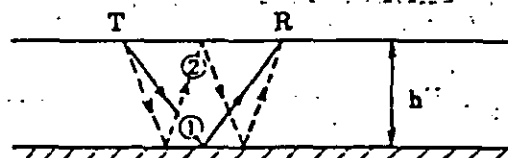
②海面反射波の模式図

③ 多重反射---水中放電極より発生した音波が海底(海面多重反射)や地層内(層内多重反射)で2回以上反射して受信されたものの総称である。しかし一般には、前者によるものがほとんどなので、水面と海底の間での多重反射について下図に模式的に示す。

記録への描かれ方



② 2重反射

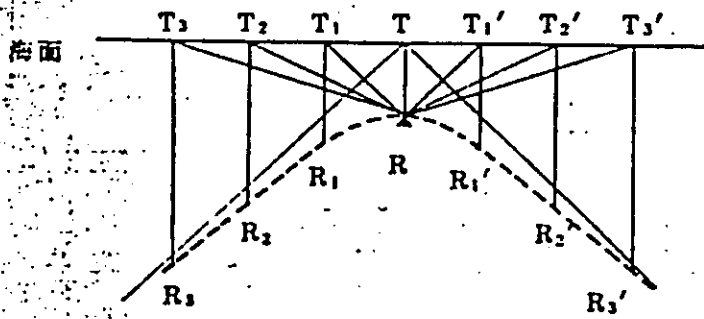


③多重反射の模式図(2重反射のみ)

上図のように深さ  $h$  の反射面があると、2重反射はほぼ  $2h$  の距離の音の伝播時間の後に受信される。これが2重反射で、3重反射は  $3h$  に、4重反射はそれぞれ受信され記録されることになる。

④ 点源反射 --- 海底および海底下にどの方向から音波もその方向に反射するような孤立した尖点(海底の岩礁・断層・基盤の凹凸など)があった場合生じるもの。

わがりやすく発振・受振を1点とするものとする。この波は記録上直下のものとして描かれる。したがって記録の縦横の縮尺比が1:1の場合、この記録は尖点を頂点とする直角双曲線であらわされる。しかし、実際の記録は1:1ではなく、その比に応じて双曲線は鋭角となっている。基盤の情報が得られないのは、これが多く発生することにも関係する。

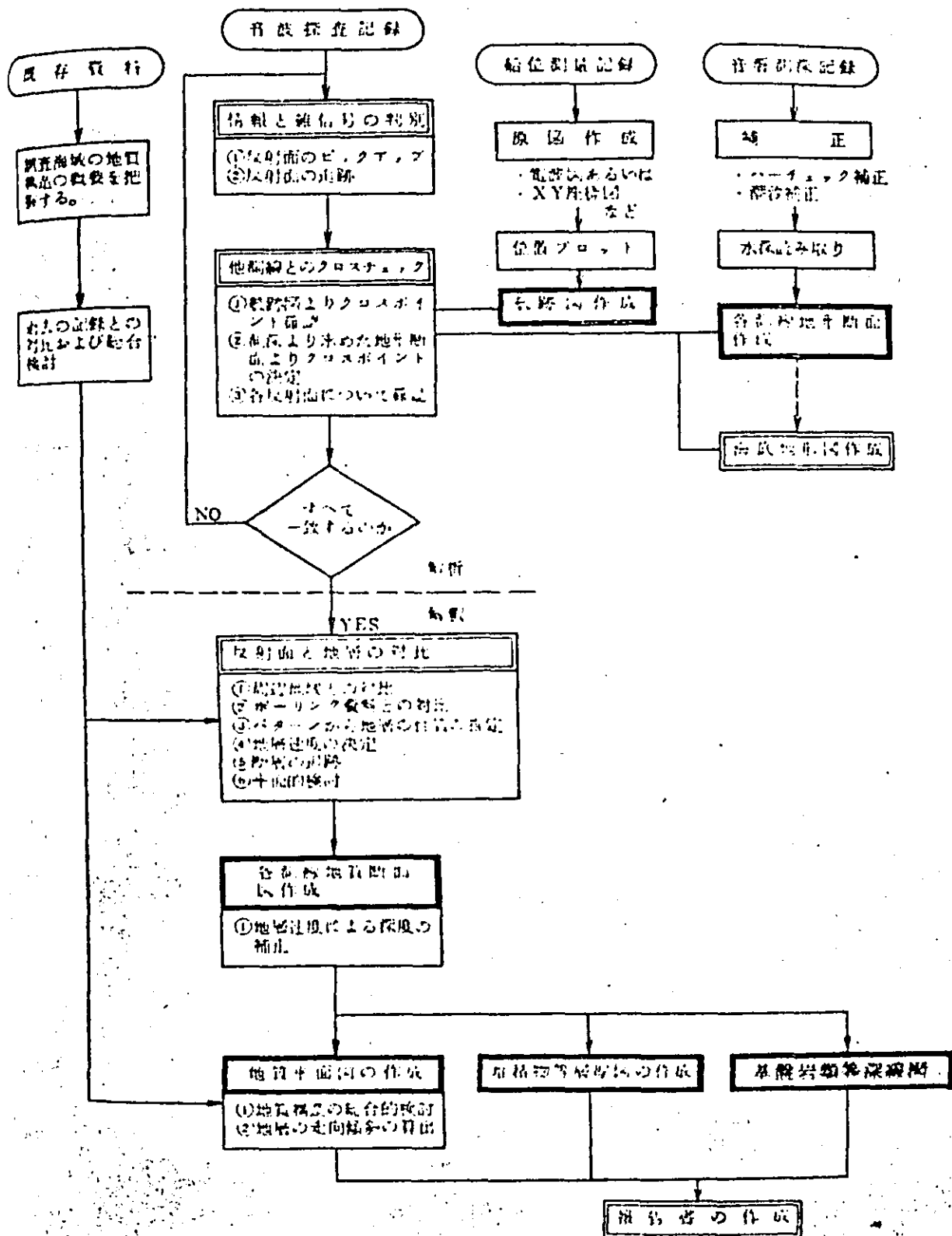


④点源反射の様式図

(縦横の縮尺比1:1の場合)



Fig-9-3 音波探査記録の解析手順



### 9-3 調査地域の海底地質

音波探査は、測深作業と同時に実施しているため、実施測線については、航跡図 (Fig-8-2 Fig-8-3) を参照したい。また、航跡図で NO で測線名が表示されている測線は、

浅海域用の極小型船を使用し測深作業のみを実施したものである。本調査の結果は

各測線毎の 海底地質断面図 (Geological sections based on the reflection profiler records) としてとりまとめた。  
(海底地質断面図集を参照)

本調査海域の海底地質は、反射パターンの特徴から下位より P.P 層, P 層, A 層に大別出来る。また、各地域の地層の反射パターンの特徴をまとめたものを Table-9-1 に示し、その結果を以下に述べる。

P.P 層: 本層は、両調査地域における最も下位の地層として、記録に抽出されている。かなりの内部反射面を有しその内部反射面は、やや乱れた様相を示している。この層相変化に富んだ地層と推定され、互層状のパターンが支配的な地層である。本層の上面は、両調査地域で起伏に富んだ地形で特徴づけられる。特に、サバ・ケマシ地区のグドール前浜の沖合に大規模な谷地形の形成が見られる。この谷地形の谷底水深は約 56m であり、谷の深さ(比高差)も 30m に達している。また、この谷より東南方向に 3km から 10km のところに、小規模な凹地形も認められる。一方、スムラ地区では、前述したような谷地形は認め

ら山深いもの、比高10mから15m程度の起伏地形が、多数認められる。

P層：本層は概し比較的透明なパターンを示すA<sub>1</sub>と比較的濃い色調の楕円状のパターンを示すA<sub>2</sub>が見られ、その両者は、比較的明瞭な内部反射面を区分出来、層相の変化にも隔んだ地層と思われる。本層は、サバ・ケマシン地区で3~4層、スムラ地区で4~5層に区分出来る。本層は、P層が形成する谷地形部を比較的水平に堆積しており、層厚も厚い所で30m以上に達する。この厚く堆積している部分には、放射線状の散乱パターンを示すところが見られる。

本層上面には、小さな起伏地形が見られ、事によりA層と区分される。

A<sub>4</sub>層：本層は、比較的濃い色調の楕円状パターンの部分と、透明なパターン部分が見られる。P層上面が形成する小規模な谷地形の基底部を比較的水平に堆積している。分布状況は、部分的である。

A<sub>3</sub>層：本層は、A<sub>4</sub>層と比較的似たパターンを示すが、内部反射面は、やや不明瞭となる。この層もP層上面が形成する谷地形を堆積している。しかし分布状況は、A<sub>4</sub>層に比べて広範囲である。部分的に散乱パターンを示すところもある。沖合部で、海底面に露出し、水深20~25m付近にみられる平坦面を形成していると思われる。

A<sub>2</sub>'層 : 本層は、サバ・ケマシン地区で確認される地層である。ケマシン川 前面の海域に分布し、海底地形が弧状に引き出した海域に特に広く分布している。

本層内は、部分的に散乱パターンを示すところがある。

A<sub>2</sub>層 : 本層は、調査海域全体と比較的に広く分布している地層で、沖合に向かうにしたがって、うすく(なり)沖合部で、欠如していると思われる。

A<sub>1</sub>層 : 本層は、音波探査記録と相対している地層の<sup>新</sup>最上部を構成している地層である。本層の分布範囲は水深10m以浅であり、本層の上層には、サンドバー (Sand-bar) 等の形成が見られる。

以上が、音波探査で得られた記録より特徴あるパターンを抽出し音響的層序に分類した結果である。この結果より、サバ・ケマシン地区とスムツ地区の海域部を構成している地層の音響的層序に大きな違いは認められなかった。

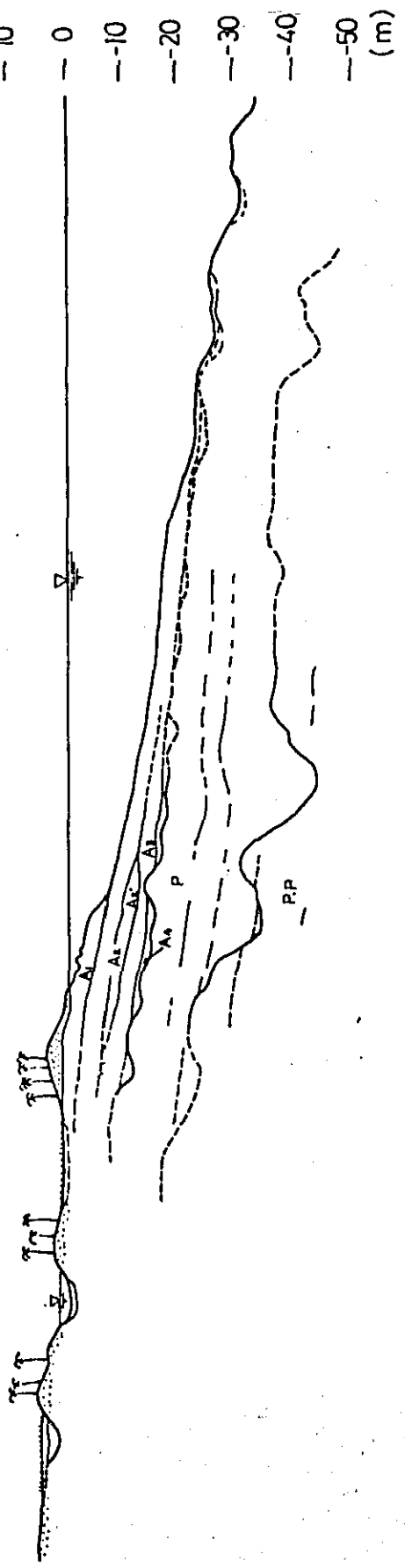
つぎに 前記した調査海域の音響的層序の分類結果を模式的にまとめたものを海底地質構成模式図 (Fig-9-4) として示した。

本図と陸部の地質で作成した推定地質断面 (Fig-3-10) を比較すると堆積構造 (depositional structure) に比較的類似した点が見られる。この類似点を述べるに以下の様になる。

- 1) 陸部に見られるサイクリックな堆積パターンが海域でも見られる。

Table-9-1 SUMMARY OF SUB-BOTTOM LAYERS

	Layers interpreted by Sonic prospecting	Schematic Surveyed line	Character of the Reflection profiles records	Thickness (in meters)	Component material (presumed)
SAFAK ~ KEMASIN AREA	A <sub>1</sub>	N-20	比較的透明なパターン層である。本層は最上部を構成し、分布範囲は水深10m以下にわたっている。本層の上面には、Sand Bar地形が形成されている。水平に埋積	一般には7m以下	砂質の地層
	A <sub>2</sub>	N-7 N-1	全体が比較的透明層である。部分的に弱く縮目状のパターンが見られる。	一般には10m以下	砂質とシルト質の層
	A <sub>2</sub> '	NL-1 184~193	A <sub>2</sub> 層とA <sub>3</sub> 層の間に部分的に分布する地層である。A <sub>2</sub> 層と比較的似てパターンが散乱したパターンを示している。	一般には7m以下	砂質とシルト質の層 (砂質を含む)
	A <sub>3</sub>	N-5 N-1	比較的濃く色調の連続性の良い縮目状のパターンと散乱パターンを示している。本層はP層上面の形成する凹地形を水平に埋積している。	一般には6~7m以下 埋積谷の部分では10m以下になる。	シルト質が主体となる層 (砂質を含む)
	A <sub>4</sub>	N-7	比較的濃く縮目状のパターンの部分と透明なパターンが形成する凹地形の基底部分を水平に埋積している。	一般には5m以下 大埋積谷の部分では10m以下になる。	シルト質と砂質の層
	P	NL-1 244~252 N-1	3~4層に区別される。比較的透明なパターンを示す層が交互に見られる。層厚の異なる部分では散乱パターンを示す層が見られる。	P層の形成する凹地形の埋積谷の部分では30cm程度の厚さになる。	粘土質と砂質の層 互層状の地層 (砂質を含む)
P.P	NL-1 244~252 N-1	濃く色調で比較的連続性の良い縮目状のパターン層内に連続性の悪い縮目状パターンや細かく散乱したパターンが見られる。本層上面には大規模な起伏地形が形成されている。	不明	粘土質と砂質の層 互層状の地層	
SEMERAK AREA	A <sub>1</sub>	S-1 S-9	比較的透明なパターン層である。本層は最上部を構成し、分布範囲は水深10m以下にわたっている。	一般には5m以下	砂質の地層
	A <sub>2</sub>	S-1 S-9	全体が比較的透明層である。部分的に弱く縮目状のパターンが見られる。	一般には5~7m程度である。埋積谷の部分では10m以下になる。	砂質とシルト質の層
	A <sub>3</sub>	SL-1 S-9	全体が比較的透明なパターンと弱く縮目状のパターンの部分が見られる。本層はP層上面の形成する凹地形を水平に埋積している。	一般には5~10m程度である。埋積谷の部分では10m以下になる。	砂質とシルト質の層
	A <sub>4</sub>	SL-1 S-9	比較的濃く縮目状のパターンが見られる。本層はP層上面の形成する凹地形の基底部分を水平に埋積している。	埋積谷の部分では10m前後を示している。	シルト質と砂質の層
	P	SL-1	4~5層に区別される。比較的透明なパターンを示す層と比較的濃く色調の縮目状のパターンを示す層が交互に見られる。	一般には15~20m程度である。埋積谷の部分では10m前後の厚さになる。	粘土質と砂質の層 互層状の地層
	P.P	SL-1	全体が色調の異なるパターン層内に弱く縮目状の内部反射面が見られる。この内部反射面は互層状のパターンを示す。連続性に欠ける部分もある。本層上面には比較的粗大規模な起伏地形が形成されている。	不明	粘土質と砂質の層 互層状の地層



-----Stratigraphy boundary  
(presumed)

Fig-9-4 Schematic Geological Profile at the Site

2) 海域部で見られる侵食地形面の延長が陸域部のそれと比較的一致した標高で見られる。たとえば P.P層の上面が井戸ボーリング結果より見られる中5層上面, P層の上面が、中3層の上面に対比し小さい。 (陸域部にも海域部にも 左の他の起伏地形面は見られるが 前記した面が最も明瞭である。

3) 陸域部の地層構成物質と音波探査記録パターンの特徴が一致する。 A層で見られるパターンは層相の变化が予想されるにしても、比較的単層パターンを示し、P層, P.P層になるに互層状のパターンとなる。この傾向は、陸域部の堆積構造の中にも顕著に見られる。

以上が、陸域部の既得資料と音波探査結果を対比した結果である。以上の結果を踏まえ、調査海域の地質状況を詳細に検討するためボーリング結果と対比し、その結果をボーリング調査との対比図 (Fig-9-5, 9-6, 9-7) に示した。

本図の C-1~C-4 がサバケマシン地区で C-5~C-7 がスハラ地区のボーリング調査結果と対比したものである。

この結果より、陸域部の堆積層上部と海域部の上部の地層が地層の傾斜および分布深度からもスムーズに延長・対比される結果となった。この結果を述べるに以下の様になる。

1) SA<sub>1</sub>の砂層は、海岸付近に形成されている砂丘を構成している地層であり、海域部には分布していない。

2) A<sub>1</sub>層は、SA<sub>2</sub>層に対比される。A<sub>1</sub>層の構成物質は、ボーリング結果では粒径の大きい砂層である。探査記録のパターン

より海城部にも

(その傾向が支配的に為へられ砂質土層であろう。

3)  $A_2, A_2'$ 層は、 $CA_1$ に対比は小る。構成物質は、ボーリング結果が軟弱なシルト層であることからシルト質が支配的な層であろう。しかし、音波探査結果では、比較的透明なパターンや散乱パターンを示すところもあり、砂質や礫質の層が狭延している事も十分予想される。

4)  $A_3, A_4$ 層は、部分的には、 $CA_1$ 層の下部に対比出来る可能性もある。<sup>せい</sup>音波探査のパターンは、 $N$ 値の微妙な違いにも反応して現われる場合があるからである。しかし、 $A_3, A_4$ 層は、海城部で比較的厚い層層を示すところもあり、 $CA_1$ 層の陸上部の全体的な層厚および分布状況から見、陸上部で欠如している可能性も考えられる。

5)  $P$ 層は、 $CP_1, CP_2, SP_1$ 層に対比は小る。構成物質は、ボーリングの結果が主に粘性土、シルト質から粘土質、砂質土であることから非常に層相変化がある地層で粘土層と砂層の互層である。音波探査のパターンより礫層が狭延する部分もある。

6)  $P.P$ 層は、ボーリング調査では確認されていない。音波探査結果より推定すると互層状態であり井戸ボーリングの結果からも各層に構成物質を検出すると粘性土および砂礫層の互層と思われる。

以上の結果を総合的にとりよめて調査地域の地質総括表(Table-9-2)を作成した。また、ボーリング結果より $P$ 層中に $N$ 値が3と低い値を示す地層が、確認されている不安はあるが、



軟弱層の  
分布状況が部分的であることから比較的 地耐力が期待  
できるといふ事で P層上面の等深線図を作成し Fig-9-8,  
9-9に示した。

Fig-9-5 Geological Sections completed with drilling data

\* C-1 ~ C-4 : SABAK~ KEMASIN AREA  
 C-5 ~ C-7 SEMERAK AREA

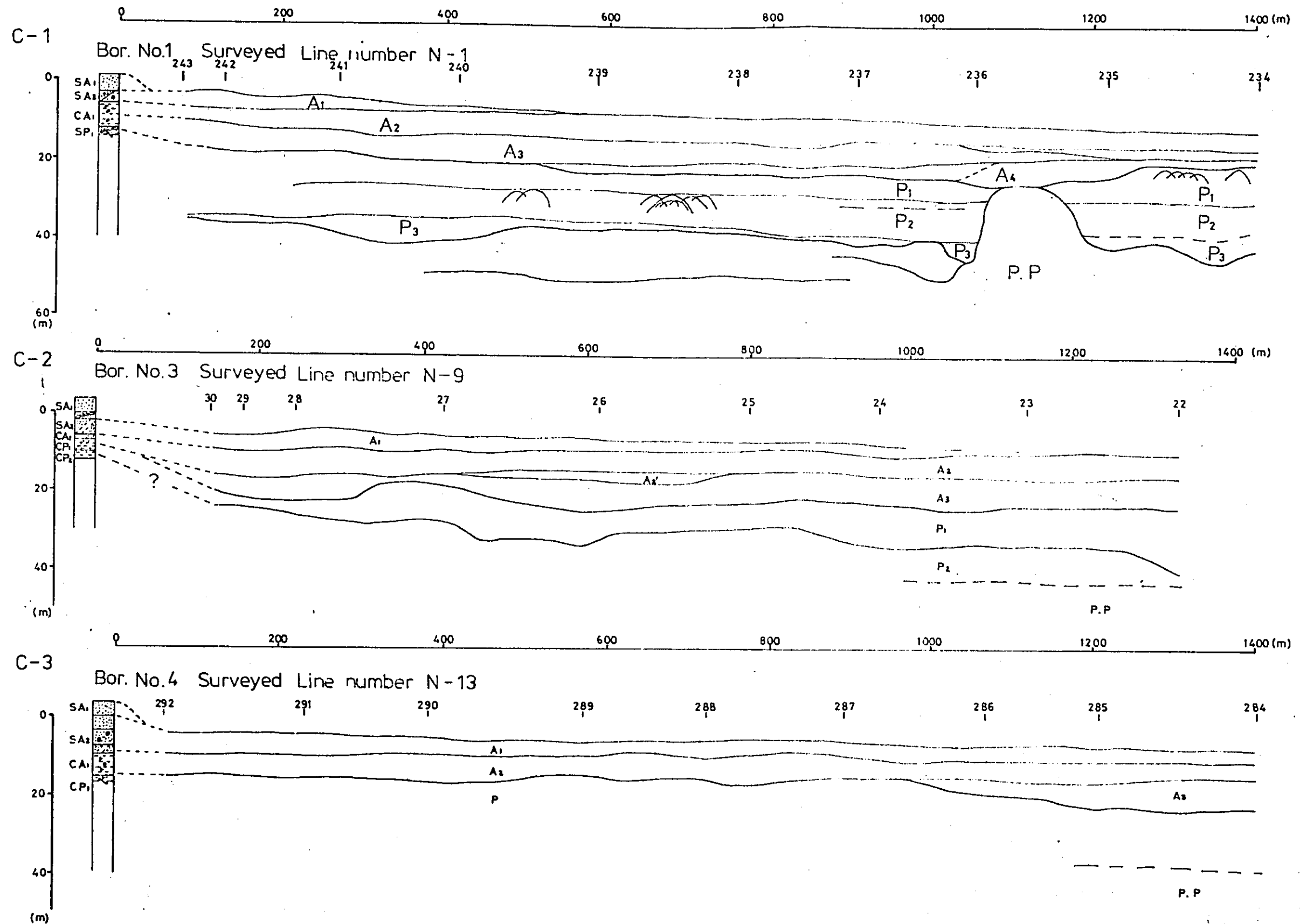


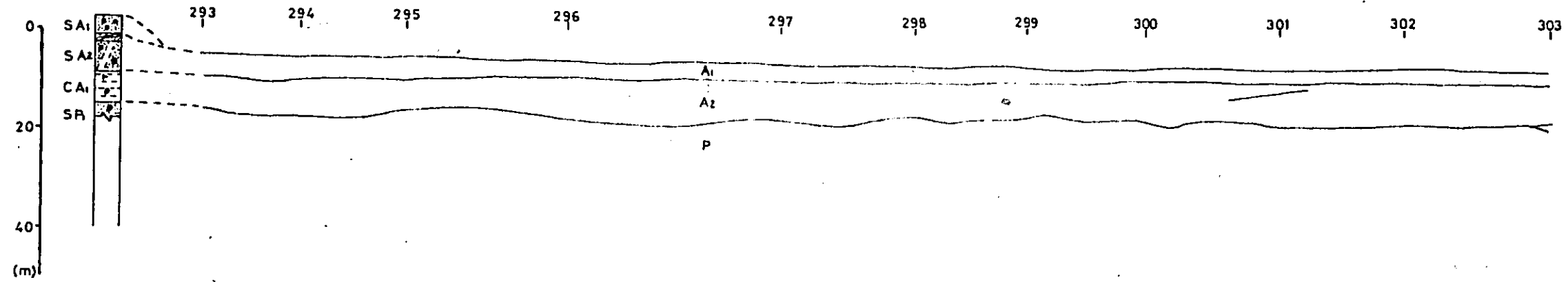
Fig-9-6 Geological Sections completed with drilling data

\* C-1 ~ C-4 SABAK~ KEMASIN AREA  
 C-5 ~ C-7 SEMERAK AREA



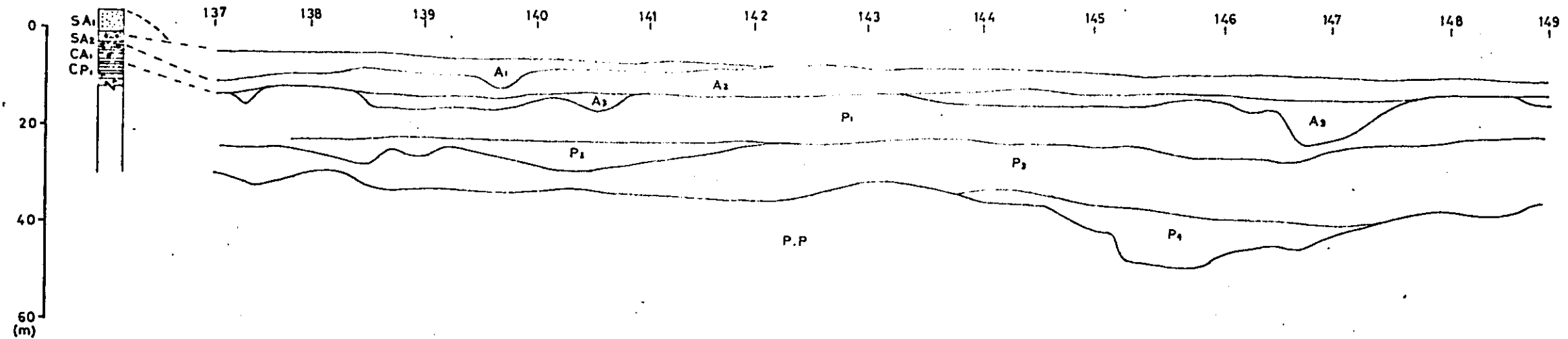
C-4

Bor. No.5 Surveyed Line number N-15



C-5

Bor. No.9 Surveyed Line number S-1



C-6

Bor. No.10 Surveyed Line number S-5

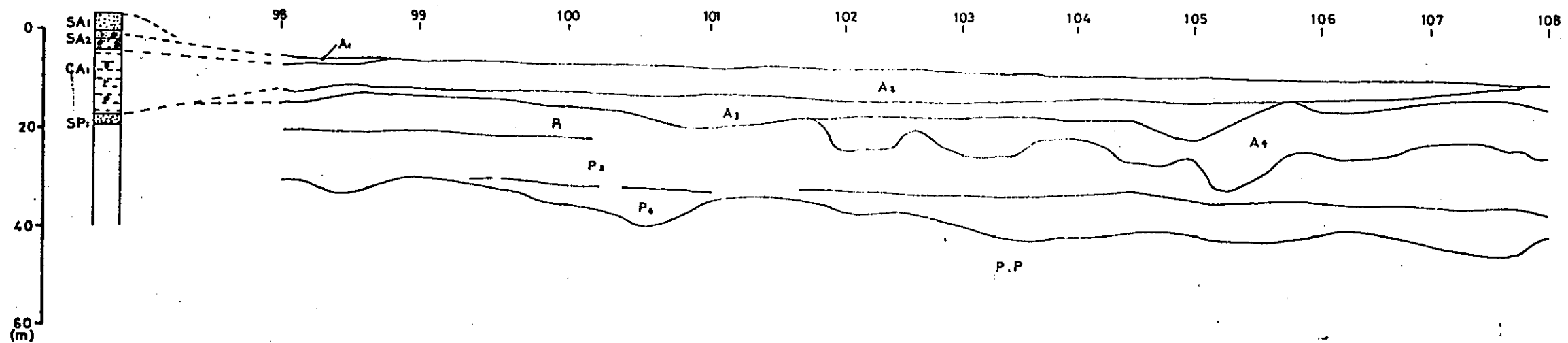
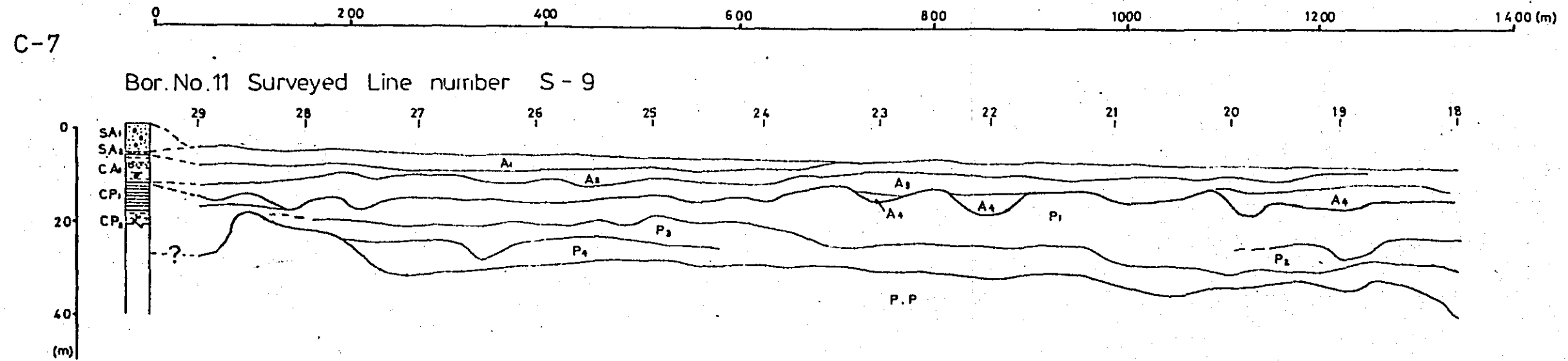
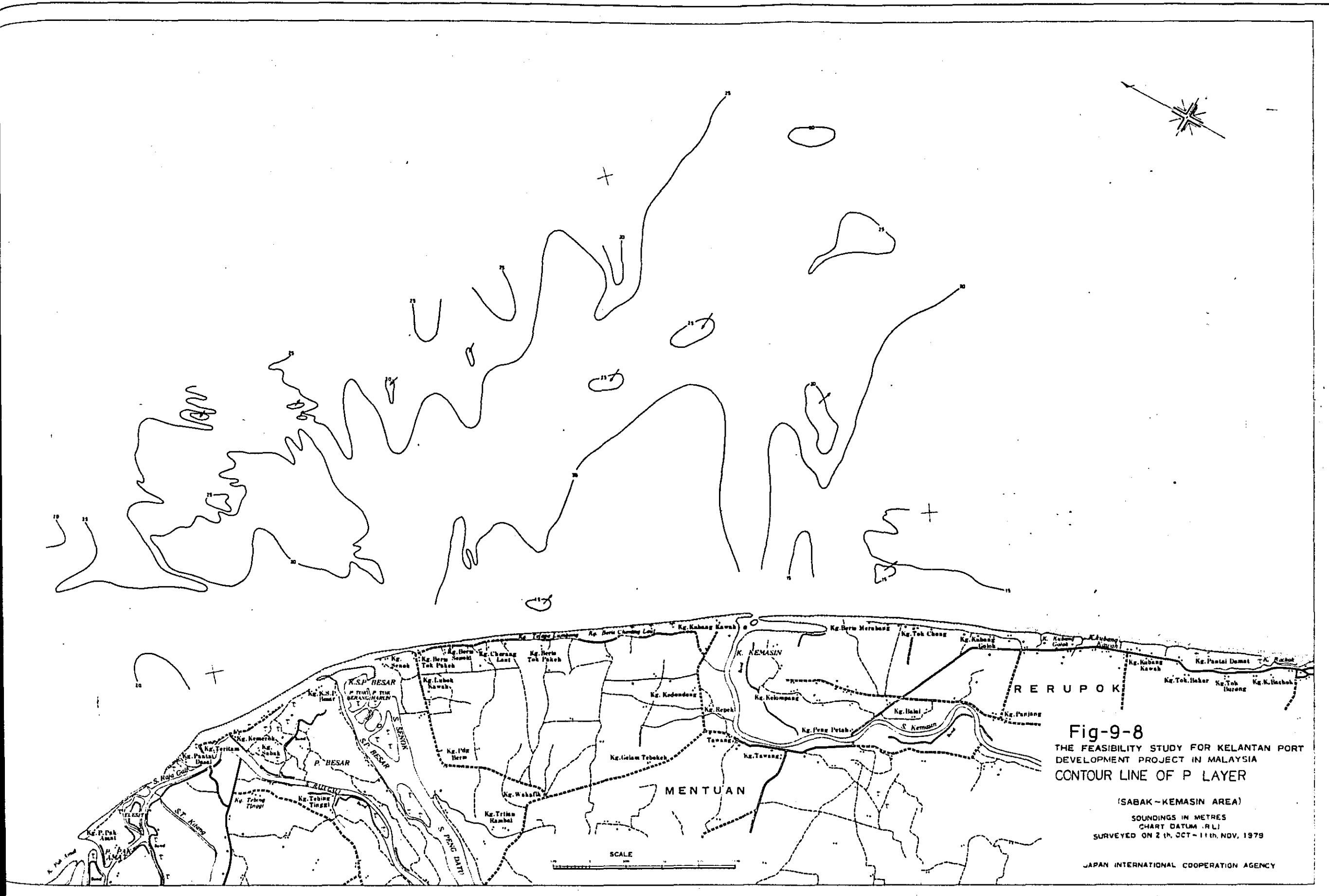


