

一般社団法人  
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2017

# 建設機械施工 **7**

Vol.69 No.7 July 2017 (通巻809号)

特集

## 基礎工, 地盤改良



都市高速道路におけるASR劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工

### 巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて

技術報文

- 狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例
- 都市高速道路におけるASR劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工
- 低空頭, 狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発
- 地盤改良工事を全自動で施工管理 他

グラフィア

第25回ISO/TC 127 国際会議 速報

JCMA報告

平成29年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その1)

部会報告

<速報> 第25回ISO/TC127国際会議 広島総会  
及び付帯WG会議 報告

一般社団法人 日本建設機械施工協会

# ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

## 重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

### 特長

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



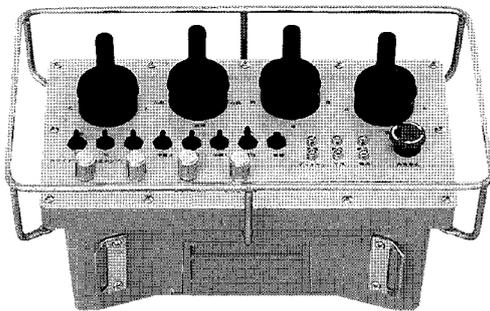
## 吉永機械株式会社

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

建設機械用  
無線操作装置

# ダイワテレコン

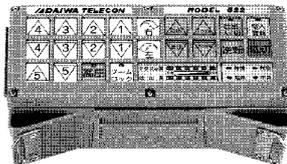
あらゆる仕様に対応  
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ(標準)リレー・電圧(比例制御)又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式(一△V検出+オーバータイム付き)
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

**DAIWA TELECON**

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171  
TEL 0562-47-2167(直通) FAX 0562-45-0005  
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>  
e-mail [mgclub@daiwakiko.co.jp](mailto:mgclub@daiwakiko.co.jp)  
営業所 東京、大阪、他

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H29 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 29 年度版	10,800	9,180	600
2	H29 年 4 月	平成 29 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	600
3	H29 年 4 月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,296	1,080	400
4	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	500
5	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	500
6	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	500
7	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	600
8	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	600
9	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
10	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD 版】	2,160	1,944	400
11	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
12	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック (改訂 4 版)	6,480	5,502	600
13	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
14	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷 【CD】	3,240		250
15	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
16	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
17	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
18	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
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	3,456	2,880	400
20	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)*	1,029		250
21	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)*	5,142		600
22	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
23	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,944		400
24	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)	1,944		400
25	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
26	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)	6,480	6,048	500
27	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)	2,675	2,366	400
28	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
29	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
30	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
31	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	500
32	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
35	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
36	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD 版】	10,800	9,720	500
37	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		500
38		建設機械履歴簿	411		250
39	毎月 25 日	建設機械施工 【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄を参照下さい。

特集	<b>基礎工，地盤改良</b>
グラビア	4 第 25 回 ISO/TC 127 国際会議 速報
巻頭言	8 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて 中野 正樹 名古屋大学 大学院工学研究科 土木工学専攻 教授
特集・ 技術報文	9 高機能，施工の省力化，省資材化を達成した防潮堤の開発 ハイブリッド防潮堤の開発施工事例 内田 崇浩 JFE エンジニアリング 社会インフラ本部 鉄構インフラ事業部 奈良 正 JFE エンジニアリング 社会インフラ本部 鉄構インフラ事業部 防災保全室長
	14 ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事 河野 浩之 前田建設工業(株) 土木事業本部 技術部 部長 森田 篤 前田建設工業(株) 土木事業本部 技術部 技師長
	19 狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例 超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18 竹田 茂嗣 鉄建建設(株) 建設技術総合センター 研究開発センター 施工技術グループ グループリーダー 加藤 精亮 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 工事管理室 基礎・土構造グループ グループリーダー
	26 地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法 衣笠 正則 (株)横山基礎工事 企画技術部 部長 井上 雅弘 (株)横山基礎工事 設計部 部長
	36 都市高速道路における ASR 劣化が生じた 橋脚梁部の再構築施工 阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介 若槻 晃右 阪神高速道路(株) 建設・更新事業本部 大阪建設部 西船場ジャンクション建設事務所 工事長代理 山中 利明 清水建設(株) 関西支店土木部 工事長 阪高西船場 JCT 作業所 現場代理人 大高 正裕 清水建設(株) 関西支店土木技術部 主査
	43 空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発 ST マイクロパイル工法 東芝 崇 日本基礎技術(株) 技術本部技術部 地盤補強グループ 課長 奥野倫太郎 日本基礎技術(株) 社長室事業企画室 課長 橋本 秀一 中部電力(株) 電力ネットワークカンパニー 工務技術センター 土木建築課 副長
	48 地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例 富山新港火力発電所 LNG 1 号機新設工事 照井 太一 (株)大林組 土木本部 生産技術本部 技術第一部 担当課長 嶋田 洋一 (株)大林組 土木本部 生産技術本部 技術第一部 副部長 伊藤 浩邦 (株)加藤建設 ジオテクノロジー事業部 企画開発部 部長代理
	53 廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例 リフューズプレス工法 池田 通陽 海洋工業(株) 技術部長 中川 英司 海洋工業(株) 工事部長 小林 眞 (株)サンテック 代表取締役
	59 大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS-S・MIX 工法 島野 嵐 三信建設工業(株) 技術本部 課長
	64 地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム，GNSS ステアリングシステム， 3D-ViMa システム 関 徹也 ライト工業(株) 施工技術本部 R & D センター開発企画部 担当部長 永岡 藤彦 ライト工業(株) 施工技術本部 R & D センター機械開発部 担当部長
	69 大口径拡底杭工法対応のアースドリル開発 SDX612 樗沢 淳一 日立住友重機械建機クレーン(株) 生産統括本部開発センタ 主管技師

	73	三点式杭打機フェニックスシリーズ 「DH758-160M」の紹介 上野 洋路 日本車輛製造㈱ 機電本部 開発技術部 重機グループ グループ長
	77	低空頭、狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発 MPD-TMX 工法 小林 貴史 ㈱東亜利根ボーリング 製販技術部設計部
	82	地盤改良工事を全自動で施工管理 ICTを導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK 奈須 徹夫 ㈱ワイビーエム 開発本部 企画部 企画部長 平川 真吾 ㈱ワイビーエム 技術本部 技術開発部 開発5グループ グループ長 吉田 哲雄 ㈱ワイビーエム 代表取締役会長 工学博士
	87	木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法 金子 雅文 住友林業㈱ 住宅事業本部 技術商品開発部 マネージャー 佐々木修平 住友林業㈱ 住宅事業本部 技術商品開発部 マネージャー
ずいそう	92	建設機械と私 和田 航一 元日本国土開発㈱ 機電部
	93	リターンライダーと呼ばれて 河野 良一 新潟トランスシス㈱ 取締役 営業・技術業務領域長
JCOMA 報告	95	平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 1)
部会報告	97	ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会
	106	〈速報〉第 25 回 ISO/TC 127 国際会議 広島総会 及び付帯 WG 会議 報告 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会
	107	日立建機(株) ICT デモサイト及び常陸那珂臨港工場見学会 機械部会 基礎工事用機械技術委員会
	109	新工法紹介 機関誌編集委員会
	114	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	120	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
	121	行事一覧 (2017 年 5 月)
	124	編集後記 (石倉・赤神)

◇表紙写真説明◇

都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工  
写真提供：清水建設㈱

阪神高速西船場 JCT 改築事業において、橋脚梁部に ASR に起因する劣化が確認され、高速道路を供用した状態で劣化した橋脚梁部を撤去の上、再構築する方針となった。写真は、既設橋脚を挟んで仮受け構造を設け、既設橋脚をワイヤーソーで切断したブロックを、自走式油圧ジャッキ架台を用いて空頭制限外に引き出し、120t クレーンで吊上げている状況である。当工事は大規模更新・修繕事業の先駆けとして、得られた知見を今後の事業に活用していく。

# 第25回 ISO/TC 127 国際会議 速報

2017年6月11日(日)～16日(金) @ 広島国際会議場

<詳細は部会報告本文を参照>



6月11日(日) 議長諮問グループ会議



レセプション



6月12日(月) TC 127 総会 (前半)



6月12日(月) SC 1 総会



決議起草委員会



集合写真 @ 平和記念公園



6月13日(火) SC 2 総会



決議起草委員会



6月13日(火)～6月14日(水) SC 3 総会 / SC 4 総会



6月14日(水) 社交行事



6月15日(木) TC 127 総会 (後半)

決議起草委員会



協賛会社名表示



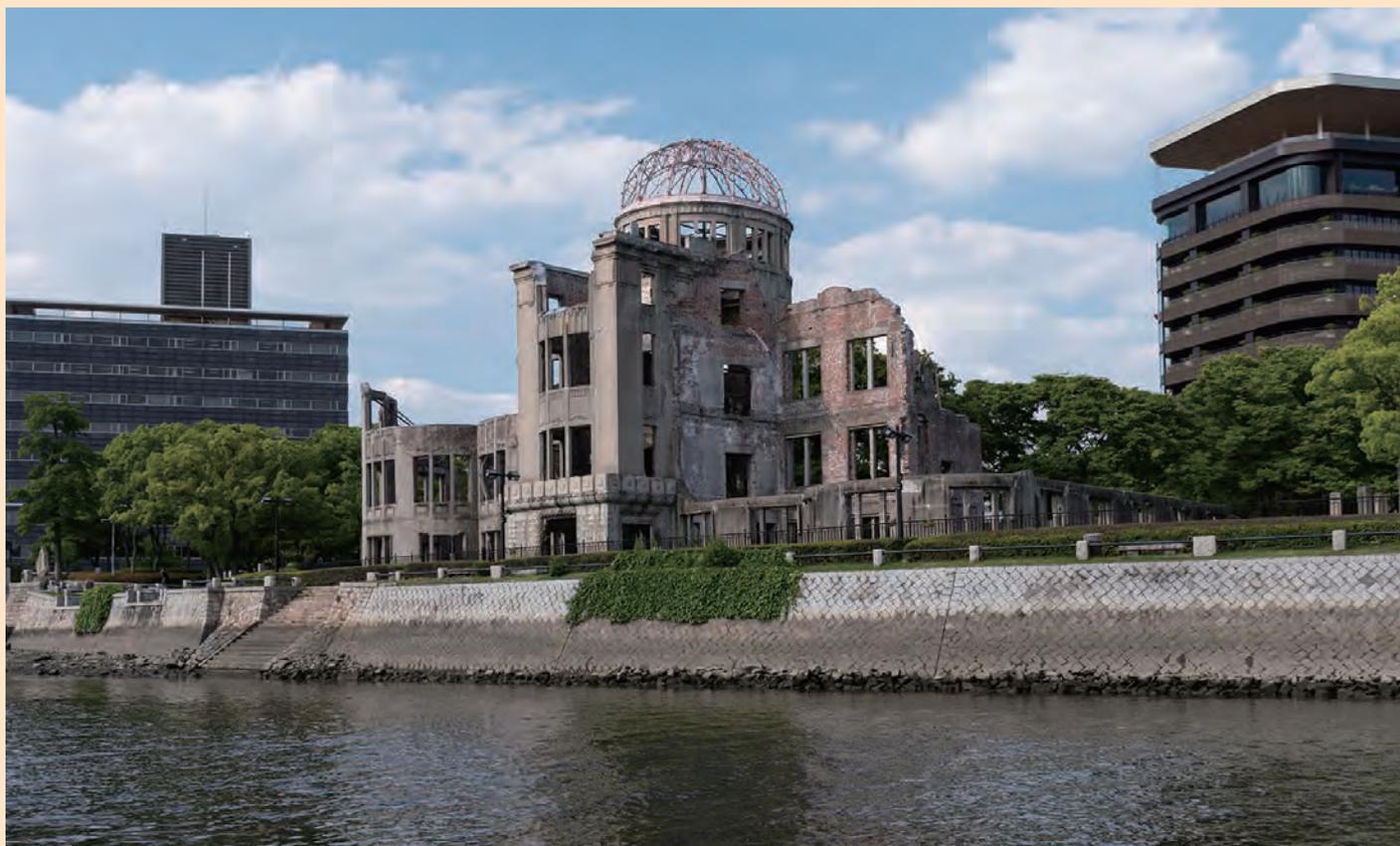
6月15日(木) 【特設グループ】 折り鶴教室



6月16日(金) 【付帯会議】 SC 3/WG 12 ISO 6405 作業グループ会議



原爆ドーム



**巻頭言**

# 大規模災害で発生する 災害廃棄物対策にむけて

中野正樹



2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、東北、関東地方に甚大な被害をもたらし、すでに6年が経過した。被災地の復興は現在も進行中であり、各機関で精力的な取り組みが続けられている。と同時に、今回の災害を教訓にして、今後起こるであろう南海トラフ巨大地震、首都直下地震など大規模災害への対応も進められている。地盤工学分野からの視点になるが、埋立地の液状化をはじめ、河川堤防、道路盛土、宅地盛土などの地震による変形メカニズムの解明、そしてそのメカニズムに基づく調査・設計への応用、また限られた予算内での効果的な地盤強化・改良技術の提案等々、発災前および発災しても構造物・インフラ設備等の被害を最小限にする地盤工学は、今まで以上に重要な役割を担うであろう。

その一方で、発災後の被災地の復旧・復興を如何に迅速に行うかも、もう一つの重要な視点である。東北地方太平洋沖地震では大津波も重なり、災害廃棄物・災害堆積物合わせて約3,100万トン発生した。各機関の尽力により、平成26年3月までに、岩手県・宮城県を含む12道県、231市町村において、ほぼ100%処理が完了した。いかに迅速に復旧・復興するかは、災害廃棄物・津波堆積物の処理をいかに早く行うかにかかっているといえる。さらに南海トラフ巨大地震により発生する災害廃棄物は最大で約3億4,900万トンと推計されており(環境省)、東日本大震災の約11倍にもなる。ここでもやはり東日本大震災の教訓を生かしてゆかねばならない。

さてここで、大規模災害における災害廃棄物対策について、環境省の取り組みの一部を紹介したい。同省では、平成25年度から「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」を設置し、大規模災害に対する総合的な災害廃棄物対策、廃棄物処理システムの強化の検討を進めてきた。平成26年度3月に、「巨大災害発生時における災害廃棄物対策のグランドデザインについて」として、大規模災害発生時の取り組みの基本的な方向性に対する中間的とりまとめを行い、検討項目を5つに区分して整理した。平成26年度から27年

度にかけて、5つの検討項目に対して具体的な取り組みを進めた。平成28年3月には3年間の検討を踏まえ、環境省が災害廃棄物対策の更なる強化のために取り組むべき事項として、1. 災害に備えた災害廃棄物対策推進・支援体制の充実、2. 災害に備えた廃棄物処理施設の整備及び効果的な運用の推進、3. 災害廃棄物対策に関する研究開発、情報発信及び国際協力の推進、4. 災害廃棄物対策のフォローアップの実施の4つの観点から取りまとめた。誌面の都合上、具体的な内容やその後の取り組みについては、同省廃棄物・リサイクル対策部のホームページ等をご覧頂きたい。

環境省をはじめ、関係する産官学それぞれの機関は、大規模災害における災害廃棄物対策の様々な取り組みがなされている。これら取り組みの根幹となる理念の一つは、災害廃棄物・津波堆積物は、処理処分するだけでなく、可能な限り材料・資源として有効利用すべきであるということだ。東日本大震災では、選別のできた可燃物、不燃物、金属くず、コンクリートがらなどは焼却処理や再生資源化が行われた。一方、破碎・選別が行われたものの、土砂が多くを占め、短期的・長期的性状が把握できない分別土砂は有効利用のボトルネックとなった。将来にむけて、発災前から津波堆積物や分別土砂の性状をあらかじめ把握し、利用用途に応じた品質を評価し、災害に備える必要がある。また発災後は、津波堆積物、分別土砂の物性を迅速に評価して、早期有効利用の道筋を立てるべきであろう。ここでも地盤工学は重要な役割を担うことになる。分別土砂を復興資材として扱うためには、破碎選別処理において、粒度が調整された均質な材料をいかに大量に生産するかにかかっている。処理機械も大きな役割を担うことになる。災害時という、いつ起こるかかわからない事象における準備は非常に難しいものではあるが、早期復旧のために、貴協会、関連する皆様のお知恵、お力が必要と感じている。

—なかの まさき 名古屋大学 大学院工学研究科

土木工学専攻 教授—

# 高機能, 施工の省力化, 省資材化を達成した 防潮堤の開発

## ハイブリッド防潮堤の開発施工事例

内田 崇浩・奈良 正

東日本大震災による被災地復興は、2015年度末までの5年間に集中的に実施することが基本方針であった。しかし、現地では多数の復興工事の並行による工事の着工困難が課題としてあり、「現場工程の短縮・現場作業員の削減」や、「現地生産資材の供給動向による影響の低減」などといったニーズが生じた。本稿ではこれらのニーズに応える解決策として開発された「ハイブリッド防潮堤」(以下「本工法」という)の施工事例等について紹介する。

キーワード：防潮堤, プレキャスト化, 工期短縮, 省力化

### 1. はじめに

昨今、建設現場における熟練労働者の不足と現場作業員の高齢化は深刻化しており、「プレキャスト化」は重要なキーワードである。プレキャストコンクリートは、工場生産のため、品質のばらつきが小さく、高品質で安定した製品が出来ることや、高品質のコンクリートでかぶりを小さくすることが出来、部材断面の減少が図れることなど、品質的なメリットが大きい。また、建設作業の機械化が図れるため、工数の削減が可能であることや、天候によって作業が左右されることがなく、正確な生産計画が立てられることなど、省力化の面も大きい。

2011年3月11日に発生した東日本大震災において、東北は壊滅的な被害を受けた。これを受け、国としては、東日本大震災による被災地復興を、2015年度末までの5年間で集中的に実施するという基本方針を決定した。しかし、被災地では多数の復興工事が同時進行で進められ、「現場工程の短縮・現場作業員の削減」や、「現地生産資材の供給動向による影響の低減」などといったニーズが生じた。これらのニーズに応える解決策として開発されたのがプレキャスト構造の本工法である。

本工法は、鋼とコンクリートのハイブリッド構造のプレキャスト部材と基礎杭から構成された防潮堤であり(図-1)、本稿では、本工法の構造概要、施工フロー、および施工事例について紹介する。

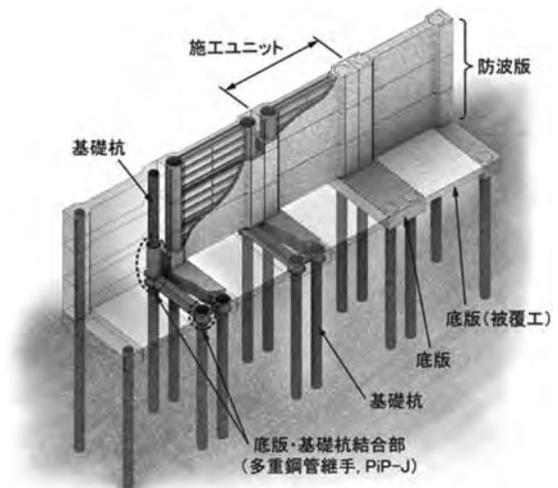
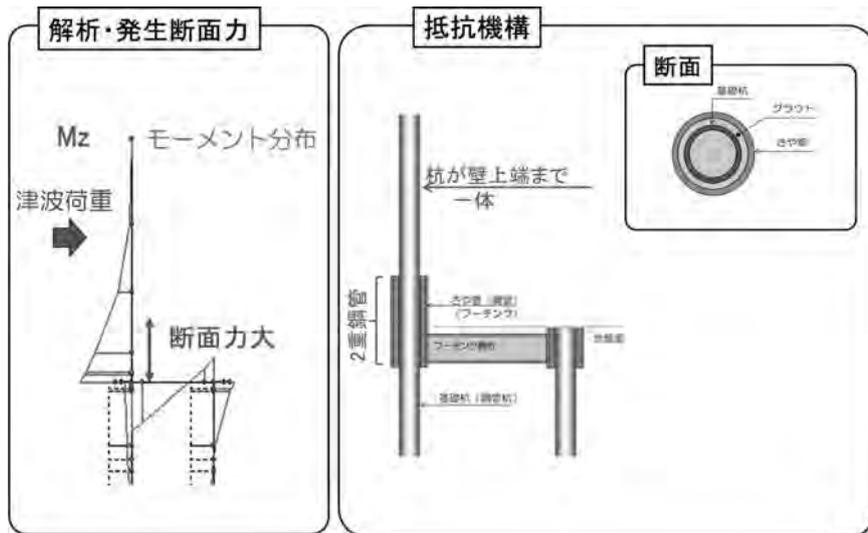


図-1 本工法概要図

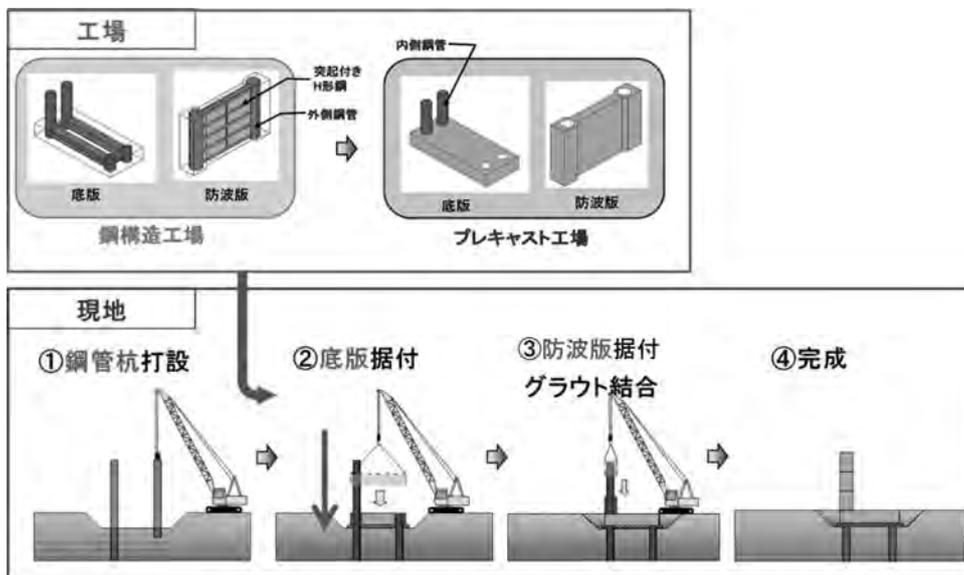
### 2. 本工法の構造概要

図-2に示すように、本工法は、壁と杭を結合する基部に特長がある。最も応力が厳しい防波版の基部においては二重鋼管構造をとっているため、鋼管径を合理的に設計し、杭径を小さくすることが可能である。また、工場製作をしたプレキャストブロックを現場の基礎杭に差し込み、基礎杭とさや管の間にグラウトを充填することで完成するシンプルな構造となっている。このような構造により、高強度と施工スピードアップの両立を実現した。

また、底版はSRC構造であるため、その張り出し幅を長くすることが出来る。そのため、津波荷重がかかった際に押し抜き、引き抜きなどといった杭反力を小さくすることが出来る。



図一2 ハイブリッドケーソンの構造概要



図一3 本工法 施工フロー図



写真一1 コンクリートブロック (左: 底板 右: 防波版)

### 3. 本工法の施工フロー

本工法の一般的な施工フローを図一3に示す。現地施工のシンプルさが最大の特徴である。鋼構造工場  
で鋼殻を製作後、プレキャスト工場に鋼殻を運び込

み、配筋、コンクリート打設し、一定の養生期間後、  
現地に搬入する。現地では鋼管杭を打設後、工場より  
搬入された底板、防波版を鋼管杭に差し込む形で据え  
付けていき(写真一1～3)、グラウトの充填を行い、  
完成となる。



写真一 2 底版ブロック据付状況 (宮城県気仙沼港)



写真一 3 防波版ブロック据付状況 (宮城県気仙沼港)

を現地搬入し、据え付けを行い、防潮堤を構築する場合（本工法）と、現場にて鉄筋組立、型枠、コンクリート打設を行い、鉄筋コンクリート構造の防潮堤を構築する場合（現場打ちコンクリート防潮堤）において、工程の比較を行った。

(2) 検討結果

図一 4 に本工法の検討構造概要図を示す。また、現場打ちコンクリート防潮堤との工程比較を行った結果を図一 5 に示す。コンクリート防潮堤は 18 ヶ月以上の工程を要するが、本工法は最短で 12 ヶ月程度の工程で完了可能となる。

施工フローにも示したように、工場にてプレキャストコンクリートブロックを製作後、現地搬入を行うため、鉄筋組み立てから型枠組み立て、コンクリート打設、脱型、養生などといった一般的な現場打ちコンクリート構造物の現地作業を省略することができ、現地工程の大幅な短縮が可能となる。現地における工数も約 80%削減出来るため（図一 6）、作業員が不足した現状の建設業界を取り巻く環境下においても、省力化という面で有効である。

また、現場打ちと比較し、生コンが約 80%減、型枠が約 95%減とすることができ、現地資材の供給動向にほとんど影響を受けないため、工程遅延のリスクを下げられる。

4. 本工法の工程

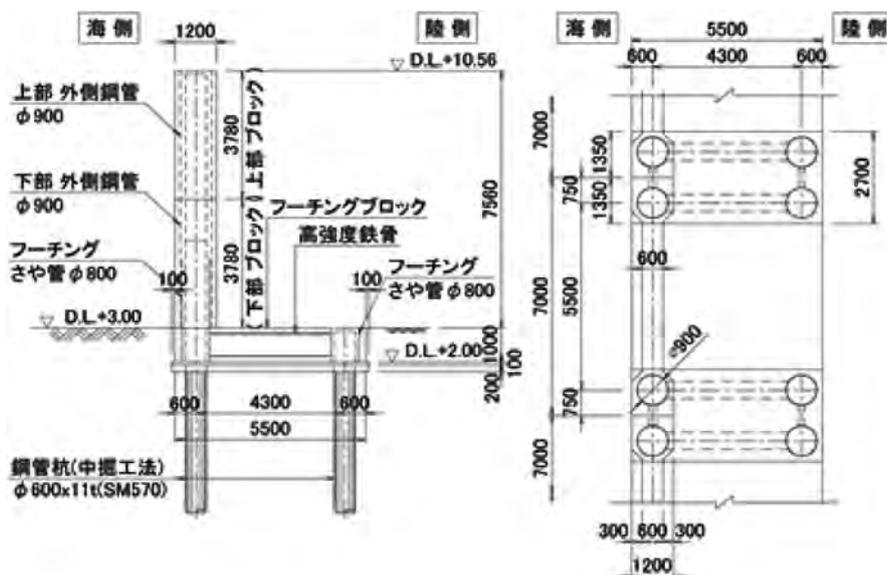
(1) 検討条件

下記に工程の検討に用いた条件を示す。壁高は 7.56 m を想定した。工場製作したプレキャストブロック

5. 本工法の適用例

(1) 宮古港嶺ヶ崎地区

写真一 4 に示すように、防波堤設置箇所付近に既



図一 4 本工法概要図

①本工法

設計完了後、最長で12ヶ月程度(施工延長1.5kmあたり)プレキャスト部材は2工場で製作

項目	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	5ヶ月	6ヶ月	7ヶ月	8ヶ月	9ヶ月	10ヶ月	11ヶ月	12ヶ月
鋼管杭	材料手配		打設									
ハイブリッド防波堤	ブロック製作	材料手配	工場製作									
	ブロック据付											
	コンクリートグラウト											
舗装												

**【計画工程検討条件】**  
 ・本工程表は、設計完了後の期間を示す。  
 ・本工程表は、施工延長1.5km当りを示す。  
 ・現場条件により見直しが必要。

②コンクリート防波堤(現場打ち)

設計完了後、18ヶ月程度(施工延長1.5kmあたり)

項目	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月	5ヶ月	6ヶ月	7ヶ月	8ヶ月	9ヶ月	10ヶ月	11ヶ月	12ヶ月	13ヶ月	14ヶ月	15ヶ月	16ヶ月	17ヶ月	18ヶ月
鋼管杭	材料手配		打設															
コンクリート防波堤	鉄筋手配加工																	
	現地配筋型枠組立て																	
	コンクリート型枠ばらし																	
舗装																		

図一五 従来式との計画工程比較

項目	ハイブリッド防波堤	コンクリートの現地施工	メリット
現地工程(日)	134	334	60%減
現地作業(工数)	287	1,492	80%減
現地資材	生コン(m)	2,160	80%減
	型枠(m)	70	95%減

図一六 現地工事の項目比較(防波堤100m当り)



写真一五 作業用足場を用いない防波版の据付状況(宮城県気仙沼港)



写真一四 施工スペースが限られた地域での防波堤構築(岩手県宮古港鉾ヶ崎地区)

設の建物がある状態であった。本工法の特徴である、①直立堤であることと②防波壁がスリムであることにより、施工性の問題をクリアした。

(2) 気仙沼港

宮城県気仙沼における施工事例を挙げる。写真一五

のように、作業足場を用いず、高所作業車のみで防波堤を構築した。通常、現場打ちコンクリート構造物で必須である足場資材が不要、且つ、足場組立作業が無くなる事でさらなる現地工程短縮・資材削減を実現した。

6. おわりに

2040年までに間違いなく発生すると言われる南海トラフ地震や、喫緊の自然災害に対し、国土防災・保全設備の早期整備が必要である。その一方で、建設現場における熟練労働者の不足と現場作業員の高齢化は深刻化しており、これから更に加速していくことが予想される。そのため、現場の省力化、省資材化が可能なプレキャスト化のニーズは今後ますます高まってい

く。本工法ハイブリッド防潮堤は、現状の社会背景におけるニーズを満たすひとつの解である。今後も採用実績を踏まえ、改善を行いながら、防潮堤を計画している地域により早く安心安全を提供していきたい。



《参考文献》

- ・管理技術者講習テキスト H28, P430, 清文社
- ・NETIS: KTK-160017-A
- ・JFE エンジニアリング(株) ホームページ  
(<http://www.jfe-eng.co.jp/products/infrastructure/coast/co03.html>)

【筆者紹介】

内田 崇浩 (うちだ たかひろ)  
JFE エンジニアリング  
社会インフラ本部 鉄構インフラ事業部



奈良 正 (なら ただし)  
JFE エンジニアリング  
社会インフラ本部 鉄構インフラ事業部  
防災保全室長



# ニューマチックケーソンによる 深さ 70 m 大深度立坑築造工事

河野 浩之・森田 篤

東京都の下水道事業では、水再生センター再構築時に不足する水処理能力を他の水再生センターで補完するとともに、地震等の災害時における水処理・汚泥処理のバックアップ機能の確保を目的とする連携事業を推進している。その一環として、東京南部地区において2か所の水再生センター間をつなぐ連絡管を構築する事業において、シールドトンネルの発進立坑をニューマチックケーソン工法により施工した。本立坑は、ニューマチックケーソン工法としては日本で最大級の深度である。

本稿では、大深度のニューマチックケーソン工法の施工に関して、設備や施工管理、沈下精度向上および沈下促進対策などについて紹介するものである。

キーワード：ニューマチックケーソン工法、大深度立坑、無人化施工、地盤特性、沈下促進対策

## 1. はじめに

東京都下水道局では、水再生センター再構築時に不足する水処理能力を他の水再生センターで補完するとともに、地震等の災害時における水処理・汚泥処理のバックアップ機能の確保を目的とする事業を推進している。その一環として、東京南部地区に位置する芝浦水再生センターと森ヶ崎水再生センターとをつなぐ連絡管を構築する事業が平成25年度より進められており、二つの水再生センターに向かってシールドが発進するための立坑をニューマチックケーソン工法により築造した。立坑深度は71.8mで、ニューマチックケーソン工法としては国内最大級の大深度立坑である。

## 2. 立坑工事概要

立坑は森ヶ崎水再生センターから約2.3km、芝浦水再生センターから約5.6kmの地点にあり、京浜運河に隣接している大井ふ頭中央海浜公園の中に位置する。工事完成後は点検用の設備を築造し、管理用の施設となる。図-1に連絡管のルートおよび立坑の位置を示す。

立坑の工事概要は以下のとおりである。

工事場所：東京都大田区東海地内

工期：平成25年9月26日～平成28年2月1日

立坑外径：φ19.0m

立坑深さ：71.8m



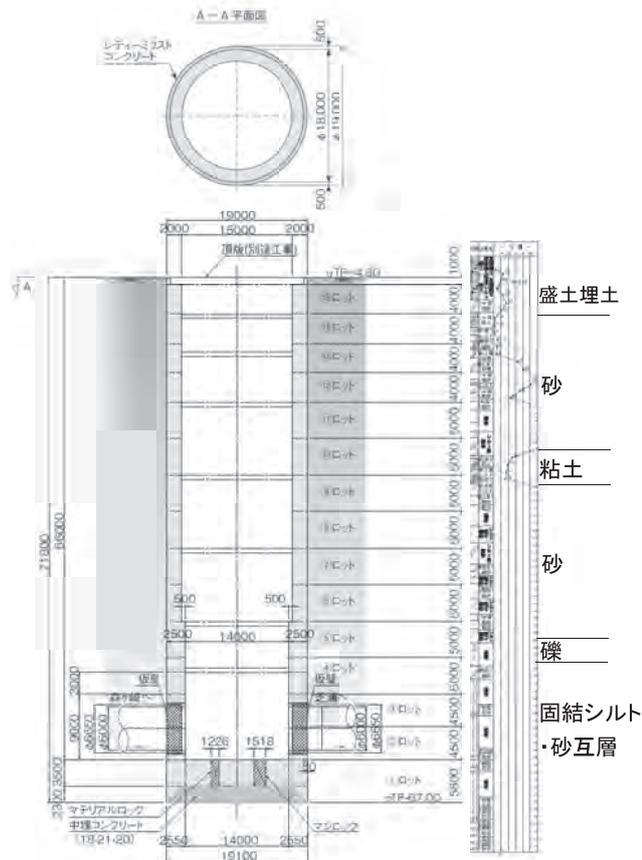
図-1 連絡管ルートと立坑位置

掘削工：21,508 m<sup>3</sup>

コンクリート工：8,605 m<sup>3</sup>

鉄筋工：1,167.8 t

図-2に立坑の構造と地質柱状図を示す。また、写真-1、2に立坑構築状況を示す。



図一 立坑構造と地質

### 3. 沈下掘削とケーソン設備

#### (1) 沈下掘削

立坑は、全体を15ロット（底版部1ロット，側壁部14ロット）に分割して施工し，側壁部の1ロットの高さは5.0 mと4.0 mである。

作業室内にケーソンショベルを3台天井に据え付け，その間に衝突防止台車を設置してお互いが接触しないようにして掘削する。作業気圧0.18 MPaまではオペレーターが直接操作して掘削する「有人機械掘削」にて行ったが，作業気圧が高くなると作業時間の制約を受けることから，地上遠隔操作による「無人機械掘削」にて行った。写真一3に作業室内における掘削状況，写真一4に地上遠隔操作室内における遠隔操作の状況を示す。



写真一 立坑構築状況全景



写真一 3 作業室内掘削状況



写真一 2 立坑構築状況

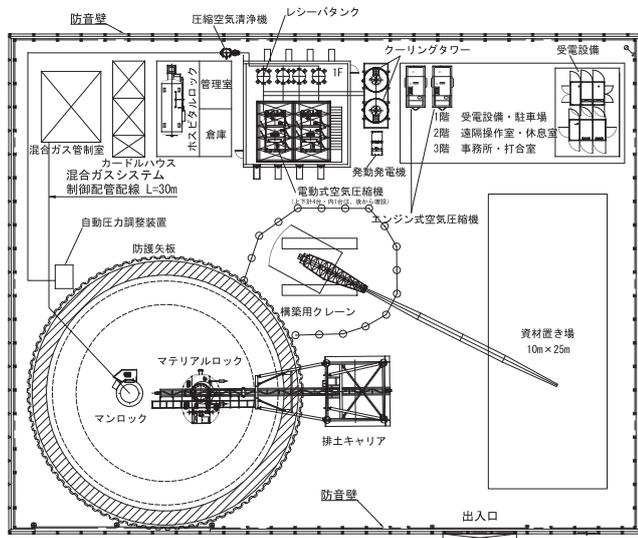


写真一 4 遠隔操作状況

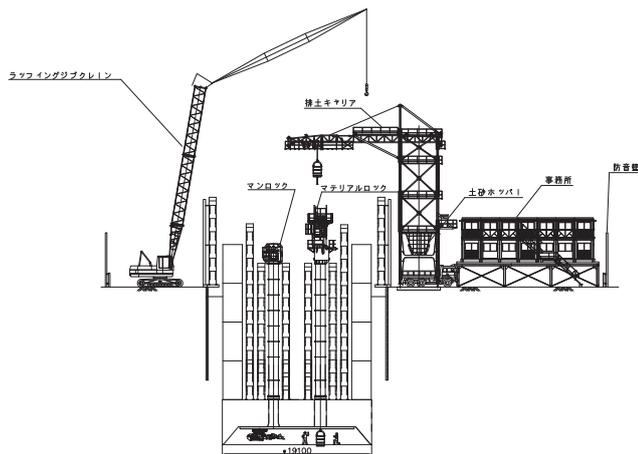
掘削した土砂は作業室内にて1 m<sup>3</sup>のアースバケットと排土キャリアにて地上に引き上げて一旦，50 m<sup>3</sup>の土砂ホッパーに貯めた。その際，マテリアルロックの中を通過していくが，排気による騒音対策として，上部に消音装置を設置した。発生土はその後，大型ダンプトラックに積み込んで所定の場所へ搬出した。

(2) ケーソン設備

図一3に設備配置平面図, 図一4に設備配置断面図を示す。



図一3 設備配置平面図



図一4 設備配置断面図

(3) 施工管理

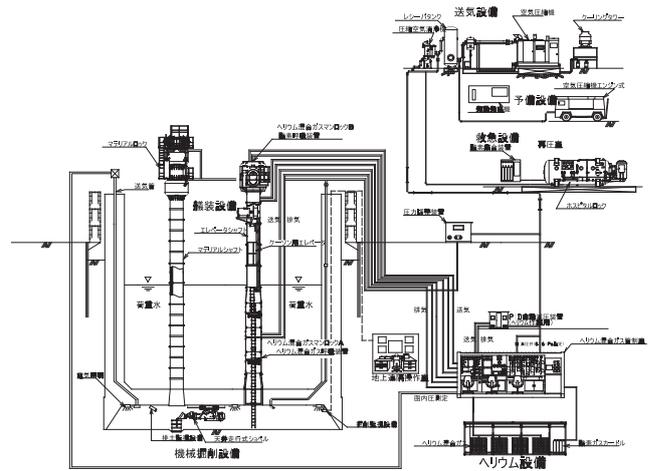
施工中では各種計測機器を配置して、ケーソン躯体に働く力(刃口反力, 周面摩擦力), 沈下時の姿勢(鉛直変位, 傾斜)などを測定し、実際の状況を計測管理によってリアルタイムに検証しながら施工を進めた。

本工事における特長の一つに大深度ということがあり、最大作業気圧は0.54 MPaと高い。そのため、減圧症対策に重点をおいた。その主な設備は以下のとおりである。

- ・酸素減圧：0.18 MPa 以上
- ・ヘリウム混合ガス使用：0.39 MPa 以上
- ・エレベーターの早期使用：30 m 以深

さらに、ブラックプール減圧表を採用した自動減圧装置ならびに減圧管理システムを併用して、所定の減

圧時間を確実に確保するとともに、個人の入退坑記録をコンピューターにて管理した。一方、函内の作業環境も重要な安全管理の一つであり、酸素濃度や有害ガス等5項目をリアルタイムに監視し、異常値が発生した場合にはただちに警報にて周知するシステムを導入した。万一、緊急事態が発生し、緊急減圧を行った場合に備え、救急再圧のための酸素呼吸装置付きのホスピタルロック(再圧室)を常設した。図一5にヘリウムガス設備概要図, 写真一5にホスピタルロックを示す。



図一5 ヘリウム設備概要図



写真一5 ホスピタルロック

(4) 精度向上対策

本立坑構築地点の深部では硬質な固結シルト層と軟質な介在砂層が分布し、層厚は平面的な変化に富んでいる。そのため、外径19mの円周状刃口に作用する刃口抵抗は場所によって異なり、平面的に不均一な(偏った)抵抗力が作用する。ケーソンを精度よく沈設させるためには、事前に得られているケーソン中心線に沿った土質情報に加え、ケーソン刃口(円周)付近の土質状況が重要である。沈下掘削管理では、刃先

抵抗や周辺摩擦などの計測に加え、ケーソン外周に沿って調査ボーリングを実施し、これらの情報をオペレーションに反映した。

#### 4. 沈下促進工

##### (1) 滑材注入

沈下を促進するために躯体の周面摩擦の低減を目的として、沈下と平行して側壁と地山との空隙部に滑材（商品名：ネオモール21）を注入している。この材料は、粉末状の液型滑材であり、粒状弾性体（高吸水性樹脂）が土粒子の間隙へ目詰まりをおこし、初期粘性が高いことから摩擦低減効果が大きい材料である。

##### (2) 地盤改良による沈下促進対策

ケーソンの沈設が進んだ段階で、深度50m以深の固結シルト層において、ケーソン側面に大きな地圧が作用する中、硬い地盤によって躯体が拘束されたため、さらなる沈下促進対策が必要となった。

砂質系地盤に対してはケーソン周面の摩擦低減を目的として、高圧噴射攪拌工（JSG工法）により地盤改良を実施した。JSG工は、人為的に地盤を切削攪拌して改良あるいは置換するものであるため、限定された範囲を確実に地盤に変化を与えることなく改良することが出来るとともに地盤に応じた強度が期待できる。今回の施工では、JSGの機械を使用し、硬化材は使用せずベントナイト溶液を噴射させることで躯体に付着した土砂を切削しながら、切削攪拌した地盤を保持させた。

固結シルト層に対しては、躯体周囲地盤の応力を解放して、躯体に働く拘束圧を緩和することを目的に

BH工法による地山の置換を行った。BH工法では大型のボーリングマシンを使用し、ボーリングロッドの先端に取付けた掘削用ビットを回転させて掘削を行う。掘削は安定液を試錐ポンプによりビット先端に送り、正循環による上昇水流によって掘削土砂を孔口に運び、孔口に設置したサンドポンプで排出する。安定液（ベントナイト溶液）は、濃度調整しながら循環使用し、削孔した孔壁を保持する。図-6に沈下促進対策工断面図、図-7に沈下促進対策工平面図、写真-6に沈下促進対策施工状況を示す。

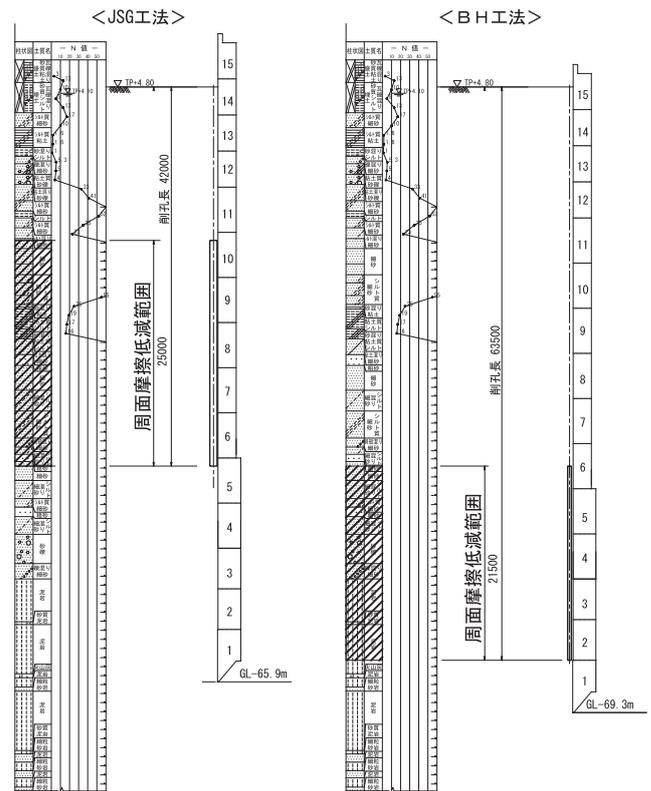


図-6 沈下促進対策工断面図

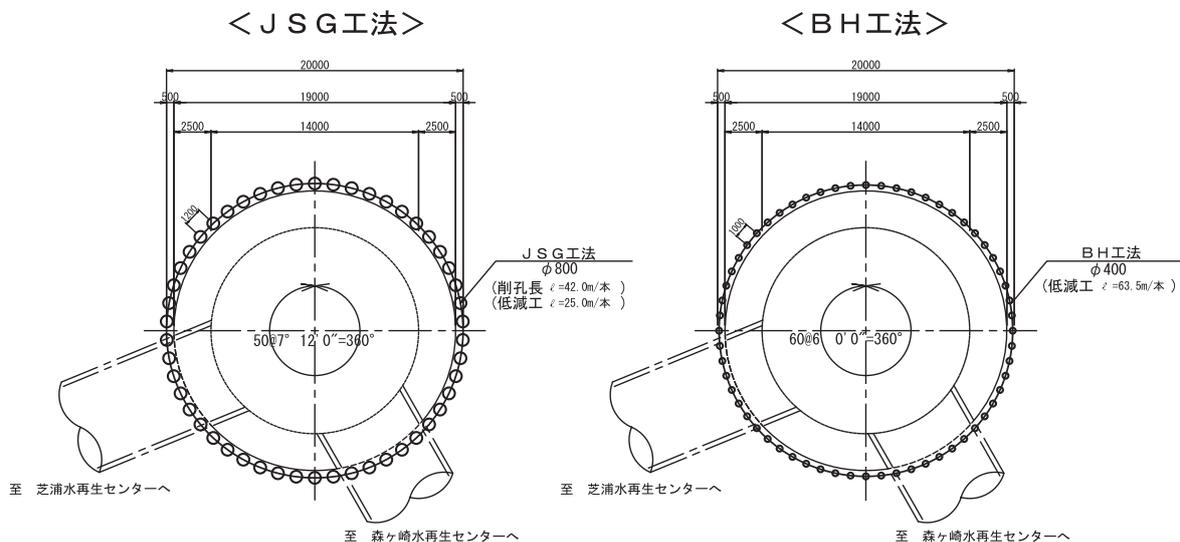
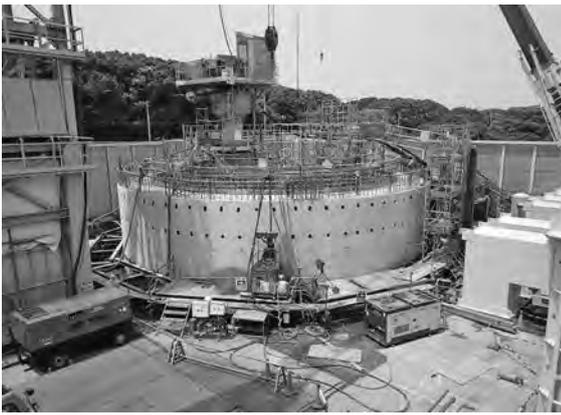


図-7 沈下促進対策工平面図



写真—6 沈下促進対策施工状況

## 5. 周面地盤復旧工

ケーソン沈下促進対策による周面地盤の緩み箇所を原地盤相当強度に復旧することを目的に、置換されたベントナイト安定液にセメントミルクを攪拌して泥水固化による地盤強度の回復を行った。

一般的なトレミー管を使用したエアブローによる泥水固化方法では、掘削孔の底部原位置でエアブローをするため攪拌できる深度に限界があり、また、安定液とセメントミルクの攪拌が十分に行われないことが懸念される。今回の対象範囲は60 m以深であり、かつシールド発進坑口部であるため、30 m以深の深度においても所定容量毎に攪拌できる高圧噴射攪拌工の攪拌機械を使用して、安定液とセメントミルクを混合して泥水固化した。施工後、ボーリング調査にて復旧地盤の強度確認を行った。

## 6. おわりに

ニューマチックケーソン工法では国内最大級深度となる、深度71.8 mの当立坑構築工事は、深度毎の土質変化に加え、深部の固体シルトと砂の互層においては層厚や性状の平面的な変化にも富んでいるため、沈下促進および沈設精度の確保が非常に難しい工事であった。今後のニューマチックケーソン工法、大深度立坑工事の施工技術の向上にむけて、当工事で得た知見が有用な情報となれば幸いである。

## 謝 辞

最後になりますが、事業者の東京都下水道局、発注者の日本下水道事業団はじめ、当地域地盤の地層構成や物理特性応じた施工上の留意事項に関して、ご指導を賜った龍岡文夫名誉教授に感謝いたします。

J C M A

### 【筆者紹介】

河野 浩之 (こうの ひろゆき)  
前田建設工業(株)  
土木事業本部 技術部  
部長



森田 篤 (もりた あつし)  
前田建設工業(株)  
土木事業本部 技術部  
技師長



# 狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と 施工事例

## 超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18

竹田 茂嗣・加藤 精亮

近年、都市部で行われる駅改良事業等で施工される基礎杭は、用途の多様化による施設の大型化により大口径化の傾向にあるが、その作業条件は駅施設を利用されるお客さまの利便性を維持するため、きわめて狭隘な空間であることが多く、既往の場所打ち杭機械掘削工法では施工不能なケースが多く見受けられた。

また、道路高架や建築物の耐震補強のための増し杭等においても、駅改良と同様に既往インフラを使用しながらの工事が多く、利用者への配慮から最小限の施工空間での施工が強いられる。このような条件下においても、大口径の場所打ち杭施工が可能な超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18（以下「本工法」という）を開発した。本稿ではその概要と施工事例について報告する。

キーワード：基礎、場所打ち杭工法、狭隘空間、駅改良、耐震補強

### 1. はじめに

高度成長期に急速に整備された我が国の交通インフラの多くは、その後の長い年月を経て老朽化・劣化が進んでおり、機能や安全性を維持するための補修・補強・更新等の再構築が唱えられて久しいが、たとえば鉄道駅はホーム・コンコース等のスペースの狭さや依然多い段差、エスカレーター・エレベーター設置の制約、ホーム・階段幅の不足による混雑時の滞留や、他交通モードとの乗換えの円滑化、さらには駅を挟んだ地域の分断等が課題として挙げられており、これらを改善するため自由通路の確保やバリアフリー化、さらには周辺地域の活性化を図る目的で、総合的な改善や生活支援機能の集約による駅空間の高度化を図る駅改良事業が進められている。このような事業では、駅機能が高度化され施設は大型化の傾向（図-1）にある

が、その一方で施設を構築する空間は多くの場合ホーム（線路）上空に求めることとなり、その柱・基礎はホーム上に設置することとなるが、ホームの利便性から考えて、多数配置することは困難であり、配置する柱及び基礎杭径は大きくなる傾向にある（図-2）。

一方、同種の工事は多くが狭隘で低空頭の作業条件下であり、施工可能な従来技術は深礎工法のみというような状況が、多く見受けられてきた。深礎工法は止水や地盤強化のための薬液注入を実施した後に人力掘削するため、非効率・高コストである（写真-1）。

また、類似技術のTBH工法（写真-2）では、適用杭径は最大2.0mと小さく、その掘削機は同種の工事に用いるには大きすぎて、駅利用者の利便性を維持するための空間確保の必要性から施工が困難となる。これらの課題を解消するため、本工法を開発した（図-3）。



図-1 駅改良工事完成予想の例

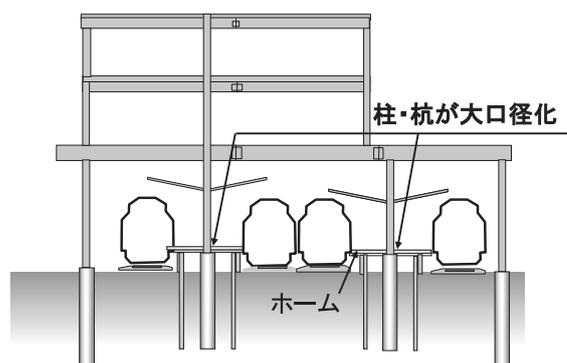


図-2 大口径化する線路上空建物の杭・柱



写真-1 深礎工法



写真-2 類似技術 (TBH 工法)

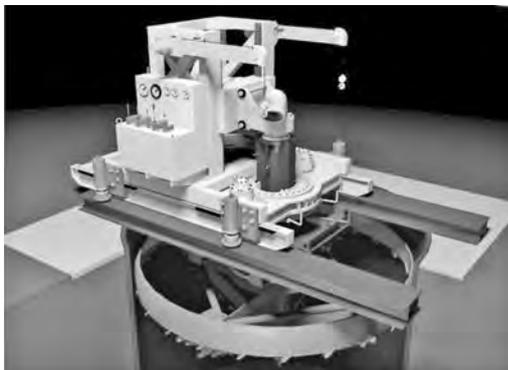


図-3 超低空頭場所打ち杭工法

## 2. 工法の概要

本工法は、従来から鉄道近接工事の場所打ちコンクリート杭に数多く用いられてきた信頼性の高いリバースサーキュレーションドリル工法を採用した。その仕様を表-1に示す。

高さ1.8mと超低空頭仕様となっており、加えて平面的な形状も2.05m×2.95mで本体重量は約4tと類似技術の杭施工機械と比較して、大幅に小型化かつ軽量化を図った。

この施工機械の特徴である超低空頭化を実現するため、駆動方法はターンテーブル方式を採用した。

類似技術の施工機械では、駆動モータをロッド上部に配置するトップドライブ方式が用いられていたが、本工法では図-4、5に示すように、ベースフレーム部にターンテーブルを配置、ターンテーブル側部に配置した2台の小型油圧モータによりターンテーブルとロッドを回転させ、掘削を行う方法とした。これにより機械高さ1.8mの超低空頭仕様であっても、掘削ビットの上下の移動距離であるフィードストロークを1.1m確保でき、また機械を軽量・小型化したにもか

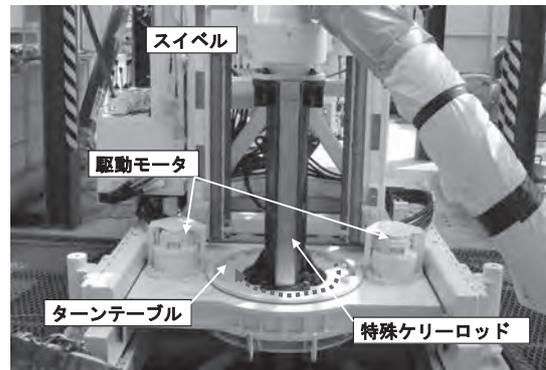


図-4 駆動方法

表-1 仕様一覧

工法名称	超低空頭場所打ち杭工法
機械名称	コンパクトリバース JET18 タイプ (略称 C-JET18)
形式	ターンテーブル式リバースサーキュレーションドリル工法
機械本体	寸法：(H) 1,800 × (L) 2,950 × (W) 2,052 (mm), 重量：約 4,000 (kg)
油圧ユニット	原動機：30 kW × 4 P, 200 V 寸法：(H) 1,350 × (L) 1,750 × (W) 900 (mm), 重量：約 1,100 (kg)
掘削性能	適応杭径：0.8 ~ 3.0 (m), 最大掘削深度約 50 (m)
適用ロッド	特殊ケリーロッド (8B, L = 1,000 mm)
その他	スピンドル回転数：LOW 7.5 rpm, HIGH 15 rpm スピンドルトルク：LOW 29.4 kN-m HIGH 14.7 kN-m フィードストローク：1,100 mm フィードロード：MAX.98 kN (上昇, 下降) 掘削管理システム搭載 (孔内水位安定化システム連動)

