令和7年4月25日発行（毎月1回25日） Vol.77 No.4 (No.902)
ISSN 2187−851X

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

建設機械施工

2025 4

Vol.77 No.4 April 2025（通巻902号）

特集　地下・地中構造物



次世代の道路構想「ダイバーストリート®」

巻頭言　生活を支える要は地下空間にあり

特集技術報文
- 次世代の道路構想「ダイバーストリート®」のモックアップ構築事例
- ニューマチックケーソン工法における新技術の導入
- 超高層ビルや大地下空間の建設現場に安定した通信環境を構築するシステム
- 水路トンネルにおける目視点検作業を省力化・効率化
- 生産性の向上を目的とした地下空間用新型鋼管柱の開発と実用化
- 社会インフラ保守の高度化と環境負荷軽減に向けた取り組みのご紹介　他

行政情報
- 令和6年能登半島地震を踏まえた上下水道の地震対策
- 自動物流道路の構築に向けた検討
- 「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言

交流のひろば
- フィリピン初の地下鉄シールドトンネル（マニラ地下鉄）の建設業務

ずいそう
- ひむかの国 こども落語全国大会を振り返り

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

機械周辺の人を認識して知らせることで
効率よく作業を行える衝突軽減装置



人
検知



検知対象外

※警報・停止機能はモノに
対しては作動対象外です。

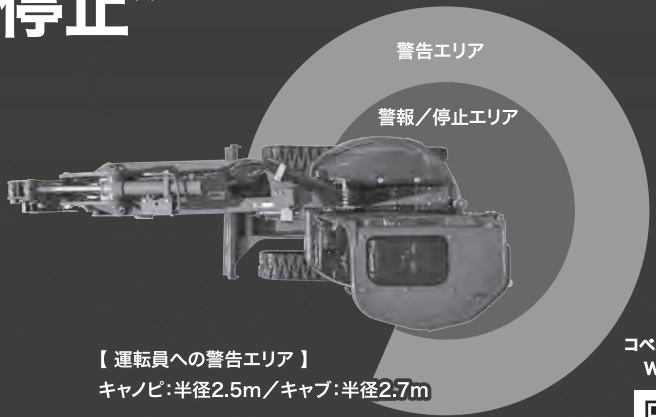
広い範囲を監視

“人”を検知して機械を“停止”

※現場の状況により検知精度に影響が出る場合があります。

ミニショベル向け衝突軽減装置

OmniEye®



NETIS登録済
車両搭載可能AIカメラ(KK-200027-VE)

【 運転員への警告エリア 】
キャノピ:半径2.5m／キャブ:半径2.7m

【 周囲の人への警報／機械停止エリア 】
キャノピ:半径1.8m／キャブ:半径2.0m

コベルコ建機日本
WEBサイト

コベルコ建機日本株式会社

本社／〒272-0002 千葉県市川市二俣新町17番地　☎047-328-7111
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 ！
https://jcmanet.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 個人会員係 行

E-mail：k-kaiin@jcmanet.or.jp　　FAX：03-3432-0289　　※原則eメールで送付ください

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　　（ご希望の送付先に〇印で囲んで下さい。）	
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）

〇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。
〇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。
〇会費には機関誌「建設機械施工」の費用（年間12冊）が含まれています。
〇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】

〇個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 〇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。
〇会費額は総会の決定により変更されることがあります。 〇次の場合、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うけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 〇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。 〇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。 〇拠出金の不返還：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 https://jcmanet.or.jp/privacy/をご覧下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

日本建設機械要覧 2025 年版

発売のご案内

本協会では，国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を 1950 年より３年ごとに刊行し，現場技術者の工事計画の立案，積算，機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き，好評を頂いております。

本書は，専門家で構成する編集委員会の審査に基づき，良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械，作業船，工事用機械等を選択して写真，図面等のほか，主要緒元，性能，特長等の技術的事項，データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



参考：写真はイメージです

発 刊 日

令和７年３月 25 日

体　　裁

・B5 判，約 1,280 頁／写真，図面多数／表紙特製

価　　格（消費税１０％を含む）

一般価格　53,900 円（本体 49,000 円）
会員価格　45,100 円（本体 41,000 円）
（注）送料 1 冊 990 円(税込)複数冊の場合別途

特　　典

「日本建設機械要覧 2025 年版」購入の方への特典として，当協会が運営する Web サイト（要覧クラブ）上において 2001 年版から 2022 年版までの全ての日本建設機械要覧の PDF 版が閲覧及びダウンロードできます。これによって 2025 年版を含めると 1998 年から 2024 年までの建設機械データが活用いただけます。

2025 年版　内容

- ブルドーザおよびスクレーパ
- 掘削機械
- 積込機械
- 運搬機械
- クレーン，インクラインおよびウインチ
- 基礎工事機械
- せん孔機械およびブレーカ
- トンネル掘削機および設備機械
- 骨材生産機械
- 環境保全およびリサイクル機械
- コンクリート機械
- モータグレーダ，路盤機械および締固め機械
- 舗装機械
- 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械
- 作業船
- ICT 建機，建設ロボットと自動化
- 高所作業車，エレベータ，リフトアップ工法，横引き工法および新建築生産システム
- 空気圧縮機，送風機およびポンプ
- 原動機および発電・変電設備等
- 建設ロボット
- WJ 工法，CSG 工法，タイヤ，ワイヤロープ，燃料油，潤滑剤および作動油，検査機器

今後の予定

好評をいただきました 2022 年版につづき「日本建設機械要覧 2025 年版」の電子版も作成し，より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2025年版	冊

上記図書を申し込みいたします。 令和 7 年 月 日

会員種別	□非会員 □団体会員 □個人会員 □その他( )		
官公庁名 会社名			
所属			
ご担当者氏名		TEL	
		FAX	
ご住所	〒		
書類の宛名の希望	ご記入がなければ請求書・納品書・見積書は官公庁名・会社名となります。		
備考			

◆申し込み方法◆

①本部へ申し込み･･･FAX または E-mail （tosho-hanbai@jcmanet.or.jp）

支払方法･･･銀行振込

②支部へ申し込み･･･FAX のみ

支払方法･･･銀行振込または現金書留

※ 関東･甲信･沖縄地区の方は本部へ，その他の地区は最寄りの支部へお申し込みください。

［お問合せ及びお申込先］

本 部	〒105-0011	東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 2 階	TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289
北海道支部	〒060-0003	札幌市中央区北 3 条西2 丁目 さつけんﾋﾞﾙ 5 階	TEL 011-231-4428 FAX 011-231-6630
東北支部	〒980-0014	仙台市青葉区本町 3-4-18 太陽生命仙台本町ﾋﾞﾙ 5 階	TEL 022-222-3915 FAX 022-222-3583
北陸支部	〒950-0965	新潟市中央区新光町 6-1 興和ﾋﾞﾙ 9 階	TEL 025-280-0128 FAX 025-280-0134
中部支部	〒460-0003	名古屋市中区錦 3-7-9 太陽生命名古屋第 2 ビル 7 階	TEL 052-962-2394 FAX 052-962-2478
関西支部	〒540-0012	大阪市中央区谷町 2-7-4 谷町ｽﾘｰｽﾘｰｽﾞﾋﾞﾙ 8 階	TEL 06-6941-8895 FAX 06-6941-1378
中国支部	〒730-0013	広島市中区八丁堀 12-22 築地ﾋﾞﾙ 4 階	TEL 082-221-6841 FAX 082-221-6831
四国支部	〒760-0066	高松市福岡町 3-11-22 建設ｸﾘｴｲﾄﾋﾞﾙ 4 階	TEL 087-821-8074 FAX 087-822-3798
九州支部	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東 2-4-30 いわきﾋﾞﾙ 2 階	TEL 092-436-3322 FAX 092-436-3323

記入いただいた個人情報は，お申込み図書の配送･支払い確認などの連絡に利用いたします。
また，当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール(DM)送付に利用する場合があります。
(これらの目的以外での利用は致しません)当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護法方針)は，ホームページ(https://jcmanet.or.jp/provacy_policy.htm)でご覧いただけます。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

日本建設機械要覧2025 電子書籍版

近日発売のご案内

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2025年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしますので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名		日本建設機械要覧2025 電子書籍版	建設機械スペック一覧表 電子書籍版
2	形態		電子書籍	電子書籍
3	閲覧		Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス
4	内容		要覧全頁	spec一覧表
5	改訂		3年毎	3年毎
6	新機種情報		要覧クラブで対応	要覧クラブで対応
7	検索機能		1.単語検索	1.単語検索
8	附属機能 注）タブレット・スマートフォンは、一部機能が使えません。		・しおり　・拡大・縮小　・付箋機能 ・ペン機能　・目次からのリンク　・各章ごと目次からのリンク　・索引からのリンク　・メーカHPへのリンク	・しおり　・拡大・縮小　・付箋機能 ・ペン機能　・メーカHPへのリンク
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	36,300	36,300
		非会員	42,900	42,900
10	利用期間		購入から3年間	購入から3年間
11	同時ログイン		3台	3台
12	認証方法		ID+パスワード	ID+パスワード
13	購入方法		WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）

発売時期（予定）

2025年5月末　HP：http://www.jcmanet.or.jp/

Webサイト　要覧クラブ

日本建設機械要覧2025およびスペック一覧表電子書籍版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から、2022年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2025年版を含めると1998年から2024年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセスできます。



＜図書紹介＞

令和7年度版 建設機械等損料表

■発売日 ： 令和7年4月25日

■体　裁 ： A4版 モノクロ 474ページ

■定　価 ： 一般価格 本体 8，800円 （税・送料別）

会員価格 本体 7，480円 （税・送料別）

■内容

令和7年度版の構成項目は以下のとおりです。

第Ⅰ章 機械損料の構成と解説

第Ⅱ章 関連通達・告示等

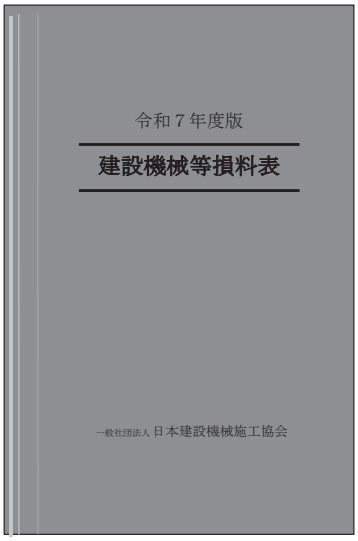
第Ⅲ章 損料算定表の見方（要約版）

第Ⅳ章 建設機械等損料算定表

第Ⅴ章 船舶損料算定表

第Ⅵ章 ダム施工機械等損料算定表

第Ⅶ章 除雪用建設機械等損料算定表



書籍の表紙イメージ

一般社団法人 日本建設機械施工協会

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下さい。

当協会ホームページ　**https://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



（一社）日本建設機械施工協会　発行図書一覧表（令和７年４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）	本部送料
1	R7 年 04 月	令和７年度版　建設機械等損料表	9,680	8,228	700
2	R7 年 03 月	日本建設機械要覧　2025 年版	53,900	45,100	990
3	R6 年 12 月	建設機械施工ハンドブック（改訂５版）	13,200	11,220	770
4	R6 年 05 月	大口径岩盤削孔工法の積算　令和６年度版	6,600	5,610	770
5	R6 年 05 月	橋梁架設工事の積算　令和６年度版	12,100	10,285	990
6	R6 年 05 月	よくわかる建設機械と損料 2024	7,260	6,171	770
7	R5 年 10 月	道路除雪施工の手引（第 17 版）	4,950	3,960	770
8	R4 年 03 月	日本建設機械要覧　2022 年版	53,900	45,100	990
9	R3 年 01 月	情報化施工の基礎　～ i-Construction の普及に向けて～	2,200	1,870	770
10	H30 年 08 月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	770
11	H29 年 04 月	ICT を活用した建設技術（情報化施工）	1,320	1,122	770
12	H26 年 03 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,200	1,980	770
13	H25 年 06 月	機械除草安全作業の手引き	990	880	770
14	H22 年　9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300	2,970	770
15	H22 年　9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300	2,970	770
16	H22 年　7 月	情報化施工の実務	2,200	1,870	770
17	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,178	770
18	H20 年　6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,080	2,618	770
19	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,300	2,970	770
20	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	2,992	770
21	H17 年　9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,100	990	770
22	H16 年 12 月	除雪・防雪ハンドブック（除雪編）【CD-R】	5,500	4,950	770
23	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】	3,520	3,168	770
24	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	1,485	770
25	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	1,782	770
26	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	1,782	770
27	H15 年　6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550	495	770
28	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	5,940	770
29	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）	2,750	2,475	770
30	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック　平成 11 年度版	8,360	8,360	770
31	H11 年　5 月	建設機械化の 50 年	4,400	3,960	770
32	H11 年　4 月	建設機械図鑑	2,750	2,475	770
33	H10 年　3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル【CD-R】	3,960	3,564	770
34	H6 年　8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,470	7,623	770
35	H6 年　4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,380	5,742	770
36	H3 年　4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,450	9,405	770
37	S60 年　1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック【CD-R】	6,600	5,940	770
38		建設機械履歴簿	440	396	770
39	毎月　25 日	建設機械施工	880	792	770
			定期購読料 年 12 冊 10,032 円（税・送料込）		

購入を希望される場合，当協会 HP　https://jcmanet.or.jp/ の出版図書欄の「出版図書のご購入について」から本部，または支部の購入方法に基づきお申込みください。

https://www.jcmanet.or.jp/

建設機械施工 4

Vol.77　No.4　April　2025（通巻 902 号）

目　　次

特　集　**地下・地中構造物**

巻頭言
4　生活を支える要は地下空間にあり
大沢　昌玄　日本大学理工学部土木工学科　教授

特別寄稿
5　建設産業を元気に！そして日本を元気に！
見坂　茂範　（前）国土交通省　近畿地方整備局長

行政情報
6　令和 6 年能登半島地震を踏まえた上下水道の地震対策
畠山　貴之　国土交通省　大臣官房参事官（上下水道技術）付（上下水道審議官グループ）　計画係長

10　自動物流道路の構築に向けた検討
国土交通省　道路局　企画課　道路経済調査室

16　「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言
浅井　慎一　国土交通省　水管理・国土保全局　治水課　課長補佐

特集技術報文
22　長距離・大深度・高水圧下でのシールド　施工
霞ケ浦導水事業 石岡トンネル第 5 工区
赤羽　浩　国土交通省　関東地方整備局　霞ヶ浦導水工事事務所　建設専門官
前田　卓見　奥村組・大本組特定建設工事共同企業体　R5 霞ケ浦導水石岡トンネル（第 5 工区）新設工事

27　超音波ソナーを活用した可視化システムの
シールドマシンへの適用
加藤竜之信　鉄建建設㈱　建設技術総合センター　研究開発センター　施工技術グループ

32　次世代の道路構想「ダイバーストリート®」の
モックアップ構築事例
粕谷　悠紀　㈱大林組　技術本部　技術研究所　地盤技術研究部　課長
早川喜三郎　㈱豊田中央研究所　イノベーティブ研究部門　モビリティインフラ研究領域　リーディングリサーチャー
伊東　裕司　トヨタ自動車㈱　未来創生センター　R- フロンティア部　生産革新研究領域　リサーチリーダー

38　ニューマチックケーソン工法における新技術の導入
後藤　修二　大成建設㈱　東京支店　王子給水所
内田　貴大　大成建設㈱　東京支店　王子給水所
根岸　直人　オリエンタル白石㈱　技術本部　技術部　機電チーム　係長
片岡　知泰　㈱ DeepX　ソリューション部　マネージャー

44　超高層ビルや大地下空間の建設現場に安定した
通信環境を構築するシステム
ウェーブガイド LAN システム
黒瀬　義機　戸田建設㈱　イノベーション推進統轄本部　新技術・事業化推進部　部長
田中　秀幸　戸田建設㈱　イノベーション推進統轄本部　新技術・事業化推進部　課長
長幡　逸佳　戸田建設㈱　イノベーション推進統轄本部　新技術・事業化推進部　係員

49　地質評価 AI を実装したデジタルツイン・アプリの
開発と現場適用による実証
木村　誠　㈱安藤・間　建設本部　土木技術第二部　地盤グループ　グループ長
MEHDI BEDJA　㈱安藤・間　建設本部　土木技術第二部　地盤グループ
藤田　哲　日特建設㈱　技術開発本部　知財・戦略部　次長

54　水路トンネルにおける目視点検作業を省力化・効率化
自律走行式ロボット（Tunnel-Rover®）と AI 画像解析ソフトによる
ひび割れの自動検出技術
本山　昇　西松建設㈱　技術研究所　先端技術グループ　主任
鈴木　健　西松建設㈱　土木技術部　リニューアル課　課長
伊藤　幸広　佐賀大学　理工学部　教授

59　生産性の向上を目的とした地下空間用新型鋼管柱の
開発と実用化
鋼製積層型支承板鋼管柱「マイエスタス®」の開発
岡ノ谷圭亮　東京地下鉄㈱　改良建設部　設計第一課　副主任

66 社会インフラ保守の高度化と
環境負荷軽減に向けた取り組みのご紹介
地下埋設インフラの維持管理業務の効率化・高度化支援
増田　真也　㈱日立製作所　社会ビジネスユニット　公共システム事業部　公共基盤ソリューション本部　社会インフラ保守事業推進センタ　主任技師
飯田　啓介　㈱日立製作所　社会ビジネスユニット　公共システム事業部　公共基盤ソリューション本部　社会インフラ保守事業推進センタ　技師
福島　直子　㈱日立製作所　社会ビジネスユニット　公共システム事業部　公共基盤ソリューション本部　社会インフラ保守事業推進センタ

71 掘削工事における写真測量技術を活用した
出来形管理の生産性向上
掘削状況管理アプリ“ちかデジ®”導入の効果
東海林隼人　ジオ・サーチ㈱　新規事業開発部　課長
渡邉　岳史　ジオ・サーチ㈱　新規事業開発部　課長
横田　智也　ジオ・サーチ㈱　企画営業本部　課長

交流のひろば
75 フィリピン初の地下鉄シールドトンネル
（マニラ地下鉄）の建設業務
マニラ地下鉄建設所 CP101 工区
安井　　充　清水建設㈱　土木国際支店　マニラ営業所　マニラ地下鉄建設所 CP101 工区
佐々木直之　清水建設㈱　土木国際支店　マニラ営業所　マニラ地下鉄建設所 CP101 工区
田上　達之　清水建設㈱　土木国際支店　マニラ営業所　マニラ地下鉄建設所 CP101 工区

ずいそう
80 ひむかの国 こども落語全国大会を振り返り
黒木　繁人　旭建設㈱　代表取締役社長

JCMA 報告
83 ゆきみらい 2025 in 上越
除雪機械展示・実演会　開催報告
企画部

部会報告
90 横浜環状南線 釜利谷庄戸トンネル工事・桂台トンネル工事 見学会報告
機械部会　トンネル機械技術委員会

93 第 24 回　機電技術者意見交換会報告
建設業部会　機電技術者交流企画 WG

106 新機種紹介　機関誌編集委員会

統計
107 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

108 行事一覧（2025 年 2 月）

112 編集後記（鈴木・桐山）

◇表紙写真説明◇

次世代の道路構想「ダイバーストリート®」

写真提供：㈱大林組

国土が狭い我が国では，地上空間を有効活用するには限度があり，今後は地下空間に着目した街づくりやインフラ整備が期待されている。地上は，車道路面に高機能化路版を敷設することにより，非接触給電などのモビリティサービスを融合させた道路を整備することで，電気自動車による自動運転を可能とする。天候の影響を受けない地下は，例えば，歩車分離，自動物流，ライフライン，雨水貯留など多目的な利用も可能である。

2025 年（令和 7 年）4 月号 PR 目次
【ア】
朝日音響㈱…… 後付 1
【カ】
コベルコ建機日本㈱…… 表紙 2
【サ】
サイテックジャパン㈱…… 表紙 4
【タ】
大和機工㈱…… 表紙 3
デンヨー㈱…… 後付 4
【マ】
マルマテクニカ㈱…… 後付 6
三笠産業㈱…… 後付 5
㈱三井三池製作所…… 表紙 3
【ヤ】
吉永機械㈱…… 後付 2

巻頭言

生活を支える要は地下空間にあり

大 沢 昌 玄



常に目で見ることができる地上空間に対して，地下空間は直接目で見ることができない。そのような地下空間には，上水道や下水道をはじめとする生活を支える無数の施設が敷設されている。その多くは，公共施設である道路の下に敷設されている。そして道路においては，地下の横断占用だけでなく縦断占用も行われているため，施設が多数敷設されていることから，地下空間利用に当たって，実は多くの課題がある。まず，地下に敷設されている各施設が，図面どおりに敷設されているか確認する必要がある。もとより図面どおりであることが必要不可欠であるが，もしずれていた場合，埋設物に傷をつけてしまえば，生活を支える施設に大きな支障が生じることとなる。地下空間を活用するときに，何が埋まっているのか正確に把握することが必要である。直接目で見ることができないが故に慎重にならざるを得ない。また景観という観点では，電線類の地中化が推進されているが，事業化前の地下の埋設物調査に時間と費用がかかることも課題である。たとえ，地下埋設物から離隔をとることができた深度であっても，地下空間を利用するに当たっては念入りな地質調査が必要である。このように，地下空間利用においては，限りなく網羅的に探査計測した上での計画の立案と施工が求められており，事前の準備が重要となる。なお，これまで公共施設における地下空間活用は主に道路であったが，河川下の地下空間利用についても可能性が検討されている。2024 年 6 月には，浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会より「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方提言」が出され，「河川の地下空間の縦断方向の活用」「河川地下空間利用のマネジメント」について示されている。

一方で都市機能が高密度に集積する都市部での地下空間利用は，非常に旺盛である。特に，東京や大阪などの大都市圏では，攻める都市戦略のもと，多くの地下空間を活用したプロジェクトが進行中である。東京では，2024 年 11 月には東京メトロ「有楽町線・南北線」の延伸工事に着手し，延長の半分が地下となる「羽田空港アクセス線（仮称）」が，大阪でも全線地下の「なにわ筋線」の工事が進行中であり，これ以外にも地下空間を利用した鉄道計画が多数あり，事業化に向けて進められている。道路でも，大阪で新たに大深度地下利用予定の「淀川左岸線延伸部」や，東京の「首都高日本橋区間地下化」など新規でもリニューアルでも，地下が積極的に利用されている。また，都市再生プロジェクトにおいても地下空間利用は積極的であり，地域貢献による地下歩行者ネットワークの拡充や地下広場など，魅力的な空間が創出されている。さらには，地下だけでなく地上との一体性が重要視され，東京の大手町タワーの「大手町の森」や虎ノ門ヒルズ駅の「ステーションアトリウム」は，地上との一体性により魅力的な空間が創出されている。地下空間を活用する場合は，地下のみを考えるのではなく，地上との関係を考えなければならない。

現在，地下にある施設の老朽化も進行している。攻めの都市戦略を持続的に支える意味でも，そして，これまでの施設の機能を維持する上でも，地下空間にある施設のメンテナンスを怠ってはならない。人が利用する地下街や地下歩行通路，自動車が利用する地下道路や地下駐車場，加えて，普段は人が入らないもしくは人が立ち入りできない上水道や下水道などの供給処理施設は，生活を支える施設であることから機能を停止できない特性もあり，点検や機能更新に苦労が伴う。これからは，日常生活への影響を確認した上で，ある一定期間機能を停止して集中的に点検及び機能更新を行うことも躊躇なく検討する必要がある。昨今の下水道管などに起因する道路陥没事故は，改めてインフラメンテナンスの重要性を如実に示すものであり，地下空間に存在し常に見て確認することができない生活を支える施設の重大性を改めて痛感するものである。

――おおさわ まさはる 日本大学理工学部土木工学科 教授――

特別寄稿

建設産業を元気に！ そして日本を元気に！



（前）国土交通省　近畿地方整備局長　見　坂　茂　範

日本建設機械施工協会会員の皆様におかれましては，平素より格別にお世話になっております。

貴協会は，設立当初から建設事業の機械化を推進され，これまで現場での施工の省力化・効率化に取り組まれ，目覚ましい生産性向上が図られています。また，少子・高齢化の時代を迎え，担い手の確保が難しくなる中，無人化施工の現場実装など i-Construction の取り組みをリードしてこられました。また，各地方整備局とは災害応急対策協定を締結され，災害発生時には迅速な対応をされるなど，地域の安全・安心に貢献されており，心より敬意を表します。

私は，これまで国土交通省で，関東地方整備局企画部長，本省大臣官房技術調査課長，近畿地方整備局長等を経験しました。それぞれの職場で，i-Construction や建設 DX の促進，建設産業の GX 化についても取り組んでまいりました。これらの分野については，引き続き継続的な取り組みが必要だと考えます。そして，貴協会の会員の皆様のご活躍が期待される分野であると思います。

貴協会の皆様をはじめ，建設産業が持続可能な産業であり続けるためには，次の二つのことが重要であると考えます。

一つ目は，公共事業予算をしっかり確保し，防災・減災，国土強靭化に努め，そして，インフラ投資を積極的に行うことにより地域経済の活性化を図っていくことです。

二つ目は，建設産業で働く皆さんの処遇改善，特に賃金のアップが重要です。既に建設産業も担い手不足が課題ですが，これからは少子化で更に各産業間での人手の争奪戦が激しくなります。そのような状況下で，若い人たちに建設産業を選んでいただくためには，建設産業で働くすべての人たちの処遇改善，賃金アップが重要だと考えます。このためには，仕事を安定的に確保することにより会社の経営が安定し，そして社員の皆さん，現場で働く技術者の皆さんの賃金アップにつなげていくことが必要です。

建設産業を巡っては，時間外労働の上限規制の問題，担い手不足の問題，ICT 活用による生産性向上など，様々な課題があります。特に，ICT 活用による生産性向上については，貴協会の皆様がこれまで取り組んでこられた成果を一層進化させ，社会に貢献しご活躍いただける分野であると思います。貴協会の益々のご活躍を期待しております。

JCMA

特集≫≫　地下・地中構造物

行政情報

令和６年能登半島地震を踏まえた上下水道の地震対策

畠　山　貴　之

今般の地震では約 14 万戸で断水するなど，上下水道施設に甚大な被害が生じた。国土交通省では，今般の被害を踏まえ，令和６年３月に当時水道事業を所掌していた厚生労働省とともに，「上下水道地震対策検討委員会」（委員長：滝沢智 東京大学大学院工学系研究科教授）を立ち上げ，今後の地震対策のあり方や上下水道一体の災害対応のあり方等を検討し報告書としてとりまとめた。

本稿では，令和６年能登半島地震を踏まえた地震対策の取組を紹介する。

キーワード：上下水道，地震対策，耐震化，災害対応，復旧復興

1．上下水道施設の被害概況

(1) 令和６年能登半島地震の概要

令和６年１月１日にマグニチュード 7.6，深さ 16 km の地震が発生し，石川県輪島市，志賀町で震度７を観測したほか，北海道から九州地方にかけて震度６強から１を観測した。気象庁では，石川県能登地方で発生している令和２年 12 月以降の一連の地震活動について，「令和６年能登半島地震」と定めたところである。

本地震により，能登半島西部では約４m 隆起するなどの大きな地殻変動も見られている。

防災科学技術研究所強震観測網（K-NET）の各地域の地震計と下水道施設の耐震対策指針と解説 2014 年版（(公社）日本下水道協会）に示される標準加速度応答スペクトルとを比較すると，今回の地震の地震動は，能登半島地域では，レベル２地震動と同程度であったと想定される。なお，震度７を記録した地域等では，一部の周期帯でレベル２地震動を上回るところもあった。

(2) 上下水道施設の被災概要

今般の地震により，新潟県，富山県，石川県，福井県，長野県，岐阜県の６県で最大約 14 万戸の断水が発生するなど，上下水道施設に甚大な被害が生じ，特に石川県の能登地方６市町（七尾市，輪島市，珠洲市，志賀町，穴水町，能登町）では，近年の主要地震を上回る管路の被害率となるなど特に多くの被害が発生した。

レベル２地震動相当の強い地震動であったことや，耐震化未実施等により浄水場や配水池，下水処理場に直結する管路等の基幹施設が被災した（**図―１**）ことにより，広範囲での断水や下水管内の滞水が発生するとともに，半島地域特有の限られた交通手段が被災したことや悪天候による作業時間の制約等が重なり，復旧に長い期間を要した。水道本管は輪島市，珠洲市の建物倒壊地域等を除き，５月末をもって漸く復旧したところである。



図―１　上下水道システムの急所となる施設の被害状況
（左：送水管，右：処理場に直結する圧送管）

(3) 耐震化の効果

多くの被害が生じた中であっても，耐震化実施済みであった浄水場や下水処理場等では施設機能に決定的な影響を及ぼすような被害は確認されなかった。同じ浄水場や下水処理場内でも，池によって耐震化の有無



図―２　耐震化の有無による被害有無の状況
（左：浄水場，右：マンホール浮上）

に違いがあった箇所では，機能確保にも顕著な違いが生じ，事前防災としての施設の耐震化の効果・必要性が再確認された（**図**―2）。

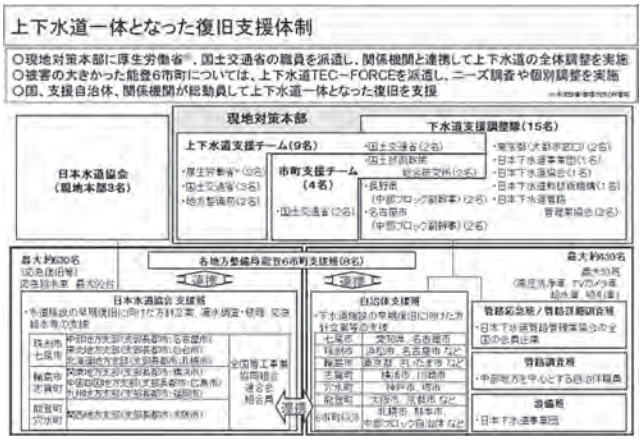
2. 上下水道一体での災害対応

令和６年４月から水道整備・管理行政が厚生労働省から国土交通省に移管されることに先んじて上下水道一体での災害対応を試み，早期復旧に努めた。

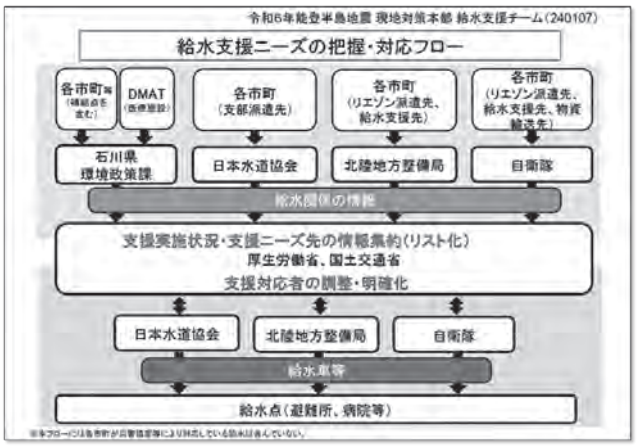
(1) 上下水道一体の調整体制の構築

石川県に設置された現地対策本部に厚生労働省（当時）及び国土交通省の職員を派遣し，両省が連携した全体調整を行うこととした。また，地方整備局等の水道整備・管理行政移管準備室の職員を被災地へ派遣し，日本水道協会と連携して被災自治体支援を行うこととした（**図**―3）。

特に多数の機関が活動する応急給水活動について，給水ニーズや補給点等の情報共有･調整を図った(**図**―4)。



図―３　上下水道一体となった復旧支援体制



図―４　給水支援ニーズの把握・対応フロー

(2) 断水解消優先の応急復旧

水道が復旧しても下水道が復旧していなければ自由に水を使うことはできない。このため，一刻も早い断水解消を行うために水道の復旧と連携した下水道の復旧を試みた（**図**―5)。これまでの災害対応では災害復旧工事（災害査定）を念頭に，概略（一次）調査を完了したところから順次詳細（二次）調査を実施していたところ，今回は，水道復旧の優先地区の確認や復旧工程を把握し，給水開始に遅れることがないよう，必要に応じて仮配管を設置するなどの応急復旧を二次調査より優先して実施することとした（**図**―6)。

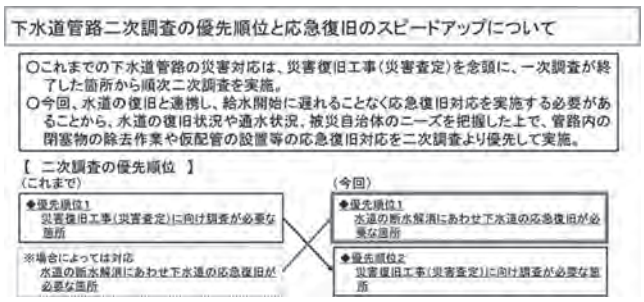
(3) 災害対応で見えた教訓

上下水道一体での調整体制や断水解消優先の応急復旧は早期復旧に一定の効果があったと考える。また，被害が集中した区間においては，仮設として露出状態で配管（転がし配管）して活用することで応急的な通水を図ること（**図**―7）や，可搬式浄水施設・設備を設置・活用することで応急給水を行うこと（**図**―8）などは早期対応に寄与した。

一方で，災害対応を行う中で試行的に取り組んできた今回の対応を今後に活かすためには，予め体制や対応方法を定めて備えることが必要である。実際に支援に入った自治体にアンケートをとったところ，「応急



図―５　上下一体となった早期復旧の取組



図―６　機能確保優先として応急復旧の加速化



図―7 仮設配管（転がし配管の活用事例）



図―8 可搬式浄水施設・設備 設置事例

復旧優先するにあたっては土工班が不足した」,「宿泊や作業拠点が不足した」「管路台帳データが電子活用できず悪天候での作業に支障が生じた」等の課題が掲げられていた。

3. 上下水道地震対策検討委員会の最終とりまとめ

前述の上下水道一体の災害対応を検証するとともに，地震被害を踏まえた今後の地震対策のあり方などを議論するため，厚生労働省（当時）と国土交通省が連携し，有識者，地方公共団体，関係団体からなる「上下水道地震対策検討委員会」を設置した。委員会での審議事項は，①被災市町の復興に向けた上下水道の整備の方向性（地域への助言），②上下水道施設の被害を踏まえた今後の地震対策のあり方，③上下水道一体での災害対応のあり方，の３点とし，施設被害の状況や今般の取組を振り返った上で，災害に強く持続可能な上下水道システムの構築に向けた議論を行った。

３月 12 日に開催された第一回委員会では，各審議事項に関して今後必要な取組等に関する意見が出されたほか，多くの被害が生じている中でも耐震化を実施した施設では概ね機能が確保されていることから，被災地の１日も早い本復旧に向けて現行の耐震指針を適用して復旧に取り組んでいくことが適当であることを確認し，早速３月 22 日に被災地向けに事務連絡を発出した。

５月 10 日に開催された第二回委員会では，中間とりまとめを行うとともに，被災自治体における復興に向けた上下水道施設整備の留意点をとりまとめ，５月 29 日に被災地向けに事務連絡を発出した。

そして，８月 27 日に開催された第三回委員会での議論を踏まえ，９月 30 日に最終とりまとめを公表した。最終とりまとめの概要は以下のとおりである。

(1) 被災市町の復興に向けた上下水道の整備の方向性

・復興まちづくりや地域住民の意向など様々な観点を踏まえつつ，分散型システム活用も含めた災害に強く持続可能な将来にふさわしい整備
・代替性・多重性の確保と，事業の効率性向上とのバランスを図ったシステム構築
・人口動態の変化に柔軟に対応できる等の新技術の積極的な導入
・台帳のデジタル化や施設の遠隔監視などの DX の推進
・広域連携や官民連携による事業執行体制や災害対応力の更なる強化 等

(2) 上下水道施設の被害を踏まえた今後の地震対策のあり方

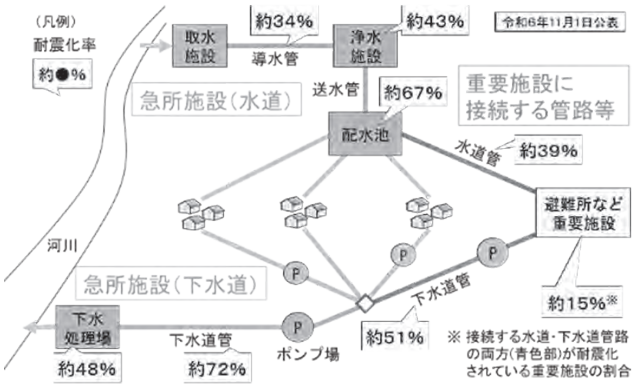
・上下水道システムの「急所」となる施設の耐震化
・避難所など重要施設に係る上下水道管路の一体的な耐震化
・地すべりなどの地盤変状のおそれのある箇所を避けた施設配置
・可搬式浄水施設・設備／汚水処理施設・設備の活用などによる代替性・多重性の確保
・マンホールの浮上防止対策・接続部対策
・人材の確保・育成や新技術の開発・実装 等

(3) 上下水道一体での災害対応のあり方

・国が上下水道一体の全体調整を行い，プッシュ型で復旧支援する体制の構築
・処理場等の防災拠点化による支援拠点の確保
・機能確保優先とした上下水道一体での早期復旧フローの構築
・点検調査技術や復旧工法の技術開発
・DX を活用した効率的な災害対応
・宅内配管や汚水溢水などの被害・対応状況の早期把握，迅速な復旧方法・体制の構築 等

4. 耐震化状況の緊急点検

上下水道地震対策検討委員会での検討を踏まえ，全国の水道事業者，下水道管理者を対象に上下水道シス



図―９　上下水道施設の耐震化状況の緊急点検結果概要

テムの急所，避難所などの重要施設に接続する上下水道管路の耐震化状況の緊急点検を実施し，令和６年11月１日にその結果を公表した。例えば，急所施設の耐震化率は，導水管が34%，下水処理場が48%に留まるとともに，避難所などの重要施設については，水道・下水道の両方の管路が耐震化されている施設の割合が15%に留まることなどが判明し，耐震化を加速していく必要性が改めて確認された（**図―９**）。

併せて緊急点検を踏まえて令和７年１月末までの上下水道耐震化計画の策定を要請しており，今後，同計画に基づく取組状況のフォローアップなどを通じて，耐震化を推進していく。

5. 令和６年度補正予算及び令和７年度当初予算案

今後の地震対策推進にあたり，予算制度でも必要な拡充等を図っている。

令和６年度補正予算では，上下水道耐震化計画に基づく耐震化等の支援のため，水道について，資本単価要件に加え，耐震化の取組を加速する自治体を支援対象に追加する等の制度拡充を行い，上下水道関係の予算額を1,153億円計上した。また，新たに上下水道一体となった技術実証制度「AB-Cross」を創設しており，創造的復興の一助となるよう，「分散型システム」の技術実証を能登地方をフィールドとして実施することとしている。

令和７年度当初予算案においては，個別補助金である水道施設整備費補助の中に「水道基幹施設耐震化事業」を，下水道防災事業費補助の中に「下水道基幹施設耐震化事業」を新たに創設し，「急所」となる施設の耐震化を計画的・集中的に支援を行い，加速化を図ることとしている。また，交付金メニューである「水道総合地震対策事業」及び「下水道総合地震対策事業」について，上下水道耐震化計画に位置付けたシステムの「急所」となる施設，避難所等の重要施設に接続する上下水道管路等を補助対象に追加し，上下水道一体となった地震対策を強力に推進する。さらに，災害時の代替性・多重性確保を図るため，水資源機構及び都道府県を対象とした可搬式浄水施設・設備の配備や配水車の配備，離島・半島地域を対象とした浄水場・下水処理場の防災拠点化に必要なシャワー設備，受水槽等の整備を支援対象に追加することとしている。「AB-Cross」については，効率的な耐震化技術，分散型システム，ダウンサイジング技術を実証することとしている。

6. おわりに

今般の能登半島地震での甚大な被害を受け，「水が使えることの重要性・公共性」が改めて認識された。災害に強く，持続可能な上下水道システムの構築に向けて，上下水道地震対策検討委員会の最終とりまとめで掲げられた事項に関係者一丸となって取組を進めていきたいと考える。

なお，本稿で紹介しきれなかった最終とりまとめの本文や予算案等の詳細は国土交通省HPを参照いただきたい。

JCMA



［筆者紹介］
畠山　貴之（はたけやま　たかゆき）
国土交通省
大臣官房参事官（上下水道技術）付
（上下水道審議官グループ）
計画係長

特集≫≫ 地下・地中構造物

行政情報

自動物流道路の構築に向けた検討

国土交通省　道路局　企画課　道路経済調査室

本稿では，急速に進行する人口減少や少子高齢化，物流危機，カーボンニュートラルの実現といった課題への対応のため国土交通省で検討している「自動物流道路（Autoflow Road)」について，我が国の物流の構造的な課題や，海外での新たな物流システムの検討状況を紹介しながら，物流専用空間の構築，自動化・無人化された輸送手法といった自動物流道路のコンセプトを打ち出した令和6年7月の「自動物流道路のあり方中間とりまとめ」での検討や今後の検討について紹介する。
キーワード：自動物流道路，物流 2024，物流危機，物流効率化，カーボンニュートラル，WISENET2050

1. はじめに

急速に進む人口減少と少子高齢化，激甚化・頻発化する自然災害など，我が国は歴史的・構造的な変化と課題に直面している。一方で，カーボンニュートラルの実現や持続可能な経済社会の構築など，新たな課題への対応が求められている。

令和5年10月，社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会においてとりまとめられた「高規格道路ネットワークのあり方中間とりまとめ」において，物流危機の克服，温室効果ガス排出削減の切り札として，道路空間をフル活用したクリーンエネルギーによる自動物流道路（オートフロー・ロード Autoflow Road）の構築に向けた検討の必要性が提起され，逼迫する物流の状況を鑑み，10年での実現が提言された。

この提言を受け，国土交通省では，令和6年2月に有識者などで構成する「自動物流道路に関する検討会」（委員長：羽藤英二東京大学大学院教授）（以下，「検討会」という。）を設置した。令和6年7月には「自動物流道路」のあり方中間とりまとめを実施した。本稿においては，「中間とりまとめ」において提言されている自動物流道路のコンセプト，実現に向けた検討の方向性，想定ルートや実験線の設定などについての考え方を紹介したうえで，現在の検討状況を紹介する。

2. 物流の現状と課題

我が国の物流は，国内貨物の9割超をトラックが担っており，物流量はトンベースでは微減傾向だが，1件あたりの貨物量が直近20年で半減している。一方で，宅配便取扱実績が1989年度に10億個を超えて以降，2022年度には初めて50億個を超えるなど物流件数は増加しており，物流の小口・多頻度化が急速に進行しているものの，貨物自動車の積載率は40%以下の低い水準で推移している。

このような状況下において，生産年齢人口の減少に伴う労働力不足を背景に，物流事業者の担い手不足が懸念されている。特に，2024年4月からはトラックドライバーの時間外労働の上限規制が適用される，いわゆる「2024年問題」に直面しており，何も対策を講じなければ，輸送力が2024年度には14%，2030年度には34%が不足し，今のようには荷物を運べなくなる物流危機が強く懸念されている。

このような中，物流の機械化・デジタル化（物流DX）を進めることで生産性の向上や非効率な物流の改善が可能となるが，その前提となるパレットや物流データ等の物流を構成するソフト・ハードの各種要素について，物流全体としての最適化に資する標準化には至っていない。加えて，トラックから鉄道・船舶へ輸送手段を転換するモーダルシフトが進まないことや，我が国のCO_2排出量のうち約2割を運輸部門が占めており，そのうち約45%を物流分野で占めていることから，物流分野におけるCO_2排出量の削減は急務である。

3. 海外の事例

海外においては，運輸部門からの温室効果ガスの排

出抑制や将来的な物流需要の増加への対応のため，新たな物流形態の検討が進められており，人が荷物を運ぶという概念から，人は荷物を管理し，荷物そのものが自動で輸送される仕組みへの転換を図ろうとしている。

①スイス：地下物流システム

例えば，スイスでは，スイスの民間企業CST社（Cargo Sous Terrain社）が，主要都市間を結ぶ物流専用の地下トンネルを建設し，自動輸送カートを走行させる物流システムの構築を検討している（**図―1**）。スイスは今後も人口の増加が予測され，貨物輸送量も2040年までに約4割増加することが予測されており，現在の輸送ルートだけでは今後増加する貨物輸送に対応することができないため，その一部を地下物流システムが担うことを想定している。

民間企業の取組を背景に，スイス政府（連邦政府）は，貨物の地下輸送のための都市間施設の建設・運営やこれらの施設での車両の運行を規制する「地下貨物法」を制定している（2021年12月成立，2022年8月施行）。

地下物流システムにより，スイスの物資輸送の持続可能な発展に貢献するとともに，環境保護，交通量の削減に伴う道路の負荷の緩和といった効果が期待されている。また，地下トンネルは自動輸送カートの走行空間機能だけでなく，カートの仕分け・滞留・追い越しを行うバッファリング機能を果たすことにより，地上での保管スペースの削減を可能としている。

②イギリス：Magway西ロンドン線プロジェクト構想

イギリスでは，イギリスの民間企業（MAGWAY社）が，西ロンドン地区において，現在開発中の電磁気力を動力として，物流輸送用に開発した低コストのリニアモーターを使用した完全自動による物流システム（Magwayシステム，**図―2**）により，地区内物流の効率化を図るプロジェクトを計画している。

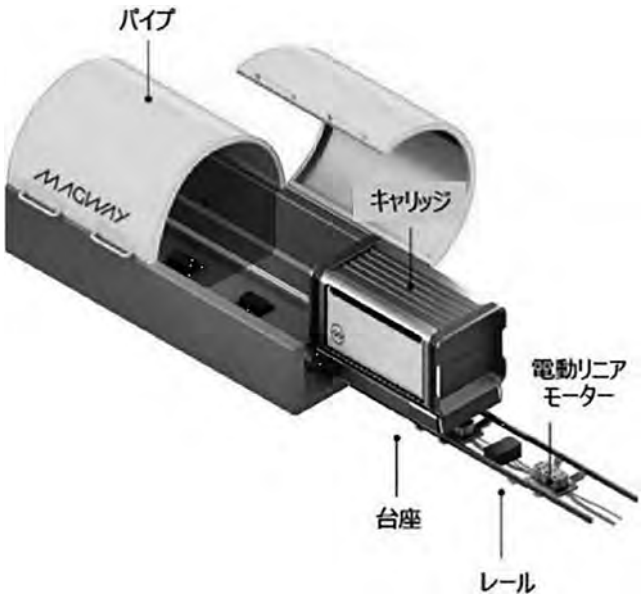
西ロンドン地区においては，既存の鉄道敷地内のレール横スペースを活用し，全長16 kmのMagway専用線を設置することにより，大手物流事業者の物流施設から小売業者等の物流施設や店舗等へ自動で荷物を輸送することが検討されている。実現に向けて検討中の段階ではあるが，トラック輸送に変わる安全かつ持続可能な代替手段を提供することを目的としており，物流の脱炭素化・効率の向上・渋滞の緩和等への貢献が可能とされている。

4. 自動物流道路の必要性

検討会において，自動物流道路の実現に向けて議論が行われ，道路，物流それぞれの目指すべき姿が示された。



図―1　スイス地下物流システムのカートのイメージ
（出典：Cargo Sous Terrain社HP）



図―2　Magwayシステム（出典：MAGWAY社提供資料）

(1) 道路の目指すべき姿

「高規格道路ネットワークのあり方中間とりまとめ」においては，「技術創造による多機能空間への進化」として国土を巡る道路ネットワークをフル活用し，課題解決と価値創造に貢献していく必要があると提言されている。道路の姿として，インフラが下部構造たる社会資本として経済を支える従来の発想を超え，道路ネットワークそのものがDXやGXなど成長分野を取り込むことで多様な価値を生み出し，道路分野にとどまらず，社会全体の構造の革新へ貢献することを目指していくべきである。

(2) 物流の目指すべき姿

現在の物流危機の状況下を踏まえると，これまで進捗しなかった物流の構造改革や生産性向上の取組を加速度的に促進させる大きな好機となる可能性がある。国際競争に伍していくためにも，我が国の物流において，DX，フィジカルインターネットといった最先端の技術や概念を取り入れた物流システムを構築していくことが重要である。

また，これまで「競争領域」とされる部分が多かった物流分野において，効果的に「協調領域」を産み出すことにより，物流モード間，事業者間，官民間の垣根を越えて，標準化をはじめとした物流効率化の取組を進め，物流モードで適切に役割を分担し，物流全体の最適化を目指すべきである。

(3) 自動物流道路の必要性

我が国の産業の生産性向上，国際競争力強化の観点からは，トラック輸送・鉄道輸送・海上輸送・航空輸送など各物流モードにおける，個々の輸送の効率化にとどまらず，物流全体として効率化・生産性向上を図ることが重要である。このためには，可能な限り省人化を目指すこと，モード間・事業者間の協調領域の拡大による効率化を図ること，各物流モードで補完し合うことに加え，道路が各物流モードをつなぐ機能を担っていくことが解決に向けたポイントとなると考えられる。

このため，道路空間を活用して専用空間が構築され，デジタル技術を活用して無人化・自動化された輸送手法により物流を担う新しい物流形態として，「自動物流道路」を構築することが必要であるとされた。

5. 自動物流道路のコンセプト・方向性

(1) コンセプト

上記のとおり，社会の変化を踏まえた道路の転換・物流の転換の中で自動物流道路の構築が求められている。その際，2024 年問題をはじめとする人手不足などの物流危機の抜本的解決に加え，カーボンニュートラルへの対応，他モード連携・支援を含めたモーダルシフトの推進，標準化などのロジスティクス改革の促進，持続可能な道路交通の実現，大規模災害に備えたリダンダンシーの確保といった多岐にわたる目的を同時に果たせるものとして実現していくべきであるとされた。

このため，自動物流道路は「持続可能で，賢く，安全な，全く新しいカーボンニュートラル型の物流革新プラットフォーム」をコンセプトの柱として，物流の全体最適化，物流モードのシームレスな連結，カーボンニュートラルの方向性で実現を図るべきものであるとされた。具体的な方向性は以下のとおりである。

(物流の全体最適化)

自動物流道路は，

・徹底的な自動化による省人化・無人化による小口・多頻度での輸送への対応
・小口輸送に対応するためのインフラとすることでの輸送空間の省スペース化
・24 時間稼働し，自動物流道路の走行空間等において仕分けや保管，時間調整を行うバッファリング機能をもたせることでの物流需要の平準化

により，物流全体の効率化を図るべきものとされた。

特に，バッファリング機能を設けることで，物流の商習慣・行動を変容させることが可能となると同時に，バッファリング機能を十分に生かすためにも商慣習・行動変容を促していく必要がある。

また，自動物流道路というインフラの導入をきっかけに，物流の標準化や事業者間・物流モード間の連携強化といったロジスティクス改革を進めるものとすることが重要である。それに伴い，トラックドライバーの働き方についても，夜間の長距離の輸送から，真に人の手が必要な輸送にシフトし，労働環境の改善につながるものとなる。

(物流モードのシームレスな連結)

モーダルシフトに際しては，既存の輸送モードに加え，自動物流道路を新たなモードの一つとして位置づけ，トラック輸送をサポートするものとして活用すべきである。加えて，自動物流道路をトラック輸送から鉄道輸送・海上輸送・航空輸送へのモーダルシフトをサポートするものとすることで，トラック輸送・鉄道輸送・海上輸送・航空輸送の活用の支障となる積替えバリアを解消し，それぞれの輸送モードの強みを活かすサポートをするものとして，物流モードのシームレスな連結を目指すべきものとされた。

(カーボンニュートラル)

自動物流道路での輸送については，低炭素技術を導入し，クリーンエネルギーの活用を前提としたハード設計とするとともに，更なる技術開発を促し，エネルギー利用の効率化を追求し，環境負荷を最小限に抑制する。

また，効率的な輸送の実現や，物流モードのシームレスな連結によりモーダルシフトを推進することで，物流全体からの温室効果ガス排出量を削減し，環境負荷の低減を目指す。

(2) 実現に向けた検討の方向性

前述のコンセプト・目的を踏まえ，海外事例を参考にしながら，自動物流道路を設定するルートや規格，必要な機能や技術に関して以下の考え方が示された。

(想定ルート)

自動物流道路を設定する想定ルートは，人手不足解消の観点から最も効果的と考えられる区間として，長距離幹線輸送での設定を検討すべきである。具体的には，物流量が最も多く，我が国最大の大動脈である東京―大阪間での設定を念頭に，段階的な運用開始も含め，実現方法を検討すべきである。その際，一部区間の運用でも効果が発揮されるよう区間設定していくべきであり，第一期区間は，物流量も考慮しつつ，大都市近郊の特に渋滞が発生する区間から構築すべきである。モーダルシフトの推進・他モード連携の観点から，モード間のシームレスな連結のため，物流拠点（貨物鉄道駅，港湾，空港，高速道路 IC，物流倉庫等）間での設定を検討すべきであるとされた。

(実験線の設定)

自動物流道路の実現に向け，実験線として，早期にフィールドを設定し，必要な技術開発・オペレーションの検証等を行うことが重要である。その際，自動走行システム，走行中給電，AI・IoT によるスマートロジスティクス等の現在発展中の新技術の積極的な活用を図るべきである。