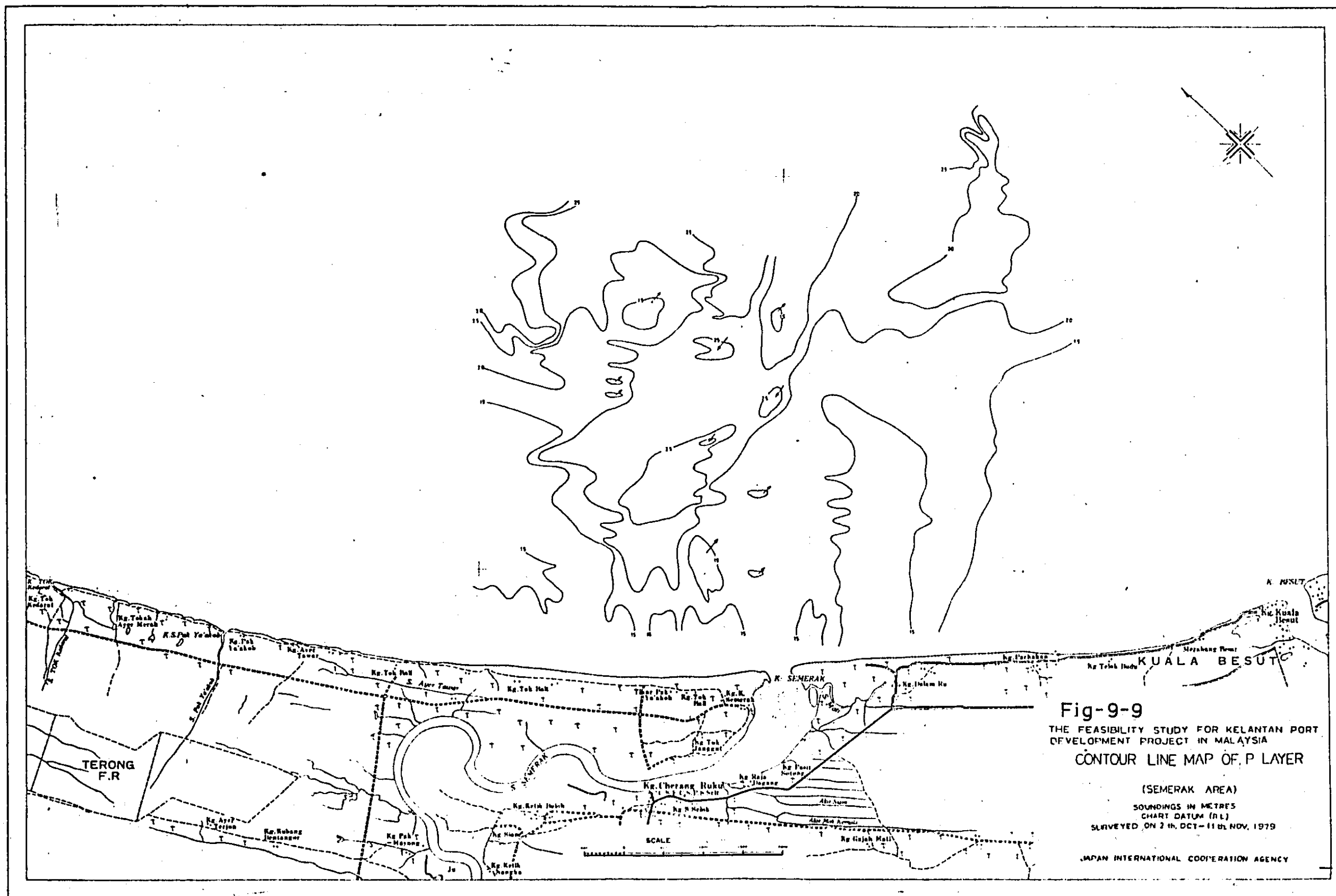
Fig-9-7 Geological Sections completed with drilling data

\* C-1 ~ C-4 SABAK~ KEMASIN AREA  
C-5 ~ C-7 SEMERAK AREA





**Fig-9-8**  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
 CONTOUR LINE OF P LAYER  
 (SABAK-KEMASIN AREA)  
 SOUNDINGS IN METRES  
 CHART DATUM (R.L.)  
 SURVEYED ON 2<sup>ND</sup> OCT - 11<sup>TH</sup> NOV, 1979  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**Fig-9-9**  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
 CONTOUR LINE MAP OF P LAYER  
 (SEMERAK AREA)  
 SOUNDINGS IN METRES  
 CHART DATUM (M.L.)  
 SURVEYED ON 2<sup>nd</sup> OCT - 11<sup>th</sup> NOV, 1979  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Table - 9-2

調査地域の地質総括表 (Summary of Soil Investigation and Sonic prospecting)

Epoch (地質時代)	Soil Investigation			Sonic-prospecting		Geological History event	Movement of sea level	
	Layers interpreted	Component material	N-Value	Layers interpreted	Representative character			Component material (presumed)
現世 Holocene	SA <sub>1</sub>	砂質土 (細砂~粗砂)	6~23程度 12~13.5前後		SA <sub>1</sub> は陸上-砂丘を形成している地層と海域部にはほこり分布は見られない。	砂丘の前面部に平坦な地形が見られる。	<p>日本一般の変動曲線 (1966)</p> <p>今回調査結果からの変動曲線</p>	
	SA <sub>2</sub>	砂質土 (粗砂~中砂) 細砂を含む 貝殻を含む	6~15程度 砂を多く含む 20前後	A <sub>1</sub>	比較的透明なパターン。	砂質土層		<p>現水準面下によるテラタの形成</p> <p>北部の海底部には潮流の影響により侵食され地形面は見斜面を形成している。</p> <p>ヤントビー地形の形成</p>
中世 Holocene	CA <sub>1</sub>	軟弱な シルト	3~5程度	A <sub>2</sub>	比較的透明なパターンと弱い精目状のパターンの部分がある。	砂質土層 シルト層		<p>古テラタ性の堆積物</p> <p>砂質シルト層 (部分的に細砂を含む)</p> <p>-20~-25m付近に平坦面が形成一時海水面が停滞したと推定</p>
				A <sub>2</sub> '	A <sub>2</sub> 層と似たパターン 散乱パターンも見られる。	砂質シルト層		
				A <sub>3</sub>	濃い色調の精目状のパターン 部分的に散乱パターンも見られる。	シルト層と砂層の互層 (部分的に細砂を含む)		
旧世 Holocene	CA <sub>1</sub>	軟弱な シルト	3~5程度	A <sub>4</sub>	濃い色調の精目状のパターンと透明なパターン部分がある	シルト質と砂質の互層がある 層相変化がある	<p>アレト期における不整合面の形成 (侵食谷地形)</p>	
				境界部で欠如している可能性もある。	A <sub>3</sub>	濃い色調の精目状のパターン 部分的に散乱パターンも見られる。		シルト層と砂層の互層 (部分的に細砂を含む)
				A <sub>4</sub>	濃い色調の精目状のパターンと透明なパターン部分がある	シルト質と砂質の互層がある 層相変化がある		
更新世 Quaternary	CP <sub>1</sub>	粘性土 茶褐色又は赤褐色の部分が見られる。	7~18程度 20以上のほこりもある。	P	3~5層と区別される 透明なパターンと精目状のパターンの層が交互に見られる。 部分的に散乱パターンも見られる。	粘性土と砂層の互層 (部分的に礫層を含む)	<p>MAX Würm期における不整合面の形成と推定 20000 Y.B.P (侵食谷地形)</p>	
	CP <sub>2</sub>	シルトから粘土 腐植物を混入	3					
	SP <sub>1</sub>	砂質土	20~37					
	?	?	?					
氷河期 Pleistocene				P.P	互層パターン	粘性土と砂質土層の互層		
	ボーリング調査では確認していない。				-20~-56m			

