

一般社団法人

日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2025

建設機械施工



Vol.77 No.8 August 2025 (通巻906号)

特集 維持管理・長寿命化・ リニューアル



位置情報精度を高めて既設埋設物の3次元デジタルデータを提供

巻頭言

インフラ再構築

特集技術報文

- 下水道管路の損傷をAIで検出、管路詳細調査の効率化技術
- 位置情報精度を高めて既設埋設物の3次元デジタルデータを提供
- レーザー分光式検知器と専用ナビの活用による埋設ガス導管の漏えい検査効率化
- 幅員方向分割施工によるUFC床版への取替え
- 多軸台車を用いた全断面スライドフォーム輸送方法の開発
- 水中ドローンを活用した岸壁調査工事における効率化の取り組み
- 3D画像処理およびAIを活用した港湾構造物の維持管理トータルシステム 他

行政情報

- 下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策の方向性
- 「地域インフラ群再生戦略マネジメント（群マネ）」の主流化に向けて
- 農業水利施設のストックマネジメントの課題と対応
- 軌道検測技術の変遷

交流のひろば

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

Performance **X** Design

SK160 **BLADE
RUNNER**



大容量チルトアングルドーザ搭載

16トンクラス後方超小旋回ショベル

土砂を押す為の本格ドーザ装着機
押す／均す／法面整形／吊り
重量を生かした転圧とマルチに活躍

詳細はこちら



2020年燃費基準
達成建設機械
★★★
国土交通省
燃費基準達成建設機械認定制度

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応にあたります。(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。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円(不課税)

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

○個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。

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

【個人情報の取扱について】

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。

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <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

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

建設機械・施工に関する、学校教育の取組に対する 人材育成助成（第3回）の公募について（予告）

当協会では、令和5年度から、担い手育成に重点を置いた、建設機械・建設施工に関する学校教育の優れた取組に対する助成事業を行っております。

令和7年度につきましても、第3回となる人材育成助成の対象者を、9月より公募開始する予定です。

1. 実施スケジュール

- (1) 応募期限は、令和7年11月28日(金)まで(予定)
- (2) 助成対象者の決定通知は、令和8年3月下旬頃(予定)
- (3) 助成期間は、令和8年度(1年間)(予定)

2. 対象及び対象者

学校教育の取組として、高等学校、高等専門学校、大学および、これらと連携した法人（会社・団体）が実施する、「建設機械又は建設施工に関する人材育成を行うもの」であって、優れた取組と判断されるものを助成の対象とします。

【過去の助成事例】

過去2年で、高等学校5校、高等専門学校1校、大学1校の合計7校に助成しており、いずれも、地域の建設会社や建機レンタル会社、建設コンサルタント会社、建設業団体等とのタイアップ（共同実施）により助成対象の授業等が行われています。

※学校とのタイアップによる人材育成の取組をご検討の建設業界の会社・団体の方は、まずは学校関係者にご相談ください。（助成主体は学校となります。）

3. 助成金額及び期間等

- ① 助成金額: 1件あたり50万円以内(予定)
- ② 助成期間: 1年間(令和8年4月1日から令和9年3月31日まで)(予定)
- ③ 助成件数: 5件以内(予定)

4. 応募

今回の公募の詳細は、9月初旬に本協会HPに掲載する予定です。

<https://jcmanet.or.jp/kyokai-katsudo/commendation/josei-jigyo/>

(一社) 日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和 7 年 8 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 05 月	橋梁架設工事の積算 令和 7 年度版	12,100	10,285	990
2	R7 年 04 月	令和 7 年度版 建設機械等損料表	9,680	8,228	700
3	R7 年 03 月	日本建設機械要覧 2025 年版	53,900	45,100	990
4	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
5	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
6	R6 年 05 月	橋梁架設工事の積算 令和 6 年度版	12,100	10,285	990
7	R6 年 05 月	よくわかる建設機械と損料 2024	7,260	6,171	770
8	R5 年 10 月	道路除雪施工の手引 (第 17 版)	4,950	3,960	770
9	R4 年 03 月	日本建設機械要覧 2022 年版	53,900	45,100	990
10	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
11	H30 年 08 月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	770
12	H29 年 04 月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,122	770
13	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
14	H25 年 06 月	機械除草安全作業の手引き	990	880	770
15	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300	2,970	770
16	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
17	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,200	1,870	770
18	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,178	770
19	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,080	2,618	770
20	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,300	2,970	770
21	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
22	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,100	990	770
23	H16 年 12 月	除雪・防雪ハンドブック (除雪編) 【CD-R】	5,500	4,950	770
24	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
25	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
26	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
27	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
28	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550	495	770
29	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
30	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
31	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
32	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,400	3,960	770
33	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,750	2,475	770
34	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
35	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,470	7,623	770
36	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,380	5,742	770
37	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例 【CD-R】	10,450	9,405	770
38	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
39		建設機械履歴簿	440	396	770
40	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://jcmnet.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。

特 集

維持管理・長寿命化・リニューアル

巻頭言

4 インフラ再構築

森田 弘昭 日本大学 生産工学部 土木工学科 教授

行政情報

5 下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策の方向性 安全性確保を最優先する管路マネジメントの実現に向けて

外園 明成 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） 課長補佐
中野 弘基 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） 研修員

11 「地域インフラ群再生戦略マネジメント(群マネ)」の主流化に向けて

伊藤 瑞基 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 企画第一係長

16 農業水利施設のストックマネジメントの課題と対応

保志 直弥 農林水産省 農村振興局整備部 水資源課 施設保全管理室 保全対策第1係長

特集技術報文

21 下水道管路の損傷を AI で検出，管路詳細調査の効率化技術

山口 治 ㈱奥村組 投資開発事業本部 新事業開発部 インフラ事業推進課 課長

25 位置情報精度を高めて既設埋設物の3次元デジタルデータを提供 地下インフラ3Dマップ

澤井 崇 ジオ・サーチ㈱ 減災事業本部 担当部長

30 レーザー分光式検知器と専用ナビの活用による 埋設ガス導管の漏えい検査効率化

熨斗 克哉 大阪ガスネットワーク㈱ 導管計画部 R&D チーム

34 衛星データを活用した漏水リスク評価管理業務システム

天地人コンパス 宇宙水道局による効率的インフラメンテナンス
㈱天地人 PR 部

39 井戸長寿命化対策における井戸内特殊洗浄技術

湧出量減退を再生させるユニバーサル洗浄工法の効果
八杉 真路 VEEma㈱ 工務部 統括部長

44 Starlink を活用した自律飛行型ドローンによる 葛野川ダムでの遠隔点検実証を実施

地震時一次点検の業務効率化により，作業員の安全確保および設備保全の高度化に貢献
中村 祐樹 KDDI スマートドローン㈱ ソリューションビジネス推進1部

51 幅員方向分割施工による UFC 床版への取替え

名神高速道路河内橋の床版取替工事
小保田剛規 中日本高速道路㈱ 名古屋支社 更新担当課長
中田 慎一 鹿島建設㈱ 中部支店 所長
一宮 利通 鹿島建設㈱ 技術研究所 専任部長

56 橋梁下部工（橋脚）の洗掘状況計測システムの開発

超音波を用いた河床変動のリアルタイム監視
山田 信祐 ㈱きんそく 技術本部 設計グループ
田中 達 ㈱きんそく 技術本部 経営企画室

62 多軸台車を用いた全断面スライドフォーム輸送方法の開発

鈴木 健 西松建設㈱ 技術研究所リニューアル技術グループ グループ長

67 水中ドローンを活用した岸壁調査工事における効率化の取り組み

那須野陽平 東亜建設工業㈱ 土木本部 機電部 研究開発・提案グループ グループリーダー

	73	3D 画像処理および AI を活用した港湾構造物の 維持管理トータルシステム	水野 剣一 五洋建設(株) 技術研究所 土木技術開発部 担当課長 宇野 州彦 五洋建設(株) 技術研究所 土木技術開発部 担当部長
	78	特殊バケット及び ICT を活用した魚礁ブロックの移設方法	金崎 伸幸 (株)西村組 営業部 執行役員営業部長
	84	デジタル技術を活用した消波ブロックの設計・施工・維持管理手法	昇 悟志 (株)不動テトラ 総合技術研究所 研究開発室 第三研究開発グループ グループリーダー 三井 順 (株)不動テトラ 総合技術研究所 研究開発室 第二研究開発グループ 専門役 山崎 真史 (株)不動テトラ 土木事業本部 技術部 副部長
	89	鉄建式－超薄板ジャッキ Sheet Jack シートジャッキ® (アンダーピニング工法に用いるジャッキシステム)	尻無濱昭三 鉄建建設(株) 建築本部 建築技術部長
交流のひろば	94	軌道検測技術の変遷	坪川 洋友 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部軌道管理研究室 上席研究員 GL
ずいそう	98	私の日本百名城の巡り方	米森 清祥 サン・シールド(株) 代表取締役
	101	マンション大規模修繕委員長になってしまった	川西 光照 大成建設(株) 中部支店 営業部 参与
部会報告	103	(株)加藤製作所 茨城工場 見学会 報告	機械部会 基礎工事用機械技術委員会
	105	紀陽建設機械(株) 見学会 報告	機械部会 機械整備技術委員会
CMI 報告	108	覆工の設計手法に関する基礎的検討	井野 裕輝 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第一部 主任研究員 笠井 大地 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第一部 研究員
	113	新工法紹介	機関誌編集委員会
統計	114	主要建設資材価格の動向	機関誌編集委員会
	119	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
	120	行事一覧 (2025 年 6 月)	
	124	編集後記 (松本・大竹)	

◇表紙画像説明◇

位置情報精度を高めて既設埋設物の 3 次元デジタルデータを提供

画像提供：ジオ・サーチ(株) 提供元：大阪国道事務所

面的探査および地上レーザー測量を実施し、取得したデータを解析して地上および地下の状況を 3 次元で表現した「地上・地下インフラ 3D マップ」を作成し、同時に電線共同溝の詳細設計を進め、埋設物調査との業務間連携を図りながら設計精度の向上に取り組んだものである。

巻頭言

インフラ再構築

森 田 弘 昭



【インフラの抱える三重苦】

高度経済成長期に集中的に整備されたインフラの老朽化が深刻な問題として顕在化している。2025年1月に発生した八潮市の大規模道路陥没事故は、下水道、トンネル、橋梁など、国民生活と経済活動を支えるインフラが、適切な維持管理と更新無しにはその機能を果たせなくなる危機に直面していることを図らずも全国に知らしめた。老朽化ストック増加と人口減少、限られた財源という三重苦の中で私たちはこの膨大なストックをいかに賢く、そして持続可能な形で次世代へ引き継いでいくのか？その方策が今、厳しく問われている。

【選択と集中】

まずは、全てのインフラを従来通りに維持・更新することは、人口減少とそれに伴う税収減を考慮すれば、もはや現実的ではない。これらの課題は特に地方自治体において、厳しい局面を迎えており、これまで通りの水準のサービス提供は継続不可能であり、インフラの維持・更新のあり方について根本的な発想の転換が求められている。

地域の将来像を地域全体で考え、合意形成を図りながら、現存する様々なインフラの必要性和優先順位を厳格に評価し、「選択と集中」を進める必要がある。その結論として集約化やダウンサイジング、場合によっては廃止といった判断も受容し、身の丈に合ったインフラ群へと再構築していく必要がある。

【予防保全】

次に考えるべきは、維持管理の質的転換として「予防保全」への本格的な移行が急務である。従来の事後保全、すなわち損傷が顕在化してから対応するやり方では、インフラの置かれている状況によっては、結果的に多大なコストと時間を要し、時には笹子トンネルのような大惨事を招きかねない。高感度センサーの活用による点検技術の高度化やAI、IoT、ドローンなどの新技術を積極的に活用し、インフラの状態をきめ細かく把握・分析することで、損傷が深刻化する前に計画的かつ効率的な修繕を行う体制を構築する必要がある。これにより、ライフサイクルコストの縮減と長寿命化、安全性の向上を図ることが可能となる。

【インフラ運営体制の転換】

現代ではインフラそのものの高機能化と利用しながらの維持管理や更新が求められることから、より高度な技術力と専門知識が必要になっている。現実問題として個々の自治体が単独でこれらの高度な技術力や専門知識に対応するには限界がある。近隣自治体間での技術者や機材の共同利用、維持管理業務の共同発注、インフラそのものの共同運営などを進め、スケールメリットを追求すべきである。また、民間企業が持つ専門的な知見や技術力を積極的に活用するPPP/PFI方式の導入も有効な選択肢であり、下水道部門ではPPP/PFI方式のひとつであるコンセッション方式が導入され公設公営時代よりも運営コストもマンパワーも削減されている。

【技術継承】

さらに重要なのは、インフラの維持管理と更新を支える「人の育成」と「技術継承」である。経験豊富な技術者の大量退職が進む一方で、インフラ技術を継承する若手技術者の確保が難しくなっている。伝える人と受け継ぐ人の減少は優良技術の消失に繋がる。魅力ある労働環境の整備、DXによる業務効率化と負担軽減、そして次世代の技術者を育成するための教育体制の強化が急務である。また、点検データを一元的に管理・共有し、分析結果を維持管理計画に活かす「インフラマネジメントシステム」の構築は、経験に基づく暗黙知を属人的なものから誰もがいつでもアプローチできる形式知への転換であり、組織的な対応能力を高める上で不可欠となる。

【おわりに】

インフラはいつかは壊れて機能を失うものである。人口減少に代表される厳しい社会環境であるが技術革新を積極的に取り込み、戦略的な視点と地域住民との合意に基づいた持続可能なインフラの運営体制を構築することこそ、安全・安心で質の高い生活を将来にわたって確保するための道筋である。

行政情報

下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策の方向性 安全性確保を最優先する管路マネジメントの実現に向けて

外 園 明 成・中 野 弘 基

埼玉県八潮市で発生した道路陥没事故では、トラック運転手の方が巻き込まれるとともに、約 120 万人に 16 日にわたり下水道の使用自粛が要請され、さらに、現在（6 月 20 日時点、以下同じ）でも埼玉県による陥没箇所の復旧工事が続いており、甚大な影響が生じている。

国土交通省では、今般の下水道管破損に起因すると考えられる大規模な道路陥没事故の発生を踏まえ、「下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会」（委員長：家田仁氏 政策研究大学院大学特別教授）を設置し、同種・類似の事故の発生を未然に防ぐための議論を進めている。本稿では、主に下水道管路に関する有識者委員会の提言やそれを踏まえた国土交通省の取組について紹介する。

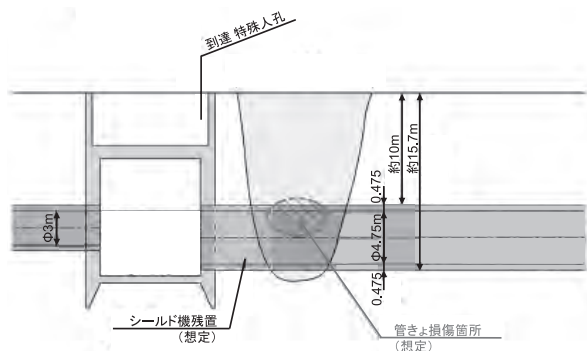
キーワード：道路陥没，老朽化対策，維持管理更新，リダンダンシー

1. 埼玉県八潮市における道路陥没事故の概要

令和 7 年 1 月 28 日、埼玉県八潮市の県道 54 号松戸草加線（中央一丁目交差点）において大規模な道路陥没が発生した（写真—1，図—1）。陥没箇所にトラッ



写真—1 1月30日 陥没拡大後の写真



図—1 陥没箇所のイメージ

ク運転手が車両ごと落下し、その後5月2日に死亡が確認された。陥没箇所では、埼玉県流域下水道の下水道管路（内径 4.75 m）が破損し土砂を引込んでおり、現在、埼玉県の有識者委員会により原因究明がなされている。

また、流域下水道管路の破損に伴い、関連 12 市町の約 120 万人が 16 日間にわたり下水道の使用自粛が要請されるなど影響が広域に及ぶとともに、現在も県道の通行規制を伴い陥没箇所の復旧工事が続いており、大きな社会的影響が生じている。

2. 下水道管路の緊急点検の実施について

国土交通省は、事故発生直後の 1 月 29 日に、陥没箇所と同様の大規模な下水道管路^{*}を管理する 7 都府県の流域下水道管理者に対し、下水道管路に対する緊急点検と補完的に路面下空洞調査の実施を要請した（写真—2，3）。対象となる下水道管路（延長約 420 km）での点検の結果、管路の腐食などの異状が 3 箇所を確認され、これらの箇所については必要な対策を速やかに実施するよう要請した。なお、路面下空洞調査（約 320 km）の結果、路面から 1.5 m より深いところに空洞の可能性がある箇所は確認されず、浅い位置で空洞の可能性がある箇所は 6 箇所確認された。これらの箇所については、全て対応済みである。

^{*}処理水量 30 万 m^3 /日以上 の下水処理場に接続する口径 2 m 以上の流域下水道管路（7 都府県 13 流域下水道が対象）



写真一 2 下水道管路の緊急点検の様子



写真一 3 路面下空洞調査の様子（空洞探査車による調査）

表一 1 委員名簿（令和 7 年 4 月時点）

	氏名	役職
委員長	家田 仁	政策研究大学院大学 特別教授
委員	秋葉 正一	日本大学 生産工学部 土木工学科 教授
委員	足立 泰美	甲南大学 経済学部 教授
委員	砂金 伸治	東京都立大学 都市環境学部 都市基盤環境学科 教授
委員	岡久 宏史	(公社) 日本下水道協会 理事長
委員	北田 健夫	埼玉県 下水道事業管理者
委員	桑野 玲子	東京大学 生産技術研究所 教授
委員	三宮 武	国土技術政策総合研究所 上下水道研究部長
委員	長谷川 健司	(公社) 日本下水道管路管理業協会 会長
委員	藤橋 知一	東京都 下水道局長
委員	宮武 裕昭	(国研) 土木研究所 地質・地盤研究グループ長
委員	森田 弘昭	日本大学 生産工学部 教授

(委員長以外 50 音順、敬称略)



写真一 4 委員会の様子

3. 大規模陥没対策に関する有識者委員会の設置

国土交通省は、2月21日に「下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会」(以下、有識者委員会)を設置した。有識者委員会は、今後、下水道等の劣化の進行が予想される中、同種・類似の事故の発生を未然に防ぐため、地下管路の施設管理のあり方などを専門的見地から検討することとしており、これまで主に以下の論点を議論してきた。

- ・安心・安全確保の観点から差し当たって取るべきアクション（全国特別重点調査）
- ・重点的な点検・調査のあり方
- ・道路管理者など他の管理者とのリスク情報共有のあり方
- ・下水道施設の再構築のあり方
- ・下水道等のインフラマネジメントを推進する仕組みのあり方 など

有識者委員会では、八潮市の陥没箇所や下水道管の全国特別重点調査の現場を視察するとともに、議論のテーマに応じて鉄道・道路・トンネル等の実務専門家も加えて様々な観点から集中的に議論を行い、現在



写真一 5 全国特別重点調査の視察の様子



写真一 6 八潮市陥没現場の視察の様子

は、6回の開催を重ね、第2次提言までとりまとめている（表—1、写真—4～6）。

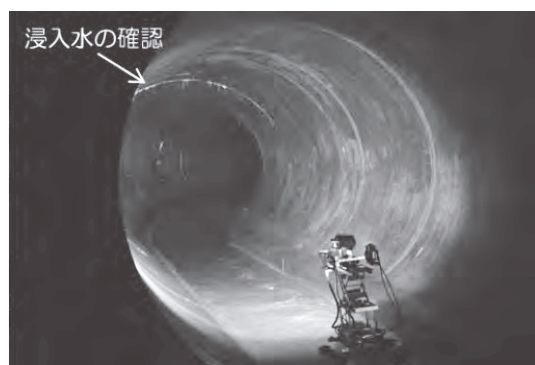
（1）有識者委員会の第1次提言について

有識者委員会では、3月17日に「全国特別重点調査の実施」に関する内容を第1次提言としてとりまとめた。本提言では、国民の安心・安全を得られるよう、調査対象は事故時の影響度と管路の損傷の発生しやすさの観点から「大口径」かつ「古い基準の構造」の全国の下水道管路とし、期限を設けて調査を実施、結果に応じた必要な措置を講じるよう求めている。

具体的な調査対象は、内径2m以上かつ平成6年度以前に設置・改築された管路とし、調査の実効性を高めるため、以下のいずれかに該当する箇所の調査を優先的に実施。優先実施箇所は今夏をめどに調査を完了、それ以外の箇所は1年以内を目途に調査を完了させることとしている。

<優先実施の要件>

- ①八潮市道路陥没現場と類似の構造・地盤条件の箇所
- ②管路の腐食しやすい箇所
- ③陥没履歴があり交通への影響が大きい箇所
- ④その他（沈砂池の堆積土砂が顕著に増加した処理場やポンプ場につながる管路）



写真—7 〔調査事例1〕自走式テレビカメラ調査の様子と確認した異状箇所（浸入水あり）

さらに、調査においては、従来行われてきた潜行目視やテレビカメラによる視覚調査に加えて、打音調査等による定量的な劣化調査や管路内からの地盤空洞調査といった新たな技術的方法を積極的に導入することとしている（写真—7、8）。なお、全国特別重点調査による緊急度の判定基準は現行よりも強化して、緊急度に応じた適切な対策を図ることとしている。

本提言を踏まえて、国土交通省では、3月18日に全国の下水道管理者に対し対象管路（総延長約5,000 km、優先実施箇所1,000 km）について全国特別重点調査を実施するよう要請し、各自治体が本調査に取り組んでいる状況である。

（2）有識者委員会の第2次提言について

6回にわたる議論を経て、5月28日に、有識者委員会では第2次提言「国民とともに守る基礎インフラ上下水道のあり方～安全性確保を最優先する管路マネジメントの実現に向けて～」をとりまとめ、家田委員長から中野国土交通大臣に内容を報告いただいた（写真—9）。

第2次提言では、下水道の安全に関する基本認識として、下水道管路は極めて過酷な状況に置かれたインフラであり、「安全性確保が何よりも優先される」という基本スタンスを再認識すべきという考え方が示されている。



写真—9 家田委員長から中野大臣への手交の様子（第2次提言）



写真—8 〔調査事例2〕船体式テレビカメラ調査の様子と確認した異状箇所（管路内面の腐食あり）

(下水道の特徴)

- ・状況把握に高い不確実性を伴う地下空間に布設されている
- ・下水中の硫化水素に起因して発生する硫酸は管路に化学的腐食をもたらす
- ・大規模下水道システムの下流部では流量変動が小さくメンテナンスのための流量調整が難しい
- ・硫化水素や降雨による急な増水など管路内作業に危険が伴う

この基本認識のもと、下水道等のインフラマネジメントのあり方について、主に以下の点を提言している。

(a) 点検・調査技術の高度化・実用化

今回の事故を通じてニーズが明確となった、地下空間の安全性の確保を目的とした技術の高度化・実用化に取り組むべきであるとされている。なお、これには下水道管内の作業従事者の安全性確保の視点も含まれている。

(高度化・実用化に取り組むべき主な技術)

- ・大深度の空洞調査技術
- ・下水道の大口径管の管厚や強度測定のための検査技術
- ・管路内作業での事故等を踏まえ、無人化・省力化に向けたDXとしての自動化技術
- ・水道の大口径管の漏水調査技術
- ・下水道管路における水深が深く流れが速い箇所での改築が可能な技術 など(写真—10, 11)

(b) 点検・調査の重点化

下水道の点検・調査については腐食環境にあるなど「管路の損傷の発生のしやすさ」と、道路交通等への二次災害など事故発生時の「重大な社会的影響の回避」の2つの要素を勘案することが重要である。このため、

- ・管路の損傷の発生しやすさが大きい箇所については、主として「頻度」
- ・社会的影響が大きい箇所については、主として「方法」
- ・両者ともに大きい箇所については、「頻度」と「方法」の両面

の強化・充実を検討すべきであるとされている。

一方で、限られた人員・予算で確実に下水道管路の点検・調査を実施する観点から、点検・調査にメリハリをつけるべきであり、両者ともに小さい箇所については、時間計画保全や事後保全とすることを検討すべきであるとされている(図—2)。

国土交通省では、本提言を踏まえ点検の頻度や方法について見直しを検討していく。

- (c) リダンダンシー(冗長性)・メンテナビリティ(維持管理の容易性)を備えたシステムへの再構築
これまでの下水道整備にあたっては、早期普及の要

請に応えるべく、効率的な整備に努めてきており、構造的にリダンダンシーやメンテナビリティへの配慮が十分ではなかったとの指摘のもと、特に大規模下水道システムの大口径かつ平常時の管内水位が高い下水道管路においては、修繕・改築や災害・事故時の迅速な復旧が容易ではないという課題がある。このような状況を回避するために、以下に示す多重化や分散化の取組により、リダンダンシー、メンテナビリティを確保すべきであるとされている(図—3)。

①多重化の取組の例

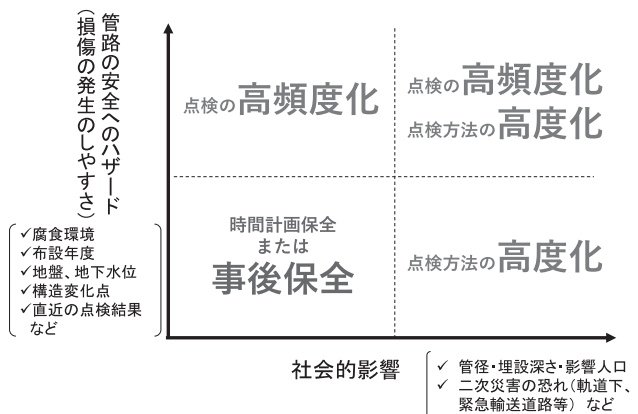
- ✓管路の二条化(複線化)
- ✓別の幹線や処理区との連絡管の整備



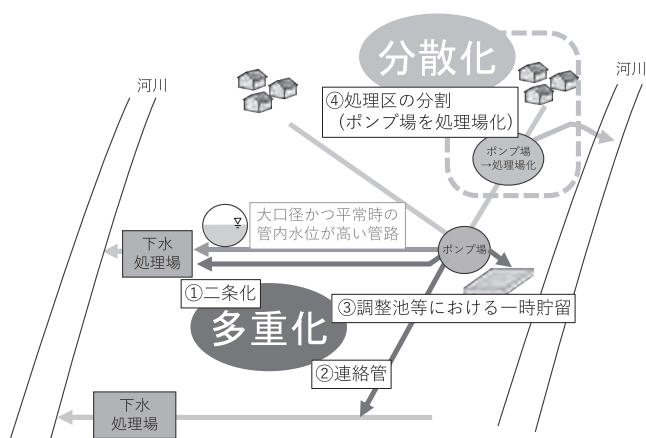
写真—10 管路内における管路背面の地盤の空洞調査例



写真—11 ドローンを活用した無人化・省力化



図—2 下水道管路の点検・調査の重点化とメリハリの考え方



図一 3 大規模下水道システムにおけるリダンダンシー・メンテナビリティの確保

✓既存ストック（調整池等）での一時貯留 など

②分散化の取組の例

✓処理区の分割（ポンプ場を処理場化等） など

また、下水道の点検・調査など維持管理を容易に行えるよう配置・構造を改善し、メンテナビリティを向上すべきであり、施設の改築、再構築等の機会に、例えば下記の方策を検討すべきであるとされている。

✓埋設深やマンホール間隔などの管路施設の配置の見直し

✓資機材の搬出入や作業員の退避の容易性を踏まえたマンホール蓋の大きさの見直し

✓多機能型マンホール蓋の設置（管内の硫化水素濃度の測定、通信網を利用したリアルタイムの情報発信）

✓光ファイバーセンサーの導入（光ファイバーをセンサーとして活用することで管路の変位を検知）

✓段差の解消

✓防食性能の確実な確保

(d) 地下空間情報のデジタル化・統合化

道路管理者と道路占用者の連帯により、道路下に埋設されている各種占用物の設置状況（位置、構造、材質など）、敷設年度、点検結果や補修状況などの他、路面下空洞調査の結果や道路陥没履歴などの情報をデジタル化した上で統合化する仕組み（データベース、管理体制・組織等を含む）の検討や、空洞の出来やすさや拡大しやすさをマップ化し、道路管理者と道路占用者が一体で道路陥没マネジメントを行う取組の導入を積極的に進めるべきであるとされている。

(e) 下水道等のインフラマネジメントを推進するための体制や財源確保

インフラマネジメントを推進する体制や関係機関の連携のあり方として、専門的な人材の養成・確保に取

り組むとともに、都道府県単位等での自治体同士の広域連携や、広域型等の質の高いウォーター PPP、地域インフラ群再生戦略マネジメントのもと、人の群マネを進めていくべきであるとされている。

さらに、財源確保のあり方として自治体においては、現行の使用料水準にとらわれることなく、今後の適切なインフラマネジメントに必要な財源を確保するため、住民の理解促進を図った上で、コストベース型の使用料体系に基づく適正な使用料水準を設定すべきとし、さらに、提言に掲げる対策の実施のため、国民などの意識の醸成のあり方についても言及している。

4. おわりに

国土交通省では、有識者委員会の提言を踏まえ、安全性確保を最優先とする管路マネジメントへの転換を図るため、社会的影響の大きい上下水道管路の更新や、多重化・分散化によるリダンダンシー確保の施策などを、第1次国土強靱化実施中期計画（6月6日閣議決定）に新たに追加している。

<第1次国土強靱化実施中期計画に新たに位置づけた指標>

- ・漏水リスクが高く、事故発生時に社会的影響が大きい大口径水道管路（口径 800 mm 以上の管路）の更新（約 600 km）の完了率 8%【R6】→32%【R12】→100%【R23】

- ・損傷リスクが高く、事故発生時に社会的影響が大きい大口径下水道管路（「下水道管路の全国特別重点調査」の対象※：約 5,000 km）の健全性の確保率 0%【R6】→100%【R12】

※口径 2 m 以上かつ 30 年以上経過した下水道管路

- ・修繕・改築や災害・事故時の安定給水の観点から計画的にリダンダンシー確保が必要な大口径水道管路（口径 800 mm 以上の導・送水管）に対する複線化・連結管整備（約 300 km）の完了率 33%【R6】→76%【R12】→100%【R15】

- ・修繕・改築や災害・事故時の迅速な復旧が容易ではない大口径下水道管路（口径 2 m 以上の管路）を有する地方公共団体（約 60 団体）のうち、リダンダンシー確保に関する計画を策定し、取組を進めている団体の割合 7%【R6】→100%【R9】

- ・水道事業者（全国約 1,400 事業者）のうち、メンテナンスに関する上下水道 DX 技術（人口衛星や AI を活用した漏水検知手法等）を導入している事業者の割合 34%【R6】→100%【R9】

- ・下水道事業を実施している地方公共団体（全国約

1,500 団体)のうち、メンテナンスに関する上下水道 DX 技術 (ドローンによる下水道管路内調査手法等)を導入している団体の割合 21%【R6】→100%【R9】

これら対策の実施に向けた考え方を自治体に分かりやすく示しながら、上下水道施設の戦略的維持管理・更新をしっかりと進めていく。加えて、各自治体が新しい考え方による点検・調査の重点化や技術の高度化・実用化等を早期に実現できるように、制度改正や具体的方策の検討を可及的速やかに進めてまいりたい。

なお、有識者委員会では夏頃に第3次提言をとりまとめる予定としており、下水道等に関する具体的な方策の整理や、インフラ全般のマネジメントのあり方についても継続して議論を行っていく。本稿で紹介しきれなかった有識者委員会の資料や提言本文、今後の有識者委員会の内容については、国土交通省 WEB サイトを参照いただきたい。

J C M A

《参考文献》

- ・ 下水道等に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会 (https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000987.html)
- ・ 内閣官房 第1次国土強靱化実施中期計画 (https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/dail_chuukikeikaku/index.html)

【筆者紹介】

外園 明成 (ほかぞの めいせい)
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)
課長補佐



中野 弘基 (なかの ひろき)
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)
研修員



行政情報

「地域インフラ群再生戦略マネジメント（群マネ）」の主流化に向けて

伊藤 瑞基

令和4年に社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会において、これまでの取組のレビュー及び、今後のメンテナンスのあり方について提言がとりまとめられた。提言を受け、国土交通省では広域・複数・多分野のインフラを「群」として捉えマネジメントする「地域インフラ群再生戦略マネジメント」等について検討を進めている。本稿ではインフラメンテナンスの現況と予防保全型メンテナンスへの転換に向けた取組を紹介する。

キーワード：インフラメンテナンス、インフラ老朽化、予防保全、包括的民間委託、群マネ

1. インフラメンテナンスの現況と見通し

(1) インフラメンテナンス施策の振り返り

我が国における近年のインフラメンテナンス施策について、節目に沿って振り返る（図—1）。

- ・日本よりも先行してインフラ整備が進められたアメリカでは、1930年代のニューディール政策以降に大規模に整備されたインフラが1980年代に老朽化問題が深刻化し、経済や生活の様々な面に影響を及ぼす事態に至った（「荒廃するアメリカ」）。日本で急速にインフラ整備が進んだのは、高度経済成長期であり、アメリカの「30年後ろ」を歩んでいるとも言えることから、アメリカの教訓を参考にして、「荒廃する日本」としないため、予防保全型インフラメンテナンスへの転換などの検討が進められた。
- ・こうした本格的な検討の場の一つとして、2012年7月には国土交通省の審議会の下に「社会資本メンテナンス戦略小委員会（以下、メンテ小委）」が設置され、今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について議論を開始した。そのわずか4か月後の同年12月2日、中央自動車道の笹子トンネルで天井板崩落事故が発生した。事故2日後に開催されたメンテ小委では、「今までインフラメンテナンスは単にお金が足りないという問題で取り上げられていた面があるが、命につながり得る問題であるということ」を国民も目の当たりにした」と委員が発言するなど、インフラメンテナンスに対する危機意識が強く刻まれた。
- ・国土交通省では、翌2013年を「社会資本メンテナ

ンス元年」として位置づけ、以降、点検、診断、措置、記録からなるメンテナンスサイクルの確立や地方公共団体に対する補助金、交付金等の財政措置、民間資格制度の創設、新技術・民間活力等の活用によるインフラメンテナンスの効率化・高度化など様々な取組を進めてきた。

- ・笹子の事故から丸10年を迎えた2022年12月2日、上記の審議会の部会より国土交通大臣に対して、新たな提言が手交された。これまでの10年間の「第1フェーズ」の取組をレビューした上で、これからの「第2フェーズ」の方向性として、特に人員不足等に苦悩する「小規模な市区町村」に焦点を当てて、

○国土交通省における老朽化対策の取り組み

○ 社整審・交政審技術分科会技術部会に「社会資本メンテナンス戦略小委員会」設置 [2012.7.31]

○ 笹子トンネル天井板崩落事故 [2012.12.2]

○ 2013年を「社会資本メンテナンス元年」に位置付け

○ 「社会資本の維持管理・更新について当面講ずべき措置」策定 [2013.3.21]

○ 「インフラ長寿命化基本計画」策定 [2013.11.29]

○ 社整審・交政審 答申 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について [2013.12.25]

○ 社整審 道路分科会 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言 [2014.4.14]
最後の警告—今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ

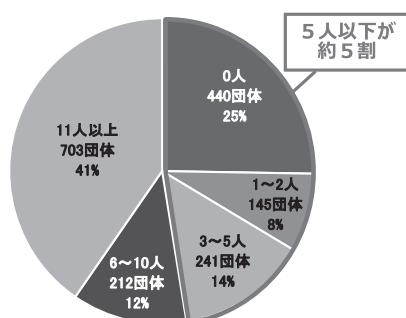
○ 「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」当初＜計画期間：H26～H32年度＞ [2014.5.21]
改定＜計画期間：R3～R7年度＞ [2022.6.18]

○ 社整審・交政審技術分科会 技術部会 提言『総力戦で取り組むべき次世代の「地域インフラ群再生戦略マネジメント」～インフラメンテナンス第2フェーズへ～』 [2022.12.2]

図—1 インフラ老朽化対策に関するこれまでの主な取組

従来の「個別施設のメンテナンス」だけでなく、「複数・多分野」のインフラを「広域」の地域インフラとして捉える「群マネ」という新たな概念が提示された。

- ・提言で示された「群マネ」を具現化するべく、国土交通省では、2023年8月に有識者検討会（以下、群マネ検討会）を設置し、同年12月にはモデル地域として11地域（40自治体）を選定し、検討を進めている。
- ・こうした最中、2025年1月28日、埼玉県八潮市で下水道管の破損に起因すると考えられる道路陥没事故が発生した。下水道管に起因する道路陥没等は、2022年度には全国で約2,600件発生しており、国土交通省では同様の事故の発生を未然に防ぎ、国民の安全・安心が得られるよう、全国の地方公共団体に対して下水道管路の全国特別重点調査の実施を要請している。また、地下管路の施設管理のあり方などを検討する有識者委員会を設置し、引き続き検討を進めている。



図一 市区町村における技術系職員数

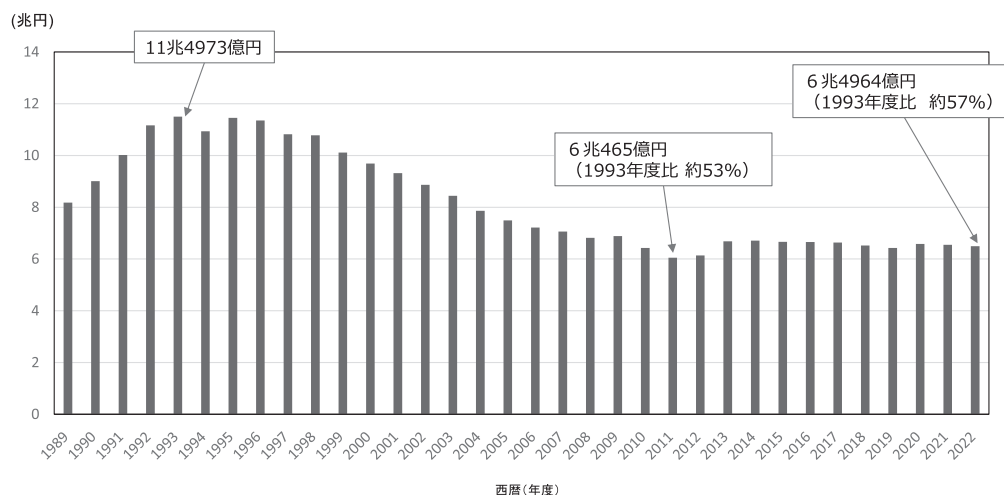
※総務省「地方公共団体定員管理調査結果（R6.4.1時点）」より国土交通省作成（技術系職員は土木技師、建築技師として定義）。

(2) インフラメンテナンスにおける市区町村の状況
建設後50年以上を経過するインフラの割合は、今後、加速度的に増加することが見込まれる一方で、各インフラの管理者割合を見ると、その多くを市区町村が担っている（例えば、道路橋では全国約73万橋の65%）。この市区町村の人員体制を見ると、約半数の自治体は技術系職員が5人以下、約25%に至っては0人と脆弱な状況となっている（図一2）。さらに、市区町村の土木費は、ピーク時の平成5年度の約11.5兆円から、平成23年度までの間で約半分の約6兆円に減少している（図一3）。このような中で、措置が必要な施設数に対して、講じるべき補修・修繕が追いついておらず、依然として事後保全段階にある施設が多数存在する。

(3) 予防保全への転換へ向けた取組

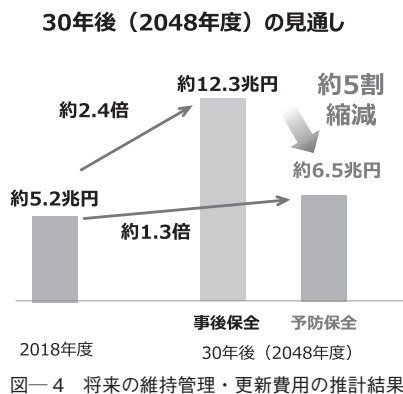
国土交通省では、平成30年度に所管する分野のインフラについて、30年後までの維持管理・更新費の推計結果を公表した。インフラの維持管理・更新について、不具合が生じてから対策を行う「事後保全」から、不具合が生じる前に対策を行う「予防保全」へ転換することにより、30年後の維持管理・更新費が約5割縮減される見込みであることが明らかになった（図一4）。人口減少等の社会情勢の変化に応じて適確にインフラ機能を発揮させるため、トータルコストの縮減・平準化等を図りつつ、計画的・効率的なインフラの維持管理・更新を進める必要がある。

2025年6月に閣議決定された第1次国土強靱化実施中期計画では進行するインフラ老朽化への対応として、防災・減災対策と老朽化対策の一体的推進や群マネの推進を図り、緊急的に対策を講ずる必要のある用



（地方財政統計年報より国土交通省作成）

図一 市区町村の土木費の推移



緊急対応箇所の早期解消を図るとしている。

2. 群マネの推進

(1) 「群＝束ねる」という戦略

群マネでは「自治体の束」や「事業者の束」, 「技術者の束」といった「群＝束ねる」という点が重要である。自治体を束ねる広域連携には市区町村同士が連携する「水平連携」や、県も関与する「垂直連携」があるが、技術系職員が不足する自治体においても県や近隣の市と連携することで技術的知見を補完できることが期待される。また、道路や河川、公園など、1つの自治体の中であっても、場合によっては部署が異なるものもあるが、一括して発注したり、巡回や除草などの作業をまとめて実施したりすることで効率化が期待される。これを多分野連携という。

(2) 広域連携・多分野連携の先行事例

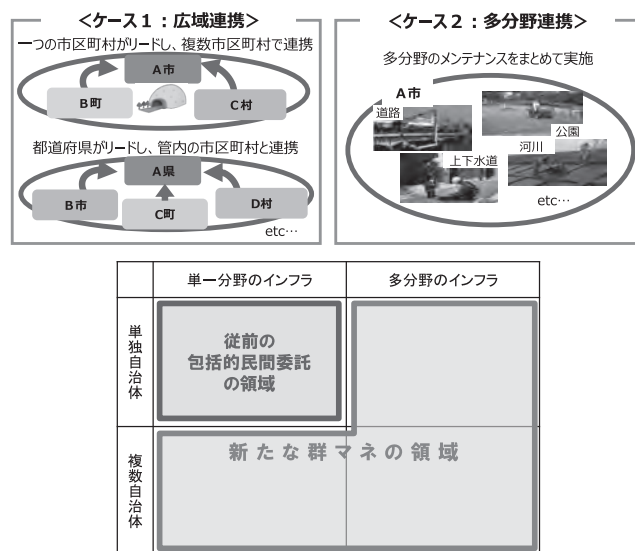
「群マネ」と聞くと、全く未知のものという印象を受けるかもしれないが、インフラメンテナンスにおける広域連携や多分野連携の先行事例は存在する(図一5)。

①広域連携

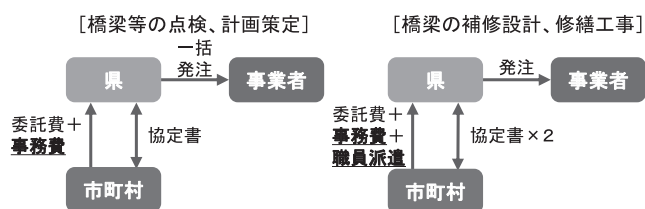
【橋梁関係(点検、計画策定、設計、工事)】

橋梁関係を対象とした広域連携事例として、奈良県(奈良モデル)が挙げられる。点検、計画策定業務では県と市町村が協定書を締結し、県が、県と複数市町村の業務をとりまとめて一括発注している(市町村は県へ事務費を負担)。これにより、技術系職員が不足する中、県内全体のインフラ長寿命化が促進されている。

また、補修設計、修繕工事では、上記に加えて、市町村が県へ職員派遣を実施(併任辞令)し、県職員のサポートを受けながら、自らの市町村の橋梁の補修設計や修繕工事に係る積算、現場立会、完了検査等の一連の業務に従事する。これにより、派遣職員が技術的なノウハウを習得することで、各市町村の技術力向上

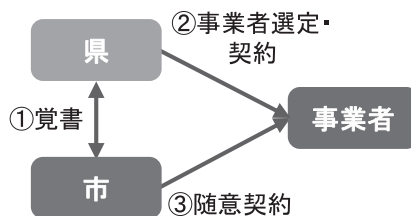


図一 5 群マネのイメージ



図一 6 奈良県の広域連携スキーム

【道路(県道・市道)の日常維持管理】



図一 7 静岡県・下田市の広域連携スキーム

にも寄与している(図一6)。

【日常維持管理(巡回、除草、舗装修繕等)】

日常維持管理を対象とした広域連携事例として、静岡県と下田市が挙げられる。

県と市で覚書を締結し、県道と市道の日常維持管理を同一の事業者へ委託している(巡回、舗装補修、小規模修繕等)。契約としては、県と市が同一の仕様書で公告し、県が事業者を選定した後、市は覚書に基づき同一事業者と随契する形式を取っている。県道と市道が一体管理されることで、例えば、往路は市道、復路は県道といったパトロール効率化や県道・市道を区別せず近隣箇所をまとめた作業実施など、事業者側の業務効率化が図られている(図一7)。

②多分野連携

多分野連携(日常維持管理業務)の事例について、

対象分野の組み合わせ別に示す。その他の切り口としても、契約年数や性能規定の適用有無等の違いにより、様々なバリエーションが見られる。

【道路+河川+公園】

新潟県三条市は5年契約（総価契約）で実施している。

【道路+河川】

三重県四日市市は1年4か月契約（単価契約のみ）で実施している。

【道路+公園】

三重県明和町は3年契約（総価契約+単価契約）で実施している。

【道路+河川+砂防】

福島県は2年契約（総価契約+単価契約）、栃木県では、1年2か月契約（総価契約）で実施している。

（3）先行事例における効果事例

先行事例における効果事例について、発注者・事業者・市民の視点から整理する。

【発注者】

- ・発注作業や業務指示等にかかる対応時間が減少（直営+委託でのトータルコスト削減）
- ・広域連携により、技術的知見が補完されるだけでなく、職員の技術力が向上
- ・不調・不落件数の減少

【事業者】

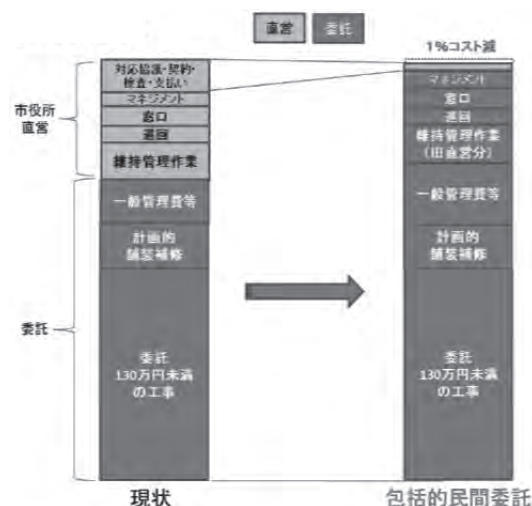
- ・複数業務をまとめることで効率化（パトロールを一括化、同じ現場で舗装補修と清掃等を同時作業）
- ・書類作成や事務手続き等の手間が削減（特にJV等の代表企業以外の構成企業）
- ・創意工夫を発揮しやすくなった（事業者提案による新技術導入、蓄積データ分析による先回り対応等）
- ・事業者間の連携により、地元業者の技術力向上
- ・人員や資機材を確保しやすくなった（他工事との調整、事業者間の融通等）
- ・経営安定化により新たな雇用や設備投資が実現

【市民】

- ・従前よりもサービスレベルが向上した（対応の迅速化、先回りの対応等）

（4）効果の試算例（新潟県三条市）

上記の効果のうち、「直営+委託でのトータルコストの削減」については、効果試算を実施している事例がある。新潟県三条市では、窓口対応や維持作業の委託化や性能規定導入等によって、直営対応時間が大幅に縮減されるとともに、直営（対応時間を人件費換算）+委託のトータルコストでも1%削減されると試算さ



図一 8 導入効果の試算例（新潟県三条市）

れた（図一 8）。このとき、包括化に伴い、アウトソーシング費用や全体マネジメント業務など必要な経費を適切に計上することで、委託費用そのものは増額している点に留意すべきである。

また、窓口業務の委託化による効果について、職員人数に換算すると約14人分の直営対応時間縮減に相当すると試算された。この試算から、単に土木部署の職員数を減らすということに向かわせるのではなく、例えば、これまで手が付けられなかった計画策定（公園の配置適正化計画等）に着手できたり、マンパワーが増えたことで工事発注件数を増やせるようになったり（発注規模で約8倍）、直営班（現業職員）が建設部の包括的民間委託業務では対応できない新たな作業（従前は保育士自らが実施していた保育所の草刈りなど）をカバーできるようになったりするなど、生み出された時間を有効に活用し、新たな業務に注力することに繋げている。

（5）群マネのモデル地域での検討状況

モデル地域における実施内容について、対象分野とポイントを図一 9 に示す。

R7年度に試行業務を開始する地域もある一方で、導入検討に向けて悩んでいる共通項（不安）も以下のように見えてきている。

【自治体】

- ・業務効率化に資する発注内容とは？
- ・自治体間や内部他部署との調整とは？
- ・事業者側とのコミュニケーション方法とは？

【事業者】

- ・業務範囲が広がった場合、対応できるか？
- ・事業者同士でどのように連携を進めるか？

このように、群マネを全国展開していく上での課題

●: 広域連携(複数自治体)での検討 ○: 多分野連携(単独自治体)での検討

類型	自治体	道路	河川	公園	下水道	その他	モデル地域としてのポイント
広域連携	① 垂直連携 和歌山県(他1市3町)	●	—	—	—	—	・県と1市3町の垂直連携(橋梁の集約再編計画を共同策定) ※県道と市町道のペアでの機能検討も ⇒R7年度 県と1市3町共同で計画策定予定
	広島県(他2町)	●	—	—	—	—	・県と2町の垂直連携(県道・町道の日常維持管理) ※スタートは県と町から同一事業者へそれぞれ契約する形を想定するが、将来的には契約の一本化も検討
	北海道幕別町(他1町)	● ○	—	○	—	—	・2町の水平連携(橋梁の点検・設計・修繕工事、住民通報の窓口業務) ※データ連携も検討(道路台帳システム、除雪管理システム等) ・幕別町単体での多分野連携も検討(道路+公園の日常維持管理等)
	② 水平連携 大阪府貝塚市(他7市4町)	●	—	●	●	—	・12市町の水平連携(道路、公園、下水道それぞれの業務実施) ⇒R7年度 モデル事業を実施(道路:ドラレコを活用したAI道路点検(12市町)、公園:遊具点検(2市)、下水道:事業所排水規制業務(9市町)) ⇒R8年度以降の業務拡大も検討(道路付属物点検等)
	兵庫県養父市(他2市2町)	●	—	—	—	—	・水平連携(橋梁の一括管理:修繕設計・修繕工事) ※一部市町に限定した先行発注など段階的な進め方も想定
	奈良県宇陀市(他3村)	●	—	—	—	—	・1市3村の水平連携(橋梁の一括管理:点検・修繕設計・修繕工事) ※CM方式の活用も視野 ⇒R7年度 試行業務(橋梁点検(3市村))を発注 ※R8年度 点検・設計・工事の連携
	島根県益田市(他2町)	●	—	—	—	● (農林道)	・1市2町の水平連携(農林道含む橋梁・トンネルの一括管理:点検・修繕設計) ⇒R7年度 橋梁点検(1市2町)を発注予定 ※R8年度 設計業務も追加検討
③ 多分野連携	秋田県大館市	○	○	○	○	○ (農林道)	・多分野連携(道路(農林道含む)+河川+公園の日常維持管理) ⇒R7年度 大館西地域で業務開始 ⇒R8年度 下水道(雨水幹線、都市下水路の浚渫)の包括化も予定(大館東地域)
	滋賀県草津市	○	○	○	—	—	・多分野連携(道路+河川の日常維持管理) ※公園は長期的に検討、下水道は別途ウォーターPPPを検討中
	広島県三原市	○	○	○	—	—	・多分野連携(道路+河川+公園の日常維持管理) ⇒R8年度の業務発注に向けて準備中 ※DX活用も検討(住民からの要望受付から修繕指示まで)
	山口県下関市	○	○	—	○	○ (臨港道路)	・多分野連携(道路(跨線橋含む)+河川の日常維持管理) ※将来的に臨港道路や下水道の包括化も検討

図—9 群マネモデル地域における実施内容(2025.5.30時点)

としては、「メリット」が十分浸透していない一方、導入までの実施手順や調整方法を巡る「不安」が先行していることが想定される。

(6) 最近の群マネ検討会

モデル地域での検討状況を踏まえて、令和7年3月に開催された第6回の群マネ計画検討会・実施検討会では群マネよりも手前の課題(道路通報対応の効率化や道路橋の集約撤去等)に関する取組の紹介や全国自治体のインフラメンテナンス見える化の方向性について議論を深めた。令和7年6月に開催された第7回の群マネ計画検討会・実施検討会ではR7年度に策定予定の「群マネの手引き」の構成や群マネの標準的なステップ、自治体計画への位置づけに関して議論いただいた。また、「群マネの手引き」と連動して、「人の群マネ」をどのように推進していくべきか議論した。

3. 「群マネ」の主流化に向けて

今後も引き続き、群マネ検討会の議論を踏まえた助言を得ながらモデル地域における支援を進めていくとともに、群マネの主流化に向けて「群マネの手引き」を段階的に公開していく。手引きでは、国土交通省所管分野のインフラメンテナンスについて、従前の包括的民間委託の領域を越えた広域連携や多分野連携の取

組を解説する。ただし、事業者連携やプロセス連携、長期契約、技術者連携など、広義の“群マネ”として、小規模自治体のインフラメンテナンスに有効と考えられる取組については幅広く盛り込む予定である。まずは群マネの基礎や既存事例のノウハウ横展開を目的とした手引き Ver.1 を2025年夏頃に公表予定である。さらに、モデル地域での試行や関係部局との調整などさらなる検討を加えた上で、既存事例が乏しいパターンを解説する手引き Ver.2 を公表予定(例:インセンティブの設計、広域連携スキームの構築等)である。同時に、群マネ検討会では、小規模自治体の職員は「事実上、孤島の住人」であり、他の技術者と気軽に情報交換や悩み事の相談ができる人的ネットワークが必要であるとの指摘も出ており、今後、インフラメンテナンス国民会議や土木学会、都道府県等とも連携しながら、「人の群マネ」として、自治体支援体制の構築にも取り組んでまいりたい。

J C M A

【筆者紹介】

伊藤 瑞基(いとう みずき)
国土交通省
総合政策局 公共事業企画調整課
企画第一係長



行政情報

農業水利施設のストックマネジメントの課題と対応

保 志 直 弥

国営土地改良事業等により造成されたダム、頭首工、用排水機場、農業用排水路等の基幹的な農業水利施設は、食料安全保障の確保の基盤であり、国土の保全、健全な水循環の維持・形成に寄与しているなど、国民全体に便益をもたらす社会的共通資本である。これらの基幹的農業水利施設の相当数は、標準耐用年数を超過しており、施設の長寿命化を図ることが必要不可欠となっている。

本稿では、基幹的農業水利施設の老朽化状況や突発事故発生状況等を示すとともに、農業水利施設の機能保全の手引きの改定とそのポイントについて紹介する。

キーワード：農業農村整備事業、ストックマネジメント、農業水利施設、農業水利施設の機能保全の手引き、ライフサイクルコスト

1. はじめに

近年、世界の食料需給の変動、地球温暖化の進行、我が国における人口の減少など、食料・農業・農村をめぐる情勢が変化している。こうした情勢の変化を踏まえ、令和4年9月以降、農林水産省は、食料・農業・農村基本法の検証・見直しに向けた検討を行い、食料・農業・農村基本法改正法（以下「改正基本法」という）が令和6年5月29日に成立、6月5日に公布・施行された。また、改正基本法の第29条において、災害の頻発化・激甚化や施設の老朽化が進行する中でも農業生産活動が継続的に行われるよう、農業生産基盤の「整備」に加え、新たに「保全」が位置付けられた。そして、令和7年4月1日に施行された改正土地改良法においても、改正基本法の方針性に即した農業生産の基盤の「整備」に加えて、新たに「保全」が目的規定に位置付けられるとともに、施設の一層適切な更新等に向け、国や県が農家からの申請を待たずとも、施設の更新を行う仕組みや、突発事故を未然に防止する対策を可能とする新たな仕組み等が導入された。

これまでも、農業水利施設に関しては、計画的かつ、効果的な補修、補強などを実施することにより、施設を長寿命化し、ライフサイクルコストを低減するストックマネジメントに取り組んできたところであるが、基本法や土地改良法の改正を踏まえ、戦略的な保全管理を更に徹底して推進していくことが求められている。

2. 農業水利施設をめぐる状況

農業水利施設は、農産物の安定供給や農業農村の多面的機能の発揮に不可欠な国民全体の資産といえるが、これらの施設の相当数は、戦後から高度経済成長期にかけて整備され、老朽化が進行している。

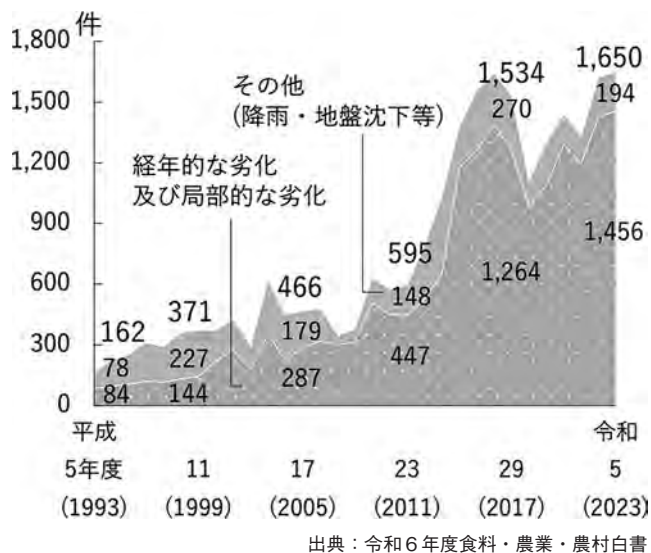
令和4（2022）年5月には、愛知県の矢作川から農業用水等を取水する施設である明治用水頭首工で大規模な漏水事故が生じるなど、施設の老朽化の進行に伴う形で、突発事故は増加傾向を示しており、対策や施設管理の在り方などが見直されているところである。

