

令和3年度 合同部会開催報告

松本 寛子

合同部会は業種の垣根を越え、普段協会活動にご参画いただいている会員の皆さまから、その年の研究情報や各社の取組を発表していただき、建設業界における最新情報や課題を共有していただく貴重な場として、開催を続けております。

1. はじめに

2022年2月に開催を予定し、案内を発信した2021年12月頃は、丁度増大し続けていた新型コロナウイルスの感染者数の減少と度重なる緊急事態宣言の解除も相まって、ソーシャルディスタンスを維持すべく聴講定員を収容人員の半数に設定した、機械振興会館B2ホールでの会場聴講に対し、非常に多くのお申込みを頂きました。会場聴講者の定員があつという間に定員オーバーになりそうな状況には嬉しい戸惑いを味わいました。もしかしたら令和3年度の合同部会はコロナ禍前の状況（2019年頃程度）に戻せるのではないかと期待を抱くも、それはぬか喜びとなります。

年が明け2022年に入るとまたしてもウィルスは変異を遂げ、今度はオミクロン株による感染拡大が始まり、会場聴講希望者の「Zoom聴講に変更したい」という連絡が相次ぐようになり、『ニューノーマルは社会生活』をいよいよ受け入れないとならなくなった事を痛感させられます。

しかし、そんな社会状況下だからこそ、より多くの方に伝えたかった「新たな時代を生き抜く建設業界の技術開発や政策」が、聴講者にとってより身近で厚みを持ったものに昇華される企画の実現に繋がられたのではないかという印象に残る開催でした。

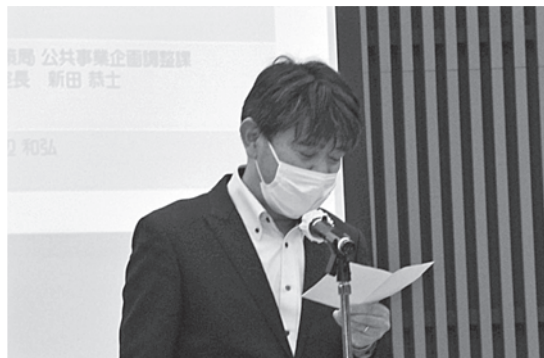
以下に、令和3年度合同部会当日の開催内容を感想も織り交ぜつつ報告させていただきます。

2. 令和3年度合同部会概要

開催日：令和4年2月24日（木）
 場所：機械振興会館 地下3階 研修-1号会議室（定員60名／120収容部屋）
 参加方法：会場聴講，Zoom聴講（上限500ライセンス受付）



写真一 1 ソーシャルディスタンスを考慮した会場



写真二 2 開会挨拶 建設業部会鈴木部会長



写真三 3 司会 建設業部会宮川副幹事長

時 間：13時30～17時00分
(13時00分より受付)

参加者数：合計155名(内WEB聴講者120名)
プログラム：

- (1)「道路橋メンテナンスにおけるAI/ICTの活用」
〔発表者〕国立研究開発法人 土木研究所技術推進本部
先端技術チーム 主任研究員 茂木正晴 様
- (2)「クレーン遠隔操作 TawaRemo[®]」
〔発表者〕竹中工務店 生産本部 生産企画部
副部長 内藤 陽 様
- (3)「働く人を中心とした、建設現場のテレワークシ
ステム K-DIVE CONCEPT」
〔発表者〕コベルコ建機(株) 新事業推進部
部長 山崎 洋一郎 様
- (4) 最近の建設施工行政の動向について～インフラの
建設・維持管理におけるDXの取組み～
〔発表者〕国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課
施工安全企画室 室長 新田 恭士 様

3. 各講演のご紹介

(1)「道路橋メンテナンスにおけるAI/ICTの活用」

今回、研究に着手されました国立研究開発法人 土木研究所様(以下土木研究所)は、「道路橋メンテナンスにおけるAI/ICTの活用」をご講演される上で合同部会という性質上、普段「橋梁」とは関わることのない会員様の為に、まず「橋梁のメンテナンス」における基本的な知識を予備情報として、国内に建設された橋の種類・本数から、構造について等を丁寧にご説明頂きました。

