

AUV 複数機同時運用に使用する洋上中継器の開発

海上技術安全研究所 * 稲葉祥梧、岡本章裕、瀬田剛広、篠野雅彦、金岡秀、田村兼吉、浦環
IHI 須藤拓、澤田信一

1. 緒言

従来、AUV (Autonomous Underwater Vehicle) による海洋調査は母船 1 隻につき AUV1 機が原則であったが、近年シブタイム有効利用の観点から複数機の AUV を同時に展開する例が報告されている⁽¹⁾。海上技術安全研究所(以下海技研)では SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 課題である、次世代型海洋資源調査技術、通称「海のジパング計画」のテーマである AUV 複数運用手法等の研究開発を通じでより高効率かつ実用的な AUV 複数機同時運用による海底資源調査の実現に取り組んでいる。本発表ではこの一環として開発・建造した洋上中継器 (Autonomous Surface Vehicle、以下 ASV) について解説する。

2. 洋上中継器概要

2.1 建造目的

複数機の AUV を同時に展開した場合に問題となるのが、母船による AUV 管制と着揚収作業の両立である。AUV の管制において母船に求められる機能は大きく 2 つ存在する。第 1 は音響測位装置による AUV の現在位置の計測である。これによりオペレーターは AUV の現在位置を知ることができ、潜航中の AUV の追跡や浮上位置の把握などに欠かせない機能である。第 2 の機能は音響通信機による各種コマンドの送信である。これにより AUV ヘステータスの報告や緊急浮上の指示、ポジションアップデートと呼ばれる自己位置推定値の補正などが可能となる。従来の母船と AUV が 1 対 1 の体制では、母船は常時 1 機の AUV に対して集中して対応

できるため、AUV が調査を終えて浮上するまで追跡・揚収作業に専念することができた。しかし AUV 複数機運用では浮上を開始した AUV の追跡や揚収作業などを行う間、潜航中の他の AUV の管制が困難となってしまう。この問題を解決するため、海技研では母船に代わって AUV に対して音響測位・音響通信を行う機能を有した ASV を開発した(図 1 参照)。

2.2 艇体概要

ASV 設計に際し、艇体の寸法や重量を海技研で開発した AUV と同等とすることで、AUV 着揚収と同様の設備で着揚収が可能となっている(表 1 参照)。ASV は推進用のメインスラスタを 1 機有しており、方位・ロール・ピッチ制御は主に十字形に配置された舵によって行われるが、これに加え方位制御補助として低速時に使用するサブスラスタが 1 機と、深度・ピッチ制御の補助に浮量調整装置が前後に 1 機ずつ搭載されている(図 2 参照)。ASV の最大の特徴とも言えるのが、「半没型」の艇体構造を有している点である。従来の ASV はその多くが船の構造を有しており、水面上に電源や制御用コンピューターなどを配置している。これに対し海技研開発の ASV は電源や制御用コンピューターの入った艇体部分を水面下に潜らせ、電波による通信を行うアンテナ等の一部の機材のみを水面上に配置している。半没構造により搭載される音響機器をノイズの多い水面からなるべく離れた配置とすることができ、また大重量の部位が水面下に位置するため艇体の波浪に対する安定性が高く、喫水断面が小さいため抵抗も軽減できるなど多くのメリットが得られる。

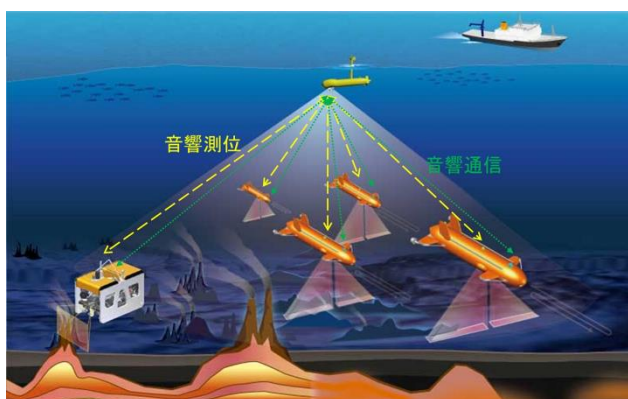


図 1 ASV による複数機 AUV 管制のイメージ

表 1 洋上中継器の諸元

寸法	L=4.0m, W=0.8m, H=2.4m
重量	730kg (空中重量)
速力/航走時間	3 kt (巡航) / 12 時間以上
ピッチ/ヨー制御	舵、浮量調整装置/舵、サブスラスタ
浮量制御	バラスト、浮量調整装置
通信	無線 LAN、衛星通信、音響通信
測位	GPS、音響測位

