

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

2022

# 建設機械施工 11

Vol.74 No.11 November 2022 (通巻873号)

## 特集 道路



高速大師橋更新事業の工事進捗状況

### 巻頭言 大学に新設された舗装研究室

- 技術報文**
- 新型除雪グレーダ用可変幅型ブレードの開発
  - 熱風循環式路面ヒータ車を有効活用した既設グースアスファルト混合物の撤去
  - スタティックフォームドアスファルトを用いた再生アスファルト混合物の特性
  - 廃ペットボトルを利用した高耐久舗装の開発と適用事例
  - トンネル坑内自動巡視システムの開発 他

- 行政情報**
- 道路のメンテナンス等における新技術の活用に係る取り組み
  - 橋梁等の2021年度(令和3年度)点検結果をとりまとめ
- 交流のひろば**
- デザインマンホールがもつ広報の可能性
- すいそう**
- 建機カメラマンから見る除雪
  - 消雪パイプと雪国ライフ

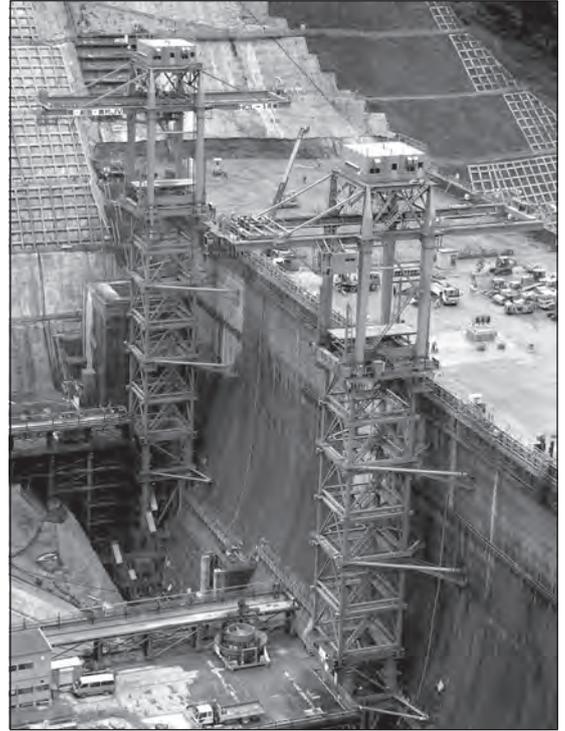
# ダム工事に用いたコンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

## 重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

### 特長

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



## 吉永機械株式会社

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

## 建設機械用 無線操作装置

# ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

## ダイワテレコン872

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

### 取付改造実績

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

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



ハンディータイプ  
使いやすさを極めた高機能・高性能  
**ダイワテレコン810**

用途  
インバータ制御機器  
エンジン制御  
油空圧比例制御

## DAIWA TELECON 大和機工株式会社

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

## ◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

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

### ★個人会員の特典

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

この機会に是非ご入会下さい!!

## ◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

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

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

### 一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

#### ■会員構成

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

#### ■主な事業活動

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

#### ■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

### 【お問い合わせ・申込書の送付先】

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

**【会費について】年間 9,000円(不課税)**

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

**【その他ご入会に際しての留意事項】**

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

**【個人情報の取扱について】**

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

# 令和5年度 日本建設機械施工大賞の公募について

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

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

## 1. 表彰の目的

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

## 2. 表彰対象

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

## 3. 表彰の種類

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

受表彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

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

## 4. 表彰式

本協会第12回通常総会（令和5年6月16日（金））終了後に行います。

## 5. 応募

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

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

## 6. 選考

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

## 7. その他

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

以上

# 論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

## ★投稿対象

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

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

## ★部門

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

## ★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

## ★原稿の受付

随時受け付けます。

## ★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

## ★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和4年11月現在) 消費税10%

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

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

特集

# 道路

巻頭言

- 4 大学に新設された舗装研究室  
高橋 茂樹 金沢工業大学 工学部 環境土木工学科 教授

行政情報

- 5 道路のメンテナンス等における新技術の活用に係る取り組み  
松實 崇博 国土交通省 道路局 国道・技術課 技術企画室

- 11 橋梁等の 2021 年度（令和 3 年度）点検結果をとりまとめ  
谷 成二 国土交通省 道路局 国道・技術課 道路メンテナンス企画室 課長補佐

特集・  
技術報文

- 17 新型除雪グレーダ用可変幅型ブレードの開発  
川上 穰久 国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所 施工調査・技術活用課 計画係長

- 22 高速大師橋更新事業の工事進捗状況  
王 サイ 首都高速道路㈱ 更新・建設局 大師橋工事事務所 係員

- 27 道路上の泥土をいち早く撤去する機械の開発  
畠中 徹 範多機械㈱ 営業本部 特機部 営業技術 G 主席技師

- 31 グースアスファルトフィニッシャー  
溜池 晃志 住友建機㈱ 技術本部 道路機械技術部 主任技師

- 35 全ての口径に対応できる機械式ビット交換工法と  
ビット交換ロボットの開発  
田村 憲 大成建設㈱ 土木本部 機械部 機械技術室 次長

- 41 熱風循環式路面ヒータ車を有効活用した  
既設グースアスファルト混合物の撤去  
田口 翔大 鹿島道路㈱ 技術開発本部 技術研究所 主任研究員  
鈴木 泰 鹿島道路㈱ 技術開発本部 機械部 副部長  
井垣 友孝 首都高速道路㈱ 東京東局 土木保全設計課

- 46 スタティックフォームドアスファルトを用いた  
再生アスファルト混合物の特性  
スタティックミキサによる泡の微細化技術  
鈴木 祥高 世紀東急工業㈱ 関西支店関西試験所 所長  
廣田 哲人 世紀東急工業㈱ 技術本部技術研究所 研究員

- 51 アスファルト混合物製造におけるCO<sub>2</sub> 排出量削減技術  
守安 弘周 前田道路㈱ 執行役員, 技術担当兼 CSR・環境担当

- 55 廃ペットボトルを利用した高耐久舗装の開発と適用事例  
山崎 健作 ㈱ NIPPO 総合技術部 技術研究所 第二グループ 主任研究員  
菊池 玲児 ㈱ NIPPO 総合技術部 技術研究所 第二グループ 主任研究員  
村田 雷安 ㈱ NIPPO 関東第一支店 技術部 試験所 試験主任

60 トンネル坑内自動巡視システムの開発  
 自律飛行ドローンによる点検・巡視作業の効率化、高度化  
 松岡 祐仁 (株)フジタ 土木本部 土木エンジニアリングセンター設計部  
 吉井 太郎 (株)センシシロボティクス 社長室兼エバンジェリスト

交流のひろば

66 デザインマンホールがもつ広報の可能性  
 短期間でマンホールカードが変えた下水道のイメージ  
 山田 秀人 (株)ストーリーノート リアルエクスベリエンス事業部 マンホールプロデューサー

ずいそう

70 建機カメラマンから見る除雪  
 池田 智 サトシドットリンク、建機・重機・工事現場カメラマン

72 消雪パイプと雪国ライフ  
 金子 剛 (株)加賀田組 舗道部

部会報告

74 南摩ダム本体建設工事見学会報告  
 機械部会 コンクリート機械技術委員会

79 「ロータリ除雪車の安全性向上」活動  
 機械部会 除雪機械技術委員会 ロータリ分科会

82 新工法紹介 機関誌編集委員会

87 新機種紹介 機関誌編集委員会

統計

88 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会

89 行事一覧 (2022年9月)

94 編集後記 (丑久保・小黒)

◇表紙写真説明◇

高速大師橋更新事業の工事進捗状況

写真提供：首都高速道路(株)

多摩川にかかる首都高速1号線高速大師橋の下流側で組み立てられた東京タワーほどの長さ・重さをもつ新設桁。

ヤード内で地組した約130m、約80mの大ブロック橋桁をそれぞれ大型台船に載せ、多摩川スカイブリッジの下をくぐり、現場まで水上運搬した。東京側の約80mの径間はトラベラークレーンにより組立てた。2023年度には約2週間の通行止めを行い、既設橋から新設橋へ一気に架け替える予定である。

## 巻頭言

# 大学に新設された舗装研究室

高橋 茂樹



私が初めて舗装に出会ったのは、大学3年の授業だったと記憶している。まだ漠然と、大きな物を作る仕事に携わってみたいと思っていた時に、何だか面白そうだなとアスファルトの話に興味を持ち、土木の中から道路工学講座を志望し、卒論では北海道内の道路のひび割れ調査やアスファルト材料の低温性状試験に勤しんでいた事を思い出す。

しかしその後、舗装を教える大学は減り続け、舗装を学んだ卒業生として、また、舗装屋として産官学の関係者とともに、このままだと学生が舗装を学べる教育機関が日本から無くなってしまおうという強い危機感を抱いていたが、この度、金沢工業大学から、工学部（環境土木工学科）の中に舗装研究室を新たに立上げたいという大変ありがたい話を聞き、その役に立てるならと、長年勤務していたNEXCOを退社し、この春から大学の教員となった次第である。

本学では、1967年に土木工学科が設置され、以来、社会的な風当たりが強くなった時期においても学科の名称変更は行わず、土木の名前を残したまま今に至っており、この春入学した1年生からは学科の定員をこれまでの80名から100名に増員している（大学全体では、4学部12学科で6千人強の在籍）。

この大学は、大変ユニークな教育方針を掲げており、学生を社会に役立つ人材へと育てる手法が並外れて充実している。その成果は、入学時の偏差値とは異なる様々な指標で、国内有数の高い評価を得ており、卒業生を受け入れている産業界からの評価も然りである。

就職氷河期においても就職率100%を誇り、加えてメディアを通じた積極的な広報戦略もあり、地方大学としては珍しく全国から学生が多く集まってきている（地元北陸3県の出身者は僅か1/4程度）。

金沢工大に舗装研究室が開設された理由は、舗装の仕事は土木分野で大きなシェアを占めており、これからも全国で多くの仕事がある分野のため、これを学び人材が輩出できる場が必要とのことであった。実学重視の特徴が色濃く出た考え方であり、人材不足に悩む企業にも喜ばしい決断だと思われる。

本学では、3年生の後学期から各研究室に配属となるが、新設の研究室であるため、前学期のうちに学生へのPRを兼ね、道路・舗装工学の授業を行ったところ、これらに興味を示す学生が多く、無事9名の希望者を令和5年度卒業予定の第1期生として迎えることが出来た。これからゼミ合宿を皮切りに、毎週1回、プラントやアスファルト舗装とコンクリート舗装の舗設現場の見学を織り交ぜながら舗装勉強会を行いつつ、4年時の卒論テーマを準備することになる。

新参研究室のため、研究に資する十分な実験室を学内に準備できないことから、舗装の材料メーカーや道路会社とのタイアップによる共同研究をメインに考えており、企業の研究所が有する試験機や機材を使わせて頂きながら、大学らしい研究テーマを設定し一緒に出来ないか、協力して頂ける企業を鋭意探しているところである。本学には機械工学科やロボット工学科などもあるが、舗装に興味を持ちながら、舗設機械にも関心を示すものが出て来ればと思っている。

私自身、これまでの経験から、舗装の技術開発や品質向上には材料とともに施工機械が大変重要だと感じており、舗装を勉強した若者が、それを作る建機の開発や改良に携わるようになってくれる事も大いに期待しており、この辺りも念頭に、学生の教育や人材育成に励んでいきたいと考えているところである。

行政情報

# 道路のメンテナンス等における新技術の活用に係る取り組み

松 實 崇 博

2013年（平成25年）の道路法改正等を受け道路管理者が橋梁等について5年に一度の点検を行うこととなってから今年で既に9年目である。2019年（平成31年）に改定された定期点検要領では、状態の把握に関し近接目視以外の方法でも点検を行えることが明確にされたところであるが、持続可能なインフラメンテナンスサイクルを確立するには、点検をはじめとしたメンテナンスに関する業務・工事全体で新技術を積極的に活用することで生産性の向上を図る必要がある。そこで本稿では、国土交通省道路局による新技術の活用に関する取り組みを紹介する。

キーワード：道路，メンテナンス，新技術

## 1. はじめに

2013年（平成25年）の道路法改正等を受け、2014年（平成26年）7月から道路管理者は橋梁等について5年に一度の点検を行うこととなった。今年で既に9年目を迎えている。2019年（平成31年）に改定された定期点検要領では、状態の把握に関し「近接目視により把握するか、または、自らの近接目視による」ときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない」と、近接目視以外の方法でも点検を行えることが

明確化されたところであるが、持続可能なインフラメンテナンスサイクルを確立するには、点検をはじめとしたメンテナンスに関する業務・工事全体で新技術を積極的に活用することで生産性の向上を図る必要がある。

国土交通省道路局では、「良い技術は活用する」との方針の下、図1のフローに基づき新技術の研究開発から現場実装まで取り組んでいるところである。本稿では、持続可能なインフラメンテナンスに向けた国土交通省道路局による新技術の活用に関する取り組みを紹介する。

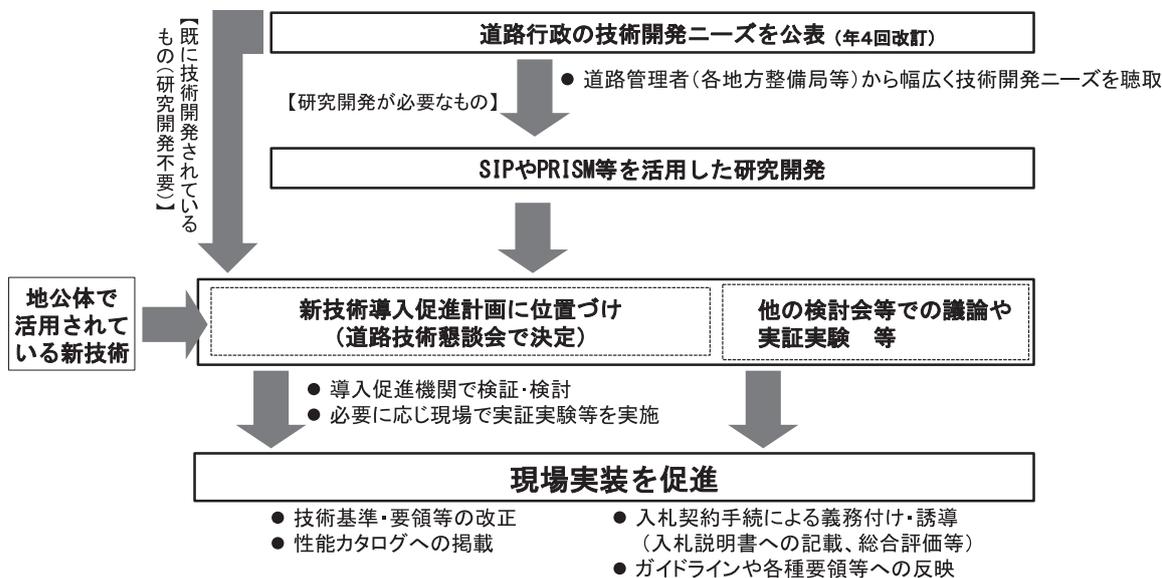
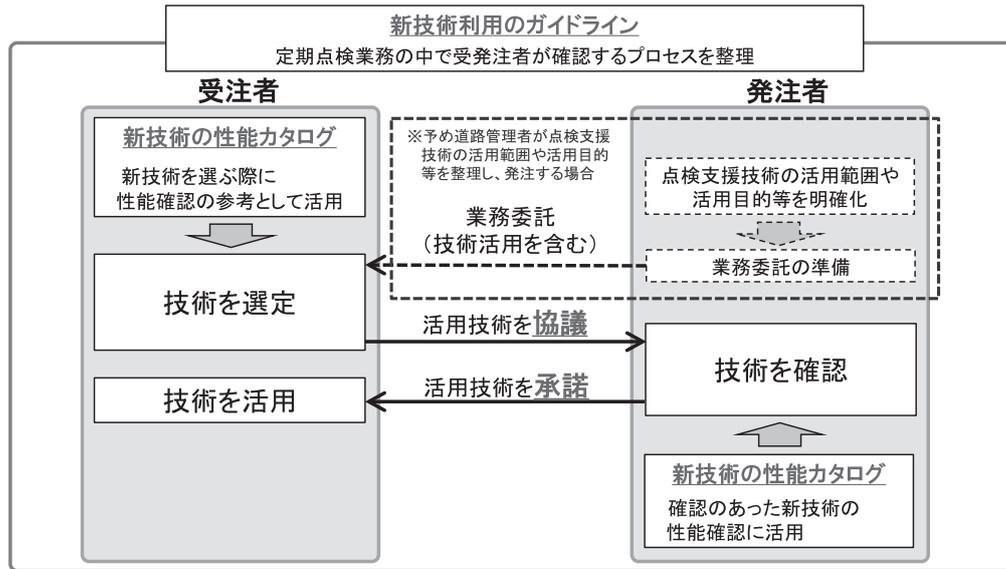


図1 技術開発・新技術導入フロー



## 2. 道路行政の技術開発ニーズ

新技術の研究開発やその活用にあたっては、「ニーズとシーズのマッチング」が課題となることが多い。そこで国土交通省道路局では、現場のニーズに即した研究開発を促進するため、地方整備局等の道路管理者からニーズを徴取し、「道路行政の技術開発ニーズ一覧」としてホームページ上 (<https://www.mlit.go.jp/road/tech/donyu/index.html>) で公表した。令和4年3月時点で137件のニーズを掲載しており、適宜改定していくこととしている。

このニーズ一覧がきっかけとなり具体的な研究開発につながり、その結果として道路管理等が効率化・高度化することを期待している。

ニーズ一覧はあくまでも検討の導入部として例示しているものであり、技術開発を担う民間企業・研究機関等においては各ニーズの担当部署とご相談いただきつつ開発の方向性を具体化していただきたいと考えている。また、「日々道路管理に携わっているが、〇〇が出来たらよい」、「うちには〇〇できる技術がある」等、ニーズ一覧に対するご提案、ご意見、ご質問等も広くお待ちしております。各担当部署まで連絡いただきたい。

## 3. 新技術導入促進計画

良い技術は活用するとの方針の下、道路分野における新技術の導入を促進する取り組みを進めるため、国土交通省道路局では2019年（令和元年）12月に有識者等からなる「道路技術懇談会」（座長 久田真東北大学大学院工学研究科教授）を設置した。同懇談会に

おいて、「道路分野における新技術導入促進方針」及び毎年度の新技術導入への取り組みを見える化した「新技術導入促進計画」（以下、「促進計画」という。）を策定している。

促進計画は、道路管理者側のリクワイヤメントと新技術開発側のシーズのマッチングを促して新技術の導入を加速するためのものであり、現在15の技術テーマを設定し、各テーマ毎に有識者の意見等を伺いつつ技術の性能やその確認方法の検討、技術の公募、各技術の実証確認等を行っている。さらに、新技術を導入する上で技術基準が隘路となっていないかの検討を行い、必要に応じ技術基準類の改定・策定を行うこととしている。

（令和4年度新技術導入促進計画における技術テーマ）

- ・ 橋梁の点検支援技術
- ・ トンネルの点検支援技術
- ・ 軽量で耐久性に優れた新しい横断歩道橋の床版技術
- ・ 新たな道路照明技術
- ・ 繊維補強コンクリート床版技術
- ・ はく落の発生を抑制するとともにはく落の予兆を発見しやすい覆工技術
- ・ 道の駅等の防災拠点の耐災害性を高める技術
- ・ 除雪機械の安全性向上技術
- ・ 広域において安定供給可能なアスファルト舗装技術
- ・ 超重交通に対応する長寿命舗装技術
- ・ 土工構造物点検及び防災点検の効率化技術
- ・ トンネル発破作業における自動化・遠隔化技術
- ・ 舗装工事の品質管理を高度化する技術
- ・ ICT・AIを活用した道路巡視の効率化・高度化技術
- ・ 路面太陽光発電技術

#### 4. 点検支援技術性能カタログと直轄国道での点検支援技術活用の原則化

促進計画に位置付けられた15の技術テーマの中に「橋梁／トンネルの点検支援技術」がある。橋梁・トンネルをはじめとする道路施設の定期点検は、知識と技能を有する者が近接目視により行うことを基本としつつ必要に応じ打音検査や触診等の方法を併用して点検や健全性の診断を行っているところであるが、新技術を活用する場合は使用する機器等の特徴や能力に関する分かりやすい情報が有用となる。そこで、国が定めた標準項目に対する性能値を開発者に求め、開発者から提出されたものをカタログ形式でとりまとめた「点検支援技術性能カタログ」（以下、「点検カタログ」という。）を作成している。また、点検業務において新技術の活用が円滑に進められるよう、受発注者双方が使用する技術について確認するプロセス等を示した「新技術利用のガイドライン（案）」を2019年（平成31年）2月に公表している。

点検カタログ作成に当たっては、まずテーマごとに有識者からなる委員会を設置し、そこでリクワイヤメントを決定する。そして当該リクワイヤメントに基づき技術を公募し、有識者委員会で確認した試験方法に沿って実現場等における性能試験を行っている。2019年（平成31年）2月に初版を公表した際には、16の技術を掲載していたが、これ以降毎年度拡充を行っており、2022年（令和4年）9月時点で169の橋梁・トンネルの点検に活用可能な技術を掲載している。また、舗装の点検支援技術性能カタログ（案）も新たに策定している。今後とも対象施設や内容の充実を図り、点検における新技術の活用を促進していく。なお、

点検カタログは道路局のHP (<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>) からご覧いただける。

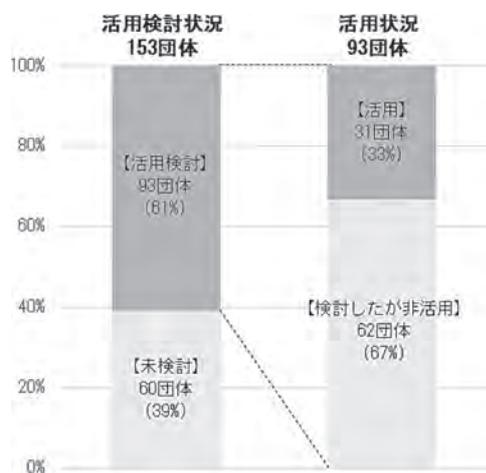
点検カタログの作成など、定期点検での新技術活用を促すための取り組みを進めているところであるが、2022年（令和4年）8月に公表された道路メンテナンス年報によると、トンネルの点検において新技術の活用を検討した自治体は6割、実際に活用した自治体はその内の3割と、新技術の活用余地は依然残されていると考えている（図—3）。そこで国土交通省道路局では、直轄国道における橋梁・トンネルの点検業務において、大幅な効率化が期待できる項目について令和4年度から点検支援技術の活用を原則化することとした。具体的には、橋梁では「近接目視による状態の把握が困難な箇所での写真撮影・記録」、「3次元写真記録」、「機器等による損傷図作成」、「水中部の河床、基礎、護床工等の位置計測」の4項目について、トンネルでは「トンネル内面の覆工等の変状を画像等で計測・記録」について点検支援技術の活用を原則化することとした。この取り組みを通じ直轄国道での点検支援技術の活用を進めるとともに、自治体が行う点検においても点検支援技術の活用を促し、民間企業による点検支援技術の開発が一層促進されることを期待している。

#### 5. 全国道路施設点検データベース

新技術が活用できる環境を構築するため、デジタル化やDXに向けた取り組みも進めている。

省全体としてインフラ分野のDXに取り組んでいるところであるが、道路分野についても、2020年9月に社会資本整備審議会道路分科会国土幹線道路部会において『「持続可能な国土幹線道路システムの構築に向けた取組」中間とりまとめ』がまとめられ、道路利用サービスの質を高め国民生活や経済活動の生産性を向上するため「道路システムのDX」を推進することとされている。

道路に関するデータとしては、交通量や道路施設のデータ、CCTVの画像データ、工事規制データ、占用物件データ等、様々なデータが既に存在する。しかしながら、これらを地図上で重ね合わせたり、組み合わせる等、効率的・効果的に連携・活用できる環境が構築されているとは言い難い。このため、DRM-DBや道路基盤地図情報、MMS等と構造物の諸元データや交通量データ等とを紐づけることのできるデータプラットフォーム：xROAD（クロスロード）



図—3 トンネル点検における自治体の新技術活用状況  
（出典）国土交通省道路局：道路メンテナンス年報，2022年8月

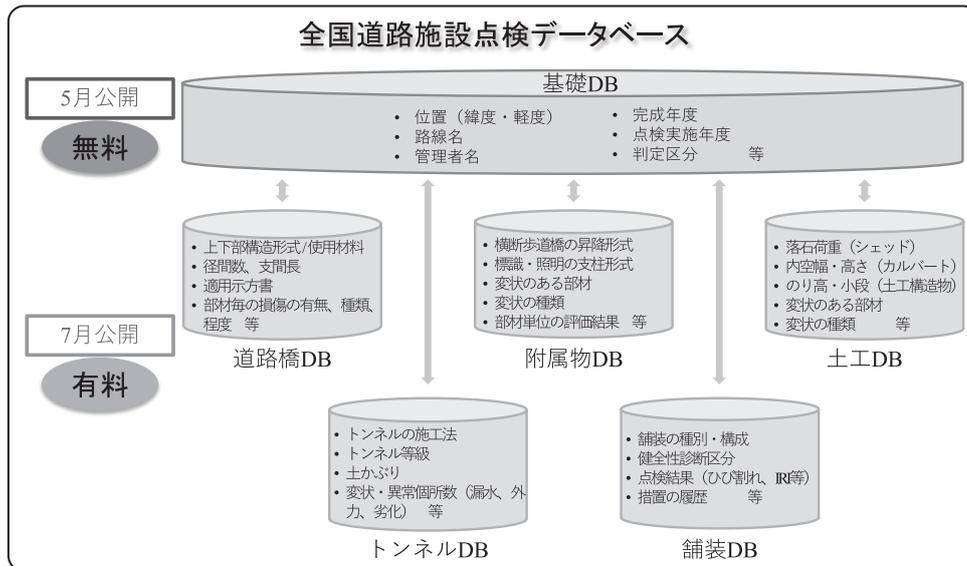


図-4 全国道路施設点検データベースのイメージ

図-5 全国道路施設点検データベースのトップ画面  
(<https://road-structures-db.mlit.go.jp/>)

の構築に取り組んでいるところである。これにより、施策検討や維持管理の生産性向上等を図ると共に、データの一部を民間に開放することでオープンイノベーションにつながることを期待している。

xROADの一環として、全国の道路施設の諸元や5年に一度の点検・診断に係るデータを一元的に活用できる環境を構築すべく、「全国道路施設点検データベース」(以下、「点検DB」という。)の整備を2021年度から進めてきた(図-4, 5)。点検DBは、橋梁、トンネル等の諸元、点検結果等の基礎的なデータを持つ基礎データベースと、道路施設のより詳細なデータを持つデータベース(詳細データベース)群で構成されており、基礎データベース部分を2022年(令和4年)5月に、詳細データベース部分を7月に公開した。webブラウザからの閲覧等に加えてAPI(Application

Programming Interface)も公開している。例えば道路橋に関しては、全ての道路管理者が管理する約72万橋について1橋当たり約200項目のデータが、国土交通省が管理する約3.8万橋については1橋当たり約1,400項目のデータが公開されている。トンネルに関しては、全ての道路管理者が管理する約1.1万本について1本当たり約100項目のデータが、国土交通省が管理する約0.2万本については1本当たり約300項目のデータが公開されている。なお、基礎データベースについては無料で公開している(図面や部材毎の点検記録といった詳細データベースについては、データベースを継続的に運用するため有料としている。但し、道路管理者が自身のデータを利用する場合は無料)。

道路法第77条に基づき国が全道路管理者に対し毎年行っている、道路の維持又は修繕の実施状況に関する調査については、その結果を各道路管理者が点検DBに直接登録することになる他、希望に応じ更に詳細なデータを各道路管理者が点検DBに登録することも可能となる。

点検DBの整備により、例えば、過去の点検結果や修繕に関するデータを基に最適な修繕計画を立案するアプリケーションや、進展著しいAIも必要に応じ活用して類似事例の情報をユーザーに提供するアプリケーション等、道路管理の更なる効率化や高度化につながる技術やアプリケーションの開発が先述の「道路行政の技術開発ニーズ」も踏まえ進展することを期待している。

基礎情報										トンネルID				
フリガナ名称	〇〇トンネル		路線名	国道16号		管理者名	〇〇地方整備局		緊急輸送道路	一次	代替路の有無		有	
所在地	自	〇〇県〇市〇1丁目	作成者			作成年月日			トンネル延長	L= 100 m				
	至	〇〇県〇市〇1丁目							トンネルの分類	地上				
起点	緯度	36.***	完成年度	1925		舗装	種別	アスファルト系		トンネル非常用施設	種別・方式	型式	個数	更新年度
	経度	139.***	供用年度				厚さ	0.3			通話型通報設備			
終点	緯度		トンネル区分	C		面積	715 m <sup>2</sup>		操作型通報設備					
	経度		内装種類	タイル張り工法		更新年次			自動通報設備					
一般有料区分			天井板種類	その他(内装あり)		排水	種別	U型+暗渠排水		非常警報設備				
土かぶり	16.9 m		起点	形式	面壁型	更新年次			消火器					
内空断面積	46.7 m <sup>2</sup>		延長	m		施設	更新年次	個数	更新年次	消火栓設備				
交通量	22,949 台/日		終点	形式	面壁型	照明	更新年次	個数	更新年次	誘導表示設備				
幅員	道路幅	7 m	アーチ	700 cm		換気	更新年次	個数	更新年次	避難情報提供設備				
	車道幅	3.5 m	側壁	cm		標識	更新年次	個数	更新年次	避難通路				
	歩道等幅	3.5 m	インバート	cm		警報表示板	更新年次	個数	更新年次	排煙設備				
高さ	建築限界高	4.5 m	側壁	cm		吸音板	更新年次	個数	更新年次	給水栓設備				
	中央高	5.3 m	アーチ	350 cm			更新年次	個数	更新年次	無線通信補助設備				
	有効高	4.5 m	側壁	600 cm			更新年次	個数	更新年次	水噴霧設備				

■点検結果トンネル本体工

工区スパン番号	変状番号	距離(m)	変状部位	変状区分	変状種類	変状の発生範囲の概略	前回定期点検時の状況との比較	状態	健全性	今回定期点検結果			措置履歴	対応方針
										対策区分	調査の要否	措置の要否		
S001	1	11	覆工	右アーチ	材質劣化	鉄筋露出	進行が認められない	鉄筋露出	I	要	要監視			
S001	2	11	覆工	左アーチ	材質劣化	豆粒	0.05m×0.7m	進行が認められない	豆粒	I	要	要監視		
S001	3	11	覆工	左アーチ	材質劣化	うき		進行が認められない	うき	I	要	要監視		
S001	4	11	覆工	右アーチ	材質劣化	うき		進行が認められない	うき	I	要	要監視		
S001	5	11	覆工	左アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	1.2mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S001	6	11	覆工	右アーチ	材質劣化	うき(無し)		進行が認められない	うき	I	要	要監視		
S002	1	21.5	覆工	右アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	1.0mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S002	2	21.5	覆工	右アーチ	漏水	漏水(にじみ)		進行が認められない	漏水(にじみ)	IIb	要	要監視	縦断監視	
S002	3	21.5	覆工	左アーチ	材質劣化	表面劣化		新たに発生	I	要	要監視			
S003	1	32	覆工	右アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.8mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S003	2	32	覆工	左アーチ	漏水	遊離石灰		進行が認められない	遊離石灰	I	要	要監視		
S004	1	42.5	覆工	右アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.8mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S005	1	52.9	覆工	左アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.6mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S005	2	52.9	覆工	右アーチ	材質劣化	うき		進行が認められない	うき	I	要	要監視		
S006	1	63.4	覆工	左アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.9mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S007	1	73.9	覆工	右アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	1.0mm	進行が認められる	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S008	1	84.4	覆工	左アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.8mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S009	1	94.8	覆工	左アーチ	外力	縦断方向のひび割れ、遊離石灰	0.6mm	進行が認められない	ひび割れ、遊離石灰	IIb	要	要監視	縦断監視	
S009	2	94.8	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	2.0m×0.1m	進行が認められない	うき	IIa	要	要監視	はく落防止工	
S010	1	100.1	覆工	右アーチ	外力	縦断方向のひび割れ		進行が認められない	ひび割れ	I	要	要監視		
S010	2	100.1	覆工	右アーチ	材質劣化	鉄筋露出		進行が認められない	鉄筋露出	I	要	要監視		
PE	1	100.1	覆工	坑門	材質劣化	鉄筋露出		進行が認められない	鉄筋露出	I	要	要監視		

図-6 トンネルに関するデータの抜粋 (上段：基礎情報 下段：本体工の点検結果)

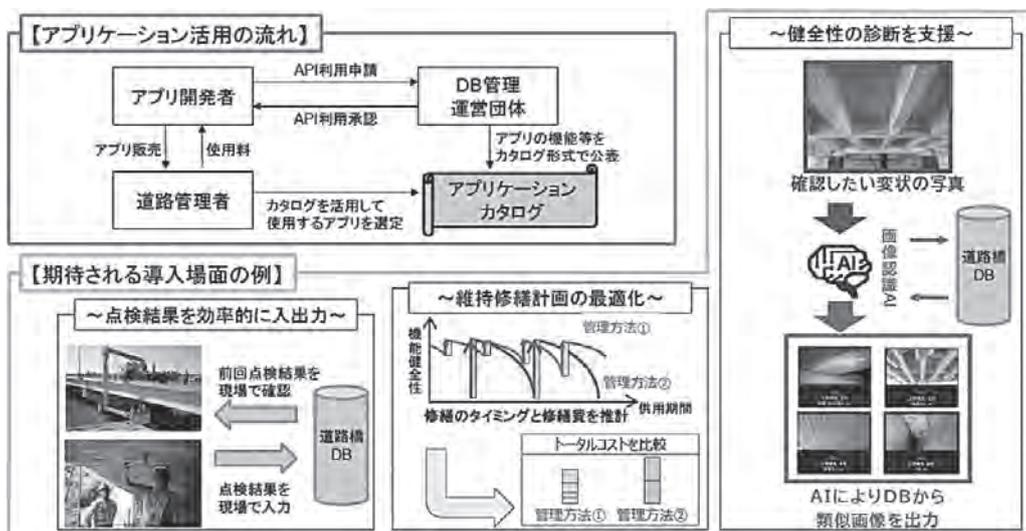


図-7 データベース活用の今後の取り組みイメージ

## 6. おわりに

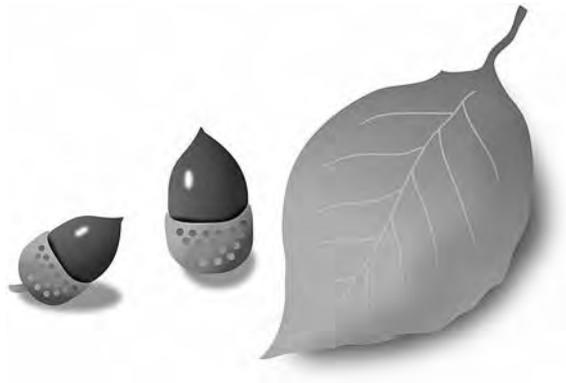
フォローすべき技術自体の変化が激しい中、ご紹介したような取り組みを引き続き進め、新技術の導入を促進してまいりたい。

JCMA



### 【筆者紹介】

松實 崇博（まつみ たかひろ）  
国土交通省 道路局  
国道・技術課 技術企画室



## 行政情報

## 橋梁等の2021年度(令和3年度)点検結果をとりまとめ

谷 成 二

我が国の橋梁などの道路インフラについては、高度経済成長期に建設されたものが多く、現在、橋梁では建設後50年を経過するものが34%であるが、10年後の2032年には59%と急激に増加する。道路インフラについては、2014年度以降5年に1回の点検を義務づけ、点検結果を踏まえ計画的な修繕の実施を促してきたところである。2018年度に1巡目点検が完了し、2019年度より2巡目に着手したところであり、本稿では、国土交通省にてとりまとめた「道路メンテナンス年報」<sup>1)</sup>を基に、我が国の道路メンテナンスの状況について紹介する。

キーワード：道路、メンテナンス、老朽化、橋梁、舗装、点検

## 1. はじめに

道路の老朽化対策については、2013年度の道路法改正を受け、2014年度から道路管理者は全ての橋梁、トンネル、道路附属物等（シェッド、大型カルバート、横断歩道橋、門型標識等）の道路構造物について、健全性の診断をするため、5年に1回の頻度で点検（以下「定期点検」）を実施することが省令、告示により義務づけられた。

2014年度から2018年度の5年間で概ね全ての橋梁、トンネル等の点検が完了し、2019年度から2巡目の点検が開始されている中、予防保全による道路インフラの老朽化対策を図るため、各道路管理者はメンテナンスサイクル（点検・診断・措置・記録）の構築に取り組んでいる。

国土交通省では、国民・道路利用者の皆様に道路インフラの現状及び老朽化対策状況を分かりやすくお知

らせすることや、各道路管理者が管理施設の老朽化の実態を踏まえた措置方針等の立案に繋げることを目的に、2014年度から全道路管理者の定期点検の実施状況や結果等を取りまとめた「道路メンテナンス年報」を公表している（図—1）。

本稿では、2022年8月に公表した道路メンテナンス年報の概要と我が国を取り巻く道路インフラの現状について紹介する。

## 2. 道路インフラの現状について

全国の道路インフラのストックは、2021年度末時点で橋梁が約73万橋（図—2）、トンネルが約1万箇所存在し、この他に道路附属物等が約4万施設存在する。

また、我が国の道路インフラは、高度経済成長期に建設されたものが多く、橋梁の場合、建設年度が判明

○ 笹子トンネル天井板落下事故[2012.12]

○ 道路法の改正[2013.6]：点検基準の法定化(橋梁・トンネル・道路附属物等)

○ 定期点検に関する省令・告示 施行[2014.7]：5年に1回、近接目視による点検開始

○ **道路メンテナンス年報公表**[2015.11～(毎年)]

【主な掲載内容】・橋梁、トンネル、道路附属物等の点検結果及び修繕等措置の実施状況

・舗装の点検結果及び修繕等措置の実施状況

・小規模附属物・土工構造物の点検結果及び修繕等措置の実施状況 等

図—1 道路メンテナンス年報公表に関する経緯

している約50万橋のうち建設後50年を経過するものは、2021年度末時点で34%であるが、10年後には59%に増加する見込みであり、将来に向けて全国の橋梁の老朽化がより深刻化することが想定されている(図-3)。

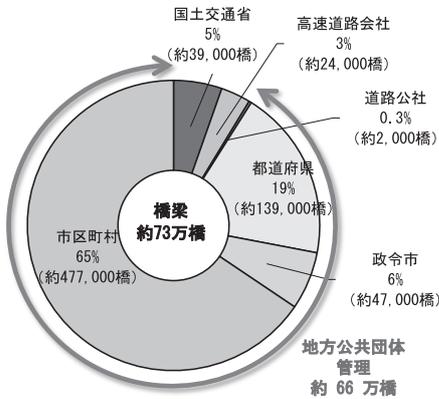


図-2 道路管理者別の橋梁数

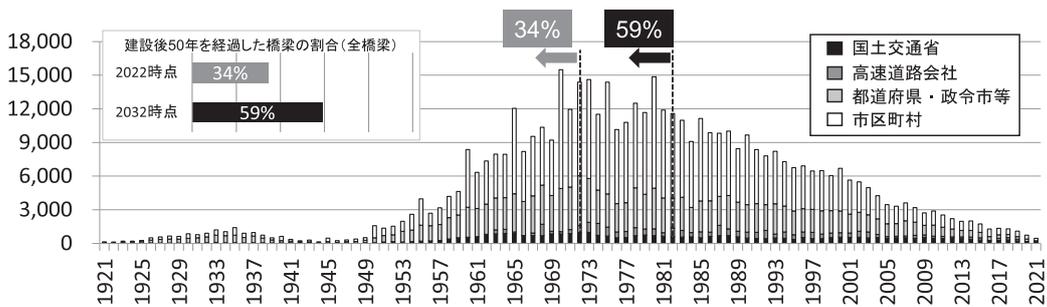
### 3. 道路メンテナンス年報 2022 の概要

今回公表した道路メンテナンス年報では、2021年度で1巡した国土交通省管理道路の舗装点検について、都道府県・政令市管理の重要物流道路などの重交通を担う道路の点検結果と併せてとりまとめた。

また、橋梁・トンネル・道路附属物等の2巡目点検の進捗状況や各施設の判定区分割合、修繕等の措置状況等についてもとりまとめている。

#### (1) 舗装の点検・修繕等措置の実施状況

道路の舗装については、今後の効率的な修繕に向け、舗装の現状を把握することを目的に、国土交通省において2016年度に舗装点検要領を策定している。道路は、重要物流道路などの重交通を担う道路から生活道路まで幅広く、生活道路の舗装は損傷の進行が極