実験線は，将来的に先行的に運用される区間（先行ルート）とすることも想定し，設定にあたっては，将来的な完成形の一部区間や物流拠点間を結ぶ区間などを想定して候補地となる区間を設定すべきである。その際，現在の物流の危機的状況を鑑みて，既存インフラの活用ができる箇所でスピード感をもって実施する必要があること，10 年での社会実装を目指すため，前提となるフィールドの構築に大規模な整備や時間を要さない，新東名高速道路の建設中区間（新秦野～新御殿場）や小規模な改良で実装可能な区間などを活用して社会実験を行うことも考慮すべきであるとされた。

(輸送対象荷物の規格)

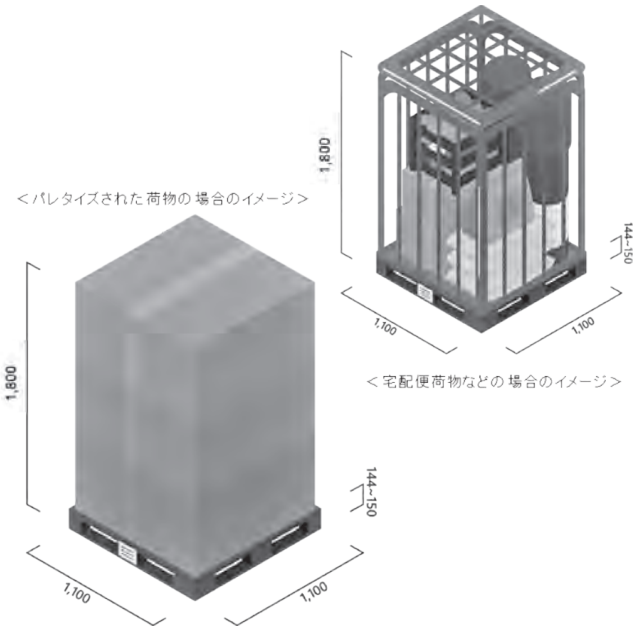
物流の小口・多頻度化の進行，積載効率，他モードとの役割分担の観点も踏まえ，自動物流道路の対象とする荷物は，小口の荷物をターゲットとし，パレット等に積載したサイズを輸送単位とすることが適当である。その規格については，拠点での積替えの自動化・機械化によるスムーズな実施を考慮すると，統一した規格の採用が必要であり，具体的には，官民物流標準化懇談会パレット標準化推進分科会において標準的な規格として推奨されている 11 型パレット（平面サイズ：1,100 mm×1,100 mm）の規格を平面サイズの土台とした上で，土台も含めた輸送対象物の高さを 1,800 mm までの大きさとして設定し，物流需要や使いやすさ，輸送時の安定性を含めたインフラ設計，搬送技術開発などを議論・検証していくべきであるとされた（**図―3**）。

(道路空間の利活用)

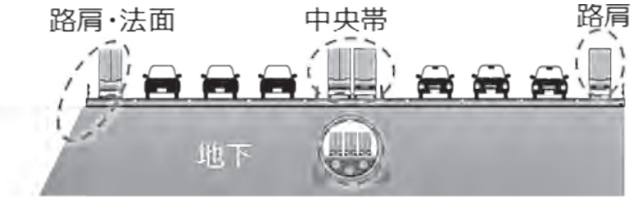
高速道路空間の利活用にあたっては，地上部及び地下部の活用が考えられる。その際，事業スピード，費用対効果，既存の交通への影響等を踏まえた検討が必要である。

地上部の活用の場合，中央分離帯及び路肩の活用が考えられるが，それぞれに本来必要な機能があるため空間の確保が必要であることや供用中の高速道路への影響を考慮する必要がある（**図―4**）。また，地下空間の活用の場合，現地状況により工事期間や整備コストが大きく変動する可能性がある。

想定ルートの具体的な区間での空間確保にあたっては，自動輸送カートの寸法や重量，走行速度，走行頻度などの諸条件を踏まえて検討する必要があり，具体的な規格を早急に設定した上で，実現に向けて更なる



図―3　荷物のイメージ



図―4　道路空間の利活用イメージ

詳細な構造検討を進めることが必要である。

また，安全性・安定性の観点から，頻発する大規模災害の発生を前提としたインフラの設計を行うべきである。自動物流道路は物流専用空間を確保し，人の侵入や，風雨等の影響を可能な限り排除することで平常時は気象等に左右されず，災害時には自動物流道路が非常手段の一つとして物流ネットワークの確保に資するなどBCPの観点からも有効となる。

（拠点配置・機能）

自動物流道路が既存物流モードと接続し，荷物の積替えを行う拠点の配置にあたっては，既存の物流倉庫の集積状況や，高速道路のSA･PAやIC，貨物鉄道駅，港湾，空港等の物流拠点の配置や，既存の道路ネットワークとの接続によるシナジー効果，周辺の道路交通への影響も踏まえ，具体的な地点を設定すべきであるとされた。また，自動物流道路の拠点での効率的・合理的な積替え手法について技術開発を図るべきであるとの指摘がされた。

（搬送手法）

自動物流道路で走行する輸送カートについて，カーボンニュートラル実現の観点からクリーンエネルギーを活用することや，エネルギー利用の効率化を図ること，自動荷役に対応した設計とすること，走行中給電などの最新技術を取り入れたものとすべきである。また，荷物の輸送時の安定性の観点から，規格化された荷物を1台の自動輸送カートで運ぶ個数についても検証が必要である。

（実施主体）

自動物流道路は，多くの企業が利用する社会インフラとしての役割を果たすことが求められる一方で，将来にわたって持続可能なスキームを構築する必要があることを踏まえた建設・運営主体とする必要がある。

6. 引き続き検討すべき課題

前述のように，自動物流道路のコンセプト・検討の方向性が提示されたが，自動物流道路を真に使いやすく，かつ持続可能な社会インフラとするために，以下について更なる検討が必要であるとされた。

(1) 効果・影響

自動物流道路の構築による道路交通や各物流モード，複合一貫輸送，更には物流全体に与える効果・影響について，交通分析，物流事業者・荷主等へのヒアリングなどにより，詳細に分析を行う必要がある。

(2) 需要分析，ビジネスモデル，官民連携，制度設計

具体的なルートの決定に当たっては，初期投資（建設コストなど）やランニングコストを含め，詳細な需要分析・事業性の分析を行う必要がある。その際，既存他モードを参考にしつつ，リードタイム等の荷物特性も踏まえ，自動物流道路への物流需要の転換率や料金などを設定する必要がある。特に，料金設定については，他モードも含めた物流需要の平準化の観点から，ダイナミックプライシングの導入についても検討すべきである。

また，実施体制について，自動物流道路は，多くの企業が利用する社会インフラとしての役割を果たすことが求められることから，建設・運営主体に対する一定の公的コントロールが必要であり，その具体的な仕組みについて検討する必要がある。また，実現にあたっては，民間資金を想定するとともに，民間の活力を最大限活用する。

(3) 技術的課題，技術開発

自動物流道路の実現にあたっては，現状の技術に留まらず，新技術の導入はもとより，行政が開発の方向性を示すことで，開発リソースの集約が可能となり，更なる技術開発が可能となる。その際，アジャイルアプローチで技術・ノウハウの確立を図っていくべきである。特に，拠点での荷役の自動化・スムーズな積替えは自動物流道路の利便性に直結する重要な課題であるとの指摘がされた。

7. 現在の検討状況

昨年7月の「自動物流道路のあり方中間とりまとめ」を実施以降，これまで自動物流道路に関する検討会を3度開催し，今後の検討の方向性，事業スキーム，社会実験の実施方針のためのマーケットサウンディング調査について議論を行われてきた。

昨年12月3日に開催された第7回検討会では，事業スキームに関するマーケットサウンディング調査（令和6年10月10日～11月7日募集）の結果について報告が行われ，今回のマーケットサウンディングでは46社からの意見提出があり，民間事業者からは自動物流道路のそれぞれの業務フェーズにおいて様々なリスクがあり，民間事業者のみでそのリスクを負うことは困難という意見があった。検討会委員からは，「民間企業での事業実施は大前提だが，リスク低減のために国からもある程度の関与は必要ではないか，ただそ

の際，他の運送事業との関係で民業圧迫となるような支援は不合理であり，利用料金のあり方も含め広く企業の意見を聞きながら具体的な制度設計について議論していくべき。」との意見があった。実現可能性のある事業スキームの検討に向け，検討会において引き続き議論を進めていくこととなった。

また，第８回検討会で報告された技術開発に関するサウンディングでは，自動物流道路の仕様を具体化するための官民での議論を行っていくための協議会に関する提案，自動物流道路の処理能力に関するオペレーションのシミュレーション等について提案があった。

これらを踏まえ，今後，社会実験に先立ち，既存施設等を活用した模擬的な空間における実証実験の実施，自動物流道路の実装に向けた検討を促進するための官民協議会（仮称）の設置，ビジネスモデル具体化のための高速道路構造カルテの作成，物流等のシミュレーションの実施をしていくこととなった。

なお，議論の参考として，中間とりまとめで提言されたコンセプト等についてのイメージ動画を作成している。ぜひご覧いただければと思う（**図―５**）。



図―５　自動物流道路の構築に向けてのイメージ
https://youtu.be/W0v0zAxu5Wo
上記の二次元コードからもアクセス可能

8. おわりに

自動物流道路は，東京―大阪間の長距離幹線構想を念頭に，まずは実験を実施し，2030 年代半ばまでに先行ルートの運用開始を目指していくこととしている。実現に向け，技術的な課題への対応，ビジネスモデルの構築など，有識者，民間企業などと連携し，スピード感をもって検討を進めていく。

JCMA

《参 考 文 献》

・自動物流道路に関する検討会
https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/buturyu_douro/index.html

[筆者紹介]
国土交通省
道路局　企画課
道路経済調査室

特集≫≫ 地下・地中構造物

行政情報

「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言

浅 井 慎 一

激甚化・頻発化する水災害への治水対策の取組みを進めるため，国土交通省は令和５年３月に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」を設置し，委員の方々からの最新の技術的知見の紹介や議論を踏まえ，令和６年６月に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言が取りまとめられた。本報では，この提言の概要について紹介する。
キーワード：浸水被害軽減，地下河川，地下空間活用

1. はじめに

短時間強雨の発生の増加や台風の大型化等により，近年は浸水被害が頻発しており，既に地球温暖化の影響が顕在化している。今年も東北地方や能登半島等において豪雨災害が発生した。

また，令和６年には11月としては初めて，沖縄・奄美地方において記録的短時間大雨情報が発表された。このような状況からも，今後さらに気候変動による水災害の激甚化・頻発化が危惧されている。

激甚化・頻発化する水災害に備えるため，全国の水系では河川整備基本方針等を気候変動による降雨量の増加などを考慮した計画に見直しを行っているところであるが，新たな河道掘削などの治水対策は一定の限界があることも想定される。

新たな河道掘削などに代わる治水対策として，河川の地下空間の活用は有効な対策と考えられるが，現在の活用状況は限定的になっている。

このため，国土交通省では，令和５年３月に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」を設置し，委員の方々からの最新の技術的知見の紹介や熱心な議論を踏まえ，令和６年６月に「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言が取りまとめられた（**表―１，２**）。

表―１ 委員名簿

(専門委員)	◎：座長	
	伊賀 由佳	東北大学流体科学研究所 教授
	砂金 伸治	東京都立大学都市環境学部 教授
	岩波 基	早稲田大学創造理工学部 教授
	大沢 昌玄	日本大学理工学部 教授
◎	鼎 信次郎	東京工業大学環境・社会理工学院 教授
	渋尾 欣弘	高知大学理工学部 准教授
	戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 教授
	横山 勝英	東京都立大学都市環境学部 教授
	瀬﨑 智之	国土技術政策総合研究所河川研究部 河川研究室長
(行政委員)		
	塚田 晃平（令和４年度）	東京都 建設局 河川部 計画課長
	渡辺 修（令和５～６年度）	
	竹内 章裕（令和４～５年度）	神奈川県 県土整備局 河川下水道部 河港課長
	濱田 雄一郎（令和４年度）	大阪府 都市整備部 河川室 河川整備課長
	藤野 昭夫（令和５年度）	
	矢野 克己（令和６年度）	

表―2　開催経過

開催日		内容
R5.3.28	第 1 回	地下空間を活用した治水対策について 今後の進め方について
R5.5.30	第 2 回	地下空間の利用実態 下水道の活用状況
R5.6.26	第 3 回	地下空間の施工について
R5.9.7	第 4 回	現地視察（首都圏外郭放水路ほか） 気候変動を踏まえた河川整備について
R5.10.11	第 5 回	トンネル工事の概要と現状，課題 排水ポンプ技術の現状について
R5.12.1	第 6 回	トンネルの維持管理について 地下河川整備における留意点について 勉強会における意見のとりまとめ
R6.5.28	第 7 回	自治体における地下空間活用事例 浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方（提言案）

2. これまでの治水対策と河川の地下空間活用に関する現状現行の治水計画を取り巻く状況

(1) 水災害の激甚化・頻発化と流域治水の推進

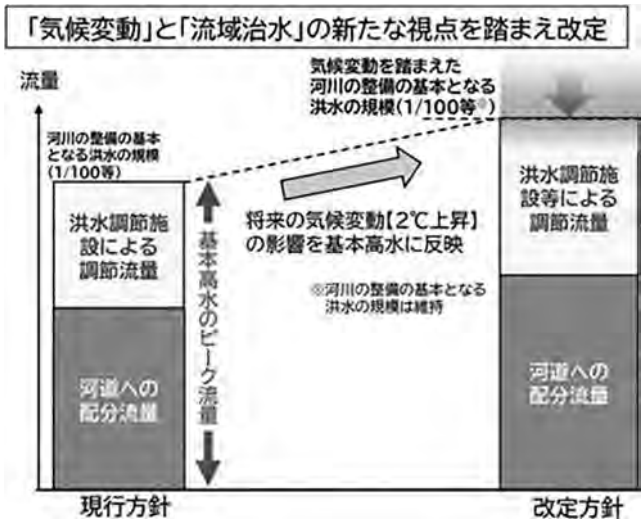
近年，平成 30 年 7 月西日本豪雨や令和元年東日本台風，令和 5 年 7 月に九州北部地方や東北北部を襲った梅雨前線による大雨など，全国各地で豪雨等による人命や社会経済への甚大な被害が生じており，今後さらに気候変動による水災害の激甚化・頻発化が予測されている。

顕在化する水災害に対応するため，国土交通省では，気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ，河川の流域のあらゆる関係者が協働して流域全体で行う水災害対策，いわゆる「流域治水」を推進しており，今後も引き続き，河川管理者が主体となって行う河川整備等の事前防災対策を加速させるとともに，流域全体で総合的かつ多層的な対策が進められている。

(2) 現行の治水計画を取り巻く状況

気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化に対応する事前防災対策を加速化させるため，全国の水系では，河川整備基本方針・河川整備計画の見直しを進めている（**図―1**）。気候変動の影響により増加が見込まれる河川の洪水流量を安全に流下させるため，事前放流等の既存施設の最大限の活用や，その上で必要となる新規ダムの建設，既存ダムの嵩上げ，遊水地等の洪水調節機能の強化策，引堤や河道掘削等の流下能力の増加策，雨水貯留等の流域対策が求められている。

一方で，ダム等の新規の洪水調節施設を建設する適



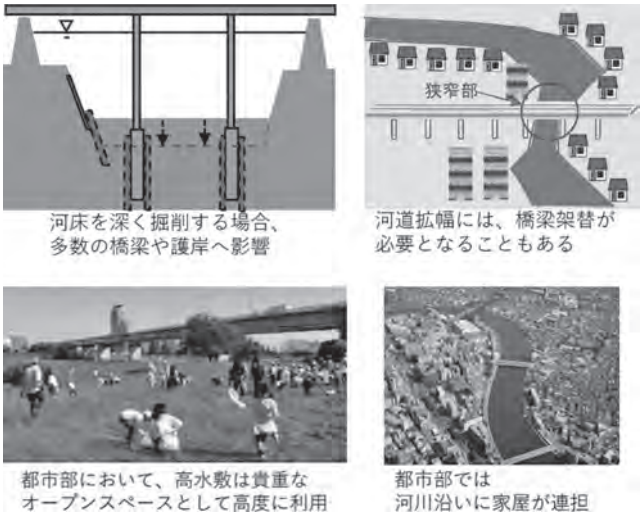
図―1　気候変動による影響を踏まえた河川整備基本方針の変更

地は既に利用されていることが多く，さらに既存施設の機能増強のみで増加する洪水流量に対応することは難しく，その効果にも限界がある。また，引堤は都市部や河川の両岸に山が迫るような地形では実施が困難であることや，河道掘削についても，河川環境や河川利用への影響が大きいことなどが，今後の抜本的な治水対策を進める上で懸念される（**図―2**）。

(3) 河川の地下空間活用に関する状況

河川の地下空間を利用した地下放水路等の整備への期待が高い一方，整備に伴い河川管理施設へ悪影響が生じるリスクや，トンネル本体の整備及び維持管理コストが大きい等の課題がある。

特に大深度など，深い地下空間を活用する場合，地下から地上に洪水を排水するためのポンプ整備や維持



図―２　現行の治水対策の課題

管理などの追加費用が必要な場合が想定される。

3. 提言の概要

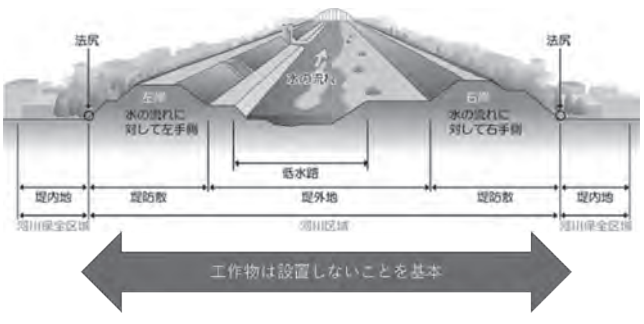
洪水調節機能の強化策や河道の流下能力の増加策が限界となりうる河川において，新たな治水対策の一つとして，これまで十分に活用できていない河川の地下空間活用に関する７つの推進策の提言がなされた。７つの推進策の具体的な内容は次のとおりである。

推進策１：河川の地下空間の縦断方向の活用

■現状と課題

・河川の地下空間の縦断方向の活用について，河川管理者が治水上必要な箇所において整備した事例はあるものの，その事例は少ない。また，下水道など許可工作物による河川縦断方向の占用については，設置がやむを得ないもので河川管理上支障がなければ可能であるが，実態として縦断占用許可の事例は少ない（**図**―３）。

・このようなことから，河川縦断方向の地下構造物の整備については，地下空間の工事に伴う河川管理施設等への影響を少なくすることが課題である。



図―３　河川区域の地下空間活用

■推進すべき内容

・国内外の先行整備事例について，設計における工事の配慮事項や管理手法等の収集，事業効果等の整理をするなどし，河川縦断方向に地下構造物を整備・管理する際の技術的知見を周知すべきである（**図**―４）。

・河川管理者としての知見を集積し，必要に応じて地下空間の河川縦断方向の活用を推進すべきである。

推進策２：河川地下空間利用のマネジメント

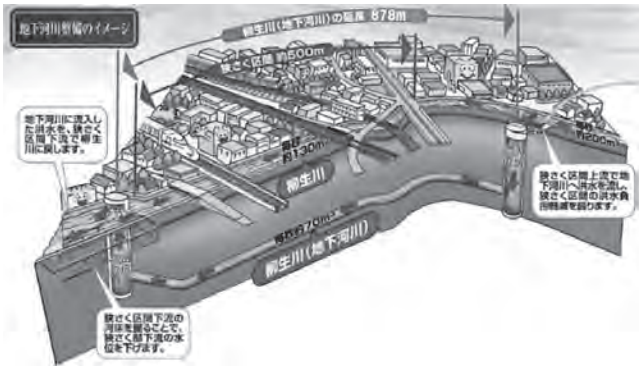
■現状と課題

・都市部を中心に，道路や鉄道等を地下に整備する事例が見られるが，施設整備位置（深さ）等についてルール化されていないことから，地表から浅い部分より順に施設整備がなされ，後発で整備する事業者は，地表から深い位置に施設整備をせざるを得ず，整備費・維持費が高くなることが課題である（**図**―５）。

■推進すべき内容

・気候変動の影響等により，洪水流量の増加が見込まれる河川において，様々な利用との輻輳が想定される場合には，地下空間の利用についてのルールが必要である。

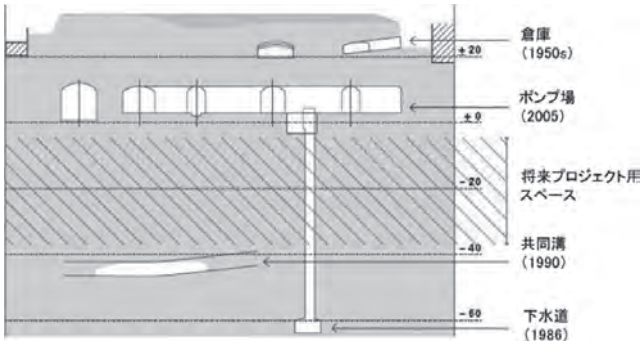
・都市部など，様々な利用との輻輳が想定され，かつ，河川管理者が治水対策として地下空間の活用を想定する河川について，河川地下空間のゾーニングをモデル河川で検討すべきである（**図**―６）。



図―４　地下河川整備事例（二級河川柳生川（愛知県））



図―５　東京の地下鉄におけるトンネル部の最大深度の推移



図―6　ヘルシンキ（フィンランド）における地下マスタープラン（横断図）

推進策３：他事業連携の推進

■現状と課題

・異なる事業者と共同で施設整備を行うことで，限られた地下空間を効率的・効果的に使用した事例がある。

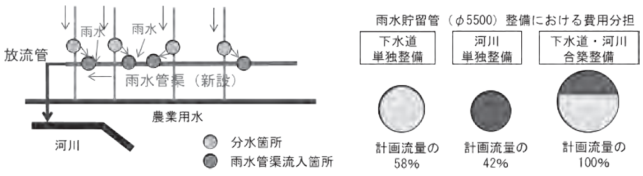
・他事業との連携は，整備目標（計画規模）の違いから，必要な施設規模，洪水時のオペレーションが異なるなど，実際の運用時を見据えた調整事項が多いため，整備事例が少ない。

■推進すべき内容

・他事業との兼用施設を整備することはコスト面から有効であることから，他の公共施設等との共同整備の事例（費用負担割合の考え方などを含む）を整理し，周知すべきである。

・河川と下水道が連携した場合の洪水管理のオペレーションなど，施設運用に関する調整項目を整理し，ルール化すべきである（**図―7，8**）。

・河川周辺における地下空間を活用する計画を共有する仕組みづくりの検討をすべきである。



図―7　整備ポンチ絵・費用分担イメージ

推進策４：河川区域以外の施設とのネットワーク化

■現状と課題

・河川沿いに家屋が連担しているなど，特に都市部では堤防整備等の用地確保が困難な状況が多いが，河川から離れた場所であれば，まとまった範囲での事業用地を確保することが可能な場合がある。

・社会経済状況の変化により，駅前の地下駐車場などまとまった地下空間を廃止する場合，貯留施設に転用できる可能性があるが，そのまま取り壊し・埋め立てが行われている。

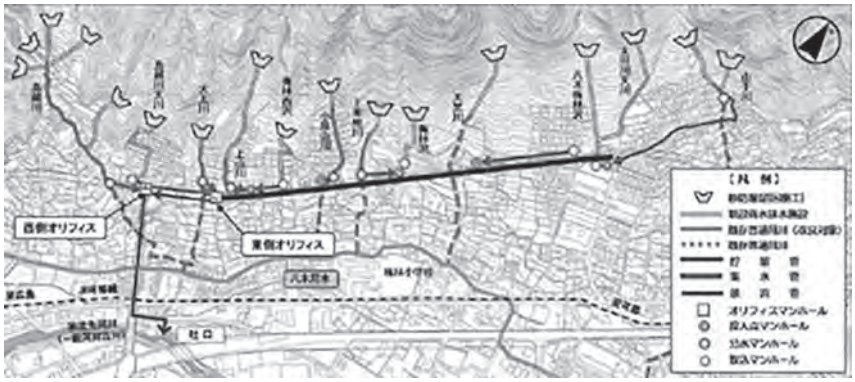
・河川区域外まで視野を広げると，河川区域外の施設とのネットワーク化など，更なる治水対策を行うことが可能となる場合がある。

■推進すべき内容

・河川と河川区域外の既設施設との連結や，他の施設（地下空間含む）に新たに貯留機能を確保する際の課題と対策について，事例を整理し周知すべきである（**図―9**）。



図―9　河川区域外の空間の有効活用事例
（船場川調節施設等整備事業（兵庫県））



図―8　河川・下水道合築整備事例（広島市）

・用途廃止される地下施設や民間の地下管路等を活用し，貯留機能や遊水機能を確保する際の課題と対策について，事例を整理し周知すべきである。
・河川区域外の施設等とのネットワーク化に向けた課題と対策について，事例を整理し周知すべきである。

推進策５：既設構造物に対する安全確保の技術向上

■現状と課題

・河川区域内で地下構造物を整備した事例は，山岳トンネル等と比較して多くない。
・河川空間は一般の利用者が多いことから，河川の地下空間で施工する際は，上面が利用される高水敷も含めた河川管理施設への影響に配慮する必要がある。

■推進すべき内容

・地下構造物の整備に伴う変状等の多くは，施設完成後ではなく施工時に発生するリスクが高いため，施工時におけるモニタリング方法や基準の充実を図るべきである。

推進策６：施工・維持管理も容易な構造

■現状と課題

・施工費の縮減を優先した結果，維持管理費が高くなり，かえってトータルコストが増える事例がある（維持管理用進入路が整備されていない等）。
・地下構造物の整備にあたっては，いかにしてトータルコストの縮減に配慮した施設整備を行うかが課題である。

■推進すべき内容

・地下構造物の整備を推進するため，施工，維持管理も踏まえた基準類の充実を図るべきである。

推進策７：技術力の伝承

■現状と課題

・河川トンネル等の設計・施工・維持管理を経験した技術者が不足しており，いかにして技術者の確保・育成を行うかが課題である（**表―３**）。

■推進すべき内容

・河川トンネル等に関する技術者の育成に向け，「技術相談窓口の設置」や「技術研修の実施」を検討すべきである。
・技術者が不足している自治体が，河川トンネル等を整備する場合は，国が技術的・人的支援をすべきである。

表―３ 地下河川の設計，施工，維持管理等で苦労した点（自治体聞き取り）

	設計	施工	維持管理
知見・人員	○地下河川，地下調節池，分水路等の計画，設計に携わったことのある職員が不足 ○河川事業でシールド工事を行う実績が多くなく，経験者・知見が不足 →下水道事業の経験者・知見を取り入れて実施 ○地下構造物の点検・維持管理の計画策定にあたり，当初の設計段階での十分な検討が困難（トンネル上部補修の仮設車両の搬出入等）	○地下河川，地下調節池，分水路の施工にあたり監督業務を行った職員が不足 ○河川事業でシールド工事を行う実績が多くなく，経験者・知見が不足 →下水道事業の経験者・知見を取り入れて実施 ○近接協議等の調整が多く，携わったことのある職員が不足	○地下調節池や分水路の点検を行うための職員が不足 ○河川事業でシールド工事を行う実績が多くなく，経験者・知見が不足 →下水道事業の経験者・知見を取り入れて実施
コスト		○事業費の確保 ○発生土が多く処分に係る費用大	○施設の老朽化に伴う，維持管理費の増大 ○堆積した土砂撤去にあたり，大型のバキューム施設が必要となり，コスト大
用地	○河川沿いにまとまった事業用地の確保が困難 ○市街地での事業用地確保が課題 （立坑用地，シールドのプラント設置ヤード等） →大深度地下を使用	○発生土の処分先及び仮置き場の確保が困難	
その他		○都市部でヤードが狭く，施工計画に苦慮 ○気泡材等の使用による発生土の安全性 ○市街地での騒音・振動への配慮 ○シールドトンネル工事での事故を受け，シールド工事に対する安全性を懸念する住民への丁寧な説明と家屋調査	

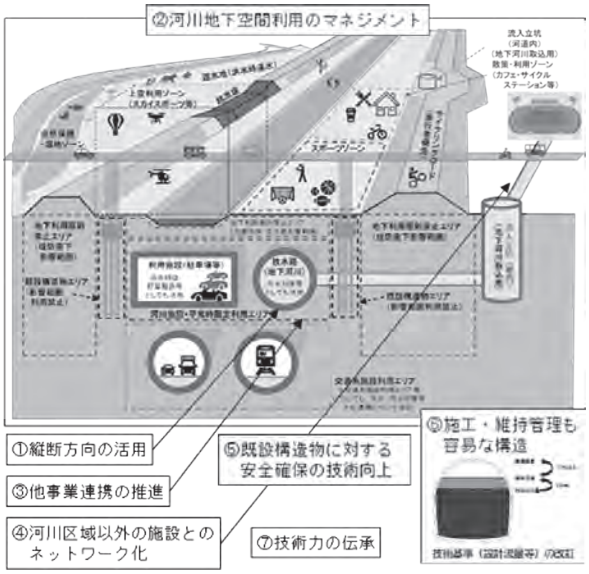
4. おわりに

本勉強会では，河川だけでなく下水道，トンネル，地下空間，ポンプなど，あらゆる分野の専門家の方々から最新の技術的知見に基づく，河川の地下空間の有効活用に向けた提言がなされた。

全国の水系では，気候変動の影響を踏まえた河川整備基本方針・河川整備計画の見直しが進められているが，気候変動の影響により増加が見込まれる河川の洪水流量を安全に流下させるため，堤防整備等の流下能力増加策を検討するにあたり，特に都市部の河川では，河川沿いに家屋が連担しているなど，新たな堤防整備等が困難な可能性も想定される。

しかし，このような場合においても地下空間を活用した河川整備を行うことで，浸水被害を解消・軽減させる効果が期待される。

引き続き，「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方」に関する提言を踏まえ，河川の地下空間の有効活用の加速化に向けた取り組み（**図**― 10）を推進していく。



図― 10　地下空間活用に向けた７つの対策イメージ

JCMA



［筆者紹介］
浅井　慎一（あさい　しんいち）
国土交通省
水管理・国土保全局　治水課
課長補佐

特集≫≫　地下・地中構造物

長距離・大深度・高水圧下でのシールド　施工
霞ケ浦導水事業 石岡トンネル第５工区

赤　羽　　浩・前　田　卓　見

本工事は長距離・大深度・高水圧下で，シールドトンネルを泥水式シールド工法にて施工するものである。掘進延長 4,442 m，最大土被り 42 m，シールド線形は直線であり，掘進路線上の大部分が民家直下の施工となる。また，トンネル内送水時期を 2026 年度に予定しており，供用が迫っているため平均日進量 20 m の高速施工が必要である。

このような条件下でシールドや掘進管理方法において様々な技術や工夫を駆使して施工を行っており，本報告ではその内容について述べる。

キーワード：長距離，大深度，高水圧，高速施工，シールド，掘進管理

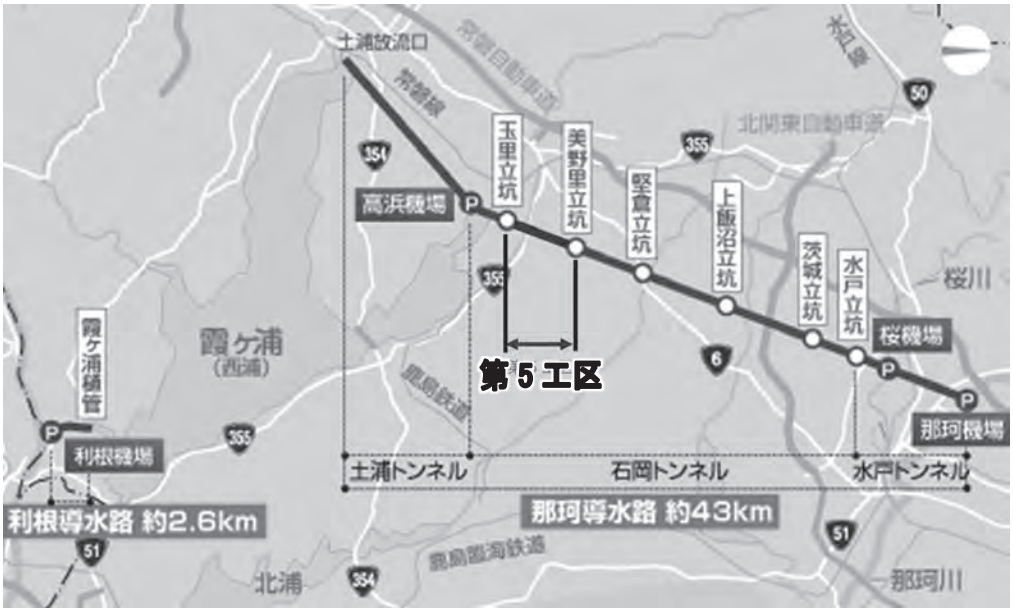
1. はじめに

霞ヶ浦導水事業は，利根川下流部，霞ヶ浦及び那珂川下流部を結ぶ地下河川を建設し，相互に水をやり取りし，霞ヶ浦と桜川ほかの水質浄化，利根川下流部と那珂川下流部における流水の正常な機能維持（水不足の軽減），新規都市用水の確保を図ることを目的とした，流況調整河川を整備する事業である（**図**―１）。本工事では那珂導水路の石岡トンネル第５工区（掘進延長 4,442 m）を泥水式シールド工法にて築造するものである。

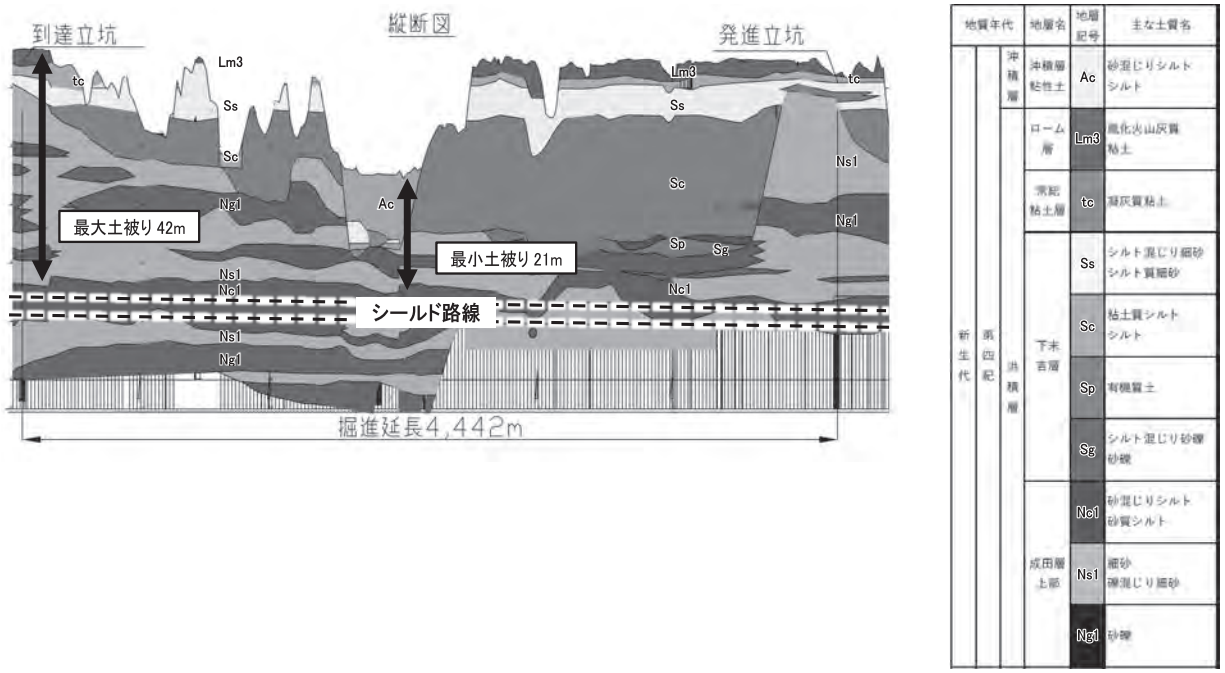
2. 本工事の特徴

本工事は，掘進延長 4,442 mm，最小土被りは 21 m，最大土被りは 42 m と長距離・大深度施工である（**図**―２）。掘削対象土質は，N 値 20 程度の成田層上部粘性土層（Nc1）と N 値 50 以上の成田層上部砂質土層（Ns1）であり，共に硬質地盤の掘削となる。

また，路線の大部分が民家直下の施工で，地盤変状を最小限に抑える必要があるため，切羽圧力管理，掘進・停止中の切羽保持対策が極めて重要である。



図―１　事業全体平面図



図―２　縦断図

3. シールドマシンの概要

本工事に使用するシールドマシンは，外径 4.04 m，機長 7.9 m の泥水式シールドマシンである。長距離・大深度・高水圧下での高速施工を可能とするため以下の技術を採用している。

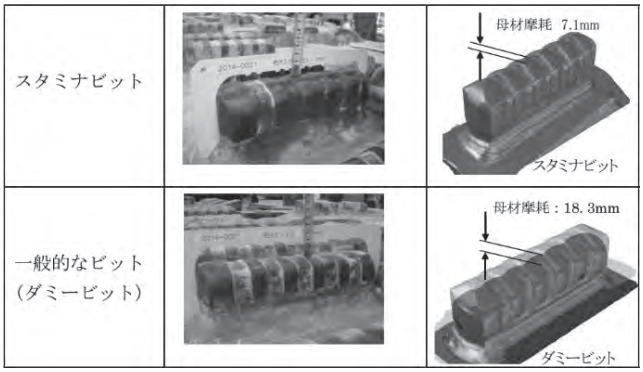
(1) 高耐久性ビット

長距離施工に伴いカッタービットの摩耗が懸念される。摩耗対策として，先行ビットに高耐久性ビット「スタミナビット」（以下，本ビット）（**図―３**）を先行ビットに配置した。本ビットの材質は E3 種と E5 種の特性を両有する新合金素材である SG30 種を採用している。

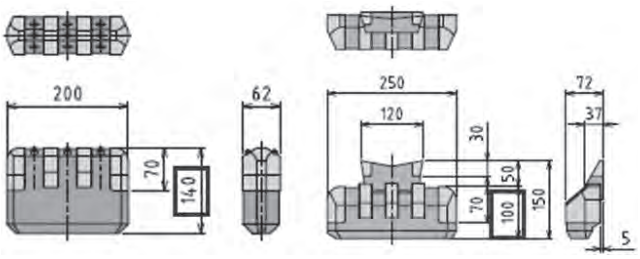
さらに，本ビットでは，シャンク部の摩耗対策として，シャンク部に円柱形状のチップを挿入し耐摩耗性を向上した。これにより，長距離施工や礫層地盤の掘削に対して優れた耐摩耗性を発揮できる。また，本ビットを段差ビット（140 mm・100 mm）として配置することで，4 km を超える長距離施工に対応する仕様とした（**図―４**）。

(2) カッターモーター冷却装置

今回，３交代施工が条件となっているため，シールドマシンのカッターを回転させるカッターモーターの冷却が重要となる。通常の昼夜施工の２交代の場合，作業時間の間が3～4時間程度あり，その間にカッターモーターほか使用機器の熱が放出される時間が確保できた。しかし，今回は交代時のシールド休止時間がなくなるため，24 時間効率的に冷却する必要があった。通常カッターモーターはシールやオイルの耐久性から 80℃までの温度に抑えるため，モーター自体に空冷式ファンを装備しており，稼働時もしくは停止時にもファンを稼働させて冷却させるのが一般的である。しかし，今回十分な冷却時間が取れないと判断し，水冷



図―３　本ビットの摩耗耐性に関する比較図



図―４　段差ビット詳細図

式を採用した。水冷方法は，地上のチラー設備で水道水を 24℃まで冷やし，カッターモーターに配置された銅管へ送水し，カッターモーターの熱を奪って，地上に戻す循環式である。これにより 24 時間休止時間がない場合でも，カッターモーターの温度は最大 60℃程度で収めることが可能となり，24 時間稼働することができた。

(3) 同時裏込め注入装置

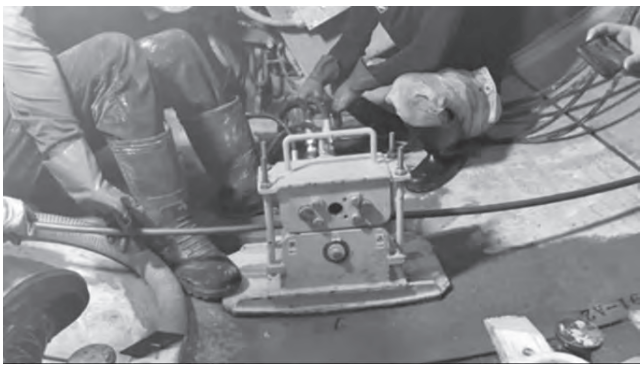
テールボイドの緩み沈下を防止するため，同時裏込め注入装置を 4 基配置し，掘進時には内 2 基を使用して掘進と同時に裏込め注入を行うことにした。残りの 2 基を予備とすることで，長距離施工におけるトラブルにも対応できる仕様とした。また，同時裏込注入管のテール端部には圧力計を装備し，テールボイド部における裏込注入圧を直接計測し圧力充填で注入管理を行った。

(4) テールグリース圧力計

高水圧下（0.4 MPa）の掘進では，テールシールの止水性が重要となるため，テールグリースの注入量と圧力の管理が必要である。通常は，注入量は使用量，圧力は注入ポンプの元圧で管理するが，本工事では，長距離・高水圧対応である 4 段テールブラシのブラシ間に設置した圧力計により，注入圧力を測定してテールグリースの充填状況を確認することで，地下水の機内流入を防止した。

(5) PC 鋼線挿入装置

本工事は地下河川であり，セグメントには内水圧対抗型セグメントである P&PC セグメントを採用している。P&PC セグメントでは，セグメント組立後 PC 鋼線を挿入し，緊張作業を行う。従来の PC 鋼線挿入は，人力施工が一般的であり，時間と労力を要する作業であったが，PC 鋼線挿入装置（**写真―1**）を開発し，挿入作業を機械化することにより，労働者の省力化，挿入緊張作業のサイクルタイム向上を実現した。



写真―1　PC 鋼線挿入装置

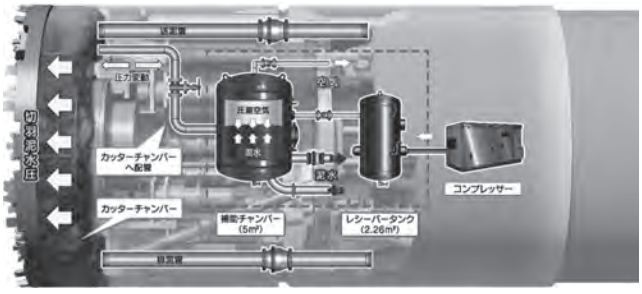
4. 掘進管理

(1) 切羽水圧安定制御

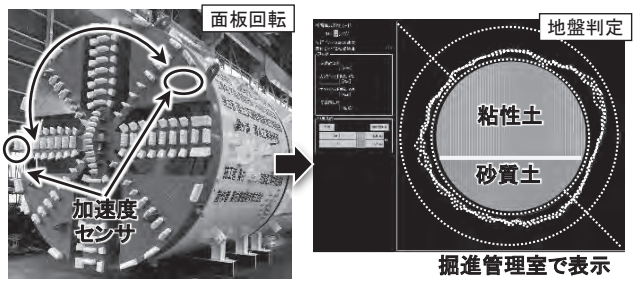
本工事の掘削対象は硬質な粘性土層（Nc 層）と，均等係数 Uc＝4 ～ 6 の砂質土層（Ns 層）の互層となるため，切羽泥水圧の管理が非常に難しい。特に 0.4 MPa を超える高水圧下では，掘進開始直後やセグメント組立時のジャッキ操作による変動による地山の緩みが予想されるため，セグメント組立時および停止中の切羽保持対策が極めて重要である。

そこで，切羽のチャンバー（カッターチャンバー）と連通管で接続した補助チャンバー（空気圧制御用小型圧力容器）を後続設備に設置し，内部で圧縮空気を流出入調整することで切羽泥水圧を安定化できる「スクラムチャンバー」を導入した。これは，切羽泥水圧に応じて，補助チャンバー内部で圧縮空気の流出入を自動調整することで，圧縮空気が空気圧ダンパーとして，切羽水圧の変動を吸収し，管理値内に保持するものである（**図―5**）。

また，掘削断面内の地盤構成（土質分布）の変化を連続的に把握する「切羽可視化システム」を導入した。このシステムは，シールド面板の最外周ビット（2 か所）に加速度センサを設置し，掘進中における加速度計測値に応じて土質を評価するとともに，地盤構成を画面出力し，地層変化を把握しながら掘進管理を行う



図―5　スクラムチャンバー概念図



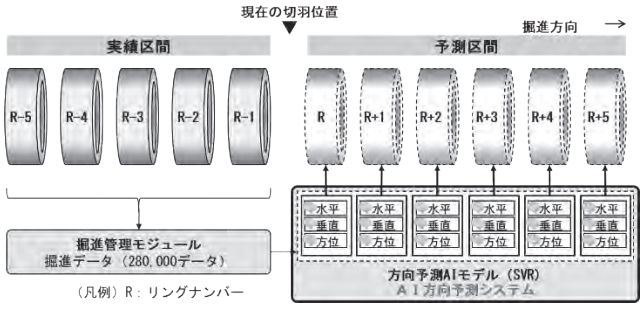
図―6　切羽可視化システム

ものである（**図**―6）。このシステムを用いて，1周回転毎に計測した土質の加速度特性から地盤判定し，地質変化に応じた切羽泥圧管理値を設定する。

(2) シールド方向予測 AI

長距離シールドにおける掘進管理の省力化，高精度化を目的として，開発した「シールド方向予測 AI」を導入した。本システムは，シールドの掘進過程で計測される多種多様なデータについて，AI に学習させることで，精度の高い方向予測を行うものである。また，シールドの操作を入力し，シミュレートすることで，熟練オペレータと同等以上の最適な方向制御を支援する機能も搭載している。方向予測 AI モデルは，一定区間の測定データ（主要なデータ 187 項目）を学習したうえで，直近の5リング分の測定データを入力し，将来6リング分の方向（水平偏差，垂直偏差，方位偏差）を予測値として出力する構成となっている（**図**―7）。また，機械学習の方法は，サポートベクトルマシンによる回帰手法（Support Vector Regression，以下 SVR）を採用している。

シールドの方向制御は，概ね1方（4～6リング）掘進毎に人為的な測量を実施し，その結果をもとに掘進管理者が掘進指示書を作成して，オペレータがその指示値に近づくように操作を行っている。このことを踏まえて，AI による方向予測は，掘進管理者に代わって，今から掘進する0～5リングでそれぞれ到達する位置（計画線形からの偏差）を予測値として算出する仕様となっている。また予測値は，リアルタイムに掘進管理室の予測画面に出力するシステムとしている（**図**―8）。



図―7　方向予測 AI モデル概念



図―8　方向予測 AI 画面

オペレータによるシールド掘進操作の中で，方向制御に寄与するものはジャッキのパターンや中折れ装置の折れ角などがあり，これらの組み合わせだけでも理論上は数億通りの操作方法が選択できることとなる。システムには，方向予測 AI を活用して，シールドの操作を仮想的に入力すると，直近の掘進データと入力操作データを用いて1～5リングの到達位置を予測するシミュレーター機能を搭載している（**図**―9）。

(3) 材料管理 BPO

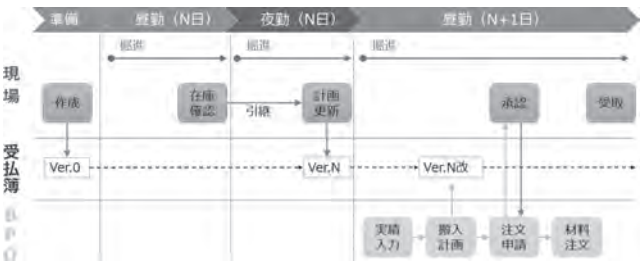
本工事では3交替で施工するため，材料管理は連続掘進を成立させるための重要な要素であり各所と連携しながら効率的かつ正確な管理を行う必要がある。そこで，現場における材料管理の一部をビジネス・プロセス・アウトソーシング（以下，BPO）で外部委託する取り組みを行っている。

シールド工事で使用する材料（セグメント，裏込材，配管・レール等）は進捗によって使用数量を把握しやすいことに着目し，材料管理業務の内，使用実績の記録と搬入計画，注文，受払簿作成を BPO に委託することにした（**図**―10）。

材料発注は掘進管理を基に計画・実行するが，日進量単位の材料管理では材料発注のタイミングを判断しづらいという課題があった。そこで，リング単位での



図―9　操作シミュレーション



図―10　受払簿を中心とした業務フロー

管理にすることで，この課題を解決し，BPO による業務委託を可能にした。具体的には，材料受払簿をリング単位の記載に変更することで，掘進管理システムとの整合を取り，複数材料の使用状況を見える化し，誰でも材料管理ができる環境とした。

従来の業務を変えることなく，役割分担により工事所業務を確実に分散することができた。職員が現場管理や在庫確認をしている間に，業務委託先が使用数量の記録から搬入計画立案，注文連絡までを行うことで，職員の負担軽減や時間外労働の削減に繋がった。

(4) トライアル計測＋SAR 衛星測量

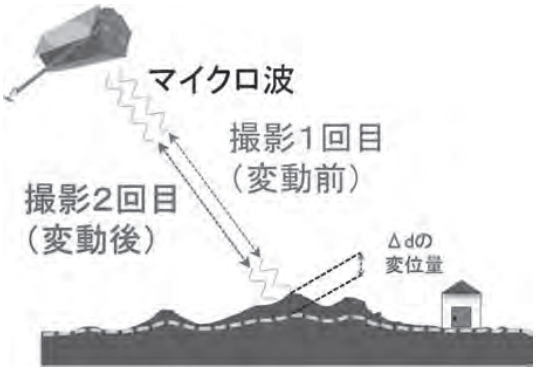
シールド路線上の道路・民家および周辺地域の地盤変状を最小限に抑制するためには，掘進による地盤変状の計測結果を逐次掘進管理に反映させることが重要である。本工事では計測対象が私有地を含む広範囲となるため，地上部全域を対象とした地盤変状の監視を実施し，掘進管理計画の妥当性を確認していく必要がある。

そこで，発進立坑から敷地境界までの範囲をトライアル区間として，重点計測（地表面常時計測・地中変位計測）を行い変状の傾向を把握して，掘進管理方法・管理値（切羽泥水圧，排土，裏込め）の妥当性を検証・改善した（**写真**―2）。

また，掘進時は路面上の変状計測に加え，衛星 SAR データによる広域地盤変状監視により，変位を 5 日毎に把握して，掘進管理に反映した。衛星での計測により，夜間でも私有地を含めた地表面の変位が把握でき，計測箇所が限定的な路面計測結果を補完して，掘進管理に反映させることができた（**図**― 11）。



写真―2　トライアル計測状況



図―11　SAR 衛星測量概念図

5. おわりに

本工事は 2024 年 9 月 17 日よりシールド掘進を開始し，2024 年 11 月に，初期掘進 230 m の施工を完了した。

2024 年 12 月より本掘進工に入り，現在 665.9 m を施工中である（2025 年 1 月末）。2025 年 12 月の到達に向けて，日々工事を進めている。

JCMA

［筆者紹介］



赤羽　浩（あかば　ひろし）
国土交通省
関東地方整備局
霞ヶ浦導水工事事務所
建設専門官



前田　卓見（まえだ　たくみ）
奥村組・大本組特定建設工事共同企業体
R5 霞ケ浦導水石岡トンネル（第 5 工区）新設工事

特集≫≫　地下・地中構造物

超音波ソナーを活用した可視化システムのシールドマシンへの適用

加　藤　竜之信

泥土圧式シールド工法において，切羽の安定を確保するためには，チャンバー内の泥土が均一に撹拌されていることが望ましく，泥土の状態を常時把握することが重要である。しかし，チャンバーは隔壁より隔てられているため，目視・接触による確認が困難である。そこで，超音波ソナーを用いた非接触の計測法に着目した。この方法は，超音波を発信して得られた音速からチャンバー内の泥土の状態を推測するものである。本報では，泥土の状態と音速値の関係を模擬地盤にて調査した。また，泥土圧式シールドトンネル現場にソナーを設置し，実現場における適用性を検証した。