日本国内の土木インフラは、現在メンテナンスを要する老朽化が激しく、その件数の多さから維持管理コストの上昇や対応できる熟練技術者の高齢化といった課題を抱えています。本講演では、従来、道路橋梁点検士によって行われていた「目視点検」を、ロボットやAIを導入、支援することで、先に述べた課題解決に繋げることを述べておりました。

なお、茂木氏が携わった本研究は、国土交通省が令和2年に発表された図一1「定期点検における新技術活用の方向性(案)」の下部に四角く囲ったLEVEL1画像計測技術、非破壊検査技術による作業の効率化、状態把握の質の向上に該当します。

土木研究所では、“AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究(平成30年度～令和3年度)”(このうち点検AI(画像解析)開発)により、点検ロボット(点検アプローチ支援)、点検時に取得



図一1 「国土交通省点検支援技術の開発の方向性について」
 出展：令和2年12月15日「国土交通省点検支援技術の開発の方向性について」抜粋

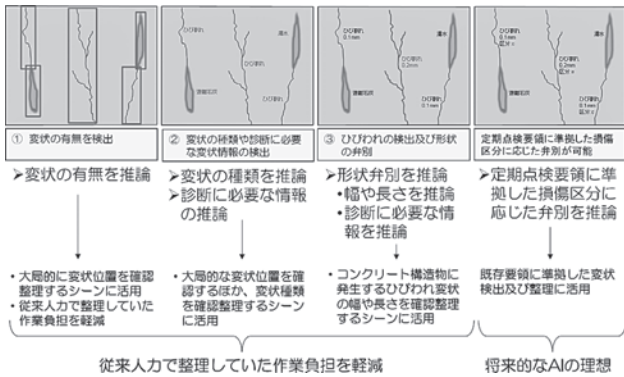
された変状等の情報の自動検出・選別を可能とするAIの開発(非破壊技術)に着手されました。

点検AIの研究開発では、点検結果に基づき変状等の情報から診断・措置を適切に進めるうえで、点検時に取得される画像を中心とした点検結果の整理にAIを支援技術として活用することを目指し、点検AIを活用する「(ひび割れ)変状の自動検出～変状の種類」といった『AIによる仕分け』を可能とする技術開発を取り組まれました。講演で述べられた、教師データ側の詳細設定によって導き出された「推論値」と「真値」(目視による点検結果)の差異を埋める許容値設定が難しい課題である旨を伺えたことは非常に貴重でした。なお、その課題について講演では、点検AI性能の評価時に「道路橋点検士視点による評価」を擦りあわせることで対応し、点検AIの活用にあたり、人の代替技術ではなく支援技術であることを述べられました。

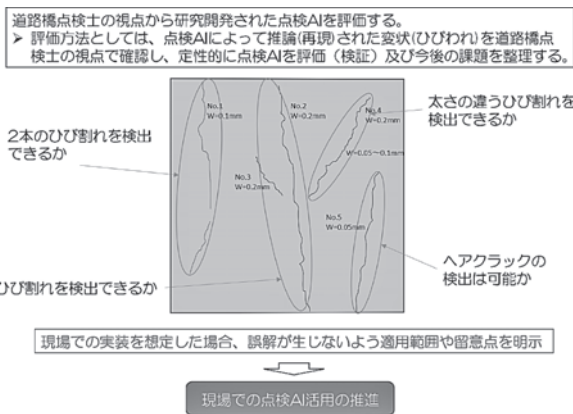
また、部材の座標取得を可能とするドローン活用は、三次元モデル化を容易にし、今後の維持管理が「建設現場のICT施工」に近いものになると述べられました。特に点検ロボットや点検AIの現場での将来的な導入プロセスは、情報化施工のような、MG→MC→自動化といった流れに類似するものと述べられました。

