

水中部施工における安全管理について

(一社) 静岡県土木施工管理技士会

株式会社 橋本組

工務部 伊東真実

技術者証登録番号 00131957

1. はじめに

本工事は、現在の防波堤の基礎を粘り強くする為、新たに異形ブロックを製作し設置することで、津波・高潮等による防波堤基礎部分の崩壊を抑制し、防波堤自体の崩壊を遅らせることで、背後地の人命の避難する時間を稼ぐための工事です。

2. 工事概要

工事名称	平成 30 年度[第 30-V1410-01 号]焼津漁港水産流通基盤整備(特 3 種外郭)焼津南防波堤(改良)工事(異形ブロック製作設置工)	
工事箇所	焼津市 鰯ヶ島 地先	
工 期	着手 2018 年 9 月 13 日	竣工 2019 年 3 月 15 日
発 注 者	静岡県焼津漁港管理事務所	
請負金額	¥ 104,286,121 (税込)	
工事内容	防波堤補強工(粘り強い対策化)	93m
	異形ブロック(製作)	126 個
	異形ブロック(設置)	93 個
	被覆ブロック(製作・設置)	146 個
	根固めブロック(再設置)	31 個

位置図



3. 施工に関する問題点

本工事は、ブロック製作以外は全て水中での作業になります。その為施工中の潜水士の安全管理や施工手順通り行われているか等の確認が容易にはできず、すべて潜水士任せになってしまうことが課題です。

また、施工箇所は河口に近い為、降雨後は泥水等により濁りが発生してしまいます。さらに海水と淡水の水温差により、上層では濁っていても下層では透明度が高いことも多々あります。この場合潜水士が潜って初めてその状況を確認することができるため、コスト面及び安全面において無理・無駄が生じてしまいます。

本工事では作業中止基準は水中視界約 1.0m 以下としています。

検討内容

- ① 海象状況の事前把握により作業の可否を判断
- ② 安全管理（潜水計画）の徹底により従来通り施工確認を行う
- ③ CCDカメラを潜水士に取り付けて確認する
- ④ 新しい機器の導入

検討結果

① 海象状況の事前把握について

当社では海象状況予報システム『羅針盤』を導入して海象状況を事前に把握しています、しかし、波浪や風の予測はできるものの、水中の透明度については別の確認方法がひつようとなります。

② 安全管理（潜水計画）の事前提出及び確認

本工事では作業前日までに潜水作業計画を作成し、作業内容・作業時間・使用機材等の確認を行っていますが、やはり濁り等が発生してしまうと朝一番に潜水を行い確認したうえで作業を中止にするかの判断をします。そのため調査の為のコストが発生します。通常潜水士船 1 隻・潜水士 1 名・送気員 1 名・連絡員 1 名の時間コストを要します。

③ CCDカメラを潜水士に取り付けて作業状況を確認する

常に作業状況を確認できることがメリットですが、必ず潜水士のヘルメットに取り付ける必要があります作業効率も落ちます。また、作業中止かどうかの判断は潜水してからの為コストが発生します。

CCD カメラを使用するには、船上にパソコン等の機器類が必要なため準備等にも時間が掛かり手間も増えます。※カメラ使用代 1 日約 15 万程度（見積もり単価）

④ 新機器の導入

本工事では既に主流になりつつある空撮用ドローンは導入していますが、今回の場合水中の為、水中ドローンの導入について検討しました。水中ドローンを導入することで安全面、コスト面及び作業中止か否かの判断を容易に行えることができると判断して導入を決定しました。

水中ドローンの導入について

- ・コストが掛かりすぎないこと
- ・手間がかからないこと
- ・施工箇所に於いて使用可能なこと（水深等）
- ・安全に作業を行えること

《コスト面》

潜水土により確認を行った場合

潜水土船	1 隻	
潜水土	1 名	
送気員	1 名	
連絡員	1 名	10 万弱/1 回（当社積算価格）

水中ドローンを使用した場合

PowerRey 本体	20 万弱
モニター	5 万

時間で換算しても保障費は必要になります。

工事期間中に何度確認しなければいけないかは状況によりますが、今回の工事では 10 回程度の調査が必要でした。

しかしながら現場状況や海象状況によって回数は変動します。上記金額より 2 回～3 回程度使用すると、潜水調査と同等のコストになります。

現場での実施内容

今回選定した水中ドローンは Power Vision 社製の Power Ray を使用しました。

選定理由

- ・価格が安い
- ・操作性が良い（空撮用ドローンと類似）
- ・手間が掛からない
- ・画像がきれい
- ・最大水深 30m（本現場最大水深 12m）
- ・ケーブル 70m（施工延長 93m）

等により決定



結果

メリット

- 作業開始前に 10 分程度あれば現場状況の把握が可能でした
- 今まで潜水中の作業状況や作業手順を船上から確認するのは困難でしたが、水中ドローンを使用することで作業進捗状況等も確認することができました。
- 現場の出来形や検査監の要求事項も不可視部分としてではなく、目視により確認することができました。中詰石均しの出来形や基礎捨石の幅及び延長等。
- 大きなメリットは今潜水土がどの部分で何をやっているか確認できること。

(水中ドローンによる出来形確認画像) 測定機器は潜水土による移動が必要です。



デメリット

- 操作に慣れるまで時間が掛かる
- 電池が約 2 時間程度で切れてしまうので充電設備が必要
- 使用前で整備が必要のため多少の知識が必要
- 有線機器の為船舶のペラ等に絡んでしまうことがある
- 静止画がぶれやすい (動画からキャプチャーの方がきれい)
- 濁っているときは見えない、どこを潜っているのかわからなくなってしまう。

終わりに

本工事では、水中ドローンを導入することで安全に無理・無駄をなくせました。

また、今まで見たことが無かった潜水土の水中での作業状況や問題点について、その場で確認することができました。

段階確認や各種検査でどこを測定しているのか、出来形はいくつかをリアルタイムで確認することができました。コスト面でも大幅にコスト削減を行うことができました。

しかしながら流れの有る施工箇所ではピンポイントで行きたい場所へ行くことが難しく、潜水の作業状況等の大きな被写体をとらえるのはそう難しくありませんが、細かな作業は訓練が必要です。

今後空撮用ドローンの様に自動操縦やジャイロシステムが進化し、現場での使用頻度が多くなることに期待します。