港湾工事における ICT を活用した安全性・生産性向上の取組

国土交通省 港湾局 技術企画課 港湾工事高度化室

1. はじめに

国直轄事業における港湾空港関係工事・業務では，年間 30 件程度の労働災害が発生しているとともに，令和 2 年度より 5 年連続で死亡事故が起こる事態となっている。

このため，国土交通省港湾局及び航空局は，各地方整備局等に対し，令和 7 年 3 月 31 日付けで「港湾空港関係直轄工事の事故防止に係る令和 7 年度重点対策について」を発出し，受発注者双方で事故防止対策の強化・徹底を図るよう関係者への指導を行うとともに，新たに工事の安全に資する ICT 活用の検討も求めることとした。

本稿では，港湾工事の特徴と，工事の安全に資する ICT 活用の事例を紹介する。

2. 港湾工事における労働災害

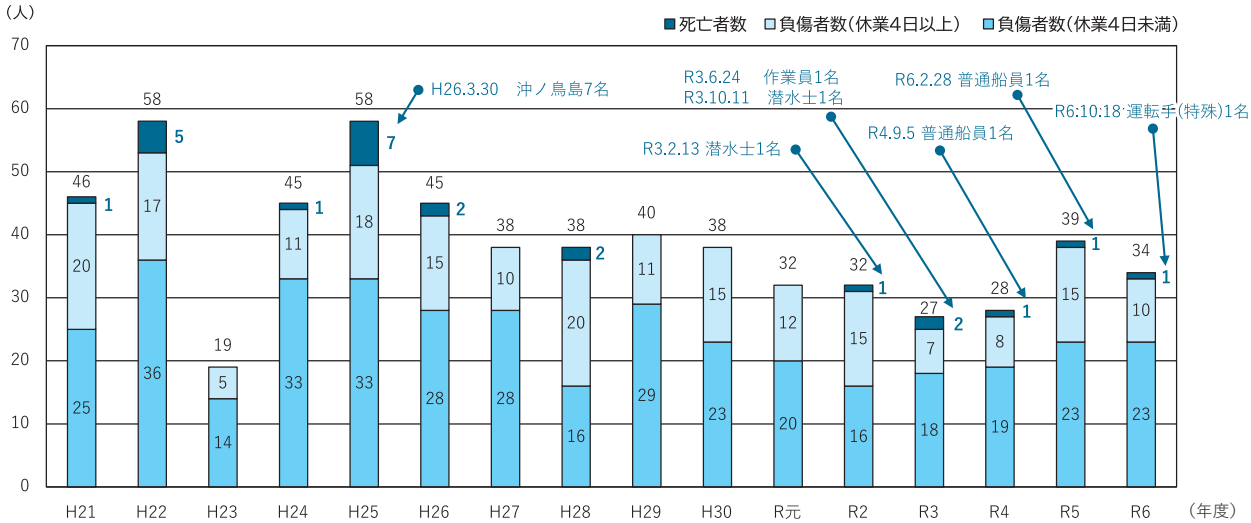
港湾工事は，風や波浪など気象・海象の影響を大きく受ける作業船での海上作業や，海上からでは見通しの利かない水中部の潜水作業が多く，事故の潜在リスクも高い。

港湾空港関係直轄工事・業務における令和 6 年度の工事事故による死傷者数は 34 人であり，うち死亡者 1 名。依然として，「はさまれ，巻き込まれ」を中心に年間 30 件程度の死傷事故が発生しているとともに，令和 2 年度より 5 年連続で死亡事故が起こる事態となっている（図－1，表－1）。

これらの事故は，危険箇所の周知，立入禁止措置，作業手順・合図の周知・確認，保護具の使用等の事故防止対策が不十分であったほか，作業における危険性の軽視・油断による作業標準の不遵守や作業手順の不備，並びに安全管理体制の一部不備など，基本的な安全対策が不十分であったことが要因となっている。

