

一般社団法人

日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

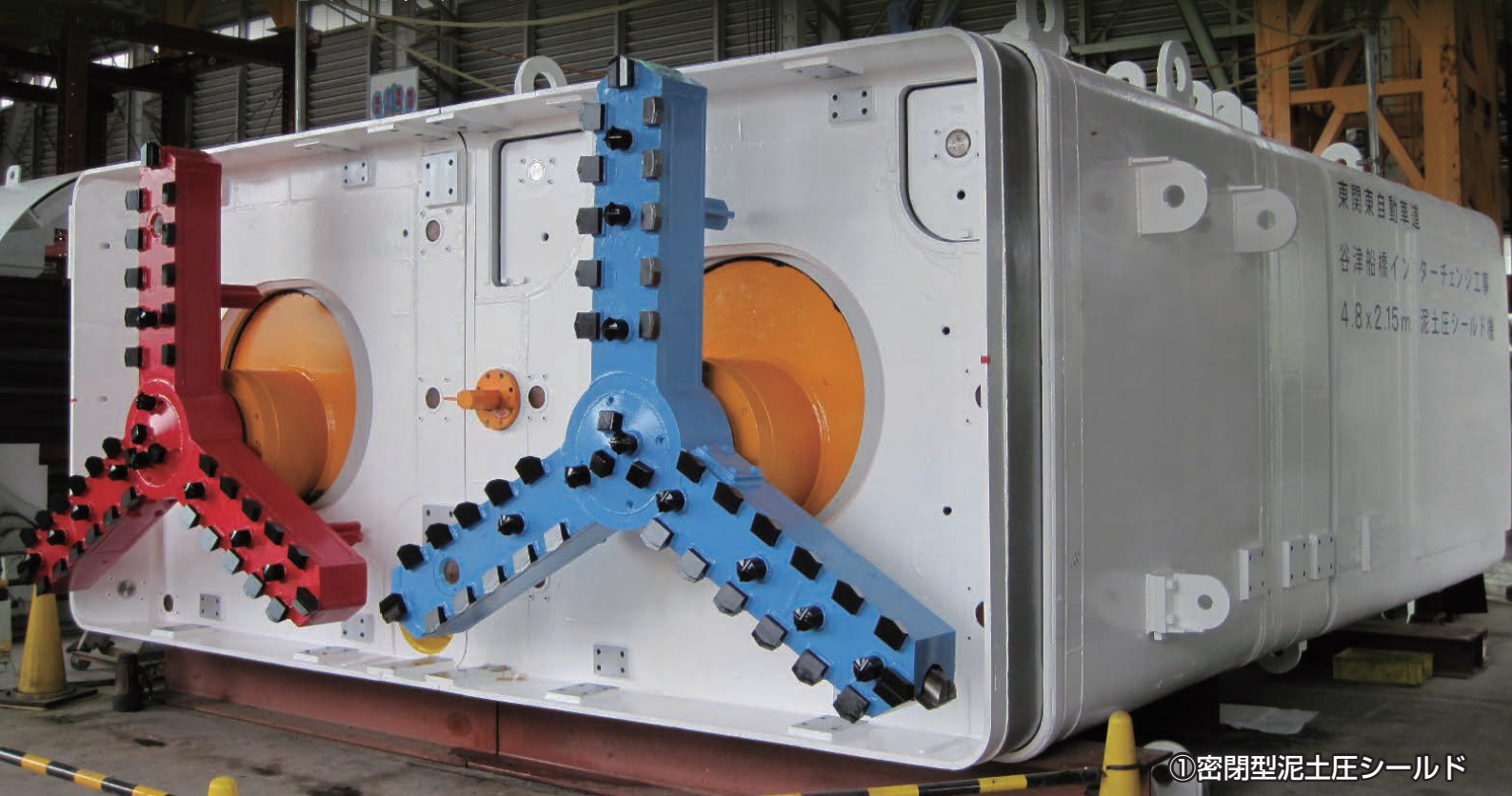
2016

建設機械施工



Vol.68 No.6 June 2016(通巻796号)

特集 新しい建設材料，最先端の高度な 建設技術の開発と実用化



①密閉型泥土圧シールド



②中段シールド到達状況



③施工状況（内部掘削）

自由断面分割施工方法によるトンネル構築

巻頭言

これからの土木分野で大切な技術

行政情報

- 国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及
- 新技術の普及促進に向けた取組み

JCMA報告

第28回 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その1）

交流の広場

宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験

技術報文

- 自由断面分割施工方法によるトンネル構築技術
- 穴開き帯状鋼板を用いた覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現場適用
- 超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設
- 強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発 他

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

KOBELCO

低燃費の進化は、止まらない。

進化は、大胆に。次世代テクノロジーを結集した、コベルコの「新世機」。
燃費の限界を超えて、低燃費の最先端へ。

AGERA
Geospec SK200

-18%の低燃費*1で、新登場。

新開発エンジンを搭載し、ECOモードで最大約18%の燃費を低減*1。
3つのカメラで約270°の後方視界を提供する「イーグルアイビュー」を新採用*2。
さらに、カーナビのように掘削作業をナビゲーションしてくれる「ホルナビ」を新規設定*2。
大胆な進化を遂げた、コベルコの次世代マシン。 ※1. 従来機Sモード比/新ECOモード ※2. オプション設定



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



YouTube



「平成28年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:辻 靖三)は、書籍「平成28年度版 建設機械等損料表」を下記の通り発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の“建設機械等損料算定表 平成28年度版”の内容に準拠)を掲載したものです。

工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料であり、広く活用頂ければ幸いです。

***** 記 *****

■発売日 : 平成28年5月9日

■体裁 : A4版、モノクロ、約460ページ

■本体価格(送料別)

一般価格 8,640円(本体8,000円)

会員価格 7,344円(本体6,800円)

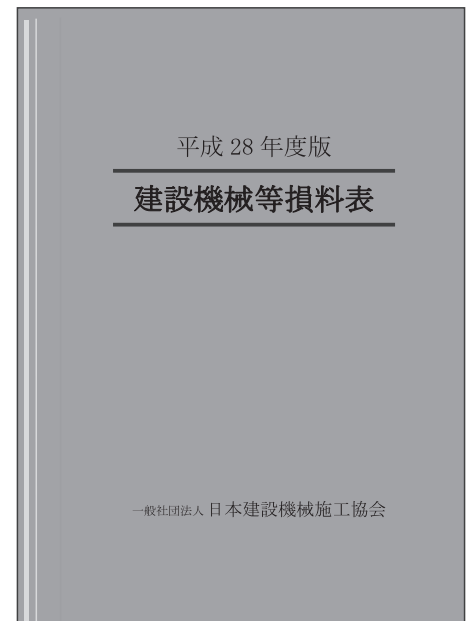
■内容・特長

- (1) 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- (2) 機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- (3) 燃料・電力消費率を掲載
- (4) 書籍のサイズを、これまでのB5版からA4版に拡大

■備考

従来当該書籍に掲載していた損料諸数値や損料補正等の計算例、運転単価表の作成例、機械器具等の概要解説(図・写真付)は削除し、これを別冊の解説書(下記参照)に集約する事によって両書籍間の役割分担を明確化。

***** 以上 *****



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

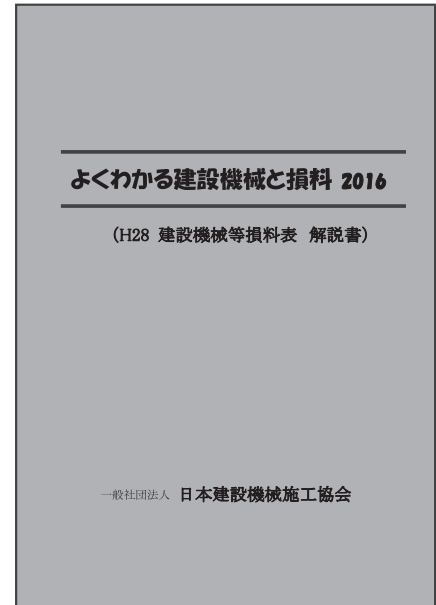
一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

「平成28年度版 建設機械等損料表」の解説書
「よくわかる建設機械と損料 2016」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:辻靖三)は、5月31日に書籍「よくわかる建設機械と損料 2016」を発売しました。

本書は先に発刊した書籍「平成28年度版 建設機械等損料表」の記載・掲載内容をわかりやすく解説したもので、下記のような多くの特長を持っています。

単に損料に関する理解を深めるだけでなく、機械そのものに対する幅広い知識を得るという点においても有効・有益な資料と考えます。



書籍の表紙イメージ

■発 売 日 : 平成28年5月31日

■体 裁 : A4版, 一部カラー, 約320ページ

■価格(送料別途)

一般 : 税込 6,480円 (本体 6,000円)

会員 : 税込 5,508円 (本体 5,100円)

■内容・特長

- (1) 損料表の構成・用語の意味, 損料補正方法などを平易な表現で解説
- (2) 17件の関連通達・告示類の位置付けと要旨を解説
- (3) H28損料表の主要な改正・変更点を一覧表にして紹介
- (4) 損料表に掲載の機械について, 大分類別にコード体系を図示
- (5) 損料表に掲載の機械について, 写真・図を添えて概要・特徴を紹介
- (6) 主要な建設機械については, メーカー・型式名を一覧表にして紹介
- (7) 「俗語⇒損料表における機械名称」対照表を掲載
- (8) 書籍のサイズを従来のB5版からA4版に拡大

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。
（複数冊の場合別途）

特 典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

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

今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版

冊

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2016 電子書籍(PDF)版		建設機械スペック一覧表、 電子書籍(PDF)版
2	形態	電子書籍(PDF)		電子書籍(PDF)
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス		Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス
4	内容	要覧全頁		spec一覧表
5	改訂	3年毎		3年毎
6	新機種情報	要覧クラブで対応		要覧クラブで対応
7	検索機能	1.単語検索		1.単語検索
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、 一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各章ごと目次からのリンク ・索引からのリンク ・メーカーHPへのリンク		・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	54,000 (3年間)	48,600 (3年間)
		非会員	64,800 (3年間)	59,400 (3年間)
10	利用期間	3年間		3年間
11	同時ログイン	3台		3台
12	認証方法	ID+パスワード		ID+パスワード
13	購入方法	WEB上にて申込み(HP参照下さい)		WEB上にて申込み(HP参照下さい)

発売時期

平成28年5月末 HP: <http://www.jcmanet.or.jp/>

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍(PDF)版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト(要覧クラブ)上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。

タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先: 業務部 鈴木英隆 TEL: 03-3433-1501 E-mail: suzuki@jcmanet.or.jp

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

当協会機関誌に掲載します。

★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

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

当協会では地球温暖化問題を学び、建設施工における本問題を理解し、実践するための必携書として、これらを簡潔に分かりやすく纏めた「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を発刊しておりましたが好評を頂き御要望を多く頂いているため、この度急遽コピー版で増刷致しました。本書によって地球温暖化と建設施工における地球温暖化対策を理解し、建設現場での実践に役立てて頂きたく思います。

◇主な内容

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量を対策効果例として示した。
- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

◇掲載工種

土工／法面工／擁壁工／基礎工／仮設工（鋼矢板工）／道路舗装／トンネル工／橋梁工（参考資料のみ）

◇体裁・定価

A4判、85頁

価格 一般価格 1,620円（本体1,500円）

会員価格 1,512円（本体1,400円）

送料は一般、会員とも400円

建設施工における地球温暖化対策の手引き

平成15年7月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

(旧 社団法人 日本建設機械化協会)

「建設施工における地球温暖化対策の手引き」準拠 地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル

本書は「建設施工における地球温暖化対策の手引き」に準拠して作成・発行したもので、地球温暖化対策を実施する際に稼働する建設機械の省エネ運転のための操作方法を、具体的に簡便にイラストを使って分かりやすく記載したものです。是非とも上の「手引き」と併せて利用下さい。

◇主な内容

基本事項、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ、ローラ、ホイールクレーン、クローラクレーン、ダンプトラック、点検整備

◇体裁・定価

B5判、50頁

価格 一般価格・会員価格共 540円（本体500円）、送料250円



◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊864円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験の実施。
- ・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書

- ・建設機械施工(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説 etc.

