

建設機械施工 12

Vol.74 No.12 December 2022 (通巻874号)

特集 先端建設技術

2020-06-18 13:41:11.394 Hose Z : 2190mm



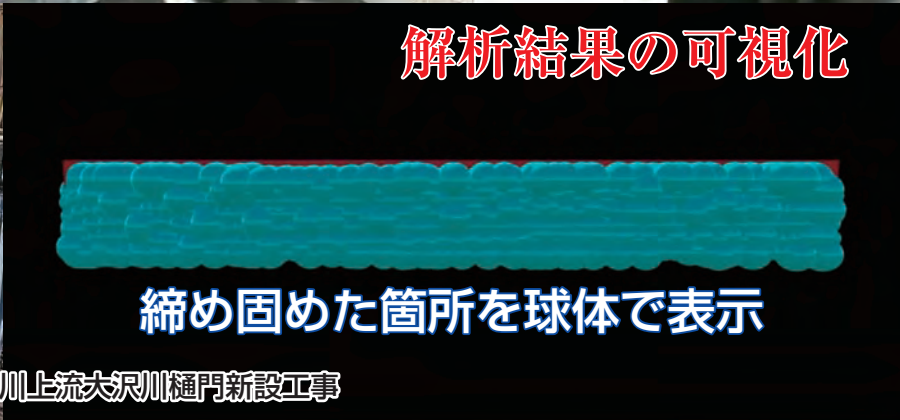
深さを特定

ARマーカを特定

解析結果



現場状況



解析結果の可視化

締め固めた箇所を球体で表示

AIを活用したコンクリート締め固め管理状況 雄物川上流大沢川樋門新設工事

巻頭言 ICT による社会インフラの高度化

- 技術報文**
- BIMとiPadを用いた設備施工管理記録の作成および管理手法の開発
 - コンクリート締め固め管理システムの実用化に向けて
 - 港湾工事における基礎材投入施工支援システムの開発
 - 道路橋床版更新工事におけるPCa床版架設機械の開発
 - UAVの自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の点検・調査 他
- すいそ**
- 福岡の `OTHER MUSIC、を求めて

- 行政情報**
- 第5期国土交通省技術基本計画
 - 新技術情報提供システム (NETIS) における新たな取り組み
 - ICT建設機械等認定制度
 - [i-Snow] ロータリ除雪車の作業装置自動化に向けて
- 交流のひろば**
- 交通ビッグデータを活用した徒歩圏交通流動推計

KOBELCO

Performance  Design

新型 ミニ

SK45SR SK55SR

ミニショベルがモデルチェンジ

2023年4月順次登場

特設サイトは
こちら

iNDr+E



コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15
☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同し、建設機械・建設施工にご関心のある方であればどなたでもご入会いただけます。

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊800円＋消費税/送料別途)
「建設機械施工」では、建設機械や建設施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入することができます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)でご参加いただけます。

この機会に是非ご入会下さい!!

◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された団体です。建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

- 建設機械及び建設施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
- 建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127, TC195, TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
- 建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
- 災害発生時には会員企業とともに災害対処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。
- 外国人技能実習制度における建設機械施工職種の技能実習評価試験実施機関として承認されています。

■会員構成

会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(建設機械や建設施工の関係者等や関心のある方)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験・外国人技能評価試験の実施。
- ・各種技術図書・専門図書の発行。
- ・除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。

■主な出版図書

- ・建設機械施工(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・橋梁架設工事の積算
- ・大口径岩盤削孔工法の積算
- ・よくわかる建設機械と損料
- ・ICTを活用した建設技術(情報化施工)
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
- ・道路除雪オペレータの手引き

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

<http://www.icmanet.or.jp/>

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名	昭和 平成 年 月 日
勤務先名	
所属部課名	
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	令和 年 月より入会

【会費について】年間 9,000円(不課税)

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
 - 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として全額をお支払い頂きます。
 - 会費には機関誌「建設機械施工」の費用(年間12冊)が含まれています。
 - 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。○次の場合、会員の資格を喪失します: 1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判を受けたとき。3.死亡し、又は失踪宣言を受けたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務: 資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還:既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱いについて】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは <http://www.jcmanet.or.jp/privacy/> をご覧下さい。

令和5年度 日本建設機械施工大賞の公募について

本協会では、平成元年度に一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞を創設し、建設事業の高度化に関し顕著な功績をあげた業績について表彰して参りました。また平成27年度の募集から表彰内容を拡充したことに伴い、表彰名称を『会長賞』から『日本建設機械施工大賞』に変更いたしました。

令和5年度の表彰につきましても、下記により公募いたしますので、内容検討の上、奮ってご応募いただきますよう、ご案内いたします。

1. 表彰の目的

大賞部門は、我が国の建設事業における**建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等**により、その**向上・普及**に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、**地域賞部門**は、従来の施工方法・技術を**改良あるいは普及**させるなどの**取り組み**を通じて、**当該地域の事業者等で建設事業の推進に寄与したと認められる**業績を表彰し、もって**国土の利用、開発・保全及び経済・産業の発展に寄与**することを目的とします。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人を対象とします。

3. 表彰の種類

表彰は、**各部門とも最優秀賞、優秀賞**とします。最優秀賞は総合的な評価の最も高かったもの、優秀賞はそれに準ずるものに与えられます。なお、ユニークなアイデアあるいは特に秀でた特徴を有するような提案があれば、選考委員会賞として表彰することもあります。

受表彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

副賞賞金	大賞部門	最優秀賞	30万円
		優秀賞	15万円
		選考委員会賞	5万円
	地域賞部門	最優秀賞	20万円
		優秀賞	10万円
		選考委員会賞	5万円

4. 表彰式

本協会第12回通常総会（令和5年6月16日（金））終了後に行います。

5. 応募

「日本建設機械施工大賞応募要領」に基づく応募用紙の提出により行われます。大賞部門と地域賞部門の両方へ応募することもできますが、同一内容の業績では、両部門へ重複して応募することはできません。なお、自薦、他薦を問いません。

応募の詳細についてはホームページ（<https://jcmanet.or.jp>）を御覧下さい。応募の締め切りは、**令和5年2月28日（火）（必着）**です。（申し込みアドレス：saito_masayoshi@jcmanet.or.jp）

6. 選考

本協会が設置した「**日本建設機械施工大賞選考委員会**」で選考いたします。なお、該当する業績が無い場合は表彰いたしません。

7. その他

受賞業績は、概要を本協会機関誌「**建設機械施工**」及び本協会**ホームページ（HP）**に、応募業績は本協会**HP**に一覧表として掲載いたします。

以上

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお、施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和4年12月現在) 消費税10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R4年10月	道路除雪施工の手引 (第16版 2022 一部改訂)	4,950	3,960	700
2	R4年6月	日本建設機械要覧 2022 電子書籍 (PDF) 版	42,900	36,300	-
3	R4年6月	建設機械スペック一覧表 2022 電子書籍 (PDF) 版	42,900	36,300	-
4	R4年5月	よくわかる建設機械と損料 2022	6,600	5,610	700
5	R4年5月	橋梁架設工事の積算 令和4年度版	11,000	9,350	900
6	R4年5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和4年度版	6,600	5,610	700
7	R4年4月	令和4年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
8	R4年3月	日本建設機械要覧 2022 年版	53,900	45,100	900
9	R3年5月	橋梁架設工事の積算 令和3年度版	11,000	9,350	900
10	R3年5月	令和3年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
11	R3年1月	情報化施工の基礎 ~ i-Construction の普及に向けて~	2,200	1,870	700
12	R2年5月	よくわかる建設機械と損料 2020	6,600	5,610	700
13	R2年5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版	6,600	5,610	700
14	H31年3月	日本建設機械要覧 2019 年版	53,900	45,100	900
15	H30年8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
16	H29年4月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,100	700
17	H26年3月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD 版】	2,200	1,980	700
18	H25年6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
19	H23年4月	建設機械施工ハンドブック (改訂4版)	6,600	5,604	700
20	H22年9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300		700
21	H22年9月	アスファルトフィニッシャの変遷 【CD】	3,300		250
22	H22年7月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
23	H21年11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,200	700
24	H20年6月	写真でたどる建設機械 200 年	3,080	2,608	700
25	H19年12月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
26	H18年2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,933	700
27	H17年9月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,048		250
28	H16年12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)【CD-R 販売】	5,238		250
29	H15年7月	道路管理施設等設計指針(案)道路管理施設等設計要領(案)【CD-R 販売】	3,520		250
30	H15年7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
31	H15年6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,980		700
32	H15年6月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,980		700
33	H15年6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
34	H13年2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック (第3版)	6,600	6,160	700
35	H12年3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル (第2版)	2,724	2,410	700
36	H11年10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360		700
37	H11年5月	建設機械化の50年	4,400		700
38	H11年4月	建設機械図鑑	2,750		700
39	H10年3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル 【CD-R 販売】	3,960	3,520	250
40	H9年5月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
41	H6年8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
42	H6年4月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
43	H3年4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
44	S63年3月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD 版】	11,000	9,900	700
45	S60年1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック 【CD-R 販売】	6,600		250
46		建設機械履歴簿	419		250
47	毎月 25日	建設機械施工	880	792	700
			定期購読料 年12冊 9,408円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」から「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項をご記入のうえ、FAX またはメール添付してください。

※令和5年4月1日から建設機械施工定期購読料を税込価格10,032円、また各送料を税込価格から税別価格に改訂致します。

特集

先端建設技術

巻頭言

4 ICTによる社会インフラの高度化

蒔苗 耕司 宮城大学 事業構想学群 教授

行政情報

5 第5期国土交通省技術基本計画

吉田 真人 国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐

11 新技術情報提供システム (NETIS) における新たな取り組み

渡邊 俊彦 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 課長補佐

15 ICT 建設機械等認定制度

岡本 由仁 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 課長補佐

19 【i-Snow】ロータリ除雪車の作業装置自動化に向けて

除雪現場省力化による生産性・安全性の向上に関する取組

白瀬 和暁 国土交通省 北海道開発局 事業振興部 機械課 機械施工第1係

柿崎 俊裕 国土交通省 北海道開発局 事業振興部 機械課 機械施工第1係長

特集・
技術報文

23 スマート施工・インフラ管理のための画像処理技術の虎の巻

中原 匡哉 大阪電気通信大学 総合情報学部 情報学科 講師

今井 龍一 法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科 教授

27 BIM と iPad を用いた設備施工管理記録の作成および
管理手法の開発

CheX BIM 機能を用いた施工記録・検査記録の作成とその管理

五十嵐 賢 ㈱竹中工務店 大阪本店 設備部

32 コンクリート締固め管理システムの実用化に向けて

多様な現場への適用を可能とするシステム更新

仲条 仁 ㈱ Create-C 代表取締役/CEO

宇野 昌利 清水建設㈱ 土木技術本部イノベーション推進部 主査

前田 真護 ㈱ Create-C 次世代インフラ・プロジェクトマネージャー

37 位置計測技術と AI の併用

属人性の高い計測業務に対し、AI を併用して作業を効率化していくための検討

新居 和展 ㈱コアコンセプト・テクノロジー DX 事業本部 DX ソリューション開発部 セールスマネージャー

熊田 聖也 ㈱コアコンセプト・テクノロジー DX 事業本部 IoT/AI ソリューション開発部 ドメイン CTO

古橋 健斗 ㈱コアコンセプト・テクノロジー DX 事業本部 IoT/AI ソリューション開発部 エキスパート

43 港湾工事における基礎材投入施工支援システムの開発

宮本 憲都 東亜建設工業㈱ 土木事業本部 機電部 電気グループ

48 道路橋床版更新工事における PCa 床版架設機械の開発

急勾配かつ狭隘な実橋梁への適用

藤吉 卓也 清水建設㈱ 関西支店土木生産計画部 主査

安田 篤司 清水建設㈱ 土木技術本部橋梁統括部 主査

岩里 泰幸 阪神高速道路㈱ 管理本部 企画管理部 保全技術課 課長代理

54 UAV の自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の
点検・調査

2 機体同時飛行により、視界・電波の「壁」を超越

(令和3年度 i-Construction 大賞受賞 国土交通大臣賞受賞)

荒木 義則 中電技術コンサルタント㈱ 先進技術センター 上席執行役員、

先進技術センター長兼 BIM/CIM プロジェクト室長

	58	6 m継ぎボルト打設装置を搭載したロックボルト打設機の開発 切羽作業を完全機械化し、安全で効率的な作業を実現 宮本 真吾 大成建設㈱ 土木本部 土木技術部 課長
	63	ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の 機能保持・向上技術 タフネスコート工法 久保 昌史 清水建設㈱ 土木技術本部 基盤技術部 コンクリートグループ
交流のひろば	69	交通ビッグデータを活用した徒歩圏交通流動推計 遠藤 和重 国際連合地域開発センター 所長
ずいそう	73	福岡の `OTHER MUSIC、を求めて 岩本 英司 日刊建設工業新聞社 九州支社長
部会報告	75	(株)JAL エンジニアリング エンジンメンテナンスセンター見学会報告 機械部会 機械整備技術委員会
	78	新東名高速道路・高松トンネル工事見学会報告 機械部会 トンネル機械技術委員会
	81	令和4年度 若手現場 Web 見学会 開催報告 谷沢川分水路工事 建設業部会 機電技術者交流企画 WG
	86	新工法紹介 機関誌編集委員会
	87	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	89	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
	90	行事一覧 (2022年10月)
	94	編集後記 (山本・宇野)
その他	95	“建設機械施工” 既刊目次一覧 2022年1月号(第863号)～2022年12月号(第874号)

◇表紙写真説明◇

AI を活用したコンクリート締固め管理状況
雄物川上流大沢川樋門新設工事

写真提供：清水建設㈱

コンクリート工事の締固めに着目し、動画像を活用して AI 分析した定量的な管理で、確実な締固め管理を実施している状況。

具体的には、コンクリート締固め作業におけるバイブレーターの振動位置を3次元で正確に計測し、施工時間と対比して、どこをいつ締固めたかを定量的、かつ、準リアルタイムに把握できるシステムである。

2022年(令和4年)12月号PR目次
【ア】
ヴィルトゲン・ジャパン㈱…表紙4
朝日音響㈱…後付1

【カ】
コベルコ建機㈱…表紙2
【ク】
第一東洋㈱…後付2
㈱鶴見製作所…後付4

デンヨー㈱…後付6
大和機工㈱…後付5
【マ】
マシンケアテック㈱…後付3
マルマテクニカ㈱…後付7

三笠産業㈱…後付8
㈱三井三池製作所…表紙3
【ヤ】
山崎マシーナリ㈱…後付2
吉永機械㈱…後付5

巻頭言

ICTによる社会インフラの高度化

蒔 苗 耕 司



情報通信技術（ICT）の進化はますます加速的であり、建設生産現場での適用技術も急速に進化している。本号では、このような流れを受けて「先端建設技術の開発」をテーマとして、それを推進する行政施策を含め、最新の測位技術、機械制御、遠隔技術、人工知能等を組み合わせた建設現場での最先端技術を紹介するものである。

社会インフラを創り出すためには、大地の姿を正確に把握する必要がある。かつては人力による計測が不可欠であったが、ドローン等の飛行媒体の進化に加え、レーザ計測や多視点ステレオ写真測量等の計測技術、遠隔でのセンシング技術も着実に進歩し、地中や海底も含めて高精度で迅速かつ容易に大地の態様を把握することが可能になってきた。また設計段階では、CADの進化により、製図を基本とした2次元設計から、仮想空間での3次元設計への転換が進み、BIM/CIMの導入も本格化してきている。そして施工現場でもICTを活用した先端技術の導入が急速に進んでいる。最近ではリアルタイム測位技術の精度向上に加えて、人工知能（AI）の進化がめざましい。AIは人の目に代わって様々な物体を認識し、蓄積された過去の経験から最適な答えを導き出す。これらの技術を建設機械の制御や危険事象の検出に適用したり、ロボット技術と組み合わせて危険箇所での代わりに働くロボットや重労働を支援するロボットに適用する等、様々な形態で普及し始めている。さらに3Dプリンタによる造形技術の進歩は、これまでの構造物の概念を破ったインフラの新しいかたちを産み出そうとしている。

このようにインフラの生産技術は、日進月歩で進化するICTを巻き込みながら進化を続けているが、今後はどのような展開が期待できるであろうか。最近では、現実空間に対比して、現実空間から取得した情報をもとに現実空間同様の情報空間（サイバー空間）を創る「デジタルツイン」の概念が注目を集めており、その基盤となる空間情報プラットフォームの整備も進

みつつある。社会インフラの設計段階でBIM/CIMに基づき生成される情報モデルは、情報空間の中で仮想モデルとして成長していく。施工段階では、その仮想モデルを参照しながら、現実空間の中で現実モデルが成長し、竣工の時点で仮想モデルと現実モデルが同一となる。運用・維持管理段階になると、時間経過による劣化や自然災害・事故等により、仮想モデルと現実モデルとの間で乖離が生じてくる。センサ等を通じてその乖離を正確に把握して情報空間にフィードバックし、相互に整合させていく。そして蓄積したデータをAIで解析することにより、高い精度で将来を予測することが可能になる。私たち人間は現実空間の中では現在の時刻しか体験できないが、情報空間の中に身を置くことにより、蓄積された情報をもとに再現された過去を、そしてAIにより高度に予測された未来を体験することができる。言わばタイムマシンである。これまで個々に運用・管理していた社会インフラと人や物資等の移動はシステム上で有機的に結合され、インフラの効果的な運用と効率的な維持管理を可能にする。現実空間のハードウェアと情報空間のソフトウェアを柔軟に組み合わせたシステムであり、今後も発生が予想される異常気象や巨大地震に対しても有用な、強靱なシステムを実現するものとして期待できる。

本号で紹介されている技術も、最終的にはデジタルツインの中で融合していく。個々の要素技術のみが進化したとしても、全体としての最適化は難しい。建設生産プロセスのみではなく、運用や維持管理、そして更新を含めたライフサイクル全体での最適なシステムを構築していく必要がある。加えてそれを作り上げていくのは私たち技術者である。本号で紹介されるような先端的技術をさらに進化させていくとともに、それができる次世代の技術者を育成していくことも重要であることを忘れてはならない。このことも含め、社会インフラシステム全体でのさらなる高度化を期待したい。

行政情報

第5期国土交通省技術基本計画

吉田 真人

国土交通省では、国民の安全・安心で豊かな暮らしを実現するため、国土交通行政における事業・施策の効果・効率をより一層向上させ、国土交通に係る技術が国内外において広く社会に貢献することを目的に、技術政策の基本方針を示し、技術研究開発の推進、技術の効果的な活用、技術政策を支える人材の育成等の重要な取組を定める「国土交通技術基本計画」を令和4年4月に策定したので紹介する。

キーワード：技術開発、オープンイノベーション、デジタル・トランスフォーメーション、カーボンニュートラル、産学官連携

1. はじめに

国土交通省は、国土交通行政における技術開発等を含む技術政策の基本的な指針として、令和4年度から令和8年度までの5か年を計画期間とする、新たな「国土交通省技術基本計画」を策定した。

この「国土交通省技術基本計画」は、科学技術・イノベーション基本計画、社会資本整備重点計画、交通政策基本計画等の関連計画等を踏まえ、国民の安全・安心で豊かな暮らしを実現するため、国土交通行政における事業・施策の効果・効率をより一層向上させ、

国土交通に係る技術が国内外において広く社会に貢献することを目的に、技術政策の基本方針を示し、技術研究開発の推進、技術の効果的な活用、技術政策を支える人材の育成等の重要な取組を定めるものである。運輸技術審議会答申（平成12年12月）、社会資本技術開発会議答申（平成14年7月）の両答申を踏まえ、平成15年に第1期計画を策定しており、これまで4期にわたって計画の策定とその実行、継続的な改善努力によって、技術政策や技術基準への反映等、多くの成果や実績を上げてきた。

前計画では、オープンイノベーションの観点から、



図一 第5期国土交通省技術基本計画の概要

新たな技術が自律的に生み出される好循環の実現に取り組んできたが、カーボンニュートラルやデジタルトランスフォーメーション（DX）等の新たな目標の実現に向けては、従来の施策の積み上げでは限界があり、革新的な技術研究開発とその実装のための社会システムを含めた政策的なイノベーションを促進するアプローチで、省庁の垣根を越え、産学官が連携した取組を進めていくことが求められている。

このため、第5期にあたる本計画では、技術政策全般を対象とし技術研究開発と事業・施策を一体的に推進する前計画を踏襲しつつ、新たな技術の社会実装が促進され、新たな価値を創出するといった視点を加えたものとし、我が国の現状、世界情勢、国土交通行政上の諸課題を踏まえ、事業・施策との関連も含め、技術研究開発を進める上での必要な視点や目指す方向性を示した。

本稿では、この第5期国土交通省技術基本計画の概要について説明する（図—1）。

2. 技術政策の基本方針【第1章】

国土交通行政を取り巻く社会経済の動向変化や課題を、「国民の安全・安心を脅かす脅威」である自然災害やインフラ老朽化、社会・経済環境に係る「従来からの動向」である人口減少・超高齢社会や国際競争環

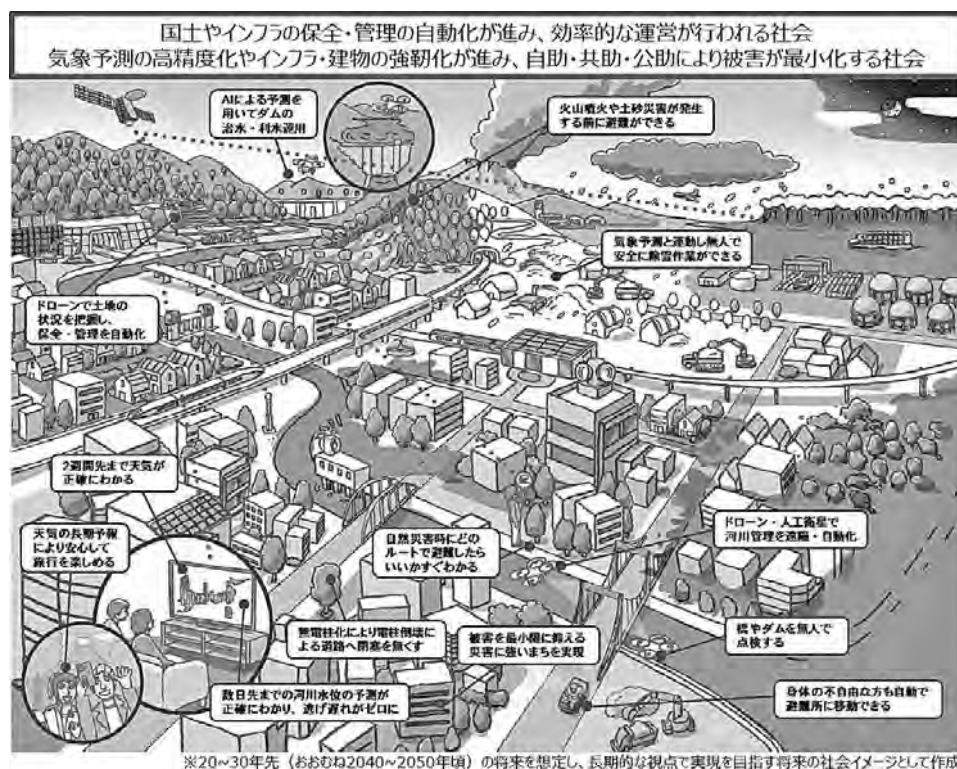
境の変化、「新たな潮流」としてデジタルトランスフォーメーション（DX）や2050年カーボンニュートラル実現に向けた産業構造や経済社会の変革に向けた動き、「新型コロナウイルスがもたらした変化」という4つの観点で整理した。なお、各課題は相互に関係するため、複合的に捉えて技術政策を検討することが必要である。

新たな技術基本計画では、国土交通分野の施策を支える技術政策の方向性を下記3つのとおり整理し、戦略的・重点的に取り組むべき具体的な技術研究開発と、技術政策を推進するための横断的な仕組みについてとりまとめている。

【3つの方向性】

- ・自然災害のみならず、新型コロナウイルス感染症や長期的な少子高齢化なども外力と想定し、国民の経済・社会活動の基盤となっている社会資本、交通・輸送システムの更なる「強靱性の確保」を進める。
- ・地球温暖化問題や新型コロナウイルス感染症の拡大に伴う国民意識・行動の変容等を踏まえ、国民生活や社会・経済活動等、多様な観点から「持続可能性の確保」を図る。
- ・世界的な社会・経済・技術等の急速な変化に柔軟に対応し、グローバル社会での「経済成長の実現」を目指す。

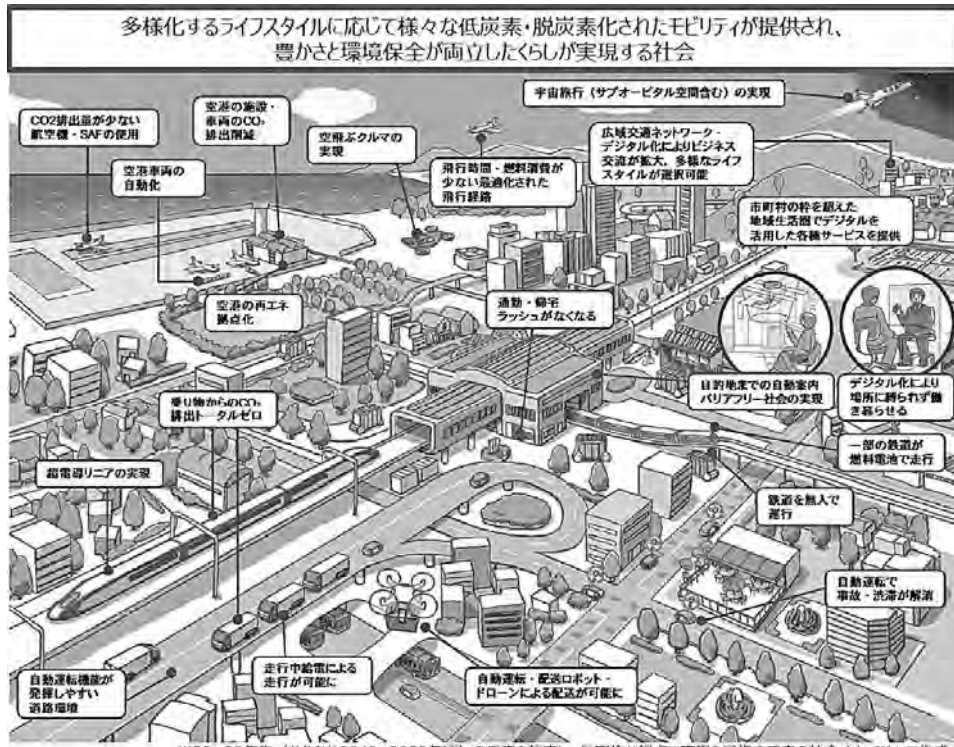
また、イノベーションの実現に向け、技術政策を効



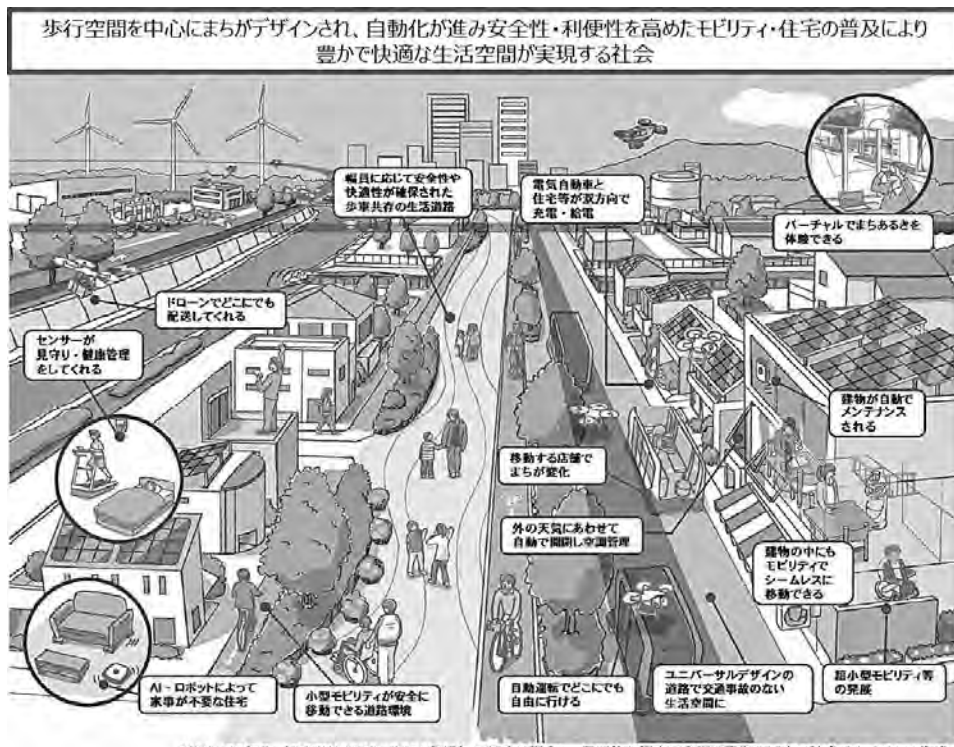
図—2 将来の社会イメージ ①国土、防災・減災

果的・効率的に進める上で、①挑戦的な姿勢、②3つの総力（主体、手段、時間）、③経営視点を持って新たな価値の創造を図ること、の3つの観点を基本姿勢として取り組むこととしている。詳細は計画本文をご覧頂きたい。

さらに、新たな試みとして、産学官や異業種との連携体制の構築を促し、国土交通分野の技術研究開発やイノベーションを強力に推進する上での一助となることを目指し、現在の課題やニーズに対応して定める今後5年間の技術政策の前提として、20~30年先（お



図一三 将来の社会イメージ ②交通インフラ、人流・物流



図一四 将来の社会イメージ ③くらし、まちづくり

おもね 2040~2050 年頃) の将来を想定し、長期的な視点で実現を目指す将来の社会イメージを作成した。

具体的には、将来の日本社会を念頭に、国土交通分野の技術研究開発等(産学官のそれぞれの主体が実施するものを含む)を通じて実現を目指す社会イメージ

を、国民目線・利用者目線(「どのような生活が望まれるか、実現すべきか」という観点)からイラストとして可視化することとし、国民の生活・活動で分類した6つの分野(①国土, 防災・減災, ②交通インフラ, 人流・物流, ③くらし, まちづくり, ④海洋, ⑤建設

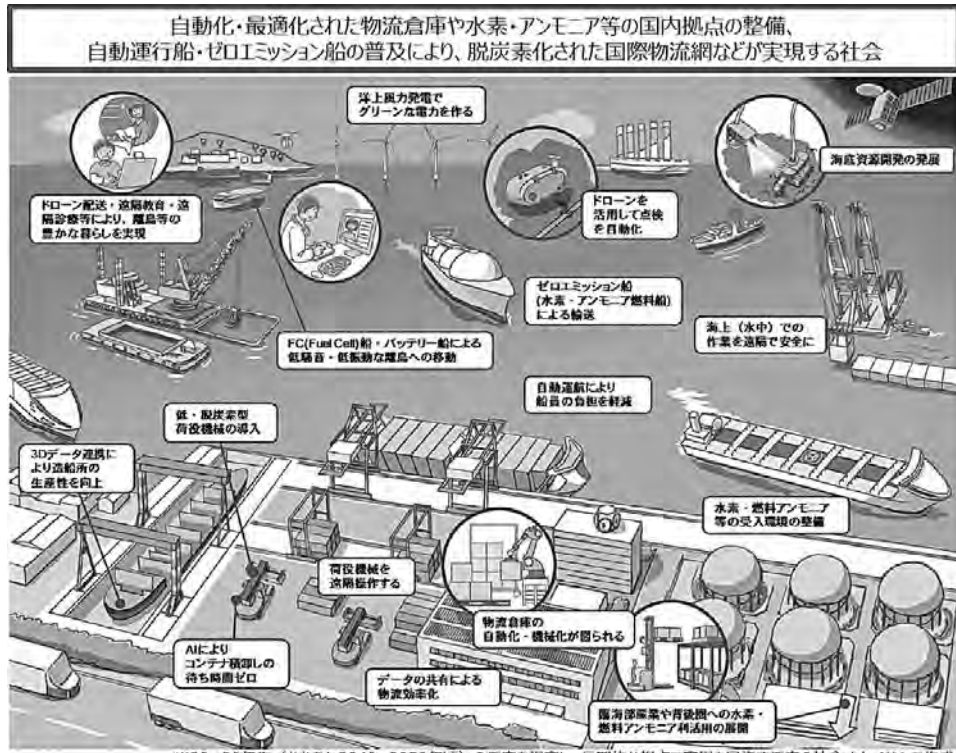


図-5 将来の社会イメージ ④海洋

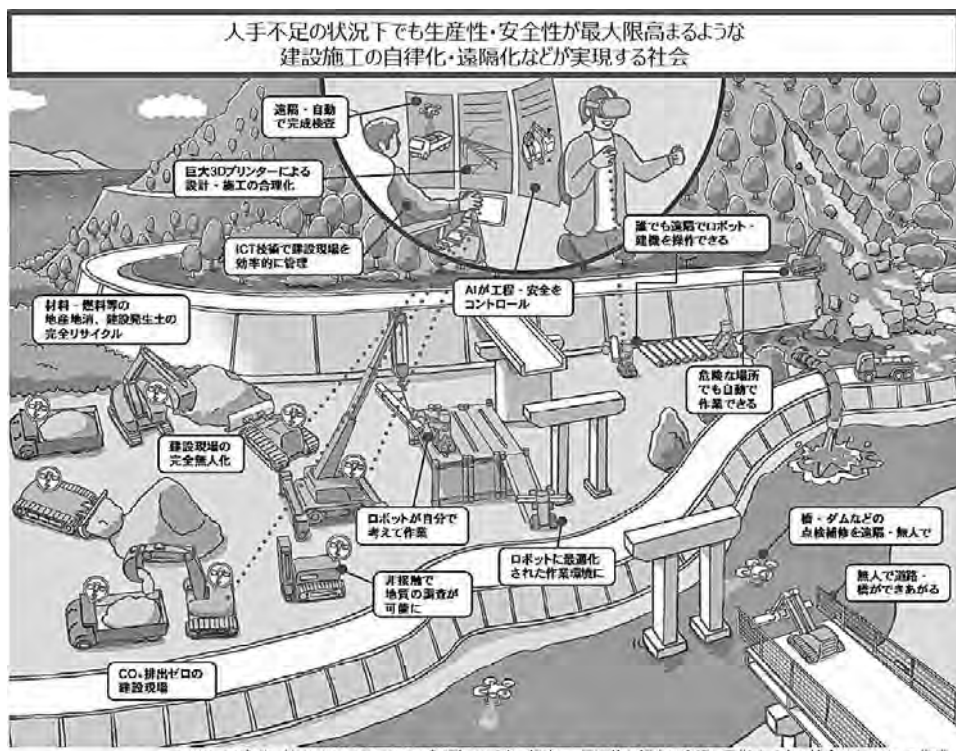
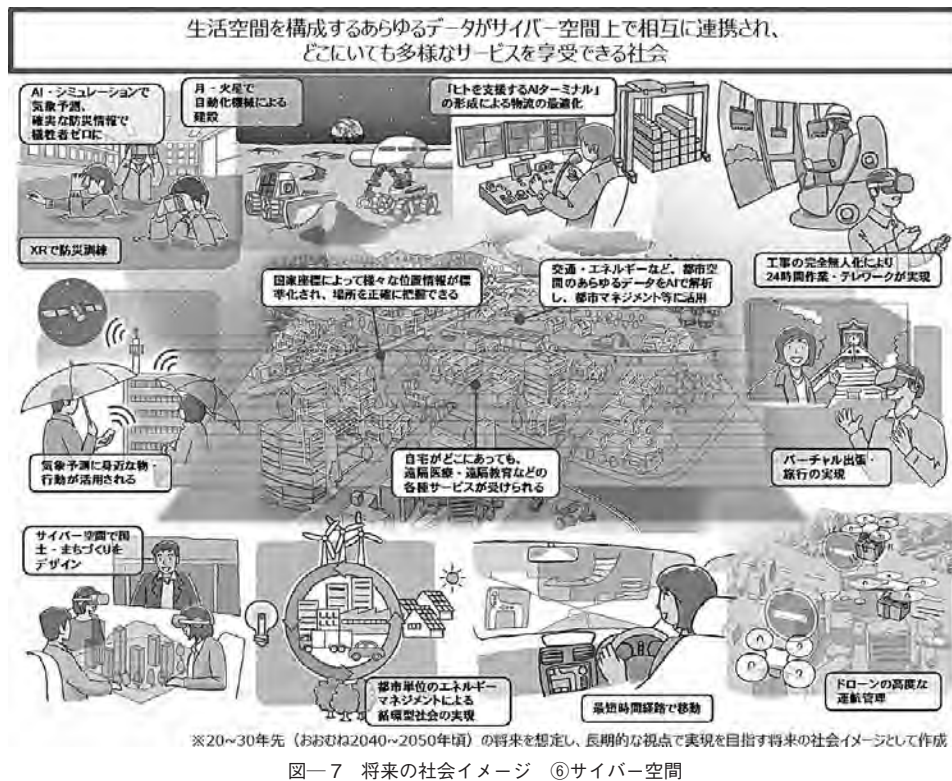


図-6 将来の社会イメージ ⑤建設現場



現場，⑥サイバー空間）を例として作成した（図-2～7）。

3. 技術研究開発の推進【第2章】

社会経済的な課題への対応を図るため、「強靱性の確保」，「持続可能性の確保」及び「経済成長の実現」という3つの方向性の下，6つの重点分野の技術研究開発や技術基準の策定等に戦略的に取り組んでいくこととしている。

6つの重点分野は以下の通りである。

- ①防災・減災が主流となる社会の実現
- ②持続可能なインフラメンテナンス
- ③持続可能で暮らしやすい地域社会の実現
- ④経済の好循環を支える基盤整備
- ⑤デジタル・トランスフォーメーション（DX）
- ⑥脱炭素化・インフラ空間の多面的な活用による生活の質の向上

このうち，⑤DXと⑥脱炭素化については，全ての分野で考慮に入れるべき視点であり，技術研究開発に当たっては複数の視点を持って目標を総合的に捉え，最大限の成果が得られるように取り組む必要がある。なお，複数の重点分野にまたがる技術研究開発については，最も関連の深い重点分野に記載している。個別の技術研究開発の具体的な内容は計画本文をご覧ください。

4. 横断的施策【第3章】

戦略的・重点的に取り組むべき具体的な技術研究開発の推進に当たり必要となる基盤整備や国際展開に係る方策，人材育成及び社会の信頼性を確保するための取組等の横断的な技術政策について，第3章で整理している。

国際展開や人材育成，社会の信頼性確保等，前計画から継続的に取り組んでいる施策も位置付けており，社会情勢の変化や技術研究開発動向，あるいはインフラ海外展開関連計画の策定状況等を踏まえ，内容の見直しや新たな取組の検討を行っている。

以下に取組の一例を紹介するが，詳しくは計画本文をご覧ください。

国土交通省は，フィジカル空間を支えるインフラに係る中心的なデータホルダーであるという立場を活かし，フィジカル空間（現実空間）とサイバー空間（仮想空間）を高度に融合させたシステム（デジタルツイン）を前提とした経済発展と社会的課題の解決を両立（新たな価値を創出）する人間中心の社会の実現を目指して，蓄積してきた技術や国土に係る各種情報のオープンデータ化を積極的に推進する。

各現場における合意形成と社会実装を円滑に進めるなどの視点から，社会実験やパイロット事業，サンドボックス制度等を積極的に活用し，制度構築も含めた一体的なシナリオを描いて取り組む。

インフラ海外展開の具体的な取組として、社会ニーズ及び技術シーズを踏まえた鉄道技術基準の見直し及び優れた技術・規格の国際標準化、電気自動車や先進安全自動車に関する技術基準の国際基準化、将来航空交通システムの技術研究開発及び国際標準化、ゼロエミッション船や自動運航船といった次世代船舶に関する技術研究開発・実証の支援とIMOを通じた国際ルール作りの主導による技術研究開発・国際枠組整備の一体的推進、浮体式洋上風力発電施設に関する安全評価手法の確立及び国際標準化、港湾技術基準の国際標準化の推進、VHFデータ通信システム（VDES）の国際標準化の推進、ITSに関する技術基準の国際標準化の推進、下水再生水や下水汚泥の有効利用や下水道関連施設等に関する国際標準化の推進等を行う。

国土交通行政を支える技術について、国民からの信頼を得るためには、一方的に伝えるといった意識を改め、受け手目線に立った「伝わる広報」へと転換するとともに、多様化するコミュニケーションツールも活用した双方向のコミュニケーションの充実が必要である。このことにより、国民が技術を身近に感じ、親しみを覚え、さらには信頼感にもつながっていくことが期待される。

5. おわりに

第5期国土交通省技術基本計画の概要を述べたが、

詳細については国土交通省のHPに掲載している計画本文をご覧ください。

国土交通省では、この第5期計画に基づいて技術政策の具体化を図っていく。計画の実行に当たり、国土交通行政における事業・施策の一層の効果・効率の向上を図り、国土交通技術が国内外において広く社会に貢献するとの本計画が掲げる目的の実現のためには、計画期間中においても、社会情勢等の変化や計画の実施状況を踏まえ、必要な改善を図ることが重要である。今後、社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会の技術部会等を通じて、社会経済情勢や最新の技術動向等の外部環境の変化を分析するとともに、その変化に柔軟に対応するため技術政策ニーズを適宜把握し、取り組むべき課題等について見直し等の必要性を検討していく。

JCMA

【筆者紹介】

吉田 真人（よしだ まさと）
国土交通省
大臣官房 技術調査課
課長補佐



行政情報

新技術情報提供システム (NETIS) における新たな取り組み

渡邊 俊彦

国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を推進するための仕組みとして新技術活用システムを運用しており、新技術情報提供システム (NETIS) は、この活用システム全体の中で、「新技術に係る情報の共有及び提供」を目的として整備・運用されている。

今般、NETIS の改良を実施した。既にオンライン上で運用している NETIS の枠組みを活用し、登録申請や活用効果調査の入力・確認を NETIS 上で実施可能とする他、簡易な自動チェックや他様式からの自動転記、進捗状況表示等が行えるよう改良し、令和4年4月より運用中である。

本報文では、今回実施した改良概要と今後の展望について紹介する。

キーワード：新技術、新技術活用システム、NETIS、登録申請、活用効果調査、利便性向上、効率化

1. はじめに

国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を促進することで、公共工事の品質の確保や施工の効率化を図るとともに、技術の更なる改善を促進するための仕組みとして、平成13年度から「公共工事等における新技術活用システム」を運用している (図-1)。

新技術情報提供システム (NETIS) は、この活用システム全体の中で、「新技術に係る情報の共有及び提供」を目的として整備・運用しており、令和4年10月時点で約3,000の技術が登録されている。申請情報や評価情報について自由に閲覧可能であり、公共工事関係者をはじめとした多くの方々に幅広く活用されている。

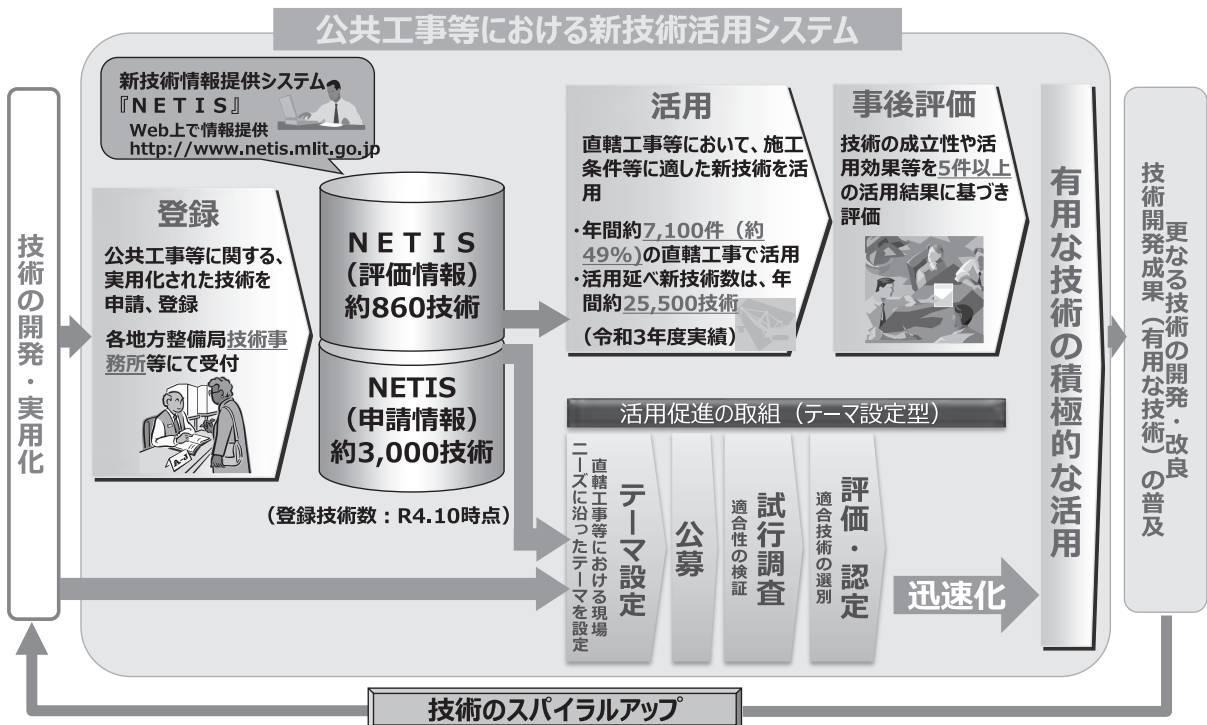
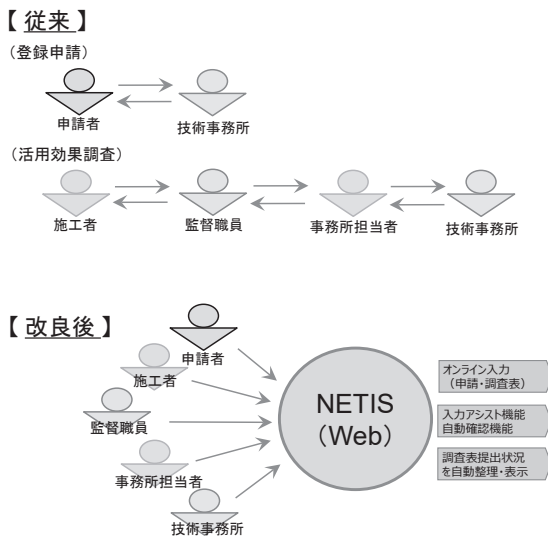


図-1 公共工事等における新技術活用システム

新技術情報の共有においては、従来より NETIS を利用することにより、オンラインで簡単かつ即座に実施することが可能であった。しかしながら、新たな技術の登録申請手続きや、活用効果調査表の作成はオンラインで完結する仕組みとなっておらず、関係者間でのメールや電話による頻繁なやりとり等に、時間と労力を要していた（図－2）。

これらの課題に対応するため、今般、NETIS の改良を実施した。既にオンラインで運用している NETIS の枠組みを活用し、登録申請や活用効果調査表の作成をシステム化するものであり、R4 年 4 月より運用を開始している。



図－2 改良前後の事務手続き

2. NETIS 改良対象

新技術活用システムの基本的なサイクルは、前出の図－1 に示すとおりである。

まずは技術開発者が新技術の「登録申請」を行う。登録された技術情報は NETIS によって幅広く共有され、公共工事等において活用される。

活用の際には、事後評価の基礎となる「活用効果調査」が行われることとなっており、調査件数が一定数に達した場合に、産・学・官の有識者等で構成される新技術活用評価会議で事後評価が実施され、評価情報が NETIS に掲載される。

その後は、登録申請時の技術情報に加え、事後評価の結果も参考に、更なる技術の活用や改良・開発が進められることとなる。

今回の NETIS 改良では、この活用サイクルの中の、「登録申請」と「活用効果調査」に係る事務を対象として、NETIS の枠組みを活用したシステム化を実施した。

3. 改良内容

(1) オンライン申請機能

登録申請書類や活用効果調査表を電子申請出来るようにするとともに、関係者が修正事項を WEB 画面上で直接伝達できる機能を実装した。

これにより、受け渡しの都度必要だった NETIS へのデータ取り込み等を不要にするとともに、次担当者への入力依頼が自動で通知される機能も実装することで、登録申請書類や活用効果調査表の作成・確認に要する時間と労力の削減を図っている。

また NETIS 上にデジタルデータとして各情報を保存するため、メール等による資料の受け取り・保管が不要となる他、今後の様々なデータ活用が視野に入ってくる。

(2) 入力アシスト機能

登録申請書類や活用効果調査表入力画面上に、記入時の注意事項やルールを表示し、精度の高い記入内容となるように作成者をアシストする機能を実装した。記載漏れ、誤字脱字、“てにをは”等の不備を自動で指摘し修正候補を表示する機能、また作成者の質問に AI が回答するチャットボット機能（図－3）を搭載しており、関係者間での確認、修正に要する時間削減に貢献する。



図－3 チャットボット画面

(3) 自動確認機能

記載内容に遺漏が無いかが、登録申請者と技術開発者が同一であるか、といった受理要件を自動で確認し、その結果を作成者へ通知する機能（図－4）を実装した。単純なチェックやルールをシステム対応させることで、登録までの時間短縮と労力の削減を図った。



