

「国土・人・技術をつくる」 テーマに基調講演と施工事例報告

— 17年度港湾技術報告会を開催 —

日本埋立浚渫協会は7月19日、東京都千代田区のルポール麹町で17年度港湾技術報告会を開催しました。「国土をつくる」「人をつくる」「技術をつくる」の三部門構成で、ポートエンジニアリングネットワーク事務所代表(元関西国際空港用地造成株式会社代表取締役専務)の古土井光昭様、一般社団法人土木技術者女性の会運営委員(東京工業大学環境・社会理工学院研究員)の山田菊子様が基調講演を行いました。

冒頭、当協会の福田功専務理事は「協会活動の要になるのは技術の向上と普及です。海上は陸上よりも施工条件が厳しく構造物は過酷な環境にさらされます。最善で最新の技術を取り入れる必要があります」と述べ、今後も技術関連の活動に注力する考えを示しました。

基調講演ではまず、古土井様に「早く、安く、より良く～大規模埋立地の造成」と題して、わが国の埋立工事の歴史と関西国際空港2期用地造成事業を事例にした埋立工事の課題と対応について、お話をいただきました。また埋立地造成での新技術の活用や環境問題への対応についても触れられ、今後の大規模プロジェクトの遂行に役立つ講演をいただきました。続いて山田様には、土木技術者女性の会運営委員という立場から、建設業界全体で取り組んでいる女性技術者の活躍に向けた方策の現状や課題、今後に向けた展望などについてお話していただきました。

当協会の会員4社による施工事例の紹介では、ICT

(情報通信技術)関連を取り上げました。具体的には五洋建設株式会社土木技術開発部 ICT チームの琴浦毅氏が「栈橋施工を対象としたCIMの確立」、東洋建設株式会社土木事業本部土木技術部技術開発課の加藤直幸氏が「ケーソン据付無人化技術」、若築建設株式会社建設事業部門技術部技術研究所波浪・水理・施工・制御グループリーダーの土屋洋氏が「港湾工事における音響測位式水中位置検知装置の活用」、みらい建設工業株式会社技術本部総合評価部部長の泉誠司郎氏が「マルチビーム、UMV、UAVを用いた浚渫工事の施工管理」と題して、自社の施工事例をそれぞれ解説しました。

報告会は、港湾技術や関連分野の動向などを有識者から講演いただくとともに、当協会の自主的な研究活動の成果などを紹介し、会員相互の技術向上を目指す目的で毎年開催しています。今回は「国土・人・技術をつくる」が統一テーマでした。

今後も当協会は、最新の港湾技術や担い手確保などの知見に関する普及や技術成果の発信を目指していきたいと考えております。また、交流会では報告会に出席していただいた各社の女性技術者が意見交換をするなど、有意義な会となりました。基調講演を行っていただいた古土井様と山田様、お忙しい中ご来場いただきました会員各社の皆さまにあらためてお礼を申し上げます。



あいさつする福田功専務理事



報告会の様子

栈橋施工を対象とした CIM の確立

五洋建設株式会社

土木技術開発部 ICT チーム 琴浦 毅 氏



国土交通省が2017年3月に CIM(コンストラクション・インフォメーション・モデリング)導入ガイドラインを発行したこともあり、CIMはますますの展開が予想されますが、これまでの施工時

における CIM 適用は陸上工事を対象としていました。そこで、今回は弊社が海上栈橋工事を対象に CIM を導入した事例を紹介します。

CIM の根幹となる 3 次元モデルは、工事全体把握や工程検討のための概略モデルを初めに作成し、その後、鉄筋と配管の干渉などが懸念される箇所についてはさらに詳細なモデルを作成しました。これにより時間と労力を要するモデル作成を効率的に行いました。また、3次元モデルに工程表に基づく時間情報を与えることで、4次元シミュレーションを実施し、作業船の配置およびアンカリング位置の検討などに活用しま

