

尾崎漁港における沖防波堤の整備について

対馬振興局 建設部 河港課 ◎貝田尚哉

○深田 宏

1. はじめに

尾崎漁港は、対馬島中央部に位置する第2種漁港であり、入江に富む浅茅湾に接している。(図-1) 周辺海域には天然の岩礁が点在し、対馬暖流と大陸沿岸水が交錯して好漁場が形成されている。その漁業環境を活かし、イカ釣りを中心に曳縄や延縄、アナゴ類を対象としたかご漁等が行われており、養殖業では、ブリやタイ等の魚類養殖及び真珠養殖が古くから営まれてきたが、近海でマグロの幼魚であるヨコワが多く漁獲できることから、平成11年からは、マグロ養殖が盛んに行われている。平成14年には養殖クロマグロのブランド「トロの華」の愛称で商標登録を行い品質の高い養殖マグロとして各地に流通している。

平成30年の属地陸揚げ量は768t(島内53漁港中第2位)、陸揚金額は14億8千2百万円(島内53漁港中第3位)であり、水産業が活発な漁港である。

本稿では、港内の静穏度確保を図るため尾崎漁港沖合に整備した沖防波堤の施工について紹介するものである。



図-1 位置図

2. クロマグロ養殖について

平成11年から始まった尾崎漁港のクロマグロ養殖は徐々に規模を拡大し、平成20年に策定された「長崎県マグロ養殖振興プラン」による養殖漁場の拡大を図る取り組み等から現在では、10経営対が約120基(直径約20m)の生簀を設置しクロマグロ養殖に取り組んでいる。(写真-1) 生簀一基当たり約300~500匹のクロマグロが養殖されており約3年半かけて約30~40kg程度まで育てて



写真-1 尾崎漁港全景

出荷を行っており、水産会社から定量買付され、規格選別された後に福岡県をはじめとした国内各地へ流通されるほか、中国、アメリカ等へ輸出されている。

3. 尾崎漁港が抱える課題

当漁港は、長崎県内でも他に先駆けてクロマグロ養殖に取り組み始め、現在では県内でも有数のクロマグロ養殖拠点となっているが、港内の静穏度が確保されていないことから、当漁港を拠点港として操業し、クロマグロ稚魚を漁獲する外来漁船を荒天時に避難受入れが出来ない状況である。このため、これらの漁船は地元漁船とともに他港に避難せざるを得ない状況にあり、生産コストの増大が問題となっている。(写真－2)

また、クロマグロ養殖においても、港外水域まで養殖規模が拡大したことに伴い、荒天時には、養殖生簀及び漁船の動揺により、生簀に接近できず給餌ができない日が頻繁に発生するため、クロマグロの成長不良が生じている状況である。(写真－3)

その他にも、当漁港が保冷車での他漁港との積み合わせの集荷出発点であるため、陸揚げが集中し、沖待ちが発生する等非効率な作業が強いられていることや、クロマグロ養殖規模の拡大に伴い漁網や生簀等の補修場所が不足するため、狭小な用地での作業を強いられている状況である。

