

# 宮崎港（東地区）防波堤における ICT施工及び遠隔臨場の取り組みについて

床次 柊馬<sup>1</sup>・日恵井 京子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 宮崎港湾・空港整備事務所 沿岸防災対策室  
(〒880-0858 宮崎県宮崎市港1丁目16番地)

近年、建設業においても少子高齢化等による人手不足が課題となっており、生産性の向上が求められている。このため国土交通省では、課題解決に向け2016年よりICT(情報通信技術)の全面的活用等の施策を建設現場に導入することで、建設生産システム全体の生産性向上を図るI-Constructionを推進している。

本論文では、宮崎港の防波堤築造工事で行ったICT施工や遠隔臨場の先進技術の試行事例について述べる。

キーワード 防波堤, 粘り強い化, 遠隔臨場, ICTブロック据付工, 4Dソナー

## 1. はじめに

宮崎県の県央に位置する宮崎港は、内貿貨物を中心に取扱貨物量が県内一を誇る港である。宮崎港は太平洋に面しており、外洋からの波浪を直接受けることから、波浪等に対する港内静穏度確保に加えて、船舶の航行安全性向上に寄与する(東地区)南防波堤(以下南防波堤)が整備中である。



写真-1 宮崎港全景

mが完成しており、現在はこの完成部分に対して、発生  
の切迫性が高くなっている「南海トラフ地震」によって  
発生が想定される津波対策として「防波堤の粘り強い  
化」を進めている。この粘り強い化は、2011年3月に東  
北地方太平洋沖地震によって引き起こされた巨大津波に  
より防波堤が倒壊するなどの甚大な被害を受けたこと  
に端を発している。原因は、津波による巨大な水平力に  
加え、防波堤の天端を越流した津波が防波堤背後で強い  
流れとなり基礎マウンドや海底地盤を洗掘して防波堤の  
安定性を低下させたためと検証された。

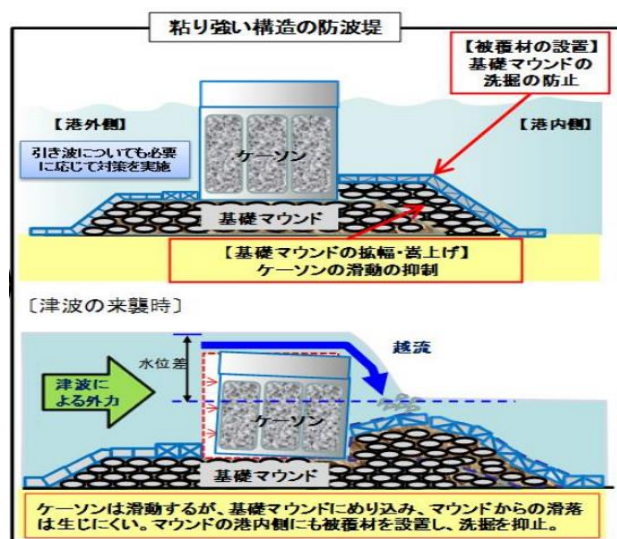


図-1 防波堤改良(粘り強い化)イメージ

## 2. 宮崎港南防波堤の整備目的と内容

南防波堤は1982年度から整備が進められ、延長2,150

これを受け防波堤の耐津波設計の検討では、当初の設計で対象とする津波レベルを超える規模の津波が来襲した場合でも、倒壊しにくい「粘り強い」構造を目指す事（粘り強い化）とされ、宮崎港でも鋭意、工事進捗をはかっている。南防波堤では、**図-1**に示すように港内側基礎マウンド上に新たに被覆ブロックを追加し、津波来襲時に越流した波が基礎マウンドを洗掘するのを防止する様改良している。