図一 4 自動確認通知

(4) 入力様式の改良

申請者の重複記入作業，申請窓口の整合・転記確認作業の労力を省くため，申請情報入力様式の改良（重複箇所の統合）を図るとともに，一部重複等で統合出来ない記入内容については，自動転記機能を実装した。

(5) 提出状況管理機能

活用計画書・活用状況調査書の提出（登録）状況が自動的に表形式に整理されるとともに，関係各所でその情報をリアルタイムに共有できる機能を実装した（図一 5）。

多くの関係者を經由して作成するため把握が困難であった状況管理が容易となり，これにより調査表の確認や修正依頼等が迅速かつ確実に実施されることとなり，各関係者の労力削減と調査表の精度向上に寄与する。

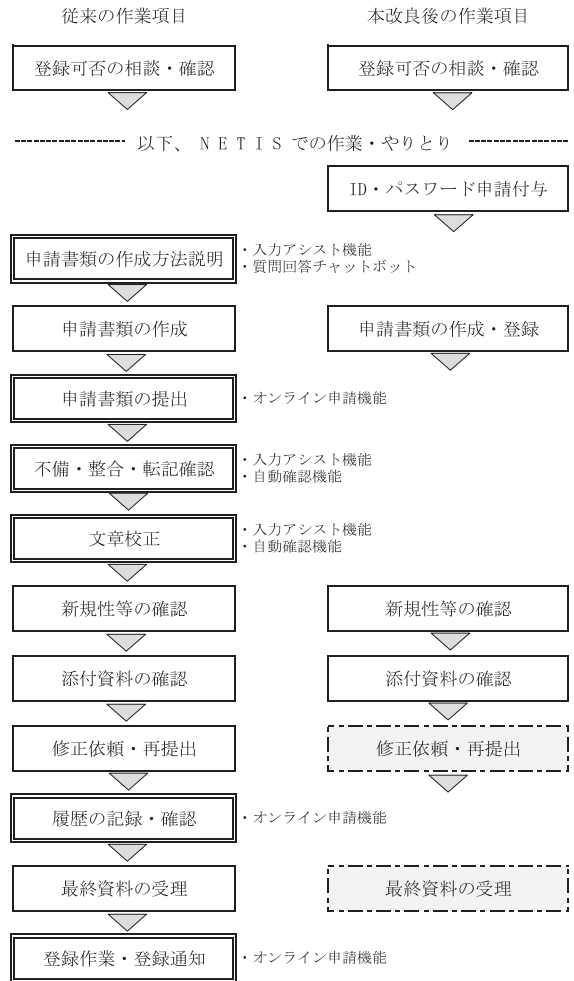
工事 / 業務の別	計画書の提出	調査表の提出 (発注者)	調査表の提出 (施工者)	調査表の種類
▼ / ▲		▼ / ▲	▼ / ▲	▼ / ▲
工事	提出	未提出	未提出	未評価
工事	提出	提出	提出	未評価
工事	提出	未提出	提出	未評価
工事	提出	提出	提出	未評価

図一 5 提出状況管理画面

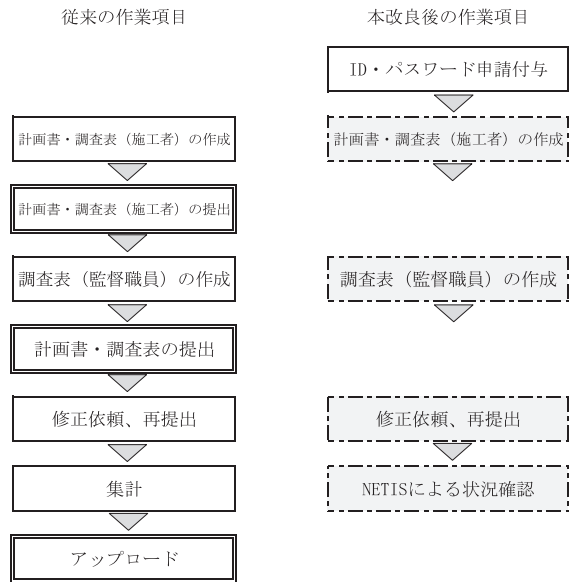
4. 期待される効果

登録申請及び活用効果調査に必要となる作業項目を，従来と改良後で比較したものが図一 6, 7 である。二重枠で示した内容が改良に伴い削減される作業項目であり，破線枠は一部簡略化される作業項目である。

各機能の実装により，申請者をはじめとする全関係者の作業が簡略化され，生産性の向上が期待される。併せて，登録申請においては，登録の迅速化が技術の開発から活用までの期間短縮に寄与し，一層の新技术活用をもたらすことが期待され，また調査表作成においては，作成・提出状況の早期把握や調査表の精度向上が，事後評価の迅速化や適切な評価の実施に寄与することが期待される。



図一 6 従来と改良後の作業フロー比較（登録申請）



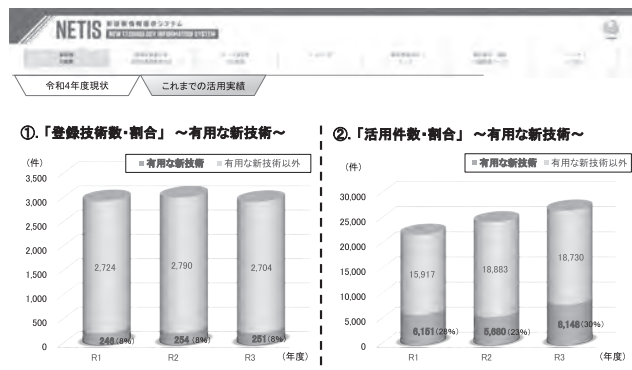
図一 7 従来と改良後の作業フロー比較（活用効果調査表）

5. 今後の展望

(1) NETIS 情報の見える化

今回の改良により NETIS 情報の多くをデジタル

データとして扱えることとなった。今後は、様々な情報をリアルタイムに処理することにより、活用率や活用ランキングに代表されるNETIS情報の見える化(図—8)を進めていく。また現場ニーズに対する該当技術をシステムにより自動抽出する等、より使いやすく、より便利なNETISを目指していく。



図—8 NETIS 情報の見える化 (イメージ)

(2) NETIS 情報の提供

NETIS 情報をユーザーが各々の視点で分析・加工可能な状態にすることで、更なる新技術の開発・活用や業務プロセスの改善に繋げる。まずは上述の「NETIS 情報の見える化」の基となるデータを、可能な範囲で提供していく体制を構築し、ゆくゆくはNETIS 上でカスタマイズ可能なデータテーブルの提供を検討していく。

(3) 他 DB との連携

NETIS 情報がデジタルデータとなることに伴い、他 DB と連携することにより様々な恩恵が見込まれる。例えば、活用効果調査表の作成は、ID・パスワード取得時に施工者が工事情報を入力することでスタートする。工事契約を管理する DB と連携することにより、工事件名を入力するだけで、必要な情報が正確に自動転記されるようになり、また、検査時には紐付いた NETIS データによる履行の確認が可能となる。

(4) 登録可否についての事前相談オンライン化

登録申請手続きにおいて、オフライン (対面、メール、電話等) での作業として残っている部分 (図—6 の上段、登録可否の相談・確認) をオンライン化する。NETIS に事前相談ページを設け (図—9)、そこでの入力情報をもとに登録可否について判断したのち、WEB 申請書へ移行するシステムを構築する。



図—9 事前相談入力ページ (イメージ)

この改良で登録申請についてもデジタルファーストとなり、時間や場所を選ばず登録申請を完結させることが可能となる。

6. おわりに

本改良では、登録申請と活用効果調査を対象に、オンラインシステム化による迅速化・生産性向上・デジタル化に取り組んできた。引き続き、更なる合理化を目指すとともに、デジタル化された各データを活用することで一層のユーザビリティ向上に取り組んでいく。

本改良で NETIS におけるデジタルライゼーションは概ね完了し、今後は DX フェイズに移行していく。今後の展望でも触れたデジタル情報の活用・提供・連携を進めていくことで、各ユーザーのニーズに沿った、新技術の更なる開発・活用の促進に繋げていきたい。

最後に「公共工事等における新技術活用システム」の趣旨に賛同し、登録・活用に取り組んで頂いている新技術の開発者・施工者・設計業者各位に感謝申し上げます。より使いやすく、より見やすい NETIS を目指し、今後も様々な取組・検討を継続して実施していく予定であり、関係各位におかれては、引き続きのご支援・ご協力をお願い申し上げます。

JICMA

【筆者紹介】



渡邊 俊彦 (わたなべ としひこ)
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
課長補佐

行政情報

ICT 建設機械等認定制度

岡本由仁

国土交通省では、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を実現させるために、ICT等を用いた効率的な施工を目指す「i-Construction」を平成28年度から推進している。この度、ICT施工の円滑な現場導入に資するため、一定の機能を有するICT建設機械等を認定する制度を創設したので、本稿で紹介するものである。

キーワード：i-Construction, ICT 施工, ICT 建設機械等認定制度

1. はじめに

日本の総人口は、2008年の1億2,808万人をピークに減少に転じ、2022年4月現在では1億2,507万人となっている。就業者数は、2001年の6,412万人から2012年には6,280万人まで減少したものの、近年は65歳以上の就業者数及び女性の就業者数が上昇して、全体の就業者数は増加傾向にあり、2022年8月には6,751万人となっている。一方、建設業では1997年の685万人から2010年に498万人まで減少し、近

年、就業者数の全数が伸びているにもかかわらず、建設業では横ばいの推移に留まっており、全産業平均に比べても高齢化が進み、55歳以上の就業者の割合が36%まで進行、次世代への技術承継や将来的な働き手不足が大きな懸念となっている（図—1）。

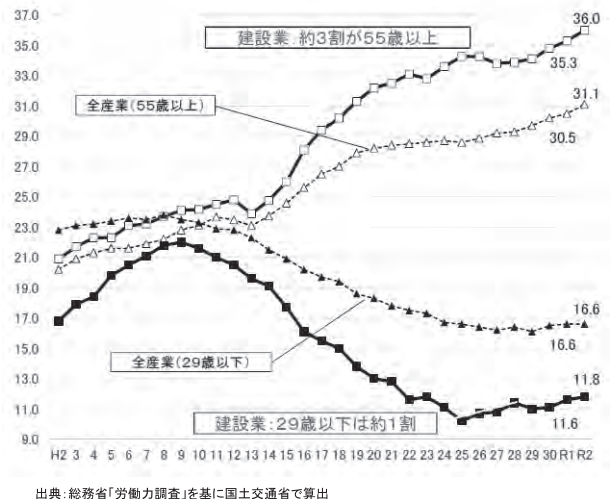
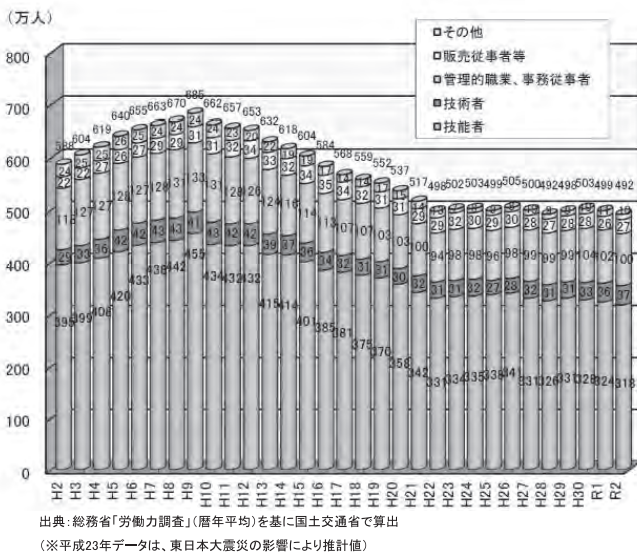
こうした、働き手の減少を迎えるなか、潜在的な成長力を高めるとともに、新たな需要を掘り起こしていくため、生産性向上を図るとともに新たな人材を呼び込むため、i-Constructionの取り組みを推進している（図—2）。

技能者等の推移

- 建設業就業者：685万人(H9) → 498万人(H22) → 492万人(R2)
- 技術者：41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R2)
- 技能者：455万人(H9) → 331万人(H22) → 318万人(R2)

建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
※実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和元年と比較して55歳以上が約1万人増加(29歳以下は増減なし)。



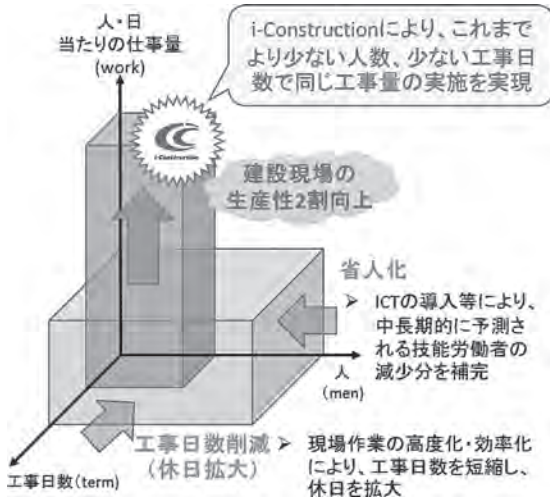
図—1 建設業就業者の現状

生産性の向上を図りつつ、建設業のイメージを払拭し、多様な人材を呼び込むことで担い手を確保するために、建設業を新3K（給与が良い、休暇がとれる、希望が持てる）の魅力ある職場に改善することを目指している。

これまでに ICT 施工の基準類の整備等により、国

土交通省の直轄工事で対象になり得る工事のうち約 8 割（表一）で ICT 施工は実施されているが、直轄工事の受注者という限られた範囲で確認するだけでも、中小建設業での未経験企業の割合は高く、活用拡大の余地がまだまだ存在している（図一3）。中小建設業の方々も含めて、従来以上に容易に ICT 施工に取り組むことができる技術が開発されてきており、例えば、汎用的なモバイル端末を用いた出来形管理の手法について今年度要領化したところである。

さらに、今般創設した ICT 建設機械等認定制度は、中小建設業の方々を含めて、施工業者の方々が安心して ICT 建設機械を選定・導入できるようにするため、国土交通省が「ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針」及び「ICT 活用工事実施要領」において「ICT 建設機械」として扱っている機能を持つ建設機械及び後付け装置を「ICT 建設機械等」として認定・公表することで、ICT 施工の現場導入を円滑化させて、その普及を促し、建設現場の生産性向上に寄与するものである。



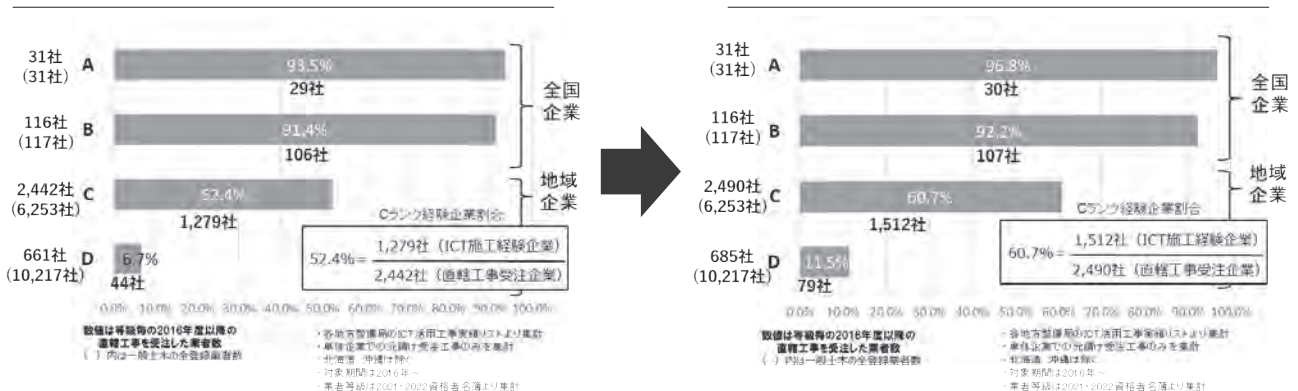
図一 生産性向上のイメージ

表一 国土交通省発注工事での ICT 活用工事の割合

工種	2016年度 [平成28年度]		2017年度 [平成29年度]		2018年度 [平成30年度]		2019年度 [令和元年度]		2020年度 [令和2年度]		2021年度 [令和3年度]	
	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施
土工	1,625	584	1,952	815	1,675	960	2,246	1,799	2,420	1,994	2,313	1,933
舗装工	-	-	201	79	203	80	340	233	543	342	384	249
浚渫工(港湾)	-	-	28	24	62	57	63	57	64	63	74	72
浚渫工(河川)	-	-	-	-	8	8	39	34	28	28	42	41
地盤改良工	-	-	-	-	-	-	22	9	151	123	189	162
合計	1,625	584	2,175	912	1,947	1,104	2,397	1,890	2,942	2,396	2,685	2,264
実施率	36%		42%		57%		79%		81%		84%	

■一般土木工事の等級別ICT施工経験割合
(2016年度～2020年度の直轄工事受注実績に対する割合)

■一般土木工事の等級別ICT施工経験割合
(2016年度～2021年度の直轄工事受注実績に対する割合)



図一 国土交通省発注工事の受注者における ICT 施工の経験企業の割合

2. 制度のスキーム

ICT 建設機械等認定制度の内容、認定対象、認定の申請方法等を「ICT 建設機械等の認定に関する規程」として定めて公表しており、その制度のスキームは図-4 に示すとおりである。

ICT 建設機械等認定制度では、原則、建設機械又は後付け装置の製作者又は販売業者が申請し、認定を受けた ICT 建設機械等が市販されて、ユーザ等に利用いただくことを想定している。また、ユーザや工事の監督職員に認定を受けた ICT 建設機械等であることがひと目で分かるように、認定を受けた ICT 建設機械等には、後述する認定表示を付すことができることとしている。

なお、申請者として、建設機械又は装置群の製作者又は販売業者を「原則」としているのは、建設機械の使用者等が個別に建設機械又は装置群等を調達して、独自に ICT 建設機械等を製作し、認定の取得を希望する場合もあり、他社への供給を業としていない者が、他社への供給を前提としていない自社独自の技術等であっても申請し、認定を受けることが可能とするためである。

3. ICT 建設機械等の認定対象

本認定制度は、あくまで国土交通省で定める「ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針」及び「ICT 活用工事実施要領」において「ICT 建設機械」として扱っている建設機械及び後付け装置を明確とすることで、現場での円滑な導入を後押しするものであるため、現時点では、その認定対象は実施方針及び実施要領で「ICT 建設機械」として位置付けているものに限っている。

具体的な認定対象は以下の建設機械及び後付け装置群としている。

- (1) 3D MG/MC バックホウ
- (2) 3D MG/MC ブルドーザ

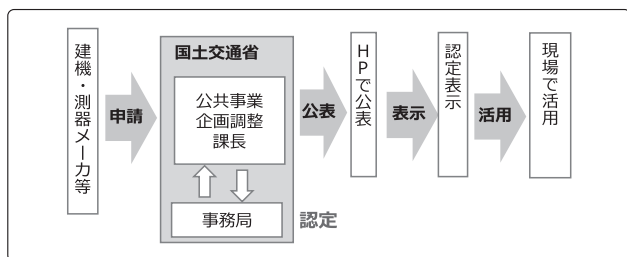


図-4 制度のスキーム

- (3) TS・GNSS を用いた締固め回数管理の締固め機械
- (4) 3D MG/MC 地盤改良機
- (5) 3D 施工管理システムを搭載した路面切削機, 3D MG 路面切削機
- (6) 従来機に搭載することで上記 (1)~(5) の機能を付与する後付け装置群

これらは、現時点の認定対象であって、今後の技術開発等により、新たに「ICT 活用工事実施要領」に位置付けられた機械等を認定対象とする場合もある。

4. ICT 建設機械等の認定表示

認定を受けた ICT 建設機械等には、認定を受けたことがひと目で判別できるように図-5 の認定表示を付すことができることとしている。

こちらの認定表示は、情報通信技術 (Information and Communication Technology) の略称である ICT の小文字「ict」をメカニカルなデザインで表現しつつ、上部には情報通信の要である電波、「ict」の下部をつなぐ横線は ICT 建設機械が作り上げる土木建設を表し、配色である白地に赤は日本をイメージして、デザインしたものである。

また、認定表示には認定番号を下部に記載することとしており、こちらの認定番号は図-6 のとおり採



図-5 認定表示

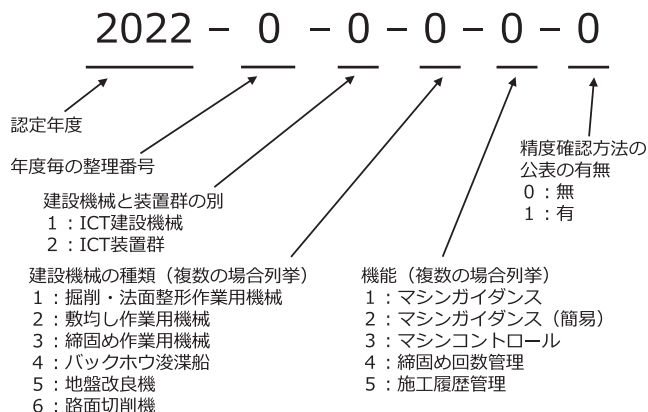


図-6 認定番号の説明

番しているの、認定番号を確認することでも、ICT建設機械等の機能を確認することができるようになってい

る。認定を受けたICT建設機械等については、国土交通省のホームページでもカタログ名、構成する機器名称を一覧で公表しているため、認定表示が付されている建設機械及び装置群と比較することで、ユーザも真に認定を受けたICT建設機械等であるか否か確認することが可能となっている。

なお、認定表示を付して、ひと目で「ICT建設機械」であることが分かるようにすることで現場導入の円滑化を行うものであって、認定表示がない建設機械を「ICT建設機械」として扱わず除外するという主旨ではないということ念のため申し添える。

5. 製作者等の申請者が保証する事前精度確認方法の公表

ICT建設機械は、施工しながら作業装置の3次元座標等のデータを取得している。この施工履歴データを用いることで、被計測対象の3次元形状の情報を取得することで、出来形等を管理することが可能である。これを要領化し、『3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）』において施工履歴データを用いた出来形管理として定めている。この要領において、ICT建設機械は測量機器ではないため、この施工履歴データを用いた出来形管理を実施する場合には、その着工前に要領に定めている精度確認試験実施手順書に沿って精度確認を行うことを求めている。

この要領に定めている方法は、機器の特性等に依らず汎用的に確認できる方法として、国土交通省で定めた方法ではあるが、これまで事前精度確認方法の簡略化を求めるユーザの意見もあり、機器の特性を最も把握している製作者等が、それぞれの製品に応じたより相応しい精度確認方法を定めることができるのであれば、その方が望ましい。

そこで、今般、ICT建設機械等認定制度の創設にあたり、製作者等の申請者が、その責任において保証できる着工前の精度確認方法がある場合には、それを公表することで、前述の要領に定めた精度確認方法に代えることができることとした。

現在の認定事業者の中では、この事前確認方法を定めた事業者の数は限定的ではあるが、施工履歴データを用いた出来形管理を行う場合の事前精度確認において、ユーザはその方法に選択の幅が広がり、現場導入するにあたっての利便性向上にも期待できる。

6. おわりに

激甚化する自然災害への対応、人口減少など、建設業界ひいては日本が直面する難題は山積している。i-Constructionは建設現場の生産性向上及び魅力ある現場の実現を目指して取り組んでいるが、ICT施工で活用している技術の中には、災害時においてはドローンを活用して被災状況を効率的に把握する取組や被災地で無人化施工を行い作業員の安全を確保する等、災害対応でも活躍しているものもある。また、新型コロナウイルスの感染拡大を受けて、急速に広まったテレワーク等の新しい働き方の一つとして、ICT施工に必要なデータ作成技術を習得させて、在宅であってもクラウドサーバを利用してデータ共有を行うことで、働く場を確保している企業もある。

現在、建設業が直面している課題は容易に解決できるものではないが、ICT施工及びその他の取組を進めることで、引き続き課題解決に向けて努めて参ります。

JICMA

〔参考〕

- ・ICT建設機械等認定制度ホームページ
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000050.html
- ・ICT建設機械等の認定に関する規程
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001488937.pdf>
- ・ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001475911.pdf>
- ・ICT活用工事実施要領
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001475913.pdf>
- ・3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001475914.pdf>

〔筆者紹介〕

岡本 由仁（おかもと ゆうじ）
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
課長補佐

行政情報

【i-Snow】ロータリ除雪車の作業装置自動化に向けて 除雪現場省力化による生産性・安全性の向上に関する取組

白瀬和暁・柿崎俊裕

除雪現場の課題，研究開発の動向，除雪技術等に関する情報の共有を図るほか，除雪現場の改善等に取り組むため，平成29年3月に「除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組プラットフォーム（i-Snow）」が発足した。取組の一つとして，ロータリ除雪車における除雪作業において，従来の2名乗車体制を，準天頂衛星「みちびき」による走行位置の把握や作業装置操作の自動化等により，熟練技術や経験が無くても1名乗車体制で作業が行えるよう検討を行っている。

本稿はロータリ除雪車の投雪作業自動化に向けた取組，実証実験の状況を紹介するものである。

キーワード：i-Snow，ロータリ除雪車，省力化，ICT

1. はじめに

積雪寒冷地に住む人々の生活にとって冬季の円滑な道路交通確保は必要不可欠であり，道路維持管理（除雪）については非常に高いニーズがある。また，北海道は都市間距離が非常に長い広域分散型の社会を形成しているため，特に冬期間の異常気象に伴う交通障害は住民生活，地域産業・経済活動への影響が非常に大きい。

一方，除雪作業の現場においては，除雪機械オペレータの担い手が減少し，かつ高齢化が進んでいる。

今後も継続的に冬期道路交通を確保するため，持続可能な道路除雪の取り組みを構築し，除雪作業の効率化を進める必要性が高まっている。

2. i-Snow の発足

持続可能な道路除雪の実現に向けた取り組みを構築するにあたり，平成29年3月に除雪現場の課題，研究開発の動向，除雪技術等に関する情報の共有を図るほか，除雪現場の改善への取組について，産学官が連携して取り組むプラットフォーム「i-Snow」を発足させた（図-1）。

i-Snow では，近年の除雪現場における課題に対応するための活動を展開し，生産性・安全性の向上に資する除雪現場の省力化を進めている。

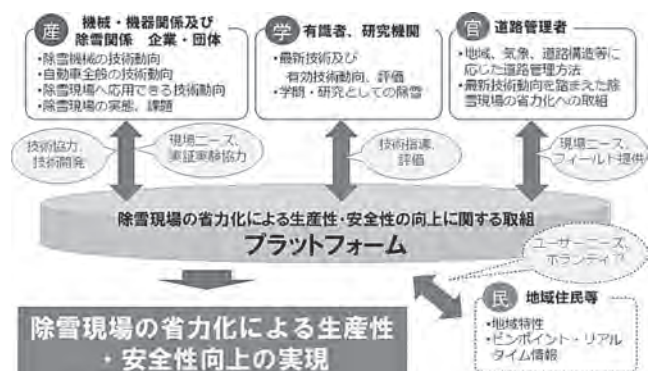


図-1 i-Snow の活動イメージ

3. i-Snow の概要

(1) 除雪作業省力化のイメージ

i-Snow における除雪作業省力化の目標は，現在，2人乗車体制で行っているロータリ除雪車での作業を作業装置の自動化・省力化により，熟練の技術や経験が無くても，1人乗車体制（ワンマンオペレータ化）で作業できるようにすることのほか，暴風雪時など視界不良時においても安全で効率的な除雪作業を可能にすることである（図-2）。

(2) i-Snow 仕様ロータリ除雪車の概要

本ロータリ除雪車は「2.6 m 級，353 kW（MS シュート）」をベースとし，外観は，北海道開発局の除雪機械で採用している塗装色の「フレッシュグリーン」と「ミッドナイトブルー」のツートン色で，i-Snow のロゴを強調したロータリ除雪車とした（写真-1）。



図一 2 除雪作業省力化のイメージ



写真一 2 知床峠における現状の除雪作業



写真一 1 i-Snow 仕様ロータリ除雪車の外観と設置機器

導入した i-Snow 仕様ロータリ除雪車には視界不良時やセンターラインが見えない啓開除雪などでもオペレータが道路線形を把握できる様に、準天頂衛星「みちびき」(以降、「みちびき」と「高精度 3D マップデータ」を活用した運転支援ガイダンスと投雪装置を自動で制御する機能を合わせたシステムを搭載した。

また、オペレータの負担をより軽減させるため、運転席の操作レバーの集約化 (11 本→3 本) や除雪速度を除雪負荷に応じて自動コントロールする除雪速度制御装置など、操作の省力化を図る装置を搭載している。

4. i-Snow の取組み (作業装置の自動化)

(1) 知床峠における自動化実験 (H30 ~ R 元年度)

(a) 実験フィールドの選定

実験フィールドについて、令和元年度までは北海道内の国道で唯一、冬期間通行止めとなり、一般通行車両に影響を与えずに実証実験が可能な一般国道 334 号知床峠を選定した。

知床峠では、場所によっては積雪深が 5 m を超えることから、春先の啓開除雪では複数台のバックホウとロータリ除雪車による除雪が行われ、除雪後の後方センターラインを確認しながら前進して除雪作業を行うなど、熟練オペレータの感覚と経験が必要となっている (写真一 2)。

(b) 自動制御用 3D マップデータ作成

作業装置の自動化にあたり、知床峠頂上を含む約 24 km の間を対象に MMS (モバイルマッピングシステム) 測量し、このうち啓開除雪の際に人力で見出しポールを設置している 5 km を高精度地図データの作成区間とした。

ロータリ除雪車のガイダンス用に、MMS で得られた点群データから道路形状を表す中央線、外側線、導水縁石 (内側) 等を抽出することで 3D マップデータを作成した。

(c) ガイダンスシステム

ロータリ除雪車には 3D マップデータを使用したガイダンスシステムを搭載している。「みちびき」による位置情報と 3D マップデータを組み合わせることで、冬期通行止めにおける積雪で道路が見えない状況や、除雪作業で巻き上げられた雪煙によって視界不良が発生した際にも、道路における自車位置が把握でき、ガイダンスシステムの有効性が確認できた。

(d) ブロワ投雪の自動化実験

作成した 3D マップデータ内に、ブロワの投雪方向変化点を設定することで、ブロワ装置の自動化を図った。

実験の結果として、「みちびき」等の衛星信号から自車位置を判断し、予め設定された投雪方向の変化点において、ブロワ装置の旋回を自動で行い、投雪方向を変更できることを確認した (図一 3)。

(2) 狩勝峠での実証実験 (R2 ~ R3 年度)

先述した一般国道 334 号知床峠での実証実験の結果をもとに、一般交通車両の影響を受けるといった条件の一般国道 38 号狩勝峠において、令和 2 年度から実証実験を開始した。

雪堤の高さが日々変化することや、道路附属物等の障害物が多い中での複雑な動作確認のため、道路附属物等の障害物を避けた投雪 (シュート操作) 自動制御安定性試験、雪堤高さ検知シュート制御実験 (3D-LiDAR 計測) を行った。

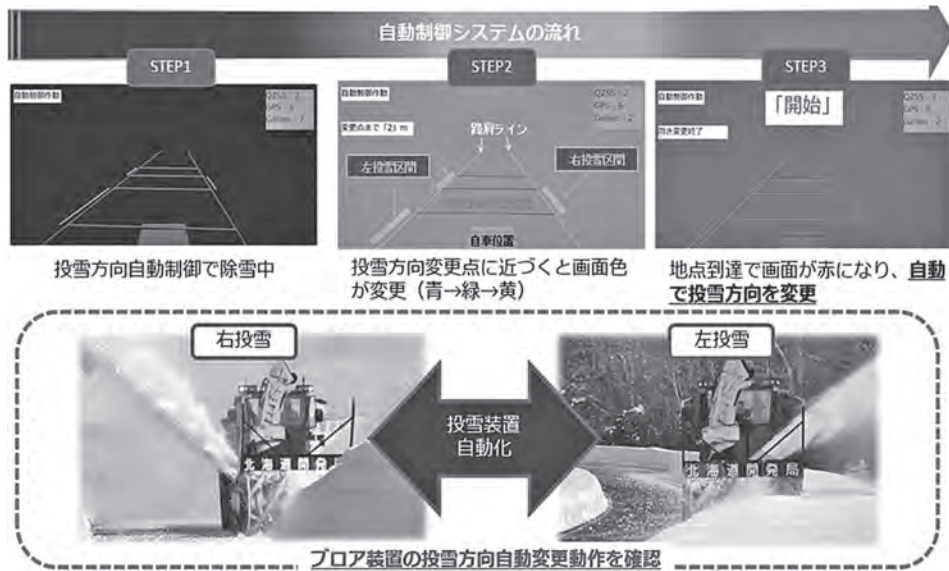


図-3 ブロー装置の投雪方向自動制御

(a) 投雪自動制御安定性実験

道路附属物等の障害物を避けた投雪を、習い制御にて自動制御が可能か検証を行った。

結果として、予め3Dマップデータに登録したオペレータの操作どおりに、シュート方向、キャップ角度の自動制御(習い制御)が可能であることを確認できたが、自動制御にあたって課題も見つかったため、以下について、改良・検証を行った(写真-3)。

①自動制御とオペレータの連携向上

当初は、ガイダンスシステムの指示を把握する方法が画面表示のみであったため、オペレータが画面を注視しながら走行することはできず、見落としによって、システムの指示と実際の操作にタイムラグが生じた。

そのため、自動制御ガイダンスシステムからの車両停止指示などをブザーによってオペレータに通知するよう、システムを改良し、その有効性が確認された(図-4)。

②機械操作の微調整機能の追加

雪質や風の影響等で投雪距離や方向が変わり、微調整のため手動操作を行った場合、設定上、自動制御が解除されるなど、改善が必要なことが判明した。



写真-3 道路附属物等の障害物を避けた自動投雪(狩勝峠)

この問題については、ガイダンスシステムの画面上に、自動制御中に手動操作しても自動制御が解除されない設定を加えたタッチキーを追加することで解決を図った(図-5)。

しかし、微調整タッチキーが判りづらい、押しづらいという意見があり、今後、色・大きさ・デザイン等を改善する予定である。

(b) 3D-LiDARによる雪堤高さ検知シュート制御機能

3D-LiDARにより雪堤高さを計測し、その雪堤高さの変化に合わせて、雪堤造成の目標線に投雪する

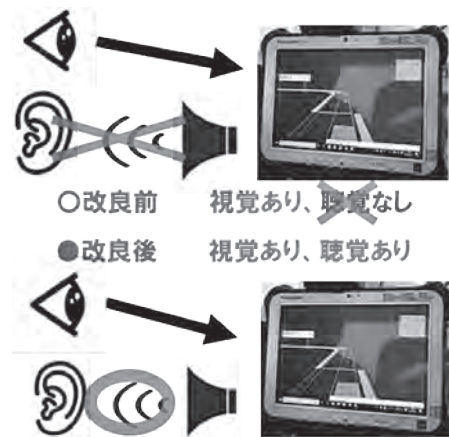


図-4 ガイダンスの改良イメージ



図-5 微調整機能追加後のガイダンス画面

「シュート投雪角度（キャップ）」の制御機能を実際の雪堤にて検証した（図一6）。

試験では雪堤の起伏に合わせて、雪堤造成目標線の目印に沿った投雪がされ、良好な結果が得られた（写真一4）。

しかし、車両の姿勢データから、1秒間に複数回制御動作が行われていることが確認された。これは、機械寿命に影響を及ぼす動作頻度であることが懸念されるため、3D-LiDARによる測定間隔を広げ、制御設定を変更することで、微少な制御を繰り返さないようシステムの改良を行い、問題は解消された。

(c) 不感地帯対策

除雪区間には樹木、トンネル等が影響し、様々な「みちびき」不感地帯が存在することから、加速度センサー等を用いた車両慣性航法システム(INS)、磁気マーカシステム、3D-LiDARによる自己位置推定(LiDAR-SLAM)による実験を行い不感地帯対策の可能性を検証した。

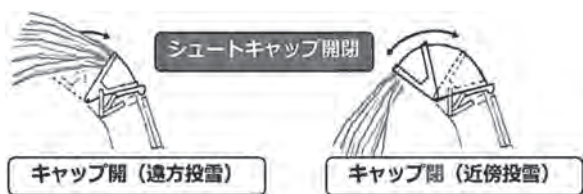
① INS（車両慣性航法システム）

2台のGNSS受信機の片方1台の「みちびき」受信信号を走行中に遮断することで未測位状態を擬似的に発生させ、正常に測位している受信機と位置情報を比較し、精度の検証を行った。

位置情報の差が「みちびき」水平測位精度である12cmと同程度確保できる有効な走行距離は約40mであることを確認した。

②磁気マーカシステム

狩勝峠麓の落合駐車帯入り口付近に埋設した磁気マーカ上をロータリ除雪車が走行し、磁気マーカシステムによる自己位置推定の精度を検証した（図一7）。



図一6 シュート投雪角度（キャップ）の制御



写真一4 投雪作業実験状況



図一7 磁気マーカ埋設位置

計測誤差は最大68mmとなり、「みちびき」水平測位精度である12cm以内の十分な精度を確保できることを確認した。

今後は、磁気センサモジュールの形状・取付位置の検討、磁気マーカ設置間隔の検討を行う。

③ 3D-LiDAR

雪堤高さ検知用3D-LiDARを用いて、道路構造物内を計測し自己位置推定の精度を検証した。

3D-LiDAR計測による点群データの取得は問題なかったが、取得した点群データから地図を生成して自己位置を推定するまでには至らなかった。

要因として、走行中の計測結果から、地図生成を行うまでに時間を要していることが挙げられる。

現時点では3D-LiDAR単独での高精度な位置を補完するのは難しいと判断される。

これらの結果から、今後はINS（車両慣性航法システム）・磁気マーカに手法を絞って検証を行う。

5. おわりに

今後も、i-Snowプラットフォームでは除雪作業の効率化・高度化に向け、様々な最新技術動向を調査し、厳しい積雪寒冷地での実証を行ったうえで、必要な仕様を見極め、除雪機械の自動化、実働配備を進めていく。

JICMA

[筆者紹介]



白瀬 和暁（しらせ かずあき）
国土交通省 北海道開発局
事業振興部 機械課
機械施工第1係



柿崎 俊裕（かきざき としひろ）
国土交通省 北海道開発局
事業振興部 機械課
機械施工第1係長

スマート施工・インフラ管理のための 画像処理技術の虎の巻

中原 匡 哉・今井 龍 一

目覚ましい技術革新が進行している AI に基づく画像処理技術を用いることで、施工管理やインフラ管理の省力化や効率化の実現が期待される。しかし、用途に応じた技術を導入していかなければ発現効果が得られない。本稿は、各管理で導入されている先例を取りあげて画像処理技術の特徴、導入方法・手順を解説する。画像処理技術は動態や静態を捉える技術に大別できるため、施工管理やインフラ管理において、統計処理や AI を用いてリアルタイムに動態の位置や動きを捉える技術や構造物の出来形管理や点検を SfM 等により 3 次元復元することで静態の現況を捉える技術を事例とともに解説する。

キーワード：施工管理，インフラ管理，画像処理，ドローン，SfM，AI

1. はじめに

ICT・IoT の革新と連動して公共事業における技術的困難な課題を解決する画像処理技術の開発が日進月歩である。特に、施工管理、インフラの維持管理においては、ビデオカメラや空撮用ドローン(UAV:Unmanned Aerial Vehicle)を用いた画像処理技術が多数導入されており、これまで以上に省力化や効率化の効果が発現されている。施工管理では、建設機械や技能工の動きの監視、工事目的物の出来高や出来形の検査、インフラの維持管理では、道路や河川の常時観測、橋梁、ダムや道路の定期点検等での利活用が進められている。これらの場面で活用される技術は画像上から動態と静態を把握する用途に大別できる。

本稿では、建設機械施工と密接な関係にある施工管理やインフラの維持管理に適した画像処理技術を動態と静態の把握に大別して、事例とともに紹介し、それらの技術の導入方法・手順も解説する。

2. 画像処理技術の利用の仕方

施工管理やインフラの維持管理で利活用される画像処理技術は、基本的に動くモノを捉える技術と静的なモノを捉える技術の2つに大別できる。これらの捉える技術は多種多様であり、適用先の場面や用途に応じて適宜選定されている。

動くモノに対しては、動態の数や挙動、動態同士の距離の把握を目的としたものが多いため、動く物体を

検出した上で、今と次の瞬間の検出位置を紐づけることで、追跡する技術の活用が主流である。前者の動くモノの検出には、リアルタイムな統計処理や AI を用いた検出技術の精度が高いため、積極的に導入が進められている。ただし、これらの検出技術には、リアルタイム画像処理に特化した演算装置である GPU (Graphics Processing Unit) を搭載したコンピュータが必要となる。後者の追跡には、検出した物体の重心点が次の瞬間にどこにあるかを基に追跡する技術が利用されることが多い。しかし、1台のカメラでは他の物体の後方に物体が移動することで生じるオクルージョンの影響で追跡に失敗する。例えば、導入先の環境に建設機械や技術工、資材等が混在する場合、カメラから見て建設機械や資材の後ろに技術工が移動すると、カメラから不可視となるので追跡できない。そのため、そういった現場では、複数台のカメラで情報を補完するか、再出現時に物体表面の模様の色や形状的な特徴から同一の物体かどうかを判断する技術も組み合わせ導入される。

静的なモノに対しては、現場の地形や進捗、地物の変状の把握を目的としたものが多いため、撮影対象の形状を 3 次元復元する技術や平時との差異を検出する技術の活用が主流である。前者の静的なモノの形状の 3 次元復元には、SfM (Structure from Motion) の活用が主流である。本技術は、異なる地点から撮影した複数枚の画像から同一地物の位置を推定することで、その視差から撮影したカメラの位置を逆同定しつつ、撮影対象の 3 次元形状を復元できる。本技術を簡単に

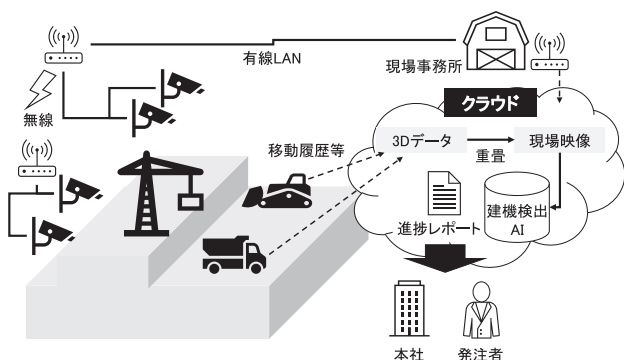
導入できるように Agisoft 社の MetaShape や Pix4D 社の Pix4Dmapper といった写真測量ソフトウェアが開発され、特にドローンで現場全体を空撮した動画像や連続写真から現場全体の3次元データの生成のために頻繁に活用されている。

3. 施工管理に適した画像処理技術

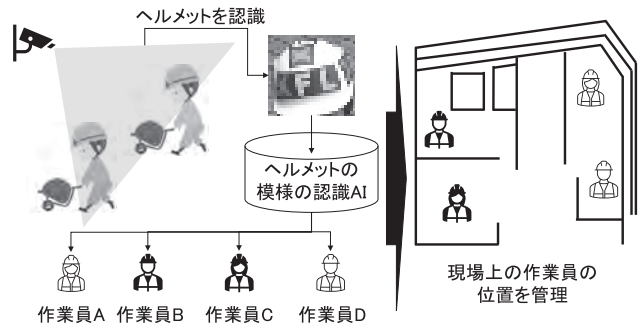
(1) 動態監視

施工管理における動態監視の事例として、現場内に設置したカメラを用いて建設機械の位置を検出し、現場の作業進捗を管理するシステム¹⁾や作業員の位置を検出し、その作業員が誰なのかを特定する技術²⁾が挙げられる。前者は、内閣府の「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」における推進費を活用し、映像進捗管理システム開発コンソーシアムにて開発された「4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システム」である (図一1)。本システムでは、画像処理 AI により稼働中のダンプ、バックホウ、ブルドーザおよび振動ローラの4つを対象に監視し、進捗レポートを作成されている。本システムの導入には、複数台の4K ビデオカメラとその撮影映像を伝送する無線中継装置や有線 LAN で現場事務所に引き入れ、建設機械の位置情報や施工データとともにクラウド上にアップロード可能な環境の構築が必要である。当該 AI の構築には、現場で稼働する4種類の建設機械を撮影し、手動で建設機械の位置を矩形で囲み、学習する必要がある。これにより、クラウド上で CIM モデル等の3D データを映像データに重畳でき、建機の稼働状況の進捗レポートを現場事務所、本社や発注者に共有できる。

後者の技術は、現場全体を撮影するカメラ映像中から AI を用いて作業員とそのヘルメットを検出し、ヘルメットの模様を識別することでその作業員が誰であるのかを識別できる。これにより、現場内における作業員ごとの所在地やその動きを監視できる (図一2)。



図一1 4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システム



図一2 現場内の作業員の識別技術

本技術の導入には、現場全体を撮影するビデオカメラと作業員ごとにユニークな模様付きのヘルメットが必要である。当該 AI の構築には、用意した模様付きヘルメットを被って現場内で作業する作業員を撮影し、手動でヘルメットの位置を矩形で囲み、学習する必要がある。

(2) 工事目的物の管理

施工管理における動態監視の事例として、空撮ドローンを用いた施工管理技術³⁾や地上で撮影した写真を用いた出来形管理技術⁴⁾が挙げられる。前者は、カメラを真下に向けて搭載したドローンを用いて現場上空を飛行しながら撮影した連続写真から、写真測量ソフトウェアを用いて現場全体の3次元データを生成する技術である。本技術の導入には、連続写真を撮影可能なカメラおよびカメラを搭載可能なドローンを用意した上で、現場内に対空標識を等間隔に複数設置する必要がある。SfM で得られる3次元データは画像から生成されるため、ピクセル座標で得られる。そのため、対空標識の位置を TS (Total Station) や GNSS (Global Navigation Satellite System) により事前に測量し、3次元データ上の対空標識間の距離が一致するように拡大処理を行う必要がある。このようにして得られた3次元データを時系列で比較することで出来高を算出できるようになり、設計図面の寸法値と比較することで出来形を検査できる。

後者は、地上で様々な位置から施工対象物を撮影し、前者と同様に写真測量ソフトウェアを用いて3次元データを生成する技術である。ドローンを用いる場合、広範囲の3次元形状の再現には適しているが、高高度からの撮影となるため、施工対象物のエッジやコーナー等の詳細な形状の再現に失敗しやすい。そのため、施工対象物をより近くから隈なく撮影することで、より詳細な3次元形状を再現できる。本技術の導入には、ドローンは不要であるが、歩行による撮影となるため、ドローンによる空撮よりも撮影に要する時

間が膨大となりやすい。3次元データの利用用途や必要な精度に応じて空撮と地上からの撮影を切り替えることが重要である。

4. 維持管理に適した画像処理技術

(1) 常時観測

維持管理における常時観測の事例として、道路環境における交通状況や危険事象の監視技術^{5), 6)}、河川環境における水位観測や不法投棄の監視技術⁷⁾が挙げられる。前者は、ビデオカメラ映像から断面交通量を計数する技術⁵⁾、自動車の逆走や誤侵入を検出する技術⁶⁾、土石流の検知システムが挙げられる。断面交通量を計数する技術は、24時間交通量調査や常時観測の実現を目的として、AIを用いて夜間に撮影された映像を昼間に撮影したかのような映像に変換(図-3)することで、夜間でも昼間と同程度の精度で車種別の車両の通過台数を計数できる。当該AIの構築には、昼間と夜間に撮影した車両の画像を収集し、学習する必要がある。ただし、昼間と夜間の車両は同一車両を撮影したものでなくても良い。自動車の逆走や誤侵入を検出する技術は、異常検知において実績が高い確率モデルの一つである時空間MRFモデルを用いて動態を検知する。そして、その動態が何であるかをAIで判別することで、逆走や誤侵入を検出できる。当該AIの構築には、検知した動態ごとに歩行者、自動車や自転車それぞれに対して手動で分類して学習する必要がある。土石流の検知システムは、パターンマッチング技術により土壌の流速を観測し、一定時間以上の流速があるかの統計を取ることで土石流を判断できる。本技術は、カメラ映像によるリアルタイム土石流検知アラートシステムとしてNETISにも登録(登録番号: QS-200028-A)されている。いずれの技術の導入にも、観測対象を撮影するビデオカメラが必要であるが、既設のCCTVがある場合は短期間で導入できる。



図-3 AIによる夜間映像から昼間映像への変換結果の例

後者は、高感度フルハイビジョンセンサーを用いた昼夜間を問わないAI水位計測技術やCCTVを用いた不法投棄監視技術⁷⁾が挙げられる。AI水位計測技術は、局地的大雨等による増水の監視を目的として、橋脚を目標物として高感度フルハイビジョンセンサーとAIを組み合わせて水際線を検出することで、非接触で接触型の水位計と同等の精度で河川の水位を監視できる。本技術の導入には、三菱電機エンジニアリング社のフィールドエッジ等の導入が必要である。当該AIの構築には、水の領域とそれ以外の領域ごとに手動で色付けして学習する必要がある。CCTVを用いた不法投棄監視技術⁷⁾は、河川を監視するCCTVの映像中からAIを用いて人とゴミを検出し、ゴミから人が5m以上離れたかどうか判断することで不法投棄を検出し、現地への警告発報及び河川管理者へ通報できる。本技術の導入には、不法投棄を防止したいエリアを撮影するCCTVやビデオカメラ、警告発報、通報を受信する機器類等の設置が必要である。当該AIの構築には、不法投棄するゴミを持った人、不法投棄した直後の人、不法投棄されたゴミを撮影し、それぞれに対して手動で人とゴミを矩形で囲み、学習する必要がある。

(2) 構造物の定期点検

構造物の定期点検の事例として、ロボットを用いた橋梁点検技術、ドローンを用いたダム(point inspection)技術⁸⁾、ドライブレコーダを用いた舗装点検支援システム⁹⁾が挙げられる。ロボットを用いた橋梁点検技術は、橋梁の近接目視による定期点検を目的として、作業員では侵入や監視が難しい箇所をドローンやロボットカメラで点検する。当該技術は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の取り組みで開発されている。当該技術を活用することで、各種部材の損傷、特に水の影響が懸念される損傷を検出し、水の侵入経路や発生源を分析することに加えて、ひび割れや桁遊間、支承の変位も計測できる。当該技術の導入には、新日本非破壊検査社の打音機構付点検ロボット、富士通社の二輪型マルチコプタ、デンソー社の可変ピッチ機構付きドローン、三井住友建設社の橋梁点検ロボットカメラやシビル調査設計社の橋梁点検カメラシステム等が必要である。

ドローンを用いたダムの点検技術では、ダム提体を対象にドローンで空撮した映像と写真測量ソフトウェアを用いて3次元形状を復元し、AIを用いて表面の剥離、骨材中の鉄分のにじみ出し等といった異常を検知できる。本技術の導入には、空撮用ドローンや写真

測量ソフトウェア以外に TS も必要である。ダム の 提 体 を 撮 影 す る 際 ， ド ロ ー ン の GNSS で は ， ダ ム が 山 間 の 谷 間 に 位 置 す る た め ， 電 波 を 補 足 可 能 な 衛 星 数 が 少 な く ， 自 律 航 行 が で き な い 。 そ の た め ， TS を 用 い て 飛 行 中 の ド ロ ー ン の 位 置 を 補 足 し 続 け る 必 要 が あ る 。 当 該 AI の 構 築 に は ， ダ ム 提 体 を 飛 行 し な が ら 撮 影 し ， 手 動 で 剥 離 ， 骨 材 中 の 鉄 分 の に じ み 出 し 等 の 異 常 が あ る 箇 所 を 矩 形 で 囲 み ， 学 習 す る 必 要 が あ る 。

ドライブレコーダを用いた舗装点検支援システム (図-4) は，ドライブレコーダの動画像から AI を 用 い て ひ び 割 れ を 検 出 し ， 実 現 場 で の 評 価 方 法 に 即 した 診断区分でひび割れを評価できる。本技術により，点 検 対 象 の 道 路 を 車 両 で 走 行 す る だ け で 日 々 の 日 常 点 検 が 可 能 と な る た め ， 従 来 の 目 視 点 検 の 効 率 化 を 図 る こ と が で き る 。 本 技 術 の 導 入 に は ， ド ラ イ ブ レ コ ー ダ を 点 検 用 車 両 の 前 方 に 向 け て 搭 載 す る 必 要 が あ る 。 当 該 AI の 構 築 に は ， ド ラ イ ブ レ コ ー ダ で 車 両 前 方 斜 め 下 に ひ び 割 れ が あ る 路 面 を 撮 影 し ， 手 動 で 診 断 区 分 ご と に ひ び 割 れ を 分 類 し ， 学 習 す る 必 要 が あ る 。



図-4 舗装点検支援システム

5. おわりに

施工管理やインフラの維持管理では，本稿で紹介したような画像処理技術の導入が進められている。本稿で紹介した事例は，建設機械施工分野における導入事例の中でも一例であることに加え，AIの発展により，

従来以上に次々と新たな最新技術が開発されている。したがって，常に最新の動向を調査しつつ，業務の種類に応じた最新技術を日常業務の中に導入し，省力化，効率化を図ることが重要である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 木村拓磨，早川健太郎：4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システムの開発および試行，建設機械施工，日本建設機械施工協会，Vol.73，No.7，pp.38-42，2021.
- 2) 井上晴可，梅原喜政，今井龍一，神谷大介，田中成典，中畑光貴，島野寛己：オブジェクト追跡技術を用いた人物識別の補正に関する研究，土木学会論文集 F3 (土木情報学)，土木学会，Vol.78，No.2，pp.I_122-I_130，2022.
- 3) 櫻井淳，田中成典，中村健二，窪田諭，今井龍一，重高浩一：UAV の空中写真測量による施工管理のための計測手法の提案，土木学会論文集 F3 (土木情報学)，土木学会，Vol.72，No.2，II_73-II_81，2016.
- 4) 国土交通省：地上写真測量を用いた出来形管理の監督・検査要領 (土工編) (案)，2022.
- 5) 今井龍一，神谷大介，山本雄平，田中成典，中原匡哉，姜文淵，中畑光貴：夜間の交通量調査のための GAN の適用に関する研究，土木学会論文集 F3 (土木情報学)，土木学会，Vol.78，No.2，pp.I_169-I_178，2022.
- 6) 鈴木季弘：既設 CCTV カメラを活用した逆走・誤侵入検知システムの開発，国土技術研究会，国土交通省，2019.
- 7) 平山岳弥：AI (人工知能) 技術を活用した河川監視の高度化に向けた取り組みについて (中間報告)，国土技術研究会，国土交通省，2021.
- 8) 石井明，菅原宏明，小篠耕平，天方匡純：UAV の自律航行と空撮画像を活用したダム提体点検の効率化・高度化に関する研究，AI・データサイエンス論文集，土木学会，Vol.1，No.J1，pp.613-622，2020.
- 9) 今井龍一，中村健二，塚田義典，伊藤大悟，栗原哲彦：ドライブレコーダ画像を用いた深層学習による道路舗装のひび割れ評価手法に関する研究，土木学会論文集 F3 (土木情報学)，土木学会，Vol.77，No.2，pp.I_67-I_76，2021.