これらの課題を解消し、安全で効率的な漁港を形成する必要があった。



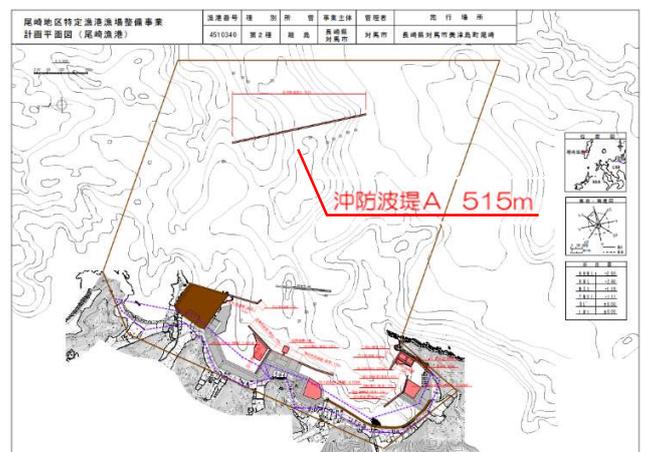
写真－2 他港避難状況



写真－3 養殖生簀荒天時状況

4. 整備方針

港内静穏度確保の確保を図るため、尾崎地区特定水産生産基盤整備計画により、沖防波堤等の外郭施設をはじめ、不足する係留施設の整備（浮棧橋整備）や漁網・生簀補修等の効率化を図るための用地整備を行う。現在、第2種漁港として、漁港指定を受けた尾崎漁港は県が沖防波堤の整備を行い、他施設を市が整備を行うなど県と市が一体となって安全で効率的な漁港を形成し、海象条件に左右されない養殖水産物の安定した生産・出荷体制づくりを行う。



図－2 尾崎漁港整備計画平面図

5. 防波堤形式の選定

港内及び航路の静穏度を確保し、荒天時における漁船の他港避難の解消、また副次的に養殖水域の静穏度も確保されることから、作業の安全性・効率性の向上のため沖防波堤の計画を行った。クロマグロ養殖の規模拡大により養殖生簀が、港外水域まで広範囲に利用していることから港内近くの整備は困難であるため、防波堤を生簀からさらに沖合に配置することが条件であった。また、養殖生簀から沖合の海底は、陸域から延びる大きな谷や尾根が見られ、複雑な海底地形を示しており、水深は谷部で約 50m の大水深であることや沖防波堤背後のクロマグロ養殖に配慮し、床掘、捨石投入などの環境負荷が生じる工法適用を回避すること、沖防波堤施工後の背後との海水交換が可能であること、さらにクロマグロ養殖生簀群に隣接して定置網が行われていることから、防波堤施工後の魚道の遮断による不漁等が危惧される等の様々な条件から重力式での計画は困難であるため、浮体式防波堤を採用した。(図-3)(図-4)

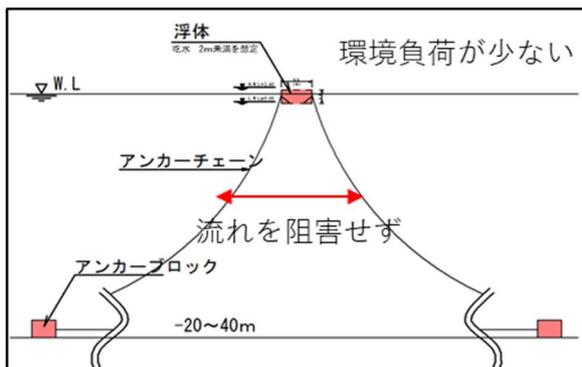


図-3 浮体式防波堤断面図

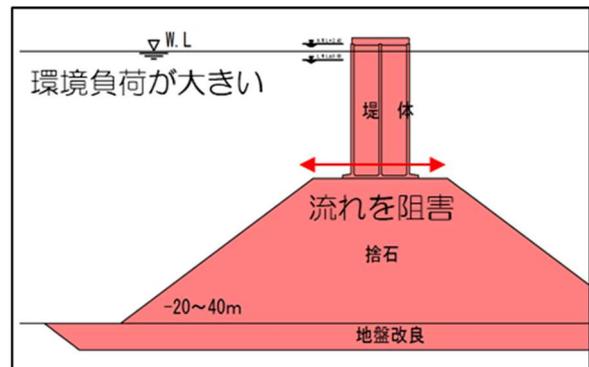


図-4 直立式防波堤断面図

6. 浮体式防波堤の設計

前述のとおり尾崎漁港は、対馬の上島と下島の中の浅茅湾にある。浅茅湾はリアス式海岸であり、尾崎漁港もその一部にある。尾崎漁港では、湾の形状から、外洋で発達した波（外洋波）が直接来襲することはなく、浅茅湾の湾口部から屈折・回折して北方面から入り込む



