

平成15年度「かいよう」試験航海速報

伊藤 誠^{*1} 片山 健^{*1} 菅野 真人^{*1} 佃 薫^{*1} 寺田 育正^{*1} 柴田 英紀^{*1}
鈴木 啓吾^{*1} 大渡 裕樹^{*1} 松田 洋三^{*1} 青木 美澄^{*1} 松本 剛^{*1}

平成15年度「かいよう」ドック終了後の動作確認航海に於いて、反射法・屈折法地震探査、ADCPなどの機器の作動試験・性能評価を実施した。ADCPによる流向流速測定可能深度は海況や船速に依存することが確認され、海況が良好で船速が10ノット以下の条件では1000mを超える深度に到るまでの測定が可能であった。一方、曳航されたエアガンの挙動を曳航カメラによってビデオ撮影することに成功し、今後の地震探査の際のガンの姿勢制御に有用なデータが得られた。

キーワード：地震探査, ADCP, 機器作動試験・性能評価

Preliminary report of KAIYO engineering cruise in FY2003

Makoto ITO^{*2} Takeshi KATAYAMA^{*2} Masato SUGANO^{*2} Kaoru TSUKUDA^{*2}
Ikumasa TERADA^{*2} Hidenori SHIBATA^{*2} Keigo SUZUKI^{*2} Yuki OHWATARI^{*2}
Yoza MATSUDA^{*2} Misumi AOKI^{*2} Takeshi MATSUMOTO^{*2}

Trial and operational test of seismic reflection and refraction survey and ADCP current profiling were carried out on board R/V KAIYO during her engineering cruise after maintenance of these survey equipments. Penetration depth of subsurface current profiling depended on the sea condition and ship speed. Measurement of more than 1000m in water depth was available in good sea condition and at a speed less than 10 knots. Video image of the attitude of the towed gun array was successfully obtained by towing a waterproof video camera, which will be of help to plan future attitude control of the gun array during seismic survey operation.

Keywords : seismic survey, ADCP, trial and operational test

*1 日本海洋事業株式会社

*2 Nippon Marine Enterprises, Ltd.

1. 序

日本海洋事業(株)海洋科学部は海洋科学技術センターより委託を受け、マルチチャンネル反射法地震探査(MCS)、シングルチャンネル反射法地震探査(SCS)、海底地震計(OBS)を用いた屈折法地震探査、船舶に固定装備された音響ドップラー流向流速計(ADCP)による海潮流データ取得などの観測業務を行っている。これら地球物理観測に於いて高品質のデータを取得するため、今般、「かいよう」ドック後の海上試験航海を利用して、各機器の試験・調整を行うとともに、通常の研究航海では実施の難しい各機器の性能評価、曳航機器の曳航方法の検討などを行った。今回は特に、ADCPの作動確認・性能評価、MCS・OBS関連機器の作動確認等を行った。

2. 試験航海概要

(1) 実施期間

平成15年度「かいよう」中間検査工事完了後の5月15日(清水発)～5月22日(和歌山着)の期間の海上試験航海の際に行った。日程の詳細を表1に示す。

(2) 試験海域

図1に試験航海の海域を示す。本行動は、「かいよう」ドック工事後の航海計器、船体機器などの作動確認とともに行われ、以下4海域が設定された。

A 海域33°25'N, 32°40'N 136°10'E, 137°00'Eの各経緯度で囲まれる海域

B 海域33°50'N, 34°15'N, 138°10'E, 138°40'Eの各経緯度で囲まれる海域

表1 「かいよう」海上試験日程(実績)

Table 1 Operational log of KAIYO engineering cruise

日時	実施内容	天候等
5月15日(木) 8:00 11:55-21:40	清水出港 DGPSデータ収録中(5/12～) ADCP作動確認 ・ Ringing試験 ・ 最大海底探知試験 ・ 浅海データ取得試験 SPECTRA作動確認 OBS作動確認	天候：曇り、風向；NE、風力；7、風浪；5 D海域 A海域向け回航
5月16日(金) 04:00-06:30 08:11-12:36 16:33-04:18	ADCP船体ノイズ試験 OBS関連試験 ・ OBS-T3設置・通信試験・回収 ・ OBS-T2設置・通信試験・回収 ・ OBS-T1設置 MCS/DGPS試験 ・ 測線MCS-1-1 (GPS) ・ 測線MCS-1-2 (GPS) ・ SPECTRA調整	天候：曇り、風向；NNE、風力；5、風浪；4 A海域
5月17日(土) 07:16-08:04 08:11-13:18 13:20-13:36 13:38-14:06 14:09-14:41 15:22-	MCS総合試験 ・ ガン・ストリーマー投入 ・ 測線MCS-1-3 (MCS) ・ ストリーマー揚収 ・ カメラによるエアガン曳航状態撮影 ・ ガン揚収 ・ 測線MCS-1-4 (GPS) ・ SPECTRA調整	天候：曇り、風向；NNE、風力；6、風浪；4 A海域 天候悪化のため和歌山沖へ向ける
5月18日(日) 07:39-	MCS/DGPS試験 ・ DGPS比較データ取得 ・ SPECTRA作動確認	天候：曇り、風向；North、風力；3、風浪；2 和歌山沖
5月19日(月) 5:38 07:43-09:20 11:46	OBS関連試験 ・ OBS-T1回収 MCS総合試験 ・ ストリーマーカーケーブルノイズ計測 ・ GPS比較試験(測線MCS-1) ・ SPECTRA作動確認	天候：曇り、風向；NE、風力；7、風浪；5 A海域

表1の続き (Table 1 (continued))

日時	実施内容	天候等
5月20日 (火)		天候：曇り, 風向；NEN, 風力；4, 風浪；3 A海域
05:14-05:48	エアガン・ストリーマケーブル投入	
06:02-11:54	MCS作動試験 (測線MCS-3)	
11:56-12:26	エアガン・ストリーマケーブル揚収 海上試験終了	
12:26-14:00	エアガン曳航装備整備 然地震用OBS回収開始	
14:12	・ Site5回収	A海域
16:0	・ Site1回収	
17:37	・ Site2回収	
19:15	・ Site3回収	
5月21日 (水)		天候：曇り, 風向；NNE, 風力；4, 風浪；3 A海域
5:16	自然地震用OBS回収	
6:42	・ Site14回収	
8:37	・ Site10回収	
10:06	・ Site6回収	
11:29	・ Site7回収	
12:57	・ Site8回収	
14:22	・ Site4回収	
16:19	・ Site9回収	
18:28	・ Site13回収	
20:05	・ Site12回収	
	・ Site11回収	
5月22日 (木)		天候：曇り, 風向；WNW, 風力；3, 風浪；2
11:40	和歌山港着岸 MCS/DGPS試験 ・ OBS時刻校正 ・ GPS計測・SPECTRA作動確認	