キーワード：シールドトンネル，チャンバー，非接触計測法，超音波ソナー，可視化，音速

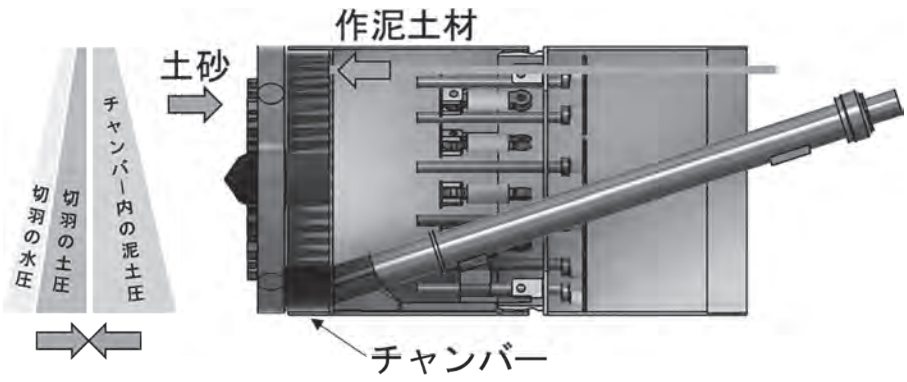
1. はじめに

泥土圧式シールド工法において，切羽の安定を確保するためには，**図**―１に示すようにシールドマシン先端部においてマシン内外の圧力のバランスをとることが重要である。外部の圧力は切羽部分の土圧及び水圧を，内部の圧力はシールドマシン先端部の空洞であるチャンバーと呼ばれる作泥土室に取り込んだ泥土の圧力のことを指す。チャンバー内に取り込んだ土砂はマシン後方から注入される作泥土材とチャンバー内にて混合，撹拌されて泥土となる。このときの撹拌状態が均一でないと，泥土の塑性流動性が確保されず，圧力分布が不均一となることで切羽の不安定化，切羽地山の崩壊につながる。そのため，泥土の状態を常時把握することが重要である。

しかし，チャンバーが位置するシールドマシン前方部とセグメント組み立て等の人力作業を行うシールドマシン後方部は鋼製の隔壁によって隔てられており，泥土の状態を後方部から目視で確認することや，チャンバー内の泥土を取り出してリアルタイムに確認することは困難である。

そこで，泥土の状態を非目視・非接触で計測するために超音波を用いた手法に着目した。超音波の伝播速度は伝播する媒質によって異なることから，発信した超音波の反射波を受信し，音速を求めることで泥土の状態を推定することができると考えられる。

これまでに行われた実験では，砂質土にベントナイトを混ぜた土砂を使用して模擬地盤を作成し，超音波を用いて音速を計測した[1)]。その結果，異なる２段階の重量比でベントナイトを混ぜた模擬地盤では音速が異なることを確認した。本報では，泥土の状態と音速値の関係を確認するため，模擬地盤に混入させるベン



図―１　シールドマシンに作用する土圧

トナイトの重量比を変化させた複数の試験体にソナーから発信する超音波を透過させて音速との関係を調査した。また，泥土圧式シールドトンネル現場において稼働中のシールドマシンにソナーを設置し，実現場においてのデータ採取，適用性の検証を行った。

2. ソナーによる地山状態の計測

(1) ソナーによる計測法の概要

シールドマシンにおけるチャンバー内の泥土の状態を非目視・非接触で確認する方法として，超音波を用いて物体を探査する装置であるソナーを使用した。シールドマシンの隔壁後方側にソナーを取り付け，前方のチャンバー内に向け超音波を発信することで音速を求め，泥土の状態を推定する。これは超音波の伝播速度が伝播する媒質の状態によって異なるためである。ここで，超音波の発信源から反射面までの距離をL[m]，超音波を発信してから反射波を受信するまでに要する時間をt[s]とすると，超音波の伝播速度c[m/s]は

$$c = 2L/t \quad (1)$$

で求めることができる。

ソナーによる計測の主な特長は以下に示す通りである。

・超音波による計測法は電磁波による計測法や磁気探査と異なり，隔壁の影響を受けにくい。
・シールドマシン側に計測器取り付けのための構造を必要としないため，製作済みのシールドマシンへの取り付けが可能である。
・シールドマシン本体の内側に計測器を設置するため，掘進開始後の設置，撤去が可能でメンテナンスが容易である。

(2) ソナー本体の構造

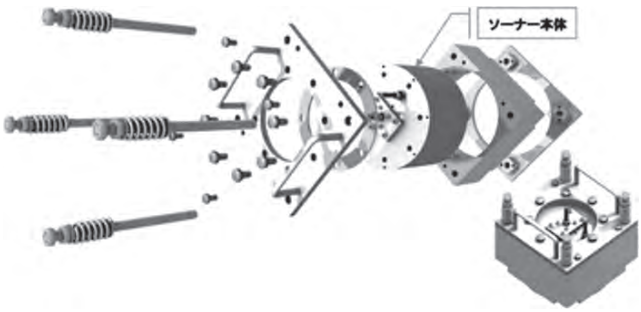
実験で用いたソナーの外観を**写真**―1に，ソナーの設置構造を**図**―2に示す。**図**―2のようにソナーはベース部，ソナー本体，防護部から構成されており，それらをテンションボルトにて締結している。ソナー本体の計測面側には，音速測定を阻害する空気の侵入を防止するためにシリコンシートが貼り付けられており，これを介して隔壁の壁面に設置する。

ソナーから発信，計測する超音波の仕様は以下の通りである。

・発信周波数：27.25 ～ 45 kHz
・中心周波数：35 kHz
・計測する波数：5 波
・サンプリング周波数：5 MHz



写真―1　ソナー外観



図―2　ソナー本体の構造

3. ソナーを使用した音速の計測

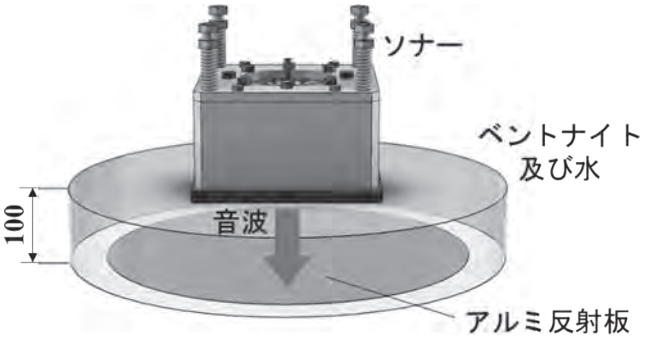
(1) 模擬地盤による調査

はじめに，模擬地盤を用いて泥土の状態と音速の関係を調査した。**図**―3に示すように，模擬地盤の底面に厚さ0.5 mmのアルミ反射板を設置し，上側に100 mm離れた表面にソナーを配置した。ソナーとアルミ反射板の間はベントナイトと水の混合物を充てんし，ベントナイトと水の比は**表**―1のようにベントナイトの重量比を2%ずつ8段階で変化させた。

調査結果を**図**―4に示す。横軸はベントナイトの重量比，縦軸は観測された音速を表している。ベントナイトの重量比が増加するのに従って音速も増加する傾向が見られた。これは，これまでに行われた実験結果と同様の傾向であり[1)]，泥土の状態と音速には相関関係があると考えられる。一方，傾向から大きく外れた音速も観測された。この原因として，模擬地盤の撹拌が十分でなかったこと，表面や側面での多重反射によるノイズの音圧が相対的に大きかったことが考えられる。

(2) 実現場における測定

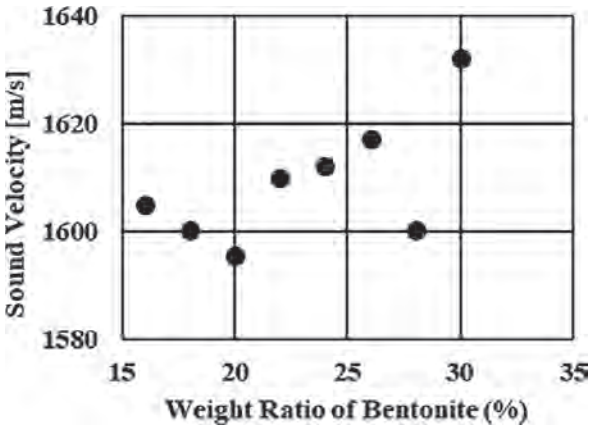
次に，稼働中のシールドマシンにソナーを取り付け，音速の計測を実施した。実際にソナーを取り付け



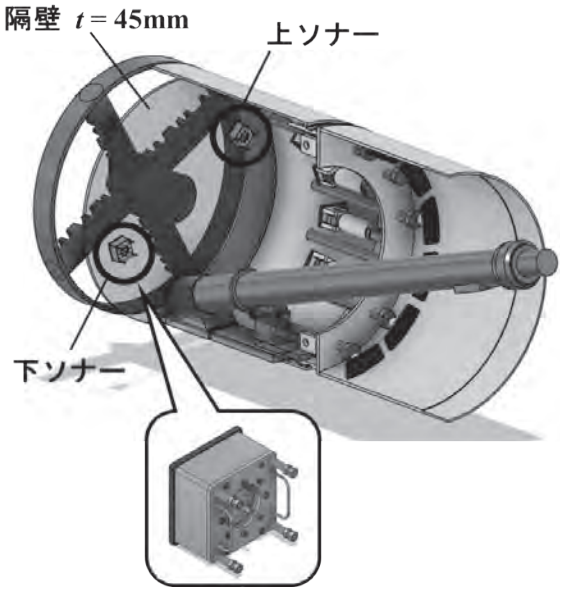
図―３　模擬地盤実験

表―１　ベントナイト重量比

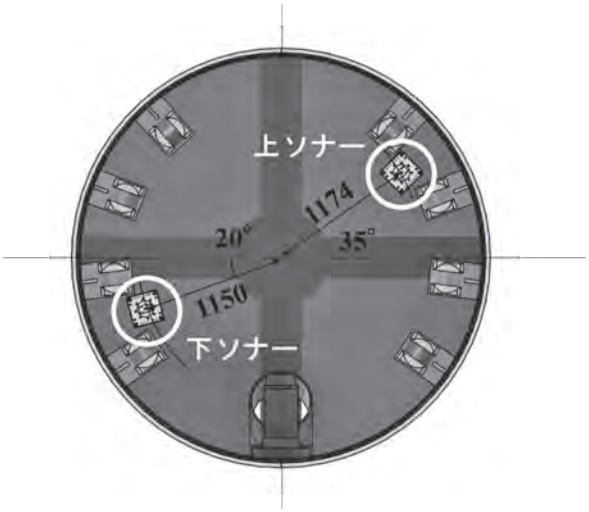
ベントナイト重量［kg］	水重量［kg］	ベントナイト重量比（%）
1.761	9.173	16.1
	7.950	18.1
	6.972	20.2
	6.172	22.2
	5.576	24.0
	5.000	26.0
	4.527	28.0
	4.089	30.1



図―４　ベントナイトの重量比と音速の関係



（a）俯瞰図



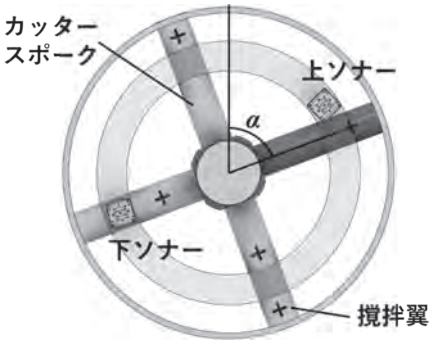
（b）背面図

図―５　ソナー取り付け位置

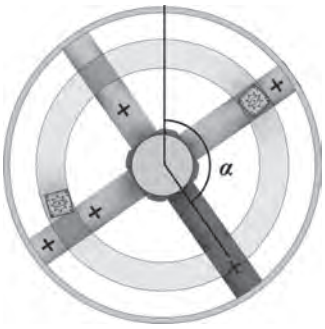
たシールドマシンの直径は最外周で 3,280 mm，隔壁厚さは 45 mm である。ソナーは**図**―５（a），（b）の枠に示すようにシールドマシンの隔壁後方側の可能な限り離れた２か所に取り付けた。シールドマシン中心からの各ソナーの距離は**図**―５（b）に示す通りである。次節以降では，シールドマシン後方側から見て右上に配置したものを上ソナー，左下に配置したものを下ソナーと記載する。

音速を計測する際には，音響インピーダンスが変化する境界面，すなわち２つの媒質の境界面で超音波を反射させる必要がある。本検証では，シールドマシン最前部にあるカッタースポークに反射した超音波を対象とした。

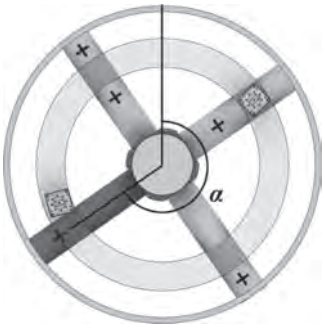
実験で使用したシールドマシンにはカッタースポークが４本あるため，カッタースポークが１周する間にソナーの前方を４回通過する。しかし，カッタースポークの後方側には撹拌翼と呼ばれる突起が存在し，ソナー前方部付近に撹拌翼があると多重反射によって正確な音速値を測定するのが困難となる。そのため，撹拌翼が干渉しない瞬間のみで計測を行うこととした。**図**―６（a），（b），（c），（d）は計測する各瞬間のカッタースポークの配置で，カッタースポーク表面の十字状の突起が撹拌翼である。また**図**―６において基準とするカッタースポークのマシン頂部からの回転角を α とする。上ソナーは**図**―６（b），（c）のとき，下ソナーは**図**―６（a），（d）のときに計測が行われるため，カッタースポークが１周する間の計測回数は上下ソ



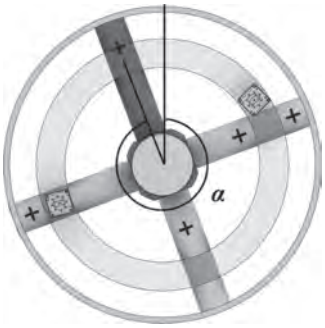
(a) α＝69.5°



(b) α＝145°



(c) α＝235°

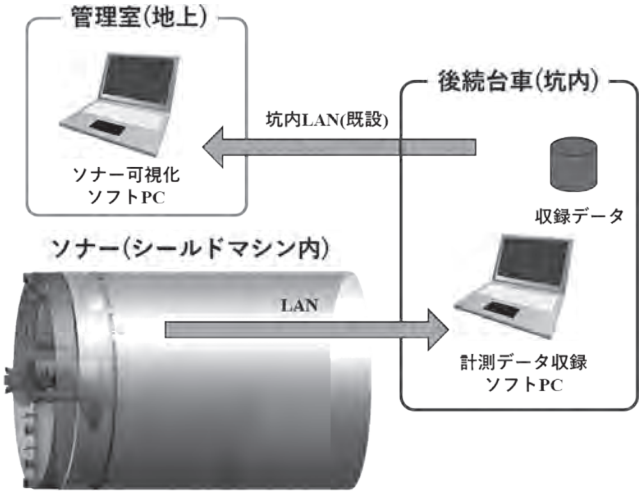


(d) α＝339.5°

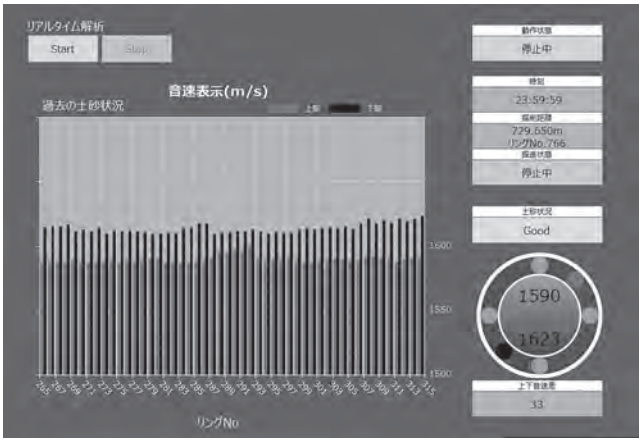
図―6 計測時のカッタースポーク配置

ナーとも2回となる。

計測されたデータは**図**―7に示すように専用のLANケーブルを介して，坑内の後続台車に設置した計測データ収録ソフトPCに取り込まれ収録される。さらに，既設の坑内LANケーブルを介して地上の管理室に設置したソナー可視化ソフトPCにデータが送



図―7 データの収録方法



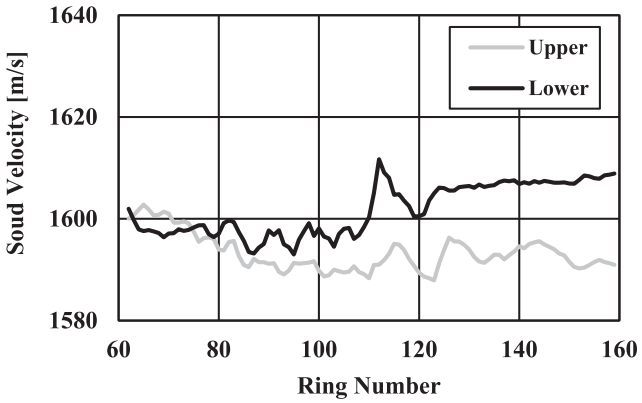
図―8 ソナー可視化ソフトPCの表示画面

られる。ソナー可視化ソフトPCでは計測されたデータが画面に表示され，結果を確認することができる。ソナー可視化ソフトPC表示画面の一例を**図**―8に示す。

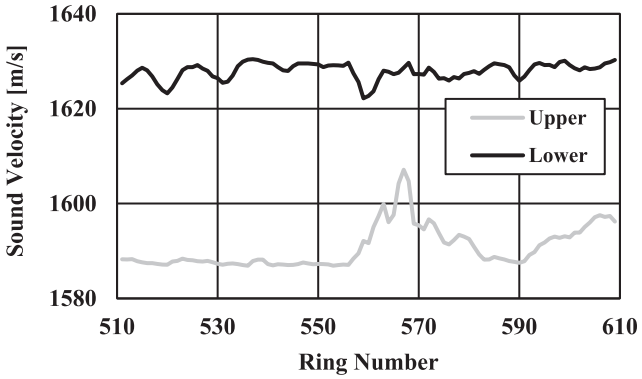
(3) 計測結果

上下の各ソナーで計測された音速を**図**―9（a），(b)に示す。いずれも横軸はセグメントのリング番号で，範囲は**図**―9（a）が61～160リング，**図**―9（b）が511～610リング，縦軸はセグメント1リング分の平均音速である。

同じリングにおいて上下ソナーで計測された音速の差に着目すると，**図**―9（a）では上下の音速に大きな差がなく最大で20 m/sであるのに対し，**図**―9（b）では音速の差が大きくほとんどのリングで40 m/s程度となった。この原因として，シールドマシンの上下での土質の違いが影響していると考えられる。掘進箇所における土質は61～160リングの範囲ではマシンの上下とも固形シルトであるのに対し，511～610リングの範囲ではマシンの下部が固形シルト，上部が粘



(a) 61 ～ 110 リング



(b) 511 ～ 610 リング

図―９　計測された１リング分の平均音速

土質砂礫であることがわかっている。そのため，シールドマシンの上下で土質が異なる 511 ～ 610 リングの範囲では，断面内の土質を均等に撹拌することが難しく計測された音速に大きな差が生じたものと考えられる。

一方で掘進箇所による音速の絶対値の変化に着目すると，途中で土質が変化する上側では音速は 1,590 m/s でほとんど変化がないのに対し，土質が変化しない下側では，511 ～ 610 リングの音速は 61 ～ 160 リングの音速より 30 m/s 程度大きな値となっている。このことから，土質によって音速は変化するが，他にも音速に影響を与えるパラメータが存在すると考えられる。

4. おわりに

本報では，シールドマシンのチャンバー内に存在する泥土の状態を知る方法として，超音波ソナーを用いた非接触の計測法に着目し，実現場での適用性を検証した。ソナーを発信した際の反射波を計測することで音速を求め，音速の値から地山の状態を推定した。

はじめに，模擬地盤においてベントナイトと水の混合物を用いて音速を計測し，ベントナイトの重量比が大きくなるほど音速が大きくなる傾向が得られた。

次に，実現場において稼働中のシールドマシンにソナーを取り付け，掘進中の各リングで平均音速を計測した。その結果，上下のソナーで計測された音速に大きな差が見られる箇所が存在した。これは，土質の境界部において十分に撹拌を行うことが難しく，チャンバーの上下で支配的な土質が異なっていたためと考えられるが，同じ土質でも音速は掘進箇所によって変化するため，音速に影響を与える別のパラメータもあると考えられる。

超音波の音速は伝播する媒質の弾性率と密度に依存する。また，液体，固体といった媒質の相によっても異なり，媒質の温度にも依存する。そのため，現在までに得られた結果だけではチャンバー内の土質を正確に推定することが難しい。

今後，物性が既知の泥土を用いた音速の調査や，類似の土質において各パラメータが音速に与える影響を解明することで，泥土の状態を的確に判断できるようになり，チャンバー内の撹拌状態の可視化精度向上につながると期待される。

JCMA

《参 考 文 献》

1）山田宣彦，岩瀬隆，森裕之，浅田昭：ソナーを使用したチャンバー内の可視化に向けた基礎実験，土木学会第 78 回年次学術講演会，Ⅵ -837，2023.9



［筆者紹介］
加藤　竜之信（かとう　りゅうのしん）
鉄建建設㈱
建設技術総合センター
研究開発センター　施工技術グループ

特集≫≫　地下・地中構造物

次世代の道路構想「ダイバーストリート®」のモックアップ構築事例

粕谷悠紀・早川喜三郎・伊東裕司

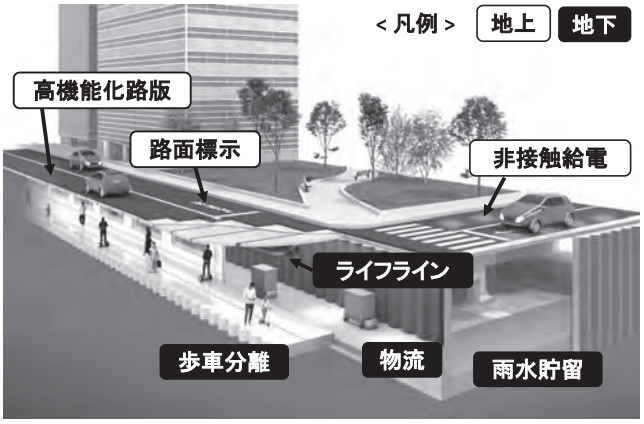
国土が狭い我が国では，地上空間を有効活用するには限度があり，今後は地下空間に着目した街づくりやインフラ整備が期待されている。そこで，著者らは地上および地下空間を利活用した次世代の道路構想「ダイバーストリート®」を開発した。通常仮設材として用いる鋼矢板を本設利用することにより，鋼矢板の引抜き工事，側壁の躯体工事および埋戻し工事が不要となり，コスト縮減と工期短縮が可能である。本報では，この次世代の道路構想の工法概要，実物大のモックアップ構築による施工性や出来形の検証，現場計測，車両走行実験について述べる。

キーワード：道路，地下空間，鋼矢板，実物大モックアップ，常時測定，車両走行実験

1. はじめに

近年，都市部では駅周辺の再開発事業やインフラ整備が行われており，生活しやすい街づくりが進められている。その一方で，都市部での人口集中，物流量の急激な増大，電気やガスなどのライフラインの煩雑化，激甚化する地震災害・豪雨災害などが問題視されている。国土が狭い我が国では，地上空間を有効活用するには限度があり，今後は地下空間に着目した街づくりやインフラ整備が期待されている。

そこで，著者らは地上および地下空間を利活用した次世代の道路インフラ構想「ダイバーストリート®」（以下，本次世代道路構想）を開発した（**図―1**）。例えば，道路は地上と地下を二層化することにより，効率的な交通網の形成や渋滞解消が期待できる。また，地上は，車道路面に高機能化路版を敷設することにより，自動運転や非接触給電などのモビリティサービスを融合させた道路を整備することで，EV（電気自動車）による自動運転を可能とする。天候の影響を受けない地下は，例えば，歩車分離，自動物流，ライフライン，雨水貯留など多目的な利用も可能である。



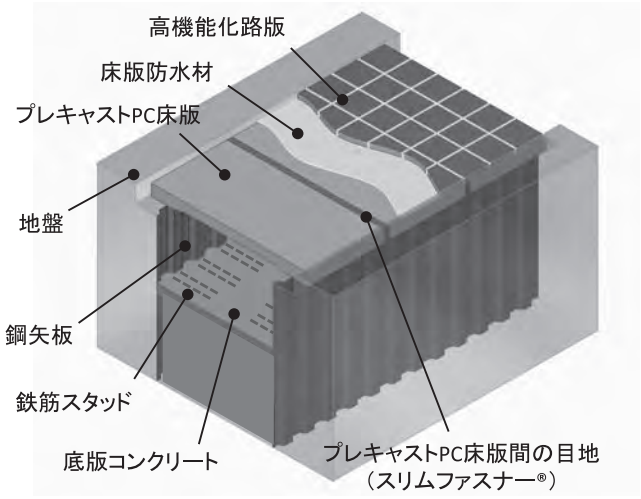
図―1　本次世代道路構想による次世代の道路構想

浅い深度で地下空間を構築する施工法として，一般に開削工法が挙げられる。開削工法は，親杭横矢板方式や鋼矢板方式等で仮設土留めを設置し，ボックスカルバートなどの構造物を構築する工法である。構造物を構築した後は，側部および上部を土砂等で埋め戻し，土留め鋼材を引き抜いた後に施工完了となる。しかし，都市部で建物やインフラ構造物が近接する場合，仮設土留め工を含む施工スペースを確保するのが困難となる場合がある。そこで，都市部でも本構想の実現を可能とするため，通常仮設材として用いる鋼矢板を本設利用して地下空間を構築する合理的な施工法を開発し，今般実物大のモックアップを構築した。本報では，本次世代道路構想の工法概要，実物大のモックアップ構築による施工性や出来形の検証，鋼矢板などの現場計測および車両走行実験について述べる。

2. 本次世代道路構想の工法概要

(1) 概要

本次世代道路構想は，鋼矢板，底版コンクリート，鉄筋スタッド，プレキャストPC床版（以下，PC床版），PC床版間の目地，床版防水材，高機能化路版から構成される。**図―2**に構造概要図を示す。道路



図―２　本次世代道路構想の構造概要図

床版にはPC床版を採用することにより，工期短縮，品質向上，死荷重軽減および施工性向上を図っている。底版コンクリートは，現場打ち鉄筋コンクリート造とする。鋼矢板と底版コンクリートは，鉄筋スタッドなどのずれ止めを活用して一体化を図る。鉄筋スタッドは，せん断力のみを負担するものとして必要本数を検討する。PC床版の幅は，運搬性を考慮して長さは2m程度とし，工場で製作する。配筋された型枠内にコンクリートを打設し，硬化後にプレストレスを与えて現場に搬入する。PC床版間の目地には，常温硬化型の超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート®」（以下，本高強度モルタル材料）を充填して接合する「スリムファスナー®」[1]を採用した。舗装版は，路面標示や非接触給電が可能な高機能化路版とし，時代の変化に合わせてモビリティサービスをアップデートさせる。本工法の特長については，既報に譲る[2]。

(2) 施工手順

図―３に施工手順を示す。

①施工範囲全体を盤下げした後，圧入工法やバイブロハンマ工法で鋼矢板を地盤中に打ち込む。

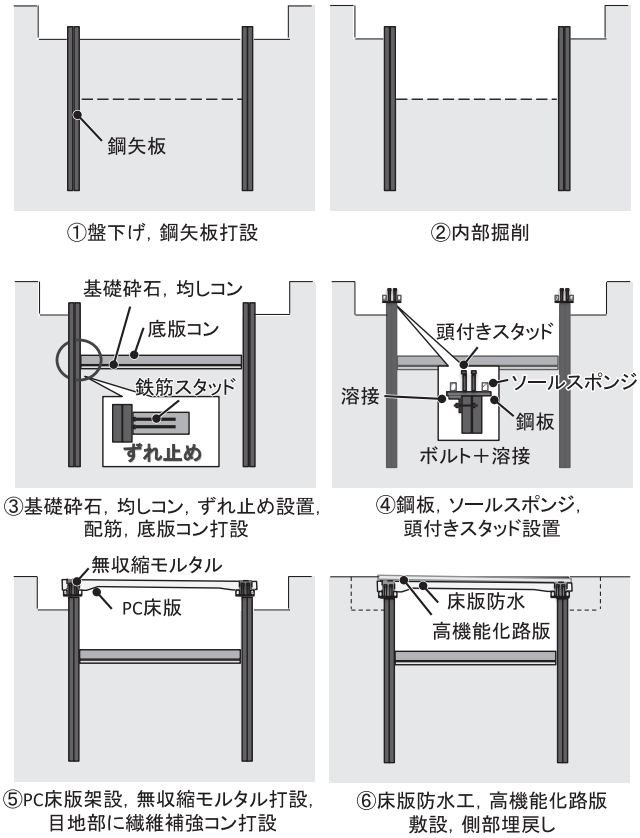
②バックホウ等で鋼矢板の内部地盤を掘削する。

③床付け後，砕石を敷き均らして転圧し，均しコンクリートを打設する。鋼矢板と底版コンクリートのずれ止め（鉄筋スタッド）を鋼矢板に溶接する。底版の配筋後にコンクリートを打設する。

④PC床版の台座となる鋼板を，鋼矢板にボルトまたは溶接で接合する。鋼板にはPC床版接合用の頭付きスタッドをあらかじめ溶接しておく。鋼板上部の外周部には，止水型枠材としてソールスポンジを設置する。

⑤PC床版の両端部に接合用のジベル孔を設けておき，大型クレーンを用いて鋼板の上に架設する。その後，無収縮モルタルを打設し，PC床版と鋼板および鋼矢板を一体化する。PC床版間の目地部に埋設型枠を取り付けた後，常温硬化型の超高強度繊維補強コンクリートを打設する。

⑥床版の表面を塗膜系の材料で防水処理する。その後，高機能化路版を敷設し，側部を埋め戻して施工完了となる。



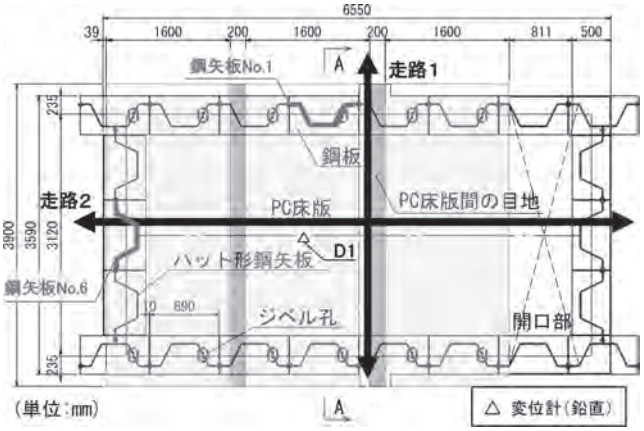
図―３　本次世代道路構想の施工手順

3. 実物大のモックアップ構築事例

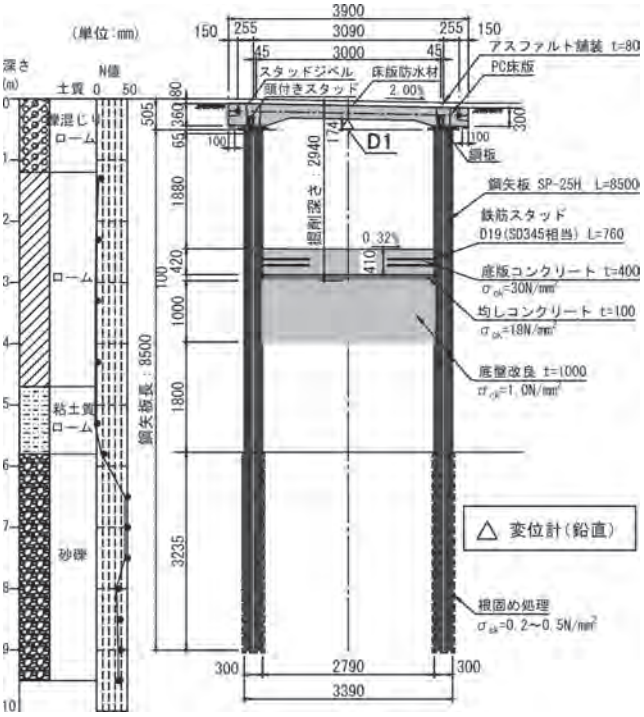
(1) 工事概要

図―４に実物大モックアップの平面図を示す。鋼矢板は，幅900 mmのハット形鋼矢板SP-25Hを使用した。鋼矢板の長さは8.5 mであり，長辺方向に8枚，短辺方向に3枚の計22枚を長方形状に配置した。PC床版の寸法は，長辺3.9 m×短辺1.6 m×厚さ0.3～0.36 m（排水勾配2%）であり，計3枚設置した。また，地上から人が出入りできるようにするため，開口部を設けた。

モックアップを構築した地盤は，地表面からGL-5.8 mまではN値2のローム層，GL-5.8 m以深はN値が40程度の砂礫層が堆積している（**図―５**）。地盤



図―４　実物大モックアップの平面図



図―５　実物大モックアップの A-A 断面図

調査深度内で地下水は認められなかったが，地下水位が浅い場合を想定して鋼矢板の嵌合部に止水処理を行い，施工性を確認した。なお，今回のモックアップ構築ではアスファルト舗装で施工したが，今後高機能化路版への置換えも検討している。

(2) 各工事の詳細内容

(a) 鋼矢板打設の補助工法

一般に，N 値が 25 以上の砂礫層に圧入のみで鋼矢板を打ち込むのは難しいといわれている。ウォータージェットを併用して鋼矢板を圧入する場合，その周辺に空隙が生じやすいことから，今回はオーガー併用圧入工法を選定した（**写真**―1）。先行掘削後に鋼矢板を打ち込むと，地盤と鋼矢板との間に空隙が発生し，



写真―１　鋼矢板圧入状況

鋼矢板の周面摩擦力が期待できない可能性があった。そこで，鋼矢板打設後に砂礫層と鋼矢板間に根固め液を注入した。根固め液はセメントベントナイトを使用し，文献 3）を参考に，設計基準強度は材齢 28 日で 0.3 N/mm^2 以上に設定した。練混ぜ後に採取した供試体の一軸圧縮強さは，目標強度を満足することを確認した。

(b) 鉄筋スタッドの設置

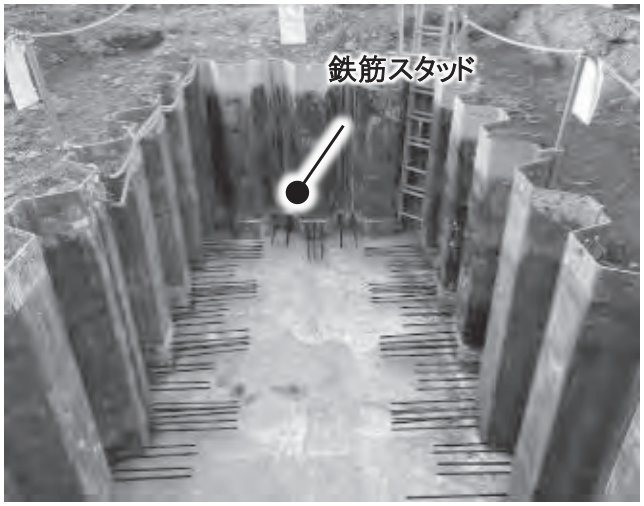
鋼矢板と底版コンクリートは，鉄筋スタッドでずれ止めする構造とした。鉄筋スタッドは，D19（SD345 相当）とし，長さは 40d となる 760 mm とした。設計計算上，鋼矢板 1 枚あたり D19 が 10 本必要であったため，ハット形鋼矢板の平場（ウェブ）に 3 本，嵌合部（アーム）に 1 本× 2 カ所とし，それらを 2 段設置することにより 10 本とした。実施工では，設計上必要な本数以上の鉄筋スタッドを溶接して設置した（**写真**―2）。なお，鋼矢板の隅角部は，鉄筋スタッド同士が干渉しない配置とした。

(c) 底版コンクリート打設

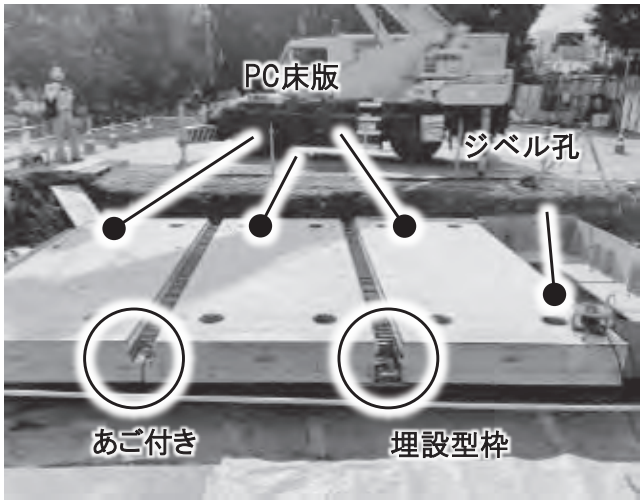
底版コンクリートは，単純梁として応力度を照査した結果，鉄筋コンクリート厚さを 400 mm とした。底版コンクリートの上筋は D25@125 mm，下筋は D22@125 mm または D25@125 mm，芯かぶりは 110 mm とした。また，鋼矢板の隅角部の一部に釜場を設けて，ポンプ排水が可能な形状とした。底版コンクリートの配合は「30-15-20N」とし，ポンプ車を使用して打設した。

(d) PC 床版設置

PC 床版は，工場で型枠製作および配筋を行い，ポ



写真―２　鉄筋スタッド完了



写真―３　PC 床版設置完了

ンプ車を使用して「50-21-20N」のコンクリートを打設した。25 t ラフタークレーンで PC 床版を揚重し，所定の位置に設置した（**写真―３**）。PC 床版の両端部には接合用の開口部（ジベル孔）を設け，頭付きスタッドを取り付けた鋼板の上に架設し，無収縮モルタルを打設して一体化した。また，PC 床版間の接合部の施工法として埋設型枠とあご付きの２種類を採用し，両施工法を比較した。あご付きのほうが PC 床版設置時に時間はかかるものの，型枠を取りつける手間がかからないため，施工性に優れることがわかった。

（e）PC 床版間の目地部の施工

PC 床版間の目地部は，車載型のプラントを設置し，現地で常温硬化型の超高強度繊維補強コンクリートを練り混ぜて打設した。練り混ぜた本高強度モルタル材料を撹拌翼付きのパドルホッパーに卸して打設した。打設後は，①蓋養生，②３～４時間放置，③仕上げ（クレーター，気泡の撤去），④湿潤養生の順に本高強度モルタル材料の品質を管理した。

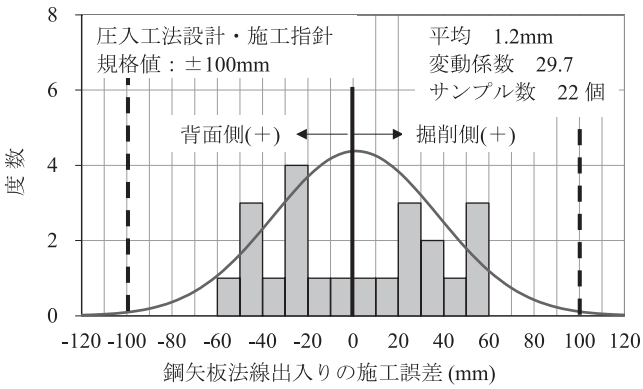
(3) 出来形計測結果の紹介

（a）鋼矢板圧入工の出来形検測結果

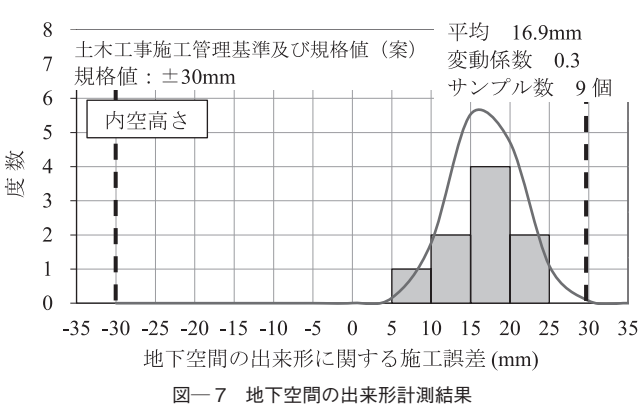
図―６に鋼矢板の法線出入りにおける施工誤差のヒストグラムを示す。図中には，平均や正規分布も示した。トータルステーションから求めた四隅の計画座標を基準に水糸を設置して鋼矢板平場までの距離を測定し，掘削側への施工誤差を正の値で示した。22 枚の鋼矢板の法線出入りを実測した結果，いずれも文献4）における規格値の±100 mm 以内であることを確認した。なお，法線出入りの施工誤差が最大 50 mm 程度生じた理由として，圧入時に鋼矢板の閉合を優先した影響などが挙げられる。

（b）地下空間の出来形計測結果

地下空間における内空高さは，PC 床版の中央および両端のハンチとの境界部で計測した。計測数は，3 カ所× PC 床版 3 枚＝ 9 カ所とした。**図―７**に地下空間の出来形計測結果を，設計に対する差として示す。なお，本計測は車両走行実験後に計測を行った。内空高さはいずれも文献 5）のカルバート工の規格値（設計寸法の±30 mm）を満足することを確認した。また，



図―６　鋼矢板の法線出入りの施工誤差



図―７　地下空間の出来形計測結果



写真―４　完成後の地下空間

設計と実測の差の平均値は 16.9 mm であり，変動係数は 0.3 であった。**写真**―４に完成後の地下空間を示す。

4. 現場計測

鋼矢板 No.1 と鋼矢板 No.6 にひずみゲージと多段式傾斜計を各 6 深度設置し，曲げ応力度と水平変位を測定した。**図**―４に実物大モックアップの計器平面配置図を，**図**―５に計器断面配置図を示す。測定は鋼矢板内側の地盤掘削前からサンプリング間隔 1 分で行った。

図―８に鋼矢板の水平変位分布を示す。各工種が完了した日の 17 時の結果を比較した。掘削完了時点における No.1 天端の水平変位は約 1.1 mm，No.6 天端のそれは約 0.6 mm であった。弾塑性法による土留め壁の設計計算で算出した鋼矢板天端の最大水平変位（31.1 mm）と比較すると約 2 ～ 4% であり，十分に小さい結果であった。設計条件との明確な差異として，設計計算では鋼矢板背面に作用する油圧ショベルの重機荷重を考慮していたが，施工時は No.1 の対面側に油圧ショベルを配置して掘削したこと，掘削前に先行地中梁として構築した地盤改良体の強度が設計基準強度の約 1.8 倍であったこと，土留め計算上は奥行き方向を半無限として水平変位を算出しているのに対し，実施工では鋼矢板を閉合しており，その 1 辺も比較的短かったことなどが挙げられる。なお，埋戻し転圧完了時における鋼矢板天端の最大水平変位は 2 mm 程度であった。

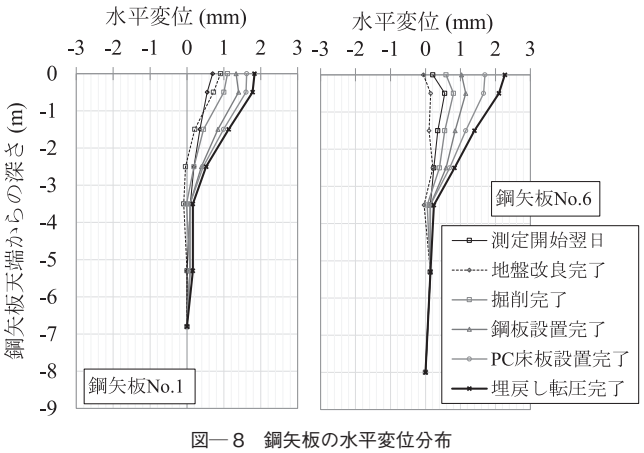
5. 車両走行実験

(1) 実験概要

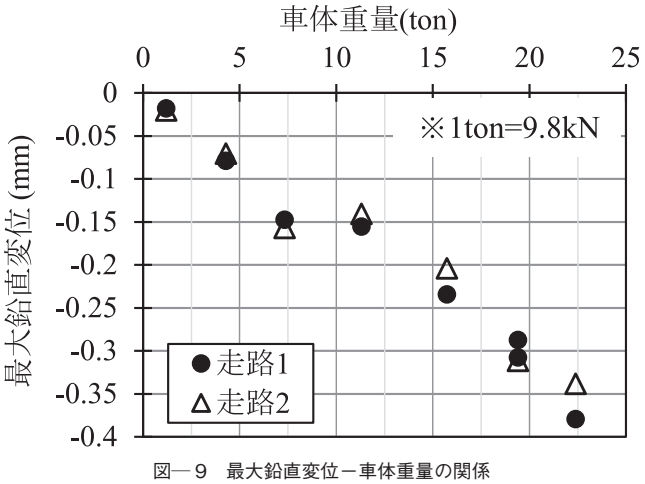
車両走行実験時にはさらに変位計を追加し，ひずみゲージと合わせてサンプリング間隔 0.01 秒で測定した。変位計 D1（分解能 0.005 mm）は底版コンクリートを不動点とし，底版コンクリート上に組んだ鉄骨架台に取り付けて中央の PC 床版裏面の変位を測定した。車体重量は車両重量と土の積載重量を変化させ，1 t，4 t，7 t，11 t，16 t，19 t および 22 t の呼名を付けた 7 種類とした。車両の走行方向は 2 種類（**図**―４）で，走路 1 は東西方向に前進と後進で 5 往復走り抜けた後，PC 床板上で急制動にて停止した。走路 2 では PC 床版上で南向きに停車させた状態で計測を開始し，PC 床版より外まで前進した後に再度 PC 床版上まで後進して停車する動作を 5 回繰り返した。車両の最高速度は走路 1 で時速約 15 km，走路 2 で時速 5 ～ 10 km であった。

(2) 実験結果

図―９に最大鉛直変位－車体重量の関係を示す。走路 1 と走路 2 ともに車体重量が重いほど変位計 D1 の最大鉛直変位（PC 床版のたわみ）が大きくなった



図―８　鋼矢板の水平変位分布



図―９　最大鉛直変位－車体重量の関係

が，車体重量が「22 t」でも 0.4 mm 未満とわずかであることを確認した。車両走行実験後に鋼矢板の水平変位と曲げ応力度を測定した結果，いずれの深度分布においてもほぼ変化していないことを確認している。

6. おわりに

地上および地下空間を利活用した次世代の道路構想のダイバーストリートを開発した。本報では，ダイバーストリートの工法概要，実物大のモックアップ構築による施工性や出来形の検証，現場計測および車両走行実験などについて述べた。鋼矢板の施工誤差，地下空間の内空高さは，いずれも指針類に示される一般的な許容値を満足した。また，車両走行実験中の PC 床版のたわみは微小で弾性的な挙動であった。今後，更なる実適用を重ね，社会実装を進めていく所存である。

J C M A

《参 考 文 献》

1）佐々木ら：高耐久・短工期を実現するプレキャスト道路橋床版接合工法「スリムファスナー®」，大林組技術研究所報，No.82，2018
2）粕谷ら：次世代の交通・物流・人流・防災を見据えた道路構想の展望，土木施工，pp.104-107，2024 年 8 月号
3）日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS3 土工事および山留め工事，pp.84-88，2022.3
4）国際圧入学会：圧入工法設計・施工指針 2020 年版，pp.227-229，2020.3
5）国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値（案），p. Ⅰ -162，2023.3

［筆者紹介］



粕谷　悠紀（かすや　ゆうき）
㈱大林組
技術本部　技術研究所　地盤技術研究部
課長



早川　喜三郎（はやかわ　きさぶろう）
㈱豊田中央研究所
イノベーティブ研究部門　モビリティインフラ研究領域
リーディングリサーチャー



伊東　裕司（いとう　ゆうじ）
トヨタ自動車㈱
未来創生センター
R- フロンティア部　生産革新研究領域
リサーチリーダー

特集≫≫　地下・地中構造物

ニューマチックケーソン工法における新技術の導入

後藤修二・内田貴大・根岸直人・片岡知泰

建設業界ではかねてより安全管理を最重要課題として取り組んでおり，加えて昨今では生産性向上や働き方改革といった課題への対応が求められている。ニューマチックケーソン工法で築造される王子給水所（仮称）ではこれらの課題解決に努めており，本報では T-iDigital Field（以下，本現場管理システム），GeoViz®（以下，本システム），ケーソンショベルの自動運転について，その概要と実施結果について報告する。

キーワード：ニューマチックケーソン，王子給水所（仮称），働き方改革，自動運転

1. はじめに

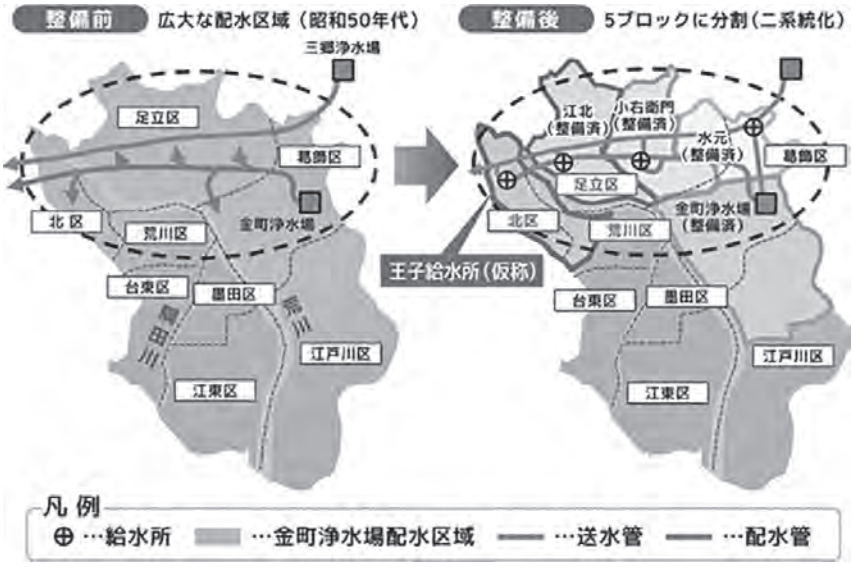
東京都水道局では安全で高品質な水の安定供給のため，以下の取り組み等を推進している。

・導水施設の二重化・更新
・浄水場（所）の更新・覆蓋化
・送水管のネットワーク化・更新
・給水所の新設・拡充・更新（今回工事の対象事業）

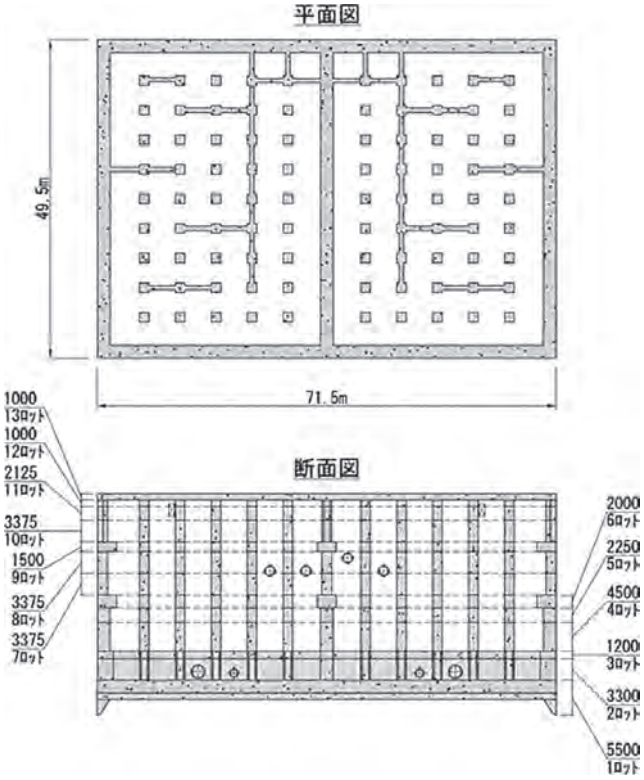
図―1 の区部北東部地域の給水所整備イメージ図に示すように，このエリアの整備前（昭和 50 年代）では，一つの浄水場（所）が配水する区域が広大であった。万が一，震災等で浄水場（所）の機能が停止した場合，断水エリアが広範囲に及ぶ恐れがあった。整備後は配水区域を 5 つに分割し，耐震性を有する送水管を整備することで各給水所は二つの浄水場（所）から受水できることになり，災害時や事故時の断水リスクが低減され，王子給水所（仮称）の整備により約 25.9 万人の給水が安定する。本工事で築造される王子給水所（仮称）はこのエリアで最後に整備される給水所である。

2. 工事概要

本工事は，水道水を貯水する目的でニューマチックケーソン工法により有効容量 50,000 m^3 の配水池を築造する工事である。ニューマチックケーソン工法（以



図―1　区部の北東部地域の給水所整備イメージ図



図―２　配水池躯体平面図および断面図（13 ロット長辺）

表―１　工事概要一覧

工事名称	王子給水所（仮称）配水池築造工事	
発注者	東京都水道局	
施工者	大成・岩田地崎・関電工建設共同企業体	
工事場所	東京都北区王子 5-2-7	
躯体諸元	躯体長さ	71.5 m
	躯体幅	49.5 m
	躯体高さ	34.5 m
	沈設深さ	35.8 m
	有効容量	50,000 m^3
工事内容	刃口金物工	582.1 t
	掘削工	139,630 m^3
	地盤改良工 静的締固め砂杭工法	ϕ700×21.9 m×1,674 本 ϕ700×14.2 m×1,316 本
	鉄筋コンクリート工	48,225 m^3
	埋戻し工	6,059 m^3
	鉄筋工	7,903 t
	ニューマチックケーソン工	1.0 式　最終気圧 0.36 MPa