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生 年 月 日
氏 名 (自 署)		昭和 平成 年 月 日
勤 務 先 名		
所 属 部 課 名		
勤 務 先 住 所	〒 TEL _____ E-mail _____	
自 宅 住 所	〒 TEL _____ E-mail _____	
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)	
そ の 他 連 絡 事 項	平成 年 月より入会	

【会費について】 年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。 ○次の場合、会員の資格を喪失します:1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 ○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。 ○抛出金の不返還:既納の会費及びその他の抛出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	500
2	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	500
3	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	600
4	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	600
5	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
6	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
7	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
8	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
9	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
11	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
12	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
13	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
14	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
15	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
16	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
17	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
18	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
19	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
20	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
21	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
22	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
23	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
24	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
25	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
26	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
27	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
28	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
29	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
30	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
31	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
32	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
33	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
34	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
35		建設機械履歴簿	411		250
36	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

目 次

新しい建設材料, 最先端の高度な建設技術の開発と実用化 特集

3	グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その3)	
9	巻頭言 これからの土木分野で大切な技術	魚本 健人
10	行政情報 国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及	金子 正洋
16	行政情報 新技術の普及促進に向けた取組み 官民協働と海外展開支援を中心に	森下 博之
21	自由断面分割施工方法によるトンネル構築技術	志農 和啓・宮元 克洋・日野 義嗣
27	拡翼型機械式攪拌工法 WinBLADE 工法	高橋 学
31	急速ずり処理システム トンネル掘削施工におけるずり処理の高速化	藤内 隆
35	砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤の開発 JSウォール堰堤工法	飯塚 幸司
40	土質に応じてシールドマシンのカッタービットを変更 全地盤対応型「カメレオンカット工法」	西 明良・佐藤 琢磨
45	建設工事における自然由来セレン含有排水の処理方法	武藤 文夫・前田 全規・浦矢 英雄
50	振動低減型舗装の開発 特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発	山本 富業・高 謙
55	穴開き帯状鋼板を用いた覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現場適用 ハイグリッパ・メタルバンド	山田 勉・関根 一郎・田中 徹・尾花 敬治
61	超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設 鋼材を一切用いない「Dura-Bridge」の実現	緒方 辰男・大城 壮司・永元 直樹
67	電磁波レーダを活用した RC 床版上面の非破壊調査システムの開発 床版キャッチャー	永塚 竜也
71	強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発	歌川 紀之・黒田 千歳・杉本 恒美
78	交流の広場 宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験	渕田 安浩
82	ずいそう 我が家のメンテナンス	佐藤 弘史
84	ずいそう 地方は都会の設備投資	花原 俊
86	JCMA 報告 第 28 回 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 1)	
93	部会報告 除雪機械の変遷 (その 19) 小形除雪車 (1)	除雪機械技術委員会
98	CMI 報告 建設技術審査証明事業	竹本 憲充
102	新工法紹介	機関誌編集委員会
105	新機種紹介	機関誌編集委員会
108	統計 主要建設資材価格の動向	機関誌編集委員会
112	統計 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
113	行事一覧 (2016 年 4 月)	
116	編集後記	加藤・江本

◇表紙写真説明◇

自由断面分割施工方法によるトンネル構築

写真提供: 大林組

自由断面分割施工方法では、トンネル掘削時の地表面への影響を抑制するため、一度に全断面を掘削するので

はなく、まず初めに、構造物断面を小分割した先行トンネルを構築します。次に、その先行トンネル内で構造物を構築したのち、先行トンネルに囲まれた部分の掘削 (内部掘削) を行います。最後に、内側に残ったセグメントを撤去し完成となります。写真は、使用した矩形シールド機 (断面に応じて機装替えを行いながら使用)、縦型シールド到達状況および内部掘削状況の写真です。

平成 28 年度 建設機械施工技術検定試験のご案内

平成 28 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（建設業法に基づく建設機械施工技士の国家試験）を以下のとおり実施いたします。なお、平成 28 年度より、試験実施年度末（平成 29 年 3 月 31 日）の時点で 17 歳以上となる方は、実務経験や学歴に関係なく 2 級の学科試験のみを受検することができます。

1. 申込み方法

受検申込みに必要な用紙が添付されている「受検の手引」を当協会等から購入の上申込み願います。

2. 申込み受付期間

3 月 4 日（金）～ 4 月 4 日（月）；終了

3. 試験日

学科試験：6 月 19 日（日）

実地試験：8 月下旬～ 9 月中旬

4. 受検資格

学歴等の資格区分に応じ実務経験年数が必要となります（2 級（学科試験のみ）は除く）。詳しくはお問合せ願います。

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

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

平成 28 年度版 建設機械等損料表 発売のお知らせ

建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値を掲載。工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料です。

1. 内容・特長

・国交省制定「建設機械等損料算定表」に準拠

・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載

・燃料・電力消費率を掲載

2. 発売日

平成 28 年 5 月

3. 体裁

A4 版、約 460 ページ

4. 本体価格（送料別）

一般：8,640 円

会員：7,344 円

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

http://www.jcmanet.or.jp

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。

1. 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を対象と

する学術論文（原著論文）であり、かつ所定の条件を満足するものとします。

2. 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。

3. 原稿の受付

随時

4. 公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

詳細問い合わせ先

一般社団法人 日本建設機械施工協会

研究調査部 論文担当

TEL：03-3433-1501

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

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

会費：年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では、建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告等のほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。

○協会発行の出版図書を会員価格（割引価格）で購入できます。

○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の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、

会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先

※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください

一般社団法人 日本建設機械施工協会

個人会員係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

http://www.jcmanet.or.jp

CONEXPO LATINAMERICA

at エスパシオ リエスコ イベント & コンベンションセンター

チリ共和国首都州サンティアゴ市

2015年10月21日～24日【レポート Part 3】

先月号に引き続き、ISO 専門委員会で取り扱う建設機械の適用範囲、定義及び分類に従い、使節団が調査した世界各国の展示製品を系統だて、可能な限り幅広く紹介する。

建設用機械及び装置 — ISO/TC 195

Building construction machinery and equipment

路盤材散布車 Spreader



Bergkamp (アメリカ)



Leeboy (アメリカ)



Rayner (アメリカ)



Roadtec (アメリカ)



Rosco (アメリカ)



Sealmaster (アメリカ)



Bitumix (チリ)

ランマ・振動プレート Rammer / Vibratory plate



Wacker Neuson (ドイツ)



Doosan (韓国)



Lemaco (チリ)



Fujibull (チリ)



Emaresa (チリ：手前) Bomag (ドイツ：後方)



Vielco (チリ)



三笠産業



Compactor (中国)



Weber (ニュージーランド)

路面清掃車 Road sweeper



Brocebroom (アメリカ)



Piquersa (スペイン)

骨材処理用機械 – WG 8 Aggregate processing

自走式破碎機 Mobile crusher



Invercas (チリ)



Maximus (イギリス)



Tesab (イギリス)



McCloskey (アメリカ)



Keestrack (ベルギー)



Rubble Master (オーストリア)

定置式破碎機 Crusher



Weir Minerals (イギリス)



Técnicas Hidráulicas (スペイン)



Eagle Crusher (アメリカ)

クレーン及び関連装置 — ISO/TC 96 Cranes and lifting appliances

自走式クレーン Mobile crane



タダノ



Fassi (イタリア)



← 1991年にラパヌイ（イースター島）のモアイを立て直すプロジェクトが始まり，タダノが寄贈した自走式クレーン1台を用いて15体の設置が1996年にアフ・トンガリキで完了した。その後，2006年にも2台目が寄贈された経緯を記すパネル

〈以下 次号 Part 4 へ続く〉

巻頭言

これからの土木分野で大切な技術

魚 本 健 人



国民・市民にとってなくてはならない土木施設には、道路、鉄道、港湾はもちろんのこと上下水道、電力・配電設備、堤防、防波堤など多種多様なものがある。構造物としては舗装、橋梁、トンネルなど市民もよく知っているものも多数存在する。しかし、これらの構造物がどのような役割を果たすもので、どのようにして建設されたかは専門外の人々にはわかりにくい。人によっては大きな構造物であっても同じ作業の繰り返しになるので、「誰でも意外と簡単に作れるのではないか」と思う人や、小さな構造物であっても細かな配慮が必要なので、「大型構造物の建設は大変だろう」と思う人も多数いると思われる。

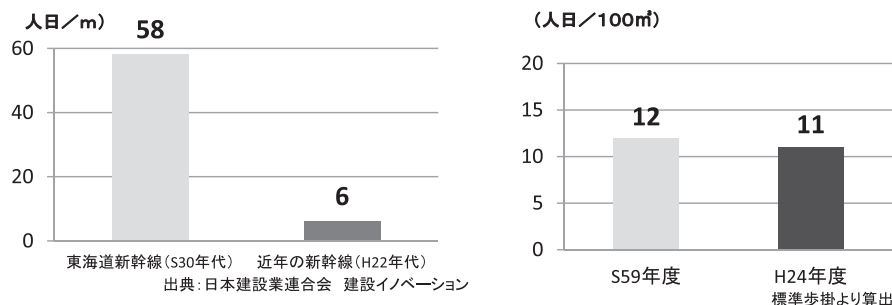
しかし、これからの我が国の状況を考慮すると、少子高齢化による人口の減少が生じている今日、土木技術者の数は減少し、税収の大幅な増大は期待できず、公共投資額の増大も予想しにくい。このため、人手を掛けずに少しでも効率よく構造物の建設・更新事業を行うとともに、長期使用を図るための補修・補強事業が必要となる。今までこれらの仕事を支えてきた熟練技術者がリタイアすると現役技術者の負担が著しく増加することが予想される。国は「IT化」や「一億総活躍時代」などを推進しているが、土木技術においてもこのような状況を打破するために「維持管理時代の到来」にも配慮しつつ建設生産性を向上させる技術を進めることが不可欠である。

