

### 3-3 流況・水温

#### (1) 流況

海洋部における流況観測と水温観測は、ケーブルルート上に沿ってタキスン L.P から西南西の約14km離れた沖合の測点(0-2)からブミ・アンヤールの L.P の北方、約14.5kmの沖合の測点(0-13)に至る全長約333.5kmの11測点で行われた。

各測点で行われた流況観測結果は表3-3-1、図3-3-1に示した。これらの測点を緯度 $5^{\circ}$  S以北、 $5^{\circ}$  S $\sim$  $6^{\circ}$  S、 $6^{\circ}$  S以南のほぼ緯度 $1^{\circ}$ 毎の区間に分けて、それぞれ北部、中央部、南部として区域的な流況を考察した。

タキスン寄りの北部の測点(0-2, 4, 5, 6)では全体的に表層の流向は南東寄りであり、その流速は最大で測点0-4における $27.5\text{cm/sec}$  (0.5ノット、流向SE)でこの区域での平均流速は $23.1\text{cm/sec}$  (0.4ノット)であった。底層でみると、流向は表層とは異なった方向に出現し、測点によってバラつきがあった。底層の流速の最大では測点0-6における $20\text{cm/sec}$  (0.4ノット、流向SSE)、平均では $16\text{cm/sec}$  (0.3ノット)であった。

中央部(0-7, 8, 9, 10)でみると、表層では流向は全体的に南東寄り、流向は南下するにつれて大きくなり、測点0-10で示した $53\text{cm/sec}$  (1ノット、流向SE)がこの区域での最大流速であり、平均流速は $33.0\text{cm/sec}$  (0.6ノット)であった。底層では、海洋部全体のほぼ中央部にあたる測点0-8で北西寄りの流向を示したのを除き、全体的には東寄りの流れであった。底層での最大流速は測点0-8の $18.3\text{cm/sec}$  (0.4ノット、流向NNW)で、平均では $14.3\text{cm/sec}$  (0.3ノット)であった。

南部(0-11, 12, 13)では、表層の流向は、ほぼ東寄りであり、底層では測点0-11で東寄り、ブミ・アンヤール寄りの測点(0-12, 13)では表層と反対方向の西寄りの流れを示した。流速でみると表層での最大は測点0-12における $65.9\text{cm/sec}$  (1.3ノット、流向ESE)で、この値は海洋部全体の最大流速でもあった。平均流速は $61.3\text{cm/sec}$  (1.2ノット)であった。底層では測点0-13における $25.9\text{cm/sec}$  (0.5ノット、流向SW)が最大であり、 $21.8\text{cm/sec}$  (0.4ノット)が平均流速であった。

以上のように、ケーブルルート上の流況について海洋部全体としてながめると、表層では流向は東寄りであり、流速は北部と中央部で小さく、南部のブミ・アンヤール側の沖合の方が大きくなる傾向がみられる。底層では測点によって表層と異なる流向を示すこと

もあった。又、底層での流速は各区域であまり差はなかった。

表層の流れはケーブル布設時に、ケーブル布設船の操船に最も影響を与えることは前述の通りである。この海域において、流れは最大 1.3ノットにもなるところがあり、ルートを横切るように流れており、船は流れに対して常に当て舵が必要となるものと考えられる。

## (2) 水温

海洋部における水温観測結果を表 3-3-2, 図 3-3-2 に示した。

水温断面分布図をみると、タキスン沿岸部から測点 0-6 にかけてと、中央部の測点 0-8 と 0-9 で 28℃ 台であった。中央部の測点 0-7 と南部のブミ・アンヤール寄りの海域では 27℃ 台であった。

水温鉛直変化をみると、各測点で表・底層間の変化は少なく、最深部の測点 0-10 (水深 70.6m) でも表・底層間の水温差は 0.4℃ 程度であった。

海洋部では表層から底層に至るまで 28℃ 前後の水温分布であったが、海洋部の北部のタスキン寄りと中央部でやや高めの水温がみられた。

以上の結果から明らかなように、海洋部の海底部の水温は、両ケーブル陸揚地点付近の水温観測値と比較してあまり大きな差は認められなかった。従って、ケーブルルートに沿っての海底の水温は 27~30 度位になるものとし、中継器の設計を考える必要がある。

表 3-3-1 流況観測結果 (海洋部)

Station	Latitude (S)	Longitude (E)	Depth (m)	Date	Observed Time	Upper Layer (-5.0m)		Lower Layer (B+3.0m)	
						Vel. (cm/s)	Dir. (Deg.)	Vel. (cm/s)	Dir. (Deg.)
O-2	3°53.96'	114°29.23'	21.6	Feb.18	6-30	27.0	109°	13.0	358°
O-4	4°10.50'	114°19.40'	37.5	Feb.18	17-30	27.5	142°	17.5	198°
O-5	4°28.75'	114°11.26'	26.1	Feb.18	22-00	17.2	46°	13.5	276°
O-6	4°46.55'	114°02.93'	32.3	Feb.19	2-00	20.8	135°	20.0	159°
O-7	5°04.76'	113°54.62'	45.1	Feb.19	6-10	24.7	130°	13.3	63°
O-8	5°22.08'	113°46.45'	59.4	Feb.19	10-20	21.9	70°	18.3	332°
O-9	5°41.10'	113°38.00'	65.7	Feb.19	15-10	32.3	119°	8.5	22°
O-10	5°58.92'	113°30.21'	70.6	Feb.19	19-00	53.0	126°	16.9	83°
O-11	6°16.66'	113°22.21'	70.0	Feb.20	6-40	52.7	89°	17.2	71°
O-12	6°35.90'	113°13.00'	56.1	Feb.20	11-10	65.9	107°	22.2	261°
O-13	6°45.06'	113°08.85'	44.0	Feb.20	14-40	65.3	86°	25.9	237°
Maximum Velocity		Upper Layer :		65.9 cm/s, 107° at St. O-12		Lower Layer :		25.9 cm/s, 237° at St. O-13	
Mean Velocity		Upper Layer :		37.1 cm/s		Lower Layer :		16.9 cm/s	
Remarks :		Upper Layer		5.0 m under the sea surface		Lower Layer		3.0 m above the seabed	

表 3-3-2 水温観測結果

Station (Depth)	0-2 (21.6)	0-4 (37.5)	0-5 (26.1)	0-6 (32.3)	0-7 (45.1)	0-8 (59.4)	0-9 (65.7)	0-10 (70.6)	0-11 (70.0)	0-12 (56.1)	0-13 (44.0)
Time	6:22~	16:56~	22:00~	1:30~	5:50~	10:28~	14:58~	19:20~	6:15~	11:10~	14:23~
Layer	6:24 Feb. 18	16:59	22:05	1:35 Feb. 19	5:53	10:32	15:02	19:24	6:19 Feb. 20	11:15	14:26
Sea surface (m)											
-0.5	28.4	28.8	28.4	28.0	27.9	28.3	28.0	27.9	27.7	27.8	27.8
-1.0	28.4	28.9	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.8	27.8
-2.0	28.4	28.9	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-3.0	28.4	28.9	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-4.0	28.4	28.8	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-5.0	28.4	28.8	28.5	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-6.0	28.5	28.8	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-7.0	28.5	28.9	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-8.0	28.5	28.9	28.4	28.0	27.9	28.2	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-9.0	28.6	28.8	28.4	28.0	27.9	28.1	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-10.0	28.6	28.6	28.4	27.9	27.9	28.1	28.0	27.8	27.7	27.7	27.8
-20.0	28.6	28.2	28.3	27.9	27.9	28.0	28.0	27.8	27.7	27.7	27.7
-30.0		28.0		27.9	27.9	28.0	27.9	27.7	27.7	27.6	27.7
-40.0					27.9	28.0	27.9	27.7	27.7	27.6	27.5
-50.0						27.9	27.8	27.7	27.7	27.6	
-60.0							27.8	27.6	27.7		
Seabed+1.0	28.6	28.0	28.2	27.9	27.9	27.9	27.4	27.5	27.6	27.0	27.1

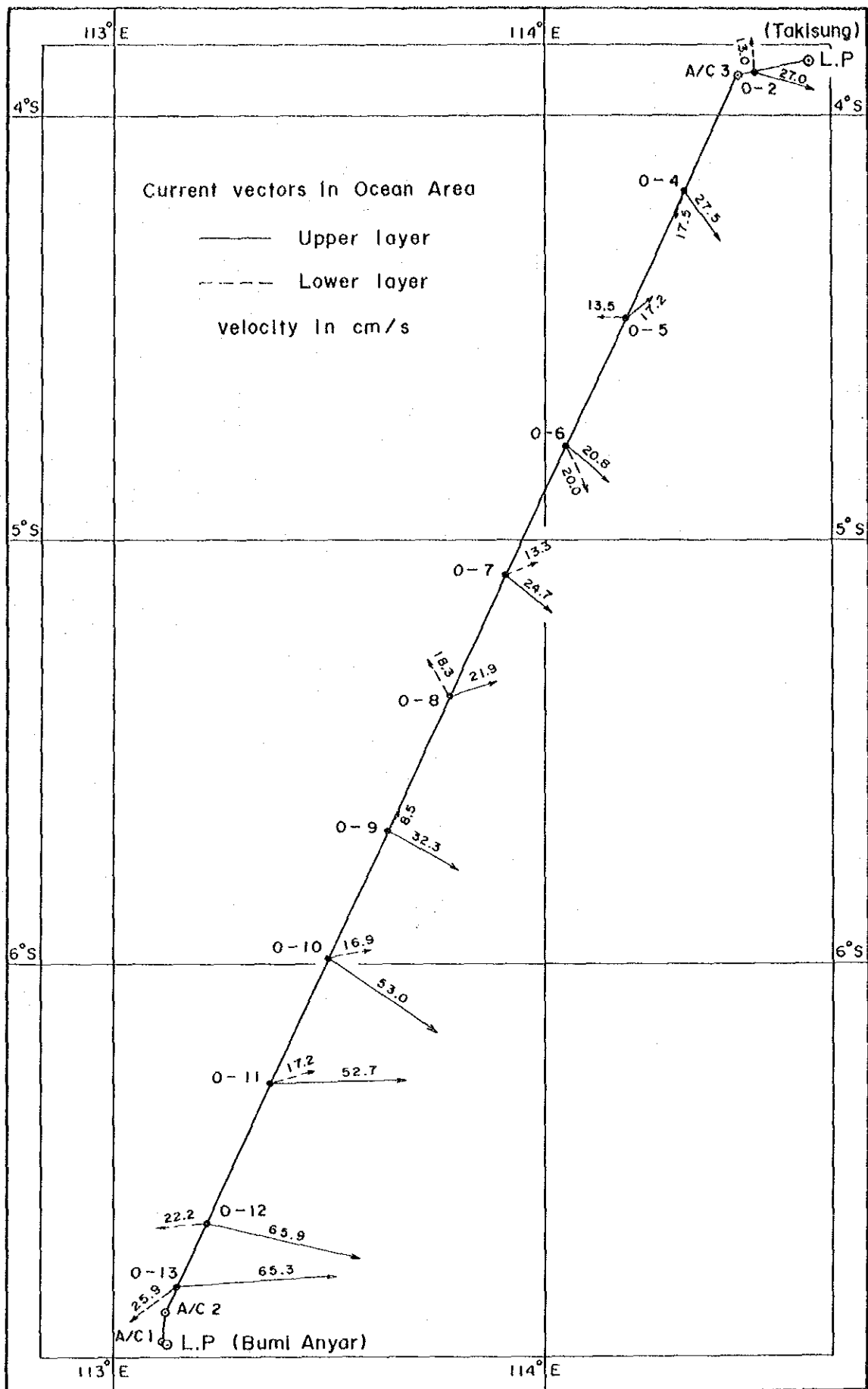


図 3-3-1 海洋部における流向ベクトル

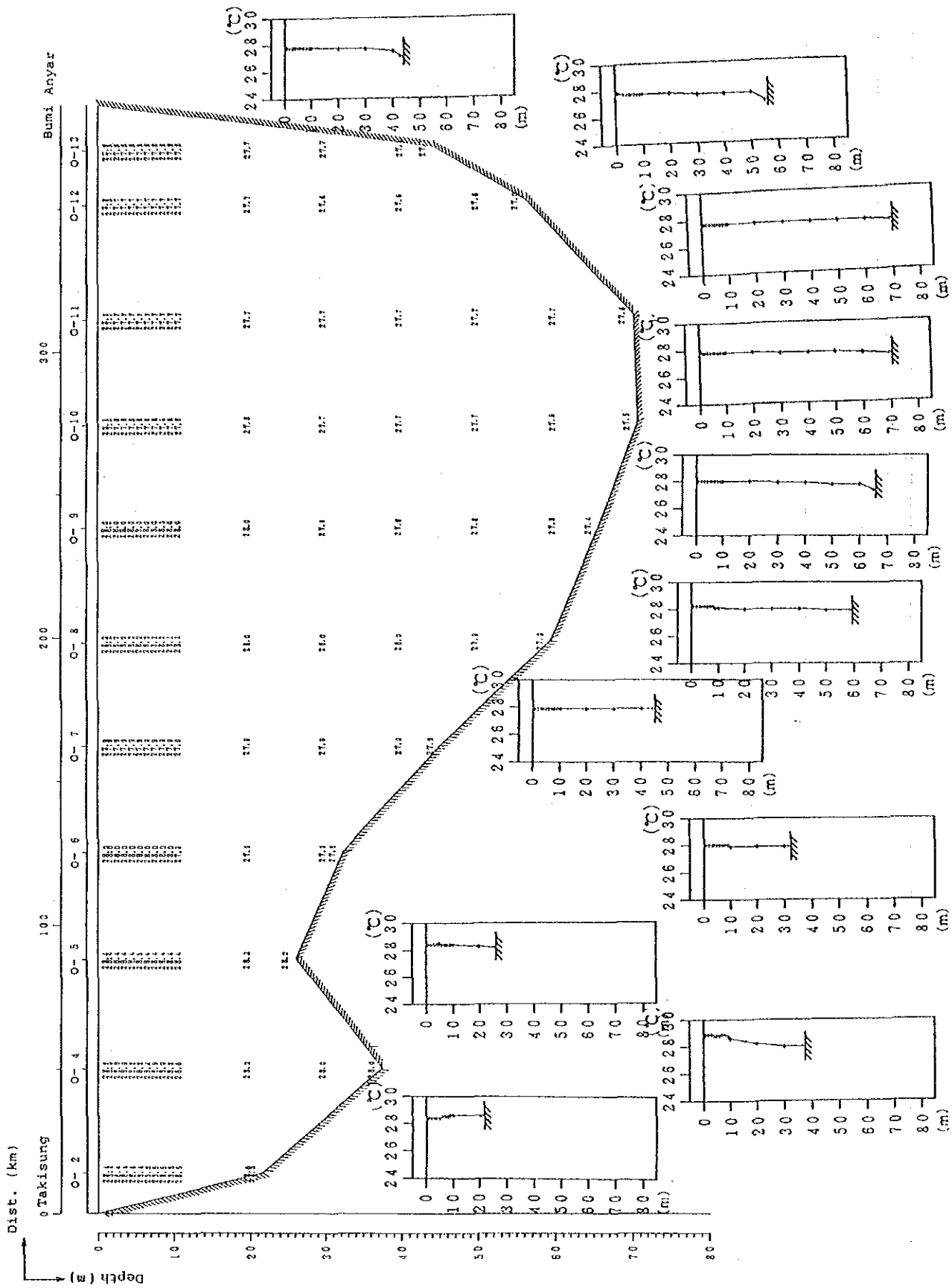


図 3-3-2 水温鉛直変化と水温断面分布 (海洋部)

### 3-4 船位測定

本調査海域は、スラバヤの東側に隣接するマドゥラ島（ブミ・アンヤール）からカリマンタン島（タキスン）に至る、総延長約 380km のジャワ海である。調査用海図は、インドネシア海図と同じ測地定数（ベッセル）を用い、メルカトール図法により南緯  $5^{\circ} 30'$  を基準にして作成した。この調査用海図には、海岸線、顕著な目標等を既存のインドネシア海図から採用し、描画した。船位測定は、NNSS とオメガを使用して決定した。NNSS (The Navy Navigation Satellite System) 及びオメガ (The Omega Navigation System) によって得られる位置測定の数値は、測地基準 WGS-72 (World Geodetic System 1972) に基づくものであるため、採用した測地系（ベッセル）への変換を行わなければならない。この変換値の計算は、バタビア基準点（ジャカルタの旧呼称）の変換定数を用いて算出し、その結果を図 3-4-1 に示した。これらの変換値によると、測地基準 WGS-72 からインドネシアの測地系（ベッセル）への変換値はマドゥラ島側で大きく 68m、カリマンタン側で小さく 47m 北西方向へズレた値となっている。

海洋部の調査では、船位測定は NNSS 及びオメガのハイブリット航法による測位を採用した。ハイブリット航法システムは、個々の測位システム（NNSS、オメガ）を相互に結合させ、混成による測位ができるようにしたものであり、高い方の精度の測位に同期する。

本調査で使用したオメガの測位精度は、単独では NNSS の測位精度に比較して大きい誤差を含んでいるが、常に連続した測位が出来ることに大きな特徴をもっている。この特徴を利用し、NNSS（精度；停船時 0.1 海里、航行時 0.2 ~ 0.5 海里）との組み合わせによって船位測定を実施した。

しかし、オメガ電波は、電離層と地球の間を伝播しているため、電離層の状態の変動がある度に、大きく乱される時が生ずる。このような場合は、ジャイロ・コンパスと船速（電磁ログ）による推測航法で、次の NNSS による受信点まで測位を続けた。又、陸岸付近では、レーダー装置による物標の方位及び物標までの距離の位置と NNSS による測位を併用したが、レーダーと NNSS の位置誤差に大きな差異はなく、かなりの精度で船位を決定できたと考える。

次に、衛星の飛来状況（付録 11 参照）をみると、本調査範囲の南緯  $4^{\circ} \sim 7^{\circ}$  で、良好な測位ができた平均時間間隔は、約 80 分であった。

