

水中バックホウ施工時の安全対策について

地区名：清水地区 会社名：鈴木建設株式会社
現場代理人 榎山隆信（技術者番号：00184729）

1. はじめに

現在、清水港においては、2017年 7月の「国際旅客船拠点形成港湾」指定を機に更なる大型客船対応の充実が求められている。その一方で、同港における客船の受入れ拠点である日の出地区は、岸壁の供用から30年余りが経過しており、老朽化の進行や大型客船の更なる寄港増への対応が課題となっている。以上のことから日の出地区岸壁において

- (1) 老朽化した施設の更なる長期的利用
 - (2) 大型客船の2隻同時受入れ等、客船の受入れ拠点としての対応能力向上
- の2点を目的とした改良工事を行っている。

本工事は上記事業の一環として、清水港日の出地区岸壁新1号岸壁において現在の-10mから-12mまで増深する工事を行ったものである。

・工事概要

1. 工事名	平成30年度清水港日の出岸壁(-12m)被覆工事	
2. 工事場所	静岡市清水区日の出地区岸壁(-12m)新1号岸壁	
3. 工期	平成30年 6月13日から平成31年 3月27日まで	
4. 発注者	国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所	
5. 工事内容	床堀工	グラブ床堀 534m ³
	浚渫工	グラブ浚渫 3790m ³
	土捨工	土運船運搬・揚土土捨 3790m ³
	土工	土砂等積込・運搬 4324m ³
	構造物撤去工	土砂撤去 1196m ³
	被覆工	被覆石投入 1131m ³
	被覆工	被覆石均し 1178m ²
	雑工	大型土嚢製作・設置 168m

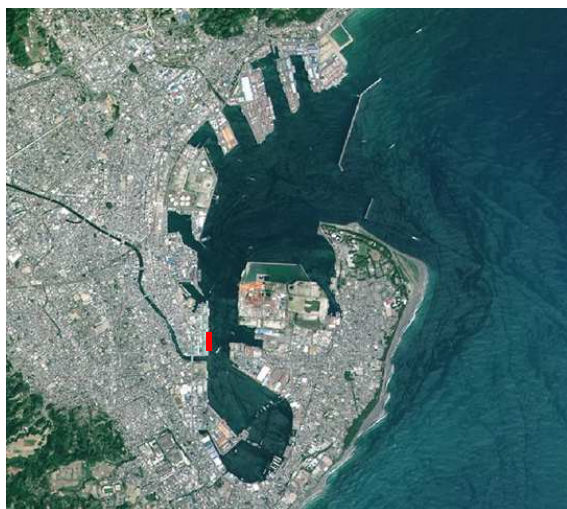


図1-1. 施工箇所（広域）

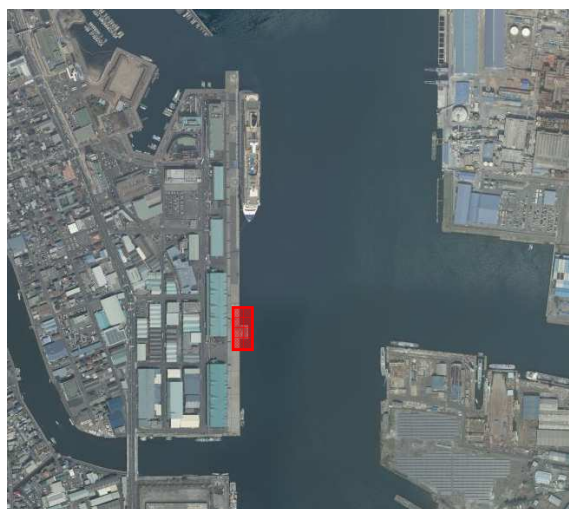


図1-2. 施工箇所（詳細）

本稿では、上記工事の水中バックホウ施工時において実施した安全対策のうち、打合せ等による作業の周知方法について記載する。

2. 本工事における施工方法について

本工事の施工方法は、大きく2つに分けることができる。

一つは工事の前半に岸壁（栈橋方式）の前面を施工するものであり、グラブ浚渫船による浚渫・床堀り、潜水土船による底面の被覆石均し（後半で使用する水中バックホウの重機足場としても使用）と通常よく行われている工法である。