質疑応答：

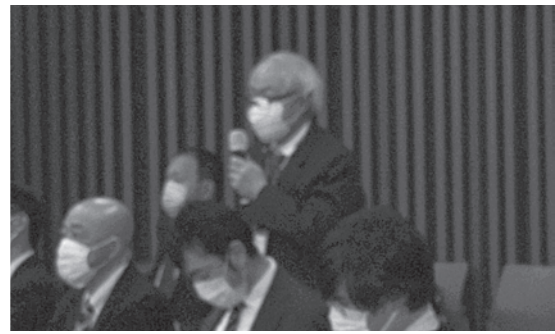
- Q1. ご発表は従来の目視点検の置き換えといった認識ですが、今後は目視点検では限界(鋼橋の溶接ルート側等)となる「部材内部の損傷検知」に対しての研究開発はされるのでしょうか？
- A1. 現在、橋梁の「橋梁定期点検要領」上に明記されている26項目の損傷項目より「コンクリート橋のひび割れ」を第一段階として適用対象とし



図一 2 インフラ点検（橋梁）における AI の活用のスライド



図一 3 「道路橋点検士視点の評価」から AI を評価する際の説明スライド



写真一 6 場内からの質問

ております。今後、段階的に対象を増やしていく予定です。

(2) 「クレーン遠隔操作 Tawa Remo[®]」

建設業の分野から、(株)竹中工務店様よりタワークレーンオペレータの働き方改革を目指し、鹿島建設(株)、(株)アクティオ、(株)カナモトと4社で協同開発を進めているタワークレーン遠隔操作「TawaRemo[®]」(以下、本遠隔操作という)についてご講演いただきました。

タワークレーンは近年、高自立化が進み、設置状況によるが、オペレータは設置場所から40m程度垂直式タラップを毎日登る必要があり、肉体的負担が非常に大きい。また、運転席は狭小空間であり、クレーン作業により常に揺れる環境の中、終日拘束される上、トイレや食事の面での課題も多く、タワークレーンオペレータは担い手不足に加えて高齢化が進んでおり、タワークレーンは確保ができていても技量の高いクレーンオペレータの配置ができないというケースが散見されていました。タワークレーンオペレータの確保は建設会社共通の喫緊の課題となっていることが、開発の背景だと述べられました。

本遠隔操作を使い、実際に作業を行っているオペレータの声として「実機の運転と同様にクレーン作業ができる」「休憩がしっかりとれ、関係者とのコミュニケーションも取りやすい」と非常に好評とのこと。

「突発的な作業」「数回だけの短時間作業」等のスポット作業にもタイムリーに対応することができることが実証されていました。

また、玉掛け状況が目視できる場所に、コンクピットを設置することで玉掛けおよび吊荷の目視確認ができ、作業所における安全性向上にも大きく寄与しました。

2022年度は、作業所への適用を進めながら、オペレータの効率的な運用のための「複数台クレーン操作」、また、オペレータのさらなる働き方改革実現に向けた「遠隔地におけるオペレーションセンターの設置」に向けて、技術実証および、所轄監督署との協議



写真一 4 講演講師：茂木 正晴 様



写真一 5 講演講師：茂木 正晴 様



図一4 2種類のコックピット：左)簡易コックピット,右)専用コックピット(通称egg)



図一5 作業所への適用紹介スライド

を進めているとの事。本遠隔操作の普及展開によりタワークレーンオペレータの担い手不足の課題が解決され、タワークレーン以外への建設機械への応用により、業界の課題解決、魅力向上につながることを期待したいです。

質疑応答：

- Q1. タワークレーンは、安衛法上「離席」はダメなはずですが、オペレータのそういった行動はどのように確認されているのでしょうか。
- A1. コックピットにて離席時は、鍵をかけさせている。着席した時、離席時に操作電源を必ず押すこととしており、このルールで監督署の了解を得ています。
- Q2. ドライブレコーダーの様に操作履歴はわかるようになっているのか。
- A2. 画像は録画ができ、操作履歴は開発済のシステムで取得ができています。何か災害が発生した場合、履歴を負うことができます。
- Q3. 遅延の計測方法は。
- A3. ブラウザ時計を使用。

