

株式会社名村造船所

## 小型水中ドローン活用例の紹介

増輪 一宏\*

Masuwa Kazuhiro



当社建造船では海上公試前に“ダイバーチェックによる艀装工事期間の外板汚損状況確認”を実施しているが、重査前後から海上公試前の期間で、本船の動静（バンカーや漲排水など）とダイバー会社の都合、予想ベースでの天候・海象を加味した日程調整を要し、また、当然ながら毎回の費用も必要となるため、代替手法として『水中ドローンを活用できないか』とのアイデアから、水中ドローンに関する情報収集並びに最適機の選定を調査研究開発第123期テーマとして取り上げた。

本稿では、小型水中ドローン『FIFISH V6』を購入して操作性等を検証し、目的とするダイバーチェック代替を想定した利点/欠点の洗い出しを行った過程と実際に外板汚損状況の確認に活用している現在の様子を紹介する。

### 1. 緒言

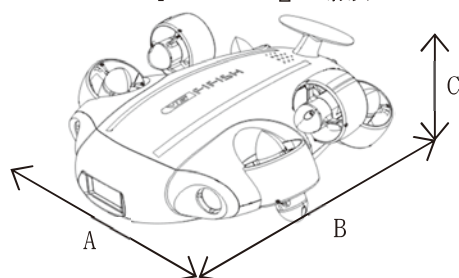
テレビ番組などで見かける迫力ある空撮映像や災害発生時の状況確認など、国内外の様々なシーンで活用されている空中ドローンは既に認知されているが、水中ドローンも大型かつ高性能な無人探査用から個人所有向けの手ごろな製品まで多くの機種がインターネットを中心に販売されている。

機種ごとの調査を行っていく過程で、画像の解像度、潜水可能な深度、連続運転時間の差が価格差に結びつく傾向にあることが分かり、『FIFISH V6』（実勢価格 20 万円前後）が適当と判断し購入に至った。

第1表 『FIFISH V6』スペック表

機種名		FIFISH V6
メーカー		QYSEA (中国)
サイズ	幅(A)	331mm
	長さ(B)	383mm
	高さ(C)	143mm
	重量	3.9kg
動力性能	最大深度	100m
	最大速度	静水時 3knot (約 1.5m/s)
	スラスタ	6 個
	自動姿勢制御	○
駆動時間	稼働時間	最長 4 時間
	バッテリー	12.6V (充電: 1 時間)
	バッテリー交換/追加	×
操作	コントローラー	有線接続 RC +スマートフォン(専用 App)
	VR 機能	○
	テザーケーブル	100m (オプション最大 200m)

### 2. 『FIFISH V6』の紹介



第1図 『FIFISH V6』外観

カメラ	有効画素数	静止:12MP, 動画:4K 30fps
	カメラセンサー	1/2.3" SONY CMOS
	ISO 範囲	100-6400
	視野角	166 度
	レンズ性能	f2.5/最短撮影距離 0.4m
	チルト機能	×
ライト	照度	4000 ルーメン
	照射角度	120 度
記録	本体記憶装置	64GB
	コントローラー	*Micro SD カードスロット
その他	位置情報	GPS による前面方位 指示
	自動姿勢維持	○

『FIFISH V6』の主なスペックは第1表の通り、非常にコンパクトな機体(第1図, 写真1)で、ケーブル類の準備も容易である。操作時のディスプレイはスマートフォンやタブレットを利用する仕様となっており、操作の専用アプリをダウンロードして使用する(オプションの接続機器を利用してラップトップやPCディスプレイへの出力も可能)。

本体とコントローラーはテザーケーブルと呼ばれる直径5mm、長さ100mのコードで接続し、本体とコントローラー間の通信並びに機体の引き揚げ索の役割を担っている。(写真2) また、水中の映像はコントローラーとスマートフォンやタブレットをWi-Fi 接続して出力する仕組みとなっている。(写真3)

尚、スマートフォン/タブレットは同時に複数台接続が可能となっており、操作用ディスプレイとしてスマートフォンを接続し、操作者以外のモニターとしてタブレットを利用するといった使い方も可能となっている。