もう一つは工事の後半に岸壁下（栈橋下）を施工するものであり、栈橋下の土砂の撤去、被覆石の投入・均しを新技術である水中バックホウを使用して施工するものである。以下に平面図及び各段階ごとの断面図、施工状況写真、施工イメージ図、マルチビーム深淺測量による着手前及び完成データを添付する。

※水中バックホウとは

通常のバックホウをベースマシンとして、水中環境で稼働できるように改造した機械であり、ディーゼルエンジンの代わりに水中モーターで動力源となる油圧ポンプを動かす。水中バックホウの操縦はダイバーが直接水中で行い、電源の「入・切」やケーブルの繰り出し巻取りなどは船上（陸上）に配置した支援員が行う。

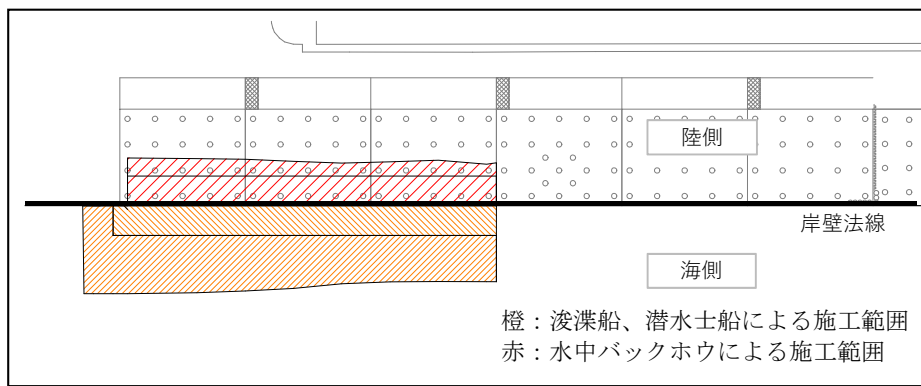


図2-1. 施工範囲図

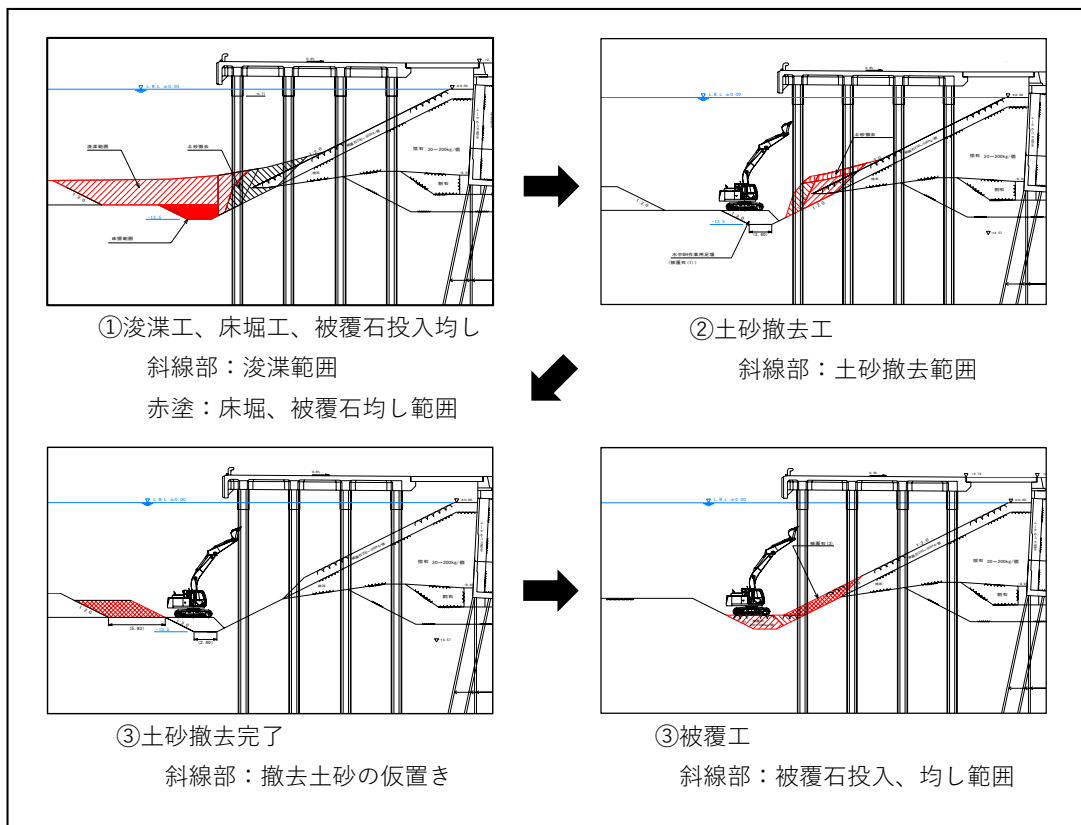


図2-2. 施工段階ごとの断面図



図2-3. 被覆工 施工状況写真

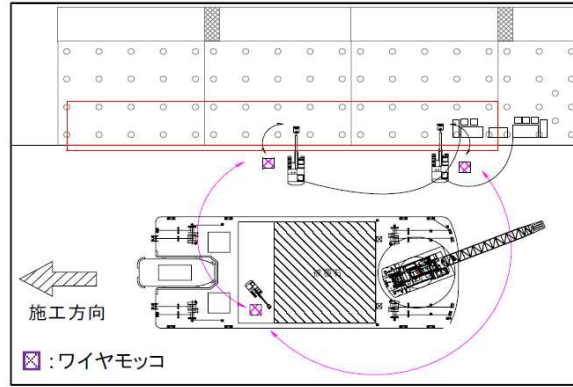


図2-4. 被覆工 施工方法イメージ図

※水中バックホウのユニットは岸壁に艀装し、起重機船からワイヤモッコにて被覆石を供給し、水中バックホウで栈橋下への投入および均し作業を行った。

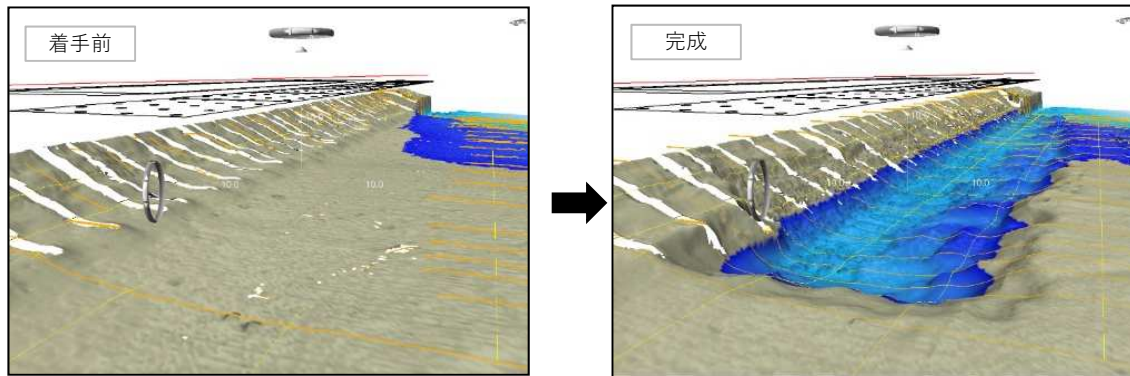


図2-5. マルチビーム深浅測量結果

3. 現場における問題点