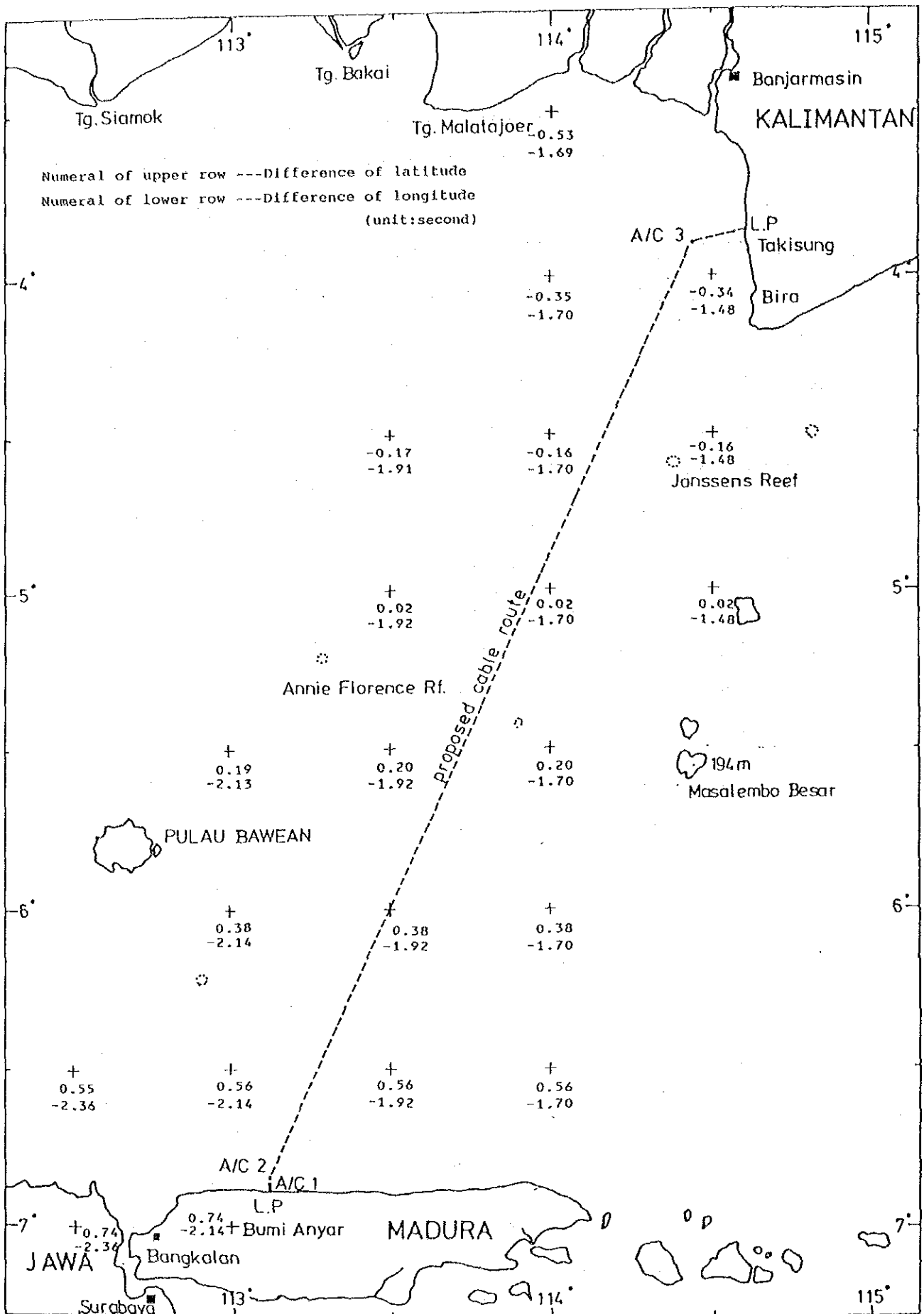


図 3-4-1 測地系変換 (世界測地系からインドネシア測地系へ)

## 第4章 ケーブル陸揚地と推奨ケーブルルート





第4章 ケーブル陸揚地と推奨ケーブルルート

4-1 ケーブル陸揚地の選定

海底ケーブルの陸揚地点の選定条件としては、一般的に表4-1-1に示すようなものがある。

表4-1-1 陸揚地の選定条件

<p>海岸の実状</p> <p>地理的関連</p>	<p>(1)</p> <p>(2)</p> <p>(3)</p> <p>(4)</p> <p>(5)</p> <p>(6)</p> <p>(7)</p> <p>(8)</p> <p>(9)</p> <p>(10)</p> <p>(11)</p> <p>(12)</p> <p>(13)</p> <p>(14)</p> <p>(15)</p>	<p>布設区間長が短くなる地点、関門局～陸揚局間も短い方がよい。</p> <p>岩礁がなく極端に遠浅でないこと及び急に深くなっていないこと。</p> <p>年間を通じて比較的風波が平穏な地域であること。</p> <p>年間を通じて沿岸流の弱い地点であること。</p> <p>陸揚作業が可能な砂浜をもつこと。</p> <p>沿岸漂砂が少なく、地震、津波、洪水が起こりにくく河川流入物に硫化水素などケーブルに悪い影響を与える物質の少ない地点。</p> <p>他の施設または海底工作物（電力ケーブル・送水管・送油管など）の陸揚地に接近しない地点。</p> <p>大きな河の河口から離れていること。</p> <p>陸揚室または陸揚柱および陸標を建設出来るような土地があり、その土地が買収または使用可能な地点。</p> <p>軌道、道路、岸壁が、ケーブルを横断しない地点。</p> <p>ケーブルの保護施設（管路）が建設容易な地点。</p> <p>沿岸の治水、護岸、港湾改修計画、海底浚渫計画などで将来の支障移転のおそれのない地点</p> <p>資材、機材の搬入可能な道路があること。</p> <p>保守者の居住に便利なこと。</p> <p>陸揚局から通信幹線に接続する信頼性の高い伝送路が容易に得られるか、建設可能なこと。</p>
<p>漁業活動、船舶運航状況（人文的関連）</p>	<p>(1)</p> <p>(2)</p> <p>(3)</p> <p>(4)</p>	<p>付近に船舶が投錨しない地点。</p> <p>一般漁業活動状況（基地、漁場、漁期、操業隻数、水揚高、魚種など）を調べ、ケーブルの建設、保守上問題のない地点。</p> <p>漁業技術（漁法、漁具（含定置網、たこ縄、地曳網）、漁船装備）を調べ、ケーブルの建設、保守上問題のない地点。</p> <p>漁業活動に対する指導、援助、拡充計画なども調べておく。</p>
<p>現地調達の見通し（ケーブルの布設・埋設作業関連）</p>	<p>(1)</p> <p>(2)</p>	<p>補給基地の設定できる地点。</p> <p>現地備船（曳船、クレーン船、団平船）作業機械などの用意し易い地点</p>

本ケーブル建設計画の陸揚地選定にあたって、特にスラバヤ側については第2次世界大戦中に敷設された機雷による危険域の存在を考慮して決定する必要があった。

計画当初、陸揚候補地は図4-1-1に示す4地点が考えられ、それらの地点について表4-1-1に示す選定条件と照らし合わせた結果は表4-1-2に示す通りである。

表4-1-2

陸揚候補地の比較

陸揚候補地 項目	A	B	C	D
航路 漁業活動	ルート上を通過 陸揚地付近に漁 さくあり	ルートは航路上 小規模漁業あり	特になし 左記に同じ	左記に同じ 左記に同じ
投錨区域 前面海域の状況	投錨区域あり 湿地が広がる	投錨区域あり スラバヤ海峡通 過	特になし 遠浅で砂地	左記に同じ 遠浅で砂地
危険域	掃海域のみ通過	掃海域のみ通過	危険域(1nm) 通過	危険域(0.6nm) 通過
掃海域	掃海域(8nm) 通過	掃海域(17nm) 通過	掃海域(9nm) 通過	掃海域(5nm) 通過
石油開発	特になし	特になし	プラットフォームあり	特になし
工事上の問題	陸揚工事困難	航路上で問題あり	特に問題なし	特に問題なし
陸揚地環境	湿地が広がる	市街地	特に問題なし	特に問題なし

注) 掃海域—船舶航行に関して安全であるが、海底掘削等の海底土木作業について安全は保障されていない。

その結果、A地点は前面海域に船舶の投錨地があり、広範囲に湿地が広がっていること等、またB地点はルートが船舶の投錨地及び航路下を通過し、さらに航路での浚渫作業も行われることから、それぞれ候補地としては不適当と判断された。CとD両地点については危険域の問題以外には特に問題はないと判断された。

よってこれらC、D両地点を含むマドゥラ島北側を陸揚候補地として現地踏査を実施した。その結果、図4-1-2に示すように、さらに2地点を加えた4地点がケーブル陸揚の候補地となった。その後さらに4地点について比較検討した結果、4地点のうちでは第4の地点が危険海域の中が一番狭く、工事の安全性及び安全確保のための経費面（磁気探査実施を考慮）などの点で有利であることから、この地点を陸揚地と決定した。

さらに海洋調査に先だって、調査の基準となる陸揚地を決めるため、1986年1月にこの陸揚地のブミ・アンヤールの海岸を踏査した。その結果、表4-1-1に示す条件を考慮して、この海岸の東側で砂浜かつ比較的広い後背地をもつ場所に陸揚地点（以下この陸揚地点の名称をブミ・アンヤール陸揚地点とする）を決定した。

また、バンジャルマシンの陸揚地については、バンジャルマシン交換局がバリトー川流域に位置し、その距離を考慮すると、河口付近が陸揚地として最適であった。しかし表4-1-1に示すように、陸揚地は大きな河口から離れた地点を選定する必要があった。

さらに、机上検討した結果、河口から離れ、海岸まで道路が通じているタキスン及びタバニオの2地点（図4-1-3参照）を選定し、現地踏査を実施した。その2地点より南側は山が多く、道路条件も悪く、陸上伝送路建設には不相当と判断された。2地点については踏査を実施した結果、タキスは表4-1-1に示す選定条件に照らし適当であるのに対し、タバニオは海岸沿いの道路が流失しており、アクセスロードに問題があることからタキスを陸揚地と決定された。