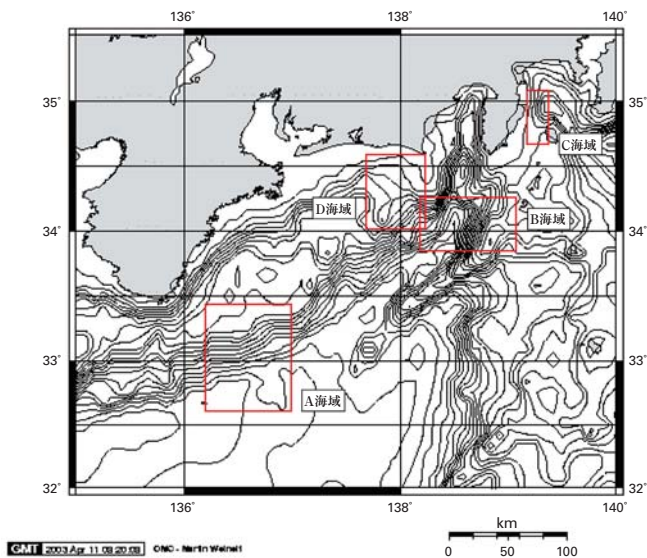


図1 「かいよう」海上試験 ADCP 及び, MCS/OBS 試験海域 (概略位置)

Fig. 1 Index map of ADCP and MCS/OBS trial during the engineering cruise

C 海域34° 40'N, 35° 05'N,138° 35'E,138° 40'Eの各経緯度で囲まれる海域

D 海域34° 00'N, 34° 30'N,137° 45'E,138° 15'Eの各経緯度で囲まれる海域

このうち, A海域 (熊野灘)ではADCP試験, MCS/OBS試験, GPS比較試験が,またD海域 (遠州灘)ではADCP試験が行われた。

(3) 実施内容

① ADCP

平成14年度のドック工事後に行った項目に準じてADCP性能確認試験を行った。1年に1回定期的に性能を評価することと, 継続的に試験を行うことで, データ取得状況に経年変化がないかを評価するための基礎データを取得することも目的としている。そのため, 毎年実施する必要がないと考えられる項目(トランスデューサー取付誤差測定, 音波干渉試験)については, 今回は割愛した。結果の詳細は3. に記す。

② MCS関連

a. MCS測位制御システムSPECTRAのバージョンアップ及び2船式距離モードにおける作動確認

今般の「かいよう」ドック期間中, SPECTRAのソフトウェアを最新のものにバージョンアップした。最大の特徴は2船式

距離モードの機能が付加されたことである。エアガン、ストリーマーケーブルの曳航中および、移動中において、実際の観測同様に測線を設定し、距離モードにて探鉱機との間の相互動作等の確認を行った。

これまでのソフトウェアでは、時間モードでの2船式観測しかできなかったが、バージョンアップにより、距離モードでの2船式観測ができる仕様となった。バージョンアップを行った際の作動確認では、船が着岸中であり、距離モードでの確認ができなかったため、海上試験において、作動確認を行った。なお、着岸中の時間モードでの作動確認は実施し、良好であった。

2船式は、「発信船」と「受信船」で行う観測であるが、作動試験を行うに際し、発信船は船の移動距離に依存して発信をすることから、単独でも作動確認が可能である。「かいよう」は発信船として使用されるため、2船式距離モードの発信船として、エアガンショットおよび、SPECTRAの距離モードの作動確認を行った。

b. DGPS性能評価

マルチチャンネル地震探査調査(以下、MCS)で使用している測位制御装置SPECTRAの測位情報は、船に装備されているDGPS(以下SkyFix)からのものである。SkyFixは、1周波数帯のダイレクト・インジェクション方式を使用している。SkyFixの利点は、インマルサット通信衛星を使用するため、全世界の有効範囲内で2000km以上の基線長を確保しながら10m以内の精度の位置情報を得られることである。しかし、MCSで求められる精度は3~5mの精度である。また、SkyFixは補正局を1局及び、1周波数帯のために安定した測位情報を得られない場合がある。測位制御装置SPECTRAは安定した精度を必要としている。MCSの専用船では、異なるシステムのDGPSを3種装備するのが通常であり、最低でも2種のDGPSを備えることで、高い測位精度を保っている。

マルチチャンネル地震探査調査の品質向上として、2機目のDGPSとしてStarFireを試験的に導入した。StarFireとは、SkyFixのマルチフィクスモード同様、補正局を選択することなく、2周波数帯を使用するサービスを提供しているシステムである。StarFireとSkyFixとの比較及びDGPS複数試験を行ない、安定した測位情報を得られることを検証した。

現在、SPECTRAが停止したり、測線が急にずれたりする原因として、測位装置からのデータのおよび補正情報等の不安定性が考えられている。この問題は、ショットの抜けが生じるだけでなく、データ処理に大きな影響を与えるものとして、改善が必要である。

試験的に導入したStarFireと、従来のSkyFixとのデータを同時に観測することで測位システムそのものの再現性を確認するほか、SPECTRAに入力する測位データを切り替え、MCSの測位システムの作動状況を確認した。データ取得期間は平成15年5月12日~5月23日であり、海上試験の出航前着岸時StarFireデータを取得し、また海上試験期間中は常時SkyFixおよびStarFire 双方のデータを取得した。

詳細な解析、評価については、StarFireシステムの代理店である、衛星測位技術(株)に依頼し、その結果を検討・評価する予定である。

c. 中央制御部関連作動確認

エアガン制御装置GCS90の作動確認、予備探鉱機Strata Visorの作動確認、ストリーマーケーブルによるデータ収録、およびノイズ計測等、Degicouse社製ストリーマーケーブル深度制御装置の作動確認を行った。

d. エアガン曳航システム関連

エアガンの海中における曳航状態および、ショット時の挙動のカメラ記録、エアガンファイアシールの破断対策のための試みとして、スプリングを交換し作動確認を行った。詳細については4.に記す。

(3) OBS関連

平成14年度までに実施した、OBSおよび、トランスポンダの改善について、これまでに実施してきた、陸上試験、水槽試験に次いで、実海域における作動確認を行った。また、改良型OBSを試験海域に設置し、エアガンによる人工地震の記録をさせ、航海後に既に研究航海で設置されているOBSのデータと比較した。また、改良型トランスポンダについては、本船音響装置を用いて、測位試験および、切離し試験を行った。回収に影響がないように、改良型と従来型のトランスポンダを両方取り付け、切り離しは従来型の音響切り離し装置を使用した。

以下に記す3台のOBSを設置し、試験を行った。3台とも切り離しには従来型のトランスポンダを用い、トランスポンダ試験については、試験用トランスポンダと切り離し装置は、回収用として使用せず、OBSに別途固定した。

① OBS-T1: 新型レコーダの試験

海底設置後にエアガンを発振し、データを収録した。回収後には船上ユニットを用いて、ガラス球を開けない状態でのデータの吸出し及び再充電が可能であることを確認した。今後は、同海域で観測中の自然地震観測用OBSが回収されることから、データ比較による検証を行う。

② OBS-T2: 新型トランスポンダ試験

下降中、着底時とも音響通信が殆ど出来ず、リリースも受け付けなかった。試験後は、従来型の切離し用トランスポンダを用いて回収した。このトランスポンダは誤作動防止のため、3回連続で送信されるコマンドの内、2回を正常に受信した時のみ作動するように設計してある。回収後通信確認を行ったところ、船上のチェック用コマンドでは作動するが、通信に失敗する頻度が高かった。平成14年度に試験した際には船上では問題なく通信が可能であった。感度調整等を含め、今後引き続き再調整、再試験を行う必要がある。