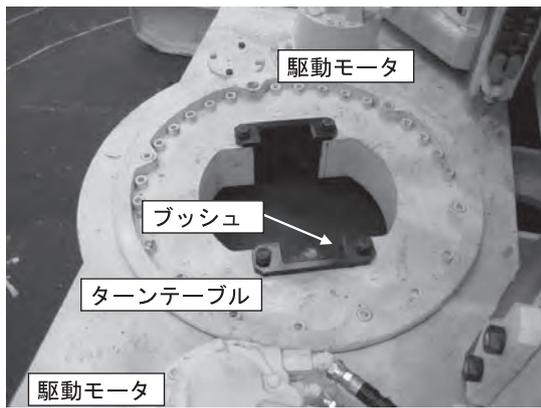


図-5 ターンテーブル詳細

かわらず類似技術の約 1.7 倍である 29.4 kN・m の掘削トルクを装備, 最大杭径 3.0 m まで掘削を可能とした。

また, ロッドはターンテーブルに取り付けたブッシュと呼ばれる凹部に噛み合わせるよう全長にわたって凸部のある特殊ケリーロッドを開発した(図-6)。掘削時にはこのブッシュ部分を介して回転をロッドに伝達し, 下方へ凸部をスライドさせる。ロッドが機械の最下部まで下りると新たなロッドを接続するが, この接続作業では, ターンテーブルと同じ高さでボルト締め込み作業が必要となるため, あらかじめボルトは



図-6 特殊ケリーロッド

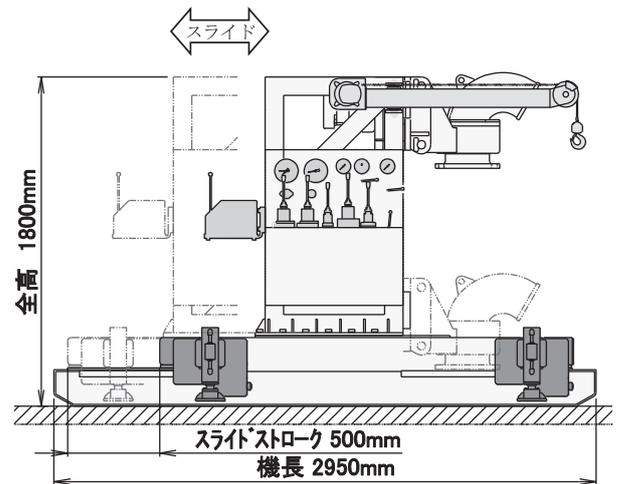


図-7 マストのスライド

先行ロッドに固定しておき, 後続のロッド差込み後, 上部よりナットを締め込む方式とした。

さらに, ロッド接続時には, 図-7に示すように, マストを移動させることで, 接続ロッドをロッド芯に容易にセットすることができ, ストローク余裕のない状態でも良好な作業性を確保した。

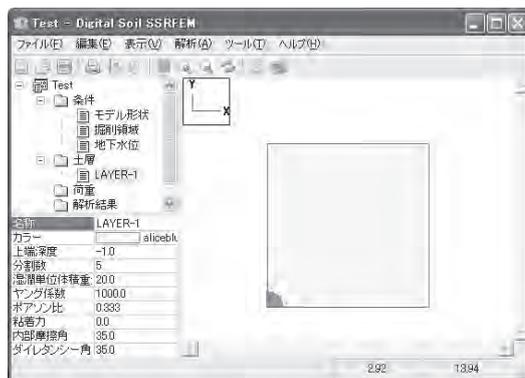
以上のような工夫により, 類似技術 (TBH-8, H = 4.4 m) の約 4 割程度の機械高さを実現することを可能とした。

### 3. 施工管理システム

駅改良工事の杭施工箇所の多くは, 鉄道営業線近接工事であり, 杭の孔壁崩壊は即大事故に発展するリスクが潜在している。そのため, 以下のシステムを開発し, 運用・搭載することで安全性の向上に努めている。

#### (1) 杭孔壁の安定解析ソフトウェア<sup>1)</sup> (図-8)

本ソフトウェアは, 「せん断強度低減法」を用いた場所打ち杭の孔壁挙動解析手法であり, モデル形状・



メイン画面

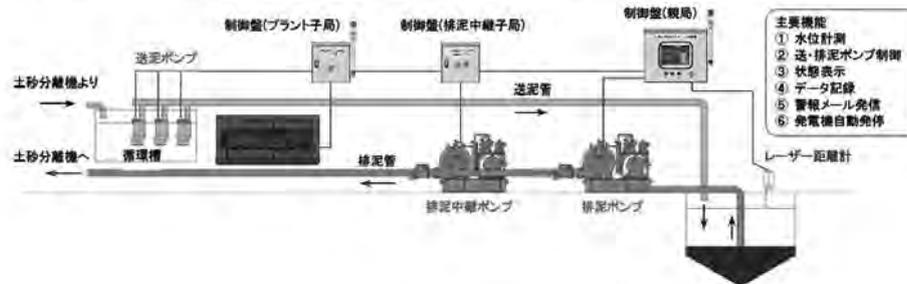


結果表示例

図-8 杭孔壁の安定解析ソフトウェア

### 孔内水位安定化システム 掘削時の安全性向上

- 水位管理の品質向上
  - ・ 水位を標高値で表示するため現在値の良否が明確です。
  - ・ 水位計測データを制御に使用。従来の電極による水位検知に比べ、きめ細やかな制御が可能です。
  - ・ 水位変化の速さ、設定水位との差の大きさに応じて送泥ポンプの運転台数を制御するため、水位変動を小さく抑えることができます。
- 安全性の向上
  - ・ 水位に応じて送・排泥ポンプを統括制御するため、人為的過誤による水位低下を防止できます。
  - ・ 水位低下時は、状態表示灯と警報メール発信で速やかに工事関係者に通知します。



図一 9 孔内水位安定化システム

削孔径・削孔長・口元管有無および設置長・土層構成・各層土質定数・地下水面高・比重・安定液水位・比重・地表面荷重を入力することで、全体安全率・安全率カウンター図等が出力され、必要な補助工法の範囲や孔内水位の管理値などを決定することができる。

#### (2) 孔内水位安定化システム<sup>2)</sup> (図一 9)

杭工事における孔内水位の管理は施工中の孔壁の安全性を左右するものであり、非常に重要である。上記(1)の解析で決定した孔内水位の管理値を、細やかにコントロールでき、かつ異常水位が発生した場合は緊急通報ができる孔内水位管理システムを開発した。これにより、孔内水位の変動余裕が非常に小さい超低空頭の施工条件においても、孔内水位を厳密に管理することで安全を確保している。

#### (3) 掘削管理システム<sup>3)</sup> (図一 10)

類似技術のTBH工法等には、施工時のデータを記録するシステムを装備されていなかったが、本工法では各種掘削データを自動計測し記録、また可視化する掘削管理システムを搭載。これにより、孔壁測定データ等と照合することで、次の杭掘削にフィードバックが可能となった。

## 4. 施工例

本工法は、すでに300本を超える施工を行っているが、その中でも本工法の特徴が特に有効であった2つの施工事例について報告する。

### 掘削管理システム 施工情報の視覚化

掘削機の運転データを、リアルタイムでグラフ化し、現在の掘削状況を分かりやすく表示します。

オペレータには簡潔な専用表示器により運転操作の指標を提供し、施工品質の向上に貢献します。



掘削管理モニター画面

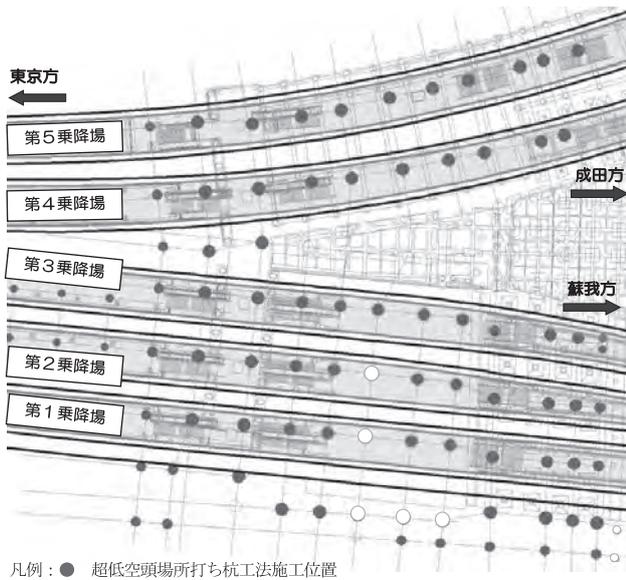
図一 10 掘削管理システム

#### (1) 千葉駅改良・建替工事における基礎杭の高架下施工

本工事は既存の5面のホーム直上に人工地盤を構築して橋上駅施設・商業施設を新築し、合わせて既存駅ビルの建替を行うものであり、その人工地盤、橋上駅施設等の基礎杭はφ1.5～φ3.0m、杭長22.0～38.0mの場所打ち杭で、本数は以下に示すとおりである(図一11)。

φ 3.0 m	46 本	φ 2.8 m	8 本	
φ 2.5 m	3 本	φ 2.3 m	13 本	
φ 1.8 m	10 本	φ 1.5 m	6 本	合計 86 本

ほとんどの杭施工箇所は初電から終電までお客さまが利用される駅構内であり、その中でも高架上設備の移設が困難な箇所においては、開口を設けて掘削機や



図一 11 千葉駅基礎杭配置図

鉄筋かごなどの資機材を上空より大型クレーンで投入することができない条件であり、お客さまがいない夜間の時間帯に高架下のコンコースを利用し、資機材の搬入を行った。

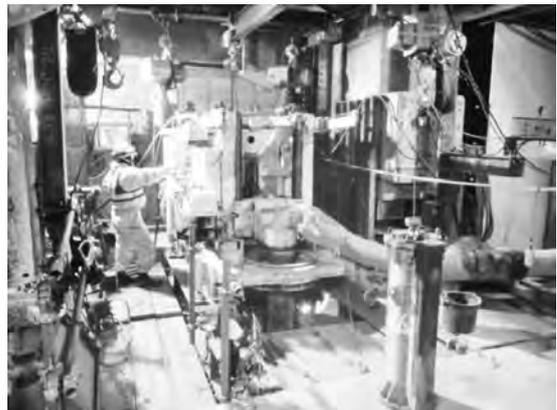
掘削機は、運搬可能な範囲はフォークリフトを用い(写真一3)、空頭が低くフォークリフトでは運搬できない箇所においては、油圧ユニットに電源ケーブルを接続し、ベースフレームのスライドジャッキを用いて自走し(写真一4)、所定の箇所に設置した(写真一5)。

掘削ビット・スタビライザーや短尺の鉄筋かごの杭孔への投入は、予め杭孔上に設置しておいた吊り込み架台を使用した(写真一6, 7)。

なお、資機材搬入の容易性と、掘削時の孔壁安定性を確保するため孔内水位を地下水位+2m以上を維持するため、作業床はコンコース階レベルとし、地下階からコンコース階レベルまでは口元管をかさ上げ、さらに作業床補強のための地下階より仮設構台を設置した(図一12)。



写真一 4 スライドジャッキを利用した自走



写真一 5 高架下での設置、掘削の状況



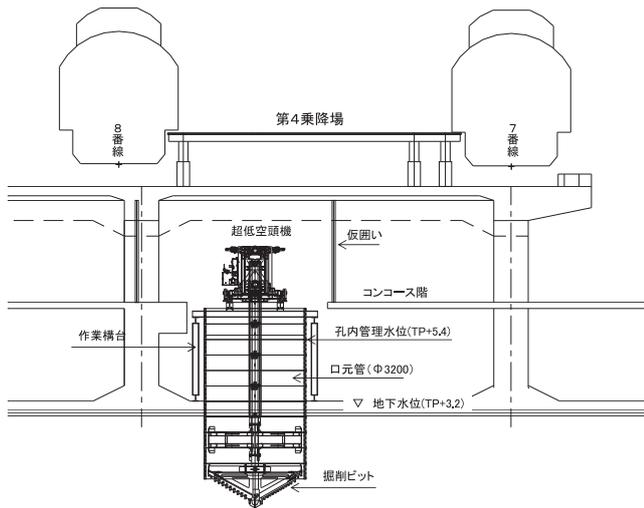
写真一 6 吊り込み架台



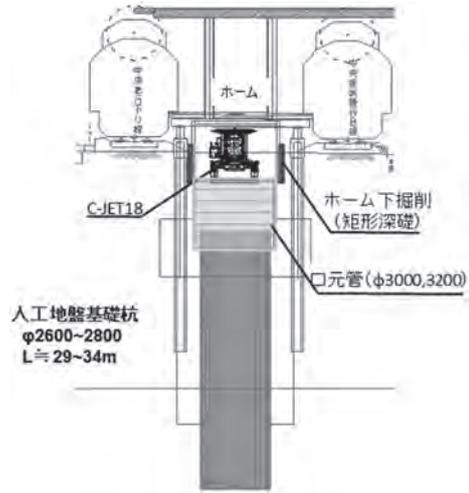
写真一 3 フォークリフトによる超低空頭機運搬



写真一 7 鉄筋かごの吊り込み状況



図一12 高架下施工状況図

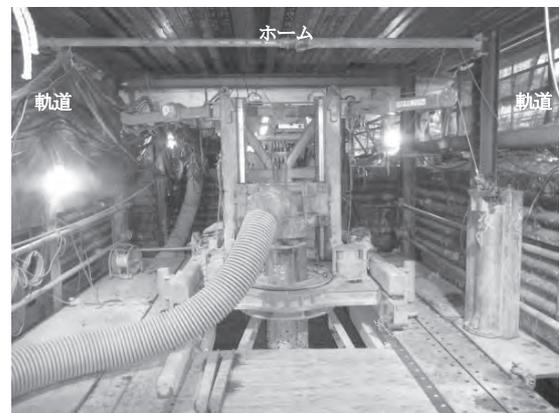


図一14 掘削機配置図

### (2) 御茶ノ水駅改良工事のホーム下施工

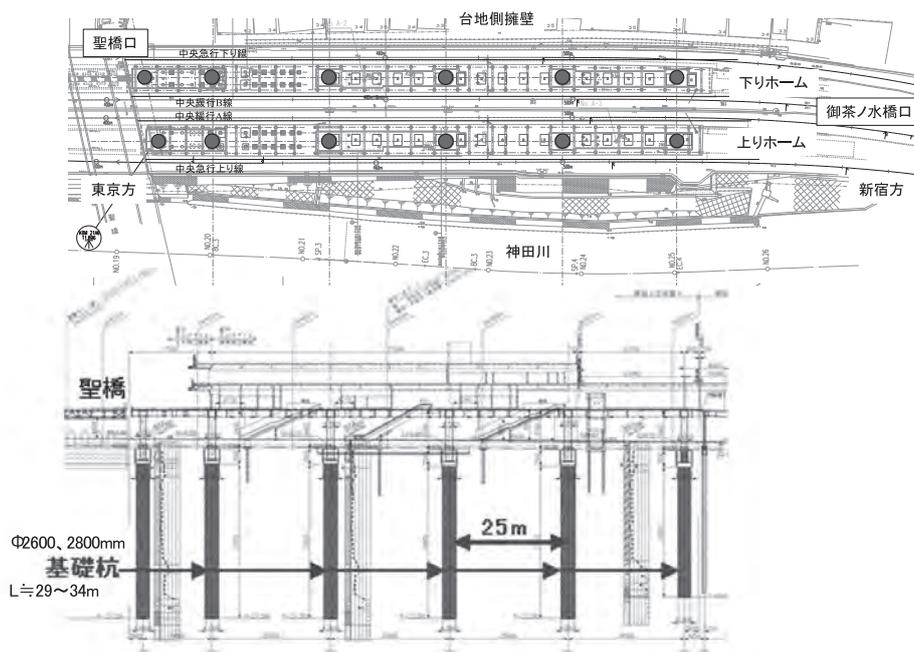
本工事は、2面島式ホームの線路上空に聖橋口と御茶ノ水橋口を結ぶ人工地盤を構築し、エレベーターとエスカレーターを設置することにより、バリアフリールートを整備する工事である。人工地盤の面積は約2,900㎡、その基礎杭はφ2.6mが4本、φ2.8mが8本の12本であり、杭長は約29m～34mである(図一13)。

ホーム上はラッシュ時に混雑することから、杭施工に必要な仮囲いをホーム上に設置するとお客様の流動を阻害する恐れがあったため、盛土ホームを桁式ホーム化するとともに、ホーム下に仮土留めと掘削を行うことで、掘削機械を設置するスペースを確保した



写真一8 掘削機配置状況

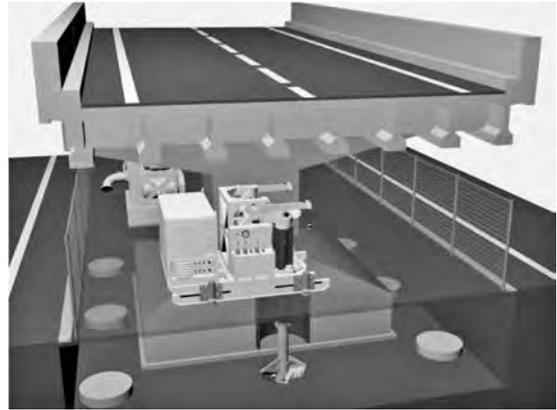
(図一14, 写真一8)。また、ホーム面に開閉可能なハッチを設置することで、ホーム下の施工スペースへの出



図一13 御茶ノ水駅 基礎杭配置図



写真一 9 開閉可能なハッチの状況



図一 15 道路高架の増杭施工例



写真一 10 鉄筋かごの吊り込み状況

入りを可能とした(写真一 9)。

当該箇所は、神田川と台地側擁壁に囲まれた場所であり、施工ヤードが設置できないことから、神田川上空に仮設栈橋を設置し、栈橋を作業ヤードとして施工した。掘削機や鉄筋かごの杭孔への投入は、ホーム覆工及び上家に開口を設け、作業ヤード上に120tクローラークレーンを用いて、き電停止間合いにて設置した(写真一 10)。

## 5. おわりに

以上のように、従来は非効率な深礎工法以外に選択肢がなかった狭隘な施工条件であっても、超低空頭場所打ち杭工法の適用により、効率的な場所打ち杭施工が可能である。本工法がさらなる社会インフラ整備の充実に貢献できれば幸いである。なお、本工法 C-JET18 は JR 東日本・鉄建建設・東亜利根ボーリングの3社が駅改良工事等を対象に共同開発したが、本稿で紹介

した事例の他にも道路高架や建築物の耐震補強のための増杭(図一 15)など、インフラを維持しながらの改良や補強工事等に適しており、そのニーズは多いと考えている。より多くの工事で採用していただけるよう鉄道 ACT 研究会<sup>4)</sup> PR 対象工法に登録、同研究会の会員会社に工法を公開している。

JCMA

### 【参考文献】

- 1) 太田正彦, 渡邊康夫, 山本淳, 孔壁崩壊試験による場所打ち杭の孔壁挙動解析手法の検証 土木学会第 65 回年次学術講演会, III -321, p641-642
- 2) 岩瀬隆, 栗栖基彰, 和田旭, 場所打ち杭の孔内水位管理システムの開発 土木学会第 67 回年次学術講演会, VI -282, p563-564
- 3) 鈴木啓晋, 池本宏文, 今野博史, 山本淳, 古澤晋司, 列車運行時間帯における大口径場所打ち杭の施工 土木施工, 2013.8, Vol54, No.8, p60-63

### 【補足説明】

- 4) 鉄道 ACT 研究会 (<http://www.rail-act.org/index.html>)  
 鉄道建設技術の向上と普及の推進, その健全な発展を目的に発足。主な事業は、会員各社様が開発・保有する優良な鉄道建設・改良に係る技術の向上と普及のための広報活動、技術支援、改善に向けた研究、技術資料の整備及び刊行など。正会員は鉄道事業者・ゼネコン中心に 81 社、特別会員は設計会社を中心に 54 社、合計 135 社。

### 【筆者紹介】



竹田 茂嗣(たけだ しげつぐ)  
 鉄建建設(株)  
 建設技術総合センター 研究開発センター  
 施工技術グループ  
 グループリーダー



加藤 精亮(かとう せいすけ)  
 東日本旅客鉄道(株)  
 東京工事事務所 工事管理室  
 基礎・土構造グループ  
 グループリーダー

# 地中障害物撤去の新技术・新工法の開発

## A-CR 工法

衣笠正則・井上雅弘

A-CR (Absolute CRushing) 工法 (以下「本工法」という) は、硬質地盤用オールケーシング工の掘削の確実性とコンクリート圧砕機の圧砕力とを融合させた、低騒音・低振動で、安全に、環境にも配慮しつつ、汎用的に、鉄筋コンクリート、各種杭材等の硬質な地中障害物を速やかに撤去する新技术である。

本稿ではその基本的な装置構成および特長といくつかの最近の施工事例を紹介する。

キーワード：地中障害物撤去、ケーシング、圧砕機、低騒音・低振動、鉄筋コンクリート、橋梁基礎、ケーソン、ポンプ場

### 1. はじめに

平成 26 年度にインフラ長寿命化計画 (行動計画) が策定され、各種構造物の点検・診断／修繕・更新が進んでいる。

その背景には、例えば現在の我が国の橋梁において約 15 万橋 (橋長 15 m 以上) の橋梁のうち戦後間もない 1950 年までに架設された道路橋は約 5,000 橋に過ぎず、残りの 97% は自動車の普及に伴って近代的な道路整備が本格化した高度経済成長期以降であるため、1995 年には 1 万橋に満たなかった橋齢 40 年以上経過した道路橋は 2005 年に 2.5 万橋、2015 年には 6.4 万橋にまで急速に増え続けており、また、直轄国道で定期点検を実施した橋梁のうち、橋齢 40 年以上の約 5,000 橋の分析の結果、早急な補修が必要な橋梁が 45% に上り、半数近い橋梁に早急な補修が必要な損傷が報告されているなどの現状がある。

更に、90 年代半ば以降、阪神淡路 (1995)、鳥取県西部 (2000)、新潟県中越 (2004)、東日本 (2011)、熊本 (2016) と震度 7 に達する大地震がほぼ 5 年に一度の割合で、想定を超える広い範囲で発生している現状があり、全国的な構造物の耐震化は急務であり、補修・補強で対応できる範囲を超え更新を選択する事例も増えるものと予想される。

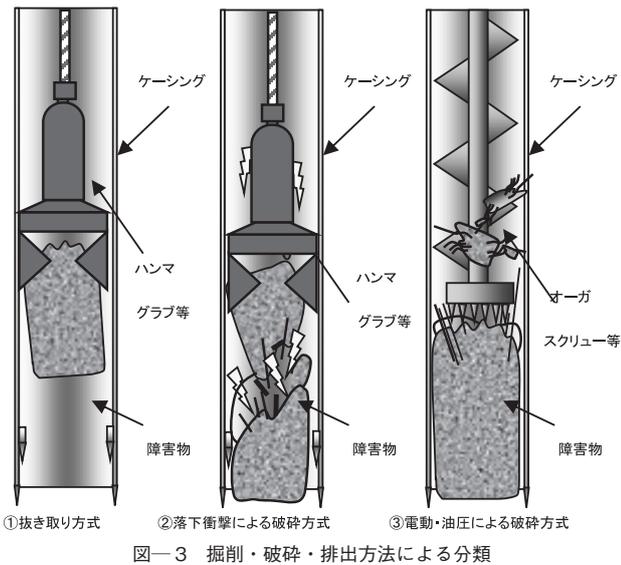
また、年々施工難度の高まっていることを実感する現場の感覚からいっても、上記のように今後増加する高度経済成長以降の当時の技術革新と共に頑丈になった構造物の撤去は、それ以前の構造物よりも撤去時の施工難度が高まることも必至である。

こうした現状において、全国各地でいよいよ本格化しつつある長寿命化計画における各種構造物の更新工事に向け開発した、低騒音・低振動で、安全に、環境にも配慮しつつ、より汎用的に硬質な地中障害物を速やかに撤去する本工法のいくつかの施工実績について報告する (写真-1)。



写真-1 本工法





図一三 掘削・破砕・排出方法による分類



写真一三 ハンマクラブで破砕・把持した岩盤・転石

式もしくは油圧式（スクリュー等による）掘削による破砕方式の3つのタイプに分けられる（図一三参照）。

①抜き取り方式

硬質地盤や岩盤を掘削対象として開発された（図一四、写真一三参照）全回転式オールケーシング掘削機を用い、ケーシング内壁側に取り付けた専用の切削ビットで障害物の周囲にリーミングを施し、ハンマクラブのシェルで把持して排出する方法がある。

更に近年では、ケーシングの回転圧入の際に、高圧のウォータージェットカッタを用いて地盤と障害物との縁を切り、障害物を原型のままワイヤーをかけて、クレーンにより抜き取るなどの方法が行われている。

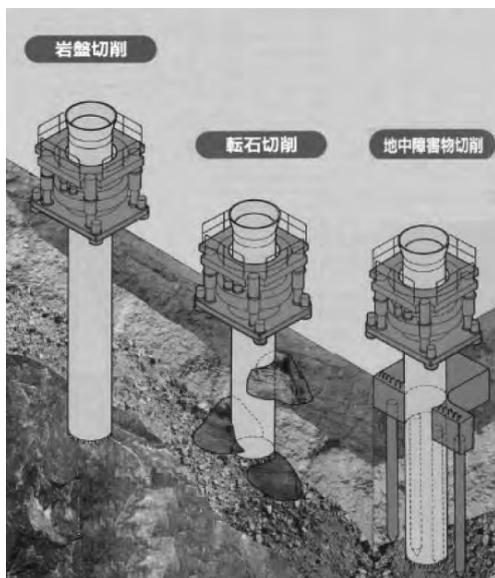
これらの方法は、撤去対象となる障害物がフーチングや床版、地中梁といった掘進方向に短い（薄い）場合には効率良く施工でき、そのような条件下で狭隘で

自由度が低いケーシング内の硬質な障害物の破砕作業を回避し作業の負荷を軽減することは、専用の掘削装置が無い状態では、合理的な方法である。

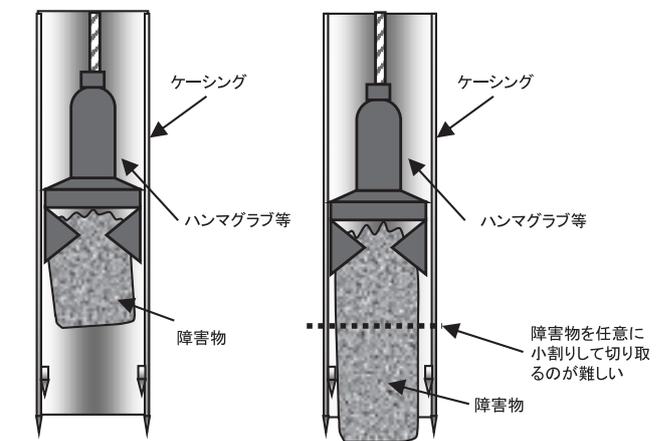
しかし一方で、杭形式の構造物のような掘進方向に長い対象では、ケーシング先端で障害物を水平方向に任意の位置で切断する、すなわち小割りにして排出することは困難である。掘削機の強い回転トルクを利用して対象を捻り切る方法等も用いられるが、つかみ出す大きさを任意に制御することは困難である（図一五参照）。

その結果、ケーシング内の障害物を排出する重機に適した重量に分割できず、過負荷の作業が行われ引き抜きの際の吊りワイヤーの破断やクレーン転倒等の重大事故の危険要因が十分には排除できない。

従って、地中深くに及ぶ杭状（各種杭基礎・地中連



図一四 ケーシング回転掘削工法の適用範囲



スラブ状の構造物はつかみやすい 杭状構造物は過荷重になりやすい

図一五 抜き取り方式の問題点

続壁)、平面的に広範囲で比較的浅い位置に分布するスラブ状(直接基礎・ケーソン・地中梁等)の構造が、同じ場所に複合的に階層を成して存在する多くの現場条件に照らせば、その適応範囲は極めて限定されたものとなる。

また、体積の大きいコアを一度に急激に地中から引き上げることで、ケーシング内部にピストン作用が起こり、外周の地下水を孔底から吸引する結果、地盤沈下や緩みの危険が生ずる。

更に特に工場跡地等の土壤汚染が生じているサイトにおいて、対象物の抜き取りを円滑化するために泥水や大量のウォータージェット等を使用することは、大量の水を使用することで汚泥、汚染水の処理量の増加につながり大量の産業廃棄物を発生させ、また市街地における敷地境界を越えた地下水の汚染の拡散等の原因とも成り得る。

以上のような複合的にリスクを孕む方法で、市街地や道路橋、鉄道橋等の既設構造物の近接施工を行うには、安全確保や環境保全の見地から懸念がある。

### ②落下衝撃による破碎方式

上記①同様全回転型オールケーシング掘削機を用いた一般的に「硬質地盤用オールケーシング工」と呼ばれる自然由来の硬質地盤や岩盤を掘削対象として開発されたハンマグラブの落下衝撃により掘削対象を破碎し掴み出す方法であり、施工の確実性により場所打ち杭の造成方法として広く普及しているが、近年騒音・振動のため市街地では使用できないなど、適用範囲が限定されている。

特に、ハンマグラブやチゼル等の落下衝撃による破碎は、本来人工構造物の撤去を想定したものではなく、対象が鉄の靱性により補強された鉄筋コンクリート等の場合には、落下回数が飛躍的に増加して騒音・振動が増大するため、効率に関わり無く市街地施工には馴染まない。

### ③電動もしくは油圧駆動による破碎方式

一般的な低騒音・低振動掘削の施工にはスクリーを用いるが、鉄筋コンクリート等の場合には、対象の破碎が困難であるとともに、破砕片のスクリーによる排出が困難である。

従って近年では、前記掘削機の強いトルクをケーシング内の掘削にも援用できるよう、ケーシング内壁に圧着する機構を持つオーガスクリュー型の掘削装置が実用化され成果を上げるようになった(写真-4参照)。

この方法によれば(主として)油圧駆動の掘削機のケーシング回転トルクと押し込み力により鉄筋コンクリートのような硬質障害物の低騒音・低振動の破碎作

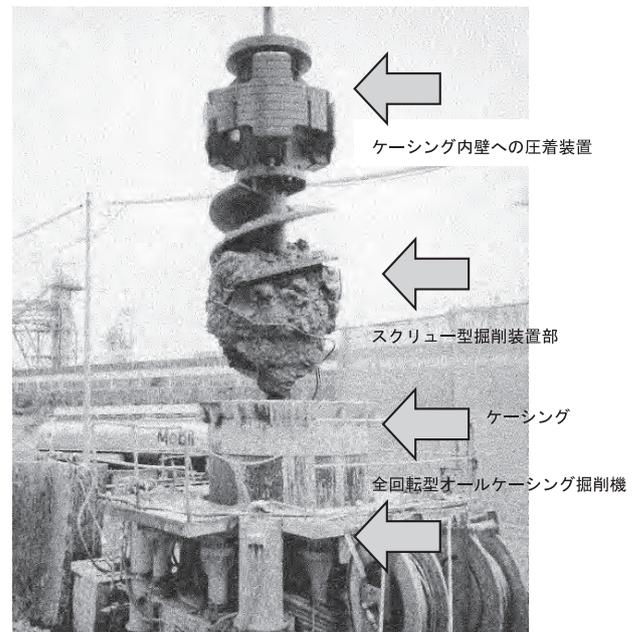


写真-4 ケーシング内部に圧着する機構を持つオーガスクリュー型の掘削装置

業も可能であるが、鉄筋構造はその用途に応じて様々な方向に配筋されており、回転と押し込みというケーシングの駆動方向にのみ破碎力の印加方向が限定される方法では、破碎の効率向上が依然困難である。

以上のように、現在の地中障害物撤去工は、上記のような様々な施工上の課題を残したまま行われているのが実情である。

更に、近年比較的新しい耐震性の高い構造物の撤去に際しては、一層施工難度が高まりつつある。

このような条件下で工期短縮を実現しようとする結果、狭隘で多様な機能が密集した市街地施工を行う地中障害物撤去工に関するリスクは、更に増大していると考えられる。

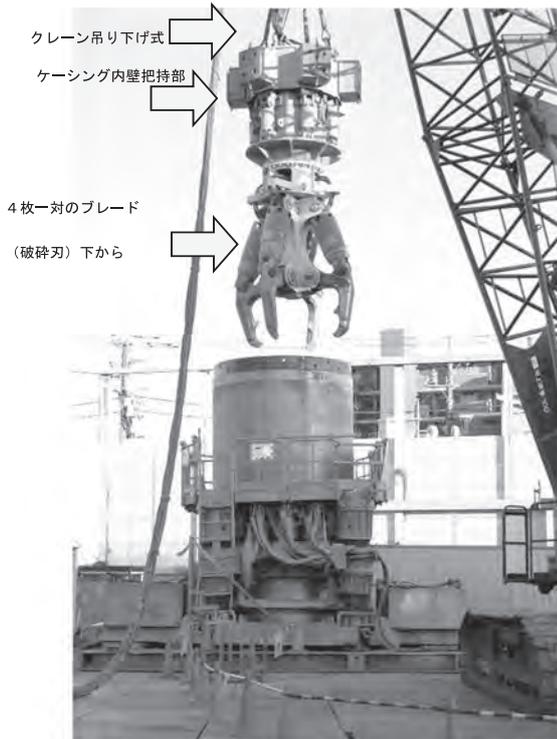
## 3. 新しい掘削機と施工方法(本工法)

### —油圧圧碎機のケーシング内施工への適用—

本工法は、上記のような地中障害物撤去の状況を改善するべく開発された新しい工法である。

施工上の信頼性の高い「硬質地盤用オールケーシング工」と、地上の解体作業の低騒音・低振動施工に用いる油圧式圧碎機を組み合わせ、ケーシング切削で掘進しつつ、場所打ち杭、連続壁、鋼管杭等を落下衝撃による破壊力や、ウォータージェットカッタ等によらずに圧碎・除去する。

いわば、地上の鉄筋コンクリート等で確かな実績のある油圧式撤去工法を地中作業用に最適化したものである。



写真—5 本工法施工機 吊り下げ状況

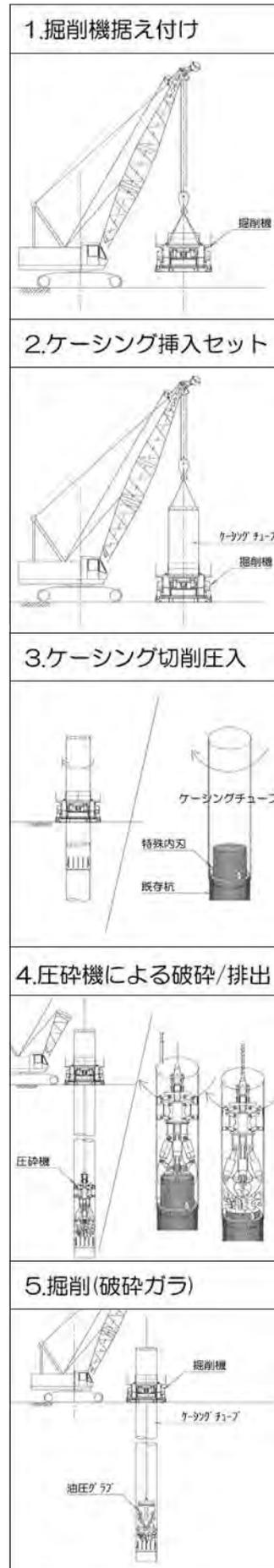
従って、掘削装置としての操作性を求め設計された新圧碎機は、油圧ショベルのアタッチメントとなる従来機と大きく異なる下記の特徴がある(写真—5参照)。

- ①任意の深度に対応するため、ハンマグラブ等掘削装置と同様のクレーン吊り下げ式の装置である。
- ②ケーシング内壁に油圧グリップ機構で自身を固定し、圧碎作業の反力を確保する。
- ③圧碎と孔外排出を確実にを行うために、4枚の圧碎刃が1対となっている。

#### 4. 施工手順

また、その施工手順は以下のようになる(図—6参照)。

- ①掘削機据え付け  
クローラクレーンにより、全回転式オールケーシング掘削機(以降 掘削機)を設置する。
- ②ケーシング挿入セット  
掘削機にケーシングチューブを挿入、セットする。
- ③ケーシング切削圧入  
掘削機によりケーシングチューブを回転、切削圧入させる。
- ④圧碎機(A-CR 機)(以下「本工法施工機」という)による破砕  
クローラクレーンに装備した圧碎機(本工法施工機)をケーシング内に挿入セットし、障害物を圧碎する。



図—6 A-CR 工法による障害物撤去工の施工手順

⑤掘削（破碎ガラ）の排出

クローラクレーン装備を油圧式または機械式グラブに替え、圧砕した障害物をケーシング内より除去する。

5. 本工法の利点

上記機構と手順により行う本工法の性能は、ケーシング径φ 1,500 ~ 3,000 mm 対応で実用化されて、その実績は、既に施工総本数 1,180 本、掘削総延長が約 22,500 m にも及んでおり、実地で以下のような効果が確認できている。また更に現在では、ケーシング径φ 3,200 mm の施工に対応可能である（表一1）。

表一1 本工法施工機シリーズ諸元一覧（暫定）

A-CR 機規格	全回転型オールケーシング掘削機規格	ケーシング外径 (mm)	本工法施工機アーム最大開口径 (mm)	理論先端破碎力 (kN)
A-CR1500	1500 mm 級	φ 1500	992 mm	1063
A-CR2000	2000 mm 級	φ 2000	1326 mm	1561
A-CR2500	3000 mm 級	φ 2500	1759 mm	2052
A-CR3000	3000 mm 級	φ 3000	2055 mm	3029



① 4枚のブレードによる障害物のつかみ出しが可能で、クレーンによる装置の持ち替えが自在で、圧砕されたコンクリートと切断鉄筋の油圧グラブによる排出や底浚えも容易であり、障害物の形状や状態などに応じてフレキシブルな低振動・低騒音施工が可能である（写真一6, 7 参照）。

② ケーシング内で圧砕でき、圧砕物が飛散しない。  
 ③ 圧砕し所定の大きさで掴み取るため、杭1本を一度に引き抜き施工と比べ、掘削クレーン負荷を低減し安全で、ウォータージェットカッタ等も不要で環境負荷が低い。

④ 油圧圧砕機の圧砕力と、全回転式オールケーシング掘削機の強力な回転・押し込み力により、多方向の破碎力を加えることができ、高い靱性の鋼材で断面性能が高められた撤去対象を確実に破碎でき、既に鋼管杭の撤去や被災して傾斜した導流堤基礎の鋼管



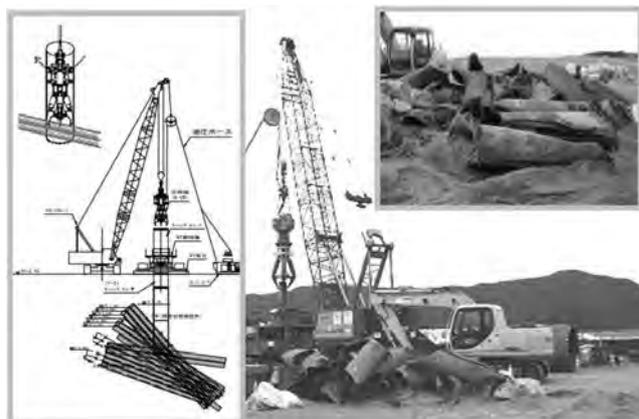
写真一6 本工法施工機による障害物の排出状況



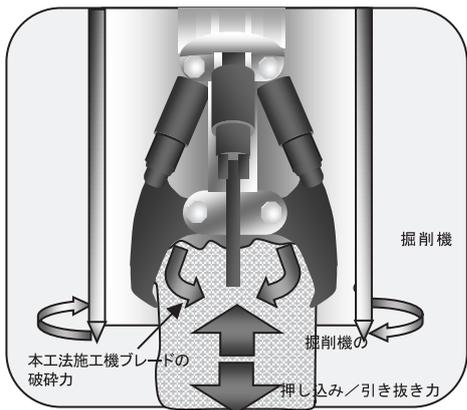
写真一7 油圧グラブによる障害物の排出状況



写真一8 本工法施工機による鋼管杭引き抜き状況



写真一9 導流堤鋼管矢板撤去状況 撤去された鋼管矢板



図一七 本工法の多方向の複合的な破砕力

矢板の撤去等の実績がある(写真一8,9,図一7参照)。以下いくつかの具体的な施工事例を紹介する。

### 6. 施工事例1—都市部のポンプ所更新工事

現在、資産集中や地下空間利用の進展等都市機能の高度化が極度に進んだ国内各地の大都市においては、地表の大部分がコンクリートやアスファルトで覆われており、近年のゲリラ豪雨の増加や台風の大規模化と進路の不安定化等に伴い、下水道の処理能力を超える雨水による市街地内の浸水被害は広域化・頻発化しており、浸水による都市の被害ポテンシャルはますます増大している。

その拡張し続けるリスクに対応するため、雨水ポンプ場の多くが建設後40～50年が経過し更新時期を迎えた多くの大都市においては、整備水準の向上等を視野に入れた浸水に強い街づくりが求められている。

しかし一方で、都市部では敷地に余裕がないところが多く、近隣の居住環境に配慮しつつ、また場合によっては、排水機能を維持しながら施工を行う必要がある。

そのような環境下で老朽化対策や地震対策を含めた再構築を早急に実現するには、低騒音・低振動で且つ確実な施工が求められているが、そのような厳しい制約条件下の現場において本工法は有効な施工方法である。

最新の事例では、3,000 mmのケーシング径で効率的に施工を行い、松杭、鉄筋コンクリート外壁や耐圧板、松杭など多様な素材や形状の障害物を確実に撤去することができることを確認した(写真一10～12)。

またケーシング掘削を行う本工法では、障害物を撤去する際、蜂の巣状にケーシングを配置するが、多様な形状の障害物を撤去するにあたっては、ケーシング刃先や本工法施工機のブレードの位置によって大きく施工効率が左右されるため、綿密な施工計画が必要と



写真一10 本工法施工機 φ3,000 mm級 吊り下げ状況



写真一11 撤去された2mを超える鉄筋コンクリート



写真一12 分別された鉄筋片

なる。

また、ケーシング掘削はその掘進(沈下)スピードが施工効率に大きく影響するが、対象物の硬さによりコンピュータ制御でビット荷重を変化させることにより、最適の効率で掘削を行うようにするばかりでなく、ケーシングビット折損による掘進不能などの問題

が生じない様、装置出力を最適に維持するようにしている。

なお、油圧駆動型の装置のみで構成された環境対策型工法であり、本現場では騒音が79.8 dB、振動が56.4 dBと基準値を大きく下回る施工が可能であり、近隣の居住環境に配慮した施工が行えることが確認できた(表-2)。

この油圧駆動装置のみで作業を行う低騒音・低振動施工の性能により、本工法は、都市部の夜間施工においても活用されている(写真-13)。

表-2 本工法の騒音・振動データ

騒音	施工地点から5mの測定	単位：dB	
	工事状況(測定条件)	L <sub>A5</sub>	L <sub>Aeq</sub>
	①暗測定	64.1	63.2
	②掘削機のみ(低負荷)	74.7	72.3
	③掘削機のみ(高負荷)	76.6	73.3
	④掘削機+本工法施工機	79.8	75.7
	特定建設作業に係る規制基準値 [敷地境界における基準値]	85.0	

振動	施工地点から10mの測定	単位：dB
	工事状況(測定条件)	L <sub>A10</sub>
	①暗測定	23.5
	②掘削機のみ(低負荷)	50.8
	③掘削機のみ(高負荷)	56.4
	④掘削機+本工法施工機	47.9
	特定建設作業に係る規制基準値 [敷地境界における基準値]	75.0

## 7. 施工事例2 —河川内の橋脚基礎部の撤去工事

本工法は、河床の橋脚基礎部の撤去工事を行っているが、ケーソンなどの平面的に広範囲に広がる対象は、ラップ施工となる(図-8、写真-14、15参照)。

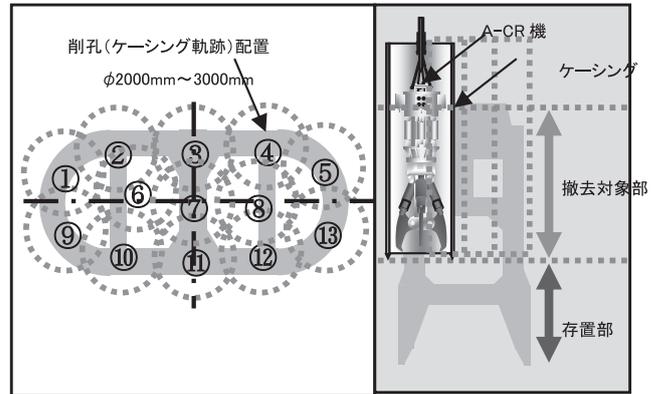


図-8 ケーソン施工時のラップ施工概念図 平面図(左) 断面図(右)



写真-14 某河川内の旧橋脚撤去の現場



写真-13 本工法施工機の夜間施工



写真-15 装置構成(左上) 圧砕片集積状況(左下)  
多様な圧砕片1(右上) 圧砕片2(右下)

位置毎に障害物の形状や状態が異なるが、掘削位置を合理的に配置することで、最適化した施工を実施し確実に撤去を行っている。

しかし、今後橋梁の長寿命化計画が本格的に推進されると共に、老朽化した橋梁の更新工事が増加するものと考えられるが、河川内の非出水期に限定された工事期間内に仮設工で機械足場を確保し旧橋基礎部のような水上施工で撤去工事を完遂するのは難工事である。

本工法では既に、既設橋梁の基礎部の撤去工事を非出水期の限られた工事期間の中で行うにあたり、栈橋の急速施工方法である仮橋仮栈橋斜張式架設工法／LIBRA 工法（NETIS 登録番号 旧 KT-990222-VE 平成 28 年度推奨技術）による作業構台上から行う急速施工の実績を有している（写真—16）。

更にこの度、河川内の旧橋梁橋脚ケーソン部の撤去を行う際に、SEP 上からの施工を行うことができたので、その施工事例を紹介する（写真—17）。

一か所、最大約 L10 m × W10 m × H9 m のケーソンを、蜂の巣状に 49 ケ所の掘削孔を配置したラップ掘削により撤去を行った。

昇降能力 1,600 t 級の SEP 星都を用いてレグにより



写真—16 旧鉄道橋基礎撤去工事



写真—17 SEP 上から実施する本工法

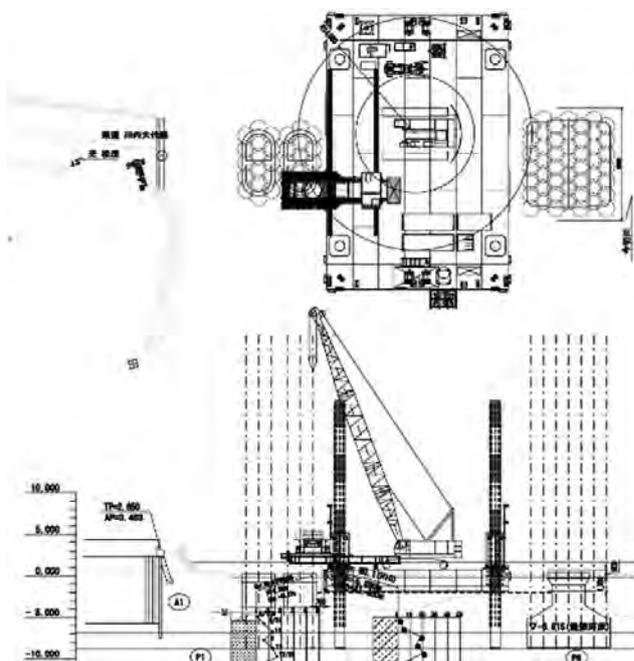
船体が固定できることにより、以下のような効果が得られている。

- ①仮栈橋が不要であるため、仮設工にかかる工期を短縮でき、また栈橋支持杭打設によって生じる近隣民家への振動・騒音を無くすることができる。
- ②河口に程近く約 1.7 m の潮位変動に影響を受けることなく撤去作業ができた。
- ③ 49 ケ所ものラップ掘削を行うにあたり、全回転式オールケーシング掘削機の走行レールを SEP 甲板上に長手方向に配置固定し、掘削機をスライドさせることで SEP の 1 シフトにつき一列 7 本全ての施工を行うことができ 7 回の SEP 移動で効率的に作業を行うことができた（図—9、写真—15）。

本来、硬質地盤用オールケーシング工をベースにした機械構成となる本工法では、まず、全回転式オールケーシング掘削機と相番クレーンが設置できる足場が必要であり、100 t を超えるクローラクレーンや掘削機の強力な回転トルクの反力が提供できるような堅牢な足場を確保する必要がある。

換言すると、そのような構成に最適化した重機足場を迅速に確保する手段さえあれば、本工法では、三点支持式杭打ち機のような機械構成とは異なり、硬質地盤用オールケーシング工の構成で低重心の安全な施工を行うことができ、鉄道や道路橋の近接工事も安全に実施することができるようになる。

現在では、上記のように栈橋・SEP といった重機足場を施工条件に応じて素早く確保できるようにしたことで、本工法は現在、更にその用途を拡張している。



図—9 SEP 上の本工法の施工概念図

## 8. おわりに

今日、世界中で性急なグローバリズムへの反作用としての排外主義が急速に台頭する中においても、我が国の競争優位の源泉でもある各種工場などの優れた生産設備の「時宜を得た更新」が不可欠であることは、論を俟たない。

また、災害の世紀とも言われる今日、半世紀以上にも達する風雪に耐えた構造物の維持補修による長寿命化の推進は勿論のこと、刻々と変化する自然環境に最適化した機能追加、処理能力増強、多様な災害に対する全方位的な災害耐性の強化は喫緊の課題である。

その一方で、各種対策工事が行われるには、様々な技術分野で、夫々の現場が抱える固有且つ多様な条件下で確実な施工を行う技術の裏付けが必要となる。

本工法 A-CR 工法は、その中でも、地中に人工的に壊れにくく頑丈に作られた構造物を速やかに破碎し撤去するという矛盾したテーマに向き合う地中障害物撤去工の分野にひとつの解をもたらし、今もまた新しい

周辺の資機材との組み合わせにより施工の汎用性を更に拡張しつつあり、今後は各種の事業計画の推進に資することを期待している。

### 謝 辞

最後に、本工法 A-CR 工法施工機の開発に協力頂きました古河ロックドリル(株)殿をはじめ本工法に対して深いご理解を頂き本工法を採用頂きました工事請負者、発注者の関係者の皆様、また発展途上の工法の技術革新に、今もなお皆様にご尽力頂いている関係各位に感謝申し上げます。

JCMIA

#### 【筆者紹介】

衣笠 正則 (きぬがさ まさのり)  
㈱横山基礎工事  
企画技術部  
部長

井上 雅弘 (いのうえ まさひろ)  
㈱横山基礎工事  
設計部  
部長



# 都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工

## 阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介

若 槻 晃 右・山 中 利 明・大 高 正 裕

阪神高速道路西船場ジャンクションでは、既設橋脚を改築して車線を拡幅し、交差する大阪港線（東行き）と環状線（北行き）を接続する工事を行っている。

本工事の施工着手直前に既設 RC 橋脚梁の一部において、想定を上回る ASR（アルカリシリカ反応）に起因する劣化を確認した。そこで、既設橋脚部の劣化度調査を実施し、劣化の進行が著しい橋脚梁部については撤去・再構築を行う方針を決定した。

本稿では、橋脚梁の下部には一般道路の主要幹線が通り、橋脚が受ける高速道路を供用させた状態という厳しい施工条件下で実施した既設橋脚梁部の撤去および再構築施工について報告する。

キーワード：西船場ジャンクション, ASR 劣化, 再構築, 仮受け構造, 空頭制限, 高流動コンクリート, 大規模更新・修繕事業

### 1. 事業概要

西船場ジャンクション（以下、西船場 JCT）では、阪神高速道路 16 号大阪港線東行きと 1 号環状線北行きとを接続する信濃橋渡り線（仮称）の建設工を進めている（写真—1）。本事業は、上記 2 路線を直接接続するものであり、大阪港線東行き 1 車線拡幅（約 800 m）、環状線北行き 1 車線拡幅（約 710 m）と渡り線（約 180 m）の新設ならびに信濃橋入口の改築を行い、より使いやすいネットワークを形成する（図—1）。

現在、大阪西部および神戸方面から大阪北部方面へ向かう場合、環状線の南半分を周回するか、乗り継ぎ制度を利用して一般道路を経由する必要がある。本事業により、周回または乗り継ぎが不要となるため、時

間的損失の解消や走行距離の短縮による CO<sub>2</sub> 排出量の削減などの環境負荷低減効果とともに、大阪港線および環状線の 1 車線拡幅により合流部で発生している渋滞の緩和を図ることが期待されている。

本事業は平成 23 年 11 月に事業許可を受け、平成 25 年 7 月より現場に着手した。平成 29 年 5 月現在、大阪港線側では橋脚の梁拡幅工事が完成し、桁架設工事および環状線側の下部工工事が最盛期を迎えている。本稿は、このうち大阪港線拡幅部の ASR 劣化に起因する既設橋脚梁の撤去および再構築について報告するものである。



写真—1 西船場 JCT の事業箇所



図—1 西船場 JCT 改築事業概要

## 2. 既設橋脚梁拡幅の設計

既設橋脚梁の拡幅概要を以下に示す。

### (1) 設計方針

大阪港線拡幅対象部は、多径間連続鋼桁橋5橋、単純鋼桁橋1橋、単純鋼箱桁橋2橋で構成している。拡幅橋脚(計19基:うちRC橋脚17基、鋼製橋脚2基)は写真-1に示すように都心部に位置し、人通りの多い街路の歩道部などがあるため、拡幅に伴い橋梁横断方向への新たな橋脚の設置が困難であった。そのため、歩道部に新たに柱を設けることなく既設橋脚の梁を拡幅し、拡幅桁を支持する構造を採用した。

### (2) 梁拡幅橋脚の設計

#### (a) 常時の設計

荷重増分の影響について照査したところ、拡幅に伴い梁部の左右が均等化されるため、柱部および基礎部の応力度は許容値を満足する結果となった。一方、拡幅後の梁部については曲げおよびせん断応力が許容値を超過した。そのため、RC橋脚の梁部には、阪神高速道路12号守口線の守口JCTでも採用した外ケーブルによる補強を行うこととした(図-2)。

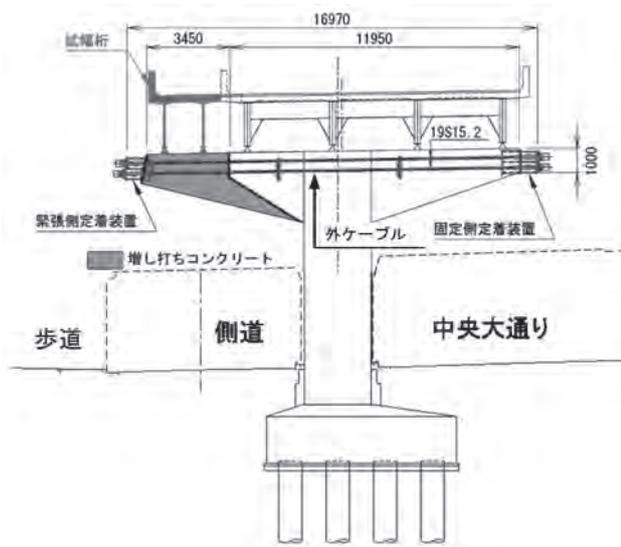


図-2 既設橋脚拡幅構造

#### (b) 地震時の設計

L1およびL2地震動に対しては許容値を超過する結果となり、柱部および基礎部に対する補強が必要であることが明らかとなった。しかしながら、当該箇所周辺は埋設管や大阪市営地下鉄の函体と近接しており、増杭などによる既設橋脚の耐震性能の確保は困難であ