さらに、1986年1月初旬に、海洋調査に先だて、調査の基準となる点すなわち陸揚点（L.P）決定のために現地踏査を行ない、陸揚点が決定された。

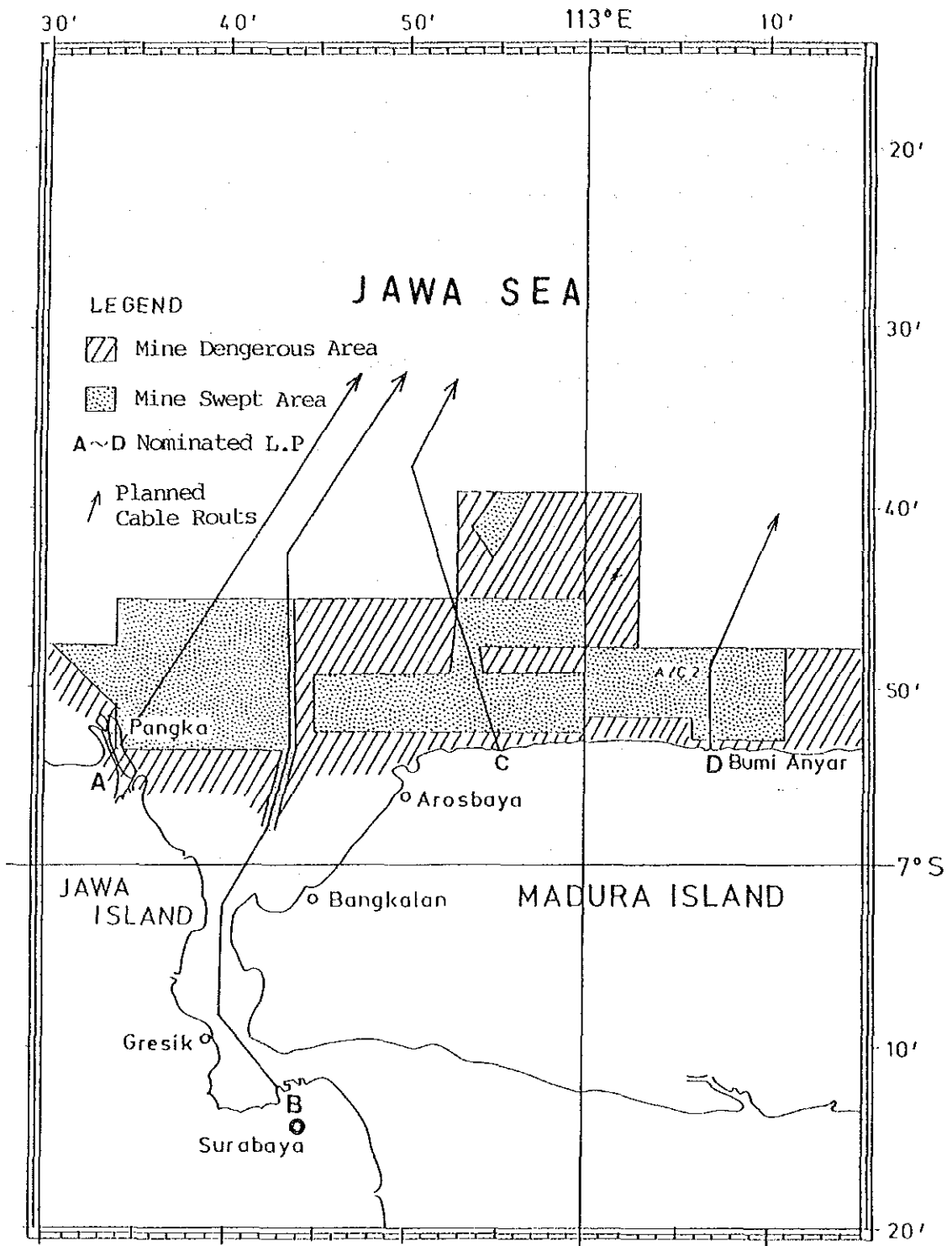


図 4-1-1

スラバヤ側陸揚候補地

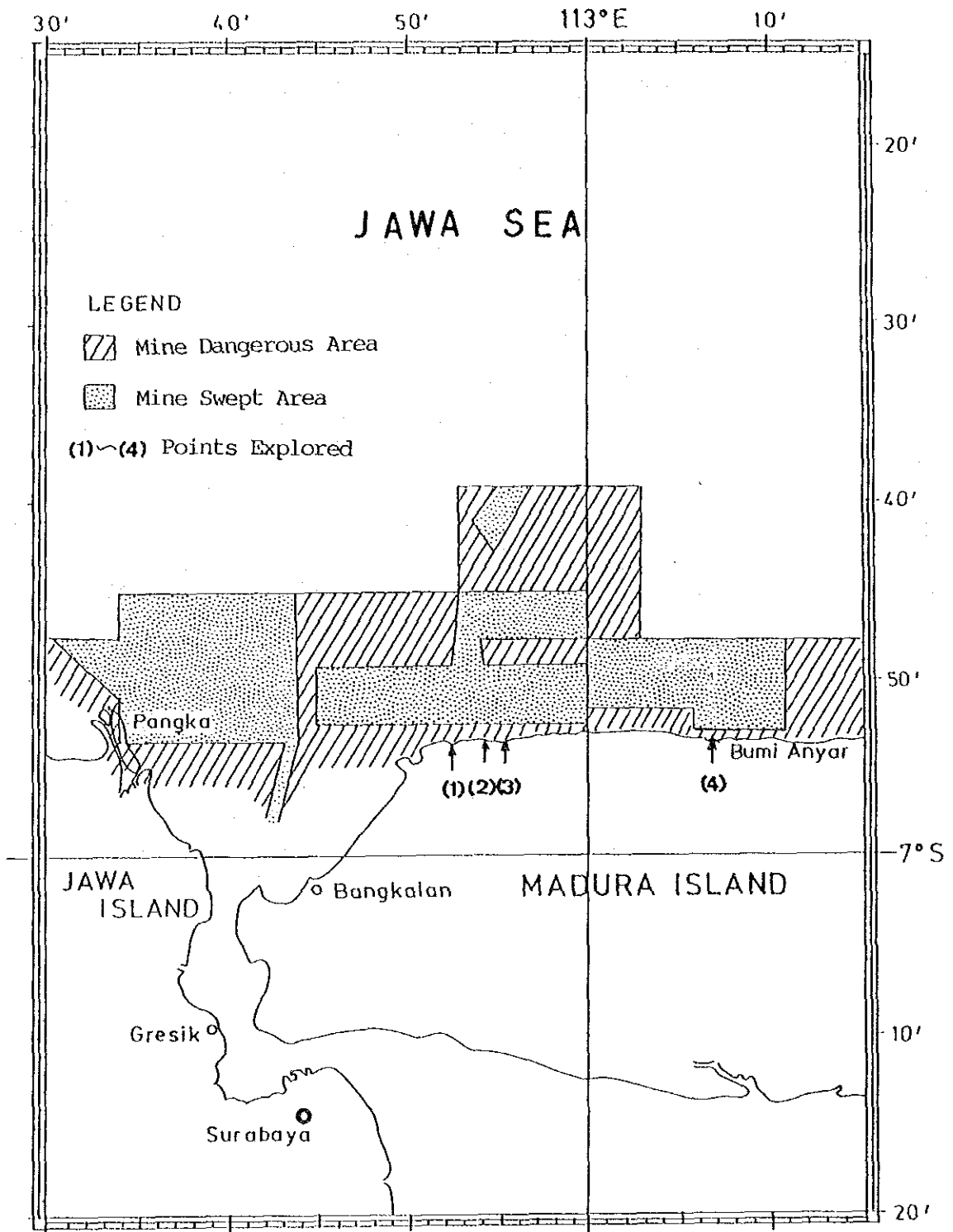


圖 4-1-2

陸揚地踏查結果

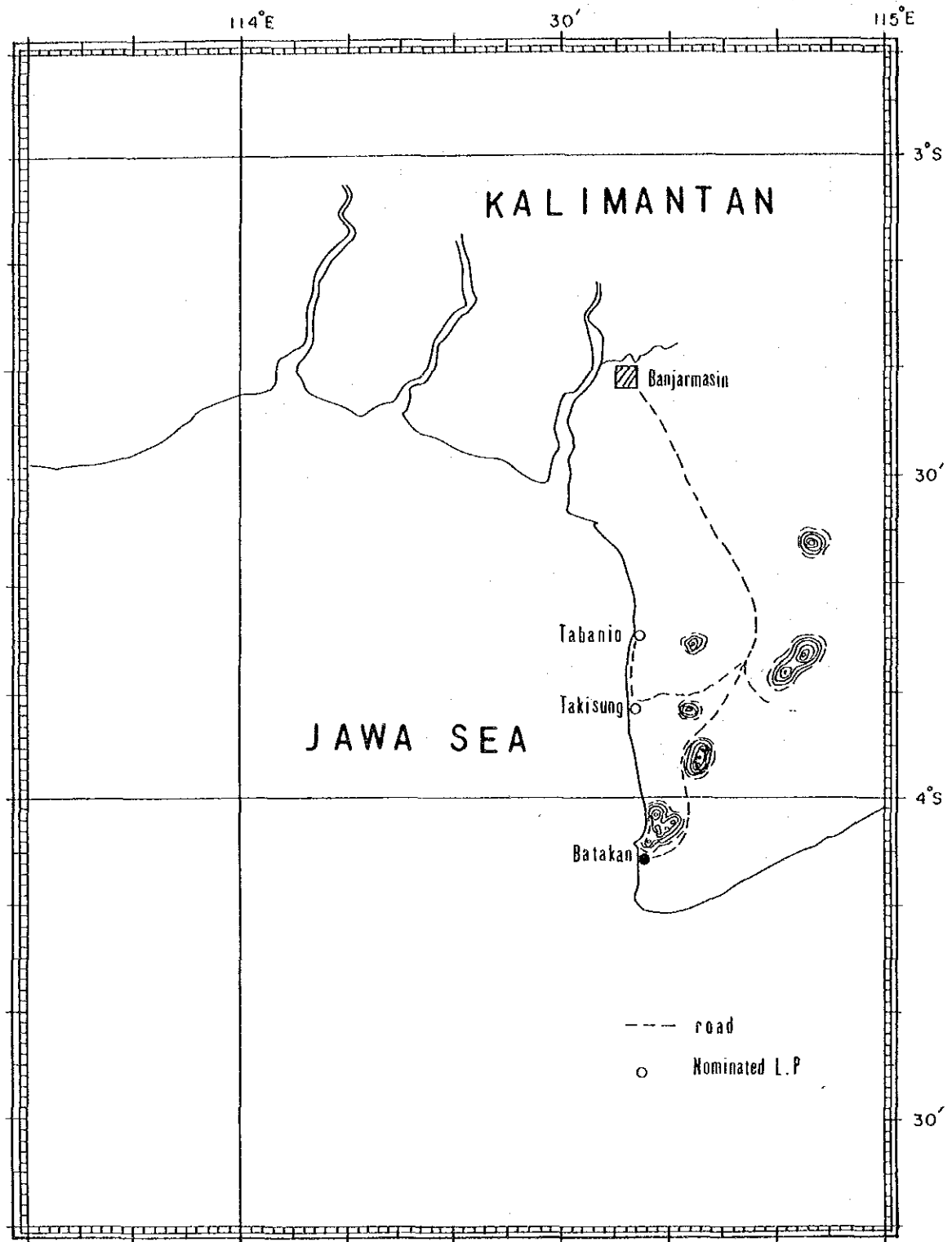


図 4-1-3

バンジャルマシンの側陸揚候補地

#### 4-2 推奨ケーブルルート

スラバヤ〜バンジャルマシン間を結ぶケーブルルートについては、海洋調査を始める前に既存の資料を十分検討の上、計画ケーブルルートを定め、このルートについて調査を実施した。その結果、当初の計画ケーブルルートはスラバヤ側でわずかに変更することで、ケーブルルートとして適当であることが明らかになった。推奨するケーブルルートは図1及び図4-2-1（上）に示すとおりであり、ルートに沿っての海底断面を図4-2-1（下）に示す。推奨するケーブルルートの両陸揚地点間の延べルート長は381.47kmで、コース変針点および変針点間の距離を表4-2-1に示す。

表4-2-1 推奨ケーブルルートの位置と区間距離

L.P or A/C	Position		Distance (km)	
	Latitude (S)	Longitude (E)	Between	Cumulation
Bumi- Anyar L.P	6° - 53.64'	114° -07.11'		0
			1.50	
A/C 1	6° - 52.89'	113° -06.82'		1.50 ( 0.81nm)
			7.17	
A/C 2	6° - 49.00'	113° -07.00'		8.67 ( 4.68nm)
			353.52	
A/C 3	3° - 54.50'	114° -26.50'		362.19 (195.57nm)
			19.28	
Takisung L.P	3° - 52.43'	114° -36.71'		381.47 (205.98nm)

\* 1 nm is equivalent to 1.852 km.



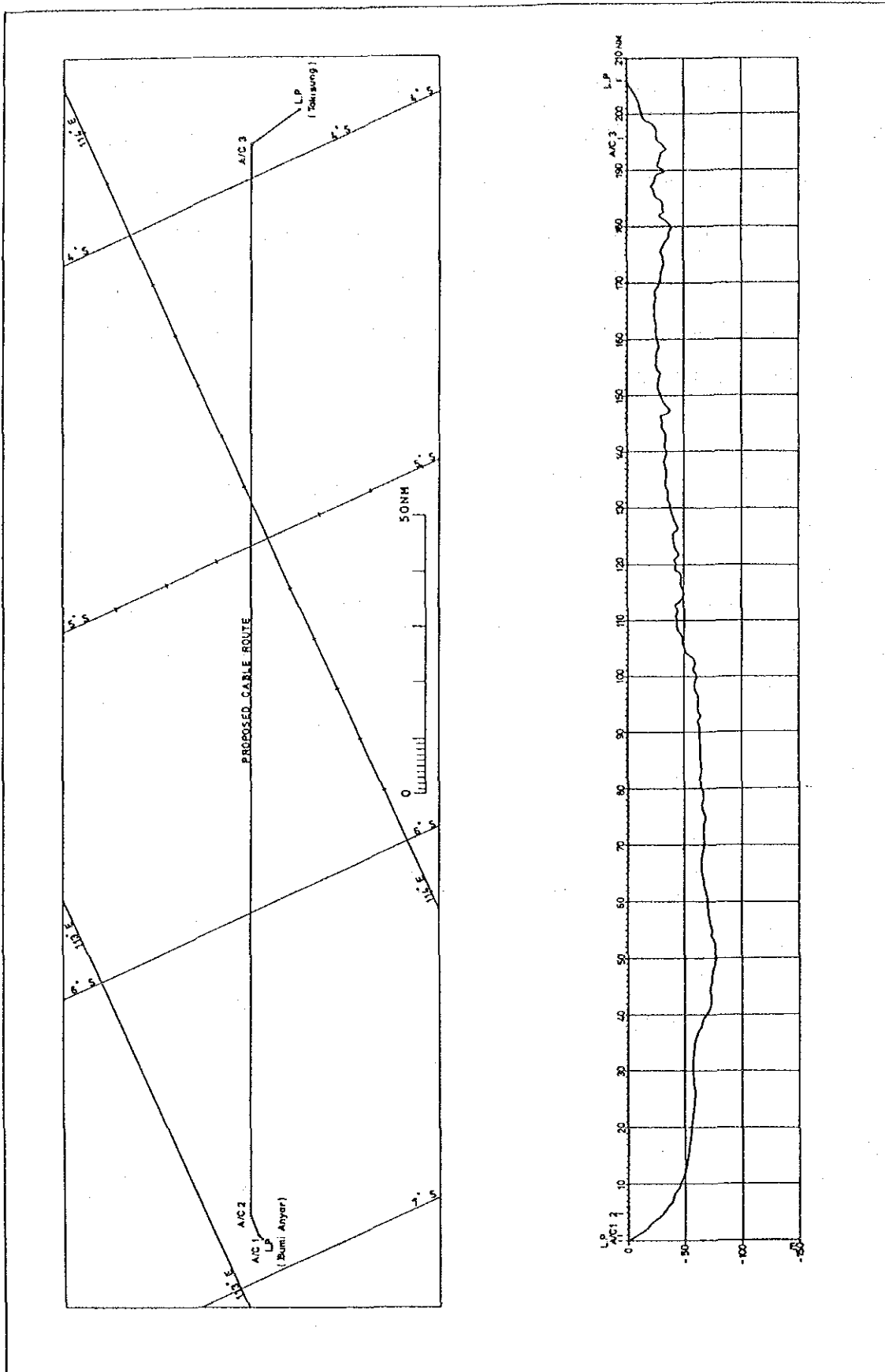


図 4-2-1 推奨ケーブルルート海底地形断面図

#### 4-3 ルート状況

##### a. ブミ・アンヤールケーブル陸揚地点～A/C1

スラバヤ側のケーブル陸揚地点はマドゥラ島のブミ・アンヤールが予定されており、小さな湾の最奥部の東側にあたっている。この湾は干潮時にはほとんど干上がり、わずかにその内部に浅く水をたたえる状態となる。この状態で見ると、ケーブル陸揚地点から 350 m 位まで砂が堆積しているが、それより沖の湾口部までは古期（新第三紀）の造礁珊瑚からなる石灰岩が露出している。

湾口部は砕波帯となっており、現在でもわずかに珊瑚が生息しているのが見られる。又この付近には干満を利用した小規模な石積みの追込み漁法が行われており、ケーブルルートは一部この個所を通過している。砕波帯をなす石灰岩とその沖はわずかの段差で砂質泥の自然海底と接する。砕波帯と A/C1 までの距離は約 850 m 位であり、その半分の陸側は勾配 1/70、そして沖側は 1/225 位の勾配で砂質泥～泥が分布している。

この海域は機雷の未掃海海域にあっており、今回磁気探査を実施した。その結果、ケーブル陸揚地点からルートに沿って 1,200 m、ルートの東側 87 m に機雷に相当する磁気量を持つものが認められたが、海底下に埋没しており確認できなかった。

##### b. A/C1～A/C2

この区間はほぼ真北方向に伸びるルートであり、その長さは 7.17 km (3.87 nm) である。海底は沖に向かって単傾斜をなし、その勾配は 1/320 位である。また、その海底表面は軟らかい泥質堆積物に被われており、その厚さは 6～10 m 位ある。

この区間でルートは KODECO の鉱区にもっとも近くを通過するが、その距離は 2.3～2.5 km (1.24～1.35 nm) 離れており、現状では石油開発はケーブル布設に直接支障はないものと考えられる。

##### c. A/C2～A/C3

この区間は A/C2 よりタキスンに向かって北東に伸びるルートで、その長さは 353.52 km (190.89 nm) である。海底は徐々に深くなり、ケーブル陸揚地点（以下 L.P とする）から 95 km (51.30 nm) で最深部に達し、その水深は 77 m である。この地点付近までは海底面は極めて滑らかで、軟らかい泥質堆積物で被われ、その厚さは 6～8 m 位である。

最深部から 217 km 地点（ブミ・アンヤールの L.P からの距離 168 nm）までにおいては、全体的にゆるやかな上り斜面となるが、その斜面上にはなだらかな傾斜の起伏（巾 1～6

マイル、高低差5~10m)が数多く認められる。海底面を形成する表層堆積物はブミ・アンヤール側が泥分を主としているのとやや異なり、砂分の多い堆積物(泥質砂~砂)となっている。その厚さはほとんどが2m以上あるが、1m以下のところも5ヶ所認められる。311km(ブミ・アンヤールのL.Pからの距離168nm)からA/C3までは、概括的にみると2つの大きな谷状地形をなしており、その斜面には前記のような大小の起伏が認められる。これらの谷状地形はこの付近の海図(Defense Mapping Agency U.S.A, No.72060)からみると、その形成には陸上の河川“SUNGAI BARITO”及び“SUNGAI KAHAYAN”が関連していると推定される。この区間の表層堆積物も主として砂質堆積物であり、その厚さは2~7m位である。

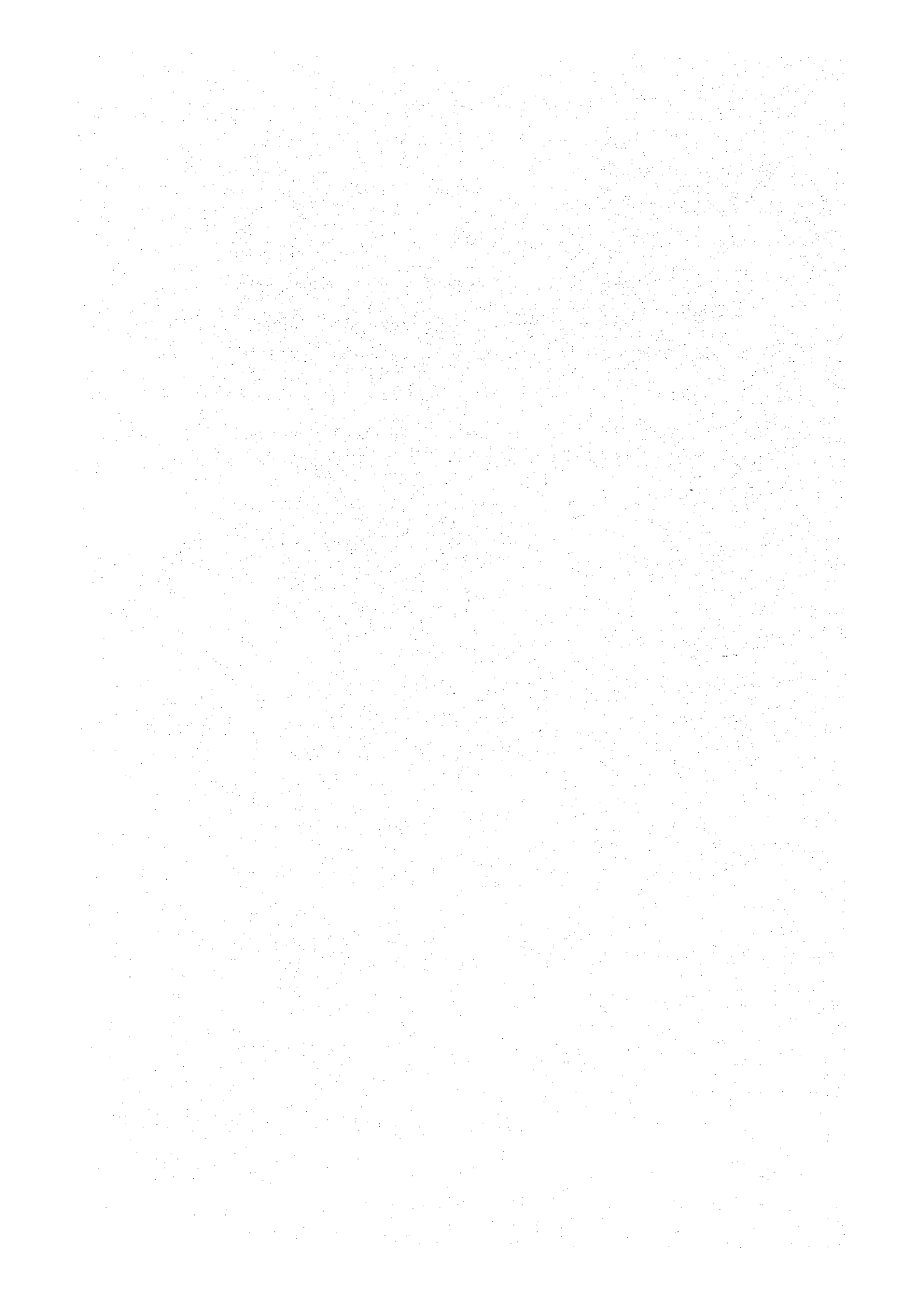
この区間においては、表層堆積物下の地層が表面近くにあり、この地層は粘土層と推定される。この堆積物は粘着性があるため、ケーブル埋設しようとする場合、埋設機の刃に粘土がこびり付き掘削効率を悪くするものと考えられる。これは、次の区間A/C3~タキスンにも見られる白色粘土層もこれに類する粘土と考える。

#### d. A/C3~タキスンケーブル陸揚地点

A/C3からタキスンケーブル陸揚地点に向かっては、初め前述の谷状地形の一部が見られるが、368km(ブミ・アンヤールのL.Pからの距離199nm付近)からはゆるやかな上り斜面となり、そしてタキシンのL.P付近に至ってやや急となる。海底面はA/C3付近では砂質泥で、タキシンのL.Pから3km(1.6nm)付近からL.Pに向かっては泥が分布している。そしてさらにL.P付近の海浜は砂に被われており、砂と泥の分布の境界はL.Pから200~300m(0.11~0.16nm)付近である。

この区間の表層堆積物の厚さは普通2~9m位であるが、L.Pより沖3~4nmでは厚さ1m以下になっているところもみられる。表層堆積物下のこの地層は締まった粘性のある白色粘土層である。

## 第5章 推奨海底ケーブルシステム



## 第5章 推奨海底ケーブルシステム

### 5-1 推奨ケーブル種別および数量

#### 5-1-1 推奨ケーブル種別

##### (1) 陸上部（陸揚局舎から陸揚点）

人為的障害からケーブルを保護するため、一重外装ケーブルの直埋を推奨する。途中、道路を横断する場合には道路下に管路を設置し、その中にケーブルを通し保護すべきである。

給電アースは、調査結果から陸揚点付近に設置可能であり、アースケーブルは陸上ケーブルと同一に直埋することを推奨する。

##### (2) 極浅海部（陸揚点より水深10mまで）

人為的障害および波からケーブルを保護するため、水深10mまで二重外装ケーブルを使用し、原則として埋設することを推奨する。水深10m点は、ブミ・アンヤール側においては陸揚点より沖合 2.3km、タキスン側では沖合 7 kmとなる。

ブミ・アンヤール海岸は古期の石灰岩及び珊瑚礁が発達し、一部堆積物に覆われているが、石灰岩及び珊瑚礁上に堆積物のない区間においては、ケーブルが移動しないようにするため、トレンチを作り、その中にケーブルを設置することを提案する。

タキスン側の海浜部および汀線部では、ケーブルをできるだけ深く埋設することを推奨する。

##### (3) 浅海部（水深10m以上）

一般的に当該海域のような浅海部では、漁業活動、投錨等からケーブルを保護するためケーブル埋設が採用される。

本海域では、調査前の情報収集においてトロール漁業の禁止およびその他漁業活動も沿岸30海里以内の海域だけ許可されているだけとの事であったが、海洋調査時にシイラ漬、刺網漁業等の漁船が多く見られた。よって、これらの漁業活動および自然的障害からケーブルを保護するためにケーブル埋設を推奨する。さらにケーブル保護および工事上のケーブル取扱いを考慮し、一重外装ケーブルの採用を推奨する。

なお、ブミ・アンヤール沿岸域の危険域と掃海域については、工事上の安全性を考え、一般的に長距離布設埋設工事に使用される曳航型鋤式埋設機は、本海域では採用せず、ジェット式埋設によるケーブル埋設または二重外装ケーブルによる非埋設布設が望まし

い。

#### 5-1-2 必要ケーブル数量

推奨ケーブルにおける陸揚点間の距離は 381.5kmであり、ケーブルスラック 1.5%を考慮すると陸揚地間のケーブル長は 387.2kmとなる。さらに、それぞれの陸揚点から陸揚局までのケーブル長をそれぞれ 500mとすると、全ケーブル長は 388.2kmである。

最終ケーブル長は、布設計画、システムダイヤグラム、スラック計画等で変更もありうる。

## 5-2 海底ケーブルシステム建設に関する推奨事項

### 5-2-1 陸揚工事および極浅海部工事

両陸揚局前面海域とも非常に遠浅であるため、ケーブル布設船の極浅海域への進入は布設船の吃水との関係で制限される。従って、陸揚点からケーブル布設船進入可能域までの陸揚工事ならびに極浅海部布設工事には平底船を使用することを推奨する。