③ OBS-T3: 新型トランスポンダ試験

下降中と着底時の音響通信、切り離し共に良好な応答があった。試験終了後、切離し用トランスポンダを用いて回収した。回収後にリリース部を調べたところ、正常に切り離しが成されていることを確認した。切り離しまでの時間は今回の試験では分からないが、陸上での試験では8~10分程度であった。

このトランスポンダは、「かいよう」等の音響航法装置を用いて切り離し及び海中での追尾を行う。約1000通りのユニット

コードとJAMSTECのカスタマーコードが切り離しコマンドに含まれている仕様としているため、従来より懸念されている誤作動による浮上事故は無くなるのが期待される。

3. ADCP性能確認

(1) 最大海底探知試験

a. 試験

Bottom Trackモードで、巡航速度(約12kt)にて海底探知できる最大深度を確認することを目的として行った。海底を探知するためのPingと流向流速データを得るためのPing, 2種類のPingを交互に発信してデータを取得するBottom Trackで、水深が300~2000mまで変化する測線を設定し、データを取得した。データからBottom Trackが欠測する深度を計測した。海底が探知できなくなった場合は船速を落として、再び海底を探知する時の船速および深度を確認した。

b. 結果

1測線目:

水深約300mの海域から深い方に向かって12ktで航走を開始した。水深1949m付近で海底を探知できなくなった。船速を8ktまで落としたが、海底を探知することができなかった。

2測線目:

同じ測線を折り返し(深い方から浅い方へ)、8ktで海底を探知できる深度を確認した。結果、水深1965m付近で海底を探知することが出来た。

表2に、これまでに実施した最大海底探知試験時の値と、今回の試験結果を示す。

2002年の結果と比べると約100m探知深度が浅くなっている

が、2000年のADCP導入時と比較すると差がない結果となっている。またBottom TrackとWater Trackの切り替えの目安とされる深度である1200mを考慮すれば、今回のデータから、現状では十分な深度を探知できているといえる。

(2) 船体ノイズ試験

a. 試験

船底に付着したフジツボを取り除いたこと、船底窓を交換したことにより取得データ深度が性能通りであるかどうかを確認するために、発信方法および取得データの設定を変更して、取得データ深度の計測を行った。また船速を変化させてフローノイズやキャビテーションの影響がないか確認した。方法としてはコース、船速を一定とし、船速は0, 4, 8, 12ktと順次変えていき、それぞれ船速での15分間のデータを取得し、5分毎の計測レンジを算出した。なお、データの妥当性の判断は、平成12年のADCP動作試験で、メーカーが取得データ深度を判断する際に、基準値として使用した数値を採用した。

- ・Percent good 25%以上 (0~100%)
- ・Correlation 100以上 (0~256)

層厚の設定は、昨年の試験で得られたデータ取得状況と分解能(層厚)により、Narrow Bandは層厚16m, Broad Bandは層厚8mがADCPに適した設定とされた。今回も同様の設定で船体ノイズ試験を行った。

b. 結果

表3および、表4に示すとおり、Narrow Band, Broad Bandとも全体的に取得深度が浅くなっている。

前年の試験で得た結果はNarrow Bandの取得深度は

表2 最大海底探知試験結果

Table 2 Result of maximum seafloor detection test

実施年度	2000年試験	2002年試験	2003年試験航海
最大海底探知深度	1700~1800m (10kt以上)	2068m (12kt)	1949m (浅→深12kt) 1965m (深→浅8kt)

表3 Narrow Band (層厚16m, 層数100層)での取得深度

Table 3 Maximum depth by Narrow Band mode (thickness of layer: 16m, number of layers: 100)

	2002年 試験航海		2003年 試験航海	
	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)
ドリフト	1.00 kt	1061m (65)	1.03 kt	964m (59)
	0.79 kt	1157m (71)	1.50 kt	1060m (65)
	0.55 kt	1093m (67)	1.28 kt	1092m (67)
4kt	4.20 kt	1221m (75)	3.78 kt	948m (58)
	4.38 kt	1221m (75)	3.83 kt	948m (58)
	4.31 kt	1221m (75)	3.98 kt	980m (60)
8kt	8.13 kt	1221m (75)	8.02 kt	948m (58)
	8.39 kt	1173m (72)	8.27 kt	980m (60)
	8.33 kt	1173m (72)	8.38 kt	996m (61)
MAX	11.59 kt	1173m (72)	12.49 kt	804m (49)
	11.69 kt	1205m (74)	12.29 kt	820m (50)
	11.63 kt	1205m (74)	12.34 kt	868m (53)

表4 Broad Band (層厚8m, 層数120層)での取得深度

Table 4 Maximum depth by Broad Band mode (thickness of layer: 8m, number of layers: 120)

2002年 試験航海			2003年 試験航海	
	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)
ドリフト	0.79 kt	888m (65)	1.20 kt	823m (101)
	0.83 kt	928m (71)	1.47 kt	839m (103)
	0.80 kt	943m (67)	1.24 kt	823m (101)
4kt	3.81 kt	960m (118)	3.79 kt	855m (105)
	3.67 kt	952m (117)	3.75 kt	703m (86)
	3.59 kt	968m (119)	3.82 kt	615m (75)
8kt	7.91 kt	976m以上 (120)	8.25 kt	823m (101)
	8.06 kt	976m以上 (120)	8.31 kt	823m (101)
	8.15 kt	976m以上 (120)	8.17 kt	823m (101)
MAX	12.24 kt	976m以上 (120)	12.83 kt	615m (75)
	12.19 kt	976m以上 (120)	12.61 kt	599m (73)
	12.28 kt	976m以上 (120)	12.64 kt	623m (76)

表5 Narrow Bandで取得したデータの取得深度

Table 5 Maximum depth by Narrow Band mode: comparison among three cruises

2002年6月 試験航海			2003年5月 試験航海		KY03-05 (2003年5月)	
	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)
ドリフト	1.00 kt	1061m (65)	1.03 kt	964m (59)	0.38 kt	1220m (75)
	0.79 kt	1157m (71)	1.50 kt	1060m (65)	0.44 kt	1220m (75)
	0.55 kt	1093m (67)	1.28 kt	1092m (67)	0.42 kt	1220m (75)
4kt	4.20 kt	1221m (75)	3.78 kt	948m (58)	4.17 kt	1188m (73)
	4.38 kt	1221m (75)	3.83 kt	948m (58)	4.18 kt	1156m (71)
	4.31 kt	1221m (75)	3.98 kt	980m (60)	4.16 kt	1140m (70)
8kt	8.13 kt	1221m (75)	8.02 kt	948m (58)	7.59 kt	1156m (71)
	8.39 kt	1173m (72)	8.27 kt	980m (60)	7.78 kt	1172m (72)
	8.33 kt	1173m (72)	8.38 kt	996m (61)	7.78 kt	1156m (71)
MAX	11.59 kt	1173m (72)	12.49 kt	804m (49)	12.19 kt	1108m (68)
	11.69 kt	1205m (74)	12.29 kt	820m (50)	12.12 kt	1124m (69)
	11.63 kt	1205m (74)	12.34 kt	868m (53)	12.01 kt	1124m (69)