ることから、既設橋脚間に、地震動による水平荷重のみを分担する新たな橋脚(鋼管集成橋脚:写真-2)を配置することとした。

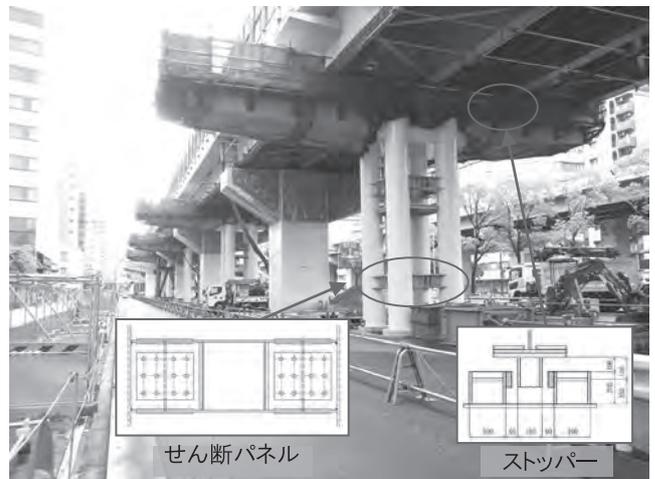


写真-2 鋼管集成橋脚

## 3. 既設橋脚コンクリートのASRについての調査およびASR橋脚への対応

当該拡幅区間(東下P38~東下P56)の橋梁は1970年代前半の竣工であり、一部の橋脚において過年度の定期点検でASR橋脚であることが確認されていた。拡幅後、新たに1車線分の荷重が载荷されることから、施工に先立ち既設構造物の健全度を詳細に調査した。

### (1) 調査結果

対象橋脚において、過去に施工した表面保護工を撤去し、橋脚表面のひび割れ幅やひび割れ延長、コア採取による圧縮強度などの確認を行った。東下P44のひび割れ状況を図-3に、調査結果一覧を表-1に示す。



図-3 東下P44梁部のひび割れ状況

表面保護工撤去後にひび割れ調査を実施した結果、表面保護工上からは確認できなかったひび割れも観察された。圧縮強度試験を行うコアは、外ケーブルによる緊張の支圧部となる梁棲部から、1橋脚あたり3本

表一 1 ASR 調査結果

既設橋脚 番号	施工年度	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )				ゲル 有無	最大 ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ 延長 (m)	外観劣化度 I ~ IV	残存膨張量 (%)
		No.1	No.2	No.3	平均					
東下 P39	1970 年 〜 1972 年	42.6	37.6	42.2	40.8	有	1.0	195.4	II	-
		39.2	33.6	38.3	37.0	有				
東下 P40		36.1	33.5	35.5	35.0	有	1.5	104.4	II	-
		32.6	32.5	35.7	33.6	有				
東下 P41		26.6	23.4	25.7	25.2	有	5.0	134.5	III	-
東下 P42		26.2	25.5	29.1	26.9	有	0.4	136.5	I	-
東下 P43		24.6	26.4	25.5	25.5	有	0.5	102.5	I	-
東下 P44		14.6	15.6	17.7	16.0	有	6.0	352.8	III	-
東下 P45		17.6	26.2	17.2	20.3	有	10.0	298.1	III	-
東下 P46		27.1	22.0	22.6	23.9	有	7.0	288.9	III	-
東下 P47		33.7	36.6	26.9	32.4	有	2.0	112.9	II	-
東下 P48		51.1	52.5	53.6	52.4	無	0.5	103.3	I	0.020 無害
東下 P49		37.7	30.6	32.3	33.5	有	1.0	217.0	II	-
東下 P51		1970 年 〜 1973 年	39.7	39.1	50.2	43.0	無	0.4	72.2	I
東下 P52	33.7		32.5	43.7	36.6	有	0.3	33.9	I	0.028 無害
東下 P53	37.7		54.6	48.4	46.9	無	0.5	45.2	I	0.021 無害
東下 P54	38.4		43.9	41.5	41.3	無	0.5	91.7	I	0.023 無害
東下 P55	39.6		35.8	40.9	38.8	無	0.3	43.0	I	0.018 無害
東下 P56	36.4		42.1	45.0	41.2	無	0.5	81.4	I	0.023 無害

表一 2 ASR 橋脚判定基準

<p>(1) 幅 0.3 mm 以上のひび割れの総延長が 30 m 以上</p> <p>(2) 上記に該当する橋脚のうち、ゲルが確認され、下記の ①または②に該当するものは「ASR 橋脚」と判定する</p> <p>①梁部において幅 0.3 mm 以上のひび割れの総延長が 100 m を超えるもの</p> <p>②採取コアの膨張率（全膨張率）が 0.1% を超えるもの</p>
--

表一 3 外観劣化度

劣化度 I : 1 mm 未満
劣化度 II : 1 mm 以上が部分的に発生
劣化度 III : 1 mm 以上の明瞭なひび割れが梁天端、側面に発生。複数のひび割れが梁端部まで連続
劣化度 IV : 最大幅 3 mm 以上のひび割れが梁天端に複数本発生。凸型柱天端や梁端部に顕著なひび割れ発生

採取した。圧縮強度試験および静弾性係数が低い橋脚については、アルカリ骨材反応が進行したものと推察された。

ASR 構造物の維持管理マニュアル（平成 19 年 1 月 阪神高速道路(株)）では、表一 2 により ASR 橋脚として判定することとしており、調査結果を総合的に勘案した結果、東下 P39 ~ 東下 P47 および東下 P49（計 10 基）が ASR 橋脚と判定された。外観劣化度については基準（表一 3）により、各橋脚の劣化度を I ~ III と判定した（表一 1）。

なお、健全と判定した東下 P48 および東下 P51 ~ 東下 P56 についても、アルカリ骨材反応が進行中である可能性があったため、残存膨張量試験を実施した。結果、いずれの橋脚においても竣工から 40 年以上経過していることを考慮しても残存膨張量率は表一 2 の基準値：0.1% を下回っており、健全な橋脚である

ことを確認している。

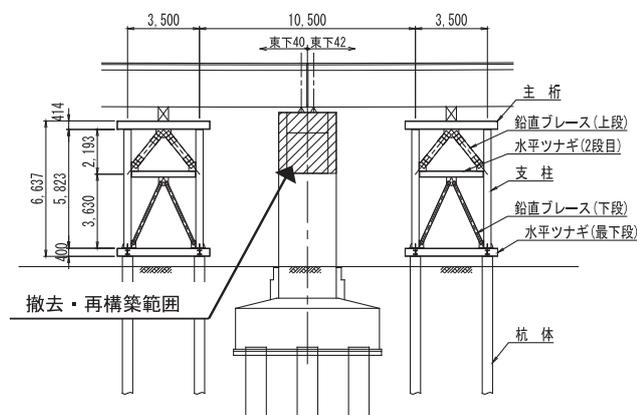
(2) ASR 橋脚への対応

拡幅対象橋脚のうち、ASR 橋脚と判断されたものについては対策を実施することとした。なお、梁の拡幅後、新たに 1 車線分の荷重が載荷されることを考慮して、判定された劣化度より 1 ランク上の劣化と設定して対策を検討した。

外観劣化度 I ~ II と判定した橋脚においては、ASR の進行を抑制するために塗布系の表面保護工を施工した。表面保護材は、ひび割れ状況を継続して観察するために、透明度の高い工法（スケルトン工法）を採用した。また、外観劣化度 II の橋脚については、外ケープルの支圧部において、緊張時にコンクリートが圧壊する懸念があったため、支圧部コンクリートを打ち替えた。

外観劣化度Ⅲの橋脚（計4基：東下P41, 東下P44～東下P46）については、コンクリートの強度低下に加え、拡幅に伴い新たな荷重が作用することおよび長期耐久性を考慮して、梁部の再構築を実施することとした。

高速道路桁を支持したままの状態では梁部をコンクリートで巻き込むような形状で施工することや、鋼材で巻き込むようにして補強するような構造案についても検討を行ったが、梁部の重量が増加することで、基礎への負担が増加することから採用には至らなかった。また著しくASR劣化した構造を今後引き継ぐことの無いよう、橋脚の起終点両側で仮受け構造にて既設桁を支持し、梁部を完全に撤去の上、RC構造にて再構築する方針となった（図一4）。



図一4 仮受け構造図（東下P41橋脚）

#### 4. 再構築橋脚の施工条件

車線拡幅を踏まえた再構築の方針は決まったものの、対象橋脚は供用中の高速道路を支持している状態であり、高速道路の通行止めをしない条件での施工が求められた。また、橋脚梁部の下には大阪市街地の主要幹線である中央大通（東行き）が存在し、その交通への配慮も求められた。

#### 5. 仮受け構造の設計および施工

仮受け構造の設計および施工について、以下に示す。

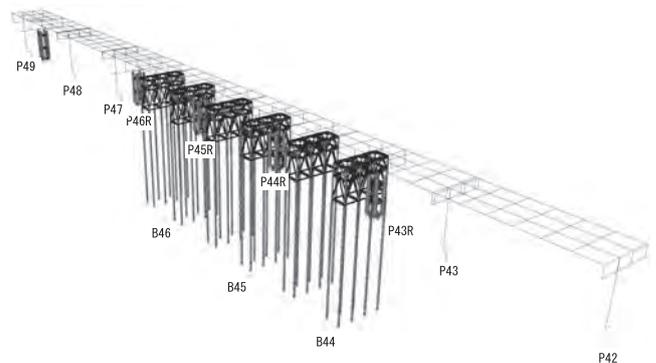
##### (1) 仮受け構造の設計

既設橋脚梁の撤去および再構築の施工工程より、1橋脚あたりの仮受け期間は9か月程度になることが想定された。仮受け構造の仕様は、いわゆる一般的な「仮受けベント」とは異なり、一定期間の交通荷重および

地震動に耐え得る構造が必要であったため、支持層に達する杭基礎を有するものとした。

耐震性能として、仮受け橋脚単独では静的設計としてL1地震動に対して許容応力度法で部材仕様を決定した。L2地震動に対しては、連続桁区間（東下P39～東下P42, 東下P42～東下P49）の3次元連成動的解析（図一5）を実施し、崩壊に至らないレベル（耐震性能Ⅲ）であることを確認した。動的解析には前出の地震時の水平力分担を目的に施工する鋼管集成橋脚もモデルに組み込んだ。

既設橋脚の起終点側に仮受け構造を設けるため、既設桁の支点の位置が変わることになる。よって、桁に発生する断面力分布が変わることになり、特に既設の支点付近では発生曲げモーメントの正負が逆転する現象が生じるため、既設桁に補強が必要になった。



図一5 3次元連成解析モデル（東下P42～49橋脚）

##### (2) 基礎杭の施工

仮受け構造の基礎杭は既設桁の直下での施工が必要となり空頭制限は約9.5mであった。また、既設橋脚と鋼管集成橋脚に挟まれた空間での施工となり平面的にも制約の厳しい施工条件であった。

##### (a) 工法概要と特徴

本工事における基礎杭形式は、回転杭工法、中掘杭工法、H鋼杭工法を比較検討した。回転杭工法は、直接圧入方式のため、孔壁保持の必要が無く近接構造物への影響は殆ど無い。低空頭制限下でも回転式圧入工法にて打設が可能で必要本数を現場溶接することにより長尺の鋼管杭の圧入が可能である。また工期が最短、仮設備規模およびコストが最小である理由から採用した。

先端翼付き回転貫入鋼管杭（つばさ杭：開端タイプ）は、鋼管下端に回転貫入用の翼を取り付けた鋼管杭であり、杭体を回転させることにより地盤内に貫入する。この先端翼は、杭としての供用時に先端地盤反力を受ける支持体として機能するものである。

空頭制限下での施工が必要になることから、写真—3に示すように相伴機となるミニクレーンを用いて施工機のオーガー回転部へ下側から取り込むことで、吊り代を考慮する必要がなくなり、継ぎ杭1本あたりの長さを最大に確保することが可能となった。

回転杭施工に当たり、近接施工となる既設4橋脚について、沈下および傾斜を自動追尾式トータルステーションにて計測管理を行った。



写真—3 鋼管杭取り込み状況

#### (b) 工事規模、施工数量

主要工事数量は以下の通りである。

- ・鋼管： $\phi 500$  mm  $t=9$  mm

JIS A 5525（鋼管杭）に規定される SKK400

本数  $n=64$  本 長さ  $L=26.0 \sim 26.5$  m/本

継手箇所数 4 箇所/本

#### (3) 鋼製仮受け構造設置工

鋼製仮受け構造は基礎杭と同様、空頭、平面的に厳しい施工条件下での施工が必要となり、仮受け構造の天端と既設桁下端との離隔は、わずか 600 mm での施工が必要であった。

##### (a) 工法概要と特徴

本工事では、既設桁との離隔が少なく、クレーンによる揚重作業が不可であった。このため写真—4に示すように、予め空頭制限が無い箇所で地組した仮受け構造を横移動して所定の位置に取り込む軌条設備を設置する案を採用した。この設備を利用して、チルホールおよびチルタンクで引き込み、先に施工した杭頭部にプレートを介し連結構造とした。仮受け構造は、各ブロック3分割で組立、横移動を実施した。

鋼製仮受け構造完成状況を写真—5に示す。



写真—4 仮受け構造地組状況



写真—5 鋼製仮受け構造完成

#### (b) 工事規模、施工数量

主要工事数量は以下の通りである。

- ・軌条設備：H-300 × 300 × 10 × 15

- ・受梁：H-150 × 150 × 7 × 10 合計 6.37 t/set

- ・仮受け構造

主桁：H-414 × 405 × 18 × 28

支柱： $\phi 355.6$   $t=9.5$  mm

合計 77.86 t/橋脚 × 4 橋脚

## 6. 再構築橋脚梁の設計および施工

再構築橋脚梁の設計および既設橋脚梁の撤去方法、再構築施工について以下に示す。

#### (1) 再構築橋脚梁の設計

対象橋脚の梁部は、前出の通り RC 構造で再構築することを決定した。当初設計に対し梁部の重量が増加した場合、既設橋脚の柱部および基礎部への影響が懸

念された。そのため、当初設計と同断面（同形状）で橋脚梁を設計することが求められた。

拡幅による曲げモーメントの増分に対しては配筋を増やすことで対応することとなったため、主鉄筋が非常に過密な断面となった。過密配筋の緩和を目的として、せん断補強筋には機械式定着鉄筋（Tヘッド工法鉄筋）を用いた。

柱梁接合部については、既設橋脚の柱鉄筋をそのまま用いるため、梁付け根部から上部 1.1 m の範囲はコンクリートをはつり、鉄筋を露出させる方法を用いることとした。

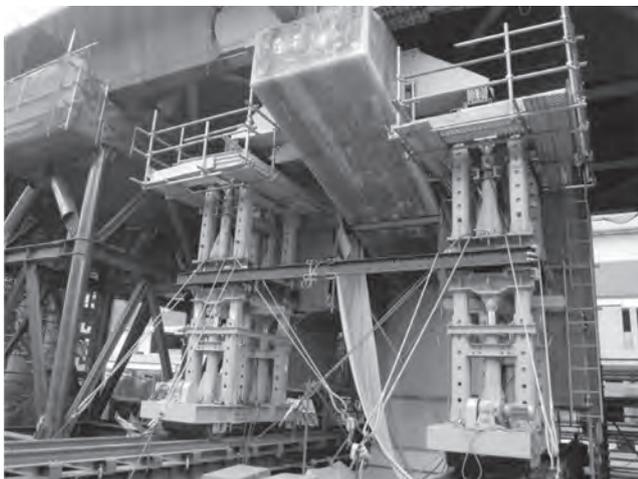
## (2) 既設橋脚梁撤去工

既設橋脚梁の撤去は都市部での撤去作業となることから騒音や振動にも配慮が求められたため、可能な限り大割で部材を切り出すこととした。また、仮受け構造の施工と同様、供用されている高速道路既設桁の直下という厳しい条件下での施工が求められた。

### (a) 工法概要と特徴

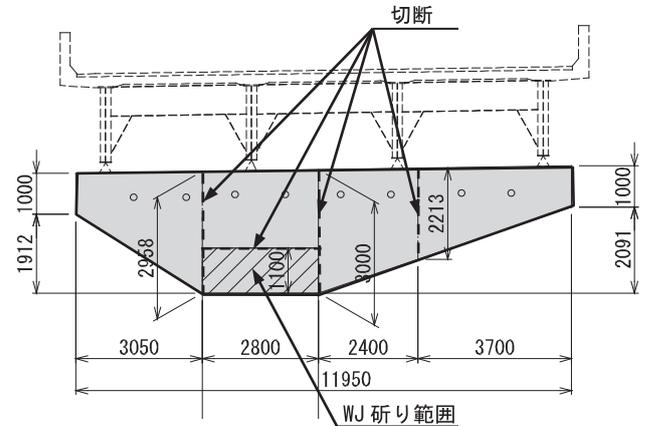
本工事を進めるに当たり、中央大通（東行き）の本線車道を切廻し、3車線固定規制を実施した上でクレーン揚重が可能な最低限の施工ヤードを確保した。梁部切断撤去ブロックの最大重量を 36.8 t とし、120 t クレーンでの吊り上げ計画とした。搬出作業は鋼製仮受け構造設置工で用いた軌条設備を改良し、写真—6 に示すような自走式油圧ジャッキ架台を使用し、ワイヤーソーにて切断した大割ブロックに鋼棒を通して治具で固定し、空頭制限の無い箇所まで引き出した後に搬出する工法を採用した。図—6 に示すように梁部の切断は4分割とし、柱の鉄筋定着部は、ウォータージェット工にて斫り出しを行った。

ワイヤーソーによる切断は昼間施工としたが、軌条



写真—6 自走式油圧ジャッキ架台

設備上の移動、120 t クレーンを用いての揚重および搬出は夜間作業にて行った（写真—7）。安全面に対しては、切断作業時のブロック転倒や軌条設備の逸走防止や滑動に対し計測を行い、慎重な作業を行った。



図—6 既設橋脚切断位置



写真—7 切断ブロック搬出作業

### (b) 工事規模, 施工数量

主要工事数量は以下の通りである。

- ・コアボーリング工： $\phi 204$  mm,  $L=70.40$  m  
 $\phi 160$  mm,  $L=492$  m
- ・ワイヤーソー工：122.6 m<sup>2</sup>
- ・ウォータージェット工：7.82 m<sup>3</sup>
- ・梁部切断撤去ブロック：16 基× 32 t/ 基=512 t

### (3) 橋脚梁部の再構築施工

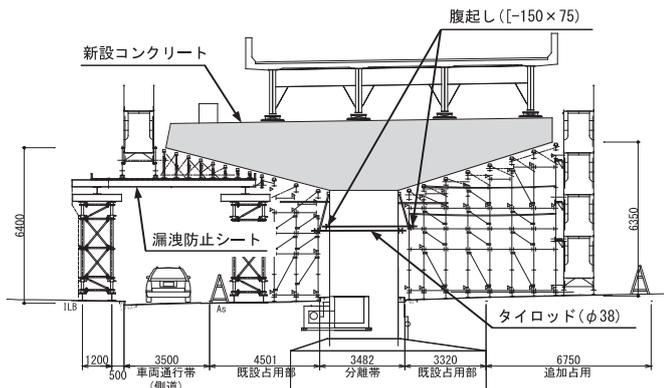
再構築橋脚の設計にも記載した通り、当該橋脚梁の配筋は非常に過密なものとなった。さらに既設橋脚桁下端との離隔は 400 mm と非常に狭い条件下での施工が必要となった。また、拡幅側橋脚梁の下部には中央大通の側道が供用された状態にあった。

### (a) 工法概要と特徴

橋脚梁の支保工構造は、側道部を通行止めできないため、門型支保工を計画した。

コンクリートポンプ車による打設は配管施工等も計画したが、既設橋脚桁下空間が狭隘かつ過密鉄筋であったことから締め固め不良や充填不良を生じさせる懸念があったため、自己充填性がある高流動コンクリート（スランプフロー：65 cm）を採用した。

再構築工における型枠支保工計画図を図一7に示す。



図一7 型枠支保工計画図

側道上の支保工は、建築限界4.7 mを確保し、門型に組立、受桁および主桁材を配置しコンクリート荷重を受け持つ構造とした。またφ38 mmのタイロッド材と[-150 × 75]の腹起しを使用して既設柱から反力を取る構造とし、打設時の水平分力に耐えうる構造とした。また、側道部の支保工下部には外部足場を構築し、下方への漏えい防止シートの完備と、養生ネットを併設し、第三者に対するリスクアセスメントを図った。

### (b) 工事規模、施工数量

主要工事数量は以下の通りである（4基計）。

- ・コンクリート工：高流動コンクリート (27-65-20BB)  
301.9 m<sup>3</sup>
- ・型枠工：419.2 m<sup>2</sup>
- ・鉄筋工：84.9 t  
(機械式継手 473箇所 ガス圧接 340箇所)

## 7. おわりに

既設橋脚に発生していたASRに起因する橋脚梁の再構築について、記載したような厳しい条件下での施工となったものの、平成29年3月に4基すべてのコンクリート打設が完了した（写真一8）。平成29年7月には、すべての橋脚で仮受け構造から再構築橋脚への受け替えを完了する予定である。



写真一8 再構築橋脚

阪神高速道路として大規模更新・修繕事業を鋭意推進しているが、本施工はその先駆けとして実施しており、ここで得られた知見を今後の事業に活用していく。

なお、西船場JCT改築事業は平成31年度の事業完了に向けて施工を進めており、今後も品質、安全に留意して邁進していく。

JICMA

### 《参考文献》

- ・若槻見右、齊藤暖、曾我恭匡、横山健司「西船場JCT建設工事における既設橋脚の更新」、プレストレストコンクリート MAR-APR.2017 Vol.59 No.2 pp.81-86, 2017年
- ・ASR構造物の維持管理マニュアル、平成19年1月 阪神高速道路㈱
- ・「供用したままアル骨橋脚を再構築」日経コンストラクション12月12日号 pp.8-13, 2016年

### 【筆者紹介】

若槻 見右（わかつき こうすけ）  
阪神高速道路㈱ 建設・更新事業本部 大阪建設部  
西船場ジャンクション建設事務所 工事長代理



山中 利明（やまなか としあき）  
清水建設㈱ 関西支店土木部 工事長  
阪高西船場JCT作業所 現場代理人



大高 正裕（おおたか まさひろ）  
清水建設㈱ 関西支店土木技術部 主査



# 空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な 小口径鋼管杭工法の開発

## ST マイクロパイル工法

東 芝 崇・奥 野 倫太郎・橋 本 秀 一

変電所の設備更新では、機器取替作業に伴う停電期間の短縮や充電部との離隔確保の条件があり、空頭制限や稼働中の機器による施工範囲の制限により、狭隘箇所での施工となる。また、硬質な地盤では大型重機による杭打ちが必要となる。これに対し、空頭制限 2.0 m 以下の狭隘箇所かつ硬質な地盤でも杭打ちが可能な ST マイクロパイル工法 (Strong Tubfix Micro Piles, 以下「本工法」という) を開発した。本報では、開発概要、削孔実証試験、変電所機器基礎工事への実施工検証結果、支持層到達確認試験について報告する。

キーワード：基礎工事，鋼管杭，変電所，空頭制限，狭隘施工，ダウンザホールハンマ

### 1. はじめに

本工法は、施工機械が小さく移動も容易なため、空頭制限下での施工、構造物との近接施工、都市狭隘部・地下空間・傾斜地などの制約条件下における施工が可能である。そして本工法は、ダウンザホールハンマの使用により、削孔性能に優れ、岩砕・転石、層厚の厚い玉石混じり・固結シルト層などを含む硬質な地盤でも施工が可能である。

今回、既設変電所の機器取替に伴う杭基礎工事において、上記のような特徴を持つ本工法の適用を検討した。この杭基礎工事では、充電部との離隔確保による空頭制限および近接する稼働機器による施工範囲の制限により、狭隘箇所での施工が必要となる。ただし、この工事の空頭制限は 2.0 m 以下と非常に厳しく、これまでの本工法の空頭制限である 3.8 m 以下では対応が出来なかった。そこで、空頭制限 2.0 m 以下での施工が可能な本工法を開発することとした。本報では、開発の概要、削孔実証試験、実施工検証結果、支持層到達確認試験について報告する。

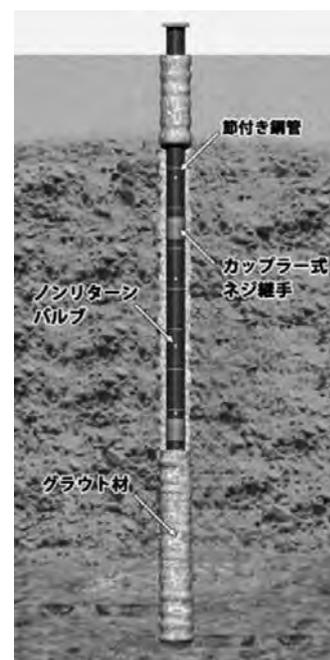
### 2. 本工法の概要

開発のベースとなった本工法は、都市狭隘地、地下空間、山岳傾斜地などの限られた空間での施工を対象として開発された小口径鋼管杭工法である。

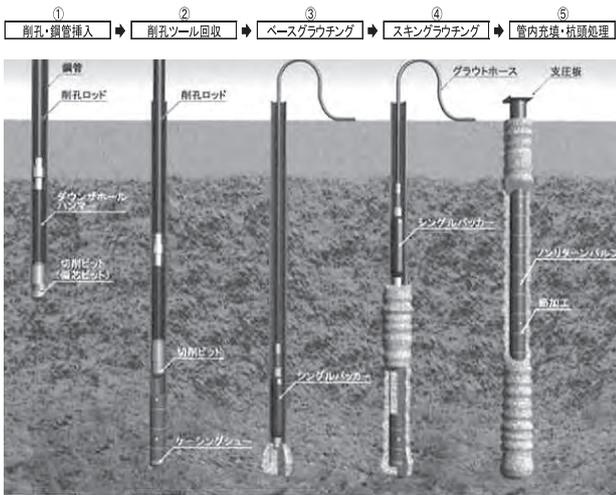
本工法は、グラウトの加圧注入技術や高圧噴射攪拌による地盤改良技術を取り入れるとともに、補強材と

して鋼管杭に節突起を設けることでグラウト材との付着性能を向上させた場所打ち杭でもある。本工法には、グラウトパッカー装置を用いてグラウト材（セメントミルク）を加圧注入するタイプⅠと、高圧噴射式地盤改良工法併用のタイプⅡとがあり、杭基礎設計の条件や地盤条件から選択する。

両タイプとも同じ小型のマイクロパイル施工機による施工が可能である。図一にタイプⅠの概略図を、図二にタイプⅠの標準的な施工手順を示す。



図一 本工法タイプⅠ概略図



図一 2 本工法タイプ I 施工手順

### 3. 開発する工法に求める性能

開発する工法には、空頭制限 2.0 m 以下での施工を可能とすることはもとより、岩砕や玉石、固結シルトなどを含む硬質な地盤でも円滑に施工が可能な性能が必要である。

開発する工法に求める性能を事項に整理する。

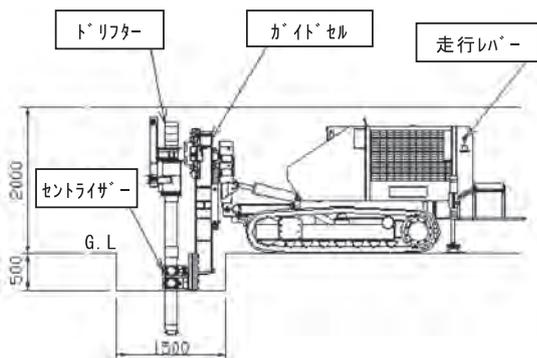
- ①空頭制限 2.0 m 以下の狭隘箇所での施工が可能
- ②硬質な地盤への削孔が可能

### 4. 施工機の改造

#### (1) 削孔方式

削孔方式は、削孔速度の速い乾式の直接鋼管打設方式とした。また、継杭一本あたりの鋼管長を空頭制限下において最大とするために、施工機のセントライザー部を延伸する機構を削孔機に搭載し、実施工の際には、G.L 盤から -50 cm 掘り込み、この分に延伸したセントライザーを設置できるようにした(図一 3)。

削孔機能は、削孔ロッド内に圧縮空気を送り、先端のハンマピストンを往復運動させ先端削孔ビットを直



図一 3 改造したマイクロパイル施工機の側面図

接打撃するとともに、ロータリーヘッドによって回転力を与えて削孔能力を高めた乾式ダウンザホールハンマ方式を採用した。

#### (2) マスト長の短尺化

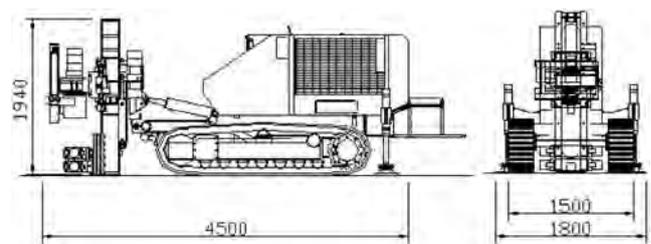
マイクロパイル施工機は、量産型のうち最も小型の施工機 (SM103HD) を改造することとした。空頭制限 2.0 m 以下への対応は、施工機の標準マスト長を 53% 短尺化することで実現した。

マスト長の短尺化にあたり、付属装置〔ドリフター、セントライザー、排土装置 (可動式スイベル管、サイクロン集塵装置、ジェクター)] を改造もしくは新設した。

写真一 1、図一 4 に開発した超低空頭型本工法施工機の全景および外観図を示す。



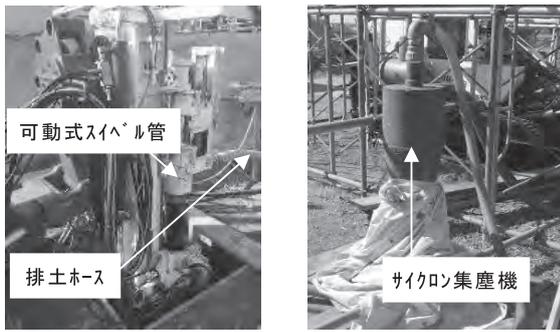
写真一 1 超低空頭型本工法施工機全景



図一 4 超低空頭型本工法施工機外観図

#### (3) 削孔時の排土飛散防止対策の追加

削孔による排土は、ダウンザホールハンマで使用した圧縮空気と共に、ダウンザホールハンマに接続したインナーロッドと鋼管杭の間を通り、地上に排出される (二重管内返し方式)。その際の排土が圧縮空気とともに飛散することを防止するため、排出部分に可動式のスイベル管を介して鋼管アダプターで連結する構造とした。さらに、サイクロン集塵機およびジェクター (強力空気搬送機) を排土ホースに接続することで、排土効率の向上を図った。写真一 2 に排土飛散防止対策とサイクロン集塵機を示す。

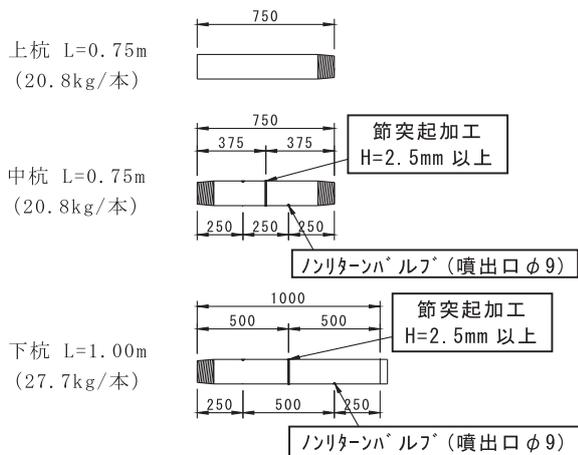


写真一2 排土飛散防止対策

## 5. 鋼管継杭長の仕様

継杭する一本あたり鋼管杭長は、標準の本工法で用いる鋼管杭仕様をベースに、節突起およびノーリターンバルブの最適な配置を検討した。なお、短尺マストでの施工性を上げるために、図一5に示す鋼管杭の仕様とした。

また、継手は本工法の標準規格である機械式ネジ継手（カップラー式ネジ継手）とし、無溶接での継手構造とした。



図一5 短尺化鋼管杭仕様

## 6. 削孔実証試験

### (1) 削孔実証試験の概要

改造した施工機の作業性および削孔時の排土飛散状況を確認するため、東日本機械センター（群馬県邑楽郡明和町）において、単管、ビティ足場等で空頭制限2.0mの模擬環境を構築し、削孔実証試験を実施した。

### (2) 削孔実証試験の結果

削孔実証試験では、乾式ダウンザホールハンマ方式により、杭長4.75mと10mの2セットの試験削孔を実施した。写真一3に施工機の移動状況、写真一4



写真一3 施工機移動状況



写真一4 乾式削孔試験状況

に乾式削孔試験の状況を示す。

施工機の作業性については、先頭の鋼管は下杭とダウンザホールハンマおよびパイロットビットとを、同時にセットする必要がある。合わせて約90kgの重量物を取り扱うこの作業については、手押し運搬台車で移動を行い、杭打ち機に別途取り付けられた吊りフックとレバブロックを利用することにより、安全性の向上と作業員の負荷軽減を図った。

削孔に伴う排土は、インナーロッド（ダウンザホールハンマ昇降時に接続する鋼管）と鋼管杭の間を通り、可動式スイベル管の排土口から圧縮空気と共に排出される構造としたが、インナーロッドおよび鋼管杭の上下運動により可動式スイベル管と鋼管アダプターとの間に隙間が発生し、少量の排土の飛散が確認されたため、可動式スイベル管と鋼管アダプターの連結方法の改良を行うこととした。

また、排土の詰まり防止のためにジェクター（強力空気搬送器）やサイクロン集塵機を再度改良した。

## 7. 実施工での検証

### (1) 工事概要

愛知県蒲郡市に位置する中部電力(株)西浦変電所において、経年劣化により取り替えとなる2B変圧器の基礎を構築する工事に、今回開発したSTマイクロパイルを適用し、その施工性の確認を行った。写真一5に西浦変電所全景を示す。



写真—5 変電所全景

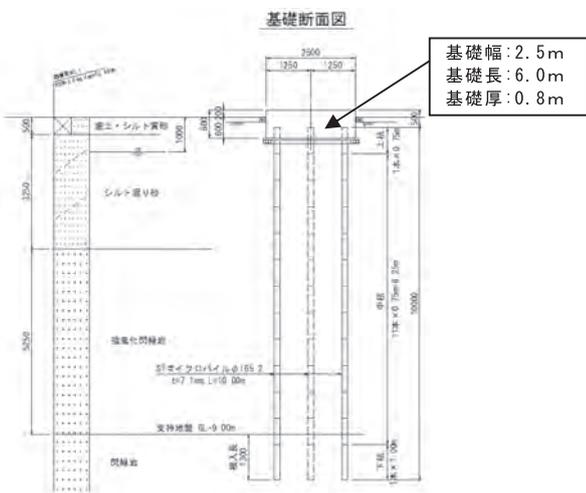
(2) 西浦変電所の地質状況

西浦変電所の杭支持地盤は、2B 変圧器基礎の近接で実施した地質ボーリング調査の結果から、表層から GL-3.75 m まではシルト混じり砂、GL-3.75 m ~ GL-9.0 m が強風化閃緑岩、GL-9.0 m 以深が強固な閃緑岩となっている。また、地下水位は GL-1.0 m 程度である。

(3) 2B 変圧器新設基礎形状と鋼管杭仕様

新設する基礎工事箇所は、狭隘箇所かつ稼働中の変電設備での近接作業であること、また、地盤状況を踏まえた基礎安定計算の結果から小口径鋼管杭工法が採用された。

図—6 に新設する機器基礎形状図と表—1 に鋼管杭仕様を示す。



図—6 機器基礎形状図

表—1 鋼管杭仕様

項目	仕様
使用鋼管	φ 165.2 mm, t=7.1 mm, STKT590
打設数量	杭長 10 m × 5 本 (支持層深度 8.7 m + 杭根入れ長 1.3 m)
継杭長 1 本当り	・ 上杭 杭長 0.75 m × 1 本
	・ 中杭 杭長 0.75 m × 11 本
	・ 下杭 杭長 1.00 m × 1 本

また、打設杭ごとの杭先端の支持層到達確認評価手法は、2B 変圧器基礎の近接で実施した地質ボーリング調査結果をもとに、杭先端深度と削孔で排土される土質の目視確認とした。

(4) 実施工検証結果

西浦変電所における実施工検証の結果、空頭制限 2.0 m において、施工性に問題がないことが確認できた。また、施工精度、施工品質に関しても設定した基準を満足することができた。

写真—6 に実施工検証試験の状況、写真—7 に鋼管杭削孔状況、写真—8 に鋼管杭打設完了状況を示す。



写真—6 実施工検証試験の状況



写真—7 鋼管杭削孔状況



写真—8 鋼管杭打設完了状況

## 8. 支持層到達確認手法の開発

### (1) 支持層到達確認の課題と対応策

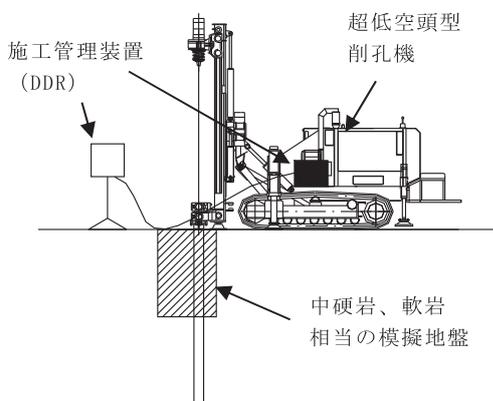
本工法は、回転と打撃の併用により硬質地盤でも切削・破碎して削孔を行うため、杭打ち時のトルク値や電流値の変化を顕著に確認できない。このため、西浦変電所で実施したように、支持層到達確認は地質ボーリング調査をもとにした杭先端深度と削孔で排土される土質を目視で確認している。しかし、土地造成箇所では、盛土部の支持層深度は一樣とは限らず、従来方法では多くの地質調査が前提となるなどのデメリットがある。

そこで新たに、打設杭ごとの支持層到達確認方法の確立が必要である。改善策として、「削孔速度」、「回転トルク」、「給進力（押込み力）」、「回転数」などの削孔データを記録する施工記録装置（DDR）をマイクロパイル施工機に搭載し、削孔データと対象地盤の硬さを比較し、その相関関係から、杭先端の支持層到達確認の評価方法を確立することとした。

### (2) 支持層到達確認試験の概要

地盤の硬軟の削孔データを得るため、東日本機械センター（群馬県邑楽郡明和町）において、超低空頭型本工法施工機（SM103HD）に施工管理装置（DDR）を取り付け、削孔データを収集した。なお、この試験では支持層相当の地盤と上部沖積層相当の地盤との削孔データの明確な違いを確認するため、中硬岩（40 N/mm<sup>2</sup>）、軟岩（18 N/mm<sup>2</sup>）相当の模擬地盤をレディミクストコンクリートにより造成した。

支持層確認試験の計画図を図一七に示す。



図一七 支持層確認試験の計画図

### (3) 支持層到達確認試験の結果

試験の結果、給進力および回転数の設定を一定にした状態で、「削孔速度」、「回転トルク」、「回転数」の値が支持層相当の模擬地盤と沖積層相当の現地盤で大きく変化していることが確認できた（特許出願中 特願 2017-34672）。

結果については、現在分析中であるが、今後、これらの値の変化を捉えれば、削孔している地質の硬軟を判定できる可能性があることが分かった。

## 9. おわりに

本稿では、空頭制限 2.0 m の狭隘箇所かつ硬質地盤において、小口径鋼管杭の施工を可能にした本工法超低空頭型 ST マイクロパイル工法を開発し、当該工法の開発概要、削孔実証試験および実施工検証結果について報告した。

今後は、杭の支持層到達確認の評価方法の確立に向け、多くの施工記録を収集・蓄積し、地質データとの相関性を評価していきたいと考えている。

## 謝辞

最後に、今回の開発にあたり、様々なご指導ご協力を賜りました中部電力株式会社の関係者の方々に厚くお礼申し上げます。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) NIJ 研究会:ST マイクロパイル工法 タイプ I 設計・施工マニュアル、(2015 年 8 月六訂版)

### 【筆者紹介】



東芝 崇（とうしば たかし）  
日本基礎技術(株)  
技術本部技術部 地盤補強グループ  
課長



奥野 倫太郎（おくの りんたろう）  
日本基礎技術(株)  
社長室事業企画室  
課長



橋本 秀一（はしもと ひでかず）  
中部電力(株)  
電力ネットワークカンパニー  
工務技術センター 土木建築課  
副長

# 地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例

## 富山新港火力発電所 LNG 1号機新設工事

照井 太一・嶋田 洋一・伊藤 浩邦

斜め土留め工法（以下「本工法」という）は、開削工事に用いられる土留め壁を傾斜させることにより、掘削深さが3m以上でも支保工が不要となる自立形式の土留め工法である。「地盤改良体方式」（以下「本方式」という）は、浅・中層地盤改良工法であるパワーブレンダー工法により連続した地盤改良体を造成して土留め壁とするものである。掘削深さが5m程度の開削工事に適用性が高く、遮水性を有することから地下水位が高い地盤条件でも適用可能である。

本報では、富山新港火力発電所 LNG 1号機新設工事のうち、ボックスカルバートを設置する冷排水路工事に本工法を適用した事例を報告する。

キーワード：斜め土留め、自立式土留め、地盤改良工法、遮水性土留め、近接施工、省スペース、工期短縮、コスト縮減

### 1. はじめに

本工法は、土留め壁を傾斜させることにより掘削深さが3m以上でも支保工が不要となる自立形式の土留め工法である。支保工を省略できるため、中間杭の躯体貫通部や切梁設置位置における側壁の打継がなくなり、目的物である躯体の品質が向上する。また、内部掘削および躯体構築の施工効率が向上するため、工期短縮およびコスト縮減が可能となる。これまで、鋼矢板方式および親杭横矢板方式により掘削深さ10m程度までの施工実績がある。

今回、ソイルセメントを用いて遮水性土留め壁を築造する本方式を新たに開発した。これは、地盤改良工法であるパワーブレンダー工法を用いて、傾斜した土留め壁を造成するものである。本方式を、富山新港火力発電所 LNG1号機新設工事のうち、ボックスカルバートを設置する冷排水路工事および電気ケーブルトレンチ工事に初めて適用した。本報では、地盤改良体方式斜め土留めの施工状況、土留め計測結果を報告する。

### 2. 工法概要

パワーブレンダー工法は、原位置土とセメント系固着材を攪拌混合し、連続して安定した地盤改良体を造成する浅・中層混合処理の地盤改良工法である。従来はトレンチャー式攪拌機（以下、トレンチャー）を鉛

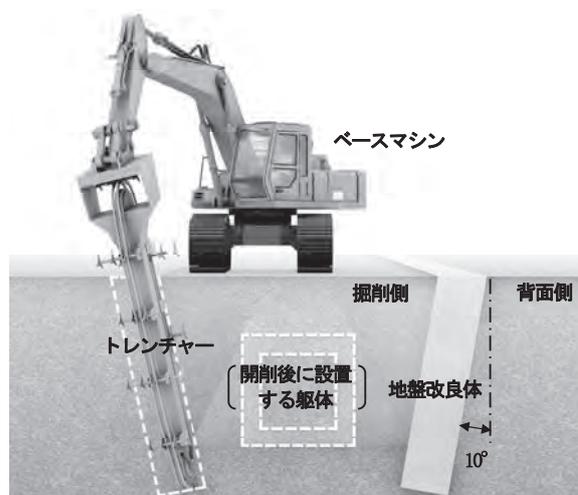


図-1 パワーブレンダー工法による地盤改良体の造成

直方向に地中に挿入するが、本工法では改良型バックホウ（以下、ベースマシン）のアームに専用のアタッチメントを取付け、トレンチャーの傾斜角度を一定に保持できるようにした（図-1）。施工設備は、ベースマシン、トレンチャー、スラリープラント、グラウトポンプ、コンプレッサー、発動発電機等で構成される。

地盤改良体の傾斜角度は10°、最大造成長さは13m、標準改良厚は1m、ソイルセメントの設計基準強度は500～1,000 kN/m<sup>2</sup>である。遮水性を有する土留め壁であるため地下水位が高い地盤条件でも適用可能である。

本工法の特徴は以下の通りである。

- ①傾斜角度を10°に保持したトレンチャーを地中に挿入した後、横引きしながら等厚の連続した地盤改良体を造成できる。
- ②ベースマシンを土留め壁の掘削側に配置しながら造成するため、土留め背面側に構造物が近接する場所でも施工が可能である。
- ③造成方向が変化する場合、ソイルセメントが固化する前に壁体をラップして造成できるため、土留めコーナー部でも閉合が容易である。
- ④工事完了後には地盤改良体を残置するため、土留め壁の撤去で問題となる躯体の沈下を避けることができ、また、工期短縮にもつながる。

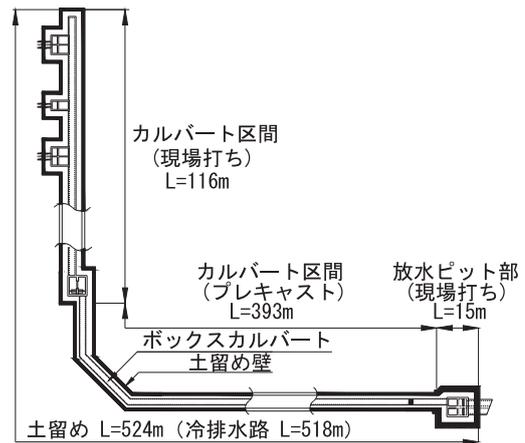


図-3 冷排水路工事 平面図

### 3. 施工事例

#### (1) 工事概要

本工事は、富山新港火力発電所の石炭1号機をリブレースして、LNG（液化天然ガス）を燃料とする高効率で環境負荷の少ないコンバインドサイクル発電設備を新設するものである（図-2）。

- ・工事名：富山新港火力発電所 LNG1号機新設工事
- ・工事場所：富山県射水市堀江千石地先
- ・発注者：北陸電力株式会社
- ・施工者：(株)大林組・東洋建設(株)・西松建設(株)
- ・主要工種：PCタンク工事，地盤改良工事，取水口工事，冷排水路工事，電気ケーブルトレンチ工事

#### (2) 構造諸元および地盤条件

斜め土留めを適用して築造する冷排水路は、延長518mの鉄筋コンクリート製ボックスカルバート構造である。カルバート形式は大部分の区間（以下、カルバート区間）で1連（現場打ちおよびプレキャスト）であるが、終点側の放水ピットは2連（現場打ち）となっている（図-3～5）。

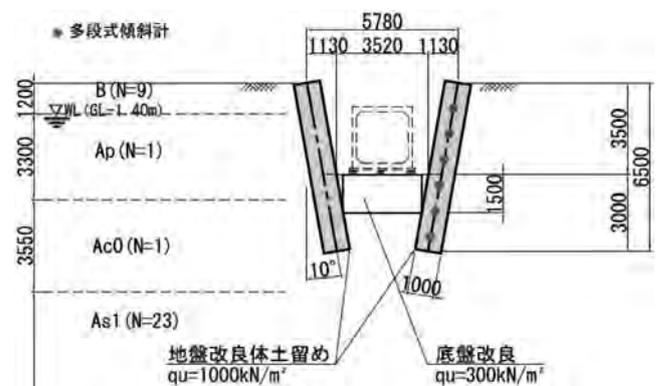


図-4 カルバート区間 土留め断面図

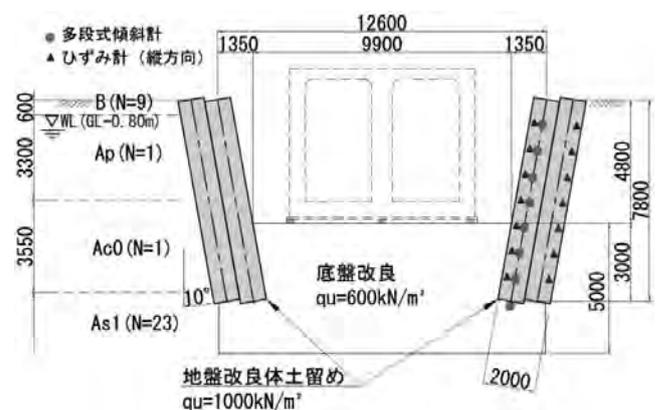


図-5 放水ピット部 土留め断面図

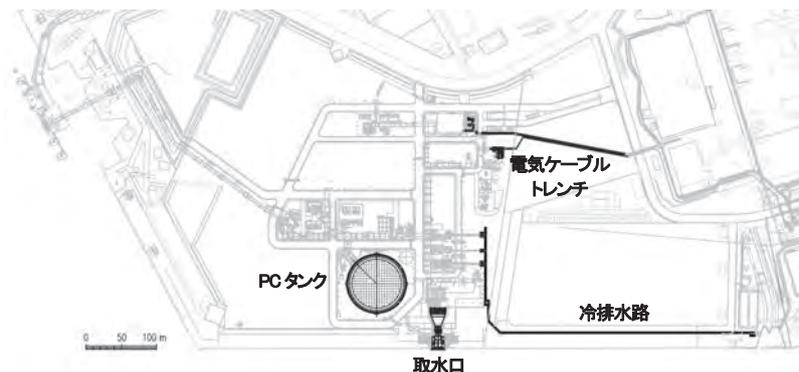


図-2 工事全体平面図

土留めの構造諸元は以下の通りである。

#### 1) カルバート区間

- ・掘削深さ : 3.3 ~ 4.5 m
- ・土留め壁深さ : 6.0 m ~ 7.0 m
- ・土留め壁厚さ : 1.0 m
- ・底盤改良 : 厚さ 1.5 m  
(設計基準強度 300 kN/m<sup>2</sup>)

#### 2) 放水ピット部

- ・掘削深さ : 4.8 m
- ・土留め壁深さ : 7.8 m
- ・土留め壁厚さ : 2.0 m
- ・底盤改良 : 厚さ 5.0 m  
(設計基準強度 600 kN/m<sup>2</sup>)

底盤改良は、土留め壁の受働抵抗の増加と掘削底面の盤ぶくれ防止(放水ピット部)を目的として造成した。

施工場所は海に近接しており、地下水位が GL-1.0 m 程度と高い。地盤は軟弱粘性土層 (Ap, Ac0) が主体であり、GL-8.0 m 程度以深には砂質土層 (As1) が存在する。

### (3) 土留め壁の造成

施工機械は、1.9 m<sup>3</sup> 級油圧ショベルのベースマシンに、長さ 9.0 m、幅 1.0 m のトレンチャーを装着して使用した(写真-1)。ベースマシンのアームの先端に専用のアタッチメントを取り付け、トレンチャーの傾斜角度を 10° に保持できるようにした(写真-2)。測量により土留め壁の造成位置をマーキングしたあと、ベースマシンを土留めの掘削側に配置し、土留め壁軸方向に移動しながら地盤改良体を造成した。所定の位置に精度良く地盤改良体を造成するため、トレンチャーの上部に受信機を取り付け、レーザーレベル測定器により高さや造成方向を管理した。なお、一回の施工サイクルで造成できる地盤改良体の改良幅は 1 m であるため、壁厚 2 m の土留め壁を造成する際は、1 列目の地盤改良体を造成したあとソイルセメントが固化する前に 2 列目を造成することで、これらが一体化する土留め壁とした。

### (4) 配合計画および強度確認試験結果

ソイルセメントの設計基準強度は、掘削深さと地盤条件に応じて 500 kN/m<sup>2</sup>、750 kN/m<sup>2</sup>、1,000 kN/m<sup>2</sup> と 3 種類設定した。また、土留め施工範囲で地層構成が大きく変化することから、水路延長方向に 6 つの区間に分割して配合試験を行い、区間毎にソイルセメントの配合を設定した。

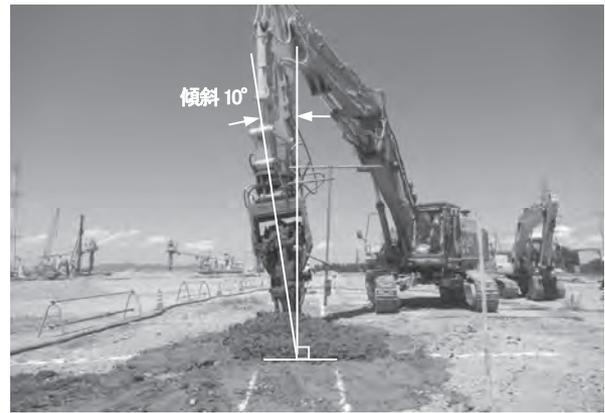


写真-1 土留め壁造成



写真-2 専用アタッチメント

表-1 ソイルセメント配合

設計基準強度	固化材種類	セメント量	W/C
1,000 kN/m <sup>2</sup>	高炉セメント B 種	300 kg/m <sup>3</sup>	80%

現場打ちカルバート区間(図-3)のソイルセメントの配合を表-1に示す。Ap層に含まれる有機質土の影響により、セメント添加量が多めとなった。

表-1に該当する区間のソイルセメントの一軸圧縮試験結果を図-6に示す。供試体用試料は、造成後のソイルセメントが流動性を有する間に3深度(GL-1.0 m, GL-3.5 m, GL-6.0 m)から専用の採取器を用いて採取した。7日平均強度は設計基準強度以上となる1,105 kN/m<sup>2</sup>、28日平均強度は2,195 kN/m<sup>2</sup>となった。また、これ以外の全ての区間でもソイルセメントの一軸圧縮強度が設計基準強度以上となったことから、地盤改良体の傾斜角度が10°の場合でも、従来の鉛直方向に改良するパワーブレンダー工法と同じ管理方法により安定した品質を確保できることを確認した。

### (5) 土留め内部掘削およびカルバート設置

本工法の適用により無支保での作業が可能となったため、掘削作業では油圧ショベルで掘削した土砂をダ

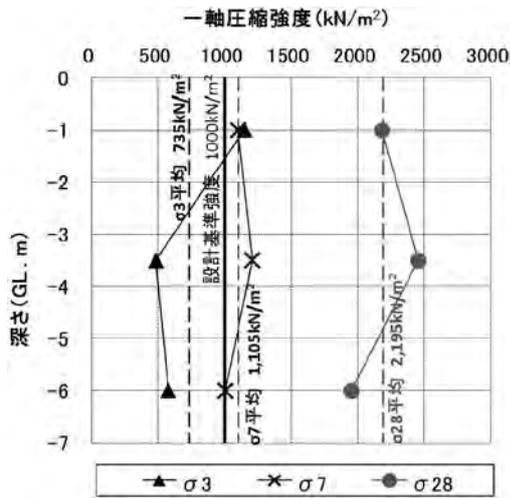


図-6 ソイルセメント強度確認試験結果



写真-5 現場打ちカルバート設置完了



写真-3 土留め内部掘削



写真-6 プレキャストカルバート設置状況



写真-4 掘削・均しコンクリート打設完了

ンプトラックに直接積み込んで搬出できた（写真-3, 4）。また、現場打ちカルバート構築時に支保工設置に伴う側壁打継を設ける必要が無く（写真-5）、プレキャストカルバート据付け時にも二次製品を所定の場所に直接吊り下ろすことができた（写真-6）ため、従来工法に比べ施工効率が大幅に向上した。なお、土留め内部掘削中から埋戻し完了までの期間、土留め