建設の分野でこのような問題に対処する方法として国土交通省では、生産性を増大するための方策を講じてきたが、特に「土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める」状態である。図—1

に示すように、トンネル工事では技術開発によりトンネル1m当りに要する作業員数が昭和33年代で58人日/m（矢板工法）であったにもかかわらず平成22年度では6人日/m（NATM工法）へと大きく変化した。しかし、図に示すようにコンクリート工や土工は昭和59年度と比較して平成24年度でも殆ど変わっていない。このような状況を打破する技術が要求されている。

いずれの業務も施工性の改善は実施可能であるが、従来の工法と同等以上の品質の構造物を建造できるような技術が必要である。そのためには土工の場合には新たに開発されている種々の3次元計測手法を活用することや、コンクリート工の場合には型枠兼用の外部補強用プレハブコンクリート構造の導入や、自己充填コンクリートのような締固め不要コンクリートの活用が期待されている。いずれの手法の場合にも長期間の使用に耐えられるだけの使用性や耐久性の確保が重要で、設計の合理性も大きな鍵となろう。なお、建設時や供用後の維持管理の作業を考慮すると、強度や変形の余裕を建設当初から見込むことも大切で、同じ断面・構造の繰り返しを採用することもLCC（ライフサイクルコスト）を下げる上で重要であると考ええる。

我が国の人口が減少するということは様々な分野で大きな影響を及ぼすが、これを一つの契機として土木分野で大切な技術を開発・適用することが重要であると考ええる。ここで例示した技術も既に種々の構造物で適用されておりそれほど複雑な技術ではない。しかし、既設のシステムとの融合をうまく図り、実行しやすいようなシステムへと変化させることの方が難しい面もある。



図—1 トンネル工事で1m当りに要する作業員数とコンクリート工（100m³）に要する作業員数（国土交通省 第1回 i-Construction 委員会資料より）

行政情報

国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及

金子 正 洋

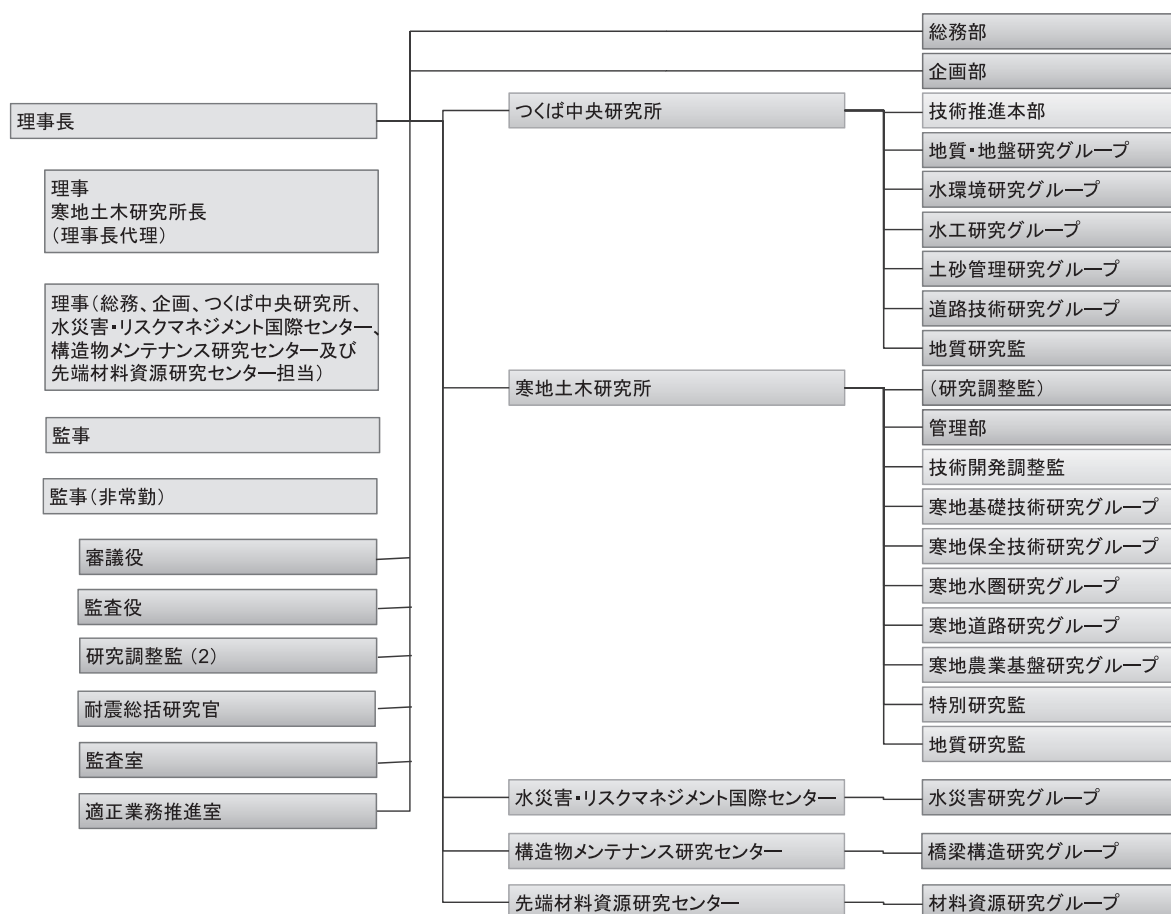
土木研究所は、国の政策として科学技術に関する研究開発を主要な業務として行い、我が国における科学技術の水準の向上を図り、国民経済の健全な発展その他の公益に資するため、研究開発の最大限の成果を目指す「国立研究開発法人」として、平成27年4月1日をもって新たに発足している。研究開発の最大限の成果を目指すために、以前にも増して技術普及のための各種施策に取り組んでいるところであるが、本稿では、これらの施策のうち、重点普及技術と土研新技術ショーケースについて紹介する。

キーワード：土木研究所，国立研究開発法人，成果の最大化，重点普及技術，新技術ショーケース

1. はじめに

土木研究所では、土木技術に対する社会的要請、国民のニーズ、国際的なニーズを的確に受け止め、優れた成果の創出により社会への還元を果たすことを目標

としており、この目標を達成するため、つくば中央研究所、寒地土木研究所、水災害・リスクマネジメント国際センター、構造物メンテナンス研究センター、先端材料資源研究センターの5つの研究部門（図－1）において、研究開発を実施している。



図－1 土木研究所の組織

現在、将来も見据えつつ社会的要請の高い課題に重点的・集中的に対応するため、国土交通大臣及び農林水産大臣から指示された第4期中長期目標（H28.4.1～H34.3.31）において示された「1. 安全・安心な社会の実現への貢献」「2. 社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献」「3. 持続可能で活力ある社会の実現への貢献」に取り組んでおり、その際、解決すべき政策課題ごとに、研究開発課題及び必要に応じ技術の指導や成果の普及等の研究開発以外の手段のまとまりによる17の研究開発プログラム（表—1）を構成して、効果的かつ効率的に進めているところである。

表—1 土木研究所の研究開発プログラム

1.安全・安心な社会の実現への貢献	(1)近年顕在化・極端化してきた水災害に対する防災施設設計技術の開発
	(2)国内外で頻発、激甚化する水災害に対するリスクマネジメント支援技術の開発
	(3)突発的な自然現象による土砂災害の防災・減災技術の開発
	(4)インフラ施設の地震レジリエンス強化のための耐震技術の開発
2.社会資本の戦略的な維持管理・更新への貢献	(5)極端気象がもたらす雪氷災害の被害軽減のための技術の開発
	(6)メンテナンスサイクルの効率化・信頼性向上に関する研究
	(7)社会インフラの長寿命化と維持管理の効率化を目指した更新・新設に関する研究
	(8)凍害・複合劣化等を受けるインフラの維持管理・更新に関する研究
3.持続可能で活力ある社会の実現への貢献	(9)持続可能な建設リサイクルのための社会インフラ建設技術の開発
	(10)下水道施設を核とした資源・エネルギー有効利用に関する研究
	(11)治水と環境が両立した持続可能な河道管理技術の開発
	(12)流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発
	(13)地域の水利用と水生生態系の保全のための水質管理技術の開発
	(14)安全で信頼性の高い冬期道路交通サービスの確保に関する研究
	(15)魅力ある地域づくりのためのインフラの景観向上と活用に関する研究
	(16)食料供給力強化に貢献する積雪寒冷地の農業生産基盤の整備・保全管理に関する研究
	(17)食料供給力強化に貢献する寒冷海域の水産基盤の整備・保全に関する研究

また、改正独立行政法人通則法の施行により、平成27年4月1日をもって、「中期目標管理法人」、「国立研究開発法人」及び「行政執行法人」の3分類に分けられることとなり、土木研究所は、国の政策として科学技術に関する研究開発を主要な業務として行い、我が国における科学技術の水準の向上を図り、国民経済の健全な発展その他の公益に資するため、研究開発の最大限の成果を目指す「国立研究開発法人」として、新たに発足している。

「国立研究開発法人」として研究開発の最大限の成果を目指すために、以前にも増して、技術普及のための各種施策（重点普及技術、土研新技術ショーケース、土研新技術セミナー、現場見学会、技術講習会、パンフレット・ホームページでのPR、法人著作物等）に取り組んでいるところである。以下、これらの施策のうち、重点普及技術と土研新技術ショーケースについて紹介する。

2. 土木研究所の重点普及技術

土木研究所では、研究開発効果の普及促進を効率的・効果的に進めるために、適用の効果が高く、実際の事業や業務に直ぐ適用可能な技術であるもの等を「重点普及技術」として選定し、重点的・積極的に普及活動を展開している。現在、共通・河川・道路・下水道・農業の5分野、29件（表—2）を重点普及技術として普及につとめている。ここでは、重点普及技術のうち、「インバイロワン工法（環境対応型の鋼構造物塗

表—2 土木研究所の重点普及技術

共通分野	ALiCC 工法（低改良率セメントコラム工法）
	コラムリンク工法 （経済的に沈下と側方流動を抑制できる杭・壁併用型地盤改良工法）
	インバイロワン工法（環境対応型の鋼構造物塗膜除去技術）
	既設アンカー緊張力モニタリングシステム（Aki-Mos） 衝撃加速度試験装置による盛土の品質管理技術 超音波によるコンクリートの凍害劣化点検技術（表面走査法）
河川分野	打込み式水位観測装置
	WEP システム（気液溶解装置）・藻類増殖抑制手法
	非接触型流速計
	総合洪水解析システム（IFAS）
	洪水・津波の氾濫範囲推定手法～汎用二次元氾濫計算ソフトの活用～ 河川津波における遡上距離・遡上高の推定手法 排水ポンプ設置支援装置（自走型）
道路分野	トンネル補修工法（NAV 工法）
	トンネル補強工法（部分薄肉化 PCL 工法）
	鋼床版き裂の非破壊調査技術
	コンボジットパイル工法
	透明折板素材を用いた越波防止柵
	機能性 SMA（舗装体及びアスファルト混合物）
	緩衝型のワイヤーロープ式防護柵
	路側式道路案内標識の提案
	高盛土・広幅員に対応した新型防雪柵
	冬期路面管理支援システム 冬期路面すべり抵抗モニタリングシステム
下水道分野	ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置
	スマートショット工法
農業分野	下水汚泥の過給式流動燃焼システム
	消化ガスエンジン
農業分野	寒地農業用水路の補修における FRPM 板ライニング工法

