

1. はじめに

1-1. 小値賀漁港の概要

小値賀島（北松浦郡小値賀町）は五島列島の最北端に位置する外海離島で、小値賀本島を中心に大小17の島で構成される火山活動によって生じた群島である。島のほとんどが西海国立公園に指定を受け、自然と歴史に満ち溢れた島である。（図1）

小値賀島の南東部に位置する小値賀漁港は、島内の中心地で、小値賀島と佐世保市や福岡市を結ぶ定期航路が就航しており、島内唯一の生活航路として島民の生活に寄与している。また、防災拠点漁港にも位置づけられており、防災上も極めて重要な役割を担っている。さらに、古くから漁船漁業が盛んで、一本釣り、延縄、刺網、採貝等の沿岸漁業が営まれており、魚種については、イサキ、ヒラス、タチウオ等の高級魚が陸揚げされ、全国に出荷されているが、離島のため時間や輸送コストがかかり、不利な出荷となっている。また、近年、藻場の衰退による海藻類・貝類の減少や高齢化等の漁業担い手の減少により、漁業生産量が伸び悩んでいる。そこで、一本釣りにより漁獲された魚は傷が少ないため商品価値が高く、高値で取引されることから、平成12年度からイサキ（値賀咲）、太刀魚（白銀）のブランド化を図り、全国に展開している。



図1 小値賀島位置図

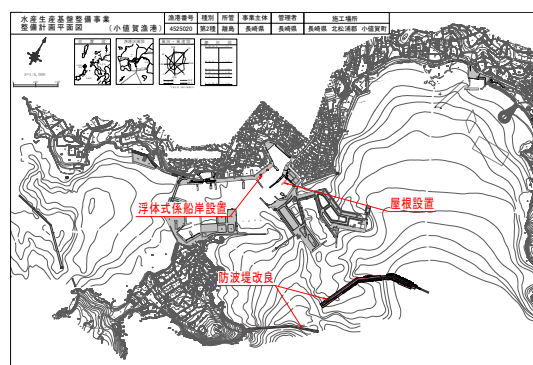


図2 小値賀漁港平面図

1-2. 小値賀地区水産生産基盤整備事業の概要

小値賀漁港は、小値賀島と佐世保市や福岡市を結ぶ定期航路が就航し、人流・物流の拠点である。定期航路の離発着場としての利点を活かして、近隣の斑、前方、柳、浜津、納島、六島、大島漁港の陸揚機能を小値賀漁港に集約し、共同出荷することで水産物の取扱量を増加させ、安定供給や輸送コストの低減に取り組んでいる。

しかし、近年の波高の増大により、平成28年の台風等で沖防波堤が被災（滑動・傾斜）したことから、波浪に対する機能診断を行ったところ、現行の海象条件に対して十分な安全が確保されていない結果となった。（写真1、2）当漁港は、生産



写真1 防波堤傾倒状況

条件に対して十分な安全が確保されていない結果となった。（写真1、2）当漁港は、生産

拠点漁港及び防災拠点漁港となっていることから、外郭施設の機能が失われると、水産物の安定供給、定期船の離発着、緊急物資の運搬が出来なくなる等、地域経済に多大な影響を及ぼすことが懸念されるため、防波堤の改良を行うことで、佐世保市や福岡市への海上輸送の拠点機能を確保し、災害に強い生産拠点港を目指している。

令和2年の設計において、沖波の再現確率を30年から50年確率波に格上げを行い、必要天端高、滑動の安全率により堤体拡幅幅、円形すべりの安全率により被覆工幅、基礎捨石肩幅、隅角部対策として消波工の検討を行った。その中でも堤体拡幅については、水中部の型枠は残置型枠工法と鋼製型枠工法の2種類あり、鋼製型枠工法の場合の最小拡幅幅1.5m、残置型枠工法の場合の最小拡幅幅0.6mと各々で施工できる最小拡幅幅が異なるため、堤体拡幅幅によって型枠の施工方法を分けている。(図3、4)ただし、港外側への拡幅の場合は、波浪の影響を受けるため、施工性を考慮して残置型枠工法を採用している。



写真2 沖防波堤被災状況(2)