壁からの有意な漏水は見られなかった。

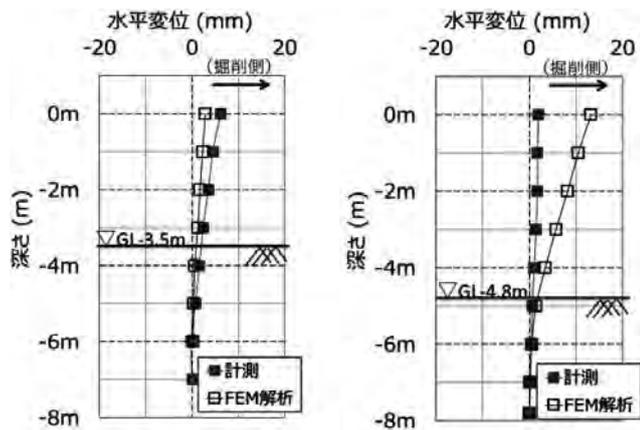
### (6) 土留め計測工

土留めの設計を検証することを目的とし、カルバート区間と放水ピット部の各1箇所土留め計測工を実施した。計測項目を表-2に示す(計器配置は図-4, 5参照)。

カルバート区間における掘削完了後の最大水平変位計測値は、土留め壁の頭部で6 mm となり、事前に実施したFEM解析値<sup>1)</sup>よりも若干大きくなった。放水ピット部の最大水平変位計測値は土留め壁の頭部で

表-2 土留め計測項目

区間	項目	計測器	設置間隔	設置位置
カルバート	変位	多段式傾斜計	1 m	土留め壁中心
放水ピット	変位	多段式傾斜計	1 m	掘削側壁面から50 cm
	ソイルセメント鉛直応力	ひずみ計	1 m	土留め壁面から20 cm

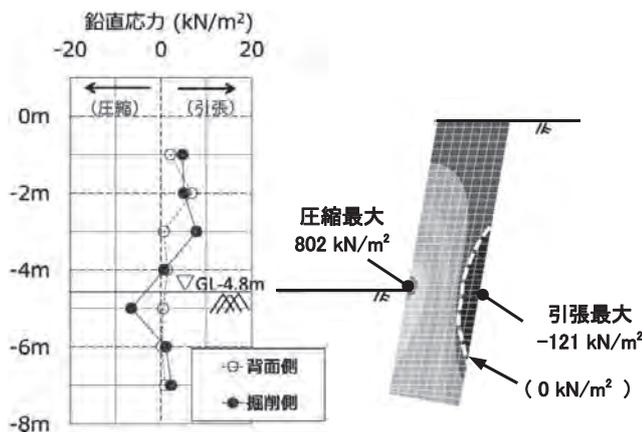


図一七 土留め壁水平変位分布  
(左：カルバート区間，右：放水ピット部)

2 mm となり、これは FEM 解析値の 15% 程度であった (図一七)。

放水ピットにおける掘削完了後のソイルセメントの鉛直方向応力の計測結果および FEM 解析結果を図一八に示す。土留め壁の掘削側では掘削床 (付け) 付近で最大圧縮応力  $6.5 \text{ kN/m}^2$  が発生し、背面側では全計測点で引張応力が発生した。これを FEM 解析結果と比較すると、圧縮および引張の応力の発生傾向は同様であるが、計測値は FEM 解析値より小さくなった。

放水ピット部において、改良体の水平変位とソイルセメントの鉛直応力の計測値が FEM 解析値よりも小さくなった要因は、計測位置が土留めコーナー部に近く、変位拘束の影響を受けたためと考えられる。



図一八 放水ピット部のソイルセメント鉛直応力分布  
(左：計測，右：FEM 解析)

#### 4. おわりに

本方式地盤改良体方式の本工法斜め土留め工法を今回初めて実工事に適用し、カルバート構築と埋戻しま

で無事に完了した。土留めの内部掘削から埋戻しまでの期間を通じて、土留め壁に有意な漏水は見られず、地下水位が高く軟弱な地盤条件でもパワーブレンダー工法により安定した品質の地盤改良体を造成できることを確認した。また、斜め土留め工法の特長である無支保でオープンな施工空間を確保できたことにより、内部掘削、ボックスカルバート設置および埋戻しの施工性が大幅に向上した。

これまでの本工法斜め土留め工法では、土留め壁背面側に施工機械を配置する必要があったが、パワーブレンダー工法では土留め壁の掘削側に配置しながらの施工も可能である。また、設備も大がかりでないため狭隘な場所でも適用可能で、騒音・振動が小さく、環境面でもメリットがあることから、都市部での工事への適用も期待できる。なお、別途実施した FEM 液状化解析では、工事完了後に残置される地盤改良体には地震時の液状化と、それに伴うカルバートの浮き上がりを抑制する効果があることを確認している<sup>2)</sup>。

#### 謝 辞

最後に、本工法の適用にご理解・ご協力を頂いた北陸電力の関係各位に感謝の意を表します。

JICMA

#### 《参考資料》

- 1) 照井他：地盤改良体を用いた斜め土留め工法の設計・施工事例，土木学会 土木建設技術発表会 2016，VI-11，2016.11
- 2) 照井他：地盤改良体方式斜め土留め壁によるカルバートの浮上抑制効果に関する解析的研究，土木学会 第 36 回地震工学研究発表会，B23-1002，2016.10

#### 【筆者紹介】



照井 太一 (てるい たいち)  
 株式会社 大林組  
 土木本部 生産技術本部 技術第一部  
 担当課長



嶋田 洋一 (しまだ よういち)  
 株式会社 大林組  
 土木本部 生産技術本部 技術第一部  
 副部長



伊藤 浩邦 (いとう ひろくに)  
 株式会社 加藤建設  
 ジオテクノロジー事業部 企画開発部  
 部長代理

# 廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例

## リフューズプレス工法

池田 通陽・中川 英司・小林 眞

廃棄物最終処分場の残余容量は年々減少してきているが、処分場用地確保の困難性や地域住民の反対等で新規処分場の建設は滞っている。このため廃棄物の総排出量の抑制や減量、既存の処分場での再分別や溶融、重機等を用いて動的・静的な圧縮によって減容し、延命させるなどが試みられている。

リフューズプレス工法 (Refuse Press Method) (以下「本工法」という) は、廃棄物を静的に圧縮して減容化することにより処分場の延命化を目的として開発された工法である。本稿では、工法の施工概要と施工事例及び減容化以外の適用事例などについて報告する。

キーワード：廃棄物、最終処分場、延命化、静的圧縮、海面処分場、無公害、締め固め、早期安定化

### 1. はじめに

最終処分場の延命化対策として、1) リサイクル、分別収集の徹底など廃棄物の総排出量の抑制や減量、2) 既に投棄されている廃棄物を掘起して再分別して再資源化や破碎・溶融して減容化する、3) 重機等を用いて動的または静的に強制的に圧縮して減容化 (高密度化) する方法、などがある。

本工法 (静的圧縮減容化工法) は、埋立廃棄物を原位置で静的に圧縮することによって減容化・高密度化し、埋立可能容量を増加する工法である (写真一1)。

本工法は、平成26年～平成29年にかけて極めて大規模な海面埋立処分場の (減容化) 工事に適用され、海面処分場での適用は難しいとされていたが、施工方法の改善等によって十分な成果を上げている。



写真一1 本工法の施工状況 (南本牧)

### 2. 本工法の概要

本工法は、廃棄物中に  $\phi 700 \sim 1,500 \text{ mm}$  の貫入体 (締め固め機能付きの特殊なスクリーオーガー、写真一2) を回転・圧入して、廃棄物を横方向 (孔壁) に圧縮して締め固め、減容化する工法である。通常のスク



写真一2 貫入体 ( $\phi 900 \text{ mm}$ ,  $\phi 1,500 \text{ mm}$ )

掘削・圧縮状況

リューオーガーの場合は、先端のオーガーヘッド部で掘削された土砂はスクリーを伝わり上方に排土されていく。それに対して本工法で使用する貫入体は途中の突起（こて）部で土砂（廃棄物）は孔壁に押し付けられ圧縮し掘削孔が形成される。さらに、貫入体を逆回転させることにより縦方向の締め固めが行われ、掘削孔内に投入された廃棄物が締め固められる。

### (1) 施工機械

施工機械は、三点式パイルドライバーにオーガー掘削機を装備し貫入体を取り付けたものを通常用いている。さらに、施工能率の向上のため投入孔に素早く均一に廃棄物を投入するコンベアユニット（写真—3）や投入ホッパー（写真—4）、地上に出た貫入体に着している灰の飛散を少なくして施工が進められるような鋼製スライド風管（写真—5）などが開発され、標準装備されている。

また、廃棄物地盤上での機械の安定性や機動性の向上および山間部などの高低差のある処分場への適用に対しては、大型のバックホウをベースマシンとしたものに、開発した小型で高出力の油圧式オーガーを取り付けたタイプもある（写真—6）。



写真—3 コンベアユニット



写真—4 投入ホッパー



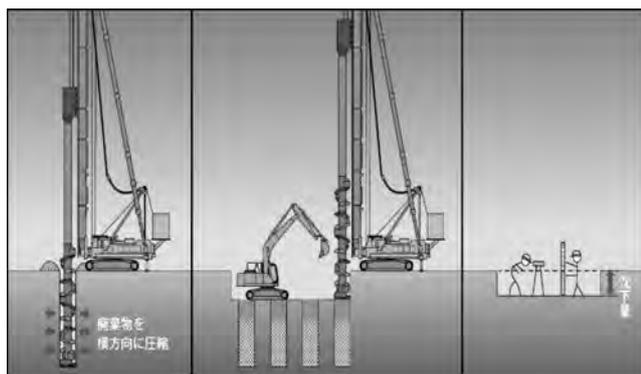
写真—5 鋼製スライド風管



写真—6 大型バックホウタイプ

### (2) 施工手順

通常施工では図—1に示す施工手順のように、削孔終了後に一旦貫入体を引き抜き、周辺の廃棄物を掘削孔内に投入して地盤を下げる方法を取っている。しかし、海面処分場は比較的場内の水位が高いことが多く、貫入体を一旦引き抜くと掘削孔内に水を呼び込むため、埋め戻しによって水が溢れ出し、減容化効率が低減する。さらに、施工区域周辺の廃棄物を掘削孔内に投入し地盤を下げると施工面が地下水位以下となり機械の安定性などが確保できなくなる。よって、図—2に示すように所定の深度まで正転で掘削した後、貫入体を引き抜かず、機械近くのベッセル（容器）に仮置きした廃棄物（焼却灰）を掘削孔内に投入しながら貫入体を反転させ引き上げていく方法を採用してい



図一 一般的な施工手順



図二 海面処分場での施工手順

る。その結果、地下水位の高い海面処分場においても施工可能となった。

### (3) 本工法の特長

本工法の特徴は以下の通りである。

- 1) 貫入体の回転・圧入は電動又は油圧モーター駆動によるため、掘削時の振動・騒音は殆ど問題

がない。

- 2) 静的圧縮工法のため、遮水シートや侵出水集配水管、ガス抜き管等の既設構造物に全く影響を及ぼさない。
- 3) 廃棄物の圧縮には、特別の材料を使用しないため無公害である。
- 4) 貫入体の回転・圧入には、高トルクの駆動装置を使用するため、粗大ゴミが混入していても適用が可能である。また、廃棄物の種類、組成や締固め状態に合わせて貫入体を使い分けることが可能である。
- 5) 計画深度まで貫入体を到達させるため、改良（圧縮）が確実に行われる。
- 6) 延命化対策の他に、目的・用途にあわせて下記のような利用方法がある。
  - ・掘削孔内に碎石等を投入して締固めて、複合地盤として支持地盤を形成し、跡地利用のための地盤改良工法として利用する。
  - ・形成された掘削孔内に碎石等を投入して、雨水や酸素供給を豊富にすることにより分解を促進させて、廃棄物の早期安定化工法として利用出来る。

### 3. 減容化工事の事例

本工法における減容化を実施した主な施工実績を表一に示す。表によれば、減容率（平均沈下量／掘削深度）は廃棄物地盤の種類や初期強度にもよるが概ね10～23%が得られている。

表一 主な施工実績

現場名	区分	場所	施工面積 (m <sup>2</sup> )	掘削深度 (m)	貫入体径 (mm)	沈下量 (m)	減容率 (%)
十和田組合 (実証実験)	一般	内陸	12	5, 10	φ 850	0.60	12.0
大牟田市 (実証実験)	一般	内陸	48	5, 10	φ 1,500 φ 850	0.51 1.24	10.1 12.4
菊池トラック最終処分場	産廃	内陸	1,131	5, 10	φ 850	1.17	23.4
共栄産業産廃処分場	産廃	内陸	537	4～8	φ 850	1.41	23.5
山形環境産廃処分場	産廃	内陸	865	6	φ 1,000	0.86	14.3
南本牧処分場 (実証調査)	一般 産廃	海面	87	15, 10	φ 800	1.23～1.87	7.8～15.2
南本牧処分場 (その1)	一般 産廃	海面	29,000	13	φ 900	圧縮量 63,620 m <sup>3</sup>	16.9
南本牧処分場 (その2)	一般 産廃	海面	32,000	13	φ 900	圧縮量 76,020 m <sup>3</sup>	18.3
南本牧処分場 (その4)	一般 産廃	海面	7,200	13	φ 900	圧縮量 23,137 m <sup>3</sup>	24.7

一般：一般廃棄物 産廃：産業廃棄物 減容率：沈下量／掘削深度

(1) 内陸処分場（産廃処分場）での事例

減容化工事を実施した某産業廃棄物最終処分場は、建築廃材を主体とした安定5品目（金属、廃プラ、ガラス・陶磁器、ゴム、建設廃材）で埋め立てられている安定型処分場であり、廃棄物の層厚は最大約10mである。

工事は貫入体径φ850mm、掘削深度4～8m（平均6m）、掘削点間隔1.2mの施工仕様で実施した。施工の結果、平均地表面沈下として1.41mが得られ（写真一七）、減容率は23.4%であった。

(2) 海面処分場での事例

南本牧廃棄物最終処分場は、埋立面積17.9ha、埋立容量約427万m<sup>3</sup>の海面処分場で、既往資料によれ



写真一七 内陸（産廃）処分場での事例

ば一般廃棄物が約8割、産業廃棄物が約2割投棄されている。

減容化工事（当工事では高密度化工事）を施工するに当たり、実証試験を行い、より効率の良い減容効果と地下水位が高い場合での施工方法を確認した。実証試験は廃棄物組成の異なる2箇所ではφ800mmの貫入体を用い、掘削点間隔を1.06～1.50m、掘削深さを5～15mに変化させて、複数の組合せで実施した。実証試験結果を図一三に示す。

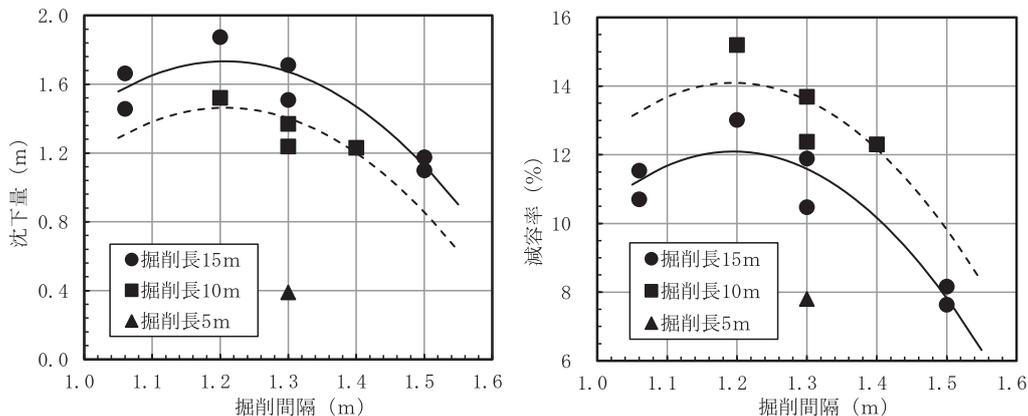
試験結果や地盤調査結果より本工事仕様は、掘削深度を13mとし、φ900mmの貫入体を使用し、掘削点間隔は1.25mとした。

本工事（1期工事、2.9ha）に先立って施工敷地内で小面積4か所を選定し、設計仕様の確認のための試験施工を実施した。その結果、設定した施工仕様で目標値（1孔当りの投入量3.1m<sup>3</sup>以上）が得られることが確認できたので、本施工を設計仕様のまま進めることにした。

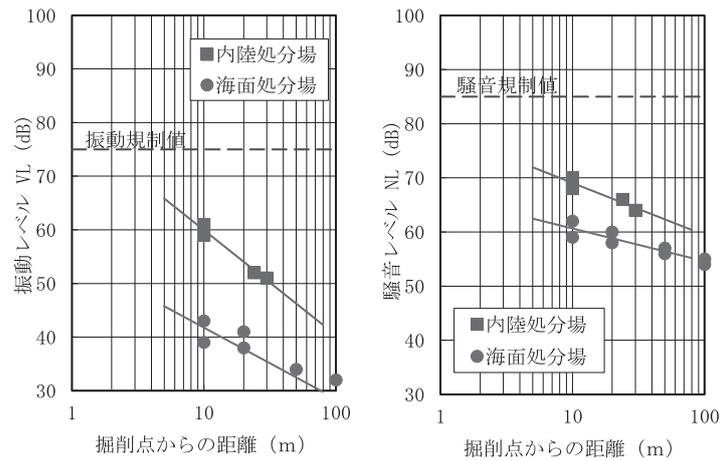
施工の結果、当初の目標値を1割程度上回る6.3万m<sup>3</sup>の減容量が得られた。この減容量を沈下量（圧縮量）に換算すると6.3万m<sup>3</sup>÷2.9ha=2.17m地表面が下がったことになる。施工開始後3年経過した現在（H29.5）も継続して工事が進められているが、1期工事と同等以上の良好な成果が得られている。

4. 周辺環境測定結果

幾つかの施工現場で、公害振動計と騒音計を用いて振動・騒音の距離減衰測定を実施した。測定結果を図一四に示す。振動レベル、騒音レベルとも得られた値はかなり低い値であり、周辺で作業しているバックホウの値の方がむしろ大きな値であった。その他に地表面変位測定や粉じん測定を実施しているが、殆ど変位は無く、粉じんの発生も非常に少ないため、既設構



図一三 海面処分場での実証試験結果



図一 4 振動・騒音の距離減衰図

造物や人体に影響を及ぼす値には至っていない。よって、本工法はほとんど無公害に近い工法といえる。

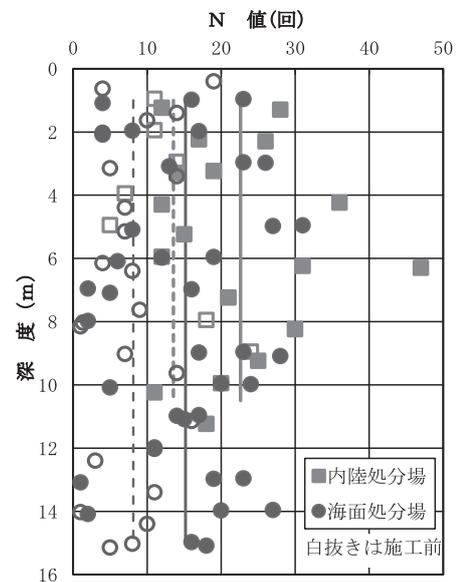
### 5. 地盤強度測定結果（跡地利用）

幾つかの施工現場で施工後に実施したボーリング調査の結果を、施工前の値と対比し図一5に示す。測定結果によれば、施工前の約2倍程度に強度増加している。よって、本工法を適用することにより軽微な構造物の建設が可能であり、跡地の有効利用への効果が窺える。

### 6. 減容化以外の適用事例

#### (1) 緩い再生砕石の地盤改良事例

本工法を緩い再生砕石の締固めに適用した事例であり、現場は既存の建築物を壊し、残った地下躯体部の内部へ解体コンクリートによって発生した再生砕石を用いて埋め戻されていた場所である。埋戻し層厚は約4mで、埋戻し終了時に大型重機で転圧・締固めを実施したが、表層部分のみの締固めで深部は締め固ま



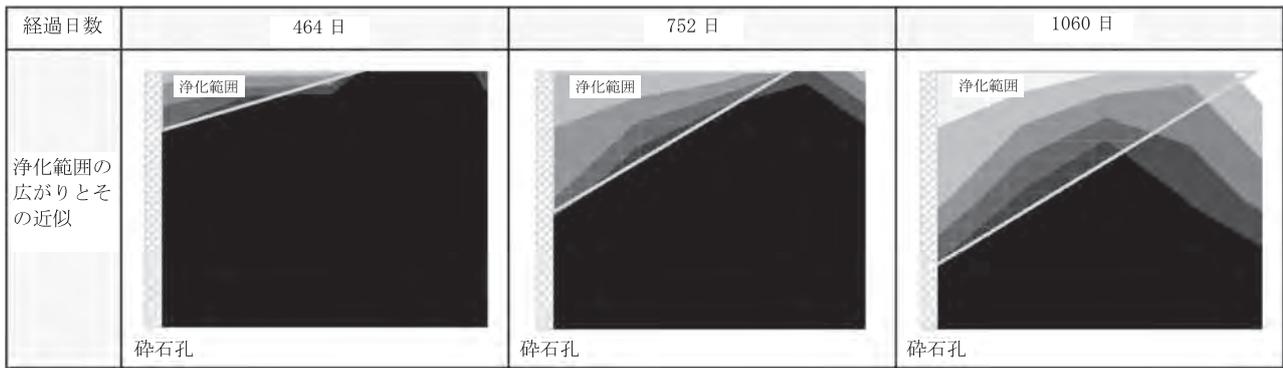
図一 5 地盤強度測定結果対比図

っていない可能性があり、地震時の揺込沈下など支持層として利用するためには何らかの対策が必要であった。

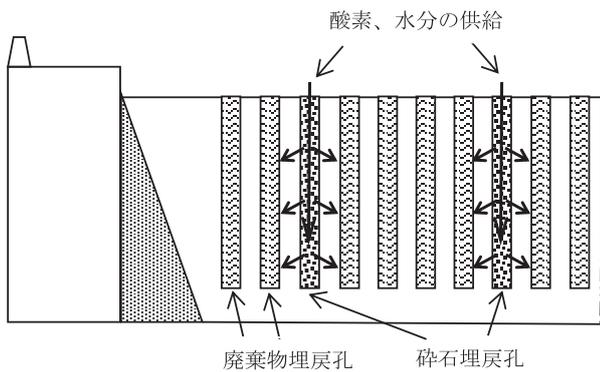
施工は、バックホウ(0.8m<sup>3</sup>型)をベースマシンとした油圧式リーダレス基礎機械に、アースオーガーと



写真一 8 締固め施工状況



図一七 大型土槽での安定化実験結果



図一六 安定化対策概念図

φ 500 mm の貫入体を装着して、1.2 m 間隔で施工した (写真一八)。施工は地下躯体のピット毎に、各々の沈下 (圧縮) 量を測定しながら進めた。測定結果によれば、約 3 ~ 18 cm (平均 8.6 cm) の沈下 (圧縮) 量が得られ、十分な締固めと均一化が図られた。

(2) 廃棄物埋立地の早期安定化への適用

図一六に示すように掘削点のうち数か所を、廃棄物の代わりに砕石で埋戻し、酸素供給を豊富にすることや水を循環させることにより廃棄物の安定化促進を図る大型土槽実験を実施した。結果によると、図一七に示すように表層及び砕石孔周辺から浄化は進行し、早期安定化促進を図れることが分かった。また、25 孔に 1 孔程度の割合で砕石孔を設ける配置が経済的であることも分かり、減容化工事と並行した場合全体の 4% 程度の減容量が少なくなる程度なので、減容化に対する影響も少ないと判断される。よって、本工法で砕石孔を設けることにより早期安定化促進を図れることは分かったが、地下水位以下の廃棄物に対して課題は残る。

7. おわりに

本工法リフューズプレス工法は低公害性であるの

で、都市近郊においても採用可能な工法である。また、大規模工事に対しても施工対応が充分可能である。今後は効率化によるコストの削減や処分場の早期安定化と跡地利用のためのデータの蓄積と設計法や施工法の確立、および支持力増加や液状化対策等の地盤改良への適用などを図っていく予定である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 池田ほか：RP (リフューズプレス) 工法による最終処分場の延命化実証実験, 土木学会第 58 回年次学術講演会論文集, pp.293-294, 2003
- 2) 宇良ほか：RP 工法 (埋立廃棄物静的圧縮減容化工法) による埋立廃棄物安定化促進実験 (第 3 報), 第 18 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.867-869, 2007
- 3) 和田ほか：海面型廃棄物最終処分場における埋立廃棄物の高密度化, 第 37 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp.258-260, 2016
- 4) 鳴海ほか：リフューズプレス工法による廃棄物最終処分場減容化事例, 基礎工, Vol.44, No.4, pp.79-81, 2016
- 5) 池田ほか：静的圧縮減容化工法による海面最終処分場の減容化事例, 土木学会第 71 回年次学術講演会論文集, 第 VII 部門, pp.11-12, 2016
- 6) 池田ほか：静的圧縮減容化工法による減容化事例と安定化の提案, 第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.405-406, 2016

[筆者紹介]



池田 通陽 (いけだ みちはる)  
海洋工業(株)  
技術部長



中川 英司 (なかがわ えいじ)  
海洋工業(株)  
工事部長



小林 眞 (こばやし まこと)  
(株)サンテック  
代表取締役

# 大口径相対攪拌工法の概要と施工事例

## KS-S・MIX 工法

島野 嵐

機械攪拌式深層混合処理は、わが国で開発された代表的な軟弱地盤対策工法であり、地中に供給されたセメント等の改良材と原位置土を強制的に攪拌混合し地盤を固化させる地盤改良工法である。幹線道路を代表とする交通網の整備や洪水・高潮などの治水対策など生活や産業の基盤となる公共設備事業に多く採用されてきたが、近年では軟弱地盤対策だけではなく、既設構造物の耐震補強や液状化対策等の需要も増加している。

KS-S・MIX 工法（以下「本工法」という）は、地盤中にスラリー状のセメント系固化材を注入しながら土と固化材を機械的に混合攪拌し化学的に固化する地盤改良工法で、高トルク型の攪拌モーターを使用することにより最大 2,000 mm の大口径施工を実現した。本稿では、本工法の概要を述べると共に実工事における適用例について紹介する。

キーワード：地盤改良, 深層混合処理, 機械攪拌, スラリー攪拌, 大口径, 低変位

### 1. 工法概要および特徴

本工法は、写真-1 に示す三点支持式杭打機をベースマシンとした深層混合処理工法で、「経済性の向上」、「品質の確実性」、「周辺環境への影響低減」、「高性能システムを用いた施工管理」と4つの特徴を有する。以下に、その詳細について述べる。

#### (1) 経済性の向上

本工法は高トルク型の攪拌モーターを用いることにより、単軸φ1,600～2,000 mm の大口径施工を可能とした。また、従来のスラリー攪拌工法より適用地盤の範囲が広がっている。本工法の適用地盤について表-1 に示す。

従来のφ1,000 mm × 2 軸（改良面積 1.5 m<sup>2</sup>）から、単軸のφ2,000 mm（改良面積 3.14 m<sup>2</sup>）と大きくすることによって、施工本数を大幅に減らすことができ、



写真-1 施工機全景

表-1 適用地盤<sup>1)</sup>

打設長(m)	適用地盤			
	粘性土		砂質土	
	標準値	最大値	標準値	最大値
L ≤ 25m	C ≤ 40kN/m <sup>2</sup> (N ≤ 4)	C = 100kN/m <sup>2</sup> (N = 10) 程度 【層厚2.0m程度】	N ≤ 10	N = 40 程度 【層厚2.0m程度】

工期の短縮やコスト縮減を図ることができる。また、改良形式は杭式改良とブロック式改良（接円式・ラップ式）の方法があり、改良率に応じてラップ長を任意に変更可能である。

(2) 品質の確実性

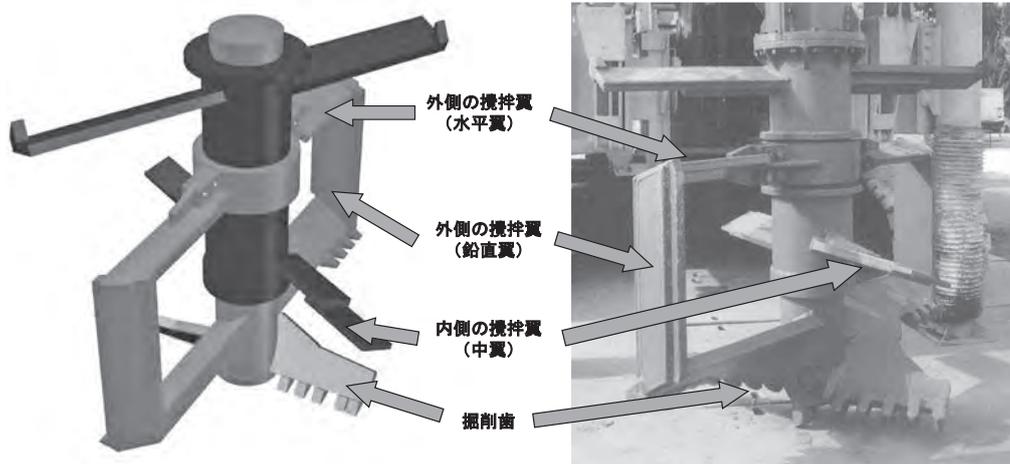
本工法の攪拌翼を図一1に示す。攪拌翼先端の掘削歯によって掘削された掘削土が、カゴ状の攪拌翼内でセメントスラリーと共に相対的に攪拌され、平面的ではなく立体的な攪拌混合を実現すると共に、攪拌混合時における土の「共回り」、「連れ回り」現象を防止して、バラツキのない高品質な改良体を造成することを可能とした。

既往の報告<sup>2)</sup>では図一2に示すように杭頭部の平面的なバラツキを一軸圧縮試験により確認した結果、

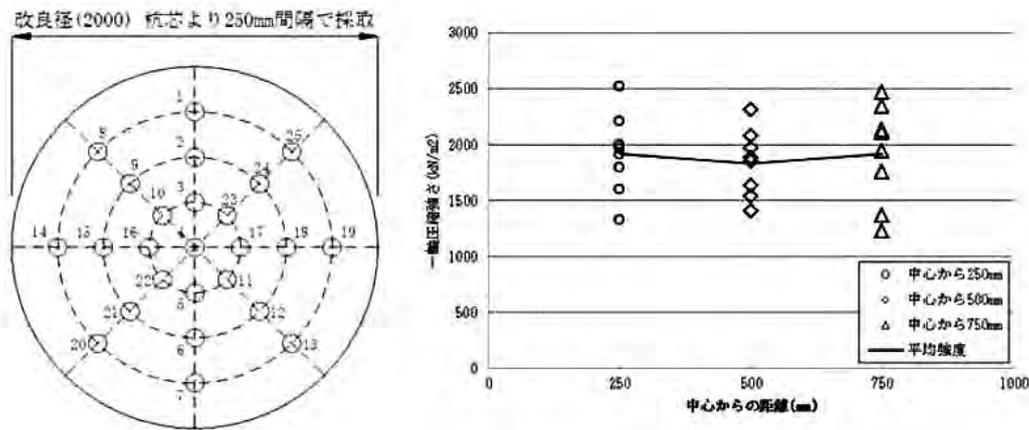
一軸圧縮強度の変動係数CVは19%であった。この値は一般的なスラリー攪拌工法の変動係数CVが25～35%の範囲<sup>3)</sup>であることから他のスラリー攪拌工法と同等以上の品質を有していることを確認している。

(3) 周辺環境への影響低減

外側の鉛直翼が回転しながら削孔壁面と接し原地盤との縁切りをし、その中で外軸の水平翼と内側の中翼とが相対攪拌するため、側方に与える影響が低減し、周辺環境への影響を少なくすることができる。既往の報告<sup>2)</sup>ではN値3以下の粘性土を主体とする軟弱層の改良において杭芯から10m離れた箇所にて地表面変位を測定したところ、水平方向で+3mm、鉛直方向で+1mmであり微小な変位であったことを確認している。



図一1 攪拌翼形状<sup>1)</sup>



	設計基準強度	平均強度	変動係数
材齢28日	1300kN/m <sup>2</sup>	1879kN/m <sup>2</sup>	19%

図一2 平面的な強度分布<sup>2)</sup>

(4) 高性能システムを用いた施工管理

本工法の施工フローを図-3に示す。本工法ではこれらの工程をリアルタイムに表示する施工管理システムを施工機運転席内に設置しており、オペレータはリアルタイムな施工管理が可能である。管理項目は、施工深度・改良速度・セメントスラリー流量（瞬时，積算）・攪拌翼回転数（瞬时，積算）・施工時間・攪拌モーター抵抗値（電流値）であり，これらが画面上に表示される。図-4に施工管理装置の画面表示例を示す。

改良下端が支持地盤に達したか否かを確認する手法

として，一般的には貫入速度・攪拌翼回転速度および電流値の変化により複合的に判定する。近年，これらの表示値を写真撮影により記録するケースが増えているが，撮影時のピントのズレや，画面の反射などにより明瞭な撮影ができない場合がある。本工法ではこれらを回避するため，オペレータがモニター画面をスクリーンショットにより画像保存することができる機能を付加した。これにより，確実な施工記録の保存が可能となった。

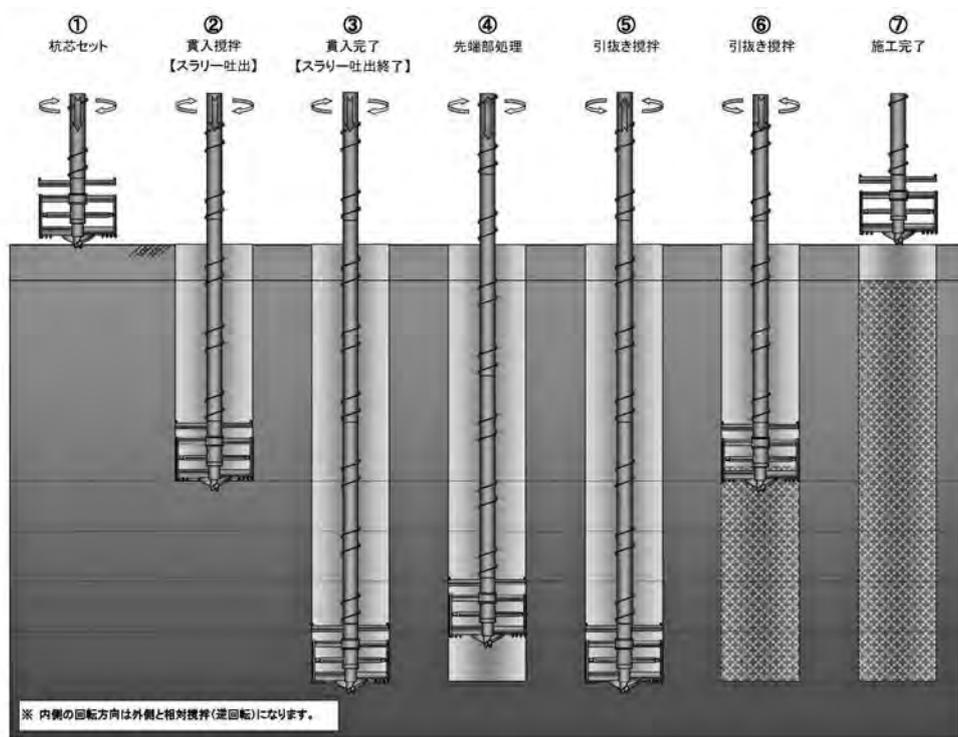


図-3 施工フロー図<sup>1)</sup>



図-4 施工管理装置<sup>1)</sup>

## 2. 施工事例

以下に、2つの実現場における本工法の適用事例について述べる。

### (1) 地盤強度増強としての適用例

東京ベイエリアに築造される住宅・商業複合開発において、施設内連絡通路の地震時の地盤変形抑制および沈下低減を目的とした地盤改良が必要であった。対象土にN≒30の礫混じり砂があること、N>40の細砂層に改良下端を着低させる必要があることから本工法が採用された。

施工仕様を表-2に、施工概要図を図-5に、施工全景を写真-2に示す。なお、空打ち部については、不等沈下防止として浅層改良により全面改良を行った。

事後の品質確認は全長ボーリングにより採取したコアの一軸圧縮試験により行った。採取したコアを写真-3に示す。結果として全ての供試体の一軸圧縮強度は設計基準強度以上であり、コアの連続性も良好であった。

表-2 施工仕様

項目	数量等
改良径	φ2,000 mm 杭式改良
設計強度	Fc=1,000 kN/m <sup>2</sup> quf=2,410 kN/m <sup>2</sup>
改良対象土	礫混じり細砂・シルト細砂
施工長	15.5 ~ 16.5 m (空打ち長 2.2 m)
セメント添加量	高炉セメント B種 220 kg/m <sup>3</sup>
水セメント比	W/C=100%



写真-2 施工全景



写真-3 採取コア

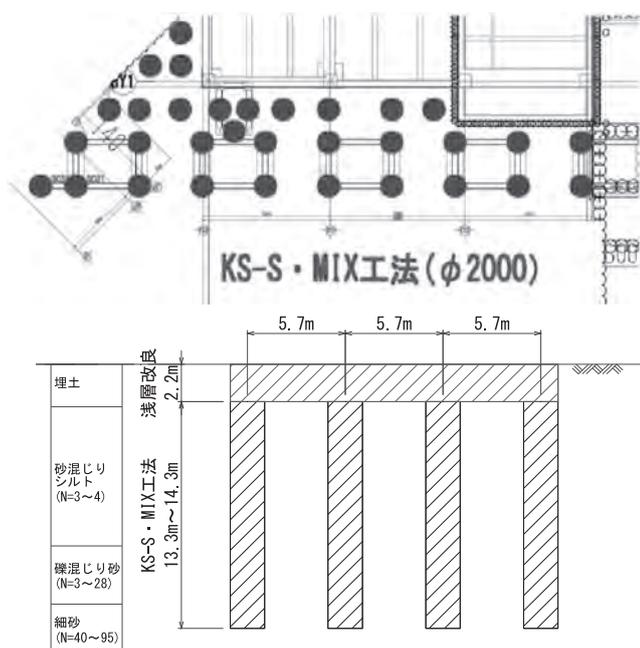


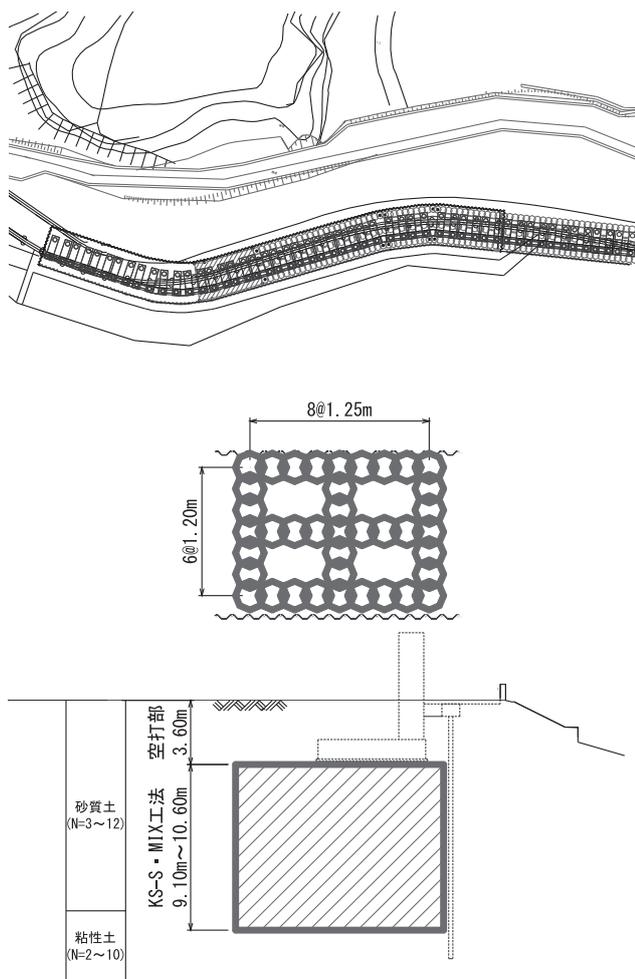
図-5 施工概要図

### (2) 河川堤防の液状化対策としての適用例

東日本大震災での津波の遡上によって被害を受けた河川堤防の復旧工事において、堤防下部地盤の液状化防止および沈下低減を目的として本工法が採用された。施工仕様を表-3に、施工概要図を図-6に、施工全景を写真-4に示す。事後の品質確認は全長ボーリングにより採取したコアの一軸圧縮試験により行った。採取したコアを写真-5に示す。なお、本現場は施工中であるが、改良体の一軸圧縮強さやコア採取率は良好な結果を得ている。

表-3 施工仕様

項目	数量等
改良径	φ1,600 mm ブロック式改良
設計強度	quf=250 ~ 340 kN/m <sup>2</sup>
改良対象土	砂質土
施工長	8.1 ~ 12.4 m (空打ち長 3.6 m)
セメント添加量	高炉セメント B種 110 kg/m <sup>3</sup>
水セメント比	W/C=100%



図一六 施工概要図



写真一四 施工全景



写真一五 採取コア

### 3. おわりに

本工法は、相対攪拌翼を有する深層混合処理工法であり大口径化によりコスト削減が可能である。また特殊攪拌翼により立体的な攪拌混合および周辺環境への影響低減を実現している。今後は適用地盤の拡大・施工機の改良はもちろん、ICTや情報化施工を視野に入れた施工管理装置の改良にも取り組んでいく所存である。

### 謝辞

最後に施工実績の掲載に協力頂いた現場関係者各位、執筆にあたり助言を頂いた、あおみ建設(株)・日本基礎技術(株)の関係各位に深謝する。

JCMA

### 【参考文献】

- 1) あおみ建設・三信建設工業・日本基礎技術:KS-S・MIX工法パンフレット, 平成28年3月
- 2) 見世ら:大口径相対攪拌工法KS-S・MIX工法の施工事例, 土木学会第71回年次学術講演会IV-665,pp.1329-1330, 平成28年9月
- 3) 地盤工学会:地盤改良効果の予測と実際, pp.215-216, 平成12年2月

### 【筆者紹介】

島野 嵐 (しまの あらし)  
三信建設工業(株)  
技術本部 課長

## 地盤改良分野の ICT 活用技術

### ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム

関 徹也・永岡 藤彦

人口減少時代を迎えている我が国は、近未来に迫る少子高齢化社会に対応すべく、国土交通省が推進する i-Construction による生産性革命を開始した。安倍総理は 2016 年 9 月の第 1 回未来投資会議において、2025 年までに建設現場の生産性を 20% 向上させる目標値を提示し、UAV による測量や、あらゆる建設プロセスに ICT 技術及び 3 次元データを活用する新たな建設手法でこの目標を達成する方針である。当報文はその要素技術として、従来から実施している主に一般土工を対象とした情報化施工技術ではなく、地盤改良分野（機械攪拌工法及び高圧噴射攪拌工法）における ICT と 3 次元データ活用技術、衛星測位情報による機械誘導技術等を紹介する。

キーワード：i-Construction, ICT, 3 次元データ, 地盤改良, 機械誘導, 施工管理, 3D-ViMa システム

#### 1. はじめに

国土交通省の施策 i-Construction により、次世代の基軸となる仕組み作りを目的に、多くの建設会社、建機メーカー、IT 企業が参集し、建設事業の全プロセスで ICT 技術や 3 次元データを一貫して活用することによる生産プロセスの改善が強力に押し進められている。中でも、生産プロセスの中心に位置する施工においては、3 次元設計データをもとに ICT 建機による情報化施工や無人化施工技術、建設ロボットなどの高度な施工管理技術や活用技術が確立され、土工事や浚渫工事を中心に、施工の効率化、省力化を行う取組が、新たな運用基準とともに、現場で展開されている。

専門工事会社においても、法面・地盤改良分野の従来から培ってきた設計、施工に関する知識や知見、経験、技術をもとに、一人当りの生産性を高めることを目的に研究開発を進めている。その中で、今日までに実用化した地盤改良分野（機械攪拌式の浅層・中層混合処理工法、深層混合処理工法、高圧噴射攪拌工法）の機械誘導、施工管理、可視化に関する独自の施工管理システムを本稿で紹介する。これらの施工管理システムは、いずれも地盤改良分野の施工段階に適用可能な技術のため、現在の ICT 活用工事の対象工種には該当しないが、生産プロセスの改善を具現化するための要素技術として、現場展開を推進している。

#### 2. ICT 活用技術

##### (1) 開発背景

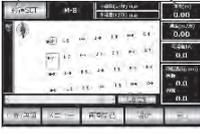
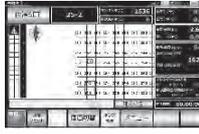
平成 24 年度に全国 11 箇所で開催された CIM の試行業務の中で、国土交通省四国地方整備局において地盤改良工事が試行されたことを契機として、ICT と 3 次元の活用技術に関する開発に着手した。施工の機械化（歩掛の向上）、自動化、省力化に対して確固たる技術を保持することを目的に、平成 26 年度に GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム、平成 28 年度にジェットグラウト施工管理システムを開発した。地盤改良分野の ICT 活用技術に関する技術提案に積極的に展開し、施工実績を積み重ねている。

##### (2) 適用工種

市場で流通している、ジャイロセンサ、傾斜計等、多様な計測センサで取得した情報を有線、無線により自動収集、集積し、データ連携、加工、分析、表示することで、地盤改良機の機械制御、施工管理の自動化が可能である。これら ICT 技術を活用した地盤改良分野の 3 つの施工管理システムの関連を表 1 に整理する。

高圧噴射攪拌工法の施工管理を行うジェットグラウト施工管理システムは、Mega ジェット工法、OPT ジェット工法、JEP 工法等で利用することが可能である。一方、地盤改良機の誘導システムである GNSS ステアリングシステムや施工結果の 3 次元可視化シス

表一 地盤改良分野の ICT 活用技術

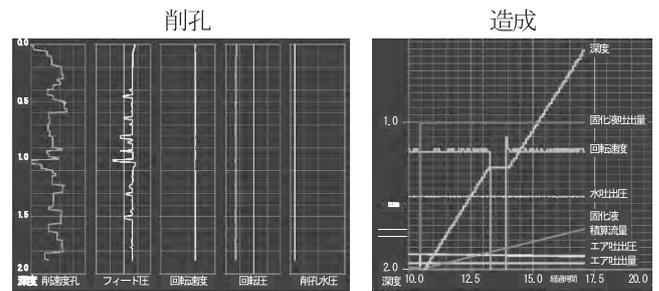
機械攪拌工法		高圧噴射攪拌工法
深層混合処理工法	浅層・中層混合処理工法	
RAS コラム工法 RMP-MST 工法	SCM 工法	Mega ジェット工法 OPT ジェット工法 JEP 工法 等
GNSS ステアリングシステム		
		
移動局	基地局	GNSS 移動局
ジェットグラウト施工管理システム		
		
3D-ViMa システム		
		

テムである 3D-ViMa システムは、自走式の地盤改良機やジェットグラウト施工管理システムを使用した高圧噴射攪拌工法に加え、深層混合処理工法の RAS コラム工法、RMP-MST 工法、浅層・中層混合処理工法の SCM 工法に適用可能である。これら 3 つのシステムは、単独または複数のシステムを組み合わせた併用、いずれの方法でも活用することが可能である。

### 3. ジェットグラウト施工管理システム

#### (1) 概要

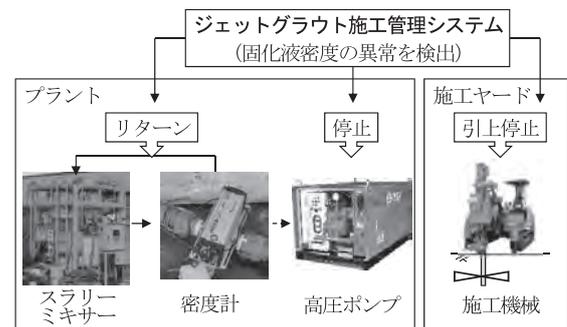
地盤改良機やスラリーミキサー等の施工機械から収集した施工情報を施工管理装置に集約し、高圧噴射攪拌工法の改良品質に影響を与える全施工情報を一元管理可能な集中管理、機械制御システムである。施工管理画面を図一に示す。削孔時ならびに造成時に必要な施工管理情報を数値、グラフで一画面に表示することが可能である。従来は、固化液に関する施工情報をチャート紙に印字し、その他の施工情報は施工機械毎に設置されている流量計や圧力計のデジタル表示やダイヤルゲージの値を直接確認していた。



図一 施工管理画面例

#### (2) 施工管理の流れ

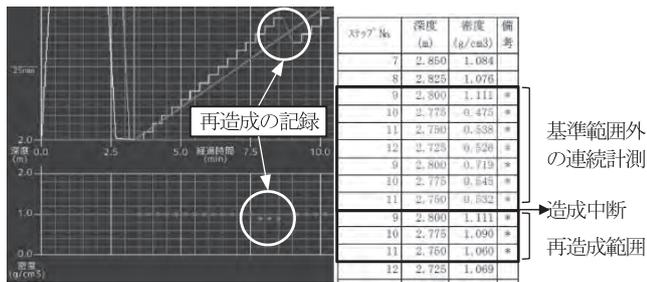
あらかじめ造成杭毎に作成した、削孔長や造成の上端深度、下端深度、引上げステップ長等の施工仕様や管理基準をもとに、施工管理装置による施工機械の制御を行う。一例として固化液密度計と連動した施工管理の流れを図二に示す。固化液の圧力、流量等の計測値に対し、管理基準範囲を逸脱した場合に警報を発報する 1 次基準、施工機械の自動停止等を行う 2 次基準のそれぞれ上限値、下限値、連続ステップ数等を設定することで、異常時には固化液の送液や改良機のステップを自動的に停止することが可能である。



図二 施工管理の流れ (密度計と連動時)

#### (3) 特長、機能

- ・削孔時は、深度、速度、トルク等の施工情報を取得し、これらの計測値をもとに地盤性状を推定することが可能である。
- ・設定深度で深は削孔できないパラメータ設定により、地下埋設物の安全を確保することが可能である。
- ・造成時は、固化液以外に切削水やエアの流量、圧力等をリアルタイムに施工管理装置に表示することで、機械トラブルや配合異常の早期発見と早期対処によって、速やかに施工を再開することが可能である。
- ・密度計と連動した施工管理が可能である。固化液の密度が異常値を示した場合の再造成機能を図三に示す。施工品質を満足していない施工深度やステップ数が施工管理システムに表示されるため再施工の



図一3 固化液密度異常時の再造成機能

判断が容易となる。

- ・ 削孔から造成まで、全施工情報を保存することで、施工のトレサビリティが可能である。
- ・ 当社保有の全高圧噴射攪拌工法に適用することが可能である（工法によっては使用機械設備が異なるため取得可能な施工情報が変わる場合がある）。

#### 4. GNSS ステアリングシステム

##### (1) 概要

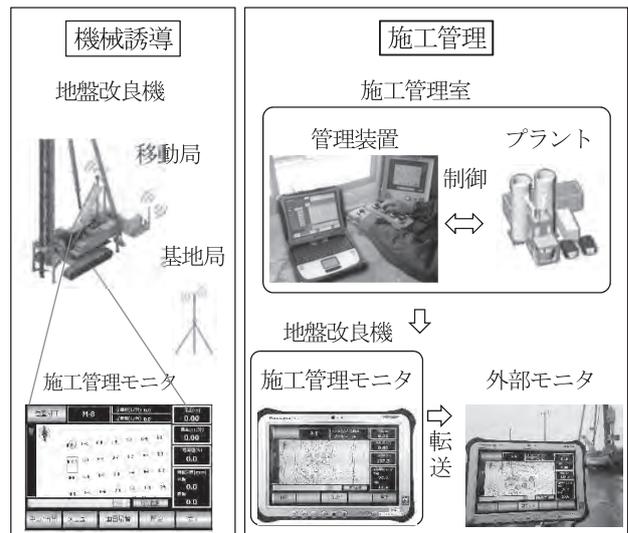
GNSSを利用して、地盤改良機を計画改良位置に高精度に誘導する位置計測システムと、改良時の施工情報の表示システムをタブレット（施工管理モニタ）に統合した施工管理システムである。このシステムにより安全性と経済性の向上、施工ミスの回避等が実現し、より高度な施工が可能になる。高圧噴射攪拌工法の施工機械は一般的に自走式ではないため、機械誘導に関する簡易な誘導システムを別途製作し、ジェットグラウト施工管理システムと合わせて使用する。

##### (2) 施工管理の流れ

主要機器のデータ連携、施工管理の流れを図一4、施工管理モニタでの表示例を表一2に示す。機械誘導では設計図面を背景図とし、その上に地盤改良機や攪拌翼を重ねて表示することで、平面位置を確認しながら計画改良位置に施工機械を誘導する。施工管理では、管理ハウス内の管理装置で取得した改良深度やスラリー量等を、施工の進捗とともに、グラフや色、数値で分かりやすく施工管理モニタに表示することで、管理オペレータと機械オペレータが同一情報を共有することが可能である。従来は、無線機等で情報を伝達していたが、情報の共有により安全・品質・経済の各側面に貢献できる。

##### (3) 特長、機能

- ・ 機械オペレータ主導による機械誘導により、掘削残土等によって不明確になった杭芯ポイントや区割り



図一4 施工管理の流れ

表一2 施工管理モニタ

工種	機械誘導	施工管理
RAS コラム工法 RMP-MST 工法		
SCM 工法		
ジェットグラウト各種工法		

ブロックの復元、機械セットを迅速に行うことが可能である。

- ・ 機械誘導員が地盤改良機に近づく頻度が減少することで、安全性が向上する。
- ・ SCM 工法においては、施工機械の位置座標や傾斜角度から計算したブレンダー先端座標をもとに施工管理が可能になるため、施工の品質が向上し、無駄の無い施工管理が可能である。
- ・ 計画と実測の改良速度をグラフとして表示することで、機械オペレータは計画施工速度に対する現在の施工速度を対比して確認することが可能である。
- ・ 施工済み、未施工を施工管理モニタに表示することで、施工全体の進捗の把握、複雑な改良杭配置時の施工ミスを防止することが可能である。
- ・ 施工管理モニタの画面を Wi-Fi で外部モニタに転送することで、複数人が施工の進捗を確認することが