また、極浅海部のケーブル埋設は本海域の透明度が非常に悪く、後埋設は非常に困難であるため、平底船によるケーブル布設と同時に実施することを推奨する。

### 5-2-2 海洋部布設工事

ジャワ海は、全体的に透明度が悪く、後埋設は困難であるため、ケーブル埋設は、ケーブル布設と同時に実施することを推奨する。

### 5-2-3 陸標設置

漁労、船舶の投錨等による障害からケーブルを保護するため、ケーブルが布設されている位置、あるいは区間が操業中の漁船、航行中の船舶から識別できるように陸標を設置することを推奨する。

### 5-2-4 ケーブル保護のための法律制定

ケーブルが布設されている位置あるいは区間における漁労、船舶の投錨禁止を盛り込んだ法律を制定し、漁労、船舶の投錨による障害からケーブルを保護する方法も一般に取入れられている。





# 付 録



## 付 録 Ⅰ 航海日誌及び磁気探査日誌の要約

この航海日誌は、第5海工丸のスラバヤ入港の1986年2月5日から海洋調査を経て2月25日のスラバヤ出港までの期間についてのものであり、一方磁気探査日誌は、1986年2月5日のスラバヤからバンカランへ移動し、磁気探査が終了し、バンカランよりスラバヤへ移動した日までのものである。

調査範囲は、ケーブル陸揚地点のマドゥラ島ブミ・アンヤールとカリマンタン島タキスを結ぶ航程約380kmにおよぶジャワ海である。調査にあたっては乗船立会者と十分な内容の検討と調査機器の整備、調整を行い、作業の円滑をはかった。以下に示した作業内容は、調査船の航海日誌および磁気探査日誌から抜粋したものである。

## 航 海 日 誌

1986年

2月5日(水曜日) 正午位置 スラバヤ港

気象 時刻12:00, 天候:晴, 風向:NW, 風力:2, 海況:なめらか

11:00 第5海工丸スラバヤ入港のDerumaga Jamrud棧橋着岸

16:00 調査団員, POSTEL PERUMTELのカウンターパート(4名), 海軍士官(2名)  
乗船

2月6日(木曜日) 正午位置 スラバヤ港

気象 時刻12:00, 天候:晴, 風向:N, 風力:1, 海況:なめらか

○第5海工丸は終日スラバヤ港接岸

○調査機器の準備

2月7日(金曜日) 正午位置 スラバヤ港

気象 時刻12:00, 天候:晴, 風向:W, 風力:2, 海況:なめらか

調査機器の準備

13:25 燃料及び食糧補給

15:50 飲料水補給

20:50 スラバヤ港出港Bumi Anyar (ブミ・アンヤール) 沖へ回航

2月8日(土曜日) 正午位置 S 6° 52.3', E 113° 6.03'

気象 時刻12:00, 天候:晴, 風向:NW, 風力:2, 海況:さざ波あり

01:30 第5海工丸ブミ・アンヤール沖に到着

06:00 沿岸部調査開始(ブミ・アンヤール)

調査項目

○基準点測量(NNSS, 電波測位機による第5海工丸の位置測定)

○流速計設置

○磁気探査船(台船)の組立て及び準備

2月9日(日曜日) 正午位置 S 6° 52.9', E 113° 6.6'

気象 時刻12:00, 天候:晴, 風向:W, 風力:4, 海況:かなり波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 流速計の点検
- 測深, 海底面探査及び音波探査(ローカルボートによる), L.P点より 700 m~1,500mの間
- 干出部の底質調査
- 基準点測量(第5海工丸を西側に移動し, NNSS, 電波測位機による位置測定)

2月10日(月曜日) 正午位置 S 6° 52.5', E 113° 6.75'

気象 時刻:12:00, 天候:晴, 風向:NW, 風力:4, 海況:かなり波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 流速計の点検
- 測深, 海底面探査, 音波探査(第5海工丸による)  
L.P点より 1,500m~4,500mの間
- 採泥(St.AM-1)
- 大地比抵抗測定(L.P点前面の海岸)

2月11日(火曜日) 正午位置 S 6° 52.6', E 113° 6.1'

気象 時刻:12:00, 天候:晴, 風向:NW, 風力:4, 海況:かなり波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 採泥, 測温, 海底写真撮影(第5海工丸による)  
St.AM-101, 102, 103, 104, 105
- 干出部水準測量
- 大地比抵抗測定(L.P点前面において)

18:00 外洋部調査の往路開始

調査項目

○測深, 音波探査, 海底面探査 (L.P点より 4.500m沖合付近から開始)

2月12日 (水曜日) 正午位置 S 5° 39.9', E 113° 38.9'

気象 時刻: 12:00, 天候: 曇, 風向: W, 風力: 3, 海況: かなり波あり

外洋部調査の続行

調査項目

○測深, 音波探査, 海底面探査

19:00 A/C 2より 107マイル沖合通過

2月13日 (木曜日) 正午位置 S 3° 45.7', E 114° 29.9'

気象 時刻: 12:00, 天候: 晴, 風向: NW, 風力: 1, 海況: 小波あり

外洋部調査の続行

調査項目

○測深, 音波探査, 海底面探査

11:00 外洋部調査の往路終了

11:40 タキスン沖よりバンジャルマシンへ向かう

15:00 バンジャルマシン, 航路No.1ブイ付近にてパイロット乗船

18:58 バンジャルマシン港着, 投錨

2月14日 (木曜日) 正午位置 S 3° 18.9', E 114° 34.5'

気象 時刻: 12:00, 天候: 曇, 風向: N, 風力: 1, 海況: 小波あり

入国手続き

10:00 タキスン L.P点の現地踏査班下船 (バンジャルマシン→タキスン移動)

タキスン L.P点の基準点鉄鎮埋設

13:55 第5海工丸バンジャルマシン出港, タキスン沖へ向かう

18:35 タキスン沖到着投錨

2月15日（金曜日） 正午位置 S 3° 51.6′, E 114° 34.0′

気象 時刻：12:00, 天候：晴, 風向：WNW, 風力：3, 海況：やや波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 基準点測量（NNSSおよび電波測位機による位置測定）
- 大地比抵抗測定（L.P点前面の海岸）
- 干出部底質調査
- 汀線水準測量
- 陸部地形測量

2月16日（日曜日） 正午位置 S 3° 53.3′, E 114° 33.5′

気象 時刻：12:00, 天候：曇, 風向：W, 風力：2, 海況：やや波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 基準点測量
- 測深, 音波探査, 海底面探査（ローカルボートによる）, L.P点より5,000 mの間
- 陸部地形測量

2月17日（月曜日） 正午位置 S 3° 53.2′, E 114° 33.8′

気象 時刻：12:00, 天候：晴, 風向：N, 風力：3, 海況：やや波あり

06:00 沿岸部調査

調査項目

- 採泥, 測温, St.BM-3, 4, 5, 6, 7
- 汀線付近の測深（船外機船による）
- 14:00 ○ 流速計B-1, B-2揚収（第5海工丸による）
- 採泥, St.0-1



2月18日(火曜日) 正午位置 S 3° 53.5', E 114° 33.0'

気象 時刻: 12:00, 天候: 曇, 風向: NW, 風力: 3, 海況: やや波あり

06:00 外洋部調査の復路開始

調査項目

測深, 採泥, 測温, 測流, 海底写真撮影

06:00 St. 0-2 定点観測 (採泥, 測温, 潮流, 海底写真撮影)

07:30 St. 0-3 採泥

08:00 St. 0-3 タキスン沖約7km海域の補足調査実施 (測深, 海底面探査)

12:00 St. 0-3 採泥 (パイプロコアラーによる)

14:00 St. 0-4 定点観測

21:00 St. 0-5 "

\*測点間は, 復路測線の測深続行 (以下, 同様)

2月19日(水曜日) 正午位置 S 5° 23.2', E 113° 43.8'

気象 時刻: 12:00, 天候: 曇, 風向: NW, 風力: 4, 海況: かなり波あり

調査項目

測深, 採泥, 測温, 測流, 海底写真撮影

01:00 St. 0-6 定点観測

05:30 St. 0-7 "

09:30 St. 0-8 "

14:00 St. 0-9 "

18:00 St. 0-10 "

22:30 St. 0-11に投錨, 待機

2月20日(木曜日) 正午位置 S 6° 35.8', E 113° 12.9'

気象 時刻: 12:00, 天候: 曇, 風向: NW, 風力: 4, 海況: かなり波あり

調査項目

測深, 採泥, 測温, 測流, 海底写真撮影

06:00 St. 0-11 定点観測

10:30 St. 0-12 定点観測  
14:00 St. 0-13 “  
17:30 外洋部調査の復路終了  
18:30 ブミ・アンヤール沖に投錨

2月21日(金曜日) 正午位置 S 6° 52.7', E 113° 07.4'

気象 時刻:12:00, 天候:曇, 風向:NW, 風力:3, 海況:やや波あり

No.5 海工丸は, 終日ブミ・アンヤール沖に停泊

07:00 ブミ・アンヤール前面の磁気異状点周辺の海底面探査(ローカルボートによる)

- 外洋部, 沿岸部の資料整理
- 磁気探査用使用機材の本船積み込み

2月22日(土曜日) 正午位置 S 6° 49.5', E 112° 54.5'

気象 時刻:12:00, 天候:晴, 風向:W, 風力:3, 海況:やや波あり

- 外洋部, 沿岸部の資料整理
- 磁気探査機材の本船積み込み

10:00 流速計A-1揚収(第5海工丸による)

11:00 スラバヤ港沖の係留錨地へ向かう

13:00 スラバヤ港沖の係留錨地着, 投錨

2月23日(日曜日) 正午位置 スラバヤ港

07:15 アンカー揚収

07:50 パイロット乗船, スラバヤ港へ向かう

09:40 スラバヤ港接岸

11:00 飲料水補給

- 外洋部資料整理
- カウンターパート及び海軍士官下船

2月24日（月曜日） 正午位置 スラバヤ港

気象 時刻：12：00、天候：晴、風向：NW、風力：3、海況：小波あり

入港手続

15：00 調査団員下船

2月25日（火曜日） 正午位置 スラバヤ港

気象 時刻：12：00、天候：晴、風向：NE、風力：2、海況：小波あり

11：50 パイロット乗船、スラバヤ出港し、日本へ向かう

13：45 パイロット下船

14：30 針路 310° で航行

磁気探査日誌（ブミ・アンヤール）

1986年

2月5日（水曜日） 天候：晴

- 調査員スラバヤからバンカランへ移動

2月6日（木曜日） 天候：晴

- ブミ・アンヤールの海底ケーブル陸揚地の現地踏査

2月7日（金曜日） 天候：晴

- ブミ・アンヤールの海底ケーブル陸揚地の現地踏査

2月8日（土曜日） 天候：晴

- 基準点測量
- 磁気探査船（大型台船）の艤装
- 図面の作成

2月9日（日曜日） 天候：晴 海況：かなり波あり

- 基準点測量（誘導点の設置）
- 歩行による干出部の磁気探査

2月10日（月曜日） 天候：晴 海況：かなり波あり

- 磁気探査船（大型台船）の艤装
- 資料整理

2月11日（火曜日） 天候：曇 海況：かなり波あり

- 海上時化のため沿岸部の磁気探査中止
- 干出部の水準測量
- 資料整理

2月12日（水曜日） 天候：曇 海況：かなり波あり

- 海上時化のため沿岸部の磁気探査中止
- 歩行による干出部の磁気探査

2月13日（木曜日） 天候：晴 海況：小波あり

- 大型船による沿岸部の磁気探査
- 磁気探査船（小型）の艀装

2月14日（金曜日） 天候：晴 海況：やや波あり

- 小型船による沿岸部の磁気探査
- 資料整理

2月15日（土曜日） 天候：晴 海況：やや波あり

- 大型船による沿岸部の磁気探査
- 資料整理

2月16日（日曜日） 天候：晴 海況：やや波あり

- 大型船による沿岸部の磁気探査（沖合部終了）

2月17日（月曜日） 天候：晴 海況：かなり波あり

- 歩行による干出部の磁気探査
- 資料整理

2月18日（火曜日） 天候：晴 海況：波がやや高い

- 歩行による干出部の磁気探査
- 小型船による沿岸部の磁気探査（時化のため途中中止）

2月19日（水曜日） 天候：晴のち曇 海況：小波あり

- 歩行による干出部の磁気探査
- 小型船による沿岸部の磁気探査

2月20日（木曜日） 天候：晴 海況：やや波あり

- 歩行による干出部の磁気探査
- 小型船による沿岸部の磁気探査（時化のため途中中止）
- 資料整理

2月21日（金曜日） 天候：晴 海況：小波あり

- 歩行による干出部の磁気探査（全海域終了）
- ブミ・アンヤール L.P点の基準点鋳埋設
- L.P 点周辺の地形測量
- 資料整理

2月22日（土曜日） 天候：晴 海況：やや波あり

- 使用機材の後片づけ
- 使用機材の第5海工丸への積み込み
- マドゥラ島州知事、バンカラン県知事を訪問、調査終了のあいさつ

2月23日（日曜日） 天候：晴

- 調査員 バンカランからスラバヤへ移動

本調査では、外洋部で調査船第5海工丸、沿岸部では現地で用船したBINTANG SELATAN II (ゾミ・アンヤール)、JADI JAYA (タキスン) および小型船を使用した。尚、小型船は極浅海部の測深、磁気探査および上陸用通船として使用した。

各調査船は、ケーブルルート調査船として十分にその機能を有する船舶が選定された。使用した調査船の要目を以下に示し、図2-1に調査船の外観を示す。

#### 調査船 第5海工丸 (東海サルベージ株式会社所属)

全長	48.30 m	船級	NK (NS MNS)
垂線間長	41.80 m	航海区域	近海区域, 国際航海
型幅	10.00 m	総トン数	499.59トン
型深	4.60 m	主機関	1,600 BHP × 2
計画吃水	3.50 m	推進機	V.P.P × 2
スラスタ	バウスラスタ (2.3トン)	主発電機	220kVA × 2
航海速度	13ノット	補助発電機	50kVA × 2
燃料油艙	265 kl	甲板作業面積	180 m <sup>2</sup>
燃料消費量	12 kg/日	船艙容積	500トン
機器揚降設備	大型Aフレーム (10t), ウインチ (3), キャプスタン (2)		
最大搭載人員	船員14名, その他26名		
航海機器	レーダー, NNS S, 電磁ログ		
通信機器	500W無線電信, 400W無線電話, 国際VHF電話, ファクシミリ		
調査用機器	音響測深機, 深海用測深機		
調査作業室	専用観測室, サロン兼調査資料検討室, 他に食堂等を兼用できる		

調査船 1 BINTANG SELATAN II (インドネシア)

(図 2-2) 船 種 漁 船

総 ト ン 数 約 30 総トン

調査船 2 JADI JAYA (インドネシア)

(図 2-2) 船 種 通 船

総 ト ン 数 約 12 総トン

調査船 3 小型船 4 隻 (インドネシア)

(図 2-3.2-4) 船 種 漁 船

総 ト ン 数 0.5 t ~ 2 t



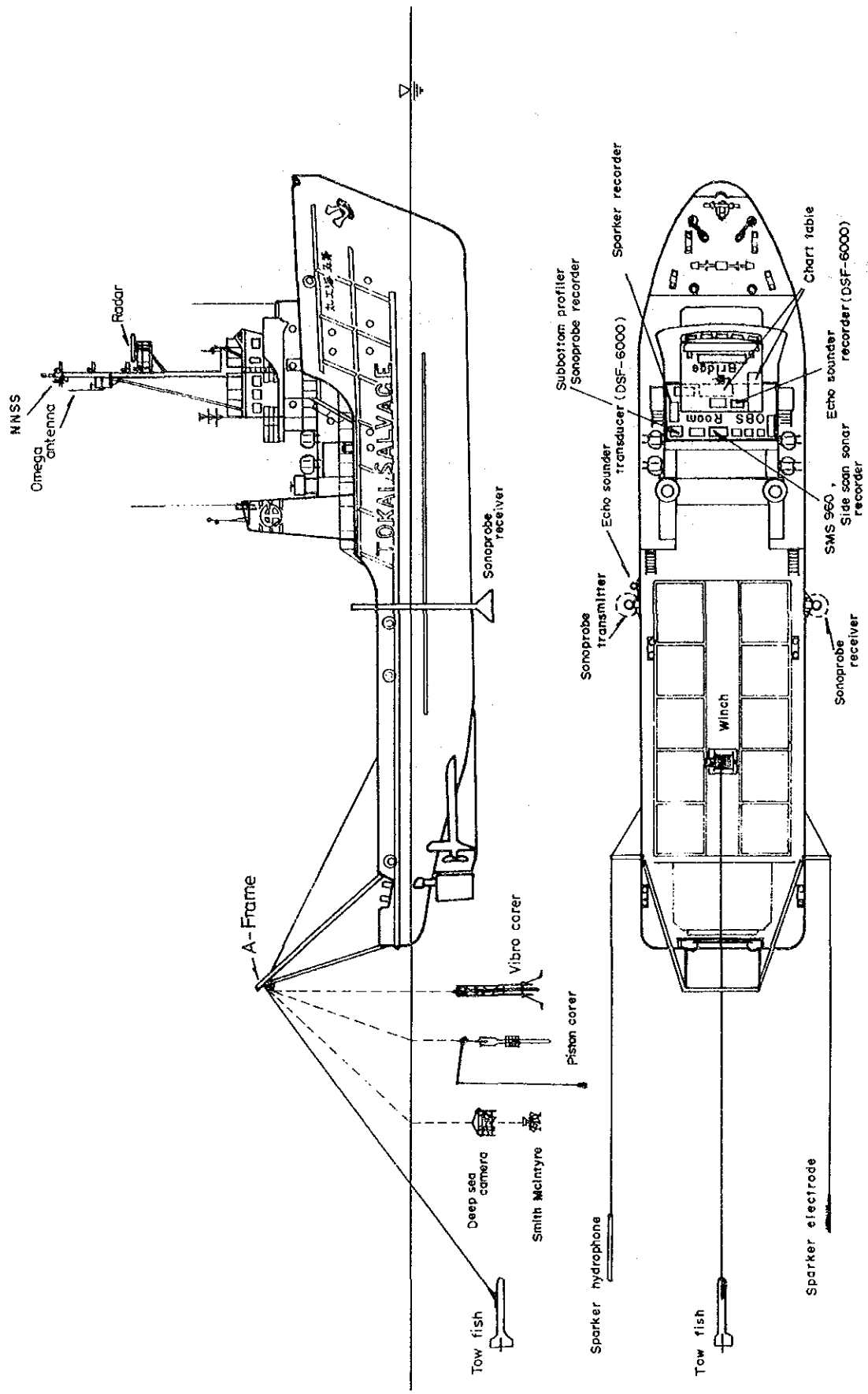
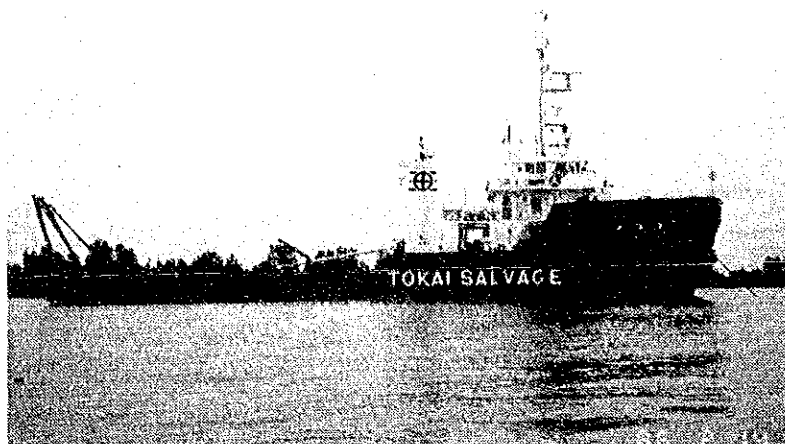
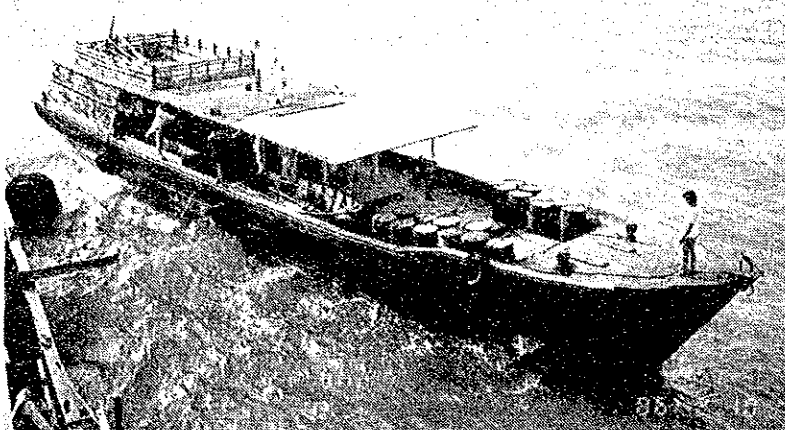