<https://03labo.com/clock/index.php>

カメラにブラウザ時計を映し、モニター越しの時計とスマホ画面の時計を撮影しタイムラグを計測しています。

- Q4. 事故が発生した場合の責任区分はどのようになりますか？
- A4. 監督署と詰めている最中ですが、通常のクレーンと同世に「遠隔だから」といって特段決めている項目はありません。通信異常の場合は停止するので、オペレータのミスか玉掛け者のミスかのいずれかとなります。
- Q5. オペレータの資格条件にはどのような影響が？
- A5. 普通のクレー免許と同じ資格を必要とします。
- Q6. 使用時の「通信環境に縛りは」ありますか。
- A6. 多様な現場環境がありますので、機械を借りる段階でカナモトさんに相談されるといいです。
- Q7. クレーン作業時、コックピットも揺れる(動く)ということですが、どのように検知されているのか。
- A7. 本体の振動、傾斜は本体に設置した、振動センサーから拾っています。



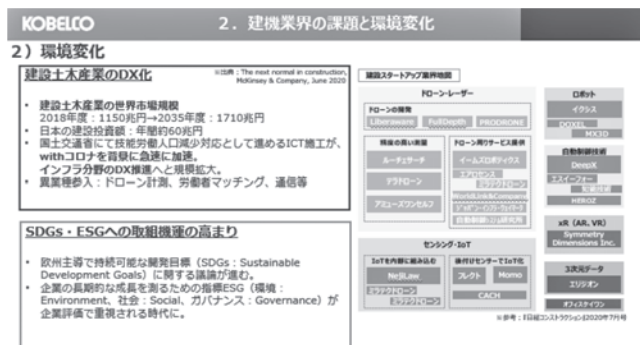
写真一7 講演講師：内藤 陽 様



写真一八 講演講師：内藤 陽 様

(3) 「働く人を中心とした、建設現場のテレワークシステム K-DIVE CONCEPT」

製造業の分野から、今年はコベルコ建機株様にご講演いただきました。ご講演テーマの開発経緯の裏側にある建設業界の課題等は、先にご講演頂いた方々とほぼ共通でした。しかし、日本の労働人口の減少による商品の供給減に陥らない為の設計・製造・販売・お客様へのアフターフォローという経営構造による製造業は、最近よく耳にする「DX化・SDGs」といった現代社会における環境変化がよりダイレクトに関わってくる業種なのだという特性に気づかされました。



図一六 界の課題と環境変化についてのスライド

そんな社会状況と業界特性の中でご講演いただきましたコベルコ建機株様は、「ユーザー現場主義」という経営理念に基づき、「お客様の現場・経営DXの支援を通じてより良い社会実現に貢献」を目指し、「K-DIVE CONCEPT」（以下、本システムという）を開発されました。

本システムは、「重機の遠隔操作システム」と、「操縦履歴・遠隔重機データ活用」を繋げることで「建設現場の“テレワークシステム”」を実現。

操作システムにおいて、従来の運転操作時と同様オペレータの五感にうったえる動作環境の再現（ハプ

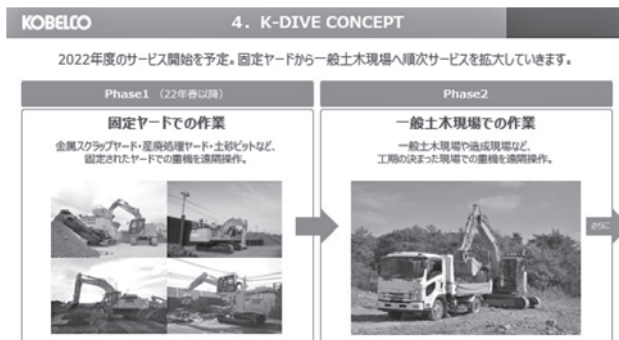
ティクスフィードバック機能）や、1台の操作室で複数台の重機操作（多接続機能）、顔認証・よそ見・姿勢機能による安全な操縦環境構築、遠隔重機の稼働情報をリアルタイムで確認（リアルタイムマップ情報）、重機作業中でも現場管理者やダンプ運転者らとTeamsを活用してコミュニケーションを可能に。そしてそれらの作業情報をクラウド管理するシステム（パフォーマンスレポート、操作動画録画機能）まで開発することで、業務の効率化や繁忙調整の実現に繋がっていました。

最後に、施工会社に本システムを導入された事例。北海道と広島を結ぶ約1,800 kmの超長距離遠隔操作の実証実験を通し、本システムの具体的な利点を紹介していただき、導入実証を進める現場における生の声は見事に開発段階で解決目標に掲げられた課題が回収され、製品の開発～普及～改善のサイクル構築・機能されていました。

