

大規模な養浜工事における水面浮体型ドローンを活用した濁度計測

鹿島建設(株) 正会員 ○山木克則 秋山完幸 荻野博史 伊丹洋人

1. はじめに

近年の臨海工事の大規模化や施工の急速化に伴い、工事が周辺環境に与える影響の評価がますます重視されるようになった。なかでも、「濁り」は、地域の漁業などに直接影響することから、工事海域を含めた広域の濁りを把握し、適切な対策を講じることが求められる。そこで、迅速で効率的な濁度計測技術として、ドローンの活用を検討した。本研究では、水面に着水して濁りを直接計測可能な水面浮体型のドローンSWANS® (System of Water and Aerial Nearshore Survey, 以下SWANS)を開発し、大規模養浜工事における海域の濁り計測に適用し、その実用性について検証を行った。

2. 水面浮体型ドローン「SWANS」

臨海工事における濁り計測は、予め設定した観測地点まで船舶で移動し、濁度計を用いたポイント計測が行われる。この方法は、工事規模が大きくなるほど時間を要し、海象条件等にも影響される。また、濁りの発生要因は、工事現場の他に、河川からの流入、波浪による底質の巻上げ、プランクトンの大量発生などの工事以外の要因であることも多く、その分析を行うためには広域での計測が必要である。

本研究に適用したSWANSは、上空からの濁り状況の映像撮影に加え、遠隔操作により水面に着水して濁りや水深などを計測し、無線伝送を可能としている。SWANSは、光学式の小型濁度センサおよび超音波式水深センサを搭載し、GPSによる位置情報とともに連続的な濁度計測が可能である(写真-1)。

SWANSの主な仕様を表-1、システムの概要を図-1に示す。機体はIP67相当の防水仕様であり、機体のローター部4ヵ所と胴体部の浮体構造により、水面への着水と水面移動を可能とした。

センサによる計測データはモニタリング従事者の持つ携帯端末に送信され、地図上での計測位置、濁度および水深の数値やグラフなどを表示することができる。なお、計測データは、無線伝送時のデータエラーのリスクを回避するため、SWANS側での記録媒体への保存も行っている。ドローン側に搭載しているセンサモジュールは、デジタル出力、アナログ出力の両方に対応し、濁度以外のセンサも搭載することができる仕様となっている。



写真-1 水面浮体型ドローン SWANS

表-1 水面浮体型ドローン SWANS の主な仕様

機体サイズ、重量	幅 860×高さ 345mm, 4.0kg
飛行可能時間	20 分(バッテリー1 台)
水面移動可能時間	40 分間(同)
搭載可能荷重	最大 3.5 kg
最大飛行速度	空中:最大 50km/h
飛行可能風速・波高	風速:8m/s 波高:20 cm ($H_{1/3}$)
防水性能	IP-67 相当
搭載カメラ	4K カメラ(動画・静止画)
測深機能	超音波式 16 cm~100m 分解能 1mm
濁度計測機能	光学式 0-25, 0-125FTU
制御可能距離	機体制御:最大 1000m センサ情報伝送:最大 500m

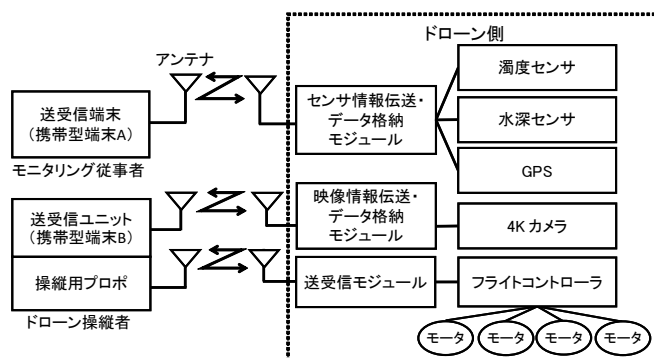


図-1 SWANS のシステム概要

キーワード 臨海工事, ドローン, 濁度, 養浜, 汚濁防止フェンス

連絡先 〒240-0112 神奈川県三浦郡葉山町一色 2400 鹿島建設(株)技術研究所 葉山水域環境実験場

3. 大規模養浜工事における濁度計測

SWANSを使用した濁度計測は、岩手県陸前高田市の高田地区海岸砂浜再生工事の工事海域で行った。工事が行われた広田湾は、カキ、ホタテ、ワカメなどの養殖が行われていることから、工事による濁りの影響が懸念された。そのため、濁りの拡散防止策として、汚濁防止フェンスの設置を行い、船舶による濁度計測管理、ドローンを用いた上空からの濁り監視等で影響のないことを確認しながら工事を行った。SWANSを用いた計測は、船舶だけでは実施が難しい工事海域内～外部に亘る連続的な濁度および水深計測を行うことで、汚濁防止フェンスの効果や海域における濁り特性の分析・評価を行った（写真－2）。

