

マレーシア国
クアンタンーコタキナバル
海底ケーブル建設計画調査
報告書

第一分冊

— 概説・序設・海洋調査編 —

昭和62年1月

国際協力事業団

開 二

86 - 139

マレーシア国
クアンタンーコタキナバル
海底ケーブル建設計画調査
報告書

第一分冊

—概説・序設・海洋調査編—

JICA LIBRARY



1031304[7]

昭和62年1月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 27.8.26	713
登録No. 16058	647
	SDS

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、わが国の技術協力の一環として、同国のクアンタン・コタキナバル海底ケーブル建設計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

国際協力事業団は、昭和61年5月15日から昭和61年8月30日まで三洋水路測量株式会社 石井 昭氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、現地において同国政府関係者と協議を行い、クアンタンーコタキナバル海底ケーブル建設計画策定に必要な一連の調査を行った。現地調査終了後、国内作業を進め、今般すべての作業が終了し、ここに報告書が完成する運びとなった。

本報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与するとともに、日・マ両国間の友好関係の促進に資することを心から願うものである。

終りに、本調査に御協力ならびに御支援いただいた関係各位に対し心から感謝の意を表するものである。

昭和62年1月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

伝 達 文

国際協力事業団

総裁 有田圭輔 殿

今般、マレーシア国クアタラン コタキナバル海底ケーブル建設計画調査報告書を提出するに至りましたことは、誠に喜びにたえません。

私を団長とする本調査団は、国際協力事業団の要請に基づき、昭和61年5月15日から8月30日の間、マレーシア国において本プロジェクトに関する現地調査を実施しました。本報告書は、その現地調査の結果を整理・解析し、マレー半島とサバ／サラワクを結ぶ新海底ケーブルシステムを建設する上で必要な海洋調査、トラヒック予測および基本設計結果をとりまとめたものであります。

調査の結果、本プロジェクトの重要性は大なるものがあり、本プロジェクトが着実に実施に移されることを期待してやみません。

本調査団が、マレーシア滞在中に受けましたひとかたならぬ御協力、御援助並びに御好意に対しまして、本調査団を代表して、マレーシア政府及び本プロジェクトに関係した諸機関の各位に対し、深甚の謝意を表します。

さらに、現地調査および本報告書のとりまとめに当り、有益な御教示、御援助を戴いた国際協力事業団、郵政省、外務省、在マレーシア日本大使館、国際電信電話株式会社の皆様に厚く御礼申し上げます。

敬 具

昭和62年1月

マレーシア国クアタラン コタキナバル

海底ケーブル建設計画調査団

団長 石 井 昭

(三洋水路測量株式会社 技術本部副本部長)

概 説

マレーシア政府は、半島マレーシアとサバ/サラワク間の通信需要の増大傾向に対処するためクアンタンとコタキナバルを結ぶ大容量の海底ケーブルシステムの建設を計画した。

マレーシア政府は、クアンタン～コタキナバル海底ケーブルプロジェクトの技術協力を日本政府に対し要請してきた。日本政府は、このマレーシア政府の要請に答え、国際協力事業団（JICA）によって本海底ケーブルプロジェクトのルート調査、トラヒック予測およびシステムの基本設計を実施することとした。

1986年2月に事前調査が行われ、クアンタン～コタキナバル海底ケーブルのルート調査に係るS/Wに関し、両国代表間で協議を行い合意された。また、事前調査団は、本海底ケーブルの両陸揚地の現地踏査を実施した。

この合意されたS/Wに基づき、JICA調査団は関連資料・情報の収集に努めるとともに、机上検討を開始した。

机上検討後、調査団は本海底ケーブルルート調査に関するインゼプションレポートを作成し、1986年5月にマレーシア国政府に提出し、説明協議を行った。また、調査団はクアンタン、コタキナバル両陸揚地点および半島マレーシアとサバ/サラワクの主要都市を訪問し、陸揚地事前調査とトラヒック予測に関する調査を実施した。

1986年6月に、日本の調査船“第五海工丸”（500トン）はコタキナバルに到着し、調査団員とマレーシア側カウンタパートが乗船した。

ルート調査は、コタキナバル近傍のタンジュンアルーからクアンタン近傍のチェラチンに至り、チェラチンからタンジュンアルーに戻る往復約2,900kmにわたって実施された。

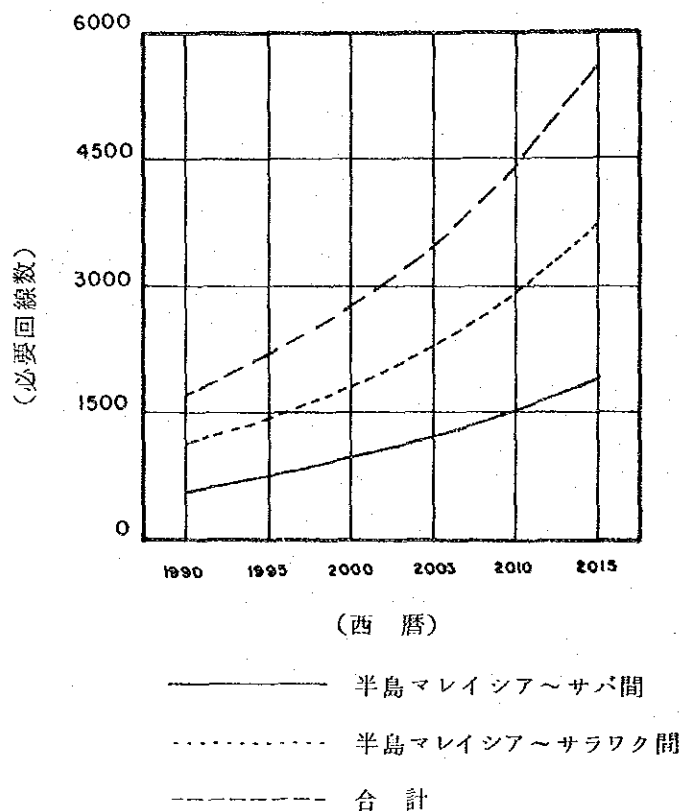
本調査は、マレーシア政府関係者の協力の基に各種の調査項目について高精度の測位システムを用いて実施され、1986年8月6日に完了した。往路、復路および補足調査のための調査船全走行距離は約5,900kmに及んだ。

調査結果として、マレーシア側提案ルートに殆ど沿った海底ケーブルルートが選定できることが判明した。然しながら、ルートの一部については漁業活動または海底露岩による海底ケーブル障害の予防措置を必要とする箇所が存在が明らかにされた。

両陸揚地点間の距離は1,451.42km（783.7海里）であり、全ルートの平均ケーブル・スラック

(余長)の2.7%を加味すれば、全必要ケーブル長は1,489.0km(804.0海里)と見込まれる。

調査団は、半島マレーシアとサバ/サラワクで収集したトラヒック・データを基にして2015年までのマクロな需要とトラヒック予測を実施した。この予測では、国内総生産(GDP)年間成長率4%が一般的であると判断され、1990年から2015年に至る半島マレーシアとサバ/サラワク間の予測回線数は、次の図に示すとおり見積られた。

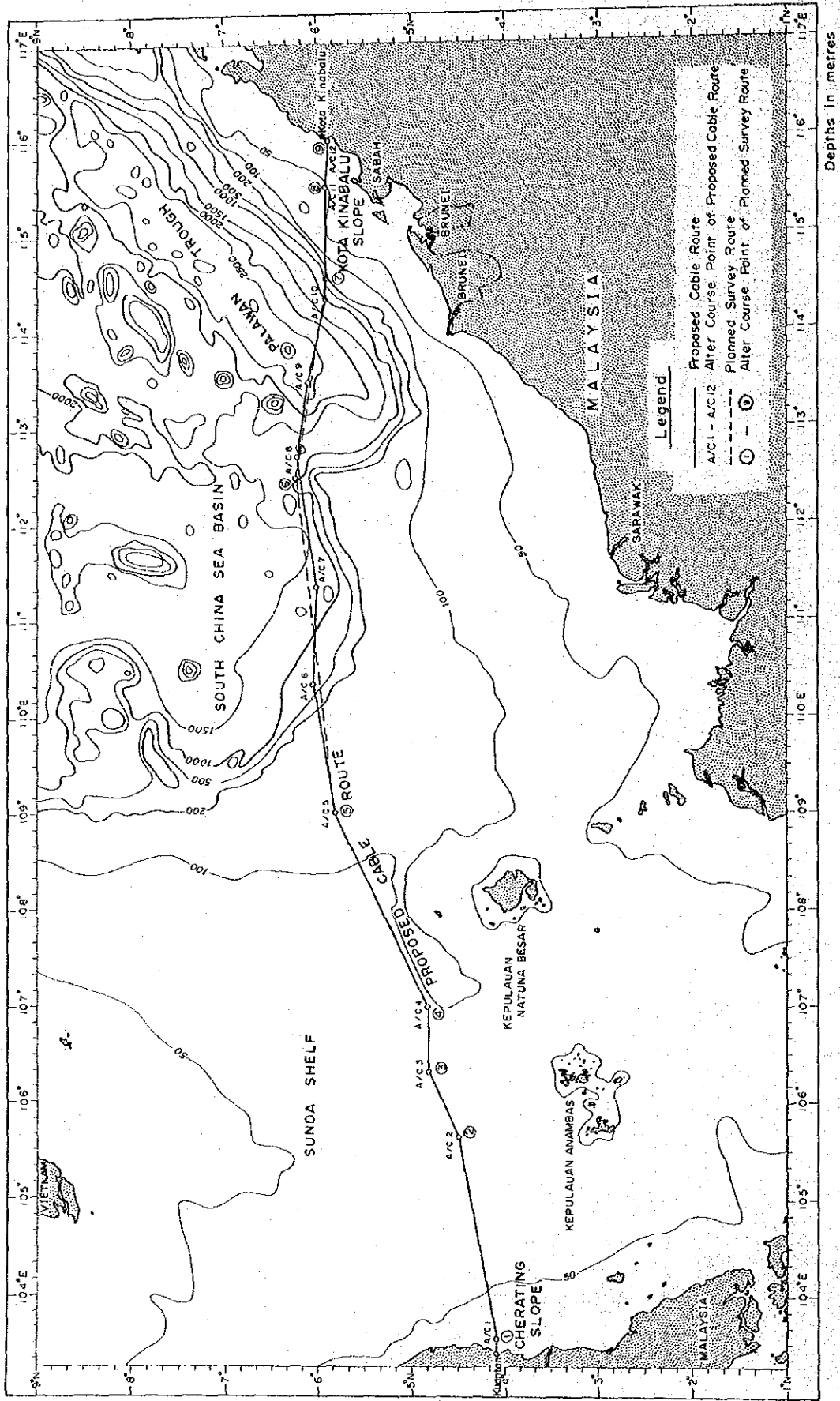


これらの回線数は、電話の他、テレックス、電信およびデータ通信に必要な回線を含むものであり、このGDP年間成長率4%に対応する電話換算チャンネル数を、この海底ケーブルのシステム設計に適用した。

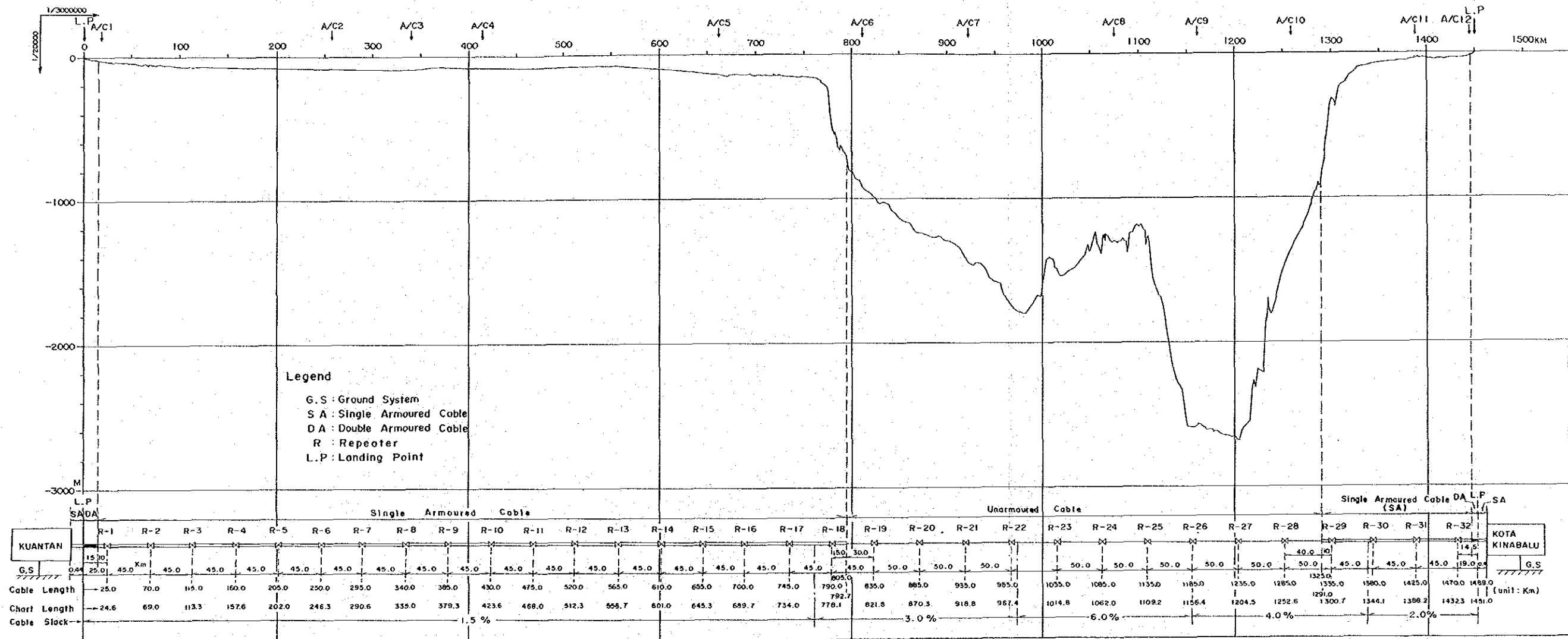
調査団は、陸上部調査結果、選定ケーブルルート、トラヒック予測結果を基に、最適海底ケーブルシステムの選定、設計必要条件および推奨システムの基本設計を実施した。

クアンタンとコタキナバルを結ぶ海底ケーブルシステムとして、280 Mbps、2 システムの容量を有する光ファイバーデジタル海底ケーブルを提案する。必要ケーブル長は両陸上ケーブルを含み 1,489.84 km (804.45 海里)と見込まれた。また、日本で開発された OS-280 M システムを適用した場合のクアンタン～コタキナバル海底ケーブルシステム構成を一例としてとりまとめた。

推奨ケーブルルートと計画調査ルートをⅣ頁に、また、推奨ケーブルルートの海底断面と海中設備の位置を示す図をⅤ頁に示した。



推奨ケーブルルートと計画調査ルート



推奨ケーブルルート of 海底断面と海中設備

調査報告書

目次

概説

第Ⅰ編	序説	1
第Ⅱ編	海洋調査	7
第1章	要約	7
第2章	推奨ケーブルルートおよび所要ケーブル長	11
2.1	推奨ケーブルルート	11
2.2	ルート状況	11
2.3	推奨ケーブルルートに関する考慮事項	12
2.4	所要ケーブル長	13
第3章	海底地形および地質	17
3.1	チェラチン斜面	27
3.2	スンダ大陸棚	33
3.3	南シナ海海盆	37
3.4	コタキナバル斜面	43
第4章	海底環境	49
4.1	底質	49
4.2	海底付近の状況	69
4.3	ケーブル埋設に係わる海底状況	77
第5章	海洋気象および海洋気象状況	85
5.1	海洋気象	85
5.2	流況および水温	85
第6章	推奨ケーブルルート周辺の海洋活動	119
6.1	漁業活動	119
6.2	海洋石油ガス開発	123

6.3	既存・廃棄海底ケーブルおよびパイプライン	132
6.4	爆発物投棄海域	135
6.5	船舶活動	137
第7章	陸揚地点	141
7.1	陸上および接地ケーブルルート	141
7.2	大地比抵抗	152

付録目録

付録-1	調査計画ルートを選定	155
付録-2	船位測定	157
付録-3	調査概要	167
付録-4	調査項目と目的	169
付録-5	調査機器	171
付録-6	調査船の概要	177
付録-7	航海日誌	179
付録-8	調査海域周辺の領海および経済水域区分図	193
付録-9	調査全航跡図	195
付録-10	流速計設置図	197
付録-11	記録例位置図および各種調査の記録例	199
付録-12	海底写真	211

表目録

表Ⅱ-1	陸揚点および変曲点の経緯度と所要ケーブル長
表Ⅱ-3-1	チェラチン斜面の地質層序
表Ⅱ-3-2	スンダ大陸棚の海底状況
表Ⅱ-3-3	コタキナバル斜面の海底勾配
表Ⅱ-3-4	コタキナバル斜面の露岩状況
表Ⅱ-3-5	コタキナバル斜面の地質層序
表Ⅱ-4-1	底質採取状況
表Ⅱ-4-2 (1/5~5/5)	底質採取記録 (海洋部)
表Ⅱ-4-3	粒度試験結果 (沿岸部)
表Ⅱ-4-4	粒度試験結果 (海洋部)
表Ⅱ-4-5	ベーン試験によるせん断強度
表Ⅱ-4-6	硫化物含有量試験結果
表Ⅱ-4-7	ガス穴の分布と状況 (チェラチン沖合部およびスンダ大陸棚)
表Ⅱ-4-8	露岸の分布域と状況 (コタキナバル斜面)
表Ⅱ-4-9	ガス穴の分布と状況 (コタキナバル)
表Ⅱ-4-10	ケーブル埋設に考慮すべき海底状況
表Ⅱ-5-1	沿岸部係留点位置および期間
表Ⅱ-5-2	沿岸部測流結果 (クアントン)
表Ⅱ-5-3	沿岸部測流結果 (コタキナバル)
表Ⅱ-5-4	海洋部係留点位置および期間
表Ⅱ-5-5	海洋部測流結果
表Ⅱ-5-6	沿岸部測温結果 (クアントン)
表Ⅱ-5-7	沿岸部測温結果 (コタキナバル)
表Ⅱ-5-8	海洋部測温結果
表Ⅱ-6-1	推奨ケーブルルート上の交点位置
表Ⅱ-6-2	作業中の視認船隻数
表Ⅱ-7-1	チェラチン陸上部ケーブルルート測量結果
表Ⅱ-7-2	コタキナバル陸上部ケーブルルート測量結果
表Ⅱ-7-3	チェラチンにおける大地比抵抗測定結果 (クアントン)
表Ⅱ-7-4	タンジュンアルーにおける大地比抵抗測定結果 (コタキナバル)