写真1 『FIFISH V6』一式



写真2 コントローラー



写真3 コントローラー画面

### 3. 試運転

コロナ禍の影響で機種選定から納入までに少々時間を要したため、2021年8月末に待ちに待った機体が納入され、9月初旬に当社4号岸壁にて試運転を行った。

テザーケーブルに機体を吊るすような状態で慎重に着水させ、着水後、スラスタを始動させて着水姿勢を保持させた。(写真4) そこからは前後左右方向、傾き、潜水浮上と基本作動を確認し、一旦引き揚げて機体の破損、水漏れなどが無いかわり確認を行ったが特に問題はなかった。

その後、岸壁に係留されている艀装船へ接近し、操作位置から約30m離れた位置にある船体中央部のドラフトマークを目標に撮影を行った。(写真5, 6, 7)

当日の海象は波高0.5m程度で濁りが出ており、風は微風であった。岸壁からは海中の視界が2~3m程度に感じられたが、機体から送られてくる画像は鮮明であり、映し出されている範囲の視界は良好であった。機体は水面上をエイが泳ぐような様子で航行し、速度はスペックどおり1.5m/s程度で、ラジコンカーと同じような操作感覚で比較的スムーズにドラフトマークに接近することに成功した。機体の操作においても追従性は良好で、画像(動画)、コントロー

レー操作ともに機体とのタイムラグを感じなかった。

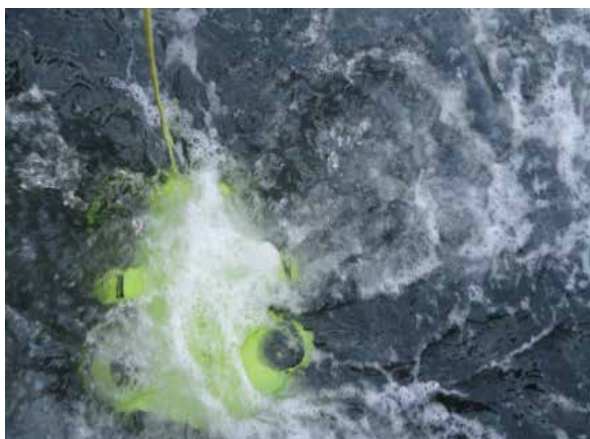


写真4 進水



写真5 水面を航行中



写真6 水中から外板を撮影



写真7 ドラフトマーク撮影 (水中)

初めて水中ドローン进行操作した興奮と予想を上回る性能(特に水中の見え方に「いいね!」を連呼していたが、そのような感想を持たたのも機体が見える範囲内の操作までで、潜水航行させると機体の行った先はテザーケーブルの伸びる方向から推測するしかなかった。

また、艀装船の船底に入ると鋼板の影響でGPSの電波を受信し難くなり、機体に備わっている方位確認機能に乱れが生じた結果、機体の向きも把握し難い状況となった。

加えて、弱い潮流でも機体が流されて定位置に留まらないため、機体の現在地が分からない状況となった。この辺りが機体を目視操作しやすい空中のドローンと大きく違うことを認識し、水中ドローンの場合は、コントロール画面(=ドローンの視界)のみを頼りに操作するトレーニングが必要であると感じた。

#### 4. 試運転を終えて

海水で使用した水中ドローンは入念な洗浄が必要となる。これが意外に手間のかかる作業であった。手順は、外面の水洗い→水を溜めた容器内でのメンテナンス運転→乾燥→充電となる。

メンテナンス運転は操作用アプリに入っているメンテナンスプログラムメニューをタップすることで自動的に必要な動作を行う。約15分間で6個のスラスターを順番に回転させ、モーター摺動部の塩分除去と機体内部の潮抜きを行うことが目的となっている。機体内部にも水が入っているため気温20°C的环境下で丸2日は乾燥が必要となる。テザーケーブルも海水に接触しているため、接続端子を保護しながら入念に水洗いが必要となる。(写真8)

注意点として、運転にバッテリーを使い果たしてしまうと洗浄時のメンテナンス運転(写真 9)ができなくなるため、20%程度の残量がある時点で撮影を停止し、回収する必要がある。