写真-4 浅茅湾の地形及び設計外力

外洋波と浅茅湾内で発達して北西方面から来襲する湾内波が施設設計上の外力となる。静

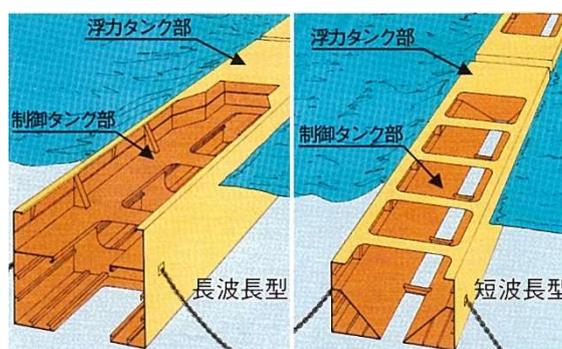
穏度解析の結果、外海波については現況でもおおむね静穏度を満足していることが判明したため、消波対象波については湾内波を対象とする。(写真－4)

本堤の設計条件は以下の通りである。

波浪条件	発達域	主方向	沖波諸元					設計波高 ($H_{1/3}$)	波向
			波高(H_0)	周期(T_0)	波長(L_0)	H_0/L_0	S_{max}		
30年確率波	湾内	ENE	1.4	3.5	19.1	0.073	15	1.4	ENE

湾内波は、沖波の波長が最大 20m 程度である。一方沖から本堤までの海域の水深は最低でも 20m 程度であり、水深・波長比 (h/L_0) は 1.0 以上である。よって浅水係数 $k_s=1.0$ に収束される。また、「漁港・漁場の施設の設計参考図書」より屈折は、波長の 1/2 以下の浅海域に侵入してから影響を受け始めるため、水深 10m 程度までは屈折係数 1.0 である。よって対象施設の設計波は沖波と同値となる。

以上から、消波対象波は $H_{1/3}=1.4m$ $T_0=3.5s$
 $L_0(\lambda)=19m$ と比較的小さいことから浮体の遊水部を利用し、浮体の運動・浮体を作り出す発散波を制御し、入射波と干渉させて消波させる共鳴方式(動揺制御式)を採用した。(図－5)



図－5 共鳴方式(動揺制御方式)

7. 浮体式防波堤の施工

7-1. 施工上の課題

浮体式防波堤の施工にあたり、計画箇所の直近にはクロマグロ養殖生簀が密集しているため施工に伴う養殖生簀の移設・撤去数を最小限に抑えることや、浮体本体を係留させるアンカーブロック設置個所の予定水深は最大で 50m 下であり、潜水土誘導による作業が困難であること、またアンカーブロック据付時の潮流等に起因する据付誤差の発生が考えられた。(写真－5)



写真－5 生簀との位置関係(全景)

7-2. 課題解消に向けた取組と工夫

施工中、養殖生簀へ最も影響があるのは、港内側のアンカーブロック据付時の作業船のアンカーであった。このため、仮設アンカーを設置し、作業船の安全を確保した上でアンカー索の延長を短縮させ、3Dスキャナ搭載ドローンによる空撮を実施し、最新の生簀の位置を正確にプロットした後に移設・撤去が必要な生簀を選定し、工事による影響を最小限に抑えた。(図-6)(写真-6)

【仮設アンカー設置図(イメージ)】

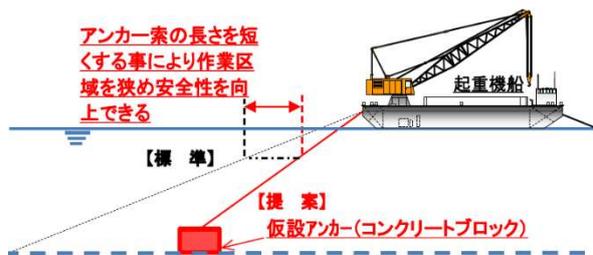


図-6 仮設アンカーイメージ



写真-6 仮設アンカーブロック

また、本工区は最大水深 50m 下での施工となるため、ROV (遠隔操作型無人潜水機) を導入し、据付状況(水中部)の可視化を行うことにより、据付時のアンカーブロックの滑動や玉外しの不備で生じるアンカーブロックの引き込みによる据付位置ズレの防止など大水深におけるリスクの高い潜水士の作業を実施することなく施工を完了することが出来た。(写真-7)

