

# 令和元年度港湾技術報告会を開催 約 200 人参加、活発に質疑

## 特別講演

「ポスト五輪時代の建設現場はこう変わる～AI、ロボットが同僚になる時代～」  
株式会社イエイリ・ラボ代表取締役、建設ITジャーナリスト 家入 龍太氏

## 協会活動報告

### 〈自主研究報告〉

五洋建設株式会社 土木部門洋上風力プロジェクト・チーム担当部長 力石 大彦

### 〈技術開発関連報告〉

東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター主任研究員 三枝 弘幸

あおみ建設株式会社 北陸支店新湊上部作業所 水上 柚香

東洋建設株式会社 土木事業本部土木技術部部長 中嶋 道雄

東洋建設株式会社 土木事業本部総合技術研究所鳴尾研究所主任研究員 澁谷 容子

### 〈国際事業報告〉

東亜建設工業株式会社 国際事業部土木部部長 畠沢 伸治

日本埋立浚渫協会は「令和元年度港湾技術報告会」を7月26日に東京都千代田区のルポール麹町で開催しました。この報告会は、港湾技術と関連する分野の最新動向などについて有識者にご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報告を行い、会員相互の技術の向上を目指すことを目的として、毎年開催しています。

今回は、第1部として株式会社イエイリ・ラボ代表取締役、建設ITジャーナリストの家入龍太氏を講師にお招きし、「ポスト五輪時代の建設現場はこう変わる～AI・ロボットが同僚になる時代～」と題してご講演いただきました。

第2部では当協会の活動報告(自主研究報告、技術開発関連報告、国際事業報告)として、会員企業に所属する6人の技術者にそれぞれ、国内外で幅広く活動を行った成果について発表してもらいました。

報告会の出席者は、会員企業の関係者をはじめ、東京工業大学と東京理科大学の学生など協会外部からの参加を含めて約200人に上り、講演や発表の後には活発な質疑応答が行われました。

報告会の冒頭、当協会の福田功専務理事があいさつし、「この港湾技術報告会は、当協会が毎年度行っている行事の中でも特に重要な催しです」とその意義を強調。海洋の開発・利用に向けて、洋上風力発電に関



開会のあいさつをする福田専務理事



AI・ロボット時代の建設現場について講演する家入氏

するルールを国が整備したことを例に挙げ、「洋上風力発電という壮大な構想が動きだそうとしています。本日の報告会でも洋上風力発電に関する報告が予定されています。協会や会員各社の能力を総動員して構想を実現させ、それによって第2、第3の海洋開発に弾みをつけていきましょう」と呼び掛けました。

## AI・ロボットと働くための「7つの戦略」

家入氏の特別講演では、建設現場におけるIT(情報技術)やAI(人工知能)の活用などについて、最新の事例などを用いて分かりやすく解説していただきました。

家入氏はまず、1964年の東京オリンピックに合わせて整備された競技場や首都高速道路、新幹線、ホテルなどの建設現場の様子を映像で紹介。現場で一つずつ人間の力を頼りにものづくりをしていく建設業の仕事のスタイルが、現在も基本的には変わっていないことを指摘しました。

その上で、この半世紀の間に製造業の生産性が右肩上がりだったのに対し、建設業の生産性は低いままだと強調。「建設業はこれまで人間に頼り過ぎてきた産業。人間は超優秀な『万能マシン』だが、生産年齢人口の減少が進むこれからは、人間に頼ることは難しくなる」と警鐘を鳴らし、ITやAIなどの先端技術を積極活用することで、建設業も労働生産性を大幅に引き上げる必要があると訴えました。

建設現場で実際に使われているさまざまな先端技術も紹介されました。その一つが、3次元の構造物モデルで設計を行うBIM/CIMです。構造物の隠れた部分まで3次元モデルで忠実に再現できるため、部材同士の干渉チェックや盛り土・切り土量の計算、障害物の近傍での作業シミュレーションなどを簡単に行うことができ、合意形成や判断の迅速化にも役立ちます。家入氏はこうしたメリットを解説し、生産性向上への効果に期待を示しました。

AR(拡張現実)の技術を使って正確な施工を支援するシステムや、ICT建機を使って無人でダムを施工する技術、3次元画像でリアルタイムに水中を「見える化」し、海底を正確に浚渫する技術なども紹介されました。

ロボットや3Dプリンターも建設現場に徐々に普及し始めているようです。施工図のデータを基に墨出しを行うロボットや、ビルの天井張りや重い建材の運搬などの重労働を人間に代わってこなすロボット、建築模型ばかりか橋桁など実際の構造物も造形する3Dプリンターなど、海外も含めて多くの事例が紹介されました。