( ) 年数 x 1000,000年

~~~~~ unconformity



Photo-9-1 NE-49A MULTI ELECTRODE

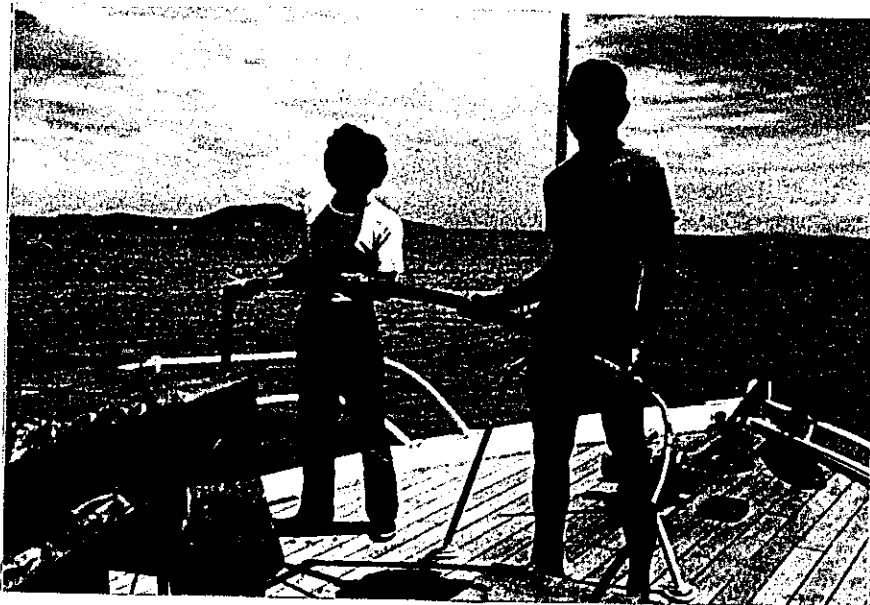


Photo-9-2 HYDROPHONE



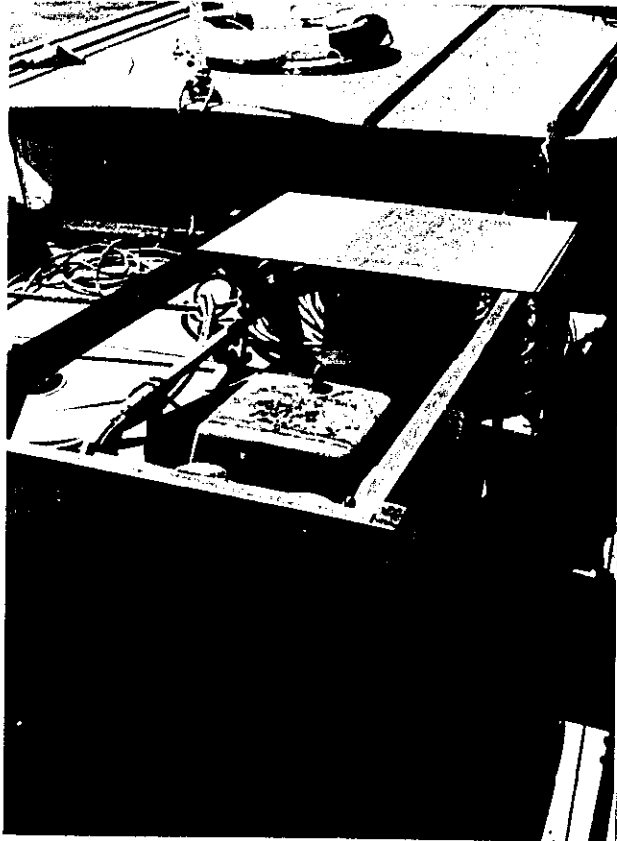
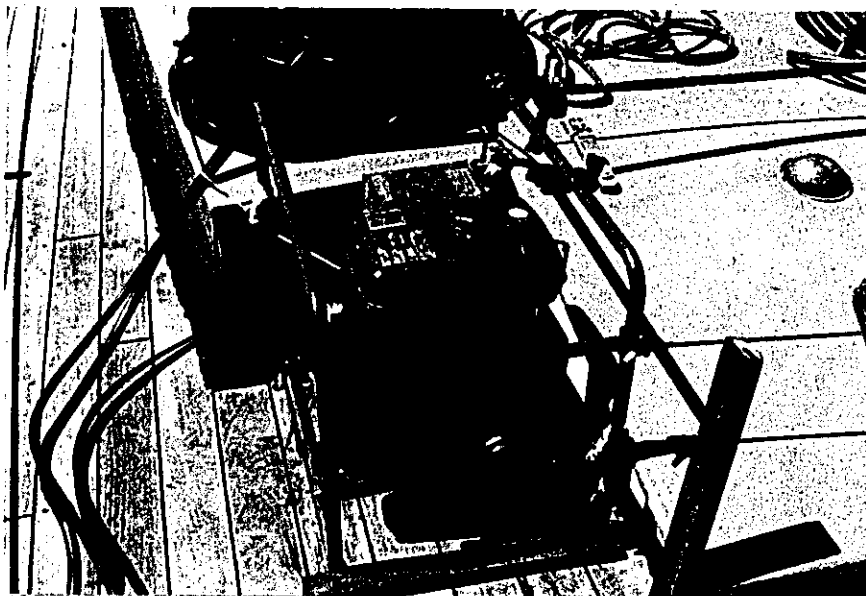


Photo-9-3  
GENERATOR (3KV)

photo-9-4  
GENERATOR (1.5KV)



## 10 底質調査

### 10-1 底質の採取

底質採取は、沖合部で円筒式採泥器(2L)を使用し、汀線部は、人力により水深1m前後の地点まで入り行なった。photo-10-1, photo-10-2参照。採取地点は、Fig-10-1 Fig-10-2に示した。

### 10-2 底質分析

採取した底質試料は、粒度試験(Grainsize distribution)および比重試験(Specific Gravity)を実施し、結果は別冊資料編に綴った。

### 10-3 底質特性

前記の試験結果に基づいて、各種の底質特性を算出し一覽表にまとめられたものが底質特性一覽表(Table-10-2 10-3)である。また各種の底質特性を算出するためにあたっては、下記の方法を参考に行なった。

#### 1) 底質区分 (Bottom characteristics)

粒度試験結果より、中央粒径値を求めその値が、底質試料の代表粒径を示すものと考へWENT, WORTHの粒径区分(table-10-1)を参考に決定した。

| 粒径            |    | 種類物 |                     |          |
|---------------|----|-----|---------------------|----------|
| mm            | φ  |     |                     |          |
| 256           | -8 | 巨   | 石 boulder gravel    | 石 gravel |
| 128           | -7 | 大   | 石 cobble gravel     |          |
| 64            | -6 |     |                     |          |
| 32            | -5 |     |                     |          |
| 16            | -4 | 中   | 石 pebble gravel     |          |
| 8             | -3 |     |                     | 砂 sand   |
| 4             | -2 |     |                     |          |
| 2             | -1 | 細   | 石 granule gravel    |          |
| 1             | 0  | 巨   | 粗砂 very coarse sand | 砂 sand   |
| 1/2 (0.500)   | 1  | 粗   | 砂 coarse sand       |          |
| 1/4 (0.250)   | 2  | 中   | 砂 medium sand       |          |
| 1/8 (0.125)   | 3  | 細   | 砂 fine sand         |          |
| 1/16 (0.063)  | 4  | 巨   | 細砂 very fine sand   | 泥 mud    |
| 1/32 (0.031)  | 5  | 巨   | シルト coarse silt     |          |
| 1/64 (0.015)  | 6  | 中   | シルト medium silt     |          |
| 1/128 (0.008) | 7  | 細   | シルト fine silt       |          |
| 1/256 (0.004) | 8  | 巨   | シルト very fine silt  |          |
|               |    |     | 泥 土 clay            |          |

Table-10-1 種類物の粒径区分

• 粒径d(mm)とφスケールの粒径は.....  
φ-2φまたは φ-log<sub>2</sub>d

また 平面的な分布を把握するために 底質分布図 (Bottom sediment chart) Fig-10-1, 10-2 を作成した。

サバ・ケマシニ地区には、粗粒砂、中粒砂、細粒砂、泥の分布が見られる。海岸付近は、粗粒の砂が分布し、沖合に向かうにしたがって細粒の砂に変化していく傾向が見られるが、9-N, 16-N に粗粒の砂の分布が見られる事か この海域の特徴である。

スムラ地区には、沖合部には泥の分布しか見られない。

## 2) 比重 (S.G)

調査海域の底質の比重は 2.57~2.66 の値を示しており、平均的な組成、すなわち、石英や長石などの比重 2.5~2.8 程度の鉱物粒から成っていると考えられる。比重の平面的な分布状況は Fig-10-3 10-4 に示した。全体的には、値そのものの中が小さいため、変化は小さいと云えるが、地域的にみるとサバ・ケマシニ地区か スムラ地区より複雑な分布を示している。すなわち、比重 2.65 の高い値を示す区域が、夕ト川河口東方の水深 6m~7m 付近および調査区域の両端にみられる。また、その高い値を示す区域に隣接して低い値を示す区域がみられることが特徴的である。

スムラ地区は、水深 6m~10m 付近に低い値を示す区域が分布し、その区域を境に陸側および沖側に高くなっていく。

## 3) 粒度 (中央粒径 $d_{50}$ )

調査海域を構成する底質は、中央粒径値で、0.022~0.98mm の間の値を示す。前述したように底質区分結果によると中粒シルトから粗粒砂に該当する。粒度加積曲線 (資料編参照) をみると数箇の試料 (11-A, 11-N, 13-N, 14-N, 5-S, 7-S) をみると大半が直並性の傾向がみられ、単一の粒径からなっている。

Fig-10-5, 10-6 に基づいて、中央粒径値の分布を見ると、スムラ地区が比較的値の変化の中も小さく、一様な分布形状を示しているのに比べ、サバ・ケマシ地区は、値の変化の中も大きく、河口付近で  $0.700 \sim 0.750$  と粒径が大きくなっている。また水深  $10m$  付近で  $0.980$  と最大値を示すのも特徴的である。河口付近での粒径が大きくなる傾向は、河川の影響によるもので、沖合部での岩山は、古い時代の粗粒堆積物(A層相当層)の部分が海面に露出している可能性もある。

#### 4) 粒度 (平均粒径 $d_m$ )

平均粒径値は、従来から一般的に用いられている次式を使用して求めた。

$$M_d = \frac{1}{2} (\phi_{84} + \phi_{16})$$

$\phi_{84}$   $\phi_{16}$ : 粒度加積曲線における  $d_{84}$  と  $d_{16}$  の値

#### 5) 均等係数 ( $U_c$ )

均等係数は、粒度分布の広がりや数値的に表わす指数であり、次式を使用して求めた。

$$U_c = D_{60}/D_{10} \dots \dots \dots \text{土質工学会}$$

$D_{60}$ ,  $D_{10}$ : 粒度加積曲線における通過重量百分率  $60\%$ ,  $10\%$  に相当する粒径

Fig-10-7, 10-8 に基づいて、均等係数の分布を見ると、サバ・ケマシ地区では、ゴトー川の東のほぼ調査地域中央部付近をのぞいた他の地域の底質は、「粒度分布が悪い」結果になっている。またスムラ地区は、底質の粒径が非常に細粒のものも卓越している地点が数あり、 $U_c$  を求めらした地点が 4 地点にすぎずデータ不足であるが、沖合部が海岸部に近い区域より、粒度分布が悪い傾向を示している。この結果、振動などの影響で流動化する可能

性もろくも粗くもない比較的安定な海域は サバ・ケマシニ地区の中央部海域と思われる。

### 6) 淘汰係数 ( $S_0$ )

淘汰係数(ふるい分け係数)は、砂の粒径が一様であるかどうかを示すもので次式で求めらる。

$$S_0 = \sqrt{D_{75}/D_{25}} \dots \dots \dots (\text{TRASK 1932})$$

完全に一様な粒径をば、 $D_{75} = D_{25}$  であり  $S_0 = 1$  となる。

Fig-10-9, 10-10 に示した平面分布をみると前述した均等係数の平面分布の等値曲線の傾向とはほぼ同じ様相を示しており、外一川の東方および海岸部で大きな値を示す傾向にある。

### 7) 偏歪度 ( $S_k$ )

偏歪度は 底質を構成する砂の平均粒径又は中央粒径からみて、細かい方の粒子が多いか ( $S_k < 1.00$ ) あるいは粗い方の粒子が多く含まれるか ( $S_k > 1.00$ ) を示すものであり、次式で求めらる。

$$S_k = \frac{D_{25} \times D_{75}}{D_{50}^2}$$

計算結果では、0.61 ~ 2.27 までの値となっているが、サバ・ケマシニ地区の調査海域中央部で 2.27 と最大値を示す以外 1.00 付近の値を示し平均的に粒径が卓越していることを示している。

### 8) 含泥率

含泥率は、粒径加積曲線より 0.075mm 以下の全重量に対する百分率をもとに算出した。この結果 サバ・ケマシニ地区は、砂質で構成される底質が卓越している。オホスハウ地区は、ほとんどが泥質で構成される底質である結果となった。

以上の結果をとりまとめると Table-10-4 の通りである。

Table-10-4 底質特性表

| サバ・ケマシシ地区                          | スムラ地区                              |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 中央粒径が $0.040 \sim 0.98$ とやや広い値を示す。 | 中央粒径が $0.022 \sim 0.037$ と小さい。     |
| 淘汰係数が $1.26 \sim 2.58$ とやや広い値を示す。  | 淘汰係数が $1.41 \sim 1.87$ とやや小さい値を示す。 |
| 偏歪度が $0.53 \sim 2.27$ とやや広い値を示す。   | 偏歪度が $0.79 \sim 1.33$ とやや小さい値を示す。  |
| 底質は砂質の土質卓越している。                    | 底質は泥質である。                          |
| 均等係数が $0.15$ を示すところがある。            |                                    |

Table-10-2 Subsoil Characteristic

| Time                        | Sample No | 1-A         | 2-A            | 3-A            | 4-A         | 5-A         | 6-A         | 7-A         | 8-A         | 9-A         | 10-A        | 11-A        | 1-N         | 2-N            | 3-N            | 4-N         | 5-N       | 6-N         | 7-N       | 8-N         | 9-N         |
|-----------------------------|-----------|-------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| Bottom characteristics      |           | coarse sand | coarse sand    | coarse sand    | medium sand | coarse sand | coarse sand | coarse sand | medium sand | coarse sand | fine sand   | fine sand   | fine sand   | very fine sand | very fine sand | coarse sand | fine sand | coarse sand | fine sand | medium sand | coarse sand |
| specific gravity            |           | 2.62        | 2.63           | 2.62           | 2.63        | 2.61        | 2.63        | 2.59        | 2.62        | 2.62        | 2.58        | 2.60        | 2.63        | 2.62           | 2.65           | 2.64        | 2.61      | 2.63        | 2.62      | 2.63        | 2.63        |
| $d_{50}$                    | (mm)      | 0.83        | 0.87           | 0.62           | 0.36        | 0.61        | 0.61        | 0.53        | 0.32        | 0.57        | 0.18        | 0.17        | 0.125       | 0.072          | 0.067          | 0.64        | 0.24      | 0.70        | 0.19      | 0.38        | 0.98        |
| $d_m$                       | (mm)      | 0.975       | 1.36           | 0.68           | 0.45        | 0.82        | 0.73        | 0.69        | 0.915       | 0.71        | 0.191       | 0.174       | 0.146       | 0.092          | 0.060          | 0.74        | 0.27      | 0.78        | 0.198     | 0.495       | 1.49        |
| $d_{25}$                    | (mm)      | 0.37        | 0.43           | 0.45           | 0.25        | 0.28        | 0.40        | 0.33        | 0.225       | 0.39        | 0.13        | 0.103       | 0.09        | 0.043          | 0.047          | 0.40        | 0.18      | 0.52        | 0.135     | 0.283       | 0.60        |
| $d_{75}$                    | (mm)      | 1.40        | 1.08           | 0.85           | 0.53        | 1.18        | 0.93        | 0.90        | 0.49        | 0.90        | 0.24        | 0.235       | 0.19        | 0.115          | 0.075          | 0.98        | 0.32      | 0.96        | 0.25      | 0.57        | 1.84        |
| Uniformity coefficient (Uc) |           | 4.8         | 4.5            | 2.2            | 2.2         | 4.4         | 2.5         | 2.7         | 2.1         | 2.0         | 2.4         | 12.7        | 3.5         | 3.1            | 2.5            | 2.4         | 1.9       | 2.1         | 2.7       | 1.9         | 2.8         |
| Sieve coefficient (So)      |           | 1.94        | 1.58           | 1.37           | 1.46        | 2.05        | 1.52        | 1.65        | 1.48        | 1.52        | 1.36        | 1.51        | 1.45        | 1.64           | 1.26           | 1.57        | 1.33      | 1.36        | 1.36      | 1.42        | 1.75        |
| Warp coefficient (Sk)       |           | 0.75        | 0.61           | 1.0            | 1.02        | 0.89        | 1.00        | 1.06        | 1.08        | 1.08        | 0.96        | 0.84        | 1.09        | 0.95           | 0.79           | 0.96        | 1.00      | 1.02        | 0.93      | 1.12        | 1.15        |
| Mad content                 |           | 0.007       | 0.0            | 0.0            | 0.0         | 0.0         | 0.001       | 0.001       | 0.0         | 0.0         | 0.066       | 0.152       | 0.18        | 0.535          | 0.772          | 0.0         | 0.031     | 0.0         | 0.097     | 0.011       | 0.0         |
| Time                        | Sample No | 10-N        | 11-N           | 12-N           | 13-N        | 14-N        | 15-N        | 16-N        | 17-N        | 18-N        | 19-N        | 20-N        | 21-N        | 22-N           |                |             |           |             |           |             |             |
| Bottom characteristics      |           | coarse silt | very fine sand | very fine sand | fine sand   | coarse silt | coarse silt | coarse sand | medium sand | medium sand | medium sand | coarse sand | coarse sand | medium sand    |                |             |           |             |           |             |             |
| specific gravity            |           | 2.62        | 2.65           | 2.58           | 2.62        | 2.62        | 2.65        | 2.63        | 2.65        | 2.66        | 2.65        | 2.61        | 2.63        | 2.61           |                |             |           |             |           |             |             |
| $d_{50}$                    | (mm)      | 0.045       | 0.072          | 0.073          | 0.190       | 0.047       | 0.040       | 0.650       | 0.380       | 0.380       | 0.430       | 0.640       | 0.690       | 0.400          |                |             |           |             |           |             |             |
| $d_m$                       | (mm)      | 0.045       | 0.188          | 0.101          | 0.265       | 0.046       | 0.045       | 0.705       | 0.47        | 0.45        | 0.55        | 0.70        | 0.75        | 0.49           |                |             |           |             |           |             |             |
| $d_{25}$                    | (mm)      | 0.027       | 0.042          | 0.042          | 0.050       | 0.031       | 0.023       | 0.500       | 0.310       | 0.300       | 0.340       | 0.500       | 0.540       | 0.300          |                |             |           |             |           |             |             |
| $d_{75}$                    | (mm)      | 0.06        | 0.28           | 0.120          | 0.380       | 0.062       | 0.065       | 0.850       | 0.510       | 0.500       | 0.650       | 0.810       | 0.900       | 0.590          |                |             |           |             |           |             |             |
| Uniformity coefficient (UC) |           | 2.7         | 31.3           | 3.7            | 17.3        | 9.6         | —           | 1.8         | 1.7         | 1.8         | 1.9         | 1.6         | 1.72        | 2.0            |                |             |           |             |           |             |             |
| Sieve coefficient (So)      |           | 1.49        | 2.58           | 1.69           | 2.76        | 1.41        | 1.68        | 1.30        | 1.28        | 1.29        | 1.38        | 1.27        | 1.29        | 1.40           |                |             |           |             |           |             |             |
| Warp coefficient (Sk)       |           | 0.80        | 2.27           | 0.96           | 0.53        | 0.87        | 0.93        | 1.01        | 1.09        | 1.04        | 1.20        | 0.99        | 1.02        | 1.11           |                |             |           |             |           |             |             |
| Mad content                 |           | 0.882       | 0.515          | 0.545          | 0.316       | 0.902       | 0.818       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0            |                |             |           |             |           |             |             |

$$d_m = \frac{1}{2}(d_{25} + d_{75})$$

$$Uc = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

$$So = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

(TRASK 1932)

$$Sk = \frac{d_{60} \times d_{10}}{d_{30}^2}$$

Table-10-3 Subsoil characteristic

| Time                                | Sample No | 1-S         | 2-S         | 3-S         | 4-S         | 5-S         | 6-S         | 7-S         | 8-S         | 9-S         | 10-S        | 11-S        |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Bottom characteristics              |           | coarse silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt | medium silt |  |  |  |  |  |  |  |  |