日の出岸壁は清水港の中でも奥まった場所に位置しており、また近くに巴川の河口があることから透明度が低く、施工する水深約12m付近においては、普段の視界は約20cm程度であった。施工業者と施工方法等の打合せを行った際、水中バックホウのオペレーターからは施工箇所やバケットは見えないため、操作の誘導をする潜水士を配置するとのことであった。誘導する潜水士はバケットのすぐそばで指示を行うため接触・挟まれ事故の可能性は高く危険な作業になると考えられた。また、工程を確保するため、施工延長76mとそれほど広くない範囲に2台の水中バックホウを同時に稼働させる必要があり接触事故の可能性はさらに高まった。そこで、現場の安全目標である「無事故・無災害での完工」を達成するためにどういった管理が必要か検討した。

4. 現場での対応策および適用結果

4-1 事故が起きる原因の検討

まずは、本工事施工箇所水中バックホウを使用した場合に考えられる事故とその主な原因について検討し、その中から主な原因を以下の3点に絞り対策を講じることとした。

・事故が起きる主な原因

①透明度が低く周囲を目視確認できないこと

視界が確保できないことで施工方法や管理方法は大きく制限された。本工事においては「視界が確保できないことが一番の危険要因である。」と考えられた。

②他方の水中バックホウの動きを把握できないこと

水中バックホウの施工には三者同時通話機能を有した水中電話を使用しており、陸上の連絡員（支援ハウス）と水中バックホウのオペレータ、誘導潜水士が通常の会話をするように通話することで意思疎通を図っているが、他方のバックホウの動きに関しては、陸上（支援ハウス）でしか把握することが出来ず、水中では他方の動きを把握することが出来ない。