下，本工法）は，ケーソン躯体の下部に設けられた作業室内でケーソンショベル（以下，ショベル）により地盤を掘削し，ケーソン躯体を沈設し，所定深度に構築物を設置する工法である。躯体の大きさは**図**―２の配水池躯体平面図および断面図に示すように長さ 71.5 m× 幅 49.5 m× 高さ 34.5 m の鉄筋コンクリート構造物であり，計 13 ロットに分割して構築される。**表**―１に工事概要を示す。周辺がマンションに囲まれているため，工事はすべて昼間のみに行われる。本



写真―１　現場施工状況全景

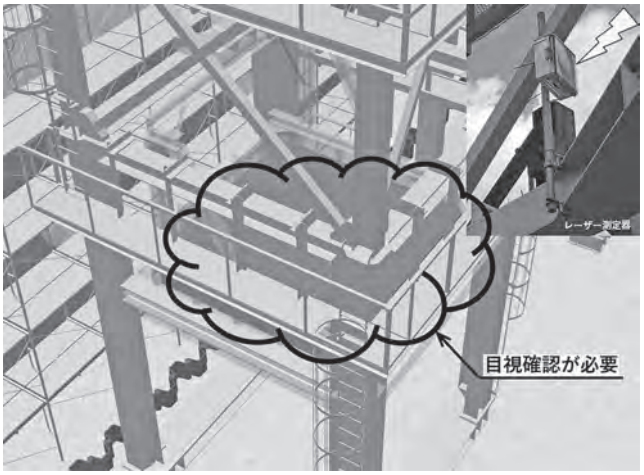
工法で躯体を沈設させながら，**写真**―１に示すように 4 台のタワークレーンを用いて，鉄筋や型枠材等を投入し，鉄筋構造物を築造している。また，同時に 10 t ダンプトラックで 100 台/日程度の掘削土を搬出しており，資材の搬入出と両立する必要があるが，工事ヤードが狭いこと，周辺がマンションに囲まれているため早朝や夜間に作業ができないなど，ヤード内車両同線や工事時間に制約がある場所となる。また，昨今では労働時間の削減や働き方改革に取り組んでおり，本工事での取り組みを以下に述べる。

3. 本現場管理システム

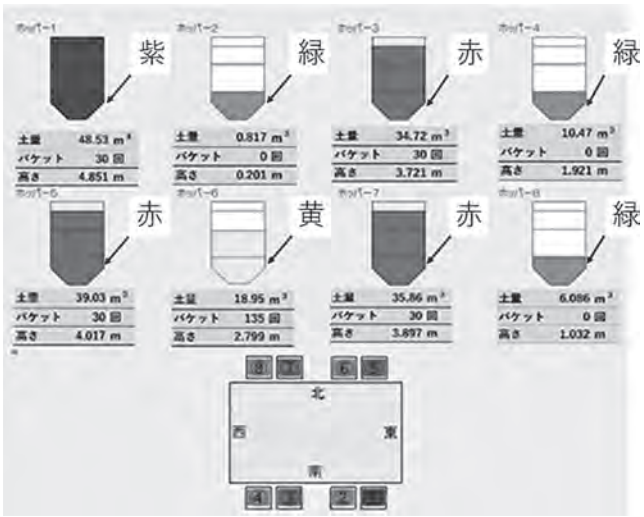
本現場管理システムは，ネットワークにつなげたカメラ映像や IoT 機器や API 連携する外部アプリで得られたデータを用いて現場の施工状況を可視化し，工事関係者間でリアルタイムに一元管理して，現場関係者の QCDSE 管理の判断を支援する現場管理システムである。当現場での取り組みを以下に述べる。

(1) ホッパースキャナ

本工法の工事現場では，一般に，掘削状況，土砂ホッパー内の土量，および翌日の掘削工程を考慮して，掘削土を搬出する翌日のダンプトラックの手配をしている。しかしながら，土量についてはホッパー上部に登って（**図**―３）目視確認するため，土量が正確に把握できないことがある他，複数の土砂ホッパーの土量把握の時間差から，適切な台数のダンプトラックが手配できず，過不足が生じて作業効率が低下するといった課題があった。この解決策として，レーザー計測器により土量計測を自動化，可視化する「ホッパースキャナ」を開発した。



図―３ ホッパー



図―４ 土量確認画面
※緑：0～15 m³，黄：15～30 m³，赤：30～40 m³，紫：40～50 m³
（土砂ホッパー容量：50 m³）

ホッパースキャナの導入により，土砂ホッパー内土量を常時計測し作業所の PC やタブレット端末等に表示（**図―４**）することで，土砂搬出作業の担当者間での情報共有，正確な土量の把握が可能となった。そのため，搬出用ダンプトラックの配車・誘導の他，正確な掘削計画等の立案が容易になった。また，土砂ホッパーへの登り降りといった苦渋作業の解消と計測時間を削減した。

また，排土ホッパーからダンプトラックに土砂を積み込む作業員やダンプトラック運転手が各ホッパー内の土量を積層回転灯の表示で可視化することにより，直接目視確認できるようになった。そのため，搬出が必要な土砂ホッパーへの配車が迅速化し，掘削土搬出作業の効率化が実現した。

(2) 運搬情報管理システム

従来，ダンプトラックの位置情報は電話等により運転手へ直接確認していたため，掘削重機の運用や休憩時間の確保を効率よく行うことができなかった。また，土砂ホッパーから積み込んだ掘削土は台貫にて計量・重量調整するが，従来は台貫の計量伝票をパソコンの集計データに打ち込み出力していたため，入力に手間がかかり，データの整理が煩雑であった。

当現場では it Trucks（以下，本管理システム）を API 連携して上記の問題の効率化を実施した。これは掘削土の運搬状況をクラウド上で一元管理し，リアルタイムに確認・記録するための管理システムである。本管理システムにより，以下の２点において成果が得られた。

（a）運搬情報の見える化

ダンプトラックに位置情報発信端末を取り付け，QR コードで車両情報や積荷荷重などの情報を連携させることで，ダンプトラックの運行情報をリアルタイムに可視化した（**図―５**）。排土ホッパーからダンプトラックに土砂を積み込む作業員や積み込んだ搬出土の調整をバックホウで行う作業員，その他の誘導員らが効率よく働くことが可能になり，他作業との調整もしやすくなった。

（b）帳票作成の効率化

日報・週報・月報はこれまで搬出台数や台貫伝票をエクセルに入力していた。本管理システムを活用して



図―５ ダンプトラック運行状況

積載内容等クラウドで一元管理することにより，日報・週報・月報をワンクリックで出力でき，帳票作成業務が不要になるため，省力化を実現し，生産性が向上した。

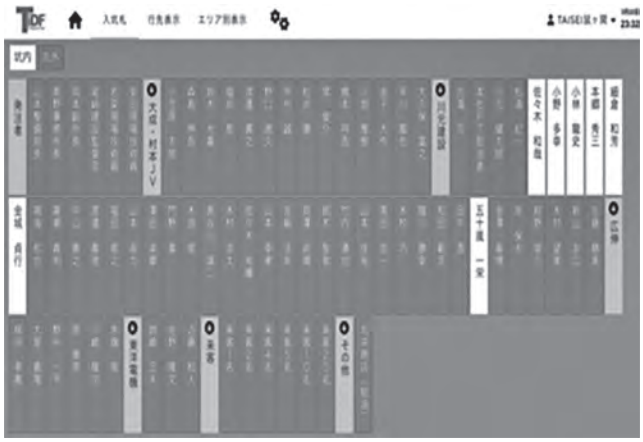
(3) 入坑管理・加減圧管理のデジタル化

マンロックが７箇所あり入坑管理が煩雑なので，従来手動で行っていた入坑札を電子化して WEB 上でリアルタイムに閲覧可能にすることで，入坑管理が円滑になった（**図**―６）。

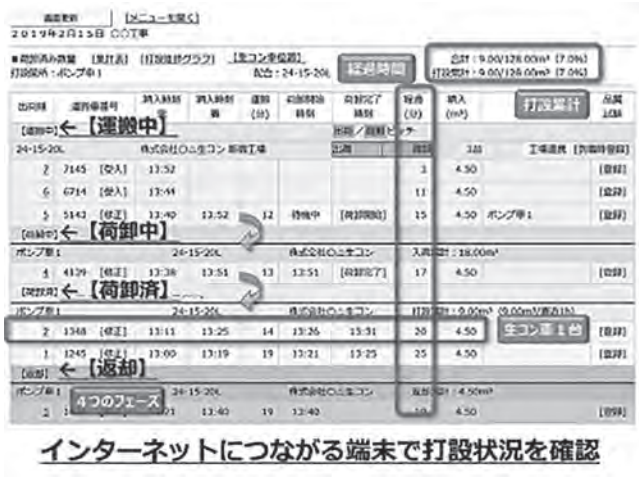
また，IC タグとセンサを用いて時間計測することで，入坑時間管理システムを構築し，リアルタイムで管理可能になった。

(4) コンクリート品質管理システム

コンクリート打設時に生コン車の配車状況や運搬状況，およびコンクリート打設の進捗状況をクラウド上で管理することにより，配車状況の確認や作業員の休憩時間の管理，練り混ぜから打ち込み終了までの時間の管理など，コンクリート打設の施工管理が円滑になった（**図**―７）。



図―６　電子入坑管理札



図―７　コンクリート品質管理システム

(5) 監視カメラの設置

現場の各所に監視カメラを設置し施工状況を観察することで，進捗状況の把握や安全管理が円滑になった。また，元請が監視カメラで現場作業を監視することで，作業員の安全意識の向上を促している。

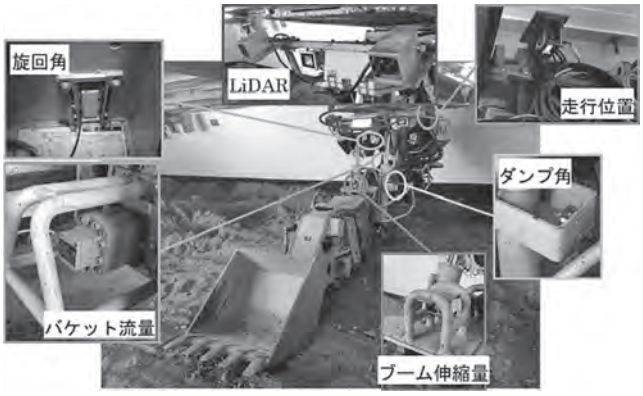
4. ニューマチックケーソン掘削工における省人化と生産性向上の取り組み

作業室内は地下水で水没することが無いよう，圧縮空気により圧気されている。測量等の施工管理を目的とし圧気環境へ立ち入る機会があるが，高気圧障害の発症可能性が存在している。また，昨今では労働人口不足や時間外労働の上限規制への対応が求められており，これら諸課題を解決するため，施工管理と掘削作業の省人化・生産性向上を目的とし，オリエンタル白石㈱と㈱ DeepX はケーソン函内デジタルツイン可視化システムとショベル自動運転システムの協業開発を行っている[1), 2)]。これらの試験運用を実施した結果について報告する。

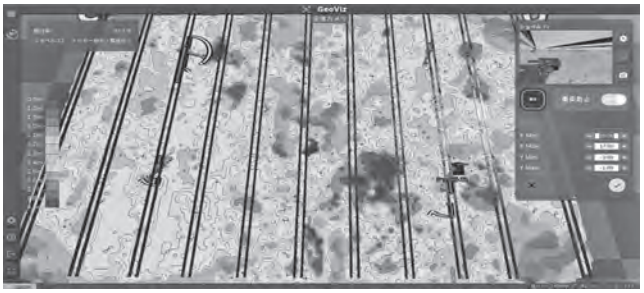
(1) 本システムについて

本システムは，ショベルに搭載したセンサ（**写真**―２）の情報からショベルの位置・姿勢と，LiDAR から取得した地盤の高低情報とを組み合わせ，作業室内の地盤状況とショベルの動作をリアルタイムに 3D で可視化するデジタルツインシステムである（**図**―８）。本システムは以下の情報を表示する機能を有す。

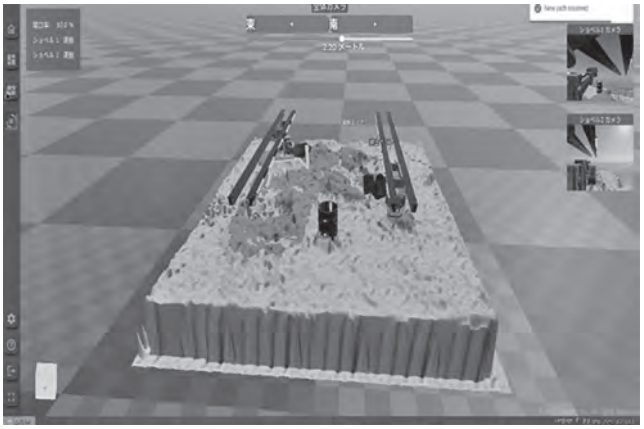
・作業室内の地盤高低状況とセンサ搭載ショベルの位置・姿勢を 3D でリアルタイム可視化。
・3D 地盤は等高線によって色分け，または設定した標高以上の地盤をハイライト表示（**図**―９）。



写真―２　各種センサ搭載ショベル



図―８　本システムの画面



図―９　ハイライト表示の地盤可視化

・作業室の地盤高低状況を俯瞰図として画像出力。
・掘残し土の面積とケーソン底面積の比である開口率[3]の算出。

これらの情報から，ケーソン躯体の沈下バランスの確認に必要となる開口率の算出に際し，作業室内に立ち入り掘り残し地盤を実測する機会の削減ができ，高気圧障害の発症機会を抑制できる。また，実測後の数値をもとに開口率を算出する時間も短縮でき，生産性向上に寄与する。

(2) ショベル自動運転について

ショベル自動運転は，特定のショベルに掘削･運搬･排土の工程について移動経路生成・動作を繰り返し自動で計画・実施させる機能である。前述の地盤の高低情報を活用し，任意の掘削範囲と排土範囲を 3D 可視化された地盤に設定（**図―10**）することで，現場のユーザーが自動運転システムを利用することができる。本機能の目的は掘削作業に従事する人員の省人化で，ケーソン躯体の沈下や傾斜具合を大きく変動させるケーソン躯体刃口直下の掘削はこれまで通りショベル操縦者が担当し，その範囲以外の地盤掘削を自動運転に担当させる。

もう１つの機能として，ショベル同士の衝突を検知し，ショベルの動作を停止させる機能がある。遠隔操作・自動運転にかかわらず動作する機能であり，遠隔操作時と自動運転の併行作業でも衝突を防止することができる。また，自動運転ショベルに対する衝突検知･自動停止機能は作業室内の内壁や天井に対しても有効である。ショベル同士や作業室内構造物への衝突は機材の破損を招き，機材交換や修理対応のため圧気環境下への立ち入りを必要とする。省人化を目的とした機能が目的と真反対の事象を発生させないよう，本機能を実装した。



図―10　掘削・排土範囲の設定



写真―３　現場職員による本システム立ち上げの様子

(3) 試験運用の結果

本システムは，トラブル・障害を除いて日常的に運用可能であることを目標として開発している。システムの不具合や安定性・操作性を検証するため，約１ヶ月間の継続運用を実施した（**写真―3**）。

結果として，作業室内の地盤高低状況とセンサ搭載ショベルの位置・姿勢を 3D でリアルタイム可視化する機能については，期間中にセンサ搭載ショベルがショベル本体の原因で故障し，システムの運用を中止する事態が発生したが，システム側のトラブルは発生せず，ショベルの位置・姿勢と地盤高低状況の 3D 可視化が恒常的にリアルタイムで更新できていたことを

確認した。継続運用中に本システムの使用感・要望等を現場職員にヒアリングした結果，システムの起動・終了や可視化された地盤のスクリーンショット・俯瞰図の出力等をタイマー設定可能な仕様にして欲しいといった，システム操作を自動化する要望があった。これらを今後の開発に追加する予定である。

ショベル自動運転については，センサ搭載ショベル3台に対し，それぞれに掘削・排土領域を設定し，順次自動運転を開始させた。掘削から排土までの一連の動作の所要時間について，人による操縦は1分以内の時間であったのに対し，ショベル自動運転の機能による動作は3分前後の時間を要した結果となった。要因として，安全のためにショベルの最大動作速度を制限していたことが挙げられる。自動運転による動作時間に課題が残ったものの，実現場かつ圧気環境下での継続試験で，自動掘削排土機能と衝突防止機能を3台のショベルで同時に実施できる性能を確認した。

5. おわりに

1章,2章では本工事の概要と課題について述べた。

3章では，本工事で取り組んでいるT-iDigital Fieldについて，5つの取り組みを紹介した。これらの取り組みによって，施工状況を可視化し，工事関係者間でリアルタイムに施工情報を一元管理することができ，生産性だけでなくQCDSE管理の向上や働き方改革などの課題解決の一助となると考えている。

4章では，施工管理と掘削作業の省人化・生産性向上を目的にケーソン函内デジタルツイン可視化システムと，その機能を応用した自動運転システムを開発し，実現場での継続運用を実施した。開口率算出のための作業室内への入函機会を削減するなど省人化に寄与した。また，実際の現場での圧気環境下にて両システムの運用が可能であることを確認した。今後は，GeoViz® の現場適用数を増やし，省人化寄与度の算出，システム操作性の向上に取り組み，ショベル自動運転については，機能の拡充としてアースバケットへの土砂積込を自動化し，排土を含めた作業の自動化にも取り組んでいく予定である。

JCMA

《参考文献》

1）根岸直人，進藤匡浩，中川大地，倉知禎直，ニューマチックケーソンの自動運転システムよる生産性向上，基礎工，第52巻第5号，㈱総合土木研究所，令和6年5月15日
2）中川大地，根岸直人，倉知禎直，ニューマチックケーソンの自動化施工ケーソンショベルの自動運転，建設機械施工，Vol.76 No.9，（一社）日本建設機械施工協会，令和6年9月25日
3）日本圧気技術協会，大型・大深度地下構造物ケーソン，令和4年5月31日

［筆者紹介］



後藤　修二（ごとう　しゅうじ）
大成建設㈱
東京支店　王子給水所



内田　貴大（うちだ　たかひろ）
大成建設㈱
東京支店　王子給水所



根岸　直人（ねぎし　なおと）
オリエンタル白石㈱
技術本部　技術部
機電チーム
係長



片岡　知泰（かたおか　ともやす）
㈱ DeepX
ソリューション部
マネージャー

特集≫≫ 地下・地中構造物

超高層ビルや大地下空間の建設現場に安定した通信環境を構築するシステム

ウェーブガイドLANシステム

黒瀬義機・田中秀幸・長幡逸佳

建設現場のIoT化が進む中で，超高層ビルや大地下空間などの建設現場に安定した通信環境を提供する技術である「ウェーブガイドLANシステム」を実際に導入した事例を，その施工方法と合わせて紹介する。また，仮設の技術として開発された本技術を，新しい発想で竣工後の新築案件に適用し，使用方法の新たな可能性を示した事例についても紹介する。

キーワード：通信環境，無線LAN，超高層ビル，大地下空間，現場のIoT化

1. はじめに

昨今の建設現場のIoT化が進む中で，建設現場でのデジタルデータの活用が進んでいる。3次元のモデリングソフトウェアであるBIMに代表される容量の大きなデータをタブレット端末で利用する機会が増えているのと同時に，カメラやIoT対応の建設機械や，施工検査で使用するセンサ機器等の活用も増えてきており，通信量の増加が進んでいる。一方で，建物が高層化，地下構造物の深化が進み，ビルの高層階や地下階ではキャリア回線が不通になる問題が増えてきており，必然的に無線LAN環境を現場内に構築する必要があり，様々な方法で通信インフラ計画を検討している。しかしながら，ビルは階ごとにコンクリートと金属製のデッキプレートが敷かれており，階をまたいでの電波伝搬が非常に困難であり，各階ごとの無線アクセスポイントの設置が必要であるのと同時に，工事の進捗状況に合わせて頻繁に盛替えが発生する問題もある。また構築した有線ケーブルが工事の影響で破断してしまうリスクもあり，原因不明のシステム障害を起こし，現場の工程に支障を与えてしまう可能性も大きくなる。もちろん，複数のアクセスポイントが必要となることから設置コストも増大の一途となり，現場の運用上も得策ではないと考える。以上の問題を鑑み，少数のアクセスポイントで構成され，かつ堅牢な無線LANシステムであり，低コストで施工性も優れている通信技術として「ウェーブガイドLANシステム」(以下，本システム）を開発した。

2. 技術概要

本システムは，円形のパイプとアンテナユニットを1台のアクセスポイントから垂直に設置することで，建物空間内に無線LAN環境を構築できる技術である。使用する円形パイプは仮設材に使用される単管パイプと同型の外形48.6 mm，厚さ2.4 mmのパイプで規格品（JIS G3444）であり，大量に製造されていることから入手もしやすく，安価で購入することが可能である。アンテナユニットはパイプと簡単に接続ができるようにネジ式のユニットとなっており，取付方法がシンプルである（**写真―1**）。また，先述の通り，工事用の単管パイプと同径なので，仮設用の様々な金物（クランプ等）をそのまま使用することができるの



写真―1　アンテナユニットの接続状況

で，設置用の特殊な道具等の必要がなく，施工が容易である。また，本システムは1階のアクセスポイントのみに電源ケーブル等の配線が必要となるだけで，そこから上階に向けては，必要箇所にのみアンテナユニットを設置するだけで良く，電源も不要である。また，必要に応じて，簡単に盛替えすることも可能なので，現場の進捗に合わせて，最適な通信環境を構築できる。建設現場では，本設の階段を先行して構築し，仮設の階段として利用するケースが多いので，垂直方向に構築する形式の本システムはこの階段に設置することに非常に相性が良く，仮設計画の支障になりにくい。

適正な場所に配置されたアンテナユニットから放射される電波を，直接 IoT 機器で利用することはもちろん可能だが，横方向に広い現場の場合は，この電波を一旦メッシュ Wi-Fi の中継機で受信し，ここを起点にメッシュ状に通信エリアを拡大することができる。現場の進捗に合わせて，電波を遮る壁や柱を避けるようにメッシュを計画すれば，中継器用の電源さえ確保できれば，通信可能エリアは無限に延伸することが可能である（**図―1**）。

3. 導入のメリット

本システムを建設現場に導入する際に得られるメリットを下記に記す。

(1) 高層階，地下階，電波が届かない場所で通信環境を提供

(a) 現場内で容量の大きな BIM/CIM データのダウンロード，操作が可能
(b) 現場内で WEB 会議が可能
(c) 社外の協力会社に Wi-Fi 環境を提供
(d) IoT 機器，自動搬送，無線カメラ，施工用ロボットの導入促進
(e) 通信環境確保による，作業員の移動時間の削減
(f) タブレット端末による施工管理

(2) 施工性の向上（コスト削減効果）

(a) 設置期間の短縮
(b) 設置人工の縮小
(c) 盛替え，撤去が容易
(d) 省スペースでの施工が可能

4. 導入事例

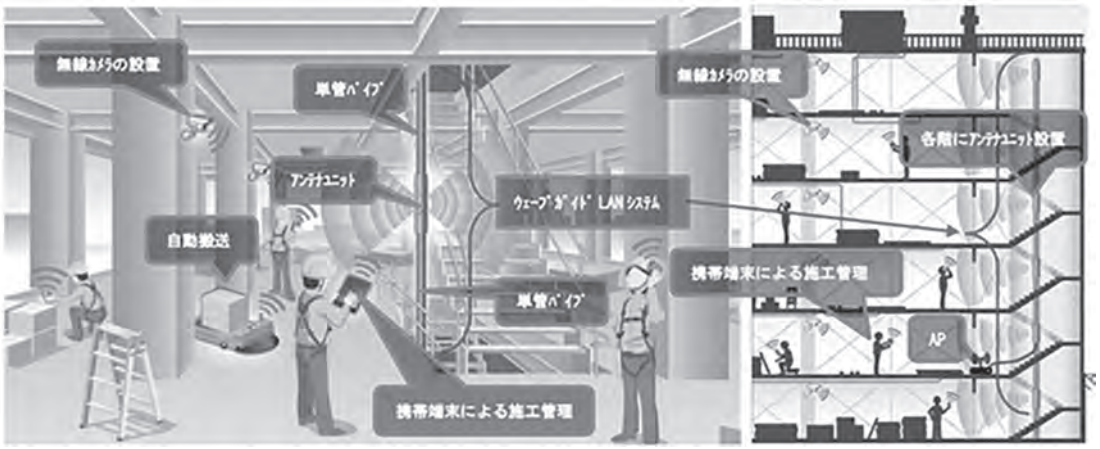
(1) 超高層ビルへの導入事例

(a) 工事名：某事務所ビル作業所
(b) 施設内容：地上 38 階，地下 5 階，高さ 212 m

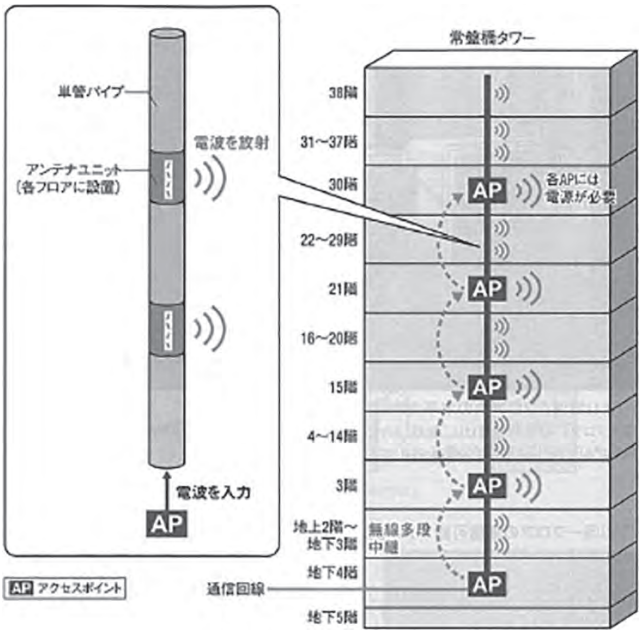
建物は地上 38 階，地下 5 階となっており，上層階にはキャリア回線が届きにくく，現場全体のコミュニケーションがとりにくくなる。また，様々な IoT 機器の導入に際しても，現場全体への安定した無線通信の構築が必要となるため本システムを採用した。本システムは，単管パイプとアンテナユニットの組み合わせで電波を放射していく原理となるため，1 台の AP では伝搬できる電波の階層には限界があるため，10 フロアごとに中継器（増幅器）を設置（中継機用電源要）して，上層階に延伸する仕様とした。こうすることで，38 階という高層階でも，地上と同じように電波を受信することが可能となった（**図―2**）。

本現場では一日の施工サイクルに対し，様々な ICT デバイスを採用し，現場の生産性向上に努めた。

入場管理システムの導入や，朝礼・新規入場教育のデジタルサイネージの活用，BIM モデルを利用して



図―1　システム構築イメージ



図―２　10 フロアごとに設置する増幅器（AP）

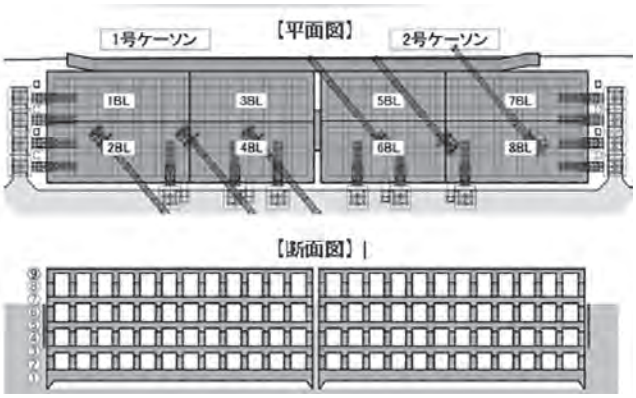
の現場の品質管理や検査，また携帯端末を利用してのペーパーレス会議や，コミュニケーションツールとしての活用，安全･防災対策にも活用の場を広げている。

(2) 大地下空間への導入事例

(a) 工事名：某調節池作業所

(b) 施設内容：台風や集中豪雨による水害から地域の安全を守るための雨水貯留施設の整備
2 函同時施工で延長約 80 m，幅約 33 m，高さ約 35 m の地下空間

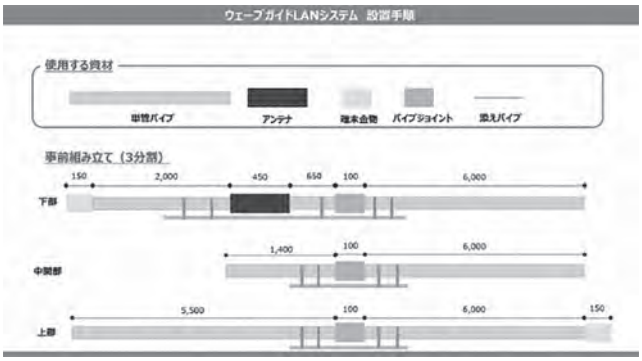
本施設は雨水を貯留するという，非常に大規模な建造物となっており，建物内は，2 m 角にも及ぶコンクリートの梁型と柱型に囲まれた空間であり，電波の障害となる構造物が非常に多い（**図―３**，**写真―２**）。ひとたび躯体の裏側に入り込むと，通信電波が遮断されてしまう場所が数多く発生するため，IoT 機器を用いて現場管理を進めていく上で大きく影響が生じる。また，地下 35 m 地点が主要な作業エリアでもあるため，地上までの往復には非常に時間がかかり，作業員の体力的にも非常に効率が悪い。そこで，2 つのケーソンに 1 か所ずつ本システムを設置して，最下部にメッシュ Wi-Fi の中継器を適正な位置で設置することで，作業所内全体で Wi-Fi 電波を活用できるようにした。メッシュ Wi-Fi の電波はお互いに見通しが得られれば，比較的長い距離の通信が可能であり，設置に必要な中継機の数も，数台あれば足りる。先述の超高層



図―３　調節池の平面図・断面図



写真―２　調節池内部　梁型・柱型状況



図―４　地上での配管組み立て（3 分割）

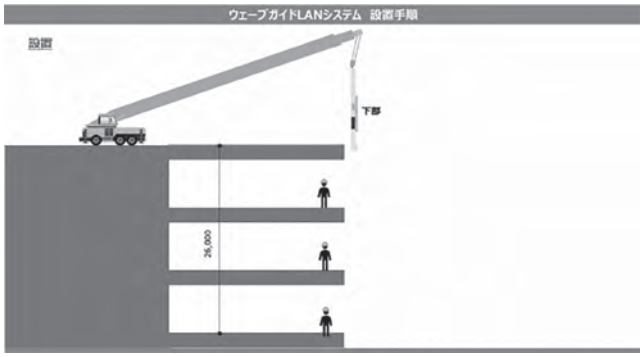
ビルでの設置の場合は，下階から躯体が立ち上がるにつれて，システムを構成するパイプを延長していったが，本作業所では，階高が 9 m 以上あり，下から組み上げていくのが困難であったため，地上部分で単管を先組みしておき（**図―４**），それらをクレーンで吊り下げながら，地下に延伸していく方法を採用した（**図―５，６**）。地上部分で配管を組み立てることで，施工状態を目視で管理することができ（**写真―３，４**），施工精度を向上させることができた。また，吊り下げる

ことで，途中の支持材を省略することもでき，垂直の精度も容易に確保することができた（**写真**―5，6）。

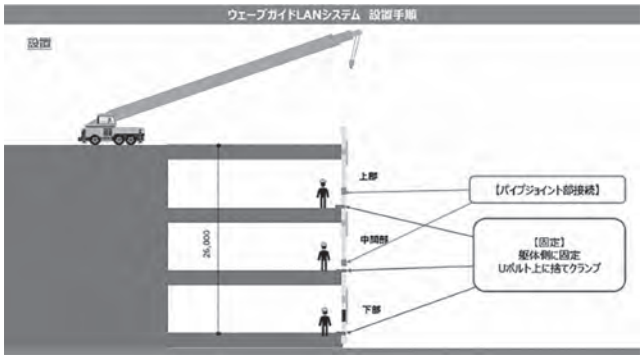
(3) 高層商業ビルへの導入事例（仮設利用から本設利用に転用した事例）

(a) 工事名：某商業ビル作業所
(b) 施設内容：地上 11 階

建物中央に大階段があり，工事中はメインの作業動線として利用する部分に本システムを設置した。また，工事中使用していた本システムの部材を，そのま



図―5　配管吊り下げ状況―1



図―6　配管吊り下げ状況―2



写真―3　配管組み立て状況―1（アンテナユニット取付け）



写真―4　配管組み立て状況―2（分割にて準備）



写真―5　配管つり上げ状況



写真―6　配管吊り下げ状況

ま利用し，本設のエレベーターシャフトの中に移設することで，施工中に作業員が活用できていた電波を竣工後のお客様にもエレベーターの中で利用してもらうことができた。本システムの新しい活用方法として，本設の設備として転用できた初の事例となる。商業施設の付加価値を向上させることができた好事例となったが，将来的には，サービスロボットのエレベーターでの活用にも利用できる技術として注目している。

5. おわりに

本システムは現場の IoT 化を促進すべく，建設 DX の大きな武器として開発された技術であるが，今後は様々な作業所へ本技術を適用し，生産性向上に貢献するのはもちろんのこと，仮設の枠にとどまらずに竣工後の建物にも活用できる技術として，様々な活用法を検討していく。特に，ロボット活用や防災計画の観点でも活用の可能性が考えられ，今後様々な展開が期待される。

JCMA

［筆者紹介］



黒瀬　義機（くろせ　よしき）
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
部長



田中　秀幸（たなか　ひでゆき）
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
課長



長幡　逸佳（ながはた　いつか）
戸田建設㈱
イノベーション推進統轄本部
新技術・事業化推進部
係員



特集≫≫　地下・地中構造物

地質評価 AI を実装したデジタルツイン・アプリの開発と現場適用による実証

木　村　　誠・MEHDI BEDJA・藤　田　　哲

デジタルや通信技術を活用したデジタル・トランスフォーメーション（DX）による建設現場の少子・高齢化対策や生産性向上への期待が年々高まりを見せている。筆者らは，前例がない国内最長クラスのグラウンドアンカーの削孔精度管理手法の１つとして，DX 技術を活用して出来形精度を確保することに着眼した。DX 技術の開発にあたっては，近年注目が目覚ましい AI に着目し，機械学習による地質評価プログラムを実装したデジタルツイン・アプリケーションの開発を進めてきた。本稿では，開発したアプリケーションの概要と現場への適用を通じて得られた効果を紹介する。

キーワード：地質，機械学習，ニューラルネットワーク，デジタルツイン，IoT

1. はじめに

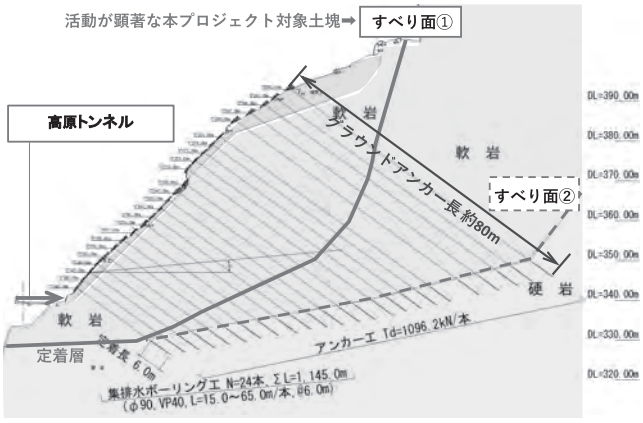
建設業の担い手不足や熟練技能者の技やノウハウの継承といった課題を背景に，建設現場の生産性向上に向けた様々な取り組みが推進されている。例えば，国土交通省では，設計・施工段階でデジタル技術を積極的に活用する CIM（Construction Information Modeling, Management）を導入した i-Construction を，i-Construction 2.0 では建設現場のオートメーション化による省人化・生産性向上を目指してその取り組みを加速させている[1)]。その中でも近年は，AI や IoT 等，発展が目覚ましいデジタル・通信技術を活用したデジタル・トランスフォーメーション（DX）に大きな期待が寄せられている。

本稿は，①機械学習による AI を活用して不可視地盤中の地質分類評価を施工進捗に伴って自動的に判別し，②施工範囲全体を包含した CIM の三次元空間に，AI 評価した地質分類の視覚化を瞬時に行うことでデジタルツイン化を図り，③ iPad やスマートフォンなどの IoT 端末を通じてオペレータを含む施工関係者全員がリアルタイムに確認できるよう配慮した，デジタルツイン・アプリ「GeOrchestra®（ジオケストラ）」（以下，本アプリ）の開発と，国内最長クラスのグラウンドアンカーの削孔精度管理に適用した効果について報告するものである。

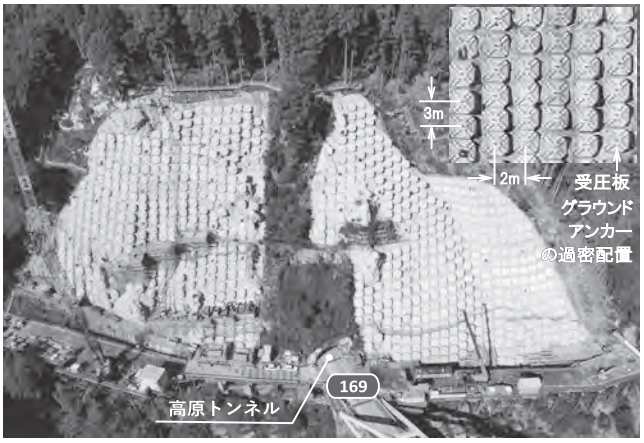
2. 国内最長クラスの長尺アンカー

本アプリは，地すべり抑止工としてグラウンドアンカー（以下，アンカー）工を主要工種とする現場に適用して実証した。当該現場の地すべりの想定すべり面は非常に深く，最長 83 m のアンカーを含む計 798 本（水平 3 m 間隔，鉛直 2 m 間隔）を高密度に配置するものであり（**図―1**, **写真―1**），80 m を超えるアンカー工は過去に公開情報を含めて前例がない国内最長クラスのアンカー工であった。

一般にアンカー体の間隔が 1.5 m 以内に近接した場合には，抑止効果が減少するグループ効果が生じる。アンカーの設計にグループ効果を考慮した場合，当初設計以上の抑止力（設計アンカー力・配置数）の増強が必要となる。しかし，当該斜面は多種の地質が複雑



図―1　アンカー工概略断面図



写真―1　アンカー工施工状況

に入り組んだ地山であることに加え，凹凸の激しいすべり土塊内に追加配置可能な箇所も限られていたことから，硬軟・地質構成の予見が難しい中，グループ効果が生じない削孔精度（孔曲がり≦75 cm）で施工することが求められた。アンカー工の実施工に先立って，2本の試験施工（削孔長 L＝87 m, 83 m）を行い，削孔後のジャイロ式の孔曲がり測定を通じて削孔長80 m 超の施工がグループ効果の生じない精度内（孔曲がり≦75 cm）で可能であること，孔曲りが地質区分の遷移領域で卓越する傾向が強いことを特定した（**図―2**）[2)]。

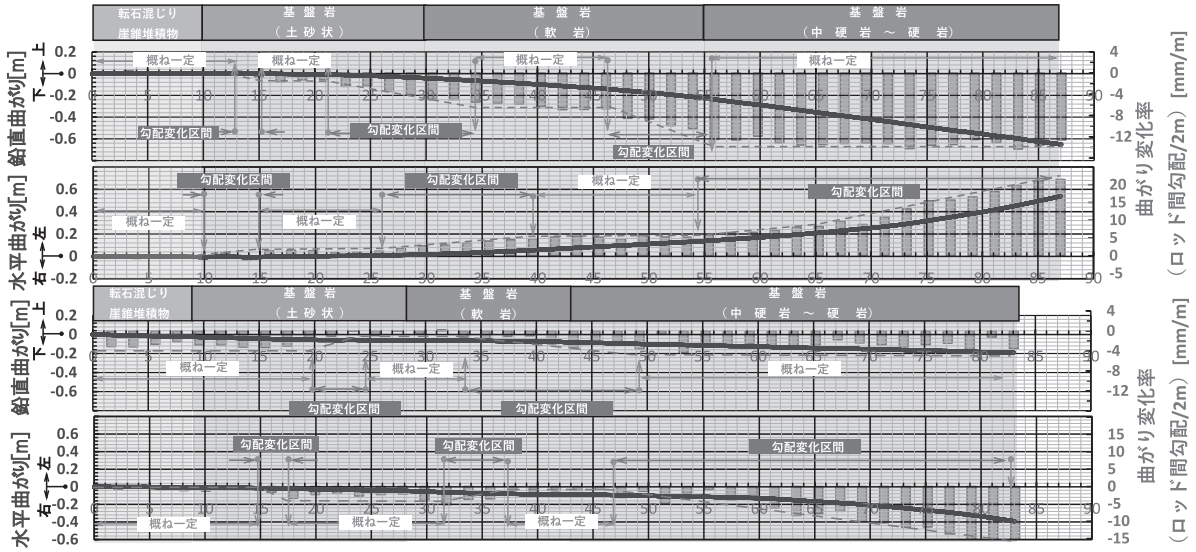
試験施工で得た「孔曲がりが地質区分の遷移領域で卓越する」という分析結果を実施工においてどのように活かして長尺削孔管理に繋げるかが重要となり，この課題解決が本アプリ開発の発端となった。本開発では，複雑な地質が入り組んだ地すべり土塊内の地質の遷移領域を施工中に予見が可能なシステムを整備し，オペレータに慎重な施工の気付きを与えて孔曲がりを抑制することを目的とした。複数班が日々アンカー工を施工する中で，迅速かつ容易に運用可能なものとすることにも十分配慮した。

3. 地質の機械学習

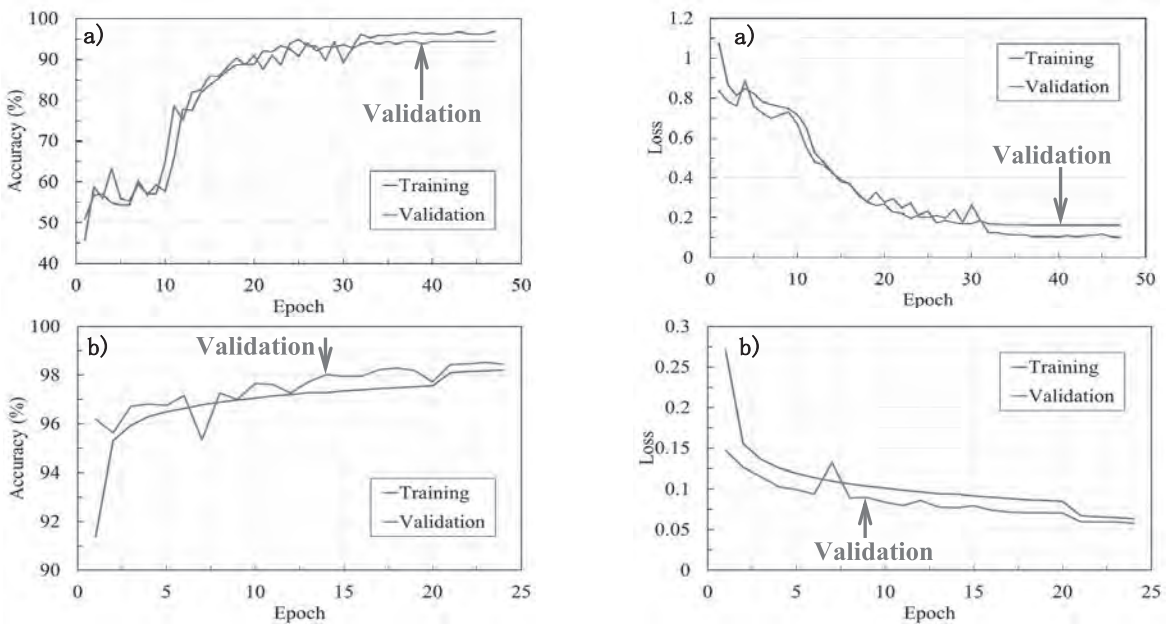
施工進捗に伴う地質評価には，削孔時にエアブローで削孔ロッド管内から排出されるスライムを1 m 毎に回収して分析することとした。分析には，iPad で撮影した① RGB 画像と，ハイパースペクトルカメラで撮影した②ハイパースペクトル画像の2種類を使用した（**表―1**）。RGB 画像は0～255（16進数カラーコード）の値を用いて色の強さが表現され，400 nm ～700 nm の可視波長領域の範囲に該当する。一方，ハイパースペクトル画像は可視領域以上の波長も取得可能である。それぞれの画像に対して，RGB 画像には画像認識で良く使われる畳み込みニューラルネットワーク（以下，CNN）の機械学習アルゴリズムを採

表―1　機械学習の概要

画像分類	RGB 画像	ハイパースペクトル画像
サイズ（ピクセル）	2,448 × 3,264 （72 ピクセル / インチ）	512 × 512 （100 ピクセル / インチ）
スペクトル波長領域	400 nm ～ 700 nm	400 nm ～ 1,000 nm
スペクトルバンド数	3	204
機械学習	CNN (Convolutional neural net)	DNN (Deep neural net)
損失関数	交差エントロピー	
最適化アルゴリズム	Adam	
学習率スケジューラ	Reduce LR on plateau	
正解率	94.4%	98.4%



図―2　試験施工の結果（上：削孔長 87 m・下：削孔長 80 m）



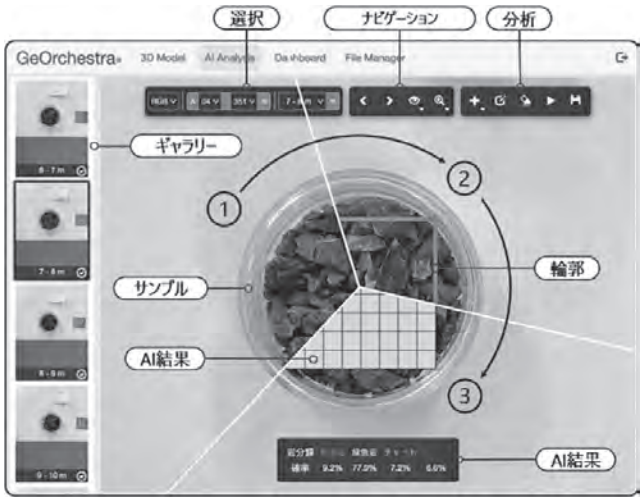
図―３　正解率と損失曲線（a：CNN，b：DNN）

用し，大容量データとなるハイパースペクトル画像にはディープニューラルネットワーク（以下，DNN）を使用した[3), 4)]。地質の評価分類は適用現場の主な 4 種類の地質（粘板岩・緑色岩・チャート・石灰岩）を対象とした。CNN，DNN の訓練データと validation データの正解率と損失曲線を**図―３**に示すが，CNN の正解率は 94.4%，DNN は 98.4% と十分に高い精度が得られた[4)]。

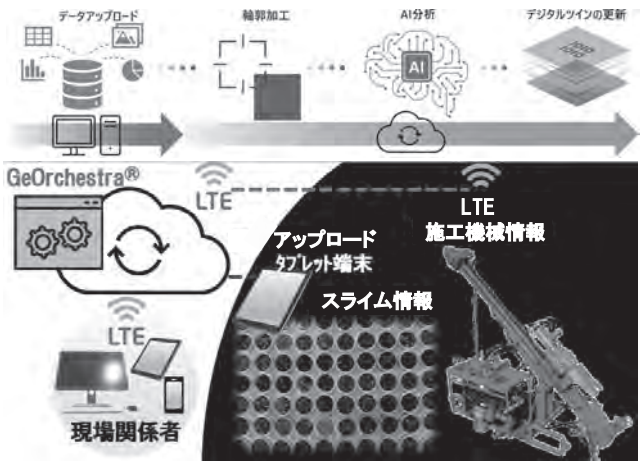
本アプリでは，削孔スライムの新規画像（RGB・ハイパースペクトル）が所定のクラウドへアップロードされると，施工箇所毎のギャラリーへ格納され，①新規データを自動的に認識，②地質評価分析を行う領域を自動設定，③機械学習（AI 分析）による推論結果を表示して主要な地質を判定し，データのアップロードから分析結果の表示までは数秒で行われる（**図―4**）。

4. 現場適用とデジタルツイン

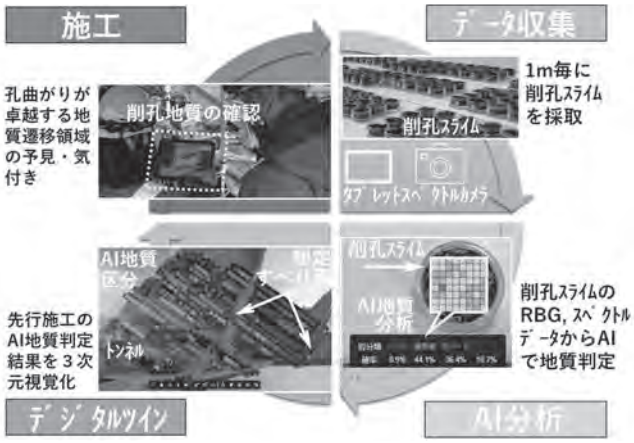
本開発の目的は，施工中に迅速かつ容易に地質の遷移領域を予見が可能なシステムを整備することである。「容易な遷移領域の予見」は機械学習によって AI 分析した地質判定結果を施工領域で評価集合体として視覚化することで実現することとし，AI 評価のデジタルツイン化を図った。本アプリで構築した地質評価 AI を実装したデジタルツインの概要を**図―５**に示す。デジタルツインモデルは，CIM を流用して 360° の自由な視点操作や任意の施工箇所の抽出，同一施工標高での全断面抽出などを可能とし，設計 CIM に対



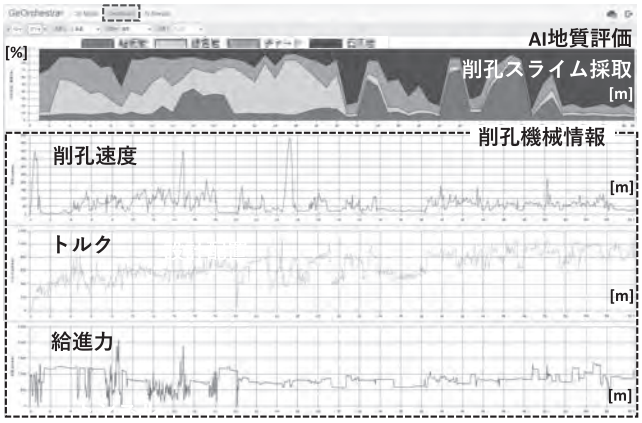
図―４　本アプリの地質評価画面



図―５　本アプリのデジタルツイン概要



図―6 本アプリの現場での運用フロー

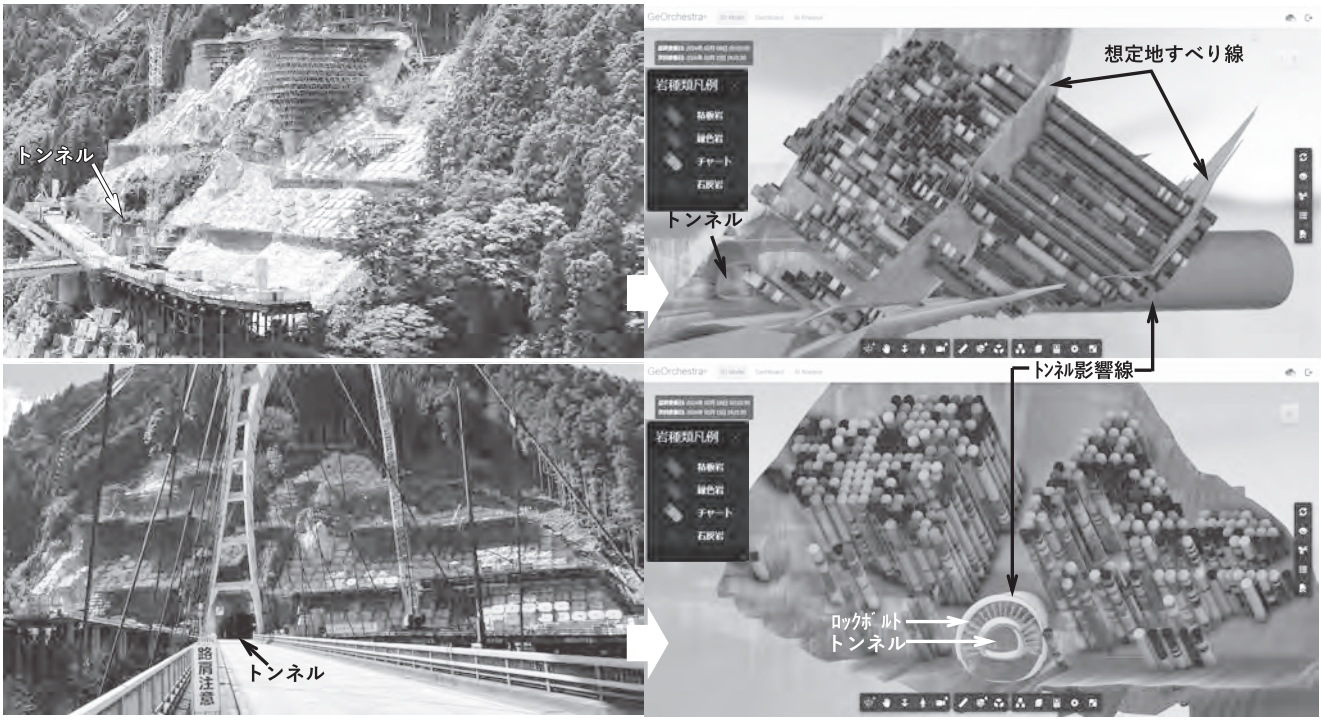


図―7 AI 分析と施工機械データのダッシュボード

して，AI による 1 m 毎の地質評価を逐次反映・更新することで実現した。施工箇所での画像（RBG・スペクトル）のデータアップロードやデジタルツイン端末は iPad やスマートフォン等の IoT を活用し，本アプリを WEB アプリケーション化し，複数人が同時にアクセスして個別の視点操作を同時に行ったとしても，お互いの操作が干渉することのないよう配慮した。今回，本アプリを適用した現場での一連のフローを**図―6** に示すが，データアップロードからデジタルツインモデルの更新までの一連の処理は 5 秒程度以内に行われ，LTE 通信環境を整備して IoT 端末で簡易かつ迅速に確認できるものとした。これまで，主に開発の着眼となった地質評価について概要を紹介してきたが，施工機械（ロータリーパーカッションドリル）の削孔時には Drill Sounding System によって，削孔速度や回転トルク，給進力，送水圧等の施工機械データも取得していたことから，**図―7** のようにデータダッシュボードとして，削孔延長に対して逐次データを表示することもできる。

