

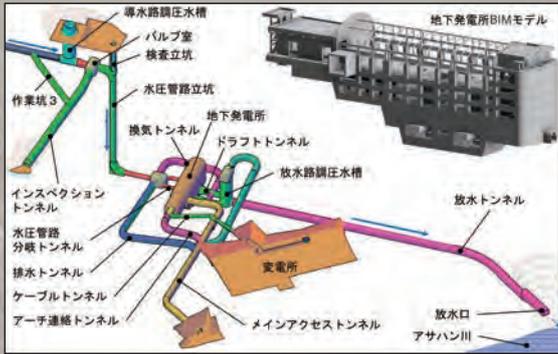
一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2023

建設機械施工 10

Vol.75 No.10 October 2023 (通巻884号)

特集 海外



コロナ禍を乗り越え、北スマトラに全長10 km におよぶ水力発電所を建設

巻頭言 建設業の国際化に向けた2つの課題

特集技術報文

- シンガポール・クロスアイランド線ブンゴル分岐線 (P103 工区) 工事
- コロナ禍を乗り越え、北スマトラに全長10 kmにおよぶ水力発電所を建設
- ウクライナ危機直後の海外工事経験記録
- インドネシア・パティンバン新港開発事業
- 自治体SDGs モニタリングツール 他

行政情報

交流のひろば

まいそら

- 我が国のインフラ海外展開の取組
- 国土交通省インフラシステム海外展開行動計画 (令和5年版) の策定
- 知を深め 技を磨き 世界に羽ばたく
- 郷土史に埋もれた秘匿基地
- 車は買わない・借りる時代に?

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

Performance  Design

新型 ミニ

SK45SR SK55SR

ミニショベルがモデルチェンジ

2023年4月順次登場

特設サイトは
こちら

iNDr+E



コベルコ建機株式会社

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

www.kobelco-kenki.co.jp

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

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

★個人会員の特典

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

この機会に是非ご入会下さい!!

◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

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

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円(不課税)

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

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

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

令和5年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催のご案内

◇会 期：令和5年11月29日(水)～11月30日(木) (2日間)

◇会 場：機械振興会館 研修一、2号室、B3-2会議室、B2ホール
(東京都港区芝公園3-5-8)

※ 会場に参加できない方はZOOMでの参加が可能です。

◇主 催：一般社団法人 日本建設機械施工協会

◇後 援：国土交通省、経済産業省、(国研)土木研究所(予定、順不同)

◇趣 旨：本協会では、昭和50年より建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に、日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催して参りました。協会といたしましては、建設施工と建設機械分野の産学官の専門家相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供できればと願っておりますので、ご多忙中とは存じますが、是非ご参加いただきますようご案内申し上げます。

◇内 容

○特別講演(予定)： 11月29日(水) 於：B2ホール

テーマ：未定

○パネルディスカッション(予定)： 11月30日(水) 於：B2ホール

テーマ：未定

○発 表：論文 42編

ポスターセッション 15編

◇参加費：無料(ただし、事前申込みが必須です。)

◇参加申込：協会ホームページからWEB申込みをお願いします。(10月下旬に掲載予定)

※ 会場参加者には、論文集・梗概集を配布します。また、ZOOM参加者のために事前に論文集・梗概集をHPIに掲載します。

問合せ先：一般社団法人日本建設機械施工協会 シンポジウム実行委員会事務局(水口、佐々木)

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8機械振興会館

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

(一社) 日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和5年10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	R5年10月	道路除雪施工の手引 (第17版)	4,950	3,960	770
2	R5年5月	橋梁架設工事の積算 令和5年度版	12,100	10,285	990
3	R5年5月	令和5年度版 建設機械等損料表	9,680	8,228	770
4	R4年5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和4年度版	6,600	5,610	770
5	R4年5月	よくわかる建設機械と損料 2022	6,600	5,610	770
6	R4年3月	日本建設機械要覧 2022年版	53,900	45,100	990
7	R3年1月	情報化施工の基礎 ~i-Constructionの普及に向けて~	2,200	1,870	770
8	H30年8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	770
9	H29年4月	ICTを活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,122	770
10	H26年3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	770
11	H25年6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	770
12	H23年4月	建設機械施工ハンドブック (改訂4版)	6,600	5,610	770
13	H22年9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300	2,970	770
14	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
15	H22年7月	情報化施工の実務	2,200	1,870	770
16	H21年11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,178	770
17	H20年6月	写真でたどる建設機械 200年	3,080	2,618	770
18	H19年12月	除雪機械技術ハンドブック	3,300	2,970	770
19	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
20	H17年9月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,100	990	770
21	H16年12月	除雪・防雪ハンドブック (除雪編)【CD-R】	5,500	4,950	770
22	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
23	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
24	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
25	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
26	H15年6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550	495	770
27	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
28	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
29	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
30	H11年5月	建設機械化の50年	4,400	3,960	770
31	H11年4月	建設機械図鑑	2,750	2,475	770
32	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
33	H9年5月	建設機械用語集	2,200	1,980	770
34	H6年8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,470	7,623	770
35	H6年4月	建設作業振動対策マニュアル	6,380	5,742	770
36	H3年4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,450	9,405	770
37	S60年1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック【CD-R】	6,600	5,940	770
38		建設機械履歴簿	440	396	770
39	毎月25日	建設機械施工	880	792	770
			定期購読料 年12冊 10,032円 (税・送料込)		

購入を希望される場合、当協会 HP <https://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

海外

巻頭言

4 建設業の国際化に向けた2つの課題

伊達 重之 東海大学 建築都市学部土木工学科 教授

行政情報

5 我が国のインフラ海外展開の取組

インフラシステム海外展開戦略2025の2023年追補

工藤 拓也 内閣官房副長官補付(経協インフラ担当) 参事官補佐

11 国土交通省インフラシステム海外展開行動計画(令和5年版)の策定

「我が国企業による受注を目指す主要プロジェクト」93プロジェクト指定

馬籠 恭平 国土交通省 総合政策局 海外プロジェクト推進課 国際協力係長

特集技術報文

16 シンガポール・クロスアイランド線ブンゴル分岐線(P103工区)工事

湯上 繁信 大成建設(株) 国際支店 シンガポール・クロスアイランド線 ブンゴル分岐線(103工区)工事 作業所長

23 コロナ禍を乗り越え、北スマトラに全長10kmにおよぶ水力発電所を建設

アサハン第3水力発電所 Lot I 土建工事

高岡 秀明 清水建設(株) 土木国際支店土木部アサハン第3水力発電建設所 工事長

30 ウクライナ危機直後の海外工事経験記録

新ダイルート堰群建設事業

嘉門 淳 大日本土木(株) 海外支店・土木部 作業所長

34 インドネシア・パティンバン新港開発事業

第1期開発事業 パッケージ1・ターミナル建設工事

野元 義一 五洋建設(株) 名古屋支店 プロジェクト部 プロジェクトグループ長

40 米国におけるTRD工法による大規模堤防漏水対策適用事例

勝倉 茂 (株)KGフローテクノ 営業部 特機課 副部長

46 世界の主要建機メーカーの動向

岡本 直樹 建設機械史研究者

55 海外におけるBIM活用プロジェクトと建設DXのご紹介

木村 博之 (株)ニコン・トリンプル ジオスペーシャル事業部 マーケティング部 マーケティング課 マネージャー

62 自治体SDGsモニタリングツール

情報収集からモニタリング・評価、そして可視化と情報発信へ

遠藤 和重 国際連合地域開発センター 所長、中部SDGs広域プラットフォーム副会長

浦上 奈々 国際連合地域開発センター 研究員

交流のひろば

71 知を深め 技を磨き 世界に羽ばたく

森山 浩光 森山獣医師・技術士事務所 代表 獣医師、技術士(農業)、博士(農学)

ずいそう

78 郷土史に埋もれた秘匿基地

岩本 英司 日刊建設工業新聞社企画・制作局企画部長

81 車は買わない・借りる時代に?

山下 耕治 コベルコ建機(株) 技術開発本部 本部長、広島大学 客員教授

部会報告	82	岐阜工業(株) 木曾屋工場・関鍛冶伝承館見学会 報告 機械部会 コンクリート機械技術委員会
	85	ISO/TC 127 (土工機械) (親委員会及び各分科委員会) 傘下の作業グループ 2023 年 7 月東京国際 WG 会議報告 標準部会
CMI 報告	89	小型輪荷重走行試験機を用いた RC 床版の疲労耐久性評価 橋本 雅行 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第二部 副主幹 菊地 新平 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第二部 研究員 松本 政徳 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第二部 技術主幹
	93	新工法紹介 機関誌編集委員会
	98	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	101	建設企業の海外展開 機関誌編集委員会
	104	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
	105	行事一覧 (2023 年 8 月)
	108	編集後記 (宇野・京免)

◇表紙写真説明◇

コロナ禍を乗り越え、北スマトラに全長 10km におよぶ水力発電所を建設
～アサハン第 3 水力発電所 Lot I 土工工事～
写真提供：清水建設(株)

インドネシア北スマトラに、全長 10km におよぶ水力発電所を建設。地下発電所の掘削完了状況の写真、水力発電所（地下発電所および周辺トンネル）の鳥瞰図を示す。地下発電所は高さ 39m、幅 22m、長さ 107m で、弾頭型の断面を概ね 1 年で掘削を完了させた。総掘削量は 6.1 万 m³、最大断面積は 788 m² である。

2023 年(令和 5 年)10 月号 PR 目次
【ア】朝日音響(株)……………後付 1
【カ】コベルコ建機(株)……………表紙 2

【サ】サイテックジャパン(株)……………表紙 4
【タ】デンヨー(株)……………後付 6
大和機工(株)……………表紙 3

【マ】マルマテクニカ(株)……………後付 4
三笠産業(株)……………後付 5
(株)三井三池製作所……………表紙 3

【ヤ】吉永機械(株)……………後付 2

巻頭言

建設業の国際化に向けた2つの課題

伊達重之



「日本の常識は世界の非常識」。本誌を愛読されている読者諸兄も一度はこんな言葉を聞いたことがあると推察する。実は小生、過去に建設プロジェクトにおけるコンクリート工事責任者として1年ほどアフリカに赴任した経験がある。日本の技術者の場合、着任前に工事の全体概要や担当業務内容、Job Spec.等の確認を綿密に行い、現地に到着後は現場視察やプロジェクトの進捗状況の把握に着手するのが一般的である。が、海外の技術者は着任後まず初めに自分の雇用契約（勤務時間や休暇、諸手当など）の確認および追加の要求などに腐心する。それに対して、我々国内組は、会社から行けと言われてればどこへでも赴任し、処遇等は「会社規定どおり」となるため、労働条件云々など言おうものなら、「まず仕事のことを考えろ？」と一蹴されるのが当たり前である。若い小生が彼らとの初顔合わせの業務打ち合わせに臨んだ際、開口一番、このような話をされたのはカルチャーショックであった。海外において海外の技術者や作業員と仕事をする場合、日本の常識を押し付けてはうまく行かないと痛感した経験であった。

日本の建設関連技術は国際的にも高く評価されている。しかしながら、海外における建設工事は現地事情に鑑みた合理的な技術提案が不可欠であり、必ずしもエクセレントな技術が求められるわけではない。日本基準の品質で入札に臨めば、中国や韓国などの外国企業が受注することとなる。彼らは日系企業よりもはるかに安い額で応札することが多い。日本企業が海外展開を強化する上では、現地の事情に精通した技術者が必要なのは論を待たない。

建設工事の海外進出におけるもう一つの課題が、「英語力」である。前述のとおり我が国の優秀な土木技術者は技術力では諸外国に引けを取らないが、英語力では決して褒められたものではない。海外の学位取得者はほぼ例外なく英語が話せるが、わが国では「博士」

のタイトルを名刺に刷り込んでいても片言程度の英語しか話せない人が多いと感じる（あくまで個人の主観である）。したがって“技術力はあるが交渉力がない”のが最大の弱点である。中学高校大学と10年近く学んでも英語でビジネス会話ができる人は理系においてはほんの一握りであろう。工学系の大学では英語すらまともに話せない学生に第二外国語を課すところも多い。現役の教員が言うのも憚られるが、もう少し実践的な英語教育にシフトすることが望ましいと考える（かさねて、個人の主観である）。

近年、様々な大学が国際的な技術者教育を標榜し、様々なInternational Programの採用・導入を検討・実践されていると聞き及んでいる。小生が勤務する東海大学と提携関係にあるタイのKing Mongkut's Institute of Technology Ladkrabangでは、コースとして国際過程を設けている。授業料は一般過程の学生に較べて数倍と高額であるが、講義はすべて英語で行われ、様々な国際的なインターンシップや充実した教育施設の利用によって国際的な人材を育成する試みが始められている。

一方、大学が気にする学外の機関による「大学評価・ランキング」では、英語による授業数や留学生の割合なども評価対象であるため、それに向けた取り組み、教員、学生の交換留学や海外の大学とのジョイントセミナーなども始められている。少しずつではあるが、国際的な人材育成の必要性が認識され始めている。

アジアパシフィック諸国の建設需要は当面衰えることは無いと推察される。我が国の新設インフラ需要の先細りを鑑みるとインフラ輸出は建設業の当面の重要課題といえる。日本の建設業の海外進出に向けて、海外の建設業の現況と語学力に明るい人材を輩出することは、大学としてもハードルが高いが優先して取り組むべき重要テーマと考える。

——だて しげゆき 東海大学 建築都市学部土木工学科 教授——

行政情報

我が国のインフラ海外展開の取組

インフラシステム海外展開戦略 2025 の 2023 年追補

工藤 拓也

政府では、2025年のインフラシステム受注「34兆円」を目標に掲げた「インフラシステム海外展開戦略2025」を推進している。一方で、近年では、インフラ海外展開を取り巻く環境変化に対応するため、デジタル技術の活用等や、現地パートナーやスタートアップとの連携、相手国ニーズに応じた提案型アプローチが求められている。こうした取組や、国内外での人への投資を進め、バリューチェーンを俯瞰した総合的な提案につながる施策を実施するべく、2023年6月、経協インフラ戦略会議において同戦略を追補した。

キーワード：インフラ海外展開、DX、脱炭素、FOIP、官民連携

1. はじめに

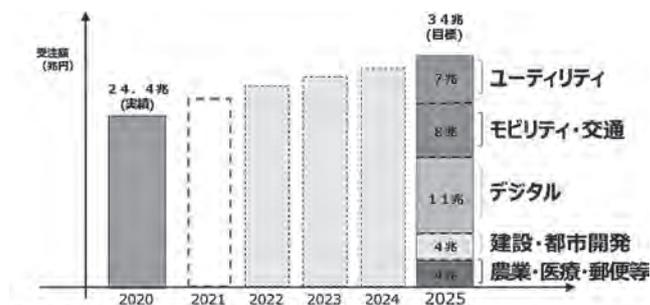
新興国を中心とした世界のインフラ需要は膨大であり、急速な都市化と経済成長により、今後の更なる市場の拡大が見込まれる。民間投資を喚起し持続的な成長を生み出すための我が国の成長戦略・国際展開戦略の一環として、日本の「強みのある技術・ノウハウ」を最大限に生かし、世界の膨大なインフラ需要を積極的に取り込むことにより、我が国の力強い経済成長につなげるため、2013年3月に内閣官房長官を議長とする経協インフラ戦略会議を設置し、同年5月に2020年のインフラシステム受注額30兆円を目標に掲げた「インフラシステム輸出戦略」を決定した。同会議はこれまでに計56回開催され、政府の戦略のフォローアップや改訂、また、メコン地域等の個別地域や、鉄道や防災等の分野をテーマについて議論している（写真—1）。



写真—1 第56回経協インフラ戦略会議

インフラシステム受注は、2020年に約30兆円の受注を獲得するとの目標に対し、2019年に約27兆円を記録するなど増加基調であったものの、新型コロナウイルス感染拡大の影響もあり、2020年は約24兆円となった（図—1）。他方でこの戦略の策定以降、競合企業のみならず台頭する新興国企業との競争の激化や2015年に国連のSDGsやパリ協定、仙台防災枠組みが制定されるなど、国際社会が直面する地球規模課題に対して取組を強化することが求められてきたこと、また、国際情勢の複雑化といった情勢変化を踏まえ、2021年以降のインフラ海外展開の方向性を示すため、従来のインフラシステム輸出戦略を抜本的に見直し、インフラ市場をめぐる急速な環境変化を踏まえ、2019年12月に以下の3本柱と2025年のインフラ受注額34兆円を目標に掲げた「インフラシステム海外展開戦略2025」（以下、「本戦略」）を策定した。

①カーボンニュートラル、デジタル変革への対応等を通じた、産業競争力の向上による経済成長の実現



注：2020年は、「インフラシステム輸出戦略」に基づく受注実績。2021年から海外現地法人売上の計測等を精緻化するなど集計方法を変更、本年6月頃集計開始予定。

図—1 インフラシステム受注実績

②展開国の社会課題解決・SDGs 達成への貢献

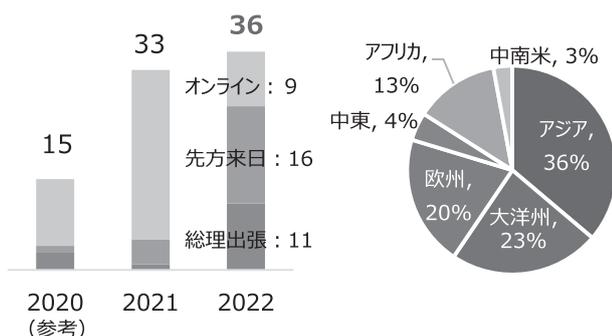
③質の高いインフラの海外展開を通じた「自由で開かれたインド太平洋」の実現等の外交課題への対応

インフラシステム輸出戦略では、インフラシステム受注を成果目標（効果 KPI）に加えて、総理・閣僚等によるトップセールス件数も目標としていた。本戦略では、昨今のインフラ海外展開の事情として、競合国との差別化のために、デジタル化の進展などへの対応に向けた受注前の提案力強化や受注後のインフラシステムへの継続的関与の重要性が一層高まっている。更に、インフラ事業は成果が出るまでに時間を要することから、競争力向上のためには質の高いインフラや現地との協創の推進に向けた人材育成が重要である。このことを踏まえ、効果 KPI の達成に向けて、計画的な取組を進めるための具体的な数値目標を含む行動 KPI を多層的、多面的に設定した。なお、効果 KPI の一例として、総理トップセールスは 2022 年に 36 回となっており、目標を大きく上回っている（図—2）。これ以外の行動 KPI については経協インフラ戦略会議のホームページにおいて公表している。

本戦略策定以降も、KPI の測定によるフォローアップやポストコロナを踏まえた情勢変化などを踏まえ毎年追補を行っている。本稿では、本年 6 月に開催した第 56 回経協インフラ戦略会議にて決定した、本戦略追補及び分野別アクションプランの概要について紹介する。

2. 本戦略の 2023 年追補の概要

本戦略における 3 本の目的実現のために、インフラ海外展開を取り巻く環境変化を踏まえ、DX・GX を通じた変革への対応を強化するとともに、現下の国際情勢の複雑化等に伴う経済安全保障の要請も念頭に置きつつ、相手国等との共創により社会課題を解決する質の高いインフラ海外展開を更に推進すべく、次に示す具体的施策の柱に沿って官民連携した取組を更に強



図—2 行動 KPI (総理トップセールス)

化していくこととし、特に以下 3 つを重点戦略の 3 本柱とした。

- ① DX 等新たな時代の変革への対応の強化
- ② 脱炭素社会に向けたトランジションの加速
- ③ 「自由で開かれたインド太平洋」(FOIP) を踏まえたパートナーシップの促進
加えて、新たなニーズに対応した展開手法の多様化として、次の 3 本柱を掲げた。
- ④ コアとなる技術・価値の確保
- ⑤ 売り切りから継続的関与への多様化の促進
- ⑥ 質高インフラに向けた官民連携の推進
以降それぞれの具体的施策について説明するとともに、具体的な取組を例示する。

(1) DX 等新たな時代の変革への対応の強化

昨今の社会経済情勢の変化が、インフラ海外展開の環境にも大きな影響を及ぼしている中、デジタル技術等も積極的に取り入れつつ、新たな時代の変革に力強く対応していくことが求められている。世界的にはコロナ禍後の新常態における消費ニーズや地政学リスクの高まり等を背景に、デジタル変革を通じたビジネスのプラットフォーム化、パートナーシップの観点からの安定的かつ複線的なサプライチェーンの再構築が進む中、我が国企業の国際競争力強化・企業価値向上につながるインフラ海外展開への支援の在り方も変化していく必要がある。

については、SDGs を始めとする地球規模の社会課題等に対し、途上国・先進国、国内外の企業・投資家も巻き込みつつ、我が国がその解決に向けて中心となって取り組み、価値創造につなげていく必要がある。具体的な取組は以下のとおり。

- ① 海外におけるサプライチェーン等のリスクへの対応力強化
 - ・JBIC 法改正を通じた日本企業のサプライチェーンの強靱化支援 (2023 年 4 月成立)
 - ・NEXI の融資保険の対象事業拡大による本邦企業の資金調達の円滑化 (2023 年省令改正)
 - ・デジタル技術を活用したサプライチェーン高度化の促進
- ② デジタル変革による価値創造と中堅・中小、スタートアップ支援
 - ・公的金融と民間投資の連携等を通じた中堅・中小、スタートアップ支援
 - ・国内海外双方向での事業展開を見据えた先進イノベーション技術への支援
 - ・デジタル技術の特性を踏まえたソフトインフラ等の

海外展開

③国際連携の推進，国際標準への対応と戦略的活用

(2) 脱炭素社会に向けたトランジションの加速

パリ協定の実現に向け，2020年10月に表明した「2050年までに温室効果ガス（GHG）排出を実質ゼロにする，すなわち2050年カーボンニュートラル，脱炭素社会の実現を目指す」との方針の下，再生可能エネルギーや原子力等の既存技術を最大限活用するとともに，水素やアンモニア，二酸化炭素回収・貯留（CCS）等の新たな技術の実現・普及にも産官学を挙げて取り組む。また，こうした排出削減技術の開発・実証にあたって，国内のみならず国際連携の枠組みを通じて海外とも連携していく。特に，アジア各国においても脱炭素に向けた機運が高まる中，アジアの多様かつ現実的な脱炭素化に貢献し，技術標準や国際的なインフラ整備をアジア各国と共に主導する「アジア・ゼロエミッション共同体構想」の実現を目指す。

①脱炭素社会の実現に向けた国際連携の枠組み

- ・アジア・ゼロエミッション共同体構想（AZEC）の実現
- ・市場メカニズムに関する国際連携の拡大（パリ協定6条実施パートナーシップ）
- ・公正なエネルギー移行パートナーシップ（JETP）等の推進

②我が国の脱炭素技術等の海外展開支援

- ・脱炭素社会の実現に向けたトランジション協力
- ・気候変動適応策と緩和策を両立した対策の推進

(3) 「自由で開かれたインド太平洋」を踏まえたパートナーシップの促進

インド太平洋地域における質の高いインフラ整備の推進に向け，我が国の強みを活かし，多様な支援の手法を活用しつつ案件を具体化していく。また，エネルギー・資源安全保障や経済安全保障，海洋安全保障に加え，サイバーセキュリティの観点も踏まえたインフラを守るという観点にも留意する。

インフラ海外展開においては，それぞれの国情に応じたアプローチを重視しつつ，官民一体で取り組み，政府全体として支援していくことが重要である。特に，グローバル・サウスと呼ばれる国々が成長し世界がより多様化している現状を踏まえ，「自由で開かれたインド太平洋」（FOIP）等の下で，法の支配に基づく自由で開かれた国際秩序の維持・強化に取り組む。また，考え方を共有する国や国際機関とも連携しつつ，質の高いインフラの整備を通じ，アジアをはじめ

とする各地域内や地域間の連結性強化を支援し，これら地域の開発を促進することで，対象国の経済的・社会的な基盤強化と平和と安定の確保を進めるとともに，我が国企業のビジネス展開を後押ししていく。

我が国との地理的・歴史的関係の深さ及び日本企業の進出度合，連結性強化を含む相手国のニーズも踏まえた今後の日本企業の進出ポテンシャルを勘案し，FOIPの下でのインフラ海外展開においては，東南アジア，太平洋島嶼国及び南アジアを重点地域とする。

①グローバル・サウスにおける重点地域への取組

- ・日 ASEAN 友好協力 50 周年を見据えた日 ASEAN 連結性イニシアティブの刷新
- ・太平洋島嶼国に対する再生エネルギー導入支援
- ・太平洋島嶼国における有志国連携イベントの開催やビジネス共創促進事業による案件組成
- ・我が国の技術とインドにおける現地企業との連携による 5G（Open RAN）の導入に向けた取組

②絶えず変化する国際環境への迅速・柔軟な対応

- ・カントリーリスク・地政学リスクの高まりに対応した相談窓口の設置・活用
- ・JBIC や JETRO, NEXI 等を通じたウクライナ及び周辺国における日本企業等への支援を推進
- ・JBIC 法改正を通じて，国際金融機関がウクライナの復興等のために行うウクライナの民間セクター向けの貸付けを JBIC による債務保証の対象に追加

③ハード面とソフト面の整備を組み合わせたより質の高い協力

- ・「オファー型協力」を通じた能動的協力による戦略性強化
- ・G20 を通じた質高インフラ投資の実践・促進

④共創による多層的な連結性の強化

3. 展開手法の多様化

(1) コアとなる技術・価値の確保

①重要分野における技術展開の促進

- ・需要が急速に高まりつつあるデータセンター整備・運営への企業参画を後押し（インド・ウズベキスタン等）
- ・交通ソフトインフラ分野において，官民協議会（JAST）の活用等を通じ，スタートアップを含む技術と意欲のある企業の実証・調査・展開を支援

②我が国・相手国双方が必要とする本邦・現地人材の育成・交流

- ・日 ASEAN 友好協力 50 周年を踏まえ，日 ASEAN 若手起業家 100 人ネットワークを構築

- ・高度外国人材の確保・定着のための伴走型支援や、中小企業の海外ビジネス中核人材の育成、インフラ分野におけるグローバル人材の採用・育成支援等を通じ、海外ビジネスの実現・拡大を支援
- ・相手国における O&M 事業の円滑な実施に向けて、O&M を担う質の高い現地人材の育成を支援

(2) 切り売りから継続的関与への多様化の促進

- ① PPP 事業への参画の積極的かつきめ細やかな支援
 - ・トランズアクション・アドバイザー（調達支援）や法制度整備を通じ、我が国企業が強みを有する分野における PPP インフラ整備を最上流から伴走支援（インドネシア廃棄物発電事業等）
 - ・PPP プラットフォーム等の政府間枠組みを活用し、現地社会課題の解決に向けた政府間での議論を基に具体的案件を形成（バングラデシュ）
- ②現地の社会課題を解決する相手国に寄り添った支援
 - ・現地社会課題対応型インフラ・システム海外展開支援事業等を通じ、老朽化インフラの補修・更新、メンテナンス等、日本企業の技術・ノウハウ展開を、相手国に寄り添った形で積極支援
 - ・インフラメンテナンス国民会議・海外市場展開フォーラム等のプラットフォームを通じ、インフラメンテナンス分野における企業の海外展開に資する調査、セミナー・人材育成等を実施
 - ・インフラ整備と我が国に強みのある O&M をパッケージにした具体的案件受注の推進

(3) 質高インフラに向けた官民連携の推進

- ①官民一体となったプラットフォームや政府系機関の活用促進
 - ・JASCA を通じ、スマートシティに係る会員企業技術・ノウハウの紹介や相手国とのマッチング機会を提供
 - ・環境インフラ海外展開プラットフォームや在外公館の環境ビジネス調整担当官を通じ、環境インフラ海外展開に取り組む企業・自治体等を後押し
 - ・相手国政府とのパイプや固有の技術・知見を有する我が国政府系機関による中堅・中小、スタートアップ企業への伴走型支援、現地政府機関等と連携した川上段階からの事業参画機会の創出、公的信用力や技術・知見を活用した事業参入の促進等企業の海外展開支援を積極的に推進
 - ・在外公館インフラアドバイザーによる現地インフラ事業の情報収集及び企業等への情報提供の強化（13 在外公館で実施（2022 年度））

4. 分野別アクションプラン

(1) 策定経緯と継続的取組の必要性

2013 年から 2020 年までを対象としていた「インフラシステム輸出戦略」においては、最終年の受注実績約 30 兆円を目標としていたものの、2020 年は新型コロナウイルスの世界的蔓延の影響が顕在化した影響もあり約 24 兆円にとどまり、2020 年 12 月に決定した本戦略の目標であるインフラシステム受注目標（2025 年「34 兆円」）の達成に向けて、官民一体でのもう一段の取組が求められた。

そこで、2021 年 12 月に経協インフラ戦略会議において、分野別アクションプランを含めた「ポストコロナを見据えた新戦略の着実な推進に向けた取組方針」を決定・公表した。これを踏まえ、以下の内容に従って各省が計画的に取り組むこととした。

- ①関係省庁が集計を行った効果 KPI について、分野別アクションプラン取りまとめ省庁が取りまとめ・把握する
- ②受注・成約に至るまでに、複数年を要する公的支援が行われるプロジェクト（政府プロジェクト）について、ステージごとの進捗状況を把握する
- ③政府プロジェクト以外の民間独自の取組の把握の強化に努める

(2) 重点取組とレビュー

以上の背景なども踏まえ、効果 KPI の達成に向け、戦略中の大区分 5 分野（ユーティリティー、モビリティ・交通、デジタル、建設・都市開発、農業・医療・郵便等）ごとのアクションプランをレビュー・更新し、引き続き複数年にわたる、政府プロジェクトのステージごとの進捗状況を把握し、より具体的かつ計画的に取り組むこととしている。2023 年 6 月期の進捗レビューを図-3、4 に示す。なお、各ステージごとの取組については以下のとおりである。

①調査ステージ

本邦企業は、展開国との政策対話やマスタープランの策定協力、研究・開発支援等を行い、個別案件ごとに各省の F/S 制度を利用するほか、公的支援機関による調査や実証等（商談会を始めとするパートナー探しにつながるマッチング支援等を含む）に対する支援を受けながら、案件形成を進める。この間、政府は F/S 制度による支援を始めとして、本邦企業の事業化につながるよう側面支援する。

②計画ステージ

本邦企業は、調査ステージにおける調査結果等を踏

「分野別アクションプラン」概要 ～2023年6月期進捗レビュー～



図-3 分野別アクションプラン全体概要

「分野別アクションプラン」概要 ～2023年6月期進捗レビュー（案件数）～

	① 調査ステージ案件	② 計画ステージ案件	③ 受注・成約ステージ案件	事業運営案件を含む
(1) ユーティリティ 【AP取組まめ：経済産業省】 (ほか環境、国交、厚労の各省) 7兆円 (推計値)	+ 12 (12⇒24件) ◆インドネシア/JCM CCUS 実現可能性調査事業 ほか	+ 8 (3⇒11件) ◆アジア諸国等/水素サプライチェーン構築に向けた調査事業 ほか	+ 12 (19⇒31件) ◆【豊田通商・Eurus Energy】エジプト/Gulf of Suez 2 陸上風力発電事業(JBIC、NEXI支援) ほか	
(2) モビリティ・交通 【AP取組まめ：国土交通省】 (ほか経産省) 8兆円 (推計値)	+ 5 (1⇒6件) ◆フィリピン/ダルトンバス東代普通道路建設事業 ほか	+ 11 (6⇒17件) ◆カンボジア/シハヌークビル港新コンテナターミナル拡張事業 ほか	+ 9 (26⇒35件) ◆【住友商事・J-TREC】フィリピン/南北通勤鉄道延伸事業 (JICA支援) ほか	
(3) デジタル 【AP取組まめ：総務省】 (ほか経産省、金融庁) 11兆円 (推計値)	- 1 (17⇒16件) ◆インド/5G Open RANの導入に係る調査研究 ほか	+ 4 (5⇒9件) ◆米国/交通信号機を活用した5G及び映像解析アプリケーション ほか	+ 13 (14⇒27件) ◆【豊田通商・NEC等】ウズベキスタン/データセンター等整備事業 (JBIC等支援) ほか	
(4) 建設・都市開発 【AP取組まめ：国土交通省】 (関係府庁は同省のみ) 4兆円 (推計値)	± 0 (4⇒4件) ◆オーストラリア/シドニー新空港周辺開発計画 ほか	- 2 (3⇒1件) ◆インドネシア/バリ海岸保全事業 ほか	+ 5 (20⇒25件) ◆【大林組・JFEエンジニアリング・インドネシア国営企業JVIインドネシア/ジャカルタ下水道整備事業 (JICA支援) ほか	
(5) 農業・医療・郵便等 【AP取組まめ：内閣官房】 (ほか経産、経産、農水、厚労の各省) 4兆円 (推計値)	- 2 (8⇒6件) ◆インド/日本ETVファームの実現により日本企業の進出・定着を調査 ほか	+ 3 (7⇒10件) ◆アフリカ/デジタル等の先進的農業技術の導入支援 ほか	+ 3 (14⇒17件) ◆【ロディ・インターナショナル】タイ/医療機器等の製造・販売事業 (経済産業省支援) ほか	
増減	+ 14件	+ 24件	+ 42件	
登録件数 (2022年6月期 ⇒2023年6月期 比較)	42 ⇒ 56件	24 ⇒ 48件	93 ⇒ 135件	

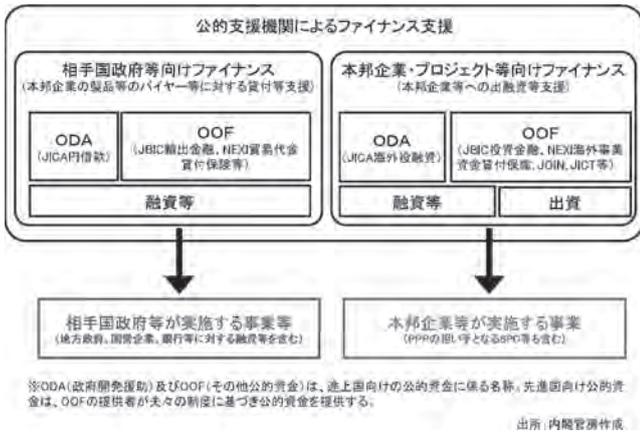
(注) ステージの進捗等に伴い、案件数が減少したステージも存在する。

図-4 分野別アクションプラン（案件数）

まえ、事業化につなげるための具体的な計画を策定し、受注・成約に向けた検討を行う（事業パートナーの特定、資金計画の策定、資金調達アレンジ等）。この間、政府はトップセールス、個別案件における本邦

企業と現地企業とのパートナーシップ構築支援、ファイナンス等の支援を検討する。特にファイナンス等の支援については、民間資金を動員するための各種施策も含め個別案件ごとに検討する。なお、支援先別のファ

イナンス支援のイメージ図は (図—5) のとおり。



図一五 公的支援機関によるファイナンス支援イメージ

③受注・成約ステージ

本邦企業は、必要に応じて公的支援機関による出融資の支援を受け受注・成約に至る。円借款等においては、入札を経て、現地政府側との契約締結をもって受注・成約に至る。この間、政府は、公的支援機関による適切な出融資等を通じた支援を行う。また、本邦企業からの要請に応じ、受注後の運営・保守・維持管理等における本邦企業の支援を行い後続案件の継続的な受注・投資につながるよう努める。案件のトラブル対応等が必要な場合は、本邦企業と相談の上、政府として可能な限り対応する。

5. おわりに

ここまで、2023年6月に決定した本戦略追補と、分野別アクションプランの概要について紹介したが、関係省庁による具体的な取組については経協インフラ戦略会議のHPに掲載している戦略本文を参照いただきたい。

また、インフラ海外展開に関わる各種の支援策については、関係省庁等によって、または、分野ごとに紹介されていることが多い。そのためこれらの情報を一元的に参照できるよう、経協インフラ戦略会議のホームページにおいて、「経協インフラポータル」(図—6)を開設しており、現在54の支援策に加え、15のプラットフォームを掲載している(2023年7月時点)。引き続き、我が国の質の高いインフラの海外展開を更に推進して参りたい。

JICMA

[筆者紹介]
工藤 拓也 (くどう たくや)
内閣官房副長官補付 (経協インフラ担当)
参事官補佐



図一六 経協インフラポータル

行政情報

国土交通省インフラシステム海外展開行動計画(令和5年版)の策定 「我が国企業による受注を目指す主要プロジェクト」93プロジェクト指定

馬 籠 恭 平

令和5年6月8日に開催された第13回国土交通省国際政策推進本部において、「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画(令和5年版)」が決定された。国土交通省インフラシステム海外展開行動計画は、政府全体の戦略を遂行するための国土交通省の指針と取組について取りまとめたもので、政府戦略の追補や社会情勢の変化を踏まえて必要な見直しを行っている。本稿では、令和5年版の行動計画について、背景及び概要を紹介する。

キーワード：インフラシステム海外展開、海外インフラプロジェクト、質の高いインフラ、オファー型協力、O&M、国際標準化

1. はじめに

令和5年6月8日、第13回国土交通省国際政策推進本部が開催され、「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画(令和5年版)」が決定された。これは、先立って令和5年6月1日、内閣官房の第56回経協インフラ戦略会議において決定された「インフラシステム海外展開戦略2025(令和5年6月追補版)」(以下、戦略)を踏まえ、これを具体化し、遂行するための国土交通省の指針と具体策について、策定したものである。

国土交通省インフラシステム海外展開行動計画(以下、行動計画)は、平成28年に初めて策定され、政府戦略の策定や追補等を踏まえたアップデートを毎年行ってきたところであり、国土交通省はこれに沿って各種取組を進めてきた。今回の改定に当たっては、民間企業等の関係者からヒアリングを実施し、我が国企業等の最新の関心や問題意識を踏まえたものとするよう注力した。

2. 令和5年版行動計画の背景

海外における旺盛なインフラ需要を取り込み、我が国経済の成長につなげるため、政府は平成25年5月に「インフラシステム輸出戦略」を策定した。以来、政府は毎年戦略を改訂し、令和2年にはこれを一新して「インフラシステム海外展開戦略」を策定し、こちらも毎年改訂されている。国土交通省は、政府戦略を

遂行するため、建設分野を含む国土交通分野におけるインフラシステムの海外展開に取り組んでいるところであるが、国際的な競争環境の変化という課題に直面している。

まず、我が国企業の相対的な技術的優位性は低下している。我が国は、高度経済成長期、厳しい国土の状況の中で急速にインフラを整備したことで技術力を向上させ、諸外国に比べて優位に立つことができた。しかし、競争相手となる欧州やアジアの競合国に加え、ASEAN等の諸国も経済成長の過程でインフラを整備してきたことで技術力を伸ばしており、我が国の優位性が相対的に低下している。

そして、我が国企業の価格競争力の問題もある。諸外国のインフラ企業は、旺盛なインフラ需要を取り込んだことで大規模化しており、規模の利益を働かせることでインフラを安く提供することができている一方、国外での売上高で比較したとき我が国で1位の建設企業は、世界では20位以下となっているなど、我が国企業は規模の面で劣るため、価格競争力の差を生じさせる要因になっている。

さらに、インフラ海外展開の経験値に課題がある。これまで国内に安定的な需要が存在したことから、我が国のインフラ関連企業は国内を主な市場として事業展開をしてきた。そして、海外での受注案件は主に我が国のODA関連のものであった。

一方、欧米やアジアの企業は、国外での案件受注を積極的に行っており、そうした経験を積む中で案件獲得ノウハウを積み重ね、国際的な競争力を高めてお

り、差をつけられている。さらに、ODA に関しても案件形成が難しくなってきたと言われている。こうして、我が国企業は海外でインフラの受注を行うにあたり、経験を積んだ諸外国の企業との競争にさらされ、以前より厳しい競争環境となっている。

以上の点から、技術的優位性と価格競争力の確保はもちろん必要であるものの、ただ闇雲に海外受注件数を伸ばそうとするのではなく、我が国の強みを生かした海外展開を行う必要がある。こうした課題に加え、近年の国際社会においては、デジタル技術による社会経済構造の変革、カーボンニュートラル実現に向けた国際的な動き、経済安全保障の重要性の高まりといった流れがある。これらを踏まえて、国土交通分野におけるインフラシステム海外展開が、我が国の持続的な経済成長の実現を念頭に置きつつ、相手国の経済発展と課題解決、さらには国際社会の課題解決にも貢献するものとなるよう、行動計画を定めた。

3. 令和5年版行動計画における重点分野の概要

令和5年版の行動計画では、「O&Mの参画推進による継続的関与の強化」「技術と意欲のある企業」の案件形成・支援」「国際標準化の推進と戦略的活用」「デジタル・脱炭素技術の活用」の4分野を重点分野として位置付けるとともに、重点分野の取組を効果的に進める観点から、今後重視すべきアプローチとして、「オ

ファー型協力を資する支援スキームの有機的な連携」「我が国企業による継続的な海外事業参入に向けた支援」を新たに位置付けた(図-1)。

(1) 「O&Mの参画推進による継続的関与の強化」

我が国のハードインフラ整備の技術は高いとはいえ、近年では競合国が増えてきて、価格競争に勝てなくなるなど、ハード整備一本足打法では難しくなっているという現状がある。その一方で、我が国においてはインフラの老朽化に対する危機感を持っており、メンテナンスの課題が浮き彫りになっていて、それに対応するための維持管理の技術を積み重ね、インフラメンテナンスの分野では優位性がある。インフラの老朽化は、我が国だけの問題ではなく、これまで世界中で多くのインフラが整備されてきたが、それらはいずれ老朽化の問題に直面する。相手国の経済的繁栄のためにも、メンテナンスの技術を展開していく必要がある。

また、急速に変化する国際情勢の中で、インド太平洋地域の国々と連帯してFOIP：自由で開かれたインド太平洋を実現するためには、この地域の国々、そしてグローバルサウスと呼ばれる国々と、強固な連結性を持つ必要がある。維持管理や運営事業に参画し、継続的に関与することは、相手国との密接な関係を構築していく上で効果的である。

これらから、O&Mへの参画推進が重点分野に位置付けられた。O&Mの中でも、建設分野のキーとなるのはPPPの取組である。例えば、モンゴルのチンギ

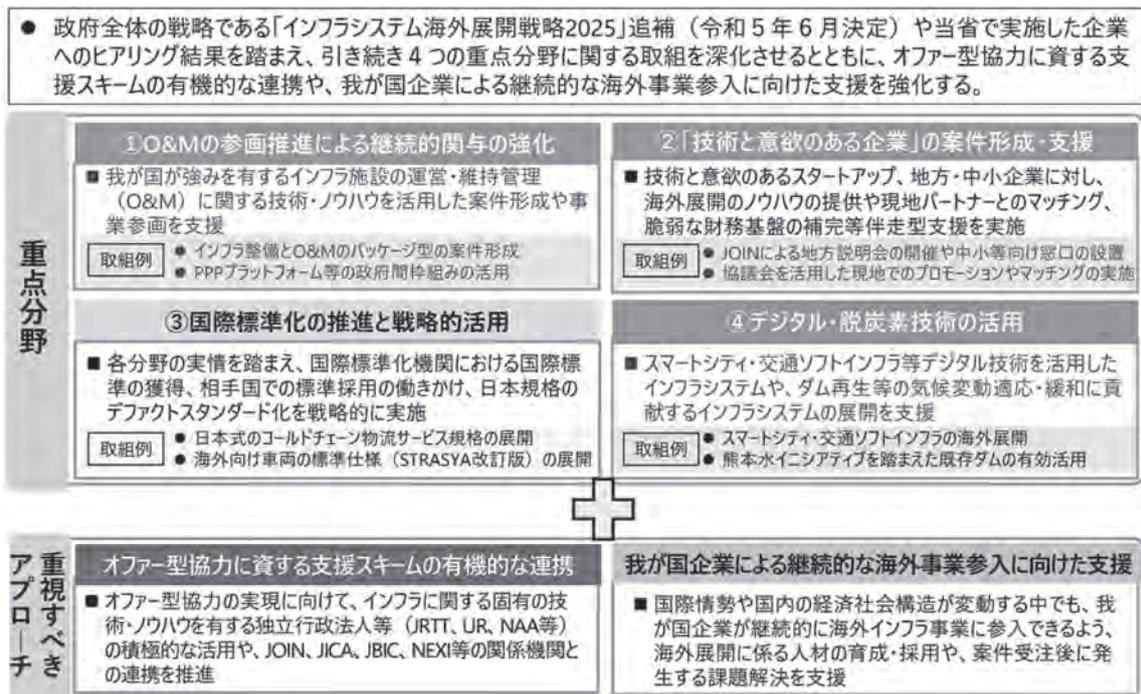


図-1 令和5年版の行動計画の概要

スハーン国際空港においては、施設整備をODAの円借款の活用によって行ったが、この際、開業後の運営に関して、モンゴル国営企業と我が国の企業連合で合弁企業をつくって行うことを相手方との間で確認し、参入に結びつけた。個別のインフラに対して我が国企業が独力で維持管理に参入するというのは難しいことであるから、国土交通省が二国間関係の中で、整備とセットでO&Mを行えるよう、働きかけをしていくということを今後も続けていく。

さらにこうした取組を単体のインフラに限らず、様々な種類のインフラで行えるよう、覚書を結んだ例もある。バングラデシュとの間では、2017年6月に締結した「我が国国土交通省及びバングラデシュ人民共和国PPP庁の間の協力に関する覚書」に基づき、同国のPPP案件について、我が国企業が競争入札を経ずに優先交渉権を獲得することができる枠組みが構築された。これにより、複合交通ターミナル及び周辺開発事業、高速道路事業といった具体の案件形成に向けた動きが進んでいるなどの成果が出ている。

(2) 「技術と意欲のある企業」の案件形成・支援

インフラシステムというと、一昔前は大企業の大きなインフラというような話が多かった一方、最近では、運行管理システムやドローンによるメンテナンスの実施など、スタートアップのような小規模な企業でも参画できるような内容も増えてきている。しかし、そうした企業の参画は財務基盤の脆弱さから進みづらい。そこで政府として、それを支援していく。たとえば、JOINを活用した投資による支援を行ったり、JASMOCCやJASTといった海外展開支援のための官民協議会においてセミナーやビジネスマッチングイベントを行ったりしながら、技術と意欲のある企業の掘り起こしを行う。

(3) 「国際標準化の推進と戦略的活用」

インフラシステムを海外展開するに当たっては、国際標準の取組が重要である。我が国の技術を国際標準として、ISOやIECと言った国際機関等の後ろ盾を得ることができれば、相手国に受け入れやすくなる。

しかし、こうした標準化の面におけるグローバルでの競争は、近年中国・韓国が存在感を増してきており、各国の主導権争いがますます激化している。今後、新たな標準や基準が策定される新分野や我が国が先行している分野など、我が国が優位を取れそうな分野に関しては、戦略的に取り組む必要がある。

このため、

- ①国際標準化機関（ISO、IEC等）における国際標準の獲得、国連機関等での標準化
- ②国際標準となった後、相手国での採用を働きかけ、他国との差別化を確保
- ③国際標準未取得の場合、我が国規格のデファクトスタンダード化

を、在外公館等及び企業等との連携を深め、相手国において行っていく。

(4) デジタル、脱炭素技術の活用

近年、デジタル技術の活用によって生活の利便性を高めるスマートシティについて、我が国国内のみならず世界的に関心が高まってきているため、スマートシティの海外展開を推進していくことの重要性が増している。国土交通省においては、ASEAN地域を中心にスマートシティの海外展開に向けた取組を行っている。

2020年12月に開催した「第2回国土交通省が主催した日ASEANスマートシティ・ネットワーク(ASCN)ハイレベル会合」において、我が国政府は「SmartJAMP」を提案した。これは、ASEANに対する新たなスマートシティ支援策であり、「海外スマートシティにおける具体的案件形成調査の加速化」、「ASEANのスマートシティ関連案件への投融資の促進」、「ASEAN各国におけるスマートシティに関する対応強化」、「JASCA（Japan Association for Smart Cities in ASEAN：日ASEANスマートシティ・ネットワーク官民協議会）ホームページウェブサイト等による円滑な情報共有、相互協力」の4つの柱から構成されている。

国土交通省としては、2021年4月よりASCNに参加する10か国26都市を中心に、ASEAN各国において我が国企業の参入するスマートシティのプロジェクト組成を目指して案件形成調査を実施してきたところであり、これを継続する。JASCAウェブサイトでは、ASEAN各国各都市やJASCA会員の国内企業・自治体向けの情報発信を行っているほか、JASCA会員セミナーの開催や、福島県で実施した第4回日ASCNハイレベル会合でのビジネスマッチングの実施など、官民関係者間の情報共有を強化している。

4. 重点分野に対する重視すべきアプローチ

本行動計画では、重点分野に定めた取組の他に、これを推進するために行っていくべきアプローチを定めている。

(1) オファー型協力

オファー型協力とは、対象国との対話・協働の場において、外交政策上、戦略的に取り組むべき分野の開発協力目標とそれを実現するための開発シナリオと協力メニューを、我が国の強みを活かし、かつ、相手国にとっても魅力的な形で積極的に提案することである。ODAは、そのための手段として活用していく。その際、政府系機関や民間企業、大学など、様々な主体を開発のプラットフォームに巻き込んで連携し、互いの強みを持ち寄ることで、開発効果を最大化するのが目的である。

令和5年6月、8年ぶりに改訂された開発協力大綱においてもオファー型協力は明記されており、政府として取り組んでいくことが求められる中、国土交通省では、JASCAやJASTなど各分野における官民協議会を活用した情報提供、セミナー・ビジネスマッチングの実施により案件形成を促進したり、他省庁や政府系機関と連携して対応したりするなど、パッケージとして民間企業が入っていけるよう、支援を続ける。

(2) 我が国企業による継続的な海外事業参入に向けた支援

行動計画が最初に策定された2016年以降、ロシアによるウクライナへの侵略、ミャンマーにおける政変、複数の国における債務不履行や経済危機の発生等、インフラシステムの海外展開を巡る国際情勢は大

きく変化した。その他の国においても、突然テロや政変が起こることがあり得る。このような事態が発生すると、現地で活動する関係者の安全が直接的に脅かされたり、受注していた案件が取りやめになったりする。

このほか、工事代金の支払いが遅延したり、債務状況が急変したりするなど、現場に出ている企業を脅かすような事態がこれまでいくつもの国で発生しており、こうしたリスクは、我が国企業が海外展開する障壁となっている。これに対して、国土交通省では政府による企業の支援体制を構築している（図-2）。有事

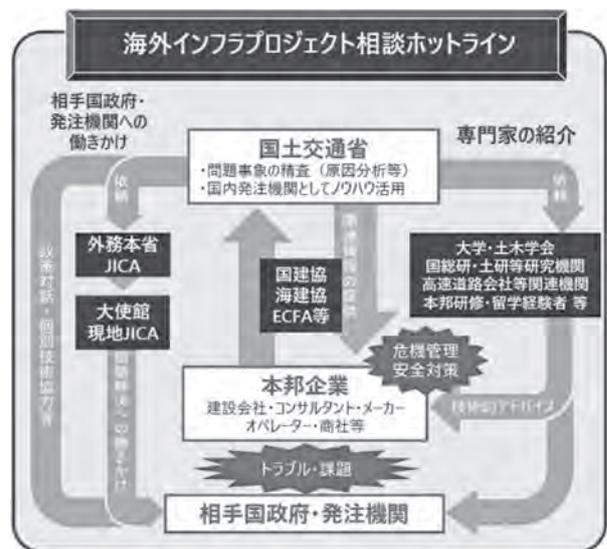


図-2 海外展開をする企業が抱えるリスクに対する、国土交通省の支援体制



図-3 我が国企業による受注を目指す主要プロジェクト93件の一覧

我が国企業が受注したプロジェクト

■台湾高速鉄道車両調達事業（台湾）

- ・2023年5月、日本のシステムが導入されている台湾高速鉄道において、旅客需要の増加を背景として車両を追加調達する事業を日立・東芝JVが受注（鉄道車両144両、契約額約1240億円）