膜除去技術)」、「WEP システム (気液溶解装置)・藻類増殖抑制手法」、「ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置」、「下水汚泥の過給式流動燃焼システム」の4件について紹介する。

なお、重点普及技術については、以下の土木研究所ホームページにおいても紹介している。

<http://www.pwri.go.jp/jpn/results/tec-info/index.html>

<http://chouseikan.ceri.go.jp/suishin/gijutu.html>

(1) インバイロワン工法 (環境対応型の鋼構造物塗膜除去技術) (写真—1, 2)

鋼構造物の長寿命化を図るためには、従来の一般塗装系による塗膜をはがし、より耐久性に優れた重防食塗装系へ塗り替える必要がある。そこで、土木研究所では民間との共同研究により、旧塗膜を容易にはがす技術として、従来の機械的工法 (ブラスト、ディスクサンダー等) のように周辺に塗膜ダストを飛散させることなく、シート状に軟化させて容易に、確実・安全に旧塗膜を除去回収できる新しいはく離剤を開発した。

本技術は平成 18 年度に第 8 回国土技術開発賞最優秀賞 (国土交通大臣賞)、平成 19 年度に第 2 回ものづくり日本大賞 (内閣総理大臣賞) を受賞すると共に、平成 27 年度 NETIS 推奨技術に選定された。これま



写真—1 塗膜剥離状況

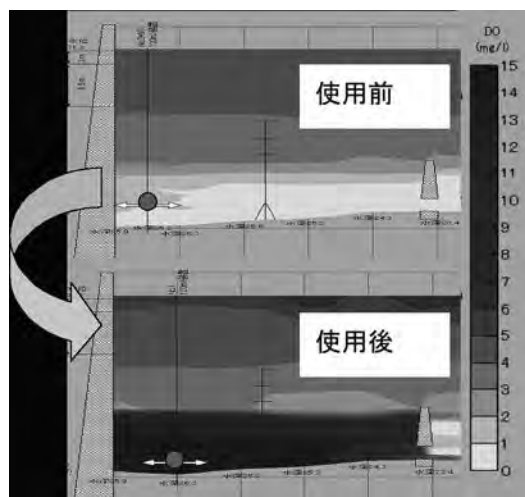


写真—2 施工状況

でに、国、地方自治体、特殊法人等が管理する橋梁等、延べ 349 箇所を採用され、施工面積は 50 万 m^2 を超えている。

(2) WEP システム (気液溶解装置)・藻類増殖抑制手法 (図—2, 写真—3)

ダム貯水池等の閉鎖性水域では、温度成層によって底層で貧酸素状態が発生し、底泥から栄養塩類、金属類等が溶出して水質が悪化している。そこで、高濃度酸素水をつくり、底層部の任意の水深で直接供給することにより、溶存酸素濃度を高めて水質改善を図ることができる気液溶解装置を開発した。従来の曝気方式のように温度成層を破壊することがないため、効率的、効果的に水質を改善することができる。これまでに、中国、関東、四国の各地方整備局や島根県、東京都等の国内のダムや港湾施設のほか、中国江蘇省のダムでも採用されている。



図—2 灰塚ダムでの効果 (色が濃くなるほど、溶存酸素濃度が高い)



写真—3 気液溶解装置 (SUS 製)

(3) ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置 (写真—4, 5)

積雪寒冷地における道路の維持および除雪機械の専用車は、各々半年程度しか稼働できない実態にある。ロータリ除雪車の通年的な活用を目指し、アタッチメント式路面清掃装置を開発した。既存のロータリ除雪車にアタッチメント式の路面清掃装置を取り付けることで、通年活用が可能となり、従来の機械経費と比較



写真—4 路面清掃装置を装着したロータリ除雪車での路面清掃作業

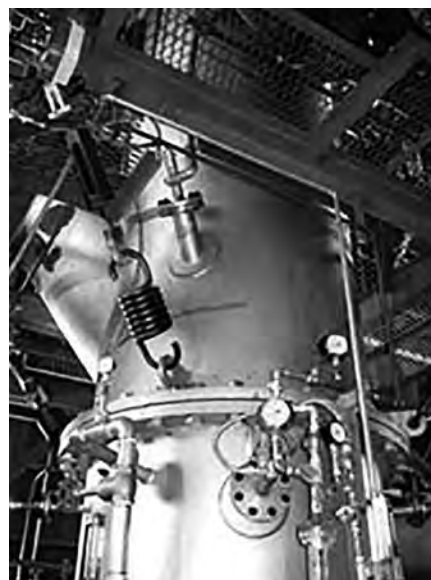


写真—5 ロータリ除雪車での運搬排雪作業

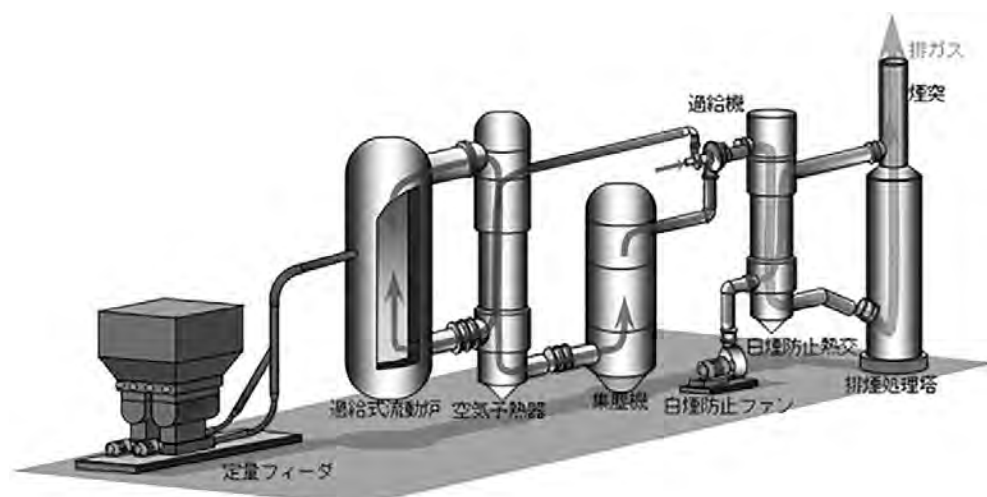
してコスト削減を図ることができる。国土交通省北海道開発局札幌開発建設部（滝川道路事務所：平成24年度）、旭川開発建設部（旭川道路事務所：平成25年度）に1台ずつ導入され、道路維持工事で使用されている。本技術は、平成25年度全建賞を受賞した。

(4) 下水汚泥の過給式流動燃焼システム (図—3, 写真—6)

本システムは、下水汚泥や他のバイオマスとの混合物を約0.15 MPaの圧力下で燃焼させることで燃焼効率を高め、排ガスで過給機（ターボチャージャー）を駆動して圧縮空気を生成することにより炉の燃焼空気等のエネルギーとして活用できる技術である。消費電力を約50%、燃料を約15%低減させ、CO₂を約40%削減するとともに、燃焼温度と高温域を調整することでCO₂より温室効果の高いN₂Oを大幅に削減でき



写真—6 過給式流動炉



図—3 本技術のイメージ図

る。北海道長万部町の実験プラントでの良好な実績が評価され、東京都等の下水処理場で、計5基が稼働、計3基が建設中である。今後の予定も含め7基が採用されている。本技術は、平成27年度に第17回国土技術開発賞最優秀賞（国土交通大臣表彰）、第41回優秀環境装置表彰経済産業大臣賞等を受賞した。

3. 土研新技術ショーケース

土研新技術ショーケースは、土木研究所の成果普及活動の一環として、研究開発成果のうち現場での工事や各種の業務において適用効果が高いと思われる新技術について、社会資本の整備や管理に携わる幅広い技術者を対象に、技術内容の講演と適用に向けての技術相談を行うものであり、平成14年度から毎年、東京をはじめ全国各地で開催している（表—3）。

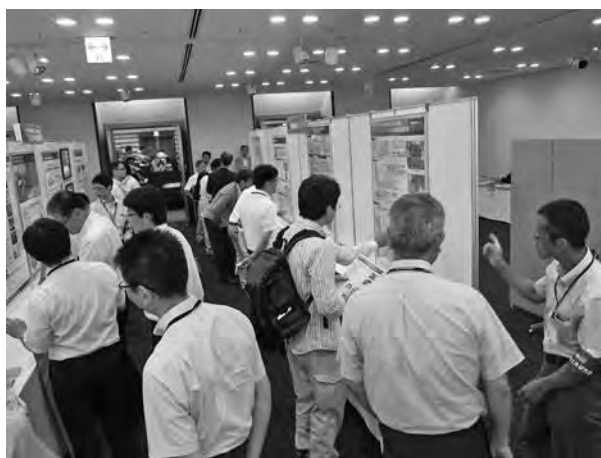
表—3 土研新技術ショーケースの開催状況

年度	開催場所
H14	東京
H15	東京
H16	東京 九州（福岡）
H17	東京 北陸（新潟）東北（仙台）
H18	東京 近畿（大阪）
H19	東京 中部（名古屋）中国（広島）
H20	東京 四国（高知）北陸（金沢）東北（仙台）近畿（大阪）北海道（札幌）
H21	東京 中国（広島）九州（福岡）北海道（札幌）
H22	東京 中部（名古屋）東北（仙台）北海道（札幌）
H23	東京 近畿（大阪）北陸（新潟）北海道（札幌）
H24	東京 中国（広島）四国（高松）九州（熊本）北海道（札幌）
H25	東京 北海道（札幌）東北（仙台）中部（名古屋）沖縄（那覇）
H26	東京 北陸（新潟）近畿（大阪）北海道（札幌）
H27	東京 九州（福岡）中国（広島）北海道（札幌）中部（静岡）東北（仙台）

ショーケースは、「技術紹介・特別講演」と「展示・技術相談」で構成され、「技術紹介・特別講演」では、数百名規模の会場で10件程度の技術を各20分程度ずつ開発者が講演する他、地域で関心を集めそうなテーマで特別講演を行い（写真—7）、「展示・技術相談」では、講演会場に隣接する部屋で、講演技術と土研の主な開発技術のパネルや模型等を展示し、開発者が質問や相談に応じている（写真—8）。平成27年度には、6会場の合計で、約1,550名の参加者を得ることができ、多くの技術者に土木研究所の開発技術を紹介する