開発した本アプリを現場のアンカー工全数（798 本）に適用した結果，主に下記の効果が得られた。

①先行施工の地質評価結果を CIM により 3 次元で視覚化（**図―8**）することにより，孔曲がりが発生する遷移領域が確実に予見でき，事前の施工方法の見直しや丁寧な削孔等を促すことで，孔曲がりのリス



図―8 AI 地質評価のデジタルツイン

ク回避に繋がった。（施工本数全数で孔曲がり許容値以下を実現）

②不可視の施工地盤内の地質を専門技術者と同程度の精度で評価が可能となり，現場判断の効率化に繋がった。（専門技術者による地質判定回数を 95% 削減）

③ PC・タブレット・スマートフォンなど，様々な IoT 端末から簡単かつ同時にアクセスすることができ，関係者間の精度の高いコミュニケーション（最新情報に基づく進捗管理・施工計画等）の醸成に貢献した。

5. おわりに

今回の開発・現場適用を通じて，先進のデジタル・通信技術を実施工に反映した。これにより，様々な気付きや予見を促すことで，施工自体はもとより事前の計画，発注者との意思疎通・決定等にも影響を与え，建設現場全体の生産性を向上することができた。

GeOrchestra® が保有する AI・デジタルツイン・IoT 連携・自動化機能は，今回現場適用したグラウンドアンカーの工種だけでなく，杭工事や地盤改良工事，トンネルの先行ボーリングなど，削孔・掘削を伴う不可視地盤に対する施工管理への活用・展開が期待できる。今後も，現場施工への DX の活用・展開により，省力化・生産性・施工品質の確実性等の向上に繋がるよう，アプリケーションへの機能付与などを通じてマルチタスク化を図っていく。

JCMA

《参 考 文 献》

1）i-Construction 2.0 ～建設現場のオートメーション化～，国土交通省，2024 年 4 月

2）国内最長クラスのグラウンドアンカーの削孔精度と施工時の工夫，土木学会 土木建設技術発表会 2024，2024 年 11 月

3）Development of an Automated System for the Evaluation and 3D Modelling of Site Geological Strata Using Artificial Intelligence, Intelligence, Informatics and Infrastructure, Volume 4, Issue 1，2023 年 5 月

4）Development and Trial Implementation of a Geological Mapping System using Artificial Intelligence and Digital Twin Modelling, Proceedings of the JGS 2024 International Joint Symposium: “Multi-mitigation of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering to Natural Disaster on Problematic Soils”，49–55，2024 年 12 月

［筆者紹介］



木村　誠（きむら　まこと）
㈱安藤・間
建設本部
土木技術第二部　地盤グループ
グループ長



MEHDI BEDJA（メディ　ベジャ）
㈱安藤・間
建設本部
土木技術第二部　地盤グループ



藤田　哲（ふじた　さとし）
日特建設㈱
技術開発本部　知財・戦略部
次長

特集≫≫ 地下・地中構造物

水路トンネルにおける目視点検作業を省力化・効率化

自律走行式ロボット（Tunnel-Rover®）と AI 画像解析ソフトによるひび割れの自動検出技術

本山 昇・鈴木 健・伊藤幸広

水路トンネルの目視点検における作業の省力化・効率化を図るため，自律走行式のロボットと AI を活用した画像解析ソフトを組み合わせた，トンネル壁面のひび割れ自動検出技術を開発した。本技術によって，当該作業における点検者への身体的負荷の低減や，ひび割れの見落としのリスク低減等を図っている。本技術では，実際の水路トンネル等において実証試験を実施し，開発技術の実環境への適用性や，その性能等を確認した。本稿では，開発した技術の概要と，複数施設で実施した実証試験の概要について報告する。

キーワード：水路トンネル，維持管理，自律走行式ロボット，AI 画像解析，ひび割れ自動検出，省力化

1. はじめに

水力発電所等の水路トンネルは，建設から 50 年以上経過している施設が多く，老朽化が進行しており，施設管理者においては，施設の長期的かつ効率的な維持管理が求められている。水路トンネルの長期的な維持管理には，トンネル壁面の定期的な点検等の実施により，新たな変状の発生や進行を監視する必要がある。壁面の点検は，点検者による目視点検および点検ハンマーによる打音検査等によって実施され，目視点検においては，主にひび割れに着目して行われる[1)]。しかしながら，水路トンネルは小断面かつ長距離の施設が多いため，坑内での点検作業は，点検者への身体的負荷が大きい作業である。また，トンネル天端部等の近接目視では観察しにくい箇所においては，ひび割れを見落とすリスクがある。

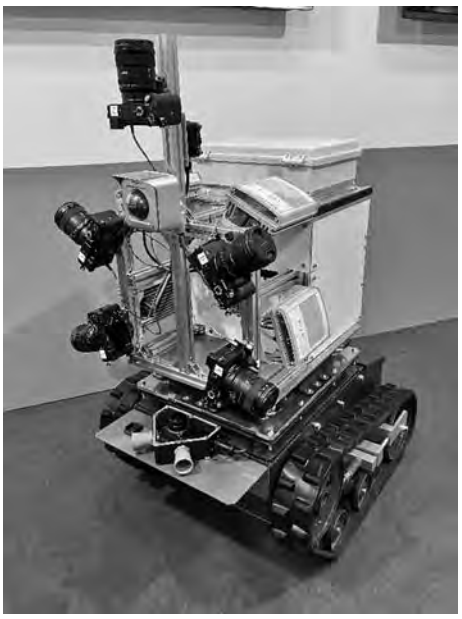
こうした背景から，これまでにもドローン型や浮体型といった点検者の代替技術の開発が進められてきた。しかしながら，これらの技術は，飛行時間の制約や，坑内の風況・水流の影響によって機体の制御が困難であるといった課題が確認されている。

2. 開発システムの概要

開発した技術は，トンネル壁面の画像撮影を行う自律走行式ロボット（以下，「ロボット」と記す。）と，ロボットによって取得した画像から，AI を活用した画像解析によるひび割れの自動検出ソフトによって構成される。ロボットはクローラ式の走行型とすることで，不陸走行時の安定性が確保されると共に，大容量バッテリーの搭載による長時間稼働を実現した。

(1) 自律走行式ロボット

ロボットは，トンネル内を自律走行する「走行ユニット」と，カメラや照明等を搭載した「計測ユニット」によって構成され，トンネル壁面の画像を効率的に取得することが可能である。これにより，これまで点検者が行っていた目視点検の代替として，ロボットによる画像撮影とすることで，点検者への身体的負担の低減を図っている。ロボットの全景を**写真**―1 に，主要諸元を**表**―1 にそれぞれ示す。



写真―1 ロボット全景

表―１　ロボット主要諸元

項目	仕様・性能
寸法	全長：910 mm×全幅：700 mm×全高：1,310 mm
質量	約 210 kg
走行速度	最高速度 約 2 km/h
適用断面（目安）	幅 2.5 m ～ 6 m 以下を想定　※現場条件につき要相談
適用水深	水深 200 mm 以下
電源・稼働時間	バッテリー・最大約 3 時間（最長距離：片道 3 km）
計測用カメラ	2,400 万画素（6,000×4,000）× 5 台
検出性能	最小ひび割れ幅 0.1 mm
無線通信距離	専用コントローラによる遠隔操作：見通し 200 m

①走行ユニットの概要

ロボットの走行部分である走行ユニットは，自身に搭載したバッテリーを動力とした電動クローラ型とし，長距離の施設が多い水路トンネルでの稼働を考慮し，最高速度 2 km/h，最大約 3 時間の稼働によって，片道 3 km の水路トンネルを往復走行できる仕様とした。また，長期にわたり使用された水路トンネルの底版部は，洗掘等の影響によって不陸となっていることが多い。この対策として，機体の質量を約 150 kg とし，重心を低く保ち，安定した走行を可能とした。本機を用いた点検時の坑内は，抜水状態となる。しかしながら，底版部は，完全な抜水状態とはならない。この課題に対して，クローラ部の制御装置は防水仕様とし，水深 200 mm 以下の範囲であれば走行可能とした。

走行ユニットの主な特長としては，トンネル内の自律走行機能が挙げられる。自律走行には，機体前方に搭載した LiDAR（Light Detection And Ranging）等のセンサを使用する。センサによって，左右のトンネル壁面と自身との距離を常時計測し，得られた計測値を基に，ユニット内に搭載したクローラの制御装置によって，トンネル中央部を常に維持した自律走行を可能とした。自律走行時のイメージを**図―１**に示す。また，自律走行の開始・停止の操作は，専用のコントローラによって行うことが可能である。さらに，同コントローラでは，自律走行モードと遠隔走行モードの切り替えや，ロボットの遠隔走行モードにおける操作も可能である。

走行ユニット単体での自律走行性能を確認するため，簡易的な検証試験を実施した。試験は，試験者 2 名が板を持ち，ロボットを左右から挟み込むことで，トンネルの左右の壁面を模擬し，壁面間の中央を維持した自律走行が可能であるかを検証した。試験の結果，ロボットは搭載した LiDAR 等のセンサによって，左右の壁面を認識し，壁面間の中央を維持した直進走行および曲線走行が可能であることを確認した。試験状況を**写真―２**に示す。

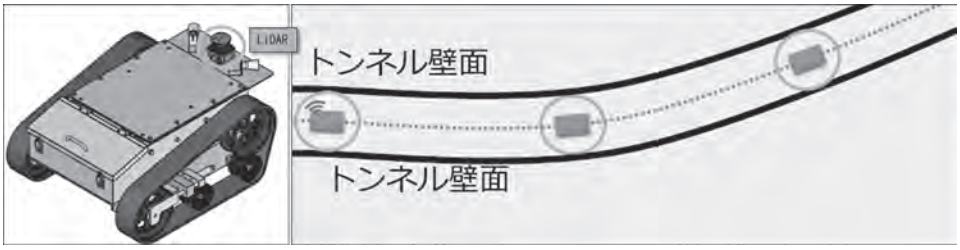
②計測ユニットの概要

走行ユニットの上部に搭載した計測ユニットには，トンネル壁面を撮影する計測用のカメラ 5 台を，トンネル断面の法線方向に向けて均等に配置し，ロボットがトンネル内の中央位置から，壁面全体の画像をまとめて撮影できるようにした。これにより，前述した走行ユニットによる自律走行と，計測用カメラの連続撮影を組み合わせて，坑内中央ラインの 1 回の自律走行によって，壁面の効率的な画像撮影が可能である。また，計測用カメラは約 2,400 万画素の画像の撮影が可能な仕様とし，カメラの配置と同様に LED 照明を 4 灯搭載して，照明設備の無い水路トンネル内においても，適切な照度にて高精細な画像撮影を可能とした。

さらに，計測ユニットの前方・後方には，広角のビデオカメラを 1 台ずつ搭載した。これにより，計測用カメラでは撮影困難なトンネル内の底版部や，坑内全体の概況確認を可能とした。計測ユニットの全景を**写**



写真―２　走行ユニット自律走行試験状況



図―１　走行ユニットの自律走行イメージ

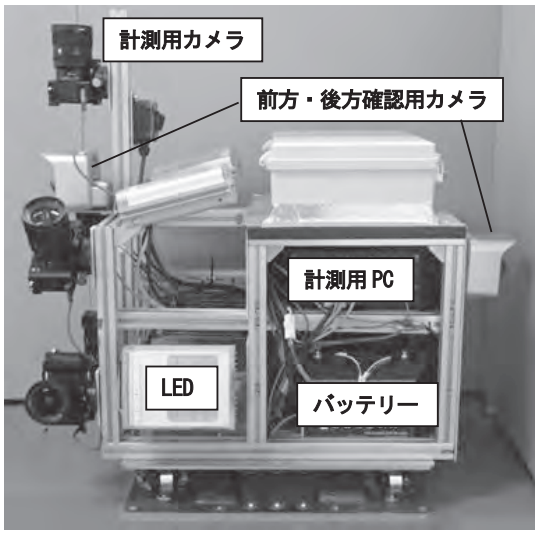
真―3に，トンネル壁面撮影時のイメージを**図―2**に示す。

(2) AI 画像解析ソフトによるひび割れ自動検出

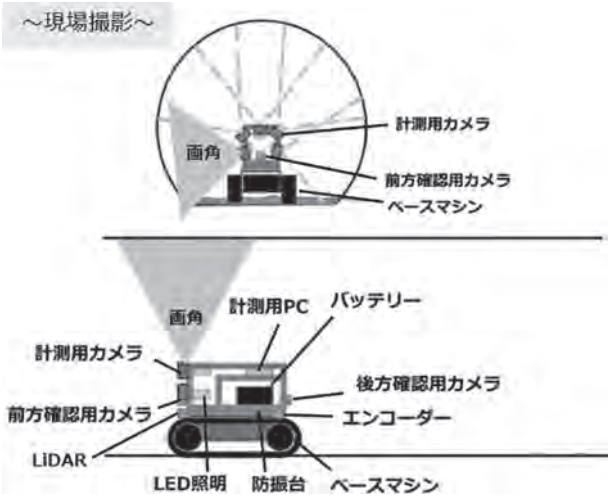
ロボットによって撮影した壁面画像は，目視点検によるひび割れ検出作業の効率化を図るため，AI を活用した画像解析ソフトを使用することとした。本ソフトは，画像上のひび割れを自動で検出することが可能であり，検出できる最小ひび割れ幅は 0.1 mm である。これにより，ひび割れ検出作業が自動化され，点検者の主観に依存しない，客観性が担保された検出結果を得られると共に，トンネル天端部などの目視点検では観察しづらい箇所も，容易に検出できるため，見落としのリスク低減効果も期待される。

また，本ソフトによるひび割れ自動検出結果については，従来の点検者による目視点検結果と比較し，概ね一致することを確認した。ひび割れ自動検出結果と目視点検結果とを比較した画像の一例を**図―3**に示す。

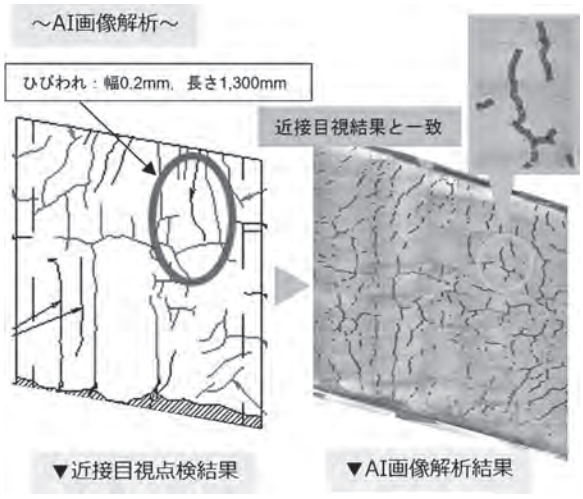
さらに，本ソフトでは，検出したひび割れの幅や長さ等の情報を，図面データや積算表として出力することが可能である。これにより，施設の長期にわたる維持管理の観点において，点検結果を電子データとして記録・蓄積し，過去の点検結果との比較や，経時的変化の把握を可能とした。出力したひび割れ情報のテキストデータの一例を**図―4**に示す。



写真―3　計測ユニット全景（側面）



図―2　トンネル壁面撮影時のイメージ



図―3　点検結果の比較例

	A	B	C	D	E	F	G
1	ひびわれラベル番号	ひびわれの幅（代表値）(mm)	ひびわれの長さ(mm)	ひびわれ始点・X座標(m)	ひびわれ始点・Y座標(m)	ひびわれ終点・X座標(m)	ひびわれ終点・Y座標(m)
2	"1"	1.65	53.47	0.0296	0.7648	0.0383	0.6146
3	"2"	0.9	32.49	0.0299	0.7529	0.0307	0.7204
4	"3"	0.18	58.16	1.9003	0.2034	1.9072	0.2599
5	"4"	0.18	31.88	1.9037	0.1842	1.9053	0.1531
6	"5"	0.2	54.65	1.9224	0.2898	1.9357	0.3419
7	"6"	0.18	28.96	1.9264	0.3592	1.9326	0.3874
8	"7"	0.18	28.65	2.1627	1.1637	2.1788	1.1400
9	"8"	0.55	44.52	2.1971	1.1189	2.2313	1.1361
10	"9"	0.23	57	2.2344	0.0850	2.2387	0.1380
11	"10"	0.28	25.58	2.2413	0.1421	2.2431	0.1665
12	"11"	0.18	19.24	2.2431	0.1662	2.2434	0.1854
13	"12"	0.28	131.08	2.2434	0.1843	2.2668	0.3064
14	"13"	0.73	37.96	2.2460	0.0678	2.2454	0.0308
15	"14"	0.42	223.27	2.4999	0.4461	2.4594	0.2400
16	"15"	0.33	70.94	2.4740	0.2333	2.4883	0.1690
17	"16"	0.5	96.21	2.5119	0.1211	2.4999	0.0415
18	"17"	0.32	20.3	2.5007	0.6214	2.5059	0.6410
19	"18"	0.32	66.91	2.5187	0.4989	2.5044	0.4414
20	"19"	0.5	479.92	2.5102	0.4676	2.5523	0.9202
21	"20"	0.5	192.68	2.5242	1.0994	2.5493	0.9212

図―4　ひび割れ情報のテキストデータ例

3. 開発システムの実証試験

本技術の開発にあたっては，これまで馬蹄形水路トンネル，鉄道トンネルおよびボックスカルバートを対象に，試験的な調査を実施した[2), 3)]。これにより，走行条件等が異なる各施設での，本技術の性能および適用性等を確認した。

(1) 馬蹄形水路トンネルでの実証試験

走行ユニットの自律走行性能の検証を目的に，馬蹄形水路トンネルでの走行試験を実施した。試験では，インバート幅約 2.8 m の水路トンネルにおいて，坑口から自律走行を実施した。その結果，トンネル中央部を維持しながら約 500 m を往復走行し，合計約 1 km の自律走行を確認した。走行路には途中，緩やかな曲線区間や凹凸の大きい不陸区間もあったが，トンネル中央部を安定して走行することが可能であった。試験状況を**写真**―４に示す。



写真―４　馬蹄形水路トンネルでの試験状況



写真―５　鉄道トンネルでの試験状況

(2) 鉄道トンネルでの実証試験

鉄道トンネルの実証試験では，路面幅約 3 m の坑内には軌条設備があったため，走行ユニットの代替として手押し台車を使用して，画像撮影を実施した。画像解析の結果，ひび割れの自動検出が可能であったと共に，走行ユニットが適用できない施設での目視点検にも有効であることが確認された。試験状況を**写真**―５に示す。

(3) ボックスカルバートでの実証試験

ボックスカルバートの水路では，躯体の縦横比の関係から，標準のカメラ配置では撮影が困難なため，カルバート形状に合わせたカメラ配置とした。走行においては，カルバートの幅が大きく，ロボットの自律走行機能の適用条件外であった。そのため，画像のラップ率から予め設計した測線に沿って，専用コントローラによる遠隔操作での走行とした。画像解析の結果，ひび割れの自動検出が可能であり，本技術がボックスカルバートの目視点検にも適用できることを確認した。試験状況を**写真**―６および**写真**―７に示す。



写真―６　ボックスカルバート仕様のロボット



写真―７　ボックスカルバートでの試験状況

4. おわりに

本開発では，水路トンネルの目視点検の省力化・効率化を目的に，自律走行式のロボットと，AI 画像解析ソフトを組み合わせた点検技術を開発した。開発技術の性能検証のため実施した，各施設での実証試験を通して，水路トンネルおよびその他施設の点検へ適用できることを確認した。一方で，撮影環境によって都度異なる計測用カメラの調整作業や最適な照度確保には，専門的な知識が要求されることが課題として確認された。今後は，その他確認された課題の改善と共に調査実績の蓄積を進める所存である。

謝　辞

実証試験のフィールド提供にご協力いただいた各施設の管理者の皆様と，本技術の開発にご協力いただいた皆様へ，この場を借りて感謝の意を表します。

JCMA

《参 考 文 献》

1）（公社）土木学会エネルギー委員会編，「水路トンネル維持管理の手引き」，（公社）土木学会，P108，2021 年 7 月
2）本山ほか，「自律走行式小断面トンネル調査ロボットの開発」，土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会 VI-579，2024 年 9 月
3）本山ほか，「水路トンネル調査ロボット（Tunnel-Rover®）による点検技術の開発」，電力土木，No.435，P54-56，2025 年 1 月

［筆者紹介］



本山　昇（もとやま　しょう）
西松建設㈱
技術研究所　先端技術グループ
主任



鈴木　健（すずき　たけし）
西松建設㈱
土木技術部　リニューアル課
課長



伊藤　幸広（いとう　ゆきひろ）
佐賀大学
理工学部
教授

特集≫≫　地下・地中構造物

生産性の向上を目的とした地下空間用新型鋼管柱の開発と実用化

鋼製積層型支承板鋼管柱「マイエスタス®」の開発

岡ノ谷　圭　亮

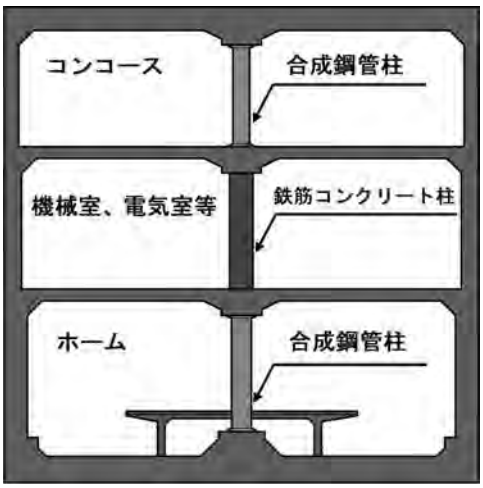
鋼管柱は限られた空間を有効利用できることから，旅客が往来する地下駅のコンコースやホーム階に適用されている。従来，地下駅箱型トンネルの鋼管柱の支承板には，鋳鋼製朝顔形支承板を多用してきた。今後の大型プロジェクト等において大量の鋼管柱が必要になると，製造工場の生産能力等の確保の観点から，鋳鋼製朝顔形支承板に準じた品質の支承板を調達することが困難になるリスクが想定される。

そのため，鋳鋼製朝顔形支承板に代わり，鋼板を積層した鋼製積層型支承板の開発実験を行い，従来の支承板と同等の安全性を確認することができた。開発した支承板は，JIS 規格鋼板を切断加工するのみで製作できるため汎用性，調達性に優れ，生産性の向上が期待できる。

キーワード：鋼管柱，支承板，鋳鋼，鋼製，積層，鋼板，地下空間

1. はじめに

東京メトロでは，長きにわたり地下駅箱型トンネルの合成鋼管柱の支承板として鋳鋼製朝顔形支承板（以下，朝顔形支承板）を多用してきた（**図**―1，**写真**―1）[1),2)]。しかし，調達先の大手鋳造メーカーが撤退し，今後の新線建設等の大型プロジェクトにおいて大量の合成鋼管柱が必要になると，製造工場の能力や性能確保の観点から，朝顔形支承板に準じた品質の支承板を調達することが困難になるリスクが想定された。このような状況も踏まえて筆者らは，朝顔形支承板に代えてドーナツ型の鋼製円盤（以下，鋼製円盤）を積層した鋼製積層型支承板（以下，積層型支承板）の開発を行った[3)]。開発した支承板は，JIS 規格鋼板を切断加工するのみで製作できるため汎用性，調達性に優れ，生産性の向上が期待できる。本稿では，新たに開発した積層型支承板を用いた合成鋼管柱の開発実験と現場への実用化について述べる。



図―1　合成鋼管柱の適用例

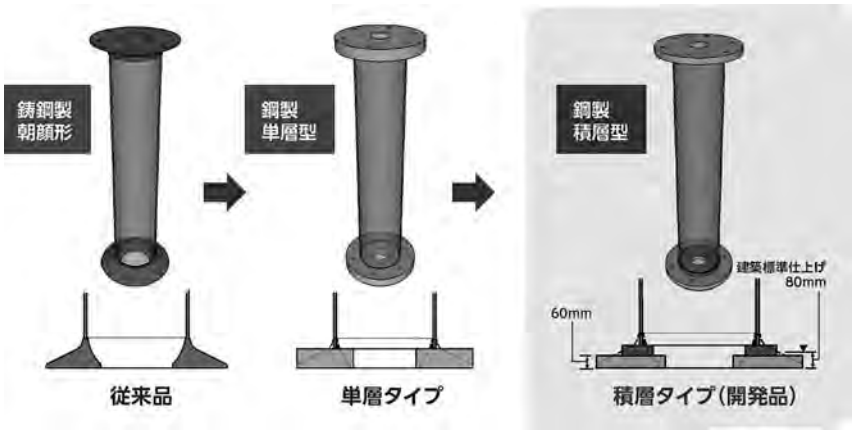


写真―1　合成鋼管柱の設置状況

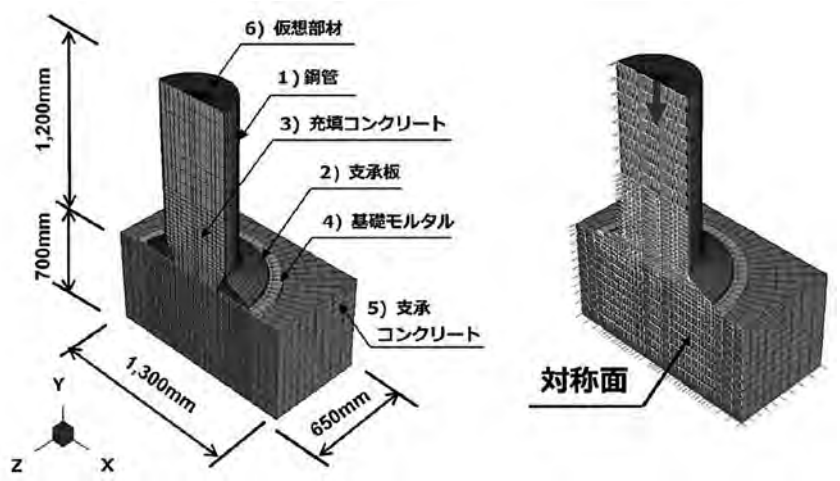
2. 合成鋼管柱の仕様

(1) 開発要素

鋼板を一枚使用した単層タイプでは，設計軸力の増加傾向により鋳鋼製支承板に対して重量化が課題となった。そのため，本開発では，鋳鋼製支承板に近い支圧伝達特性を実現できる構造として，重量を抑えながら鋼板を複数積層した鋼製支承板を目指した（**図**―2）。



図―２　開発要素



図―３　３次元 FEM 解析モデル図



写真―２　実物大の載荷実験状況

(2) 開発実験

鋼製支承板が鋳鋼製支承板と同等の性能を具備するために必要な設計・施工上の条件を数値解析および実物大の載荷試験に基づいて検討した（**図**―３，**写真**―２）。載荷実験では，両支承板を製作して，支承板および支承コンクリートのひずみ分布および応力度の測定結果を数値解析結果と比較検討し，整合性を確認した上で鋼製支承板が鋳鋼製支承板と同等の性能を有していることを確認できた[3]。

(3) 開発の効果

新型の支承板は，製作過程において，鋳型が不要となり，従来型より納期短縮が可能となった。また，鋼板を切断加工して溶接接合するため，製作の効率性が向上した。さらには，材質が鋼板（SM 材）であり，かつ既存の JIS 規格鋼板を使用しているため，効率的に製作できるとともに，鋼管柱の安定調達が図れる（**写真**―３，４）。

(4) 構造仕様および材質

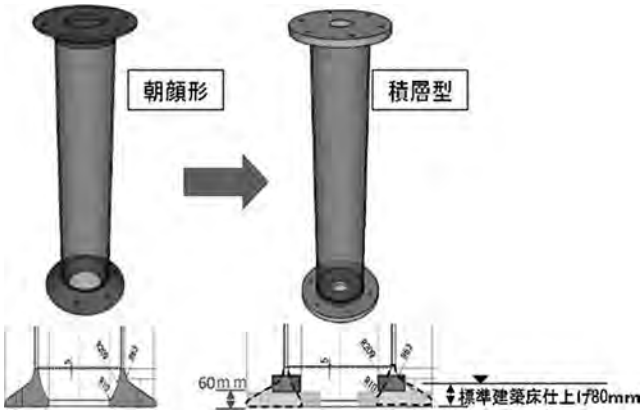
今回開発した積層型支承板を用いた合成鋼管柱の構造仕様は**図**―４に示す通りで，開発要素としては，形状を朝顔形に近似すべく設計板厚と外径を変化させた２枚の鋼製円盤を積層し，作用軸力の円滑な伝達を



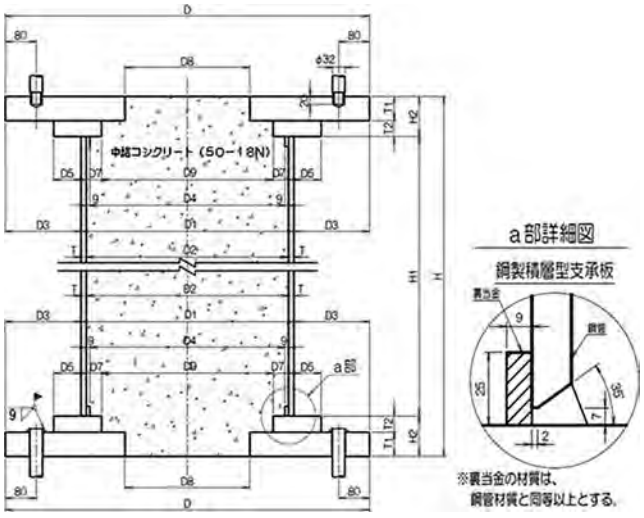
写真―３　新型支承板



写真―４　新開発の合成鋼管柱

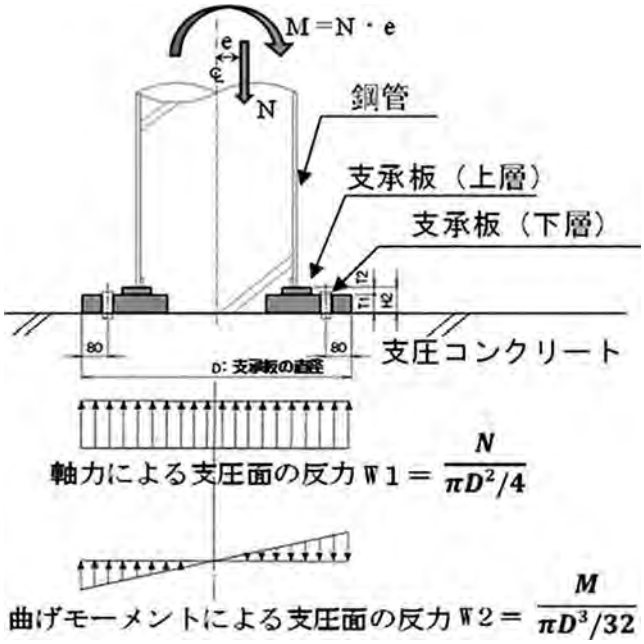


図―４　合成鋼管柱の構造仕様



図―５　積層型支承板を用いた合成鋼管柱の仕様および材質

図ることとした。具体的には**図―５**に示す通りで，鋼管と積層型支承板は溶接で接合するとともに，鋼管内はコンクリートを現場で中詰めし，RC 躯体と構造系の一体性を図るものである。なお，東京メトロにおける積層型支承板の材質は SM490B，鋼管の材質は SM490B，SCW490-CF または STK490，そして中詰めコンクリートの配合は 50-18N を標準としている。



図―６　設計支圧反力分布

(5) 設計仕様

合成鋼管柱の設計は，鋼管，支圧コンクリート，支承板のそれぞれで応力度照査を実施することとなる。鋼管については，現行の照査内容と同様に柱部へ作用する軸力を鋼管とコンクリートのそれぞれの単純累加として照査した。支圧コンクリートおよび支承板については，**図―６**に示す要領で，柱部へ作用する軸力から支圧反力 W1 および W2 を算出し，それぞれの照査式にあてはめる。なお，東京メトロでは作用する軸力のほか偏心量を 20 mm 考慮することとしており，曲げモーメント相当の W2 となる支圧面反力を考慮している。

3. 現場への実用化に向けた積層型支承板の実施設計

(1) 設計条件

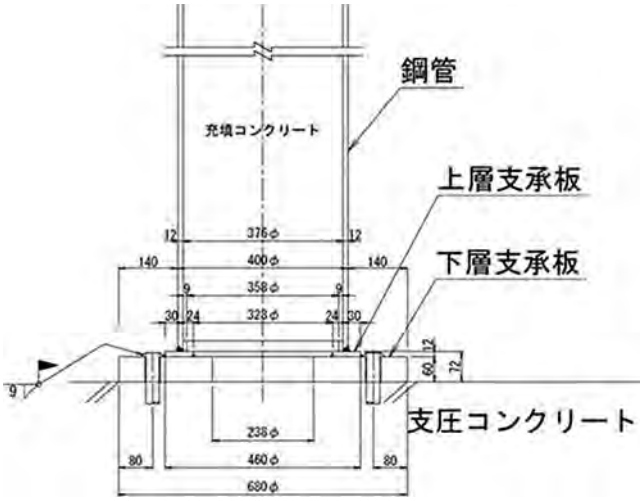
設計法には，限界状態設計法を適用し，支承板の形状寸法を**図―７**に，設計軸力，安全係数等の設計諸条件を**表―１**に各々示す。

(2) 支圧コンクリートの応力度照査

照査では，終局限界状態に対して構造物係数 γ_i を 1.2 として，コンクリートに作用する支圧応力度 σ_c がコンクリートの設計支圧強度 σ_{ad} 以下であることを式（1）により確認する。

表―1 設計諸条件

設計軸力 N (kN)	偏心量 e (mm)	鋼管外径φD1 (mm)	積層型支承板 SM490B			鋼材の引張降伏強度の特性値 f_{syk} (N/mm²)	支圧コンクリートの設計基準強度 f_{ck} (N/mm²)	支圧分布面積における桁幅 B (m)
			外径φD (mm)	設計板厚 (mm)				
3,500	20	400	上層板 460	鋼管基部の積層支承板厚 H2	72	295	24	1,050
			下層板 680	段落ち部の支承板厚 T1	60			
構造解析係数 γ_a	部材係数 γ_b	コンクリートの材料係数 γ_c	鋼材の材料係数 γ_s	構造物係数 γ_i				
1.0	1.1	1.3	1.05	1.2				



図―7 積層型支承板の形状寸法

$$\gamma_i \cdot \sigma_c / \sigma_{ad} \leqq 1.0 \quad (1)$$

ここで，支圧応力度 σ_c は，支圧応力度 W1 と W2 の合力である（σ_c = W1 + W2）。また，設計支圧強度 σ_{ad} は，コンクリート面の支圧分布面積を考慮した割増係数 η を用いて，設計基準強度 f'_{ck} から支圧強度を求め，コンクリートの材料係数 γ_c（=1.3）および部材係数 γ_b（=1.1）で除したものであり式（2）の通りとなる。

$$\sigma_{ad} = \eta \cdot f'_{ck} / \gamma_c / \gamma_b \quad (2)$$

(3) 支承板の応力度照査

照査では，終局限界状態に対して構造物係数 γ_i を 1.2 として支承板に作用する設計曲げモーメント M_r が設計曲げ耐力 M_{ud} 以下であることを式（3）により確認する。

$$\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot (M_r / M_{ud}) \leqq 1.0 \quad (3)$$

ここで，M_r は，コンクリートの支圧応力度 σ_c（= W1 + W2），支承板の半径 R，支承板照査位置の半径 r との関係から式（4）により定式化されている[4]。

$$M_r = \pi / 3 \ (W1 + W2) \ (2R^3 - 3R^2 r + r^3) \quad (4)$$

また，M_{ud} は，鋼材の引張降伏強度 f_{syk}，半径 r の位置の支承板厚 T との関係から式（5）により定式化されている[4]。

$$M_{ud} = f_{syk} \cdot \pi \cdot r \cdot T^2 / (3 \cdot \gamma_s) \quad (5)$$

今回の支承板では，鋼製円盤を 2 枚積層しているため，照査では鋼管基部の積層支承板総厚 H2（2 枚分の積層厚 T1 + T2）および段落ち部の支承板厚 T1（下層板厚）のそれぞれで M_r および M_{ud} を算出する。

(4) 照査結果

照査結果を**表―2** に示す。支圧コンクリートの照査結果には，やや余裕を残しているが，積層型支承板全体としては，合理的な諸元を得られているといえる。なお積層型支承板の開発意図は，朝顔形支承板に準じた作用軸力の伝達特性の確保にあるので，支承板厚 T1 における照査結果が支承板厚 H2 における照査結果を上回らないように支承板厚を設定するものとした[5]。

表―2 照査結果

支圧コンクリートの支圧応力度 σ_c (N/mm²)	支圧コンクリートの設計支圧強度 σ_{ad} (N/mm²)	支圧コンクリートの照査結果 ($\gamma_i \cdot \sigma_c / \sigma_{ad} \leqq 1.0$)	支承板種別と厚さの呼称	積層型支承板の設計曲げモーメント M_r (kN・m)	積層型支承板の設計曲げ耐力 M_{ud} (kN・m)	積層型支承板の照査結果 ($\gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_i \cdot (M_r / M_{ud}) \leqq 1.0$)
11.91	28.43	0.55	鋼管基部の積層支承板厚 H2	215.0	305.0	0.93
			段落ち部の支承板厚 T1	137.3	243.6	0.74

表―３　寸法精度

項目	寸法許容誤差		摘要
鋼管の外径	鋳放し部	＋1%，0%	SCW 490-CF の場合，管端部および中央部で直交する二直線を測定する。 STK 490，SM 490B の場合，管端部および中央部で直交する二直線を測定する。
	端部	±0.5%	
	中央部	±1.0%	
鋼管の厚さ	加工部	＋規定せず，－0.5 mm	SCW 490-CF の場合
	鋳放し部	＋規定せず，－0 mm	
	＋規定せず，－0.6 mm		STK 490，SM 490B の場合
鋼管の長さ	±3 mm		
鋼管の曲がり	長さの 1/2,000 以内		SCW 490-CF の場合
	長さの 1/2,000 以内		STK 490，SM 490B の場合
支承板の外径	鋳放し部または鋼板部	＋1%，－0 mm	板の直交する二直線を測定する。SM 490B の場合，各層ごとに測定する。
支承板の厚さ	＋規定せず，－0 mm		SM 490B の場合，各層ごとに測定する。
鋼管柱の長さ	＋10 mm，－0 mm		
管端の直角度	±2 mm		柱軸心を基準とする。



写真―５　鋼管

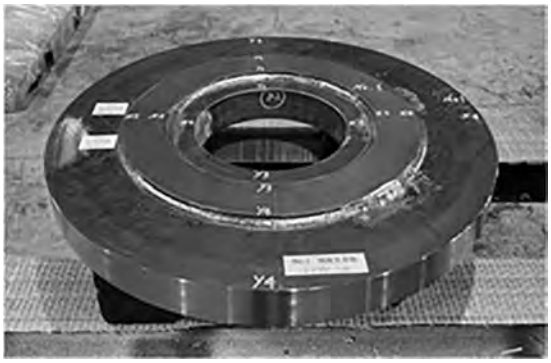


写真―６　ドーナツ型の鋼製円盤

4. 工場製作

(1) 寸法精度

鋼管および支承板，またこれを接合した鋼管柱は工場製作となるため，**表―３**に示す通り，東京メトロで規定する寸法精度に基づき製作した(**写真―５～８**)。



写真―７　鋼製積層型支承板



写真―８　鋼管柱

(2) 検査および試験

(a) 材料試験

製作した支承板の材質が SM490B，鋼管は SM490B であるため，材料試験は JIS に基づく化学成分および機械的性質をミルシートにて確認し，合格とした。

(b) 溶接部試験

鋼管の溶部は，超音波探傷試験を行い，JIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」の付属書 7（試験結果の分類方法）の L 検出レベルの 2 類以上の分類を確認し，合格とした。

支承板（SM490B）のすみ肉溶接（積層部）は，全線において JIS Z 2343－1「非破壊試験－浸透探傷試験－第 1 部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」により試験を行い，欠陥指示模様のないことを確認した。

また，鋼管と支承板取付けの全溶接部は，鋼管の溶接部と同様に超音波探傷試験を行い，欠陥のないことを確認し，合格とした（**写真―９**）。

(c) 外観および形状寸法検査

外観検査は，溶接部表面の仕上がり程度および有害な欠陥の有無について検査した。形状寸法検査は，**表―３**に示す寸法精度を項目ごとに確認し，合格とした（**写真― 10 ～ 12**）。

(3) 塗装

塗装は，素地調整により表面の錆，油分，黒皮等を



写真―9 超音波探傷試験状況



写真―10 支承板の厚さ測定状況



写真―11 鋼管柱の長さ測定状況



写真―12 管端の直角度測定状況

十分に除去し，下塗り・上塗りの順に行った。下塗りは，素地調整後3時間以内に鋼管柱とコンクリートの接触面を除きJIS K5633「エッチングプライマー」を1回（膜厚15 μm），1時間以上経過後，上塗りとしてJIS Z 5674「鉛・クロムフリーさび止めペイント」を1回（膜厚35 μm）塗布し，所定の膜厚を確認し，合格とした。

5. 実施工

今回製作した鋼管柱は，既設躯体上床版の上に築造する連絡通路の中に設置するものである。そこで，鋼管柱の設置に先立ち，柱脚部では既設上床版の斫り込みを行って，均しモルタルによる不陸整正するとともに柱頭部と柱脚部に固定用アンカーボルト設置穴を削孔した。鋼管柱の建込み後，固定用アンカーボルトを挿入して支承板と現場溶接し，鋼管内に中詰コンクリートを現場打設後，柱頭部と連絡通路上床版との間に無収縮モルタルを充填し建込みを完了した（**写真**―13，14）。



写真―13 鋼管柱設置完了



写真―14 鋼管柱建築仕上げ完了

6. おわりに

新たに開発した積層型支承板を用いた合成鋼管柱は，載荷実験や数値解析により，従来型の合成鋼管柱と同等の性能を有していることを確認できた。また，実用化に向けた実施設計を行い，建設工事へ初適用することができた。今後は，国内外の大型プロジェクトに向けた適用を推進し，建設工事における生産性の向上への寄与を期待したい。

JCMA

《参考文献》

1）東京地下鉄㈱：一般設計図並びに標準図，2021.7.
2）渡邊健，木川冨男，森崎充：新しい地下構造用合成鋼管柱の開発，土木学会論文集，No.480/VI-21, pp.43-52，1993.12.
3）岡ノ谷圭亮，大石敬司，大塚努，高橋正也，前島稔，岩橋正佳，新井泰：鋳鋼製朝顔形支承板に代わる鋼製積層型支承板を用いた地下空間用合成鋼管柱の開発，土木学会論文集 F2（地下空間研究），Vol.78, No.1，pp. 33-50，2022.
4）土木学会：2016 年制定 トンネル標準示方書・同解説，開削工法編，2016.8.
5）岡ノ谷圭亮，橋口弘明，大塚努，岩橋正佳，前島稔，新井泰：鋼製積層型支承板を用いた地下空間用合成鋼管柱の現場への初適用に向けた実施設計，令和 5 年度土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会，Ⅵ-360，2023 年 9 月 .



［筆者紹介］
岡ノ谷　圭亮（おかのや　けいすけ）
東京地下鉄㈱
改良建設部　設計第一課
副主任



特集≫≫ 地下・地中構造物

社会インフラ保守の高度化と環境負荷軽減に向けた取り組みのご紹介

地下埋設インフラの維持管理業務の効率化・高度化支援

増田真也・飯田啓介・福島直子

人々の生活を支える社会インフラは，常に正常に機能することが求められる。しかし，社会インフラ設備は老朽化してきており，今後も老朽設備の増加が見込まれる。また，保守点検作業は人による巡回点検が主であり，熟練保守員の不足・高齢化が問題になっている。

上述のような課題への解決方針として，センサーなどのデバイスを用いて社会インフラの状態を収集し，解析するソリューションサービスを提供することが考えられる。

またこれらのソリューションサービスは，大規模災害からの早期復旧，国土強じん化，工事の局所化などを通して環境負荷軽減への貢献が期待できる。

本稿では，社会インフラ保守のデジタル化の事例を紹介する。

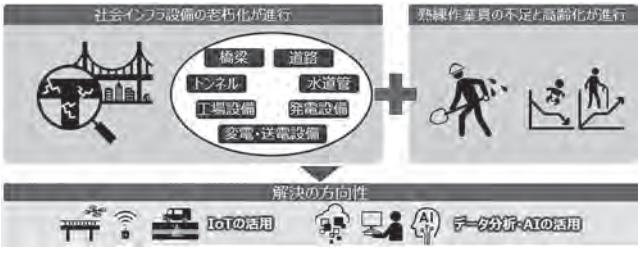
キーワード：地下埋設インフラ情報の一元管理，地中レーダー探査，老朽化，維持管理，LPWA（Low Power Wide Area），画像解析，建設機械との情報連携，設計自動化

1. はじめに

私たちの生活を支える社会インフラは，高度経済成長期に集中的に整備され，今後も老朽設備が増加することが懸念されている。2035 年には老朽設備の点検・修繕に要する費用が年度予算を上回る可能性を指摘する試算結果もあり，また現状の熟練保守員の約半数が定年を迎える予測も出ている。

上記のような状況に対し，政府，地方公共団体などにおけるあらゆるインフラを対象にした今後の取り組みの全体像が「インフラ長寿命化基本計画」（国土交通省）に示されている。この基本計画の中で，全国のあらゆるインフラで着実に老朽化対策を実施するため，各インフラの管理者がインフラ長寿命化計画（行動計画）を作成することが規定されている。

センサー／レーダー／カメラなどのエッジデバイスからデータを収集し，データ解析を行い，社会インフラの維持管理に対して価値のあるデータを生み出すことで，社会インフラ設備を保有する事業体が担う点検・修繕業務のデジタルトランスフォーメーション（DX）に貢献することが求められている（**図**―１参照）。



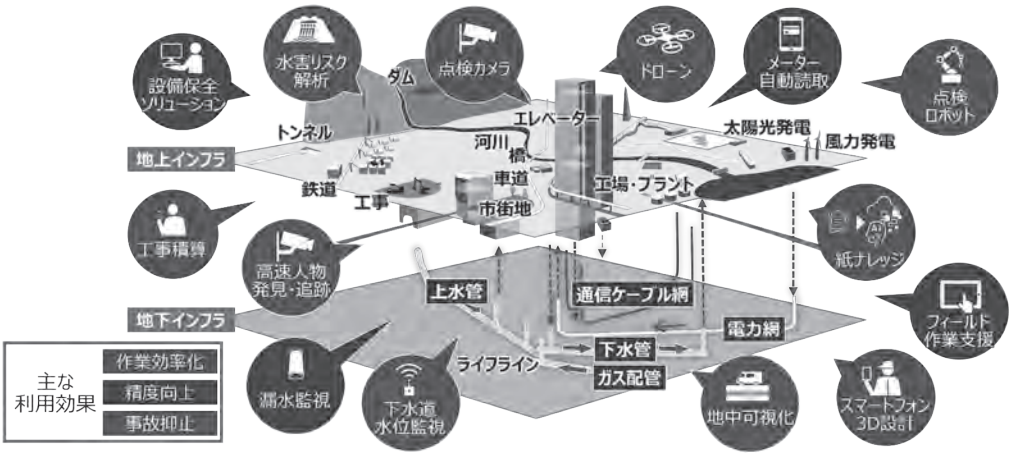
図―１　社会インフラの課題と解決の方向性

2. 社会インフラ保守事業の概要と事例紹介

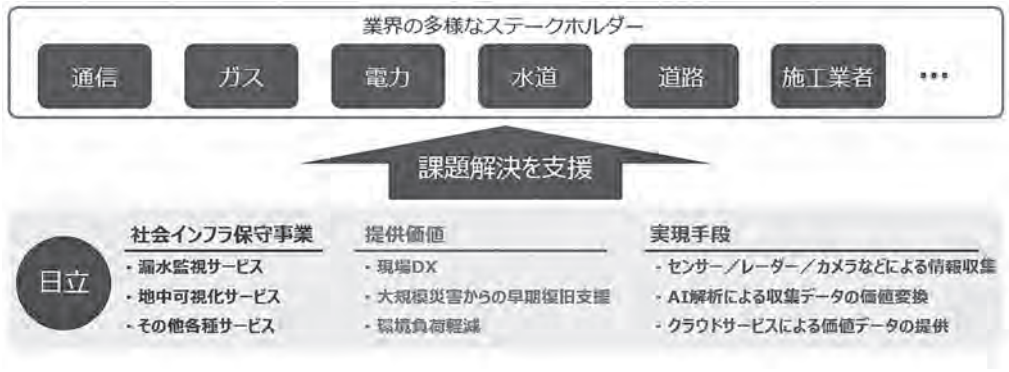
以降では，社会インフラ保守事業の全体概要，提供サービスの事例として「漏水監視サービス」及び「地中可視化サービス」での取り組み事例を紹介する。また，これらのサービスが大規模災害時の早期復旧支援にどのように貢献するか，また，環境負荷軽減に向けた取り組みなどについても紹介する。

(1) 社会インフラ DX の概要

地上インフラや地下インフラを問わず，様々な業界が保有する社会インフラ設備の点検から修繕計画の最適化まで幅広くソリューションを提供している（**図**―２参照）。従来は，特定のお客様に向けた個別 SI 型ビジネスにてシステム開発を実施してきた。近年は，社会インフラ設備が抱える課題の共通性に着目し，お客様や業界の垣根を超えてソリューションサービスを提供し始めている。長年お付き合いさせていただいているお客様や業界に関する知識と課題の共通性に着目したソリューションサービスをベストミックスさせること



図―２　社会インフラ保守ソリューション



図―３　業界をまたがる現場 DX の推進

で，サービスを必要とするお客様へ低コストかつスピーディーに提供する（**図**―３参照）。

既に提供を開始したサービスに，今後，現場 DX が進展した際に新たに発生する可能性のあるリスクへの備えを加えて，さらなる価値提供をめざす。その実現のためにさらなるステークホルダーとの協創の深化・拡充を引き続き実施する。

(2) 漏水監視サービス

漏水監視サービス[1]は，超高感度振動センサー（**図**―４）を用いた高精度な遠隔監視で上水道管の漏水を早期発見し，事故リスクの低減と漏水調査業務の効率化を実現するサービスである（**図**―５参照）。

総務省の資料[2]によると，水道事業における管路経年化率（法定耐用年数 40 年を超えた管路延長の割合）が年々上昇し，令和３年度には 22.1％となった一方で，管路更新率（当該年度に更新した管路延長の割合）は低調に推移し，令和３年度は 0.64％であった。つまり更新時期を迎えている管路の更新が追い付いておらず，いまだ漏水の発生が継続している状況で，各地では道路陥没や断水などの事故にまで発展しているケースもある。



図―４　超高感度振動センサー

水道事業体は漏水に対応するため，定期的な漏水調査を実施している。現在は，技術者が人の耳で漏水音の有無を聴き分ける巡回調査が主流であるが，広域に広がる管路状況の変化を即時に検知するには限界があ



項目	従来の漏水調査	漏水監視サービス
調査頻度	3～5年に1度	漏水監視センサーとLPWA通信を用いて漏水を常設監視
特徴	熟練者のノウハウに依存	自社開発の漏水監視センサー、アルゴリズムにより高精度で漏水監視

＊ LPWA(Low Power Wide Area)：省電力広域無線通信技術

図―５　漏水監視サービスの概要

る。また，その検知には熟練の経験とノウハウが必要であり，継続的な人材の確保にも課題がある。

近年の水環境を巡る情勢の変化などを踏まえ，令和6年8月30日に新たな「水環境基本計画[3]」が閣議決定された。DX技術導入などによるメンテナンス効率化などを推進し，持続可能な上下水道再構築に重点的に取り組むことが計画に盛り込まれている。また，国土交通省が上下水道DX技術のカタログを令和6年度中に策定し，今後5年程度で標準装備を進めていくとしている。