現在運行中の台湾高速鉄道の車両

■パカシ自動車認証試験場事業（インドネシア）

- ・2022年10月、パカシ（ジャカルタ郊外）にて、国連基準に合致した自動車の安全性・環境性審査用の試験場の整備・保守を行うPPP事業を豊田通商・JOIN・現地企業JVが受注



出典：豊田通商

■アビジャン三交差点建設事業（コートジボワール）

- ・2022年11月、大アビジャン圏を横断するミッドラン通り上の3つの交差点を立体交差化する事業を清水建設・JFEエンジニアリング・東亜建設JVが受注



出典：JICA

今後新たに我が国企業による受注を目指すプロジェクト

■ハズラット・シャー・ジャラル国際空港運営事業（バングラデシュ）

- ・バングラデシュの首都空港において、円借款事業で新たに整備する国際線旅客ターミナル（T3）や貨物ターミナル等を運営する事業
- ・2023年2月に日バングラデシュPPPプラットフォーム案件に選定



新国際線旅客ターミナル完成イメージ NOGD-JV 提供

■シデイサレム多目的ダム流域総合土砂管理事業（チュニジア）

- ・貯水池の堆砂が課題となっている既設ダムについて排砂バイパストンネルなど堆砂対策等を実施する事業
- ・新規案件形成に向けてJICAが協力準備調査を実施中。我が国が強みを有するダム再生案件



■チョットグラム市パテンガ処理区（第6処理区）下水道整備・運営事業（バングラデシュ）

- ・チョットグラム市内の6つの処理区のうち第6処理区において下水道施設を整備・運営するPPP事業
- ・2022年10月に日バングラデシュPPPプラットフォーム案件に選定



図一4 我が国が受注した主要プロジェクトと、令和5年版で新たに選定した主要プロジェクト

の際には外務省、在外公館、JICA等の関係機関と連携して対応策を検討し、必要に応じてトップクレーム等により政務レベルで相手国政府に対する働きかけ等を行うことでトラブルの解決を図っていく。

5. 我が国企業による受注を目指す主要プロジェクトについて

行動計画は、ここまで照会した4つの重点分野と、2つのアプローチを基本とし、これに加えて各個別政策分野における具体的な課題と取組に加え、「我が国企業による受注を目指す主要プロジェクト」93件を定めており、これら案件の獲得に向けて積極的な取組を行うことを表明している（図一3）。従前よりこの主要プロジェクトに選定された案件は、今年6月までの1年間に限ってもコートジボワールの交差点事業等4件の受注に成功しており、国土交通省の取組が一定の成果を挙げていることを示している。

令和5年版の行動計画において主要プロジェクトに追加された案件は10件である。このうちバングラデシュにおける案件については、今年4月のハシナ首相

の来日時における岸田総理との会談の結果、バングラデシュ PPP 庁との協力覚書が更新され、我が国企業が優先的に受注できることが明記されたことから、チョットグラム市の下水道事業その他を登録したものである（図一4）。

6. おわりに

国土交通省においては、本行動計画に沿って、他省庁、関係政府機関、民間事業者等と連携して諸施策に取り組み、我が国の持続的な経済成長の実現に貢献していく。

JICMA

【筆者紹介】

馬籠 恭平（まごめ きょうへい）
国土交通省
総合政策局 海外プロジェクト推進課
国際協力係長



シンガポール・クロスアイランド線ブンゴル分岐線 (P103 工区) 工事

湯上 繁 信

シンガポールでは、2040年までの長期的な陸上交通計画を立案し、①移動時間の短縮、②バリアフリー化の推進、③歩行者の安全と健康の向上という3つの陸上交通政策目標を掲げている。「移動時間の短縮」では、公共交通の充実を図ることにより、ラッシュ時の通勤・通学時間を45分以内という目標がうたわれている。これを実現するための重要施策が、都市高速鉄道(MRT)の新線開通や既存路線の延伸であり、2030年台前半で総延長を約360kmの完成を目指している。今回は、その整備計画の一つであるブンゴル分岐線工事を紹介する。

キーワード：設計施工、大断面シールド、汚染土壌掘削、小土盛り、都市土木、道路切替、Civil Defence Shelter Station

1. はじめに

クロスアイランド線は、シンガポール東部に位置するチャンギ空港と西部のジュロン地域を結ぶ全長約50kmの地下鉄新線で、図-1のとおり3フェーズに分割して発注される。ブンゴル分岐線は、そのクロスアイランド線のフェーズ1にて整備されるパシリス駅から分岐し、地下鉄北東線ブンゴル駅(営業駅)に交差して接続する新駅までの7.3kmの新線である。

2. 工事の概要

P103工区は、3工区に分割されて発注されるブンゴル分岐線の内、駅舎構築(幹線道路直下での施工となるリビエラ駅:延長380m×幅50m×深さ35m)、開削トンネル構築(引込線用開削トンネル1カ所:延長213m×幅24m×深さ25m、発進立坑2ヶ所を引込線用開削トンネル両端に配置:延長87m×幅24m×深さ28m×2カ所)、大断面シールドトンネル(内径11.3m、桁高0.45m、L=4.3km、複線鉄道)を施



図-1 事業全体平面図

工する工事である。沿線には利便性向上を求め早期開業を望む4万世帯の居住区域、公共施設及び軍関係施設等が隣接し、非常に工期の厳しい、難易度の高い大型の設計施工一括の都市土木工事となる(図-2)。

1) シールド工事は、掘削対象土質は土砂山(洪積世堆積土、軟弱粘土と非常にルーズな砂層からなる沖積土)互層で土被り7~40m程度で

①工程促進対策 ②急曲線施工対策 ③汚染土壌区間の掘削対策 ④主要道路直下で小土被り区間掘削対策 ⑤各種構造物や埋設物との近接影響対策が技術課題のキーポイントとなる。

2) 駅舎構築・開削トンネル工事は、

①リビエラ駅

i) 主要道路直下での各種埋設物が輻輳する中を、路面覆工にて作業帯を切替しながら、トップダウン(逆巻き)方式での施工

ii) 周辺には住宅、学校、商業施設、消防署、高架鉄道があり、きめ細やかな配慮と変状対策や公害抑制対策が必須

②引込線用開削トンネル+両端に2箇所の発進立坑

i) 制限また制約事項の多い軍事訓練施設に近接しているため、綿密な協議が必要

ii) 発進立坑1の工程促進
以上が技術課題のキーポイントとなる。

3. シールドトンネル工事

引込線用(クリプル・サイディング)開削トンネルの両側に発進立坑を設け、大口径EPB TBM(泥土圧シールド、掘削外径12.66m)1機で複線鉄道トンネルを2本構築する計画である。

*ドライブ1: 開削トンネルの西端発進立坑1からブンゴル駅までの全長約3.4km。

*ドライブ2: 開削トンネルの東端発進立坑2からイライアス駅までの全長約0.9km。

総掘削距離は約4.3kmとなる。

掘削断面の地質はN値10から100以上の粘土と砂からなる洪積世堆積土(Old Alluvium: OA)を主体に、軟弱粘土と非常にルーズな砂層からなるKallang formationと呼ばれる沖積土(沖積砂質土:F1, 沖積層粘土:F2, 腐植土:E+埋戻し土:Fill)の互層で、土被りは約7mから34mに及ぶ(図-3)。

(ドライブ1)

シールド機は、軍事訓練施設(パシリスキャンプ)



図-2 P103 区全体平面図

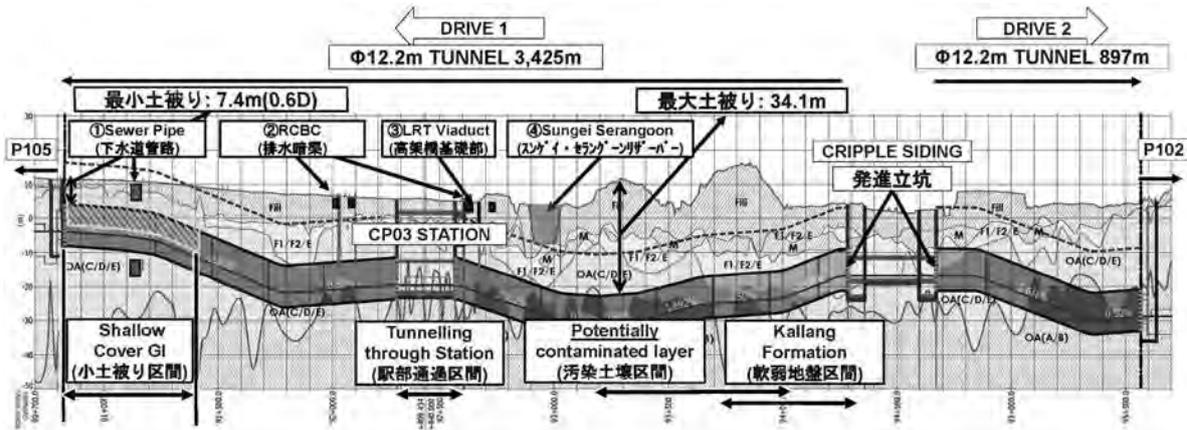


図-3 シールド施工縦断面図

に隣接するクリプル・サイディング開削トンネルの西端にある発進立坑1からリビエラ駅へ向けて発進する。リビエラ駅部はシールド機が連壁や先行地中梁を直接切削しながら通過し、その後ブンゴル駅へ向けて掘進を続ける。駅部のセグメントは、駅部の開削工事の際に撤去する予定である。

掘削距離は、発進立坑からリビエラ駅までが約2 km、リビエラ駅からブンゴル駅までが約1.4 kmである。

ブンゴル駅にある他社施工の到達立坑に到達した後、シールド機、後続台車、その他の関連機械を解体し、クリプル・サイディング開削トンネルの東端にある発進立坑2に輸送する。

(ドライブ2)

輸送されたシールド機は発進立坑ヤードで整備・再組立された後にイライアス駅に向けて発進する。発進立坑2から到達立坑までの掘進延長は約0.9 kmあり、到着した後、シールド機、後続台車、その他の関連機械類を解体する。

到達部は他社施工の到達立坑であり、シールドトンネルの到達時期及び期間が設定されているため、精度の高い工程管理もこのプロジェクトの重要な課題の1つである。

シールドトンネルの施工において、考慮すべき重要課題と対策を以下に列記する。

ドライブ1 - クリプル・サイディングからブンゴル駅まで

1) 工程促進対策

- ①シールド掘削と同時にインバートコンクリート打設と中壁設置を施工するため、特殊インバート栈橋の使用や中壁設置用に開発したウォールセッターを使用する (図-4)。
- ②リビエラ駅部のシールドトンネル先行施工
駅部の直接切削用 GFRP 連壁及び先行地中梁 (無筋の地中連壁) が完了した段階で、シールドトンネルを通過させる。さらに駅部通過のための仮設鋼製トンネルを設置することで、シールド工事と駅掘削工事の同時施工を可能にし、大幅な工程促進を達成する (図-5)。

2) 半径 310 m のタイトなカーブの建設

急曲線施工では、緩和曲線及び単曲線におけるシールド機とセグメントリングの相対位置及び組立計画の検討を綿密に行い、通常部 2.0 m 幅のセグメントに対し 1.5 m 幅のセグメントを使用することで対応する。また、テーパ量を最適化することにより 1 種類のセグメントでスムーズな曲線施工を実現する。

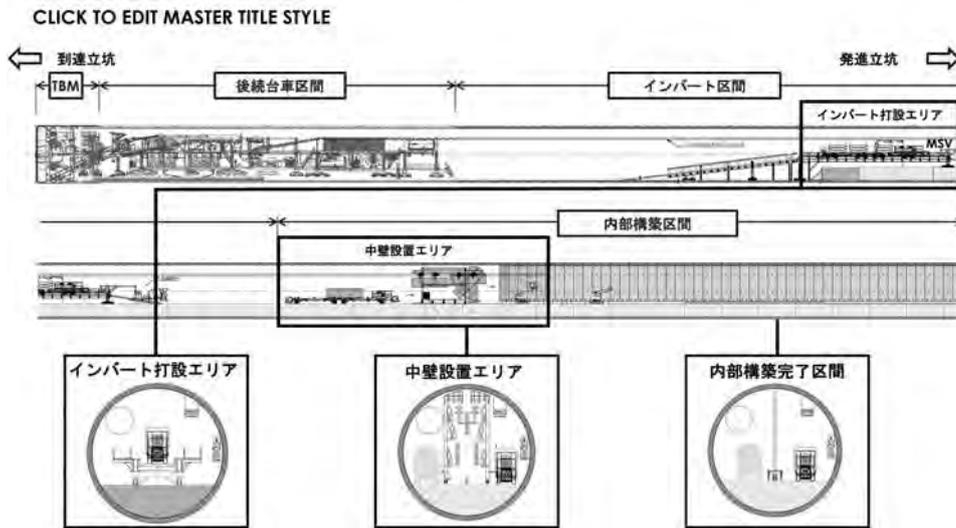


図-4 内部構築工 施工状況図

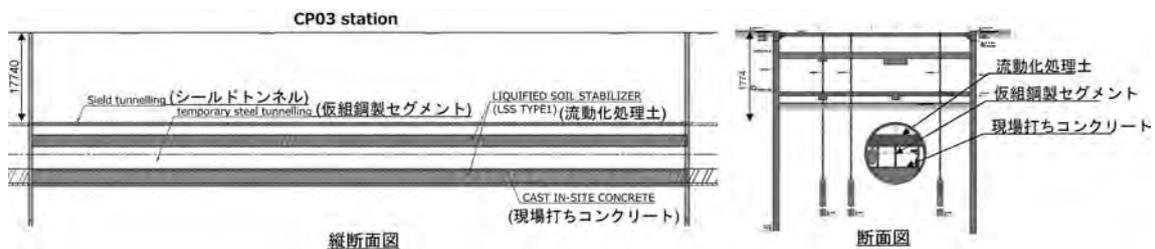


図-5 駅部掘削縦断面図および横断面図

3) ロロン・ハルス湿地帯における汚染埋立地の直下でのシールドトンネルの築造

①セグメントとガスケットの耐久性の検証（120年耐用）

土質調査結果に基づき、最終仕様を決定する。セグメントに関しては、使用セメントの規定・水セメント比 45%以下・純被り 45 mm 以上・エポキシ樹脂でのコーティングで対応する。ガスケットに関しては現位置での地下水を採取しその水にて耐久性を確認する。

②トンネル内の有毒ガス、可燃性ガスへの対策
有毒ガス、可燃性ガスを坑外へ排出するための換気システムを採用することで対応する。

具体的には、スクリュウコンベヤゲートから 37 m の土砂搬出用ベルトコンベアにカバーを施し、有毒ガス、可燃性ガスが検出された場合、強制的に坑外まで排出することで対応する（図—6）。

4) 主要幹線道路プングルセントラル直下 1D 未満の小土被り区間を約 600 m 掘削

TBM 上半断面を地盤改良することで地盤変状を抑制する（図—3）。

5) 隣接する既存のユーティリティや構造物等について（図—3 参照）

掘削影響解析、保護、モニタリングの実施に基づき、影響緩和計画を策定する必要がある。

①下水道管路（上越し：1 箇所，下越し：3 箇所）

②排水暗渠ボックスカルバート（4 箇所）

基礎杭先端調査により支障するとなれば、事前に迂回排水路を建設し、基礎杭を撤去する。

③ LRT 高架橋基礎部との交差

影響解析により必要となれば補助工法を実施する。また、胴体注入、切羽土圧管理及び計測管理で影響を抑制する（図—3）。

④スンゲイ・セラランゲーンリザーバーの直下を掘削

（川幅約 170 m）

切羽土圧管理と適切な添加剤の注入管理で取込み異常を防止する。

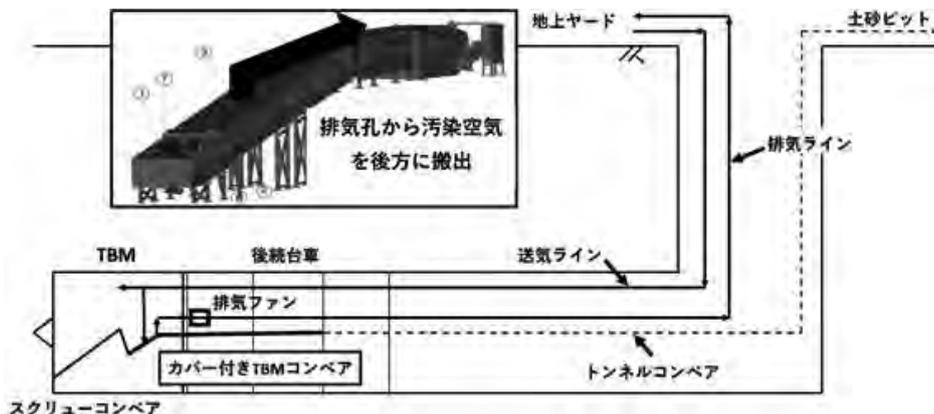
4. 発進立坑及び引込線用開削トンネル（クリプル・サイディング）工事

軍事訓練施設に近接したクリプル・サイディングは、森林や魚の養殖場跡地を造成し、両端に TBM 用の 2 つの発進立坑と開削トンネルを構築（幅約 26 m、長さ約 380 m）する。4 車線構造となっており、地上からの出入り口等は計画されていないが、緊急時の待避線としての役割を果たす。RC 地中連壁工事の進捗に合わせて、後続の逆巻き工事及び順巻き工事が昼夜施工で行われるため、工事の騒音低減を目的として軍事訓練施設側には 12 m 高の防音壁を設置し工事を進める。

また、発進立坑 1 の工程はシールド工事と直結し、当工事のクリティカルパスで、受注後 18 カ月以内の完成が求められているため、綿密な渉外管理、安全管理と工程管理が求められる。

土留め壁には RC 地中連壁を採用し、単独壁として本体利用する。底版や頂版の鉄筋は、予め地中連壁の鉄筋籠に埋め込まれた鉄筋カップラーにて接続する。

発進立坑は順巻き工法で施工し、掘削に伴い上から 3 段の RC 切梁支保工と 3 段の鋼製切梁支保工を設置しながら床付けまで掘削する。上部 3 段に RC 切梁支保工を採用した理由は、中間杭の省略、また後続の TBM 工事用と軌道工事用として大きな開口部を設ける必要がある為である。底版打設完了後に鋼製切梁支保工を撤去し、TBM 工事に一旦引渡し、TBM 作業終了後に仕切り壁、化粧壁及び頂版を施工しながら埋戻しを行う。頂版には、軌道工事や設備工事用の資機材投入用の開口部を設置し、その開口部を維持できる



図—6 有毒ガス、可燃性ガス排出換気システム図

ように地上まで坑口を立ち上げその後は埋戻す。軌道工事や設備工事完了後、開口部を閉塞し埋戻して完了となる。

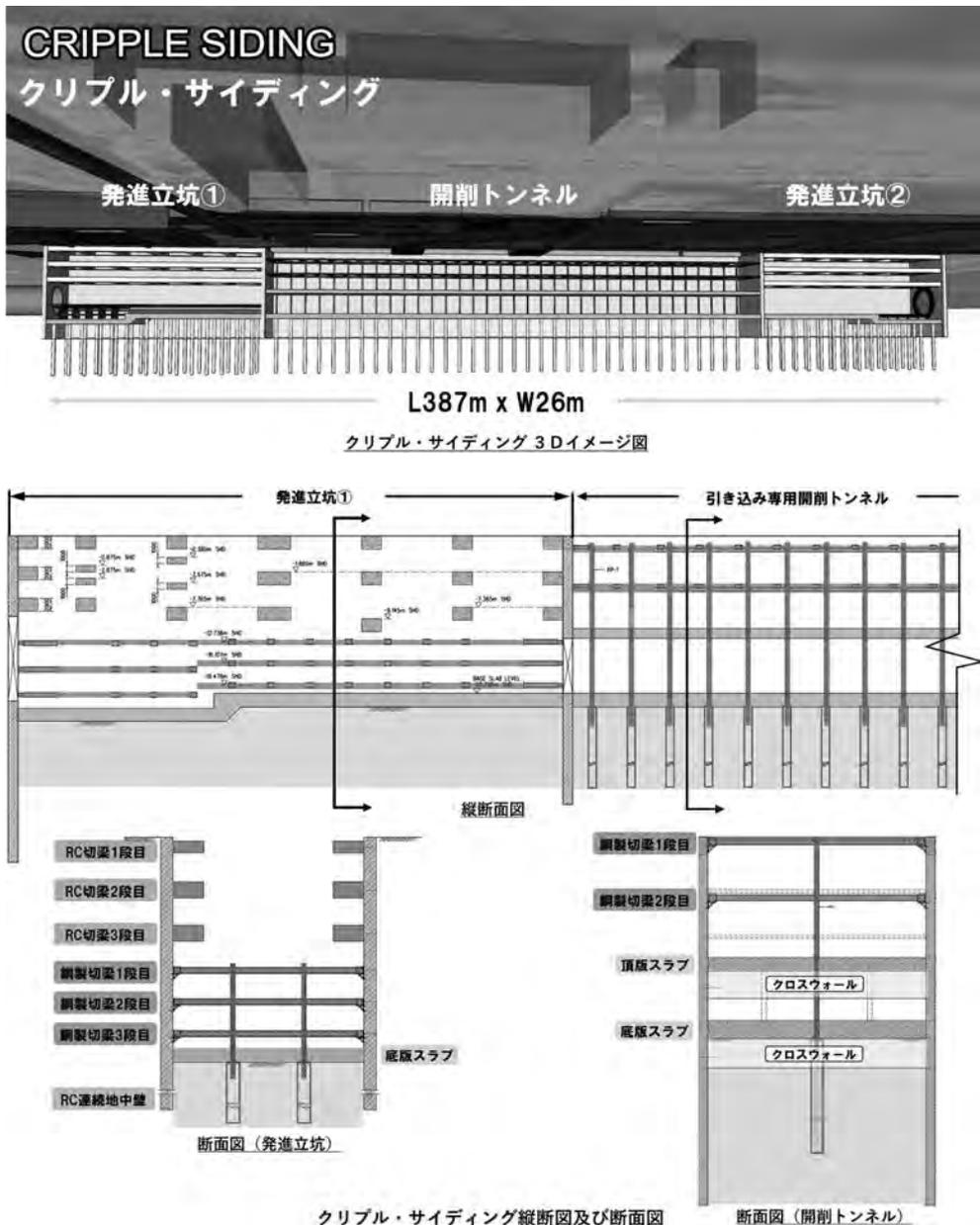
開削トンネルは逆巻き工法にて施工し、掘削に伴い上から2段の鋼製切梁支保工を設置し頂版部の掘削床付け後、頂版を施工する。その後、頂版に設けた工事用仮設開口部を利用して頂版下の掘削を継続する。底版部の床付け掘削までは、事前に地上部から設置した先行地中梁（無筋の地中連壁）を撤去しながら掘削を進める。底版を打設完了後に鋼製切梁支保工を撤去し、仕切り壁、化粧壁を施工し、開口部閉塞後埋戻す（図一7）。

5. リビエラ駅工事

リビエラ駅は、密度の高い居住地域、主要幹線道路直下で各種埋設物が輻輳する中を、一部路面覆工設置して作業帯を約6回大きく切替しながら、逆巻き工法で施工する。4ヶ所の出入口、2か所の換気口を含む3層構造（改札階、中二階、軌道階）の新駅を構築する。

周辺には住宅、学校、商業施設、消防署、LRT 高架橋が近接しており、きめ細やかな施工と変状や公害抑制対策等が求められる（図一8、9）。

近年シンガポールでは、居住地域での工事に起因する騒音振動が非常に大きな社会問題として取り上げら



図一7 クリプル・サイディング パース図，縦断・断面図

れ、苦情による工事一時中断や作業時間の制限が NEA（環境省）から課されるケースが多く発生しており、工事を施工する際の公害抑制対策が工事の成否を握るといっても過言ではない。住宅、学校、商業施設、消防署に面する工事施工箇所には、クリプル・サイディング同様 12 m 高の防音壁を設置し、さらにクリティカルな場所においては、ノイズキャンセラーなどの日本の技術を採用し、また音の発生源を局所的に日本製防音パネルで囲う等の対策を施し、工事騒音を低減させる。そして、工事影響を極力排除した居住者にやさしい施工計画を実現することで、工事を円滑に進める。また、地域代表者らと協議し住民説明会を開催、SNS を利用した情報発信、地域イベントへの参加、地域との交流イベントの開催等により居住者の工

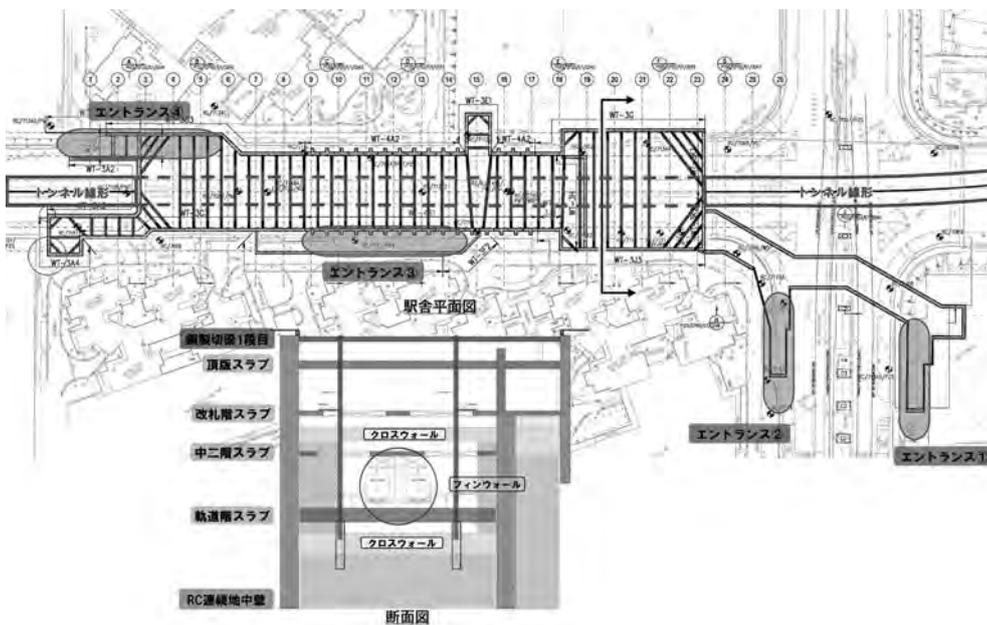
事への理解を得ていきたい。

6. おわりに

今回の工事は、工期としては非常にタイトに設定されているため、設計方針を決定し設計承認を早期に得ること、工事を施工するための各種許認可申請業務の早期着手と申請承認が求められている。シンガポールの法規制に則り業務を円滑に進めるには、経験と労力が必要であることは承知の上だが、承認までのやり取りの多さで想定していた以上に時間を要していることを痛感している。現在、受注して約 1 年が経過し何とか軌道に乗り始めてきたところである。工程の遅れはあるものの、24 時間 / 日、7 日 / 週で施工することで

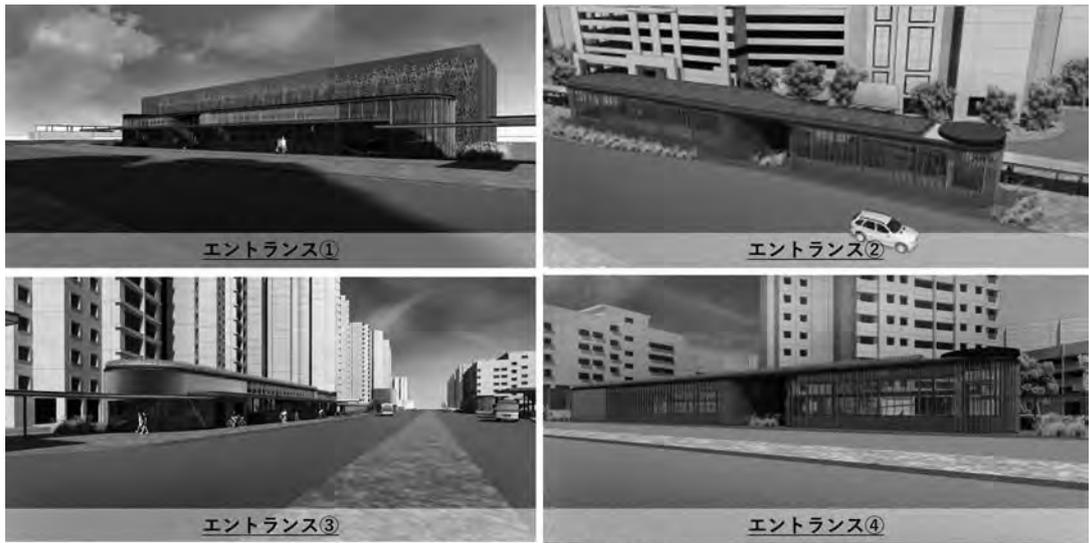


駅舎 3Dイメージ図

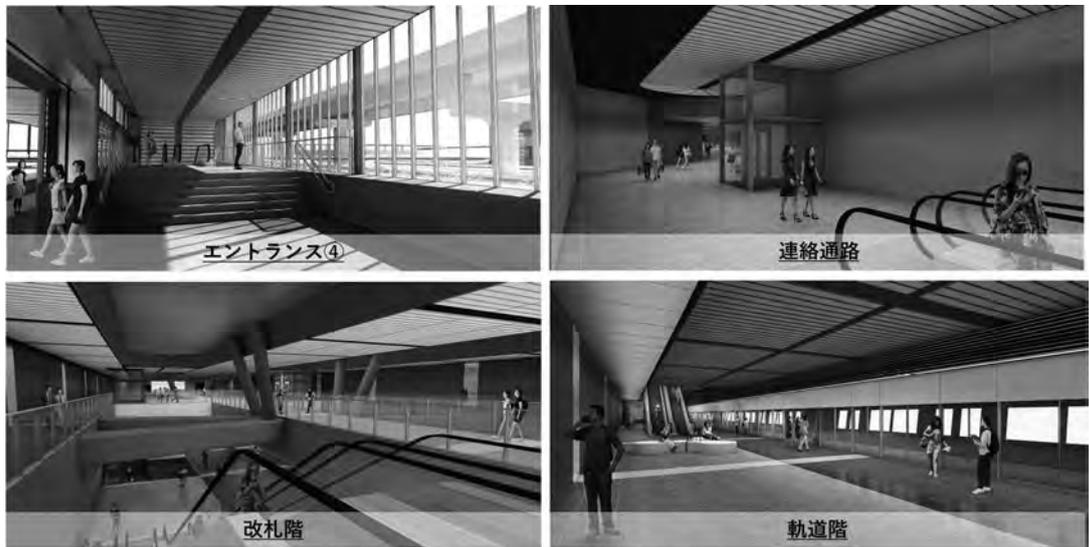


駅舎平面図及び断面図

図一8 駅舎パース図, 平面・断面図



エントランス完成イメージ図



駅内完成イメージ図

図一9 完成イメージ図

早期にキャッチアップしていく。一見近年の総労働時間短縮の方向に逆行しているようだが、必要なマンパワー及び資源の確保・投入を行うことで、安全最優先で健全な労働環境を整備し、工期短縮を図っていきたい。前途多難ではあるが、問題を一つ一つ丁寧に解決していき、2032年度の開業を目指して尽力していきたい。

JCMA



【筆者紹介】
 湯上 繁信 (ゆがみ しげのぶ)
 大成建設(株) 国際支店
 シンガポール・クロスアイランド線
 プンゴル分岐線 (103 工区) 工事
 作業所長

コロナ禍を乗り越え，北スマトラに全長 10 km におよぶ水力発電所を建設

アサハン第3水力発電所 Lot I 土工工事

高岡 秀明

アサハン第3水力発電所プロジェクトは世界最大のカルデラ湖であるトバ湖から流れ出るアサハン川の水を利用して，インドネシア共和国北スマトラ州に流れ込み式の水力発電所（174 MW）を建設するものであり，電力需給が逼迫する北スマトラ系統の電力供給の安定性改善を目的とする国際協力機構（JICA）による円借款事業（ODA）である。当報文では，このプロジェクトのうち，当社（清水建設）が施工する Lot I 土工工事について，コロナ禍での取組や ICT 技術の活用と合わせて報告する。

キーワード：インドネシア，水力発電所，取水堰，トンネル，地下発電所，立坑，水圧管路，ICT

1. はじめに

アサハン川はインドネシア共和国北スマトラ州に位置し，世界最大のカルデラ湖であるトバ湖（標高 905 m）からマラッカ海峡に流れ出る唯一の河川である。水力発電に理想的なその地形から，これまでに第2発電所（603 MW，1983年竣工）と，その上流に第1発電所（180 MW，2010年竣工）が建設され，いずれも稼働中である。アサハン第3水力発電所（174 MW，使用水量 106.8 m³/sec，最大落差 198 m，2024年竣工予定）は電力需給が逼迫する北スマトラ系統の電力供給の安定性改善を目的として第2発電所の下流直下に建設される流れ込み式の水力発電所である。図-1に

プロジェクトの位置図を，図-2に全体平面図を示す。プロジェクトは表-1に示す通り，全5Lotに分けて発注されており，当社（清水建設）は Lot I 土工工事（Civil Works）を施工している。当報文では，多工種な水力発電所工事の中から，代表工種についての施工概要に加えて，コロナ禍での取組や ICT 技術の活用について報告する。

2. 工事概要

当社が施工中の Lot I 土工工事（Civil Works）の工事概要を表-2に示す。



図-1 プロジェクトの位置図



図-2 全体平面図

表-1 アサハン第3水力発電所プロジェクト

Lot I	土工工事（Civil Works）
Lot II	鉄管・ゲート工事（Metal Works）
Lot III	電気機器工事（Electro-Mechanical Works）
Lot IV	送電線工事（Transmission Line Works）
Lot V	遠隔制御・洪水警報システム （Telemetry and Flood Warning System）

表一 2 Lot I 土建工事 (Civil Works) 概要

工事名称	アサハン第3水力発電所 Lot I 土建工事
発注者	インドネシア共和国 国営電力会社 PT PLN
設計・監理	日本工営㈱
請負者	清水建設・アディカリヤ共同企業体
資金源	国際協力機構 (JICA) 一般円借款
契約約款	FIDIC Red Book MDB 版 (2010年)
着工日	2019年3月28日
工期	当初48ヶ月+延長9ヶ月
工事内容	取水堰1式, 取水設備1式, 導水路 (カルバート・開水路) 延長1,828 m, 取水庭1式, 導水路トンネル 延長7,788 m, 調圧水槽2箇所 (導水路・放水路), 水圧管路トンネル 延長298 m, アクセストンネル 延長350 m 枝坑720 m, 地下発電所1式, ケーブルトンネル 延長171 m, 放水路トンネル 延長479 m, 放水口1式, 工事用道路 5,788 m (トラス橋60m×2箇所), 各種管理棟および守衛室 計8棟, 他 トンネル総延長 10,911 m コンクリート量 (契約数量) 355,000 m ³ 鉄筋量 (契約数量) 14,200 ton

3. 取水堰・取水設備

取水堰はアサハン第2水力発電所の放水口(左岸側)の下流直下, アサハン川が右岸側へと蛇行する箇所に位置している。取水設備が位置する左岸側では吹付けコンクリートおよびのり枠工を合わせて10段切土を施工し, 右岸側では吹付けコンクリートにより7段切土を施工後に厚さ50 cmの鉄筋コンクリートにて延長285 mの転流水路を構築した。2021年2月にアサハン川の転流を実施し, 取水堰構築エリアの上下流に転石, 大型土嚢, のり面掘削ずりを利用して仮締切堤体を構築した。転流後は河床掘削を行い, 2022年3月のLot IIゲート工事への引渡しに向けて, ゲートタワーおよび取水設備の躯体構築を進めた。引渡し後はLot IIゲート工事と並行して上下流のスラブおよびのり面コンクリートの施工を進めており (写真一



写真一 取水設備・取水堰・転流水路

1), 再転流および取水設備への注水開始が2023年10月に予定されている。

4. 導水トンネル

導水トンネルは仕上り内径φ6.600 m, 総延長7,788 mであり, 3箇所横坑からそれぞれ上下流に向けて, 最盛期には5切羽で並行して掘削を行った。地質に恵まれ, 全長の94.5%を厚さ5 cmの吹付けコンクリートのみ支保パターンTypeBにて, 1発破進行L=4 mの長孔発破を継続して掘削した。

(1) 掘削機械編成

削孔には2ブーム1バスケットコンピュータジャンボ(古河ロックドリルJTH2100R)を使用した。地下発電所および周辺アクセストンネルでの使用を含め, 合計6台を新車にて日本から調達した。掘削・コソクにはショートアーム仕様のバックホウ(コマツPC128US)およびブレイカ(コマツPC138LS)を使用し, ずり出しはサイドダンプ式ホイールローダ(コマツWA380)および前後進対応型20t/25tダンプトラック(Volvo A20U TS/A25C TS)を使用した。ダンプトラックおよびトラックミキサの離合および転換のため, 延長100 mごとに下半側壁を鉛直に落とした離合帯, 延長500 mごとに転換坑を設けた。吹付けコンクリートはリモートコントロール制御方式の吹付けロボット(Putzmeister PM407)を使用し, 作業員が切羽に近づくことなく吹付け作業を可能にした。

(2) 使用爆薬および支保材料

雷管は, 落雷サージ電流による誘導爆発を防ぐ目的で非電気式雷管を使用した。爆薬にはサイトミキシングバルクエマルジョンを採用した。これは含水爆薬と同じ原料であるが, 気泡を含んでいないため爆発しない状態(エマルジョンフェーズ)での運搬・貯蔵が可能である。従来型のカードリッジ式含水爆薬では一つずつ詰め棒を用いて装薬するのに比べて, バルクエマルジョン爆薬は自動装填機のノズルを挿入してボタンを押すだけで既定量を密充填することが可能である。当現場で実施した1発破進行長4 mの長孔発破では特に, 施工サイクル改善, 切羽直下作業時間の短縮による安全性向上, 密充填による発破効率の向上, 耐水性および後ガスも良好等, その利点が発揮された。

吹付けコンクリートには液体急結剤を使用し, 粉じん量低減により坑内環境の改善を行った。ロックボル

トは鉄筋棒を現場にて加工して使用した。注入材はプレミックスモルタルをMAIポンプにて充填した。地山不良区間で使用する補助工法について、当初設計で予定された坑口区間には自穿孔タイプのAGF長尺先受鋼管を日本から輸入した。それ以外の区間では現場で孔開けおよび先端を円錐状に加工したφ50mm鋼管をφ65mmビットで削孔した孔に挿入し、セメントミルクを注入して先受け工とした。

(3) 覆工コンクリート工

導水トンネルの覆工コンクリートの施工には、同じ断面形状である排水トンネル(L=500m)を含めて打設スパン12mのニードルビーム(写真-2)計4台を転用して使用した。サイクルタイムの改善の結果、36時間サイクルを確立し、目標とする月進200mを継続的に達成することができた。コンクリート配合はポリカルボン酸系高性能減水剤を使用することで練混ぜ後のスランプ20cm、90分経過後でもスランプ18cmの流動性を確保しつつ、打設後10時間での脱枠強度を3N/mm²とする早期強度も満足するものとした。

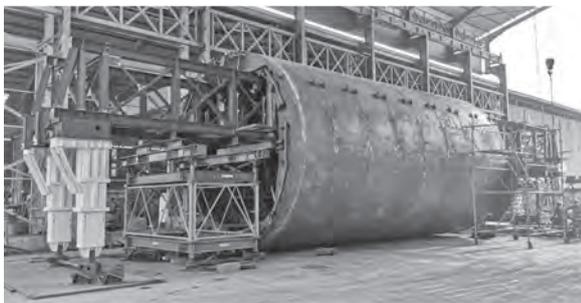


写真-2 ニードルビーム全景

(4) グラウト工

ニードルビームが通過した後の覆工コンクリート内部には、削孔台車、注入足場台車、およびミキサー・アジテーター・グラウトポンプをまとめた注入設備台車を用意し、覆工コンクリート打設の進行に合わせ、並行してバックフィルグラウト、コンソリデーショングラウトおよび必要箇所へのウィープホール施工を行った。削孔はレグドリルを使用し、空圧式足サポートを削孔台車の作業床に設置することで天端・肩・側壁のいずれの角度へも削孔できるよう工夫した。

(5) コロナ禍での施工

2020年3月に国内で初めて新型コロナウイルス感染者が確認された首都ジャカルタから遅れること6ヶ月後、当現場内でも初めて陽性者が確認された。その

後も各種感染対策を実施しながら工事を継続したが、2021年1月には現場内でのスクリーニングにより、40人以上のクラスターが確認された。レイズボーリングマシンのオペレータやニードルビームの組立指導員といった、国外からの技能者の渡航も制限された。さらに、コスト優位性からマレーシアより輸入していた爆薬、ロックボルト用プレミックスモルタル、吹付けコンクリート用液体急結剤の調達ロックダウンにより一時中断した。そのような状況にあっても、代替材料の新規国内調達、渡航可能な第三国からの指導員の招へい、一部工区の作業中断等の対策を実施し、全体工程でクリティカルとなる工区の施工は継続することでプロジェクト全体への影響を最小限に抑えた。

5. 地下発電所

地下発電所は高さ39m、幅22m、長さ107mで、弾頭型の断面を有し、総掘削量は6.1万m³、最大断面積は788m²である。アサハン川左岸の急傾斜な断崖の地中、土被り約160mの深度に位置しており、周辺の岩盤は古生代石炭紀の終わりからペルム紀の初めに堆積したと推定されるおよそ3億年前の密実な礫混り砂岩からなる。割れ目は存在するものの、ほとんどがB/CH～CM級と判定された。地下発電所および周辺トンネルの鳥瞰図を図-3に示す。

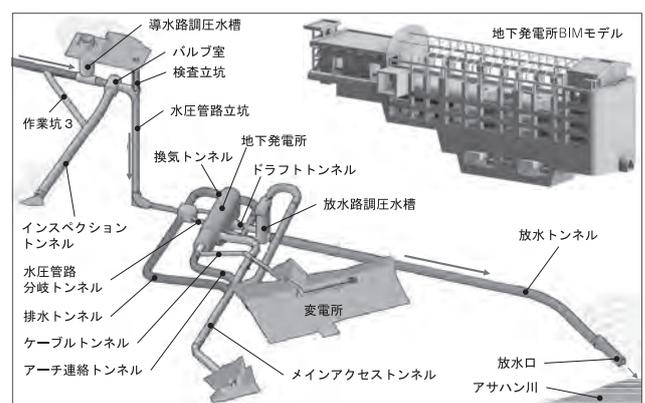


図-3 地下発電所および周辺トンネル鳥瞰図

(1) 地下発電所掘削

地下発電所の支保パターン、加背割り、および掘削順序を図-4に示す。支保は吹付けコンクリート(アーチ部および側壁中段まで:2層×8cm鋼繊維入り+1層×8cm鋼繊維無しの計3層、側壁下段:1層×8cm鋼繊維入り+1層×8cm鋼繊維無しの計2層)、ロックボルト(D25,L=4m,約1,000本)、PSアンカー(L=8m,アーチ部:P=600kN×220本、側壁:P=

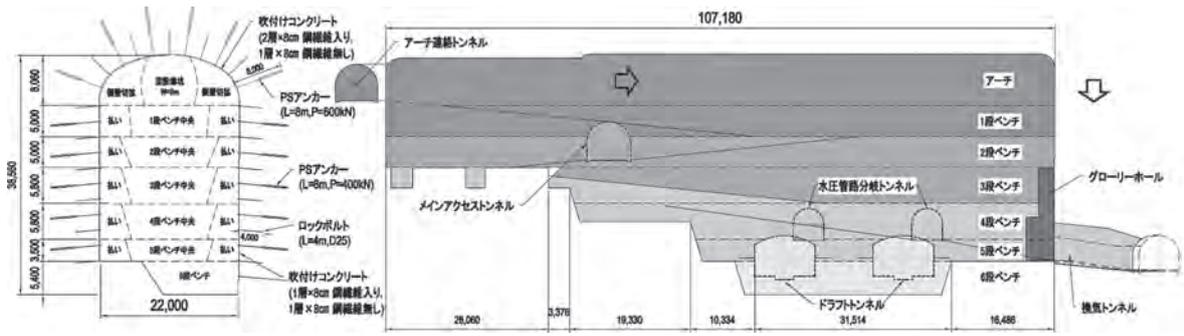


図-4 地下発電所の支保パターン・加背割り・掘削順序

400 kN×199本) を組み合わせて構成された。

アクセス道路の施工後、2020年1月より10%下り勾配のメインアクセストンネルの掘削を開始し、2020年6月5日、アーチ連絡トンネルより地下発電所の頂設導坑に到達した。頂設導坑の掘削完了後、天端PSアンカーを緊張した後にアーチ左右への切り拡げを行った。その後、より低い位置の各周辺トンネル(メインアクセストンネル、水圧管路分岐トンネル、換気トンネル、ドラフトトンネル)から斜路を設け、アクセスを切り替えながらベンチ掘削を進め、高さ5mを標準に6段ベンチまで順次切り下がった。2段ベンチ掘削完了後、換気トンネルより上向きにグローリーホールを開け、ずり出しに活用した。そのため、換気トンネル断面はサイドダンプでのずり出しが可能なように拡幅した。A計測の結果、最大天端沈下量は32.5mm、最大内空変位量は41.4mmを示し、大きな変状なく、翌年2021年6月17日に概ね1年で掘削を完了することができた(写真-3)。

(2) 使用機械

ベンチ中央の大背部の削孔は油圧クロラドリル2台により鉛直に行い、ベンチ両端の土平での削孔はコンピュータジャンボにより水平に実施した。ずり出し



写真-3 地下発電所掘削完了

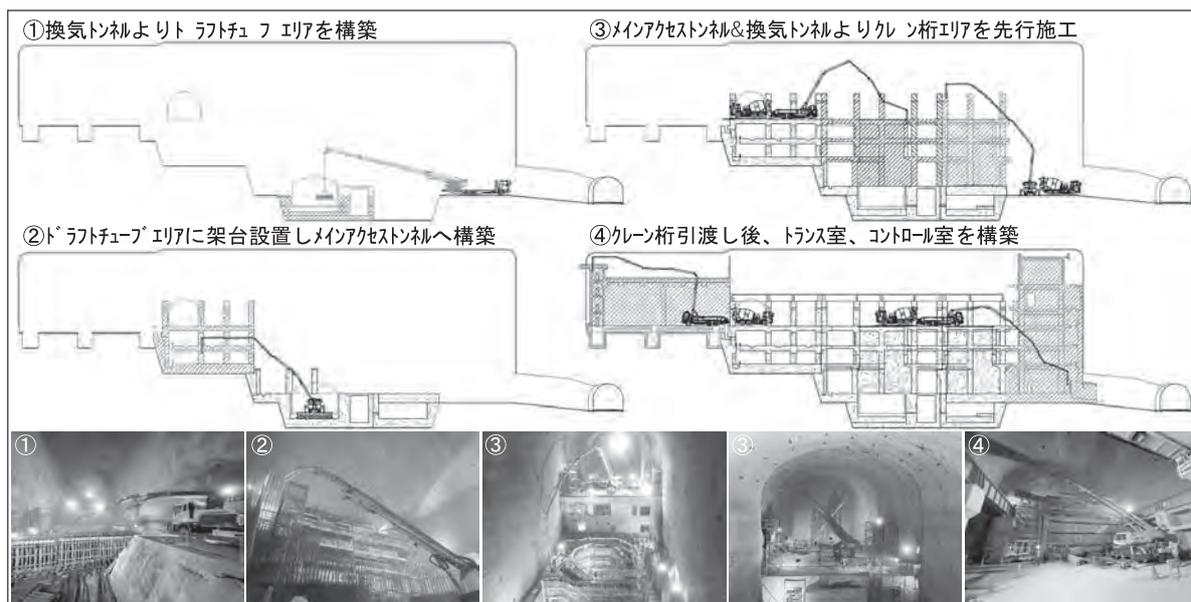
は1.3m³バックホウとサイドダンプ式ホイールローダ(コマツWA380)を併用した。吹付けコンクリートは導水トンネルで使用した物より大型でコンプレッサー搭載型の吹付けロボット(Putzmeister PM500)を使用し、遠隔からブームを伸ばして吹付けを実施することでずり出しとの並行作業を可能にした。アーチ部上向きへのPSアンカーの削孔には、油圧クロラドリルのブームを上下逆向きに改造した。これによりロッドチェンジャーの使用が可能となり、削孔サイクルおよび安全性が向上した(写真-4)。



写真-4 油圧クロラドリル上向き削孔(頂設導坑)

(3) 躯体コンクリート

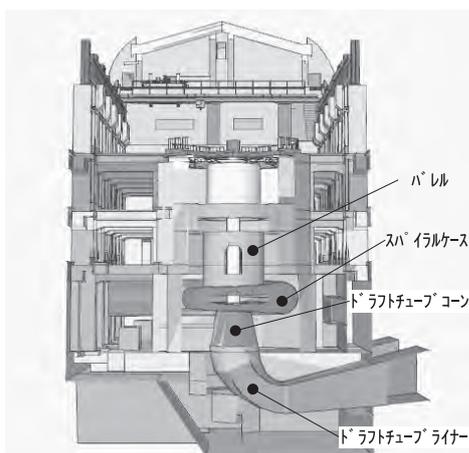
地下発電所の躯体コンクリートの施工では、使用できるアクセスが限られており、クレーンやコンクリートポンプ車を内部に配置するスペースの確保が難しい。そこで、詳細な施工ステップの検討を実施した結果、断面拡幅した換気トンネルをアクセス利用し、さらにドラフトチューブ内部に仮設架台を追加設置することで、50tラフタークレーンおよび36mブーム式コンクリートポンプ車を用いて全エリアの躯体構築を可能にした。図-5に施工ステップを示す。躯体最上段の天井クレーン用桁エリアの施工を優先し、2022年3月にLot III電気機器工事への引渡しを完了した。



図一5 地下発電所躯体構築施工ステップ

(4) 2次コンクリート

地下発電所の躯体コンクリートの施工後，Lot III 電気機器工事が下部より順に設置する発電設備（ドラフトチューブライナー，ドラフトチューブコーン，スパイラルケース，バレル）に合わせてその外周に2次コンクリートの打設を行った。地下発電所 BIM モデルの発電設備を図一6に示す。2023年3月15日，全2ユニットの施工を完了し，Lot III 電気機器工事への引渡しを完了した。



図一6 地下発電所 BIM モデルの発電設備

6. 立坑

当現場では表一3に示す計4箇所の立坑と斜坑を施工した。

(1) レイズボーリング

放水路調圧水槽（L=37 m），検査立坑+水圧管路立坑（L=203 m），導水路調圧水槽（L=42 m）の3箇所の立坑では，この順番に連続してレイズボーリング（鉦研工業 BM-150）にてφ1.500 mのグローリーホール（ずり落とし導坑）を施工した。レイズボーリングの施工は3段階に分けて行われた。