写真—7 技術紹介・特別講演の開催状況



写真—8 展示・技術相談の開催状況

ことができた。過去の土研新技術ショーケースの開催状況、発表資料については、以下の土木研究所ホームページにおいても紹介している。

<http://www.pwri.go.jp/jpn/results/tec-info/siryou/index.html>

平成28年度は、表—4の5ヶ所で開催する予定であり、大阪開催のプログラムを図—4に示す。大阪開催については、5月30日から、以下の土木研究所ホームページにおいて申し込みを受け付けている。

<http://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/event/2016/0714/showcase.html>

表—4 土研新技術ショーケース 平成28年度開催予定

開催地	開催日	会場
大阪	平成28年 7月14日（木）	大阪国際交流センター
東京	平成28年 9月 6日（火）	一橋講堂
新潟	平成28年 10月13日（木）	日報ホール
高松	平成28年 11月25日（金）	高松商工会議所会館
札幌	平成28年 12月15日（木）	共済ホール

土研新技術ショーケース2016 in 大阪

開催日：平成28年7月14日（木）

場 所：大阪国際交流センター 2階（大阪市天王寺区上本町8-2-6）

10:00～10:10 開会挨拶 （国研）土木研究所 理事長 魚本健人

10:10～10:15 来賓挨拶 国土交通省 近畿地方整備局長 山田邦博

【維持管理技術】

10:15～10:35 インパiroワン工法（環境対応型の鋼構造物塗膜除去技術）

10:35～10:55 CPGアンカー工法

10:55～11:15 トンネルの補修技術（NAV工法）

11:15～11:35 鋼床版き裂の非破壊調査技術

（11:35～13:00 技術相談タイム）

【特別講演】

13:00～14:00 i-Constructionと技術開発

立命館大学理工学部 教授 建山和由

【防災技術】

14:00～14:20 ダムの変位計測技術（GPS）

14:20～14:40 斜面表層崩壊影響予測シミュレーション（SLSS）

14:40～15:00 既設アンカー緊張力モニタリングシステム（Aki-Mos）

（15:00～15:20技術相談タイム）

【近畿地方整備局の講演】

15:20～15:50 近畿技術事務所の取り組み

国土交通省 近畿地方整備局 近畿技術事務所長 高津知司

【省力化技術】

15:50～16:10 河川堤防における堤体内水位観測システム（打込み式水位観測井）

16:10～16:30 衝撃加速度試験装置による盛土の品質管理技術

16:30～16:50 港湾構造物水中部劣化診断装置

16:50～16:55 閉会挨拶 （一社）建設コンサルタンツ協会 近畿支部長 兼塚卓也

（16:55～17:30技術相談タイム）

図—4 土研新技術ショーケース 2016 in 大阪のプログラム

4. おわりに

土木研究所は、「国立研究開発法人」として研究開発の最大限の成果を目指し、技術普及のための各種施策に取り組んでいます。土木研究所の技術に興味をお持ちの方は、お気軽に以下までお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

土木研究所 技術推進本部 TEL：029-879-6800

Email：suishin@pwri.go.jp

寒地土木研究所 寒地技術推進室

TEL：011-590-4050 Email：gijutusoudan@ceri.go.jp

【筆者紹介】

金子 正洋（かねこ まさひろ）

国立研究開発法人 土木研究所

技術推進本部（併）地質・地盤研究グループ

上席研究員（特命事項担当）



特集>>> 新しい建設材料、最先端の高度な建設技術の開発と実用化

行政情報

新技術の普及促進に向けた取組み

官民協働と海外展開支援を中心に

森 下 博 之

(一財)先端建設技術センターでは、公共事業等での新技術活用を一層促進するため、国土交通省が運営するデータベース「新技術情報提供システム (NETIS: New Technology Information System)」の掲載情報にさらなる付加価値を持たせた新技術情報データベース「NETIS プラス®」を運営し、技術開発者、設計者、施工者および発注者への情報発信に努めている。更に当センターの新たな取組みとして、日本の建設技術が海外で営業展開する支援活動を開始した。本報では、これらの取組みについてご紹介する。

キーワード：NETIS®プラス、新技術活用促進、官民協働、海外展開支援

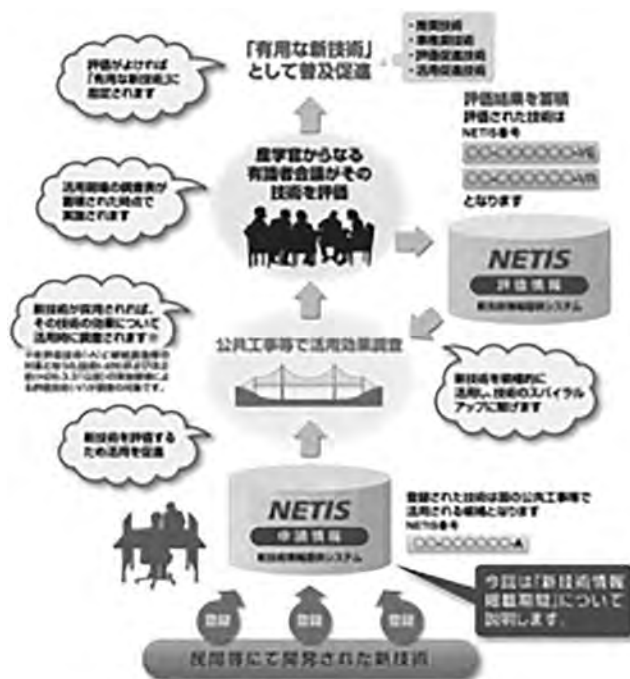
1. はじめに

国土交通省は、有用な新技術の積極的な活用を推進することで公共工事のコスト縮減や品質向上を図るとともに、新技術の更なる改善を促進するための制度として「公共工事等における新技術活用システム」を運用している。

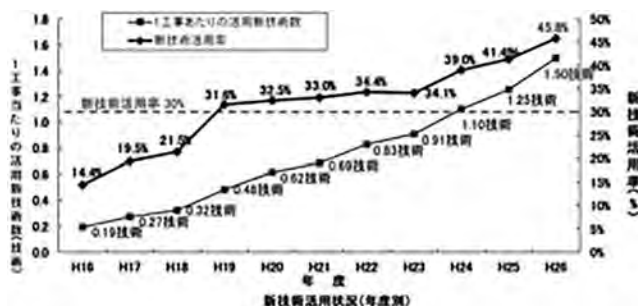
具体的には、国土交通省が運営している、建設分野の新技術に関するデータベース「新技術情報提供システム (NETIS)」を中核として、新技術情報の『収集・共有』、積極的な『現場への導入』、導入した現場毎に実施する『活用効果調査』、全国の活用効果調査結果に基づく『事後評価』という一連の流れを制度化し、有用な新技術の活用促進と技術開発の促進を図る総合的な取組みである。

さらに、公共工事の入札時（入札者が示す価格と技術提案の内容を総合的に評価して落札者を決定する「総合評価落札方式」）において工事受注希望者が提出する技術提案や工事完成時に発注者が行う工事成績評価において、新技術の活用を提案・実施した受注者に対して加点するなど、新技術を活用するインセンティブも付与されている（図一1）。

国土交通省では、毎年度の新技術活用率を公表している。平成26年度においては、全国の直轄工事11,945件のうち約半数（45.8%）にのぼる5,476件の直轄工事において、延べ17,883件の新技術が実際に活用されている（図一2）。



図一1 国土交通省「公共工事等における新技術活用システム」の概要



図一2 新技術の活用状況（平成27年度）

2. 国土交通省 NETIS の新たな検索エンジンを目指す「NETIS プラス®」

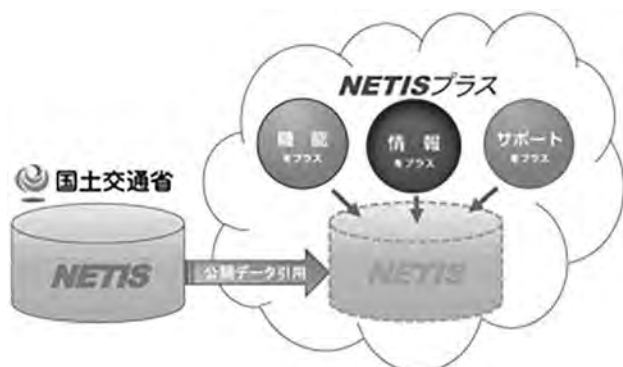
(1) 「NETIS プラス®」導入の背景

先端建設技術センター（以下、「ACTEC」という。）では、国土交通省 NETIS に登録・公開されている新技術情報に、さらなる付加価値を持たせた独自の新技術情報データベース「NETIS プラス®」を運営し、建設関係者（技術開発者、設計者、施工者および発注者）への情報発信に努めている。http://www.netisplus.net/

前章で紹介した国土交通省の「公共工事等における新技術活用システム」がうまく機能し、設計者や施工者が現場への新技術導入を判断するためには、①新技術に関する必要十分なきめ細かい情報を提供すること、②現場に導入した結果を踏まえて開発者がさらに研究・改良を重ね技術開発のスパイラルアップにつなげるために必要な情報を提供すること、が重要である。

国土交通省 NETIS には多種多様な新技術が登録されており、各技術の NETIS への登録、現場への導入、活用効果調査、事後評価には多大な労力が必要である。NETIS への登録や事後評価は国土交通省が実施すべきものと思うが、技術情報をより使いやすくなるための細やかな情報の提供は民間においても実施可能である。官と民が役割分担をすることで、より効果的・効率的なシステムとなることが考えられる。

そこで ACTEC では、優れた技術を見極めるために必要な“機能”、“情報”、“サービス”を提供する独自の新技術情報データベース「NETIS プラス®」の構築に取組み、2013 年 1 月より本格的に運用を開始した（図—3）。



図—3 「NETIS プラス®」導入の背景と意義

(2) 「NETIS プラス®」の特徴

「NETIS プラス®」は、国土交通省 NETIS に登録・公表されている情報に、以下の“3つのプラス（＝付加価値）”を持たせた ACTEC 独自のデータベースで



図—4 「NETIS プラス®」の“3つのプラス”

ある。クラウドを用いることで、高いセキュリティを確保しつつ、いつでもどこでもデータベースにアクセスできる環境を提供している（図—4）。

① “機能”をプラス

データベースの検索方法や検索結果の表示方法に工夫を凝らし、知りたい新技術情報に素早くアクセスすることを可能とした。さらに、ユーザー登録により利用可能となる「マイページ機能」では、よく参照する技術の「お気に入り」への登録や、複数の類似技術まで絞り込んだ後に比較表を簡単に作成・印刷できる機能も備えている。なお、データベースの検索・閲覧は無料である（図—5）。



図—5 「NETIS プラス®」の検索画面

② “情報”をプラス

「NETIS プラス®」は国土交通省 NETIS に登録・公開されている技術情報を正確に引用して提供しているほか、「NETIS プラス®」との契約（有料）技術については、「写真ギャラリー」、「動画ギャラリー」、「資料ダウンロード」、「ご意見・ご質問」の4つのコンテンツを『プラス情報』として提供している。テキストだけでは伝え切れない臨場感ある技術情報や営業用資料など、国土交通省 NETIS では入手できない情報を掲載し、閲覧者の利便性向上と開発者の積極的・効果的な技術 PR を実現している。これらの『プラス情報』や「問合せ先」、「施工実績」など頻繁にアップデートが必要となる情報について、技術情報の登録者自ら