漏水監視サービスは，こうした社会課題の解決に寄与するDX技術である。具体的には，水道管の制水弁に設置したセンサーが漏水点から伝搬してきた振動を計測し，独自開発したアルゴリズムで計測データを解析した結果をもとに漏水の疑いをスコアリングする。スコアはセンサーからLPWA通信（LTE-M通信）を利用し，監視プラットフォームに伝送し，地図画面上に表示することで，漏水の疑いの有無を可視化する。このサービスにより，地中に布設された管路の状態を現場に行かずに遠隔で監視することが可能となる。また，漏水の疑いがあるエリアを絞り込むことで，漏水点を確認する調査業務の作業効率向上が期待できる。

漏水を遠隔で監視することの最大のメリットは，漏水を早期発見／早期修繕できる点である。遠隔監視と従来の巡回調査を組み合わせることで，万全な漏水監視体制を構築し，事故リスクの低減と漏水調査業務の効率化が実現できる。

また，漏水監視サービスは，㈱日刊工業新聞社が主催する「第51回 日本産業技術大賞 文部科学大臣賞」を受賞[4]しており，安心・安全かつレジリエントな社会インフラの実現に貢献できるサービスとして国内20事業者以上への導入実績がある。

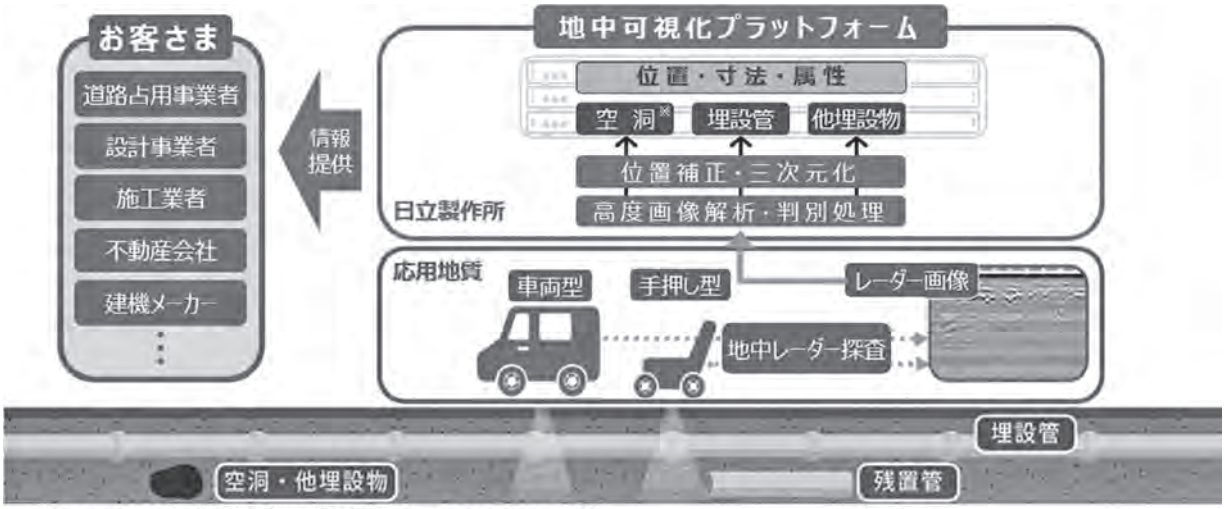
今後のさらなる発展として，水道事業体の全体課題の1つである管路管理（管路更新計画）への横展開も検討している。漏水監視を目的に収集したデータを対象管路がいつまで継続利用することが可能なのか，どの管路をいつ更新する必要があるのかを判断する材料として利活用することで，効率的な管路更新の実現をめざしている。

(3) 地中可視化サービス

埋設管路の新設・更新において，各事業者が個別に管理する図面を収集，統合し設計する手間・負担や図面と現場との乖離による設計変更や工事中断，管路損傷事故により，計画的かつ効率的な業務推進が阻害されていることが課題として挙げられている。

地中可視化サービスは，地下埋設インフラの維持管理業務を高度化・効率化するため，応用地質㈱と協創し，地下埋設インフラ事業者を対象に，地下埋設物情報を提供するサービスである。本情報は，非破壊で地下を探査するレーダー搭載車両により地下情報を面的に収集し，解析技術で可視化することで作成する。プラットフォームに一元集約し，埋設状況や位置関係を2次元／3次元で直感的かつ正確にWebブラウザ上で表示可能である。本サービス提供により，従来の維持管理業務プロセスの革新をめざしている（**図―6**参照）。

本サービスは，2021年5月より有償提供を開始し，2021年12月よりプラットフォームを介した情報提供を開始した。これまで50事業体以上（国・自治体，電力業界，ガス業界，通信業界，製造業他）との実証の取り組み，サービス提供を行っている（2025年2月現在）。仙台市下水道部門との共同研究においては，手戻りや計画遅延リスクが想定される設計・施工案件



※1 空洞、他埋設物は、将来的に地中可視化プラットフォームで提供することを計画中
※2 GNSS(Global Navigation Satellite System): 全球測位衛星システム
※3 GNSSの測位品質が劣化する場所においても位置精度を維持

図―６　地中可視化サービス概要

において，設計変更や追加対応などの業務を抑制することで最大 48% 程度の工数削減が見込めるなどの高い研究成果が得られた。その成果を活かし，仙台市青葉区内の道路整備事業でのサービス導入へと発展させている。今後は，本活動で培ったノウハウを活かしたサービス機能の拡充や自治体が導入しやすいサービスモデルの確立，さらには民間企業への展開を図る。

今後のさらなる発展として，本サービスプラットフォームをインフラ事業者の情報共有の場として活用いただくことで，コミュニケーションの円滑化，業界全体の業務効率化・高度化支援の可能性を検討している。例えば，現在協議会などで行われる更新計画の共有などの際に，プラットフォーム上で，共通フォーマットに簡便な方法で情報入力・共有することや情報更新の頻度の向上（最新情報の共有支援），詳細な情報の共有支援をすることにより，事業者間の個別の調整や工事立会などの工数削減，業務効率化につながると考える。今後，インフラ事業者とニーズや実現方法に関する議論を重ね，実現策の具体化･推進を図っていく。

3. 社会インフラ保守事業が貢献する付加価値

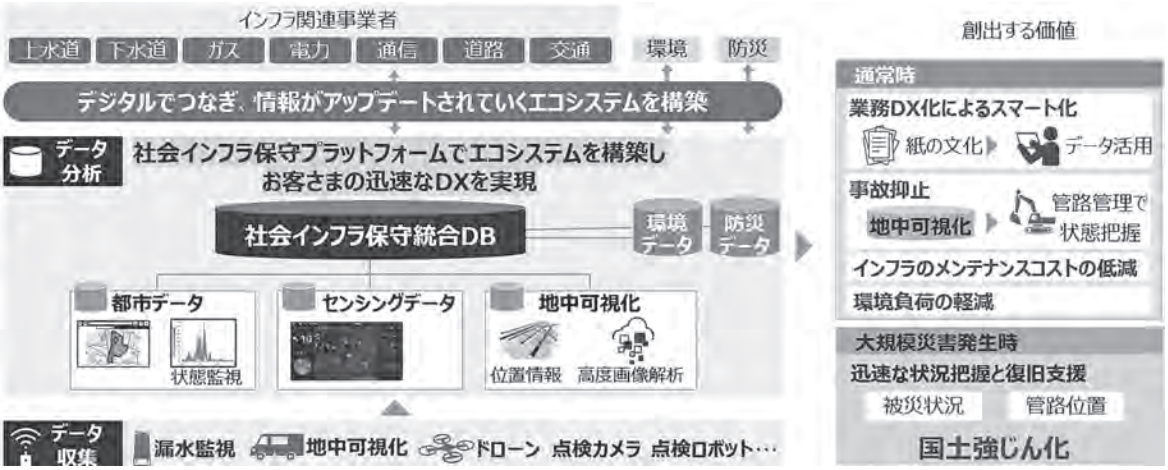
これまでに紹介してきた社会インフラ保守事業で展開するプラットフォームは大規模災害への備えとしても有効に機能する。これは内閣官房が進める「国土強靭化計画」の方針に合致するものである。

例えば，「漏水」の場合，地震や地滑りなどの大規模災害が発生すると，老朽化した水道管から漏水が起きる。漏水は同時多発的に起きることが多いため，これまでは全体の状況把握に多大な時間と労力を要していた。「漏水監視サービス」は常設での監視となるため，災害時においても漏水疑い箇所を特定することができ，早期復旧を支援できると考える。

他にも，防災・減災に向けて整備が推進されている無電柱化の工事においては，既存管路の位置把握や工事調整などの設計業務に多大な工数を要しているが，「地中可視化サービス」はこれらの設計業務の効率化に寄与することができる。

上記以外に，「環境負荷軽減」への貢献も同サービスが提供する価値である。例えば，「漏水監視サービス」においては，漏水疑いを早期に検知し水資源の浪費を防ぐ。「地中可視化サービス」においては，同サービスを活用することで調査のための試掘回数を削減することにより，建機の稼働低減や残土の低減，工期短縮による渋滞削減などが期待できる他，図面と実際の配管位置が異なることで損傷事故が発生するリスクを回避・軽減することができる。また，大きい視点で見ると，提供する社会インフラ保守プラットフォームに多数のインフラ関連事業者の情報を統合管理できるようにすることで，事業者をまたがったエコシステムを形成し，社会インフラ保守全体での効率化にも貢献できると考えている。

以上の通り，社会インフラ保守事業は IoT などのデジタル技術を活用し，社会インフラの平時の保守のみでなく災害にも対応できるため，「国土強じん化」に資するソリューションとして多数のインフラ関連事業者をまたぐ大規模な DX・エコシステムの形成をめざす（**図―７**参照）。



図―7 社会インフラ保守事業 全体コンセプト

4. おわりに

本稿では，日立がめざす社会インフラ保守のデジタル化の事例を紹介した。

今後も幅広く社会インフラのデジタル化に貢献すると共に，近年関心が高まっている国土強じん化や環境負荷軽減に寄与する技術／サービスを創出し，安心・安全な社会の実現に貢献していく。

JCMA

《参考文献》

1）日立製作所 社会 インフラ保守プラットフォーム漏水監視サービス，https://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/app/social_infra_mnt/water/index.html
2）総務省 水道事業及び下水道事業の現状と課題，https://www.soumu.go.jp/main_content/000972061.pdf
3）首相官邸 水環境基本計画，https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/kihon_keikaku.html
4）「超高感度振動センサー（MEMS）を用いた漏水検知システムの開発」が日刊工業新聞社主催の「第51回 日本産業技術大賞 文部科学大臣賞」を受賞 https://www.hitachi.co.jp/information/info/20220413.html
5）増田 真也，他：地下埋設インフラ維持管理の DX 化『地中可視化サービス』，月刊下水道，（2022.12）
6）増田 真也，他：地中レーダーなどを活用した地下埋設物の検知に関する実証，月刊配管技術，（2022.5）
7）社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト，https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/index.html
8）内閣官房 国土強靭化 基本計画，https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/kihon.html

［筆者紹介］



増田 真也（ますだ しんや）
㈱日立製作所
社会ビジネスユニット 公共システム事業部
公共基盤ソリューション本部
社会インフラ保守事業推進センタ
主任技師



飯田 啓介（いいだ けいすけ）
㈱日立製作所
社会ビジネスユニット 公共システム事業部
公共基盤ソリューション本部
社会インフラ保守事業推進センタ
技師



福島 直子（ふくしま なおこ）
㈱日立製作所
社会ビジネスユニット 公共システム事業部
公共基盤ソリューション本部
社会インフラ保守事業推進センタ

特集≫≫　地下・地中構造物

掘削工事における写真測量技術を活用した出来形管理の生産性向上

掘削状況管理アプリ“ちかデジ®”導入の効果

東海林　隼　人・渡　邉　岳　史・横　田　智　也

労働基準法の改正に伴い，土木・建設業においては働き方改革に加え，労働者不足・減少の問題を解決するために，生産性の向上が求められている。そのため，写真測量技術を活用した出来形管理の生産性向上を目指し，掘削状況管理アプリ「ちかデジ」を開発した。本稿では，浸水対策事業の一環で，本体工事前の地下埋設物状況を確認する試掘調査において，出来形管理手法としてちかデジを活用し，その効果を検証した。検証の結果，地下埋設物状況の記録作業，出来形管理作業において従来の手法と比較し 9 割以上の省力化および生産性向上が確認され，その効果について紹介する。

キーワード：DX，3D デジタルデータ，地下埋設物，試掘調査，掘削工事，写真測量技術，出来形管理

1. はじめに

近年，自然災害の激甚化に加え，インフラの老朽化が社会問題となっており，インフラの更新・耐震化事業や，無電柱化事業の促進が急務となっている。

しかし，このような事業では，限られた地下空間に新設管や構造物の設置が必要であるが，既存の埋設物情報は必ずしも現況に即した正確な地下情報ではないという問題がある。これにより，掘削時の埋設物破損事故や，設計・施工時の手戻りなどが発生し，円滑な事業推進に影響を与えている。

そのため，事業の初期段階では，正確な地下情報を把握するために非破壊による地中レーダ探査のほか，一般的に試掘調査が行われている。試掘調査では，露出した埋設物の位置を記録するため，埋設物ごとに手作業で計測し，写真撮影とともに手書きによる平面図，断面図を記録している。現場作業後には，出来形管理資料作成のためにデータの整理，引き継ぎ，手書きの平面図，断面図の CAD 化が行われている。ただし，これらの作業には，人為的な記録ミスによる現地との相違や，資料作成に時間と労力を要し，新設埋設物の竣工記録についても試掘調査と同様の課題を抱えている。

また，一般的に正しい地下埋設物情報を含む試掘調査結果は，事業内でアナログ情報として共有，活用されているが，異なる事業や関係者間での共有が少なく，同一箇所周辺で重複する試掘が発生するなど，生産性を低下させる要因となっている。

このような課題を解決するため，スマートフォンを活用した掘削状況 3D 管理アプリ「ちかデジ」（以下，本アプリ）を開発し，掘削工事での出来形管理の省力化と，現地状況を正確に再現できる 3D デジタルデータ生成と地理情報システム（GIS）による一元管理を可能とした。本稿では，実現場での検証と効果について紹介する。

2. 技術概要

(1) 掘削状況 3D 管理アプリの概要

本アプリは，Web アプリであり，スマートフォンなどのデバイスに専用ソフトをインストールする必要のないクラウドサービスである。

スマートフォンなどのデバイスを用いて掘削状況を動画撮影し，そのデータを専用の Web アプリに投稿するだけで，掘削状況の 3D デジタルデータが生成され，視覚的に掘削状況を把握することが可能である。

生成された 3D デジタルデータから，点群データ，2D 図面（平面図，断面図），3D 図面（3D モデリング），AR データなどが作成される。Web アプリは，GIS と連携しており，関係者間でのデータの共有，一元管理が可能である（**図―1** 参照）。

(2) 技術精度

本技術は，写真測量技術を用いていることから「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）令和 6 年 3 月版 国土交通省」（以下，要領）に定義されている



図―1　本アプリ概要図



写真―1　技術精度確認試験状況（テストフィールド）

測定精度に準拠している。出来形計測において要領では，鉛直方向および平面方向の測定精度が± 50 mm 以下であることが求められている。

本アプリの精度確認試験は，掘削工事現場を模したテストフィールドにおいて TS 光波方式による座標値計測を行い，真値とする検証点の位置座標を取得し，モバイル端末で計測した検証点の位置座標との座標間較差を算出した（**写真―1** 参照）。その結果，検証点の座標間較差は 10 mm 以下であることを確認した。このことから，要領で定義されている± 50 mm 以下の測定精度を満たしていることを確認した。

3. 実現場における検証内容と効果

(1) 試掘調査の概要

神奈川県内の自治体による浸水対策事業の一環で，本体工事前の地下埋設物状況を確認する試掘調査において，出来形管理手法として本アプリを活用し，生産性について比較検証を行った。



図―2　埋設状況記録

試掘調査は，道路幅員が 7.2 m の生活道路で 6 箇所実施された。交通規制による影響や施工性を考慮し，道路幅員を 2 分割し，午前と午後で片側ずつ施工する方法が採られ，1 日で道路幅員全幅の試掘調査が行われた。

(2) 検証内容

(a) 試掘調査の埋設物位置記録方法

試掘調査で露出した埋設物の位置記録は，巻尺などの計測器により平面および土被りの位置を計測し，黒板に断面図をスケッチするとともに写真撮影を作業員 4 名で実施した（**図―2** 参照）。

その後，現場で記録した情報を基に，平面図や断面図を CAD 化し，出来形管理記録として取りまとめた。

(b) 埋設物位置記録方法

本アプリによる埋設物の位置記録方法は，スマートフォンでの動画撮影のみで，作業員が 1 名で行った。

成果物の作成は，Web アプリに投稿された動画から 3D デジタルデータが自動生成され，そのデータから平面図や断面図などの作成が可能で，ユーザーによる作業は発生しない（**図―3**，**4** 参照）。

(c) 検証方法

それぞれの手法による埋設物位置記録に要した時間を比較し，検証した。

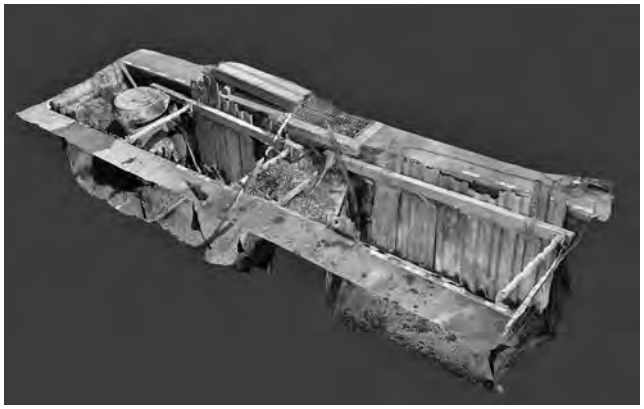
(3) 検証結果

(a) 現場記録工程の省力化

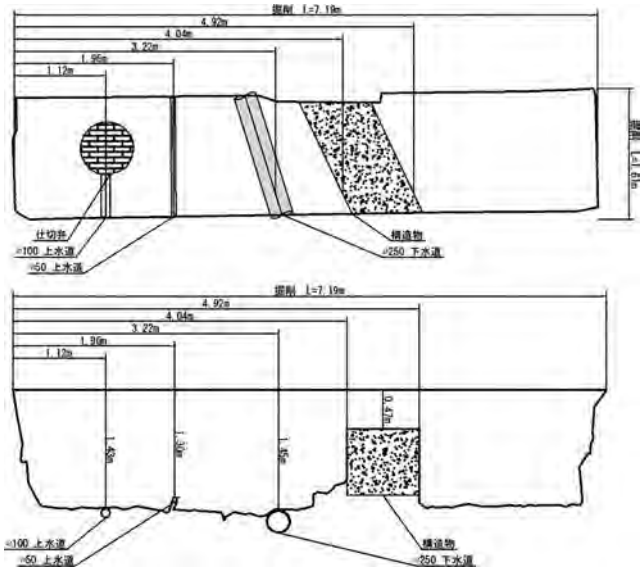
試掘調査 6 箇所での検証結果が示すように，現場記録作業時間は，試掘調査では合計 240 分となり，作業員 4 名で延べ 960 分であった。一方，本アプリでは，作業員 1 名で延べ 47 分であった（**表―1** 参照）。

(b) 室内作業の省力化

手書きによる現場記録から，平面図や断面図を CAD 化する作業は 1 名で行われ，試掘調査 6 箇所で 3 日を要し，作業の延べ時間は 1,440 分であった。これらの作業は，本アプリで行われるため，ユーザーの負担はなくなる。



図―３　アプリ成果物（3D デジタルデータ）



図―４　アプリ成果物（平面図・断面図）

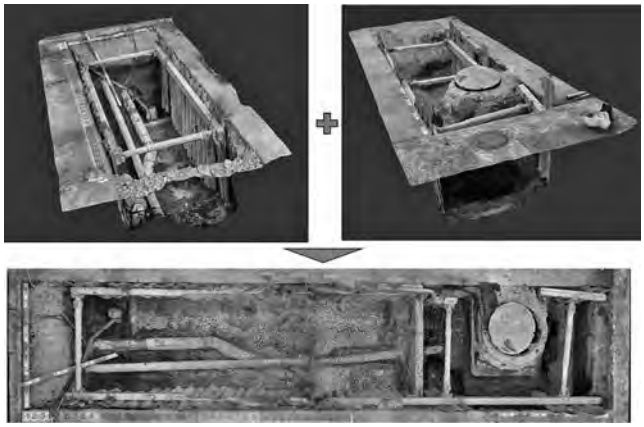
表―１　現場記録時間比較表

試掘 No.	試掘記録時間（分）			アプリによる試掘記録時間（分）		
	午前	午後	合計	午前	午後	合計
A	20	10	30	3	3	6
B	15	20	35	4	3	7
C	25	25	50	3	4	7
D	10	15	25	4	3	7
E	30	30	60	5	5	10
F	15	25	40	5	5	10
合計	115	125	240	24	23	47
延べ時間	作業員４名		960	作業員１名		47

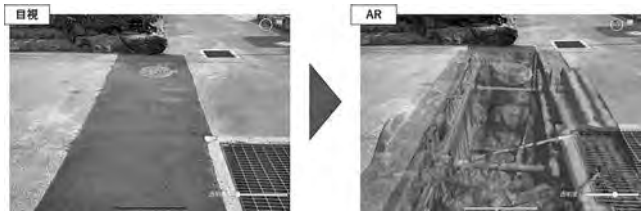
（c）検証結果

本アプリを活用した現場記録方法と，手書きによる現場記録方法を比較検証した結果，現場および室内作業それぞれにおいて９割以上の作業時間が省力化され，出来形管理の生産性が向上した。

また，複数名で同一箇所を動画撮影した 3D デジタルデータを比較した結果，撮影者による品質の差はなく，動画撮影には現場の人材を柔軟に活用することが可能である。



図―５　アプリによる全幅開削状況



図―６　AR データによる掘削状況の現地再現

加えて，本アプリは，開口部周辺の地上部から動画撮影を行うため，掘削内部での埋設物の位置確認や計測が不要となる。これにより，掘削壁面の崩落による労働災害リスクが軽減し，安全作業への効果も期待できる。

(4) 3D デジタルデータの活用事例

（a）隣接した試掘調査箇所の統合

本検証の試掘調査は，道路幅員を２分割して片側ずつ掘削，埋め戻しを繰り返すため，掘削範囲全幅員の状況を目視で把握することは困難である。

本アプリで生成された 3D デジタルデータは，片側ずつの掘削状況を統合し，全幅員の掘削状況を 3D デジタルデータで表現することが可能であるため，第三者による掘削状況の把握が容易となった(**図―5**参照)。

（b）AR データによる掘削状況の再現

上記で統合した全幅員の掘削状況の 3D デジタルデータを AR データに変換し，埋め戻しされた現地で掘削状況を再現した（**図―６**参照)。AR データを活用し，本工事の際に掘削状況を事前に共有することで，安全施工にも効果があると考えられる。

4. 活用事例

本技術は，埋設物確認の掘削工事（試掘調査）の活用のほか，新設埋設物の出来形管理，災害状況調査な

どで活用することが可能である。以下に，活用事例を紹介する。

(1) 電線共同溝工事における新設配管の記録

電線共同溝工事で新設配管を設置した後，掘削内部を動画撮影し，実際の配管状況の 3D デジタルデータを作成した。日々の施工状況を，3D デジタルデータとして工事平面図に重ね，実現場を再現した電線共同溝の 3D モデルを完成させた。

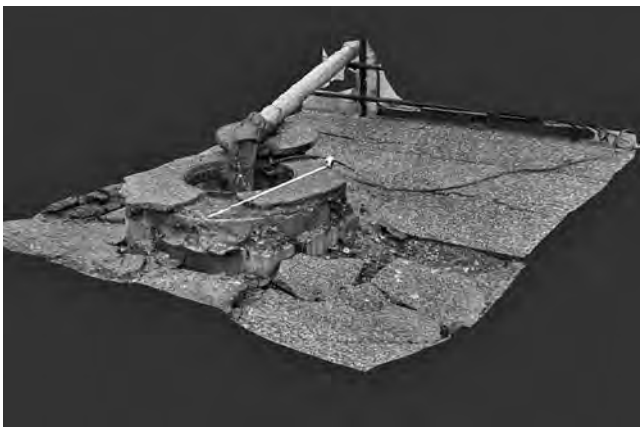
(2) 令和 6 年能登半島地震での災害記録

令和 6 年能登半島地震では，電気，ガス，上下水道などのライフラインの被害のほか，道路や鉄道といった交通インフラにも甚大な被害が生じた。石川県，富山県，新潟県の広い範囲で，液状化による被害も報告されている。

災害時には被災状況を記録するため，複数人で巻尺などの測定器による計測，写真撮影，手書きメモなどを手作業で行うことが一般的である。その作業は，緊急性を要し，人手不足，長時間労働が問題となっている。

また，写真で被災状況全体を記録するためには，様々な角度から数多くの写真撮影が必要となる。一方，本アプリを活用することで，現地では 1 人でも記録が可能であり，視認性の高い 3D デジタルデータにより，任意の角度で表示が可能で，第三者でも被害状況の確認が容易となる（**図―7** 参照）。

また，3D デジタルデータは GIS による一元管理により，広範囲かつ多くの被災状況を地図上で，早急な情報共有も可能となり，災害対策のひとつとして寄与できるものと考えられる。



図―7 災害時の被害状況記録（マンホール隆起例）

5. おわりに

土木・建設業における出来形管理の生産性向上，正確な地下情報の把握を目指し，本アプリを開発し，活用事例と効果について紹介した。

急務であるインフラ老朽化対策の加速化においては，省力化や生産性向上が求められている。特に正確な地下情報の把握は重要であり，これにより以下の効果が期待できる。

①設計・施工の効率化

手戻りを減少させ，設計・施工プロセスの効率化

②安全施工

掘削時の埋設物破損事故を軽減

③ ICT 施工への活用

将来的に自動掘削などの ICT 施工による生産性向上

④コスト縮減・工期短縮

上記効果により事業全体の効率が向上

正確な地下情報をデジタルで記録，蓄積，更新，共有を関係者間で行うことで，土木・建設業の抱える生産性向上への取り組みや，労働者不足･減少などの様々な問題を解決し，業界全体の効率化と生産性向上に大きく貢献する可能性があると考えられる。

JCMA

《参考文献》

1）藤瀬 亮平：地下埋設物の見える化（DX の取り組み）～電線共同溝地下インフラ 3D マッピング～，令和 5 年度中部地方整備局管内事業研究発表会，2023.9

［筆者紹介］



東海林　隼人（しょうじ　はやと）
ジオ・サーチ㈱
新規事業開発部
課長



渡邉　岳史（わたなべ　たけし）
ジオ・サーチ㈱
新規事業開発部
課長



横田　智也（よこた　ともや）
ジオ・サーチ㈱
企画営業本部
課長

交流のひろば/agora ―crosstalking―

フィリピン初の地下鉄シールドトンネル（マニラ地下鉄）の建設業務

マニラ地下鉄建設所 CP101 工区

安　井　　充・佐々木　直　之・田　上　達　之

フィリピンの首都マニラにおいて，深刻化する交通渋滞に対応すべくフィリピン初の地下鉄工事「Manila Metro Subway Project（マニラ首都圏地下鉄事業）」が進んでいる。当社 JV は本事業の北端部にあたる先行開業区間「CP101 工区」の施工を担当し，車両基地と 3 駅舎，ならびにそれらを結ぶ計 6 本（上下線各 3 本）のシールドトンネルの建設に従事している。本工事は，フィリピン初の地下鉄建設プロジェクトとしてマニラ首都圏民の注目を集め，渋滞解消の切札として大いに期待されている。現在工事は最盛期を迎えており，引き続き，確実かつ安全に施工を進めると同時に，質の高い交通インフラを構築・提供することで，フィリピンの発展に寄与していく考えである。

キーワード：フィリピン，マニラ，マニラ地下鉄，地下鉄駅舎，シールドトンネル

1. 事業概要

フィリピン国のマニラ首都圏は 620 km^2 という比較的小さな都市地域であるにも関わらず，毎年人口増加しており，2020 年には約 1,300 万人に達している。その結果，他のアジアのメガシティと比較しても，マニラ首都圏の人口密度は非常に高い値となっており（ほぼ同じ面積の東京 23 区では 15,000 人 /km に対しマニラ首都圏では 21,000 人 /km），都市への急速な人口集中は，持続的な都市開発の脅威となっている。

また，環状・放射状道路，高速道路および軽量軌道交通（LRT）といった首都圏内の運輸・交通網は徐々に整備されていっているが，増大する交通需要を満たすことができておらず，むしろ交通渋滞は深刻化し，同国の国際競争力を低下させる要因となっている。

本プロジェクトは，増加する輸送需要に対応し深刻な交通渋滞の緩和に寄与することを目的としたフィリピン初の地下鉄工事を含むマニラ首都圏地下鉄事業（全長 33.1 km）となっている。

2. マニラ地下鉄 CP101 工区の概要

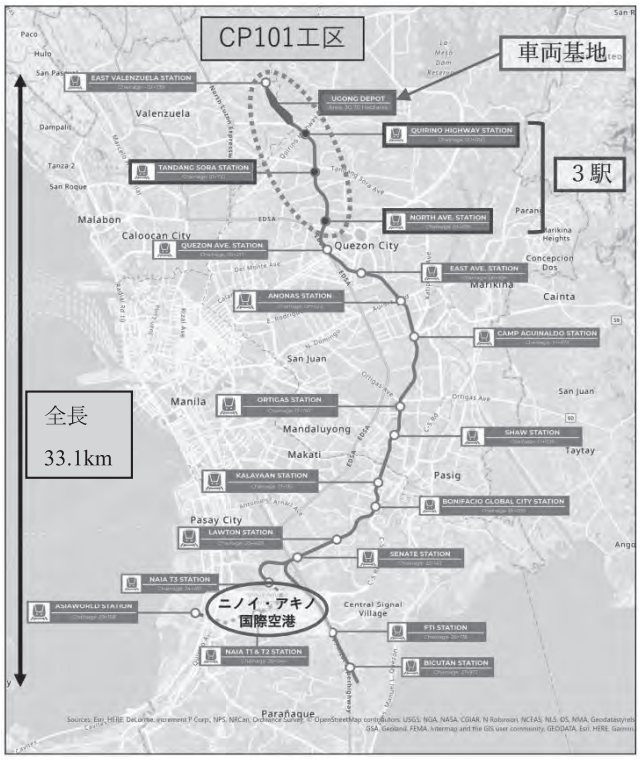
清水・フジタ・竹中土木・EEI JV は，**図―1** に示したマニラ首都圏地下鉄事業のうち北側の部分開業区間（以下「CP101」，約 7.3 km）となっている。工事内容は，車両基地および地下鉄駅舎 3 駅，地下移行部開削トンネル 360 m，および駅間の 6 本のシールドトンネルの総延長は 9.4 km になる（**図―2**）。

契約工期：2019 年 12 月～ 2030 年 7 月（127 箇月）予定

発 注 者：フィリピン運輸省

（Department of Transportation；DOTr）

施工管理：オリエンタルコンサルタンツグローバル JV



図―1　マニラ首都圏地下鉄事業概要図



図―2　CP101 工区概要図

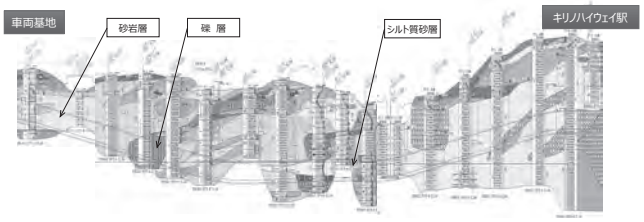
請負業者：清水・フジタ・竹中土木・EEI JV
（EEI はフィリピンの大手建設会社）
契約方式：設計施工ランプサム契約
契約約款：JICA Standard Bidding Documents
（2015 年 Trial Version）

3. 土質条件

当工区の土質状況は，表層の堆積土層（厚さ 1.5 ～ 4.5 m 程度）を除けば，凝灰質砂岩・シルト質岩が主体の軟岩層であり，地盤条件は比較的良好と言える。

ただし，一部に礫層や，軟岩でも固結度の低い層が介在しており，注意が必要である。

- 軟岩層の一軸圧縮強度は 1 ～ 13 MPa までばらつきがあるが，多くのサンプルは 2 ～ 7 MPa の範囲に入っており，平均値は 5 MPa 前後である。
- 地下水位はボーリングごとのばらつきが非常に大きく，信頼性に乏しい。フィリピン国内の知見および周辺工事の状況から鑑みるに，帯水層は駅舎より深いと想定されるが，設計においては，対象構造物近傍のデータを参照しつつ，安全側の設計となる水位を見込んでいる（**図―3** 参照）。



図―3　土質概要図（車両基地～キリノハイウェイ駅間）

4. 地下鉄駅舎建設

駅舎は 3 駅すべて地下 3 階構造で，地中連続壁を本設壁とする逆巻工法で施工する（**図―4，5** 参照）。ただし，駅舎端部においてはシールド発進および到達のエリアとなるため順巻き（山留め支保工）で施工を行う。

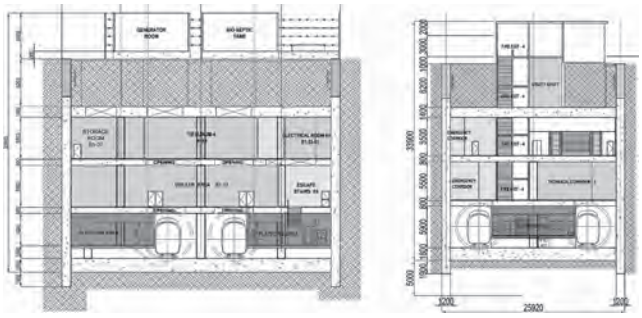
3 駅のうち，タンダンソラ駅は，現地幹線道路であるミンダナオ通りの中央に常設作業帯を確保し建設する（**図―6** 参照）。

また残り 2 駅（キリノハイウェイ駅およびノースアベニュー駅）はミンダナオ通り沿線の民地を収用し建設する。

(1) 既設建物の撤去および道路切廻しと作業帯確保

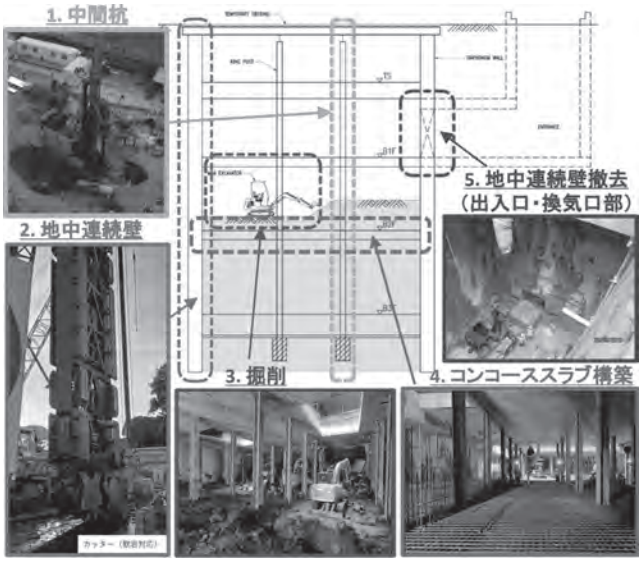
道路中央に常設作業帯を確保するタンダンソラ駅では工事期間中の渋滞悪化を回避すべく，道路両側の土地を収用し道路切廻しとしている。

ケソン市内幹線道路である，ミンダナオ通りの交通流動性を阻害しないよう，原則 4 車線確保が求められ

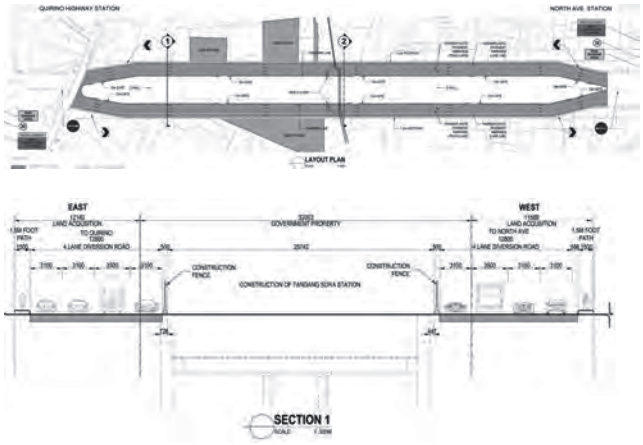


ノースアベニュー駅　　キリノハイウェイ駅

図―4　各駅の標準施工断面図



図―5　逆巻工法　施工ステップ・写真



図―６　タンダンソラ駅・迂回路計画図

ている。道路管理者・交通管理者協議の上，北行き・南行き共，トラックレーン（大型車両専用）を含む４車線の迂回道路を設置し，中央常設作業帯を形成する。なお施工に伴う土地収用および建物の解体・撤去はフィリピンと日本の政府間協定により客先所掌となっている。

(2) 地中連続壁

各駅舎本体壁は地中連続壁により施工する。ノースアベニュー駅の地中連続壁は厚さ 1.2 m，深さ 28.9 m ～ 30.6 m で，標準パネル長を 6.9 m と 7.2 m として施工した（**写真―１**参照）。

掘削は機械式のバケットタイプとカッター（軟岩対応）を各１台ずつ使用し，各パネルの継手は止水ゴム板付きストップエンド（仮設鋼製妻枠）方式を基本とした。

(3) 掘削工事

天井スラブ施工までの，覆工掘削・１次掘削においては，リッパブルドーザーによる掻き起しと，ジャイアントブレーカー，1.0 m^3 バックホウ併用での掘削積み込みを計画し，実施している。

天井スラブの路下掘削においては，空頭制限および，中間杭配置による側方制限を考慮して，0.45 m^3 級ショートリーチ・バックホウ・ジャイアントブレーカを準備し，ショートリーチブレーカーによる粉砕と，ショートリーチ・バックホウによる掘削・排土を計画している（**写真―２，３**参照）。

路下から，地上部への揚土は，４～５ m^3 のベッセルと油圧クローラークレーンで行っている。

(4) スラブの施工

スラブの施工は逆巻工法で天井スラブ・コンコーススラブ・ベーススラブの順に施工する。



写真―１　ノースアベニュー駅　地中連続壁施工状況



写真―２　ショートリーチ・バックホウ



写真―３　発進立坑掘削状況（順巻き施工部）

天井スラブ施工後にその上部を路面覆工板の設置により施工エリアを確保する予定である。

5. シールドトンネル建設

駅間の２連トンネルは地下鉄工事ではフィリピン初となるシールドトンネル工法で施工する。

トンネルの内径は 6.1 m で，３区間トンネルの延長は片線 4.75 km の総延長 9.4 km となる。

トンネル掘削対象地盤のほとんどが，N 値 50 以上の凝灰質砂岩およびシルト質岩で，トンネルの土被りが 3.0 m ～ 27.2 m である。

(1) シールドマシン

TBM については土圧式のシールドマシン 6 台を使用する（**写真**―4 参照）。

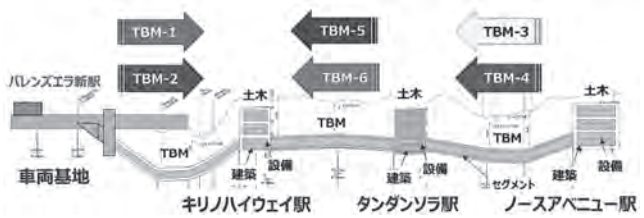
この TBM は日本で製作し製作後に TBM 胴体を 6 分割して海上輸送し，現地で再度組み立てを行う。

地下移行開削トンネルの南側端部から 2 台，2 駅端部からそれぞれ 2 台が発進する（**図**―7 参照）。

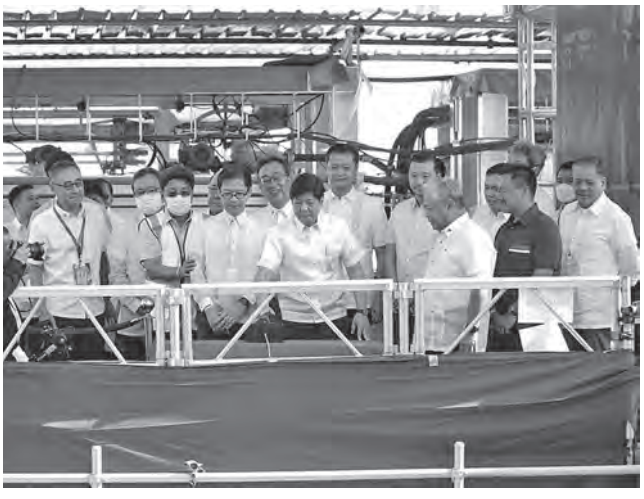
また TBM1，2 号機の発進にあたっては，マルコス大統領をお招きして 2023 年 1 月 9 日に発進式典を開催した（**写真**―5 参照）。



写真―4 土圧式シールドマシン（工場検査時）



図―7 シールドマシン掘進方向



写真―5 シールド機組立式典

(2) 掘進進捗

TBM1 は 2023 年 7 月に掘削を開始し 2024 年 9 月に到達，TBM2 は 2023 年 2 月に掘削を開始し 2024 年 8 月に到達している。TBM3 は 2024 年 10 月に掘削を開始し 165 m の掘削を完了，TBM4 は 2024 年 3 月に掘削を開始し 375 m の掘削を完了している（2025 年 1 月末時点）。TBM5・6 は 2026 年の掘削開始に向けて準備を進めている（**図**―8 参照）。

(3) セグメント

セグメントは厚さ 30 cm，幅 1.5 m の RC セグメントとし，施工場所であるケソン市郊外の工場で製作している。

またセグメントの性能試験としては，セグメント曲げ試験・推力試験，グリッパー引抜試験も同工場内で試験機器を設置して 500 リングごとに実施している（**写真**―6 参照）。

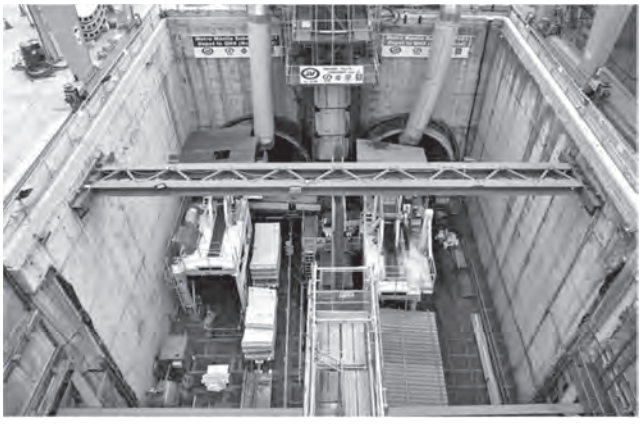
今後も，各 TBM が順次発進し掘進・到達の作業を繰り返すことになるが，シールドトンネル工事経験のないフィリピン人作業員や JV スタッフ達を教育・指導しながら施工を進めている（**写真**―7 参照）。



図―8 シールドマシン掘進進捗



写真―6 セグメント・ストックヤード



写真―7 デポ・発進立坑（TBM1,2 本掘進時）



図―９　駅・車両基地完成予想図

6. 車両基地（建築）

CP101 北端部に位置する 28.8 ha の広大な面積に，フィリピン鉄道研究所，トレーニングセンター棟，運行管理センター棟，整備場，作業棟など主要５棟を含む設備を施工する計画である（**図―９**参照）。

7. 設計

(1) 設計体制および設計基準

当 JV では設計コンサルタントとして日本工営・日本シビックコンサルタント・八千代エンジニアリングの共同企業体（以下日本工営 JV）と契約し，土木，建築，設備の詳細設計を行っている。企業体単独ですべての設計が行えることは各部門の調整を行う上で有利に働くと考え国際的な経験と実績より決めた。また，本工事では，設計結果の第三者承認が要求されており，台湾に拠点を置く MAA 社と別途第三者コンサルタント契約を行っている。

本案件は，JDT（JICA Design Team）が基本設計を実施していたが，我々 JV が設計助言として設計段階より提言を実施した。設計基準については，駅舎土木，トンネル，デポ内の鉄道土木構造物に対しては鉄道構造物等設計標準・同解説を基本としている。また建築，設備，上記以外の土木構造物は，フィリピン基準を基本とするが，地下鉄固有の設備／施設は日本基準もしくはその他の国際基準を適用している。

(2) 設計施工の特徴を生かした柔軟な設計対応

・設計助言による基本設計の変更

設計助言においては，早期開業に向けた工期の短縮が最大の課題であった。CP101 の全体工期を少しでも短くすることを目的として，工事数量および工種の削減を図るべく，基本設計に以下の変更が加えられた。①キリノハイウェイ駅，ノースアベニュー駅の２駅は当初は地下４階で計画されていたが，地下３階に変更された。また，ノースアベニュー駅は曲線区間に配置されており，駅舎も曲線部を有する変則的な平面形状であったが，階層数の見直しと同時に線形も見直され，その結果，シンプルな長方形となった。②同様に線形計画の見直しにより，渡り線を設置するために工区内の数カ所に計画されていた NATM（複線トンネル）がなくなり，TBM（単線トンネル）のみとなった。渡り線はノースアベニュー駅内に配置され，これにより同駅での折り返し運転が可能となっている。

8. おわりに

フィリピンで初の地下鉄という事でマニラ首都圏民に注目され，また渋滞解消の切札として大いに期待されている。

2024 年 12 月時点で工事は進捗 40％で本工区の最盛期を迎えている。スタッフは日本人，第３国人，フィリピン人で構成され作業員を含めると 2,000 名体制で一丸となり臨んでいる。

海外インフラ事業にて中国等との国際競争が激化する中，本工事を確実に遂行し“質の高いインフラ事業”を実現することにより，日本資金プロジェクトおよび日本の建設会社の存在感をさらに高めていく所存である。

JCMA

[筆者紹介]
安井　充（やすい　みつる）
清水建設㈱
土木国際支店　マニラ営業所
マニラ地下鉄建設所 CP101 工区

佐々木　直之（ささき　なおゆき）
清水建設㈱
土木国際支店　マニラ営業所
マニラ地下鉄建設所 CP101 工区

田上　達之（たがみ　たつゆき）
清水建設㈱
土木国際支店　マニラ営業所
マニラ地下鉄建設所 CP101 工区

ずいそう

ひむかの国 こども落語全国大会を振り返り



黒　木　繁　人

2025 年 7 月 26 日～ 27 日に「第 15 回 ひむかの国こども落語全国大会」が宮崎県日向市で開催されます。コロナ禍で 2 回ほど中止となりましたが，無事に継続できています。北は北海道から南は九州までの小学生・中学生・高校生，約 50 人が参加予定です。昨年はアメリカからの参加もあり，少しグローバルな雰囲気になりました。



写真―１　こども落語全国大会第４回ポスター



写真―２　こども落語全国大会第 14 回ポスター

１枚の新聞記事から始まった出会い

この大会のきっかけは，落語家・柱大黒さんとの出会いでした。彼の特集記事が地元紙「宮日新聞」に掲載されていたのです。

プロの落語家を目指していた彼は，一度破門となり地元へ戻りました。しかし落語を諦めきれず，アマチュアとして活動しながら地域の子どもたちに落語を教えていました。

落語好きな私は彼にコンタクトを取り，食事をしながら落語談義に花を咲かせました。話すうちに，阿吽の呼吸で意気投合し，「こども落語の全国大会をやろう！」と即決。こうして 18 年前，大会の歴史が始まりました。



写真―３　記念すべきーこども落語全国大会第１回ポスター



写真―４　予選会場の様子

「お笑い発祥の地」宮崎

第１回の全国大会には全国から約 60 名の子どもたちが参加しました。当初の大会名は「お笑い発祥の地 宮崎 こども落語全国大会」。

ところが，夜の懇親会で大阪の親御さんから「お笑いの発祥は大阪であり，お笑いの中心も大阪だ」とクレームが入りました。確かに世間的にはそう思われているでしょう。

しかし，「お笑い発祥の地 宮崎」には，神話に基づく由来があります。

それは天照大神の「天岩戸伝説」。

天照大神が天岩戸に隠れて世界が暗闇に包まれた際，神々は歌や踊りで彼女の興味を引き，外へ誘い出しました。やがて天照大神が顔をのぞかせると，世界が再び明るくなり，神々の顔が白くなりました（＝「面白い」）。

つまり，日本のエンターテインメントのルーツは，この「ひむか（日向）の国・宮崎」にあるのです。

この話をすると，大阪の親御さんたちも納得され，大いに盛り上がりました（笑）。

「落語が地球を救うかもしれない委員会」

落語は，座布団１枚の上で繰り広げられる話芸。

古典・新作，人情噺・芝居噺・夫婦噺など，喜怒哀楽を通して人生の機微を表現します。そこには“情”があるのです。

柱大黒さんがふと口にした言葉が，今も忘れられません。

「この実行委員会は，『落語が地球を救うかもしれない委員会』ですね。」

日本の落語が世界に広がれば，意外と本当に平和な世の中になるかもしれません。

プロになった子どもたち

これまでの大会出場者の中から，プロの落語家になった子どもが６人ほどいます。

「○○師匠のもとに弟子入りしました」と，彼らから丁寧な報告メールをいただくたび，親心のように「立派な落語家になってほしい」と願っています。

その中から，春風亭弁橋さんと桂枝之進さんに，大会の魅力について伺いました。

春風亭弁橋さん

「高校２年生の時に１度だけ出場しましたが，技を競うだけでなく，落語好きの仲間たちと友情を築けたことが何よりの財産です。進む道は違えど，今でも交流が続いています。」

桂枝之進さん

「学生時代に４回参加しました。しのぎを削り，熱く競い合った思い出の中で，特に印象的だったのは，参加者のレベルの高さ。あまりにも上手すぎて，思わず弟子入りしそうになったほどです。」

プロ養成所ではありませんが，未来の伝統芸能を支える子どもたちのためにも，大会を続けていきたいと強く思います。

こどもの「屈託のない話芸」

こどもの落語は，時にプロを超える魅力があります。



写真―５　スタッフ裏方Ｔシャツ



写真―６　審査委員長 桂歌春師匠と審査員 桂文太師匠



写真―７ これから決勝ーこどもたちの緊張



写真―８ スポンサーボード前の筆者



写真―９ リハーサルでのオープニング練習風景

特に小学生の落語には，幼い風貌と語り口のギャップがあり，多くの大人が胸を打たれます。話を聞いているうちに，涙を流す人もいるほどです。

しかし，大会である以上，勝敗はついてしまいます。決勝に残れなかった子が，ホテルで一晩中泣き明かすこともあります。親御さんも大変です。

けれど，決勝戦になると，敗れた子どもたちが仲間を応援する姿が見られます。

「来年も会おう！」

この一言が，大会を支える私たちの励みにもなっています。

「笑う門には福来たる」は本当の話

こどもが芸を披露し，親が笑う。

祖父母や親戚も笑う。

地域全体が笑顔に包まれる。

そんな笑顔があふれる地域には，明るい未来が待っています。

この大会を，大都市・東京や大阪で開催するのではなく，あえて宮崎県日向市で続けることに，大きな意義があるのです。

今年も７月 26 日～ 27 日，宮崎県日向市で，こども落語全国大会が開催されます。

笑いが，夏の暑さを吹き飛ばしてくれるでしょう！

お後がよろしいようで……。

――くろき しげと 旭建設㈱ 代表取締役社長――

JCMA 報告

ゆきみらい 2025 in 上越
除雪機械展示・実演会　開催報告

企画部

1. はじめに

「ゆきみらい」とは，克雪・利雪・親雪技術の現状や課題，雪と地域文化を生かした様々な取組みに関する意見交換や情報発信に加えて，雪国の未来を展望しゆきを生かした地域づくり・地域活性化を図ることを目的として開催されています。昭和 60 年度から「ゆきみらい」は開催され，今年は，新潟県上越市において「ゆきみらい 2025 in 上越」と題して，令和 7 年 1 月 30 日，31 日の 2 日間にわたり開催されました。

（一社）日本建設機械施工協会では，「ゆきみらい 2025 in 上越」の一環として除雪機械の展示・実演会を主催しました。除雪機械展示・実演会は，高度化された最新の除雪技術や除雪機械を紹介するとともに，冬期の道路交通確保において除雪機械が果たしている役割を一般の来場者に広くご理解していただくことを趣旨としています。昭和 36 年に青森で初めて開催されて以来，東北，北海道，北陸の 3 地域において持ち回りで実施されています。

今回は，官公庁・除雪機械メーカーなど併せて 12 団体が大型から小型の除雪機械，凍結防止剤散布装置ほかを展示・実演しました。開催期間中はあいにく二日間とも天候に恵まれなかったにも関わらず，国土交通省北陸地方整備局，新潟県，上越市，出展各社をはじめ多数の方々のご協力，ご支援をいただきました。以下にその状況について写真を主体として報告いたします。