1100~1200m, Broad Bandは950~1000mでそれぞれの仕様である1000m, 800mを満たしており, 船速によってデータ取得深度が変わることもなかった。しかし, 今年の試験結果をみると昨年と比べ, Broad Band, Narrow Bandともにデータ取得深度が浅くなっている。また船速が増すと, より取得深度が浅くなる傾向がみられる。その原因としてはフローノイズや海況等が考えられるため, 昨年と今年の試験航海時の海況を比べた。

- ・ 昨年の試験時の海況 風力 4 (5.5~7.9m)
うねり 2 (smooth)
- ・ 今年の試験時の海況 風力 5 (8.0~10.7m)
うねり 3 (slight)

上記の通り, 若干今年の試験航海時の海況が悪いことが分かるが, この海況の差がどの程度海況に影響するか定量的に判断することは難しい。

一方, 船体ノイズ試験後に取得したデータ(表5・6, 風力3~6, うねり2~4)をみると, 概ねNarrow Bandは1000m以上, Broad Bandは800m以上の深度を取得できており, 海況の違いによる差である可能性を支持する。

船体ノイズ試験の評価としては, 仕様を下回るような決定的な性能の低下は見られなかった。

図2に海況が回復した際の取得コンター図を示す。観測期間中はほぼ1000m以上深度を取得できている(仕様では1000mまでデータ取得できる)。船速が10ktを超えると取得深度が1000mをきってしまう。今年の試験で全体的にデータ取得深度が悪かった原因としては, 海況の影響を受けたことが考えられる。また海況が良くても船速が10kt以上になると取得深度が落ちている。これは昨年には見られなかった症状であり, 昨年と今年を比べて船底の状況が変わったことはなく, 今年に限りフローノイズが強いとは考え

表6 Broad Bandで取得したデータの取得深度

Table 6 Maximum depth by Broad Band mode: comparison among three cruises

2002年 試験航海			2003年 試験航海		KY03-05	
	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)	船速	取得深度 (層数)
ドリフト	0.79 kt	888m (65)	1.20 kt	823m (101)	0.16 kt	799m (98)
	0.83 kt	928m (71)	1.47 kt	839m (103)	0.80 kt	975m以上 (120)
	0.80 kt	943m (67)	1.24 kt	823m (101)	0.29 kt	959m (118)
4kt	3.81 kt	960m (118)	3.79 kt	855m (105)	3.94 kt	815m (100)
	3.67 kt	952m (117)	3.75 kt	703m (86)	4.58 kt	807m (99)
	3.59 kt	968m (119)	3.82 kt	615m (75)	3.65 kt	815m (100)
8kt	7.91 kt	976m以上 (120)	8.25 kt	823m (101)	8.74 kt	903m (111)
	8.06 kt	976m以上 (120)	8.31 kt	823m (101)	8.80 kt	903m (111)
	8.15 kt	976m以上 (120)	8.17 kt	823m (101)	8.91 kt	911m (112)
MAX	12.24 kt	976m以上 (120)	12.83 kt	615m (75)	13.02 kt	967m (119)
	12.19 kt	976m以上 (120)	12.61 kt	599m (73)	12.81 kt	871m (107)
	12.28 kt	976m以上 (120)	12.64 kt	623m (76)	13.09 kt	879m (108)

*取得深度で仕様 (Narrow Bandは1000m, Broad Bandは800m)を満たしているものを太字で示した。

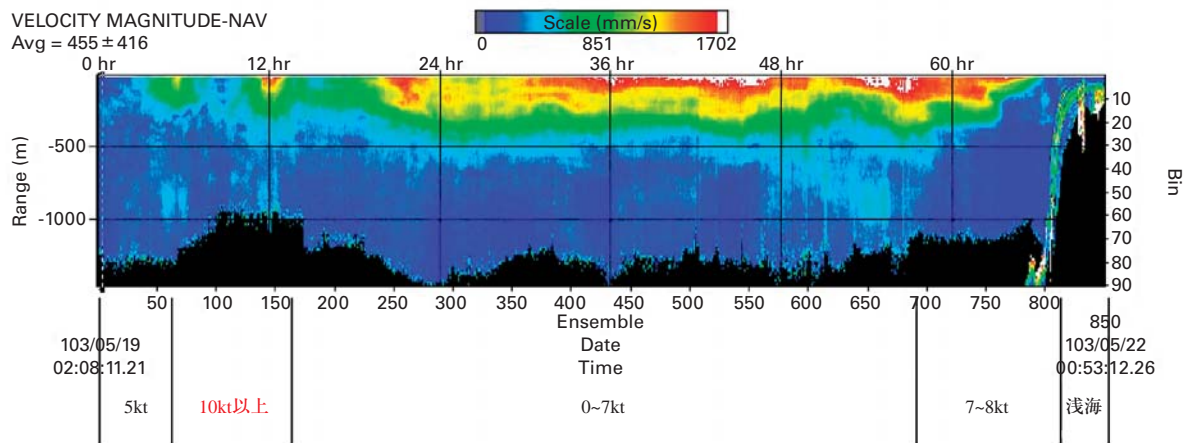


図2 Narrow Band (層厚16m, 層数100層)で取得したデータのコンター図

Fig. 2 Current velocity obtained by Narrow Band mode (thickness of layer: 16m, number of layer: 100)

にくく、原因は特定できない。今後もデータを取得しながら、原因を究明していく必要がある。

(3) Ringing試験

a. 試験

ADCPのトランスデューサーから発信されたPingのエネルギーはトランスデューサーと船底窓の間に閉じ込められ、表層のデータに異常値として影響する。このことをRingingと言い、その影響を確認するための試験である。ADCPの設定ではRingingをなくすために、あらかじめ深度5mにあるトランスデューサーから、数メートル (Blanking Distance; 「かいよう」では10m)を記録しないように設定している。昨年同じ試験を行い、10mで影響がないことを確認した。

Blanking Distanceを多めにとればその影響は少なくなるが、逆に表層のデータを得られないという問題がある。今

回の試験ではBlanking Distanceを0, 5, 10, 16で設定し、Ringingの影響を確認した。

b. 結果

0mの試験では表層 (図3では1層目)にRingingの影響を受けた非常に強い10kt以上の流速があらわれた。しかし、Blanking Distanceを5m以上とると、その影響は見られなくなる (図3~5)。

今後は観測目的に合わせて、またデータの取得状況を見ながら、Blanking Distanceを変更させ、研究目的に可能な限り貢献できるようなデータを取りたい。

(4) 浅海データ取得試験

a. 試験

KY03-01では浅海域において、多重反射が起こり、データの品質をあらわすパーセントグットが明らかに海底下で

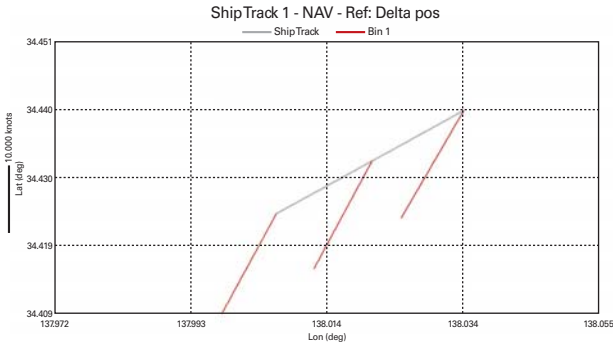


図3 Blanking Distance 0m のShip Track (左のスケール表示は10kt)
Fig. 3 Apparent current with 0m blanking distance