※この他、古い橋梁など記録が確認できない建設年度不明橋梁が約22.5万橋ある。

図-3 建設年度別の橋梁数

特性	分類	主な道路 (イメージ)	点検頻度	車線延長
<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路等 (高速走行など求められるサービスの水準が高い道路)</li> </ul>	A	高速道路	道路管理者が5年に1回以上適切に実施	<b>計: 約 41,100 km</b> (高速管理: 約 33,600 km) (直轄管理: 約 5,000 km) (地方管理: 約 2,500 km)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・損傷の進行が早い道路等 (例えば大型車交通量が多い道路)</li> <li>重要物流道路または大型車1,000台・方向以上/日(目安)</li> </ul>	B	直轄国道 補助国道・県道		<b>計: 約 185,800 km</b> (直轄管理: 約 54,300 km) (地方管理: 約 131,500 km)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・損傷の進行が緩やかな道路等 (例えば大型車交通量が少ない道路)</li> </ul>	C	政令市一般市道	更新時期や地域特性等に応じて道路管理者が適切に点検計画を作成する	<b>計: 約 340,000 km</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・生活道路等 (損傷の進行が極めて遅く占用工事等の影響がなければ長寿命)</li> <li>幅員5.5m未満の道路</li> </ul>	D	市町村道		<b>計: 約 750,000 km</b>
合計				<b>計: 約 1,300,000 km</b>

※車線延長は一部センサステータ等による推計値を含む

図-4 道路の分類と道路種別のイメージ

めて遅いのに対して、重交通を担う道路では寿命が短いことが分かっており、点検要領においては、その道路の特性に合わせて道路を分類A～Dに区分して点検を実施することとしている（図一4）。今回公表した道路メンテナンス年報では、地方公共団体が管理する道路については、都道府県及び政令市が管理する重要物流道路などの重交通を担う道路（分類A・B）に焦点を当てて見える化を図っている。

国土交通省が管理する道路では、点検要領を基に5年に1回の頻度での点検を2017年度より実施しており、2021年度で1巡目の点検が完了し、約59,000km（100%）の点検を実施済みである。また、都道府県・政令市が管理する道路では、2017～2021年度において、約89,000km（66%）の点検を実施済みとなっている（図一5）。

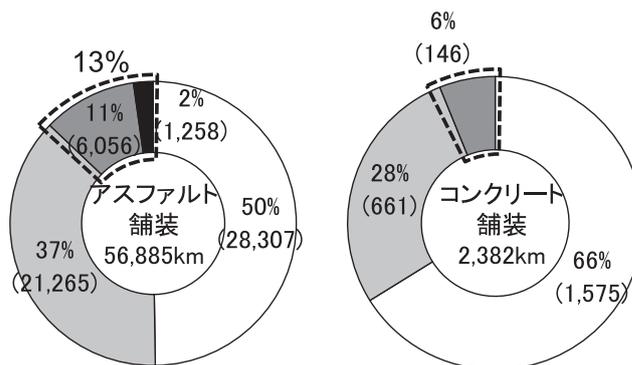
点検要領上、舗装状態の健全性の診断は、区分Ⅰ～Ⅲの3段階に判定することになっており（分類A・Bの道路のアスファルト舗装においては、Ⅲ判定をⅢ-1・Ⅲ-2に分けて区分、表一1）、点検の結果、判定区分Ⅲ（修繕段階）の舗装の延長は、アスファルト舗装で国土交通省：約13%、都道府県・政令市：約12%、コンクリート舗装で国土交通省：約6%、都道府県・政令市：約4%となっている（図一6、7）。

区分Ⅲと判定された舗装のうち、修繕等措置に着手済・完了済の割合は、国土交通省、都道府県・政令市ともに2021年度末時点で2割弱と低水準であり（表一2）、今後多くの修繕が必要となっていることから、修繕の実施にあたっては、ライフサイクルコストを考慮した適切な対策を集中的に実施し、長期的なコスト

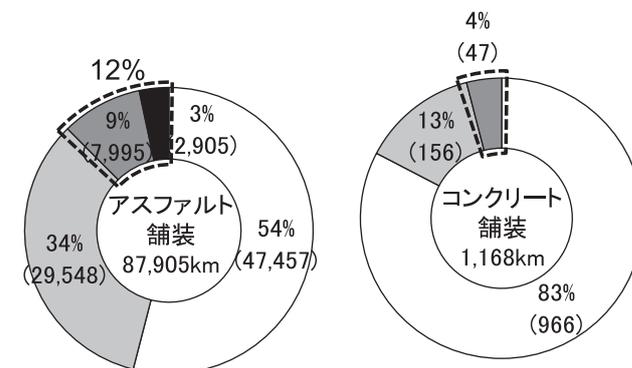
の縮減を図ることが重要である。

(2) 橋梁等の2巡目点検実施状況

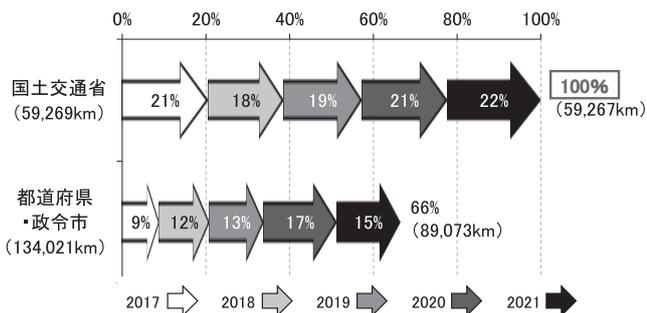
橋梁・トンネル・道路附属物等の2巡目点検（2019～2021年度）の実施率は、点検対象施設数に対し、橋梁61%、トンネル53%、道路附属物等60%となっており、1巡目の2014～2016年度の点検実施率と比較すると、橋梁では6ポイント、トンネルでは5ポイ



図一6 舗装点検結果（国土交通省）



図一7 舗装点検結果（都道府県・政令市）



図一5 舗装点検の進捗状況

表一1 健全性の区分（舗装）

<アスファルト舗装>		<コンクリート舗装>	
判定区分		判定区分	
Ⅰ	健全	Ⅰ	健全
Ⅱ	表層機能保持段階	Ⅱ	補修段階
Ⅲ	修繕段階	Ⅲ	修繕段階
Ⅲ-1	表層等修繕		
Ⅲ-2	路盤打換等		

表一2 舗装の修繕等措置の実施状況

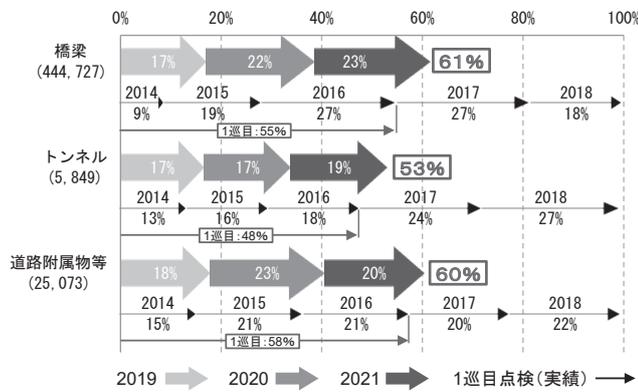
管理者	点検済延長 (舗装種別)	判定区分	修繕必要	(2021年度末時点)	
				着手済み	うち完了
国土省	56,885km (アスファルト)	Ⅲ-1	6,056 km	1,068 km (18%)	988 km (16%)
		Ⅲ-2	1,258 km	194 km (15%)	174 km (14%)
	2,382km (コンクリート)	Ⅲ	146 km	10 km (7%)	6 km (4%)
	合計	-	7,460 km	1,272 km (17%)	1,168 km (16%)
都道府県・政令市	87,905km (アスファルト)	Ⅲ-1	7,995 km	1,080 km (14%)	1,040 km (13%)
		Ⅲ-2	2,905 km	943 km (32%)	682 km (23%)
	1,168km (コンクリート)	Ⅲ	47 km	3 km (7%)	3 km (7%)
	合計	-	10,947 km	2,026 km (19%)	1,725 km (16%)

ント、道路附属物等では2ポイント高い値となっている。5年に1回の頻度で点検を実施することから、2巡目点検の3年目の段階では、概ね60%程度の施設の点検が実施されていることが望ましいため、2巡目点検は1巡目点検よりも着実なペースで点検が進んでおり、点検実施時期が平準化されて来ていることが分かる(図-8)。

(3) 橋梁等の2021年度末時点での判定区分割合

橋梁・トンネル・道路附属物等の定期点検を実施した際、構造物の健全性の診断結果をI~IVの4段階に区分することになっており(表-3)、2021年度末時点の全ての施設の最新の点検結果を示している。

2021年度末時点の点検で、早期又は緊急に措置を



※( )内は、2019~2021年度に点検を実施した施設数の合計。  
※四捨五入の関係で合計値が100%にならない場合がある。

図-8 2巡目点検の進捗状況(全道路管理者合計)

表-3 健全性の区分(橋梁, トンネル, 附属物等)

判定区分	状態
I 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II 予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III 早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV 緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

講ずべき状態(以下、「判定区分Ⅲ・Ⅳ」と判定された割合は、橋梁で8%、トンネルで35%、道路附属物等で13%となっている(図-9)。

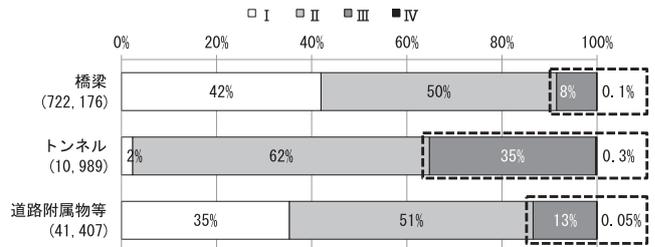
施設数の多い橋梁では、判定区分Ⅲが8%(約61,000橋)、判定区分Ⅳが0.1%(約660橋)存在する。

橋梁において判定区分割合の推移を見ると、1巡目点検時点(2018年度末時点)で約69,000橋あったⅢ・Ⅳ判定の橋梁が、2021年度末時点では約61,000橋となっており、着実に減少していることが分かる(図-10)。

(4) 1巡目点検施設の修繕等措置の実施状況(橋梁)

1巡目(2014~2018年度)の点検で早期に措置を講ずべき状態(区分Ⅲ)又は緊急に措置を講ずべき状態(区分Ⅳ)と判定された橋梁のうち、修繕等の措置に着手した割合は、2021年度末時点で、国土交通省:91%、高速道路会社:81%、地方公共団体:65%、完了した割合は、国土交通省:53%、高速道路会社:60%、地方公共団体:46%となっている(図-11)。地方公共団体の措置着手・完了率が低水準となっている。

判定区分Ⅲ・Ⅳである橋梁は次回点検まで(5年以内)に措置を講ずべきとしているが、1巡目点検後、5年以上経過する橋梁について、国土交通省及び高速道路会社では全て措置に着手しているのに対し、地方公共団体では、約3割の橋梁で着手に至っていない状



※( )内は、2022年3月末時点の施設数のうち、2014~2021年度に点検を実施した施設数の合計。  
※四捨五入の関係で合計値が100%にならない場合がある。

図-9 2021年度末時点の点検結果(全道路管理者)

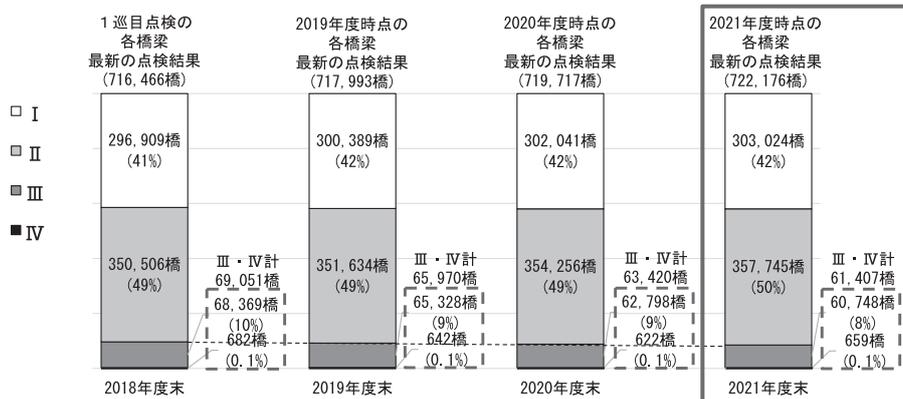


図-10 判定区分割合の変化(橋梁)

管理者	措置が必要な施設数(A)	措置に着手済の施設数(B)	うち完了(C)	未着手施設数	2021年度末時点					(参考)2020年度末時点				
					点検年度	措置着手率(B/A)	措置完了率(C/A)	0%	20%	40%	60%	80%	100%	措置に着手済の施設数
国土交通省	3,402	3,107 (91%)	1,805 (53%)	295 (9%)	2014	83%	100%	[Bar chart showing 83% completion]					2,845 (83%)	1,439 (42%)
					2015	79%	100%	[Bar chart showing 79% completion]						
					2016	65%	100%	[Bar chart showing 65% completion]						
					2017	26%	84%	[Bar chart showing 26% completion]						
					2018	21%	76%	[Bar chart showing 21% completion]						
高速道路会社	2,539	2,068 (81%)	1,533 (60%)	471 (19%)	2014	85%	100%	[Bar chart showing 85% completion]					1,669 (66%)	1,137 (45%)
					2015	90%	100%	[Bar chart showing 90% completion]						
					2016	78%	100%	[Bar chart showing 78% completion]						
					2017	55%	82%	[Bar chart showing 55% completion]						
					2018	24%	48%	[Bar chart showing 24% completion]						
地方公共団体	62,694	40,611 (65%)	28,589 (46%)	22,083 (35%)	2014	64%	77%	[Bar chart showing 64% completion]					34,419 (55%)	21,912 (35%)
					2015	56%	72%	[Bar chart showing 56% completion]						
					2016	48%	66%	[Bar chart showing 48% completion]						
					2017	34%	57%	[Bar chart showing 34% completion]						
					2018	28%	33%	[Bar chart showing 28% completion]						
合計	68,635	45,786(67%)	31,927(47%)	22,849(33%)							38,933(57%)	24,488(36%)		

注：2021年度末時点で次回点検までの修繕等措置の実施を考慮した場合に想定されるベース  
 2014年度点検実施(7年経過)：100%、2015年度点検実施(6年経過)：100%、2016年度点検実施(5年経過)：100%、2017年度点検実施(4年経過)：80%、2018年度点検実施(3年経過)：60%

図-11 1 巡目点検施設の修繕等措置の実施状況

表-4 2021年度末時点の点検結果に対する措置状況(橋梁)

管理者 (点検数)	措置が必要な施設数 (Ⅲ・Ⅳ判定)	(2021年度末時点)	
		着手済み	うち完了
全体 (722,176)	61,407	25,642 (42%)	10,763 (18%)
国土交通省 (37,867)	3,857	2,072 (54%)	470 (12%)
高速道路会社 (23,507)	2,878	1,248 (43%)	615 (21%)
地方公共団体 (660,802)	<b>54,672</b>	<b>22,322 (41%)</b>	<b>9,678 (18%)</b>

況が課題である。

(5) 予防保全への移行期間

限られた財源の中、ライフサイクルコストの低減や効率的かつ持続可能な維持管理を実現する予防保全型メンテナンスサイクルへの転換が求められている。

2021年度末時点の点検結果で、地方公共団体の管理する橋梁における判定区分Ⅲ・Ⅳは約55,000橋あり、うち修繕等措置の完了した橋梁は約10,000橋となっており、約45,000橋の措置が完了していない状況(表-4)。

これまでのペースでは年に約7,000橋の措置が完了しているが、1巡目点検から2巡目点検で判定区分がⅠ・ⅡからⅢ・Ⅳに遷移した橋梁の割合が地方公共団体では約4%となっており、年に約5,000橋が新たに判定区分Ⅲ・Ⅳに遷移する計算となっている(図-12)。

そのため、年間約2,000橋ずつ判定区分Ⅲ・Ⅳの橋梁が減少していく計算であり、2021年度末時点で措置が完了していない約45,000橋の措置を完了し、予防保全型メンテナンスサイクルへ移行するには、約20年かかると推定される(図-13)。

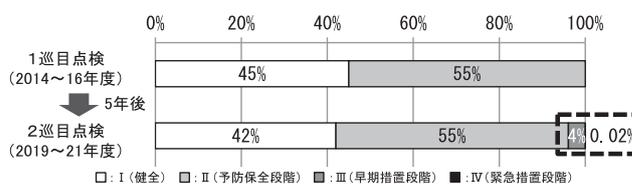


図-12 地方公共団体における判定区分の遷移状況(橋梁)



図-13 地方公共団体の措置完了数推移イメージ(橋梁)

4. 老朽化対策状況の更なる見える化

社会資本の現状や課題等についての理解を広めるためには、道路インフラの老朽化の現状や対策実施状況等の情報をより分かりやすく、見える化していくことが重要である。

老朽化対策の更なる見える化を図るため、「全国道路施設点検データベース～損傷マップ～」<sup>2)</sup>にて橋梁・トンネル・道路附属物等の諸元や点検結果、措置状況等を地図上で公開している。

また、より詳細な点検データ等については、「全国道路施設点検データベース」<sup>3)</sup>により有料公開を行っており、研究機関や民間企業等による技術開発の促進による維持管理の効率化・高度化を目指している。

5. おわりに

今回とりまとめた道路メンテナンス年報では、1巡目点検が完了した国管理の舗装や都道府県・政令市管

理のうち重交通を担う道路の舗装について、修繕等措置が低水準であることや、地方公共団体の橋梁において、前回点検から5年が経過する施設の修繕等措置の着手が進んでいない状況等を示した。

また、最新の地方公共団体の橋梁点検の結果等より、予防保全型メンテナンスサイクルへの移行が約20年かかると推定した。

各道路管理者のより一層の努力に加え、施設の老朽化状況・その対策状況といった情報の見える化により、老朽化対策の必要性に対する国民の皆様の理解促進を図り、早期に予防保全のメンテナンスサイクル構築に繋がられるよう、引き続き努める所存である。

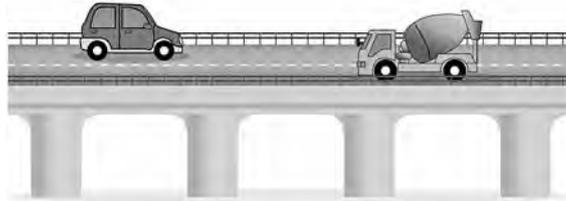
JCMA

#### 《参考文献》

- 1) 道路メンテナンス年報（国土交通省道路局，2022年8月）  
[https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen\\_maint\\_r03.html](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen_maint_r03.html)
- 2) 全国道路施設点検データベース～損傷マップ～  
<https://road-structures-map.mlit.go.jp/>
- 3) 全国道路施設点検データベース  
<https://road-structures-db.mlit.go.jp/>

#### 【筆者紹介】

谷 成二（たに せいじ）  
国土交通省 道路局  
国道・技術課 道路メンテナンス企画室  
課長補佐



# 新型除雪グレーダ用可変幅型ブレードの開発

川上 穰久

冬期の道路交通を確保するうえで、除雪機械による除雪作業は重要な役割を担っており、国道除雪では、除雪トラックや除雪グレーダが主力機械となっている。除雪グレーダにおいては、昨今の排ガス規制強化に伴い、平成27年度から新型除雪グレーダとして刷新され供給が開始されている。国が直接管理する国道で使用する除雪グレーダは、ブレード幅4.0mを一般的に使用しているが、可変幅型ブレードでは、4.0m～6.0mに拡幅することが可能となる。本稿では、新型除雪グレーダ用に開発した可変幅型ブレードについて紹介する。

キーワード：除雪，除雪機械，除雪グレーダ，拡幅除雪

## 1. はじめに

従来の2人乗り除雪グレーダ（以下、「従来型」）は、昨今の排ガス規制の強化により生産中止となり、平成27年度から土工用の1人乗りモーターグレーダ（以下、「新型」）をベースにしたものが、除雪グレーダとして導入され始めた。

この土工用モーターグレーダは、排ガス規制に対応した世界標準の機種であり、従来より導入していた道路幅の変化に対して作業幅員を拡大できる、可変幅型ブレード（以下、「VB」）を搭載することができなくなり、除雪の作業効率低下が懸念された。

このため、従来型VBと同等程度の作業能力を確保し、さらに1人乗りでも安全に除雪作業を行うことができる、新型VBの開発が必要となった。

本稿では、実際に除雪作業を行うオペレータや製作者メーカーへのヒアリングを実施し、その結果から改善点を探り、開発機を完成・現場導入させるまでの取組について紹介する（写真-1，2）。

## 2. 可変幅型ブレード（VB）とは

ブレード幅を、標準的な4mから最大6mまで拡大することができる装置であり、最大の6mまで拡大した際の除雪幅員は約5.2m（推進角60度時）。1台で1.5車線分（図-1）の除雪が可能となることから、東北・北陸地方の比較的積雪の少ない地域において運用されている。



写真-1 新型VB 縮めた状態 (L=4m)

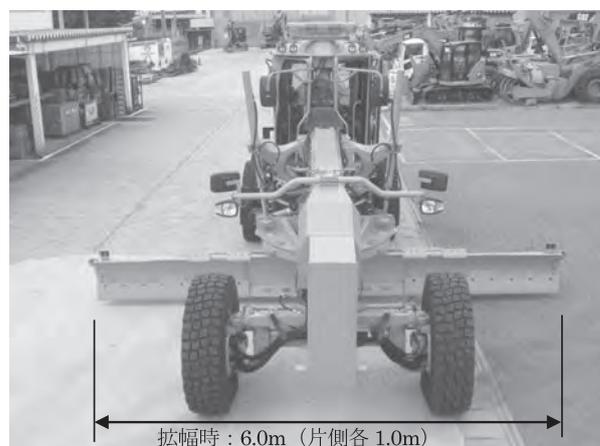
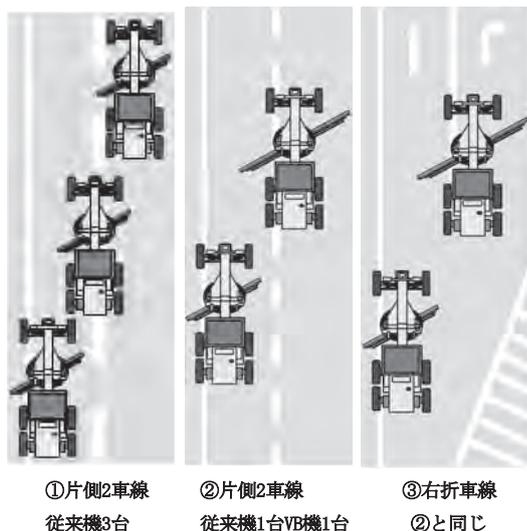


写真-2 新型VB 伸ばした状態 (L=6m)

呼び名は、バリアブルブレード、作業幅員可変型ブレード、可変伸縮型ブレードなど、複数が存在する。



図一 1 VB の除雪作業幅員

### 3. 開発のねらい

除雪作業は、一般交通の中で安全かつ迅速に行わなければならない。特に除雪グレーダにおいては、圧雪除去や路側のきめ細かな作業を求められ、特有の視界領域、複雑な操作方法などの理由から、操作に高い特殊性・専門性を要する。

更に、従来型は2人乗りであったが、新型からは1人乗りとなり、助手が担っていた安全確認などもオペレータ1人で行わなければならない。

これらの要求を満足するために、従来型VBと同等程度の作業能力を確保することはもちろん、次世代人材の育成も考慮し、開発にあたっては、オペレータの意見を最大限反映することを第一に「つかいやすく安全なもの」を目標として検討した。

### 4. 可変幅型ブレードの開発

#### (1) 開発の流れ

開発の流れは次のとおり3ヶ年での計画とした。

- 1年目 ①オペレータヒアリング
- ②メーカーヒアリング
- ③仕様の決定
- 2年目 ④試作機製作
- 3年目 ⑤現地適用性試験

#### (2) オペレータヒアリング

従来型VBの改良要望などを確認するため、オペレータを対象としたヒアリングを実施した。

東北地方整備局管内においては、12工区に23台のVBが配備（H29調査時点）されており、このうち、

DID区間が含まれない1工区を除く11工区をヒアリングの対象とした。

主な意見は次のとおり。

- ・常に、構造物との接触に注意している。
- ・従来の4.0m～6.0mで問題ない。
- ・6.0mでの作業時、雪の抱え込み量が多くなると車体が浮いたり不安定となる。また、線圧が低下することで圧雪除雪に対応できない。
- ・伸縮に時間が掛かる。
- ・片側のみ、左右同時の場合の伸縮速度を同じに。
- ・操作レバーや切り替えスイッチが使いづらい。
- ・オートブレードが欲しい。

#### (3) メーカーヒアリング

開発に必要な性能と、オペレータヒアリングの要求を提示し、開発の可能性について、各メーカーに対しヒアリングを実施した。

オペレータヒアリング結果に対するメーカー側の主な回答は次のとおり。

- ・従来型VBと同様であれば開発は可能。
- ・圧雪に対応できるVBは、現時点では不可。
- ・伸縮速度については詳細な検討が必要。
- ・操作性については改良可能。
- ・メーカー単独での開発予定はない。

#### (4) 仕様の決定

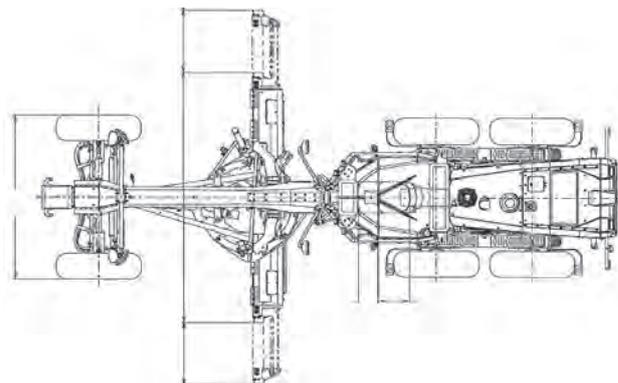
メーカーヒアリングの結果から、開発可能と判断し、主要仕様を決定した（図一2）。

##### (a) 「基本構造，基本寸法」

従来型と新型において、グレーダ独特の車体構造が変更されていないことから、基本的な構造や材質は、従来型に準拠するものとした。

##### (b) 「伸縮幅，ブレード長さ」

「ブレード幅は（6m以上）さらに伸びたほうがよい」といった意見も一部の工区から上がったものの、ブ



図一 2 新型 外観図

レード幅を伸ばすことで線圧が下がること、一般車両・道路構造物等との接触リスクが上がること、ブレード端が目視できなくなること等の理由により、従来型VBに準拠するものとした。

(c) 「ブレード線圧」

「線圧をもっと高くしたい」といった意見も一部の工区から上がったものの、設計上の基準値 (26kN/m) を満足する計画であることと、仮に基準値を上回る設計とした場合、カウンターウエイトの増設により車体バランスが崩れることが想定されたことから、従来型VBに準拠するものとした。

(d) 「ブレード高さ・寸法, 切削角, 推進角」

従来型VBに対して特段の意見等が無かったことから、従来型VBに準拠するものとした。

(e) 「伸縮速度」

「伸縮速度が遅い・バラバラ」といった意見への対応として、伸縮速度を全体的に向上させ、かつ、動作速度を一定化する方向で見直すものとした。

これは、後方からの追い越しや対向車両を回避する場合や、構造物へのブレード端の接触回避など、急な回避操作に有効であり安全上重要であると考えられた。

(5) 試作機製作

新型への搭載試験及び現地適用性試験として試作機を製作した。製作にあたっては4.3のとおり、従来型に準拠するものとした。

(6) 現場適用性試験

現場適用性試験は、山形県内の国道13号、尾花沢国道維持出張所の管内において実施した。

試験当初は、「JCMAS T005 除雪グレーダ性能試験方法」に準じた新型VBの除雪量計測や、従来型と新型の作業状況比較なども計画していたが、記録的な小雪のため実施が困難となったことから、オペレータヒアリングとドライブレコーダ画像等を用いた比較検討までとした。

オペレータヒアリングの結果、主な意見は次のとおり。一般的に良好な印象が得られた。

【VB 関係】

- ・交差点部及びバス停等の除雪が迅速に行えた。
- ・伸縮速度が向上し操作しやすく安心感もある。
- ・現在の伸縮速度が適切。現在より遅くても早くても操作しづらくなる。
- ・一般車両が追い越しをかけてきた際に接触する不安が軽減した。
- ・通常の車両系建設機械と同様に、どちらかのジョ

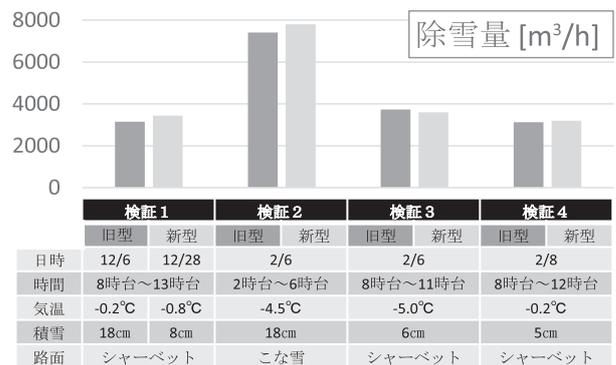
イスティックに操作スイッチを集約したほうが良い。

【車両関係】

- ・ジョイスティックに不慣れで操作しづらい。
- ・慣れていない若手や新人であれば、ジョイスティックの方が使いやすい可能性はある。

ドライブレコーダ画像等を用いた比較検討の結果、時間当たりの除雪量は、従来型VBを1とした場合、新型VBは0.96~1.09と同程度であり、従来型VBと同程度の能力を確保していることが確認された(表-1)。

表-1 従来型VBと新型VBの除雪量比較



5. 従来型VBからの大きな改良点

(1) 伸縮速度

ブレードの伸縮には一般的な油圧シリンダが用いられており、油圧シリンダ特有の構造上「伸」と「縮」で伸縮速度が異なる。

従来型VBは、これに加え、1つの油圧バルブから2本(左右)のVB用油圧シリンダーに分岐する油圧回路であり、「伸」と「縮」に加え、「片側のみ」と「左右同時」の操作においても、伸縮速度が異なる。

これに対し新型VBでは、従来型VBより吐出量が多い2つのバルブを使用し、左右それぞれの油圧シリンダーに独立して油圧を供給する回路とした。

これにより、伸縮速度が全体的に向上し、片側の場合と左右同時の場合に発生していた伸縮速度の変化も解消された(表-2, 3)。

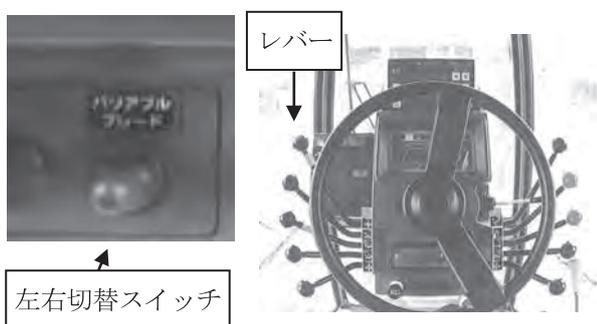
表-2 従来型VBと新型VBの伸縮速度

ブレード伸縮速度の比較

項目		旧型		開発装置
片側のみ	(伸)	18 cm/秒	→	0 ~ 22 cm/秒
	(縮)	26 cm/秒	→	0 ~ 33 cm/秒
両側同時	(伸)	9 cm/秒	→	0 ~ 22 cm/秒
	(縮)	13 cm/秒	→	0 ~ 33 cm/秒

表-3 従来型と新型の仕様比較

	従来型 VB	新型 VB	備考
伸縮幅, ブレード長さ	左右各 1.0 m 最短 4.0 ~ 最長 6.0 m	左右各 1.0 m 最短 4.0 ~ 最長 6.0 m	
ブレード線圧	29.9 kN/m 総質量 21,190 kg	27.0 kN/m 総質量 20,800 kg	国交省では, 4.0 m 級 20 kN/m 以上を規定
伸縮速度	片側 伸_167 mm/s 縮_245 mm/s 両側 伸_83 mm/s 縮_122 mm/s	片側 伸_220 mm/s 縮_330 mm/s 両側 伸_220 mm/s 縮_330 mm/s	見直し
操作方法 (伸縮方法)	2アクション式 左右切替スイッチで選択 +レバー操作で伸縮	1アクション式 左右それぞれのジョイスティックにあるホイールボタンから操作	見直し



■従来型機 左右切替スイッチ + レバー操作

写真-3 従来型 VB 操作装置

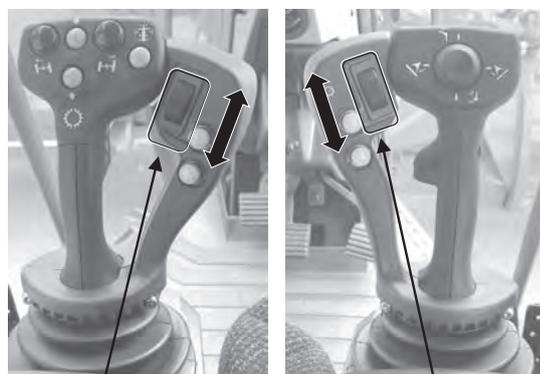
(2) 操作方法

従来型 VB の操作方法は, 「左右切替スイッチ」にて動かす側のブレードを選択した後, 「レバー操作」によりブレードを伸縮させる 2 アクション式を採用していた (写真-3)。

この場合, 操作の際にハンドルから手を放す必要があり, また, 手の動作距離も長いことから, 急な回避操作などで不向きな操作方式である。

これに対し新型 VB では, 「左右切替スイッチ」を廃止し, 右ブレードは右ジョイスティック, 左ブレードは左ジョイスティックで, 左右それぞれを独立して操作できるよう, 各ジョイスティックにダイヤルレバーを設けた (写真-4)。

これにより, ハンドル (ジョイスティック) から手を放す必要がなくなり, あわせて, 2 アクション式から 1 アクション式へと動作点数を減らし, 手の動作から指先の動作へと動作距離を短縮することにより, 安全かつ直感的な操作が可能となった。



左スティック  
[左側の伸縮操作]  
↑ 伸長  
↓ 縮小

右スティック  
[右側の伸縮操作]  
↑ 伸長  
↓ 縮小

■新型機 左右独立した操作スイッチ

写真-4 新型 VB 操作装置

6. おわりに

今回開発したブレードは, 従来型 VB と同程度の作業能力を有し, 伸縮速度の向上と操作スイッチの変更により, 使いやすく, 1 人乗りでも安全に除雪作業ができることを目標として開発した。新型 VB で除雪作業を行ったオペレータからは「VB の操作ボタンが両側にあり, ブレード操作が速くなった。」や「レバーを離さずに操作できるので楽になった」などの感想があり, 開発目標の効果が確認できた。

しかし, 「一つの機構 (操作) を左右のジョイスティックに振り分ける」という, 一般的な車両系建設機械にはないスティック配置としてしまったことに対して, 少数だが改善要望も頂いている。

なお, 新型 VB の伸縮速度を決定するにあたっては, 実際に行われている回避行動 (= サークルの回転) から決定しており, 「伸」より「縮」を優先し, サークル回転による回避所要時間に近い感覚で伸縮するよう設計している。

今後は、より多くの状況下での操作性等を検証し、改良について検討を実施していく予定としている。

### 謝 辞

最後に、本開発においてアンケート調査、現場試験などで多大なご協力を頂いた除雪作業に従事する関係各位に感謝の意を表す。

J C M A

### 【筆者紹介】

川上 穰久（かわかみ しげひさ）  
国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所  
施工調査・技術活用課  
計画係長



# 高速大師橋更新事業の工事進捗状況

王 サ イ

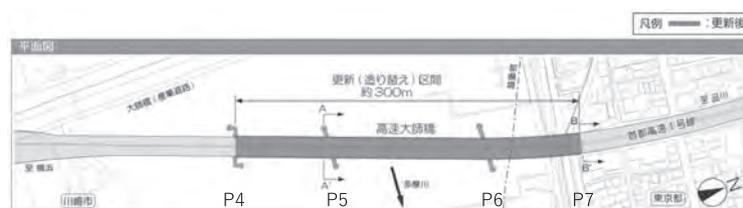
首都高速道路の高速大師橋は、開通から50年以上が経過し、多くの自動車交通による過酷な使用状況から、橋梁全体に多数の疲労き裂等の損傷が発生しており、日々、点検・補修を行っている。しかし、損傷の発生が後を絶たない状況であり、今後の構造物の長期的な安全性を確保する観点から、橋梁全体を一括架け替えし、損傷が発生しにくい構造に更新する。本報では2023年度に約2週間の高速本線通行止めによる一括架け替えを控えた首都高速1号線高速大師橋更新事業の工事進捗状況及び今後の施工予定について報告する。

キーワード：橋梁、大規模更新、河川内施工、大ブロック架設、横取り一括架設

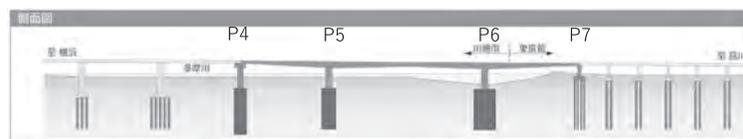
## 1. はじめに

東京都と神奈川県をつなぐ大動脈である首都高速1号線の高速大師橋は、1968年の開通から50年以上が経過している。多くの自動車交通による過酷な使用状況などにより、橋梁全体に多数の疲労き裂が発生しているため、構造物の長期的な安全性を確保する観点から、多摩川を渡河する地点に架かる延長約300mの3

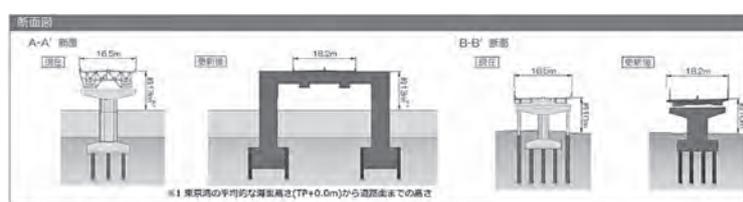
径間連続鋼床版箱桁橋の橋梁全体の一括架け替え（更新）を実施する。また、更新後の橋梁においては、最新の設計基準を適用しており、現況より上部工の自重が増加する。そのため、下部工についても併せて造り替え、河川内の橋脚はT型RC単柱橋脚から鋼-RC複合門型橋脚に構造を変更する。図一1～3に本工事の更新範囲である平面図、側面図、断面図を示す。



図一 1 平面図



図一 2 側面図



図一 3 断面図

## 2. 施工ステップと工事進捗状況

本工事の施工ステップを図-4に示す。本工事の架け替えでは、既設桁の下流側に設置した仮設のベント設備上で新設桁を組立て、その後、約2週間の高速本線の通行止めを行い、既設桁を上流側のベント設備に移動させ、下流側の新設桁を横取り一括架設する計画となっている。

まず、図-4中のStep1として、供用中の既設桁付近の河川内で新設橋脚の組立て、ベント設備の設置を行った。河川内新設橋脚は鋼管矢板井筒基礎工法により施工した。ベント設備は、桁の横取り架設に必要な位置に鋼管杭を打設し、その直上に仮設桁を設置する構造である(写真-1)。

次にStep2として、下流側に設置されたベント設備

上で新設桁の組立てを実施した。河川内のベント設備は工事期間中の河積阻害率を低下させるため、最小限としており、図-5のようにP4-P5径間とP5-P6径間は6,000t積級台船に新設桁の大ブロックを載せ、