### 3. 被覆ブロック据付工における ICT 活用施工

南防波堤改良（粘り強い化）で行う工事内容は、前述した港内側基礎マウンド上に据え付ける被覆ブロックの製作及びその据付等である。ブロック据付では**写真-2,3**で示すように、陸上で製作したブロックを起重機船に積み込み、据付場所にて自船のクレーンで据付けるものである。通常クレーンオペレータは据付時にブロックは見えないため潜水士の誘導のみで据付を行うが、ICT施工は潜水士の誘導に加え水中でのブロックの状況をリアルタイムで可視化し、効率や安全性を向上させるために使用した。

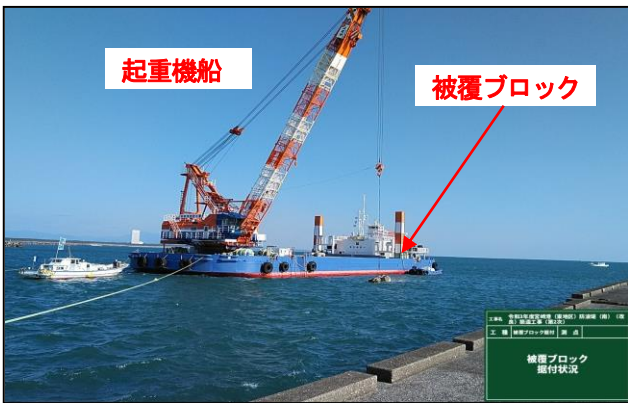


写真-2 被覆ブロック据付状況①



写真-3 被覆ブロック据付状況②

ここからは、従前のブロック据付の課題、ICTを取り入れた事での効果や結果に対する課題を報告する。

#### (1) 適用種別

被覆ブロック据付は陸上施工と比較し水中施工での作業状況の直接視認が困難な事による作業効率の低下や、クレーンオペレータが潜水士の誘導により作業する際の吊り荷や吊りフックと潜水士が接触するなどの危険性を伴う。このためICTを取り入れ、ブロック据付の可視化を行った。

#### (2) 機器構成と仕様

ICT施工を行うための準備として、被覆ブロック据付を行う起重機船に、①『4Dソナー』、②『GNSS』、③『慣性航法装置』、④『水中音速度計』を取り付けた。

4Dソナーとは、水中施工における作業効率・安全性を向上させるため、海底や水中構造物等の形状を4次元で計測・計算し、**写真-4**で示すようにブロックの目標据付位置等をリアルタイムに可視化するものである。



写真-4 4Dソナーモニター画像

クレーンオペレータは操縦室内からタブレット端末を介し、この画面にて水中の状況が確認出来るようになった。

なお、4次元データの正確なデータ取得のために、写真-6のGNSSを**図-2**の②の位置に、方位・船体動揺の計測、補正や水中音速度による距離補正を行うため、慣性航法装置、水中音速度計を**図-2**の③④に示す箇所に取り付けている。

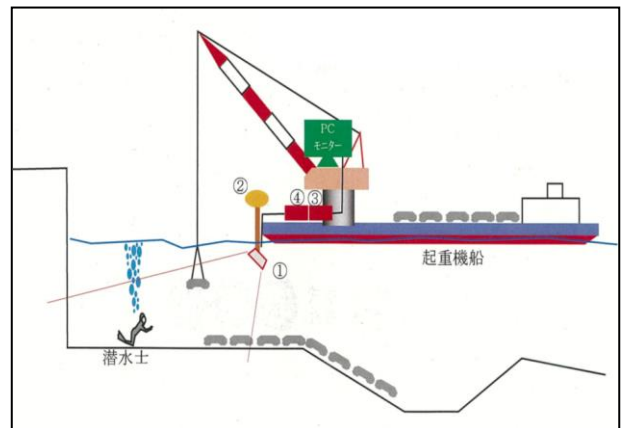


図-2 機器の設置概要

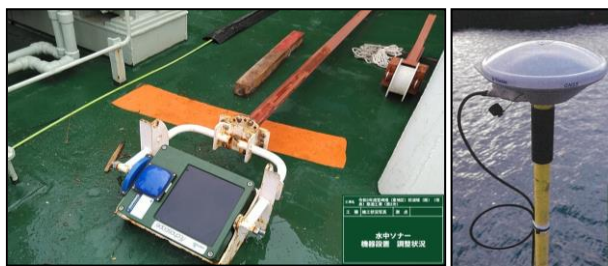


写真-5 4Dソナー

写真-6 GNSS

### (3) ICT施工を実施して

4Dソナーを取り入れた効果としては、ブロック据付予定位置と周辺で作業にあたる潜水士の位置関係がモニター画像で確認可能となり、ブロックと潜水士が接触する危険を防止し、安全性を向上させることができた。