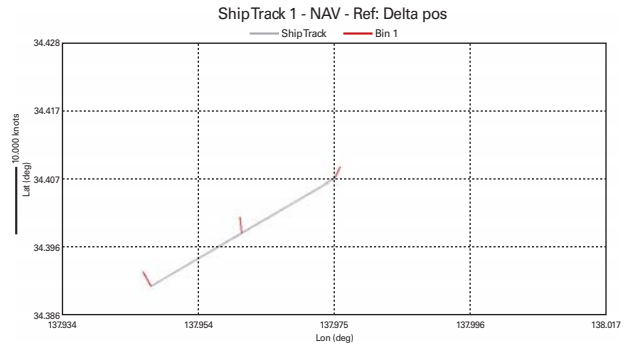


図4 Blanking Distance 5m のShip Track (左のスケール表示は1kt)
Fig. 4 Apparent current with 5m blanking distance

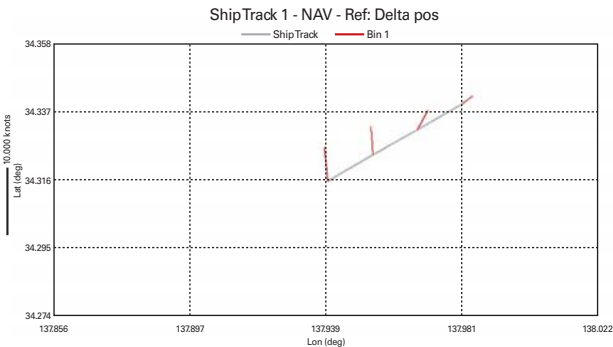


図5 Blanking Distance 10m のShip Track (左のスケール表示は1kt)
Fig. 5 Apparent current with 10m blanking distance

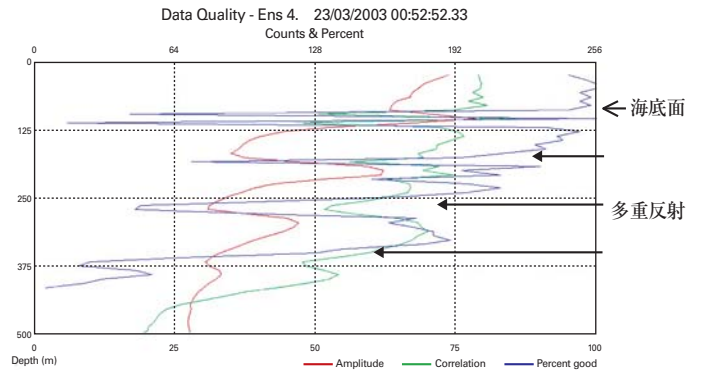


図6 KY03-04で取得されたデータ (Water Track, Broad Band)
Fig. 6 Data quality under Water Track and Broad Band mode

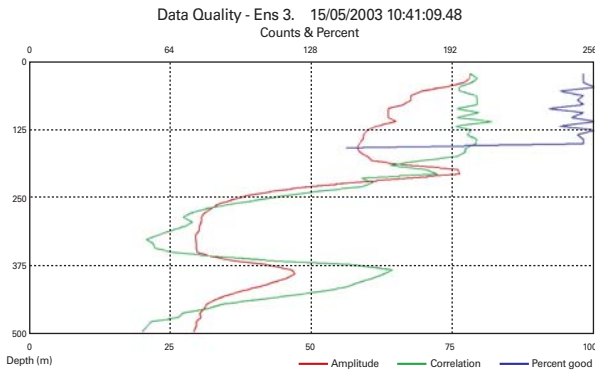


図7 Bottom Track Broad Bandで取得したデータ
Fig. 7 Data quality under Bottom Track and Broad Band mode

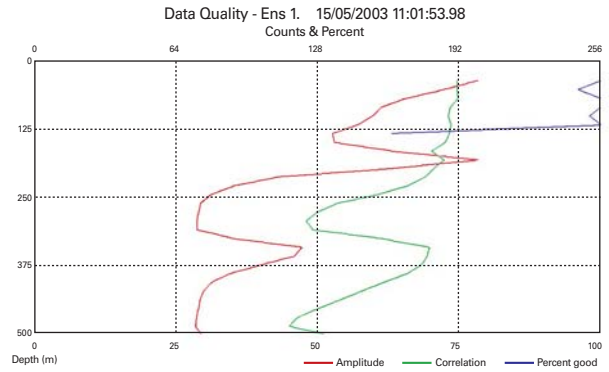


図8 Bottom Track Narrow Bandで取得したデータ
Fig. 8 Data quality under Bottom Track and Narrow Band mode

良い数値を出した。ADCPのデータ処理においてデータの品質を見るとき、パーセントグットの使用するので、図6のように海底下でよいパーセントグット(青ライン)が入力されると最終的に間違った流速が計算される。今回の試験では多重反射の影響の少ないデータ取得のための設定を検討するため、浅海域のデータ取得を試みた。

b. 結果

Bottom Trackでデータを取得した場合には、多重反射の影響が現れたり、海底下にパーセントグットのよい値がくることはなくなった(図7; Bottom Track, Broad Band, 図8; Bottom Track, Narrow Band)。

4. エアガンシステム関連に関する試験

(1) 曳航システム作動確認および、エアガン強化スプリングの導入について

今航での投入、揚収毎のエアガン、曳航装備の概要を表7に示す。

5月20日の曳航では、TBセンサを交換した後のテストとして、3番エアガンのソレノイドバルブを交換した。また、エアホースジャンパーも両端がスイベル付のホースを試験的に使用した。エアガンエア漏れの主要因であるファイアシール破断について、ファイアシールを押しやっているシールサポートリングから外れていることが観察されている。ファイア

表7 エアガン曳航装備概要
Table 7 Shot log during the KAIYO cruise

曳航期間	気付き事項	結果	対策	ショット数(累計)	測線名
5/17	特になし	異常なし	特になし	200	MCS-1-3
	カメラ投入			20 (220)	MCS-1-4
5/20	特になし	異常なし	特になし	300 (520)	MCS-3