家入氏は「将来、頭脳労働はAI、肉体労働はロボットが担う時代が来る。人間頼りの建設業がAI・ロボットと働く建設業になる」と予測。AIやロボットは「融通の利かない社員」であり、「ロボットと人間が一緒になると1.5人分の仕事ができ、人間1人当たりの労働生産性は1.5倍になる」との見方を示しました。

その上で、AIやロボットを同僚や部下にして一緒に働くための心得として、①自分の仕事の流れを理解せよ②ICTの知識は広く浅く集めよ③創意工夫力を持って④顧客志向力を磨け⑤社外に仲間を作れ⑥論理的思考力(プログラミング力)を養え⑦オタクの居場所を確保せよ、という「七つの戦略」を披露し、講演を締めくくりました。

## 技術者6氏が研究成果など報告

特別講演に続いて行われた協会活動報告では、自主研究報告として五洋建設土木部門洋上風力プロジェクト・チーム担当部長の力石大彦氏が「洋上風力建設における作業基地港湾のあり方について」、技術開発関連報告として東亜建設工業技術研究開発センター主任研究員の三枝弘幸氏が「重力式係船岸増深工法の実用化に向けた追加実験—可塑状グラウト改良体の強度・変形特性—」、あおみ建設北陸支店新湊上部作業所の上水柚香氏が「リプレサブル棧橋上部工の現地実証試験について」、東洋建設土木事業本部土木技術部部長の中嶋道雄氏が「港湾工事におけるCIMの活用」、東洋建設土木事業本部総合技術研究所鳴尾研究所主任研究員の澁谷容子氏が「海上施工からみた波浪特性の経年変化」と題してそれぞれ研究成果を発表。国際事業報告として東亜建設工業国際事業部土木部部長の畠沢伸治氏が「バヌアツ国ポートビラ港ラペタシ国際多目的埠頭整備計画」について報告を行いました。



約200人が参加した港湾技術報告会



## 洋上風力建設における作業基地 港湾のあり方について

五洋建設株式会社  
土木部門 洋上風力プロジェクト・チーム担当部長  
力石 大彦



国内で計画される洋上風力案件は、早ければ数年後に建設工事が始まるかという段階にあります。しかし、風車部材のような長大な重量物の仮置きや事前組立などができる「陸上ヤード」、また

資機材の受け入れ・積出し・SEP船のジャッキアップなどの作業が効率的に施工できる「係留・水域施設」を備えた作業基地港湾の整備は不十分な状況です。

洋上風力部会では、各案件が滞りなく導入されることに貢献することを目的として、各案件の計画や地域性を踏まえた作業基地港湾の望ましい規模や規格について検討を行いました。

概要は、案件ごとに異なる風車機種・基礎形式・総

出力・事業スケジュール・使用船舶といった諸条件を整理・単純化した検討モデルを設定したうえで、秋田港・鹿島港・北九州港をそれぞれ中心とした東北・関東・九州の3エリアに各案件を区分し、各エリアで必要となる施設の原単位数を検討するという内容です。

陸上ヤードは、施工サイクルや稼働率などの施工諸元を基に設定した月別施工可能サイクル数、風車部材の供給量を考慮した必要ストック量、建設重機の配置や動線など考慮して、その原単位を約6haと設定しました。一方で係留・水域施設は、使用船舶の諸元や係留方法を検討して、その原単位を岸壁延長約750m、泊地面積約4haと設定しました。各エリアにおける年間施工基数を考慮した結果、必要原単位数は、陸上ヤード、係留・水域施設ともに、東北が2～3単位、関東が1単位、九州が1単位となりました。

今後の作業基地港湾の整備は、適正な規模で施工し易い港湾とするために、事業スケジュールの平準化、近隣港湾への機能分散、実案件の具体的条件や複数案件での施設使用を踏まえた原単位設定など考慮し、体系的に進められていくことが望まれます。

当部会では、港湾管理者を含めた関係各所へのヒアリングを実施し、更に検討を進めていく予定です。

## 重力式係船岸増深工法の実用化に向けた追加実験

— 可塑状グラウト改良体の強度・変形特性 —

東亜建設工業株式会社  
技術研究開発センター主任研究員

三枝 弘幸



コンテナ船やクルーズ船の大型化は近年の国際的動向であり、我が国の港湾においても競争力維持・向上の観点から、その対応が急務となっています。一方で、施設の戦略的な維持管理や既存施設