[筆者紹介]

中原 匡哉 (なかはら まさや)
大阪電気通信大学 総合情報学部 情報学科
講師



今井 龍一 (いまい りゅういち)
法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科
教授



BIMとiPadを用いた設備施工管理記録の作成および管理手法の開発

CheX BIM機能を用いた施工記録・検査記録の作成とその管理

五十嵐 賢

本技術は昨今、建設現場で広く普及し始めているタブレット端末（iPad）をハードウェアとして用いて、現場でBIMモデルに紐づいた設備工事の各種検査・試験の記録を作成し、デジタルデータで一元管理をする新しい設備施工管理手法である。これにより、総合建設会社ならびに設備協力会社の書類作成業務の省力化と、BIMとデジタルデータに基づく確実な施工エビデンスの記録と、その管理を実現し、生産性向上を図るとともに、建設現場の働き方改革の推進、建設業の魅力向上を目指す。

キーワード：IT技術、自動化、BIM、iPad、働き方改革

1. はじめに

2019年4月1日から施行された「働き方改革関連法」により、罰則付きの時間外労働時間の上限（原則月45時間・年間360時間）規制が設けられた（建設業は2024年4月1日以降から適用）。また（一社）日本建設業連合会は、高齢建設技能者の大量離職に備えて、新規建設技能者を確保するため、建設現場への週休二日制の導入を進めており、2019年度末までに4週6閉所以上、2021年度末までに4週8閉所（週休二日）を目標に掲げている（図-1）。

以上より、時間外労働の削減・土曜日の現場閉所と、労働時間が制限されていく一方で、求められる工期と品質は変わらないことから、「現場における生産性の向上」が急務の課題となっている。

2. 課題の分析

当社西日本圏における新築工事物件（n=148件）にて、工種別の竣工までの労務工数を分析した結果を

図-2に示す。この分析により、電気設備・給排水衛生設備・空調設備の工事が労務工数の上位3位を占めており、その中でも「協力会社の施工管理者」の労務工数が大きな割合を占めていることが分かった（表-1）。更なる分析として、協力会社の設備施工管理者の業務内容の内訳をヒアリングしたところ、図-3に示すように書類作成や検査・施工記録の作成に最も多くの時間を要していることが分かった。

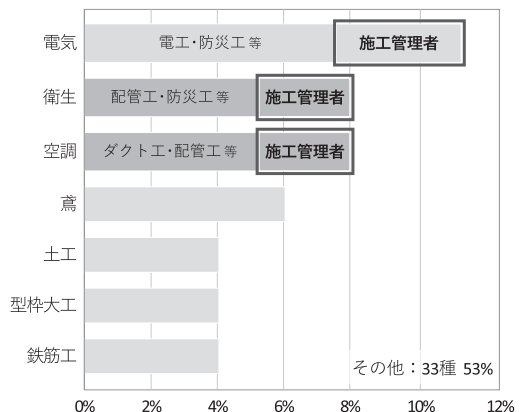
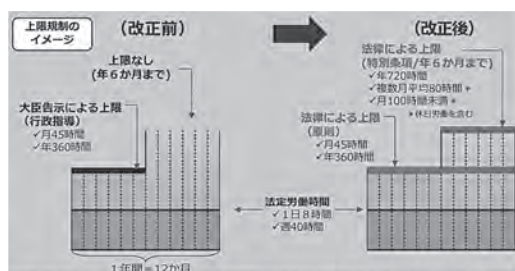


図-2 工種別 労務工数



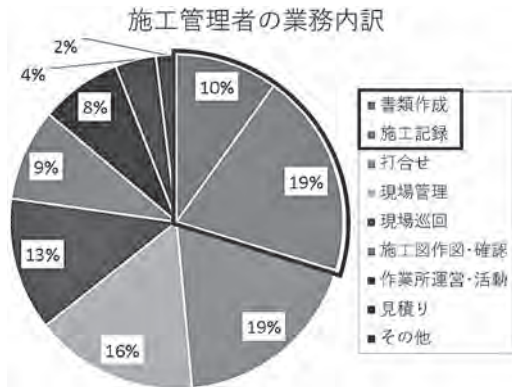
※出典 厚生労働省働き方改革特設サイト 時間外労働の上限規制 わかりやすい解説

図-1 時間外労働時間の上限と、建設業週休二日ロゴマーク



表一 設備工種別 労務工数の内訳

電気設備工事の内訳		給排水設備工事の内訳		空調設備工事の内訳	
電工	52%	配管工（給排水）	45%	施工管理	24%
施工管理	29%	施工管理	29%	ダクト工	21%
スリーブ・インサート	10%	消火配管工	9%	配管工（空調）	16%
弱電	5%	スリーブ・インサート	6%	冷媒配管工	9%
防災工	2%	その他専門工	3%	保温工（空調）	9%
施工図	1%	相判・雑工・塗装	2%	計装工	8%
相判・雑工・塗装	1%	その他	2%	スリーブ・インサート	5%



図一 3 施工管理者の業務内容

以上より「現場における生産性の向上」の実現に向けて、協力会社の設備施工管理者の書類・記録作成業務をデジタル化することとした。

3. デジタル化する検査・試験の選定

図一 4 に建物が竣工するまでの期間の工事工程と、その設備工事の検査・記録の一例を示す。

スリーブ検査では、構造壁や梁、床に配管やダクト等を通すために設けるスリーブが、施工図通りの位置に設置されていることや、開口補強筋や止水プレートなど必要部材が取り付けられていること等を確認・検査する。

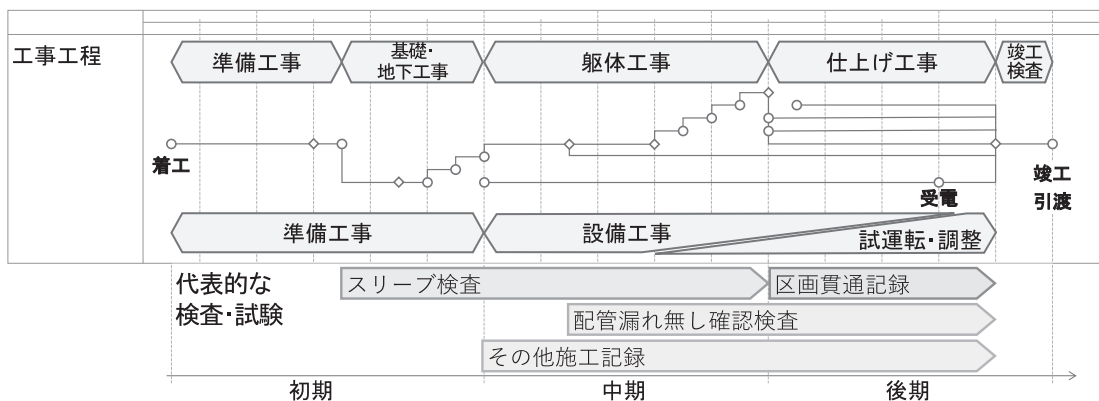
防火区画貫通記録では、防火区画を貫通するケーブル・配管・ダクトと、開口部の隙間が決められた工法・材料で塞がれていることを記録する。

配管漏れ無し確認検査では、衛生配管や空調配管から流体の漏れが無いことを確かめるため、給水・給湯配管や空調冷媒配管等の圧力系の配管システムでは配管圧力試験を行い、汚水・雑排水等の重力系の配管システムでは配管満水試験や通水試験等を行い、その記録を作成する。

その他施工記録では、BIM モデル上の任意の部材（ダンパーや継手等）を抽出し、その部材に対して施工写真やコメントを残すことで、施工エビデンスを作成・記録する。

これら検査・記録は、日中に野帳・黒板・デジカメ・測定器を準備して検査・試験を実施し、施工作业を終えた夕方以降に事務所に戻り、PC を用いて手作業で図面・写真・検査結果・試験ログを紐づけ、検査・記録帳票を作成・出力・バインドして一連の作業が完了するものの、時間外労働の大きな要因となっている。また手作業で行うため、野帳からの転記間違いのリスクや、紙による検査・記録帳票の管理による検査漏れなどのリスクがある。

これら代表的な検査・記録は図一 4 に示すように、工程上の長期にわたり実施されることから、スリーブ



図一 4 工事工程と検査・試験の位置付け

検査・防火区画貫通記録・配管漏れ無し確認検査（配管圧力試験・配管排水試験）・その他施工記録をデジタル化する対象に選定し、長期にわたり効果が得られるようにすることにした。

4. 開発した設備施工管理記録の作成・管理手法の概要

開発手法は、建設現場で広く普及し始めている iPad をハードウェアとし、ソフトウェアに YSL ソリューション社の CheX（チェックロス）を使用し、BIM モデルは Rebro・T-fas・Revit 等で施工図用に作成した BIM モデルを、IFC 形式で出力したものを

CheX に登録することで、現場にて iPad 上で BIM モデルを確認しながら、スリーブ検査・防火区画貫通記録・配管漏れ無し確認検査（配管圧力試験・配管排水試験）・その他汎用記録の検査・試験を実施する。検査・試験実施後、事務所に戻り PC 版 CheX から帳票作成のコマンドを出すと、検査・試験帳票が自動で作成される（図-5）。またこれら異なる複数の検査・記録帳票を、CheX 上で BIM モデルと紐づけてデジタルデータとして一元的に管理することで、検査・記録帳票のペーパーレス管理を可能にした。

次に図-6 に配管圧力試験を例に、従来の検査フローと開発手法の検査フローを比較する。

試験計画では、従来は試験用の図面を印刷し、試験



図-5 開発した設備施工管理記録の作成・管理手法の概要

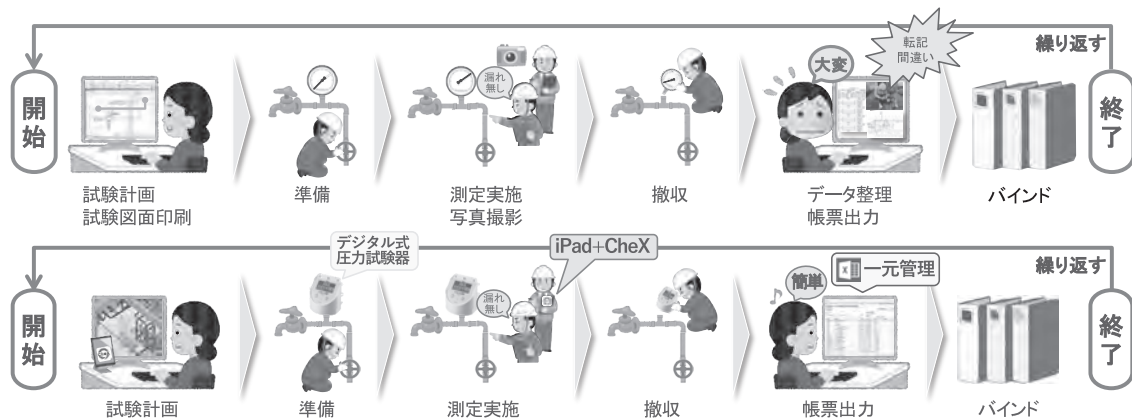


図-6 従来の配管圧力試験のフローと開発した配管圧力試験のフロー

範囲や試験条件（圧力・時間）を記入していたが、開発手法ではPC上でBIMモデルに試験範囲と試験条件を入力すればいい。

試験準備では、開発手法ではiPad版CheXとデータ連携をするため、専用のデジタル式圧力試験器を、アナログメータの代わりに取り付ける必要があるが、それ以外は従来と同じ準備内容でよい。

測定実施では、開発手法の場合、iPad版CheXからデジタル式圧力試験器に試験情報を入力し、BIM上の試験範囲と現地に齟齬が無いか最終確認を行ってから、従来と同様に配管内を試験圧力以上まで昇圧した後、測定を開始する。なお測定中はデジタル式圧力試験器が試験ログを記録するため、iPadを遠くに離しても測定に影響は無い。また測定開始時と終了時の写真を撮影した場合は、当該試験範囲図と紐づいて写真が記録される。測定終了後はデジタル式圧力試験器からiPad版CheXに試験ログを収集し、収集と同時に合否判定を行い、合格ならば測定を終了する。

帳票出力では、従来は紙の野帳に記入した試験範囲図と、デジカメに保存された測定開始時と終了時の写真を基に、記録書に各種データを整理・入力し、試験範囲図を清書した後、帳票を印刷・バインドしていたが、開発手法では前工程の測定実施の際に各種データの入力と整理が済んでいるため、PC版CheXから帳票作成のボタンを押すだけで、記録書・試験ログ・試験写真が1つのエクセルファイルにまとめて出力されるため、事務所に戻ってからの作業が大幅に無くなった。

5. 開発した設備施工管理記録の作成・管理手法の効果

当社作業所において検査・試験の準備・計画から帳票出力までの検査全体で検証した結果を図-7に示す。スリーブ検査では業務全体で約25%の業務量削減効果を、配管圧力試験と配管排水試験では業務全体

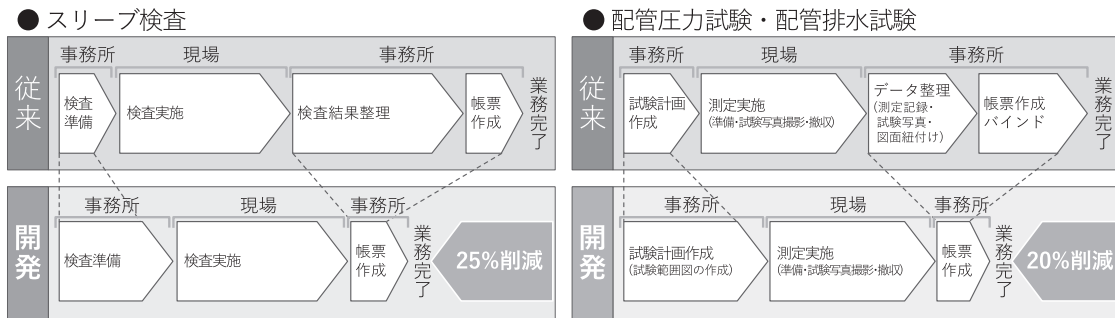


図-7 開発した設備施工管理記録の作成・管理手法の効果



図-8 検査進捗の見える化

で約 20%の業務量削減効果を確認した。

また従来は紙で管理していた配管漏無確認検査記録（試験ログ・立会写真・試験範囲図）を、BIM を中心に一元管理することで、検査記録の管理簡易化と、検査進捗の見える化による検査忘れの未然防止の効果も得られることを確認した（図—8）。

6. おわりに

BIM と iPad を用いて設備施工管理記録を作成し、検査・記録帳票作成を自動化することで、書類作成業務を省人化した。また検査・記録帳票を BIM を中心に一元管理することで、検査・記録帳票の管理簡易化

と、検査・記録進捗の見える化を実現した。

以上より、設備協力会社の施工管理者が工程の長期にわたり実施・作成する検査・試験にかかわる書類作成を省人化し、その管理を簡易化することで「現場における生産性の向上」を実現した。

JCMA

【筆者紹介】

五十嵐 賢（いがらし さとる）
㈱竹中工務店
大阪本店 設備部



コンクリート締固め管理システムの実用化に向けて 多様な現場への適用を可能とするシステム更新

仲 条 仁・宇 野 昌 利・前 田 真 護

我が国の建設工事の現場施工品質は、作業員が有する経験知や技能に支えられている面が多く存在し、コンクリート工事、特にコンクリートの打込み及びバイブレーターによる締固め作業もその例外ではない。そのため、筆者らは、コンクリート工事の締固め作業員の動画を撮影し、人工知能（AI）技術を活用した画像処理を行い、締固め箇所を定量的にデータ化する技術及びシステムを開発、実際の現場に導入することで、従来の作業員の経験による個人のノウハウを利用した定性的な管理から、定量的な管理を実現した。

本稿では、当該システムを多様な現場へ適用・展開していくため、実現現場への適用により明らかになった課題について対策を検討、システムへの改修・改善を行った内容に関して報告するものである。

キーワード：コンクリート打設、締固め管理、画像解析、人工知能、リアルタイム

1. はじめに

我が国の建設業を取り巻く環境は、ITの進歩により劇的に変化しつつある。その変化の中心は、ディープラーニングなどの人工知能技術の進展によるところが大きい。

一方、建設業でよく利用されるコンクリート工事の流れは、①コンクリートプラントで製造、②フレッシュコンクリートをアジテータ車を利用して現場に搬入、③型枠内にコンクリートを打込む、④バイブレーターによる締固め、⑤表面の仕上げ、⑥コンクリート面の養生、これら作業は30年以上前からほとんど変わっていない。

加えて、コンクリート工事の品質管理は、作業員のノウハウによることが多く、作業員の経験に基づくものであり、脱型後、概ねコンクリートの品質は良好な状態であるが、まれに、豆板などのトラブルが発生する場合もある。一旦トラブルが発生すると、発注者との協議により対策を検討し、例えば、補修・補強工事が必要となる。最悪の場合、壊して再構築となり、多くの時間とコストが別途必要となる。

コンクリート工事の締固め作業に着目すると、トラブルの原因は締固め不足に伴う充填不良であることが多い。締固め不足を未然に防ぐためには、締固め箇所をリアルタイムに把握し、コンクリートが固まる前に締固め不足箇所を検知・検出し、当該箇所に対して再締固めすることが課題解決につながる。

そこで、筆者らは、コンクリートの締固めにおけるバイブレターの差し込み振動位置を3次元で正確に計測し、施工時間と対比して、どこをいつ締固めたかを定量的、かつリアルタイムに把握ができるシステムを開発した。当該システムは、実際のコンクリート打設現場（試行現場）にて大量の教師データ動画を取得し、それによりAI学習モデルを構築したものであるが、対象現場以外への適用・実施を考えると、いくつかの課題が確認された。本稿では実施面の課題を整理するとともに、その対策としてのシステム改修・改善内容に関して報告するものである。

2. コンクリート締固め管理システムの概要 と多様な現場への適用・展開に向けた課題

筆者らはコンクリート締固め作業時に管理すべき情報（①バイブレーター挿入平面位置、②バイブレーター挿入深さ、③バイブレーター挿入時間の3点）をAIや画像処理技術を活用して自動計測するシステムを開発した^{1), 2)}。当該システムは、締固め状況をリアルタイムに近い時間で取得、可視化することで、作業履歴の管理を可能とし、締固め不足を予防するシステムである。その概要を以下に記述する。

(1) 締固め管理システムの概要

(a) 締固め位置把握の概要

締固め位置の把握手法は、図—1に示す通り、今

井ら^{3), 4)}が考案したものを基本的に採用した上で、解析結果表示のリアルタイム性を確保するため改良および新規機能を構築したものである。

具体的には、締固め作業員のヘルメットに装着したウェアラブルカメラで現場状況を撮影し（図-2）、その動画を図-3のように画像解析AIモデルを用いてARマーカー、ホースの先端、並びに先端位置のカラーリングを検出、ARマーカー（図-4）との相対的な位置から締固め位置を特定するとともに、バイブレーターのカラーリング（図-5）から深さを特定する。

(b) システム概要

本システムは、撮影から解析処理・結果表示までをリアルタイム化することを目的の1つとするため、クラウドを活用したシステム構成を構築した（図-6）。

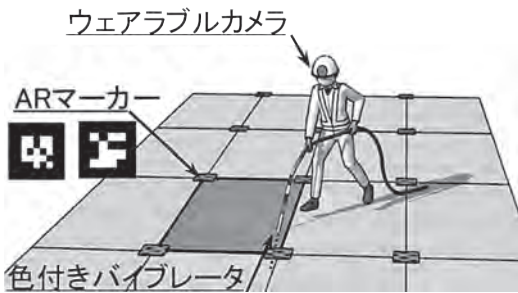


図-1 システム概要図



図-2 ウェアラブルカメラの設置状況



図-3 締固め位置解析例

図-6の網掛け部分がクラウドサーバーで構成している。スマートフォンで撮影した動画をアップロードし、サーバー1に保存されたことをトリガーに以降の自動処理が稼働する。サーバー2の解析処理サーバーを経由し、サーバー3の解析結果を格納するDBで自動処理が終了する仕組みである。クラウド化することで、解析処理サーバーのマシンスペックの強化が可能となり、処理速度が高速化する。加えて、解析結果をどこでも確認できるため、現場でも、事務所でも、遠隔地であっても確認できるメリットも存在する。

AIによる動画解析により、算定した締固め位置を可視化するシステム（図-7, 8）では、1回のバイブレーターの差込みによる締固め位置・深さを1個の球体で表現する。

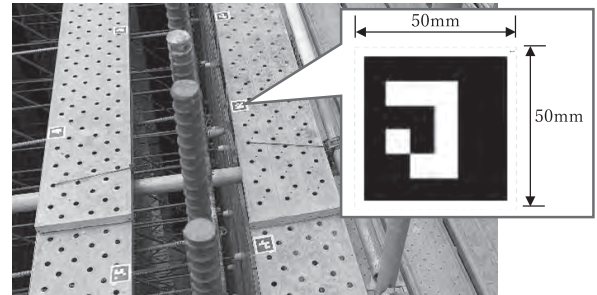


図-4 ARマーカーの配置状況

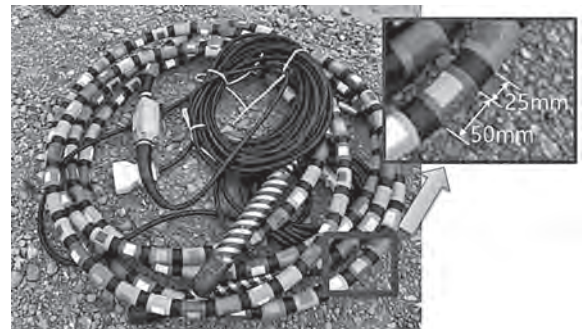


図-5 バイブレーターホースのカラーリング

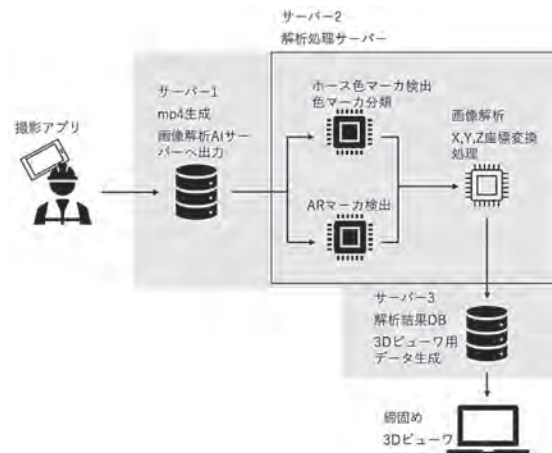
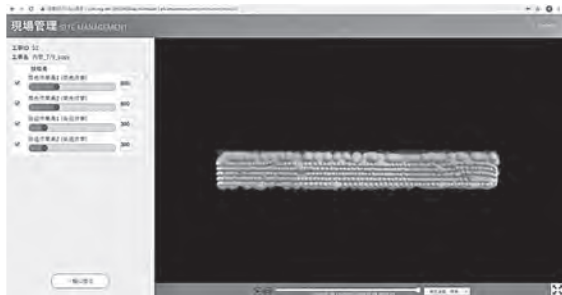


図-6 システム構成図



図一七 工事情報設定画面



図一八 締固め状況確認画面

球体の大きさが、適切に締固められた範囲と考え、具体的には、メーカー推奨値であるバイブレーター直径の約 10 倍に設定した⁵⁾。複数作業員の全差し込み箇所解析ができれば、球体の塗りつぶしによって、型枠内が順次球体で埋まることとなる。他方、締固めムラがあれば球体による塗りつぶしのない空間が存在することになる。

(2) 多様な現場への適用・展開に向けて確認された課題

本システムを実際の工事現場で適用し、効果確認と課題把握を行ったが^{1), 2)}、特に今後、幅広く他の現場で展開することを考慮した際の課題を以下に記載する。

(a) ウェアラブルカメラによる撮影状況の確認

締固め位置の把握は、作業員(バイブレーターを持って操作する作業員)のヘルメットに装着したウェアラブルカメラによる動画像を基に判定するが、現地での作業にあたっては、足場付近に敷設されている AR マーカーやバイブレーターホースが適切に撮影されているか、本人や管理者が容易に確認できないという課題があった。撮影されるべき被写体が適切に画角に入っていないと解析結果の精度が低下する可能性がある。

また、撮影には、専用のアプリケーションを用いるが、撮影開始時に、施工箇所 ID や作業員 ID、作業するバイブレーター種別、データ送信先、画素数、フレームレートなどを設定する必要があるが、作業員がこれらの設定を習熟するのが難しいという課題も存在していた。

(b) バイブレターの複雑な色付けパターン

バイブレターの差し込み深さを把握するため、バイブレーターに色付けを行っているが、当初、図一五に示した通り、ユニークにするため、複雑な色付けパターンとしていた。ただし、バイブレターの使用時間の経過とともに摩耗(劣化)し、色付けを補修しなければならないケースが発生、着色パターンが複雑な故、補修するにも容易にできないことに加え、高価になるという課題があったことから、解析精度を確保しつつ、色付けパターンを簡素化することが求められた。

(c) 解析結果を可視化する構造物が限定的

当初、本システムを適用した現場では、対象となるコンクリート構造物が擁壁(四角柱)メインということもあり、解析結果を表示する 3 次元モデルも構成しやすかったが、幅広い現場へ適用していく際には、四角柱以外の形状も想定される。コンクリート構造物の形状が変わると、平面位置の基準点となる AR マーカーの敷設位置や空間構成も変わってくるため、それらに対応した可視化モデルが必要になる。

3. 課題への対策

前章で記述した、本システムを他の現場に適用するための課題への対策として、以下の改修・改善を行った。

(1) ウェアラブルカメラの撮影状況の確認及び操作性(ユーザビリティ)の改善

ウェアラブルカメラによる撮影状況の適切性を確認・判断するため、撮影動画像を閲覧できる WEB ページを作成した(図一九)。本ページは、施工箇所や日付、作業員 ID を選択すると、時刻別に動画像リストが表示され、確認したい時刻をクリックするとその動画像が再生・閲覧できる。当該動画像は、ウェアラブルカメラで撮影したデータをクラウドに送信し、AI 画像処理する前のものであるため、撮影から 1~2 分後には閲覧することができる。更に、WEB 環境で作成しているため、打設現場に持ち込んだタブレット等にて作業員別のウェアラブルカメラ動画像の閲覧が可能、作業員本人も現在の撮影状況を確認することができ、かつ画角異常が発生した場合は、カメラ角度の修正等が実施可能となる。

次に、ウェアラブルカメラの初期設定を簡易にするために、各種パラメーターの設定は、事前にクラウド上で管理者が実施、ウェアラブルカメラの撮影アプリ側では、プロジェクト ID とユーザー ID の 2 種の値を入力すれば良い方式とした(図一十)。クラウド側



図-9 作業員動画画像ビューワー



図-10 ウェアラブルカメラアプリの初期設定画面

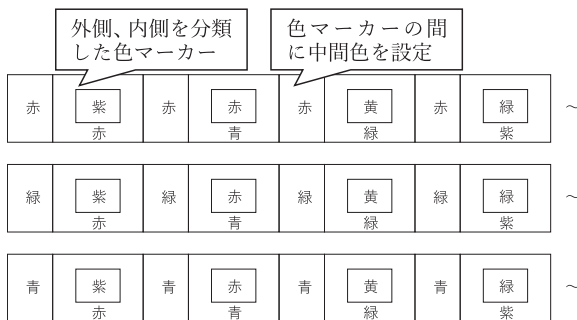


図-11 従前の色の組み合わせパターン（一部分）

では、この2種のID組み合わせに紐づく撮影パラメータの定義ファイルを保持しており、それを参照し、撮影アプリ側に送信することで、撮影アプリも所定の撮影・送信が可能となった。これにより、撮影開始時の撮影アプリ側の入力値が6種から2種に減少し、ユーザビリティの向上が図られた。

(2) バイブレーターの色付けパターンの簡素化

バイブレーターの従前の色付けパターンは、図-11に示す通り、外側・内側の2重となるマーカース間を中間色でつなぎ合わせる構成であった。新たな色付けパターンを複数検討し、さらにバイブレーターに着色可能な色の組み合わせを総合的に考慮して、図-12, 13に示す通りの色付けパターンとした。新たな色付けパターンでは、2重3重の色構成をやめ、1重の色を10cmピッチで塗っていくこととした。これにより色付け加工費が削減できる。なお、30cmピッチでキーとなる「緑色」を配置しており、人間の目で

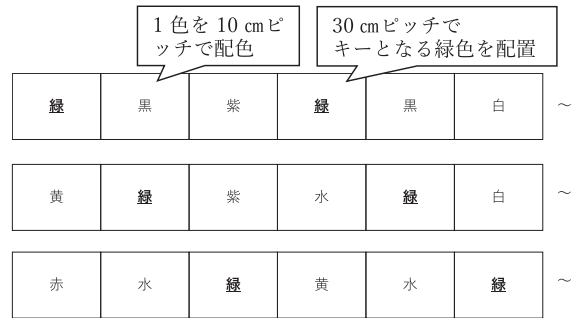


図-12 新たな色付けパターン（一部分）



図-13 新たな色付けパターンのバイブレーター

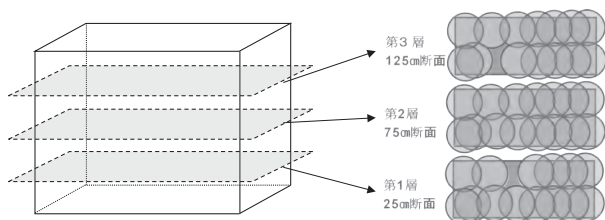
表-1 コンクリート構造物が円柱の場合の座標点入力値の例（一部）

連番	X	Y	Z
1	1,000	500	2,000
2	962	309	2,000
3	854	146	2,000
4	691	38	2,000
5	500	0	2,000
6	309	38	2,000
7	146	146	2,000
8	38	309	2,000
9	0	500	2,000
10	38	691	2,000
⋮	⋮	⋮	⋮

も概ねの長さ（深さ）が数えられるように考慮した。この色付けパターンであれば、摩耗（劣化）により部分的に色が剥がれたり、不鮮明になった場合も、同色を上塗りすることができ、簡易補修が可能となった。色付けパターンの変更に伴い、AI処理も変更を行った。緑色と緑色の間の色マーカーの組み合わせにより、深さを特定する。各色マーカーの中心点を把握し、中心点間が10cmになることを踏まえ、その間を1cm単位で補間推計するロジックも追加した。従前のマーカーに比べ、1つのマーカーが大きく1色構成のため、AI側の誤認や判読不能が減ると期待できるが、今後、実際の現場で利用して精度を検証する予定である。



図—14 構造物モデルの描画例 (表—1の座標点群を描画)



図—15 構造物を任意の深さで断面図を生成する機能イメージ

(3) 多様な構造物に対応した解析結果の可視化

これまでの四角柱を基本に、他の形状の構造物でも対応できるように、構造物モデル構築の際に連続する座標点を取り込み、自動的に3次元モデルを生成する仕組みを導入した。例えば、構造物が円柱の場合の入力座標点を表—1に示す。このデータを読み込むと、自動で図—14に示すような構造物モデルを生成する。円柱以外の形状であっても外形座標点群のデータを作成すれば、容易に3次元モデルが生成できるようになった。

また、従来表現していなかった可視化方法として、構造物の深さ方向における任意の断面で切ったときの断面図を表示する機能も構築中である(図—15)。これにより、コンクリート打設の1層目と2層目の断面等を指定することで、断面図(平面図)上で締固め不足箇所がないかを確認することが可能となる。

4. おわりに

本稿では、コンクリート工事における締固め箇所を、人工知能モデルを活用した動画像解析により定量的に把握し、かつリアルタイムに結果をフィードバックするシステムを紹介するとともに、当該システムを汎用的に様々な工事現場で実用化するための課題を整理し、その対策として行った各種改修・改善内容を記載した。

本システムの特徴は、締固め作業の動画像から人工知能モデルを活用した解析処理により締固め位置を、早く、正確にフィードバックし、締固め不足箇所の早期発見と、再締固め等の対処が可能になることである。

今後、多様な現場への適用・展開を図っていくこと

で、本システムの有効性や効果確認のみならず、操作性や実施可能性も向上していくことを目指す。さらに、締固め不足箇所を自動で判定する機能を構築することが当面の目標である。締固め不足箇所の自動判定ができれば、再締固めを必要とする箇所のお知らせ機能や作業員を誘導する機能の構築も考えられる。その上で、経験が浅い作業員への教育・ガイダンスへの活用などが可能となる。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 宇野昌利, 仲条仁, 今井龍一: コンクリート締固め位置のリアルタイム解析システムの開発と現場試行, 土木学会 AI・データサイエンス論文集, 第2巻 J2号, p.757-764, 2021.
- 2) 仲条仁, 宇野昌利, 山口浩: コンクリート締固め管理システムを開発—AIを活用し締固め状況を可視化—, (一社)日本建設機械施工協会編「建設機械施工」, Vol.74, No.2, p.27-32, 2022.
- 3) 今井龍一, 栗原哲彦, 谷口寿俊, 伊藤誠, 横田拓也: ウェアラブルカメラの動画像を用いたパイプレーターの差し込み位置の計測プログラムの開発, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.74, No.2, pp.L102-I_112, 2018.
- 4) 今井龍一, 栗原哲彦, 横田哲也: コンクリート打設におけるパイプレーターの差し込み深さの計測手法の開発, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.75, No.2, pp.L12-I_21, 2019.
- 5) エクセン(株): 建設機械総合カタログ (2019年~2020年版), p.7.

【筆者紹介】

仲条 仁 (ちゅうじょう じん)
 (株) Create-C
 代表取締役/CEO



宇野 昌利 (うの まさとし)
 清水建設(株)
 土木技術本部イノベーション推進部
 主査



前田 真護 (まえだ しんご)
 (株) Create-C
 次世代インフラ・プロジェクトマネージャー



位置計測技術と AI の併用

属人性の高い計測業務に対し、AI を併用して作業を効率化していくための検討

新 居 和 展・熊 田 聖 也・古 橋 健 斗

建設現場における様々な計測業務において、最新の ICT 機器を活用した計測技術における生産性向上は目覚ましいものがある。ただし計測機器の機能や利便性は向上しているものの、測ると言う行為は属人性が高く誤差を生む要因にもなり得る。位置計測技術に AI を併用し、作業負荷の低減や自動化、常時同じ精度を担保した作業の実施など、他産業も含めた AI 活用事例を紹介し建設現場における位置計測技術と AI を併用していく展望について言及する。

キーワード：位置計測技術、IoT、AI、DX、デジタルツイン、物体検知、点群データ

1. はじめに

インフラ工事や建築工事において、GNSS やトータルステーションと言った従来の計測技術の他に、UAV や TLS による面的かつ高精度な計測手法による出来形管理が進み、昨今では SLAM や屋内測位など様々な計測技術を用いた多岐に渡る活用方法が検討および取捨選択できるようになってきている。勿論、各計測手法にはメリットとデメリットがあり、実際の現場での活用において、常に利便性の高い運用に至るにはまだ課題も多い。

一方、建設業だけでなく、製造業やその他の産業、ひいては日常において直接的に関係する Society5.0 やスマートシティなど、IoT の普及に伴い、AI（人工知能）の活用、ロボット技術の発展が目覚ましく、我々の日常生活の中でも様々な技術活用による利便性の向上が図られつつあり、今後も様々な用途に対して IoT・AI・計測技術・ロボットを併用して利活用が進むと思われる。この背景には、IoT に代表される通信インフラが整備され、昨今では 5G 活用のインフラ整備も進んでおり、より多くの情報をリアルタイムに送受信できるようになった。それに加え「クラウド」と言われてきた仮想化されたサーバで、より多くの情報を一元管理するビッグデータの取り扱いが進んでいる。ここ最近では「デジタルツイン」と言われる現実世界の実データを仮想化された環境に送り、そこでシミュレーションを施して、そこから得られた分析結果を現実世界に戻す事で、効率化や生産性を上げるための仕組みがより容易に構築でき、この活用が進んでい

る事が要因にあると言える。

また国土交通省の方では i-Construction の推進から更に進み、「インフラ分野の DX」（デジタルトランスフォーメーション）の提言がなされる中、現場の施工管理の在り方についてもデジタルツインを活用し、人に代わり AI による判断や作業の自動化を推し進めていこうとする動きがある。

そこで本稿では、建設工事における様々な作業において、特に計測技術を用いた業務は多岐に渡るが、いずれも計測機器の利便性は向上しているものの、まだ属人性が高くデメリットとなり得る条件も多いことから、ここに AI を併用し、作業負荷の低減や自動化、常時同じ精度を担保した作業の実施など、これまでの AI の活用の在り方からその可能性について言及する。

2. AI の活用事例

現在は 2000 年に入ってから始まった第三次 AI ブームの真っ只中であり、「ビッグデータ」を活用して AI 自身が特徴量を定義・獲得していく深層学習が発展しつつある。AI の分析の種類は多岐に渡り、用途に応じて教師データを用意し学習していく事も必要であるが、AI の詳細な説明は他の論文を参照いただきたい。

建設現場においては、カメラ画像を用いた AI 活用が進みつつあり、これはカメラと言うデバイスが他の ICT 機器や計測機器と比べて安価で扱いやすいと言う利点があるためである。カメラ画像を用いた AI は建設業に留まらず製造業など様々な産業で活用が進んでおり、画像に写る物体検知や動画による異常動作の

判断など、人がそこに留まって常に目視が必要な属人性の高い、また判断の誤りが生じやすい作業において特に効果を発揮する。

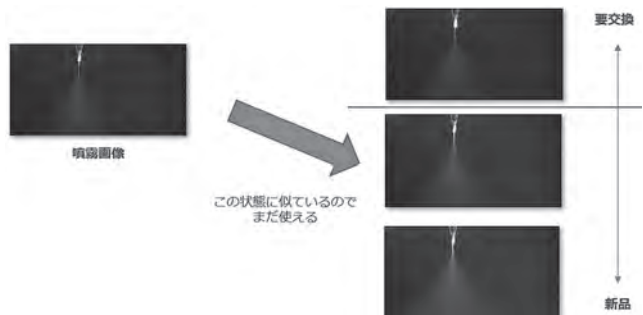
例えば図一1のように、ある材料の噴霧作業を画像で捉えAIが自律的に判断できるようにすることで、これまでは噴霧時の状態を人が目視で材料の交換時期を判断していたのに対し、AIで自動的に交換時期を導く事が可能となる。これは人によっては交換を早めに判断し、あるいは材料が無くなった後に交換の必要性に気づく場合もあるが、AIであれば、常に一定の精度・状態で交換時期を導く事で品質や材料コストを一定に保つ事が可能となる。

また別の事例では、画像に写った材料の粒度分布をAIにより自動的に抽出する。建設現場で用いられる土砂・盛土材料のボリュームや品質検査と言った工程はまだ手作業に頼る事が多いため、作業の生産性を上

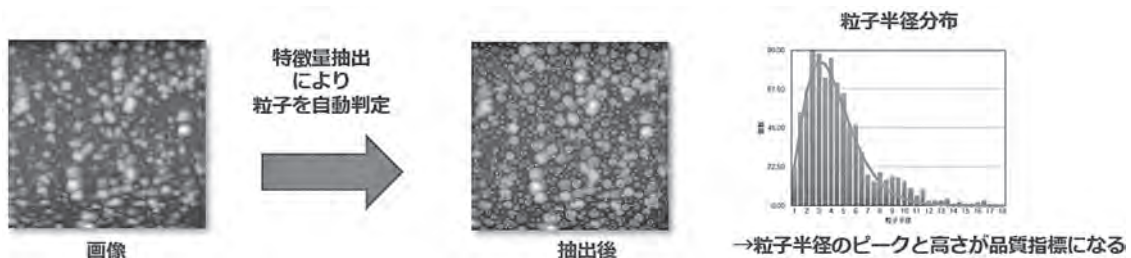
げる事に寄与できるものとなり得る (図一2)。

本稿は、位置計測技術とAIの組み合わせについて考察するものであるため、それに値する事例も紹介する。カメラで撮影した動画を用いて物体の変位量を捉え、更にはその動きの速度・加速度を画像だけで割り出す事が可能な事例である (図一3)。詳細には半導体の基板圧着を行う工程にて、目視で圧着度合いを検査していたこれまでの方法に対し、動画で基板間距離を捉え、一定の距離に達すると圧着完了であるとAIに判断させた取組みであり、動画から変位量を求め、変位と時間情報から速度や加速度を算出する事が可能である。これは製造業のみならず建設業においても応用が効くと思われ、地滑りや法面変位監視などと言った高精度な変位を検出する必要がない用途の計測であれば、タブレットなどのカメラ機能で実現でき、費用対効果の高い計測手法になり得る可能性がある。

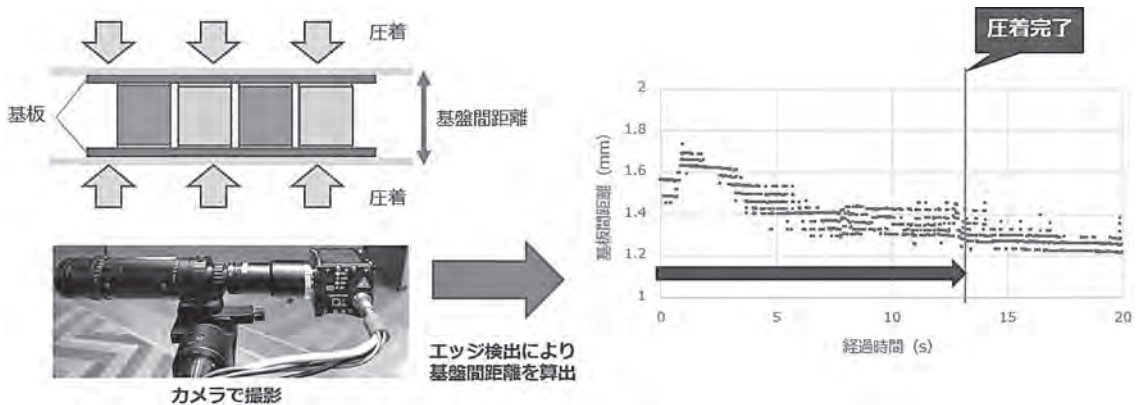
以上の事例のように、カメラを用いたAIの活用は様々な産業で進んでいる。しかし建設業において多少憂慮すべきは、カメラは確かにコストと言う点では他の計測機よりも安価で調達しやすく使い方も簡便であるが、屋外での撮影では天候や時間変化、時々刻々と現場状況・現地盤形状が変化するため、設置環境によっては撮影が難しい状況が出てくることである。運用面での対策検討が事前に必要である事は否めない。これに代替する活用になるかもしれず、また位置計測と言う観点をカバーするのが3Dモデルや点群データを用



図一1 噴霧状況の画像診断



図二 画像診断による粒度分布



図一3 動画による変位計測

いた物体検知・形状認識技術である。人間が目を見た物体の形状の捉え方をAIにおいても同様に行う事で、例えばプラントなどにおいては、自身が持つ3Dモデルを突合条件にして、似た形状のパーツや部品がどの程度存在するかを瞬時に割り出す仕組みが活用されている(図-4)。建設業においてもBIM/CIMの取組みから構造物や建設部材の3Dモデル化は進んできており、また起工測量や出来形管理においては点群データの取り扱いが一般的である。そこでこれら3Dモデルを活用し、繰り返される属人性の高い検査や作業において画像に代わる活用が新たに見出される可能性がある。

更に位置計測に関係した事例を紹介する。ある製造メーカー向けに開発した、動画を用いた異常検知システムである。そのメーカーでは、工場で組み上げた製品に対し24時間体制の耐久試験が行われている。その様子を撮影した動画には正常な動作の中に異常な動作が混じり、そのあと正常動作に復帰する様子が収められることがある。この異常な動作を自動的に検出することが目的である。撮影カメラは業務用の監視カメラであり、動画自体はすでに大量にストックされていた。正常な製品の動作範囲はあらかじめ分かるが、異常動作をあらかじめ想定することは難しい状況であった。また、低スペックのPC上で動作し、リアルタイム性