した。

事前ボーリング調査結果から得られる鋼管杭の支持層の 3 次元分布をモデル化して可視化することで、関係者間の情報共有が可能になるとともに、鋼管杭施工出来形を施工中にモデルへ逐次反映することで、全ての鋼管杭の支持層への根入れが問題ないことを共有できました。

また、新規に構築する道路橋と、既設岸壁前面の消波ブロックの干渉が懸念される地点については、従来の現地測量を用いて干渉するブロックを特定する方法に加え、既設岸壁を UAV(無人航空機)で撮影した写真を SfM(多視点画像からの 3 次元形状復元)処理することで現況 3 次元点群データを作成し、道路橋 3 次元モデルと統合することで干渉箇所の机上検討が可能となりました。

現状では 3 次元モデルを扱えるオペレータの確保もしくは教育に加え、複数のソフト間でのデータ連携が不十分であるなどの課題はあるものの、港湾工事においても CIM を導入することで、各施工段階における 3 次元情報が効率的に活用可能であることが分かりました。

ケーソン据付無人化技術

東洋建設株式会社

土木事業本部土木技術部技術開発課 加藤 直幸 氏



2017 年から国内の港湾工事において港湾 iConstruction が導入され、3次元データを活用した施工の省力化・機械化が進められています。当社ではケーソン据付工事において、注水、誘導、ウィンチ操作を自動化したケーソン据付システムを開発しました。

システムは、ケーソンの位置と注水状況を計測し PC 画面上に表示する「ケーソンリアルタイム計測システム」と、それらの情報をもとに注水作業と引き寄せウィンチ操作を自動化する「注水自動化・ウィンチ操作自動化システム」から構成されています。

システムは、ケーソンの位置と注水状況を計測し PC 画面上に表示する「ケーソンリアルタイム計測システム」と、それらの情報をもとに注水作業と引き寄せウィンチ操作を自動化する「注水自動化・ウィンチ操作自動化システム」から構成されています。

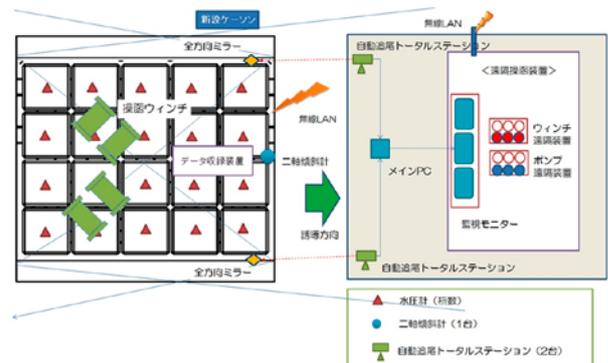
ケーソンリアルタイム計測システムは、自動追尾トータルステーション 2 台と 2 軸傾斜計 1 台によりケーソンの位置と姿勢を計測することで、ケーソンの 3 次元位置を把握します。注水状況は水位計を全マスに設置し各マスの水位を計測します。

注水自動化システムは、隣り合うマスの水位差と 2 軸

傾斜計の計測値によりポンプの停止・再稼働を行うことで、全マスの水位差を規定の水位以内に保持しながら注水し、ケーソンの水平を保持する仕組みとしました。

ウィンチ操作自動化システムは、ケーソン上に配置されたウィンチの巻き取り、巻き出しの組み合わせによりケーソンの引き寄せ、回転の制御を行うようにしました。

このシステムを「平成 28 年度細島港(外港地区)防波堤(南沖)築造工事」にて導入し、システムの有効性を確認しました。本件でのウィンチ操作自動化システムは、新設ケーソンが既設ケーソンに接触するまで自動運転を実施しましたが、今後ケーソン着底まで自動的に据付可能な技術開発を進め、経験や熟練によらない据付技術へと発展させていきたいと考えています。