| specific gravity                    |           | 2.57        | 2.59        | 2.63        | 2.62        | 2.57        | 2.57        | 2.58        | 2.61        | 2.62        | 2.61        | 2.60        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{50}$                            | (mm)      | 0.034       | 0.022       | 0.025       | 0.029       | 0.030       | 0.028       | 0.024       | 0.029       | 0.026       | 0.026       | 0.022       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_m$                               | (mm)      | 0.037       | 0.025       | 0.027       | 0.033       | 0.032       | 0.032       | 0.024       | 0.037       | 0.034       | 0.027       | 0.020       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{25}$                            | (mm)      | 0.019       | 0.017       | 0.017       | 0.018       | 0.019       | 0.014       | 0.017       | 0.019       | 0.019       | 0.013       | 0.012       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{75}$                            | (mm)      | 0.053       | 0.038       | 0.034       | 0.044       | 0.045       | 0.049       | 0.035       | 0.049       | 0.042       | 0.041       | 0.032       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uniformity coefficient (Uc)         |           | -           | -           | 14.0        | -           | -           | -           | 11.2        | 4.2         | 4.4         | -           | -           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sieve coefficient (S <sub>0</sub> ) |           | 1.67        | 1.50        | 1.41        | 1.56        | 1.54        | 1.87        | 1.43        | 1.61        | 1.49        | 1.78        | 1.63        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Warp coefficient (S <sub>w</sub> )  |           | 0.87        | 1.33        | 0.92        | 1.01        | 0.95        | 0.88        | 1.03        | 1.11        | 1.18        | 0.79        | 0.79        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mad content                         |           | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 0.966       | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bottom characteristics              |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| specific gravity                    |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{50}$                            | (mm)      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_m$                               | (mm)      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{25}$                            | (mm)      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $d_{75}$                            | (mm)      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Uniformity coefficient (Uc)         |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sieve coefficient (S <sub>0</sub> ) |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Warp coefficient (S <sub>w</sub> )  |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mad content                         |           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |



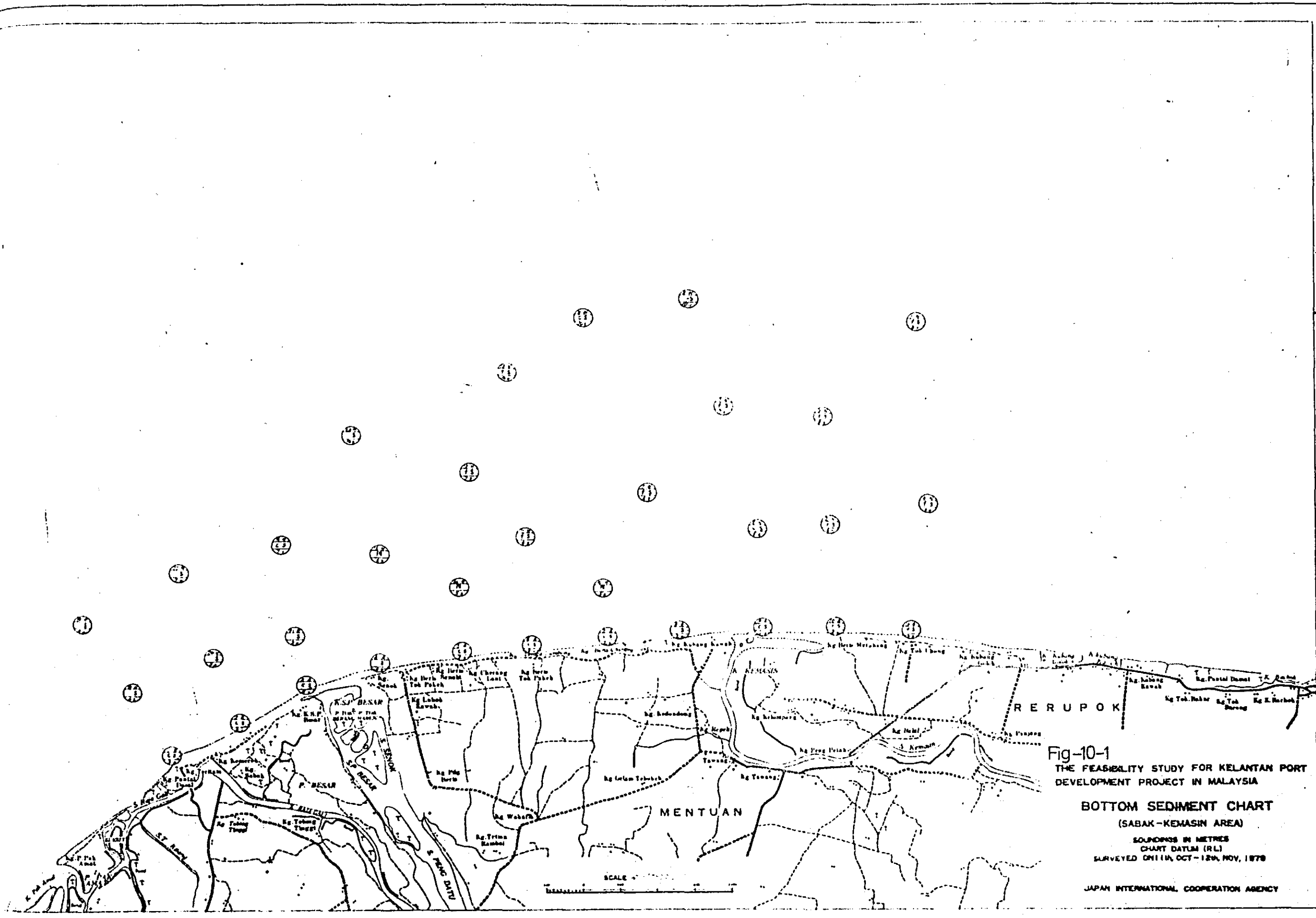


Fig-10-1  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
**BOTTOM SEDIMENT CHART**  
 (SABAK-KEMASIN AREA)  
 SOUNDINGS IN METRES  
 CHART DATUM (R.L.)  
 SURVEYED ON 11th, OCT-12th, NOV, 1978  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

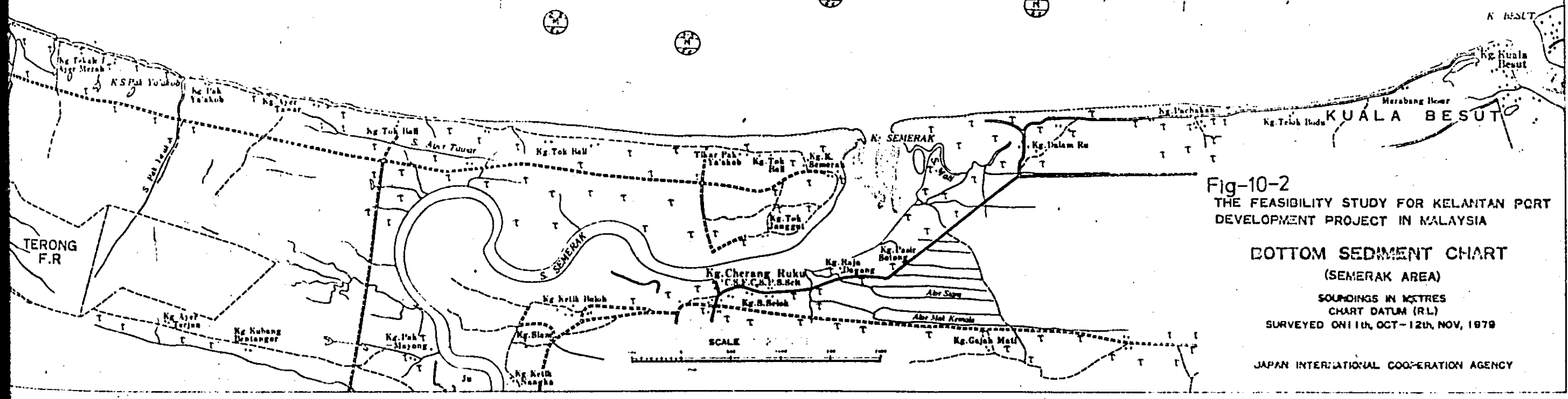
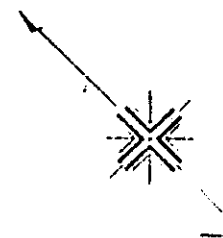


Fig-10-2  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA

**BOTTOM SEDIMENT CHART  
 (SEMERAK AREA)**

SOUNDINGS IN METRES  
 CHART DATUM (R.L.)  
 SURVEYED ON 11th, OCT-12th, NOV, 1979

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Photo-10-1 BOTTOM SAMPLING



Photo-10-2 DREDGER

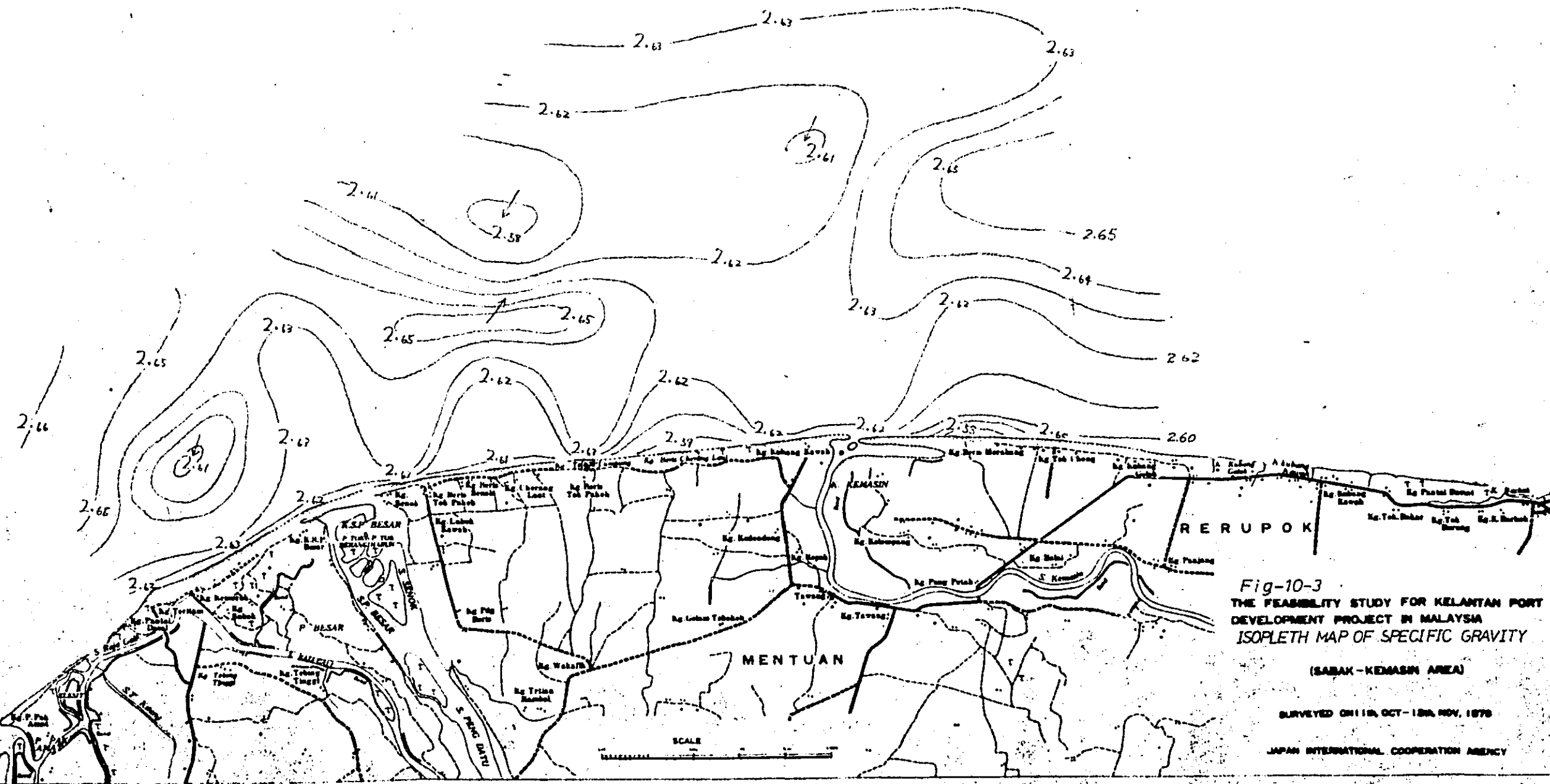
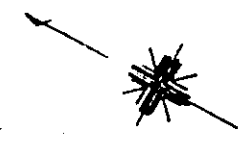


Fig-10-3  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
ISOPLETH MAP OF SPECIFIC GRAVITY

(SABAK-KEMASIN AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT - 12th, NOV, 1979

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

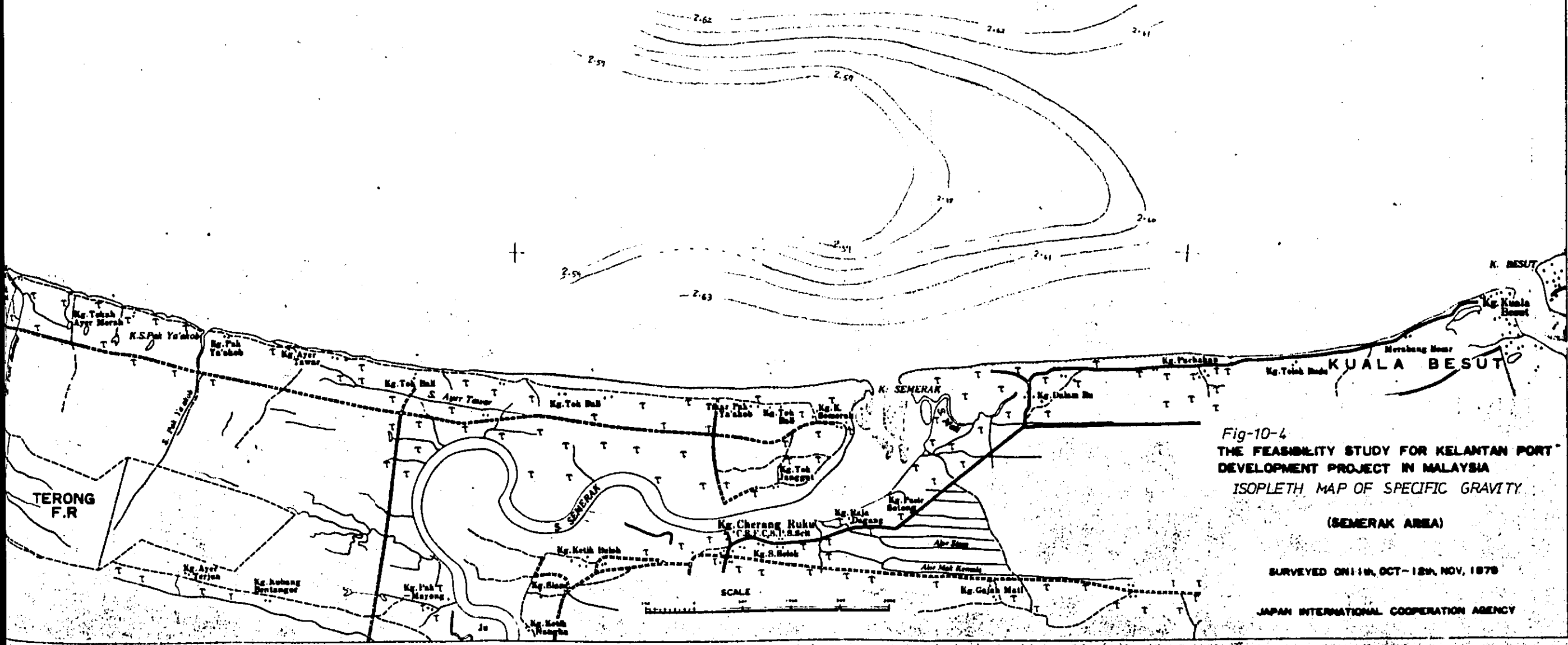
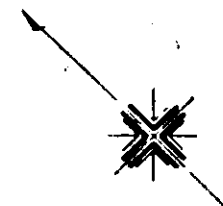


Fig-10-4  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
 ISOPLETH MAP OF SPECIFIC GRAVITY

(SEMERAK AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT - 12th, NOV, 1978

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

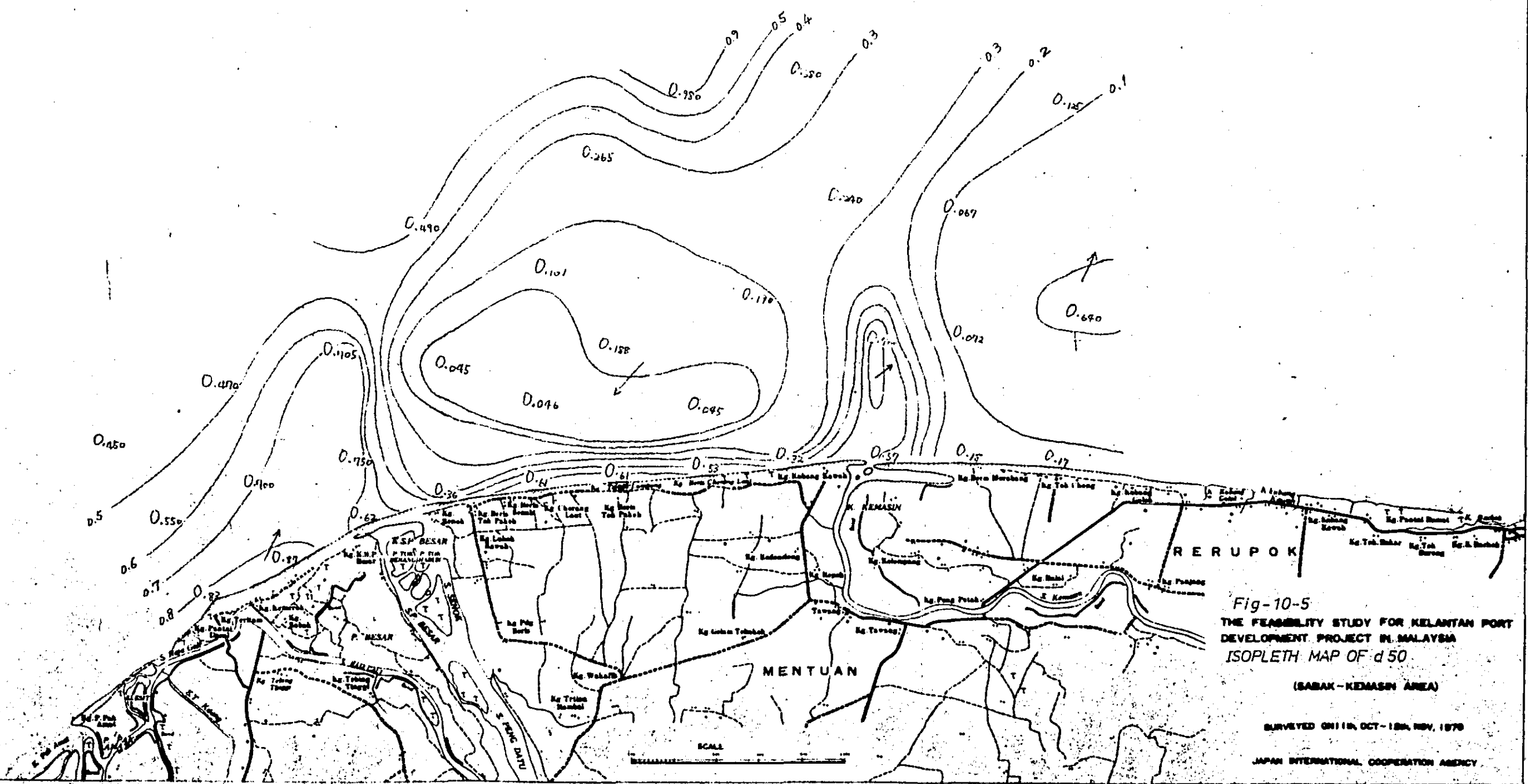


Fig-10-5  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
ISOPLETH MAP OF d 50  
(SABAK-KEMASIN AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT-19th, NOV, 1978

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

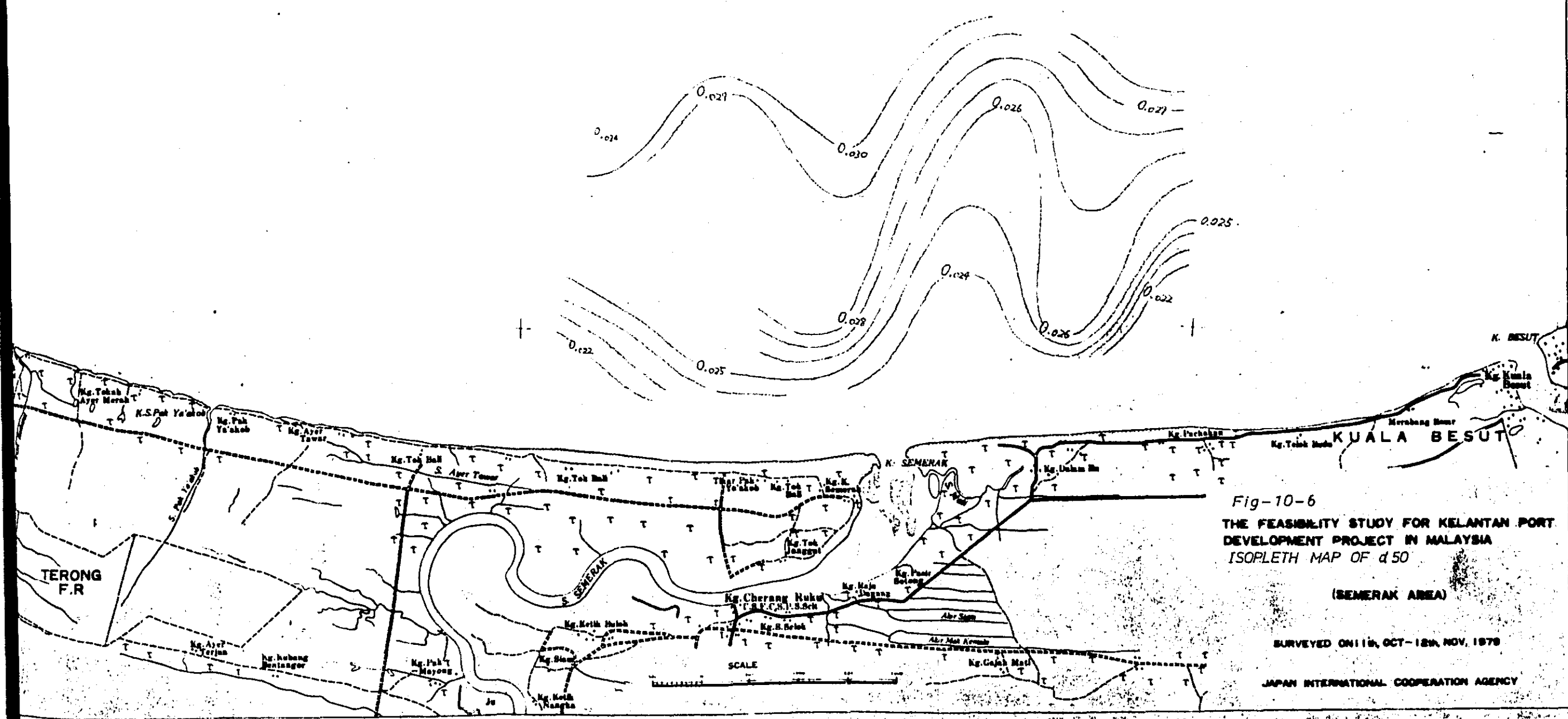
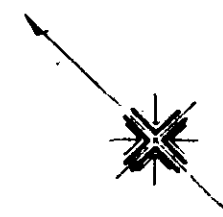


Fig-10-6  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
 ISOPLETH MAP OF d 50

(SEMERAK AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT-12th, NOV, 1979

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

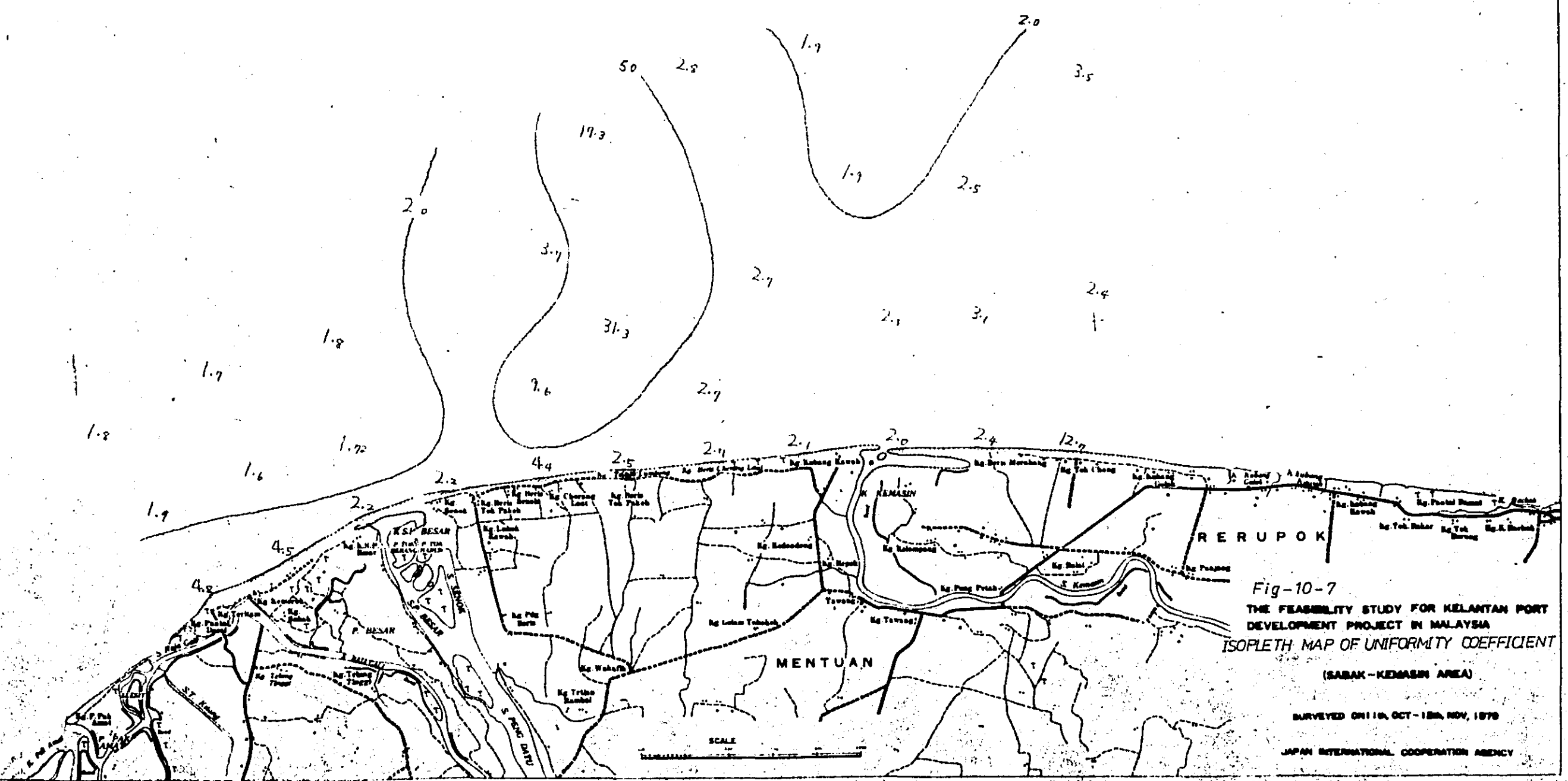
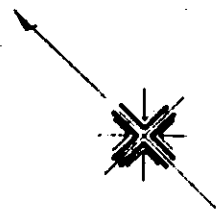


Fig-10-7  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
ISOPLETH MAP OF UNIFORMITY COEFFICIENT  
(SABAK-KEMASIN AREA)

SURVEYED ON 16, OCT-1968, NOV, 1970  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





4.4                  4.2

11.2

14.0

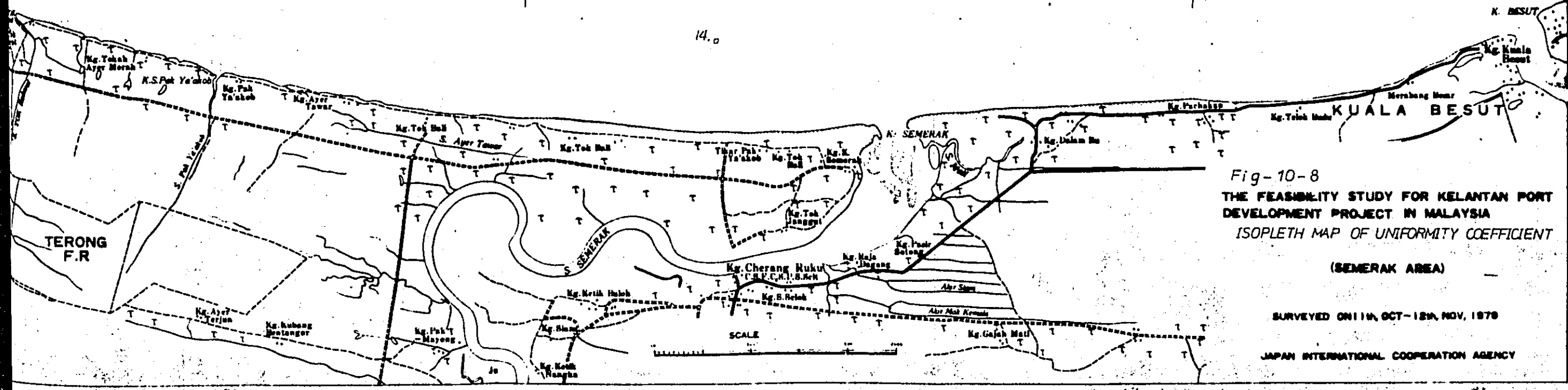


Fig-10-8  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
ISOPLETH MAP OF UNIFORMITY COEFFICIENT

(SEMERAK AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT - 12th, NOV, 1978

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

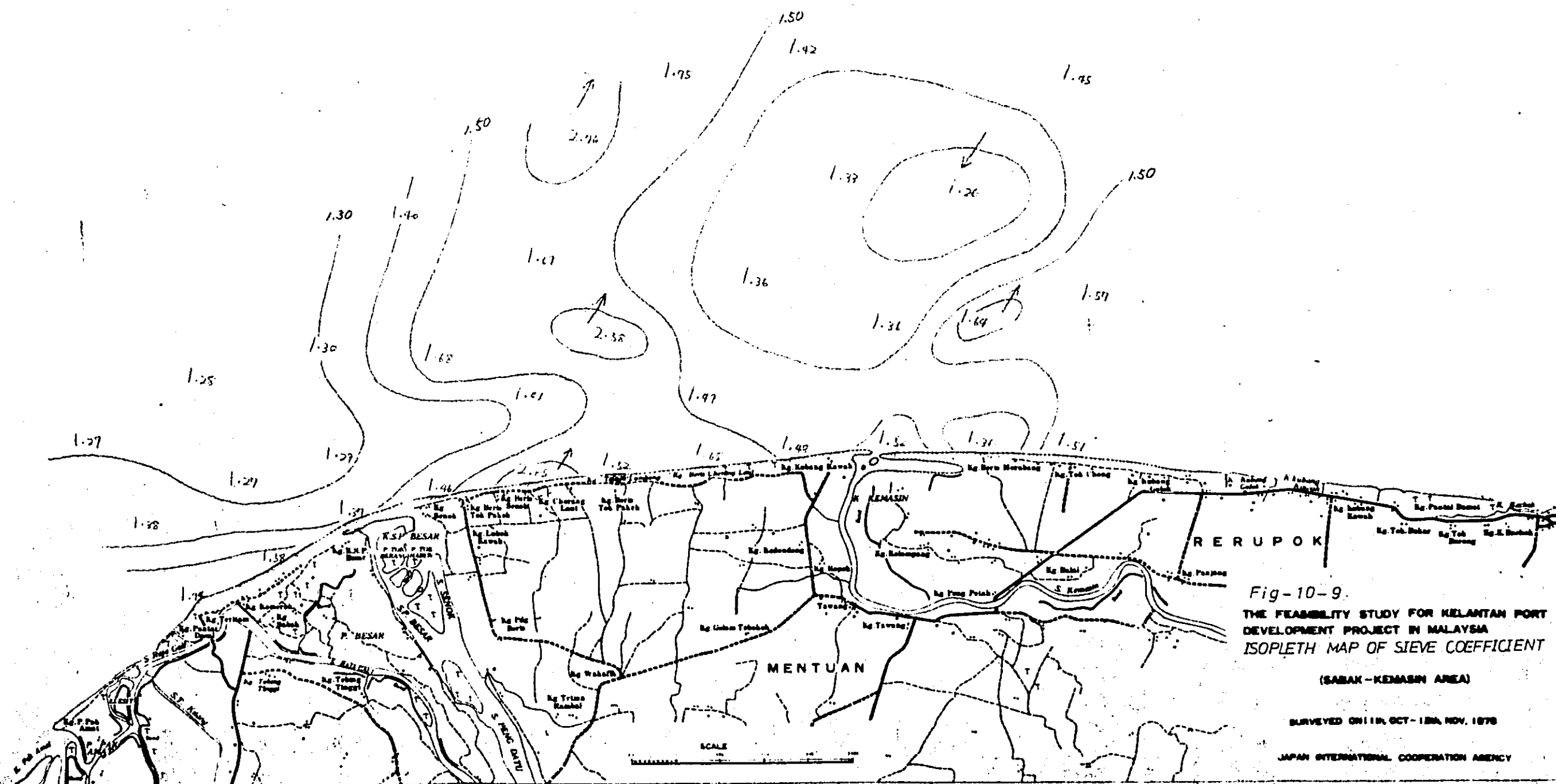
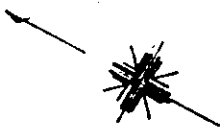


Fig-10-9.  
THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
ISOPLETH MAP OF SIEVE COEFFICIENT  
(SABAK-KEMASIN AREA)  
SURVEYED ON 11th OCT-18th NOV, 1978  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

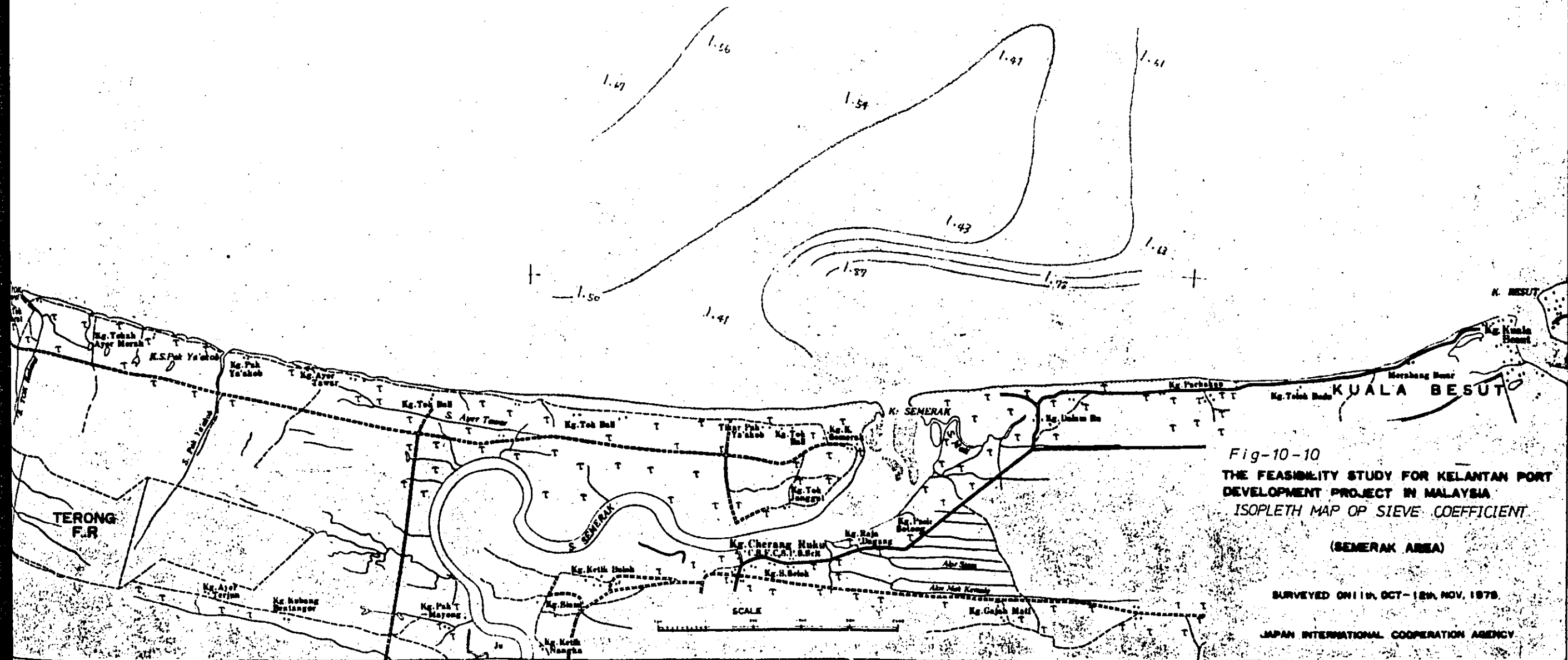
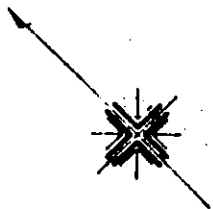


Fig-10-10  
 THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN PORT  
 DEVELOPMENT PROJECT IN MALAYSIA  
 ISOPLETH MAP OF SIEVE COEFFICIENT  
 (SEMERAK AREA)

SURVEYED ON 11th, OCT - 12th, NOV, 1978

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## 11. ボーリング調査

ボーリング調査は、調査地における地質の成層状況及び各層の土質の物理的、力学的特性を知るために行われた。

調査内容は、標準貫入試験 (Standard Penetration test) を伴うロータリーボーリング、不攪乱試料採取、及び室内土質試験より構成される。

Table-11-1に調査数量を示す。

ここでは、サバ、～ダツ、地区、ケマシ、地区、スムラ地区の3地区に分けてある。

ボーリング調査地点は Fig-11-1, Fig-11-2, の調査地点位置図に示す 12地点である。

### 11-7. 掘削、原位置試験、サンプリング

#### ・掘削

ボーリングは、鉦研試験錐 (株) 製 OE-2L 機 2 台を使用したロータリーコアボーリングにより、孔径 86mm で掘削を行った。

孔壁は、ルーズな砂層の場合、径 96mm の鉄製パイプによって保護し、その他の場合、泥水による泥壁 (mud film) をつくって保護した。

掘削土は、ベントナイト (Bentnite) 泥水じゅん環により孔内より取り出した。

#### ・原位置試験

今回行った原位置試験は標準貫入試験である。

これは、径 55mm の試験器 (Raymond Sampler)

Table-11-1 調査数量表

| 孔番号    | 掘進長(m) | 標準貫入試験回 | 不攪乱試料採取(本) | 粒度、含水、比重<br>試験 (検体) | 物理一式<br>力学一式 | *    |
|--------|--------|---------|------------|---------------------|--------------|------|
| No. 1  | 15.45  | 6       | /          | 3                   | /            | U.U. |
| No. 2  | 15.45  | 7       | /          | 4                   | /            | C.U. |
| No. 3  | 15.45  | 7       | /          | 4                   | /            | U.U. |
| No. 4  | 20.45  | 9       | /          | 5                   | /            | C.U. |
| No. 5  | 20.45  | 9       | /          | 5                   | /            | C.U. |
| No. 6  | 15.45  | 7       | /          | 3                   | /            | U.U. |
| No. 7  | 20.45  | 9       | /          | 5                   | /            | C.U. |
| No. 8  | 20.45  | 9       | -          | 5                   | -            |      |
| No. 9  | 15.45  | 8       | /          | 4                   | /            | C.U. |
| No. 10 | 22.45  | 10      | /          | 6                   | /            | U.U. |
| No. 11 | 21.45  | 10      | /          | 4                   | /            | C.U. |
| No. 12 | 15.45  | 7       | /          | 4                   | /            | U.U. |
| 合計     | 213.72 | 98      | 11         | 52                  |              | 11   |

\*力学試験のうち、三軸試験のC.U., U.U.試験法の別

or spilt barrel sampler) と 63.5 kg の重錘の落下によって規定の貫入量まで貫入させるために要する落下回数を測定するものである。

今回行った方法は貫入量 30 cm、重錘の落下距離 75 cm としている。これは JIS (Japan Industry Standard) にもとずいた方法である。

なお、50 回落下しても 30 cm 貫入しない場合、試験を中止し、貫入量を記録している。

標準貫入試験結果は、それ自体力学的な絶対量としての意味を持たないが、各種の試験結果との対比がなされており、力学量との対比が容易となっている他、相対的な量として、土質の判定の資料とすることが出来る。

試験結果は巻末の土質柱状図中に記してある。

なお、掘削 2 m 当り 1 回の貫入試験を実施した。

#### ・サンプリング

サンプリングは、標準貫入試験に伴って採取されるもの(攪乱試料)と、不攪乱試料採取器によって採取されるものがある。

不攪乱試料採取器は、通常 Thin Wall Sampler と呼ばれる真鍮、又はステンレススチール (Stainless steel) 製の薄肉管を用いた採取器である。

これは、孔底に固定したピストンによる気密性によって試料の落下を防ぎ、また管の肉厚を薄くし、刃先をつけることにより試料の乱れを防ぐ方法である。

ピストンの固定は、サンプラー貫入に使用するボーリング

ロッドの内部に通した. ロッド (Small Rod) によって行われる。

サンプラーの外径は 75mm, 肉厚は 2mm である。

サンプラーの性質上. やわらかい粘性土にのみ使用することが出来るので. 本調査では CA<sub>1</sub> 尺でを使用した。

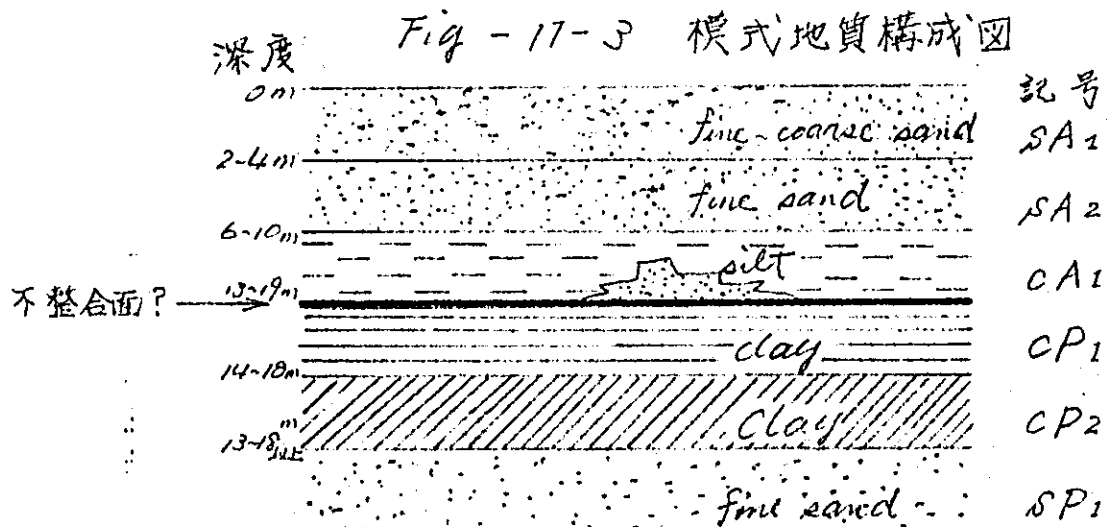
他の地尺では. 標準貫入試験器によって試料を採取し. 地尺の確認と共に. 土質試験用の試料とした。

### 11-2 調査地域の土質構成

ボーリング調査によって明らかになった地質状況について述べる。

地質の構成, 分布の詳細については. 章末の地質柱状図及び付図地質断面図に示した通りであるが. 調査結果にもとづく. 基本的な地質構成を示すと. Fig-11-3 の様になる。

なお. ここで S は砂質土 (Sandy soil), C は粘性土 (Clayey soil) をそれぞれ示している。



このうち、上位の SA<sub>1</sub>, SA<sub>2</sub>, CA<sub>1</sub> は最も新しい時代の堆積物で、軟弱な砂層、シルト層より構成されている。

また、CP<sub>1</sub> 層は赤褐色の特徴ある粘土を混入し、この層の上下で層相の変化が認められることから、CP<sub>1</sub> 上面は不整合と考えられる。

赤褐色粘土は、シンガポール附近でもみられる特有のものであるため、本地域での鍵層としている。ただし、CP<sub>1</sub> の上面は不整合のため起伏に富み、サバ、ダツ、マシン地区では本層を欠いているところもある。また、スムラ地区ではよく観察され、2~6m の層厚を持つ。

SP<sub>1</sub> は比較的古い時代の堆積と考えられる砂層で、No. 5 の最下部、No. 8 の最下部で観察されるものである。大部分が 15m 以深に分布するため、不整合面の起伏に規制され、確認していない地点が多いが、CP<sub>1</sub> 層または CP<sub>2</sub> 層の下位に分布するものである。

以下、各層毎に概略の特徴を述べる。

### SA<sub>1</sub> 層

海浜性の細砂~粗砂より構成される現世堆積物である。組成鉱物は、ほとんど石英 (quartz) より成り、わずかに長石 (feldspar)、黒雲母 (biotite) を混入する。全体に酸化しており、茶褐色~黄褐色を呈したまこである。また 2~4mm 程度の石英、長石の小礫を多く混入する。

N 値は、6~23 程度までばらつきがあるが、おおむね 12~13 のルズな砂層である。



海浜性の新しい地層のため、内陸側の地点だと本層を欠く場合がある。

本層には、雨水等の浸透水がたくわえられており、住民の地下水源として利用されている。

### SA<sub>2</sub> 層

細砂～中砂より成るルーズな砂層で、暗灰色を呈する。本層は小礫を含む場合が多い。礫種は SA<sub>1</sub> と同様であるが、若干粒径が大きい。SA<sub>1</sub> とは色彩において明瞭に区別される。

また、場所によりシルトを含む場合がある。

N値は 6～15 程度であるが、礫を含むところでは 20 前後を示すところがある。

貝殻を含むことから、SA<sub>1</sub> と区別することが出来る。

### CA<sub>1</sub> 層

暗灰色を呈する軟弱なシルト層である。

No. 3, No. 8 では薄い。調査地全域で 3～6 m 程度の層厚で分布する。

特に、スムラ地区の No. 10 では、本層が特に厚く 13 m にも及ぶ。

全般に均質な土層で、貝殻片、雲母片を多く混入する。調査地における不攪乱試料は本層から採取したものである。

いわゆる海成粘土で、正規圧密粘土であろう。

N値は、3～5 である。

## CP<sub>1</sub>

茶褐色、また赤褐色のところと、明灰色のところが混然とした粘土層である。

ベントナイト (bentonite) 状で、粘着性が強い。

N値は粘土としてはかなり高く、17~18を呈し、ところにより、20以上のところがある。

サバ-ダツ-地区、ケマシ-ン地区ではあまり見られず、わずかにNO.2, 3, 4で観察されるのみであるが、スムラ地区では2~6m程度の層厚で観察される。

## CP<sub>2</sub>

CP<sub>1</sub>の下位の地層で、腐植物を多量に混入する。暗灰~灰色のシルト粘土である。

NO.9, NO.10の最下部で見られるものが典型的なものである。

CP<sub>1</sub>に比べ、やわらかく、N値は3である。

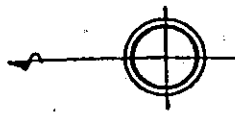
上部のCP<sub>1</sub>との相互の関係で、本層を欠くところも多い。

## SP<sub>1</sub>

今回のボーリング結果では、最下位に分布する砂層で、比較的密な砂である。

N値は20~37で、スムラ地区では深度が深く確認していない。

# LOCATION MAP OF DRILLING SITE ( SABAK TO KEMASIN AREA )



Scale  
1 : 63,000

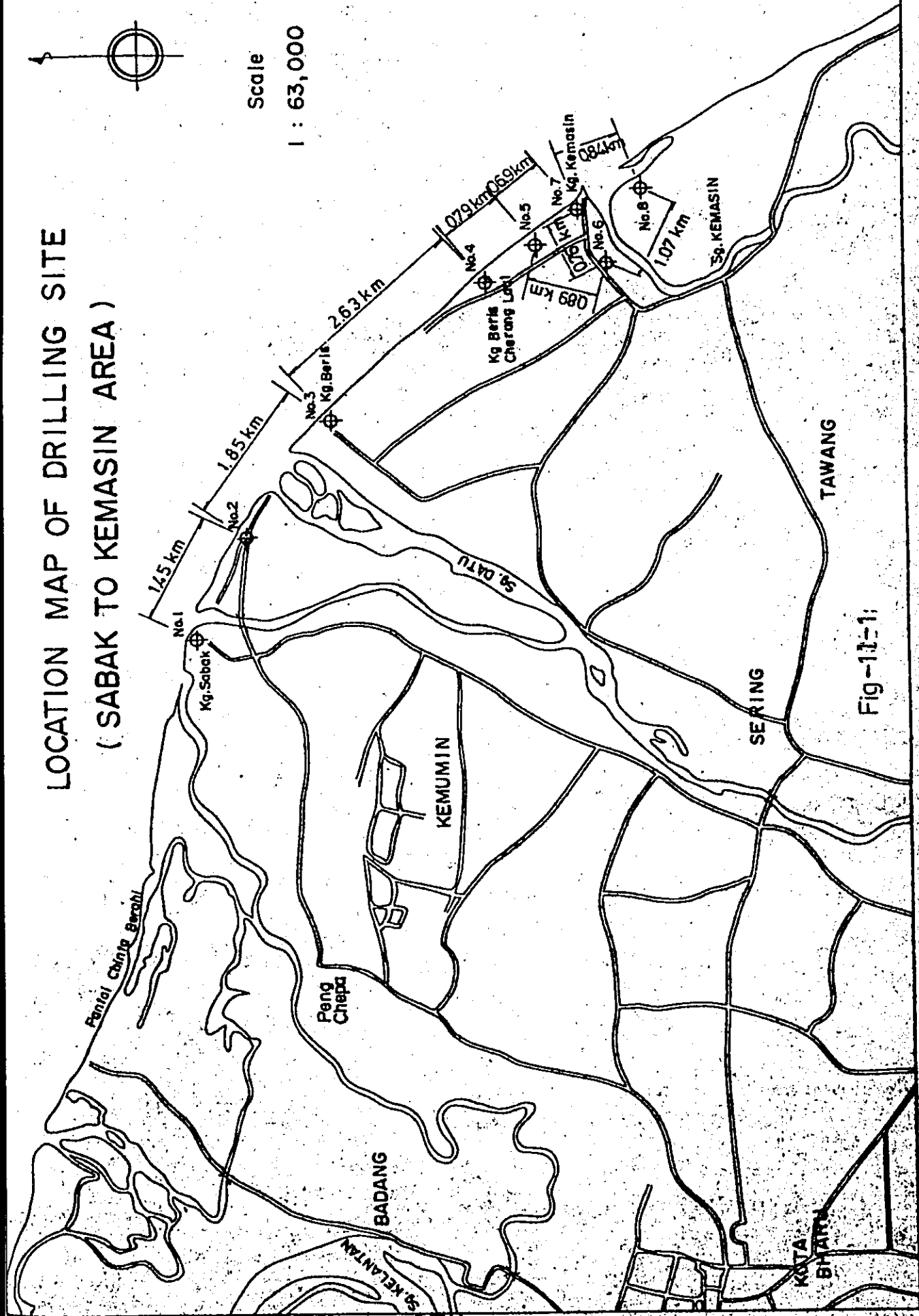
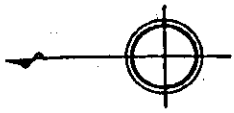


Fig-11-1:

# LOCATION MAP OF DRILLING SITE ( SEMERAK AREA )



Scale

1 : 63,000

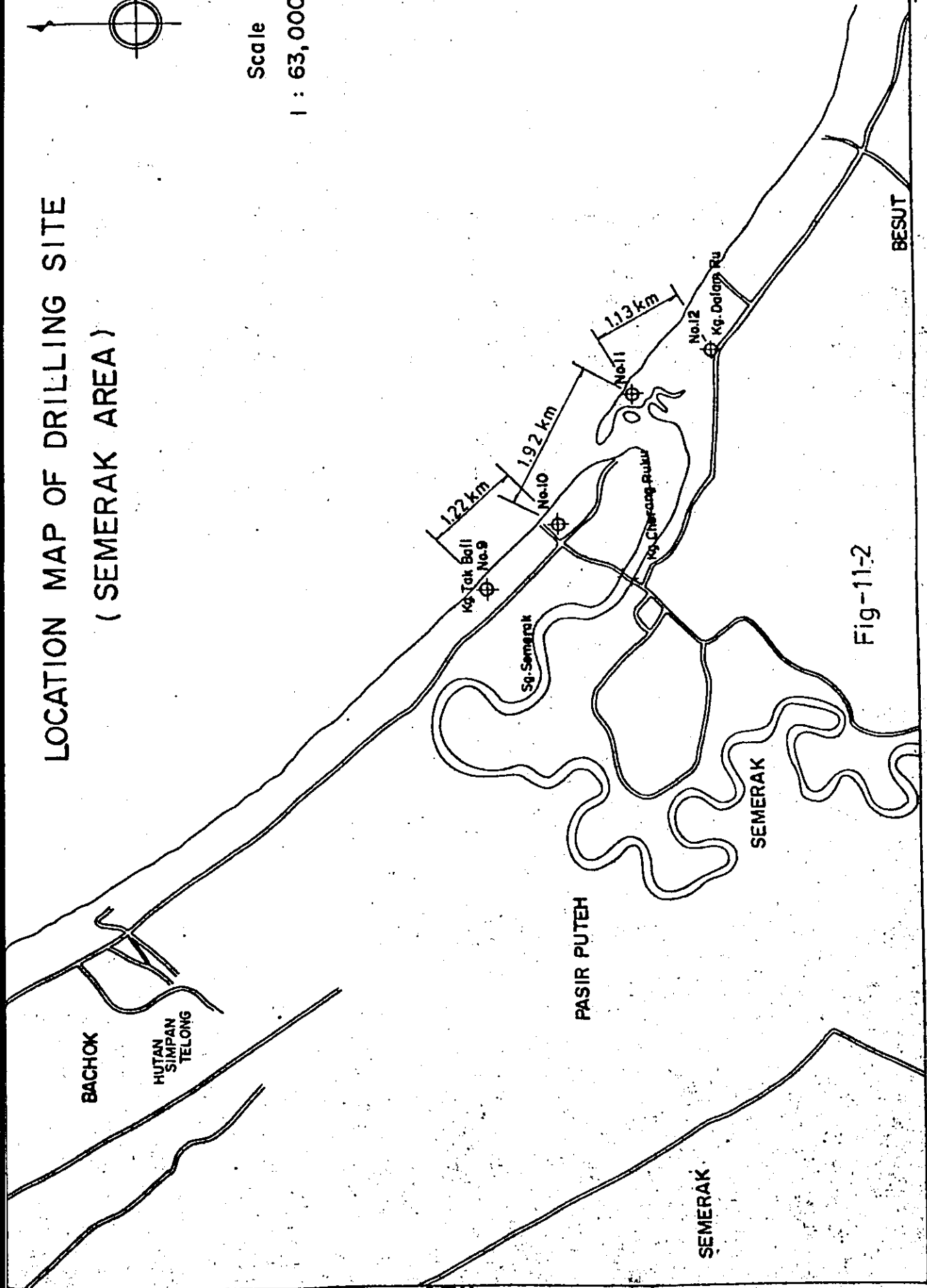


Fig-11-2

# DRILLING LOG

Remarks

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project in Malaysia      Type of Drilling *Rotary*  
 Hole Number No. *1*      Elevation *RL+1.61* m      Date *Oct. 1979*  
 Water Table - *0.50* m      Driller

| Elevation in m | Depth in m   | Thickness    | Legend | Type of Soil                   | Colour            | Relative Density or Consistency | General Remarks                                                              | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|----------------|--------------|--------------|--------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|----|----|----|----|--|--|--|
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value (blows/30cm) | Blows Per Each 10cm |           |           | (N-Value) |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              |                                            |                  |                      | 10 cm               | 10 cm     | 10 cm     | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |  |  |
|                |              |              |        | <i>fine to medium sand</i>     | <i>grey</i>       | <i>loose</i>                    | <i>with gravel high water content</i>                                        |                                            |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                | <i>2.79</i>  | <i>4.40</i>  |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>4.15</i>                                |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              | <i>4.40</i>  |        | <i>clayey medium sand</i>      | <i>grey</i>       | <i>loose</i>                    | <i>with pebble quartz gravels</i>                                            | <i>4.45</i>                                |                  |                      | <i>6</i>            | <i>1</i>  | <i>2</i>  | <i>3</i>  |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>6.15</i>                                |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                | <i>5.39</i>  | <i>7.00</i>  |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>6.45</i>                                |                  |                      | <i>8</i>            | <i>3</i>  | <i>3</i>  | <i>2</i>  |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              | <i>2.60</i>  |        | <i>silt</i>                    | <i>dark grey</i>  | <i>soft</i>                     | <i>with very fine shall and root fragment from the depth of 7.00 ~ 7.20m</i> |                                            |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 | <i>high water content high plasticity with biotit</i>                        | <i>10.15</i>                               |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>10.45</i>                               |                  |                      | <i>6</i>            | <i>2</i>  | <i>2</i>  | <i>2</i>  |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>12.15</i>                               |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>12.45</i>                               |                  |                      | <i>5</i>            | <i>1</i>  | <i>2</i>  | <i>2</i>  |    |    |    |    |  |  |  |