一方，直近 10 年の直轄港湾工事・業務における潜水作業での事故は 34 件であり，うち死亡者は 3 名。原因別では，「はさまれ，巻き込まれ」，「減圧症」が多く，潜水士が吊荷に接近しているにもかかわらず巻上作業を行うなど，水上の作業員と潜水士の意思疎通が図られていないことによる事故も複数件確認されている。

このため，前述の「港湾空港関係直轄工事の事故防止に係る令和 7 年度重点対策について」では，連絡員，合図者及びクレーンオペレータ等と潜水士の間で，十分連絡を取って作業することを関係者へ周知徹底するとともに，潜水士の位置をオペレータが把握できるシステム等，工事の安全に資する ICT の活用について検討するよう，受注者に助言することを求めている。



図－1　港湾空港関係直轄工事・業務（支出委任・受託含）の死傷者数の推移

表－1　過去 15 年における型別死亡災害発生状況（港湾空港関係直轄工事・業務）

原因＼年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R元	R2	R3	R4	R5	R6	合計	構成比
はさまれ・巻き込まれ	1		1													2	9%
激突され	1															1	4%
墜落・転落	2				1									1	1	5	22%
飛来・落下物にあたる							1									1	4%
おぼれ				7							1	1	1			10	43%
その他	1				1		1					1				4	17%
合計	5	0	1	7	2	0	2	0	0	0	1	2	1	1	1	23	100%

3.　港湾における i-Construction・インフラ DX の取組

国土交通省では，平成 28 年から建設現場の生産性向上策「i-Construction」を推進，令和 2 年からはインフラ分野の DX の取組が進められてきており，さらに令和 6 年 4 月には，少ない人数で安全に快適な環境で働く，生産性の高い建設現場の実現を目指す「i-Construction 2.0」をとりまとめ，建設現場のオートメーション化に向けた取組を始めている。

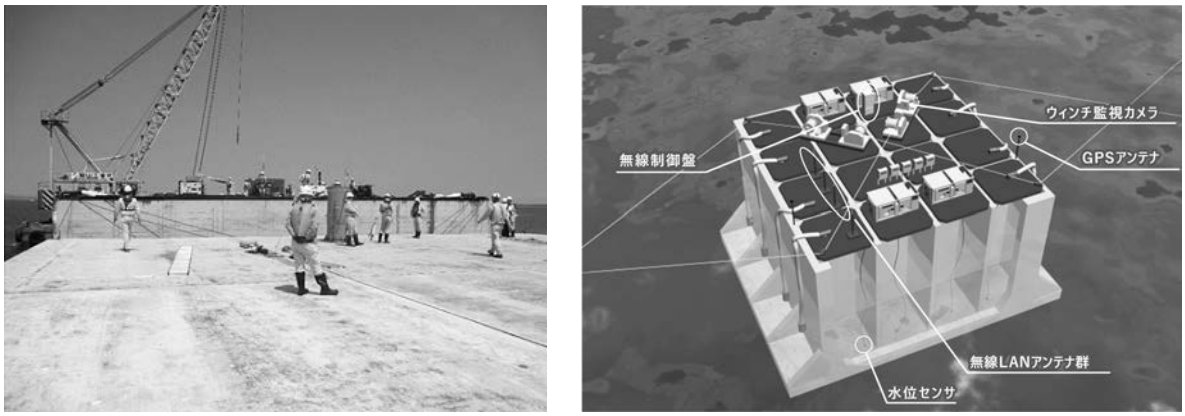
一方，港湾工事では海上や水中が主要な建設現場となり，使用する測量機器，建設機械及び必要とされる技能や適用法令，基準類の思想が異なる。

このため，港湾分野においても平成 28 年より「港湾における ICT 導入検討委員会」（現：港湾における i-Construction・インフラ DX 推進委員会）を設置し，ナローマルチビームをはじめとする音響測深技術，3 次元モデル，作業船の施工管理システム（マシンガイダンス）を主軸に，これまで海上工事での ICT 活用や 3 次元モデルによるデータ共有等の技術検証，基準類の策定を行い，ICT 導入環境を整備することで，生産性の向上を図ってきた。