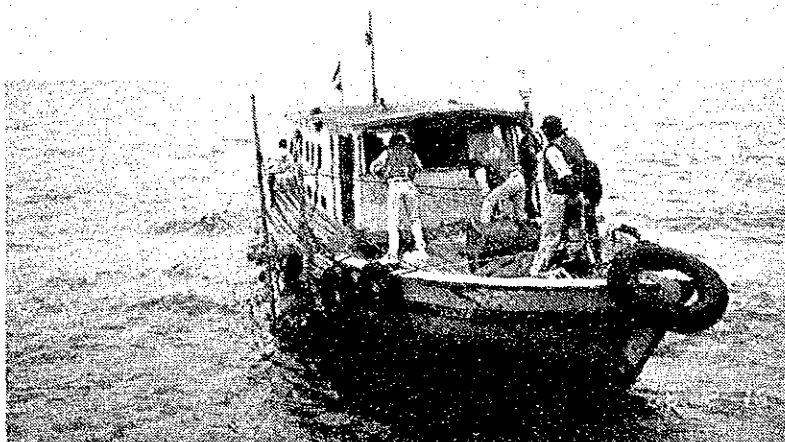
図 2 - 1 調査船「第 5 海工丸」及び調査機器の概略図



KAIKO-MARU No5



BINTANG SELATAN II



JADI JAYA

图 2 - 2 调 查 船

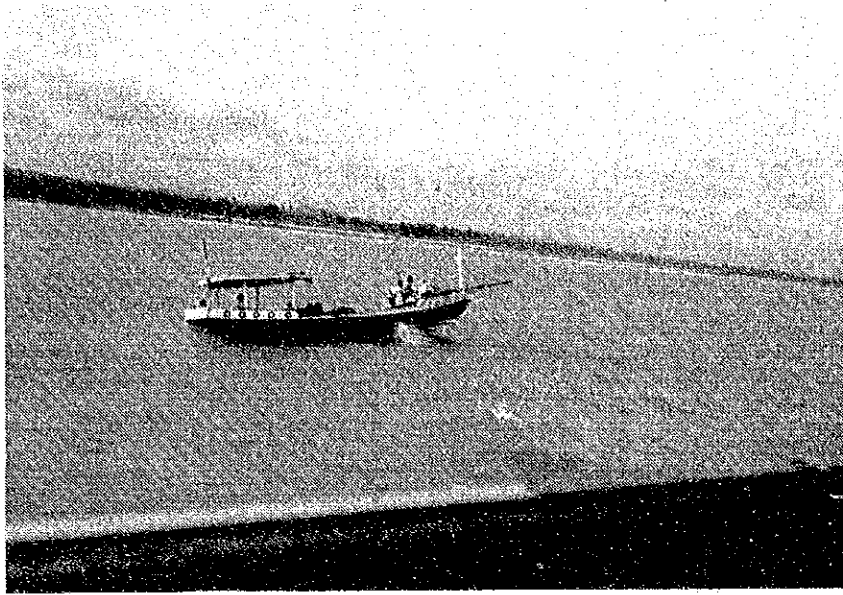


图 2 - 3 小型調査船 (Bumi Anyar)

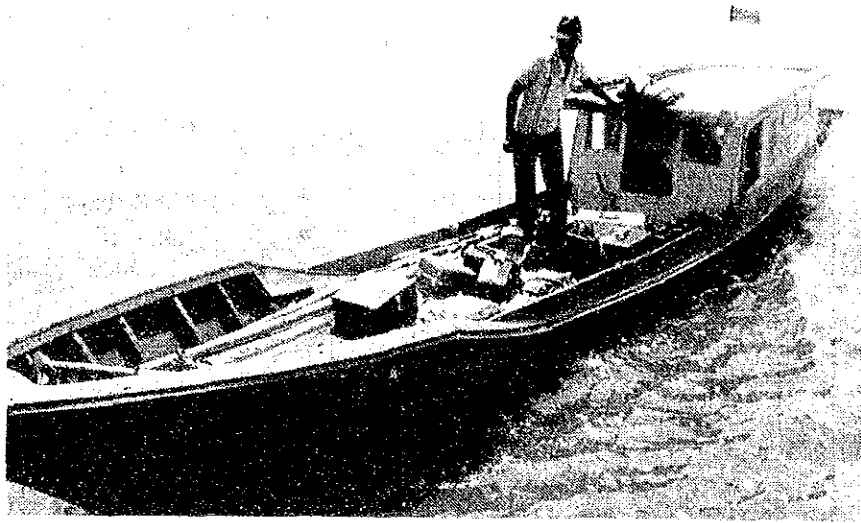


图 2 - 4 小型调查船 (Takisung)

本調査でを使用した主な使用機器は次に示すとおりである。

調査項目	機 器 名	数量	製 造 元	形 式
測 位	N N S S	1	日本無線(株)	JLF-3850
	オレメダ	1	"	JLA-104
	電波測位機	1	"	RAS4NM9-25KP0-3
	電波測位機	1	テルロメーター社	MRD-1
	トランシット儀	3	島田理化工業(株)	9D
	大分	4	測機舎屋	10秒読み
測 深	浅海用測深機	1	レイセオン社	DSF-6000デジタル式
	可搬型精密音響測深機	1	千本電気(株)	P.D.R 101
	"	2	ラサ電子(株)	RS-61
音波探査	放電式音波探査機	2	日本電気(株)	NE19C (スパーカー)
	磁歪式音波探査機	1	海上電気(株)	予備1 PC-3 (ソノプローブ)
海底面探査	サイドスキャンソナー	1	E G & G 社	SMS960 (深海用)
	"	2	"	Mark 1B
採 泥	パイプロコアラー	1	東邦地下工機	同心型海底着座式
	ピストン式柱状採泥器	2	離 合 社	ピストン式 1
	スミスマッキンタイヤー型採泥器	1	離 合 社	重力式 1
測 温	電気水温計	3	東邦電探(株)	ET-5型 (予備2)
測 流	連続自記記録式流向・流速計	6	アンデラー社	RCM-4 (予備1)
海底写真	深海カメラ	1	ベントス社	ベントス
	水中カメラ	1	日本光学	ニコノス
陸上部調査	光波測距儀	1	コイフェル・アンド・エッサー社	オートレンジャーJ
	レベ	2	測機舎	オート
	大地比抵抗測定機	1	機河北辰電機	3244型
磁気探査	磁気傾度計 (海上用)	1式	大和探査技術	DTM II型
	" (陸上用)	1式	"	" I型

以上に示した主要機器の使用方法和仕様規格を以下に説明する。

## (1) 測位

### 1) 衛星航法システム (NNS S)

衛星航法システムは、現在運用されている5個の航法衛星と衛星の軌道を測定し、その軌道データを各衛星に送信する指令地上局から構成されている。この衛星はすべて地軸である北極と南極の真上を通過する円形極軌道がとられている。衛星は、高度約1,100 km、周期約108分で地球を回っていて、この間に地球は約 $26.5^\circ$  東方へ自転することになる。したがって5個の衛星は地球の自転に伴い次々に別の衛星が利用できるようになっている。(図3-1)

本調査海域は北緯 $3^\circ \sim 7^\circ$ の範囲に位置しており、1日に飛来する衛星は約20個前後である。

NNS Sシステムの測位原理は以下のとおりである。

NNS Sシステムの衛星は $f_1 = 399.968\text{MHz}$ および $f_2 = 3/8 f_1 = 149.988\text{MHz}$ の2周波を送信し、さらに2分毎の時間信号および衛星の位置計算に必要なデータも送信している。その様子は図3-1に示すとおりで、衛星は円形軌道を回りながら $t_0, t_1, t_2, \dots$ の位置(時間)で時間信号を送信している。よって $t_1 - t_0, t_2 - t_1, \dots, t_i - t_{i-1}, \dots$ はすべて2分となり、このとき衛星と地球との距離は $D(t_0), D(t_1), \dots, D(t_i)$ という順序で次第に近づきその後これと逆の順序で離れてゆき水平線に没する。この時受信周波数を計数する。

ドプラー効果を上記にあてはめると衛星と地球間の距離が最小となったときドプラーシフトは0となり衛星の送信周波数が $399.968\text{MHz} \times 2$ 分間として1周期の累積がカウントされるが一方、実際には常に移動しているため同じ累積数は上記と差を生ずる。即ち衛星と受信点間の距離の変化は電波の波長がわかれば求められることになる。

こうして求められた距離差 $D(t_i) - D(t_{i-1})$ が一定となる点は $t_i$ と $t_{i-1}$ を焦点とする回転双曲線となり、船が地球表面にいる条件を加えるとこの双曲線と地球面が交わった線が位置の線になる。

NNS Sの測位原理はロランまたはオメガシステムと同じで一種の双曲線航法である。

衛星航法装置 JRC-JLE3850仕様規格

測 位 精 度	0.1海里 (停船時) 0.2~0.5海里 (航行時)
電 源	DC10V~40V, 19W以下 AC100 / 220 V, 30VA
仕様温度範囲	0℃~+50℃ -25℃~+70℃ (アンテナ)

受信装置

受 信 周 波 数	399.968MHz ± 10kHz
同 調	自動同調
感 度	- 145dB
ダイナミックレンジ	- 140dB ~ -80dB

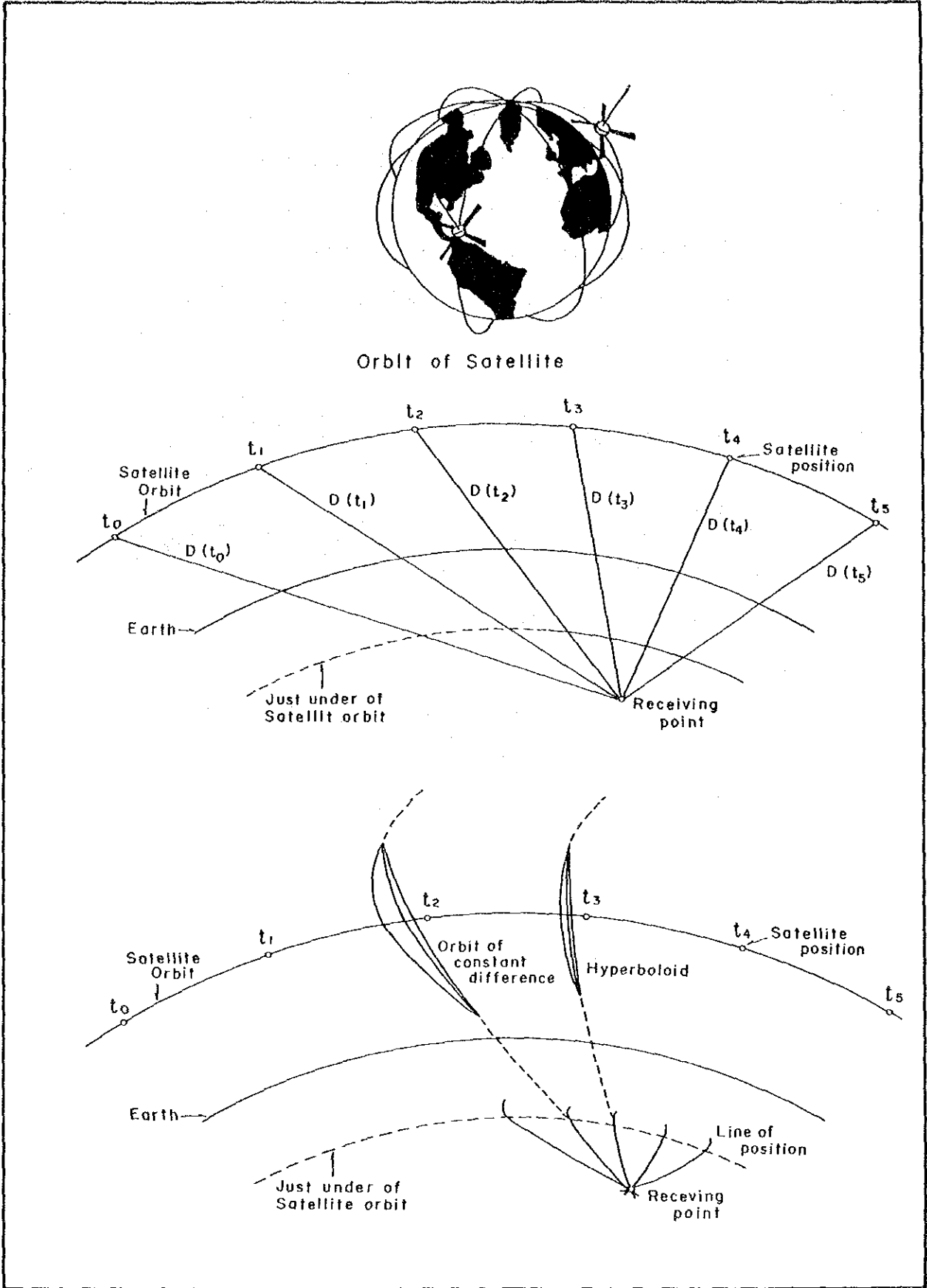


図 3 - 1

NNSSによる測位原理



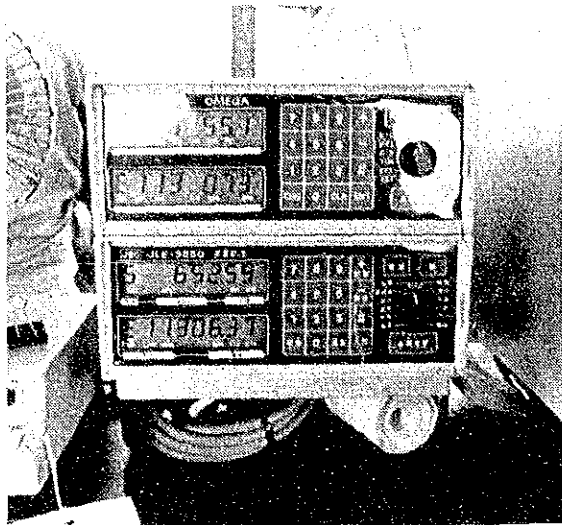
## 2) オメガシステム

今回の調査におけるオメガシステムによる測位方法は衛星による測位時以外の調査船の位置を連続して決定するため、補助装置としてNNSSシステムに組み合わせたハイブリットとして利用したものである。オメガ局は地球上に8局設置されており、常時位置を知ることができ、NNSSと組み合わせることにより、オメガ電波の伝播特性（電離層の状態による変動を常に受けている）上の偏移を補正し測位が行われる。

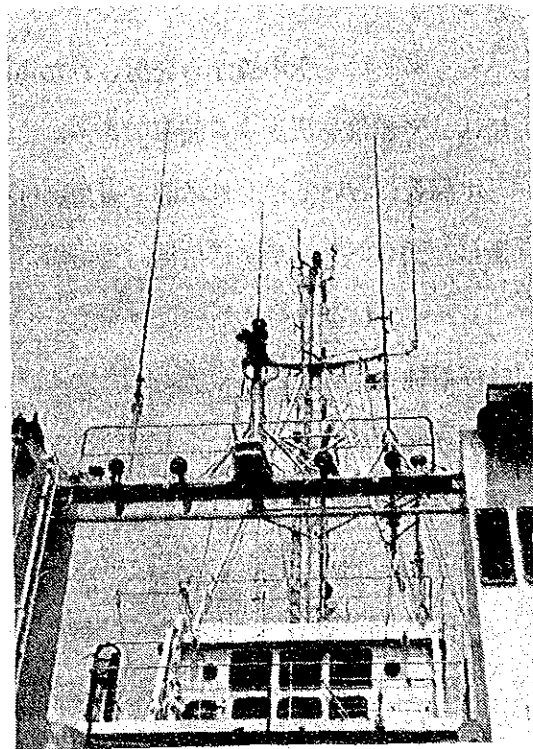
図3-2にNNSSとオメガのハイブリット航法装置の構成を示す。

### オメガ受信機 JLA-104 仕様規格

受信周波数	10.2kHz, 13.6kHz, 11.33kHz
位相追尾感度	-20dB (100Hz BW) 以下
ダイナミックレンジ	80dB
位相追尾	8局3周波自動追尾
位相表示分解能	1/100 サイクル
セグメント同期	自動
電 源	AC85~135V/165~265V, 45~65Hz, 27VA
補助電源	DC18~35V 17W



Receiver (NNSS and OMEGA)