|                | <i>11.99</i> | <i>13.60</i> |        |                                |                   |                                 | <i>almost made of quartz with pebble gravel</i>                              | <i>14.15</i>                               |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        | <i>medium sand with gravel</i> | <i>light grey</i> | <i>dense</i>                    |                                                                              | <i>14.25</i>                               |                  |                      | <i>18</i>           | <i>4</i>  | <i>6</i>  | <i>8</i>  |    |    |    |    |  |  |  |
|                |              |              |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>15.15</i>                               |                  |                      |                     |           |           |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                | <i>13.81</i> | <i>15.45</i> |        |                                |                   |                                 |                                                                              | <i>15.45</i>                               |                  |                      | <i>37</i>           | <i>10</i> | <i>12</i> | <i>15</i> |    |    |    |    |  |  |  |

# DRILLING LOG

Remarks

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 and Project Development Project in Malaysia

Hole Number No. 2      Elevation RL. +1.61 m      Date Oct. 1979  
 Type of Drilling Rotary  
 Water Table - 0.5 m      Driller \_\_\_\_\_

| Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil  | Colour    | Relative Density or Consistency | General Remarks                             | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|----------------|------------|-----------|--------|---------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|--|--|--|
|                |            |           |        |               |           |                                 |                                             | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value (Blows/30cm) | Blows Per Each 10cm |       |       | (N-Value) |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           |        |               |           |                                 |                                             |                                            |                  |                      | 0-10                | 10-20 | 20-30 | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |  |  |
| 0.11           | 1.50       | 1.50      | •••••  | fine sand     | grey      | loose                           |                                             |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  | medium sand   | grey      | medium                          | with gravel, high water content quartz sand | 2.15                                       |                  | 13                   |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 2.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 4.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| -3.49          | 5.10       | 3.60      | •••••  |               |           |                                 |                                             | 4.45                                       |                  | 9                    |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  | gravelly sand | medium    | medium                          | with quartz pebble gravel                   | 6.15                                       |                  | 15                   |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 6.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| -5.89          | 7.50       | 2.40      | •••••  |               |           |                                 |                                             |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  | clay          | dark grey | soft                            | with tiny shell and wood fragment with mica | 8.50                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 9.40                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 10.15                                      |                  | 0                    |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| -9.59          | 11.20      | 3.70      | •••••  |               |           |                                 |                                             | 10.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  | clayey silt   | dark grey |                                 | with tiny wood fragment                     | 12.15                                      |                  | 4                    |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 12.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 14.15                                      |                  | 7                    |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 14.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|                |            |           | •••••  |               |           |                                 |                                             | 15.15                                      |                  | 8                    |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| -13.84         | 15.45      | 4.25      | •••••  |               |           |                                 |                                             | 15.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |

Page .....

# DRILLING LOG

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project in Malaysia      Type of Drilling *Rotary*  
 Hole Number No. *3*      Elevation *RL. 3.24 m*      Date *Oct. 1979*  
 Water Table - *1.10 m*      Driller

Remarks

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil         | Colour         | Relative Density or Consistency | General Remarks               | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|----------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------------|---------------------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|--|
|            |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value<br>Blows per 30 cm | Blows Per Each 10cm |       |       | (N-Value) |    |    |    |    |  |
|            |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 10 cm               | 10 cm | 10 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |
|            |                |            |           |        | silty fine sand      | brownish grey  | loose                           | with root fragment            |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 1          |                |            |           |        | fine to medium sand  | yellowish grey | medium                          | with high water content       | 2.15                                       |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 2          |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 2.45                |       | 16    | 4         | 5  | 7  |    |    |  |
| 3          |                |            |           |        | gravelly sand        | yellowish grey | medium                          | with quartz pebble gravel     | 4.15                                       |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 4          | -0.76          | 4.00       | 4.00      |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 4.45                |       | 26    | 7         | 9  | 10 |    |    |  |
| 5          |                |            |           |        | silty fine sand      | dark grey      | medium                          | with tiny shell fragment      | 6.15                                       |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 6          | -2.46          | 5.70       | 1.70      |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 6.45                |       | 15    | 4         | 5  | 6  |    |    |  |
| 7          |                |            |           |        | sandy silt           | grey           | medium                          | with shell fragment with mica | 8.15                                       |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 8          |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 8.45                |       | 13    | 4         | 4  | 5  |    |    |  |
| 9          | -6.26          | 9.50       | 3.80      |        | very fine sandy silt | brownish grey  | stiff                           |                               | 10.15                                      |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 10         | -7.16          | 10.40      | 0.90      |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 10.45               |       | 8     | 2         | 3  | 3  |    |    |  |
| 11         |                |            |           |        | clayey silt          | dark grey      | soft                            | with mica flakes              | 12.15                                      |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 12         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            | 12.45               |       | 21    | 5         | 7  | 9  |    |    |  |
| 13         | -10.46         | 13.70      | 3.30      |        |                      |                |                                 |                               | 14.15                                      |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 14         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               | 14.45                                      |                  | 3                          | 1                   | 1     | 1     |           |    |    |    |    |  |
| 15         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               | 15.00                                      |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 16         | -12.66         | 15.90      | 2.20      |        |                      |                |                                 |                               | 15.90                                      |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 17         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 18         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 19         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 20         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 21         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 22         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 23         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 24         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 25         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 26         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 27         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 28         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 29         |                |            |           |        |                      |                |                                 |                               |                                            |                  |                            |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |





# DRILLING LOG

Remarks

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Part of Project Development Project in Malaysia      Type of Drilling *Rotary*  
 Hole Number    No. 5      Elevation R.L. +2.43 m      Date *Nov. 79*  
 Water Table - 1.20 m      Driller

| Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil            | Colour         | Relative Density or Consistency | General Remarks                                             | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
|----------------|------------|-----------|--------|-------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|----|----|----|----|--|
|                |            |           |        |                         |                |                                 |                                                             | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value<br>Blows/30cm | Blows Per Each 10cm |          |          |          |          | (N-Value) |    |    |    |    |  |
|                |            |           |        |                         |                |                                 |                                                             |                                            |                  |                       | 10-20 cm            | 20-30 cm | 30-40 cm | 40-50 cm | 50-60 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |
|                |            |           | o      | coarse sand             | yellowish grey | loose                           | with pebble gravel of quartz and felspar $\phi 2 \sim 4$ mm | 2.15                                       |                  |                       | 14                  | 4        | 5        | 5        |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | o      | medium sand with gravel | gray           | medium                          | with high water content                                     | 4.15                                       |                  |                       | 15                  | 4        | 5        | 6        |          |           |    |    |    |    |  |
| -1.37          | 3.80       | 3.80      | o      | fine silty sand         | dark grey      | medium                          | with high water content with shell fragment                 | 6.15                                       |                  |                       | 12                  | 4        | 4        | 4        |          |           |    |    |    |    |  |