(1)　ICT 活用工事

港湾における ICT 活用工事は，浚渫工，基礎工，ブロック据付工，本体工（ケーソン据付）及び海上地盤改良工（床掘・置換）の 5 工種で実施している。

例えば浚渫工では，起工測量，出来形測量の各段階でナローマルチビームによる測量を行っており，起工測量では 3 次元で詳細な海底地形を計測することで浚渫土量を算出し，出来形測量では検査や水路測量に利用可能なデータを一度に取得することで，業務の省力化を図っている。また，施工中は施工管理システムにより海底の浚渫位置や深さをリアルタイムで確認しながら，浚渫を行うことが可能となっている。このような取組によ



図－2　本体工（ケーソン据付）従来工法と新工法

り，浚渫工は従来工法と比較し，約 23% の生産性向上を実現している。

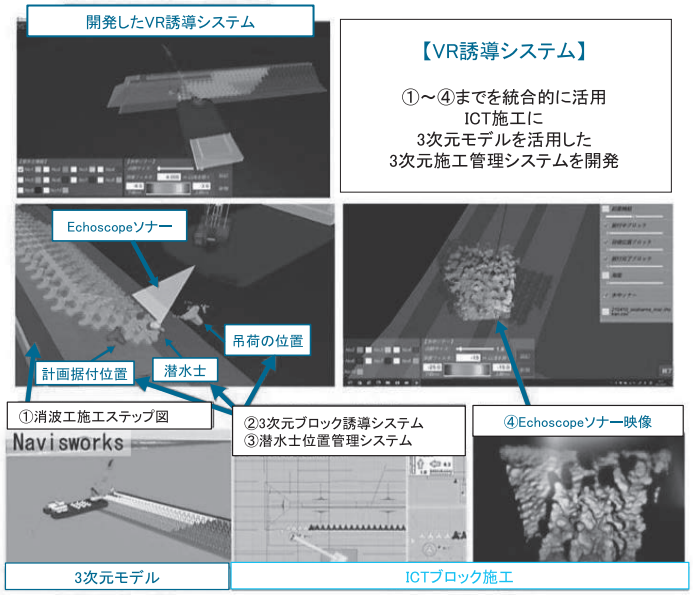
また生産性向上は，ICT 導入による省人化と工事日数削減がもたらす効果とともに，工事事故の潜在リスクを下げる効果もある。本体工（ケーソン据付）では，据付用ケーソンの位置と目標据付位置をリアルタイムに可視化すると同時に，ポンプによる注排水を自動化施工する技術の導入により，海上の据付作業人員を半分に減らすことができ，安全性が大幅に向上している（図－2）。

⑵　3 次元モデルの活用

港湾分野においても，令和 5 年から BIM/CIM の原則適用を開始し，工事・業務において，発注者がそれぞれの特性に応じ，活用目的（義務項目・推奨項目）を明確化することで，多様な 3 次元モデルの活用を推進。また令和 6 年 5 月には，義務項目に対応した 3 次元モデルの表示やデータの共有のため，「港湾整備 BIM/CIM クラウドシステム」の試験運用を開始している。

推奨項目では，陸上工事と同様に，安全訓練での活用事例も見られる。例えば，消波ブロック据付工事においては，「消波ブロックの施工ステップ図」から 3 次元施工管理システム（VR 誘導システム）を開発。作成した VR を安全教育・訓練や作業計画書などに用い，KYK（危険予知活動）の充実化を図っている。

これにより，クレーンオペレータが VR を通して計画据付位置に合わせるようにクレーン操作を行うことができるようになり，水中部の不可視部分でも効率を低下させずに安全な据付作業を行うことを可能にしている（図－3）。