図 面 目 録

図 1-1	施工工程
図 II-2-1	推奨ケーブルルート
図 II-2-2	推奨ケーブルルート断面図
図 II-3-1 (1/3)	水深図および海底地形断面図 (スンダ大陸棚東端)
図 II-3-1 (2/3)	水深図および海底地形断面図 (西側大陸斜面-海山)
図 II-3-1 (3/3)	水深図および海底地形断面図 (東側大陸斜面)
図 II-3-2	推奨ケーブルルートの海底地形断面および勾配
図 II-3-3	水深・等深線図 (チェラチン沿岸部)
図 II-3-4	海底地層断面図 (チェラチン沿岸部)
図 II-3-5	海底地層断面図 (チェラチン斜面・スンダ大陸棚)
図 II-3-6	海底断面図 (南シナ海海盆)
図 II-3-7	海底地層断面図 (コタキナバル斜面)
図 II-3-8	水深・等深線図 (タンジュンアルー沿岸部)
図 II-3-9	海底地層断面図 (タンジュンアルー沿岸部)
図 II-4-1	定点観測位置図
図 II-4-2	粒度組成図 (両沿岸部)
図 II-4-3 (1/2~2/2)	粒度組成図 (海洋部)
図 II-4-4	底質分布図 (チェラチン沿岸部)
図 II-4-5	A/C5 付近の海底面状況図
図 II-4-6 (1/3~3/3)	埋設機曳航状況図
図 II-4-7	海底表面の地質概念図
図 II-5-1	表層海流の概況図
図 II-5-2	流向・流速曲線図 (測点KN-1)
図 II-5-3	流向・流速頻度分布図 (測点KN-1)
図 II-5-4	進行ベクトル図 (測点KN-1)
図 II-5-5	流向・流速曲線図 (測点KN-2)
図 II-5-6	流向・流速頻度分布図 (測点KN-2)

図Ⅱ-5-7	進行ベクトル図(測点KN-2)
図Ⅱ-5-8	流向・流速曲線図(測点KK-1)
図Ⅱ-5-9	流向・流速頻度分布図(測点KK-1)
図Ⅱ-5-10	進行ベクトル図(測点KK-1)
図Ⅱ-5-11	流向・流速曲線図(測点KK-2)
図Ⅱ-5-12	流向・流速頻度分布図(測点KK-2)
図Ⅱ-5-13	進行ベクトル図(測点KK-2)
図Ⅱ-5-14	海洋部における流向ベクトル
図Ⅱ-5-15	水温鉛直断面と鉛直分布(チェラチン沿岸部)
図Ⅱ-5-16	水温鉛直断面と鉛直分布(タンジュンアルー沿岸部)
図Ⅱ-5-17	計画ケーブルルートに沿った水温鉛直断面図
図Ⅱ-6-1	調査海域周辺の漁場図
図Ⅱ-6-2(1/4~4/4)	調査海域周辺の石油鉱区図
図Ⅱ-6-3	調査海域周辺の海底ケーブルおよびパイプライン現況図
図Ⅱ-6-4	調査海域周辺の爆発物投棄区域図
図Ⅱ-6-5	ケーブルルート付近の視認船舶・漁具
図Ⅱ-7-1	陸上部推奨ケーブルルート(チェラチン)
図Ⅱ-7-2	陸揚地点付近のケーブルルート詳細図(チェラチン)
図Ⅱ-7-3	ケーブルルートの方角(チェラチン)
図Ⅱ-7-4	陸上部推奨ケーブルルート(タンジュンアルー)
図Ⅱ-7-5	ケーブルルートの方角(タンジュンアルー)

第 I 編 序 說

第 1 編 序 説

マレーシア政府は、半島マレーシアとサバ/サラワク間を広帯域海底ケーブルシステムで結ぶことを計画した。

この東西マレーシア間は、現在次のような通信手段によって結ばれている。

- (1) 144 回線容量を有するジョホールバル～クチン間散乱波通信システム
- (2) 72 回線容量を有するクアタソ～コタキナバル間国内衛星リンク
- (3) 1,200 回線容量を有するクアタソ～クチン間海底同軸ケーブルシステム

半島マレーシアとサバ/サラワク間の通信需要の増大傾向に対処するとともに、近い将来に満杯が予定されている既存のクアタソ～クチン間海底同軸ケーブルを補足するために大容量回線を有する海底ケーブルの新設を計画した。

マレーシア政府は、クアタソ～コタキナバル海底ケーブルプロジェクトの技術協力を日本政府に要請し、日本政府はこの海底ケーブルプロジェクトの海洋調査、トラヒック予測およびシステム基本設計を国際協力事業団（JICA）が実施することとした。

1986年2月18日～28日の間、日本政府が実施するS/Wについて協議するため、事前調査団（水越団長）をマレーシア国に派遣した。マレーシア側経済企画部門、エネルギー郵電省、電気通信総局と日本側事前調査団はS/Wに合意した。事前調査団は2月21日～26日の間、チェラチンとタンジュンアルーの両陸揚地の現地踏査を実施した。

その結果、両陸揚地は本海底ケーブルのケーブル陸揚に適していることが判明した。

このS/Wに基づき、JICA調査団は本プロジェクトに係る机上検討を開始した。調査団はデータを収集するとともに、必要な情報・資料をマレーシア国関連機関から入手した。これらのデータ、情報・資料は、海底地形、調査地域の水深、気象、海潮流、漁業活動、沖合における石油/ガス開発、既存および商用停止の海底ケーブル/パイプライン、爆発物投棄区域等である。調査団は、これらのデータ・情報・資料を解析するとともに調査計画を作成した。この机上検討実施後、調査団は本海底ケーブルシステムのインセプションレポートを作成した。

1986年5月16日～29日の間、調査団（石井団長）は、マレーシア政府に対しインセプションレポートを提出し、説明を行った。協議の結果、このインセプションレポートは了承された。

インセプションレポート提出後、調査団はマレーシア政府関係者の協力を得て、日本の調査船“第五海工丸”（付録－6参照）を使用して海洋調査を6月26日～8月6日にわたり実施した。

調査船は6月24日にコタキナバル港に入港し、その後、コタキナバル側陸上部・沿岸部調査および接地抵抗測定を6月26日～30日の間に実施した。

調査団とマレーシア側カウンターパートはタンジュンアルーで調査船に乗船し、7月2日にコタキナバルからクアタタンに向けて往路調査を開始し、7月13日に終了した。

クアタタン側陸上部・沿岸部調査および接地抵抗測定を7月14日～18日の間に実施した。復路調査では、クアタタンからコタキナバルに向け、往路調査ルートから南2海里のルートに沿って実施した。マレーシア側カウンターパートと調査団員は、コタキナバル港において8月8日に下船した。航海日誌の要約は付録－7に示すとおりである。

海洋調査終了後、調査団はクアラ Lumpur においてインテリムレポートを作成し8月25日～28日の間にJTMに提出し、説明を行った。

調査団は、マレーシア国エネルギー郵電省およびJTMからのコメントを含むドラフトファイナルレポートを作成し、11月27日～12月1日の間にマレーシア政府に提出し、説明を行った。

調査団はファイナルレポートを作成し、1987年1月末にエネルギー郵電省に送付した。

実施線表は図1-1に示すとおりである。

本海底ケーブルプロジェクトの事前調査、海洋調査、トラヒック予測および基本設計の参加者は次のとおりである。

(1) 事前調査

水越章雄	郵政省	調査団長
宮内邦武	K D D	
釜沢悟	〃	
市原一夫	J I C A	業務調整

(2) 海洋調査およびトラヒック予測並びにシステム基本設計

(i) 日本側

JICA作業監理委員会

水越章雄*	郵政省	委員長
浅見春雄*	〃	委員長(後任者)
北村泰介*	K D D	委員
藤沢純吉*	〃	委員
市原一夫*	J I C A	業務調整

JICA調査団

石井昭	三洋水路測量(株)	調査団長
西山康郎	〃	調査団副団長(海洋測量)
川畑泰昭*	〃	トラヒック
木下不二夫*	〃	システム
橋本邦俊	〃	海底地質
片山維新	〃	水路測量
渡辺幸春	〃	水路測量
大谷彰	〃	
藤田鉄雄	〃	
長田収司	〃	
古垣広三	〃	
油下光夫	〃	
家里齐	〃	
吉原康行	〃	
池永宏	〃	
羽山洋一	〃	
秋山邦明	〃	
荒木隆	〃	
収内久明	〃	
西宮哲之	〃	

(ii) マレーシア側カウンターパート

コタキナバル陸上部および往路調査

Mrs. Sharifah Aamenah Aljund* JTM External Div.

Mr. Zaini Diman JTM Sabah

Mr. Salim Jamiun JTM Cherating

Mr. Saidin Hj Gandul JTM Sabah

クアンタン陸上部および復路調査

Miss Fauziah Kalam* JTM External Div.

Mr. Ahmad Husny M. Hussin JTM External Div.

Mr. Tuah Satem JTM Kuching, Sarawak

Mr. Bazet Busu JTM Cherating

需要およびトラヒック予測

Mr. Yahaya Shariff* JTM Switching Div.

Mr. David Miasin* JTM Sabah

Mr. Kassin Hussin* JTM Sabah

その他のカウンターパート名は、本報告書の裏編に表示されている。

註* 海洋調査に不参加

J T M : マレーシア国電気通信総局

K D D : 国際電信電話株

Item \ Month	1986 Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	1987 Jan.
Preliminary Study	18_29											
Desk Study and preparation of Inception Report			2_30	2_14								
Submission and Explanation of Inception Report				16_29								
Navigation (Japan - Kota Kinabalu)					15_24							
Landing Site Survey at Kota Kinabalu					26_30							
Going-run Survey (Kota Kinabalu - Kuantan)						2_13						
Landing Site Survey at Kuantan						14_18						
Returning-run Survey (Kuantan - Kota Kinabalu)						20_6						
Navigation (Kota Kinabalu - Japan)							9_20					
Preparation of Interim Report							10_22					
Submission and Explanation of Interim Report							25_28					
Preparation of Draft Final Report								1_24				
Submission and Explanation of Draft Final Report									30	27_1		
Submission of Final Report												31

图 I-1 施 工 工 程

第II編 海洋調査

第1章 要 約

第Ⅱ編 海洋調査

第1章 要約

海洋調査ルートは、既存の海図と海底地形・地質データを基にし、海底ケーブルを海中の危険から避けるとともに、ケーブル長を最短となるようJTMから提案されたケーブルルートを十分考慮して選定された。この調査ルートは、クワンタン近傍のチェラチンからチェラチン斜面、スンダ大陸棚、南シナ海海盆、パラワン海溝、コタキナバル斜面を経てコタキナバル近傍のタンジュンアルーに至るもので、その距離は1,451.42 km（783.0海里）に達する。

海洋部では、調査船第五海工丸を使用し、往路と復路の調査を実施した。往路では、クワンタン沖合から主調査ルートに（付録－9参照）に沿って、次の順序に従って調査を実施した。

- (i) 水深200 m以浅の浅海部（コタキナバル斜面）における測深、地層探査、海底面探査および既存パイプライン調査。
- (ii) 深海部（南シナ海海盆）における測深、地層探査および海潮流調査。
- (iii) 水深200 m以浅の浅海部（スンダ大陸棚およびチェラチン斜面）における測深、海底面調査、地層探査および既存海底ケーブル調査。

復路では、クワンタンから往路ルートに平行な調査ルート（付録－9参照）に沿って次の手順に従って調査を実施し、海底地形が複雑な海域では補足調査も併せて実施した。

- (i) クワンタンからコタキナバル沖合に至る、往路ルートに平行な調査ルート沿いにおける測深。
- (ii) 水深200 m以浅の浅海部（チェラチン斜面の一部およびスンダ大陸棚）におけるケーブル埋設調査。
- (iii) チェラチン斜面、スンダ大陸棚、南シナ海海盆、パラワン海溝およびコタキナバル斜面の特定点における採泥、海底写真撮影、測温および海潮流調査。

沿岸部では調査船搭載の小型船を使用して、タンジュンアルー（6月26日～30日）とチェラチン（7月14日～18日）の沿岸において調査を実施した。この調査では、海岸線から

沖合 6 km に至る主調査ルートと同ルートを中心として 150 m 間隔で設定された補助調査測線

(4 ルート) に沿って、次の順序に従って実施した。

- (i) 定点 2 箇所における流速計の設置。
- (ii) 測線上の測深、地層探査および海底探査。
- (iii) 特定の地点における採泥および測温
- (iv) ダイバーによる海底写真撮影。
- (v) 流速計の回収。

調査作業は海洋部と沿岸部に分けられ、次のような測位方法をそれぞれ実施した。

海洋部では、調査船の測位精度を高めるため、G.P.S. および NNSS、オメガのハイブリット方式を併用して調査を実施し、これらの成果を世界測地系 (WGS-72) に基づいて取りまとめた。(付録-2 参照)

測位精度は、NNSS、オメガのハイブリット方式では約 0.5 海里で、G.P.S. では 0.1 海里以内であった。

一方、沿岸部では、小型船に搭載した電波測位機 (マイクロ波) および陸上に設定したトランシットの併用による測位を実施した。この方法による測位精度は約 ± 3 m である。

陸上および接地ケーブルルートの調査並びに接地システムのための大地比抵抗の測定を、タンジュンアルーおよびチェラチンにおいてそれぞれ実施した。タンジュンアルーにおける陸上および接地ケーブルルートを、商用をすでに停止している SEACOM ケーブルの陸上、接地ケーブルルートに沿うように選定した。これらの陸上および接地ケーブルルートの長さは、それぞれ 373.9 m, 158.5 m である。

接地システムのための大地比抵抗測定を、SEACOM ケーブルの接地ケーブル陸揚地点付近の海岸で実施した。

一方、チェラチンにおける陸上および接地ケーブルルートは、既存の ASEAN M. S. T. 及びクアンタン〜クチンケーブルのケーブルルートに沿っており、その距離はそれぞれ 323.0 m, 360.2 m である。

接地システムのための大地比抵抗測定を、接地候補地点 2 箇所で行った。

海洋調査および陸上部調査の概要は付録－3に示すとおりである。

各調査項目，調査目的，調査機器および調査方法は付録－4および付録－5にそれぞれ示すとおりである。

第2章 推奨ケーブルルートおよび所要ケーブル長

第 2 章 推奨ケーブルルートおよび所要ケーブル長

2.1 推奨ケーブルルート

調査団は、半島マレーシアバハン州クアンタン近傍のチェラチンとサバ州コタキナバルのタ
ンジュンアルーを結ぶ計画調査ルートについて注意深く選定した（付録-1 参照）。この
計画調査ルートに沿って海洋調査を実施した。

また、本海底ケーブルシステムの経済性と高信頼性を考慮するとともに、海洋調査結果
を基に推奨ケーブルルートを選定した。

調査結果から、図Ⅱ-2-1 に示すケーブルルートをクアンタン～コタキナバル海
底ケーブルの最適ルートとして推奨する。このルートに沿う海底断面図を図Ⅱ-2-2 に示
す。

2.2 ルート状況

(1) 西側大陸棚区間

西側大陸棚区間は、チェラチン沿岸部、沖合部海域とスンダ大陸棚で構成され、その
区間長は全ケーブル長の約 53% に達する。

チェラチン斜面の沿岸部（チェラチン陸揚地点～6 km 間）海域では、海底地形は一部
を除き滑らかである。チェラチン斜面の沖合部（チェラチン陸揚地点から 6 km～90 km
間）では、海底に凹凸が数多く出現しており、チェラチン陸揚地点から 9 km～18.5 km
間は粘着性の強い粘土層が存在する。

スンダ大陸棚の西側海域（チェラチン陸揚地点から 90 km～660 km 間）は概ね平坦で
ある。スンダ大陸棚の東側海域（チェラチン陸揚地点から 660 km～770 km 間）は基盤
岩とサンゴ礁による露岩が数多く存在する。

(2) 南シナ海海盆区間

南シナ海海盆区間は、地形的特徴から西側大陸斜面、海山、パラワン海溝および東側
大陸斜面の 4 区域で構成されており、その区間長は全ケーブルルート長の約 37.5% を占
める。

西側大陸斜面（チェラチン陸揚地点から770km～977km間）は、大陸外縁部から水深1,800mに達し、その間の最大勾配は1/16（3.6°）である。この海域はほぼ全域にわたって軟泥で覆われているが、スンダ大陸棚外縁付近に露岩域が存在する。

推奨ケーブルルートは、最大勾配1/7（8.1°）をもつ海山区域（チェラチン陸揚地点から977km～1,151km間）を通過するが、この区域の殆どの勾配は1/13（4.4°）以下である。この海域の東側区間は厚い泥質堆積物に覆われており、ルートはパラワン海溝西端の水深2,600m地点に達する。

パラワン海溝（チェラチン陸揚地点から1,151km～1,205km間）は、平均勾配1/450で概ねなだらかである。海底は水深2,600mから推奨ケーブルルートの最深部の水深2,680mに達する。この海域は厚い泥質堆積物で覆われている。