港湾工事における音響測位式水中位置検知装置の活用

若築建築株式会社

建設事業部門技術部技術研究所波浪・水理・施工・制御グループリーダー 土屋 洋氏



直接目視できない水中の構造物や潜水士の位置モニター手法は、工事の「見える化」の一環として発達し、陸上のGNSS(全球測位衛星システム)技術と同様に水中における正確な測位技術への要請が高まっています。これを受けて、海洋調査等に用いられる「音響式水中位置検知装置」が港湾工事にも応用されるようになってきました。音響式水中位置検知装置は、測位方法の観点からLBL、SBL、SSBLに大別されます。

LBL、SBL方式は、複数の基準点の整備または艀装に手間がかかりますが、送受波機のベースラインが長く取れ、精度を上げやすい方式です。SSBL方式は、機械構成がシンプルで艀装がしやすく、手軽に水中測位ができます。

これらを活用した港湾工事における施工支援システ

ムの一つとして、艀装したGNSSの位置を基準とし、水中位置検知装置を用いて潜水士が艀装したトランスポンダの位置を測定することで、作業中の船舶、吊荷、潜水士の位置を同時にモニターできるシステムが挙げられます。艀装の容易さと要求精度がそれほど高くないことから、水中位置検知装置には主にSSBL方式が使用されます。既に全国各地の港湾工事で稼働しており、非常に実績の多いシステムです。

水中構造物に設置したトランスポンダを用いて、対象構造物の水中位置を精度よく測定できるシステムも開発されています。主に大深度で構造物を据え付ける場合に用いられ、要求精度の高さから、水中位置検知装置には主にSBL方式が使用されます。

港湾工事に用いられる水中位置検知装置は、回路技術、通信技術の発展により、その機能、性能は年々向上しています。また、水中音波を用いる測定機器は、ADCP(超音波流速計)、ナローマルチビーム測深器、3次元ソナーなど多様化しています。これらの機器の性能を適切に引き出すために、それぞれの特性を十分に考慮した上で、有効に活用していきたいところです。

マルチビーム、UMV、UAVを用いた浚渫工事の施工管理

みらい建設工業株式会社

技術本部総合評価部部长 泉 誠司郎氏



2016年度に東北地方整備局が発注した「八戸港河原木地区航路・泊地(-14m)浚渫工事」は、港湾工事初のICT活用調査の対象工事であり、マルチビームを用いた事前および事後測量が工事に含まれていました。これより、マルチビーム、自主的に実施したUMV(小型無人艇)及びUAVを活用した浚渫工と埋立工の施工管理について報告します。

浚渫工においては、マルチビームを使用した事前測量結果よりTIN法で浚渫土量の算出を行い、浚渫中は2回測量し、出来形確認、浚渫済土量・残浚渫土量を算出しました。浚渫完了直後の測量データで出来形確認を行い、浚渫船の現場からの退出を判断しました。さらに、事後測量のデータを用いて水路測量報告書を作成しました。

埋立工では、水中部をUMVに搭載した1素子の測深機で合計8回深浅測量を行いました。

埋立地の陸地化した部分は、UAVを使用して早朝に写真測量を12回を行い、UMVで得たデータと合成して夕方までに埋立土量を算出しました。

埋立地の測量データは、俯瞰図や、オルソ画像に加工し、埋立地の築堤構築位置や導流箇所を選定などの施工管理に活用しました。

浚渫工が2/3完了した時点の測量データをもとに、残浚渫土量と残埋立容量を算出し、測量から最終天端高の決定までを2日間に短縮できたのはICTの効果でした。

ICTの活用による測量から土量計算までの生産性は、従来の方法に比較して73%向上しましたが、コストは31%増加しました。

ICTの浚渫工事への導入は、苦渋作業の低減等の労働環境の改善効果も大きく、安全性が向上する効果もあり、IT世代に対する魅力ある職場の提供、入職者の促進、担い手確保と多様な働き方改革へ繋がると考えています。