図—6 「NETIS プラス®」のプラス情報

アップデートが可能である（図—6）。

さらに、『物価資料価格情報ページ』では、国土交通省 NETIS 登録技術を対象に、一般財団法人建設物価調査会、一般財団法人経済調査会がそれぞれ発刊する「建設物価」、「積算資料」への価格情報掲載状況を調査し、回答があった技術の価格情報のコード番号を掲載している。これにより、「建設物価」、「積算資料」に掲載されている価格情報を速やかに確認することが可能となっている（図—7）。

なお、民間建設工事向けの新技術や国土交通省 NETIS の掲載期限を超過した新技術など、国土交通省 NETIS に掲載されていない優れた新技術についても ACTEC の審査を経て掲載している。

③ “サポート” をプラス

「NETIS プラス®」との契約（有料）技術については、閲覧者から開発者に対する質問・回答など双方向のコミュニケーションを可能としている。『プラス情報』の中に設けた「開発者の補足説明」欄では、掲載している技術情報に関する補足コメントや国土交通省 NETIS では書き込むことができない PR 情報等を掲載している。



図—7 「NETIS プラス®」の物価資料価格情報ページ

「開発者からのお知らせ」欄には、例えば「この技術は、○月○日に開催される○○技術展に出展します。」「この技術は××工事の○○に採用されました。」等の掲載技術に関するお知らせを載せることも可能とした（図—8）。

さらに、「NETIS プラス®」への訪問者の属性情報や訪問ユーザー数、利用者がブラウザで Web ページを表示した数（PV）などを確認することも可能であ



図—8 「NETIS プラス®」のコミュニケーション機能



図—9 「NETIS プラス®」のアクセス情報確認ページ

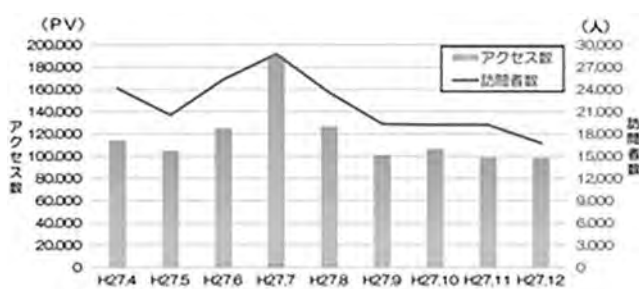
る。アクセス情報を把握することにより、時期によってどの属性が多く閲覧しているか等、「NETISプラス®」の利用者の動向を知ることができ、掲載技術の時宜を得たPR活動に繋げることができる(図—9)。

(3) 「NETIS プラス®」の利用状況

「NETIS プラス®」の運用開始から約3年が経過したが、その間、利用者や技術開発者の皆様からのご意見を参考に、使い勝手を向上させるべく掲載技術情報の充実、サイトの拡充、改善に努めてきた。その結果、「NETIS プラス®」のアクセス数(平成27年4月～12月)は、訪問者数では月間平均約1万9千人、ページビュー(PV)数では月間約10万PV～19万PVにまで増加している。

また、閲覧者向けの「マイページ機能」のユーザー登録者数は2014年12月の受付開始から2015年11月現在までの11ヶ月間で約770人と、多くの皆様にご利用頂いている。

さらに、国土交通省NETISの1日当たりの訪問者数が平均約1,650人であるのに対し、「NETIS プラス®」は平均約1,400人と、国土交通省NETISとほぼ同等数のアクセス数を実現している(平成27年8月17日から8月20日までの比較)(図—10)。



図—10 「NETIS プラス®」の利用状況

国土交通省NETISの検索エンジンとしての役割を果たすことで、有用な新技術の更なる活用促進に寄与するものと期待している。

3. ACTECによる建設技術の海外展開支援活動

(1) タイにおける建設技術セミナーの開催

タイの技術ニーズ分野に該当する日本の建設関連技術を、タイの建設業関係者(行政・建設業者・コンサルタント)に紹介し、海外展開を支援することを目的とし、建設技術セミナー「Seminar on Japanese Construction Technology in Thailand 2015」を開催した(ACTEC主催、在タイ日本国大使館後援、場所:在タイ日本国大使館)。

セミナーは連日ほぼ満席で、3日間でのべ320名が来場し、18技術(13社)のプレゼンテーションを聴講した(写真—1)。



写真—1 セミナーの開催状況

各技術のプレゼンテーション後には、質疑応答の時間を設け、さらに会場外では、ポスターセッションも実施、活発な意見交換が行われた。セミナーの詳細は以下サイトをご覧ください。

<http://www.netisplus.net/seminar/activities.html>

(写真—2)



写真—2 ポスターセッションの様子

後日、セミナー聴講者から、発表技術に関する問い合わせが ACTEC に寄せられ、また、聴講者等と連絡を取り合っている発表者もいると聞き、まずまずの成果を感じている。

(2) 2016 年度における建設技術セミナーの開催

たった一回のセミナーで、日本の建設技術をタイで活用してもらうことは困難である。この取組みを継続していき、かつ充実させていくことが今後重要になっていく。タイにおける第 2 回のセミナーは 2016 年 9 月 14、15 日を予定し、地盤改良技術、護岸・盛土技術、洪水・排水対策技術を中心に紹介する予定である（場所：在タイ日本国大使館）。

今回のセミナーは、タイだけでなく周辺国（ベトナムやミャンマー等）にも大使館を通じて周知活動を行う予定である。また、セミナー発表者に現地の状況、技術ニーズを感じてもらうべく、タイの大手ゼネコンであるチョーカンチャン社の施工現場見学を計画している。

4. おわりに

技術開発と活用の間にはいわゆる「死の谷」が存在するとよく言われている。特に、建設分野においては技術開発のシーズは民間にあり、技術開発も基本的に

民間で行われるが、その活用は国や地方公共団体等が発注する公共工事が主体である。積極的に新技術を使っていこうという強い意思が官側になければその谷はなかなか埋まらず、場合によっては民間の技術開発意欲を低下させる要因にもなりえる。国や地方自治体等が抱える課題やニーズを踏まえた上で、技術開発の成果を公共工事の現場に導入することが肝要であるが、これは民間だけの取組みでは困難である。

ACTEC としては、官と民が役割分担をすることにより「公共工事等における新技術活用システム」がより効果的・効率的なシステムとなるよう尽力して参る所存である。また、日本の有用な新技術が海外へ展開する支援も積極的に実施していくことで、建設業界全体の発展に寄与することを目指していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「新技術の活用 過去最大～平成 26 年度 公共工事等における新技術活用システム（NETIS）の状況～」、国土交通省記者発表資料、平成 27 年 7 月 3 日

【筆者紹介】

森下 博之（もりした ひろゆき）

前（一財）先端建設技術センター

技術調査部長

（現国土交通省 道路局 国道・防災課 道路保全企画室 企画専門官）



自由断面分割施工方法によるトンネル構築技術

志 農 和 啓・宮 元 克 洋・日 野 義 嗣

東関東自動車道谷津船橋インターチェンジのオフランプトンネルは、平面曲線・縦断曲線を複合した三次元に变化する線形であり、12万台/日以上 of 非常に交通量のある高速道路直下を土被り約3mでアンダーパスする。施工方法には、地表面への影響低減、建設汚泥量低減などから、本体構造物の断面を小分割した先行シールドトンネルを利用する構築方法（自由断面分割施工方法）が採用された。本稿では、シールド1台で小断面分割施工により地表面への影響を与えず施工したトンネル工事について紹介する。

キーワード：地表面変状抑制、アンダーパス、シールド、トンネル、地下構造物、環境負荷低減

1. はじめに

谷津船橋インターチェンジ工事は、千葉県船橋・習志野市域の国道357号の交通を東関東自動車道（以下、東関東道）に誘導し、慢性的な交通渋滞を緩和することを目的に、地域活性化インターチェンジ制度を活用して新たなインターチェンジを構築する工事である（図-1）。東関東道下り（千葉方面行）から県道千葉船橋海浜線および国道357号（千葉方面行）に接続するオフランプ（出口）と県道千葉船橋海浜線から東関東道上り（東京方面行）に接続するオンランプ（入口）により構成される（図-2）。このうち、オフランプは東関東道をアンダーパスするトンネル構造であり、非開削工法にて施工した。施工方法には、先行してシールドトンネルを施工し、そのトンネル内で躯体を構築する自由断面分割施工方法を採用した。本稿で

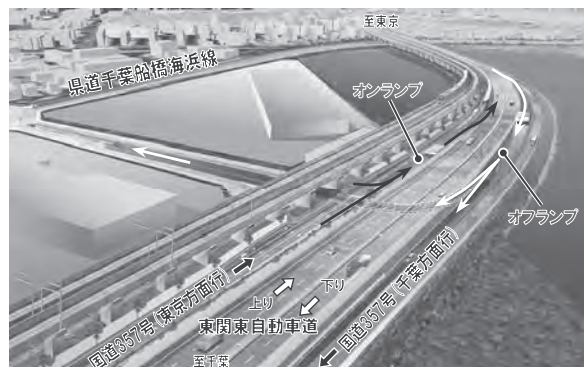


図-2 工事概要

は、供用中の高速道路直下において小土被りで施工したトンネル構築工事について報告する。

2. 工事概要

(1) 全体工事概要

全体工事概要を表-1に示す。本工事は、主に東関東道横断部のトンネルを施工する非開削区間、U型擁壁やL型擁壁によるランプ部を施工する開削区間、および既設橋梁を拡幅して東関東道との分合流部を施工する橋梁区間からなる。

(2) 非開削区間の工事概要

非開削区間のトンネルは、施工延長約70mの一車線道路断面であり、平面曲線（最小曲線半径50m）と縦断曲線（曲線半径R=790m、最大勾配6%）が複合した三次元線形である。さらに、平面線形では、全線が曲線区間であり、単曲線と緩和曲線で構成され

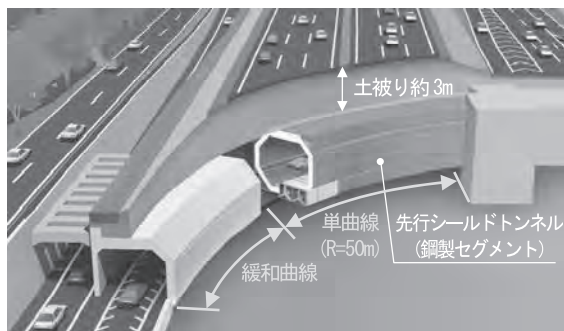


図-1 工事位置図

表—1 全体工事概要

工事名称	東関東自動車道谷津船橋インターチェンジ工事
発注者	東日本高速道路(株) 関東支社
工期	平成21年6月19日～平成25年5月17日
工事場所	自) 千葉県習志野市谷津4丁目 至) 千葉県習志野市秋津5丁目
主要数量	非開削函渠工 L = 70 m 開削溝渠工 : 425 m, 開削函渠工 : 16 m 橋梁下部工 : 橋台1基, 橋脚11基 橋梁上部工 : PC3径間, RC4径間 土工 : 約56 km ³