(3) 東側大陸棚区間

東側大陸棚区間は、コタキナバル沖合部と沿岸部海域で構成され、その区間長は全ケーブルルート長の約9.5%を占める。

コタキナバル斜面の沖合部（チェラチン陸揚地点から1,313km～1,446km間）の海底地形は穏やかな斜面となっているが、所々にサンゴ礁の露岩域がある。

コタキナバル斜面の沿岸部（チェラチン陸揚地点から1,446km～1,451.42km間）の海底地形は、穏やかな斜面を形成し、推奨ケーブルルート上に起伏は存在しない。

2.3 推奨ケーブルルートに関する考慮事項

推奨ケーブルルート上で考慮すべき特徴点は次のとおりである。

- (1) チェラチン斜面の浅海部においては、ケーブル障害の原因ともなり得る漁業活動が活発であり、チェラチンから10～15海里の海域では漁船、漁具が数多く視認された。
- (2) チェラチン陸揚地点から9km～18.5km間には、粘着性の強い粘土層が海底下浅所に存在している。
- (3) 既存ケーブル調査により、A/C3～A/C4間にASEAN P.SケーブルとS.H.T区間ケーブルの位置が確認されたが、海図上に存在する廃棄の電信ケーブルの位置は確認できなかった。

- (4) A/C5～A/C6の間では、基盤岩とサンゴ礁による露岩が数多く存在する。
- (5) 海山海域では、推奨ケーブルルート上、海底の起伏がやや大きい。
- (6) コタキナバル斜面の沖合海域には、サンゴ礁の露岩が存在するとともに多少の起伏がある。
- (7) コタキナバル斜面の沖合海域には、既存のパイプラインが2条設置されており、推奨ケーブルルートとA/C11付近で交差している。

2.4 所要ケーブル長

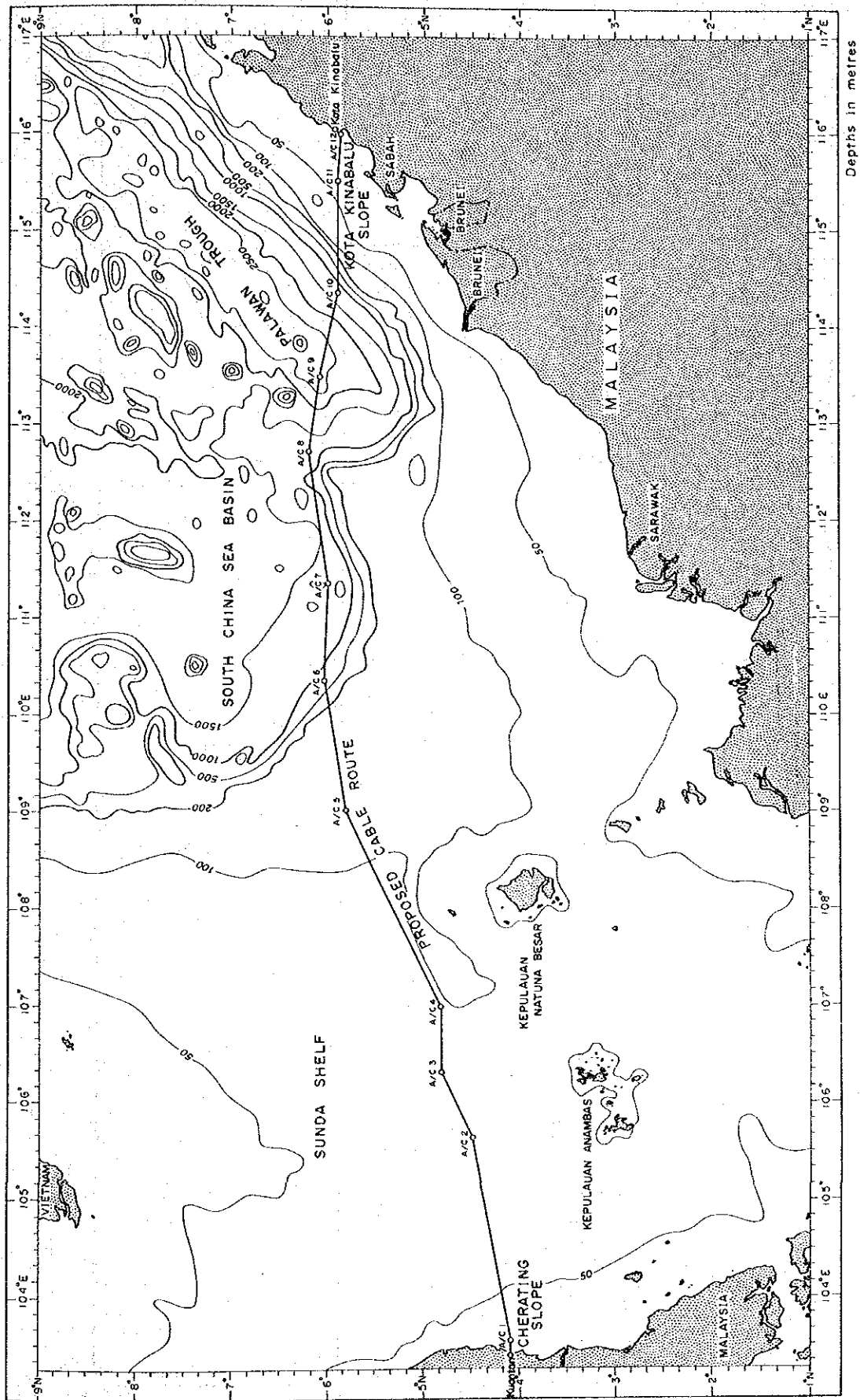
推奨ケーブルルートの両陸揚地点間の距離は1,451.42 Km (783.70 nm) である。これに平均ケーブル余長2.7%を加えると、ケーブル長は1,489.0 Km (804.0 nm)と見積られる。

ルート変曲点の位置、各変曲点間距離、ケーブル余長の比率、所要ケーブル長を表Ⅱ-2-1に示す。

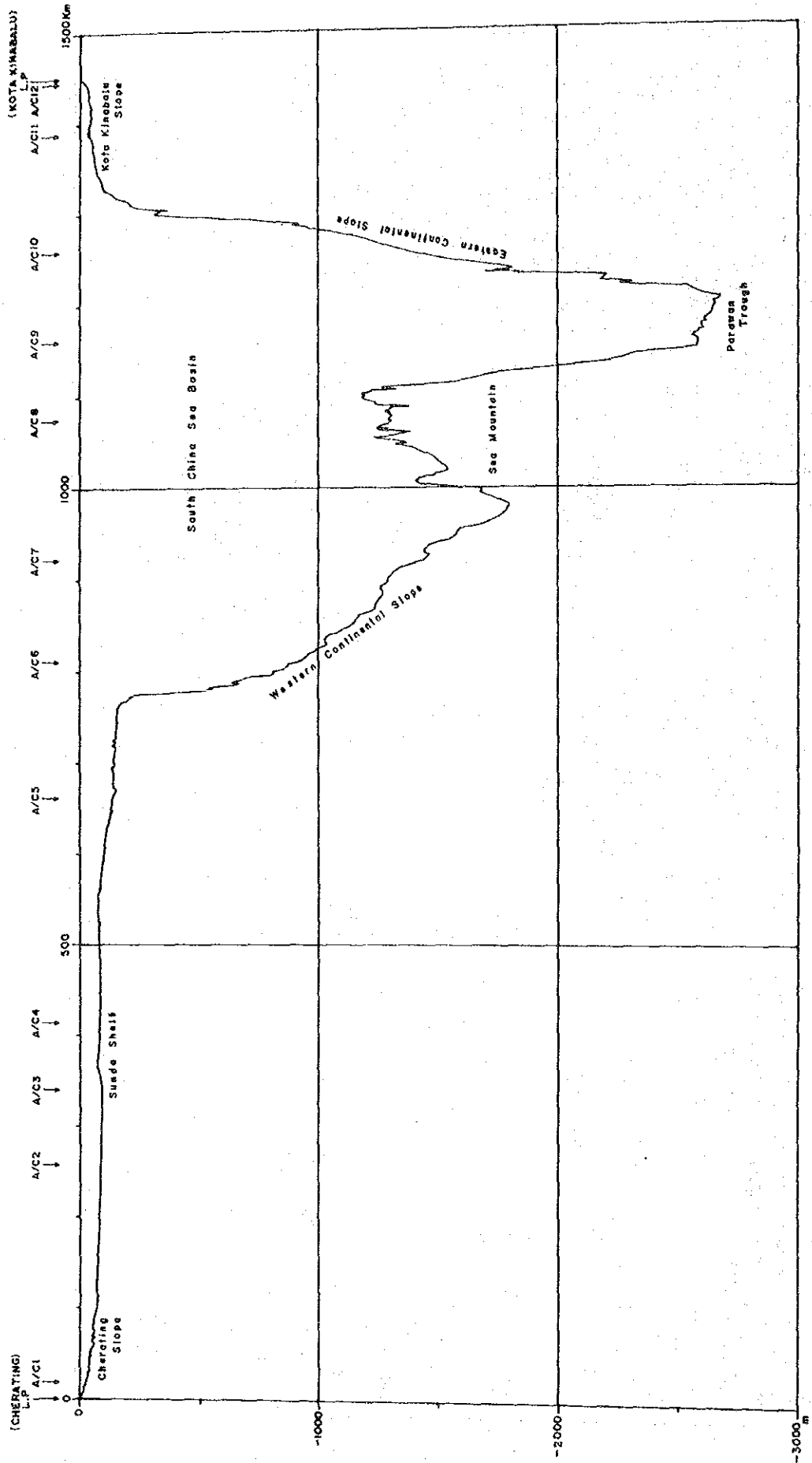
表Ⅱ-2-1 陸揚地点、変曲点位置および所要ケーブル長

Pos. No. A/C	Position (Deg. Mines. Sec.)		Distance (km)		Slack (%)	Cable Length (km)
	Latitude (N)	Longitude (E)	Between	Cumulative		
Kuantan L.P	4-06-20.201	103-23-04.125	18.38	0		
A/C 1	4-06-20.40	103-33-00.00	238.98	18.38		
A/C 2	4-30-00.00	105-40-00.00	82.64	257.36	1.5	772.0
A/C 3	4-50-00.00	106-20-00.00	73.95	340.00		
A/C 4	4-50-00.00	107-00-00.00	247.73	413.95		
A/C 5	5-50-00.00	109-00-00.00	149.57	661.68		
A/C 6	6-03-00.00	110-20-00.00	110.77	811.25	3.0	218.0
A/C 7	6-01-00.00	111-20-00.00	153.45	922.02		
A/C 8	6-13-00.00	112-42-00.00	86.46	1,075.47	6.0	195.0
A/C 9	6-06-00.00	113-28-00.00	98.07	1,161.93	4.0	189.0
A/C 10	5-55-00.00	114-20-00.00	129.19	1,260.00		
A/C 11	5-55-30.00	115-30-00.00	56.64	1,389.19		
A/C 12	5-54-44.00	116-00-41.00	5.59	1,445.83	2.0	115.0
Kota Kinabalu L.P	5-57-03.447	116-02-37.646	1,451.42	1,451.42		
Total Route Length			1,451.42 km	783.70 nm	Total Cable Length	1,489.0 km 804.0 nm
(1 nm = 1.852 km)						

Note: Distance is geodetic line distance with WGS-72.
Land Cable is excluded.
Slack depends on rough calculations.



図II-2-1 推奨ケーブルルート



図Ⅰ-2-2 推奨ケーブルルート断面図

第3章 海底地形および地質

第3章 海底地形および地質

クアンタン～コタキナバル間における最適ルートを選定するため、海底地形調査、地質調査が行われた。調査海域は南シナ海南部に位置し、その大半を占めるスンダ大陸棚と南シナ海海盆からなる。

調査データは、船上にてすみやかに解析され、ケーブルルートとしての適否が判断され、不適である海域が発見された場合は、最適ルートを見つけるため十分な補足調査が実施された。調査結果より計画調査ルートを次のように変更した。

(1) A/C5の東方約108Km付近(東経110°00')

この海域には断層が北北西～南南東に走るため、より落差の小さい北側にルートを変更した。(図Ⅱ-3-1(1/3)参照)

(2) A/C7付近(東経111°20')

この海域には比高差約700mの独立した海山が存在する。そのため海山を避けて南側にルートを変更した。(図Ⅱ-3-1(2/3)参照)

(3) A/C8の西方約20Km付近(東経112°30')

この海域には、水深760mと738mの頂部を持つ比高の大きな2つの海山が存在する。そのため両海山間の鞍部を通るようルートを変更した。(図Ⅱ-3-1(2/3)参照)

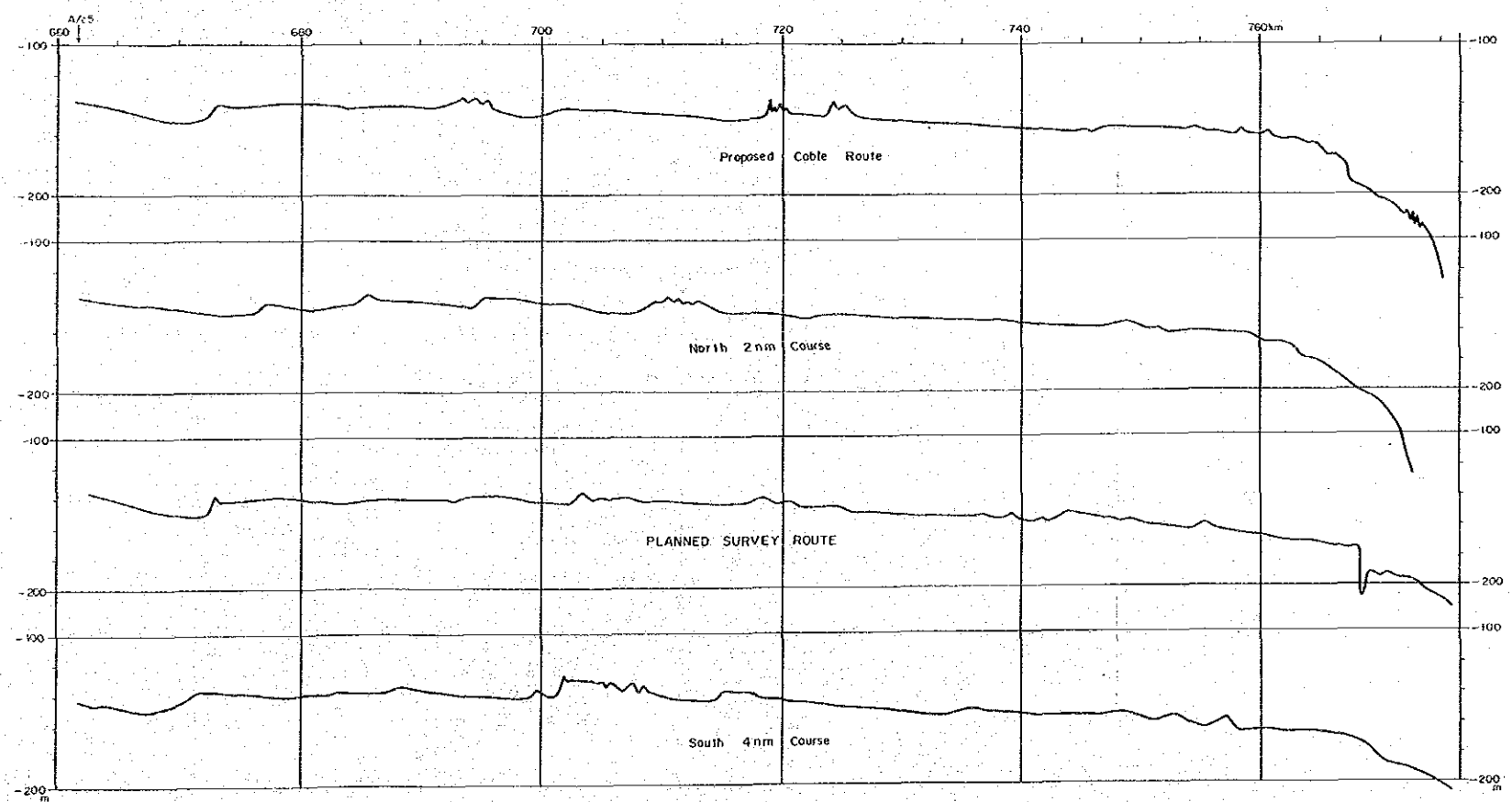
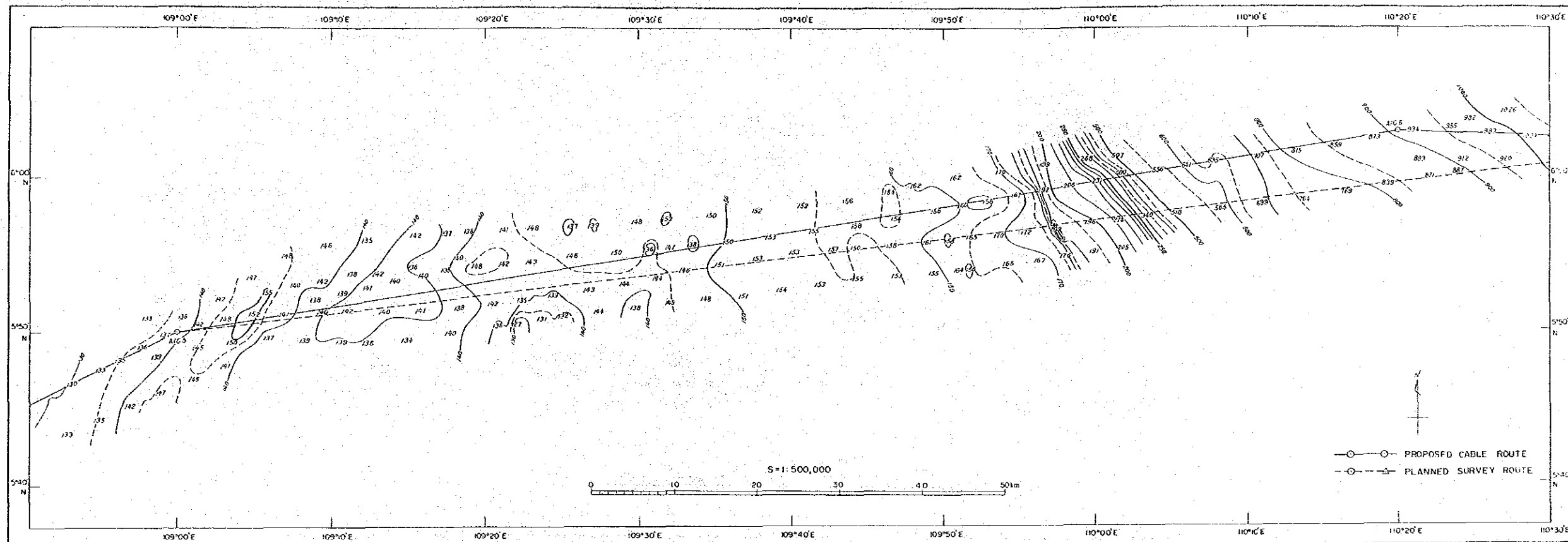
(4) A/C10の西方約50Km～A/C10(東経113°55'～114°20')