が要求された。これらの条件下で、正常動作のみを収めた動画を学習に使用し、正常動作から大きく異なる動きをした場合にピクセル単位で異常を検知するシステムを構築した¹⁾。異常検知に用いたアルゴリズムはk近傍法である。動画の各フレームをグレイ画像に変換し、ピクセルごとにk近傍法を適用した異常検知器を作成した。グレイ画像の画素値は0から255までの整数値であることを利用し、リアルタイムな解析を実現した。

図-5の左は正常動作する対象物を撮影した動画、右は異常動作する対象物を撮影した動画である(実際の製品は公開できないので社内にあるロボットアームで代用した)。正常動作時にはロボットアームは上下に運動し、異常な場合は横方向にアームを伸ばす。上下運動する正常動画を用いて学習し、得られた検出器に異常動画を入力すると図-6のような動画をリアルタイムで生成できる。横方向に伸びる動きを異常とみなし、黒い影として出力している。さらに、1つのフレーム内の黒画素の割合を計算することで異常度を定義することができる(図-7)。一般的に、異常動作が発生する頻度は、正常動作のそれと比較して大変低い。そのような場合は、本事例のように正常動作だけで学習し、それからのずれを異常とみなす手法が適している(本事例は、画像センシングシンポジウム



図-4 左側は3Dスキャナーで取ったあるパーツの点群データ/右側は点群データからAIが形状認識し、似たパーツをビッグデータから検出し形状の類似度の高い物から並べたもの



図-6 異常検出の様子



正常動画(教師データ)



異常動画

図-5 動画による異常動作の検出(左は正常動画、右は異常動画)

SSII2019にてポスター発表を行った)。

このような条件は、建設現場においても非常によく当てはまる。現場で稼働する建機・機械は通常は問題なく稼働し、機械を用いた施工業務が工程通り行われるが、何らかの原因でひとたび異常な状態が生じると機械を用いた施工業務が行えず、それ以降の工程や他の業務に与える影響は大きい。建設現場の業務にAIを活用しようとした場合、このように異常時の動きを検出し、いざ影響が広がる前にアラートを発信し、機械をメンテナンス出来ればその効果は大きい。だが通常は問題なく稼働しているため、正常な状態の画像・動画データが多く、異常時のデータはほとんどないのが現状であり、そういった偏った条件でも異常動作を検出できるAIを開発出来ると好適だと言える。

また、動画に写る建機の動きを捉える事は、建機を用いた施工の最適化や自動化につながるため、現場において動画で物体検知し、動きを特定する技術は今後、活用が急速に進むものと思われる。

もうひとつ、切削加工メーカ向けに行ったAI事例を紹介する。当該メーカでは、プリント基板の穴あけ作業において、穴あけの回数を重ねるにつれ、穴あけ位置のずれが発生し、歩留まり低下の原因となってい

た。この問題を考察するため、加工機の各部位(44か所)に熱電対(温度測定のためのセンサ)を取り付け、各部位の温度を測定した(図-8)。

位置ずれと温度の関係を見るため、44か所の温度を説明変数、穴あけ時の位置ずれ(誤差)を目的変数とする回帰を行った。本事例で用いたアルゴリズムは勾配ブースティングの1つであるXGBoostである。本手法は非線形な性質を持つ回帰に対しても問題なく適用でき、さらに分類問題にも適用できる汎用性の高い手法である²⁾。結果を以下に示す(図-9)。

観測値(丸)と予測値(三角)はよく一致していることが分かる。さらに、時間の経過とともに、位置ずれも増えていることが分かる。回帰計算の副産物として、これらの温度の位置ずれへの寄与の大きさ(重要度)を算出できる(図-10)。下図を見ると、31番目の熱電対から取得した温度が、位置ずれに最も大きく寄与していることが分かる。この結果は、31番目の部位を中心に、重要度の高い部位の温度変化を管理することにより、位置ずれを制御できることを意味している。

この事例のように、目的変数として位置のずれ量を予測する事は、やはり建設現場でのAI活用に大いに展開できる。現場では構造物にせよ、土工事にせよ座標管理が重要であり、設計に対して許容誤差範囲内に仕上がっているか出来形管理が行われる。施工中の建機の動きに対する位置ずれ予測から、適切な施工動作に導く、施工作業を最適化するため常に位置のずれ量

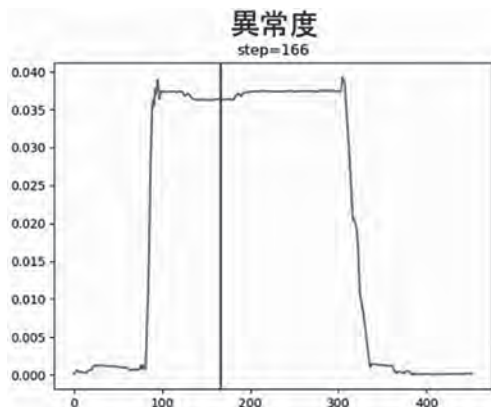


図-7 異常度のグラフ。横軸は時間、縦軸は異常度である。100～200の間の垂直な軸は図-6の瞬間の位置を表す

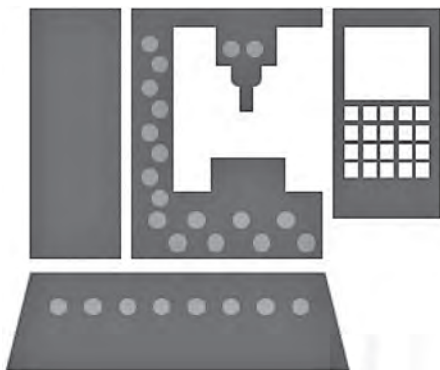


図-8 加工機の各部位に取り付けた熱電対(丸の箇所)のイメージ図

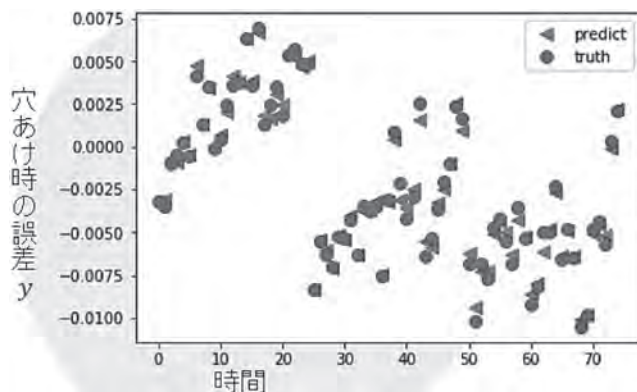


図-9 穴あけ時の位置ずれ(誤差)の回帰。丸が観測値、三角が予測値

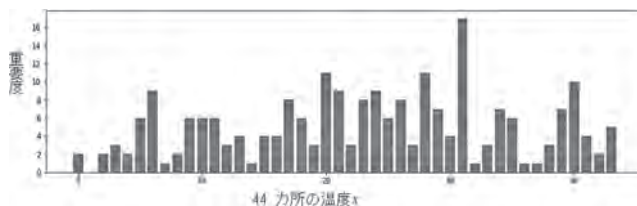


図-10 加工機各部位の温度と重要度の関係

を把握できる事は重要である。このように AI を活用して位置計測技術からその先の予測を経て、動作の最適化や自動化につなげていく事は、これまでの現場における職員・作業員による属人性の高い計測作業から脱却し、精度を一定に保った品質確保や安全管理に寄与していく活用の仕方へと発展していくものと考えている。

3. 位置計測技術と AI 併用の今後の展望

位置計測技術は前述の通り、ICT 機器の進化により様々な手法や精度として発展しつつある。しかしそれを適切に活用するのは人であり、そこに生産性を阻む要因がある。そこで利便性の高い計測機器を活用しつつ、AI により人が介する作業を低減化する活用の在り方について触れてみたい。

まず1つ目は、出来形管理において3D スキャナーで点群データを取得する事が一般的となっているが、取得した点群データは現場の現況を適切に押さえておきたいのに対し、人や建機など不要な物まで写り込んでしまい再計測となる場合や、ノイズとなる部分を点群処理ソフトで手動削除する事が往々にして発生する。そこで AI にこのノイズとなるものを学習させ、自動的にノイズを抽出できると、この出来形管理のデータを生成する作業において生産性が向上すると思われる。またノイズと判定した物の形状からそれが何であるかを認識し、記録として残しておく事で、出来形計測の際に生じやすいノイズを事前に防ぐ環境作りや、継続的な点検業務でノイズ情報も活用できる可能性がある。このノイズ除去の取組みは非常にシンプルな活用の仕方ではあるが効果は高く、実際の取組みは進んでいると思われる。

また点群データについては、現況地形の測量や出来形計測により得られた3次元地形データを、その後の工程計画を立てる際に AI や最適化を用いる事で自動化や効率化を図る事が可能になると考えられる。現場は日々盛土により層を重ねて施工を進めるが、最終的な3次元設計モデルだけではなく、日々の土量管理や施工計画に対しても、現況の地形データを元に切土による掘削計画、材料の違いによる撒き出し厚が異なる中での盛土による土量管理などに対し AI や最適化でシミュレーションする事が出来ると好適である。

例えば、テンポラリとなる駐機場や重機の走路は本設の施工とは異なり、一時的に用意しバックホウやダンプトラックなどの車両が積込み場所や土捨場にアクセスするためのものである。あるいは盛土場における

重機の稼働台数と施工計画の検討はこれまで現場の職長など経験のある職員の勘と経験に頼って本施工を実施してきた。そのため勘や経験に頼らず、現況地形から誰でも施工の最適解を求められる事は非常に有効であるが、それは例えば土砂の切盛量を最小限に抑えられる、ルート全長が短い、稼働させる重機の台数を最小化するなどが目的として考えられる。

そこで点群データと材料情報などを入力して最適解を算出するロジックを考案する。入力する点群データは現在の地形データ（現況地形）と設計面の地形データの2つが使用できる。この点群データは X, Y, Z の座標のみ格納されていれば十分である（付加情報があればそれを活用することも可能）。また経路探索を行う際にいくつかの設定を行うことができる。例えば平面的範囲や高低差から通したい走路の最大勾配や曲率を指定することでより詳細に探索することが可能になる。

最適経路探索ではこのように点群データを用いて A-star 探索を改良したロジックが使用できる。これはすなわち土砂の切盛量を最小化する経路や施工手順を探索する手法を用いるものである。A-star 探索はヒューリスティックを考慮するアルゴリズムであり、全探索に比べて高速に最適解を見つける事が可能である。また、アルゴリズム内の最小化したいコスト計算に対して柔軟に対応できるため、新たに考慮したい値の追加が可能になるという点でこのアルゴリズムが採用でき、現況地形を考慮した施工計画のための最適解を求める事が可能になると言える。

このように3次元の点群データを活用すれば、知識や経験がなくとも AI や最適化を用いて自動化・効率化していく事が可能になり、重機走路や日々の切土・盛土の施工計画、土砂運搬など、他にも様々な用途で使用する事が考えられる。

その他、位置情報を AI で分析する事で3D と4D(時間情報) データを活用し作業の生産性向上とともに、原価管理などの5D データの精緻化につなげていく事が考えられる。具体的には、作業員の動きなどを位置情報として取得し、それを AI で分析することで、ある時間軸における人流や機械の動きを定量化し、一見無駄のない作業や動きに見えていたものを、実は人のスキルなどと言った属性情報と共に考察する事で人員配置を見直すことや、動き自体の無駄を捉えて施工計画に活かしていくと言うものである。これは施工に際してロボット活用が進んでいる昨今では、人とロボットの最適な動かし方・作業分担の仕方などの分析も当てはまると思われる。原価管理については、作業の無

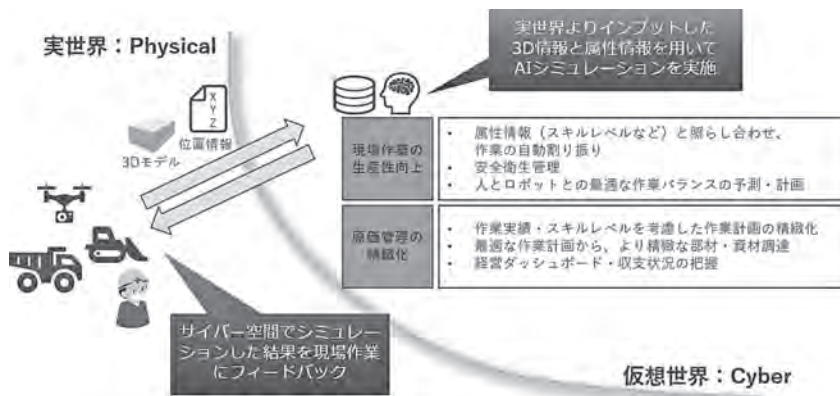


図-11 サイバー空間でのAIシミュレーション検討例

駄が省ける事でコストメリットが生まれ、現場作業における利益率向上につなげていく事が考えられる（図-11）。これらは前述したデジタルツインにより、現場の位置情報をビッグデータとして仮想化された環境で属性情報と共にAI分析し、その結果を現場にフィードバックする事で産み出される新たな活用となる。このように位置計測技術にAIを組み合わせる事で、これまで最も良いと思われていた作業計画に対し、実績データを活用してAI分析から予測につなげていく事で、新たな管理手法を創出できる可能性がある。

4. おわりに

本稿では、建設業や製造業を始めとしたあらゆる産業においてDX推進の潮流の中で、AIの現場活用の普及が進む背景と事例から、AIをより高度化させて位置計測技術と組み合わせて分析していく事で、新たな管理手法や生産性を上げる取り組みにつながると言う展望を含めて言及した。位置計測技術とIoT/AIを組み合わせる事で、これからもより様々な用途で効率性を高めていく事は可能であると思われ、各産業に従事する技術者や我々のようなITエンジニアは、業務から日常生活に及ぶより広い領域に目を配り、最新情

報を収集して検証し、今後も利便性が高い新しい仕組みやサービスを創出していきたい。

JCM/A

《参考文献》

- 1) 「異常検知と変化検知」井出剛, 杉山将 講談社
- 2) 「パターン認識と学習の統計学」麻生英樹, 津田宏治, 村田昇 岩波書店

【筆者紹介】



新居 和展 (にい かずひろ)
 (株)コアコンセプト・テクノロジー
 DX事業本部 DXソリューション開発部
 セールスマネージャー



熊田 聖也 (くまだ せいや)
 (株)コアコンセプト・テクノロジー
 DX事業本部 IoT/AIソリューション開発部
 ドメイン CTO



古橋 健斗 (ふるはし けんとう)
 (株)コアコンセプト・テクノロジー
 DX事業本部 IoT/AIソリューション開発部
 エキスパート

港湾工事における基礎材投入施工支援システムの開発

宮本 憲都

港湾工事の基礎マウンド築造における基礎工や裏込・裏埋工では、グラブバケット付旋回式クレーンを装備したガット船と呼ばれる作業船を用いて石材等の基礎材を投入している。当社はこの投入作業を効率化・高度化した基礎材投入施工支援システムを2013年に開発し、運用を行う中で改良を加えてきた。今回、AI画像認識技術によるグラブバケット開閉検知機能を付加することで、自動で施工履歴が作成可能となり、更なる生産性向上を図ることができた。本稿では基礎材投入施工支援システムの紹介とAI画像認識技術によるグラブバケット開閉検知機能について述べる。

キーワード：生産性向上，港湾，ICT基礎工，基礎材投入施工支援，AI画像認識

1. はじめに

港湾の水域施設や係留施設を外洋の厳しい気象・海象条件から防御する防波堤や、岸壁及び物揚場などの係留施設は、港湾施設の中でもっとも基本的なものである。これらの構造物は、本体にケーソン（一般的には鉄筋コンクリート製の中空の函体）を用いたものが多い。ケーソンは通常、海底地盤の上にあらかじめ10～500 kg/個程度の捨石（以下、基礎材）で築造された基礎マウンド上に据付けられる（図-1）。

この基礎マウンドは、

- ①基礎地盤の不陸を補正して構造物の安定を図る。
- ②構造物の荷重を分散して均等に地盤に伝える。
- ③構造物に作用する波力をマウンド内部と基礎地盤の間の摩擦力で吸収する。
- ④波や潮流による構造物底面における地盤の洗堀を防止する。

などの目的で築造されるものである。築造の手順は、基礎材の投入を行ったあと、潜水士や特殊機械により均し作業を行い（図-2）、台形状にマウンドを形成する。

基礎材の投入は、グラブバケット付旋回式クレーンを装備し船倉に基礎材を積み込み、現場まで運搬した後、投入を行う「ガット船」（図-3）と呼ばれる作業船を用いている。従来、基礎材を投入する位置は、目印旗を事前に設置し、投入管理者の指示のもと投入を行っており（図-4）、目印旗の設置・撤去には手間がかかるだけでなく、投入位置の指示については投入管理者の勘と経験に頼る部分があり、課題であっ

た。また、基礎材の投入精度は、基礎マウンドの均し作業に影響を及ぼすことから、より正確に投入することが求められていた。更に使用するガット船は、固定することは難しく日々入れ替わることになるため、大掛

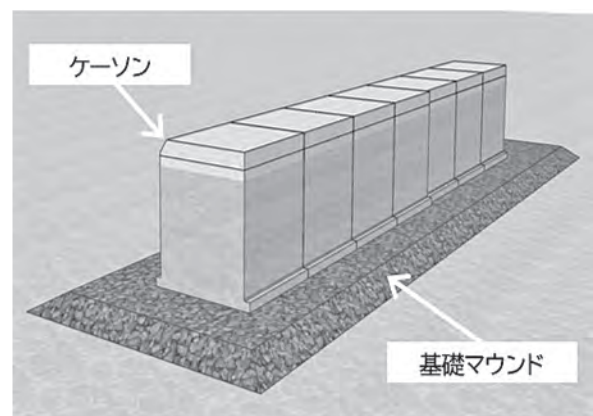


図-1 ケーソンおよび基礎マウンド

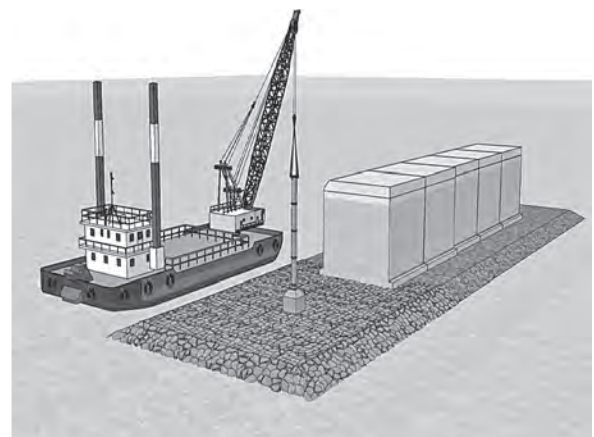


図-2 重錘を用いた基礎マウンド均し

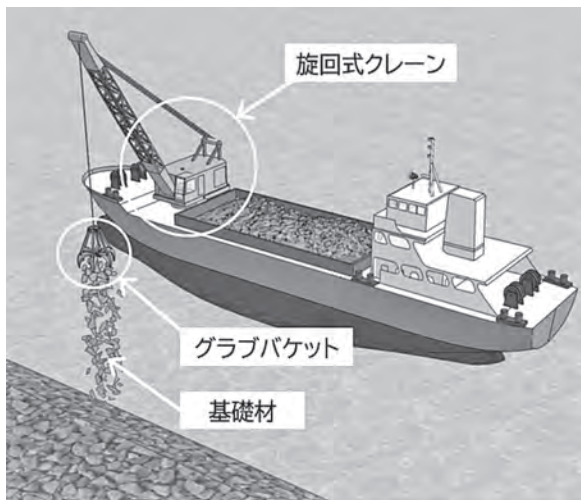


図-3 ガット船



図-5 検収作業状況

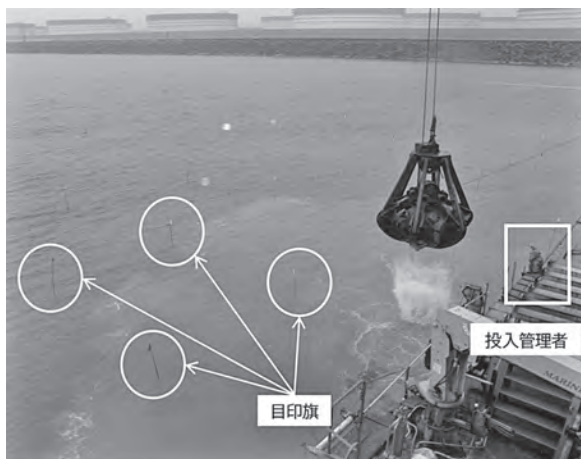


図-4 目印旗を使用した基礎材投入状況

かりな装置の取付けができないという課題もあった。

これらの課題を解決するために、クレーンのブーム先端にGNSSアンテナ・受信機・バッテリー・無線通信機が一体となった小型のGNSSユニットをマグネットで取り付け、基礎材の投入位置を把握できるシステムを開発した。本システムは、カメラで撮影したグラブバケットの開閉をAIによる画像認識技術を用いて検知し、投入履歴として自動で記録する機能を有しており、基礎材投入の更なる効率化が図れるようになった。

本稿では、本システムの概要及び導入効果について述べる。

2. 基礎材投入施工支援システムについて

(1) 開発概要

一般的にグラブバケットの位置を求めため、クレーンのブームトップにGNSSアンテナを取付けることが考えられるが、GNSSアンテナとオペレーター

室等に設置した機器の数10m間を配線する必要があり、その作業に2時間ほど要し、入れ替わりが多い(使用する船舶の固定化が難しい)ガット船においては施工サイクルへの影響が大きく、課題であった。また、投入するガット船が入れ替わった場合、どこまで投入しているのか分からないという課題もあった。そこで、納入された基礎材の検収作業(図-5)に要する30分以内にシステム機材設置作業を完了することを目標とし、投入位置及び履歴を画面上に表示することで、投入途中でガット船が入れ替わった場合においても、投入作業の進捗が一目で分かり、効率的かつ精度の高い投入を可能とするシステムの開発を目指した。

(2) システム構成

本システムを構成する主要機器は、GNSSユニット、無線通信距離を延長するための無線中継BOX、投入位置や進捗等を記憶・表示するPCである。GNSSユニットは振動に耐えることができるネオジウム磁石を使用した専用の架台(図-6)を使用することで、短時間でブーム先端への設置が可能となっている。無線中継BOXはオペレーター室やブリッジに置かれたシステムPCと見通しのある場所に設置し、GNSSユニットで取得した位置情報は、内蔵の無線通信機から発信され、無線中継BOXを介してシステムPCへ伝送される。図-7に機器配置イメージを示す。

(3) 投入位置管理

本システムの投入管理画面には、グラブバケットの現在位置と日毎の投入履歴が色分けされた状態で表示される。また、海底の3次元測量データを取り込み、設計値の差(不足高さ)をカラーコンタで表示可能である。カラーコンタと投入履歴を比較することで、設

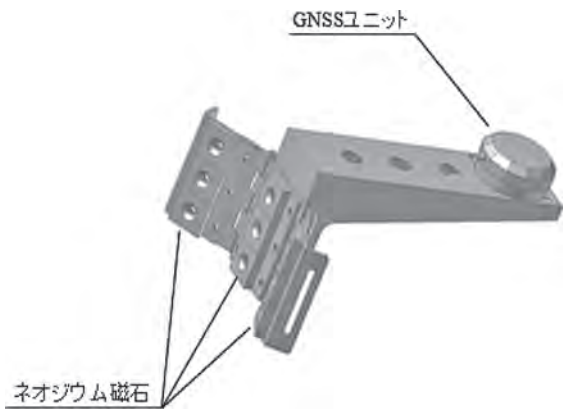


図-6 GNSSユニット設置架台

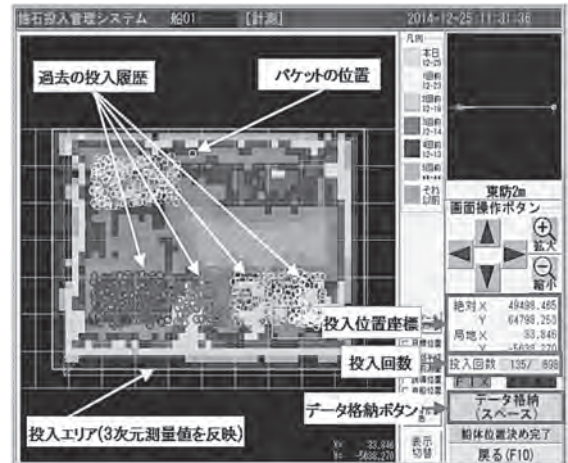


図-8 投入管理画面

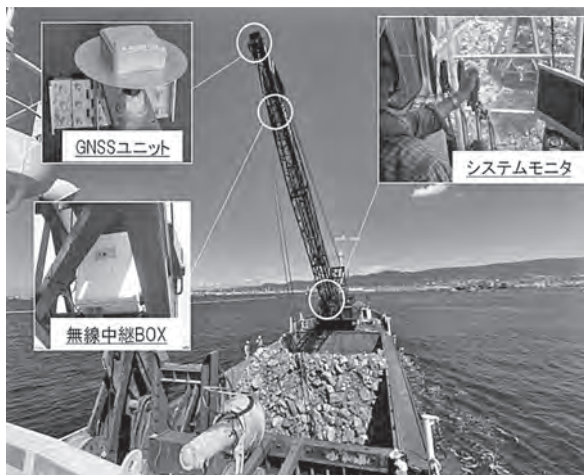


図-7 機器配置イメージ

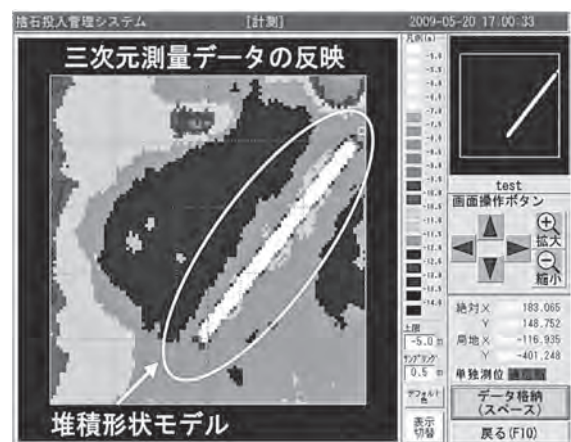


図-9 堆積形状予測画面

計値までの必要投入量(回数)を判断する目安となり、正確かつ効率的な投入が可能となる。更に、投入履歴から堆積形状を簡易的に予測する堆積形状予測機能も有している。図-8に投入管理画面、図-9に堆積形状予測画面を示す。

(4) 施工フロー

一般的な施工フローでは、目印旗の設置作業(数時間程度)が必要であり、また、荒天等により目印旗が流出した場合、再設置が必要となる。本システムを使用した場合、投入管理者および現場職員は施工エリア、投入位置および投入履歴をモニター画面で確認し、ガット船を誘導完了後即座に投入が可能であるため効率的である。図-10に一般的な施工フローと本システムを使用した場合の施工フロー、図-11に目印旗なしでの投入状況を示す。

(5) システム機材設置・撤去時間

本システムは開発してから多くの現場で使用しているが、機材設置時間は2人で20分程度であり、基礎



図-10 施工フロー

材の検収作業中に行えている。また、機材撤去は10分以内で行うことができ、ガット船の係留解除作業中に行えており、これにより施工サイクルに影響を与えず、円滑にシステムを運用できている。



図一 11 目印旗なしでの投入状況

(6) AI グラブバケット開閉検知機能

本システムの開発当初は、現場職員や投入管理者が投入時にシステム PC のキー操作を行うことにより、投入位置の記録を行っていたが、キー操作を忘れて記録できないことがあった。そこで、AI 画像認識技術によってバケットの開閉検知を行い、自動で投入履歴を記録可能とした。AI でグラブバケットを認識させるための教師データには、数種類のバケットと様々な時間帯および天候での映像を用いているので、現在 95% 以上の検知が可能である。実用上問題はないが、今後更なる強化学習で検知率を向上させる予定である。図一 12 に人工知能 AI による投入（開閉）検知状況を示す。

なお、AI での取得したカメラ映像上でグラブバケットの開閉検知を行う範囲を設定可能であり、船倉での開閉は検知せず、投入範囲での開閉のみ検知を行うようになっている。

使用する機材は、従来システムにカメラ（図一 13）と AI エンジンを搭載した PC（図一 14）を投入作業が見通せる位置に設置するのみで、全てのシステム機材の設置を 30 分以内で終わることができる。「基礎材投入施工支援システム」にこの機能を付加することにより、基礎材の投入位置や投入回数の記憶、施工履歴の作成が自動化され、現場施工の更なる生産性向上を図ることができた。図一 15 に機器配置イメージを示す。

3. まとめ

本システムの特長を以下に示す。

- ・準備作業（目印旗の設置）が不要となり、作業が効率化される。



図一 12 人工知能 AI による投入（開閉）検知状況

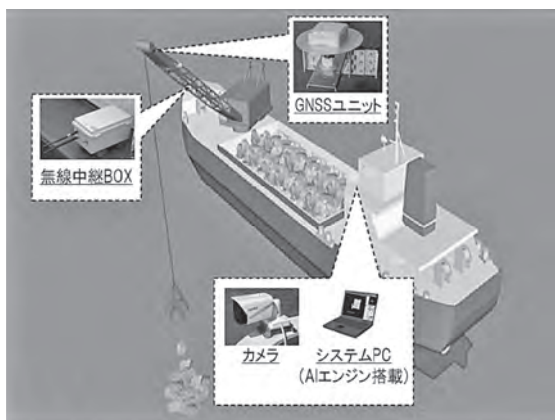


図一 13 カメラ設置状況

- ・基礎材の投入位置および履歴が表示されるため、効率的かつ高精度に投入することができる。
- ・高精度な投入を行うことにより、基礎材の均し作業においても効率化が図れる。
- ・基礎材を検知している間にシステム機材の設置ができ、ガット船の係留解除中に撤去が可能であり、施工サイクルに影響しない。
- ・AI 画像認識技術によるバケットの開閉検知により自動で基礎材の投入位置を記録できる。



図一 14 AI 搭載 PC 設置状況



図一 15 機器配置イメージ (AI 機能追加版)

4. おわりに

当社は 2013 年に基礎材投入施工支援システムを開発し、数多くの現場に導入し、そこでの要望を踏まえ様々な改良を加えてきた。今回、AI 画像認識技術によるグラブバケット開閉検知機能を付加することにより更なる生産性向上を図ることができた。今後も様々な現場へ導入を重ね、現場の生産性向上に寄与すると共に、AI 検知精度向上、クラウド化による工事関係者間のリアルタイムなデータ共有および拡張現実 (AR) を活用した投入エリア 3 次元表示などの機能拡充を行い、更なる効率化・省力化が図れるシステム構築にも取り組んでいきたいと考えている。

JCMA

[筆者紹介]

宮本 憲都 (みやもと けんと)
 東亜建設工業(株)
 土木事業本部 機電部 電気グループ



道路橋床版更新工事におけるPCa床版架設機械の開発 急勾配かつ狭隘な実橋梁への適用

藤 吉 卓 也・安 田 篤 司・岩 里 泰 幸

高度経済成長期に建設された道路橋床版は劣化が進んでおり、それらに対する適切な維持管理や更新工事が重要な課題となっている。更新工事においては社会的影響をできるだけ小さくするため通行規制期間を短縮できる急速施工技術が求められており、その一方策として著者らは新しいPCa床版の開発に取り組んでいる。今回試験工事にて開発した新しいPCa床版を適用し、実橋梁での更新工事を実施した。それに伴い新しいPCa床版の施工特性ならびに現場条件を考慮し、新しい施工機械を開発した。本稿ではその施工機械の開発経緯と試験工事での稼働実績について報告する。

キーワード：道路橋床版，更新工事，急速施工，施工機械

1. はじめに

道路橋床版更新工事におけるプレキャストPC床版（以下、PCa床版という）の橋軸方向の接合構造には、場所打ちの鉄筋コンクリート構造（以下、RCという）が多く採用されている。著者らは接合構造部の耐久性向上ならび床版の急速施工を目指し、橋軸方向接合部のRC部を省略し、床版接合部にプレストレスを導入できるジョイント（以下、PSジョイントという）を用いた新しいPCa床版（以下、PSジョイント床版という）の開発に取り組んでいる。PSジョイント床版は接合部に埋め込まれた複数のオスボルトとメスボルトを接合する構造（図-1）であるため、接合作業時にオス・メスボルトの相対的な位置合わせ（心出し）を高い精度で行う必要がある。これらのPSジョイント床版の特性と試験工事における施工条件を考慮し、床版架設作業を効率的に行うための施工機械を開発した。

2. 試験工事概要

試験工事の対象橋梁である中島排出路の橋梁諸元を以下に示す。また、既設橋梁の一般図を図-2に、試験工事前の現況を写真-1に示す。

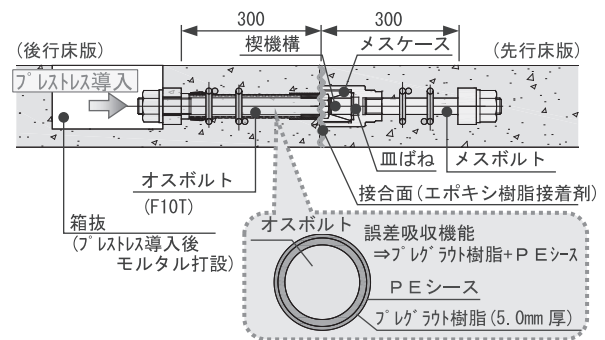


図-1 PSジョイント床版概要図

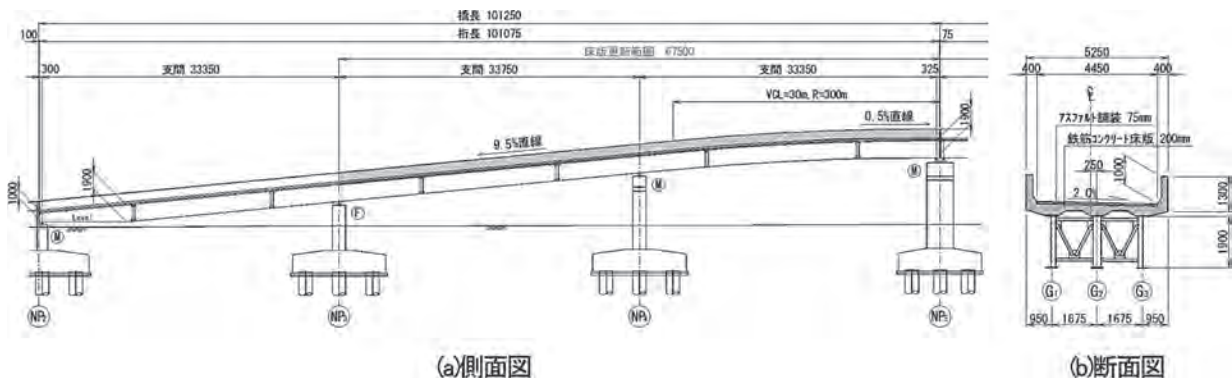


図-2 既設橋梁一般図



写真一 試験橋梁の施工前状況

構造形式：鋼 3 径間連続非合成鈹桁橋
 橋 長：101.25 m
 支 間：33.350 m + 33.750 m + 33.350 m
 有効幅員：4.45 m
 平面曲線：R = ∞
 縦断勾配：9.5% ~ -0.5%
 横断勾配：2.0%

本橋は、阪神高速 5 号湾岸線の中島出入口の入路橋と出路橋の間に位置する車両排出路である。今回の試験工事は、通常走行に使用しない排出路を対象としており、通行止めて 3 径間のうち NP3 ~ NP5 の 2 径間で床版取替を実施した。なお、NP5 は隣接する入路橋との掛け違い構造となっている。

3. 施工方法ならび施工機械の検討

試験工事は、開発した PS ジョイント床版の実橋への適用性を確認するとともに、急速施工の効果を確保するために施工方法のさらなる効率化が求められた。そこで PS ジョイント床版の施工にかかる特性に加え、中島排出路特有の施工条件より求められる課題を抽出し、要求項目を満たし、かつ急速施工を実現可能とする施工機械の開発を試みた。

(1) 施工条件

(a) PS ジョイント床版の施工上の特性

PS ジョイント床版接合部には複数のボルトが配置されており（写真一 2）、架設作業においてはオスボルトとメスボルトの相対位置を 3 次元的に高い精度で合わせた（心出し）後に、PS ジョイント床版同士を引寄せて接合させる必要がある。

(b) 試験工事における施工条件

対象橋梁は、最大縦断勾配が 9.5% の急勾配であり、有効幅員が 4.45 m で両側を走る供用中の隣接橋との離隔がほとんどなく、橋梁側部へ大型クレーンが配置



写真一 2 PS ジョイント床版接合部

できない狭隘な条件にある。

(2) 施工機械における課題

PS ジョイント床版の架設作業を対象橋梁において実現するための施工機械として、また重量物である床版を施工箇所への運搬する機械としてこれまで用いてきた移動式クレーンの代替機械が求められた。加えて急速施工を実現するため、既往の研究で用いてきた PS ジョイント床版架設時の位置合わせ用の仮設物を極力少なくすることが求められた。これらの要求項目を満たす施工機械の開発が課題となった。

(3) フォークリフトの適用検討

一般的に新設床版架設時は大型の移動式クレーンが揚重機として橋梁上に配置され、搬入した床版の荷降ろしや架設箇所への運搬を担う（写真一 3）。



写真一 3 大型クレーンによる床版架設例

しかし対象橋梁においては狭隘な条件により、大型クレーンの設置や旋回動作等が不可能であった。そこで物流だけではなくシールド工事のセグメント運搬等、建設現場でも多く用いられているフォークリフトの適用を検討した。フォークリフトが有する優れた荷役運搬性能を利用しつつ、PS ジョイント床版架設で必要とされる高精度の位置調整機能を有する機械を別途開発し、これらを組合せることにより課題解決を試みた。

まずはフォークリフト実機（写真一 4）の視察を行い、開発する機械との機能分担や取合いに関する構造等を検討した。結果、フォークリフトの以下の機能を

主に利用することとした。

(a) 走行機能

フォークリフトは後輪操舵による小回りの良さと優れた登坂能力を有することが特徴であり、試験工事における厳しい運搬路条件においても問題ない走行性能を有することを確認した。

(b) 荷物昇降機能

新設床版を架設箇所に運搬、のちに据付高さに下ろすために用いる機能。PS ジョイント床版の設計時想定重量（約7t～10t）より最大荷重15tのフォークリフトの仕様を参考に検討を進めた。

(c) フォーク左右スライド機能

本体に対してフォーク（爪）のみを左右方向にスライドできる機能（写真—5）。本来機体と荷物がズレて進入した場合、フォークをスライドさせることによりズレを無くし機体の切り返しを少なくするための機能である。この機能を床版の微小な位置合わせに適用可能であるかを検討した。15tフォークリフト実機にて実験的に油量を絞るような操作を行った結果、2mm/秒程度の微速動作が可能であることを確認した。この結果を踏まえ床版の位置合わせに適用可能と判断した。

(4) 開発する機械の機能検討

PS ジョイント床版架設作業に必要な機能について、前述したフォークリフトの機能を利用しつつ、足りない機能を補うことができる機械（フォークに取付

ける構造）を開発することとした。

検討した結果、開発機械には以下の機能をもたせることとした。

(a) 床版縦横断勾配調整機能

既設のPS ジョイント床版に対する新設PS ジョイント床版の橋軸方向ならび橋軸直角方向の傾斜度の調整に用いる機能となる。フォークリフトのタイヤのへこみやフレームのたわみ等の予測が難しい微小な変位への対策として必要な機能と判断した。

(b) 床版回転調整機能

既設のPS ジョイント床版接合面に対する新設PS ジョイント床版の接合面の平行度の微調整に用いる機能となる。軌道方式では回転にかかる大きな調整は生じないが、タイヤ方式であるフォークリフトでは、ハンドル操作で停車位置まで橋軸方向に対しまっすぐ進入していくことが難しいと考え、必要な機能と判断した。

(c) 引寄せ追従機能

PS ジョイント床版はオスボルトとメスボルト間の位置合わせ完了後、変位同調システムで制御されたセンターホールジャッキを用いて新設床版を約10cm程度引寄せ、ボルトを簾合させる作業に移行する。ボルトの簾合が終了するまでは、新設床版はフォークリフトで支持された状態にあるが、新設床版を引寄せの際に床版支持金物が取り残されていくことを防止するために、フォークリフトに設置した装置の一部が引寄せ動作に追従する機能が必要と判断した。

4. 心出し装置の開発

開発する機械の名称は、PS ジョイントのオスボルトとメスボルトの中心を合わせるという機能から「心出し装置」とした。本章では心出し装置の仕様、開発における課題、そして実証実験の場となった実物大施工性確認試験での動作確認試験内容ならび試験結果からの改善項目について述べる。

(1) 開発における課題

心出し装置の開発における課題は、装置の簡素化、安全の確保、さらに現場での取扱いを容易にすることである。

基本設計については、過去に筆者が開発した機械を参考に橋軸方向、橋軸直角方向へ勾配調整機構をそれぞれ独立した構造とした。そしてそれらを中核に吊下げフレームのスライド機構（引寄せ）、フォークに取付ける台座フレームに対して上部機構全体が回転する



写真—4 調査した15tフォークリフト



写真—5 フォーク左右スライド機能

機構を加えるものとした（図-3）。全て油圧ジャッキによる駆動とし、それぞれのジャッキの役割を明確に分けることにより、設計を簡素化することやオペレータの装置操作理解を簡明化する狙いがあった。

安全の確保については、フォークリフトからの装置の脱落がないように、フォーク背面に鉄板を当て貫通ボルトで装置を挟みこむ構造とした。さらに装置のがたつきを抑えるために、フォーク下面から押しボルトで装置を固定した（写真-6）。床版の急な揺れを防止するために装置の動作速度についても、作業に支障ない範囲で極力遅くする方向で調整を行った。

(2) 心出し装置の仕様

心出し装置は、フォークリフトに取付けた状態で最大10tまでのPSジョイント床版を懸垂して保持する機能と縦横断方向の勾配調整機能（±2%）、回転方向の調整機能（±5°）、引寄せ追従機能（250mm）を有するものとして開発を行った（図-4）。前述のとおり床版の左右方向と上下方向の位置合わせは、フォークリフト本体が有する機能を適用するものとした。

(3) 実物大施工性確認試験

試験工事でのPSジョイント床版施工の事前検証を目的に、試験工事対象橋梁の縦断勾配9.5%、横断勾配2.0%の主桁を模した鋼製架台を構築し、実物大PSジョイント床版を用いて試験を行った（写真-7）。

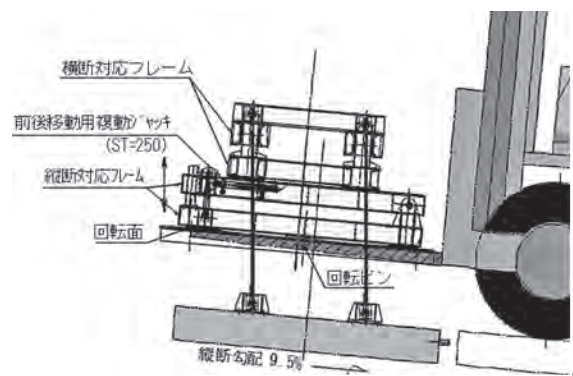


図-3 心出し装置の基本構造

(a) 動作操作確認試験

実物大施工性確認試験では床版架設作業における課題や問題点を抽出するために、心出し装置を15tフォークリフトに実装着し、主に以下の項目について確認を行った。

- ア) 床版の運搬・心出し・引寄せ作業における床版の一連の挙動を確認する。
- イ) 心出し装置の動作速度を検証し最適な速度に調整を行う。
- ウ) 配置予定作業員による心出し装置に関連する操作練習と作業手順における問題点等の抽出。

(b) 改善項目について

実施工を模擬した本試験では、多くの貴重な実験データが取得できた。主な心出し装置の改善項目について前項の試験項目ごとに整理する。

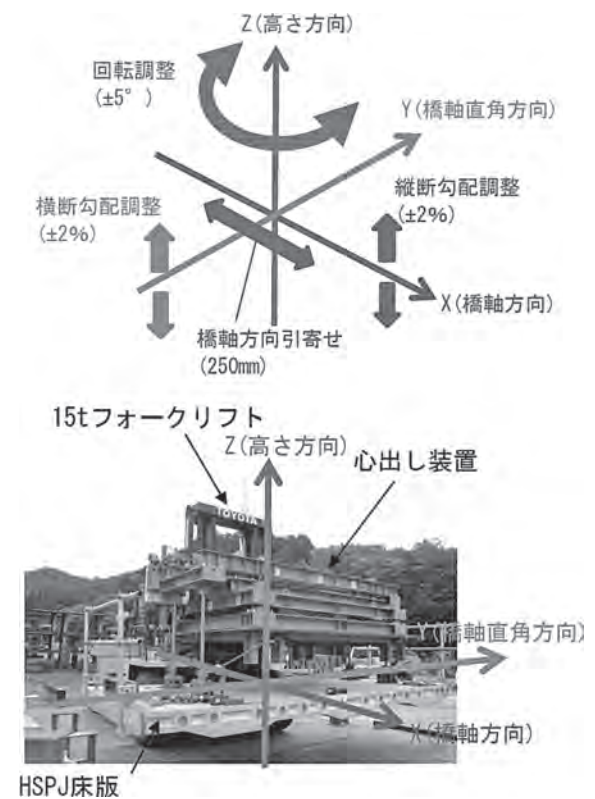


図-4 心出し装置の仕様



写真-6 心出し装置のフォークへの固定方法



写真-7 実物大施工性確認試験実施状況

①項目ア) について

- ・床版の振止め用金具の追加

②項目イ) について

- ・油圧制御回路の改造 (勾配調整機能)
- ・絞リ弁の追加による油量調整 (引寄せ・回転機能)

③項目ウ) について

- ・各動作の稼働範囲を明瞭にマーキングし、オペレーターや周囲の作業員が機械の動作状態を確認しやすくする
- ・電動工具を使いやすくするために床版取付金具の形状を改造する
- ・電源ケーブルの余長の調整
- ・リモコンやケーブルをかけるためのフックの追加等

5. 試験施工での稼働結果報告

実橋梁での試験工事では、心出し装置を用いて計37枚のPSジョイント床版の架設作業を行った。本章ではその稼働結果について報告する。

(1) 稼働結果

実物大施工性確認試験においてはフォークリフトのオペレーターに周囲の情報を伝える手段として、無線機を用いてチーム内での声でのやり取りを行った。これに加え実橋での試験工事においては狭所対策として5方向カメラをフォークリフトに取付けた。これによりオペレーターの視覚情報量が大きく向上し、隣接橋と離隔の確認、床版の周辺設備との接触防止に寄与した。さらに3方向AIカメラ(safety2.0技術認証取得)を併設し、フォークリフト周囲に作業員が近づいた際の自動警報機能を付加することにより、作業員の重機接触災害防止を図った(写真—8)。床版の振れ止めのブラッシュアップについても有効であり、大型フォークリフトによる狭隘な施工箇所への床版運搬を



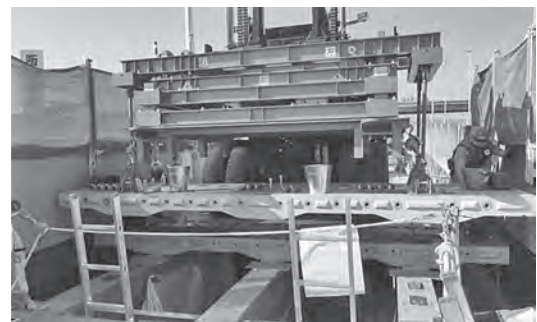
写真—8 5方向カメラとAIカメラ

問題なく行うことができた(写真—9)。

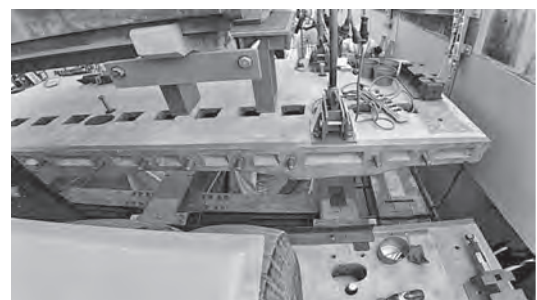
架設作業においては、実物大施工性確認試験で抽出された課題の改善によって、準備作業をはじめ床版の位置合わせ作業をよりスムーズに行うことができた。特に回転動作速度の調整については開発当初の半分程度の速度まで落とした結果、床版の過剰な回転によって生じる余計な反復操作をなくすことができた。これによりサイクルタイムの削減に大きく寄与した。作業員が架設作業を習熟してきた試験工事の後半では床版架設作業(フォークリフト停車～オスポルトメスポルトの心出し～床版引寄せ～PSジョイントの嵌合終了)を10分程度で行うことができた(写真—10, 11)。

(2) まとめ

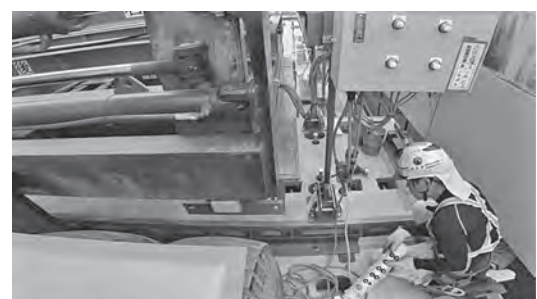
実橋の条件に基づいた設計・施工によって試験工事を完了することができた点からPSジョイント床版が実橋梁へ適用可能であることが確認できた。また大型