写真-1 ベント設備

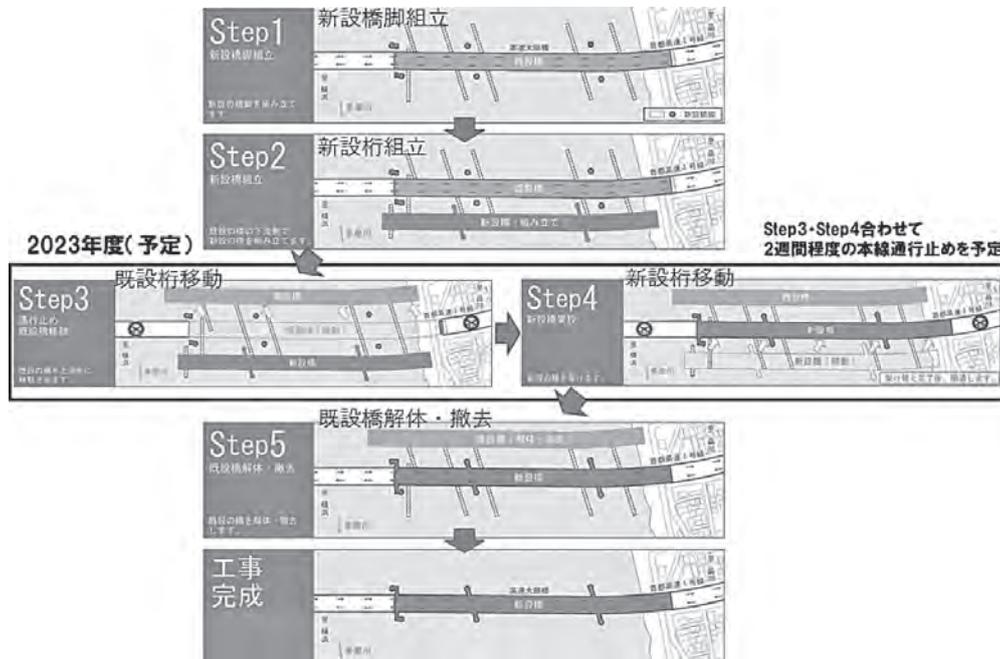


図-4 施工ステップ

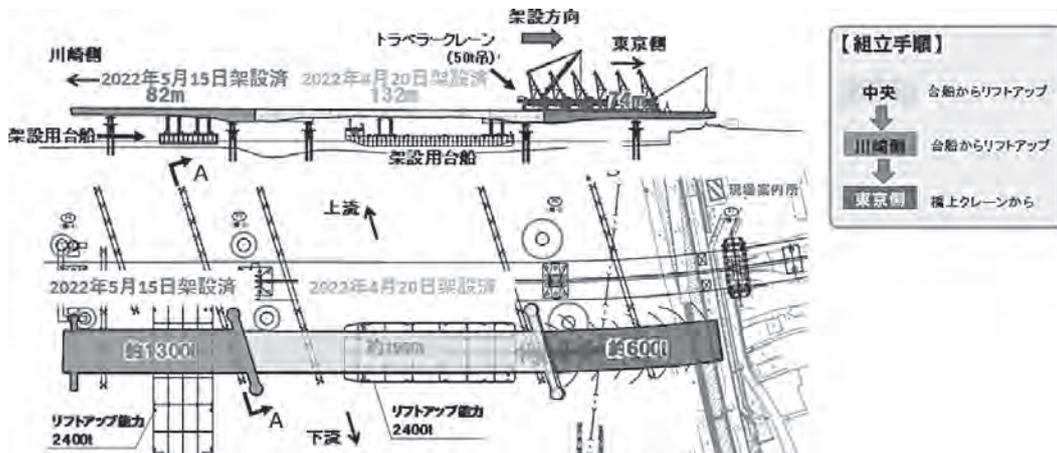


図-5 新設桁架設状況

ベント設備上に台船一括架設を実施した(写真-2)。また、P6-P7間については、他の径間とは異なり、架設位置に大型台船の進入が困難なため、トラベラクレーン工法により、新設桁の組立てを実施した(写真-3)。



写真-2 大ブロック架設状況



写真-3 トラベラクレーン架設状況

P4-P5 径間の大ブロックは長さ約 80 m、重さ約 1,300 t、P5-P6 径間の大ブロックは長さ約 130 m、重さ約 1,900 t におよび、それぞれ有明、磯子で地組を行った。地組完了後、起重機船により大ブロックを 6,000 t 積級台船に載せ、多摩川の現場水域まで運搬した。P5-P6 径間の大ブロックを載せた時の台船の状況図を図-6 に示す。

架設の際は、あらかじめ台船上の昇降ジャッキにより大ブロックをジャッキアップさせ、満潮時に台船をベント設備間の架設位置に進入させた。その後、満潮からの潮位低下、昇降ジャッキのジャッキダウン、台船へのバラスト注水を微調整しながら、ベント設備上にタッチさせ、荷重を移行した。

P4-P5 径間と P5-P6 径間の大ブロック一括架設完了後、P6-P7 径間の新設桁の組立てを実施した。約 30 個のブロックを 2 回に分けて現場水域内に水上運搬し、クレーン台船で、架設が完了している P5-P6 径間上にブロックを荷揚げし、トラベラクレーンにより、新設桁の組立てを実施した。

2022 年 9 月現在、トラベラクレーンによる新設桁の組立てはほぼ完了しており、既設桁の下流側には、架け替えをする新設桁のほぼ全長が完成している(写真-4)。

### 3. 今後の施工予定

Step2 の完了後、Step3, 4 で行う通行止め期間中の作業を極力減らし、お客さまや地元の方への影響を最

- ・架台に組み込んでいるジャッキ(3台×4か所)のストローク  
※1か所あたり300トンの昇降能力を2台、250トンの昇降能力を1台配置
- ・潮位差
- ・バラスト(台船内への注排水)を利用してベント上へ架設する。

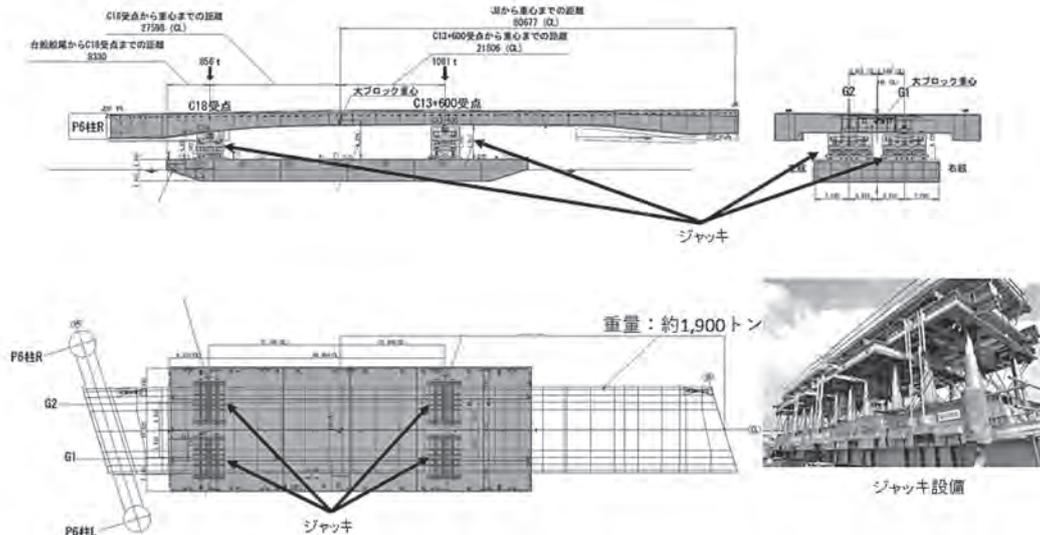
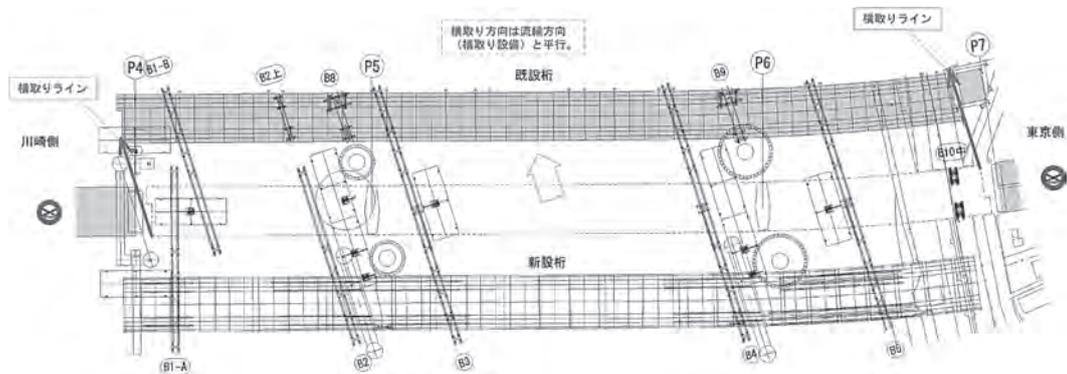


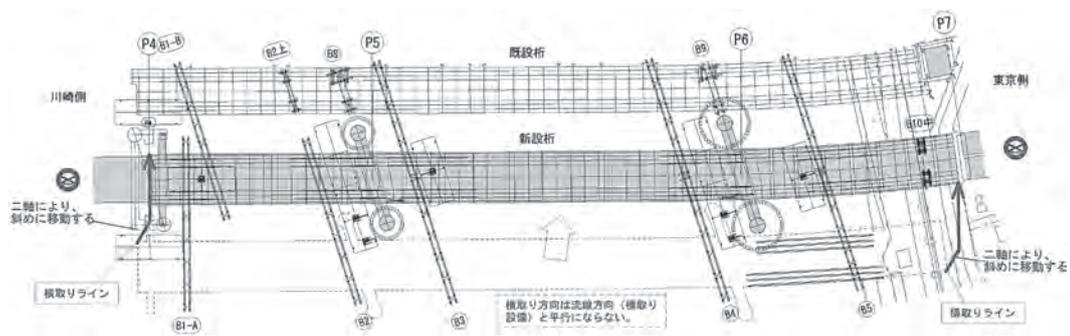
図-6 台船搭載状況 (P5-P6 径間架設時)



写真一 4 新設桁組立状況



図一 7 既設桁横取り撤去計画図



図一 8 新設桁横取り一括架設計画図

小限にするため、新設桁上では、照明設備の配線や照明柱の設置、壁高欄、標識柱の設置、舗装の一部等を可能な限り施工する予定である。

図一 7, 8 に Step3, 4 の横取り一括架設計画図を示す。既設桁は、流心方向に設置されたベント設備上の軌道に沿って、上流側に設置した油圧ジャッキで、桁下横取り設備を PC 鋼より線で引き込み、一軸方向で横移動をする。新設桁は、流心に平行な横移動をする場合、組立て時に東京側の桁の張り出しが民地に影

響を及ぼす可能性がある。そのため、新設桁は民地に影響が無いよう、あらかじめ川崎側へ寄せて、組立てを実施している。これらのことから、新設桁は流心と平行になるような横移動が可能な位置まで図一 8 のように、横取り開始時は橋軸方向と橋軸直角方向の二軸により斜めに移動をする。所定の位置まで、二軸で移動した後、既設桁同様に一軸方向で架設位置まで横移動をする。なお、二軸方向で移動の際は、2 種類の油圧ジャッキを使用する計画である。

また、Step3, 4では桁の横取りのほかに、鋼製橋脚の現場溶接、伸縮装置や舗装・区画線を施工し、必要な検査を行った後、交通開放し、生まれ変わった高速大師橋が供用する。

最後に、Step5にて、既設橋脚や既設桁、河川内のベント設備を撤去し、工事の完成となる。

#### 4. 広報

本工事では2023年度の通行止めを伴う工事を進めるにあたり、工事の概要や進捗、必要性等をお客様や地元の方など、幅広い方にご理解いただくため、認知度向上を目的に、YouTubeによる紹介動画を配信している（写真—5）。

#### 5. おわりに

本事業は工事着手から、現在の新設桁の組立てまで、多くの関係者のご理解・ご協力の元、無事に工事



写真—5 YouTube リンク

を進めることができたことを認識している。心より感謝申し上げます。引き続き、2023年度の約2週間通行止めを伴う、一括架け替え及び、工事完成に向け、安全・着実に工事を進めていきたい。

JCMA

#### 【筆者紹介】

王 サイ（おう さい）  
首都高速道路(株)  
更新・建設局 大師橋工事事務所  
係員



# 道路上の泥土をいち早く撤去する機械の開発

畠 中 徹

昨今の異常気象による自然災害は尋常ではない。線状降水帯に見舞われると、発達した積乱雲が列をなしてほぼ同じ場所を通過・停滞することにより大雨をもたらす。時間当たりの降水量も年々増えており、集中豪雨等により土砂崩れが発生した（高速）道路上の泥土をいち早く撤去する機械の開発を取り上げた。

既存機を流用し、新規設計を盛り込みつつ、従来経験したノウハウを取り入れることにより、短納期でリスクの少ない製品を目指した。製品の延命も視野に入れ、世間に受け入れてもらいやすいこともコンセプトにいった（写真—1）。

キーワード：線状降水帯，土砂崩れ，ワトル，泥土，開発製品

## 1. はじめに

現状の対応は土砂崩れした泥土はペイローダでダンクに積み込んで撤去し、その後、清掃作業を行い復旧させるが、土砂崩れの泥土は想定以上の水分を含んでおり、通常ダンクでは積み込んだ泥土から水分が漏れ出し、走行中道路に垂れ流す状況となる。

通常のダンクでは排出作業ができないため、水密式ダンク車による作業となるが、水密式ダンク車数が少ないため必要台数が集まらず、また、特殊車両のためコストアップとなる。そこで水分の非常に多い泥土にワトルという水分吸収に優れた製紙汚泥焼却灰の再生材を散布することにより、通常ダンクでも搬出可能な土砂に改良出来る開発製品の製作に取組んだ。ちなみにワトルの名称は泥土水分（Water）を吸収する（とる）ことからワトルと名付けたようで、吸水性の高い泥土改質材である。

## 2. 目的，課題，解決方法，開発効果，戦略

### 【目的】

災害時の路面に溜まった泥土（デイド）の効率的な排除

### 【課題】

災害時の路面に溜まった泥土の処理は、水分を含んでいることから、汎用性の低い水密式ダンクを使用し排除しなければならない

積み込みに際しても、トロトロの状態の為効率が悪



写真—1

い。最終的には土壤改良材（ワトル）を投入してウォーカビリティを向上させて排土

### 【解決方法】

路面に溜まったトロ状態の路面を傷めず土壤改良材（ワトル）を散布混合可能な機械の開発

### 【開発の効果】

排土作業全般の機械化による労力軽減，作業効率・時間短縮，早期交通解放を図る

### 【戦略】

日常作業及び災害事象に備えて，災害拠点基地に配備する

## 3. 開発までの経緯

◇最初にワトルを確認し，このワトルを土砂に均一に散布し攪拌する製品開発の検討。

- ◇操作しやすく、安価でワトルが飛散しないで均一攪拌可能なこと。
  - ◇散布で、当初に考えたのは当社で扱っている凍結防止剤散布機の円盤であったが、粉の飛散が問題で採用不可。
  - ◇均一攪拌は、当社のフィニッシャのスクリュユニットを流用出来ないか検討した。
  - ◇高速道路路面を傷つけることなく、泥土とワトルを攪拌するためにスクリュユニットを上下可能にし、スクリュ羽根が路面に接して回転しても傷つけないよう凍結防止剤散布車のウレタンをスクリュ先端部に取付けること（写真—2）。
  - ◇ワトルを効率よく搬送する為にトン袋からの供給を選択し、トン袋の材料を受けるホッパーはどのようなものが良く、飛散させないためにはどう対処すべきかと検討（写真—3）。
  - ◇飛散させないホッパー構造でワトルを均等に搬送でき、スクリュで土砂とワトルを攪拌させる機械を検討し、アスファルトフィニッシャを転用することが簡易であり、各部に枝葉を付けることが良いと考えた。
- トン袋を飛散なく受け止めるホッパーは、通常のアスファルトフィニッシャのホッパーを改良してトン袋を挟み込めるように改造をして、トン袋をユニック等で吊り上げホッパーに入れたと同時に刃物で切り裂くように改良（写真—4）。
- フィーダでワトルを均等に搬送するためにゲートを設け均一搬送で空間が出来ない改造を行い、散布量はフィーダスピードで調整することとした。
- ◇安価に抑えるためにはアスファルトフィニッシャの中古機を転用し、改造すれば廉価に配備できる。（スクリードが痛んでも本体機能は充分発揮可能）本機は新品。
  - ◇水分量の多い泥土を貯め込むためには、スクリュユ



写真—2

ニット後部に切削機のモールドボードをイメージしたプレートで堰き止める構造と、泥土が溜まった状態でバーフィーダからワトルを供給し、攪拌することとした（写真—5）。

攪拌をされたワトルと泥土はモールドボードを開くことにより後部に排出させた（写真—6）。

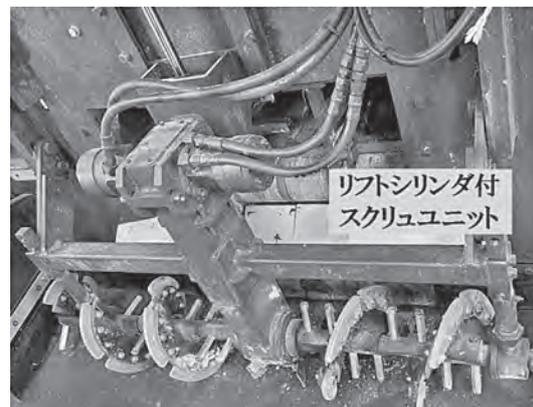
- ◇スクリュユニットはシリンダで上下操作を可能とし、先端部にウレタンエッジを取付けることにより路面に接しても傷つけず、混合物の送り（正逆）をタイマー制御することによりオペレータ負担



写真—3



写真—4



写真—5

の軽減を図った（写真一七）。

◇モールドボードから排出された水分量の少ない混合物を鋤ユニットと呼んでいるシャフトで筋を入れる工夫を行った。筋を入れることによりワトル入り土砂は断面積が大きくなり乾きやすくなる効果がある。当シャフトの各々にガスダンパーを取り付けた。取付の目的は路面のワダチの対応であった（写真一八）。

◇この鋤ユニットには、作業時前進走行で筋を入れて作業終了後、ユニットを上げるのを忘れ、バック走行をさせると鋤ユニットを損傷させるため、鋤ユニット自動スイッチが入っている時には走行レバーがバックに入ると鋤ユニットが自動で上昇する機構を採用した。

◇機械的には完成したが、更に使い勝手の追及を目指します。

#### 4. おわりに

開発製品のパートナーは西日本高速道路メンテナンス関西(株)、五洋建設(株)、ジャイワット(株)だった。

今回のような特殊な開発機の複数生産台数は望むことは難しいと考えるが、災害が発生した際において大いに活躍が期待できる。災害が発生しないのは一番ですが、災害復旧に向けた開発製品に取組んでいる会社が有るという事を頭の片隅に入れていただければ幸いです。

開発製品はゼロからのスタートでいろいろとアイデアを出して、打合せを進め図面を描き部品製作から組



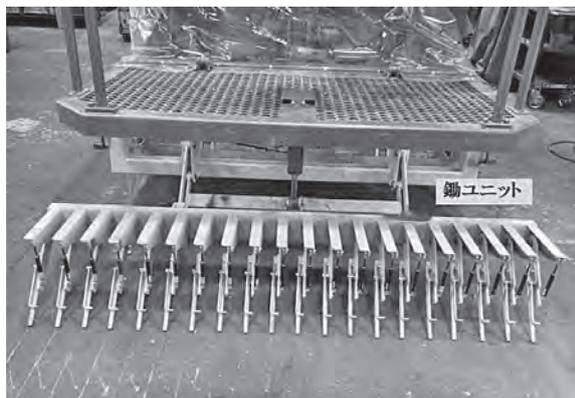
写真一五



写真一六



写真一七



写真一八

立、また不具合部の改良を行い、テストを繰り返すと言う業務ですが、チャレンジしない限り生み出せないものである。失敗も含めた開発は決して無駄にはなりません。

これからも環境に配慮した機械の開発、先進機械に取り組み社会に貢献してまいります。

最後に開発にチャレンジさせてくださった、西日本高速道路メンテナンス関西(株)に感謝を致します。

JCMA



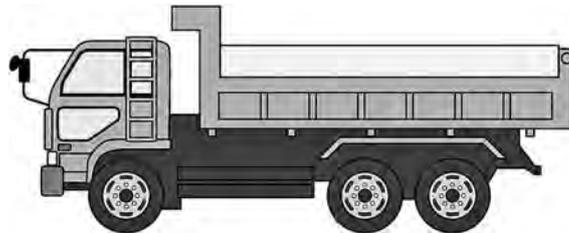
[筆者紹介]

畠中 徹 (はたなか とおる)

範多機械(株)

営業本部 特機部

営業技術 G 主席技師



# グースアスファルトフィニッシャ

溜池晃志

重要な社会インフラである橋梁の多くは、現在更新時期を迎えつつあり、今後は架け替え工事や補修等による工事量の増加が見込まれている。それら橋梁の舗装に不可欠な舗装機械であるグースアスファルトフィニッシャ HGP55W について紹介する。

キーワード：グースアスファルト舗装、環境性能、舗装性能、安全性、メンテナンス性、輸送性

## 1. はじめに

グースアスファルト舗装はドイツで開発された舗装技術で日本国内でも広く利用されている。舗装にはグースアスファルトと呼ばれる高温（240℃前後）で流動性の高い特殊なアスファルト混合物を用いた流し込み工法が主体で、不透水性で撓み追従性や耐衝撃性に優れていることから主に橋梁の鋼床板の防水層（基層）として利用されている。さらに低温でもひび割れしにくい等の特徴もあることから寒冷地の表層としても利用されている。

日本国内ではグースアスファルトフィニッシャと呼ばれる舗装機械で敷き均す工法が一般的で、クッカー車と呼ばれる特殊運搬車両からアスファルト混合物の供給を受けながら敷均しを行う。今回は当社で開発し製造しているグースアスファルトフィニッシャ HGP55W（以下、本機種という）の特長について紹介する。

## 2. 主要諸元

本機種の外観を写真—1 および写真—2 に示す。また、主要諸元を表—1 に示す。

## 3. 製品の特長

アスファルトフィニッシャには環境性能や舗装性能、安全性、メンテナンス性、輸送性等さまざまな性能を求められるが、グースアスファルトフィニッシャの様な特殊舗装機械もその例外ではなく、本機種はグースアスファルトフィニッシャを保有するユーザーから得られた数多くの意見や要望を取り込み、各機能

を充実させた機械であり、ここではその特長について紹介する。

### (1) 環境性能

建設機械の環境性能を示す基準としてエンジンの排気ガスに対する基準と騒音に対する基準があるが、その他に近年では環境性能の目安としてCO<sub>2</sub>の排出量削減や燃料消費量の低減等も挙げられる。



写真—1 外観（前方視）



写真—2 外観（後方視）

表-1 本機種主要諸元

主要諸元			
寸法	全長	mm	5,790
	全幅	mm	2,490
	全高	mm	2,555
	質量	kg	11,550 (最大 12,050) セルフローダによる 輸送が可能
エンジン	メーカー・型式	-	いすゞ 4JJ1X
	総排気量	L	2,999
	定格出力	kW/min <sup>-1</sup>	70.9/2,000
	最大トルク	N・m/min <sup>-1</sup>	359/1,600
舗装能力	舗装幅	m	2.4 ~ 4.5 (油圧伸縮) 最大 5.5 (EXT 付)
	舗装厚	mm	10 ~ 100
	舗装速度	m/min	0.5 ~ 12
	締固方式	-	V
	ホッパ容量	t	1.4
	コンベヤ	t/h	70 (スクリュー式)
	スクリュー	-	油圧伸縮式

当社の標準アスファルトフィニッシャでは標準装備されている「エコモード」機能を本機種でも採用しており、エンジンの高回転域を2段階で切り替えることが可能となっており、施工負荷に応じて切り替えることで燃料消費量を抑えると共に騒音の低減にも効果がある。

特に流動性の高いグースアスファルト混合物では、通常のアスファルト混合物に比べてコンベヤ・スクリューに掛かる負荷やスクリードの牽引抵抗も少なく済むので、エコモードを使用することが燃料消費を抑える上で有効である。

## (2) 舗装性能

### (a) 超低速走行時の安定性

グースアスファルト舗装の必須機能の一つに超低速性能があり、本機種はこの要求を満足し最低舗装速度 0.5 m/min に於ける安定走行を実現している。この機能を実現するにあたり、高速走行と低速走行を両立させる減速率の大きな走行装置が必要不可欠であるが、この要求仕様を満足する機械式トランスミッションを備えることで実現している。

### (b) 合材送り能力 (コンベヤ装置)

グースアスファルトフィニッシャのコンベヤ装置は、合材が漏れ出ない様に密閉性に優れたオーガ式のタイプが一般的であるが、この場合コンベヤのシュート部分の幅の広さは、スクリュー羽根径よりも少し大

きくらいで、左右方向への撒き出しは機械後部の撒出スクリュー装置に頼る部分が多かった。しかし本機種ではこのコンベヤ装置全体を油圧シリンダでスイングさせることで、シュート部分を幅広い範囲で動かす構造を有しており、本体フレームのコンベヤトンネル幅をスイングさせる為の空間に使うことで広い範囲で合材を投下することを可能にしている (図-1)。

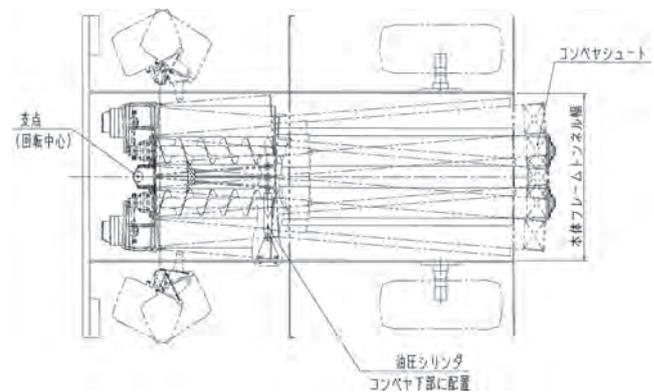


図-1 コンベヤ装置

さらにこの機能のもう一つの利点として、横断方向に勾配の付いた現場でその性能を発揮する。流動性の高いグースアスファルト混合物は投下後重力の影響で傾斜に沿って流れ落ち易い為、少しでも勾配の上流側に合材を投下した方がより効率よく合材を撒き出すことが可能である。

### (c) 合材送り能力 (スクリュー装置)

また横方向の撒出スクリュー装置には油圧伸縮式を採用している。更なる撒き出し性能の向上の為、スクリューケーシングを外側に配置することでフロントスクリューからリヤスクリューへの合材の乗継ぎ性を改善しスクリード端部まで安定した合材供給を可能にしている。

スクリューに連動して伸縮するリテイニング (チェーン式) も備えており、下り坂の舗装で合材が前に流れ出てしまうのを広い範囲で防ぐことが可能である (図-2)。

### (d) デュアルマット (2枚式) スクリード

スクリードには、パイプレータ式2枚スクリード (デュアルマットスクリード) を採用している。左右のスクリードが独立している為に密閉構造とすることが可能で、スクリード内部へ合材が侵入し易いグースアスファルト舗装に適している。特にクラウンをつけた際に左右対称 (3枚) 式スクリードでは中央に隙間が生じて合材が進入し易くなるのに対し、2枚式スクリードでは隙間が生じないという利点があり、これが2枚式スクリードを採用した理由でもある (図-3)。

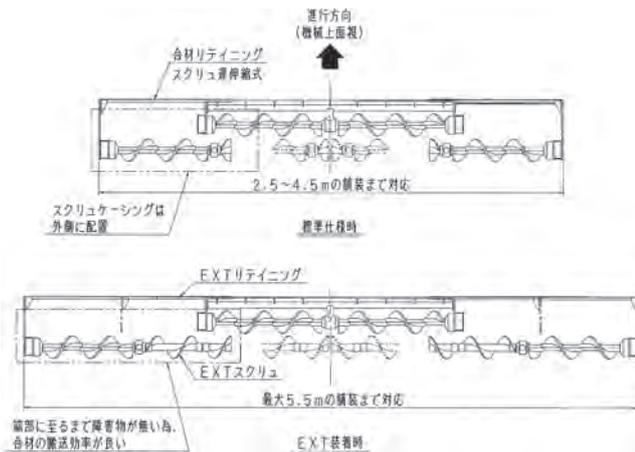


図-2 スクリュー装置

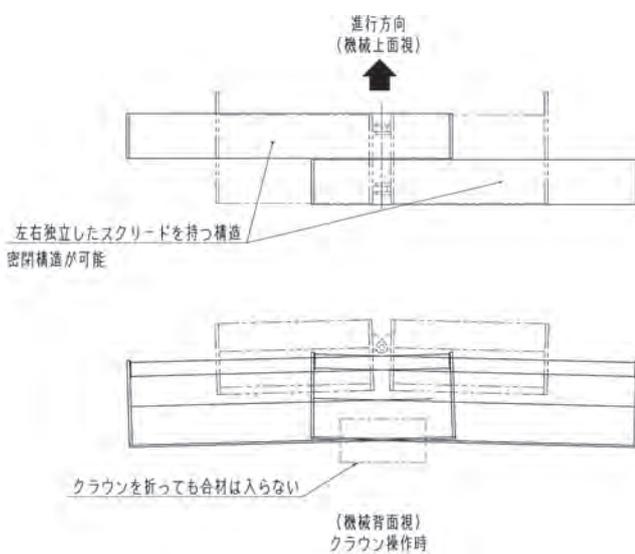


図-3 スクリード配置

スクリードプレートには高温なグースアスファルト混合物でも熱歪みが生じにくい厚板 ( $t=14\text{ mm}$ ) の耐摩耗鋼板を採用し熱によるスクリードプレートの変形を防止している。さらに舗装厚調整と同時に段差の調整も必要でその操作頻度も多いことから、段差調整装置には油圧モータ式を採用し容易に調整可能としている。

舗装厚制御方式には従来のレベルローラ方式とリフトシリンダ (吊下) 方式を採用し、いずれも操作が容易な油圧シリンダ式を採用し油圧シリンダには微小な舗装厚調整に適し且つ耐リーク性能に優れたものを採用している。また舗装厚制御には AGC (オートグレードコントローラ) が使用可能で、特にタイヤのたわみの影響を受けやすいリフトシリンダ (吊下) 方式においてその効果を発揮する。

#### (e) 伸縮式プッシュローラ

各ユーザーが保有する様々な形状をもつクッカー車に対応すべく、プッシュローラには前後伸縮機構を採

用している。プッシュローラのストロークは前後方向 200 mm を確保しており、クッカー車が接車した際にクッカー車のシュートとホッパの関係を最適位置に調整することができる。

プッシュローラの伸縮にはオプションで油圧シリンダ式も設定しており、油圧式の場合は無段階で位置調整が可能でより扱い易いものとなっている。

### (3) 安全性

グースアスファルトフィニッシャは 240°C もの高温なアスファルト混合物を扱う為、加熱装置にも相当の火力が求められる。グースアスファルトフィニッシャにはスクリードの加熱装置に加え合金を保温する為、コンベヤ装置にも加熱装置を設けている。それぞれの加熱方式にはトーチバーナやラインバーナによる直火加熱方式を採用している機械が多く、温度制御機能も無く作業中は常時加熱されていた。その為火災の発生率が高く、作業員は常に火災の危険性にさらされていると言っても過言ではなかった。ユーザーからは加熱装置の安全性の向上を求める声も多く、本機種の加熱装置には火災の発生率が低く均一加熱性能の高い LPG 熱風式ヒータを採用している。さらに、失火時にガスラインを自動的に遮断する失火検知機能も備え安全性を高めている。万一火災が発生しても、非常停止ボタンで機械を停止させると同時にガスラインも即断し、非常停止を解除してもガスラインだけは手動で操作を行わない限り復帰できない様な安全回路も備えている。その他の機能として自動温度制御機能も備えており、過加熱防止やガス消費量の低減を図っている。

### (4) メンテナンス性

グースアスファルト混合物の流動性の高さ故、旧型グースアスファルトフィニッシャではスクリードの隙間から合金が進入するケースが多く、進入した合金の影響で加熱性能が低下することからこまめに清掃をする必要があった。

本機種では、スクリードプレートの形状を L 型曲げ形状とし、プレート高さを十分高くすることでプレート上部からの合金の進入を防いでいる (図-4)。

### (5) 輸送性

グースアスファルトフィニッシャの舗装厚制御には前述のレベルローラを使用することが多かった。これはレバリングアームに取り付けて使用するものがあるが、取り付け際に本体の幅からはみ出たまま取り付けた状態ではセルフロードによる回送が出来な

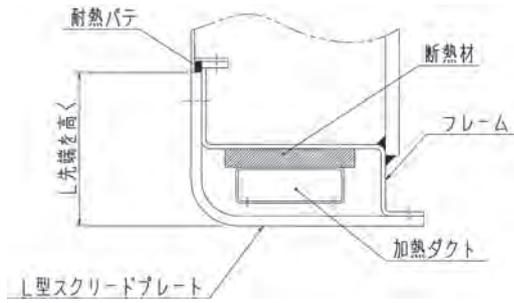


図-4 スクリーンプレート形状

くなるという不都合もあり、ユーザーは回送と施工の度にレベルローラを着脱する必要があり、またレベルローラは重量物でもある為着脱作業には危険が伴っていた。このような問題点に着目し、輸送性を向上させる為レベルローラを容易に着脱できるような格納装置を設け、さらにレベルローラを使わないときは輸送幅以内に格納できるスペースも機械本体に確保している(図-5)。

#### 4. おわりに

今回紹介したグースアスファルトフィニッシャー HGP55W は、舗装を行う上での基本性能に加え、環境性能、メンテナンス性、安全性、輸送性にも配慮し

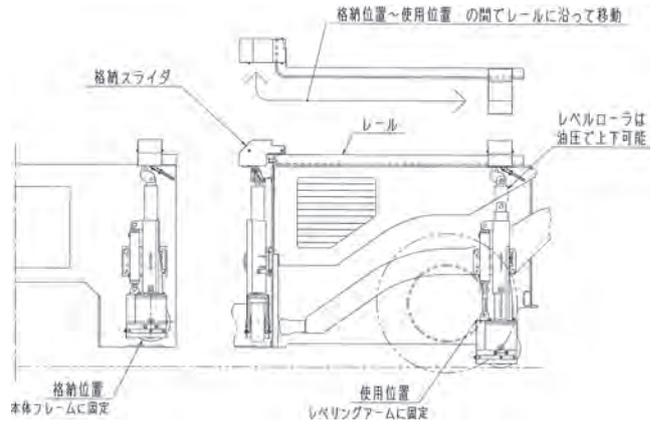


図-5 レベルローラ格納装置

た機械である。

今後もこれまで以上に厳しくなる環境負荷低減や安全性向上の要求、および多様化が進む施工技術に対応したより良い機械を提供していきたいと考えている。

JCMIA

[筆者紹介]  
 溜池 晃志 (ためいけ こうじ)  
 住友建機㈱  
 技術本部 道路機械技術部  
 主任技師

# 全ての口径に対応できる機械式ビット交換工法と ビット交換ロボットの開発

田村 憲

小口径から大口径まで全ての径に搭載可能な機械式ビット交換工法「THESEUS工法<sup>®</sup>」を2020年に開発した。本工法は、シールド機内側からカッタースポーク背面に接続可能な可動式マンホールを備えており、接続後はカッタースポーク内部と機内が一体となった空間を作業スペースとして大気圧下でビット交換ができる工法である。実工事への適用にあたり、課題として、シールド口径が大きくなるにつれ取扱うビットが重くなること、交換対象ビットに手が届かない箇所が発生することから、人力によるビット交換には限界がある。

そこで、人力に代わり、カッタースポーク内の空間を自走し、ビット交換作業をするロボットを開発した。本稿では当該工法とビット交換ロボットの開発及び実証実験について報告する。

キーワード：ビット交換，ロボット，遠隔操作，自動化

## 1. はじめに

近年、都市部での施工となるシールド工事では、地下構造物の輻輳、振動・騒音や交通渋滞の誘発により中間立坑の築造が困難であり、またその築造コストを削減するために掘削径を問わず長距離化する傾向にある。さらに、平成13年4月1日施行の『大深度地下の公共的使用に関する特別措置法』（以下、大深度法）により、地下30～40m以上の大深度地下利用に関する規制が緩和され、大深度シールドトンネルの需要が高まっている。立坑築造における経済性・安全性などを考慮すると、長距離化の傾向は更に続くと考えられる。

一方、大深度化により掘削対象土は従来、比較的柔らかい砂質土や粘性土の土質が多かった地盤から、砂礫や軟岩等の硬質な地盤が掘削対象となり、カッタービットの摩耗量は増大している。これに対応するため、ビットの耐摩耗性、耐衝撃性を向上させる技術が開発されているが、ビット無交換での施工には限界があり、掘進に伴い許容摩耗量を超えるカッタービットに対して、交換が必要となる。

従来のビット交換には、地盤改良等により安定化した域内にシールド機を停止させた後に人が切羽に出て交換する方法や立坑を築造して交換する方法、シールド掘進機に特殊な装置を取り付け交換する方法等がある。前者は危険作業、工期の長期化、高コストといっ

た問題があり、後者は機械設備が高額であるものや、小口径シールドに適用できないもの等がある。このような状況から、地上工事を必要とせず、補助工法の省略により経済的に、かつ安全に行える機械式ビット交換工法は、今後、益々需要が高まると考えられる。

筆者らは「小口径から大口径まで適用可能」で「地盤改良等の補助工法が不要」かつ「任意の場所で全ての先行ビットを無制限に交換可能」をコンセプトに開発した新しい機械式ビット交換技術「THESEUS工法<sup>®</sup>」（Taisei-Hitz Easy and Speedy bitExchange Unit Systems 以下、本工法）を開発した。

実工事への適用にあたり、シールド機の口径が大きくなるに従い、取扱うビットが重くなることや交換対象ビットに手が届かない箇所が発生することから、交換時の作業効率の低下や手指の挟まれ等の安全上の課題があり、人力によるビット交換作業には限界がある。

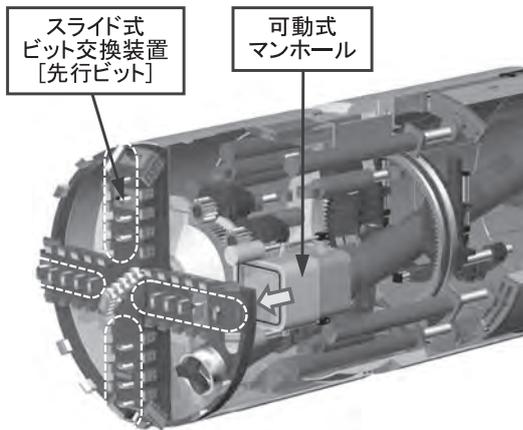
そこで、本工法を中口径以上のシールドに適用する際の要素技術として、これまでの人力作業に替わるビット交換ロボットも開発し、実大モデルによる実証実験を行った。

## 2. 従来のビット交換工法との比較

従来の機械式ビット交換は、カッタースポーク内に人が入り交換する方法や、カッターヘッド内部に機械式の交換装置を装備する方法等が取られてきた。これ

らは、カッター自体が大きい大口径シールド機には比較的容易に適用可能であるが、中小口径シールド機の場合は、形状寸法の制約から、全ての先行ビットの交換に適用することは困難である。

一方、上記課題の解決を目指し開発した本工法は、シールド機隔壁（バルクヘッド）に設けた可動式マンホールをカッタースポーク背面に接続することで、シールド機内と連続したビット交換用の作業スペースを確保することができる。地山を先行切削しティースビットの保護を担う「先行ビット」を全て交換することを可能としている（図—1）。



図—1 本工法の構成

ここで、可動式マンホールは、バルクヘッドに設けられるカッターモーターや排土装置（土圧式：スクリーコンベヤー 泥水式：送排泥管）に干渉しないように配置することが必要であり、ビット交換時の作業性からは、水平直径位置に配置することがよい。また、可動式マンホールとカッタースポーク背面との接続箇所は、機械的な凹凸の噛み合わせ構造である印籠継手で構成することと、カッタースポークにシャッタースライド機構（図—2）を装備することで、止水性を確保している。

本工法の優れた特徴は、以下の通りである。

(1) 任意の場所でビット交換可能

ビット交換を非開削で行うための地盤改良や、交換用の立坑の構築が不要となるため、地下構造物や沿道環境に左右されることなく、任意の位置でビット交換が可能である。このため、予め交換位置を定めることなく、摩耗状況に応じてビット交換を行うことも可能になる。

(2) 全ての先行ビットを繰り返し交換可能

中口径以上のシールド機では、可動式マンホールから手が届かない位置の先行ビットもあるが、後述する「ビット交換ロボット」を用いることで、全ての先行ビットを交換することが可能となる。簡便で耐久性が高い交換機構を採用することで、繰返しビット交換を行うことも可能である。

(3) 小口径シールドへの適用が可能

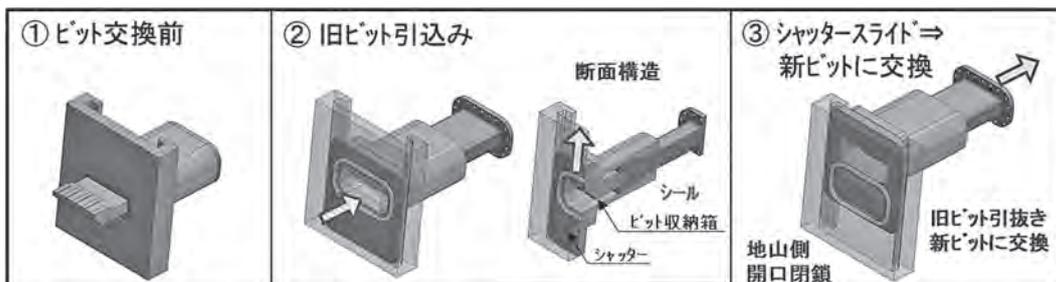
外径3mを超えるシールド機であれば、シールド機駆動部と干渉せずに可動式マンホールを配置可能であり、本工法は小口径シールド機にも装備可能である。

(4) カッタースポーク寸法の変更不要

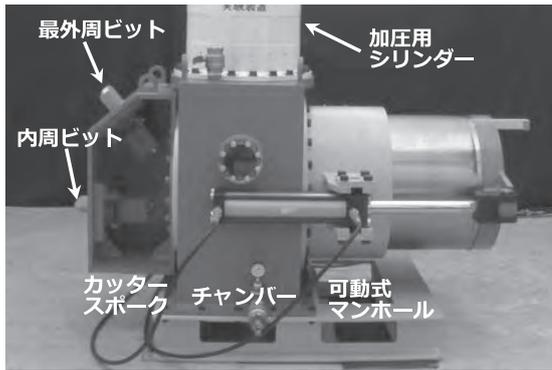
本工法ではビット交換時にカッタースポーク内に作業者が立ち入る必要がないため、小口径シールド機の場合でも、スポーク形状寸法（幅および厚さ）を大幅に変更する必要がない。