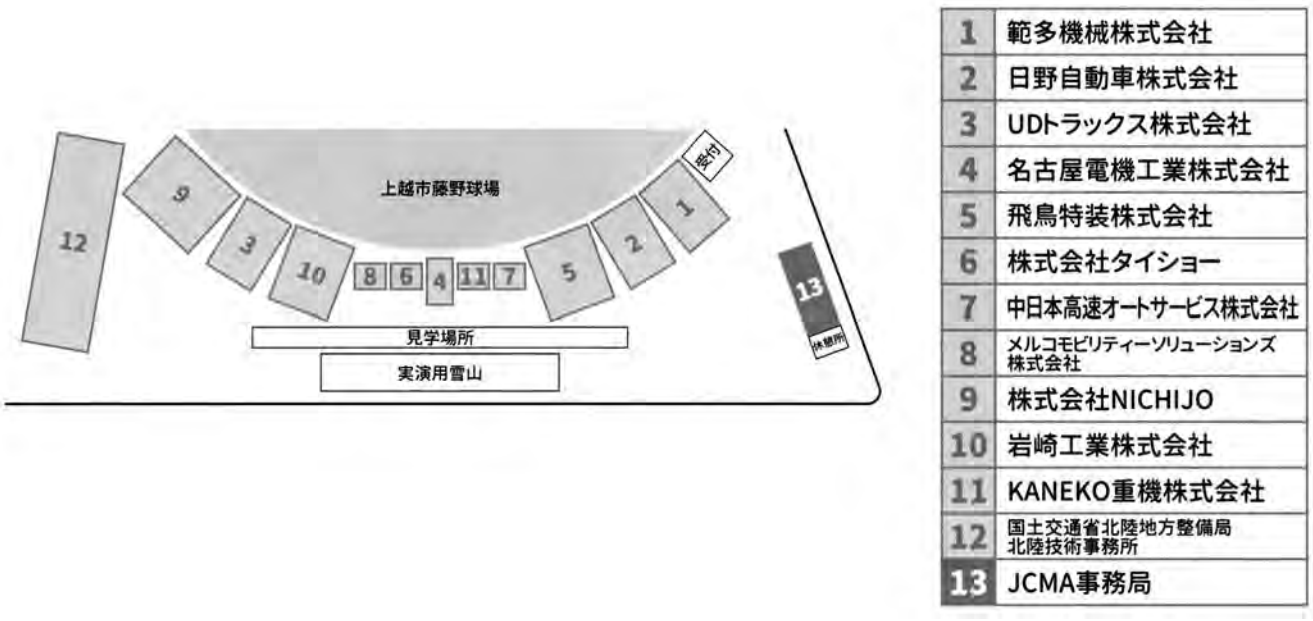
表―1　展示機械・機材一覧表

No.	出展団体（五十音順）	出展機械・機材			台数	実演
		機　種	形　式	規　格		
1	飛鳥特装㈱	BOSS スノープラウ		スノープラウ	1	○
		HAKO マルチカー		スノープラウ／ロータリー	1	
2	岩崎工業㈱	除雪トラック	10 t 専用　6×6		1	
3	KANEKO 重機㈱	ROTOTIL 付きバックホウ	CAT308	チルトローテータ付	1	
4	㈱タイショー	凍結防止剤散布機	ZM-300L	300 L	1	
		凍結防止剤散布機	ZR-110L	110 L	1	
5	中日本高速オートサービス㈱	防災用 EV バイク			2	○
6	名古屋電機工業㈱	小型車載標識（ヒータ付）		散光式警光灯付（ヒータ付）	1	
		スマートフリックス		標準型，小型	2	
		高精細 LED 可搬式標識装置		散光式警光灯付（防眩機能付）	1	
		電動式ホイールローダー	L25		1	
7	㈱ NICHIJO	ロータリー除雪車	HTR308A	2.2 m 級	1	○
		小型除雪車	HTR88	1.3 m 級	1	
		凍結防止剤散布車	NCS25SS5	空港用，2.5 m^3 級	1	
8	範多機械㈱	凍結防止剤散布車	MS-40SWT		1	
9	日野自動車㈱	凍結防止剤散布車用シャシ	FS1AJE		1	
10	メルコモビリティーソリューションズ㈱	除雪機能付きバックカメラ	CAR VISION		1	
		除雪機能付き作業灯	WD-SC040		1	
		ベースマシン（ホイールローダ）	ZW40-5B		1	
11	UD トラックス㈱	Quon 除雪車	2DG-CF5AL		1	
12	国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所	除雪トラック		装置自動化（除トラ，小形）	4	○
		小形除雪車				
		照明車				

2. 開催概要

①開催日時：令和７年１月 30 日（木）10：00～16：00
令和７年１月 31 日（金） 9：00～15：00
②開催場所：リージョンプラザ上越 駐車場（新潟県上越市）
③出展団体（五十音順）
飛鳥特装㈱
岩崎工業㈱
KANEKO 重機㈱
㈱タイショー
中日本高速オートサービス㈱
名古屋電機工業㈱
㈱ NICHIJO
範多機械㈱
日野自動車㈱
メルコモビリティーソリューションズ㈱
UD トラックス㈱
国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所
④来場者数
ゆきみらい 2025 in 上越：2,370 名
（1 日目 1,030 名，2 日目 1,340 名）

⑤会場案内図



図―１ 会場案内図

3. 会場風景

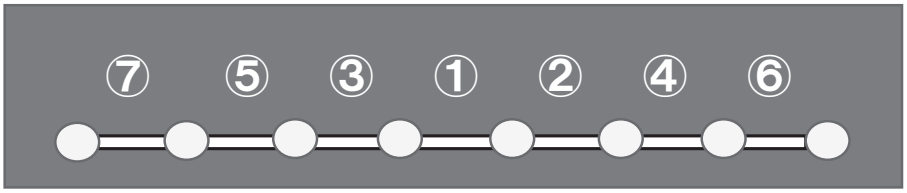
［オープニングセレモニー］

ゆきみらい 2025 in 上越のオープニングセレモニーでは，高松 国土交通省北陸地方整備局長（ゆきみらい 2025 in 上越 実行委員会委員長）による開会挨拶（**写真―1**）に続き，来賓の皆さまと関係者によるテープカットが行われ賑々しく開会いたしました（**写真―2**）。



写真―１ 高松 北陸地方整備局長による開会挨拶





テープカットしていただいた方々

① 国土交通省　北陸地方整備局長	高松　　諭　様
② 新潟県　副知事	笠鳥　公一　様
③ 新潟県　上越市長	中川　幹太　様
④（一社）日本建設機械施工協会　業務執行理事	岩見　吉輝
⑤ 見本市代表者　上越商工会議所会頭	高橋　信雄　様
⑥ 出展者代表　岩崎工業㈱　代表取締役	岩崎　茂雄
⑦ 日本スキー発祥 100 周年 メインキャラクター	レルヒさん

写真―２　来賓，関係者によるテープカット

［来場者の見学状況］



写真―３　会場入り口



写真―４　出展者ブースを見学する来場者①



写真―５　出展者ブースを見学する来場者②



写真―６　説明を受ける廣瀬国土交通省技監



写真―７　説明を受ける高松北陸地方整備局長



写真―８　出展者ブースを見学する中川上越市長

［除雪機出展各社のブース］



写真―９　飛鳥特装㈱



写真―10　岩崎工業㈱



写真―11　KANEKO 重機㈱



写真―12　㈱タイショー



写真―13　中日本高速オートサービス㈱



写真―14　名古屋電機工業㈱



写真―15　㈱ NICHIJO



写真―16　範多機械㈱



写真―17　日野自動車㈱



写真―18　メルコモビリティーソリューションズ㈱



写真―19　UD トラックス㈱



写真―20　国土交通省 北陸地方整備局

［除雪機械の実演状況］




写真―21　飛鳥特装㈱　BOSS 社製スノーブラウ




写真―22　中日本高速オートサービス㈱　防災用 EV バイク（雪上バイク）




写真―23　㈱ NICHIJO　ロータリ除雪車（HTR308A）




写真―24　国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所　除雪トラック，小形除雪車

4. おわりに

日本における近年の冬の気象状況は，暖冬少雪傾向と言われていますが，一方では短期間の集中的な降雪がいわゆる積雪地域とされている所だけでなく，少雪地域にも及ぶようになってきたため，広範囲で交通障害が多発するようになっています。大雪による交通障害は，地域住民の生活や安全を確保することや，物流の停滞など社会経済状況に大きな影響を与えるため，より効果的・効率的な除雪・排雪技術の開発がますます求められるようになっています。

「ゆきみらい2025 in 上越」の一環として開催された，「除雪機械展示・実演会」において最先端の技術や機械をご覧いただいたことで，積雪地の道路交通を確保して生活環境を守るために除雪技術や除雪事業が果たしている役割をご理解いただければ幸甚と存じます。

最後に，開催に当たって多大なご尽力を賜りました，国土交通省北陸地方整備局，新潟県，上越市，出展各社をはじめとした多くの皆様に厚く御礼申し上げます。



部　会　報　告

横浜環状南線 釜利谷庄戸トンネル工事・桂台トンネル工事 見学会報告

機械部会　トンネル機械技術委員会

1. はじめに

JCMA 主催のトンネル機械技術委員会にて横浜環状南線の釜利谷庄戸トンネル工事と桂台トンネル工事の御協力により，現場見学会を開催いたしました。当日は天候もよく，現場見学中も活発な意見や質問を交わしながらの有意義な見学会となりました。

2. 見学スケジュールと参加人員

令和 6 年 10 月 2 日（水）
　10：00 ～ 16：10
横浜環状南線
・釜利谷庄戸トンネル工事
・桂台トンネル工事
　参加人員は，トンネル機械技術委員会の委員及び（一社）日本建設機械施工協会事務局の総勢 28 名での開催となりました。

3. 釜利谷庄戸トンネル工事

釜利谷庄戸トンネル工事はトンネル延長約 1 km の道路トンネル工事で全工区 NATM 工法により掘削します。

NATM 工法では日本最大級となる掘削断面積 485 m^2 を施工（分合流部）し，掘削は土丹層が大半を占め，ツインヘッダによる機械掘削がメインという事でした。

低土被り区間もあり，AGF 等の補助工法も採用しながら掘削を進めているとの説明がありました。

見学用ブースではドローンを利用したトンネル内の説明用動画もあり，非常にわかりやすい説明でした（**写真―1**）。

トンネルの掘削延長は約 1 km，全部で 4 本のトンネルがあり，掘削総延長は 5.6 km であり，分合流部は大断面図での掘削となるため，掘削は上半，下半＋インバート一括の 2 分割で作業を進めている，とのことでした。

途中，坑内を桂台トンネル工事のシールド掘削残土運搬用のコンベアも通っていました。

坑内は非常に明るく，換気も十分できており作業環境は非常に良好でした（**写真―2**）。

当日の作業は側壁コンクリートの打設を行っており，コンクリートの打設ボリュームは 1 日最大 200 m^3 で工事全体ではファイバー入りコンクリート，高流動コンクリートなど約 10 種類の配合を使い分けているそうです（**写真―3**）。

「コンクリート製造に関しては，現場の BP（1.3 m^3/B ミキサー）を使用している」との説明があり，なぜ外注のコンクリートを利用しないのか？との質問をしたところ，「ここでは外注によるコンクリートの供給能力不足，運搬等の問題もあり，吹付け，覆工，インバー



写真―1　工事概要説明風景



写真―2　トンネル坑内

ト並びに構築で使用するコンクリートは全て現場に設置したBPで製造し，コンクリートの品質管理を行う設備も現場内に用意している」との説明もありました。

展示ブースにはNATM工法の説明用模型も展示されており，工事の内容が一般の方にもよく理解出来るようになっていました（**写真**―4）。

また，トンネル坑内では携帯電話が利用できないというトンネル工事では何処も同じ問題がありますが，ここではメッシュWi-Fiを全線で導入，「JV職員は携帯のLINEWORKS電話等を利用して情報共有，職員同士の連絡を行っている」との話も聞くことができ，最近の通信技術の活用がされていると感じました。

最後に，工事に関わる職員の人数を聞いたところ，JV職員は女性職員7名，外国人技術職員2名を含む総勢59名で工事を進めている，とのことで工事規模の大きさが窺えました。



写真―3　作業状況



写真―4　NTAM工法説明用模型



写真―5　庄戸トンネル集合写真

4. 桂台トンネル工事

桂台トンネル工事は掘削外径15.28 mのシールドマシン（泥土圧シールド）を使用し，掘削延長1,320 m×2本（上下線）のトンネルを構築する工事です。

工事の特徴としては超近接施工（上下線の離隔距離は最小で380 mm）との説明があり，超近接施工では後発の掘削時に先行したトンネルの変位が懸念されたため，掘削時は近接するトンネルとマシンの位置を監視しながら掘削作業を行っています，との説明もありました（**写真**―6）。

上り線の掘削・到達後，到達側の立坑でシールドマシンをUターンさせ，下り線の掘削を行いました。これだけの大口径のシールドマシンのUターン施工も事例が少なく，Uターンではマシンのジャッキアップに1,000 tジャッキを4本，上り線から下り線への横移動には70 tのクレビスジャッキ，マシンの回転では直径3 mの回転台に取り付けられた50 tのクレビスジャッキを使いながら施工を行ったそうです。

掘削にあたり，計画では3,000 m^3（600台）/日の掘削ズリの運搬が想定されたため，運搬はベルトコンベアによる連続運搬を採用したそうです。マシンのUターン後，上り線から下り線へコンベアベルトもUターンさせる必要があり，コンベアベルトの捻転技術



写真―6　工事概要説明

についてもコンベアメーカ職員からの説明があり，参加者は熱心に説明を聞いていました（**写真**―7）。



写真―7　坑内コンベアベルト説明

現場詰所では来客用の説明ブース，モニタールームも用意されており，シールド工事ならではの情報化施工の状況が実感できました。また，VR 技術を利用した坑内施工状況も体感でき実際の施工状況が良く分かりました（**写真**―8，9）。

シールドマシンは JIM テクノロジー社製で，JFE エンジニアリング鶴見工場にて製作され，現地への運搬・組立作業となりました。

現場見学後，シールドマシンや機械・電気設備など活発な質疑応答で盛り上がりました。



写真―8　モニタールーム



写真―9　VR 技術を利用した施工体感 VR 視聴



写真―10　シールドトンネル坑内



写真―11　桂台トンネル集合写真

5. おわりに

今回は山岳トンネルとシールド工事という代表的な工事を見学する事ができ，都市土木ならではの施工上の苦労も伺い，有意義な現場見学会となりました。

最後になりますが，見学会にご協力いただいた所長をはじめ JV 職員様には大変お世話になり，まことにありがとうございました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。



［筆者紹介］
藤井　攻（ふじい　おさむ）
清水建設㈱
土木総本部土木技術本部
機電統括部　計画技術グループ
（一社）日本建設機械施工協会
トンネル機械技術委員会　幹事

部　会　報　告

第 24 回　機電技術者意見交換会報告

建設業部会　機電技術者交流企画 WG

1. はじめに

当協会の業種別部会に属する建設業部会（建設業 53 社の会員会社で構成）は，会員相互の共通課題をテーマに取り上げ，事業活動を行っている。

これまで，時代の要求や業界の状況を反映し，様々な事業活動が実施されてきたが，特に建設の生産性向上と品質確保および環境保全といった業界普遍のテーマに取り組むための『人づくり』『場づくり』の企画は当部会の大きな柱となっている。

機電技術者意見交換会は，平成 9 年より今まで 23 回開催されてきているが，第 16 回（平成 24 年）からは，当部会の中に「機電技術者交流企画 WG」を設置し，開催意義を再検討するとともに，機電技術者のさらなる育成交流に資する活動として，討議テーマ，グループ編成，講演内容および PR 活動等の検討を行っている。

今年度は新型コロナウイルスの影響で 5 年ぶり第 24 回目となり，今までの反省を踏まえるとともに，新たな取組を盛り込み，開催された。

（※詳細報告は協会ホームページ内：建設業部会の中に過去分を含め，報告書として掲載されているので確認していただきたい。）

2. 第 24 回機電技術者意見交換会

(1) 概　要

①機電技術者意見交換会参加者の選出基準

20 ～ 30 歳前後の機電技術者（グループ会社も含む）

②開催日時

令和 6 年 10 月 10 日（木）～ 11 日（金）

③場　所

機械振興会館

④討議テーマ

「機電職としての 2024 年問題とその解決法」

⑤講演

演題（1）：『－ GENSAI －スケルカ技術等の紹介』

講師：ジオサーチ㈱　企画営業本部　部長

：苗村　茂　様

演題（2）：『俺に任せろ！』

講師：前田建設工業㈱　土木事業本部

機械部上級技師長

：篠原　慶二　様

⑥スケジュール

1 日目（10 月 10 日）

10:30 ～ 11:00　参加者受付

11:00 ～ 11:30　開会・オリエンテーション

12:30 ～ 14:30　自己紹介（自己アピール PPT）

14:50 ～ 17:00　グループ討議（班編成：工種）

17:30 ～　懇親会

2 日目（10 月 11 日）

9:00 ～ 11:40　講演会

12:00 ～ 13:30　昼食兼シャッフル討議

13:30 ～ 14:30　グループ討議発表準備

14:30 ～ 16:30　グループ討議成果発表

16:30 ～ 16:55　講評

16:55 ～ 17:00　閉会挨拶

17:00　閉会

(2) 参加者および班編成

参加者はゼネコン，海洋系，道路系，会員のグループ会社から 28 社 39 名であった。

班編成は，第 20 回から実施している班編成メンバーを入れ替えるシャッフル方式が好評であったことから，それを継続実行した。1 日目は工種別を基本班とし，2 日目は平均年齢が各班同一となるような構成にシャッフルした。なお，いずれも工種が重ならないように配慮した。基本班の班編成を**表―1** に示す。

表―1　班編成（基本班）

班編成		人数	平均年齢
1 班	土木全般	8	28
2 班	道路・機械管理	5	28
3 班	シールド	7	29
4 班	トンネル	7	29
5 班	建築・橋梁	6	33
6 班	海洋土木・橋梁	6	28

(3) グループ討議および成果発表

「機電職としての2024年問題とその解決法」という討議テーマのもとに，前述の班編成で討議を行った(**写真―1**)。



写真―1 グループ討議

各班とも2024年問題とは？から始まり，共通の認識をはぐくむことに苦慮しながらも機電技術者として討議を進めた。各班の成果発表シートを**図―1～8**に示す。

成果発表は，班メンバーが壇上に整列した後，代表者から成果を発表する方法で進めた。その後，以前から実施している参加者全員が発言するという機電技術者交流企画WGの基本方針に基づき，参加者一人ひとりに討議内容および意見交換会へ参加した感想等について発表してもらう時間を設けた（**写真―2**)。



写真―2 成果発表

(4) 講　評

成果発表後，各社の上司の方々から全体を通した講評を頂いたので，抜粋を以下に示す。

・2日間の覚えていることは個々人で違う，それぞれの覚えていることを大切にして今後に活かしてもらいたい。
・会社に戻った時に，本意見交換会に出席して「考え方が変わった」と思われるようにしてもらいたい。
・本意見交換会を今後の教育にも有効に使ってもらいたい。
・このような会がこれまで23回も開催されていたことを知らず，とても驚き，参加者である若手の皆さん自身が多くの課題に真面目に向き合っていて自社で採用の業務をしている身としては，皆さんの発表は聞いていて大変勉強になりました。
・技術開発をしても現場が採用してくれないということで諦めてはいけない。技術開発を採用されるように売り込むことも必要である。

(5) 参加者アンケート分析結果

当部会では，意見交換会の反省や次年度への検討課題の把握等を目的として参加者へのアンケートを毎回実施している。以下に分析結果の概要を示すとともに，集計結果抜粋を**表―2～5**に示す。

①テーマ，進め方，発表方法，交流について

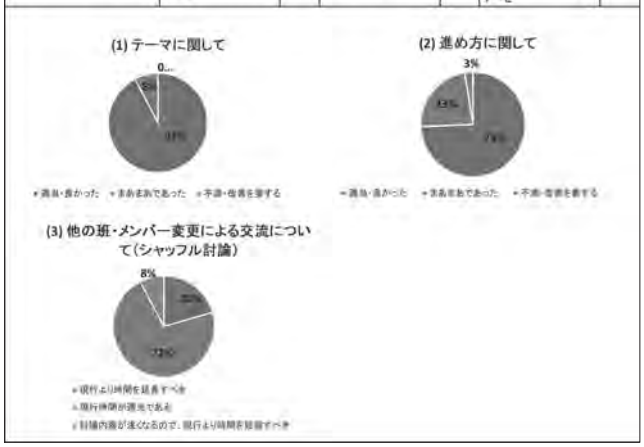
テーマについては「適当・良かった：92%」「まあまあであった：8%」という回答であり，テーマとしては討議しづらい内容にもかかわらず，評価としては肯定的に捉えられている。次回討議したいテーマとして「機電職の魅力」「機電職の役割」等のキーワードが多く，若手として実際に直面している問題を討議テーマとしてもらいたい，解決策を教えてもらいたいといった意識が働いているものと思われる。具体的な討議テーマは発表に偏りが発生するのではないかとの意見もあり，討議に幅を持たせる内容としたが，複数のテーマの選択等の手法も検討していく必要がある。

進め方については「適当・良かった：74%」「まあまあであった：23%」「不満・改善を要す：3%」という回答であり，概ね，良好だったと言える。

シャッフル討論について「現行より時間を延長すべき：20%」「現行時間が妥当である：72%」「討議内容が浅くなるので，現行より時間を短縮すべき：8%」という回答であり，「いろいろな方々と話ができて非常に有意義であった」意見が多く好評であり，今後も継続していくべきと考えるが，「時間が短すぎる」等の意見もあり，発表の方法やシャッフル時間について継続した検討が必要と言える。

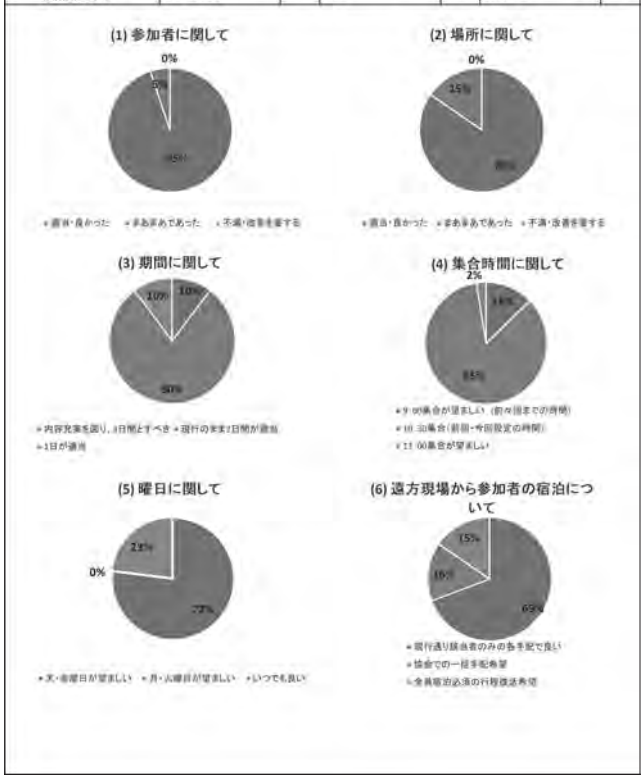
表―２　テーマ，進め方，発表方法，交流について

（1）テーマに関して	適当・良かった	36	まあまあであった	3	不満・改善を要する	0
（2）進め方に関して	適当・良かった	29	まあまあであった	9	不満・改善を要する	1
（3）シャッフル討論	現行より時間を延長すべき	8	現行時間が適当である	28	討議内容が浅くなるので，現行より時間を短縮すべき	3



表―３　参加者，場所，期間，集合時刻について

（1）参加者に関して	適当・良かった	37	まあまあであった	2	不満・改善を要する	0
（2）場所に関して	適当・良かった	33	まあまあであった	6	不満・改善を要する	0
（3）期間に関して	内容充実を図り3日間とすべき	4	現行のまま2日間が妥当	31	1日が適当	4
（4）集合時間に関して	9:00集合が望ましい	5	10:30集合（今回）	33	13:00集合が望ましい	1
（5）曜日に関して	木・金曜日が望ましい	30	月・火曜日が望ましい	0	いつでも良い	9
（6）遠方現場から参加者の宿泊について	現行通り該当者のみの各手配で良い	27	協会での一括手配希望	6	全員宿泊必須の行程復活希望	8



発表方法については，昨年度に続いてパワーポイントによる発表を採用したが，討議に影響が出ることはなかったと思われる。参加者は，パワーポイントの作成や操作にも慣れており，発表にも影響はないと考えられる。

②参加者，場所，期間について

参加者に関しては「不満・改善を要す」という回答は無かった。

場所に関しては「適当・良かった：85%」「まあまあであった：15%」「不満・改善を要す：0%」という回答結果であり，前回までのオリンピックセンターから今回，機械振興会館に変更したことにより，近くに宿泊する者，自宅に帰宅する者と自由度が広がったのも好評の要因と言える。会場とのアクセスおよび経費的なことを考慮すると，現行方式を継続すべきと考える。

期間については「内容充実を図り３日間とすべき：10%」「現行のまま２日間が適当：80%」「1 日が適当：10%」，また，集合時間について「9 時集合が望ましい：13%」「10:30 集合：85%」「13:00 集合が望ましい：2%」であり，期間，時刻とも概ね現行通りで良いという回答であった。

開催時期に関しては，現行の 10 月開催が多数であるものの，「いつでも良い」の回答も複数見受けられた。当座は現行通りを継続していくべきと考える。

曜日に関しては「月・火が望ましい：23%」に対し，「木・金が望ましい：77%」と週末を希望する意見が圧倒的に多い。できれば週末開催となるように施設予約時に調整したい。

業務上の支障については，ほとんどが事前調整でき，支障はなかったという意見ではあるが，「先輩職員・上司への業務負担が増えた」という意見もあることから，通知時期のさらなる早期化等を検討したい。

③参加した感想

感想欄の回答からは「有意義であった：92%」「まあまあであった：8%」「不満・改善を要す：0%」という回答を得たことから意見交換会は成功としたい。また，「会で得たことを社内で展開するか」という問いに対して，「展開したい」との回答は 97% であった。参加者により程度の差はあるが，良い刺激をうけたと言える。業務への取り組み意識は「大いに変化した：36%」「実感はないが，どこか変わった：61%」「まったく変わらない：3%」であり，討議のテーマ，講演会の内容等継続して注視していく必要がある。

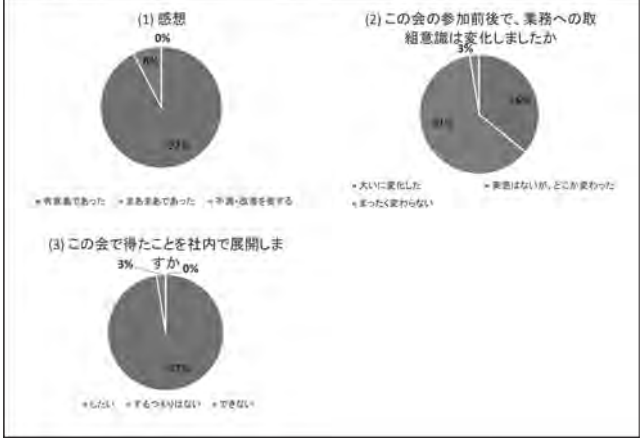
主な意見として「他社，同年代の機電職と交流ができ有意義であった」「異なる分野の技術者と意見交換できて刺激を受けた」「参考になった」「よい機会であった」等のポジティブな意見が多数であり，今後も意見交換会を継続する必要があることを再認識した。

④講演について

講演に関しては「有意義であった：77%」「まあま

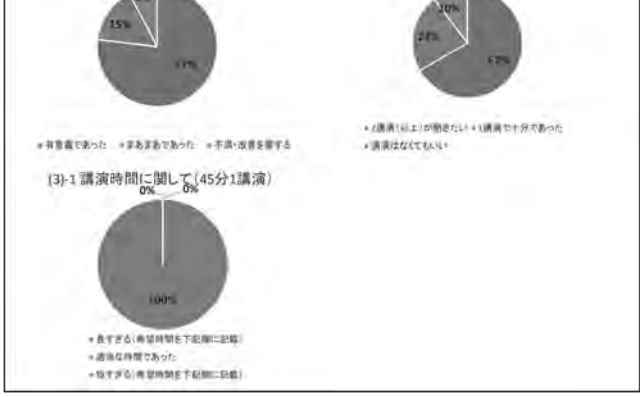
表―4 参加した感想

（1）感想	有意義であった	36	まあまあであった	3	不満・改善を要する	0
（2）この会の参加前後で業務への取組意識は変化しましたか	大いに変化した	14	実感はないがどこか変わった	24	まったく変わらない	1
（3）この会で得たことを社内で展開しますか	したい	38	するつもりはない	1	できない	0



表―5 講演について

（1）感想・希望など	有意義であった	30	まあまあであった	6	不満・改善を要する	3
（2）講演数に関して	2講演（以上）が聞きたい	26	1講演で十分であった	9	講演はなくてもいい	4
（3）講演時間に関して	長すぎる	0	適当な時間であった	39	短すぎる	0



あであった：15%」「不満・改善を要す：8%」という回答であり，概ね，適当であったと考えられるが，「1講演で十分であった：23%」「講演はなくてもいい：10%」という意見もあった。これは講演よりも討論テーマのほうに時間を使いたいということが考えられる。

時間的にも「適当な時間であった」という方が100% であり，今後も 1 時間弱の講演時間を確保して進めたい。ただ，1 講演を望む参加者が 23% いることから（2 講演以上希望：67%），可能な範囲で検討を行う必要があると思われる。

最新技術の紹介や他分野の情報等を望む声が多いことから，今後も機電技術者が興味を持つ話題を提供したい。

⑤今回の意見交換会から得たもの

今回の経験をどのように活用していくかという問いに対しては人脈活用，情報交換，個々のレベルアップについて概ね良好な意見が多く見受けられた。自由意見として「今後も交流していきたい」「他社の現状を知る良い機会であった」「今回話をした内容を自社に持ち帰り水平展開したい」等があり，各人それぞれが刺激を受け，良い経験となったと言える。

その他の意見として「同業他社の機電担当者と繋がりが持てて有意義であった」「普段聞くことのできない他社の状況や課題を共有でき不安が解消された」等の意見があり，前向きな意見が多くみられた。

今回，参加者の年齢に関する意見は多少見受けられたが，各社の数少ない機電技術者の参加でもあり，現実として年代を限定することは困難と思われるとともに，幅広い意見交換には各年代が混ざっていたほうが良いと感じる。

「自己紹介はもっと短くても良い」「懇親会で国交省の方と情報交換ができた」等の意見もあったが，総体的に日ごろ意見を聞く，言う機会の少ない機電技術者同士に自分なりの意見を発信できる場を提供できたと言える。

（6）今年度の成果および次年度への課題

意見交換会へ参加しての感想は「有意義であった：92%」「まあまあであった：8%」のアンケート結果から，開催内容について大きな問題は無く，意見交換会の主目的である「機電技術者の交流・育成に資する場づくり」は達成できていると考えられる。

参加者各人の感想も「有意義であった」「刺激を受けた」等の意見が多数であり，特にシャッフルについては「同業他社の機電職の意見が聞けた」「違う職種の機電職と交流でき刺激を受けた」等の高評価の意見が多く，今後も継続するとともに，時間配分についても検討を加えていきたい。

「意見交換会に参加して自分の業務への取り組み意識は変化したか」という問いに対して「大いに変化した」という回答は 36% との結果であり，昨年度の 27% に引き続いて，高い数値とは言えない。参加者の意識としては「実感はわかないが，どこか変わった: 61%」程度であると言える。意見交換会の主な目的である交流する，情報を得る，悩みを語るといった点については達成されていると考えられる。内容の見直しは検討する必要があるが，大きく変革せずに小規模変化を取り入れ参加者の反応を見ていくことも必要と思われる。

討議テーマに関して「適当・良かった：92%」とい

う意見が多かったのは 2024 年問題という直近の課題がテーマだったことから討論しやすかったのではないかと推測する。テーマ内容の検討に加え，複数テーマの設定等も考慮していきたい。

成果発表の方法については，パワーポイントの使用を継続して行ったが，大きな問題とはなっていない。パワーポイント方式による発表を継続していきたい。

参加者に関して，今年度は土木系，建築系，道路系，海洋系と比較的バランス良く参加できていたと感じる。引き続き参加案内を極力前倒しして各社の人選に寄与していきたい。

開催の会場については，前回の青少年オリンピックセンターから機械振興会館に変更したがアクセスも良く，参加者からも討議および発表会場への苦情等はないが，協会での宿泊一括手配希望，全員宿泊希望等の少数意見もあるため宿泊については検討の余地はあると言える。また，大きな会議室で仕切りもない状態での討論であったが，非常に活発な意見交換ができているように見受けられたため，会場も今回と同様で良いのではないかと推察する。

講演と討論会場を別々にしていたが，講演会で ZOOM の設定で苦慮したため全部，同じ会場で実施するのも検討していきたい。

講演に関して，1 講演を希望する参加者が 23% である。これは討論の時間が足りなかったという意見もあったことが要因と考えられる。講演内容に問題は見受けられず，最新技術の紹介，動向など機電技術者の興味を掻き立てる内容が望ましいと言える。

新聞掲載は，業界紙 1 社に取材および掲載してもらった。今後も取材依頼は継続するとともに，どの時点で取材してもらったら記事にしやすいかなどを考慮して，協会の活動をアピールしていきたい。

3. おわりに

機電技術者交流企画 WG では 3 ヶ年毎に計画の達成度を確認するとともに活動内容の評価を行い，継続性を協議することとなっている。毎年見直しを実施し，活動総括を行うが，機電技術者意見交換会については，『人づくり』『場づくり』に寄与していることは明らかであり，是非とも今後も継続させていきたい。

（文責：機電技術者交流企画 WG）


第24回機電技術者意見交
テーマ:
「機電職としての2024年問題とその解決法」
成果発表
【第1班】
令和6年10月10日(木)～11日(
場所:機械振
主催:(一社)日本建設機械施工協会 建
第1班 討議メンバー
No 氏名 所属会社 所属部署
1 益子 優輝 前田建設工業㈱ 東北支店 土木施工支援センター
2 向田 雄貴 前田建設工業㈱ 中部支店 内ヶ谷ダム作業所
3 山崎 淳也 ㈱安藤・間 東京支店小野路出張所機電課
4 徳丸 隼 ㈱熊谷組 土木事業本部 技術統括部機材部
5 内田 貴大 大成建設㈱ 東京支店王子給水所配水池築造工事
6 弥永 隆一郎 オリエンタル白石㈱ 本社 土木事業本部 工事部 つくば機材センター
7 佐藤 海里 日本国土開発㈱ サステナビリティ経営本部 つくば未来センター 機械グループ
8 三浦 拓也 ㈱熊谷組 北海道支店 土木事業部 土木部羊蹄トンネル工事所
機電職としての2024年問題とは
新規人材の減少・労働力不足
新規人材の確保・PR
離職率
機電職の働き方
機電職の業務内容・業務量
待遇・働き方改革
現場の生産性向上
導入時の障壁
新規人材の減少・労働力不足 ①新規人材の確保・PR
課題
・人材の確保
・就活生への機電職の普及
・知ってもらう方法が少ない
・仕事内容の情報が少ない
解決策
・出身大学以外のリクルート活動の強化
・法人団体の機電職のアピール活動
・説明会でのアピール(目立つ)
・早期アプローチ
・開発職としての機電職の採用
新規人材の減少・労働力不足 ②離職
課題:機電職(だけでなく建設業全般)の担い手の離職率を下げる
退職者が出てしまう要因
仕事量が想像以上に多い ⇒入社前のイメージとのギャップ
転勤が多い
不衛生、危険性が多い、ハラスメント⇒労働環境
管轄外の仕事が多い⇒キャリアが見えない
企業説明会
待遇の改善
職員の要望の吸い上げ
機電職の働き方 ①機電職の業務内容・業
課題:
・土木の仕事も兼業している
・現場によって作業内容に偏りがある
機電の仕事＋土木の仕事を担っている
土木職が機電職の作業内容を把握していない
解決策
出来る範囲は外注に任せて負担を減らす
土木職にも分かるような共有アプリ開発
機電職に対する評価制度を設ける
機電職の働き方 ②機電職の待遇・働き方
課題:
・昼夜問わず電話がかかってくる
・機電職の残業時間が多くなりがち
昼夜仕事をしなくてはならないため
残業時間が増えてしまう
解決策
建設用のチャットGPTのようなツールの開発
土木職でも機電職作業内容に詳しくなってもらう
現場の生産性向上 導入時の障壁
課題:新技術を開発・提案しても現場が導入を拒む
導入にかかるコストが高い
工期途中の計画変更が困難
導入の決定権が現場所長にある場合、
企業の長期メリットよりも単現場の損得で判断されてしまう
解決策:より上位で損益判断し、導入を指示する
所長の意識改革
事業本部と対等な発言力、立場 機電職役員
機電職専門企業の設立 会社の枠を超えた事業展
現在のベテラン層の取組みが機電職の将来を左右する

図―1 1班

第24回機電技術者意見交換会

テーマ：
「機電職としての2024年問題とその解決法」

成果発表
【第2班】

令和6年10月10日（木）～11日（金）
場所：機械振興会館
主催：（一社）日本建設機械施工協会　建設業部会

第2班　討議メンバー

No.	氏名	所属会社	所属部署
1	竹内 伸	㈱NIPPO	総合技術部機械統括グループ
2	西川 匠哉	鹿島道路㈱	技術開発本部機械部開発設計課
3	岩方 千紘	西松建設㈱	南三陸工事事務所
4	池田 有輝	大成ロテック㈱	建設事業本部 機械部 機械技術センター
5	山本 蓮也	大林道路㈱	本店 機械部 設備課

そもそも2024年問題ってなんなのか

⇒時間外労働の上限規制

残業しなければ終わらない仕事になっている？
残業が当たり前になっている？

現状と原因





✓ 業務量が多い
✓ 人手が足りない

余裕を持った工期や工事金額の上昇などがなければ
現状の工程、歩掛から脱却できない…？

✓業務量が多い

機電職といてどのようにして解決するか



・ 業務量を減らす ⇒ 生産性向上

を見る　⇒ ボタン1つで施工が完了する



まだ実現できてない ⇒ 今は、自動化や遠隔化を模索中
（過渡期）

技術開発や現場導入は費用や人材が必要

チャレンジすることはとめてはいけない
チャレンジを評価する仕組みが必要かもしれない？
→企業だけで解決は難しい・・・

官民で一緒に進めなければならない

✓人手が足りない。

どのようにして解決するか

・ 入職者の増加

を見る　⇒ 建設業がなりたい職業ランキング上位に

まだ実現できない ⇒ 建設業の魅力は・・・・

福利厚生？それ以外は？

我々が建設業の魅力を語れないのか。
→建設業の魅力を言語化する。

各社の課題ではなく、
業界として取り組まなければならない。

建設業の魅力を知ってもらうには…？

そもそも建設業は土木職がメイン・・・



テレビCMも土木職が主役



メーカー



機電系学生も就活はメーカーがメイン

我々が行っていること

・ 若手社員がリクルート活動に参加

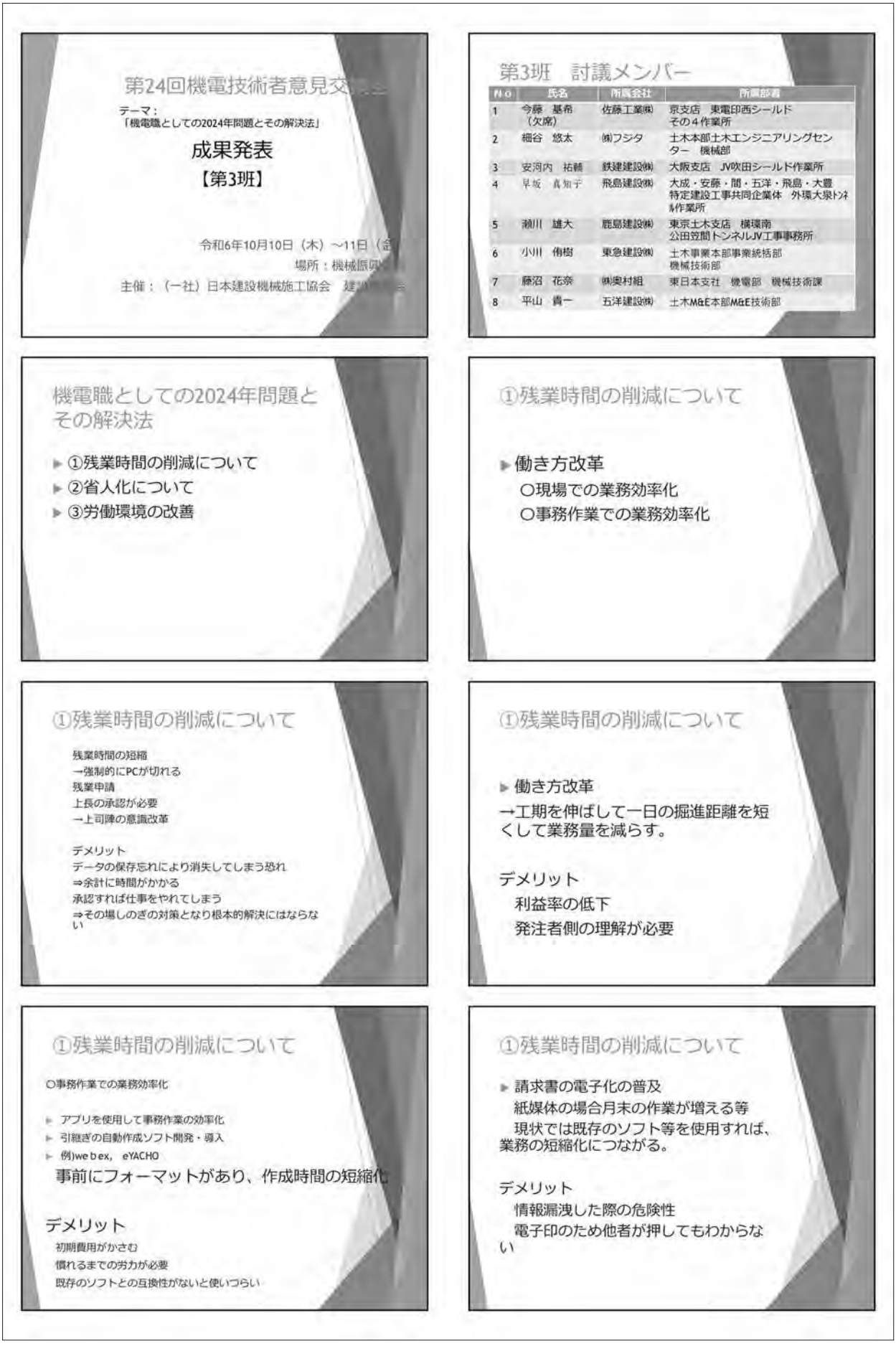
学生と年齢の近い社員が建設業の魅力を説明

採用に直結しないからこそ本音を聞ける。言える。
就活中の学生の心情に寄り添える。理解がある。

→現状企業だけで解決は難しい・・・

官民で一緒に進めていきましょう

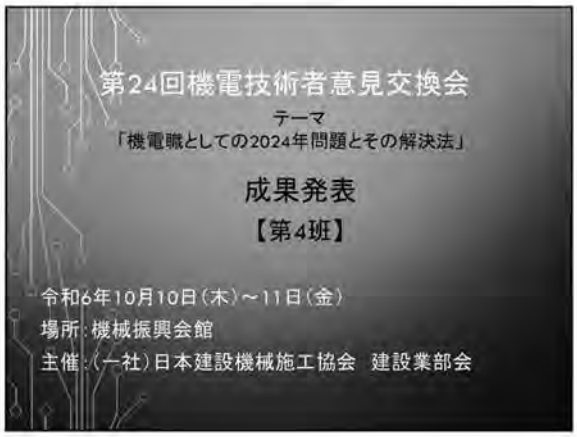
図―２　２班

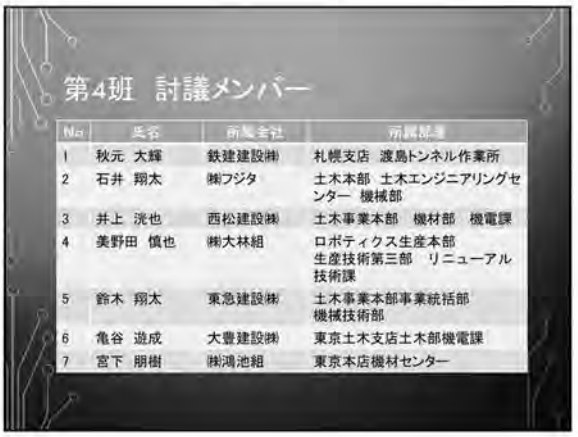

第24回機電技術者意見交
テーマ：
「機電職としての2024年問題とその解決法」
成果発表
【第3班】
令和6年10月10日（木）～11日（
場所：機械振
主催：（一社）日本建設機械施工協会 建
第3班 討議メンバー
No 氏名 所属会社 所属部署
1 今藤 基希（欠席） 佐藤工業㈱ 京支店 東電印西シールド その４作業所
2 細谷 悠太 ㈱フジタ 土木本部土木エンジニアリングセンター 機械部
3 安河内 拓輔 鉄建建設㈱ 大阪支店 JV吹田シールド作業所
4 早坂 真知子 飛島建設㈱ 大成・安藤・間・五洋・飛島・大豊特定建設工事共同企業体 外環大泉トンネル作業所
5 瀬川 雄大 鹿島建設㈱ 東京土木支店 横環南 公田笠間トンネルJV工事事務所
6 小川 侑樹 東急建設㈱ 土木事業本部事業統括部 機械技術部
7 藤沼 花奈 ㈱奥村組 東日本支社 機電部 機械技術課
8 平山 貴一 五洋建設㈱ 土木M&E本部M&E技術部
機電職としての2024年問題とその解決法
▸ ①残業時間の削減について
▸ ②省人化について
▸ ③労働環境の改善
①残業時間の削減について
▸ 働き方改革
○現場での業務効率化
○事務作業での業務効率化
①残業時間の削減について
残業時間の短縮
→強制的にPCが切れる
残業申請
上長の承認が必要
→上司陣の意識改革
デメリット
データの保存忘れにより消失してしまう恐れ
⇒余計に時間がかかる
承認すれば仕事をやれてしまう
⇒その場しのぎの対策となり根本的解決にはならない
①残業時間の削減について
▸ 働き方改革
→工期を伸ばして一日の掘進距離を短くして業務量を減らす。
デメリット
利益率の低下
発注者側の理解が必要
①残業時間の削減について
○事務作業での業務効率化
▸ アプリを使用して事務作業の効率化
▸ 引継ぎの自動作成ソフト開発・導入
▸ 例)webex, eYACHO
事前にフォーマットがあり、作成時間の短縮化
デメリット
初期費用がかさむ
慣れるまでの労力が必要
既存のソフトとの互換性がないと使いつらい
①残業時間の削減について
▸ 請求書の電子化の普及
紙媒体の場合月末の作業が増える等
現状では既存のソフト等を使用すれば、業務の短縮化につながる。
デメリット
情報漏洩した際の危険性
電子印のため他者が押してもわからない

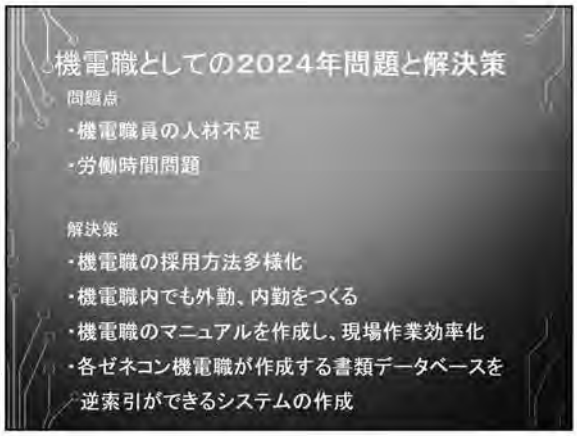
図―３ ３班 -1

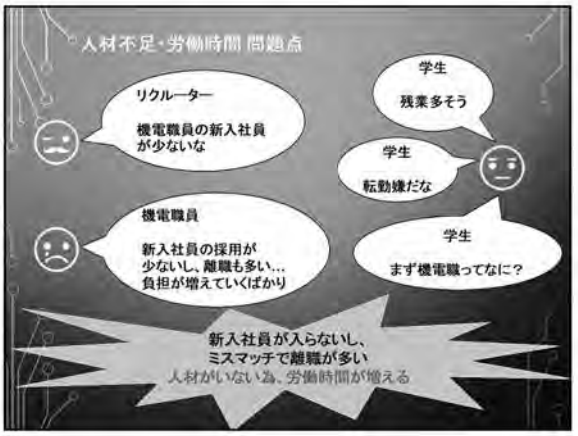

①残業時間の削減について
施工体制台帳を別部署に任せる
派遣社員の雇用を行い、業務の分業化
現場でやれる作業を残業時間を増やさずに行える。
デメリット
雇用コストがかかる
派遣社員の育成期間が必要
①残業時間の削減について
○現場作業での業務効率化
E点検
QRコードを読み込むだけで点検や在庫の管理ができる
在庫の管理の全体周知
デメリット
初期費用が掛かる
導入までの手間がかかる
①残業時間の削減について
調書の自動作成ソフト
提出書類の作成効率化
書類作業の時間がかかる元の文章構成を短縮化してくれる
デメリット
初期費用が掛かる
導入までの手間がかかる
②省人化について
自動計測、自動測量システムの導入
現状では人が再計測しないとずれている。
システムの正確化
再計測をせずとも信頼できる精度を出せるようにアップデート
デメリット
初期費用が掛かる
すぐに導入しても再確認が必要なため、導入には時間をかける必要がある
②省人化について
排土量管理ソフトの導入
データの帳票化
どの車両・どの重量を積んだか記録
例）Gセーフ、運行管理システム
デメリット
初期費用が掛かる
導入までの手間がかかる
②省人化について
バッテリーロコ自動運搬装置の開発・導入
無人運転
位置把握によって待ち時間の削減
→省人化
デメリット
安全面と責任に不安
費用対効果を検討する必要がある
③労働環境の改善
昇降デスクの使用
ゲーミングチェアの使用
⇒労働環境の改善
③労働環境の改善
土日作業の禁止
シールド現場ではメンテナンスデーとして行うこともあるが、近年土日作業が禁止され始めた
まとめ
お金
時間
教育
２０２４年問題を解決していくには、発注者さんの理解、個人の努力とみなさんの意識改革が必要です。

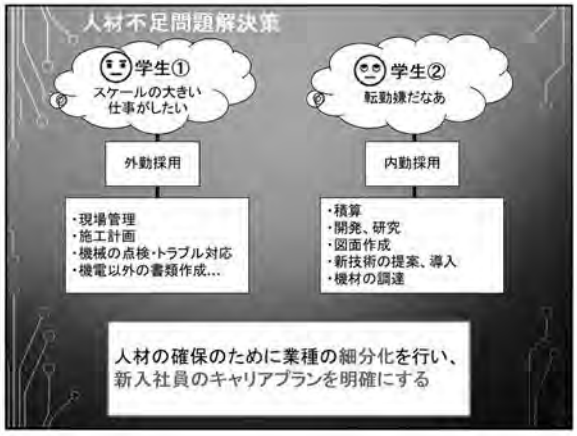
図―４　３班 -2

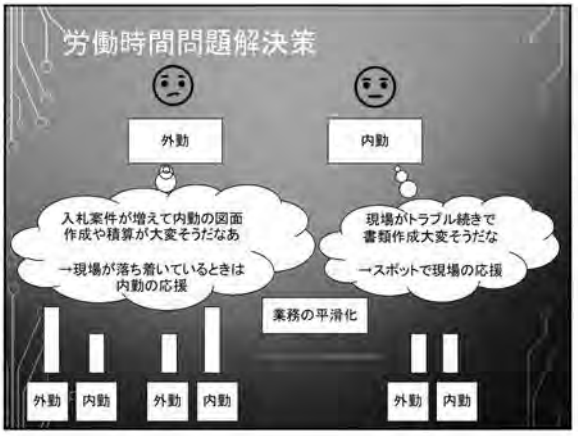

第24回機電技術者意見交換会
テーマ
「機電職としての2024年問題とその解決法」
成果発表
【第4班】
令和6年10月10日（木）～11日（金）
場所：機械振興会館
主催：（一社）日本建設機械施工協会 建設業部会