写真—9 PSジョイント床版運搬状況



写真—10 PSジョイント床版架設開始



写真—11 心出し装置操作状況

フォークリフトと開発した心出し装置の組合せにより、急勾配かつ狭隘な施工条件においてPSジョイント床版の運搬ならび架設作業をスムーズに行うことができた。

6. おわりに

道路橋床版更新工事においては今後さらなるPCa床版の急速施工が求められる。引続きさらなる急速施工を可能にする機械開発に取り組んでいきたいと考える。

本稿は、阪神高速道路(株)、清水建設(株)、ユニタイト(株)、住友電気工業(株)、昭和コンクリート工業(株)によるPSジョイント工法に関する共同研究成果の一部を報告したものである。

ご指導いただいた関係各位に深く謝意を示します。



《参考文献》

- 1) 長畑友貴, 越野まやか, 安田篤司: プレストレスジョイント床版を活用した道路橋床版更新の生産性向上, 建設機械施工, 通巻 866 号, pp.23 ~ 29, 2022.4

- 2) 長畑友貴, 越野まやか, 安田篤司: プレストレスジョイント床版による床版更新工事の試験施工 - 阪神高速道路5号湾岸線 中島排出路 -, 土木施工, Vol.63, No.7, pp.140-143, 2022.6

【筆者紹介】



藤吉 卓也 (ふじよし たくや)
清水建設(株) 関西支店土木生産計画部
主査



安田 篤司 (やすだ あつし)
清水建設(株) 土木技術本部橋梁統括部
主査



岩里 泰幸 (いわさと やすゆき)
阪神高速道路(株) 管理本部 管理企画部 保全技術課
課長代理



UAVの自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の点検・調査

2機体同時飛行により、視界・電波の「壁」を超越

(令和3年度 i-Construction 大賞受賞 国土交通大臣賞受賞)

荒木 義則

2011年8月に発生した紀伊半島大水害は、深層崩壊と呼ばれる大規模な斜面崩壊が発生し、崩壊した土砂が河道をせき止める「天然ダム（河道閉塞）」を引き起こした。このような河道閉塞は、急峻な山奥にあり、現地までのアクセスも悪く、土砂移動による二次災害の危険性も高いため、点検・調査を迅速かつ安全に行うためには、UAVの活用が有効である。本稿では、UAVによる自律飛行により、河道閉塞および砂防関係施設の点検・調査を実施した結果の概要について紹介する。飛行方法は、目視外飛行（レベル3）とし、航空局への許可申請を取得した上で、撮影用UAVと中継用UAVの2機体を同時飛行させることで、視界と電波通信環境の問題を解決し、迅速かつ安全性の高い点検・調査方法を確立した。

キーワード：UAV、自律飛行、天然ダム（河道閉塞）、施設点検、崩壊地調査

1. はじめに

2011年8月に発生した紀伊半島大水害は、紀伊半島全体に記録的な豪雨をもたらし、3,000箇所以上の土砂災害（土石流・地すべり・がけ崩れ等）が発生した。特に、深層崩壊と呼ばれる大規模な斜面崩壊は、崩壊した土砂が河道をせき止める「河道閉塞」を17箇所も引き起こした。河道閉塞箇所は、災害後も降雨・出水等により大規模斜面の再崩壊や河道閉塞部の越流による土砂流出が確認されており、継続的な点検・調査が必要である。このような河道閉塞箇所や対策工事として実施される砂防関係施設は、急峻な山奥にあり、現地までのアクセスも悪く、点検・調査中の土砂移動による危険性も高いため、点検・調査を迅速かつ安全に行うためには、無人航空機（以下、UAVと呼ぶ）の活用が有効である。

特に、レベル3飛行と呼ばれる無人地帯における目視外自律飛行は、監視員等の補助者なしでUAVを長距離飛行させることが可能となる（図-1）。

これまでにもUAVを活用した点検・調査の事例は数多く存在するが、防災やインフラ管理を目的としたレベル3飛行によるUAVの活用は、全国初の試みであった。本稿では、UAVの自律飛行による天然ダム（以下、河道閉塞と呼ぶ）および砂防関係施設の点検・調査の現場実証を行った結果について、その有効性を紹介する。

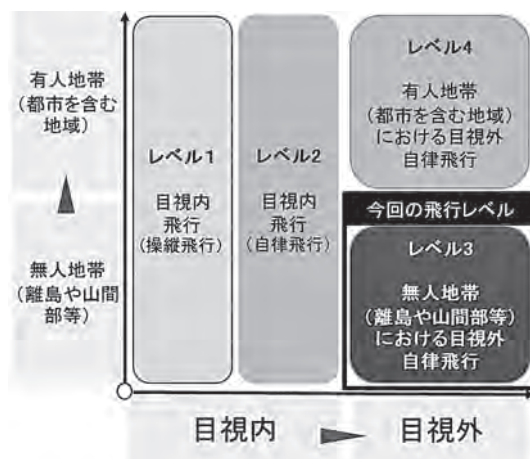


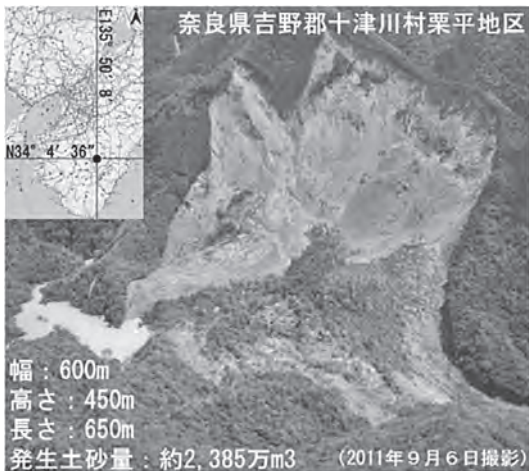
図-1 UAVの飛行レベル区分

2. 現場実証の概要

(1) 対象現場の概要

紀伊半島大水害で発生した河道閉塞のうち奈良県十津川村栗平地区（図-2）を対象としてUAVの自律飛行による点検・調査を行った。

栗平地区は、発災当時、崩壊幅600m、長さ960m、高さ450mの深層崩壊が発生し、約2,385万 m^3 の崩壊土砂が河道を閉塞した。現在でも降雨による出水に伴う土砂流出が確認されており、崩壊斜面および河道に残った不安定土砂が下流に流出するのを防ぐために砂防施設の整備が行われている。



図一 栗平地区の深層崩壊と河道閉塞

(2) 現場実証の計画

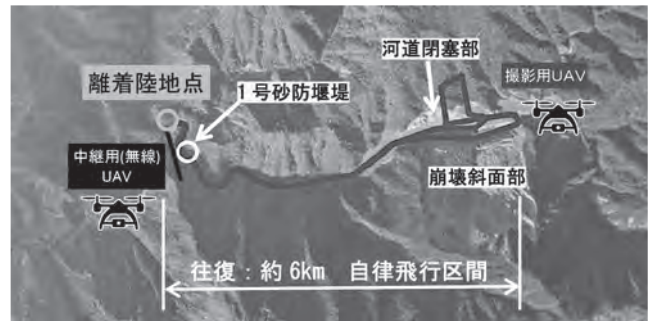
栗平地区は、急峻な地形に囲まれて河道も湾曲しており見通しが悪く、携帯電話の電波も圏外である。また、対象範囲が広く、現場への立ち入りも周辺からのアクセス道路が無い為、河道沿いに現場に立ち入るしか手段が無かった。出水時には、河道閉塞から下流2 km 程度まで土砂が流出しており、二次災害のリスクを考慮すると UAV 操縦者が現場に近づくにも限界がある。また、湾曲した河道内の平坦な地点から UAV を操縦すると周辺の急峻な地形に遮られ UAV がすぐに目視できなくなる。また、機体を制御する電波も遮断されてしまうなど、UAV を安全に飛行させるには、飛行中の視認性を確保し電波が途切れないようにする等の課題を解決する必要がある。

この課題を解決するために、飛行レベル3（目視外）による UAV の自律飛行を目指し、撮影用とは別に電波中継用の UAV を組み合わせ、2機の UAV による同時飛行を行うことで、視界・電波の「壁」を超越することを提案した。

現場実証は、2021年3月22日～23日に行った。また、実施前準備として、航空局に対して「目視外補助者無しによる自律飛行（レベル3飛行）」の承認申請を行い、承認を得た。レベル3飛行は、技術的・法令的な高いハードルをクリアする必要があり、審査期間は36日を要した。

2機体同時飛行による UAV の飛行ルートは、次に示す通りである（図一3）。

撮影用 UAV は、1回のフライトで河道内の状況、1号砂防堰堤の状況、河道閉塞部や崩壊斜面部の状況を効率良く撮影するために、河道部上空を通り、崩壊斜面部の対岸側の斜面を飛行させ、垂直・水平・斜めからの撮影を組み合わせることで、撮影範囲全体を効



図一 3 栗平地区の UAV 飛行ルート



図一 4 2機 UAV の空中における位置関係

率的に取得する計画とした。

撮影は、単に撮影映像から状況を把握するだけでなく、撮影データを使った画像解析処理が行えるように、対地高度149 m（1号砂防堰堤周辺：100 m）、カメラ角度（河道部_往路：斜め75°・45°、復路：垂直、崩壊斜面部_対岸斜面：水平・45°）とし、動画撮影と静止画撮影（オーバーラップ率：85%_インターバル撮影：2秒/枚）について、それぞれ往復約6 kmの区間を自律飛行させた。特に、撮影データの画角内に土砂移動の発生した範囲（裸地部）と変化の無い植生部との境界が明瞭に判断できるように、カメラ角度の調整に留意した。

また、中継用 UAV は、撮影用 UAV の目視確保と通信電波が途中で遮断されてしまう2つの課題を解決するために、離発着地点から目視の範囲内で中継用 UAV を高高度（離着陸地点からの高度300 m）まで上昇させ、河道内を移動する撮影用 UAV と常に直線的な見通しが取れる地点にホバリングさせ、電波中継により、撮影機の制御情報（位置、姿勢等）、撮影映像を離着陸地点まで伝送させる計画とした（図一4）。

使用機体は、2機体とも国産 UAV（ACSL-PF2）とし、機体の制御情報は920 MHz、映像情報は5.7 GHzの電波通信規格を用いた（図一5）。

離着陸地点は、過去の実績より河道閉塞部から土砂流出した場合でも車でのアクセスが可能な地点（河道



図-5 撮影用 UAV と中継用 UAV



図-6 地上におけるリアルタイム映像確認

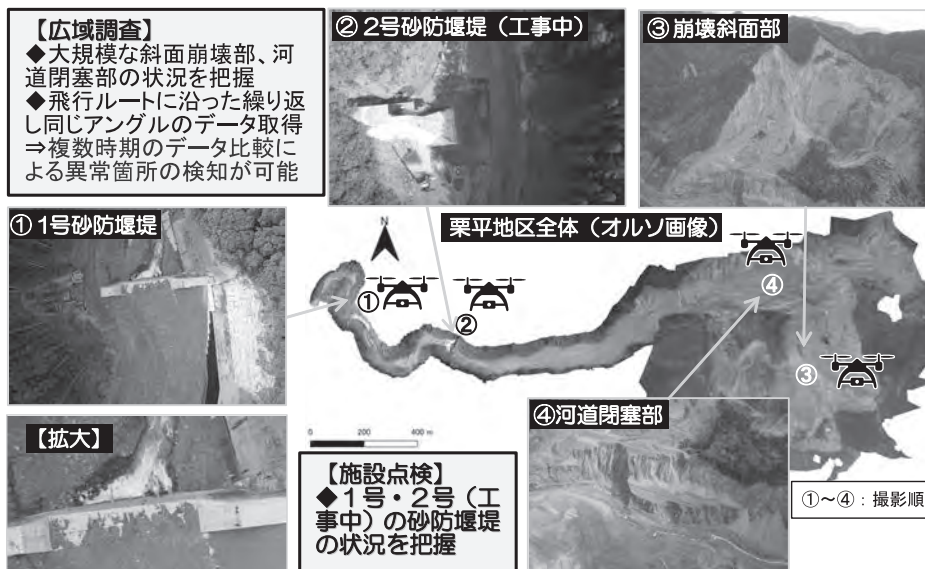


図-7 UAV 自律飛行 (レベル3) による現場状況の把握結果

閉塞部から下流約 2 km) とし、2 機体 (撮影用, 中継用) の操縦者と補助者 (地上局システム: 機体制御情報・画像情報等の監視者) を配置した。

3. 現場実証の結果

(1) 現場状況の把握結果

UAV を用いた 2 機体同時飛行による自律飛行では、1 回のフライトによる飛行時間が約 15 分となり、飛行中の 2 機体の制御情報 (位置, 姿勢, 通信強度等) や撮影用 UAV の映像 (静止画, 動画) 情報が電波中継され、地上局システムのモニター画面でリアルタイムに確認することができた (図-6)。

災害発生時に職員が現場に近づけたのは、数日後だったこと、また、作業員が徒歩で点検・調査する場合は、往復移動だけで 2 時間程度かかるのに対して、大幅な効率化が図れた。

次に、UAV 自律飛行による現場状況の把握結果を

示す (図-7)。

UAV の飛行ルートは、河道沿い (往復同一ルート) と崩壊斜面部の対岸斜面沿いとするこゝで、1 回のフライトで栗平地区全体の状況を迅速かつ詳細に把握できた。具体的には、1 号砂防堰堤に堆積した土砂や流下した土砂の状況や 1 号砂防堰堤の被災状況 (異常なし)、2 号砂防堰堤の工事中の状況、河道閉塞部や崩壊斜面部の異常の有無等、動画データから迅速な状況把握ができた。また、静止画データは、高精細画像 (2,000 万画素) であり、拡大表示することで砂防堰堤の水通し天端の状況等を詳細に確認することができた。

4. 撮影データの画像解析結果

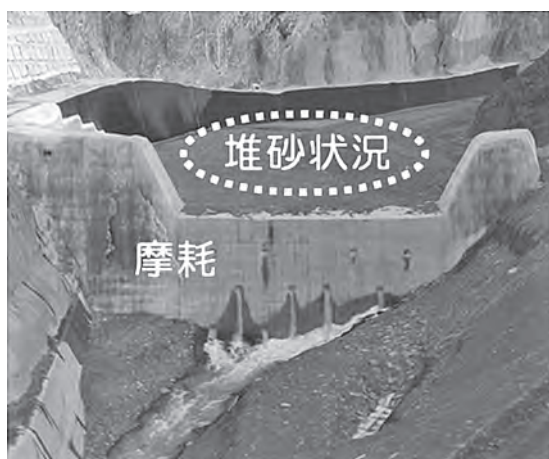
撮影データの画像解析は、連続して撮影した静止画データ (208 枚) を使って、sfm 解析 (使用ソフト: Metashape, 解析時間: 約 2 時間) により、栗平地区

全体のオルソ画像（図—7）と3次元モデルを作成した。

ここでは、1号砂防堰堤の施設点検および周辺状況の把握のために3次元モデルを使って詳細に確認した事例を示す（図—8）。

1号砂防堰堤は、土石流の流下により水通し部が摩耗し、砂防堰堤上流部に土砂が堆積し、満砂状態にあることが確認できる。

UAVで撮影した単一写真（垂直・斜め）では、水通し部の摩耗や砂防堰堤下流面（垂直面）の状況がわかり難いのにに対して、連続した写真を使って作成した3次元モデルは、視点場を自由に設定することができるため、視覚的に分かり易く、砂防施設の定期点検等に利用可能であることが確認できた。



図—8 砂防堰堤の3次元モデル

5. おわりに

栗平地区で行った現場実証では、安全な場所からレベル3飛行によりUAVを2機体同時に自律飛行させ、撮影用UAVのデータを中継用UAVに電波中継することで、地形的な制約による視認性（飛行中のUAVを目視できない）と電波環境（飛行途中で電波が遮断される等）の問題を解決することに成功した。これにより、従来の1機体による点検・調査に比べて、調査範囲が大幅に広くなり、危険で人が立ち入ることが出来ないような河道閉塞箇所等の点検・調査を迅速かつ安全に実施することが可能となる等、本手法の有効性が示された。

また、UAVは、一度、飛行ルートや飛行方法・撮

影方法等を設定すると、同一アングルでの繰り返し撮影が可能となるため、複数時期のデータ比較が容易となり、異常箇所の検知などを迅速かつ正確に把握することができるようになる。

UAVの技術開発は、日進月歩でありUAVメーカーには、今回のような現場実証等を踏まえて、より「安全」「長距離」「長時間」飛ばすことのできる機体の開発を期待する。一方、我々建設コンサルタントは、今後、UAVをどのように活用し、いかに現場の課題解決に結びつけるか等、データとデジタル技術による「DX」を進め、従来の点検・調査方法を革新し、生産性向上や働き方改革につなげることが重要だと考えている。

今後は、AI等を活用した変状箇所の自動検知に関する技術開発、UAVメーカーと協働した点検作業の完全自動化に関する技術開発等を行い、UAVを活用したインフラ構造物の自動点検により、これまでの点検手法に代わる飛躍的な効率化と高度化を目指している。

J|C|MA

《参考資料》

- ・現場実証の紹介動画（2：34）：https://www.youtube.com/watch?v=5raojXz_pN4



紹介動画（QRコード）

- ・i-Construction推進コンソーシアム：<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/award/award2021.html>



国土省紹介HP（QRコード）

- ・UAVの自律飛行による天然ダムの緊急調査及び被災状況把握に関する手引き。令和3年7月改訂。国土交通省 近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター
https://www.kkr.mlit.go.jp/kiisankei/center/img/uav_guidance01.pdf

【筆者紹介】

荒木 義則（あらかき よしのり）
中電技術コンサルタント(株)
先進技術センター
上席執行役員、
先進技術センター長兼 BIM/CIM プロジェクト室長



6 m 継ぎボルト打設装置を搭載した ロックボルト打設機の開発

切羽作業を完全機械化し、安全で効率的な作業を実現

宮本 真吾

山岳トンネルにおけるロックボルト打設作業は、切羽近傍での高所作業であり、1本あたり20 kgを超える最長で6 mにも及ぶロックボルトを人力で挿入する作業であり、トンネル掘削作業の中でも特に過酷な重労働作業となっている。一方、建設業界全体を通じて担い手不足や作業員の高齢化が深刻化しており、ロックボルト打設作業のような人力作業を機械化・自動化することにより省力化や安全性の向上を図る技術開発が近年急速に進められている。本稿では、ロックボルト作業を完全に機械施工可能とすることを目的として開発した、6 m 継ぎロックボルト打設装置を搭載したロックボルト専用機「BOLTINGER」について紹介する。

キーワード：山岳トンネル，NATM，ロックボルト，機械化，省人化，安全性向上

1. はじめに

建設業では、高齢化が深刻化しており、それと同時に担い手不足の問題に直面している。経験工学といわれる土木工学では、今後の担い手不足は大きな問題となっている。このような状況でありながら、山岳トンネル工事では肌落ち災害が後を絶たない。トンネル工事の災害で最も多い災害が「肌落ち災害」であり、その多くが切羽で発生している。切羽での肌落ち災害が発生した場合、その重篤度は非常に高いため、肌落ち災害が発生する可能性の高い、切羽近傍での人力作業を可能な限り機械化することで、切羽近傍に作業員が立入らず作業を行えること、また現状の作業人員編成を低減することが特に重要である。以上のような背景から、切羽近傍での非常に危険な作業から作業員を解放すべく、6 m 継ぎロックボルト打設装置を搭載した「BOLTINGER」の開発を行った。本技術は、切羽近傍の作業の中で特に危険かつ過酷なロックボルト作業に着目して開発を行ったものである。

(1) 従来のロックボルト工

山岳トンネルにおけるロックボルト工は、吹付コンクリートの施工が完了した地山に対して、周方向にドリルジャンボにて削孔を行い、モルタルを充填した後、ロックボルト（異形鋼棒）を挿入して、地山を縫い付ける工法である（図-1）。

従来のロックボルト工は、ドリルジャンボで周方向

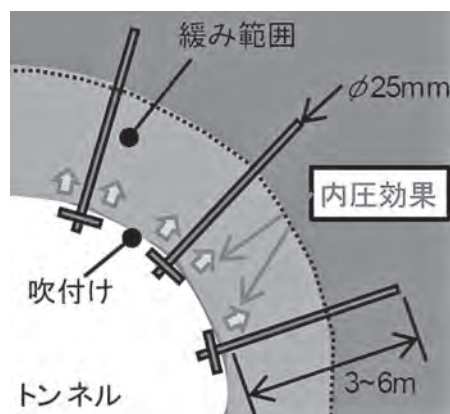
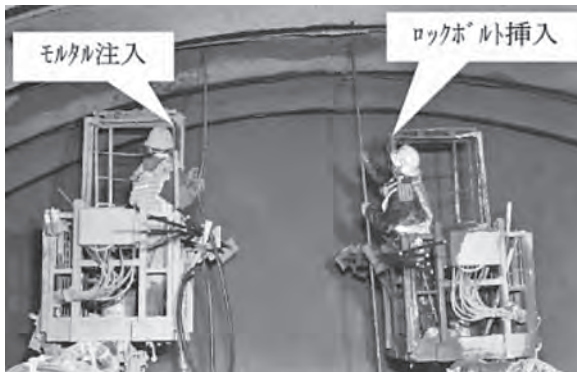


図-1 山岳トンネルにおけるロックボルト

に削孔を行った後、マンケージバスケットに乗った作業員がモルタルをホースで充填し、バスケットにあらかじめ積み込んでおいたロックボルトを人力で挿入する。ロックボルトは地山の性状に合わせて3 m~6 m程度の規格が設計され、中でも6 mのロックボルトは1本あたり20 kgを超える重量となり、狭隘なバスケット上での空中作業で長尺かつ重量物のロックボルトを人力にて挿入する作業はかなりの重労働となっている（図-2）。また、この作業は切羽直近での作業であり、切羽が崩落した場合は崩壊土砂に巻き込まれ、重篤な災害となるリスクを孕んでいる。

(2) 既存のロックボルト打設装置

ロックボルト工の機械化を目指した技術は、海外を中心として普及が進んでいる。この装置の機構はロッ



図一 2 ロックボルト人力打設状況

クボルト工における削孔、モルタル充填、ロックボルト打設の一連作業を全て行うものであり、削孔用削岩機、モルタル充填ホース並びに打設するロックボルトを保持しておくマガジンと挿入用の削岩機が一体となった機構となっている。この装置は、一連作業の機構全てが組み込まれていることから、総じて重量が重くなってしまい、機械本体に対して1台の組み合わせとなるのが一般的である（図一3）。既存のロックボルト専用機は、打設するロックボルトの全長に合わせて機械が設計されており、一般的に打設するロックボルト長に約1.5mの削岩機長を加えた全長となっている。つまり、6mのロックボルトを打設する場合には、7.5m（6m+1.5m）程度の打設装置全長となる。このような機械を国内で使用するには高さ方向に7.5mを超える空間が必要になるが、一般的に6mのロックボルトが設計上計画されるようなトンネルにおいては、地質条件が悪い場合が多く、計画断面を一度に掘削するような全断面掘削工法ではなく、掘削断面を上下に分割する上半先進ベンチカット工法等の採用が一般的である。上半先進ベンチカット工法の場合、上半盤に施工機械を設置する必要があるが、掘削断面が小さくなることから、打設装置の全長が収まらない断面となることが多い。また、トンネルは地山の状況に



図一 3 ロックボルト専用機例

応じて支保パターンが変わり、パターンに応じてロックボルトの長さも変更となることから、ロックボルト長の変更に柔軟に対応可能な打設装置の仕様が必要となる。

以上のような背景から、日本国内のトンネル現場特有の施工条件に適用可能なロックボルト打設専用機の開発を行ったものが今回の技術である。

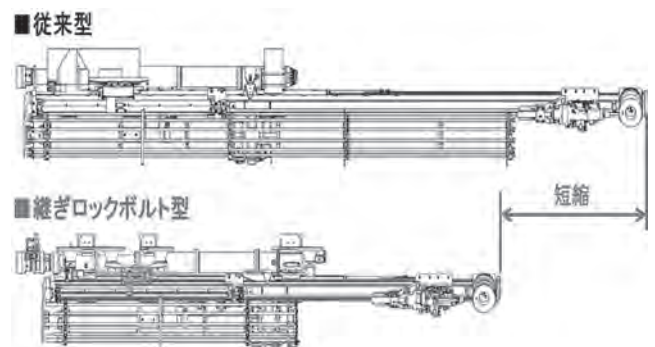
2. 技術の内容

(1) 継ぎボルト打設装置

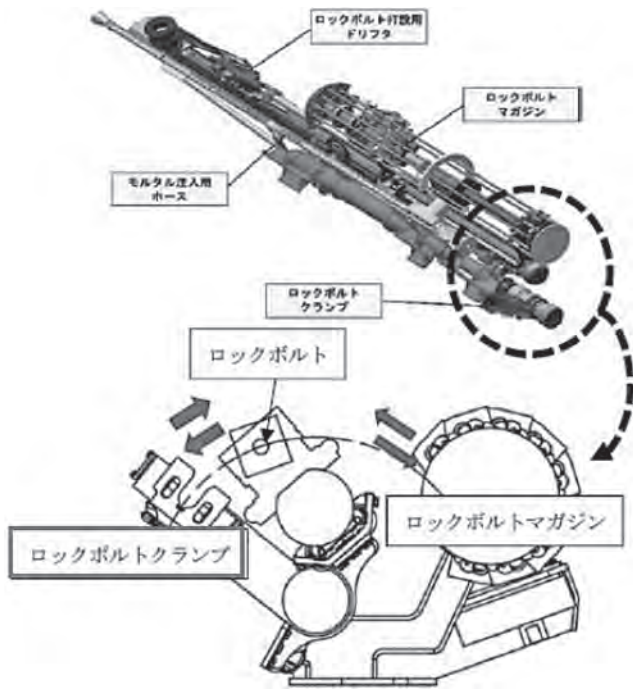
日本国内のトンネルの内空断面積は70~80m²程度であり、上半先進ベンチカット工法では、上半盤からトンネル天端までの高さが7m未満となることが多い。6mのロックボルトを打設しようとする、打設装置が断面内に収まらなくなってしまう。そこで6mのロックボルトを3mのロックボルト2本を継ぐ仕様にする事で、打設装置の長さを抑えることにより、断面内に収まる仕様とした。また、打設する可能性のある長さの異なるロックボルトへの対応も考慮し、装置長は1本物で最大となる4mのロックボルトを打設できるようにしながらも、全長6m未満となる機構を目指して開発を行った（図一4）。2本のロックボルトを継ぎ足す構造とするにあたり、1本目のボルトを把持できるように油圧のクランプを開発した（図一5）。打設の手順は、削孔した孔に1本目のロックボルトを挿入した後、これを油圧クランプで把持して、2本目のロックボルトを回転させながら連結する方式である。この機構に必要な専用のロックボルトも合わせて開発を行った。

(2) 削孔作業

打設装置を検討するにあたって、前工程となる削孔機能を打設装置に持たせるかどうかの検討を行った。前述の通り、既存のロックボルト専用機は削孔から



図一 4 打設装置全長の短縮

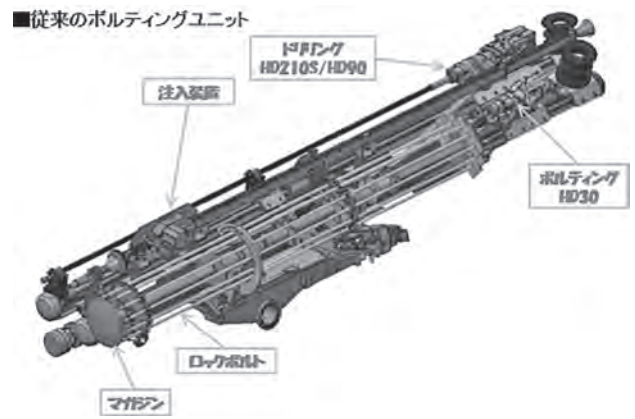


図一5 油圧クランプと打設装置

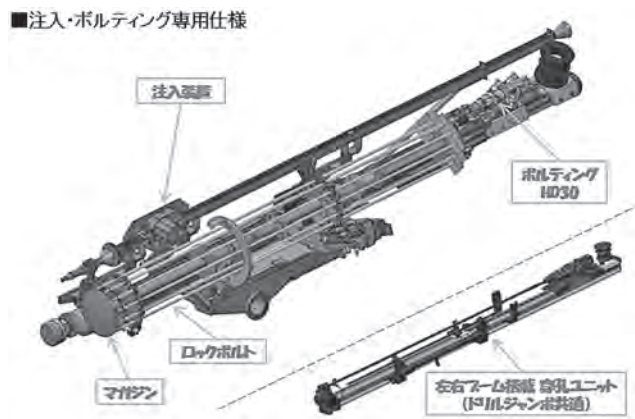
ロックボルト打設まで一連の作業を行うことができる半面、打設が完了しないと次の孔に移行できず、総じて施工時間が長くなる傾向にある。また、削孔機能まで付与すると削孔用と打設用の削岩機それぞれを1つの装置に搭載する必要があるため、重量上不利になるという問題があった。そこで、当該打設装置を使用する場合、削孔作業は別のブームで行うこととし、削孔用ブームと、モルタル充填、ロックボルト打設用ブームを分けることとした(図一6, 7)。なお削孔ブームで6mを削孔する際には、ロッドを機械的に接続できる既存技術「ロッドセッター」を使用することとした。この技術を使用することで、削孔は3mのロッドを継ぎながら行うことができるため、削孔装置においても全長を抑えることができた。これにより、削孔とロックボルト打設作業を同時並行で進められることとなり、作業サイクルの短縮を図った。機械全景を図一8に示す。

(3) 削孔ガイダンス機能

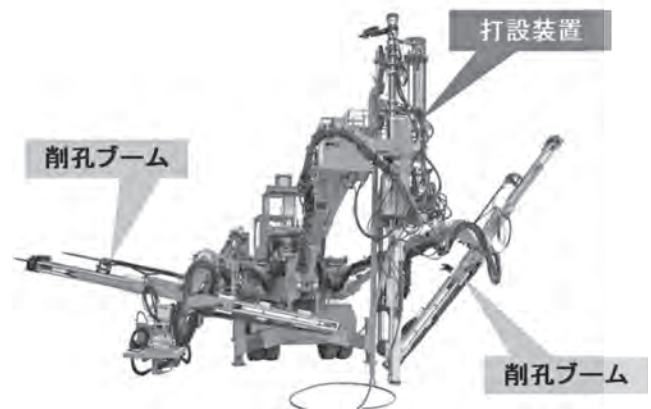
本技術の仕様は、削孔ブームと打設ブームが異なるため、削孔が終了した孔に対して打設ブームを移動させて施工を行う必要がある。開発した初号機(以下、1号機)はガイダンス機能を搭載していない仕様であったため、施工時に問題が生じた。具体的には、削孔した口元は目視確認が可能であるが、孔内部の三次元方向は確認ができないので、削孔した孔の方向と打設しようとする方向がうまく合わずに、無理にロック



図一6 従来の打設装置



図一7 本技術の打設装置



図一8 ロックボルト専用機全景

ボルトを挿入する形となった点である。これを解決するために2号機以降はベースマシンをコンピュータ仕様とすることで機械位置、ガイドシェルの方向が三次元座標で管理されたガイダンス機能を搭載し、削孔した孔の位置情報を画面で確認しながら打設装置を合わせることができるようになった。また、この機能により、位置情報だけでなく削孔データ(位置情報、速度、各種圧力等)も取得できるようになり、三次元削孔情報をBIM/CIMモデルに統合することで、地山内部の状態を立体的に把握できるようになった。図一9に



図-9 ガイダンス画面

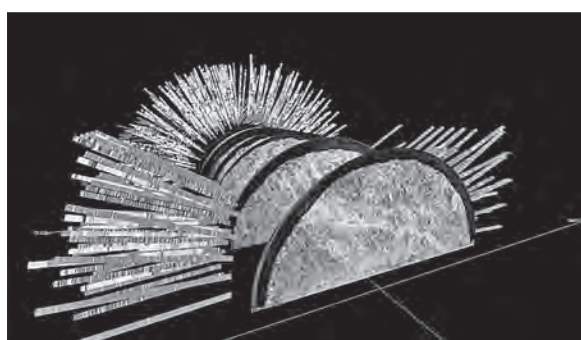


図-10 三次元削孔データ (BIM/CIM モデル)

削孔ガイダンス画面を，図-10に三次元削孔データを示す。モデル空間に地山情報が見える化されることで，岩判定や補助工法の選定などの判断材料として削孔情報が有効利用されることが期待される。

(4) モルタル供給装置の一体化

1号機ではロックボルト専用機として，削孔と打設に関しては可能となったものの，モルタル充填を行うためには，別にモルタルポンプ，モルタル供給装置とこれを搭載する車両の配置，さらに操作する作業員が1名必要であった。2号機以降は，さらなる省人化と効率的な施工を実現するために，これらの機能をロックボルト専用機本体と一体化した。ベースマシンの後方にモルタルを供給するためのサイロと，モルタルを練り混ぜるポンプを搭載し，その操作を運転席内部のボタン操作で可能な仕様とした(図-11)。このモルタル設備はリフト式で上下できるようになっており，車体走行時は上方にあげておくことで，不陸走路への干渉を回避できるように工夫している。これによりモルタル充填に必要な機能全てを一体化させることができ，モルタルポンプを操作する作業員が1名とモルタル供給装置を搭載する車両を1台削減することが可能となった。2号機での作業状況を図-12に示す。



図-11 モルタル供給装置の一体化



図-12 BOLTINGERでの施工状況(2号機)

3. 技術導入の効果

(1) 省人化の達成

従来のロックボルト作業はオペレーターが2名，高所でのロックボルト打設作業員が2名，モルタルポンプ操作者1名の計5名編成で作業を行っていた。本技術を活用することで，オペレーター2名がキャビン内で削孔からロックボルト打設までの一連作業を行うことが可能となり，作業に必要な作業員を60%削減することで，生産性が2.5倍に向上した。

(2) モルタル専用車両が不要に

従来はドリルジャンボの他に，モルタルポンプを搭載した4t平車級の車両を必要としていたが，ロックボルト専用機とモルタルポンプ，供給装置を一体化させたことにより，車両を1台削減することができた。また，トンネル坑内を走行する車両を減らすことにより，安全性の向上に繋がったといえる。

(3) 切羽肌落ち災害のリスクをゼロに

ロックボルト工に関わる一連の作業を完全に機械化することにより，切羽近傍での人力作業を排除し，作業員を高所での重労働作業から解放することで，切羽

肌落ち災害のリスクをゼロにすることができた。

(4) ガイダンス機能の活用

ガイダンス機能を搭載したコンピュータ仕様とすることで、削孔装置と打設装置が別のブームになってしまうことで生じる、位置合わせの問題を解決した。また、従来はロックボルトの作業前に行っていた、打設位置をスプレー等で明示する作業が不要となった。この打設位置を明示する作業は、吹付作業の合間に行っていたので直接サイクルタイムに影響はないが、危険な高所作業を削減できたことで、安全性が向上した。

また、削孔データを取得し、三次元モデルに統合することで、周辺地山の情報を立体的に把握することが可能となり、岩判定や補助工法の検討にも活用することができる可能性を示した。

4. おわりに

山岳トンネルの掘削作業は、削孔、装薬、発破、ズリ出し、支保工建込、吹付、ロックボルトの一連作業を繰り返すものである。これらの作業はトンネル特殊工と呼ばれる多能工が5人1組となってすべての作業をこなしながら進めるものであり、海外のように作業ごとに専門工事業者が入れ替わりながら進めるものではない。よって、すべての作業工程において、自動化・機械化技術を高いレベルまで開発しなければ、全体を通じての省力化は達成し得ない。

本技術はロックボルト工に着目して開発したもので

あり、ロックボルトが省力化されたからと言って、すべての作業を2人で施工できるように変わるわけではないが、各作業工程において、それぞれ省力化技術は開発されており、すべての工程において技術が整えば、その中で最も人数を要する作業に合わせて作業人員が計画されることとなる中で、先陣を切って省力化の道筋を示せたものと考えている。

将来的にはトンネル掘削作業全体が1~2人で施工できるようにロックボルト工以外の作業工程でも技術開発を進め、建設業における山岳トンネル工事分野での担い手不足解消と、安全性の向上による切羽災害の撲滅、および生産性向上の推進に引き続き尽力していきたい。

JCMA

《参考文献》

- ・宮本真吾、友野雄士：6m 継ぎロックボルト打設装置の開発，第76回土木学会年次学術講演集（VI-904），2021
- ・川元健太郎、宮本真吾ら：6m 継ぎロックボルト打設装置の現場導入による作業の省力化，第76回土木学会年次学術講演集（VI-905），2021
- ・宮本真吾、友野雄士ら：ロックボルト打設専用機の機能拡張，第77回土木学会年次学術講演集（VI-798），2022

【筆者紹介】

宮本 真吾（みやもと しんご）
大成建設
土木本部 土木技術部
課長



ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術

タフネスコート工法

久保昌史

タフネスコート工法はコンクリート構造物の表面に専用のポリウレア樹脂であるタフネスコートを吹付けることにより、コンクリート構造物に対して4つの機能（効果）、すなわち剥落防止、貯水性確保、耐久性向上および耐衝撃性向上を付与する技術である。ポリウレア樹脂は、酸・アルカリに対する化学的抵抗性、紫外線に対する耐候性が高い等の特徴がある。タフネスコート工法は従来防水工法として多くの実績があるものの、十分に検証されていなかったポリウレア樹脂の力学特性に着目し、その効果を実験及び解析により検証したものである。

キーワード：コンクリート構造物、ポリウレア樹脂、剥落防止、貯水性確保、耐久性向上

1. はじめに

我が国の橋梁、トンネル、港湾岸壁、上下水道施設等の社会インフラ施設に用いられるコンクリート構造物は、建設された場所の環境条件によって、劣化が進行することが知られている。現在、高度経済成長期以降に建設されたこうした施設の多くは30年から50年が経過し材料の経年劣化や構造物としての機能低下が懸念されている。このような機能が低下したコンクリート構造物に対しては、補修・補強が行われている。

一般的に補修は、ひび割れ等の不具合が発生した後に行う事後保全が主体であり、補強は大規模地震後などに、部材の耐力を増加させることとなるが、これらの方法では補修工事は場当りのとなり、また補強工事は大がかりとなるため、維持管理コスト及び工期に課題がある。

「タフネスコート工法」は、コンクリート構造物に専用のポリウレア樹脂（以下、タフネスコート）を吹き付けることによりこれらの課題を解決する技術である。これは、従来の発想を転換し、補修に関しては予防保全、補強に関しては部材の耐力を増加することなく直接的な機能保持を行う考え方に基づいている。

2. タフネスコート工法の概要

(1) 開発の目的とコンセプト

タフネスコート工法は、コンクリート構造物の表面に高ひずみ樹脂であるタフネスコートを吹付けること

により、構造物に本来必要な機能を保持し、合理的な維持管理並びに長寿命化を図ることを目的としている。具体的には、①道路及び鉄道における高架橋やトンネル覆工の剥落防止、②配水池や防火水槽の大規模地震時の貯水性確保、③内陸寒冷地や沿岸部のコンクリート構造物の耐久性確保、④コンクリート構造物の衝撃性能向上および爆発に対するコンクリート片の飛散防止である。

使用するライニング材料は、防水工法として多くの実績があり、酸・アルカリに対する化学的抵抗性、紫外線に対する耐候性が高いポリウレア樹脂である。

本技術は従来十分に検証されていなかったポリウレア樹脂の力学特性に着目し、その効果を実験及び解析により検証したものである。さらに、施工法としては専用の吹付装置を用いた吹付工法を採用した。これは非常にシステマチックで簡便な施工法であるとともに、塗布時には、速乾性で施工面でのダレがなく、早期に強度が発生すること、新設・既設を問わず施工が可能であること等、他の補修・補強工法にはない利点を有している。

(2) ライニング材料の特性及び施工法

(a) ライニング材料の力学特性の比較

一般的に使用されるライニング材料は、ポリウレア樹脂、エポキシ樹脂、ポリアウレタン樹脂などがある。

図-1にライニング材料の力学的特性を示す。この図より、ポリウレア樹脂は引張強度が24 MPaと大きく、破断時のひずみは200%程度である。エポキシ樹

脂は引張強度が70 MPaと非常に大きいですが、破断時のひずみは5%程度と小さい。また、ポリウレタン樹脂は破断時のひずみは400%程度と大きいですが、引張強度は10 MPa程度と小さい。ポリウレア樹脂は、引張強度と伸び性能の双方に優れている。

(b) タフネスコートの耐久性

図一2に、タフネスコートの促進耐候性試験結果を示す。試験はJIS A 1415のオープンフレームカーボンアークランプによる暴露試験方法によって行った。その結果、促進耐候性3,000時間（15年相当）までに引張強度および伸びのいずれも約75%を保持しており、優れた耐候性が確認された。

(c) 施工法とその品質管理

タフネスコートは、ポリイソシアネート (R-NCO) とポリアミン (R-NH₂) の2液を、専用の吹付装置によって加温・圧送し、圧送ホース先端に取付けたスプレーガンを使用して衝突混合させウレア結合を生成した状態で、構造物表面に塗布するものである。吹付装置及びスプレーガンの外観を写真一1に示す。

タフネスコートは現場で衝突混合により生成される材料であるため、その品質管理においては、施工環境や吹付装置の適切な運転が重要である。また、コンクリートへの付着力を確保するために下地の状態を確認し、適切な処理をすることが必要となる。そこで、本

工法においては、雰囲気温度、下地処理の状況、表面含水率、材料温度、付着強度等の管理項目を定め、厳重な品質管理を実施している。

3. 剥落防止性能の検証

(1) 実験概要

タフネスコートで表面被覆することにより、高架橋やトンネル覆工におけるコンクリートの剥落防止効果を確認するために実験を行った。

(2) 実験内容

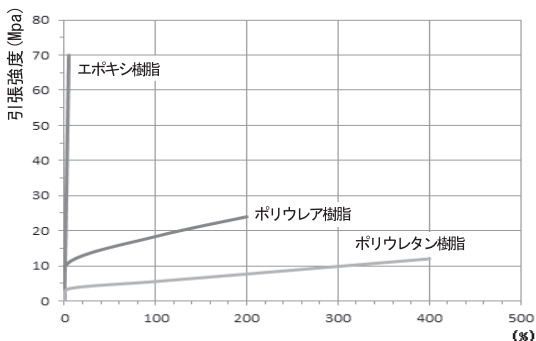
(a) 押抜き試験

土木学会規準「コンクリート片のはく落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法(案)(JSCE-K533-2010)」に準拠して、タフネスコート（膜厚：1.5 mm）で表面を被覆した3体の試験体を用いて試験を実施した。

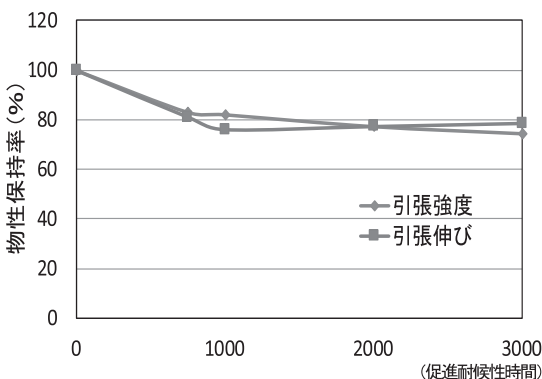
その結果、いずれの試験体も変位10 mmから50 mmの範囲で1.5 kN以上の荷重に到達することが確認された（図一3）。また、変位50 mmにおいてもタフネスコートは十分変形に追随し（写真一2）、破断することはなかった。

(b) トンネル覆工載荷実験

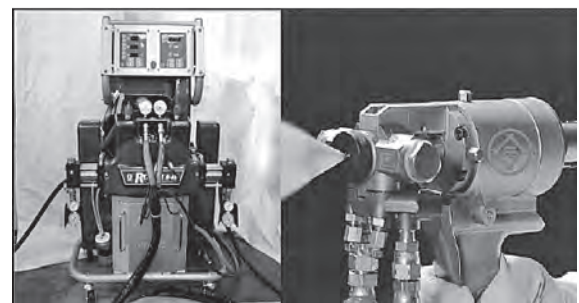
載荷試験は、反力フレーム、反力用油圧シリンダ、載荷用油圧ジャッキからなる試験装置（図一4）を用い、新幹線トンネルの1/5程度の覆工模型（外径



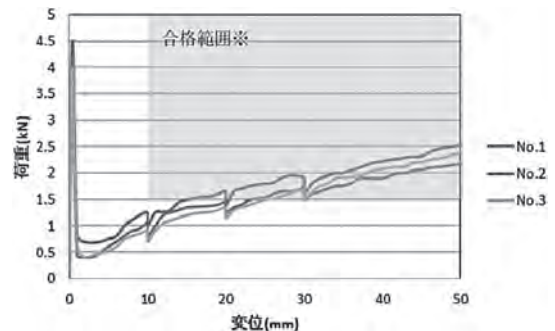
図一1 樹脂材料の力学特性の比較



図一2 促進耐候性試験結果



写真一1 吹付装置及びスプレーガン



図一3 押抜き試験結果

2,150 mm, 巻厚 150 mm) の試験体 3 体を対象として実施した。

無被覆の場合 (Case1), タフネスコートにて被覆した場合 (Case2), アラミド繊維にて被覆した場合 (Case3) の 3 ケースに対する実験結果を図一 5 に示す。Case1 は変位 49 mm より荷重が急激に低下したが, Case2 は変位 60 mm まで最大荷重を保持できた (写真一 3)。また Case3 は変位 23 mm にて覆工天端部において圧縮力が蓄積しせん断破壊が発生し耐力を失った。

(3) 効果のまとめ

①対象構造物をタフネスコートにて被覆 (膜厚

1.5 mm) した場合, 1.5 kN のかぶりコンクリートの剥落を防止できる。

②トンネル覆工ではタフネスコートにて被覆した場合 (膜厚 1.5 mm), 圧縮破壊しても覆工の有効巻厚を確保でき, 大変形時まで最大荷重を保持可能である。

4. 貯水性能の検証

(1) 実験概要

タフネスコートで内面被覆することにより, 上水道用の貯水槽や防火水槽の大規模地震時における貯水性効果を確認する実験を行った。

(2) 実験内容

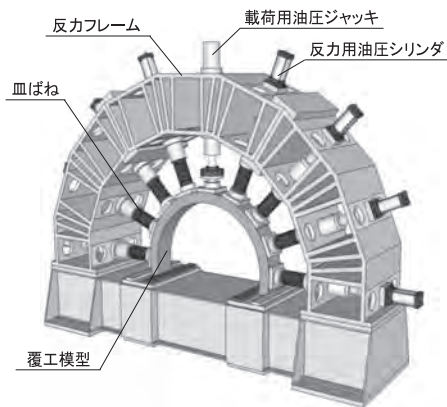
貯水槽等の大規模地震時における貯水性を確保するためには, 構造物に発生する曲げひび割れ幅がポリアレ樹脂のひび割れ追従性能以下である必要がある。そこで以下の 2 つの実験を実施した。

(a) 大規模地震時における曲げひび割れ幅の検証実験

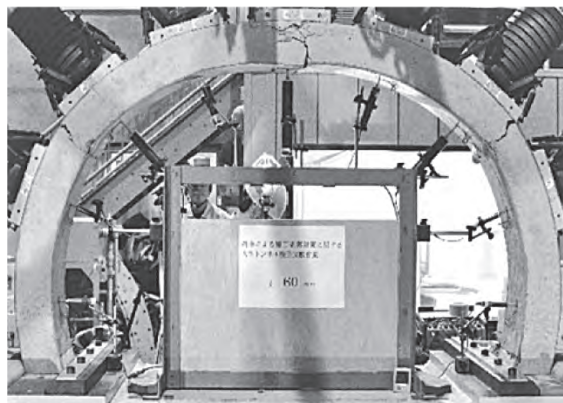
貯水槽の底板を対象として曲げ実験を実施した。載荷方法としては, 写真一 4 に示すように 35 トンジャッキを 2 台用いて等曲げ区間 1,000 mm, せん断スパン 1,200 mm ($a/d = 1200/340 = 3.5$) の中央 2 点載荷で実施した。鉛直変位は, 試験体高さ方向中央 7 カ所で,



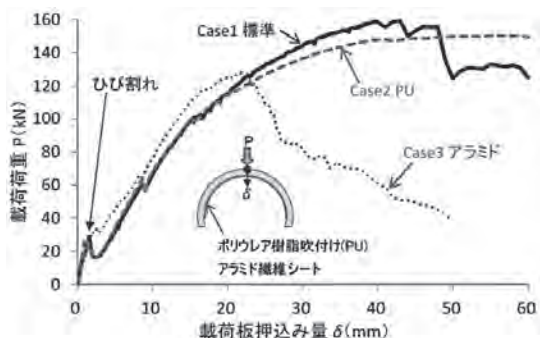
写真一 2 変位 50 mm 時の試験体



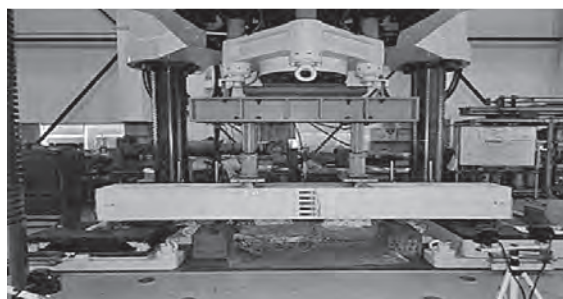
図一 4 実験装置模式図



写真一 3 Case2 (変位 60 mm)