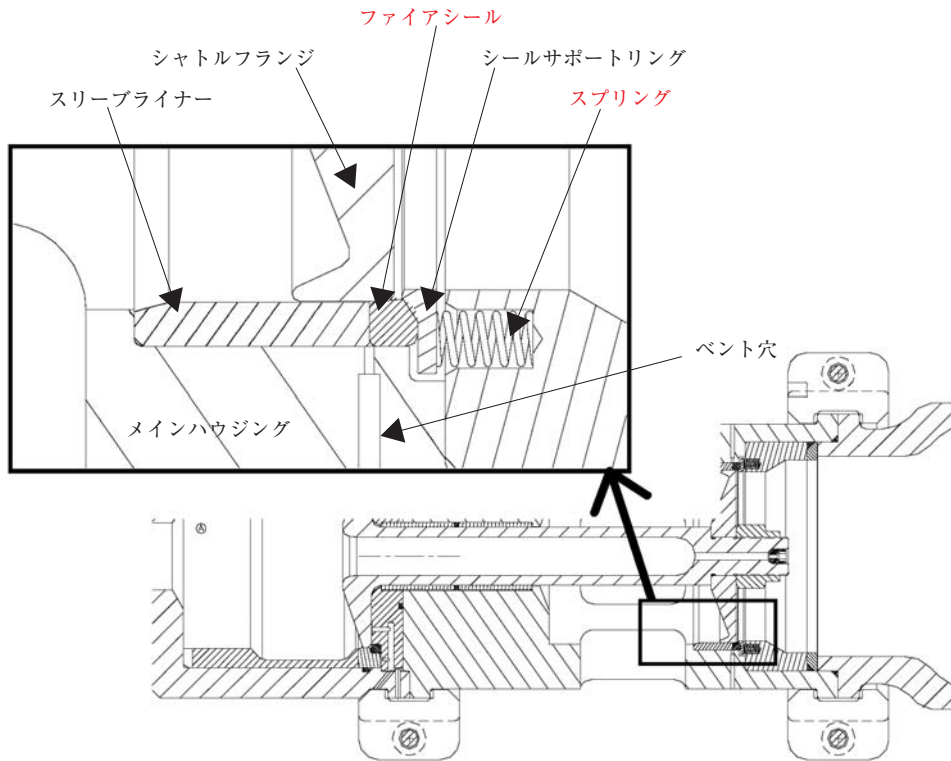


図9 エアガンのスプリング付近拡大図(断面)
Fig. 9 Close-up view of strengthening spring in the air gun unit

シールはサポートリングから外れた後にシャトルフランジによって剪断されていると思われる。外れてしまう原因としては、シールサポートリングを押さえつけているスプリングの劣化が考えられる。メーカーに問い合わせた結果、メーカーもその点を指摘しており、強いスプリングをテスト用に貸与してもらう事となった(図9)。現行のスプリングに比べて線径が太く、巻き数も多い。このスプリングを使用する為には、専用のスプリングホルダーを用いる必要がある。

そこで、今航ではこの強化スプリングと専用スプリングホルダーを左舷2番ガンに取り付けた。結果としては、ショット数が少ないため、良否の判断はまだ出来ないが、特に不具合は無かった。エアガンの波形に関しても他のエアガンと変わらなかった。

今後、サンプル数を増やすために、「かいいい」と「かいはよう」のMCS航海においてこの強化スプリングを装着したエアガンを試用する。このスプリングによってファイアシール破断が軽減されれば、エアガン曳航において大幅な耐久性向上となる。一方で、現行のスプリングは納入以来4年近く交換をしていない事から(メーカーマニュアルには明確な交

換基準は記載されていない)、劣化する前に交換する事でファイアシール破断を減少させることが出来れば、こちらの方が経済的である。前年度には、「かいいい」と「かいはよう」の全てのエアガンに関してスプリングを全交換しているので、今年度のMCS調査の結果と併せて判断する事とする。

(2) エアガン水中挙動カメラ撮影

(a) 背景

MCSエアガントーイングフレームの曳航方式において、吊り索のチェーンと深度調整索の干渉により深度調整索が損耗するという問題点があった。そこで、平成14年度の「かいいい」試験航海において、曳航状態を正確に把握するために、左舷はエアガンを曳航し、右舷のエアガンフレームには水中カメラを取り付けて、エアガンおよび深度調整索と吊り索チェーンの挙動を観察した。

「かいはよう」では、「かいいい」と深度調整索と吊り索チェーンの構成が異なっているため、今航において「かいはよう」のエアガンおよび深度調整索と吊り索チェーンの挙動を観察することを目的とした。

(b) 撮影方法

「かいいい」での撮影結果から、水中カメラの有効視界はおよそ10mが限度であることが分かっている。「かいよう」では両舷の幅が「かいいい」よりも長く10m以上であるため、片舷にエアガンを曳航し水中カメラは船体中央付近から曳

航する必要がある。そこで、水中カメラをフロートから吊り下げて別索で曳航した(図10, 図11参照)。フロートはMCS ストリーマーケーブルのテールブイであるポリフロートを使用し、曳航索はMCSエアガン吊り索の別索(φ20mm:ナイロンエイトクロス)を使用、揚収には係船機を用いた。また、

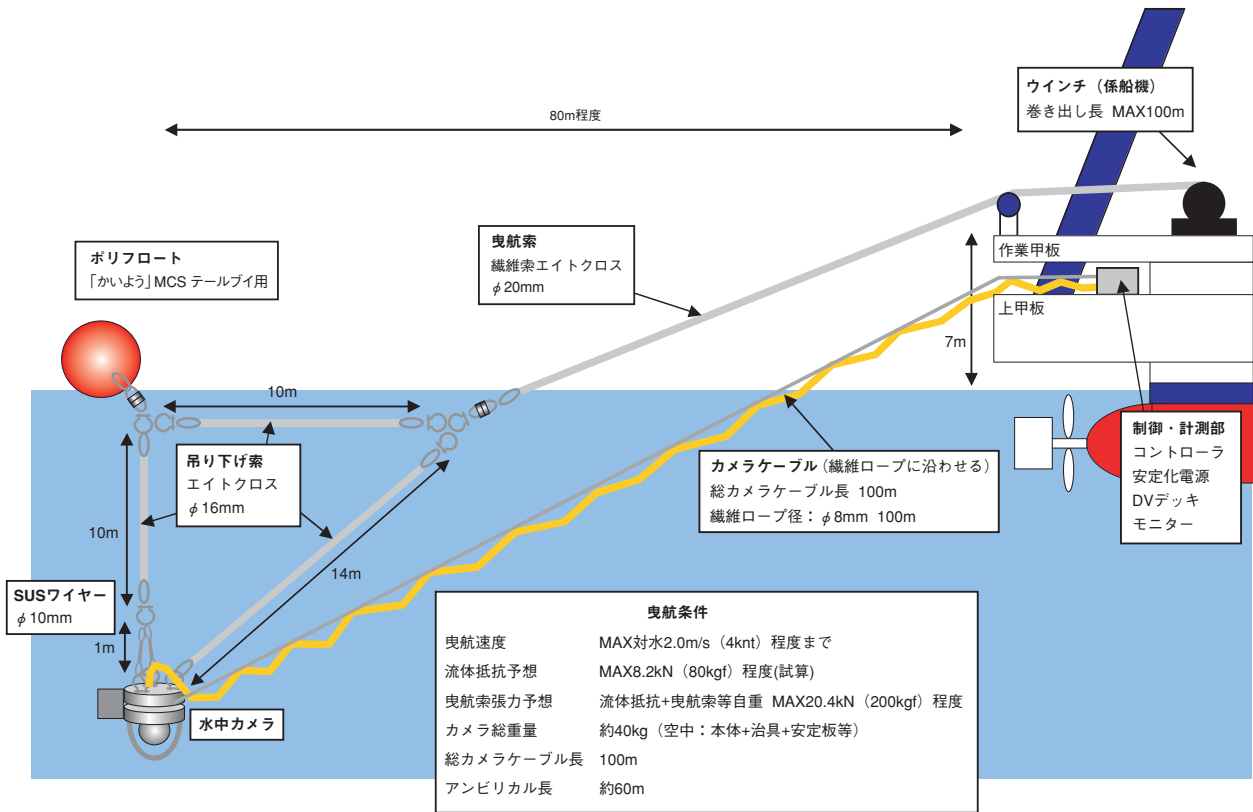


図10 「かいよう」エアガン水中カメラ曳航方式(側面図)