なお、効率の点においては起重機船のオペレータが熟練者だったこともあり、施工能力が高くなったという事はなかった。

今回見つかった課題としては、4Dソナーのモニター映像では潜水士やブロック据付の位置を可視化することはできたが、ブロック形状等が明確には確認できなかった。写真-7は実施時の画面であるが形状から被覆ブロックとは分かるものの、据付地盤とほぼ同様の色となっており判別がしにくい。機器による調整等は行ったが限界があり、技術的な面を向上させることができれば、施工性・安全性ともに更に充実した施工体制を築いていくことができると感じた。

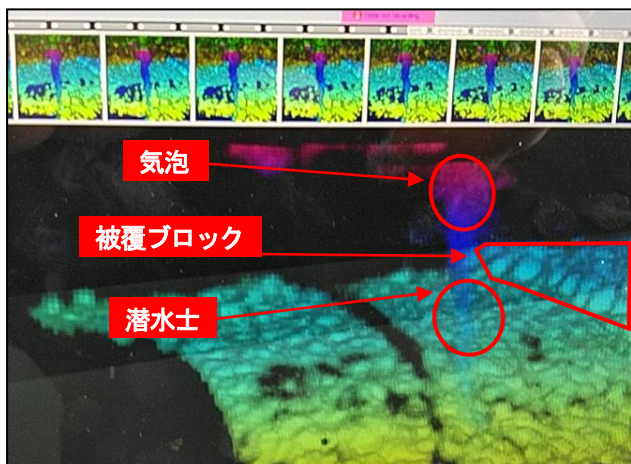


写真-7 施工管理状況

## 4. 遠隔臨場の取り組み

防波堤築造工事においては効率的な時間の活用を目的に遠隔臨場の取り組みについても試行を行った。今回は試行ということもあり遠隔臨場の利便性の確認のためほぼ全てに適用させた。ここからは遠隔臨場をどのように行い、どういった結果や課題が見つかったかを述べる。

### (1) 適用種別

まず、今回の遠隔臨場の適用種別としては「立会」、「施工状況検査」、「材料確認検査」、また当工事独自の取り組みとして安全パトロールでも適用を行った。

遠隔臨場は工期5ヶ月の間に計37回実施し、工種として被覆ブロック製作が24回、路盤工が3回、被覆ブロック据付が7回、現場環境改善が1回、安全パトロールが2回という内訳となった。なお、写真-8,9は被覆ブロック製作工事の事例であり、生コン現場試験の状況である。



写真-8 遠隔臨場画面 スランプ試験状況



写真-9 遠隔臨場画面 スランプ試験数値確認状況

### (2) 機器構成と仕様

現場側で使用する撮影用のカメラ(ウェアラブルカメラ)はスマートフォンを使用した。スマートフォン内蔵のカメラを使用することで特別な操作をなくし効率よく映像を送信することができた。

また、工事監督職員が映像を受信するWeb会議システムとしては、「遠隔臨場 SiteLive」を使用した。このシステムは遠隔臨場に特化したシステムであり、多くの機能が備わっている。利用した機能としては遠隔臨場の様子を録画する機能や電子小黒板を配信画面に表示し、チョークでの書き消しを省略する機能等を利用した。

今回、監督職員が映像を撮影する際に発生する手振れや振動を補正するためにジンバル制御機能付自撮り棒を使用した。(写真-10)