その他、アンカーブロック据付時の潮流等に起因する据付誤差は浮体法線に影響する為、精度の高い施工が求められた。通常は起重機船のブームトップ位置の座標で管理を行うが、使用フックにトランスポンダー(移動局)を設置し、起重機船のトランシーバー(基地局)間の音波情報により位置関係を算出し、起重機船搭載のGNSS及び施工管理システムにより世界測地系に変換し、水中位置をモニターに表示させ、沈設作業を行った。(写真-8) その結果、規格値(図心から半径 2.0m 以内)の 20% 以内の出来形を確保することができ、より高い精度の施工を完了することができた。

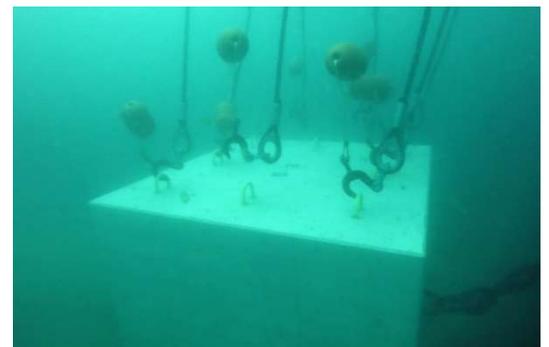


写真-7 ROV観察画面



写真-8 トランスポンダー

8. 現在の整備状況

令和2年度に6函目までの施工が完了し、令和3年10月をもって10函全て(L=515m)の施工が完了した。(写真-9) 荒天時の避難回数の軽減や、マグロの斃死被害が沖防波堤未施工時の令和元年度は約13t確認されたが、令和2年度は、多くの被害をもたらした台風9号及び10号の来襲後もマグロの斃死被害はほとんど確認されず、一定の効果が確認されている。(写真-10)



写真-9 全10函施工状況

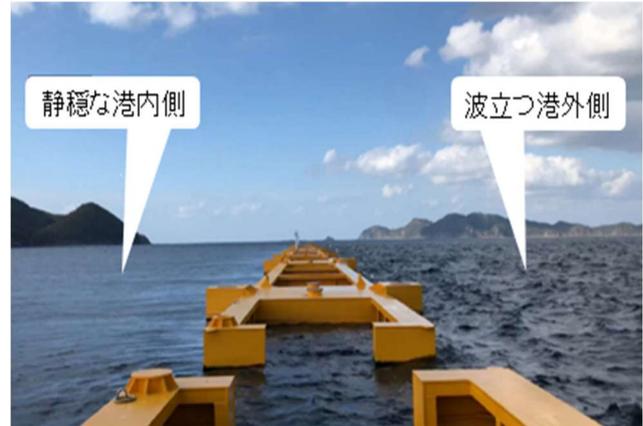


写真-10 静穏な港内側と波立つ港外側

9. 尾崎漁港の将来像

沖防波堤をはじめとした外郭施設の整備により悪天候時の他港避難の解消及び水揚げ作業に要する港内係留時間の減少、安全な作業環境の確保、また副次的に養殖水域の静穏度も確保されることから、給餌作業の安定化、マグロ斃死率の減少が期待される。また、マグロ養殖の免許として養殖尾数が制限されている状況下、所得向上を図るための出荷魚の大型化に取り組んでいるが、生簀内のマグロ密度が高くなるため、網への衝突が発生し魚体に傷がつくこともあり、魚価が思いうように上がっていない状況であったが、沖防波堤の整備により養殖水域の静穏度も得られたことから養殖生簀の大型化(φ20m→25m)を図り、マグロ密度を適正に保ち、より品質の高いマグロの生産が期待できる。

10. おわりに

本現場は、県内でも事例の少ない浮防波堤での施工であったため、施工上の問題に対し地元漁業者の方々や施工業者と何度も協議を重ね、完成に至ることができた。

水産業を取り巻く環境は、高齢化や後継者不足等厳しい状況下ではあるが、行政として当漁港はじめ当県の漁業環境の改善を図り、誰もが利用しやすい安全で安心な漁港整備により一層力をいれてまいりたい。