ているため、トンネルの必要内空幅が道路線形（曲線半径）に応じて変化する。このような複雑な線形を有するトンネルを、本体構造物の形状に合わせて小さな断面に分割した先行シールドトンネルを用いる、自由断面分割施工方法にて施工した（図—3）。



図—3 非開削区間のトンネルイメージ

3. 自由断面分割施工方法

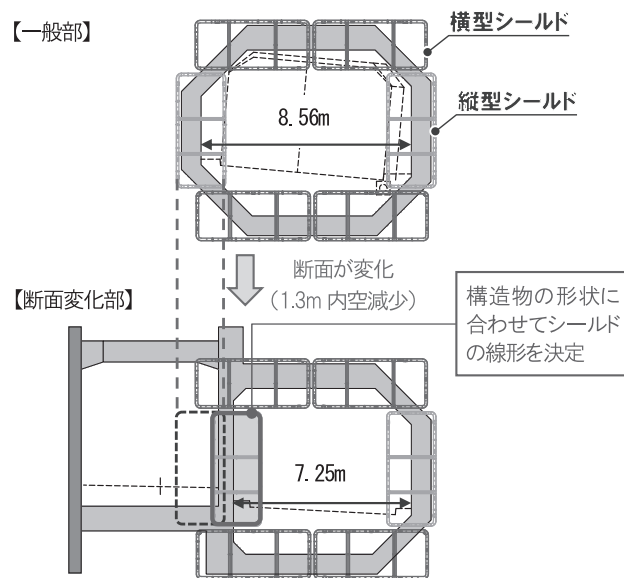
(1) 施工概要

トンネルの構築は、まず、本体構造物を包含するよう小さく断面を分割し、先行シールドトンネルを施工する。本工事では、6つの断面に分割した先行シールドトンネルとした。次に、各先行シールドトンネル間を接続し、現場打ちコンクリートにて躯体を構築する。最後に、躯体内部の掘削および内側に残ったセグメントの撤去を行い、完成となる。トンネル断面を一

度に掘削するのではなく、小断面に分割して掘削することにより、掘削時の地表面への影響を抑制できる（図—4）。

(2) 断面変化への対応

トンネル内空幅が最大で1.3 m 変化するトンネル構造に対し、側壁部分に位置する縦型シールドの位置を側壁の位置に合わせた線形とした。これにより、構造物に必要な部分のみの掘削で施工が可能となり、掘削範囲を最小限にできる。このように、掘削断面を小分割した先行シールドトンネルを採用し、各々の線形を構造物の形状に合わせて決定することで、断面が変化する構造に対しても柔軟な対応ができる（図—5）。

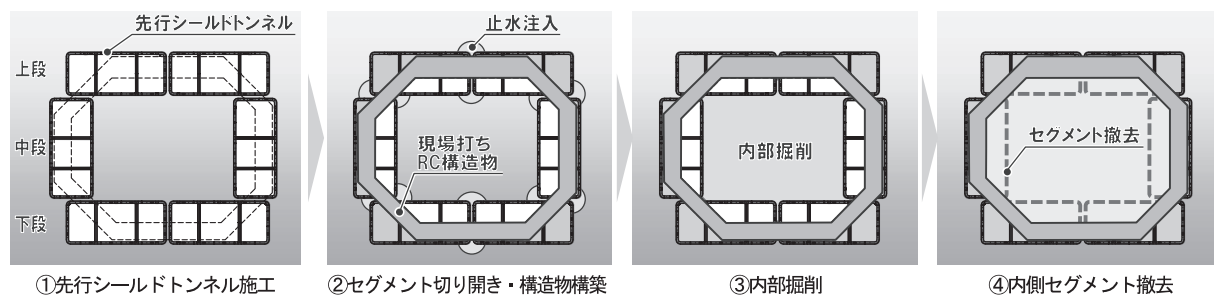


図—5 断面変化への対応

4. 先行シールドトンネル工事

(1) シールド工事概要

当初、6本のシールドはすべて密閉型シールドとし、上段から掘削する計画であった。しかし、シールド施工前の地盤調査の結果、上段シールドの対象地盤である盛土層において、残置物の存在が確認された。



図—4 施工手順

密閉型シールドでは、その支障物に対応できないため、シールド掘削と支障物撤去を同時に行うことができる開放型シールド（地盤改良併用）へ変更した。また、上段シールドの工法変更に伴うシールド改造や地盤改良の工程が追加になることから、施工順序を下段シールド→中段シールド→上段シールドの順とした。Uターン方式にて各々の立坑で発進・到達を繰り返し、6本の先行シールドトンネルを構築した。

(2) シールド仕様

シールドの主な仕様を表―2に示す。下段シールドは密閉型シールド（横）であり、中段シールドは下段シールド施工後、90度回転させ、縦シールドとした。上段シールドは、中段シールド施工後、前胴部を開放型に取り替える改造を行い、開放型シールド（横）とした（写真―1）。本工事では、線形の大部分が半径 $R = 50\text{ m}$ の曲線であるため、シールドには固定のテーパ胴を設け、あらかじめ曲線半径にあわせた中折れ構造とした。

表―2 シールドの主な仕様

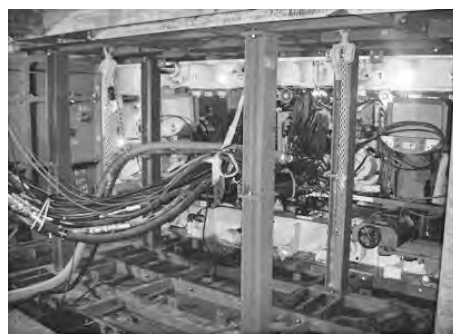
路 線	下段・中段	上段
形 式	密閉型	開放型
マ シ ン 寸 法	4,800 mm × 2,150 mm	
掘 削 機 構	偏芯軸回転矩形掘削 カッター	・ブレイカー ・バックホウ(0.03 m ³)
総 推 力	7,200 kN	
シールドジャッキ	600 kN/本 × 12 本	
中折れジャッキ	600 kN/本 × 10 本	
左右	固定	横型：3.15° 縦型：2.75°
中折れ角	可動	横型：1.10° 縦型：1.50°



写真―1 シールド（左：密閉型、右：開放型前胴部）

(3) 覆工構造

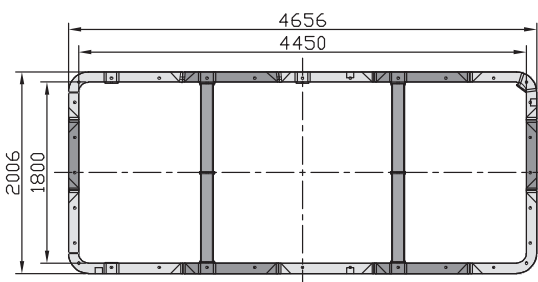
セグメントは先行シールドトンネル接続時の切断・加工が容易な鋼製セグメントとした（写真―2）。甲組・乙組の千鳥組構造とし、2機の横行、旋回およびスイングアーム式のエレクターにて組み立てた。表―3にセグメントの仕様を、図―6にセグメント構造図を示す。



写真―2 セグメント

表―3 セグメント仕様

セグメント寸法	4,656 mm × 2,006 mm
セグメント幅	1,000 mm
主桁高	100 mm
主桁厚	14 ~ 28 mm
スキンプレート厚	3 mm
分割数	12 分割、中柱 2 本
テーパ量	最大 114 mm



図―6 セグメント構造図

(4) 密閉型シールド（写真―3, 4）

(a) チャンバー内土砂流動状態管理技術の採用

泥土圧シールドでは、チャンバー内泥土の流動性が悪いと圧力伝播が悪くなり、天端付近の切羽圧が低くなる傾向がある。特に、中段シールドは、シールド高さが2.15 m から 4.80 m になるため、上記現象がより顕著になり、天端付近の切羽圧が管理値に対し不足する可能性があった。

また、横シールドでは隔壁の下段の中心に配置されている土砂取り込み口が、縦シールドでは中段の側部に位置することになり、チャンバー内泥土を良好な塑性流動状態に維持しなければ、排土効率が悪く、閉塞により切羽圧が上昇する可能性があった。

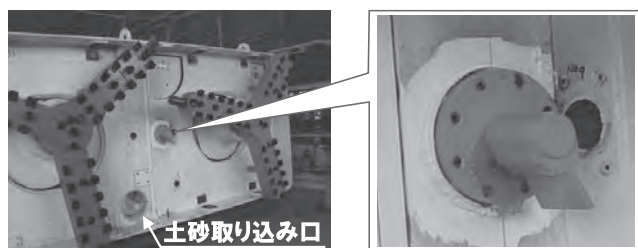
そこで、フラッパー装置（写真―5）により掘削土砂の流れに対する回転抵抗を計測することで塑性流動状態を定量的に評価できるチャンバー内土砂流動状態管理技術を採用し、チャンバー内の泥土の良好な塑性流動状態を維持しながら施工した。



写真—3 下段シールド（横・密閉型）



写真—4 中段シールド（縦・密閉型）



写真—5 フラッパー装置

(5) 開放型シールド（写真—6）

(a) 硬化促進型 JSG 工による地盤改良

上段の開放型シールドでは、切羽を開放するため、路線全体にわたり補助工法として地盤改良が必要であった。東関東道を一部規制し、路上からの施工となるが、規制内の実作業時間が6時間と短いため、道路開放時に改良体が交通荷重を十分支持できるよう早期の強度発現が可能な工法と材料を選定する必要があった。

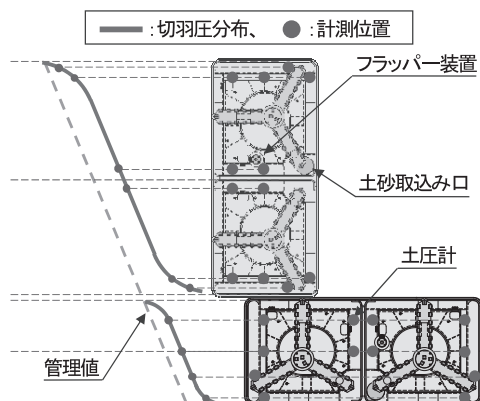
地盤改良工法として、JSG 工法を選定したが、従来の JSG 改良体（セメントミルク＋現地盤土）では、一般のモルタルなどと同様に、早期強度発現は期待できない。そこで、本工事では、JSG 改良体に硬化促進材として3号ケイ酸ソーダを添加することによって改良体の早期強度発現が可能となる硬化促進型 JSG 工法を開発した。試験施工にて、改良体の出来形および強度確認を行い、改良体の均一性、強度発現性、施工