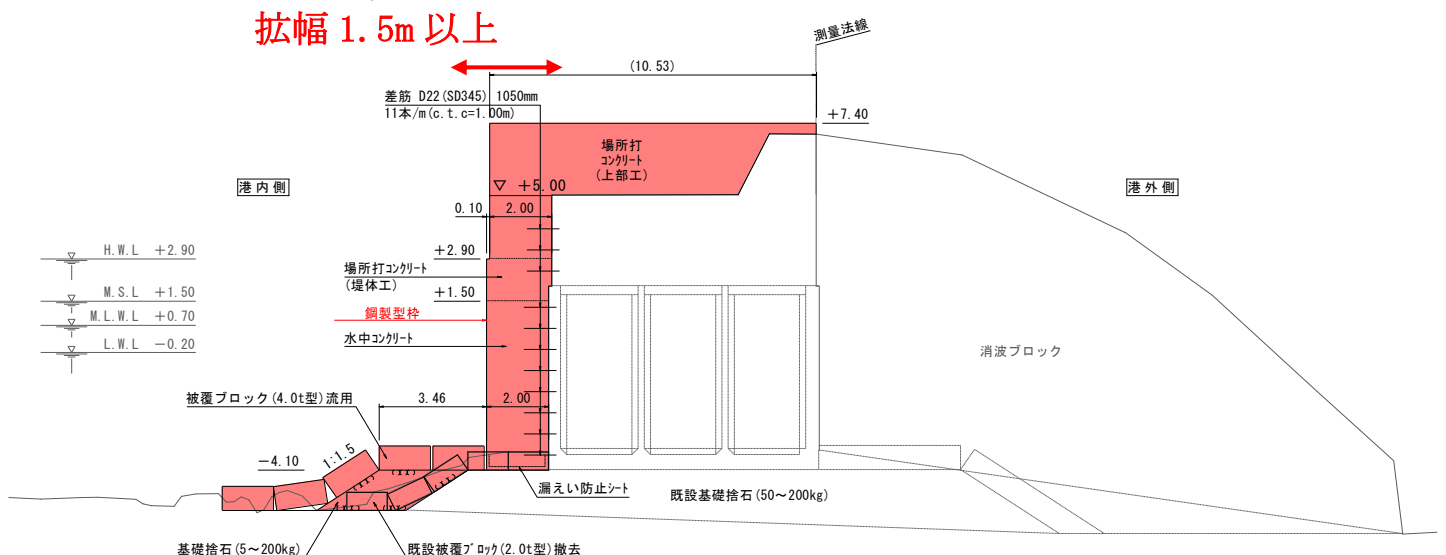


図3 鋼製型枠工法採用断面

拡幅 1.5m 未満（最小 0.6m）

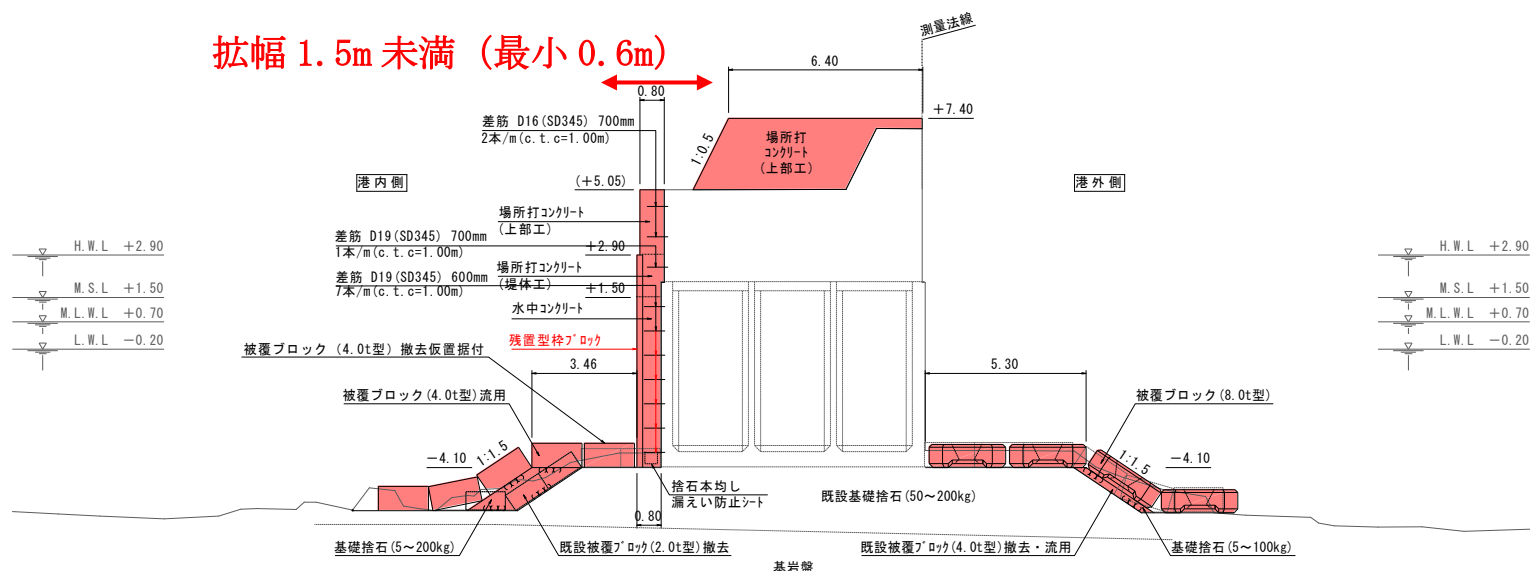


図4 残置型枠工法採用断面

2. 施工上の課題

港外側への拡幅等の波浪の影響を受けるような場合を除いて、最小拡幅幅 1.5m を超える場合は、水中でダイバーが拡幅部内で作業できるため、長崎県の漁港関係事業の設計方針に則り鋼製型枠工法を採用しているが、下記の課題がある。