この海域には急傾斜をもつ突起状地形が多く、突起状地形のより少ない南側にルートを変更した。(図Ⅱ-3-1(3/3)参照)

上述のルート変更により、推奨ケーブルルートは調査計画ルートに比べて、A/C点で3点、ルート長は約3.5Kmそれぞれ増加した。以下調査結果の詳細について次ぎの4区域に分けて述べる。

- (1) チェラチン斜面
- (2) スンダ大陸棚
- (3) 南シナ海海盆
- (4) コタキナバル斜面

図Ⅱ-3-2に推奨ケーブルルートに沿った海底断面と各地域の斜面の傾斜を示す。



図II-3-1 (1/3) 水深図および海底地形断面図 (スンダ大陸棚東端)

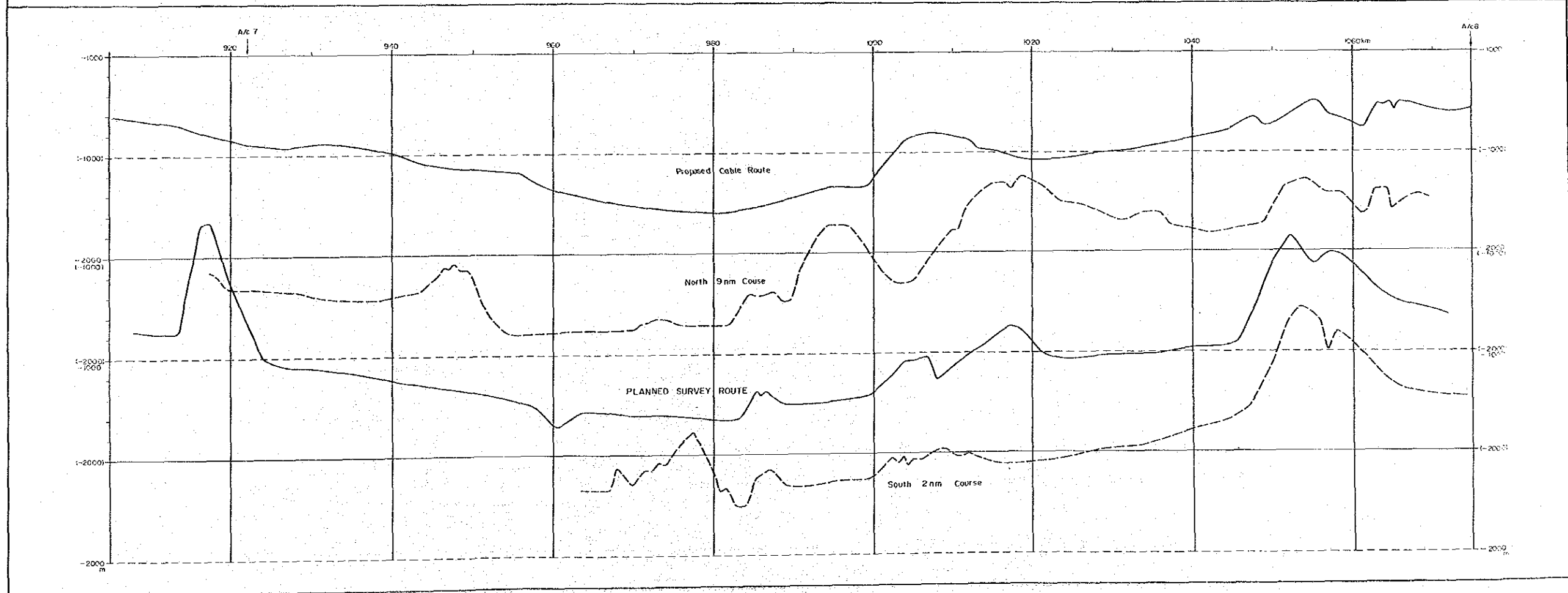
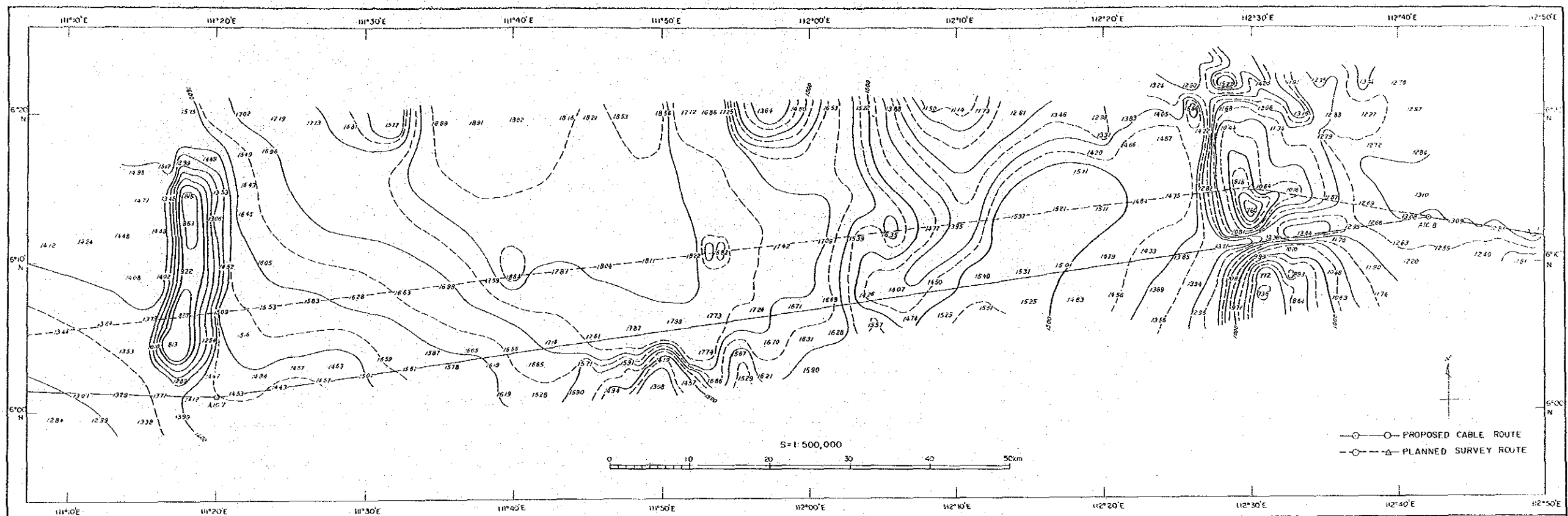
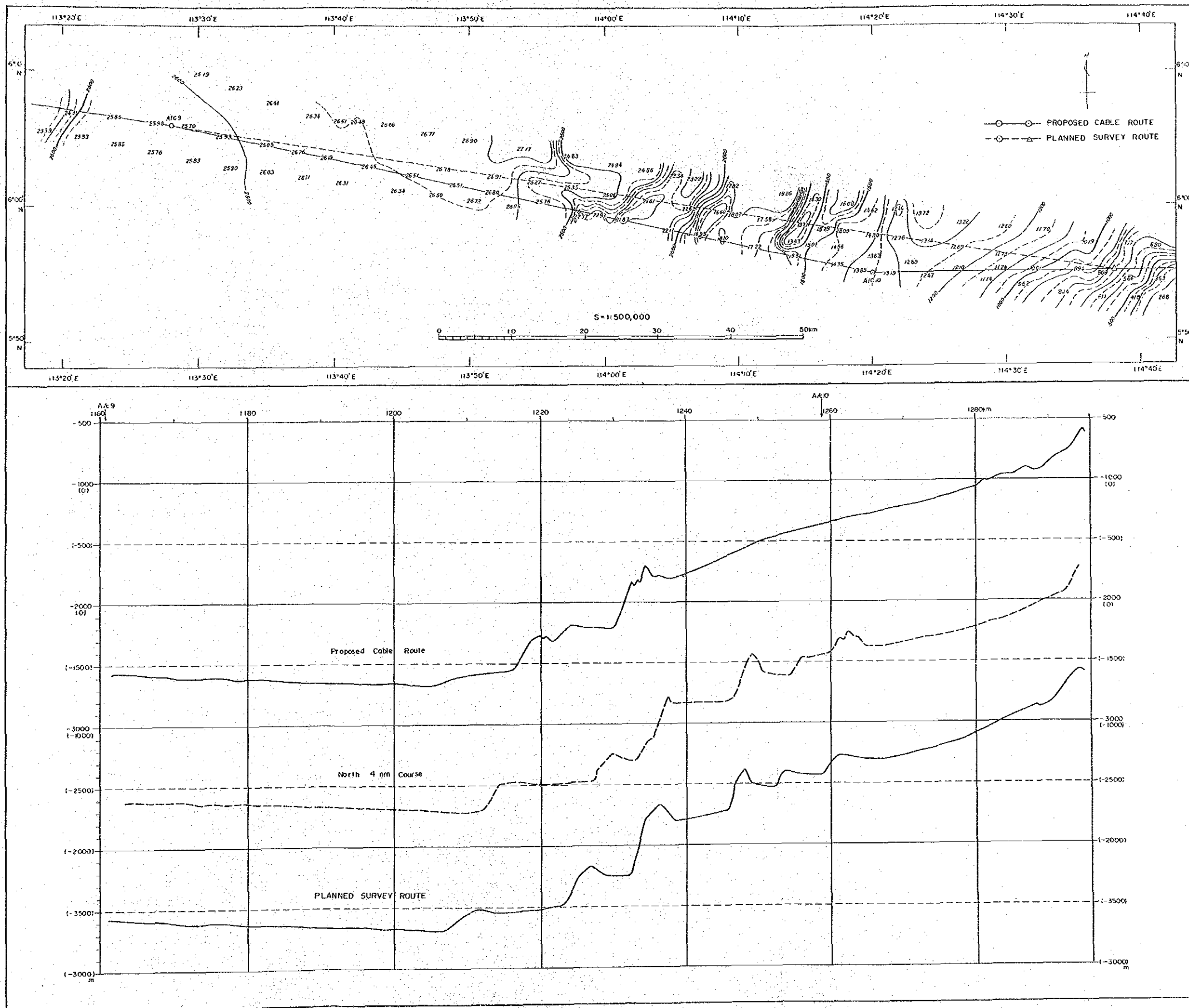


図 11-3-1 (2/3) 水深図および海底地形断面図 (西側大陸斜面-海山)



図Ⅱ-3-1 (3/3) 水深図および海底地形断面図 (東側大陸斜面)

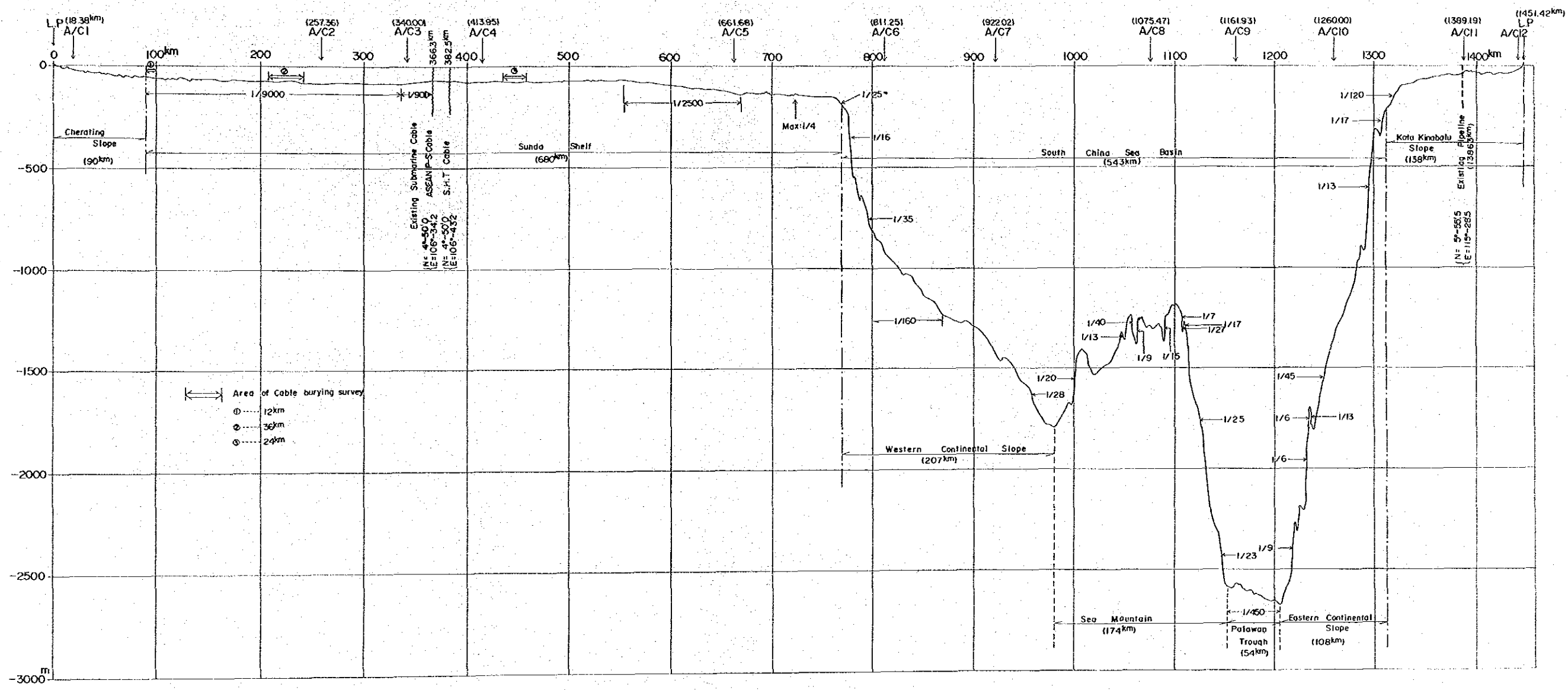


図 II - 3 - 2 推奨ケーブルルートの海底地形断面および勾配

3.1 チェラチン斜面

沿岸海域(陸揚点~沖合6km間)の地形は滑らかである。この区間の勾配は海岸線部でやや急であり、沖へ行くに従って緩やかとなる。この間の勾配を下表に示す。(図Ⅱ-3-3, Ⅱ-3-4, Ⅱ-3-5, Ⅱ-7-1 参照)

区 間 (C.L.P.から)	水 深 (m)	勾 配
0m ~ 38m	+5.6m ~ +1.8m	1/9 (6.3°)
38m ~ 225m	+1.8m ~ 1.6m	1/60 (1.0°)
225m ~ 575m	1.6m ~ 3.2m	1/200 (0.3°)
575m ~ 6 Km	3.2m ~ 10.4m	1/700

(注) C.L.P.……… チェラチン陸揚地点

沖合海域(C.L.P.から6km~90km間)では海底に凹凸が多く出現し、その凹凸の最大勾配は1/12(4.8°)、最大比高は13mである。この区間の勾配を下表に示す。

(図Ⅱ-3-3, Ⅱ-3-6 参照)

区 間 (C.L.P.から)	水 深 (m)	勾 配
6Km ~ AC1 ~ 20 Km	10.4m ~ 26m	1/400
20 Km ~ 90 Km	26m ~ 58m	1/1,750

この海域は堆積物が厚く、この堆積物は表Ⅱ-3-1に示す4層に区分される。

(図Ⅱ-3-4, Ⅱ-3-5 参照)

表 II-3-1 チェラチン斜面の地質層序

層名	土質	地質層序	分布(C.L.P.~)	時代
I a	粘性土	軟弱なシルト層。 含水量多くルーズ。	3.3 Km ~ 7.4 Km	沖積世
I b	砂質土	汀線付近では砂質。 沖合では粗砂。	L.P. ~ 18.5 Km	
II	粘性土	表面は凹凸に富む。 粘性土を主体とし 一部砂を多く含む。	L.P. ~ 9 Km 18.5 Km ~	洪積世後期
III	粘土	硬質粘土。 粘着性強く均質。	全 域	洪積世前期 又は中期

これらの層のうちI a層, I b層, II層に関しては, 堆積物はルーズでケーブル埋設上支障はないと考えられる。しかしながら, III層は0.3 Kgf/cm²程度以上のせん断強度を示し(表II-4-5, 図II-4-3参照), 硬質で粘着性の高い粘土層で, ケーブル埋設には困難が予想される。