(5) 地上からの工事が不要

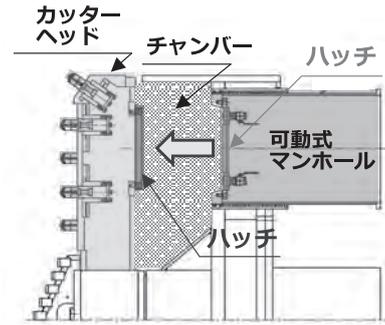
ビット交換時には、予めチャンバー内を高粘性可塑性充填材に置換するとともに、先行ビットを引き込む際には、引き込んだビットの空間に固化材を注入して、発生する空隙を充填することで、泥水式シールドの場合でも切羽面に空洞を生じさせることなく交換できる。



図—2 シャッタースライド機構

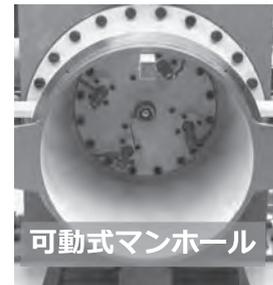


写真一 試験装置



### (6) 交換時間の短縮

ビット交換のための準備作業は、可動式マンホールをカッタースポーク背面に接合し、それぞれのハッチを解放するのみである。このため、シールド機の部品撤去・復旧や交換装置の取付け・取外しに要する時間が不要となり、ビット交換期間の短縮に寄与する。



写真二 可動式マンホール接続前状況

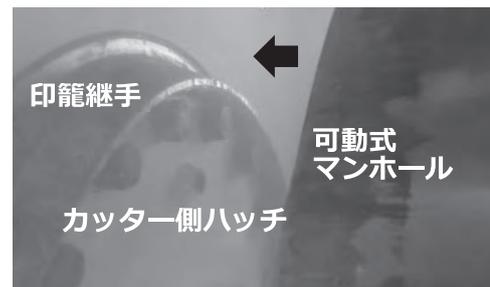
## 3. 実証実験

外径3mのシールド機のカッタースポークを模擬した試験装置(写真一)を製作し、可動式マンホールとカッタースポーク背面との接合部の止水性、ビット交換の効率を確認した。試験装置は、カッタースポーク部、チャンバー部、可動式マンホール部からなり、チャンバー部には水を封入し、その上方に設けたシリンダーにより加圧可能としている

実証実験は以下の手順で実施した。

### (1) 可動式マンホール押し出し ⇒ カッタースポークと接合

チャンバー部を0.5 MPaに加圧した後、可動式マンホールを押し出し、カッタースポーク背面と接合する。接合後、両者のハッチを取り外し、加圧下においても止水性が確保できていることを確認した(写真二～四)。



写真三 可動式マンホール接続中状況(水中)



写真四 可動式マンホール接続後状況

### (2) 内周側ビット交換

内周側のビット交換は、①旧ビットをビット収納箱に引込み(写真五)、②ビット収納箱を上側にスライドさせてビットを地山と分離(写真六)、③ビット収納箱の背面蓋を外し、旧ビットを機内に回収(写真七)、④ビットをビット部、台座部、収納箱背面蓋に分解(写真八)した後、ビット部を新品に交換し、回収と逆の手順で戻す(写真九)。一連の交換作業に約20分を要した。

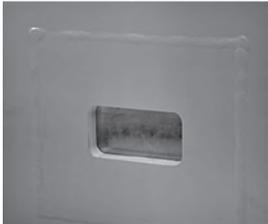
### (3) 最外周ビット交換

最外周ビットも内周側と同様の手順で交換するが、交換時のスペース確保のために、ビット引込み方向を斜め下方にした(写真十)。交換時の滑落防止措置が必要となるため、一連の交換作業に約20分を要した(写真十一)。

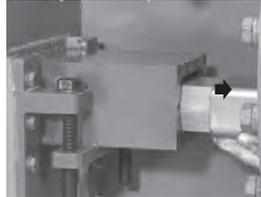
従来工法と比較して、交換時間を大幅に短縮できることを確認した実証試験により、以下の内容を確認す



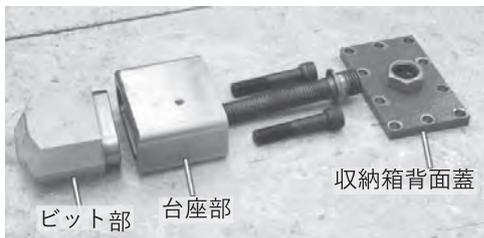
写真一五 旧ビット収納箱引込み



写真一六 前方シャッター開



写真一七 旧ビット機内へ回収



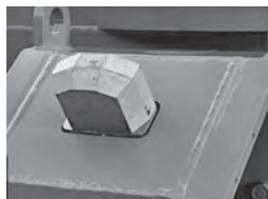
写真一八 ビット分解



写真一九 新ビット交換完了



写真一〇 旧ビット引込み



写真一一 新ビット交換完了

ることができた。

- ①本工法によるビット交換作業は、直径3mの小口径シールド機においても適用可能であり、従来の機械式ビット交換工法と比較しても、短時間で交換が可能である。
- ②地下50mを想定した加圧下においても止水性が確保でき、シールド機内から大気圧下での交換が可能である。

#### 4. 実工事への適用

総合評価落札方式における技術提案において本工法を提案し、地方公共団体の下水道工事を受注した。現在、計画中のシールド機は、掘削外径D=5.56mのシールド機で、可動式マンホールから手が届かない範囲にもビットが配置されることから、遠隔操作によりビットを交換可能とするロボットを考案した。

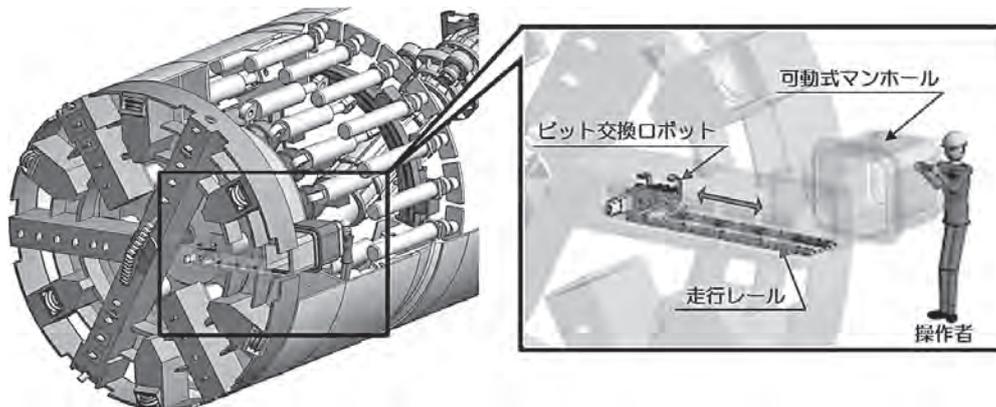
これにより、外径5mを超えるシールド機であっても、全ての先行ビットを交換することが可能となり、特に大口径シールドでは可動式マンホールを複数箇所に配置することで、作業効率の向上が見込まれる。

考案したビット交換ロボット（以下、ロボット）を（図一3）に示す。

#### 5. ロボットの特徴

カッタースポーク内をロボットが容易に移動できるように、横行するためのガイドレールをカッタースポーク内に取り付けておき、交換対象のビットが配置されたカッタースポークを水平にするため、可動式マンホールは3時もしくは9時の位置に配置することとした。

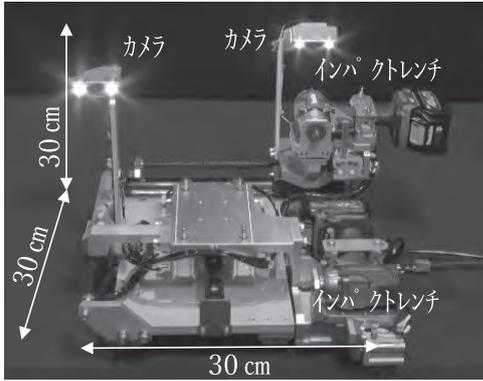
ロボットの特徴は以下の通りである。



図一三 ビット交換ロボット

(1) ビット交換時に後施工で容易に設置可能

ロボットはビット交換が必要となった際、可動式マンホールからカッタースポーク内に設置できるように、コンパクトな形状寸法（長さ 30 cm×幅 30 cm×高さ 30 cm）とした（写真—12）。



写真—12 ビット交換ロボットの形状

(2) シールド機内から遠隔操作可能

スポーク内移動時に交換対象となるビットとの相対位置を調整できるように、ロボットに2台のカメラを搭載した。

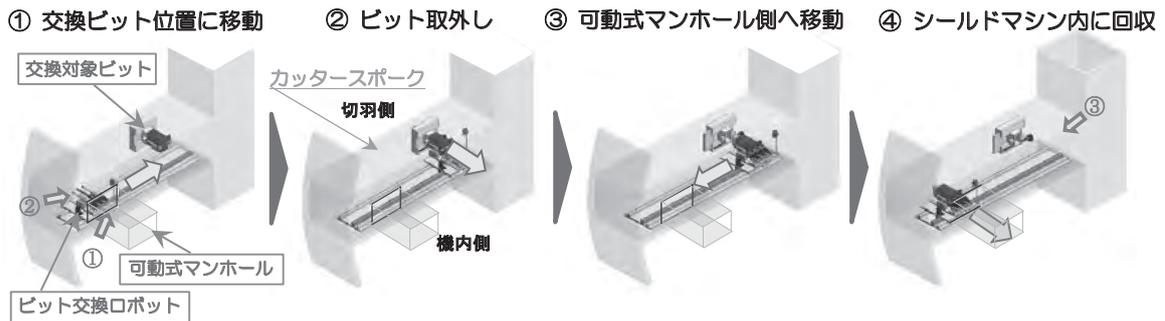
また、ロボットの操作は、シールド機内からの遠隔操作を可能にした。

(3) 市販のパーツを使用し破損時の早急な対応が可能

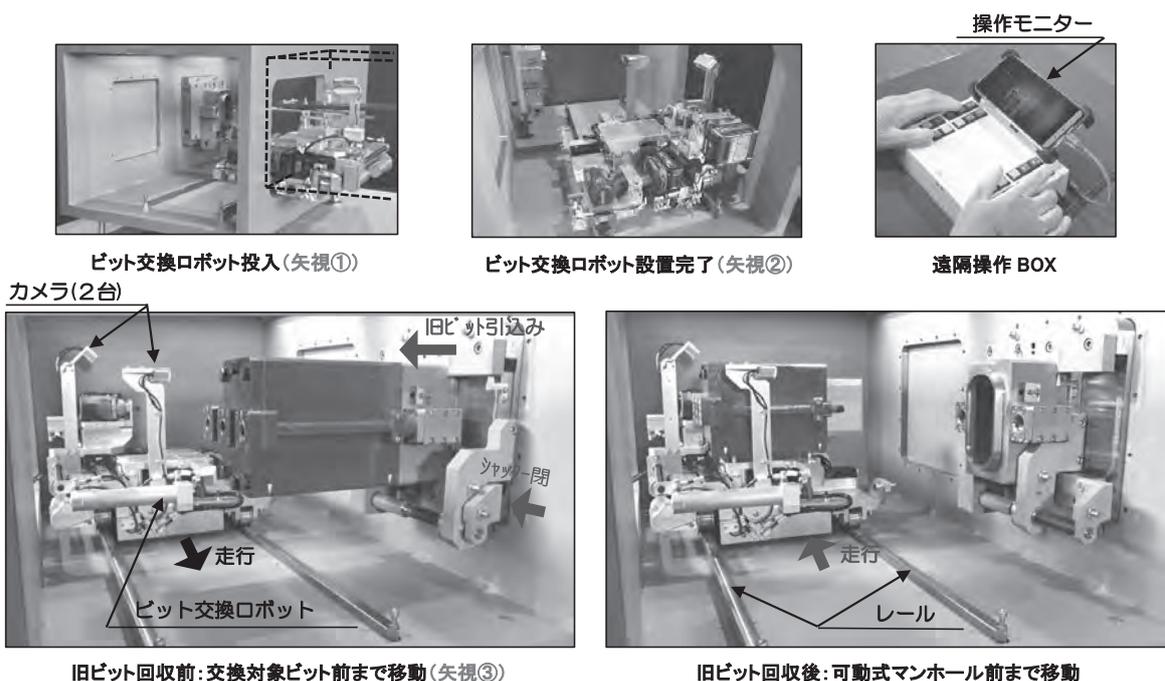
ロボットのパーツにはインパクトレンチをはじめギヤードモーターやエアシリンダーなど、市販品を使用しているため、部品の調達が容易であり、破損時の早急な対応が可能である。

6. ロボット実証実験

実証実験では、ロボットを可動式マンホールからカッタースポーク内に据付けた後、一連のビット交換



図—4 ロボットによるビット交換手順（回収時）



写真—13 実証実験でのビット交換ロボットの作動状況

手順を再現した（図—4，写真—13）。ロボットによるビット交換手順を以下に示す。

- ①ビット交換ロボットが交換対象となる旧ビット位置まで移動（遠隔操作）
- ②旧ビットをスポーク内部に引き込んでスライドシャッター閉鎖した後に取り外し，ロボット本体内に回収（遠隔操作）
- ③旧ビット回収後，ロボットが可動式マンホール位置まで移動（遠隔操作）
- ④可動式マンホールまで移動したロボットから旧ビットをシールドマシン内部に回収（人力）

なお，新しいビットの取付けは，上記と逆の手順で実施した。実証実験は，従来の本工法と比べ交換時間を約40%（20分⇒12分）短縮でき，人力作業をなくすることで，安全性も大幅に向上した。

## 7. おわりに

本工法は，可動式マンホールをカッタースポークに接続して作業スペースを確保するため，小口径シール

ド機でもカッタースポークの厚みや幅を極端に大きくする必要がなく，掘削土のチャンバーへの円滑な移動が可能となる。このため，安定した掘削性能と安全なビット交換機構を兼ね備えたシールド機を実現することが可能である。また，中口径以上のシールド機においては，先行ビットの交換を遠隔で可能にするロボットを開発し，これを利用することで，ビット交換作業の効率化，更には自動化をはかることもできる。

今後は実証試験により得られた知見を改善し，実施工にフィードバックしていくとともに，更なる作業の効率化と安全性の向上に努めていく所存である。

JCMA

### 【筆者紹介】

田村 憲（たむら けん）  
大成建設㈱  
土木本部 機械部 機械技術室  
次長



# 熱風循環式路面ヒータ車を有効活用した 既設グースアスファルト混合物の撤去

田口 翔大・鈴木 泰・井垣 友孝

都市高速道路における舗装更新時には、近隣環境の制約から既設舗装撤去時の騒音が課題となることが多い。その対策として、鋼床版上舗装の撤去にはIH工法が適用されることも多く、その有効性が確認されているが、IH工法では国内保有台数の少ない特殊な専用機械が必要となるため、汎用的な工法とは言い難い。

そこで、IH工法の代替として、国内保有台数が多く、近年では活用の方が少なくなっている熱風循環式路面ヒータ車を用いた既設舗装の撤去について検討を行った。実現場における検証の結果、熱風循環式路面ヒータ車を活用した既設舗装撤去は、既存のIH工法と同様に有効であることがわかった。

キーワード：熱風循環式路面ヒータ車、舗装撤去、グースアスファルト混合物、低騒音、CO<sub>2</sub> 排出量

## 1. はじめに

都市高速道路の高架橋は、上部構造の軽量化のため鋼床版が多く採用されている。鋼床版には輪荷重が直接作用することから、疲労損傷が多く発生しており、鋼床版上に鋼繊維補強コンクリート舗装を適用することによって鋼床版を補強する上部補強工事が近年活発に実施されている<sup>1), 2)</sup>。ここで、都市高速道路は立地条件上、既設舗装の撤去時に発生する騒音が大きな課題となっており、騒音低減対策が求められている。

舗装撤去時の騒音低減対策として、IH (Induction Heating, 電磁誘導加熱) 機械を用いて、既設のグースアスファルト混合物 (以下、グース) を撤去する工法 (以下、IH工法) が適用されている。IH工法は、IHによって鋼床版を加熱し、既設グースと鋼床版との付着を弱めることができるため、舗装撤去時の騒音を低減する対策として非常に有効な工法である。しかしながら、IH工法は国内保有台数の少ない特殊な専用機械を必要とするため、汎用的な工法とは言い難い。

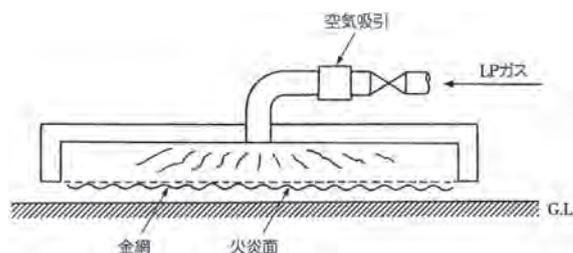
そこで、IH工法に替わる工法として、主に路上表層再生工法に使用されていた路面ヒータ車を用いた既設舗装撤去について検討を行った。路上表層再生工法は、1990年前半までは全国で多く適用されていた工法であったが、近年では施工実績がほとんどなく<sup>3)</sup>、路面ヒータ車の活躍する機会は少なくなっている。IH工法の代替工法として、路面ヒータ車を有効活用した低騒音な舗装撤去工法を確立できれば、今後の継続

的な舗装補修に大きく貢献できるものと考えられる。

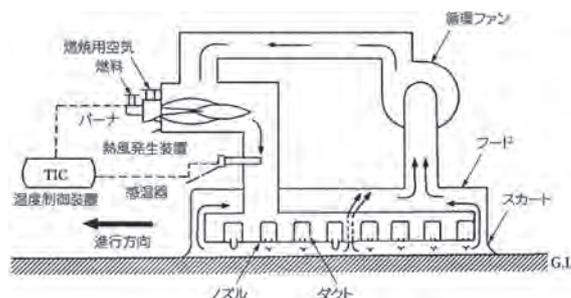
本稿では、路面ヒータ車を用いた既設グースの撤去工法 (以下、ヒータ工法) の室内検討結果および実工事への適用性検証結果について紹介する。

## 2. 本検討で使用した路面ヒータ車

路面ヒータ車の加熱方式にはLPガスを熱源とした赤外線輻射方式と灯油を用いた熱風循環方式がある (図—1, 2)。



図一 赤外線輻射方式ヒータの機構例



図二 熱風循環式ヒータの機構

赤外線輻射方式は、LPガスを燃焼させ金網を加熱することにより金網の輻射熱で路面を加熱する方式である。構造はシンプルであるが、加熱温度調整範囲は比較的狭く、被加熱物との間隔（接近距離）を調節することによって温度調整を行うのが一般的である。

熱風循環方式は、灯油バーナによって発生した熱風を大型の送風機でヒータ本体の加熱面に設けた大量のノズルから路面に高速噴射して、既設舗装面を昇温させる。加熱後の熱風は送風機に戻され、温度低下した熱風は加熱バーナからの熱風とともに適正加熱温度で循環されるため、熱効率が高く、外気へ排出される熱風量も少ない。また低酸素の熱風を循環させるため、既設舗装のアスファルトの酸化劣化も抑制できる。熱風温度は熱風発生装置出口で検出し、これが一定となるようにバーナ燃焼量が自動的にコントロールされる。このため、設定可能な燃焼温度の調整範囲が広く、路面を過加熱することなく発煙量を抑えることができる。また、バーナ火炎が見えない構造となっているため、市街地での工事に適している。

本件では熱風循環式路面ヒータ車（以下、ヒータ車とする）を用いて各種検討を行った（写真－1、表－1）。

### 3. 室内における検討

ヒータ車を用いて既設グースの撤去を容易に行うことを想定した際、グースと接している鋼床版表面温度

と、鋼床版－グース間の付着強度との関係性を予め把握しておくことが必要である。そこで、以下の室内試験を行った。

#### (1) 試験方法

試験に用いる供試体は、鋼床版を模擬したショットブラスト処理後の鋼板（φ100 mm×50 mm，中心部に削孔処理）に、鋼床版用溶剤型プライマー（以下、プライマー）を塗布し、グースを厚さ 50 mm で舗設した。さらに、鋼板中心部の削孔箇所にも熱電対を設置し、鋼板内部温度を測定できる機構とした（図－3）。供試体の上下面には引張試験用治具を接着した。なお、鋼板内部温度と鋼板－グース間の界面温度（鋼板表面温度）との整合性は、予め予備試験によって確認し、両者に大きな差異がないことを確認している。

試験ケースは、鋼板表面の目標温度を最大 100℃ に設定し、100℃ から 20℃ 毎に低減させた。また、常温（23℃）の水準においては、予め熱履歴（120℃ および 80℃）を与えた後に自然放冷させた水準も設けることで、熱履歴が付着強度へ与える影響も併せて確認した。

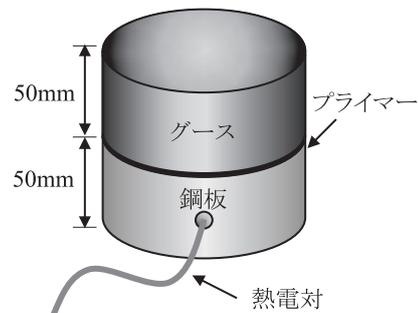
試験は、バンドヒータにて鋼板を加熱し、鋼板中心部の温度が所定の温度となった時点で、直ちに直接引張試験を（載荷速度 0.1 N/mm<sup>2</sup>/sec）で実施し、破壊後の鋼板表面温度と付着強度との関係を確認した（写真－2）。



写真－1 熱風循環式路面ヒータ車

表－1 熱風循環式路面ヒータ車諸元

項目		詳細
仕様	総重量	15,100 kg
	エンジン出力	78.4 kW
性能	加熱幅員	2,480 ～ 4,000 mm
	作業速度	最大 7.0 m/min
	加熱装置	熱風循環式
	熱風温度	最大 750℃



図－3 試験用供試体概要図



写真－2 引張試験状況

(2) 試験結果

鋼板表面温度と鋼板-グース間の付着強度との関係から、鋼板表面温度が60℃を超えると付着強度はほぼゼロとなることを確認した(図-4)。また、常温(23℃)で試験を行ったケースと、予め熱履歴を与えて自然放冷させたケースとでは付着強度に大差がないことを確認した。

4. 実橋における検証

本線鋼床版上において試験施工を実施し、当該工法の適用を試みた。グースの供用年数(劣化状況)によって、施工性への影響があることも考えられたため、施工場所は首都高速道路で供用年数の異なるグースが設

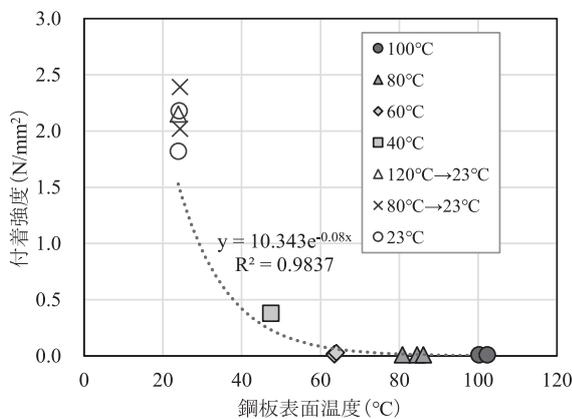


図-4 鋼板表面温度と鋼板-グース間の付着強度の関係

置されている2箇所を選定した(表-2)。施工縦断方向に計測点A~計測点Eの5箇所の計測点を設け、熱電対を設置しグースと鋼床版の温度と施工性との関係性を確認した。各計測点の熱電対は、ヒータ車の熱風と直接接するヒータ加熱範囲の側縁内部と、側縁内部から溢れた熱風が外気と触れる側縁外部を対象とし、それぞれ表層を切削した基層グース表面および鋼床版界面の温度が測定できる箇所に設置した(図-5, 6)。計測点Aはヒータ車の稼働起点部に該当し、熱風の暖気を含めた走行前からの熱履歴が加わる箇所であり、計測点Bと計測点Eは添接部、CとDは平滑部であり、それぞれ供用年数が異なった箇所を対象としている。試験施工の機械編成は、切削機の後にヒータ車を配置し、さらにはその後ろにグースを鋼床版から剥がすためのバックホウ(0.2m³級)、廃材運搬用ダンプ、廃材積込用のバックホウ(0.2m³級)の順に配置した(図-7)。

なお、ヒータ車によるグースの加熱の際の鋼床版界面の目標温度は、室内試験結果から得られた付着強度

表-2 試験施工箇所の概要および条件

項目	内容
施工箇所	湾岸線(西)連絡路 湾-420付近
施工規模	幅員: 3.7m 延長: 36m 面積: 130m²
撤去対象	供用後24年および38年経過後のグース
目標界面温度	80℃(走行速度にて調整)

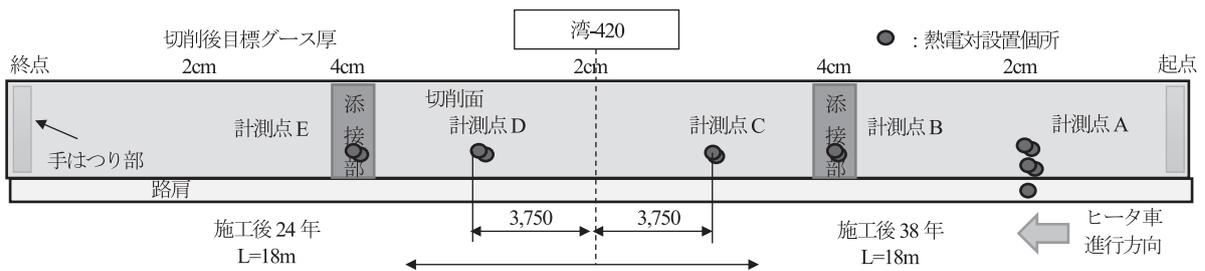


図-5 施工平面および熱電対設置箇所



図-6 熱電対設置箇所(計測点A断面図)

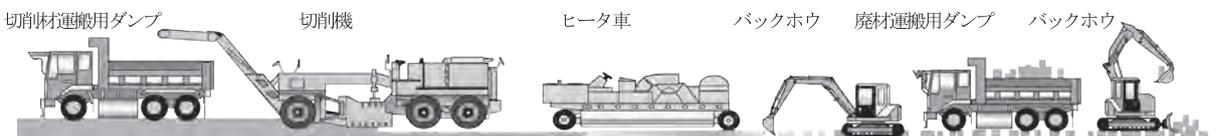


図-7 機械編成

がほぼゼロとなる温度60℃に対し、ヒータ車によるグースの加熱後からバックホウによる撤去までのタイムラグや、グースの面的な残存厚のばらつきを考慮し、80℃に設定した。

(1) 鋼床版温度とヒータ車走行温度

試験施工は、起点部（計測点A）の鋼床版の界面温度が80℃となった時点で、約0.5 m/min の速度でヒータ車の走行を開始した（写真一3）。走行開始後は、各計測点の温度データを確認しながら目標界面温度80℃に到達するようにヒータ車の速度を調整した。結果、起点部に近い計測点Bでは、速度調整がうまく行えず目標とする界面温度に達することはなかったが、計測点C～E通過時ではヒータ車の走行速度を約0.3 m/min とすることで、目標とする鋼床版の界面温度を満足することができた（表一3）。また、鋼床版の界面温度は、ヒータ車通過後直ちに低下することはなく、しばらくは緩やかに上昇する傾向を確認した（図一8）。

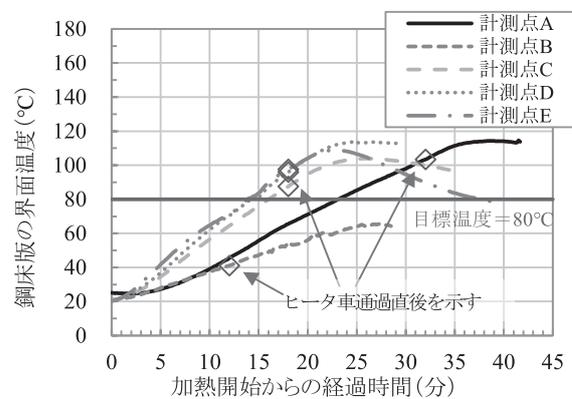
(2) グース撤去の施工性

ヒータ車によって加熱されたグースは、平滑部はバックホウにてグースを簡易に剥ぎ取ることが可能であった。一方で、添接部は平爪バケットがボルトに接触してしまうことにより、バックホウによるグースの

撤去は困難であったものの、バール等を用いた人力で撤去を行うことで、鋼床版表面温度が60℃程度であった計測点Bの添接部においても撤去することが可能であった（写真一4、5）。供用年数による施工性に差異はなく、いずれの供用年数においても良好な施工性であった。

(3) 既存の工法との比較

ヒータ工法とIH工法、さらに人力によるグースの撤去（以下、従来工法とする）の3つの工法に対して、施工時間、経済性（コスト）、施工時に発生する騒音値、およびCO<sub>2</sub>排出量の4項目について比較した。なお、



図一8 鋼床版の界面温度測定結果



写真一3 ヒータ車による既設グース加熱状況



写真一4 平滑部の既設グース撤去状況

表一3 鋼床版の界面温度とヒータ車走行速度

測点	加熱時間*1 (分)	鋼床版の界面温度 (°C)		走行速度 (m/min)	グース残存厚 (mm)	備考
		ヒータ車 通過直後	撤去時推定*2			
A	32	103.3	103.3 ~ 114.6	0 → 0.53	32	起点部
B	13	41.1	41.1 ~ 65.6	0.38	42	添接部
C	18	87.5	87.5 ~ 103.9	0.28	34	平滑部
D	18	95.9	95.9 ~ 114.4	0.28	31	平滑部
E	18	97.6	79.5 ~ 108.9	0.28	32	添接部

\*1 ヒータ車の前方の加熱範囲直下に計測点が入り、後方から出てくるまでの時間

\*2 ヒータ車が計測点上を通過してから、バックホウによる撤去までの温度データから算出



写真-5 添接部の既設グース撤去状況

施工時間、コスト、CO<sub>2</sub>排出量は、IH工法とヒータ工法の場合は添接板の有無や気象条件等によって検証結果は異なってくると考えられるが、施工実績から得られた施工時間、費用および機械稼働時間を参考に、従来工法を1.0とした際のIH工法、ヒータ工法の各項目の比率を試算した。その結果、ヒータ工法は従来工法に比べ短時間で施工が可能であるほか、コストも優位であることがわかった。また、ヒータ工法の施工時に発生する騒音値は、従来工法に比べ小さい結果となり、IH工法と同程度の騒音低減効果があることが確認できた。一方で、CO<sub>2</sub>排出量は、ヒータ工法は従来工法に比べ大きくなる結果であったが、IH工法よりも低減できる可能性が確認できた（表-4）。

表-4 3工法の比較

項目	従来工法	IH工法*	ヒータ工法
施工時間	1.0	1.5	0.9
コスト	1.0	1.5	0.7
騒音値	1.0	0.8	0.8
CO <sub>2</sub> 排出量	1.0	2.6	1.6

\* IH工法のみ、添接部有の条件で算出

## 5. おわりに

一連の検証により、本検討の範囲内においては、ヒータ工法は新たな既設舗装の撤去工法として、従来の撤去方法やIH工法と同等以上の施工能力、経済性を有

した汎用的な工法として有効であることを確認した。

本検証では実工事における鋼床版表面温度の管理手法の確立や、気象条件や現場条件の異なる場合における適用性までは確認ができていない。今後は、それらの課題についての検討を行っていき、本技術を汎用工法として確立していく所存である。本技術が普及することにより、より効率的な舗装の維持修繕が行っていくことが可能となることを望む。

## 謝 辞

本技術の適用性検討に伴い、多大なるご協力を頂きましたパシフィックコンサルタンツ(株)、首都高メンテナンス東東京(株)の皆様には、謝意を表します。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 杉原他：首都高速神奈川管理局内の鋼床版 SFRC 補強の取り組み，第33回日本道路会議，2019.11.
- 2) 杉本：阪神高速道路フレッシュアップ工事における舗装補修工事，舗装，2017.3.
- 3) SR工法技術振興会：路上表層再生工法平成29年度（平成29年～平成30年3月）施工実績，2018.
- 4) 社団法人日本道路協会：道路橋床版防水便覧，2007.3.

### 【筆者紹介】

田口 翔大（たぐち しょうた）  
鹿島道路(株)  
技術開発本部 技術研究所  
主任研究員



鈴木 泰（すずき やすし）  
鹿島道路(株)  
技術開発本部 機械部  
副部長



井垣 友孝（いがき ともたか）  
首都高速道路(株)  
東京東局 土木保全設計課



# スタティックフォームドアスファルトを用いた再生アスファルト混合物の特性

## スタティックミキサによる泡の微細化技術

鈴木 祥高・廣田 哲人

フォームドアスファルトは、アスファルト中に水を噴射し泡を発生させ、泡のベアリング効果によりアスファルト舗装の締固め度向上を図る技術である。そのベアリング効果を向上させるため種々の検討を行い、それらを進めていく中で、通常のフォームドアスファルトへスタティックミキサを用いることで泡が微細化され、マイクロバブルが発生することを確認した。本報文は、このマイクロバブルの効果を検証すべく、各種試験を行った結果について報告するものである。

キーワード：アスファルト舗装，フォームドアスファルト，マイクロバブル，中温化，作業性改善

### 1. はじめに

フォームドアスファルト（以下、フォームド As）は既存の技術<sup>1)</sup>であり、現在では多くのアスファルトプラントに導入が進んでいる。通常のフォームド As は、As へ水をフォーミングガンなどにより噴射し製造するものである。このフォームド As を混合物へ用いることにより、フォームド As 内に存在する泡がベアリング効果を生じ締固め向上などの効果が得られる。このことから、ベアリング効果の更なる向上を図ることで、混合物の温度が低下した際の締固め度の向上および作業性の改善が可能となると考えた。

本論文では、室内検討により泡の微細化がベアリング効果の向上となることが認められたため、実際のプラントを用いて試験練りを行った結果を報告するものである。

### 2. スタティックフォームド As の開発

#### (1) 気泡径と各種特性

気泡径と各種性状<sup>2)</sup>を表—1に示す。

一般的なフォームド As の効果をより高く、またよ

り長時間維持させるためには、小さな泡を大量に発生させることが必要である。これは、気泡径が小さくなるほど水中における上昇速度が遅くなるとアスファルト中における泡が保持されるとともに、同量の気泡を製造した場合に個数が増えベアリング効果が増加すると考えられたためである。

#### (2) スタティックミキサの特徴

スタティックミキサは、化学工場で薬品の液体混合や、食品工場でビールなどの液体と炭酸ガスの気液混合を行っている。

そのスタティックミキサの気液混合技術に着目して、スタティックミキサを用いたフォームド As の製造を行った。スタティックミキサの外観を写真—1、内部の元素（ミキサの羽根）を写真—2に示す。



写真—1 スタティックミキサ外観



写真—2 内部の元素（ミキサの羽根）

表—1 気泡径と各種性状の関係

気泡径 d	上昇速度 U (m/min)	気泡個数比	面積比
1 mm	5.4	1	1
10 μm	$3.26 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^6$	100
100 nm	$3.15 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{12}$	$1.0 \times 10^4$

スタティックフォームド As に用いるスタティックミキサは、パイプ内部にエレメントと呼ばれる長方形の板をねじった形の羽根があるミキサを用いたもので次の特徴がある。

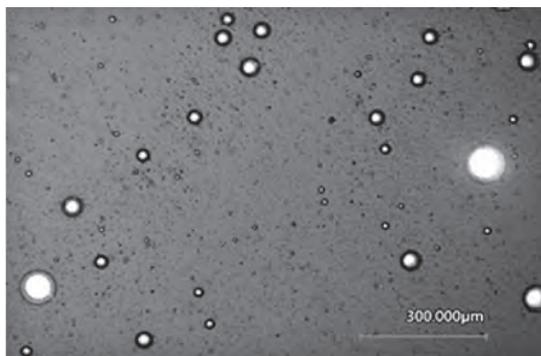
- ①回転・駆動部がないため電源が不要で、消耗部がほとんど無くメンテナンスフリーである。
- ②気液混合の場合、液体がエレメントを通過する際に分割・転換・反転の作用が発生し、液体の渦流および気体のせん断により泡が微細化される。
- ③シンプルな構造で圧力損失が少なく製造時のサイクルタイムの変更が無いため、従来と同様の出荷が可能である。

### (3) スタティックフォームド As の観察

スタティックミキサを用いて製造されたスタティックフォームド As 内の泡を確認するために、電子顕微鏡で観察を行った。電子顕微鏡で観察した通常のフォームド As を写真—3、スタティックフォームド As を写真—4 に示す。



写真—3 通常のフォームド As



写真—4 スタティックフォームド As

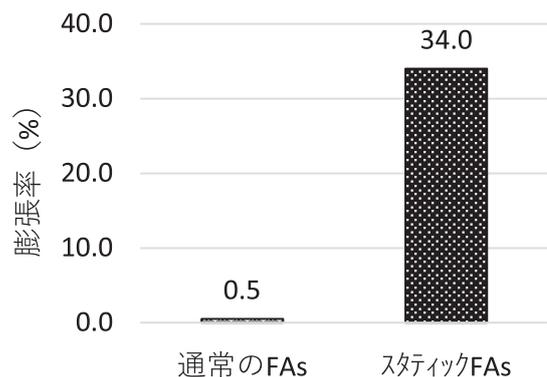
両フォームド As 共に、製造直後にサンプリングを行ったものである。目視による観察であるが、通常のフォームド As では、粒径が大きいかつ残存する泡も僅かである。対してスタティックフォームド As では、粒径が小さな泡（マイクロバブル）が大量に見ら

れることから、スタティックミキサによる泡の微細化が行われていることが確認できる。

### (4) スタティックフォームド As の性状

通常のフォームド As とスタティックフォームド As について、膨張率試験を行い泡の持続性を確認した。吐出後 15 分経過したフォームド As の膨張率試験結果を図—1 に示す。

なお、これ以降、表および図中におけるフォームド As は、FAs と表記する。



図—1 膨張率試験結果

図—1 より、通常のフォームド As の泡は 15 分経過後ほとんど消滅しているのに対し、スタティックフォームド As は 34% の泡を保持している。フォームド As 中の泡を微細化することで、泡が長時間保持されることを確認した。

## 3. スタティックフォームド As の室内検証

### (1) 試験項目および試験条件

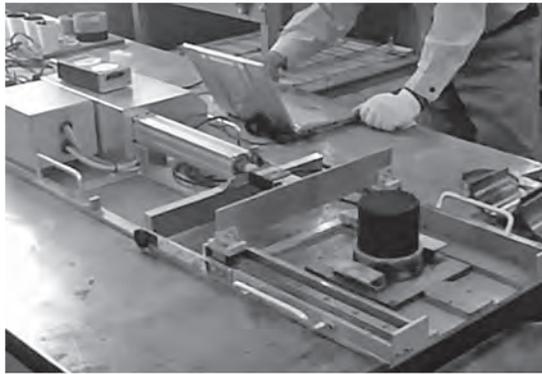
試験項目および条件を表—2、レーキ負荷試験を写真—5 に示す。

泡を微細化したスタティックフォームド As の効果を確認するため、混合物の物性確認試験を行った。マーシャル供試体は、通常の打撃回数 50 回に加え、端部や狭小部での小型の転圧機械を用いた施工を想定して 25 回の供試体の作製を行った。検証に用いた混合物は、再生密粒度 (13)、再生骨材配合率 50% である。

なお、レーキ負荷試験<sup>2)</sup>とは、作業性評価の試験方法で、レーキを模した載荷板にロードセルを取付け、突固めた試料を押して値 (kN) を計測するものである。その指標は、レーキによる負荷が「40 未満：非常に良好」、「50 未満：良好」、「50 以上：労力を要する」としている。

表一2 試験項目および条件

試験項目	試験条件
マーシャル供試体密度測定 (締固め度)	養生温度 (145, 115, 85℃)
レーキ負荷試験 (レーキ負荷)	養生時間 (1H), 打撃回数 (50, 25 回)
ホイールトラッキング試験 (動的安定度)	養生温度 (145℃), 養生時間 (1H)



写真一5 レーキ負荷試験

(2) マーシャル供試体密度測定

マーシャル締固め度の結果を表一3、締固め度と温度の関係 (50 回) を図一2、締固め度と温度の関係 (25 回) を図一3に示す。

締固めのしやすさを示す締固め度について、打撃回数 50 回は、通常のフォームド As と比較して 145℃ではほぼ同等の値であるが、115℃では 0.2%、85℃では 0.5%の差異が見られた。打撃回数 25 回については、145℃ではほぼ同等の値であるが、115℃では 0.3%、85℃では 0.5%の差異が見られる。