図－3　3 次元モデルを活用した施工管理の例

⑶　潜水作業の安全性向上

潜水作業は，水中作業を行う潜水士のほか潜水送気員，潜水連絡員が一体となって作業を行う。このうち潜水送気員は，潜水士への送気の調節を行うための弁またはコックの操作を担い，潜水連絡員は，潜水士，潜水送気員との連絡等を行うことで，潜水士船上から潜水士をサポートする。

さらにブロック据付作業の場合，作業船

上のクレーンでブロックの吊り卸しを行うため，クレーンオペレータとの連携も重要となることから，情報共有が安全性・生産性向上に大きく影響する。

このため国土交通省港湾局では，令和４年度より，ICT の活用による潜水作業の作業効率及び安全性向上を目的としたモデル工事を実施。

本モデル工事は，潜水作業を伴う直轄港湾工事を抽出し，安全装備の拡充，水中作業の可視化及び位置把握に資する機器等の効果検証を行ったもので，令和６年度に評価をとりまとめ，緊急時浮上用ボンベ，ダイバーカメラ，水中同時通話装置及び水中測位装置（作業船オペレータ等がリアルタイムに潜水士の位置を把握する技術）について，利点や課題を把握できたことから，実施要領の見直しや積算要領の策定を行い，令和７年度より試行工事として対象工事の拡大を図っている。

引き続き，試行工事のフォローアップを行い，各 ICT 機器の標準化に向けた検証を進める予定である（図－４）。

4. おわりに

建設業は，就業者のうち 55 歳以上の占める割合が全産業平均より高い水準にあり，既に大量退職の時期に入っている。このため，熟練技能者の持つ精度向上やリスク回避などの高いスキル（暗黙知）を，組織内で共有可能なデータ，システム（形式知）に置き換え，次世代につなげていくことが喫緊の課題となっている。

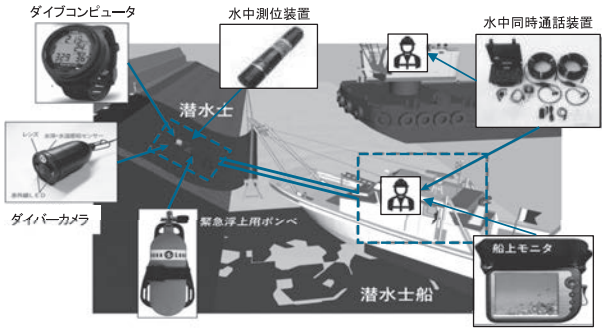
今回紹介した３次元モデルを活用した安全訓練や，ICT を活用した水中作業の可視化・情報共有は，デジタル技術により，効果的な技術継承を行える機会となると考える。

国土交通省港湾局は，引き続き，生産性とともに安全性の向上に資する ICT 活用を促進し，普及拡大に努めていく。

■潜水作業の安全対策試行工事（令和7年度～）[運用改善]

◇ 令和6年度までのモデル工事により、ICT機器の効果の検証を実施し、令和7年度より標準化に向けた試行工事を実施。

【実施内容】[必須] 緊急時浮上用ボンベ
[選択] ダイバーカメラ
水中同時通話装置（作業船を使用する場合）
水中測位装置（作業船を使用する場合）
その他（受発注者協議が整った場合）



○検証結果（令和4～6年度）

機材名	効果	課題
緊急浮上用ボンベ	• 緊急時の対策 • 安全性向上	• 狭い箇所の場合、動きにくくなるため、付近へ配置する等臨機の対応が必要
ダイバーカメラ	• リアルタイムで情報共有が可能 • 安全性向上	• 映像ケーブルをフーカーホースに設置するため、機動性の低下や取り回しに留意が必要（今後の軽量化に期待）
水中同時通話装置	• 作業従事者が同時に会話の内容を把握可能 • 作業効率が向上 • 安全性向上	• 適用は数例
水中測位装置	• 視界不良時でも位置把握可能 • 安全性向上 • 作業効率が向上	• 潜水士に通信機器を装着するため、装備重量が増加 • 作業船への艤装に時間を要する • 使用方法が煩雑

図－４　潜水作業の安全対策試行工事