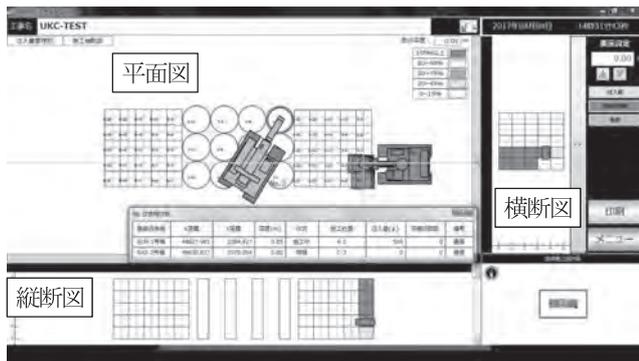


図-5 GNSS ステアリングシステムビューアの画面構成

可能である。

- ・現場内で複数台のGNSSステアリングシステムが同時に稼働する現場においては、GNSSステアリングシステムビューアにより工事全体の進捗状況を把握することが可能である。画面構成を図-5に示す。工種の異なるGNSSステアリングシステムが混在していても、1つのビューアで各地盤改良機の施工状況（各施工機械の施工深度、積算注入力、積算羽切回数、ステータス等）をリアルタイムに確認することや、任意の位置、深度で現在までの地盤改良結果を閲覧することが可能である。現在は、機械攪拌工法のみに対応しているが、今後、適用工種を拡大していく。

(4) 現場適用条件

機械誘導で使用するGNSSアンテナは、座標既知の不動点に1台、3点式杭打機やバックホウ等の地盤改良機に2台、計3台使用し、RTK-GNSS測位により機械誘導を行う。基地局は現場内の遮蔽物が無い見通しの良い地点、移動局は施工機械に設置して運用する。適用条件を表-3に整理する。精度確保の観点から、移動局での現在の衛星補足数、受信状況を施工管理モニタに常時表示し、6基以上の衛星と通信する

表-3 適用条件

項目	必要衛星数	GNSS 基地局～移動局間距離	外部モニタの使用範囲
範囲	6基以上	GNSS 基地局 200m GNSS 移動局	200m 外部モニタ
備考	精度維持	受信 GNSS 衛星数 通信状態による	無線 LAN 到達距離

ことで、誘導精度を確保する。外部モニタや移動局は、周辺の地形や遮蔽物の影響もあるが、電波の伝送距離に制約があるため、通信距離 200 m を1つの目安としている。

5. 3D-ViMa システム

(1) 概要

地盤改良工事の施工管理に必要なスラリー量等、各種施工情報を管理深度単位（一般に 1 m）で集計し、その結果を改良杭（ブロック）を表す 3次元データに属性情報として付与することで、施工管理基準をもとに色分け表示することが可能なシステムである。3次元データは、浅層・中層混合処理工法では設計図面の改良区画を表す長方形から直方体、深層混合処理工法や高圧噴射攪拌工法では、円から円柱を自動的に作成する。なお、3次元データに格納する属性情報は、デジタルデータを連続的に取得することが可能な計測機器（ジェットグラウト施工管理システム等）を使用することで、データ処理を効率化することが可能である。

(2) 施工管理の流れ

深層混合処理工法を例に施工管理の流れを図-6に示す。設計図面から改良杭の杭番号、平面座標を自動的に取得し、GNSSステアリングシステムで使用する。また、土質毎に実施した配合試験結果から、施工管理上必要な情報（羽切回数、施工速度等）を記載した指示書を改良杭毎に作成し、施工管理で使用する。施工中は、管理基準を満足していない品質管理項目に対する警告を視覚的に行い、施工の品質を確保する。施工完了後、帳票に出力した深度毎の施工結果と、先に取得した平面座標を組み合わせ、3次元データの作成と施工結果の収集を行う。施工結果の表示、出力例を表-4に示す。従来は、改良杭毎に施工結果を数値で管理帳票に印刷、整理していた。

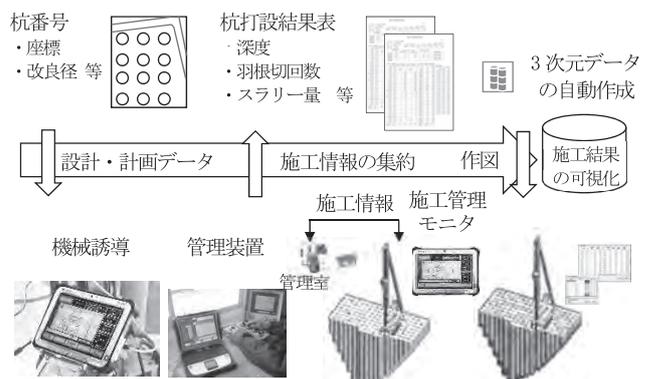
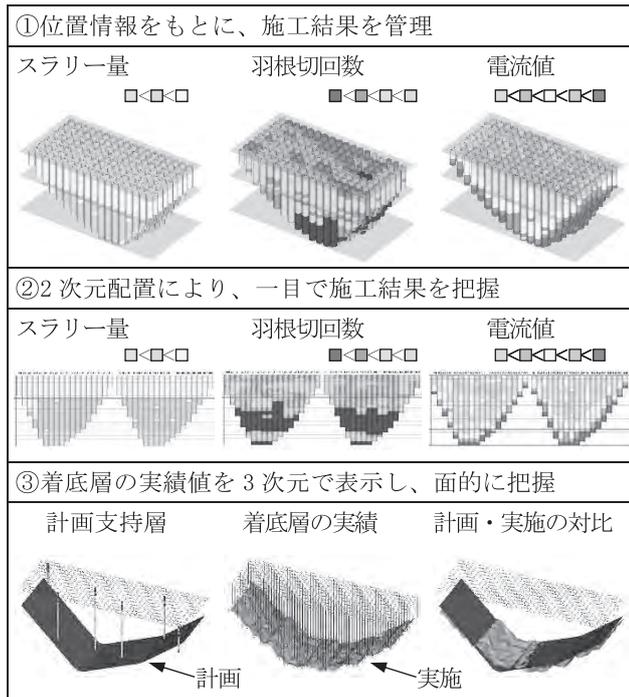


図-6 施工管理の流れ（深層混合処理工法）

表一 4 施工結果の表示・出力例

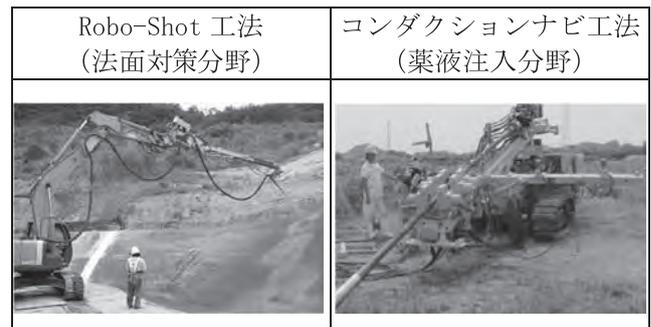


### (3) 特長、機能

- ・座標の取得から3次元データによる可視化まで、座標と施工情報を連携する一連のシステムを構築し、現場でデータ処理が可能である。
- ・施工結果を3次元座標で管理することで、平面、深度方向の連続性を把握することが可能である(表一4①)。
- ・あらかじめ全施工結果を施工管理項目毎に画像として出力することにより、一目で施工結果が把握可能になるため、検査時間の短縮につながる。デジタルデータの場合は、パソコンで表示項目を切り替え、施工結果を確認することが可能である(表一4②)。
- ・実施工の着底深度を3次元で把握することで、隣接杭施工時の介在層での着底防止や施工機械の負荷低減につながる(表一4③)。
- ・3次元で着底面の差異を可視化し、計画深度と実施工深度を視覚的に対比することで、施工結果の数的根拠を明確にすることが可能である(表一4③)。
- ・利用目的に合わせた2次元、3次元のデータ相互変換は座標を修正するのみのため、短時間である。
- ・施工結果を収集した3次元データを納品することが可能である。

## 6. おわりに

本稿で紹介した工法、ICT技術、3次元データを組み合わせた施工管理システムを、機械化施工による施



写真一 1 ICT 技術を活用した施工技術

※：i-Construction は国土交通省国土技術政策総合研究所の商標登録です。

工の省力化、自動化の要素技術として、現場運用を踏まえた継続的な改良、改善を実施している。2. (2) 適用工種以外においても、GNSSステアリングシステムは、自走式のドリリングマシンを使用するアンカー工事等の法面对策分野、3D-ViMaシステムは、流量計を使用する薬液注入分野に適用可能なため、事業分野である法面、地盤改良との親和性は高く、当該施工管理システムの汎用性は高い。また、現在保有するICT技術を活用した施工管理技術を写真一1に示す。法面对策分野においては、機械化吹付工法であるRobo-Shot工法、薬液注入分野では、曲線削孔システムであるコンダクションナビ工法の機械化施工技術や3次元削孔技術を既に現場展開している。このことから、今後、人工知能(AI)を含めた革新的な技術の研究開発と現場導入が期待される。最終的には分野別に保有している様々な独自工法とICT建機や建設ロボットとの統合を見据え、新たな機械制御、施工管理手法を組み合わせた施工技術に集約していく。

JCMIA

### 【参考文献】

- 1) 基礎工 2017Vol.45, No.6, 特集 進化する深層地盤改良技術報文【地盤改良分野におけるICT活用技術の紹介】

### 【筆者紹介】

関 徹也(せき てつや)

ライト工業㈱

施工技術本部 R & D センター開発企画部  
担当部長



永岡 藤彦(ながおか ふじひこ)

ライト工業㈱

施工技術本部 R & D センター機械開発部  
担当部長



# 大口径拡底杭工法対応のアースドリル開発 SDX612

樗 沢 淳 一

耐震性の強化や構造物の大型化によって杭の大深度, 大口径化が進み, 都市再開発が増加するなど市場環境が変化している。またエンジン排出ガスや輸送などの規制が厳格化し, 場所打ち杭工法に使われるアースドリルに求められる仕様が従来と異なってきている。今回紹介するアースドリル SDX612 (以下「本機種」という) は, 杭の大深度, 大口径化に対応した掘削能力の向上をはかるとともに, 杭施工管理や分解組立性, 安全性といった点にも着目して開発した新型機である。

キーワード: 基礎, 場所打ち杭, アースドリル, 輸送, 分解組立, テレスコピック

## 1. はじめに

現在のアースドリル拡底工法は, 拡大率が2倍以上となる大型拡底バケットによる施工が主流になってきている。この背景には, 耐震性の強化や構造物の大型化によって場所打ち杭の杭先端部の大口径化が進んでいる一方で, 軸部径を抑えて掘削効率を上げ残土とコンクリートを減らすことが可能な拡大率の大きな拡底杭が設計されるという状況がある。また, ディーゼルエンジンの排出ガスや騒音など環境に関する規制強化, 重量物の運搬に関する輸送規制強化など建設機械に対する市場環境は大きく変化している。本稿ではこのような現在の市場ニーズにこたえる新型アースドリルを開発したので紹介する。

## 2. アースドリルの種類と概要

日本で使われるアースドリルは, ①ラチスブーム式クローラクレーンの本体にアースドリルアタッチメントを取り付けるもの, ②テレスコピックブーム式クローラクレーンの本体にアースドリルアタッチメントを取り付けるもの, ③クローラクレーンまたは油圧ショベルの本体にリーダ式のアースドリルアタッチメントを取り付けるもの, という3つのタイプに大まかに分けられる。

これらのうち③は, 高トルクのロータリドライブ装置と組み合わせることが多く, 海外ではこのタイプが主流である。しかし, クレーン性能を備えておらず, 現場機材のハンドリングができないといった制約があ

るため, 日本では障害撤去などの用途に限定されている。それゆえ, 実際に稼働しているアースドリルは, ①または②のタイプがほとんどである。②のテレスコピック式のブームを装着したアースドリルは, ①のタイプに比べて狭隘地での作業性や輸送分解の簡便性に優れ, またブームをシリンダが保持しており掘削反力を本体でしっかりと受け止められるため, 掘削精度が良いというメリットがある。

当社のアースドリルは, 小型のSDX207, 中型のSDX407-2ともにテレスコピックブーム式である。今回開発した本機種もテレスコピックブーム式を採用し, 大型機でありながら作業性や輸送分解性に優れた機械となっている。

## 3. 本機種の主な特徴

### (1) 箱形4段伸縮ブーム

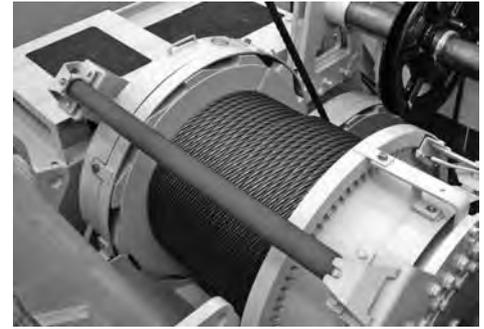
大型で重量のある掘削バケットや長尺のケリーバを装着することが多い大型アースドリルは, おのずと負荷が大きくなり, その負荷によってブームがたわんでしまうと掘削心がずれてしまうという問題がでてくる。これを解決するため, 高強度・高剛性の箱形4段伸縮ブームを新たに開発した(写真—1)。さらに, 伸縮ブームの各段には独立したブームロック機構を設け, 掘削バケットの引き上げ時などに大きなロープ張力が加わってもブームが縮まないようにしている。



写真一 箱型伸縮ブーム



写真二 ロータリドライブ装置



写真三 φ28 ロープ用ウインチ

## (2) 掘削装置

アースドリル作業の要となるロータリドライブ装置(写真一2)の掘削トルクは、従来機よりも大きい最大117 kN-m (12 tf-m)とし、新型の5段伸縮の摩擦ケリーバと組み合わせ、大口径かつ大深度の掘削が可能である。標準の16.5 m ケリーバでの掘削深度は63 m (バケット接続ピン位置まで)であるが、オプションの18 m ケリーバを使えば、70.5 m (バケット接続ピン位置まで)の掘削深度も可能となる。

またロープ径28 mmのハイラインプルウインチ(写真一3)を搭載し、バケット呼称2248クラスの2倍拡底バケットでの施工が可能である。

ウインチブレーキシステムには湿式多板式を採用しており、連続作業での安定性能とメンテナンスコストの低減を図っている。また独自のつり下げ式ブレーキペダル(写真一4)は、自動車のブレーキのような感覚で操作ができ、フィーリングの向上とフリーフォール連続作業での疲労低減を達成している。



写真四 つり下げ式ブレーキペダル

## (3) つり上げ性能

杭の大口径化に伴い、ケーシングや鉄筋カゴの重量も増えているが、本機のリヤウインチは最大15 t (1本掛)のつり上げ性能を備え、この重量増加に対応している。また、オプションの第3ウインチを装着すれば最大30 t (4本掛)のつり上げも可能となり、場所打ち鋼管コンクリート杭工法のようにさらなる重量物をつり上げる場合にも対応可能である。

## (4) 安全機能

駅前再開発に代表されるような都市再開発の大きな流れがあり、大型アースドリルといえども都市部の狭隘地で作業する場面が増えてきた。狭隘地では作業スペースが十分に取れないため、作業半径が小さい(機械に近い)ところで掘削することが多い。機械の近くにある掘削穴付近の視認性を良くするには、キャビン前方(下方)の視界確保が重要である。また前方(下



写真五 キャビン内部と前方視界

方)視界確保は、掘削穴の視認性だけでなく、穴近くで作業する作業員の安全を確保するという点でも大きなポイントである。このため、①オペレータシートの横に操作レバーを配置するアームチェアレバー方式の採用、②つり荷重や作業半径、掘削深度、各種警報などを大型モニターで集中表示することで、良好な視界と圧迫感のない居住空間を確保している。写真一5にキャビン内部と前方視界の写真を示す。

また最新型の過負荷防止装置(モーメントリミッタ)を搭載し、通常のクレーン姿勢だけでなく、ジャッキ





写真-9 カウンタウエイト自力着脱

である。輸送車両に積載されたカウンタウエイトを降ろし自力着脱ポジションに配置する作業についても、カウンタウエイト無しのクレーン性能を持たせているため、自力で安全に行うことができる。これにより相判クレーンを使用することなく、カウンタウエイトの取付け・取り外しが可能である。また、カウンタウエイト自力着脱（写真-9）は、ピンの位置合わせ、ピンロックなどをリモコンで操作するようになっており、装着状況を目視しながら安全・確実に作業が行える。

### ③ブーム自力着脱装置（オプション）

テレスコピック式ブームクレーンは、従来はブームを外さずに輸送しており、その機動性の高さがメリットでもあった。しかし、ブームを外して輸送するケースが増えてきており、それに応えるため、本機種ではブームの着脱が容易に行えるような構えを準備している。さらに、ブームを輸送するトレーラから直接本体にブームを装着できるブーム着脱装置（写真-10）も用意した。ジャッキアップしている本体にトレーラを近づけ、本体からの油圧でブームを伸張させドッキングさせる機構である。これにより大きな相判クレーンでブームをつり上げることなく着脱が可能となった。

## 4. おわりに

今後は、安全性や省力化、環境に優しい施工機械が



写真-11 本機種全体

市場から求められ、排出ガス規制や輸送規制、低騒音への対応がますます重要になっていくことであろう。アースドリル工法についても、掘削精度や施工管理といった部分で現状よりもはるかに高いレベルが求められていくものと思われる。このようなニーズに対応するアースドリルをこれからも継続的に開発し、市場に投入していきたい。

JCMMA

#### 【筆者紹介】

梶沢 淳一（ぶなざわ じゅんいち）  
日立住友重機械建機クレーン(株)  
生産統括本部開発センタ  
主管技師



写真-10 ブーム着脱装置

## 三点式杭打機フェニックスシリーズ

### 「DH758-160M」の紹介

上野洋路

大型杭打機の需要がある韓国は、韓国式セパレートオーガ工法が一般的に普及している。韓国式セパレートオーガ工法は、スクリュとケーシングをそれぞれ独立した掘削装置で駆動し、地中に孔を開けて杭を建て込む工法である。長尺リーダにすることで、長いスクリュ・ケーシングを装着出来るため施工効率が向上する。従来のフェニックスシリーズの最上位機種「DH658-135M」(以下DH658)は最大リーダ長が36mであり、それを超えるリーダ長では安定性を確保出来なく、また全装備質量も増えるため走行能力も不足する。国内においても杭の大径化・高深度施工の傾向にあり、作業装置質量の増加に伴い機械能力(全装備質量, 引抜荷重, オーガトルク, 安定性)が大きい杭打機の要望が顕在化してきた。これらの国内外の需要に応じて、フェニックスシリーズの最上位機種として「DH758-160M」(以下「本機種」という)を開発した。以下に本機種を紹介する。

キーワード：大型杭打機, セパレートオーガ, 大径化, 高深度

#### 1. はじめに

杭打機は、ビルや道路、鉄道、橋梁などの大型構造物を支える基礎杭を地中に施工する基礎工用機械である。昭和34年に杭打機初号機を開発して以来、時代と共に変化する施工ニーズに応えながら、出荷台数は累計で約5,000台を数える。

三点式杭打機は、作業装置を案内するリーダを左右のステーで三点支持することで、リーダを安定して保持することが特長であり、最大全装備質量が90tを超える三点式杭打機をフェニックスシリーズと称して生産・販売している。従来の最上位機種は、最大全装備質量が136tのDH658(以下「従来機種」という)であったが、近年の大型化・高深度施工に対して従来機種では機械能力が不足するケースが増えてきた。杭打機はバランス設計が重要であり、大型化・高深度施工に伴うリーダ等のフロント装置質量増加に見合った機械能力アップが必要となる。本機種は、フェニックスシリーズの最上位機種として従来機種を超える機械能力を持たせながら、安全・安心に注力した杭打機であり、その特長を以下に述べる(図-1)。

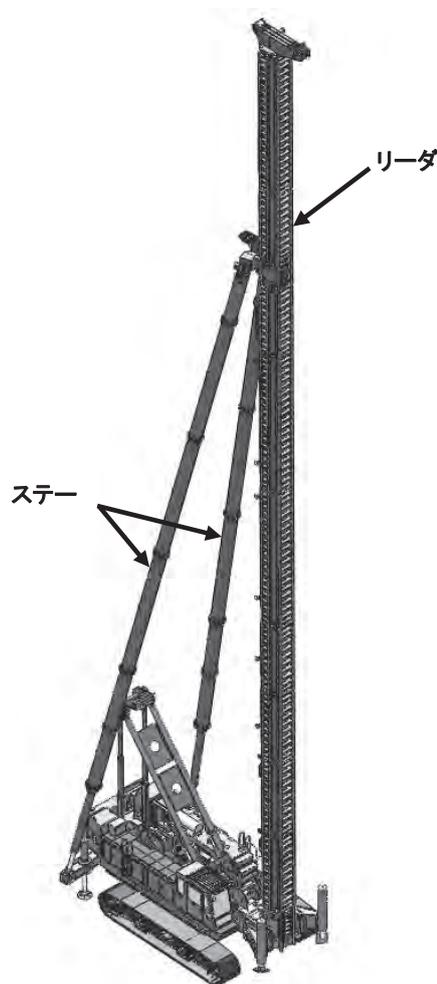


図-1 本機種全体図

## 2. 本機種の特長

本機種及び従来機種の主要諸元を表—1に示す。

表—1 DH758・DH658 主要諸元

	本機種 DH758	従来機種 DH658 (-5)
最大全装備質量 (t)	162	136
最大引抜荷重 (kN) ※バックテンション装置無	735	637
最大オーガトルク (kN・m) ※電動定格時	294	245
主巻ドラム容量 (φ 20 mm) (m)	569	569
補巻ドラム容量 (φ 20 mm) (m)	122	145
第3ドラム容量 (φ 20 mm) (m)	569	390
第4ドラム容量 (φ 20 mm) (m)	209	122

### (1) 余裕のある牽引力、優れた走行性能

本機種は従来機種を超える長尺リーダで使用することを可能とするため、作業装置を支えるリーダの剛性が更に必要となる。そのため、必然的にリーダの質量が増えるが、その作業装置を含めたフロント装置でも余裕のある牽引力を実現するため、走行可能な最大全装備質量を162tとした。また、走行は2速切替え駆動方式で作業状態に応じて走行速度の選択を可能としている。

### (2) 長尺リーダに対応したウインチ

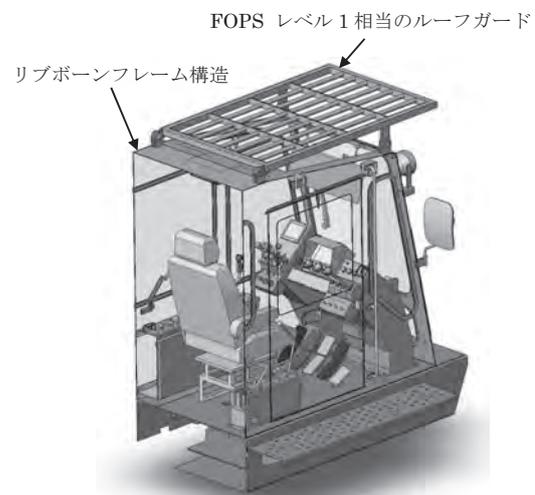
作業用ウインチは多種多様な工法に対応するため、従来機種と同じく主巻・補巻・第3・第4の計4基のウインチをフレーム上にバランス良く配置した。主巻・第3ドラムは大容量ドラムを採用し、長尺リーダ時でも余裕を持った施工を可能とした。また、駆動方式を全て1ドラム1モータ方式とすることで、安全性と操作性が従来機より大幅に向上した。

### (3) 安全・快適な運転席

労働災害防止の意識が近年益々高まっており、より

安全・安心な杭打機が求められる。法規の遵守は当然のことながら、更に安全性を向上させるため、「JIS規格 (A8509-1, A8920)」、「機械安全包括指針 (基発第0731001号)」の規格・指針に準拠し、より社会的要求である安全性に応えることに注力した。

運転席は、エンジン緊急停止SW等の各種安全装置の他に、リブボーンフレーム構造とすることでキャブの剛性を強化し、またキャブ上部に「JIS土木機械-落下物保護構造 (A8920)」のFOPSレベル1相当の強度を満足するルーフガードを取り付けて、従来機より安全性を向上させた。また、前面ガラスを従来機より広くすることで視界が広く、快適な運転環境を実現した (図—2)。



図—2 運転席

### (4) 各種工法に適したリーダ

M115DS・M115CS・M115CSWの3種類のリーダを用意し、各種工法に適したリーダを選択可能とした。最大リーダ長は施工工法・安定度にもよるが、M115DS・M115CSWで39m、M115CSで42mまで施工可能である。各リーダの特長は次の通りである (表—2)。

- ・M115DS…135度の回転リーダ仕様で汎用性が高く、各種の工法に対応可能である。
- ・M115CS…非回転リーダ仕様でリーダ質量が軽く、

表—2 リーダ仕様

リーダ型式	M115DS	M115CS	M115CSW
主管外径 (mm)	φ 811.2		
前方ガイド 外径×ピッチ (mm)	φ 101.6 × 600		φ 101.6 × 1000
前方ガイド 外径×ピッチ (mm)	φ 70 × 330		
リーダ回転	回転	非回転	
最大リーダ長 (m)	39	42	39

長尺リーダ施工に適している。

- ・M115CSW…非回転リーダ仕様で全面ガイド幅が1,000 mmのワイドピッチ。リーダの剛性が高く、高トルク施工に適している。

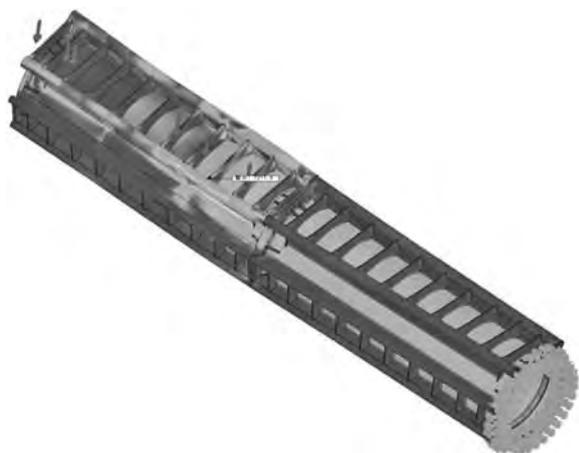
**(5) 機械能力**

機械能力の最大全装備質量・最大引抜荷重・最大オーガトルクは表一1の通り従来機種を大きく上回る。これらの能力以外に重要な機械能力として安定度がある。安定度は車両系建設機械構造規格で作業時において5度以上有することが規定されている。

本機種は安定度に一番影響があるリーダにおいて、機能と構造の見直しを実施し軽量化を図った。図一

3, 4は構造の見直しとして補強の効果を構造解析で検証した解析結果を示す。リーダにはオーガトルクによるねじり応力・引抜荷重による曲げ応力が作用する。これらの応力に対して最適な補強を検討し、また機能の見直しを実施したことで、従来構造で設計した場合と比較して約15%のリーダの軽量化を実現した。リーダ以外の本体においても構造解析により、最適なバランス設計としたことで、従来機種よりも機械能力をアップしながら十分な安定度を確保している。

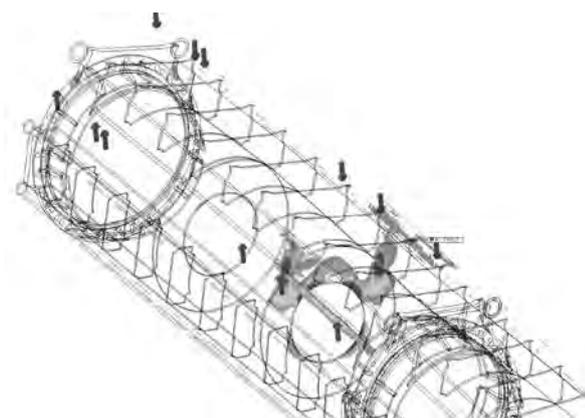
韓国式セパレートオーガ工法におけるリーダ長39 mの機種別安定度を表一3に示す。比較対象として、過去に生産していた本機種より1クラス上の最大全装備質量180 tの大型杭打機「DH808-170M」(以下「過去生産機種」という)と比較した。



図一3 リーダ構造解析結果①【オーガトルク負荷】



写真一1 韓国(仁川) カジノ建設現場



図一4 リーダ構造解析結果②【オーガトルク負荷】



写真一2 国内建設現場(手前:本機種, 奥側:従来機種×2台)

表一3 安定度比較表

リーダ型式	本機種 DH758			過去生産機種 DH808
	M115DS	M115CS	M115CSW	M115D
リーダ長 (m)	39	39	39	39
全装備質量 (t)	154.8	151.3	154.9	167.1
安定度 (度)	7.0	7.4	6.8	7.0
最大接地圧 (kPa)	363.2	340.3	369.3	351.5

表—3に示す通り、過去生産機種より全装備質量が約12～16t程度軽量ながら、安定度はリーダ型式がM115DS・M115CSの場合で同等又はそれ以上を達成した。また、従来機種で同等の安定度を確保出来るリーダ長は33mであることから、本機種は従来機種では難しかった長尺リーダ施工が可能である。

### 3. おわりに

平成22年から販売を開始し、国内外の顧客から優れた安全性・機械能力について高い評価を頂いている(写真—1, 2)。

今後も、施工ニーズの変化に応えられる杭打機を開発し、基礎建設業界に貢献出来るように努力していく所存である。

JICMA



[筆者紹介]

上野 洋路 (うえの ようじ)

日本車輛製造(株) 機電本部 開発技術部 重機グループ  
グループ長



# 低空頭、狭隘地で活躍する 軽量小型の地中連続壁掘削機の開発

## MPD-TMX 工法

小林 貴史

地中連続壁工法は国内において強固な基礎だけではなく、その止水性や正確性において他の工法の追随を許さない安定した土木・建築技術として幅広く普及してきたが、その性質が故に大きな設備を要してきた。『MPD-TMX 工法』（以下「本工法」という）は、その様な従来型の大型連壁機の有用性を狭隘地で生かせないかとの市場の要求に応えるため、鉄道狭隘地施工を対象とした地中連続壁掘削機として設計され世界最小・最軽量を実現した。その特徴と機能、効能を紹介する。

キーワード：低空頭、軽量小型、狭隘地、機械配置の自由度、地中連続壁、水平多軸式、MPD-TMX 工法、揺動カッタ

### 1. はじめに

国内における地中連続壁工法は1959年、海外より導入され、垂直多軸式掘削機と共に急速に普及、発展してきた。地層・地質の変化に対応し、且つ、大深度・大断面に適用できる掘削機として水平多軸式掘削機として変遷・進化した、「東京湾横断道路 川崎人工島基礎工事」に代表される大型公共事業工事の主流になっていったが、工事規模の巨大化に伴い掘削装置も大型化していく。掘削機の吊下げ能力が100,000～150,000 kgのクローラクレーンが必要とする大型の地上設備となっていった（写真—1）。



写真—1 クローラ搭載 水平多軸式掘削機

以降、様々な大型土地開発に地中連続壁工法が普及していくが、既存施設の付近や路下・狭隘地、また、空頭高さ制限下の施工現場では、大型装置から、小型の連続壁機の需要が高まり最低高さ5 m、クローラ式の走行装置を備えた低空頭槽台車装置が開発された（写真—2）。



写真—2 MRD型低空頭槽台車搭載 水平多軸掘削機

水平多軸式掘削機本体は重量が約30,000 kgと巨大なので、掘削機を支持する地上装置も巨大な装置が必要となる。そのため、工事の安全性・正確性を確保する為にはその30,000 kgの掘削機を支持する大型重機が移動できる強固な表層改良を施す準備工が必要だった。既存施設の付近や路下・狭隘地、また地盤が脆弱な場所などでも地中連続壁工法の需要があったが、巨大な装置設備と広大な作業敷地と準備工が必要不可欠で、莫大な費用と時間を要するこの地中連続壁工法



写真一3 MPD型ベースマシン搭載 水平多軸掘削機

は、実施できる条件が限られていた。この問題点を打開し2008年に世界最軽量最小の地中連続壁掘削機MPD-TMX機（以下「本機」という）を開発した（写真一3）。

## 2. 本工法の概要

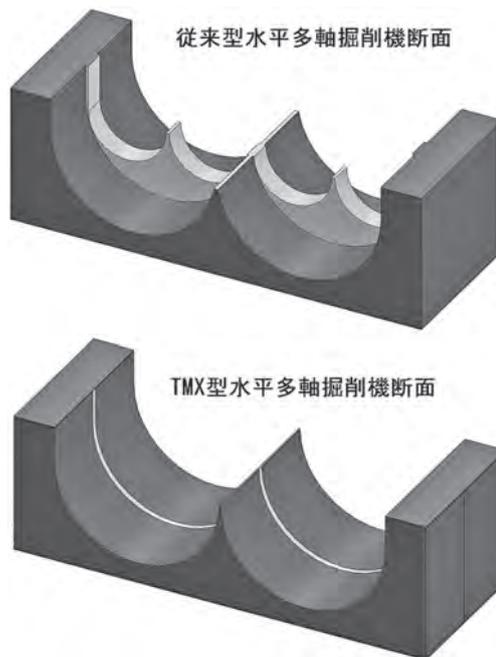
鉄道近接の狭隘地や路下、住宅地などの既存建物が多くあり、環境に配慮の必要な施工現場において低振動・低騒音は無量の事、更に外観の圧迫がない事も要求され、地中連続壁機の小型化は土木・建築などの各方面より熱望されていた。

効率良く地中連続壁を行うために掘削機は大断面であり、且つ、高トルクで大深度の施工を可能とすることが必要なので、小型・軽量化を実現するために掘削機の構造を根本的に見直した。従来型の水平多軸回転式掘削機は矩形を効率的に掘削する為、複数のドラム式回転カッタを掘り残しが無い様に複雑な配置で用いた。しかし複雑な動力伝達機構により機械効率が低下する問題があった（図一1）。

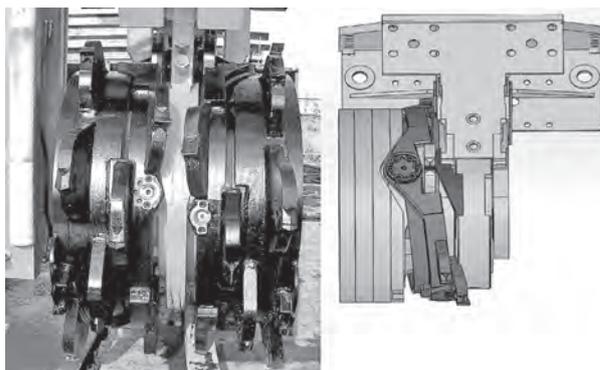
複雑な動力伝達構造は回転式カッタの駆動効率を低下させる高トルクを実現するため大型化していった歴史がある。小型化にはこの問題を解決する特殊な回転ドラム式揺動カッタの完成が必要だった（写真一4）。

従来の水平多軸掘削機の駆動方式は、歯車伝達機構にて個別の回転カッタを駆動させていたが、新たに開発された回転ドラム式揺動カッタは、掘残し部分を無くす為に回転カッタの歯先である一部を揺動転移させることで全断面掘削を可能としている。この歯先の揺動転移させる機構は別動力を必要とせず、ドラムの回転力のみを利用し、リンクとカム機構で掘り残さない全断面掘削を実現している。

この機構により従来の歯車伝達構造を廃止、駆動系の内部構造を単純化（モータダイレクトドライブ）す



図一1 掘削断面比較写真



写真一4 揺動カッタ

ることに成功。現在の世界最軽量小型化を実現した。

この小型化の恩恵は様々な効果をもたらしたので次に紹介する。

## 3. 本工法の特徴

### (1) 世界最小最軽量地中連続壁機

掘削深度70m、壁厚1,000mm×幅2,400mm、施工能力同等を基準にした場合、従来の地中連続壁掘削機本体重量は約30,000kg、本工法用掘削機本体重量は約7,000kg程度の小型軽量化を実現した。

この掘削機の開発により掘削機を動かす為の地上設備の簡素化を実現する事が出来る様になった（図一2）。

### (2) 機械配置の自由度向上

従来型の水平多軸掘削機は、重厚長大であり、掘削

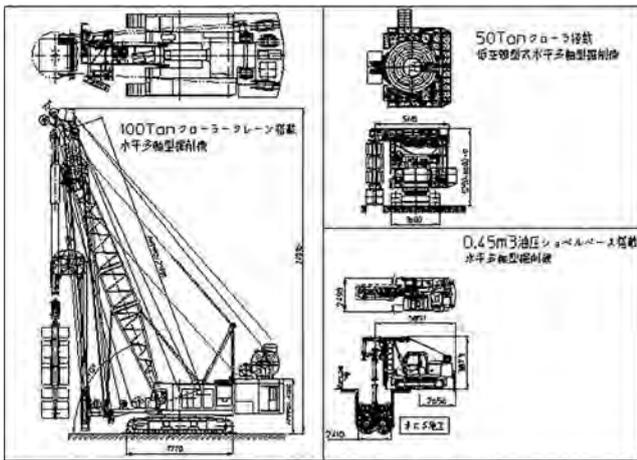


図-2 外形比較図

機を支持するには大型クローラクレーンや特殊な槽型ベースマシンが必要で、共に地上装置を含めた総重量は約 100,000 kg にも及んだ。しかし TMX 型掘削機は小型・軽量化の為、支持する専用ベースマシンは 0.45 m<sup>3</sup> の油圧シヨベル相当の設備で実現し総重量が 25,000 kg 程度に小型軽量化に成功した。

この機械設備が小型軽量化する事で、機動性が大幅に向上、付帯設備や掘削機等、配置の自由度が増し、狭隘地の作業現場においても効率的な作業現場（ヤード）を展開することが出来るようになった(写真-5)。



写真-5 配置の自由度

(3) 組立解体作業の合理化

0.45 m<sup>3</sup> クラスのマルチパイルドライバー MPD 型ベースマシン本体の最小分解重量は約 17,500 kg (写真-6) で、エンジン搭載式により、自走で搬送トラックにも移動も出来る。

掘削機本体の重量は壁厚 1,000 mm 時には約 7,000



写真-6 自走式 MPD 型ベースマシン

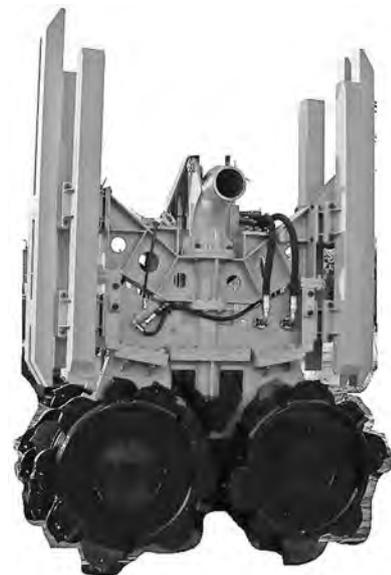


写真-7 TMX 型水平多軸掘削機

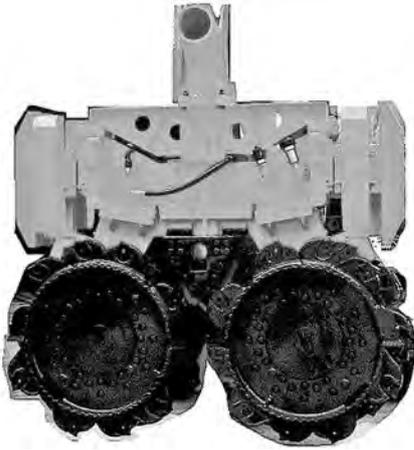
kg (写真-7) なので 17,000 kg 程度の吊り能力しかない小型の伸縮クレーンでも組立・解体が可能。

(4) 保守管理の簡素化

掘削機本体の駆動系は歯車伝達機構を廃止し、また水中サンドポンプも搭載しない。極限まで構造を簡素化し分解メンテナンスを減らす事により保守管理費の低減にも役にたっている (写真-8)。

(5) 施工現場の表層改良の簡略化

掘削機が軽量化されると搭載する地上装置も 0.45 m<sup>3</sup> 程度の油圧シヨベル相当で工事を行うことが出来る。その結果、施工区分における接地面圧力が低減されるため、大型重機が必要とする様な強固な表層改良は不要なので、連続壁施工の連続壁には必ず必要となるガイドウォールも簡易的なもので可能になった。



写真一八 TMX型水平多軸掘削機マタギ仕様

### (6) 施工方法の多面化

吊り下げる掘削機が軽量化することで搭載するベースマシンへの負担が軽減される効果を持ち方向自在の掘削機吊下げ方式を実現した。つまりベースマシンの走行方向に対し斜方向や垂直方向に掘削機を自在に回転させることができ、矩形や狭隘地の様な様々な施工ヤードの形状により効率的な施工方法を選択できるようになった。その施工方法の例を次に示す。

#### (a) 直打式施工 (写真一9)

通常の地中連続壁工法はベースマシンと掘削機が直角に配置されており、連続壁の造成と移動を最も効率的に行うことの出来るこの施工方法を標準としている。



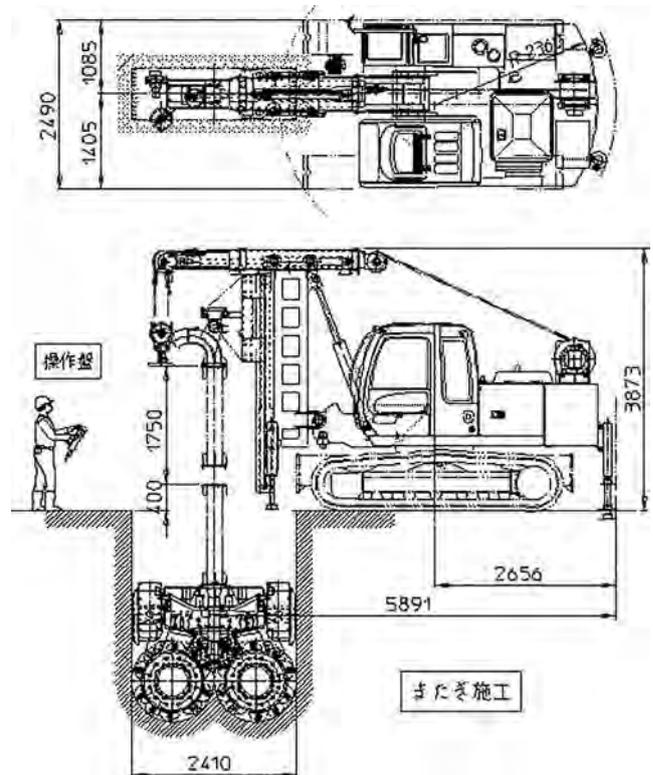
写真一九 直打式施工

#### (b) 斜打式施工 (写真一10)

矩形の連続壁を造成する場合、直行したコーナー部などの施工を、既に造成されたガイドウォールをまたがずに、ベースマシンと掘削機を斜めに配置し角部を施工する方法であり、安全に工事を行うことが出来る。



写真一10 斜打施工 姿写真



図一三 マタギ施工 姿図

#### (c) マタギ施工 (図一3)

ベースマシンと掘削機が完全に平行に配置されガイドウォールをベースマシンがまたぎながら施工する方法で、最も連続壁作業帯を小さく行うことが出来る。但し、ガイドウォールの崩壊にならないようにコンクリート強度に注意が必要となる。

## 4. おわりに

本機 MPD-TMX 機の施工は平成 19 年より路下や狭隘な施工現場を中心に実績を重ねてきた新しい地中連続壁工法である。

地中連続壁工法は低振動、低騒音、高機能、高精度

であるが、高コストという欠点があった。しかしこの本工法『MPD-TMX 工法』は軽量小型を実現する事により大型重機に耐えられる様な強固な表層改良など、準備工を省略できると共に保守管理の容易化、作業コストの削減等で欠点を埋める事が出来る様になった。また、低空掘削機は掘削精度が心配されるところであるが、従来機の掘削精度 (1/300 ~ 1/500) に対し (1/400) 程度を確保して従来機と遜色なく施工できる事が実証されてきた。

今後の課題としてはエンジン式ベースマシンを採用しているため CO<sub>2</sub> の削減。また施工中のサイクルタイムの大半を占めるロッドの接続時間短縮の改良を進めていく予定である。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 報文：土木学会第 65 回年次学術講演会 (平成 22 年 9 月) 小田急建設 (株)、鹿島・奥村・フジタ JV、鹿島技術研究所、(株)東亜利根ポーリング「TMX 工法による狭隘箇所並びに路下部連続壁実績」
- 2) 報文：(社)日本建設機械化協会 (株)大林組、小田急東北沢 JV「都市部における鉄道線増連続立体交差工事の一例」
- 3) 資料名：土木学会年次学術講演会講演概要集「MPD-TMX 連壁掘削機の開発」ケンキョー工業、小田急電鉄(株)、小田急・戸田・東急 JV、(株)東亜利根ポーリング

#### 主な施工実績 (仮設山留)

2015 年

渋谷駅街区東棟新築工事：東急電鉄

南北線六本木 1 丁目連絡入り口改良工事：六本木 3 丁目開発組合

2013 年

圏央道桶川北本地区函渠その 1 工事：国土交通省

代々木上原駅・梅ヶ丘駅間線増連続立体交差工事：小田急電鉄

2012 年

小田急下北沢駅立体交差工事：小田急建設

2011 年

小田急下北沢駅立体交差工事：小田急建設

京葉線船橋・新習志野間湾岸船橋 IC 交差部工事 (第 3 工区)：東京都・小田急電鉄

2009 年

代々木上原駅・梅ヶ丘駅間線増連続立体交差工事 (第 3 工区)：東京都・小田急電鉄

丸の内二丁目計画：郵便局

2008 年

代々木上原駅・梅ヶ丘駅間線増連続立体交差工事 (第 3 工区)：東京都・小田急電鉄

小田急電鉄

2007 年

代々木上原駅・梅ヶ丘駅間線増連続立体交差工事 (第 3 工区)：東京都・小田急電鉄

小田急電鉄

その他：相鉄・東急・JR 直通線新横浜駅鋼製地中連続壁工事 etc. …

#### [筆者紹介]

小林 貴史 (こばやし たかし)

(株)東亜利根ポーリング

製販技術部設計部



# 地盤改良工事を全自動で施工管理

## ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK

奈 須 徹 夫・平 川 真 吾・吉 田 哲 雄

地盤改良は土木建設工事の中では機械化あるいはシステム化が早くから進められてきた部門である。しかしながら、昨今の土木建設工事の IT 化はめまぐるしい進歩を遂げており、これまで施工管理がシステム化されていた地盤改良といえども新規性が失われつつある。一般的な工種では、独立した機械の作業を工程調整して施工を進めるが、地盤改良では施工機、グラウトポンプ、ミキシングプラントという3種類の異なる機械が密接に連携して1つの工程が完了するという点で特異性があり、システム化も高度なものになる。

今回、開発した全自動施工管理制御システム Y-LINK（以下「本システム」という）は、これら3種類の機械を一括して自動運転制御し、あわせて施工データの転送と施工の見える化を実現しており、土木建設工事の IT 化を推し進めることができるシステムである。

キーワード：地盤改良，スラリー攪拌工法，施工管理システム，ICT，無線，自動化，見える化

### 1. はじめに

団塊世代の退職などによる建設現場からの熟練作業員の減少あるいは少子化による建設作業員の減少により施工管理や作業技術の伝承の遅れが危惧されている。一方では、建設現場の施工の高度化に伴い情報化施工やコンピュータ制御による自動化、無線化、ロボット化、無人化などの新技術導入が進められている。地盤改良工事においても全自動化や情報化を進めることで、オペレータの技量の差が工事品質へ及ぼす影響を低減し、施工管理や作業技術の伝承を補完することを目的として、施工機、グラウトポンプ、ミキシングプラントを一括して自動制御できる全自動施工管理制御システムを開発した。

本稿では、本システムの概要を述べ、開発に際して行った通信能力試験結果および砂質土地盤で行った試験施工結果について紹介する。

### 2. 開発の背景

従来の地盤改良工事の管理システムの形態を図-1に示す。地盤改良工事では、セメントと水を混練してスラリーを製造し、スラリーを必要量ごとに圧送し、スラリーと対象深度の土を地中で混練するといった工程を経て地盤中に円柱状の固結体を造成する。この3

つの工程ごとにミキシングプラント、グラウトポンプ、地盤改良施工機といった機械が用いられている。これらの機械はそれぞれで自動化あるいは遠隔操作機能などを有しているが、それぞれ独立した機械であり、従来は機械ごとに配置されたオペレータが相互に連絡を取り合いながら地盤改良工事を行うという施工形態がとられてきた。また、地盤改良工事では、地層ごとのセメントスラリーの注入量や羽根切り回数<sup>1)</sup>などが工事品質を左右するが、これらは、オペレータが施工機械に取り付けられた施工管理装置に表示されるデータから判断して機械を操作している。また、工事品質を高めることを目的に施工データの監視と各機械オペレータへの運転指示を専門に行う集中管理室を装備した工法なども開発されたが、いずれの場合もオ

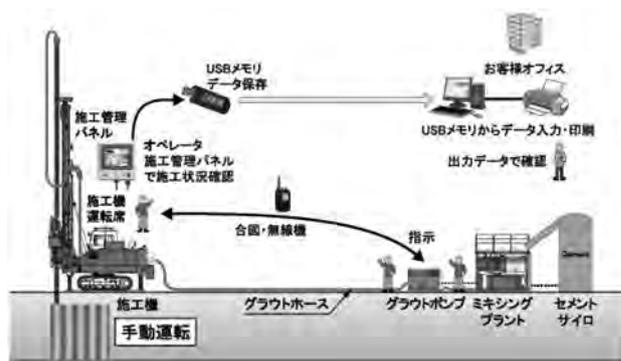


図-1 従来の地盤改良工事管理システムの形態

オペレータの技量差が工品質に与える影響を無視できなかった。

一般に施工データはUSBなどの外部メモリに保存され、施工終了後にパソコンなどへデータ入力し、印刷され、工事管理者は印刷された施工データにより施工管理を行うことになり、施工状況をリアルタイムに監視するケースは極めて少なかった。

### 3. 本システムの概要

#### (1) 本システムの形態

本システムの形態を図-2に示す。本システムはこれまで個々に運転されていた施工機とプラント部を特定小電力無線で一体化することで施工条件に合わせた全自動運転を可能とした。攪拌装置の深度、軸回転数、回転トルク、昇降速度、スラリー流量などの施工データは施工機に搭載されたセンサーで感知され、無線を通じてプラント部にあるグラウトポンプおよびミキシングプラントを制御することで全自動運転が可能となった。

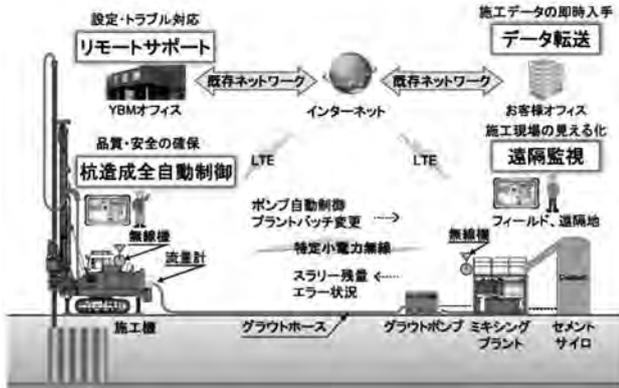


図-2 本システムの形態

全自動運転に際しては、フェールセーフの観点から、無線信号の送受中断やCPU異常といった無線通信異常が発生した場合、あるいは施工機に過大傾斜が発生した場合、攪拌軸に過大なトルクが発生した場合、ポンプに異常が発生した場合などに全機械が緊急停止するシステムとした。

本システムは、インターネットを介在させることで工事現場内あるいは遠隔地からもオペレータと同様に施工状況を監視することが可能となり、地盤改良工事の見える化を実現し、施工管理の高度化・効率化が可能となった。施工データはインターネット回線を通じて任意の複数のパソコンに送信されるため、施工データの信頼性が高まり、施工データ紛失等の事故も防止

することができる。

#### (2) 本システムの機能

本システムを用いた場合の全自動運転のフローを図-3に示す。全自動運転を行う場合には、自動運転設定ツールを用いて、施工サイクル、羽根切り回数、回転方向、昇降速度、スラリー流量等の目標値を事前に設定・作成し、施工パターンを本システムの管理装置に読み込んで保存する。オペレータは、施工機を所定の位置にセットし、事前に設定保存された施工パターンを選定し、本システムを起動することで計画どおりの改良体を造成することができる。

図-4に全自動運転の制御フローを示す。本システムは、①貫入攪拌時に昇降駆動装置の昇降速度と回転トルクを地盤負荷に応じて修正する。②施工機で計測された深度からその深度における施工パターンを選定し、昇降速度の変化に応じてポンプを制御してスラ

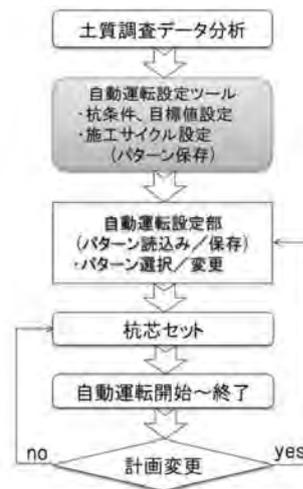


図-3 全自動運転のフロー

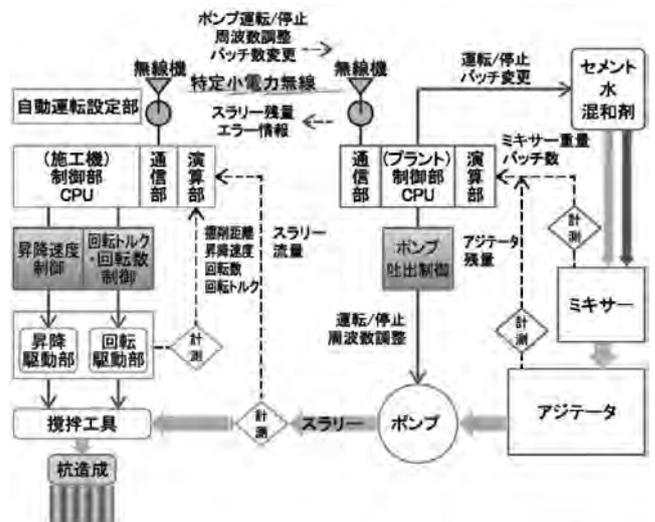


図-4 全自動運転の制御フロー

リー吐出量を加減する。③貫入時の羽根切り回数を計測記憶しておき、引抜き時に羽根切り回数が不足すると判断した場合は昇降速度を減じて設定した羽根切り回数を確保する。といった制御を自動的に行う。これらの稼働状況は図-5に示した管理装置のディスプレイに表示され、オペレータは全機械の運転状況を確認することができる。



図-5 管理装置ディスプレイ

(3) 通信能力

施工機とプラント部間での特定小電力無線による通信試験のうち、遮蔽物が広域に連続する住宅地における通信試験結果を図-6に示した。試験では、ミキシングプラント1台に対して施工機2台での施工を想定し、それぞれ親機、子機として、本システムで扱う実通信量で交互に送受信させ電波強度と送受信成功率の関係を調べた。計測結果より、親機から半径150mの範囲であれば受信強度は-90 dBm以上を確保でき、送受信成功率は99.9%以上を確保できることが解った。受信強度が-91 dBm以下になると送受信成功率は98.6%に低下する。この結果から、住宅地において半径150mの範囲内であれば安定した無線通信



図-6 住宅地における通信試験結果

が可能であることが解った。

4. 試験施工による検証

(1) 試験施工方法

試験施工は、佐賀県唐津市内の造成地において実施した。事前ボーリング調査結果を図-7に示す。当該地区は一級河川松浦川が唐津湾に注ぐ扇状地性の沖積低地で、表層よりN値が3~10の比較的ゆるい貝殻片を含む砂質土層が堆積し、GL-15m付近からはN値>30の強風化花崗岩層が分布する。また、GL-5.9m~GL-6.0mに木片が混入する腐植土の介在が認められた。