| -2.77          | 5.20       | 1.40      | o      | silt                    | dark grey      | soft                            | with tiny shell and wood fragment                           | 8.15                                       |                  |                       | 13                  | 4        | 4        | 5        |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | o      | medium sand             | dark grey      | medium dense                    | with much mica with shell fragment                          | 10.15                                      |                  |                       | 13                  | 4        | 4        | 5        |          |           |    |    |    |    |  |
| -8.72          | 11.20      | 6.00      | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 12.00                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 12.90                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 14.15                                      |                  |                       | 3                   | 1        | 1        | 1        |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 14.45                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 16.15                                      |                  |                       | 3                   | 1        | 1        | 1        |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | Y      |                         |                |                                 |                                                             | 16.45                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
| -15.37         | 17.80      | 6.60      | o      |                         |                |                                 |                                                             | 18.15                                      |                  |                       | 22                  | 6        | 8        | 8        |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | o      |                         |                |                                 |                                                             | 18.45                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |
| -18.02         | 20.45      |           | o      |                         |                |                                 |                                                             | 20.15                                      |                  |                       | 24                  | 6        | 8        | 10       |          |           |    |    |    |    |  |
|                |            |           | o      |                         |                |                                 |                                                             | 20.45                                      |                  |                       |                     |          |          |          |          |           |    |    |    |    |  |



# DRILLING LOG

Remarks

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project In Malaysia      Type of Drilling *Rotary*

Hole Number *No. 7*      Elevation *RL+0.35 m*      Date *Oct. 1979*

Water Table *-1.60 m*      Driller

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil    | Colour    | Relative Density or Consistency | General Remarks                                   | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|-----------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|---------|---------------------|----------|----------|-----------|----|----|----|----|--|
|            |                |            |           |        |                 |           |                                 |                                                   | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value | Blows Per Each 10cm |          |          | (N-Value) |    |    |    |    |  |
|            |                |            |           |        |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         | 0-10 cm             | 10-20 cm | 20-30 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |
| 1          |                |            |           | ○      | coarse sand     | dark grey | loose                           | with pebble gravel of quartz and felspar φ 2-4 mm |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 2          |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 2.15                                       |                  |         | 8                   | 2        | 3        | 3         |    |    |    |    |  |
| 3          |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 2.45                                       |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 4          | -4.05          | 4.40       | 4.40      | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 4.15                                       |                  |         | 9                   | 2        | 3        | 4         |    |    |    |    |  |
| 5          |                |            |           | ○      | coarse sand     | dark grey | loose                           |                                                   | 4.45                                       |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 6          |                |            |           | ○      | silty fine sand | dark grey | medium                          | with tiny shell fragment                          | 6.15                                       |                  |         | 15                  | 4        | 5        | 6         |    |    |    |    |  |
| 7          |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 6.45                                       |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 8          |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 8.15                                       |                  |         | 18                  | 5        | 6        | 7         |    |    |    |    |  |
| 9          |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 8.45                                       |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 10         | -9.35          | 9.70       | 5.30      | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 11         |                |            |           | ○      | silt            | dark grey | soft                            | with many shell fragment with mica                |                                            |                  |         | 10.00               |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 12         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 12.15                                      |                  |         | 3                   | 1        | 1        | 1         |    |    |    |    |  |
| 13         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 12.45                                      |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 14         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 14.15                                      |                  |         | 4                   | 1        | 1        | 2         |    |    |    |    |  |
| 15         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 14.45                                      |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 16         | -15.45         | 15.80      | 6.10      | ○      | silt            | dark grey | medium stiff                    | with low water content                            | 16.15                                      |                  |         | 6                   | 2        | 2        | 2         |    |    |    |    |  |
| 17         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 16.45                                      |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 18         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 18.15                                      |                  |         | 7                   | 2        | 2        | 3         |    |    |    |    |  |
| 19         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 18.45                                      |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 20         | -20.10         | 20.45      |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 20.15                                      |                  |         | 9                   | 3        | 3        | 3         |    |    |    |    |  |
| 21         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   | 20.45                                      |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 22         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 23         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 24         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 25         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 26         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 27         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |
| 28         |                |            |           | ○      |                 |           |                                 |                                                   |                                            |                  |         |                     |          |          |           |    |    |    |    |  |

# DRILLING LOG

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project In Malaysia Type of Drilling Rotary  
 Hole Number No. B Elevation RL. +1.69 m Date Nov. 1979  
 Water Table -1.50 m Driller

Remarks

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil    | Colour         | Relative Density or Consistency | General Remarks                     | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|-----------------|----------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------|
|            |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value (Blows/30cm) | Blows For Each 10cm |       |       | (N-Value) |       |       |       |       |        |               |
|            |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      | 10-20               | 20-30 | 30-40 | 40-50     | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 | Core Recovery |
| 1          | 0.49           | 1.20       | 1.20      |        | sandy silt      | brownish grey  | loose                           | with root fragment                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 2          |                |            |           |        | fine sand       | yellowish grey | medium dense                    | with mica fragment                  | 2.15                                       |                  |                      | 15                  | 5     | 5     | 5         |       |       |       |       |        |               |
| 3          | -7.81          | 3.50       | 2.30      |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with part of silty sand             | 2.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 4          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 4.15                                       |                  |                      | 12                  | 4     | 4     | 4         |       |       |       |       |        |               |
| 5          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 4.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 6          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 6.15                                       |                  |                      | 13                  | 4     | 4     | 5         |       |       |       |       |        |               |
| 7          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 6.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 8          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 8.15                                       |                  |                      | 14                  | 4     | 5     | 5         |       |       |       |       |        |               |
| 9          |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 8.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 10         |                |            |           |        | fine sand       | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 10.15                                      |                  |                      | 15                  | 5     | 5     | 5         |       |       |       |       |        |               |
| 11         | -9.61          | 11.30      | 7.80      |        | silt            | dark grey      | soft                            |                                     | 10.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 12         | -10.21         | 11.90      | 0.65      |        | medium sand     | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 12.15                                      |                  |                      | 12                  | 4     | 4     | 4         |       |       |       |       |        |               |
| 13         |                |            |           |        | medium sand     | dark grey      | medium dense                    | with shell fragment and mica flakes | 12.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 14         | -12.11         | 13.80      | 1.85      |        | medium sand     | light grey     | dense                           | with high water content             | 14.15                                      |                  |                      | 16                  | 5     | 5     | 6         |       |       |       |       |        |               |
| 15         |                |            |           |        | medium sand     | light grey     | dense                           | with high water content             | 14.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 16         |                |            |           |        | medium sand     | light grey     | dense                           | with pebble gravel of quartz        | 16.15                                      |                  |                      | 17                  | 5     | 6     | 6         |       |       |       |       |        |               |
