

令和4年度港湾技術報告会を開催

会場＋WEB参加合わせ 380人が聴講

特別講演

「Green × Digital カーボンニュートラルに向けた取り組み」
東京大学大学院 情報学環 越塚 登 教授

活動報告

〈各社報告〉

あおみ建設株式会社 技術事業本部 技術管理部部長

東亜建設工業株式会社 名古屋支店 土木部

東洋建設株式会社 鳴尾研究所 地盤防災研究室

株式会社本間組 土木事業本部技術部技術企画課

みらい建設工業株式会社 技術本部 技術部長

若築建設株式会社 技術研究所 施工技術開発グループ課長

〈部会・WG報告〉

五洋建設株式会社 名古屋支店 プロジェクト部長

大古利 勝己

小西 豊

伊藤 輝

神蔵 昌士

石原 慎太郎

土屋 洋

木原 太

デジタルの観点から最新の 海洋土木技術を俯瞰

日本埋立浚渫協会は「令和4年度港湾技術報告会」を9月29日にWEB方式を併用し、東京都千代田区のホテル ルポール麴町で開催しました。新型コロナウイルス感染症対策のため過去2回はリモート形式での開催となりましたが、今回は3年ぶりに会場での対面による報告会が実現し、会場への臨席とWEB方式による参加を合わせ、過去最多の380人の方々に聴講いただきました。

開会に当たり、当協会の村岡猛専務理事があいさつし、「2008年3月に第1回の港湾技術報告会

を開催して以来、海洋土木技術の発展に向けた調査研究や会員企業による各種の取り組みを、テーマに沿って情報発信しております。建設業界は24年4月からの時間外労働の上限規制適用を前に、働き方改革に積極的に取り組んでいます。働き方改革には生産性の向上が必須となり、建設生産プロセスの効率化に向けては、デジタル化に大きく踏み込む必要があります。デジタル化によって作業船や施工機械の作業効率が向上し、作業に伴い発生する二酸化炭素(CO₂)の削減が図られることで、カーボンニュートラルに貢献できる期待があります。このような基本認識の下で、本日は会員6社から建設技術のデジタル化の取り組みを報告



対面での開催は3年ぶり



越塚教授による特別講演

させていただきます。デジタルの観点から最新の海洋土木技術を俯瞰する絶好の機会になるのではないかと思います」と述べ、有意義な報告会となることに期待を示しました。

報告会の第1部では、東京大学大学院情報学環の越塚登教授を講師に迎え、「Green×Digitalカーボンニュートラルに向けた取り組み」をテーマに講演していただきました。デジタル化に関する各種の委員会などで評議員や座長を務められている越塚教授は、「デジタル分野で最も重要な課題の一つが、グリーンすなわちカーボンニュートラルである」とした上で、京都議定書やパリ協定、2050年に脱炭素社会の実現を目指すとした菅義偉前首相による宣言といった「グリーン」の背景を詳しく紹介し、CO₂という目に見えないものを「見える化」するために「デジタル」が極めて重要な役割を果たすことを指摘しました。

これまでは温室効果ガスをいかに削減するかという「緩和策」を中心に対応策を考えてきましたが、現在は脱炭素社会にいかに適応するかという「適応

策」を考える段階に入っているとして、特にグローバル企業にとってはカーボンニュートラルにどう取り組んでいるかの情報開示が投資家から求められ、適切に対応しないと証券市場で資金調達ができない環境になっていることが伝えられました。

越塚教授は、こうした状況を「すでに外堀が埋められつつある」と表現し、EUの炭素国境調整措置(CBAM規制)や欧州バッテリー規制など国内外の動向をさまざまな事例を挙げて紹介。社会全体を脱炭素化する取り組みとしての「スマートシティ」の形成に向けたプロジェクトの動向を報告するとともに、プラットフォーム指向の考え方が重要となることを指摘した上で、分野間のデータ連携基盤の構築について解説を加えながら、「データ利活用により、イノベーションが持続的に起こる世界」を展望してくれました。

第2部では、会員企業6社の技術者がそれぞれICT(情報通信技術)の活用に向けた取り組み事例を紹介した後、部会・WG報告として海外プロジェクトの施工報告が行われました。

ICT 陸上地盤改良管理システムの導入事例

あおみ建設株式会社
技術事業本部 技術管理部部長

大古利 勝己



地盤改良工法は、地盤の中を改良するため可視化することができません。そこでICT技術(情報通信技術)を活用し、高品質・高精度・信頼性の高い工法を提供するとともに、可視化することを可能にしました。また陸上地盤改良機(スラリー攪拌工、静的SCP工法)にICT

