

調査課題名

新たな漁場造成手法に対応した設計積算基準の検討

(ナローマルチビーム音響測深機による魚礁の出来形調査)

① 実施機関及び担当者名

(社)水産土木建設技術センター 菊池 重嘉 前田 英昭

② 調査のねらい

大規模魚礁の造成手法として角型単体魚礁の乱積み工法が平成 12 年度から認められたが、この工法は、深い水深であっても決めた地点に集中沈設しなければならぬため、その出来形が懸念された。そのため今後の魚礁の設計積算基準等の検討に資することを目的として、次の 2 点に狙いを絞って調査を実施した。

- 1 角型単体魚礁の乱積み工法による大規模魚礁造成の適否を判断するため、現在の管理基準での魚礁の出来形の確認。
- 2 魚礁の出来形を確認する手法としてこれまで一般的に用いられていたのは、汎用音響測深機を用いて 8 方位に航走しての測深及び潜水夫や ROV を用いた水中写真であったが、汎用音響測深機は魚礁の存在を確認する程度の信頼性しかなく、水中写真では光の届く範囲が限られているため部分的な情報しか得られず、魚礁の全体像を捉えることができない。そこで全体像を正確に把握できる新しい手法としてナローマルチビーム音響測深機に着目してその有効性を確認することとした。

③ 調査方法

1 調査位置 静岡県御前崎沖魚礁 (図-1、水深 71m、魚礁規模 1,785m³×3ヶ所)

2 調査内容

- (1) 調査対象魚礁の出来形調査及び施工管理の実態調査
- (2) ナローマルチビーム音響測深機と汎用型音響測深機による魚礁の出来形の比較調査 (画像等を含む)
- (3) ナローマルチビーム音響測深機と汎用型音響測深機によるデータの精度と情報量の比較調査

3 調査方法

(1) 既往資料調査

事業主体が実施した魚礁設置計画、沈設管理手法及び出来形確認調査の結果を確認。

(2) 音響測深調査

波高 50cm 以下の条件になるのを 2 日間待った後、魚礁出来形調査の管理基準に沿った測定線に船を航走させながらナローマルチビーム音響測深機と汎用型音響測深機を同時に使用して平成 13 年 11 月 18 日に測深を行った。測深調査の実務は、SEABAT 8125 を所有しているオーシャンエンジニアリング(株)へ委託して実施した。

a ナローマルチビーム音響測深機 (SEABAT 8125) の性能

ア 周波数	455KHz	イ 送信ビーム幅(前後幅)	1.0度
ウ スワッス角(左右幅)	120度	エ スワッスビーム幅	0.5度
オ 有効測深水深	120m	カ 測深精度	0.6cm

測定には、測深機の外に、動揺センサー、方位センサー、水中音速度センサー、DGPS、データ解析装置でもって全体のシステムを構成した。

b 汎用型音響測深機の性能

ア 周波数	200KHz	イ ビーム幅	6度
ウ 有効測深水深	200m	カ 測深精度	約18cm

④ 調査結果

[魚礁の出来形]

- 1 3ヶ所の魚礁とも、直径34mの円内に3.25mの角型魚礁52個がほぼ適正に沈設されており、現在の施工基準で良いと思われた。特にC-7魚礁は4段積みの見事な設置状態であった(図-2、図-3、図-4、図-6)。
- 2 魚礁の計測値は下表のとおりであったが、汎用音響測深機のデータは測深記録に信頼性がないので比較にならないが参考として算出した。魚礁容積の()内の%は、1,785 空m³の設置容積に対する比率である。

マルチビーム測深結果は、高い精度が得られたが、魚礁容積の算定は設置前のマルチビームの地形測深でデータがないので水深71mを基準値としたが、マルチビーム測深機で設置前に調査を行っていただければ正確な造成容積の算出ができるという特長を有している。また、高く積み上げることができた魚礁は空m³が大きかった。

