

尾崎漁港における沖防波堤の整備について

貝田 尚哉¹

¹長崎県 県央振興局 建設部 道路第一課 建設改良班（〒854-0071 長崎県諫早市永昌東町25-8）

尾崎漁港は、対馬島中央部に位置する第2種漁港であり、クロマグロ養殖が盛んに行われている。県内でも有数のマグロ養殖拠点であるが、港内静穏度が確保されていないことから、漁船の他港避難による生産コストの増大や生簀及び漁船の動揺により、生簀に接近できない日が頻繁に発生し、マグロの成長不良が生じている状況であった。これらの課題を解決するため、沖防波堤を計画した。本稿は、沖防波堤（浮体式構造）の採用理由及び沖防波堤施工にあたっての創意工夫について、紹介する。

キーワード 対馬,クロマグロ養殖,沖防波堤,浮体式防波堤

1. はじめに

尾崎漁港は、対馬島中央部に位置し、入江に富む浅茅湾に接している。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、生産量・出荷量共に全国1位を誇る長崎県の養殖クロマグロの重要な生産拠点の一つである。

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。

2. 尾崎漁港が抱える課題

当漁港は、県内でも有数のクロマグロ養殖拠点であるが、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け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。

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ことから、これらの課題を解決し、安全で効率的な漁港を形成する必要があった。



図-1. 尾崎漁港位置図



写真-1. 他港避難状況

3. 整備方針

港内静穏度の確保を図るため、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（浮桟橋整備）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。

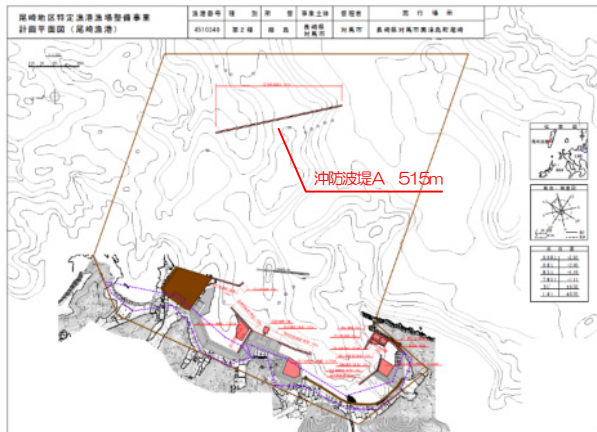


図-2. 尾崎漁港整備計画平面図

4. 防波堤形式の選定

港内及び航路の静穏度確保を確保し、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、陸域から伸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、捨石投入等の環境負荷が生じる工法を回避すること、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。

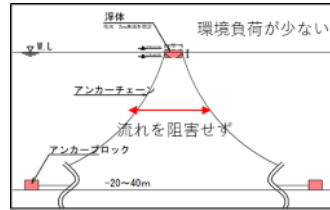


図-3. 浮体式断面図

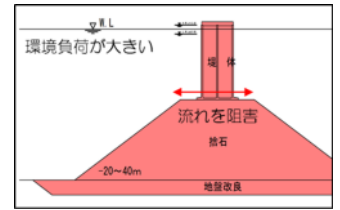


図-4. 重力式断面図

5. 浮体式防波堤の設計

前述の通り尾崎漁港は、対馬の上島と下島間の浅茅湾の中にある。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。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、浅茅湾の開口部から屈折・回折して北方面から入り込む外海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、現況でも概ね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、湾内波を対象とした。

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 _{1/10})	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・波長費 (h/L₀) は、1.0以上である。よって浅水 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。



写真-2. 浅茅湾の地形及び設計外力

以上から、消波対象波は $H_{1/3}=1.4\text{m}$ 、 $T_o=3.5\text{s}$ 、 $L_o(\lambda)=19\text{m}$ と比較的小さいことから、浮体遊水部を利用し、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（動揺制御方式）を採用した。