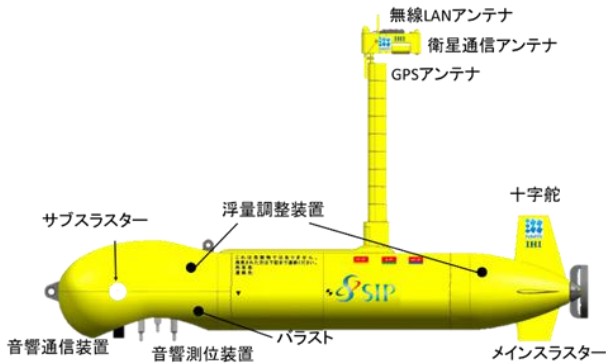


図2 ASV 外観

2.3 AUV 管制機能概要

ASV には AUV 管制用に音響通信装置と音響測位装置が搭載されている。音響通信装置は AUV のステータス確認や緊急時の浮上コマンド送信等に用いられる。音響測位装置は AUV の位置を測定する装置であり、本 ASV はこの位置情報を元に AUV を追跡する。これらの音響機器により得られた通信・位置情報は上部の無線 LAN アンテナ、あるいは衛星通信アンテナから電波により母船の ASV 制御 PC へと送られ、オペレーターは表示される AUV の位置・ステータス情報から必要に応じ ASV を経由して各種のコマンドを送信することが可能である。

3. 実海域試験

3.1 ASV 艇体性能試験の実施

完成した ASV の各種性能を確認するため、平成 28 年 9 月に駿河湾海域にて実海域試験を実施した⁽²⁾。試験ではまず海上を Waypoint に従って航走した際の実測値とシミュレーションで算出された計画値とを比較することで艇体の実海域航走性能を評価した。試験結果より、ASV は波風などの外乱の存在する実海域でも設計時の計画値と同等の性能を発揮することが確認できた。

3.2 測位・追跡機能確認試験

ASV による AUV 追従機能の確認を行うため、AUV の測位・追跡機能確認試験を実施した。試験では AUV との水平距離が 30m 以下になると追跡を停止するよう設定し、また対象となる AUV は航走開始後、1.6kt から 3.0kt まで徐々に速度を上げつつ航走させた。試験で得られた AUV と ASV の航跡を図 3 に示す。図中の AUV 測位位置情報は ASV の音響測位位置であり、AUV 内部位置情報は ASV が音響通信により取得した AUV の自己位置推定位置である。図より、ASV は試験前半と後半で追跡時の航跡に目立った変化などは見受けられなかった。このことから、ASV は AUV の速度が 3.0kt 以下であれば速度によらず安定して追跡が可能であることが確認できた。さらに、AUV 測位位置情報と AUV 内部位置情報が一致していることから、測位動作も良好であったことが分かった。

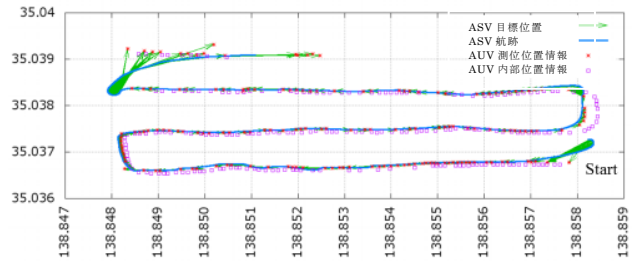


図3 AUV 測位・追跡試験結果

4. 調査航海での複数機 AUV 管制の実施

平成 28 年 12 月に伊豆大島海域で実施した AUV 複数機運用航海にて、ASV を AUV 管制のための中継器として運用した。調査潜航では AUV 「ほぼりん」、「航行型 1 号機」、「航行型 2 号機」の 3 機と ASV を同時に運用し、ASV は母船からの無線 LAN 通信・衛星通信回線の中継しての AUV への音響コマンド送信や AUV ステータスの受信などに成功した。

5. まとめと今後の展望

平成 28 年度中に複数台 AUV 管制用の ASV を開発・建造し、実海域試験にて各種性能を試験した。また 12 月に実施した調査航海において海技研開発の AUV3 機と共に運用し、AUV への音響コマンド送信などの管制機能を実際の調査潜行環境で使用することができた。今年度以降は実運用を通して得られた改善点などをフィードバックし、複数機 AUV 管制のためのより実用的な ASV へと発展させていく予定である。

謝辞

本研究は、SIP 課題「次世代海洋資源調査技術」の一部、「AUV 複数運用手法等の研究開発」の研究資金により実施しています。

参考文献

- (1) Y.Nishida, T.Ura, T.Sakamaki, J.Kojima, Y.Ito, and K.Kim, "Hovelling Type AUV 'Tuna-Sand' Dive Surveys on Smith Caldron in Izu-Ogasawara Ocean Area", Proc. JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 2A2-O03, 2013
- (2) Shogo Inaba, et al, "Tracking experiment of multiple AUVs by a semi-submersible ASV", Proc. Underwater Technology 2017 Busan, 2017