表－1に示すとおり、令和5（2023）年3月末時点で、基幹的農業水利施設（受益面積100ha以上）の

表－1 基幹的農業水利施設の老朽化状況

	施設数・ 延長	標準耐用年 数超過割合 (%)	
		うち 標準耐 用年数超過	
基幹的施設(か所)	7,763	4,535	58.4
貯水池	1,295	133	10.3
取水堰	1,976	897	45.4
用排水機場	3,030	2,401	79.2
水門等	1,138	862	75.7
管理設備	324	242	74.7
基幹的水路(km)	52,073	24,902	47.8

出典：令和6年度食料・農業・農村白書



図一 農業水利施設の突発事故発生状況



写真一 パイプラインの突発事故の例

整備状況は、施設数が7,763か所、水路の延長が5万2,073kmとなっている。そのうち、標準耐用年数を超過している施設数は、基幹的施設で4,535か所、基幹的水路で2万4,902kmとなっており、それぞれ全体の58.4%、47.8%を占めている。また、経年劣化やその他の原因による農業水利施設の漏水などの突発事故については、図一に示すとおり、令和5（2023）年度は1,650件となっており、10～20年前に比べて高い水準で発生している（写真一、2）。

このように施設の老朽化等が進行する中、劣化状況が把握しにくい施設での突発的な機能障害や、都市化の進展や集中豪雨の頻発化・激甚化などにより、施設管理者は複雑かつ、高度な維持管理を行うことが求められている。さらに、農村人口の高齢化及び減少に伴い、施設操作に必要な人員の確保が困難となりつつあ



写真二 破損状況

り、農業水利施設を取り巻く環境は厳しさを増している。また、南海トラフ地震の被害想定エリアには全国の基幹的水利施設の3割が含まれており、農業水利施設の耐震化の推進も重要な課題である。

3. スtockマネジメントの概要

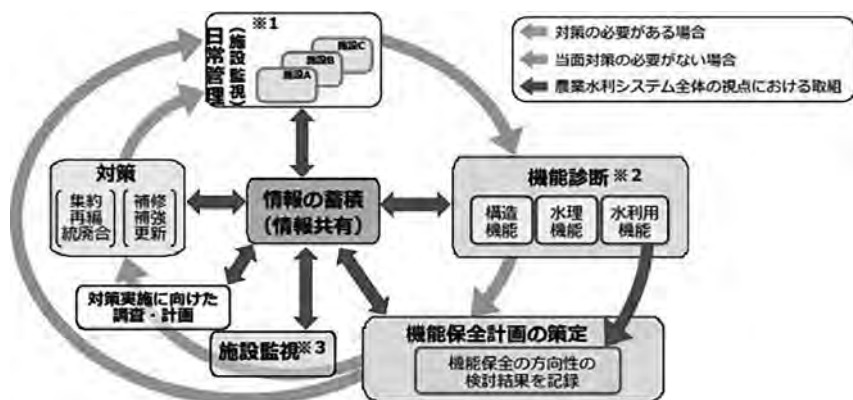
(1) スtockマネジメントとは

既存の農業水利施設を長期間にわたって使い続けるためには、適切な時期に必要な対策を施すことによって施設の寿命を延ばす必要がある。

このため、農業水利システムの施設管理において、日常管理、機能診断、機能保全計画の策定、施設監視、対策の実施、情報蓄積のサイクルをリスク管理や全体的な視点を考慮しつつ段階的・継続的に実施するストックマネジメントが重要となる。

(2) スtockマネジメントの流れ

ストックマネジメントは基本的に、(1) 施設管理者による適切な日常管理、(2) 農業水利施設の状態の定期的な把握（機能診断）、(3) 施設状態の劣化進行の予測、(4) 予防保全対策の実施時期、工法の検討及び選定、(5) 農業水利施設のライフサイクルコストの縮減を考慮した、最も経済的になるシナリオの選定、(6) 農業水利ストックの有効活用に資する施設の最適運用計画の作成、という手順で進められる。(1)～(6)の流れを繰り返すことで、適期に適切な対策を講じ、施設の長寿命化を図り、維持管理費を含めたトータルコストの削減へとつなげることになる（図二）。



※1 日常管理の一環として継続的に行う施設監視（結果は機能診断・機能保全計画策定などに活用）

※2 構造機能、水利機能は、水利用機能の発揮を支える関係にある

※3 機能保全計画の精度を高め、適期に対策を実施するために継続的に行う施設監視

出典：農業水利施設の機能保全の手引き総論編（2023）

図一 ストックマネジメントの実施サイクル

4. 農業水利施設の機能保全の手引きの改定

(1) 策定の経緯

施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図り、農業水利施設の果たしている機能をより効率的に保全するための基本的な考え方を明確にするため、農林水産省は、平成19年に「農業水利施設の機能保全の手引き（総論編）」を策定した。平成27年には、リスク管理や施設監視の取組を強化する観点から1度目の改定を行い、令和5年には、現場の取組の蓄積から機能保全を図る技術の体系をより分かりやすく、また、実務的なものとして見直すため、2度目の改定を行った。

さらに、施設の機能保全をより効率的に実施する観点や新たな技術等の積極的な導入を後押しする観点から、総論編に加えて、農業水利施設の各工種の特性を踏まえた機能保全の考え方を整理した手引き（工種別編）（土木4工種：パイプライン、頭首工、開水路、水路トンネル）及び（施設機械6工種：頭首工（ゲート設備）、ポンプ場（ポンプ設備）等）を順次策定している。

土木4工種については、総論編の2度目の改定内容を反映する必要があること、突発事故が増加傾向にあること、農業水利施設の機能診断等に関する情報や機能診断技術等に関する新たな知見などが一定程度蓄積されてきたことを踏まえて、令和5年度から改定に向けた検討に着手しており、令和7年6月26日、先行して頭首工編の改定を行った。

(2)「機能保全の手引き（総論編）」改定のポイント
以下、総論編の主な改定項目について記載する。

①農業水利システム全体の観点から機能保全を実践

農業水利システムの一要素として機能している農業水利施設が、要求される性能を十分に発揮できるよう機能を維持するほか、必要に応じて施設の集約等を図る取組が必要であるが、これまでの取組では、多くのケースで個別施設への対応に終始する状況があることから、農業水利システム全体を俯瞰して捉える視点を追加した。

②水利用機能の診断をストックマネジメントのサイクルに位置付け

農業水利施設の目的は水利用機能の発揮であり、この機能を個別施設の視点からだけではなく、農業水利システム全体からも診断することをストックマネジメントの取組の一つとして明示した。

あわせて、個別施設の視点で取り組む業務と農業水利システム全体の視点で取り組む業務の相互関連性を明確にするため、業務フローを新たに整理した(図一3)。

③農業水利システムの機能停止を招かないリスク管理

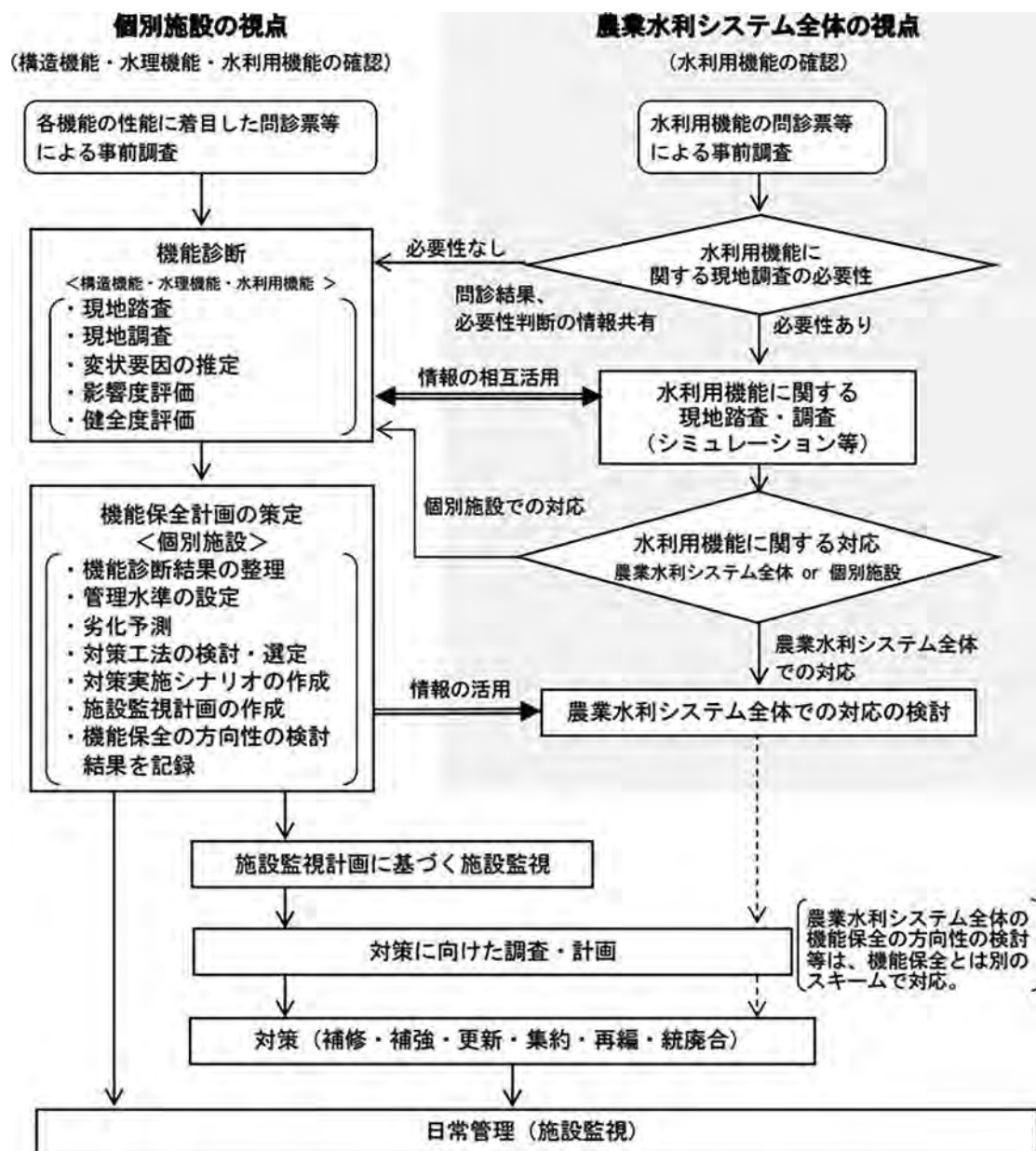
施設が機能停止した場合の影響度を、農業面と農業以外の面から総合的に評価し機能保全を実施することを示したほか、リスク管理の取組として、施設造成者と施設管理者の間でリスク・コミュニケーションの例を図示する等して、具体的な考え方を示した。

④状態監視保全の適用を広げる新技術の導入

機能保全の取組における新技術導入の方向性や導入の留意事項について示した。

総論編 URL：

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/kinouhozen-201.pdf>



図一 3 機能保全の業務フローにおける個別施設の視点と農業水利システム全体の視点の関連性

(3)「機能保全の手引き (頭首工編)」の改定

「頭首工編」については、明治用水頭首工の突発事故を受け、全国の頭首工の施設機能を一層適切に確保していくため、事故から得られた知見等を踏まえ、令和5年から改定に向けた検討に着手した。

改定のポイントとしては、前述した総論編の主要改定課題「農業水利システム全体の観点からの機能保全を実践」の視点に沿って、頭首工の特性や要求される性能変化等を踏まえながら、地域の実情に応じた適切な機能保全の実践を促すとともに、農業水利ストックの適正化を図る方向性を記載した。また、大規模漏水事故を教訓に、突発事故の写真事例を示しつつ(写真一3)、パイピングに関する留意点や調査手法等(写

真一4)を紹介した。また、リスク管理を意識した情報共有を行いつつ、施設管理者が行う日常点検や定期点検の管理記録を電子化することにより、より効果的な機能診断が実施できること等を記載している。

頭首工編 URL:

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/kinouhozen-203.pdf>

(4)「機能保全の手引き (パイプライン編)」の改定

頭首工編に加え、現在、「パイプライン編」についても、改定作業を進めているところである。パイプラインの突発事故が増加傾向にあることから、事故事例に基づき、管種ごとの事故要因等を踏まえた機能診断



巻上げ機の故障によるゲート片吊り



護岸工の損壊



浸透破壊によるパイピング

写真—3 突発事故の事例



写真—4 パイピング調査手法（音響探査）

を追加するなど、さらなる手引きの利活用性向上を図るべく作業を進めていきたいと考えている。

5. おわりに

農業が持続的に発展し、食料の安定供給及び多面的機能の発揮という役割を果たしていくためには、これまでに整備されてきた農業水利施設の機能を適切に保全していく必要がある。

「機能保全の手引き」においては、従来の調査手法に加えて、AI等の新技術を取り入れながら適切な調

査手法を選択することも示したところであるが、農業水利施設の管理をめぐって、厳しい状況がある一方で、様々な新技術の開発等も進んでいる中、時代に合った、より効果的・効率的な施設の点検や機能診断を図ることで施設管理者の負担軽減及び既存インフラの保全管理に係る費用の負担軽減等につなげていくことが重要である。

本稿で紹介した「機能保全の手引き」を活用しつつ、国、市町村、土地改良区等それぞれの関係機関の連携の推進を図り、今後も農業水利施設の保全管理が適切に実施されるよう努めてまいりたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 農林水産省：「食料・農業・農村基本法」
- 2) 農林水産省：「令和6年度食料・農業・農村白書」
- 3) 農林水産省：「農業水利施設におけるストックマネジメントの取組について」（2024年）
- 4) 農林水産省：「農業水利施設の機能保全の手引き（総論編）」（2023年）
- 5) 農林水産省：「農業水利施設の機能保全の手引き（頭首工）」（2025年）

【筆者紹介】

保志 直弥（ほし なおや）
農林水産省
農村振興局整備部 水資源課
施設保全管理室
保全対策第1係長



下水道管路の損傷を AI で検出， 管路詳細調査の効率化技術

山 口 治

下水道管路は、技術者の減少などにより今後の維持管理が困難な状況である。管路の健全性を明らかにする直視側視カメラによる詳細調査では、技術者の損傷見落とし等が問題であった。対策として、ヒートマップ形式で損傷を表示する教師なし異常検知モデルの AI 損傷検出技術を開発した。実用化を目指し、迅速な判定速度と検出精度を検証した結果、推論を含む画面更新速度は 0.0254 秒、検出精度は再現率 0.85 以上となり、調査業務に適用可能な水準である一方、腐食やたるみは検出精度が向上しない結果であった。今後は損傷の性質を捉えた別の手法を組み合わせた検出モデルの構築により改善を図りたい。

キーワード：下水道管路，維持管理，直視側視カメラ，AI 画像認識，損傷検出

1. はじめに

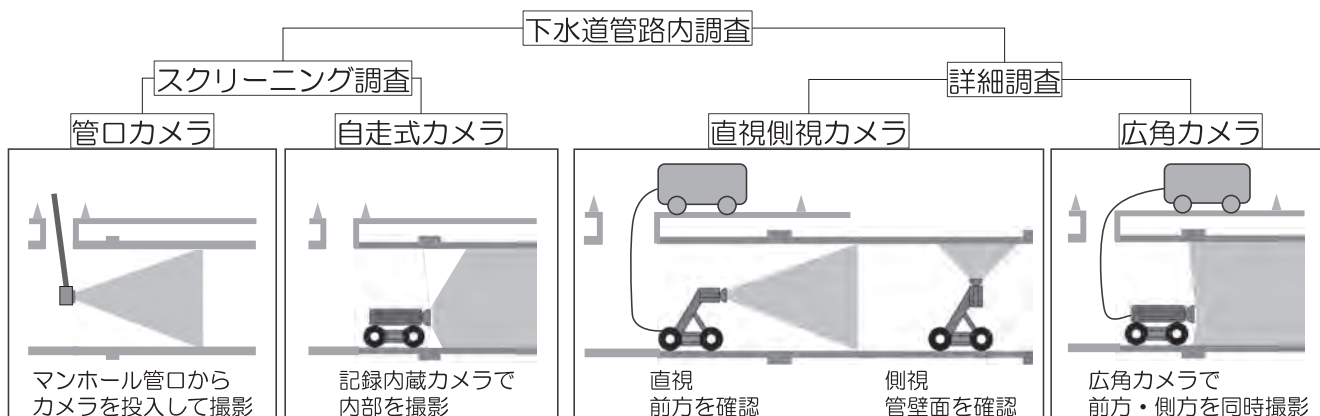
我が国の下水道は、管路の整備延長が約 50 万 km、標準耐用年数である 50 年を経過した管路は約 4 万 km となり、20 年後には 21 万 km に達する¹⁾。近年では、管路の老朽化に伴う大規模陥没が発生するなど人命および社会的損出が生じていることから、下水道管路の老朽化対策が喫緊の課題である。

しかし、下水道を管理する多くの自治体では、人口減少・下水道使用料減少による維持管理予算の縮小と、維持管理技術者の不足が問題となっている。また、維持管理の業務委託を受けて実際に行う民間企業（調査会社、専門工事業者等）も高齢化や担い手不足、技術継承は深刻な問題である。

下水道管路の健全性を把握するためには内部の目視

点検が重要であるが、人が入れない小口径管（ ϕ 800 mm 以下）が大半である。これらの管では、道路を占有してマンホールから管の内部にカメラ機器を入れて撮影し、その場で損傷判定を行うため、時間と労力がかかることからこれまで十分な点検が実施できなかった。

カメラを用いた調査は、自治体が管理する範囲内の下水道管路全体の状態を迅速かつ安価に把握するスクリーニング調査と、そこで損傷等の不具合があった場所に実施する詳細調査に大別される（図—1）。スクリーニング調査は、マンホールからカメラを投入し内部を撮影する管口カメラと、内部を撮影する自走式カメラが主な方法である。管路の大まかな状況を把握するために実施し、状態の悪い管路のみを詳細調査に移行することで数量を絞り込むことができ、広域での管



図—1 下水道管路の主な調査手法

路の健全性の把握を迅速かつ安価に実施することができる。詳細調査は、損傷等の把握とともに、管路の改築・更生の判断をする重要な調査であるが、絞り込まれた数量であっても調査延長が多く、調査技術者の減少や技術者育成に時間がかかる等の理由から効率的に行う方法や技術が求められている。

詳細調査は、現地マンホールから管路内部に投入したカメラを地上で遠隔操作して点検する直視側視カメラと、直視画像を撮影し、事務所で画像を展開し点検する広角カメラの2種類がある（図—1）。詳細調査で最も活用されている直視側視カメラの詳細調査では、地上に配置した車両で管の内部の状況をモニターで見ながら損傷等を判定するため、熟練技術者が担っていてもごく希に損傷を見落とす場合があることや、損傷程度の判定が技術者によって異なることがあり、改善が求められていた。

その改善策の1つとして、直視側視カメラの動画や画像からAIで損傷の検知を行う方法がある。損傷の見落としや技術者によるばらつきがなくなるなどのメリットがある反面、損傷の種類（破損、浸入水等）と損傷度（a, b, cのランク）を判定するために、相当量の教師データの収集と学習および精度検証を要することから実用化に至っていない。

そこで筆者は、直視側視カメラで撮影した動画から、教師なし異常検知の手法で損傷を自動で可視化できるAIを開発し、実用化に向けた推論速度と検出精度を検証したので報告する。

2. AI 損傷検出の概要

直視側視カメラで撮影する動画は、カメラを操作する点検者が撮影方向や焦点を自在に動かすことができる。AI構築のためには、これまで損傷の種類や程度

ごとに数十種類、数万枚の教師データを作成し、学習を経て精度を上げる手法を採用していた。しかし、管種、管内部の色、損傷の種類や損傷度の組み合わせが膨大であり、学習データの収集および教師データ作成に時間を要し精度が向上しなかった。そこで、AIで損傷を特定するのではなく、損傷を見逃さないという着眼点のもと、実際のカメラ調査で使用する機器を使いAIの活用方法を含めて検討を行った。

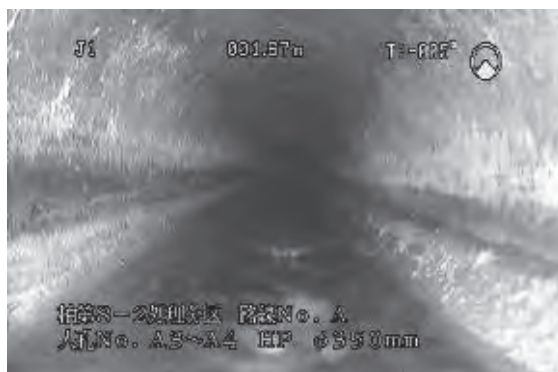
AIの構築には、健全な管路内部の画像を学習し、実際の管路内の動画撮影画像（推論画像）との差分を検出する「教師なし異常検知モデル」を採用した。これにより、教師データの作成が大幅に短縮され実用性が向上した。出力は、通常の撮影動画に対して、異常の可能性がある部位をヒートマップ状に表示できるようにした（図—2）。カメラ調査時に損傷を判定する技術者は、AIで出力されるヒートマップ表示を参考に、損傷の可能性がある場所を入念にチェックする方法とし、検出漏れを防ぐアシスト機能として活用することとした。

但しこの方法では、AIの構築、推論が容易になる反面、①推論時間のズレによる点検業務への影響、②損傷の種類や損傷度が変わった場合の検出精度が向上しない点が懸念された。そこで、推論速度の検証および損傷種類別の検出精度について検証を行った。

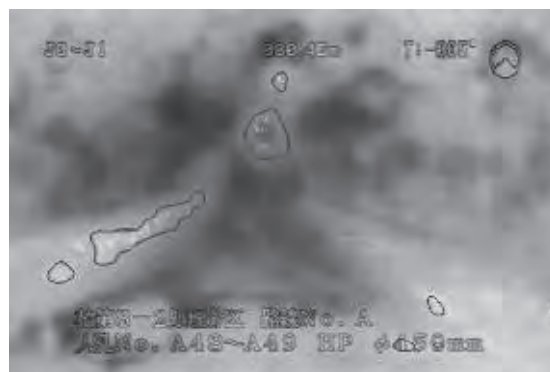
3. 検証の方法

(1) 推論速度の検証

実際の直視側視カメラの車両に搭載できるAI推論用機器を選定し、管路内点検動画を取り込んでからAIで推論した結果をヒートマップで表示するまでの速度を検証した。



管路内点検動画



AI損傷検出（コンター表示）

図—2 直視側視画像と損傷検出AIの出力

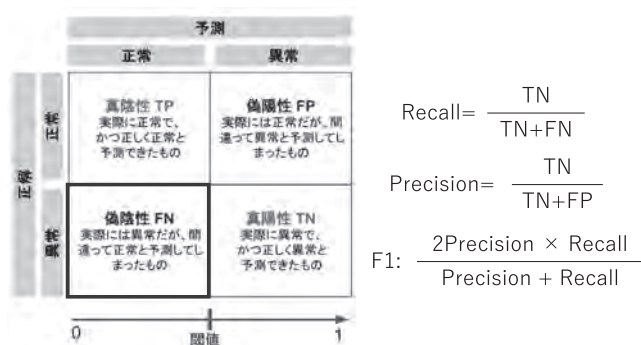
(2) 検出精度の検証

【精度指標の選定】

教師なし異常検知モデルの精度を評価する指標は、結果をマトリクスで表現し、再現率 (Recall)、適合率 (Precision)、F 値 (再現率と適合率の調和平均) を算出し評価した (図—3)。ここでは、損傷を見逃さないための指標として、再現率 (Recall) を重視した。再現率は、実際の損傷 (異常) を推論で異常なしと間違えた結果を出す数が多いと、結果が低くなるため、見逃し防止の指標として活用できる。

【教師なし異常検知モデルの構築】

供用中の下水道管路で直視側視カメラの点検を行い、異常がない区間の画像を学習した異常検知モデルを構築した。学習枚数を 10 枚から 50 枚まで変化させたモデルに対して異常検出を行った結果、20 枚程度で検出精度が頭打ちとなる結果であった。これは、異常がない学習データであったものの、枚数が増えることで正解と判定するパターンが増えることとなり精度が鈍化または低下したものと考えられる。今回は 20



図—3 検出精度指標

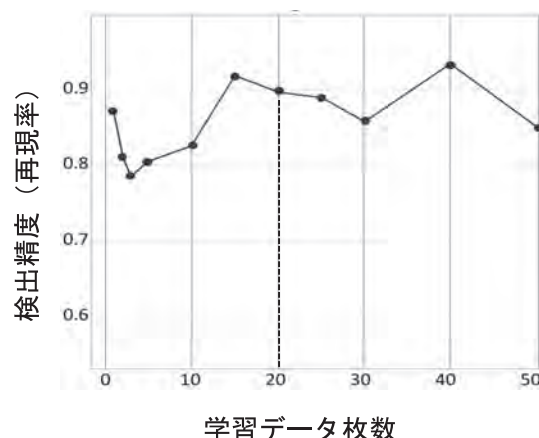
枚で学習したモデルを採用した (図—4)。

【速度と精度の検証】

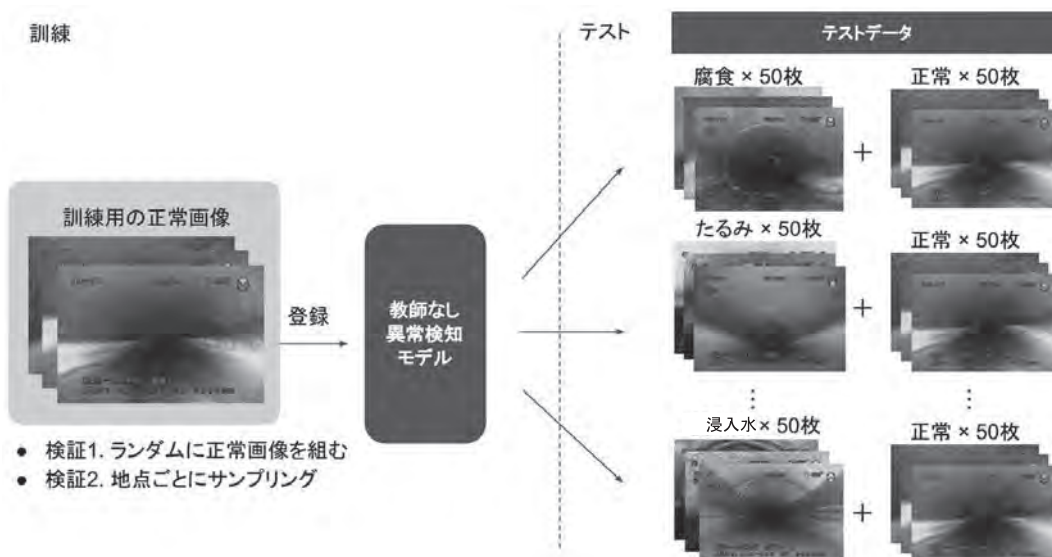
検出速度は、推論と図化までにかかる秒数 (= 1 秒間に書き換えられる枚数: fps) を計測し、実際の点検における実用性を検証した。また、検出精度は管路の代表的な損傷 6 種類 (腐食, たるみ, 破損, クラック, 継手ズレ, 浸入水) を選定し、損傷あり, 損傷なしの画像を各 50 枚用意して、画像単位で正常/異常の推論を行った。結果は、F 値が最大になるときの再現率、適合率を評価対象とした (図—5)。

4. 検証結果

推論速度は、GPU (NVIDIA GeForce RTX4070) 搭載の汎用 PC を用いて実施し、解析後の図化までの反応速度が 0.0254 秒, 39 fps (画面更新回数/秒) と非常に早く、実用化が見込める結果であった。また、



図—4 学習枚数と検出精度の関係



図—5 検出精度の検証方法

撮影した動画からヒートマップ表示による異常の視認が容易となった。

検出精度の検証結果を図一6に示す。直視画像で画像の一部が損傷に該当する破損、クラック、継手ズレ、浸入水は再現率が0.84以上、適合率が0.7程度と実際の点検で適用可能な結果であった。一方、直視画像の全体または広いエリアが損傷に該当する腐食やたるみは、再現率0.5程度、適合率が0.6程度とやや低く、再現率が適合率を下回るなど改善が求められる結果であった。

損傷の種類別の再現率は、高い順に破損>クラック>浸入水>継手ズレ>腐食>たるみとなった。再現率は、損傷を見つけられる確率であり、今回の場合では異常なし検知モデルで検出がしやすい項目の順と言え、検出に向いている種類が明らかになった。

異常カテゴリ	腐食		たるみ		破損	
	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall
精度指標						
精度	0.62	0.57	0.56	0.46	0.70	0.90
画像例						
異常カテゴリ	クラック		継手ズレ		浸入水	
	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall
精度指標						
精度	0.70	0.86	0.67	0.84	0.69	0.85
画像例						

図一6 損傷種類別検出精度結果

5. おわりに

教師なし異常検知モデルは、AI構築の時間を大幅に短縮できるうえ、運用時の推論時間が短く、調査に使用してもタイムラグが作業に影響しない性能であることが明らかになった。一方で、検出精度は一定の評価が見られたが、腐食やたるみのように損傷種類により検出が難しいものが明らかになった。検出精度が向上しない損傷の性質を捉えた別の手法を組み合わせた検出モデルの構築が必要であると考える。

今後は、システムの改良を進めながら、実際の調査業務での適用を進める予定である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 国土交通省,「下水道の維持管理」, 2025.06
https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html
- 2) 梶崎雄一, 山口治, 福本郷介, 北田敦也, 教師なし異常検知モデルを用いた下水道管路点検のAI損傷検出技術, 土木学会第79回年次学術講演会 ,CS14-13,2024.9

【筆者紹介】

山口 治 (やまぐち おさむ)
㈱奥村組
投資開発事業本部 新事業開発部
インフラ事業推進課
課長



位置情報精度を高めて既設埋設物の 3次元デジタルデータを提供

地下インフラ 3D マップ

澤井 崇

台帳に記載されている既設埋設物の位置情報は、現況と相違のある場合があり、掘削を伴う事業を遅滞なく、安全に遂行するうえで位置精度の向上は課題とされている。このような課題の解消を目指し、路面を掘削することなく、既設埋設物の位置精度を向上させる技術として、地下インフラ 3D マップがある。本稿では、既設埋設物の位置精度に関する課題、位置精度を向上させる方法について概観した後、地下インフラ 3D マップの技術的特徴を説明する。併せて、電線共同溝事業の詳細設計段階で活用した事例を紹介する。

キーワード：埋設物位置情報，地中レーダ，面的探査，3次元デジタルデータ化，地下インフラ3Dマップ

1. はじめに

道路の地下空間には、水道や下水道、ガス、電力、通信などのライフラインが埋設されており、道路の掘削を伴う事業の計画や設計、工事の際には、事前に既設埋設物の位置情報を調べる必要がある。この情報は、ライフラインの所有者がそれぞれ管理する図面(台帳)に記載しており、調べる際には各所有者に照会を掛けて情報を得ている。

ただし、台帳に記載されている既設埋設物の位置情報は、電線共同溝事業における試掘結果との検証事例などから誤差が大きい場合があり、情報の精度に課題があることが報告されている^{1)～3)}。

日本建設業連合会がまとめている令和6年度の地下埋設物事故の発生状況⁴⁾によると、民有地も含めた統計ではあるが、事故原因として「埋設管位置と図面とで相違あり」が14%、「台帳に記載なし」が11%、「浅

層埋設であった」が6%であり、既設埋設物の位置情報に関連する事故が原因の3割を占めている(図—1)。

台帳記載の位置情報が現況と異なる要因は、いくつか考えられる。道路拡幅や交差点改良等の道路形状変更の情報が図面に反映されず、埋設位置の基準が現況とずれてしまう場合や、管路移設・新設の情報が図面に反映されていない場合、現場合わせの施工が図面に反映されない場合などが想定される^{2), 3)}。

2. 埋設物位置情報の精度向上

ライフライン所有者の台帳は、位置情報低下を引き起こす課題を有している場合があり、道路の掘削を伴う工事の事前には、既設埋設物の位置情報について精度向上を図る取り組みが行われている。

(1) 精度向上の方法

(a) 試掘による方法

既設埋設物の位置情報精度を向上させる方法として、現在一般的に行われているのは試掘調査である。掘削により既設埋設物を露出させ、位置や大きさを実測するため、正確な情報を得ることが可能である。ただし、正確な情報が得られる範囲は掘削を行った範囲に限られるため、試掘箇所以外の埋設物位置は推定となる。

試掘調査の実施は、掘削時に埋設物を損傷させるリスクを伴うため、慎重に作業を進める必要がある。また、路上工事であることから交通を規制する必要がある。

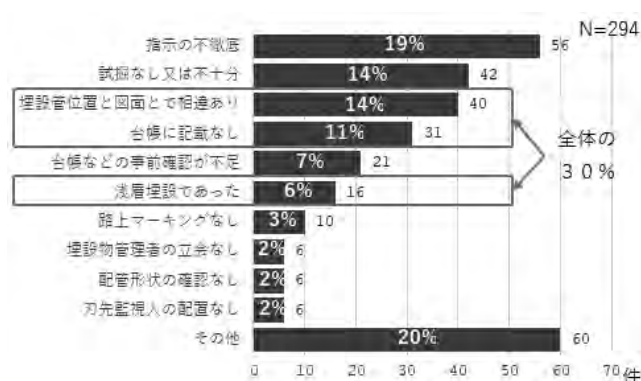


図-1 埋設物事故の発生原因⁴⁾

り、交通への影響や沿道への騒音、振動などを伴う。

(b) 非開削による方法

非開削で既設埋設物の位置情報の精度を向上させる方法として、地中レーダ法や電磁誘導法などが用いられている。地中レーダ法は管種を問わず適用できることから広く用いられている。地上からマイクロ波を地中に向けて放射し、埋設物からの反射波を地上で受信して、埋設物の平面位置や土被りを調べる技術である。

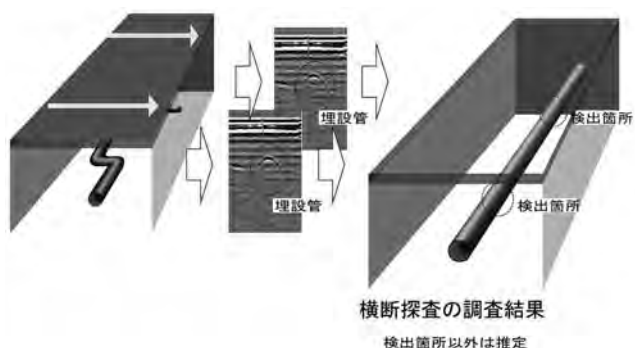
道路を掘削しないうえ、センサーなどの機器を長時間据え置く必要もなく、機材を移動させながらデータを取得できるため、交通や沿道への影響は小さい。

調査が可能な深度は最大で1.5 m程度までで、地下水位などの水分の影響や、コンクリート版内の鉄筋などの金属の影響により、探査可能な深度が浅くなる。

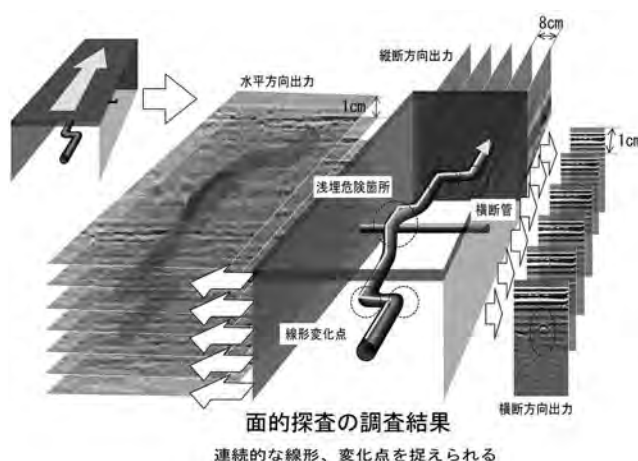
(2) 地中レーダによる既設埋設物調査方法の種類

(a) 横断探査

送受信の機器が1対のシングルアンテナを用いて、想定される既設埋設物に対して横断方向にデータを取得し、埋設位置や土被りを調べる方法である(図—2)。数mから10数m程度の測定間隔を開けて対象の位置を確認し、現地マーキングまたは図面上で位置を整



図—2 横断探査イメージ



図—3 面的探査イメージ

理する。

現場作業において比較的容易に機器の操作が可能であり、埋設位置を確認する範囲が狭く、対象物が限定される場合には、速やかに結果を確認できる。

ただし、測定地点の間においては位置を推定するため、ここで埋設物の線形変化があった場合は確認できない。また、既設埋設物が輻輳する状況下では、測定間隔を狭めてデータを取得しても、複数の埋設物の線形変化を読み取ることは極めて難しい。

(b) 面的探査

送受信の機器が複数内蔵されたアレイアンテナを用いて、対象範囲を面的にデータ取得し、埋設位置や土被りを調べる方法である(図—3)。「地下インフラ3Dマップ」は、この面的探査の結果を用いて作成する。面的に取得したデータを専用ソフトで結合処理し、解析により既設埋設物の3次元位置を特定する。

対象物の3次元位置を連続的に確認できることから、管路の線形を精度よく特定しやすい。交差点などの輻輳した場所においても埋設物の線形を把握できる。また、横断探査では検出や判断が難しい、残置管や台帳に記載のない横断管なども確認できる。

ただし、解析ソフト上で既設埋設物を特定する作業において、精度を確保するためには、現時点では専門技術者による高度な解析技術が必要である。また、専門ソフトを使用したデータ処理や解析を行う必要があるため、データ取得後直ちに結果を出すことは難しい。

(3) 面的探査(地下インフラ3Dマップ)の精度

本稿で紹介する地下インフラ3Dマップの性能、精度を表—1に示す。

面的探査の精度を確認するために、試掘前に面的探査を行い、試掘で確認した既設埋設物の位置と探査結果を照合した事例を表—2、図—4に示す。

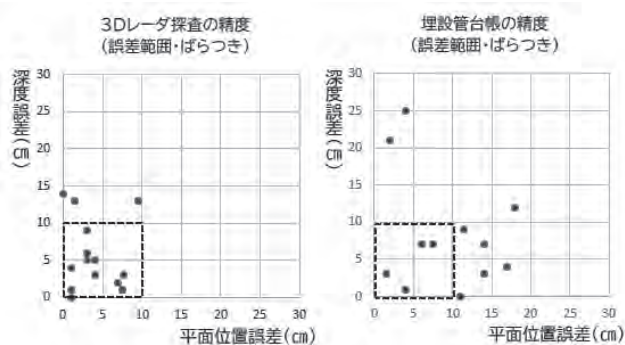
面的探査の平均誤差は、平面誤差3.8 cm、深度誤差5.6 cm程度であった。台帳と比較して、面的探査は誤差のばらつきを小さくできることが確認できる。

表—1 地下インフラ3Dマップの探査能力

	説明
深度限界	1.5 m 程度 諸条件により異なる
検知可能な材質	金属系、コンクリート系、プラスチック系、その他
	φ50 mm 以下の小口径の埋設物については土質条件等から検知できない場合あり
調査精度(平均誤差)	水平位置: ±10 cm 程度
	埋設深さ: 深度1 m 以浅: ±10 cm 程度 深度1 m 以深: ±10% 程度

表一 2 面的探査と台帳の誤差比較例

		面的探査	台帳
検出率		92.9%	78.6%
平面誤差	最大	9.5 cm	18 cm
	最小	0 cm	1.6 cm
	平均	3.8 cm	7.9 cm
深度誤差	最大	14 cm	25 cm
	最小	0 cm	0 cm
	平均	5.6 cm	7.1 cm



図一 4 面的探査と台帳の誤差比較例

3. 埋設物情報の3次元デジタルデータ化

(1) 地下インフラ 3D マップの作成

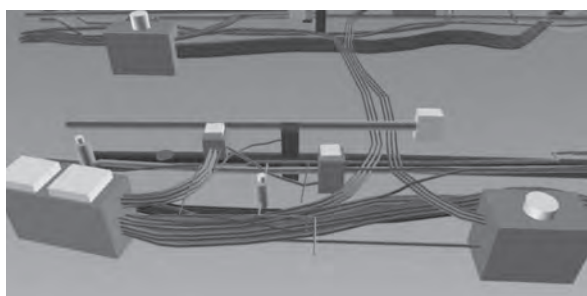
地下インフラ 3D マップは、面的探査によって精度を向上させた既設埋設物の位置情報に、台帳などから確認した形状情報を与えて 3D モデルを作成し、さらに属性情報を付与した 3D データである。以下に 3 次元デジタルデータ化の手順を示す。

(a) 面的探査結果の地盤高補正

現況路面の高さ情報を正確に反映したサーフェスデータを作成し、そのデータを基に CAD ソフトを活用して、面的探査で特定した埋設物線形の土被り値を地盤高基準の値に補正する。

(b) 面的探査結果の 3D モデリング

地盤高補正した埋設物線形に対し、各ライフライン所有者が保有する台帳の情報を参考に管径や条段数などの形状の情報を与え、3D モデルを作成する(図一5)。



図一 5 3D モデリング例

(c) 3D モデルへの属性情報付与

既設埋設物の線形を 3D モデリングする際に、各オブジェクトに対して、埋設物の識別や形状に関する情報、作成者や作成日などの属性情報を付与する。また、3D モデルは一度作成するとすべて正確なものであるように見えるリスクがある。3D モデルの利用者が情報の取り扱いに留意できるように、基となる埋設物線形が試掘などの目視確認によって特定されたものか、面的探査によって特定されたものか、推定によるものか、または台帳情報なのか、属性情報として明記する。

4. 電線共同溝事業における適用事例

大阪国道事務所では、既設埋設物の位置を正確に把握し効率的に事業を進めるため、令和 4 年度から令和 6 年度にかけて、面的探査（地下インフラ 3D マップ）および地上レーザー測量を行い、地上と地下の状況を 3 次元で表現したデータ（地上・地下インフラ 3D マップ）の作成を行った。同時並行で電線共同溝の詳細設計が行われ、埋設物調査と業務間連携を図りながら、設計精度の向上に取り組んだ。

(1) 地上・地下インフラ 3D マップの作成

図一 6 に示すアレイアンテナを用いて対象区間を面的に走査し、地中のデータを取得した。取得したデータを解析し、既設埋設物の連続的な平面位置、土被りを検出した。解析で得た埋設物の位置情報を、地上点



図一 6 面的探査 現地調査状況例

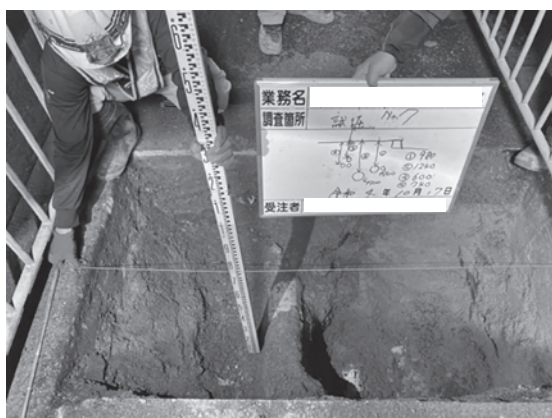


図一 7 地上・地下インフラ 3D マップ例

群データから生成した路面の正確な地盤高さを基準とした値に変換し、属性情報を与えて3Dモデルを作成した。さらに、3Dモデルを地上点群データと組み合わせることにより、地上部を含めた現地再現性の高い地上・地下インフラ3Dマップ(図—7)を作成した。

(2) 試掘調査の実施

正確な位置情報を特殊柵などの配置検討に活用すること、3Dレーダ探査の精度確認およびキャリブレーションに活用することを目的に、令和4年度の埋設物調査業務において試掘調査を6箇所実施した。試掘箇所については、設計業務において配線計画を基に選定した。既設埋設物を露出させ、管種および管径の確認、歩車道境界からの離隔、路面からの土被りを検測した(図—8)。



図—8 試掘調査状況

(3) 面的探査の精度

面的探査で検出した既設埋設物の位置について、試掘調査結果と照合することで精度を確認した。試掘調査の結果露出した既設埋設物の平面位置と深度を測定し、探査結果と比較して誤差を確認した。参考とするため、台帳についても試掘結果と比較した誤差を整理した(表—3)。

表—3 試掘結果との照合

		台帳	面的探査
検出率		100%	100%
平面位置誤差 ※試掘結果を 正とし、差分 を集計	最大	66 cm	16 cm
	最小	1 cm	2 cm
	平均	9 cm	6 cm
	標準偏差(2σ)	29 cm	8 cm
深度誤差 ※試掘結果を 正とし、差分 を集計	最大	83 cm	18 cm
	最小	0 cm	0 cm
	平均	13 cm	6 cm
	標準偏差(2σ)	45 cm	12 cm

照合した結果、試掘箇所において既設埋設物の検出率は100%であった。平面位置については、平均誤差が6 cm、標準偏差(2σ)が8 cmで、±14 cmの範囲に95%の確率で存在する精度であった。深度については、平均誤差が6 cm、標準偏差(2σ)が12 cmで、±18 cmの範囲に95%の確率で存在する精度であった。

台帳の誤差については、平面位置誤差の標準偏差(2σ)が29 cmで探査の3.6倍、深度誤差の標準偏差(2σ)が45 cmで探査の3.75倍となり、探査と比較して誤差のばらつきが非常に大きいことが確認できた。

試掘結果との照合より、台帳情報との比較から探査によって既設埋設物の位置情報の精度向上が図れていることを確認できた。

(4) 3D設計への活用

面的探査結果を指定の様式で出力し、そのファイルをインポートすることで、3D設計ソフト「V-nasClair」上に3Dモデルを再現できる。

3D設計ソフトを活用することで、既設埋設物および管路・特殊部設計の3Dモデルによる可視化が可能となるほか、離隔や設計規格値の自動照査機能などを活用した高精度な干渉チェックを行うことができる。

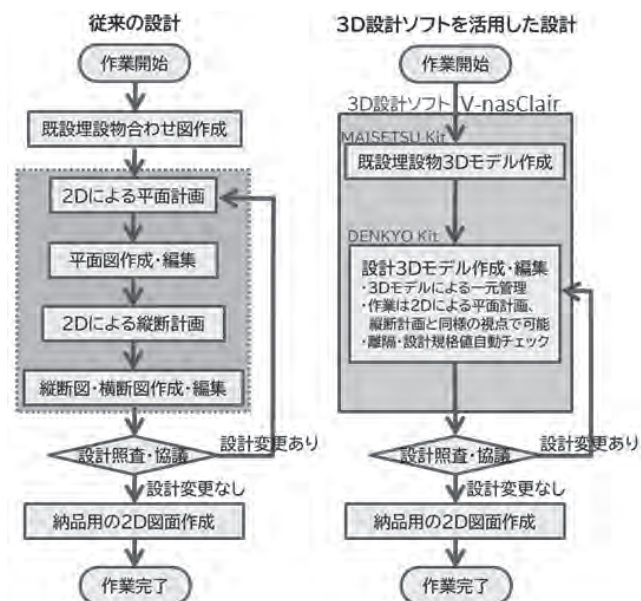
テキストデータ形式を取り込んで既設埋設物の3Dモデルを作成する工程は、台帳から3Dモデルを作成する通常の工程と比較して、情報登録作業およびトレース作業などが不要となるため、既設埋設物3Dモデルの作成工程に費やす時間を大幅に短縮できた。

従来の2D図面においては一元的な干渉チェックを行うことが難しく、縦断図・横断図それぞれの確認が必要であった。3D設計ソフトでは、既設埋設物と設計管路の干渉箇所が視認しやすいように、干渉が生じている既設埋設物の色が赤く変わる機能を有しており、容易に電線共同溝の計画管路を移動させることができ、修正に要する時間を短縮した。

また、電線共同溝敷設位置が限られている等で離隔の確保ができず、やむを得ず既設埋設物と干渉する場合は、各占用企業との調整が必要となる。移設や管路防護等の協議を行うこととなるが、3D設計ソフトで干渉箇所を可視化することで、早期に調整を行うことができ、設計への反映も可能となる(図—9)。

(5) 現地説明会への活用

設計者が事業関係者を集めて特殊部設置位置等の現地説明会を行う際に、地下部の3DデータをAR表示できるソフトおよび機材を用いて、地下インフラ3Dマップおよび、設計で検討している埋設物や構造物の



課題
・平面図・縦断図・横断図を個別に編集していく必要がある
→整合チェックの煩雑化、手戻り発生時の対応コスト増
・急勾配や斜めに横断する支障埋設物との離隔が把握しにくい
→干渉が残る可能性がある

課題への対応
・3Dモデルによる可視化および高精度な干渉チェックができる
・離隔や設計規格値の自動照査機能
→手戻り削減・品質確保

図一 3D設計ソフトを活用した設計

5. おわりに

面的な地中レーダ探査の結果に基づき作成する、地下インフラ 3D マップは、既存台帳が有する位置情報の精度のばらつきを縮小するとともに、残置管などの台帳に記載のない不明管を検出できる。また、3D データの特徴を活かして、設計の効率化や精度向上、協議の円滑化に効果を発揮する。

設計段階で、これまで実施していない地下インフラ 3D マップなどの取り組みを行うことは、一時点で見れば負荷は増すが、事業全体で見れば後工程の効率化や円滑化、安全性向上などに寄与することでコスト縮減やスピードアップに資すると考える。

今後も引き続き、費用対効果が見込める適用方法のあり方など検討を進め、既設埋設物に起因する問題の解消に向けて取り組んでゆきたい。

本稿執筆にあたり、大阪国道事務所様には情報の発信についてご快諾賜るとともに、関係者の皆様には多大なご協力、ご助言賜りました。ここに感謝の意を表します。

J C M A



図一 10 AR を用いた現地説明会への 3D データ活用

3D モデルを重ねて、現場で可視化した（図一 10）。

地上機器設置により歩道幅員が狭まる箇所において、地上機器と特殊桙、移設後の縁石、既設埋設物を AR 投影し、自転車や歩行者の導線と地上機器の位置関係を視覚的に把握でき、予想以上に支障をきたすことが確認できた。また、現地において AR で投影された既設埋設物の位置を考慮しながら、関係者間で地上機器設置位置の修正について協議ができ、より精度高く設計に反映することができた。

《参考文献》

- 1) 末永 卓、電線共同溝事業における埋設物非破壊探査の試行と使用効果の検証について、平成 20 年度近畿地方整備局技術発表会、2008
- 2) 梶田洋規、「TS を用いた出来形管理」を活用した埋設物管理手法の検討、建設マネジメント技術、2013
- 3) 米田研一・藤田新治、電線共同溝における 3D レーダ探査と埋設物台帳との照合結果について、第 73 回中国地方技術研究会、2022
- 4) (一社) 日本建設業連合会、2024 年中における建設工事に伴う地下埋設物・架空線事故の発生状況、2025
- 5) 神代晃治・村瀬貴義、電線共同溝事業における埋設管マッピングシステムの活用と効果事例、第 28 回日本道路会議、2009
- 6) 澤井 崇・高田聡文・小林美優、電線共同溝の詳細設計段階における既設埋設物位置の精度向上と 3D 設計ソフトを活用した設計精度向上に向けた取り組みについて、第 68 回土木計画学研究発表会・講演集、2023
- 7) 渡辺朝晴、電線共同溝における地下埋設物の「見える化」に向けた取り組みについて、令和 6 年度近畿地方整備局研究発表会、2024

【筆者紹介】

澤井 崇（さわい たかし）
ジオ・サーチ(株)
減災事業本部
担当部長



レーザー分光式検知器と専用ナビの活用による 埋設ガス導管の漏えい検査効率化

熨斗 克哉

本稿では、埋設ガス導管における漏えい検査の効率化に向けた取り組みについて報告する。従来の漏えい検査は、半導体式検知器を用いた徒歩による方法が主流であり、多くの人員を要し、身体的負荷が大きく、また紙図面を用いた事務作業が多く残されていた。これに対し、レーザー分光式検知器（自動車型および自転車型）と専用ナビゲーションシステムを導入することで、検査業務の高速化、身体的負荷の軽減、ならびに事務作業の負担を大幅に軽減した。

キーワード：漏えい検査，ガス検知器，カーナビゲーション，生産性向上，DX

1. はじめに

ガス導管事業者は、地中に埋設されたガス管について、漏えいを発見・修復するために定期的な検査を実施している。従来の漏えい検査は、検査員がカート型の半導体式検知器を押しながら、ガス管の埋設位置付近を時速4 km以下で歩行する方法で行われてきた。この方法は多くの人員を必要とし、特に夏季の高温環

境下では身体的負荷が極めて大きい業務であった（写真—1）。

さらに、ガス管の埋設位置の確認は紙図面による目視で行い、検査結果の記録も紙図面へ手書きで記入するなど、事務作業が多く残されていた。

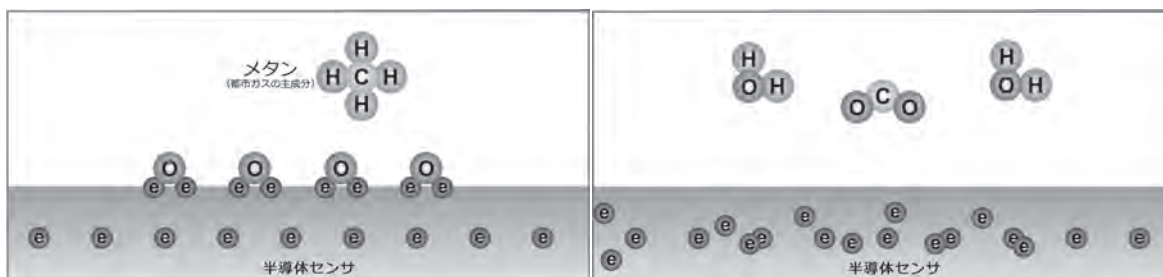
なお、半導体式検知器の動作原理は、半導体センサー表面に吸着している酸素分子が、ガスとの反応によりセンサー表面から離脱し、それに伴ってセンサーを流れる電流が変化するという現象に基づいており、この電流の変化量を測定することで、ガスを検知・測定している（図—1）。

2. 漏えい検査効率化の概要

漏えい検査の効率化を図るため、レーザー分光式検知器および専用ナビゲーションシステムを導入した。レーザー分光式検知器は、従来の半導体式検知器と比較して高い感度を有しており、検査の高速化を可能とした。また、専用ナビゲーションシステムにより、検査前のルート計画、検査中のルート案内および検査結



写真—1 カートタイプの半導体式検知器を用いた検査の様子



図—1 半導体式検知器の原理

果記録，検査後の図面作成といった一連の事務作業の自動化を実現した。

3. レーザー分光式検知器（自動車型）

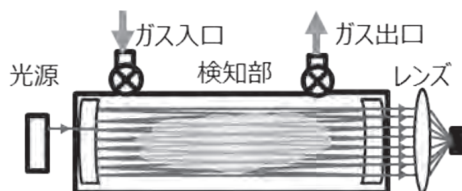
レーザー分光式検知器は，都市ガスの主成分であるメタンやエタンに接触すると減衰するレーザー光を検査対象の気体に照射し，その吸収率に基づきガス濃度を測定するものである。自動車バンパー部に設置された吸引口から地表面付近の大気を分析セルに導入し，レーザーを照射する。分析セル内には高反射率のレンズが対向配置されており，レーザーが多重に反射することで高感度な測定が可能となる（図—2）。

この自動車搭載型の検査方法（以下，自動車型検査）は，海外においては導入事例があるものの，国内では導入実績がなかった。そのため，従来の半導体式検知器と同等の検知精度を確保する運用方法の検討が必要であった。数年にわたる検証を実施し，以下の運用条件により十分な検知精度が得られることを確認した：①時速 30 km 以下での走行，②吸引口から左右 2 m 以内の範囲での検知が可能，等である（写真—2）。

また，自動車型検査では，走行中の位置情報や風向データを常時取得しているため，ガス検知時には風速データを用いて検知箇所を推定し，地図上に可視化することができる（図—3）。ガス検知箇所については，自動車型検査終了後に別班が詳細な調査を実施し，漏えい位置を特定している。

4. レーザー分光式検知器（自転車型）

自動車型検査の導入により，幹線道路等に対しては



図—2 レーザー分光式検知器の検知原理



写真—2 自動車型検査車両とバンパー部の吸引口

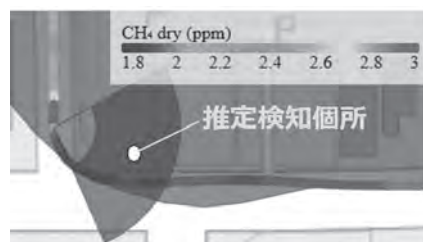
検査の効率化が可能となったものの，検査対象のガス管は需要家 1 戸 1 戸まで敷設されており，住宅街や狭小道路では自動車の運行が困難で，かえって非効率であった。そこで，自動車搭載型レーザー分光式検知器を製造しているメーカーが提供するバックパック用の小型検知器を自転車に搭載する方法（以下，自転車型検査）を着想し，こちらも数年にわたる検証に基づき運用方法を策定した（写真—3）。

自転車型検査は時速 10 km 以下の走行で検査可能で，徒歩より効率的でありながら，自動車型と比較して小回りが利くため，狭小道路や歩道での検査に適している。ガス検知時には停車して詳細な調査を実施し，漏えい位置を特定している。