III層が海底下浅所に現れるのはC.L.Pから9.5 Km~25 Kmの範囲であり, この区域でのIII層の海底下の深度は10 cm~3 mである。

C.L.Pから25 Km以遠ではI層の堆積物はほとんどみられず, 海底地形の凹凸は, 洪積世の侵食地形であることを示している。

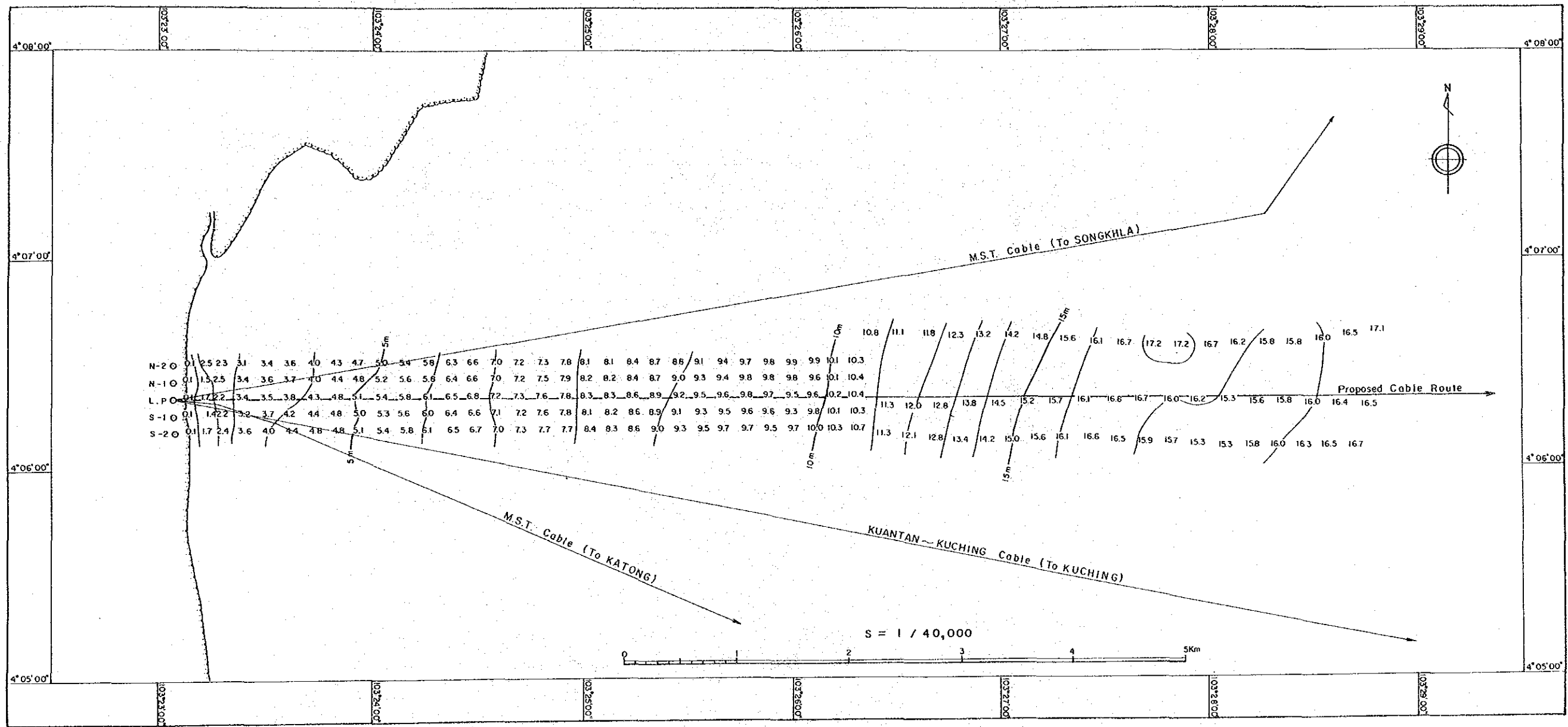
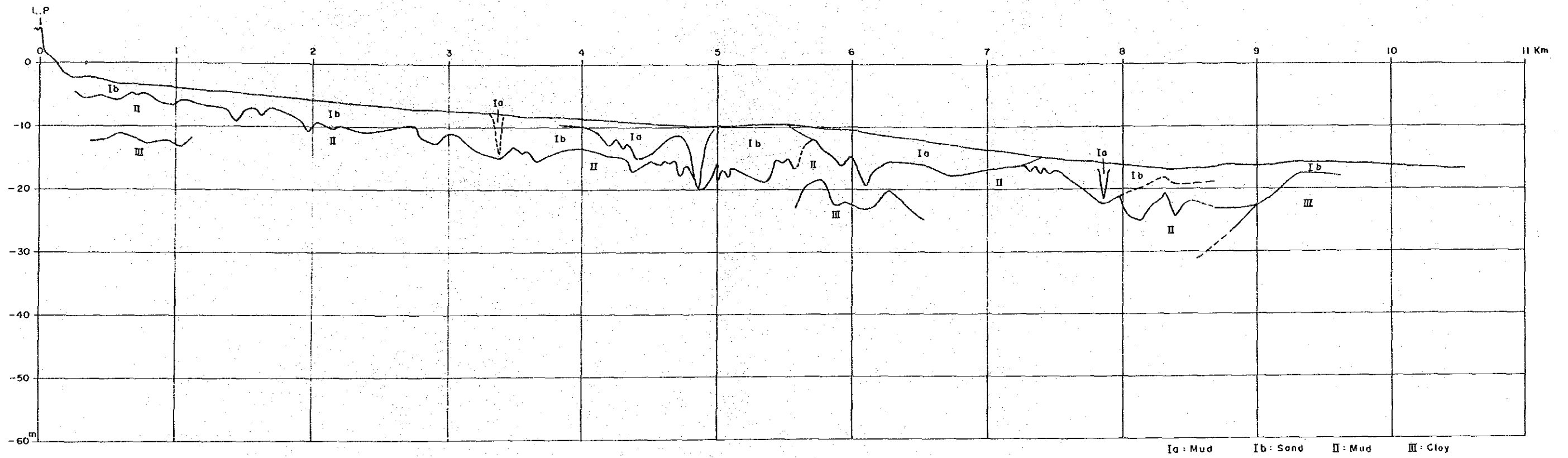


図 II - 3 - 3 水深・等深線図 (チェラチン沿岸部)



図Ⅱ-3-4 海底地層断面図（チェラチン沿岸部）

3.2 スンダ大陸棚

この海域の海底は概ね平坦であり、且つ海底はC.L.Pから 340km, 560kmおよび 670kmの3地点で勾配が変化する。しかし、A/C5以東では露岩域が発達する。この海域の地形状況を表Ⅱ-3-2に示す。

表Ⅱ-3-2 スンダ大陸棚の海底状況

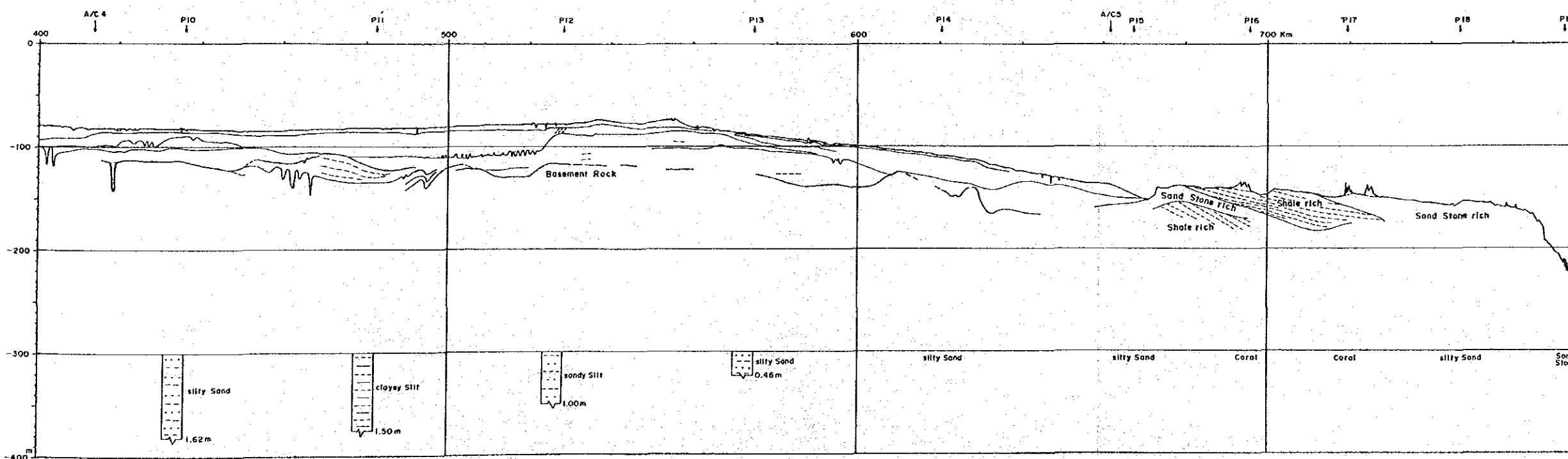
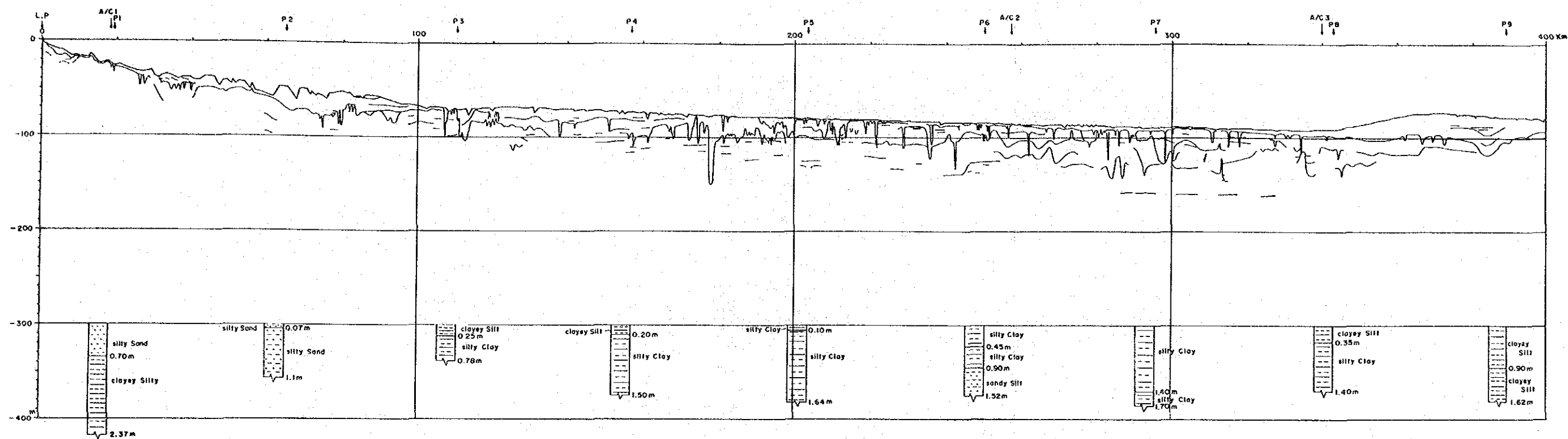
区 間 (C.L.Pから)	水 深 (m)	平均勾配	海 底 状 況
90km~340 km	58m ~ 90m	1/9,500	ゆるやかな起伏の凹凸 が所々にある。 凹凸の規模は小さい。
340km~556 km	90m ~ 74m	1/9,000	ピット (ガス穴) が散在。 径 : 3~10m 比高 : 1~3m(表Ⅱ-4-7参照)
556km~670km	74m ~ 135m	1/2,500	ピット (ガス穴) が散在。 径 : 1~3m 比高 : 1~3m
670km~770 km	135m ~ 160m 160m ~ 200m	1/4,000 1/25 (2.3°)	露岩域散在。比高 : 30~60m 最大傾斜 1/4 (14°) (図Ⅱ-3-5参照)

この海域の地質の特徴を以下に列挙する。

- A/C5以西ではⅡ層にあたる堆積物が厚い。(表Ⅱ-3-1, 図Ⅱ-3-5 (1/2), (2/2) 参照)
- Ⅱ層は概ね泥質堆積物から成るが、P-10付近と520km(C.L.Pから)以東の表層では砂質堆積物からなる。これらはルーズであり埋設に適している。(表Ⅱ-4-4, 図Ⅱ-3-5, Ⅱ-4-3参照)
- Ⅱ層には無数の埋積谷が発達する。これはこの海域が氷期の海面低下時代に陸化し河

川によって浸食され、間氷期の海面上昇時代に海底に没して堆積されたことを示す。又、埋積谷が幾層にも渡って発達するのは、氷期、間氷期が繰返しおとづれたことを示している。(図Ⅱ-3-5 参照)

- A/C5 以東では堆積物が極く薄く、基盤岩上にサンゴ礁が発達し露岩している。
- 基盤岩は、音響的パターンから砂岩と頁岩の互層と考えられる。
- サンゴ礁は砂岩上に発達する傾向があり NNE ~ SSW の方向性を有する。
(図Ⅱ-4-5 参照)
- この海域には 2 つの断層が走る。A/C5 の東方 11 Km のものは西落ち、A/C5 の東方 106 Km のものは東落ちの断層であるが、両方とも規模は小さく、勾配は 1/14 (4°) で緩やかである。(図Ⅱ-4-5 参照)
- この海域での埋設はほとんど不可能である。



図II-3-5 海底地層断面図 (チェラチンスローブ・スンダ大陸棚)

3.3 南シナ海海盆

この海域は複雑な海底地形を呈する。地形的特徴から下表の4区域に分けて述べる。

(図Ⅱ-3-2, Ⅱ-3-6参照)

区 域	範 囲 (C.L.P.~Km)	水 深 (m)
西側大陸斜面	770 ~ 977	200 ~ 1800
海 山	977 ~ 1151	1800 ~ 1190 ~ 2590
パラソントラフ	1151 ~ 1205	2590 ~ 2680
東側大陸斜面	1205 ~ 1313	2680 ~ 200

3.3.1 西側大陸斜面

この海域は、スンダ大陸棚外縁から南シナ海海盆の深部へ北東方向に下る斜面上に位置し、推奨ケーブルルートはこの斜面を東へ斜めに横切っている。下り斜面は、比高10~30mの起伏を伴い、谷に達する。この谷の最深部は1,800mである。この区間の勾配を下表に示す。

区 域 (C.L.P.~Km)	水 深 (m)	勾 配
770 ~ 775	約 200	1/25 (2.3°)
780 付近	約 300	1/16 (3.6°)
795 付近	約 750	1/35 (1.6°)
800 ~ 870	810 ~ 1230	1/160 (0.4°)
870 ~ 955	1230 ~ 1590	1/150 ~ 1/200 (0.3° ~ 0.4°)
957 付近	約 1610	1/28 (2.0°)

この海域の地質の特徴を次に列挙する。

- 海底はほぼ全域軟泥で覆われるが、C.L.P.から774Km(水深340m)付近には、27mの比高を持つ露岩域が存在する。

- C. L. P.から 800~910 Kmの海域には厚い堆積物が存在し、海底面は浮泥状を呈する。この堆積域の海底には、10~30 mの比高を持つ小さな起伏が無数に存在し、これらは厚い堆積物が自らの重みによって深部へと変形移動する現象（クリープ現象）によって出来たものと考えられる。但し、この移動は極めて遅く、海底ケーブルへの影響はほとんど考えられない。

3.3.2 海 山

この海域の西側斜面から頂部にかけては、比較的急な斜面を持つ起伏が存在する。その最大傾斜は1/7 (8°)であり、その他の殆んどは1/15 (4°)以下である。起伏の主なものを下表に示す。

位 置 (C.L.P.~)	頂部の水深 (m)	高低差 (m)	巾 (Km)	斜面の最大勾配
1,005 Km 付近	1,410	200	19	1/15 (3.8°)
1,047 Km 付近	1,325	50	5	1/13 (4.4°)
1,055 Km 付近	1,230	140	11	1/20 (2.7°)
1,065 Km 付近	1,250	125	10	1/13 (4.4°)
1,100 Km 付近	1,185	165	19	1/7 (8°)

又、西側斜面から頂部にかけては堆積物が薄く、上述の1,055 km 付近の起伏の一部には、小範囲で比較的急な勾配をもつ斜面が3ヶ所あり、この斜面上での堆積物の有無は不明である。

1,115 Km (C. L. P.から) ~パラワントラフに至る西側斜面では十分な堆積物があり、海底も滑らかである。海山の頂部とトラフ西端との高低差は約1,400 mである。

3.3.3 パラワントラフ

この海域は、平均勾配1/450で概ねなだらかである。ルート上でのトラフの距離は54 Kmで、最大水深はC. L. P.から1,205 Km地点における2,680 mである。