対応施工管理装置(位置誘導システム・打設管理システム)を搭載し、施工位置・施工情報を施工履歴データとして管理し、トレーサビリティや出来形・品質管理を可能としました。

位置誘導システムは、GNSSアンテナや傾斜計で構成され、位置情報を運転席画面に表示させます。

位置情報は、許容範囲に入らないと位置確定ができず次工程に進めないシステムとなっており確実な位置誘導が可能です。

位置誘導終了後、打設管理を行います。両システムがワンモニターで構成されており、確実に「位置誘導画面→打設管理画面」の順序となるため円滑な施工ができます。

外部監視システムにより、PCやiPadなどの外部端末で、施工機に近づくことなく施工状況(位置誘導状況と深度や昇降速度及びスラリー流量などの打設状況)をリアルタイムで確認できます。

施工完了後は、進捗状況(2D)や出来形(2D)を確認することができ、進捗状況は曜日で色分けすることができます。出来形は3Dで表示し、電流値や流量などで色分けし品質確認が可能です。

ICTを地盤改良工法に用いることで、作業員による施工機の誘導が不要となり安全な作業環境が構築できます。また、リアルタイムで施工状況を外部端末で確認できることから、オペレータや現場への的確な安全指示が可能です。

これまでは杭芯測量を行って目印(目申)を設置していましたが、測量と目申が不要となります。また、書類作成の効率化や実測作業の省略など検査を効率化でき、生産性の向上に寄与することができます。

ICTの積極活用による施工管理業務の高度化と安全管理業務の効率化

東亜建設工業株式会社
名古屋支店土木部

小西 豊



建設業界では熟練工が不足するなか、ICTの導入による工事の生産性向上が進展しつつあります。そのような時流の中、四国地方整備局発注の徳島小松島港金磯地区岸壁(-11m)改良等工事ではICTを積極的に活用した方法により、施工管理業務の高度化と安全管理業務の効率化に向けた取り組みを行いましたので、その内容を紹介します。

① 施工管理CIMモデルによる施工管理業務の高度化

当該工事は工種数が多く複数の工種の管理内容が相互に関係していて、担当職員が個別に管理しているデータの確認や共有に多くの時間を要することや、担当職員同士が頻りに集合して協議する必要が想定されました。

これらの課題解決のため、設計図書を基に現場の

3Dモデルを作成し、施工進捗に応じた施工管理項目を属性情報として付与するCIMモデルを構築しました。このモデルにより施工部位毎の管理状況、結果についての確認、職員間のデータの共有が円滑かつ簡易に行えました。

② CIMモデルとWEBカメラの活用による安全管理業務の効率化

当該工事は狭隘な栈橋下のエリアでの施工が多く、工種や作業が輻輳しながら工事を進めていく必要があり、施工ステップ毎のきめこまやかな安全管理が必要でした。一方、管理方法検討のための資料としては2次元図面しかなく、輻輳の位置関係、危険箇所の抽出、安全作業手順の検討並びに作業員への説明に多大な時間と労力を要することが想定されました。

このため、本工事ではCIMモデルを活用して作業ステップ毎の現場状況を再現し、安全な施工手順を検討するとともに、CIMモデルを用いた安全教育による危険予知の先取と安全意識の高揚を図りました。また、WEBカメラを用いて本社、支店とオンラインで繋ぎ、遠隔臨場による各種パトロールを実施することにより、安全管理業務の効率化を図りました。

当社では、今後も現場業務の高度化並びに効率化のため、様々なICT技術の活用を図っていきたく考えています。

港の基盤・空間デジタル化技術

東洋建設株式会社
鳴尾研究所 地盤防災研究室

伊藤 輝



我々東洋建設は都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合に参画しており、書式や様式が異なる多種多様な都市データを効率的に自動リンクさせる技術であるDPP(データ処理プラットフォーム)について研究開発を行っています。DPPとは、理化学研究所で開発されたプラットフォームであり、特殊な

オブジェクト指向によってデータの変換・統合技術の開発が効率的に行えます。これまで、2次元橋梁図面を3次元モデル化して可視化や有限要素モデルを作成するライブラリや、様々な形式のボーリングデータを読み込んで3次元地盤モデルを作り出すライブラリが開発されてきました。