③作業員同士の意思疎通の不備や行違い

前述の通り三者同時通話機能を有した水中電話を使用しているが、水中バックホウのオペレータは誘導潜水士の指示のみを頼りに操作を行うため、聞き違いやわずかな認識のずれなどで接触・挟まれ等の事故につながる可能性がある。

4-2 現場における対応策

上記より、陸上からのみならず水中においてもお互いの状況を目視確認できないことが一番危険であった。お互いが見えない中で施工するため、「施工状況のイメージを全員で共有すること」、「お互いの状況を把握すること」が重要であり、これにより安全性は大幅に向上すると考えられた。そこで、この2点のために本工事で行った対策は以下の通りである。

①3次元モデルを使用した施工方法の打合せ

施工箇所の3次元モデルを作成し、施工方法の打合せに使用した。水中バックホウと誘導潜水士それぞれの基本的な動き方や施工順序を確認したが、平面図や断面図のみ使用した場合に比べ、立体的に現場をイメージすることができ、より綿密で具体的な打合せを行うことが出来た。また、施工時においてもこのモデルを参考にすることで作業員それぞれの状況をイメージできたため、陸上から水中への指示や連絡、水中から陸上の連絡や報告をスムーズに行うことが出来た。

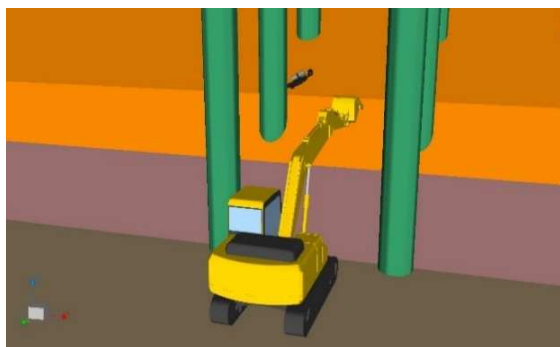


図4-1. 3Dモデル図(背面からの視点)



図4-1. 3Dモデル図(上部からの視点)