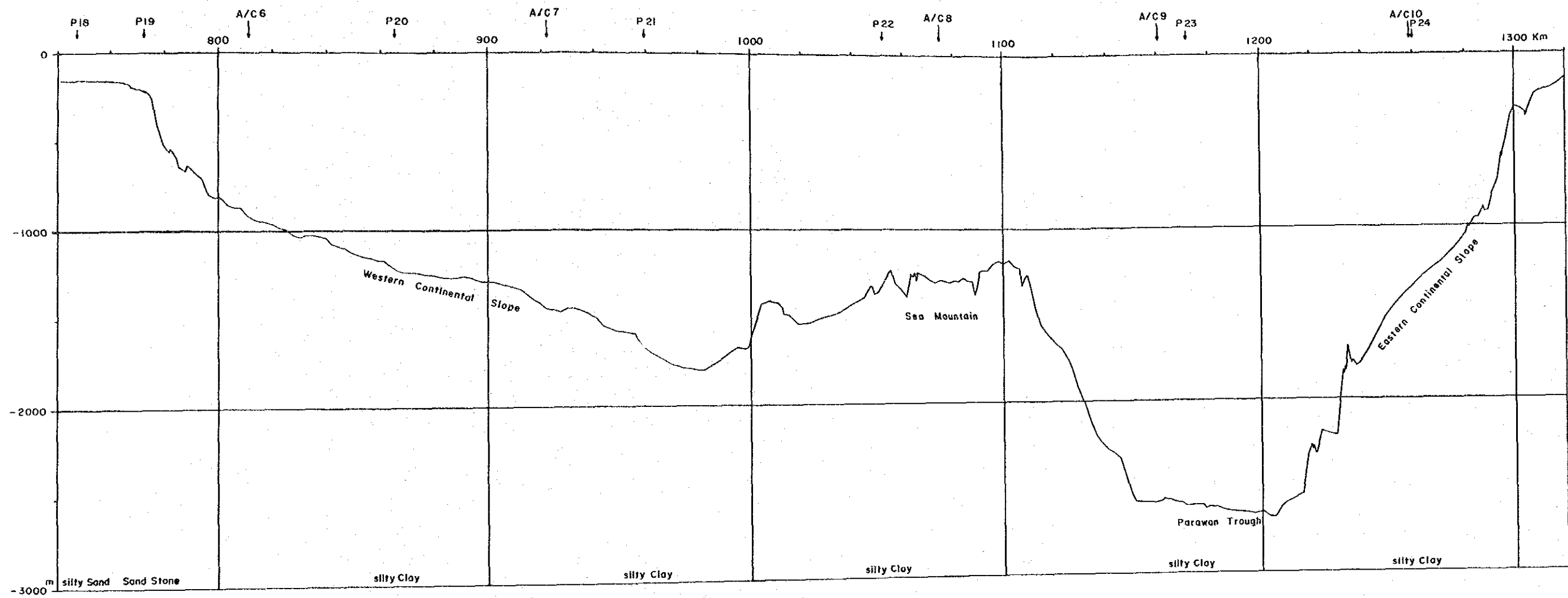
この海域は厚い泥質堆積物に覆われ、海底面付近は浮泥状を呈していると考えられる。又、海底面には比高の小さい起伏が多く、これはクリープ現象により堆積物の変形移動したために出来たものと考えられる。

3.3.4 東側大陸斜面

この海域の海底地形は、西側大陸斜面と比較して斜面は急で、数ヶ所に起伏が存在する。特に C.L.P. から 1,235 Km 以西では堆積物も薄く、地層探査の結果 2ヶ所で堆積物の有無が不明である。2ヶ所の位置は C.L.P. から 1,221 km, 1,231 km の各付近である。1,235 km (C.L.P. から) 以西における主な起伏を下表に示す。

位 置 (C.L.P. ~)	高 低 差 (m)	勾 配
1,220 Km 付近	110	1/6 (9°)
1,235 Km 付近	50	1/9 (6°)

1,235 Km (C.L.P. から) 地点以东では、平均勾配 1/45 でやや傾斜が緩く、海底は泥質堆積物で覆われる。



図II-3-6 海底断面図 (南ツナ海海盆)

3.4 コタキナバル斜面

この海域の海底地形は穏やかな斜面から成るが、所々でサンゴ礁の露岩域がある。各区域の勾配を表Ⅱ-3-3に、露岩状況を表Ⅱ-3-4に各々示す。

沿岸域における海底面は、ゆるやかな斜面と平滑な表面を有する。(図Ⅱ-3-8, Ⅱ-3-9参照)

チェラチン斜面に現れた硬質粘土からなるⅢ層は、この海域では観測されなかった。この海域におけるⅠ層およびⅡ層はルーズであり、ケーブル埋設に適している。

Ⅳ層は、音響的特徴から砂岩と頁岩の互層からなる基盤岩と推定される。(図Ⅱ-3-7, Ⅱ-3-9, 表Ⅱ-3-5参照)

表Ⅱ-3-3 コタキナバル斜面の海底勾配

区 域 (C.L.P.~km)		水 深 (m)	勾 配
沖	1,315 ~ 1,329	200 ~ 100	1/140 (1°以下)
	1,329 ~ 1,390	100 ~ 36	1/970
	1,390 ~ 1,410	36 ~ 46	1/2,000 (下り斜面)
合	1,410 ~ 1,435	46 ~ 37	1/2,800 (上り斜面)
部	1,435 ~ 1,444	37 ~ 25	1/700 5 m以下の起伏が続くが 傾斜はゆるやかである
沿岸部	1,444 ~ 1,448	25 ~ 12	1/350
	1,448 ~ 1,451.42	12 ~ +2.8	1/170

表Ⅱ-3-4 コタキナバルスロープの露岩状況

区 域 C.L.P. ~ Km (K.L.P. ~ Km)	水 深 (m)	状 況
1,319 付近 (132.4)	150 ~ 175	堆積物薄い。
1,323 付近 (128.4)	約 135	堆積物薄い。
1,326 ~ 1,330 (125.4 ~ 121.4)	95 ~ 110	サンゴ礁の露岩分布域。巾約 4 Km。 最大比高 10.2 m。最大傾斜 1/13 (4.5°)。
1,344 付近 (107.4)	77	堆積物薄い。
1,387 ~ 1,396 (64.4 ~ 55.4)	30 ~ 42	サンゴ礁の露岩分布域。巾約 9 Km。 比高 5 ~ 10 m。最大傾斜 1/9 (6.3°)。
1,405 付近 (46.4)	約 42	サンゴ礁の露岩分布域。巾 500 m。 比高 2.7 m。最大傾斜 1/18 (3°)。
1,411 付近 (40.4)	約 40	堆積物薄く一部サンゴ礁の露岩。巾約 1 Km。 比高約 4 m。最大傾斜 1/12 (4.8°)。

(注) K.L.P. …… コタキナバル陸揚地点

この海域の地質層序を表Ⅱ-3-5に示す。

表Ⅱ-3-5 コタキナバル斜面の地質層序

層名	土 質	地 質 状 況	分 布 (K.L.P.から)	時 代
I a	砂 泥	薄い細砂層とシルト層が互層状を呈す。汀線に近いほど砂分が多い。	0 ~ 1.7 Km	沖 積 世
I b	軟 泥	泥質堆積物。均質で汀線に近いほどシルト分が多く、沖合は粘土分が多い。	1.3 ~ 6 Km	
II	粘性土	泥質堆積物を主体とする層で一部で砂分、礫分を多く含む薄層を挟む。	ほ ぼ 全 域	洪 積 世 後 期
IV	基盤岩	砂岩と頁岩の互層。一部で基盤岩の上にサンゴ礁が発達する。	全 域	-

(KOTA KINABALU)

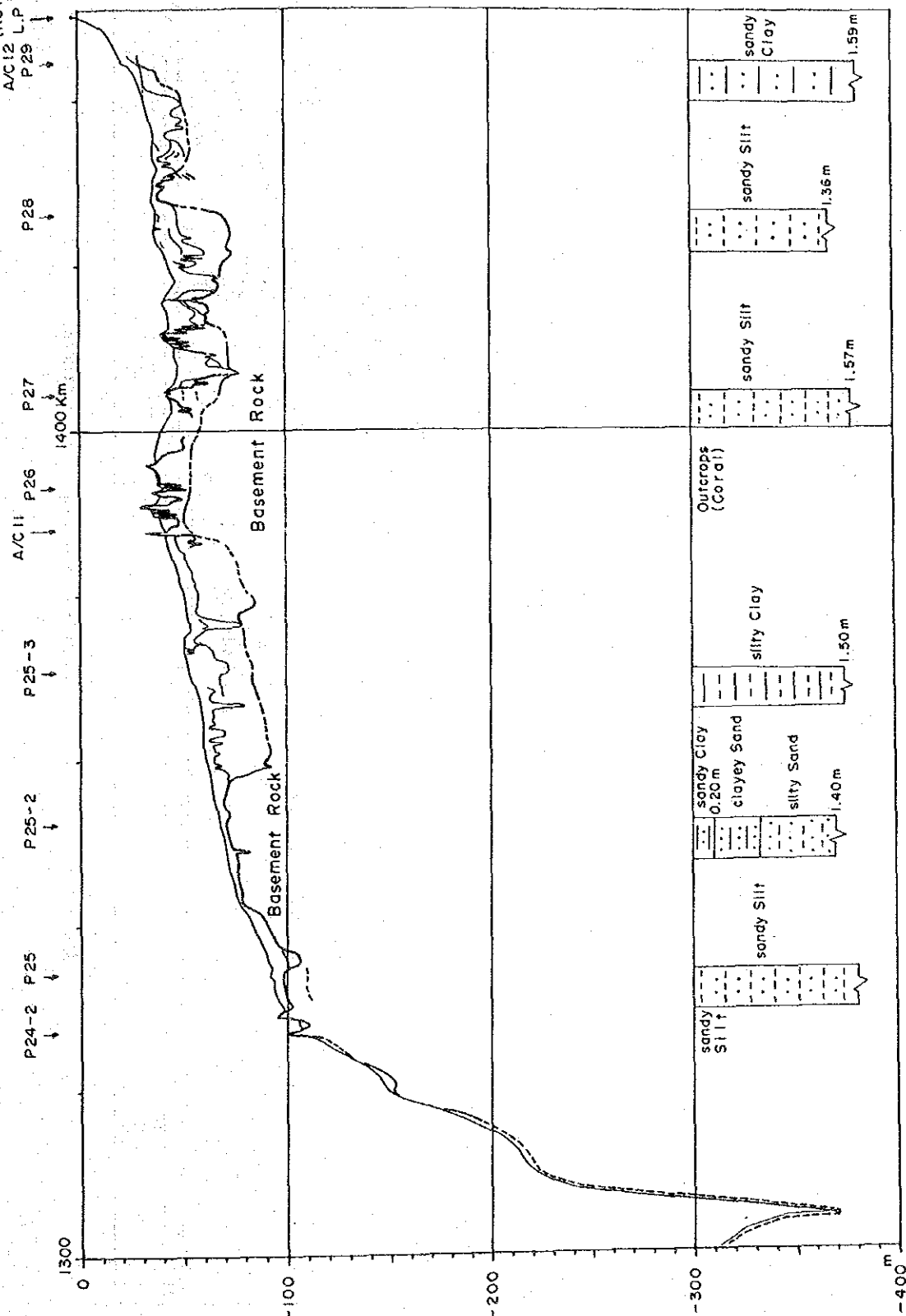


図 11-3-7 海底地層断面図 (コタキナバルスローブ)

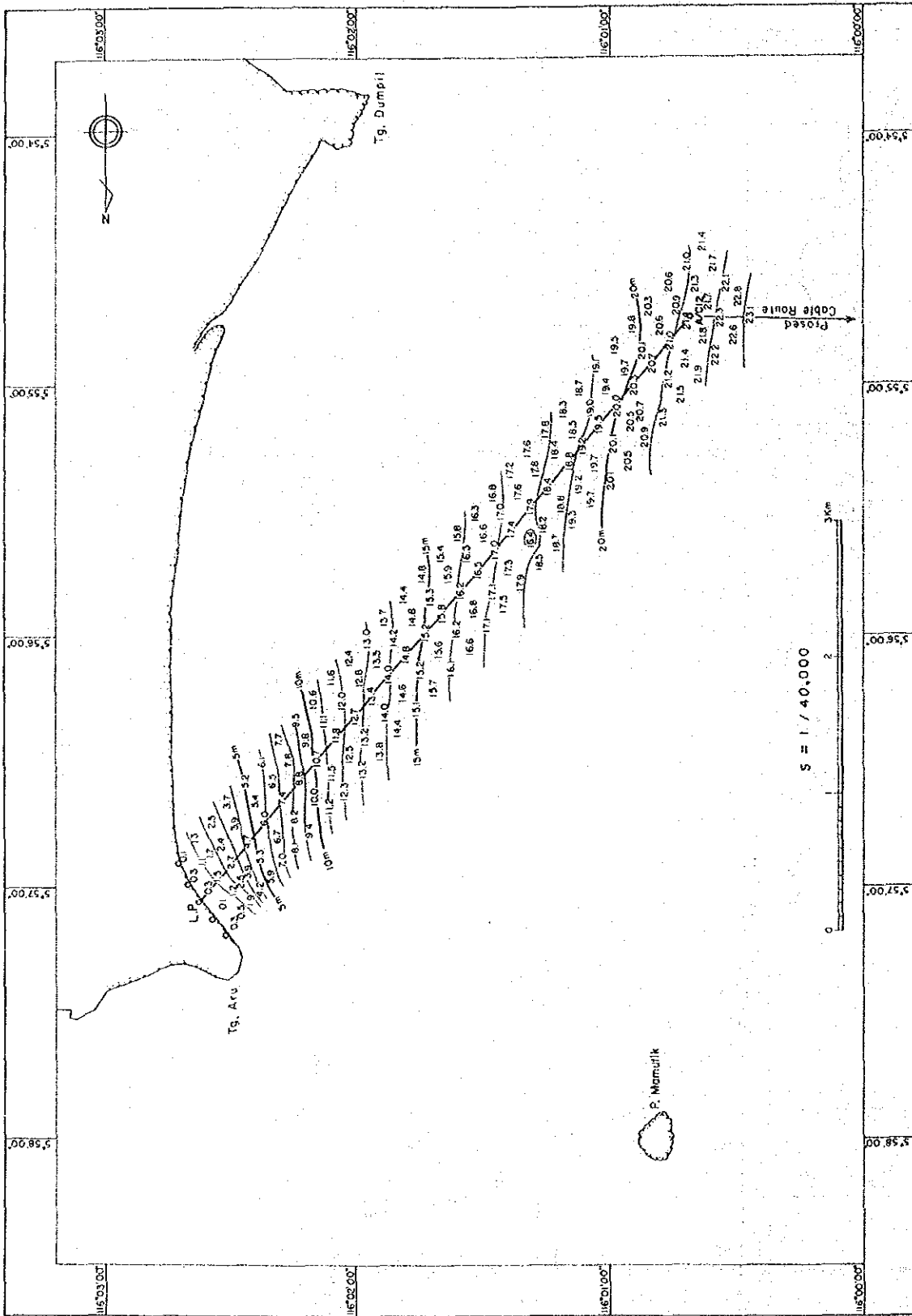


図 1-3-8 水深・等深線図 (タンジュンアール沿岸部)

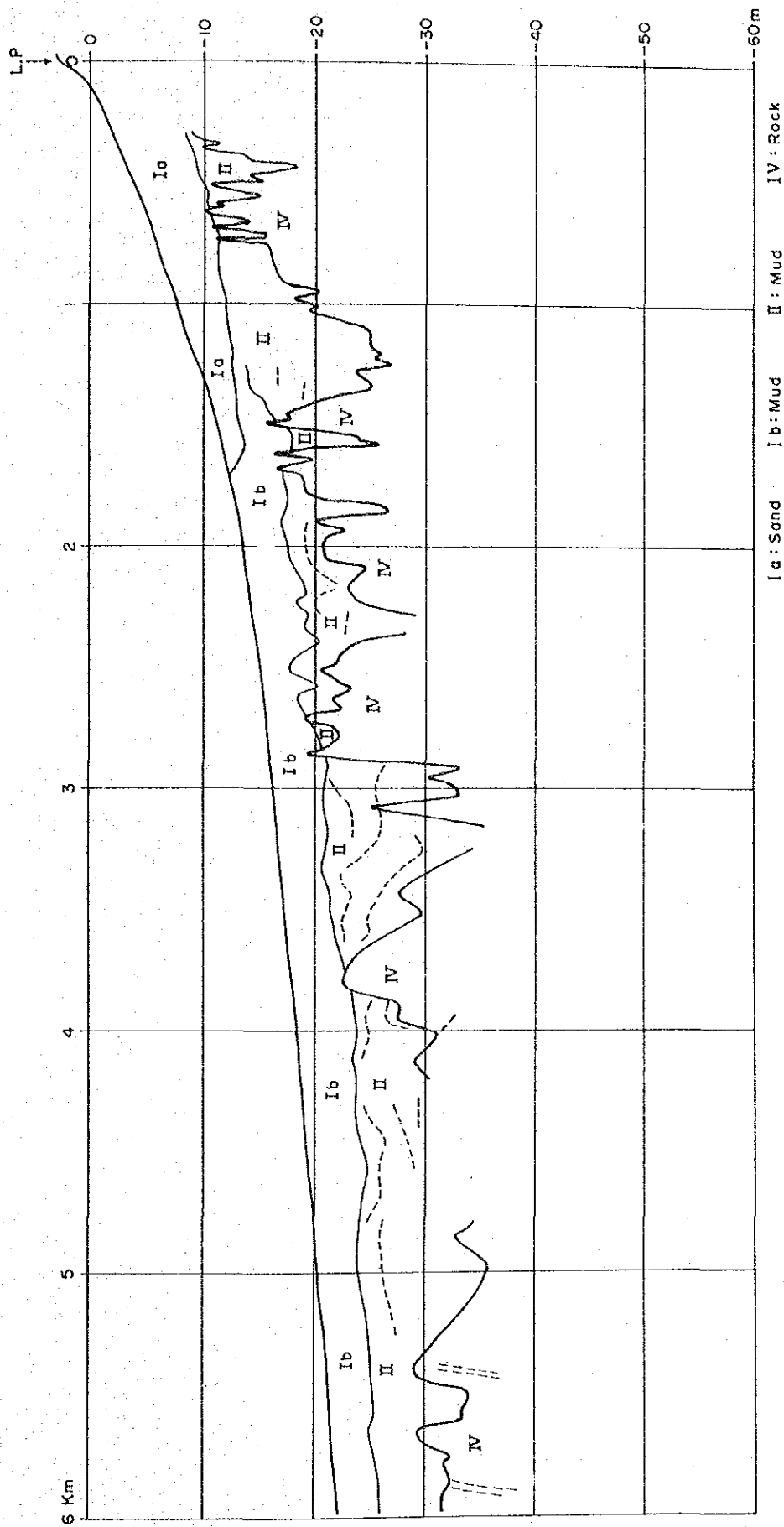


図1-3-9 海底地層断面図 (タンザニア沿岸部)