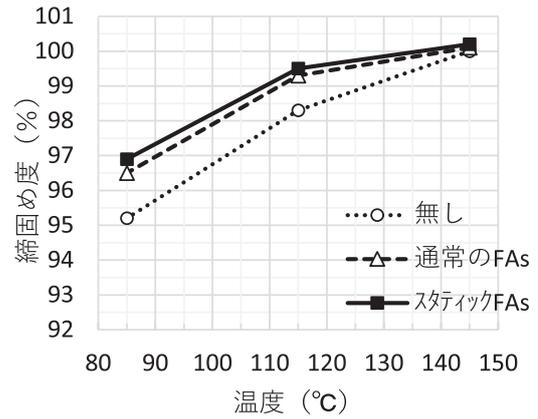
(3) レーキ負荷試験

レーキ負荷の結果を表一4、レーキ負荷と温度の関係を図一4に示す。

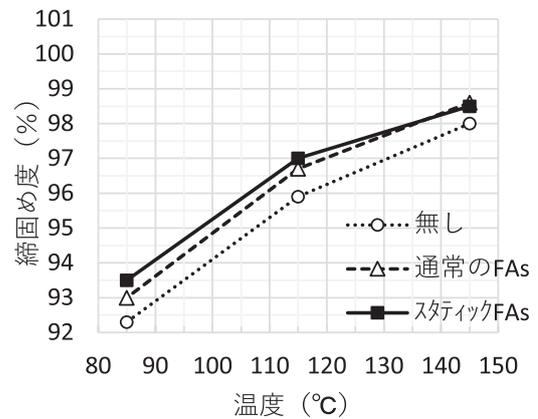
作業性のしやすさを示すレーキ負荷について、145℃ではほぼ同等の値であるが、115℃で 40 未満を示しているのはスタティックフォームド As だけであり良好な作業性を確保している。

表一3 マーシャル締固め度の結果

フォームド	締固め度 (%) 50 回			締固め度 (%) 25 回		
	145℃	115℃	85℃	145℃	115℃	85℃
無し	100.0	98.3	95.2	98.0	95.9	92.3
通常の FAs	100.3	99.3	96.5	98.6	96.7	93.0
スタティックFAs	100.4	99.5	97.0	98.5	97.0	93.5



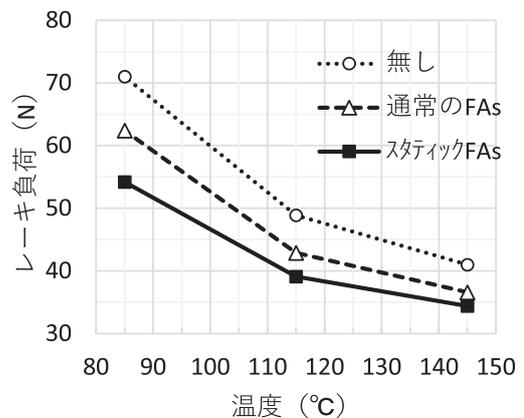
図一2 締固め度と温度の関係 (50 回)



図一3 締固め度と温度の関係 (25 回)

表一4 レーキ負荷の結果

フォームド	レーキ負荷 (kN)		
	145℃	115℃	85℃
無し	41.0	48.9	71.0
通常の FAs	36.6	42.9	62.4
スタティック FAs	34.4	39.1	54.2



図一4 レーキ負荷と温度の関係

(4) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験の結果を表一5に示す。対流動性を示す動的安定度について、いずれの供試

表一五 ホイールトラッキング試験の結果

フォームド	動的安定度 (回/mm)
無し	1,750
通常の FAs	1,671
スタティック FAs	1,736

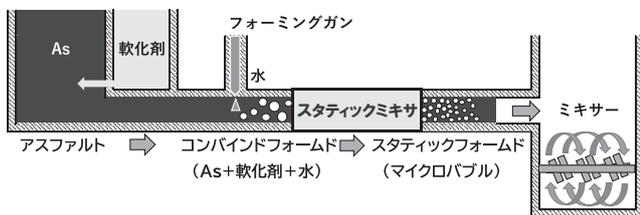
体も 1,700 前後と、一般的な混合物であるフォームド As 無しと同等の品質である。

#### 4. プラント実機での検証

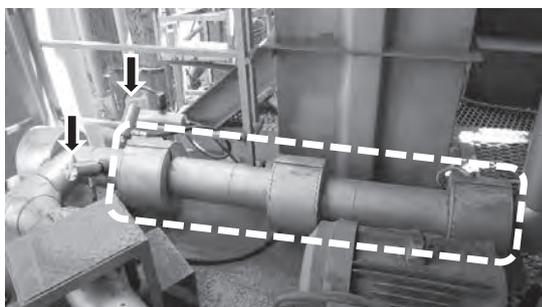
##### (1) スタティックフォームド As の概要

室内でスタティックフォームド As の効果が確認できたため、プラント実機での検証を行った。プラントにおけるスタティックフォームド As 装置の概要を図一五、プラントに設置したスタティックフォームド As 装置を写真一六に示す(矢印はフォーミングガン、破線はスタティックミキサ)。

今回用いたスタティックフォームド装置は、再生用添加剤をミックスしフォーミングするコンバインドフォームド As と、これらの泡を更に微細化するスタティックミキサを組合せたものである。



図一五 スタティックフォームド As 装置の概要



写真一六 スタティックフォームド As 装置

##### (2) 試験項目および試験条件

試験項目および条件を表一六に示す。

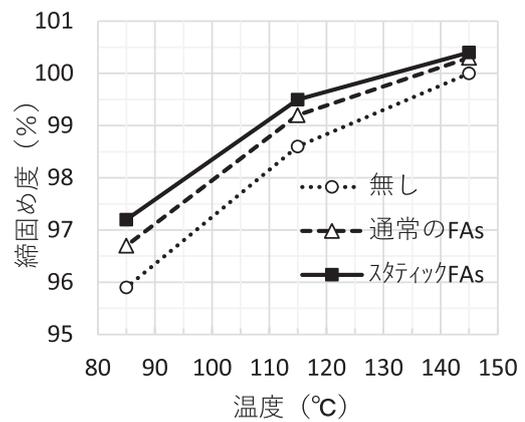
なお、検証に用いた混合物は、再生密粒度 (13)、再生骨材配合率 50% である。

##### (3) 試験結果

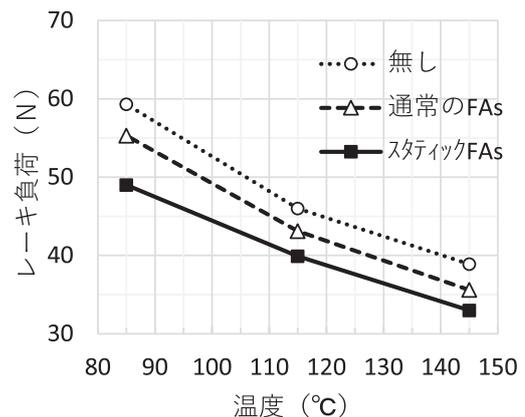
試験結果一覧を表一七に示す。

表一六 試験項目および条件

試験項目	試験条件
マーシャル供試体密度測定 (締固め度)	養生温度 (145, 115, 85℃), 養生時間 (1H)
レーキ負荷試験 (レーキ負荷)	
ホイールトラッキング試験 (動的安定度)	養生温度 (145℃), 養生時間 (1H)



図一六 締固め度



図一七 レーキ負荷

表一七 試験結果一覧

フォームド	締固め度 (%)			レーキ負荷 (kN)			DS (回/mm)
	145℃	115℃	85℃	145℃	115℃	85℃	
無し	100.0	98.6	95.9	38.9	46.0	59.3	1,927
通常の FAs	100.3	99.2	96.7	35.6	43.1	55.3	2,079
スタティック FAs	100.4	99.5	97.2	33.0	39.9	49.0	2,100

室内の試験結果同様に、締固め度およびレーキ負荷ともにスタティックフォームド As を用いた混合物が最も優れた値を示した（図—6, 7）。

また、ホイールトラッキングについて、全ての試料で2,000回/mm前後の値を示しており一般的な混合物であるフォームド As 無しと同等の結果である。

## 5. まとめ

今回の検証結果から得たスタティックフォームド As の知見を以下に示す。

- ①スタティックミキサを用いたスタティックフォームド As 装置は、通常のフォームド As と比較して微細な泡の製造が可能となる。
- ②通常のフォームド As と比較して長時間の泡の保持が確認できた。
- ③打撃回数 50 回の締固め度の向上はもとより、少ない締固めエネルギーの打撃回数 25 回においても締固め度の向上が見られた。
- ④作業性の指標であるレーキ負荷の向上も見られ、微細化された泡の効果が作業性の向上にも寄与することが確認できた。

## 6. おわりに

スタティックフォームド As を用いることで、温度低下した As 混合物や小さな転圧エネルギーでも従来

通りの締固め効果が得られることから、長距離運搬や大型の転圧機械が乗入れできない狭小部においても品質確保が可能であると考えられる。また、レーキ負荷の低減から作業性の改善も可能であり作業環境の改善につながる。今後は、長距離運搬時の物性確認および更なる効果向上を目指し開発を進めて行く予定である。

JCMA

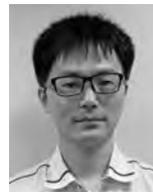
### 《参考文献》

- 1) L.H.Csanyi：フォームド・アスファルト舗装について，道路，1964年11月
- 2) 柘植秀樹：マイクロバブル・ナノバブルの基礎，日本海水学会誌，第64巻，第1号，pp4～10，2010年10月
- 3) 鈴木祥高，村井宏美，吉野敏弘：評価法を用いた再生混合物の品質評価，日本道路会議論文集，2019年11月

### 【筆者紹介】



鈴木 祥高（すずき よしたか）  
世紀東急工業㈱  
関西支店関西試験所  
所長



廣田 哲人（ひろた あきひと）  
世紀東急工業㈱  
技術本部技術研究所  
研究員

# アスファルト混合物製造におけるCO<sub>2</sub> 排出量削減技術

守 安 弘 周

アスファルト舗装の総延長は、日本全国で 100 万 km にも及んでおり、この舗装ストックを今後も持続的に利用しなければならない。このような状況下、我が国は 2050 年までにカーボンニュートラルの達成を目指すことを宣言し、舗装業界においてもアスファルト混合物のカーボンニュートラルの達成は重大な課題となった。ここでは、アスファルト混合物製造における CO<sub>2</sub> 排出量削減技術として再生エネルギーの利用と燃料使用量削減技術について紹介する。

キーワード：バイオマス燃料、二流体バーナ、中温化アスファルト混合物

## 1. はじめに

我が国は、脱炭素社会にむけて 2050 年までに CO<sub>2</sub> をはじめとする温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言した。カーボンニュートラルとは温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させることで、温室効果ガスの排出量を実質的にゼロにすることを意味し、その達成には排出量の削減および吸収量の増加が必要である。

舗装業界においては、アスファルトプラントでアスファルト混合物を製造する際に大量の CO<sub>2</sub> が発生するが、これは骨材乾燥加熱に用いる化石燃料（一般的には A 重油を使用）の燃焼に起因するところが大きい。一般的なアスファルト混合物の CO<sub>2</sub> 原単位は図—1 に示す<sup>1)</sup> ように混合物の製造にかかわるものが全体の約 60% を占めており、そのうちの約 90%（全体の約 50%）が骨材の加熱・乾燥に使用している燃料が占めている。そのため、混合物製造に伴って使用する燃料から発生する CO<sub>2</sub> を抑制することが最も効果的な対策の 1 つであると言える。CO<sub>2</sub> を抑制する方

法には様々なものがあるが、ここでは使用する燃料を従来の A 重油から再生可能エネルギーに変更する技術およびアスファルト混合物製造時の燃料使用量を削減する技術について紹介する。

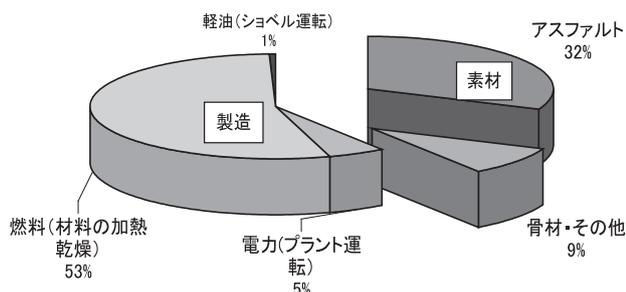
## 2. 再生可能エネルギーの利用

再生可能エネルギーは、化石燃料と異なり資源が枯渇することなく安定的に供給され、CO<sub>2</sub> を排出しないもしくは増加させないエネルギーである。再生可能エネルギーには太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電などがあるが、アスファルト混合物製造においては骨材の加熱・乾燥に用いる燃料としてバイオマス燃料を使用する。

### (1) バイオマス燃料

バイオマス燃料は動植物由来の有機系資源利用した燃料であり、燃焼時には化石燃料と同様に CO<sub>2</sub> を排出するものの、主な原料となる植物がその成長過程で大気中の CO<sub>2</sub> を吸収するため、実質的な排出量がゼロとなる。

ここではバイオマス燃料のうち木屑のガス化炉から発生する燃焼ガスの副産物として生成される「木質タール」と廃食用油からエステル交換反応でバイオディーゼル燃料を生成する過程で生成される「廃グリセリン」を A 重油に置き換えてアスファルト混合物を製造する技術について紹介する。木質タールおよび廃グリセリンの代表的な物理性状は表—1 に示す通りであり、2つの燃料ともに A 重油に比べ粘度が高



図—1 アスファルト混合物製造に必要なエネルギーの内訳 (原単位換算)

表一 各燃料とA重油の物理性状

	密度 15℃ (g/cm <sup>3</sup> )	動粘度 50℃ (mm <sup>2</sup> /s)	水分 (%)	総発熱量 (MJ/ℓ)	新発熱量 (MJ/ℓ)
木質タール	1.127	36.4	7.05	-	31.13
廃グリセリン	1.006	33.9	1.12	28.12	24.95
A重油	0.842	2.12	0.0	38.44	36.04

く、発熱量は木質タールが約90%、廃グリセリンは約70%である。

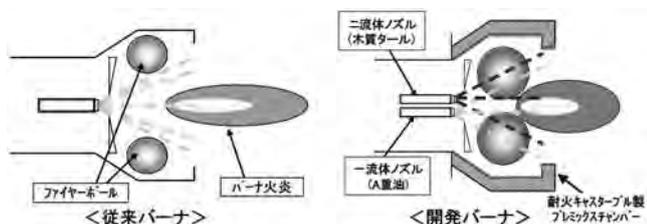
(2) バイオマス専用バーナ

木質タールおよびグリセリンはA重油に比べ粘度が高く、製造設備や材料などの影響で性状が大きく変動する燃料である。そのため、従来のバーナではポンプでの安定的な燃料供給が困難であり、燃焼が不安定になるため、写真一 および図二 に示すようなバーナを開発した。

開発バーナは燃料の気化を促進するため、火種であるファイアーボールを大きく高温にし、さらに図より分かるように従来バーナが1つの噴射ノズルに対して開発バーナは2つのノズルを設けた。そのノズルの1つは従来バーナと同じA重油を供給する一流体ノズルであり、もう1つはバイオマス燃料の供給状態や品質に合わせて安定した供給ができるように、圧縮空気



写真一 バイオマス燃料専用バーナ



図二 開発したドライヤバーナ

のエネルギーで液体燃料を気化する二流体ノズルとした。このように配管回路を含めたノズルを独立させることにより、A重油とバイオマス燃料の混合による凝集現象を回避するとともに、不安定なバイオマス燃料側の配管回路でトラブルが生じて、A重油のみでも運用を可能とした。なお、運転方法はバイオマス燃料100%での燃焼も可能であるが、A重油をカロリー比で10%以上燃焼させることで、バイオマス燃料を安定的に燃焼することができる。

(3) CO<sub>2</sub>削減効果

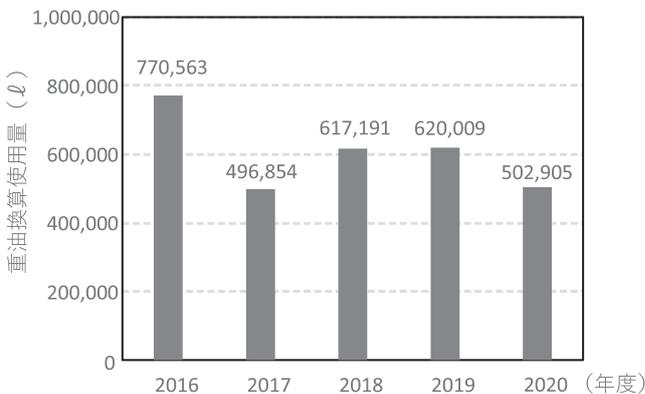
表二は、燃料として木質タールとA重油を90:10の割合、廃グリセリンとA重油を30:70の割合で使用して混合物を製造した場合のCO<sub>2</sub>排出量を示したものである<sup>2)</sup>。A重油の代替燃料としてバイオマス燃料を用いることでCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減することができる。

(4) バイオマス燃料の使用量

図三にバイオマス燃料の使用量の推移を示す。近年さまざまな理由により安定的な廃グリセリンの入手が困難になっており、そのような地域では使用済の天ぷら油などのSVO油 (Straight Vegetable Oil) の使用にも取り組んでいる。

表二 A重油代替燃料のCO<sub>2</sub>排出量削減効果

燃料の種類	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /t)	CO <sub>2</sub> 排出量 削減率 (%)
A重油100%	25.91	-
木質タール90%+A重油10%	4.61	82.2
廃グリセリン30%+A重油70%	19.46	24.9



注) 使用燃料: グリセリン, 木質タール, SVO

図三 バイオマス燃料素養量の推移

### 3. 燃料使用量削減技術

アスファルト混合物の製造時の燃料使用量を削減させる技術には、製造温度を低下させる中温化技術がある。中温化には、発泡剤、粘弾性調整剤、滑剤などの添加剤を混入し製造する技術とアスファルトを機械的に泡状化させ製造するフォームドアスファルト（以下、FAs）技術がある。ここでは、導入が容易で、アスファルトの性状を変化させない FAs 技術について紹介する。

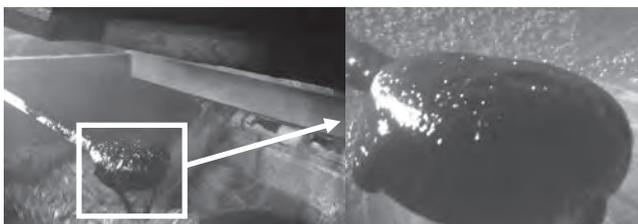
#### (1) FAs 技術概要

FAs 技術とは、液体状のアスファルトに少量の水を添加することでアスファルトを泡状化して混合物を製造するものである。泡状化したアスファルトの大半が混合物製造時に消滅するが、混合物中に残存する微細泡のベアリング効果によって締固め特性が向上し、製造・施工温度が低減可能となる。施工後温度が低下すれば、泡の影響はなくなり、供用時の品質が確保される。

#### (2) 性能の向上

FAs 技術は一般的に新規混合物への適用に限るものであった。これは、新アスファルトの添加量の少ない再生混合物へ適用した場合、温度低減効果が低くなるためである。しかしながら現在再生混合物の出荷量は全混合物の約 75%にも及んでおり、再生混合物への適用は不可欠である。そのため再生混合物への適用を目指し、技術の改良を図った。専用装置および発泡補助剤により FAs の性能向上を図った<sup>3)</sup>。従来 FAs は発泡・膨張した後、比較的径の大きな泡同士が結合・肥大化することにより消滅し、施工時における微細泡の残存量が減少していたが、技術改良により FAs は微細泡化し（写真—2 参照）混合物内の残る微細泡の量が増加したため、ベアリング効果が高まり混合物の締固め特性が向上した。

また、更なる温度低減効果の向上を図るため、再生用添加剤に FAs 技術を適用した。これにより FAs 旧アスファルトと再生用添加剤の均一な分散・混合が図



写真—2 改良フォームドアスファルト

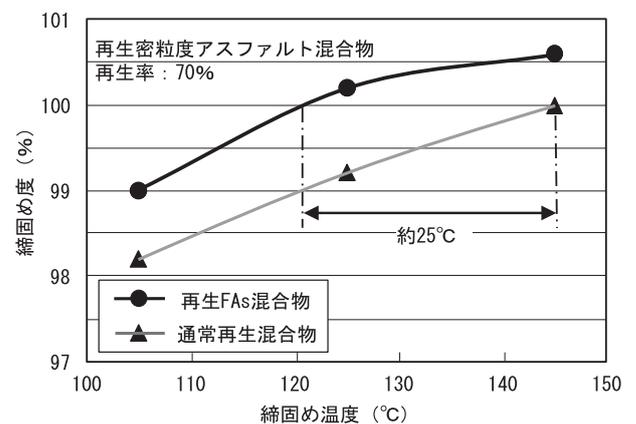
れるとともに、旧アスファルト内への微細泡の混入も期待できる。

室内試験により図—4 に示すような通常の再生混合物と技術改良した FAs を用いた再生 FAs 混合物の締固め温度と締固め度の関係が得られた。この結果より再生率 70% の高再生率であるにも関わらず再生 FAs 混合物は締固め温度を 25℃ 低減可能であり、高い締固め特性を有していることが分かる。また、混合物の代表性状は表—3 に示す通りであり、再生 FAs 混合物は通常の再生混合物より締固め締固め温度を 25℃ 低下させても混合物性状の大幅な低下は見られなかった。

#### (3) CO<sub>2</sub> 排出量の低減効果

表—3 はアスファルト混合物の製造温度と燃料使用量の関係を示した<sup>4)</sup> 一例である。表より骨材の含水比が 4.4% の場合、製造温度を 30℃ 低下すると燃料使用量が約 20% 低減することが分かる。アスファルト混合物製造に必要なエネルギーのうち燃料によるものが約 53% であることを考慮すると、骨材の含水比などの製造条件により異なるものの混合物の製造温度を 25~30℃ 低減することで CO<sub>2</sub> 排出量の 10% 前後の削減が期待できる。

骨材の乾燥・加熱に用いる燃料をバイオマス燃料に 100% 置き換えることで実質的な CO<sub>2</sub> 排出量ゼロになるが、実際燃料を燃焼すれば CO<sub>2</sub> は排出される。その



図—4 温度と締固め度の関係図

表—3 混合物の代表性状

試験項目	通常再生混合物	再生 FAs 混合物
再生率 (%)	70	70
供試体作製温度 (°C)	145	120
マーシャル安定度 (kN)	12.6	10.2
残留安定度 (%)	96.8	95.1
動的安定度 (回/mm)	1,800	1,410
動的はく離率 (%)	1.3	2.1

表一4 重油使用量およびCO<sub>2</sub>排出量の削減率

条件	製造温度(°C)	製造数量(t)	重油使用量(ℓ/t)	CO <sub>2</sub> 排出量(kg-C/t)	CO <sub>2</sub> 削減率(%)	備考
1	160	443	7.5	5.52	-	通常加熱混合物
2	130	243	6.0	4.41	20.1	中温化混合物
3	110	63	5.1	3.75	32.0	

注) 骨材含水比:4.4%, 重油CO<sub>2</sub>排出原単位:0.7357 (kg-C/ℓ)

ため、再生可能エネルギーであっても使用量の削減は必要であり、ここで紹介したFAa技術は燃料使用量を低減できるため、CO<sub>2</sub>排出量削減には有効的である(表一4)。

#### 4. その他の技術

##### (1) プラント運転用電力

混合物製造に必要なエネルギーのうちプラントの運転に必要な電力は全体の約5%である。この電力を太陽光、風力、水力発電などの再生可能エネルギーを用いることで、更なるCO<sub>2</sub>排出量の削減が見込める。東京電力が供給する電力のCO<sub>2</sub>の原単位は0.457 kg-CO<sub>2</sub>/kWh(令和2年環境省ホームページより)であるが、再生可能エネルギー原単位は0.01~0.03 kg-CO<sub>2</sub>/kWh程度であるため、電力使用によるCO<sub>2</sub>排出量を90%以上(全体の4~5%)削減することが可能となる。

##### (2) 材料の検討

混合物製造に必要なエネルギーのうち素材によるものが約40%であり、そのうちの約80%(全体の約32%)がアスファルトによるものである。現在全体の約75%出荷されている再生合材の再生率は全国平均で50%を超えており、新たに加えるアスファルト(新アスファルト)はアスファルト全体の約半分である。この新アスファルトを植物由来の材料に置き換えることでCO<sub>2</sub>排出量の十数%の削減が期待できる。しかしながらアスファルト代替材料については、現在様々な取組みが行われているものの、実用化に至った事例はほとんどない状況であり、今後積極的に行うべき取組みの1つである。

#### 5. 今後の課題と取組み

現在、木質タールおよび廃グリセリンはさまざまな理由で安定的な入手が困難な状況である。そのため、新たにバイオ重油の使用についての検討を行っている。バイオ重油は油滓、廃グリセリン、食品加工工場

油脂、廃棄牛乳、排水処理施設回収油などの非食用物を原料とし製造されており、使用できる材料の種類が多く、他のバイオマス燃料と異なるものが原料となる。これにより食品・食品加工業界から発生する多くの廃棄物が調達先となり得るため、賦存量が多いと推測され、材料コストも廃食油より安価になることが予想される。これらよりバイオ重油は比較的安価で安定供給が期待できる。

また、FAa技術については、既に確立された技術であり、CO<sub>2</sub>排出量低減に期待が持てる。しかしながら、中温化混合物の出荷量は全体の1%にも至っていない状況(2021年度弊社出荷実績より算出)であり、本技術の普及が今後の課題であると言える。その対策の1つに事前審査などの機関による認定制度が挙げられる。この認定を取得することにより中温化混合物の取り扱いが容易となり、今後アスファルト混合物の主流となることを見込まれるため、現在認定に向けた取組みを行っている。

#### 6. おわりに

アスファルト混合物は製造時に大量のCO<sub>2</sub>を排出し、原材料のCO<sub>2</sub>原単位も高いため、環境に与える影響は小さくない。しかしながら、99%以上がリサイクルされており、資源利用の面からは非常に有効的であるため、今後も持続的な利用が求められている。

本報で紹介したようにアスファルト混合物製造におけるCO<sub>2</sub>排出量削減に関する取組みは多岐に渡っており、様々な技術を組み合わせることで、2050年までにアスファルト混合物のカーボンニュートラルの達成を目指したいと考える。

JCMMA

##### 《参考文献》

- 1) 守安 弘周ほか アスファルト混合物製造におけるCO<sub>2</sub>削減 建設機械施工(2011.10)
- 2) 吉村 啓之ほか 加熱アスファルト混合物の製造における低炭素化技術の導入に関する提案 道路建設(2012.3)
- 3) 江向 俊文ほか 微細泡改良したフォームドアスファルトによる再生アスファルト混合物の検討, 道路建設 No.740(2013.9)
- 4) (一社)日本道路建設業協会 中温化(低炭素)アスファルト舗装の手引き(2012.4)

##### 【筆者紹介】

守安 弘周(もりやす ひろちか)  
前田道路㈱  
執行役員, 技術担当兼 CSR・環境担当



# 廃ペットボトルを利用した 高耐久舗装の開発と適用事例

山崎 健作・菊池 玲児・村田 雷安

近年の道路維持管理は、増幅した道路延長に対して維持修繕の需要が増加しており、ライフサイクルコストの優れた長寿命型の高耐久舗装材料が求められている。一方で、2015年国連サミットにおいて、SDGsが提唱された。これにより、建設業界ではCO<sub>2</sub>の排出抑制技術や廃棄物の有効活用技術などが注目されている。

本検討は、廃ペットボトルをリサイクルした樹脂を利用することで、耐流動性、耐据え切り抵抗性・耐油性等に優れた高耐久アスファルト混合物を開発し、室内試験での検討結果と実路における施工を検証したので報告する。

キーワード：SDGs, 廃ペットボトル, 耐流動性, 長寿命

## 1. はじめに

近年の道路維持管理は、舗装ストックの増大から維持修繕の需要が増加しており、ライフサイクルコスト（以下LCC）の優れた長寿命な技術の活用への要望が高まっている。また、国連サミット（2015年9月）においてSDGs（持続可能な開発目標：Sustainable Development Goals）が提唱され、建設業界ではCO<sub>2</sub>の排出抑制技術や廃棄物の有効活用技術などが注目されている。このような状況を背景に道路舗装材料においても、環境に配慮し高耐久な加熱アスファルト混合物（以下、混合物）の開発が求められている。

そこで本研究では、廃ペットボトル由来のポリエステル樹脂（以下、廃ペット樹脂）を混合物に添加することで、耐流動性・耐据え切り抵抗性・耐油性等に優れ、廃棄物の再利用により環境に配慮した混合物（以下、廃ペットアスコン）を開発した。

本報は、廃ペットアスコンの開発にあたり検討した室内試験の結果と、実路における適用事例について紹介する。

## 2. 廃ペット樹脂の特徴

当該混合物へ用いる廃ペット樹脂は、廃ペットボトル粉末を約40%混入し、アスファルト改質剤として化学処理を行った熱可塑性の添加剤である。廃ペット樹脂は、外観は粉末状（写真—1）で融点が100℃程



写真—1 廃ペット樹脂の外観

度であるため、従来の混合物と同様の温度で製造することができる。

## 3. 室内試験における評価方法と比較混合物

室内試験における評価方法を表—1に、比較に用いた混合物を表—2に示す。なお、廃ペットアスコンの配合は、密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度アスコン）をベースに緻密な仕上がりとするために、新たに開発した比率である。

## 4. 室内試験結果

### (1) 耐流動性の評価

耐流動性評価の試験条件を表—3に示す。また、各混合物における耐流動性の評価結果を、図—1お

表一 評価方法

評価方法	目的	試験条件	試験方法
ホイールトラッキング試験	耐流動性の評価	60℃, 42回/min	調査・試験法便覧 B003
高温低速ホイールトラッキング試験		70℃, 21回/min	独自試験
繰り返し表面剥奪試験	据え切り抵抗性の評価	60℃	独自試験
貫入試験	耐静荷重の評価	60℃, 60min	調査・試験法便覧 C001
耐油性試験	耐油性の評価	灯油に48h浸漬	独自試験
曲げ疲労試験	疲労抵抗性の評価	5℃ 500μ	調査・試験法便覧 B016T

表二 比較用混合物

混合物名	バインダー種
密粒度アスコン20 (廃ペットアスコン)	改質Ⅱ型 + 廃ペット樹脂
密粒度アスコン20	改質Ⅱ型
密粒度アスコン20	改質Ⅲ型
半たわみ混合物	母体ストアス

表三 試験条件 (耐流動性)

試験方法	ホイールトラッキング試験機による耐流動評価	
	ホイールトラッキング試験	高温低速ホイールトラッキング試験
項目		
供試体寸法 mm	長さ×幅×厚さ = 300 × 300 × 50	
供試体養生方法	室温 12時間養生後	
60℃接地圧 Mpa	0.63	
走行温度 ℃	60	70
走行速度 A 回/分	42	21
試験時間 分	60	75
走行回数 回	2,520	1,575

よび図一2に示す。耐流動性の評価は、混合物の動的安定度が6,000回/mm以上となる場合、明確な有意差を判定出来ないとされるため、通常のホイールトラッキング試験（以下WT試験）と、試験条件をより厳しくした高温低速WT試験を行い評価した。

廃ペットアスコンは、通常WT試験では半たわみ性混合物と同等の6,000回/mm以上の結果となっていたが、高温低速WT試験では、半たわみ性混合物より若干劣る結果となった。しかしながら、ポリマー改質Ⅱ型アスファルト（以下、改質Ⅱ型）を用いた混合物の約5倍、ポリマー改質Ⅲ型アスファルト（以下、改質Ⅲ型）を用いた混合物の約1.5倍の値となっており、高い水準で耐流動性を有していると判断できる。

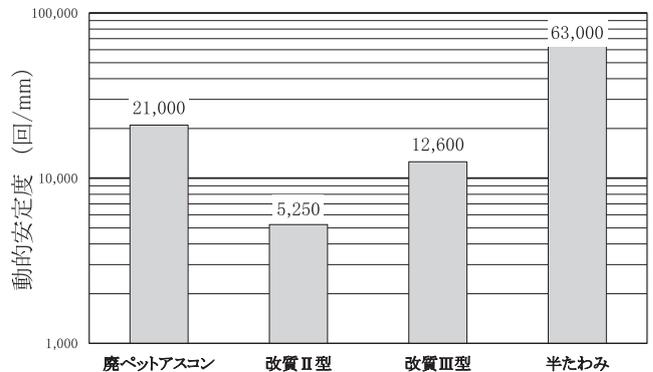
(2) 耐据え切り抵抗性の評価

繰り返し表面剥奪試験状況を写真一2に示す。各混合物における耐据え切り抵抗性の評価結果を、図一3に示す。据え切り抵抗性の評価は、試験温度を60℃とし、大型車両の据え切りを模した繰り返し表面剥奪試験により行った。評価は、1,000回据え切り後の深さで比較した。

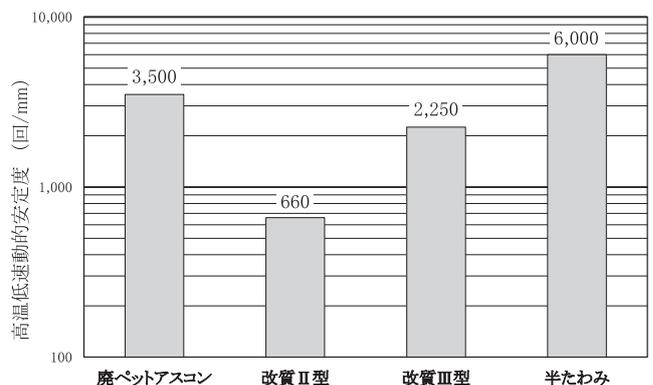
廃ペットアスコンの据え切り抵抗性は、半たわみ性混合物には及ばないものの、改質Ⅱ型および改質Ⅲ型を用いた混合物の約2倍の据え切り抵抗性が得られた。

(3) 耐静荷重の評価

貫入抵抗試験条件を表一4に、各混合物における耐静荷重の評価結果を、図一4に示す。耐静荷重の



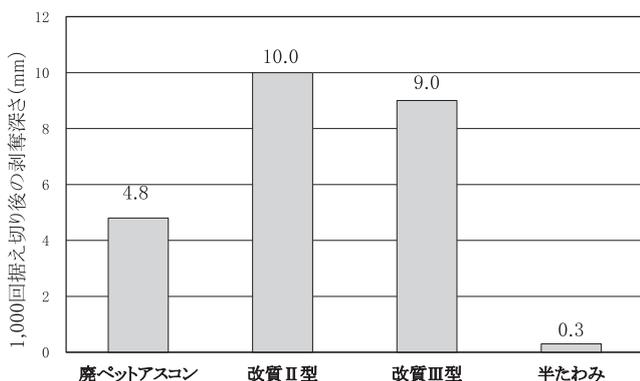
図一1 通常 WT 試験結果



図一2 高温低速 WT 試験結果



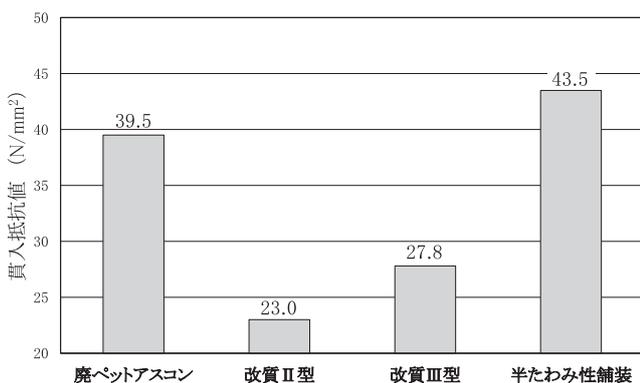
写真一 2 繰り返し表面剥奪試験



図一 3 繰り返し表面剥奪試験結果

表一 4 試験条件 (耐静荷重)

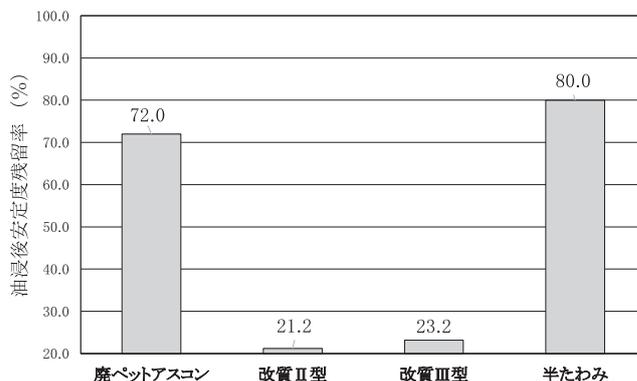
項目	養生条件
試験温度 ℃	20
貫入速度 mm/min	1
測定のタイミング	貫入後 2.5 mm 沈下時
貫入治具	幅 20 mm 長さ 50 mm



図一 4 貫入抵抗試験結果

評価は、貫入抵抗性試験で実施し、評価は、2.5 mm 貫入時の抵抗値で行った。

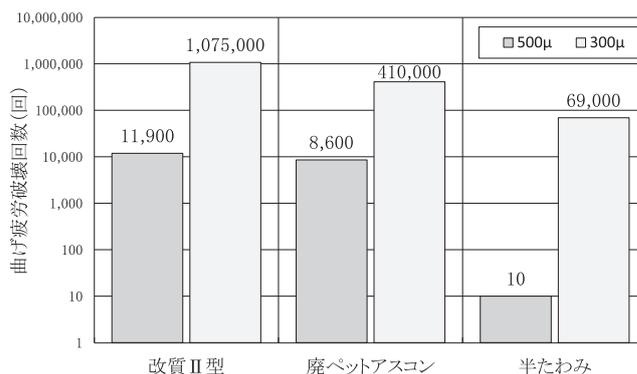
廃ペットアスコンの耐静荷重への耐久性は、改質 II 型や改質 III 型を用いた混合物より優れ、半たわみ性混合物と同程度の貫入抵抗値が得られた。



図一 5 耐油性の評価結果



写真一 3 油浸後の供試体 (左: 廃ペット 右: 改質 II 型混合物)



図一 6 繰り返し曲げ試験結果

#### (4) 耐油性の評価

各混合物における耐油性の評価結果を、図一 5 に、試験後の供試体状況を写真一 3 に示す。耐油性の評価は、マーシャル供試体を灯油に 48 時間油浸したのち、通常のマーシャル安定度試験を行い、通常安定度と油浸後安定度の残留率を求めて評価を行った。

改質 II 型および改質 III 型を用いた混合物は、油浸した段階でモルタルの飛散がみられた。一方で廃ペットアスコンは、半たわみ性混合物と同程度の耐油性が得られた。

#### (5) 繰り返し曲げ試験

繰り返し曲げ試験による疲労抵抗性の評価結果を、図一 6 に示す。試験条件は試験温度 5℃、ひずみ 500 μ および 300 μ で行った。

繰り返し曲げ試験による疲労抵抗性の評価は、改質Ⅱ型混合物>廃ペットアスコン>半たわみ性混合物の順となった。廃ペットアスコンは、半たわみ性混合物に比べ、同程度のひずみを繰り返し与えた場合、疲労抵抗性に優れる結果であった。

表一五 工事概要 (事例①)

場 所	川崎市内
用 途	構内道路, 大型トレーラ搬入口
面 積	270 m <sup>2</sup>
厚 さ	5 cm



写真一四 状況写真 (事例①)



写真一五 舗装面写真



写真一六 既設のクラックとの接続部

## 5. 適用事例

### (1) 事例① (民間工場の構内道路)

民間工場の構内道路に適用した工事概要を表一五に、施工後6カ月経過後の状況を写真一四、五および写真一六に示す。廃ペットアスコンを施工した場所は、大型トレーラの搬入口となっており、頻繁に車両が往来し制動や据え切りの負荷が掛かる交通条件であった。

民間工場の構内道路に適用した廃ペットアスコンは、供用6カ月経過後においても良好な路面を維持していた。また、既設舗装のクラック(構造物を埋設した際のカット痕)との接続部も、クラックが誘発されていない状況が確認された。

### (2) 事例② (供用中の実道)

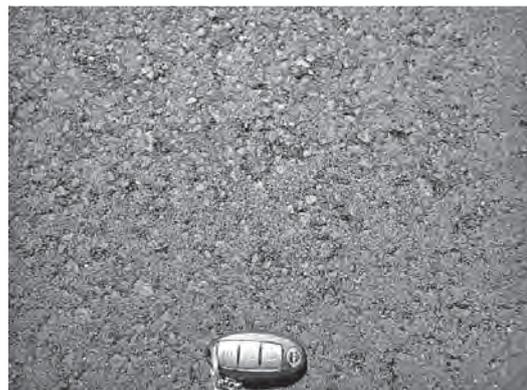
供用中の実道に適用した工事概要を表一六に、状況写真を写真一七および写真一八に示す。廃ペット

表一六 工事概要 (事例②)

場 所	釧路市内
用 途	市道, 港湾道路
面 積	125 m <sup>2</sup>
厚 さ	4 cm



写真一七 施工状況



写真一八 舗装面写真 (施工直後)

