

-3000m 級自律型無人潜水機 「Deep1」 について-

○大貫裕志1), 縁本啓祐1), 大辻由希1), 杉本慎吾2), 坂本順哉2)

1)深田サルベージ建設(株)、2)川崎地質(株)

1. はじめに

近年、陸上資源の枯渇や希少金属への需要の高まりから世界的に海底資源への注目が高まっている。これに伴って従来の船舶による探査方法だけでなく、有索式無人潜水探査機 (ROV) や自律型無人潜水探査機 (AUV) による海底の精密探査が行われており、海洋調査における水中ロボットの果たす役割は大きくなっている。

深田サルベージ建設(株)は昨年秋、商用 AUV としてカナダ ISE 社製 Explorer3000 と軽量 Ramp 型着水揚収装置 (LARS) を導入し、新海丸 (339t) を母船に AUV Deep1 を本年 1 月から調査業務に提供している。本稿では Deep1 の仕様とこれまでの調査航海における運用体制、訓練航海と試験潜航で得られたデータについて紹介する。

2. Deep1 の概要

(1) 主要項目

表-1 に Deep1 の主要項目を示す。Deep1 は円形断面の魚雷型で、後部の垂直翼と左右の水平翼によりロールとヨーの姿勢制御を行い、前方の水平翼で上昇・下降を制御する。音響調査機器として表-1 に示す調査機器を常設しているが、必要に応じて追加の調査機器の搭載や常載機器の換装も可能である。

これまでの調査実績は、海底熱水鉱床調査、表層型メタンハイドレート探査である。これらの調査では Deep1 に各種センサーを追加搭載し探査を実施した。

(2) 制御方法

Deep1 は大別して無線制御モード、音響制御モード、自律航行モードの 3 種類の航行制御を行う。無線制御モードは主に水面上での母船との間で無線通信を、音響制御モードは母船側の音響トランスデューサーと AUV 側で音響通信による相互通信で航行制御を、自律航行モードはあらかじめ作成した潜航/調査プログラムを AUV にインストー

ルしプログラムに沿って航行を行うもので、AUV 調査時にはこれらの潜航モードを潜航段階に応じて使い分け、潮流の影響などで Deep1 が大きくドリフトした場合は、音響通信により位置情報を更新してから自律航行を開始する。また、自律航行中は OAS (障害物回避システム) が作動し海中での衝突や接触を防止する。この OAS は従来のシステムに比べ軽量化したものを ISE が新たに開発し Deep1 に搭載している。なお、潜航中の Deep1 の航行状況は音響通信装置と音響測位装置によって常時船上でモニターしている。

表-1 Deep1 主要項目

全長	4.6m
重量	815 kg
速力	3.0 ノット
潜航深度	3000m
潜航時間	20~22 時間
航法装置	慣性航法装置 IXSEA PHINS
測位装置	USBL 方式音響測位装置 IXEA GAPS
通信装置	音響通信装置 Sercel MATS3G 無線通信装置 Encom Stratos Broadband 衛星通信装置 Iridium9522B
調査機器	MBES :R2Sonic2022 SSS/SBP :EdgeTech2200M (SSS:120-410kHz/SBP:2-16kHz) CTD :Seabird SBE 49FastCat 他に磁力計、濁度計、pH センサー等各種センサーが追加搭載可能

(3) 投入揚収方法

Deep1 の投入揚収には、母船に艀装した Beaufort 階級 4 (風速 5.5-7.9m/s) の気象条件まで使用可能な軽量 Ramp 型着水投入揚収装置 (LARS : Launch

And Recovery System)を使用している。投入作業は Deep1 を搭載した LARS 架台を船外に繰り出し、ウィンチ操作で Deep1 を着水させる。揚収作業は Deep1 頭部に装備した曳航索付きのブイを無線制御で射出し、これを船上から回収して LARS のウィンチロープと連結して回収する。

この LARS はクレーンや A フレームを使用せずに最少人員で短時間の Deep1 の投入揚収を可能にするために ISE 社と共同で考案し Hawboldt 社に製作を依頼したものである。本機は LARS オペレータを含め 5 人程度で運用しており、投入作業は 10 分程度で、揚収作業は曳航用索を船上の LARS と連結してしまえば 15-20 分程度で作業している。

(4) 試験潜航について

Deep1 は昨年 12 月に母船の運用も含めた全体の操作訓練・試験潜航を鹿児島湾で行った。また、本年 6 月機器換装後に駿河湾で試験潜航を実施した。

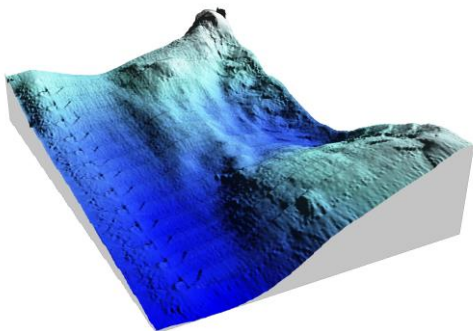


図-1 駿河湾焼津沖海底地形 鯨瞰図

3. Deep1 の運用

(1) 作業限界と稼働率

Deep1 は母船「新海丸」(339 t)に AUV 本体の他、LARS、整備用格納コンテナ、各種制御装置、クレーン等を 3 日程度で艀装し、調査海域に向かう。現地での作業中止条件は以下の通りで、

有義波高 1.5(m)以上

平均風速 10(m/s)以上

海域の調査時期の波高・風速頻度分布表から上記の条件で稼働率を算出し、次の潜航サイクルら調査期間内の潜航数を計画する。

(2) 潜航サイクル

Deep1 の潜航サイクルは、

潜航準備	3 時間
投入 (海域への誘導含む)	1 時間
潜航・浮上	2 時間
実調査時間 (緊急時電力考慮)	16 時間
回収 (母船への誘導含む)	2 時間
充電及び整備 (修理含む)	12 時間

を 1 サイクルとして、合計 36 時間 (1.5 日/サイクル) を前提に潜航計画を作成する。

(3) 調査要員の構成

AUV 調査要員 (運行員・解析者) は Deep1 導入に伴い、カナダ ISE 社による AUV 訓練コースを受講している。AUV 運航員はパイロット業務だけでなく、投入揚収作業や AUV 整備なども行い、AUV 潜航中は音響通信装置および音響測位装置により AUV 航行情報 (位置情報、調査高度、アラーム等) を監視し、24 時間体制 (現在の運行体制は 6 人 2 時間交代) としている。

また、AUV 回収後、直ちに船上で取得したデータの粗解析を実施し、次の潜航計画を見直すこともでき、効率の良い調査実施体制を組んでいる。

4. 今後の展望

Deep1 は調査の対象と目的に応じて調査機器の換装および追加搭載が可能で、従来の海底地形・地質調査だけでなく、化学調査や生物調査等の様々な海洋調査への応用を可能にしている。

調査中は母船上で LARS と整備格納コンテナにより AUV の投入→調査→回収→整備の一連のサイクルが容易に行えるばかりでなく、更に別船にシステム一式を艀装しての運用も可能であり、海洋資源への注目の高まりから、国内外で増加すると考えられる海洋調査へ積極的に活用しようと考えている。

参考文献

International Submarine Engineering Ltd.
FUKADA EXPLORER 27B07-3000AUV ;
OPERATIONS AND MAINTANANCE MANUAL
CONTROL SYSTEM USER'S MANUAL