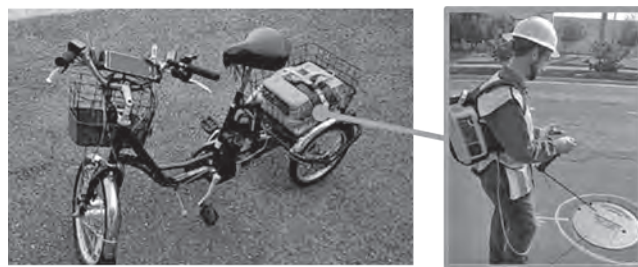
5. 専用ナビゲーションシステム

レーザー分光式検知器（自動車型・自転車型）の導入により，検査速度の向上および身体的負荷の軽減は達成されたが，とりわけ自動車型検査に必要な事務作業には依然として課題が残されていた。以下に主要な課題を示す。

- ①検査前：自動車は徒歩と比較して急停止や転回が困難であり，安全な走行のためには事前にスムーズに走行できる検査ルートを策定しておく必要がある。この際，一方通行，中央分離帯，時間指定道路などの情報を地図上で確認しながら，検査対象のガス管を網羅する一筆書き経路を人力で作成しており，1 日あたり約 3 時間を要していた（写真—4）。
- ②検査中：策定したルートを運転者が暗記することは



図—3 ガス検知時のレポート例



写真—3 バックパック用小型検知器と自転車への搭載

現実的ではなく、地図を見ながらの運転も困難であるため、助手席に補助者を配置しルート案内を行っていた。また、検査結果（ガス管付近を走行できたか否か）についても、補助者が紙図面に手書きで記録していた（写真—5）。



写真—4 検査ルート策定の様子



写真—5 走行中の補助者の様子



写真—6 検査記録図面作成の様子

③検査後：走行中の記録メモを正式な検査記録図面に転記・清書する必要がある、1日あたり約1時間を要していた（写真—6）。

これらの課題を解決するため、専用ナビゲーションシステムを開発した。当システムはPCとタブレットから構成され、PC上で検査予定エリアを指定することで、当該エリアのガス管を網羅する最適な走行ルートを自動作成する（図—4）。作成されたルートをタブレットに転送することで、一般的なカーナビゲーションシステム同様にルート案内が可能である。タブレット上ではガス管の位置情報と常時計測される現在地をリアルタイムで照合し、自動で検査結果を判定・記録する。帰社後には、判定結果をPCに取り込むことで、検査記録図面を自動生成する。

特にルートの自動作成に関しては、一つ以上の目的地への最短ルートを作成するシステムは既に存在するが、当該検査業務のように、指定したエリア内の線分を網羅するルートを作成するものは存在しなかったため、今回独自のロジックによるプログラムを構築し実装した（特許出願済み）。

このシステムの導入により、検査前後の事務作業ならびに検査中の補助者が不要となり、大幅な負担軽減を実現した。

6. 取り組みの効果

レーザー分光式検知器および専用ナビゲーションシステムの活用により、検査の高速化、身体的負担の軽減、事務作業負担の解消を実現した。従来のカート型と比較して自動車型では約7.5倍、自転車型では約2.5倍の速度での検査が可能である。また、検査の高速化と事務作業負担の解消により、検査体制の縮小が可能となり、従来24名で実施していた検査業務を9名で遂行できるようになった（表—1）。これにより、効



図—4 走行ルートの自動作成

表－1 取り組みの効果一覧

取り組み	効果	
レーザー分光式検知器の導入	検査の高速化	カートと比べて自動車 7.5 倍，自転車 2.5 倍
	身体的負担の軽減	
	検査体制の縮小	24 名→10 名
専用ナビゲーションシステムの開発	事務作業負担の解消	4 時間/日→0 時間/日
	検査体制の縮小	10 名→9 名（自動車検査が 2 名→1 名）

率的な検査体制の構築が可能となり，担い手不足の課題解決に貢献している。

定期的な供給を将来にわたり継続することを目指し，インフラメンテナンス技術のさらなる発展に貢献していく所存である。

7. おわりに

J C M A

老朽化が進行するインフラのメンテナンスは不可欠である一方，現代社会は人口減少および担い手不足という課題に直面している。このような状況において，最新技術を活用したメンテナンス業務の効率化は喫緊の課題であり，本取り組みはその一例である。今後も，社会および日常生活に不可欠な都市ガスの安全かつ安



〔筆者紹介〕

熨斗 克哉（のし かつや）
大阪ガスネットワーク㈱
導管計画部 R&D チーム



衛星データを活用した漏水リスク評価管理業務システム

天地人コンパス 宇宙水道局による効率的インフラメンテナンス

(株)天地人 PR 部

日本の水道インフラは老朽化が進み、年間2万件以上の漏水事故が発生している。従来の音聴調査は人手と時間を要し、地球4周分に相当する管路延長を効率的に管理することは困難である。本稿では、人工衛星データと地上データ、AIを組み合わせた漏水リスク評価システムについて報告する。衛星による地表面温度・地盤変動データと水道管の管路情報や調査履歴をAIで分析し、100m四方で漏水リスクを5段階評価する。

キーワード：衛星データ、水道インフラ、漏水、漏水リスク、AI解析、維持管理、デジタルトランスフォーメーション

1. はじめに

(1) 日本の水道インフラが直面する課題

日本の水道インフラは老朽化という深刻な課題に直面している。高度経済成長期の1960年代に集中整備された水道管の老朽化が進んでいる。日本水道協会によれば、国内の水道管の総延長は74万キロメートルに及び、法定耐用年数40年を超過した管路は22%の17万キロメートルに達している。

現在、日本では年間約2万件以上の漏水事故が発生しており、主な原因は老朽化である。気候変動に伴う異常気象も影響を与え、極端な高温や凍結を引き起こす低温が水道管にストレスを与えている。さらに、地震による地盤変動の影響も無視できない。

少子高齢化による人口減少も新たな課題をもたらしている。水道利用者数が減少する一方で、広域な水道インフラは維持しなければならず、水道料金収入減少の中で維持管理コストは増大し続けている。

(2) 従来の漏水調査手法の限界

現在の漏水調査は主に「音聴調査」によるものである。作業員が聴診器のような装置で地中の音を聴き、漏水の有無を判断する手法である（写真—1）。

約17万キロメートルの老朽管路を人が歩いて調査することは物理的に困難であり、例えば、静かな夜間を実施する必要があるなど制約も多い。また、古い水道管が必ずしも漏水リスクが高いとは限らない点も重要である。水道管に加わるストレスは、設置環境の気

象データ、地盤や土壌、地形、人口密集地や道路など土地利用状況に左右される。

(3) 政府の政策的対応

2024年8月30日、内閣府は新たな「水循環基本計画」を閣議決定した。この計画では「人工衛星データを活用した漏水リスク検知システムの導入」が重点施策として位置づけられた。人工衛星から得られる地表面温度や地盤変動データを活用し、水道管の劣化や漏水リスクを高精度で把握することで、従来の人的調査における時間とコストの削減が期待されている。



写真—1 音聴調査の様子

2. システム概要

(1) 基本コンセプトと技術的特徴

漏水リスク管理業務システムは、複数の人工衛星から取得する多様なデータを活用している。最も重要なデータは地表面温度データと地盤変動データである。

地表面温度データは、水道管が地下に埋設されているため大気温度より地表面温度の影響を強く受けることを利用している。夏季の極端な高温や冬季の凍結を引き起こす低温は、水道管の材質にストレスを与え劣化を促進する。

地盤変動データは、地震大国日本において常に微妙に動く地盤の長期間にわたる変動を分析し、水道管の劣化や損傷リスクをより正確に推定する。

(2) 地上データとの統合分析

衛星データの有効活用には地上データとの組み合わせが不可欠である。水道管の基本情報として、材質、

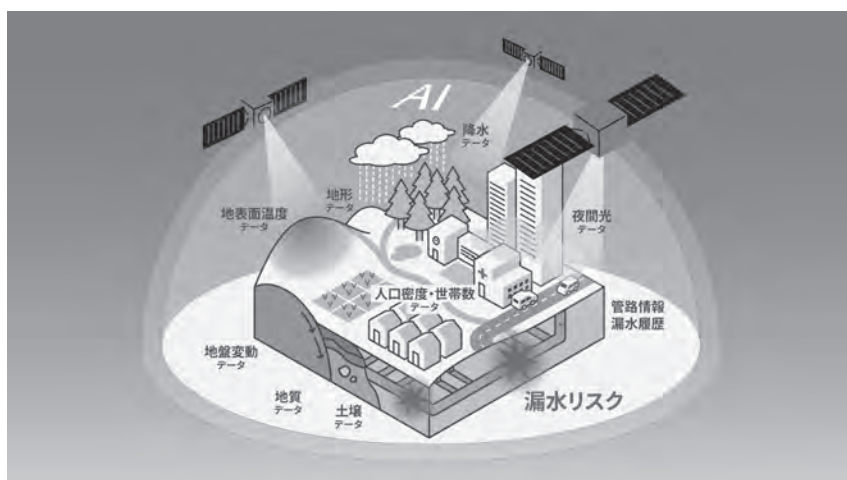
敷設年度、口径、埋設深度などの管路情報を電子化された給水台帳から取得する。

過去の漏水事故データと統計情報は、AI 学習において重要な教師データとして機能する。各水道局が蓄積してきた調査・修繕履歴情報には、実際の漏水発生パターンや修繕方法などの貴重な知見が含まれている（図—1）。

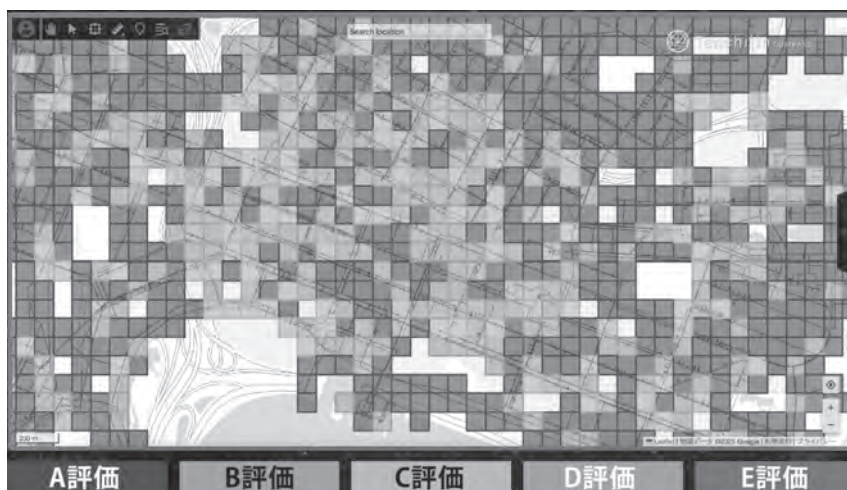
(3) AI 機械学習システムの特徴

AI システムは多様なデータソースを統合し、約 100 メートル四方のメッシュ内で漏水事故が起こるリスクを算出している。各水道局の調査・修繕データが多ければ多いほど、リスク診断の精度が高まる特徴を持つ。

リスク診断は5段階で表示され、赤（E 評価）が最も高いリスクを示す。この診断結果は電子化された給水台帳と連携して WebGIS 上に表示され、直感的で操作が簡単なインターフェースでリアルタイムにデータを確認できる（図—2）。



図—1 衛星データと AI を活用した漏水調査のイメージ図



図—2 5段階リスク診断の表示メッシュのサンプル

3. 実証実験と効果検証

(1) 管路の健全度と重要度による総合評価

漏水リスク管理業務システムでは、見えざる地下のリスクを2つの観点から把握している。第一に、どの管路に近い将来漏水する可能性が高いか（漏水のリスク検知）＝健全度評価。第二に、どの管路が重要なのか（その管路の機能停止時の重要施設への影響規模）＝重要度である。

健全度評価では、経年劣化の進行度合い、漏水リスク、耐震性、外部影響、水質保全などを総合的に評価する。重要度診断では、平時と災害時の両方の観点から上下水道管路の重要度を数値化し、優先的な対策が必要な箇所を明確化する（図－3）。

(2) 定量的効果の実証

内閣府の実証事業である豊田市との実証実験や他自治体へのヒアリングを通して、漏水リスク管理業務システムに期待できる効果は、点検費用が最大65%削減、調査期間が最大85%削減とされている。

また、人口10～15万人の一般市での導入効果として、衛星とAIによる解析で現場作業の効率化とコスト削減を両立した結果、漏水発見効率が約6倍、さらに漏水調査費用が漏水リスク診断の費用込みで約5分の1という結果となった。

住民生活への影響回避という社会的効果も期待できる。漏水事故による断水や水圧低下は、住民の日常生活に直接的な影響を与える。特に、医療機関や高齢者施設などでは、水の供給停止は深刻な問題となる可能性がある。

早期発見・早期対処により、大規模な漏水事故を未

然に防ぐことで、道路陥没や交通渋滞などの二次的な影響も回避できる。また、計画的な修繕により工事期間を最小化し、住民への影響を最小限に抑えることが可能となっている。

(3) 全国展開の実績

2023年4月に福島市を皮切りとして本格的なサービス提供を開始し、札幌市、東京都水道局、宮崎県都城市などへの導入が相次いでいる。2025年5月現在、累計契約自治体数が30を突破している。

4. システムの技術的革新性

(1) 従来技術との差別化

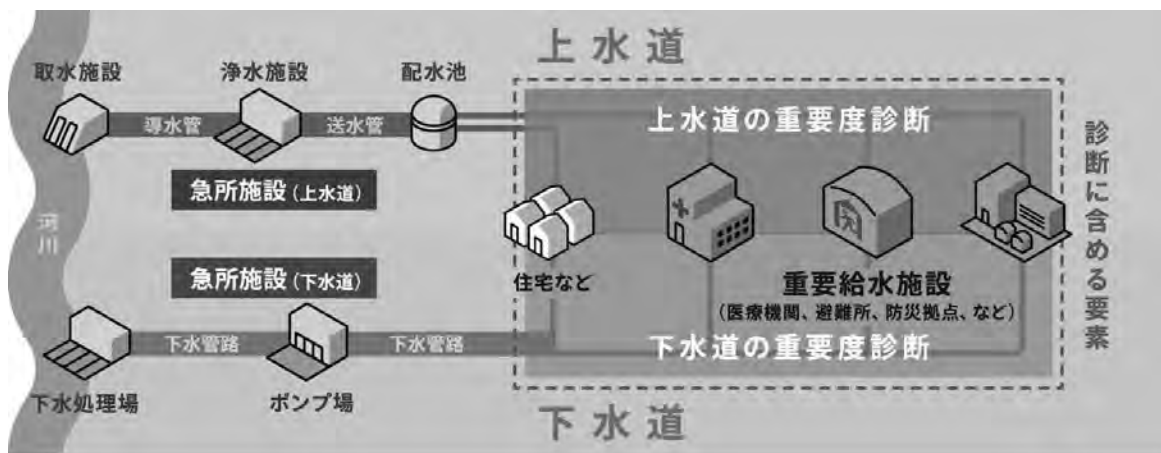
従来の水道管メンテナンスは漏水事故発生後に対応する「事後保全」が主流であった。漏水リスク管理業務システムは、事前に兆候を察知して対応する「予防保全」を実現している。

従来の管理では敷設年数や材質などの基本情報に基づく経験的判断が中心であったが、本システムでは水道管に加わるストレスを環境情報から科学的に評価している。気象データ、地象データ、土地利用状況まで複合的な要因を定量的に分析し、漏水リスクの「ある場所」だけでなく「ない場所」も特定できる。

(2) 統合的アプローチの哲学

開発では、「天（衛星データ）」「地（地上データ）」「人（専門知見）」「AI/アルゴリズム」の四要素で立体的に考えることで、新たな価値創出を実現している。

特徴は、データドリブンとナレッジドリブンのバランスを最適化している点である。純粋にデータのみに



図－3 上下水道における重要度診断

依存するアプローチでは、現場の実情や専門知識が反映されず、実用性に欠ける結果となることが多い。逆に、経験や知識のみに依存するアプローチでは、客観性や再現性に問題が生じる。

「天」の要素である衛星データは、広域かつ客観的な情報を提供し、人間の主観や地域的偏見を排除した分析を可能にする。「地」の要素である地上データは、現場の具体的な条件や制約を反映し、実用的な解決策の基盤となる。「人」の要素である専門知見は、データでは捉えきれない微細な要因や例外的な状況への対応を可能にする。そして「AI/ アルゴリズム」が、これらの異種データを統合し、人間では処理しきれない複雑な相関関係を抽出する。

さらに運用データの蓄積により継続的に精度向上を図っている。

各水道局の調査・修繕データが多ければ多いほど、AI の機械学習によりリスク評価の精度が高まる仕組みとなっている。新たなパターンや傾向の発見により、従来は見落とされていたリスク要因を特定し、予防的なメンテナンスの精度をさらに向上させることができる。

(3) 業務デジタル化と人材育成への貢献

漏水リスク管理業務システムの導入は、水道局の業務フロー全体にデジタル変革をもたらしている。従来は紙に記録してから入力し直すような手間がかかる形であったが、システムに直接入力してデータベース化できることで、業務効率化に直結するツールとして機能している。

データの一元管理とリアルタイムな情報共有により、迅速な意思決定が可能となっている。複数の職員が同じデータを同時に参照でき、現場の状況変化に即座に対応できる体制が構築される。また、作業履歴や意思決定プロセスがデジタルで記録されるため、業務の透明性と説明責任の向上にも寄与している。

水道技術者の高齢化と人手不足が深刻化する中で、技術と知識の継承は重要な課題となっている。従来は経験と勘を中心に組み立てられた技術判断が、データに基づく客観的な評価に転換されることで、若手職員でも効率的な調査が可能となる。また、熟練技術者の知見をシステムに蓄積することで、属人的な技術の標準化と継承が促進される。新人職員でも、システムのガイダンスに従って一定レベルの調査・判断が可能となり、技術習得期間の短縮と教育コストの削減が実現される。

5. 今後の展望と課題

(1) 下水道インフラへの技術応用

現在、漏水リスク管理業務システムの事業は上水道が対象であるが、管の設計思想が異なる下水道にも応用できないか検討を進めている。下水道でもインフラ老朽化対策の技術的な課題の解決を模索している。

下水道と上水道では、管路の構造、流体の性質、劣化要因、点検手法などが異なるため、単純な技術移転では対応できない部分がある。しかし、衛星データによる地盤変動や地表面温度の観測、AI による統合解析といった基本的なアプローチは共通して活用できる部分が多い。

下水道への適用が実現すれば、上下水道一体での最適で持続可能な再構築という政府の水循環基本計画の方針に合致し、より包括的なインフラ管理システムの提供が可能となる。

(2) 災害対応・レジリエンス向上への貢献

衛星データと AI 解析技術は、災害大国日本のインフラマネジメントにおいて重要な役割を果たす可能性がある。地震や豪雨といった自然災害への備えとして、AI が異常兆候をリアルタイムで検出すれば、迅速な避難判断や対策立案につながり、予防保全とともににより強固なインフラをつくることができる。

特に、能登半島地震の教訓を踏まえ、上下水道などのインフラの耐震化や代替性・多重性の確保が重要課題となっている。この技術を災害対応に応用することで、災害発生前のリスク評価、災害発生時の被害状況把握、災害復旧時の優先順位決定などに貢献できる可能性がある。

(3) 社会実装における課題と対策

水道 DX における最大の課題の一つは、現場に蓄積されている貴重なデータを AI 学習に適した形に整備することである。調査・修繕データは紙に記録されバインダーでとじられていることが多く、エクセルに残っていても AI 学習に適した形でデータベース化されていない現状がある。また、水道管路の情報自体も、増改築を重ねた家ようになっており、地図情報が電子データとして残っていても実態と合っていないとは限らない。

AI 学習できる状態に調査・修繕データを整備するには相当な時間がかかることが予想される。この課題解決には、天地人と地方自治体が二人三脚で継続的に取り組む必要があり、短期的な成果を求めるのではな

く、長期的な視点での関係構築と協働が不可欠である。

6. おわりに

(1) 持続可能な水インフラ実現への使命

日本の水道インフラが直面している老朽化、人口減少、気候変動などの課題は、これまでにない規模で水道事業を圧迫している。こうした中、政府は新たな「水循環基本計画」を策定し、上下水道の耐震化やDX技術の導入によるメンテナンスの効率化を推進している。漏水リスク管理業務システムは、宇宙技術とAIを融合した先進的なソリューションとして、水道事業の課題解決に寄与している（図－4）。

漏水リスク管理業務システムによって、限られた人手と予算の中で効率的に漏水リスクを管理し、早期に対策を講じることが可能となる。職員の業務負担が軽

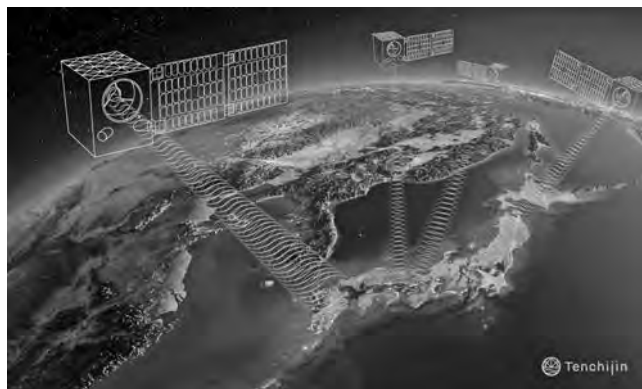
減され、情報の一元管理とリアルタイムな共有が実現する。結果として、水インフラの持続可能な維持管理が進み、国民が安心して生活できる社会の実現に寄与している。

(2) 水道DXの長期戦略と継続的取り組み

衛星データと配管情報、AIを活用した水道デジタルトランスフォーメーション（DX）による課題解決は、長期的な戦いになると認識している。各水道局の調査・修繕データが多ければ多いほど、リスク評価の精度は高まるが、現場のデータ整備には時間がかかる。地方自治体と二人三脚で継続的に取り組むことで、実用的なシステム運用を実現していく必要がある。

現在、上水道が対象だが、管の設計思想が異なる下水道にも応用できないか検討している。下水でもインフラ老朽化対策の支援を行い、担い手が高齢化している農業の効率化にも、宇宙データの活用を広げていきたい。

JCMA



図－4 宇宙技術とAIを融合した先進的なソリューションのイメージ図

《参考文献》

- 1) 日本水道協会：水道統計（令和4年度版），2023
- 2) 内閣府：水循環基本計画（令和6年8月30日閣議決定），2024
- 3) 国土交通省：社会資本整備重点計画（第5次），2021
- 4) 愛知県豊田市：衛星データを活用した漏水調査実証実験報告書，2023
- 5) 総務省：地方公営企業年鑑（令和4年度版），2023
- 6) 厚生労働省：水道事業の現状と課題，2024
- 7) 環境省：気候変動適応計画，2021

〔筆者紹介〕

㈱天地人
PR 部

井戸長寿命化対策における井戸内特殊洗浄技術

湧出量減退を再生させるユニバーサル洗浄工法の効果

八 杉 真 路

井戸は広義においては、地下資源を採取する施設であるが、一般的には自然界に存在する地下水を汲み上げるための人工的な地下水採取構造物である。定期的にメンテナンスされていない、竣工から長期間にわたり利用されている井戸は、掘削時と比較して湧出能力の減少が見受けられる。

本技術は、井戸改修工事において湧出量の減退を復元・回復させる井戸内特殊洗浄技術である。本稿では、施工事例をもとに、この技術による洗浄効果、妥当性について報告する。

キーワード：井戸、井戸洗浄、ジェットティング、湧出能力、メンテナンス、井戸再生、長寿命化、二重ケーシング

1. はじめに

人は生きていく上で水を欠かすことが出来ず、古来より井戸は人々の生活に密着しているものであった。手掘りで数mのものであった井戸は、機械による掘削技術の向上により1万mを超える掘削が可能となった。日本においても高度経済成長期以降、大量の地下水を採取するために多くの井戸が新設されている。上水道の普及から、普段の生活では目にすることは少なくなったが、上水用、工業用、農業用、消雪用など、現代社会においても幅広く活用されている。その大多数が、掘削時より湧出能力が低下している問題を抱えており、経年使用による問題を解消するためにメンテナンスの時期を迎えている。

揚水能力の低下には、周辺環境の変化である帯水層損失によるもの、井戸本体、揚水機に原因がある井戸損失によるものとさまざまな原因が考えられるが、湧出能力の低下には、井戸本体（ストレーナの目詰まり）が大きく関わっている。ストレーナ（取水部）の目詰まりは水質によるもの、水中ポンプ稼働により地層砂を引き込んだものなど多種多様であるが、目詰まりはストレーナ表面だけで起こっているものではなく、ストレーナ外側、充填砂利部と管の外側からすでに起こっている。目詰まりを解消し、湧出能力を回復するには、ブラッシング、ベアリング、ジェットティング、スワビング、薬品などの洗浄（以下、従来工法）が採用されているが、管の外側まで効率よく洗浄することが重要となる。硬いスケールを除去し、なおかつ管の

外側である充填砂利部まで洗浄可能な井戸内特殊洗浄技術として「ユニバーサル洗浄工法」（以下、本技術）を開発した。

2. 技術概要

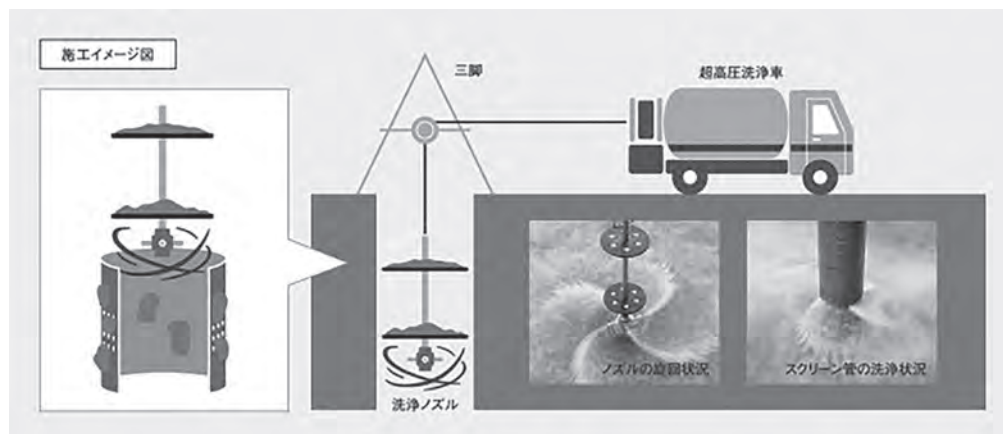
本技術は機械洗浄であるジェットティング工法のひとつに分類され、仕様が最高圧力 25.0 ～ 32.0 MPa、常用圧力 21.5 ～ 27.0 MPa、吐出水量 190.1 ～ 150.2 L/min の超高压洗浄車から供給される超高压水で、回転速度 770 r/min の特殊洗浄ノズルからの超高压噴射により、井戸孔内の洗浄を行う。井戸口径に合わせた特殊洗浄ノズルを高速回転させたまま上昇、下降させながら井戸孔内を斑なく洗浄し、固着物を剥離していく。更に管内側から、ストレーナ外部へ超高压水を送り込むことで、裏込めされた充填砂利部分をも洗浄する。特殊洗浄ノズルには水流制御パッドが設けられ、パッド内に水の搬送作用渦が発生し、充填砂利の間に入り込んだ地層砂、固着した砂、粘土、錆スケールなどを井戸孔内に引き込むことが出来る（図—1）。

3. 活用のメリット

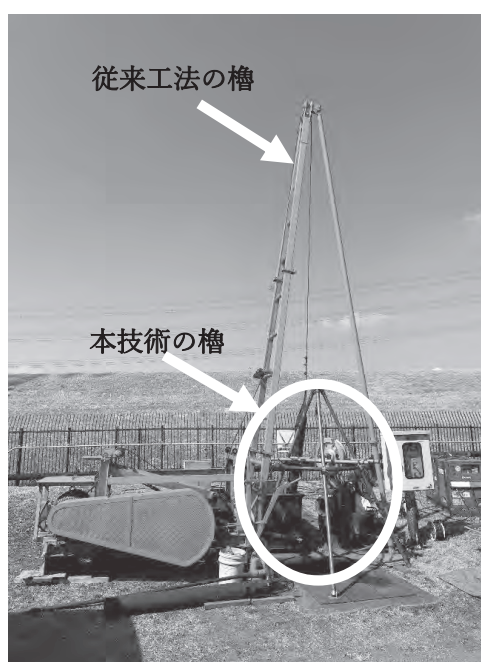
本技術を井戸洗浄に用いる際に得られるメリットを下記に記す。

(1) 経済性向上と工程短縮

さく井機のような大掛かりな槽を必要としないた



図ー1 本技術施工イメージ



写真ー1 簡易さく井機との比較

め、機械組立費・解体費が不要である（写真ー1）。作業スペースは井戸周辺に車両1台分（16.3 m×w 2.2 m×h 2.4 m）あれば施工出来る。コンパクトで機動性が高く、さく井機を設置出来ない難地、建屋内、極狭スペースに設けられた井戸であっても洗浄可能であり、作業終了後の即日開放が出来る。

(2) 施工品質の向上

ストレーナ外側に裏込めされた充填砂利までの洗浄が可能であり、洗浄効率が向上。従来工法で洗浄効果の乏しかった井戸においても、充填砂利部分まで洗浄することにより湧出量の回復が期待出来るため、必ずしも井戸の掘り直しが必要ない。従来工法では破損が疑われる箇所を避けての洗浄は不可能であったが、洗浄圧力の調整により危険箇所を避けての部分洗浄が可

能である。カメラ調査を先行して行い、破損の有無、固着物の硬度など洗浄計画に基づいて洗浄圧力を調整することで、ケーシング管の管種、ストレーナの形状を問わず対応出来る。二重ケーシング管設置後においても、既設管奥の洗浄を可能にしたことが大きな特徴である。

4. 施工事例

(1) 消雪用取水井戸での施工事例

(a) 井戸概要

- ・竣工：平成 22 年
- ・井戸深度：60 m
- ・ケーシング径：300 A
- ・ケーシング材質：FRP 管
- ・ストレーナ形状：縦スリット型
- ・必要計画揚水量：0.35 m³/min，掘削時適正揚水量 0.38 m³/min
- ・揚水機の更新はあるが、井戸メンテナンスの履歴無し

(b) 井戸洗浄結果

①本技術を用いて井戸内特殊洗浄を実施。従来工法はケーシング管表面の洗浄には適しているが、井戸本来の取水箇所（充填砂利の固着、管の外側）の洗浄には、効果が劣り、洗浄効率を高めると FRP 管を損傷させる恐れがある。FRP 繊維を破損させないように圧力を調整し、ストレーナ部分を重点的に洗浄した。洗浄を重ねるに連れ、既設ケーシング管表面に付着していた汚れ（写真ー2）から目詰まりの原因となる砂、ストレーナ奥側に固着していた砂（写真ー3）へと、洗浄ノズルに堆積する物質が変化していった。

②洗浄後の井戸内カメラ調査において、洗浄前に取水部を覆っていた固着物（写真ー4）が剥離し、取水



写真—2 管表面に近い固着物



写真—3 管外側の固着物



写真—4 洗浄前ストレーナ状況



写真—5 洗浄後ストレーナ状況

部奥の充填砂利（写真—5）まで確認出来た。洗浄による FRP 繊維捲れは見られない。

③洗浄後の揚水試験は、予備揚水を1時間程行い清水にした後、最大揚水量 $0.722 \text{ m}^3/\text{min}$ をもとに6段階に分割して水位の降下を測った。洗浄前と比較し（表—1）、適正揚水量が $0.24 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 0.40 \text{ m}^3/\text{min}$ に回復した。また、全ての段階で比湧出量が増加した。

①②③の結果より、水位降下量、比湧出量それぞれの項目において改善が見られたことから、本技術による洗浄効果、FRP 管のメンテナンスにも適用出来る妥当性が確認された。

(2) 二重ケーシング管設置後の工業用取水井戸での施工事例

(a) 井戸概要

- ・竣工：平成2年 平成30年二重ケーシング管設置
- ・井戸深度：150 m
- ・既設ケーシング径：200 A
- ・既設ケーシング材質：SGP 管
- ・既設ストレーナ形状：資料無し
- ・二重ケーシング径：150 A
- ・二重ケーシング材質：VP 管
- ・二重ケーシングストレーナ形状：丸孔
- ・掘削時適正揚水量： $0.15 \text{ m}^3/\text{min}$
- ・施工前年度、従来工法による洗浄が行われていたが、適正揚水量 $0.018 \text{ m}^3/\text{min}$ まで低下

(b) 二重ケーシングによる井戸長寿命化

本井は、改修履歴に関する資料がなく詳細不明であるが、既設井戸に何らかの異常が認められ、「ケーシングパイプやスクリーンが破損すると、砂及び充填砂利が井戸内に流入する障害が発生する。破損ケーシングの修復を行う場合は、事前に水中テレビカメラで井戸内の状況を確認して最適な修復工法の採用を検討す

表—1 洗浄前後の揚水試験比較

	洗浄前		水位降下量 Sw (m)	比湧出量 Q/Sw
	揚水量 (m^3/min)	揚水量 (m^3/day)		
第1段階	0.081	116	6.16	0.0131
第2段階	0.162	233	8.36	0.0194
第3段階	0.240	345	12.58	0.0191
第4段階	0.321	462	16.71	0.0192
第5段階	0.400	576	20.25	0.0198
第6段階	0.489	704	25.44	0.0192
連続試験	0.240	345	13.02	0.0184

	洗浄後		水位降下量 Sw (m)	比湧出量 Q/Sw
	揚水量 (m^3/min)	揚水量 (m^3/day)		
第1段階	0.121	174	2.27	0.0533
第2段階	0.240	345	4.46	0.0538
第3段階	0.357	514	6.97	0.0512
第4段階	0.489	704	9.73	0.0503
第5段階	0.600	864	12.95	0.0463
第6段階	0.722	1039	15.77	0.0458
連続試験	0.400	576	7.59	0.0527

る。ケーシングパイプが破損した場合、一般には内装管（ダブルケーシング）を設置し補修する。」¹⁾ 井戸長寿命化措置として、既に既設管よりワンサイズダウンの二重ケーシング管（内装管）が設置されている。

（c）二重ケーシング設置後における井戸洗浄結果
①前述したように、井戸本来の目詰まりを解消するには、ストレーナ外側を効果的に洗浄する必要がある。二重ケーシング設置後においては、内装管→既設管→既設管外側まで洗浄出来なければ洗浄効果は乏しい。本技術を用いて洗浄を行ったところ、回数を重ねるに連れ、錆スケール交じり砂から地層砂へと洗浄による回収物に変化していった（写真—6）。

②洗浄後の井戸内カメラ調査では、洗浄前と比較し井内全体の水の透明度が増した。洗浄前は取水部状況

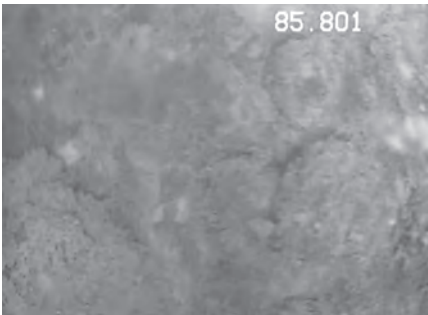
が不透明（写真—7）であったが、洗浄後は取水部の固着物も剥離し、丸孔（写真—8）が確認出来るようになった。

③洗浄後の揚水試験において、水位降下量が大幅に改善され比湧出量も増加したことにより、適正揚水量は洗浄前 0.018 m³/min → 洗浄後 0.130 m³/min（表—2）と大幅に回復した。

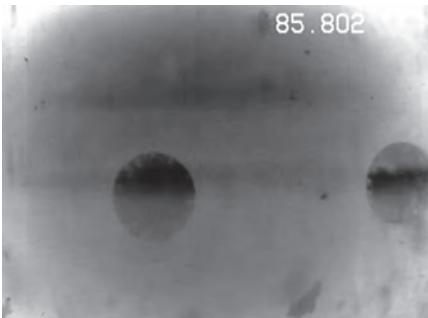
①②③の結果より、二重ケーシング設置後の井戸洗浄において、本技術を採用することで湧出能力が復元された。揚水試験結果の数値が、内装管→既設管→既設管外側まで洗浄効果が得られた妥当性を示している。



写真—6 洗浄回収物左から順番に



写真—7 洗浄前ストレーナ状況



写真—8 洗浄後ストレーナ状況

表—2 二重ケーシング設置後における洗浄前後の揚水試験比較

洗浄前					洗浄後				
	揚水量		水位降下量	比湧出量		揚水量		水位降下量	比湧出量
	(m ³ /min)	(m ³ /day)	Sw (m)	Q/Sw		(m ³ /min)	(m ³ /day)	Sw (m)	Q/Sw
連続試験	0.018	26	48.16	0.0004					
第1段階	0.032	46	3.43	0.0093	第1段階	0.032	46	3.43	0.0093
第2段階	0.066	95	7.32	0.0090	第2段階	0.066	95	7.32	0.0090
第3段階	0.098	141	11.06	0.0089	第3段階	0.098	141	11.06	0.0089
第4段階	0.130	187	15.77	0.0082	第4段階	0.130	187	15.77	0.0082
第5段階	0.162	233	19.85	0.0082	第5段階	0.162	233	19.85	0.0082
第6段階	0.241	347	45.12	0.0053	第6段階	0.241	347	45.12	0.0053
第7段階	0.364	524	59.65	0.0061	第7段階	0.364	524	59.65	0.0061
連続試験	0.130	187	16.12	0.0081	連続試験	0.130	187	16.12	0.0081

5. おわりに

ユニバーサル洗浄工法を井戸メンテナンスに活用することで、従来工法よりも高い湧出能力の復元が可能であることが確認された。しかし、「改修工事を長年実施せず、著しく湧出能力の減退した井戸ではいかなる洗浄工法を採用したとしても湧出能力の回復は望めない。揚水量が多く、水質が良好でも定期的に洗浄作業を実施することが望ましい。一般的に、適正揚水量における比湧出量が完成時の80%以下になった時に、洗浄作業を実施することが望ましい。」²⁾とされている。井戸は完成して地下水を採取していれば特段問題ないと軽視することなく、人や車のように、定期診断やメンテナンスが必要である。井戸内部の状況確認、水位の変動を継続記録していくことで、メンテナンス実施時期の検討材料となる。湧出量が減少した

から掘り直す、と井戸を負の遺産としてはならない。湧出能力が減退しつつある井戸を1本でも多く、永らく使用出来るよう、本技術の施工精度を高め、施工実績を蓄積し改良を進める所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) (一社) 全国さく井協会, さく井工事施工指針, p 12, 2021 年版
- 2) (一社) 全国さく井協会, さく井工事施工指針, p 14, 2021 年版

【筆者紹介】

八杉 真路 (やすぎ しんじ)
VEEma ㈱
工務部
統括部長



Starlink を活用した自律飛行型ドローンによる 葛野川ダムでの遠隔点検実証を実施

地震時一次点検の業務効率化により、作業員の安全確保および設備保全の高度化に貢献

中 村 祐 樹

KDDI スマートドローン(株)は、日本の大手通信事業者である KDDI (株) (以下、当通信事業者) の連結子会社 (100% 子会社) であり、当通信事業者が新規事業ビジネスの一環として 2016 年から展開するモバイル通信とドローンの融合によるドローン事業を継承・成長・発展させ、多くの社会課題の解決に取り組むため 2022 年に設立。本報では、当通信事業者が提供するスペース X 社が開発した低軌道衛星コンステレーションを用いてインターネットを提供する Starlink (以下、低軌道衛星コンステレーション) をバックホール回線として利用する au の通信エリア構築ソリューションである Satellite Mobile Link (以下、通信エリア構築ソリューション) を用いて、弊社が提供する自律飛行型ドローンを遠隔で操作飛行することで地震発生後を想定した臨時点検実証を実施した事例について紹介する。

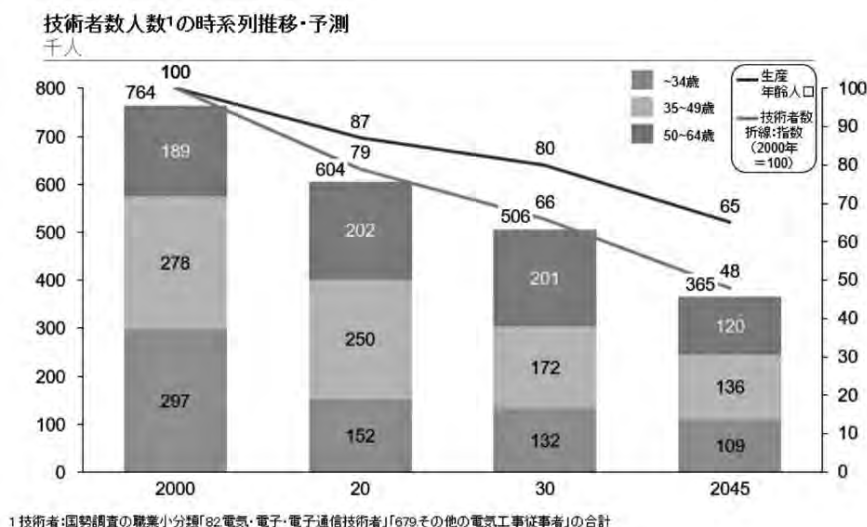
キーワード：ダム堤体、湖岸巡視、地震、臨時点検、Starlink、ドローン、遠隔飛行

1. はじめに

近年、日本の労働人口は少子化と高齢化の進展により著しく減少しており、2018 年には約 7,564 万人であった生産年齢人口が、2030 年には 6,740 万人、2050 年には 4,930 万人まで減少すると予測されている。この人口減少は労働力不足を招き、経済活動の縮小や社会保障負担の増大など、さまざまな課題を引き起こしている。発電所をはじめとするインフラ設備の点検・保守作業においても深刻な労働力不足が生じている（図一

1)。これにより、安全性や安定運用の確保が困難となり、設備の老朽化や点検遅延などの課題が顕在化している。これらの問題に対処するため、特に「超重要インフラ」を中心に、デジタル技術や自動化の導入による効率化が求められている。

「超重要インフラ」とは、国民生活や経済活動の基盤となる社会インフラのうち、他で代替することが困難であり、機能が停止もしくは低下すると社会に特に大きな混乱を招くと見込まれるものであり、日本政府は情報通信、金融、航空、空港、鉄道、電力、ガス、



出典: 『「超重要インフラ」メンテナンス人材不足調査レポート』(株)マイスターエンジニアリング、2023 年 4 月)

図一 メンテナンスが必要なインフラ設備等の保守・点検業務に従事する技術者人数の推移・予測

政府・行政サービス、医療、水道、物流、化学、クレジット、石油の14を重要インフラ分野として位置付けている。

近年頻発する電気設備の障害発生や鉄道の電気設備トラブル等、重要なライフライン系の障害は、復旧が極めて困難であり、対応に時間を要するほど多くの利用者の生活や経済活動に深刻な被害をもたらす、老朽化するインフラが増加する一方で、新たなインフラが建設されても、社会の「超重要インフラ」のメンテナンスを担う人材の不足が2015年以降、危機的な状況に瀕していた。

近年の多くの調査でも、「超重要インフラ」のメンテナンスが2030年には成立しなくなる状況にあることが判明しており、現状のままでは、日本社会は2030年に深刻な事態に陥る可能性が高く、迫りつつある2030年危機に対し、日本社会が早急な対策をとるべく、メンテナンス業務にデジタル化を導入して現場のDX推進を加速化させる必要が出てきている。

2. 産業保安のスマート化推進の動き

そのような中、経済産業省が主導して2020年6月に発足した官民連携の組織として、産業保安のスマート化を推進するための重要な枠組みとしてスマート保安協議会が設立された。会議は、電気保安やガス保安、産業

全体の安全確保を目的とした複数の部会に分かれており、各セクターのアクションプラン策定や規制・制度の見直しを行っている。協議会の基本方針に基づき、ドローンやIoT、AIといった先進技術を活用した保安体制の整備や業務効率化を推進し、設備の高経年化や人材不足、技術伝承の課題に対応している。これにより、安全性の向上や企業の自主保安力の強化、関連産業の生産性や競争力の向上を目指している。スマート保安推進の基本的考え方は、設備の高経年化や人材の高齢化、技術伝承力の低下などの構造的課題や環境変化に対応するため、ドローンやIoT、AIなどの新技術を導入し、安全性・効率性の向上を図ることにある（図—2）。

うち、2021年3月、スマート保安官民協議会の下に設置された電力安全部会において、電力安全分野のスマート保安アクションプランを策定。その中で、今後導入が期待されるスマート保安技術及びその導入促進に向け、主に下記のような官民双方におけるアクションプランが決定した。

<スマート保安アクションプランの概要>（図—3）

【将来像】電気設備の保安力と生産性の向上を両立

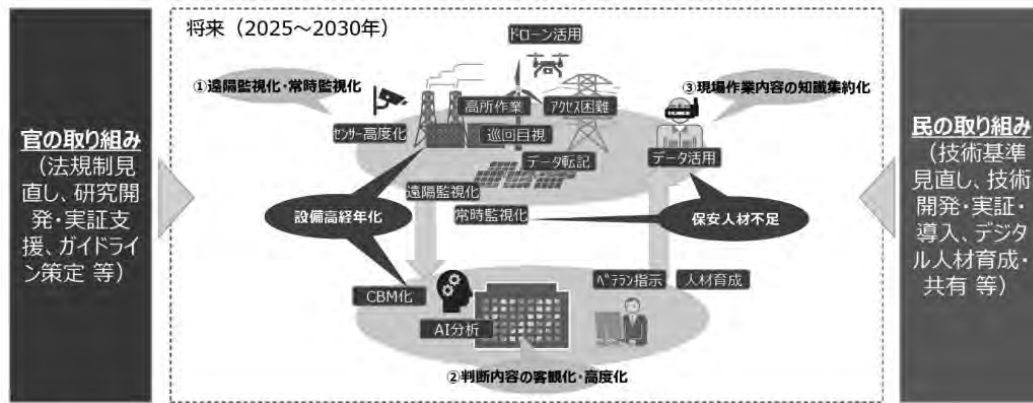
・技術実装を着実に推進

- ー現時点で利用可能な技術は2025年までに確実に現場実装を推進
- ー保安管理業務のさらなる高度化に向け、新たな技術の実証を推進



出典：スマート保安官民協議会 電力安全部会「電気保安分野 アクションプランの概要」（経済産業省、2021年4月）

図—2 電気設備毎の技術実装の道筋



出典：スマート保安官民協議会 電力安全部会「電気保安分野 アクションプランの概要」（経済産業省、2021年4月）

図-3 電気設備分野全体の将来像

・2025年における各電気設備の絵姿

- ー風力・太陽光発電所：遠隔常時監視装置やドローン等の普及による巡視・点検作業の効率化
- ー火力・水力発電所：発電所構外からの遠隔常時監視・制御の普及、高度化
- ー送配電・変電設備：ドローン等の普及による巡視・点検作業の効率化
- ー需要設備：遠隔による月次点検の実施、現地業務の生産性向上等

【官のアクションプラン】

- ・スマート保安に対応した各種規制の見直し・適正化
- ・専門家会議（スマート保安プロモーション委員会）を設置し、スマート保安技術の有効性確認を通じた普及支援

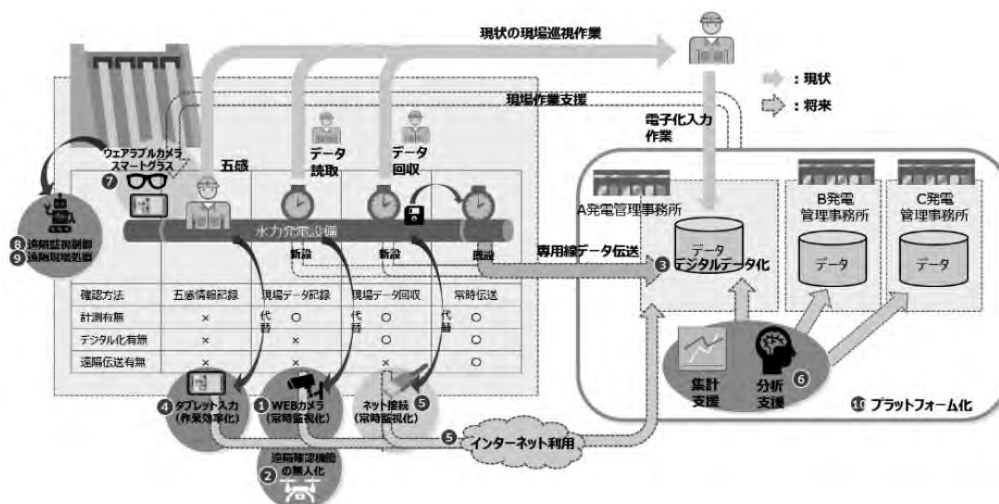
【民のアクションプラン】

- ・スマート保安技術の技術実証・導入
- ・スマート保安の体制・業務を担えるデジタル人材の育成やサイバーセキュリティの確保

3. ダムを含む水力発電設備におけるスマート化促進へ向けた課題

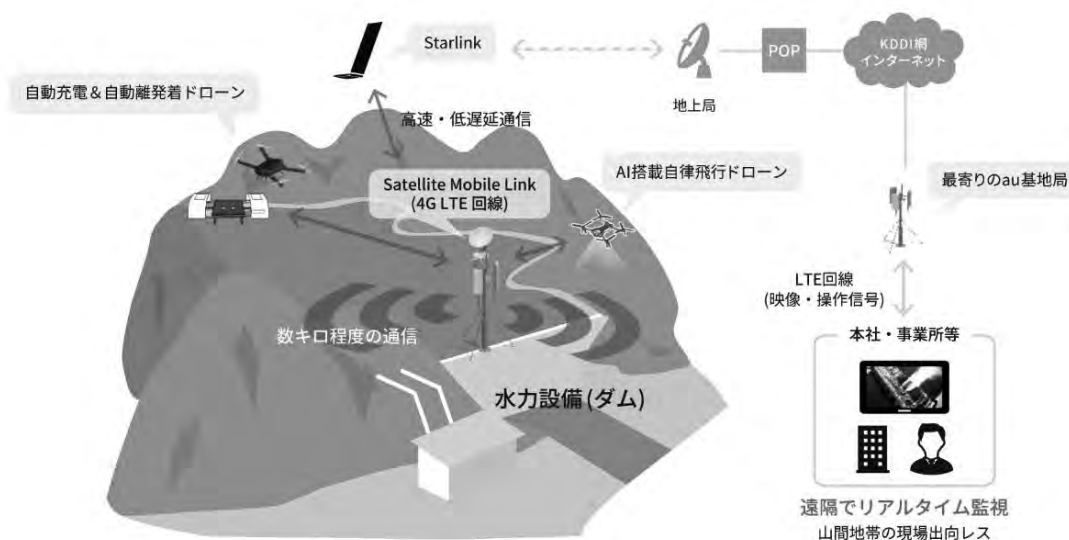
水力ダムや水力発電設備の設置場所としては、水力発電には豊富な水量と急斜面が必要であることから、自然の地形条件が大きく影響するため、主に山間部に集中している。そのため電波や通信の届かない場所が多く、通信環境（無線・有線ともに）の整備が長年にわたり検討されていたが、山間部という地理的条件により光ファイバーや高速大容量の通信回線の敷設が困難であることや、インフラ整備コストの関係で高速・大容量通信環境を整備することが難しいことから、通信環境の整備がスマート化促進へ向けた導入障壁の要因の一つとなっていた。特に、災害時や緊急時の臨時点検時におけるリアルタイムでの映像配信や情報伝達には、災害発生時の現場の状況把握や迅速な対応を支援するために非常に重要となっている（図-4）。

本検証の実証場所（通信エリア構築ソリューション



出典：スマート保安官民協議会 電力安全部会「電気保安分野 アクションプランの概要」（経済産業省、2021年4月）

図-4 スマート化前後における水力発電設備の保安管理業務の例



出典：法人トピックス Starlink を活用した自律飛行型ドローンによる葛野川ダムでの遠隔点検実証（KDDI 株，2024 年 11 月）

図一5 葛野川ダムにおける本実証のシステム連携イメージ



出典：東京電力リニューアブルパワーのダム 山梨県（東京電力リニューアブルパワー(株) HP）

写真一1 山梨県 葛野川ダム

建局ならびに自律飛行型ドローン設置・遠隔飛行）として選定したのは、東京電力リニューアブルパワー(株)様が保有している山梨県大月市にある葛野川ダムとなる（図一5、写真一1）。本ダムは、上日川ダムとの落差 714 m を利用し、最大 120 万 kW の発電を行う純揚水式発電所（葛野川発電所）の下部ダムとして、相模川水系土室川の最上流に建設されたダムである。本ダムは、駒橋事業所が管轄されるダムの一つで、事業所から車両で片道 30 ～ 40 分程度、片道 1 車線の山道を移動する必要があるため、一部エリアでは車両 1 台しか通過できない山道もあることから、地震時一次点検へ向けての移動時に道路の陥没や落石等に巻き込まれるリスクが高いダムであり、設置・検証条件にも最適な環境であることから選定した。

4. 課題解決へ向けた検証内容

本実証に採用した技術のうち、特徴的なものを以下に示す。

(1) 低軌道衛星コンステレーションを活用した通信エリア構築ソリューションによる LTE エリア化

低軌道衛星コンステレーションシステムは、米国の民間企業が提供する低軌道衛星コンステレーションサービスであり、約 550 km の高度に計 4,408 機の衛星を打ち上げる計画を ITU（International Telecommunication Union）に申請しているが、2018 年に打ち上げを開始して以降、既に執筆時点（2025 年 2 月）で 6,750 基以上の衛星が軌道上にあり、米国や日本を含む多くの国でサービスを開始している。

同システムは、先述した衛星コンステレーションに加え、ユーザが利用する端末（移動・固定）、ゲートウェイ局、インターネットに接続するための PoP（Point of Presence）という設備から成り立つ。ユーザ端末と衛星間の通信リンクをサービスリンクと呼び、この区間は Ku 帯（宇宙から地球：10.7-12.7 GHz、地球から宇宙：14-14.5 GHz）の周波数を用いた通信が行われる。また、ゲートウェイ局と衛星間の通信リンクをフィーダリンクと呼び、この区間は Ka 帯（宇宙から地球：17.8-18.6 GHz 及び 18.8-19.3 GHz、地球から宇宙：27.5-29.1 GHz 及び 29.5-30.0 GHz）の周波数を用いた通信が行われる。ユーザ端末は、電気式（フェーズドアレイ型）のアンテナで、アンテナが物理的に駆動せずとも低軌道衛星を電子走査で追尾することがで

き、また、複数の衛星のハンドオーバー（切替え）は、物理駆動式のアンテナと比較し素早く行うことができる点が特徴的である。また、従来のパラボラアンテナタイプと比較しても構成がシンプルで、軽量であることやケーブルの本数も少ない等、一般ユーザの方でも比較的容易に設置ができる点も特筆すべきものである。

日本国内においては、当通信事業者が2021年9月から当通信事業者の提供する携帯通信事業において基地局のバックホール回線に低軌道衛星コンステレーションを利用する取組みを開始している。また、2022年10月には認定低軌道衛星コンステレーションインテグレーターとして、日本国内の法人のお客様に対して低軌道衛星コンステレーションを再販するサービスを開始し、当通信事業者の独自技術と組み合わせたサービス提供に取り組んでいる。

当通信事業者の携帯電話基地局では、山間部や島しょ部等光ファイバー回線が敷設できないエリアの基地局のバックホール回線として静止軌道衛星通信を利用してきたが、これに加え低軌道衛星コンステレーションをバックホール回線として用いることで、さらなる通信品質向上に取り組んでおり、2022年12月より国内の法人企業や自治体向けに低軌道衛星コンステレーションをバックホール回線とした基地局を構築するソリューションサービスを提供開始している。この取組みにより、これまでサービス提供が困難とされていた山間部や島しょ部へのエリア拡大だけでなく、災害対策においても高速通信をご利用いただけるようになり、今後、全国約1,200か所の基地局に順次導入を行う予定である（図—6）。

さらに、地震や台風等の自然災害の多い日本において、災害発生時は被災地域の通信をより迅速に復旧させることが求められていることから、低軌道衛星コンステレーションをバックホール回線として利用した車載型基地局と可搬型基地局の展開を開始している。

(2) インターネットを通じた自律飛行型ドローンの遠隔飛行操作

通信エリア構築ソリューションの4G LTE（800 MHz）活用により、ダム堤体に設置した自律飛行型ドローンがダム堤体から半径約2キロメートル圏内の状況確認をインターネットを通じて遠隔かつ自動で行うことが可能になった。