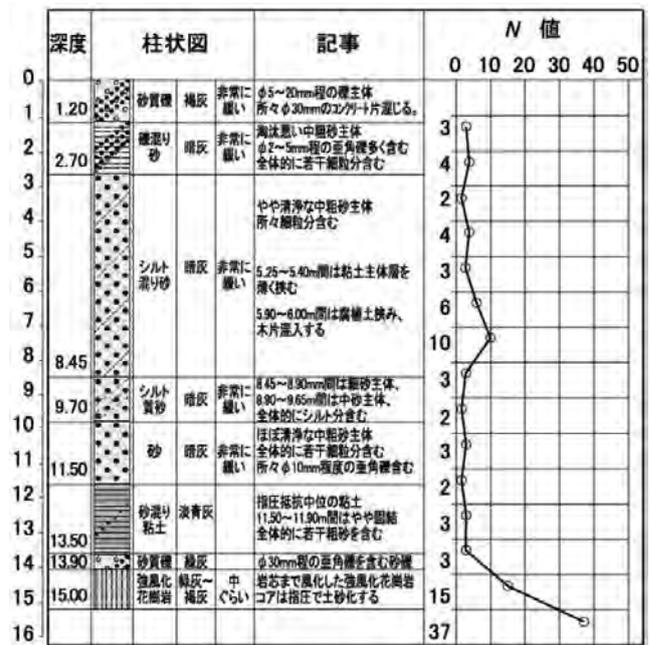


図-7 事前ボーリング調査結果

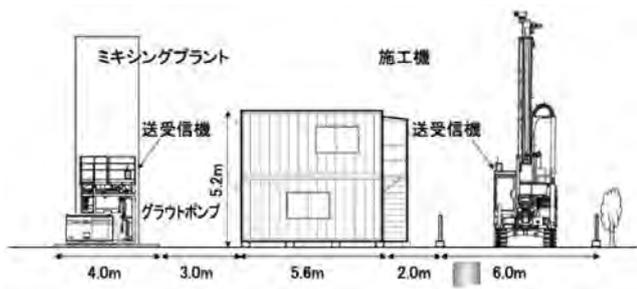
写真-1に試験施工状況を、図-8に機械配置を示す。使用した機械は一般的な地盤改良工事で用いられている油圧駆動式の地盤改良施工機、グラウトポンプ、ミキシングプラントで、本システムによる制御を適用した。試験施工に際しては電波環境が厳しい住宅地を想定し、送受信機を搭載したミキシングプラントと施工機の間には2階建て相当の小規模建築物を仮設した。

(2) 試験杭の配置と施工仕様

試験杭の配置および施工仕様を図-9に示す。試験施工では、改良長10.0m (GL-0.5m~GL-10.5m)の単杭を2本打設し、本システムの制御によるスラリー流量および羽根切り回数の制御状況について確認



写真—1 試験施工状況



図—8 機械配置

Type-1: 本システムにより羽根切り回数制御を実施		Type-2: 本システムを適用せず、低速引上げ攪拌を実施	
1	1.20	GL-0.5m	固化材混入量231kg/m <sup>3</sup>
2	2.70	L <sub>e</sub> =5.0m	W/C=80%
3	2.500	スラリー吐出量144L/min	羽根切り回数 410回/m
4	2.500	スラリー吐出量144L/min	貫入0.7m/min (20rpm)
5	2.500	スラリー吐出量144L/min	引上1.0m/min (40rpm)
6	2.500	GL-5.5m	固化材混入量276kg/m <sup>3</sup>
7	2.500	L <sub>e</sub> =2.5m	W/C=80%
8	2.500	スラリー吐出量172L/min	羽根切り回数 410回/m
9	2.500	スラリー吐出量172L/min	貫入0.7m/min (20rpm)
10	2.500	スラリー吐出量172L/min	引上1.0m/min (40rpm)
11	11.50	GL-8.0m	固化材混入量221kg/m <sup>3</sup>
		L <sub>e</sub> =2.5m	W/C=80%
		スラリー吐出量138L/min	羽根切り回数 410回/m
		スラリー吐出量138L/min	貫入0.7m/min (20rpm)
		スラリー吐出量138L/min	引上1.0m/min (40rpm)
		GL-10.5m	

図—9 施工仕様

した。

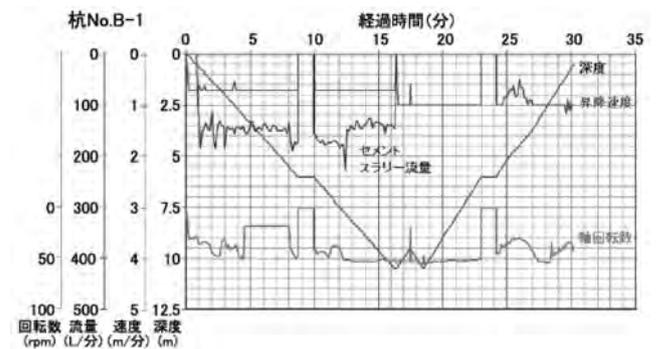
事前調査結果で GL-5.9 m ~ GL-6.0 m に腐植土の介在が認められたことから対象地盤を 3 層に区分して配合試験により各層の混入量を決定した。また、対象土が緩い砂質土であることから高炉セメントを用い、スラリーの水セメント比は  $w/c = 80\%$  とした。各層の層厚については機械の制御試験の利便性も考慮したため 2.5 m を 1 単位とした層分けとした。貫入速度を 0.7 m/min, 引上げ速度を 1.0 m/min と設定し、回転数を貫入時 20 rpm, 引上げ時 40 rpm と仮定し、目標羽根切り回数は 410 回 / m に設定した。

本システムは、羽根切り回数が設定値より不足すると予測した場合、引上げ攪拌時に引上げ速度を落として羽根切り回数を確保する機能がある。その機能を確

認するために貫入時に GL-3.0 m ~ GL-5.5 m の区間では施工機の油圧ポンプの吐出能力を 30% に低下させることで攪拌軸回転数を下げ、擬似的に羽根切り回数が不足する層を設定し、引上げ攪拌時の羽根切り回数の確保状況を確認した (Type-1)。機能を比較するために羽根切り回数が不足する層を Type-1 と同様に設定し、本システムを機能させず、1.0 m/min の一定速度で引上げたケースも実施した (Type-2)。これら機能が工事品質に及ぼす影響を確認するためボーリング調査を行い、一軸圧縮強さおよび RQD 値<sup>2)</sup> の深さ方向の分布を比較した。

### (3) 試験施工結果

図—10 に Type-1 の経過時間ごとの攪拌装置の深度と昇降速度、軸回転数、セメントスラリー流量の変化を示す。貫入時の 4.5 分 ~ 8.0 分に軸回転数が制限を受け、羽根切り回数を確保するために引上げ時の 24.5 分 ~ 27.5 分に昇降速度を落としながら施工している状況が見られる。



図—10 経過時間ごとの攪拌装置の深度と昇降速度、軸回転数、セメントスラリー流量の変化

図—11 に Type-1 の深度ごとの攪拌翼の昇降速度とセメントスラリーの瞬時流量、積算流量の変化を示した。当該システムが貫入攪拌時に瞬時流量を調整している状況がうかがえる。また、実施流量と計画流量は 2,152.1 L / 2,136.0 L (ロス 0.75%) とスラリー流量ロスが少ない施工を行うことができた。積算流量も直線的に分布しておりスラリー混入量のバラツキも少ないことが解る。

図—12 に Type-1 の深度ごとの攪拌装置の昇降速度と軸回転数、羽根切り回数の変化を貫入時と引抜時に区分して示した。GL-3.0 m ~ GL-5.5 m で貫入時の羽根切り回数は他の深度より 200 回 / m 程度少ない 190 回 / m であったが、引上げ時に昇降速度を設定の 1.0 m/min から最低 0.48 m/min まで落とすことで羽根切り回数を確保している。

図-13に深度ごとの羽根切り回数と一軸圧縮強さおよびRQD値を本システムで自動制御した場合(Type-1)と制御しない場合(Type-2)を比較表示した。コアサンプリングは1/4D点にて材齢18日で実施し、コア観察を行い、湿空養生により材齢28日で一軸圧縮試験に供した。

一軸圧縮試験の結果、制御したType-1では $q_u = 2,442 \text{ kN/m}^2$ ・変動係数 $V_d = 21.4\%$ で、制御していないType-2の $q_u = 2,295 \text{ kN/m}^2$ ・ $V_d = 37.8\%$ に比べ、

高強度でバラつきの少ない改良が確認された。コア観察結果からも、制御していないType-2のRQD = 80%に比べ、制御した場合の該当深度のRQD値はRQD = 100%で均質な改良が行われていることが確認できた。

### 5. おわりに

今回紹介した本システム全自動施工管理制御システム(Y-LINK)は、市場へ開放しており、納入実績も増加中である。実施工からはセメントスラリーロスの低減報告が多数寄せられており、工物品質についてもクレームの報告はない。今後、施工実績を収集し、様々な地盤での制御状況を把握し、制御プログラムのバージョンアップを進めることで、より一層の高度化を進めていく必要がある。

本システムが、土木建設分野・住宅建築分野などで導入され、既存の地盤改良工法がさらに高度な工法に発展する一助になれば幸いである。

JCMIA

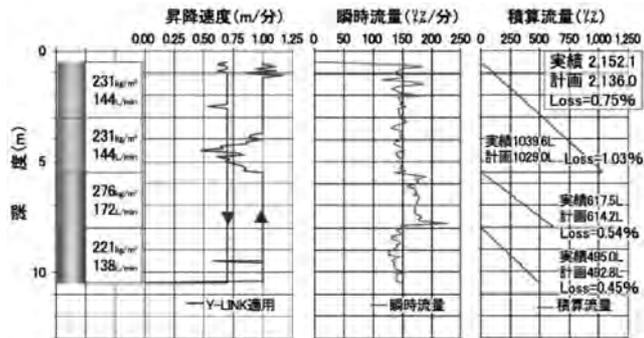


図-11 深度ごとの攪拌装置の昇降速度とセメントスラリーの瞬時流量、積算流量の変化

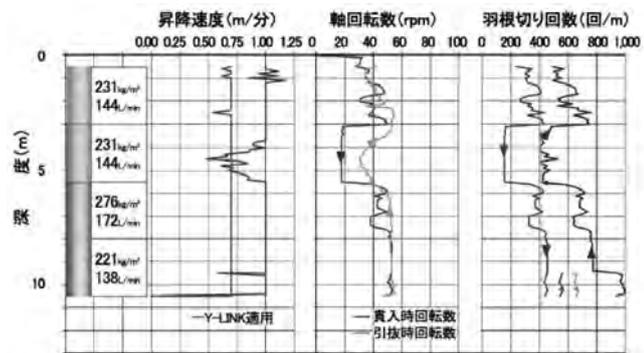


図-12 深度ごとの攪拌装置の昇降速度と軸回転数、羽根切り回数の変化

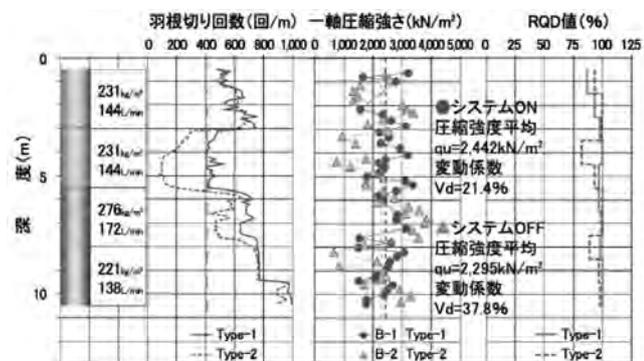


図-13 深度ごとの羽根切り回数と一軸圧縮強さおよびRQD値の比較

#### 【参考文献】

- 1) 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル, pp.144～146, 2004.3.
- 2) 鈴木孝一・他：深層混合処理地盤におけるサンプリングについて，土質工学会サンプリングシンポジウム発表論文集, pp.107～114, 1992.11.

#### 【筆者紹介】



奈須 徹夫 (なす てつお)  
 (株)ワイビーエム  
 開発本部 企画部  
 企画部長



平川 真吾 (ひらかわ しんご)  
 (株)ワイビーエム  
 技術本部  
 技術開発部 開発5グループ  
 グループ長



吉田 哲雄 (よしだ てつお)  
 (株)ワイビーエム  
 代表取締役会長  
 工学博士

# 木造住宅の耐震性

## ビッグフレーム構法とマルチバランス構法

金子 雅文・佐々木 修平

木造住宅の耐震性を左右する要素として上部構造, 基礎構造, 地盤がある。木造住宅の上部構造は, 一般的に木造軸組工法や枠組壁工法などがあるが, 筆者らは, 木質梁勝ちラーメン構造を実現したビッグフレーム構法 (以下「本BF構法」という) と日本の伝統的な木造軸組構造を最新技術で進化させたマルチバランス構法 (以下「本MB構法」という) を採用している。また基礎構造は, 上部構造の力を地盤へ伝達する重要な役目となっている。上部構造, 基礎構造を支えるための地盤は, 事前に地盤調査を実施し適切な地盤補強工法を選定する。これら木造住宅の耐震性について紹介する。

キーワード: 小規模建築物, 木造, 耐震構造, 上部構造, 基礎, 地盤

### 1. はじめに

耐震構造の歴史を振り返ると「日本で耐震研究が始まったのは, 1891年濃尾地震からと言われている。また1919年市街地建築物法, 翌年同法施行規則が制定され, 木造の構造詳細の基準「いわゆる仕様規定」が作られた。1923年関東地震によって翌年市街地建築物施行規則が大改定された。1948年福井地震により, 地震と木造の被害を調査し木造の耐震法規の原点となり, 1950年建築基準法<sup>2)</sup>制定に取り入れられた。1978年宮城県沖地震によって1981年建築基準法の改正があり, 木造住宅に必要な壁量が増えた。その後も1995年兵庫県南部地震により古い木造住宅に大きな被害が発生, 1999年建築基準法が改正され2000年同法施行令にて木造関係の規定も改定された。」と述べられている<sup>1)</sup>。したがって過去から巨大地震により被害を受けては, 法が整備され耐震技術が向上してきたとも言える。最近では2016年熊本地震にて最大震度7を2回経験した。また2011年東北地方太平洋沖地震によって甚大な被害が発生したが, 震源地から遠く離れた千葉県東京湾岸地域で液状化被害が発生し, 戸建住宅が不同沈下等の大きな被害を受けた。ここでは, これらの歴史的背景から木造における耐震構造についての取り組みを紹介する。

### 2. 木造における耐震構造と法規制

通常建築物を建設するには, 色々な法規制に従う必

要があるが, その中で木造建築物の上部構造部分は, 建築基準法施行令第3章第3節に仕様規定が示されている。また基礎および地盤は, 建築基準法施行令第3章第2節に示され, 平12建告示第1347号にて建築物の基礎の構造方法および構造計算の基準を定める件, 平13国交告示第1113号にて地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力度を求めるための地盤調査の方法並びにその結果に基づき地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力度を定める方法等定める件が示されている。また2000年4月に「住宅の品質確保の促進等に関する法律 (以下品確法)」が施行<sup>3)</sup>され, 住まいの性能が客観的に判断できるようになった。2009年6月から「長期優良住宅の普及の促進に関する法律 (以下長期優良住宅)」が施行<sup>4)</sup>され長期に亘り良好な状態で使用するための措置が講じられた優良な住宅の認定を受ける制度が定められた。また地盤の耐震性の一つとして, 2011年東北地方太平洋沖地震で影響の大きかった液状化に対しては, 品確法施行規則の改正により建築主からの申出がある場合には, 液状化に関する参考情報を提供する任意の制度が施行された。よって昨今では, 建築基準法が最低基準であって品確法や長期優良住宅などの要求性能が上がってきている状況である。

### 3. 木造住宅の耐震性

#### (1) 上部構造について

木造住宅の耐震性を左右する要素として上部構造が

ある。上部構造として筆者らは、本BF構法において木質梁勝ちラーメン構造を採用している(写真-1)。ラーメン構造は、梁と柱を剛接合した骨組みのことで耐力壁を使わずに優れた耐震性を発揮し、壁の少ない自由な空間を実現できる。また、梁勝ち構造は、横の梁を縦の柱より優先させる構造のことで、上下階で柱や窓の位置が異なるプランにも対応でき自由度の高い構造である。大空間を支えるビッグコラムは、大断面集成材を採用し耐力壁に代わり建物を支える構造材で高耐久化を実現、開放的で明るい大開口や自由度の高い設計を可能にすることができる。科学的解析に基づいて開発された高強度・高精度な接合金物BFジョイント金物は、FEM解析によるシミュレーションと実験を繰り返し使用部位や目的に合わせて最適形状、強度を決定、外力に対する粘り強さを実現している。またビッグコラムと梁、基礎をBFジョイント金物でメタ

ルタッチ接合としている(図-1)。本BF構法の3階建て実物大の検証モデルは、東日本大震災の震度7を2回、阪神淡路大震災の震度7を20回、合計22回加振するという過酷な実験にもねばり強さを発揮した。また繰返し発生する余震も想定し、合計246回の加振を実施し安全性を確認した(写真-2)。また世代を超えて住み継げる家を目指し、建物を構造部分と内装、設備等に分けて考えた設計手法、スケルトン&インフィルによる可変性を実現でき住まう人のライフステージの変化に合わせて間取りを変更しやすく、世代を超えて住み続けることが可能で、建物としての資産価値の維持や耐久性を向上させることによる環境問題への貢献など新たな可能性を生み出すことができる。

また上部構造として本MB構法は、木造軸組構造を採用している(写真-3)。これまでの日本の伝統的な構造を進化させ、柱には国産檜を使用した構造用



写真-1 本BF構法



写真-2 実大振動実験(本BF構法)

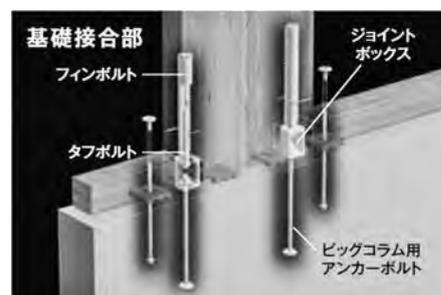
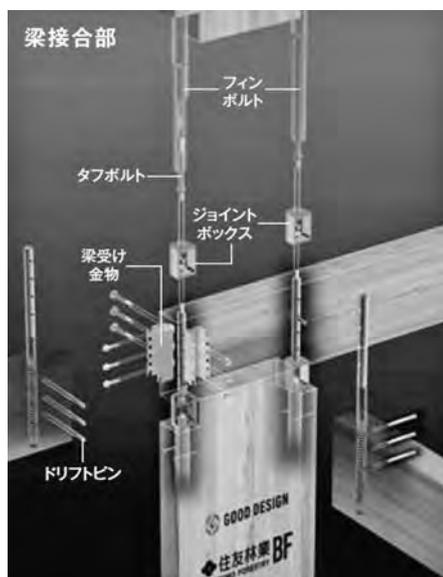


図-1 梁接合部, 基礎接合部



写真一3 本MB構法

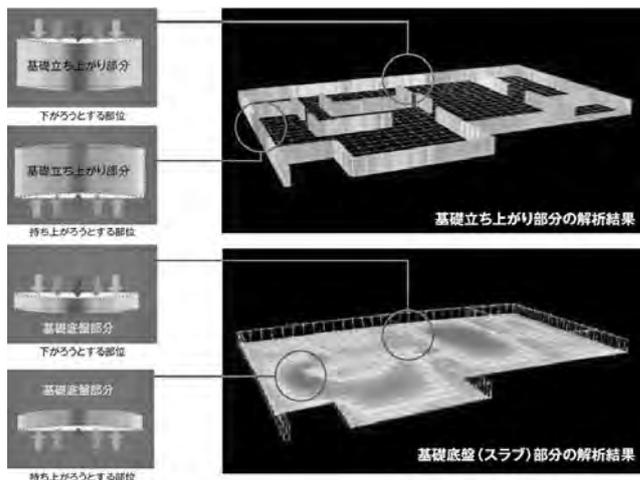


写真一4 実大振動実験 (本MB構法)

集成材を使用，地震の揺れに耐えるには壁面や床面の強さが重要なため壁には耐力面材「きづれパネル」，床には「剛床パネル」を用い地震などの外力を受けた場合に建物の変形やねじれを抑える。構造躯体だけでの実質的な耐力を把握するために実物大の試験体による振動実験を行い，耐震性を検証した。品確法の住宅性能表示制度における耐震等級3程度の壁量で構成した試験体に過去の巨大地震で木造住宅に大きな被害を与えた1995年兵庫県南部地震時の最大地動加速度の1.2倍を加振。さらに強い余震を想定し，ほぼ同等の加振を再度行い，本MB構法の試験体は損傷も倒壊もなく，高い耐震性を確認した（写真一4）。

## (2) 基礎について

基礎構造は，上部構造の力を地盤へ伝達する重要な役目となっている。有限要素法を用いてプランに応じた基礎形状と配筋の適正化をはかり，一邸ごとに最適な基礎設計を実施している（図一2）。また一部エリアにて協力メーカーと共同開発しプレキャストコンクリート（以下PCa）べた基礎工法を導入した。本工



図一2 最適な基礎設計



写真一5 PCaべた基礎工法

法は，専用工場において基礎梁（以下PCa基礎梁）を製造し，現場へ運搬して設置を行った後で基礎スラブを現場打設するハーフPCa工法を採用している（写真一5）。最適な基礎設計を融合し，一邸ごとにプランに応じた基礎の構造計算を実施することでPCa基礎梁や基礎スラブの最適な設計および部材の共通化・効率化が可能となった。建物のプランや現場の施工条件から最適な工法をお客様へ提案している。

## (3) 地盤について

住宅における地盤調査は，敷地の制約や経済性等からスウェーデン式サウンディング試験が一般的に行われている。スウェーデン式サウンディング試験は手動式といった錘やロッド，ハンドル等を用いて人力で錘の上げ下ろしやハンドルの回転を行う方法や回転は機械で行う半自動式，荷重の制御や回転全てを機械で行う自動式がある（写真一6）。手動式の場合，ハンドルを介してその感触から土質を推定できるといった特徴はあるが，調査技術者の技量によりデータのバラツ



写真一六 スウェーデン式サウンディング試験機例

キが生じることや調査技術者の負担軽減から半自動式や自動式が行われることが多い。また、最近ではデータのトレーサビリティの確保として試験データや試験時刻、位置情報等をGPSによって即時に送信できるシステム<sup>5)</sup>も構築されている。

この試験データや建築地周辺の状況、土地の変遷、地形や地質等から総合的に地盤補強工事の要否や適切な地盤補強工法を選定しお客様へ提案している。

地盤補強工事は、施工ヤードや搬入経路の制約から公共事業で用いられる施工機械よりも小型のものが用いられることが多い。また、木造住宅規模の建物荷重度は小さく、大容量の基礎ぐいを用いられることは少ない。平面地盤補強と呼ばれる表層改良やパイルド・ラフト工法等、杭状地盤補強と呼ばれるセメント系固化材を用いた柱状改良、丸太や円柱状の木材を用いた地盤補強、小口径の鋼管やコンクリートを用いた地盤補強等といった地盤補強工事が主に行なわれている。最近では、品質面の確保から第三者機関にて建築技術性能証明を取得された地盤補強工事を採用されることが多い。

液状化に対しては、上記制約条件のほか、保証面や経済性の問題や、設計方法が未確立であること等から発展途上段階であるが、2011年東北地方太平洋沖地震以降に様々な小規模建築物向けの液状化対策工法が開発されている。筆者らは、大学、協力メーカーと共同開発し薄鋼矢板を用いて基礎下を囲い込むことで矢板および基礎下内部の土砂の流出を防ぎ、液状化が生じても建物の沈下を軽減させる工法<sup>6)</sup>を開発した。本工法は、液状化層全てを囲い込むのではなく、液状化層の半分程度に抑えることで上部構造の沈下や傾斜被害を軽減することを期待している。実大規模に近い振動台実験では、沈下量が無対策よりも1/4程度に抑えられるという結果が報告<sup>7)</sup>されている。施工技術については、第三者機関にて技術審査証明を取得してい

る。また他の液状化対策として、丸太を密に打設することで地盤の密度を高め、液状化を抑制する工法<sup>8)</sup>も開発されている。

2016年熊本地震では大規模の地震動が連続して発生したことやその後の豪雨等の影響により、液状化による被害のほか、土構造物の崩壊や地盤の陥没、地割れ等の地盤に関する被害が顕著に発生した。地盤構造は目に見えず、鉄やコンクリート等の人工的にコントロールされ作製した材料とは異なり、自然が長い年月をかけて様々な条件の変遷を経て作り上げたものであるため、現象のメカニズムを解明することは難しい。また、小規模建築物では上述のとおり様々な制約が多く、絶対十分な対策を施すことは難しいことを実感した。従って、今後予想されている東南海・南海地震や首都圏直下地震等の大地震に対しては、防災用の設備や備蓄の確保が重要だと考えられる。そのため半地下収納を商品化し温度変化の少ない地下を有効に活用し非常食などの備蓄の確保を提案している(写真一七)。半地下室とすれば容積率の算定対象外となるため、限られた敷地空間を効果的に活かせる収納が可能である。また、外殻部には土木分野で活用されているライ



写真一七 半地下収納庫

ナープレートを協力メーカーと共同開発し用いている。今後の応用技術としてシェルターの可能性も期待できる。

#### 4. おわりに

1975年「木を活用し安心安全で健康的な住まいを提供することで豊かな住生活の実現に貢献したい」との経営者の志のもと木造住宅事業へ進出した。現在、社会全体として世代を超えて住み継いでいける住まいづくりが推進されているなか、国産材の積極活用、耐震性、耐久性を高める構造躯体、アフターメンテナンスの充実など長寿命住宅を提供し、循環型社会の形成に貢献すること、特に耐震構造は、自然を相手にしている以上、今後予想される巨大地震に対して先人の方々の経験を基に実験実証を繰り返すことで安心・安全な空間作りの一助になるべく注力する所存である。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 坂本功, 日本の木造住宅の100年, (社)日本木造住宅産業協会, 2001.3
- 2) 建築基準法(昭和25年5月24日法律第201号), 国土交通省
- 3) 住宅の品質確保の促進等に関する法律(平成11年6月23日法律第81号), 国土交通省
- 4) 長期優良住宅の普及の促進に関する法律(平成20年12月5日法律第87号), 国土交通省
- 5) G-Web System (<http://www.geosign.co.jp/system/>)
- 6) 小規模構造物液状化被害軽減工法研究会, K-gen工法 (<http://www.k-gen.info/>)
- 7) 安田・平出・金子・三上・尾澤, 薄鋼矢板を用いた液状化被害軽減工法に関する実験的研究その4, その5, 第49回地盤工学研究発表会, pp1585-1588, 2014.3
- 8) 木材活用地盤対策研究会, LP-LiC工法 (<http://www.mokuchiken.com/>)

#### 【筆者紹介】

金子 雅文 (かねこ まさふみ)  
住友林業㈱  
住宅事業本部 技術商品開発部  
マネージャー



佐々木 修平 (ささき しゅうへい)  
住友林業㈱  
住宅事業本部 技術商品開発部  
マネージャー



ずいそう

## 建設機械と私

和田航一



建設会社を定年退職した1995年からもう22年。仕事を教えて頂いた多くの先輩も鬼籍に入られた今、私の記憶している限りの勝手な昔話を綴ってみます。

私が機械屋として建設会社に入社した昭和34年は、終戦から我が国がようやく立ち直り始めた時期で、当時の全国民の目標は「日本再建!」と叫ばれ、荒廃した国土の再建への熱気があふれていました。

配属された施工機械のモータープールは、古びたレンガ造りの旧陸軍兵器廠工場で、重機は米軍下りブルドーザやショベル、スクレーパー、クローラクレーン、発電機など、太平洋戦線のサイパンや硫黄島などの島々で使われていたと思われる物ばかりでした。古びてはいるが、わずかな整備で信頼性高く、米国製建設機械の優れた技術に驚きました。再生工場では、ブルドーザの転輪、スプロケット・履帯ラグなど摩耗部品肉盛り再生が主な仕事で、手溶接棒のワークが夜遅くまで飛んでいました。

次第に大型土木工事の需要が増しても国産建機は少なく、高価な輸入建機など論外で手持ちの中古外国製ショベル、クレーンブーム、けん引式スクレーパーなどをそっくりスケッチして自社工場で造り施工しました。今は当たり前前の油圧式ではなく、ワイヤロープ・ウインチ操作で、原因不明なワイヤーロープの捻れや破断に悩まされました。高張力鋼板では折り曲げプレスでの割れ、溶接の難しさにも苦労しました。

昭和39年東京オリンピックの頃から、下水道工事インフラ整備で手掘式シールド機を自社設計・製作して工場敷地内での圧気施工実験工事などを行いました。



た。その後の機械掘、泥水式、土圧式など我が国のシールド工法技術発展は目覚ましく、東京湾横断道路海底トンネル、英仏海峡トンネルまで、世界中で活躍していることは誇らしく思っています。

山岳トンネルでは、発破・手掘り・鋼支保工・木矢板も経験しましたが、NATMコンクリート吹付け、全断面機械掘削などまたたく間に工法が変わり、それらの機械も開発しました。地盤改良技術では、軟弱地盤での高速道路盛土地盤、海上空港埋立地盤、東京湾横断道路での海ホタル人工島土砂投入埋立地盤などです。退職した後の東日本大地震では、関東地方でも激しく揺れて浦安などで地盤液化被害が報じられ、心配になって後輩に電話しましたが、「情報がないから無事なんでしょう…」との返事で、今でも液状化はなかったと信じています。

海外建設技術の視察・導入も盛んになり、海外建設機械化視察団などに同業他社の人と参加しました。英国では社命により、その機会を利用して海外技術導入調査のためグループを一時抜け出して〇〇社へ行き、調査を終え列車で皆の待つホテルへ単身戻る列車を間違えて夜遅く見知らぬ駅で降り、怪しげな酒場で過ごし、酒場のオヤジに頼んだ深夜タクシー運転手は恐ろしい入れ墨で、ホテルに着くまで怖い思いをしながら早朝に皆に合流できてホッとしました。サンフランシスコでは他社の仲間と二人で早朝にホテルを抜け出して、爽快な朝霧の中、ベイブリッジをマラソンで往復しました。海外旅行にまだ慣れず、外国語に自信がない頃の旅の思い出です。

添付した写真は、昭和26年に米軍下りブルドーザ(米国キャピラ社製)でエンジン始動もエンジン、排土板はウインチ・ロープ操作し、全国の土木現場で活躍してくれた老兵です。

今回戴いた建設機械施工誌を拝見すると、我が国の建設機械施工技術は私らの頃と大きく変わっていることを強く感じ、今や世界一の建設機械生産と施工技術を保有する国であることを知り、寄稿の機会を戴いたことに感謝します。

ずいそう

## リターンライダーと呼ばれて

河野良一



今年、還暦を迎えるにあたって昨年末にこれまでの人生を振り返ってみた。

昭和32年に足立区の西新井大師近くで生を受け、小学3年で両親の出身地である九州福岡に転居し高校までを過ごした。大学は北九州市戸畑区、就職で栃木県宇都宮市在住となり、現在はさいたま市在住で新潟市に単身赴任という転居履歴。

新潟古町と博多中洲は、いずれも商人の街で雰囲気似通っていることと、父方の祖母が新潟出身であったこともあり何かの縁を感じているところである。新潟は、お酒・海産物・野菜がおいしく、温泉・ゴルフ場にも恵まれているため単身赴任9年目となるが楽しい日々を送っている。

福岡での中学時代に博多中洲にある某メーカーのバイクショールームに友人と片道10kmの道のりを自転車で通い各種バイクのカタログを収集し、あれに乗りたい、これに乗りたいなどと興じていたがいつかはナハンに乗る夢を描いていた。

しかし、高校入学直後に兄のバイクを無免許で運転し、家から100mのところ警察そして家庭裁判所のお世話になることとなってしまった。

高校時代は、バイク免許を取ることはできなかったが大学でバイク免許を取得。ところが免許制度が変更されており中型(400cc以下)のバイクしか乗ることはできなかった。大学、社会人と400ccのロードバイクから始まり、50cc・125cc・250ccのオフロードバイクと乗り継いだ。40歳以降はバイクに乗ることもなくなっていた。

さて還暦を迎え何を始めるか……いろいろと考えた末やはり夢に描いていた大型バイクに乗る最後のチャンスと思い、年始から大型二輪免許取得のため教習所に通うことにした。同時にバイクの購入手続きも終え退路を断った形で教習所通いがスタートしたが、講習初日の教官から「河野さんのようなリターンライダーの事故率が非常に高いという現状を知っていますか？」との問い。たしかに最近仕事ではなくツーリングなどでバイクに乗っている若者を見かけることは少なく、それなりに年齢を重ねた人たちが多くは感じていたところだし、一昔前の暴走族を見かける機会も

少なくなっている。体力が衰えてきているところに昔の感覚で大型バイクに乗れば、危険を伴う。と最初に認識させられた瞬間であった。

新潟の冬時期の教習では、やはり降雪の影響で教習が中止となり予定したスケジュール通りにはいかなかったがなんとか検定試験にも合格し、バイクの納車日を迎えることができた(写真-1)。会社でロータリー除雪車を製造販売していることもあり毎年冬時期の降雪を期待しているところではあるが、今年は身勝手だが雪が降らないように願っていた。大学時代にバイク免許を取得した際の感覚は、当時若者のバイクによる事故が多発し、なるべく免許は取得させない。との方針で免許試験が行われている感じだったが今回の大型二輪教習を受講した感じでは、安全にバイクを運転する基本動作を行うことができるように教習をしていただいた。



写真-1

3月からバイクに乗っていてあらためて感じるのは、バイク乗りの年齢層が高くなっていること。パーキングなどでの休憩でヘルメットを脱ぐとほぼ同世代の集団である。私と同様にリターンライダーと思われる人たち。もうひとつは、やはり体力の衰え、昔は一日中バイクに乗っていてもなんともなかったのが2時間でクラッチレバーを握る左腕が動かなくなってしまい、握力復活訓練を毎晩実行している……100円ショップで購入したハンドグリップをニギニギしているだけです。

7月というツーリングに適した季節を迎えて、次の休みにどこに行こうか楽しみながら計画を練っている。リターンライダーではあるが事故をおこすことなく、ゆっくりとワインディングロードと景色を満喫し、土地の食事を堪能しながら今後もできるだけ長くバイクに乗り続けていきたい。

——この りょういち 新潟トランス株式会社  
取締役 営業・技術業務領域長——



平成29年度



## 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その1）

日本建設機械施工大賞は、我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、地域賞部門は、地域に根ざした独自の視点に基づき、従来の施工方法・技術を改良したり、地域に普及させるなどの取り組みを通じて地域へ貢献している業績を表彰し、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与することを目的としております。

平成29年度は、大賞部門には12件、地域賞部門には4件の応募があり、その中から日本建設機械施工大賞選考委員会（委員長：深川良一 立命館大学教授）において厳正な審査を行った結果、下記のとおり、大賞部門で5件、地域賞部門で3件が選考され、去る5月30日に開催された当協会通常総会后、表彰されましたのでご紹介致します。

なお、業績の概要は誌面の都合上、8月号に掲載させていただき、一部表記を原文とは異なる表現とさせていただいておりますことをお断りします。

### 受賞業績及び受賞者

#### ■大賞部門

##### 最優秀賞

- ・重量鉄筋配筋作業支援ロボット（配筋アシストロボ）の開発

清水建設(株)、(株)ATOON、(株)エスシー・マシーナリ 熟練・若年労働者不足が深刻化する建設現場を支援する技術。人間と機械の協調を目指したもので面白い。作業員の負担軽減に大いに貢献できる。直感的な利用が可能で、人力で組立・設置できるといった点で実用性は高い。現場での労働者不足、生産性向上に取り組む意欲的な提案であり、高く評価できる。現場からのニーズが高く、技術としての完成度も高く、波及効果も大きいなど、幅広く高い評価を得た。

##### 優秀賞

- ・墨出しナビゲーションシステム「T-Mark. Navi」の開発

大成建設(株)、ウエストユニティス(株)、千代田測器(株)、大浦工測(株)

ICTに関する新しい技術の積極的適用を図っており興味深い。業界内での認知度はまだ低いですが、現場からのニーズは高く、波及効果の大きい墨出し測量のような基本的作業の省力化等に資する開発としては有意義である。作業員の数を軽減でき経済性は優れているなど、高く評価された。

##### 優秀賞

- ・地下連絡通路における揺動型矩形推進機の施工実績

鹿島建設(株)

都市部の地下開発等において、断面設定の自由度と短距離施工への適用性が高いなど、技術的效果と実用性は標準より高い。コスト、工期、周辺環境への影響の面で優れており、技術としての完成度も高い。総じて、将来性もやや高いと判断でき、適用範囲の制限が少なくなれば実用性が向上するなど、多数の支持が得られた。

##### 選考委員会賞

- ・ソイルセメント柱列壁工法における『出来形計測手法』の開発

(株)竹中工務店、(株)トーメック、多摩川精機(株) 課題の把握と解決の方向性は適切である。技術的效果、実用性及び新規性はやや高いと認められる。ICTを活用した技術として実用化され、地下工事のリスク低減に大きく貢献している。全体的に優れた技術であると判断するなど、アイデアや特徴に秀でている点があると評価された。

##### 選考委員会賞

- ・汎用遠隔操縦装置「サロゲート」

(株)大林組、大裕(株)

汎用機械に設置できる点は評価に値する。ただし、従来技術に比した優位性が明確ではない。類似のロボQなどと比べ、人が搭乗操作する際の着脱が不要な点で、実用性

が高い。災害対策用機械のため、経済的効果は乏しい。無人化施工の現状の課題を改善する提案で高く評価できる。施工実績はまだ少ないが、現場ニーズは高く、将来性が期待できる搭乗操縦への切り替えが容易な遠隔操縦装置の開発はその普及には有意義である。操縦リモコンと視覚情報提示装置を含めたシステム開発の発展が必要であるなど、委員の評価は分かれたが、アイデアや特徴に秀でている点があると評価された。

## ■地域賞部門

### 地域貢献賞

- ・超高压水表面処理工法 J リムーバー

(株)キクテック

地域賞部門に相応しい内容であると判断する。画期的な工法で地域賞にふさわしい。施工の省力化、環境対策の面で優れており、施工実績も非常に多い。実績はあり有益な技術であるなど、幅広く支持が得られた。

### 地域貢献賞

- ・路面滞水処理作業の効率化を目指した自走式路面乾燥機  
鹿島道路(株)

有用・効率的な建設機械の開発として評価。興味深い提案であり、その意義は理解できる。施工の効率化、品質確保の面で優れており、技術として確立されているなど、多数の委員から支持が得られた。

### 選考委員会賞

- ・『三方良しの公共事業改革』の取組について

一二三北路(株)

地域賞部門に相応しい内容であると判断する。VRの導入により公共事業に対する地域の方々の理解を深めており、地域への貢献度は高いなど、取り組みがユニークな点が秀でていると評価された。



## 部 会 報 告

# ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 2016年5月東京 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert) 田中 昌也 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 会議が2016年5月に東京で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から前回3月に引き続き国際専門家 (Expert) として出席した田中昌也氏の報告を紹介する。

**会議:** ISO/TC 127/SC 2/WG 24 国際作業グループ会議

- 1 **開催日:** 平成 28 年 5 月 10 日 (火) ~ 13 日 (金)
- 2 **開催地:** 東京都港区 機械振興会館 地下会議室
- 3 **出席者:** 17 名

米国 コンビナー, Part 2 プロジェクトリーダー,  
Part 3 プロジェクトリーダー, 他 1 名  
英国 Part 1 プロジェクトリーダー, 他 1 名  
イタリア Part 4 プロジェクトリーダー  
オーストラリア Part 5 プロジェクトリーダー  
日本 9 名

#### 4 決定事項

**Part 1 (リスクアセスメントの方法と MPLr の割り当て)**

前回 2016 年 3 月の Ad hoc 会議で考案したリスクグラフに変更し、DIS 投票に進む。

プロジェクトリーダーは 2016 年 6 月までに DIS 案文を ISO 中央事務局に送る。

その後の予定は ISO 中央事務局次第だが、予想として投票開始 2016 年 9 月、投票締切 2016 年 11 月 (3 ヶ月)

リスクアセスメントの実施例 (現在は ISO/TS 15998-2 の Annex A に記載) は Part 5 として分離し、TR (技術報告書) として作成する。Part 5 の分離は 2016 年 6 月期限で委員会内部投票 (CIB) が進行中。投票については賛成でよいと思う。Part 1 と Part 5 については 7 月に Ad hoc 会議招集 (米国ピオリアで開催)。

**Part 2 (制御システムの実装と評価)**

CD 投票に進む。プロジェクトリーダーは 2016 年 6 月までに CD 案文を ISO 中央事務局に送る。規格作成のマイルストーンは Part 1, Part 3 と同じで 2016

年 6 月が DIS 案文の作成リミットだが、ISO 中央事務局に対して 9 ヶ月の期間延長を申請中。CD 投票には進むが、電気電子以外の制御システムに対する案文ができていないので CD 投票と並行して案文作成を行う。このため、2016 年 7 月 (米国ピオリアで開催) 及び同 8 月 (イタリア国ローマで開催) に Ad hoc 会議を招集する。

**Part 3 (耐環境性要求)**

CD に対するコメントを受け入れ、DIS 投票に進む。日程は Part 1 と同じ。「5.6 (ランダム振動の試験) の試験条件の案文を DIS コメントとして提出」が日本宿題となった。

日本が提出した意見「温度サイクル試験 (5.8) はコントローラの設置場所を考慮すべき」は受け入れられ、ISO 15998-1 と同じ文言: “For special operating conditions of the machine and installation conditions of the electronic parts, other environmental conditions may be specified by the manufacturer.” が追記されたが、「全ての試験について試験条件は推奨条件とする」は却下された。

**Part 4 (ソフトとバス通信に対する要求事項)**

2016 年 7 月までに WD コメント提出のこと。同 8 月に Ad hoc 会議招集 (前記の如くイタリア国ローマで開催)。

**その他**

2016 年 11 月に WG 24 の全体会合を行い (米国マイアミの予定)、Part 2, Part 4, Part 5 の作業を行う。

ISO 19014 を EN/ISO 19014 として作成する提案がされたよう (N 123) だが詳細不明。EN/ISO となること自体は賛成してよいと思う。

#### 5 日本のアクション

**Part 1**

パラメータのうち C (Controllability) が他の規格にない独自の決め方になっており、これが最終的な MPLr に大きく効いてくる。ドラフトがほぼ確定したので、日本としては DIS 投票が始まる 2016 年 9 月中頃までに最新案文に基づくリスクアセスメントを各社で試行し、その結果を持ち寄り、投票方針を決める。

Part 2

電気電子制御システムのカテゴリ 2 の解釈, CPU を well-ried として扱うか否か, 電気電子を用いない制御系について(意見あれば)CD コメントを提出する。

Part 3

ランダム振動の試験条件の案文を DIS コメントとして提出する。

Part 4

(意見あれば) WD コメントを提出する。

6 議事メモ

Part 1

2016年3月の Ad hoc 会議で考案された修正案が採択された。

・ Exposure

E0	E1	E2
<1%	>1 to <10%	>10%

サービスマンについて

1人のサービスマンが複数の機械をメンテナンスする場合, exposure はその台数を乗ずるのか? 要検討とされた。

・ Controllability

C0 から C3 の 4 段階であるが, 下記のような ISO 19014 独自の選択方法が採択された。

**ISO 19014-1:2016(DIS)**

The classifications C0, C1, C2 and C3 represent –easily controllable, –simply controllable, –mostly controllable and –none (see Table 3).

**Table 3 – Scores to calculate controllability**

Alternative actions / controls to mitigate failure	Awareness level of failure	Ability to react	Admin controls / site management
Yes (1)	High (3)	Good (3)	Always good, enforced by law (1) or not relevant
	Some (2)	Some ability (2)	
No (0)	Low (1)	Low (1)	relevant but Sometimes good / some enforcement (0.5)
	None (0)	Very low (0)	

The above scores in table X are multiplied to achieve the relevant category for controllability.

For example; Yes = 1, High Awareness = 3, Ability to react, Good = 3, admin controls, not relevant = 1

1 x 3 x 3 x 1 = 9 = C0 as shown in table X

**Table 4 – Possible avoidance of harm**

Category	Score – when admin controls are relevant
C0	9
C1	6
C2	≥4.5
C3	<4.5

・リスクグラフ

		C0	C1	C2	C3
S0		QM	QM	QM	QM
S1	E0	QM	QM	QM	a
	E1	QM	QM	a	b
	E2	QM	a	b	c
S2	E0	QM	QM	a	b
	E1	QM	a	b	c
	E2	a	b	c	d
S3	E0	QM	a	b	c
	E1	a	b	c	d
	E2	b	c	d	e

Figure 1 Determination of PLr

**Key**  
 S = severity  
 E = exposure to hazardous event  
 C = controllability  
 QM = quality management system  
 a, b, c, d, e = required Machine Performance Level MPLr

ベースとなった ISO 25119（農業機械の機能安全）では C0 に対しては QM となっているが、S や E の数値が大きい（リスクを大きくする）場合に QM は不適當という意見が多く、ISO 19014 では MPLr が a や b になる場合がある。ただし、C の定義が変わっているため、単純な比較はできない。

ISO 26262（自動車の機能安全）や ISO 25119 といった自動車系の規格では S、E、C のいずれかが最低レベルならば QM がつく（ISO 25119 は一か所だけ a がつく）が、ISO 13849 の思想（安全システムなら何らかの要求があるべき）に合わせるべきという意見の影響か、QM が減らされている。

・ Annex C — 警報、インジケータ

現在の案文では、警告やインジケータでは MPL を評価しないこととなっているので良いのだが、今後、高機能な警報装置の出現が予想されるため、そのような警報やインジケータに本規格を適用すべきかどうかの議論があった。

Part 2

- ・ CPU は well-tried とは言えないが、medium-tried 又は almost (?) -tried 等として扱ってはどうか。
- ・ 本文で参照していない Annex L (Joined systems alternative compliance method) は削除。
- ・ Annex D に DC (Diagnostic Coverage) と SFF (Safe

Failure Fraction) の2つの指標が書かれているが、同一であればいずれか削除しては、との意見が出た。計算式としては違うもので、ISO 13849をベースにするならSFFは不要と思われるが結論は出ず、CD案文には残し、不要であればコメント提出することとなった。

### Part 3

#### ・ランダム振動 (5.6)

日本が提出したCDコメント「試験条件はコントローラ搭載位置により変えるべき」が受け入れられた。代わりに試験条件を提案するよう要請され、了承した。搭載場所としては、少なくとも cab, chassis, engine, transmission を想定する。

#### ・温度サイクル試験 (5.8)

決定事項に述べた文章追加の他、サイクル数が50から20に変更された。

#### ・熱衝撃試験 (5.10)

transition time の記述が削除された。

### Part 4

・ソフト開発手法の推奨記号について、IEC 61508のHR/R/O/NRではなく、+/o/xとする。

要求と要求でないものを明確にするため。

+ : 特定の MPLr に対して選択必要な手法

o : 特定の MPLr に対して規格としては推奨も反対もしない手法

x : 特定の MPLr に対して選択は不適当な手法

- ・ Formal Method (形式手法) は建設機械業界としては導入経験が無く、ツールも市販されていないという認識で一致。WG 24としては、この手法が存在していることは認識しているが、業界に対して推奨も否定もできないので、Formal Method に対しては中立の立場ということで「o」記号とする。
- ・ モジュールテストにおいて statement coverage や branch coverage 100% は必須としない。
- ・ static resource allocation (Annex A, A29) の定義にスタックが含まれそうな気がするが、除外したほうがよいのではないか。→次回会議までに案を検討。  
\*\*の条件のもとに許す、など。MISLA等を調べる。
- ・ バス通信については、要求事項が不明確なので MPLr に応じた要求にする等の修正をすべき。記述の仕方に意見があればコメント提出のこと。

以上



ISO/TC 127/SC 2/WG 24 会議風景

## 部 会 報 告

# ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 2016年7月米国ピオリア市 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert) 田中 昌也 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 内の特設グループ会議が2016年7月に米国ピオリア市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から前回5月に引き続き国際専門家 (Expert) として出席した田中昌也氏の報告を紹介する。

**会議:** ISO/TC 127/SC 2/WG 24 国際作業グループ内

Ad Hoc Group (特設グループ) 会議

1 **開催日:** 平成28年7月5日(火)～8日(金)

2 **開催地:** 米国イリノイ州ピオリア市

3 **出席者:** 12名

米国 コンビナー, Part 2 プロジェクトリーダー,

Part 3 プロジェクトリーダー, 他4名

英国 Part 1 プロジェクトリーダー, 他1名

イタリア Part 4 プロジェクトリーダー

オーストラリア Part 5 プロジェクトリーダー

日本 1名

4 **公式議事録:** Doc N 132

5 **決定事項**

**全体について**

- ・ISO 19014 を EN/ISO 19014 として進めるための投票を実施していたが、承認されたことが報告された。従い、EN 474 から参照されなくても建機の制御系に対する整合規格となる可能性が出てきた。

**Part 1 (リスクアセスメントの方法と MPLr の割り当て)**

- ・Controllability (C) を見積る方法を修正した。
- ・Admin Control/Site management (機械が稼働する現場のマネジメント) の要素は、メーカーの力の及ぶ範囲外なので削除する。
- ・今回の会議の議論の結果は、英国が DIS 投票に対するコメントとして提出する。

**Part 2 (制御システムの実装と評価)**

- ・電気電子を使わない制御システムについての MPL (達成したレベル) 評価方法は、電気電子制御システムとは異なった方法論を用いることにする。「電気電子制御と油圧制御 (空気圧その他) は異なる

技術であり、ISO 13849 の方法論を共通に適用することはできない」旨が会議参加者の共通認識として合意された。

- ・電気電子を使わない制御システムについての記述をまず作成し、その上で Part 2 に含めるか Part 6 に分離するかを決める。この部分は ISO 19014 独自のオリジナルな内容になる (他の部分は ISO 13849, IEC 61508 等の既存の機能安全規格を参考にしている)。
- ・電気電子を使わない制御システムについての今回の会議の議論の結果は、米国が CD 投票 (2016年7月期限) に対するコメントとして提出する。
- ・2016年12月が DIS 案文の登録期限 (本来のリミット+6ヶ月)
- ・日本国内で集約した意見に沿っており、この方向で問題ない。

**Part 5 (Part 1 の実施例)**

- ・委員会内部投票 (CIB) が終了し、プロジェクトが承認された。
- ・このパートだけは Technical Report として作成する。

**6 今後の予定**

- ・2016年8月末-9月初め Ad Hoc 会議 @ 英国 Alton Part 4 (ソフトウェアへの要求事項), Part 5 (Part 1 の MPLr 計算の実施例)
- ・2016年11月末-12月初め WG 会議 @ 米国マイアミ州ドラル JohnDeere 社オフィス Part 1 DIS 投票に対するコメント審議 Part 2 CD 投票に対するコメント審議, DIS 案文の準備 Part 3 (耐環境試験) DIS 投票に対するコメント審議 Part 4 CD 案文の準備
- ・2017年1月末の週または2月半ばの週 Ad Hoc 会議 場所未定

**Part 5**

- ・2017年9月初め WG 会議 場所未定 Part 2 DIS 投票に対するコメント審議

Part 4 CD 投票に対するコメント審議

- ・ Part 1 (要求レベルである MPLr を決める部分) が先行しているため, Part 2 (達成したレベル MPL の評価) とミスマッチになった場合は Part 1 の 2nd DIS を発行して調整する予定。

7 日本のアクション

Part 2

電気電子を用いない制御系については, 今回の会議の結果を基に米国よりコメント提出が行われるが, 米国コメント案 (N131) にない項目については CD コメントとして提出する。

電気電子制御システムについてもコントローラ内部の要求事項などに関し, CD コメントを提出する。

8 議事メモ

Part 1(リスクアセスメントの方法と MPLr の割り当て)

- ・ Controllability  
C0 から C3 の 4 段階であるが, 下記のような ISO 19014 独自の選択方法を AdHocWG から全体会議に提案する。

Alternative controls

- ・ AC0 – no alternative controls or possible action
- ・ AC1 – 1 or more alternative control or possible action

Awareness of hazard

- ・ AW3 – High: Known before action of safety function
- ・ AW2 – Medium: Known at action of safety function, all the time
- ・ AW1 – Low: Known at action of safety function, some of the time
- ・ AW0 – None: Not know on action of the safety function

Warning indicators should only be considered in the assessment of awareness of hazard when they are defined as an immediate action warning indicator that has no common components with the system being analysed.

Ability to react

- ・ AR3 – Good: Can do multiple actions in good time to avoid the hazard
  - ・ AR2 – Some: Can do multiple actions in limited time or one action in good time to avoid the hazard
  - ・ AR1 – Low: Can do one action in limited time to avoid the hazard
  - ・ AR0 – None: Cannot react in time
- Multiple actions include expected, intended and / or intuitive actions and shall be documented. For example, for a brake failure on a dozer, it is expected and intuitive that the operator lowers the blade or ripper.