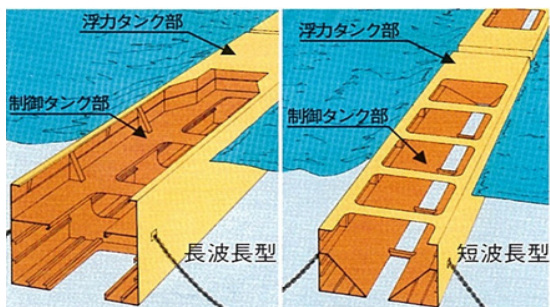


図-5. 共鳴方式（動揺制御方式）

6. 浮体式防波堤の施工

(1) 施工上の課題

浮体式防波堤の施工にあたり、計画箇所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、潜水士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が考えられた。



写真-3. 生簀との位置関係（全景）

(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。

【仮設アンカー設置図（イメージ）】

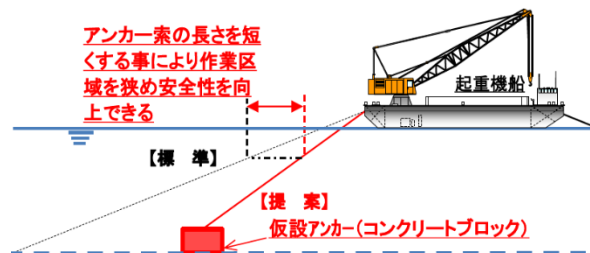


図-6. 仮設アンカーイメージ



写真-4. 仮設アンカブロック

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、据付状況の（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等、大水深におけるリスクの高い潜水士を実施することなく施工を完了することが出来た。

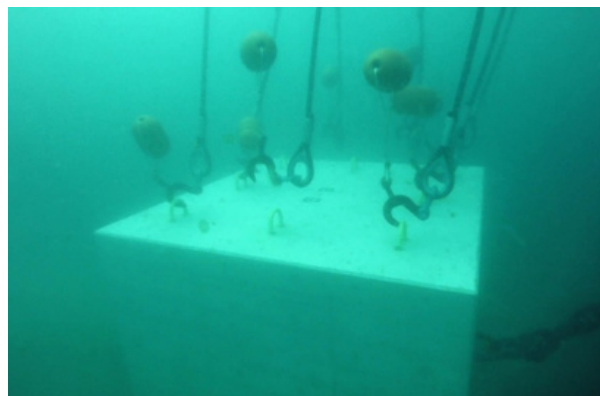


写真-5. ROV 観察画面

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、浮体本体の法線に大きく影響するため、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アンカーブロックの位置管理を行うが、使用フックにトランスポンダ（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。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。

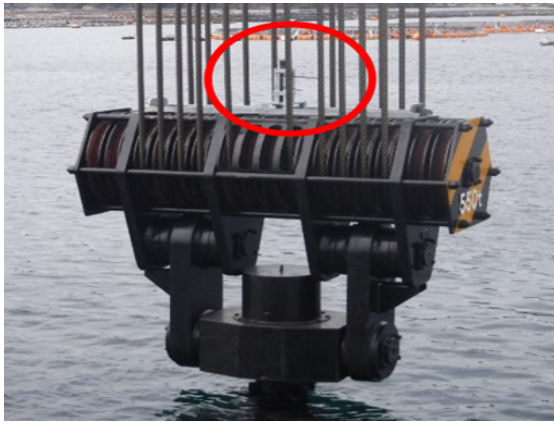


写真-6. トランスポンダ

7. 現在の整備状況

本工区は、令和3年10月をもって10函全て（L=515m）の施工が完了した。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、多くの被害を被害をもたらした台風9号及び10号の襲来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-7. 全10函施工状況

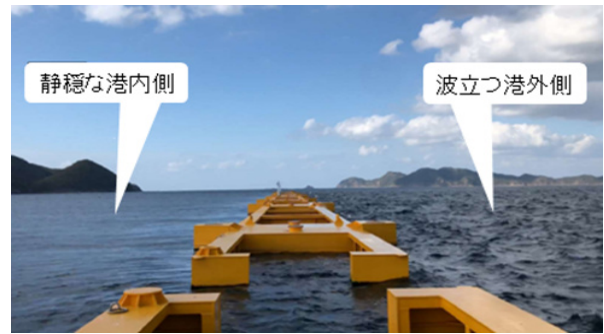


写真-8. 静穏な港内側と波立つ港外側

8. 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、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。

9. 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、完成に至ることが出来た。

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、行政として当漁港を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入れてまいりたい。