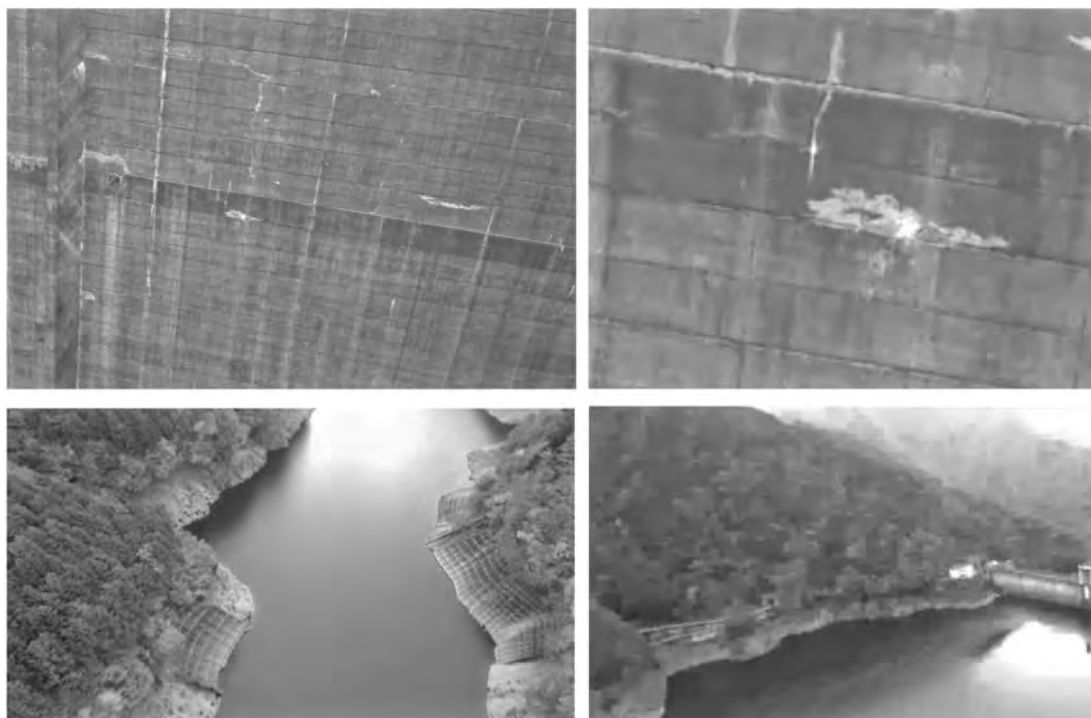
本実証では、自動充電ポート付ドローンとAI搭載自律飛行ドローンの2種類の機体を使用した。自動充電ポート付ドローンは飛行から充電までを全て自動で実施可能である。通信エリア構築ソリューションの4G LTE 通信回線を通じてインターネット接続を実現することにより、遠隔地から飛行実行や現地の映像をリアルタイムに確認できるほか、ドローンで撮影された映像・写真をクラウドに格納することで、ドローンを操作することなくデータの取得が可能である（写真—2）。機体とドローンポートは、4G LTE 回線を通じてスマートドローン運航管理システム（クラウド）と常時接続されるため、日本全国どこからでも通信エリア内であれば運航管理が可能となる（図—7）。

検証の結果、通信エリア構築ソリューションの4G LTE を活用してインターネット上のスマートドローン運航管理システムを通じて堤体に設置したドローンポートへ離陸指示が伝達されポートを離陸したドローン機体は、地震時一次点検を想定したダム堤体の目視点検と同様のルートの飛行を実現できたとともに、平時の巡視点検を想定した調整池での飛行においても、堤体から約2 km 程度上流まで機体が4G LTE 電波を通じて飛行可能であることを確認することができた。なお後者の調整池飛行検証は、ドローンの調整池上流方向へのLTE 通信検証が主目的のため、下流ルートは直進飛行を実施した結果、全工程2.8 km、バッテリー消費量40%のため、バッテリー残量70%を前提とすると4.9 km 程度飛行が可能と想定。



出典：Satellite Mobile Link サービスのご紹介（KDDI 株 HP）

図—6 通信不感エリアにおけるドローン×低軌道衛星コンステレーション（通信エリア構築ソリューション）活用のイメージ



写真—2 自動飛行型ドローンからの撮影映像（上：堤体巡視，下：湖岸巡視）



図—7 スマートドローン運航管理システム画面

これにより、低軌道衛星コンステレーションを活用した自律飛行型ドローンを遠隔で操作可能となることの機能検証が確認できたことで、現場へ必ずしも出向する必要がなく、これまで地震時一次点検のため水力ダムへ向かう際に、道路の陥没や落石等により懸念されていた人身災害のリスクを低減することが可能となり、かつ平時でもダムにおける点検・巡視業務の省人化・効率化の促進が今後期待される。

5. おわりに

LTEを活用した自動飛行型ドローンは現在複数メーカーから提供されており、KDDIの提供する上空SIM（au 4G LTE）と組み合わせることで、遠隔操作可能かつ長距離飛行が可能となり、点検・測量から、物流や監視、農業に至るまで多くの産業領域でのドローンの利活用が進められている。

さらに、本実証を実施した葛野川ダムでは、2025

年5月にSkydio社製の自動飛行型ドローン「Skydio Dock for X10」を活用した遠隔自動によるダム点検の実証試験も実施しており、ダムにおける自動飛行型ドローンの実導入・配備へ向けた検証を続けている。

【法人トピックス】(2025年5月29日)

自動充電ポート付きドローン「Skydio Dock for X10」を活用した遠隔自動ダム点検実証を実施
～地震時一次点検業務のさらなる高度化・効率化を実現～

<https://biz.kddi.com/topics/2025/news/021/>

JCMA

《参考文献》

- 1) 「『超重要インフラ』メンテナンス人材不足調査レポート」(㈱マイスターエンジニアリング) 2023年4月
- 2) スマート保安官民協議会 電力安全部会「電気保安分野 アクションプランの概要」(経済産業省) 2021年4月
- 3) KDDI ㈱ウェブページ (<https://biz.kddi.com/service/satellite-mobile-link/>)

【筆者紹介】

中村 祐樹 (なかむら ゆうき)
KDDI スマートドローン(株)
ソリューションビジネス推進1部



幅員方向分割施工による UFC 床版への取替え 名神高速道路河内橋の床版取替工事

小保田 剛 規・中 田 慎 一・一 宮 利 通

名神高速道路河内橋は1963年に建設されたため、現行基準で設計されたPC床版に取り替えると床版が厚く重くなる。そこで、床版の取替えによる路面高さの変更をなくし、かつ、鋼桁の補強量を最少化するため、薄肉で軽量のUFC床版を採用した。床版取替えは、交通規制の社会的影響を最小化するため、集中工事期間を利用した幅員方向分割施工とした。本稿では、工程短縮が可能な外吊りの移動式クレーンによるUFC床版架設、ならびに床版同士の橋軸直角方向接合部の施工について紹介する。

キーワード：床版、UFC、床版取替え、クレーン、縦目地、幅員方向分割施工

1. はじめに

名神高速道路は、1965年7月の全線開通から約60年経過している。その間、大型車交通の増加、凍結防止剤の使用などから橋梁の老朽化が進展しており、構造物の抜本的な更新が必要となっている。特に劣化が著しい鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）は、更なる耐久性向上を目的に、プレキャストプレストレストコンクリート床版（以下、PC床版）へ更新する工事が進められている。床版取替工事の対象である名神高速道路河内橋は1963年に建設されたが、当時の設計基準は現行の設計基準と比較して設計荷重および最小床版厚が小さいため、現行基準で設計されたPC床版は既設RC床版よりも厚く重くなる¹⁾。そのため、舗装の増厚による路面高さ調整が必要になり、床版だけでなく舗装の重量増加による鋼桁補強が相当な量になることが課題であった。そこで、舗装の増厚を不要にするとともに床版重量の低減を図るため、超高強度繊維補強コンクリート（Ultra high strength Fiber reinforced Concrete, 以下、UFC²⁾）を用いた薄肉で軽量のPC床版（以下、UFC床版³⁾）を採用した。

河内橋の床版取替工事では、重交通路線における渋滞等の社会的影響を最小化するため、上り線と下り線で1車線ずつを供用しながら施工する幅員方向分割施工を採用し、春と秋に実施する各々21日間の名神集中工事を利用して床版取替えを行った（写真—1）。



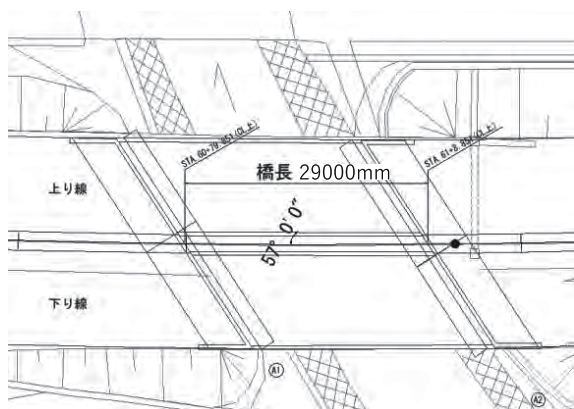
写真—1 走行車線を工事中の河内橋

2. 工事概要

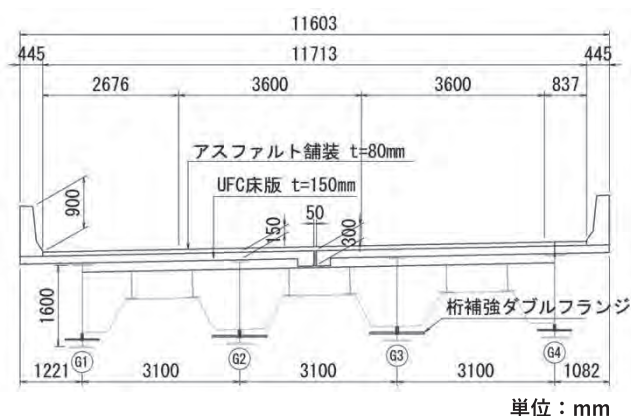
図—1、2および図—3に、河内橋の平面図、床版取替え後の断面図およびUFC床版パネルの割付図を示す。河内橋は橋長29mの鋼単純合成鈑桁橋であり、57度の斜角を有している。床版支間は3.1m、UFC床版の厚さは150mmである。上り線および下り線とも幅員方向の中央で分割し、追越車線、走行車線の順に床版を取り替えた後、橋軸直角方向接合部（以下、縦目地）を施工した。UFC床版は斜角と同じ角度で橋軸方向に分割し、1枚あたりの橋軸方向の長さを2,550mm、橋軸直角方向の幅を5,772mmとした。

床版取替えに関連する主な施工手順は以下のとおりであり、先行する追越車線では①～⑤、後行する走行車線では①～⑥の施工を行った。

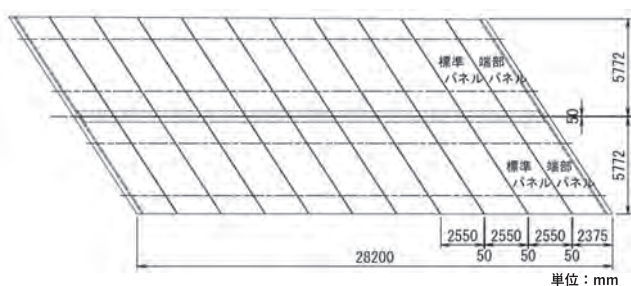
①既設RC床版の撤去



図一 河内橋の平面図



図二 床版取替え後の断面図



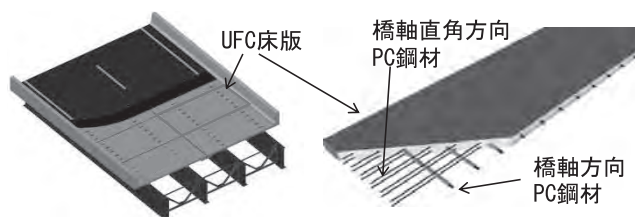
図三 UFC 床版パネルの割付図

- ②鋼桁上フランジの処理
- ③ UFC 床版の架設
- ④ UFC 床版の橋軸方向接合部（横目地）の施工
- ⑤ UFC 床版と鋼桁の合成部の施工
- ⑥ UFC 床版の縦目地の施工

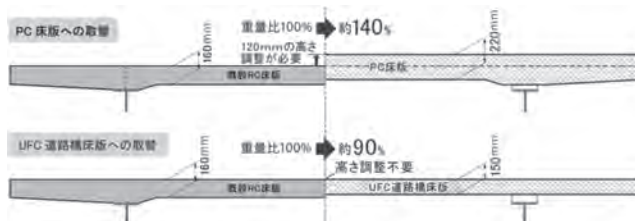
本稿では、UFC 床版の概要、ならびに特徴的な施工である UFC 床版の架設および縦目地の施工について紹介する。

3. UFC 床版の概要

UFC 床版に用いる UFC の圧縮強度は 180 N/mm^2 と一般的な PC 床版に用いられるコンクリートの約 3



図四 UFC 床版の概要

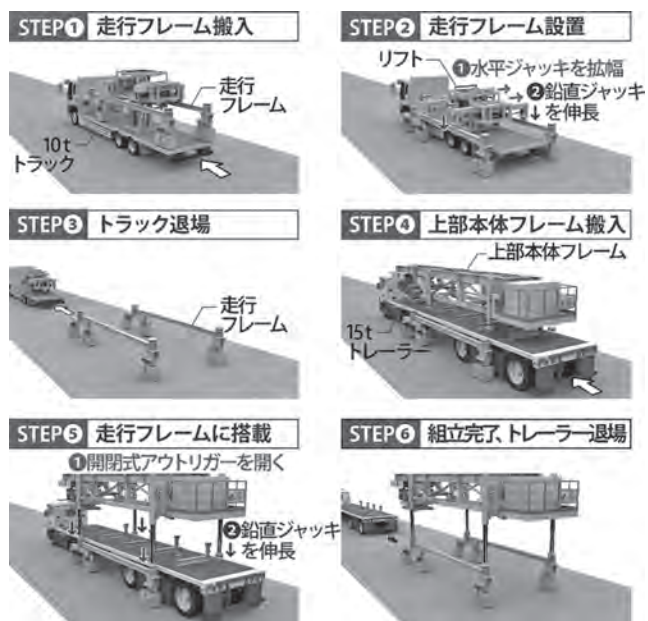


図五 床版厚さおよび重量の比較

倍である。また、一般的なコンクリートでは引張強度を設計で考慮できないが、UFC では鋼繊維の補強効果により 8.8 N/mm^2 の引張強度を設計で考慮できる²⁾。UFC 床版では、UFC の高い圧縮強度を活かして橋軸方向および橋軸直角方向の 2 方向に高いレベルのプレストレスを導入していること（図一 4）、鋼繊維の補強効果により床版の特徴的な破壊モードである押抜きせん断に対する抵抗性が高いことから、床版の薄肉化が可能となる。なお、UFC 床版の実大試験体を用いた輪荷重走行試験により供用期間 100 年相当以上の耐疲労性を有することが確認されている⁴⁾。厚さ 160 mm の河内橋の既設 RC 床版と比較して UFC 床版では 150 mm と薄くできるため、床版と鋼桁上フランジの間に高さ調整用の間詰材を充填することによって取替え後の路面高さの変更が不要となる。また、厚さが 220 mm である一般的な PC 床版の約 2/3 の重量となるため床版取替えに伴う鋼桁の補強量を大幅に低減できる（図一 5）。

4. UFC 床版の架設

これまでの UFC 床版の架設では、施工時の荷重に対する鋼桁の補強を低減するため、床版を揚重するためのアームを有する小型で軽量の架設機を用いていた⁵⁾。しかし、本橋は斜角を有しており、同じ架設機では床版を設置する位置にアームが届かないため、大掛かりな改造が必要であった。そこで、比較的軽量で高速施工が可能な架設機である外吊りの移動式門型クレーン（以下、本架設機）⁶⁾を使用することとした。本架設機は、車載運搬型であるため組み立てた状態で現場への搬入が可能であり（図一 6）、架設機の組立・解体の



図—6 架設機組立手順のイメージ



写真—2 UFC床版の荷降し

工程も短縮できた。

本架設機は門型であるため、床版を積載したトラックを架設機の直下まで進入させ、施工中の車線内で荷降しすることができた（写真—2）。本架設機を一般的なPC床版の架設に用いる場合、床版を損傷させないようにレール上を走行させるが⁷⁾、本工事では、高強度なUFC床版を用いているため、本架設機にタイヤを装着し、架設した床版上を走行させて床版を運搬した。なお、横目地には50mmの隙間があるため、床版の表面には木板を敷設し、木板上を走行させた（写真—3）。床版を設置する位置へ到着した後、チェーンブロックで床版を下げて所定の位置に設置した（写真—4）。

UFC床版の架設は上り線と下り線を並行して行い、1日で架設を完了した。架設機を外吊りの移動式門型クレーンとすることで、床版の荷降し、運搬、設置をスムーズに行うことができた。



写真—3 UFC床版の運搬



写真—4 UFC床版上の設置

5. UFC床版の縦目地の施工

(1) 縦目地の構造

高速道路橋に用いるPC床版は、橋軸直角方向をPC構造とする必要があり、幅員方向分割施工に用いる一般的なPC床版では、縦目地を含めた幅員全体を貫通するようにPC鋼材を配置する事例が多い。しかし、UFC床版では、床版厚が150mmと薄く、床版断面の中央に橋軸方向のPC鋼材を配置し、これを挟むように上下2段の橋軸直角方向PC鋼材を配置していることから（図—4）、床版断面内に接合用のPC鋼材を配置することができない。そこで、縦目地を挟む床版下面に定着突起を設けてPC鋼材を配置する構造とした（図—7）。幅50mmの縦目地には、間詰材として高強度繊維補強セメント系複合材料（Very high strength Fiber reinforced Cementitious composites, 以下、VFC）を充填し、硬化後にPC鋼材を緊張してプレストレスを導入することで床版を一体化した（図—7）。

床版の橋軸直角方向PC鋼材は斜角方向に配置していることから、プレストレスの方向を揃えるように接合PC鋼材も斜角方向に配置した（写真—5）。



図ー7 縦目地構造のイメージ



写真ー5 縦目地 PC 鋼材の定着体



写真ー6 小型トラックアジテータからの排出

(2) 間詰材の製造および充填

間詰材としての VFC を工事区間付近の高速道路上で製造した事例⁸⁾はあるが、本工事では、作業エリアの制約上、現場から約 20 km 離れた工場で製造して運搬した。工場で製造した VFC は、小型トラックアジテータに積み込み、最寄りのインターチェンジから高速道路上を運搬した。到着後、バケツに小分けして排出し（写真ー6）、VFC を充填する箇所まで人力で運搬して充填した（写真ー7）。

縦目地の PC 鋼材は VFC を充填した日の夜に、VFC の圧縮強度が 30 N/mm^2 に達したことを確認してから緊張する工程であった。現場で養生した VFC の圧縮強度を現場で直ちに把握するため、ポータブル試験機（写真ー8）を用いて圧縮強度試験を行った。



写真ー7 縦目地への VFC の充填

(3) PC 鋼材の緊張

床版下の狭隘な空間で緊張作業を行うため、緊張装置として手押しポンプとコンパクトで軽量のテンショナーを用いた（写真ー9）。手動の油圧ポンプにデジタル油圧計を設置することで正確にテンショナーの緊張力を管理した。緊張装置は上り線と下り線でそれぞれ 2 セット用意し、橋梁支間中央から両端部に向かって緊張作業を行った。緊張力の偏りが生じないように 1 本おきに緊張し、再度支間中央から残りの PC 鋼材を緊張した。



写真ー8 ポータブル試験機による圧縮強度試験



写真—9 テンショナーによる緊張



写真—10 架設後の UFC 床版

6. おわりに

河内橋床版取替工事において、薄肉で軽量の UFC 床版を採用して幅員方向分割施工による床版取替え、工程短縮が図れる外吊りの移動式門型クレーンによる床版架設、床版下端に定着突起を有する縦目地の施工を行った。事前の床版架設試験や綿密な施工計画とそ

の管理によって、集中工事期間中に床版取替えを終えることができた（写真—10）。本稿が同種工事の参考になれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋疲労設計便覧，2020 年 9 月
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー 113，2004 年 9 月
- 3) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート（UFC）道路橋床版に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリー 17，2015 年 7 月
- 4) 小坂ら：床版取替えに対応した UFC 床版の疲労耐久性に関する検討，プレストレストコンクリート工学会 第 26 回シンポジウム論文集，pp569-574，2017 年 10 月
- 5) 菅野ら：超高強度繊維補強コンクリート床版を用いた高速道路入路における床版取替えの施工実績，建設機械施工，Vol.71，No.6，pp43-47，2019 年 6 月
- 6) 新井ら：道路橋の床版取替の工期短縮を可能とする SDR システムの施工実績，土木建設技術研究発表会，2024 年 11 月
- 7) 古屋ら：阿能川橋床版取替工事における急速施工法の導入，コンクリート工学，Vol.63，No.4，pp284-287，2025 年 4 月
- 8) 一宮ら：平板型 UFC 床版の架設および縦目地の施工－阪神高速 12 号守口線床版取り替え工事－，建設機械，pp71-75，2022 年 3 月

【筆者紹介】

小保田 剛規（こぼた ごうき）
中日本高速道路㈱
名古屋支社
更新担当課長



中田 慎一（なかつ しんいち）
鹿島建設㈱
中部支店
所長



一宮 利通（いちのみや としみち）
鹿島建設㈱
技術研究所
専任部長



橋梁下部工（橋脚）の洗掘状況計測システムの開発 超音波を用いた河床変動のリアルタイム監視

山 田 信 祐・田 中 達

増大する自然現象等による外力に対して、インフラ施設の変状、挙動をリアルタイムで把握することにより、施設の健全度の確認や異常時における安全性の確認・確保の迅速化が図られるとともに利用者への安全なサービス提供の向上にも期待が寄せられる。

その一環として、降雨時等の橋脚の洗掘状況をリアルタイムかつ遠隔で把握できる「洗掘状況計測システム」の開発を進めている。本稿では、開発に向けて実施した室内試験ならびに実構造物による実証実験の経過、結果を報告し、社会実装に向けた課題と今後の展望について示す。

キーワード：橋脚の洗掘、超音波、リアルタイム計測、遠隔化

1. はじめに

洪水時、あるいは長年にわたる流水による河床の変動によって、橋梁の橋脚が洗掘され、傾斜や流出等の被害が発生している。

ひとたび被害が発生すると橋梁の管理者である道路管理者、鉄道管理者はもとより、河川管理にも重大な影響を及ぼすことから、その対策として、洗掘状況をリアルタイムに監視、計測する技術開発が進められてきた。

これまでの、衝撃振動実験によって橋脚が有する固有振動数を把握し、その健全度を評価する方法が広く

採用されている。一方、この方法では観測時に重錘による打撃等を行う必要があるなど、リアルタイムでの観測は難しいとされ、これを改良したものとして、衝撃振動実験等で事前に得られた橋脚の固有振動数を健全度の指標として、増水時等の常時微動や列車通過時の振動による橋脚の加速度応答をもとにリアルタイムで状況観測し、健全度を評価する方法も提案されている。

また、橋脚の土砂が洗い流される際に橋脚の固有振動数が低下することに着目し、加速度センサーを橋脚に設置して固有振動数の変化をリアルタイムで計測して洗掘量を定量的に観測する方法も提案されている。

これらの方法は、共通して橋脚の固有振動数に着目し、平常時と増水時等の比較によりその変化を把握するものであるが、本稿では、水深を直接計測する方法により、河床の変化をリアルタイムで把握し、橋脚の洗掘状況を効率的かつ継続的に監視する方法を提案する（図—1）。

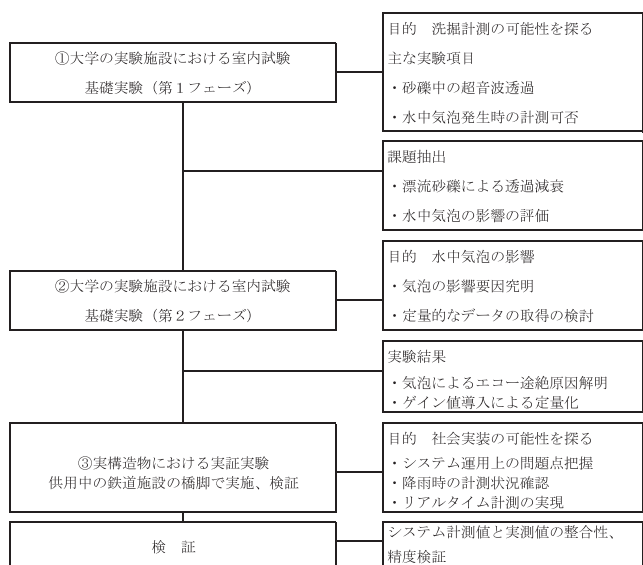
2. システム開発の経緯と内容

システム開発と実用化に向けて実施した経緯、内容を下記に示す。

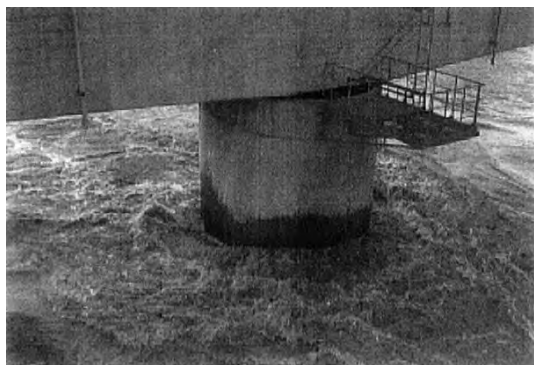
（1）室内実験

①大学の実験施設における室内試験 第1フェーズ：基礎的な計測可能性の確認

○実験目的 図—2に示すような橋脚が洪水により洗掘される可能性がある状況を想定し、河川の深度計



図—1 計測システムの実装化に向けた開発プロセス



図一 2 洪水時の橋脚周辺の状況例
(写真：(財)国土技術センター 河川を横断する橋梁に関する計画の手引き(案)より)

測（河床変動の状況）を超音波を利用して計測できるか、その可能性を探る。

○実験項目

- ・砂礫中の超音波透過
- ・水中気泡発生時の計測可否

○実験概要

深度計測を専門とする(株)アクアサウンドが有する超音波深度計測装置（無線式魚探）を用いて、大阪市立大学(現大阪公立大学)河海工学実験場の水槽で実験。

粒径の異なる砂、礫3種類を水槽内に投下、その後攪拌し、超音波の透過度を確認。一例として砂礫を投下した場合の状況を図一3に示す。

●水中気泡発生時の計測

攪拌機で水中を攪拌し、気泡を発生させ、エコーにどのような影響が出るか観察（図一4）。

○考察

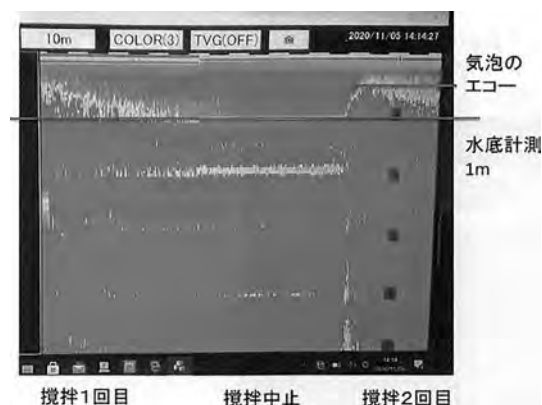
- ・砂礫による透過減衰は小さく、計測に与える影響は少ないと判断する。
- ・気泡の影響
水底面より浅くエコーが表示される場合がある。



投入直後

投入後 経過表示

図一 3 砂礫投下時の超音波の透過度



攪拌1回目

攪拌中止

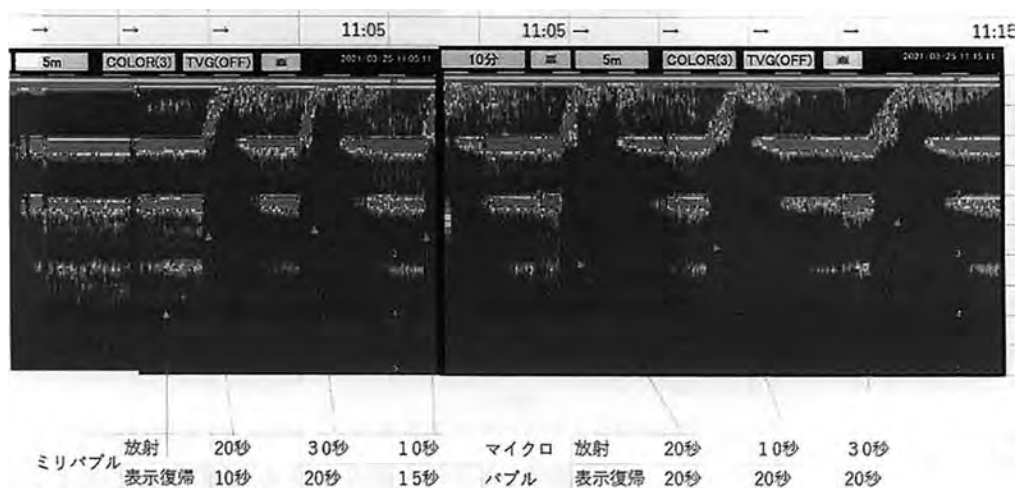
攪拌2回目

図一 4 水中攪拌時の影響観察

気泡が多くなるとエコーが途切れる場合がある。

気泡が滞留すると、正常な反射波の検出が数分間困難となる場合がある。

以上から、気泡による影響が洗掘状況の計測にどの程度の（影響）を及ぼすかを定量的なデータの取得などを視野にいて、新たに実験を行い、検証する必要



図一 5 バブルの大きさによる影響の確認結果

があることを確認。

②大学の実験施設における室内試験 第2フェーズ：

気泡影響の分析および対策検討

○実験目的 第1フェーズの室内試験で確認された気泡による課題の原因究明と解決に向けて、以下の実験を実施した。

○実験項目

- ・気泡の影響要因究明
- ・定量的なデータの取得
- ・ゲイン調整等で減衰量を数値化しデータ取得
- ・気泡の大きさによる影響を把握するため、ミリバブルとマイクロバブルに切り替え確認時の影響確認 (図-5)

○考察

水中気泡の影響について、原因究明および対策実験実施後の実験実施により以下の結論を得た。

- ・水中気泡によるエコーの途絶は、送波器、受波器の放射面に付着する気泡による超音波信号の吸収減衰に起因する。

→放射面の気泡をふき取ることで解消された。

- ・ミリバブル、マイクロバブルの差は見られなかった。
- ・照射時間の差は認められなかった。
- ・水槽実験による妥当なゲイン値 (G 値) を特定。

以上の結果を踏まえ、超音波による洗掘状況を計測できる可能性が確認された。

*ゲイン値：超音波装置で受信した信号の強さをどれだけ増幅するかを示す値

(2) 現場実験

③実構造物における実証実験

○概要

室内試験から超音波による洗掘状況の計測の可能性

が確認されたことを受け、実構造物での実証実験を以下の示す内容で計画、実施。

○設置場所 鉄道橋脚 (図-6)

○観測期間 令和5年5月12日～同年11月20日

○計測方法 常時観測 (図-7)

全観測期間の深度計測結果を図-8に示す。

システムで計測されたデータから得られる深度 (水



図-6 鉄道橋脚

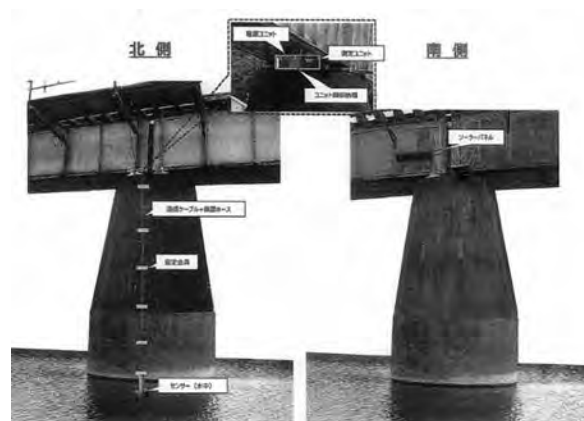


図-7 計測システム設置状況

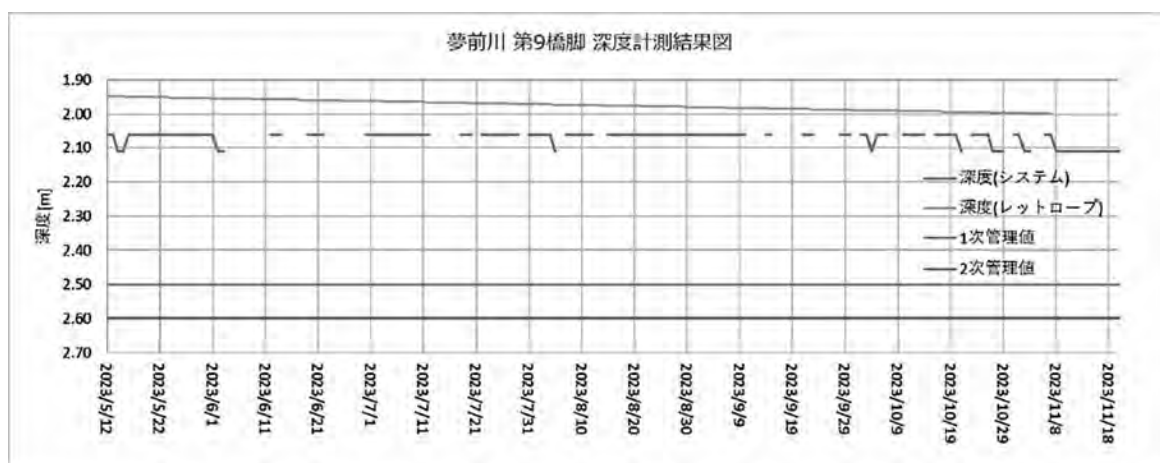


図-8 全観測期間の深度計測結果

位から河床までの高さ)と水位観測で使用するレットロープによるデータ(図—9 参照)を表示している。

○考察

期間を通じて河床の状況が問題なく、確認される(図—10)。

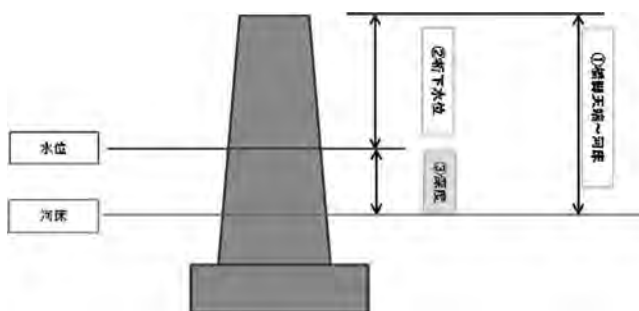
なお、不連続点が見られるが、これは受電設備を仮設置したため、バッテリーが欠如したことが原因である。

また、深度観測値が低く観測されている箇所がある。これらは降雨時の漂流物や礫との攪拌による影響と考えられる。

○7月5日のデータの説明

降雨が観測(15 mm/日)されており、流れがみだれ、攪拌されたことにより、エコーが乱れている(図—11)。

これらの信号を除外すれば、河床が一定の深さで推移しており、深度とすることにより洗掘状況はリアルタイムで観測可能と考える。



図—9 レットロープによる深度計測

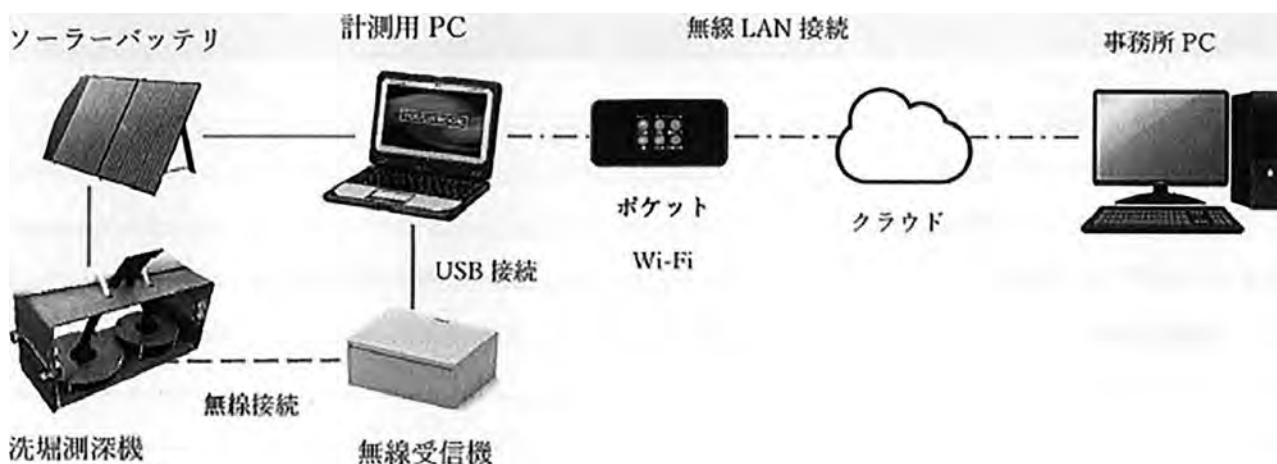


図—10 平常時水位 観測結果

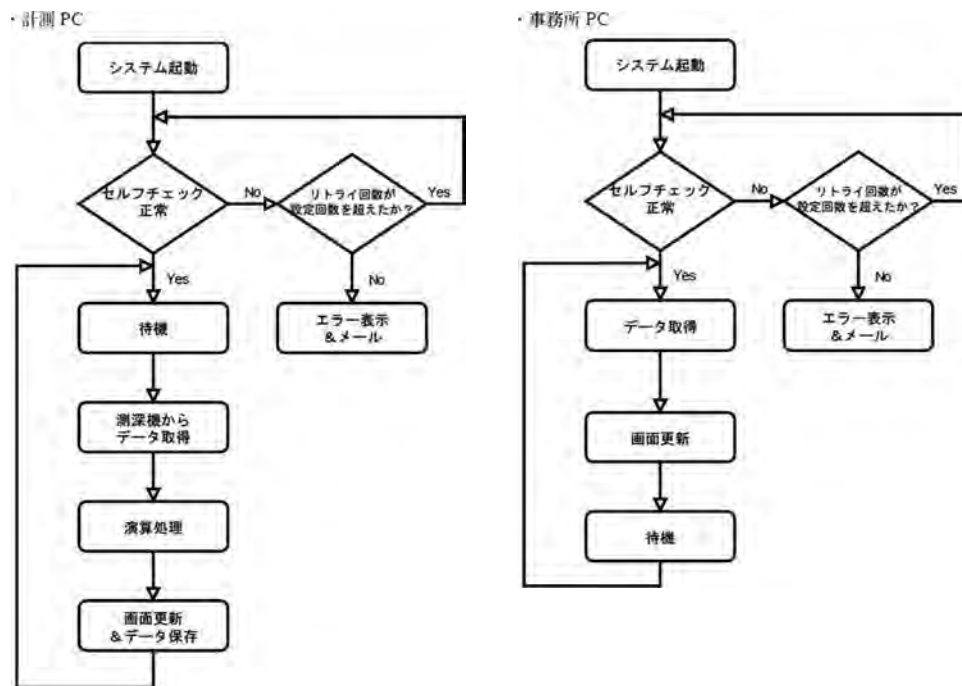


図—11 比較的大雨時の観測結果

3. システム構成とリアルタイム計測の概要



図—12 システム構成概要



図ー13 システム構成とリアルタイム計測の流れ

4. 実証実験の考察と検証

(1) リアルタイムの計測について

今回の実証実験箇所での限定的な考察になるが、24時間、常時計測出来ることから、時々刻々の橋脚の洗掘状況をリアルタイムで計測することが可能と判断される。

また、今回実施した15分ごとの計測をさらに細分化することにより、離散的なデータではなく、連続性の高いデータ取得が可能となり、河床変動の詳細な時系列変化を捉えることができる。

(2) レットロープによる計測結果を用いた精度検証

計測データとレットロープによる観測結果が観測期間全体を通じて、一定の乖離があるものの、整合性をもった同じ傾向を示しており、計測結果の信頼性は確保されていると判断される。

なお、数字上の乖離について、計測場所と観測場所が相違するために生じたものと考えられる。

(3) (1)、(2) を踏まえた総合的な判断

リアルタイムで計測可能なことから、施設の安全性を確認する管理指標（閾値）を構造上の安定度から得られる指標や河床変動の動的な変動に係る指標を設定することにより、自動車や列車等の安全な運行管理や緊急時の運行停止等に対して迅速な判断につながる有用なシステムとして期待される。

また、降雨時等、現地での作業が困難と想定される時でも、現地での作業を発生することなく、遠隔操作で観測が可能な点もメリットと考えられる。

5. 今後の課題

システムの有用性、汎用性を確認するため、関係機関の協力のもと、今回と異なる環境（流速、流量、水深等の河川状況、橋脚構造等）の橋脚において実証実験を行い、データの集積と検証を重ね、システムの実用化に向けて取り組んでいくことが不可欠である。

また、簡便に計測できる方法に主眼を置いているため、従来の方法に比較して、数字上の精度が劣ると考えるが、橋脚の安全性を確認するために、どの程度の精度が必要となるかについても構造解析の点から検討が必要である。

また設備上の課題として、今回は試験実施のため、必要な電源については、別途バッテリーを使用したのが、実装にあたっては、停電時を含めた鉄道施設等からの電源供給体制の検討も必要である。

6. おわりに

老朽化に加え、外力が増大する中、膨大な既設インフラの健全性と供用性を確保するためには、予防保全を積極的に進めることに加え、対策の実施が遅れるものについては点検、監視等によりインフラの状況を逐次

把握し、予想されるリスクを想定し、これを未然に防ぐ、いわばリスク管理を重視したインフラ運用が求められる時代を迎えている。

この点から、本システムが実用化されれば、従来の補修、更新による維持管理に加え、インフラをオペレーションによるソフト面から管理するためのツールとして有用なシステムになり得ると考える。そのために今後も継続的に実験と検証を重ね、管理現場での実装に向けた改良と実用化を図っていく所存である。

最後に本システムの開発にご尽力、ご協力をいただいた西日本旅客鉄道(株)、大阪公立大学、(株)アクアサウンドの関係者の方々に深く感謝する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 阿部慶太ほか5名：固有振動数と相関を有する健全度診断指標を用いた鉄道橋梁橋脚の健全度の状態監視手法，土木学会論文集 A1, Vol. 72, No.121-40, 2016
- 2) 石澤雅隆ほか3名：振動モード解析を用いた橋梁の洗掘評価手法に関する研究，鋼構造論文集 第25巻第98号，2016年6月
- 3) 西村昭彦ほか1名，橋梁基礎の健全度判定法と判定例，地震工学研究発表会講演概要，1991年21巻
- 4) 福山コンサルタント：下部工基礎の洗掘モニタリングシステム NETIS KK-240063-A

【筆者紹介】

山田 信祐（やまだ しんすけ）
（株）きんそく
技術本部 設計グループ



田中 達（たなか たつ）
（株）きんそく
技術本部 経営企画室



多軸台車を用いた全断面スライドフォーム輸送方法の開発

鈴木 健

覆工再生工事は、供用下で施工されることから、再生覆工打設用の全断面スライドフォーム（以下、セントルと称す）が坑口や坑内で組立することができない。この課題を解決するため、セントルの組立は、施工箇所から離れた場所で行い、輸送は、多軸台車を使用する方法を考案した。この考案した方法の有効性や、1夜間の輸送可能距離を確認するため、実大実験を実施した。その結果、考案した方法は妥当であることと、1夜間で輸送可能な距離は、約1kmであることが確認できた。また、実験結果を基に、実施工を想定したBIM/CIMを用いたシミュレーション検討を実施し、留意点等を確認した。

キーワード：覆工再生工，再生覆工，多軸台車，全断面スライドフォーム，BIM/CIM

1. はじめに

供用40年を超えるような山岳トンネルは、矢板工法で建設されたものが多い。矢板工法で建設されたトンネルは、NATMとは異なり、覆工背面に防水シートがない。よって、覆工の経年劣化により漏水が発生し、降雪地域では、この漏水により氷柱（ツララ）が発生している。高速道路の山岳トンネル区間では、安全対策としてツララ落とし作業を実施しており渋滞発

生の原因となっている。

これらの変状に対する抜本的な対策の一つとして「覆工再生工」¹⁾が検討されている。覆工再生工は、供用下での施工をすることを基本とした覆工の更新工法である。具体的には、図-1²⁾の通り、まず片側車線規制状態で、先行補強としてロックボルトを打設する。その後、トンネル中央部に「防護工」と称するプロテクターを設置し、防護工内に一般車両を通行させながら、既設覆工切削、防水シート敷設および再生覆

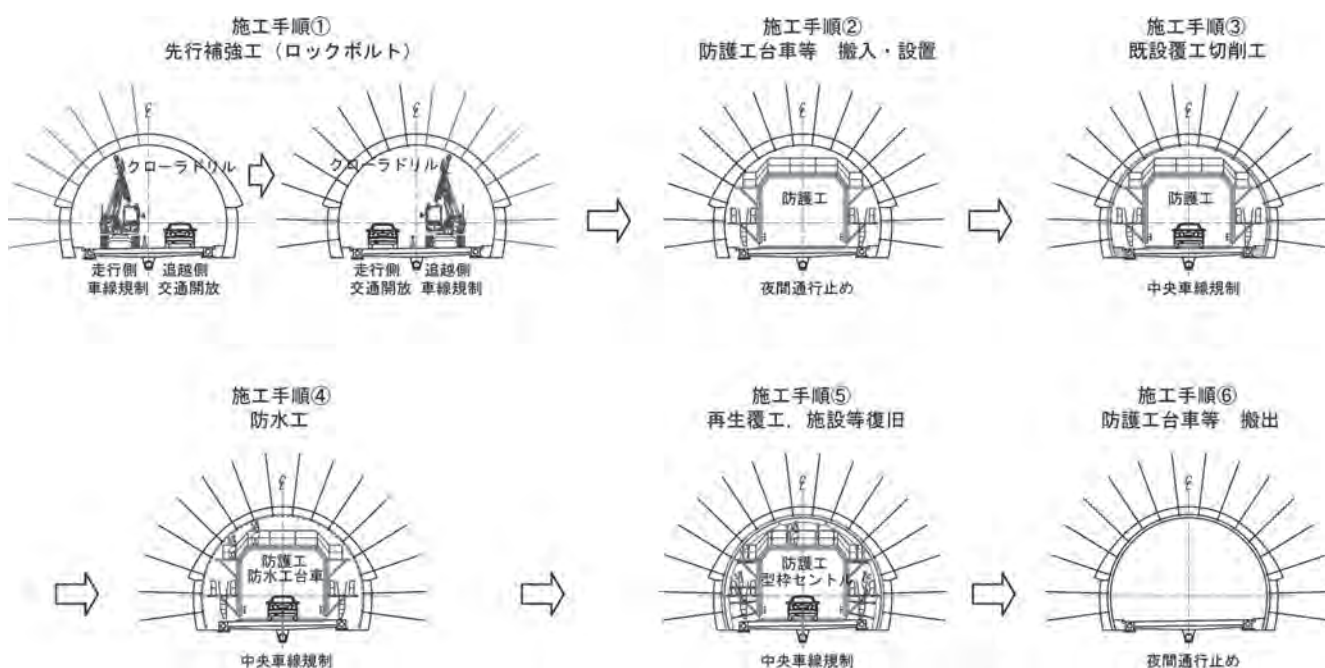


図-1 覆工再生工 施工手順（文献2）を参考に作成）

工コンクリートを構築する。

再生覆工コンクリートの打設には、セントルを使用することが想定されている。しかしながら、供用下での施工であることから、セントルの組立および解体は、新設トンネルのように坑口や坑内で実施できない。よって、セントルは施工箇所から離れた中央分離帯等の場所で組立し、施工箇所までの輸送は、1夜間通行止めのような限定的な期間内に実施しなければならない。著者らは、この課題を解決するため、セントルの輸送に多軸台車を用いることを考案した。

本書では、今回考案した多軸台車を用いてセントルを輸送する方法、実大セントルの輸送実験、および実工事を想定したBIM/CIMを用いたシミュレーション検討について報告する。

2. セントルの輸送方法の検討

著者らは、実際の覆工再生工事で必要となる各工種の要求要件を確認する業務「北陸自動車道 覆工再生工に関する技術開発業務」²⁾（以下、技術開発業務と称す）を受託し、高速道路2車線級の模擬トンネルを構築し、その内部で、既設覆工切削、防護工および再生覆工に関する実験や、実施工で覆工再生工事を実現させるための各種技術開発を実施した。これに加えて、実際の施工を想定した実大セントル輸送実験を計画、実施した。

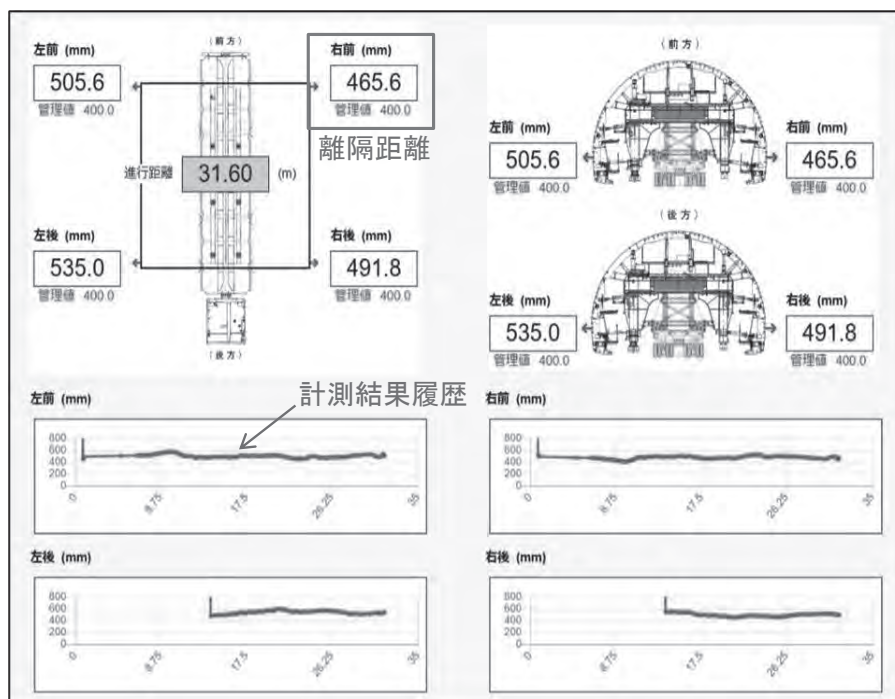
セントルの輸送は、一般的にはレール方式が採用さ

れることが多い。しかしながら、供用下においては、レールの設置、撤去および盛替えに時間を要することから、長距離のセントルの輸送には不適と考えられる。そこで、供用下のセントルの輸送には、レールが不要なタイヤ方式とし、重量物の輸送実績が多い、多軸台車を使用することを基本方針とした。

次に、多軸台車とセントルの接続は、多軸台車とセントル間に、今回新規開発した専用の運搬架台を配置して行うこととした（写真—1）。運搬架台は、できるだけ簡易な構造にするとともに、セントルと運搬架台の連結は、作業性を考慮して挟締金物による締結とした。加えてセントルの輸送時の荷ぶれの防止対策として、運搬架台とセントル間には、片側にジャッキを4個（両側8個）配置し、このジャッキを伸張させて



写真—1 多軸台車、運搬架台



図—2 連続計測モニタ画面

セントルを固定させた。

次に、輸送時の安全対策について検討した。セントルは大型であることから、セントルの輸送時には、セントルが既設構造物や既設覆工に接触し、損傷させるリスクがある。そこで、セントル SL 部（前後左右 4 箇所）に連続計測が可能なレーザー距離計を設置し、輸送時のセントルと既設覆工との離隔距離を連続計測することとした。計測結果は無線にてタブレットに転送され、輸送距離および各計測箇所のセントルと既設覆工との離隔距離がリアルタイムに確認できるシステムを構築した（図—2）。さらに、計測値には管理値を設定できるようにし、離隔距離が管理値未満（離隔距離が、設定した管理値より狭小となる）となった場合は、セントルに設置した回転灯が点灯するとともに、計測モニタに管理値が超過したことが分かるようにした。

3. 実大セントル輸送実験および実験結果

実大セントル輸送実験は、技術開発業務で使用した、2 車線断面級の実大セントルを使用し実施した（写真—2）。また、前章で考案した多軸台車を手配するとともに、運搬架台の製作および連続計測装置を準備して、実際の覆工再生工事での輸送と同等の条件とした。

ここで、セントルの輸送は、坑外だけでなく、坑内も想定される。そこで、模擬トンネルを鋼製支保工で構築し、模擬トンネル内の輸送速度を計測して輸送速度を求めることとした。なお、模擬トンネルの平面線形は、R800 m とし、延長は 30 m とした（写真—3）。

輸送実験結果から得られた知見を以下に示す。

まず、多軸台車の搬入、組立および運搬架台の組立には、3 方必要（1 方あたりの作業員 4 名）であることが確認できた。

次に、運搬架台にセントルを積載させた状態での輸送速度は、複数回の輸送実験を実施した結果、トンネル外では約 3 km/h、模擬トンネル内では約 0.2 km/h だった。

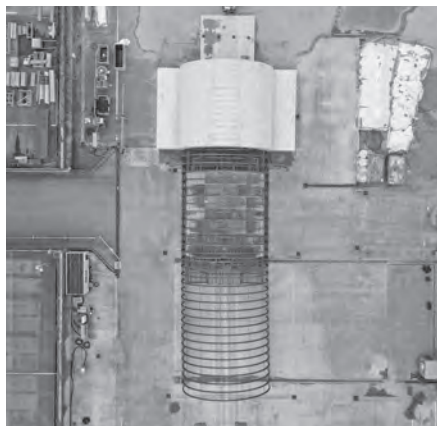
また、実大実験では、多軸台車にセントルを積載させた状態での水平移動実験も実施し、問題なく水平移動できることを確認した。以上のことから、実施工では、高速道路の中央分離帯にてセントルを組立し、本線には、中央分離帯から水平移動して進出して、輸送できることが確認できた。次に、セントルをトンネル内まで輸送させ、防護工事前のレール部への荷下ろしについても、実大実験から問題なく実施できることを確認した。なお、この作業に必要な時間は、約 40 分（作業員 2 人）だった。

上記の実大輸送実験を複数回実施した結果、1 夜間通行止め期間内にセントルを輸送できる距離は、約 1 km と試算できた。

なお、平面線形 R800 m の模擬トンネルに対して、セントルは模擬トンネル壁面に接触することなく輸送



写真—2 実大セントル輸送実験



写真—3 模擬トンネル（平面線形 R=800 m, L=30 m）

することができた。ただし、これを実現させるためには、多軸台車がトンネル中央部を走行する必要があることも分かった。しかしながら、実際の高速道路には、中央線等の路面標示があることから、これを目安にすれば問題ないことが分かった。

また、前章で記述したセントルと覆工との離隔距離の連続計測や、管理値未満となった場合に回転灯が点灯するか、を確認するため、試験的にセントルを模擬トンネル壁面（壁面：木材で表現、写真—2）に近接させた実験も実施した。その結果、離隔距離は正確に計測されていたことが確認できたとともに、離隔距離が管理値未満となった場合は、回転灯が点灯し、注意喚起が確認できた。ただし、実験終了後の作業員へのヒアリング結果では、回転灯の点灯だけでは、注意喚起効果が小さいという意見があった。よって、実施工では、注意喚起を別方法で追加する必要があると考えられる。

4. 実工事を想定した BIM/CIM によるシミュレーション検討

実大セントル輸送実験終了後、実施工を想定した検討を実施した。検討では、まず、実際の覆工再生工事で使用するセントルの構造を検討した。覆工再生工事では、防護工がある状態で、セントルを使用しなければならない。このため、一般的なセントルの構造では、セントルが防護工と干渉してしまう。この課題を解決するため、セントルの構造を修正し、特殊構造のセントルを計画した。次に、特殊構造のセントル形状および実験成果を踏まえて、運搬架台および多軸台車の構造および仕様を検討した。

これらの検討結果は、BIM/CIM にて再現し、実際の施工を想定したシミュレーション検討を実施した（図—3）。検討対象は、セントルを多軸台車に積載し

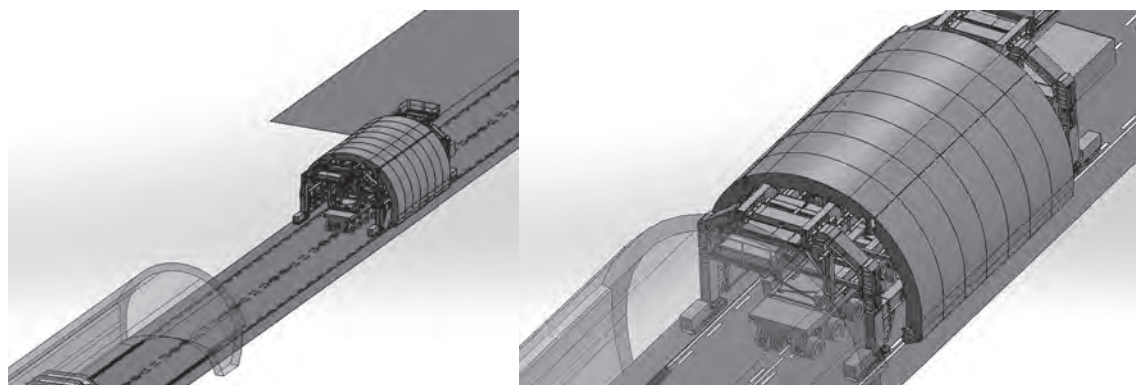
た状態で、組立ヤードとなる中央分離帯から、水平移動にて本線に入り、平面線形 R800 m 上を輸送（坑外および坑内）し、セントルをレール上に荷卸しするまでの作業とした。

その結果、多軸台車を用いたセントルの輸送は、問題なく実施できることが確認できた。ただし、高速道路路面には、縦断勾配と横断勾配が設けられている。特にトンネル内の輸送は、横断勾配によって、セントルと既設覆工が接触するリスクが大きい。また、セントルをレール上に荷下ろしする場合も、セントルと既設覆工が接触するリスクが大きい。BIM/CIM によるシミュレーション検討を実施した結果、この課題を解決するためには、多軸台車のサスペンション機能を使用してセントルの姿勢を調整し、セントルと既設覆工間の離隔距離を確保すれば良いことが確認できた。また、セントルを既設覆工に接触することなくレール上に荷下ろしするには、セントルを荷下ろしする際に使用する、セントルの左右の鉛直ジャッキのストローク長を個別に計画する必要があることも確認できた。

なお、再生覆工コンクリートの周方向の構築範囲が、高速道路路面より低い位置までとなる場合は、セントルの当該部の型枠が、輸送時に路面と接触する可能性があることも確認できた。この課題を解決するためには、輸送時を想定して型枠を折り曲げる位置や、折り曲げる高さを検討する必要があるが、別途、詳細検討が必要であることが分かった。