Classification of controllability (図—1)

- C0 – High controllability
- C1 – Medium controllability
- C2 – Low controllability
- C3 – No controllability

AC – Alternative Controls

AW – Awareness of hazard

AR – Ability to react

- ・ Annex B – 警報, インジケータ  
現ドラフトでは警告やインジケータでは MPL を評価しないこととなっているが, 今後高機能な警報装置の出現が予想されるためそのような警報やインジケータに本規格を適用すべきかどうかの議論があった。

Part 2

- ・ 電気電子を使わない制御システム (メカ, 油圧, 空気圧) のカテゴリ 3 や 4 ではクロスモニタリングを不要とし, 「並列加算」により高い MPL を達成できるようにする。但し現在の案文に書かれている「並列加算」の記述は技術的に不備があるので, コメントで指摘する必要がある。

		AR0	AR1	AR2	AR3
AC0		C3	C3	C3	C3
	AW0	C3	C3	C3	C3
	AW1	C3	C3	C3	C2
AC1	AW2	C3	C3	C2	C1
	AW3	C3	C2	C1	C0

図—1 Classification of controllability

- ・現在の内容ではコントローラ内部が規定されていない。ベースとなっている ISO 13849 が、認証済コントローラを購入部品として使用する前提で書かれているため（米国専門家見解）。

**Part 5 (Part 1 の実施例)**

・記載する項目

1. Machine Type
2. Control system
3. Failure
4. Hazard – outcome of failure of system results is the hazard
5. Assessment S/E/C (part1 による)
  - a. Severity (S)

- b. Exposure (E)
  - i. Application profile
  - ii. Use Case
  - iii. %time person exposed
- c. Controllability (C)
  - i. Alternative controls
  - ii. Awareness
  - iii. Ability to react
6. MPLr 算出
7. Safety function とする。

以上



## 部 会 報 告

# ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 2016年8月～9月 英国ロースター市 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert) 田中 昌也 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械—制御システムの安全) 内の特設グループ会議が 2016 年 8 月～9 月にかけて英国ロースター市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から前回 7 月に引き続き国際専門家 (Expert) として出席した田中昌也氏の報告を紹介する。

会議：ISO/TC 127/SC 2/WG 24 国際作業グループ内  
Ad Hoc Group (特設グループ) 会議

- 1 開催日：平成 28 年 8 月 29 日 (月)～9 月 2 日 (金)
- 2 開催地：英国ロースター市 JCB 本社
- 3 出席者：10 名

米国 Part 2 プロジェクトリーダー, 他 4 名  
英国 Part 1 プロジェクトリーダー  
イタリア Part 4 プロジェクトリーダー  
オーストラリア Part 5 プロジェクトリーダー  
スウェーデン 1 名  
日本 1 名

#### 4 会議概要

##### Part 2 (制御システムの実装と評価)

- ・当初予定になかったが CD 投票の結果コメントが多数出たため、議題に追加された。
- ・技術 (te) コメント以外の審議を行った。(2016 年 11 月末予定の WG 全体会議で技術コメントの審議に集中するため)
- ・技術コメントに絞っても、上記 11 月末の会議で審議しきれない可能性が高くなった。このため、Part 2 を今後どのように進めるかを 11 月末の会議で決定する。(自発的キャンセルを行って再スタートの可能性が高い。)
- ・事前にコメントで指摘した通り、「並列加算」の記述に技術的不備がある事が理解された。この部分の修正案文を日本が提案することにした。
- ・要求される (required) レベルを MPLr, 実現できた (achieved) レベルを MPLa とし、単位 (尺度?) として用いるときは MPL と使い分けることにする。

##### Part 4 (ソフトウェアへの要求事項)

- ・日本コメントについて説明を行った。MPLr に応じた書き方となるよう、米国専門家が「バス通信への要求事項」の案文を考える。  
「6.2 のバス通信のモデルについては不要」に対して、プロジェクトリーダーより「安全メッセージと非安全メッセージを分離することを示すため必要なものがある」と回答された。
- ・米国専門家より、「SAE J1939 の safety taskforce では J1939 で対応できるのは PL = b まで。PL = d まで対応できるプロトコルはメッセージを 2 個送る」との報告あり。  
一方で、別の米国専門家から「CAN (SAE J1939 のことか) を使ったステアリング (PL = c 以上?) が問題なく動いている」という意見も出た。(PL は ISO 13849 での達成レベル。今のところ MPLa = PL)
- ・手法の非推奨を表す記号は “x” から “-” に変更する。

##### Part 5 (Part 1 の実施例)

- ・Part 1 (リスクアセスメントの方法と MPLr の割り当て) のプロセスを試行してみるという予定だったが、その前にシナリオを検討する際の前提条件 (Assumption), Exposure の考え方 (大まかに言えば危険に晒される時間比率なのだが、分子と分母がそれぞれ何かという議論), Controllability の決め方についての議論があり、これで時間切れとなった。

#### 5 今後の予定

- ・2016 年 11 月末-12 月初め WG 会議 @ 米国フロリダ州ドラル John Deere 社オフィス  
Part 1 DIS 投票に対するコメント審議  
Part 2 CD 投票に対するコメント審議, DIS 原稿の準備  
Part 3 (耐環境試験) DIS 投票に対するコメント審議  
Part 4 CD 案文の準備
- ・2017 年 1 月末または月半ば AdHoc 会議 場所未定  
Part 5
- ・2017 年 9 月初め WG 会議 場所未定  
Part 2 DIS 投票に対するコメント審議

## Part 4 CD 投票に対するコメント審議

- ・ Part 1 (要求レベルである MPLr を決める部分) が先行しているため, Part 2 (達成したレベル MPLa の評価) とミスマッチになった場合は, Part 1 の 2nd DIS を発行して調整する予定。

## 6 日本のアクション (今回議題になっていないパートも含めて)

## Part 1, Part 5

Part 1 の内容を試行して Part 5 を作成し, その結果を Part 1 にフィードバックすべきと思うが, まず Part 1 を決めてしまい, その後で Part 5 を作ればよい, という考えで進めているように感じられる。いずれにしても MPLr が高すぎるのは問題であり, 試行例をできるだけ集めて問題点を指摘すべき (可能なら代案を出すべき) と考える。Part 1 の DIS 投票期限は 2016 年 11 月。

## Part 2

電気を使用しない制御システムについてどのように記述すべきか日本案 (案文) を WG に提案する。電気電子制御システムについても, ベースとなる ISO 13849 であまり説明されていない部分の記述を決めていく必要がある (詳細な要求をしないならしない, 要求するならどのような要求事項にするか)。2016 年 11 月末 ~ 12 月初めの WG 会議で扱う。

## Part 3

ランダム振動試験の試験水準は日本宿題となっており, 試験水準についてどの程度にすべきか意見を募集する。

Part 3 には大きな争点はないが, ISO 15998-1 の環境試験の項目を参照している規格は, 今後 ISO 19014-3 を参照することになると思われ, 注意が必要と考える。(メーカーの判断により独自の試験水準を設定できる余地が少なくなっている。) Part 3 の DIS 投票期限は 2016 年 11 月半ば。

## Part 4

バス通信が過大な要求にならないようにする。2016 年 11 月末 ~ 12 月初めの WG 会議で扱う。

## 7 議事メモ

## Part 4 (ソフトウェアへの要求事項)

- 1) Part 4 に限った話ではないが, 認証? 者の独立性について議論があった。
  - ・ 3rd party が必須ではない筈。
  - ・ 独立した社内組織でよい筈。
  - ・ 機械指令は自己宣言であり, 認証機関が必須ではない。
  - ・ 会議参加者 (社) の間でも, 全て社内組織, SIL/

PL が高い場合のみ認証機関を利用するなど, 対応が一様でない。

## 2) 4.3 Software architecture design

MPLr=e に対し informal methods も可とする  
ソフトの FMEA, FTA はシステムレベルで実施すべき → システムレベルとする。

## 3) 4.4 Language, library, and tool selection

Tools with increased confidence とは: 自分で判断してよい。

ツールを買い替えたり, 後追いで認証を取得する必要はない。

## 4) 4.5 Software design and coding

No dynamic variables or objects と Online checking を選択にする。

online checking は IEC 61508 の定義を引用する。

静的に解析してメモリがあふれないことを証明できるなら, それでもよい。

IEC 61508-3 の dynamic variable と dynamic object の違いは何か?

メモリが足りないという問題は一緒ではないか。

stack area は静的に配置されているので, stack は dynamic object ではない, とする。

## 5) 4.6 software module testing

coverage test は IEC 61508-3 から変更し, WG の推奨とする。

MPLr=e はブランチカバレッジ 1 択。

Performance test は integration test で行うほうが自然だが, module で実施したいユーザの為, このままにしておく。

## Part 5 (Part 1 の実施例)

- ・ Exposure において, 例えば, 走行中にステアリングが故障したとしても, 機械後方には被害が及ばないはずであり, その面積比率を乗じるべきではないか。
- ・ Controllability では, AR (Ability of React) の判定基準として, 回避手段の数よりもオペレータの反応の方が重要ではないか (本能的な操作が行われるか否かで判定してはどうか) との意見が出た。DIS に対する英国コメントに織り込まれる予定。

## ・ 前提条件 (Assumption) について

例えば「自動車のエアバッグはシートベルト装着を前提にしている」という意見が出て, 建機においても single point failure (操作ミスと機械の故障は同時に起らない) の前提に立ち, 「機械は正しく使われていて, リスクアセス対象でない他の安全装置は正常とする」とされた。

以上

## 部 会 報 告

### 〈速報〉第25回 ISO/TC 127 国際会議 広島総会 及び付帯 WG 会議 報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会

2017年6月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 総会を広島市で開催し、日本から ISO/TC 127/SC 3 国際議長の出浦氏 (コマツ)、SC 1 国内分科委員長の下垣内氏 (コベルコ建機)、SC 2 国内分科委員長の足立氏 (キャタピラー・ジャパン)、SC 4 国内分科委員長の高山氏 (日立建機) 及び ISO/TC 127/SC 3 国際幹事の西脇 (協会標準部) の他、国内関係者が多数出席したので、取り急ぎ報告する。なお、議事詳細は追って報告する (本誌連載中「ISO 国際会議出張報告」の一環として、時系列順に掲載) 予定であるが、6日間にわたる会議の様子を今月号のグラビアで紹介する。

- 1 開催日：2017年6月11日 (CAG), 12～15日 (TC 127 総会), 16日 (SC 3/WG 12 国際 WG 会議)
- 2 開催地：広島県広島市中区 平和記念公園内 広島国際会議場 中会議室「コスモス」・小会議室「ラン」
- 3 出席者：84名  
ブラジル (ABNT) 2名, フランス (AFNOR) 3名, 米国 (ANSI) 13名, インド (BIS) 2名, 英国 (BSI) 2名, ドイツ (DIN) 7名, 日本 (JISC) 29名, 韓国 (KATS) 5名, オーストラリア (SA) 2名, 中国 (SAC) 9名, フィンランド (SFS) 1名, スウェーデン (SIS) 3名, イタリア (UNI) 4名, チェコ (UNMZ) 1名, ISO 中央事務局 1名
- 4 日程：下記の通り  
6月11日 (日)  
16:00～18:00 議長諮問グループ (CAG) 会議

- @ 中会議室「コスモス」(半室)  
レセプション @ 小会議室「ラン」  
6月12日 (月)  
9:00～12:00 ISO/TC 127 総会 (前半)  
@ 中会議室「コスモス」  
13:00～17:00 ISO/TC 127/SC 1 総会 @ 同上  
6月13日 (火)  
9:00～14:30 ISO/TC 127/SC 2 総会 @ 同上  
15:00～17:00 ISO/TC 127/SC 3 総会 @ 同上  
6月14日 (水)  
9:00～14:30 ISO/TC 127/SC 3 総会 @ 同上  
15:00～16:00 ISO/TC 127/SC 4 総会 @ 同上  
17:30～21:00 社交行事 @ 銀河クルーズ  
6月15日 (木)  
9:00～15:00 ISO/TC 127 総会 (後半)  
@ 中会議室「コスモス」  
6月16日 (金)  
ISO/TC 127/SC 3/WG 12 作業グループ会議  
@ 小会議室「ラン」
- 5 次回開催予定：  
2018年10月に中国広西省柳州市にて開催される。
  - 6 その他：  
広島国際会議場に隣接する平和記念資料館の地下には、2016年5月に当時米国大統領のオバマ氏が献花に訪れた際、自らの手で折って奉納した折り鶴が展示されていることから、6月15日 TC 127 総会の休憩時間を利用して特設グループ「折り鶴教室」を開催し、各国参加者にその折り方と共に平和への願いを伝え、国際交流に貢献した。

以上



## 部 会 報 告

# 日立建機(株) ICT デモサイト及び常陸那珂臨港工場見学会

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

## 1. はじめに

JCMA 機械部会の基礎工事用機械技術委員会では従来から年間行事として現場見学会、工場見学会を通常毎年各1回は実施していたが、昨年度は各々とも未実施であった。よって今年度は4月より精力的に静岡県富士市のCMI（施工総合研究所）見学を実施し、引き続き工場見学会として平成29年6月14日（水）に日立建機(株) ICT デモサイト及び常陸那珂臨港工場見学会を実施した。

参加者は15社22名であった。



写真—1 研修棟での机上説明



写真—2 3Dマシン試乗

## 2. 日立建機(株) ICT デモサイト見学

2016年から国土交通省が進めるi-Constructionへの対応として、日立建機は測量機器メーカーなどのパートナー企業技術を活用し、最適なソリューションを顧客要望に応じて提供する取り組みを加速している。その象徴的な施設が「日立建機 ICT デモサイト」であり、茨城県ひたちなか市に2016年10月開設した。敷地面積約1万4000m<sup>2</sup>は国内最大級の規模である。ICT建機等の講習を通じてi-Constructionへの理解を深め、同社製品及びそれ以外の最新技術やソフトウェアも取りそろえることで、情報化施工等のソリューションを体感できる施設である。体験項目としてはブルドーザーやバックホウのマシンコントロール及びマシンガイダンス、UAV（無人航空機）測量、点群処理・3Dデータ作成、高精度位置情報データ配信、ローラー締めめ転圧管理、荷重判定装置、安全視認支援装置などであるが、今回の見学会ではスケジュールの都合から下記3点

- ①盛土整形の施工における油圧ショベルのマシンコントロール
- ②油圧ショベル積み込み時の荷重判定装置（LOADRITE）
- ③重機後方接触災害防止対策としての視認支援装置（ブラクステール）

のデモを体験した。オペレーターとして参加したライト工業(株)施工技術本部 R & D センター機械開発部の三浦氏は、入社2年目20代前半の青年であり数日前に車輛系建設機械の技能講習を修了したばかりのオペレーター初心者であるが、①盛土法面整形施工を実体験した結果、10～20年の熟練オペレーターと同様の盛土法面整形品質で施工ができた。少子高齢化を迎える近未来の建設業界は、1人当たりの生産性向上、高齢者や初心者でも生産性や品質を維持できる ICT・IoT の技術活用が必須と言われているが、この技術を体験する限り明るい未来が想像できる。

当デモサイトは、研修棟室内から工事現場を再現したデモエリアが見えるため、各 ICT 建機の稼働状況を確認できる。モニターを配することで、研修棟に居



写真-3 ロードライト



写真-4 ブラックスティール



写真-5 アスタコ説明風景

ながらにして作業内容やオペレーション内容のリアルタイム把握が可能である。また、ICT建機の試乗もできる。2017年度の年間来場者数は当初1000人程度を予想していたが、2017年5月末で既に1400人を超過しているとの事。この結果からみても建設業界のi-Constructionへの関心の高さが推察できる。

### 3. 日立建機(株)常陸那珂臨港工場見学

引き続きチャーターバスにてICTデモサイトから常陸那珂臨港工場へ移動した。当該工場は茨城港(常陸那珂港区)内の港湾関連用地に約27万m<sup>2</sup>の敷地を擁しており、大型・超大型の油圧ショベルとマイニ

ングダンプを生産し、港に隣接した立地条件を活かして世界各国に製品を供給している。生産能力は大型油圧ショベル2500台/年、超大型油圧ショベル300台/年、超大型ダンプトラック240台/年を誇っている。

今回は時間の関係で下記2棟の工場見学となった。

①超大型組立工場棟

②大型ショベル組立工場棟

最も印象的だったのは総重量533t(バケット29m<sup>3</sup>)の超大型油圧ショベルによる出荷最終チェック(試運転)である。ブームアームシリンダーを所定の強さで上下に稼働させ、総合品質を検証している工程に遭遇したが、参加者一同その迫力に圧倒されていた。当該シリンダーを上下させるだけでショベル本体が揺動し、地鳴りがする程の衝撃であった。日本国内では滅多に拝見できない光景である。この機械を購入する顧客会社は主に石炭採取等で使用するとのこと。1台の現在の納期は約8ヶ月、価格は都度見積対応との事。



写真-6 全員記念写真(臨港工場)

## 4. おわりに

### 謝 辞

今回の準備、案内役をして頂いた日立建機(株)小澤部長及びICTデモサイトと常陸那珂臨港工場様各位には当委員会見学を快くお受け入れ頂き、最先端のi-Construction関連技術やICT建機の知識の取得及び稀有な超大型油圧ショベルの出荷前点検等を拝見させて頂きましたことに心より厚く感謝し御礼申し上げます。

JICMA

#### [筆者紹介]

関 徹也(せき てつや)

ライト工業(株)

施工技術本部R&Dセンター開発企画部

担当部長

(一社)日本建設機械施工協会

機械部会 基礎工事中用機械技術委員会

委員長



03-180	インテリジェントパイプ クーリングシステム (パイプクーリング自動制御システム)	三井住友建設
--------	--	--------

▶ 概 要

セメントの水和熱に起因する温度ひび割れの発生が懸念されるコンクリート構造物に対しては、ひび割れ発生の有無やひび割れが構造物の性能に与える影響を事前に照査し、適切な対策を講じる必要がある。しかしながら、事前の照査では、標準的な物性値や打込み時に想定される環境条件などを用いた照査となり、それらに変化が生じた場合には計画した制御効果が得られない可能性もある。また、その対策についても設計や施工計画の段階において決定され、実施されるもので、実際の施工時における条件変化には対応できないものがほとんどである。そこで、より確実な制御を行うために、コンクリート打込み後においても運転制御が可能なパイプクーリングに着目し、施工時における温度ひび割れ制御システムを開発した。

パイプクーリングとは、あらかじめコンクリート中に埋め込んだパイプの中に水や空気を流して、打込んだ後のコンクリートを冷却する方法である。一般には、事前の温度応力解析によって決定された条件で運転が行われるが、施工時にコンクリート温度の計測データを参考にして、技術者が手動で温度や流量などを調整することも可能である。ただし、長時間にわたる常時監視・調整は現実的ではなく、アラーム機能などを用いた遠隔操作も考えられるが、タイムラグを生じ、急激な変化に対しては対応できない可能性がある。

『インテリジェントパイプクーリングシステム』は、それらの施工時制御における問題を解決するものであり、打込み後のコンクリート温度をもとにパイプクーリングの通水温度を自動

制御するシステムである。本システムの適用により、無人であっても迅速かつ確実な温度ひび割れ制御が可能になり、省力化も図れる。

▶ 特 徴

①温度ひび割れ制御の確実性向上

施工時のコンクリート温度や外気温などが変化した場合でも、打込み後のコンクリート温度をもとにパイプクーリングの通水温度を適切に調節することにより、計画した温度ひび割れ制御効果を確実に得ることが可能になる。

②完全自動制御

事前の温度応力解析の結果をもとに水温自動制御装置に制御温度を設定するだけの完全な自動制御である。自動制御にすることによって、迅速かつ確実な制御が可能であり、省力化も図れる。

③混合方式による水温調節

常温水（水を循環使用する場合、温度が上昇する）に低温水（常温水よりも低い温度の水：常温水-10℃程度）を混合する混合方式による水温制御を採用することによって、水温調節のレスポンスを高めた。常温水と低温水を瞬時に切替えることにより、急速冷却や過冷却防止が可能になる。

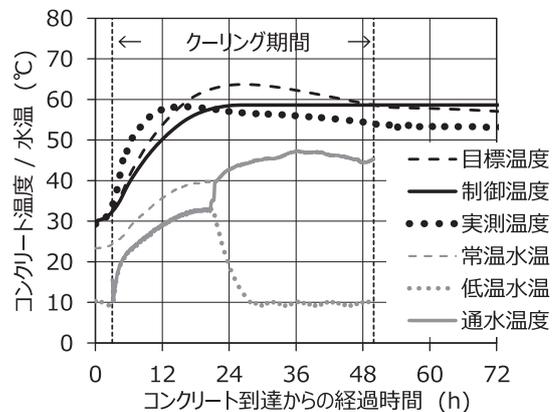


図-2 パイプクーリング水温制御事例

▶ 用 途

・コンクリート構造物の温度ひび割れ対策

▶ 実 績

・大型水門工事（カーテンウォール：幅18.1m×高さ12.3m×厚さ2m×2基）

▶ 問合せ先

三井住友建設(株) 広報室

〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号

TEL：03-4582-3015

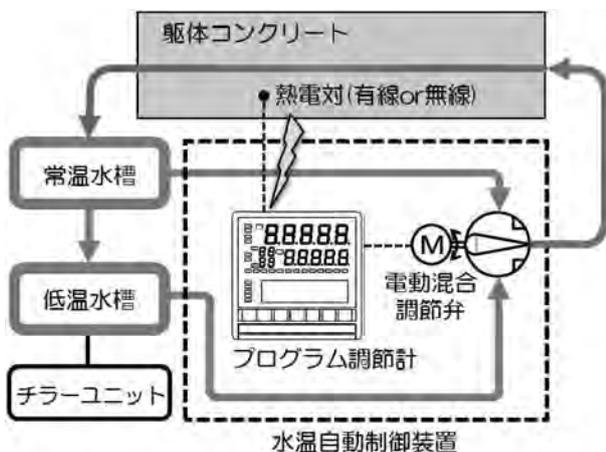


図-1 システム概要図

新工法紹介

04-353	汎用型ドリルジャンボに搭載する 差角誘導システム (MOLEs)	鹿島建設 演算工房
--------	-------------------------------------	--------------

概要

発破工法を採用する山岳トンネルでは、発破掘削時の余掘り低減と進行率の向上が工期短縮とコスト縮減に直結する。そのため、発破の装薬削孔において、設計通りの孔位置、削孔長、角度となるよう精度の高い削孔が求められる。近年、コンピュータジャンボの導入が進められてきているが、機体が高価なため導入数はまだ限定的である。そのため、現状活用されている大多数の汎用型ドリルジャンボに対しても、精度の高い削孔を誘導するシステムの開発が求められた。

今回開発した差角誘導システム (MOLEs) は、汎用型ドリルジャンボを対象とし、鹿島独自の 3D スキャナ技術に演算工房の削孔ガイダンスシステム『MoGraSS』を付加した新しい削孔誘導システムである。ドリルジャンボに新たに設置する機器は、ターゲット(ドリルジャンボの位置や姿勢を把握)、スキャナ(切羽面の不陸を把握)、動画カメラ(切羽面とブームの動きを連続的に同時に把握)、モニタ(削孔誘導画面を表示)のみの簡易なシステムとなっている(図-1)。

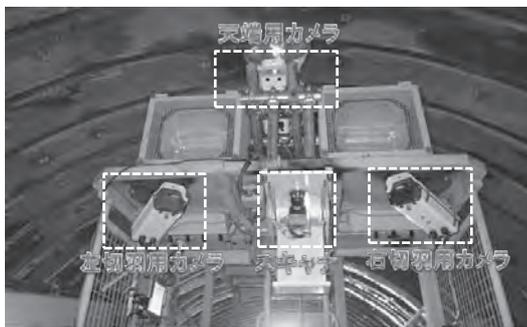


図-1 差角誘導システム (MOLEs) の構成

特徴

①汎用型ドリルジャンボに取付け可能

ドリルジャンボの機種を問わず、簡単に後付け設置ができるため、費用は廉価である。また、ブーム等に設置するモーションセンサ類が一切不要なため、振動や粉じん、削孔水による故障も少ない。

②実切羽の不陸を考慮した正確な誘導(図-2)

削孔対象の切羽面をスキャニングし、実切羽面の凹凸情報に基づく削孔位置を計算し誘導するため、仮想切羽面上での誘導で生じていた操作性の悪さや実切羽面とのズレがなくなる。

③簡易な誘導方法(図-3)

オペレータは、モニタ上で表示された誘導位置①と②にブームの先端と後端を合わせ、削孔位置と角度を調整し、油圧ドラムが③に到達するまで削孔することで、孔尻を目標切羽で計画通りに一致させることができる。また、モニタ上では、自身の操作するブームをリアルタイムで確認できるため、視覚的に分かりやすく操作が簡単である。

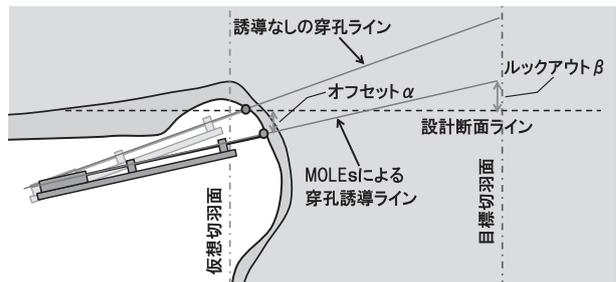


図-2 実切羽の不陸に応じた削孔誘導

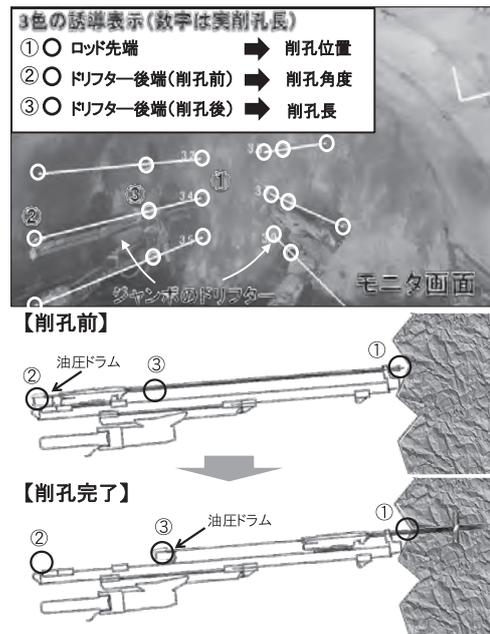


図-3 視覚的に分かりやすい誘導方法

用途

・装薬削孔時の削孔誘導

実績

・国道45号 唐丹第3トンネル工事

問合せ先

鹿島建設(株) 土木管理本部

〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11

TEL: 03-5544-0713

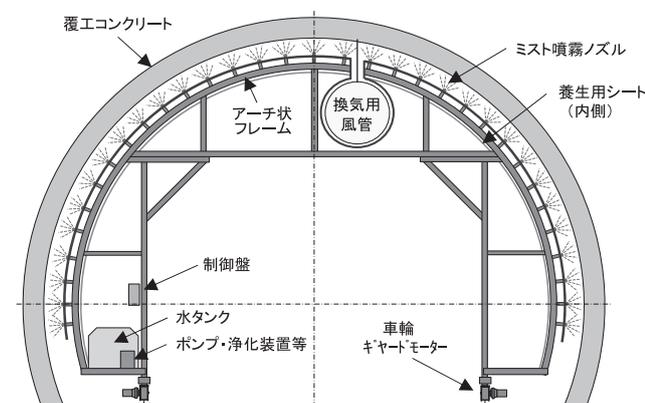
04-383	WALK ミスト工法	戸田建設 マシノ
--------	------------	-------------

▶ 概 要

トンネルの覆工コンクリートは、外気に露出する面積が大きく、坑内換気やトンネル貫通後の通風により、水分が逸散しやすい環境にある。そのため、セントル脱型後は、様々な設備を用いた養生方法が採用され、適切な期間、覆工コンクリート表面が湿潤状態に保持されている。しかしながら、比較的長い区間の湿潤養生を実施する場合、工法によっては多大な設備コストと施工手間が必要であることが課題となっていた。

戸田建設とマシノは、これらの課題を踏まえ、湿潤性能を十分に確保したうえで、設備コストと施工手間を大幅に削減するWALK ミスト工法（以下、本工法という）を開発した。本工法は、マシノ製の「トンネルミスト：NETIS CG-080012-VR」を基本構造としている。ミスト噴霧ノズルを約 50 cm 間隔で取り付けたアーチ状フレームを 2 列装備した可動装置が、路盤に設置した 2 条のレール上を自動（無人）で往復走行するものである（図一1）。養生区間全域に設備を設ける工法に比べて、1 スパン未満の設備で済むため、コスト面で優れている。

当社施工の道路トンネル「瀬目トンネル（熊本県）」において、33 スパン（約 350 m）の覆工コンクリートに本工法を適用し、その効果を確認した（写真一1）。本工法を用いれば、約 4 時間毎の間欠的なミスト噴霧であっても覆工コンクリート表面の相対湿度を常時 95% RH 以上に保持できることを確認した。また、可動装置の往復自動走行時の安全性および急曲線を有するトンネルへの適用性に問題がないことを確認した（瀬目トンネル：R = 190 m）。



図一1 WALK ミスト工法の設備概要

▶ 特 徴

①湿潤性能

- ・アーチ状フレームに取り付けられたミスト噴霧ノズル（噴霧広角約 90°）は、周方向に約 50 cm 間隔、トンネル軸方向の前列と後列で約 25 cm ずつずらして取り付けているため、覆工コンクリート表面をむらなく湿潤状態にできる。
- ・可動装置に設置したタンク（容量：600 ℓ 等）から水を供給することで、一定時間無人で連続噴霧できる。なお、ミスト噴霧ノズル 1 個当たりの噴霧水量は約 0.12 ℓ / 分である。

②走行性能

- ・リミットスイッチによりレール端部を検知することで、走行方向を反転させ、任意に設定した一定区間（最長 12 スパン、約 130 m）を何回でも自動で往復させられる。例えば、通常の設定速度（約 5 m / 分）で 6 スパン（約 70 m）を養生する場合、同一箇所を 1 時間に 4～5 回ミスト噴霧できる。
- ・可動装置の走行は低速度（約 5 m / 分）であり、前方と後方に物体や人を検知して自動停止する緊急ストップ装置を取り付けることで、無人で安全な走行が可能である。

③施工性能

- ・動力用ケーブルの自動リールを装備しているため、無人で走行中の電線の延伸と巻取りができる。
- ・アーチ状フレームに切欠きや噴霧配管に迂回部を設けることで、坑内換気用の大口径風管があっても走行およびミスト噴霧が可能である。



写真一1 WALK ミスト工法適用状況（瀬目トンネル）

▶ 用 途

- ・覆工コンクリート

▶ 実 績

- ・瀬目トンネル（熊本県）

▶ 問 合 せ 先

戸田建設(株) 本社 土木技術営業部  
〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1  
TEL：03-3535-1607（代表）

## 新工法紹介

04-384	AR (拡張現実) 技術を活用した トンネル維持管理システム	鴻池組
--------	-----------------------------------	-----

### 概要

トンネルを含む土木構造物や建築構造物は、施工中にコンクリートのひび割れや不具合を調査後、各事業者へ引き渡される。その後、事業者は構造物の点検調査を継続的に行いながら補修補強の必要性を判断し実施する。しかし、供用中の構造物における点検調査は、構造物の複雑化、調査の時間的制約、排ガスなどの汚れた条件下において、前回の調査と見比べながら行わなければならないため、ひび割れや不具合の発生や進展を見落とす可能性があった。そのため、現地に限られた時間内に効率的な点検調査を行い、補修補強の必要性を適切に判断することが求められている。

AR(拡張現実)技術を活用したトンネル維持管理システムは、トンネルの維持管理に必要な2次元データや3次元データをタブレット端末やウェアラブル端末に登録し、現地に設置したARマーカ―やビーコンを用いて構造物の任意の位置に投影するシステムである(図-1)。これにより、現地のトンネル坑内においてコンクリートのひび割れや不具合の発生や進展状況、設計や施工との因果関係を容易に把握できるようになった。また、本技術は、構造物の維持管理に限らず、一般的な土木構造物や建築構造物の施工管理や品質管理にも活用できる。

### 活用手順

①CIMなどで作成した設計や施工、維持管理の2次元データ(切羽観察記録、計測結果、支保パターン、出来形調書など)や3次元データ(ひび割れ展開図、地質・湧水展開図、削孔検層データなど)を、事前にタブレット端末に登録する(図-2)。

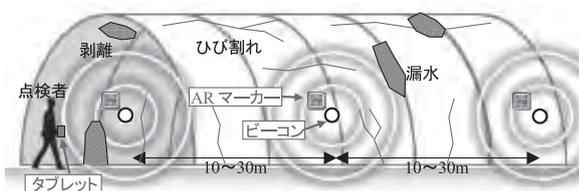


図-1 AR技術を活用したトンネル維持管理システム 概要図

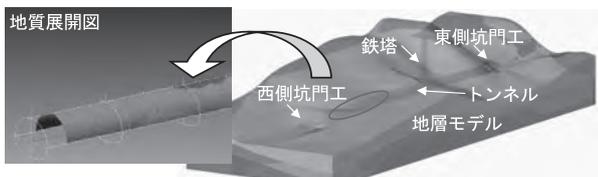


図-2 CIMで作成したデータの登録

- ②現地の覆工側壁部の10~30m毎に、ARマーカ―またはビーコンを設置する(写真-1)。
- ③タブレット端末に内蔵されているARマーカ―の読み取り機能やBluetooth機能を用いて点検者のいる任意の位置での2次元データを読み出す(写真-2)。



写真-1 ARマーカ―、ビーコン設置状況 写真-2 2次元データの出力表示

- ④地質展開図やひび割れ展開図などの3次元データは、空間認識技術を利用して覆工の目地形状などを認識させて覆工壁面にマッチングさせる(写真-3, 4)。



写真-3 空間認識技術 写真-4 3次元データの出力表示

- ⑤これらのデータは、タブレット端末に限らずメガネ型ウェアラブル端末(写真-5)などにも適用できるとともに、クラウドなどを介して随時、最新データに更新することで、現地で適切にAR技術を活用できる。



写真-5 メガネ型ウェアラブル端末

### 用途

- ・トンネルを含む土木構造物や建築構造物全般の維持管理
- ・一般的な構造物の施工管理及び品質管理

### 実績

- ・中部地方整備局 国道23号蒲郡BP五井トンネル(仮称)

### 問合せ先

(株)鴻池組 土木技術部 若林宏彰  
〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1  
TEL: 06-6245-6580

09-43	斜張橋ケーブル点検ロボット VESPINAE (ヴェスピナエ)	長大
-------	------------------------------------	----

▶ 概 要

斜張橋ケーブルは、主塔と主桁を繋ぎ、その1本毎の張力バランスにより斜張橋全体の形状を保持する、斜張橋の生命線とも言える重要な部材である。その構造の多くは、亜鉛メッキ鋼線や亜鉛メッキPC鋼より線をポリエチレン被覆する防錆構造になっている。ポリエチレン被覆が損傷した場合、内部への雨水の浸入により鋼線が腐食し、時間経過とともに腐食進行して破断することで、落橋等に至る可能性がある。ケーブル表面亀裂や被覆の剥離を点検し、早期に補修・補強対策を行うことが、斜張橋の安全性を確保する上で必要不可欠である。

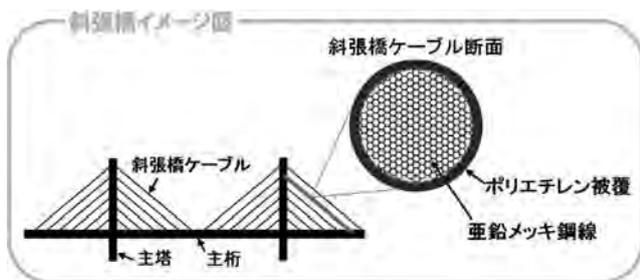


図-1 斜張橋ケーブルのイメージ

平成 26 年度の国土交通省令 39 号により、2.0 m 以上の全ての橋梁に対して、5 年に 1 回の頻度で、近接目視等による点検を行うことが義務付けられた。斜張橋ケーブルについても、点検の対象である。

従来の手法は、高所作業車を使用した作業員による目視点検であり、高さ 30 m 程度以上の位置にあるケーブル部分は双眼鏡等を用いた遠望目視とするなど、点検品質に課題があった。また、作業員が直接高所での点検作業を行うため、作業員の安全確保および落下物対策といった安全管理上の課題もあった。点検中には大規模な交通規制が必須となるため、点検期間が長期に亘る点も課題であった。

長大は、これらの課題を解決するため、国立大学法人長崎大学と協機電工業(株)の協力を得て、斜張橋ケーブル点検ロボット「VESPINAE」を開発した。現在、特許出願中(特願 2017-21698)である。

VESPINAE は、本体に装着されたプロペラ推進力を動力とし、ガイドローラーを介してケーブル全延長に亘って走行するロボットである。走行時に付属のカメラでケーブル表面の近接動画を撮影し、短時間でケーブル表面の画像を取得することができる。

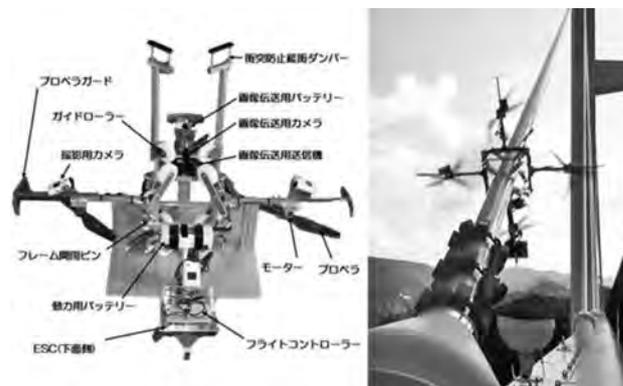


図-2 ロボット概要および動作状況

ロボットは、橋面上などの安定・安全な場所から操縦者によって遠隔操作する事が可能で、作業員が直接高所に行くことなく、安全かつ迅速に斜張橋ケーブル点検を行うことを可能にした。

▶ 特 徴

- ①高い安全性の確保  
1本のケーブルをフレームで取囲む構造であり、ケーブルからのロボット逸脱・落下を防止する。
- ②作業時間の短縮  
4つのプロペラと電動モーターの推力を利用し、高速でケーブルを走行可能である。撮影時以外は高速で移動することができるため、現場作業時間の短縮が可能で、交通規制の時間短縮など周辺への影響も軽減できる。
- ③鮮明なケーブル表面の近接画像の取得  
外周4方向に設置した高画質デジタルカメラにより全方位から撮影した近接画像で0.1mmの損傷も発見可能である。結果は電子画像データとして記録保存し、複数の技術者によって画像確認や損傷評価・診断を行うことで、ケーブル点検の品質確保・向上が期待できる。
- ④軽量の本体構造  
フレームにはアルミニウムを用いることで軽量化(総重量約7kg)を図り、運搬、搬入、据付作業が容易である。

▶ 用 途

・斜張橋、エクストラドーゾド橋、吊り橋等におけるケーブル点検

▶ 実 績

・長崎県道路公社 ながさき女神大橋(ケーブル径Φ113~176mm)

▶ 問 合 せ 先

(株)長大 構造事業本部 技術管理室  
〒104-0054 東京都中央区勝どき1丁目13番1号  
E-Mail : info\_vespinae@chodai.co.jp

# 新機種紹介

機関誌編集委員会

## ▶ 〈02〉 掘削機械

17-(02)-02	ヤンマー建機 油圧ショベル  ViO80-1B	'17.05 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

オフロード法<sup>(※1)</sup>2014年基準に適合した後方超小旋回型油圧ショベルである。

低環境負荷の指標となる燃費基準達成建設機械認定制度の最高評価基準(☆☆☆)と作業効率の両立を達成するため、油圧システム「ViPPS2i (2ポンプ独立ロードセンシングシステム)」を新たに開発している。これにより、オペレータのレバー操作量に応じた流量制御が可能となり、さらに複数のアクチュエータを同時操作した際に、2つのポンプをそれぞれ独立に制御することにより、油圧ロスを低減している。

この結果、自社評価モード<sup>(※2)</sup>において、従来機と比べて、単位時間あたりの作業量はそのままに、燃料消費量を約20%低減している。また、オートデセルやECOモードの併用により、さらなる燃費低減を図っている。

自社製エンジンにおける排出ガス後処理技術およびブームスイング機構による狭所での作業性は、従来機から踏襲している。また、標準搭載しているスマートアシストリモート (遠隔監視サービス)により、メンテナンス時期や稼働状態の常時把握を図っている。

※1. 特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律

※2. ヤンマー建機評価方法のため、作業条件により実際とは異なる場合がある



写真一 1 ヤンマー建機 ViO80-1B 油圧ショベル  
(一部オプションを含む)

表一 1 ViO80-1Bの主な仕様

機械質量	(kg)	7985
標準バケット容量 (JIS A8403-4)	(m <sup>3</sup> )	0.28
標準バケット幅 (サイドカッタ含む)	(m)	0.750
エンジン名称		4TNV98C-WBV1
エンジン定格出力 (GROSS) (kW[PS]/min <sup>-1</sup> )		41.5[56.4]/1900
全長 (輸送時)	(m)	6.410
全幅	(m)	2.270
全高 (輸送時)	(m)	2.680
後端旋回半径	(m)	1.135
ブレード (幅×高さ)	(m)	2.270 × 0.450
価格	(百万円)	11.68

問合せ先：ヤンマー建機(株) お問合せ窓口  
〒833-0055 福岡県筑後市大字熊野 1717-1

16-(02)-25	キャタピラージャパン 後方/超小旋回型油圧ショベル 308E2 CR/308E2 SR	'116.11 発売 モデルチェンジ
------------	---	-----------------------

DOC(ディーゼル酸化触媒)およびDPF(ディーゼルパーティキュレートフィルタ)により、オフロード法<sup>(※1)</sup>2014年基準に適合した後方超小旋回型油圧ショベルと超小旋回型油圧ショベルのモデルチェンジである。

国土交通省燃費基準達成建設機械認定制度における最高評価基準(☆☆☆)の燃料効率を達成し、さらに作業機と走行のそれぞれの動作に最適なエンジン回転数が得られるよう制御するパワーオンデマンドにより作業能力の向上を図っている。

キャブ内モニタの映像により作業時の後方視界を確保できるリアビューカメラおよびROPSキャブにより安全性の向上を図っている。

オプションの共用配管コントロールに、ジョイスティックレバー上のスライドスイッチによる手操作に加え、新たに右ペダルでの足操作を追加している。これは、スライドスイッチとの操作切替も可能で、オペレータの好みやアタッチメントに合わせて操作方式を選択できる。

携帯電話回線を使って、車両の位置、稼働時間、燃料消費量、アイドリング時間、警告等の車両情報を入手できるプロダクトリンクをオプションで設定している。

※1. 特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律

問合せ先：キャタピラージャパン(株)小型製品販売促進グループ  
〒158-8530 東京都世田谷区用賀4丁目10-1

新機種紹介



308E2 CR

308E2 SR

写真-2 キャタピラージャパン 308E2 CR/308E2 SR 後方/超小旋回型油圧ショベル

表-2 Cat 308E2 CR/308E2 SR の主な仕様

	308E2 CR	308E2 SR
運転質量 (kg)	7,640	8,090
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.28	
掘削力 (アーム) (kN (kgf))	39.4 (4,000)	39.9 (4,100)
掘削力 (バケット) (kN (kgf))	57.2 (5,800)	55.4 (5,600)
全長 (mm)	5,810	6,060
全幅 (トラック全幅) (mm)	2,320	
全高 (mm)	2,630	2,610
後端旋回半径 (mm)	1,290	
登坂能力 (度)	35	
接地圧 kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	33.3 (0.34)	35.3 (0.36)
エンジン名称	Cat C3.3B ディーゼルエンジン	
総行程容積 (ℓ)	3.3	
定格出力/回転数 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> (rpm))	48.1 (65.4)/2,000 (2,000)	
最大掘削深さ (mm)	4,140	4,370
最大掘削半径 (mm)	6,390	6,370
最大掘削高さ (mm)	7,390	7,210
価格 (販売標準仕様, 工場渡し, 税別) (円)	12,227,000	13,793,000

16-〈02〉-27	キャタピラージャパン 後方超小旋回型ミニ油圧ショベル 303.5E2 CR/304E2 CR/ 305E2 CR/305.5E2 CR	'16.12 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

オフロード法<sup>(※1)</sup> 2011年基準に適合した後方超小旋回型ミニ油圧ショベルのモデルチェンジである。

板厚をアップし、高い耐久性を確保した強化型アームにより、長いリーチと十分なダンプ高さを確保している。ブレードのカッティングエッジは交換が可能なボルトオンタイプであり、エッジを反転して使用できる。

ブレードの自重でドーピングが行えるフロートポジション付ブレードおよび、携帯電話回線を使って、車両の位置、稼働時間、燃料消費量、アイドル時間、警告等の車両情報を入手できるプロダクトリンクをオプションで設定している。



写真-3 キャタピラージャパン Cat 303E2CR 後方超小旋回型ミニ油圧ショベル

※1. 特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律

問合せ先: キャタピラージャパン(株)小型製品販売促進グループ  
〒158-8530 東京都世田谷区用賀4丁目10-1

表-3 Cat 303.5E2 CR/304E2 CR/305E2 CR/305.5E2 CR の主な仕様

	303.5E2 CR	304E2 CR	305E2 CR	305.5E2 CR
機械質量 (キャノピ標準仕様) (kg)	3,605	3,865	4,755	4,995
機械質量 (キャブ標準仕様) (kg)	3,790	4,045	4,930	5,170
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.11	0.13	0.16	0.16
最大掘削力 (アーム) (kN(kgf))	18.5 (1,890)	21.1 (2,160)	23.3 (2,380)	27.5 (2,800)
最大掘削力 (バケット) (kN(kgf))	31.0 (3,160)	35.6 (3,630)	38.6 (3,940)	43.9 (4,480)
全長 (輸送時) (mm)	4,730	4,820	5,450	5,670
全幅 (輸送時) (mm)	1,780	1,950	1,980	1,980
全高 (輸送時) (mm)	2,500	2,500	2,550	2,550
後端旋回半径 (mm)	890	975	990	1,010
登坂能力 (度)	25			
接地圧 (kPa(kgf/cm <sup>2</sup> ))	31.3 (0.32)	28.7 (0.29)	26.3 (0.27)	27.7 (0.28)
エンジン名称	Cat C1.7 ディーゼルエンジン		Cat C2.4 ディーゼルエンジン	
総行程容積 (ℓ)	1.7		2.4	
定格出力/回転数 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> (rpm))	17.7 (24.1)/2,200 (2,200)	29.8 (40.5)/2,200 (2,200)	30.0 (40.8)/2,200 (2,200)	32.9 (44.7)/2,400 (2,400)
価格 (販売標準仕様, 工場渡し, 税別) (円)	5,352,000	6,217,000	6,563,000	6,923,000

## 新機種紹介

### ▶ 〈03〉 積込機械

16-〈03〉-10	日立建機 ホイールローダ  ZW250-6	'16.12 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

一般荷役作業、土木作業、農畜産業、廃棄物処理業などで使用されるホイールローダの特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準に適合したモデルである。

排出ガス後処理装置は、DPF (Diesel Particular Filter) を必要としない尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) システムである。また、国土交通省低騒音指定機であり、環境に配慮している。

フロント作業機の油圧負荷やけん引力などから、発進や加速、掘削、高速走行や登坂走行などの運転状態を判断し、最適なアクセルワークとなるようオペレータをサポートするエンジン回転数自動制御を標準装備している。5 速トランスミッション、ロックアップトルクコンバータ、高効率エンジンにより、従来機と比べ燃料消費量を約 4% 低減している。

キャブは、ROPS/FOPS 構造とし、加えて前後左右とも視認しやすいピラーレイアウトおよび標準装備のバックモニターにより、オペレータや周囲への安全性の向上を図っている。また、最適なドライビングポジションが得られるチルト&テレスコピック機構付きステアリングと、前後に位置調整可能な右コンソール、シートヒータ付きエアサスペンションシート、フルオートエアコン、ホット&クールボックス、外部入力端子付きラジオなどを標準装備し、オペレータの居住性の向上を図っている。

荷こぼれの防止やオペレータの疲労低減に寄与するライドコントロールシステムは、車速によって自動的に作動する車速感応型とし、作業内容による ON/OFF 操作を不要としている。また、クラッチカットオフ機構は、アクセルの踏み込み量と車速から車体のショックを抑えることができるタイミングでクラッチを切る制御を行い、操作性の向上を図っている。

エンジンエアフィルタにはプレクリーナ機能を内蔵し、さらに一定時間ごとに逆回転することでラジエータに付着した埃を清掃する自動逆転クーリングファンおよび、尿素給水回数を低減する大容量尿素タンクを装備するなど、メンテナンスコストの低減を図っている。

携帯電話通信網による通信機能により、車両稼働位置情報やサービス履歴、メンテナンス時期や実施状況、稼働状況など、車両のメンテナンス計画に有益な情報を確認することができる。

表-4 ZW250-6 の主な仕様

標準バケット容量	(m <sup>3</sup> )	3.7
運転質量	(t)	19.89
最大出力 (グロス)	(kW/min <sup>-1</sup> )	186/2,000
定格荷重	(t)	5.92
全長 (バケット地上時)	(m)	8.510
全幅 (バケット)	(m)	2.980
全高 (バケット地上時)	(m)	3.405
ホイールベース	(m)	3.310
トレッド	(m)	2.200
ダンピングクリアランス	(m)	2.940
ダンピングリーチ	(m)	1.140
最高走行速度 (前進/後進)	(km/h)	39.5/26.7
標準小売価格 (税抜)	(百万円)	47.7



写真-4 日立建機 ZW250-6 ホイールローダ

問合せ先: 日立建機(株) 経営管理統括本部 ブランド・コミュニケーション本部 広報戦略室 広報・IR 部 広報グループ  
〒110-0015 東京都台東区東上野二丁目16番1号

### ▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

17-〈05〉-04	前田製作所 ナックルブームクレーン MK1033CW-1 (国内仕様)	'17.02 発売 新機種
------------	---	------------------

「かにクレーン」の進化版として開発され、屈折型のナックルブームを搭載したナックルブームクレーンである。

ブームが腕の関節のように折れ曲がるため、従来は不可能であった壁などの障害物を乗り越えての吊作業、上部に障害がある場所での吊作業が可能である。さらに、メインブームだけでなく、ジブも独立で自動伸縮、起伏ができるため、水平方向へ移動できる。フィックストフック使用時は揚程を大きくとることができ、天井ギリギリの高さまでジブを差し込んで作業できる。

モーメントリミッターは、アウトリガの張出状態を自動で検知し、それぞれのアウトリガの張出状態に合った定格総荷重で作業できる。過負荷時に自動で停止するだけでなく、旋回動作時に誤って過負荷方向へ入ることを自動で防ぐ「旋回方向自動規制装置」により、

新機種紹介

転倒の危険をなくして安全性の向上を図っている。アウトリガの張出パターンが、従来は1パターンのみであったが、6パターンから選択できる。マルチモニターにより、クレーンの作業状況やアウトリガの張出状況、クレーン作業記録機能、消耗部品交換情報、エラー

記録表示、水準器等の情報を一元管理している。

かにクレーンでは国内初、パドルレバー式ラジコンにより、スムーズで繊細な操作および腰ベルト装着による両手での操作が可能である。

オプションで電動併用仕様があり、環境負荷の低減を図っている。

表-5 MK1033CW-1 の主な仕様

		MK1033CW-1 [MK1033CWE-1] <sup>1)</sup>
機械質量	(t)	2.39 [2.37] <sup>1)</sup>
全長×全幅×全高	(m)	3.03 × 0.75 × 1.99 [3.235 × 0.75 × 1.99] <sup>1)</sup>
最大定格総荷重×作業半径	(t) × (m)	0.82 × 2.3 [0.995 × 1.3] <sup>2)</sup>
最大作業半径	(m)	9.73 [9.9] <sup>2)</sup>
最大地上揚程	(m)	10.47 [11.3] <sup>2)</sup>
フック巻上速度	(m/min)	37.8 (5層1本掛)
ブーム長さ	(m)	2.590 ~ 4.310 ~ 6.030
ブーム伸縮ストローク/伸長速度	(m/sec)	3.44/15.5
起伏角度/起時間	(度/sec)	0 ~ 80/36.4 (メインブーム1段・ジブ1段)
ジブ長さ	(m)	1.876 ~ 3.006 ~ 4.111
ジブ伸縮ストローク/伸長速度	(m/sec)	2.235/22.4
起伏角度/起時間	(度/sec)	-100 ~ 80/26.4 (メインブーム80°・ジブ1段)
旋回角度/速度	(度/sec)	360度連続/70 (0.86rpm)
走行速度	(km/h)	0 ~ 2.0
登坂能力	(度)	15
定格出力 (連続)	(kW/min <sup>-1</sup> )	7.4/2500
燃料タンク容量 (油種)	(l)	12 (軽油)
価格 (税別)	(百万円)	11.0

1) [MK1033CWE-1 : 電動併用仕様]

2) 【フィックスドフック使用時】



写真-5 前田製作所 MK1033CW-1 ナックルブームクレーン

問合せ先：(株)前田製作所 産業機械本部 産機事業部 販売管理課  
〒388-8522 長野県長野市篠ノ井御幣川 1095

17-(05)-05	加藤製作所 ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) SL-850Rf PREMIUM	'17.02 発売 新機種
------------	---	------------------

平成26年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制適合エンジンを搭載した最大吊上げ荷重80tの4軸ラフテレーンクレーンである。

ジブは、高揚程作業に対応するため3段油圧伸縮起伏方式とし、最大長は18m(従来機比+4.3m)である。また、簡単・安全・省スペースで装着・格納が可能なEJIBにより、ジブ装着・格納作業における高所作業をなくし、運転室への乗降回数も2回に抑え、運転者の負担を軽減している。ブームは、ロックピンを備えたHYBRIDZOOM式6段箱型ブームであり、天井高に制約のある作業現場での重量物の吊上げに対応するため、ブーム長10mから24mの間に4箇所のロック位置を設けている。

最大作業半径は、別送式カウンタウエイトの質量を5t(従来機比+2t)に増量することにより、約55m(前方領域ジブ作業時)まで拡大させている。また、カウンタウエイトは積載型クレーンでの吊上げ・輸送に対応するために2分割とし、作業現場への事前配送・事後回収を可能としている。

車幅は、狭地への進入性の確保と走行時の運転者の負担軽減のため2.85m(従来機比-140mm)とし、コンパクト化を図っている。

タイヤ周辺のカバー・フェンダーはアルミ合金製とし、融雪剤等に対する耐食性を向上させている。

ヘッドライトは、大光量・省電力・長寿命のLED式とし、夜間の視界を向上させているほか、リヤコンビネーションランプにもLEDを採用している。

交差点進入時の安全確保のため、ブーム先端に左方・右方確認用カメラを、また、後進時の後方確認用として旋回体後方にリヤビューカメラを標準装備しているほか、オプションでキャリヤ後部のエンジンカバー内に無線式リヤビューカメラを設定し、車体後部直近範囲の視界を確保している。

その他の安全対応として、ボイスアラーム(左折・後退音声警報装置)を新たにオプション設定し、車両周囲への注意喚起を図っている。

装備品では、LED式のACS(過負荷防止装置)外部表示灯、LED作業灯、LEDルームランプ、USB電源装置、電子水準器を新たに採用している。また、機体水平補助機能により、クレーン設置時に半自動で機体の水平出しが可能になっている。

## 新機種紹介

クレーン作業時の燃費改善のため、エコスイッチとオートミニマムコントロールを搭載しており、エコスイッチは、エンジン回転数を燃料消費量や騒音の少ない最適な回転数に調整できるため、負荷の少ない作業や夜間作業などに適している。オートミニマムコントロールは、クレーンを操作しない状態が一定時間続くと油圧ポンプの吐出量を自動的に少なくし、エンジン負荷を軽減する機能であり、いずれも環境負荷の低減に寄与している。

エンジンは、排出ガス後処理装置としてDPFと尿素SCRを装備しているため、尿素SCR単体処理の場合と比較し尿素水の使用量が少なく、尿素水の調達・補給の負担を軽減している。

表一六 SL-850Rf PREMIUMの主な仕様

ブーム最大吊上げ荷重	(t)	80
ジブ最大吊上げ荷重	(t)	4.2
最大地上揚程 ブーム/ジブ	(m)	46.0/64.0
ブーム長さ	(m)	10.0 ~ 45.0
ブーム起伏角度	(度)	0 ~ 84
ジブ長さ	(m)	9.52 ~ 18.0
ジブ起伏角度	(度)	5 ~ 60
旋回後端半径	(m)	3.55
車両総重量	(t)	41.155
エンジン最高出力	(kW/min <sup>-1</sup> )	275/1,800
エンジン最大トルク	(N・m/min <sup>-1</sup> )	1,510/1,300
最高走行速度	(km/h)	49
登坂能力	(tan θ)	0.59
最小回転半径 4輪操向/8輪操向	(m)	11.8/7.4
アウトリガ最大張出幅	(m)	7.6
全長 (走行姿勢)	(m)	13.260
全幅 (走行姿勢)	(m)	2.850
全高 (走行姿勢)	(m)	3.750
価格 (税抜き)	(百万円)	97



写真一六 加藤製作所 SL-850Rf PREMIUM  
ラフテレーンクレーン (伸縮ブーム型)

問合せ先：(株)加藤製作所 営業本部  
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

### ▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

17-〈14〉-01	アイチコーポレーション 橋梁点検作業車 ブリッジマスター SF77B1FR	'16.10 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

近接目視点検の法制化により増加傾向にある道路橋の点検作業やメンテナンス工事において、足場や高所作業車による地上からの作業に代わり橋梁の上部から作業を行う橋梁点検作業車である。