- ①初めにパイロットビットφ270 mmにて下部水平坑まで下向きに削孔する。
- ②貫通後に拡径ビットφ350 mmに付け替えて上向きにパイロット孔を拡孔。
- ③再度ロッドを下部水平坑まで継ぎ足した後，下端にφ1.500 mのリーミングビット（写真一5）を取付け，上向きにリーミング掘削。

いずれの立坑も偏芯誤差0.3%以内の高い精度で施工を完了することができた。

表一3 立坑・斜坑一覧

立坑・斜坑	種別	延長 (m)	仕上内径 (m)	掘削方式
取水庭立坑	立坑	17.00	φ12.00	機械掘削+ずりバケットをクレーンにて地上へ搬出
導水路調圧水槽	立坑	52.00	φ14.00	レイズボーリング (L=42 m)+拡幅発破掘削
検査立坑+水圧管路立坑	立坑	40.20+173.05	φ6.2-φ6.3	レイズボーリング (L=203 m)+拡幅発破掘削
放水路調圧水槽	立坑	44.40	小判型 10.4×19.6	レイズボーリング (L=37 m)+拡幅発破掘削
ケーブルトンネル斜坑部	斜坑 (30°)	85.00	H2.30×W2.50	発破掘削+ずり鋼車をウィンチにて坑外搬出



写真-5 レイズボーリングφ1.500mリーミングビット

(2) 拡幅掘削

各立坑では、レイズボーリングの施工後レッグドリルにて削孔し拡幅発破を行った。掘削ずりはバックホウによりグローリーホールに落とし、下部水平坑にてサイドダンプ式ホイールローダでダンプトラックに積込んだ。吹付けコンクリートは品質管理の容易さから湿式とし、ホッパーにて立坑内に下したコンクリートをアリバ257を用いて吹付けた。将来の躯体構築時の吹付けコンクリートの剥離・落下防止のため、地山面に金網を設置し吹付けを行った。削孔 & 装薬、吹付けコンクリート用それぞれのプラットフォームを製作し、作業毎にクレーンにて立坑内に降ろした。

(3) 水圧管路2次コンクリート打設

Lot II 鉄管工事が鋼管 (L=6.0 m) を3本接続する毎に鋼管外周の2次コンクリートの打設を行った。コンクリートはガントリークレーンと3m³ホッパーにて鋼管上部に設置した打設用プラットフォームへ運搬し、シュートの先に接続した6インチサニーホースを通してプラットフォームの18m下へ打設した。パイプレータはロープに繋いで締め固めを行った。施工前に拡幅掘削中の導水路調圧水槽立坑内にてモデル施工を実施し、材料分離が生じないことを確認した。

7. ICT 技術の活用

(1) BIM

着工後2年以上経過した後に、発注者 PLN より現場全体の BIM モデル作成の指示を受け、3D モデルを作成した。Lot I 土工事に限らず、Lot II および Lot

III のモデルを統合し、コンサルタントの BIM Manager により干渉チェックが行われ、施工図面へ反映された。特に地下発電所内部では Lot I 土工事のコンクリート躯体、建築仕上げ、建築設備に加えて Lot III 電気機器工事の発電設備が複雑に配置されており、それらの干渉を事前にチェックすることで工事の手戻り防止に役立った。さらに、トンネル工事で得られた各種情報 (坑内 A 計測データ、コンピュータジャンボの穿孔エネルギーデータ、吹付けコンクリート表面の 3D スキャンデータ、切羽写真、地質展開図) を Navisworks にて統合したトンネル BIM (図-7) も作成した。将来のメンテナンスに活用されることを期待する。

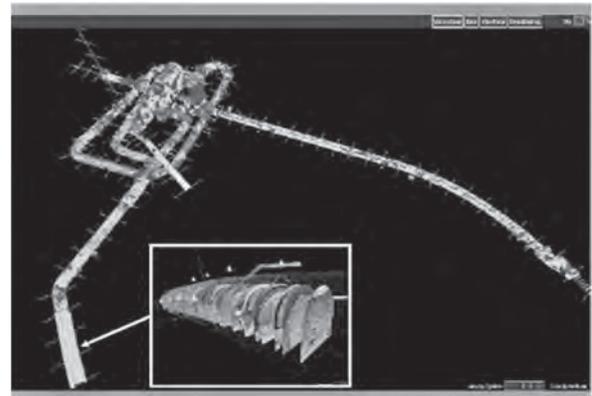


図-7 トンネル BIM モデル

(2) インターネット網整備と現場 CCTV

トンネル坑内を含め、全長 10 km を超える山岳エリアに伸びる各現場と事務所間の通信環境は下記の通り整備した。

- ① 近隣の町から各現場エリアを通過して事務所まで光ファイバ回線を整備した。
- ② 山岳アクセス道路の中腹に携帯電話の基地局を追加設置し、事務所周辺での携帯電話の通信状況を改善した。
- ③ トンネル坑内には LAN ケーブルを配置し、切羽にて Wi-Fi を利用できるようにした。
- ④ 各トンネル切羽 & 坑口、および各明かり工区に CCTV を設置し、JV だけでなくコンサル・発注者それぞれの事務所に配置した大型モニターで現場状況を確認できるようにした (写真-6)。

8. おわりに

2019年3月着工後、アクセス道路の伐採より着手した。2023年7月末現在の進捗率は96%に達してお



写真—6 事務所内 CCTV 用大型モニタ

水力発電所工事というトンネル屋冥利に尽きる経験をすることができた。若手技術者達が、近い将来この現場での経験を活かして世界の現場で活躍してくれることを願っている。アサハン第3水力発電所が完成することで、毎日のように発生する停電が無くなり、北スマトラの発展に貢献することができれば幸いである。

JCMA

【筆者紹介】

高岡 秀明 (たかおか ひであき)

清水建設㈱

土木国際支店土木部アサハン第3水力発電建設所
工事長



り、2023 年末の竣工を目指して鋭意施工中である。
長大トンネル、斜坑、立坑、地下発電所と、他工種な



ウクライナ危機直後の海外工事経験記録

新ダイルート堰群建設事業

嘉 門 淳

2022年2月契約、4月に着工の運びとなった「エジプト・アラブ共和国 新ダイルート堰群建設事業」は、進捗率22%（2023年8月）であり、2026年4月の完工予定で工事を進めている。

本稿は、施工中案件であるが、契約から着工までの間に勃発したウクライナ危機の影響で混乱していた市場における材料調達の困難さ並びに調達した建設資機材を用いた施工実績を海外工事の一例として報告するものである。

キーワード：ウクライナ危機、鋼矢板、輸送業務、河川二重締切工、鉄道防護工、古代省

1. はじめに ～プロジェクト概要～

エジプト・アラブ共和国の首都カイロより約300km南に位置するアシュート県ダイルート市に位置するナイル川支水路であるイブラヒミア灌漑水路内に約150年前前に建設され現在は老朽化している既存のダイルート堰群を新設工事中である（図-1）。

同国では、国土の大半で降雨量が少なく、「エジプトはナイルの賜物」という言葉が示すように、水源をナイル川にほぼ全面的に依存しているが、スーダンとの間で結んだ国際水利協定によって、年間の利用可能水量が決められており、限られた水資源の効率的な水配分の実現が喫緊の課題となっている。

日本政府は、これまでに無償資金協力によって、ダイルート堰群により分水された主要水路であるバハル・ヨセフ灌漑水路内の4つの堰（ラフーン堰、マゾーラ堰、サコーラ堰及びダハブ堰）を改修しており、今回、本邦技術活用型円借款によるダイルート堰群の新設により、同水路の主要な堰を全て改修することとなる。

2. 建設資材の価格高騰、輸送状況の報告

本工事では、本邦技術の活用の一つとして河川の鋼矢板二重締切り工法の採用が条件であり、そのために約3,300トンの鋼矢板の早期調達が必要であり、調達遅

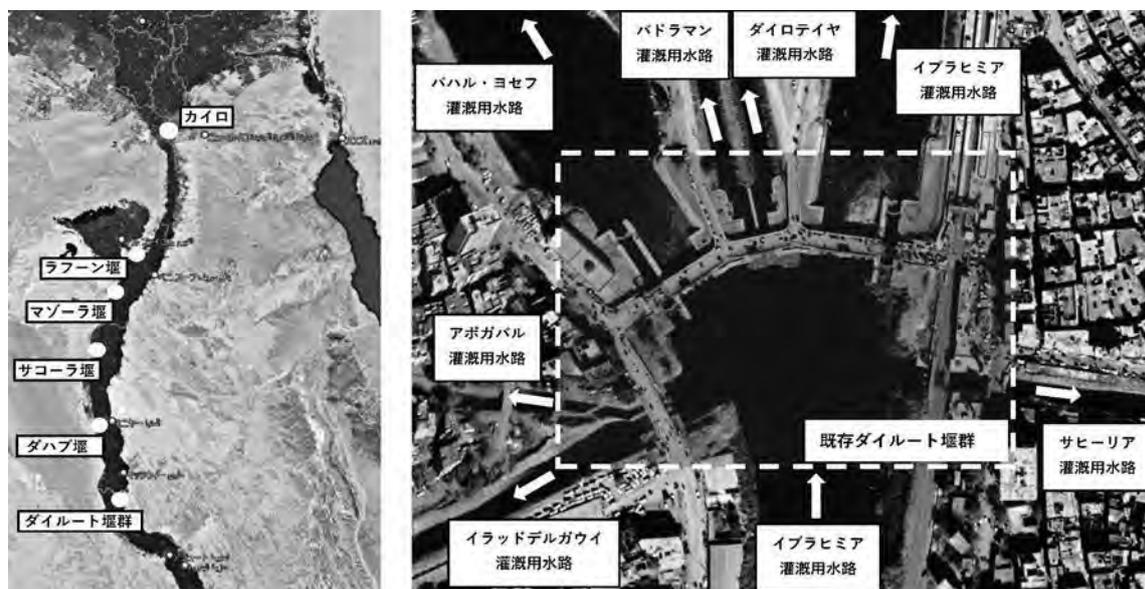


図-1 現場位置図

延はそのまま全体工程の遅延と繋がる工事であった。

同国では鋼矢板の製造は行っておらず、また既存堰直下流に架設する二重締切り域は、乱流もあり流速も早いことを考慮し、水中作業を行わない計画としタイロッド設置段数を1段として再設計した結果、鋼矢板調達は剛性の高い鋼矢板を扱っている欧州圏とした(写真-1)。

発注時期はウクライナ危機直後の2022年3月。鉄物価格が日々変動(上昇)し、見積もり入手まで長期間を要する状況が続き、見積もりが入手できても有効期限が1日という見積もり提出が続いていた。会社としても、数億円の建設資材の購入を実行するためには比較検討や手続きも多く、1日の見積もり有効期限では対応できない状況が続いた。その後、発注予定会社を欧州新規鉄物商社から時差がなく、打ち合わせ時間が持ちやすい本邦鋼材商社へ変更し、見積もり有効期限が3日以上ある価格で見積もれないか再三再四打ち合わせをしたのち、見積もりを受領し社内特別決裁・発注へと進めた。

鋼矢板に限らず、2022年3月から5月にかけては、有効期限1日とか12時間とかいう見積書ばかりを目にした。約25年海外工事に携わっているが初めての経験であり、各協力業者との交渉には本当に時間を費やした時期でもあった。

同資材の海上輸送に関し、コロナ禍以降アジア圏出港船は、コンテナ絶対数の不足、さらには船舶寄港予定の直前抜港などで輸送工程が立てられない状況が続いていたが、欧州圏出港船はアジア圏出港船ほど逼迫した状況ではなく、バルク船、コンテナ船ともに比較的余裕をもって抑えることができ、計画に対して遅延なく搬入することができた(写真-2, 3)。

現在では鉄物価格も頭打ちの状況となり、見積もり諸条件もウクライナ危機以前の正常に近い状態まで回復し、輸送業務も大きな遅延なく進めているが、今でも発注・出港ただけで工事もしていないのに出来高が上がった気分になっていた2022年春先の建設資材



写真-1 船倉での鋼矢板状況



写真-2 現場荷卸し状況



写真-3 現場搬入完了

の物価および輸送状況の混乱時期の苦労を思い出す。

3. 施工実績および今後計画

本工事はイブラヒミア灌漑用水路を、7つもの幹線用水路に分水するというユニークな構造を持つ施設の新設工事であり、その他環境条件として(1)約150年前に建造され古代省の管轄下にある既存ダイルート堰群に損傷をあたえないこと(2)イブラヒミア灌漑用水路と並走する「カイローハイダム鉄道」の運行に支障をきたさないこと、が求められている。

工事期間中は仮設鋼矢板の転用を含め、約5,500トンの鋼矢板の打設工事が計画されているが、環境条件に配慮した複数機種による鋼矢板打設を計画している(図-2)。

(1) 河川二重締切り工

古代省の管轄下となる既存ダイルート堰群の保護(振動)対策として、二重締切り鋼矢板打設には油圧式バイプロハンマの採用が条件となっているが、同国でレンタル可能な油圧バイプロハンマは可変高周波型もあるものの中周波型が多く、必要な時期に高周波型がレンタルできない可能性が懸念されたため油圧式可変超高周波バイプロハンマを本邦より2機調達した。また基本設計時の土質調査結果は提示されていたが、本工事での土質調査前の調達となったため、追加カウンターウエイトは最大積載ウエイトを準備した。

資機材の輸送業務は、コロナ禍以降の輸送混乱時期

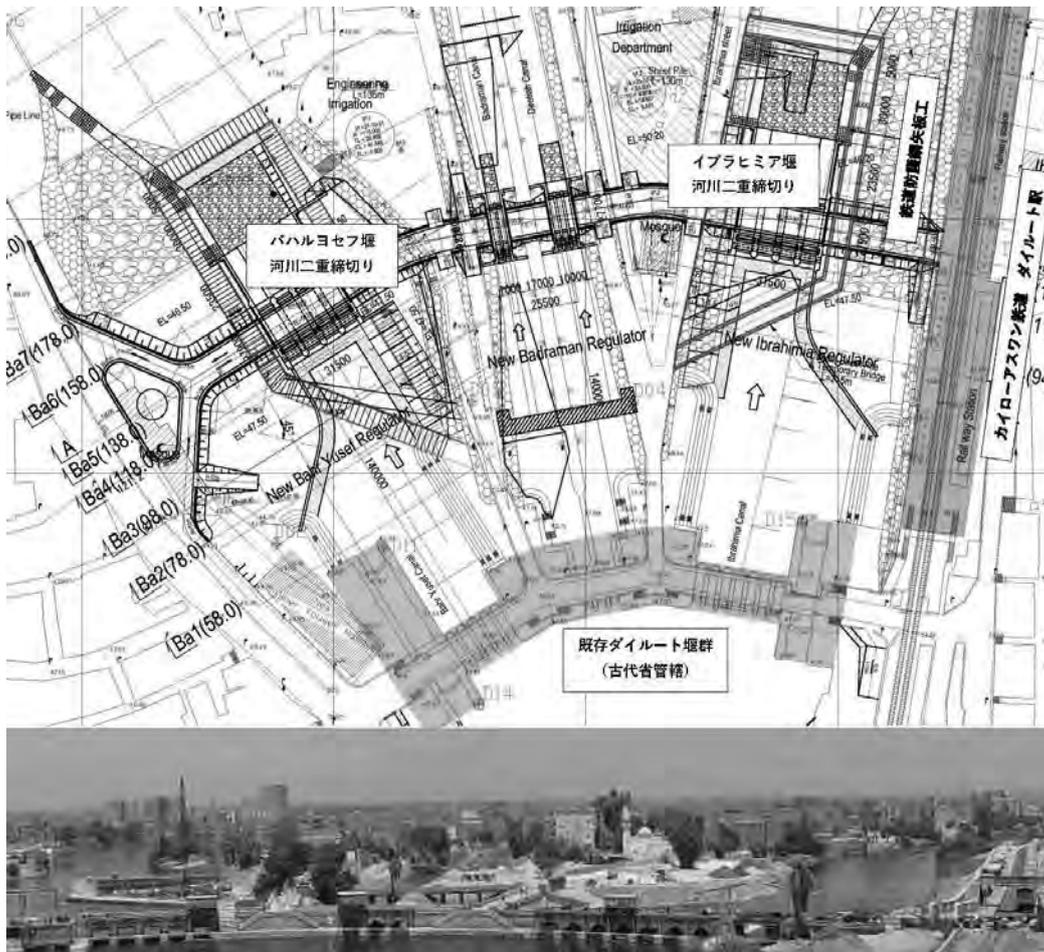


図-2 現場環境条件図

(配船予定やコンテナブッキングの不確実性) と重なり、多大な時間を要することとなったが、油圧バイプロハンマはスタンダードコンテナにて鋼矢板の現着とほぼ同時期に現場搬入することができた(写真-4)。

他方、クローラクレーン、バックホウ、ホイールローダ等の大型建機の輸送業務は、通常 RORO 船を採用しているが、抜港につぐ抜港で輸送予定が全く立てられない時期が続いた。最終的にはバックホウやホイールローダはフラットトラックコンテナによる輸送に変更し、クレーン輸送はひたすら RORO 船が寄港しスペースが開いているのを待ち続ける結果となった。結局直接エジプトに寄港する船は捕まえることができず、トルコを介してエジプトに輸送する運びとなった。トルコでのトランシップでも1ヶ月以上の乗継船待ちとなり、クレーン搬入は油圧バイプロハンマの現着より更に5ヶ月以上遅れることとなったが、遅延期間は同国でのレンタル建機により対応した。

河川二重締切り工は古代省からのクレームもなく2023年2月に完了し、現在はバハル・ヨセフ堰本体コンクリート工事を進めている(写真-5)。



写真-4 二重締切り鋼矢板の打設状況

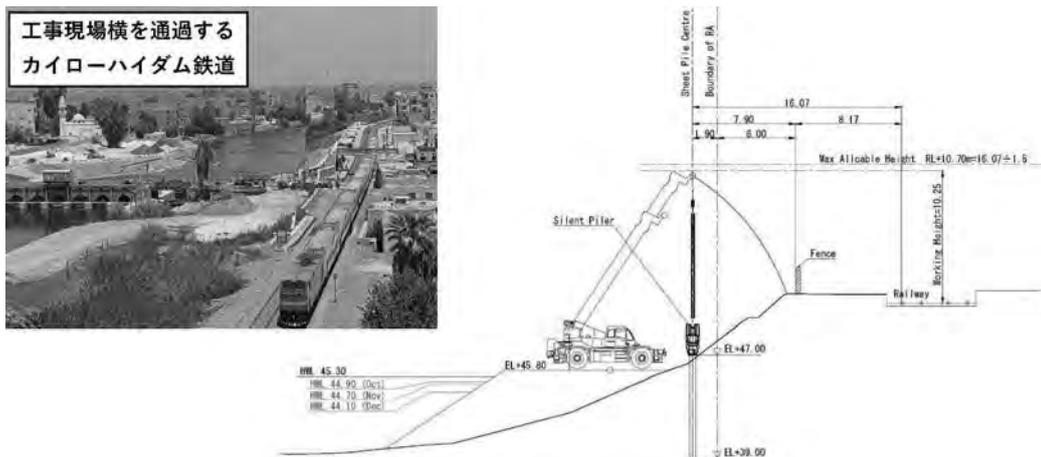
(2) 鉄道防護工

カイロ-ハイダム鉄道は、首都カイロと上エジプトの人気観光地である「王家の谷」「カルナック神殿」で有名なルクソール、「アスワン・ハイダム」や「イス神殿」のあるアスワンを結ぶ重要路線の一つである。

鉄道防護工は、新堰建設時に鋼矢板二重締切り工にて灌漑用水路の半川を締め切ることにより、通水断面が減少し流速増加および水位上昇が生じるため、既存の鉄道路線法面防護(練り石積工)を水勢より防護するため鋼矢板打設をする鉄道路線との隣接工事である。



写真—5 河川二重締切り工 完了



図—3 鉄道防護工 施工標準図

灌漑用水路の一部を仮盛り立てした作業用地にて、振動や使用機械高の制約を満たすためサイレントパイラによる打設計画を立案し、鉄道局から承諾を得て2023年11月より工事開始の予定で準備を進めているが、調達や輸送に関し大きな問題は現在まで発生していない（図—3）。

4. おわりに

ここ数年、経済状況・物価・為替が安定せず入札不落の案件なども多く経験した。日本国内の建設会社による海外工事は鈍化していたと思われ、調達面においてはほぼ全ての企業が困難に面していたと思われる。

本工事は、工事契約後すぐにロシアによるウクライナ侵攻が発生し、欧州市場がパニックに見舞われたときに、メイン資材である鋼矢板を契約せざるを得ない

状況となり、まさに最悪のタイミングであった。今後、企業の海外再進出が注力されると思われる中、本稿はウクライナ危機直後の困難な時期の経験記録の一つとして理解いただければ幸いである。

JCMA

《参考文献》

- ・ エジプト・アラブ共和国 新ダイルート堰群建設事業 詳細設計調査報告書（独国際協力機構（JICA））

【筆者紹介】

嘉門 淳（かもん じゅん）
大日本土木㈱
海外支店・土木部
作業所長



インドネシア・パティンバン新港開発事業

第1期開発事業 パッケージ1・ターミナル建設工事

野元 義一

パティンバン新港は、インドネシア国内最大の国際港であるタンジュンプリオク港に並ぶ新たな貿易拠点として開発事業が行われている。第1期開発事業はインドネシア政府を発注者とし、日本政府開発援助（ODA）の有償円借款により進められている。本工事では、軟弱地盤が堆積した遠浅な海浜に人工島を短期間で建設する必要があったため、深層混合処理工法（CDM）、管中混合固化処理工法（CPM）、ストラット工法が本邦技術活用条件（STEP）としてインドネシアで初めて採用された。本稿では、採用された本邦技術を中心にパッケージ1・ターミナル建設工事を紹介する。

キーワード：港湾，埋立，地盤改良，人工島，海外工事，ODA，インドネシア，急速大量施工

1. はじめに

インドネシアでは、昨今の経済発展により2000年代から国際貿易量が急増している。そのため首都ジャカルタの国際港であるタンジュンプリオク港の貨物取扱量は年々増大し、2025年にはコンテナ需要に対応しきれない懸念が生じていた。また、日系企業の製造拠点が多数あるジャカルタ首都圏およびジャカルタ東部工業団地では、タンジュンプリオク港への一極集中による慢性的な道路渋滞が発生していた。これらの問題を背景に、ジャカルタ首都圏の東部に新港を建設し、首都圏と東部工業団地からの貨物の物流機能強化を図るため、2017年11月に日本とインドネシア政府間でパティンバン新港開発事業の円借款契約が取り交された。

パティンバン新港はジャワ島の首都ジャカルタから東に約150kmの西ジャワ州スパン県に位置する（図-1）。新港は段階的な開発が計画されており、第1

期開発事業のフェイズ1-1では、以下の4パッケージの工事が行われた（図-2）。

- ①パッケージ1（PKG1） コンテナ・カーターミナル建設など
- ②パッケージ2（PKG2） 外周護岸・防波堤建設
- ③パッケージ3（PKG3） 連絡橋（陸上部とターミナル間の連絡橋）建設
- ④パッケージ4（PKG4） 陸上部のアクセス道路（国道から海岸まで約8kmの区間）建設

2. パッケージ1工事概要

工事概要を表-1に示す。パッケージ1工事では、航路および泊地浚渫、棧橋（カーバース、コンテナバース）、地盤改良と埋立による約62haの人工島造成（カーターミナル、コンテナターミナル、トラック待機所）、仮設建屋、舗装、道路工事等を建設した（図



図-1 パティンバン新港位置図（出典：Google Map）

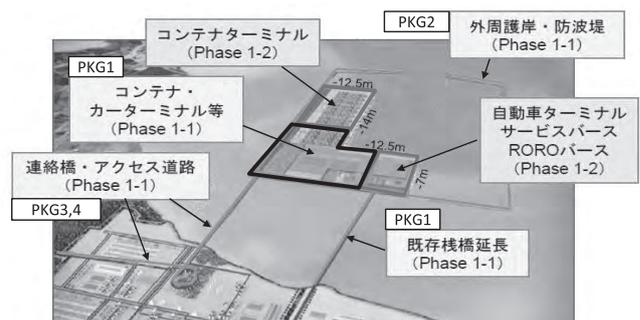


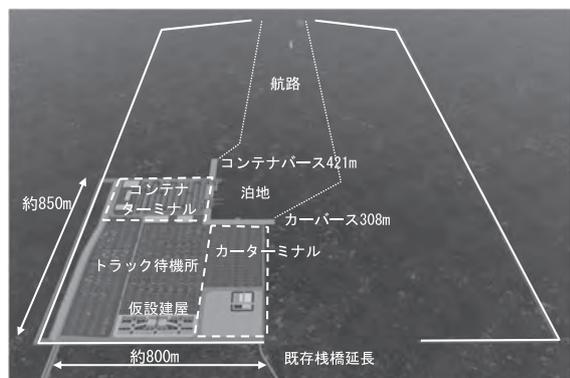
図-2 パティンバン新港段階的開発計画

— 3. 写真— 1)。

施工は、五洋建設(株)、東亜建設工業(株)、りんかい日産建設(株)の日本企業3社とインドネシア国営企業2社を合わせた5社コンソーシアムで行った。

表一 1 パッケージ1 工事概要

工事名	PATIMBAN PORT DEVELOPMENT PROJECT (I) PACKAGE 1 : TERMINAL CONSTRUCTION	
工事場所	インドネシア共和国西ジャワ州スバン県パティンバン沖	
発注者	インドネシア共和国 運輸省海運総局 (DGST)	
施工者	5社共同企業体 うち日本企業3社：五洋建設(株)、東亜建設工業(株)、りんかい日産建設(株) うちインドネシア国営企業2社：PT.PP (Persero) Tbk., PT.Wijaya Karya (Persero) Tbk.	
契約工期	2018年10月29日～2021年6月24日 (33か月)	
施工数量	浚渫工	3,385,594 m ³
	深層混合固化処理工 (CDM)	1,397,414 m ³
	管中混合固化処理工 (CPM)	2,489,677 m ³
	埋立工	855,388 m ³
	栈橋工 カーバース	308 m
	コンテナバース	421 m
	舗装工・排水工	1 式
	仮設建屋・電気設備工事	1 式
既存栈橋延伸	1 式	



図一 3 パッケージ1 完成イメージ



写真一 1 パッケージ1 完成写真

3. 本工事の特徴

(1) 現場条件

現場は熱帯気候に属し、乾季(4月～10月)と雨季(11月～3月)がある。乾季は東風が卓越し、海象が悪化することが多く、雨季は毎日のように降雨があるものの西風が変わり、海象は落ち着く傾向にある。年間平均最高気温は30度以上で多湿であり、1年中熱中症等の体調管理に留意する必要がある。また、施工時の水深が-3.0～-4.5m程度(干潮時に-3.0m以下となる場合もあった)、海底勾配が1/500程度で非常に緩やかな遠浅であるため、作業船には喫水の制約があった。更に、現場周辺には整備された港湾や岸壁はなく、国道から現場までの約6kmは、幅員4.0～4.5mの生活道路を通行する必要があった。そのため、大型車の通行は夜間のみ可能などの制約があり、資機材搬入には綿密な運搬計画を立てる必要があった。

(2) 海外からの使用作業船の調達

施工区域の土質は粘性土の軟弱地盤であり、埋立にあたっては地盤改良が不可欠であった。そのため地盤改良工法として深層混合処理工法(CDM)、埋立工法として浚渫土を利用した管中混合固化処理工法(CPM)が採用されたが、インドネシアにおいてはCDMおよびCPM用の作業船がなく、使用する作業船は日本を含む海外から輸入(一時輸入含む)、またはインドネシア国内のドックで作業船を艀装することにより調達した。

(3) コロナウイルスの影響と対策

コロナウイルスの感染拡大は作業員の離職や必要資機材の調達遅延など大きな影響をもたらした。当現場では早い段階から感染拡大への予防策として、毎日の現場入場前の体温計測と記録管理、マスク着用と手洗い消毒と3密を避けた行動規則やルールを現場内で定めて徹底した。また、外部からの新規入場者については、入場時に抗原検査を義務化し、コロナウイルスを現場に持ち込ませない対策を講じて工事への影響を最小限に抑えた。

4. 深層混合固化処理工法 (CDM)

(1) CDM 施工場所・数量および使用船舶

改良形式は、コンテナおよびカーバースの背面部が壁式(改良率51.0%)、埋立部が杭式(改良率平均16.6%)となっており、総施工数量は43,969本

(1,397,414 m³), 平均杭長は 12.4 m である。施工場所を 図-4 に、改良体の平面配置例を 図-5 に、埋立部の断面を 図-6 に示す。埋立部は、原地盤を CDM で改良し、その上に CPM を打設した後に山砂で埋立を行った。

本工事では工期短縮を図るために杭配置を考慮して CDM 船はすべて 2 軸×3 連装を採用した。しかし、日本国内には 2 軸×多連装の CDM 船はなかったため、一時輸入した韓国の CDM 船 1 隻、韓国で新規製作しインドネシアに輸入した CDM 船 1 隻、日本から一時輸入した CDM 機器をインドネシア国内で艀装した CDM 船 (写真-2, 表-2) 2 隻の計 4 隻を使用した。



写真-2 艀装 CDM 船 (FTTN1 2軸×3連装)

表-2 艀装 CDM 船仕様 (FTTN1)

船体寸法	73.15 m × 21.33 m × 4.26 m
喫水	1.80 m
攪拌翼径	φ 1,300 mm
軸数	2 軸
同時打設可能本数	3 セット
打設可能深度	27.5 m (海面より)

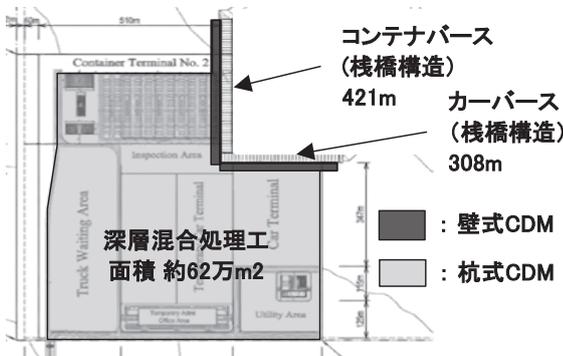


図-4 CDM および棧橋工施工場所

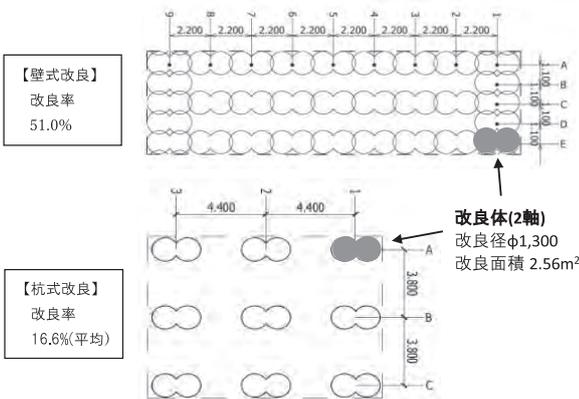


図-5 壁式・杭式 CDM 改良体の平面配置例

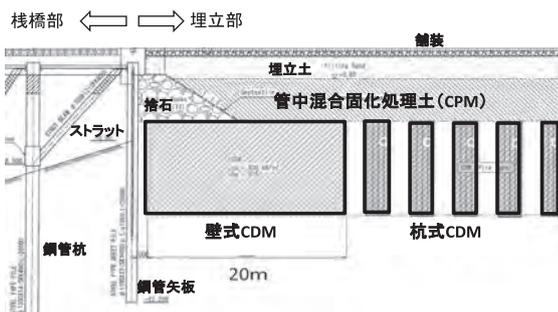


図-6 埋立部断面図

(2) 固化材添加量および種類

CDM 施工前に土質調査および試験練りを実施した。改良地盤はすべて粘性土層で、その構成は大きく 3 層に分かれていた。海底面から約 4 m は N 値=0~2 の超軟弱土層、4 m~10 m は N 値=2~8 の有機物質を含む土層であり、それ以深は緩やかに N 値が上昇する粘性土層で N 値=10 を改良下端深度と設定した。本工事における CDM の設計基準強度は、養生日数σ91 で 800 kN/m²、不良率は 15.9%であった。また、固化材の添加量は 150~300 kg/m³と規定されていた。

改良強度に関する懸念事項は 2 つあり、1 つ目は改良上端部の強度確保であった。本工事では、覆砂などを実施せずに土被りなしで原地盤天端まで CDM 改良を行ったため、特に原地盤天端から 2 m 区間は改良時に拘束圧が低く、改良中にスラリーが海中に散逸することが懸念されたため、当初は規定の上限を超えた 350 kg/m³と設定し、その他の区間については 170~220 kg/m³として施工を開始した。その後、改良体の一軸圧縮強度試験結果の傾向を把握した上で発注者側と協議し、最終的に 150~220 kg/m³の添加量とした。

2 つ目は深度 4~10 m の有機物質を含む土層の強度発現であった。この層は強熱減量が高く、試験練りにおいて普通ポルトランドセメント (以下 OPC) では強度発現が非常に低い結果となった。そこで、インドネシア国内のセメント製造会社と協議し、当時まだ

規格化されたばかりで使用実績の少ないスラグセメントを製造し使用した。スラグの配合率は試験練りの結果から55%とした。

(3) 施工管理方法

CDMの品質・出来形の規格値は日本のCDM工事に準じて行った(表-3)。打設位置はGNSSを使用したシステムで管理した。セメントスラリーのW/Cは80%とし、引抜吐出で施工した。改良杭の着底深度は規定値管理とした。改良長が短いため、改良1サイクル当りの所要時間は位置決めを含めても約1時間であった。各船とも24時間施工により、平均して15~18サイクル/日(45~54本)を施工し、施工期間は約10ヶ月であった。

表-3 CDM出来形管理規格値

項目	単位	規格値
改良体位置	cm	± 10
改良体傾斜	度	1 以内
改良体直径	%	設計の95%以上
改良時回転数	回/m	350 以上

(4) 作業船への固化材(セメント)供給方法

セメント供給量はCDM船4隻で最大約1,400t/日、CPMで最大約1,000t/日であった。CDMおよびCPMに使用したセメントは、製造工場から最寄りの港まで陸上輸送した後に、自航式のセメント運搬船(6,000-8,000t積2隻)に積み込み現場内に常駐させたセメントストック船(12,000t積1隻)へ運搬した。

ストック船からCDM船へのセメント供給は、施工区域が干潮時に水深が-3.0m以下となるため、干潮時でも航行可能な喫水の浅い自航式上陸艇を艀装した自航式艀装セメント供給船(450t積2隻)を使用した(写真-3)。ストック船からCPM固化材供給船へのセメント供給は、喫水の浅い小型セメント運搬船がインドネシア国内で手配出来なかったため、4,000t積のセメント運搬船に最大1,800t程度を積み喫水を浅くして供給した。



写真-3 艀装セメント供給船

5. 管中混合固化処理工法(CPM)

(1) CPM 施工場所・数量および使用船舶

CPMの打設位置を図-7に示す。打設数量は2,489,677m³、打設天端高は+1.5m、層厚4.5~5.5mでCDM改良した地盤の上部、埋立部の全域に打設した(図-6)。表-4にCPMに使用した作業船舶の仕様を示す。本工事に使用した船舶は、解泥船台船、解泥用バックホウと排砂管の一部を除き日本からセミサブ船で一時輸入した。



図-7 CPM 打設位置

表-4 CPM 使用船舶

船舶名	仕様
解泥船	解泥機付きバックホウ：4台 スケルトンバケット付きバックホウ：2台
空気圧送船 (風神丸)	圧送能力：1,000m ³ /h (1,500m) バックホウ：5.12m ³ × 2台
固化材供給船 (PM-6001)	サイロ：500t × 2基 スラリー製造能力：400m ³ /h
打設船 (野分)	打設方式：自然流下式 アウトリーチ：60m
排砂管	径：φ660mm

(2) 固化材添加量および種類

CPM施工開始前に土質調査および試験練りを実施した。CPMには施工区域内の海底面から-4m程度までの超軟弱土層部分を浚渫した土砂を使用した。本工事におけるCPMの設計基準強度は、養生日数σ91で200kN/m²、不良率は25.0%であった。また、固化材の添加量は原泥に対し100~200kg/m³と規定されていた。

施工性と品質確保(排砂管閉塞防止、圧送量と距離の確保および混練性向上)を考慮して、原泥に加水・解泥して浚渫土の含水比を190%程度に調整してCPMを施工した。当初は固化処理土1m³に対し95kgの添加量とし、CPM打設土の一軸圧縮強度試

験結果の傾向を把握しながら添加量を最終的には 87 kg/m³ まで削減した。なお、CPM は有機物質を含む浚渫土を使用しないため OPC でも十分な強度発現が得られたが、CDM と工程が重複していたため、調達・運搬を考慮して CDM と同じスラグセメントを使用した。また、セメントスラリーの W/C は 100% とした。

(3) 施工管理方法

CPM の出来形の規格値は打設天端高（設計天端高に対し ± 50 cm）である。打設時の施工管理は、圧送船と固化材供給船で固化材添加量の管理、打設船で打設位置および打設天端高の管理を行った。打設は品質（強度）確保のため気中打設とした。打設位置と高さは、打設船の配管の筒先に GNSS および超音波式距離計を設置して管理を行った。また各船間の運転データの通信は、無線 LAN で行った。写真—4 に管中混合固化処理（CPM）船団による施工状況を示す。CPM は 24 時間昼夜施工により、1 日最大 12,000 m³、実働日平均 8,000 m³（処理土量）を打設した。施工期間は約 13 ヶ月であった。

また、施工場所の水深が浅く、打設船以外の船団を打設位置近傍に配置することが困難であったため、1,000 ~ 1,500 m の長距離圧送を行ったが閉塞等のトラブルなく打設を完了した。

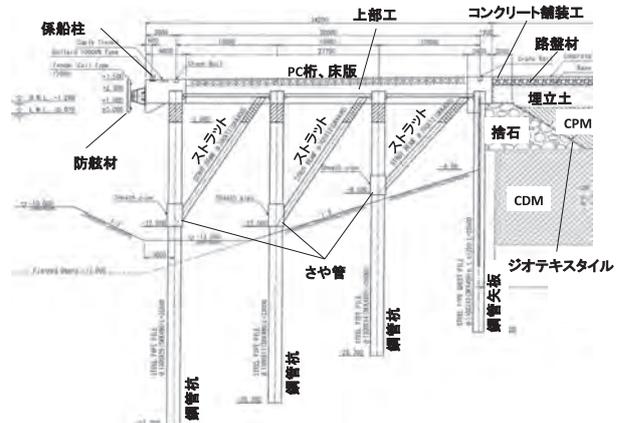
6. ストラット工法による栈橋工

(1) 栈橋工施工数量および施工場所

ストラット工法は、栈橋の補強、水平剛性の増加、施工期間の短縮、杭の小断面化および杭本数の削減などを目的として採用した。本工法もインドネシアでは初めて採用される工法であった。表—5 に施工数量、

表—5 栈橋工施工数量

工種	単位	施工数量	
		カーブス	コンテナバース
鋼管矢板	本	301	333
鋼管杭	本	102	201
ストラット	基	64	142

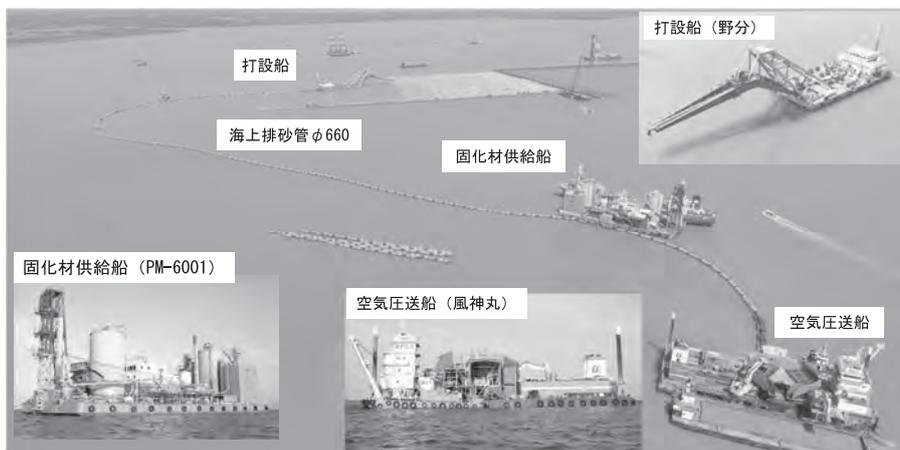


図—8 栈橋構造（コンテナバース断面図）

図—4 に施工場所、図—8 に栈橋構造を示す。上部工の構造は、鋼管矢板頭部と鋼管杭頭部に場所打ちコンクリートが施され、床版には PC 床版ポストテンション式のプレキャスト桁を採用した。

(2) 施工方法

鋼管矢板、鋼管杭を打設後、ストラットを据付け、さや管へのグラウト注入や杭頭剛結板の溶接により、杭とストラットを一体化した。その後、上部工のコンクリート打設を行い、PC 桁を設置及び緊張し、防舷材、係船柱などを取付けた。写真—5 にストラットと上部工の施工状況を示す。



写真—4 管中混合固化処理（CPM）船団による施工状況

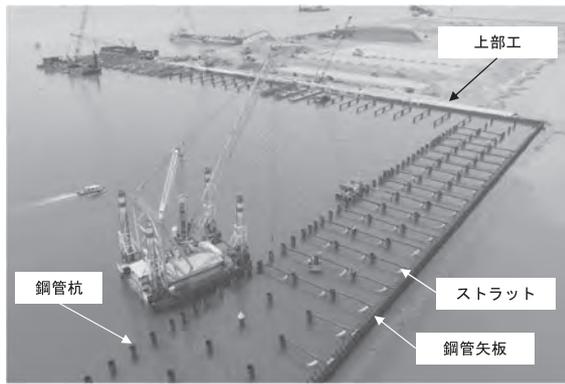


写真-5 ストラットと上部工施工状況

関係者や JICA, ならびに日本大使館より感謝の言葉を頂いた。またパティンバン新港開発事業は, 1 期工事 2 段階目となるフェイズ 1-2 が 2023 年より始まっている。次期工事でも CDM, CPM およびストラット工法が採用され, 本邦技術がパティンバン新港の開発事業に必要とされたことは喜ばしいことである。

また, 安全面においては約 880 万時間の連続無災害記録を達成した。工事関係者の皆様の多大なるご支援, ご協力に感謝申し上げます。

JICA

7. おわりに

2020 年 12 月にカーバースとカーターミナルの部分完成により, 政府関係者によるソフトオープニングの式典が行われ, 自動車運搬船の第 1 船が入港し, 政府

【筆者紹介】

野元 義一 (のもと よしかず)
 五洋建設㈱
 名古屋支店 プロジェクト部
 プロジェクトグループ長



米国における TRD 工法による大規模堤防 漏水対策適用事例

勝 倉 茂

TRD 工法は、等厚式ソイルセメント地中連続壁工法に分類される。造成されるソイルセメント壁は、その独自の掘削機構により、連続性と高い止水性が特徴のひとつである。日本国内では1992年の誕生以降、適用範囲を広げ、今日では主に大深度、並びに硬質地盤での適用や、高い止水性が求められる条件下において多く採用されている。また、2005年以降のTRD工法技術の海外への普及と共に、多様な用途における施工事例も増加している。

本稿では、米国における大規模な堤防の漏水対策工事の一環として、狭隘な堤頂部からTRD工法により止水壁の造成が行われた適用事例について紹介する。

キーワード：ソイルセメント地中連続壁，止水壁，等厚壁，堤防，漏水対策，補強，TRD工法

1. はじめに

TRD工法（以下、本工法という）は、地中に建て込んだチェーンソー型のカッターを回転させ、地盤を切削しながら水平方向に連続した溝を掘削し、同時に原位置土とセメントスラリーを混合攪拌することにより、ソイルセメント地中連続壁を造成する工法である。

この横行掘削原理、及び鉛直攪拌方式により、ソイルセメント地中連続壁の均質性が確保され、継ぎ目のない止水性の高い連続壁を効率よく造成することが可能となる。

施工機械（写真—1）は、チェーンソー型の掘進機



写真—1 本工法機

構と、これを支えるベースマシンで構成され、ベースマシンの前方にガイドフレームを設け、これに水平移動が可能な掘進機構が装着されている。掘進機構は、複数の切削ビットを取り付けたチェーンと、これを駆動するモーター、カッターポスト等で構成され、ポストの内部には、セメントスラリーをカッターポスト下端に設けた吐出口へ送る複数の配管と、施工精度管理用の傾斜計の挿入管が装備されている。施工機械の高さは約10mと低く、施工深度に拘わらず、機械全体の安定性が常時確保されている。

本工法は、低重心設計の施工機械、且つ高品質なソイルセメント地中連続壁の造成を目的に、1992年にカッターチェーン方式による施工機械として、(株)神戸製鋼所（現コベルコ建機(株)）により開発された、等厚式ソイルセメント地中連続壁造成工法である。

1992年の開発以降、日本国内では、土木、建築等の多種芯材を挿入する仮設土留止水壁をはじめとし、河川堤防、調節池、処分場、汚染物質封じ込め等を目的とした止水壁、並びに地中控え護岸等、計850件を超える現場に供されており、最大壁厚は1,200mm、最大掘削深度は60mに至っている¹⁾。

2. 海外への本工法技術の普及

本工法は、日本国内における工法の確立と共に、米国（2005年）、シンガポール（2007年）、及び中国（2009年）へ展開されている。今日においても、米国、及び

中国では定常的に本工法の採用が進んでおり、米国では主に浅深度ながらも高い止水性が求められる堤防や汚染物質貯留池用止水壁として、中国では大深度仮設土留止水壁や鉄筋コンクリート地中連続壁工法等により造成される RC 連壁の漏水対策止水壁としての適用が多く、地域によりその適用方法に特色が出ている。

3. 米国における本工法の適用状況

米国では 2005 年に、カリフォルニア州における地下水への海水の浸入を防ぐためのフィジカルバリアーとした止水壁の試験施工を行うため、Hayward Baker Inc. (現 Keller North America Inc.) により初めて導入され、米国内唯一の本工法の施工会社として、3 台の本工法機を保有し、今日までに総施工壁面積 240,000 m² 超の施工実績を有している。

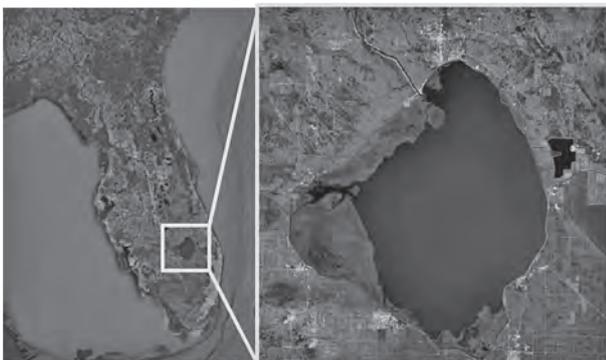
米国内での本工法は、仮設土留壁とした適用は少なく、主に老朽化した堤防の漏水対策、調節池や各種汚染物質貯留池等の止水壁として適用されている。

4. Herbert Hoover Dike^{2)~4)}

フロリダ半島南東部に位置する Okeechobee 湖 (図一1) は、琵琶湖の約 3 倍の面積となる約 1,890 km² におよぶ非常に大きな淡水湖である。通常の水源地とした役割に加え、フロリダ半島南部に広がる大湿地帯に生息する動植物にとっても貴重な役割を担っている。

この Okeechobee 湖の周辺を囲っているのが、全長 143 mile の Herbert Hoover Dike (HHD) である。

HHD 築堤の歴史は 100 年以上前に遡る。1915 年頃より、地元の出資により最初の築堤が始まる。1920 年代後半、数度のハリケーンによる甚大な越流被害が発生し、1930 年代 (写真一2)、US Army Corps of Engineers (米国陸軍工兵隊, USACE) により 84 mile におよぶ大規模な築堤事業が開始されること



図一1 Okeechobee 湖 (フロリダ州)



写真一2 1933 年頃の HHD 初期築堤状況

となる。また、1947 年に更なるハリケーンによる被害を受け、59 mile の追加の築堤工事が着手され、1960 年代に現在の HHD が完成することになる。

当時、HHD 築堤時に使用された主な材料は、礫、石灰岩、砂、貝殻、有機質土、浚渫土砂等であり、ハリケーン等豪雨による湖面の水位上昇に伴い、堤内への漏水やパイピングの発生が確認されることとなる。

これらの問題に対し、堤防の安定化、及びパイピングの軽減を図るため、漏水対策とした止水壁の造成を含む、HHD のリハビリテーションワークの検討が 1990 年代から 2000 年代前半に実施され、2008 年、当事業の最初の漏水対策工となる止水壁の造成が、本工法により開始された。

5. Herbert Hoover Dike における漏水対策工事

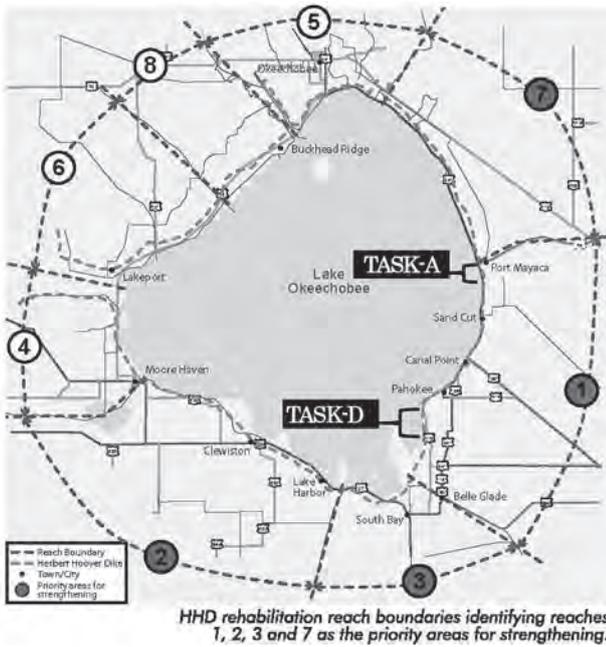
本工法が採用された 2 工区、Reach-1 TASK-A、及び TASK-D (図一2) における止水壁造成工事例を以下に紹介する。

(1) 施工概要

- ①発注者名：US Army Corps of Engineers, Jacksonville District
- ②工事件名：Herbert Hoover Dike Rehabilitation Reach-1 Seepage Cutoff Wall TASK-A, TASK-D
- ③工事場所：Martin and Palm Beach Counties, Florida
- ④土質条件：堤体内埋土、砂質土、有機質土、石灰岩、砂岩等
- ⑤施工数量：表一 参照

(2) 堤頂部からの止水壁の施工

止水壁に求められる役割は、漏水対策、及びパイピングの軽減を行うことによる HHD 自体の安定化であり、既存の堤体自体にもその機能を持たせる必要があ



図一 2 Herbert Hoover Dike 漏水対策工区位置

表一 1 TRD 止水壁 施工数量

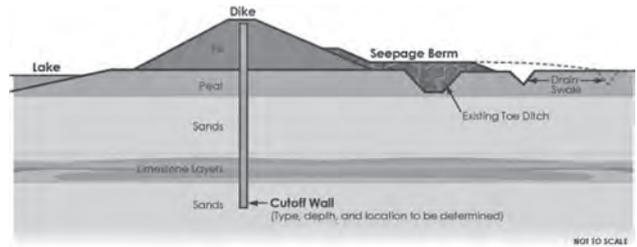
施工数量		TASK-A	TASK-D
施工延長	ft (m)	14,000 (約 4,267)	17,600 (約 5,365)
壁厚	mm	700	700
最大壁深度	ft (m)	56.0 (約 17)	65.7 (約 20)
壁面積	ft ² (m ²)	224,000 (約 20,810)	1,156,320 (約 107,426)
工期	着工	2008 年 1 月	2009 年 1 月
	完工	2008 年 7 月	2011 年 11 月
	(一部のエリアにて施工中断期間有り)		