① 潜水士の不足

長崎県内の建設業就業者数は年々減少しており、鋼製型枠を水中据付するために必要な潜水士についても減少傾向にあり、現在長崎県で潜水士は 30 名程度である。鋼製型枠のセパレーターの溶接や大きい面積の鋼製型枠の据付には経験や技量が必要なため、作業可能な潜水士は限られ、かつ 4 名必要な場合もある。(写真 3、4)



写真 3 鋼製型枠施工状況



写真 4 セパレーター溶接状況

② 近年の異常気象

作業中止基準として、海上工事に大きく影響してくる 10 分間の平均風速が毎秒 10m 以上の風及び波高が 1.0m 以上を定めているが、近年の異常気象に伴い、作業中止になる日数が増加傾向にあり、かつ週休 2 日モデル工事のため、施工スケジュールを組みづらい状況にある。また、長崎県は台風上陸回数が全国 5 位で、台風発生から上陸までに平均で 4～7 日程度であるため、台風が発生すれば、鋼製型枠の設置、コンクリート打設、脱枠、作業船の退避の日数を考えると手戻りになる危険性がある。(写真 5)



写真 5 鋼製型枠被災状況

3. 解決策の検討

3-1. 最小拡幅幅によらない残置型枠工法の採用

3-1-1. 各工法の特徴

小値賀漁港沖防波堤の図 4 の断面（ケーソン 1 函分 15m 幅）において、鋼製型枠工法と残置型枠工法で比較する。各工法の特徴については表—1 のとおりである。

表―1 各工法の特徴

項目	鋼製型枠工法	残置型枠工法
施工方法	別途作業ヤードで 300×1800mm の鋼製型枠を高さ 5.6m、幅 15.0m になるように溶接し、型枠を製作する。その後、クレーン付台船で据付、セパレーターを溶接し、水中コンクリートを 1 回で打設する工法	高さ 1m、幅 5m、重量 2.5t の残置型枠ブロックをラフテレーンクレーンで据付後、セパレーターを溶接し、2 段ずつ水中コンクリートを打設する工法
長所	○型枠が流用可能 ○型枠費が賃料のため、 <u>安価</u>	○ <u>分割施工が可能</u> ○コンクリートの側圧が小さいため、セパレーターは溶接が必要なく（無溶接金具）、潜水士が <u>2 名（1 名も可）</u> で施工可能（写真 6） ○閉鎖環境下での潜水作業がなく、作業安全性が向上する ○ラフテレーンクレーンでの据付作業が可能であるため、作業船が必要ない（写真 7）
短所	○ <u>分割施工ができない</u> ため、近年の異常気象への対応が難しい ○水中での据付が難しく、経験や技量を持った潜水士が潜水士 <u>4 名</u> 必要 ○閉塞環境下での潜水作業となり、緊急時に退避しづらい ○型枠を別途作業ヤードで製作し、作業船で設置する必要がある	○材料費が高価
直接工事費	鋼製型枠組立組外：2,400 千円 水中コンクリート打設：9,100 千円 コンクリートミキサー船拘束費：2,000 千円 クレーン付台船回航費：1,000 千円 合計：14,500 千円	残置型枠据付（材料費込）：5,700 千円 水中コンクリート打設：13,200 千円 コンクリートミキサー船拘束費：2,600 千円 合計：21,500 千円