②作業計画書による日々の打合せ、指示

水中バックホウによる施工は繰り返し作業となるが、作業計画書（作業員全員の配置及び施工内容を記載）は毎日作成し、KY活動前に打合せ及び指示を行った。クレーンの巡回方向やワイヤモッコの降し場所等を細かく記載することで全員の意思統一を図り、思い込みや勘違い等による事故の防止に大きく役立った。また、毎日ある程度の時間をかけて打合せを行うことで、どのタイミングでこういった問題があるか等、作業員からも積極的に意見（例えば「水中からモッコを巻き上げるときに石が引っ掛かっていたことがあったので、巻き上げ前の確認を徹底したほうがよい」等）が出るようになり、翌日以降の施工時に反映させるなど、各々の安全意識の向上にも繋がったと考えられる。

移動式クレーン (クレーン等安全規則 第66条の2)		作業計画書(単一型) (注: 高規格)	
工事名	平成30年度 清水港日の出岸壁(-12m)設置工事	作成者	井上工業㈱ 松田 健作
使用機械	型 式	起重量機台 徳龍	最大作業半径の定格荷重 9.0m 210t (注: 吊钩の重量除く)
	最大吊上げ荷重	210 t	クレーン所有会社 高栄建設㈱
	最大地上揚程	40 m	クレーン運転者 井上工業 清水 有哉
作業期間	H31年 2月 12日		
選任・指名	作業指揮者	作業指揮者	作業指揮者
	巡回者	巡回者	巡回者
	玉掛責任者	玉掛責任者	玉掛責任者
作業方法	吊り荷重	名称・形状・寸法 被覆石 300×300×100	
	玉掛け	玉掛けワイヤーロープ等 ■ワイヤーロープ(φ/mm) □ベルトスリング □チェーン □その他	
転倒防止	上部取付体動員立入禁止措置	□バリケード □ロープ □カラーコーン ■警視人 ■その他(巡回方向の人払い)	
	クローラークレーン移動範囲内立入禁止措置	□バリケード □ロープ □カラーコーン □警視人 □その他()	
危険防止	法 規 順 境 防 止 対 策	■該当なし □あり()	
	地下埋設物防護対策	■該当なし □あり()	
作業内容	架空線離隔距離	← ()m 架空線防護 □あり ■なし 監視人 □要 □不要	
	水中バックホウ、他資材の吊方	(台船→日の出岸壁前海中)	
安全対策	玉掛け7.7.7に送る。吊り止まり確認してから巻き上げ		
指示・指導事項	合図の復唱を徹底 吊り直下の人払い		

配置図(作業場所全体を示す平面図、必要に応じて側面図)

記入する事項
 工作物・構造物・道路等・移動式クレーンの配置・移動式クレーンの移動範囲・巡回方向・荷の積置・位置・押寄物(架空線等)・鉄線等
 巡回者・監視人・立入禁止範囲・安全基準・その他

図2-5. (例)実際に使用した作業計画書(H31.2.12分)

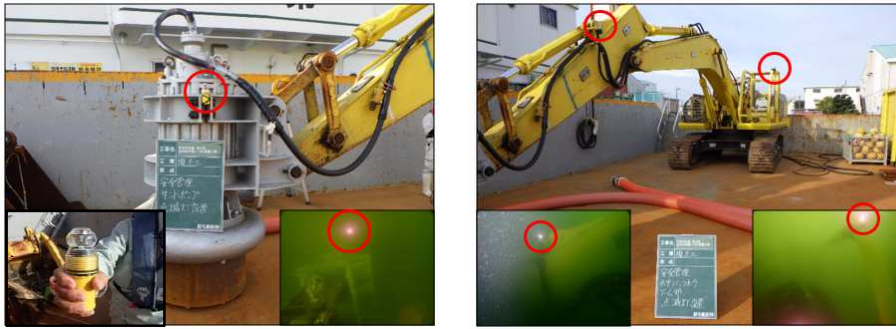
5. 終わりに

今回の工事は、国内でもそれほど台数の多くない水中バックホウを使用したものであり同様な作業の施工実績が少ないため、施工業者との打合せを密に行い、常に最善の方法を求めて施工を進めた。現場では特に大掛かりな安全対策を施したわけではないが、基本的なことを確実にやった結果が、無事故無災害での完工に繋がったと考えられる。