るため、止水壁は堤頂部からの施工となる（図一 3 参照）。既存の堤頂部の幅員は、数マイルにおよぶ施工エリアにより異なるものの、概ね 3～5 m 程度であるため、本工法機をはじめとした堤頂部に配置される重機足場用として、堤外側に盛土を行い、最小限の作業幅員を確保した上で施工を実施している（写真一 3, 4）。なお、当盛土部については施工完了後に撤去し、植生復帰を行っている。

狭隘な堤頂部には、本工法機の他は必要最低限の重機のみを設置し、プラント設備一式は堤内側のスペースに設置した上で、堤頂部にて止水壁造成を行う本工法機へセメントスラリーを供給している。

なお、施工は 2 シフトにて実施され、横行掘削原理を有する本工法機にとっては、効率の良い施工が実施されている。

また、当該地特有の落雷対策の一環として、重機足



図一 3 漏水対策工とした止水壁施工断面図



写真一 3 本工法施工状況 ①



写真一 4 本工法施工状況 ②

場用とした敷鉄板は使用せずに、ティンバーマットと称する厚さ 20 cm 程度の角材を連結させブロック状にしたものを使用している。

(3) 止水壁の品質管理

本工法による止水壁造成に先立ち、原位置土を採取の後、事前室内配合試験を行い、セメント、及びベントナイトの配合を決定の上で施工は実施されている。止水壁に求められる品質基準を表一 2 に示す。

品質基準を満たすことが出来ない止水壁エリアについては、再施工という厳しい工事仕様が定められており、常時のセメントスラリーの性状確認、テーブルフロー試験、及びウェットサンプリングによる一軸圧縮強度、透水係数の測定を行いながらの施工となる。

表一 2 TRD 止水壁 品質基準

項目	設計・管理基準	備考
一軸圧縮強度 (材令 28 日)	$q_u = 100 \text{ psi} \sim 500 \text{ psi}$ (ASTM D2166)	($\approx 0.69 \text{ MPa} \sim 3.45 \text{ MPa}$)
透水係数 (材令 28 日)	$k \leq 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ (ASTM D5084)	コアボーリング採取孔を利用した変水位透水試験
均質性	(諸定義有り)	コアボーリング採取孔に、360°記録が可能なダウンホールカメラを挿入し、止水壁内の混合攪拌性・均質性や、クラック有無等のビジュアルチェック (写真一5)
止水壁頭部出来型	—	部分的に止水壁頭部の両側面を開削した上で壁厚確認、及び出来型形状、壁品質についてビジュアルチェック (写真一6)
本工法管理基準	鉛直精度 1/250	本工法機に内蔵された傾斜計管理装置をもって管理



写真一5 ダウンホールカメラによる壁内ビジュアル検査



写真一7 コアボーリング採取状況



写真一6 止水壁頭部の出来型検査

HHD 現場では、一軸圧縮強度の品質基準において、上限値が定められている特異なケースとなったが、コアボーリングにより採取された全ての試料において、品質基準 ($q_u = 100 \text{ psi} \sim 500 \text{ psi} \approx 0.69 \text{ MPa} \sim 3.45 \text{ MPa}$) の範囲に収まる一軸圧縮強度を維持し、同時に透水係数 ($k \leq 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$) も併せて品質基準を満たし、本工法による漏水対策工とした止水壁の造成を完遂するに至っている。

TASK-A における採取されたコアボーリングの一例を写真一7に示す。また、コアボーリングにより採取された試料を基に測定された一軸圧縮強度 (ウェットサンプリングとコアボーリングの強度対比)、及び透水係数 (事前室内配合試験結果とコアボーリングの透水係数対比) の品質確認結果⁵⁾の一部を、図一4、及び図一5に示す。

6. おわりに

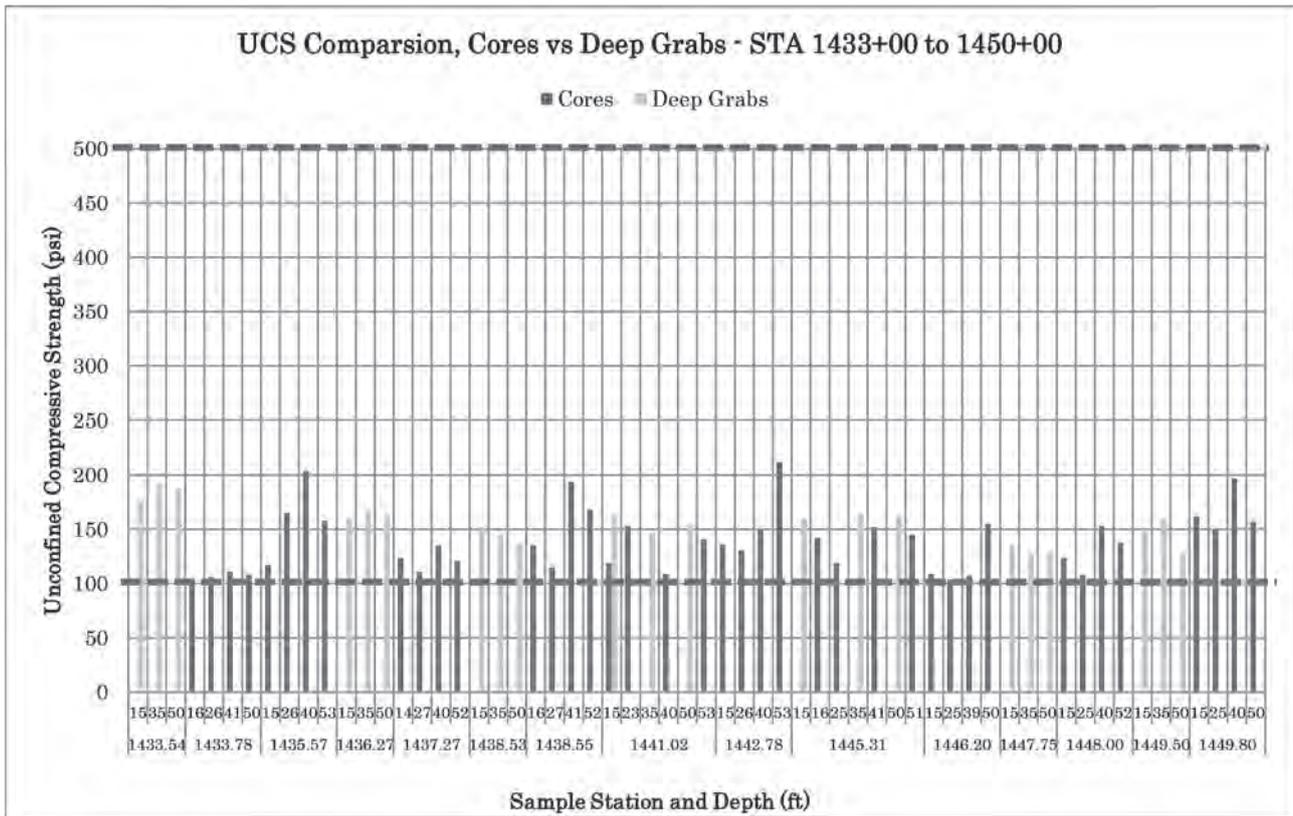
本稿では、米国における大規模な漏水対策工とした施工事例について紹介をさせて頂いた。

HHD の他工区でも、他工法による止水壁工事が堤頂部より実施されており、2008 年より始まった HHD の長期に亘る漏水対策事業は、約 15 年経過した 2023 年 1 月に完了するに至っている。

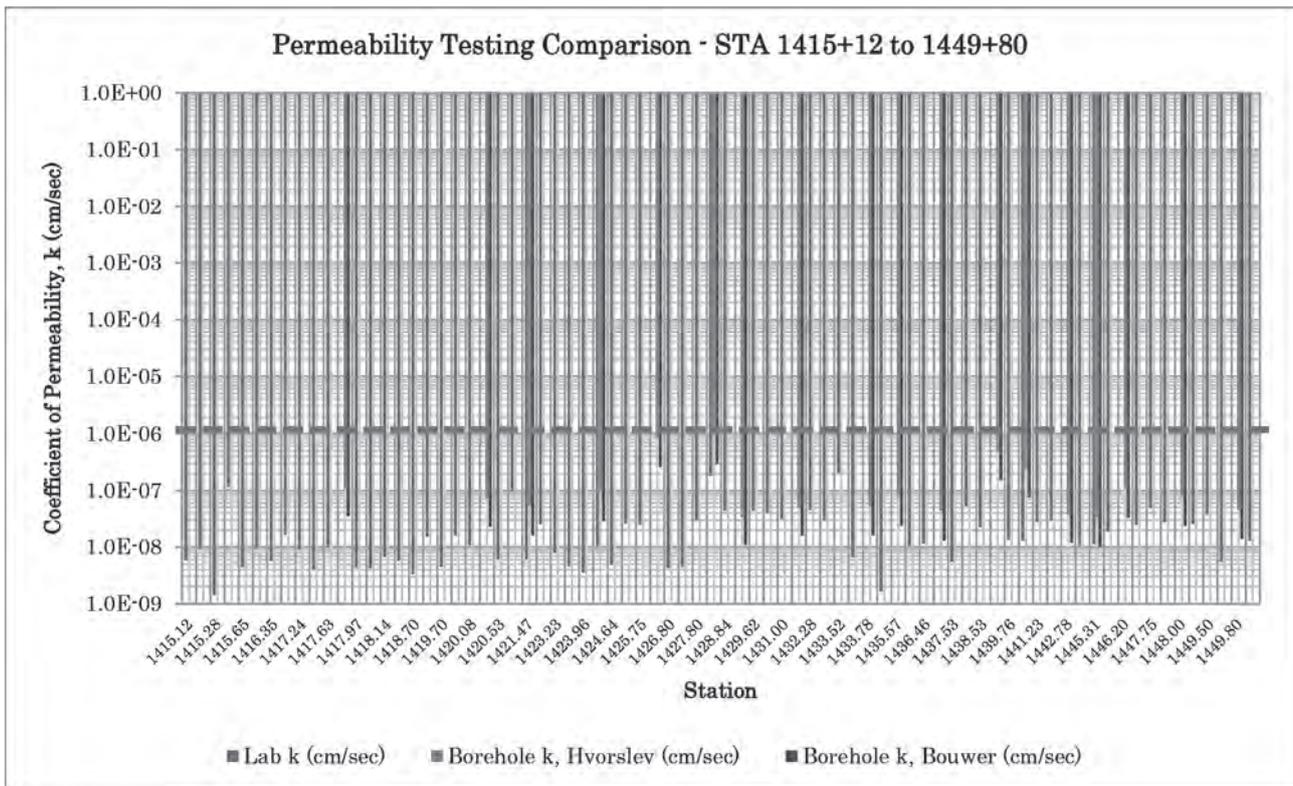
今日までの日本国内における本工法による堤防の漏水対策工は、全て堤防法尻部からの施工となり、堤頂上部からの施工実績は無い。米国での本工法の更なる普及と、日本国内での米国同様の適用機会が得られることを切に願う次第である。

謝 辞

TRD 工法技術の米国への普及において必要不可欠であった、工法特有の施工技術や現場管理等の総合的なエンジニアリングの提供を頂いた(株)テクノックス、並びに HHD 現場に従事頂いた東興ジオテック(株)、関係各位に対して、この場を借りて深く感謝の意を表します。



図一 4 TASK-A : 一軸圧縮強度試験結果 (材令 28 日)



図一 5 TASK-A : 透水係数試験結果 (材令 28 日)

《参考文献》

- 1) 黒木義富, 日置洋介: TRD工法の河川堤防と都市部雨水貯留対策での適用事例, 建設機械施工, pp.26-32, VoL74, No.6, 2022年6月
- 2) E. Garbin, 日置洋介, 上周史, C. Lewis, : Evaluation of Trench Remixing Deep (TRD) Cutoff Wall Homogeneity Using Thermal Integrity Testing, International Symposium on Deep Mixing & Admixture Stabilization, OKINAWA 2009
- 3) US Army Corps of Engineers, Jacksonville District, "Herbert Hoover Dike."
<http://www.saj.usace.army.mil/HHD/>
- 4) Davis, J, "Herbert Hoover Dike." Presentation, 2008 ASCE Florida Section Conference, Orlando.
- 5) "HHD TASK-A Quality Data" , Keller North America Inc.



【筆者紹介】

勝倉 茂 (かつくら しげる)
株式会社KGフローテクノ
営業部 特機課
副部長



世界の主要建機メーカーの動向

岡本直樹

海外の主要建機メーカーの動向として、近年の世界シェアランキングを調べ、それらの企業を国別に分け、**米国**：CAT・Deere・Terex・I-R 他、**日本**：コマツ・日立建機・タダノ、**中国**：除工集団・中聯重科・三一重工・柳工、**スウェーデン**：Volvo・Sandvik・Atlas Copco、**ドイツ**：Liebherr 他、**英国**：JCB 他、**イタリア**：CNH、**フィンランド**：Metso 他、**韓国**：HD 現代インフラコア、**旧ソ連圏**：BelAZ・ChTZ・UZTM-KARTEX の順に動向を示す。

キーワード：建設機械、アライアンス

1. はじめに

世界の建設機械メーカーは、合従連衡による再編と市場変化に晒されているが、近年の世界シェアの動向を調べると、既知の欧米企業に加えて新興の中国企業の台頭が目覚ましく、韓国の斗山インフラコアの動向も気になる場所である。近年のベスト10入り企業と20位くらいまでの企業をリストアップし、その他に知名度の高い企業等の動向も付け加える。

のランキング変化を示すと表-1のようになる。調査団体によってデータの取り方が違い順位も若干違ってくるので、2010～2023年の同一団体（Yellow Table）の調査結果を並べてみた。年表示は資料発表年なので前年の実績と思われるが、近年の順位変化の

2. 世界の上位建機メーカー

図-1に建機メーカーの2021年の世界シェアのグラフ（DealLabの資料）を示す。前年資料と比較すると2位以下が追いついて、キャタピラーのシェアが28%から20%へと低下して差が接近している。2010年来



図-1 建機メーカーの世界シェア

表-1 建機メーカーのランキング

2004	順位	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	2023
CAT	1	CAT							
コマツ	2	コマツ							
Terex	3	日立建機	Volvo	Volvo	Terex	日立建機	Deere	除工集団	除工集団
Deere	4	Liebherr	日立建機	日立建機	日立建機	Volvo	除工集団	三一重工	Deere
日立建機	5	Volvo	Liebherr	Liebherr	Liebherr	Liebherr	三一重工	Deere	三一重工
Liebherr	6	Sandvik	三一重工	Terex	Volvo	除工集団	Volvo	Volvo	Volvo
Volvo	7	Terex	中連重科	中連重科	Deere	斗山インコア	日立建機	中連重科	Liebherr
CNH	8	Atlas	Terex	三一重工	斗山インコア	三一重工	Liebherr	Liebherr	日立建機
I-R	9	Metso	斗山インコア	Deere	除工集団	Deere	斗山インコア	日立建機	Sandvik
JCB	10	除工集団	Deere	斗山インコア	JCB	JCB	中連重科	Sandvik	JCB

傾向を掴んで欲しい。中国企業の台頭が著しい。参考に2004年の日本建設機械工業会の資料も左端に添付した。この年の番外11～16位にコベルコ建機・斗山・Atls Copco・タダノ・現代重工・住友建機が続いていた。2023年の番外11～20位には、斗山 Bobcat・中聯重科・Metso・Epiroc・Terex・JLG・柳工・クボタ・現代斗山インフラコア・CNHが続いている。

3. 主要メーカーの動向

ランキング上位メーカーの動向を国別に示すと同時に、消滅した企業を含む高名なメーカーの消息も追記した。

(1) USA

(a) Caterpillar

Caterpillar は1925年に設立された世界最大の米国の建機メーカーである。CATの愛称とキャタピラーイエローが特徴で、設計・冶金技術等の品質に絶大なる信頼がある。伝統的に買収により取扱機種を拡げ、それらの後発機種でも品質向上によりシェアを確実に拡大してきた。古くはグレーダのRussel等を手始めに、近年ではTerexの鉱山部門(O&K, Unir Rig等)を取り込んだBucyrusを買収し、鉱山用積込機(写真一1, 2), DT, ドリル等を戦列に加え鉱山部門を強化した。



写真一1 CAT 7495



写真一2 CAT 6060

(b) Deere

Deere and Company は、1837年創業の米国を代表する世界最大級の農機系メーカーで、グリーンのトラクタとJohn Deereの愛称で親しまれている老舗である。1,000 ha以上の農場向けの500HPトラクタでは他社の追随を許していない。ブルドーザ等の建設機械はイエローカラーである。

(c) Terex

Terex Corporation は、旧GMの建機・特殊車両部門として生まれて、1974年開発の世界最大350 Ton ダンプ Titan33-19で名を馳せた。

1988年にUnit Rigを、1997年にはO&Kも買収してマイニング部門を強化していたが、同部門は2010

年にBucyrusに移動した。そして、2016年にフィンランドのKonecranesにマテリアルハンドリング事業を売却し、独Demagクレーン事業を2019年にタダノに売却した。

写真一3は最後のモータスクレーパ開発となったリアエンジンHST駆動のTHS15, 写真一4はMINExpo2008に出展した400 Ton (360 t) ダンプのMT6300である。



写真一3 THS15



写真一4 TEREX MT6300

(d) Ingersoll Rand

インガソルランド(I-R)は穿孔機メーカーとして1871年に創業、1905年にランドドリル社と合併、戦後はわが国でも大口径ブラストホールドリルT-4, DM-4, DMM等がよく知られていた。東京流機やMontabertを買収したが、2004年にドリル部門をAtlas Copcoに売却した。大型振動ローラSP60やSP54等はわが国のロックフィルダムの標準的振動ローラであった。舗装機械のABGは1990年に買収していたが、これらの道路部門も2007年にVolvo CEに売却され、現在は建機メーカーの面影はない。

(e) Link-belt

Link-beltの社名は、祖業の取外し可能なフラットチェーンベルトのリンク機構(1874年に特許取得)に由来している。その後、クラムシェルや油圧ショベルの会社となり、1967年から買収されたFMC傘下でLink-Belt機を世界に販売、油圧ショベルも導入した。

また、1963年から住友機械工業に技術供与し、機械式ケーブルショベルとトラッククレーンを製造販売、1967年に油圧ショベルを追加した。昔付いていた機体後部の住友=Link-beltブランドが懐かしい。

1986年になるとFMCと住友重機械工業の合併でLinl-Belt建機を設立、住友建機も親から分社化した。1998年には掘削機ラインを分離して、LBX Co(住友建機+Caseの合併)を設立、2010年に住友建機が完全子会社とし、現在はLBX(Link-Beltブランド)にOEM供給している。現在のLink-Belt Cranesは、ケンタッキー州レキシントンに本社を置く、住友重機械工業の完全子会社である。

(f) Manitowoc

マニトワックは1902年に設立された米国に本拠を置くクレーン大手で、Grove・Manitowoc・National Crane・Potain・Shuttleliftのブランド名でクローラクレーン及びブームトラックを製造販売している。

(g) Allis-Chalmers

1901年に合弁会社として設立、そのブランドは主に農機具事業のオレンジ色のトラクタによって名声を博し、多様な建設機械に発展した。しかし、1950年代からライバルとの競合から採算が悪化し、1974年にFiat資本を入れてFiat-Allis建機を設立した。1983年にはFiatallisと改名、1985年に北米工場を閉鎖してこの合弁事業を終了した。

砕石機械メーカーとしても有名であったが、1980年代～1990年代の一連の会社売却により会社は変容し、最終的には解散した。

(h) Vermeer

1948年創業、農機具、トレンチャ、水平ドリルを製作販売、わが国へは岩盤トレンチャで知られる。

(i) その他

その他のメーカーにJLG・Astec Industries・Altec Industries・Gehl・Elliott・Mack・Scoopmobile・Warnear & Swasey (Gradall)・Yale等があり、消滅した主要なメーカーやブランドの推移は以下のようになる(図-2)。

Marion → Bucyrus → CAT

International Harvester → コマツ

LeTourneau → P&H → JOY → コマツ

LeT-Westinghouse/Wabco → Dresser → コマツ

Euclid (Michigan) → VME → 日立建機

Koehring → AMCA → Northwest → Terex

(2) 日本

(a) コマツ

日本のトップメーカーであるが、CATの日本上陸時にその危機感から、TQCを強力に推進して品質を向上させた。早くから海外志向が強かったが、これにより世界進出への基盤を強固にした。アライアンスでも技術提携からM&Aへと進め、IH、DRESSER(WABCO系：写真-5)、DEMAG等を取込み、近頃では鉱山機械大手のJOYを買収して、地下と露天掘り機械(P&H等：写真-6)を強化した。ITにも古くから力を入れKOMTRAX、AHS、スマコン等からDXへと推し進め、海外へも展開している。ADTではノルウェーのMoskyからOEM供給されていたが、現在では自社開発機に切替えている。



写真-5 980E

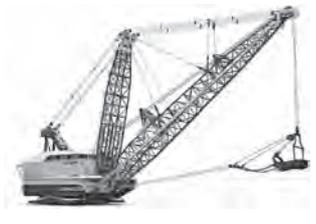


写真-6 P&H 9020C

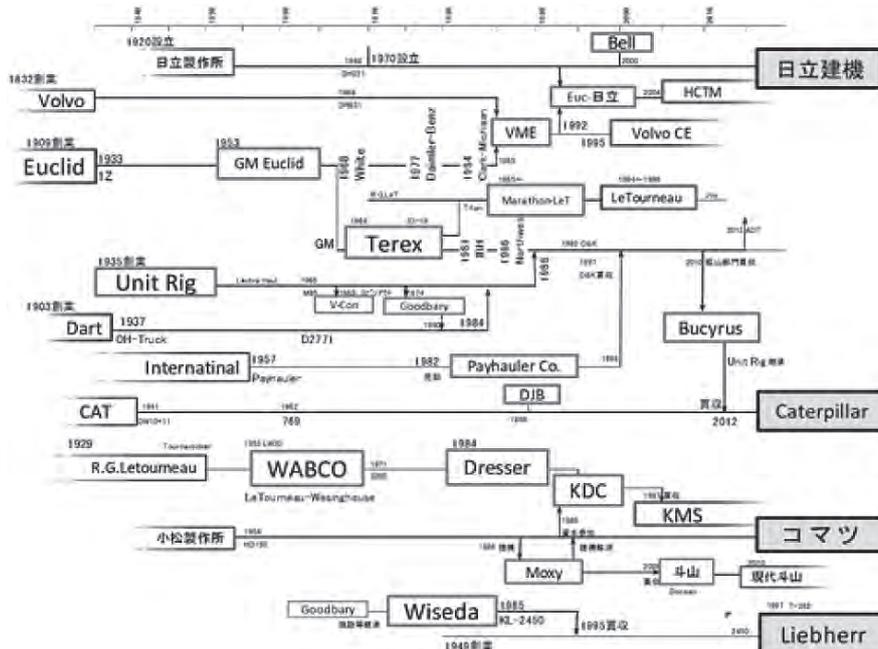


図-2 OHトラックメーカーのアライアンス変遷

(b) 日立建機

1970年に日立製作所から分社、定評ある油圧ショベルを海外にも展開し、海外マイニング市場には、買収したEuclidを投入して、積込・運搬の両輪を揃えた。国産化も進めているが出遅れたAHS（写真一7）の挽回が課題である。ADTでは、南アのBell社のOEM供給（写真一8）を受けていた時期もあった。現在、79社ある連結子会社のうち72社が海外にあり、22年度の売上収益の82%は海外売上である。また、情報化のSolution Linkageでは、買収したWENCO社のFMSを海外の露天掘鉱山で運用し、国内ではICT施工、機械保全のConSiteを展開していて、油圧ショベルの自律化にも長期計画で取組んでいる。



写真一7 EH5000



写真一8 AH400

(c) タダノ

1948年に多田野鉄工所を高松で創立、1955年に初の油圧トラッククレーンを開発し、1989年に社名をタダノに変更した。日本を代表するクレーンメーカーとなり、オールテレーンクレーン（写真一9）やラフテレーンクレーン（写真一10）等に強みを持つ。1990年にFAUNのクレーン部門を買収して、2012年にTadano Faunとした。また、大型クレーンの強化では、米建機大手Terexから、欧州に強いDemagブランドのクレーン事業を2019年に買収している。

その他にコベルコ建機・住友建機・クボタが20位内に入っている。



写真一9 AR7000N



写真一10 GR160N

(3) 中国

(a) 徐工集団/XCMG

XCMGは1989年に設立された新興総合建機メーカーであるが、近年、中国トップ企業となっている。前身の華興製鉄所は1943年に生まれ、1957年のタワークレーン製造から建設機械業界に参入した。2012年になるとコンクリート機の独SCHWINGを買収している。そして、驚くべきことは、超大型のマイニング用700t級ローディングショベル（写真一11）や360t積OH-DT（写真一12）を生産しているのである。更に2020年には400t積DTのXDE440を発表した。



写真一11 XE7000



写真一12 XDE440

(b) 中聯重科/Zoomlion

Zoomlionは、1992年に設立された湖南省系の建機大手である。コンクリートポンプ、ミキサ車といったコンクリート用機械とクレーンに強みを持っている。2008年にイタリアのコンクリート機器メーカーであるCIFA（シーバ）を買収し、世界展開を加速している。

(c) 三一重工/Shantui (SANY)

中国長沙に本拠を置く大手建機メーカーである。同社は福島原発事故の際、62mブームのコンクリートポンプ車を原子炉冷却の放水（写真一13）に提供して有名となったが、独コンクリートポンプ大手のPutzmeisterも買収している。著者は17年前に旧ソ連圏の国で、古いソ連製に置き換わるShantui製ブルドーザ（写真一14）を各所で見掛けた。中国国内ではコマツやCATと競っている。



写真一13 原発の冷却放水



写真一14 Shantui

(d) 柳工/Liugong

柳州に本社を置く1958年設立の多国籍建機メーカーで、ホイールローダを手始めに幅広く汎用機を提供している。ローダは 5.4 m^3 、BDは36t、DTは91tが最大で、HEは120t級までである。最近ランクアップしてきた。

(4) スウェーデン

(a) Volvo CE

1950年にVolvoが前身のBolinder-Munktell (BM)を買収、ローダH10を開発し、1966年に全駆のDR631を発表して今日のADTを定義した。1973年に社名をVolvo BM ABに変更、1985年にはEuclid系Clark-Michiganと統合してVMEグループを形成したが、1992年にEuclidは日立と提携して離脱、残ったVMEは1995年にVolvoが完全子会社化して、社名をVolvo CEとした。建機の総合強化では1991年にAKERMAN (油圧ショベル等)を傘下に収めていたが、米Champion (モーターグレーダ)も1997年に買収して、翌年には韓サムスンの建設部門を買収、2007年に米Ingersoll Rand 道路部門を買収して舗装機とローラを強化した。そして、舗装機のBlaw Knox 部門は2020年に手放して整理した。

ボルボ建機は、ボルボグループ (AB Volvo) の傘下で、グループはスウェーデンに本拠を置くトラック・建機メーカーである。1928年にトラックメーカーとして設立され、現在もトラックの売上がグループ全体の6割超を占める世界2位のトラックメーカーである。乗用車事業は1999年にFordに売却、2010年に中国/浙江吉利控股集团傘下に移動した。日本国内では、日本法人が日産ディーゼル工業を買収してUDトラックとしたが、現在はいすゞ傘下となっている。

近年は電動化と自律化に力を入れていて、バッテリー駆動のキャブレス15tDT (TA15:写真—15)によるフリート運転サービスを提供しているが、TA15は2020年のRed Dot Awardを受賞した。また、2021年に自律ホイールローダLX03 (写真—16)を開発、2022年には初の燃料電池ADTのHX04 (写真—17)



写真—15 自律DT



写真—16 自律ローダ



写真—17 燃料電池ADT



写真—18 電池駆動23tBH

と電池駆動23tバックホウEC230 (写真—18)を発表している。

(b) Sandvik

1862年創業のロックドリルと地下用ローダ、トラック等の製造メーカーである。SANDVIKブランドは1876年に米国で使用を開始し、1972年に社名とした。1998年にフィンランドのTamrockを買収している。

(c) Atlas Copco → Epiroc

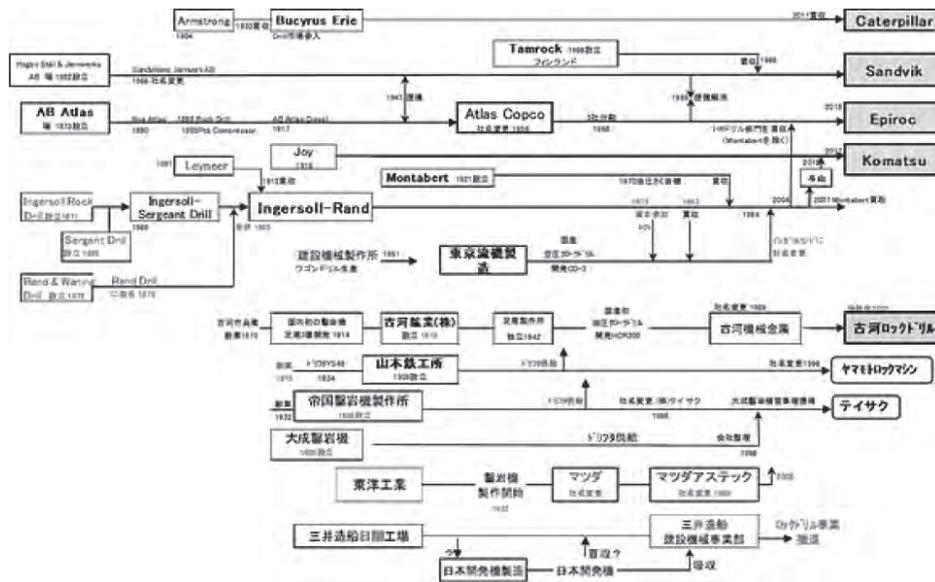
Atlas Copcoは1873年に設立されたストックホルムに本社を置く多国籍企業で、世界約20ヶ国、80の製造施設で生産を行い、180ヶ国以上の市場で事業展開をしている。設立時の社名はAB Atlasであったが、1956年に買収したベルギーのコンプレッサ会社の頭文字Copcoを社名に付け加えた。1973年に油圧ドリルを発表、1980年に日本ロックエンジニアリングが初輸入して、その性能に国内ドリルメーカー等は驚愕した。2004年に米I-Rのロックドリル部門を買収、ドリルメーカーの再編が大きく進む (図—3)。2014年に土木鉱山事業部門をEpirocとして分社化した。

その他に有名な振動ローラのDynamacがあるが、2007年にAtlas Copcoに加わり、2017年には仏Fayat Groupに買収された。その他のメーカーには、Akerman・Kockums・Landsverk等がある。

(5) ドイツ

(a) Liebherr

Liebherrは、わが国では大型クレーン (写真—19)で有名であるが、欧州を代表する総合建機メーカーとなっている。グループはドイツの建設機械メーカーを母体とした企業体で、スイスのLiebherr-Internationalを持ち株会社とした未上場の同族経営である。世界12ヶ国に生産・販売網を展開し、グループの従業員数は3万3,000人に達する。中心となるリープヘル社は、Hans Liebherrによって1949年に創業された。Hansは南ドイツで両親の建設会社において、1949年に簡単に輸送・設置ができる最初の移動式タワークレーンTK10を開発して評判を得た。後継モデルのクレーン生産が増大するにつれ、リープヘル社は施工会社



図一三 発破用穿孔機メーカーのアライアンス

から建機メーカーへと変貌する。1953年に初の油圧ショベルを開発してから、現在の総合建機メーカーへと発展した。超大型の800t級マイニングショベル（写真一20）と360tのOH-DT（写真一21）を生産する数少ないメーカーでもある。OH-DT部門は米Wisedaを買収して戦列化した。2016年には70t級HSTブルドーザ（写真一22）を上市している。

(b) Wirtgen Group

グループのブランドは、サーフェスマイナー（写真一23）のWIRTGEN、舗装機械のVÖGELEは1836年設立、ローラのHAMM、モバイルクラッシュャのKLEEMANNで構成されている。

(c) BOMAG

1957年設立、1962年に傑作機7t振動ローラBW200を開発、日本でも高速道路工事やRCDの定番機械となる。1970年に米Koehringに買収された

が、2004年に仏Fayat Groupの傘下となった。

(d) O&K

O&K (Orenstein & Koppel) は、1876年設立の鉄道車両・重機等を専門とする大企業である。O&KのSLは日本の鉄道ファンにはコッペルとして愛されていた。大戦後は1949年に西ドイツで操業を再開、翌年にLubeck Crane社と合併し、掘削機の製造事業を他の機種へと拡大した。1961年から油圧ショベルに注力し、1967年には3m³ローディングショベルRH15が開発され、日本にも輸入されて活躍した。1972年には西ベルリンの5工場を稼働させ、着実に成長していた。1997年には世界最大の800t級マイニングショベル（写真一24）を開発し、超大型ショベルのベンチマークとなった。

鉄道事業は1981年に撤退し、マイニング部門は1997年にTerexに売却した。建設機械事業も1999年に当時Fiatグループの一部であったNew Holland Constructionに売却された。その後、Terex O&Kは2010年にBucyrusに買収され、翌年にCATイエローに衣替えした（写真一2）。

(e) Menck & Hambrock

Menck & Hambrockは、1868年に設立され、20世紀初頭から、さまざまなケーブル掘削機を開発して



写真一19 3,000tクローラクレーン



写真一20 R9800FS



写真一21 T284



写真一22 PR776



写真一23 Wirtgen 4200SM



写真一24 O&K RH400

名声を博した。1978年の破産の数年前、アメリカの **Koehring** が事業を引継ぎ、杭打部門のみが残って1992年から **Menck GmbH** の名称で運営されている。

(f) Kaelble

1884年創業の建設機械とトラックのメーカーとして欧州では名高く、1939年に欧州最大のブルドーザ PR125を開発している。1941年以降は軍用車両の生産に専念した。戦後はトラクタやトラックの生産を再開したが、1996年に破産、2002年から、**Kaelble** は **TEREX-Kaelble** という名前で **Terex GmbH** の一部門となり、2010年に **Atlas Maschinen GmbH** が **Kaelble** の全株式を引継いだ。

(g) Hanomag

Hanomag は、1835年創業の **Hanomag-Henschel Fahrzeugwerke GmbH** の略称で、SL、トラクタ、軍用車両を生産した。1969年に商用車部門は合併により **Hanomag-Henschel** ブランドとなり、その後メルセデス・ベンツに移管された。

日本との関係では、戦前の豊満ダム（満州）にブルドーザ K50 を輸出しているが、1989年になると小松製作所が **Hanomag AG** に資本参加し、2002年には完全子会社化して、**Komatsu Germany GmbH** とした。

(h) Krupp

クルップは、工業地帯エッセンを地盤とする重工業企業、1999年にティッセン社と合併し、巨大工業コングロマリットのティッセングループとなった。

クルップが1978年に開発した **Bagger 288**（写真—25）は全長220m、全高96m、総重量12,340tの当時世界最大の **BWE** (Bucket Wheel Excavator) であった。2001年にドイツ西部の褐炭露天掘り鉱山・ハンバッハ炭鉱から、22km先のガルトツヴァイラー炭鉱まで3週間かけて移動している。因みに、現在世界最大の **BWE** は **TAKRAF Bagger 293** (14,200t) に譲っている。

(i) Deutz AG

Deutz AG は、4ストローク機関の発明者である **N.A.Otto** が1864年に創設した最古の内燃機関メーカーであるが、トラクタやトラック等も生産していた。



写真—25 Krupp Bagger 288

建設機械のディーゼルエンジンとして **Cummins**, **CAT**, **Detroit** と共によく利用された。日本では、三井ドイツ・ディーゼル・エンジン(株)を1963年に設立、日鋼 **O&K** や **EIMCO** 建機に搭載されていたのが懐かしい。三井ドイツは **Deutz** 資本を離れ、エンジン供給は(株)三井 **E&S** パワーシステムズが継承している。

(j) Lanz

Lanz 社は、**Lanz Bulldog** の名で知られる焼玉エンジントラクタを生産、ブルドッグの顔のような左右に突き出た2つのフライホイールが特徴。1921~1960年間に22万台以上が生産され、戦前の満州や戦後の日本の農場にも輸入された。1956年に **John Deere** が買収し、しばらく生産した。

(k) FAUN

1845年の2社合併により **Fahrzeugfabriken Ansbach und Nuremberg** の略称として **FAUN** が誕生した。1986年に **O&K** に売却され、トラッククレーン部門は1990年に **タダノ** に売却され、2012年に **Tadano Faun GmbH** となった。

その他のメーカーとして **Putzmeister**・**Bauer**・**WACKER NEUSON**・**Sennebogen**・**Atlas Weyhause**・**Frisch**・**Fuchs**・**Hatra**・**Kramer**・**Nobas**・**Schaeff**・**Schmiedag**・**Sennebogen**・**Weimar**・**Weserhutte**・**Zettelmeyer** 等がある。

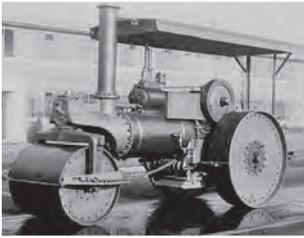
(6) 英国

(a) JCB

JCB といえばバックホウローダで知られているが、1945年に **Joseph Cyril Bamford** が **J.C. Bamford Excavators Ltd** として創業、大戦中のサープラスとスクラップを利用して、農業用被牽引式ダンプの製造から始めた。その後フロントエンドローダを造り、1953年に初のバックホウローダ **MK1** を開発した。1970年には初のリアエンジン **HST** クローラローダを開発している。現在、四大陸に22工場を設置し、750以上のディーラを展開、バックホウローダ生産は2020年に75万台目に達した。近年は電動化、燃料電池車に力を入れ、世界初の水素エンジン建機(バックホウローダ)も2023年に発表した。

(b) Aveling-Barford

1850年創業の **Aveling-Barford** はローラ（写真—26）の老舗で、戦前は英国のロードローラの75%を製造し、わが国にも輸入されていた。戦後は **OH** ダンプトラックやローダ、グレーダ等も生産し、**OH-DT** は日本にも新 **CAT** 三菱が代理店となって平成期に輸入さ



写真一26 Av-Bfd T型



写真一27 RD30

れたことがある(写真一27)。今世紀にADT(RXDシリーズ)の権利をシンガポールのST Kineticsが継承し、TRX Buildブランドで販売している。リジットDTはノルウェーのMoxyが2007年に権利継承を図ったが、翌年にMoxyは韓国の斗山に買収され、計画は頓挫した。

(c) Ruston-Bucyrus

1857年に設立されたラストン・プロクター社は蒸気ショベルで名を馳せ、Bucyrusと提携したRuston-Bucyrusの1930~1985年間も英国を代表する企業であったが、現在は消滅している。

(d) 他メーカー

DJBは、CATのADTとしてDシリーズの生産を担っていたが、完全買収された。他にクラムシエルの代名詞であった老舗のPriestman, Muir-Hill・Rapier・Vickers等があった。

(7) イタリア

(a) CNH Industrial

CNH Industrialは、2013年にCNH(Case New Holland) globalとFiat Industrialとのグループを経営統合して、農機系メーカーのFiat-Allis, New Holland, CASE IH等の系統をまとめた。大株主はFiatを創業したアニェッリ家で、ブランドは、New Holland(農機と建機)、CASE IH(農機)、CASE(建機)を使用している。トラックメーカーのIvecoは2011年に分社化された。CNH globalは1999年のNew Holland(NH)とCASE IHの合併結果であり、NHはFiat-AllisやNH等を統合して生まれた。そして、CASE IHはCASEによるInternational Harvester農機部門の買収で1985年に誕生している。

(b) Fiat-Allis

Fiat-Allisについては、米Allis-Chalmersの項で説明

(8) フィンランド

(a) Metso

1999年にRaumaとValmetの合併により設立、2008年に三菱重工から買収した製紙機械事業をバルメットが

引継ぎ2013年に分社して、メッツォは鉱業・砕石プラントなど現在の事業形態に集中する形となっている。

(b) Konecranes

コネクレーンズは、港湾用搬送機・クレーンメーカーで、エレベータ大手のコネから1994年に分社化独立した。2016年に米国の建機大手Terexよりマテハン事業を買収し、2021年に兄弟会社の荷役機器大手Cargotecと合併している。

(c) HIAB

HIABはトラック搭載の油圧ローダークレーンを開発して、1944年にHydrauliska Industri AB(HIAB)を設立し、それ以来、50万台以上のローダークレーンを120か国以上の顧客に納入している。日本法人もあり、海外工事でOHダンプを使う場合には、タイヤ脱着に必須の装置として持参リストに加えた。

(9) 韓国

(a) HD 現代インフラコア

HD Hyundai Infracore Coは、韓国で最大手の建機メーカーであった斗山インフラコア/Doosan Infracoreを2021年に現代重工業グループが買収して、2023年3月に社名も変更した。

斗山インフラコアの前身は、日本統治下の1937年に朝鮮機械工業として発足し、戦後、韓国による国有化後、1963年にハンコック機械工業として株式会社化され、69年に新進グループに売却されたが行き詰まり、1976年に大宇産業に売却して社名が大宇重工業となった。1997年の金融危機の際に大宇は倒産し、斗山重工業が買収して社名を斗山インフラコアとした。2007年にホイールローダメーカーの煙台裕華機、米Ingersoll RandからBobcat、ノルウェーのADTメーカーMoxyを相次いで買収した(写真一28)。しかし、その後の景気低迷による流動性危機に直面し、斗山重工業が保有する斗山インフラ株の売却を決定し、現代重工グループが35%を購入した。しかし、斗山Bobcatの株51%は売却に含まれていない。



写真一28 斗山 Moxy MT31



写真一29 BELAZ 75710

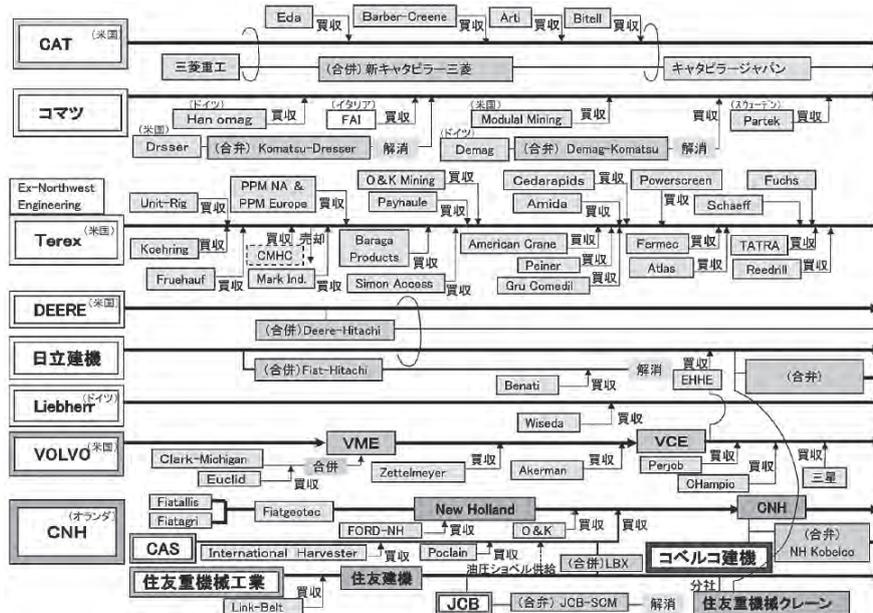


図-4 建機メーカーのアライアンス変遷⁹⁾

(10) 旧ソ連圏

(a) BelAZ

通称のBelAZは、Belorusskii Avtomobilnyi Zavod (ベラルーシ自動車工場)の略称で、ベラルーシのミンスク州ジョジナに本拠を構えるマイニング・ダンプや建設機械等の製造開発を行う企業である。1948年に工場を建設し、1960年代にマイニングトラックの生産を本格化して旧ソ連圏の需要に対応した。ベラルーシとして独立後も大型化を進め、2013年には世界最大の450tDT 75710(写真-29)を開発して、西側OH-DTメーカーを驚かせた。

(b) ChTZ

ChTZは、Chelyabinskii Traktorny Zavodの略称で、ロシアのチェリャビンスクにあるトラクタ工場です。ブルドーザ等を生産している。1933年設立で、1983年の50周年記念に世界最大のブルT-800を開発したこともあった。

(c) UZTM-KARTEX

UZTM/Uralmashplantは、ロシアのエカテリンブルグにあってウォーキングドラグライン等を生産し、IZ-KARTEXがケーブルショベルを生産している。そして、2016年から両社でUZTM-KARTEXグループを形成している。

(11) その他の国々

その他の国々で紹介できなかった著名なメーカーを挙げるとフランスのYumbo・Manitou・Fayat・Haulotte・Poclairn、イタリアのMerlo・Bruneri・Fiat・Fiatallis、

オーストラリアのPalfinger、ノルウェーのMoxy・Broyt、デンマークのHydrema、スイスのAmmann、カナダのSkyjack・Massey Ferguson、南アのBell、インドのBeml等がある。

4. おわりに

世界的に知名度のある企業は他にも多いが、紙幅の都合で近年のシェアランキング上位と、高名なメーカー等に絞って記したが、紹介できなかった企業は残念なので別の機会に書きたい。

最後に、主要建機メーカーのアライアンスの変遷図(図-4)をやや古いが参考として添付する。

Ton : Shot ton (米トン), t : metric ton

JCM&A

《参考文献》

- 1) Beruhmte Baumaschinen, H-H Cohrs, Podszun, 1999
- 2) Lincoln's Excavator, P. Robinson, Roundoak, 2003
- 3) Haulpak & Lectra Haul, E. C. Orlemann, Icongraf, 2012
- 4) The Aveling Barford Story, B. Elmer, 2017
- 5) 土工機械全史抄, 岡本, JEMCA, 2022.5
- 6) 建設機械のモンスター達, 岡本, JCM&A, 2015.1
- 7) 土工教室 /http://hw001.spaqs.ne.jp/geomover/
- 8) 各社のWeb情報
- 9) 油圧ショベルの技術の系統化調査, 生田正治, 2015.3

[筆者紹介]
岡本 直樹 (おかもと なおき)
建設機械史研究者

海外における BIM 活用プロジェクトと建設 DX のご紹介

木村 博之

海外の建設プロジェクトにおいて、BIM の活用や最新の建設 DX テクノロジーを使い従来の課題解決を行い効率的にプロジェクトを進めた事例をご紹介します。一つはノルウェーの高速道路建設において BIM を有効活用して効率化が得られた事例を、もう一つは各ワークプロセスでデータ共有やコミュニケーションの改善を行い、効率化が得られたカナダのダム建設の事例をご紹介します。

キーワード：データ共有化、データ一元化、データの可視化

1. ノルウェー E16 道路拡張工事／ BIM・3D モデルの活用 ～プロジェクトは初日からモデルベースアプローチで始まった～

E16 は、ノルウェーの2つの最大都市オスロとベルゲンの間の幹線道路で、現在各所で改良工事が行われています。新しい Sollihøgda トンネルの追加部分の高さから現場を見渡すと、作業員一人一人が地面の上にピンヘッドのように見えます。大型掘削機が稼働し、設計に従った施工をしています。現在、彼らはルスタンドベッケンに架かるアクセス道路を建設中で、スコグラウンドでは橋の基礎工事が進められています(写真-1)。

Statens Vegvesen は、サンドヴィカとホーネフォス間を結ぶノルウェー国道 E16 の大規模拡張工事の最終段階であるビョルムースカーレ区間を担当しています。初日からモデルベースのアプローチを採用し、計画、設計、建設段階を通して継続しました。



写真-1 スコグラウンドにて Pål Holmefjord Lorentzen (SVV), Mahmoud Timraz (Skanska), Ole Jørgen Braaten (Aas-Jacobsen) Baard Sigmund Eikaas (Marthinsen & Duvholt)。写真：TUM スタジオ

Trimble の BIM ソリューションは、作業を効率的にかつ組織化するための新しく柔軟な方法であると言えます。

「私たちがここで行ったことの多くは画期的なことです」と、請負業者 Marthinsen & Duvholt の BIM マネージャー、Baard Sigmund Eikaas 氏は言う。彼は、E16 Bjørum-Skaret プロジェクトでは、並行計画がさらに一歩進んでいると考えている。Eikaas 氏は、Statens Vegvesen 社のプロジェクトマネージャー Pål Holmefjord Lorentzen 氏、Skanska 社のプロジェクトマネージャー Mahmoud Timraz 氏、コンサルタント Aas-Jacobsen 社のプロジェクトマネージャー Ole Jørgen Braaten 氏とともに、プロジェクトを建設 DX にてデジタルコラボレーションし、重要な役割を果たしている。それぞれの立場から、計画と実施がどのように最適化されたかを語ってくれました。4人にとっても、モデルベースの作業はこれまで以上に大きな恩恵を受けていると言えます。

3D モデルを用いることで、BIM が持つ直感的で効率的な機能により、自由自在な視点、つまり平面、断面、プロファイル、3D で見ることができる。さまざまなツールを併用することで、この事例のように、すべてのプロジェクト参加者、関係者がプロセスの初期段階からこの工事に関わる上で、多くの効率化の利点をもたらされます。

(1) 継続的な対話による設計モデルの開発 (スコグラウンドの 3D モデルと現実)

Skanska Vegvesen 社は、このプロジェクトのゼネラルコンストラクターであり、同社は、このプロジェ

クトにモデルベースの設計開発元であり、作業方法と BIM モデル利用を導入する原動力となりました。設計データの開発元である同社はプロジェクトが始まる前から、E16 の拡張に BIM が使用されることは明らかでした。数週間かけて、コンサルタント、関連する請負業者と建設業者がコミュニケーションを取りながら、概略モデルを作成。そこですべての明確なポイントを検討し、さらに作業計画にも落とし込みました。その後、ロックシャフトの数量とアタックポイントが継続的に追加されるなど、モデルが発展するにつれ、よりモデルの詳細度が向上することで、多くのプロジェクト関係者にとって設計モデルは有用なものになっていきました。

このモデルは、このプロジェクトに関連するさまざまな関係者の継続的な対話によってじゅうぶんに検討、設計開発され、建設現場に参加する専門家グループの数が増えるにつれて次第に共有を経て、活用されるようになりました。プロジェクトが完成する 2025 年には、“as-built”ドキュメンテーションの大部分は完全共有されるモデルベースとなるだろうと予測されています。このようなプロジェクトで BIM モデルを有用な物にするために重要なことは、できるだけ多くの分野の専門家が参加し、調整を重ねることです。この背景には、同様のプロジェクトであったローテンヴァルム間の RV3-25 の建設作業で得た経験が大いに役立ちました。