現在組合内で港湾系のコンサルや建設会社などが集まり、2次元港湾構造物図面を3次元化したり、効率的にBIM/CIMモデルを作成するためのデータ抽出

システムを開発中です。また、各企業は施工システム・管理システムなど複雑・高度化した自社固有のシステムを所有しており、急速に進む周辺環境への対応コストが大きくなっています。今後技術の発展によって様々な変化するデータをもとに自社固有のシステムを用いて設計施工を行い、近年整備が進む情報プラットフォーム(国土交通データプラットフォームや港湾整備BIM/CIMクラウドなど)に納品するにあたって、データ変換・統合技術を用いることで種々のコストを低減することが可能です。例えば、各社BIM/CIMを用いた設計施工システムを構築中ですが、1からBIM/CIMを用いる港湾工事は少なく、BIM/CIMモデルの構築には既存構造物の2次元CADデータを3次元に変換する必要があります。2次元CADデータを3次元BIM/CIMモデルとするデータ変換・統合技術を自社システムに合わせて開発すれば、BIM/CIMシステムの構築に必要なコストが低減できます。また、今後BIM/CIMと親和性の高い解析手法が出現する中で、データ変換・統合技術を用いてこれまで日本で活用されてきた解析手法とBIM/CIMデータを自動リンクさせることでシステムの整備コストを削減したり、多様な選択肢を保持することができます。

データ変換・統合技術や図面の3次元化などのシステムに興味のある方は、都市丸ごとのシミュレーション技術研究組合への加入を是非ご検討ください。加入の相談は、代表理事である神戸大学都市安全研究センター 飯塚教授までよろしくお願いいたします。

BIM/CIM と AR を連携させた事例と生産性向上効果について

株式会社本間組
土木事業本部技術部技術企画課

神蔵 昌士



2023年度以降の公共工事におけるBIM/CIM原則適用に向け、施工現場においても生産性向上・効率化のため、どのようにBIM/CIMを活用していくかが重要となっています。

現在、新潟空港沖に新土砂処分場が直轄事業で建設されていますが、同事業のうち排砂管敷設工事において、調査・計画から施工まで、BIM/CIM活用に加えAR(拡張現実)を連携させた事例を以下に示します。

① BIM/CIMモデルを用いた設計照査・変更協議

3次元起工測量により取得した消波ブロックの点群データと、発注図を基に作成した排砂管及び護岸のBIM/CIMモデルを用いた干渉チェックを行うことにより、ルート確定までの検討作業については、従来

方法より約60%の工程短縮、約70%の省力化につながりました。

また、干渉チェックの結果は干渉箇所の位置情報を持っていることから、そのまま排砂管敷設ルート of 設計変更協議資料として活用することができ、資料作成の効率化につながりました。

② BIM/CIMモデルとAR機器を連携させた施工管理・安全管理

BIM/CIMモデルを現場の施工管理に活用するため、現地映像にBIM/CIMモデルをリアルタイムで表示することが可能なAR機器との連携を実施しました。

AR機器により、BIM/CIMモデルと現実の部材を映像内で重ね合わせることが可能となり、3次元的に設置位置の誘導や部材のチェックを行うことで、効率的かつ高い精度の施工につながりました。

安全管理においても、AR映像により埋設管等の不可視部を常時見える化できることに加え、深度方向も地盤高に応じて表示できることから、思い込みや誤認のヒューマンエラー防止に有効でした。

今後、3次元測量結果を用いたBIM/CIMモデルの自動モデル化や自動配置、BIM/CIMモデルに付与する属性情報を用いた自動・自立化施工等、BIM/CIMと新技術の相乗効果で更なる生産性向上を目指します。

港湾工事におけるCIM実施例について

みらい建設工業株式会社
技術本部 技術部長

石原 慎太郎



港湾工事をはじめとする、官庁発注の土木工事にもBIM/CIMが適用されつつあります。官庁発注の土木工事が建築工事と大きく異なる点は、会計法および地方自治法で設計・施工が分割発注されることであります。

この分割発注の理由により、基本設計、詳細設計、BIM/CIMモデル作成、基礎工、本体工、上部工、消波工、維持管理、すべてにおいて受注会社が異なるという特徴があります。

BIM/CIMの一番の目的は、3次元モデルのビジュアルでイメージを把握することではなく、各業務において実施した事項を確実に引き継ぐことが最も重要です。また、実施にあたっては、「CIM導入ガイドライン(案)第11編 港湾編」「BIM/CIM活用工事実施

要領」「BIM/CIMモデル等電子納品要領」等のガイドライン・要領に従うこととなります。

本報告では、港湾工事で実施してきたBIM/CIM適用工事における、「使用ソフトの紹介」、「ガイドラインや要領の内容」、「属性情報付与をはじめとする実施事項」について、いくつかの港湾工事の事例を通じて紹介しました。

鹿児島港の事例では、施工のシミュレーション、鉄筋干渉のチェック、説明資料への利用にBIM/CIMを用いました。細島港の事例では、着工前測量の点群データを利用した数量照査、ICT施工との連携でBIM/CIMを用いました。