| 17         |                |            |           |        | medium sand     | light grey     | dense                           | with pebble gravel of quartz        | 16.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 18         | -16.31         | 18.00      | 4.20      |        | silty fine sand | dark grey      | dense                           | with higher content of silt         | 18.15                                      |                  |                      | 30                  | 10    | 10    | 10        |       |       |       |       |        |               |
| 19         |                |            |           |        | silty fine sand | dark grey      | dense                           | with higher content of silt         | 18.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 20         | -18.76         | 20.45      |           |        | silty fine sand | dark grey      | dense                           | with higher content of silt         | 20.15                                      |                  |                      | 32                  | 10    | 11    | 11        |       |       |       |       |        |               |
| 21         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     | 20.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 22         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 23         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 24         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 25         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 26         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 27         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |
| 28         |                |            |           |        |                 |                |                                 |                                     |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |       |       |       |       |        |               |

# DRILLING LOG

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project in Malaysia Type of Drilling Rotary  
 Hole Number No. 9 Elevation RL + 3.10 m Date Nov. 1979  
 Water Table - 1.20 m Driller \_\_\_\_\_

Remarks

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil | Colour               | Relative Density or Consistency | General Remarks                                 | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|--------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|--|--|
|            |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value (Blows/30cm) | Blows Per Each 10cm |       |       | (N-Value) |    |    |    |    |  |  |
|            |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      | 10 cm               | 10 cm | 10 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |  |
| 1          |                |            |           |        | fine sand    | yellowish grey       |                                 | with little silt                                |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 2          |                |            |           |        |              |                      | medium dense                    | with high water content                         | 2.15                                       |                  |                      | 18                  | 5     | 6     | 7         |    |    |    |    |  |  |
| 3          |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 2.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 4          | -1.20          | 4.30       | 4.30      |        |              |                      |                                 |                                                 | 4.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 5          |                |            |           |        | fine sand    | grey                 | dense                           | with pebble gravel of quartz                    | 4.45                                       |                  |                      | 29                  | 7     | 10    | 12        |    |    |    |    |  |  |
| 6          | -3.20          | 6.30       | 2.00      |        |              |                      |                                 |                                                 | 6.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 7          |                |            |           |        | silt         | dark grey            | loose                           | with shell fragment                             | 6.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 8          | -5.00          | 8.10       | 1.80      |        |              |                      |                                 |                                                 | 8.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 9          |                |            |           |        | silt         | dark grey            | soft                            | with shell fragment                             | 8.45                                       |                  |                      | 3                   | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |  |
| 10         | -6.90          | 10.00      | 1.90      |        |              |                      |                                 | with oxidation matter                           | 10.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 11         |                |            |           |        | clay         | brown and light grey | medium stiff                    | stiff clay mixed colors of brown and light grey | 10.45                                      |                  |                      | 8                   | 2     | 3     | 3         |    |    |    |    |  |  |
| 12         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 12.15                                      |                  |                      | 9                   | 3     | 3     | 3         |    |    |    |    |  |  |
| 13         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 12.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 14         | -10.50         | 13.60      | 3.60      |        | clay         | grey                 |                                 | with organic matters                            | 14.15                                      |                  |                      | 3                   | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |  |
| 15         | -12.35         | 15.45      |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 14.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 16         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 15.15                                      |                  |                      | 3                   | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |  |
| 17         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 | 15.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 18         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 19         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 20         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 21         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 22         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 23         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 24         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 25         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 26         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 27         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |
| 28         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                                                 |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |

Page .....



# DRILLING LOG

The Feasibility Study for Kelantan Port  
Name of Project Development Project in Malaysia

Type of Drilling Rotary

Hole Number No. 11 Elevation RL+0.94 m

Date Nov. 1979

Water Table - 0.30 m

Driller

Remarks

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil    | Colour               | Relative Density or Consistency | General Remarks                                  | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|-----------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|--|--|--|
|            |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value (Blows/30cm) | Blows Per Each 10cm |       |       | (N-Value) |    |    |    |    |  |  |  |
|            |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      | 10 cm               | 10 cm | 10 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |  |  |
| 1          |                |            |           |        | coarse sand     | yellowish grey       |                                 | with high water content                          |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 2          |                |            |           |        |                 |                      | medium to loose                 | with pebble gravel of quartz                     | 2.15                                       |                  |                      | 18                  | 6     | 6     | 6         |    |    |    |    |  |  |  |
| 3          |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 2.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 4          |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 4.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 5          |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 4.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 6          | -5.06          | 6.00       | 6.00      |        |                 |                      |                                 |                                                  | 6.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 7          | -5.76          | 6.70       | 0.70      |        | silty fine sand | dark grey            | loose                           | with shell fragment                              | 6.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 8          |                |            |           |        | silt            | dark grey            | soft                            | with shell fragment                              |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 9          |                |            |           |        |                 |                      |                                 | with little fine sand                            | 9.15                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 10         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 9.45                                       |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 11         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 11.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 12         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 11.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 13         | -11.86         | 12.80      | 6.10      |        |                 |                      |                                 |                                                  | 13.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 14         |                |            |           |        | clay            | brown and light grey | stiff                           | stiff clay mixed colours of brown and light grey | 13.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 15         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 15.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 16         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 15.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 17         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 17.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 18         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 17.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 19         | -17.76         | 18.70      | 5.90      |        |                 |                      |                                 |                                                  | 19.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 20         |                |            |           |        | silt            | dark grey            | medium stiff                    | with much organic matter                         | 19.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 21         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 21.15                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 22         | -20.51         | 21.45      |           |        |                 |                      |                                 |                                                  | 21.45                                      |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 23         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 24         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 25         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 26         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 27         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 28         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |
| 29         |                |            |           |        |                 |                      |                                 |                                                  |                                            |                  |                      |                     |       |       |           |    |    |    |    |  |  |  |