「このプロジェクトにて私たちが学んだ最も重要なことのひとつは、全員でコーディネーションされたモデルで作業することで得られるものが非常に多かったということです。建設準備に関する全ての情報、作業中の変更とそれに伴う全ての記録など、すべての部門と機能に共有出来るようにしなければなりません」とブラアテンは言います。「設計者と請負業者が共有された同じモデルを見ることで、相互で誤った理解をしてしまうリスクは大幅に低減されます。作業が進むにつれて更新されてもそれは都度、完全に共有されるので、変更やそれに伴う必要な作業は即座に伝わります」。

(2) コスト管理の改善と品質の向上

デジタル・モデルの変更が最も重要になるのは、計画段階であることが多いと言われます。しかし、E16 Björum-Skaret では、各請負業者が実際の作業に入るより早い段階から参加でき、これにより、初期設計とそのモデルがより正確にダイナミック共有出来るようになりました。また、このモデルを使ったオンライン・

ミーティングも容易になり、誰でも簡単に視覚的にそのモデルを共有することで「全員が共通の認識を持ち、更に理解を深め、より柔軟な対応が可能になりました」とブラアテンは言います。

建設期間中にも、このモデルに関与する専門分野は着実に増えています。これにより、建設中に新たな可能性が広がります。以前は電話や電子メール、図面を通じて管理されていたいくつかの工程が、今では Trimble Connect を通じて誰でも視覚化可能なデジタル・モデル内で直接確認を行い、情報収集出来るようになりました。

「今回の 3D モデルを用いた完全な情報共有は、ほんの数年前にはまったく不可能な事でした」とティムラズはコメントしています。「3D モデルを使った情報共有にでは、以前の方法と比較しても、はるかに早く潜在的な問題を発見できます。建設作業中に、より具体的で創造的な解決策を見出すことができます。さらに、この 3D モデルは建設資材の調達計画においても極めて重要な役割を担います」(写真—2)。更にこのプロジェクトで達成された重要な改善点は、『出来る限りの情報と計画を構造物のモデルに組み込んだことで、構造物の打設作業から所定の打設のための補強材の発注まで、すべてをモデルから簡単に抽出できるようになりました。建設請負業者とコンサルタントが緊密かつ分野横断的に協力することによってのみ達成できることであり、効率的で工業化された生産プロセスへの重要な一歩である』とエイカースは語ります。

(3) 設計変更とその適応のハードルが低くなる

建設現場上空からは、エリア全体がどのような形状で造られていくかを見ることができます。この現場では、ドローンの飛行とキャプチャを進捗ごとに実施し、それらの進捗状況を示すためにモデルに追加しています。「作業員達の立場からするとこれは非常に良



写真—2 実際の現場の様子（左）と Trimble Connect 上で表示される 3D モデル

い手法で、ビジュアル的に理解可能な概観は行った作業に対しての安心を提供してくれます」とLorentzen氏は言います。一方、現場での視覚化にはTrimble SiteVisionが使用され、携帯電話とハンドヘルド、GPS レシーバーを組み合わせてBIMモデルを入力することで建設現場での拡張現実機能が実現します。BIMモデルは、携帯電話に搭載された高解像度カメラ、GPS レシーバーの位置、最新のAR技術の助けを借りて、リアルタイムかつ高精度にその3次元モデルをその場で確認することが出来ます。Trimble SiteVisionを使うことでその出来上がり形状がどのように見えるかを非常に簡単に確認することが出来ました。

計画期間が長いプロジェクトでは、課題の共通を理解を確立させることが特に重要です。通常、橋の建設プロセスでは、設計から建設まで6カ月以上かかることが多いのですが、その間に問題が発生した場合、複数の業種における多くの作業とその計画に大きく影響します。これを早期に3次元で可視化し、それらを即座に共有することの価値は非常に大きいとティムラズは言います。

Braaten氏は、Trimbleの様々なツールにて、設計や作業変更のハードルがこれまでになく低くなったと強調します。「例えば、私たちは橋の設計変更を1日で行い、橋脚部分と全体のすべての補強を行うことができました。ひと昔前のやり方であれば、おそらくその変更で費やす時間は200時間以上必要であったでしょう。変更に対する調整が素早く簡単にできるようになれば、それに必要な時間を節約するだけでなく、確実性により品質を高めたりすることができるようになります」。

(4) 極めて正確な設計計算と積算

BIMの課題は、モデルベースの作業方法を誰もが安心して使えるようにするための努力が必要なことです。課題としては専門分野により、従来のツールに縛

られているところもあります。「場合によっては、図面にとって代わるiPadを持って現場に立つことに慣れるには時間がかかるかもしれません。しかし、これは熟練した職人や作業員であっても、価値を見出すための自然な発展なのです」とエイカースは言います。

それは、すべてがどのようにつながっているかが共通の調整されたモデルで明確になり、分野横断的な側面が強調されます。「情報が豊富なモデルにアクセスできるようになることで、すべての情報を本当に活用できるようになることも重要になります。この点においても、このプロジェクトは、以前よりも増して進歩しました」とブラーテン氏は言います。

数量の算出・積算に関しても、Trimbleのソリューションがいくつかの点で効果を発揮しています。特に、信頼性の高い数量計算結果によって、無駄な予算消化による予算超過を防ぐことができます。より良い計算根拠があればあるほど、無駄な予算消化のリスクは低くなります。その根拠に基づいた資材調達とその材料の利用方法が重要になった例として、最初の橋脚を打設したとき、総量1,670 m³のうち、1.6 m³のコンクリートの材料不足とされる問題がありましたが、結局のところ、BIMによってそれらは設計通りであり材料の過不足が一切無い事が分かりました。このように時間とコストの範囲内で目標を達成できる事が分かり、リスク要因も減り無駄の無いより持続可能な方法で建設できるようになりました。

BIMモデルはますます詳細な情報を得てそれを共有できるようになっていますが、それでも改善点はあると考えています。「その課題としては、今回のプロジェクトにおいて点間距離の測定時に、モデルに表示される情報の一部が欠けていた事です。このような場合、私たちはTrimbleへフィードバックを行い、Trimbleと協力して更にツールを発展させることができたのは大きな収穫でした」とエイカースは指摘します。

将来的には、より多くのサプライヤーや下請け業者をモデルに参加させることが可能になるだろうと更に



写真—3

エイカースはコメントしています。そうすることで、例えば、資材の発注は現在よりも高度に自動化され効率化される事が期待できます。目標は、すべてをモデルベースにすることです。コメントや決定事項など、すべての履歴が同じ場所に集まることで、統制と透明性が増します。大型プロジェクトにとって透明性のあるプロセスは、関係者間の信頼関係の構築にも貢献することは明白です。

着工から1年余り、E16 Bjørum-Skaret の建設はこの BIM における 3D モデルのおかげで順調に進んでいることが画像にて確認できます（写真—4）。建設が進捗する度に、現実の現場の計上は 3D モデルとますます同じ形状と景観になって行っています。

《このプロジェクトで活用された Trimble ツール》

Trimble Connect/Quadri/Tekla, および Novapoint は、建設プロジェクトにおいてデータの共有化と一元化、視覚化により高度な情報共有を行うことの出来るツールです。

Trimble Connect：データや BIM モデルの視覚化、



写真—4 既存の道路をまたぐ高架橋の建設の様子。写真：TUM スタジオ

プロジェクトデータの整理、他者との情報共有を可能にするコラボレーションプラットフォーム（Web ブラウザでの利用が可能です）。

Trimble Quadri：すべてのプランニングに共通の基盤を提供し、すべてのモデルがリアルタイムで更新される共通の調整モデルに集められます。

Trimble Novapoint：設計者は道路／鉄道／トンネル／景観／VA を1つのソフトウェアツールで設計することができます。

Trimble Tekla：関連する補強材を含む構造物のモデリングに利用可能なソフトウェアです。

2. 持続可能なコネクテッドワークフローで クリーンエネルギープロジェクトを推進 ～現場とオフィス連携、測量エンジニア と／重機オペレーターにおけるデータ ワークフローの改善～

(1) ユーザの紹介

Peace River Hydro Partners は、カナダ・ブリティッシュコロンビア州北東部に位置するサイト C クリーンエネルギープロジェクトにおいて、主要な土木工事を行うために設立された、ACCIONA Infrastructure Canada Inc. と Samsung C&T Canada Ltd. の合弁会社です。

ブリティッシュ・コロンビア州北東部のピース・リバーに、160 億ドルを投じて建設されるサイト C クリーン・エネルギー・プロジェクトは、3 番目のダムと水力発電所です。2025 年に完成すれば、サイト C は 1,100 メガワット (MW) の容量を供給し、年間約 5,100 ギガワット時 (GWh) の電力を生産することになります。



写真—5

(2) トンネル、コファダム、水路の建設から

最初の工事は、ダム建設を可能にする河川迂回トンネルに焦点を当てました。2020年10月、作業員たちは本流を横断するアースフィル・ダムの建設を促進するため、2つの大きな分水トンネルを通してピース・リバーを迂回させることとしました。作業員は直径10.8メートル（内側）のコンクリートで覆われたトンネルを2本建設し、それぞれの長さは実に700～800メートルの規模の物でありました。次に、本流を横断する2つの仮設コファダムを建設することで、ロックフィル式ダムの建設が可能になりました。その耐震性を高めるため、800メートルのローラーコンパクトコンクリート製バットレスも建設されました。その他にも、発電所と放水路のためのコンクリート基礎の建設や、恒久的に利用可能な現場道路網の建設、排水、がれき処理施設などの重要な付帯工事も含まれていました。当時、調査主任だった Prendergast 氏は放水路の掘削作業中に、オフィスと現場間のデータの流れにいくつかの分断とそれによる不効率があることに気づきました。作業がダムコアの掘削に移り、彼の仕事が測量総監督に変わったとき、SITECH Western Canada への効率化への相談と技術関連の要件を伝えました。

(3) 基本的な課題の改善（コミュニケーションとワークフローの改善）

完成したダムコアのその大きさは約900メートル×80メートルの大型です。バルク掘削作業の進捗状況を追跡し、設計要件を満たしていることを確認するため、チームは Trimble TSC7 コントローラーを備えた Trimble SX10 スキャニングトータルステーションを頼りに調査に携わりました。工事開始当初は、各現場作業員がオフィスにデータを提出するために USB メモリなどのメディアを使ってデータ提供を行っていましたが、Windows ベースのコントローラーである TSC7 に SIM カードでのインターネット通信を活用して、その調査で利用していたスキャニングトータルステーションである Trimble SX10 のデータをすぐにインターネット回線を活用してオフィスに転送できるようにしました。この場合、現場作業員は完了したことをメッセージアプリで連絡を取り合い、現場のデータの転送完了を報せ合いました。

一方、オフィスでは Trimble Business Center を使用して、データを分析し、再度検討された掘削設計を再アップロードして、どの部分に効率的に施工を行う必要があるかなどをオペレーターがすぐに伝達し確認

できるようにしました。これは、現場からオフィスへの共同作業を大幅に改善する単純な改善ではありましたが、このアップグレードされたデジタルワークフローは、コミュニケーション改善の始まりに過ぎませんでした。

(4) 水中の視点

サイト C クリーン・エネルギー・プロジェクトに必要なもうひとつの大規模な掘削は、ダム背後の水中作業です。その作業対象面積は約600メートル×200メートルで、放水路からのスムーズな放流を確保するため、最小限のラインまで掘削することを目標としています。川底から取り除かれた余分な原料は、ダムのバットレスを構築するためにも不可欠です。「掘削の最小ラインを確認しなければなりません、この作業を効率的に行うためには、日勤と夜勤で各掘削機の時間を無駄にしない事」と「各オペレーターは、作業交代前の掘削作業者がどこまで掘削したかを知っておく」という事が必要不可欠でした。

各掘削重機には Trimble の勾配制御技術が装備されていました。Prendergast 氏は、「勾配制御技術により、各オペレーターは測量士のように作業するだけで簡単に正確なデータを収集することが出来る事で効率的な水中の測量も行っています」と語り、更に「今までは例え掘削重機に勾配管理技術があったとしても、USB スティックによる手作業でのデータ転送に限られていましたが、Trimble WorksManager を使う事で Trimble SX10 と同様に、そのデータ通信と交換プロセスを合理化してくれました」と語りました。Trimble WorksManager ソフトウェアは、インターネットを介したオフィスから現場への通信を可能にするデータハブシステムでもあり、完全かつシンプルで効率的なテクノロジーを駆使したデジタルワークフローをサポートします。3台の掘削機の勾配制御システムは、1日を通して継続的にその測量データを記録します。1日の作業が終わると、Trimble WorksManager データハブを介して、データのダウンロード



写真—6

ドを自動的に実行し、更にオフィスソフトウェアである Trimble Business Center に自動的に転送してくれます。そして Trimble Business Center 内で、その日に完了した作業を 3D 設計データと即座に比較します(写真一七)。現場ごとに定義された安全係数で勾配以下の公差で完了したことをリアルタイムで確認し、毎朝 Works Manager を通してオペレーターに更新された周辺モデルを送信します。



写真一七

プレndergast は更にこう続けます。「毎日、前日の掘削作業履歴を含むことで、各作業を開始される時に、すでに勾配まで掘削された区域を手直しすることがなくなりました。そして、オペレーターたちはこれをなくてはならないツールと認識しており、全ての作業進捗は流動的で、作業中止などの事態もなければ、作業すべき内容で迷うこともなくなりました。仮に質問があったり、現場の状況が異なっていたり不都合があったりした場合でも、電話一本の連絡で済みますし、メッセージチャットアプリにてグループで連絡を取り合えば全ては解決します」。Trimble Business Center のレポート機能を使うと、各種レポートと結果にてプロジェクト管理チームに進捗状況などを報告することもできるのは効率的でもあります。

(5) イメージ化された 3D モデルの共有

Prendergast 氏はまた、プロジェクト全体のコミュニケーションをさらに改善するために、古い技術と新しい技術を組み合わせる方法をこの現場にて発見しました。「Trimble TSC3 Controllers のような古いシス

テムは、我々の目的には適していますが、残念ながら 3次元計測などには設計されていません。それでも彼は、3次元地形モデルを 3D で表示できるアプリを探し、そこで Trimble SketchUp を見つけました。彼は大学時代にこの 3D モデリング・ツールを使っていた経験もあり、簡単で楽しかったことを覚えています。また、プロジェクト全体の進捗状況をビジュアル的に伝える橋渡しとしても完璧であることがわかりました」と彼は続けました。この場合、プレndergast は、特定の作業エリアの複数の 3D デザインをアプリケーションに入れ、クロスハッチングで作業完了、進行中、完了予定であることを示し、それらのデザインを Google Earth の地図に重ねて位置を確認することができるのも非常に興味深く、イメージ共有には最適です。「そして、メッセージチャットアプリを使って、SketchUp 対応のグループチャットは極めて優れています。ビジュアルで現場に進捗状況などを伝えるのに、これ以上完璧な橋渡しはないでしょう」Prendergast 氏は語りました。

(6) コンパクション・コネクション

前述したテクノロジーによってワークフローがより合理化され、コミュニケーションが強化された最新の作業分野のひとつに、ダムコアの転圧締固めもあります。この作業では、50 トンの特注パッカーがブルドーザーやトラクターによって一定のパターンで引き回し作業を行います。一般的な例と分析から、各エリアを 8 回の締固めを行う事で最適な密度が得られることがわかっています。このケースでは、Trimble GCS900 Compaction Control System を搭載したすべてのコンパクターユニットを、Wi-Fi 接続を用いて相互にリンクさせています。オペレーターは運転席のスクリーンに色分けされた転圧マップを見ることができ、マップが緑色になるまで、1 回目のパスは赤色、2 回目は黄色といった具合に表示されます。パッカーは一日中、指定されたエリアがすべて緑色になるまで、移動しま



写真一八

す。次のセクションに進むための承認のために、圧縮進行状況レポートが WorksOS で生成されます（写真—8）。

（7）AR、写真測量などの利用

最近のほとんどの大規模プロジェクトと同様に、サイトCクリーンエネルギープロジェクトチームもドローンデータを進捗管理に統合しているため、プレnderガストは別の接続されたワークフローを確立する必要がありました。「サードパーティのソースから収集された大規模な点群データセットを容易にする Trimble ビジネスセンターの力は、私の仕事を本当に合理化したと思っています」と彼は言いました。「プロジェクトマネージャーは、問題をできるだけ早く解決するために、常にほぼリアルタイムのデータを見て潜在化された問題を顕在化するように努めています」。彼はまた、AR（拡張現実）や写真測量との統合も未来への道であると考えています。このプロジェクトにおけるコネクテッドサイトの価値について尋ねられたとき、それらの価値と可能性は計り知れないと信じていますとコメントしています。「この範囲と規模のプロジェクトで遅れをとるのは良くあることですが、製品間のシームレスな統合は合理化されたワークフロー、ほぼリアルタイムのデータ分析と共有をサポートするために必要不可欠です。今回のプロジェクトでは3D スキャナー、コントローラー、全ての測量機器からのデータが、全てシームレスに統合を通じてリンクされています。つまり全てが繋がっているので

す。データの受信、3モデル化によるイメージ共有、レポートの作成が簡単に行えるため、このプロジェクトを順調に進めることができました」。全てにおいてこの建設プロジェクトは順調に進んでいます。このプロジェクトは、パンデミックによる大きな影響にもかかわらず、現在、承認された2025年の運転開始日に向けて順調に建設を進めています。

《このプロジェクトで活用された Trimble ツール》

Trimble アースワークス：グレードコントロールプラットフォーム

Trimble GCS900：圧縮制御システム

Trimble SCS900：フィールドソフトウェア

Trimble ACCESS：フィールドソフトウェア

Trimble Business Center：オフィスソフトウェア

Trimble SX10：スキャントータルステーション

Trimble ワークスマネージャー：ソフトウェア

Trimble ワークス OS：ソフトウェア

Trimble sketchUp：3D モデル生成ソフトウェア

JCMA

【筆者紹介】

木村 博之（きむら ひろゆき）

㈱ニコン・トリンプル

ジオスペーシャル事業部 マーケティング部

マーケティング課

マネージャー



自治体 SDGs モニタリングツール

情報収集からモニタリング・評価, そして可視化と情報発信へ

遠藤 和重・浦上 奈々

日本の多くの地方自治体, 企業, 市民社会が SDGs に積極的に取り組んでいる。これまでの取り組み状況や課題, 現在の立ち位置を把握するため, 情報収集やそのモニタリング・評価, それをわかりやすく伝える情報発信がこれまで以上に重要となっている。これを支援するために国際連合地域開発センターでは「自治体 SDGs モニタリング研究会」を立ち上げ, モニタリングツールの開発を行っている。これまでの研究成果を「自治体 SDGs モニタリングの手引き」としてまとめており, 本稿では, その概要と重要なポイントを解説する。

キーワード: SDGs, モニタリング, 自発的自治体レビュー (VLR)

1. はじめに

2015年, 国連持続可能な開発サミットにおいて, 「持続可能な開発のための2030アジェンダ (2030アジェンダ)」が採択された。2019年には, 持続可能な開発目標 (SDGs) の目標年である2030年までを「行動の10年 (Decade of Action)」と称して, 各国政府やその他のステークホルダーに対して「SDGs加速化のアクション (SDG Acceleration Actions)」が呼びかけられた。そして, SDGsは今年, 2030年に向けての「折り返し点」を迎える。

日本国内の各地域では, すでに多くの地方自治体や企業, 市民社会が, SDGsを自分ごととしてとらえ, 達成しようという取り組みが展開されている。地方自治体は総合計画をはじめとした既存の取り組みとの統合を進めるとともに, それぞれの地域の弱みを補いながら強みを発揮するような独創性のある取り組みを推進することが求められており, これまでの取り組み状況や課題, 現在の立ち位置を把握するため, 情報収集やそのモニタリング・評価, それをわかりやすく伝える情報発信がこれまで以上に重要となっている。

このような背景から, 2020年, 国際連合地域開発センター (UNCRD) は, SDGsに意欲的に取り組む地方自治体や企業とともに, 自治体 SDGs モニタリング研究会を立ち上げ, 地方自治体の SDGs 推進のためのモニタリングツールの開発を行ってきた。これまでの研究成果を, 地方自治体の SDGs の進捗状況の把握や情報発信に役立つ「自治体 SDGs モニタリングの手

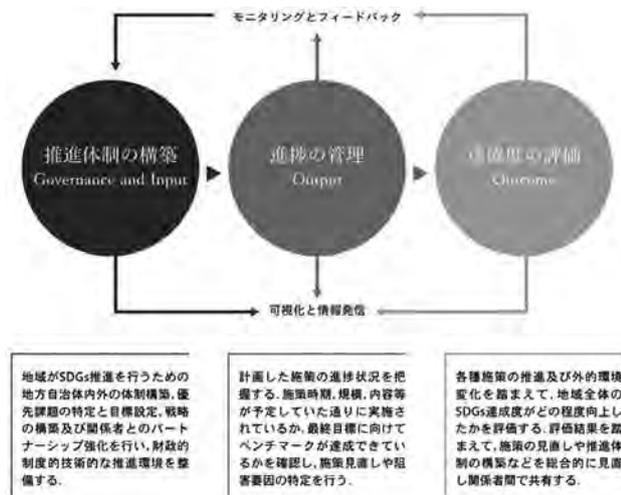
引き」としてまとめており, 本稿では, その概要と重要なポイントを解説する。

2. 手引きの目的と構成

「自治体 SDGs モニタリングの手引き」は, 日本の地方自治体が SDGs を持続的に推進するために必要不可欠な各種モニタリングのための評価指標, 評価方法, そしてこれらの可視化の事例を提供することを目的としている。

地方自治体における SDGs 推進のモニタリングのためのプロセス (図-1) は, まず地方自治体が SDGs 推進を行うための地方自治体内外の体制構築, 優先課題の特定と目標設定, 戦略の構築及び実施を行うところからはじまる (Input)。施策が進行し始めた段階においては, 定期的に施策が予定通り進捗しているかを管理する (Output) とともに, 施策の実施によって地域の SDGs 達成度がどの程度向上しているか (Outcome) を確認することが必要である。これらによりそれぞれの段階での課題や要因を具体的に特定し, 再び推進体制の強化や施策にフィードバックを行うとともに, 積極的に市民や関係者に情報発信を行うことが重要である。

手引きは三つのパートで構成されており, Part A では, まず日本の地方自治体が SDGs 推進に向けて課題特定や効果測定を適切に実施するためにローカライズした「SDGs 達成度評価」の概要を提案するとともに, そのモニタリングの分析結果を紹介している。こ



図一 地方自治体による SDGs 推進のモニタリングサイクル

これは、日本の都道府県及び市区町村が SDGs の各ゴールに対してどの程度達成しているか、既存統計データ等を活用して定量的に評価するとともに、継続的にモニタリングできる評価指標を設定しており、日本のあらゆる地方自治体での活用が可能な汎用性の高いものである。続く Part B では、推進体制構築におけるモニタリングの方法として、「ガバナンス指標」を提案している。Part C ではこれらのモニタリングの仕組みを効果的に進め、市民や関係者に発信するための、各種情報収集や可視化の事例・ツールについて紹介している。

本稿では、手引き Part A の地域の SDGs 達成度評価、Part B の地方自治体の SDGs 推進に向けた体制づくりを評価する SDGs ガバナンス評価、Part C の各種情報収集や可視化の事例・ツールについて紹介する。

3. 日本における地域の SDGs 達成度評価指標の提案

国連では、世界全体ならびに各国政府が SDGs に向けた進捗状況を測定及び報告する必要がある空間スケールとして国を定義し 231 の指標 (2023 年 7 月現在) を設定している。しかし、地域スケールでの取り組みにこの指標を適用しようとする、該当するターゲット及び指標が地域レベルには不適合であったり、データが存在しなかったりといった課題が生じる。また、このフレームワークでは、主に全国平均で示されるので、国内における地域格差を見逃してしまう可能性もあり、SDGs が掲げる「誰一人取り残さない (No one will be left behind.)」という前提を崩してしまうことにもつながりかねない。前節で記載した通り、地域レ

ベルでの SDGs 推進やモニタリングを行うにあたって、その国及び地域特有の文脈や状況を考慮した指標が必要であり、ゴール 11 (都市) に着目していればよいというレベルを超えて、各地域それぞれが SDGs の 17 のゴールを総合的に考える必要がある。

この節で紹介する地域 SDGs 達成度評価指標は、日本の地方自治体、つまり都道府県と市区町村がそれぞれにおける SDGs の達成状況や、国際的・国内的立ち位置を把握し、取り組みの検討や進捗状況を管理することを目的としている。そのため、指標設計の上で、特に以下の 4 つがポイントとなっている。

①日本の統計事情に即したローカライズ

日本の地方自治体にあったローカライズを徹底的に行っている。そのため、ほぼすべての指標は日本政府や地方自治体が整備している統計情報から入手することが可能である。そのため、指標をモニタリングするために新たに調査を行う必要がなく、安価、公平、継続的にデータをそろえ、経年的な変化を分析し、検討することが可能である。

②SDGs ターゲットとの明確な関連性

設定したすべての指標が、SDGs の 169 のターゲットのいずれか、または複数のターゲットに対して、1 対 1 あるいは 1 対多で関連するように設計している。今回設定したすべての指標は、この研究会や日本での独自解釈で組み入れた指標ではなく、2030 アジェンダで言及されていることを根拠とした指標として設定されている。

③アウトカム (成果) への絞り込み

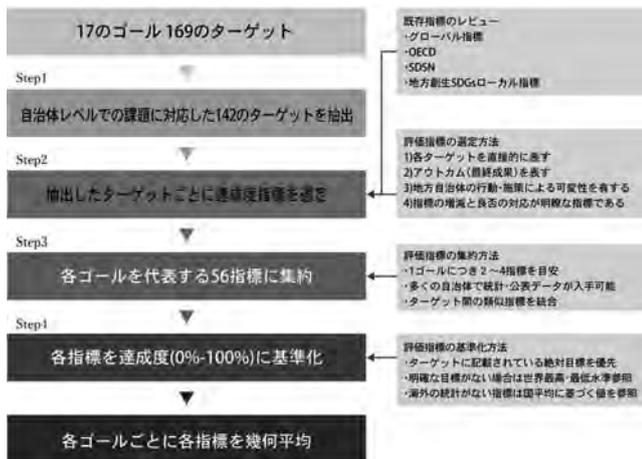
現在の地域の SDGs 達成状況を客観的に測定するため、アウトカム指標、つまり、地域の現状や施策成果、効果を示す指標として適切な指標のみに絞り込んでいる。

④国際基準と国内比較の双方に対応

国際基準から見た達成度と、国内での相対的位置づけを双方示せる達成度の基準化、そして基準年次からの増減を示している。SDGs の各ゴールには、国際的な比較に価値が高いゴールもあれば、国内での相対的な位置づけが重要なものもある。双方の結果をわかりやすく示すことで、身近な課題認識と、国際的かつ長期的な視野での双方の分析に活用できる指標構築を行っている。なお、指標開発にあたっては、これまで国内外で開発されてきたローカル指標からさまざまな知見を受けて作成を行っている。

4. 日本における地域のSDGs達成度評価指標の選定方法

指標特定プロセスを図一2に示す。指標選定の作業は、まずSDGsが示す169のターゲットの中から、地方自治体に関連するターゲットを絞り込むところから始める。SDGsのターゲットには、地域でローカライズできるものから、全く不可能なものも含まれる。そのため、169のターゲットのうち、地域にロー

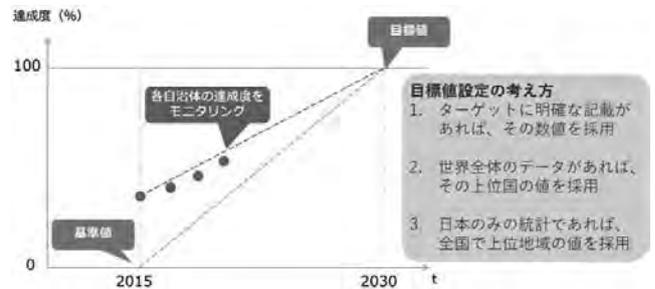


図一2 SDGs達成度評価指標の選定プロセス

カライズして考えることができる142のターゲットを絞り込んだ。

その後、既存指標等を参考に、各ターゲットに対応したアウトカム指標を選定し、さらにゴールごとに代表的な2~4の指標に絞り込みを行った。最後に、各指標が0%から100%で示される達成度で表現できるよう、各指標の目標値及び基準値を定めることで達成度評価指標を特定する(図一3)。

しかし、これらの指標の中には、重複や類似している指標や日本の地方自治体では調査・公表されていない指標などが含まれている。その結果、表一1に示す56指標(市町村は49指標)を特定した。



図一3 指標の基準化(各指標の単位をそろえるため、2030までに達成すべき目標値を100%とした達成度評価へと基準化)

表一1 選定した地域SDGs達成度指標(X:市町村では扱わない指標)

ゴール	地域SDGs達成度指標	方向	都道府県	市区町村
SDG 1. 貧困	相対的貧困率 G2, G10の指標にも使用	-		
	生活保護受給世帯率	-		
	人口10万人当たりホームレス数	-		X
SDG 2. 食料と農業	人口10万人当たり栄養失調による死亡者数	-		X
	栄養状態が不良な子どもの割合	-		
	人口1人当たり農業・漁業産出額	+		X
SDG 3. 健康	食料自給率(カロリーベース)	+		X
	新生児死亡率	-		
	人口千人当たり若年死亡者数	-		
	人口10万人当たり自殺者数	-		X
SDG 4. 教育	健康寿命	+		X
	人口1万人当たり交通事故による死亡者数	-		
	保育園・幼稚園待機児童数	-		
	中学校卒業者の進学率	+		
SDG 5. ジェンダー	大学等進学におけるジェンダーパリティ指数	N		
	学力調査の平均正答率	+		X
	女性千人当たり性犯罪の認知件数	-		
SDG 6. 水資源	家事従事者に関するジェンダーパリティ指数 G10の指標にも使用	N		
	管理的職業のジェンダーパリティ指数	N		
	上水道普及率 G1, G11の指標にも使用	+		
SDG 7. エネルギー	汚水処理人口普及率	+		
	人口1人当たり水使用量(取水量ベース)	-		X
	電気を受電可能な人口比率	+		
SDG 8. 雇用	人口1人当たり再生可能エネルギー導入容量	+		
	最終エネルギー消費量当たり総生産	+		
	人口1人当たり市内総生産の伸び率	+		

ゴール	地域SDGs達成度指標	方向	都道府県	市区町村
SDG 9. 産業と革新	従業者1人当たり製造品付加価値額	+		
	付加価値額百万円当たりCO2排出量 G8の指標にも使用	-		
SDG 10. 不平等の削減	人口10万人当たり特許出願数	+		
	世帯所得300万円未満の世帯の割合の減少数	+		
SDG 11. 持続可能な都市	労働分配率	+		
	外国人労働者の失業率 G8の指標にも使用	-		
SDG 12. 責任ある消費	最低居住水準未達の住宅に住む世帯の割合	-		
	公共交通カバー率	+		
SDG 13. 気候変動対策	SPM濃度	-		
	県内総生産当たり事業系ごみの排出量	-		
SDG 14. 海洋生態系	有害廃棄物の処理率	+		
	リサイクル率	+		
SDG 15. 陸域生態系	人口10万人当たり水災害危険地域の居住者数	-		
	人口10万人当たり熱中症搬送者数	-		X
SDG 16. 平和	人口1人当たりCO2排出量	-		
	河川BOD G6の指標にも使用	-		
SDG 17. パートナリシップ	漁獲物・収穫物の販売金額変化率	+		
	人口10万人当たり漁業関連法令違反検挙件数	-		
SDG 17. パートナリシップ	森林面積の純変化率	+		
	人口10万人あたり動植物密猟・違法取引件数	-		
SDG 17. パートナリシップ	確認された外来生物種数	-		
	人口10万人当たり殺人事件の認知件数	-		
SDG 17. パートナリシップ	小学生千人当たり児童虐待相談件数	-		
	選挙投票率	+		
SDG 17. パートナリシップ	財政力指数 G10の指標にも使用	+		
	インターネット普及率(4G・5G人口普及率)	+		
SDG 17. パートナリシップ	SDGs認知度 G4, G12の指標にも使用	+		
	人口10万人当たり姉妹都市数	+		

5. 名古屋市・豊田市におけるケーススタディ

この節では、本指標を活用して、特定の市町村のSDGsに関する現状の理解を深めるためのケーススタディを紹介する。この指標は市町村単位でも達成度を評価することが可能であり、その場合、指標の数は都道府県よりも7指標少ない49指標を使用する（詳細は表—1を参照）。

対象とする地域は、本研究会のメンバーでもある愛知県名古屋市と豊田市の2自治体である。名古屋市は人口約230万人が生活する中部圏の経済の中核都市である。日本最大級の輸出港である名古屋港を有するなど工業にとっても重要な都市であるとともに、商業の中心地でもある都市である。一方、豊田市は人口約40万人、愛知県で2番目に人口が多く、自動車産業を中心に製造業が盛んな都市である。製造品出荷額が日本で最も大きく、日本全体の工業の中心地でもある。一方、市の面積も愛知県内で最も大きく、矢作川を軸に平野部から山間部まで幅広い地形を有している都市である。名古屋市は2019年に、豊田市は2018年に内閣府の「SDGs未来都市」に選定されており、積極的な取り組みを展開している都市である。

ケース1：愛知県名古屋市におけるケーススタディ

愛知県名古屋市における評価結果を以下に示す（図—4）。

①ゴールごとの達成度

ゴール3やゴール9では100%の達成度を示しているが、全国平均値と同様にゴール5やゴール13で達成度が低く、ゴール16の達成度も50%を下回っている。

②全国平均との差

全国平均との差を見ると、まずは全国平均よりも特に高い項目としてゴール12が挙げられる。名古屋市を含む愛知県全域は早くからごみ問題に着手しており、指定ごみ袋の導入をはじめとして分別やりサイクルなどの実施が徹底していることが影響している可能性がある。また、全国平均値が高いために上昇幅は小さいが、ゴール9も高い傾向を示している。製造業を中心に、高い経済基盤を有していることが示唆される。一方、全国よりも低い項目として、ゴール6とゴール13、ゴール14、そしてゴール16が挙げられる。ゴール13については、1人あたりCO₂排出量が大いだけでなく、将来的な気候変動により増加が懸念される水災害リスクに懸念があることが示唆されている。また、ゴール6やゴール14については、河川水質の課題が達成度を下げている傾向がある。ゴール16に



図—4 名古屋市におけるケーススタディ結果

ついては、児童虐待や（直近の）選挙投票率が全国平均より下回っており、達成度の低下要因となっている。

③2015年からの変化

2015年からの変化を確認すると、ゴール1については改善の傾向が見られるが、新型コロナウイルス感染症流行等の影響もあり複数のゴールで後退傾向がみられる。これらの項目改善が、今後のSDGs達成度向上に向けての重要なポイントとなる可能性が示唆されている。

ケース2：愛知県豊田市におけるケーススタディ

愛知県豊田市における評価結果を以下に示す（図—5）。

①ゴールごとの達成度

ゴール1とゴール3、ゴール9、ゴール14で90%を超える高い達成度を示しているが、全国同様にゴール5の達成度が低い傾向にある。

②全国平均との差

全国平均との差を見ると、まずは全国平均よりも20ポイント以上高い項目としてゴール1とゴール12が挙げられる。豊田市は全国的に見ると、産業や雇用が好調であることから、相対的貧困率や生活保護受給世帯の割合が小さいことが大きな要因となっている。また、ゴール12については、有害廃棄物の処理が適切に実施されていることや、総生産あたりの事業系廃棄物排出量が小さいことが大きな要因として考えられる。また、ゴール14やゴール15など生物多様性に関する項目も高い傾向にある。豊田市は広範な中山間地を抱えており、これらを一体的につなぐための取り組



図—5 豊田市におけるケーススタディ結果

みを積極的に実施している。これらの取り組みが効果を示している可能性がある。一方、全国よりも低い項目として、ゴール10とゴール13が挙げられる。ゴール10については、製造業の割合が特に高いことから、労働分配率が全国と比べて低くなってしまうことが要因となっている可能性がある。その結果は、ゴール1が高い水準であることと矛盾しない。また、ゴール13については製造業の規模が大きいことから、1人あたりCO₂排出量が高くなっていることが要因となっており、名古屋市での結果とは要因が異なる点に注意が必要である。

③ 2015年からの変化

2015年からの変化を確認すると、ゴール7やゴール15については改善の傾向がみられているが、新型コロナウイルス感染症流行等もあり複数のゴールで後退傾向がみられる。これらの項目の改善が、今後のSDGs達成度向上に向けての重要なポイントとなる可能性が示唆されている。

6. 地方自治体のSDGs推進に向けた体制づくりに関する評価

地方自治体が持続的、発展的にSDGsの推進を行うためには、行政だけでなく民間企業や市民を巻き込んだ体制づくり（Governance）を継続的に実施するとともに、計画した施策や事業に適切に取り組んでいるかを継続的に進捗管理（Output）することが重要である。

SDGs推進にあたって地方自治体は、首長や議会をはじめとした意志決定責任者のリーダーシップが必要となるとともに、その推進を具体的に進める組織体制、そしてその推進を支えるための制度的、財政的、技術的な様々な環境整備が重要となる。また、地域のSDGs達成を推進するためには、行政だけでなく地域の様々な企業や市民、他の都市などとの様々なパートナーシップが重要であるとともに、取り組みを実施するための計画や目標設定、これらをフォローアップするモニタリングの仕組みも求められる。これらの環境整備は直接的に地域のSDGs向上に結び付くものではないが、地方自治体がSDGs推進を円滑に進めるにあたっての土台となるものである。

また、取り組みの進捗管理、すなわち自治体がSDGs推進にあたって策定する基本計画、さらには既存計画との統合において、これらの推進がどの程度進んでいるか、取り組みレベルで管理することも極めて重要である。取り組みレベルでの進捗管理は、計画段階で設定した取り組みが適切に進んでいるかを把握し、その課題解決や取り組みの見直しを検討する基礎情報となるものである。また、取り組みが円滑に進んでいる場合には、前節で特定した達成度指標に照らしてSDGs達成に向けて着実に進んでいるかを検証することで、取り組みの効率性や有効性を把握することが可能となる。

次節では、SDGs推進に向けた体制づくりに必要な要素を整理するとともに、その状況を客観的に確認するひとつのツールとなりうるSDGsガバナンス指標の提案を行う。

7. SDGsガバナンス指標の提案及び名古屋市・豊田市におけるケーススタディ

SDGsガバナンス指標は、地方自治体のSDGs推進体制を、1) 取り組み体制、2) 目標設定、3) モニタリング、4) パートナーシップ、の4段階に分け、各段階における体制づくりの状況を4つの指標で把握できる仕組みとしている。

1つ目の取り組み体制では、首長のリーダーシップの観測指標として各種ステートメントでのSDGsへの言及回数を設定し、自治体内部の推進体制として専任部署及び人員を設定するなど、自治体が進めるにあたってのオーナーシップとその推進体制を示す指標を設定している。また、産官学民連携や地方政治での関心などこれらを円滑に進めるための環境に関する指標も合わせて設定を行っている。

2つ目の目標設定においては、SDGs 推進に関する直接的な方針や計画の有無のほか、総合計画など既存計画への統合、優先課題と KPI 設定などの視点を含めている。また、SDGs 理念の主流化に向けて、取り組み体制と同様に議会での意識醸成の程度も指標に含めている。

3つ目のモニタリングについては、データ公開数や、ボランティア・ローカル・レビュー（VLR）を含む国際認証など外部からのレビューにたえられる仕組みの構築の視点のほか、市民や国内外への情報発信の視点から指標設定を行っている。

最後はパートナーシップである。市民、企業、その他団体、そして海外と様々なステークホルダーとのパートナーシップについての評価の視点を設定している。

提案した指標を、SDGs 未来都市に選定されている名古屋市、豊田市に適用した場合のケーススタディ結果を表一2に示す。

取り組み体制について、名古屋市では、まちひとしごと創生総合戦略や総合計画を所管する総務局がSDGs 推進に関する全庁的な調整と窓口を担当しており、名古屋市の施策全般との連動を強化した仕組みとして推進を行っている。また、豊田市では企画政策部の中にある未来都市推進課が各種調整と展開を担って

おり、どちらも全庁的に取り組みを行う体制を整えている。

ガバナンスの評価については、量より質、幅より深さに重きがあり、必ずしも数値指標が絶対的な評価の意味は持ちえるものではない。パートナーシップを1つとっても、単に名前を連ねるだけでなく、施策推進に有効な関係性を結ぶことが重要であり、これをもって他の自治体との優劣や推進度を測るものではなく、外部に公表することを目的としたものではない。一方、自身の地域の取り組み体制の状況を概括的に把握するうえでは、数値指標は一つの目安として有効であり、体制づくりを担当する部署が内部検討として活用することが期待される。

8. 情報収集や可視化の事例・ツールの紹介

「Part A：地域のSDGs 達成度評価」では、都道府県や市区町村のSDGs 各ゴールの達成度を日本で入手可能な統計から測定、評価する「SDGs 達成度評価」を、「Part B：地方自治体のSDGs 推進に向けた体制づくりと進捗管理」では、各地方自治体がSDGs を推進するための地域の体制づくりを支援するための「SDGs ガバナンス評価」について説明した。これらの評価は、自治体が取り組みの企画や見直しを図る上

表一2 名古屋市、豊田市におけるSDGs ガバナンス評価結果（2019年）

	小分類	指標	名古屋市	豊田市	データ出典
取り組み体制	首長のリーダーシップ	ステートメントでのSDGsへの言及回数	所信表明：- 施政方針：- 記者会見：2/32	所信表明：- 施政方針：1 記者会見：3/10	市HP：市政情報
	専任部署及び人員	SDGs専任部署の設置有無及び人員数	あり（3人）	あり（2人）	SDGs未来都市計画：行政体内部の執行体制
	産官学民の連携	SDGsに関する連携のためのプラットフォームやコンソーシアム数	8	6	SDGs未来都市計画：ステークホルダーとの連携
	地方政治における関心度	SDGsに関する議会質問数	R1：11 H30：10 H29：3 H28：2	R1：11 H30：14 H29：7 H28：4	市議会会議録
目標設定	SDGsへの取り組み方針・計画	基本方針・計画の有無及び取り組むゴール数	計画：あり ゴール数：7	計画：あり ゴール数：10	SDGs未来都市計画：2030年のあるべき姿に向けた優先的ゴール
	既存計画におけるSDGsへの位置づけ	総合計画へのSDGsの反映の有無	あり	あり	総合計画
	SDGsに関連する数値目標の設定	SDGsの各ゴールに対応したアウトカム指標数	SDGs計画：36 (総合計画：138)	SDGs計画：24 (総合計画：222)	SDGs未来都市計画：2030年のあるべき姿の実現に向けた優先的ゴール、ターゲット
モニタリング	誰一人取り残さない	脆弱層への対応に対する議会質問数	R1：722 H30：710 H29：771 H28：752	R1：1,534 H30：1,458 H29：1,205 H28：1,242	市議会会議録
	SDGs指標のデータ収集	オープンデータの提供件数	501~1,000	101~500	政府CIOポータル：オープンデータの取組に関するアンケート回答（H31.3）
	外部の認証・評価への参画	外部の認証・評価への参画件数	1	1	SDGs未来都市のみ（公財）日本適合性認定協会
	市民への情報発信	市民向けセミナー等の開催件数と参加者数	R1：6件（344人） H30：1件（138人）	R1：2件（1,000人） H30：4件（506人）	市HP：市資料
パートナーシップ	国内外への情報発信	SDGsに関する報道発表数	3 (R1年度)	5 (R1年度)	市HP：報道発表資料
	市民の理解と浸透	市民のSDGsに関する理解度	18.2% (R1.10調査)	45.5% (R2.1調査)	市民アンケート：認知度調査結果
	企業とのパートナーシップ	SDGsに関する企業パートナーシップ件数	23	126	SDGs未来都市計画：ステークホルダーとの連携、市HPなど追加収集
	大学・活動団体とのパートナーシップ	SDGsに関する連携を行う団体・組織の数	9	45	SDGs未来都市計画：ステークホルダーとの連携、市HPなど追加収集
	国際的なパートナーシップ	SDGsに関する連携を行う国外の団体・組織・姉妹都市の数	団体組織：8 姉妹都市：6	団体組織：5 姉妹都市：4	SDGs未来都市計画：ステークホルダーとの連携、海外の主体 市HP：姉妹都市

でも有効ではあるが、可視化や情報発信などにより、市民・企業をはじめとした地域のあらゆる関係者と共有し、パートナーシップを結ぶことで更に効果が発揮できる。

ここでは「Part C：地域のSDGsに関する情報収集と可視化への取り組み」で先行公開されている、豊田市の「自発的自治体レビュー」と、「SDGs達成度評価」の結果を可視化した「自治体SDGsモニタリング達成度ダッシュボード」の二つの事例を紹介する。

「自発的自治体レビュー」は「自発的國家レビュー」にならって、地方自治体が自主的にSDGsの取り組みをレビューし、SDGsの普及やより良い取り組みに結び付けていくためのものである。英語で「自発的國家レビュー」は Voluntary National Review, 「自発的自治体レビュー」は Voluntary Local Review と言い、それぞれ頭文字をとって VNR, VLR と呼ばれている。豊田市は、自治体SDGsモニタリング研究会のメンバーとして参加し、主に地方自治体の立場からツールの開発に貢献してきた。そうした経験を生かし、2022年6月、豊田市は、「自発的自治体レビュー(VLR)」を発行した。「自治体SDGsモニタリング手引き」に基づいて実施された最初のVLRである。豊田市のVLRの特徴は、「SDGs未来都市計画」で定めている優先的なゴールとターゲット及び各施策の進捗管理の方法を生かしながら、前述のモニタリングツールの「SDGs達成度評価」と「ガバナンス評価」に基づくレビューを行ったという点にある。それぞれ異なる視

点の指標で進捗を確認し、レビューすることで総合的にモニタリングすることを目指したのである。VLR発行の翌月の2022年7月には、ニューヨークにある国連本部で開催された国連ハイレベル政治フォーラムに豊田市長が招待され、特別イベント「第5回地方・地域自治体フォーラム」及び「VNRラボ 第12会合」にて、豊田市が公表したVLRについて発表した(図-6)。そのほか、複数の国際イベントへの招待を受けるようになり、VLRを通じた積極的な情報発信の効果が表れている。

次に、「自治体SDGsモニタリング達成度ダッシュボード」は、達成度評価指標を全国47都道府県と、中部圏SDGs広域プラットフォームに加入している19の市町(現在1,788市区町村に拡大中)に導入し、SDGsのゴール別達成度を、GISを活用したダッシュボード上で可視化したものである(図-7)。

簡単に説明すると、まずは、画面左上にある都道府



図-6 豊田市の「自治体自発的レビュー(VLR)」と豊田市長登壇の様子

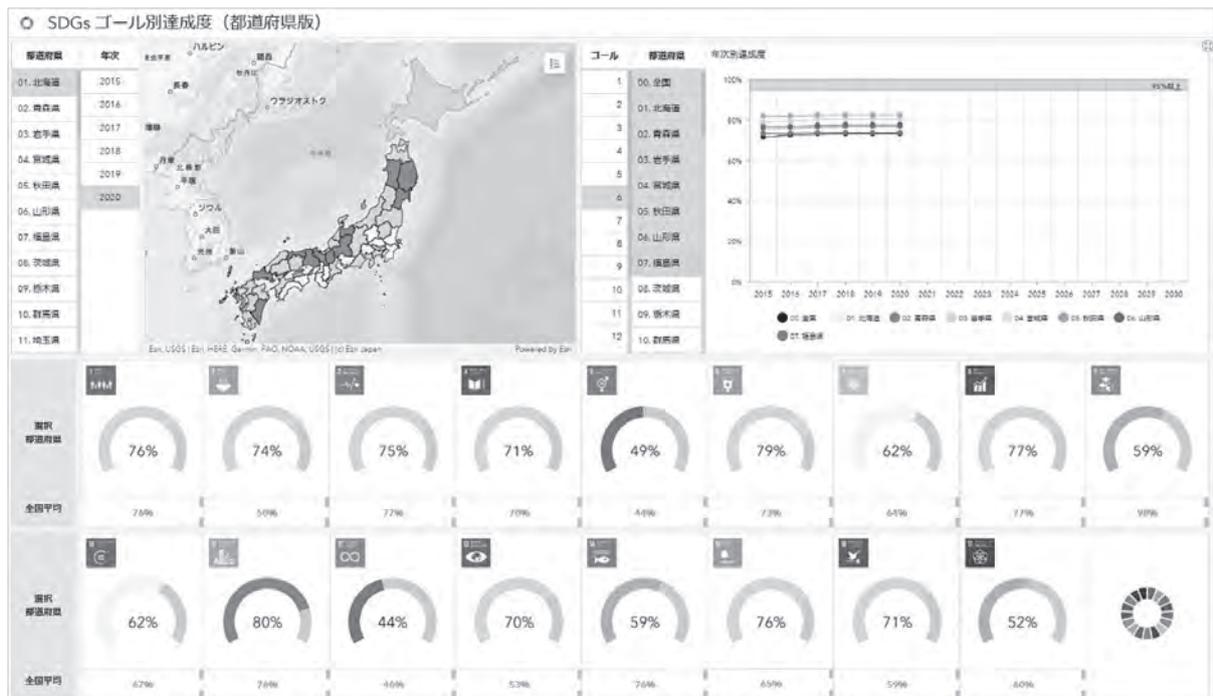


図-7 自治体SDGsモニタリング達成度ダッシュボード

県のリストから対象の都道府県を選択し、次に市町村のリストから対象の市町村を選択すると、選択した市町村が地図上でハイライトされる。そして年次のリストから年次を選択することで、選択した市町村の年次のゴール別の達成度を17のゲージで表示することができる。また年次の選択を変えることで、達成度の変化を見ることもできる。さらに、次に達成度の経年変化を右上にあるグラフで見ることができる。都道府県を複数選択することで、選択されている他の複数の都道府県の選択されているゴールの達成度の変化をグラフで表すことができる。全国の達成度や他の都道府県と比較することも可能である。ゴールの選択を変えることによって、グラフの表示も切り替わる。「都道府県版」と同様に、「市町村版」や「英語版」も公開されている。「都道府県版」と「市町村版」は、中部圏SDGs広域プラットフォーム (<https://chubu-sdgs-platform.jp/>) にて、「英語版」は UNCRD のホームページ (<https://uncrd.un.org/content/irdp-sdg-monitoring>) で閲覧が可能である。

9. ロサンゼルス市「SDGs ローカルアクションのためのオープンソースツール」

こうした情報収集や可視化の取り組みは海外でも行われており、最後に「Part C：地域のSDGsに関する情報収集と可視化への取り組み」で取り上げた海外事例を紹介する。

ロサンゼルス市は、2030年の持続可能な開発目標(SDGs)に向けて、2017年から続けている独自の取り組みがある。この取り組みは「測る」「巻き込む」「つなぐ」の3つのステップから成り立っており、SDGsの達成状況を確認し、重点的に取り組むべき分野を見つけ出し、市民を巻き込んでパートナーシップを築くため、市は2つのオープンソースツールを開発した。

1つ目のツールは「SDGs データ報告プラットフォーム(オープンSDGs)」¹⁾。これは、170以上の地域ごとの指標から得られるデータをモニタリングし、サポートが必要な市民を見つけ出すツールである。これは国レベルの統計を地方レベルに応用した初めてのツールである。2つ目のツールは「SDGs 活動インデックス」²⁾。これは、市内の150以上のSDGsプロジェクトを紹介し、公平性などの重要な課題解決に焦点を当てるツールである。これらのツールは大きな影響をもたらしており、例えば、「オープンSDGs」は月に約250人に利用され、ジェンダーや人種の公平性に関する情報提供の場となっている。また、この「オープンSDGs」