港湾工事におけるCIMについて、ガイドライン・要領、みらい建設工業が実施した事例について紹介しました。港湾工事をはじめとする土木工事のCIMは、まずは前工程からの引き継ぎが重要で、設計どおりの施工であれば、出来形は、出来形管理として測定データを保存し、モデルを書き換える必要はないと考えます。また、材料承諾、品質管理、出来形管理のデータとリンクするため、トレーサビリティが行えることがメリットであると思われます。近い将来、CIMが原則適用になることを踏まえて、更にノウハウを蓄積していきたいと考えております。

高性能水中位置管理機能搭載ブロック据付支援システム WIT B-Fix Neo

若築建設株式会社
技術研究所 施工技術開発グループ課長

土屋 洋



港湾工事におけるICTを活用した水中ブロック据付システムは、近年では標準的な管理システムとして施工現場で使用されるようになってきました。これらのシステムは、起重機船やクレーン付き台船に搭載され、船体とクレーンのブームトップ

に設置されたGNSSで測位した座標を用いて、船体の誘導、吊荷の位置管理を行うものが主流です。しかし、吊荷の位置管理という観点からは、この手法は、吊荷の振れにより吊荷とブームトップの平面位置が必ずしも一致しないという問題を抱えています。そこで弊社では、音響測位式の水中位置検知装置を用いて吊荷の位置を直接管理することで、吊荷位置を正確に誘導できる新たなブロック据付管理システムの実現を目指しました。

パティンバン新港建設1期工事(パッケージ1) 施工報告

五洋建設株式会社
名古屋支店プロジェクト部長

木原 太



パティンバン新港はインドネシアの首都ジャカルタから東方約120kmに位置し、国の最大港であるタンジュンプリオク港に集中している貨物取扱量の分散を図る目的で建設が決定されました。現在、国際協力機構(JICA)の有償円借款プロジェクトとして第1期工事が進めら

れており、五洋建設・東亜建設工業・りんかい日産建設の日系3社とインドネシア国営企業2社からなる5社JVは、パッケージ1の人工島埋立(約62ha)およびカーブス(300m)・コンテナバース(420m)の建設を担当しました。

当工事の最大の特徴として、我が国の様々な優れた技術を取り入れた「本邦技術活用条件(STEP)」があげられます。これは、開発途上国への技術移転を

水中位置検知装置を用いて水中の物体を測位するシステムはこれまでも提案されてきましたが、汎用の水中位置検知装置は、港湾工事が対象とする40m以浅の浅海域における測位精度、測位安定性に課題を抱えるものが多く、吊荷の位置管理にはあまり採用されていませんでした。そこで弊社では、対象を浅海域に絞って、港湾工事においても安定した測位が可能な水中位置検知装置を開発しました。この装置は、20m程度の短距離における直接測距試験ではありましたが、水深6m程度の岸壁キャリブレーションにおいて2cm程度の測距誤差を示し、非常に高精度な測位が可能であることが確認されました。

今回紹介した高性能水中位置管理機能搭載ブロック据付管理システム WIT B-Fix Neo(ウィット ビーフックス ネオ、NETIS: KTK-210007-A)は、これまで着実に改良を進め、実績を重ねてきたICTブロック据付管理システムに、この水中位置検知装置を組み込むことで、水中の吊荷の位置を精度よく管理できる機能を備えたものです。

ICT施工管理システムは、高度なセンシング技術とデータ解析技術の向上により、海上工事においても、無人化施工を視野に入れた急速な発展を見せています。本システムが、港湾工事におけるICT活用において、その一翼を担えることを期待しています。

通じた「顔が見える援助」を促進するために設けられた制度であり、当工事では深層混合処理工による地盤改良、管中混合固化処理工による埋立などが該当します。いずれもインドネシア国内では初となる工種であり、以下のような様々な工夫をしながら施工を進め、非常に短い工期内(当初25ヶ月、変更後32ヶ月)で無事竣工することができました。

① 深層混合処理工(CDM)

埋立部の改良形式は2軸の杭式であり、また改良本数が約4.4万本と非常に多いため複数連装(3連)の作業船をインドネシアで艀装、もしくは他国から調達し、計4隻24時間体制で施工しました。また、改良区域の水深が-2.0~-3.5mと非常に浅かったため、固化材の安定供給を目的とした専用船を艀装するなど、設計・現地特性に配慮した施工計画を立てました。

② 管中混合固化処理工(CPM)

管中混合固化処理工で使用する空気圧送船などの作業船は、日本からセミサブ船(4.8万t積)により仮輸入しました。原泥は航路の浚渫土を使用しましたが、配合設計にあたっては空気圧送に適したフロー値を確保するよう含水比を調整した上で固化材の添加量を決定しました。その含水比調整と圧送時の詰まりを防止するため、解泥船を艀装して調泥作業を行いました。