Fig.10 Towing of a waterproof video camera (side view)

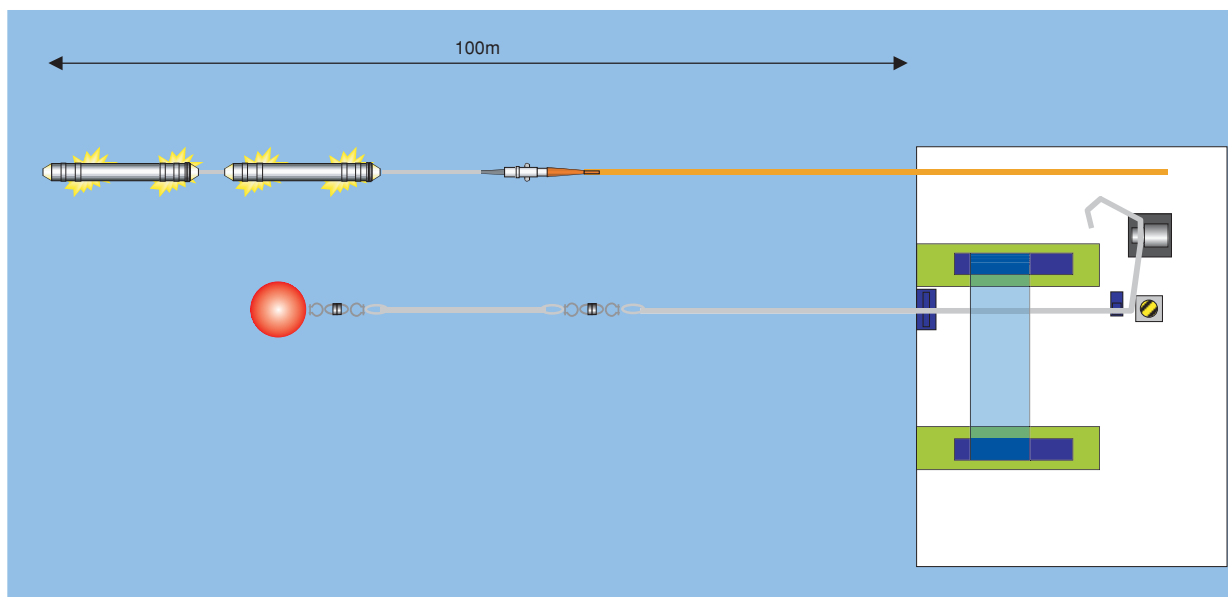


図11 「かいよう」エアガン水中カメラ曳航方式(平面図)

Fig.11 Towing of a waterproof video camera (plan view)

曳航索とカメラとフロートはφ16mmのナイロンエイトクロスロープを用いて接続した。水中カメラから得られた映像は、DVテープに録画保存した。

(c) 水中カメラ仕様

カメラ本体は、「かいいい」試験航海で使用したものと全く同じ物である(図12)。また、フロートに吊り下げて曳航するための専用治具を製作した(図13)。

カメラケーブルも前航の50mに追加して合計100mとした。

(d) 結果

水中カメラの映像は、天候が悪かったために光量不足気味であった。前回の「かいいい」試験航海で得られた映像と比べると、全体的に薄暗くぼんやりとした映像であった(写真1参照)。水中カメラをフロートから吊り下げる曳航方式は、振動や揺れが予想以上に少なく、カメラフレーム内に映像を捕らえる事が出来た。

映像にはトーイングフレームが前傾して写っている。これは映像の光の濃淡より、水中カメラが水平に曳航されていないためと思われる。水中カメラを水平に曳航するためには今後、吊り下げ索の長さ調整や水平安定板の取り付け等で対応していく必要がある。水中カメラ曳航時、海況が

良くなかった事を考えると、穏やかな海況時に撮影すれば、より安定した映像が得られると思われる。

試験航海全体を通じてカメラ撮影に適した海況が得られなかった。吊り索とチェーンの干渉等を映像に捕らえることは今後の課題である。

5. まとめ

平成15年度の「かいう」ドック終了後、海上試験航海として8日間の日程を、ADCP・MCS機器作動確認のほか、ADCP性能評価試験、エアガン曳航方法の改善のためのカメラ撮影、新しい測位システム「StarFire」の性能評価のためのデータ取得などを行った。

従来より装備されている機器の作動確認にとどまらず、エアガン曳航中の姿勢やショット時の挙動を撮影、OBSレコーダおよび、トランスポンダの作動確認を実海域の試験として実施することができ、貴重なデータを得ることができた。今後はこれらのデータを観測機能の向上と改善に生かすため、解析とその評価を実施していく。

このように、海上試験は運用する各種装置の性能を確認し、維持するためであることはもとより、より品質の高いデータを取得し、調査研究に資するためにも重要な航海であることを今後もよりいっそう認識し、これにのぞむ所存である。