尚、本体とコントローラーは別々に充電する必要がある、本体のフル充電までには約 4 時間、コントローラーは約 2 時間程度を要した。



写真 8 水洗いの様子



写真 9 メンテナンス運転

### 5. 外板の汚損状況確認にチャレンジ

数回の運転トレーニングを行った後、いよいよ実践として、2022 年 5 月に建造船での外板没水部における汚損状況確認を行った。(写真 10)

水中ドローンの機体が目視できないエリアでの位置把握に関しては、当社でお世話になっているダイバーの方々の話を思い出した。彼らが潜水する際も、船底部に潜ると日光が遮られ周囲は真っ暗になるため、泳いでいる最中は前後左右が分からなくなるとのこと。対処法として「外板シームを目印にし、辿るように泳いでいる」とのこと。この要領と同様に、まずは目視できる位置で目印(外板シーム)にアプローチし(写真 11)、それを頼りに進んでいくことを試みた。



写真 10 操作中



写真 11 外板へのアプローチ

前述の航行要領に加え、操作の練度も向上したことから、無事に船底中央付近に到達し、船底部の状況を撮影することに成功した。また、船尾付近ではシーチェストやドレンホールも見つけることができた。(写真 12, 13, 14)

大きさに聞こえるかもしれないが、一旦位置を見失うと帰還もままならず、テザーケーブルを利用して機体を引き戻すしかないので、作戦通りにスムーズに航行した後、目標物を見つけた瞬間は感激した。

尚、当社では本船の仕様や船主要求でダイバーチェックが謳われていない場合でも試運転前(進水後約 2 ヶ月経過)にダイバー潜水による汚損状況の確認を行っているが、毎回の結果が“本船の航行で剥離するスライムが付着している”という程度であり、フジツボをはじめとする外板粗度を大きく阻害するような固形の海洋生物が付着していることは極めて少ない。



写真12 船底の状態



写真13 シーチェスト



写真14 船尾アノード

## 6. 『FIFISH V6』の利点と欠点

『FIFISH V6』を使用して感じた利点と欠点は以下の通りである。今後も良く理解した上で、外板確認などの作業にうまく活用していきたいと考える。

### 1) 利点

- ・カメラの性能は十分であり、映し出される映像はクリアで問題なし。
- ・有線コード 100m で当社建造船の確認は対応可。(200m あれば更に余裕ができる)

- ・撮影した静止画/動画は iPad などを用いて同時視聴が可能。(本体ハード/Micro SD 保存可)
- ・海中使用にて漏水などの不具合特になし。

### 2) 欠点

- ・撮影のための細かい動作を行うためには、ある程度のトレーニングと感覚が必要。
- ・操作の円滑さが使用時間に影響する。
- ・機体がコンパクトで海象や潮流の影響を受けやすい。そのため、大型の機体は海中での安定性が格段に良い。
- ・使用中のバッテリー交換ができないため、実際の作業時間は1回あたり最大2~3時間が限度。

## 7. 当社機装岸壁の様子

当社岸壁沿いは深い場所で水深10m程度。『FIFISH V6』は100mまでの潜水能力を有しており当社湾内の海底には難なく到達可能な仕様となっている。

操作のトレーニング中に当社の岸壁並びに海底を撮影した映像よりキャプチャーした画像をいくつか紹介する。

どこかで見ると綺麗な景色ではないが、そこはご容赦いただきたい。(写真15, 16, 17, 18)



写真15 潜水状態から水面を撮影



写真16 2号岸壁 水面付近



写真17 2号岸壁 海底



写真18 スズキの群れ

## 8. 結言

本稿執筆時点で実際に当社建造船2隻の外板汚損状況の確認を行ったが、没水部の状況を簡易的に確認する手法として水中ドローンは十分に活用可能であり、自主チェックで異常があればダイバーに依頼し、より詳細な確認や船底クリーニングを実施してよいのではないかと感じている。

ただし、ダイバーの場合はある程度の海象であっても潜水することができるが、小型水中ドローン操作は少しの風や潮流が多分に影響するため、波高が0.5m以上あるような状況では満足な操作を行うことが難しく、実行日当日の気象、海象によっては取りやめる可能性もあることから、外板の状況確認については、状況によってうまく組み合わせることが必要と感じている。