第4章 海底環境

第4章 海底環境

4.1 底質

底質採取は、海洋部において図Ⅱ-4-1に示す32地点で、両沿岸部においては1Km間隔の各々7地点で実施された。

沿岸部の底質採取記録を表Ⅱ-4-1に、海洋部の底質採取記録を表Ⅱ-4-2に各々示す。

表Ⅱ-4-1 底質採取記録

(チェラチン沿岸部)

測点	L.P.からの距離	底質	鉄筋棒貫入量(m)	海底状況
KUA-0	30 m (汀線)	粗砂	—	—
KUA-1	1 Km	シルト質細砂	0.25	海底面にリップルマーク有り。
KUA-2	2 Km	粗砂	0.4	—
KUA-3	3 Km	粗砂	0.4	貝殻混り。
KUA-4	4 Km	砂混りシルト	1.05	海底下40cmで砂分が多くなる。
KUA-5	5 Km	砂	0.5	—
KUA-6	6 Km	粘土質シルト	1.4	—

(注) L.P. …… 陸揚点

(コタキナバル沿岸部)

測 点	LPからの 距 離	底 質	鉄筋棒貫入量 (m)	海 底 状 況
KK-0	10 m (汀線)	細 砂	—	—
KK-1	1 Km	砂混りシルト	0.2 m	—
KK-2	2 Km	粘土質シルト	1.5 m 以上	—
KK-3	3 Km	粘土質シルト	1.5 m 以上	浮泥状
KK-4	4 Km	シルト質粘土	1.5 m 以上	浮泥状
KK-5	5 Km	シルト質粘土	1.5 m 以上	浮泥状。海底面に生物による穴がみられる。
KK-6	6 Km	シルト質粘土	1.5 m 以上	浮泥状

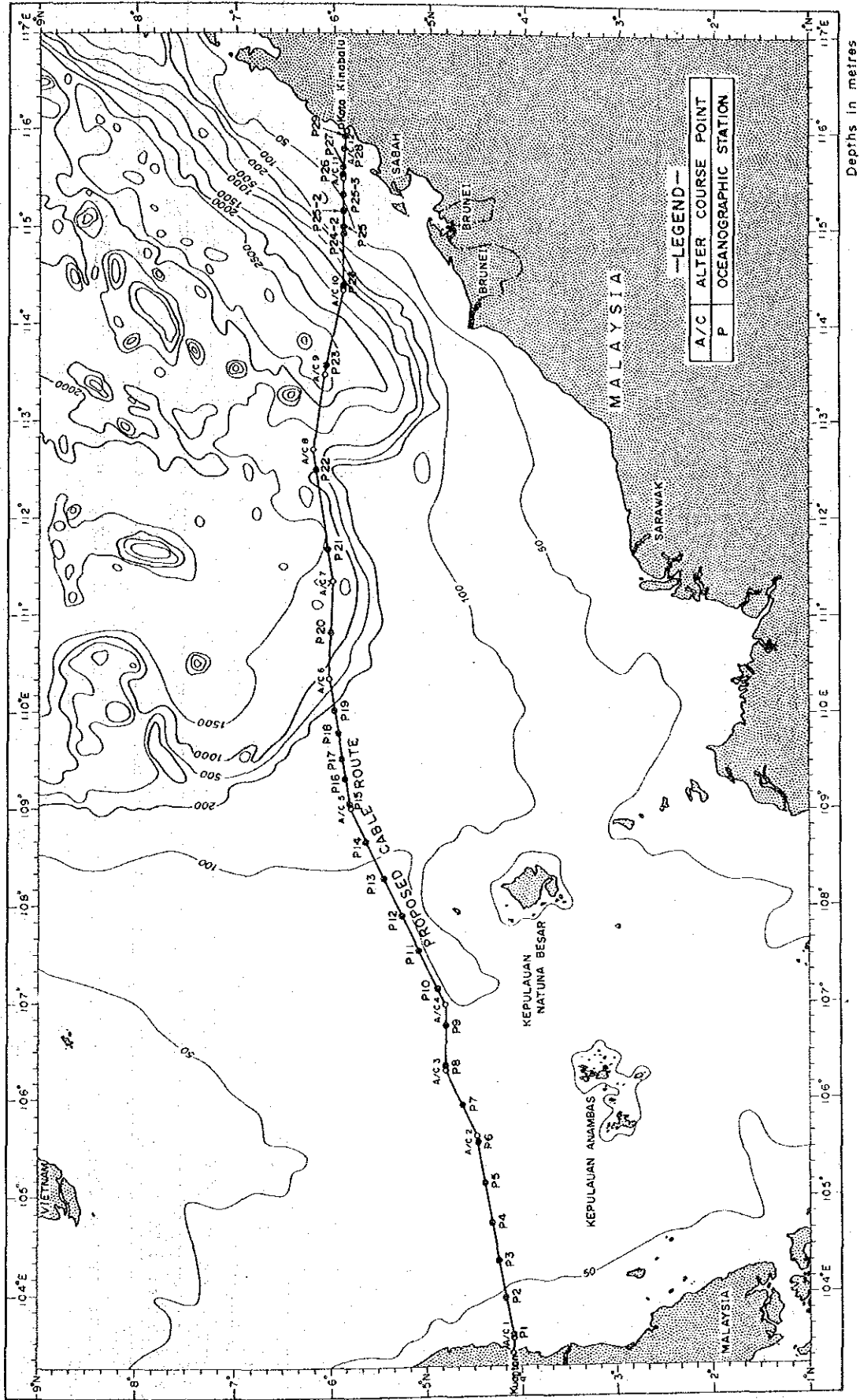

















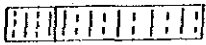
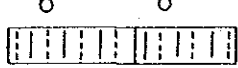




图 II-4-1 定点观测测位图

表II-4-2 (1/5) 底質採取記錄 (海洋部)

Item	Location	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7
Measuring or Sampling Date	Jul. 20	Jul. 21	Jul. 21	Jul. 21	Jul. 22	Jul. 22	Jul. 23	Jul. 24
Position (Lat.: N) (Long.: E)	4°06'67 103°33'48	4°11'02 103°57'75	4°15'27 104°21'97	4°20'50 104°46'59	4°24'63 105°11'46	4°29'26 105°36'18	4°39'14 105°58'62	
Water Depth (m)	23	48	70	73	78	83	89	
Sampling Device	V	V	P	P	P	P	P	P
Bottom Material	 silty Sand  clayey Silt	 silty Sand  silty Sand	 clayey Silt  silty Clay	 clayey Silt  silty Clay	 silty Clay  silty Clay	 silty Clay  silty Clay  sandy Silt	 silty Clay  silty Clay	
Core Length (cm)	237	111	78	150	164	152	170	
Deep Sea Photo	●		●		●			●

* Sampling Device P: Piston Corer V: Vibro Corer G: Grab Sampler D: Dredger H: Hand

表Ⅱ-4-2 (2/5) 底質採取記録 (海洋部)

Item	Location	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14
Measuring or Sampling Date	Jul.24	Jul.25	Jul.25	Jul.25	Jul.26	Jul.26	Jul.27	Jul.27
Position (Lat.: N) (Long.:E)	4°49'92 106°21'68	4°50'06 106°46'70	4°55'45 107°10'60	5°06'41 107°33'19	5°17'48 107°55'38	5°28'87 108°17'78	5°40'30 108°39'82	
Water Depth (m)	90	78	82	82	78	87	108	
Sampling Device	P	P	P	P	P	P	P	G
Bottom Material	clayey Silt 	clayey Silt clayey Silt 	silty Sand 	clayey Silt 	sandy Silt 	silty Sand 	silty Sand	
Core Length (cm)	140	162	162	150	100	46		
Deep Sea Photo		●		●			●	

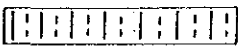


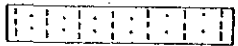
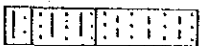
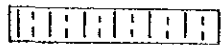
* Sampling Device P: Piston Corer V: Vibro Corer G: Grab Sampler D: Dredger H: Hand

表II-4-2 (3/5) 底質採取記錄 (海洋部)

Item	Location	P-15	P-16	P-17	P-18	P-19	P-20	P-21
Measuring or Sampling Date	Jul.28	Jul.28	Jul.28	Jul.28	Jul.29	Jul.29	Jul.31	Aug. 1
Position (Lat.: N) (Long.:E)	5°50'49 109°02'99	5°53'98 109°18'03	5°55'09 109°30'80	5°57'26 109°45'69	5°59'94 109°59'20	6°02'18 110°49'18	6°04'08 111°40'05	
Water Depth (m)	137	137	139	155	211	1210	1665	
Sampling Device	G	D	D	D	D	P	P	P
Bottom Material	silty Sand	Coral	Coral	silty Sand	Sandstone	silty Clay	silty Clay	silty Clay
Clay								
Silt								
Sand								
Gravel								
Core Length (cm)							150	40
Deep Sea Photo		●						



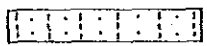


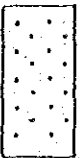

* Sampling Device P: Piston Corer V: Vibro Corer G: Grab Sampler D: Dredger H: Hand

表 II-4-2 (4/5) 底質採取記錄 (海洋部)

Item	Location	P-22	P-23	P-24	P-24-2	P-25	P-25-2	P-25-3
Measuring or Sampling Date	Aug. 1	Aug. 4	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 5	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 5
Position (Lat.: N) (Long.: E)	6°11'60 112°29'95	6°04'92 113°33'09	5°55'00 114°20'00	5°55'20 114°56'35	5°55'17 115°00'15	5°55'40 115°10'00	5°55'40 115°20'00	5°55'40 115°20'00
Water Depth (m)	1320	2610	1340	99	92	68	56	
Sampling Device	P	P	P	D	P	P	P	P
Bottom Material	 silty Clay	 silty Clay	 silty Clay	sandy Silt	 sandy Silt	 sandy Clay clayey Sand silty Sand	 silty Clay	
Core Length (cm)	168	50	38		161	140	150	
Deep Sea Photo	●	●	●	●				

* Sampling Device P: Piston Corer V: Vibro Corer G: Grab Sampler D: Dredger H: Hand

表 II-4-2 (5/5) 底質採取記錄 (海洋部)

Item	Location	P-26	P-27	P-28	P-29
Measuring or Sampling Date	Aug. 3	Aug. 5	Aug. 6	Aug. 6	
Position (Lat.: N) (Long.:E)	5°55'60 115°32'11	5°55'30 115°38'20	5°55'00 115°50'00	5°54'75 116°00'00	
Water Depth (m)	39	42	37	21	
Sampling Device	D	P	P	P	
Bottom Material	Coral	sandy Silt	sandy Silt	sandy Clay	
					
					
					
					
Core Length (cm)		157	136	159	
Deep Sea Photo	●	●			

* Sampling Device P: Piston Corer V: Vibro Corer G: Grab Sampler D: Dredger H: Hand

4.1.1 粒度試験による底質分類

採取試料の粒度試験を行い、表Ⅱ-4-3、Ⅱ-4-4、図Ⅱ-4-2、Ⅱ-4-3に示す結果を得た。試験方法はJIS（日本工業規格）A-1204に基づいて、0.074 mm以上の粒子はフルイ分け法により、それ以下の粒子については比重浮標による測定法によって行った。この方法による粒度の分類は次の基準による。

4.76 mm 以上	礫	0.42 mm ~ 0.074 mm	細 砂
4.76 mm ~ 2 mm	細 礫	0.074 mm ~ 0.005 mm	シルト
2 mm ~ 0.42 mm	粗 砂	0.005 mm ~ 以下	粘 土

試験の結果を要約すると次のようになる。

- 全海域にわたって、礫分は極く少ない。（埋設には良好）
- チェラチン沿岸部では粗砂が多く、コタキナバル沿岸部ではシルト、粘土が多い。
海洋部P-1、P-2の海底表面は砂である。
- P-10及びP-13~P-18では砂質土、但し、P-16、P-17は岩を採取。
- その他の海域ではシルト・粘土が多い。

表Ⅱ-4-3 粒度試験結果（沿岸部）

（チェラチン斜面）

試料 No	粒 度 組 成（％）						底 質 名	土粒子の比重
	礫	細 礫	粗 砂	細 砂	シルト	粘 土		
KUA-0	—	0.8	67.7	26.5	3.0	2.0	粗 砂	2.655
KUA-1	—	—	3.6	65.8	26.1	4.5	シルト質砂	2.685
KUA-2	—	0.3	48.9	44.3	2.5	4.0	砂	2.674
KUA-3	—	—	65.0	28.0	3.0	4.0	粗 砂	2.656
KUA-4	—	—	2.5	16.7	61.3	19.5	砂混りシルト	2.694
KUA-5	—	—	37.2	47.5	10.8	4.5	シルト混り砂	2.664
KUA-6	—	—	1.1	11.9	70.5	16.5	粘土質シルト	2.715

(コタキナバル斜面)

試料 No	粒度組成 (%)						底質名	土粒子の比重
	礫	細礫	粗砂	細砂	シルト	粘土		
KK-0	—	—	0.1	90.4	5.5	4.0	細砂	2.662
KK-1	—	—	0.7	20.7	70.6	8.0	砂混りシルト	2.673
KK-2	—	—	0.2	2.3	49.0	48.5	粘土質シルト	2.671
KK-3	—	—	0.2	9.2	51.6	39.0	粘土質シルト	2.663
KK-4	—	—	0.2	6.9	32.9	60.0	シルト質粘土	2.671
KK-5	—	—	0.2	9.3	29.5	61.0	シルト質粘土	2.674
KK-6	—	—	0.2	6.1	39.7	54.0	シルト質粘土	2.691

表II-4-4 粒度試験結果 (海洋部)

試料 No	海底面からの深度 (m)	粒度組成 (%)						底質名	土粒子の比重
		礫	細礫	粗砂	細砂	シルト	粘土		
P-1	0.3-0.5	—	1.9	26.7	30.6	23.8	17.0	シルト質砂	2.713
	1.0-1.2	—	—	8.5	7.5	48.5	35.5	粘土質シルト	2.675
P-2	0-0.1	—	0.9	32.0	38.4	18.2	10.5	シルト質砂	2.677
	0.5-0.7	—	—	15.9	38.4	26.2	19.5	シルト質砂	2.691
P-3	0-0.2	—	—	4.4	13.6	55.5	26.5	粘土質シルト	2.695
	0.5-0.8	—	—	—	2.1	20.4	77.5	シルト質粘土	2.699
P-4	0-0.1	—	—	2.9	13.3	47.3	36.5	粘土質シルト	2.688
	0.5-0.7	—	—	0.2	0.9	30.9	68.0	シルト質粘土	2.723
P-5	0.3-0.5	—	—	0.9	8.1	32.0	59.0	シルト質粘土	2.665
P-6	0.3-0.5	—	—	0.7	10.5	42.3	46.5	シルト質粘土	2.712
	1.3-1.5	—	—	2.3	27.9	44.8	25.0	シルト質粘土	2.686
P-7	0.3-0.5	—	—	1.1	8.2	43.7	47.0	シルト質粘土	2.704
	1.5-1.7	—	—	—	0.6	32.9	66.5	シルト質粘土	2.679

P-8	0-0.2	—	—	1.3	5.4	50.8	42.5	粘土質シルト	2.695
	0.5-0.7	—	—	0.4	1.8	40.8	57.0	シルト質粘土	2.692
P-9	0.3-0.5	—	—	0.5	6.6	72.9	20.0	粘土質シルト	2.723
P-10	0.3-0.5	8.5	2.4	3.7	42.1	28.3	15.0	シルト質砂	2.706
P-11	0.3-0.5	—	—	1.5	9.8	69.7	19.0	粘土質シルト	2.686
P-12	0.3-0.5	—	—	0.6	26.4	57.0	16.0	砂質シルト	2.699
P-13	0.3-0.5	—	—	1.7	61.0	27.3	10.0	シルト質砂	2.696
P-14	—	0	0.4	5.6	71.1	14.9	8.0	シルト質砂	2.697
P-15	—	—	—	7.4	70.8	11.8	10.0	シルト質砂	2.716
P-16	—	—	—	—	—	—	—	岩	—
P-17	—	—	—	—	—	—	—	岩	—
P-18	0.0-0.0	—	—	0.3	62.6	21.1	16.0	シルト質砂	2.700
P-19	—	—	—	—	—	—	—	岩	—
P-20	0.3-0.5	—	—	0.3	3.8	39.9	56.0	シルト質粘土	2.695
P-21	0.2-0.4	—	—	0	3.9	36.6	59.5	シルト質粘土	2.707
P-22	0.3-0.5	—	—	0.3	2.9	23.8	73.0	シルト質粘土	2.681
P-23	0.3-0.5	—	—	0	5.6	41.9	52.5	シルト質粘土	2.689
P-24	0.2-0.4	—	—	0	1.8	39.7	58.5	シルト質粘土	2.690
P-24-2	—	0	0.2	3.7	36.7	31.9	27.5	砂質シルト	2.685
P-25	0.3-0.5	—	—	3.1	25.0	44.4	27.5	砂質シルト	2.684
P-25-2	0.0-0.2	—	—	1.7	28.5	27.6	42.0	砂質粘土	2.685
	0.5-0.7	—	—	0.7	59.1	17.5	22.5	砂	2.688
P-25-3	0.3-0.5	—	—	1.1	9.4	41.0	48.5	シルト質粘土	2.683
P-26	—	—	—	—	—	—	—	岩	—
P-27	0.3-0.5	0.2	1.0	4.8	19.9	48.6	25.5	砂質シルト	2.690
P-28	0.3-0.5	0.5	0.8	4.4	40.9	38.4	15.0	砂質シルト	2.691
P-29	0.3-0.5	—	—	5.0	25.4	31.1	38.5	砂質粘土	2.679