Antenna

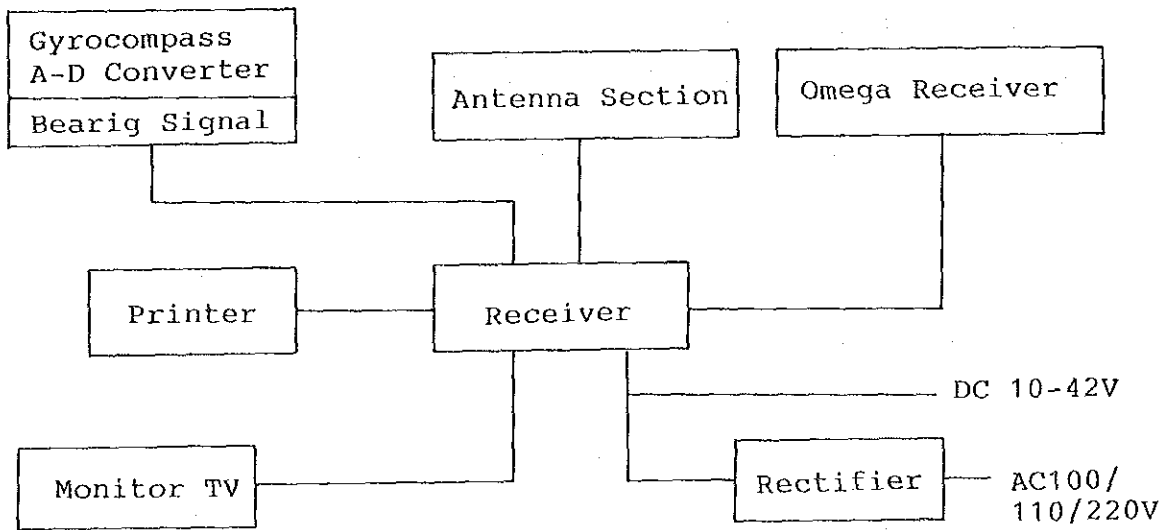


図 3 - 2 NNSS と OMEGA のハイブリッド航法装置の構成

### 3) レーダー

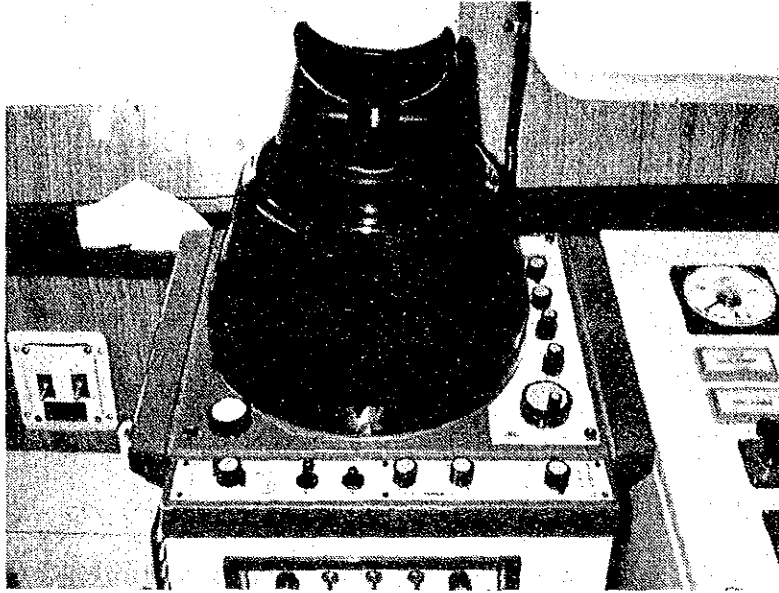
レーダーは、空中線から発射された電波を利用し、物標の距離と方位を読みとることによって船位を決定する装置である。

本調査においては、外洋部で衛星測位の間的位置を決定するために使用した。この装置は、図3-3に示す送信機、受信機、空中線から構成されている。

レーダーは電波の反射および受信を同一の場所で行い、電波の直進性、定速度性および反射性を利用するものである。空中線から指向性のある電波を発射し、海岸線等の物標から反射されて戻ってくる電波を受けてブラウン管上に像として描かせ、距離と方位をよみとり測定する。

レーダー JMA 252 の仕様規格を次に示す。

指 示 方 式	PP1方式
指 示 面	JMA-252 305mm (12インチ) , 有効径 279mm
距 離 範 囲	0.75 - 1.5 - 3 - 6 - 12 - 24 - 48 - 96海里
距 離 分 解 能	20m以下
最 小 探 知 距 離	25m以下
方 位 確 度	1° 以下
方 位 分 解 能	1° 以下
方 位 読 取	相対方位および真方位
電 源 入 力	AC100 / 110 / 115V, 50 / 60Hz, 1φ
消 費 電 力	700VA
(空 中 線)	
偏 波 面	水平偏波
指 向 特 性	水平ビーム幅 1° 垂直ビーム幅 20°
回 転 数	22 rpm (60Hz) , 18 rpm (50Hz)
駆 動 モ ー タ ー	AC100 / 110 / 115V, 50 / 60Hz, 3φ, 200W
(送 受 信 機)	
送 信 周 波 数	9.365 ~ 9.455 MHz
送 信 尖 頭 出 力	25kW



JMA-252 Radar

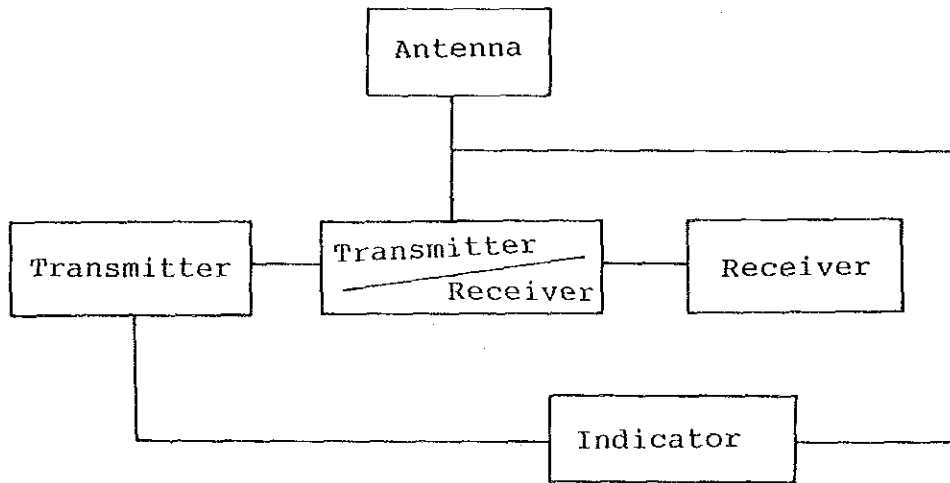


図 3 - 3 レーダー装置の構成

#### 4) 電波測位機

電波測位機（オーディスター，MRD-1）は，マイクロ波を利用したきわめて精度の高い距離測定装置である。

この装置は，ブミ・アンヤールおよびタキソンの沿岸部調査で使用した。位置の決定はオーディスター，MRD-1による2距離方式とセオドライトによる方位角とを組み合わせた一距離一角法によって行われた。オーディスター，MRD-1装置は調査船上の主局と陸上の従局から構成される（図3-4，図3-5）

次にオーディスター及びMRD-1の原理を述べる。

主局からは電波（ $f_1$ ）信号を発射し，従局からは（ $f_2$ ）信号および主局から受信した（ $f_1$ ）信号を混合した（ $f_1 - f_2$ ）信号の2周波を送信する。主局は従局から送信される（ $f_2$ ）信号を自局の（ $f_1$ ）信号と混合し（ $f_1 - f_2$ ）信号を得て，従局から送信される（ $f_1 - f_2$ ）信号との位相比較を行う。従って主局の $f_1$ 信号が従局から戻ってくる伝播時間が測定され，2局間の距離が決定される。

オーディスターの仕様規格は以下のとおりである。

最大測定距離	20km
最大表示値	99999.9 m
測定精度	$\pm 0.1\text{m}$
周波数	主局 8.960MHz 従局 8.860 / 8.850MHz
送信電力	0.3W
電源電圧，消費電力	
主局	AC100V $\pm 10\%$ 150VA 以下
従局	AC100V又はDC24V 50VA 以下

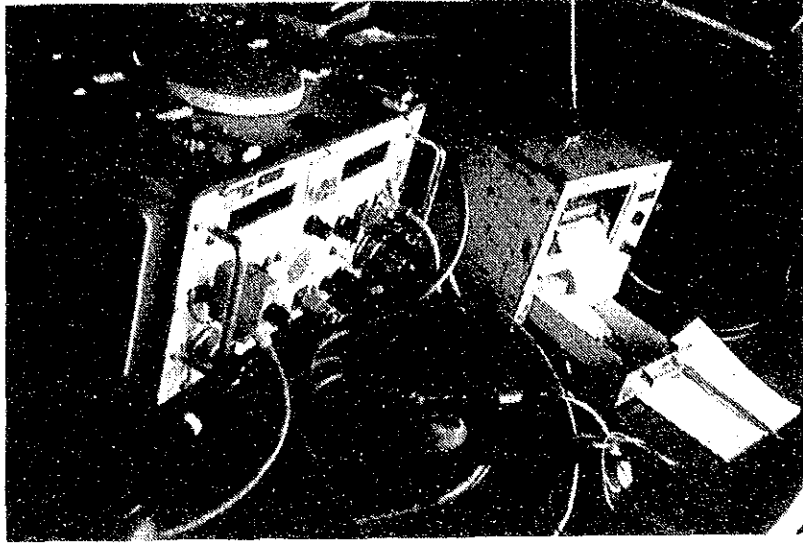
MRD-1の仕様規格は以下のとおりである。

最大測定距離	100 km
最大表示値	99999.9 m
測定精度	$1\text{m} \pm 3 \times 10^{-6} D$ (D: 測定距離)
周波数	主局 2977MHz 従局(1)3010MHz 従局(2)3020MHz

送 信 電 力 1 W

電源電圧, 消費電力

主 局	10.5~34VDC	90W
従 局	10.5~16VDC	40W

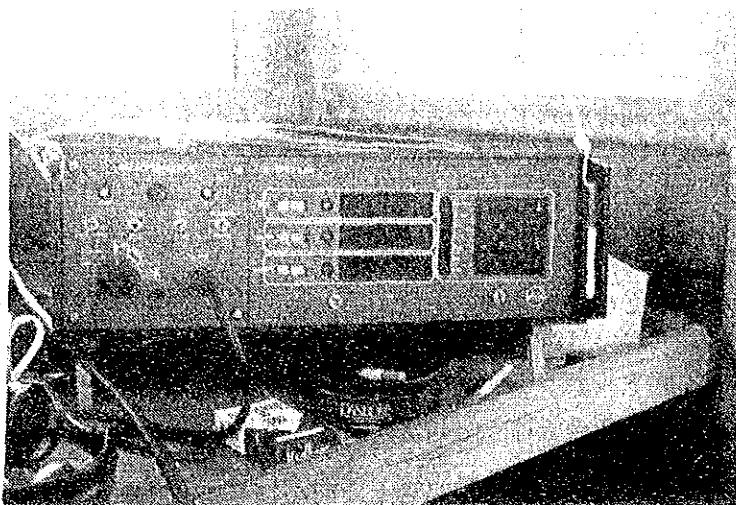


Master device

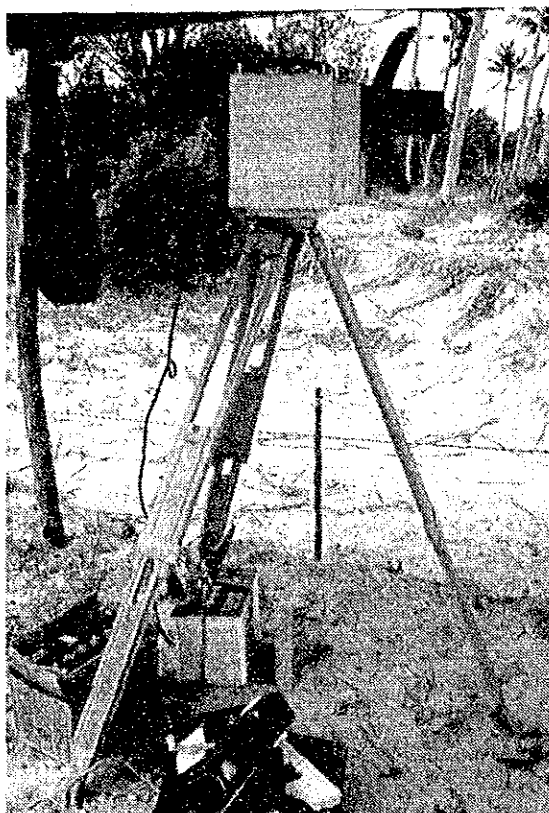


Slave device

図 3 - 4 電波測位機 (オーディスター)



Master device



Slave device

图 3 - 5 電波測位機 (MRD-1)



## (2) 測深

図3-6、図3-7に示す測深機は、記録器、送受信器、信号処理器等から成っている。本装置は音響パルスを海底に発射してからこのパルスが海底面で反射されてくるまでの時間を計ることによって調査船直下の水深を求めるものである。

今回の調査では、外洋部においては、調査船「第5海工丸」に装備したDSF-6000型デジタル式測深機及びPDR-101可搬型音響測深機を使用した。沿岸部では、小型作業船を使用し、可搬型音響測深機を装備し測深を行った。各機種は小型軽量かつ高い精度の測深機である。

DSF-6000型デジタル測深機は、記録器、信号処理器、送受波器、デジタイザーから構成されている。水深の記録は乾式記録紙上に描かれるアナログ式とデジタル方式の2通りから成っている。この装置は24および100kHzあるいは40および200kHzの2周波の超音波を同時に送信することによって3,000mまでの深海を高い分解能で測深できるものである。

浅海部音響測深機(P.D.R 101型、RS-61型)は、トランジスターおよび集積回路の全面的採用により小型軽量の測深機である。この測深機の水深の記録方式は乾式放電記録紙を使用し、回転運動する記録ペンにより水深を描く方式である。記録ペンの駆動は、直流ブラッシュレスモーターを使用することにより回転時に発生するノイズを少なくしている。

送信はフォトトランジスター方式により行われている。この方式は、回転するスリット円板を挟んで組み込まれてあり、フォトダイオードより発生する光がスリットを通過する瞬間に、フォトトランジスターが受光して電気的なパルスが発生する。さらにこのパルスは別の変換器を通して音響パルスに変換され、送波器から海中に送り出される。海底面で反射され、受波器に到達した信号は変換器を通して音響パルスに変えられ送受切換回路を経て受信器に供給される。受信器はこの信号を十分に増幅し、記録器に送る。記録器はこの信号と送信パルスの両方を記録し、海底地形が描かれる。上記の方法で取得された測深記録の水深は海中音速度、吃水量および潮高等の改正がなされて実水深を示す。

測得水深については潮高改正(スラバヤ及びクバニオの潮位を採用)や音速度改正(バーチェック法による)を施し実水深を求めた。沿岸部における海域の水深基準は、海図記載基準に準じた。

各測深機の仕様規格は、以下に示すとおりである。なお、RS-61型音響測深機の規格は、

PDR-101型測深機に類似しているのを、ここでは除いた。

○ PDR-101 型音響測深機

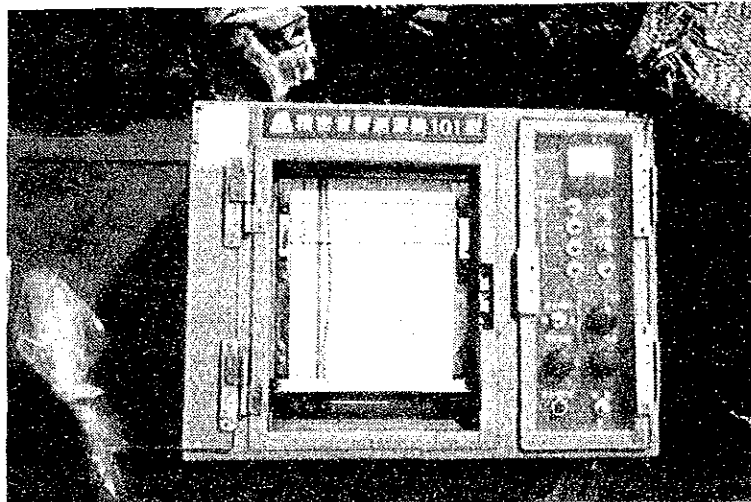
記 録 範 囲	0 ~ 60m (浅) 0 ~ 120 m (深)
記 録 精 度	$\pm 3 \text{ cm} + D/1000$ (D : 水深)
指 向 角	3° (半減半角)
周 波 数	200kHz
電 源	DC 24V, 1.5A

○ DSF-600 型デジタル測深機

記 録 範 囲	低周波 40kHzで 2.5 ~ 2,000m 高周波 200kHzで 1 ~ 500m
記 録 精 度	測定深度の $\pm 0.1\%$ ± 最大 0.7m
分 解 能	測定レンジスケールの 0.025%
指 向 角	20° (低周波) 及び 10° (高周波)
電 源	24 V (DC) あるいは 12 V, 約 90 W
デ ジ タ ル 表 示	4桁

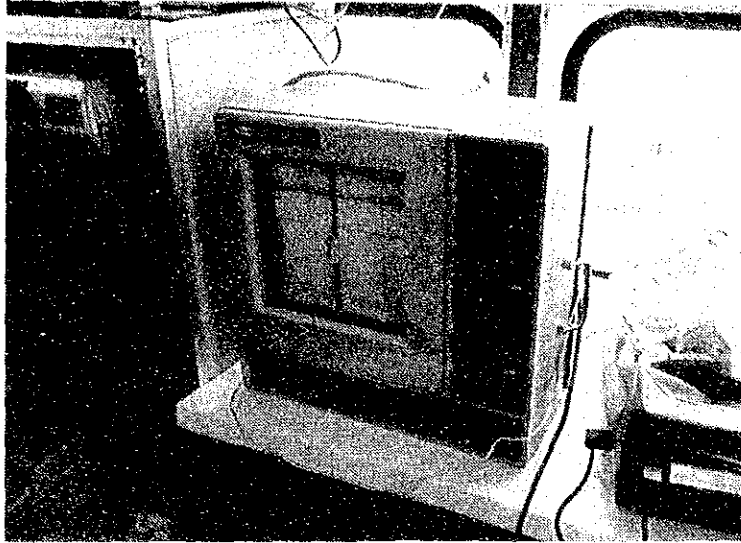


RS-61 Recorder



PDR-101 Recorder

图 3 - 6 音響測深機



DSF-6000 Digital Recorder

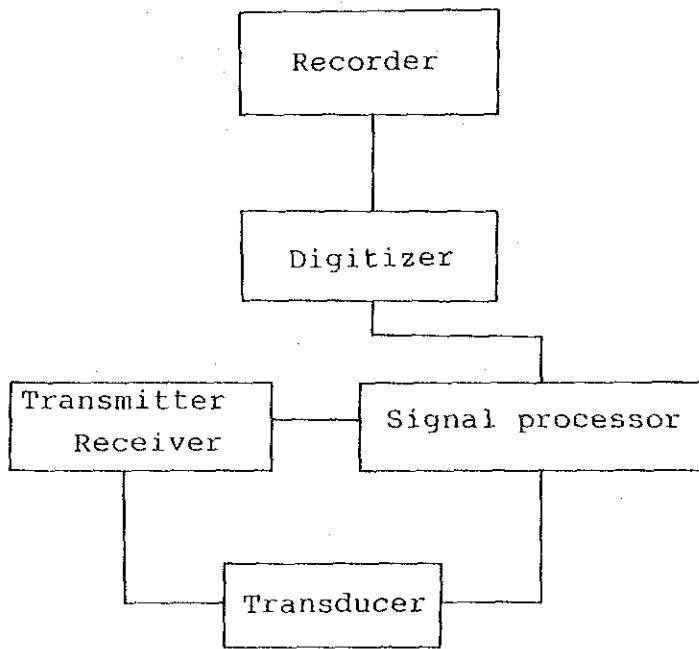


図 3 - 7 音響測深機 (DSF-6000デジタル型) の構成

### (3) 音波探査

海洋において海底下の地質構造を調査するため、低周波で出力の大きい音波が使用されている。この低周波・大出力の音波は、海底で一部反射するものの、海底下に浸透し、各地層境界面で反射を繰り返しながら次第に減衰していく。一方、海底や各地層境界面で反射された音波は受波器で受波され後増幅され、記録紙上に地質断面として記録される。