水中ライトや点滅灯の使用、被覆石投入時の専用治具の使用など現場での安全対策を含めても、今回安全に関して一番効果があったものは作業計画書ではないかと感じている。現場を管理する上で必ず作成しなくてはならないものであるが、毎日しっかりとした内容で作成し説明、周知することが作業員間の意思疎通の効果を高め、また安全意識向上に繋がったと考えられる。今回のように実績の少ない工法でも、難しく考えるのではなく、まずは初心に帰り、基本的なことを確実にやるのが大事であると感じた。

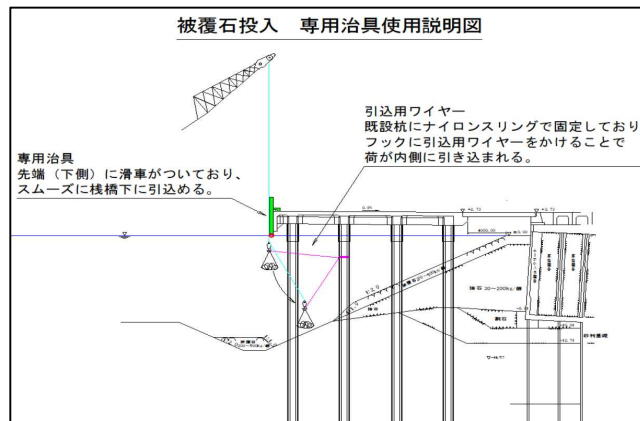
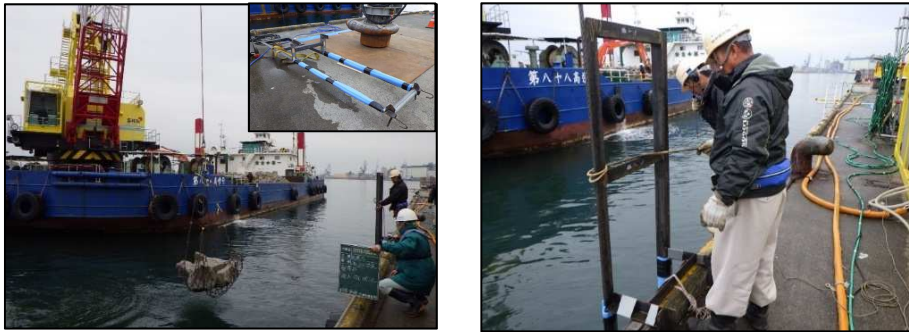
※今後の参考のため、本工事施工時にやった安全対策のうち効果があったと考えられるものを付属資料として添付する。

1. 水中バックホウブーム等への点滅灯の設置



施工箇所の視界は悪く、誘導潜水士はバックホウのブームやバケットが近づいても直前まで気づくことが出来ないため、機械に点滅灯を設置しその位置の目安とすることで、接触事故の防止対策を行った。ブーム等の位置が直接見るよりも離れた場所から確認できるため、一定の効果はあったと考えられる。

2. 被覆石投入作業における専用治具の使用



当初計画では棧橋下の被覆石投入は水中バックホウを使用することになっていた。しかし、この方法では水中バックホウの旋回回数が多くなり、その分、接触事故の可能性が高くなる。そこで、当現場での被覆石投入作業専用の治具を作成し、ワイヤモックにより直接棧橋下へ被覆石を投入した。この方法で、全体の1/2程度の量を水中バックホウを稼働させることなく投入することが出来たため、災害リスクを大幅に軽減することが出来た。

3. 合図の復唱

水中バックホウ操作時は、「右旋回」等の誘導潜水士からの合図をオペレーターが復唱することを徹底した。操作ミス等のヒューマンエラーを防止するのに効果があったと考えられる。