を用いて、2019年と2021年の2回、自発的自治体レビュー(VLR)を実施、発表している。

一方、「SDGs 活動インデックス」には1,000人以上のユーザーが登録しており、様々なプロジェクトがSDGs達成のために活動しているのが可視化されている。この2つのツールが両輪となって、SDGsの達成に向けて市は様々な活動に取り組みながら、加速化を行っている。

ロサンゼルス市は2030年の持続可能な開発目標(SDGs)達成に向け、2017年から独自の取り組みを展開している。市は「測る」、「巻き込む」、「つなぐ」の3つのステップでSDGsに取り組むという方針の下、SDGsの進捗度を測定することで、最も取り組みが必要な分野を特定する一方、ローカルとグローバルの両コミュニティでパートナーシップを築くための、2つのオープンソースツールを開発した。1つ目は、国レベルの統計ツールを市の報告に適用した初の例である「SDGs データ報告プラットフォーム(オープンSDGs)」¹⁾ある(図-8)。「オープンSDGs」では、170以上のローカル指標から細分化されたデータをモニタリングすることで、取り残される可能性のある人々を特定することを可能にした。2つ目のツールは、地域のSDGs関連情報の共有能力を向上させる目的で構築した「SDGs 活動インデックス」である。「SDGs 活動インデックス」は、市内でSDGsを推進する150以上のローカルプロジェクトを掲載し、公平性などの重要なテーマに取り組んでいる。これらの2つのツールは既に効果を発揮しており、「オープンSDGs」は月に約250人が利用し、ジェンダー平等や人種の公平性などのデータソースとして機能している一方、「SDGs 活動インデックス」は1,000人のユーザーを抱え、多岐にわたるプロジェクトがSDGsの達成に向けて推進されている。また、ロサンゼルス市も「オープンSDGs」を活用して、2019年、2021年とこれまで2回、VLRを発行している。



図-8 ロサンゼルス市データ報告プラットフォーム

10. おわりに

最後に、「自治体 SDGs モニタリングの手引き」を発行した，自治体 SDGs モニタリング研究会を構成している各団体の役割について説明する。UNCRD はこの手引きの全体の企画ととりまとめを実施しており，名古屋市及び豊田市は中部圏において SDGs に先進的に取り組む地方自治体として，各種取り組み事例や関連データの提供，地方自治体視点から助言や査読を実施している。大日本コンサルタント(株) (現・大日本ダイヤコンサルタント(株)) は地方自治体の SDGs を支援するコンサルタント企業として，達成度指標やモニタリングの仕組みづくりに関する開発ととりまとめを実施し，凸版印刷(株)，ESRI ジャパン(株)は主に情報収集及び情報発信のための可視化事例の提供を行っている。今後は，SDGs 実施状況のモニタリングや評価，VLR に関心を持つ多くの地方自治体が，この手引きを活用して自らの活動やプロジェクトを効果的に推進するとともに，相互に学び合い，連携が深まることで，SDGs 達成に向けた動きがここ中部圏においてさらに加速されることを期待する。

本稿で紹介した自治体 SDGs モニタリングの手引き「Part A：地域の SDGs 達成度評価」，「Part B：地方自治体の SDGs 推進に向けた体制づくりと進捗管理(前編)」，「Part C：地域の SDGs に関する情報収集と可視化への取り組み」は「中部圏 SDGs 広域プラット

フォーム」の HP 内の「自治体 SDGs モニタリング研究会」で閲覧，ダウンロードが可能である。https://chubu-sdgs-platform.jp/information_dissemination/index.html

また，自治体 SDGs モニタリング研究会や各種 SDGs 自治体モニタリングツールに関する問い合わせは，以下の連絡先をご参照ください。

国際連合地域開発センター (UNCRD)

E-mail : training@uncrd.or.jp

JCMMA

《参考文献》

「自治体 SDGs モニタリング手引き」

Part A：地域の SDGs 達成度評価 (第2版)

Part B：地方自治体の SDGs 推進に向けた体制づくりと進捗管理 (前編)

Part C：地域の SDGs に関する情報収集と可視化への取り組み

【筆者紹介】

遠藤 和重 (えんどう かずしげ)
国際連合地域開発センター 所長，
中部 SDGs 広域プラットフォーム副会長



浦上 奈々 (うらかみ なな)
国際連合地域開発センター
研究員



交流のひろば/agora—crosstalking—



知を深め 技を磨き 世界に羽ばたく

森 山 浩 光

本稿は、ヒトが生き、暮らし、形成してきた社会を振り返り、その中において技術が果たしてきた役割を考えた。特に、日本の戦後の復興以降、建設・機械の技術者が果たしてきた役割は大きく、途上国に対しても ODA で実践して実績は枚挙にいとまがない。その中で、日本技術士会の技術士による海外活動支援の動きを紹介し、特にベトナムの歴史、文化、社会を踏まえた対応について記述し、今後の技術者への期待を記した。

キーワード：ヒト、発展、技術、ODA、技術者

1. 人、そして社会インフラ

これまで、ヒトが発展してきたのは、直立歩行、火の利用、意志の伝達などが要因と言われる。最低限の生活を送るためには、厳しい自然界から身を守るために衣食住を確保してきた。動植物からの材料を利用して「裸のサル」の身を覆い、食を確保した。そして災害を逃れ住む場所を拵え、不安を持ちながら好奇心により移動をした。ヒトはほかの生物に見られないほど世界各地に拡がり新たに住む環境を作り上げてきた。最初は草を敷く程度であったであろう、自然の洞窟の利用の他、石や木を利用した**建設**が始められる。

二足歩行と火の利用により新たな食物を探し出し、食物に火を通し、腸の長さや横隔膜の位置が変化し、脳や声帯なども変化した。狩りなどをするときの言葉による意思疎通は、思考の深化へとつながった。星を見ながら新たな物語が生まれ、神話の世界が広がり、宗教も生まれた。やがて、文字の利用が始まる。

野生の植物から穀物や野菜果樹などを見出し、突然変異を利用して選抜改良を進めた。十数種の動物を家畜化し、農耕、荷駄、戦闘を含めた移動手段にも使われた。採集漁労から農畜産物の食を確保して定住する中、権力者が生まれ、小さな域内で言葉や意志、思考が異なる者たちとの戦いが長らく続いた。道具の発明は農具漁具の生産や保管から武具の製造にも進み、木や石や骨の利用から金属の利用に拡大した。武力により階級の違いが生まれる。食料生産を行う農漁民を配下に置き、豊かな王侯貴族や将軍を生みだし、庶民と

の生活に差を生じさせた。人間の欲はとどまることを知らず、他の地域への侵略も広がった。

中世ヨーロッパの三大発明は、羅針盤と火薬と印刷術という。16世紀に大航海時代が始まり、新世界への進出が続き、インドへ渡る航路が開かれた。南米にはスペインやポルトガルが進出し、先住民を「文化」レベルが低いものとみなし、植民地化が進む。北米には英国やアイルランド、フランス等から移住が進む。ルネッサンスや産業革命により芸術の再発見、多くの**機械**が発明される。種々の技術開発の中、蒸気機関などエネルギー利用の変化が生まれ、製造機械や移動手段の機械、船舶や鉄道は極めて重要な位置を占めた。

古代の動植物が長い時間と圧力で変化してできた化石資源の石炭や石油の利用は、さらなるエネルギー革命と発展を生みだした。17世紀以降も20世紀に至るまで、植民地支配と紛争や世界規模の戦争が続いた。世界の東西対立はソ連が崩壊し15の独立国家に分解しても消えていない。南北格差は規模を変えつつも今も続いている。近年は同じ国内での格差も拡大している。

極東の島国日本は、古代に漢字や仏教、都市建設や制度など中国のシステムを導入したが、「日出る処」としての意識は、外国の種々の情報を得つつ独自の文化を生みだした。江戸時代初期からの鎖国時代を経て、明治以降は欧米の技術を導入し変化させつつ、きめ細かい独自の視点から発展を続けた。先の大戦後は復興を目指し、戦争中の技術を平和な技術に変えて世界に冠たる技術立国を生みだした。“Japan as No.1”

と言われ、多額の貿易黒字を叩かれる時代もあった。その経済的余裕は世界各国に ODA で技術や資金での対応につながり、国連での票の獲得と「国際社会において、名誉ある地位を占めたい」という思いを達成させてきた。

製造、ものづくりから土地バブルへの流れは、勤勉実直を貴ぶ文化から「だまされた方が悪い」といった新たな思考を遺したのだろうか。企業が生き残るため、若い人に安定的な職の確保がままならない「就職氷河期」を生み出し、経済の停滞は、賃金の低下にさえつながった。生活の不安定化が、やがて非婚化の増加、少子化となり、高齢社会へ突入した。

そして、「グローバル化」と叫ばれて四半世紀以上が経ち、日本にも多くの外国人が訪れている。彼らは日本の社会インフラの高度化と社会システムの素晴らしさに驚きの目を瞪る。それらは、日本人が営々として築き上げてきたものである。アジアやアフリカ、中南米の人々は、日本製品に信頼を寄せ、日本社会を築いてきた日本人から技術を学びたいと考えている。日本政府、JICA を通じた ODA では技術協力も絡めつつ、有償資金協力（ローン）あるいは無償資金協力による社会インフラの整備に多く貢献している。これらは、日本が志を高く持ち、国際協力を実践してきた証しである。正当な利益を分配し、さらに次の展開につなげる民間企業の海外活動も同様な成果を生んだ。

1980 年代からの 20 年余で、NIES（新興工業経済地域）、BRICS、中でも大きく発展した中国のような事例も見られる。

健康で安全で文化的な生活を誰もが享受できる世界にしていかななくてはならない。しかし、日本でもかつての公害問題から始まり、今も種々の問題や多くの課題を抱えている。どのような課題でもことの本質をとらえ解決法を確実に見出ししていかなければならないが、世界的視点で見れば、SDGs の 13 番目の課題の気候変動は、すでに異常気象が頻発している。日本各地でも、生活の基本の衣食住への悪影響が見られている。四海兄弟、世界の問題の解決には各国の連携がなければ、個々の国々の存続も危うくなるであろう。

2. 技術士、日本技術士会

本誌の読者には日本技術士会については既にご存じの方もおられ、複数の技術士（PE）の資格を持っている方も多いことであろう。日本技術士会は 1951（昭和 26）年 10 月に設立された。当初、建設や機械、金属、農業などの技術者の方々が中心となって、日本の復興

のために優れた技術者の活躍が必要であるという信念のもとに話し合いが進められた。1957（昭和 32）年に技術士法（法第 124 号）が公布され、翌 58 年から国家試験による「技術士試験」が実施された。内閣府による各団体の見直しにより、2011（平成 23）年に公益社団法人に移行した。すでに設立以来、70 年余の歴史を持っている。具体的な技術士の専門的な部門は 21 部門からなる。建設や機械、金属、電気電子、化学など理工学や農業、森林、水産や繊維、資源工学、さらに経営工学、情報工学、環境など幅広い。

日本技術士会の事業内容には、「科学技術を通じた社会貢献活動に関する事項」、そして「国際交流および国際協力活動並びに国際資格に関する事項」が掲げられている。また、技術士倫理綱領に基づいた活動を実施し、プロフェッション宣言を公表している。

日本技術士会にはいくつもの委員会があり、毎月検討を進め種々の活動を実施しているが、その中に海外活動支援委員会というのがある。海外委員会は、「China Shift」を意識して、2010 年頃からベトナムでの活動を推進するための現地調査を行ってきた。

私はこれまで農林水産省での勤務の中で国際貿易・国際協力関係の経験もあり、所属する農業部会の推薦を受け海外活動支援委員会のメンバーとなり、2023 年 6 月まで 3 期 6 年間担当し、委員長も拝命した。

私は 2006 年から 2 年間ハノイ市にある農業農村開発省畜産科学研究所（NIAS）に所属していた。その後も 2019 年まで訪越し種々の研究調査をしていた。ベトナムの経済発展も眼前で見た。現地の状況と公益社団法人としての日本技術士会の対応可能性の範囲に鑑み、大学との連携に的を絞り、卒業生の起業や勤務する工業団地への影響をも踏まえた協力方針を携え、ベトナムを訪問した。技術提携・連携の交換文書も準備していた。中部のダナン市人民委員会（写真—1）の案内で工業団地を視察し、ダナン工業教育大学の学



写真—1 ダナン市の人民委員会のある官庁ビル



写真一2 日越大学古田学長（中左）、米田 C/A（中右）と出張に参加した坂本技術士（右）と筆者（左）（2019年）



写真一3 ハノイ市のバーディン広場

長と協議し賛同を得た。ODA で実践している**日越大学**の学長らにご経験からの助言を得た（写真一2）。ハノイ市（写真一3）の**ハノイ建設大学**の国際協力室長も、埼玉大学とのSATREPと並行して、日本技術士会が動き出すことに高い関心を示した。2010年から協定を結んでいた**ハノイ交通運輸大学**との話し合いは継続している。

しかし、社団法人の慎重なゆったりした動きの中で、協定締結が延期されたことは残念であった。ただし、2020年からの新型コロナウイルス感染症の拡大により実際の活動が止まっていたため、署名締結していたとしても結果は同じであったかもしれない。2021年からは、国内外ともオンラインによる情報交換を行った。このような進展により、遠隔地との連絡や情報交換、さらに技術指導も可能となり、今後の活動も様々な変化が見られることであろう。

今後、外国との連携を図るには、その国の歴史、文化、経済、社会を知る必要がある。以下、ベトナムの状況を記す。

3. ベトナムの歴史と地政学的な位置付け

ベトナムの歴史を遡れば、日本との関係では奈良時

代の717年（養老元年）、第9代遣唐留学生に19歳の阿倍仲麻呂（阿倍比羅夫の孫）がいた。その優秀さから中国に残され、51歳で帰国の船に乗るが遭難、やがて帰国を断念し、ベトナム中部の安南節度使になっている。小倉百人一首にもある「天の原ふりさけ見れば春日なる」の下の句で見上げた「三笠山」の「月」にはどのような思いが込められていたのであろうか。

また、752年（天宝勝宝4年）、東大寺の大仏開眼式に林邑（チャンパ、中部ベトナム）の僧仏哲が、学んでいたインドの僧と共に来日している。

中国の影響は大きく、ベトナムには漢字や仏教、儒教が伝来し、隋の時代から始まる科挙の制度がベトナムでも採用され1919年まで行われてきた。今も寺院には漢字が見られ、首都ハノイ市の文廟（孔子廟）には科挙の試験合格者名と出身地が亀の石碑82基に彫られ残されている。なお、この石碑は2010年にUNESCO（国連教育科学文化機関）の「世界の記憶」に登録された。

しかし、紀元40年のハイパーチュン（徴姉妹、徴側と徴武）の後漢への反乱蜂起をはじめ、1010年にリータイトー（李太祖）による宋からの独立まで、さらに20世紀に入っても中国との戦闘が行われた。陸上の中越国境は条約で確定したが、トンキン湾と南シナ海の海上国境の島の領有権を巡って紛争中である。

フランスは、第二帝政時代の1858年にインドシナに出兵し、サイゴン条約を結び南部のサイゴン（西貢）を植民地化した。1883年と1884年には中部ベトナムを統治していた阮朝とフエ（ユエ）条約を締結し、中部のアンナン（安南）と北部トンキン（東京）を保護国にしている。同年清朝を退け、1887年には今のベトナム、ラオス、カンボジアの3か国から成るフランス領インドシナ連邦を成立させた。

なお、複数の漢字を組み合わせると複雑になりすぎた字（チュノム（字喃））は一部の人にしか理解できなかった。フランス人宣教師が17世紀にベトナム語の口語をローマ字に発音記号を付けた辞書をつくった。その後1918年にローマ字表記の文字が正式なベトナム語（国語）とされた後、国民皆が六声の声調はあるが、共通ベトナム語を読めるようになった。

日本は、フランスがドイツのナチス政権により侵略された1940年5月の後、インドシナ連邦を解体し、約5年ベトナムなどを支配下に置いた。1945年7月のポツダム宣言の際にベトナムは独立を求めたが成らず、日本は1945年8月15日に終戦を宣言し戦いを停止後、降伏文書に1945年9月2日に調印した。9月2日は建国の祖ホーチミン氏の命日でもあるが、ベトナム

ムは南北を合わせて独立を宣言した。しかし、連合国側、フランスの再植民地化をめぐる動きの中で独立を果たせず、1946年から1954年5月の北部辺境のディエンビエンフーの戦いまで独立戦争が8年余続いた。フランスの撤退により独立を果たしたものの、ジュネーブ条約により北緯17度線をもってベトナムは南北に分かれたままとなった。北のベトナム民主共和国はソ連や中国の支援を受け、ドミノ理論を懸念した米国が南の南ベトナム共和国を支援した。

米国とベトナムとの間で1960年以降、正に泥沼の戦争となったベトナム戦争（ベトナムでは救国抗米戦争といわれる。）は、オーストラリアや韓国を巻き込み、沖縄の米軍基地からも米軍兵士が派兵された。1973年に米国が撤退し、その後、1975年4月30日に南ベトナムの大統領府に2台の戦車がなだれ込み、大統領がヘリコプターで亡命する状況が世界中のテレビで放映され、20世紀最長の独立戦争は劇的な終りを迎えた。

ベトナム民主共和国は南北を統合し、ベトナム社会主義共和国となり資産を国有化し、国家5か年計画を策定し協同組合的な社（Xa）をつくったが、工業も農業も生産は低迷した。1986年のドイモイ（刷新）政策により開かれた経済体制を採択してからは農業も工業も成長し生産も伸びた。1990年代にコメの自給を達成し、世界第3位のコメ輸出国になっている。

ベトナムの位置付けは、中東などアラブ諸国からの石油を積んだ船がマラッカ海峡を通り抜けた後、ベトナムの東の南シナ海（ベトナムでは東海という。）を通して日本に至る「開かれたインド太平洋」のルートとして地政学的にも重要な拠点である。

4. ベトナムの自然と社会

ベトナムは、東南アジアのインドシナ半島の一角にあり、国土面積は33万km²で日本の約9割である。人口は9,700万人を超える。北部の一部が亜熱帯気候で、ハノイでは短い秋に中秋の名月を楽しむ風習もある。他の地域は雨季と乾季に分かれる熱帯モンスーン気候である。人々は儒教を中心に家族、先祖を大切にする習慣を持つ。一部、キリスト教や新興宗教のカオダイ教などもある。

近年の発展ぶりは目覚ましいものがあり、都市部では交通手段は馬車から自転車、バイク、そして自動車の普及へ、住宅は間口が狭く奥に細長い住宅から立派なコンドミニウムの建設へと変わってきている。国民の平均年齢が31歳と若く、大学進学者も増えて起業

する人も多い。一般に性格はまじめで工夫を凝らす熱心さもあり、社会に活気があふれている。

近年、留学生の増加や技能実習生制度もあって、日本に居住するベトナム人は今や約50万人に達したという。

1995年には米国とも国交を回復し、同年7月にはASEANへ加盟、諸外国からの投資を受け入れてきた。1995年以降、特に2000年代中頃から、日本企業もベトナムに多く進出している。人々の勤勉で熱心な仕事ぶりは日本の昭和期にも似た風景を思い出させるという人もいる。コメと野菜、魚があり、米粉の麺類や生春巻きやフランスパンのサンドイッチなどをはじめ中国風、フランス風の料理もあり、日本人にとっても住みやすい環境だと思う。

2008年にはWTO（世界貿易機構）に加盟した。2000年の一人当たりGDP400ドルから、中所得国の域を超え、近年都市では3,500ドル超になっている。近年は5～6%台の経済成長を続けている。新型コロナが発生した2020年も+2.9%を維持した。近年は地方の近代化が進み、都市と地方との経済格差も減少してきている。

5. ベトナムでのODAで活躍する建設機械—道路、橋梁、鉄道—

ベトナムの経済成長の背景には、国際機関によるものもあった。国際河川であるメコン川流域の開発は1960年代から始まっていた。海外直接投資（FDI）はシンガポール、韓国や日本が上位にある。ポストチャイナとして日本の製造業の拠点の一つとなり、インフラ整備事業の対象先にもなっている。

1993年以降はJICAによる援助もある。2021年までに円借款（海外投融資を含む）で約2,800億円、無償資金で約960億円、技術協力で約1,800億円、専門家派遣は約15,000名、研修員受け入れは約27,000名となっている。官民の連携により資源開発、エネルギー開発、産業基盤整備が進み、保健医療や教育や農業、さらに情報工学の進展からデジタル開発、環境問題まで協力部門が広がっている。

食品産業では、1990年代半ばに進出したインスタントラーメンの会社（エースコック）が成果を上げ、以前から麺類消費の多いベトナムであるが、インスタントラーメンの個人消費量は韓国、日本を抜き世界第1位である。民間企業の進出はビールなどのアルコール飲料やレストラン、スーパーやコンビニ等小売業でも盛んである。ベトナムの人口の増加は育児用調製粉

乳（粉ミルク）など乳製品の消費拡大につながった。

そうした中、経済成長と競争力の強化には製品配送の交通網の整備が重要で、**港湾**はもとより、**道路**、**鉄道**は正に産業の動脈である。

インドシナ半島の**東西回廊**や**南北回廊**が整備され、ベトナムは重要な拠点の一つになっている。JICAは約3,300 kmの**道路**を整備した。2000年代初めの中部ベトナムの**ハイバン峠の道路建設**が有名である。北部の首都ハノイ市から南東部の商業都市ホーチミン市まで通っている国道1号線の一部をなす。並行して、山道を走る道路が残るが、年に数回バスが落ちる事故が起こっているという。ハノイ市から有名な観光地ハロン湾に向けてはハイフォン市まで国道3号線が走っている。さらに北の中国へ向かう道路も整備された。東南アジアの南北回廊の他、東西回廊ではベトナムに東の拠点がある。ダナン市やフエ市、観光地のニャチャンの海岸などにも民間投資やODAによる国際協力が進んでいる。

私自身の現地調査と指導のサイトの一つに、ハノイ市の北西部のソンラ省がある。2005年に州都ソンラまでの国道6号線の開通により、その途上の高原にある酪農地域モクチョウ（Moc Chau）からのミルクがハノイのアンテナショップにもたらされた。

橋梁整備については、ハノイ市のノイバイ空港と市内を結ぶニャタン橋（日越友好橋）や観光地ハロン湾の橋で知らずしらずにお世話になっている。

鉄道は、北のハノイ市から南のホーチミン市まで、途中駅での停車も含め33時間余もかかっていたが、1,000を超える河川を超えていく。線路の整備は極めて重要である。なお、新幹線建設の話もあったが、経費が掛かりすぎることから立ち消えになった。理由は、技術的な問題の他にベトナムが「債務の罠」に陥らないようにする必要があるのでとの判断からである。ベトナムでは**公的債務管理の強化**が取り上げられ、2012年に公的債務をGDP比で65%以下に抑制することが決定した。また、支払いも決済に手間がかかり単年度予算の不足もあり遅れがちであった。ただ2021年にGDP比では48%に変更された。

ホーチミン市では地下鉄整備計画が進められ、日本企業が参画していた。2023年に1号線が完成した。周辺も既に開発が進められていたが、メコン川の中洲の島と合わせて新たな都市整備計画の策定に注目が集まっている。なお、2018年にハノイ市の地下鉄担当の局長とお会いしたが、「ハノイでは2050年までの計画はあるが…」という話であったが、成長著しい国の計画には新たな展開が見られている。

6. ベトナムとの連携、協力

今後、日本は人口減少もあり、運輸、建設土木、医療、介護、ホテル、IT等で人材が不足するという話がある。一方、ベトナムでは毎年80万人以上人口が増えており、まもなく1億人を超え、やがて日本の人口を上回ると言われている。

大学への進学も増加しており、5つの直轄都市の大学には1万人を優に超える大学がある。建設土木や機械、情報工学などの学部卒業生は全国で数万人を超える。日本に来訪している留学生は自国で日本語を学びつつ、専門技術を習得し大学を優秀な成績で卒業してから来日している。日本への信頼と憧れを持つ親日的な人々が目の前にいる。日本は、今後、こうした優秀な方々を受け入れ、あるいはベトナムにいる彼らとの連携を図る必要がある。

港湾作業や船舶での仕事では、既に外国人がかなり入っているようだが、**建設土木**や**機械**ではどのように進めていくのであろうか？医療や介護、ホテルなどでは、既に日本での育成を図るような仕組みが作られつつある。情報部門では、遠隔地でも作成と納品が可能であるのでオンラインでパソコンを結び、ベトナムにいる技術者を活用することができる。

ベトナム人は、大学生によるロボットコンテストで日本の大学を抑えて優勝したこともあった。創造力があり、いろいろ工夫をしながら変化して進めていくので、そういう結果になったこともある。真似がうまいと言う人もいるかもしれないが、日本もかつて開発はせず応用だけであると言われた時代もある。

総論的に言えば、変化が多く、展開が速い部門は、常に情報交換と相談をしながら進めていく必要がある。日本がこれまでやってきたように検討時間が長いですが、決まったら確実に粛々と進めていくという方法もあろう。大プロジェクトは最初の方針で悠然と進めていくのが適している場合もあろう。それでも、ベトナムはじめ諸外国は異国であり、日本の環境条件と異なる場合が多々ある。臨機応変な対応が必要となる。

また、実践を通じて技術情報が相手国にも移転され、また相手国の中で発展したり、ステークホルダーの間で普及したり、種々の調整がなされたりするようにしていった方が良い場合もあろうかと思う。

今後、切磋琢磨していかないと日本が立ち遅れるだけであると思われる。人口の多い、中国やインドが今後ますます進んでいくのを見ているだけではすまされない。日本はこれまでの経験を活かし、諸外国と競いつつ連携して発展していくことが期待されている。

ところで、ドローンや顔認証機械が日本で紹介されたときに、すぐに思ったのは、これは悪用されるだろうなということであった。近年、ドローンが戦争の無人兵器として使われている。「貿易管理令」に基づき、日本からこれらの法律に抵触する機械や技術を輸出、移転することは禁止されている。これらに違反すれば、法により罰則がある。

7. 日本の国際協力

ところで、今から80年近くも前の戦後、日本が廃墟の中から甦るときも多く技術者が活躍した。その中には海外での活躍も多くみられた。1954（昭和29）年、日本は開発途上国援助のための国際機関コロンボ・プランに加盟し、アジア太平洋地域の国々の経済・社会開発を促進するため国際協力を行い始めたのである。

日本にとっての戦後賠償第一号案件は1954年のビルマ（現ミャンマー）の**電源開発**であるが、**建設**、**機械**、**電気**などの多くの技術者が活躍した。また、インドネシアではタイドローンと言われながらも鉄道敷設の案件が進められた。**農業**案件ではタイにおいて水田や肉牛の技術指導が行われた。アジアの戦後の復興に日本の技術者が大いに活躍したのである。

当時の組織は地域別等に4つの団体があったのが統合され、外務省の外郭団体としての海外技術協力事業団（OTCA）が1962（昭和37）年に設立された。日本もまだ、新幹線や高速道路の建設に世界復興銀行から資金援助を受けている時代のことである。

1972～1973（昭和47～48）年、第一次石油ショックと穀物危機が世界を襲い、輸入国日本は大きな影響を受けた。この頃、海外で農作物を生産して輸入する開発輸入の発想が生まれ、商社等がアジアに進出し、農業開発を進めた。

1974（昭和49）年に、OTCAと1963（昭和38）年設立の海外移住事業団の組織を吸収し、JICA（国際協力事業団、現在は国際協力機構）が設立され、開発調査や開発輸入のための開発協力事業と共に、技術協力事業が資金協力事業と共に進められた。まずは対象地域をアジアを主として、多くの技術協力が行われた。やがて国際協力対象国もアジアから、南米そしてアフリカへと広がり、さらに東欧から1991年のソ連崩壊の後には中央アジアへと拡大されてきた。

1989年から2000年までの間は、ODA総額は世界で第一位となり、「国際協力大綱」が何度か策定され、ODAの金額目標は前倒しで実行された。国民一人当

たり10,000円に相当する1兆2,000億円がODAに使われた時代である。

一方、日本の経済状況を見ると、その後、経済成長は緩やかになり、「就職氷河期」以降、正社員としての正規雇用は減り、給与が上がらず、むしろ減っている。雇用も不安定となり、夫婦共稼ぎで働いても、子育てにかかる経費や教育費が心配となり、結婚する人の割合も減っている。明るい未来を描けない日本となってきている。年間一人当たりGDPも今や世界で第30位（2022年）となった。毎年のODA総額はかつての半分以上となっている。JICAもかなり前から、最初はNPOとの連携を、そして民間企業との連携（PPP）をうたっている。

8. 私たちの社会をより良くしていくために

私たちは皆、形成した社会で様々な形で互いに支えあい、暮らしている。宇宙の歴史の長さに較べればはるかに短い人類史の中で、いろいろな発見発明を繰り返しながら、より安全で快適な安定した生活となるよう、現代の社会を作り上げてきた。

朝起きて寝るまで、さらに寝ている間も私たちは、多くの技術者の創意工夫により、より良くなるように検討し実践されたおかげで、健康的で安全な生活を営むことができる。

社会を、周りの人々をだまして、金を稼ごうとする悪い輩もいるが、これは「天知る、地知る、己知る」という基本を忘れた、愚かな人間の性の表れである。他の国の領土を侵して、自分の国だけ良くしようと思うのも、限られた人生に生きることを忘れ、宏大な宇宙の存在を忘れた、愚かな現世主義の発露であろう。

京都などを歩いてみて感じるのは、世の中があまりに悲惨な時代には宗教がたくさん生まれ、また寺院もたくさん建設されたということである。京都で天台宗の三十三間堂（蓮華王院本堂）に寄ってみる。千体仏は1164年の造営後80年を経ての火災後に再建され、足利時代の修復の際に整備されていったものである。その千手観世音菩薩像、各100体10段の並び、中央に鎮座するひときわ大きな十一面千手千眼観世音菩薩像。全ての観音様には40本の手、さらに25に分かれ千となり、その全てに眼がある。その眼で困っている人を見出し、手を差し伸べて下さるといふ。しかも三十三度にわたりそれを繰り返すといふ。千体仏の前の風神像、雷神像、二十八部衆像を含めて全て国宝である。また、ほど近い六波羅蜜寺の空也像は、やせ細った体で歩き、唱えた六文字の言葉が六体の仏様になる

という姿である。圧倒的な利他の精神は、ヒトという動物が厳しい大自然の中生き残っていくためにも備わっていたものなのだろうか。

最近まだ見られる電話での「詐欺」。「だまされた方が悪い」という言い回しは、互いを知っている小さな人間の集団では無かった発想だと思える。誠実さでは悪も蔓延る世の中の全てに対応できないにしても、目の前で転んで泣いている子供を見て、蹴とばしていくのか、抱き上げてあげるのか、人間の本性はどちらにあるのであろうか。

人生の中で、仕事を進める中で、技術を持つ方々の方向はどちらにあるのであろうか。法律、コンプライアンスという前に、共に生きる人々の気持ちを察し、自分の中にある心の声を聴く時間も余裕もなく、日に日を過ごしていくことが、この世に命をいただいた意味なのであろうか。これまでの歴史を見ても、技術者の高い志により大きな社会貢献がなされてきた。

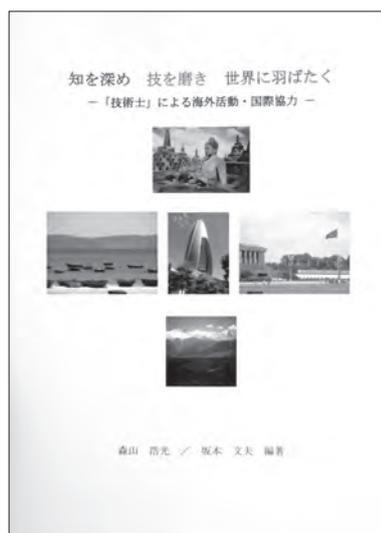
9. おわりに

「人間至る処青山あり」、故郷を離れ雄飛するときにも用いられるこの言葉は、江戸時代末期の僧月性(げっしょう)が故郷を後にするときに書き残した「将東遊題壁詩」の一節にあるものである。人間(じんかん)とは、人の住む所の意味である。海外で大きな仕事を行う場合、この言葉で送られる場合もあろうが、実は青山(せいざん)の意味は重い。

ODAは政治的、経済的背景により国益を考慮し進められてきた。企業による海外活動も技術力を持った方々がいて、はじめて成り立つ。そして、これまでの長い実践の中で、多くの技術者が「人間至る処青山あり」の気持ちで、世界に通じる技術を開発途上国に展開してきた。

2020年から新型コロナウイルス感染症が世界的に拡大し、2022年2月からのプーチンによるウクライナ侵攻、人道被害は1年を経ても終わる気配はみえない。今や、軍需産業の製品の実践の場とさえ言える状況の中で、この戦争が終わっても、復興や人々の心のケア、環境の改善には時間がかかろう。

日本も、戦後、多くの市井の人々、技術者の努力により、豊かな社会インフラとシステムを持つ国となった。一方、世界の中には貧困や食糧、医療、教育等で多くの南北格差がある。栄養、平均寿命、識字率等の課題は数え上げればきりが無い。その状況を直接見聞



写真—4 技術士の海外活動をまとめた図書の表紙

し、感じた気持ちを持ちつつ、海外でも多くの仕事が進められているのだ。

世界は新たな混とんとした時代に入り、理想と現実の間で、今後の方向を見出していく必要がある。

そもそも技術者が単に技術だけでの視点でこの世界を見て暮らすことはできない。総合的な視点を常に忘れることなく、新しい世界に対応し、役立つ方向を見出し「一隅を照らす」必要がある。

(追記)

最後に、タイトルとした「知を深め 技を磨き 世界に羽ばたく」は、日本技術士会の会報「月刊PE」に連載した海外活動・国際協力シリーズから13編と2015年以降のSDGsの活動の記事21編、そしてアジア8カ国とブラジルを知る100問のクイズ形式の情報を、私と建設部門の技術士坂本文夫氏とで編集しまとめた図書である(写真—4)。

海外活動を行っている技術系の方々や技術士の方々には、お勧めの一冊と思うので、どこかで目を通していただければ幸いです。

JICMA

【筆者紹介】

森山 浩光 (もりやま ひろみつ)
森山獣医師・技術士事務所 代表
獣医師、技術士(農業)、博士(農学)




 ざいそう

郷土史に埋もれた秘匿基地

岩本英司



自然豊かで移住者も多い福岡県の糸島半島。その一角に第2次世界大戦末期、海軍航空隊の基地があったことはあまり知られていないようです。半島の西端、船越地区に1945年8月の終戦まで約5カ月間存在した「玄界航空基地」の実態が明らかとなるのは平成になってからでした。この春まで赴任していた福岡で同基地のことを知って興味を持ち、跡地に2003年建立された記念碑に何度も訪れました。

静かな水面から水上偵察機が飛び立つ

玄界航空基地は、沖縄戦が目前に迫っていた時期に設立されました。本土決戦に備えてその存在が米軍にも気付かれない新たな秘匿基地が急務とされ、北部九州沿岸の静かな漁村が候補となりました。

基地の存在が長く知られてこなかった理由の一つに、航空機が飛び立つ滑走路を持たなかったことがあります。主力機は「瑞雲」。日産自動車系自動車部品メーカーの愛知機械工業の前身である愛知航空機が生産した水上偵察機です。フロートの付いた瑞雲が飛び立つには、滑走路に代わる水面が必要で、波穏やかな船越湾が選ばれたのです（写真—1）。

基地専用の施設も設けられることはありませんでした。地域の民間病院を本部とし、若い隊員らは民家や小学校などに寝泊まりしていました。滑走路も専用施設も持たなかった基地の痕跡は、隊員の食事をまかした烹炊所跡などごくわずかしきありません。基地

に関連した資料も終戦日の8月15日以降、全てが焼却処分されてしまいました。そのため海上自衛隊には同基地に関する資料や、瑞雲の戦闘記録なども残っていないそうです。

誤った認識が町史に記される

船越は戦時中、小富士村に属していました。戦後は志摩町を経て2010年に前原市、二丈町と合併して誕生する糸島市へと移行することになります。

合併前の志摩町で1972年に編さんされた町史に、わずか7行ながら同基地のことが紹介されましたが、そこには「海軍特別攻撃隊船越基地」と記されました。しかし玄界航空基地に編成されたのは、神風特別攻撃隊などで知られる「特攻」を拒否した航空隊でした。

基地を飛び立った瑞雲は、中継地点となった奄美大島の古仁屋基地で急降下爆撃用の爆弾を積んで燃料を補給し、沖縄方面へ出撃していきました。敵艦隊を攻撃した後は再び玄界航空基地に戻り、次の戦いに備えたといいます。

終戦に至るまで何度も飛び立って反復攻撃するという任務は、過酷なものであったことでしょう。実際、沖縄戦から帰還できなかった隊員も相当数いたようです。ただ明らかに特攻隊とは性格を異にしていました。基地に関連する資料や戦闘記録が残っていないことで誤解が生じ、町史にも誤って記載される混乱を招く結果になったと推察されます。



写真—1 波穏やかな船越湾



写真—2 志摩町に寄贈された「瑞雲飛翔」

玄界航空基地のことが明らかとなるのは、平成も半ばに差し掛かった頃でした。元隊員の梶山瑞雲氏（ペンネーム）による1冊の私記「瑞雲飛翔」が志摩町に寄贈されました（写真—2）。そのことをきっかけに地元町議ら有志が立ち上がって調査に乗り出し、全容解明に向けて隊員が分宿した民家の人たちや元隊員らから証言を集めることに奔走することになります。

調査の成果は、2003年10月発刊の「新修志摩町史」上巻に12ページを割いて記述されています。発刊に先立つ同年8月9日には、基地跡に建立された「海軍航空隊玄界基地之跡」記念碑の除幕式が挙行了されました。隊員や海軍関係者、地域の関係者や賛同者ら150人ほどが参加したそうです。

長くベールに包まれ、昭和史の欠落とも言われた玄界航空基地。郷土史の1ページを刻む記念碑建立の有志メンバーは「戦後世代にとりましては、新たな歴史認識の出発点となりますならば幸いこれにすぐるものはございません」と除幕式の様子を伝えた記念冊子に綴っています。

戦火に散った人たちに思いをはせ

船越はJR筑肥線の加布里駅あたりから糸島半島方面に入って7キロほどの場所にある今も静かな漁村です。糸島の冬の風物詩「牡蠣小屋」のシーズンになると、県内外からやってくる多くの人たちでにぎわいます（写真—3）。その傍らにある記念碑は、大戦末期に秘匿基地がこの地にあったことを後世に伝え、平和な日本を築く礎となった若き海鷲たちを鎮魂しています。

2020年1月から今年3月まで九州支社に勤務した筆者は、東京の自宅を離れて福岡市内で单身生活を送っていました。赴任期間はまるまるコロナ禍。仕事の無い週末は密を避けながら福岡の自然にできるだけ触れようと、自転車で方々を訪ねて回っていました。福岡市のお隣で見所も多い糸島に足しげく通う中で玄界航空基地のことを知りました（写真—4）。

基地に関する多くのことは、企画展を開いたこともある糸島市の志摩歴史資料館で働くIさんに教わりました。貴重な資料もいただき、その中の一つに読売新聞が2003年に地域版で5回にわたって掲載した連載記事「ドキュメント・玄界航空基地」があります。終戦とともに歴史の一ページから消えたこの基地の成り立ちや地域の人たちとどのように関わっていたかを伝える読み応えのある内容です。

国内には戦後の混乱の中で埋もれてしまった郷土史



写真—3 秋から春先まで牡蠣小屋でにぎわう



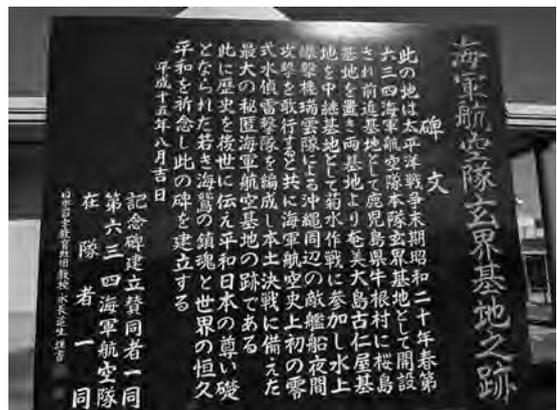
写真—4 基地跡の案内

も少なくないのではないのでしょうか。人知れず戦火に散っていった多くの方たちに思いをはせる一。そのことを通じて、不安定な今の世界情勢をいかに乗り越えていくかを考えるきっかけになればと考え、糸島に存在した秘匿基地のことを紹介させていただきました。

以下、記念碑に刻まれた碑文をご覧ください。

～「海軍航空隊玄界基地之跡」記念碑／碑文～

此の地は太平洋戦争末期昭和二十年春第六三四海軍



写真—5 基地跡に建立された記念碑

航空隊本隊玄界基地として開設され前進基地として鹿児島県牛根村に桜島基地を置き両基地より奄美大島古仁屋基地を中継基地として菊水作戦に参加し水上爆撃機瑞雲隊による沖縄周辺の敵艦船夜間攻撃を敢行すると共に海軍航空史上初の零式水偵雷撃隊を編成し本土決戦に備えた最大の秘匿海軍基地の跡である
此に歴史を後世に伝え平和日本の尊い礎となられた若

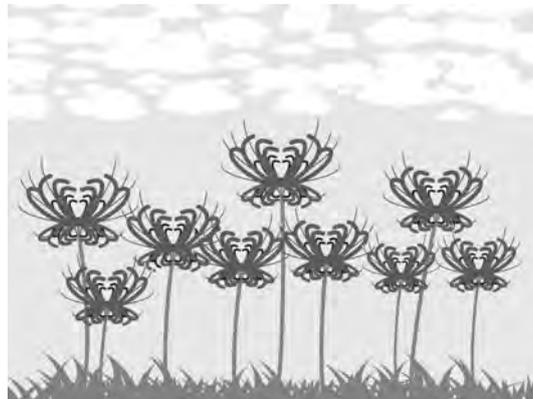
き海鷲の鎮魂と世界の恒久平和を祈念し此の碑を建立する

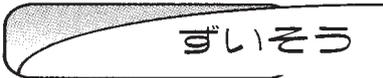
平成十五年八月吉日

記念碑建立賛同者一同

第六三四海軍航空隊在隊者一同

——いのもと えいじ 日刊建設工業新聞社企画・制作局企画部長——




 ずいそう

車は買わない・借りる時代に？

山下 耕治



「駐車場が全戸分なくて、足りないんですよ。もし、駐車場をご希望でなければ当選の確率が高まるかもしれませんね。」2020年夏に家探しを始めて、マンションギャラリーの女性スタッフから聞いた言葉が最初のきっかけだった。

11年間、広島市内の郊外で、子供3人・妻と5人家族で暮らした一軒家だったが、定年が65歳に延長となり、これから15年近くも続く通勤片道1.5時間を何とか短縮したい気持ちと、子供3人がすでに大学進学後、帰ってくる気配が微塵もないことから、もっと街中に引っ越すかな、と考え始め、妻に相談してマンションへの引っ越しを本気で考え始めた。

あらためて自家用車について考えてみると、通勤にも使わず、週末の買い物ぐらいしか乗らないため、年間6千km程度の走行距離で、もったいないなあ、と思い始めた。また、2014年の広島土砂災害で浸水して買い換えた車も5年を超えて、中古車再販も考えるとそろそろ買い替えか、と考えていたのだが、そもそも、車の所有にいくらかかっているのか？と計算をしたところ、ミドルクラスの新车購入費、税金、保険、燃料代、駐車場代、もろもろで、年間平均80万円程度かかることがわかった。少々不便でも、50歳過ぎでの住宅ローンを考えると、もはや一択である。まもなくマンション購入に申し込み、無事当選したのであった。

さて、車を借りるのには、レンタカー、シェアカーなど、便利なサービスが展開されているのはご承知の通り。本格的な遠出であれば、中・大型車でレンタカーが便利だが、通常は小型のシェアカーを使っている。自宅のマンションから半径1km以内に15箇所のステーションがあり、急な用事でも借りられないことは、ほぼ無い。また、あらかじめ使う時間を決めて予約する為、最初のころは返却時間が近くなると、変なプレッシャーがかかってそわそわして落ち着かないこともあった。費用は、一番安いもので15分220円で時間貸しのため、少しでも安くしようと外出から早く帰ってきたり、と、イマイチ楽しむことが出来なかった。ただ、長居しないので、無駄な出費が減ると、目的を持った外出になり、時間を有効に使う意識が強

なった面もある。そうこうして半年ほど経過するとすっかり慣れてきて、1年も経つと、経済的にもかなりお得感が認識できて、余裕が出てきた。これまでの25年の実績だと、月平均8,400円なので、一応、目標通り(1万円以内)の予算内である。また、ちょっとした近距離の旅行も鉄道+レンタカーが便利で、ゆったりと移動が出来て、安全上も間違いなく良い。すっかり上級者の域と自負している。

最近、90歳を迎えた父が、ようやく運転免許の自主返納をしてくれた(遅すぎるのだが、ようやく説得に応じてくれた)。

九州の田舎で、車がなければ不便でしかないのだが、致し方ない。いまだに、電話口で「不便だ。不便だ」を連呼して、不満を言ってくる。私は、建設機械メーカーに務めて30年目を迎えたが、最近5、6年は、先行技術開発に携わり、建設機械の遠隔・自動運転などを開発してきた。よって、公道を走る自動車の自動運転は難易度が高いことは百も承知ではあるが、助かる人がたくさんいるのになあ、と思うこの頃である。高齢者向け・地方の過疎地での遠隔・自動運転サービスは、新しいモビリティサービスの1つであり、ぜひ、実現して頂きたい。一方、このようなサービスがあると、もはや、自分の車を買う必要がなくなる可能性もある。

おそらく、我々の世代の方は、移手段だけでなく、「車で外出→思い出づくり」を実現するためにも車を所有するのであり、なかなか車を手放すという意識は少ないのかもしれない。高専3年生の夏休みには車の免許をとって、学ランで車を運転していた私も、基本的には同じで、当時、大学受験しないのを良いことに、阿蘇山、天草の海水浴場、長崎オランダ村(懐かしい…)、海の中道、などなど、友達や恋人(現在の妻)とドライブしたことを今でも思い出す。なので、いまだに新車が並んでいる販売店の前を通ると、正直に、「ああ、カッコいいな。欲しいな。」と思ってしまう。さて、いつかまた車を買う日がくるのだろうか…。

—やました こうじ コベルコ建機(株) 技術開発本部 本部長、
広島大学 客員教授—

部 会 報 告

岐阜工業(株) 木曾屋工場・関鍛冶伝承館見学会 報告

機械部会 コンクリート機械技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会のコンクリート機械技術委員会では、令和5年6月30日に岐阜工業(株)木曾屋工場（岐阜県揖斐郡揖斐川町谷汲木曾屋字馬倉 928）への見学会を実施した。参加者はコンクリート機械技術委員会の7名及び委員会関連企業より参加の4名を含む総勢11名での参加であった（写真—1）。

2. 見学スケジュール

令和5年6月30日（金）

- 11：40 岐阜駅バス乗り場集合
- 11：40～12：40 貸切バスにて
岐阜工業(株)木曾屋工場へ移動
- 12：50～13：10 岐阜工業(株)
会社及び製品概要説明
- 13：10～13：35 工場内製品見学
- 13：35～14：10 製品整備組立工場見学
- 14：10～14：30 質疑応答
- 14：30～15：30 関鍛冶伝承館へ移動
- 15：30～16：30 関鍛冶伝承館及び
岐阜刃物会館見学
- 16：30～17：30 岐阜駅へ移動・解散

3. 岐阜工業(株)

- 設 立：1973年（昭和48年）5月
本年創業50周年
- 代 表 者：宗像国義
- 社 長：高橋正樹
- 資 本 金：6,000万円
- 本 社：岐阜県瑞穂市田之上 811 番地
- 工場概要：木曾屋工場
工場面積 120,000 m²
岐阜県揖斐郡揖斐川町谷汲木曾屋字馬倉 928
- 製 品：トンネル二次覆工システム
製品の製作施工他

岐阜工業(株)をはじめトンネル施工機器関連企業は5社程度であり岐阜工業(株)殿の業界シェアは70%と非常に高い、ほぼトンネル施工機器関係の専属のメーカーである。

それでもまだ工事の安全性、技術アップ、自動化の技術提案などを行っておられるメーカーである。

4. 岐阜工業(株)会社及び製品概要説明 (写真—2)



写真—1 見学者集合写真



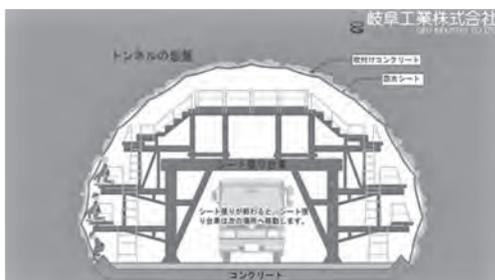
写真—2 説明会風景

トンネルができるまで
(アニメーション動画にて説明)

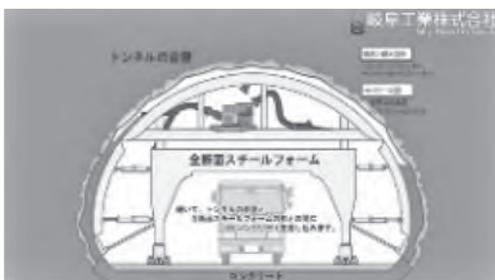
- 1) トンネル岩盤掘削。
- 2) 岩盤掘削が終わると崩落防止用に内部にコンクリート吹付工事。



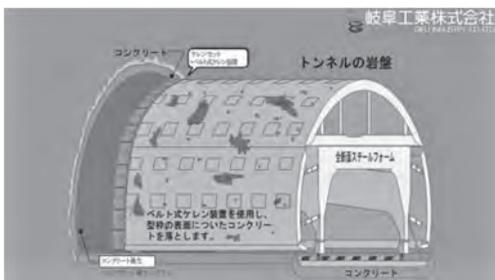
- 3) 湧水防止の為防水シート張り台車を入れシートを岩盤に固定。



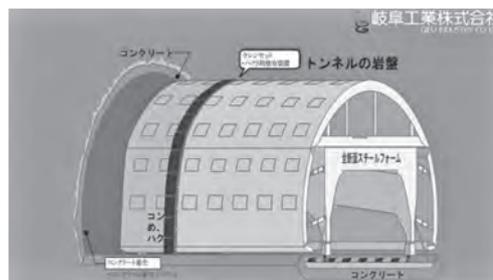
- 4) トンネルに合わせて全断面スチールフォームをセット。
- 5) トンネルの岩盤とスチールフォームの間にコンクリートを両側下より流し込む。



- 6) コンクリートが固まると脱型し移動。



- 7) 移動後ベルト式ケレン装置にて型枠表面のコンクリートを落としベルト式ケレン装置を裏返しハクリ剤を型枠表面に塗布し次回の打設を行う。



- 8) 移動を繰り返しトンネル内コンクリート覆工。
注記) 岐阜工業(株) HP より抜粋

トンネルは我々の生活の身近に多くあり同じようなものと考えていたが説明によると専用設計であり同じものはあまりないとのことで少々驚いた。

施工においてはまだ人が行っている工事工程が多くあること、今後の自動化が期待されることなど分かりやすく説明頂いた。

岐阜工業(株)ではトンネル工事の一連の施工機械の製作を行っており多くの製品がある。

5. 工場見学

岐阜工業(株)木曾屋工場

工場面積：120,000 m²

従業員：200名／(全社)