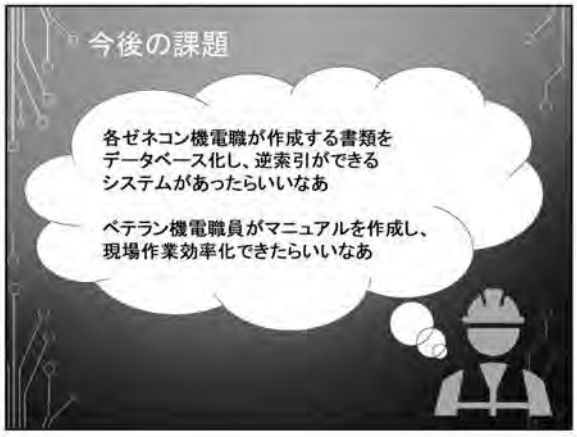

第4班 討議メンバー
No 氏名 所属会社 所属部署
1 秋元 大輝 鉄建建設㈱ 札幌支店 渡島トンネル作業所
2 石井 翔太 ㈱フジタ 土木本部 土木エンジニアリングセンター 機械部
3 井上 洸也 西松建設㈱ 土木事業本部 機材部 機電課
4 美野田 慎也 ㈱大林組 ロボティクス生産本部 生産技術第三部 リニューアル技術課
5 鈴木 翔太 東急建設㈱ 土木事業本部事業統括部 機械技術部
6 亀谷 遊成 大豊建設㈱ 東京土木支店土木部機電課
7 宮下 朋樹 ㈱鴻池組 東京本店機材センター


機電職としての2024年問題と解決策
問題点
・機電職員の人材不足
・労働時間問題
解決策
・機電職の採用方法多様化
・機電職内でも外勤、内勤をつくる
・機電職のマニュアルを作成し、現場作業効率化
・各ゼネコン機電職が作成する書類データベースを逆索引ができるシステムの作成


人材不足・労働時間 問題点
リクルーター
機電職員の新入社員が少ないな
学生
残業多そう
学生
転勤嫌だな
機電職員
新入社員の採用が少ないし、離職も多い…負担が増えていくばかり
学生
まず機電職ってなに？
新入社員が入らないし、
ミスマッチで離職が多い
人材がいないゆえ、労働時間が増える


人材不足問題解決策
学生①
スケールの大きい仕事がしたい
学生②
転勤嫌だなあ
外勤採用
内勤採用
・現場管理
・施工計画
・機械の点検・トラブル対応
・機電以外の書類作成…
・積算
・開発、研究
・図面作成
・新技術の提案、導入
・機材の調達
人材の確保のために業種の細分化を行い、
新入社員のキャリアプランを明確にする


労働時間問題解決策
外勤
内勤
入札案件が増えて内勤の図面作成や積算が大変そうだなあ
→現場が落ち着いているときは内勤の応援
現場がトラブル続きで書類作成大変そうだな
→スポットで現場の応援
業務の平滑化
外勤
内勤
外勤
内勤
外勤
内勤


今後の課題
各ゼネコン機電職が作成する書類を
データベース化し、逆索引ができる
システムがあったらいいなあ
ベテラン機電職員がマニュアルを作成し、
現場作業効率化できたらいいなあ

図―5 4班


第24回機電技術者意見交換会
テーマ:
「機電職としての2024年問題とその解決法」
成果発表
【第5班】
令和6年10月10日(木)～11日(金)
場所:機械振興会館
主催:(一社)日本建設機械施工協会　建設業部会
第5班　討議メンバー
No 氏名 所属会社 所属部署
1 岩間 敏志 ㈱竹中工務店 東京本店 東日本機材センター
2 山崎 義成 SMCテック㈱ 土木機械部
3 西 裕幸 ㈱竹中工務店 大阪本店 西日本機材センター 計画グループ
4 髙松 聡史 ㈱大林組 東日本ロボティクスセンター 運営管理部揚重機械課
5 田中 秀 鹿島建設㈱ 東京建築支店 機械部
6 吉田 昌弘 清水建設㈱ 生産技術本部生産計画技術部
建築と橋梁の機電技術者です
2024問題における課題
課題①：魅力ある建設業（機電職）の創出（人材確保）
・【理解】機電職への入職者側の理解が乏しい
・【離職】入社後のギャップで人が離れる
・【地位】　地位向上・業界への影響度が低い
課題②：生産性の向上（技術）
・現場の機械化/自動化の促進が進んでいない
・生産性の見える化ができていない
（現状把握/機械・自動化によるコストメリットの提示）
課題③：機械トラブルによる施工ロス低減（保全）
・機械トラブルによる残業（機電、現場、業者）
・機械の劣化状況がわからない
（TC巻き上げ機の状態監視/ELV）
3つの観点で課題を抽出
2024問題における課題
課題①：魅力ある建設業（機電職）の創出（人材）
・【理解】機電職への入職者側の理解が乏しい
・【離職】入社後のギャップで人が離れる
・【地位】　地位向上・業界への影響度が低い
課題③：機械トラブルによる施工ロス低減（保全）
・機械トラブルによる残業（機電、現場、業者）
・機械の劣化状況がわからない
（TC巻き上げ機の状態監視/ELV）
①、③について発表します！
2024問題における課題
・【理解】機電職への入職者側の理解が乏しい
・【離職】入社後のギャップで人が離れる
・【地位】地位向上・業界への影響度が低い
解決策
■課題①：魅力ある建設業の創出（人材確保の観点）
機電職における広報活動の強化
社外交流によるモチベーション向上
JCMA
・リクルート活動
・会社の説明だけしてませんか？
・社外委員会の活用
各社の広報活動・社外ネットワークの強化
で機電職の魅力向上を図る

図―6　5班 -1


解決策
■課題①：魅力ある建設業（機電職）の創出（人材確保の観点）
機電職の価値の創出
機電職の活躍するモデル現場
・現場での仕事の幅を広げる
TC、ELV、仮設給水・排水、調達、外販営業
※各社で機電職の業務範囲が異なる
モデル現場を造り・未来を拓きましょう！
JV/大型再開発のときはよろしくお願いします
機電業務の幅を広げ、建築現場への職種理解を深める
機電職（建築）の価値の創出につなげる
2024問題における課題
・機械トラブルによる残業（機電、現場、業者）
・機械の劣化状況がわからない
・二次災害
TC・ELVは元請けが用意する、共通仮設！
超高層建築における生命線
解決策
■課題③：機械トラブルによる施工ロス低減（保全の観点）
遠隔監視技術の適用（技術開発推進）
人財育成
・データ活用（予兆診断）
・冗長化/ロバスト性の確保・知見
・軽微な故障への対応
（限られた機電人員で）
・機電対応の新たな工種
保全技術の深い理解と技術活用
軽微なトラブルに対応できる仕組みつくり
まとめ
機電系ゼネコンマンのマインド
“建設業を変えるのは機電職”
建物の意匠、構造、設備、用途　これらは大幅に変えることはできません！
しかし、我々の扱う仮設は元請けの工夫・アイデアで変更できます！
安全＋第一
皆さんご安全に！
現状の業務で感じる問題点
・搬入：ドライバーが捕まらない
→モノ決めをせかされる（設計リードタイムの短縮）
・TCオペの残業問題：100h/月、担い手不足
・残業少ないVOPは足りている！
・地域性があるのかも？
・適正工期での受注
・人手不足の解消方法
・大きい現場でないと建築現場に機電がめったにつけない
・
・溶接工、左官工、クレーンOPが不足していると思う
・人手不足（OP）＞適正工期で仕事が取れない＞タワリモ＞法律障壁に＞
・自動搬送
・アップロー：高車でもの挙げててグレー
・カーテンウォーカー

図―7　5班-2

第24回機電技術者意見交換会

テーマ：
「機電職としての2024年問題とその解決法」

成果発表
【第6班】

令和6年10月10日（木）～11日（金）
場所：機械振興会館
主催　（一社）日本建設機械施工協会　建設業部会

第6班　討議メンバー

No.	氏名	所属会社	所属部署
1	高田　亘弘	鹿不動テトラ	地盤事業本部　機械技術部
2	西貝　拓哉	三井住友建設㈱	土木本部機電部
3	赤坂　孝太	五洋建設㈱	土木M&E本部船舶O&M部
4	古賀　朗太	東亜建設工業㈱	土木本部　機電部
5	広瀬　壮兵	東洋建設㈱	土木事業本部機械部
6	片山　源慶	東洋建設㈱	関東支店　土木部

機電職としての2024年問題

現場に即していない技術・装置等の導入に
機電職員が対応に追われている。

- 現場に新技術を受け入れる風土がない。
- 現場のニーズに合っていない技術・装置を
使っているor開発している。
- 現場から開発部門へのフィードバックができていない。
- 現行の法制度の範囲内での開発しかできない。

現場に新技術を受け入れる風土がない

現状：工程・費用の面で現場にゆとりがない
→現場にメリットがなく非協力的になっているのでは？

解決策:

新技術導入に対する工程やお金のインセンティブを設定する
(発注者への働きかけ→メリットを与える)
小規模な(負担が少ない規模)現場実証の実施
(開発サイクルの改善→デメリットを減らす)

現場のニーズに合っていない技術・装置を使っているor開発している

現状：現場で実際に使ってみないと判明しない問題が発生することも
(ex:現場の電波干渉)

解決策：失敗しても構わない試みを評価する仕組み
例　　現場フィールドでの実証試験の報告書提出を
工事評価点に反映させる(成果は問わない)
→現場側メリット：実証フィールドを提供することで評定点＋
開発側メリット：開発のブラッシュアップサイクルの加速

事故事例の公表のように実施した事例を各社が公開できる範囲を定めて共有することで他事例にも経験知を反映できる。

現行の法制度の範囲内での開発しかできない

現状：法制度が新技術に追いついていない点がある
→過去事例等から定まっている為？

解決策：ルール作り・改定
→各社ごとでなく、業界として対応する

例：グラブ浚渫の自動化についてマリコン各社が参画する団体で　　協力して開発、ルール作りを行っている


グラブ式浚渫船

まとめ

使えない技術を使おうとする→現場は使いたがらない→現場と乖離した技術の改善の機会が減る

まず使ってみる(やることに意味を与える)→使ってみて発生した問題を改善→使いやすい技術開発→現場で使いやすい

サイクルを改善することが機械化・省人化に繋がる

業界全体の技術を新しいステップへ進めるためには業界全体での協力が必要

図―８　６班

新機種紹介　機関誌編集委員会

▶〈12〉モータグレーダ，ロードスタビライザ，締固め機械およびソイルプラント

24-〈12〉-01	日立建機 タイヤローラ ZC220P-7	’24.10 発売 新機種

本機種は「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（オフロード法）」2014 年基準に適合している。また車体から発生する騒音を抑えており，国土交通省から「超低騒音型建設機械」の指定を受けている。

本製品の特長を記載する。一つ目の特長は樹脂製タンクを採用したことである。さびを発生させず，前回機種からメンテナンス頻度の低減や散水ノズルの詰まりを抑制する。タンクの容量は 3,500 L である。また排水作業時に作業者が被水しないように設計している。排水口は通常はキャップ式であるが，オプションでひねって開け閉めができるボールバルブ式を選択することができる。二つ目の特長は独自のフレーム設計により運転席からの前後のタイヤの視認性が大幅に向上していることである。前のタイヤに関しては運転席に座った状態で操舵角度や散水状況，液剤の噴霧状況を確認することができる。また後ろのタイヤに関しても散水状況，液剤の噴霧状況を確認することができる。三つ目の特長はメンテナンスのしやすさである。メンテナンス箇所を車体の左側に集中させたことに加え，前回機種に対しエンジンの搭載向きを 180 度反転させたことで，ワンサイドメンテナンスを実現している。また作業スペースには ISO2867 に準拠したハンドレールを設置しており，作業者の安全性を確保している。四つ目の特長は発進減速に関する操縦の簡便さである。走行負荷から作業状況を瞬時に判断し HST ポンプやモータを効率良く自動制御する「アクティブモータコントロール」を搭載している。これによりオペレーターの習熟度に左右されず，転圧面をきれいに仕上げることに貢献する。五つ目の特長は車体輸送時にキャノピの格納作業が不要なことである。車高が輸送高さ制限の 3.8m をクリアできるように設計されている。六つ目の特長は機械の稼働状況などを蓄積する「Global e-Service（グローバル イー サービス）」にデータを送信する通信端末を搭載していることである。これにより道路機械の稼働状況・保守の遠隔管理を可能にしている。その他，バッテリーディスコネクトスイッチ，シートのアームレスト，LED 作業灯などが標準装備になった。

表―1　ZC220P-7 の主な仕様

運転質量	（kg）	12,795
機械質量	（kg）	9,200
水バラスト質量	（kg）	3,500
全長	（mm）	5,110
全高	（mm）	2,790
全幅	（mm）	2,275
ホイールベース	（mm）	3,850
最低地上高	（mm）	205
エンジン名称		クボタ　V3307-CR-TE5
総排気量	（L）	3.331
エンジン定格出力	（kW/min^{-1}）	54.6/2,200
排ガス後処理装置		尿素レス /DPF
走行速度（低速）	（km/h）	10
走行速度（高速）	（km/h）	25
最小回転半径	（m）	6.2
登坂能力	%（度）	47（25）
締固め幅	（mm）	2,275
散水タンク容量	（L）	3,500
液剤タンク容量	（L）	28
燃料タンク容量	（L）	105
標準小売価格	（万円）	1,480

注）単位は国際単位系（SI）による表示。価格は工場裸渡し，消費税別。



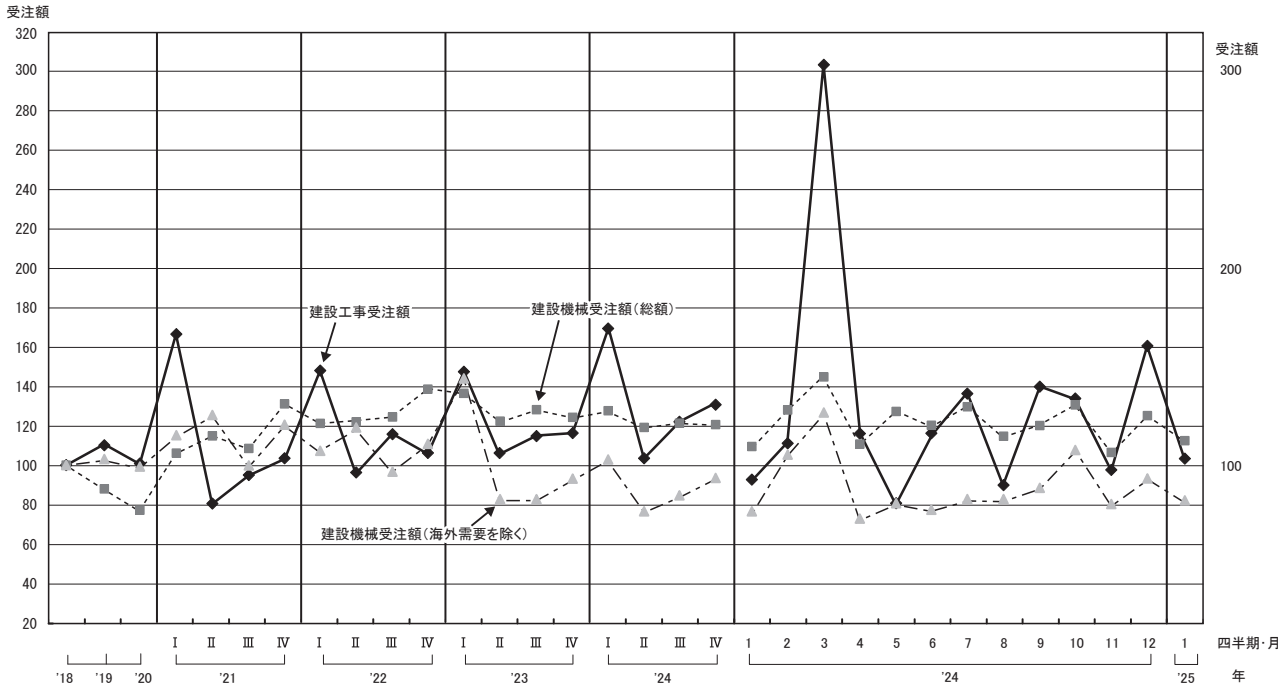
写真―1　日立建機　ZC220P-7

問合せ先：日立建機㈱
ブランド・コミュニケーション本部　広報・IR 部
広報グループ
〒 110-0015　東京都台東区東上野二丁目 16 番 1 号

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　2018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　2018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							
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
2022 年	165,482	119,900	33,041	86,862	33,436	5,252	6,898	114,984	50,496	207,841	130,901
2023 年	172,094	121,790	31,098	90,690	40,060	5,360	4,883	117,929	54,164	217,576	161,186
2024 年	187,396	132,025	33,408	98,615	42,398	5,500	7,476	126,223	61,174	235,561	167,675
2024 年　1 月	10,931	7,371	1,467	5,904	2,871	391	298	7,657	3,273	218,177	10,491
2 月	13,237	8,390	2,925	5,465	4,001	365	481	7,965	5,273	219,504	12,360
3 月	36,119	22,688	4,005	18,682	10,808	486	2,137	21,526	14,593	231,850	21,578
4 月	13,894	10,066	2,641	7,425	3,122	443	263	9,326	4,568	233,782	10,214
5 月	9,497	6,682	2,500	4,182	1,846	474	495	6,087	3,410	231,352	11,721
6 月	13,725	9,632	2,221	7,410	2,638	460	995	9,394	4,332	229,504	15,537
7 月	16,233	13,082	3,830	9,252	2,234	408	509	12,558	3,675	234,172	10,884
8 月	10,745	7,213	1,676	5,537	2,389	649	494	6,982	3,764	232,972	12,542
9 月	16,514	11,835	3,195	8,640	4,410	470	−200	10,698	5,816	232,437	17,302
10 月	15,846	11,841	2,704	9,137	2,733	444	829	11,419	4,427	236,704	11,626
11 月	11,564	8,959	2,356	6,603	1,812	422	372	8,371	3,193	234,464	13,818
12 月	19,091	14,266	3,888	10,378	3,534	488	803	14,240	4,850	235,561	19,602
2025 年　1 月	12,259	8,279	2,122	6,157	2,879	375	726	8,349	3,910	−	−

建 設 機 械 受 注 実 績

（単位：億円）

年　月	18 年	19 年	20 年	21 年	22 年	23 年	24 年	24 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	25 年 1 月
総　額	22,923	20,151	17,646	26,393	29,024	29,315	28,042	2,089	2,451	2,767	2,115	2,434	2,291	2,476	2,190	2,298	2,504	2,038	2,389	2,146
海外需要	16,267	13,277	10,966	18,737	21,816	22,627	22,097	1,665	1,869	2,066	1,712	1,989	1,863	2,018	1,731	1,809	1,909	1,593	1,873	1,692
海外需要を除く	6,656	6,874	6,680	7,656	7,208	6,688	5,945	424	582	701	403	445	428	458	459	489	595	445	516	454

（注）2018 ～ 2020 年は年平均で，2021 ～ 2024 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2024 年 1 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

（2025年2月1～28日）

機械部会

■機械整備技術委員会
月　日：2月3日（月）（会議室，Web併行開催）
出席者：小林一弘委員長ほか10名
議　題：①「ハイブリッド建機・電動建機の安全整備・点検のためのガイドライン」の見直しについて討議　②バイオ燃料やバイオ作動油の使用状況及び注意点に関する議論　③令和7年度活動計画・内容について議論

■トラクタ技術委員会
月　日：2月5日（水）（会議室，Web併行開催）
出席者：大場元樹委員長ほか9名
議　題：① JCMASに基づく「エネルギー消費量試験方法」の内容見直しについて議論　②「JCMASに基づく「エネルギー消費量試験方法」のISO化」進捗状況の情報共有：1月に実施された国際WGの報告　③各社トピックス：㈱クボタ「タイで発売されたミニホイールローダR430Mの紹介」について　④令和7年度活動内容について議論

■ダンプトラック技術委員会
月　日：2月7日（金）（会議室，Web併行開催）
出席者：渡辺浩行委員長ほか7名
議　題：①各社トピックス：ヤンマー建機㈱「超小旋回ミニショベル δシリーズ（B3-7/B4-7）の紹介」　②生産性向上に関する輪講：㈱加藤製作所「ハイブリットラフテレンクレーンSR-250HV＋EK-unitの紹介」　③令和7年度活動計画・内容について議論　④国内次期排出ガス規制に関する情報共有

■基礎工事用機械技術委員会 見学会 オリエンタル白石㈱つくば機材センターの見学
月　日：2月12日（水）
参加者：越田健委員長ほか23名
見学内容：ニューマチックケーソンで使用される各種設備や工場，また施工現場を模擬した訓練施設の見学

■トンネル機械技術委員会 脱炭素の取組に関する調査WG
月　日：2月13日（木）（会議室，Web併行開催）
出席者：椎橋孝一郎リーダほか11名
議　題：① WG報告書作成に向け「脱炭素取組事例調査」の記載内容の確認　② WG活動報告書のまとめ方について議論

■トンネル機械技術委員会 通信機器，設備に関する調査WG
月　日：2月14日（金）（会議室，Web併行開催）
出席者：浅沼廉樹リーダほか12名
議　題：① WG活動報告書のまとめ方について議論

■トンネル機械技術委員会・幹事会
月　日：2月19日（水）（会議室，Web併行開催）
出席者：浅沼廉樹委員長ほか10名
議　題：①第7回WGの報告　②技術講演会について次年度への申し送りなど　③R7年度活動計画について議論：調査活動の内容，見学会候補地について，総会の日程と内容について討議

■コンクリート機械技術委員会
月　日：2月20日（木）（会議室，Web併行開催）
出席者：篭谷武委員長ほか11名
議　題：①前回の議事録確認　②技術発表：ファーストループテクノロジー㈱「重機危険検知システムの紹介」　③R7年度活動計画について議論：社外技術発表について，見学会候補地について　④JIS，ISO 関連：JIS見直しの対応について議論

■基礎工事用機械技術委員会・JCMAS「基礎工事用機械作業エネルギー消費量試験方法」作成WG
月　日：2月21日（金）（会議室，Web併行開催）
出席者：濱口貴和リーダほか8名
議　題：① GX建設機械認定制度の機種追加に関する課題について議論　②国土交通省との打合せについて

■路盤・舗装機械技術委員会・JCMAS「ロードローラ作業エネルギー消費量試験方法」作成WG
月　日：2月25日（火）（会議室，Web併行開催）
出席者：柴田大地リーダほか10名
議　題：① JCMAS草案について議論　② GX建設機械認定制度の機種追加に向けての議論　③今後の進め方とスケジュールについて確認

■機械部会 幹事会
月　日：2月28日（金）（会議室，Web並行開催）
出席者：橋本隆浩部会長ほか16名
議　題：①部会長，副部会長より挨拶　②各技術委員会委員長よりR7年度活動計画の説明とその審議　③事務局からR6年度の機械部会の活動実績（数値データ）とトピックスについて報告

標準部会

■ JIS A 8341-4 機能安全（第4部）第7回原案作成分科会
月　日：2月6日（木）
出席者：田中昌也主査（コマツ）ほか7名
場　所：Web上（Zoom）
議　題：JIS原案の審議（意見シートNO.302～NO.360の検討）

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 2 路面清掃車 国内専門家会合
月　日：2月12日（水）
出席者：和田悟知委員（豊和工業）ほか4名
場　所：Web上（Zoom）
議　題：路面清掃車の騒音レベル測定方法に関する意見交換

■ ISO/TC 82/SC 8/JWG 3 ISO/AWI TR 3502 鉱山ー自動・自律ソリューション評価の参照枠組み 国際バーチャルWG会議
月　日：2月12日（水）夜
出席者：オーストラリアよりDoranコンビナー，日本より正田明平（JCMA事務局）ほか6名
場　所：Web上（ISO Zoom）
議　題：①規格名称審議　② CD移行に関するWG意見照会実施について

■ ISO/TC 82/SC 8/JWG 1 ISO 23724 鉱山機械の遠隔停止機能 国際バーチャルWG会議
月　日：2月13日（木）早朝
出席者：米国よりRoleyコンビナー，日本より鈴木邦利委員（コマツ）ほか13名
場　所：Web上（ISO Zoom）
議　題：①コンビナー交代検討審議　②プロジェクト継続についての審議

■ ISO/TC 195 建設用機械及び装置 親委員会
月　日：2月13日（木）
出席者：佐々木正博委員長（ファーストループテクノロジー）ほか24名
場　所：Web上（ISO Zoom）
議　題：① TC 195国際会議（9月10日～13日@中国・鄭州）出張報告　② 2024年10月～2025年2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　④ TC 195活動報告（令和6年度下期標準化会議・事業報告用資料）の確認　⑤R6国内審議団体の運営規約 JSA提出版（ISO/TC195）の報告

■ JIS A 8341-4 機能安全（第 4 部）第 8 回原案作成分科会
月　日：2 月 14 日（金）
出席者：田中昌也主査（コマツ）ほか 9 名
場　所：Web 上（Zoom）
議　題：JIS 原案の審議（意見シート NO.361 ～ NO.414 の検討）

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 ドイツ TC127 国際総会準備有志会合
月　日：2 月 18 日（火）
出席者：小塚大輔（コマツ）委員長ほか 7 名
場　所：Web 上（ISO Zoom）
議　題：TC 127 ドイツ・ハンブルク国際総会（3 月 16 日～ 20 日）における各委員長の役割分担・懸案事項・提案事項に関する協議

■ ISO/TC 127/SC 2/WG 24 ISO 19014 機能安全および ISO/NP 6135 意図した機能の安全性 国際ハイブリッド WG 会議
月　日：2 月 18 日（火）～ 21 日（金）日本時間深夜
出席者：（対面）英国 Camsell コンビナー（CEA），日本より田中昌也委員（コマツ）ほか 16 名，（Web）小塚大輔委員長（コマツ）ほか 9 名
場　所：米国デンバー Trimble 社及び Web 上（ISO Zoom）
議　題：① ISO 19014 DIS コメント審議　②次回会合予定（5 月 12 日～ 16 日パリ）

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 2 路面清掃車 国際バーチャル WG 会議
月　日：2 月 19 日（水）夜
出席者：和田悟知委員（豊和工業）ほか 13 名
場　所：Web 上（CEN Zoom）
議　題：① CD 25256（旧 24149）性能試験方法 CD 意見照会コメント審議　② CD 25333 環境効率－エネルギー消費試験方法の要求事項 CD 意見照会コメント審議　③次回会合予定（2025 年 5 月 20 日バーチャル）

■ ISO/TC 195/SC 1 コンクリート機械委員会
月　日：2 月 20 日（木）
出席者：池田喜治委員（北川鉄工所）ほか 13 名
場　所：協会会議室及び Web 上（ISO Zoom）
議　題：①（中国提案）PWI 5342「コンクリート機械－施工現場情報交換」進捗報告　②（日本担当）ISO/PRF 18650-2「コンクリートミキサー－第 2 部：練り混ぜ効率の試験要領」進捗状況　③（日本担当）DIS 18651「コンクリート用内部振動機－語彙及び商業仕様」進捗状況　④ TC 195 活動報告（案）　⑤次回開催予定（4 月 21 日）

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 ISO 21815 衝突警報及び回避および ISO/PWI 25366 運転員能力補強 国際ハイブリッド WG 会議
月　日：2 月 24 日（月）～ 28 日（金）日本時間深夜
出席者：（対面）日本から岡ゆかりコンビナー（コマツ），Kittle プロジェクトリーダ（Deere 社）ほか 6 名，（Web）正田明平（JCMA 事務局）ほか 3 名
場　所：米国デンバー Trimble 社及び Web 上（ISO Zoom）
議　題：① ISO/PWI 25366 案文審議　② ISO 21815-5 CD コメント審議　③次回会合予定（6 月 9 日～ 13 日デンバー）

■ 令和 6 年度下期 標準部会 標準化会議
月　日：2 月 26 日（水）
出席者：小塚大輔（コマツ）部会長ほか 13 名
場　所：Web 上（Zoom）
議　題：令和 6 年度活動報告及び今後の予定① ISO/TC 127 土工機械委員会　② ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会　③ ISO/TC 214 昇降式作業台委員会　④国内標準委員会　⑤令和 6 年度 標準部会事業報告（案）　⑥令和 7 年度 標準部会 事業計画（案）

■ ISO/TC 195 建設用機械及び装置 親委員会（予備日）
月　日：2 月 27 日（木）
出席者：佐々木正博委員長（ファーストループテクノロジー）ほか 10 名
場　所：Web 上（ISO Zoom）
議　題：① TC 195 国際会議（9 月 10 日～ 13 日@中国・鄭州）出張報告　② 2024 年 10 月～ 2025 年 2 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　④ TC 195 活動報告（令和 6 年度下期標準化会議・事業報告用資料）の確認　⑤ R6 国内審議団体の運営規約 JSA 提出版（ISO/TC195）の報告

■ ISO/TC 127/SC 2/WG 34 ISO/WD 20687 硬質プラスチック安全窓材 国際バーチャル WG 会議
月　日：2 月 27 日（木）夜
出席者：スウェーデンより Nilsson コンビナー（Hammerglass 社），および日本より後藤優太委員（コマツ）ほか 15 名
場　所：Web 上（ISO Zoom）
議　題：① NWIP 投票コメント審議　②次回会合予定（3 月 31 日バーチャル）

建設業部会

■クレーン安全情報 WG
月　日：2 月 3 日（月）
出席者：猪又勝美主査長ほか 10 名（内，Zoom 参加 1 名）
議　題：①移動式クレーン運転士安全衛生教育における「クレーン安全協議会」名称変更の理事報告（1/21）について　②クレーンの最新動向ヒアリング（5 社）のまとめ 部会展開について　③移動式クレーン運転士安全衛生教育更新講習『災害ゼロに向けて』2025 年度改訂に向けた準備報告（事故事例報告）　④事故事例発表　⑤その他（2/27 建設業部会報告準備等，1/8 対応支持地盤養生マニュアル問合せ対応）

■機電交流企画 WG
月　日：2 月 20 日（木）
参加者：篠宮政幸主査ほか 6 名
議　題：① 4 月号機関誌「第 24 回機電技術者意見交換会報告」原稿確認　②令和 7 年度若手現場見学会候補地について　③ 2/27 建設業部会報告について　④令和 7 年度機電職就活パンフ改訂作業について　⑤その他

■建設業部会
月　日：2 月 27 日（木）
参加者：坂下誠部会長ほか 18 名（内，Zoom 参加 7 名）
議　題：1. 部会長挨拶　2. 令和 7 年度建設業部会活動体制　3. 令和 7 年度年間活動計画　4. 令和 6，7 年度 各 WG 報告：①機電技術者交流企画 WG 報告，②クレーン安全情報 WG 報告，③建設業 ICT 安全 WG 報告　5. その他：（1）令和 6 年度 合同部会（2025/2/17 開催）報告，（2）令和 6 年度 建設施工と建設機械シンポジウム，（3）令和 6 年度 研究開発助成審査委員会，（4）令和 6 年度 標準部会関連，（5）その他：ミニクローラクレーンのワイヤ破断事例について，建設現場 CO_2 可視化推進会議について，メーカーの省力化機械の認定（国交省）開始について，部会員の皆様からのご意見，ご提案

レンタル業部会

■コンプライアンス分科会
月　日：2 月 4 日（火）（Web 会議併用）
出席者：間庭分科会長ほか 11 名
議　題：①部会長・分科会長挨拶　②「お客様の安全技術情報の集約と現状のまとめの検討」について　③ R7 年度活

動計画について 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：2月5日（水）
出席者：中野正則委員長ほか27名
議 題：①令和7年5月号（第903号）計画の審議・検討 ②令和7年6月号（第904号）素案の審議・検討 ③令和7年7月号（第905号）編集方針の審議・検討 ④令和7年2月号～令和7年4月号（第900～902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：2月19日（水）
出席者：石坂仁分科会長ほか3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

東北支部

■令和7年度 ゆきみらい2026 in 大館（仮称）現地打合せ
月 日：2月20日（木）
出席者：東北地方整備局 企画部 秋山建設専門官，大館市 柏山建設部長ほか8名
議 題：①開催候補地視察：見本市開催候補施設，除雪機械展示・実演会会場候補地，ゆきみらいシンポジウム会場候補施設，ゆきみらい研究発表会会場候補施設 ②現地打合せ

北陸支部

■消・融雪施設等設計要領改訂ワーキンググループ作業説明会
月 日：2月5日（水）
場 所：興和ビル6F会議室＋Web
参加者：ワーキング委員22名（Web参加含む）
内 容：①1/21改訂編集委員会・幹事会合同会議の概要 ②今後の作業打合せ

■令和6年度 北陸防災連絡会議 幹事会
月 日：2月7日（金）
場 所：書面開催
参加者：104機関
内 容：各機関からの情報提供（18機関から資料による情報提供）

■令和6年度 第2回 北陸ICT戦略推進委員会
月 日：2月19日（水）
場 所：北陸技術事務所1F会議室
出席者：支部施工技術部会 樋口ICT推進委員長
内 容：①令和6年度取組結果・令和7年度取組計画報告（北陸地方整備局）について ②ICT関連講習会等 開催案内の整備局HP掲載について ③令和6年度取組結果・令和7年度取組計画報告（推進委員会各機関）について

■けんせつフェア北陸2025 in 新潟 屋外展示関係打合せ
月 日：2月25日（火）
場 所：北陸支部事務室
出席者：北陸地方整備局施工企画課 小林補佐，北陸技術事務所 以倉副所長
内 容：けんせつフェア北陸2025 in 新潟 屋外展示会場計画（案）について，出展者への展示案内（案）について，その他

■日建連北陸支部 建設工事に伴う交通事故防止講習会【講師派遣】
月 日：2月27日（木）
場 所：新潟県建設会館5F会議室
受講対象者：日建連会員80名
派遣講師：支部施工技術部会 建設機械整備技術委員，日本キャタピラー（同）髙橋慎一氏
講義内容：建設機械による労働災害の事例と対策

中部支部

■技術・調査部会
月 日：2月4日（火）
場 所：太陽生命名古屋第2ビル会議室
出席者：宮内秀弘部会長ほか10名
議 題：春季講演会について

■インフラDXによる生産性向上セミナー
月 日：2月5日（水）
場 所：愛知芸術文化センター12階アートスペースÅ
参加者：約90名
講 師：岩見吉輝業務執行理事ほか5名

■建設ICT出前授業
月 日：2月6日（木）
場 所：愛知少年院
参加者：少年院在住者45名
講 師：サイテックジャパン㈱横幕果澄氏ほか4名

■少年院在院者向けICT講座講師協力
月 日：2月26日（水）
場 所：駿府学園（静岡県静岡市）
参加者：23名
講師協力：㈱シーティーエス東海営業部長宮沢豊氏

関西支部

■令和6年度 建設部会・リース・レンタル部会合同見学会
月 日：2月10日（月）
場 所：コマツ大阪工場
参加者：32名
内 容：次世代型PC200i-12型の見学

■令和6年度 施工技術報告会
月 日：2月13日（木）
場 所：建設交流館 グリーンホール
参加者：142名
内 容：①地下函体上に建設された都市高速道路鋼製基礎の大規模更新 ②高速道路工事におけるVR・3Dシミュレーションの活用について ③大阪・関西万博に向けた埋立て地盤での開削トンネルと泥土圧シールドの施工 ④重交通交差点直上におけるPC箱桁橋の撤去 ⑤生まれ変わった大阪の玄関口 ⑥トンネル直上家屋に対する制御発破の検討と適用結果 ⑦3Dスキャナ計測による覆工コンクリートの巻厚管理 ⑧狭隘部における鋼製地中連続壁の施工 ⑨平板型UFC床版による床版更新での急速化

中国支部

■第3回広報部会
月 日：2月3日（月）
場 所：Web会議
出席者：藤原浩幸部会長ほか6名
議 題：広報誌（CMnavi）69号の編集と70号の編成について

■第3回企画部会
月 日：2月17日（月）
場 所：広島YMCA
出席者：玉田一雄部会長ほか6名
議 題：①令和6年度事業実績報告について ②令和7年度事業計画（案）について ③その他懸案事項

四国支部

■香川県ICT活用工事支援連絡協議会
月 日：2月12日（水）
場 所：香川用水記念会館
出席者：協議会を構成する8団体・組織から25名が参加 JCMA四国支部からは事務局長が参加
内 容：①香川県の取組みについて ②四国地方整備局の取組みについて

③意見交換

九　州　支　部

■技術部会 九州地方整備局との勉強会 JCMA 九州支部・河川ポンプ施設技術協会との共同開催

月　日：2 月 19 日（水）
場　所：リファレンス駅東ビル 5 階
出席者：33 名（九州支部 28 名，河川ポンプ施設技術協会 5 名）
内　容：①九州地方整備局からの情報提供：予算関係，機械設備にまつわる近年の動向，令和 6 年度災害対応，令和 6 年度機械設備の不具合　②意見交換　③協会からの情報提供

■企画委員会

月　日：2 月 25 日（火）
場　所：宝ビル 11F 1106 会議室
出席者：13 名
議　題：①令和 6，7 年度 JCMA 九州支部の主要行事予定について　②第 3 回運営委員会について　③第 3 回 JCMA 技術講習会について　④ i-con 推進会議「第 2 回 DX・ICT 実機体験会」について　⑤技術部会報告　⑥その他



編 集 後 記

日本における地下空間の利用は，明治時代に下水道の整備が始まったことに端を発し，昭和初期には地下鉄が開業しました。その後，高度経済成長期には，限られた地上空間を補う形で地下空間の活用が進められました。現在に至るまで，共同溝，インフラ施設，地下鉄，高速道路，地下街など，さまざまな用途で地下空間が利用されています。

そのような中で，今年１月末に埼玉県八潮市で発生した道路陥没事故は，下水道管の破損が原因と考えられています。日本の下水道は高度経済成長期に整備されたものが多く，老朽化が進んでいます。今後も，目に見えない場所にあるため劣化の進行に気付きにくい地下インフラの維持管理は，社会基盤の長寿命化と安全性の確保において極めて重要な課題となります。

４月号では，「地下・地中構造物」に焦点を当て，多方面からの寄稿をいただきました。日本大学の大沢昌玄教授による巻頭言「生活を支える要は地下空間にあり」では，生活基盤を支える地下空間の重要性およびその利用と維持に関する多岐にわたる課題が提起されました。

行政情報では３本の寄稿をいただきました。

「令和６年能登半島地震を踏まえた上下水道の地震対策」では，同地震における上下水道施設の被害状況や，上下水道が連携した災害対応の取り組み，そこから得られた課題などが報告されています。

「自動物流道路の構築に向けた検討」では，人口減少や物流危機といった日本が直面する課題に対する新たな解決策として提案されている「自動物流道路（Autoflow Road）」構想について解説いただきました。

また，「浸水被害軽減に向けた地下空間活用のあり方に関する提言」では，激甚化・頻発化する水災害に対応するため，国土交通省が設置した「浸水被害軽減に向けた地下空間活用勉強会」が取りまとめた提言の概要が紹介されています。

技術報文では，地下関連工事（シールド工法，ニューマチックケーソン工法）の報告，新たな施工技術（切羽の安定性確保に関する技術，鋼製積層型支承板）の解説，維持管理に関する技術（水路トンネルにおけるひび割れ自動検出技術，維持管理業務の DX 技術）の紹介，その他の技術（地下空間における無線 LAN 環境整備，AI を活用した地質評価技術）について執筆いただきました。さらに，地上と地下空間を有効活用する次世代の道路インフラ構想に関する解説も含まれています。２年前に同様のテーマを特集した際は，トンネルや地盤改良といった施工技術が中心でしたが，今回は維持管理分野や地下空間の施工環境に関する技術の進展がうかがえます。

最後に，年末から年度末にかけての多忙な時期にもかかわらず，ご協力くださった多くの方々，そして執筆者の皆さまに心より感謝申し上げます。

（鈴木・桐山）

５月号「都市環境の向上，都市基盤整備特集」予告

・都市行政におけるカーボンニュートラルに向けた取組事例集　・民間事業者等による良質な緑地確保の取組を評価・認定する優良緑地確保計画認定制度（TSUNAG）　・脱炭素への取組と脱炭素都市づくり大賞　・東京メトロ銀座線渋谷駅移設プロジェクト　・コンクリートの状態を見える化　・新宿駅東西自由通路整備における施工計画　・防災・減災へ 都市丸ごと統合シミュレーション　・低騒音・低振動で地盤密度を増大させる液状化対策工法「TS-improver」を開発　・UR 都市機構の都市基盤施設整備の支援　・スマートビルデータプラットフォーム：ビル OS の開発・実装と実践的応用　・施工進捗と変位状況をリアルタイムに現地に 3D で可視化　・空間情報を用いた開発許可手続き効率化に向けた取り組み　・まちづくり計画支援サービス「マチミル」

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡　亮司　加納研之助
後藤　　勇　新開　節治
関　　克己　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㈱

編集委員

吉田　真人　国土交通省
大津　太郎　農林水産省
早矢仕　明　㈱鉄道・運輸機構
岡本　直樹　(一社)日本機械土工協会
丹　　秀男　鹿島建設㈱
田村　　憲　大成建設㈱
岩野　　健　清水建設㈱
桐山　茂雄　㈱大林組
鈴木　秀之　㈱竹中工務店
小林　茂樹　㈱熊谷組
松本　清志　㈱奥村組
京免　継彦　佐藤工業㈱
加取　　新　鉄建建設㈱
副島　幸也　㈱安藤・間
松澤　　享　五洋建設㈱
那須野陽平　東亜建設工業㈱
佐藤　　裕　日本国土開発㈱
丑久保吾郎　㈱ 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㈱
丹治　雅人　コベルコ建機㈱
漆戸　秀行　住友建機㈱
大竹　博文　㈱加藤製作所
田島　良一　古河ロックドリル㈱
鈴木　健之　施工技術総合研究所

事務局

（一社）日本建設機械施工協会

【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）　10,032 円（税・送料込）

建 設 機 械 施 工

第 77 巻第 4 号（2025 年 4 月号）（通巻 902 号）
Vol. 77　No. 4　April　2025
2025（令和 7）年 4 月 20 日印刷
2025（令和 7）年 4 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；https://jcmanet.or.jp/

施工技術総合研究所	〒 417-0801 静岡県富士市大渕 3154	電話（0545）35-0212
北 海 道 支 部	〒 060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話（011）231-4428
東 北 支 部	〒 980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話（022）222-3915
北 陸 支 部	〒 950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話（025）280-0128
中 部 支 部	〒 460-0003 名古屋市中区錦 3-7-9	電話（052）962-2394
関 西 支 部	〒 540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話（06）6941-8845
中 国 支 部	〒 730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話（082）221-6841
四 国 支 部	〒 760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話（087）821-8074
九 州 支 部	〒 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 Santana 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

FA機器の最適無線化提案

クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車輌他
産業機械用無線操縦装置



マイティ 429MHz帯・1.2GHz帯 特定小電力モデル対応

サテレータ

RC-73000U/G シリーズ

スリムケーブレス 5800シリーズ 好評発売中！

緊急停止スイッチ（オプション）

429MHz帯・1.2GHz帯
特定小電力モデル対応

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



クレードルタイプ
充電台対応



2段押3組
準標準型

- 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が
同価格！！

双方向データケーブレス

《TC-1000808S》

- 見えない機械の制御もフィードバック！
- 双方向制御がこの1セットで対応可能！
- 新周波数920MHz帯を採用！



常に半歩、先を走る AO

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

杭打工事用

パイルキーパー

海上・河川等での杭打ち作業用、パイル保持装置

石狩湾新港洋上風力発電事業工事向け パイルキーパー



洋上風力発電ジャケット基礎杭工事

仕　様

杭　径 …… 最大 φ2500mm
杭重量 …… 最大 90ton
開　閉 …… 油圧駆動
前後スライド範囲 …… ±900mm 油圧駆動
左右スライド範囲 …… ±1000mm 油圧駆動

実績多数

海上工事、陸上工事、岸壁護岸工事、海上空港、ダム湖再生工事、導枠治具、リーダー付

YOSHINAGA

吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 吉永ビル TEL:03-3634-5651
URL : www.yoshinaga.co.jp

印刷を核とした「総合サービス企業」です。

大会等の開催運営でお困りになられているお客様に対し、
当社では、資料、要旨、フライヤー等の印刷物だけではなく、
『ライブ・オンデマンド配信』、『会員限定の動画ポータル
サイトの設営』 さらには、Zoom等「ハイブリット配信」、
「フルリモート配信」の運営サポートも行っております。



NPC 日本印刷株式会社

営業部／〒170-0013
東京都豊島区東池袋4-41-24　東池袋センタービル
電話03（5911）8660（代）　https://www.npc-tyo.co.jp/

建設機械施工
広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告 等を好評掲載しています。

■ **職業別 購読者**

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械 等

■ **掲載広告種目**

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿 デザイン── お問い合わせ・お申し込み

サンタナ アートワークス

広告営業部：田中　san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118　FAX:03-3664-0138

〒103-0013　東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。　※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前：　　所　属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電　話：　　ＦＡＸ：

E-mail：

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX送信先：サンタナ アートワークス 建設機械施工 係　FAX:03-3664-0138

Denyo

www.denyo.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/ガウジング/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
デンヨー株式会社

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	

Mikasa

http://www.mikasas.jp



転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

タンピングランマー

MT-55H

超低騒音型　No.6760



MVC-e60

NETIS No. KT-210039-A



MRH-603DS-SS

NETIS No. KT-190125-VE



MUV-Fe32



MT-e55

NETIS No. KT-210039-A

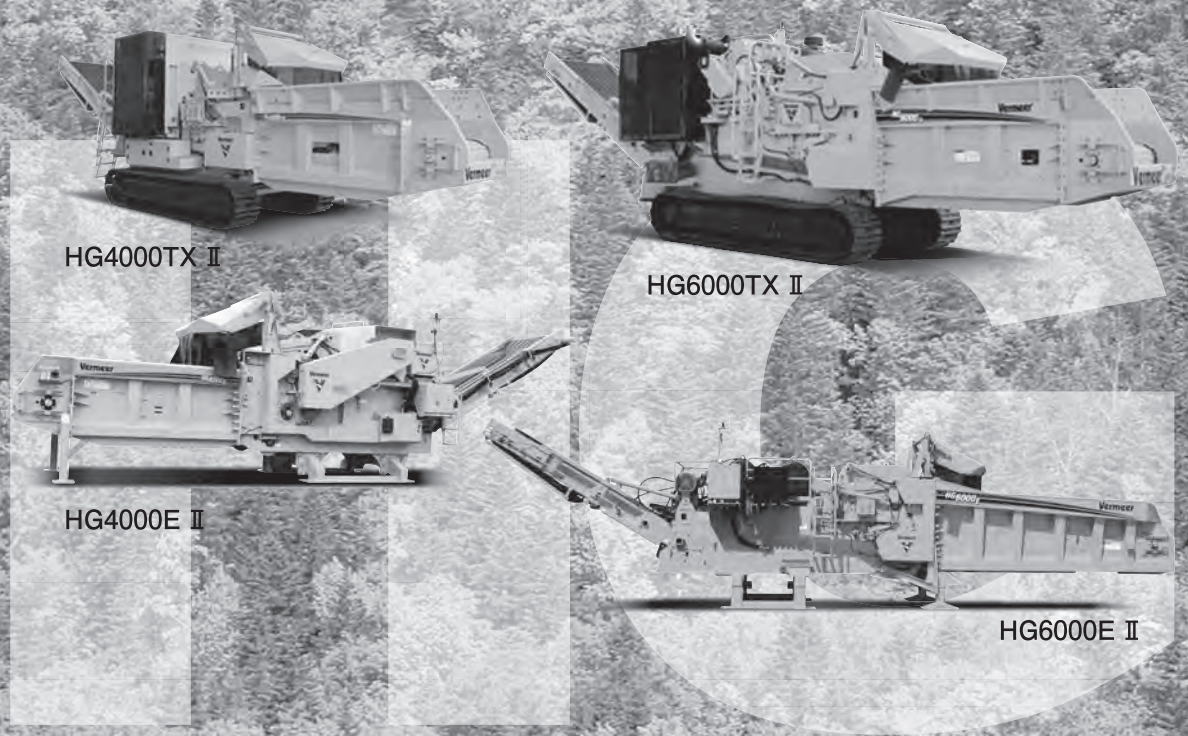
三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社　〒101-0064 東京都千代田区神田猿楽町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：080-1049-0634
北関東営業所 TEL：0276-74-6452
長野出張所 TEL：080-1059-2116
中部営業所 TEL：052-504-3434
金沢出張所 TEL：080-1013-9542
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

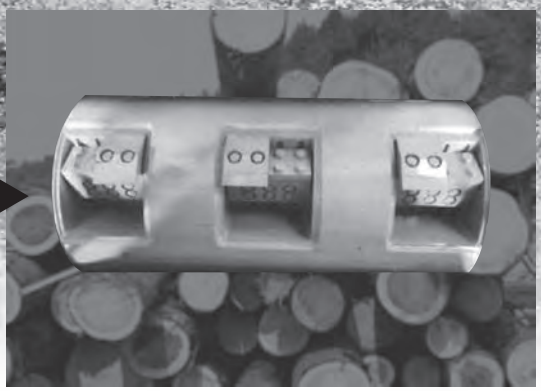
マルマテクニカのホリゾンタルグラインダー



1台の破砕機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



破砕部のみの載せ替えが可能!!
様々な用途に1台で対応が可能



特長

- ●チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- ●新車破砕機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- ●休車時間をなくすため、Vermeer 社破砕機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。

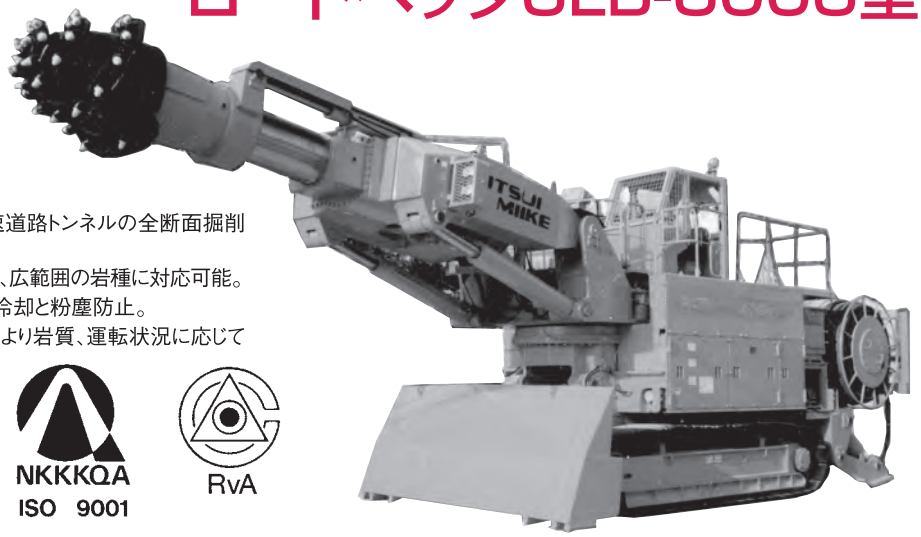
マルマテクニカ株式会社

URL http://www.maruma.co.jp/

本社・相模原事業所　〒252-0331　神奈川県相模原市南区大野台6-2-1　TEL.042(751)3091　FAX.042(756)4389　E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場　〒243-0125　神奈川県厚木市小野651　TEL.046(250)2211　FAX.046(250)5055　E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場　〒156-0054　東京都世田谷区桜丘1-2-22　TEL.03(3429)2141　FAX.03(3420)3336　E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所　〒485-0037　愛知県小牧市小針2-18　TEL.0568(77)3313　FAX.0568(72)5209　E-mail:n-sales@maruma.co.jp

安全・高能率な掘削を実現!

全断面対応中硬岩用 トンネル掘進機
ロードヘッダSLB-300S型



特　長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。

NKKKQA
ISO 9001

RvA

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.mitsuimiike.co.jp　E-mail：sanki@mitsuimiike.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
大和機工株式會社

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

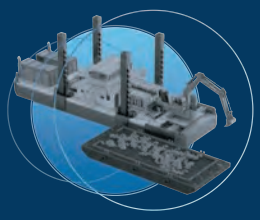
令和7年４月25日発行
（毎月１回25日）通巻902号

SITECH

2025
Make
all processes
more efficient



Trimble Roadworks



Trimble
Marine Construction



Trimble Groundworks

SiteOrchestration

現場を変える。未来を作る。

※近日リリース予定



Trimble Siteworks
Machine Guidance



SiteCompacter



Trimble 3D Survey

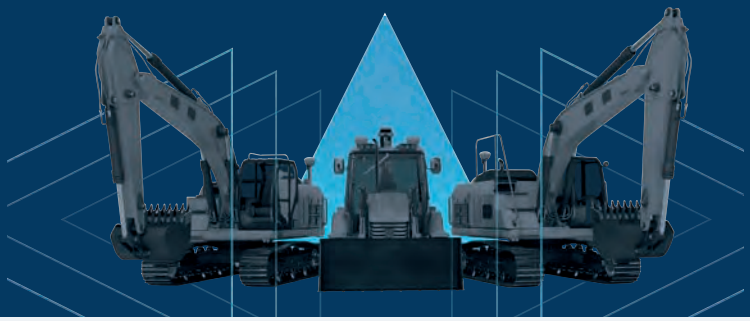


SiteOrchestration



Trimble Business Center

Trimble Earthworks



SITECH

Trimble
Authorized Dealer

SITECH-JAPAN.COM

サイテックジャパン株式会社 info@sitechjp.com
東京都大田区南蒲田２－１６－２テクノポート大樹生命ビル
TEL：03－5710－2594　FAX：03－5710－2731

雑誌 03435－4

4910034350452
00800

「建設機械施工」　定価 八八〇円（本体八〇〇円＋税10％）