5. おわりに

供用下での覆工再生工事の再生覆工打設用セントルを1夜間で移動させる方法として、「多軸台車を用いた輸送方法」を新規に考案した。考案した輸送方法の有効性は、実大実験にて確認するとともに、1夜間で輸送可能な距離についても検証した。これらの結果が



図—3 BIM/CIM によるシミュレーション検討（左：本線走行，右：トンネル進入時）

ら、今回考案した方法は、実際の覆工再生工事に適用可能な方法であることが確認できた。また、実験結果を考慮して、実施工を想定したBIM/CIMを用いたシミュレーション検討を実施し、実施工での有効性や留意点を確認することができた。

本報告が、今後の覆工再生工事の参考になれば幸いである。

J C M A

- 《参考文献》
- 1) 中日本高速道路(株)金沢支社：供用下における矢板工法トンネル覆工再生工に関する手引き（案），2023年10月
 - 2) 中日本高速道路(株)金沢支社敦賀保全・サービスセンター：北陸自動車道覆工再生工に関する技術開発業務 設計説明図等，令和3年3月

【筆者紹介】

鈴木 健（すずき たけし）
西松建設(株)
技術研究所リニューアル技術グループ
グループ長



水中ドローンを活用した岸壁調査工事における効率化の取り組み

那須野 陽 平

従来の港湾構造物の維持管理では、主に潜水士による潜水調査が用いられているが、濁りのある海域においては作業効率が悪く、コストや時間がかかる上、劣化箇所の局所的な写真しか撮影できないため、全体の把握が困難という課題があった。また、現在、我が国の建設業が抱える「技能労働者の減少・高齢化」、「技術の継承」、「生産性の向上」などの課題解決に向け、新しい取り組みも必要とされている。本稿では、ICTを活用して見える化に取り組むことで、上記課題に挑戦することを目的とし、鋼矢板の腐食調査で水中ドローンを活用した写真測量による3次元モデル化と、ビューワーソフトウェアによる見える化を実施した事例を紹介する。

キーワード：水中ドローン、技能労働者の減少・高齢化、技術の継承、生産性の向上、腐食調査、3次元モデル

1. はじめに

今日、道路や橋梁、トンネル等に代表される社会インフラの老朽化が大きな社会問題となっている。社会インフラの老朽化は、重大な災害を引き起こす要因に直結するが、この問題は日本だけでなく、アメリカやヨーロッパなどの各地でも発生しており、多くの先進国で問題となっていることから、国と民間企業が連携し、取り組んでいかなければならない世界的な問題に発展している。

国土交通省によると、社会インフラのうち、港湾施設で建設後50年を経過するインフラの割合は、2040年で約68%にもなる¹⁾と示されており（表—1）、これらの維持管理のためには、巨額の費用がかかることが想定されている。特に、社会インフラの維持管理には、「事後保全」と「予防保全」の側面がある。前者の場合は、2048年までに10.9兆円～12.3兆円の維持

管理・更新費がかかるのに対し、後者の場合は、5.9兆円～6.5兆円と約47%も抑えることができる²⁾という試算結果が得られている。これを受け、国土交通省では、「予防保全」の考え方を基に、国や地方公共団体と連携し、社会インフラのメンテナンスを進めていく計画である。

一般的に、港湾構造物の劣化診断は、目視による外観調査を行う「一般定期点検診断」と、構造物の劣化測定等の詳細なデータ収集を行う「詳細定期点検診断」に大別される。港湾構造物の大部分は水中部にあるが、目視点検を行う一般定期点検診断であっても、作業船や潜水士を手配する必要があるため、費用や工期が嵩むことが課題となっている。

また、潜水士による構造物の目視点検や写真撮影では、詳細な劣化状況を確認することができるが、構造物の近くから撮影するため、局所的な可視化にとどまってしまう、全体の状況を把握するための俯瞰映像

表—1 建設後50年以上経過する社会インフラの割合¹⁾

	2023年3月	2030年3月	2040年3月
道路橋（約73万橋）	約37%	約54%	約75%
トンネル（約1万2千本）	約25%	約35%	約52%
河川管理施設（約2万8千施設）	約22%	約42%	約65%
水道管路（総延長：約74万km）	約9%	約21%	約41%
下水道管渠（総延長：約49万km）	約7%	約16%	約34%
港湾施設（約6万2千施設）	約27%	約44%	約68%

を取得することは困難である。

さらに、これらの点検作業を行う潜水士の減少と高齢化に伴い、担い手不足が問題となっている今日、潜水士に対する負担軽減と作業の効率化・省力化を図るための技術開発が喫緊の課題である。

これらの課題を解決すべく、当社では、人の手で運搬・運用が可能な水中 ROV を用い、より簡易的に港湾施設の点検調査を行う手法の確立を目指し、研究開発を進めている。水中 ROV を用いた点検では、SfM (Structure from Motion) の手法を用いることにより、色情報を含む水中構造物の 3 次元モデルを取得することができるため、水中の劣化状況の確認がより詳細に行えるようになる。濁りのある海域でも、対象物に近付いて撮影した写真を合成することにより、広範囲のオルソ画像を生成できるため、潜水士では取得が困難だった全体の俯瞰映像も取得することが可能である。

本稿では、潜水士の代わりに遠隔操縦が可能な水中ドローンを採用し、岸壁の補修調査工事において、施工エリアの詳細映像を取得し、歪みの少ない 3 次元モデルを生成するとともに、劣化箇所の位置、形状、寸法を俯瞰的に把握することで、補修計画の効率化を図った取組事例について紹介する。

2. 水中ドローン概要

(1) 水中ドローン

今回の調査で使用した水中ドローンは、Blue Robotics 社製の「Blue ROV2 Armed Octopus」である。機体前方に配置したカメラの映像を見ながら操作できる小型の ROV である。水平・垂直方向にそれぞれ 4 基ずつスラスタを搭載しており、安定した姿勢で撮影することが可能である。また、水深や姿勢を自動保持する機能があり、短時間の訓練で誰でも操縦することができるようになる。さらに、濁りのある海域でも構造物の形状が把握できるよう、音響ソナーも搭載されている。水中ドローンの外観を写真―1 に、基本仕様を表―2 に示す。

なお、鮮明な水中映像を取得するため、カメラと照明機器を別途搭載し、調査を実施した。以降、使用した各種機器について紹介する。

(2) アクションカメラ（静止画撮影用）

写真撮影用のカメラとして、GoPro 社製の「HERO9 Black」を採用した。ジンバルを取り付けたような安定化機能を搭載したアクションカメラで、動きを予測し、ブレを補正することで、滑らかな映像を撮影する

ことができる。10 m の防水性能を有するが、今回の計測ではドームポートを装着して撮影を行った。カメラの外観を写真―2 に、基本仕様を表―3 に示す。



写真―1 水中ドローン 外観

表―2 水中ドローン 基本仕様

寸法	457 mm×575 mm×254 mm
重量	11.5 kg (気中)
操縦用カメラ	1,080 p フル HD
ライト	1,500 lm × 4 灯
最大速度	1.0 m/s (2 kt)
最大深度	100 m
ケーブル長	200 m



写真―2 アクションカメラ（静止画撮影用） 外観

表―3 アクションカメラ（静止画撮影用） 基本仕様

寸法	71.8 mm×50.8 mm×33.6 mm
重量	158 g
防水性能	水深 10 m
インターフェース	USB type-C
モニターサイズ	2.27 インチ
収録フォーマット	5K (30, 24) 4K (60, 30, 24) 2.7K (120, 60, 30, 24) 1,080 (240, 120, 60, 30, 24)
ビデオファイル形式	MP4 (H.264/AVC) MP4 (H.265/HEVC)
記録メディア	microSD (Class10 または UHS-I 以上)
外部出力	なし
音声入力端子	なし
対応バッテリー	着脱式 1,220 mAh リチウムイオン電池



写真—3 アクションカメラ（動画撮影用） 外観

表—4 アクションカメラ（動画撮影用） 基本仕様

寸法	47 mm×29.4 mm×83 mm
重量	約 89 g
デジカメ性能	有
有効画素数	約 818 万画素 (16:9)
イメージセンサー	1/2.5 型 Exmor R CMOS センサー
記録メディア	・マイクロ SDHC/SDXC メモリーカード ・メモリースティックマイクロ (MARK2)
対応バッテリー	NP-BX1

(3) アクションカメラ（動画撮影用）

動画撮影用のカメラとして、SONY 社製のアクションカメラ「FDR-X3000/X3000R」を採用した。ブレに強く、小型軽量で 4K 撮影が可能な機種である。防水性能は IPX4 相当のため、そのままでは水中撮影に適用することが難しいが、標準で防水ハウジングが付属しているため、特別な容器を準備しなくても、簡単に水中の動画撮影が可能である。カメラの外観を写真—3 に、基本仕様を表—4 に示す。

(4) 照明機器

水中で写真・動画撮影を行うにあたり、照明機器を使用して視界を確保する必要がある。特に、被写体深度の確保と、波の影響による光の模様の影響除去の観点から、より強力な光源が必要である。本調査では、光ムラを抑制し、水中全体を均一に明るくするための「パネルライト」と、波による光の模様を低減するための「爆光ライト」を併用した。外観を写真—4 に、基本仕様を表—5 に示す。また、これらの機材を搭載した状況を写真—5 に示す。

3. 岸壁補修調査工事への適用事例

(1) 取り組みの背景と目的

従来まで、水中部にある海洋構造物は、主に潜水士による目視調査によって実施されてきた。しかしなが



写真—4 パネルライト（左）と爆光ライト（右）

表—5 パネルライト・爆光ライト 基本仕様

	パネルライト	爆光ライト
寸法	115 mm×100 mm×35 mm	121 mm×68 mm×68 mm
重量	290 g	560 g
防水性能	水深 50 m	IPX8
照度	5,000 lm	18,000 lm
電源	リチウム電池内蔵	リチウム電池 4 本



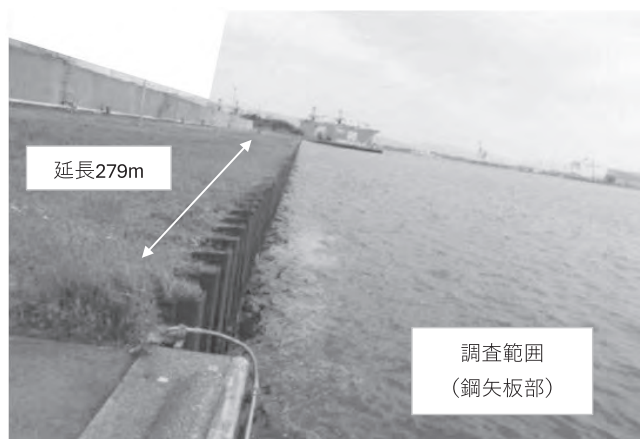
写真—5 カメラ・照明機器を搭載した水中ドローン

ら、これまで潜水士が行ってきた水中部のコンクリートのひび割れや小規模欠損、鋼材の開孔や発錆などの老朽化の初期段階の検出を音響探査機器で行うことは困難である。そこで、本工事では、水中ドローンに搭載した光学機器を用いて、濁りのある海域でも接近して撮影することで、歪みの少ない 3 次元モデルを生成し、劣化対象物の位置、形状、寸法が俯瞰的に把握することで、補修計画の効率化を図ることを目的として取り組んだ（写真—6～8、図—1）。

(2) 調査概要^{※1}

- ・施工場所：新潟県
- ・工事名：パースおよび接続護岸調査
- ・調査対象：鋼矢板岸壁（延長 279 m）

※1 施設名および発注者名は、発注者より公表を控えるよう依頼を受けたため、非公開としている。



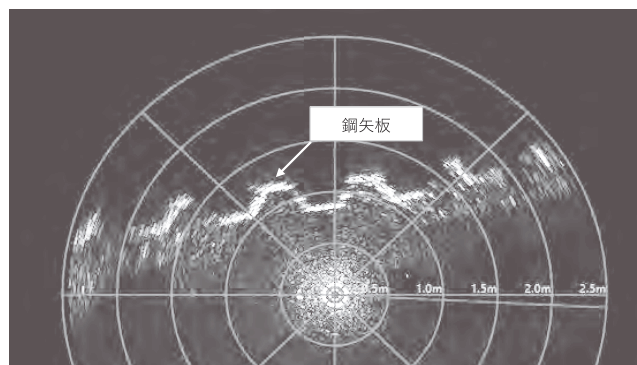
写真—6 調査対象物



写真—8 遠隔オペレーション状況



写真—7 水中ドローンによる鋼矢板調査状況



図—1 ソナー画面例

(3) 取り組み内容と実績

①点検精度の向上

港湾構造物に接近して撮影することで、濁りの影響を受けず、鋼矢板全体の劣化箇所を俯瞰的に把握することができた。また、ビューワーソフトウェアによる見える化を実施し、関係者にリアルタイムかつ高品質に情報共有を行うことで、劣化箇所の特定に貢献した。

②点検記録の有効活用

取得した画像データを今後の設計施工や維持管理業務に有効活用するため、発注者へ提出した。

③安全性・作業環境の向上

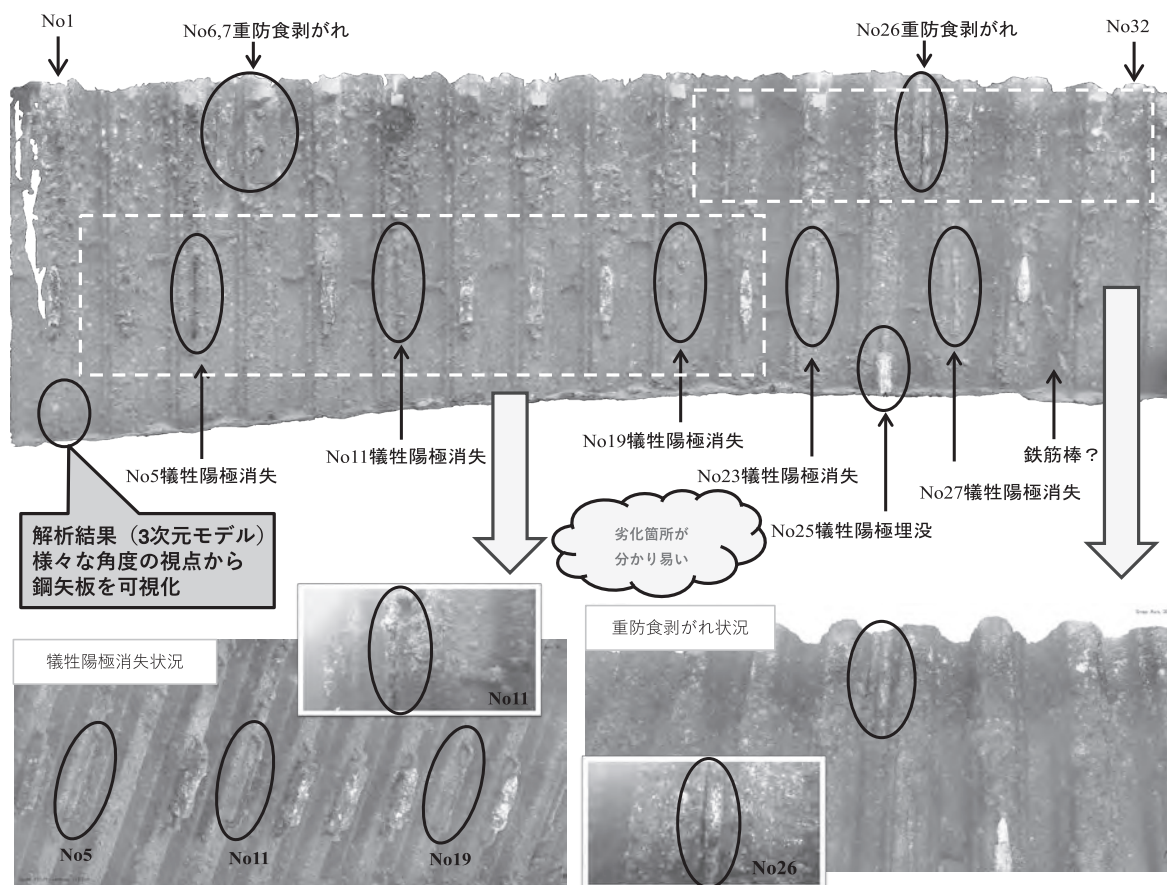
潜水作業を伴わない陸上作業により、潜水事故や潜水病などの危険作業を低減でき、安全性が向上した。また、水中ドローンの操作に特殊技能は不要であるため、作業環境が向上した。

④生産性向上

鋼矢板までの距離をリアルタイムに確認しながら、計測対象物までの距離を一定に保つよう、水中ドローンを遠隔操作することにより、濁りのある海域で広範

囲（延長 279 m×水深 5.5 m：約 1,500 m²）にわたる劣化調査を 4 日間という短期間で、効率的に実施することができた。

鋼矢板岸壁調査結果（オルソモザイク）に見る犠牲陽極消失・重防食剥がれ状況を図—2 に、水中部の点検診断における現状・課題と水中ドローン活用効果の比較を表—6 に示す。本取り組みを通じ、水中ドローンの活用は、港湾構造物の破損・変形・亀裂の有無、水生生物の付着状況などをより正確に把握できるだけでなく、定期的な調査に用いることで、構造物の経時変化を把握できるため、トレーサビリティや維持管理の分野にも非常に有効な手法であるという知見を得た。また、無事故・無災害、かつ機器トラブル等もなく、品質的にも良好な調査を行うことができたとともに、今回取得した 3 次元モデルを基に、的確な補修計画の立案と補修方法の提案をすることができた。発注者へ提出した 3 次元モデルは、今後の維持管理業務の効率性や維持補修の技術継承に非常に有効であると考えられる。本調査結果から、現在、鋼矢板全体の強度



図ー2 鋼矢板岸壁調査結果（オルソモザイク）に見る犠牲陽極消失・重防食剥がれ状況

表ー6 水中部の点検診断における現状・課題と水中ドローン活用効果の比較³⁾

	水中部の点検診断における 現状（潜水目視調査）と課題	水中ドローンによる写真測量
①点検精度	・目視困難な海象条件（濁り、波浪） ・局所的な変状の把握は可能 ・大規模な変状全体を俯瞰することが困難 ・連続的かつ空間的な変状把握が困難	・対象物に接近して撮影することで濁りの影響は少ない ・安全に点検・診断が可能 ・連続的に取得して結合した画像により変状全体を俯瞰することが可能
②点検記録の有効活用	・寸法計測によるスケッチは、潜水士の技量に左右	・客観的な画像データとして、設計・施工に活用可能 ・初期データとして有効利用可能
③安全性・作業環境	・水中の厳しい作業条件（潜水事故、潜水病）	・潜水作業を伴わない陸上・海上作業により危険作業を低減
	・高齢化による潜水士の減少	・省人化が可能 ・特殊技能は不要
④生産性向上・点検費用	・潜水目視調査の作業効率$は1,200\text{ m}^2/\text{日}$（計測面積）	・作業効率$1,800\text{ m}^2/\text{日}$（計測面積）

は維持されていることが確認できたが、今後の強度低下防止に向け、犠牲陽極の交換が実施される予定である。

4. おわりに

本稿では、岸壁補修調査工事において、鋼矢板の劣化状態を把握するために水中ドローンを適用した事例を紹介した。これまで、潜水士によって取得していた

局所的な情報から、水中ドローンを活用することで、広域にわたる俯瞰的な情報が取得できるようになることを示した。また、潜水士による作業を水中ドローンに置き換えることにより、安全性の向上にもつなげることができた。そして、3次元モデルやビューワソフトを活用して見える化を実施することにより、関係者間でリアルタイムに情報共有ができるようになるとともに、これらの情報を設計・施工・調査・維持管理の各フェーズに活用することが、トレーサビリティを確保するという観点からも非常に有効な手法であることを示した。

港湾構造物全体の現況把握を可能とする水中ドローンは、今後の水中調査の手法を大きく変える可能性を有していると言える。水中ドローンによる調査は、潜水士と比較すると万能とはいえないが、調査目的や計測対象、要求水準等に応じて適切に活用することで、安全で効率的な調査が可能となる。今後、港湾構造物の調査における水中ドローンの活躍が期待される。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省 社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト インフラメンテナンス情報
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html
- 2) 国土交通省所管分野における社会資本の将来の維持管理・更新費の推計：国土交通省，平成30年11月30日。
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/research01_02_pdf02.pdf
- 3) 光学機器を活用した水産基盤施設の点検の手引き～水中ドローンと垂下式カメラの活用～：水産庁漁港漁場整備部整備課，令和4年3月。
https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_guideline/attach/pdf/index-83.pdf

〔筆者紹介〕

那須野 陽平（なすの ようへい）
 東亜建設工業㈱
 土木本部 機電部
 研究開発・提案グループ
 グループリーダー



3D 画像処理および AI を活用した港湾構造物の維持管理トータルシステム

水 野 剣 一・宇 野 州 彦

高度経済成長期に整備された多くの港湾構造物は老朽化しており、その効率的な維持管理・更新が急務となっている。このような背景を踏まえ、効率的な点検・診断手法の開発と、診断結果に基づく残存耐力の評価を通じて構造物の寿命を推定し、施設管理者の意思決定を支援するための情報を提供する技術を開発した。本稿では、第7回インフラメンテナンス大賞において総務大臣賞を受賞した、「3D 画像処理および AI を活用した港湾構造物の維持管理トータルシステム」について報告する。

キーワード：栈橋、遠隔操作ボート、人工知能、維持管理、残存耐力評価、第7回インフラメンテナンス大賞総務大臣賞

1. はじめに

高度経済成長期に数多くの社会基盤施設が整備されたわが国では、長きにわたり国民の生活基盤として機能してきた一方で、現在では供用開始から50年以上が経過した構造物が増加し老朽化が進行しているため、効率的かつ効果的な維持管理・更新を実施することが喫緊の課題である。そのため、定期的な点検と適切な補修・補強・更新を行うことがこれまで以上に重要である。港湾構造物の従来の点検方法としては、船上や浮栈橋などから構造物の外観を目視によって観察する方法が一般的に採用されてきた。しかし、このような点検方法は、海象条件の影響を受けやすく、かつ作業空間が限られているといった厳しい環境下で行われることが多く、時間的・人的コストの面で課題がある。そのため、限られたリソースの中で効率的かつ確実に点検を実施することができる新たな手法の開発が強く求められている。さらに、一般定期点検によって得られる劣化度や性能低下度は、調査時点における構造物の状態を示すものであり、この情報だけでは、将来的な健全性の予測や補修・補強・更新の最適なタイミングを判断するには限界がある。また、構造物の残存耐力を定量的に評価し、それに基づいて供用継続の可否や補修・補強・更新の必要性を合理的に判断するための技術はこれまで存在しなかった。

こうした背景を踏まえ、本研究では、点検者が海上で直接調査することなく、遠隔から点検可能な方法を開発した。さらに、点検結果から構造物の残存耐力を

評価し、その評価に基づいて構造物の将来的な寿命を推定することで、施設管理者が中長期的な視点で維持管理計画を立案しやすくなるよう、意思決定を支援するための情報提供技術の構築を図った。本稿では、開発した「3D 画像処理および AI を活用した港湾構造物の維持管理トータルシステム」（以降、本システム）の概要について紹介する。

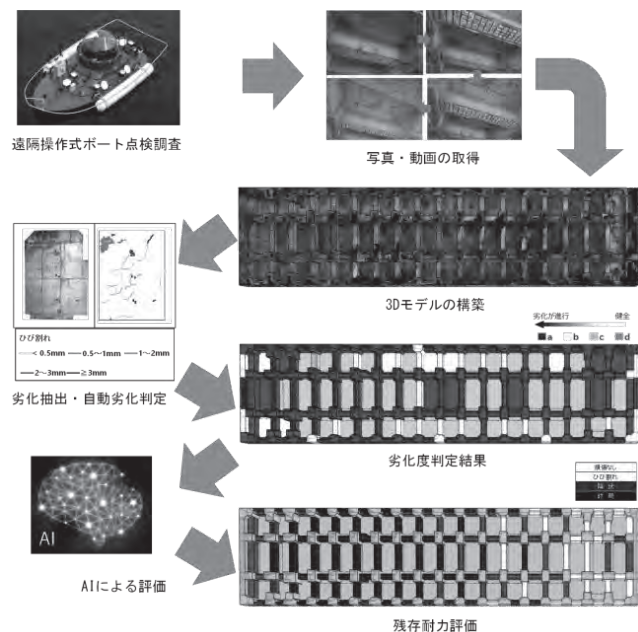
2. システム概要

本システムは、無線 LAN などを使用した遠隔操作式ボートによって構造物を撮影する点検技術、その取得画像を用いて劣化診断する技術¹⁾と、残存耐力を評価する技術²⁾であり、図—1にその構成を示す。

(1) 遠隔操作式ボートによる点検

本システムにおいて使用するボートには、点検用および操船用のカメラ、動揺抑制装置（以下「ジンバル」という）、画像伝送装置、無線機、LED 照明など、複数の機器が搭載されている。操船は、前方に設置された操船用カメラの映像を無線によりリアルタイムで栈橋上に伝送し、コントローラーで操作する。点検用カメラはジンバルを介して搭載されており、これによりぶれの少ない安定した映像を取得することが可能である。図—2に、栈橋下部の調査状況を示す。現在、当社では本遠隔操作ボートを2台保有・運用しており、各ボートの主な仕様は表—1に示すとおりである。新たに製作した2号機は、4基のスラストを搭載

することで、横方向の移動およびその場での旋回を可能としている。さらに、加速度センサおよびジャイロセンサから得られるデータを活用してスラスタを自動制御し、船体の動揺抑制機能および方位保持機能を備



図一 本システムの概要

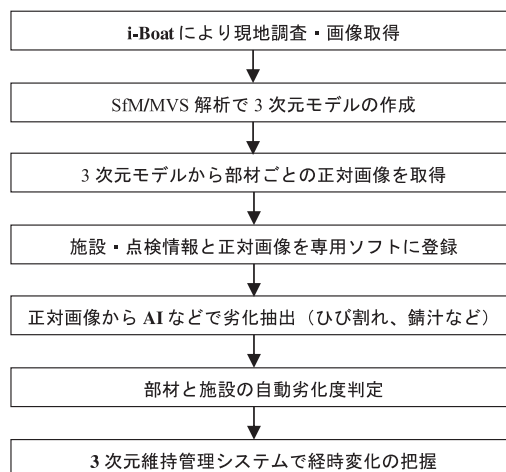


図二 調査状況

えている。また、LiDAR (Light Detection and Ranging) を搭載することにより、GNSSが届かない栈橋下においても、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を用いて自己位置を推定し、構造物との相対距離からボートの正確な位置把握でき、推定された自己位置を基に自動航行を行うことができる。

(2) 診断システム

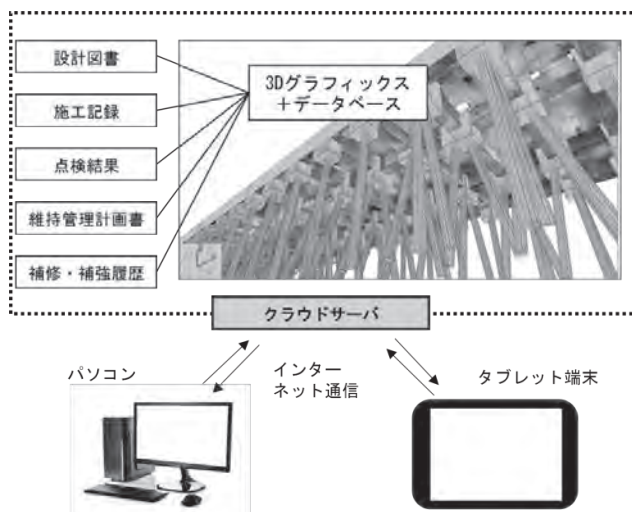
診断システムは、遠隔操作式ボートなどで取得した動画データを画像解析によって処理し、構造物の劣化診断を行うものである。3次元モデルの作成には、SfM/MVS (Structure from Motion/Multi-View Stereo) と呼ばれる写真計測技術を用いた。専用のソフトウェアにより、各部材の正対画像から変状箇所を抽出し、劣化度を自動判定してデータベース化する。この一連の診断プロセスを図一3に示す。3次元維持管理システムは、図一4に示すように専用ソフトウェアをインストールすることなく、インターネット通信



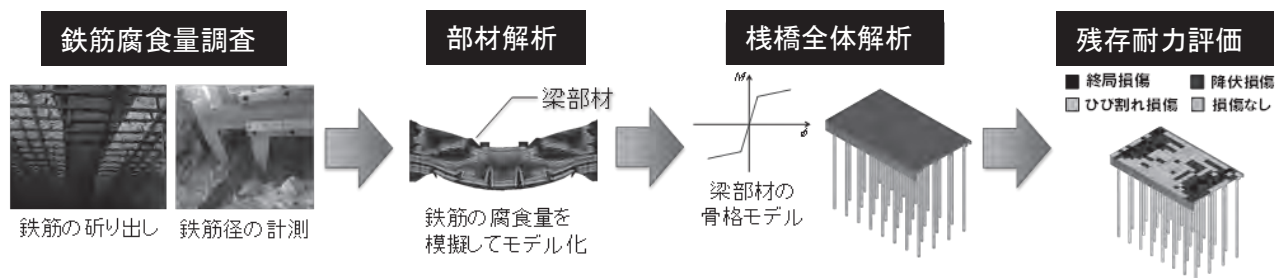
図三 本システムの診断フロー

表一 ボートの主な仕様

項目	1号機	2号機
写真		
寸法・重量	L:2.2m×W:1.1m×H:0.65m、55kg	L:1.2m×W:0.8m×H:0.64m、53kg
推進方式	スラスタ2基 (アジマスボッド)	スラスタ4基 (マルチボッド)
移動方向	前後・左右への回頭	前後・横移動・自己位置旋回
カメラ等	デジタル一眼レフカメラ、ジンバル	
自動制御	—	方位保持・船体動揺抑制
自己位置	—	LiDAR、GNSS
LED	LED照明×計12個 光束の合計 10400lm	LED照明×3個 光束の合計 10500lm



図四 3次元維持管理システム

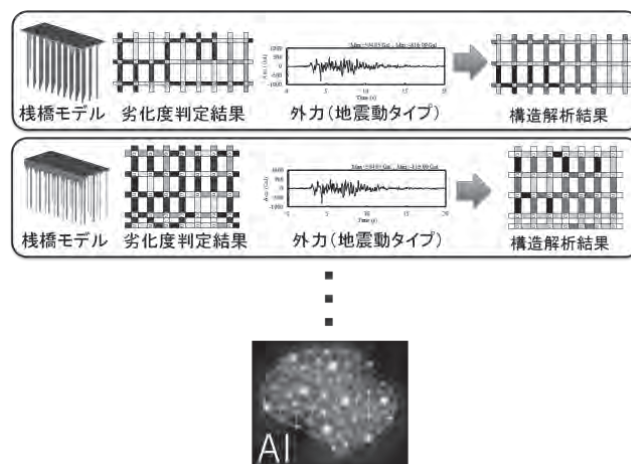


図一5 栈橋の残存耐力を評価する手順

を通じて Web ブラウザ上で PC やタブレット端末などから閲覧できる。そのため、点検作業中でもタブレットなどを用いて過去の点検データを即時に確認することが可能である。さらに、本システムでは設計図書や図面なども含めた情報をデータベースとして一元管理できるほか、構造物の画像やひび割れの描画、劣化度の分布、残存耐力評価などを 3 次元モデルとして点検年度ごとに視覚的に表示できる。

(3) 残存耐力評価

栈橋の残存耐力を評価するための一般的な手順を図一5に示す。残存耐力を適切に評価するには、主に梁部における鉄筋の腐食程度を把握することが重要である。鉄筋の腐食量を調査するためには、通常、鉄筋をはつり出す必要があるが、対象範囲が広範かつ部材数も膨大であるため、現実的な手法とは言い難い。また、FEM（有限要素法）解析によって残存耐力を求める際には、鉄筋の腐食状態を正確に模擬し、モデル化する必要がある。ただ単に鉄筋径を減少させるだけでなく、腐食に伴う膨張圧などの影響も考慮可能な解析コードを用いることが望ましいが、そのような高機能な解析ソフトは限られており、加えて高度な解析スキルが求められる。以上の理由により、従来は残存耐力の定量的評価を実施することが非常に困難であった。こうした課題を解決する手段として、人工知能（AI）技術を活用し、構造解析を行うことなく残存耐力を推定可能な評価技術を開発した。本技術では、約 2,000 通りの構造解析条件とその解析結果を教師データとして学習させることで、AI モデルを構築した（図一6参照）。教師データとして用いた構造解析条件（説明変数）には、栈橋の種類、部材ごとの劣化度、外力条件などをランダムに組み合わせたものを採用し、各ケースに対して構造解析を実施した。その結果、各梁における損傷程度を「損傷なし」「ひび割れ損傷」「降伏損傷」「終局損傷」の4段階に分類し、目的変数として設定した。これら説明変数と目的変数の組み合わせにより、AI の教師データを構成した。開発した AI



図一6 AI モデルの学習方法イメージ

モデルによる残存耐力の推定を約 400 件にわたり実施し、その精度を検証した結果、判定精度は概ね 80% 以上を示し、正解率の中央値は 88% と高精度な評価が可能であることを確認した。

3. 適用事例

(1) 遠隔操作式ボートによる点検

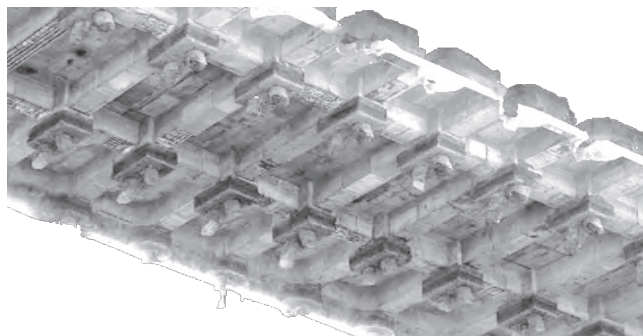
建設から 45 年が経過した栈橋（長さ 80 m × 幅 20 m）の上部工下面の梁とスラブを対象に調査した事例を紹介する。現地での点検作業は、本ボートを栈橋の法線方向に対し約 50 cm/s の速度で航行させながら動画を撮影する方法で実施した。点検時の有義波高は約 30 cm であり、栈橋下面と海面との距離はおおよそ 80 cm から 150 cm の範囲であった。栈橋下面全体（平面積：約 1,600 m²）の撮影には約 2 時間を要した。1 日 8 時間の作業時間のうち、機器の設置や撤収などの準備時間を考慮すると、実質的な撮影時間は 1 日あたり最大 4 時間であり、本調査結果から想定される 1 日あたりの調査面積は約 3,200 m² となる。

一方、従来の調査員による船上からの目視調査の標準的な歩掛³⁾は 1 日あたり約 1,240 m² であり、今回の手法は従来手法と比較して調査効率が約 2.5 倍に向上していることを確認した。

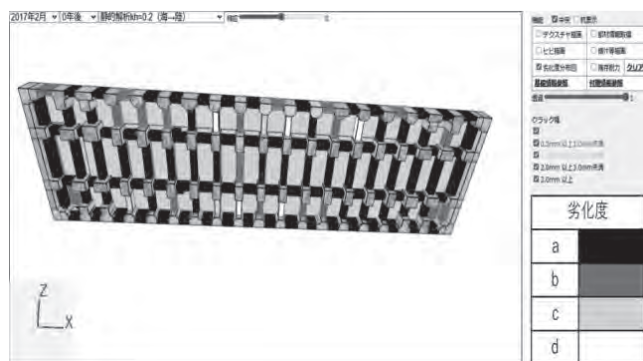
(2) 診断システム

図—7に示す本栈橋の3次元モデルの作成には、動画から1秒ごとに抽出した約2,000枚の静止画像を使用した。作成されたモデルから各部材の正対画像を取得し、ひび割れ、剥落、鉄筋露出、遊離石灰、さび汁といった劣化による変状を抽出した。劣化度判定を行った部材数は、梁が129箇所、スラブが54箇所である。判定結果によれば、対象栈橋の劣化は全体的に進行しており、梁では約80%がa判定、スラブでは約96%がc判定となった。これにより、スラブに比べて梁の方が劣化の進行が顕著であることが確認された。

本栈橋には、前述の3次元維持管理システムを適用した。図—8に示すように、作成した3次元モデル上に各部材の劣化度を色分けして表示することで、栈橋全体の劣化状況を視覚的かつ直感的に把握できる。さらに、本システムには画面を2分割することができ、過去の点検データと最新の点検データを同時に表示・比較することが可能である。図—9に示すように、左側には過去の点検データ、右側には新しい点検データを表示し、同一箇所の状態変化を視覚的に確認できる。本事例では、丸印で示した部位において、過去の点検データではかぶりコンクリートが存在していたが、最新のデータではそのかぶりが剥落している様子が明瞭に視認できる。このことから、本システムは構造物の劣化進行の把握に有用であると考えられる。



図—7 調査栈橋上部工下面の3次元モデル



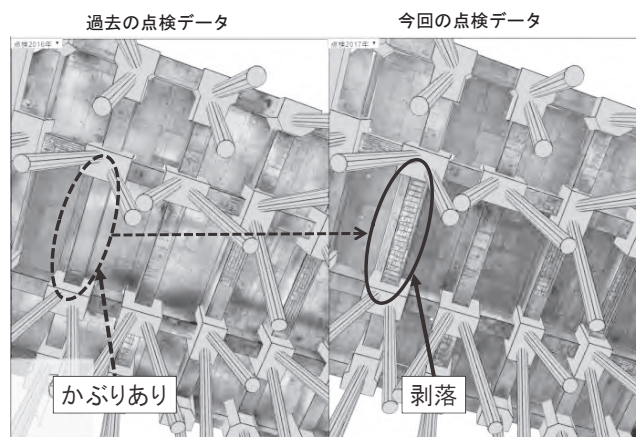
図—8 3次元維持管理システムの劣化度分布画面

(3) 残存耐力評価

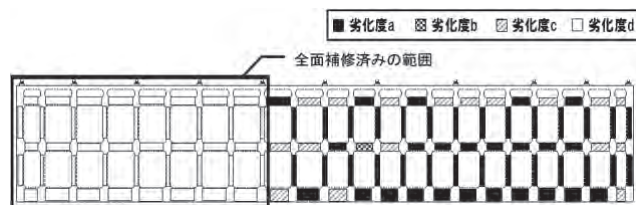
本技術を適用して残存耐力を評価した事例を以下に紹介する。点検調査により得られた対象栈橋の劣化度判定結果を図—10に示す。当該栈橋では、一部区間（図—10左側）においてすでに補修工事が実施されており、補修済みの範囲については劣化度「d」と判定されている。

このように部分的に補修が実施された栈橋に対して、本技術を用いて残存耐力の評価を行った結果を図—11に示す。評価結果によれば、未補修範囲においては、地震時に降伏を超えるレベルの損傷が発生する可能性があると判定された。さらに、劣化が進行している未補修部材の影響により、すでに補修済みとされる梁においても、損傷が拡大する可能性が示唆された。

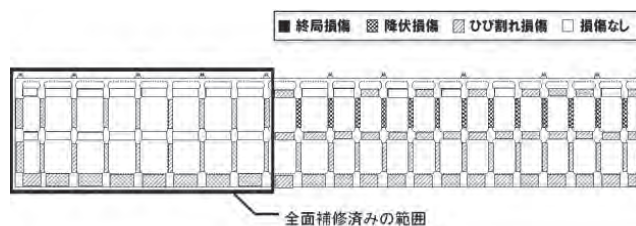
この結果は、部分的な補修を行う際には、補修によって期待される効果のみならず、未補修部分との相互作用を事前に把握しておくことの重要性を示している。適切な事前評価を行わずに補修を実施した場合、補修



図—9 3次元維持管理システムでの点検結果の比較



図—10 栈橋の劣化度判定結果



図—11 栈橋の残存耐力評価結果 (L1地震動)

の効果が限定的となるおそれがある。本技術を活用することで、現状の残存耐力を把握するのみならず、部分補修が全体構造に与える影響や、未補修部分の劣化進行が補修済み部材へ及ぼす影響を予測することが可能となる。これにより、単に現状の残存耐力を把握するだけでなく、より合理的な補修方法を検討することができる。

4. おわりに

今後、本技術を積極的に活用し、港湾施設の維持管理をより効率的に進めていく所存である。また、劣化した栈橋の危険性を残存耐力という具体的な評価で把握することで、合理的で計画的な維持管理の促進に寄与するものと期待する。

最後に本技術の開発や実栈橋への適用にあたり、ご指導、ご支援をいただいた関係各位に謝意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 水野剣一ほか、ラジコンボートを用いた栈橋下面部の点検・診断システム、土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 73, No. 2, p.I432-I437, 2017.
- 2) 宇野州彦, 白可, 岩波光保: 画像情報を用いた機械学習手法による栈橋の残存耐力評価に関する研究, AI・データサイエンス論文集, Vol.1, No.J1, pp.132-141, 2020.
- 3) 国土交通省, 維持管理計画書策定のための現地調査積算基準, p.6, 2024.

【筆者紹介】

水野 剣一 (みずの けんいち)
五洋建設株式会社
技術研究所 土木技術開発部
担当課長



宇野 州彦 (うの くにひこ)
五洋建設株式会社
技術研究所 土木技術開発部
担当部長



特殊バケット及び ICT を活用した魚礁ブロックの移設方法

金 崎 伸 幸

終戦後、我が国が高度経済成長期を迎える中、水産資源の安定供給に関する法律「沿岸漁業等振興法(1963年(昭和38年)8月1日公布)」により水産資源の維持増大、生産性の向上を目的に漁場整備事業等が進められることとなって50年以上が経過した現在、地球温暖化の影響や食のグローバル化に伴う需要の変化などにより、漁場の利用方法にも様々なニーズが顕在化してきた。このような中、地元漁業者(漁業協同組合)から過去に設置したホタテガイの漁場に隣接する魚礁群をできるだけ壊さずに回収し、ホタテガイ漁場に造成するとともに、移設先は新たにカレイなどの水産資源の増殖場として機能させる「漁場の再編整備」の協力依頼があり、魚礁ブロックの移設方法について開発したのでその概要について報告する。

キーワード：点在する魚礁ブロックの見える化、ブロックを壊さないグラブの開発

1. 現場海域の状況及び背景

(1) 魚礁設置の経緯

北海道では、1970年代後半に200海里水域が設定されたことを受け、我が国の排他的経済水域における水産資源量増大を目指し、魚礁設置など漁場の整備が行われた。

当時の漁船の性能からホタテガイを対象とした桁曳き網漁業は、汀線際から6マイル(水深50m程度)以遠の海域での利用はあまり考えられなかった。

そこで、オホーツク海域にはカレイなどの魚類を対象とした1t型円筒型魚礁ブロック等が多数設置された。

(2) 地元の漁業と漁場の再編整備

オホーツク海沿岸の中ほどに位置する湧別町(図—1)では、主幹漁業となるサケ定置網漁業やホタテガイ桁曳き網漁業のほかホッケやカレイなどの各種刺し網漁業に加えサロマ湖内ではカキ養殖業が営まれ、現在では全体で100億円を超える水揚げがあり、特に主

力となるホタテガイは近年の需要の高まりから70億円を超えるまでに成長している。

こうした中、近年の気候変動に伴う爆弾低気圧による河川の増水や高波浪の影響により放流したホタテガイの斃死が水深40m以浅の海域で多発している。

このため、ホタテガイの生産性の向上と安定を図るには、波浪の影響を受けにくい沖側海域へ漁場を拡大する必要があるが、ホタテガイ漁場に隣接する沖合海域に点在し、これまで30年以上もカレイなどの資源を増やす役割を担っていた5千個を超える魚礁ブロックが支障となっていたため、今回の「漁場の再編整備」(図—2)を行うことになった(オホーツクの複数の漁協で同様の課題を抱えている)。

2. 浮かび上がる課題

(1) 目標と現状

移設対象となる円筒型魚礁ブロック(図—3)は1地区(市町村単位)数千個から1万個以上となるため、安価な回収方法が求められていた。しかし、当時の従来工法である潜水士が玉掛して起重機船で引き上げる方法(図—4)では最大で日当たり6個程度と少なく、高額となることから、平均でも日当たり30個程度、多いときには60個程度の円筒型魚礁ブロックを回収することを目標とした。

また、魚礁ブロックは群体として水深60～70m付近に数百個単位で設置されており、歳月の流れとと



図—1 施工位置

もに一部埋没や移動するなど散乱していた。

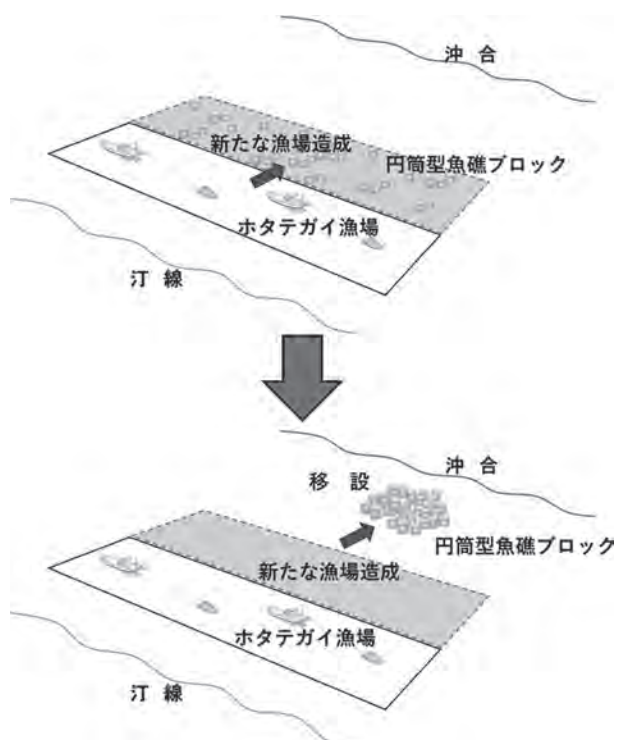


図-2 漁場の再編整備のイメージ

1.0m型円筒型	1.8m型円筒型
0.597t	3.00t
0.785空m ³	4.58空m ³

図-3 移設する魚礁ブロック

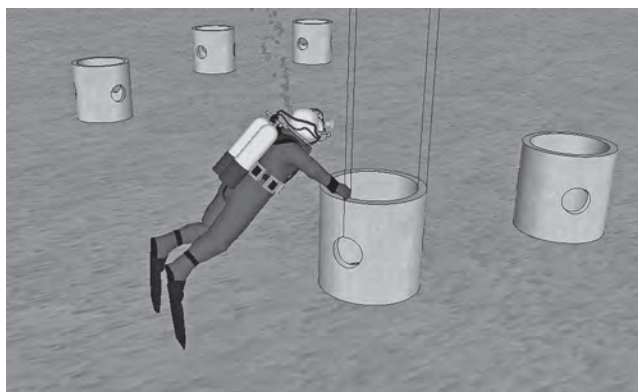


図-4 潜水士による撤去イメージ



資料：『北海道の漁業図鑑』（北海道水産業改良普及職員協議会）

写真-1 ホタテガイ桁曳き網

(2) 漁場の再編整備の必須条件

ホタテガイ桁曳き網漁業（写真-1）は八尺といわれる幅2.4m程の金属の口枠に袋網が取り付けられた構造の桁網を2台、漁船の左右両側から海へ投入し、船で曳きながら海底に生息するホタテガイを漁獲する。魚礁ブロックが残っていると桁網がブロックと接触して重大事故につながるなど、非常に危険であることからホタテガイの漁場として整備するには点在している魚礁ブロックを一つ残らず取り除くことに加えて、既に30年以上経過した魚礁ブロックをできるだけ壊さずに別の場所へ移設し、新たに水産資源を増やす役割を担わせることが必須の条件となっていた。

3. 移設方法の概要

海上作業と海底に散乱する魚礁ブロックの位置をシンクロさせるため、マルチビームソナーとサイドスキャンソナーを解析したデータを専用ソフトで取り込みマシニングアダンスとして起重機船操舵室とクレーン操縦室の双方で同時共有しながら行う（作業船は操舵室でソフトから示される作業位置にサイドスラスタなど使用してその場に固定する。クレーンは水平、垂直角度を固定し、主力ドラム及びグラブの開閉のみの操作を行う）。

グラブを海底面付近で停止し、グラブに固定しているLEDライトと低照度水中カメラにより付近にある魚礁ブロックを確認しながら作業船の位置を補正し、回収する。

この時の潮流の影響や回収時の海底の濁りを最小限にすることに加えて、魚礁ブロックが壊れやすいため、これに掛かる圧力を軽減する措置などを施した特殊グラブ（新開発）により回収及び再設置を行うもの（写真-2）。



写真—2 特殊バケットを用いた移設作業

4. 課題と対応

(1) 対象区域内に点在する魚礁ブロックの正確な位置の把握

マルチビームソナーは海底面の起伏の位置関係は分かっても、それがブロックなのか突起なのかの判別ができない。他の方法では海底面の起伏の正確な位置関係が分からないため、効率的に魚礁ブロックを撤去するには、海底面に点在する魚礁ブロックの正確な位置関係を把握する方法が課題となった。

このため、マルチビームソナーによる計測の検証を水中テレビロボットで行ったところ、複数個の測量結果に対し、マルチビームの測量結果と水中テレビロボットによる魚礁の位置の相関が確認されたことからマルチビームソナーの測量結果は円筒型魚礁ブロックと考えて良いと判断した（図—5）。現在ではマルチ

ビームソナーのデータにサイドスキャンソナーのデータを重ね合わせて解析することで、より正確な位置関係を測定できるようになった。

(2) 透明度が3～4 m程度の海水中で魚礁ブロックを発見、誘導する方法

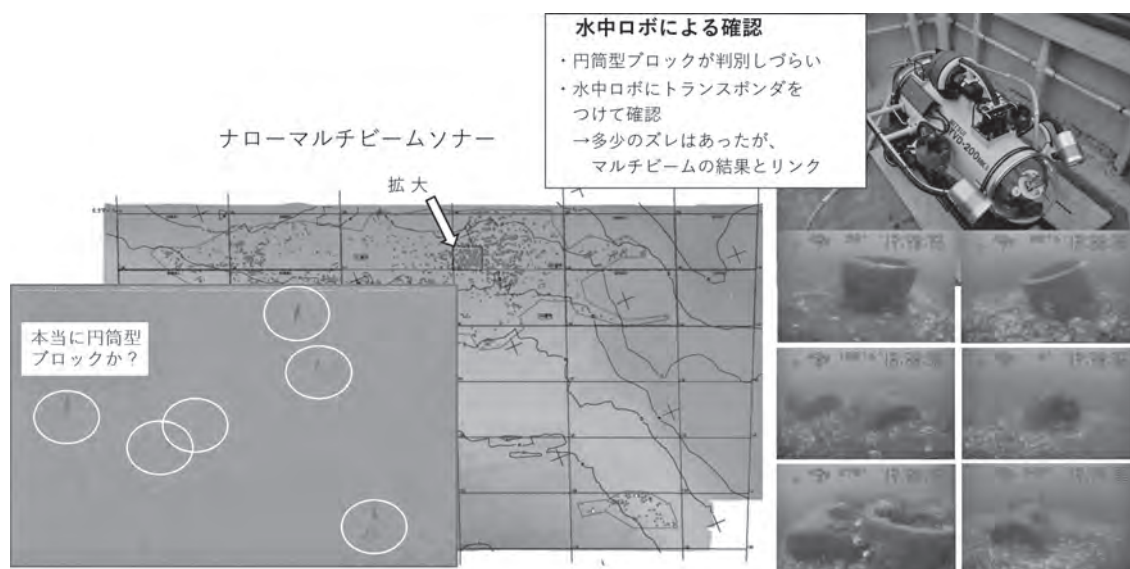
海底での魚礁ブロックの正確な位置が分かり、海上で作業船を魚礁ブロックの真上に誘導し、位置を固定するにはGPSを活用した位置出しや作業船のサイドスラスターなどによってその位置に留まることは可能と思われたが、海上でのうねりや風、海中での潮流の影響を受けながら60 mを超える水深の海底で、尚且つ透明度が3～4 m程度の中で、海底面に点在するブロックを効率良く発見し、回収するにはどうすればできるのか2つ目の課題となった。

また、目標として掲げた日当たり最大60個程度の円筒型魚礁ブロックを回収できるよう、作業の効率化を検討した。それには点在するブロックに対し、起重機船をすばやく移動・回収を繰り返す必要があった。

しかし、従来の施工方法は、アンカーを用いて起重機船を固定し、潜水士が玉掛してブロックを引き上げるものであった。このため、本工法では、潜水作業を無くすとともに、起重機船の固定作業も無くすことで作業効率の向上を考えた。

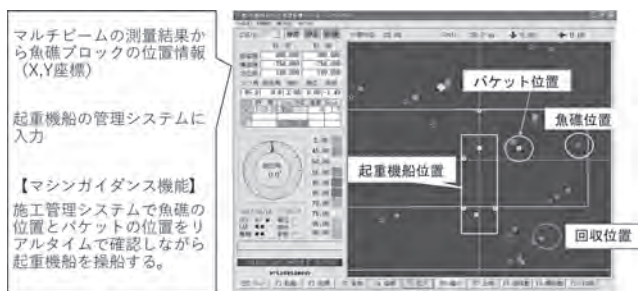
・起重機船固定作業の省略化

専用ソフトにて、起重機船の位置、特殊バケットの位置および円筒型魚礁ブロックの位置をリアルタイムに表示し、特殊バケットを円筒型魚礁ブロックに誘導する際、操舵室とクレーン操縦室の双方でマシンガイ



図—5 円筒型魚礁ブロック事前測量による位置の把握

ダンス機能として利用する（図—6）。



図—6 起重機船の管理システム

・低照度カメラの採用（写真—3：特徴1）

水深 50 m の海底からホタテガイ中間育成施設のアンカーブロック（15 t 程度）を引き上げる際に当社で開発した技術（暗い海底でも撮影することができる低照度水中カメラを用いてブロックを撤去する方法）に着眼し、海底に点在している円筒型魚礁ブロック付近までバケットを降下することができれば、水中カメラの映像をもとにブロックを回収できると考えた。

・LED ライトの採用（写真—3：特徴1）

低照度カメラを用いても、絶対的な光量が不足して見えない場合がある。一方、作業用ライトが強すぎると浮遊物に反射して海底の円筒型魚礁ブロックが見えにくい場合もある。そこで、LED ライトを取り付け、その光量を調整することで海底での視認性を向上させた。

以上により、起重機船がおおよそ目標地点となる海底に到達した後は、低照度水中カメラによる海底映像を利用し、円筒型魚礁ブロックの位置を把握する。このようにして得られた位置情報を基に、起重機船に連結している押船の前後進およびサイドスラスターによる横方向の位置制御によって特殊バケットの位置を調整して円筒型魚礁ブロックを回収できると考えた。



写真—3 専用バケット 特徴1～3

（3）魚礁ブロックを壊さないで安全に撤去する方法

ホタテ漁場に隣接する沖合の水深 60 ～ 70 m に設置している魚礁ブロック（図—3）は肉厚が 10 cm, 18 cm と非常に薄い無筋コンクリート構造物であり、通常のバケット（オレンジピールバケット, クラムシェルバケット）の装備では魚礁ブロックを壊さずに捕獲することは難しい。

また、ダイバーを用いた方法（図—4）では大水深に伴う特殊な潜水装備が必要となるほか作業効率も極端に悪くなり、1 個あたり 28 万円もかかる。何よりも潜水士の安全面を考えると現実的ではないことから魚礁ブロックを壊さないで安全に撤去するには、新たに特殊バケットを開発するのが最善と考え、次の点に留意して開発した。

◆回収バケットの大型化（写真—3：特徴2）

多数設置された円筒型魚礁ブロックは、ブロック同士が近接していることも多いため、複数個の円筒型魚礁ブロックを回収できる開口面積の大きい特殊バケットを製作し、1 回あたりの回収効率を向上させた。

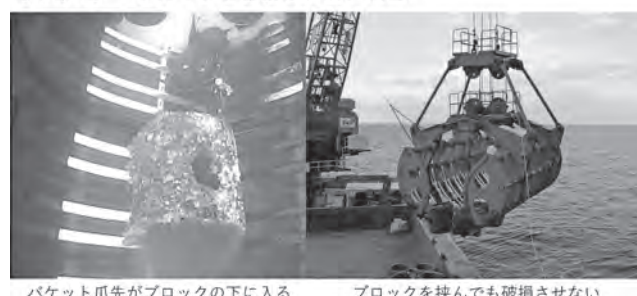
◆作業の連続性確保（写真—3：特徴3）

通常のバケットを開閉すると海底の砂を掻き乱して濁りが発生してしまい、付近の円筒型魚礁ブロックを回収する場合には、濁りがなくなるまで作業待ちの時間が発生する（20 分から 30 分程度）。しかし、特殊バケットをスケルトン構造としたことで、濁りの発生を抑え連続作業が可能となり、施工効率を向上させた。

◆潮流への対応（写真—3：特徴3）

現地では最大 3 ノット程度の潮流があるため、これによって通常のバケットが変位し、円筒型魚礁ブロックの回収に支障をきたすおそれがあった。そこで、潮流の影響を受ける面積が少ないスケルトン構造とすることで、潮流がある環境下でもバケット誘導に要する時間を短縮させた。