製品：トンネル覆工機器製作，組立

広大な工場の中巨大な製品が印象的であった。

製品の製作，組立，同じような部品の数の多さに驚いた，間違わずに組立を行っている従業員の方々に感心させられた。また，製作工場も見学させて頂き，レーザー切断機，5面加工機など大型の機械を設置されており，大型製品製作に必要なものであると想像する。

製品が大型であることと，バイバック品など多くの部品を保管されていることより工場は広大な敷地であった(写真-3)。

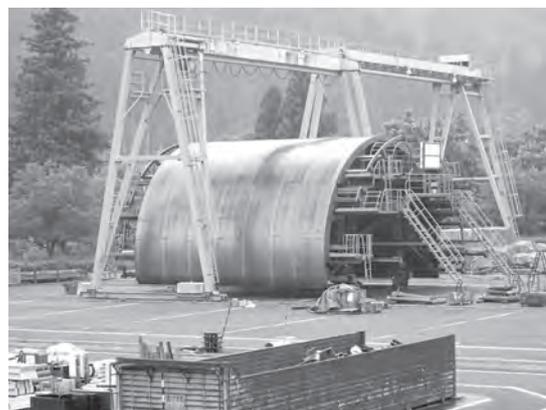


写真-3 工場風景 (全断面スチールフォーム)

6. 関鍛冶伝承館見学

帰路、岐阜県を代表する刃物の町関市、関鍛冶伝承館を見学した。

関鍛冶伝承館は古来より関に伝わる匠の技を映像・資料・展示により紹介している施設で関鍛冶の歴史や刀装具など、貴重な資料を紹介している施設である。関を代表する刀匠による日本刀など非常に貴重なものが多く展示されていた。

全国の日本刀の歴史、製造工程、砂鉄から日本刀ができるまでには刀匠（とうしょう）、研師（とぎし）、柄巻師（つかまきし）、鞘師（さやし）、白銀師（しろがねし）など多くの人々が専門の工程を行うことにより完成していると説明を受けながら見学した。

日本における日本刀、刃物技術の奥深さを感じられる興味深い見学会となった（写真—4, 5）。

関市訪問の記念とし、関鍛冶伝承館隣にある岐阜関刃物会館にて関刃物を感じられる小物品を参加者それぞれ買い求めた（写真—6）。



写真—4 関鍛冶伝承館（せきのまど HP より）



写真—5 刀剣展示品（せきのまど HP より）



写真—6 岐阜関刃物会館（岐阜関刃物会館 HP より）

7. おわりに

今回トンネル工事及び施工機械の構造を動画アニメーションにて非常にわかりやすく説明頂き、トンネルの施工工程、施工機械が理解できました。また製品及び工場を見学させて頂き、機械の構造や大きさ、施工方法・工程など深く理解でき、大変有意義なものとなりました。

まだまだトンネル工事は自動化の余地が多くあることなどが分かり、各委員は自社の製品に生かせるヒントとなったことと思います。

今回の見学会において説明及び案内をして頂きました岐阜工業(株)吉田常務執行役員様、晴佐常務執行役員様、岸 AP 事業部部長様、並びに岐阜工業(株)木曾屋工場関係者の皆様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

JCMMA

【筆者紹介】

池田 喜治（いけだ よしはる）
 (株)北川鉄工所
 サンテックカンパニー プラント統括部
 製造部 生産管理課
 (一社)日本建設機械施工協会
 機械部会 コンクリート機械技術委員会 委員



部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) (親委員会及び各分科委員会) 傘下の
作業グループ 2023 年 7 月東京国際 WG 会議報告

標準部会

国際標準化機構 ISO では、長時間の集中的な論議が必要な案件では、対面・Web 併用のハイブリッド方式での国際会議が一般化している。油圧ショベル・ホイールローダなど主要な量産形建設機械の技術的課題を扱う ISO/TC 127 (土工機械) 専門委員会及び傘下の各分科委員会傘下の多くの作業グループでは、主要な委員会構成メンバである日米欧各国持ち回りで作業グループ会議を開催しており、2023 年には 5 月に至るまで既に 5 件のハイブリッド会合を機械振興会館で開催したが、これらに続いて 7 月にも SC 3 傘下の国際 WG 会議 2 件を連続して同所で開催したので、以下に報告する。

1. ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO 15143 施工現場情報交換—ISO/TS 15143-4 編集会議：

山本 茂氏がコンビナーの ISO/TC 127/SC 3/WG 5 では、ISO/TS 15143-4 (土工機械及び自走式道路建設機械—施工現場情報交換—第 4 部：施工現場地形データ) の作成中である。情報化施工では、RTK-GNSS 測位データなどを参照して建設機械の施工機器を制御する事を対象としているが、この第 4 部は施工現場内で複数のシステムを同時に相互運用可能にすることを目的としている。米国 Deere 社提案であるが、ここまで測量機器製造業 (Trimble 社、トプコン、Leica Geosystems 社など) 及びソフトウェア供給業 (フィンランドの Novatron 社など) の比較的限られた専門家が案文の主要部分を作成してきたが、おおむね目途がついてきたので、編集会議を開催して、案文を ISO 様式に調整し、親委員会 ISO/TC 127/SC 3 で広く国際的な利害関係者の意見を求める各国意見聴取に進める準備を実施した (会議後、案文は 10 月 31 日期限で意見聴取の国際投票に付されている)。

日 時：2023 年 7 月 10 日 (月) 9 時～17 時

場 所：機械振興会館内 協会 A 会議室

出席者：対面 (一部 Web 参加併用) 7 名、Web 参加 1 名 (敬称略)

コマツ：対面－正田 明平，Web－山本 茂 (コンビナー)
Deere 社：対面－Nicholas BOLLWEG (PL)，
Gregory KITTLE, Jessop LUESCHOW
Caterpillar 社：対面－Charles Crpwell
協会事務局：対面－小倉 公彦，西脇 徹郎

主要議事：

1.1 メンテナンス機関の管理に関して：ISO/TS 15143-4 発行後、新規のデータ項目などを追加していくためのメンテナンス機関に関して、他の第 1 部～第 3 部同様当協会 (日本建設機械施工協会) がメンテナンス機関を保持するが、第 4 部においては、当協会側の MA 関連サイトから、主要な技術内容を保持する AEM (米国機器製造業者協会) のサイトへのリンクを設定する。なお、これに関連して、案文のメンテナンス機関に関する附属書 N を修正し、また、当協会ホームページでの MA サイトでも、とりあえず第 4 部に関して「工事中」の旨を表記することとした (未実施)。

1.2 案文詳細に関する論議：

・案文の書式などを整える件：今後の CD 意見聴取に向けて、メンテナンス機関に関する附属書 N を (参考) から (規定) に修正するなど、ISO の規定 (ISO/IEC 専門業務用指針第 2 部、ISO HOUSE STYLE など) に沿って整えることとした。

特に、案文の書式詳細を ISO 様式に基づいて整えるため、斜体・フォントの扱い・図での色の使用など、また、情報技術関連として、英国英語か米国英語かなど、必ずしも ISO の規定の様式通りとなくにくい点などに関して、ISO の編集担当官と発行に先立って打ち合わせる必要があるとされた。

これに加えて、図の内側では記号以外の文・句などの使用は不適切だが、流れ図では許容されているので、まず図なのか流れ図として扱うのかを判断したうえで、流れ図の場合は図の内側でも編集可能な形で文・句を残すとされた。

更に、細分箇条の名称の有無が論議されたが、これ

は同じレベルの細分簡条としての一貫性が必要なはずである。

1.3 CD 意見聴取及び次の段階並びに日程に関して：クリーン案文を整えて、標準の8週間意見聴取に進めることが確認され、投票終了後にWGのWeb会議で各国意見検討とされた。また、先々、参考文献リストを整えることなども指摘された。

1.4 まとめ：編集会議として、ISO文書として案文の書式を整え次第、CD意見聴取に進めることが確認された。

所感：ISO/TS 15143-4は、ようやく広く利害関係者の意見を求める段階に差し掛かっており、国内工事では、元請けが単一システムを採用するとの指摘もあるが、非常な大規模工事の場合、また、道路建設の際など、路体を建設業が元請けとして工事实施し、舗装を道路建設業が元請けとして工事实施の際などに、双方のシステムが異なっても情報共有可能とする必要がないかなどの点から、発注者を含む工事関係者にご関心をもっていただきたいところである。



写真一 ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/TS 15143-4 編集会議風景

2. ISO/TC 127/SC 3/JWG 16 (移動体のセキュアな高速データ通信) 作業グループ東京国際WG会議：

※むしろ規格名称を「走行式機械-高速相互接続」とすべきとの論議となった。

日時：2023年7月11日(火)から13日(木)9時～17時(最終日は早めに閉会)

場所：機械振興会館6階65会議室及びWeb上(ISO Zoom)

出席者：対面出席者は海外13名、国内12名、Web参加者は海外13名、国内1名、総計39名参加(敬称略)

(米国)

- ・ Deere社：対面-コンビナー Gregory Kittle, WG幹事 Jessop Lueschow, Web-Kerry Martin, Tara Sundt, Bradley Deem, Deere社と思われる Christina Ebenzer
- ・ AGCO社：共同コンビナー Jacob Van Bergeijk (農業機械分野からの参画)
- ・ Caterpillar社：対面-Charles Crowell (ISO/TC 127国際議長), Travis Breikreutz, Web-Eric Moughler
- ・ 斗山 Bobcat社：対面-Jon Spomer
- ・ Trimble社：対面-John Erhard (下記のようにニュージーランド Trimbleからも参加)
- ・ AEF (農業電子財団)：対面-David Smart (Deere社OB)
- ・ Phillips社：対面-Dan Forthofer
- ・ CNH社：Web-Hu Ying (下記のようにイタリア CNHからも参加)
- ・ Haldex社：Web-Dave Englebert

(ドイツ)

- ・ CSC：対面-Gangolf Feiter
- ・ Krone社：対面-Andreas Lohmann
- ・ CC-ISOBUS：対面-Frank Meyering
- ・ ZF社：Web-Andelko Glavinic, Phillip Meyer-RöblerR
- ・ VDA (ドイツ自動車工業会)：Web-Eric Wern (ISO/TC 22/SC 31委員会マネージャー)

・ Lemken社：Web-Michael Nienhaus (スウェーデン)

・ Volvo社：Web-Maliheh Sadeghi Kati (ニュージーランド)

・ Trimble社：対面-Worsley Andrew (イタリア)

・ CNH社：Web-Giorgio Paolilo (日本)

・ コマツ：対面-小塚大輔, 正田明平, 後藤優太, 庄司裕之, Web-鈴木邦利

・ クボタ (農業機械担当部門)：対面-浅野孝, 池田圭佑, 藤本光一, 湯木正一

・ 日本農業機械工業会：松山徹

・ 協会事務局：対面-大西啓二郎, 小倉公彦, 西脇徹郎

主要議事：

2.1 開会：コンビナー Kittle 氏のあいさつで開会し、例によって ISO 行動規範確認 (競争法遵守などが記されている)、出席者点呼が行われ、共同コンビナーの Van Bergeijk 氏が議事案を紹介、前回議事録を確認し、その他、事務的事案が紹介された。

2.2 HIS 高速相互接続に関する文書群構成の扱いに関して：ISO 23870 を構成する規格群について論議し、規格群の各パートの適用範囲などを、OSI 参照モデルと対比させるとどうなるかとの点及び各担当含め検討した。これに基づいて、規格案名称の導入要素～主要要素も Mobile machinery-High speed

interconnect (HSI)「走行式機械－高速相互接続」として既存の予備業務提案 ISO/PWI 23870-1～-3 の規格案名称及び適用範囲などを見直し、また、ISO/PWI 23870-10 及び -30 を予備業務として追加提案することとなった（付記：親委員会 ISO/TC 127/SC 3 にて 2023 年 9 月 24 日 期限で決議承認を求め る投票に付された）。

参考 1: 本件、当初は、「移動体のセキュアな高速データ通信」として路外作業機械対象に検討開始しているが、当該技術が、牽引トラクタ側と被けん引トレーラとの組合せのような路上車両にも共通性があるとして、路上車両を対象とする ISO/TC 22（自動車）/SC 31（データ通信）も合同作業グループに招請して五つの TC/SC の合同案件とした経緯もあって、名称含む見直しとなった。

参考 2: HSI と在来形技術の ISO 11783（ISO BUS）や CANBUS との併存は、むしろ当然とされた。作業グループ配布資料でも併存した状態を図示しているものがあり、それらの図では HIS のカメラ接続を例示している。この点から、HIS の車載イーサネットによる高速通信は、例えば、カメラを介しての視覚的情報を人工知能などで処理して自動運転への適用などを想定しているものと解される。

参考 3: この規格群の物理層に関するパート名称が自動車の車載イーサネットに関する ISO 21111 規格群と整合しているかの指摘があった。

上記に加えて、次の各事項も論議された。

- 今回の結論として PWI として進めることとなった第 1, 2, 3, 10, 30 部以外のパートについても、担当など含め論議されたものもあるが、先行する各パートの後追いとされた。
- 第 2 部は、AEF の規格に基づくこととされた。
- 前記予備業務提案 ISO/PWI 23870-1～-3 並びに -10 及び -30 部について、案文の一部作成を担当する協力者を WG 内部で募集することとなった。
- 予備業務の案文作成には、ISO の Online Standard Development（オンラインでの規格案文作成手段）を適用することとした。ただし、このシステムは、説明などがわかりにくいとの指摘もあった。
- セキュリティに関して、更に論議とされた。
- 診断機能に関して、どの程度含めるべきか、更に論議とされた。
- ネットワークに IPv6 適用を求める意見に関して、更に論議とされた。



写真一 2 ISO/TC 127/SC 3/JWG 16 会議風景

- 車載通信プロトコル SOME/IP (Scalable service-Oriented MiddlewarE over IP) 及び ISO 17215 規格群 (自動車-カメラのビデオ通信インターフェース) が紹介され、今後 ISO 23870 に組込むことを調査・検討とされた。

また、米・独・日の専門家が、電子証明書及びアクセス制御に基づく「認可」について検討することとされた。

- (第 10 部などに関連の) 1000BASE-T1 の仕様に関して Open Alliance とカテゴリ C の連携関係を設立すべきと提案され、すでに連携関係設立済みの ISO/TC 22/SC 31 での手続きなどが参照とされた (親 ISO/TC 127/SC 3 での決議要となる)。

2.3 進捗状況把握に関して：各パートの担当者は、今後の各会議で進捗状況報告すべきとされた。

2.4 次回会合：2023 年 11 月 6 日 (月)～8 日 (水)

ドイツのハノーファー市の ZF 社施設にて開催と予定された。

また、その後は、2024 年 2 月に米国ヒューストンにて、6 月には再度日本にて、11 月にはドイツのフランクフルト・アム・マインにて開催と予定された。

所感：ISO 23870 は、データ交換における物理層に至るまでを標準化対象として扱っているため非常に専門性が高く、今回も日本からは建設機械製造業及び農業機械製造業からそれぞれ各 1 社だけ (他に各団体標準化担当者) の参加であったが、扱っている内容は今後の高度な自動運転に必要なデータ交換関係の規約である事から、国内関係者のより広範な参加をお願い申し上げたいところである。

付記：2020 年以降、本年前半の会合までは社交行事を実施していなかったが、国のコロナ対応方針緩和もあり、JWG 16 の会議後、神谷町交差点付近の料理店で懇親会を開催した。



写真—3 ISO/TC 127/SC 3/JWG 16 会議後 懇親会風景

小型輪荷重走行試験機を用いた RC 床版の疲労耐久性評価

橋本 雅行・菊地 新平・松本 政徳

道路橋における RC 床版の疲労耐久性の評価について、既往の S-N 曲線に基づく、実物大モデルを用いた輪荷重走行試験による評価が一般的である。本検討では、実験の効率化を目的として、試験を小規模化させること、もしくは実物大モデル評価の前段階の要素試験方法を確立させることは意義があると考え、小型輪荷重走行試験機を用いた縮小モデルによる疲労耐久性の評価を検討した。本稿では、2/5 モデルの RC 床版試験体において、小型輪荷重走行試験機の適用性を確認した結果を報告する。

キーワード：小型輪荷重走行試験機、道路橋、RC 床版、縮小モデル、疲労耐久性

1. はじめに

道路橋の RC 床版は、輪荷重を直接支える部材であり、疲労の影響を受けやすいことが知られている。疲労耐久性の評価については、既往の S-N 曲線¹⁾に基づく、実物大モデルを用いた輪荷重走行試験による評価が一般的である。一方で、実物大モデルでの評価は、試験が大規模になり、使用材料・補強有無・劣化要因などのパラメータを細かく振り分けることが困難になることが多い。そこで、実験の効率化を目的として、試験を小規模化させること、もしくは実物大モデル評価の前段階の要素試験方法を確立させることは意義があると考え、小型輪荷重走行試験機を用いた縮小モデルによる疲労耐久性の評価を検討することとした。

2. 試験概要

本検討に用いた小型輪荷重走行試験機を写真—1に示す。この試験機は、電動クランク駆動方式で、最大で 39.2 kN の輪荷重を負荷することが可能であり、走行範囲は 1.0 m である。また、標準的な試験速度は毎分 15 往復であり、1 日あたり 4 万回の走行が可能な試験機である。縮小モデルについては、既往研究²⁾を参考にしたことと、試験機の性能を考慮して 2/5 モデルとした。本検討では、小型輪荷重試験機を用いて既往の S-N 曲線に近い結果が得られるか否かの確認と、試験体上面に増厚補強した場合の疲労耐久性向上効果を評価できるか否かの確認を行った。



写真—1 小型輪荷重走行試験機

3. 試験方法

検討した 2/5 モデルの諸元を表—1に示す。縮小モデルの対象とした実物大モデルの諸元については、昭和 39 年制定の道路橋示方書に準じて製作した床版試験体において、輪荷重走行試験により疲労耐久性の評価を行った既往研究³⁾の諸元を用いた。使用した鉄筋の種類は SD295 とした。なお、コンクリートの最大骨材寸法はかぶりより小さくするために 13 mm とし、配合は 18-12-13N とした。

輪荷重走行試験は、乾燥条件で実施するものとし、試験荷重が異なる無補強の場合の 3 ケース（無補強：19.6 kN, 29.4 kN, 39.2 kN）、試験機最大荷重で増厚補強した場合の 1 ケース（増厚補強：39.2 kN）の計 4 ケースにおいて実施した。増厚補強のケースは、硬化前の無補強試験体の上面に凝結遅延剤を散布した後、高圧洗浄により洗出し面を形成し、接着剤を使用

せずに湿潤状態において、セメント系モルタルを20 mmの厚さで打ち継いだケースとなる。

荷重方法は、走行範囲に複数の荷重ブロックを敷き並べて、ベニヤ板と鋼板を設置して軌道を構築し、軌道上を鉄輪で連続往復走行させる方法とした。1つの荷重ブロックは、道路橋示方書に示される荷重面積(500 mm×200 mm)の2/5の荷重面積(200 mm×80 mm)のものを使用した。支持条件については、支持間隔は960 mmとし、走行方向(長辺方向)の2辺を単純支持、走行直角方向(短辺方向)の2辺を弾性支持とした。また、試験体の浮き上がりを防止するために、試験体の4隅に浮き上がり防止用治具を設置した。

4. 試験結果

荷重走行試験の結果一覧を表-2に示す。圧縮強度と静弾性係数は、試験開始時の値であり、押抜きせん断耐荷力(P_{sx})は、既往の梁状化した押抜きせん断耐荷力の算定式¹⁾と試験体諸元から算出した。破壊走行回数は、試験体下面に亀甲状のひび割れが生じた状態において、試験体上面が圧壊して押抜きせん断破壊が生じた走行回数となる。結果として、無補強のケースでは、試験荷重が大きい順で走行回数が少なくなり、増厚補強をしたケースでは、試験機最大荷重(39.2 kN)における無補強のケースと比較し、走行回数が58.5倍(269,000/4,600)になった。

破壊走行回数と床版たわみの関係を図-1に示す。試験荷重19.6 kNの無補強のケースでは、初期のたわみ増加はみられたものの、500万回付近までは緩やかな漸増傾向を示し、その後徐々に勾配は大きくなり、600万回を超えたあたりから急増傾向がみられた。同

様に、試験荷重29.4 kNの無補強のケースは30万回付近まで、試験荷重39.2 kNの増厚補強したケースは20万回付近までは漸増傾向を示していた。試験荷重39.2 kNの無補強のケースにおいては、漸増傾向は確認されず、試験開始直後にたわみが急増して破壊に至る結果となった。

試験終了後において、試験体上下面および切断面の

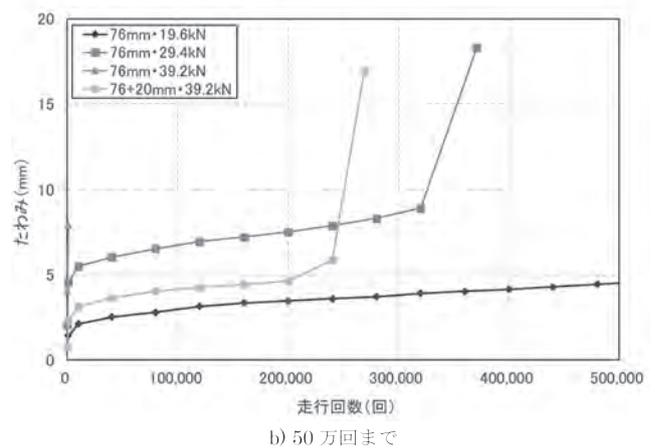
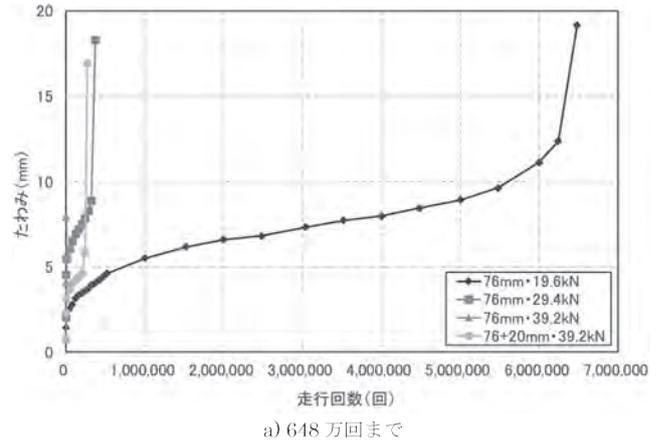


図-1 破壊走行回数と床版たわみの関係

表-1 2/5モデルのRC床版試験体の諸元

試験体	寸法			主鉄筋			配筋筋		
	長さ	幅	厚さ	鉄筋径	間隔	有効高	鉄筋径	間隔	有効高
	mm	mm	mm		mm	mm		mm	mm
実物大モデル (S39)	4,500	2,800	190	D16	150 (300)	160 (30)	D13	300 (300)	146 (43)
2/5モデル	1,370	1,200	76	D6	60 (120)	58 (18)	D6	120 (120)	54 (22)

※ () 内は上側鉄筋の諸量

表-2 輪荷重走行試験の結果一覧

試験体	床版厚	試験荷重 (P) (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	押抜きせん断耐荷力 (P _{sx}) (kN)	破壊走行回数 (回)
No.1	76 mm	19.6	21.6	16.7	46.2	6,480,000
No.2		29.4	22.5	15.7	48.1	370,000
No.3		39.2	21.1	16.1	45.9	4,600
No.4	増厚補強 76 mm + (20 mm)	39.2	21.7 (64.2)	16.6 (32.5)	46.4	269,000

※1 () 内は増厚層の諸量 ※2 No.4のP_{sx}は補強前の値

観察を行った結果を図-2に示す。その結果、上面は押抜きせん断破壊に伴う円弧状のひび割れ、下面は亀甲状のひび割れが確認された。切断面においては、載荷ブロック両端部の直下近傍から、支点部に向かって斜めせん断ひび割れが生じていることも確認され、

実物大モデルに近い破壊形態であったことを確認した。

本検討で得られた荷重比 (P/Psx) と破壊走行回数との関係を整理した結果を図-3に示す。図中には既往のS-N曲線も併記している。その結果、無補強のケースは既往のS-N曲線と概ね近い箇所にプロットがな

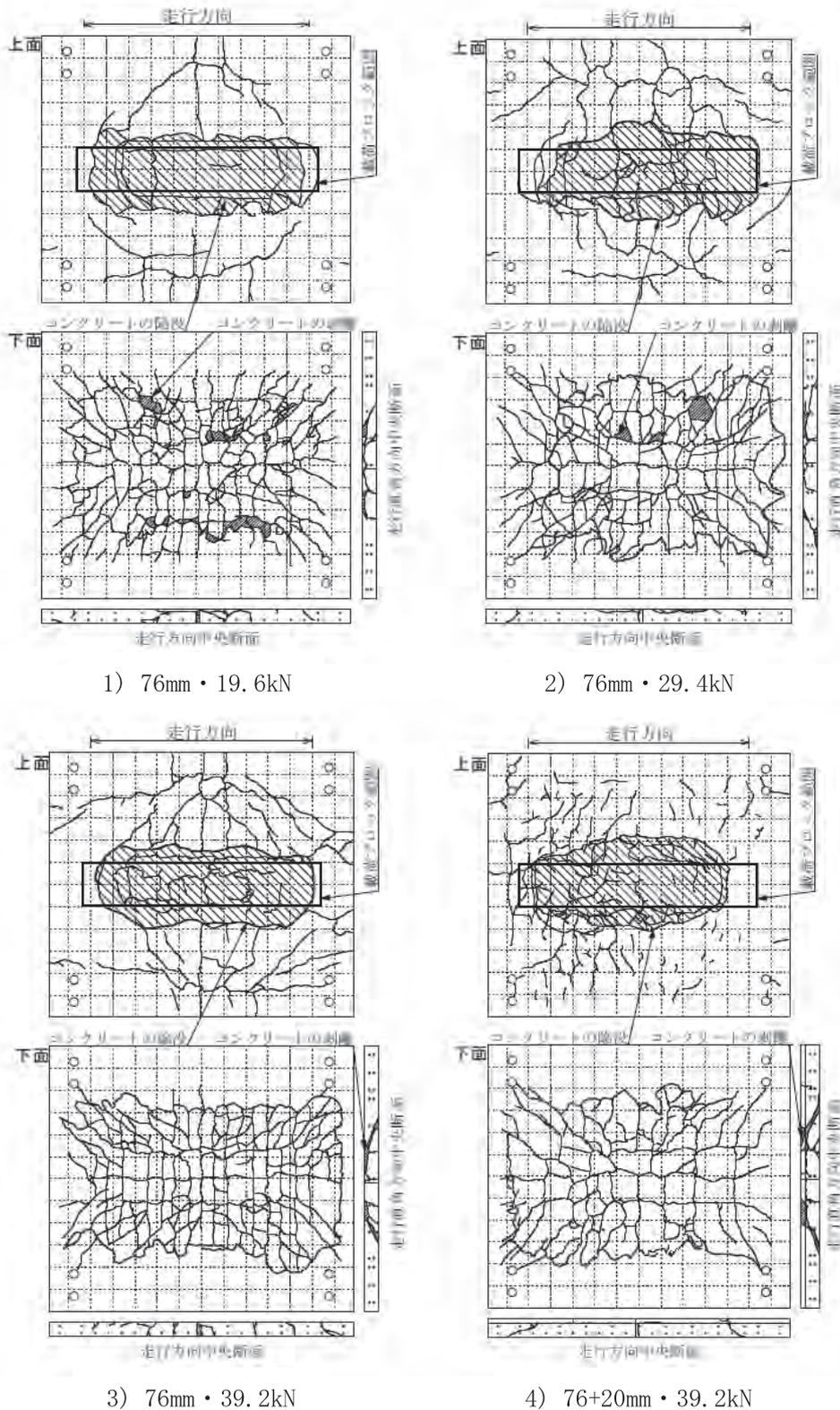
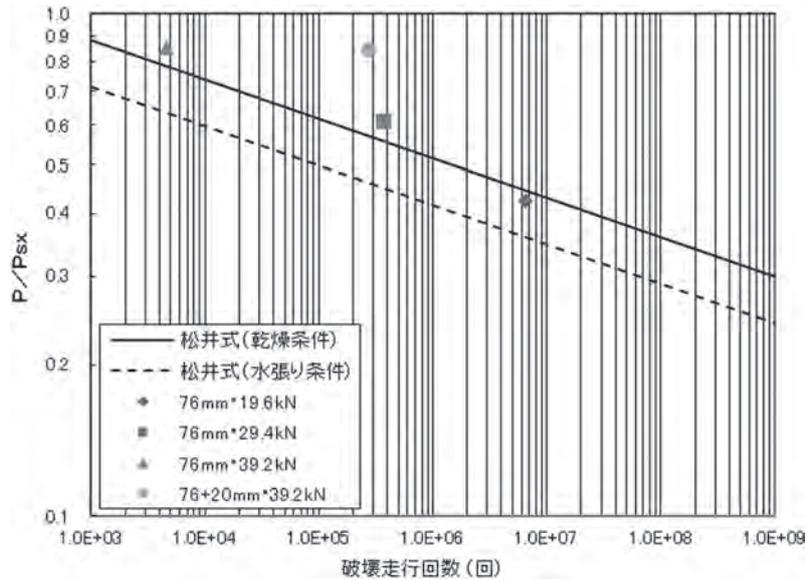


図-2 試験終了後のひび割れ観察結果 (上面・下面・断面)



図一三 破壊走行回数と荷重比 (P/Psx) の関係

され、既往の S-N 曲線と相関があることを確認した。また、無補強試験体を増厚補強することによる疲労耐久性向上効果についても示すことができた。

3) 国土技術政策総合研究所：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験，国総研資料 第 28 号，2002

5. おわりに

本検討では、2/5 モデルの RC 床版試験体について、小型輪荷重走行試験機を用いた疲労耐久性の評価を行い、既往の S-N 曲線に近い結果を得られることを確認し、試験体上面に増厚補強した場合の疲労耐久性向上効果を定量的に評価できる可能性を示すことができた。今後、更にデータを蓄積し、小型輪荷重走行試験機の適用性を確認するとともに、道路橋 RC 床版の性能評価に寄与できるように検討を継続する予定である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007
- 2) 角間恒，佐藤孝司，西弘明，松井繁之：縮小 RC 床版供試体を使用した輪荷重走行試験，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，2016

【筆者紹介】



橋本 雅行 (はしもと まさゆき)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 副主幹



菊地 新平 (きくち しんぺい)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 研究員



松本 政徳 (まつもと まさのり)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 技術主幹

03-195	PPCa ボックスカルバート	東急建設 旭コンクリート 工業
--------	----------------	-----------------------

▶ 概 要

近年、建設工事の生産性向上が求められており、コンクリート工では、プレキャスト製品によるコスト、工期の削減及び生産性の向上が注目されている。しかし、ボックスカルバートの構築には、以前からプレキャスト製品を用いられているものの、運搬車両や揚重機等の制約から、中型以下のボックスカルバートに適用が限られてきた。

そこで当社は、大型のボックスカルバートに対して、側壁および頂版を部分的にプレキャスト部材に置換えた Partial PreCast (PPCa) 構造を開発し、施工機械等の制約下においても、プレキャスト化による生産性向上を可能とした。

部分プレキャスト部材は、プレキャスト側壁部材①、②およびプレキャスト頂版部材から構成され、軸方向鉄筋、幅止鉄筋及び配力鉄筋等が内蔵されている。プレキャスト側壁部材①は、側壁の内側と外側をそれぞれプレキャスト化した部材である。プレキャスト側壁部材①は側壁一般部として用い、プレキャスト側壁部材②は側壁最上段にプレキャスト頂版部材の対として用いる。プレキャスト頂版部材は、頂版の下側をプレキャスト化した部材で下側軸方向鉄筋、幅止鉄筋、配力鉄筋及びハンチ鉄筋が内蔵されている (図-1)。

施工手順は、現場打ちコンクリートにより構築した底版上に、内外側を対にしたプレキャスト側壁部材①を架設し、道路横断方向はモルタル充填継手にてプレキャスト部材を接合する。道路縦断方向は、隣接する部分プレキャスト部材を架橋する配力

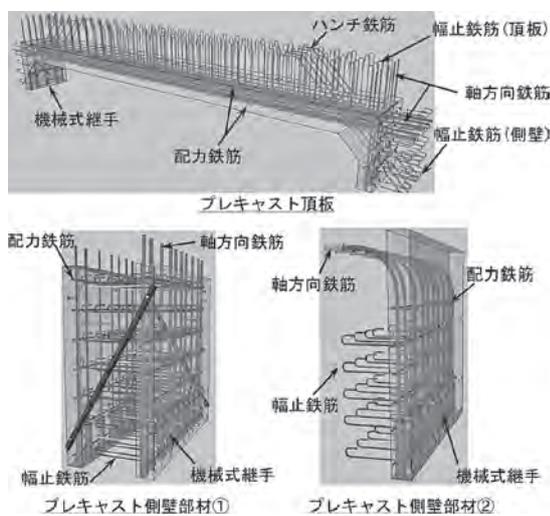


図-1 プレキャスト頂版部材・側壁部材の概要

鉄筋を配置した後、中詰めコンクリートを充填する。頂版は、プレキャスト頂版部材とプレキャスト側壁部材②を側壁上に架設し、モルタル充填継手により側壁と接合した後、上側軸方向鉄筋・配力鉄筋を配置し、中詰めコンクリートを打ち込んでボックスカルバートを構築する (図-2)。

▶ 特 徴

①工期短縮

鉄筋を組み込んだ PCa 部材は型枠も兼ねることから、鉄筋組立工、型枠組立・解体工が削減可能である。さらに、プレキャスト頂版部材が、施工時荷重を負担するため、頂版コンクリート打込み時の支保工の削減が可能である。これにより、現場打ちボックスカルバートと比べて、約 36%*の工期短縮が可能となる。 (*：内幅 7m, 内高 5.2m, 延長 10m の試算結果)

②構造性能

現場打ちコンクリートにて構築したボックスカルバートと同等以上の耐力、変形能を有することを実大構造物実験で確認している。

③構造計算不要

現場打ちボックスカルバートから本工法に変更する場合、断面諸元を変更しないため、改めて構造計算をする必要がなく、図面の修正等のみで比較的容易に本工法への変更が可能である。

④実物大の載荷試験・施工試験により、先端建設技術審査証明を取得している (第 202101 号)。

▶ 用 途

・大型ボックスカルバート工事

▶ 実 績

・R2 国道 246 号渋谷駅周辺地下道工事 (関東地方整備局発注)

▶ 問 合 せ 先

東急建設(株) 土木事業本部技術統括部 技術推進部 技術管理グループ

〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL : 03-5466-5272

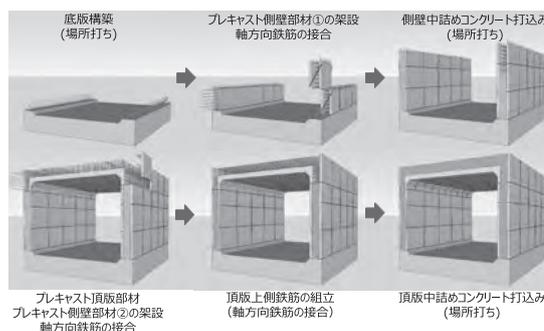


図-2 施工手順の概要

新工法紹介

04-452	山岳トンネルにおける 防水シート自動溶着技術	五洋建設 大栄工機
--------	---------------------------	--------------

概要

山岳トンネルにおける防水シートは、敷設から溶着までの一連の作業を足場台車上の高所で狭小な環境下で2～3人の熟練作業員が手作業で行うのが一般的である。しかしながら近年は、熟練作業員が少なくなるとともに、山岳トンネル工事においても省力化や効率化が期待されており、防水シートの敷設についても例外ではないと考えられた。

本技術は、標準的な防水シート同士の溶着を自動で行うものである。走行部、回転部、バランス、シーソーおよび溶着装置からなる自動式溶着機をシート張り台車に設けたガイドレール上を走行させ、シート間の溶着を行うものである。走行部の駆動には歯車を用い、ガイドレールに設置したチェーンにかみ合わせることで、走行の安定性を確保した。また、シーソー端部に設けたバランスで溶着機の上下方向の位置をコントロールするとともに、回転部による首振り機構で溶着機を走行方向の前後に移動させることでシートによれやたるみがあっても安定した拌み溶着が行える機構を有している。加えて、溶着機防水シートへの溶着機セットから走行まで作業員一人で行うことができる。

今後は、防水シートの展張、張り付け、溶着および品質管理を含めて施工の最適化を目指す。

特徴

本技術の特徴としては、以下のとおり。

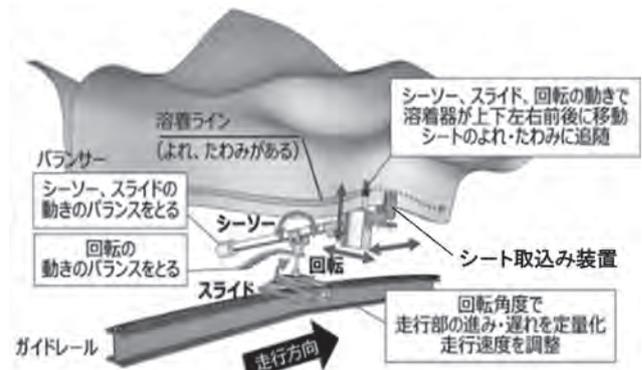
- ① 作業開始、緊急停止の2つのボタンで制御可能であることから作業員の熟練度によらず容易に操作できる。
- ② 走行部には首振り角度を把握するセンサーがあり、溶着機が走行部より先行した場合には走行部の速度を増加させ、遅れた場合には走行部の速度を遅くすることでシートのよれやたるみに対応できる。
- ③ 溶着機の前方に設けたシート取込み装置によって、しわなくシートを溶着することができる。
- ④ 走行にガイドレールに設けたチェーンと走行部の歯車によって登り方向、下り方向を問わず走行時の滑りを防止することができる。

用途

・山岳トンネルの防水工

実績

・西日本高速道路(株) 佐世保自動車道 弓張トンネル工事



図一 本技術の概要



写真一 本技術を搭載した足場台車と実証試験状況



写真二 自動溶着機

問合せ先

五洋建設(株) 土木部門 土木本部 土木技術部
〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8
TEL : 03-3817-7531

04-453	深層学習を活用した トンネル切羽評価技術 Auftakt for Tunnel Face (アフタクト フォー トンネル フェイス)	飛鳥建設
--------	--	------

▶ 概 要

山岳トンネル工事では、掘削直後の切羽状況を評価項目ごとに評価・記録し、切羽観察記録を作成する業務である切羽観察が日々実施されている。この際、切羽観察記録の完成には現場と事務所間の往復が必要となることや、掘削直後の切羽直近で目視判定を行うため安全確保に留意する必要があることなど、業務効率と安全面に課題がある。

このような背景から当社では、深層学習技術を「業務を補助する技術」として活用した切羽観察システム Auftakt for Tunnel Face を開発した。このシステムには画像を入力する深層学習モデルが組み込まれており、切羽全体を撮影した写真を用意するだけで自動的に切羽観察記録が生成される。これによって、切羽観察記録完成までの観察者の操作は「写真の撮影とアップロード」と「自動的に作成された切羽観察記録を修正する作業」の2つだけに集約され、業務量の大幅な軽減が期待できる(図-1)。自動入力の対象は、圧縮強度や風化変質度などの観察項目ごとの各評価点と、岩種や風化による見た目の特徴を簡略化して示した切羽スケッチとしている。

▶ 特 徴

①複数の深層学習モデルを構築し適用

切羽写真を入力として一切の手作業を介さずに切羽観察記録を出力できるよう、複数の深層学習モデルを適用している。具体的には、切羽スケッチの出力には敵対的生成ネットワーク(GAN)(図-2)を用いており、切羽評価点は切羽上半検出ネッ

トワークと画像識別ネットワークを組み合わせて算出している。各深層学習モデルは、当社のトンネル工事実績から3,000枚以上の切羽写真とその評価結果(2023年5月現在)を収集し、構築したものである。

②利便性を追求した実装

切羽写真や測点情報を迅速にアップロードして深層学習モデルを動作させることができるよう、スマートフォンとPCのどちらでも動作するアプリケーション(図-3)を開発した。これにより、導入に際して専用のPCやタブレット端末、撮影機器を用意する必要がなくなり、利便性が高く運用しやすい。また、アプリケーションや深層学習モデルはクラウド上に保存されているものを使用するため、保守性においても優れたシステムとなっている。

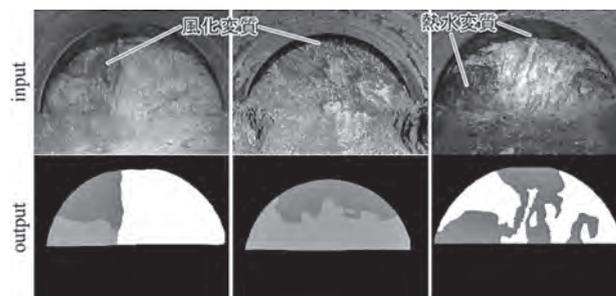


図-2 GANによる切羽写真からスケッチへの変換例



図-3 アプリケーションの動作例



図-1 システムの実行フロー

▶ 用 途

・山岳トンネル施工現場での切羽観察業務

▶ 実 績

・国内山岳トンネル建設工事

▶ 問 合 せ 先

飛鳥建設(株) 技術研究所
 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472
 TEL: 04-7198-1101 (代表)

新工法紹介

04-458	山岳トンネル 施工管理システム 「Hi-Res」	スガキカイ 安藤ハザマ
--------	--------------------------------	----------------

概要

山岳トンネル工事では、一般に掘削から吹付け・ロックボルトまでの一連の作業を繰り返すことで施工を進めます。この作業サイクルにおける無理・無駄を排除することによる生産性の向上が重要となります。そのため、昼夜の作業状況を作業日報などから分析し作業の最適化を図ってきましたが、手間を要するため、より精度良く効率的な情報収集技術が求められていました。

近年ではトンネル切羽に設置したカメラ映像から作業状況を解析するなどの新技術導入も進んでいます。しかしながら、これらの情報については教師データ作成の手間や、精度の面で課題が残されていました。

また、昨今のエネルギー事情を背景に、無理・無駄を無くした適切な仮設備運用を行う技術が求められていました。

これらを背景に、従来販売していた工種別風量自動制御システム「i-Res (NETIS QS-180047-A)」を、更に発展させたものが山岳トンネル施工管理システム「Hi-Res」です。

特徴

Hi-Resは電気信号を得ることができる機械設備であれば接続できるため、エンジン駆動の重機なども対象とすることができ、掘削方法やブリー運搬方法の制約を受けません。

- ・坑内の重機および仮設備の稼働情報を電氣的に取得、作業工種（サイクル）を判別し、サイクルチャートを分単位で自動作成します。
- ・判別された作業工種に合わせて、粉塵が拡散する前に送風機・集塵機の出力制御を行うため、坑内作業員の健康に配慮した、最適な換気制御が可能です。
- ・使用電力量監視（デマンド監視）を行い、換気設備ほか指定する設備の制御を行うことで、契約電力量の抑制（ピークカット）を図ります。

- ・収集した各種データはクラウドサーバーに集約され、現場事務所などの遠隔地から閲覧および操作が可能であり、作業の効率化に活用することができます。

用途

- ・山岳トンネル工事における坑内作業の管理
- ・山岳トンネル工事における使用電力量の管理

実績

- ・全国の様々な山岳トンネル工事で運用中
- ・菅機械工業(株)よりシステムレンタル対応中です。

問合せ先

菅機械工業(株) 営業本部

〒101-0042

東京都千代田区神田東松下町13番地 神田プラザビル4F

TEL：03-5296-0551

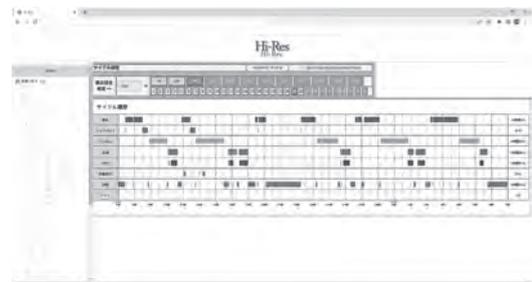


図-2 サイクルチャート画面



写真-1 操作ユニット画面

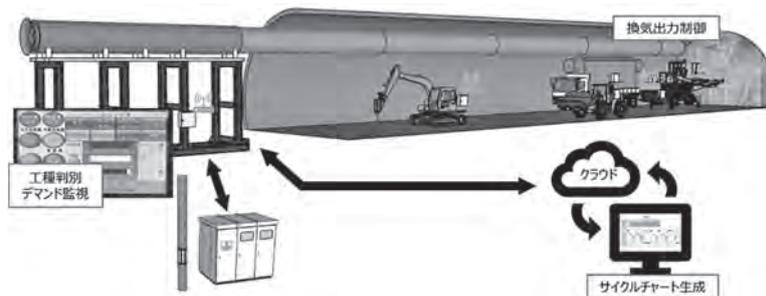


図-1 Hi-Res システム全体図

08-56	海上工事デジタルツインシステム	東洋建設
-------	-----------------	------

▶ 概 要

沖合における海上工事は、一般的に港付近の広大な海域が作業区域となり、作業船の配船状況を俯瞰して見られる場所の確保は困難である。新設の海上構造物の築造工事における基礎工など水中部の施工では海上に複数の船舶が散在している状況を一見しても、どの位置で何の作業をしているのか遠目からでは判断しづらい。従って現場担当者が各船舶に乗船し、電話や無線連絡、複数のICTシステムを併用した人的な監視によって統合管理を実施している。このような現状から、より効率的に現場管理を行うために現場から得られる情報をリアルタイムに仮想空間に反映し集約表示させることにより、理解しやすく直感的に扱えるデジタルツインシステムを構築し現場へ適用した。これによりデータ入力手間を省略するとともにクラウド経由でデータ共有を行えるため、現場事務所や支店など遠隔地でのBIM/CIMによるリアルタイムデータ管理が可能となった。

▶ 特 徴

デジタルツインとは現実空間から収集したデータを仮想空間上に再現する技術のことであり、本システムにおける当該データは、気象情報、ICTツール「ガット船測りマス（エム・ソフト製）」にて得る情報、船舶位置情報である。これらの情報

について、3Dモデルを配置した仮想空間上にリアルタイムに表示させることにより、管理者等が遠隔地より現場を様々な角度から俯瞰して管理できるシステムとなっている。図-1に本システム画面を示す。船舶位置情報は専用アプリケーションを搭載したスマートフォンからクラウドへ一定時間ごとにアップロードすることにより取得する。これと事前に用意した船舶3Dモデルを紐づけてシステム画面上に表示させる。船種や船名等の情報はスマートフォンアプリへの入力によりテキスト表示される。「ガット船測りマス」は、iPhone/iPadアプリケーションであり、端末に搭載されているカメラやセンサーを駆使したAR画像技術により体積自動計算が可能である。これより投入石材の検取数量を得る。本システムでは、この検取データがデジタルツインシステム内にタグ表示されるとともに管理表に自動出力される機能が付加されている。このようなICTツールとの連携により機能拡張が可能なシステムである。

▶ 用 途

- ・海上工事の統合管理

▶ 実 績

- ・名古屋港新土砂処分場埋立護岸基礎工事

▶ 問 合 せ 先

東洋建設(株) 土木技術部
 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105
 TEL：03-6361-5464



図-1 システム画面

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

22-〈02〉-07	キャタピラー・ジャパン 油圧ショベル Cat 336, 340	'22.7 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	------------------

Cat 336/340 2機種を7月28日より販売開始。

キャタピラーの次世代油圧ショベルシリーズとなるこの2機種は、共にオフロード法2014年基準に適合。主な特長は次のとおり。

(1) 生産性、耐久性

(ア) 生産性向上

従来機と比較してエンジン馬力を336では13%、340では10%向上。340では下部走行帯の選択肢を拡げ、ロング・ワイドでは掘削性能や安定性が増す。これらの特長により、336については従来機336GC比で最大13%、340は従来機336比で10%の生産性の向上が実現。

(イ) 耐久性向上^(※1)

アーム、ブーム、スイングフレーム、カーボディ、トラックリンク、シリンダ、作業機板厚の耐久性を強化。ボトムガード・スイベルガードを標準装備。

(2) CatConnect テクノロジー

(ア) ペイロード計量システム Cat Production Measurement (CPM) を搭載。ブーム・アームを停止させることなく、積荷の重さを計測することが可能。データはキャブ内のモニタからUSBにダウンロード可能。

(イ) 作業範囲制限機能：E-フェンスを搭載。設定した角度に近づくと旋回の動きを自動停止。ロント作業機の作業範囲を制限する機能も付帯。

(ウ) 積み込み時に旋回操作を往復するような作業で旋回が自動的に停止する「旋回アシスト」機能を搭載。

(エ) プロダクトリンクや VisionLink (ビジョンリンク) を利用することで、車両の位置や状態を把握、燃料消費量やアイドリング時間の分析も可能。CPMの積載データ管理もプロ

ダクトリンクで行える。

(上記 CatConnect テクノロジーはすべて標準装備)

(3) 安全性

(ア) 車両後方と右側方をサポートするカメラを標準装備。オプションの360度ビューシステムにアップグレード可能。

(イ) 標準装備の転倒時運転者保護構造 (ROPS, Rollover Protective Structure) は、ISOの規格に適合。

(4) メンテナンス性^(※1)

(ア) メンテナンス間隔の延長やメンテナンス作業の容易化。

(イ) 燃料フィルタの交換間隔は従来の500時間から1,000時間に延長。

※1 336は従来機336GC、340は336との比較

標準販売価格 (販売標準仕様、工場裸渡し、税別)

Cat 336 油圧ショベル 39,722,000 円

Cat 340 油圧ショベル 46,699,000 円



写真—1 Cat 336/340 油圧ショベル

問合せ先：キャタピラー (同) GCI Marketing Innovation

〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-7-1

表—1 Cat 336 及び 340 の主な仕様値

		336	340
運転質量	kg	34,200	35,700
バケット容量	m ³	1.4	1.5
エンジン名称		Cat C7.1 ディーゼルエンジン	Cat C9.3B ディーゼルエンジン
総行程容積	ℓ	7.01	9.3
定格出力 / 回転数	kW/min ⁻¹	223/2,000	258/1,900
全長	mm	11,140	11,140
全幅 (トラック全幅)	mm	3,290	3,290
全高	mm	3,370	3,380
旋回後端半径	mm	3,530	3,530

新機種紹介

▶ 〈05〉 クレーン，インクラインおよびウインチ

23-〈05〉-01	コベルコ建機 テレスコピッククローラクレーン TK750GLB	'23.01 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

基礎工事から相番作業まで幅広く活用できるテレスコピッククローラクレーンである。

発売中のTK750G（75tつりテレスコピッククローラクレーン）をベースマシンとしたロングブーム仕様機であり、パイル工法の杭の長尺化、高トルクでのオーガ作業など工法の多様化に対応している。

最長35.0mブームでは作業半径10mで揚程33.0m（32tフック装着時）と、従来比でプラス5mの高揚程作業が可能であり、パイル工法の長尺化した杭に対応している。