作業機の格納姿勢を工夫して走行時の車両高さを低く抑えている。

表一七 SF77B1FRの主な仕様

<b>■車両諸元</b>				
架装シャシー		3.5t車クラス		
全長	[m]	6.39		
全幅	[m]	2.16		
全高	[m]	2.95		
車両総重量	[kg]	7950		
<b>■プラットフォーム</b>				
積載荷重	[kg]	200		
外側寸法 (長さ×幅×手すり高さ)	拡張時 [m]	7.61 × 0.65 × 0.96		
	縮小時 [m]	3.83 × 0.76 × 0.96		
最大地上高	[m]	7.19		
最大地下深さ	[m]	5.94		
最大作業半径	[m]	5.88 (旋回中心より)		
最大差込長さ	[m]	7.52		
首振り角度	[度]	0 ~ 180		
<b>■ポスト</b>				
起伏角度	[度]	0 ~ 90		
ポスト長さ	[m]	3.45 ~ 7.11 (+1.2スライド付)		
<b>■ブーム</b>				
起伏角度	[度]	0 ~ 80		
ブーム長さ	[m]	3.4 ~ 4.8		
旋回角度	[度]	左 100 ~ 右 100		
<b>■アウトリガー</b>				
張出幅	左側 [m]	0.980 ~ 2.010 (車両中心より)		
	右側 [m]	0.980 ~ 2.225 (車両中心より)		
<b>■作業範囲</b>				
アウトリガー張幅 (左側)	道路占有幅	最大	ふところ	
	最大 [m]	3.180	作業半径	
	中間2 [m]	3.050	広さ	
	中間1 [m]	2.850	2.545	
最小 [m]	2.380	3.840	2.320	
		2.380	5.185	2.185
		2.380	3.840	1.305
<b>■価格</b>		[百万円]	29.7 (オプション別)	

(注) 車両諸元値は、架装シャシーにより異なる。

## 新機種紹介

走行作業時における作業者とドライバーの安全確認用インターホン、傾斜路面で使用される作業用補助制動装置（ロックブレーキ）、傾斜路面走行時に車体傾斜使用限界を監視する車体傾斜警報装置、設定作業走行速度超過を監視する走行速度警報装置およびブームを下げる時に防音壁などの障害物との接触を回避し自動停止するブーム下面接触防止装置（光電センサー）などにより安全性の向上を図っている。

アウトリガー張出し幅最小化による道路占有幅の狭小化（道路占有幅：2.380 m）、プラットフォームの180度旋回と相まった左右両側における同じ作業姿勢の確保とアプローチ可能な作業ポイントの増加により可能となった追い越し車線右側での作業、ふところ広さ（アウトリガージャッキ外側～プラットフォーム内側までの距離）の拡大による歩道乗り越え、および歩行の自由度が高く効率的な近接目視点検が可能で長尺物の取付け作業が容易な歩廊式プラットフォームなどにより、作業性の向上を図っている。

2段スライドのプラットフォームにより先端部の内幅サイズを拡大、車両総重量は8t未満で限定中型免許で運転できる。

問合せ先：(株)アイチコーポレーション 製品企画室

〒362-8550 埼玉県上尾市大字領家字山下1152番地の10



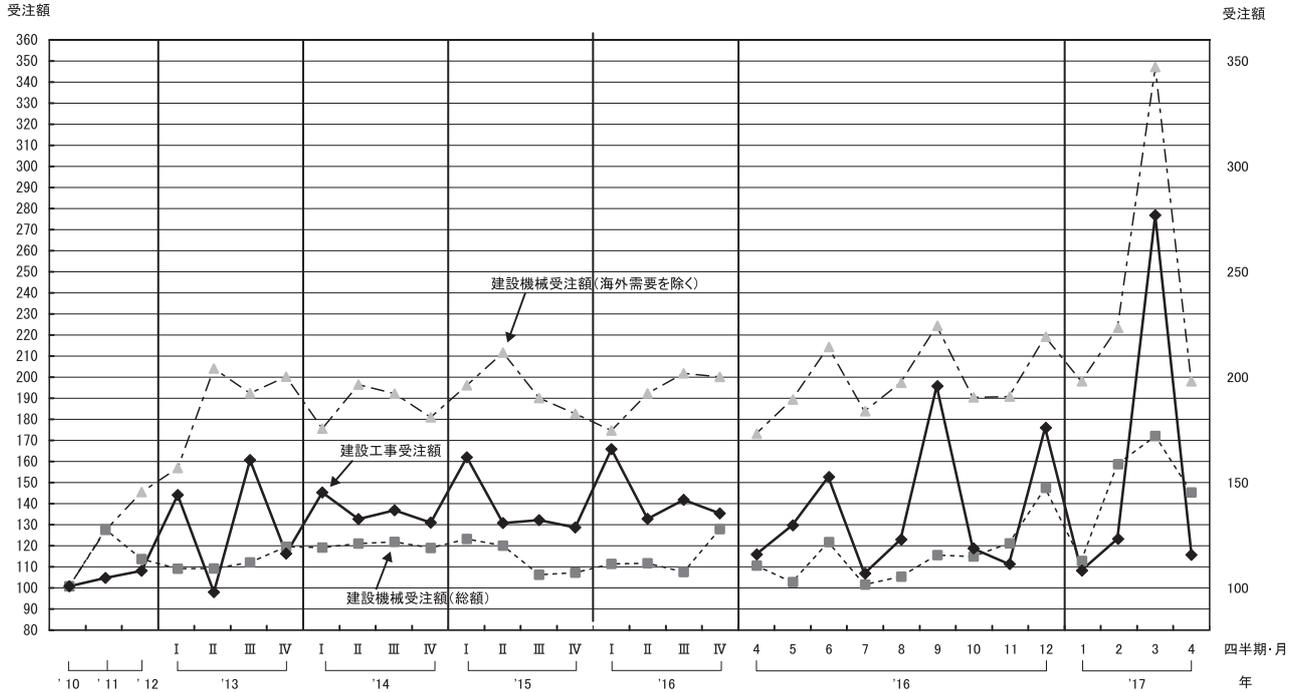
写真一七 アイチコーポレーション SF77B1FR 橋梁点検作業車（格納姿勢）



写真一八 同（作業姿勢）

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 2010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 2010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							
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	103,310
2016年 4月	9,838	6,613	1,786	4,827	2,588	503	135	6,103	3,736	143,928	8,278
5月	11,022	8,540	1,160	7,380	1,609	642	231	8,464	2,559	146,155	9,119
6月	12,993	8,802	2,009	6,793	3,555	404	232	8,832	4,161	145,673	12,638
7月	9,061	6,800	1,179	5,622	1,874	276	110	6,169	2,891	146,252	9,138
8月	10,444	6,552	1,178	5,374	3,135	375	382	6,439	4,005	147,613	9,886
9月	16,699	9,766	1,619	8,146	6,810	510	-387	10,458	6,241	151,671	12,624
10月	10,084	7,069	1,071	5,998	2,266	376	373	6,792	3,291	151,397	9,684
11月	9,445	7,227	1,581	5,646	1,654	394	171	6,838	2,608	151,269	10,310
12月	15,004	10,262	1,835	8,427	3,609	423	710	10,751	4,253	153,050	13,787
2017年 1月	9,177	6,865	1,181	5,683	1,727	391	194	6,526	2,651	152,200	9,298
2月	10,468	6,785	1,638	5,147	3,044	396	243	6,717	3,750	152,452	10,560
3月	23,672	15,598	2,562	13,036	6,815	500	759	15,074	8,598	156,805	17,212
4月	9,819	6,468	1,375	5,092	2,442	405	505	6,586	3,233	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	16年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	17年 1月	2月	3月	4月
総 額	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	1,405	1,304	1,548	1,289	1,337	1,469	1,460	1,541	1,880	1,433	2,024	2,196	1,851
海 外 需 要	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	910	762	934	763	772	826	915	995	1,252	866	1,384	1,199	1,284
海外需要を除く	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	495	542	614	526	565	643	545	546	628	567	640	997	567

(注) 2010～2012年は年平均で、2013～2016年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2016年4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

(2017年5月1日～31日)

## 広報部会



### ■広報部会

月 日：5月9日(火)  
出席者：渡辺業務執行理事ほか4名  
議 題：①協会HPのリニューアルについて ②その他

## 機械部会



### ■基礎工事用機械技術委員会

月 日：5月11日(木)  
出席者：関徹也委員長ほか15名  
議 題：①各社技術紹介 ②工場・現場見学の案件について ③書籍：ICTを活用した建設技術について

### ■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：5月12日(金)  
出席者：岩野健委員長ほか6名  
議 題：①委員会総会の次第、内容について ②平成29年度の委員会講演について ③工場、現場見学の内容、候補地について ④その他

### ■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：5月17日(水)  
出席者：山口達也委員長ほか8名  
議 題：①本年度の活動計画、内容と役割分担について ②安全の推進について ③環境保全、地球温暖化対策、建設リサイクルの推進について ④機械、施工技術の普及について ⑤ホームページの更新について ⑥工場、現場見学について ⑦情報化施工機器保有アンケート結果について ⑧書籍：ICTを活用した建設技術について

### ■ショベル技術委員会

月 日：5月19日(金)  
出席者：小澤学委員長ほか9名  
議 題：①ショベル最新技術動向の情報共有 ②建設業部会の機械災害の分析について ③ホームページ改訂についての内容検討 ④書籍：ICTを活用した建設技術について

### ■油脂技術委員会

月 日：5月24日(水)  
出席者：豊岡司委員長ほか23名  
議 題：①燃料エンジン油分科会：オイルの規格動向について他 ②高効率作動油分科会：効率試験結果と粘度指数

の関係、粘度指数とせん断安定度の関係について ③規格普及促進分科会：1) JAMA Engine Oil Seminar について、2) 2016年度のオンファイル状況について ④油脂技術委員会：1) JCMAS規格及び運用マニュアル改訂について、2) マイクロクラッチ試験について、3) 平成29年度の活動計画について他

### ■ダンプトラック技術委員会

月 日：5月25日(木)  
出席者：田中哲委員長ほか4名  
議 題：①各社トピックスについて ②ホームページ改訂の内容について確認 ③建設業部会の機械災害の分析について ④書籍：ICTを活用した建設技術について

### ■情報化機器技術委員会

月 日：5月26日(金)  
出席者：白塚敬三委員長ほか7名  
議 題：①障害物センシングについての議論 ②センシング技術の建機搭載についての意見 ③ICT関連の情報共有 ④標準部よりISO規格の動向について他

## 建設業部会



### ■機電交流企画 WG

月 日：5月25日(木)  
出席者：落合博幸主査ほか8名  
議 題：①2017年度機電技術者意見交換会のテーマ・講演会検討 ②その他

### ■三役会

月 日：5月29日(月)  
出席者：植木陸央部会長ほか5名  
議 題：①各WG報告 ②H29年度見学会の検討・8月の大手町ビルB棟(竹中工務店)の見学調整・9月八ツ場ダム(部会夏季)の日程調整・第3候補の横浜北西線打診有無の確認 ③その他

## 各種委員会等



### ■機関誌編集委員会

月 日：5月10日(水)  
出席者：見波潔委員長ほか19名  
議 題：①平成29年8月号(第810号)の計画の審議・検討 ②平成29年9月号(第811号)の素案の審議・検討 ③平成29年10月号(第812号)の編集方針の審議・検討 ④平成29年5月号～平成29年7月号(第807～809号)の進捗状況報告・確認

### ■建設経済調査分科会

月 日：5月24日(水)  
出席者：山名至孝分科会長ほか5名  
議 題：①『税制改正について』検討 ②その他

### ■新機種調査分科会

月 日：5月26日(金)  
出席者：江本平分科会長ほか4名  
議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

## 支部行事一覽

### 北海道支部



### ■第6回支部通常総会

月 日：5月10日(水)  
場 所：札幌市、センチュリーロイヤルホテル  
出席者：熊谷勝弘支部長ほか97名  
内 容：①平成28年度事業報告(案)及び決算報告(案)承認の件 ②平成29年度事業計画及び収支予算に関する件 ③本部からの事業概要報告 ④感謝状贈呈式 ⑤建設機械優良運転員・整備員の表彰

### ■支部講演会

月 日：5月10日(水)  
場 所：札幌市、センチュリーロイヤルホテル  
演 題：農業機械の自動化・ロボット化の現状と今後の課題  
講 師：北海道大学大学院農業研究院教授 野口伸氏  
出席者：熊谷勝弘支部長ほか97名

### ■平成28年度除雪機械技術講習会第2回(メーカ)打合せ

月 日：5月11日(木)  
場 所：北海道支部会議室  
出席者：秋場健治施工技術検定技術委員会委員長ほか7名  
内 容：①平成29年度除雪機械技術講習会 ②講習会テキストの改定 ③その他

### ■請負工事機械経費積算に関する講習会

月 日：5月17日(水)  
場 所：札幌市、北海道教育会館ホテル ユニオン  
受講者：100名  
内 容：①積算体系と機械経費 ②建設機械等損料の基本と動向 ③施工パッケージ型積算方式 ④損料表の見方及び使い方 ⑤一般土木請負工事の機械経費積算例 ⑥道路維持請負工事の機械経費積算例

- 平成 29 年度除雪機械技術講習会第 3 回  
(講師) 打合せ  
月 日: 5 月 19 日 (金)  
場 所: さつげんビル 6 階会議室  
出席者: 服部健作部会長ほか 20 名  
内 容: ①平成 29 年度除雪機械技術講習会講習内容について ②その他

## 東北支部



- 企画部会  
月 日: 5 月 8 日 (月)  
場 所: 東北支部 事務局会議室  
出席者: 阿部新治企画部会長ほか 6 名  
議 題: 第 1 回支部運営委員会について  
内 容: ①平成 28 年度事業報告 (案) について ②平成 28 年度事業決算 (案) について ③役員交代について ④表彰について
- 第 1 回 支部運営委員会  
月 日: 5 月 10 日 (水)  
場 所: 仙台市 パレス宮城野  
出席者: 高橋弘支部長ほか 27 名  
内 容: ①平成 28 年度事業報告 (案) について ②平成 28 年度事業決算 (案) について ③役員交代について ④表彰について
- 平成 29 年度 第 6 回 通常総会  
月 日: 5 月 16 日 (火)  
場 所: 仙台市 仙台ガーデンパレス  
出席者: 支部会員: 120 社 (委任状 63 社, 議決権総数 135 社)  
出席者総数: 高橋支部長ほか 128 名  
内 容: ①平成 28 年度事業報告について ②平成 28 年度決算報告について ③平成 29 年度役員交代について ④平成 29 年度事業計画 (案) について ⑤平成 29 年度予算 (案) について ⑥本部関係報告 ⑦表彰 (本部会長感謝状の贈呈ほか)
- 第 1 回「新 ICT 講習会」事前 WG  
月 日: 5 月 17 日 (水)  
場 所: 東北技術事務所 会議室  
出席者: 東北技術事務所 阿部誠司総括技術情報管理官ほか 10 名  
内 容: ①講習内容の確認について ②役割分担について ③日程について
- 建設部会  
月 日: 5 月 19 日 (金)  
場 所: 東北支部会議室  
出席者: 河本高広部会長ほか 4 名  
内 容: ①平成 29 年度活動計画 (案) について ②「支部たより」安全コーナーについて ③特殊工事現場研修について

- 「最新の建設施工技術 (情報化施工)」講習会 (座学)  
月 日: 5 月 22 日 (月)  
場 所: 大崎市 古川工業高等学校  
受講生: 土木情報科 3 年生 39 名  
出席者: 鈴木勇治委員長ほか 2 名  
内 容: ①情報化施工技術 ②衛星測量 ③実習について (安全講習)
- 建設 ICT 講習会  
月 日: 5 月 24 日 (水)  
場 所: 秋田県 秋田県市町村会館  
主 催: 秋田県  
共 催: (一社) 秋田県建設業協会, (一社) 秋田県土木施工管理技士会, (一社) 秋田県県土整備コンサルタンツ協会  
内 容: ① i-Construction の概要 ② 国土交通省東北地方整備局の取り組み ③ 秋田県の取り組み ④ ICT 活用工事 ⑤ ICT 活用技術  
講 師: 東北地方整備局企画部技術管理課 片野正章建設専門官, 情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか  
参加者: 県 41 名, 市町村 6 名, 建設会社 33 名, 測量設計会社 41 名, 合計 121 名
- 平成 29 年度 雄物川総合水防演習  
月 日: 5 月 28 日 (日)  
場 所: 秋田県秋田市茨島地先 雄物川 右岸河川敷  
参加者: 石井啓一国土大臣ほか約 2000 名, 支部からの参加者: 高橋弘支部長, 小野由則技術部会長  
内 容: ①第 1 部 洪水対応訓練, 情報収集訓練 ②第 2 部 関係機関の連携訓練
- 「最新の建設施工技術 (情報化施工)」講習会 (実習)  
月 日: 5 月 29 日 (月)  
場 所: 大崎市 古川工業高等学校  
受講生: 土木情報科 3 年生 39 名  
出席者: 鈴木勇治委員長ほか 21 名  
内 容: ① TS 出来形管理 ②衛星測量 (VRS) ③二次元マシンガイダンス バックホウの操作体験 ④ UAV 写真測量のデモンストレーション
- 新機種発表会 (展示実演会)  
月 日: 5 月 30 日 (火)  
場 所: 東北技術事務所構内  
参加者: 30 名  
内 容: 大型土のう袋詰機「クイックホッパー」(古河産機システムズ㈱東北支店)

## 北陸支部



- 第 1 回運営委員会  
月 日: 5 月 9 日 (火)  
場 所: アートホテル新潟駅前  
出席者: 丸山暉彦北陸支部長ほか 21 名  
議 題: ①平成 28 年度支部事業報告及び決算報告に関する件 ②平成 29 年度事業計画及び収支予算に関する件 ③優良建設機械運転員並びに整備員の表彰に関する件
- 北陸支部第 5 回総会  
月 日: 5 月 9 日 (火)  
場 所: アートホテル新潟駅前  
出席者: 丸山暉彦北陸支部長ほか 114 社 (68 名)  
議 題: ①平成 28 年度支部事業報告及び決算報告に関する件 ②平成 29 年度事業計画及び収支予算に関する件  
記念行事: 優良建設機械運転員並びに整備員の表彰, 記念講演会

## 中部支部



- 技能検定実技試験実施事務打合せ会議  
月 日: 5 月 9 日 (火)  
出席者: 永江豊事務局長出席  
議 題: 建設機械整備技能検定に関する実務打合せ
- 平成 29 年度狩野川連合総合水防演習・広域連携防災訓練  
月 日: 5 月 14 日 (日)  
出席者: 永江豊事務局長代理出席  
場 所: 静岡県三島市長伏地先  
内 容: 狩野川流域における洪水被害等を想定した大規模水防演習で, 当支部から i-Construction を活用した災害復旧についてパネル展示等を行った。
- 第 6 回 支部通常総会実施  
月 日: 5 月 16 日 (火)  
場 所: ウイル愛知 女性総合センター  
出席者: 所輝雄支部長約 110 名  
議 題: ①平成 28 年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成 29 年度事業計画及び収支予算承認の件等
- 第 8 回 南海トラフ地震対策中部圏戦略会議  
月 日: 5 月 18 日 (木)  
出席者: 永江豊事務局長代理出席  
場 所: ポートメッセなごや 交流センター 3 階会議ホール  
内 容: 「平成 28 年度南海トラフ地震対策中部圏戦略会議 活動計画」における各機関の取り組み状況について

### ■第6回 建設 ICT 導入普及研究会総会

月 日：5月23日(火)  
出席者：永江豊事務局長  
場 所：桜華会館本館4階「松の間」  
内 容：全国、中部地方整備局、会員からの取り組み事例の発表等

## 関西支部



### ■支部通常総会

月 日：5月17日(水)  
場 所：大阪キャッスルホテル 会議室  
出席者：深川良一支部長以下102名  
議 題：①平成28年度事業報告及び決算報告の件 ②平成29年度事業計画及び収支予算の件 ③本部事業概要報告 ④平成29年度会長表彰 ⑤優良建設機械運転員等表彰  
講 演：ドローンの自律制御技術について…講師：(株)自律制御システム研究所 代表取締役 CEO 野波健蔵氏

### ■建設用電気設備特別専門委員会(第435回)

月 日：5月24日(水)  
場 所：中央電気倶楽部 会議室  
議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR246 改正審議 ③その他

## 中国支部



### ■第1回施工技術部会

月 日：5月8日(月)  
場 所：中国支部事務所  
出席者：齊藤実部会長ほか6名  
議 題：①平成29年度部会事業実施計画について ②I-CON(情報化施工)関係行事(案)について ③平成29年度道路除雪講習会(案)の企画について ④その他懸案事項

### ■第6回支部通常総会

月 日：5月17日(水)  
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島  
出席者：河原能久支部長ほか71名  
議 題：①平成28年度事業報告について ②平成28年度決算報告について ③平成29年度事業計画(案)について ④平成29年度収支予算(案)について ⑤本部・施工総研事業概要報告 ⑥本部感謝状・表彰状贈呈 ⑦講話「国土交行政の最近の話題」中国

地方整備局企画部長 吉田敏晴氏

### ■平成29年度「建設の機械化施工優良技術者」表彰式

月 日：5月17日(水)  
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島  
受賞者：運転・整備部門2名、管理部門4名、技術開発部門1名 計7名

### ■記念講演会

月 日：5月17日(水)  
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島  
演 題：「防災および災害対応のためのロボット技術とその社会実装」  
講 師：東京大学大学院工学系研究科教授 浅間一氏

## 四国支部



### ■H29 第1回運営委員会

月 日：5月10日(水)  
場 所：ホテル「マリンパレスさぬき」(高松市)  
出席者：長谷川修一支部長ほか26名  
内 容：①H28年度事業報告に関する件 ②H28年度決算報告に関する件 ③H28年度会計及び業務監査報告に関する件 ④支部監査役の推薦に関する件 ⑤人事異動等に伴う役員等の変更に関する件

### ■四国支部第6回(H29年度)通常総会

月 日：5月10日(水)  
場 所：ホテル「マリンパレスさぬき」(高松市)  
議決権総数：131社  
出席社数：121社(うち、委任状提出50社)  
出席者総数：長谷川修一支部長ほか107名  
議 題：①第1号議案 H28年度事業報告承認の件 ②第2号議案 H28年度決算報告承認の件 ③第3号議案 H28年度会計及び業務監査報告に関する件 ④第4号議案 H29年度事業計画に関する件 ⑤第5号議案 H29年度収支予算に関する件  
その他：①H29年度本部等事業概要説明 ②永年勤続役員、永年会員、優良建設機械運転員・整備員等表彰 ③特別講演「i-Construction 施工事例とコマツ・スマートコンストラクションの

最新情報」…講師：コマツスマートコンストラクション推進本部副本部長 小野寺昭典氏

### ■H29 i-Construction 現地講習会・高松

月 日：5月30日(火)～6月1日(木)  
場 所：コベルコ「ホルナビ・ジョブサイト高松」(香川県三木町)

参加者：3日間合計140名

内 容：①UAV/LSを用いた3次元測量について…講師：(株)ニコン・トリンプル 大橋徹也氏 ②ICT建機について…講師：コベルコ建機(株) 柏原宏祐氏 ③ICT建機試乗体験…講師：コベルコ建機(株)、トーヨースギウエ(株)、(株)アクティオ担当者 ④UAV/LSの実機研修…講師：(株)ニコン・トリンプル、担当者 ⑤点群データ処理について…講師：(株)ニコン・トリンプル 大橋徹也氏、當瀬博文氏

## 九州支部



### ■H29 年度第1回運営委員会

月 日：5月17日(水)  
場 所：福岡リーセントホテル  
出席者：江崎哲郎支部長ほか25名  
議 題：①H28年度事業報告及び決算報告 ②H29年度事業計画及び収支予算 ③H29年度支部役員の選任 ④H28年度優良建設機械運転員等表彰

### ■第6回通常総会

月 日：5月17日(水)  
場 所：福岡リーセントホテル  
出席者：江崎哲郎支部長ほか64名  
議 題：①H28年度事業報告及び決算報告 ②H29年度事業計画及び収支予算 ③H29年度支部役員の選任

### ■優良建設機械運転員等表彰

月 日：5月17日(水)  
場 所：福岡リーセントホテル  
表彰者：10名

### ■特別講演

月 日：5月17日(水)  
場 所：福岡リーセントホテル  
出席者：江崎哲郎支部長ほか64名  
議 題：トンネル技術の最近の動向と課題…施工技術総合研究所 所長 真下英人氏

## 編集後記

東北地方太平洋沖地震が発生して6年が経過しました。宮城県、岩手県の復興は大きく進んでおりますが、福島県の沿岸部の復旧、復興は未だ数年は要するものと思われま

す。一方で、南海トラフ地震、首都直下地震等も想定され、東北の経験を活かした基礎工・地盤改良技術による防災対策、また国土強靱化等の整備も全国的に進められています。

このような背景から、今月号の特集テーマである「基礎工・地盤改良」は特に重要な技術要件と考えられます。

巻頭言は、本技術に対し多くの知見を有し、学術的に研究を進められている、名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻の中野正樹教授にお願い致しました。

特集報文では、「高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発」、「ニューマチックケーソンによる深さ70m大深度立坑築造工事」、「狭隘空間でも施工可能な場所

打ち杭工法の概要と施工事例」、「地中障害物撤去の新技術・新工法の開発」、「都市高速道路におけるASR劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工」、「空頭制限2.0m以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発」、「地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例」、「廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例」、「大口径相対攪拌工法の概要と施工事例」、「地盤改良分野のICT活用技術」、「大口径掘削杭工法対応のアースドリル開発」、「三点式杭打機フェニックスシリーズ」、「低空頭、狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発」、「地盤改良工事を全自動で施工管理」、「木造住宅の耐震性」等の技術紹介を執筆していただきました。

ずいそうにおいては、現在の土工機械のi-Construction技術革新に対し、あえて機電分野の大先輩である和田航一さんに、土工機械の原点と変遷を執筆していただきました。

最後になりますが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けて下さいました皆様に心より御礼を申し上げます。

(石倉・赤神)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

### 編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

### 編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
山口 康広	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
荒瀬 純治	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

### 事務局

日本建設機械施工協会

### 8月号「歴史的遺産・建造物の修復特集」予告

・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理 ・BIMによる薬師寺食堂の復元 ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える ・経年が100年を超える鉄道土木建造物の維持管理 ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化 ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存 ・狭山池の改修とその技術の変遷 ・歴史的鋼橋の補修補強工事 ・3D技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事について ・消えた建設機械遺産群

### 【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもちきり記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁/会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料(12冊) 9,252円(税・送料込)

## 建設機械施工

第69巻第7号(2017年7月号)(通巻809号)

Vol.69 No.7 July 2017

2017(平成29)年7月20日印刷

2017(平成29)年7月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 田崎 忠行

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

本誌上への  
広告は



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](mailto:san-mich@zam.att.ne.jp) 担当: 田中

# “建設機械施工”バックナンバー紹介（抜粋）

（平成 28 年（2016 年）1 月号～12 月号分）

平成 28 年 1 月号（第 791 号）



建設機械 特集

- ◆巻頭言 新しい建設生産システムへのスタートを願って
- ◆新春特別インタビュー 国土造りの現状と今後の展望
- ◆行政情報
  - ・省エネルギー型建設機械の導入促進
  - ・活用が進む NETIS の現状と今後の展開
- ◆技術報文
  - ・最新型モータグレーダ 12M3
  - ・新型アスファルトフィニッシャーの紹介 HA90C-2
  - ・新型ミニショベルの紹介 ACERA GEOSPEC シリーズ
  - ・50t 吊りラフテレーンクレーン GR-500N-2
  - ・新型オールテレーンクレーン最大吊り上げ荷重 130t KA-1300R
  - ・基礎土木向けクローラークレーン BM1500G
  - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9t 吊クローラークレーンの開発 CC1485S-1 の特長
  - ・SMW 工法におけるリアルタイム着底判定システム ボトムシート
  - ・シームレス補正機能を備えた転圧管理システム GNSS 情報遮断時の慣性 / TS 補正切り替えシステムの開発
  - ・GNSS を利用した「法面締め管理システム」を採用した盛土の総合管理
  - ・CAN 制御車両の遠隔操作システムの実用化 建設機械のロボット化を推進
  - ・シミュレーション技術が支える建設機械の開発
  - ・ブルドーザの誕生 ブルドーザ開発小史 その 1
- ◆交流の広場
  - ・生活支援ロボット事業のすすめ方・市場動向 福祉・介護ロボット事業におけるビジネス戦略
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 14） 除雪ドーザ（2）
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測

平成 28 年 2 月号（第 792 号）



自然再生、自然景観 特集

- ◆巻頭言 自然再生の今後の展望
- ◆行政情報
  - ・生物多様性条約における民間参画への取組と期待

- ・『自然再生士』資格制度と生物多様性の保全推進

## ◆技術報文

- ・皆ですぐできるウナギ保護再生策
- ・質の高い都市緑地を創出するための設計に関する技術開発 緑地の生き物と鳥類を指標種とする生息地評価モデル
- ・汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去 SC クリーンシステムの開発
- ・生物多様性評価ツールの開発と展開 「いきものプラス<sup>®</sup>」生物多様性配慮に考慮した緑化計画を支援
- ・サンゴ礁州島形成メカニズムの解明 サンゴ礁の維持保全へ貢献できるモデルを目指して
- ・生態系との共存を実現する「多摩ニュータウン東山」での街づくり
- ・大山ダムホタルピオトープの JHEP 認証取得 ホタル生息環境の再生・創出とその定量的評価方法の構築
- ・水中騒音振動監視システムによる水産資源の保全 水域の施工における周辺環境への配慮
- ・日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる自然再生の取組み 自立した森づくり
- ・生物多様性の簡易評価ツール「いきものコンシェルジュ」の開発
- ・生物多様性の保全・普及への取り組み 生物多様性簡易評価ツール CSET・BSET
- ・歴史的文化財の景観復元への取り組み 連続繊維補強土工を適用した歴史的な文化財での斜面災害復旧事例
- ・高速道路緑化と生物多様性の取り組み
- ・都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術

## ◆交流の広場

- ・急速充電対応型電池推進船の開発 らいちょう

## ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 15） 凍結防止剤散布車（1）

## ◆統計 平成 27 年 建設業の業況

平成 28 年 3 月号（第 793 号）



ライフライン、インフラ 特集

## ◆巻頭言

- ・世代を越えて使うインフラのための分野横断型「SIP インフラ」プロジェクト

## ◆技術報文

- ・電力設備の自然災害対策
- ・砂防堰堤を活用した小水力発電事業への民間事業者としての取り組み
- ・多摩地区の送水管ネットワーク構築 多摩丘陵幹線のトンネル技術
- ・外ボルト締結型コンクリート中詰め鋼製セグメントの気中組立てによる管路の構築
- ・下水道管路調査診断システム 衝撃弾性波検査法
- ・阪神高速における更新事業 大規模更新・大規模修繕
- ・東海道新幹線大規模改修工事の構造物毎の施工事例
- ・供用中の鉄道トンネルに対する補強工事

- ・ダム再開発工における洪水吐増設時の仮締切設備合理化を実現 仮締切としての機能を持つ予備ゲート設備の製作・施工
- ・栈橋上部工点検用 ROV の研究開発
- ・世界標準型の LNG 輸送船受入栈橋前面の増深工事 広島港廿日市地区泊地 (-12m) 浚渫工事

◆交流の広場

- ・世界の産業インフラに対するサイバー攻撃とセキュリティ対策の実情

◆JCMS 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 2)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 16) 凍結防止剤散布車 (2)

平成 28 年 4 月号 (第 794 号)



鉄道 特集

◆巻頭言 鉄道ネットワークと地域再生

◆技術報文

- ・巨大地震に対する鉄道の取組み 強さと回復力を有する地震対策を目指して
- ・鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工 JR ゲートタワー新設工事
- ・東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業 下り急行線高架橋工事にともなう軽量盛土工事および仮設地下通路施工にともなう鋼矢板圧入工
- ・常磐快速線利根川橋梁改良工事
- ・画像処理技術を用いてトンネルを検査する
- ・ミャンマー大規模無償資金協力プロジェクト
- ・香港地下鉄觀塘延伸線トンネル及び何文田駅新設工事 市街地における大規模オープン掘削と明かり発破
- ・ライトレール 路面電車南北接続 第 1 期事業 富山駅南北接続線軌道施設 (その 1) 工事 (報告)
- ・山中における大山ケーブルカー大規模設備更新
- ・首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事 品川車両基地整備工事・品川旧車両基地撤去工事
- ・新幹線軌道内で使用する重量軌陸運搬台車

◆交流の広場 ホーム安全設備の紹介

◆JCMS 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 3)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 17) 凍結防止剤散布車 (3)

平成 28 年 5 月号 (第 795 号)



トンネル 特集

◆巻頭言 これからのトンネル建設技術開発に期待すること

◆行政情報

- ・i-Construction への導入 i-Construction 報告書を中心に

◆技術報文

- ・風化破砕地山における超大断面トンネルの施工
- ・トンネル切羽前方探査システム TSP303 切羽前方の断層破砕帯や地質境界面及び湧水の有無を弾性波反射法の 3 次元解析で予測
- ・新版・換気技術指針に対応した電気式集じん装置 FTE2400-E/FTE2700-E
- ・硬岩トンネル掘削機の開発 TM-100 ディスクカッタにより硬岩を自由断面に掘削
- ・「メッシュマッピングアシスト」をトンネルズリの重金属含有岩石判定の補助技術として導入
- ・長距離、急勾配トンネル工事に対応するバッテリーロコ最新技術
- ・コンクリート構造物の機能保持技術 タフネスコート
- ・トンネル天井用乾式研掃装置の開発と現場適用
- ・セグメント真円度とテールクリアランスの自動計測システム開発 高精度な一次覆工を実現

◆JCMS 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 4)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 18) 凍結防止剤散布車 (4)

平成 28 年 6 月号 (第 796 号)



新しい建設材料、最先端の高度な建設技術の開発と実用化 特集

◆グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その 3)

◆巻頭言 これからの土木分野で大切な技術

◆行政情報

- ・国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及
- ・新技術の普及促進に向けた取組み 官民協働と海外展開支援を中心に

◆技術報文

- ・自由断面分割施工方法によるトンネル構築技術
- ・拡翼型機械式攪拌工法 WinBLADE 工法
- ・急速ずり処理システム トンネル掘削施工におけるずり処理の高速化
- ・砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤の開発 JS ウォール堰堤工法
- ・土質に応じてシールドマシンのカッタービットを変更 全地盤対応型「カメレオンカッタ工法」
- ・建設工事における自然由来セレン含有排水の処理方法
- ・振動低減型舗装の開発 特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発
- ・穴開き帯状鋼板を用いた覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現場適用 ハイグリップ・メタルバンド
- ・超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設 鋼材を一切用いない「Dura-Bridge」の実現
- ・電磁波レーダを活用した RC 床版上面の非破壊調査システムの開発 床版キャッチャー
- ・強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発

◆交流の広場

- ・宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験

◆JCMS 報告

- ・第 28 回 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 1)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 19) 小形除雪車 (1)

◆CMI 報告 建設技術審査証明事業

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 28 年 7 月号 (第 797 号)



コンクリート工事, コンクリート構造 特集

◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上

◆技術報文

- ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
- ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 滄徳橋上部工連続化工事
- ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
- ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
- ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法, ND-WALL 工法の事例
- ・設計基準強度 300 N/mm<sup>2</sup> の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
- ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
- ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
- ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
- ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上

◆投稿論文

- ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発

◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 20) 小形除雪車 (2)

◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号 (第 798 号)



i-Construction 特集

◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命

◆行政情報

- ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介

◆技術報文

- ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
- ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
- ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
- ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用
- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム

- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレストタイプ MC システム 3D-MC<sup>MAX</sup>
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用

◆投稿論文

- ・無人化施工による破砕・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～

◆交流の広場

- ・ICT を活用した精密農業の取組み 農業における IoT を実現する新たな取組み

◆CMI 報告

- ・情報化施工研修会の取組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 21) 小形除雪車 (3)

平成 28 年 9 月号 (第 799 号)



道路 特集

◆巻頭言 道路事業の今後と課題

◆行政情報

- ・「凸部, 狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
- ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化

◆技術報文

- ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
- ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
- ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
- ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
- ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
- ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
- ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
- ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
- ・グレーダ開発の変遷史
- ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取組み
- ・除雪作業の安全性向上に関する検討
- ・ペイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保

◆交流の広場

- ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点

◆JCMA 報告

- ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 2)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 1) 黎明期～昭和 12 年

◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験

◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

## 平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



## 800号記念、維持管理・リニューアル 特集

## ◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌表紙の変遷
- ・「建設機械施工 (旧誌名: 建設の機械化)」誌創刊第2号、第3号

## ◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画と ICRT の積極的な利活用  
～地方の道をだれがいかにかに守っていくか～

## ◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工工事

## ◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要、インフラ老朽化対策の主な取り組み等

## ◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数100年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事  
高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介  
舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械  
定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

## ◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

## ◆CMI 報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報)

## ◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その2) 昭和13年～31年

## 平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



## 土工 特集

- ◆巻頭言 ICT 導入による建設施工の生産性向上に向けて

## ◆行政情報

- ・CM方式を活用した震災復興事業の現状報告

## ◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Construction を含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solution の提案

- ・i-Construction における重機 ICT コミュニケーション  
ライカ アイコン テレマティックス

- ・加速度応答システムの適用性評価

- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発  
ICT 油圧ショベル「ZX200X-5B」

- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベルの開発 施工効率向上を実現する Cat<sup>®</sup> グレードアシスト

- ・UAV 搭載レーザ計測システムの開発

- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦

- 無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介

- ・大分川ダム建設工事

- ・大規模土工における ICT 施工と CIM 化への対応  
陸前高田市震災復興事業での取り組み

- ・シュル型浸透固化処理工法 新しい注入形態

- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策

- 剛壁面補強土工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策

- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング

## ◆交流の広場

- ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介

## ◆CMI 報告

- ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介

## ◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その3) 昭和32年～36年

- ◆統計 平成28年度 主要建設資材需要見通し

## 平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



## 防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

## ◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入  
取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

## ◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成  
凍結管の削孔・建て込み、凍結設備の設置工事

- ・工事を支える二つの『見える化』  
山田宮古道路-山田北道路改良工事

- ・早期復興に 대응するために取り組んだ現場運営の紹介  
国道45号吉浜道路工事の事例

- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強

- ・締固めによる木曾三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介  
砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法)

- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステム ASAM

- ◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

- ◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

## ◆JCMA 報告

- ・平成28年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その3)

## ◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その4) 昭和37年～42年

## ◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向

- ・平成28年 建設業の業況

## (平成 29 年 (2017 年) 1 月号～6 月号分)

## 平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



## 建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
  - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
  - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
  - ・最新型ホイールローダ 950MZ
  - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
  - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
  - ・ガソリン /LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ～ 3.5 トン
  - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
  - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
  - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
  - ・全回転チューピング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
  - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
  - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
  - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
  - ・鉄道クレーン車 KRC810N
  - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
  - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
  - ・安全の責任について考える
  - ～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年～50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

## 平成 29 年 2 月号 (第 804 号)



## 大深度地下, 地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
  - ・地下鉄建設技術と工用機械 90 年の歴史を概観する

- ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
- ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法
- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム !! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING®工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越～東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発 トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
  - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年～58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

## 平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



## 地球温暖化対策, 環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
  - ・二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO<sub>2</sub> ミニマム)セメント・コンクリートシステム
  - ・CO<sub>2</sub> 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
  - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
  - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
  - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
  - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
  - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
  - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
  - ・凝集効果が長期持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
  - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
  - ・高性能ポーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取り組み

- ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置  
サイレンスチューブ
- ・おもりを生かした工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法  
GMD 工法
- ◆交流の広場
  - ・VRによる BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その7)

平成 29 年 4 月号 (第 806 号)



## 建設業の海外展開, 海外における建設施工 特集

- ◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開
- ◆行政情報
  - ・建設業の海外展開と ODA
- ◆技術報文
  - ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事  
ベトナム国内最大の海上橋
  - ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工  
シンガポール地下鉄トムソン線マリーナベイ新駅
  - ・シンガポール MRT  
トムソン-イーストコーストライン T207 工区
  - ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績  
台湾・大安電力シールド工事
  - ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバラダム建設工事  
JICA Loan IP-534
  - ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事  
JICA Loan Agreement No. KE-P25
  - ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立  
工事  
大型航空式ポンプ浚渫船 (CASSIOPEIA V) による埋立浚渫工事
  - ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫  
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
  - ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事
- ◆交流の広場
  - ・日本企業による水ビジネスの海外展開
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その8)

平成 29 年 5 月号 (第 807 号)



## 解体とリサイクル, 廃棄物処理 特集

- ◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望
- ◆技術報文
  - ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用  
シミズ・クールカット工法
  - ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
  - ・各種技術を駆使したダム撤去工事

- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化  
ガンダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース  
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・  
施工
- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム
- ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」
- ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメ  
ディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T
- ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策
- ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的  
施工技術  
T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用
- ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め  
1F 港湾内海底土被覆工事の概要
- ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討
- ◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その9)
- ◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号 (第 808 号)



## 都市環境, 都市基盤整備, 自然再生等 特集

- ◆グラビア 時代の建層 (ときのけんそう)
- ◆巻頭言 育てる
- ◆技術報文
  - ・整備新幹線の軌道・電気工用機械
  - ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術  
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
  - ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
  - ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
  - ・礫間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄  
化事例
  - ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策  
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」  
の開発
  - ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発  
ハイブリッド雨水貯留システム
  - ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
  - ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェ  
クト
  - ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況  
都市域における生物多様性向上を目指して
  - ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
  - ・樹木対応型壁面緑化システムの開発  
パーティカルフォレスト®
  - ・時代の建層 (ときのけんそう)  
建設残土を利用した、時代を積み重ねる都市更新の提案
- ◆交流の広場
  - ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイク  
ル技術
- ◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その10)
- ◆統計 主要建設資材価格の動向

## 「平成29年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、書籍「平成29年度版 建設機械等損料表」を下記の通り発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の“建設機械等損料算定表”の内容に準拠)を掲載したものです。

工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料であり、広く活用頂ければ幸いです。

\*\*\*\*\* 記 \*\*\*\*\*

■発売日 : 平成29年4月17日

■体裁 : A4版、モノクロ、約465ページ

■内容

平成29年度版の構成項目は以下のとおりです。

第Ⅰ章 機械損料の構成と解説

第Ⅱ章 関連通達・告示等

第Ⅲ章 損料算定表の見方(要約版)

第Ⅳ章 建設機械等損料算定表

第Ⅴ章 船舶損料算定表

第Ⅵ章 ダム施工機械等損料算定表

第Ⅶ章 除雪用建設機械等損料算定表

■改訂内容

- ・最新燃料・電力消費率一覧表掲載
- ・損料の算出例を掲載

■定価

一般価格 8,640円 (本体 8,000円)

会員価格 7,344円 (本体 6,800円)

※送料は一般・会員とも

一律600円 沖縄県460円

※複数又は他の発刊本と同時申し込みの場合は別途とさせていただきます。

\*\*\*\*\* 以上 \*\*\*\*\*



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

# ICTを活用した建設技術 (情報化施工)

2017.3  
発行!

国土交通省では、平成28年度より建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとして、i-Construction(アイ・コンストラクション)を進めています。

具体的な取り組みとして、ICT(情報化施工)を建設現場に積極的に取り入れようとする「i-Construction」対応工事(ICT土工)では、①3次元起工測量、②3次元設計データの作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの電子納品の5項目について実施することになっています。

既に建設現場では、ICTを活用した建設技術(情報化施工)として工事が実施されています。

本書は、これから建設分野を目指す学生や初めてICTを活用した建設工事に携わる方々を対象に作成いたしました。

既刊の「情報化施工デジタルガイドブック」と併せてお読み頂ければ、より詳しくICTを活用した建設技術(情報化施工)をご理解頂けるものと思います。

## 主な内容

- 1 情報化施工のあらし
- 2 従来の設計・施工
- 3 情報化施工の測位
- 4 情報化施工技術
- 5 3次元設計データ
- 6 i-Construction
- 7 情報化施工の効果的活用
- 8 ICTを活用した建設技術の一般的な用語の解説



## 定 価

※送料別途

一般価格

1,296円(本体1,200円)

会員価格

1,080円(本体1,000円)

学生価格

(学校からの申込みに限る)

648円(本体600円)

実務者向け!!  
情報化施工デジタルガイドブック

デジタルブックDVD版  
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

好評刊行中!



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3-5-8 機械振興会館

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

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

JCMA 図書

検索

# ICTを活用した建設技術(情報化施工)

## 購入申込書

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

<b>ICTを活用した建設技術 (情報化施工)</b>	<b>部</b>
---------------------------------	----------



上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	(印)	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
必 要 書 類	見積書( )通	請求書( )通	納品書( )通
送料の取扱	( )単価に送料を含む ( )単価と送料を2段書きにする(該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書とともにご送付下さい】		

### ●お申込方法

FAXにて、当協会本部または最寄りの各支部あてにお申込み下さい。

(注)沖縄地区は、本部へお申込みください。

### ●お問合せ及びお申込先

支部名	住 所	TEL	FAX
本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	(03)3433-1501	(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さっけんビル	(011)231-4428	(011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル	(022)222-3915	(022)222-3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	(025)280-0128	(025)280-0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三菱ビル5F	(052)962-2394	(052)962-2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	(06)6941-8845	(06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	(082)221-6841	(082)221-6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	(087)821-8074	(087)822-3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	(092)436-3322	(092)436-3323

# 2016年版 日本建設機械要覧

## 発刊ご案内

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

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



### 発刊日

平成28年3月末

### 体裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

### 価格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

### 特典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

## 2016年版 内容目次

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

### 今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

## ◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ( )		
必要事項	見積書 ( ) 通 ・ 請求書 ( ) 通 ・ 納品書 ( ) 通 ( ) 単価に送料を含む、( ) 単価と送料を2段書きにする(該当に○) <b>お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい</b>		

### ◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
  - ②民 間：（本部へ申込）FAX  
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪府中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（[http://www.jcmanet.or.jp/?page\\_id=422](http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422)）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

# 2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2016 電子書籍（PDF）版	建設機械スプック一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
4	内容	要覧全頁	spec一覧表	
5	改訂	3年毎	3年毎	
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応	
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索	
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、 一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各 章ごと目次からのリンク ・索引からの リンク ・メーカーHPへのリンク	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	54,000（3年間）	48,600（3年間）
		非会員	64,800（3年間）	59,400（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

## 発売時期

平成28年5月末 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

## Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスプック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。

タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



## 今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とすべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先：業務部 鈴木英隆 TEL：03-3433-1501 E-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

初の  
実務者向け入門版!!

# 情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3  
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。



情報化施工  
デジタルガイドブック

JCMA 一般社団法人  
日本建設機械施工協会

## 特徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる



Windows版

JCMA  
一般社団法人 日本建設機械施工協会  
(禁複製)

デジタルブックDVD版  
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

## 定価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

## 主な内容

- |                    |                         |                     |                     |                       |                   |                     |           |            |
|--------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|
| 1<br>情報化施工の<br>あらし | 2<br>情報化<br>施工技術の<br>種類 | 3<br>情報化施工<br>の適用工程 | 4<br>情報化施工<br>の運用手順 | 5<br>建設機械・<br>測量機器リスト | 6<br>情報化<br>施工データ | 7<br>情報化施工<br>の導入効果 | 8<br>導入事例 | 9<br>用語の説明 |
|--------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|

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3-5-8 機械振興会館

TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書 検索

# 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

## ◆ 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

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され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

### ★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864円/送料別途)。  
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械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・建設機械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)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

## ◆ 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年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、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…

- 建設機械及び建設機械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。

#### ■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(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、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の実施。
- ・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。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。 etc. etc.

#### ■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
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説

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.jcmanet.or.jp>

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

### 【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

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。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名 (自署)	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 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	平成 年 月より入会

**【会費について】 年間 9,000円**

- 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\\_policy.htm](http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm) をご覧下さい。

# クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。  
日本国内自社自力生産・直接修理を實踐中！

## ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテル-9 リーザー 離操作

Nシリーズ 微弱電波  
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド  
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力  
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力  
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応!
- ◆ 常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆ 迅速なメンテナンス体制!
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい! 代々互換性を継承、補修の永続制

### 新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を實現! マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力  
両モデル対応

2段階押しスイッチ  
装着可能

自由度の高い  
多様なオーダー対応  
ボタン配置自在/最大32点

自社開発 高耐久性  
2段階押しスイッチを  
装着可能

モデルチェンジ!  
内部設計を一新

全ての  
互換を優先  
しました

優れた  
耐塵・防雨性能  
送信機はIP65相当

パネルゴム突起で  
操作クリック感が  
向上

セットで  
15万円  
(税別価格)



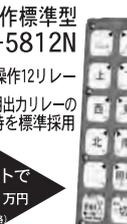
8操作標準型  
RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

12操作標準型  
RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで  
17万円  
(税別価格)



16ボタン  
モデル

16操作標準型  
RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

セットで  
20万円  
(税別価格)



N/U/Gシリーズ  
標準型  
RC-6016N

- 16操作16リレー  
最大25リレーまで  
対応可能

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力  
両モデル対応

2段階押し・特殊  
スイッチ装着可能

標準型  
RC-8616N

- 16操作16リレー  
最大32リレーまで  
対応可能

セットで  
22万円  
(税別価格)

堅牢なボディ  
耐衝撃性能が向上

優れた  
耐塵・防雨性能  
送信機はIP65相当

モデルチェンジ! 内部設計を一新!  
全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

頑強 ケーブルレス

自社開発 高耐久性  
2段階押しスイッチを  
装着可能

ハンディなのに  
特殊スイッチを  
装着可能

特殊スイッチ  
オーダー対応例

裏面スイッチ

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)



マイティサテル-9 N/U/Gシリーズ (またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

微弱電波・特定小電力  
両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型  
RC-7132N

セットで  
90万円~  
(税別価格)

ジョイスティック  
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン  
RC-7126N

セットで  
45万円~  
(税別価格)

ジョイスティック  
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン  
入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ  
ジョイスティック型  
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型  
オーダー例  
RC-7215U

微弱電波モデル  
対応

標準型  
RC-3208N

- 8操作  
8リレー

セットで  
12万円  
(税別価格)

チップ部品採用で  
ポケットサイズ化

トコト機能を絞って  
コストダウン

アルカリ乾電池なら  
連続使用60時間以上

高い防水性能  
送信機はIP65

片手で握り替えずに  
正逆操作が行えます!

ボタンの突起  
ボタン間の仕切り一体型の  
シリコンカバーで  
操作性が向上

従来機と  
信号互換あり!

受信機は既設のみで送信機のみ取替も可

コンパクトという選択肢!!



ケーブルレスミニ ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド  
両モデル対応

N/Rシリーズ

- 微弱Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

● 3操作3リレー  
最大5リレーまで対応可能

特許! テレハには  
ゼロ線電源\*で  
電気配線工事 不要!!  
更におんぶ/だっこ金具\*で  
取付簡単!! (\*オプション)

標準型  
RC-4303N/R

セットで  
10万円  
(税別価格)

取付例



リーザー 離操作 N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力  
両モデル対応

標準型  
RC-2512N

セットで  
22万円  
(税別価格)

● 12操作12リレー  
最大32リレーまで対応可能

● 見易くなった電池残量告知ランプ付

軽量コンパクト  
ショルダータイプ

価格もサイズも  
ハンディー並み!



データケーブルレス 工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力  
ラジコンバンド  
両モデル対応

N/R/U/G  
シリーズ

送信機 (外部接点入力型)

7100型  
6300型  
5700型  
3200型

受信機

写真はUシリーズ

● 機器間の信号伝送に!  
● 多芯の有線記録線の代わりに!

標準型 セットで

TC-1305R 20.5万円 (税別価格)

TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)



MAX サテル-9 Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力  
専用モデル

ジョイスティック  
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作  
(比例制御対応も可)

金属シャーシの  
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン  
装着タイプ

セットで  
95万円  
(税別価格)

無段変速ジョイスティック  
2本装着例



無線火薬庫警報装置  
はっばん 発破番 ES-2000R

標準付属品付  
セットで  
40万円  
(税別価格)

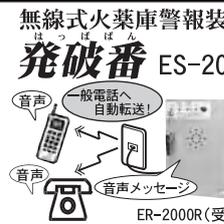
音声 一般電話へ自動転送!

音声 音声メッセージ

2km (6km)

ER-2000R (受信機) ET-2000R (送信機)

- 長距離伝送  
到達距離約2km~(6km)
- 受信機から  
電話回線接続機能
- 高信頼性  
異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで  
異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生  
110dB/m



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

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

常に半歩、先を走る

# 朝日音響株式会社

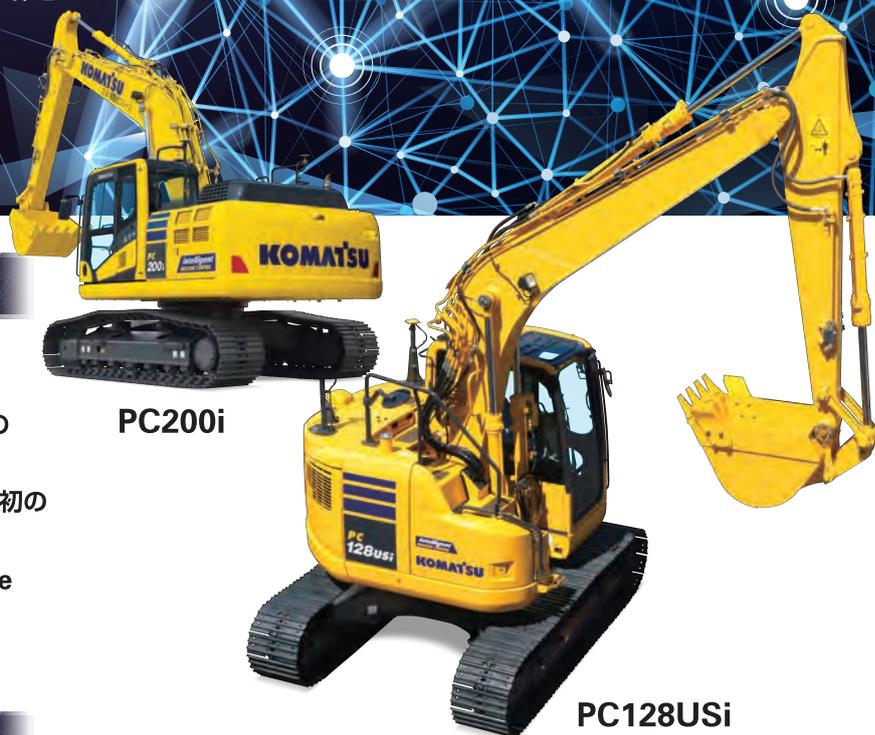
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部  
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)  
http://www.asahionkyo.co.jp/



労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

# 次代に向けて、 知性をその手に。

～ICT建機、ラインナップ拡充～



## ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも  
高効率な施工を実現。

GNSS\* アンテナと基準局から得た刃先の位置情報、施工設計データをもとに、作業機操作のセミオート化を実現した世界初のマシンコントロール油圧ショベルです。

\*GNSS(Global Navigation Satellite System)GPS、GLONASS等の衛星測位システムの総称。

PC200i

PC128USi

## ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、シュースリップが起らないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。



D37PXi



D61PXi



D65PXi/EXi



D85PXi/EXi



D155AXi

**KOMATSU**

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/>

動画でご紹介



雑誌 03435-7



4910034350773  
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円 (税別)