図一 5 荷重-変位曲線



写真一 4 実験装置

また曲げスパンの底部では2断面24箇所において π 型変位計でひび割れ幅を計測した。

曲げスパン内に発生したひび割れの分布図(曲げスパン中央位置をX軸のゼロと規定)を図-6に示す。試験体のひび割れ発生強度は43 kNであり、曲げスパン内のひび割れ本数は3本であった。

主となるひび割れは $1\delta y$ 時までに発生しその後、ひび割れ幅が増大し $2\delta y$ 時で最大2.1 mm、 $5\delta y$ 時で最大3.21 mmであった。

(b) ひび割れ発生断面における貯水性確認実験

樹脂材料の防水性確認試験(写真-5)に準じて、70 mm×70 mm×35 mmの試験体2体を突き合せた後にタフネスコートで表面を被覆(膜厚2.0 mm)し、突き合せた試験体を引き離すことで2 mm~10 mmの疑似的なひび割れを発生させた。

塗膜厚2.0 mm、ひび割れ幅10 mm、水圧0.3 N/mm²を7日間連続して作用した結果、ひび割れ面からの漏水、タフネスコートの過大な変形、隅角部における亀裂などは観測されず、貯水性を確保できることが確認された(写真-6)。

(3) 効果のまとめ

①大規模地震時における貯水槽のひび割れ幅は、過去の震災事例の調査より概ね2.0~3.0 mm程度であり、本実験より部材の塑性率は2.0~5.0程度と考えられる。

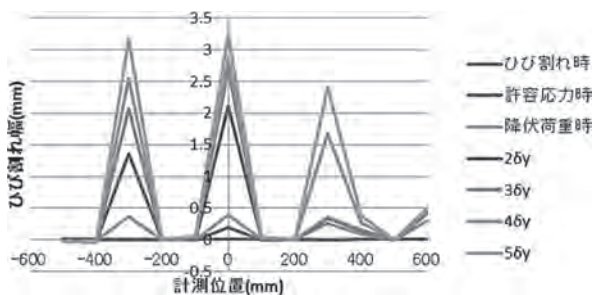


図-6 曲げひび割れ幅



写真-5 防水性確認実験

②タフネスコートで水槽内面を被覆する(膜厚:2.0 mm)ことにより、最大ひび割れ幅10 mm、最大水圧0.3 MPaまでの条件で、貯水性の確保が可能である。

③今回実施した2つの実験結果より、貯水槽等における大規模地震時の塑性率が5.0程度であれば、部材がせん断破壊する場合を除いて貯水性を確保できることが確認された。

5. 耐久性能の向上

(1) 実験概要

タフネスコートを表面被覆材料として用いたコンクリート構造物の塩害、凍害に対する耐久性向上効果を確認するために実験を行った。

(2) 実験内容

(a) 塩化物イオン透過試験

厚さ1 mmのタフネスコートを用いて塩化物イオン透過試験を実施した。これは3%の食塩水と蒸留水を分離し、20℃の環境で、一定時間放置した後の透過塩分量をイオンクロマトグラフ法で計測(写真-7)する。試験期間は、塩分透過量が少なかったため300日まで延長した(通常は30~120日)。

計測された塩化物イオン透過度は表-1に示すように最大 $0.23\sim 1.92\times 10^{-5}$ であり、一般環境のPCまたはRC構造物に対する基準値 1.0×10^{-2} の1/500以下、特に厳しい環境における基準値 1.0×10^{-3} に対し

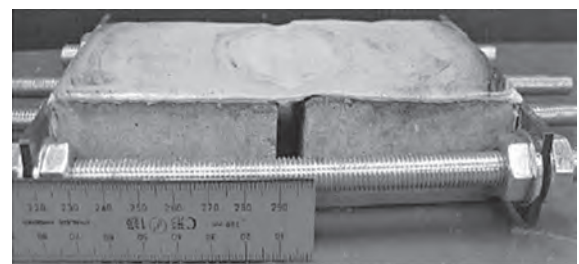


写真-6 実験終了時

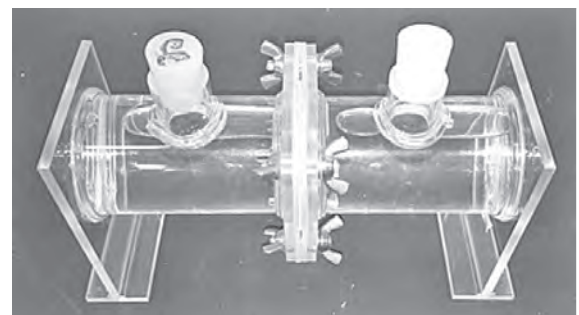


写真-7 塩化物イオン浸透試験状況

ても 1/50 以下であり、十分な遮塩効果が確認された。

(b) 凍結融解試験

水セメント比 W/C を 60% とした AE コンクリート試験体に対してタフネスコート（膜厚 2.0 mm）で被覆したもの、被覆していないものそれぞれについて、JIS A 1148 に準じたコンクリートの凍結融解試験を実施した（写真—8）。試験サイクルは AE コンクリートに対する効果を確認するため 480 サイクルとした（通常は 300 サイクル）。

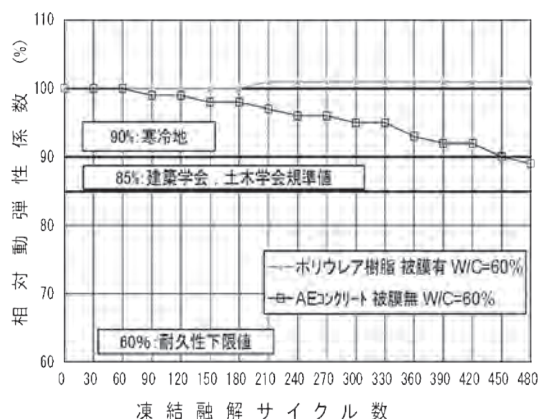
凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係を図—7 に示す。被覆した試験体はコンクリート表面に変色、剥離、膨れ等の劣化は見られず、相対動弾性係数の低下も発生しなかった。一方、被覆していない試験体は表面にスケーリングがみられ、相対動弾性係数が 11% 低下した。

表—1 塩化物イオン透過度の一覧表

試験期間 (日)	塩化物イオン透過度 (mg/cm ² ・日)	塩化物イオン濃度 (mg/l)
30	ND	ND
90	1.47 × 10 ⁻⁵	0.13
120	1.01 × 10 ⁻⁵	0.12
270	1.92 × 10 ⁻⁵	0.51
300	0.23 × 10 ⁻⁵	0.07



写真—8 相対動弾性係数の計測状況



図—7 凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係

(3) 効果のまとめ

- ①塩化物イオン透過試験（膜厚 1.0 mm）の結果、塩化物イオン透過度は基準値に比べて十分小さく、塩害に対する抵抗性を大幅に向上できる。
- ②凍結融解試験（膜厚 2.0 mm）の結果より、タフネスコートの表面被覆によって、外部からの水分浸入を阻止でき、凍害に対する抵抗性を大幅に向上できる。

6. 衝撃性能の検証

(1) 実験概要

タフネスコートを表面被覆材料として用いたコンクリート構造物の衝撃力に対する性能向上効果を確認するために実験を行った。

(2) 実験内容

(a) 版部材の衝突繰返し実験

衝突実験は、高速衝撃実験装置（写真—9）を用いて実施した。飛翔体は、直径 50 mm、質量 3.0 kg で先端形状は平面となっており、衝突速度は中速度（10 m/sec）程度である。また試験体は 600×600×90 mm の RC 版であり、無被覆の場合、タフネスコートにて前面を被覆した場合（膜厚 2.0 mm）、背面を被覆した場合（膜厚 2.0 mm）、両面を被覆した場合（膜厚 2.0 mm）の比較実験を実施した。

実験結果の一覧を表—2 に示す。無被覆の試験体は 5 回目の衝突でかぶりコンクリートが裏面剥離した。前面を被覆した試験体は 10 回目の衝突で裏面にコーン破壊が発生した。背面を被覆した試験体は 6 回目の衝突で裏面剥離が生じた後に、13 回目で裏面に亀裂が生じた。また、両面を被覆した試験体では 10 回目の衝突でコーン破壊が発生した後に 24 回目で裏面に亀裂が生じた。4 試験体の破壊までのエネルギーを比較してみると、Case1 : Case2 : Case3 : Case4 = 1 : 2 : 2.6 : 4.8 となっており、飛散防止効果が定量的に把握された。



写真—9 高速衝撃実験装置

表一 衝突繰返し実験の結果一覧表

実験ケース	1.RC供試体B (無被覆)		2.前面被覆供試体 (タフネスコート)		3.背面被覆供試体 (タフネスコート)		4. 両面被覆供試体 (タフネスコート)	
	表面	裏面	表面	裏面	表面	裏面	表面	裏面
写真								
破壊形式	かぶり部の裏面剥離		コンクリートのコーン破壊		かぶり部の裏面剥離後, 裏面タフネスコートの亀裂破壊		コンクリートのコーン破壊後, 裏面タフネスコートの亀裂破壊	
破壊時の衝突回数	5		10		13		24	
破壊時の 外力エネルギー(J)	750		1500		1950		3600	
備考	破壊時の表面くぼみ: 2mm		破壊時の表面くぼみ: 7mm		破壊時の表面くぼみ: 57mm		破壊時の表面くぼみ: 59mm	
	裏面剥離面積: 75000mm ²		裏面剥離面積: 62500mm ²		裏面剥離面積: 87500mm ²		裏面剥離面積: 100000mm ²	
	裏面剥離深さ: 45mm		裏面剥離深さ: 66mm		裏面盛り上がり: 20mm		裏面盛り上がり高さ: 15mm	

7. 施工実績及びその効果

タフネスコート工法を経年劣化したL型擁壁に施工した事例を写真一10に示す。

施工前の擁壁は、構造上の問題は見られなかったものの、経年劣化により、浮きはく離・ひび割れによる擁壁背面からの漏水やはく落事故の懸念、段差・汚れなどの美観の悪化などが生じていた。

本構造物に断面修復やひび割れ注入など下地コンクリートを補修した後に、タフネスコート工法を施工した。

これにより、擁壁を造り変えることなく、コンクリートのはく落や漏水に対する機能の回復や、美観向上を図ることができ構造物の長寿命化を図ることができた。また、劣化因子進入の抑制が期待できることで点検等の頻度が減り維持管理の効率化になると考えられる。

JCMA

《参考文献》

- 1) 奥石正己, 高ひずみ樹脂による構造物の機能保持技術 (タフネスコート), 建設機械, 第623号, pp.52-59, 2017.1

施工前



施工後



写真一10 タフネスコート工法の施工事例

- 2) 嶋本他4名, トンネル覆工の剥落対策としてのポリウレタ樹脂吹付けの模型実験と試験施工, 土木学会論文集F1 (トンネル工学), Vol73, No3, I-21 ~ I-31, 2017

【筆者紹介】

久保 昌史 (くぼ まさふみ)

清水建設㈱

土木技術本部 基盤技術部 コンクリートグループ





交通ビッグデータを活用した 徒歩圏交通流動推計

遠藤 和重

本稿では、複数の交通ビッグデータを用いて徒歩圏内のトリップ行動を取得する手法を紹介する。まず、交通分野で考えられるビッグデータから、トリップ行動を推定するために最適なビッグデータを選択する。次に、トリップ量とトリップモードを推定する手法を提案する。最後に、提案手法を検証するため、JR立川駅でケーススタディを実施した。店舗や交通結節点など11箇所でWi-Fiパケットセンサを用いたフィールドテストを実施したところ、実際の交通流動を概ね再現しているトリップが推定された。Wi-Fiパケットセンサと携帯電話会社の人口分布統計を用いて、徒歩圏内のトリップ行動を取得できる可能性を実証した。

キーワード：交通工学，都市計画，パーソントリップ，ビッグデータ，ICT

1. 交通ビッグデータの比較・選定

近年のICTの進展に伴い、交通系ICカード、Wi-Fi、携帯電話網の運用データなど交通ビッグデータを活用することにより、任意の期間や時間帯での人の滞在や移動する実態を分析する手法が多数提案されている。本研究では、交通ビッグデータを対象に得られるデータ項目、データ量および入手のしやすさなどの項目ごとに比較した(表-1参照)。その結果、徒歩圏における交通流動を把握するため、連続した人の動きおよび歩行者を対象とした流動を把握できるデータとして、データ取得の容易さの観点から、Wi-Fiを選定した。また、対象圏域の滞在人数を最も多くカバーし

ている携帯電話基地局の運用データを選定した。

携帯電話基地局の運用データ(図-1)は、携帯電話端末と基地局の通信記録から生成された人口データである。500mメッシュ毎の滞留人数(人口分布統計)と1kmメッシュ間同士の流動人数(人口流動統計)の2種類あり、本研究では人口分布統計を活用した。Wi-Fiパケットセンサ(図-2)は、センサから約100m~200m圏内のWi-Fiが有効になっている電子機器から時刻および匿名化された固有の識別番号等を取得できる。

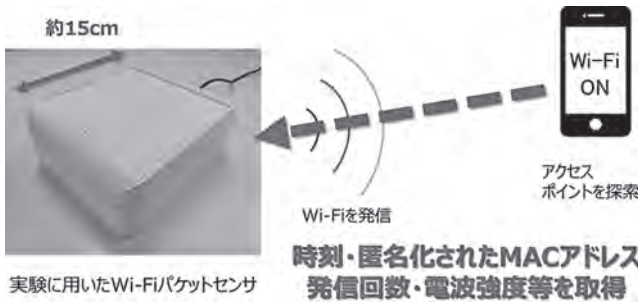
表-1 人の動きを把握することが可能と考えられる交通ビッグデータ

種類	得られる情報	属性	目的	位置	トリップ 順序	時間	交通手段			感情	データ の取得 し易さ	データ 量
							公共 交通	車	徒歩			
交通系IC カードデータ	利用者の 乗降履歴	○	×	○	○	○	○	×	×	×	B	b
Wi-Fiデータ	接続エリア内の 端末数	×	×	○	○	○	○	○	○	×	A	b
スマホ GPSデータ	利用者の 位置情報	×	×	○	○	○	○	○	○	×	A	c
SNS (Twitter)	主観的な意見	×	△	△	×	○	△	△	△	△	A	a
携帯電話網 の運用データ	携帯電話の 通信記録	○	×	○	×	○	○	○	○	×	A	a

凡例 ○:利用できる △:一部利用できる ✖:利用できない
A:簡単 B:難しい
A:大 B:中 C:小



図一 携帯電話基地局の運用データのイメージ



図二 Wi-Fi パケットセンサおよびデータの収集イメージ

2. 徒歩圏交通流動の推計手法

選定されたビッグデータを用いて、交通流動量およびその移動手段を推定する手法を考案する。また、実フィールドにおいてケーススタディを実施し、考案手法の有用性を検証する。考案手法の分析フローを図一3に示す。交通流動量 (OD) は、特定の地点における流出人口を算出し (b)、2地点間の移動分担率 (以下、「流動係数」とする。(a)) を掛け合わせることで、2地点間の流動量を推定したものである。さらに、2

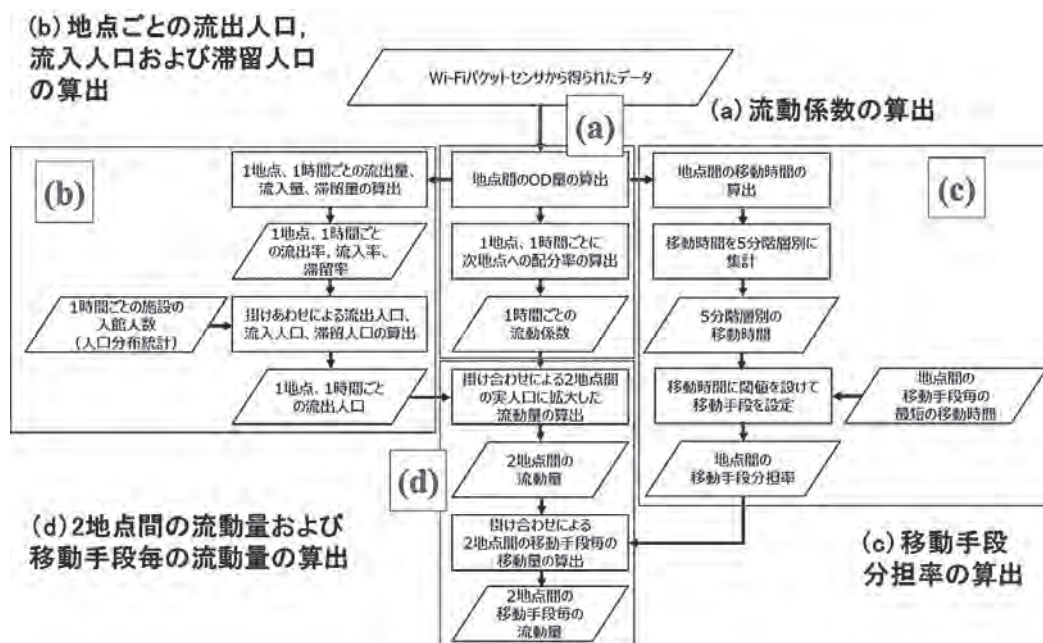
地点間の移動時間を算出・集計し、各地点間の移動手段毎の最短の移動時間を基に、地点間毎の移動手段分担率を算出する (c)。そして、2地点間の流動量に移動手段別分担率を掛け合わせる (d)。本手法は、既存の統計調査で把握できない短距離移動を簡易的な計測かつ集計をすることで、様々な条件下で常時推定できる点が特徴といえる。

3. 立川駅周辺におけるケーススタディ

東京都立川市において考案手法を適用し、有用性を検証した。立川市中心部である立川駅周辺は、現在も都市整備が進められている。駅から1 km 圏に国営公園、2 km 圏に立地するららぽーと立川立飛など大規模商業施設には、立川北駅から運行しているモノレールによるアクセスも可能で、遠方からの来街者も多い。地形は平坦であり、徒歩や自転車による移動も容易であることが特徴であるといえる。

本ケーススタディでは、2018年9月1日 (土) にWi-Fi パケットセンサを用いて、商業施設や交通結節点など11地点 (図一4) で観測実験を実施した。図一5に示すように、パケットセンサの各地点を中心に半径150 mの円を作成し、個人のスマートフォン等が収集される範囲を設定する。実験により得られたデータ (すなはちWi-Fiデータ) から推計される流動量 (OD) を人口分布統計の500 m×500 mのメッシュ人口を用いて実人口ベースに拡大する。

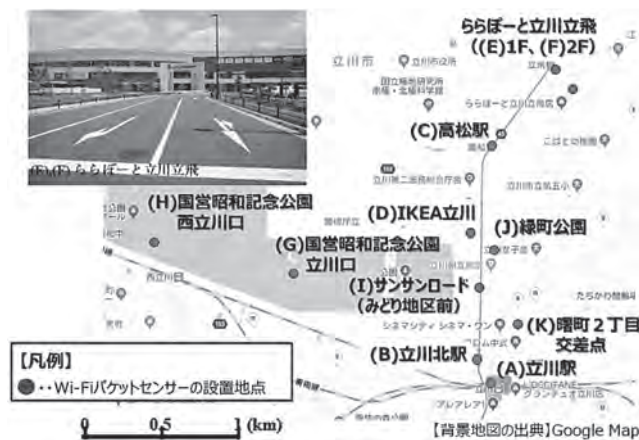
1時間ごとの地点間流動量 (表一2)、各地点への1



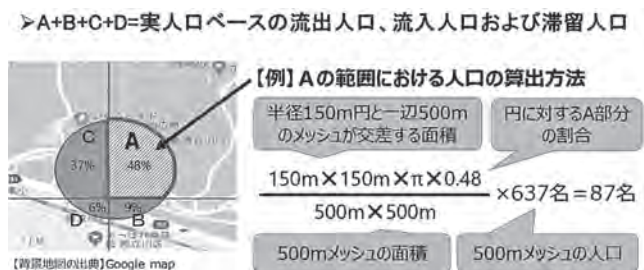
図一3 考案手法のフロー

時間ごとの流入人口(表一3), 移動手段毎の流動量(表一4) は推定結果のサンプルである。推定した流動量

は, Wi-Fi パケットによる観測地点の商店主など関係者へのヒヤリングにより, 実際の交通流動の傾向と一致していることが確認できた。例えば, ららぽーとやIKEA など主要地点で推計した時間毎の流動量は, 商店主らが日常観察している実態を再現できている。交通ビッグデータを用いて短距離移動の実態を把握す



図一4 Wi-Fi パケットセンサの計測地点



図一5 実人口へ拡大する計算方法

表一2 地点間ごとの1時間ごとの流動量の一部(10時台)

着	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	合計
発	立川駅	立川北駅	高松駅	IKEA 立川	ららぽーと立川立飛(1F)	ららぽーと立川立飛(2F)	昭和記念公園立川口	昭和記念公園西立川口	サンサンロード	緑町公園	曙町2丁目交差点	
(A) 立川駅		427.3	48.9	187.9	164.7	131.3	79.8	12.9	319.2	33.5	218.8	1,624.1
(B) 立川北駅	186.0		103.5	53.7	42.2	80.5	51.8	1.9	651.9	17.3	24.9	1,213.6
(C) 高松駅	14.7	39.9		27.0	23.3	20.9	1.8	0.6	28.2	23.9	8.6	189.1
(D) IKEA 立川	23.3	11.0	18.4		28.2	20.8	23.9	3.7	27.6	112.1	6.7	275.6
(E) ららぽーと立川立飛(1F)	26.0	11.7	10.9	21.8		106.5	7.5	0.0	21.0	4.2	5.9	215.6
(F) ららぽーと立川立飛(2F)	13.3	8.0	11.6	20.5	136.2		1.8	1.8	6.2	1.8	7.1	208.2
(G) 昭和記念公園立川口	31.8	19.1	14.8	53.0	15.9	9.5		11.7	52.0	8.5	6.4	222.7
(H) 昭和記念公園西立川口	25.5	17.0	0.0	17.0	17.0	17.0	25.5		17.0	0.0	0.0	135.8
(I) サンサンロード	182.0	274.1	54.4	83.7	25.1	54.4	43.9	0.0		71.1	71.1	859.9
(J) 緑町公園	2.4	4.9	16.4	395.8	4.2	1.8	1.8	0.0	12.1		3.6	443.1
(K) 曙町2丁目交差点	493.5	59.8	15.0	127.1	44.9	67.3	52.3	7.5	179.4	112.2		1,158.9
合計	998.5	872.7	293.9	987.4	501.7	510.0	290.2	40.0	1,314.5	384.5	353.2	6,546.6

表一3 各地点への1時間ごとの流入人口

地点	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	15時台	16時台	17時台
(A) 立川駅	999	1,341	1,357	1,388	1,516	1,705	1,802	1,970
(B) 立川北駅	873	1,211	1,435	1,510	1,656	1,742	1,695	1,651
(C) 高松駅	294	389	519	579	480	575	666	596
(D) IKEA 立川	987	1,050	1,335	1,303	1,272	1,161	1,271	1,221
(E) ららぽーと立川立飛(1F)	502	611	656	773	843	781	790	617
(F) ららぽーと立川立飛(2F)	510	716	690	796	754	677	614	325
(G) 昭和記念公園立川口	290	138	73	72	52	24	12	7
(H) 昭和記念公園西立川口	40	52	77	82	73	36	43	53
(I) サンサンロード	1,315	1,323	1,445	1,436	1,636	1,552	1,071	1,128
(J) 緑町公園	384	489	735	733	799	823	495	742
(K) 曙町2丁目交差点	353	467	435	531	506	534	743	655

(名)

表一 4 地点間ごとの1時間ごとの流動量の一部 (10 時台)

起点	終点	移動時間	移動手段	移動量 (名)							
				10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時
(A) 立川駅	(C) 高松駅	5～9分	自転車	9	7	4	5	5	6	5	4
		10～14分	自転車 or 徒歩	9	7	4	5	5	6	5	4
		15～19分	徒歩	4	4	2	2	2	3	3	2
	(G) 昭和記念公園 立川口	0～4分	自転車	7	3	1	2	1	0	0	0
		10～14分	徒歩	9	4	2	2	1	0	0	0
		15～19分	周遊	18	8	3	4	2	0	0	0
	20～24分										
	(D) ららぽーと 立川立飛 (1F)	0～4分	車	28	30	19	26	24	24	27	15
		20～24分	徒歩	22	23	15	20	18	19	20	12
		55～59分	周遊	22	23	15	20	18	19	20	12
	(E) IKEA 立川	0～4分	自転車	32	38	27	32	24	23	20	23
		5～9分	自転車 or 徒歩	24	28	20	24	18	17	15	17
10～14分		徒歩	27	32	23	27	21	20	17	20	

る手法の有用性が確立できた。移動手段毎の流動量については、「徒歩」「周遊」に分類されるトリップがモノレールを利用する場合がありますが、今回はこのような移動手段の組み合わせを判定していない。今後、推計手法を更に向上することが課題であると認識している。

4. おわりに

開発した手法によるトリップ推定結果の精度については、2019年度以降に日野らが実施した後継のケーススタディにおいて、推計結果と調査員のカウント集計による実数を比較することで向上した。今後、データ処理の自動化や継続的なトリップ監視など手法の改良、性別や年齢などのトリップ属性を分析など、徒歩圏内のトリップ行動を推定する手法の研究に取り組む予定である。

J C M A

《参考文献》

- ・ Kazushige ENDO, Ryuichi IMAI, Takato UEHARA, and Yosuke HINO: Trip Estimation for Urban Planning through Transport Big Data Analysis, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.14, 2021.
- ・ 日野陽介, 今井龍一, 金子俊之: Wi-Fi パケットセンサを用いた狭域における交通流動の調査手法に関する研究, 第64回土木計画学研究会・講演集, 土木学会, 2021.5.
- ・ Kazushige ENDO, Ryuichi IMAI, Takato UEHARA, and Yosuke HINO: Estimation of Trip Behaviors in Walking Areas Using Big Data, International Conference on Transport and Development, ASCE, 2020.8.

【筆者紹介】



遠藤 和重 (えんどう かずしげ)
国際連合地域開発センター
所長

ずいそう

福岡の「OTHER MUSIC」を求めて

岩本英司



10月末、福岡・天神にあった輸入レコード店「ジュークレコード」が閉店となりました。1977年の開店から45年の歴史を積み重ねた同店の店主・松本康さんが9月27日にご逝去されたことに伴うものです。享年72歳。福岡の音楽シーン「めんたいロック」の立役者でもあった松本さんの死を悼み、閉店までの間に行われたセールには、多くの音楽ファンが訪れていました。

1. めんたいロックをけん引

松本さんの死は、福岡を拠点とする西日本新聞でも報じられました。めんたいロックの代表格でもあるサンハウス、シーナ & ザ・ロケッツの中心メンバーでギタリストの鮎川誠さんは「康ちゃんは『ロックを少しでもたくさんの人に好きになってもらいたい』という、純粋な思いを持ち続けていた」と同紙にコメントを寄せています。この言葉からも分かるように、松本さんは福岡の音楽をそのルーツまで掘り下げて紹介するけん引者でした。

本稿を執筆する今、傍らに置いて聴いているのはサンハウスの復活ライブを収録したCD「風よ吹け」です。松本さん制作のこのCDを閉店セールで見つけ、購入しました。

東京の本社編集局で記者として活動していた私は、2020年1月に天神にある九州支社へ異動となりました。東京の自宅に家族を残したままの単身生活も間もなく3年が過ぎようとしています。初の地方勤務とほぼ同時期に始まった新型コロナウイルスの感染拡大により、単身生活にも否応なく制限が掛かります。1人で過ごす福岡でのプライベートな活動といえば、都市部からも近い自然に触れることができる週末のサイクリングと数々のレコード店巡りでした。

ボーダーライン、グルーヴィン、田口商店、キャットフィッシュレコード…等々。天神界隈にお勤めされたことがある音楽好きな方であれば、それらの名前を一度は耳にして、実際に訪れたこともあるのではないのでしょうか。私も仕事帰りに個性が異なるそれらのお

店に立ち寄っては、お勧めや掘り出しモノの音楽がなにかを物色しています。

そんな数々のレコード店の中核的な存在ともいえるジュークレコードは会社から最も近い場所にあり、度々訪れていました。しかし、すでに病床にあったという松本さんがお店に立たれる姿を拝見することは結局かなわないまま、今回ご逝去の報に接することとなりました。本当に残念なことです。



写真-1 10月末で閉店したジュークレコードの入口

2. 時代のうねりの中で

レコードやCDなどを通じて音楽に触れてきた生活は、インターネット通信販売やサブスクリプション(サブスク)による音楽配信が主流となることに伴い、大きく変化しています。長引くコロナ下での生活は、そうした流れに拍車を掛けているようです。1990年代のCD全盛時に連日賑わっていた大型店舗も数自体が減り、残る店舗でも客がまばらな状況です。時代のすう勢には抗えないのかと思うと、少しさみしくもなります。

松本さんがご逝去された時を同じくして、音楽好きの間で話題となった映画「アザーミュージック (OTHER MUSIC)」が福岡でも公開となり、天神の外れにある小さな映画館、KBC シネマへ観に行きました。

米ニューヨークのイースト・ヴィレッジにあった同名のレコードショップが2016年5月に閉店するまで

の様子に経営者や風変わりなスタッフ、店に訪れた人たちの証言をちりばめたドキュメンタリー映画です。

巨大チェーン、タワーレコードの向かいにあることから、その名が付けられたアザーミュージック。アーティストと客をつなぐ双方向の理想的なコミュニティを育みながら数々の音楽が紹介されていきました。店員や客にとって大切な場所でしたが、2001年のニューヨーク同時多発テロやiTunesの誕生などによる時代の大きなうねりに翻弄される中で、閉店という道を選んだ同店の足跡をたどった映画は、青春群像物語ともいえるものでした。

映画後半にお店の棚などが運び出された後、フロアの塗装が剥げ落ちた箇所を指して「そこは人気のコーナーがあった場所だ」などと述懐する店主の言葉には、何とも言えない思いがこみ上げてきました。情報が簡単に入る現状の中でも、そこに行かないと見つけられない音楽がある。お勧めの音楽を紹介してくれる店員との会話を楽しみにしていた客も多かった同店の閉店は、世界中の音楽ファンに激震が走ったといえます。



写真一 2 映画「OTHER MUSIC」のチラシ

3. 街の外れで探したお店

単身赴任生活の中で続けてきた私の店舗巡りは、OTHER MUSIC、のようなお店を福岡で探すものでもありました。そうした中で出会ったお店の一つが「アッサンプラージュ」という中古レコード・CD店です。前述の店舗の数々が繁華街の天神を中心とする福岡市中央区にある一方、市の西端にある西区の自然にも手が届きそうな場所に店舗を構えています。

輸入販売を行う会社に勤められた後、インターネットでのレコード、CD販売を手掛けてきた店主の大里謙二さんは、2017年に店舗を開業。今はネットと店舗での販売を両立されています。現代アート好きでもあった大里さんが名付けた店名は「融合」を意味して

いて、あらゆるジャンルの音楽を紹介していくという意気込みを示したのもあるそうです。お互い年齢が近い事もあり、音楽や時にはプライベートな話題にも踏み込んだ情報交換をさせてもらっています。

エルヴィスプレスリーに代表されるロカビリー〜ロックンロール、フィルスペクターが制作しウォール・オブ・サウンドと称される数々の音楽、美しいハーモニーを奏でるビーチボーイズなど、1950〜1960年代の音楽が好きという共通項があり、それらへの造詣も深い大里さんからは色々なことを教わってきました。お店のホームページ(<https://www.assemblage-cd.com/>)やSNS（ツイッター、インスタグラム、ユーチューブ等）を通じて、各種情報も発信されていますので、ぜひ一度ご覧頂ければと思います。

そんな大里さんは松本さんを慕い、レコード店主として自身の目標にもしているとのこと。お店を始める際に、松本さんがレコード店とともに経営していたロックバーでお酒の力も借りて「松本さんと同じ仕事ができることが夢のようです」と伝えたところ、何ともうれしそうにされていた顔が今も忘れられないそうです。



写真一 3 福岡市西区のアッサンプラージュ



写真一 4 店主の大里さん

部 会 報 告

(株) JAL エンジニアリング エンジンメンテナンスセンター見学会報告

機械部会 機械整備技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械整備技術委員会では、年間行事として建設機械の稼働現場や生産・整備工場の見学を実施してきましたが、令和2年コロナウイルス流行後、同活動を自粛しておりました。幸い、コロナ感染者の収束に至った令和4年6月15日に(株)JAL エンジニアリング様のエンジンメンテナンスセンターを訪問させていただいたので、その内容について報告します。参加者は機械整備技術委員会委員と事務局の10名でした(写真-1)。

2. (株) JAL エンジニアリング 会社概要

2009年に(株)JAL 航空機整備成田、(株)JAL 航空機整備東京を含む4社の統合と羽田を含む国内空港における航空機整備の現業部門を(株)日本航空インターナショナル整備本部から移管し、(株)JAL エンジニアリングを設立。JAL 航空機の整備を計画から管理まで一貫して実施しています。

3. エンジンメンテナンスセンター

エンジンメンテナンスセンターは、成田空港敷地内にあり、JALのエンジン整備全般を担当するだけでなく、他社のエンジン整備も実施している施設。機種により異なるも4年に1度程度のサイクルでエンジンのオーバーホールを実施しており、国内線、国際線の全てのエンジンが本施設で整備されています。

センター入口のフロアには、飛行機のエンジンカットモデルや大型のファンブレードが展示されています(写真-2, 3)。飛行機のエンジンを間近で見ることができ、改めて部品点数の多さや個々の部品の精密さを感じることが出来ます。重航空機である飛行機の最も重要なエンジンがどの様に整備され、空の安全と安心を提供しているのか、その後の整備工場内見学意欲を更に高めてくれました。

同フロアには、整備マイスター認定者も掲示されており、トップマイスター、マイスター、エキスパート



写真-2 エンジンカットモデル



写真-3 ファンブレード



写真-1 見学会参加者 (第1ハンガーにて)

と認定されています。この制度は単に整備経験や技術レベルだけで無く、整備士育成技量に長けた精鋭の技術者認定であり、高い整備品質を確保するために避けて通れない人の教育にも重きを置いたJALエンジニアリング様の会社風土にも共感を受けました。

整備工場内を見学する前に、JALエンジニアリング様の整備に対する思想をお聞きました。エンジン部品毎に使用期間が設定され、定期的なオーバーホールで一定の品質を確保しつつ、実飛行では24時間体制で飛行データを収集し、異常を検出するシステムや統計的手法を活用することで、不具合発生前に処置を行う予兆保全を推進されていました。

今回の訪問では、エンジンメンテナンスセンター内の第1工場と、機体整備を実施している格納庫（第1ハンガー）を見学させていただきましたので、以下に報告いたします。

(1) 第1工場見学

第1工場では、分解→検査→組立→試験の工程がありますが、検査工程から見学しました。エンジンのノズル他各部品の変形、亀裂、剥離の確認は、目視や3D測定器を使用して実施しており、タービンプレード等内部の検査が必要な重要部品は、X線検査を初め、磁粉探傷や超音波探傷の非破壊検査を行う等、様々な部品の検査方案が整備されています。電装ハーネス部品も全て検査されており、取り外された電装部品は防錆の袋に入れられ検査工程に払い出される等、細かな配慮もされています。

エンジン整備中は、飛行機の運航が止まってしまう為、常に整備されたエンジンが確保されており、約1年先までのフライトと整備の計画を立てて対応しているとのこと。技術スタッフは、これらの計画を立てると共に、センターに入ってくるエンジン毎に整備内容を詳細にエンジン製造メーカーと協議し合意の下作業を行っています。

分解・組立エリアでは1台のエンジンを数名のパーティのシフトを組んで作業しています。ヘルメットが必要な場所の作業は、エリアを色分けする等、安全配慮も徹底されていました。

一連の作業の中で、ヒューマンエラーの流出ゼロを追求する作業方案が決められていますが、重要箇所の検査は、左右のエンジンを同じ人が行わないルールになっており、万が一間違いがあっても飛行機事故に繋がらない配慮がされています。

エンジン組立後の試験運転では、推力を含めたエンジンの性能は勿論のこと、異常の判断を行う為の温度

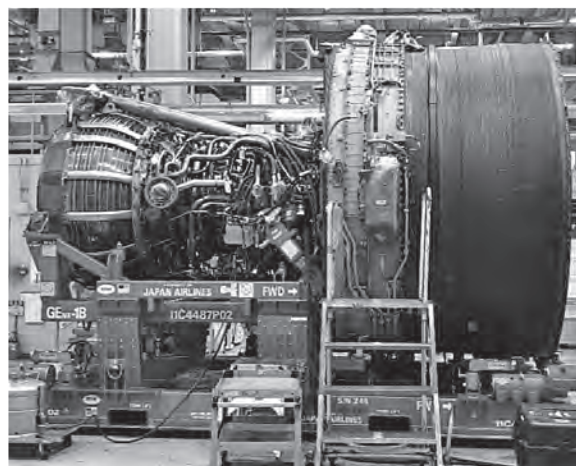


写真-4 B787搭載 GEnx エンジン



写真-5 エンジンを背景に

や振動の計測も行っており、正常なエンジンデータとの比較を行い判定されています。

(2) 第1ハンガー見学

次に機体整備を実施している格納庫（第1ハンガー）を見学しました。

10年を経過した飛行機の定期整備が実施されました。各機器の点検・整備に加え、内装までも全て分解され、機体構造の損傷有無を確認する等、約1ヶ月を掛けて整備するとのことでした。1パーティ20名のクルーがシフトを組んで24時間作業をされています。DXツールも積極的に活用されており、整備マニュアルを含めた技術情報はタブレットにて確認でき、整備時の不具合等の情報も、即座に技術スタッフに共有されるシステムとなっていました。作業をされているクルーの方は、真剣かつ明るい表情をされており、自身の仕事に責任とやり甲斐を持たれて、人としての感性を研ぎ澄まし、人命を預かる飛行機に向き合っているのだと感じました。

整備内容に加えて、飛行機の構造や補機を含めた装



写真-6 第1ハンガー内にて

置の説明もしていただきました。落雷対策や補助動力装置、エンジン停止時に翼の燃料を排出するシステム他、興味深い話も聞かせていただきました。中でも電気システムの冷却について、上空の低温状態に対して地上での整備は上空との温度差が生じるため、冷気を強制的に送り込んで行っているとのことでした。飛行条件を想定した点検・整備を行うことが高い整備品質に繋がる大きな要因だと感じました。

最後に、検査機器や整備工具についても説明をいただきました。クルーの皆様は工具の保管場所から作業に応じて工具をピックアップしますが、手工具1つ1つが厳密に管理され、作業終了後の返却の際には全ての工具が揃っていることが重要であり、工具が1つでも不足している場合は、整備されたその飛行機は工具が見つかるまで飛ばすことができず、見つからない場合はお客様にご迷惑を掛けることはできないので、機体を入れ替える必要があると聞きました。ここもヒューマンエラーに妥協はなく対応するJALエンジニアリング様の安全と品質に対する危機管理意識が浸透しているところだと感じました。また、工具や器具のメンテナンスを行う専用のクルーが居られ、常に高い品質

で整備ができる環境を維持されていました。

4. おわりに

当日は、整備業界最先端の飛行機の整備について実作業を見学させていただき、大変有意義な会になりました。飛行機独自の安全性を担保する考え方についても聞かせていただき、機械の整備に携わる委員会のメンバーとしても貴重な経験の場になったと感じています。

(株)JAL エンジニアリング様におかれましては、コロナ禍環境下での当委員会の見学を快く受け入れていただき、関係者の皆様に心より厚く御礼申し上げます。

JCMA

【筆者紹介】

小林 一弘 (こばやし かずひろ)
コベルコ建機(株)
マーケティング事業本部 クレーン営業本部
クレーン CS 部長
(一社)日本建設機械施工協会 機械部会
機械整備技術委員会 委員





図-2 現場概要図

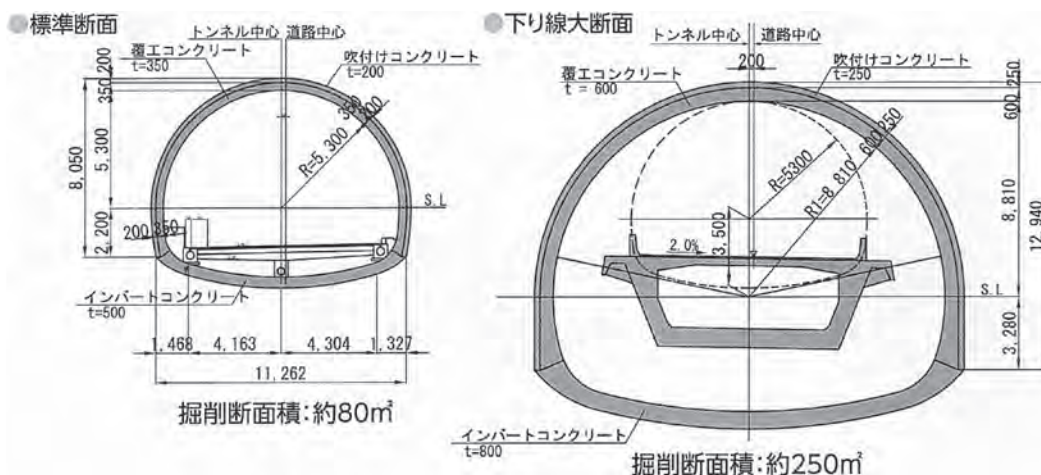


図-3 トンネル断面図

下り線：L = 233.5 m

尺里川橋下部工

橋台：2基 橋脚：4基

深礎杭：φ2,500×8本 φ9,500×2本
φ10,000×2本

中津川橋下部工

橋台：1基 深礎杭φ2,500×4本

③遠隔立会検査技術

を現場で取り組んでいるとのことをお話を頂きました。

(2) VRゴーグルによるトンネル施工説明

現場概要説明後、VRゴーグルを使用した仮想現実空間内でトンネル施工サイクル体験を実施いたしました。ゴーグル台数が限られていた為、グループ毎に体験をしていただきました(写真-1)。

4. 現場見学(清水JV 石井副所長他皆様で対応)

(1) 現場概要説明

高松トンネル工事は、新東名高速道路の神奈川県足柄上郡松田町寄から山北町向原までにおける丹沢山地南東端で東西に延びる松田山(標高568m)の山塊をほぼ東西に横断する高速道路の本線であり、脆弱な地盤の出現によるトンネル切羽の崩落など難工事となっており2019年末から掘削開始して7/12時点でのトンネル掘削進行は約4割との話を伺いました。

その中でも新たなトンネル技術開発として

- ①余掘り量低減技術「プラストマスク」
- ②覆工コンクリート自動打設技術「トンネル覆工コンクリート自動施工ロボットシステム」



写真-1 VRトンネル施工サイクル体験状況

(3) 現場見学

松田事業 PR 館での説明を受けたのち、マイクロバスにて清水 JV の石井副所長をはじめ現場皆様のご案内で現場見学を行いました。見学は坑外設備をはじめ作業坑より、上り線本坑に入り先に述べました新技術への取り組みとして「トンネル覆工コンクリート自動施工ロボットシステム」の見学をいたしました。当日は、打設予定がないので動作実演を行っていただきました(図-4, 写真-2)。

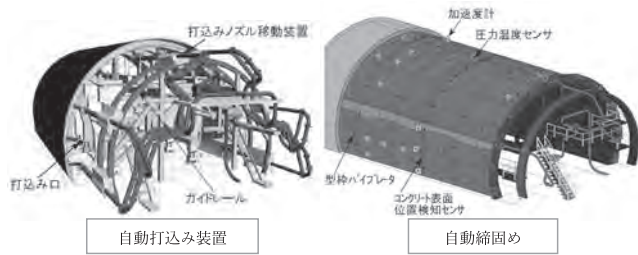


図-4 トンネル覆工コンクリート自動施工ロボットシステム



写真-2 見学会状況

5. 謝辞

最後に大変お忙しい中、今回の現場見学の御説明・御案内をいただきました清水 JV 石井副所長はじめ現場職員の皆様、また今回の準備、現場との調整役をして頂いた清水建設(株)藤井委員には厚く御礼を申し上げます。



写真-3 見学者集合写真

J C M A

【筆者紹介】

浅沼 廉樹 (あさぬま なおき)
 (株)フジタ
 土木本部土木エンジニアリングセンター機械部
 上級主席コンサルタント
 (一社)日本建設機械施工協会
 機械部会 トンネル機械技術委員会 副委員長



部 会 報 告

令和4年度 若手現場 Web 見学会 開催報告 谷沢川分水路工事

建設業部会 機電技術者交流企画 WG

1. はじめに

2022年9月27日に建設業部会は令和4年度若手現場 Web 見学会を谷沢川分水路工事に於いて実施した。

若手機電技術者育成の場として交流を深めるとともに、知見を広め、技術向上を目的とした見学会であり、昨年度に続き2度目の試みとなる Web 実施となった(写真-1, 2, 図-1)。

参加者は107名であった。



写真-1 Web 見学会実施状況

2. 見学会スケジュール

13:55 ~ 14:05 事務局からの連絡事項

14:05 ~ 14:10 開会挨拶

日本建設機械施工協会 建設業部会長
(株)竹中工務店 洗氏

14:10 ~ 14:15 現場所長ご挨拶

谷沢川分水路工事 伊藤所長

14:15 ~ 15:40 Web 見学会

- ・谷沢川分水路工事概要 (動画)
- ・シールド工事概要説明 (PPT)
- ・シールド掘進状況 (動画)
- ・Live 映像 ① 立坑上
- ・Live 映像 ② 立坑下
- ・到達立坑施工概要説明 (PPT)
- ・到達立坑施工状況 (動画)

15:40 ~ 16:00 質疑応答

16:00 ~ 16:10 閉会挨拶

日本建設機械施工協会 建設業部会
機電技術者交流企画 WG 主査
(株)フジタ 本多氏



写真-2 Web 見学会実施状況

3. 工事概要

本工事は、谷沢川流域の1時間当たり75ミリ降雨による浸水被害に対応するため、環状八号線、国道246号および世田谷区道の地下にトンネル構造の分水路を築造するものである(図-2, 3)。



図-1 谷沢川分水路 PR キャラクター

- ・工事件名：谷沢川分水路工事
- ・発注者：東京都建設局第二建設事務所
- ・施工者：安藤ハザマ・東鉄・京急建設共同企業体
- ・工期：平成31年(2019年)3月7日～令和5年(2023年)9月29日

都民の皆さんを水害から守るため、谷沢川分水路(トンネル)をつくります!