の有効活用を図ることも求められてきており、既設係船岸を増深する検討事例が増加しています。

このような背景から、平成21～25年の期間で進められた国立研究開発法人港湾空港技術研究所と一般社団法人日本埋立浚渫協会との共同研究によって、既設重力式係船岸を増深できる新工法を開発し、工法手引きの策定や特許取得などの成果を残してきました。また、平成29年度に実施した京浜港ドックにおける実

用化実証実験では施工性を重点に検討を進め、今後の実用化に向けて大きな成果を得るに至っています。

本発表においては、工法の設計を行う上で最も重要な捨石マウンドに構築される可塑状グラウト固化体の強度・変形特性についてご説明させて頂きました。実験では、実施工で想定される様々な条件を模した供試体（礫材や供試体寸法の影響、グラウト充填率の違いによる影響、捨石内に夾雑物が存在する影響など）を多数作製し、一軸圧縮試験や割裂引張試験、三軸圧縮試験などの一連の要素試験を通じた基礎的評価を行っています。

その結果、グラウト充填率の低下に伴って強度が減少すること、夾雑物により礫材とグラウトの付着が期待できない状態では強度が半減すること、今回の試験範囲のレベルでは礫材寸法の影響は小さいこと等が明らかとなりました。さらには、想定されるモデル断面上で設定した水位変動や地震時荷重が与える改良体への影響を評価し、耐久性について問題ないことも明らかにしました。

これらの得られた知見を体系的に取りまとめ、今後の工法実用化に向けて引き続き検討を進めていく予定としています。

## リプレイサブル棧橋上部工の 現地実証試験について

あおみ建設株式会社  
北陸支店新湊上部作業所

水上 柚香



棧橋上部工のコンクリートは塩害による早期劣化が生じやすく、LCCを増大させる一因となっていました。そこで、LCC削減に寄与できるリプレイサブル棧橋上部工の開発が、平成16年～

20年に日本埋立浚渫協会と港湾空港技術研究所による共同研究で行われました。本技術が平成28年の港湾技術パイロット事業に選定され、この度、伏木富山港の岸壁延伸事業で初めて適用されました。

リプレイサブル棧橋上部工は、プレキャスト化した床版を座金で押さえて固定することで、棧橋供用後に梁から簡単に床版が取外せる構造としたものです。施工時は、床版が陸上製作できるため、海面付近での作業が減り、安全性の向上や確実な精度管理が行えます。

補修・点検時は、床版が取外せることで、棧橋下面の照度の向上だけでなく周囲の梁の陸上目視点検も行えます。また、必要箇所のみを取外して点検・補修が行えるため、維持管理費用の削減が期待できます。

今回実施したリプレイサブル棧橋上部工の現地実証試験は、耐久性・施工性・経済性について確認することで設計・施工方法の確立を目指し、他現場も含めた適用性を検証するものです。耐久性については、床版に荷重を与えたときの応力ひずみ関係を確認するため、載荷試験を実施しました。また、塩害による腐食特性の確認のため計測機器設置・計測も行いました。施工性については、今回工事のため設定された出来形管理基準(案)の管理値が妥当であるかの確認を行いました。経済性については、施工歩掛をもって確認を行いました。

リプレイサブル棧橋の施工は、通常の構造物よりも施工管理基準が厳しかったため、施工能率の低下が懸念されましたが、通常のプレキャスト床版と同程度でした。日本海側のように干満差の少ない地域では、点検維持費用の削減が期待できます。

今後、積極的な展開と今回得られた知見によりさらなる改善・効率化が行われ、有効活用されていくことが望まれます。

## 港湾工事における CIM の活用

東洋建設株式会社  
土木事業本部土木技術部部長

中嶋 道雄



近年3次元モデルによって設計や施工、維持管理などを行うCIMの適用事例が増加しています。ここでは昨年度、国土交通省の港湾工事において初となるCIM対象工事を実施した中で、CIMの実

施手順やその効果について紹介します。

CIMでの施工検討は、初めに受領したCIMファイルに国土地理院の広域地形と3次元レーザーで計測した現地点群とドローンによって取得した航空写真を統合します。次に部材と工程を結びつける4Dシミュレーションを実施し、各工種に重機などを配置して各ステップ図を作成します。これらのステップ図は、拡大縮小や時系列動画などを作成可能です。

作業員にステップ図を見せると、自らタブレットを操作し、狭小な作業、複雑な作業手順を全員で理解した上で、自ら作業員配置や作業手順を変更するといった結果になりました。このようにトップダウンとボトムアップがうまく融合したため、作業効率や安全性が向上する結果となりました。また、これらから変更した作業手順を動画として大型ディスプレイを使って周知会を行いました。