アスコンを施工した場所は、釧路市西港の工業地帯にある市道で、大型車の往来が多い場所となっている。また当箇所は、工場の出入り口と接しており、制動や据え切りの負荷が掛かる交通条件であった。適用した廃ペットアスコンは、舗装厚を4cmとするため、最大粒径は13mmとし施工を行った。

供用中の実道に適用した廃ペットアスコンの施工直後は、路面の仕上がりが緻密で良好な状況が確認された。

## 6. おわりに

廃ペットアスコンは、室内試験結果から改質Ⅱ型や改質Ⅲ型を用いた混合物と比較すると、耐流動性、据え切り抵抗性、耐静荷重、耐油性について大幅に優れた混合物であることが確認された。また、繰り返し曲げ試験結果より、半たわみ性混合物と比較して疲労抵抗性に優れた評価が得られた。

なお、民間工場の構内道路や供用中の実道に施工した廃ペットアスコンは、いずれも問題なく良好な路面状態が確認されている。

昨今、環境に配慮した舗装材料が注目される中、廃ペットアスコンは、廃ペットボトルのリサイクルが可

能（100 m<sup>2</sup>あたり約1,400本）となる混合物で、環境にやさしい高耐久舗装といえる。

今後は、追跡調査を実施し長期供用性を確認するとともに、再生混合物を廃ペットアスコンに適用することで更なる環境配慮型の開発検討を行う所存である。

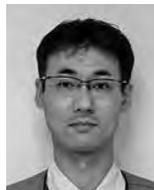
JCMA

### [筆者紹介]

山崎 健作 (やまさき けんさく)  
 (株)NIPPO  
 総合技術部 技術研究所 第二グループ  
 主任研究員



菊池 玲児 (きくち れいじ)  
 (株)NIPPO  
 総合技術部 技術研究所 第二グループ  
 主任研究員



村田 雷安 (むらた らいあん)  
 (株)NIPPO  
 関東第一支店 技術部 試験所  
 試験主任



# トンネル坑内自動巡視システムの開発

## 自律飛行ドローンによる点検・巡視作業の効率化、高度化

松岡 祐仁・吉井 太郎

建設現場においてドローンは、その機動性、高所からの視点を活かして、測量の他、維持・点検等その活用の幅は年々広がっている。一方、トンネルや屋内では、GNSSの位置情報に基づく自動/自律飛行が困難なため、その利用は限られていた。本稿では、非GNSS環境であるトンネル坑内において、自律飛行ドローンを用いた現場職員の点検・巡視作業代替による生産性、安全性向上を図るトンネル坑内自動巡視システム開発の取り組みについて報告する。

キーワード：ドローン、トンネル、非GNSS環境、自律飛行、巡視・点検

### 1. はじめに

建設現場では、国土交通省が推進する「i-Construction」の3本柱の一つである「ICT技術の全面的な活用」により、土工を皮切りに測量や維持・点検においてドローンを活用した取り組みが広く行われている。一方、近年の建設業界を取り巻く環境、社会経済情勢の変化から、ロボットやAI等を活用して業務プロセスを変革し、建設現場の生産性を飛躍的に向上させる社会的要請への対応として更なる技術開発が求められている。

著者らは、これまで建設現場において、ドローンを活用して人的作業を代替することによる効率化や生産性向上に着目し、「全自動ドローンシステム」<sup>1)</sup>によるAIを組み合わせた巡視・点検や測量作業の自動化、非接触での検査・確認を行う遠隔臨場にドローンのリアルタイム映像を提供する「遠隔臨場ドローンシステム」<sup>2)</sup>の開発を行ってきた。

### 2. トンネル坑内自律飛行システム

#### (1) 非GNSS環境下におけるドローン活用の課題

建設現場におけるドローンの活用は、機体やパイロットの高機能化、高精度GNSS測位による測量精度の向上や飛行制御の高度化、通信機能の統合とともに発展してきた。しかし、GNSSの電波を受信できない環境では、予め設定されたルートで自動/自律飛行できず、飛行が不安定になることから、高度な操作技術を有するドローンオペレーターによる手動操作が必

要となる。このため、ドローンによる効率性・生産性向上に最も寄与する自動/自律飛行の活用は、主にGNSSが受信可能な環境に限定されていた。

今回、ドローンによる巡視・点検対象とした山岳トンネル工事においては、昼夜繰り返される掘削施工サイクル間の限られた時間内で、測量や計測等の施工管理や巡視・点検が行われている。また、掘削の最前線である切羽においては、発破後や作業間に残葉、浮石、支保工裏面の状況を確認するため、目視点検が行われているが、肌落ち、崩落等のリスクが存在し、安全かつ効率的な巡視・点検技術が求められている。一方、トンネル坑内は、非GNSS環境であることに加え、機械設備など障害物が多く存在することから、ドローンを日常的に活用するには厳しい環境である。

#### (2) トンネル坑内自律飛行システムの開発

トンネル坑内での管理ツールとしてドローン活用を推進するためにも、高度な操縦技術を有する専門オペレーターではなく、一般職員が日常のかつタイムリーに運用できる自律制御による飛行支援機能が望まれる。しかし、坑内は、非GNSS環境であるため、GNSSに基づいた自己位置情報を用いた自律飛行は不可能である。そのため、追加のセンサーなどを搭載することでGNSSに依存しない自律飛行システムを構築する必要があった。

この問題への対処として、暗所でも精度良く周囲環境との距離を計測できるLiDARを追加センサーとして採用することとした。LiDARには単一レイヤーで周囲を計測できる2D-LiDARと複数レイヤーで計測

可能な3D-LiDARがある。2D-LiDARでは、一つの水平面に対してのみしか計測ができないため、トンネル坑内の自律飛行に必要な位置情報を得るために、限られた飛行積載重量に収まるよう複数の2D-LiDARを取り付けることになるといった課題がある。一方、3D-LiDARであれば周囲のトンネル形状を3次元的に計測できることから、本開発では、追加センサーとして3D-LiDARを採用することとした。

3D-LiDARを使用した自己位置推定では、事前に作成した点群地図とリアルタイムに取得したスキャン点群との位置合わせによる手法が多く採用されている。しかし、トンネルのように一部を切り取った際の変化に乏しい環境ではLiDAR SLAMなどにより事前地図を精度よく生成することが難しい。また、自己位置推定自体も困難であることが想定される。

このため、トンネル断面に着目した場合、一定の形状が連続するトンネルの特性から、後述するテンプレート点群とリアルタイムスキャン点群を比較することでドローンの移動方向を算出し、それをもとに自律飛行を行う手法を採用した。

### (3) ハードウェア構成

トンネル坑内の自律飛行で用いたドローンを写真-1に示す。ドローン本体は、DJI Matrice 300 RTKを用いた。機体単体では、機体に搭載された複数のカメラ、IMUを組み合わせたビジュアルオドメトリにより、自己位置・姿勢推定が行われる。また、上下に搭載されたライトが、暗所でもビジュアルオドメトリを実現する際の補助となる。

追加センサーの3D-LiDARは、Ouster OS 0-64を採用した。64レイヤーのレーザーが出力され、垂直画面角は90度、計測距離は最大50m、重量475gである。

加えて、追加の自律飛行システムを動作させるドローン搭載型PCを搭載し、3D-LiDAR、ドローンと接続して必要な情報を送受信可能となっている。さら



写真-1 トンネル坑内自律飛行ドローン

に、搭載型PCは、オペレーターが持つノート型PCと無線通信を行い、自律飛行開始指示の受け取りや周辺環境の情報をノートPCに送信することが可能となっている。また、ドローン本体に付属する送信機からの特定操作により、自律飛行とマニュアル飛行の切り替えが可能となっている。

以上の機器をドローン上部に艤装し、自律飛行のための機器(1.2kg)と後述する巡視・点検のための360度カメラ、ハイブリッドカメラ搭載時の合計重量は2.6kg(最大積載重量2.7kg)となった。

### (4) ソフトウェア構成

本開発で用いた自律飛行システムは、Robot Operating System (ROS) ベースのシステムとなっており、図-1に示す機能ごとに実装したモジュールが双方に情報をやり取りすることでシステム全体が動作する。

主要な機能モジュールは、トンネル移動方向推定、制御値フィルター、障害物検知の機能となる。LiDARによるスキャン点群は、Ouster DriverからROSシステムに取り込まれ、トンネル移動方向推定モジュールと障害物検知モジュールに入力される。トンネル移動方向推定モジュールは、トンネル内移動に適した目標位置をドローンの姿勢に応じて推定し出力する。求めた目標位置は、制御値フィルターに入力され、滑らかに移動が可能となる目標速度を決定する。また、障害物を検知した際は、障害物検知モジュールから停止信号が制御値フィルターに送られ目標速度を0にする。最終的に、制御値フィルターによる目標速度をドローンに入力することで目標速度を達成する制御をドローンが行い移動を行う。

#### (a) トンネル移動方向推定

トンネル坑内で自律飛行を行うためには、まずドローンがどの方向に進めば良いのか確定する必要があるが、本開発では、トンネル形状のテンプレート点群

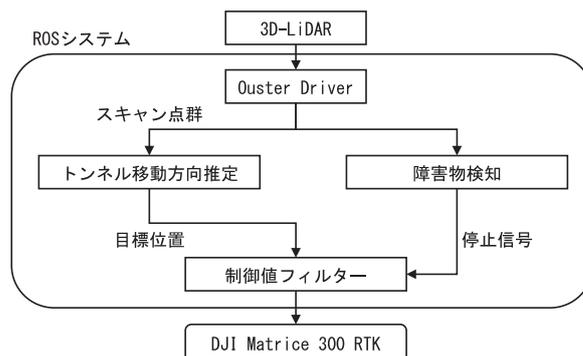


図-1 坑内自律飛行システムソフトウェア構成

を用いて進行方向を得る手法を用いた。

トンネルは、平面的、縦断的に線形が変化するが、パターンにより多少の違いはあるものの、線形を軸とした断面の連なりで表現される。今回対象とした道路として供される断面の大きなトンネルでは、線形（＝ドローンの進行方向）に沿って一部を切り取ると馬蹄形状になる。このトンネルの設計形状を簡易化して、半径、高さ、密度、長さの4つのパラメータから表現されるテンプレート点群をプログラムにより自動生成することとした（図-2）。

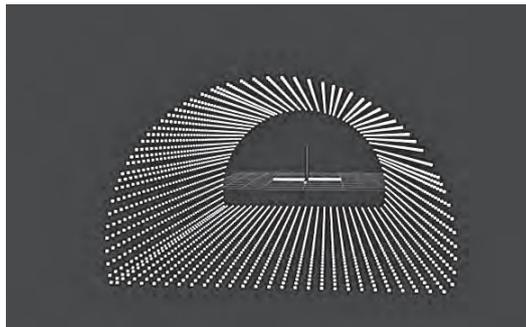


図-2 テンプレート点群

トンネル形状のテンプレート点群を生成した後、センサーから得られる点群とテンプレート点群を比較して位置合わせを行う。この際、ICP（Iterative Closest Point）アルゴリズムを用いて二つの点群の位置合わせを行う。

テンプレート点群、トンネル内でセンシングした点群両方ともトンネル中心線方向の変化に乏しい形状をしているため、前後方向の位置関係や、差分を位置合わせにより推定することは非常に困難となる。そのため横方向、高さ方向、向き（ $y$ ,  $z$ ,  $yaw$ ）は、ICPにより推定を行うが、進行方向位置（ $x$ ）の推定値は使用しないこととした。

このような点群同士の位置合わせを新たなスキャンが得られるたびに行うことで、テンプレート点群座標中におけるドローン横・高さ方向位置・トンネルに沿った向きをリアルタイムに推定可能とする（図-3）。

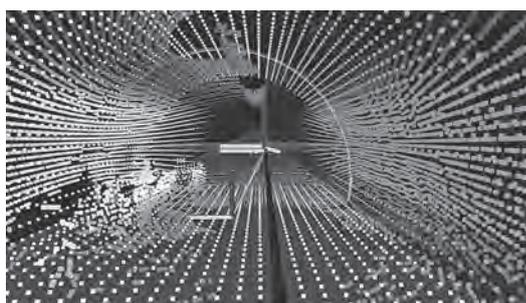


図-3 テンプレート点群とスキャン点群の重畳

#### (b) 制御値フィルター

飛行制御は、目標地点と現在地点の差から目標速度を決定することで行う。

現在地点は、テンプレート点群との位置合わせにより得た位置を用いる。一方、目標地点は、生成したテンプレート点群の床面を高さ0、テンプレート点群中心が  $(x, y) = (0, 0)$  とし、ドローンを飛行させたい高さ、中心からの横方向距離を事前にパラメータとして設定する。例えば、トンネルの内空高さ  $Z$  m に対して、目標飛行高さ  $h (= Z-a)$  m、仮設備等の障害物が左側に寄せてあることから、中心線から右に  $b$  m ずれた位置を目標横方向位置とするなどして決める。

目標地点、現在地点の差分から、目標速度、 $V_y$ ,  $V_z$ ,  $V_{yaw}$  を定める際、点群同士の位置合わせには一定のノイズなどが含まれるため、得た推定値をそのまま使えば不安定な挙動を引き起こす制御値を得てしまう。そこで急制動が起らないよう、加速度や速度に制限をかけるフィルターを導入し、滑らかで安定した制御を実現した。

フィルターは  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$  成分に適用し、 $V_x$  のフィルター適用前の目標値は常に  $1$  m/s、角速度は、最大値・最小値を定め適用した。フィルターを経て得た目標速度は DJI Onboard SDK を経由しドローンに指令値として与えられ、ドローン本体が内部に持つビジュアルオドメトリシステムにより得られる相対速度情報と与えられた目標速度情報の差分から実際の加速や停止、旋回が実行される。

#### (c) 障害物検知

障害物検知機能は二つの役割を持つ。一つは、ドローンがトンネル内の障害物に近接し過ぎた場合やトンネル移動方向推定に失敗した場合に、そのまま移動して障害物やトンネル壁面に衝突する事態を防止する役割である。二つ目は、切羽まで自律飛行で到達した際に、自動的にトンネル切羽手前でドローンの移動を停止させる役割となる。

飛行中に得た LiDAR 点群に対して検出範囲を設定し、範囲内に複数回連続で障害物を検出した場合は、停止信号を出す処理としている。また、停止信号が送られるとドローンへ指示する目標速度が全て0、すなわちその場にホバリングする指令値が送られる仕様とした。

#### (d) その他の実装機能

上記の主なモジュールによる自律制御の他、後退飛行して機体を手元まで戻すリターン機能、飛行停止後に自律飛行を再開するリスタート機能、自律飛行と手動飛行の切り替え、障害物を自律飛行で回避するリ

ルート機能（開発中）を実装する。

### (5) 現場検証

自律飛行システムの適用性を確認するため、現在施工中の令和元～4年度横断道羽ノ浦トンネル工事（発注者：国土交通省四国地方整備局）において、2022年1月、6月に現場試行を行った。

試行時点でのトンネル掘削延長400m（2022年1月）、600m（同6月）を対象に「坑口から自動離陸を行い、トンネル坑内の自律飛行を行った後、切羽に辿り着くと自動で停止（ホバリング）する」ことを目標に自律飛行の検証を行った。

トンネル坑内の自律飛行計画は、地面からの飛行高度3m、トンネル断面の飛行位置はセンターを基本とし、日々の重機や機械設備等の配置状況を踏まえて、適宜左右にオフセットして設定した。前方の障害物検知は、障害物との保安距離や切羽手前での停止距離を踏まえて検知距離5～20mの間で状況に応じて設定し、左右の検知距離は1.5mとした。飛行速度は、1m/sに設定した。

坑口でスタートの指示を与えた後は、粉塵の影響や障害物を検知して一時停止することがあったものの自律飛行をリスタートすることで、事前に立てた飛行計画通りの位置を進行し、切羽手前まで問題なく自律飛行することができた。坑内の自律飛行状況を写真—2に示す。

また、自律制御において、テンプレート点群との照合の障害となる重機や機械設備等で飛行環境に変化がある場合でも、誤作動を起こすことはなく、安定した飛行が確認できた。また、万が一に備えて、自律飛行中のオペレーターによるマニュアル操作での介入を確認したが、問題なく制御を切り替えることができた。



写真—2 坑内の自律飛行状況

## 3. トンネル坑内自動巡視システム

本開発では、現場の職員が日常的に行っている目視での巡視・点検時のデータ取得・整理の効率化、高度化、安全性確保を目指し、トンネル坑内を自律飛行するドローンのアプリケーションとして、次の情報収集手段を採ることとした。

### (1) 坑内の網羅的な情報収集・共有

坑内全線の情報収集は、自律飛行するドローン上部に艤装した360度カメラにより行う。360度カメラは、現場モニタリングシステム Open Space（Open Space Labs, Inc.）と連携する目的で使用される。本システムでは、事前に読み込んだ平面図を携帯端末のアプリ上で呼び出し、撮影開始位置を指定して、360度カメラを移動するだけで、平面図上に撮影した経路と経路上に画像が自動プロットされる。

飛行距離600m、自律飛行速度1m/s設定時は、1m毎に2枚（0.5秒間隔）、計1,200枚の360度画像が取得される。撮影は、ドローンの飛行時間と同じで、約10分で完了した。これを人の手で整理することは不可能だが、Open Spaceは、AIによる自動処理で図面上にプロット・整理し、飛行経路上を任意の視点でフライスルー可能なVR空間を10分程度で生成できる。また、地上からの撮影と異なり、空中からの撮影では、人の目線からは死角になる箇所や目の届きにくい天端付近の状況も記録することができた。

生成された坑内VR空間上では、当日の撮影画像の他、過去画像やBIM/CIMモデルと並べて連動比較ができる。過去画像との比較では、経時変化の確認やトンネル工事の進捗に伴い施工される覆工等により不可視になる部分の施工管理記録としての活用ができる。また、BIM/CIMモデルと比較することにより、施工進捗や設計との差異の確認が可能となる（図—4, 5）。

この結果は、遠隔地であってもWebブラウザから確認することができる。空間上にコメントやデータ等を追加することで、遠隔地からの点検、検査や、受発注者間においても非接触での情報共有を迅速に行うことが可能となる。

坑内の自律飛行に本システムを組み合わせることで、撮影作業や画像整理を省力化して、坑内の網羅的な情報収集と迅速で高度な情報分析・共有が可能になるものと考えている。

### (2) 遠隔切羽点検

自律飛行中にトンネル施工中全線の情報を網羅的に

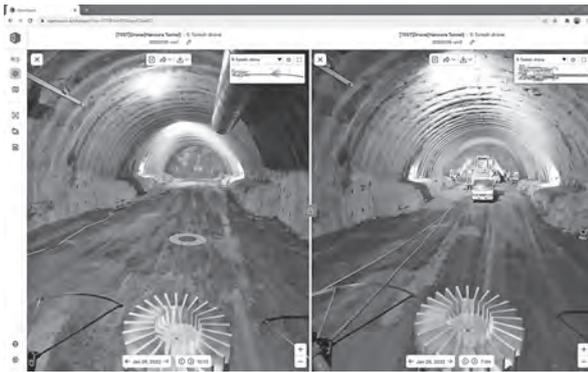


図-4 Open Space 時系列連動比較

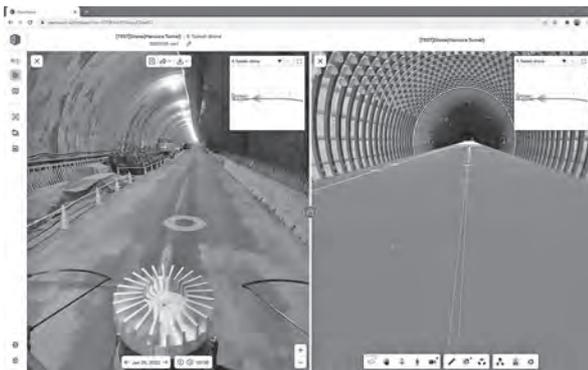


図-5 Open Space BIM/CIM モデル連動比較

自動収集する現場モニタリングシステムに加え、切羽面などピンポイントの詳細情報を取得、記録する手段として、ハイブリッドカメラ (DJI Zenmuse H20T) を採用することとした。このカメラは、ドローンの下部に装着する。ズーム、ワイド、熱赤外線カメラを一つの筐体に内蔵し、1回のシャッターで各カメラ画像/映像を同時記録することができる(写真-3)。ワイドカメラで全体、その中心をズームカメラで記録し、この画角、倍率の異なる2種類のRGB画像加えて熱赤外線カメラによる温度情報により、色情報だけでは判別できない情報が取得できることを期待して試行活用することとした。

情報収集は、自律飛行で切羽に到達してホバリング状態にあるドローンをマニュアル操作に切り替え、カメラの向きやズームを操作して切羽の任意箇所の画像/映像の取得を行う。坑内では、カメラセンサーによって照度が不足する場面もあるが、ドローン搭載のジンバルでのカメラ制御により、ブレのない鮮明な画像を取得することができた。熱赤外線画像からは、温度情報から水の検出が可能であった。検証中の切羽は、水のない状態であったが、切羽面亀裂や鏡吹付け裏面から水が滲出していた場合、次サイクルの施工時に留意すべき情報として活用できるものとする。

飛行撮影時の映像は、ドローン送信機上で確認する

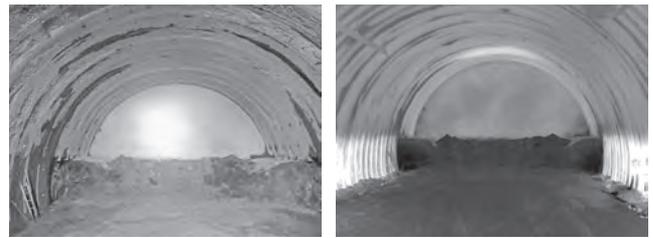


写真-3 ハイブリッドカメラによるワイド画像/熱赤外線画像



写真-4 遠隔臨場ドローンシステムによる坑内映像のリアルタイム確認

ことができるが、操縦者以外にも、リアルタイムに坑外や事務所等の遠隔拠点にいる関係者に映像共有できれば、安全や迅速な情報共有の面から情報の価値が向上すると考え、遠隔臨場ドローンシステム<sup>2)</sup>と連携することとした。本システムは、ドローンカメラの映像を送信機から坑内Wi-Fiを介してクラウド上にアップロードし、遠隔地のPCや携帯端末のWebブラウザから、リアルタイム映像を閲覧できる技術である。映像品質は、ネットワークの品質に左右されるが、検証期間中は、3~5秒程度の遅延があったものの鮮明な映像で坑内の状況をリアルタイムで確認することができた(写真-4)。

これまで、現場職員や作業員が、目視により行っていた切羽の点検を、ハイブリッドカメラを搭載した坑内自律飛行ドローンシステムに代替させることで、切羽に近接することなく坑外にいる関係者を含めた遠隔での点検に活用できるものとする(写真-5)。

#### 4. おわりに

トンネル坑内自動巡視システムは、ドローンの自律飛行に現場モニタリングデータ処理の自動化を組み合わせ、現場職員が日常的に行っている巡視のデータ取得・整理の効率化、高度化を図ったものである。併せて、ハイブリッドカメラによる詳細な情報取得とそのリアルタイム配信により、発破直後や作業間に、自律



写真-5 ハイブリッドカメラによる遠隔切羽点検

飛行と組み合わせて切羽点検を行うことで、現場職員、作業員が切羽に近接することなく遠隔地でも的確に坑内の現状把握・確認が可能となった。

現在、本システムは、自律飛行制御の高度化に加え、搭載機器の防塵性向上、操作性の改善等を行い、現場職員が坑内をより手軽に、かつ安全に飛行させて、坑内の巡視・点検作業に活用できることを目標に現場実装に向けて取り組んでいる。

本稿が、現場の施工管理の生産性向上、安全管理の高度化に資する技術として参考になれば幸いである。

JCMA

《参考文献》

- 1) 上原広行, 松岡祐仁, 長尾健:「全自動ドローン」で測量と安全巡視を無人化, 建設施工と建設機械シンポジウム, 2021
- 2) 松岡祐仁, 林秀晃, 吉井太郎: 遠隔臨場ドローンシステムの開発, 建設施工と建設機械シンポジウム, 2021

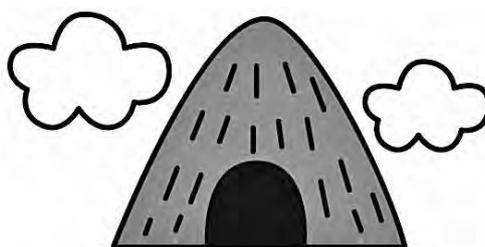
【筆者紹介】



松岡 祐仁 (まつおか ゆうじ)  
㈱フジタ  
土木本部 土木エンジニアリングセンター設計部



吉井 太郎 (よしい たろう)  
㈱センシシロボティクス  
社長室兼エバンジェリスト





## デザインマンホールがもつ広報の可能性 短期間でマンホールカードが変えた下水道のイメージ

山田 秀人

近年、私たちの身近な地域にゆかりのある絵柄がデザインされたマンホールの蓋（通称：デザインマンホール）の人気が高まっている。僅か数年の間に「汚い」や「臭い」などの下水道のイメージを何故変えることができたのか？そこには自然発生的な変化ではなく、デザインマンホールの魅力を活用し、その魅力を詰め込んだ「マンホールカード」を軸とした広報戦略が影響している。本報では、その理由について紹介する。

キーワード：下水道，マンホール，マンホール蓋，マンホールカード

### 1. 「汚い」から「かわいい」に変わった下水道のイメージ

みなさんは「マンホール蓋」にどんなイメージを持っているだろうか。少なくとも数年前までは「汚い」「臭い」が大半の方が持つイメージだったはずだ。しかし、近年、このイメージが「かわいい」など優良なイメージに変わってきている。これは自然発生的なものではなく、計画的な下水道の広報戦略が影響している。その戦略の中心軸となっているのが「マンホールカード」だ（写真-1）。

マンホールカードとは、「ご当地もの」で自治体の管理物である「デザインマンホール」をコレクションカードにしたもので、現地に足を運ぶことでのみ入手することができる。

マンホールカードの企画元は、下水道広報を目的とし、国土交通省を中心に官民連携で協力している「下

水道広報プラットフォーム（略称：GKP）」で、2016年4月に発行開始され、現在も発行が継続されている。総種類数は800種類以上、総発行数は約800万枚で、600以上の自治体が参加している。

短期間で、これだけ全国に浸透したのは何故なのか。この成功事例は、あらゆる分野の広報活動で活用できる可能性があるはずだ。そこで、本報では、マンホールカードの制作に一から携わった経験のある私が、成功に繋がったと感じている内容について紹介する。

### 2. 単なる「ご当地もの」ではない「デザインマンホール」の魅力

マンホールカードが多くの方に受け入れられたのは、モチーフとなっているデザインマンホールが魅力的であったからに他ならない。そのため、デザインマンホールとは何で、どこが魅力なのかを最初に説明する。

#### (1) デザインマンホールとは？

正式名称は「下水道用人孔鉄蓋」となる。下水道とは生活排水や雨水を地下水路などで集め下水道処理場まで流している施設や設備の総称のことで、人孔鉄蓋（マンホールの蓋）は地下水路を点検や修理するために設置されている人孔（マンホール）の入口であり扉のことである。今から約50年前に下水道の普及を進める沖縄県的那覇市で市民に下水道に興味関心を持ってもらうために魚をデザインした。これが、「デザインマンホール」のはじまりと言われている。

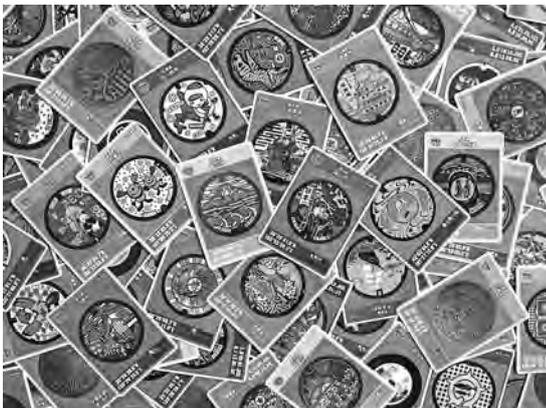


写真-1 マンホールカード

## (2) デザインマンホールの魅力

一言でいえばデザインマンホールの魅力は「ご当地もの」ということになる。しかし、ただのご当地ものではない。以下に3つのポイントを紹介する。

### ①全国統一フォーマット

横浜市はベイブリッジ、大阪市は大阪城、広島市はカープ坊やのように全国統一で約60cmのフレームに、その土地に所縁のあるデザインがされている。

### ②描きこまれた美しいデザイン

マンホール蓋で最も大事なことは「歩行者の安全」となる。通行者がつまずいたり、雨の日に滑ったり、車いすやベビーカーがひっかからないよう表面の凹凸を計算してデザインされている。海のしぶき、空全体に広がる雲などは、そのためのものであり、統一された円形のフレーム内に隅々まで描きこまれたアートともいえる美しいデザインを生んでいる。

### ③色は職人の手塗り

カラーのデザインマンホールは職人が一枚一枚手塗りで製造されている。足元に設置するものなのに、ここまで丁寧につくり込まれていることは、国内は勿論、海外からも日本ならではの文化として高く評価されている。

以上の3点より、日本のデザインマンホールは、単なるご当地ものではなく、長い年月をかけ、日本全国レベルで制作された統一感と、美しく、日本の文化を感じる「奥深さ」をそなえていることが魅力であるといえる（図-1）。



図-1 デザインマンホール

## 3. 集めて「楽しい」を追求した「マンホールカード」の魅力

デザインマンホールの奥深い魅力を一番活かす方法として、下水道広報の軸として企画されたのが「マンホールカード」である。ここでは、マンホールカードが何を大事にして設計されたものなのかを説明する。

### (1) 最初に大前提としたこと

当時、調査結果にも表れていたが下水道のイメージは「汚い」「臭い」など最悪なものであった。これを優良なイメージに変えるためには、真逆のイメージである「綺麗」や「楽しい」など優良なイメージを市民の方に持ってもらうしかなかった。題材はデザインマンホールにすることは決まっていたが、最初に制作するうえでの絶対基準を設けた。それは、すべての判断を「市民にとって楽しいか？」で判断すること。当たり前のように聞こえるが、これは公共施策では意外と難しい。例えば、それまでの公共施策の考えでいけば、マンホールカードを配る条件として、下水道の勉強のため「下水道処理場を予約して見学しなければならない。」とか、「カードの説明文には下水道の大切さを書かないといけない」など発行側の主張がどうしても強くなってしまふ。勿論、これらは大事なことだが、この思考で行くと一般の人に広くデザインマンホールの魅力は広がらない。イメージを変えるには、幅広い人に優良なイメージを広げる必要があるため、マンホールカードは、まずは市民が最初に触れた時に「楽しいと感じるのか？」で全てを判断して制作し、まずは興味関心を持ってもらうことを優先することにした。

### (2) マンホールカードの特徴

マンホールカードは当時人気だった対戦やゲームセンターで遊ぶものではなく、「集めて楽しい」を軸に以下の3点を意識して設計することにした。

#### ①コレクション性

統一感を指定したフォーマットを使い、並べた時に綺麗に見えることを意識し、また、集める人がコンプリートだけでなく、地域やデザインのジャンルなど好きな集め方で楽しめるように複数のナンバリングを採用。

#### ②高い品質

北海道から沖縄まで、どこでもらっても紙の質や印刷の色味に違いがでないように玩具のメーカー1社を印刷会社に設定し品質の管理を行うこととした。

#### ③SNSでの拡散

マンホールカードには、カードになっている実際の

デザインが設置された場所に位置座標が入っていて、カードを手に入れた記念に現地で写真を撮って SNS で拡散しやすいようにしてある (写真—2)。

#### 4. マンホールカードを軸とした広報戦略

ここでは、ここまで説明してきた奥深い魅力のある「デザインマンホール」と、それを活かして制作された広報軸「マンホールカード」を認知の無い状態から、どのように下水道のイメージを変えていったのかについて紹介する。意識したのは、以下の3点になる。

##### ①最初に発表した第1弾30種類のラインナップ

マンホールのカードに参加したい自治体を募集し、普通に制作しても、おそらく一般の人のイメージにある黒い丸い鉄が並んでしまい、いくらポップな色のフレームを採用しても優良なイメージに変えることはできない。そこで、最初のインパクトでイメージをかえることを意識し、最初の30種は日本を代表するようなカラーのデザインマンホールを採用。例えば、富士市の富士山や大阪市の大阪城、岡山市の桃太郎、広島市のカープ坊やなど。

##### ②常にメディアに取り上げてもらうことを意識した発行サイクル

マンホールカードの発行を年3回とし意図的にニュースの波をつくった。配布時期告知→配布の反響→(落ち着いたところで)次の配布時期の告知・・・これを年に3回、4か月サイクルで繰り返す。そして年末頃に1度、ファンのためのマンホールの祭典「マンホールサミット」を開催。ここでは、有識者、マンホールマニア、アナウンサー、写真家などマンホールに関係ある人がトークショーを行い、集まったファンに魅



写真—2 位置座標でカードになっているデザインマンホールで記念撮影

力を伝えると共に、1年の振り返りと次の1年の活動を説明する。最初は300人規模であったこのイベントだが、現在では7,000人以上来場するイベントとなっている (写真—3)。

##### ③SNSで拡散してもらいやすくすることを意識

前述の通り、集めている人がカードを手に入れて SNS に上げてもらいやすくするのは勿論、配布する側の自治体からもホームページや SNS で情報を発信してもらうことで、情報の量をカードが増えるのと比例して増やすように意識した。また、イベント等でも記念に写真を撮影して SNS にあげたくなるような展示を心がけることも重要であったと思う。

#### 5. デザインマンホール広報の結果

上述してきたマンホールカードを活用した広報戦略は、短期間で評価をあげることに成功した。約2年でマンホールカードは100万枚発行し、TV、雑誌、WEBなどメディアの露出は年間1,000件以上となった。露出数は落ち着いてきたものの、現在でも発行数の勢いは続いており、現在では800万枚以上発行し、下水道事業をしている半数以上の自治体がマンホールカードを導入している。この数字からも、集めているユーザーは年々増加していることがわかる。また、一番大きかったのは、マンホールカードを配っている自治体関係者への影響ではないかと思う。マンホールカードが登場する前は、下水道フェアなどを開催し市民に下水道を理解してもらうために集客をどうするか課題であったが、現在はマンホールカードを入手するため、積極的に市民が来ることが増え、集客した人に下水道の魅力をどう伝えるかに課題がシフトしているように思える。これは、あくまでも個人の印象だが、求められることで関係者の雰囲気も明るくなったようにも思え、明るい気持ちや嬉しい気持ちで配ることが少なからず下水道全体のイメージにも影響しているのではないかと感じる。そして、デザインマンホールは、



写真—3 マンホールサミット 北九州

マンホールカードの人気により、コンテンツとしての価値が向上し、これにより、ポケモンやガンダムなど人気のコンテンツが続々とデザインマンホール化し地域活性化の一助になっている。

## 6. おわりに

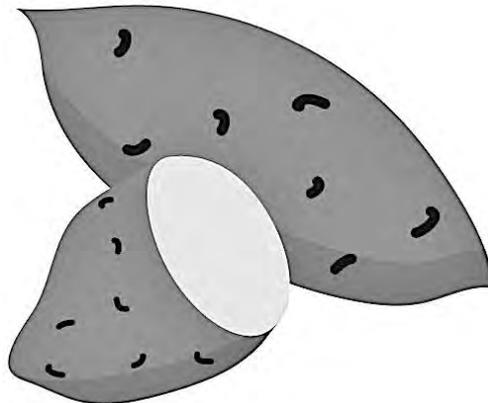
ここまでの報告の通り、長年積み上げてきた日本のデザインマンホールは、その奥深い魅力を活かし、下水道のイメージを年々優良なものに変えてきている。しかし、私は、日本のデザインマンホール広報に携わり、そのポテンシャルを感じたことで、実は、まだまだ黎明期なのではないかと感じるようになった。他国

には無い文化なので、これから日本独自の文化物として、さらに大きくなると感じると共に、少しでもそうなることに貢献できるように今後も活動していきたい。

JCMA

### 【筆者紹介】

山田 秀人 (やまだ ひと)  
㈱ストーリーノート  
リアルエクスペリエンス事業部  
マンホールプロデューサー



ずいそう

## 建機カメラマンから見る除雪

池田 智



建設機械、工事現場専門カメラマンとして仕事をできるようになり6年。様々な現場、建設機械を撮らせていただいている。その中でも今回は除雪関係の話をしようと思う。

個人的な話で恐縮だが、筆者は北海道生まれの横浜育ち。両親は共に北海道出身だ。帰省するのは主に夏であったが、冬に帰省した際には雪道を歩くだけで苦勞し、札幌市内であっても吹雪けば雪と強風で呼吸もままならず難儀した記憶だけが強く残っている。

4年前から北海道を中心として、除雪の取材をさせてもらっており、北海道は開発局、札幌市、江別市、岩見沢市など、本州では新庄と青森空港だ。同じ政令指定都市でも札幌市と横浜市では当たり前だが異なることを痛感した。ところ変われば大違い。予算の使い方も想像以上に異なる。年間降雪量が月とスポンレベルに違うのだから引合いに出すのもどうかと思いつつ、関東育ちの筆者には驚きの連続だった。除雪にコストをかけるのは北海道に限ったことではなく、本州の降雪地域は同様に対応している。それでも規模、面積から北海道の特異性を感じずにはいられないのだ。

最初に札幌市の土木部でお話を聞いたときに、「除雪には高い除雪と、安い除雪があるの。わかる？」恥ずかしながら建設機械のことしか考えていなかったので、「そりゃ建設機械を使った除雪がコストがかかるに決まっている！！」答えはブー、外れ。建設機械を使用するのは安い除雪だという。では、高い除雪って何のこと?? 答えは雪を運んで捨てること。

雪が降る前に各行政所有の土地、地権者から借り受けた土地にシートを敷き、仮設の事務所を設置して準備。雪が降りだしたら、除雪した雪を運んで捨てる。ただ捨てるといっても住民が捨てに来てもいい場所、市の委託業者、県や国など地区や管理・管轄が異なれば夫々違うのだ。雪捨て場の仮設事務所はその管理も担う。市の除雪協力業者のトラックであればチケットを持っている。入場の際にそれを渡して雪を捨てる。雪が捨てられるとホイールローダーやバックホー、ブルドーザーで水をかけながら雪を固めて積み上げてゆく。その雪捨て場の予定量に達するまで固めて積み上げて、の繰り返しだ。予定量に達するとその雪捨て場はクローズする。

市の入札公告に雪の解体工事の案件が出始めると春も間近だ。関東に住んでいると、雪なんてあとは放っておけば勝手に溶けてなくなるのではないかと考えがちだが、管理工と言われる自然融雪分は全体量の2割ほど。冬に固めて積み上げた雪山の8割はホイールローダーやバックホー、ブルドーザーで崩して融かしてゆく。冬は固めて積み上げる、春は崩して融かす、ここにコストを掛けているのが雪国の実態だ。

建設機械好きとしては建設機械の話もしたい。夏に国内のメーカーを取材させていただいた際に、出荷前のホイールローダーがずらりと並んでいるところに遭遇した。担当の方によると、「これはすべて除雪用で11月くらいまでには全部なくなりますよ」とのことであった。街中や道路の除雪作業で主に使われるのは、



写真—1



写真—2



写真—3



写真—4

ホイールローダー、モーターグレーダー、ロータリー除雪機、散布車などだ。いずれもタイヤ式で一般道路の走行も可能な機械が活躍している。

北海道開発局のようにスノーステーションから除雪機を出動させるのとは異なり、札幌市などでは各区内ごとに冬季の公園や野球場の駐車場などが除雪用建設機械の置き場となっている。日常生活でモーターグレーダーなどの建設機械を頻繁に目にする機会があるというのはなんとも羨ましい話だが、地域の方からすれば単なる除雪機で珍しくもないらしい。

除雪センターに必ず1台あるのがバックホーだ。クローラー式の機械は雪捨て場内や除雪センター内で使用する。コンマ45以下程度の比較的小型のものだが、散布車に融雪剤（塩素）を積込むためにクレーンとして使用する。開発局のスノーステーションの場合は融雪剤の積込みエリアがあり、天井クレーンで吊上げて散布車に積み込んでいる。

北海道都市部の取材が多く、ネタも市街地除雪が中心になりがちだが、おなじ道内でも町から離れるとまた異なる。更に本州や山間では雪質や雪庇除雪など手段と目的が大きく変わる。今年もこれから降雪シーズンを迎える。大雪で孤立する地域が出ることはないように、これは本当にそう思う。

今までの取材で沢山の除雪関係の方にお会いした

が、共通しているのは雪に対して悪く言わないということだ。これだけ手間とコストをかけているから面倒に感じていないと言ったら嘘になるのかもしれない。それでも「雪は降るものだし、積もれば、誰かが除雪しないとみんな困るしょ」と真夜中、早朝から除雪作業を淡々とこなしている。更には「雪？別に嫌いでないよ。子供たちとスノボに行ったりするし」と笑顔さえ見せる。雪と共に暮らすというのはこういうことなのかと教えられた気分だった。