また、パイロ作業などの長いシートパイルを打設する場合に、定格総荷重12.5t、ブーム長さ32.5m、揚程29.7m（32tフック装着時）で、従来比で2m拡大した作業半径12mでの作業が可能である。

油圧源については、2系統の大容量油圧源をオプション設定しており、ダブルオーガ作業が可能である。

ブーム装着時の位置合わせのガイドをフレーム側のブームフット部に装備したことに加え、ブーム脱着装置をオプション設定し、取付け・取外し作業が容易である。

表-2 TK750GLBの主な仕様

最大定格総荷重×作業半径	(t × m)	75.0 × 2.6 (11本掛)
ブーム長さ	(m)	11.0 ~ 35.0
ロープ速度	主巻/補巻	(m/min) 110 (1層目)
	サード (フリー付きオプション)	(m/min) 110 (1層目)
旋回速度	(min ⁻¹)	2.5
走行速度	(km/h)	1.6/1.1 (高低速切替式)
作業時質量 (標準仕様+75tフック+ボールフック)	(t)	71.6
エンジン	名称	Daimler OM936LA ディーゼルエンジン
	定格出力	(kW/min ⁻¹) 254/2,000
価格 (税抜き)	(百万円)	122



写真-2 コベルコ建機 TK750GLB

問合せ先：コベルコ建機㈱

コーポレートコミュニケーショングループ

〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号

TEL：03-5789-2112

▶ 〈16〉 高所作業車，エレベータ，リフトアップ工法，横引き工法および新建築生産システム

23-〈16〉-02	クローラ式7m屈伸ブーム型バッテリー高所作業車 NUL07E-7	長野工業 '23.5 新発売
------------	-------------------------------------	----------------------

概要

長野工業㈱は、独自の新しい設計基準を盛り込んだ高所作業車“7シリーズ”を本年1月より発売しておりますが、このうち、7m屈伸ブーム型「NUL07-7」のバッテリー仕様「NUL07E-7」を本年4月より新たに発売開始しました。

“7シリーズ”は、新設計基準「構造物・積載物に作用する風の影響」「搭乗者が作業する時の押し引きの影響」「ブームが上下する時の慣性力の影響」「10cmの段差を乗り越えても転倒しない」という観点から安心・安全を追求した新仕様です。

今回の「NUL07E-7」は、「NUL07-7」のバッテリー仕様で、鉛バッテリーを標準搭載した、排気ガスを出さない地球に優しいサステイナブルな製品です。当社としてはカーボンニュートラルを目指した第一歩となります。

また、クローラ式屈伸ブーム型としては国内メーカー初のバッテリー高所作業車です。

主な特長

1. “7シリーズ”の安全性継承

・許容傾斜角が3度から5度へ（従来機「NUL070R-2」比較）

新機種紹介

- ・ 走行停止規制付き
 - ・ 傾斜地での走行規制 & 転倒防止装置付き
 - ・ 非常用降下装置を装備
2. 鉛バッテリー標準搭載^{(*)2}
- ・ 日中 8 時間稼働→夜間充電で十分使用
可能な容量のバッテリーを搭載^{(*)3}
 - * 2: メンテナンスフリーバッテリーはオプションで設定可能。
 - * 3: 稼働時間は標準操作パターンにて実測, 操作パターンによっては 8 時間稼働できないこともあります。
3. 操作性, 環境性
- ・ エンジン搭載機と同等の操作性, 走行性能を確保
 - ・ 静音, 低振動, 低排熱なので, 密集地での建築工事, また地下やトンネル工事, 屋内工事に最適



写真-3 長野工業 クローラ式 7m 屈伸ブーム型バッテリー高所作業車「NUL07E-7」

表-3 NUL07E-7 の主な仕様

機種名	NUL07E-7	
車体	クローラ	
ブームタイプ	屈伸+直伸 (2 段)	
作業床最大地上高	6.8 m	
最大作業半径	4.5 m	
積載荷重	150 kg	
輸送寸法 (格納姿勢)	全長	4,080 mm
	全幅	1,650 mm
	高さ	1,995 mm
車輻重量	2,740 kg	
平均接地圧	42 kPa	
許容路面傾斜	5 度	
走行速度	0.8/1.1/2.2 (km/h)	
登坂能力 (格納姿勢)	36% (20 度)	
動力	バッテリー	6 V × 8 個
	容量 (20 時間率)	260 Ah
	電気システム	48 V

・ 足回りはグレイゴムクローラのみ

問合せ先: 長野工業(株) 営業部
TEL: 026-273-1333 FAX: 026-273-1423
URL: <http://www.nagano-ijp>

▶ 〈19〉 建設ロボット, 情報化機器, タイヤ, ワイヤロープ, 検査機器等

23-(19)-01	ライカジオシステムズ 建設機械向けマシンガイダンス・ マシンコントロールソフトウェア Leica MC1	'23.7 バージョン・ アップデート
------------	---	---------------------------

Leica MC1 (写真-4, 以下 MC1) は様々な建設機械のマシンガイダンス・マシンコントロールに対応したソフトウェア・プラットフォームである。マシンコントロールパネル Leica MCP80 専用のソフトウェアとして, 新たなバージョンへのアップデートを行い, 機能および対応機種を拡充した。

対応する建設機械は主に油圧ショベル, ブルドーザー・グレーダー, 転圧ローラー, 杭打ち・ドリル, 舗装・切削など。各アプリケーション共通でマルチ UI の採用, 画面設定のカスタマイズ機能を強化した。

油圧ショベル向けの機能では, 作業面の記録機能を拡充。作業画面上に整形済みのヒートマップを重ねることで, 掘削作業をアシストする。

キャタピラー社製油圧ショベルの 2D マシンコントロール仕様機に対し, ライカ 3DMC キットおよび MC1 ソフトウェアにて, 3D マシンコントロールとして機能連携が可能となる (写真-5)。追加機器設置の工数を削減し 3DMC へのアップグレードが可能となる。



写真-4 MC1 ソフトウェア



写真-5 キャタピラー油圧ショベル対

問合せ先: ライカジオシステムズ(株) マーケティング部
〒108-0073 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビル 18F
TEL: 03-6809-3901 FAX: 03-6809-3391

建設企業の海外展開

1. はじめに

昨今、少子高齢化が急激に進行しているわが国においては、新興国を中心とした世界の膨大なインフラ需要を取り込むことが重要な課題となっている。2013年に「インフラシステム輸出戦略」が策定されて以降、毎年改訂されながら、各種施策が推進されてきた。

2020年12月に経協インフラ戦略会議において決定された「インフラシステム海外展開戦略2025」では、官民連携の下でわが国企業が、2025年に34兆円のインフラシステムの受注を目指すことが目標として設定された。この目標の達成に向け、毎年内容の見直し及び追補が行われている。2023年6月1日には、「DX等新たな時代の変革への対応の強化」、「脱炭素社会に向けたトラジションの加速」、「『自由で開かれたインド太平洋（FOIP）』を踏まえたパートナーシップの促進」の観点から、具体的な施策の更新がなされた。

このような状況の中、2022年度の建設企業の海外展開の状況、今後注視すべきプロジェクト等について、海外進出の歴史を踏まえて紹介する。

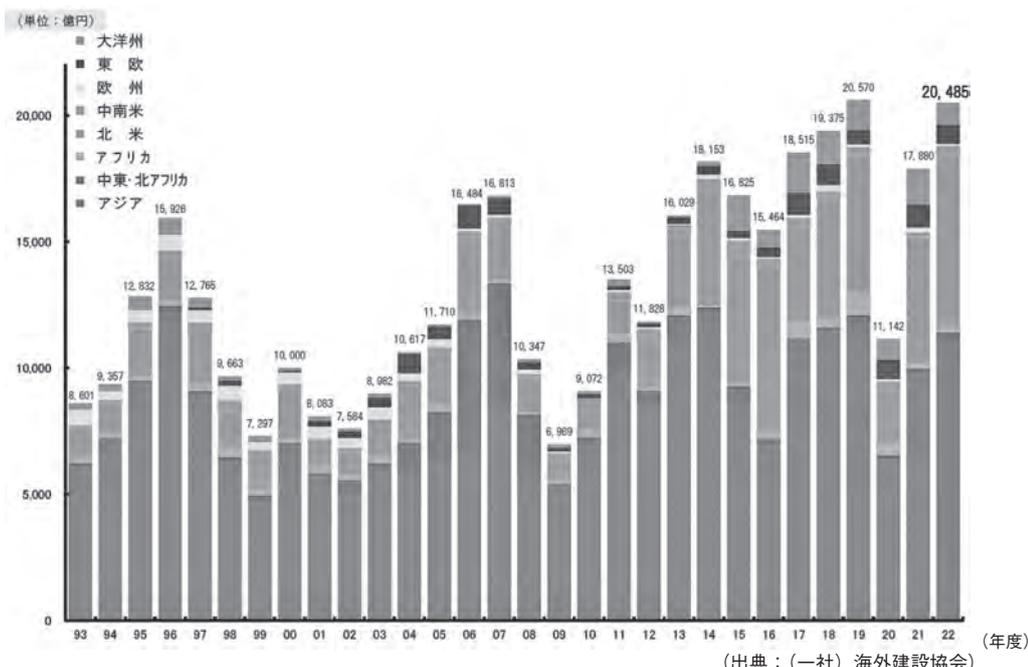
2. わが国の建設業における海外進出の歴史

わが国の建設業における海外進出の歴史について、国土交通省「わが国建設業の海外展開戦略研究会中間報告書」（2005年）をみると、

初めて商業ベースで海外に進出したのは、1897年（明治30年）に始まった京城と仁川の間を結ぶ京仁鉄道工事からであるとされている。その後、1901年には京城と釜山の間を結ぶ京釜鉄道工事、1937年にはメキシコでの道路舗装工事、1939年にはブラジルでの水力発電工事を実施したという記録が残されている。この間、これら商業ベースの工事とは別に、わが国の領土拡大等を背景とした海外進出も少なくなかった。台湾縦貫鉄道建設（1898年—1908年）などの工事が行われたが、1945年の太平洋戦争に敗戦したことにより、中断することとなった。

戦後、わが国建設業の海外進出は、東南アジアや韓国における賠償工事という形で再開されたと言われている。賠償工事は、1955年度の当時ビルマ（現ミャンマー）における水力発電所建設が最初であった。同工事は、1954年11月に署名されたわが国とビルマとの賠償及び経済協力に関する協定に基づく賠償工事の第1号であった。賠償工事から商業ベースへと移行していったのは1960年代に入ってからと言われている。

また、「海外建設協会30年の歩み」を見ると、1960年代の現地法人での受注は1966年度にタイ国での1件のみであり、他の受注はすべて本邦法人での受注であった。以降、1972年まで現地法人による受注はなかったと記されている。わが国建設企業の海外進出が本格化したのは1970年代に入ってからである。（一社）海外建設協会（以下「海建協」という。）の資料によると、海外受注実績は



図一 海外建設工事受注額（地域別）の推移（1993年度～2022年度）「海建協調べ」

統計

オイルショックを背景とした中東における受注により 1970 年代から急伸し、1980 年代に入っても伸び続け、1983 年度に初めて 1 兆円を超えることとなった。1996 年度には過去最高額の 1 兆 5,926 億円を記録したが、1997 年のアジア通貨危機の影響により 1999 年度は 7,297 億円まで下落することとなった。2000 年度に入ると 1 兆円台に回復したが、2001 年度には再び 1 兆円を割り込み、以降 3 年間 1 兆円を超えることはなかった。再び 1 兆円台を回復したのは、2004 年度になってからである。

2017 年度以降受注額は 3 年間伸び続け、2019 年度には 2 兆 570 億円となり初めて 2 兆円を超えた。しかし、2020 年度は新型コロナウイルスの影響を大きく受け、世界的に経済が停滞したことにより、受注額は 1 兆 1,142 億円と大きく減少した。このウイルスの感染が落ち着きを取り戻し始めた 2021 年度より再び増加に転じ、2022 年度には、2 兆 485 億円と、2019 年度以来 3 年ぶりに 2 兆円を超える結果となった（図-1 参照）。

3. 2022 年度の海外建設工事受注実績について

2022 年度におけるわが国建設企業の海外建設工事受注実績について、海建協のデータを用いて紹介する。この受注実績は、同協会

会員企業 51 社が受注した海外建設工事（1 件 1,000 万以上）を取りまとめたものである。なお、集計は会員各社間（海外法人を含む）および自社の本邦法人と現地法人間の契約案件（元請・下請による重複分）は除外されており、また共同企業体（JV）による受注については各社の出資比率分が計上されている。

(1) 2022 年度の海外建設工事受注額及び受注件数について

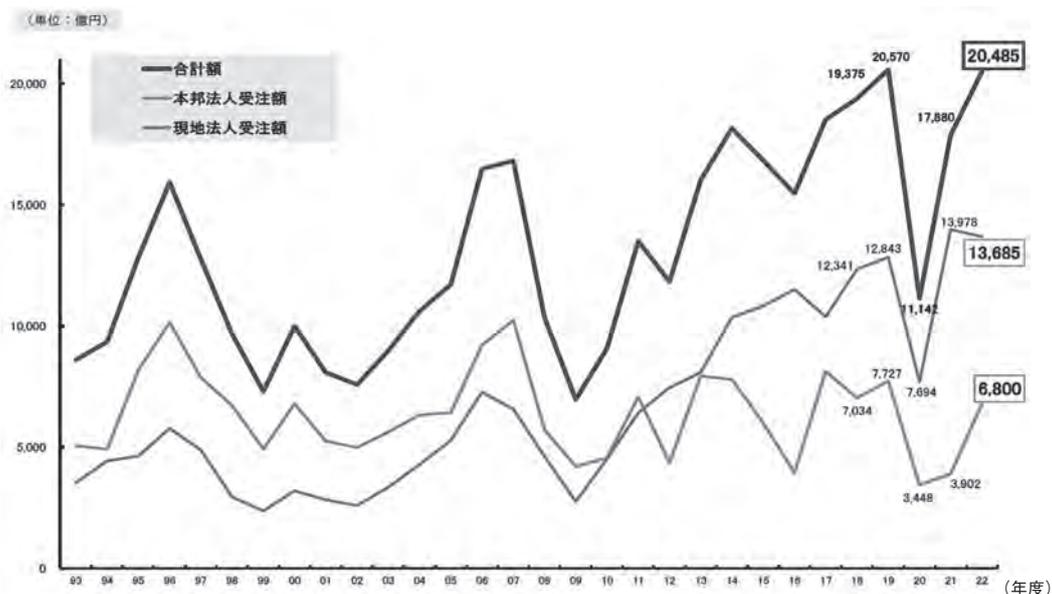
2022 年度の海外建設工事受注額は前年度の受注額 1 兆 7,880 億円と比べ 2,605 億円増の 2 兆 485 億円であった。3 年ぶりに 2 兆円を超える受注額となった。受注件数については、前年度の 1,866 件と比べ 15 件減の 1,851 件であった。

また、2022 年度の海外建設工事受注状況を法人別にみると、本邦法人の受注額は 6,800 億円であり、前年度の 3,902 億円と比べ 2,898 億円（74.3%）増加した。件数については 426 件となり、前年度の 459 件に比し 33 件減少する結果となった。現地法人の受注額については、1 兆 3,685 億円であり、前年度の 1 兆 3,978 億円に比べ 293 億円（2.1%）の減少となった。件数については 1,425 件となり、前年度の 1,407 件に比し 18 件増加する結果となった（表-1、図-2 参照）。

表-1 2022, 2021 年度の海外建設工事受注額の対比「海建協調べ」

(単位：億円)

法人種別	2022 年度		2021 年度		対前年度比：増減	
	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (前年度比率)
本邦法人	426	6,800 (33.2%)	459	3,902 (21.8%)	- 33	2,898 (74.3%)
現地法人	1,425	13,685 (66.8%)	1,407	13,978 (78.2%)	18	- 293 (- 2.1%)
合計	1,851	20,485 (100.0%)	1,866	17,880 (100.0%)	- 15	2,605 (14.6%)



(出典：(一社) 海外建設協会)

図-2 海外建設工事受注額の推移 (1993 年度～ 2022 年度)「海建協調べ」

(2) 2022年度各地域における建設工事受注状況について

2022年度の受注状況を各地域別にみると、アジア、中東・北アフリカ、アフリカ、北米、中南米の5地域において、前年度より受注額が増加する結果となった。それぞれの地域の受注件数と受注額は、アジアが1,347件で1兆1,244億円（前年度比14.0%増）、中東・北アフリカが24件で175億円（前年度比45.5%増）、アフリカが22件で279億円（41.3%増）北米が234件で6,682億円（前年度比33.1%増）、中南米が67件で396億円（前年度比172.5%増）であった。

増加した5地域を受注額の増加額順にみると、北米が最も増加しており、次いでアジア、中南米の順であった。また、上昇率の高い順にみると、中南米が最も上昇しており、次いで中東・北アフリカ、アフリカの順であった。

一方、欧州、東欧、大洋州では、前年度より受注額が減少となった。欧州が29件で88億円（前年度比56.7%減）、東欧が73件で761億円（前年度比16.0%減）、大洋州が55件で859億円（前年度比39.5%減）であった（表－2参照）。

4. 今後注視すべき主要プロジェクト

国土交通省の「インフラシステム海外展開行動計画2023」をみると、「インフラシステム海外展開行動計画2022」の策定以降、「Pカシ自動車認証試験場整備事業」、「アビジャン三交差点建設事業」及び「台湾高速鉄道車両調達事業」をわが国企業が受注した。

国土交通省は、毎年わが国企業による受注を目指す主要プロジェクトを選定しており、2023年は93プロジェクトを選定した。これは、「インフラシステム海外展開行動計画2022」において選定した87プロジェクトから、わが国企業が受注したプロジェクト等4件を削除し、日バングラディッシュPPPプラットフォーム案件に選

定された、「ハズラット・シャージャラル国際空港運営事業」及び「チョットグラム市パテング処理区（第6処理区）下水道整備・運営事業」や、わが国が強みを有するダム再生技術の活用が期待される「シディサレム多目的ダム流域総合土砂管理事業」など10件が追加された。わが国が有する質の高い技術の導入を促進することにより、案件の受注につなげることができた事例もあるため、今後の受注活動に注視していくこととする。

5. おわりに

令和3年は、世界中で新型コロナウイルスの感染者が続出したことにより、ロックダウン、移動制限、行動制限などの施策がとられ、宿泊・飲食サービス、旅行、レジャー、旅客輸送産業などを中心に需要が落ち込み、大きな影響を与えた。

令和4年に入ると、ウィズコロナという次の段階へ移行することで、経済活動が再開した。新型コロナウイルスの感染拡大による生産の停滞、物流の混乱などを受けて供給に制約がかかる一方、感染収束時に一気に需要が高まったことで、さまざまな財やサービスで需給のバランスが崩れ、ウッドショックやアイアンショックが引き起こされた。この結果、木材、鉄などの資材価格が高騰した。加えて、ロシアのウクライナ侵攻が燃料や各資機材等の価格高騰に拍車をかけてきた。世界経済の減速と需要が減退したことで、主要な資源価格はピークアウトしているが、全体に波及するまでには時間がかかると予測される。

このような状況の中で、わが国建設企業は、先行きを見通すことができないため、海外への新規進出、海外進出の拡大については現状維持とする企業が少なくない。とはいえ、コロナ禍よりも回復基調にあることから、今後の動向を注視していきたい。

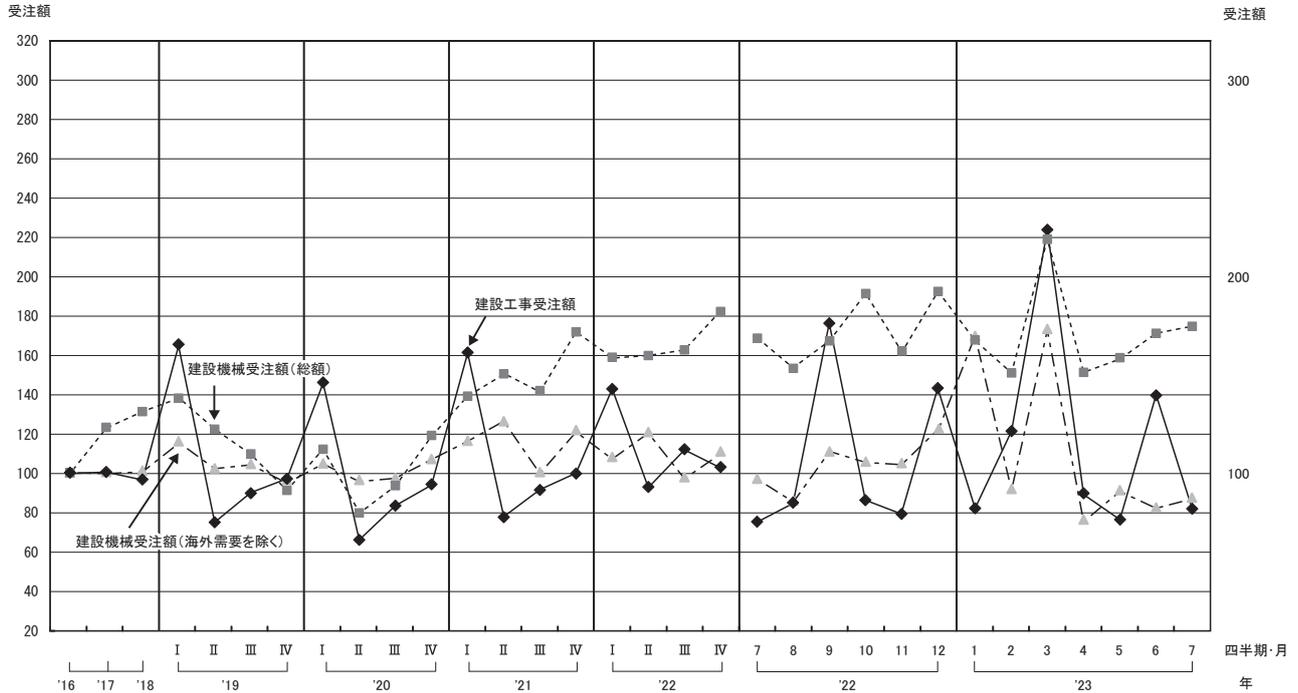
表－2 2022、2021年度の地域別建設工事受注額の対比「海建協調会」

(単位：億円)

地域	2022年度		2021年度		対前年比：増減	
	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (前年度比率)
アジア	1,347	11,244 (54.9%)	1,340	9,866 (55.2%)	7	1,378 (14.0%)
中東 北アフリカ	24	175 (0.9%)	18	120 (0.7%)	6	55 (45.8%)
アフリカ	22	279 (1.4%)	23	198 (1.1%)	-1	81 (40.9%)
北米	234	6,682 (32.6%)	256	5,021 (28.1%)	-22	1,661 (33.1%)
中南米	67	396 (1.9%)	83	145 (0.8%)	-16	251 (173.1%)
欧州	29	88 (0.4%)	20	204 (1.1%)	9	-115 (-56.4%)
東欧	73	761 (3.7%)	73	906 (5.1%)	0	-145 (-16.0%)
大洋州	55	859 (4.2%)	53	1,420 (7.9%)	2	-561 (-39.5%)
合計	1,851	20,485 (100.0%)	1,866	17,880 (100.0%)	-15	2,605 (14.6%)

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 2016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 2016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							
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2022年	165,482	119,900	33,041	86,862	33,436	5,252	6,898	114,984	50,496	207,841	130,901
2022年 7月	9,176	6,529	2,073	4,456	1,839	348	460	6,310	2,865	202,222	9,335
8月	10,334	8,302	3,261	5,042	1,451	362	220	7,711	2,624	202,166	10,413
9月	21,617	13,586	3,925	9,661	5,298	680	2,052	13,970	7,647	208,186	15,244
10月	10,520	7,331	1,341	5,991	2,426	413	351	7,400	3,120	208,774	9,760
11月	9,636	6,849	1,908	4,941	2,121	385	282	6,736	2,900	206,833	11,819
12月	17,593	14,275	5,184	9,091	3,208	540	-430	13,048	4,544	207,841	16,317
2023年 1月	10,021	6,986	1,556	5,430	2,452	336	248	6,867	3,154	207,251	10,213
2月	14,867	9,285	1,928	7,358	5,010	372	199	9,662	5,204	209,850	12,419
3月	27,481	18,606	4,053	14,553	7,409	674	791	17,187	10,294	214,894	21,223
4月	10,993	8,354	2,034	6,320	2,003	528	107	7,807	3,186	215,556	9,294
5月	9,304	6,854	1,807	5,047	1,772	345	332	6,125	3,179	214,435	10,569
6月	17,100	12,062	2,801	9,260	3,457	506	1,075	11,401	5,699	215,220	16,006
7月	9,973	5,877	1,269	4,607	3,360	429	308	5,401	4,572	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	22年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	23年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総 額	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	26,393	29,024	2,457	2,233	2,439	2,790	2,361	2,804	2,445	2,198	3,197	2,214	2,308	2,494	2,549
海 外 需 要	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	18,737	21,816	1,926	1,766	1,832	2,211	1,788	2,130	1,509	1,694	2,246	1,795	1,807	2,042	2,070
海外需要を除く	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	7,656	7,208	531	467	607	579	573	674	936	504	951	419	501	452	479

(注) 2016～2018年は年平均で、2019～2022年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2022年7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

行事一覽

(2023年8月1～31日)

機械部会



■ダンプトラック技術委員会

月日：8月4日(金)(Web会議で開催)

出席者：渡辺浩行委員長ほか6名

議題：①各社トピックス：ヤンマー建機(株)「CSPI-EXPO 展示内容紹介」

②生産性向上に関する輪講：(株)加藤製作所「林業機械における遠隔操作・自動運転の支援システムについて」

③令和5年度活動計画について討議：9/11(月)開催予定の建設機械メーカーの工場見学会の詳細説明

■基礎工事用機械技術委員会・幹事会

月日：8月23日(水)(会議室での対面開催)

出席者：草刈成直委員長ほか9名

議題：①R5年度後半の委員会活動(スケジュール)について：技術プレゼンの候補について、各社トピックスの順番について、見学会について

標準部会



■ISO/TC 23/SC 19/JWG 10 極低電圧電機駆動の安全 国際WG会議

月日：8月2日(水)(日本時間では)夜～深夜

出席者：Deere社嘱託 WEIRES コンビナーなど米国12名、イタリアから1名、日本から事務局1名出席

場所：Web上 (MS/Teams)

議題：①開会(出席者点呼、ISO 行動規範確認、議事案採択など) ②第2次CD案文 ISO/CD 23285.2(農業機械及びトラクタ並びに土工機械の直流32-75V及び交流21-50Vで作動する電気及び電子機能部品及び装置の安全)の投票時意見に対する対応検討(終了) ③次の段階(DISに進めるべく修正案文確認のためWG意見聴取) ④次回会合(9月18日)

■ISO/TC 127/SG 1 路外機械調整 国際特設グループ会議

月日：8月8日(火)(日本時間では)深夜～翌未明

出席者：米国 Rokey コンビナー(Caterpillar社嘱託)・TC 127 国際議長の米国 CROWELL氏など路外機械のISO専門委員会及び分科委員会の

国際議長・委員会マネージャー並びにISO中央事務局の FERRES氏など海外から十数名、日本から事務局1名出席

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①開会(出席者点呼・議事案(一部議事追加)採択など) ②各委員会の現状及び今後の標準化案件(TC 23/SC 4・TC 23/SC 15・TC 23/SC 19・TC 82・TC 82/SC 8・TC 110/SC 4・TC 127・TC 195・TC 297) ③路外作業機械全般に共通の利害のある標準化案件(セキュリティ及び電機駆動化が重要案件とされ、他に、トラクタにおけるISO 3020有害物質からの保護、鉱山におけるISO 21208ガスフィルタなども紹介された) ④次回会合(来年2024年4月又は5月に米国で)

■ISO/TC 195/SC 2/WG 1 ISO/NP 22142 道路作業機械及び関連機器ー冬期保守用機器ー用語専門家会合

月日：8月9日(水)・10日(木)

出席者：渡邊賢一委員(国土交通省)ほか5名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①ISO/NP 22142投票用コメント審議 ②除雪機械技術委員会(9月26日(火))での状況説明及び参画依頼の検討 ③国際バーチャルWG会議(9月27日(水))対応協議

■ISO/TC 127/SC 3/JWG 16-ISO 23870 コンサルテーション国際特設会議

月日：(日本時間では)8月17日(木)早朝

出席者：米国 KITTLE コンビナー・Jessop LUESCHOW 幹事(Deere社)・VAN BERGEIJK 共同コンビナー(AGCO社)・PLの MOUGHLER氏(Caterpillar社)、日本から事務局1名出席

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：予備業務項目PWIとして提案のISO 23870第1部、第2部、第3部、第10部、第30部について各部PLの案文作成を直接支援する専門家のWG内での募集(なお、親委員会での新規募集の必要はないとされた)

■ISO/TC 127/SC 4/WG 6 ISO 7334 国際WG会議

月日：8月21日(月)～23日(水)

出席者：対面出席は米国 TAHA コンビナー(Deere社)など海外(米国5、英国1)から6名、日本から森川博邦委員(国土交通省)など公職の方4名・鈴木邦利委員などコマツの方3名・

事務局3名、Webでは海外(英国1・中国2・韓国1)から4名、日本から高山委員(日立建機)、全体では対面16名・Web5名、計21名出席

場所：協会会議室及びWeb上 (ISO Zoom)

議題：①開会(行動規範確認・出席者点呼・議事案採択(国土交通省参加者都合で時間割手直し)・その他) ②進捗状況など案件日程確認 ③ISOのオンライン化されたCD案文に対する各国意見検討(・欧州機械安全法制度及び人工知能に関する法制度など背景動向指摘・自動車に関するSAE J3016を意識しつつも建設機械として使用条件の差異を強調した論議・主要論議・用語の定義(現場作業者と周囲の人の追加など)・レベル区分の表の記述(かなり修正された)・レベル区分対応事例・機能の扱い・徐行運転の扱い・情現場管理の扱い(協調安全の扱い含む)) ④次の段階に進めるかの論議(第2次CD投票へ、なおそのために期限9か月延長済み) ⑤次回会合(2024年1月22日～26日にミルウォーキーの米国機器製造業者協会AEMにて)

建設業部会



■クレーン安全情報WG

月日：8月21日(月)

出席者：猪又勝美主査ほか10名(内Web参加者2名)

議題：①クレーンの最新動向ヒアリング(加藤製作所) ②建機工相談：移動式クレーン定期自主検査制度の更新講習テキスト改訂に伴うJCMA編集物の事故事例提供について ③「移動式クレーン支持地盤養生マニュアル」のよくある質問と回答HP掲載報告 ④事故事例発表 ⑤その他

■機電交流企画WG

月日：8月24日(木)

出席者：落合博幸主査ほか7名(内Web参加者3名)

議題：①2023年度機電技術者の為の講演会(10/6開催予定)について ②2023年度若手現場見学会(横浜環状南線桂台トンネル工事)の2024.02開催について ③R6機電技術者意見交換会実施に向けた参加費の見直しについて ④その他

■令和5年度夏季現場見学会

月日：8月31日(木)(8/30前泊集合)
参加者：森田将史部会長ほか19名

現場概要：8/30（水）秋田県横手市内集合・懇親会、8/31（木）成瀬ダム堤体打設工事（第2期）
 発注者：国土交通省東北地方整備局成瀬ダム工事事務所
 施工者：鹿島・前田・竹中土木特定建設工事共同企業体
 場所：秋田県雄勝郡東成瀬村椿川地内
 工期：2023年6月1日～2026年12月11日
 見学内容：右岸展望台から、A4CSELによる自動化施工でCSG堤体打設の状況を見学、DX-LABOの体験、CSG自動製造・運搬設備操作室の見学

レンタル業部会



■レンタル業部会

会議：コンプライアンス分科会
 月日：8月8日（火）（Web会議併用）
 出席者：飛山分科会長ほか12名
 議題：①部会長・分科会長挨拶 ②「お客様の安全技術情報の集約とプラットフォーム化の検討」の進め方等について ③レンタル業としてのトラック輸送業における運賃について ④各社からの報告事項・情報交換

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月日：8月2日（水）
 出席者：中野正則委員長ほか29名
 議題：①令和5年11月号（第885号）計画の審議・検討 ②令和5年12月号（第886号）素案の審議・検討 ③令和6年1月号（第887号）編集方針の審議・検討 ④令和5年8月号～令和5年10月号（第882～884号）進捗状況報告・確認 ※通常委員会及びZoomにて実施

■新工法調査分科会

月日：8月23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



■第2回施工技術検定委員会

月日：8月18日（金）
 場所：札幌市（かでる2・7道民活動センター6階610会議室）

出席者：伊藤正樹総括試験監督者ほか18名

議題：建設機械施工管理技術検定第二次検定（実技）試験の実施要領等について

■建設機械施工管理技術検定（実技）試験

月日：8月25日（金）～27日（日）
 場所：石狩市（株）PCT北海道教習所
 受検者：実人数1級74名、2級456名
 延人数1級106名、2級516名

東北支部



■令和5年度 i-Construction (ICT活用工事) セミナー

内容：①令和5年度のICT活用工事東北地方整備局の取組み ②令和5年度のICT活用工事 県の取組み ③施工者による事例発表 ④ICT活用工事の実践【その1：3次元計測の精度管理、その2：ICT建機施工の精度管理、その3：3次元データの実務的運用と活用、その4：インフラDXの活用】

主催：東北地方整備局、青森県・秋田県・岩手県・山形県・宮城県・福島県、東北建設業協会連合会、JCMA東北支部

講師：①東北地方整備局 ②各県担当者 ③各県の施工者 ④JCMA東北支部 情報化施工技術委員会メンバー

⑥宮城会場

月日：8月1日（火）
 場所：仙台市フォレスト仙台
 受講者：79名

■令和5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】DX技術実践 MR体験、VR体験、遠隔臨場体験ほか 講師：東北地方整備局・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】BIM/CIM・点群体験実践演習 講師：JCMA東北支部

④4回目

場所：東北技術事務所 研修棟
 月日：8月3日（木）
 受講者：20名

■令和5年度 1・2級建設機械施工管理技術検定第二次検定（実技）試験の試験監督者打合せ

月日：8月23日（水）
 場所：宮城県仙台市 西尾レントオール（株）東北テクノヤード

出席者：阿曾貢貴事務局長ほか19名
 内容：新規試験監督者講習、CMI制作DVD視聴、実技試験実施要領、出題・採点基準の説明と打合せ

■令和5年度 1・2級建設機械施工管理技術検定第二次検定（実技）試験

月日：8月24日（木）～30日（水）
 場所：宮城県仙台市 西尾レントオール（株）東北テクノヤード

受験者数：種別

種別	1級	2級	合計
1種	49	73	122
2種	61	605	666
3種	9	19	28
4種	50	41	91
計	169	738	907

北陸支部



■専門防災エキスパート（機械・電気）意見交換会

月日：8月3日（木）
 場所：北陸技術事務所
 出席者：堤事務局長
 議題：①事業概要及び災害対応事例 ②北陸地方防災エキスパート概要と活動について ③専門防災エキスパート業務内容について ④防災機械・機器等の現地説明

■外国人技能評価試験（8月期）

月日：8月23日（水）～24日（木）
 場所：CAT北陸教習センター
 出席者：堤事務局長ほか3名
 受検者：

初級	掘削（小）	学科及び実技	14名
	掘削（小）	学科（再試験）	2名
	締固め	学科（再試験）	2名
	掘削（大）	学科及び実技	6名
	締固め	学科及び実技	6名
専門級	掘削（小）	実技のみ	3名
	掘削（大）	実技のみ	5名
	掘削（大）	学科及び実技	4名
	締固め	学科及び実技	2名
上級	締固め	実技のみ	2名

■建設機械施工管理技術検定（実技）実施試験

月日：8月25日（金）～27日（日）
 場所：石川県小松市 コマツ教習所栗津センタ

受検者：1級1種19名 2級1種13名
 2種14名 2種117名
 3種2名 3種4名
 4種4名 4種10名

中部支部

■技術・調査部会

月 日：8月2日（水）

出席者：宮内秀弘部会長ほか8名

議 題：令和5年度技術講演会及び技術発表会の開催について等

■建設 ICT 出前授業

場 所：瀬戸少年院（愛知県瀬戸市）

月 日：8月24日（木）

参加者：少年院在住者9名

講 師：サイテックジャパン(株)ICT推進企画室長鈴木勇治氏、福井コンピュータ(株)中部営業所長會澤達也氏、(株)シーティーエス甲信営業部長中山俊彦氏、東海営業部長宮澤豊氏

関西支部

■令和5年度1・2級建設機械施工管理技術検定（第二次検定）試験監督者打合せ

月 日：8月4日（金）

場 所：関西支部

出席者：松本克英事務局長以下8名

議 題：①実地試験実施要領について
②その他

■令和5年度1・2級建設機械施工管理技術検定試験（第二次検定）

月 日：8月24日（木）～27日（日）

場 所：キャタピラー教習所(株)

延受検者数：342名（1級53名、2級289名）

中国支部

■令和5年度JCMA災害協定関係班長会議

月 日：8月2日（水）

場 所：広島YMCA会議室

出席者：玉田一雄企画部会長ほか6名

議 題：①災害協定書に関する実施計画書・連絡体制表等の見直し報告について ②災害訓練の実施方針・内容の意見交換について ③その他懸案事項

■第2回部会長会議

月 日：8月3日（木）

場 所：広島YMCA会議室

出席者：玉田一雄企画部会長ほか8名

議 題：①令和5年度の活動状況について ②今後の活動計画について ③その他懸案事項

■令和5年度建設機械施工管理技術検定試験 第二次検定（実技）

月 日：8月23日（水）～25日（金）

場 所：土師ダム上流

受検者：1級57名、2級256名（1種28、2種238、3種10、4種37）

四国支部

■工事・業務における入札・契約制度及び土木工事積算に関する講習会

月 日：8月2日（水）

場 所：建設クリエイティブ第1会議室（高松市）

参加者：67名

内 容：①土木工事積算について 四国地方整備局 ②工事における入札・契約制度について 四国地方整備局 ③業務等における入札・契約制度について 四国地方整備局【CPD単位2.5】

■令和5年度建設機械施工管理技術検定【実技】試験監督打合せ会議

月 日：8月28日（月）

場 所：日立建機日本(株)中国・四国支社（善通寺市）

参加者：日立建機日本(株)試験監督6名参加

議 題：R5実技試験の実施要領と注意事項について

九州支部

■i-Construction 施工による九州支部生産性向上推進会議 委員会幹事会

月 日：8月7日（月）

場 所：リファレンスはかた近代ビル103会議室

出席者：玉石修二会長ほか24名

内 容：①新体制について ②九州地方整備局の取組み等 ③i-Construction（ICT活用工事）セミナーのアンケート報告 ④ICT講習会、外部講師依頼、JCMA認定講師試験と更新講習 ⑤意見交換

■試験監督者説明会

月 日：8月22日（火）

場 所：(株)リファレンス 駅東ビル H-6 会議室

出席者：試験監督者 A 11名

内 容：試験実施要領等の確認

■企画委員会

月 日：8月22日（火）

場 所：(株)リファレンス 駅東ビル H-6 会議室

出席者：11名

議 題：①令和5年度JCMA九州支部の主要行事予定について ②JCMA認定講師試験と更新講習 ③技術部会今後の進め方 ④会員向け講習会等の取組メニュー検討 意見交換

■試験監督者説明会

月 日：8月28日（月）

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

出席者：試験監督者 B 9名

内 容：試験実施要領等の確認

■建設機械施工技術検定試験（実地試験）

月 日：8月29日（火）～9月7日（木）

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

受験者：1級 - 164名

2級 - 625名

編集後記

9月14日に、阪神タイガースが18年ぶりにセ・リーグ優勝を果たしました。パ・リーグでは、オリックスが優勝し、今年はどちらも関西の球団がリーグ優勝をしました。建設業においては、2025年に大阪で開催される万国博覧会開催に向けた工事が話題となり、関西がさらに注目されることが想定されます。1985年の阪神タイガース日本一を知る人間としては、この雑誌が発行される頃に実施される日本シリーズで優勝して、気持ちよく「六甲おろし」が聞ける（歌える？）ことを祈念しております。

コロナ禍が終わり、海外への行き来もようやくコロナ禍前に戻りつつあります。コロナ禍においては、海外プロジェクトの仕事は、日本からの支援を得ることが難しく、想定外の苦労もなされていたと思います。本号では特集テーマを「海外」として、海外での大規模プロジェクト、BIMなどの情報化技術などの取り組みについて、海外で適用している技術を広く紹介しています。

巻頭言では、東海大学の伊達重之教授が、「建設業の国際化に向けた2つの課題」と題して、「日本の常識は世界の非常識」については、自らの実体験に基づき、現地の事情に精通した技術者が求められていることを

提唱しており、「英語力」の課題については、現在、大学教授の立場において、学生らを国際会議に参加させるなど、国際的に通用する優秀なエンジニアを育てる活動を進めています。

行政情報では、建設業の海外展開として、日本のインフラ輸出について、方向性を紹介されております。日本企業に対する海外展開への期待のあらわれと考えています。

特集技術報文では、海外におけるプロジェクトの報告や海外メーカの動向、BIMの活用、建設DX、自治体向けのSDGsモニタリングツールなどを紹介しています。特に、海外プロジェクトはコロナ禍において、厳しい環境の中、施工を進めてきたノウハウは、今後の海外展開において非常に有意義なノウハウになってくると考えます。

今回の特集「海外」は、我が国が少子高齢化で、新たなインフラ建設を抑制している中、新興国を中心とした世界のインフラ需要は膨大であり、急速な都市化と経済成長により、今後の更なる市場の拡大が見込まれている状況において、非常に重要なテーマです。昨今の建設業を取り巻く環境は、海外に活路を見出すことでさらなる成長が見込めると思います。産官学が連携してオールジャパンでインフラシステムの輸出を進め、建設業を成長産業に変えていければ良いと願います。

(宇野・京免)

11月号「港湾・海洋・海岸施設特集」予告

・港湾におけるi-Construction、インフラ分野のDX推進に向けた取組「コンクリート製浮体式洋上風力発電施設の設計施工ガイドライン」の概要等について
 ・新潟湾海岸（西海岸地区）大規模侵食対策事業
 ・高知県須崎港における生物共生を考慮した港湾整備
 ・長崎港における人流・交流を核とした賑わい創出
 ・浚渫工事の水中可視化システム
 ・火力発電所における海洋土木構造物の大規模プレキャスト化施工
 ・工場製作部材を用いたユニット式プレキャスト棧橋工法の開発
 ・1,250t吊自己昇降式作業台船「柏鶴」
 ・港の基盤・空間デジタル化技術
 ・高性能水中位置管理機搭載ブロック掘削支援システム
 ・マルチビーム測深機を用いた施工管理システム
 ・表層型メタンハイドレート回収技術（大口径海底掘削装置）

【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）

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	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
中岡 智信	渡邊 和夫
見波 潔	

編集委員長

中野 正則	日本ファブテック(株)
-------	-------------

編集委員

渡邊 賢一	国土交通省
槻瀬 誠	農林水産省
木村 桂一	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
穴井 秀和	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
加藤 友希	(株)大林組
出口 明	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
平田 惣一	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
丑久保吾郎	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	日立建機(株)
丹治 雅人	コベルコ建機(株)
漆戸 秀行	住友建機(株)
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

建設機械施工

第75巻第10号(2023年10月号)(通巻884号)

Vol.75 No.10 October 2023

2023(令和5)年10月20日印刷

2023(令和5)年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

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

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

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

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

FA機器の最適無線化提案

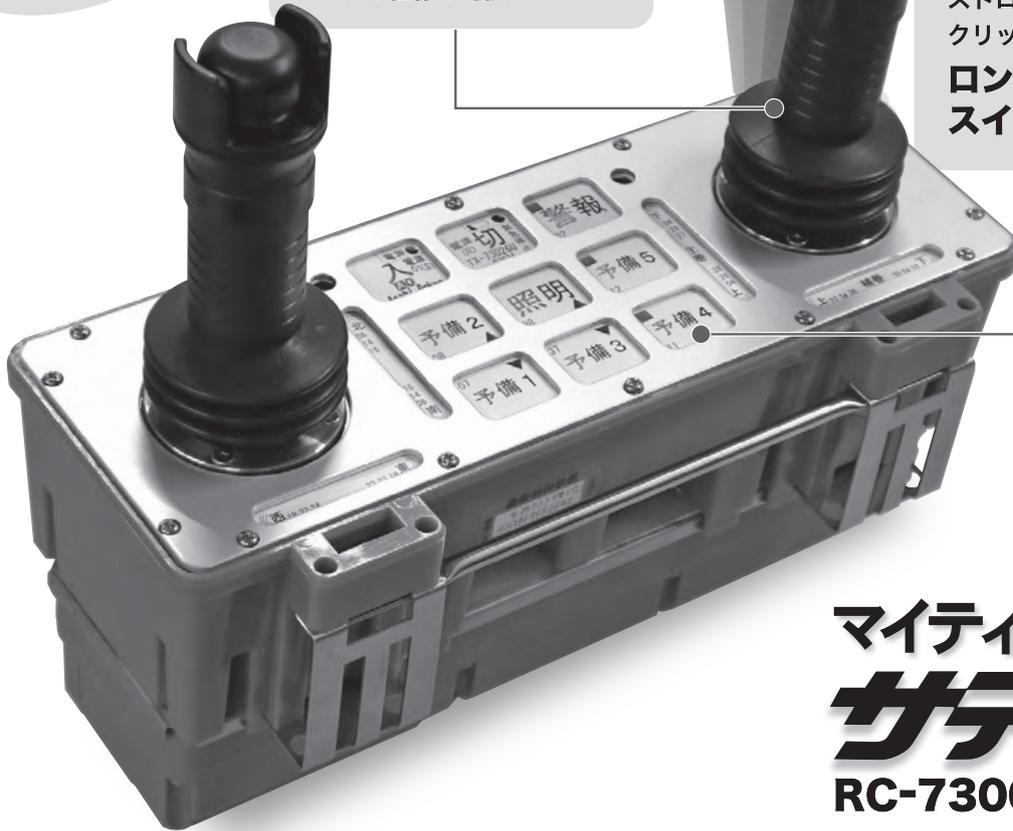
クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

New!

自社開発した
**3ノッチ式
ジョイスティック**
中立位置に自動復帰
する仕様も可能!

自動復帰!

ストロークが深く、
クリックがハッキリ!
**ロングストローク
スイッチ**を標準採用



マイティ 429MHz帯・1.2GHz帯
特定小電力モデル対応
サテラ
RC-73000U/G シリーズ

スリムケーブルレス 5800シリーズ 好評発売中!

双方向データケーブルレス

《TC-1000808S》

**緊急停止
スイッチ** (オプション)

429MHz帯・1.2GHz帯
特定小電力モデル対応

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



クレードルタイプ
充電台対応

**2段押3組
標準型**

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

**429MHz
1216MHzが
同価格!!**



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

常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

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



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

朝日音響 検索

杭打工事用

パイルキーパー

海上・河川等での杭打ち作業用、
パイル保持装置

石狩湾新港洋上風力発電事業工事向け
パイルキーパー

仕様

杭径 最大 ϕ 2500mm

杭重量 最大 90ton

開閉 油圧駆動

前後スライド範囲 \pm 900mm 油圧駆動

左右スライド範囲 \pm 1000mm 油圧駆動

実績多数

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



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: _____

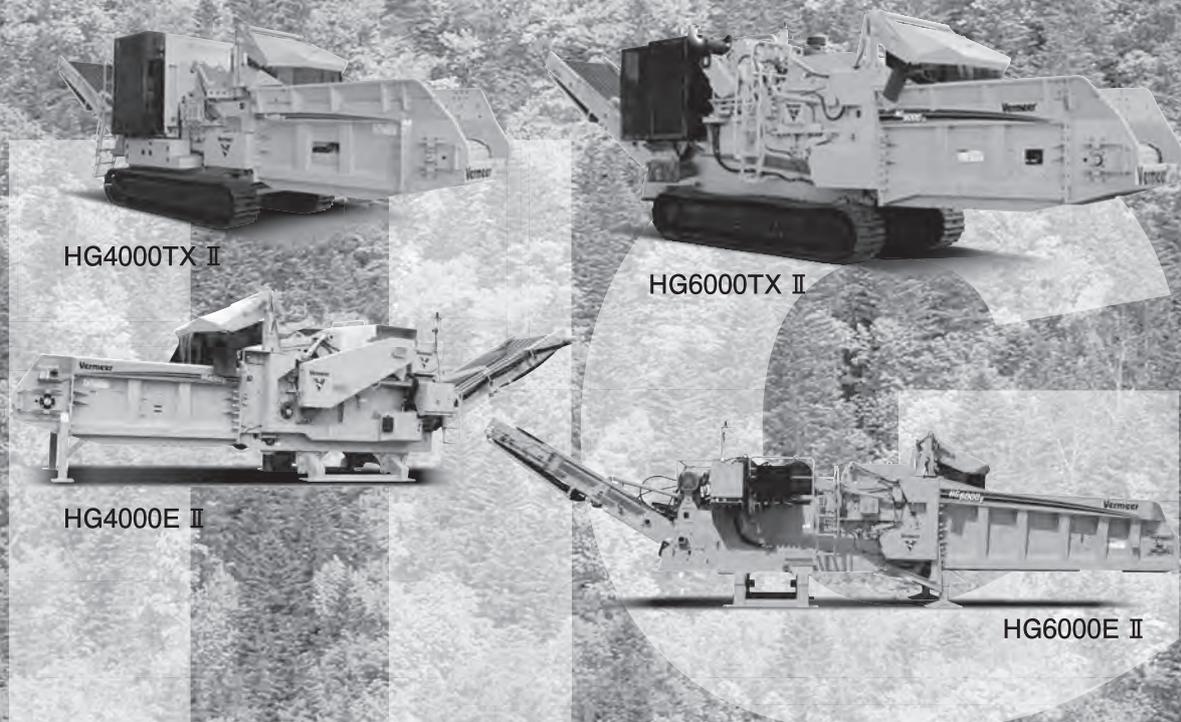
電話: _____ F A X: _____

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

マルマテクニカのホリゾントラグラインダー



1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



特長

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

 **マルマテクニカ株式会社**

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

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

Mikasa

http://www.mikasas.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

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

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

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

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

精密さとパワーで建設の現場を支える。

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



発電機

図書館内並の低騒音を実現!
静音発電機マーリエ



50Hz-7m
43dB

DCA-25MZ

溶接機

最大溶接電流500A&インバータ制御
炭酸ガスエンジン溶接機



溶接電流 500A
(炭酸ガス/カウジング/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

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

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

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

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



ハンディータイプ
使いやすさを極めた高機能・高性能
ダイワテレコン810

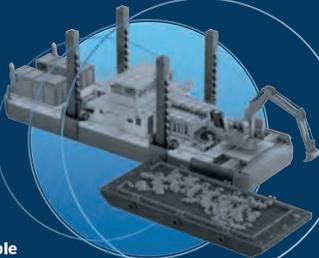
用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON
大和機工株式会社

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

働きがい改革 建設DX

SITECH®



Trimble
Marine Construction



Trimble Groundworks



Trimble Roadworks

Faster All Processes



Trimble Siteworks
Machine Guidance



SiteOrchestration



SiteCompacter



Trimble 3D Survey



Trimble WorksOS
Trimble WorksManager
Trimble Business Center

Trimble Earthworks



SITECH®

Trimble
Authorized Dealer

SITECH-JAPAN.COM

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

雑誌 03435-10



4910034351039
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)