測定項目	測深機区分	C-7魚礁	C-8魚礁	C-9魚礁
魚礁容積	マルチビーム	2,268m ³ (127%)	2,105m ³ (118%)	2,100m ³ (117%)
	汎用音響測深器	算定不可	算定不可	算定不可
4断面の面積	マルチビーム	631 m ² (100)	431 m ² (100)	500 m ² (100)
	汎用音響測深器	996 m ² (158)	794 m ² (184)	849 m ² (170)
平面面積	マルチビーム	461 m ² (100)	566 m ² (100)	567 m ² (100)
	汎用音響測深器	649 m ² (141)	878 m ² (155)	759 m ² (134)

- 3 汎用測深機では、波高50cm以下の穏やかな海況であっても魚礁の存在を確認できる程度の精度しか得られず、出来高調査基準に沿った調査結果は、いずれも実際の出来形よりもかなり過大なものとなり、信頼の薄い結果しか得られなかった。(図-2、図-5、図-6)

その原因は、①音響ビームが6度と広いため、71mの水深では受信情報が直径7.44mの円となり、直下から外れた高い部分も拾うこと、②動揺補正装置がないので波浪によるビームの前後左右の方位ズレや上下ズレを拾っていること、③魚群と魚礁の判別や海底エコーの多重反射エコーと魚礁の判別が困難なためと考察された。水深が深くなるほど精度が劣ると思われる。

[ナローマルチビーム音響測深機による魚礁の出来形調査手法]

- 1 マルチビーム測深機は、水深の約3倍の広範囲を効率良く精密に測深でき、等深線図(図-2、図-3)、全方位を見ることができ3D画像(図-4)が得られ、魚礁の全体像の把握と出来形の正確な把握を行う手法としては極めて優れた方法であることが確認できた。
- 2 御前崎沖魚礁の水深71mでは、0.5°×1°の受信範囲が62cm×124cmとなるため、魚礁単体の形状認識までは出来なかったが、水深が30mだと受信範囲が26cm×52cmとなるため、単体の形状認識も可能と思われる。メーカーはROVに積み込んで目標に接近して測深できるタイプを販売しているが、日本には輸入されていないので、現状では水深の深いところでは、魚礁単体の形状認識までも行おうとするならば、サイドスキャンソナーを併用するのが有効と思われる。
- 3 御前崎沖魚礁の位置は、精度±8cmのRTK-GPSの使用区域外であったため、精度±1mのD-GPSを使わざるを得なかったため位置精度の誤差が、データ処理の際に精度に影響した。それは、3.25mの魚礁であるにもかかわらず、1mごとの等高線を描いているためである。しかしながら、このような事情を考慮してデータを考察すれば、図-3のように魚礁の出来形が推測できるので信頼に足りる十分な精度は得られていると考えている。
- 4 データ処理は多数の数値の平均値を採用するのが通常の方法であるが、最高値と最低値で処理することもできる。今回の処理も最初は平均値を採用したところ、投入された魚礁の空m³数より下回る容積となった。その原因は空間が多い魚礁構造にあり、空間部の低い数値を受信していることが考えられるので、最高値を採用した結果、妥当な数値が得られた。魚礁調査では最高値を採用する必要があることが判明した。

⑤ 今後の課題

- 1 魚礁の出来形確認調査手法として汎用音響測深機の使用限界条件(海況、水深)を明らかにして魚礁の出来形管理の適正化を図る必要がある。

- 2 ナローマルチビーム音響測深機で単体魚礁の形状認識ができる水深を明らかにして、ナローマルチビーム音響測深機だけで全ての出来形情報が得られる範囲を明らかにする必要がある。
- 3 ナローマルチビーム音響測深機の性能別の使用限界水深を明らかにする必要がある。
- 4 水深の深い場所では、ナローマルチビーム音響測深機だけでは単体魚礁の形状認識ができないので、サイドスキャンソナーによる単体魚礁の形状認識を伴った魚礁の全体画像が得られるかどうかの確認調査を行い、正確な魚礁の出来形を画像としても把握できる手法を確立する必要がある。