開発局では除雪の無人運転の実証実験も始まっている。除雪機のメーカーではオペレーター教育用にシミュレーターを用いるなどICTやリモートコントロールの分野での様々な取り組みが始まっているようだ。個人的に楽しみでもあり、取材する機会が得られたら、と思う次第である。

最後に。昔よく言われた3K（きつい、汚い、危険）はもう古い、令和のニュー3Kは「建機・効率・カッコいい」だと筆者は考えている。取材で行政やメーカー、建設会社の取り組みに触れるうちに思い浮かんだ新規格の3Kだ。ニュー3Kで業界のイメージを変換してゆき、担い手不足解消にいくばくかでも後押しができれば。それが筆者の願いである。

——いけだ さとし サトシドットリンク、  
建機・重機・工事現場カメラマン——

ずいそう

## 消雪パイプと雪国ライフ

金子 剛



雪が多く降る地域のことを「雪国」と呼ぶが、大雪が降る雪国で問題なく暮らせるよう、いろいろな工夫がされた雪国ライフを紹介する。

私が生まれ育った新潟県長岡市は新潟県で2番目に大きい市であり、日本三大花火の長岡大花火大会が有名である。花火ほど有名ではないが多い年は市街地でも1mを超す積雪がある。私が住む町は市街地から10kmほどであるが、山に近いせいか市街地の倍ほどの積雪に苦労しながら生活してきた。日本中が大雪に見舞われた昭和38年1月の38豪雪(写真-1)は記憶に残る人もいると思う。長岡市の雪は観測史上最高となる3mもの大雪に見舞われ市内は完全に雪の中に閉ざされた。

年齢がばれるが、幼い私は、この38豪雪をおぼろげに覚えている。1階玄関は雪面の遙か下、2階の窓からしか外に出られない状態が続き、休み無く深々と降り続く雪に子供ながら不安にかられたことを思い出す。この雪害が長岡市に急速に消雪パイプの普及を促す結果となった。

関東に住む知人が私を訪ねてくれた時、新幹線で真冬の長岡駅に降り立って開口一番「なんで道路からお

湯が噴き出しているのか？」初めて見た消雪パイプの印象である。私にとっては当たり前のことだが、温暖地に暮らす人は、とても不思議な現象らしい。消雪パイプとは、地下水をポンプでくみ上げてスプリンクラーのように散水させ雪を消す設備である。気温が零度前後のときでも地下水の温度は14℃あるため空気中の水蒸気が暖められ湯気になり、初めて目にする人はお湯が噴き出しているように見えたのである。

消雪パイプの発祥の地は長岡市である。発案者は元祖・柿の種で知られる浪花屋製菓の創業者の今井興三郎氏である。今井氏は周囲に雪が積もっているにもかかわらず、地下水の浸みだしている場所だけ雪が無いことに目をつけ、昭和30年に考案したとされる。今井氏は井戸から温かい地下水をくみ上げ長岡市の公道に昭和36年に消雪パイプの設置を実現させた。この2年後の38豪雪の年に消雪パイプを設置した3.7kmはアスファルト路面が現れたままで、消雪パイプの絶大な効果に誰もが驚いたと伝えられている。現在、市内の消雪パイプは、国・県・市に私有を加えると、総延長約960kmにもなり、いまでも伸び続けている(図-1)。



写真-1 昭和38年1月の長岡市内の様子  
出典：ながおか防災ホームページ「38豪雪」より



図-1 消雪パイプの仕組み  
出典：長岡市ホームページ「消雪パイプと地下水」より

平成の時代になり気温が上昇しているためか2mを超す雪はほとんどなくなったが、忘れた頃に大雪に見舞われている。最近では平成30年の北陸豪雪で福井・石川で記録的な大雪となった事は記憶に新しいが、雪の少ない新潟市でも同年1月12日に1日の降雪量が80cmを超えた。当然、我が町はその比ではなく一晩で150cmの降雪があり、関東にいる息子達に屋根の雪下ろしの為に駆けつけてもらい大いに助かった。ちなみに家にかかる荷重は湿った雪で1mの積雪荷重が300kg/m<sup>2</sup>以上にもなる為、家の倒壊を防ぐには雪下ろしが必要になる。

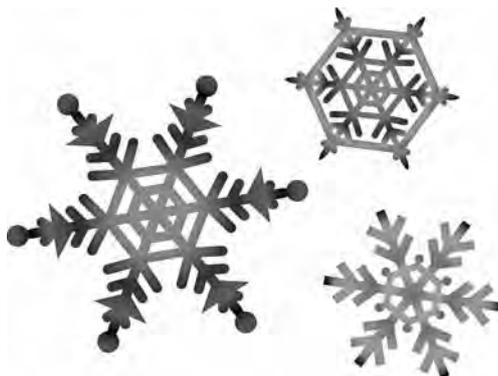
ここまで読んで頂いた方はなぜ住みにくい所に住んでいるか不思議に思われていると思う。確かに雪が降って喜ぶのは子供とワンちゃんだけであるが、私も子供時代は、雪の降るのを心待ちにしており、初雪が降れば雪だるま作りに精を出し、皆が集まれば二手に分かれて雪合戦が始まった。屋根には1mを超える雪が積もれば大人達は町中一斉に雪下ろしを行い、落とされた雪は小山ほどの大きさになった。それを利用

して穴をくり抜き、かまぐらの出来上がりである。七輪を持ち込み正月の餅を焼いて食べれば、極上のおやつであった。小学から中学にかけ半日程を使い裏山で行われたスキー授業は今となれば最高の思い出である。

大人になり冬の楽しみ方は視覚や暖をとる形に変わっていった。我が町、我が庭には毎年、素晴らしい四季が訪れてくれる。特に冬の夜に綿雪が深々と降り続いたあとの夜明けが、晴天であれば銀色の別世界が出現する。外が吹雪いていても部屋の中には暖かいコタツがあり、外の凍える寒さとのギャップは安堵感さえ感じるものである。愛猫は窓から吹雪く外を眺めて何を思っているのか…。

我が町内にも3年前から消雪パイプが設置され、冬の雪かきから少しかだけ解放された。鉛色の冬空をきれいと思ったことは無いが、春の息吹を待つ楽しさも雪国ライフである。

—かねこ つよし (株)加賀田組 舗道部—



## 部 会 報 告

# 南摩ダム本体建設工事見学会報告

機械部会 コンクリート機械技術委員会

## 1. はじめに

JCMA 機械部会のコンクリート機械技術委員会では、令和4年6月7日に栃木県鹿沼市にて現在施工中の南摩ダム本体建設工事の見学会を実施した。参加者はコンクリート技術委員の12名(写真-1)であった。



写真-1

## 2. 見学スケジュール

令和4年6月7日(火)

- 13:00 新鹿沼駅東口集合
- 13:00～13:30 貸切バスにて南摩ダムへ移動
- 13:30～14:30 南摩ダム本体工事概要説明
- 14:30～15:30 現場見学
- 15:30～16:00 自動化施工の説明・質疑応答
- 16:00～16:30 新鹿沼駅へ移動・解散

## 3. 工事概要

- 工 事 名：南摩ダム本体建設工事
- 発 注 者：独立行政法人 水資源機構
- 施 工 者：大成建設(株)
- 工 期：令和2年12月8日～  
令和7年3月31日(約52か月)
- 工事場所：栃木県鹿沼市上南摩町地内
- 工事概要：コンクリート表面遮水壁型  
ロックフィルダム

本体基礎掘削工	約 99 万 m <sup>3</sup>
原石山掘削工	約 340 万 m <sup>3</sup>
堤体盛土工	約 240 万 m <sup>3</sup>
コンクリート打設	約 14 万 m <sup>3</sup>
堤頂長	359 m
堤高	86.5 m
堤体積	約 240 万 m <sup>3</sup>

## 4. 現場見学

### (1) 南摩ダム本体工事概要

新鹿沼駅より南摩ダムへはバスで所要20分くらいであり市街地から比較的近いダムとなる。ダム上流の付替道路はすでに完成しており、車窓から工事現場を見ることが出来て巨大な建造物を造っているのがわかる。はじめに案内されたプレゼンテーションルームは、付替道路から湖底となる谷底まで行ってからまた登っていった先の対岸(右岸)にあり、ダム工事現場(写真-2)が一望できる場所であった。

思川開発事業は、思川の支川南摩川に南摩ダムを建設し、洪水調節を行うとともに、思川支川の黒川、大芦川と南摩ダムを導水路で結び、水を融通しつつ効率的に水資源開発を行う事業である(図-1)。

南摩ダムはダム上流側の堤体表面をコンクリートで遮水する「コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム(CFRD)」形式のダムである(図-2)。



写真-2 ダム工事現場



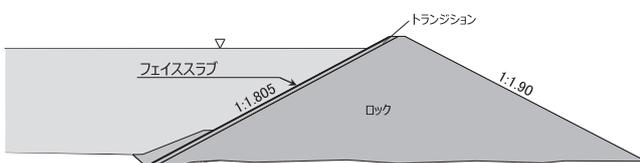
図一 1 ダムからの補給、導水路の取水・補給の概要



図一 2 南摩ダム完成予想図

コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムは、堤体をロック材で盛立し、上流側表面をコンクリートフェイススラブにて被覆することで遮水性をもたせる構造のダムである（図一 3）。

これまで国内において、コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムは、1980 年以前に数件建設された実績があるが、その後建設されていなかった。近年、大型締め固め機の開発普及により、薄層転圧による堤体の盛立が可能となったことから、南摩ダムは国内では初めて近代的な薄層転圧工法を用いた CFRD 型式のダムとして本ダムに採用されることとなった。本体の大部分であるロック材は、ダム上流に位置する原石山から採取し、大型ダンプで堤体に運搬し、盛立に使用される。



図一 3 コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム概要図

## (2) 堤体及びプリンス施工

堤体の右岸天端に位置するプレゼンテーションルームで工事概要の説明を聞いた後、バスで堤体河床部のプリンス構築現場に移動した。プリンスは、ダムが完成した際には管理用の通廊となる構造物であるが、フェイススラブの台座としての役割も有する重要な構造物であり、施工状況を間近で確認することが出来た（写真一 3）。

プリンスは、堤体右岸上部から堤体河床部を経て堤体左岸上部へと続く現場打ちコンクリートの構造物であり、全 79 函体（1つの函体：標準長さ 7.5 m）より構成される。現場では、コンクリートポンプ車による実際の打設状況を確認することができた（写真一 4）。

堤体の盛立材料となるロック材の運搬には、リジッドフレーム式やアーテキュレイト式の重ダンプトラック（写真一 5）が使用され、原石山と堤体を結ぶ工事用道路を走行していた。工事用道路は、重ダンプトラック専用道路と一般の連絡車両が分離されており、交差点等の両車両が交差する箇所には監視員が配置されており、遮断機の上げ下げを行っていた。

堤体の盛立では、運搬されてきたロック材を大型のブルドーザで敷均し、振動ローラで締め固める施工がされていた（写真一 6）。ロック材の敷均し転圧作業は、



写真一 3 プリンス打設状況確認



写真一 4 コンクリートポンプ打設



写真一五 重ダンプトラック



写真一七 スリップフォーム (他ダム事例)



写真一六 堤体内部ロック施工



写真一八 コンクリート製造設備

1層 50 cm または 1 m 毎（盛立ゾーンにより異なる）に行われ、これを何層も繰り返して施工される。

堤体盛立がダム天端標高まで完了後、すぐにフェイススラブの施工に移るのではなく、堤体を安定させる期間が数か月程度設けられているとのことであった。

その後、堤体上流側にフェイススラブコンクリートが打設される予定である。施工には、幅 15 m のスリップフォーム（写真一七）が使用され、コンクリートの水平打継目を設けることなく、斜長が約 170 m の最長打設レーンではフェイススラブを 3 昼夜連続して打設するとのことであった。

### (3) コンクリート工

南摩ダムで使用されるコンクリートは、現場内に設けられたコンクリート製造設備（写真一八）で製造され、アジテータ車やダンプトラックで打設箇所へ運搬されていた。

コンクリート用の材料はすべて購入されたもので大型の骨材貯蔵ビン（写真一九）が併設されている。コンクリートの品質向上のためセメントや材料を冷却する装置がプラントに装備されている。

ダム工事で使用されるコンクリートには、粗骨材最



写真一九 骨材貯蔵ビン

大寸法 80 mm、スランプ 3~5 cm といった固練りの配合もあり、ダンプトラックでコンクリートを運搬したり、直径 10 cm のパイプレータを使用するなど、一般のコンクリート工事とは異なる部分があることを聞くことができた。

### (4) 洪水吐き工

南摩ダム本体を建設するにあたり、南摩川を左岸側のトンネルに迂回させている。さらに並行してもう 1 本のトンネルがダムの放流用として掘削されていた。

現在は、工事中であるためダムの上流と下流を結ぶ工事用通路として運用されていた。

そのトンネルを通り、洪水吐きの構築現場へ移動した。洪水吐きのシュート部（写真—10）減勢部（写真—11）では大型クレーンで4.5m<sup>3</sup>のコンクリートバケット（写真—12）を吊り、コンクリート打設を行っていた。

ダム堤体周辺の工事内容は全体平面図（図—4）の通りである。



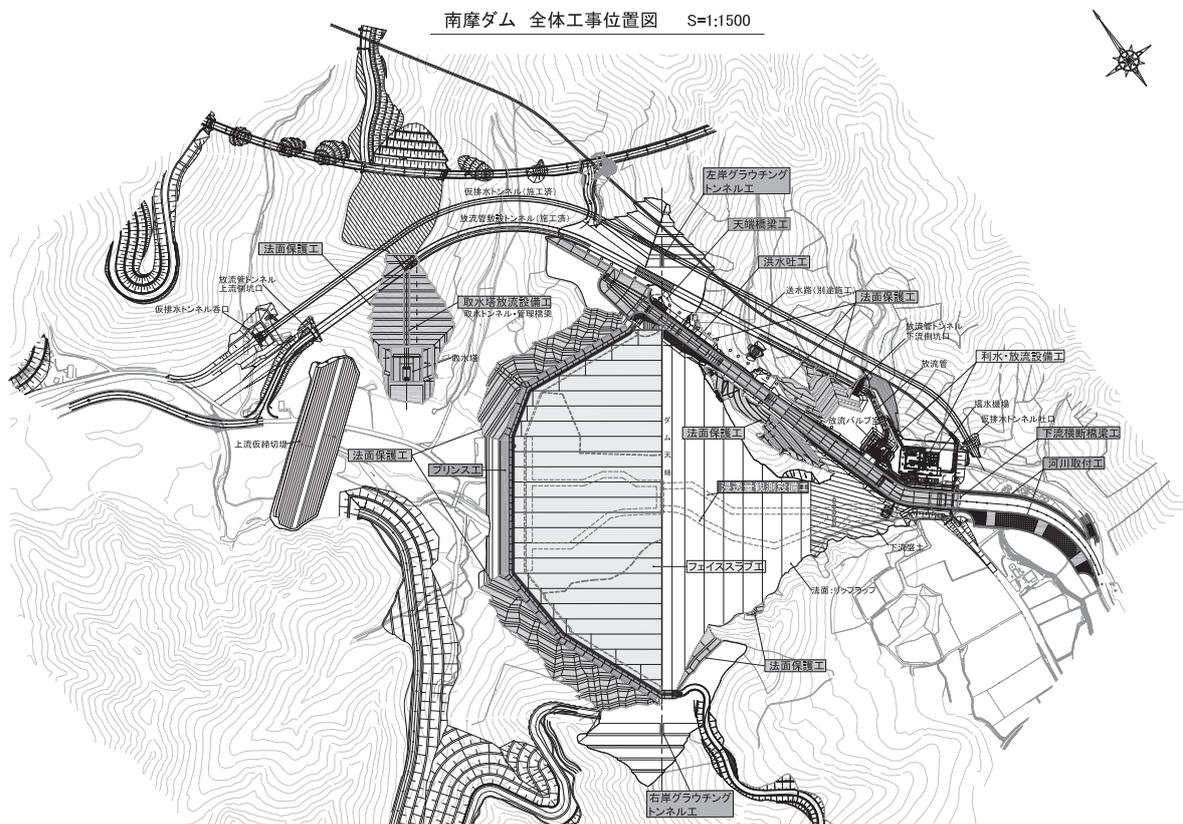
写真—11 洪水吐き（減勢部）



写真—10 洪水吐き（シュート部）



写真—12 4.5m<sup>3</sup>コンクリートバケット



図—4 全体平面図

### (5) 自動化施工

南摩ダム本体工事では、堤体の盛立に自動化施工が適用されており、ブルドーザでの敷均し、振動ローラの締固めが実施される予定である。見学時にはブルドーザの自動化施工試験運転を実施していた。

など深く理解でき、大変有意義なものであった。この見学会にて説明及び案内をしていただいた大成建設(株)金木工事主任、佐野委員並びに工事関係者の皆様にごの場を借りて深く御礼申し上げます。

JCMA

## 5. おわりに

今回南摩ダムの建設現場をわかりやすい説明とともに見学させていただき、ダムの構造や施工方法・工程

#### [筆者紹介]

清水 弘之 (しみず ひろゆき)  
カヤバ(株) 熊谷工場 技術部  
(一社)日本建設機械施工協会 機械部会  
コンクリート機械技術委員会 委員



## 部 会 報 告

### 「ロータリ除雪車の安全性向上」活動

機械部会 除雪機械技術委員会 ロータリ分科会

除雪機械技術委員会ロータリ分科会は、ロータリ除雪車を製作する各社代表を構成員とし、ロータリ除雪車に関する案件に取り組んでいる。

平成 28 年度よりロータリ除雪車の安全性向上をテーマとした活動に取り組み、来年度より助手作業の安全性を向上させた車両を、各社共に市場投入できる目途が付いた。その内容について報告する。

#### 1. はじめに

平成 28 年に、(一社)日本建設機械施工協会の除雪講習会参加者 4,523 名に「ロータリ除雪車に関する安全」に関するアンケートを実施し 3,023 名より回答を得た。

その結果を分析すると、実にロータリ除雪車のオペレータ及び助手(約 1,000 名)の 64%が作業中に事故になりそうなヒヤリハットの経験があり、その大部分が「エンジンを停止せずに修理・点検」を実施した事に起因するヒヤリハットであったことが分かった。

この事実を当委員会では、広く機関紙やホームページで公表し、注意を呼び掛けたが、更なる安全性向上を図るため、ロータリ除雪車を製造する各社が統一して安全装置を標準装備する方向で活動し、来年度から安全装置の付いた車両の市場導入への目途が付いた。

#### 2. 事故事例

過去には不幸にして多数の人身事故が発生している。その事例を除雪講習会テキストより抜粋し紹介する。

オペレータがエンジンをかけたまま、装置を確認し運転席に戻る際に、不意に走行レバーに触れてしまい、車体前方にいた助手を轢いてしまった(図-1)。

雪詰まり除去作業中に、助手が手を挙げたところ作業終了の合図があったとオペレータが勘違いし、作業装置を動かしたため、助手の足を作業装置に巻き込んでしまった(図-2)。

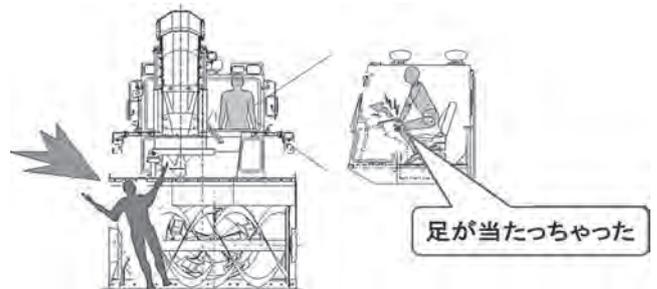


図-1 不意操作の事故

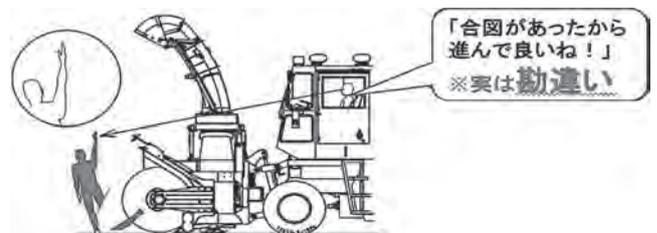


図-2 勘違い事故

#### 3. なぜロータリ除雪車の助手作業に危険が伴うのか

##### (1) ロータリ除雪車には死角がある

あらゆる作業車全般に言える事であるが、オペレータから見えない死角が存在する。

ロータリ除雪車の場合は、助手が点検・清掃・整備で作業装置であるオーガに接近した時に運転席からの死角となり、不注意も重なると事故になる(図-3)。

##### (2) エンジンを停止しないと、作業装置に巻き込まれやすい助手の作業がある

エンジンを停止し、安全を確認してから助手が実施する作業として、雪詰まり除去やオーガのシャープン交換作業(図-4)があるが、作業装置が稼働出来る状態で実施されると作業装置に巻き込まれる危険がある。

#### 4. ロータリ除雪車の製造各社統一仕様での安全装置開発

当委員会では、助手が作業装置に巻き込まれやすい作業を安全に実施するために、大・中・小のロータリ



点検・修理の人が運転席から直接目視出来ない。

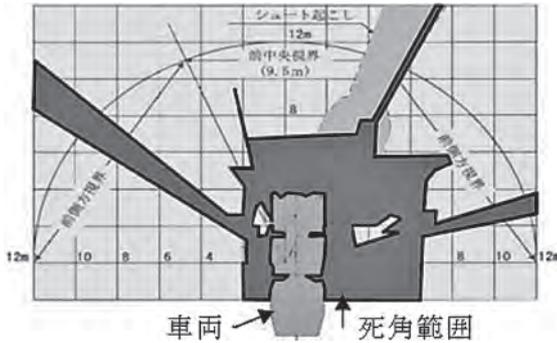


図-3 死角



図-4 シャーピン交換作業

除雪車で助手が同席する機種に、新たに各社統一仕様での安全装置を開発し、標準装備する事とした。

当委員会がこの活動を実施したのは、一か所の除雪ステーションに、メーカーの異なる大・中・小のロータリ除雪車が存在し、オペレータや助手の方は複数のロータリ除雪車を操縦されている事を考慮し、各社まちまちの構造を避け、出来るだけ統一した安全装置の装備が望ましいと考えたからである。

また、各社の安全基準レベルに差が生じる事を防止する意味でも仕様統一は重要であった。

議論の末に、安全装置作動は、助手が車外に出ようとするタイミングで作動させる構造が最も効果的との結論となり以下のような構造とした。

安全装置作動の条件は、①車体が停止状態（車速

0 km) で、②助手が安全バーを上げ（解除）、ドアハンドルにアクセス出来る状態になり、③実際にドアハンドルを操作してドアを開いた場合に作動するものである。

安全装置が作動すると、エンジンは停止され、安全装置が解除されるまでエンジンを始動する事は出来なくなる。

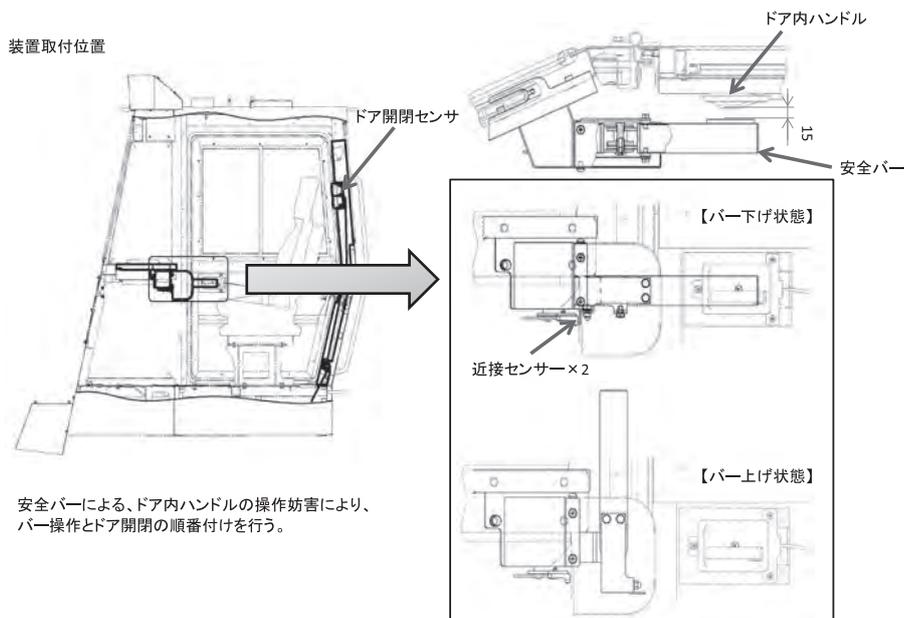
安全装置の解除は、以下の条件が整うと可能となる。  
①助手がドアを開けて車体に乗込み、助手席ドアを閉じ、②安全バーを下げ、ドアハンドルにアクセスできなくなった状態（エンジン再始動は③車両の変速レバーがN（ニュートラル）位置で実施できる）。

図-5, 6は、来年度から標準装備する安全装置の構造を示す。

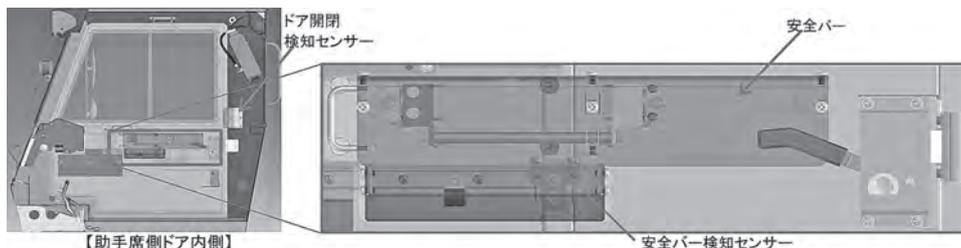
昨年から本年にかけて、各社共に試作機を製造し実作業を行い、概ね良好の評価を得た。必要であれば来年度からの安全装置標準装備での実稼働評価で、今後も当委員会が中心となり、各社統一した安全仕様にて改良を重ねていく所存である。

### 5. おわりに

国土交通省及びロータリ除雪車を製造する各社で安全装置として、どのような装置が最も機能するのか、7年に渡り議論を重ね、統一した安全装置思想にたどり着いた。この安全装置により、人命にかかわる事故が皆無となってくれることを切に願う。



図—5 安全装置 安全バー機構概要 (中・大形例)



図—6 安全装置 安全バー機構概要 (小形例)

## 6. メンバー紹介

ロータリ分科会は、国土交通省総合政策局公共事業企画調整課の指導の元に活動して来た。ロータリ分科会及び関係者を紹介する。

[国土交通省総合政策局公共事業企画調整課]

菊田 一行 企画専門官  
 小野寺敬太 施工安全企画室 建設機械係長  
 和田 直也 施工安全企画室 建設機械係

[除雪機械技術委員会委員長]

坂井 幸尚 コマツ 商品企画本部 商品企画室  
 プロダクトマネージャ

[ロータリ分科会委員長]

久末 忍 (株)NICHIGO 除雪機械技術部 部長

[ロータリ分科会]

岡本 光隆 (株)NICHIGO 取締役 営業総括部長  
 井口 慎治 (株)NICHIGO 東京支社  
 白樫 純 新潟トランス(株) 除雪機業務部  
 技術グループ 主査  
 齋藤 彰一 新潟トランス(株) 除雪機業務部  
 営業グループ 課長

山本 邦洋 開発工建(株) 品管部 部長  
 畑田 健 (一社)日本建設機械施工協会  
 技術部長

7年の長きに渡り活動したため、本件に関わった歴代の関係者及び仲間も多く存在する。

誌面での歴代メンバー紹介は割愛するが、本誌面にてプロジェクトが完了した事を報告するとともに、長年の活動に感謝を申し上げる。

### 追伸

(一社)日本建設機械施工協会機械部会除雪機械技術委員会では、ホームページで活動状況を公開している。  
<https://jcmanet.or.jp/bukai-iinkai/kikai-bukai/josetsu-kikai/>

JCMA

### [筆者紹介]

久末 忍 (ひさすえ し のぶ)  
 (株)NICHIGO  
 除雪機械技術部 部長  
 (一社)日本建設機械施工協会 機械部会  
 除雪機械技術委員会 委員



## 新工法紹介 機関誌編集委員会

02-143	ICT 削孔管理システム	ライト工業(株)
--------	--------------	----------

### ▶ 概要

本システムは斜面对策工事であるアンカー工やロックボルト等の削孔工に関して施工状況のリアルタイム計測、計測データの帳票化機能により現場作業の負担軽減を図る施工管理システムです。

### ▶ 開発背景

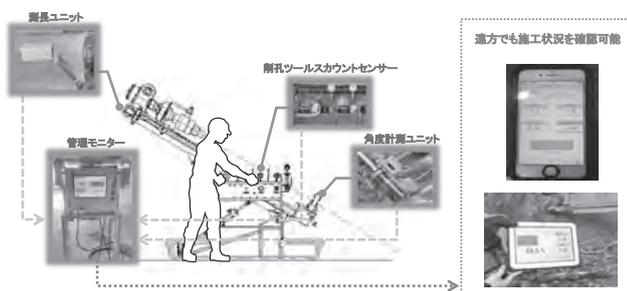
従来の施工管理方法での課題として、マシンセット状況や削孔長確認に人手を要する点や、施工計測結果を作業終了後にデータ整理する必要がある、施工を管理する社員の負担となっている点がありました。そこで計測技術のバックアップにより社員の作業負担軽減や効率化することを目的としました。

### ▶ 特徴

本システムは既存の削孔機に各計測ユニットを取付け、削孔工の出来形計測（削孔角度、削孔長等）を行い、計測データは無線通信にて管理モニターに集積、施工状況のリアルタイム確認や出来形の帳票データ化を行えます（写真—1、図—1）。



写真—1 使用状況



図—1 システム構成

システムの機材構成は以下の内容となっています。

- ・管理モニター（施工データの表示、出来形帳票出力）
- ・角度計測ユニット（傾斜角度、方位角度の計測）
- ・測長ユニット（削孔機の掘進機ストローク距離を計測）
- ・削孔ツールカウントセンサー（削孔に使用するツールス

本数の自動計測機器）

又、本システムは削孔機各機種への搭載可能となっており、アンカーやロックボルト等幅広い工種へ対応可能となっています。

### (1) 削孔角度計測

マシンセット時の施工管理として削孔角度の計測があります。本システムでは脱着可能な角度計測ユニットにて傾斜角度及び方位角度の計測を行います。計測した角度データは管理モニターにて表示し、記録されます（図—2）。

### (2) 削孔長計測

削孔長の計測はレーザー式測長ユニットとツールスカウント機能にて計測します。レーザー式測長ユニットでは削孔機掘進装置のスライド距離を計測します。又、削孔機操作レバーに併設したセンサーにて削孔中もしくは削孔ツールス継足の施工状況を判断し、削孔に使用したツール本数を自動的にカウントします。これら機能により施工状況の進捗率をリアルタイムに確認することができます（図—3）。



図—2 姿勢角計測画面

図—3 削孔計測画面

### (3) 施工状況確認

管理モニターでは削孔角度と削孔長の計測データを表示し施工状況の確認が行えます。又、管理モニターの遠隔表示機能にて離れた位置からでも施工状況確認が可能です。Wi-Fi 通信可能なタブレットやスマートフォンを使用することで閲覧可能となります。

### (4) 施工データ管理

管理モニターでは事前に計画データを登録することで施工内容の確認ができます。又、施工結果として各項目（施工日時、施工位置、削孔方位、削孔長等）が記録され日々の管理が行えます。記録されたデータは出来形帳票データとして即時作成が可能です。

### ▶ 用途

- ・各種削孔工
- ▶ 実績
- ・中国自動車道盛土補強工事

### ▶ 問合せ先

ライト工業(株) 施工技術本部 機械統括部 機械部  
〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区3画地  
TEL: 029-846-6175

03-193	<p style="text-align: center;"><b>タワークレーンの 自動運転支援システム</b></p>	<p style="text-align: center;">三井住友建設 IHI IHI 運搬機械</p>
--------	---	--

▶ 概 要

建設業では、少子高齢化に伴う労働者の減少により熟練技能者の担い手不足が深刻化しつつある。その一つとして、超高層建物などで使用される工事用タワークレーンでは、鳶工との無線交信による誘導・強風時や夜間など目視確認しづらい状況下での操作など、高度な操作ノウハウが要求される。このような技能訓練はマニュアルでは解決することが難しく、従来の徒弟制度では育成に長い経験年数を要するため近い将来、安全性や生産性の低下が懸念される。本システムでは、クラウド上に構築した施工情報システム（BIM 座標・取付順番・施工中の仮設物の情報）と、自動誘導システムと、クレーンシステムを連携させ、熟練オペレーターの負荷軽減と非熟練オペレーターの安全性と生産性を支援する次世代クレーンを目指すものである。また将来には、自動集積された稼働データにより、工事進捗をリアルタイムに可視化することで、作業所・本支店・関連企業での情報共有に向けた取り組みも目指している。



図一 運転支援システムを導入したタワークレーン

▶ 特 徴

＜部材情報との照合＞

あらかじめ、クラウド上の施工情報システムに BIM データを基にした施工計画情報（プレキャスト（PCa）部材情報、取付け位置、施工順番の情報など）を登録し、PCa 部材に貼付された RFID タグを現場搬入時に読み取ることで、順番・行き先が施工計画と自動照合され、予定通りであれば、クレーンの自動経路の探索へと移行する。

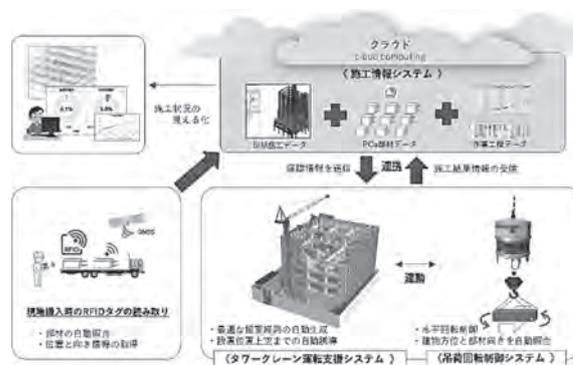
＜自動誘導システムとクレーンシステム＞

出発地点と行き先および架設障害物の条件を元に、クレーンの最適経路が計算され、経路に基づいて巻き上げ・旋回・起伏が自動で行われる。

＜吊荷回転制御システム＞

三井住友建設では豪州のロボリガー社と、吊荷回転制御システムを共同で開発した。タワークレーンの揚重作業と連動して PCa 部材の水平回転・保持は、施工計画情報で設定された方位角へ自律で回転・保持がおこなわれ、スムーズな降下設置作業を可能にする機能が備わっている。方位角は設計図に基づいた方位角と GNSS（Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム）を活用した現方位角の整合を適宜おこない調整される。介錯ロープを介して人力で吊荷を回転する作業が不要となり、吊荷の衝突・作業員の転落災害のリスク減少が可能となり、さらに回転操作を事前に行うことで設置時間が短縮され、クレーンの稼働率向上が可能となる。

今後、建設生産プロセスの変革を方針の一つに掲げ、計画と施工を繋げたデータ連携を構築し、建設業のデジタル化を支援する次世代建設生産システムとして、さらなる安全性と生産性の向上にフィードバックしていきたい。



図二 システムの全体イメージ図

▶ 用 途

- ・タワークレーン
- ・吊荷の回転制御

▶ 実 績

- ・(仮称) 聖蹟桜ヶ丘 PJ A 敷地新築工事

▶ 問 合 せ 先

三井住友建設(株) 事業創生本部 次世代生産システム部  
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号  
TEL：03-4582-3000（代表）

## 新工法紹介

04-441	自由断面掘削機 遠隔操作システム 「Tunnel RemOS-RH」	西松建設 ジオマシン エンジニアリング
--------	--	---------------------------

### ▶ 概要

本技術は、自由断面掘削機による掘削を遠隔で実施可能な無人化施工システムであり、『遠隔操作室』、『映像・操作信号通信システム』、『機体制御システム』および『掘削ガイダンスシステム』で構成されている（図-1）。

#### ① 遠隔操作室

遠隔操作室内には遠隔操作コクピットおよびモニタが配置されており、このモニタ画面を見ながら機体走行やブーム操作等を遠隔で行う（図-2）。なお、重機運転者にとって重要な情報となる機体稼働音や掘削音（切削音）もコクピットに伝えられる。

#### ② 映像・操作信号伝送システム

自由断面掘削機には9台のFHDカメラが設置されており、それらの映像データは坑内と機体に設置した通信アンテナによって遠隔操作室に無線伝送されるとともに、操作信号が遠隔

操作室から自由断面掘削機に伝送される。同時に、機体姿勢、掘削位置（カット位置）やカットトルク等の稼働データも遠隔操作室に伝送され、その情報の一部はコクピットモニタに表示される。また、これらの情報は専用PCに運転データとして蓄積される。

#### ③ 機体制御システム

遠隔操作室からの操作信号は、映像・操作信号伝送システムを介して自由断面掘削機に設置された機体制御盤に伝送され、その信号をもとに機体が遠隔制御される。

#### ④ 掘削ガイダンスシステム

機体に取り付けられたセンサや3Dスキャナを使用してブーム先端（カット）の絶対座標を計算し、掘削切羽におけるカット位置が遠隔操作室モニタに表示される。オペレータは映像情報に加えてこのカット位置情報も参考に遠隔操作による掘削作業を行う。また、ここで得られたカットの軌跡および掘削に要した電力量（掘削エネルギー）から掘削体積比エネルギーや地山強度といった地山性状を示す値が算出され、モニタにリアルタイム表示される。

### ▶ 特徴

#### ① 安全性の向上

自由断面掘削機による掘削作業の操作を崩落等危険性の高い切羽から離れ、安全で良好な環境下の室内（遠隔操作室）からオペレータが遠隔で実行可能。

#### ② 作業環境の改善

掘削に伴う粉じんや激しい振動・騒音にも晒される過酷な環境下での作業を切羽から離れた室内で行うことができる。

#### ③ 高精細映像の無線伝送

小電力無線やVバンド帯高速無線LAN等の無線方式を組み合わせることで、複数の高精細映像を低遅延で安定して遠隔操作室に伝送することが可能。

### ▶ 用途

- ・山岳トンネルの掘削工事

### ▶ 実績

- ・長崎497号 松浦1号トンネル新設工事

### ▶ 問合せ先

西松建設(株) 技術研究所 土木技術グループ

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-1 住友不動産虎ノ門タワー 21階

TEL: 03-3502-0247



図-1 自由断面掘削機遠隔操作システムの構成

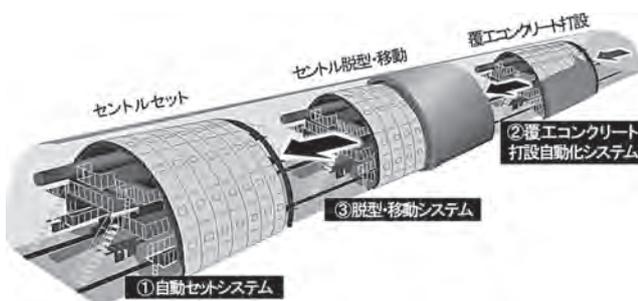


図-2 遠隔操作試験実施状況

04-444	山岳覆工コンクリート用 自動化セントル	西松建設 岐阜工業
--------	------------------------	--------------

### ▶ 概 要

山岳トンネル工事における覆工コンクリートの施工において、西松建設・岐阜工業は、アーチ型の鋼製型枠（以下、セントル）を用いた覆工作業をすべて機械制御化し、ボタン操作による指令のみで基本動作を実施・制御することができる「自動化セントル」を開発した。搭載する主なシステムは、①自動セットシステム、②覆工コンクリート打設自動化システム、③脱型・移動システム、の3つ（図一1）で、覆工作業員を従来の6人から2～4人まで省人化することができる。



図一1 自動化セントル概念図

### ▶ 特 徴

#### ①自動セットシステム

専用制御盤を用いた操作で、測量機器やアクチュエータ・各種センシング装置などと連携してセントルを所定位置へ正確にセットできるシステムである（図一2）。TSで取得したセントルの自己位置データと設計値との差分値に基づき、セントルの位置や姿勢を自動調整した後、フォームを所定位置まで自動拡幅する。作業は最小2人で、従来の半分以下の時間に短縮でき、据付誤差は従来と同程度の3mm以内である。

#### ②覆工コンクリート打設自動化システム

自走式マニピュレータを用いて配管の切替えおよび覆工コンクリートの打込み作業を自動化した技術である（図一3）。コンクリートが所定の打込み高さには達すると自動停止し、次の配管孔へ自動で切り替わる。打込み作業の進捗状況はタブレット端末でも確認でき、高流動コンクリートを用いた場合、最小2人での打込み作業を実施できる。