写真-10 遠隔臨場の現場側の状況

### (3) 留意事項

遠隔臨場を実施するにあたり以下に留意した。

- ① 撮影にあたっては、作業員に対して、撮影の目的、用途等を説明し、あらかじめ承諾を得た。
- ② 撮影しながらの移動は足元や周囲への注意や警戒が薄れて事故に繋がるため、画面を見ながらの移動は行わないよう厳守した。
- ③ できるだけ施工現場外が写らないよう留意し、工事関係者以外の人物が写る場合は、撮影角度距離等を配慮し、人物の特定ができないようにした。

### (4) 遠隔臨場を実施して

今回、遠隔臨場を実施し、業務の効率化に繋がった点や今後考慮しなければならない課題が多く見つかった。

良かった点として現場までの移動時間を短縮することができた点だ。この移動時間の短縮については現場までの距離が遠い程、高い効果が見込めるため、従来、移動時間の問題で行うことができなかった複数の工事の段階確認を同日に行うことも期待できる。また、新型コロナウイルス感染防止の観点でも対面の機会を減らしながらも材料確認や立会を行えるため、今後も遠隔臨場の需要は高まっていくものと感じた。

一方で、課題としては通信環境によっては不安定となる場合もあり、十分な立会ができず従来の立会に切り替える必要があったことだ。どちらかの画面が止まったり時間差等が生まれたりすることで対面で行う立会よりもコミュニケーションを取りづらく感じる場面もあった。

また、今回試行として2回の安全パトロールを行った。結果として安全パトロールを遠隔臨場で取り組むことは可能であり、移動時間の削減等の効果は見込めるが、従来の安全パトロールに比べると画面から現場の細かな変化を見極めることが難しく、監督職員が自ら視点を変えられず、細かな指示も必要になるため効率が落ちてしまう場面もあった。

これらのことから遠隔臨場は、通信環境が良好な場所での材料検査や施工状況検査では人員の削減や移動時間の短縮等の効果を見込めるが、通信環境の不具合が起

った際や、写真-11のように安全パトロールなど細かい部分を確認する作業や、アングル変更を要する確認作業などでは効率が悪くなってしまふ場合があることが分かった。受注者からは立会の内容によっては遠隔臨場にこだわらずに従来の現場立会を織り交ぜ、臨機応変に対応すべきという意見も出た。



写真-11 遠隔臨場画面 安全パトロール揭示物確認

また、現場によっては IT 機器に不慣れな作業員もいるだろう。これらの課題を踏まえて、より遠隔臨場を普及させていくためにはマニュアルやサポート体制を充実させたり、受注者にとって導入しやすい仕組みや効果を感じやすくする工夫をしたりすることが必要になってくる。

## 5. まとめ

本稿では、宮崎港(東地区)防波堤における ICT 施工及び遠隔臨場の取り組みについての報告を行った。

ICT 技術をブロック据付工に取り入れたことにより、水中の可視化が可能となり、課題となっていた安全性の面を向上させることができた。なお、4D ソナーのソフトの機能を向上させることができれば更に施工性や安全性を向上させることが期待できる。

遠隔臨場においては、大幅な移動時間の短縮や人員の削減、新型コロナウイルス感染防止対策など多くの効果を確認することができた。しかし、同時に通信回線の確保や機器の導入コストなどを考慮し、向き不向きを適宜判断する必要があることも今後の課題としてあげられる。

また、受注者から出た意見を柔軟に取り入れ、新技術と従来の取り組みの良い部分を引き出していくことで、安全性の面でも効率の面でもより質の高い施工体制を生み出していくことができると確信している。今回、新技術を取り入れた施工を行ったことでパンフレットで目にするような技術の紹介とは違い、現場でのリアルな実情を知ることができた。このような課題を積極的に発信し、技術の発展を促していくことが必要だと感じる。

これからは現場からの意見や要望等を率直に採り入れた上で、適切な実施対象工事の選定と機器の改良や高質化が進むことで、更なる普及や対象工種の広がりが期待されるだろう。