【特徴4】 ブロックを破損させない構造



写真—4 専用バケット 特徴4

◆魚礁ブロックの保護（写真—4：特徴4）

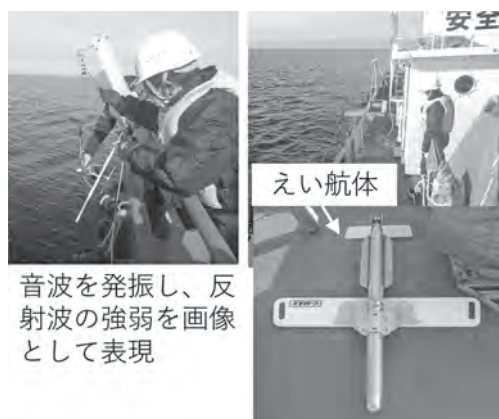
今回対象となる円筒型魚礁ブロックは無筋構造で壊れやすいものだったため、爪先にかかる閉じる力を通常のバケットよりも低減させるとともに、バケットを閉じる際、円筒型魚礁ブロックの下側にバケットの爪先が地盤に入り込み、バケットの爪先で円筒型魚礁ブロックを破損させないように設計した。

◆取り残し魚礁ブロックの確認と撤去

計画区域内の魚礁ブロックを移設した後、マルチビームソナー（写真—5）とサイドスキャンソナー（写

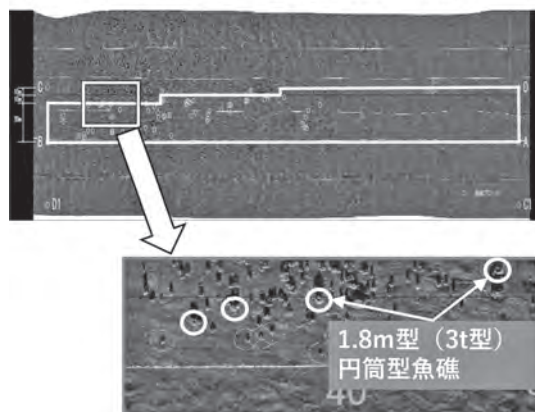


写真—5 測量（マルチビームソナー）



写真—6 測量（サイドスキャンソナー）

サイドスキャンソナー2019年11月 測量



図—7 測量（取り残し分）

真—6) による測量で取り残しの魚礁ブロックを確認し（図—7）、移設（完全に回収）した後、最終の出来形を実施（図—8）。

以上のような検討を行い、平均日当たり移設個数は44個、最大では100個を超える結果となり、従来工法の7倍の施工量が可能となった。これに伴い、コストも1/5と大幅に削減できた（表—1）。

◆異なる海域の条件に合った改良

令和4年に施工海域が湧別町沖合から浜頓別町沖合（図—9）に変わり透明度が一段と悪くなったため、これまでの低照度カメラでは海中でのブロックの発見が非常に難しくなったことや底質が粘土質に変わりブロックの埋没が確認され、海底面でブロックを掘り取るスケルトンバケットの使い方ができなくなったことから（図—10）画像鮮明化装置（目的物の輪郭をはっきり視認しやすくする装置）の導入（写真—7）と工法の変更に伴うバケットの補強等を行い（写真—8）、

サイドスキャンソナー 2019年12月 測量



すべての魚礁ブロック撤去を確認して工事完了

図—8 最終出来形

表—1 従来工法との比較

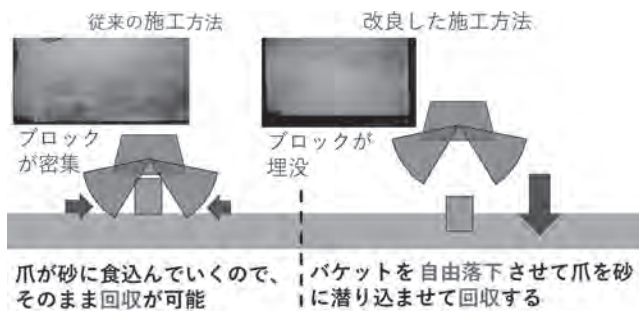
比較項目	従来工法	新工法 ^{※1}	効果
日当たり施工量	6個	44個	おおむね7倍
コスト ^{※2}	280,000円/個	57,000円/個	おおむね1/5
工期	513日	70日	おおむね1/7
安全性	大水深での潜水作業のため危険性が高い	潜水作業が不要となり危険性が排除された	安全性の向上

※1 新工法はR5オホーツク海地区頓別増殖場造成工事（補正）による

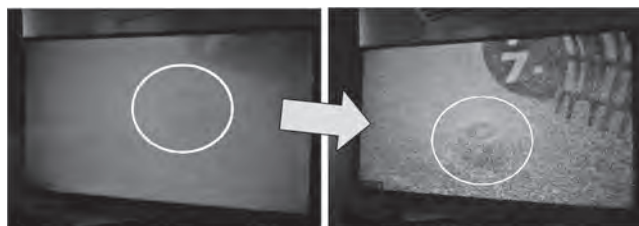
※2 1,500個の円筒型魚礁ブロックを移設する場合で単価は直接工事費（税抜き）



図—9 施工位置



図一 10 施工方法の改良



ブロックの輪郭をハッキリさせることにより、ブロックを発見しやすくなる。また、バケットでアプローチする際の破損を回避する。

写真一 7 画像鮮明化装置の導入

施工方法を変えたため、バケットに余分な負荷が掛かりたわみや破損が発生



写真一 8 補強箇所

条件の異なる大水深におけるブロック撤去の技術上の課題に対応した。

5. おわりに

これまで、日本の沿岸では、水産生物の産卵場・餌場・隠れ場・生息場の造成を目的に、多種・多様な魚礁ブロックが沈設されている。一方、近年では気候変動により、北海道でブリが漁獲されるなど水産生物の生息範囲に変化がみられる。そのため、水産生物の生活史を踏まえ、すでに設置されている魚礁ブロックに新しい役割を担わせて、より効果的な場所へ移設することは好ましいことである。

また、本工法におけるバケット形状を変えれば、タコ・イカ産卵礁ブロックなど、形状が異なるタイプの魚礁移設も可能と思われるため、より効果的な場所へ移設し、水産資源の増大に寄与できることが考えられる。

今後とも、様々な環境の変化に対応した漁場の再編整備が行えるよう技術の向上に取り組んでいく所存である。

J C M A

〔筆者紹介〕

金崎 伸幸（かなざき のぶゆき）
 ㈱西村組
 営業部
 執行役員営業部長



デジタル技術を活用した消波ブロックの設計・施工・維持管理手法

昇 悟 志・三 井 順・山 崎 真 史

日本の港湾インフラは、国際貿易と国民経済を支える基盤として重要な役割を担っているが、近年、地球温暖化に伴う海面上昇や台風の強大化等の影響により、沿岸域における波浪外力は増大傾向にある。また、高度経済成長期に建設された多くの港湾インフラが老朽化し、維持管理の重要性も増している。これらの要因は、従来の設計・施工・維持管理手法の見直しを迫り、より効率的で信頼性が高く、かつ経済的なアプローチの導入を不可欠なものとしている。そこで本稿では、港湾施設の設計・施工・維持管理を効率的に行うための手法としてデジタル技術を活用した取り組みと活用効果を、国内で数多く使用されている消波ブロックを例に紹介する。

キーワード：防波堤、消波ブロック、維持管理、デジタル技術

1. はじめに

日本の港湾インフラは、国際貿易と国民経済を支える基盤として重要な役割を担っている。この港湾インフラの中の一つに、港湾の静穏を保ち、船舶の安全な航行を確保するための重要な施設である防波堤がある。この防波堤には数多くの消波ブロックが使用されている（写真—1）。消波ブロックは港湾、漁港等を高波や津波による被害から防護するとともに、海岸線を波浪の浸食作用から保護するために設置され、波エネルギーを減衰させ、背後地の安全を確保する役割がある。

近年、地球温暖化に伴う海面上昇や、台風の強大化・頻発化といった気候変動の影響により、沿岸域における波浪外力は増大する傾向にある。これに加え、高度経済成長期に建設された多くの港湾インフラが老朽化し、維持管理の重要性も増している。これらの要因は、



写真—1 消波ブロックを用いた防波堤

港湾インフラの従来の設計・施工・維持管理手法の見直しを迫り、より効率的で信頼性が高く、かつ経済的なアプローチの導入を不可欠なものとしている。

このような背景の中、港湾分野においては、「i-Construction」や「インフラ DX」といった施策を通じて、建設生産プロセス全体の効率化・高度化を推進しており、デジタル技術の導入を加速させている。

そこで本稿では、港湾施設の設計・施工・維持管理を効率的に行うための手段としてデジタル技術を活用した取り組みと活用効果を、国内で数多く使用されている消波ブロックを例に紹介する。

2. 消波ブロックの設計・施工へのデジタル技術活用

(1) 従来の方法と課題

従来、消波ブロックの設計では経験式が広く用いられている。これらの式は、水理模型実験の結果に基づいて導出されたものであり、実用的な設計手法として長年活用されている。しかし、これらの経験式は、主に個々のブロック単体が設計波力に対して安定であるかどうかに関心を当てており、ブロック同士の噛み合わせ効果やブロック群全体の挙動を十分に考慮しているとは言い難い。よって、より信頼性の高い設計を行うため、ブロック群の挙動を詳細に再現できる設計手法が期待されている。

また、消波ブロックの据付検討、特に既設消波ブロッ

クの上に新たに積み増しする維持修繕事業や、複雑な海底地形へ消波ブロックを設置する場合、消波ブロックの性能を十分に発揮させるためには計画段階で精密な検討が必要である。従来は、ブロックの模型を用いた手作業（写真—2）が一般的であったが、時間と労力を要する上、精度にも限界があった。

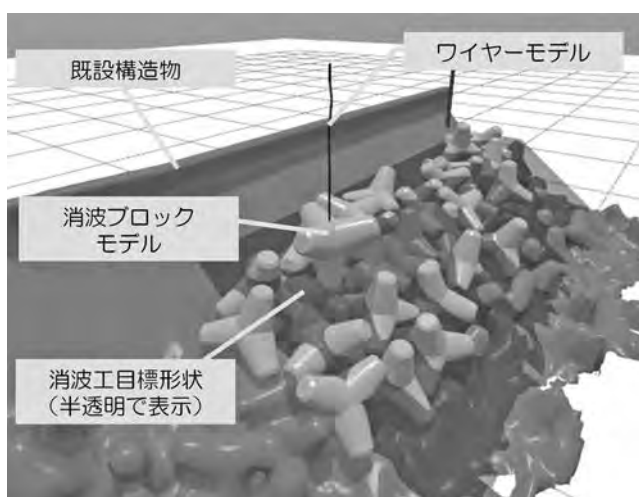
そこで、これらの課題を解決する手段として、消波ブロックの設計・施工の効率化と高度化を実現するシミュレーション技術を開発した。

（2）リアルタイム据付シミュレーション

開発したシミュレーション技術である「リアルタイム据付シミュレーション」^{1)~3)}（図—1）は、マルチビームソナー等で計測した水中の3次元点群データから、個々の既設ブロックを含む現況地形を忠実に再現した3次元モデルを自動生成し、このモデル上で、新たに設置する消波ブロックの数量、最適な配置、ブロック姿勢などを事前にシミュレーションするものである。

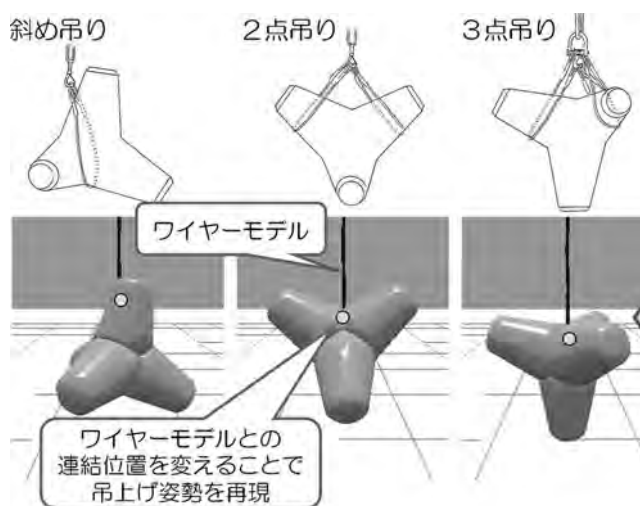


写真—2 ブロック模型による検討



図—1 リアルタイム据付シミュレーション ^{1)~3)}

本シミュレーションは、リアルタイムかつインタラクティブな操作が可能なシミュレーション手法で、消波ブロック同士の噛み合わせ効果を現実に近い形で再現できる。特長は、クレーンからワイヤーで吊り下げて設置する実際の作業を模擬している点である。また、ブロックは数種類の吊上げ姿勢に対応し、ワイヤーとの切り離し機能も有している（図—2）。ユーザーは、仮想空間内でブロックをキーボードやゲームパッドで操作して最適な据付位置や手順をインタラクティブに検討できる（図—3）。さらに、VR空間内での据付操作を行うこともできるため（図—4）、現状の消波工の凹凸状況や距離感をより現実的に把握できるとともに、ブロックをより直感的に誘導できることも利点である。



図—2 ワイヤーモデルと吊上げ姿勢



図—3 ゲームパッドによる操作



図—4 VR機器を用いたブロック据付

(3) 設計へのデジタル技術の活用

シミュレーションによって最適化された消波ブロックの3次元モデルは、消波ブロック群の挙動を詳細に再現できる高度な数値シミュレーション技術に活用することができる。図-5は、OpenFORMのinterFormソルバーを用いて消波ブロック護岸の波作用状況を再現したものである¹⁾。これにより、消波ブロックの幾何学的形状特性や噛み合わせを考慮した構造物全体の水利機能(越流量, 反射率など)が評価できる。また、図-6はSPH法に基づく流体解析コードであるDualSPHysicsを用いて消波ブロック群全体の複雑な

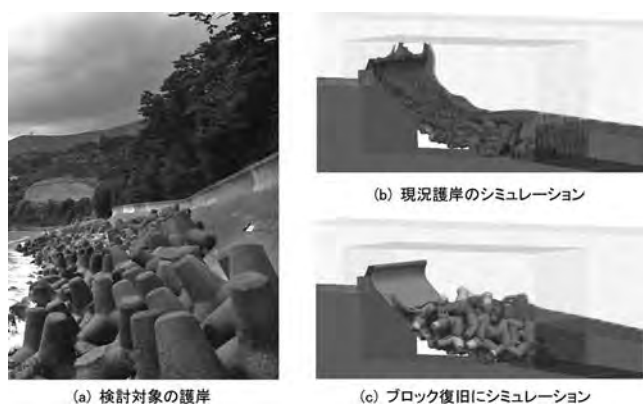


図-5 消波ブロック護岸のシミュレーション¹⁾

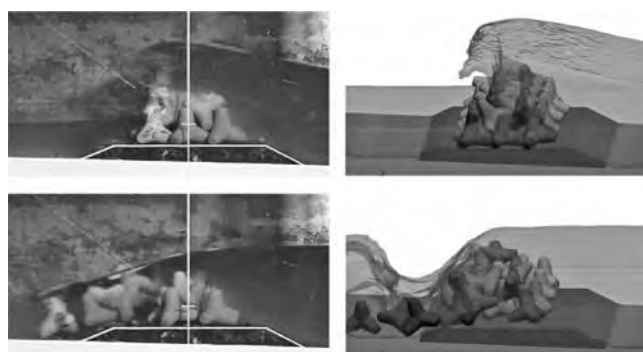


図-6 消波ブロック群の挙動解析⁴⁾

挙動をシミュレーションしたもの⁴⁾であり、消波ブロックの耐波安定性や消波ブロック周辺の流れ場も定量的に評価できる。このような高度なシミュレーション技術の発展は、消波ブロックの設計そのものに変化をもたらしており、将来的には従来の経験式や水理模型実験等に基づく設計手法から、シミュレーション技術も取り入れた手法に移行するものと考えられる。

(4) 施工へのデジタル技術活用

消波ブロックの3次元モデルは、実際の現場作業に高精度で反映させるために、AR (Augmented Reality, 拡張現実) 技術にも利用できる。図-7のARガイダンスシステム⁵⁾は、据付作業を行うクレーンオペレーターや現場作業員が見る現実の風景に、設置すべきブロックの位置や姿勢に関するデジタル情報を重ね合わせて表示することが可能となっており、現実のブロックと重ね合わせることで、正確な誘導を可能にする。また、消波ブロックの位置・姿勢情報もデジタルデータとして出力されるため、施工記録の自動化やICT施工への展開も容易となる。これにより、従来は熟練工の経験や勘に頼っていた作業の精度が向上し、経験の浅い作業員でも高品質な施工が可能になることが期待される。また、潜水士の負担軽減、施工中の手戻りや再作業の減少により、結果として安全性の向上や工期短縮、およびコスト削減に繋がるものと考えられる。

3. 消波ブロック維持管理へのデジタル技術活用

(1) 従来の方法と課題

消波ブロックは、海岸・港湾インフラの機能維持に重要な役割を果たしているが、その維持管理には多く



図-7 ブロック据付ARガイダンスシステム⁵⁾

の課題が存在する。その中でも、消波ブロックの点検・診断作業には多くの困難が伴う。まず、消波ブロックの多くは沖合の防波堤など、陸上から容易に近づけない場所に設置されているため、点検期間が限定される。次に、従来の点検は、主に点検員の目視に依存してきたため、点検診断結果が点検員の経験や主観によってばらつく可能性がある。また、消波ブロック上での作業は転落等の危険性が高いため、安全管理に細心の注意を払う必要がある。

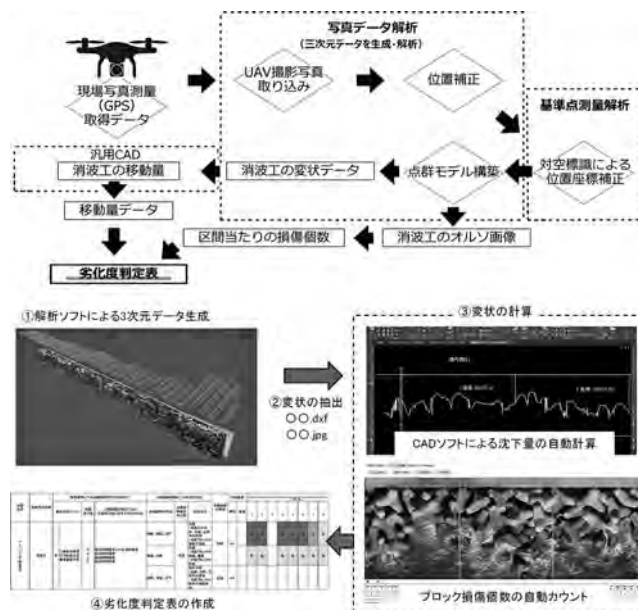
このような消波ブロックの点検診断業務が抱える様々な課題を解決し、より効率的、かつ安全な業務を実現するために ICT（情報通信技術）の活用が進められており、その一つに UAV がある。本稿では、様々な分野で活用が進んでいる UAV を用いた消波ブロックの点検診断の取り組みについて紹介する。

(2) 消波ブロック点検診断へのデジタル技術活用

消波ブロックを用いたインフラの維持管理において、UAV（無人航空機、ドローン）の活用は急速に普及している^{6)~8)}。ドローンは、人間が直接アクセスしにくいエリアの点検を可能とするため、消波ブロックの点検に活用することで安全性の向上と効率化が期待できる。また、ドローンに搭載されたカメラやセンサーを用いて構造物の全体像を高解像度で撮影・計測できるため、消波ブロックの変状を面的に把握することが可能となる。さらに、定期的に観測することで、消波ブロックの経年変化の追跡や台風・高波後の被災状況も迅速に把握できる。本稿では、このドローンの利点を生かした点検診断業務（劣化度判定業務）の効率化技術⁹⁾について、その概要と活用効果を紹介する。

消波ブロックの劣化度を判定する指標として、ブロックの沈下量と折損個数がある。ドローンの撮影・計測から得られた 3 次元データは消波ブロックの変状を面的に把握できるが、それらの指標を直接算出できない。そこで、3 次元データや撮影画像から消波ブロックの沈下量や折損個数を単位延長あたりで自動算出できるシステムを開発した⁹⁾（図—8）。

このシステムによる活用効果を検証するため、延長 500 m の消波ブロック護岸を対象とした点検診断を実施し、従来技術と比較した（写真—3）。最初にドローンを用いて護岸の画像を撮影し、その画像から汎用解析ソフトを用いて 3 次元点群を作成した。次に、汎用 CAD ソフトに点群を取り込み、ブロックの沈下量を算定した。この作業は CAD の専用言語を用いて自動化している。そして、ブロックの折損個数はオルソ画



図—8 消波ブロックの点検診断システム⁹⁾



写真—3 消波ブロックの点検状況

像を専用ソフトに取り込んで算出し、沈下量、および折損個数を単位延長あたりでテキスト形式に自動保存した。最後に劣化度判定専用シート（Excel）にテキストをインポートし、劣化度判定表を自動作成した。以上の一連の作業時間等を従来技術と比較した結果、作業効率は約 2.5 倍になった⁹⁾。

4. おわりに

消波ブロックの設計、施工、および維持管理におけるデジタル技術の活用について、その取り組みと活用効果を紹介した。消波ブロックの設計では、高度なシミュレーション技術（デジタル技術）の活用で、消波ブロック群の挙動を詳細に再現できるまでに至っており、将来的には従来の経験式や水理模型実験等に基づ

く設計手法から、シミュレーション技術も取り入れた手法に移行するものと考えられる。また、施工へのデジタル技術の活用は、施工記録の自動化やICT施工への展開も容易になり、消波ブロック据付工事の精度や安全性の向上と、効率化が期待できる。さらに、消波ブロックの点検診断へのICT（デジタル技術）の活用は、点検診断業務の作業効率を大幅に向上できる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 三井 順, 久保田真一, 橋田雅也, 昇 悟志: 消波ブロックのリアルタイム据付シミュレーション手法の開発, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.78, No.2, I_685-I_690, 2022.
- 2) ㈱不動テトラ: ICT 技術を活用した消波工メンテナンスの設計・施工手法の確立に向けた取り組み, 第7回インフラメンテナンス大賞, 2024.
- 3) <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KTK-200003®No=KTK-200003>, (2025 年 4 月閲覧)
- 4) 三井 順, 久保田真一, 松本 朗: SPH 法による消波ブロック群の移動解析の試み, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.76, No.2, pp.I_823-I_828, 2020.
- 5) <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KTK-230002®No=KTK-230002>, (2025 年 4 月閲覧)
- 6) 西 広人, 琴浦 毅, 堺 浩一, 石塚淑大: 消波ブロックを対象とした UAV 写真測量の適用性検討, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.77, No.2, pp.I_691-I_696, 2021.
- 7) 里村大樹: UAV・AI を活用した港湾等のインフラ維持管理に関する点検診断システムの開発 (その2) ～【UAV 空撮画像により生成した港湾施設の 3D モデルの正確性】～, 国土技術政策総合研究所資料, No. 129, 2024.

- 8) 国土交通省港湾局: ICT 機器を用いた測量マニュアル (ブロック据付工編), 令和7年4月改定版, 2025.
- 9) ㈱不動テトラ: ドローンを用いた消波工の点検診断技術, 港湾の施設の新しい点検技術カタログ (令和7年4月版), 国土交通省港湾局, 2025.

【筆者紹介】

昇 悟志 (のぼる さとし)
 ㈱不動テトラ
 総合技術研究所 研究開発室
 第三研究開発グループ
 グループリーダー



三井 順 (みつい じゅん)
 ㈱不動テトラ
 総合技術研究所 研究開発室
 第二研究開発グループ
 専門役



山崎 真史 (やまざき しんじ)
 ㈱不動テトラ
 土木事業本部 技術部
 副部長



鉄建式－超薄板ジャッキ

Sheet Jack シートジャッキ[®](アンダーピニング工法に用いるジャッキシステム)

尻無濱 昭 三

既存の免震建物において、建物の機能を維持しながら、免震部材（積層ゴム）を交換する本格的な施工方法の開発が求められた。通常は、油圧ジャッキにて、当該部分を持ち上げて、積層ゴムを取り換える方法が採用されるが、建物を使用しながらの工事では、構造安全性の問題から、建物を持ち上げる高さを低くし、更に、積層ゴム交換後の建物荷重の受け替えを早急に移行させる必要がある。そこで、必要最小限の隙間で、荷重の受け替えが可能な超薄板ジャッキを開発した。開発したジャッキは、厚さ 0.8 mm および 1.2 mm の冷間圧延鋼板を 2 枚重ねてシーム溶接接合した薄板袋状のジャッキで、その開発経緯と概要について報告する。

キーワード：建築，アンダーピニング工法，薄板，シート，ジャッキ，免震，積層ゴム，交換

1. はじめに

我が国における最初の免震建物である八千代台免震住宅（1983）¹⁾の竣工から 40 年を経て、これまでに戸建住宅を含めると 5,000 棟を超える免震建物が建設されている。この間に、一般に 60 年の耐久性を有する免震材料（免震用積層ゴム支承：積層ゴムまたは免震ゴム）の交換が行われた事例は、研究目的などで数例に止まる。本稿は、免震材料の交換施工方法を検討する中で開発した新しいジャッキ（シートジャッキ[®]：以下、超薄板ジャッキ）について、その開発経緯と概要ならびに免震材料の交換工事以外の活用方法について紹介する。

2. 免震材料交換施工中のガイドライン

超薄板ジャッキの開発の発端は、2015 年 3 月の免震材料の偽装問題の発覚により、免震材料交換方法に関して改めて具体的な検討を迫られたことである。免震材料の交換施工にあたっては、2015 年 7 月に国土交通省から発表された「免震材料の交換改修工事中の建築物の安全性のガイドライン」²⁾に沿った対応が求められた。このガイドラインは、免震材料の交換作業中の事柄が示されており、新築時の仮使用認定に関する事項と施工中の構造安全性の水準（地震時に建物が損傷しない、交換工事期間をなるべく短期とする、など）が記載されている。また、施工計画上の留意点として、

- ①地震時の建物水平挙動を考慮し、仮受ジャッキ等に水平変形追従機能を持たせ、施工中も免震構造を活かす。
 - ②一時的に免震材料を水平拘束し、免震層を含め全体を耐震構造とする。
- の 2 点のいずれかを、個々の建物の状況に応じて採用検討するほかに、
- ③交換作業時もジャッキ等により所定の鉛直支持能力を確保すること。
 - ④免震材料の交換に伴う上部構造に対する鉛直方向の強制変形に際し、構造躯体の健全性を確保すること。
 - ⑤免震材料の交換手順の検討立案にあたり、一部の免震材料を取りはずした状態での全体の水平剛性バランスに配慮する。
- などが、求められている。

3. 超薄板ジャッキシステム

(1) 免震材料交換施工における課題

一般的な免震材料交換工事においては、図—1 に示すように、免震材料の横に油圧ジャッキを設置して、ジャッキアップして行われるが、当初、免震建物の設計段階では、ジャッキアップによる交換計画は策定しているが、建物を使用しながらの交換工事は想定していないという課題があった。また、図—2 に示すようにジャッキアップの方法にはいくつかあるが、交換を行う建物は、規模・階高・形状・用途などが様々

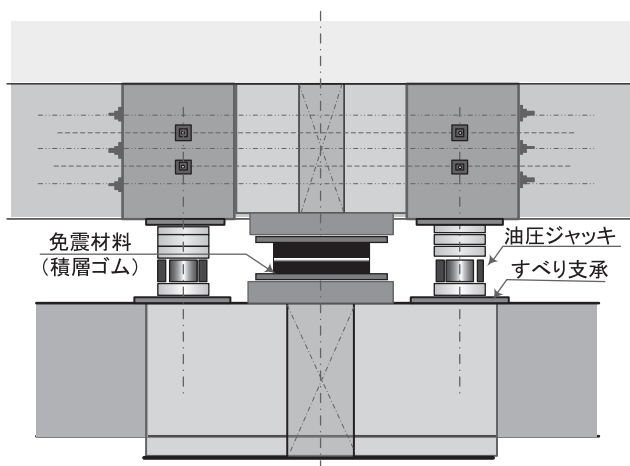


図-1 油圧ジャッキ設置図

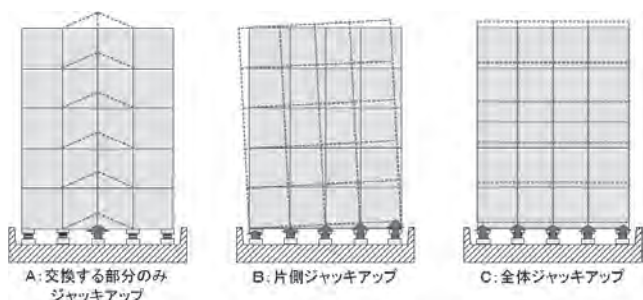


図-2 代表的なジャッキアップ方法

であるために、

①部分ジャッキアップでは、柱間隔が短い場合は梁の変形角が許容できない。

②階高が高いもしくは柱の鉛直軸力が大きい場合は、ジャッキアップ反力の確保が難しい。

などの理由でジャッキアップができない建物も存在した。

ジャッキアップができない建物の場合、免震材料の上下躯体を解体する方法も考えられたが、建物を使用した状態での施工の場合、解体時に発生する騒音や振動などは、回避すべきとされた。また、ジャッキアップ時の地震対策としては、すべり支承を併用した工法が提案された。

(2) 超薄板ジャッキの開発

既存のジャッキアップ方法や免震材料の上下躯体の解体を行わずに免震材料を安全に交換する方法を考案する必要があった。また、免震材料の交換後においても現状の建物の高さ（地盤面と床面）レベルを維持するため、免震材料上での荷重移行と建物の高さレベルをコントロールすることが求められた。そこで、交換工事に伴い建物を持ち上げる高さを低くすること、建物の自重の受け替え回数をなるべく少なくすることから、既存のジャッキより、更に薄型のジャッキを免震材料上に設置することを発案し、既存建物と免震材料間の空間が最小で6 mm の隙間があれば挿入可能な超薄板ジャッキの開発に至った。超薄板ジャッキ（写真—1）は、厚さ0.8 mm および1.2 mm の冷間圧延鋼板SPCE材（JIS G 3141）を2枚重ねてシーム溶接接合したものである。使用材料のSPCE材は、引張強さ270 N/mm²以上、伸び40%以上の材料である。

超薄板ジャッキは、φ400 およびφ600～φ1,200 まで50 mm 刻みで製作可能としており、免震材料のゴム径に合わせた大きさを用いることで、均一な荷重の伝達が可能である。

(3) 建設技術審査証明の概要

超薄板ジャッキを用いた免震材料交換方法は、超薄板ジャッキシステムとして、2018年3月に（一財）ベタリビングの建設技術審査証明³⁾を取得した。

超薄板ジャッキシステムの審査証明取得に際して、以下の3つの開発目標に絞り込み各種試験を実施した。

①モルタルグラウト加圧充填（最大圧力15 N/mm²）で、荷重を保持できる。

②仮受け用油圧ジャッキ取り外し後、最大鉛直変位量（縮み量）が1.0 mm 以下である。

③モルタルグラウト固化後（24時間経過後）、安定的に鉛直荷重を保持できる。

実施した試験から、超薄板ジャッキとモルタルグラ

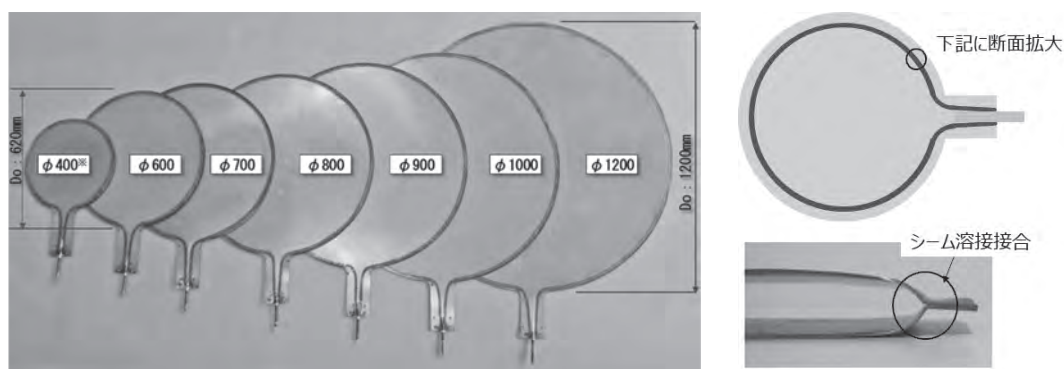


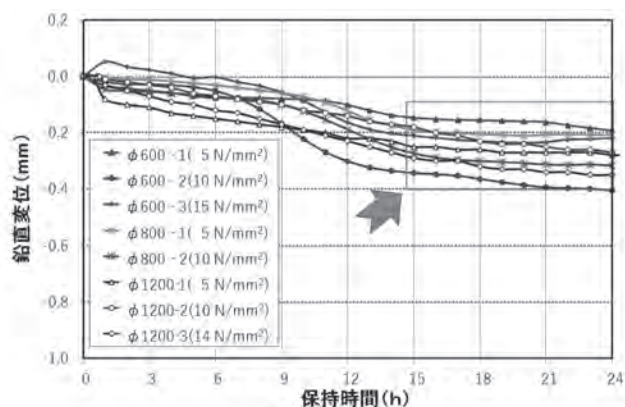
写真-1 超薄板ジャッキ [Sheet Jack] のラインアップ (@100 mm, 除: φ1,100, ※φ400: 仮設工事用)

ウトによる加圧試験結果を表—1 および図—3 に示す。加圧試験では、試験機の加圧上部版と免震材料の間に設けた6 mm の空間に超薄板ジャッキを設置し、モルタルグラウトを充填後、加圧状態のまま24時間保持を行った。グラウト材には、超薄板ジャッキ用グラウト材（ピタシール）を使用した。充填後、24時間にわたり、鉛直変位の計測を行ったものである。

試験結果より、24時間後の鉛直変位量が1 mm 以

表—1 24時間経過後の鉛直変位

No.	直径 (mm)	モルタル 充填圧力 (N/mm ²)	荷重 (kN)	最大鉛直 変位量 (mm)
1	600	5.0	1,245	-0.21
2	600	10.0	2,585	-0.41
3	600	15.0	3,857	-0.28
4	800	5.0	2,307	-0.23
5	800	10.0	4,575	-0.34
6	1200	5.0	5,008	-0.28
7	1200	10.0	10,245	-0.27
8	1200	14.0	14,420	-0.35



図—3 保持時間と鉛直変位

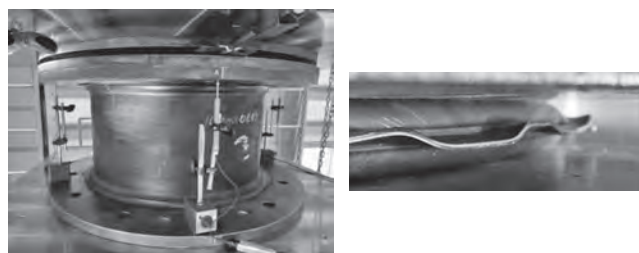
内であること、また、鉛直変位量が14～15時間後には収束に向かうことを確認した。また、免震材料交換施工の際にはグラウト充填により、超薄板ジャッキ外縁端部の溶接部に引張力が生じるために、シーム溶接部の強度確認を行った。その結果、溶接部ではなく母材で破断し、その強度は312.3～318.1 N/mm²で、シーム溶接部はSPCE材の引張強さ（270 N/mm²以上）を上回る強度があることを確認した。加圧試験の状況を写真—2に示す。これらの結果から、直径φ1,200で14,400 kNを超える鉛直荷重を保持できるジャッキの利用が可能となった。

(4) 超薄板ジャッキシステムによる施工

超薄板ジャッキを用いた免震材料交換（超薄板ジャッキシステム）の主な手順は、

- ①免震材料の横で油圧ジャッキにて建物荷重を仮受支持し、既存免震材料にかかる荷重を除荷したのち、既存免震材料を取り出す。
- ②新規免震材料と超薄板ジャッキを設置した後、超薄板ジャッキにグラウト圧入を行うことで、建物荷重を新規免震材料へ伝達する。この間、油圧ジャッキによる仮受にて建物レベルを保持した状態とする。
- ③超薄板ジャッキ内グラウト材の硬化後、仮受支持の油圧ジャッキを撤去する。

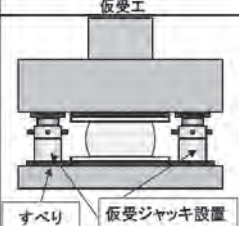
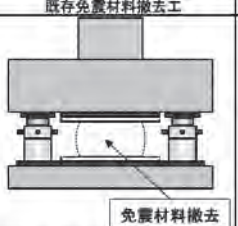
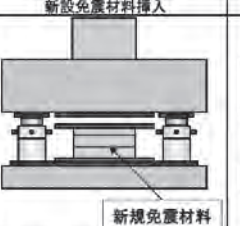
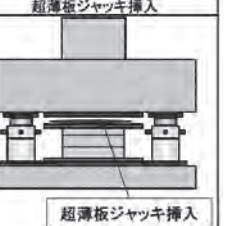
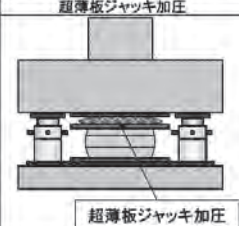
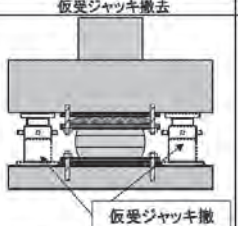
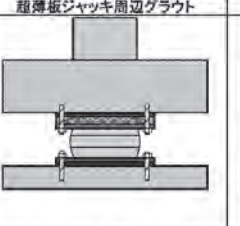
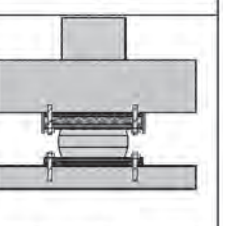
となる。設置状況を写真—3に、基本的な施工フロー図例を図—4に示す。



写真—2 加圧試験および超薄板ジャッキ端部の状況



写真—3 超薄板ジャッキ設置作業状況

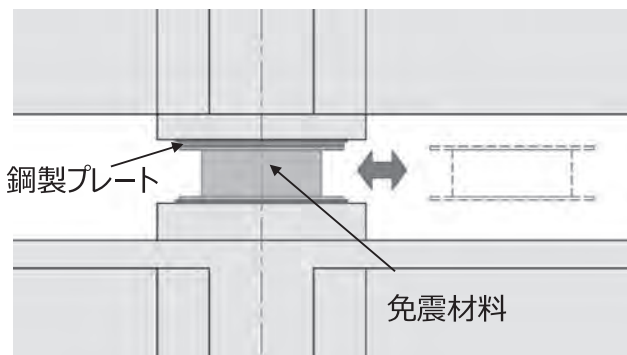
手順	I 仮受工	II 既存免震材料撤去工	III 新設免震材料挿入	IV 超薄板ジャッキ挿入
施工説明				
説明	免震材料下に油圧ジャッキを設置（ジャッキ上部／下部がスライド）仮受ジャッキを加压し、仮受する。	既存免震材料を撤去する。（冷却工法、切断方法等）	新設免震部材用を挿入する。高さの低い免震材料と鋼材とする。（入らない場合はジャッキ併用）	超薄板ジャッキを隙間に挿入する。（隙間は10mm以下）
手順	V 超薄板ジャッキ加压	VI 仮受ジャッキ撤去	VII 超薄板ジャッキ周辺グラウト	VIII
施工説明				
説明	超薄板ジャッキに無機系注入材を加压充填する。軸力を完全に免震材料に伝える。	仮受ジャッキを撤去する。（鉛直荷重は免震材料に伝達）	超薄板ジャッキ周辺に無機系注入材で囲う（注入する）。	必要に応じて上部プレートと免震上部プレートを溶接等で固定する。（ボルトの曲げせん断等の検討）

図—4 超薄板ジャッキシステムによる免震材料交換手順

4. 免震材料交換施工時の課題と提案

既存建物の免震材料の交換作業では、仮受支持用の油圧ジャッキの設置スペースや免震材料の搬入出経路の確保に苦勞するケースも多く見られたほか、免震階における設備配管、配線（上下水道、電気配線、空調ダクトなど）の存在も施工に当たっては考慮すべき事項である。また、開発した超薄板ジャッキシステムを用いた免震材料交換施工では、既存の免震材料を縮めて取り出すために予め冷却する工法（他社特許）を併用するケース、免震材料の製造基準値内で高さの低い新規免震材料を選定するなど、超薄板ジャッキ設置のため6mmのクリアランス確保を優先して実施した。

今後の対策の一例として、免震建物の計画・設計時に、予め鋼製プレート（厚さ3.2mmなど）を免震材料の上部に設置しておくことも有効である（図—5）。免震材料交換の際には、この鋼製プレートを超薄板

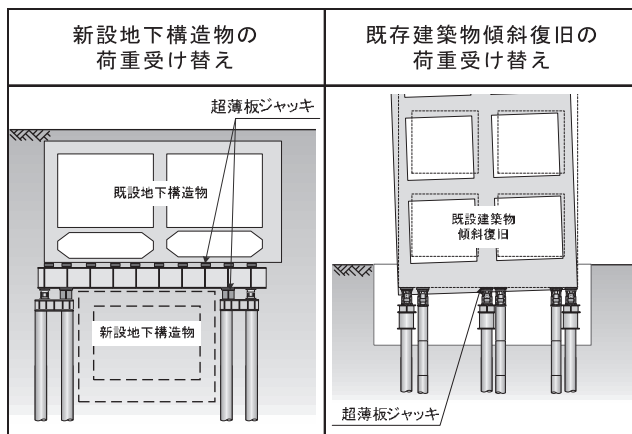


図—5 鋼製プレート設置

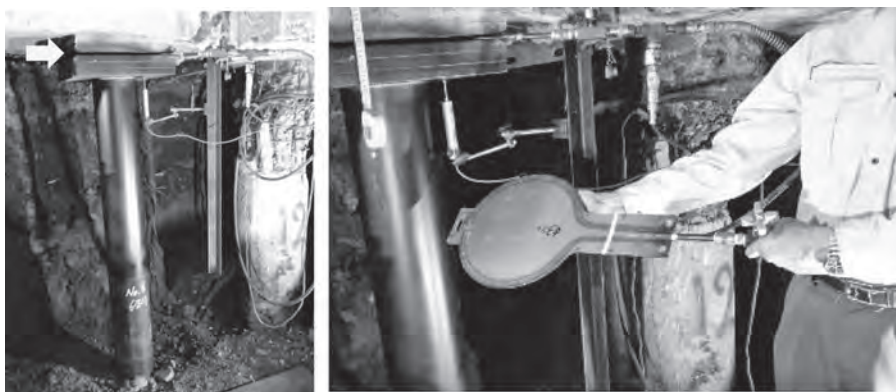
ジャッキへ入れ替えることにより、既存建物と同じ高さの新しい免震材料が設置できる。

5. アンダーピニング工事および災害復旧工事への活用提案

超薄板ジャッキのストロークは最大で10mm程度であるが、グラウト材充填による圧力管理を行うことができ、僅か6mm程度の空間で荷重受け替え（プレロード）が可能という利点がある。この特性により、地下構造物の荷重受け替えや既存建築物の傾斜復旧時の受け替えのようなアンダーピニング工事での活用も考えられる（図—6）。さらに、超薄板ジャッキ加压時のグラウト材を水もしくは油に替えることで、仮設での利用も可能である。特に、災害復旧時などにおい



図—6 アンダーピニング工事例



写真—4 圧入鋼管上での仮設利用（熊本地震の被災建物での試行状況）

て、既存構造物の緊急仮受の際、圧入鋼管上での隙間プレロードへの活用（写真—4）も可能である。

6. おわりに

既存の免震材料の交換工事において開発した超薄板ジャッキの開発経緯，概要を報告した。免震材料の交換工事で超薄板ジャッキの利用は，仮設，本設を含めて600基を超える施工実績がある。今回開発した超薄板ジャッキおよび超薄板ジャッキシステムが，今後幅広く活用されることで，安全かつスムーズな施工の一助となることを願う。最後に，共同開発者の間瀬建設（株）と関係者の方々に記して感謝の意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 中澤俊幸，石井満，高橋史憲：日本国内免震第一号の八千代台免震住宅について，MENSIN, NO.118, pp.20-23, 2022年10月
- 2) 国土交通省，免震材料の不正事案に係る建築物における免震材料の交換改修工事前の仮使用認定の取扱い等について「免震材料の交換改修工事中の建築物の安全性のガイドライン」について，https://www.mlit.go.jp/report/press/house05_hh_000574.html, 2015年7月
- 3) (一財)ベターリビング，BL審査証明-037鉄建式-超薄板ジャッキ[SheetJack シートジャッキ]，BL審査証明-038間瀬式-超薄板ジャッキ[SheetJack シートジャッキ]，建設技術審査証明事業（住宅等関連技術），<https://www.cbl.or.jp/tbtl/gijutsu/ichiran.html>, 2023年3月（更新）

〔筆者紹介〕

尻無濱 昭三（しりなしはま しょうぞう）
鉄建建設（株）
建築本部
建築技術部長





軌道検測技術の変遷

坪 川 洋 友

軌道は線路の中で直接車両を支える構造物で、一般の土木構造物とは異なり、経年による劣化に加えて車両通過時に受ける荷重により変形・摩耗するという特徴がある。そのため、鉄道事業者は、車両の走行安全性や乗り心地を確保するために、軌道を定期的に検査して状態を把握する必要がある。軌道の代表的な検査項目の一つに軌道変位（軌道の正規の位置からのずれ）があり、検査の効率化及び高度化を目的に、1920年代半ばに最初の軌道検測車が製作されて以来、新幹線の数速度向上などを契機に、100年以上にわたって軌道検測技術に関する開発と改良が続けられてきた。本稿では、軌道検測技術の変遷について紹介する。

キーワード：軌道変位、軌道検測、差分法、慣性測定法、慣性正矢法

1. はじめに

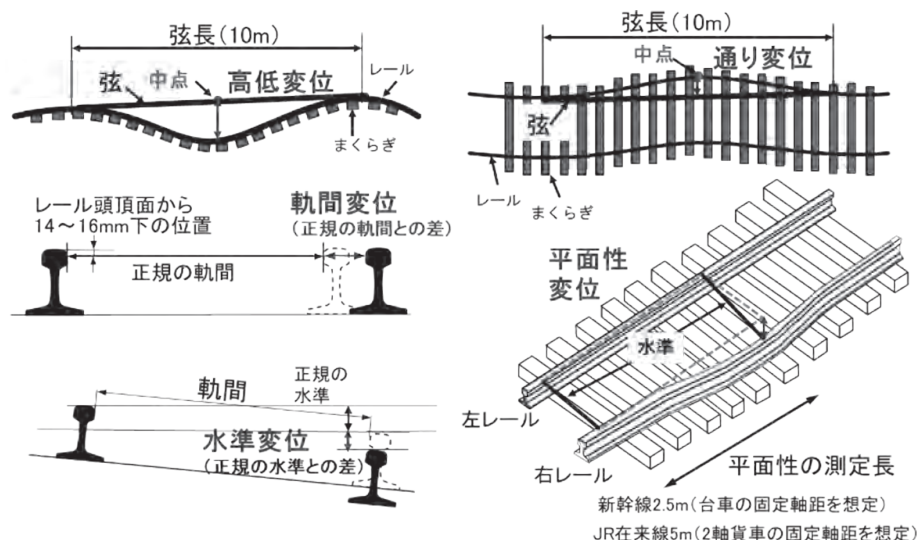
一般的な鉄道軌道は、レール・締結装置・まくらぎ・バラスト等で構成され、車両の繰り返し通過により徐々に正規の位置から移動、変形していく。軌道の上下、左右の不整や軌道面のねじれなどの正規の位置からのずれを「軌道変位（または、軌道狂い）」といい、mm（ミリメートル）単位で管理されている。軌道変位が大きくなると乗り心地が悪化するだけでなく車両の走行安全性にも影響するため、鉄道事業者は定期的に軌道変位の測定・検査（以下、軌道検測）をして、その結果に基づいて軌道の整備を行う必要がある。人

力による軌道検測は多くの労力が必要なため、この作業の効率化を目的に、日本では1920年代半ばに最初の軌道検測車が製作されて以来、新幹線の数速度向上や脱線事故の対策などの社会的なニーズを契機に、100年以上にわたって開発・改良が続けられ、鉄道の発展に貢献してきた。

2. 軌道変位の項目と検測手法

(1) 軌道変位の項目

一般的に検測されている軌道変位の項目を図—1に示す。軌道変位は次のように定義されている。



図—1 軌道変位の検測項目

- ・高低変位：レール頭頂面のレール長手方向における上下方向の凹凸
- ・通り変位：レール側面のレール長手方向における左右方向の凹凸
- ・軌間変位：左右レールの間隔を軌間といい、正規の軌間からの差分
- ・水準変位：左右レールの高さの差を水準といい、正規の水準からの差分
- ・平面性変位：軌道面のねじれ状態を表し、レール長手方向に定められた2点間の水準の差分(JRの場合、在来線 5 m, 新幹線 2.5 m)

これらを軌道変位 5 項目といい、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令及びその解釈基準」で 1 年に 1 回以上測定・管理することが定められている。

(2) 軌道検測手法

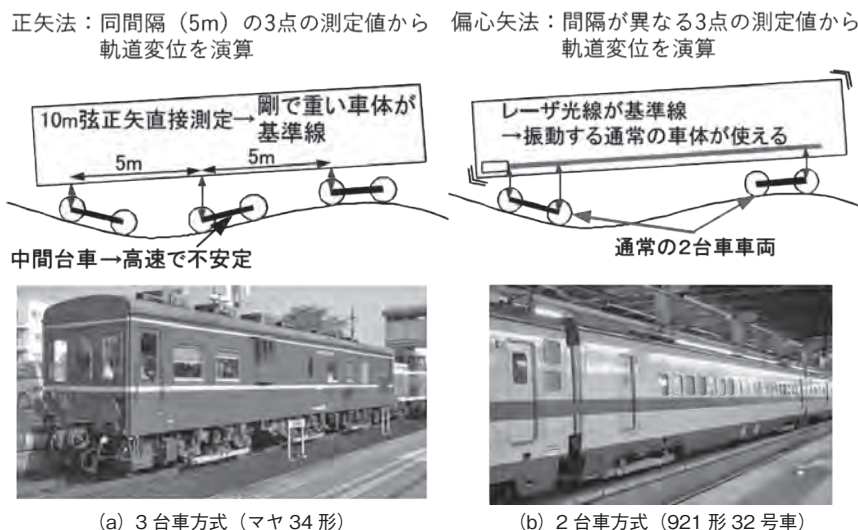
軌道変位のうち、軌間変位、水準変位は、ある断面内における左右レールの相対的な位置関係であるため、軌間ゲージや水準器で検測できる。一方、レール長手方向の形状である高低変位と通り変位は、レールが測定対象物としては非常に長く、測定のゼロ点を定めることが困難なため、実際のレールの形状そのものではなく、同じレール上の離れた 2 点を結ぶ弦を基準としてその中点における弦とレールとの離れを軌道変位として検測する。この検測方法を「差分法」といい、測定点が等間隔の「正矢（せいや）法」と不等間隔の「偏心矢（へんしんや）法」がある。鉄道事業者では、一般的に弦長 10 m の正矢法の測定値に対して、予め設定した軌道整備を実施する目安となる軌道整備基準値等と対照することで軌道状態を管理している。

なお、弦長は想定する列車速度や着目するレールの

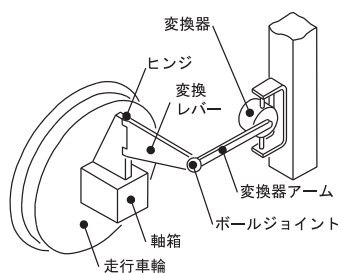
変形によって適切な長さがあり、例えば、乗り心地の管理においては、在来線の特急列車が走行する区間では 20 m、新幹線では 40 m の弦長の軌道変位が用いられているが、これらは 10 m 弦正矢変位から演算で算出している。

3. 差分法による軌道検測

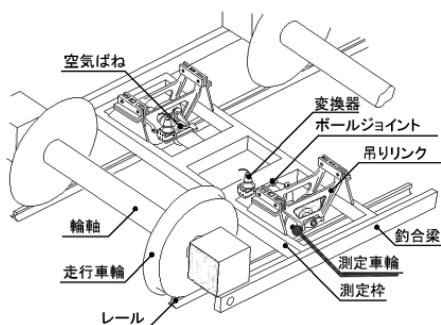
鉄道車両で 10 m 弦正矢法の軌道検測の構成を考えると、図—2 (a) に示すように、剛性の高い車体を弦として 5 m 間隔に配置された 3 つの台車でレールとの離れを測定するのが最も簡単である。この 3 台車軌道検測車の代表例がマヤ 34 形（通称：マヤ車）である。マヤ車は、図—3、図—4 に示すようにレールの上下変位は走行車輪の動きで、左右変位はレールに押し当てた小さな測定車輪の動きで測定する接触式（検測車輪方式）の検測機構で、1959 年に 1 号車が製作され、その後 1963 年 11 月 9 日に東海道本線鶴見～新子安間で発生した貨物列車の脱線事故（鶴見事故）の対策として 10 号車まで増備された¹⁾。新幹線でも同じ検測機構で東海道新幹線用 921 形 1 号車(1962 年)が導入され、最高速度 160 km/h で夜間検測が行われた。その後、新幹線の博多までの延伸に伴い、当時の新幹線の営業速度 210 km/h で昼間に軌道検測を行うことを目的に、高速ではレールへの追従に限界のあった接触式にかわる方法として、図—5 に示す非接触でレールの左右変位を測定する光学式変位検出装置が開発された²⁾。その後「のぞみ号」の登場により、新幹線の最高速度は 270 km/h 以上となり、3 台車の軌道検測車にも速度向上が求められたが、3 台車構造は安定性等から 210 km/h 以上の速度で走行できないな



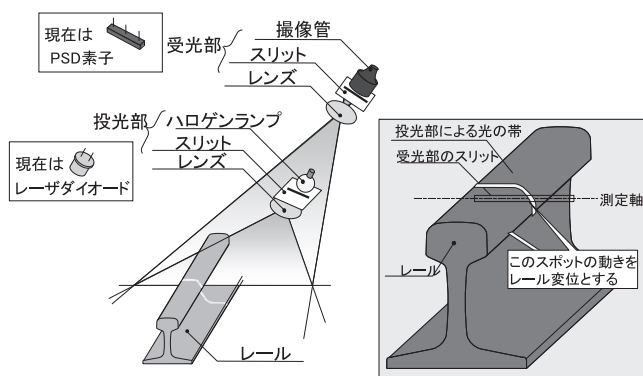
図—2 3台車軌道検測車と2台車軌道検測車



図一3 上下変位測定機構



図一4 左右変位測定機構



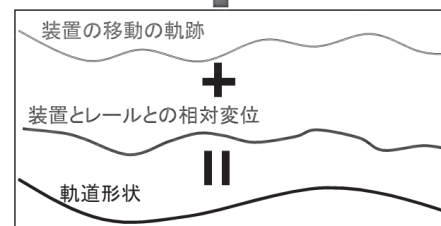
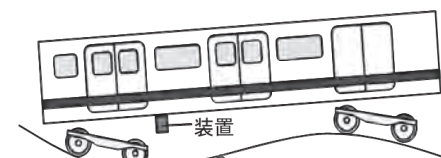
図一5 光式変位検出装置の検出機構

どの課題があり、高速化を目的に通常の新幹線車両と同じ2台車の軌道検測車が製作された³⁾。

2台車の軌道検測車は、図一2(b)に示すように、2つの台車にある4つの車軸のうち3つの車軸の位置でレールとの離れを測定する「偏心矢法」という検測方法を用いて、測定された変位量から演算で正矢変位に換算している。また、2台車の軌道検測車は軽量なため車体の剛性が低く、車体のたわみが検測精度に影響するという課題があったが、車体内にレーザ光線を通して弦を作成することで問題を解決した。2台車の軌道検測車は、東北・上越・長野新幹線用921形32号車(1997年)として実用化され、2025年1月にJR東海所有の車両(T4編成)の引退が発表されたドクターイエロー(JR西日本所有の車両(T5編成)は引き続き運用中)や東北新幹線等で運用されているEast-iをはじめとして、在来線でも運用されている。

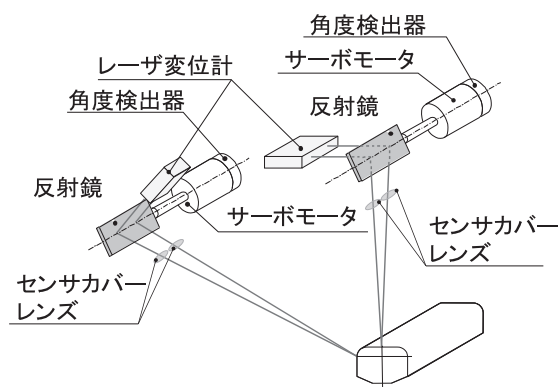
4. 営業車等による軌道検測を可能とした慣性測定法

近年、鉄道のさらなる安全性向上やCBM(状態基準保全)の実現に向けて、3章で述べた軌道検測車のような専用車ではなく、営業車や保守用車等による高頻度な軌道検測が行われるようになった。このニーズの実現には、営業車等に搭載可能なコンパクトな軌道検測装置が必要となる。そこで、加速度の2回積分が変位となるという物理の基本法則である慣性測定法と正矢法の特性を合成して正矢変位を求める「慣性正矢法」を用いた軌道検測装置が開発された⁴⁾。図一6に慣性正矢軌道検測装置の写真と概念図を示す。本装置では、内蔵された加速度計で測定した加速度の2回積分によって装置の空間上での変位、すなわち移動の軌跡を得る。その際に、ジャイロで装置の傾きを測定し、装置の傾きによる重力加速度の影響を補正する。さらに、装置とレールとの相対変位を測定し、装置の移動の軌跡と足し合わせることで、正矢変位を取得する。装置とレールとの相対変位の測定については、装置を営業車両の台車または車体に搭載する必要があるため、軌道検測車に使用されている光式変位検出装置よ