#### ③脱型・移動システム

セントル脱型時のフォーム収納やセントルダウンの操作は、自動セット作業の逆手順によりボタン操作のみで実施できる。



自動セット制御盤での基本操作

セントル自己位置測量

図一2 自動セット作業状況



図一3 自走式マニピュレータを用いた覆工自動打設

また、セントルの走行移動は自走装置制御盤で行うことができ、移動量を入力するだけで任意の位置まで移動できる。

### ▶ 用 途

・山岳トンネル工事（覆工コンクリート工）

### ▶ 実 績

・第17-41330-0033号 道路橋りょう整備（再復）工事（トンネル）（トンネル延長474m）

### ▶ 問 合 せ 先

西松建設(株) 技術研究所

〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目2番1号

TEL：03-3502-0247（代表）

## 新工法紹介

04-445	タワークレーン 3次元 自動誘導システム	戸田建設
--------	-------------------------	------

### 概要

この技術は、従来クレーンのオペレーターが手動で行っていたタワークレーンの操作が、コックピットモニターの操作画面をタッチするだけで、自動で可能となるシステムである。

図-1に、当システムによる鉄骨部材の移動ルートのイメージを示す。鉄骨部材のBIMデータと施工計画データを基に揚重する部材を自動で判別し、部材の移動ルートを自動で作成する。揚重部材の自動判別は、荷取り地点において揚重する部材に取り付けられたQRコードを読み取り、該当するBIMデータと照合することで行う。

図-2に本システムの概要図を示す。本システムは、「コアコントロールユニット」と「コアコントロールシステム」により構成される。コアコントロールユニットはGNSS (Global Navigation Satellite System)<sup>\*1</sup>受信機・各種センサー・高感度カメラを搭載しており、タワークレーンで吊り上げた吊荷の位置・方向・姿勢・吊荷の振れを把握し、これらを制御することが可能である。一方でコアコントロールシステムは、コアコントロールユニットが取得した情報を収集し、モニター等の各種端末にて表示・制御することができる。

また、コアコントロールユニットには荷振れ制御システムを搭載している。ユニット内にあるモーションセンサーが吊荷の振れを検知すると、吊荷の振れる方向(速度)とは逆の向きに推力が発生するよう、ダクトドファンと呼ばれる推進器が稼働し、吊荷の振れを自動で抑制する。

※1:人工衛星を使用して地上の現在位置を計測する「衛星測位システム」のうち、全地球を測位対象とすることができるシステムのこと

### 特徴

- ①タワークレーンで揚重する鉄骨部材の判別、鉄骨部材を取り付けるまでの移動ルートの設定、タワークレーンの操作、及び荷振れ等の制御を自動で行うことができる。
- ②状況に応じた安全かつ効率的な方法、吊荷を指定の位置へ自動的に誘導することができる。
- ③荷振れ制御システムにより、従来はオペレーターの技量に依存していた吊荷の荷振れ制御の自動化が可能となる。

### 用途

・鉄骨工事

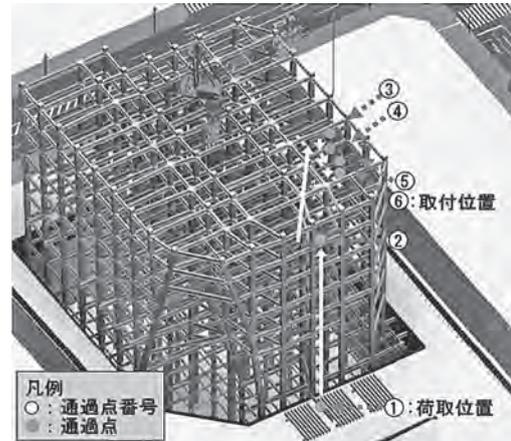


図-1 鉄骨部材の移動ルートのイメージ

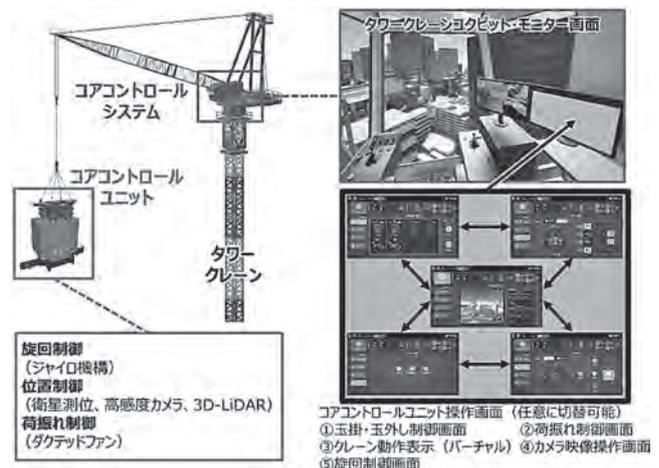


図-2 システム概要図



写真-1 実証試験の状況

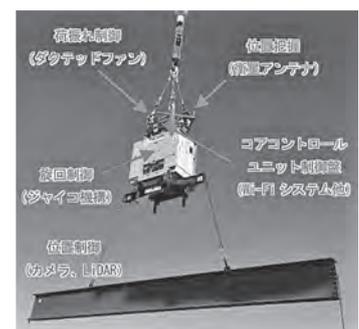


写真-2 コアコントロールユニット

### 実績

・S大学新病院棟新築工事 (RCS造)

### 問合せ先

戸田建設(株) イノベーション本部

〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1

TEL: 03-3535-2401

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

22-〈01〉-01	コマツ ブルドーザー  D27A/P/PL-10	'22.4 発売 新機種
------------	-----------------------------------	-----------------



写真-1 D27A-10

オフロード法 2014 年基準に適合した小型ブルドーザーである。排ガス規制対応のほか、同社従来機に対し、エンジン出力と車速をアップし、時間当たりの作業量は従来機<sup>※1</sup>に比べ24%向上した。また、キーオフ時に自動的にブレーキがかかるネガティブブレーキ機能や、パーキングブレーキが作動していない場合はエンジン始動が出来ないエンジン始動セーフティ機能などにより、安全作業をサポートする。そのほか、大容量燃料プレフィルタの採用で、燃料系のトラブルの未然防止を図っている。また、作業現場に合わせて3つの仕様（乾地、湿地、超湿地）を揃えている。また、オプションとしてトプコン社製のマシンコントロール装着キットを設定した。

※1：コマツ D21-8E0。

問合せ先：コマツ サステナビリティ推進本部  
コーポレートコミュニケーション部  
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

表-1

【主な仕様】	単位	D27A-10 乾地車	D27P-10 湿地車	D27PL-10 超湿地車 <sup>※2</sup>
ブレード種類		パワーアングル パワーチルトドーザ		油圧式スト レート チルトドーザ
機械質量 <sup>※3</sup>	t	4.230 (4.620)	4.580 (4.970)	4.790 (5.180)
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1)	kW/min <sup>-1</sup> [PS/rpm]	41.6/2,480 [56.6/2,480]		
ブレード高さ	m	0.590	0.590	0.590
ブレード最大上昇 量/下降量	m	0.780/0.395	0.845/0.330	0.680/0.445
全長 <sup>※3</sup>	m	3.365 (3.750)	3.350 (3.740)	3.420 (3.810)
全幅 (本体/ブレード)	m	1.610/2.170	2.000/2.560	2.190/2.490
全高 <sup>※3</sup>	m	2.450 (2.585)	2.475 (2.610)	2.460 (2.595)

※2：農業向けアタッチメント（オプション）により農業仕様として利用可能

※3：ROPS キャンナビ仕様（）内はROPS キャブ仕様車（オプション）

【公表価格】 \*工場裸渡し消費税抜き

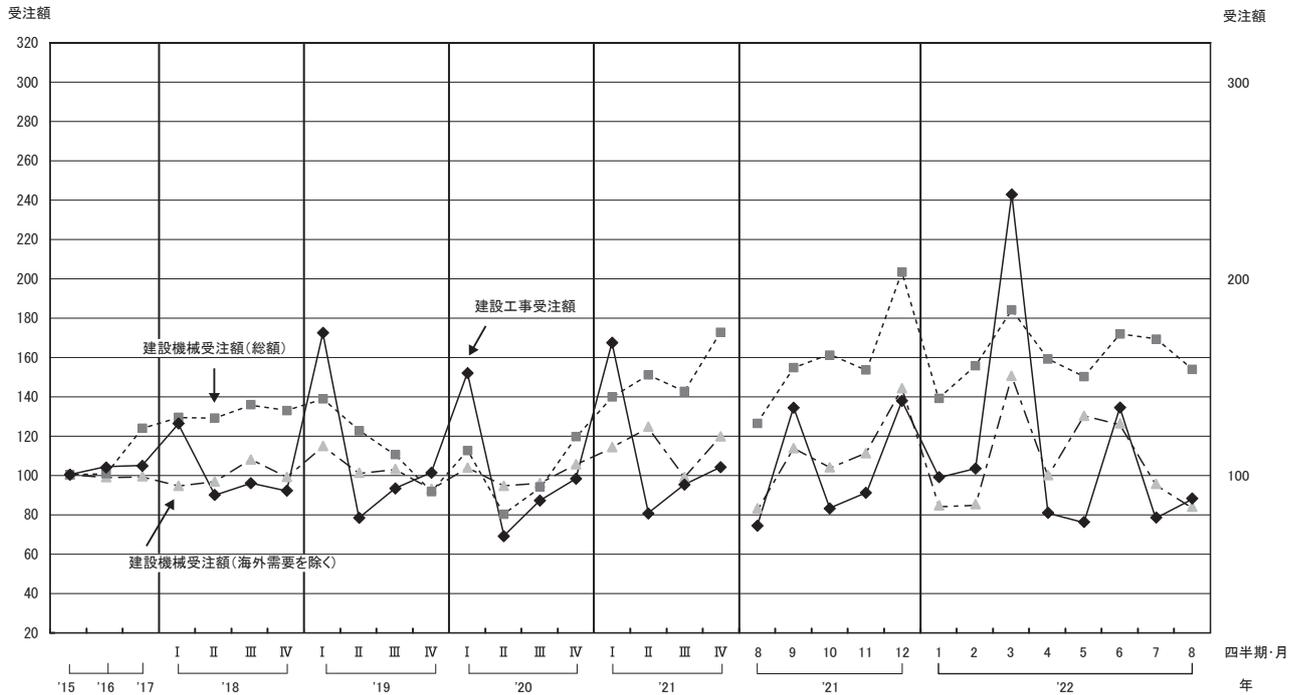
D27A-10：9.4 百万円

D27P-10：9.8 百万円

D27PL-10：10.5 百万円

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

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



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2021年 8月	8,766	6,304	2,156	4,149	2,059	370	32	6,285	2,481	187,177	10,180
9月	15,826	12,449	1,698	10,750	2,780	419	179	11,984	3,842	188,820	14,729
10月	9,753	7,135	2,003	5,132	2,202	360	57	6,806	2,947	190,874	8,975
11月	10,676	7,495	2,213	5,282	2,269	351	561	6,782	3,894	191,232	10,790
12月	16,208	12,569	2,335	10,235	2,841	371	427	12,316	3,892	192,900	15,433
2022年 1月	11,656	7,955	1,408	6,547	2,892	322	487	8,014	3,641	194,534	9,787
2月	12,152	9,464	2,400	7,065	2,280	365	43	8,766	3,387	193,576	11,606
3月	28,665	21,001	4,095	16,906	6,090	496	1,078	18,978	9,687	202,497	20,607
4月	9,462	6,623	2,182	4,441	2,268	490	81	6,347	3,114	201,690	9,341
5月	8,930	6,695	2,012	4,683	1,038	386	812	6,290	2,640	201,369	8,812
6月	15,741	11,290	3,252	8,038	2,525	465	1,462	11,414	4,327	202,288	14,177
7月	9,176	6,529	2,073	4,456	1,839	348	460	6,310	2,865	202,222	9,335
8月	10,334	8,302	3,261	5,042	1,451	362	220	7,711	2,624	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	21年 8月	9月	10月	11月	12月	22年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
総 額	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	26,393	1,833	2,245	2,341	2,229	2,955	2,017	2,263	2,675	2,310	2,177	2,498	2,457	2,233
海 外 需 要	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	18,737	1,371	1,611	1,762	1,609	2,150	1,546	1,789	1,834	1,753	1,450	1,791	1,926	1,766
海外需要を除く	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	7,656	462	634	579	620	805	471	474	841	557	727	707	531	467

(注) 2015～2017年は年平均で、2017～2020年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2021年8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

(2022年9月1日～30日)

### 機械部会



#### ■トンネル機械技術委員会・海外機械調査WG

月日：9月8日(木)(会議室, Web 併行開催)

出席者：篠原慶二世話人ほか12名

議題：①海外機械に関して各メンバーが実施した調査内容の報告 ②調査報告についてのディスカッション ③調査内容のまとめ方について討議

#### ■トンネル機械技術委員会・ベルコン技術WG

月日：9月9日(金)(会議室, Web 併行開催)

出席者：丸山修委員長ほか11名

議題：①ベルコン技術について前回未報告、新規調査分について各メンバーからの説明とディスカッション ②ベルコン下部利用、安全対策等の調査結果の報告とディスカッション ③次回以降の進め方について討議

#### ■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：9月13日(火)(会議室, Web 併行開催)

出席者：丸山修委員長ほか6名

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

#### ■基礎工事用機械技術委員会

月日：9月14日(水)(会議室での対面開催)

出席者：草刈成直委員長ほか20名

議題：①各社トピックス：鉄建建設㈱「生産性と安全性の向上を目的としたバッテリー機関車の自動運転システムの開発」 ②今後のスケジュールについて ③㈱KGフローテクノ, ㈱カナモトによる技術プレゼン：「TRD工法(等厚式ソイルセメント連続壁工法)の概要と適用事例」, 「産業用ドローン事業の紹介」, 「遠隔操縦装置システム(カナタッチ)の紹介」

#### ■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月日：9月15日(木)(会議室, Web 併行開催)

出席者：美野隆委員長ほか会場参加者27名, Web参加63回線

議題：①委員長挨拶 ②R4年度活動経過報告と進捗状況説明 ③機械及び施工技術の普及：建設機械最新技術の動向に関する発表(4件) ④安全の推進：建設機械・施工に係る安全対策の向上に関する発表(4件)

#### ■除雪機械技術委員会

月日：9月16日(金)(会議室, Web 併行開催)

出席者：坂井幸尚委員長ほか20名

議題：①国交省から除雪に関する状況報告：R5年度予算要求概要の説明, 除雪装置自動化の取組みについて ②ロータリ除雪車の安全性活動報告の機関誌投稿記事紹介 ③自動化, 情報化対応関連, 他技術についての情報共有 ④除雪機械の勉強会(ロータリ除雪車) ⑤その他：ホームページ更新の連絡, 国内次期排ガス規制についての情報共有

#### ■油脂技術委員会・高粘度指数作動油規格制定に関する小委員会

月日：9月16日(金)(Web会議で開催)

出席者：山本徹朗幹事ほか11名

議題：①「建設機械用高粘度指数油圧作動油」規格制定に関する討議：ラウンドロビン評価結果の共有と各社意見, 今後の進め方, BF粘度@-20℃の試験法について

#### ■油脂技術委員会

油脂規格普及促進協議会運営委員会

月日：9月21日(水)(会議室, Web 併行開催)

出席者：石川広二委員長ほか29名

議題：①燃料エンジン油関係：カーボンニュートラル燃料の動向について ②高粘度指数油関係：市場実績品のラウンドロビン評価結果の共有 ③規格普及促進関係：マイクロクラッチ摩擦代替材について, JCMAS オンファイル状況の報告 ④JCMASの改正について：進捗状況の報告と, 問題点の審議 ⑤その他：油脂技術委員会の運営体制と役割分担について, 令和4年度事業計画について

#### ■原動機技術委員会

月日：9月29日(木)(会議室, Web 併行開催)

出席者：工藤睦也委員長ほか19名

議題：①前回の議事録確認 ②国内次期規制についての情報交換：環境省今後の自動車排出ガス低減に向けたヒヤリング(9/20開催)の報告 ③海

外排出ガス規制の動向に関する情報交換：UK Brexit, トルコ, EU 2017/655改定(ISMの56kW未満への拡大) ④カーボンニュートラルに関する情報交換：油脂技術委員会「カーボンニュートラル燃料の動向について」の紹介

#### ■機械部会 幹事会

月日：9月30日(金)(会議室, Web 併行開催)

出席者：橋本隆浩部会長ほか16名

議題：①部会長, 副部会長より挨拶 ②各技術委員会委員長よりR4年度上期の活動報告, 下期の活動についての説明と審議 ③事務局からR4年度上期の機械部会の活動実績(数値データ), 各委員会のトピックスについて報告

#### ■情報化機器技術委員会

月日：9月30日(金)(Web会議で開催)

出席者：白塚敬三委員長ほか7名

議題：①用語集についてホームページに掲載する用語に関する討議 ②ホームページ掲載中の「障害物検知センサまとめ」に関して内容更新について討議 ③規制・規格の最新情報の共有 ④ジック(株)社デモ見学会(7/20(水)開催)の報告書の最終確認 ⑤上半期活動報告書の内容報告

### 標準部会



#### ■ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場データ交換) ISO/WDTs 15143-4 (施工現場地形データ) 国際バーチャル会議

月日：9月2日(金)昼～午後早め

出席者：日本からコマツ山本茂コンピナーほか10名, 海外から19名出席  
場所：Web上(ISO Zoom)

議題：①開会(前回合会議事録確認・前回会議からの要処理事項の検討など) ②相互運用性についての概念実証状況 ③(案件自動廃案を避けるための)日程検討 ④9月下旬のWG対面会合の議事案

#### ■ISO/TC 195/WG 2 国際バーチャルWG会議

月日：9月8日(木)夜

出席者：小倉公彦(JCMA事務局)ほか4名

場所：Web上(ISO Zoom)

議題：ISO 11375「建設用機械及び装置-用語及び定義」CIB投票結果報告・次段階に向けた協議

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 1 国際バーチャル WG 会議

月 日：9月13日(火)夜

出席者：室谷雅之委員(協和機械製作所)ほか8名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：①コンビナー交代報告 ②2020年5月に実施されたアンケート結果確認 ③前回(2019年11月・神戸)WG会議での日本プレゼン再説明 ④次回会合予定(2023年1月17日バーチャル)

■ ISO/TC 127/WG 17 ISO/PWI 5757 国際 WG ハイブリッド会議

月 日：9月13日(火)・14日(水)・15日(木)午後～深夜

出席者：米国斗山 Bobcat 社 SPOMER コンビナーなど海外から29名, 日本からコマツ間宮幸委員長ほか2名出席

場 所：ドイツ国フランクフルトアムマインの機械工業連盟 VDMA での対面会合と日本などからの Web 参加 (ISO ZOOM) とのハイブリッド会議

議 題：①(案件の)日程確認 ②各案件の論議(日程・WG 専門家意見聴取結果・用語の定義・規制含む各種技術詳細事項検討) ③次回会合, その他 ④関連する技術事項の検討

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場データ交換) ISO/WDTS 15143-4 (施工現場地形データ) 国際バーチャル編集会議

月 日：9月14日(水)昼～午後早め

出席者：日本から山本茂コンビナー(コマツ)ほか2名出席, 海外から7名出席

場 所：Web上 (ISO ZOOM)

議 題：9月下旬の ISO/TC 127/SC 3/WG 5 ハイブリッド会議に向けて未対応の各意見を検討して案文を整備

■ ISO/TC 195/SC 3/WG 1 国際バーチャル WG 会議

月 日：9月14日(水)夜

出席者：山本卓也委員(技研製作所)ほか9名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：ISO/WD 11886「穿孔及び基礎工事用機械-土壌及び土壌/岩石穿孔及び基礎工事用機械-用語及び商業仕様」コメント審議(続き)

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 2 国際バーチャル WG 会議

月 日：9月15日(木)夜

出席者：和田悟志委員(豊和工業)ほか9名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：①ISO/DIS 24147「路面清掃車-用語及び商業仕様」DIS 投票結果・コメント審議 ②次回会合予定(10月18日, 11月28日バーチャル)

■ ISO/TC 195/WG 5 国際バーチャル WG 会議

月 日：9月19日(月)夜

出席者：小倉公彦(JCMA 事務局)ほか8名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：定期見直し投票結果報告・協議 ①ISO 15642「道路建設及び維持用機器-アスファルト混練プラント-用語及び商業仕様」見直し ②ISO 15689「道路建設及び維持用機器-粉末結合材撒布機械-用語及び商業仕様」追補 ③ISO 16039「道路建設及び維持用機器-スリップフォームペーパー及び関連機械-用語及び商業仕様」見直し

■ ISO/TC 195/SC 1 国際バーチャル総会

月 日：9月20日(火)夜

出席者：川上晃一(日工)国際議長ほか34名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：①SC 1 議長 任期延長 [TC 195 CIB 報告] ②SC 1/WG 7 後任コンビナー指名 ③SC 1 幹事国報告 ④SC 1/WG 4 ISO/DIS 19711-2「トラックミキサー-安全要求」報告 ⑤SC 1/WG 9 ISO/FDIS 6085「セルフローディングモバイルコンクリートミキサー-安全要求事項及び検証」報告 ⑥SC 1/WG 8 ISO/PWI 5342「コンクリート機械-施工現場情報交換」報告・協議 ⑦SC 1/WG 2 ISO/DIS 13105-1「コンクリート表面こて仕上げ機械-第1部：用語及び商業仕様」, ISO/DIS 13105-2「同-第2部：安全要求事項及び検証」報告 ⑧SC 1/WG 7 ISO 18650-2「コンクリートミキサー-第2部：混練効率の試験要領」報告 ⑨SC 1/WG 6 ISO 21573-1「コンクリートポンプ-第1部：用語及び商業仕様」報告 ⑩SC 1/WG 5 ISO/SR 19720-1「コンクリート及びモルタル準備用プラント-第1部：用語及び商業仕様」定期見直し投票結果報告 ⑪新業務提案 ISO/NP 18651-1「コンクリート内部振動機-第1部：用語及び商業仕様」新 WG 設置・コンビナー指名 ⑫その他の事項 ISO 11375「建設用機械及び装置-用語及び定義」見直しに関する協議

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 31 ISO 7021 保護構造の材料要求事項 国際バーチャル会議

月 日：9月20日(火)夜・21日(水)夜

出席者：米国斗山 Bobcat 社 Neva コンビナーなど海外から延べ14名, 日本からコマツ小塚大輔委員ほか1名出席 場 所：Web上 (ISO ZOOM)

議 題：①前回議事録確認 ②案件の日程などの概観 ③委員会原案 CD 投票結果及び各国意見への対応検討 ④会議結果まとめ ⑤その他 ⑥次回会合は2022年11月22日を予定

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場データ交換) ISO/WDTS 15143-4 (施工現場地形データ) 国際 WG ハイブリッド会議

月 日：米国現地では9月20日(火)～23日(金), 日本時間では21日～24日未明～朝

出席者：(対面)日本からコマツ山本茂コンビナーほか2名出席, 海外から出席19名出席+(Web)米国・韓国・日本, 計3名 Web 部分参加

場 所：米国コロラド州デンバー近郊 ウェストミンスター Trimble 社及び Web上 (ISO ZOOM) ハイブリッド

議 題：①開会(前回会合議事録確認・要処理事項の検討など) ②案文に対する各専門家意見の検討・処理 ③概念実証及び相互運用性の検証の実施について ④次回会合など今後の予定 ⑤将来的な標準化に関して ⑥その他(コードリストの概観・データ保管の計画・コネクスポでの紹介)

■ ISO/TC 195/SC 3 国際バーチャル総会

月 日：9月21日(水)夜

出席者：佐々木正博委員(エス・ティ・サービス)ほか22名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：①SC 3 幹事国報告 ②ISO/TS 15143-4「施工現場情報交換-第4部：地形データ」に関する TC 127/SC 3/WG 5 とのリエゾン解消 ③TC 195/WG 2 の ISO 11375 見直しに関する提言

■ ISO/TC 195 国際バーチャル総会

月 日：9月22日(木)夜

出席者：川上晃一(日工)SC 1 国際議長ほか35名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：①TC 195 議長 任期延長 [CIB 報告] ②TC 195 幹事国報告 ③戦略的ビジネスプラン ④傘下 WG 2～WG 9・SC 1～SC 3 活動報告 ⑤リエゾン報告 ⑥次回 TC 195 総会の予定

(2023年9月18日～22日中国・鄭州)

- ISO/TC 127 土工機械委員会国内総会  
月日：9月29日(木)午前  
出席者：間宮崇幸(コマツ)委員長ほか26名  
場所：Web上 (ISO Zoom)  
議題：① TC 127 親委員会・SC 1～SC 4 分科会 活動計画及び審議状況報告 ②投票案件 ③トピックス：ISO/TS 15143-4 国際 WG 会議参加速報, コロナ対応 (日本入国時の水際対策緩和)

## 建設業部会

- 三役会  
月日：9月2日(金)  
出席者：洗光範部会長ほか4名(内 Web 参加者1名)  
議題：①各 WG 報告：8/4 機電交流企画 WG 報告, 9/27 令和4年度若手現場 Web 見学会谷沢川分水路工事, 10/19「2022年度 機電技術者のための講演会」進捗状況・『建設業界(機電職)就職活動用ガイド』改訂作業状況, 8/10 モーメントリミッターの設定方法のヒアリング(対コベルコ建機)報告, 8/24 国交省：建設機械施工の自動化・自律化協議会「施工管理・検査基準 WG」公募要領(案)打合せ, 8/30 クレーン安全情報 WG 報告, 8/31 令和4年度若手現場 Web 見学会谷沢川分水路工事事前打合せ報告 ②その他：9/13 第132回建設施工研修会(映画会)お知らせ, 10月の建設業部会調整(2021年実績：10/1), 本道路建設業協会の賛助会員入会推薦のご相談

- 機電交流企画 WG  
月日：9月6日(火)  
出席者：本多茂主査ほか9名(内 Web 参加者3名)  
議題：①9/27(火)『令和4年度若手現場 Web 見学会谷沢川分水路工事』準備報告 ②10月「2022年度機電職 Web 講演会」の準備報告 ③その他(建設業部会予定等)

- 令和4年度若手現場 Web 見学会  
月日：9月27日(火)  
参加者：洗光範部会長ほか5名, ほか Web 参加者107名  
工事名：谷沢川分水路工事  
所在地：世田谷区玉堤二丁目地内～同区玉川台一丁目地内  
見学目的：現場見学を通し, 若手機電技術者の育成の場提供

- 発注者：東京都第二建設事務所  
施工者：安藤ハザマ・東鉄・京急建設共同企業体  
施工内容：土圧シールド工法, 垂直コンベア, ニューマチックケーソン工法等  
配信会場：谷沢川出張所(世田谷区玉堤2-14)

## レンタル業部会

- レンタル業部会  
会議：レンタル業部会  
月日：9月8日(木)(Web 会議併用)  
出席者：中村部会長ほか12名  
議題：①部会長挨拶 ②コンプライアンス分科会活動状況報告 ③R4年度現場見学会について ④各社の取組事項, 部会員共通の問題, 課題について ⑤その他連絡事項等

## 広報部会

- 第132回 建設施工研修会  
月日：9月13日(火)  
出席者：154名聴講(会場参加11名, zoom 参加143名)  
映像：14会員組織(関係官庁, 建設会社, 建設機械メーカー, 情報機器会社, レンタル会社)から27本の提供映像を上映

## 各種委員会等

- 機関誌編集委員会  
月日：9月7日(水)  
出席者：中野正則委員長ほか27名  
議題：①令和4年12月号(第874号)計画の審議・検討 ②令和5年1月号(第875号)素案の審議・検討 ③令和5年2月号(第876号)編集方針の審議・検討 ④令和4年9月号～令和4年11月号(第871～873号)進捗状況報告・確認  
※通常委員会及び Zoom にて実施

## 支部行事一覧

### 北海道支部

- 令和4年度除雪機械技術講習会(第3回)  
月日：9月6日(火)  
場所：小樽市(小樽経済センター)  
受講者：102名  
内容：①除雪計画 ②除雪機械の取り扱い ③除雪の安全施工 ④冬の交通

安全 ⑤除雪の施工方法

- 令和4年度建設工事等見学会  
月日：9月12日(月)  
見学場所：新桂沢ダム建設現場, 砂子炭鉱三笠露天坑  
出席者：村上昌仁広報部会長ほか23名  
■令和4年度除雪機械技術講習会(第4回)  
月日：9月15日(木)  
場所：旭川市(道北経済センター)  
受講者：126名  
内容：上記第3回と同じ

## 東北支部

- 令和4年度 i-Construction (ICT 活用工事) セミナー  
内容：①令和4年度の ICT 活用工事 東北地方整備局の取組み ②令和4年度の ICT 活用工事 県の取組み ③施工者による事例発表 ④ ICT 活用工事の実践…その1：3次元計測の精度管理, その2：ICT 建設機械施工の精度管理, その3：3次元データの実務的運用と活用  
主催：東北地方整備局, 青森県・秋田県・岩手県・山形県・宮城県・福島県, 東北建設業協会連合会, JCMA 東北支部  
講師：①東北地方整備局 ②各県担当者 ③各県の施工者 ④ JCMA 東北支部 情報化施工技術委員会メンバー  
④岩手会場  
月日：9月6日(火)  
場所：滝沢市 岩手産業文化センター  
受講者：30名  
⑤青森会場  
月日：9月7日(水)  
場所：青森市 はまなす会館  
受講者：36名  
⑥福島会場  
月日：9月8日(木)  
場所：福島市 とうほう・みんなの文化センター  
受講者：26名

- 第2回 広報部会  
月日：9月13日(火)  
場所：支部会議室  
出席者：浅野公隆広報部会長ほか3名  
内容：①「支部たより184号」の編集計画について ②原稿執筆依頼について ③表紙写真について ④本部機関誌「建設機械施工」令和5年2月号ずいそう原稿執筆者について

- 除雪講習会  
①会津(1)会場  
月日：9月21日(水)

場 所：福島県会津若松市 会津アピオ  
受講者：162名

②会津(2)会場

月 日：9月22日(木)

場 所：福島県会津若松市 会津アピオ  
受講者：158名

③青森(1)会場

月 日：9月27日(火)

場 所：青森市 青森産業会館

受講者：213名

④青森(2)会場

月 日：9月28日(水)

場 所：青森市 青森産業会館

受講者：209名

⑤弘前会場

月 日：9月29日(木)

場 所：弘前市 岩木文化センター あそ  
べる

受講者：155名

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

【座学】

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

【実習】

- ・実施現場での実習

①秋田県会場

<座学>

場 所：秋田市 秋田県庁第二庁舎 8階  
大会議室

月 日：9月15日(木)

受講者：50名

<実習>

場 所：能代地区線形改良工事

月 日：9月16日(金)

受講者：15名

## 北 陸 支 部

#### ■ニイガタ除雪の達人選手権 第2回幹事会

月 日：9月6日(火)

場 所：新潟県十日町地域振興局

出席者：堤事務局長

議 題：①開催までのスケジュール

- ②競技内容・細則について ③当日スケジュールについて ④役割分担・費用負担割案について

#### ■新潟県除雪オペレータ担い手確保協議会 第6回本部協議会

月 日：9月7日(水)

場 所：自治会館 301号室

出席者：穂苅 企画部会長ほか1名

- 議 題：①第5回本部協議会の振り返り ②地域協議会における令和3年度の振り返り ③本部競技会の検討状況について

#### ■令和4年度 ICT 活用講習会 (実践者クラス) 検討会

月 日：9月15日(木)

場 所：北陸地方整備局 5F 会議室

出席者：堤事務局長

- 議 題：①講習内容の確認 ②会場(盛土)の使用箇所及び盛土形成 ③会場準備の工程について ④雨天等の場合における対応について ⑤その他調整事項

#### ■令和4年度 JCMA 北陸支部 親睦ゴルフ大会

月 日：9月16日(金)

場 所：ノーブルウッドゴルフクラブ

参加者：北陸支部会員 16名

#### ■令和4年度第1回雪氷部会

月 日：9月26日(月)

場 所：興和ビル 10F 大会議室

出席者：堤事務局長ほか部会メンバー 13名

- 議 題：①除雪機械安全施工技術講習会のテキスト改訂について ②除雪機械オペレータに関する実態調査について ③除雪車の運転操作上達のかんどころの改訂計画について ④歩道除雪機ハンドブックの改訂について

## 中 部 支 部

#### ■建設機械施工管理技術検定実地試験

月 日：9月2日(金)～5日(月)

場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売(株) 愛知教習センター」

受験者：1級 延べ受験者 85名, 2級 延べ受験者 281名

#### ■広報部会

月 日：9月13日(火)

出席者：濱地仁広報部会長ほか8名

議 題：「中部支部だより」第82号について

#### ■技術・調査部会

月 日：9月20日(火)

出席者：宮内秀弘部会長ほか8名

議 題：技術講演・発表会の発表テーマの選出について

#### ■建設施工研修会 (映画会)

月 日：9月21日(水)

場 所：名古屋市中小企業振興会館  
参加者：約50名

## 関 西 支 部

#### ■令和3年度 建設機械施工管理技術検定 (第二次検定)

月 日：9月6日(火)～9日(金)

場 所：コベルコ教習所(株)

延受験者数：378名(1級151名, 2級227名)

#### ■「建設技術展 2022 近畿」主催・共催者会議 (第2回)

月 日：9月13日(火)

場 所：大阪マーチャングイズ・マートビル

出席者：松本克英

- 議 題：①「建設技術展 2022 近畿」のプログラム及び全体概要について ②開会式出席依頼について ③注目技術賞の審査員について ④当日の動員体制について

#### ■建設用電気設備特別専門委員会 (第480回)

月 日：9月14日(水)

場 所：中央電気倶楽部 会議室

- 議 題：①J「EM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリスト」審議 ②2022年度 JEM 規格類 5年見直し回答票審議 ③その他

## 四 国 支 部

#### ■令和4年度建設機械施工管理技術検定【実技】試験監督打合せ会議

月 日：9月2日(金)

場 所：建設クリエイティブビル(高松市)

参加者：小松修夫総括試験監督者ほか8名参加

議 題：R4 実技試験の実施要領と注意事項について

#### ■令和4年度建設機械施工管理技術検定【実技】試験

月 日：9月10日(土)・11日(日)

場 所：日立建機日本(株)四国支店構内(善通寺市)

受験者：1級：61名 2級：256名 計317名(延べ人数)

試験監督者：小松修夫総括試験監督者ほか9名

## 九 州 支 部

#### ■建設機械施工技術検定試験 (実地試験)

月 日：8月30日(火)～9月8日(木)

場 所：コマツ教習所(株)九州センター

受験者：1級 - 127名 2級 - 608名

■企画委員会

月日：9月21日（水）

場所：九州支部 会議室

出席者：原尻克己企画委員長ほか8名

議題：①令和4年度 i-Construction（活用編）技術講習会の開催について

②建設機械技術検定試験（実地試験）

の実施状況 ③第2回運営委員会の開催について ④建設行政講演会の開催について ⑤その他



## 編集後記

10月から全国旅行支援が始まり、新型コロナウイルスへの感染不安は残るものの、人の動きは活発になると思われます。移動の自由度が高い自動車を交通手段として選択する方も多いのではないのでしょうか。

本号は、物流、交通に不可欠な「道路」がテーマです。移動時間の短縮や効率化が求められる中、新しい道路網の構築と共に、既存道路の維持管理、補強・改修、災害復旧など、やるべきことは盛り沢山です。

巻頭言では、金沢工業大学の高橋茂樹先生から大学に新設された舗装研究室の取り組みについて執筆頂きました。舗装を勉強した若者がそれを作る建設機械の開発・改良に携わるようになることも期待して教育されているとのお話があり、建設業の未来を支える人材創出への期待が膨らみます。

行政情報では、国土交通省道路局国道技術課の松實様、谷様から道路メンテナンス等における新技術の活用促進に係る取り組みと、橋梁等の2020年度点検結果とりまとめにつ

いて執筆頂きました。道路インフラの点検に近接目視と並行して画像による記録・計測技術の導入、点検データベースのデジタル化・見える化による民間企業との共有など、民間技術の積極的活用が持続可能で予防保全型のインフラメンテナンスサイクルに必要なとご提言を頂きました。

特集報文では、大規模な道路インフラ改修、道路建設や維持管理に不可欠だが一般にはあまり認知されていないマニアックな(?)機械、非GPS環境でのドローン活用、環境や作業性に配慮した舗装材の製造技術など、多岐に渡る道路建設技術について執筆頂きました。道路工事は一般供用しながらの施工を求められる場合が多く、様々な制約の中で作業しなければなりません。道路利用者や環境への配慮と作業効率化を両立させる技術を知ることができ、大変参考になりました。

交流のひろば、ずいそうでは報文とは異なる目線の話で楽しませて頂きました。

最後に、ご多忙中、執筆にご協力頂いた皆様、編集にご尽力頂いた皆様に改めて深く御礼申し上げます。

(丑久保・小黑)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

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

### 編集委員長

中野 正則	日本ファブテック(株)
-------	-------------

### 編集委員

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

### 事務局

(一社)日本建設機械施工協会

### 12月号「先端建設技術特集」予告

・第5期国土交通省技術基本計画 ・公共工事等における新技術活用システムの効率化 ・ICT建設機械等認定制度 ・ロータリ除雪車における投雪作業自動化の検討 ・最新のGNSS測位を活用した高精度インフラ管理技術の紹介 ・画像データを活用した新しいインフラ管理手法 ・BIMとiPadを用いた設備施工管理記録の作成および管理手法の開発 ・AIを利用したコンクリート締固め位置の解析システム ・位置計測技術とAIの併用 ・港湾工事における基礎材投入施工支援システムの開発 ・道路橋床版更新工事におけるPCa床版架設機械の開発 ・UAVの自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の点検・調査 ・6m縦ぎボルト打設装置を搭載したロックボルト打設機の開発 ・ポリウレタ樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術

### 【年間定期購読ご希望の方】

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

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

## 建設機械施工

第74巻第11号(2022年11月号)(通巻873号)

Vol.74 No.11 November 2022

2022(令和4)年11月20日印刷

2022(令和4)年11月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

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

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

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

E-mail: [san-mich@zam.att.ne.jp](mailto:san-mich@zam.att.ne.jp) 担当: 田中

KOBELCO

Performance  Design

# 新型 ミニ

SK45SR SK55SR

ミニショベルがモデルチェンジ

2023年4月順次登場

特設サイトは  
こちら

iNDrE



コベルコ建機株式会社

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

[www.kobelco-kenki.co.jp](http://www.kobelco-kenki.co.jp)

# 確かな技術で世界を結ぶ *Attachment Specialists*

## 可動式ハイキャブ



任意の高さに停止可能

## 油圧式マグネット



産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

## 自動車解体機



車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

## ラバウンティシア サーベルシリーズ



船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

## マテリアルハンドラ



ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

## ウッドシア



丸太や抜根を楽々切断



## マルマテクニカ株式会社

### ■ 名古屋事業所

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

### ■ 本社・相模原事業所

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

### ■ 東京工場

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

# 建設機械施工 広告掲載のご案内

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

## ■職業別 購読者

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

## ■掲載広告種目

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

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

## サンタナアートワークス

広告営業部・田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F



## 建設機械施工 カタログ資料請求票

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

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

お名前: \_\_\_\_\_ 所属: \_\_\_\_\_

会社名(校名): \_\_\_\_\_

資料送付先: \_\_\_\_\_

電話: \_\_\_\_\_ F A X: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

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

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

# Mikasa

http://www.mikasas.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

## 三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

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

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

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

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328

# FA機器の 最適無線化提案

クレーン, 搬送台車, 建設機械, 特殊車輛他  
産業機械用無線操縦装置

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

## スリムケーブルレス 5000型

### 緊急停止スイッチの オプション対応スタート!

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

プッシュロック、  
ターンリセット型  
キノコスイッチ



#### 充電台に置いて充電

ご希望の多かったクレードルタイプを  
オプションにてご用意!



## ハンディタイプ シリーズ

### タフケーブルレス 《RC-8600N/U/G》



### チップケーブルレス 《RC-3205M・3212M・3208N》



### マイコンケーブルレス 《RC-6000N/U/G》

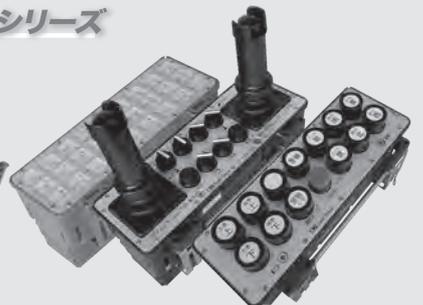


### ケーブルレスミニ 《RC-4400N》



## ショルダータイプシリーズ

### MAXサテレータ 《RC-9300U/G》



### マイティサテレータ 《RC-7100・7200N/U/G》



### RC-5800U/G 2段押3組 準標準型 好評発売中!

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

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

429MHz、1216MHzが  
同価格!!

## データケーブルレスシリーズ

### 双方向データケーブルレス 《TC-1000808S》



### データケーブルレス 《TC-1300・1400N/U/G》



常に半歩、先を走る



## 朝日音響株式会社

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

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

朝日音響 検索



# KOMATSU



## Smart Construction Retrofit

建設現場のデジタルトランスフォーメーション実現を加速。

お持ちの油圧ショベルに装着することで  
3DマシンガイダンスによるICT施工が可能に。  
オプションでペイロードメーターも準備。



従来型建機のデジタル化を促進し  
「安全で生産性の高い、スマートで  
クリーンな未来の現場」の実現を  
サポート

コマツカスタマーサポート株式会社

〒108-0072 東京都港区白金1-17-3 Tel. 050-3486-7147

ホームページはこちら