※工事費については、金額差があるところのみ比較

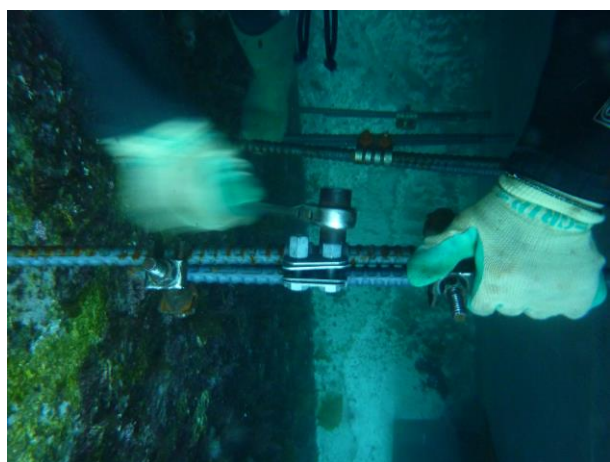


写真 6 無溶接金具設置状況



写真 7 陸上機械による残置型枠施工状況

3-1-2. 比較結果

残置型枠工法は鋼製型枠工法と比較して、クレーン付き台船の回航費が必要ないこと以外では、型枠費用が高価かつ、分割施工のため、水中コンクリート打設費用、コンクリートミキサー船拘束費が高価となり、工事費については、約 7,000 千円高くなる結果となった。しかし、標準歩掛の鋼製型枠費用は、既設構造物への腹付の場合、現場と乖離していると施工業者から多く話があり、実情の鋼製型枠の施工費用は約 3 倍の 6,700 千円かかるとのことだった。その結果、合計の工事費は約 2,500 千円の差に縮まる。しかし、現状残置型枠工法は施工性の長所が多くあるものの、経済性に劣るため、次の解決策を検討する。

3-2. オール残置型枠化

3-2-1. 妻型枠の残置型枠検討

現在、妻型枠は残置型枠化が進んでいないため、積算上は鋼製型枠で計上している。妻型枠を鋼製型枠で施工した場合、ケーソンごとで施工目地を入れる必要があることを考えると、15m ずつの施工となり、水中コンクリート打設費用やコンクリートミキサー船の拘束費が割高になってしまう。そこで、写真 8 のような妻型枠の残置型枠化を採用することで、残置型枠工法については、連続して水中コンクリート打設が可能になることから、ケーソン 3 函分の 45m の施工費用で経済比較する。



写真 8 妻型枠の残置型枠化

表一 2 各工法の経済比較（オール残置型枠化検討）

項目	鋼製型枠工法	残置型枠工法
直接 工事 費	鋼製型枠組立組外：20,100 千円 水中コンクリート打設：27,300 千円 コンクリートミキサー船拘束費：2,600 千円 クレーン付台船回航費：1,000 千円 合計：51,000 千円	残置型枠据付（材料費込）：20,800 千円 水中コンクリート打設：25,100 千円 コンクリートミキサー船拘束費：2,600 千円 合計：48,500 千円

3-2-2. 比較結果

オール残置型枠化することで、型枠材料費は高価になるが、連続して水中コンクリート打設が可能であるため、水中コンクリート打設費用やコンクリートミキサー船の拘束費が安価となる。その結果、残置型枠工法は鋼製型枠工法と比較して、約 2,500 千円安価となる結果となった。

また、最小拡幅幅 1.5m 未満の現状残置型枠工法を採用する場合においても、オール残置型枠化について検討してみました。

表―3 各工法の経済比較（オール残置型枠化検討）

項目	残置型枠工法（従来）	オール残置型枠化
直接 工事 費	残置型枠据付（材料費込）：17,300 千円 鋼製型枠組立組外：2,400 千円 水中コンクリート打設：54,000 千円 コンクリートミキサー船拘束費：5,800 千円 合計：79,500 千円	残置型枠据付（材料費込）：20,800 千円 水中コンクリート打設：25,100 千円 コンクリートミキサー船拘束費：2,600 千円 合計：48,500 千円

この場合、型枠材料費に大きな差が生まれないため、短区間施工となってしまう従来の残置型枠工法は、水中コンクリート打設費用やコンクリートミキサー船の拘束費が高価となり、オール残置型枠化が約 30,000 千円安価となる結果となった。

4. 今後の展望

今回検討した小値賀漁港の沖防波堤は、比較の結果、どのような条件下でも鋼製型枠工法よりもオール残置型枠化が安価となったため、オール残置型枠化を採用していきたいと考える。また、他現場について、業者聞き取りをしたところ、残置型枠工法は鋼製型枠工法に比べて、工程は 51%、全人工数は 56%、そのうち潜土工人工数は 62%に縮減できるとのことだった。さらに、大型のブロック積擁壁と練積ブロック擁壁の事例を例にとると、石工の（熟練工）の減少に伴い、施工性や人手不足への対応の観点から、経済性で劣る大型のブロック積擁壁を標準として使用している。



写真 9 オール残置型枠化施工状況

以上より、潜土工の人手不足への対応や生産性向上を図るため、全ての工事でオール残置型枠化を進めていきたい。

5. おわり

今回は、小値賀漁港の沖防波堤に着目して残置型枠工法の必要性を検討した。各現場で条件が異なり、他現場が小値賀と同じ解決策となるとは限りませんが、建設業界における人手不足への対応や生産性向上を図り、将来的に限られた労働力で、インフラの整備を円滑に進める必要があるため、オール残置型枠化だけでなく、その他新技術を積極的に採用していくべきだと考えます。