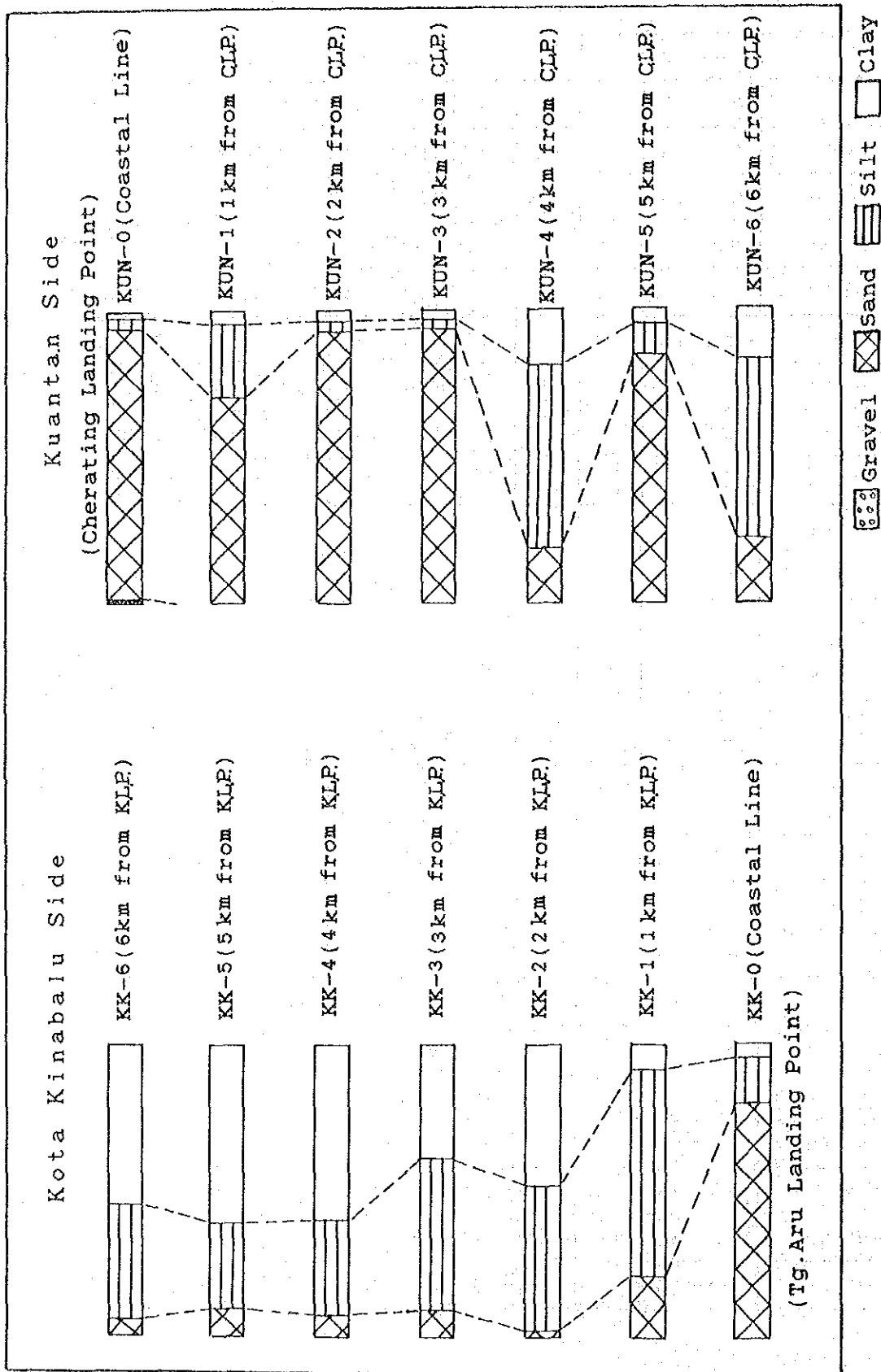


圖 1-4-2 粒 度 組 成 圖 (兩 沿 岸 部)

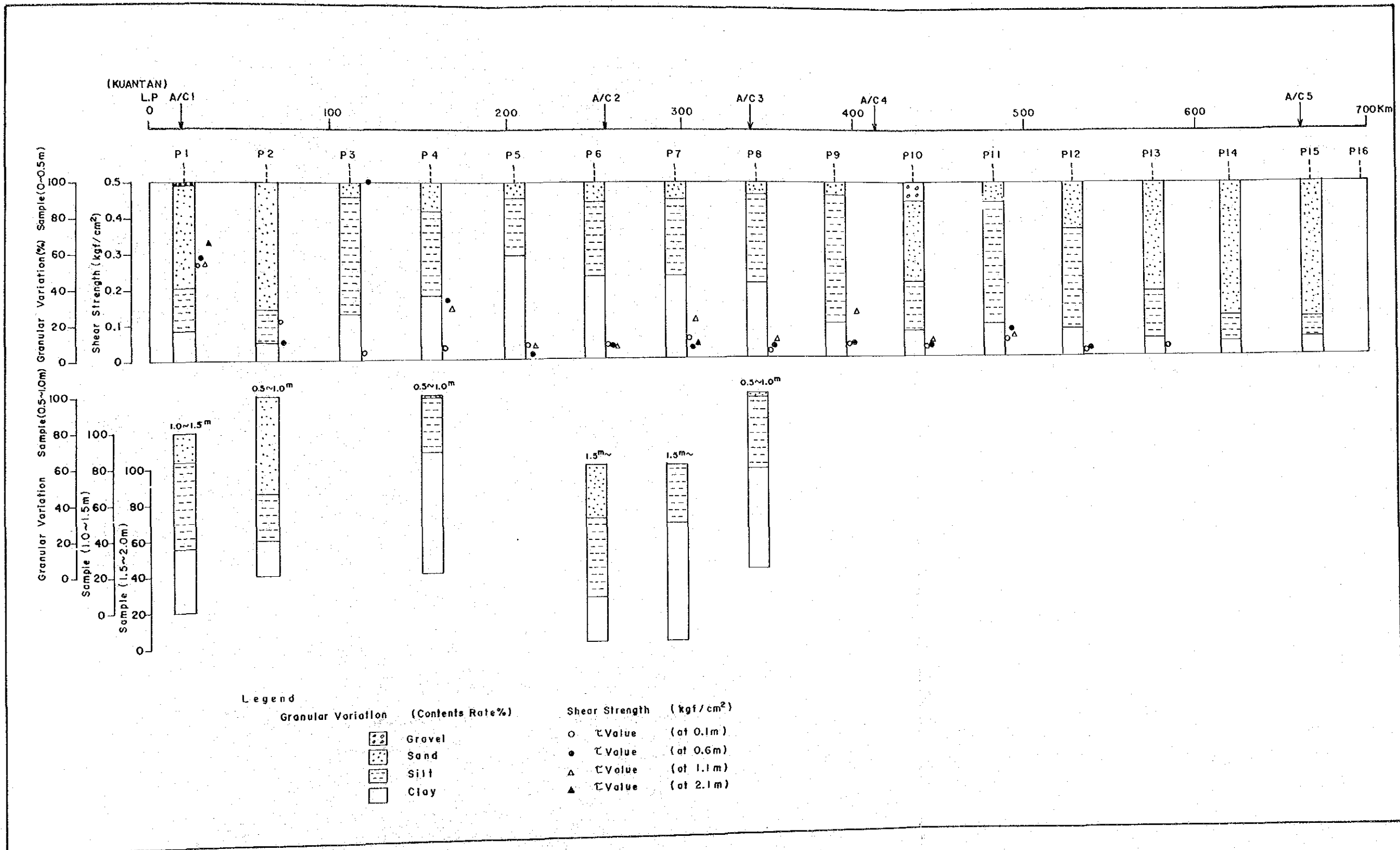


图 II-4-3 (1/2) 粒 度 组 成 图

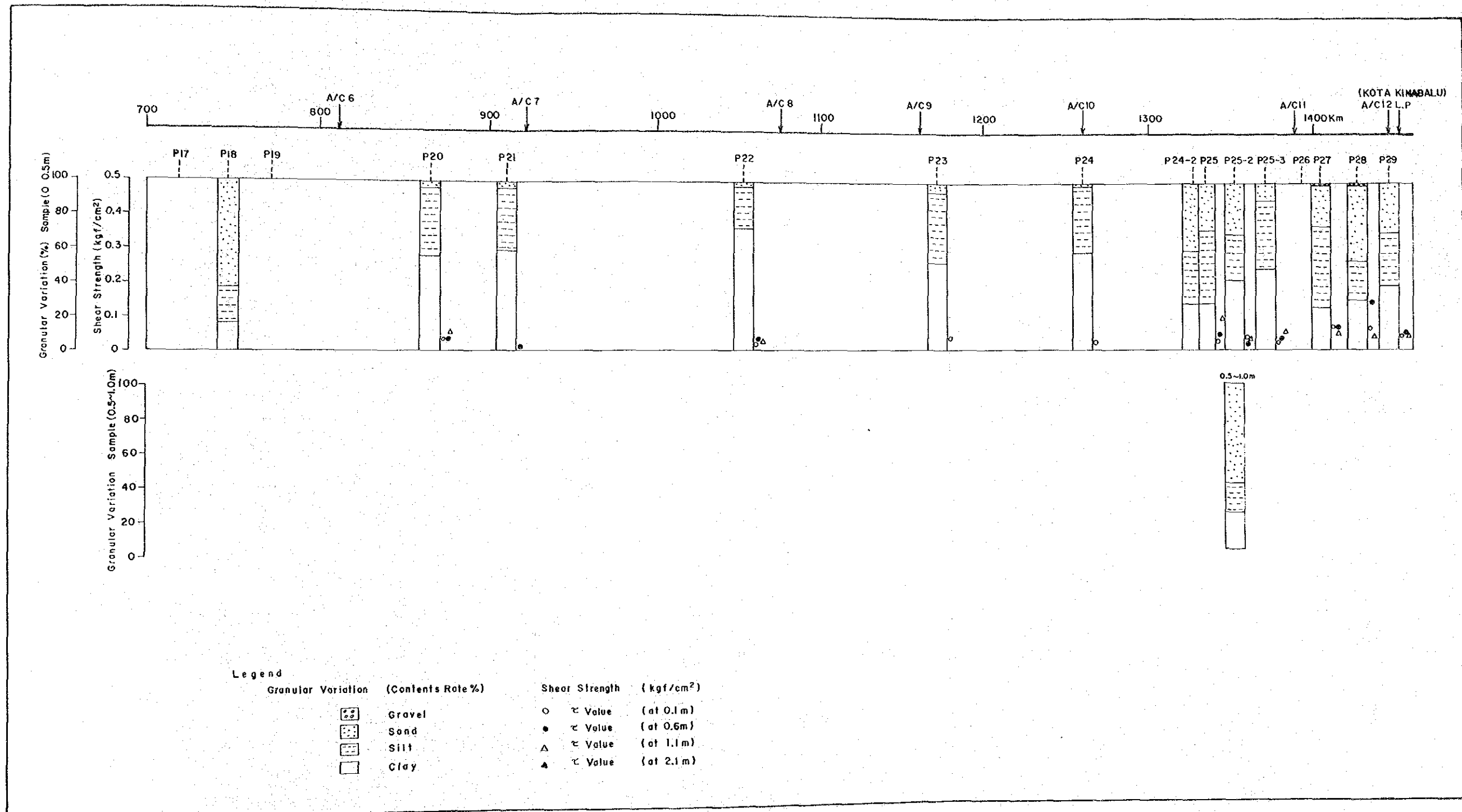


图 II - 4 - 3 (2/2) 粒 度 组 成 图

4.1.2 ベーン試験によるセン断強度

海底土質の概略の力学的強度を求めるため、簡易ベーン試験を行った。ベーン試験は元来現位置試験であり現地盤におけるセン断強度を測定するものであるが、海上での作業は大がかりとなり実際的ではない。そのため今回は採取試料により、採泥管内での試験を行った。この場合、サンプリングによる試料の乱れ等によって試験結果は大きく影響されるが、力学的強度の傾向を知ることは、埋設時の掘削の難容を推定するのに有益である。

試験は各柱状試料について50 cm毎に行った。結果については、試料の乱れを考慮する必要があり、乱れによる強度減少は砂質土の場合1/2~1/6、粘性土の場合2/3~1/2程度と推定される。又、礫や貝殻等の粗粒物質を含む場合は極端に大きな値を示すことがある。

ベーン試験によるセン断強度は回転トルクに比例し、ベーン回転体の全表面積に反比例するため次式であらわされる。

$$\tau = \frac{M_{\max}}{\pi \left(\frac{D^2 H}{2} + \frac{D^3}{6} \right)}$$

τ (タウ) : セン断強度 (kgf/cm²)

M_{\max} : トルク (kgf)

D : ベーンの幅 (cm)

H : ベーンの高さ (cm)

試験結果を表Ⅱ-4-5、図Ⅱ-4-3に示す。この結果を要約すると次のようである。

- ほぼ全体に0.1 kgf/cm²以下で軟弱地盤である。
- P-1の下層(地層探査結果ではⅢ層に当たる)においては0.3 kgf/cm²程度の値を示し、粘性土としてはやや硬質である。この層が海底下浅所に表れる海域でのケーブル埋設には困難が予想される。
- P-3の0.6 mで0.5 kgf/cm²以上の値を示しているが、これは貝殻によるもので、その含有量は少ないのでケーブル埋設上大きな問題はないと考えられる。
- P-4の下部粘土層で0.15 kgf/cm²程度の値を示し、この海域での埋設機曳航張力は多少大きくなる可能性がある。

表 II-4-5 ベーン試験によるせん断強度

底質 No	せん断強度 (Kg f/cm ²)			
	0.1m (底質)	0.6m (底質)	1.1m (底質)	1.6m (底質)
P-1	0.27 (シルト質砂)	0.29 (シルト質砂)	0.27 (粘土質シルト)	0.33 (粘土質シルト)
2	0.11 (シルト質砂)	0.051 (シルト質砂)	—	—
3	0.020 (粘土質シルト)	1.75 (シルト質粘土)	—	—
4	0.031 (粘土質シルト)	0.17 (シルト質粘土)	0.14 (シルト質粘土)	—
5	0.041 (シルト質粘土)	0.014 (シルト質粘土)	0.038 (シルト質粘土)	—
6	0.041 (シルト質粘土)	0.038 (シルト質粘土)	0.031 (砂質シルト)	—
7	0.058 (シルト質粘土)	0.031 (シルト質粘土)	0.11 (シルト質粘土)	0.041 (シルト質粘土)
8	0.020 (粘土質シルト)	0.038 (シルト質粘土)	0.055 (シルト質粘土)	—
9	0.038 (粘土質シルト)	0.041 (粘土質シルト)	0.13 (砂質シルト)	—
10	0.031 (シルト質砂)	0.034 (シルト質砂)	0.048 (シルト質砂)	—
11	0.051 (粘土質砂)	0.082 (粘土質砂)	0.061 (粘土質砂)	—
12	0.017 (粘土質シルト)	0.020 (砂質シルト)	—	—
13	0.027 (シルト質砂)	—	—	—
14	—	—	—	—
15	—	—	—	—
16	—	—	—	—
17	—	—	—	—
18	—	—	—	—

P-19	—	—	—	—
20	0.034 (シルト質粘土)	0.034 (シルト質粘土)	0.055 (シルト質粘土)	—
21	0.014 (シルト質粘土)	—	—	—
22	0.020 (シルト質粘土)	0.034 (シルト質粘土)	0.027 (シルト質粘土)	—
23	0.038 (シルト質粘土)	—	—	—
24	0.024 (シルト質粘土)			
24-2	—	—	—	—
25	0.027 (砂質シルト)	0.044 (砂質シルト)	0.096 (砂質シルト)	—
25-2	0.038 (砂質粘土)	0.024 (粘土質砂)	0.031 (シルト質砂)	—
25-3	0.024 (シルト質粘土)	0.034 (シルト質粘土)	0.055 (シルト質粘土)	—
26	—	—	—	—
27	0.068 (砂質シルト)	0.065 (砂質シルト)	0.048 (砂質シルト)	—
28	0.061 (砂質シルト)	0.14 (砂質シルト)	0.038 (砂質シルト)	—
29	0.044 (砂質粘土)	0.047 (砂質粘土)	0.041 (砂質粘土)	—

4.1.3 硫化物

敷設ケーブルが硫化物、特に硫化水素によって腐食されるおそれがあるかどうかを確認するため、採泥試料の硫化物含有量試験を行った。試験結果を表Ⅱ-4-6に示す。

海底に存在する硫黄イオンは、ほとんどの場合、他の金属と結合していて、気体である硫化水素として存在するのは稀である。しかしながら、銅は結合力が強く、他の金属から硫黄イオンをうばい硫化する力を持っている。

硫化物や硫化水素の含有量とケーブル腐食の関係はまだよく知られていないが、試験結果を要約すると次のようになる。

- ほとんどの地点で、底質中の全硫化物は 0.01 mg/g ・乾燥重量で極めて小さい値であり、硫化水素が存在する可能性は極めて小さい。
- P-21, P-24における値は他に比べて多少大きい。この程度の値の硫化物によって、海底ケーブルに使われている銅が被覆物であるシースやインシュレーションを通して硫化されるとは考えにくい。また、底質中の硫化物が少ないこれらの海底に、硫化水素が存在する可能性は小さいと考えられる。

表Ⅱ-4-6 硫化物含有量

測点	硫化物含有量 S [$\text{mg/g} \cdot \text{dry}$]	測点	硫化物含有量 S [$\text{mg/g} \cdot \text{dry}$]
P-1	0.07	P-17	—
2	< 0.01	18	< 0.01
3	< 0.01	19	—
4	0.02	20	< 0.01
5	< 0.01	21	0.11
6	< 0.01	22	0.01
7	< 0.01	23	< 0.01
8	< 0.01	24	0.19
9	< 0.01	24-2	< 0.01
10	< 0.01	25	0.01
11	< 0.01	25-2	< 0.01
12	< 0.01	25-3	< 0.01
13	< 0.01	26	—
14	< 0.01	27	< 0.01
15	< 0.01	28	< 0.01
16	—	29	< 0.01