原理的には音波の周波数が低いほど、また出力が大きいほど探査深度は増すが、逆に分解能は低下し、微細な地質構造をとらえることは困難になる。

今回使用した音波探査機は、放電式音波探査機（スパーカー）、磁歪式音波探査機（ソノプローブ）であり、探査能力に応じて使用した（図3-8参照）。

各音波探査機の概要について述べる。

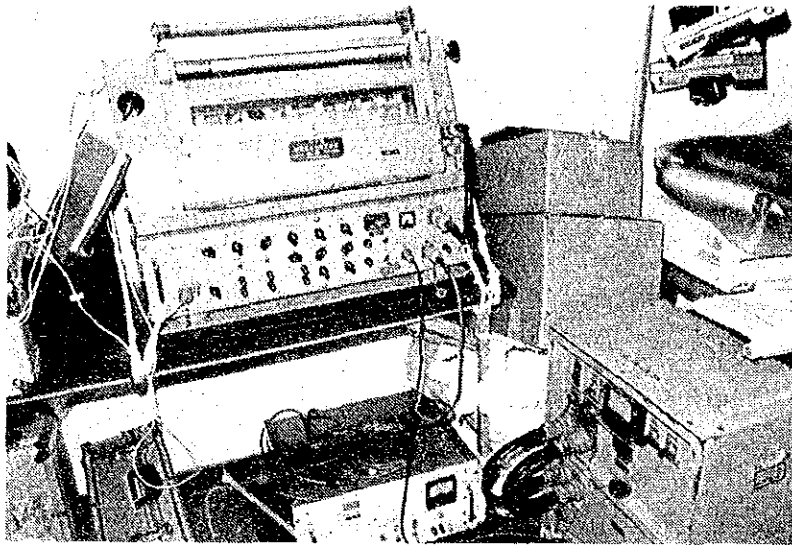
#### 1) 放電式音波探査機（スパーカー）

送信機では変圧器で昇圧した電圧を整流し、直流高圧にして高圧コンデンサーに蓄える。受信機からの起動トリガーにより高圧開閉回路を導通状態にし、直流高圧の電荷を水中放電電極へ供給し放電させる。

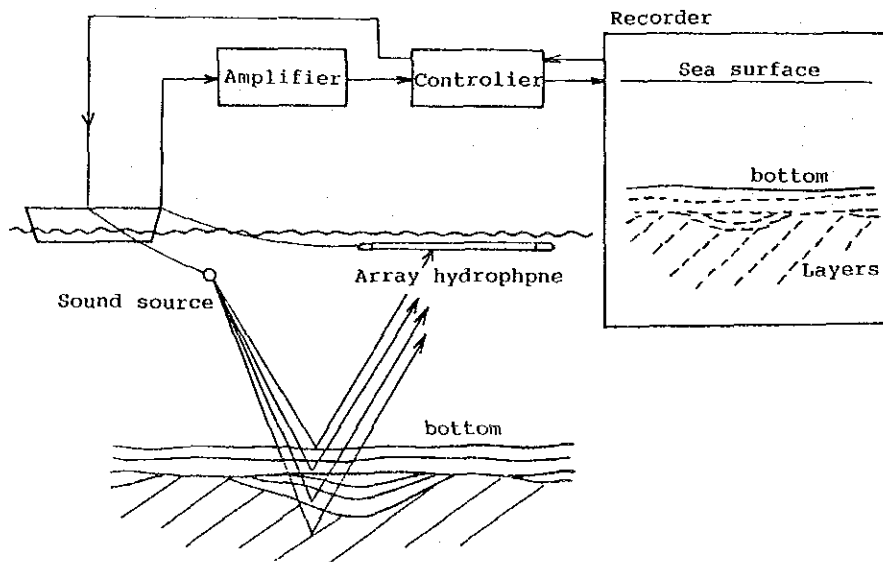
放電により生じた強力な低周波音波は、水中を伝わり海底下へ浸透し、種々の音響境界面から反射され、再び水中にもどってくる。この反射された音波は曳航受波器でとらえられ、電気信号に変換されて受信機に送られる。受信機では、この微弱信号を増幅、制御および電力増幅して記録紙上に濃淡記録を描かせる（図3-8参照）。

#### NE-19Cスパーカー仕様

送信エネルギー	200ジュール
記録レンジ	100, 200, 400, 800m
記録紙幅	200mm×2段
記録紙送り速度	120, 60mm/分
受信周波数帯域	100~500Hz



Sparker



Sub-bottom Profiling

図 3 - 8 音波探査装置 (スパーカー)

## 2) 磁歪式音波探査機 (ソノプローブ)

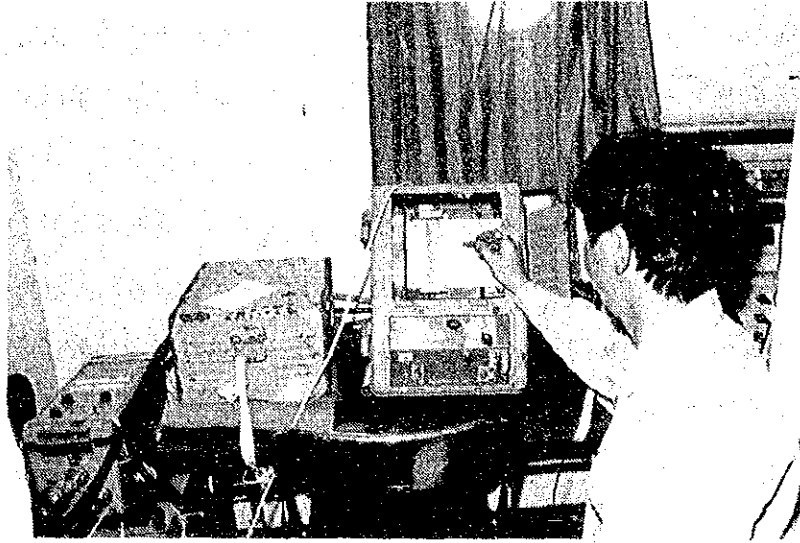
この装置は、舷側に取り付けられた送波器より音波パルスを発射させ、その反射音波をとらえるものである。発射された音波パルスは海底および海底下へ伝播し、底質の異なる音響境界面で反射され再び戻ってくる。

この反射された音波を受波器で受け、電気信号に変換され受信器に送られる。受信器では、この微弱信号を増巾、信号処理、制御および電力増巾して記録器で濃淡記録として描かせる。

図3-9にソノプローブのブロックダイヤグラムを示した。

ソノプローブの仕様規格は次のとおりである。

記録方式	ベルトによる直線記録方式
記録範囲	浅：0～25m 深：0～50m
シフト段数	浅：5m×20段 深：10m×20段
仕様記録紙	乾式記録紙 巾：150mm, 長：10m
紙送り速度	浅：80mm/分, 深：40mm/分
発振回数	浅：360回/分, 深：180回/分
発振、増巾方式	半導体パルス発振、ストレート増巾方式
送受信方式	送受波別個方式
電源	AC-100V, 50～60Hz, 2kVA



SONOPROBE

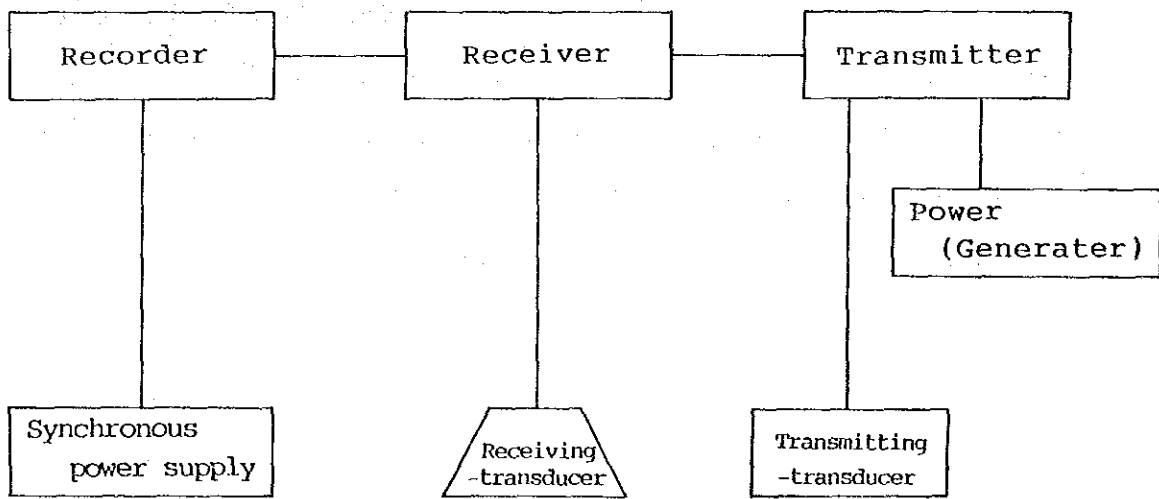


図 3 - 9 音波探査装置 (ソノプローブ)



#### (4) 海底面探査

本調査における海底面状況調査は、浅海用サイドスキャンソナー（MARK1BおよびSMS 960）の2機種を使用した。（図3-10参照）

サイドスキャンソナーは海底表面の凹凸状況を調べるための装置であって、基本的な機能は測深機と同様である。測深機の場合には海面近くにある送信素子によって音響パルス細かいビームにして真下方向に送出するが、サイドスキャンソナーの場合には海底面近くで曳航される「フィッシュ」に設けられた送信素子から海底面に対して斜めの方向にパルスが送出される。「フィッシュ」上では送受信素子が曳航方向と直角の方向を向くようにフィッシュの両側に配置されていて、音響パルスは垂直面では数10度の広い角度を、水平面では約1度の角度をカバーするように送出される。

海底面で反射された音波は「曳航フィッシュ」から海底での音波反射位置までの距離に応じた遅延時間をともなって連続して受信される。音波はその伝播距離に応じて減衰を受けるので、それぞれの伝播距離に対応する重心信号強度のちがいは時間によって利得の変わる時間等化器によって等化される。

受信増幅器の出力信号は曳航フィッシュから音波の反射位置までの距離に対応して記録紙上に記録される。このフィッシュを曳航することによって海底表面の状況は海底表面の起伏に応じた濃淡のパターンをもった写真のように二次元で記録される。

又海底記録の斜距離および船速による歪をリアルタイムに補正し、1:1の縦横比で縮小され航空写真状の海底地形記録が描かれる機能を有している。

以下にサイドスキャンソナー Mark 1 BとSMS 960型の仕様規格を示す。

	マ ー ク 1 B	S M S 9 6 0
レンジスケール	50, 100, 125, 200, 250, 500m	100, 150, 200, 300, 400, 500m
スケールライン	25m	25m
電 源 入 力	24~30VDC, 4~8A	115VAC
記 録 紙	湿式, 28cm×39m	乾式, 28cm×50m
重 量	38kg	75kg
構 造 寸 法	28cm×84cm×44cm	94cm×72cm×45cm

(272 曳航フィッシュ)

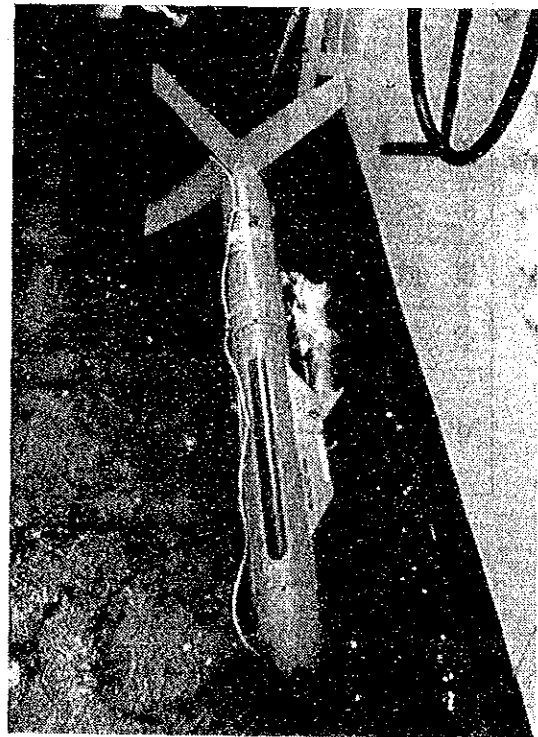
動作周波数	105 ±10kHz	
パルス長	0.1ミリ秒	
ピーク出力	128デシベル	
水辺ビーム	1.2度	
垂直ビーム	20度または50度	
走査範囲	600mまで	
曳航速度	0~15ノット	
重 量	24kg (空気中), 16kg (水中)	
寸 法	全 長	118 cm
	直 径	11.4cm



SMS-960 recorder



MARK-1B Recorder



Tow fish

図 3 - 10

サイドスキャンソナー装置 (SMS960, MARK1B)

## (5) 採泥

本調査における海底砂質堆積物の採取は、バイプロコアラー、柱状採泥器、スミスマッキンタイヤー型採泥器を使用した。これらの採泥器を図3-11に示す。次に各機種概要を述べる。

### 1) バイプロコアラー

バイプロコアラーは、従来の柱状採泥器と違って振動による砂の液状化現象を利用した採泥器である。本装置の主なものは水中油圧振動機、油圧ホース、油圧制御装置等から構成されている。調査船上から海底に吊下げられたバイプロコアラー装置は調査船上の油圧制御装置の操作を行うことにより、柱状採泥管の上端の起動機を作動させ海底砂質堆積物を採取する。

バイプロコアラーの仕様規格は次のとおりである。

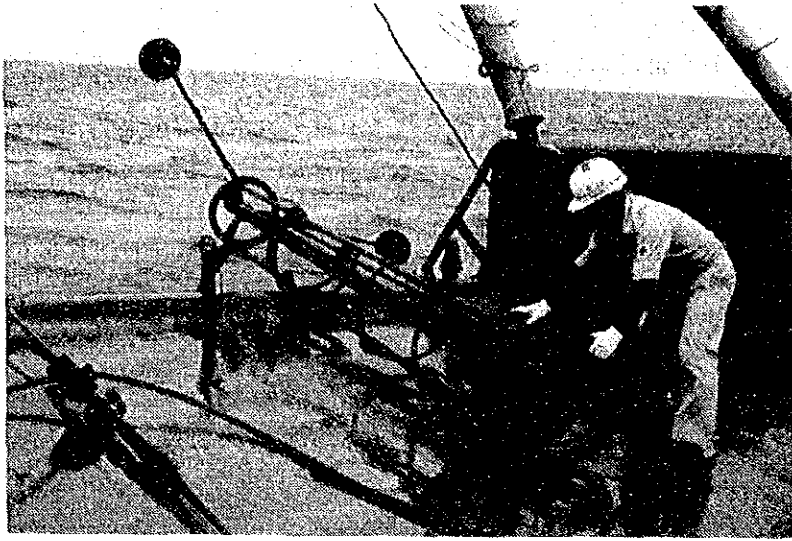
仕 様	
型 式	油 圧 駆 動 式
起 振 力	1,000kg
振 動 数	1,500cpm
コアバレル径	76.3mm
コアバレル長さ	4m, 8m
コ ア 径	58mm

### 2) ピストン式柱状採泥器

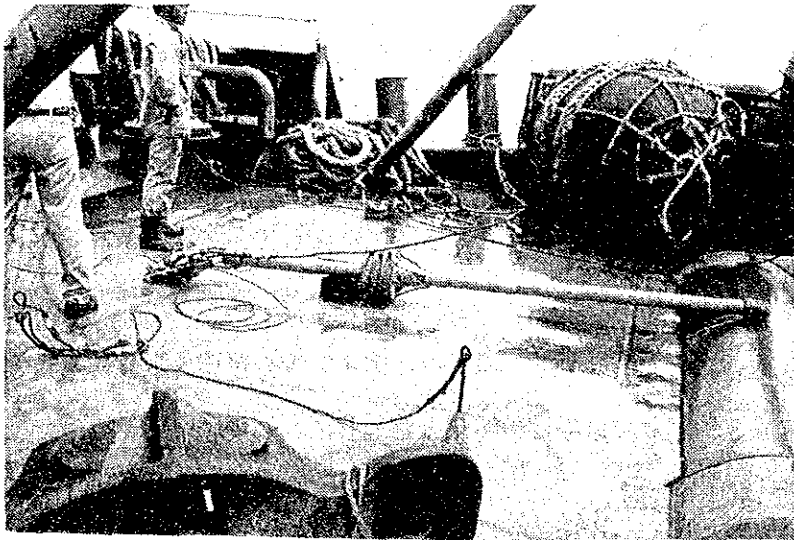
ピストン式柱状採泥器は、採泥器に先行して海底に降ろされた重錘が海底に着くことによって起こるレバー動作により海底面上2mの高さから海底に落とされる。これを引き上げる際にピストンがアクリルパイプ中に海底堆積物をひき込んで保持する。柱状採泥器の口についているステンレススチール製のキャッチャも内部方向のみの物質の移動を許す仕かけによって採泥器揚収中に海底物質の流失を防ぐ役割をはたす。この柱状採泥器の海底貫入深度によってケーブル埋設機による海底の掘削性についておおよその見当をつけることができる。