3次元スキャナーで取得された現地点群は、電線や小さな看板等が記録されているため、トラックや重機などの移動の際に障害となるかが、現地に行かなくても確認可能でした。

施工上では施工途中で計測される位置等の出来形やコンクリートスランプ等の品質管理値項目等の属性情報を、直接タブレットで3次元モデルに付与するシステムを開発・使用した事で、事務所に帰って整理を行うことが無くなり、生産性の向上が確認できました。またこれらのシステムを使った電子的な監督検査を実施しましたが、検索スピードが速く直接的であるために実施可能であるとの意見をいただきました。このシステムをそのまま管理者に移譲する事で、維持管理にも利用可能であると考えられます。



## 海上施工からみた波浪特性の経年変化

東洋建設株式会社  
土木事業本部総合技術研究所 鳴尾研究所主任研究員  
澁谷 容子



海上施工においては、施工海域の波浪特性を把握することが非常に重要です。近年、ネットワークや技術の発達により、波浪予測情報やリアルタイム波浪情報などさまざまなデータが入手できる

ようになってきています。しかし、海上施工の作業可否判断は過去の実績や経験により行われていることが現状です。これは波浪だけでなく、作業内容や船舶の大きさ、風や河川からの濁りの有無など作業に影響する要因は多く、可否判断には多くの経験を必要とするからです。

一方、今後、技術者の高齢化が進み技術が伝承されにくくなることが危惧されています。そこで、これまで個人に蓄積されてきた経験を数値化し情報共有する

ために、施工実績と波浪特性の関連付けを行いました。その結果、過去に作業中止と判断されたもののほとんどは作業中止基準と一致し、技術者の判断が的確であることが明確になりましたが、一部の工事では波高が作業中止基準より小さい場合も含まれていました。現場へのヒアリング結果より施工場所により風向きの影響を受けることがわかり、経験の数値化には判断要因の収集が必要であると感じました。経験をデータベース化することで技術者の早期育成・安全施工に繋がればと期待しています。

最後に、将来の波浪特性の変化について調べました。日本周辺の海域において、施工可能な波浪が現在と将来でどの程度変化する可能性があるのかを、全球波浪予測結果を用いて検討しました。将来、平均波高は減少することが予測されており、施工可能な波浪の来襲頻度は増加する可能性があることがわかりました。しかし、極大波高の増加も予測され、年変動が大きくなり現在よりも年毎のバラつきが大きくなる可能性があることから、現在よりも施工計画が立てにくくなることが危惧されます。海上施工に関わる要因の経年変化を把握しながらこれまでの経験と実績を蓄積し、さらに分析することで今後の海象条件の変化に対して適応できる体制を構築していきたいと考えています。

## バヌアツ国ポートビラ港ラペタシ国際多目的埠頭整備計画

東亜建設工業株式会社  
国際事業部土木部長

畠沢 伸治



南太平洋のバヌアツ共和国の首都にラペタシ国際コンテナターミナルが完成しました。急増している貨物量に対応するため、コンテナ船を主対象とした延長200m、水深12.3m岸壁を建設する円

借款工事です。

施工と現場運営でポイントとなった点を二つ紹介させていただきます。

岸壁前面壁が鋼矢板とIビームを溶接により一体化させたコンビネーションパイル構造でした。最長29m/本。工場、現場のどちらでも製作可能ですが、輸送中の損傷の可能性や荷役時の取扱の難しさを考慮し、現場製作を選択しました。溶接時における熱の影響による歪みなどが発生しないよう徹底した品質管理を行

うために、日系メーカーの技術者を派遣し現場作業員へ直接技術指導を行いました。打設にはパイプロハンマが推奨されていましたが、先行して打設した鋼管矢板の実績から、当現場の土質においては補助工法が必要であると判断しました。土質の一軸圧縮強度などを見直し、ウォータージェット(CJ-330E、14.7Mpa)併用で打設を実施しました。

今回の三つの現場運営ポイントの1番目は“三方良し”です。客先・コンサル・業者がお互いにWin & Winの関係となる様に進めました。「お互いにHappyになろう！」と関係者に繰り返し言い続け、この思想を根気強く説明しました。2番目は“信用を得る事”です。これは一朝一夕では難しいので、実績を見せて信用を構築していく他にありません。信用を得るイコール客先に信者になって貰う事だと考えています。3番目はプロジェクトマネジメントで①「Speedyな決断を行う」②「公正な証拠で大局的な判断を行う」③「全体を把握し相手のメリットを考慮した柔軟な提案」です。

いろいろな事がありましたが、日本側関係者が一枚岩となり、皆様のご協力ご支援を頂き現地政府に対応した結果、工事を無事竣工出来ました。関係者の皆様にお礼を申し上げます。