現場海域における計測ルートを図－2に示す。経路Aは汚濁防止フェンスの外側を沖合420mから岸付近まで水面移動により濁度と水深を計測した。経路Bは、フェンス内を沖側に向かって水面移動し、フェンス上を飛行し、さらに沖側の計測の後、再びフェンス内に戻りシルトフェンス内の計測を行う経路である。

濁度および水深の計測結果を図－3、4に示す。汚濁防止フェンス外側の経路Aでは、沖側（0～200m地点）の濁度は概ね1～1.5FTU、水深5m以下の浅場では波浪による底質巻上げにより断続的に5FTU以上の濁度が計測された。経路Bでは、工事海域のフェンス内側近傍では3～4FTUが計測され、フェンス外側では1～1.5FTUに低下した。

以上の結果から、SWANSを活用することで、現場海域における濁りの分布が迅速に計測できることが確認できた。また、汚濁防止フェンス内部から外側にかけての連続的な濁りの計測により、汚濁防止フェンスにより工事海域の汚濁の拡散を確実に防止していることが確認できた。

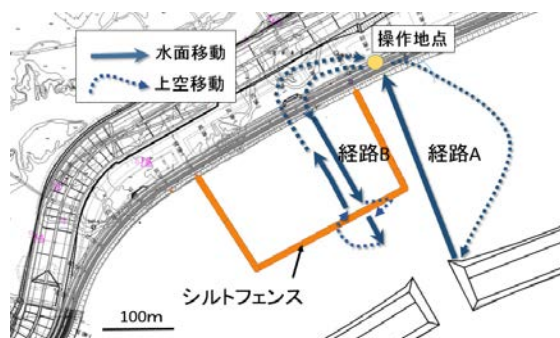
4. おわりに

現場海域における濁度モニタリングに水面浮体型ドローン SWANS を適用した。今回の計測では、現場海域の浅場における波による濁りの発生や汚濁防止フェンスによる濁りの拡散防止効果などを合理的に計測し、迅速な分析ができた。従来の船舶による定点観測では、このような濁りの特性を把握することは難しく、SWANSの活用により工事へのフィードバックや環境対策に貢献できるものと考えられる。

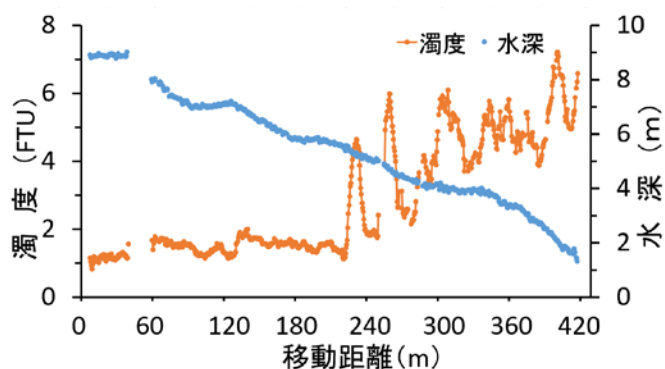
今後、SWANS への多機能センサの搭載やオートフライトによる自動化など、臨海工事における高度な施工支援・管理、環境モニタリングへの展開を図る所存である。



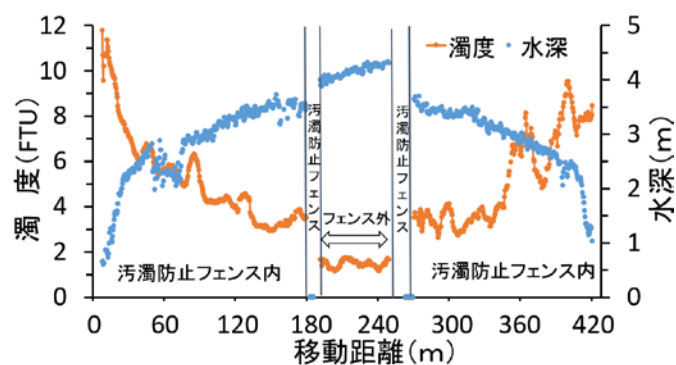
写真－2 SWANS による濁度計測状況



図－2 現場平面図と濁度計測経路



図－3 濁度計測結果（経路A）



図－4 濁度計測結果（経路B）