本装置による軌道検測のイメージ

図一6 慣性正矢軌道検測装置



図一七 2軸レール変位検出装置

りも測定範囲が広い図一七に示す2軸レール変位検出装置が使用されている。2軸レール変位検出装置は、レールの上下変位及び左右変位を測定する2つのレーザ光線と2つの反射鏡のなす三角形が閉合するように、車両の進行によりレールと2軸レール変位検出装置との相対位置が変化すると、反射鏡の角度を1ミリ秒ごとに制御してレールを追尾し、反射鏡の角度とレーザ変位計の出力からレールの上下、左右変位を求める。

慣性正矢軌道検測装置や慣性測定法による軌道検測装置は、単体で軌道検測ができるため、非常にコンパクトになり、営業車の台車や車体床下等に搭載可能となった。本装置は、台車に設置する台車装架型装置が2009年にJR九州の九州新幹線の800系車両で実用化された。その後、営業車の車体床下に設置可能とした車体装架型装置が、JR東日本の軌道変位モニタリング装置として実用化された⁵⁾。

ここまでに述べた軌道検測車では0.25 m 間隔に軌道変位を測定し、その検測精度については、同じ検測装置で同時期に同じ区間を測定した2つの測定結果の差の標準偏差である再現性で評価される。再現性の標

準偏差の算出長は、一般には100 m または200 m とされ、在来線の場合、高低変位、通り変位、軌間変位は0.5 mm、水準変位、平面性変位は1.0 mm が要求精度である。

5. おわりに

軌道変位は、車両の走行安全性を確保するための重要な検査項目であり、軌道検測車は鉄道の発展に伴う要求に応じるべく、その時代の最新のセンシング技術を活用しながら技術開発が行われてきた。今後は、様々な分野で活用されている2次元センサやLiDAR等による画像取得と、急速に発展している画像処理技術およびAI技術を活用した高精度な軌道検測技術の開発と、高頻度な軌道検測データを有効に軌道の整備に活用するための処理・分析手法の開発を進め、軌道状態の維持・管理に貢献していきたいと考えている。

JCM A

《参考文献》

- 1) 中村林二郎，岸本哲，竹下邦夫：機械式軌道検測車の測定精度，鉄道技術研究報告，Vol.586，pp.10-11，1967
- 2) 高柳良一：光学式軌道検測装置の開発，新線路，Vol.28，No.6，pp.4-10，1967
- 3) 竹下邦夫：偏心矢法による軌道狂い検出法，鉄道総研報告，Vol.4，No.10，pp.18-24，1990.10
- 4) 竹下邦夫，矢澤英治：慣性正矢法による軌道狂い検測装置の開発，鉄道総研報告，Vol.14，No.4，pp.25-30，2000.4
- 5) 坪川洋友ほか：車体装架型慣性正矢軌道検測装置の開発，鉄道総研報告，Vol.26，No.2，2012.2

〔筆者紹介〕

坪川 洋友（つばかわ ようすけ）
（公財）鉄道総合技術研究所
軌道技術研究部軌道管理研究室
上席研究員 GL



ずいそう

私の日本百名城の巡り方

米 森 清 祥



日本各地には、時代を超えて残る美しい城が数多く存在します。「人生が180度変わった」そのきっかけである私のお城巡りを紹介します。

それまで私には趣味と呼べるものがなく、仕事が休みの日は家でゴロゴロする。そんな日々を過ごしていました。ある日、求人活動で高知県を訪れたときの事です。昼一番に高知県に着き、夕方の企業説明会まで時間がありました。「さて、今からどうしようか」同行していた四国駐在の営業担当者が「近くにお城があるから見に行きますか」。車を降り向かった先が、高知市の中心にある高知城でした。

三層六階の天守閣を目指し急な階段を手摺りにつかまりながら登り、登りきるとそこには市内を一望できる大パノラマが待っていました。しばらく景色を眺めた後、急な階段を滑り落ちそうになりながら料金所まで戻ると、ある物に目がいききました。「日本百名城」ののぼり旗です。料金所の方に尋ね「日本各地のお城にスタンプが設置してあり、お城巡りをしながらスタンプラリーを楽しむものですよ。結構人気あるのですよ」という話を伺いました。スタンプ帳は書店で販売している事を聞き、その日は高知を後にしました。

さっそく翌日自宅近くの書店へ出かけスタンプ帳を手に取りました。「日本100名城[®]」の選定は日本城郭協会設立40周年を記念する事業として、文部科学省・文化庁の後援を得て企画され、100城が2006年に日本を代表する文化遺産であり、地域の歴史的シンボルでもある城郭や城跡を多くの人に知ってもらい、地域文化の振興につながることを目的として設定し、翌2007年にはスタンプラリーを設定した。とありました。

スタンプの押印欄を見ると、全国各地のお城が認定されており、私の住む愛知県では名古屋城、岡崎城、犬山城、長篠城が載っていました。私は仕事で全国各地に行く事が多いのですが、お城巡りで北海道や九州など遠くに行く事ができるだろうか、達成した人はどのくらいの時間を費やしたのだろうかなど、パラパラと真っ白なスタンプ帳をめくりながらいろいろなことを考えていました。「まずは愛知県内のお城に子供たちを連れて巡ってみよう」スタンプ帳をバタリと閉じ

て、レジへと向かいました。

当時小学一年生の長男が電車に乗る事が好きで、「新幹線に乗って出かけたい」。長男と次男を連れてその範囲を広げていきました。ゴールデンウィークやお盆、年末年始などのまとまった休みが近づくと宿などの予約や、お城を巡る順番や各地の名物やお土産を調べるなど、そこにはワクワクしている自分がいました。何より子供たちが旅に出るのを楽しみにしてくれて「お父さん今日は何県に行くの」と喜ぶ姿を見る事が、目



写真—1 3人で登った国宝松江城



写真—2 備中松山城と猫城主さんじゅーろー

標達成に向けて突き進むチカラになりました（写真—1）。

子供たちとのお城巡りにはアクシデントも付きものです。お城を見入っているばかりに子供とはぐれてしまい山城を二往復して探し回ったり、子供の足ですのこで電子やバスに乗り遅れて予定していたお城をすべて巡る事ができなかったりと（写真—2）。また、スタンプの押印場所が年末年始は休館日に出直す、工事中で

登城できない事もありました。臨時のスタンプ設置場所や移動手段など、お城巡りのインターネットサイトの情報を参考にしながら、計画を立てました（写真—3）。

百名城巡りが達成できたもう一つのきっかけは、取引先の方も百名城巡りをされていた事です。私より百名城巡りの先輩で、その方から石垣の積み方から現存12天守の存在なども教わり、今でも会う度にお城の話題で尽きません（表—1）。



写真—3 修復工事中的お城（左：広島城 右：弘前城）

表—1 私の12天守巡りの思い出

城名	所在地	文化財・国宝指定	私の旅の記憶
弘前城	青森県弘前市	重要文化財	石垣の工事中であった 修復工事完了後に再度訪れたい
松本城	長野県松本市	国宝	黒塗りの五重天守 いつか松本マラソンに出場したい
丸岡城	福井県坂井市	重要文化財	その日は写生大会がおこなわれていた お城を背景に写真撮影し年賀状にした
犬山城	愛知県犬山市	国宝	名鉄特急で行き駅から城下町を 散策するのがおすすめ
彦根城	滋賀県彦根市	国宝	妻がついてきた目的はお城ではなく バウムクーヘンであった
姫路城	兵庫県姫路市	国宝・世界遺産	白鷺城の愛称 プラモデルも作成した
松江城	島根県松江市	国宝	お城近くの蕎麦は絶品 子供が蕎麦好きになったきっかけ
備中松山城	岡山県高梁市	重要文化財	子供とはぐれて山を2往復 子供は元いた場所のすぐそばで猫に触っていた
丸亀城	香川県丸亀市	重要文化財	子供が疲れて山登りできず 麓でスタンプを押印
松山城	愛媛県松山市	重要文化財	地元の方と仲良くなり みかんアイスをご馳走になった
宇和島城	愛媛県宇和島市	重要文化財	小規模だが優雅 特急宇和海に乗って行きたい
高知城	高知県高知市	重要文化財	記念すべき私のお城巡り1城目 残念ながら当社に学生は入社しなかった（涙）

駅からレンタサイクルで、時には小走りで巡った事が現在の日課であるサイクリングやジョギングのきっかけにもなりました。見たものがどこまで表現できるのか。お城のプラモデル制作をしたことがきっかけで情景や自動車などのプラモデル作りにも凝ってしまいました。お城巡りがきっかけで外でも家でも活動するようになり、気が付けばそれまでの生活とは180度変わっていました。

お城巡りを始めて4年半、2020年の9月に納沙布岬にある根室半島チャシ群（北海道根室市）を訪れ、日本百名城スタンプ巡りを達成する事ができました。日本の本土最東端にあり、お城ファンからは難関と呼ばれており、いつかは行きたいお城No.1となっています。信じられない話ですが、仕事で近く（車で3時間ですが）にいく用事ができたのです（写真—4）。

子供たちも中学生になり、学業やクラブ活動で一緒に出かける事がなくなっていました。私自身も推進工法で用いる作業ロボットや遠隔操作などの作業支援、ARやVRでの配置検討やシミュレーションツールの開発に携わったりと、お城巡りに費やす時間が減って来ました。

百名城巡りではスタンプを押す事に集中するあまり、お城の構造や歴史的背景などを学ぶ事が充分では



写真—4 最後に訪れた根室半島チャシ群

ありませんでした。学び直しの意味も含めて、今度はゆっくりとお城巡りができる事を夢見ております。

——よねもり せいじ サン・シールド(株) 代表取締役——



マンション大規模修繕委員長になってしまった

川 西 光 照



1. はじめに

私の住むマンション（15階・46戸）で、令和6年2月～5月の間で大規模修繕工事が実施された。

私は平成24年に新築マンションに入居し12年が経過、今般大規模修繕を実施するに当たり、理事会役員に協力する程度の軽い気持ちで修繕委員に手を挙げた。

それは、子育て世代の方が多く居住者を見ると、多少でも建設業（土木）に携わる者として、協力できる事も有ろうかとの思いが切っ掛けだった。

しかし、修繕委員会設立に当たり結果的に修繕委員長を務める事となった。

2. 修繕委員会の役割

スタートはマンション管理会社から、大規模修繕の基本的な流れと修繕委員会の役割の説明を受け、大規模修繕の主要な区切りにおいて、臨時総会の開催や説明会の実施により、入居者の合意形成を図る事が役割で、その為の事前準備を含めた修繕委員会の重要性を知る事となった。

3. 積立金が足りない

修繕積立金は、入居時の積立基金とその後の積立金で賄っており、これまで積立金の見直しを行うべきだったが、結果的に値上げを実施してこなかった。

その結果、今回の大規模修繕に際し、積立金が不足している事が判明した。

更に近年の資材・労務費の高騰も相まって工事契約すら結べない状況に有る事を知った。

対処法は大規模修繕の先送りとか、お金を借りるとか、各種意見が有ったが、一時金の徴収（約30万円/戸）を臨時総会に諮り承認して頂く事が最良との判断に至った。

結果、これらの課題も乗り越え大規模修繕が無事に完了したが、積立金不足以外にも幾つかの課題に対する対応状況を含め、同様の事が他のマンションに入居されている方々にも参考になるとの思いで纏めた。

4. 大規模修繕実施迄の流れ

①理事会主導のもと、修繕委員会の設立及び修繕委員長の選出。

②責任施工方式（理事会と工事施工者が直接対応）か設計監理方式（設計事務所を介し3者で対応）かを決める事から判断が必要となり、結果実務経験や専門的知識も無い事から、応分の費用は掛かるが設計監理方式で進める事とし、業者選定・実施方針の提案（見積）受付・選定・ヒアリングと順次修繕委員会で合意形成を図り、設計監理会社を選定。

③設計監理方式で選定された社により、建物診断及び工事内容（発注資料一式）の報告を受け、工事発注方針を決定。

当然、予算を抑える観点から、劣化程度に応じた工事内容等について設計会社と比較案をたたき台に方針を決定。

④工事施工会社の選定に当たっては、資本金・実績等の条件を付す中で専門誌・インターネットによる公募を行い、5社から見積りを徴収し、2社に絞り込みヒアリング実施により1社を選定。

⑤総会にてこれまでの経緯、施工者選定までの承認を頂く。

ただ、今回は工事契約を結ぶに必要な予算不足が判明した事から、追加一時金を徴収する必要がある為、急遽臨時総会にて議決が必要となった（今回の最重要課題）。

⑥臨時総会で予算の担保が確定し、施工者による工事計画に沿った工事説明会を実施。

この場合も、足場影響エリアの駐車場利用者へ代替駐車場への移動願いと、一時的な影響エリア（クレーン作業時）の駐車場移動のお願い等についても、工事施工者任せに出来ない事から入居者への個別説明については、修繕委員会と共同で実施し理解を得て進めた。

⑦工事期間中においても、日々の生活（洗濯干し・工事騒音・におい等）への配慮も必要な事から常に施工者と連携し住居者目線に対応可能な事は実施させた（図—1）。

工事期間中のお願い

① 作業時間

作業時間は原則として

午前8時30分～午後5時30分

です。(作業員が足場上で作業する時間)

※第一・第三土曜日、日曜日、祝日は原則として

作業は行いませんが工程上・作業上作業させて頂く場合もあります。

その際には、掲示板等でお知らせします。



③ 工事のお知らせ

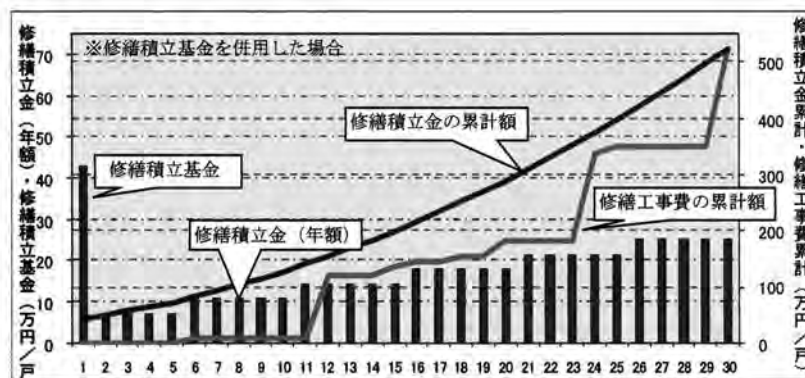
工事の日程・注意事項については、各戸に配布するお知らせとエントランスホールのホワイトボードで明示いたします。出入りの際にはご確認ください。



図ー1 「工事期間中のお願い」 一部抜粋

マンションの修繕積立金に関するガイドライン

平成23年4月
令和6年6月改定
国土交通省



図ー2 「マンションの修繕積立金に関するガイドライン」 積立金イメージ

- ⑧工費の最終変更にあたっては、施工範囲や追加工事の必要性等をその都度確認し、更に代替え駐車場の借上げ費用の清算を含めた、トータルとしての値引き交渉も実施し清算を行った。
- 受け取りにあたっては、全員で施工状況を確認し修繕委員会としての役目を終えた。

5. 一時金徴収への理解

臨時総会で一時金徴収の理解を得て賛同して頂く為には、臨時総会前に修繕委員会として、総会資料の前段階としてこれまでの経緯や臨時徴収の必要性・概算拠出金(30万/戸)徴収方法(3ヶ月分割)を記した、事前の概要説明資料を作成し入居者に知らせる事が、理解促進になると判断し各戸配布した。

臨時総会では、反対意見も数名有ったが、議決においては委任状も含め賛同が得られた。

6. 今後の課題

近年の資材・労務費の高騰は、マンション価格の値上がりを招いており、大規模修繕も同様に高騰している。皆さんの住まわれているマンションでも、通常このような事態を想定していない事が多く、積立金不足を招いている可能性が有ると思われる。

当マンションは今回の事態を踏まえ、設計監理会社にて長期修繕計画の見直しを含め将来を見据えた修繕積立金の必要額を算出させ次年度の総会に諮る事とした(図ー2)。

結果、概算で従前の積立金の2.5倍強となったが、今回の反省を踏まえ2/3の賛同を得て何とか議決されるに至った。

次回大規模修繕時には、次回修繕委員会の方々の苦勞が少しでも和らげられた状況を構築できたと確信しています。

部 会 報 告

(株)加藤製作所 茨城工場 見学会 報告

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会基礎工事用機械技術委員会で、令和7年5月14日に茨城県猿島郡にある(株)加藤製作所の茨城工場見学会を開催した。

参加者23名にて訪問し、普段見ることのできないラフテレーンクレーンやオールテレーンクレーンなどの製造過程や、ハイブリッドクレーンの実機デモを見学したので、その内容について報告する。

2. 茨城工場について

茨城工場は1963年（昭和38年）より操業を開始。敷地面積は約15万 m^2 あり、東京ドーム3.2個分に相当する。当工場は、従業員約400人が従事しており、主にラフテレーンクレーンやオールテレーンクレーンの製造を行い年間約700台の大小クレーンを生産している。

今回、全長180mに及ぶクレーンの組立工場をはじめ、塗装工場やプレス工場などを見学した。

クレーンの組立工場では各製造ラインが確立しており、タイヤやアウトリガーなど車両の土台となる部分、キャビン、ブームなど各部分ごとに製造を行うことで高い作業効率を実現している。また、顧客のニーズに合わせた製品を提供できるよう、エンジンやタイヤなどについては各種メーカーの部品を用意している。

クレーン土台部には安全対策として、カメラや人感センサーを設置しており、人や物が近づくと警笛が鳴り音で運転者に知らせるようになっている。また移動式クレーンは走行時、運転席よりクレーン部分が大きく前に張り出す構造のため、特に出会い頭の事故が多いという。その対策として、クレーン先端にもカメラが3台設置されており、前方及び左右の3方向が確認できるようになっている。クレーン作業時にはブームの角度や伸び、荷重などが数値で表示され、カメラによる周囲の確認も可能である。

プレス工場では、25,000 kNの力でプレスが可能な機械があり、加工前後の材料も見学した。



写真—1 クレーン組立工場



写真—2 ラフテレーンクレーン



写真—3 プレス機と加工材料

3. ハイブリッドラフテレーンクレーン

続いて、ハイブリッドラフテレーンクレーンの実機によるデモンストレーションを見学した。走行やクレーン作業はハイブリッドで、アウトリガー張り出しに関しては電動で運用可能となっており、従来機と比べ、走行時には最大約40%、クレーン作業時には最大約20%の燃料削減を達成している。EKユニット(電動油圧ユニット)を接続することでクレーン作業も全電動で行うことができるクレーンである。

国土交通省指定の超低騒音型建設機械認定を取得しており、ハイブリッド運転時101 dB、EKユニット使用の全電動状態では87 dBとのこと。走行及びクレーン作業についてデモンストレーションを拝見したが、エンジンを始動していないため従来機に比べてかなり低騒音であった。



写真—4 ハイブリッドラフテレーンクレーン



写真—5 EKユニット(電動油圧ユニット)

EKユニットは200 V ~ 240 Vの電源で稼働可能となっており、出力は55 kWである。大きさは幅2.36 m × 奥行1.65 m × 高さ1.55 m、重量が約2 tである。そのため、4 t車にて運搬可能。

3箇所のホースと制御用・電源用コネクタ3本をクレーンと接続することでクレーン作業を行うことができ、ホース接続は専用カプラにより簡易に脱着可能となっている。ホースの脱着を実際に体験させていただいたが、初めてでも簡単に脱着でき油漏れも全くなく、操作・整備性も考慮し製作されている。

4. おわりに

今回、JCMA 機械部会基礎工事用機械技術委員会の加藤製作所茨城工場見学会を通して、工事現場でよく見るクレーンがどのように製造され、安全対策がされているのか知ることができる良い機会であった。また、最新鋭ハイブリッドラフテレーンクレーンのデモンストレーションも拝見させていただき、非常に良い体験ができた見学会であった。

業務多忙の中、当委員会の見学を受け入れてくださった加藤製作所の皆様に深く感謝いたします。



写真—6 集合写真

【筆者紹介】

加藤 優斗(かとう ゆうと)
ライト工業㈱
施工技術本部 機械統括部 ICT 推進企画部
(一社)日本建設機械施工協会
機械部会 基礎工事用機械技術委員会
委員



部 会 報 告

紀陽建設機械(株) 見学会 報告

機械部会 機械整備技術委員会

1. はじめに

本年度、JCMA 機械部会機械整備技術委員会では、建設機械の再生品・中古品を各社多種多様に扱う「紀陽建設機械(株)」への見学会を令和7年6月20日に実施した。

当日は早くも夏本番を感じさせるような快晴の下、機械整備技術委員と事務局を合わせ11名が参加した。

2. 見学スケジュール

令和7年6月20日(金)

12:30 和歌山駅集合
 12:30～13:00 紀陽建設機械(株)へ移動
 13:00～14:30 工場見学
 14:30～15:00 会社概要説明、質疑応答
 15:00～15:30 和歌山駅へ移動、解散

3. 紀陽建設機械(株) 会社概要

- ・ 設 立：昭和43年7月1日
- ・ 代 表 者：代表取締役 目良 精利
- ・ 従業員数：約50名
- ・ 年 商：約20億円
- ・ 所 在 地：和歌山県和歌山市井辺277番地(本社)
- ・ 海外拠点：ベトナム工場

紀陽建設機械(株)は、中古建設機械を丸ごと仕入れ自社でバラバラに解体し、各ユニット・部品毎に点検・再生をして再び世に送り出す「リビルト事業」を行っている。

国内ほぼ全ての建設機械メーカーに対応しており、主な取り扱いパーツとしては、エンジン・油圧ポンプ・走行モータ・各種シリンダを分解整備した「再生ユニット」が挙げられるが、その他にもキャビンや足回り部品、各種タンク等も幅広く在庫している。

企業理念として、「豊富な在庫とスピーディーな即納体制の確立」と「建設機械のリサイクル率向上で環境改善に貢献する」を掲げており、「電話すればどんなパーツも揃う会社」を目指し展開している。

4. 工場見学

①エンジン再生工場

倉庫には1,000台以上のコアをストックし、毎月20～30台のペースでエンジンを分解整備・再生している。工場内は大型エアコンで温度管理が為されており、組立作業に適した環境が整えられていた。

再生品として需要が高いのは、機械質量12～20tクラスの油圧ショベル用エンジンであるとのことで、慣れた機種は10日程度で分解組立を終えるそうだ。

再生済エンジンは無負荷試運転で出荷前に性能を確認しており、電子制御式エンジンであっても解体した



写真—1 集合写真



写真—2 エンジン工場見学

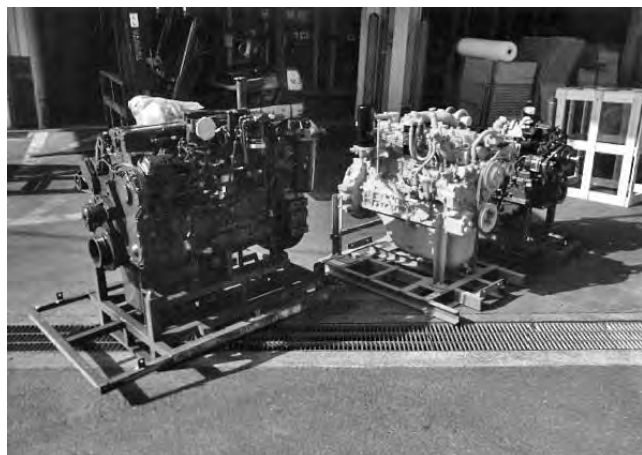


写真-3 再生エンジン



写真-5 油圧シリンダ工場



写真-4 油圧シリンダ倉庫



写真-6 油圧ポンプ工場

本体のコントローラやハーネスを使用することにより試運転に対応している（写真-2, 3）。

②油圧シリンダ再生工場

油圧シリンダ専用の分解組立スタンドがあり、クレーン等の長尺シリンダにも対応している。保管倉庫には約 3,000 本の油圧シリンダがストックされており、シールを痛めないよう縦に吊って保管する配慮がされていた。尚、再生後 3 年を経過したシリンダは、注文請け後に再度、油圧テストをしてから出荷しているとのことであった（写真-4, 5）。

③油圧ポンプ再生工場

在庫品と現物修理を合わせて、毎月 40 台ほどの油圧ポンプを再生しているとのこと。こちらの工場もエアコンが完備されており、作業者の仕事効率と精密部品の管理に適した環境が整えられていた。再生品の在庫が無い場合は現物修理をすることもあるそうだが、一般的な油圧ショベルに用いられている二連ピストンポンプの場合は、3 日間で分解組立とテストを終えて出荷出来るそうだ。

再生した油圧ポンプは、テストスタンドでベンチテ

ストを実施し、油漏れ等の不具合が無い事を確認してから出荷される（写真-6）。

④走行モータ再生工場

大小様々なメーカーの走行モータを再生して、毎月 150 ～ 200 台を出荷している。交換部品は社内に在庫されており、減速機や油圧モータ内部の入手困難な部品が破損していた場合も、豊富に在庫している中古品から部品取りをすることにより再生をすることが可能とのこと。

組み上げた走行モータは、専用の油圧テストスタンドで試運転をし、油漏れ等の不具合が無い事を確認してから出荷される（写真-7）。

5. おわりに

今回の見学会では、エンジン及び油圧機器を整備している現場を見せて頂き、作業員の方々から直接話を聞くことで、企業理念である「即納体制の確立」が現場でも強く意識されていることを感じました。この点が、建設機械の休車時間を少しでも短くしたいニーズ



写真一 7 走行モータ工場

最後になりましたが、当日の工場案内及び説明をしてくださった目良統括部長や小路工場長をはじめ、紀陽建設機械(株)の皆様がこの場を借りて厚く御礼申し上げます。



【筆者紹介】

安江 広和 (やすえ ひろかず)
マルマテクニカ(株)
相模原事業所 営業部 整備油機課
主事
(一社) 日本建設機械施工協会
機械部会 機械整備技術委員会
委員

のある建設現場や整備工場に支持されているのだと思います。



覆工の設計手法に関する基礎的検討

井野 裕輝・笠井 大地

覆工構造の合理化を目的にプレキャスト覆工や覆工の薄肉化に関する検討が行われている。新しい構造の覆工の耐荷力検討には覆工厚さ等が発生断面力に及ぼす影響の把握が重要なため、覆工厚さ、弾性係数と地山の変形係数が曲げモーメント分布、軸力分布、地盤反力の発生範囲と大きさに与える影響を検討した。

加えて、トンネルのリニューアルや補強を目的に内面に新たなコンクリートを打設する内巻補強工が採用されることが多い。しかし、内巻コンクリートの一体性が断面力分布及び耐荷力に与える影響は明らかになっていない。このため、内巻コンクリートと既設コンクリートの一体性に着目し、内巻補強工の施された覆工の耐荷力に及ぼす影響を検討した。

キーワード：山岳トンネル、覆工コンクリート、内巻補強工、2次元有限要素解析

1. はじめに

近年、覆工構造の合理化を目的にプレキャスト覆工¹⁾や覆工の薄肉化に関する検討が行われている。しかし、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの厚さや強度は経験的に定められることが多く、新たな技術の検証における設計荷重等が決まっていない。覆工の厚さが薄くなると、一般的に断面耐力は従来の仕様のものよりも小さくなるが、発生断面力も小さくなる場合があるため、新しい構造の覆工の耐荷力の検討には、覆工の厚さや弾性係数が発生断面力に及ぼす影響を把握しておくことが重要となる。加えて、トンネルのリニューアルや補強を目的に内面に新たなコンクリートを打設する内巻補強工が用いられることが多く、設計法に関する検討²⁾も行われている。しかし、内巻コンクリートの一体性が覆工コンクリートの断面力分布および耐荷力に与える影響については、明らかになっていない。そこで、これら事象について様々な数値解析的アプローチが行われているが、CMIで取り組んでいる数値解析による検証結果を紹介する。

2. トンネル覆工の剛性が断面力分布に与える影響

(1) 目的

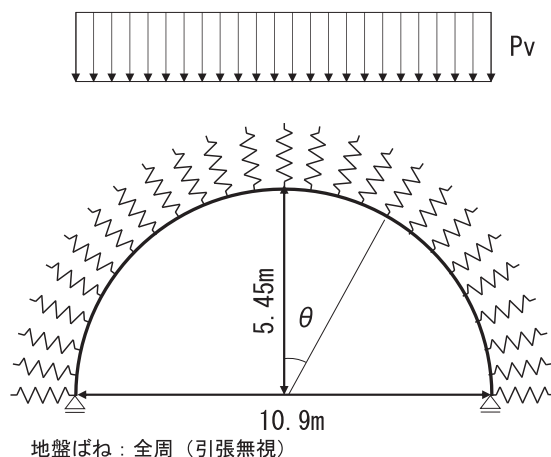
本研究では、覆工の厚さ、弾性係数と地山の変形係数が曲げモーメント分布、軸力分布、地盤反力の発生

範囲と大きさに与える影響を把握するため、弾性体を用いた数値解析により検討を行った。

(2) 解析手法

解析に用いたモデルを図—1に示す。上半断面をモデル化し、厚さ30 cmにおいて内径10.6 mとなるように図心軸が幅10.9 m、高さ5.45 mの単心円である。解析で使用する覆工の弾性係数は、コンクリートの強度として一般的な 18 N/mm^2 を想定し、コンクリート標準示方書より求めた $22,000 \text{ N/mm}^2$ を基本としたが、その影響を見るために $11,000 \sim 110,000 \text{ MPa}$ の範囲で変化させた。

解析は弾性のフレーム解析により行った。解析コードはEngineer's Studioを用いた。



図—1 モデル図

表—1 解析ケース

弾性係数 [N/mm ²]	11,000	22,000	33,000	44,000	66,000	110,000
地山の変形係数 [MPa]	100	1,000	5,000	10,000		
覆工厚さ [cm]	10	15	20	30		

荷重は、鉛直方向に作用する等分布荷重とし土被り 2.5 m 相当の 55 kN/m² を作用させた。トンネル周辺の地山は引張無視の地盤ばねでモデル化し、地山の地盤反力係数 k_r は式 (1) により求めた。

$$k_r = 1.7 \times a \times E_g \times D^{-3/4} \quad (1)$$

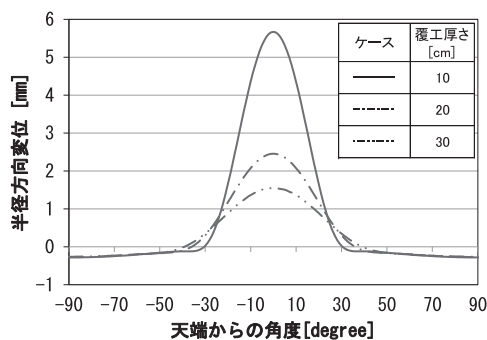
a : 補正係数 (=1), E_g : 地山の変形係数, D : トンネル幅

解析ケースを表—1に示す。覆工の弾性係数 [N/mm²], 地山の変形係数 [MPa], 覆工厚さ [cm] をそれぞれ変化させることにより検討を行った。本紹介では、抜粋した結果を報告する。

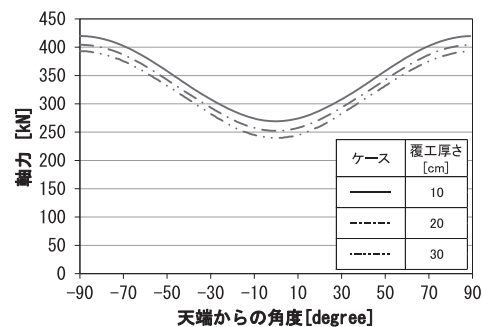
(3) 解析結果

図—2 は、地山の変形係数を 1,000 MPa とし、覆工厚さを変化させた場合の変位分布を示したものである。覆工が薄くなると変位が大きくなる傾向にあり、ある程度厚さに反比例するような形で天端変位が変化していることがわかる。図—3 は、同様に覆工厚さを変化させたときの軸力分布、曲げモーメント分布を示したものである。曲げモーメントは覆工の厚さが薄いほど小さくなる傾向にあるが、軸力は覆工の厚さの影響をほとんど受けないことがわかる。図—4 は、地山の変形係数を 1,000 MPa とし、覆工の弾性係数と最大曲げモーメントの関係を示したものである。覆工の厚さが厚い場合は、弾性係数が大きくなると最大曲げモーメントが大きくなる傾向にあるが、覆工厚さが薄い場合はその影響はあまり受けないことがわかる。

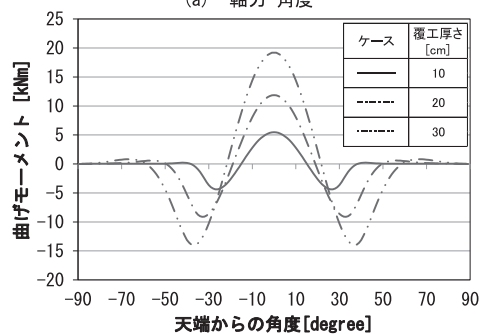
図—5 は、地山の変形係数を 1,000 MPa とし、地盤反力と天端からの角度の関係を示したものである。



図—2 変位-角度

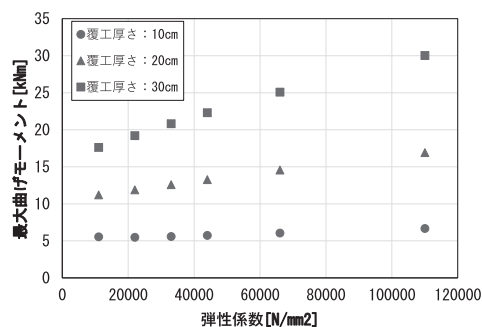


(a) 軸力-角度

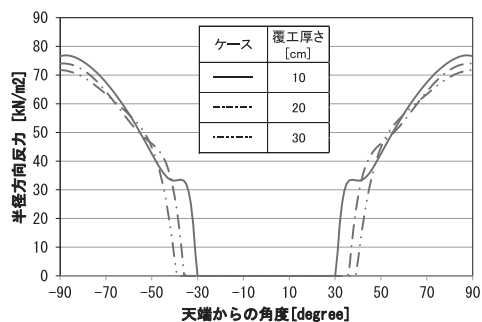


(b) 曲げモーメント-角度

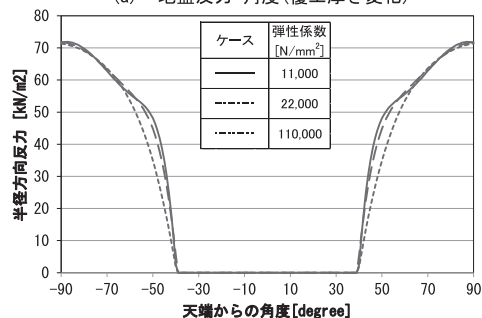
図—3 断面力分布



図—4 最大曲げモーメント-弾性係数

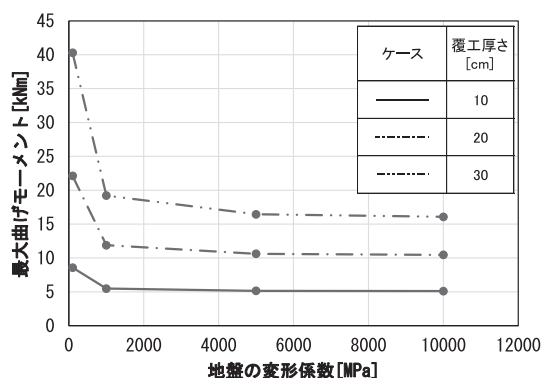


(a) 地盤反力-角度(覆工厚さ変化)



(b) 地盤反力-角度(弾性係数変化)

図—5 地盤反力-角度



図—6 最大曲げモーメント-変形係数

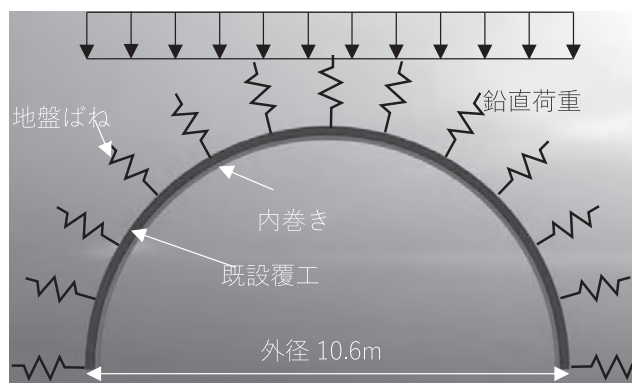
(a) が弾性係数を $22,000 \text{ N/mm}^2$ とし、覆工厚さを変化させたもので、(b) が覆工厚さを 30 cm とし、弾性係数を変化させたものである。覆工が薄くなるほど受動領域が大きくなり、覆工厚さが同じであれば、弾性係数によらず、地盤反力を受ける範囲（受動領域）がほぼ同じであることがわかる。また、覆工の弾性係数が小さくなるほど地盤反力は大きくなる。覆工が薄くなる、あるいは覆工の弾性係数が小さくなると最大曲げモーメントが減少する現象は、このような地盤反力の発生領域と大きさの影響を受けているものと推察される。

図—6 は、地山の変形係数と最大曲げモーメントとの関係を示したものである。地山の変形係数が小さくなるに伴い、最大曲げモーメントは大きくなる傾向にあり、 $1,000 \text{ MPa}$ より小さくなると、厚さが厚い場合はその影響が顕著になる。

3. 既設覆工との一体性に着目した内巻補強工の効果

(1) 解析手法

図—7 は解析に用いたモデルを示したものである。対象とするトンネルは、外径 10.6 m で上半断面、既設覆工の厚さおよび内巻工の厚さを変化させて無筋の内巻コンクリートを設置した。解析ケースを表—2 に



図—7 モデル図

示す。なお、既設覆工および内巻コンクリートの強度は 18 N/mm^2 を基本としたが、ケース 3, 4 は、内巻工の強度 36 N/mm^2 を想定したケースも行った。

解析は弾性の FEM 解析により行った。解析コードは FEA-NX を用いた。ケース 0, 4 においては、既設覆工と内巻コンクリートの界面において、はく離は生じず一体化されている条件、ケース 1～3 においてはジョイント要素により引張応力が作用すると分離する条件で解析を行った。

荷重は鉛直方向に作用する等分布荷重とし、土被り 10 m 相当の 220 kN/m^3 を作用させた。トンネル周辺の地山は引張無視の地盤ばねでモデル化し、地山の地盤反力係数 k_r は式 (1) により求めた。地山の変形係数 E_g は $1,000 \text{ MPa}$ (CII 地山相当) を基本とし、 100 MPa と $10,000 \text{ MPa}$ についても実施した。

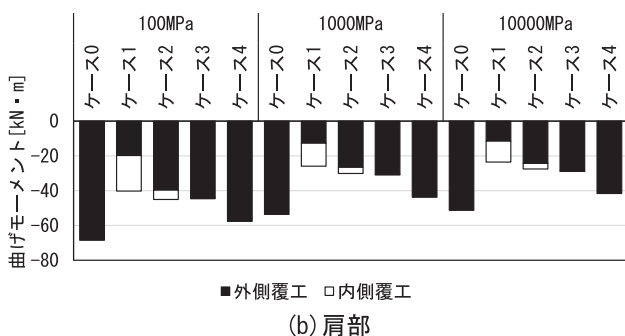
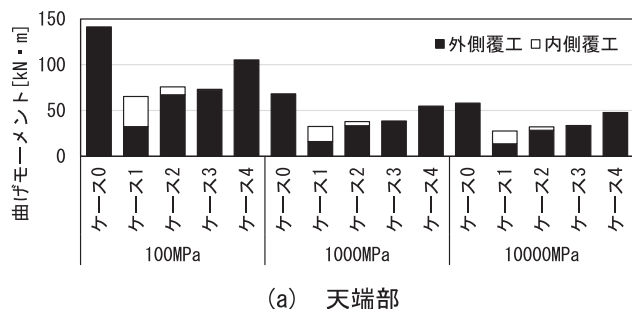
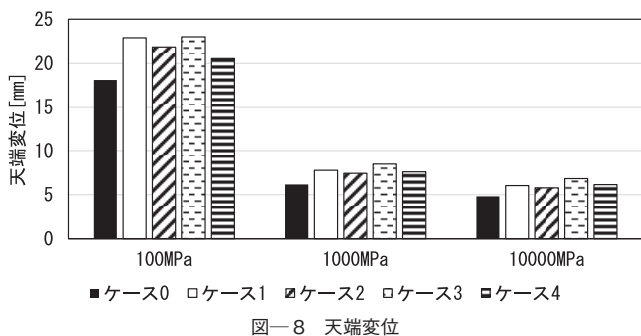
(2) 解析結果

図—8 は、解析から得られた天端変位を示したものである。何れの地山条件の場合も、一体化の場合よりも分離の場合の方が大きな変位が発生しており、軸剛性 EA が同一でも、曲げ剛性 EI の違いの影響が現れている。

図—9 および図—10 は、応力分布より算出した軸力および曲げモーメントを示したものである。曲げモーメントは、天端部、肩部いずれも地山の変形係数

表—2 解析ケース

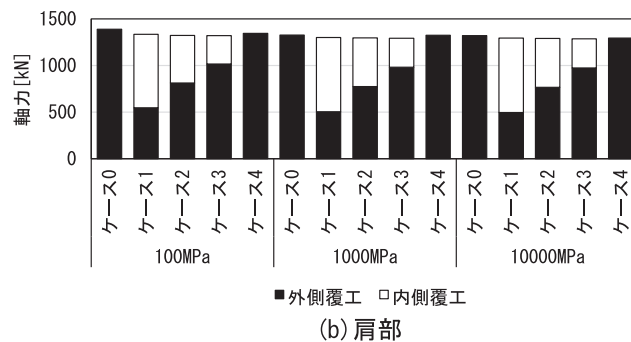
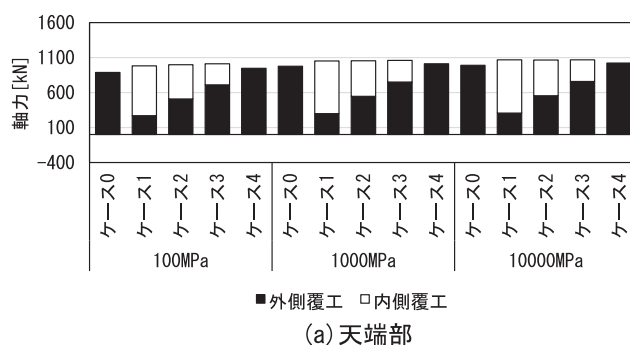
ケース	一体／分離	既設（外側）		内巻		合計値	
		厚さ [cm]	弾性係数 [N/mm ²]	厚さ [cm]	弾性係数 [N/mm ²]	$EA \times 10^9$ [N]	$EI \times 10^{13}$ [N・mm ²]
0	一体	30	22,000	—	22,000	6.60	4.95
1	分離	15	22,000	15	22,000	6.60	1.24
2	分離	20	22,000	10	22,000	6.60	1.65
3	分離	20	22,000	5	29,800 ※	5.89	1.50
4	一体	20	22,000	5	29,800 ※	5.89	3.07



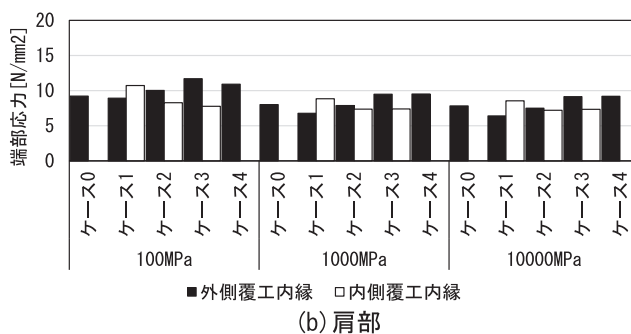
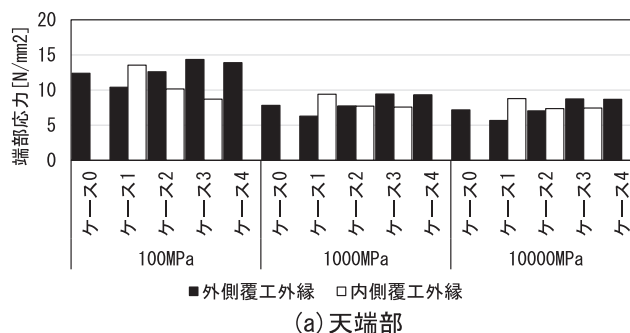
図一九 曲げモーメント

が小さくなるに伴い大きくなり、分離の場合は、一体化の場合よりも小さくなる。軸力は地山の変形係数の影響はほとんど受けず、一体化と分離の差はほとんど見られない。

図一 11 は各条件における端部応力を示したものである。応力の最大値は、地山の変形係数が 100 MPa の場合は、ケース 1 を除けば天端部の外側覆工外縁、ケース 1 は内側覆工外縁に発生している。地山の変形係数が 1,000 MPa, 10,000 MPa の場合は、天端部と肩部の応力の最大値はほぼ同じとなり、天端部に着目すればケース 1 は内側覆工外縁、ケース 2 は外側覆工外縁および内側覆工外縁、ケース 3 は外側覆工外縁に発生している。全体的に内巻工の厚さが薄くなるに伴い、既設覆工の端部応力が大きくなる傾向にあると言える。一体化の効果については、既設覆工と内巻工の厚さの合計が 30 cm の場合、最大応力はケース 1 は一体化の場合の方が分離の場合よりもやや小さくなり、



図一 10 軸力



図一 11 端部応力

耐荷力は大きくなるが、ケース 2 はほとんど差は認められない。一方、厚さの合計が 25 cm の場合、ケース 3 と 4 の差は小さく、特に地山の変形係数が大きい場合は一体化する効果はほとんど認められない。なお、最大応力は既設覆工の外縁に発生するため、耐荷力を弾性解析により得られた応力を用いて評価すると、厚さの薄い高強度の内巻工を用いた場合は、厚さの厚い

普通強度の内巻工を用いた場合よりも劣る結果となっている。

4. おわりに

トンネル覆工の剛性が断面力分布に与える影響において曲げモーメントは、覆工の厚さが薄いほど、弾性係数が小さいほど小さくなるが、軸力はその影響をほとんど受けないことが明らかになった。また、最大曲げモーメントの発生には、地盤反力の影響が大きく、覆工の厚さは地盤反力を受ける範囲の大きさに現れ、覆工の弾性係数は地盤反力の大きさに現れる。

既設覆工との一体性に着目した内巻補強工の効果において既設覆工と内巻工の一体化が覆工の耐荷力に及ぼす影響を数値解析により検討した結果、内巻工の厚さが比較的厚い場合は、一体化した場合の耐荷力は、分離した場合に比べてやや大きくなるものの、薄い場合はほとんど差は認められないことが明らかになった。

今後も検討を進め、将来の覆工の設計に寄与する知見の収集を行っていく。

JCM A

《参考文献》

- 1) 真下英人, 井野裕輝, 吉武謙二, 鹿島竜之介, 夏目岳洋: 山岳トンネルにおけるプレキャスト覆工の耐荷力に関する研究, 土木学会論文集 F1 (トンネル工学), 77 巻 2 号 p. I_1-I_18, 2021
- 2) 石田雄太郎, 川端康夫, 真下英人, 進士正人, 安井成豊, 井野裕輝, 細井秀憲, 小原勝巳, 阿部隆英, 林 久資, 中村明彦, 鯨井 巧: 巻厚不足の矢板工法トンネルにおける補強設計の提案, トンネル工学報告集, 第 33 巻 I-24, 2023
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書 [設計編], 2022

【筆者紹介】

井野 裕輝 (いの ゆうき)
(一社) 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第一部
主任研究員



笠井 大地 (かさい だいち)
(一社) 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第一部
研究員



新工法紹介 機関誌編集委員会

04-478	シールドマシンの 遠隔操作システム	奥村組
--------	----------------------	-----

▶ 概 要

近年、国内外を問わず建設業界における技能労働者の高齢化と新規入職者の減少が深刻化しており、シールドトンネル分野ではシールドマシンを操作する熟練オペレータの不足が問題となっている。この状況を踏まえ、場所にとらわれずシールドマシンを制御できる遠隔操作システムの開発に取り組んでいる。

本システムは、インターネット回線を介して遠隔地からシールドマシンの主要な運転操作（掘削、推進、排土）を可能にするものである。2024年12月に、約1,800km離れた日本から、台湾で稼働中のシールドマシンに対する遠隔操作を試行し、システムの適用性を確認した。本技術の発展により、熟練オペレータが各建設現場に常駐せず、複数の現場を同時に管理・操作することで、深刻化するオペレータ不足の解決が期待できる。

▶ 特 徴

本システムは、遠隔地のパソコンからインターネットを通じてシールドマシンの制御用コンピューターに接続し、遠隔操作を行うことを特徴としている（図－1参照）。従来のシールド工法における工事ヤード内の管理室からの操作とは異なり、インターネット接続環境さえあれば、国内外を問わず遠隔地からの操作が可能となる。

台湾の新竹市で施工中の宝山シールド工事（泥土圧シールド工法、φ4,530mm、延長2,813m）において、実際に遠隔操作の有効性を確認した。日本の大阪市のオフィスから現場で稼働しているシールドマシンに対して遠隔操作を行い、掘削機構、推進機構、排土機構といった主要な運転操作を問題なくできることを確認した（写真－1参照）。

ここで、遠隔操作の信号送信からシールドマシンが反応するまでの時間（タイムラグ）は1秒以内であり、実用上問題のないレベルであることを確認した。

また、遠隔地からの安定した操作を確保するためには、万が一の通信障害が発生した場合でも、安全な運転を継続することが極めて重要である。そこで、意図的にインターネット接続を遮断し、通信を復旧する試験を実施した。その結果、通信が復旧した後は、システムが遅滞なく自動的に再接続し、遠隔操作を再開できることを確認した。

現在、本システムについては、更なる技術的な成熟を目指し、通信の安定性や施工の安全性に関する詳細な検証を継続的に行っている。また、不測の事態に備えたフェールセーフ機構な

どの開発を積極的に進めている。

今後の展望として、台湾で施工を予定している複数のシールド工事や国内シールド工事へ本システムの適用を計画している。さらに、本システムを活用することで、熟練オペレータが遠隔地から技術指導を行う体制の構築も目指している。これにより、場所を選ばずに若手技術者や未経験のオペレータに対して、実践的な技術指導を提供することが可能となり、技術者不足の解消に貢献することが期待できる。

▶ 用 途

・シールドトンネル工事

▶ 実 績

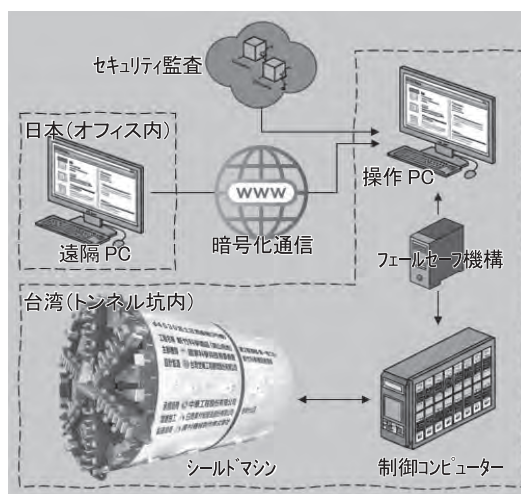
・台湾宝山シールド工事

▶ 問 合 せ 先

(株)奥村組 土木本部土木技術部技術2課

〒545-8555 大阪府大阪市阿倍野区松崎町2-2-2

TEL：06-6625-3494



図－1 シールドマシン遠隔操作システム概要



写真－1 遠隔操作の状況

主要建設資材価格の動向

1. はじめに

国内の建材需要は、国土強靱化政策や民間の設備投資の拡大により、今後も堅調に推移することが見込まれる。特に首都圏では、大規模な都市再開発プロジェクトの計画や着工が進むほか、中小規模ビルの建て替え需要も高まっており、潜在的な建設需要は依然として高水準にある。一方で、建設資材価格の高騰や人手不足を背景に、計画の見直しや延期、工期の遅れが散見され、建設資材の荷動きは精彩を欠いている。

働き方改革の進展に伴う人件費および運搬費の上昇、ならびにエネルギー価格の高止まりといった複合的な要因により、建設資材価格のコスト増加圧力が短期的に解消される可能性は低いと見込まれる。このため、一部で需給の緩みが見られるものの、海外情勢の不透明感もあり、建設資材価格は今後も高値圏で小幅に変動しながら推移する見通しである。

建設資材価格の動向について、（一財）経済調査会発行の「月刊積算資料」の2025年6月調査結果を用いて考察した。

表―1は、建設資材28資材の東京地区（大口価格）の価格推移である。前年同月比でセメント、骨材、生コンクリート、コンクリート二次製品（PHCパイプ、コンクリート積みブロック）が高騰し、合材、ガス管、塩化ビニル管が上伸した。また、鋼材、ストレートアスファルト、木材、電線・ケーブル、スクラップは下落した。

石油製品、鋼材の市況は悪化しているが、その他の資材は価格が大幅に下落する要素に乏しく、足元では総じてじり高基調での推移が続いている。

2. 主要建設資材価格の動向

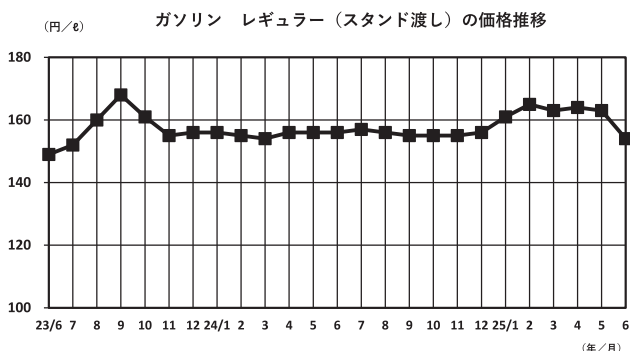
主要建設資材の価格動向（2025年6月調べ、東京地区・大口価格）は以下のとおり。

表―1 主要建設資材価格推移（東京地区・大口価格）

円（消費税抜き）								
資材名	規格	単位	2024年 6月調べ	2024年 9月調べ	2024年 12月調べ	2025年 3月調べ	2025年 6月調べ	変動 (前年同月比)
灯油	スタンド渡し 18ℓ缶	缶	1,908	1,908	1,890	2,034	2,034	+126円 (+6.6%)
A重油	一般 ローリー渡し	kl	88,500	85,000	86,500	94,000	88,000	-500円 (-0.6%)
ガソリン（石油諸税込）	レギュラー スタンド渡し	ℓ	156	155	156	163	154	-2円 (-1.3%)
軽油（石油諸税込）	ローリー渡し	kl	121,500	118,000	119,500	127,000	116,000	-5,500円 (-4.5%)
異形棒鋼	SD295 D16	t	114,000	114,000	108,000	107,000	105,000	-9,000円 (-7.9%)
H形鋼（細幅）	SS400 200×100×5.5×8mm	t	123,000	123,000	117,000	114,000	112,000	-11,000円 (-8.9%)
H形鋼（広幅）	SS400 300×300×10×15mm	t	123,000	123,000	117,000	114,000	112,000	-11,000円 (-8.9%)
普通鋼板（厚板）	無規格 16～25mm 3×6フィート	t	143,000	143,000	140,000	137,000	135,000	-8,000円 (-5.6%)
セメント	普通ポルトランド バラ	t	15,800	15,800	15,800	15,800	17,800	+2,000円 (+12.7%)
コンクリート用砕石	20～5mm	m ³	5,100	5,500	5,500	5,500	5,700	+600円 (+11.8%)
コンクリート用砂	細目 洗い	m ³	5,400	5,800	5,800	5,800	6,300	+900円 (+16.7%)
クラッシャー	40～0mm	m ³	4,900	5,050	5,050	5,050	5,250	+350円 (+7.1%)
再生クラッシャー	40～0mm	m ³	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
生コンクリート	強度21 スランプ18cm 20(25)mm	m ³	20,900	20,900	20,900	20,900	24,050	+3,150円 (+15.1%)
アスファルト混合物	密粒度 13mm	t	11,500	11,500	12,100	12,100	12,100	+600円 (+5.2%)
再生加熱アスファルト混合物	再生密粒度 13mm	t	9,500	9,500	10,100	10,100	10,100	+600円 (+6.3%)
ストレートアスファルト	針入度60～80 ローリー	t	117,000	108,000	103,000	110,000	93,000	-24,000円 (-20.5%)
PHCパイプ	A種 350×60mm×10m	本	37,000	42,700	42,700	42,700	42,700	+5,700円 (+15.4%)
ヒューム管	外圧管 B形1種 呼び径300mm	本	12,500	12,500	12,500	12,500	12,500	
鉄筋コンクリートU形	300B 300×300×600mm	個	1,920	1,920	1,920	1,920	1,920	
コンクリート積みブロック	滑面 250×400×350mm	個	640	640	640	740	740	+100円 (+15.6%)
正角材 杉(KD)	3.0m×10.5×10.5cm 特1等	m ³	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	
平角材 米松(KD)	4.0m×10.5, 12×15～24cm 特1等	m ³	92,000	95,000	87,000	87,000	90,000	-2,000円 (-2.2%)
コンクリート型枠用合板	無塗装品 ラワン 12×900×1,800mm	枚	1,820	1,820	1,760	1,760	1,760	-60円 (-3.3%)
電線・ケーブル	CV 600V 3心 38mm ²	m	2,228	2,043	2,086	2,127	2,086	-142円 (-6.4%)
鉄スクラップ	ヘビー H2	t	42,500	34,000	32,000	30,500	31,000	-11,500円 (-27.1%)
ガス管	白管 ねじなし 25A	本	2,860	3,100	3,100	3,100	3,100	+240円 (+8.4%)
塩化ビニル管	一般管 (VP) 50mm	本	1,640	1,640	1,800	1,800	1,800	+160円 (+9.8%)