# DRILLING LOG

Remarks

The Feasibility Study for Kelantan Port  
 Name of Project Development Project In Malaysia Type of Drilling *Rotary*  
 Hole Number No. 12 Elevation *RL. + 3.00 m* Date *Nov. 1979*  
 Water Table *0.0 m* Driller

| Scale in m | Elevation in m | Depth in m | Thickness | Legend | Type of Soil | Colour               | Relative Density or Consistency | General Remarks              | Standard Penetration Test or Core Recovery |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
|------------|----------------|------------|-----------|--------|--------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------|---------|-----------------------|-------|-------|-----------|----|----|----|----|--|
|            |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | Depth in m                                 | Sampling for Lab | N Value | Blows Per Foot (1.0m) |       |       | (N-Value) |    |    |    |    |  |
|            |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         | 10 cm                 | 10 cm | 10 cm | 10        | 20 | 30 | 40 | 50 |  |
| 1          |                |            |           |        | fine sand    | grey                 | loose                           | with high water content      |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 2          |                |            |           |        |              |                      |                                 | with pebble gravel of quartz | 2.15                                       |                  |         | 12                    | 4     | 4     | 4         |    |    |    |    |  |
| 3          |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 2.45                                       |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 4          |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 4.15                                       |                  |         | 13                    | 4     | 4     | 5         |    |    |    |    |  |
| 5          |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 4.45                                       |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 6          | 3.30           | 6.30       | 6.30      |        |              |                      |                                 |                              | 6.15                                       |                  |         | 3                     | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |
| 7          | 4.20           | 7.20       | 0.90      |        | sandy silt   | dark grey            | soft                            | with shell fragment          | 6.45                                       |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 8          |                |            |           |        | silt         | dark grey            | soft                            | with shell fragment          |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 9          |                |            |           |        |              |                      |                                 | with mica                    |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 10         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 10.15                                      |                  |         | 3                     | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |
| 11         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 10.45                                      |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 12         | 9.30           | 12.30      | 3.10      |        |              |                      |                                 |                              | 12.15                                      |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 13         |                |            |           |        | clay         | brown and light grey | stiff                           | very stiff clay layer        | 12.45                                      |                  |         | 16                    | 5     | 5     | 6         |    |    |    |    |  |
| 14         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 14.15                                      |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 15         | 11.70          | 14.70      | 2.40      |        |              |                      |                                 |                              | 14.45                                      |                  |         | 19                    | 5     | 7     | 7         |    |    |    |    |  |
| 16         | 12.45          | 15.45      |           |        | clay         | light grey           | soft                            | homogenous clay              | 15.15                                      |                  |         | 3                     | 1     | 1     | 1         |    |    |    |    |  |
| 17         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              | 15.45                                      |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 18         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 19         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 20         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 21         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 22         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 23         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 24         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 25         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 26         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 27         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |
| 28         |                |            |           |        |              |                      |                                 |                              |                                            |                  |         |                       |       |       |           |    |    |    |    |  |





photo11-1  
arrangement of drilling  
equipment

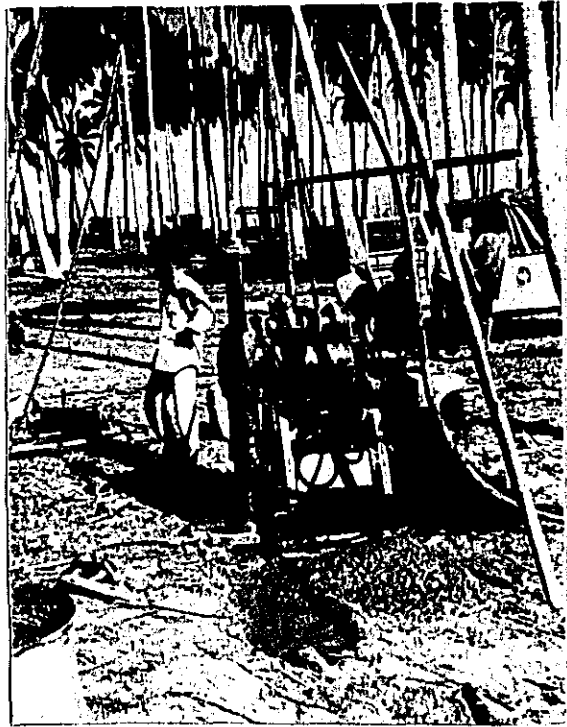


photo 11-2  
view of drilling point



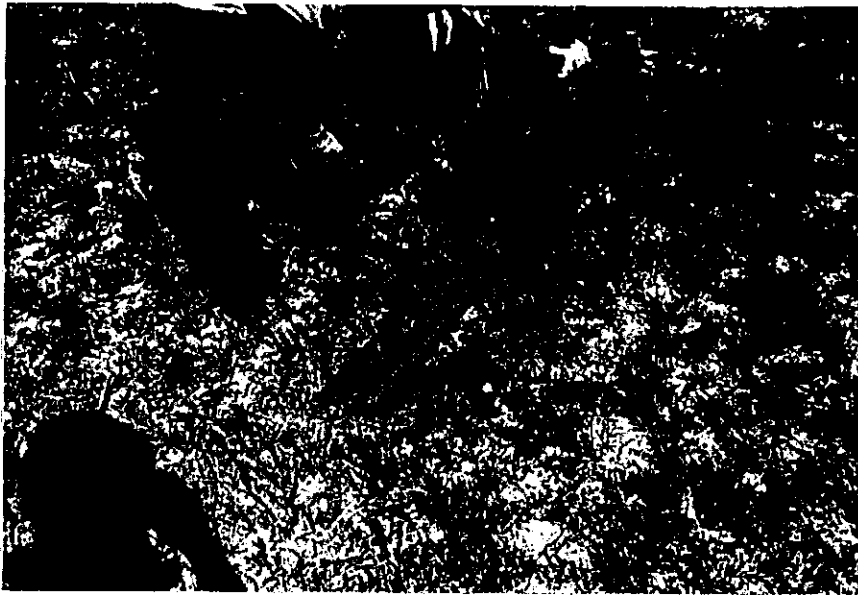
photo 11-3  
putting a casing  
into the hole



photo 11-4  
standard penetration  
test



photo 11-5  
split barrel sampler  
for standard penetration test



phot 11-6  
sample of standard penetration test



photo 11-7  
sample in thin wall tube

## 12. 土質試験結果

室内土質試験は、ボーリング掘削時に採取した不攪乱試料、標準貫入試験の際に採取した攪乱試料、及び海底より採取した攪乱試料について下記の様な試験を実施した。

### 不攪乱試料 11 試料

- ・粒度試験 Grain size distribution
  - ・比重試験 Specific gravity
  - ・含水量試験 Natural water content
  - ・液性限界試験 Liquid limit
  - ・塑性限界試験 Plastic limit
  - ・単位体積重量試験 Unit weight
  - ・一軸圧縮試験 Unconfined compression Test
  - ・三軸圧縮試験 Triaxial compression Test
- 5 試料 Unconsolidated Undrained Test  
6 試料 Consolidated Undrained Test

### 圧密試験 Consolidation Test

### 攪乱試料

標準貫入試験試料 52 試料

底質試料 44 試料

- ・粒度試験 Grain size distribution
- ・比重試験 Specific gravity
- ・含水量試験 Natural water content

土質試験は調査地の土質の定量的な判断を行うために実施するものである。

しかし、土質の特性によって試験試料の採取方法が制約を受けるので、試験項目にちがいが出た。

このため、本調査では、土の力学特性試験は粘性土のみとして、砂質土については、粒度組成、含水量、比重の項目についてのみ実施することにした。

試料は、粘性土については真らわりの薄肉管を用いて採取した不攪乱試料 (Undisturbed sample) とし、砂質土については、標準貫入試験器と兼用のサンプラー (Reynold sampler or Sprit barrel sampler) を用いて採取した攪乱試料 (Disturbed sample) によって行った。

底質試料は、海底の表土を人手によって採取した攪乱試料である。

不攪乱試料は、対象が粘性土であるため、本調査では12章で述べた土質分類に従うと、CA1層より採取したものである。

全孔で1試料ずつ採取する予定であったが、Bor No. BでCA1層が試料採取するために十分な層厚を持っていなかったため採取できなかった。

試験項目のうち、三軸圧縮試験では  $cu$  (圧密非排水) 状態と  $uu$  (非圧密非排水) 状態の2状態について実施している。

これは、土の短期強度が一軸圧縮試験、または三軸圧縮(U.U.)試験によって測定出来るのに対し、長期強度は、荷重強度、荷重によって発生する過剰間隙水圧の状態による影響をうけるため、CU状態またはCD(圧密排水)状態による試験によって測定しなければならないことによる。

このため、本調査では一部でCU状態の試験を行い、圧密による強度の増加の割合を求めた。

なお、この試験では、間隙水圧を測定して、全応力と有効応力表示の両方で表現してあるので、圧密による強度の増加の割合と共に、長期の強度がそのまま読み取れるようにしてある。

## 12-1 調査地域の土質特性

調査地域の土質の物理的性質について述べる。

土質の記号は、11章で使用したものに従う。

Fig-12-1は、土粒子の比重と、深度の関係を示したもので、全層について1枚の図にプロットしてある。

これから、土粒子の比重は2.41~2.69の間に分布し、ほぼ2.60を中心としていることがわかる。

また、深度方向に着目してゆくと、12m前後を境に異った傾向が認められる。

即ち12m以浅では、2.6を中心分布するが、12mより深部ではやや小さく2.5~2.55を中心としたところに分布する。

この深度は、前記した不整合面(CA<sub>1</sub>とCP<sub>1</sub>の境界)にほぼ一致し、堆積物の供給源のちがいを示しているものと考えられる。

Fig-12-2 ~ Fig-12-14は、各層毎にそれぞれ粒度分布表、三角ダイヤグラムにまとめたものである。

### SA1 層

砂質土。SA1は粒土分布が悪く、砂以外の粒子を含まない均質な砂層である。

粒径加積曲線は $\phi 0.4\text{mm}$ 付近を中心にして切り立っており、地震地帯であれば最も液状化の危険性がある粒度分布といえる。

### SA2 層, S

SA2はSA1と同様粒径加積曲線は切り立っているが、全体に粒径の細かいものが卓越しており、シルトと砂の境界付近( $0.075\text{mm}$ )に集中している。ただし部分的に礫介を混入するところもある。

### SP1 層

SP1は洪積世の砂層に分類される地層で、SA1, SA2に比べ粒度分布のよい砂層である。粒径は $0.2\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ にほとんどが含まれるが、コロイド分以下の粒径のものも若干含まれる。

### CA1 層

CA1層は沖積世の軟弱粘性土層と考えられる地層で、粒土含有率 $20 \sim 80\%$ 、砂含有率 $20\%$ 以下の粘土質の地層である。

しかし、自然含水比が全般に非常に低く $35\% \sim 56\%$ を示す。また自然含水比は液性限界と塑性限界との間にあり、安定した土質といえる。

## CP<sub>1</sub>, CP<sub>2</sub> 層

CP<sub>1</sub>層, CP<sub>2</sub>層は共に洪積世の粘土である。

粒度分布曲線はシルト以下でねている。粘土含有率が60%以上、マクロイド含有率30%以上の地層である。

含水比は27%~68%でばらつく。

## 5-9-2 軟弱地盤の特性

本調査地域で軟弱地盤の対称となる地層は、広い意味でSP<sub>1</sub>層以外全て含まれる。しかし浚渫施行に当り、最も重要で取り扱いがむずかしい地層は、CA<sub>1</sub>以下の沖積層であろう。

ここではCA<sub>1</sub>層で採取した不攪乱試料による土質試験結果により、CA<sub>1</sub>層の土質特性について述べる。

CA<sub>1</sub>層は前記したように、含水比35~56%の粘性土である。(Fig-12-27参照)

粘土含有率が20~80%あり、低い含水比を示すということは、言い換えると、間隙比が小さいことを意味する。

自然間隙比は0.8~1.5であるが、大部分1.0~1.1前後の値を示し、正規圧密粘土としては低い値と言える。

このため、単位体積重も粘性土としては高く、1.8t/m<sup>3</sup>を示すものが多い。

Fig-12-15~Fig-12-19はCA<sub>1</sub>層についての物理的性質を図示したものである。

Fig-12-20は、一軸圧縮強さと三軸圧縮強さ(OD)の関係を図示したもので、一軸圧縮強さ $q_u$ と、三軸圧縮強さ $C$ の関係は、ほぼ $C = \frac{1}{2} q_u$ の関係を満たしている。従って



短期の(全応力解法)安定問題に対して、一軸圧縮強さを適用することが出来る。乃至この場合の測定内部摩擦角は $0^\circ$ である。

Fig-12-21は、一軸圧縮強さと深度の関係を示している。 $q_u$ 値は深度方向に増加する傾向が見られ、正規圧密粘土であることを示している。

一軸圧縮強度( $q_u$ )と深度との関係は、若干のばらつきがみられるがほぼ下式によって表すことが出来る。

$$q_u = 0.03 z + 0.18$$

$$\begin{cases} q_u : \text{kg/cm}^2 \\ z : \text{m} \end{cases}$$

Fig-12-22は圧密試験結果より先行圧密荷重を深度に関してプロットしたもので、エカぶり圧( $1.8 \text{ t/m}^2$ 又は、間隙水圧の影響を考慮して $1.0 \text{ t/m}^2$ )に対して低い値を示し、正規圧密粘土であることを表している。

Fig-12-23は同じ圧密試験より間隙比、 $e$ と圧密圧力 $P_c$ との関係を示したものである。上部に2本とびぬけて大きな値を示す曲線がみられるが、これは両者共最大含水比を示す試料である。CA2については図中の一点鎖線を使用してさしつかえないであろう。

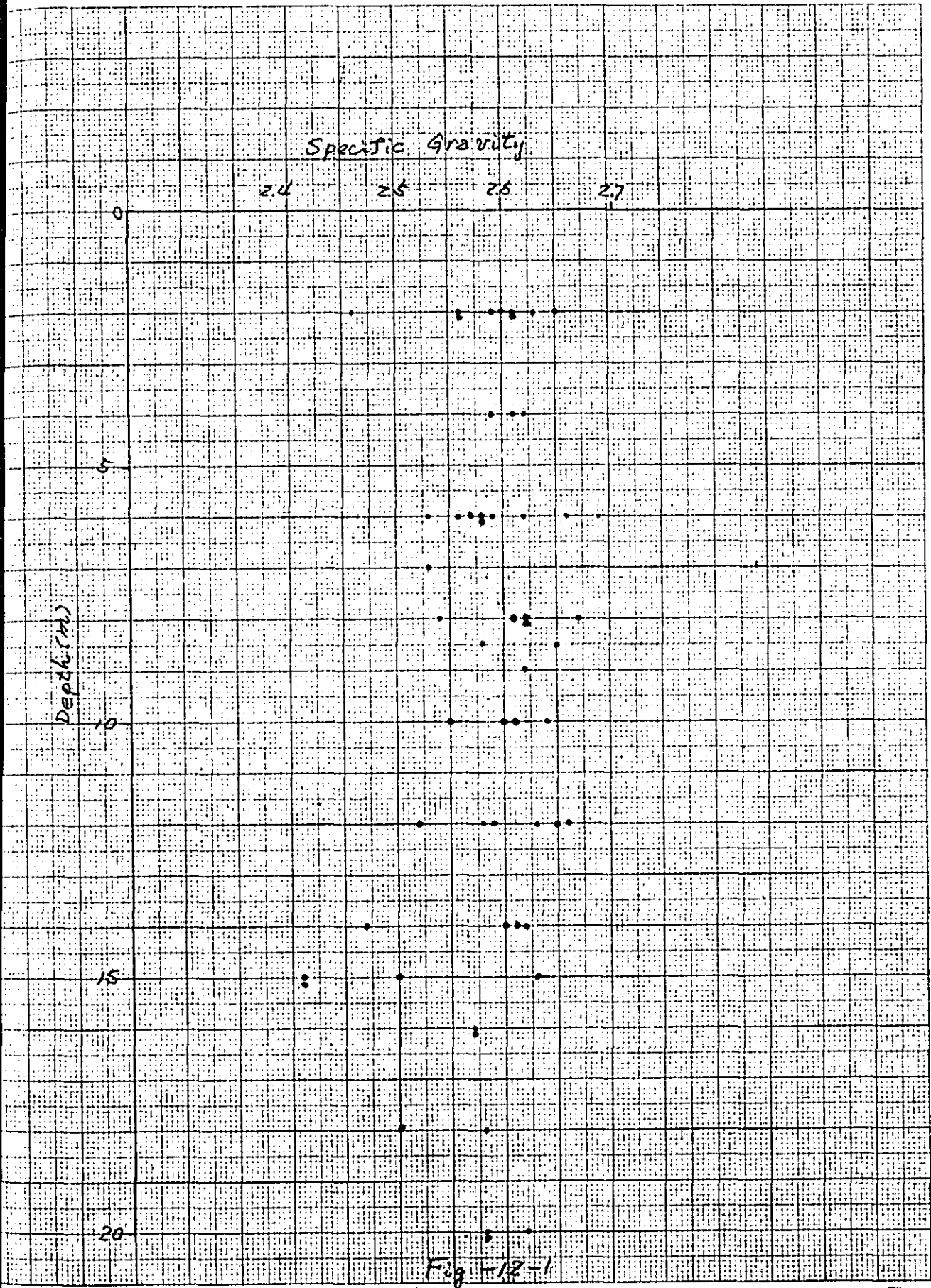
Fig-12-26は三軸圧縮 $CU$ 試験における圧密圧力( $=\sigma_3$ : 最少主応力)とせん断力の増加の関係を示したもので、全応力に対して求めたものである。これから強度の増加に対する関係、下式が読み取ることが出来る。

$$\tau = 1.16 \sigma_3$$

$$\begin{cases} \tau : \text{せん断力} \\ \sigma_3 : \text{圧密圧力} \end{cases}$$

Fig-12-24 に 圧密圧力  $P$  ~ 体積圧縮係数  $m_v$   
Fig-12-25 に 圧密圧力  $P$  ~ 圧密時間係数  $C_v$   
の一覧表を示す。

$e \sim \log P$  曲線にくらべるととりがよく、圧密時間に  
関係する係数  $C_v$  は ほぼ  $5 \times 10^{-2} \sim 4 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$   
として使用してよいであろう。



GRAIN SIZE DISTRIBUTION

SAMPLE OF STANDARD PENETRATION TEST  
& T.W. SAMPLE

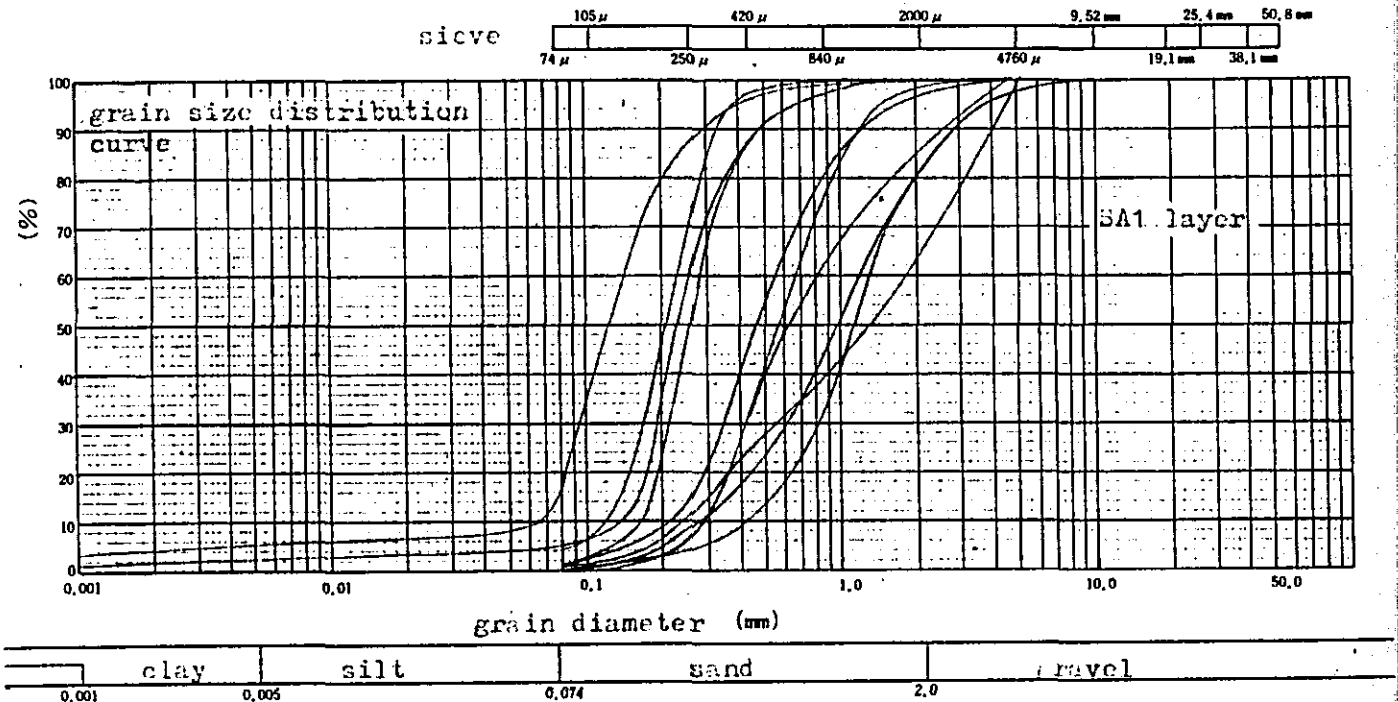


Fig-12-2

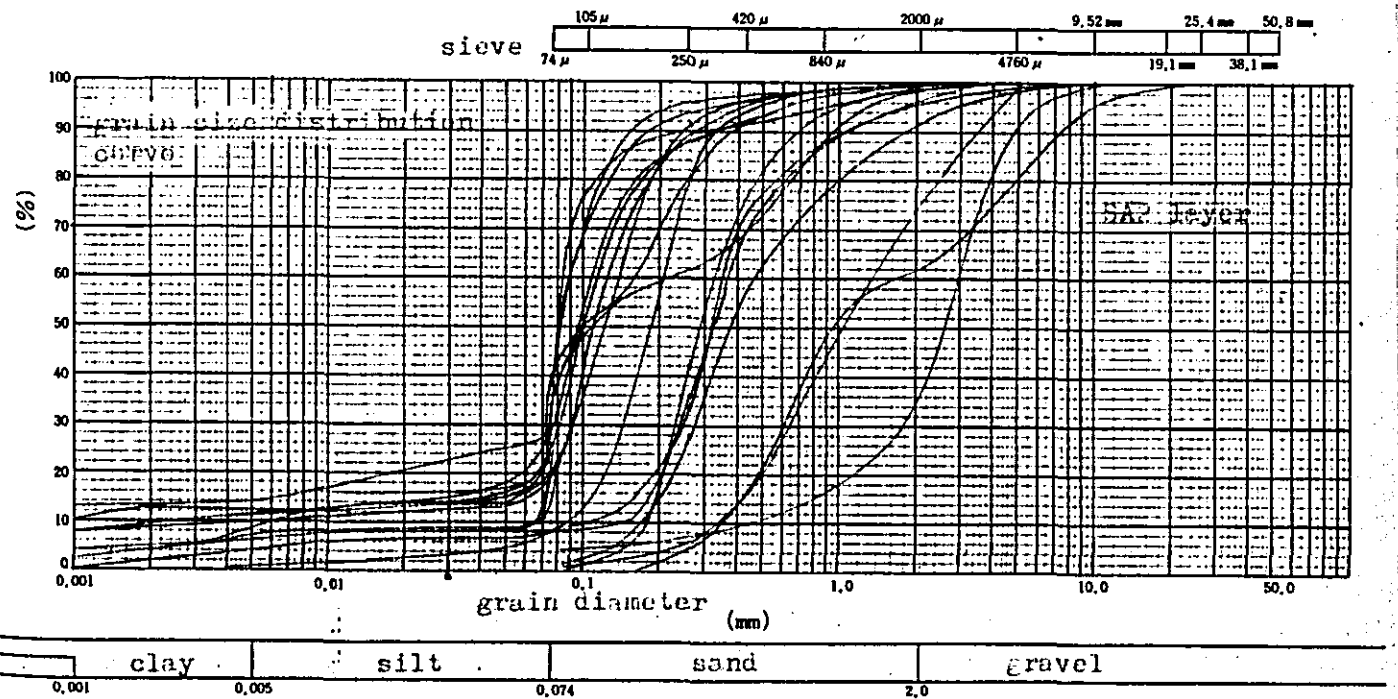


Fig-12-3

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

SAMPLE OF STANDARD PENETRATION TEST  
& T.W. SAMPLE

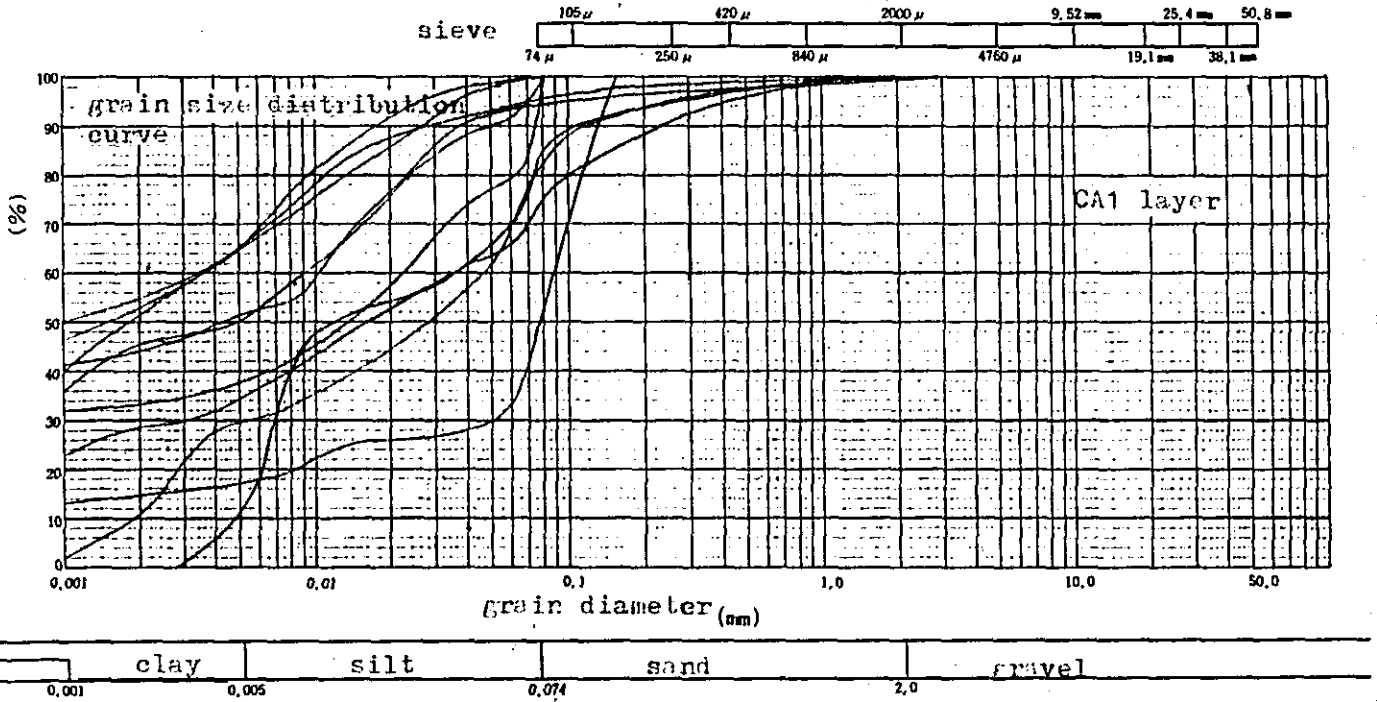


Fig-12-4

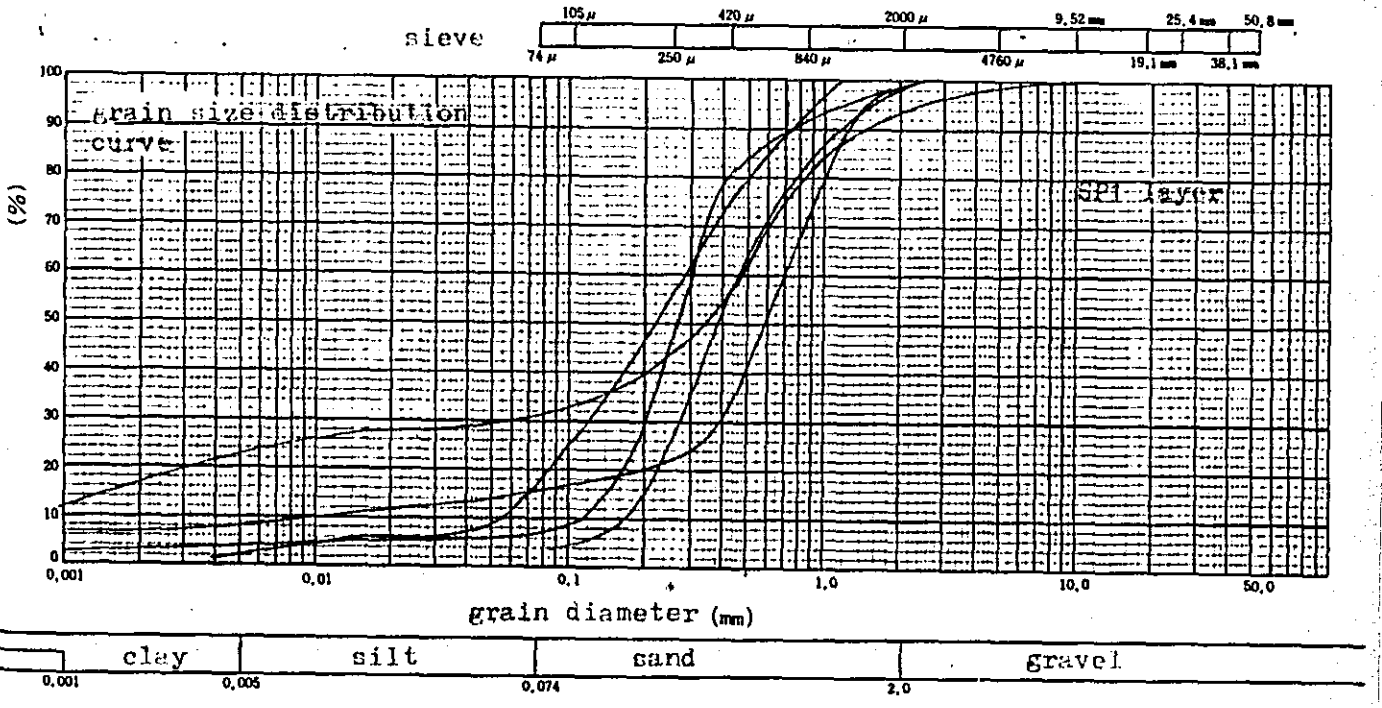


Fig-12-5

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

SAMPLE OF STANDARD PENETRATION TEST  
& T.W. SAMPLE

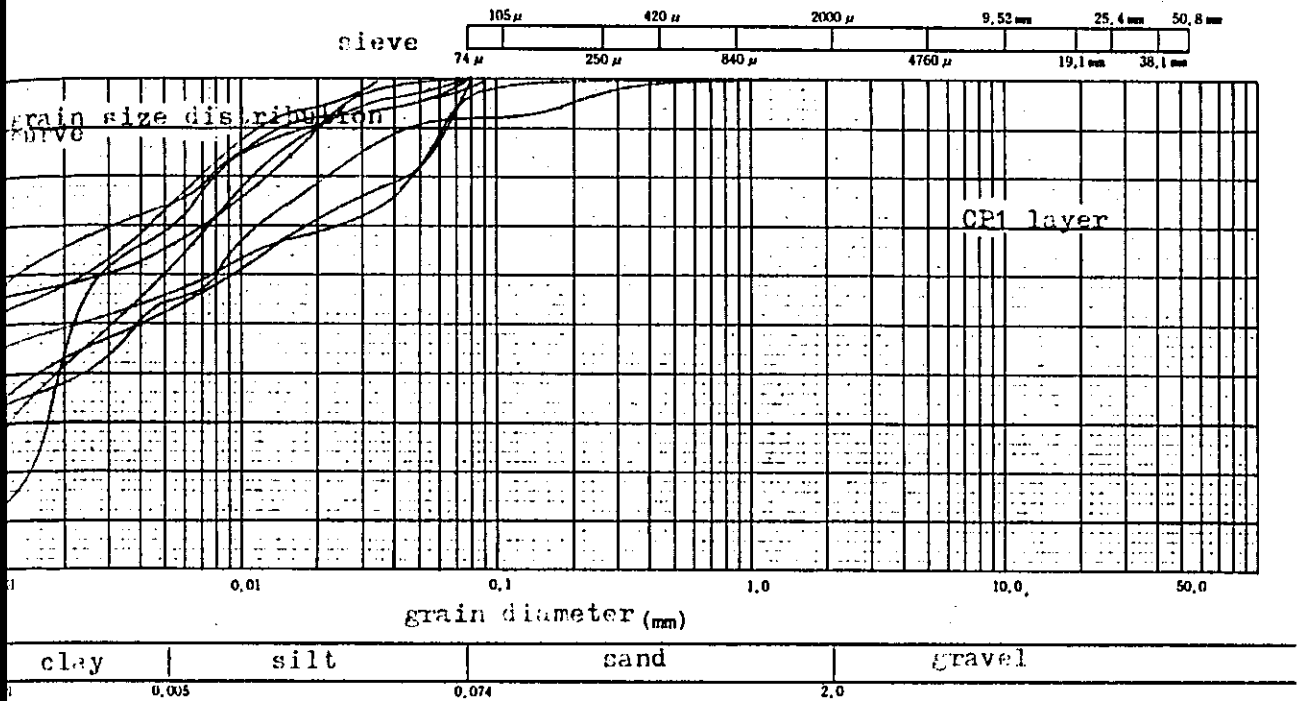


Fig-12-6

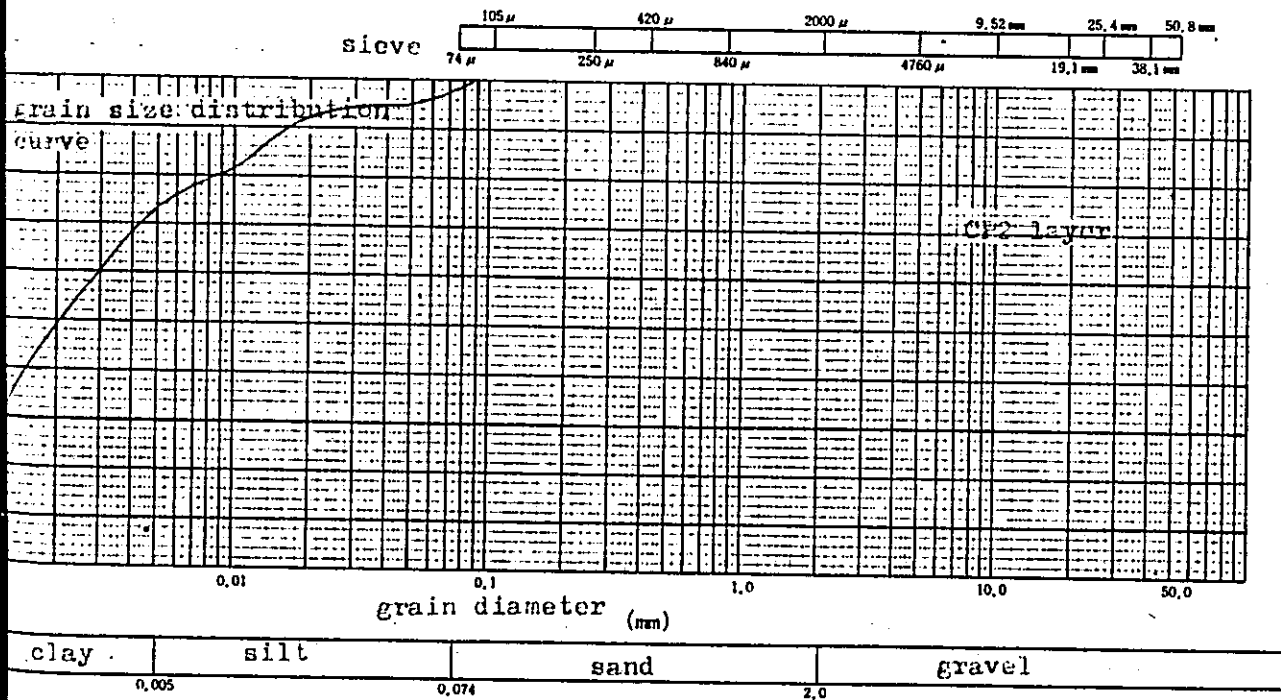


Fig-12-7

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

SUBSOIL SAMPLE

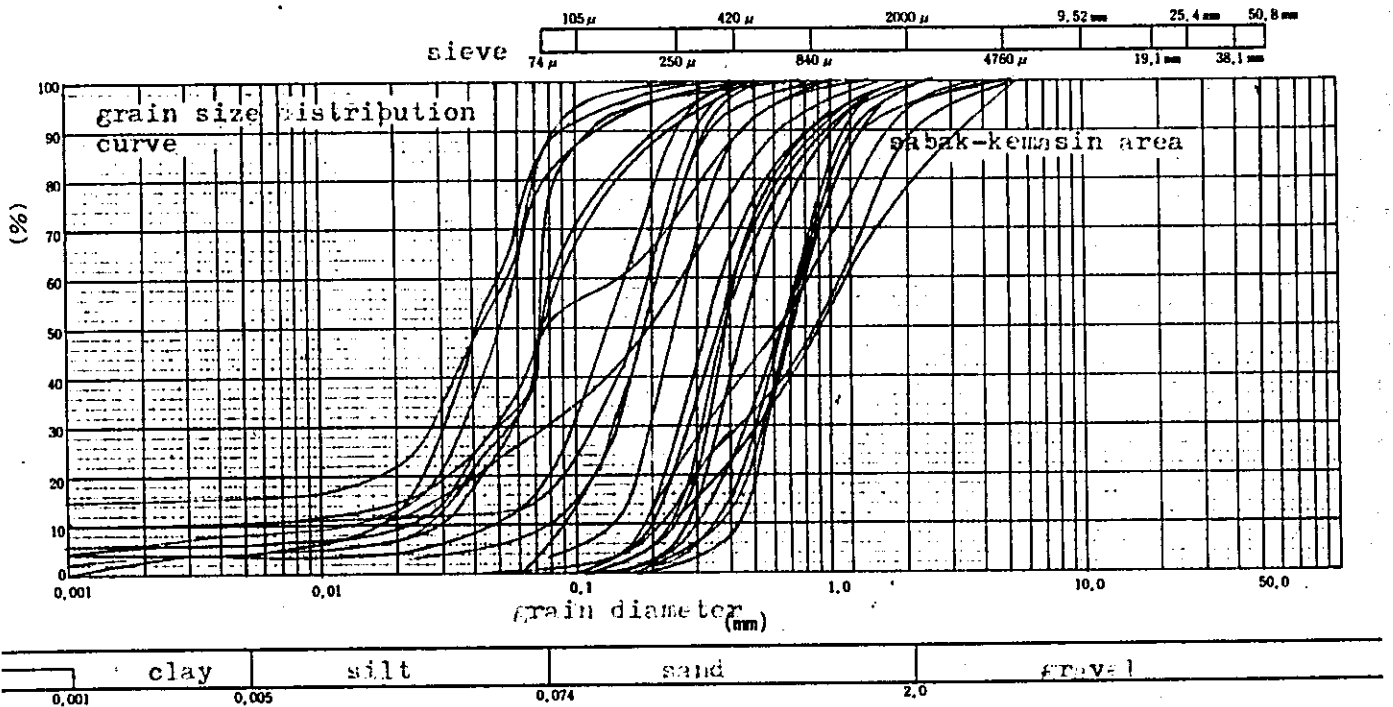


Fig-12-8

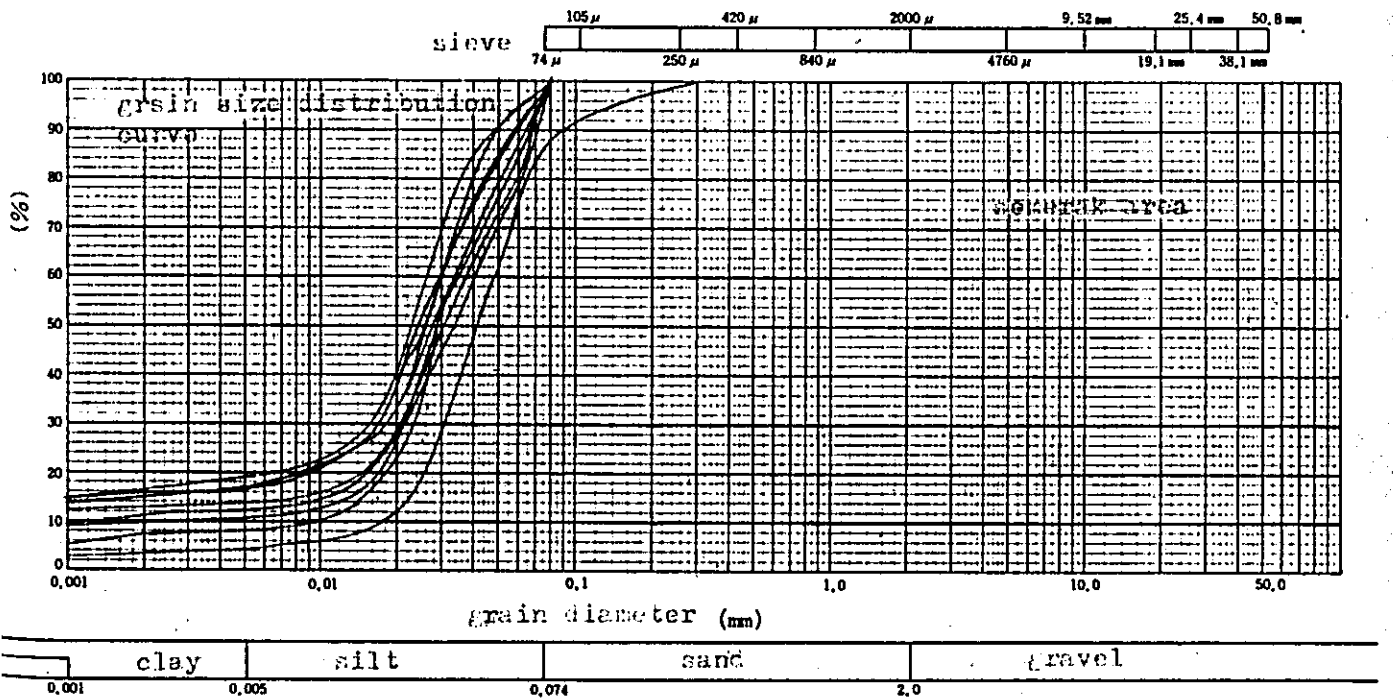


Fig-12-9

SA<sub>1</sub> layer

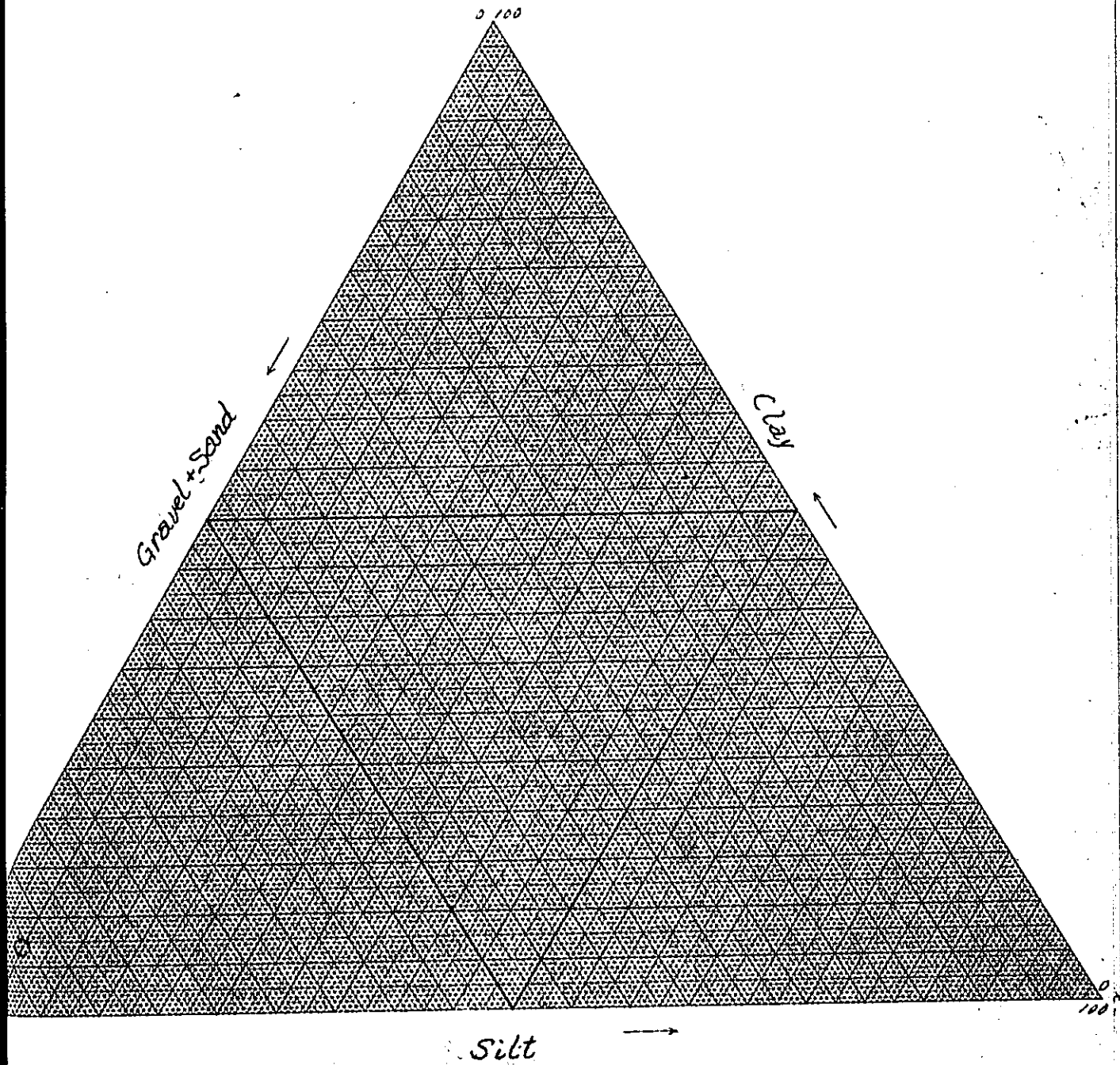


Fig-12-20



SA<sub>2</sub> layer

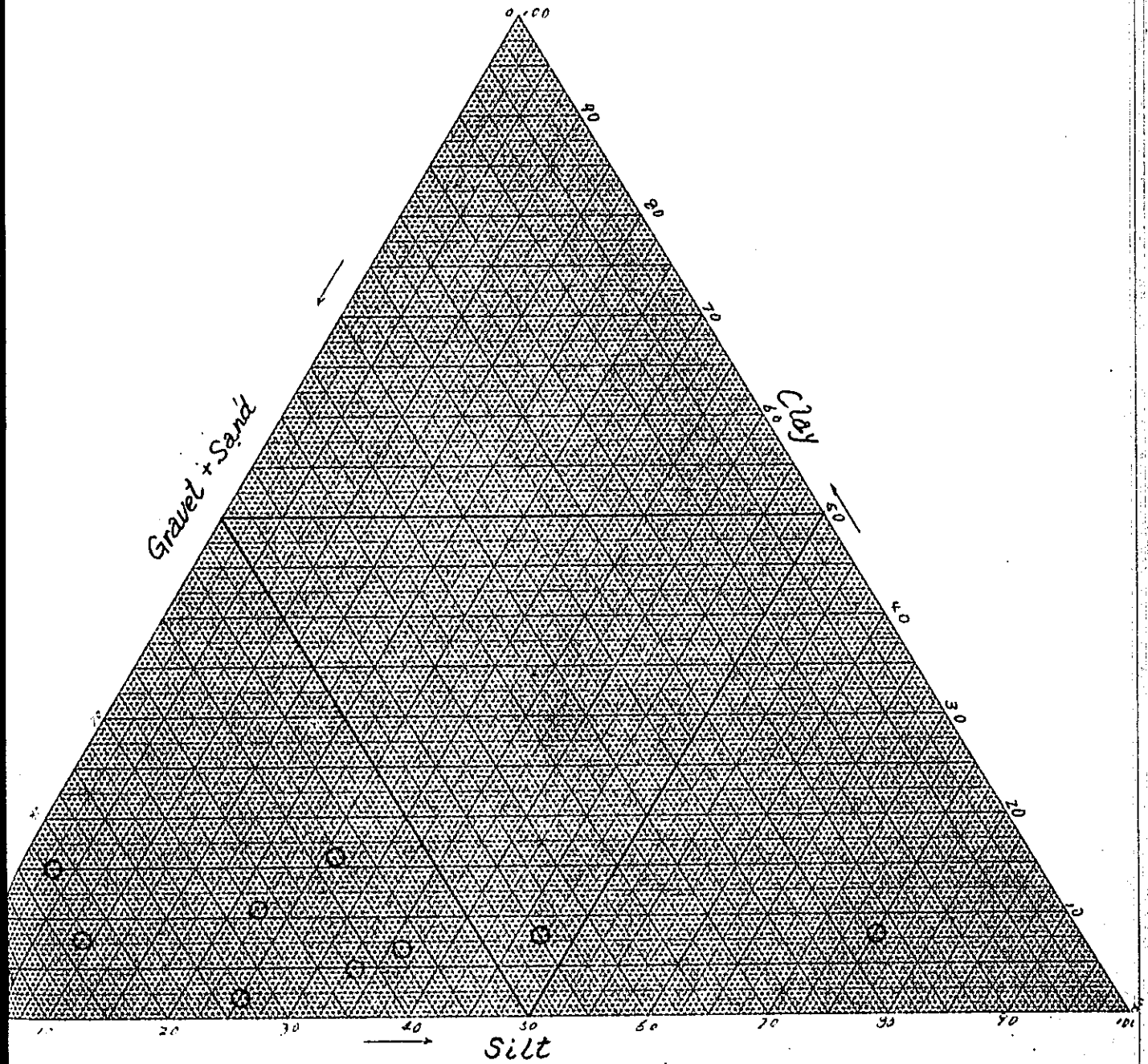


Fig-12-11

CA<sub>1</sub> layer

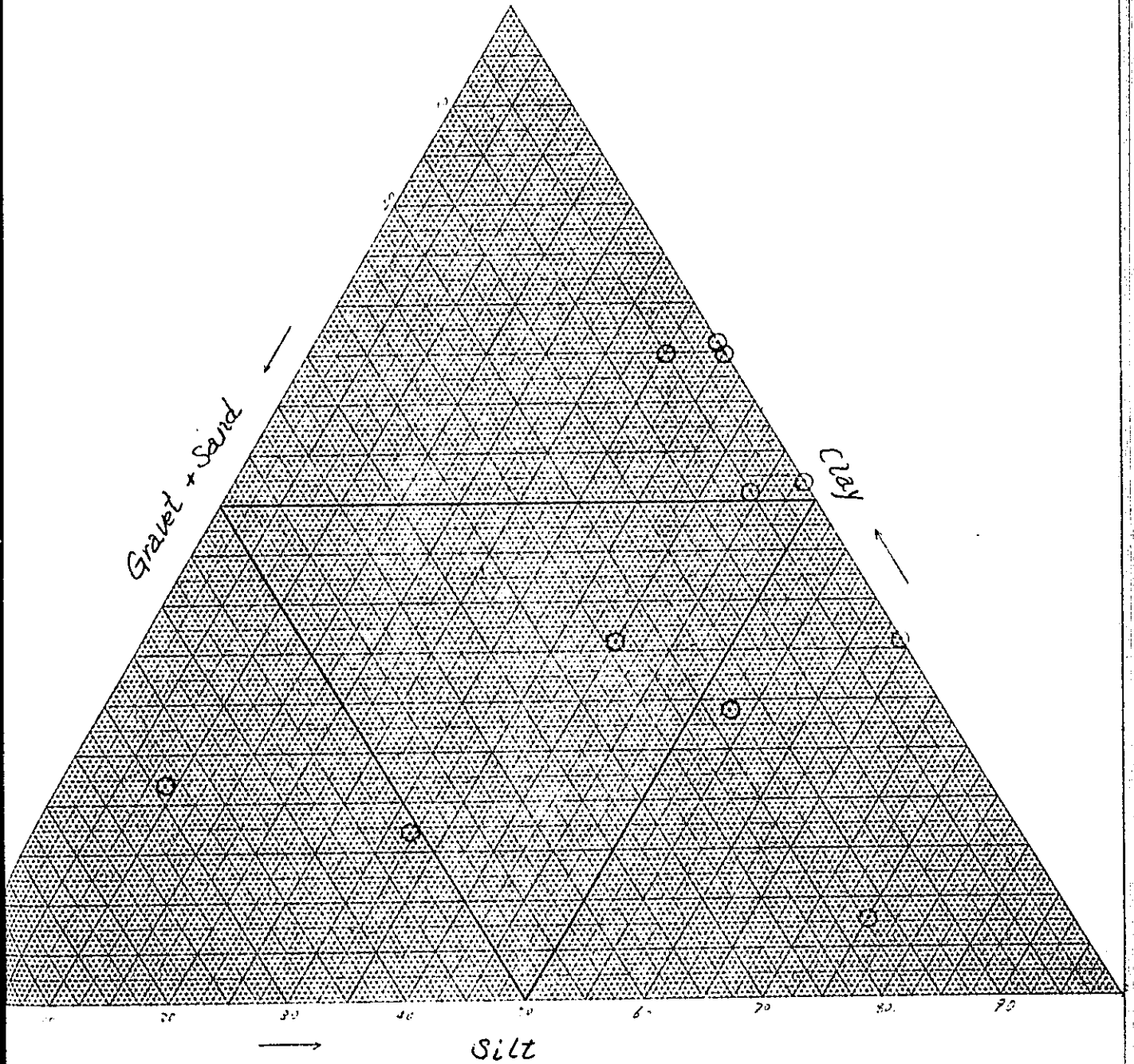


Fig-12-12  
203

CP, Layer

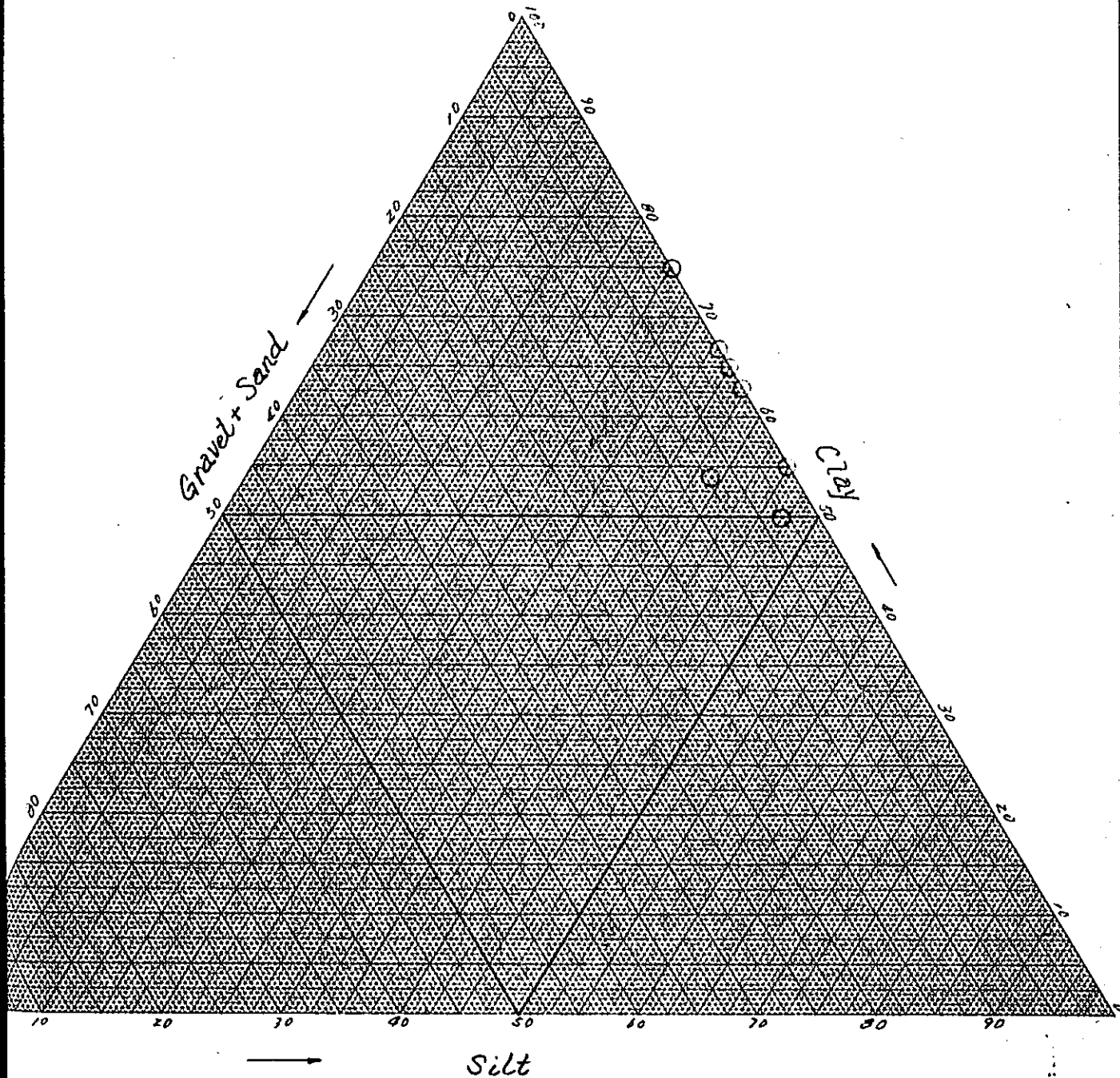


Fig-12-13

SP, Layer

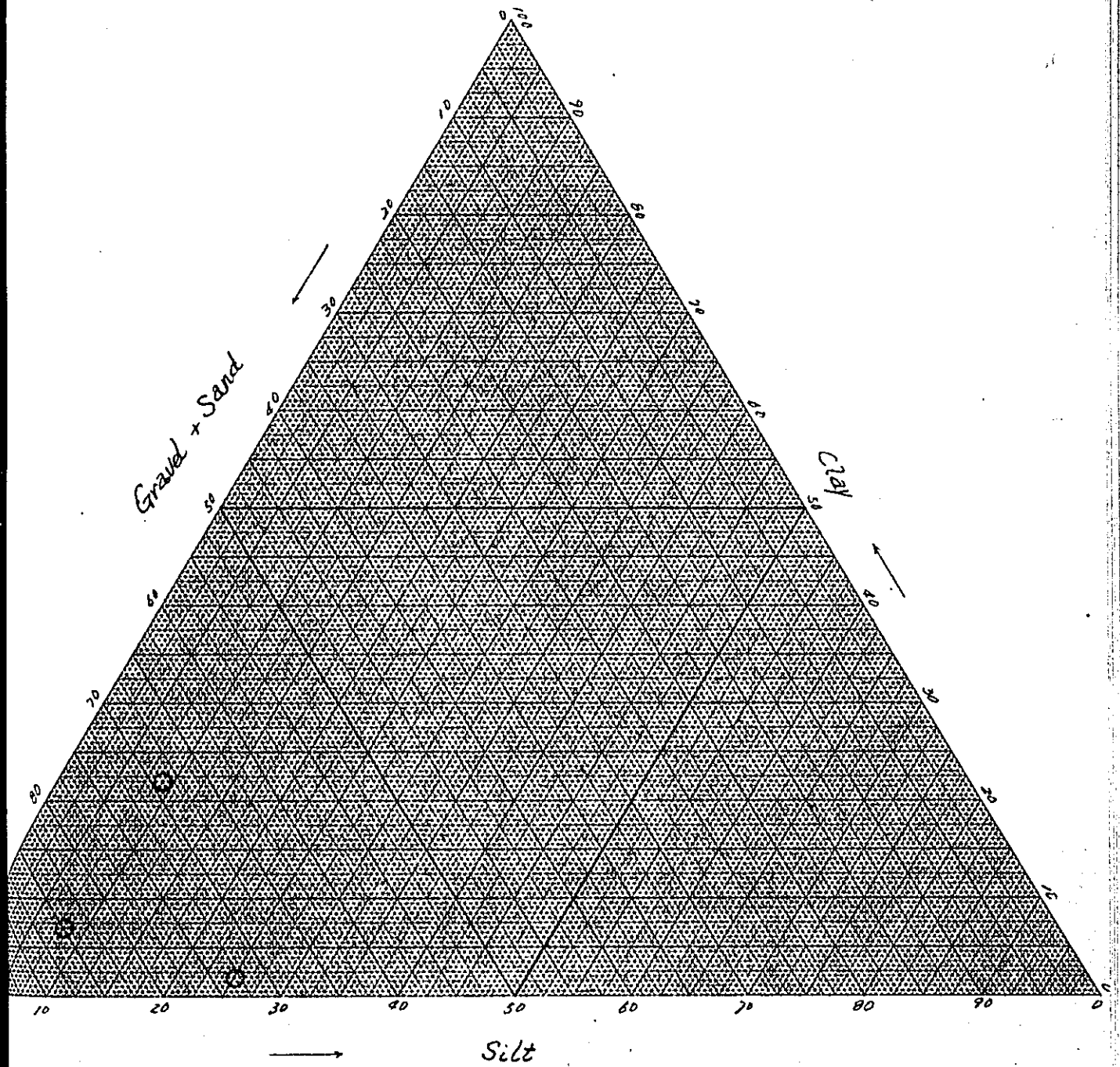
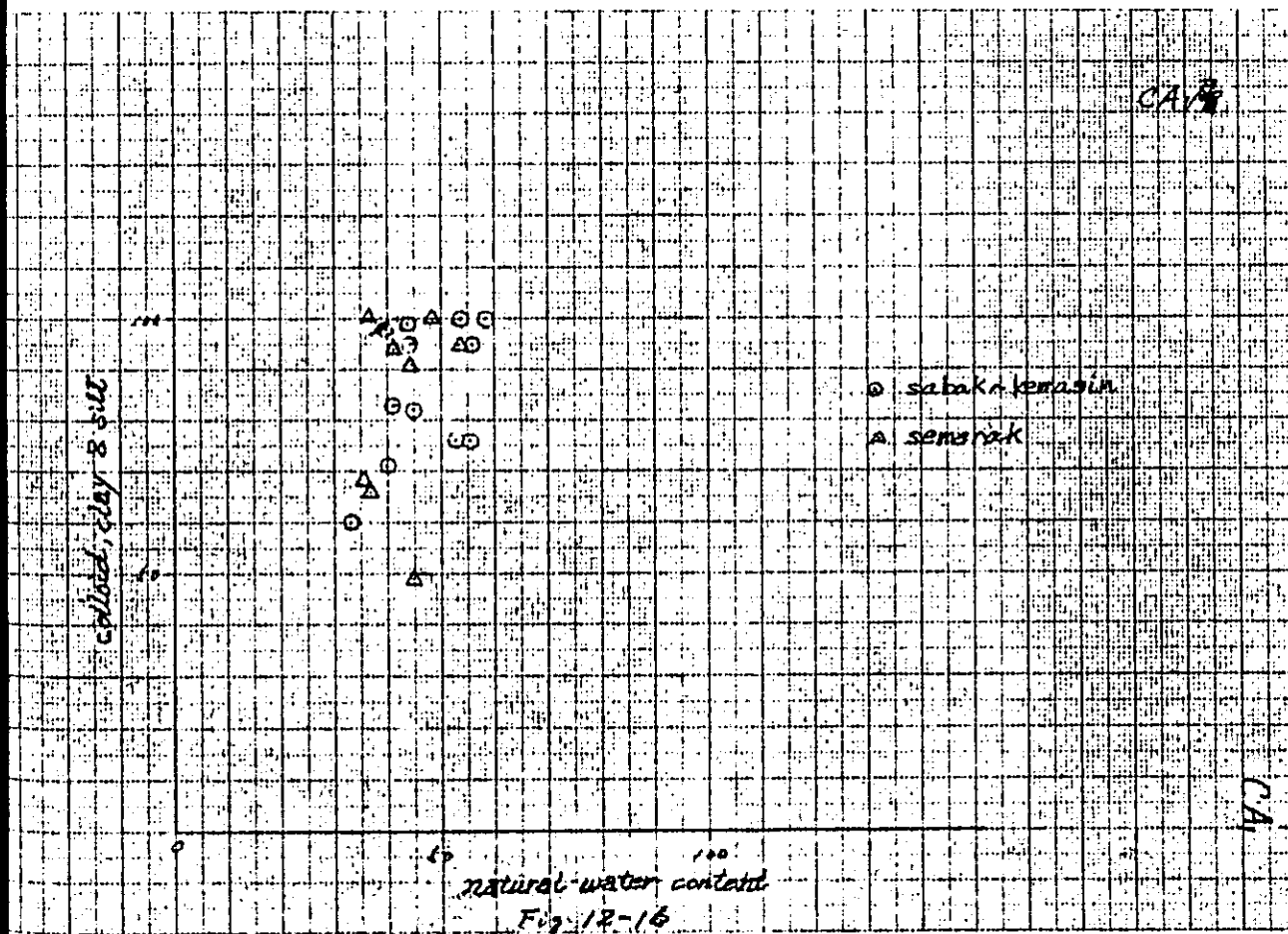
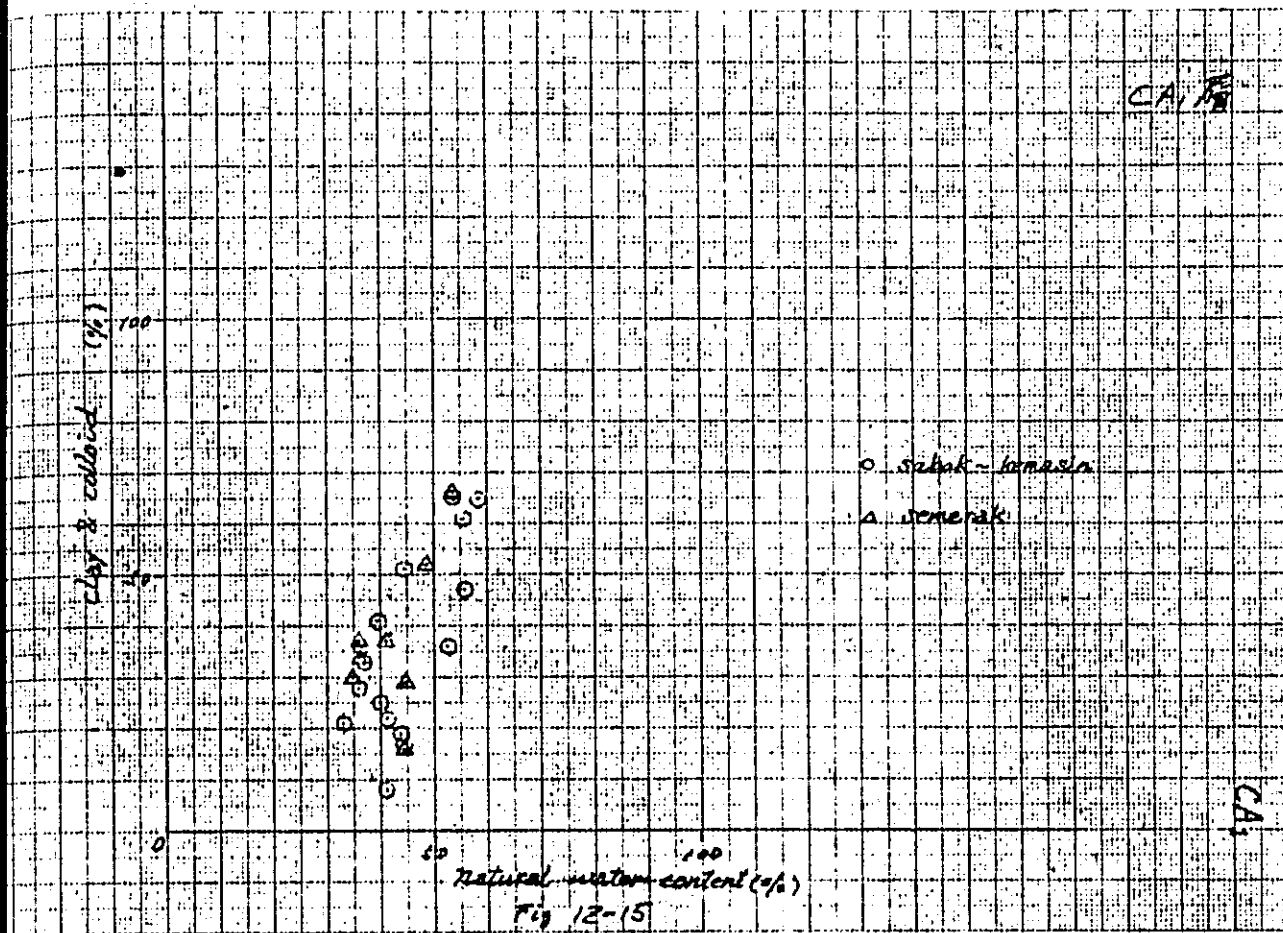
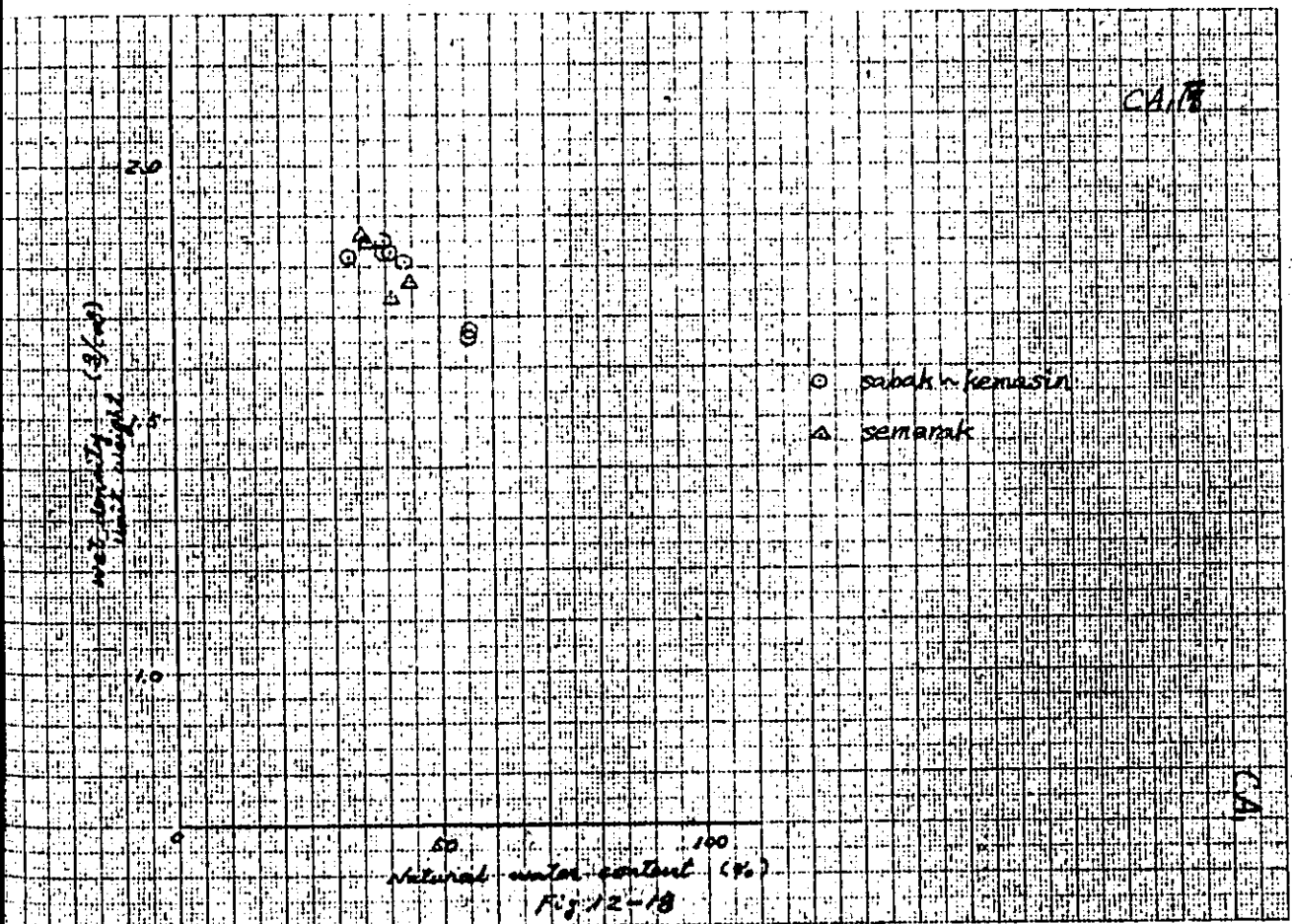
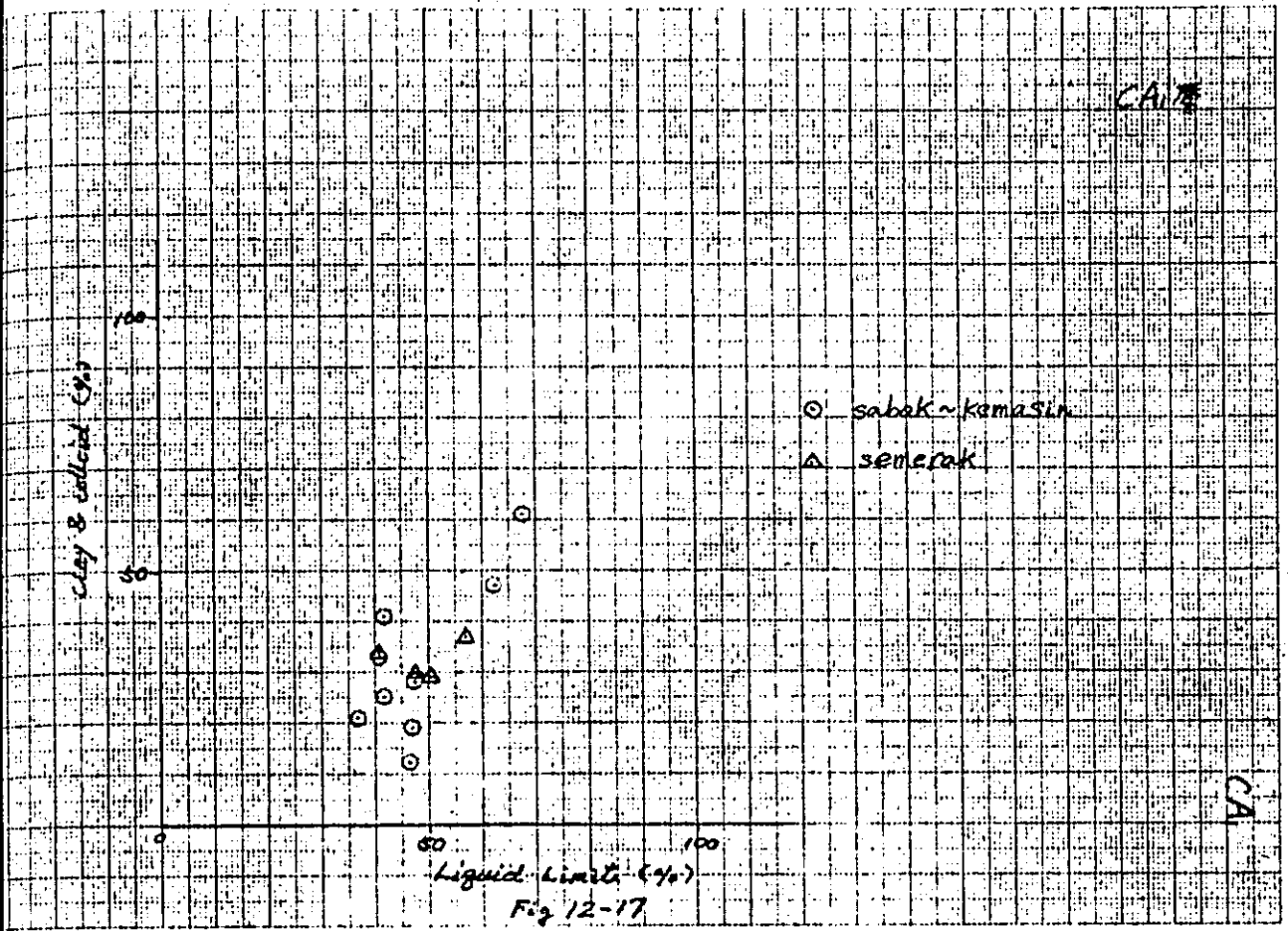
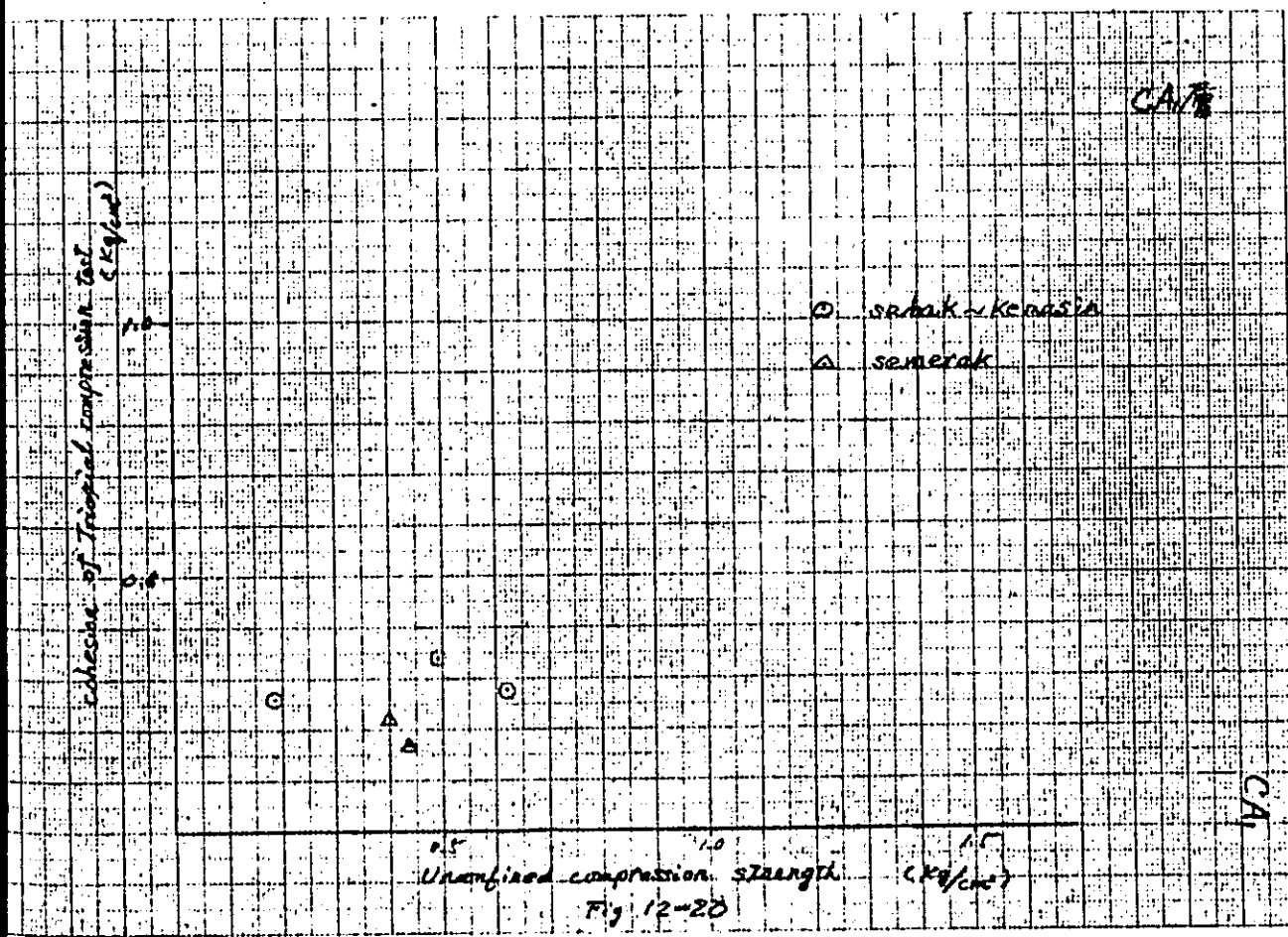
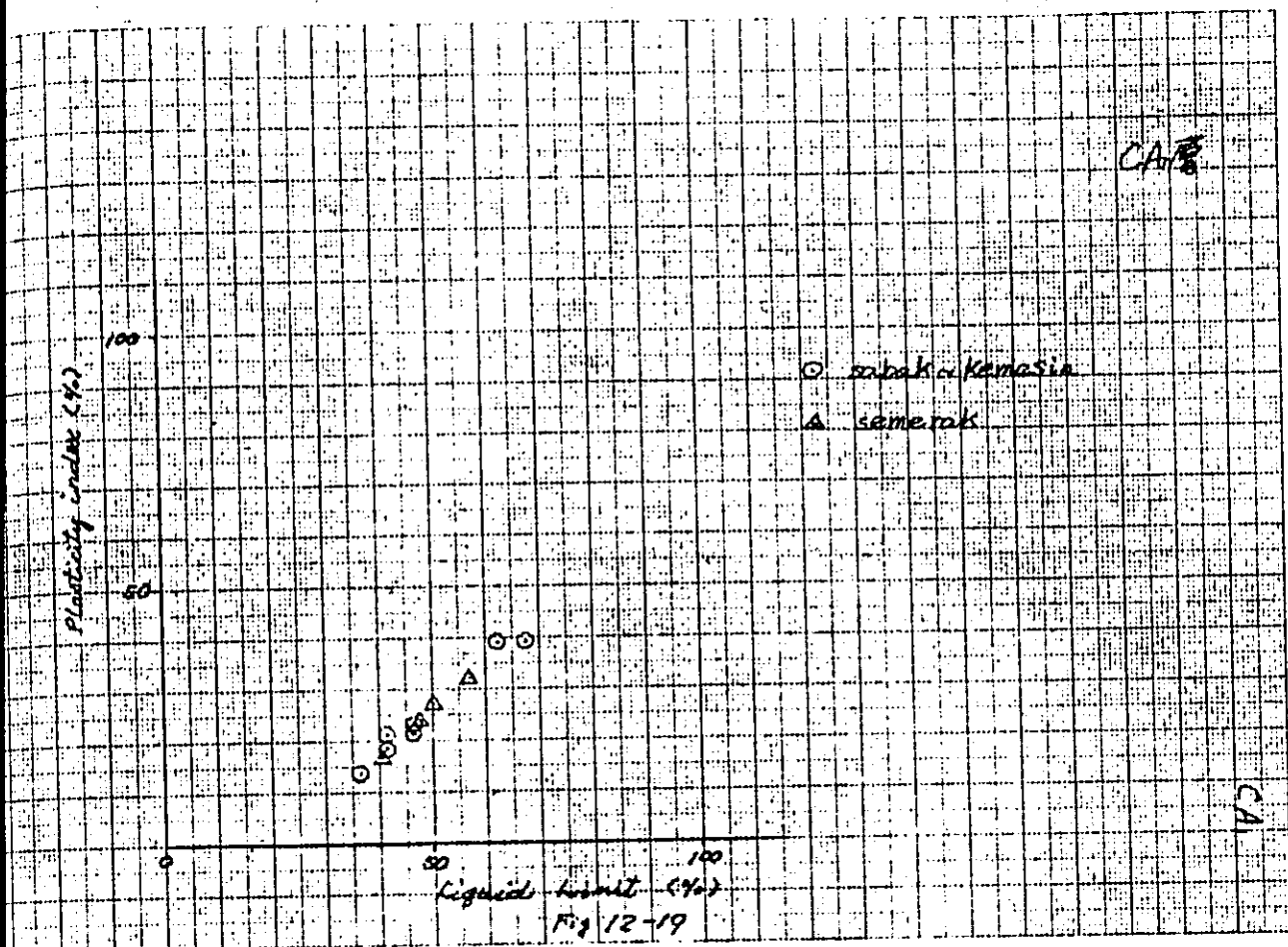
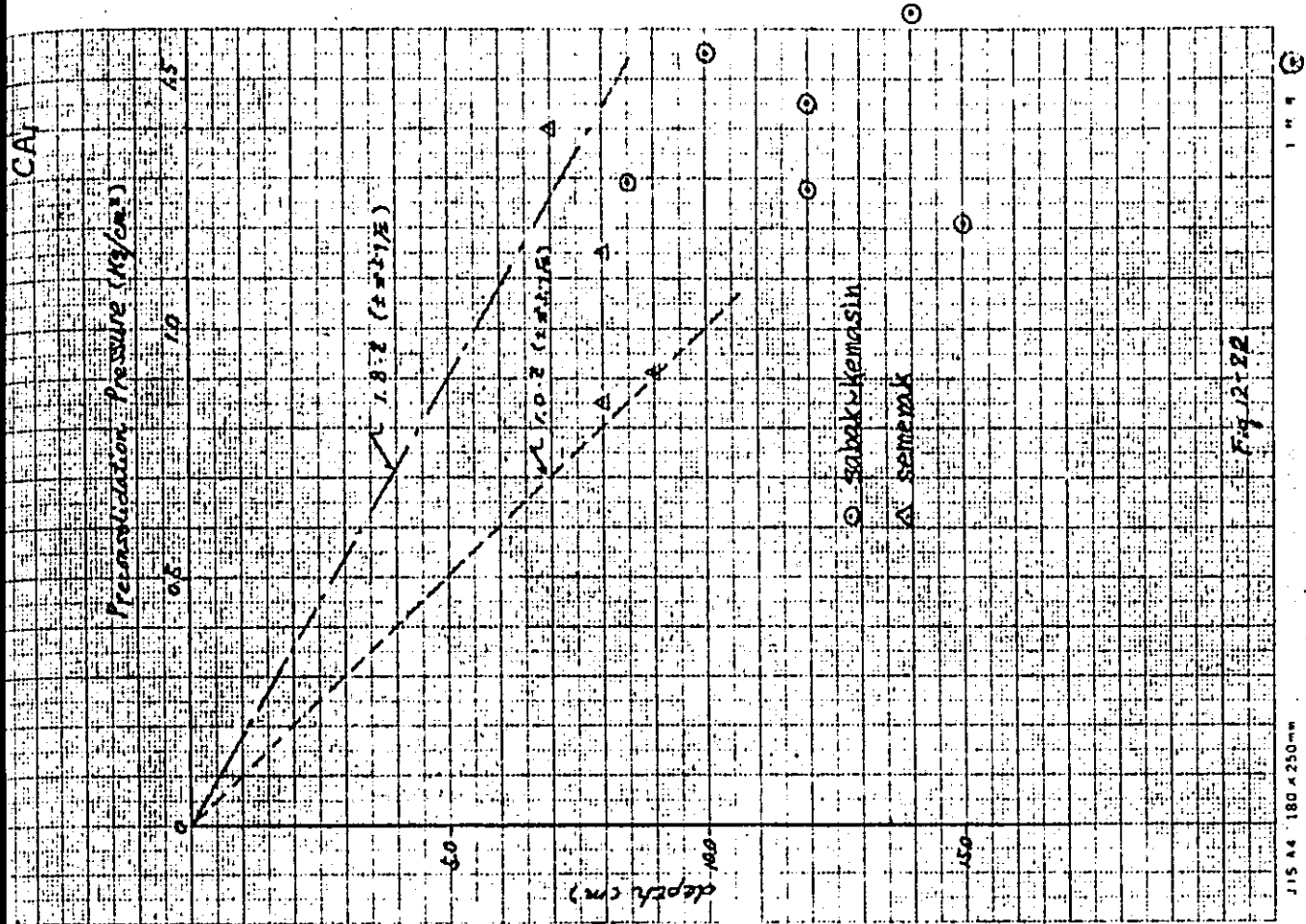
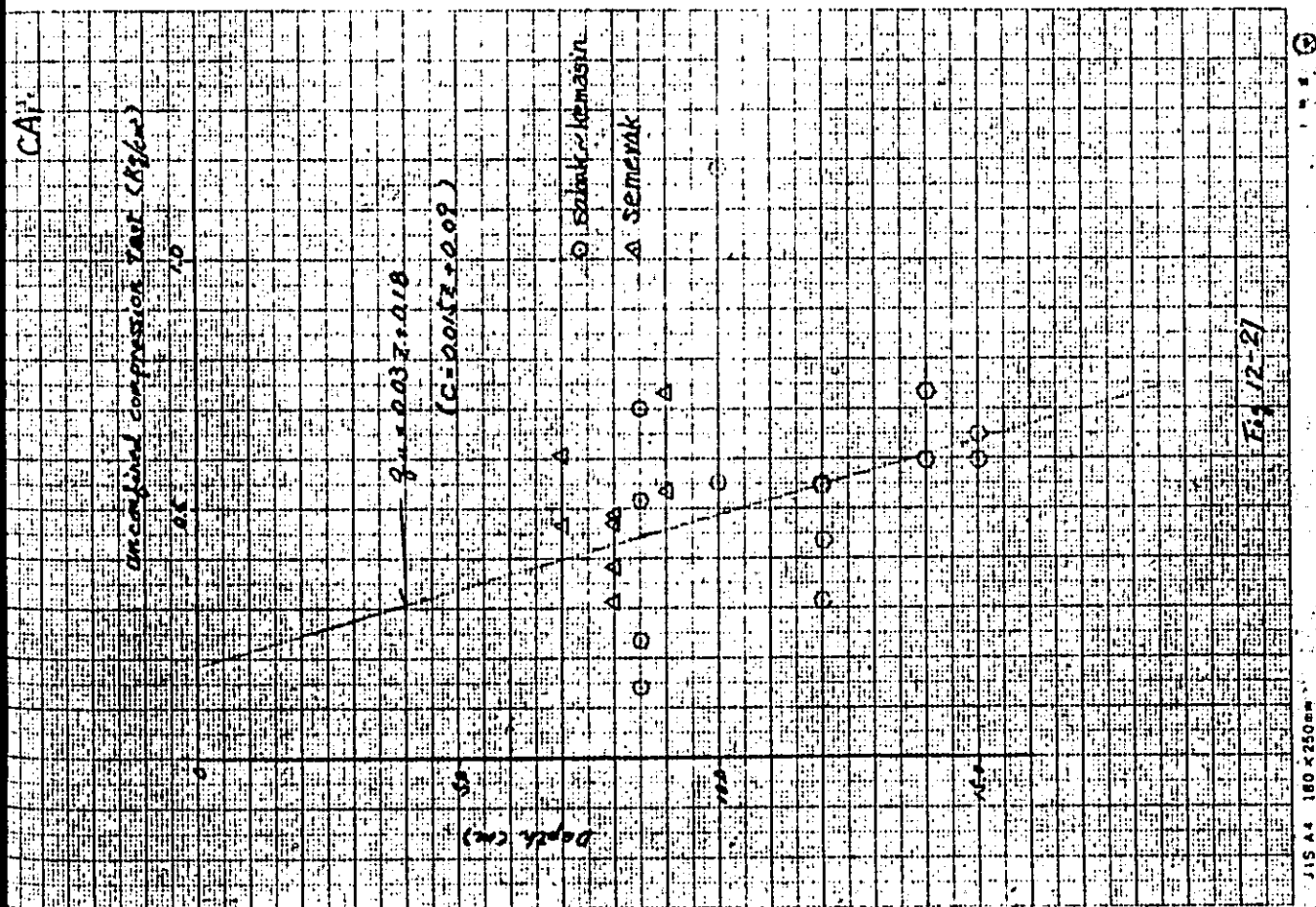


Fig-12-14  
205

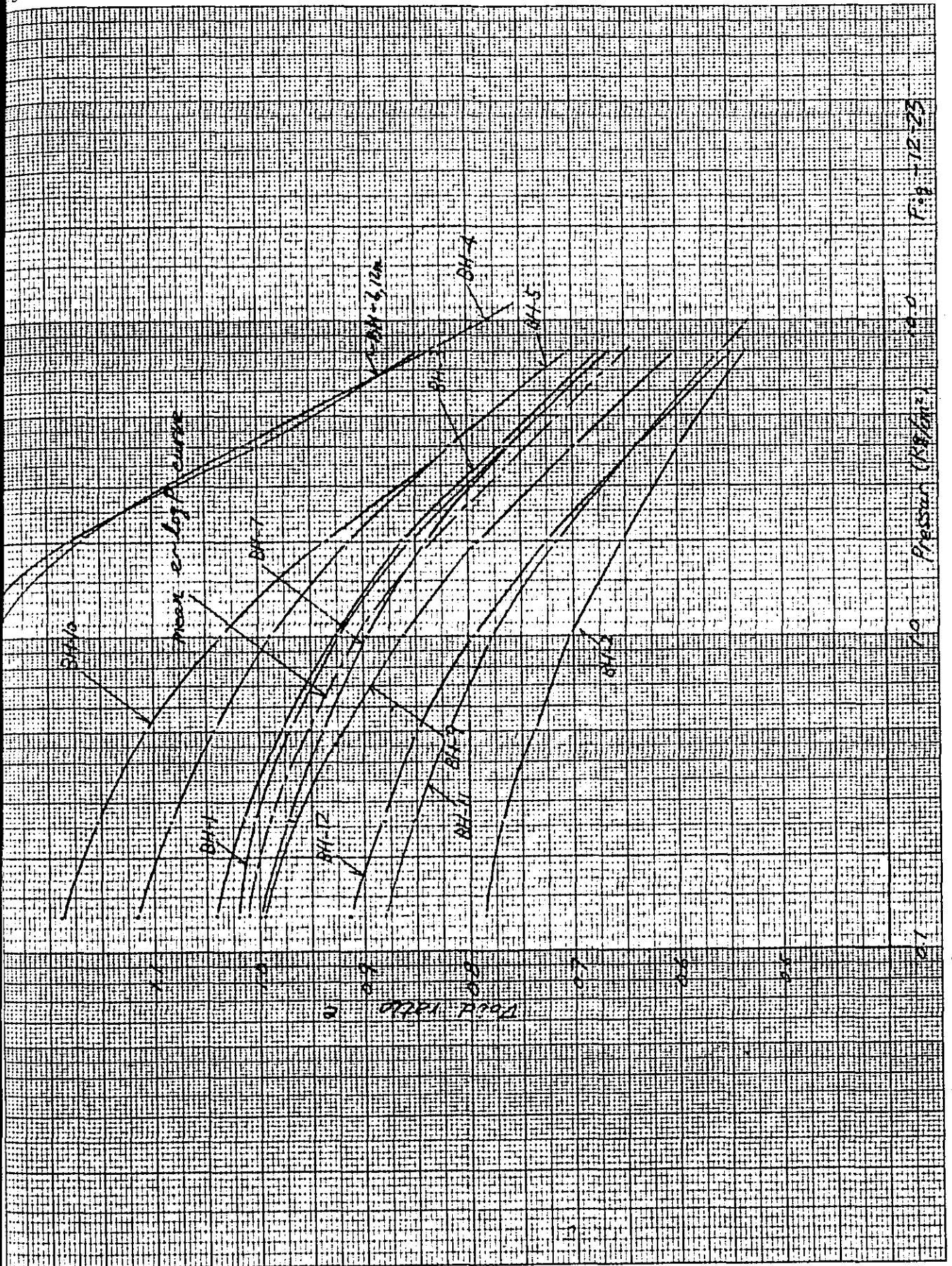












12-23

100

Pressure (KPa/m)

10

0.1

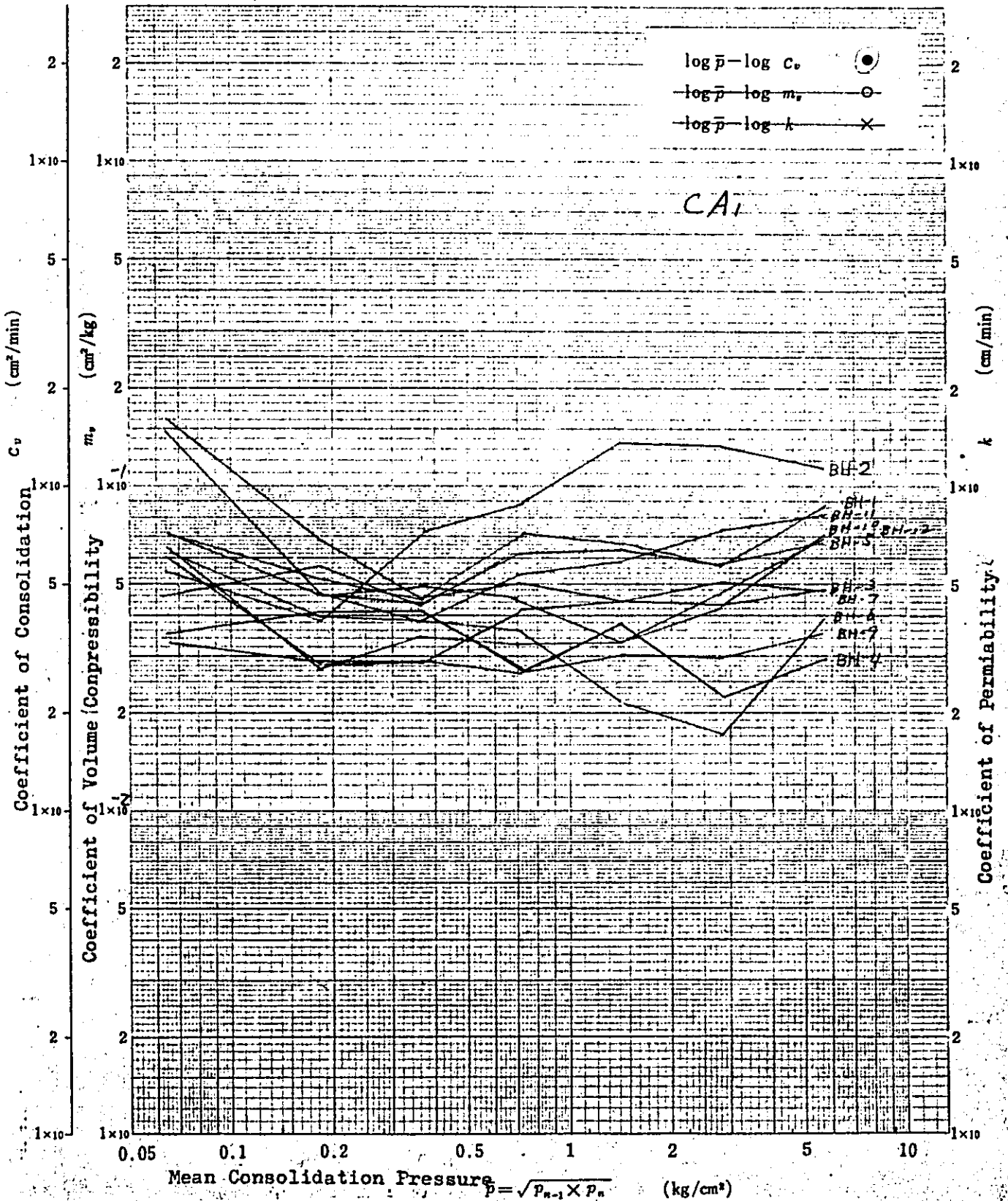
CONSOLIDATION TEST ( $\bar{p}$  -  $c_v$ ,  $m_v$ ,  $k$  curves)

Project: THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN  
PORT DEVELOPMENT PROJECT

Date \_\_\_\_\_

Location & Depth No. (      m ~      m )

Tested by \_\_\_\_\_



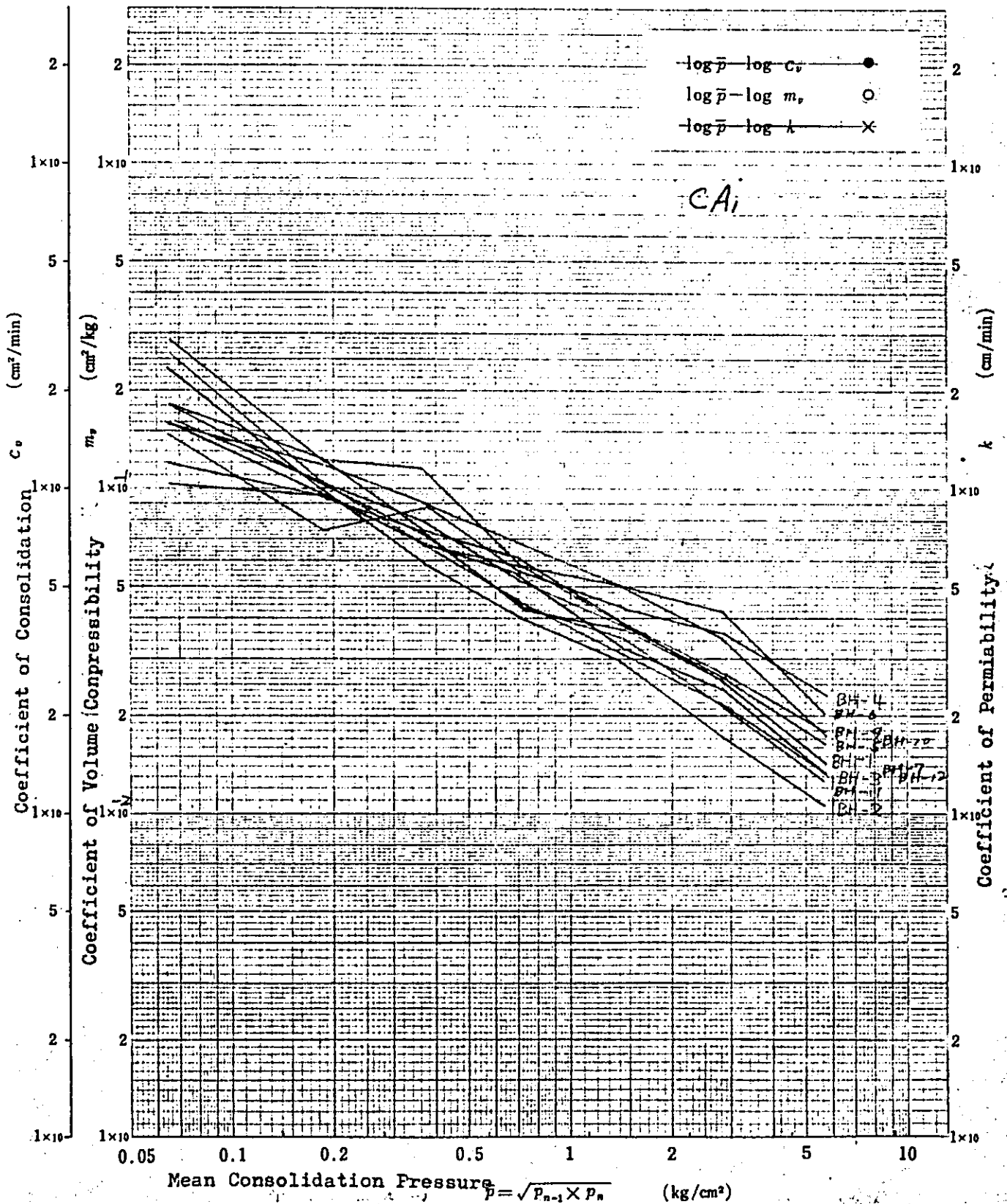
CONSOLIDATION TEST : ( $\bar{p}$  -  $c_v$ ,  $m_v$ ,  $k$  curves)

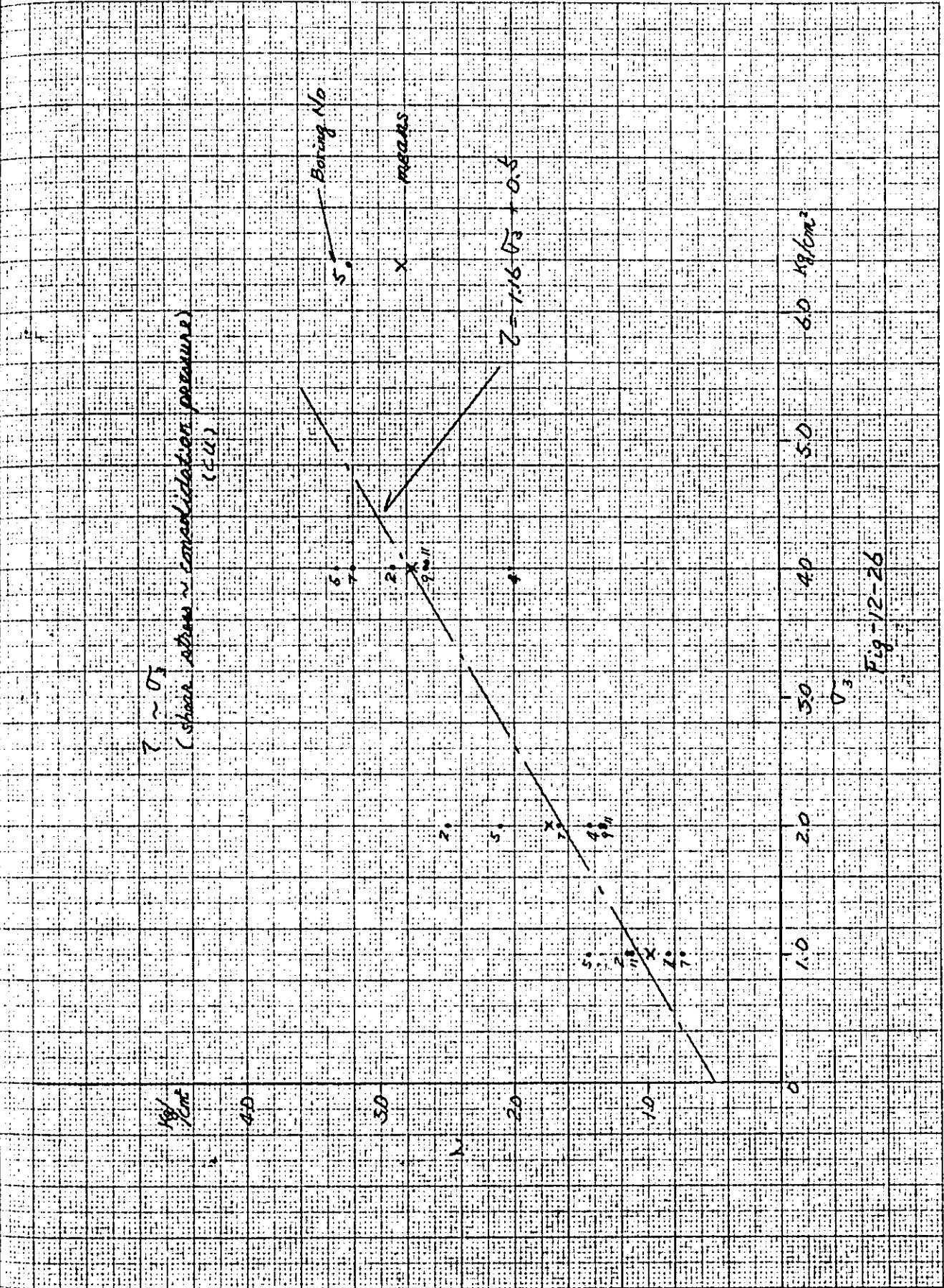
Project: THE FEASIBILITY STUDY FOR KELANTAN  
PORT DEVELOPMENT PROJECT

Date \_\_\_\_\_

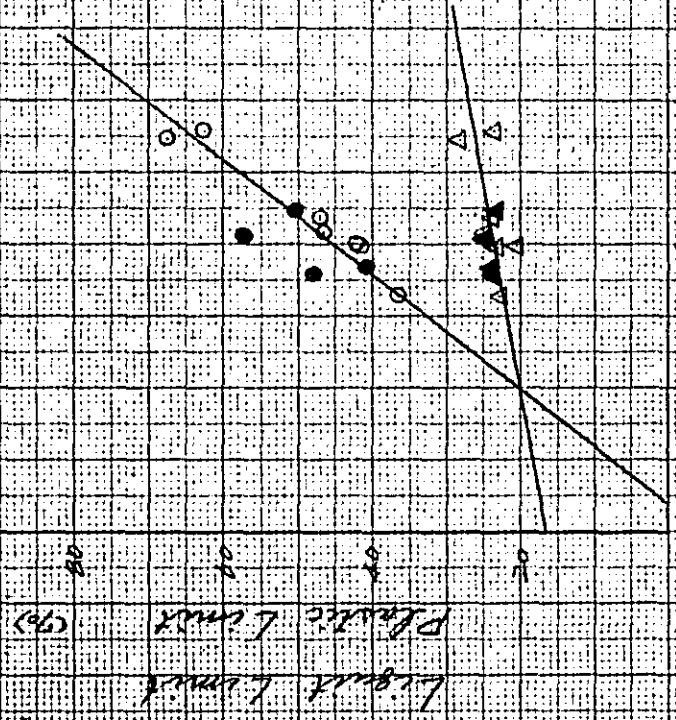
Location & Depth No ( m ~ m )

Tested by \_\_\_\_\_





Liquid Limit  
 BH1 ~ BH-7 ○  
 BH9 ~ BH-12 ●  
 Plastic Limit  
 BH1 ~ BH-7 △  
 BH9 ~ BH-12 ▲



Natural water content (%)

Fig-12-27

### 13. 結 言

本調査は、マスタープランの作成および建設計画の立案のための基礎資料とすべく、事前調査で既に抽出された開発予定地である二地区を対象に、波浪・流況・海底地形・海底地質・底質・土質等の自然条件に関して調査を実施したが、これまでほとんど知られていなかった対象地域の自然条件がかなり把握できたものと考えらる。

しかしながら、今年度の調査は、例年より早く来襲した北東季節風のため悪化した気象・海象条件の下で実施せざるを得ず、今後港湾建設計画を押し進め行くためには残された問題も少なくない。

今後の調査としては、今回さらに絞られた開発予定地に対して地形・地質・土質・流況調査を詳細に実施するとともに、長期間の波浪調査および精度の高い潮位調査を実施することが望まれる。さらに、後背地等のことも考慮すると大縮尺の地形図（陸域）の作成も必要である。



土質試験法 (1969) ----- 土質工学会

土のはなし (1979) ----- 技報堂

生きている潮 (1974) ----- 三省堂

ADMIRALTY MANUAL OF TIDES (1973)

----- A.T. DOODSON, H.D. WARBURG (LONDON)

潮汐表 太平洋及びインド洋 (1980) ----- 海上保安庁

潮汐学 (1975) ----- 生産技術センター

TIDE TABLES (MALAYSIA AND SINGAPORE) (1979)

----- Government of MALAYSIA

南シナ海水路誌 第1巻 (1968) ----- 海上保安庁

沿岸・海の基本図「小樽」調査報告書 (1979) --- 国際航業(株)

Report: Soil investigation For Kemasin, Semerak

intergrated rural Development (1979) --- Ground Engineering

基礎海岸工学 (1977) ----- 理工図書



JICA