### 3) スミスマッキンタイヤー型採泥器

スミスマッキンタイヤー grabs 式採泥器は、これが海底に着くことによってあらかじめ仕かけられたスプリングがはずれて grab の中に海底堆積物を取りこめるようにしたものである。



Vibrocorer



Piston corer

图 3 - 11 采泥器

(6) 流況観測

マドゥラ島のブミ・アンヤール（測点A-1）とカリマンタン島のタキスン（測点B-1）沿岸部ならびに外洋部における流速計の係留方法を図3-12に示す。

ブミ・アンヤールおよびタキスン沿岸部では、それぞれ水深17mと9.8mであった。

両沿岸部では、海面下5mと海底上1mに流速計を設置した。係留方法は、2丁の錨によって係留された海面上の鉄ブイから海面下5mに流速計をつり下げ、片側の一丁の錨に連なる重錘から、耐圧水中ブイの浮力によって、海底上1mに流速計を立上らせる方式を用いた。

ジャワ海の外洋部では、合計11測点で、海面下5mおよび海底上3mに流速計を設置した。

調査船が、各測点に到着すると停船し、調査船は船首および船尾より投錨し、船のふれ回りをなくすよう固定した。海面下5mに設置する流速計は、海面上の鉄ブイから垂下され鉄ブイの上端リングより導かれたロープは甲板上のクリートに固定した。

海底上3mに設置された流速計は、海底の約90kgの重錘からロープで順次流速計、数個の水中耐圧ブイを連結し、更に海面上のブイで立ち上がらせる方式を用いた。測点ごとに水深が異なるので、それに応じて水中耐圧ブイの個数および連結ロープ長を調節した。流速計の回収は、沿岸部および外洋部とも、船の動力捲上機によって海面上ブイより順次引揚げを行った。揚収後の流速計は、船内で記録テープを回収し、直ちに調査船観測室に備えたコンピュータで解析され、この結果は生データとして、インテリムレポートの資料として用いられた（図3-13参照）。

これらの記録テープは、東京へ持ち帰り更にノイズ等の影響を取り除き、大型コンピュータによって解析され、その結果は最終報告書の作成に用いた。

アンデラー流速計 モデル4

磁気テープ記録式流速計で、流向、流速、水温、電気伝導度の4項目について測定が可能である。各項目の測定範囲は次の通りである。

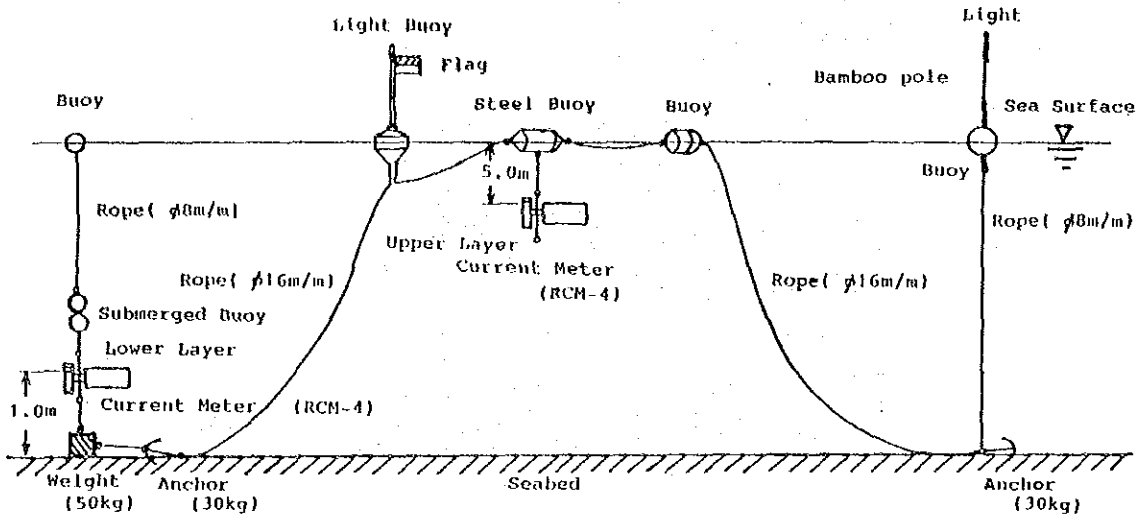
流 向：0～360°                      流 速：2.5～250cm/sec

水 温：-0.34～32.17℃

電気伝導度は0～70mmho/cm、測定インターバルは、0.5～30分まで選択可能。

電源9V専用バッテリーを使い、1万インターバル分使用可能。耐圧深度2,000m。

Current observation at Bumi Anyar, Takisung off shore



Current observation at ocean area

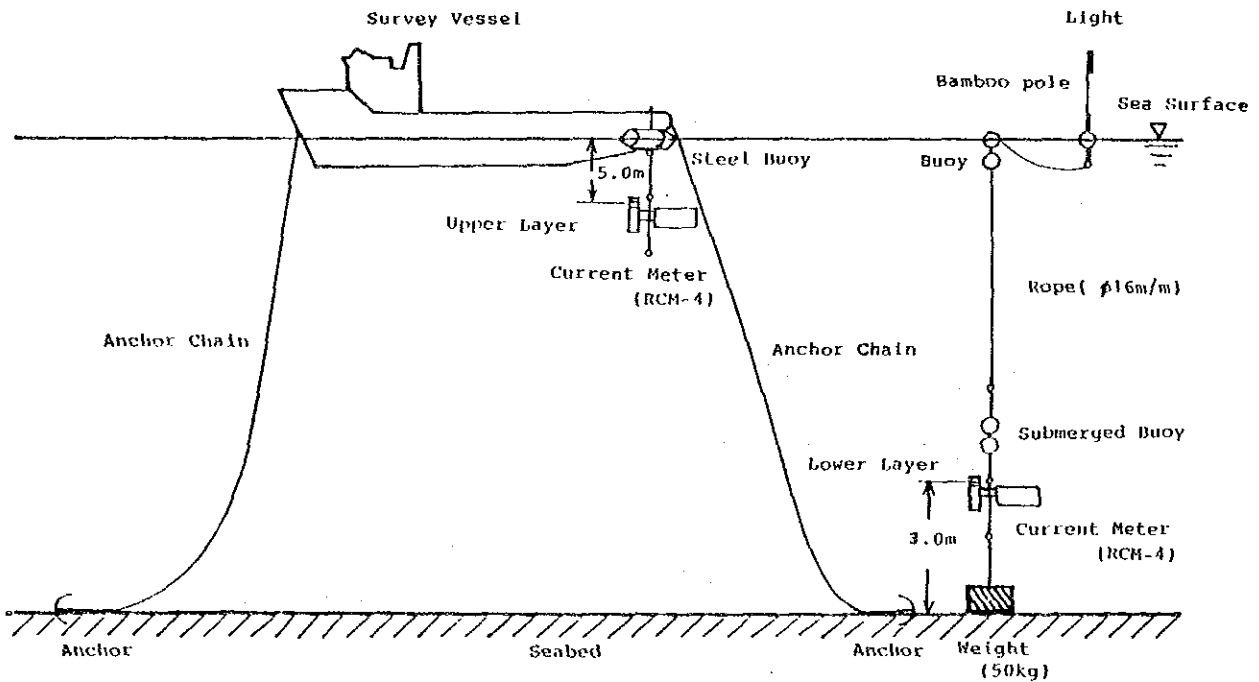


图 3 - 12 流速計設置圖



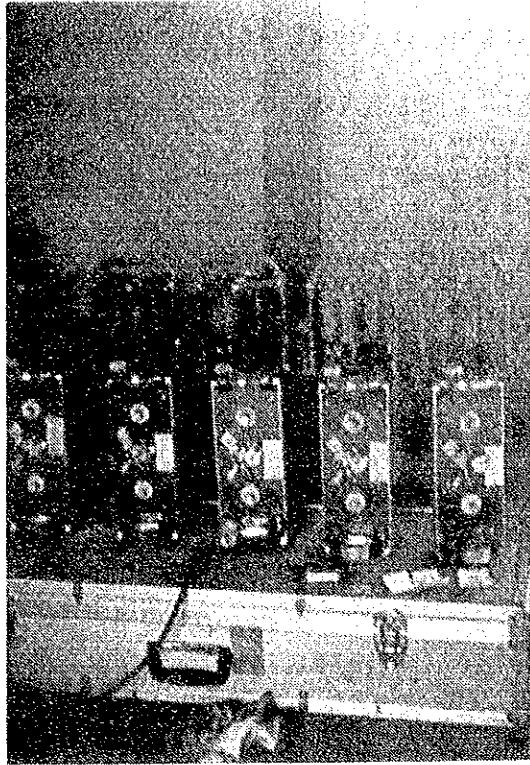


図 3 - 13 流速計 (アンデラー-4 型)

(7) 水温観測

水温観測は、両沿岸部で各5点、外洋部では流速計設置点と同一地点で11点、合計21測点で行った。観測方法は、調査船が完全に停船したのち、船上よりコードで連結されたセンサーを吊り下げ、観測層毎の記録を船上にある計測部で読み取った。なお計測開始前および終了後には、棒状水銀温度計により、器差のチェックを行って測得水温値を必要に応じ補正した。

観測層は、海面下 0.5m, 1 m, 2 m, ……10mまでは、各1 m毎、10m以深は、20 m, 30mの各10m毎をして海底上1 mとした。(図3-14参照)

ET-5型 電気水温計の仕様は次の通りである。

測定範囲 :  $-5 \sim 40^{\circ}\text{C}$  最小目盛  $0.1^{\circ}\text{C}$

感応速度 : 2 ~ 3 秒

電 源 : 単二, 1.5V, 1ヶ

耐圧深度 : 1,000 m



ET-5 Indicator



Sensor into the sea

図 3 - 14 電気水温計 (ET-5 型)

## (8) 海底写真撮影

本調査では深海カメラ（米国、ベントス社製）と水中カメラ（日本光学社製）を使用し、撮影を行った。（図3-15参照）

深海カメラによる撮影地点は、タキスン沖のL.P点より約15海里地点からブミ・アンヤール沖のL.P点より約9海里地点までの間で20海里毎、10地点である。水中カメラを使った潜水夫による浅海部の撮影は、ブミ・アンヤール側で2地点行ったが、海底透明度が非常に悪かったため撮影できなかった。同じくタキスン付近も濁りが著しく、撮影を断念した。

また両L.P点付近の干出部は、徒歩により撮影を行った。

深海カメラは35ミリ耐圧標準カメラシステムで、カメラ部、フラッシュ部、ボトムスイッチおよび取付けフレームより構成されている。

フラッシュ部はキセノン管の尖光による照明およびカメラ部へのシャッターパルスとフィルム巻き取りの駆動電力の供給を行っている。

カメラ部はフィルム巻き取り部、シャッター、レンズ部およびデータ・チャンバー部より成っている。

フィルムは撮影の都度フィルム駆動モーターにフラッシュ部より電力が供給されて、1フレームずつ巻き取られる。

撮影距離および焦点深度の設定は、レンズ・シャッター・マウンド部にあるツマミによってセットされる。

データ・チャンバー部には撮影日時分秒およびステーション番号が表示され、フレーム枠の隅に写し込まれる。

ボトムスイッチ部は本体、錘およびそれらを連結するロープからなっている。錘が着底するとロープのテンションが弱まりボトムスイッチが作動し、シャッターパルスが発せられる。あらかじめ海底面上3mから撮影を行えるようにロープの長さを調節しておき、撮影地点で数回カメラを上下動させ、撮影を行った。

深海カメラの各部の仕様規格は次のとおりである。

### カメ ラ 部

機 種	ベントス	モデル372
撮 影 枚 数	800 枚	

フィルム長	30.5m (10フィート)
筐体寸法	長さ64.3cm, 直径12.5cm
重 量	空中21.0kg, 水中16.0kg
シャッター速度	2/5 秒 ~ 1/50秒
所要電源	382 型フラッシュ部より給電 DC28±5V 1A

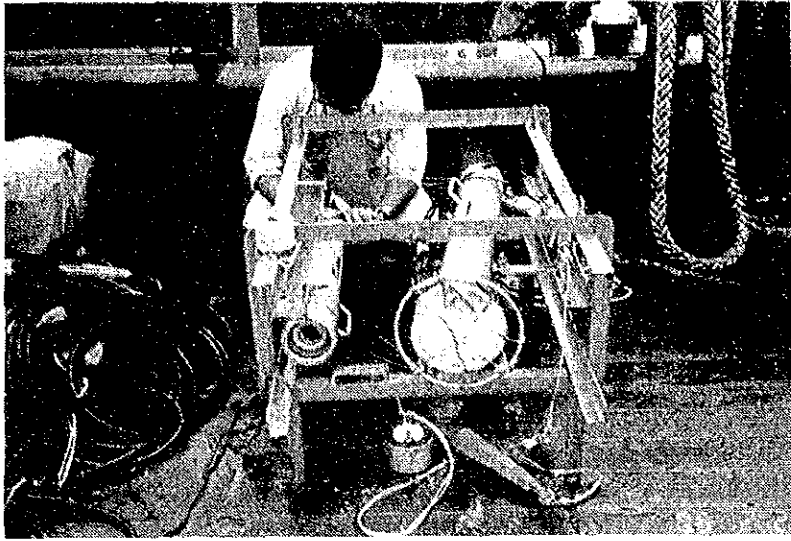
#### フラッシュ部

機 種	ベントス モデル382
フラッシュ管入力	100W/秒
尖 光 回 数	完全充電時 3,200回
尖 光 時 間	1/1,000 秒
筐体寸法	全長90.5cm, 最大直径21.0cm
重 量	空中31kg

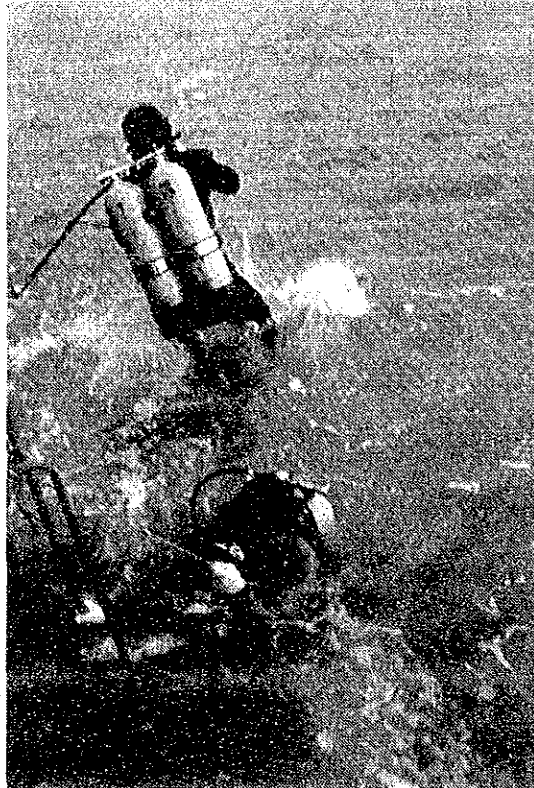
水中カメラは外筐、機構部、レンズの3つの部分から構成されている。カメラによる撮影は、ダイバーによって行われる。

水中カメラの各部の仕様規格は次のとおりである。

機 種	ニコノス IV-A
使用フィルム	35mmフィルム
画面サイズ	24mm×36mm
標準レンズ	Wニッコール35mm F2.5
距離目盛	∞ ~ 0.8m
画 角	46° 30' (水中), 62° (陸上)



Setting deep sea camera  
(Left:CAMERA Right:Flash)



Photographing under water camera by divers

図 3 - 15 深海カメラおよび水中カメラ撮影

(9) 大地比抵抗測定 (ウエンナー法による地質調査)

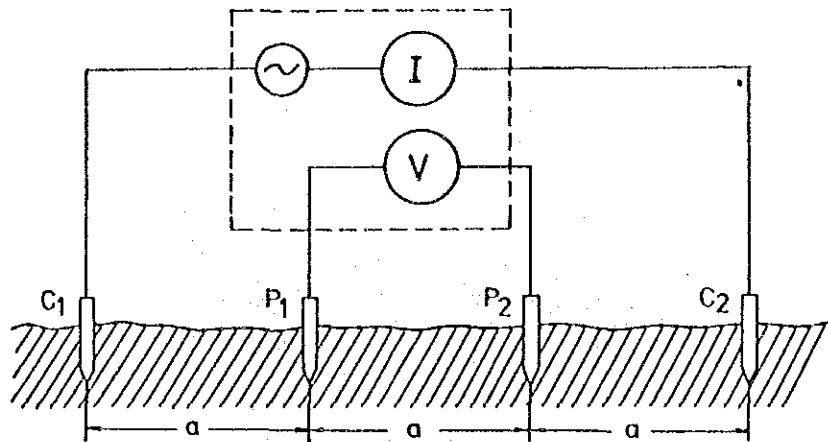
大地の抵抗値 (大地比抵抗) を測定する方法はいくつかあるが、ほとんどはウエンナーが考案した方法に改変を加えたものが多い (図3-16参照)。

ウエンナーの4電極棒打ち込み方式では、4本の金属棒、 $C_1$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $C_2$ を“ $a$ ”メートル間隔で直線上に並べて地中に打ち込み、電氣的に接触させる方法である。

$C_1$ 、 $C_2$ の電極間に  $I$  (A) の電流を通したとき、 $P_1$ 、 $P_2$ の電極間に (V) の電圧降下がある。大地比抵抗値  $\rho$  が一様であれば次の等式が成り立つ。

$$\rho = 2 \pi a V / I = 2 \pi a R \quad (\Omega \cdot m) \quad R = V / I \quad (\Omega)$$

ここで  $R$  は電極間の測定抵抗値である。この等式はウエンナーの式と呼ばれ、打ち込み電極の深さが電極間の間隔“ $a$ ”の  $1/20$ 以内であれば、きわめて実用的であるとされている。従って大地比抵抗値  $\rho$  は、測定された  $R$  の値から算出される。



ウエンナーの式における大地比抵抗値  $\rho$  は、大地が等質の構造であれば、電極間の間隔“ $a$ ”とは関係なく、一定である。しかし、大地は一般にそれぞれ抵抗値の異なったいくつかの地層で構成されている。したがって、上記の式で算出した抵抗値は、特定の岩又は堆積層についてのものではなく、そこに分布している岩や堆積層のそれぞれの抵抗値の平均値である。このような測定値を「みかけの抵抗値」と呼び、これは電極間の間隔や電極列の位置によって変わるものである。

ある土地についての“ $a$ ”と  $\rho$  の関係がわかれば、概略の地質構造、地層の構成や地下水の位置を推測できる。“ $a$ ”と  $\rho$  の関係を示す標準曲線や補助曲線を描き、その上に実測によって得た  $a - \rho$  曲線を重ねてみると、概略の抵抗値や各地層の深さが曲線上から得