図一 谷沢川分水路：トンネルイメージ図

- ・ 工事場所：世田谷区玉堤二丁目地内～同区玉川台一丁目地内
- ・ 工事内容：一次覆工（泥土圧式シールド工法）
シールド機外径：φ6,250 mm
セグメント外径：φ6,100～6,030 mm
施工延長：3,205.5 m
急曲線区間：R=20 m（2箇所）
R=30 m（3箇所）
- 二次覆工
仕上がり内径：5,500 mm
- 到達立坑
ニューマチックケーソン工法
外径：φ14,100 mm
深度：35.370 m



図三 谷沢川分水路ルート

4. Web 見学会

はじめに日本建設機械施工協会：建設業部会長の洗氏より「コロナ禍の中、2月の見学会に続き、いろいろと制限のある中でのWeb実施だが、泥土圧式シールド、ニューマチックケーソンという最新の技術が展開されている。画面を通じてだが、最先端の技術に触れてもらい、見識を広めていただきたい。」と挨拶があった。

次に伊藤所長よりご挨拶があり、

「本来であれば、直接現場を見てもらいたかったがコロナ禍のためWeb実施となってしまった。出来るだけ解りやすいように動画等を設定したので映像を見て、いろいろと質問してもらいたい。外環陥没後の発進であり、発注者は非常に心配していた。また、近隣住民からもいろいろと問い合わせのある中、発注者と打合せ、対策を施し無事工事を進めている。シールド工は現在施工延長3.2kmの内、2,420m進んだ状態である。シールド工事、ケーソン工事を行う際には当現場の近隣住民対策を参考にして欲しい。」との説明を受けた。

この後、齋藤氏の進行で見学会が進められた。最初に谷沢川分水路工事の概要説明動画を視聴。近年の豪雨に対して、高低差が大きく川幅の狭い谷沢川の総合的な治水対策（分水路工事）の必要性を認識するとともに、交通量の多い環状8号線等の地下施工であり、住宅地へも隣接していることから地上への影響を最小限に抑える必要がある工事ということを確認した。工事概要は一連の流れをアニメーションで説明されていて、泥土圧シールド工法、ニューマチックケーソン工法等もその機構が非常に解りやすかった。

引き続き、シールド工事概要をパワーポイントにて説明。現在、5ヶ所の急曲線がある全長3.2kmの施工延長の内、2,419m（74%）施工を完了した状態。せん断力計を用いたチャンバー内可視化システム、電

磁流量計による掘削土量管理、ホッパー部での排出土カメラ監視、垂直コンベア、セグメント仕様、鋼製筒を使用した到達方法等、興味深い説明が行われた。

次に、動画によりセグメント搬入から坑内運搬、セグメント組立作業および垂直コンベアによる排土状況、電動バックホーによるコンテナダンプへの積込状況という一連の流れが紹介された。

シールド工事の説明が終了した後、主要イベントでもある Live 映像による現場紹介が行われた。最初に立坑上部からの映像で、加泥材および裏込めプラント、電動バックホーによる搬出土砂のコンテナダンプへの積込状況が写され、説明を受けた(写真-3)。その後、立坑に配置された垂直コンベア (150 m³/h)、セグメントヤード、中央制御室が紹介された。

カメラを切り替えて立坑下の状況となり、坑口映像の後、バキュームポンプ、礫取り装置、垂直コンベア投入口、ポンプ圧送設備等の説明がなされた(写真-4)。

Live 映像の後、広川氏からパワーポイントにより到達立坑の説明がなされた。到達立坑は8ロットで構成され、1ロット/2.5ヶ月のペースで進捗中。ニューマチックケーソン工法の概要説明および沈下理論につ



写真-3 Live 映像配信状況 (立坑上部)



写真-4 Live 映像配信状況 (立坑下部)

いて説明を受けた後、艀装、送気、掘削排土等の各種設備の紹介が行われた。中央監視室の説明の後、動画により、1 m³ バケツによる排土状況、マテリアルロック上部からの現場全景、モニター室での掘削作業状況、ケーソン沈下状況等のニューマチックケーソン工法の一連の流れが紹介された。

以上で現場説明が終了し、質疑応答に移行した。

5. 質疑応答 (抜粋)

- Q 1: 30R 曲線部付近の外側のレールは何のためのものでしょうか。
- A 1: ボルトボックス充填用作業台車のレールです。
- Q 2: 合成セグメントは1日何リング組立てますか? また、セグメントヤードには何リング分置くことができますか?
- A 2: 1日最大で14リング組み立てできます。セグメントヤードには15リング置くことができます。
- Q 3: 垂直コンベアの設置方法は立坑下からの組上げでしょうか。
- A 3: 立坑下からの9分割の積み上げになります。谷沢川の防音ハウスとの空頭が広ければ、6分割での組立が可能です。フレーム内にはチェーンとバケツも内蔵された状態で継ぎ足しています。
- Q 4: メタンガス濃度が高い区間での掘削において特に留意した点、独自に設定しました管理基準などありますでしょうか。
- A 4: 遊離ガスなどはない予定でしたが、万が一を考えて坑内ガス検知器をシールドマシン以外に後続設備 P1 ホッパーにも設置し、併せて坑内風速 0.3 m/s を保っています。
- Q 5: 垂直コンベアの設置日数はどれくらいですか。
- A 5: 組立自体は2週間程度で可能です。3週目で上部ヘッダの調整などを行いました。
- Q 6: 垂直コンベア設置時は掘進作業をしていましたか。
- A 6: 垂直コンベア設置時は掘進作業を行いませんでした。
- Q 7: 合成セグメントのコンクリート材について、ファイバーなどの混入材などはありますか。
- A 7: ありません。

- Q 8: スクリュー自動制御についてその原理等、もう少し詳しく教えていただきたいです。
- A 8: 中央制御室にて管理土圧を設定すると、土圧の変動にあわせてスクリューコンベアの回転が変わります。
- Q 9: シールドジャッキのうち、下部のジャッキのみストロークが短い理由を教えてください。
- A 9: セグメントが軸方向挿入のため、Kセグメント挿入時のシールドジャッキのストロークが長くなります。急曲線施工のため中折れ角度をできるだけ小さくしたいためにマシンの前胴（中折れより前）は短くします。下側でKセグメントを組むことがない（下で組むようになる前に蛇行調整セグメントで調整するため）ので、下の方のジャッキを短くすることでスクリューコンベアとの干渉を回避でき、前胴を短くできます。
- Q10: 粘性土掘削が多いように思いましたが、沈下関係図通りに沈下管理できましたか？
- A10: 過沈下、急激な沈下も無く沈下関係図通りに施工できています。

6. 参加者の感想・意見（抜粋）

参加者の方々からたくさんの感想、意見を頂いた。抜粋を以下に記す。

①見学会の感想

- ・現地でのリモート見学に加え、動画での配信もしていただき、内容も濃いものだったように思います。
 - ・タイミングが合いませんでしたが、シールド掘削状況の動画も拝見したかったなと感じました。
 - ・現場説明の動画、説明のパワポ、ライブ中継など、現場の概要から細かいところまで幅広く非常にわかりやすく、Zoomとは思えないくらい理解できました。
 - ・Zoomでの開催でありましたが、現場の生Liveが見れて大変良かったと思います。
 - ・資料や説明がわかりやすく聞きやすかったです。
 - ・Web見学会だからこそそのカメラ中継による効率的な現場見学ができたと思います。ただ若手は、現場全体の仮設や機械配置等も気になると思うので、機会があれば現地での見学会も開催していただけたらと思います。
 - ・シールド工、ニューマチックケーソン工と、複数の工種がある現場であり、設備についても垂直コンベアや、土砂ピット上のトラバーサなど、どの現場にも必ずあるわけではない設備がある現場を選定して下さり、非常に勉強になりました。また現場のご担当者も、全ての質問に真摯にご回答くださり、知見を広げることができました。
 - ・他社のシールド現場はなかなか見学することがなく、設備配置等含め勉強になりました。また、施工や計画における視野を広げることができました。
 - ・初の参加でしたが、進行もスムーズで閲覧しやすかったです。また、Webでの開催という事もあり、移動時間などの時間的制約に縛られることなく多くの人が参加できるのもメリットだと思います。是非、今後もWeb形式での開催を続けて頂きたいです。
 - ・土質によって加泥材を使い分けているのも参考になりました。坑内の様子も見ることができれば良かったです。
 - ・リモートであったため、シールドマシンを近くで見ることができ、良かったです。
 - ・動画や配信で施工中の現場を見学でき貴重な経験でした。特に、セグメントを組む作業はイメージ動画でしか見たことがなかったので、実際には人の手で補助をしていることなど具体的に想像することができました。
 - ・機電職向けに機械設備の話が中心であり、大変勉強になりました。住宅地付近でのシールド工法による工事ということで制約がかかる中、様々な工夫で対応していることを知ることが出来ました。
 - ・ニューマチックケーソン工法での施工では、地下水圧が作業室に染み出さないようする監視設備や、掘削・送気などの設備の構築といった機電職として活躍できる点が多いと感じました。
 - ・立坑、立坑下と見学はあったのですが、作業終了したとのことで、切羽の見学できなかったのは残念でした。忙しい中、見学会に時間を割いていただきありがとうございます。
 - ・シールド工法とニューマチックケーソン工法についての説明がとても分かりやすかったです。特に、シールド工法に関する土砂搬出の仕組みや切羽安定管理については現場経験がない自分には難しい印象でしたが、噛み砕いて説明していただいたため理解しやすかったです。
 - ・他現場について知る貴重な体験ができました。
- 新入社員の私には思いもつかないような施工法、建設機械があり現場の状況に応じて工夫なさっていることに感激しました。また、私も早く機電職員として一人前となり現場に貢献したいと感じました。

②良かった点

- ・リモート中継で、リアルタイムで現場を見学できてよかったです。
- ・動画など簡潔にまとめてあり、若手にもわかりやすいと思います。
- ・質疑の時間も多く取っていたのは良かったと思います。
- ・ライブ中継をすることで、現場の大きさ、音、雰囲気などが伝わりやすくよかったです。
- ・Webを用いることで、リアルでは入れないところや、タイミングが合わないところでも見学できるので良かったと思う。また、大人数での入坑などで、現場作業に迷惑をかけることがなかった点も良かったと思う。
- ・動画とパワーポイント、実際のLive映像で、実際に現場で見学しているようでした。解説もとても分かりやすかったと思います。
- ・紹介する場所ごとで切り替えて映してもらえたので移動時間のロスもなく効率の良い見学をさせてもらえました。
- ・近遠問わず、様々な人が参加できる。
- ・会社ごとに異なるような、施工時の工夫やトラブル対応、工法への考え方なども少し知ることができたので、自社と違う部分を見直す良いきっかけとなりました。
- ・Web見学会でもわかりやすく丁寧に一つひとつわかりやすく説明していただき、現場経験がない私でも、機械の様子を想像することができました。また、見学会中に質問を質問コーナーのお時間に全て回答していただき勉強になりました。

③改善してほしい点

- ・マイクが遠いのか、離れた場所で喋る方の声がどうしても雑音交じりで小さくなっておりました。
- ・ライブ中継で中央管理室に入ったときに画質が悪くなり分かりづらいところがあったので、回線を正常に保つのは難しいと思うが、改善の余地があると思いました。
- ・事前取りで質問などに応じて現地から説明などして頂けるとより良くなるのではと感じた。また、発信基地内の電波が悪く画像が悪かったのも事前取りで

改善するのではと思った。

- ・若手向けということもありますため、施工やマシンの専門用語をもう少し分かりやすく表現していただくと良いかと感じました。
- ・若手機電職員がいるならば、日々どのようなことをしているのか同じ若手として興味がありました。機電職員に限らず、若手職員の一日を紹介してほしいかと思いました。

7. 閉会挨拶

閉会にあたり、機電技術者交流企画WG主査の本多氏より、107名の参加者および作業所の方々へのお礼が述べられるとともに、「コロナ禍の中、コミュニケーションが取りにくい昨今ではあるが、会社の枠に囚われない技術論を展開する場として本見学会を設定した。本日、得たことを活かして生産性、安全性向上につなげて欲しい。機電技術者として技術力の向上に努めていただきたい。」との挨拶が述べられた。

8. おわりに

本見学会では、交通量の多い道路地下部および住宅地隣接という施工条件の中、周辺住民の生活環境へ配慮し、地上への影響を最小限とすべく、いろいろと対策を施した施工技術を見学することが出来た。若手機電技術者としても他社技術を見る機会は少なく、知見を広められたと思われる。

Webではあったが、作業所の方々の事前準備により、内容が盛りだくさんで非常に充実した見学会であった。今後もこのような見学会を実施することが機電技術者の技術向上に役立つと考える。

謝辞

最後に大変お忙しい中にもかかわらず、今回の現場見学会にご協力いただきました安藤ハザマ・東鉄・京急建設共同企業体の方々に深くお礼を申し上げます。

JICMA

(文責 機電技術者交流企画WG)

新工法紹介 機関誌編集委員会

11-125	コンクリート打設の数量・時間自動管理システム	安藤・間
--------	------------------------	------

概要

コンクリート打設において、打設数量をリアルタイムで把握することは、打設ペースの確認と最終数量調整、打重ね時間の確認、戻りコンの低減のために非常に重要です。また、生コン車に対して「練り混ぜてから打ち終わるまでの時間」(以後、打設時間)を管理することも品質確保の面で重要になります。従来は専任の管理者を配置して行ってきました。

近年、一度に大量のコンクリートを打設する工事が増えてきました。これらの工事では、複数の生コン工場から出荷されたコンクリートを数台のポンプ車を用いて打設する機会が多く、各ポンプ車に専任の管理者の配置が必要であることから人的負担が増します。そのうえ、トータル打設数量をリアルタイムに把握するためにはさらに工夫が必要になります。

そこで、省人化と品質確保の両立を目的として、エッジ AI 技術を利用したコンクリート打設の数量管理および時間管理を自動で行うシステムを開発しました(図-1 参照)。

特徴

- AI 画像認識システムを搭載した端末(ネットワークカメラと miniPC)により、各生コン車の現場到着時刻、打設開始時刻、打設終了時刻を人の手を介さず電子データ化し、瞬時にクラウドに送信できます(写真-1 参照)。

- 文字認識システムと連携したタブレットを、コンクリート納入書を集積する場所に配置しており、生コン車の運転手がボタンを押すだけで、納入書の記載内容を電子データ化し、瞬時にクラウドに送信できます(写真-2 参照)。
- 上記データをクラウド上で統合することにより、生コン工場ごとの打設数量、各生コン車の打設時間をリアルタイムに把握・管理することができます。さらには、打設ペース、待機する生コン車数、打設中の生コン車数など逐次変化する状況も把握することができます。
- コンクリート打設管理帳票などを自動で作成できます。
- 生コン工場側にとっては新たな設備投資(ネットワーク化など通信機材等の導入)が不要で従来の納入書による管理で済むため、システムの導入も容易です。
- 管理データ、ネットワークカメラ画像はクラウドを介して、関係者はどこからでもリアルタイムに確認できます。

用途

- 上下水道施設、ポンプ場、水門など、一回当たりのコンクリート打設量が多い工事

実績

- トンネル立坑用大型ケーソン工事
- 国交省近畿地整 西脇北バイパス PC 上部工事

問合せ先

(株)安藤・間 建設本部土木技術統括部技術第二部
〒105-7360 東京都港区東新橋 1-9-1
TEL: 03-3575-6128

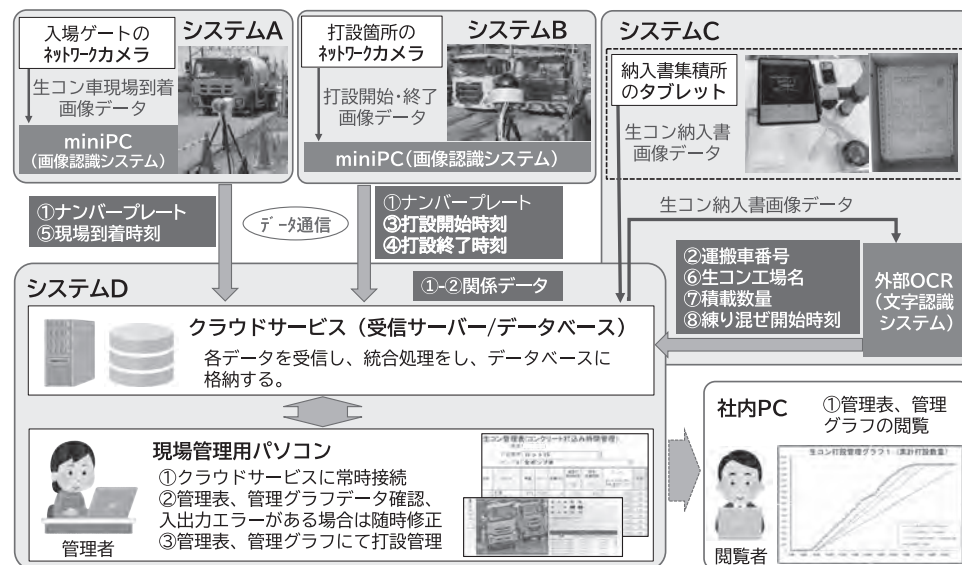


図-1 システムの構成



写真-1 ネットワークカメラによる打設開始・終了時刻の認識



写真-2 納入書の電子データ化と送信

▶ 〈02〉 掘削機械

22-〈02〉-03	日立建機 油圧ショベル ZX135USOS-7	'23.2 発売 新機種
------------	-----------------------------------	-----------------

ZX135USOS-7はオフロード法2014年基準に適合した新型の油圧ショベルである。油圧システムやエンジン、運転室（キャブ）は、ZX135USOS-7のベースとしているZX135US-7を踏襲している。

油圧システムは、新規のカット弁を採用した「HIOS-V（ハイオスファイブ）」である。「HIOS-V」を搭載することで、ハーフレバー操作時にタンクに戻っていた余分な圧油を大幅に低減し、ポンプはアクチュエータに必要な圧油のみを出すことができる。これにより複合操作や重作業時の操作性を維持しつつ、油圧の効率化向上と、燃費低減を実現している。

エンジンは、自動車やハイブリッド油圧ショベルZH120-6で実績のある尿素水不要のエンジンである。尿素水不要のエンジンを採用することで、尿素水の管理や補充の手間を省き、お客様のライフサイクルコスト低減に寄与することができる。

運転室は、居住空間を拡大した新設計の運転室である。ロックレバーやマルチモニタ、各種スイッチなどのレイアウトを改善することで、オペレータの居住性と操作性を向上している。また、運転室内のモニターで機体周辺の俯瞰映像を確認できる周囲環境視認装置「AERIAL ANGLE®」を標準搭載し、安全性を向上している。

ZX135USOS-7の独自機能としては、オフセットブームやオートマルチチーノシステム（干渉防止機能）、エリアコントロール（フロント範囲制限システム）、距離表示システムがある。

オフセットブームは、ブームを左右にスライドさせ、正面を向いたままアーム・バケットの位置を左右に移動した掘削が可能になるブームである。これにより、壁際、ガードレール、歩道などに沿った側溝掘りが効率的に行える。

オートマルチチーノシステム（干渉防止機能）は、バケットと運転室の接触を自動的に回避する機能である。バケットが運転室に接近すると、フロントを止めることなくスムーズに自動制御して、運転室との接触を回避する。これにより、オペレータはバケットと運転室の干渉を気にすることなく安全に作業に集中できるため、狭い現場内での積み込み作業を効率的に行うことができる。

エリアコントロール（フロント範囲制限システム）は、フロントの動く範囲をあらかじめ設定する機能である。高さ制限、オフセット制限、深さ制限を設定可能である。掘り過ぎや電線などの障害物との接触を低減することができる。そしてZX135USOS-7では新たにブレード前範囲制限も設定可能となった。これにより足元の掘り過ぎやバケットとブレードの接触を低減することができる。

距離表示システムは、バケットの位置をモニター上に表示する機能である。オペレータは運転室に居ながら大まかなバケットの位置を把握できる。その為、位置計測が不要になり、作業効率が向上する。

以上のようにZX135USOS-7は、お客様の課題である「安全性向上」「生産性向上」「ライフサイクルコスト低減」に貢献する新型の油圧ショベルである。

表-1 ZX135USOS-7の主な仕様

項目		ZX135USOS-7
標準バケット容量	(m³)	0.45
運転質量	(t)	15.7
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	74
最大掘削半径	(mm)	7,660
最大掘削深さ	(mm)	4,750
最大掘削高さ*	(mm)	8,700
最大ダンプ高さ*	(mm)	6,270
最大掘削力	(kN)	95
旋回速度	(min ⁻¹)	13.3
走行速度	(km/h)	5.2/3.1
全長（輸送時）	(mm)	7,490
全幅（輸送時）	(mm)	2,490
全高（輸送時）	(mm)	2,870
後端旋回半径	(mm)	1,490
最低地上高さ*	(mm)	410
標準小売価格	(万円)	2,027

*印はシューラグ高さを含まず。



写真-1 日立建機 ZX135USOS-7 油圧ショベル

問合せ先：日立建機(株) コンストラクション事業部
 コンストラクション製品開発部
 〒300-0013 茨城県土浦市神立町650番地
 TEL：029-832-7025

新機種紹介

▶ 〈08〉 トンネル掘削機および設備機械

22-〈08〉-01	ニシオティーアンドエム エレクター付コンクリート吹付機 NSCP I-E	'22.6 販売 新機種
------------	--	-----------------

ニュースコーピオン E (型式: NSCP I-E) は、蓄電池 (リチウムイオンバッテリー) を搭載し、電動モーターで走行する山岳トンネル工事中用エレクター付きコンクリート吹付機である。

エレクター付コンクリート吹付機は、ベースマシンに吹付ロボット、コンクリートポンプ、コンプレッサーといった吹付装置の他、支保工設置の為のエレクターが装備されている。

従来機は走行をディーゼルエンジンで行っていたが、排ガスによるトンネル構内の作業環境の悪化が問題であった。

このため当該機械を電動化し、従来のディーゼルエンジンと同等の走行性能を得るために、大型バッテリーを含む各種専用機器を備えこれら機器を機体の大きさを変えずにベースマシンに搭載している。

特長としては、平坦最高速度は 6.9 km/h と従来と変わらない走行性能 (自社従来機 6.7 km/h) を確保し充電交流式により吹付けや支保工建込作業中でも充電が可能となっている。

その他、タッチパネルモニタにより各部モーター制御やバッテリーの充電状態を容易に視認でき電動運転の操作性向上が図られていることにより、適切なタイミングでの充電も可能となっている。

全電動化により排出ガスのないトンネル坑内の作業環境に適した機械である。

表-2 NSCP I-E の主な仕様

機械質量	(kg)	49,700
全長	(mm)	18,790
全幅	(mm)	3,610
全高	(mm)	4,580
走行用モーター性能		
定格出力	(kW)	132
定格回転数	(rpm)	1,800 ~ 2,200
モーター電圧		AC 三相 230 V
制御方式		インバータによるベクトル制御
蓄電池容量 (リチウム電池)	(Ah)	160
走行性能		
平坦最高速度	(km/h)	6.9
勾配部最高速度	(km/h)	5.0
登坂能力	(%)	17.6
価格	(百万円)	-

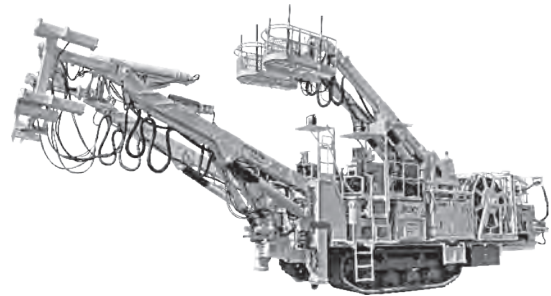


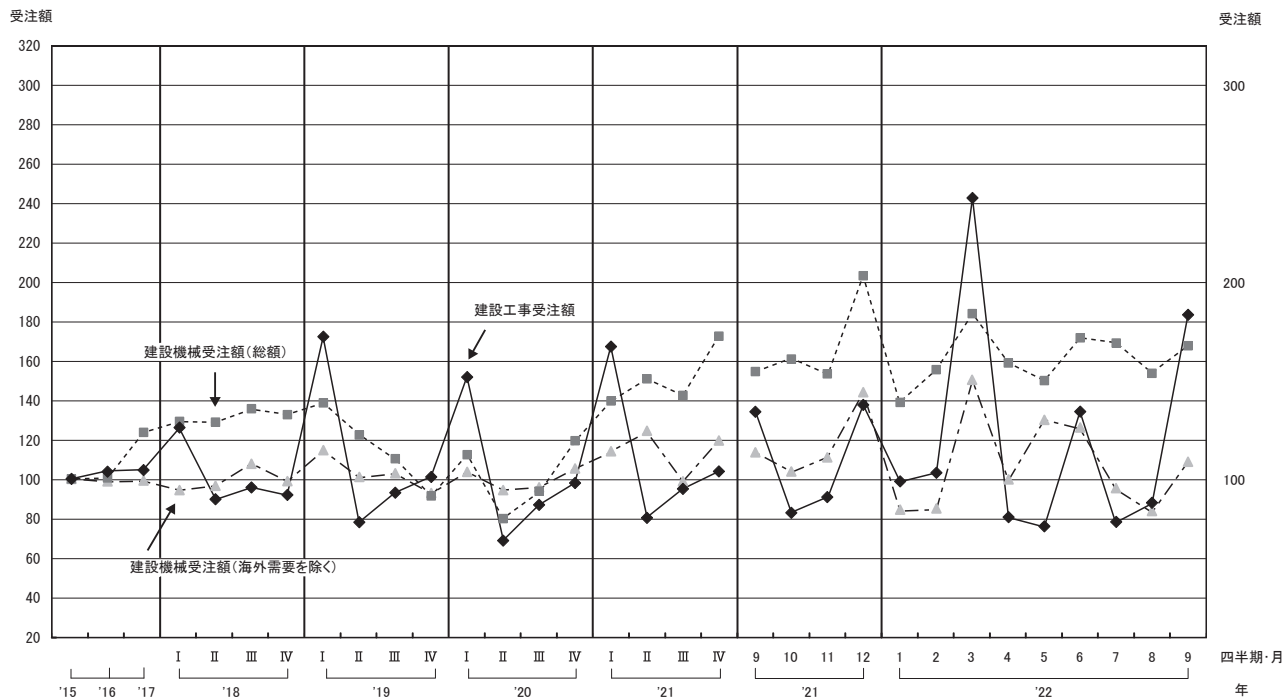
写真-2 ニシオティーアンドエム NSCP I-E

問合せ先: ニシオティーアンドエム(株) 営業本部
〒105-0013 東京都港区浜松町 2-7-14 KAMON ビル 6 階

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2015年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2015年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2021年 9月	15,826	12,449	1,698	10,750	2,780	419	179	11,984	3,842	188,820	14,729
10月	9,753	7,135	2,003	5,132	2,202	360	57	6,806	2,947	190,874	8,975
11月	10,676	7,495	2,213	5,282	2,269	351	561	6,782	3,894	191,232	10,790
12月	16,208	12,569	2,335	10,235	2,841	371	427	12,316	3,892	192,900	15,433
2022年 1月	11,656	7,955	1,408	6,547	2,892	322	487	8,014	3,641	194,534	9,787
2月	12,152	9,464	2,400	7,065	2,280	365	43	8,766	3,387	193,576	11,606
3月	28,665	21,001	4,095	16,906	6,090	496	1,078	18,978	9,687	202,497	20,607
4月	9,462	6,623	2,182	4,441	2,268	490	81	6,347	3,114	201,690	9,341
5月	8,930	6,695	2,012	4,683	1,038	386	812	6,290	2,640	201,369	8,812
6月	15,741	11,290	3,252	8,038	2,525	465	1,462	11,414	4,327	202,288	14,177
7月	9,176	6,529	2,073	4,456	1,839	348	460	6,310	2,865	202,222	9,335
8月	10,334	8,302	3,261	5,042	1,451	362	220	7,711	2,624	202,166	10,413
9月	21,617	13,586	3,925	9,661	5,298	680	2,052	13,970	7,647	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	21年 9月	10月	11月	12月	22年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
総 額	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	26,393	2,245	2,341	2,229	2,955	2,017	2,263	2,675	2,310	2,177	2,498	2,457	2,233	2,439
海外需要	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	18,737	1,611	1,762	1,609	2,150	1,546	1,789	1,834	1,753	1,450	1,791	1,926	1,766	1,832
海外需要を除く	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	7,656	634	579	620	805	471	474	841	557	727	707	531	467	607

(注) 2015～2017年は年平均で、2017～2020年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2021年9月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2022年10月1日～31日)

機械部会



■トンネル機械技術委員会・海外機械調査WG

月日：10月6日(木)(会議室, web 併行開催)

出席者：二本幸男世話人代理ほか9名
 議題：①海外機械に関して前回までの調査報告に関する追加説明とディスカッション ②調査報告のまとめ方, 今後の進め方についてディスカッション

■トンネル機械技術委員会・ベルコン技術WG

月日：10月7日(金)(会議室, web 併行開催)

出席者：浅沼副委員長ほか9名
 議題：①ベルコンについて各社から提示された問題点, 改善要望, 開発要望についてディスカッション ②次回以降の進め方について討議

■基礎工専用機械技術委員会

月日：10月12日(水)(会議室での対面開催)

出席者：草刈成直委員長ほか17名
 議題：①各社トピックス：鹿島建設㈱「硬質地盤に対応したオープンケーソン工法」②今後のスケジュールについて：技術プレゼン, 各社トピックスの予定 ③11月開催見学会の概要説明 ④基礎地盤コンサルタンツ㈱による技術プレゼン：「日本の土質サンプリングの歴史と特異性」, 「土木分野における衛星 SAR の活用」

■コンクリート機械技術委員会

月日：10月13日(木)(会議室, web 並行開催)

出席者：角南大輔委員長ほか10名
 議題：①前回の議事録確認 ②R4年度下半期, 来年度活動について ③その他：次期排ガス規制に関する情報共有

■トラクタ技術委員会

月日：10月14日(金)

出席者：大場元樹委員長ほか7名(web 会議で開催)
 議題：①JCMASに基づく「エネルギー消費量試験方法」のISO化：国際会議の進捗状況について情報共有 ②次期排ガス規制に関する情報共有 ③各社トピックス：日立建機「ホイールローダ ZW-7 の紹介」

■機械整備技術委員会

月日：10月17日(月)

出席者：小室実委員長ほか9名(web 会議で開催)

議題：①整備作業の法規制, 規格に関する調査について：各社提出の必要資格調査結果のまとめ ②機械部会 R4年度上半期事業報告に関する情報共有

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：10月26日(水)(会議室, web 併行開催)

出席者：丸山修委員長ほか7名
 議題：①令和4年度WG活動(海外機械調査, ベルコン技術)の状況報告 ②見学会について：トンネル現場, 機械メーカー工場の見学候補地の実施時期などについて状況確認 ③技術講演会について開催日と講演者の決定

■シヨベル技術委員会

月日：10月28日(金)(web 会議で開催)

出席者：西田利明委員長ほか8名
 議題：①次期排出ガス規制に関する情報提供 ②エネルギー消費試験方法のISO化について：国際会議の概要報告 ③機械部会 R4年度上半期事業報告に関する情報共有

標準部会



■ISO/TC 195 建設用機械及び装置親委員会

月日：10月3日(月)

出席者：佐々木正博委員長(エス・ティ・サービス)ほか25名
 場所：協会会議室及びWeb上(ISO Zoom)

議題：①2022年9月に開催されたTC 195 総会・SC 総会・WG 会議(バーチャル)の報告 ②2022年4月～8月に開催されたWG 会議(バーチャル)の状況報告 ③各分科委員会案件の審議

■ISO/TC 127/SC 4/WG 6 ISO 7334 自動運転の分類 国際バーチャルWG 会議

月日：10月3日(月)夜・6日(木)夜

出席者：米国コンビナーなど海外から延べ7名, 日本から片桐顕委員長(日立建機)ほか4名出席

場所：Web上(ISO Zoom)
 議題：ISO 7334 自動運転の分類の標準化について①日程 ②案文の検討継続 ③当面の実施事項, 次回会合予定, その他

■ISO/TC 127/SC 3/WG 13 ISO/TR 6750-2 見直し 国際バーチャルWG 会議

月日：10月5日(水)夜

出席者：スウェーデン王国コンビナーな

ど海外から6名, 日本からは間宮崇幸委員長(コマツ)ほか3名出席

場所：Web上(ISO Zoom)

議題：①開会 ②ISO/TR 6750-2(参照文書のリスト)の改正の早急な必要性の検討 ③ISO 6750-1改正の要否の検討 ④会議の結論まとめ及び次回会合その他

■ISO/TC 82/SC 8/JWG 3 高度自動・自律運転の参照枠組み及び構成 国際バーチャルWG 会議

月日：10月10日(月)午前～昼

出席者：オーストラリアのプロジェクトリーダーなど海外から対面及びWebで複数名, 日本からも鈴木邦利委員(コマツ)など対面及びWebで複数名出席
 場所：オーストラリア国シドニー市オーストラリア規格協会SAにて対面・ハイブリッド会合

議題：①ISO/AWI TR 3502 高度自動・自律運転の参照枠組み及び構成の今後の作業を確認・検討など ②新規案件「プラスチックホルドルルの自律運転・半自律運転・遠隔操縦のインターフェースの仕様」について, 新規作業グループ立ち上げなど検討 ③その他 ④次回会合

■ISO/TC 82/SC 8/JWG 4 遠隔運転・自律運転, 有人運転鉱山機械の相互運用性の仕様 国際バーチャルWG 会議

月日：10月11日(火)午前

出席者：日本から岡ゆかりコンビナー(コマツ)ほか対面及びWebで5名程度, 海外から, やはり対面及びWebで13名程度

場所：オーストラリア国シドニー市オーストラリア規格協会SAにて対面・ハイブリッド会合

議題：①ISO/PWI 3510「遠隔運転・自律運転, 有人運転鉱山機械の相互運用性の仕様」案文検討 ②その他

■ISO/TC 82/SC 8/JWG 2 フリートマネージメントシステムのインターフェース 国際バーチャルWG 会議

月日：10月11日(火)午後

出席者：海外から対面及びWebで複数名, 日本からも岡ゆかり委員(コマツ)など対面及びWebで複数名出席

場所：オーストラリア国シドニー市オーストラリア規格協会SAにて対面・ハイブリッド会合

議題：①ISO/PWI 3510「遠隔運転・自律運転, 有人運転鉱山機械の相互運用性の仕様」案文検討 ②その他

■令和4年度上期標準部会標準化会議

月日：10月11日(火)

出席者：間宮崇幸（コマツ） 部長ほか
14名
場 所：Web上（Zoom）
議 題：①令和4年度上期活動報告及び
今後の予定 ②令和4年度標準部会上
期事業報告（案）

■ ISO/TC 82/SC 8 高度自動探掘システム バーチャル総会

月 日：10月12日（水）午前
出席者：カナダのクィーンズ大学の
Daneshmend 国際議長など海外から
Web及び対面で出席，日本からは岡
ゆかり委員（コマツ）など複数名が対
面及びWebで出席

場 所：オーストラリア国シドニー市
オーストラリア規格協会 SA にて対
面・ハイブリッド会合

議 題：①開会 ②各作業グループの作
業項目の進捗状況検討 ③新規案件：
自律式・準自律式及び遠隔操縦ブラ
ストホールドリルのインターフェースの
仕様検討 ④連携報告及び新規連携
関係立の可能性検討 ⑤戦略的業務計
画の検討 ⑥次回会合その他

■ ISO/TC 127/SC 1/WG 6 エネルギー消 費試験方法 国際バーチャル WG 会議

月 日：10月12日（水）夜
出席者：米国コンピナーなど海外から7
名，日本から正田明平プロジェクト
リーダー（コマツ）ほか9名出席

場 所：Web上（ISO Zoom）
議 題：①開会 ②前回会合の宿題事項
の論議 ③今回論議まとめ ④次回会
合その他

■ ISO/TC 82 鉦山 バーチャル総会

月 日：10月13日（木）午前
出席者：ドイツの機械工業連盟 VDMA
の Lehmann 委員会マネージャなど海
外から対面及びWebで出席，日本か
らは岡ゆかり委員（コマツ）が対面出
席

場 所：オーストラリア国シドニー市
オーストラリア規格協会 SA にて対
面・ハイブリッド会合

議 題：①開会 ②戦略的業務計画の検
討 ③各作業グループの作業項目の進
捗状況検討 ④合同作業グループ
ISO/TC 127/SC 2/JWG 22 報告
⑤新業務候補の検討 ⑥傘下の分科委
員会報告 ⑦連携報告 ⑧その他
⑨次回会合

■ ISO/TC 195/SC 1 コンクリート機械委 員会

月 日：10月13日（木）
出席者：川上晃一委員長（日工）ほか
13名

場 所：協会会議室及びWeb上（ISO
Zoom）

議 題：①SC1バーチャル総会（9/20）・
TC 195バーチャル総会（9/22）報告
及び対応協議

■ ISO/TC 127/SC 1/WG 6 エネルギー消 費試験方法 国際バーチャル特設会議

月 日：10月14日（金）夜
出席者：米国コンピナーなど海外から4
名，日本から正田明平プロジェクト
リーダー（コマツ）ほか3名出席
場 所：Web上（ISO Zoom）

議 題：ホイールローダの模擬動作試験
方法などに関して論議①試験の開始線
について ②バーの位置について
③HSTの試験方法詳細条件に関して
④バーの高さについて ⑤試験方法書
式について ⑥次回会合

■ ISO/TC 195 建設用機械及び装置親委員 会（予備日）

月 日：10月18日（火）
出席者：酒井雅利委員（日本道路清掃技
術協会）ほか7名
場 所：協会会議室及びWeb上（ISO
Zoom）

議 題：①2022年9月に開催された
TC 195 総会・SC 総会・WG 会議（バー
チャル）の報告 ②2022年4月～8月
に開催されたWG会議（バーチャル）の
状況報告 ③各分科委員会案件の審議

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 2 国際バーチャ ル WG 会議

月 日：10月18日（火）夜
出席者：和田悟志委員（豊和工業）ほか
11名

場 所：Web上（CEN Zoom）
議 題：①ISO/DIS 24147「路面清掃車
-用語及び商業仕様」DIS 投票結果・
コメント審議（続き） ②次回会合予
定（11月28日バーチャル）

■ ISO/TC 127/SC 2/WG 32 ローダ及び バックホウローダの荷扱い用アーム 国 際バーチャル WG 会議

月 日：10月18日（火）夜
出席者：スウェーデンのコンピナーなど
海外から5名，日本から小塚大輔委員
（コマツ）ほか1名出席

場 所：Web上（ISO Zoom）
議 題：①開会 ②ISO 5953 案文検討
③案件の次の段階及び今回論議まとめ
④次回会合その他

■ ISO/TC 127/SC 2/AG 1 国際バーチャル WG 会議

月 日：10月19日（水）夜
出席者：米国コンピナーなど海外から
14名，日本から小塚大輔委員（コマツ）

ほか1名出席
場 所：Web上（ISO Zoom）
議 題：①開会 ②ISO/TC 127/SC 2/
JWG 31（運転員保護構想の材料要求
事項）からの報告について論議 ③新
業務提案候補 ④ISO 3449 FOPS の
定期見直しの際の意見の検討 ⑤以前
の特設グループ AH 2での意見の継続
検討 ⑥次回会合

■ ISO/TC 127/SC 2/WG 15 ISO/AWI 13649 火災予防 国際バーチャル WG 会 議

月 日：10月25日（火）午前・26日（水）
午前
出席者：米国コンピナーなど海外から7
名，日本から高山剛委員（日立建機）
ほか4名出席

場 所：Web上（ISO Zoom）
議 題：①開会 ②作業グループ内意見
聴取結果の検討 ③会議のまとめ及び
結論 ④次回会合

建設業部会

■ 建設業部会

月 日：10月4日（火）
出席者：洗光範部会長ほか25名（内
Web参加者17名）
議 題：①部会長挨拶 ②令和4年度建
設業部会上期活動報告 ③各WG報
告・機電技術者交流企画WG・クレー
ン安全情報WG・建設業ICT安全
WG ④その他・部会外協会事業・国
交省「建設機械施工の自動化・自律化
協議会」について・部会員の皆様から
のご意見，ご提案

■ 機電交流企画 WG

月 日：10月14日（金）
出席者：本多茂主査ほか10名（内Web
参加者2名）
議 題：①9/27令和4年度若手Web
現場見学会報告 ②10/19『2022年機
電技術者のための講演会』最終調整
③『建設業界（機電職）就職活動用ガ
イド』改訂作業報告 ④その他

■ 2022年機電技術者のための講演会

月 日：10月19日（水）
出席者：洗光範部会長ほか115名（内
Web参加者92名）
議 題：講演①『3D デジタル技術が拓
く映像体験の拡張と未来』NHKエン
タープライズ 執行役員／イノベーション
戦略室長 福原哲哉様，講演②『DX
Smart Construction の次なる挑戦』
コマツ 執行役員スマートコンストラ
クション推進本部長 四家千佳史様

■クレーン安全情報 WG

月 日：10月27日(木)
出席者：久田英貴主査ほか8名
議 題：①第42回全国クレーン安全大会(金沢大会)について ②事故事例報告 ③その他

レンタル業部会



■レンタル業部会

会 議：コンプライアンス分科会
月 日：10月4日(火)(web会議併用)
出席者：飛山分科会長ほか12名
議 題：①分科会長挨拶 ②「お客様の安全技術情報の集約とプラットフォーム化の検討」の進め方等について ③レンタル業としてのトラック輸送業における運賃について ④各社からの報告事項・情報交換

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：10月5日(水)
出席者：中野正則委員長ほか26名
議 題：①令和5年1月号(第875号)計画の審議・検討 ②令和5年2月号(第876号)素案の審議・検討 ③令和5年3月号(第877号)編集方針の審議・検討 ④令和4年10月号～令和4年12月号(第872～874号)進捗状況報告・確認 ※通常委員会及びZoomにて実施

■新工法調査分科会

月 日：10月12日(水)
出席者：石坂仁分科会長ほか4名(内Web参加1名)
議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■令和4年度除雪機械技術講習会(第5回)

月 日：10月5日(水)
場 所：稚内市(稚内総合文化センター)
受講者：92名
内 容：①除雪計画 ②除雪機械の取り扱い ③除雪の安全施工 ④冬の交通安全 ⑤除雪の施工方法

■令和4年度除雪機械技術講習会(第6回)

月 日：10月13日(木)
場 所：函館市(函館総合卸センター流通ホール)

受講者：178名

内 容：上記第5回と同じ

■令和4年度除雪機械技術講習会(第7回)

月 日：10月20日(木)
場 所：釧路市(観光国際交流センター)
受講者：143名
内 容：上記第5回と同じ

■第2回企画部会

月 日：10月24日(月)
場 所：札幌市(センチュリーロイヤルホテル)
出席者：柳原優登企画部会長ほか10名
内 容：①令和4年度上半期事業報告 ②令和4年度上半期経理報告 ③令和4年度下半期主要行事計画 ④第3回運営委員会次第(案) ⑤その他

■第3回運営委員会

月 日：10月26日(水)
場 所：札幌市(センチュリーロイヤルホテル)
出席者：渡邊直樹副支部長ほか20名
内 容：①令和4年度上半期事業報告 ②令和4年度上半期経理報告 ③令和4年度下半期主要行事計画 ④その他

■令和4年度除雪機械技術講習会(第8回)

月 日：10月27日(木)
場 所：小樽市(小樽経済センター)
受講者：94名
内 容：上記第5回と同じ

■令和4年度除雪機械技術講習会(第9回)

月 日：10月31日(月)
場 所：札幌市(かでの2・7)
受講者：136名
内 容：上記第5回と同じ

東北支部



■除雪講習会

⑥横手(1)会場
月 日：10月4日(火)
場 所：秋田県横手市 秋田ふるさと村
受講者：287名
⑦横手(2)会場
月 日：10月5日(水)
場 所：秋田県横手市 秋田ふるさと村
受講者：280名
⑧秋田会場
月 日：10月6日(木)
場 所：秋田県秋田市 秋田テルサ
受講者：147名
⑨山形(1)会場
月 日：10月11日(火)
場 所：山形県山形市 山形ビッグウイング
受講者：186名

⑩山形(2)会場

月 日：10月12日(水)
場 所：山形県山形市 山形ビッグウイング
受講者：195名
⑪新庄(1)会場
月 日：10月13日(木)
場 所：山形県新庄市 新庄市民プラザ
受講者：117名
⑫新庄(2)会場
月 日：10月14日(金)
場 所：山形県新庄市 新庄市民プラザ
受講者：118名
⑬奥州(1)会場
月 日：10月20日(木)
場 所：岩手県奥州市 奥州市文化会館
受講者：127名
⑭奥州(2)会場
月 日：10月21日(金)
場 所：岩手県奥州市 奥州市文化会館
受講者：126名
⑮岩手(1)会場
月 日：10月25日(火)
場 所：岩手県滝沢市 岩手産業文化センター
受講者：396名
⑯岩手(2)会場
月 日：10月26日(水)
場 所：岩手県滝沢市 岩手産業文化センター
受講者：390名
⑰宮古会場
月 日：10月28日(金)
場 所：岩手県宮古市 陸中ビル
受講者：194名

■ICT, UAV (i-Construction) 基礎技術講習会(主催：東北土木人材育成協議会)

【座学】①東北地方整備局におけるi-Constructionの取り組み ②各県・仙台市における取り組み ③3次元測量の概要と留意点(3次元測量の基礎知識, 安全対策, 事例等) ④R3みちのくi-Construction 奨励賞紹介 ⑤ICT活用工事の監督・検査の留意事項 ⑥点群ソフト, 3D設計データ ⑦ICT建機 ⑧ICT技術の適用(計測技術の選定)

【実習】①実施工現場での実習 ②UAVレーザ測量概要説明及び実演 ③遠隔臨場事例紹介及び実演

⑱青森県会場
<座学>
月 日：10月13日(木)
場 所：山形県青森市 青森県観光物産館 アスパム
受講者：22名

<実習>

月 日：10月14日（金）

場 所：青森県上北郡横浜町 国道279号道路改良（南BP）工事

受講者：13名

③宮城県会場

<座学（Web）>

月 日：10月6日（木）

受講者：51名（申込者数）

<実習>

月 日：10月7日（金）

場 所：宮城県黒川郡大郷町 コマツ IoT センタ東北

受講者：20名

④福島県会場

<座学>

月 日：10月20日（木）

場 所：福島県福島市 福島テルサ

受講者：29名

<実習>

月 日：10月21日（金）

場 所：福島県郡山市 コマツ IoT センタ福島

受講者：25名

⑤岩手県会場

<座学>

月 日：10月25日（火）

場 所：岩手県滝沢市 岩手産業文化センター

受講者：47名

<実習>

月 日：10月26日（水）

場 所：岩手県滝沢市 岩手産業文化センター

受講者：40名

北 陸 支 部

■除雪機械安全施工技術講習会（魚沼会場）

月 日：10月5日（水）

場 所：魚沼市地域振興センター

受講者：210名

■除雪機械安全施工技術講習会（長岡会場）

月 日：10月11日（火）

場 所：ハイブ長岡

受講者：166名

■除雪機械安全施工技術講習会（新潟会場①）

月 日：10月12日（水）

場 所：新潟テルサ

受講者：96名

■除雪機械安全施工技術講習会（上越会場）

月 日：10月13日（木）

場 所：上越商工会議所

受講者：116名

■除雪機械安全施工技術講習会（村上会場）

月 日：10月18日（火）

場 所：村上市民ふれあいセンター

受講者：63名

■除雪機械安全施工技術講習会（金沢会場）

月 日：10月24日（月）

場 所：石川県地場産業振興センター

受講者：96名

■除雪機械安全施工技術講習会（富山会場①）

月 日：10月25日（火）

場 所：富山産業展示館

受講者：105名

■除雪機械安全施工技術講習会（富山会場②）

月 日：10月26日（水）

場 所：富山産業展示館

受講者：108名

■除雪機械安全施工技術講習会（新潟会場②）

月 日：10月31日（月）

場 所：新潟テルサ

受講者：96名

■第3回ニイガタ除雪の達人選手権

月 日：10月22日（土）

場 所：新潟県十日町市宮中己4197

出席者：堤雄生事務局長・本間政幸普及部会長（競技解説者）

選手権競技：「スラローム with タイヤ」, 「バック走行クランク」, 「障害物幅寄せ」, 「ギリギリケーキ落とし」, 「車庫入れ」の5協議

5チーム（1チーム3名）

一般来場者数：643人（大人366人, 子供277人）

中 部 支 部

■愛知県建設技術研修（ICT 施工）講師協力

月 日：10月5日（水）

開催方法：Web 方式による講義

参加者：愛知県職員47名

■建設 ICT 出前授業

三重大学

月 日：10月17日（月）

受講者：教職課程科11名

■第1回部会長・副部会長会議

月 日：10月24日（月）

出席者：川西光照企画部会長ほか7名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

■第2回運営委員会

月 日：10月27日（木）

場 所：ナカトウ丸の内ビル

参加者：所輝雄支部長ほか25名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

関 西 支 部

■建設用電気設備特別専門委員会（第481回）見学会

月 日：10月21日（金）

場 所：TJ グループホールディングス (株)バイオマス発電見学

■近畿地方整備局との意見交換会

月 日：10月25日（火）

場 所：キャッスルホテル

参加者：松本事務局長以下19名

内 容：近畿地方整備局との意見交換

■建設施工研修会

月 日：10月26日（水）

場 所：建設交流館 グリーンホール

参加者：65名

内 容：

第1部 事例発表「最近の国土交通行政について〔機械関係〕」

講師：近畿地方整備局 企画部施工企画課長補佐 能登真澄氏

第2部 第54回建設施工映画会

「ICT 施工の「今と未来に」に込める日立建機」など28編

中 国 支 部

■第2回企画部会

月 日：10月11日（火）

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：玉田一雄企画部会長ほか11名

議 題：①中国地方整備局との災害協定に係る体制見直しについて ②中国地方整備局との意見交換会の議題調整について ③その他懸案事項

九 州 支 部

■企画委員会

月 日：10月19日（水）

場 所：九州支部 会議室

出席者：原尻克己企画委員長ほか6名

議 題：①第2回運営委員会の開催について ②建設行政講演会の開催について ③その他

■九州建設技術フォーラム2022

月 日：10月11日（火）・12日（水）

場 所：福岡国際会議場

主催者：九州建設技術フォーラム実行委員会

開催テーマ：九州のさらなる建設技術の発展のために…

編集後記

サッカーワールドカップ、日本がドイツやスペインに勝利して決勝トーナメントに進出したことで、日本中が歓喜に包まれています。日本代表の活躍と、各国のスーパースターたちのプレイを楽しみたいと思います。

近年、IT技術の進展、AI技術の進化など、最先端の技術を活用した高度な土木技術・建設技術の開発が進められています。本号では特集テーマを「先端建設技術の開発」として、建設施工における新技術、NETISをはじめ、建設施工・建設機械のIT技術、ロボット化・自動化、自動制御についての取り組みや技術を広く紹介しています。

巻頭言で、宮城大学の蒔苗耕司教授が、今後デジタルツインといった仮想の情報空間や、AIによる情報解析がさらに進化することによって、蓄積された情報をもとに過去と現実が精度高く再現され、さらに未来の高度な予測が可能となることを記述しています。本号に寄せられた様々な先端建設技術は、そうした将来の建設工事を実現するための様々な挑戦の一端に繋がります。

リアルな先端建設技術の展示会として、先日、つくばの国立研究開発法人土木研究所で国交省が主催した「遠隔施工等実演会～施工DXチャレンジ2022～」が開催されました。これは、国交省関連機関やゼネコン、

建機メーカ、ベンチャー企業などが開発した遠隔施工ソリューションを一堂に集めて実演するイベントで、二日間に渡って数百名の来場者を集め大変盛況でした。本機関誌でも報告されたことがある遠隔施工技術が数多く展示実演されていました。一度にこれだけの様々な遠隔施工技術を目にすることが出来る機会は、今まで無かったのではないかと思います。それぞれの技術に実際に触れることで、その操作感や映像の臨場感などを比較することが出来る非常に得難い機会でありました。昨今の遠隔施工技術は、データの無線伝送能力に依存する傾向があるため、会場の無線インフラの整備など苦労があったと聞いていますが、主催された方は、そうした失敗や課題を見出すことも、このイベントの主眼だと話していました。今回は初回でしたが、来年も継続して開催する意向と聞いていますので、是非期待したいと思います。

とかく他国と比較して生産性が低いと言われる日本の産業界ですが、建設産業においては逆に他国よりも危機感は強く、デジタル化の進捗によって着実に進歩していると感じています。本号で取り上げたような多くの先端技術が、早期に広く建設現場で活用され、そこに従事する方々の生産性向上と就労環境の改善につながることを願います。