経営理念の象徴の様な本システムの将来的な展開が「重機・オペレータ・現場のマッチングサービス」というお話には、業種の垣根を超えた経営戦略であり、実現した際には建設業界における重機製造メーカーの役割と位置付けに変革をもたらすのは間違いないであろうと「時代の転換」を痛感させられる発表でした。

質疑応答：

Q1. 本システムは、ショベル以外の機種も対応して



図一七 K-DIVE CONCEPT についてのスライド



写真一九 講演講師：山崎 洋一郎 様



写真-10 講演講師：山崎 洋一郎 様

いるのでしょうか。

- A1. 環境リサイクル機械は対応しています。
- Q2. 一人のオペレータが複数工程に対応することが実現された事は、合理的で作業の効率化という側面では有効な結果だとは思いますが、一人で担う作業時間（仕事量）はその分倍増します。その倍増を負担と捉えた時、実状が相反関係を生み出していることはどう思われますか。
- A2. 本システムの導入を希望されたお客様のご感想からすると、一つの作業が終わるまで次の作業に着手できず、発生する「待機時間」が無くなる事。実際重機のある場所まで移動や、機械への昇降。ブレーカー作業の際に身体に伝わる振動といった「身体的ストレスからの開放」の方が大きく、複数台数対応することにはストレスを感じさせないようです。
- Q3. 北海道と広島を結ぶ1,800 kmの超長距離遠隔操作の実証実験の時の通信の遅延時間はどのくらいだったのでしょうか。
- A3. 超長距離遠隔操作の場合、コベルコでは専用の光回線を使用している為、マイクロ秒オーダーレベルの遅延しか確認していません。「光回線は距離とともに減衰する」ということはあり、増幅に必要な信号変換器端末の数だけ処理時間にかかる遅延は起こします。しかし実証実験では、近距離施工と1,800 kmの超長距離にほぼ変わらない結果です。

関連 HP :

『超長距離および多接続切り替え遠隔操作に関する実証実験の実施について』kobelcocm-global.com

(4) 最近の建設施工行政の動向について～インフラの建設・維持管理におけるDXの取り組み～

例年、合同部会では官庁の方からもご講演を組んでおり、前年に引き続き、今年も国土交通省（以下、国交省）の公共事業企画調整課新田様（以下、新田氏）

にご講演いただきました。

新田氏は、行政の視点から国交省のDX政策の背景にある問題意識やニーズを掘り下げて解説。冒頭に自動運転車で世界をリードする米国TESLA社が、構想する人型ロボット“TeslaBOT^{※1}（テスラボット）”を紹介。TeslaBOTは、建設現場などで単調で危険な作業から労働者を解放する目的で開発されるという。身長172 cm程度のTeslaBOTの心臓部には毎秒9ペタフロップ（1秒間に9,000兆回）の計算能力を有するFSD（Full Self-Driving）コンピュータが搭載される、その計算速度は一世代前のスーパーコンピュータ「京」の処理速度に相当します。この小さなFSDコンピュータが、人に代わって自動車を運転するという。複数のカメラ動画を瞬時に統合し3次元空間を認識、車の影に隠れる歩行者の動きを推測し適切なタイミングで車線変更や加減速を行う。このためにTesla社は、AI開発のためにコンピュータも自前で開発しました。

「人工知能（AI）や自動化技術の技術革新は、想像を上回り加速している。数年前のスパコンに匹敵する性能を、自動車メーカーが人に持てるサイズのFSDにして実現したことは衝撃だ。建設現場も遠くない将来、自動化・自律化が当たり前になるだろう。」

新田氏が紹介した米国TESLA社のYoutube動画からは、他にもAIの開発手法や3次元レンダリング技術などに先進性が窺えます。新田氏は、この動画について「Elon Musk氏が、ここまで詳しく技術開発手法やアーキテクチャなど、開発中の技術について情報発信するのは、世界中から最も優れた人材を集めたいからに他ならないのではないか」という。