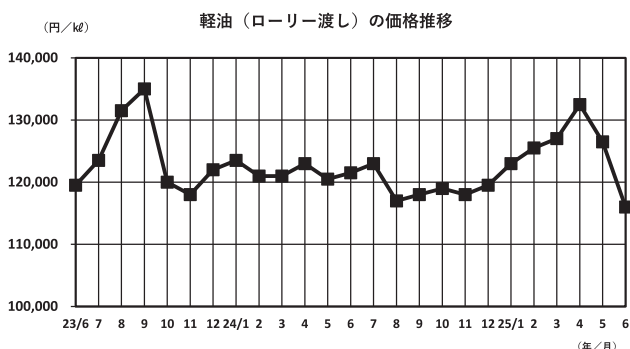
出典：（一財）経済調査会「月刊 積算資料」（注）毎月10日までに得られた調査結果

(1) ガソリン (スタンド渡し)



価格は、レギュラーでℓ当たり154円(消費税抜き)と前月比9円の続落。大型連休での拡販を意識して引き下げられた安値看板に多くの販売業者が対抗したことによる。補助金支給額が上限に到達したため、売り腰を強める販売業者と需要者との間で綱引き状態となる公算が大きい。目先、横ばい推移の見通し。

(2) 軽油 (ローリー渡し)

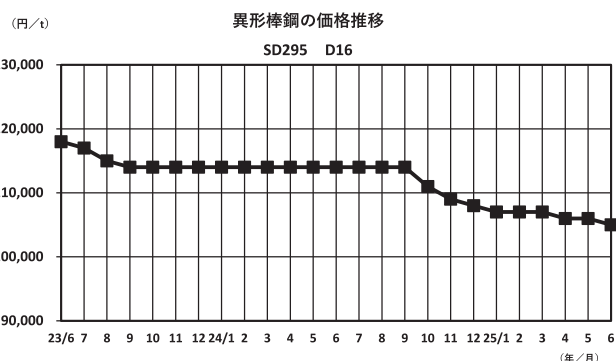


価格は、kg当たり11万6,000円と前月比1万500円の続落。補助金が定額給付に移行したことで仕入コストが値下がりし、販売価格は大幅に下落した。足元の原油相場は小幅な変動に終始しているものの、ウクライナやイスラエルでの地政学リスクの高まりによる原油価格高騰の可能性を不安視する販売各社は様子見姿勢。目先、横ばい。

(3) 異形棒鋼

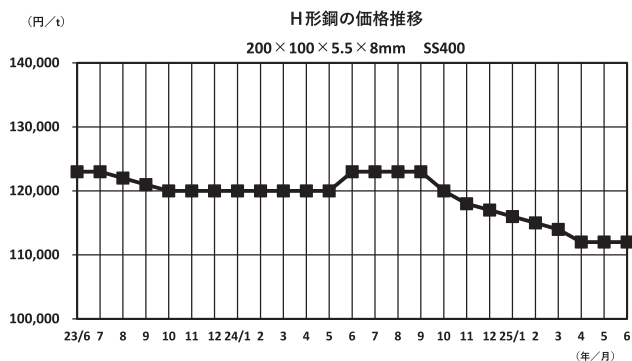
価格は、SD295・D16でt当たり10万5,000円(東京②)と前月比1,000円の下落。新規物件が少ない中、流通側は需要者側の要求を受容せざるを得ず、市況はじり安基調で推移している。人手不足・時間外労働の上限規制による工期の遅延や、資材高騰による計画の見直し等により、需要は低調に推移している。今年度の国内向け出荷量は過去最低の600万t割れが懸念され、市場は停滞ムードが漂う。

メーカー各社は製造コストの上昇に伴い、採算が悪化していることから、これ以上の下落を食い止めるため価格の維持に注力してい



る。しかしながら、長引く需要低迷により、数量確保を優先したい流通側の競合は激しさを増しており、価格交渉は需要者に優位な展開が続く見通し。先行き、弱含みで推移する公算が大きい。

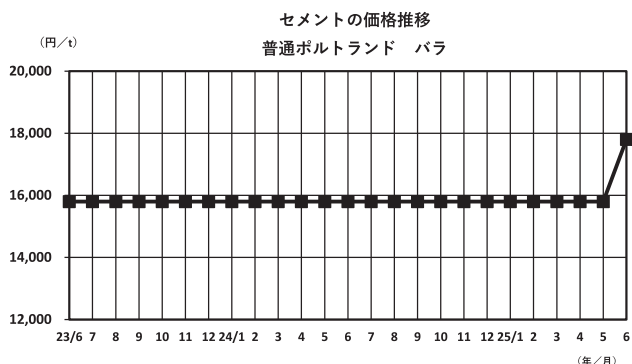
(4) H形鋼



価格は、200×100でt当たり11万2,000円(東京②)と前月比変わらず。大手電炉メーカーが販売価格の引き下げを表明した後も、需要者側は当用買いに終始している。人手不足や資材高の影響で、工事計画の縮小や延期が散見され、閑散とした商いが継続している。

これらを受け、当面は需要の回復は期待が薄い。原料価格の軟調基調も重なり、相場の底入れには時間を要する見通し。製販ともに数量志向の高まりが散見され、価格交渉は買い手優位で目先、弱含み推移の公算大。

(5) セメント

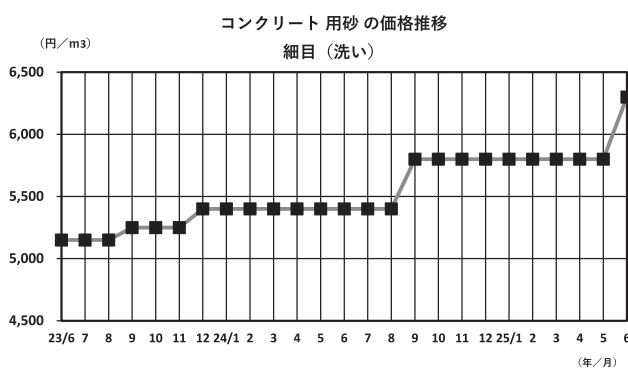


統計

セメント協会まとめによる4月の東京地区セメント販売量は、前年同月比2.4%減少し21万2,120tとなった。人手不足や資材費高騰を背景とした建設工事の工期長期化や主な出荷先である生コンメーカー向けが低迷していることが要因となっている。

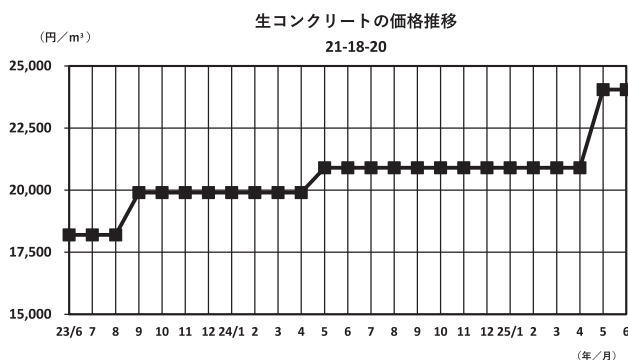
価格は、普通ポルトランド・バラで前月比2,000円上昇し、t当たり1万7,800円。セメントメーカーは、物流費や修繕費、労務費などのコスト上昇を理由に、4月出荷分から2,000円以上の値上げに取り組んだ。生コンメーカーは、大幅な値上げに抵抗を示していたが、販売側の需要減に対する強い危機感に加えて、5月の東京17区の生コン価格上伸にも後押しされ、ほぼ満額での浸透となった。先行きは、横ばい。

(6) コンクリート用砂



価格は、細目でm³当たり6,300円と前月比500円上昇。販売側は生産および輸送コストの上昇を背景に、4月以降の出荷分について大幅な値上げを打ち出した。主要な需要者である生コンメーカーは、骨材の安定供給を優先する意向が強い。加えて、生コン協組が砂やセメントなど原料のコスト増を見据え、生コンの製品価格への転嫁に積極的に取り組んでいることも背景に、販売側主導で価格交渉は進んだ。しかし、一度に満額の受け入れは困難との姿勢により、500円の上昇にとどまった。販売側はコスト増を吸収しきれないとして、未達分の獲得に引き続き注力しているが、需要者側は当面、様子見の構え。先行き、横ばい。

(7) 生コンクリート

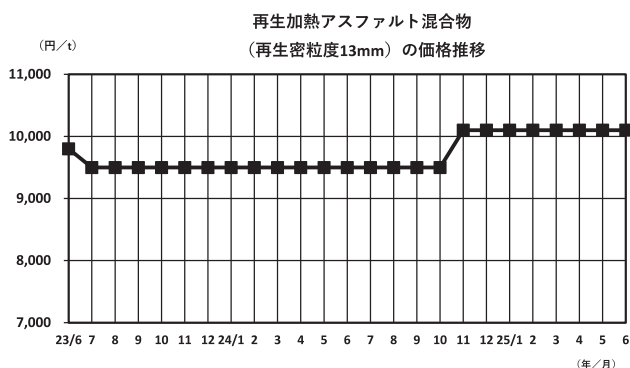


価格は、21-18-20でm³当たり2万4,050円と前月比変わらず。東京地区生コン協組が、4月出荷分より実施した3,000円の値上げと価格体系の見直しは、先月までに満額で浸透した。

同協組調べによる5月の出荷量は、前年同月比12.8%減少し18万8,160m³となった。都市部の大型再開発事業向けの荷動きが出荷の下支えとなっているが、人手不足による工期の長期化や軽量骨材の供給不足による軽量コンクリートの出荷制限などが影響し、10ヵ月連続で前年を下回った。

価格交渉は一段落したが、輸送費・電気代等のエネルギーコストや人件費は、引き続き強基調にあることから、同協組は現行価格を維持していく構え。先行き、横ばい。

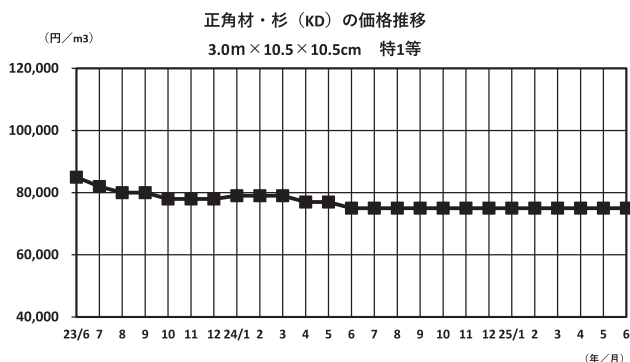
(8) アスファルト混合物



4月の東京都内におけるアスファルト混合物の製造数量は12万8,726tと前年同月比6.4%増（東京アスファルト合材協会調べ）。新年度の大型工事が乏しいことに加えて、前年度からの継続工事も少ない状況。足元では水道やガス等のライフライン関係の工事が出荷の中心となっている。

価格は、再生密粒度（13）でt当たり1万100円と前月比変わらず。主原料であるストアス価格は続落しているものの、碎石類が上昇しており、原材料価格の動向は依然不透明。こうした中、運搬車両のタイト化が進んでいることを理由に、販売側は価格の引き上げを求める構え。需要者側は模様眺めの姿勢で、新年度物件での交渉が注視される。先行き、横ばいで推移しよう。

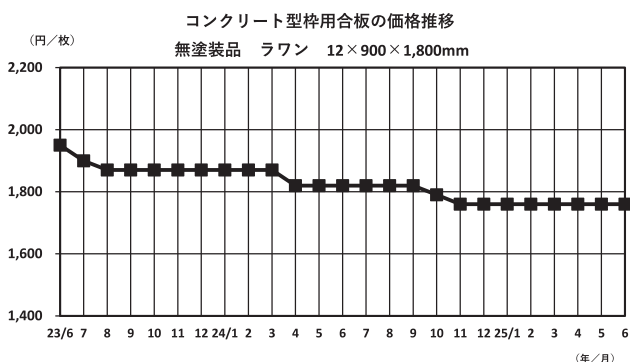
(9) 木材 正角材・杉



価格は、正角材・杉（KD）3.0 m×10.5×10.5 cm 特1等で m³ 当たり 7 万 5,000 円と前月比変わらず。

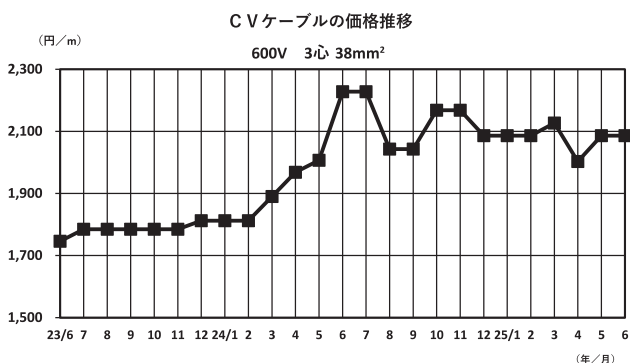
4 月の新築木造住宅着工数は、建築基準法改正に伴う 4 号特例縮小の反動を受け、再び減少に転じた。原木丸太の供給が安定感を欠く中、荷動きは精彩を欠いており、販売側も採算確保を優先する取引が大勢を占めている。先行き、横ばい。

(10) コンクリート型枠用合板



価格は、無塗装品ラワン 12×900×1,800 mm で枚当たり 1,760 円と前月比変わらず。入荷量の低迷が続いており、港頭在庫に品薄感は漂うが、荷動きがさえないことから市中に逼迫感が生じていない。国内流通各社は、円安時に手配した高値在庫を抱えているが、薄商いの中、販価への転嫁には至っていない。価格が動意づくには時間を要するとみられ、先行き、横ばいの見通し。

(11) 電線・ケーブル

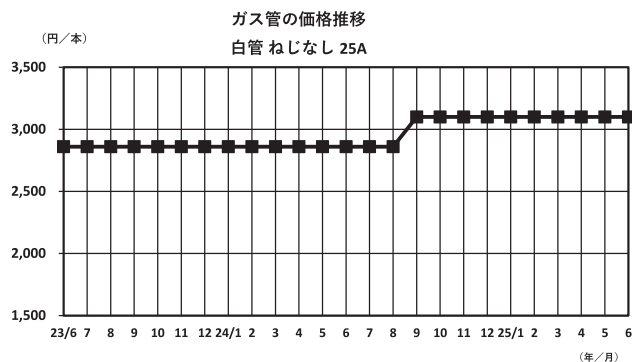


日本電線工業会の電線受注出荷速報によると、建設・電販向けの 4 月推定出荷量は約 2 万 2,400 t と前年同月比約 15.7% の減少。足元では、依然として再開発事業を中心に大型案件は堅調だが、中小物件は精彩を欠いている。一方、6 月初旬の国内電気銅建値は、先月初旬以降騰落を繰り返し、t 当たり 146 万円と前月初旬比 4 万円の上昇。販売側は銅価の上昇を転嫁すべく販価引き上げに取り組むものの、実需面での後押しに乏しいことから売り腰を強めきれず、交渉は平行線をたどっている。

価格は、CV ケーブル 600 V 3 心 38 mm² で m 当たり 2,086 円と

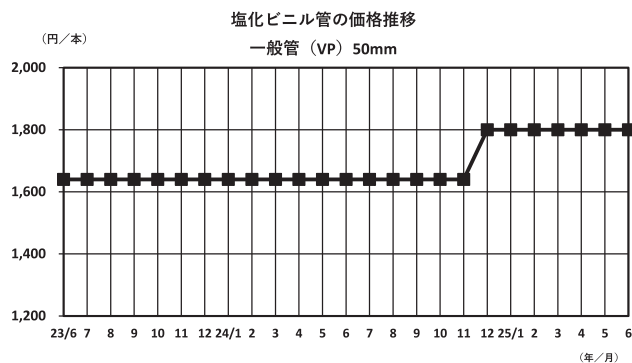
前月比変わらず。今後、販売側は銅価未転嫁分に加えて、6 月以降順次実施されるメーカー値上げを反映させていくことに注力する姿勢だが、さらなる高値を警戒する需要者側の抵抗は必至。目先、横ばい。

(12) ガス管



価格は、白管ねじなし 25A で本当たり 3,100 円と前月比変わらず。メーカーの計画生産により市場在庫の調整が進む中、一部物件では販売店間の価格競争から安値が見受けられたものの、市況全体を押し下げるには至っていない。荷動きが精彩を欠く中、需要者側の購買姿勢は厳しいが、メーカー、販売店の大勢は現行価格を維持すべく交渉を継続。目先、横ばい。

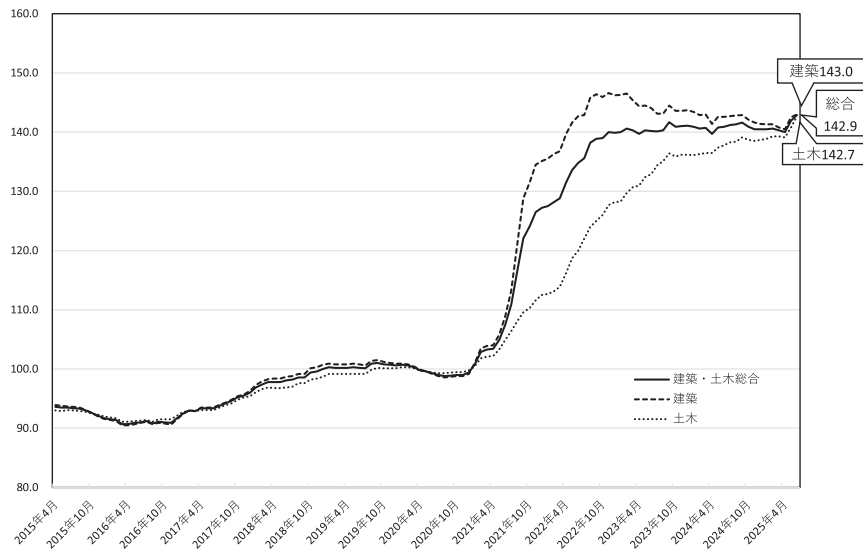
(13) 塩化ビニル管



価格は、一般管 VP50 mm で本当たり 1,800 円と前月比変わらず。依然として中小規模物件の荷動きは振るわず、盛り上がりを欠いている。流通側は販売量よりも採算確保を優先して需要者との交渉に臨んでおり、引き続き極端な値引き要求には応じない姿勢。需要回復の兆しがみえない中、流通側は現行価格の維持に注力しており、先行き、横ばい。

※各資材の価格推移の出典は、『月刊 積算資料』。

統計



図一 建設資材価格指数（全国主要 10 都市）
（一財）経済調査会「建築・土木総合指数」より作成。2020 年度平均＝100 とした指数。
詳細は、（一財）経済調査会 HP 参照（<https://www.zai-keicho.or.jp/service/build/price/>）。

表一 建設資材価格指数の対象資材

①建築資材品目		②土木資材品目	
資 材	品 目	資 材	品 目
01.セメント	1 セメント	01.セメント	1 セメント
02.生コンクリート	2 生コンクリート	02.生コンクリート	2 生コンクリート
03.コンクリート二次製品	3 コンクリート管類	03.コンクリート二次製品	3 コンクリート管類
	4 コンクリートポール・パイル		4 コンクリートポール・パイル
	5 コンクリート縁石・側溝		5 道路用等コンクリート製品
	6 建築用空洞ブロック		6 土木コンクリートブロック
	7 インターロッキングブロック		7 インターロッキングブロック
04.骨材	8 砂	04.骨材	8 その他のコンクリート二次製品
	9 碎石		9 砂
05.瀝青材	10 防水工用用アスファルト	05.瀝青材	10 碎石
06.再生アスファルト混合物	11 再生アスファルト混合物	06.再生アスファルト混合物	11 ストレートアスファルト
07.普通鋼鋼材	12 H 形鋼	07.普通鋼鋼材	12 再生アスファルト混合物
	13 その他形鋼（除く H 形鋼）		13 H 形鋼
	14 鋼矢板		14 その他形鋼（除く H 形鋼）
	15 棒鋼		15 鋼矢板
	16 構造用鋼管（含むコラム）		16 棒鋼
08.仮設材	17 仮設材（H 形鋼）	08.仮設材	17 厚中板
	18 仮設材（鋼矢板）		18 鋼管杭・鋼管矢板
	19 仮設材（その他）		19 構造用鋼管（含むコラム）
09.その他鋼材	20 その他鋼材		20 その他鋼材
	21 特殊鋼鋼材		21 仮設材（H 形鋼）
10.木材	22 製材（木造のみ）	09.特殊鋼鋼材	22 仮設材（鋼矢板）
	23 合板（厚 6 mm 未満）		23 仮設材（その他）
	24 合板（厚 6 mm 以上）		24 特殊鋼鋼材
	25 損料対象材（合板）		

3. おわりに

図一は、建設工事で使用される資材について、その価格変動を捉えることを目的とした「建設資材価格指数（全国主要 10 都市）6 月調べ」である。建設資材需要原単位の対象資材を勘案し、建築資材 25 品目と土木資材 24 品目を選択している。なお、指数は 2020 年度平均を 100 としている。

6 月調査によると、建築・土木総合指数は 142.9（前月比+1.0、前年同月比+2.0）となり、2 ヶ月連続で最高値を更新した。建築の指数は 143.0（前月比+0.5、前年同月比+0.4）、土木の指数は 142.7（前月比+1.9、前年同月比+4.9）と 2 ヶ月連続で上昇し、資材価格の

騰勢が強まっている。

セメント価格は、前月に上昇した札幌に続き、他の 7 都市でも上伸し、指数に対して上昇圧力を与えている。このセメント価格の上昇は生コンクリートにも波及しており、札幌と那覇において価格が上伸した。特に札幌では、 m^3 当たり 5,000 円の大幅上伸となった。一方、普通鋼鋼材をはじめとする鋼材類は、需要の低迷を背景に価格が下落している。ただし、急激な値崩れには至っておらず、指数への影響は限定的となった。

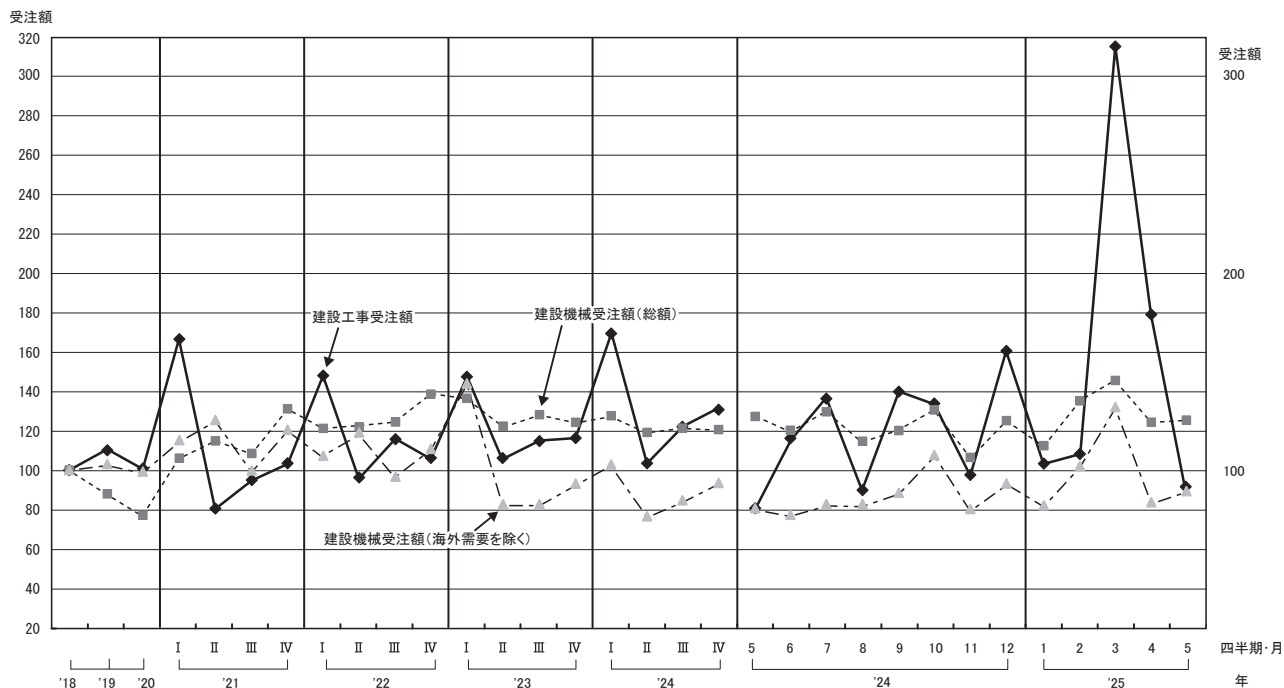
今後も生コンクリートの価格上昇は全国的に継続する見通しで、指数も当面は上昇傾向を維持する可能性が高いと考えられる。

（文責：坂）

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 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	235,097	12,905
2 月	12,799	8,434	3,150	5,284	3,685	471	208	8,355	4,444	234,077	14,368
3 月	37,390	26,169	4,898	21,271	9,848	477	896	25,046	12,344	248,241	24,117
4 月	21,213	18,621	2,385	16,236	1,902	498	192	17,785	3,428	258,165	9,965
5 月	10,828	7,964	1,911	6,053	1,663	376	824	6,774	4,053	—	—

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 5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	25 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
総 額	22,923	20,151	17,646	26,393	29,024	29,315	28,042	2,434	2,291	2,476	2,190	2,298	2,504	2,038	2,389	2,146	2,582	2,775	2,379	2,393
海 外 需 要	16,267	13,277	10,966	18,737	21,816	22,627	22,097	1,989	1,863	2,018	1,731	1,809	1,909	1,593	1,873	1,692	2,017	2,044	1,917	1,899
海外需要を除く	6,656	6,874	6,680	7,656	7,208	6,688	5,945	445	428	458	459	489	595	445	516	454	565	731	462	494

(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 5 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6月1～30日)

機 械 部 会



■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：6月5日（木）（Web会議での開催）

出席者：濱口貴和リーダほか11名

議 題：①油圧式杭圧入引抜機のJCMAS草案の内容について議論：適用範囲、引用規格、試験方法など ②進め方、スケジュールの確認

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：6月11日（水）（会議室での対面開催）

出席者：越田健委員長ほか20名

議 題：①大阪防水建設社による技術プレゼン：「超速硬化ウレタン塗膜吹付工法について」、「揺動式高圧噴射工法について」 ②重車輻工業(株)の会社紹介 ③技術プレゼン、見学会など今後のスケジュールについて

■トンネル機械技術委員会・トンネル計測WG

月 日：6月13日（金）（会議室、Web併行開催）

出席者：浅沼廉樹委員長ほか17名

議 題：①WG名称の決定とリーダ選出 ②調査活動の進め方について議論 ③スケジュールの確認

■トンネル機械技術委員会 見学会 八天工業(株)工場見学

月 日：6月16日（月）

参加者：浅沼廉樹委員長ほか20名

見学内容：連続ベルトコンベヤ設備、インクライン設備、リフト設備、立坑設備などを生産している会社の工場見学と取扱製品の実機を見学した

■油脂技術委員会

月 日：6月18日（水）（会議室、Web併行開催）

出席者：石川広二委員長ほか25名

議 題：①燃料エンジン油関係：カーボンニュートラル燃料の動向に関する報告 ②高粘度指数作動油関係：高粘度指数作動油の規格修正案の報告 ③規格普及促進関係：2025年度の普及活動計画について、JCMASオンファイル状況の報告 ④JCMASの改正について：進捗状況の報告 ⑤その他：R7

年度出張委員会（9月）の概要説明

■機械整備技術委員会 見学会 紀陽建設機械(株) 見学

月 日：6月20日（金）

参加者：小林一弘委員長ほか10名

見学内容：各社多種多様な建設機械のパーツを豊富にストックしている会社である。パーツの保管、調達、再生について見学し、意見交換を行った

■コンクリート機械技術委員会 見学会 太平洋セメント(株)熊谷工場 見学

月 日：6月23日（月）

参加者：成澤翔委員長ほか14名

見学内容：セメント生産工程と廃棄物処理施設として地域に貢献している状況を見学した

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：6月24日（火）（会議室、Web併行開催）

出席者：浅沼廉樹委員長ほか9名

議 題：①第1回トンネル計測WGの活動報告 ②見学会候補地の検討 ③技術講演会の日程と講演内容について議論

■トラクタ技術委員会・JCMAS H022 見直し検討WG

月 日：6月26日（木）（会議室、Web併行開催）

出席者：川上純樹委員長ほか11名

議 題：①WG名称の決定 ②各委員から事前に提案された見直し項目の確認と対応について議論 ③今後の進め方、スケジュールについて議論

■除雪機械技術委員会

月 日：6月30日（月）（会議室、Web併行開催）

出席者：石井隆委員長ほか19名

議 題：①国土交通省から除雪に関する状況報告：国土交通省における自動化除雪機械配備状況、建仕・購入仕様書ひな形の改訂について ②除雪機械の勉強会（ロータリ除雪車） ③R7年度工場見学について：見学地の決定

標 準 部 会



■ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 - ISO/PWI 25366 人間工学に基づく自動化および自律性の検証及びISO 21815 衝突警報及び回避 国際ハイブリッドWG会議

月 日：6月10日（火）～13日（金）

日本時間深夜

出席者：（対面）岡ゆかりコンビナー（コマツ）、米国 Kittle プロジェクトリーダー（Deere 社）ほか8名、（Web）正田明平（事務局）ほか4名

場 所：米国デンバー市 Trimble 社会議室および Web 上（ISO Zoom）

議 題：①ISO/PWI 25366 案文審議後に NP 投票への移行を合意 ②ISO 21815-4 DIS コメント審議後に IS 発行への移行を合意 ③今後の予定：次回 WG（9月16～19日東京）

■ISO/TC 127/SC 2/WG 34 - ISO/NP 20687 硬質プラスチック安全窓材 国際ハイブリッドWG会議

月 日：6月10日（火）夜～12日（木）夜

出席者：（対面）スウェーデンより Nilsson コンビナー（Hammerglass 社）ほか5名、（Web）日本より後藤優太委員長（コマツ）ほか6名

場 所：スウェーデン南部フェシルーヴ市 Hammerglass 社会議室および Web 上（ISO Zoom）

議 題：①NP投票開始前からの旧コメントを審議 ②今後の予定：次回WG（9月2・3日、9月30日～10月1日バーチャル）

注：WG会議後にNP投票が終了し、賛成多数でプロジェクト再開始を決定

■ISO/TC 214/WG 1 - ISO/AWI 25394「高所作業車 - 頭上障害物検知装置及び補助的防護装置」国際バーチャルWG会議

月 日：6月11日（水）夜・25日（水）夜

出席者：米国より McGregor コンビナー（Skyjack 社）、米国 Moss 事務局、日本より正田明平（JCMA 事務局）ほか11名

場 所：Web 上（ISO Zoom）

議 題：①ISO/AWI 25394の新規業務提案投票へのコメント審議 ②今後の予定：次回WG（7月22日バーチャル）

■ISO/TC 127/SC 3/WG 5 - ISO/AWI 15143-3 土工機械及び走行式道路工事機械 - 施工現場情報交換 - 第3部：テレマティクスデータ, ISO/PWI 15143-5- 第5部：ロジスティクスデータ 国際バーチャルWG会議

月 日：6月25日（水）・27日（金）

出席者：日本から中川智裕コ・コンビナー（コマツ）、米国から Bollweg コ・コンビナー（Deere 社）ほか20名

場 所：Web 上（ISO Zoom）

議 題：①Part3：改訂スコープ審議 ②Part5：施工業者ヒアリング結果審議 ③今後の予定：次回WG（8月19～22日ニュージーランド）

■ ISO/TC 23/SC 19/JWG 12 – ISO/CD 24882 農業機械、トラクターおよび土工機械—サイバーセキュリティ国際バーチャルWG会議

月 日：6月30日(月)夜・7月1日(火)夜

出席者：米国から Flaughner コンビナー (Deere 社), Nielsen プロジェクトリーダー (CNH 社), 日本より小塚大輔委員 (コマツ) ほか 23 名

場 所：Web 上 (MS Teams)

議 題：① HAS コンサルタント指摘に基づく案文の修正 ② ISO 24882 CD 意見照会コメント審議 ③今後の予定：次回 WG (9月30日～10月2日ベルリン)

建設業部会



■クレーン安全情報委員会

月 日：6月17日(火)

出席者：古口光委員長ほか 10 名 (内, Zoom 参加 3 名)

議 題：①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 年度改訂について ②「移動式クレーン支持地盤養生マニュアル」P99 への記載内容について報告 (事務局：松枝) ③6/20 建設業 ICT 安全委員会との合同見学会 (CSPI EXPO 2025) 開催について ④事故事例発表 ⑤その他

■令和7年度建設業 ICT 安全委員会・クレーン安全情報委員会 合同見学

開催日：6月20日(金)

参加者：伊勢卓矢委員長, 古口光委員長 ほか 17 名

見学概要⇒13:00 幕張メッセ集合⇒出欠確認⇒13:30～14:30 ①タダノ見学・展示物見学+CRANET デモ+質疑応答⇒14:30～15:30 ②西尾レントオール, 山崎マシナリー 見学・展示物見学+マルチアタッチメントやチルトローテータ等見学+質疑応答⇒15:30～16:30 ③コベルコ建機 見学・前半：ブースツアー, 後半：ブースツアーで紹介のない K-DIVE の見学, 試乗 (数人) とクレーン関係の展示紹介 (K-D2 PLANNER (クレーンシミュレーションソフト), K-AIRREAL (ドローン点検)) 等+質疑応答

■三役会

月 日：6月27日(金)

出席者：坂下誠部課長ほか 4 名

議 題：①6/17 クレーン安全情報委員会の報告 ②6/20 建設業 ICT 安全委

員会・クレーン安全情報委員会合同見学会の報告 ③6/30 機電交流企画委員会の予定報告 (7/24 若手現場見学会, 機電職就活ガイド改訂進捗, 10/9-10 機電技術者意見交換会計画等) ④その他

■機電交流企画委員会

月 日：6月30日(月)

参加者：篠宮政幸委員長ほか 10 名 (内, Zoom 参加 2 名)

議 題：①7/24 若手現場見学会『品川駅構内京急八ツ山橋りょう架け替え』について ②機電職就活ガイドの改訂進捗報告 ③10/9-10「第25回機電技術者意見交換会」計画 (討議テーマ・講演会の選定) ④その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：6月4日(水)

出席者：中野正則委員長ほか 27 名

議 題：①令和7/9月号(第907号)(安全対策・労働災害防止)計画【担当：小林委員 (㈱熊谷組) 丹治委員 (コベルコ建機㈱)】 ②令和7/10月号(第908号)(解体, 3R, 建設発生土・廃棄物処理)素案【担当：岡田委員 (清水建設㈱) 丹委員 (鹿島建設㈱)】 ③令和7/11月号(第909号)(港湾・海洋・海岸施設)編集方針【担当：松澤委員 (五洋建設㈱), 丑久保委員 (㈱NIPPO)】 ④令和7/6月～令和7/8月号(第904～906号)進捗状況報告【担当：担当委員及び事務局】 ⑤令和8年特集テーマ(案)について ※通常委員会及び Zoom にて実施

■新工法調査分科会

月 日：6月18日(水)

出席者：石坂仁分科会長ほか 4 名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■建設技術担い手育成プロジェクト (札幌工業高等学校出前授業)

月 日：6月4日(水)

場 所：札幌工業高等学校

受講者：土木科2年生 49 名

内 容：(札幌地区測量設計協会と共催) ①建設 DX の概要 (座学) ②3次元レーザスキャナーのデモと解説 (座学)

③ ICT 建設機械 (3DMC バックホウ) 搭乗体験 (実習) ④建設 VR 体験 (実習)

講師等：山本紀彦プロジェクトサプリーダー外

■第1回施工技術検定委員会

月 日：6月5日(木)

場 所：1級：北海道支部会議室, 2級：かでの2・7610会議室

出席者：1級：片野浩司技術担当部長 (実施責任者：1級) ほか 7 名, 2級：谷崎敏彦事務局長 (実施責任者：2級) ほか 16 名

議 題：①建設機械施工管理技術検定 (第一次検定等) の実施要領と監督要領の打合せ

■インフラ DX・ICT 施工推進連絡会事務局会議

月 日：6月11日(水)

場 所：北海道支部会議室

出席者：谷崎敏彦座長ほか 7 名

議 題：①インフラ DX・ICT 施工推進連絡会 (7月7日開催) の議事次第等

■建設機械施工管理技術検定 (第一次検定等)

月 日：6月15日(日)

場 所：1級：札幌市 (北海道教育大学札幌校), 2級：北広島市 (星槎道都大学)

受検者：1級 (一次検定) 240 名, (二次検定 (筆記)) 63 名, 2級 (一次検定) 552 名 (延 662 名), (二次検定 (筆記)) 290 名

■令和7年度除雪機械技術講習会 (第1回)

月 日：6月27日(金)

場 所：旭川市 (道北経済センター)

受講者：158 名

内 容：①除雪計画 ②除雪機械の取り扱い ③除雪の安全施工 ④冬の交通安全 ⑤除雪の施工方法

東北支部



■EE 東北 '25

月 日：6月4日(水)・5日(木)

場 所：仙台市 夢メッセみやぎ

来場者：18,300 名

内 容：出展者：384 社, 出展技術：952 技術, 新技術プレゼンテーション：54 題

■青森県「工業高校生向け建設 ICT 体験会」

月 日：座学：6月6日(金)・実習：6月12日(木)

場 所：青森県立青森工業高等学校

受講者：都市環境科2年 19 名

■橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算、及び建設機械等損料講習会

月 日：6月9日（月）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

受講者：22名

内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架設の施工技術と積算

■青森県県土整備部「令和7年度 建設ICT施工講習会」

月 日：6月10日（火）～12日（木）

場 所：座学：青森県観光物産館アスパム・実習：（株）大阪組敷地内

受講者：青森県内建設業者19名

内 容：座学：国の方針とICT活用概要・基礎知識、3次元測量、3次元設計データ、ICT建機、小規模ICT活用・実習：AR、ICT建機、LiDAR、遠隔臨場、TS、GNSS

■令和7年度 基礎技術講習会（インフラDX）（主催：東北土木技術人材育成協議会）

【座学1】インフラDX概論（講師：東北地方整備局 企画部）

【実習1】クラウド型ドローン、3次元計測、ワンマン測量、遠隔臨場、鉄筋探査ほか（講師：JCMA 東北支部）

【座学2】BIM/CIM概論（講師：（一社）建設コンサルタンツ協会東北支部）

【実習2】3次元CAD・点群体験実践（講師：OCF 東北支部）

①1回目

場 所：東北技術事務所 研修棟

月 日：6月12日（木）

受講者：20名

②2回目

場 所：東北技術事務所 研修棟

月 日：6月27日（金）

受講者：20名

■令和7年度 建設機械施工管理技術検定試験

日 時：6月15日（日）

場 所：滝沢市 岩手産業文化センター

受検者：

1級 第一次検定 280名

1級 第二次検定（筆記）80名

2級 第一次検定 共通476名、第1種49名、第2種398名、第3種15名、第4種53名、第5種6名、第6種4名 延べ525名

2級 第二次検定 288名

■ゆきみらい2026 in 大館実行委員会設立会及び第1回実行委員会（Web）

月 日：6月23日（月）

出席者：西村東北地方整備局長ほか

内 容：①実行委員会設立会：実行委員会規約（案）について ②第1回実行委員会：ゆきみらい2026 in 大館事業内容（案）について、実行委員会会計処理要領・予算（案）について

北 陸 支 部

■第16回北陸道路舗装会議（当支部協賛）

月 日：6月2日（月）・3日（火）

場 所：ANAクラウンプラザホテル新潟

出席者：和田名誉支部長、穂苅企画部長（参加者合計750名）

内 容：①記念講演「舗装の技術革新は積雪寒冷地から」（北海道科学大学 教授 亀山修一氏） ②パネルディスカッション「道路舗装技術の未来に向けて」（コーディネーター 新潟工科大学 前学長 大川秀雄氏（当支部顧問））

③口頭発表報文73編（2日間） ④ポスターセッション15編

■路面消・融雪施設等設計要領改訂 事務局打合せ

月 日：6月3日（火）

場 所：興和ビル5F会議室

出席者：編集委員会事務局4名

内 容：①第2回幹事会の開催案内について ②幹事会の進行について ③幹事会の資料について

■北陸地方建設技術報告・広報委員会「令和7年度第1回委員会」

月 日：6月11日（水）

場 所：北陸技術事務所 1F 会議室

出席者：樋口普及部会委員

内 容：①令和7年度「建設技術報告会」実施計画（案）について ②令和7年度「建設技術報告会」予算（案）について ③令和7年度「北陸の建設技術」実施計画（案）について ④令和7年度「北陸の建設技術」予算（案）について

■建設機械施工管理技術検定試験

月 日：6月15日（日）

場 所：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター

受検者：

1級 第一次検定：187名

1級 第二次検定（筆記）45名

2級 第一次検定 共通490名、第1種59名、第2種403名、第3種17名、第4種54名、第5種11名、第6種2名

2級 第二次検定（筆記）：213名

■けんせつフェア北陸2025 in 新潟「第2回実行委員会」

月 日：6月16日（月）

場 所：北陸地方整備局 4F 会議室

出席者：宮島広報委員長

内 容：①けんせつフェア北陸2025 in 新潟 出展者募集結果について ②けんせつフェア北陸2025 in 新潟 実施計画（案）について ③けんせつフェア北陸2025 in 新潟 会場配置計画（案）について ④けんせつフェア北陸2025 in 新潟 予算計画修正（案）について

■建設機械整備技術委員会 整備局打合せ

月 日：6月17日（火）

場 所：北陸地方整備局 1F 会議室

出席者：支部 水澤委員長ほか2名、整備局施工企画課2名

内 容：①R7建設機械整備技術委員会の取り組みについて ②北陸地方整備局との調整事項について ③除雪機械整備実態調査のとりまとめ方針について

■路面消・融雪施設等設計要領改訂 幹事長打合せ

月 日：6月23日（月）

場 所：興和ビル5F会議室+Web

出席者：上村幹事長ほか4名

内 容：①第2回幹事会の議事進行について ②幹事会審議のポイントについて

■路面消・融雪施設等設計要領改訂「第2回幹事会」

月 日：6月25日（水）

場 所：アートホテル新潟駅前+Web

出席者：上村幹事長ほか37名（幹事会、作業部会、事務局等）

内 容：①〔設計編〕改訂一次案について ②〔施工編〕改訂一次案について ③意見照会および今後のスケジュールについて

中 部 支 部

■広報部会

月 日：6月2日（月）

出席者：森山浩司ほか7名

議 題：令和7年度の部会活動及び「中部支部ニュース」第44号について

■建設ICT出前授業

月 日：6月4日（水）

場 所：岐阜工業高等専門学校

受講者：環境都市工学科5年生44名

講 師：（株）シーティーエス甲信営業部長 中山俊彦氏

■建設機械施工管理技術検定学科試験

月 日：6月15日（日）
場 所：愛知学院大学日進キャンパス
受験者：1級325名、2級785名

■建設 ICT 出前授業

月 日：6月17日（火）
場 所：中部インフラ DX センター（中部技術事務所構内）
受講者：名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科4年生40名
講 師：(株)シーティーエス甲信営業部長 中山俊彦氏

■建設 ICT 出前授業

月 日：6月23日（月）
場 所：駿府学園（静岡県静岡市）
参加者：少年院在住者11名
講 師：(株)シーティーエス甲信営業部長 中山俊彦氏

■建設 ICT 出前授業

月 日：6月25日（水）
場 所：名古屋市立鳥羽見小学校
受講者：5年生45名
講 師：コマツカスタマーサポート(株)中部カンパニー営業部担当部長 遠藤真昭氏ほか3名

■建設機械整備技能検定実技試験

月 日：6月30日（月）～7月3日（木）
場 所：愛知県三河高等技術専門校
受験者：1級44名、2級144名

関 西 支 部



■令和7年度第1回広報部会

月 日：6月4日（水）
場 所：関西支部
出席者：木村泰男広報部会長以下5名
議 題：①「JCMA 関西」第123号について ②確認事項

■令和7年度建設機械施工技術管理技術検定試験監督者打合せ

月 日：6月10日（火）
場 所：クレオ大阪西
議 題：①試験監督要領について ②その他留意事項

■令和7年度建設機械施工技術管理技術検定試験

月 日：6月15日（日）
場 所：大阪電気通信大学寝屋川キャンパス

受検者：

1級（一次327名、二次（筆記）86名）
2級（一次（共通）595名、一次（種別）1種32名、2種538名、3種3名、4種25名、5種6名、6種12名、二次（筆記）291名）

中 国 支 部



■令和7年度建設機械施工管理技術検定試験 試験監督者事前打合せ

月 日：6月3日（火）・5日（木）
場 所：広島市内
出席者：合計28名
内 容：実施要領・監督要領についての打合せ

■令和7年度建設機械施工管理技術検定試験 第一次検定・第二次検定（筆記）

月 日：6月15日（日）
場 所：広島工業大学

受検者：

1級 第一次検定118名、第二次検定（筆記）30名
2級 第一次検定317名、第二次検定（筆記）123名

■第1回開発普及部会

月 日：6月23日（月）
場 所：Web会議
出席者：松本治男部会長ほか7名
議 題：①令和7年度の取り組みについて ②その他懸案事項

■第1回広報部会

月 日：6月23日（月）
場 所：Web会議
出席者：藤原浩幸部会長ほか5名
議 題：広報誌（CMnavi）70号の編集と71号の編成について

四 国 支 部



■共催事業「ドローン操作訓練」

月 日：6月3日（火）
場 所：国営讃岐まんのう公園（多目的広場）
共催者：（一社）建設コンサルタンツ協会 四国支部、（一社）四国クリエイト協会、（一社）日本建設機械施工協会 四国支部、（一社）日本補償コンサルタント協会 四国支部、(株)建設マネジ

メント四国

参加者：共催団体から8社46名、ドローン17機
内 容：公園休園日を利用して、災害発生時に迅速に対応するため、各社所有のドローンを用いて訓練を実施

■「ジオスペーシャルフェア2025」

月 日：6月3日（火）
場 所：サンメッセ香川（高松市）
参加者：200名
主催者：JCMA 四国支部、(株)ニコントリプル

協 賛：四国測機販売(株)、(株)TSC
内 容：①ICT施工及びインフラDXの普及促進について ②クラウドを利用したデジタル変革に向けて ③建設現場を変える最新デジタルソリューション ④適材適所・適所適材、LiDAR SLAMのすゝめ ⑤Trimble GNSSと『測地成果2024』

■令和7年度建設機械施工管理技術検定一次検定・二次検定【筆記】試験

月 日：6月15日（日）
場 所：英明高等学校（高松市）
受検者：1級151名、2級536名 計687名

九 州 支 部



■令和7年度建設機械施工管理技術検定試験

月 日：6月15日（日）
場 所：1級（福岡市）福岡ファッションビル、2級（北九州市）豊国学園高等学校
概 要：第1次検定、第2次検定（筆記）

■企画委員会

月 日：6月18日（水）
場 所：宝ビル1106会議室
出席者：原尻企画委員長ほか8名
議 題：①令和7年度九州支部主要行事予定について ②令和7年度第1回運営委員会・第14回通常総会議事録 ③令和7年度JCMA九州支部災害対策支援支部登録について ④令和7年度建設機械施工管理技術検定試験について ⑤今後のJCMA主催の『技術講習会』開催に向けて ⑥その他意見

編集後記

我が国のインフラは高度成長期に整備され、建設から50年以上が経過しました。その結果、老朽化が急速に進行しており、維持管理や更新の重要性がますます高まっています。令和7年1月28日、埼玉県八潮市で発生した道路陥没事故では、トラック運転手が車両ごと陥没箇所へ落下し、5月2日に死亡が確認されました。この事故を受け、今後予測される下水道等の劣化を踏まえ、類似事故の未然防止に向けて、大規模な下水道の点検手法の見直しや、地下管路の施設管理のあり方について検討が進められています。

一方で、地下管路以外のインフラの維持管理を巡る情勢も依然として厳しく、建設労働者の不足が大きな課題となっています。このため、作業の省人化や効率的な推進を図る施策と研究開発が急務となっています。

巻頭言では、日本大学の森田先生に「インフラ再構築」と題してご寄稿いただきました。先生は、人口減少による選択と集中、新技術を積極的に活用した予防保全、各自治体間のインフラ運営体制、維持管理技術の伝承について述べられています。そして、「インフラはいつか壊れて機能を失うものである。」という言葉

葉で、将来のインフラ運営体制の道筋を示し、戦略的な視点を構築すべきとのご提言をいただきました。

また、行政情報として、道路陥没事故を踏まえた「下水道等」に起因する大規模な道路陥没事故を踏まえた対策検討委員会」の設置や、一次、二次提言の紹介がありました。さらに、地域インフラ群再生戦略マネジメント実施検討会の活動や、農業水利システムにおけるストックマネジメントの取組みについても取り上げられています。

特集報文では、下水道管路の損傷をAIで検出する技術や、地下既設埋設物の3次元デジタルデータの提供、埋設ガス導管の効率的な漏えい検査、衛星データを活用した漏水リスク評価管理など、地下管路の管理に関する最新技術を紹介しています。また、ドローンによるダムの遠隔点検、高速道路の床版取替工事、山岳トンネルの覆工再生工事、港湾構造物の点検・維持管理手法なども取り上げています。

今号で紹介した様々な最新技術が、日本の社会インフラメンテナンスの一助となることを願っています。

最後に、お忙しい中、急なご依頼にも関わらずご執筆いただいた皆様、編集にご尽力いただきました皆様に改めて感謝申し上げます。

(松本・大竹)

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(株)

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	(独)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(株)
田村 憲	大成建設(株)
岡田 雄大	清水建設(株)
桐山 茂雄	(株)大林組
鈴木 秀之	(株)竹中工務店
小林 茂樹	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
加取 新	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
那須野陽平	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
丑久保吾郎	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	日立建機(株)
丹治 雅人	コベルコ建機(株)
漆戸 秀行	住友建機(株)
大竹 博文	(株)加藤製作所
田島 良一	古河ロックドリル(株)
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

9月号「安全対策・労働災害防止特集」予告

・建設施工の自動化の取組と安全ルール等 ・山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策 ・生成AI技術で安全管理を支援する「安全支援アプリ」を提供開始 ・建設現場の安全品質向上を目的とする生成AI活用 ・動画と静止画によるハイブリッド遠隔コミュニケーションシステム ・ドリルジャンボを用いた湧水圧測定技術「T-DrillPacker Jumbo」を開発 ・クレーン作業による災害を未然に防止する次世代運転システム (ORCISM™) の取組みと活用 ・VRで実際に起こったクレーン事故を体験できる「リアルな操縦+危険体験」による効果的なVRトレーニング ・ホイールローダの安全性向上に寄与する運転支援システム ・AIを取り入れた軌道装置接近警報システムの開発 ・新型ラフテレーンクレーン ・鋼製支保工建込ロボット ROBOARCH による切羽作業の遠隔化

【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8号 (2025年8月号) (通巻906号)

Vol. 77 No. 8 August 2025

2025 (令和7) 年8月20日印刷

2025 (令和7) 年8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 静岡県富士市大淵 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
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

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

E-mail : san-mich@zam.att.ne.jp 担当 : 田中

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!
静音発電機マリーエ



50Hz-7m
43dB

DCA-25MZ

溶接機

最大溶接電流500A&インバータ制御
炭酸ガスエンジン溶接機



溶接電流 **500A**
(炭酸ガス/カウジング/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
東北営業所第1課 019(647)4611
東北営業所第2課 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570

東京支店 03(6861)1122
横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231

大阪支店 06(6448)7131
広島営業所 082(278)3350
高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

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

仕 様

杭 径 最大 $\phi 2500\text{mm}$

杭重量 最大 90ton

開 閉 油圧駆動

前後スライド範囲 $\pm 900\text{mm}$ 油圧駆動

左右スライド範囲 $\pm 1000\text{mm}$ 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、導柵治具、リーダー付



洋上風力発電ジャケット基礎杭工事



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さ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：

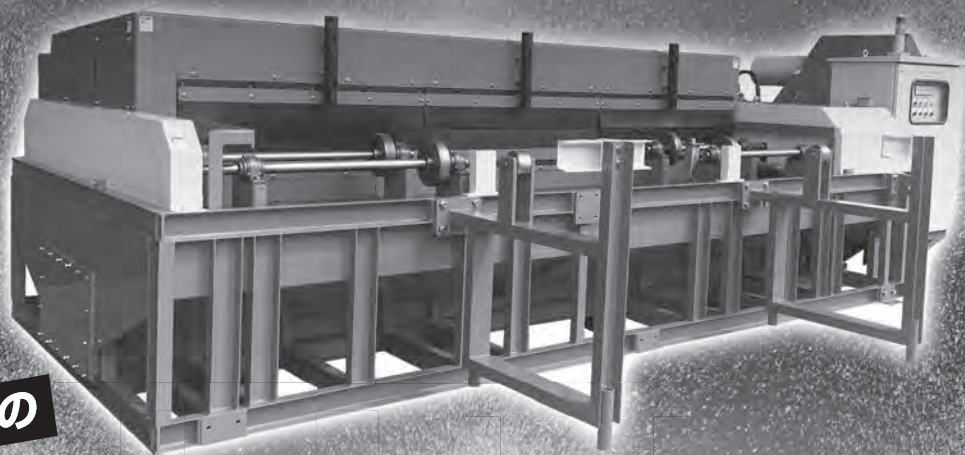
電 話： F A X：

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

敷鉄板洗浄装置 CPW 型



敷鉄板の

**洗浄作業の効率化・負担軽減
作業員の安全確保に貢献！**



01
POINT

自動洗浄で省人化。人手不足の
解消と作業現場の効率化に貢献！

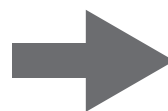
02
POINT

高圧洗浄機の作業をなくし
作業員の負担を大幅に軽減！

03
POINT

洗浄時のクレーン作業など危険を伴う作業を減らし、
事故や怪我などのリスクを低減。作業員の安全を確保！

製品の詳細は動画でご覧ください



株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

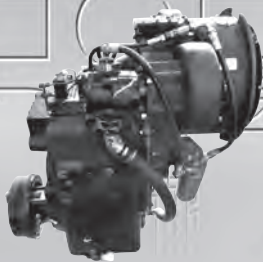
北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 北陸支店：TEL.(076)268-2761 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(028)613-1520 中部支店：TEL.(052)361-3000 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

各種トランスミッション整備で相談に応じます。



建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応

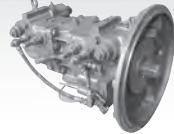


建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



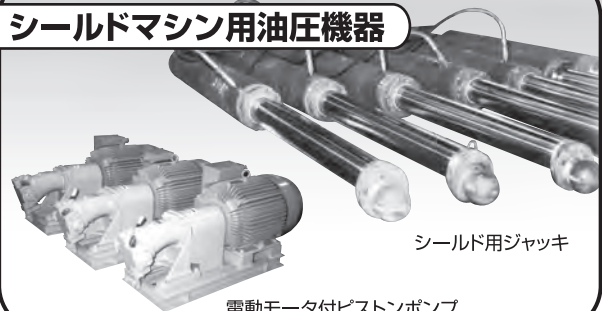
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性の由縁です。



MH-R220は従来の油圧ドライブ型油圧機器試験機に比べ、インバータ制御電動モーター駆動、及びエネルギー回生回路の採用により大幅な消費電力量の削減を実現しました。大型油圧ポンプの試験も可能です。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京工場 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:n-service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

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

Mikasa 

<http://www.mikasa.jp>

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

タンピングランマー

MT-55H



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樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

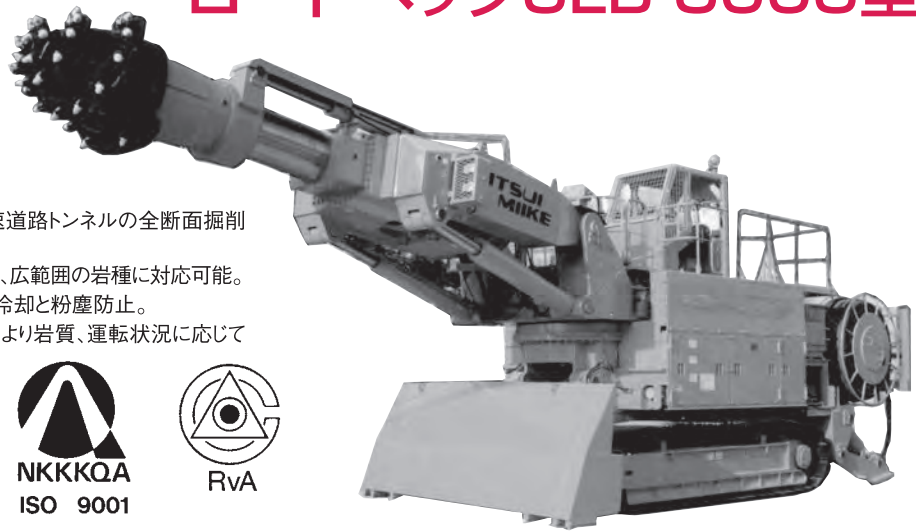
大阪支店 TEL:06-6745-9631	北関東営業所 TEL:0276-74-6452	中国営業所 TEL:082-875-8561	沖縄出張所 TEL:080-1013-9328
札幌営業所 TEL:011-892-6920	長野出張所 TEL:080-1059-2116	四国出張所 TEL:087-868-5111	
仙台営業所 TEL:022-238-1521	中部営業所 TEL:052-504-3434	九州営業所 TEL:092-431-5523	
新潟出張所 TEL:080-1049-0634	金沢出張所 TEL:080-1013-9542	南九州出張所 TEL:080-1013-9547	

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对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对掘削が可能。
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。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

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

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

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

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性能・高性能
ダイワテレコン810

用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON
大和機工株式会社

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



SiteOrchestration

現場を変える。未来を作る。



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 03435-8



4910034350858
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)