2022年12月3日時点
(山本・宇野)

1月号「建設機械特集」予告

・遠隔施工等実演会 ・ICT活用により作業装置を自動化した除雪トラックの概要報告 ・油圧ショベルPC78US-11 ・後方超小旋回型油圧ショベル オフセットブーム仕様機 ZX135USOS-7
・ブレードマシンコントロール機能搭載の後方超小旋回ミニショベル ・安全性と作業効率を向上した新型ラフテラックレーン 「安全性」「快適性」「機能性向上」を追求した不整地運搬車 ・小型トラック架装用ユニックレーン ・建築分野におけるBIM活用のためのクレーン施工計画支援ソフトウェア ・プラストホールドリル稼働サポートシステム F-MICAS
・SDX407-2 リーダーストドリル ・次世代ホイールローダの開発

【年間定期購読ご希望の方】

①書店でのお申し込みが可能です。お近くの書店へお問い合わせください。
②協会本部へのお申し込みは「年間定期購読申込書」に必要事項をご記入のうえFAXをお送りください。

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	中岡 智信
渡邊 和夫	見波 潔

編集委員長

中野 正則 日本ファブテック(株)

編集委員

菊田 一行	国土交通省
垂井 保典	農林水産省
細田 豊	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
穴井 秀和	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
阿部 靖	(株)大林組
加藤 友希	(株)大林組
出口 明	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
平田 惣一	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
丑久保吾郎	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラージャパン
花川 和吉	日立建機(株)
丹治 雅人	コベルコ建機(株)
漆戸 秀行	住友建機(株)
小黑 誠	(株)加藤製作所
本間 正敏	古河ロックドリル(株)
松本 正徳	施工技術総合研究所

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

建設機械施工

第74巻第12号(2022年12月号)(通巻874号)

Vol.74 No.12 December 2022

2022(令和4)年12月20日印刷

2022(令和4)年12月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫


印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話(03)3433-1501; Fax(03)3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話(0545)35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話(011)231-4428
東北支	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18	電話(022)222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話(025)280-0128
中部支	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話(052)962-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話(06)6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話(082)221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話(087)821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話(092)436-3322

本誌上への広告は  有限会社 サンタナ アートワークス までお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

“建設機械施工” 既刊目次一覧

2022年1月号(第863号) ~ 2022年12月号(第874号)

2022年1月号(第863号)

表紙写真

外部認識機能を搭載した自動運転油圧ショベルの開発

写真提供: (株)安藤・間

建設機械 特集

◆巻頭言 アフターコロナの課題	金井道夫	/4
◆行政情報 建設施工分野における取り組み	国土交通省 公共事業企画 調整課 施工安全企画室	/5
◆行政情報 国総研、土研の建設DX実験フィールド (土工フィールド)の整備及び活用	山下 尚崇 山口 隆	/15
製品紹介 ブルドーザ D71-24	加美川 忍 中野 裕一	/20
新型 13t 級油圧ショベル SK125SR-7/SK135SR-7/SK130SR+7	杉野 聡	/25
次世代型 Cat® ミニ油圧ショベルの導入	五十畑 雅敏	/29
振動ローラ自律運転システムを搭載した コンセプトマシンの開発	田中 正道 日佐 昌毅	/33
緊急ブレーキ装置(後進用)搭載新型振動タイヤローラの紹介 独自の振動システムと安全性を融合させた GW754G	小竹 勇毅	/37
外部認識機能を搭載した自動運転油圧ショベルの開発	武石 学 石井 隆大 野田 輔	/42
四足歩行ロボットを用いた現場管理業務の 遠隔化・自動化に向けての取り組み	錦古 洋介 里室 史力 三千 哲也	/47
ニューマチックケーソン工法における ケーソンショベルの無人解体システム	小松 希剛 佐藤 章	/53
転圧締め度自動計測技術T:Compaction®の現場導入事例 革新的技術の導入・活用に関するプロジェクトにおける試行 安全性と環境性能を向上した新型ラフテレーンクレーン クレボ G5 GR-250N-5	後藤 洗浩 青木 一章	/56
スラントブーム型ラフテレーンクレーンの新技術 Rf シリーズラフター MR-350Rf II	有馬 邦裕	/61
欧州の環境規制に対応した中型アスファルト フィニッシャの紹介 HA60C-11, HA60W-11	加納 稔大	/67
発破用穿孔機史: 戦前編	富田 幸宏	/70
◆交流のひろば 走行中充電システムの動向と我が国の取り組み	岡本 直樹 田島 孝光	/75
◆ざいそう 障害者ゴルフ日本代表選手として出場して部門優勝 ～パラリンピック出場を目指して邁進中～	有迫 隆志	/84
◆ざいそう 「思い込み」の罠 ～ファクトフルネスから錯覚まで～	小町谷 信彦	/86
◆ざいそう 世界の建設機械史の出版	大川 聡	/89
◆JCMA 報告 「令和3年度 建設施工と建設機械 シンポジウム」開催報告	企画部	/91
◆部会報告 杉本電機工業(株)・フォッサマグナミュージアム 見学会報告	機械部会	/96
◆新工法紹介	機関誌編集委員会	/99
◆新機種紹介	機関誌編集委員会	/101
◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について	機関誌編集委員会	/102
◆統計 令和3年度(2021年度)建設投資見通し	国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室	/107
◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会	/114
行事一覧 (2021年11月)		/115
編集後記	(上田・石倉)	/120

2022年2月号(第864号)

表紙写真

福島エコクリート全景 福島復興事業の一環として設立された、

わが国最大規模の石炭灰リサイクル施設

写真提供: 福島エコクリート(株)

新しい建設材料, コンクリート工, コンクリート構造 特集

◆巻頭言 コンクリートのカーボンニュートラル	河合 研至	/4
◆行政情報 カーボンリサイクルの取り組み コンクリート分野を中心に カーボンリサイクル・コンクリート 「T-eConcrete®/Carbon-Recycle」の開発	土屋 博史 大萩 英正	/5
カーボンネガティブを実現した 鉄筋コンクリートの実用化を開始 i-Constructionの実現に寄与する環境配慮型 コンクリートの活用に関する提案	坂田 昇太 村上 陸	/18
暑中期のコンクリート工事の施工性を改善できる 新しい暑中コンクリートの開発 サンワーク®	伊佐 治井 伊藤 優昭	/22
コンクリート締め管理システムを開発 AIを活用し締め状態を可視化	仲条 仁利 宇野 昌浩	/27
部材製造速度を2倍にするサイトPCa用超速硬 コンクリートの開発 超速硬コンクリート「Site-ハイファード」を ロジポート加須に初適用	西岡 由紀子 小島 正朗 深沢 朗臣	/33
木造と鉄骨造が組合わされた混構造建物の施工 熊谷組福井本店の建設	佐部 哲治 増野 貴彦	/38
プレキャスト棧橋上部工の施工合理化工法の開発 鋼管杭の打込み誤差に柔軟に対応できる鉄骨 差込み接合構造	田中 亮宏 若松 宏知	/46
タブレットを用いたダムの敷均し・締め管理	和辻 総一郎	/52
生産性向上を目指した鉄道高架橋の プレキャスト化への取り組み	松本 紀一 石橋 浩忠	/56
世界初、自己治癒コンクリートの大量製造 パジリスク	劉 宏涛	/62
廃PETを原料にリサイクルした高耐久アスファルト 改質材の開発 ニュートラック 5000	高見 承志	/67
コンクリート舗装のひび割れ補修材および つまり物除去工法の開発 簡易施工で高耐久・LCC 低減可能な コンクリート舗装の補修方法	鈴木 将充 原 毅	/71
PC 橋梁の内部鋼材破断検知ソリューション 磁気センシングとIoTによるデータ解析で 内部鋼材破断を即検知 SenrigaN	森田 博之 橋本 好一	/77
福島復興事業としての石炭灰リサイクルの取り組み フライアッシュを主原料にした環境に優しい 建設資材「OR クリート」	横田 季彦	/83
新たなコンクリートスラグ骨材 - 石炭ガス化スラグ細骨材	松浦 忠孝	/89
◆交流のひろば 凍らせて、混ぜて、溶かすだけで高い強度と 成型性を持つ新しいセルロースゲル材料を開発	関根 由莉奈	/94
◆交流のひろば 未来につながる光学レンズの可能性	川口 浩司	/98
◆ざいそう 複合体の隠し味	山川 勉	/101
◆ざいそう 剣道との再会	浅野 公隆	/104
◆統計 令和3年度 主要建設資材需要見通し	国土交通省 不動産 建設経済局 建設市場整備課	/106
◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会	/110
行事一覧 (2021年12月)		/111
編集後記	(佐藤・竹田)	/114

2022年3月号(第865号)

表紙写真

国土交通省都市局 Project PLATEAU

3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクト

写真提供：国土交通省

建築 特集

- ◆巻頭言
情報化施工がデジタル・トランスフォーメーションへと
深化するために必要なエッセンス
「ワクワク感」や「楽しそう」という軽快さの重要性 …石田 航星 /4
- ◆行政情報
国土交通省都市局 Project PLATEAU
3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化プロジェクト …内山 裕弥 /5
- GTL(Gas to Liquids):天然ガス由来軽油代替燃料のご紹介
建設業界への普及展開 …山田 航 /11
- どこでも大地震を体感できる新型の
可搬型体感用振動台「ポータ震」の開発 …大水 類谷 哲亮 /15
- ロボットアームを用いた建設
3Dプリンティング技術の可能性 …小山 倉本 季也 /18
中 西 大伸 伶 奈
- 建築生産における BIM 活用の推進
国交省BIMモデル事業における取り組み事例紹介 …三輪 哲也 /24
- RC造高層住宅用耐震改修構法の開発
吹抜け空間を利用した長周期地震動対策技術
「T-レトロフィット制振」 …谷 翼 龍 /31
中 木 島 徹
- 遠隔地から各種クレーンに自律運転指示が可能な技術を開発
クレーン自律運転システムの開発 …三 谷 祐 哉 /36
笹原 藤 大 介 吾 佐
- ICTを活用した現場生産性向上の取り組み
作業車所在管理システムmmMs(ムース)の開発 …三 橋 俊 彦 /41
- DX社会の実現を目指した高精度測位技術の開発
「ichimill(イチミル)」サービス …花 井 祥 太 /46
- 建築施工分野における DXの取組紹介
TOPCON BuildTech 建築施工ソリューションセンター …今 泉 潤 /49
- ウェアラブルセンサを活用した熱中症予防管理
システムの実証実験
熱中症を未然に防ぐ取り組み …無津 呂 大 輔 /55
- 外壁パネル工事への移動足場の適用 …田 中 昭 臣 /59
- 基地局の支持柱の内部に強度が高い素材を充填する
施工法開発の活動紹介「ボリマテリアル」 …高 城 純 平 /64
- MR技術を用いた遠隔臨場と検査記録の帳票連携
HoloLensによる遠隔臨場 …波多野 純 生 /67
黒 坂 文
- ◆交流のひろば
緊結式足場NDシステム「ダーウィン」誕生物語
…小 路 大 介 /72
進化する次世代足場がで上がるまで
- ◆ずいそう
建設RX コンソーシアムで目指す世界 …多 業 井 宏 /76
- ◆ずいそう
クラウドとデジタル技術の変遷、将来展望とDX …川 又 俊 一 /78
- ◆ずいそう
夢の丸太小屋に暮らす Part2
…中 野 至 /80
野外料理 - 燻製・ビザ・バーベキュー
- ◆部会報告 機電技術者のための講演会報告 …建 設 業 部 会 /82
- ◆新工法紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /90
- ◆新機種紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /92
- ◆統 計 建設機械施工技能評価試験 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /95
- ◆統 計 建設業の業況 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /99
- ◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /106
- 行事一覧(2022年1月) … /107
- 編集後記 …(内藤・副島) /110

2022年4月号(第866号)

表紙写真

赤谷3号砂防堰堤工事における大型プレキャストブロックの自動据付

写真提供：鹿島建設株

建設施工の生産性向上 特集

- ◆巻頭言
ロボット化による生産性向上のために …大 隅 久 /4
- ◆行政情報
国土交通省 大臣官房
官庁管繕事業における生産性向上技術の活用方針 …官庁管繕部 整備課 /5
施設評価室
- 新幹線軌道工事における電子化の取組み …野 田 遼 斗 /7
- 大型プレキャストブロック据付の自動化施工
自動運転技術を実施工に導入 …青 野 隆 一 /12
増 村 浩 一
土 井 原 浩 美 桜
- 低床式AGVを複数台連携させた資材自律搬送システムの
開発 …井 田 慎 太 郎 /18
大 本 子 大 金 利 智 弥
- AGVが交互に乗降して仮設エレベーターの稼働率を向上
- プレストレスジョイントを活用した道路橋
床版更新の生産性向上 …長 畑 友 貴 /23
越 野 田 友 貴
安 野 田 友 貴
野 田 友 貴
- 3次元レーザースキャナを用いた配筋検査
システムの性能確認とデバイス認証システム …石 田 靖 雅 /30
小 澤 一
- カルシア落下混合船による施工の効率化 …安 藤 満 歩 /35
松 本
- 著しく腐食した栈橋鋼管杭の杭頭部に対する補修工法
鋼板接着併用型タフリードPJ工法 …田 中 亮 一 /40
網 野 貴 彦
- プレキャスト床板接合技術「Head-bar ジョイント」を開発
道路橋床版取替え工事の施工性向上による工期短縮を実現 …川 口 哲 生 /45
武 越 田 唯 均 堅
- 場所打ちコンクリート掘削杭における引抜き抵抗力の
経済的な設計手法の開発 …水 谷 剛 薫 /54
山 内 崇 彦
- サイフォン送水で大幅な「コスト削減」を達成!
送水作業時に電気(燃料)が不要=「コスト削減」= …馬 測 和 三 /61
「カーボンニュートラル」に貢献
ハイブリッドサイフォン送水装置の開発
- クラウド環境を活用した山岳トンネルの
遠隔臨場支援システム …谷 池 口 幹 翔 生 /67
村 幹 生
- 日本電子回路工業会の生産性向上
業界の人材育成にどう取り組んで来たか …山 本 治 彦 /73
- ◆投稿論文
先 村 律 雄
小規模工事用3DMGシステムの開発と検証 …大 手 谷 一 晴 /81
花 手 一 雄 信
大 橋 矢 子
- ◆ずいそう 定年後結構忙しいです …村 岡 正 /91
- ◆ずいそう 私の趣味(水泳) …菊 岡 良 治 /94
- ◆部会報告
令和3年度 若手現場WEB見学会の開催報告 …建 設 業 部 会 /96
~千代田幹線整備事業~ 機 電 交 流 企 画 W G
- ◆新工法紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /101
- ◆新機種紹介 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /105
- ◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機 関 誌 編 集 委 員 会 /109
- 行事一覧(2022年2月) … /110
- 編集後記 …(花川・細田) /114

2022年5月号(第867号)

表紙写真

トンネル現場における切羽作業の自動化による安全性向上

画像提供:古河ロックドリル株

建設施工における事故、ミス、トラブル防止 特集

- ◆巻頭言 建設業における労働災害防止対策…井上 仁 /4
- ◆特別寄稿 建設産業の再生なくして日本の再生なし…足立 敏之 /5
- ◆行政情報 「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン」の概要…森戸 義貴 /8
- ◆行政情報 令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進(厚生労働省)…厚生労働省 労働基準局 安全課 /15
- AIを活用した危険予知活動支援システム「K-SAFE™」の開発…小野 満 /26
- 骨伝導ヘッドセットを利用した安全管理システムの開発…飛田 悠樹 /28
- 遠隔安全管理アプリケーションの開発 組織で築く現場の安全(T-iDigital Field機能拡張「KIZUKIAI」)…佐藤 将路 /33
- トンネル現場における切羽作業の自動化による安全性向上…園田 満 /38
- 発注者だけでなく受注者も効率化できる「遠隔臨場」のためのツール活用…下岡 純一郎 /42
- ICTを活用した労働安全衛生の最新動向…浜村 憲 /47
- 予測型CIMを用いた山岳トンネル岩判定の高度化と遠隔臨場の試行…鈴木 拓也 /52
- ウェアラブルデバイスと360度カメラによる遠隔臨場の取り組み…北本 優紀 /57
- 移動式画像解析搭載ネットワークカメラ…小幡 小百合 /65
- 建設機械オペレータ見守りシステムの開発…西山 恭平 /70
- ◆交流のひろば 大容量可搬型蓄電池装置の取組のご紹介…原 甲太 /76
- ◆ずいそう 城巡りと神話のうんちく…玉記 聡 /80
- ◆ずいそう 駆けあし自分史…矢野 武久 /82
- ◆新工法紹介…機関誌編集委員会 /84
- ◆新機種紹介…機関誌編集委員会 /89
- ◆統計 令和4年度 公共事業関係予算…機関誌編集委員会 /92
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 /99
- 行事一覧(2022年3月)… /100
- 編集後記…(阿部・園田) /104

2022年6月号(第868号)

表紙写真

ダム貯水池掘削・浚渫土の下流土砂還元や

有効利用を促進するダム堆砂分級工法の開発

写真提供:東亜建設工業株

河川・ダムの治水対策、維持管理、点検補修 特集

- ◆巻頭言 流域治水からSDGsに貢献する流域マネジメントへ…角 哲也 /4
- ◆行政情報 国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)第2次計画を策定…水越 一斗 /5
- ◆行政情報 「流域治水の本格的実践」を進めるために…萩原 健介 /10
- ◆行政情報 マスプロダクツ型排水ポンプの実証試験とその結果…日出山 慎人 /15
- 千葉県一宮川の事例からみる流域治水の取組と展開…岡安 徹也 /20
- TRD工法の河川堤防と都市部雨水貯留対策での適用事例…黒木 義富 /26
- 堤防DM補強工法 地震や津波にも十分耐える粘り強い堤防を目指して…徳永 幸彦 /33
- マルチビームソナーを活用した河床掘削におけるリアルタイム水中可視化技術…新開 貴行 /40
- 千五沢ダム再開発事業 サステイナブル時代への取組み…山田 史章 /44
- 画像解析技術を活用した「土石流検知アラートシステム」の紹介…望月 優生 /51
- 再堆積しにくい河道掘削形状の設計にあたっての留意点…福島 雅紀 /56
- 「群馬県リアルタイム水害リスク情報システム」の開発…高見澤 直寿 /62
- 自然エネルギーを活用したダム堆砂対策技術…宮川 仁之 /67
- ダム堆砂分別吸引アタッチメントの開発…佐野 和幸 /72
- ダム貯水池掘削・浚渫土の下流土砂還元や有効利用を促進するダム堆砂分級工法の開発…浅山 英裕 /79
- 手取川流域農業水利事業白山頭首工建設工事 施工報告…川本 喜憲 /84
- 架設桁を上下部工の構築に利用した河川内橋梁架け替え工法の開発…神白 崎恵 /89
- 水中構造物のメンテナンス…北谷 詰一 /94
- ◆投稿論文 無人化施工における施工効率低下要因の検討…橋本 元毅 /99
- ◆交流のひろば 清流四方十川のシンボル「岩間沈下橋」のV字崩壊から復活までの取組み…森山 崇剛 /105
- ◆ずいそう 永良部リリーを訪ねて…淵山 省三 /109
- ◆JCMA報告 令和3年度 合同部会開催報告…業務部 /112
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況…機関誌編集委員会 /119
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 /125
- 行事一覧(2022年4月)… /126
- 編集後記…(松澤・飯田) /130

2022年7月号(第869号)

表紙写真

発破用せん孔機の自動化技術と複数台遠隔操作ベンチリモート

写真提供：エピロックジャパン(株)

建設施工のDX 特集

- ◆巻頭言 建設DX推進のためのデータ・システム・組織 …小澤 一 雅 / 4
- ◆行政情報 国土交通省が推進するインフラ分野のDX …田中 洋 介 / 5
- ◆行政情報 建設機械分野のDXの取組み …金森 宗一郎 / 9
味田 由 悟 仁
- 自律施工の促進と普及を目的とした …山内 元 貴 / 14
自律施工技術基盤 OPERA の提案 …藤本 大 裕 敬
- 人流データの開発 建設DX成功の手がかりを探す …今井 龍 一 / 18
- AIによる画像解析技術が拓く土木分野の …全 邦 釘 / 22
課題解決へのアプローチ
- 建設業におけるデータを活用したDXへの取組み …関 口 拓 希 / 28
統合データプラットフォームを起点としたデータ …江 頭 尚 樹
- 建設DX実現にむけた具体的な取組み事例 …内藤 陽 / 32
- スマート生産モデル現場における施工実績と …川 上 裕 司 / 37
今後の展開
- 建設メタバース …脇 田 明 幸 / 44
メタバース技術研究所における合意形成の検証
- 鉄道工事でのBIM/CIMの活用事例 …三 瓶 晃 弘 / 50
竹 市 八 重 子
- 地中探査結果を搭載したICT建設機械の活用による …関 口 伸 吾 / 56
地下埋設物の保護「地中探査+ホルナビ」
- 建設機械メーカーにおける営業のデジタル変革 …龍 尾 信 哉 / 61
試行錯誤し見えてきた活動ポイント
- 無線ネットワーク環境で重機のスムーズな …太 田 大 輔 / 67
遠隔操縦を実現するサービスの紹介 …重機遠隔操縦サービスの紹介
- 発破用せん孔機の自動化技術と複数台 …小 串 雅 則 / 72
遠隔操作ベンチリモート
- 建設RXコンソーシアムの活動紹介 …内藤 陽 / 76
- 量子コンピュータを活用した …宮 岡 香 苗 / 81
ダンプトラックの土運搬経路の最適化 …田 中
- 画像による山岳トンネルの切羽地質評価技術の開発 …鶴 田 亮 介 / 84
AIが切羽評価の全項目を自動評価 …谷 口 翔
- ◆交流のひろば 空飛ぶロボットで社会を支える …嶋 田 悟 / 89
ドローン現場活用最前線
- ◆ざいそう お迎えさん …篠 原 慶 二 / 94
- ◆ざいそう 「大学ゴルフ部」の言い訳 …角 谷 嘉 泰 / 96
- ◆JCMA報告 第11回通常総会・第42回理事会報告 … / 98
- ◆JCMA報告 令和4年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 … / 102
- ◆新工法紹介 …機関誌編集委員会 / 112
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機関誌編集委員会 / 113
- 行事一覧(2022年5月) … / 114
- 編集後記 …(赤坂・岡本) / 118

2022年8月号(第870号)

表紙写真

多軸式特殊台車を用いた夜間一括架設状況

写真提供：日本ファブテック(株)

橋梁 特集

- ◆巻頭言 ダーウィンの海の環境が変わる …木 村 嘉 富 / 4
- ◆行政情報 持続可能なインフラメンテナンスに向けた …松 實 崇 博 / 5
新技術の活用促進に係る取組み
- ◆行政情報 道路橋における基礎の施工法と設計法の変遷 …七 澤 利 明 / 9
- 塩害と台風環境下における鋼橋の高防食技術の開発 …下 里 哲 弘 / 15
沖縄地区鋼橋防食マニュアルの実践的取組み …玉山 城 下 喜 章 修 平
- 世界の「人づくり」のためにME養成講座で培った …木 下 幸 治 / 20
人財育成の枠組みのJICAプロジェクトを通じた国際展開
- 多軸式特殊台車を用いた重交通差点上での夜間架設 …坂 本 淳 平 / 26
- 多摩川スカイブリッジで活躍した施工機械 …山 本 晃 久 / 30
上下部工一体による急速施工 …中 島 浩 平
- スパンバイスパン架設工法による橋梁上部工の施工 …内 田 裕 之 / 36
フィリピン・南北通勤鉄道事業CP01工区 …吉 大 田 朋 之 広 雄
- 長大スパンのプレキャストセグメント張出し架設 …山 下 恭 敬 / 43
徳島南部自動車道 吉野川サンライズ大橋 …鈴 木 口 恭 健 太 郎 央
- 下郷大橋におけるアーチリブの施工 …有 賀 瞬 満 / 49
大 竹 本 真
- ダツカ都市高速鉄道6号線橋梁及び …好 竹 亮 介 / 54
高架架設工事 …梶 原 亮 二 人 章
- 海外でのプレテンション桁の製作 …高 野 英 健 二 司 / 60
サモア独立国 ヴァイシガノ橋 …田 島
- 関西圏都市部における中国道リニューアル工事 …安 里 俊 則 / 64
施工の効率化を目指した取組み
- 幅員方向分割取替工事における …三 室 恵 史 裕 / 69
床版取替工程を1/10に短縮 …小 柳 諒 裕 介
スマート床版更新(SDR)システム® …村
- シンガポール公共工事 …林 伸 幸 / 74
40mスパンの仮設鋼構造トラス橋(歩道)の解体・撤去 …和 田 田 良 太 翔 太
- 床版取替工事向け多機能床版取替機 …武 川 哲 孝 / 81
「Sphinx」の開発 …石 川
- 橋梁維持管理へのAI活用 …横 山 広 斉 / 86
対策や評価を支援するAI技術の研究・開発 …田 龍
- ◆交流のひろば 吊り上げ・下げ工事で大活躍 …早 田 知 広 / 90
PC鋼より線 巻き取り装置の開発秘話 …濱 口 智 哉
- ◆ざいそう フリーアドレスという働き方 …京 免 継 彦 / 94
- ◆新工法紹介 …機関誌編集委員会 / 95
- ◆新機種紹介 …機関誌編集委員会 / 100
- ◆統計 主要建設資材価格の動向 …機関誌編集委員会 / 103
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機関誌編集委員会 / 107
- 行事一覧(2022年6月) … / 108
- 編集後記 …(京免・太田) / 112

2022年9月号(第871号)

表紙写真

接触災害低減に寄与する運転支援システム

写真提供: 日立建機(株)

安全対策・労働災害防止 特集

◆巻頭言 Earth Care と Circular Safety ……阿部 雅二朗 /4

◆行政情報 「建設機械の安全装置に関する技術」の ……田中 基幸 /5
技術比較表の公表

◆行政情報 無人航空機に関する航空局の取組 ……甲斐 健太郎 /10

建設業における労働災害の起因物と事故の型の傾向 ……玉手 聡 /15

ドラッグ・ショベルのつり荷走行時の荷振れが…堀 智 仁 /19
作業半径増加に与える影響

積載形トラッククレーンの安全運転のポイント…高橋 英樹 /24

クレーン起立外観検査『C-SAI®』の紹介 ……竹部 勇 人 /32
NETIS KT-220086-A

GNSSを活用した[T-digital Field]向けアプリの開発 ……太田 兵 庫 /35
クレーン衝突防止システムの現場実証

ウェアラブルデバイスを活用した安全管理システム「Wearable Connect」
多様なウェアラブルデバイスとクラウドを ……松田 祐 輝 /40
活用して「安全・体調管理」と「業務DX」を推進

インフラメンテナンス作業の点検等に
特化した安全教育 VR ……岡田 卓 也 /46
「eQ 危険体感 VR」の活用に向けて

現場の協調安全を目指す新型油圧ショベルと…小林 敬 弘 /52
連動ソリューション

KomVision 人検知衝突軽減システム ……町田 正 臣 /57
システムの概要、人検知の原理の紹介

Safety2.0 に基づいたトンネルの安全管理 ……上岡 真 也 /61
トンネル工事の重機接触リスク低減

ゼネコンで考えた重機に搭載する360°3D
モニターシステム「ぐる見えくん」開発物語 ……布施 尚 行 /68
後付け、取外しを可能にした安価な
モニターシステムが出来上がるまで

重機取付型監視カメラシステム及びクラウドシステム…平 清二 郎 /73
ドボレコJK

拡張現実(AR)を用いた船舶航行 ……宮本 憲 都 /76
ナビゲーションシステムの開発

施工機械・設備の Web 点検管理システム ……青野 隆 矢 /82
e-Tenken® ……伊 是 卓 明日香

建設現場向けパワーアシストスーツ ……岡 尚 人 /87
八 幡 真 純

スマートスーツ®採用による「軽労化®」の深耕
作業員の身体能力評価と安全意識改革及び ……田中 吉 史 /93
労災リスク調査 ……土 谷 圭 央

◆交流のひろば 建設現場のヒューマンエラーへの対策 ……中 田 亨 /101

◆交流のひろば 建設業における2024年問題 ……浜田 紗 織 /105
健康経営と長時間労働削減をどのように捉えるか

◆ずいそう コロナ禍で得た新たな楽しみ ……熊谷 一 男 /110

◆ずいそう 還暦過ぎてからの、ブラジル駐在体験記 ……松本 典 久 /112

◆新機種紹介 ……機関誌編集委員会 /115

◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 ……機関誌編集委員会 /116

行事一覧(2022年7月) …… /117

編集後記 ……(松本・室谷) /120

2022年10月号(第872号)

表紙写真

新しい風力発電システム“レンズ風車”を搭載した

浮体式再生可能エネルギーファーム

写真提供: 九州大学応用力学研究所

エネルギー、エネルギー施設 特集

◆巻頭言 ゼロエミッションに向けた社会の改造 ……大和田野 芳郎 /4

◆行政情報 下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献 ……藤岡 勝 之 /5
のあり方検討小委員会 報告書
脱炭素社会を牽引する「グリーンイノベーション
下水道」の実現に向けて

◆行政情報 グリーン成長のカギを握る木材産業の ……加藤 靖 之 /10
競争力強化と木材需要拡大
令和3年度森林・林業白書より

◆行政情報/特別寄稿 あんぜんプロジェクト「見える安全活動コンクール」と…野口 史 温 /16
厚生労働省における労働災害防止に向けた今後の取組

残コン・戻りコンゼロとCO₂削減を建設現場で ……渡邊 賢 三 /22
同時に実現する炭酸ガスを利用した残コン処理システム ……坂 根 田 賢 三
吉 祐 麻

脱炭素に寄与するエネルギー生産型の下水処理技術 ……渡邊 亮 哉 /27
下水からメタンが生成可能な新しい下水処理システム

嫌気排水処理における新しいエネルギー回収…清川 達 則 /31
技術の紹介

カーボンニュートラルに向けた発電装置に…堂浦 康 司 /36
おける水素利用 ……中 岡 安 伸 幸

「国内における地熱開発」の現状 ……上滝 尚 史 /40

“クラスタ”レンズ風車じわり普及 ……大屋 裕 二 /46

木質バイオマスの半炭化物を使ったガス化発電の開発
多樹種の半炭化物を使った小型の木質バイオマスガス化 ……柳 博 文 /51
発電

洋上風力発電所建設案件
基礎工事において使用される各種施工機器の開発 ……和泉 伸 明 /57

洋上風力発電事業における海底地盤調査の…平 出 重 健 /64
最新技術 ……中 岡 村 上 文 敏

ZEBをもっと身近に®
特別な技術や高額な設備を用いず、ZEBと ……白石 晃 平 /71
脱炭素を実現

◆交流のひろば ゼロカーボン・チャレンジ2050の達成に…瓜生 季 邦 /77
向けた取組み

◆交流のひろば 日本が最先端 究極の再エネ?! ……本橋 惠 一 /81
宇宙太陽光発電の実用化に向け、2022年度
から本格実証はじまる

◆ずいそう 写真の楽しみ ……関野 広 光 /86

◆ずいそう 料理と私 ……穴井 秀 和 /88

◆部会報告 西尾レントオール(株) ……機 械 部 会 /90
東日本テクノヤード見学会報告

◆新工法紹介 ……機関誌編集委員会 /94

◆新機種紹介 ……機関誌編集委員会 /97

◆統計 建設企業の海外展開 ……機関誌編集委員会 /98

◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 ……機関誌編集委員会 /102

行事一覧(2022年8月) …… /103

編集後記 ……(穴井・宮川) /106

2022年11月号(第873号)

表紙写真

高速大師橋更新事業の工事進捗状況

写真提供:首都高速道路(株)

道路特集

- ◆巻頭言 大学に新設された舗装研究室……………高橋茂樹 /4
- ◆行政情報 道路のメンテナンス等における新技術の活用に係る取り組み……………松實崇博 /5
- ◆行政情報 橋梁等の2021年度(令和3年度)点検結果をとりまとめ……………谷成二 /11
- 新型除雪グレーダ用可変幅型ブレードの開発……………川上稜久 /17
- 高速大師橋更新事業の工事進捗状況……………王サイ /22
- 道路上の泥土をいち早く撤去する機械の開発……………畠中徹 /27
- グースアスファルトフィニッシャー……………溜池晃志 /31
- 全ての口径に対応できる機械式ビット交換工法とビット交換ロボットの開発……………田村憲 /35
- 熱風循環式路面ヒータ車を有効活用した既設グースアスファルト混合物の撤去……………田口翔大 鈴木井垣 友 大泰孝 /41
- スタティックフォームドアスファルトを用いた再生アスファルト混合物の特性とスタティックミキサによる泡の微細化技術……………鈴木廣 木田祥哲 高人 /46
- アスファルト混合物製造におけるCO₂排出量削減技術……………守安弘周 /51
- 廃ペットボトルを利用した高耐久舗装の開発と適用事例……………山崎健作 池田玲雷 作見安 /55
- トンネル坑内自動巡視システムの開発 自律飛行ドローンによる点検・巡視作業の効率化、高度化……………松岡祐仁 岡井太郎 /60
- ◆交流のひろば デザインマンホールがもつ広報の可能性 短期間でマンホールカードが変えた下水道のイメージ……………山田秀人 /66
- ◆ずいそう 建機カメラマンから見る除雪……………池田智 /70
- ◆ずいそう 消雪パイプと雪国ライフ……………金子剛 /72
- ◆部会報告 南摩ダム本体建設工事見学会報告……………機械部会 /74
- ◆部会報告 「ロータリ除雪車の安全性向上」活動……………機械部会 /79
- ◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /82
- ◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /87
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移……………機関誌編集委員会 /88
- 行事一覧(2022年9月)…………… /89
- 編集後記……………(丑久保・小黒) /94

2022年12月号(第874号)

表紙写真

AIを活用したコンクリート締固め管理状況

雄物川上流大沢川樋門新設工事

写真提供:清水建設(株)

先端建設技術 特集

- ◆巻頭言 ICTによる社会インフラの高度化……………蒔苗耕司 /4
- ◆行政情報 第5期国土交通省技術基本計画……………吉田真人 /5
- ◆行政情報 新技術情報提供システム(NETIS)における新たな取り組み……………渡邊俊彦 /11
- ◆行政情報 ICT建設機械等認定制度……………岡本由仁 /15
- ◆行政情報 [i-Snow]ロータリ除雪車の作業装置自動化に向けて 除雪現場省力化による生産性・安全性の向上に関する取組……………白瀬和暁 楠崎俊裕 /19
- スマート施工・インフラ管理のための画像処理技術の虎の巻……………中原匡哉 今井龍一 /23
- BIMとiPadを用いた設備施工管理記録の作成および管理手法の開発 CheX BIM機能を用いた施工記録・検査記録の作成とその管理……………五十嵐賢 /27
- コンクリート締固め管理システムの実用化に向けて 多様な現場への適用を可能とするシステム更新……………仲条仁 宇野昌真 利護 /32
- 位置計測技術とAIの併用 属人性の高い計測業務に対し、AIを併用して作業を効率化していくための検討……………新居和展 熊田聖也 古橋健斗 /37
- 港湾工事における基礎材投入施工支援システムの開発……………宮本憲都 /43
- 道路橋床版更新工事におけるPCa床版架設機械の開発 急勾配かつ狭隘な実橋梁への適用……………藤吉卓也 安岩篤泰 司幸 /48
- UAVの自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の点検・調査 2機体同時飛行により、視界・電波の「壁」を超越(令和3年度i-Construction大賞受賞 国土交通大臣賞受賞)……………荒木義則 /54
- 6m継ぎボルト打設装置を搭載したロックボルト打設機の開発 切羽作業を完全機械化し、安全で効率的な作業を実現……………宮本真吾 /58
- ポリウレタ樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術 タフネスコート工法……………久保昌史 /63
- ◆交流のひろば 交通ビッグデータを活用した 徒歩圏交通流動推計……………遠藤和重 /69
- ◆ずいそう 福岡の「OTHER MUSIC」を求めて……………岩本英司 /73
- ◆部会報告 (株)JALエンジニアリング エンジンメンテナンスセンター見学会報告……………機械部会 /75
- ◆部会報告 新東名高速道路・高松トンネル工事見学会報告……………機械部会 /78
- ◆部会報告 令和4年度 若手現場Web見学会開催報告 谷沢川分水路工事……………建設業部会 /81
- ◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /86
- ◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /87
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移……………機関誌編集委員会 /89
- 行事一覧(2022年10月)…………… /90
- 編集後記……………(山本・宇野) /94

FA機器の 最適無線化提案

クレーン, 搬送台車, 建設機械, 特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

㊦微弱電波 ㊧429MHz帯特定小電力 ㊨1.2GHz帯特定小電力
㊩315MHz帯特定小電力 ㊪920MHz帯特定小電力

スリムケーブルレス 5000型

緊急停止スイッチの オプション対応スタート!

- ・微弱、429MHz特小、1.2GHz特小 全て対応
- ・8点、12点、16点仕様 全て対応
- ・表示用LED取付他、従来のオーダー対応可

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



充電台に置いて充電

ご希望の多かったクレードルタイプを
オプションにてご用意!



ハンディタイプ シリーズ

タフケーブルレス 《RC-8600N/U/G》



チップケーブルレス 《RC-3205M・3212M・3208N》



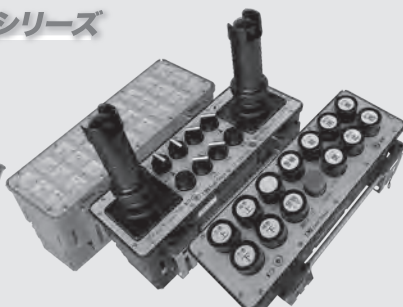
マイコンケーブルレス 《RC-6000N/U/G》



ケーブルレスミニ 《RC-4400N》

ショルダータイプシリーズ

MAXサテレータ 《RC-9300U/G》



マイティサテレータ 《RC-7100・7200N/U/G》



RC-5800U/G 2段押3組 準標準型 好評発売中!

- ・インバーター制御のクレーンに最適!
- ・クリック感ハッキリの
ロングストローク スイッチ

429MHz・1216MHz(送信出力1mW)
の2種類の周波数から選択可能

429MHz、1216MHzが
同価格!!

データケーブルレスシリーズ

双方向データケーブルレス 《TC-1000808S》



データケーブルレス 《TC-1300・1400N/U/G》



常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野字東原43-1(本社工場) FAX.088-694-5544 TEL.088-694-2411
<http://www.asahionkyo.co.jp/>



無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。

朝日音響 検索

V O L V O



ボルボ・コンパクト油圧ショベル ECR88D

道路工事にジャストサイズ

舗装幅

1.8m~4.5mに
対応!

ボルボ・アスファルトフィニッシャーP2870D

(EUステージVエンジン搭載)

ボルボ建機製品の詳細情報に関しては、下記へご連絡下さい。

詳しくはこちらへ

ボルボ建機正規代理店

山崎マシーナリ株式会社

〒438-0216 静岡県磐田市飛平松216-1
TEL : 0538-66-1215
<https://www.y-machinery.jp/>

第一東洋株式会社

〒701-0202 岡山県岡山市南区山田2117-65
TEL : 086-282-0141
<https://daiichi-toyo.co.jp/>



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシンケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>



電極式自動運転ポンプ

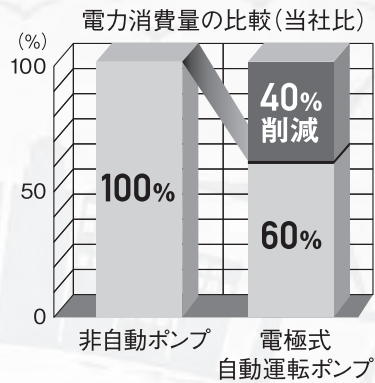
水位に応じて必要な時にだけ自動で排水！

省エネ・長寿命化・低騒音

不要な時は自動停止し省エネに貢献！無駄な運転をしないので部品寿命の向上に繋がります。また停止中は運転騒音が発生しないため、夜間の住宅密集地などでの作業にも適しています。

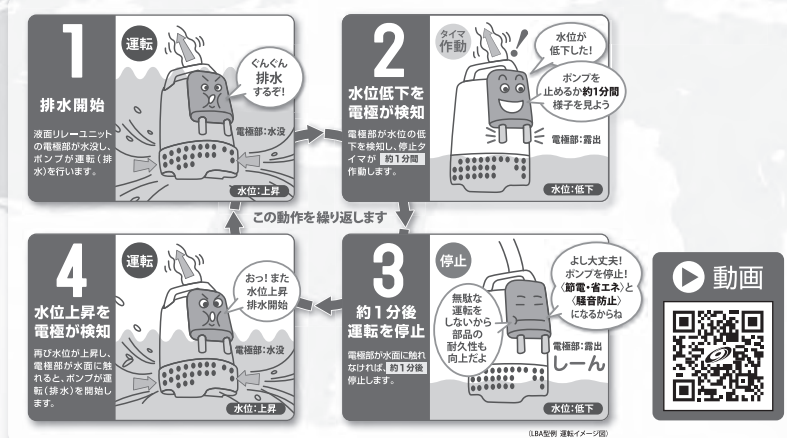


約40%電力削減



必要な時だけ！効率的な運転！

確かな信頼と豊富な実績！



株式会社 鶴見製作所

大阪本店: 〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社: 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店: TEL.(011)787-8385 東京支店: TEL.(03)3833-0331 北陸支店: TEL.(076)268-2761 近畿支店: TEL.(06)6911-2311 四国支店: TEL.(087)815-3535
東北支店: TEL.(022)284-4107 北関東支店: TEL.(028)613-1520 中部支店: TEL.(052)481-8181 中国支店: TEL.(082)923-5171 九州支店: TEL.(092)452-5001

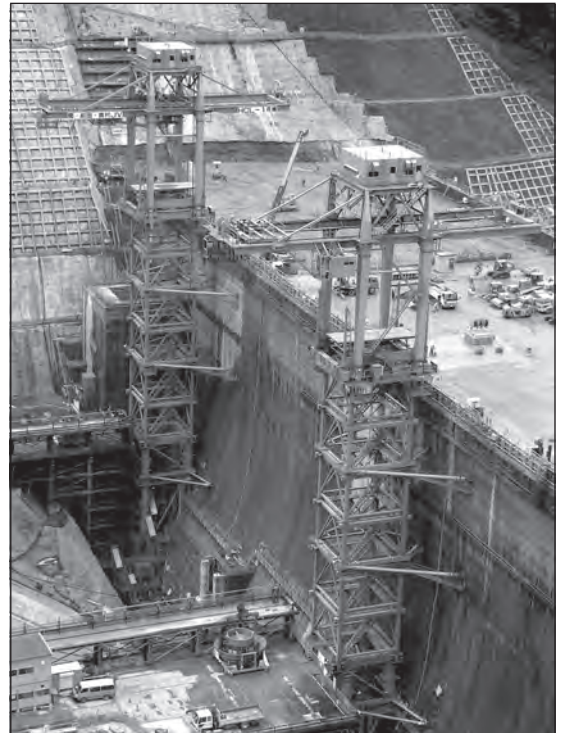
www.tsurumipump.co.jp

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

- 特長**
- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。
 - 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
 - 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
 - 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

建設機械用 無線操作装置

ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

ダイワテレコン872

- 最大72点の操作点数を持ち、比例制御にも対応いたします。
- 指令機操作パネルはレイアウトフリーで用途に合わせた実装部品が選択可能。
- 特定省電力無線429MHz帯域および1200MHz帯域選択可能。
- 外部接続用ポート(オプション仕様)より、LAN通信制御が可能。

取付改造実績

油圧ショベル, ブルドーザ, 振動ローラ
クローラダンプ, 鑿岩機, その他特殊専用機など

無線遠隔装置だけでは終わらない
弊社では制作から取付改造工事までを完全サポート
大型機対応屋内工場完備(100tクラスまで対応)



ハンディータイプ
使いやすさを極めた高機能・高性能
ダイワテレコン810

用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON 大和機工株式会社

常滑工場 〒479-0002 愛知県常滑市久米字西仲根227番
TEL: 0569-84-8582 (直通) FAX: 0569-84-8857
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mekatoro@daiwakiko.co.jp

精密さとパワーで建設の現場を支える。

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



発電機

図書館内並の低騒音を実現!
静音発電機マーリエ



50Hz-7m
43dB

DCA-25MZ

溶接機

最大溶接電流500A&インバータ制御
炭酸ガスエンジン溶接機



溶接電流 500A
(炭酸ガス/カウジンク手溶接)

交流電源
三相 25 kVA

DCW-500LSE

コンプレッサ

アフタクーラ/アフタウォーマ内蔵
電子制御で低燃費&低騒音



DIS-670LS-D



●技術で明日を築く

本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182
ホームページ：http://www.denyo.co.jp/

札幌営業所 011(862)1221 東京支店 03(6861)1122 大阪支店 06(6448)7131
東北営業所第1課 019(647)4611 横浜営業所 045(774)0321 広島営業所 082(278)3350
東北営業所第2課 022(254)7311 静岡営業所 054(261)3259 高松営業所 087(874)3301
信越営業所 025(268)0791 名古屋営業所 052(856)7222 九州営業所 092(935)0700
北関東営業所 027(360)4570 金沢営業所 076(269)1231

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

可動式ハイキャブ



任意の高さに停止可能

油圧式マグネット



産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

自動車解体機



車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

ラウンティシア サーベルシリーズ



船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

マテリアルハンドラ



ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

ウッドシア



丸太や抜根を楽々切断



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■ 東京工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

Mikasa

http://www.mikasa.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL:06-6745-9631
札幌営業所 TEL:011-892-6920
仙台営業所 TEL:022-238-1521
新潟出張所 TEL:090-4066-0661

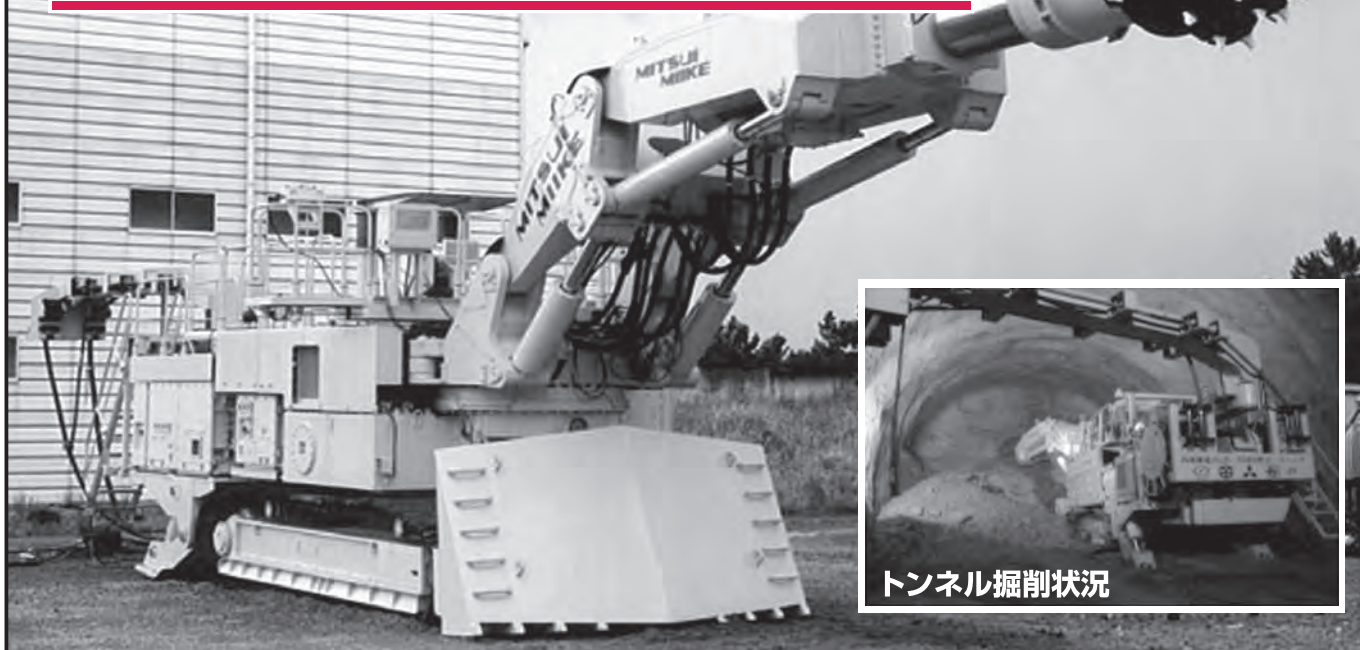
北関東営業所 TEL:0276-74-6452
長野出張所 TEL:080-1013-9542
中部営業所 TEL:052-504-3434
金沢出張所 TEL:080-1013-9538

中国営業所 TEL:082-875-8561
四国出張所 TEL:087-868-5111
九州営業所 TEL:092-431-5523
南九州出張所 TEL:080-1013-9547

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。^{※1,2}

よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンペヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

A WIRTGEN GROUP COMPANY

 **WIRTGEN**



信頼のインテリジェンス

▶ www.wirtgen.com/milling

ヴィルトゲン新型路面切削機はデジタル化された切削システムで作業を効率化し、生産性を向上します。切削品質も最適化され、必要に応じて書面レポートを自動作成するオプションも実現します。経験豊富なユーザー様の情熱に傾聴し、効率的にデザインに取り入れて更なる革新を共に目指します。

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社

東京都千代田区神田神保町2-20-6・tel 03-5276-5201・fax 03-5276-5202・www.wirtgen-group.com/japan

雑誌 03435-12



4910034351220
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)