建設業の担い手不足について、直近10年間の生産年齢人口が88万人減少する一方、65歳以上や女性の就業者数が480万人増加している点に着目。「ICTやロボットを上手に活用することで、省人化が可能となるだけでなく、障がいを持った方の活躍が可能となり、多様な人々の参画が可能となる。」とし、人間の機能を拡張することで、危険でつらい作業や疲労感を低減した米国自動車産業の事例などを紹介しました。

さらに「建設産業には、まだまだ危険を伴う作業が残っています。例えば、トンネル切羽近傍での作業、単純な繰り返し作業の自動化や、さらにAIを搭載した自律化機械などを導入することで、人は安全で快適な場所で、生産性を高めることが見込める」と指摘。「JCMSが国内審議団体となるISOでも、建設機械施工の自動化に向け、自動運転レベルを国際標準

※1 『Tesla AI Day』 <https://youtu.be/j0z4FweCy4M>

化する審議が始まりました。建設現場の自動化は、安全確保が重要であり、日本では労働安全衛生法の下、建設業やメーカーが現場で改善を積み上げてきた歴史がある。安全に対する意識が高い日本こそが議論をリードすべき。」と発言し、国交省が設置した「建設機械施工の自動化・自律化協議会」を3月に立ち上げたことを紹介しました。

さらに新田氏は、建設施工の歴史と将来展望を1枚のスライドで示し、国交省が公共工事の機械損料や歩掛等の積算基準の整備し、さらに技術認定制度を活用した『環境対策』や『安全対策』を推進していることについて紹介。

とりわけ革新的技術の導入には、民間投資だけでなく実現現場での実証が重要である点を強調しています。これまでも国交省はICT施工の技術基準の策定にあたり、毎年、既存基準の改善や新規策定の必要性について意見公募を行い、現場の声を反映してきたという。特に、今年度は、中小建設業へのICT拡大を意図した後付マシンガイダンスやスマホ搭載のLiDARによる出来形計測の利用が可能となり選択肢が増えたとのこと。

地球温暖化対策では、現場のCO₂排出量の可視化の重要性を指摘。建設機械の「テレマテティクスデータ」等を活用し建設工事のCO₂排出量推計手法の開発と標準化に取組みたいと意欲を見せました。

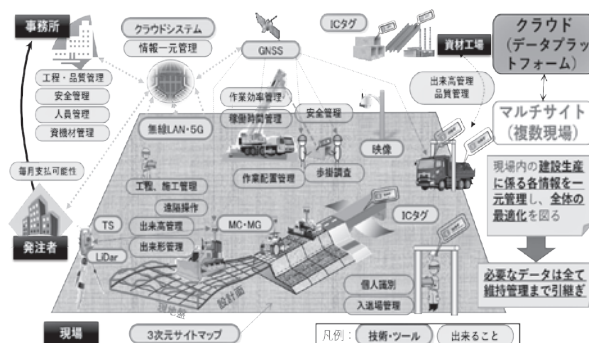
安全対策では、テーマ設定型の新技術公募など積極的に導入を進めていることを紹介。さらにトンネル掘削現場での発破作業時の安全性向上に向け、有効な新技術の導入や危険作業の自動化への期待を語りました。

また、人間拡張技術として疲労低減につながるパワーアシストスーツの現場実証を紹介。今後も、テレメテティクス／アバター、VR/ARを現場に取り入れる事で、建設生産における“身体的負担の軽減”や“判断の支援”を目指すとしています。

「最近の建設施工企画行政の取組について」というタイトルから推測されがちな難解で真面目な講演のようですが、まるで新田氏の「脳内旅行」に同行したようで、知的好奇心を始終刺激させる講演という印象を受けました。



図一8 スパコンに匹敵する Dojo D1 チップを紹介する Ganesh 氏 YouTube「Tesla AI Day」より



図一9 建設施工現場のデータ利用イメージのスライド



写真一11 講演講師：新田 恭士 様

4. おわりに

業種の垣根を超え、業界発展の為に素晴らしい御講演をしてくださった講演者の方々のご協力によって、多くの会員の皆様方へ有意義な時間をご提供できたことを、事務局一同感謝しております。

JICMA

【筆者紹介】
松本 寛子 (まつもと ひろこ)
(一社) 日本建設機械施工協会
業務部