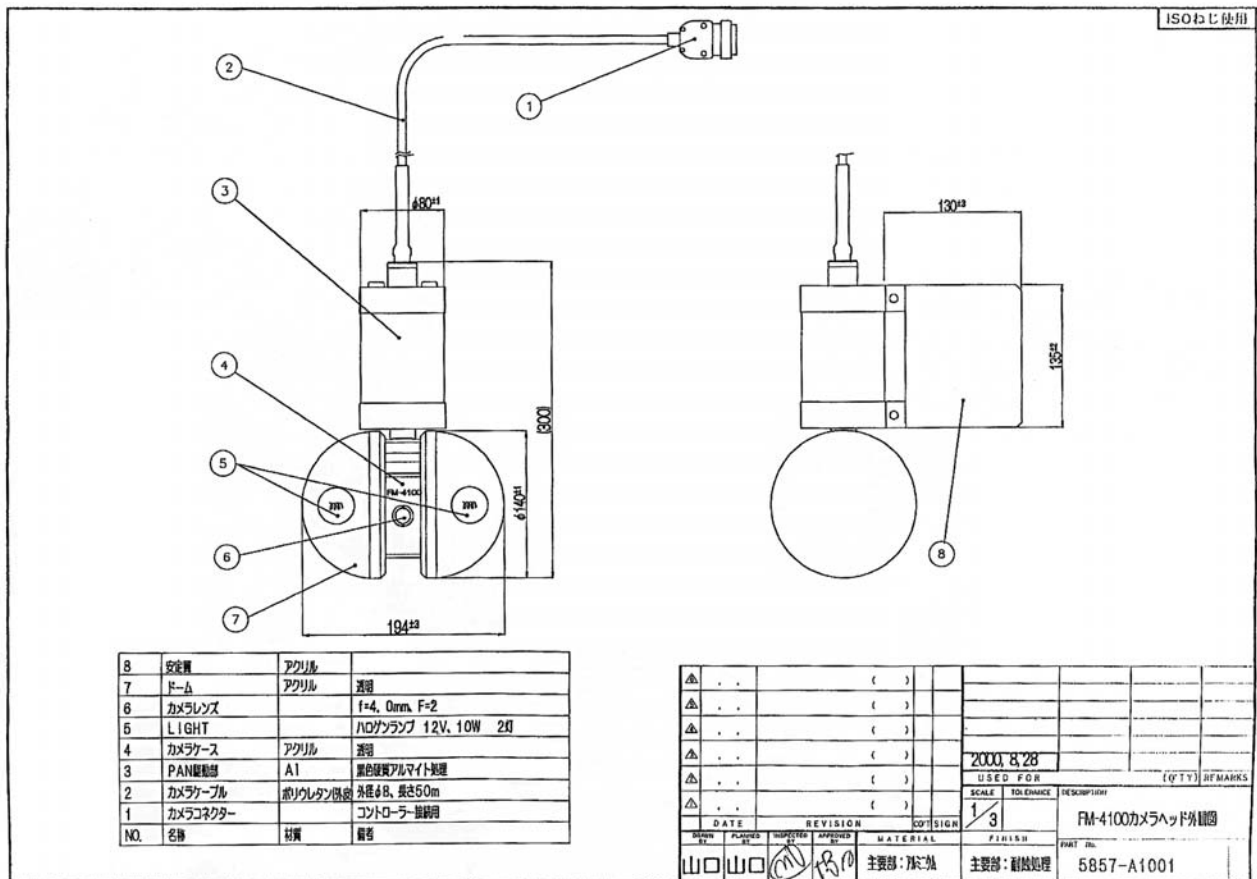


図12 水中カメラ本体図
Fig.12 Waterproof video camera

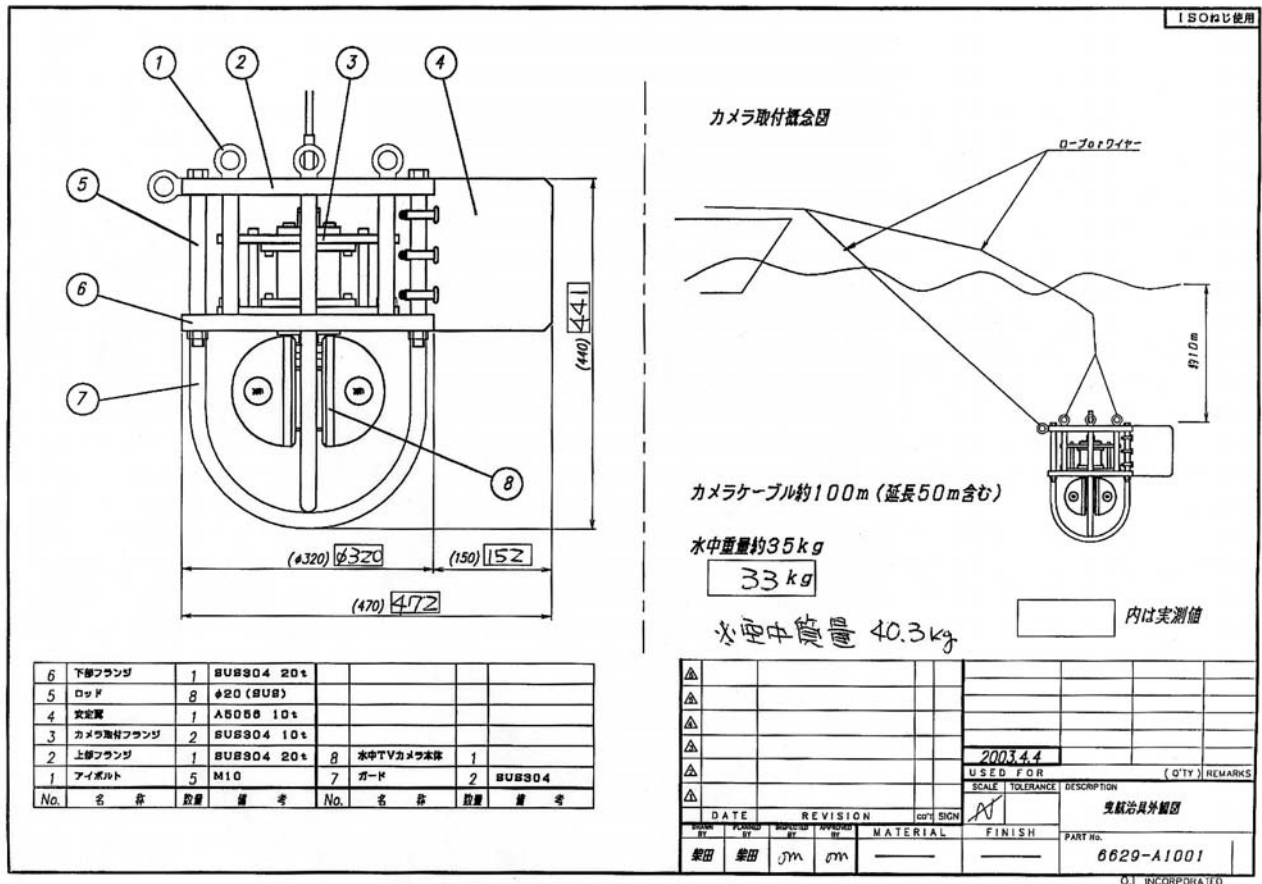


図13 水中カメラ曳航器具図
Fig.13 Towing equipment for the waterproof camera

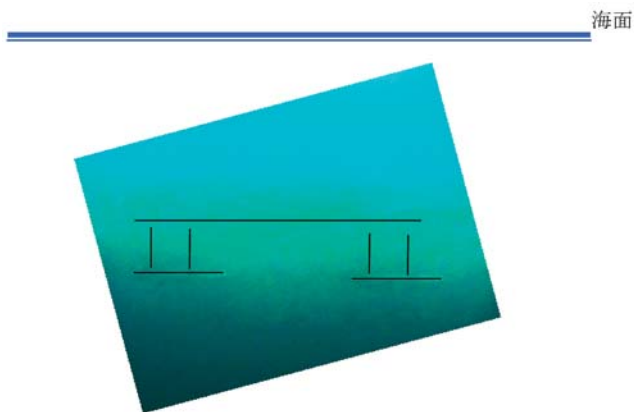


写真1 水中カメラ映像。
推定される画角の傾きを修正した。
Photo 1 Video image of the towed gun array.

6. 謝辞

本航海を実施するに際し、海洋科学技術センター研究業務部計画調整課・海務課・船舶工務課からは計画立案の段階より様々な助言を賜った。謝意を表する次第である。

(原稿受理：2003年9月8日)