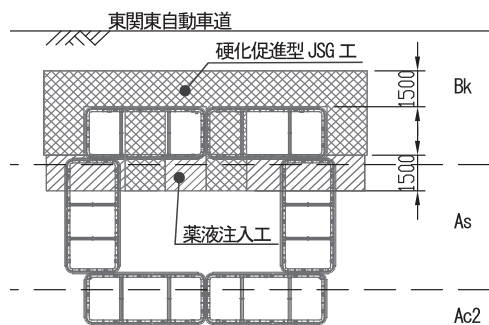
写真—6 上段シールド（横・開放型）

(b) 土圧計の多段配置による切羽圧管理

チャンバー内の上下方向の土圧分布を把握するため、土圧計を横シールドでも縦シールドでも多段配置となるよう12個配置し、切羽全体で切羽圧が管理値以上となるよう切羽圧管理を行った（図—7）。



図—7 切羽圧管理位置



図—8 改良断面図



写真—7 地盤改良施工状況

時の地表面への影響等、実施工に適用可能であることを検証後、実工事に適用した。上段シールドの地盤改良の改良断面図およびその施工状況をそれぞれ図—8、写真—7に示す。

(b) 掘削・支障物撤去

シールド切羽面の掘削・支障物撤去は、前胴内に配置したブレイカーとバックホウにて行った。支障物として、 $\phi 90 \sim 200$ mm の木杭、コンクリート塊、鉄筋等が確認された（写真—8、9）。



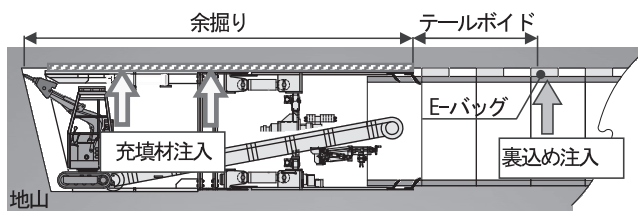
写真—8 ブレイカー



写真—9 支障物（木杭）

(c) 余掘り充填材とEバッグによる地山保持

泥土圧シールドでは、カッターヘッドの回転にて掘削するため余掘り量は少なく、その余掘り部には、塑性流動化した泥土が充填される。また、シールド通過後のテールボイドに速やかに裏込め注入材を加圧充填することで地山は保持される。一方、開放型シールドでは、ブレイカーにて掘削するため余掘り量は大きく、その余掘りは空隙となる。さらに、その空隙に裏込め注入材が逸走し、裏込め注入材を加圧充填できない。そのため、地山を保持できない懸念があった。そこで、本工事では、シールドの余掘りに対しては、水ガラス系の充填材をシールド天端から注入を行い、裏込め注入材の逸走に対しては、局所的な限定注入が可能なセグメント背面充填膨張袋(Eバッグ)を使用し、地山を保持した（図—9）。



図—9 充填材とEバッグ

5. 躯体構築工事

(1) セグメント切り開き工

セグメント切り開き部の止水と地盤強化を目的として、低圧浸透注入（ステップ注入）工法による薬液注

入を行った後、セグメントの主桁およびスキンプレートをガス切断により撤去した。その後、切り開き部の措置として、土留め・止水用鉄板をセグメントに全周溶接するとともに、鉄板背面にLW材を注入することでセグメント切り開きに伴う漏水と地盤変状を防止した。

(2) 内部構築工

類似の施工実績と狭小な施工空間における施工性を考慮し、1ブロックを10mとした7つのブロックに分け、コンクリート打設は、底版→下ハンチ→側壁→上ハンチ→上床版の順とした。コンクリートには、バイブレーターを使用する作業空間がないことから、自己充填性を有する高流動コンクリートを採用した。

上床版構築時は、上面がセグメントで閉鎖された型枠内に逆巻き状態で区間10mのコンクリートを打設するため、コンクリートが材料分離せず、奥部および上部の充填を確実に打設方法を決定する必要がある。そこで、施工条件を模擬した実規模の流動距離確認試験を行い、打設配管位置等を決定した。また、型枠材にアクリル板（写真—10）を使用し、確実にコンクリートが充填されていることを目視にて確認しながら施工した。

(3) 内部掘削工

バックホウ（0.25 m³級ショートリーチ）を使用し、掘削・集土を行った。FEMによる事前の解析では高速道路面に最大5mmの変状が予測されたが、路面変状なく施工できた（写真—11）。



写真—10 アクリル板の型枠



写真—11 内部掘削状況

(4) セグメント撤去工

内部掘削完了後、高所作業車を使用して、上段から順にセグメントを撤去した。工程短縮のため、セグメントを大分割で撤去できるよう、フォーク型のアタッチメントを取り付け、セグメントを掴みながらガス切断を行った。セグメント撤去中も路面変状や、上床版や壁に有害なひび割れは確認されなかった（写真—12）。



写真-12 セグメント撤去状況



写真-13 トンネル完成



写真-15 完成トンネル内



写真-16 完成トンネル坑口

6. 地表面計測管理

本工事では、東関東道の地表面計測として、トータルステーションによる自動計測を行った。本線道路脇に高さ12mの観測櫓を設置し、通行車両の支障とならない場所（車線区画線、中央分離帯）に設けた計測点を、24時間自動計測した。計測データを事務所およびシールド掘進管理室へリアルタイムに送信し、地表面変状の有無を確認しながら施工した。また、これらの自動計測システムによる計測に加え、遠隔操作が可能なWEBカメラや目視により、本線地表面状況や通行車両の走行を監視した。シールド施工から最終工程のセグメント撤去完了まで、高速道路面に影響を与えることなく安全に施工できた。

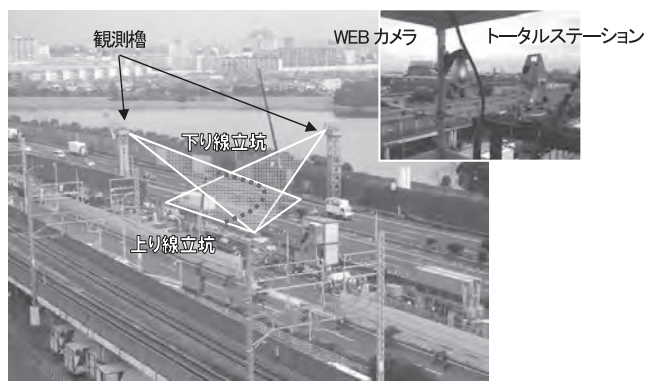


写真-14 路面監視状況

7. おわりに

供用中の高速道路直下の小土被り・断面変化のあるトンネル形状という施工条件であったが、高速道路に影響を与えることなく無事に施工することができた（写真-15, 16）。本工法は、分割する断面の組み合わせにより、道路トンネルのみならず、様々な断面および線形を有するトンネルへ対応できる工法と考えている。今回の報告が類似の工事の参考になれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

志農 和啓（しのう かずひろ）
東日本高速道路㈱
関東支社 管理事業部 保全課
課長



宮元 克洋（みやもと かつひろ）
㈱大林組
大断面道路トンネルプロジェクト・チーム
部長



日野 義嗣（ひの よしつぐ）
㈱大林組
土木本部生産技術本部シールド技術部技術第二課
副課長



拡翼型機械式攪拌工法

WinBLADE 工法

高 橋 学

新たな機械攪拌方式の原位置攪拌改良工法として、地中拡翼型の攪拌装置を用いた工法“WinBLADE 工法”（以下、「本工法」）の開発を行った。本工法では、閉じた状態の攪拌翼を地中に挿入し、改良範囲端部で直径 1.2 m に拡翼した後、固化材スラリーを供給しながら原位置攪拌を行い、円柱状の固結改良体を造成する工法である。斜め・水平の改良も容易に行えることが特徴で、既存施設周辺、直下を対象とした液状化対策、耐震補強を想定している。

キーワード：土木、混合処理工法、機械攪拌、液状化対策、耐震補強、小型機

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震以降、既存の構造物やインフラ設備の周辺、直下を対象とした液状化対策、耐震補強が求められている。地盤改良工法においても、従来の大型機械を使用した大規模・急速施工型の工法に加え、小型機械を使用した既存構造物直下や周辺部での施工が求められている。本工法は、開閉可能な攪拌翼を用い、既存構造物直下や狭隘部での施工および地中障害物を回避した斜め施工を可能とする工法である。

2. 工法概要

本工法は、削孔改良機により直径 165 mm のケーシングで所定深度まで削孔をし、拡翼ビットを取り付けた直径 96 mm のロッドを挿入し、ケーシングを改良上端まで引上げ、地中で攪拌翼を直径 1.2 m または、0.8 m に拡径し、セメント等の固化材をスラリーとして吐出し、地盤と混合攪拌することにより、円柱状のソイルセメント改良体を造成する工法である。

造成時には、2.0 m を 1 回の改良長とし 2.0 m 造成完了ごとにロッドを切断し改良体を造成する。未改良部の地盤は 1 回の攪拌混合では均一な攪拌混合が難しいことから 1 回の改良に対し 3 サイクルの攪拌を行う。

施工手順を図 1 に示す。

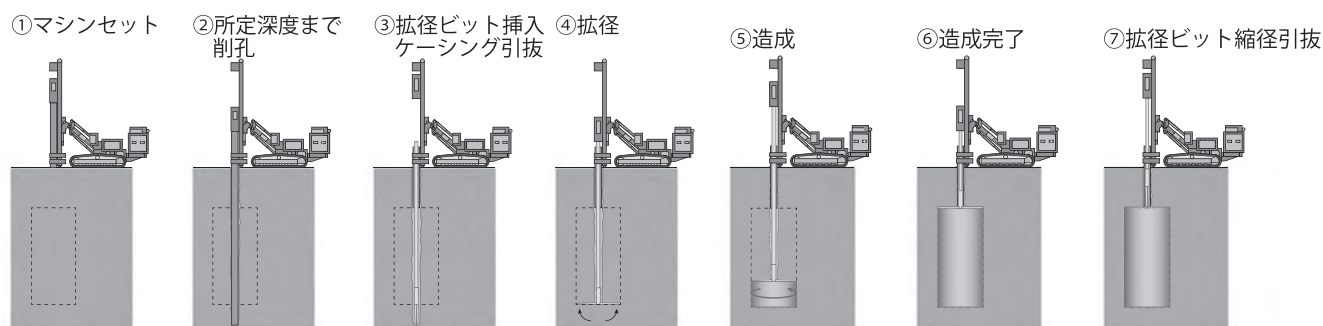


図 1 施工手順

- ①マシンセット（角度調整）
- ②直径 165 mm のケーシングを使用し、所定深度まで削孔を行う。
- ③先端に拡径ビットを取り付けた直径 96 mm のロッドを継ぎ足しながら挿入後、ケーシングを改良上端まで引抜く。
- ④改良下端で攪拌翼を拡径する。
- ⑤固化材スラリーを吐出しながら攪拌・引上げを行い改良体の造成を行う。
- ⑥改良上端まで攪拌を行い完了する。
- ⑦拡径ビットを縮径し、ビット引上げ・ケーシング引抜きを行う。

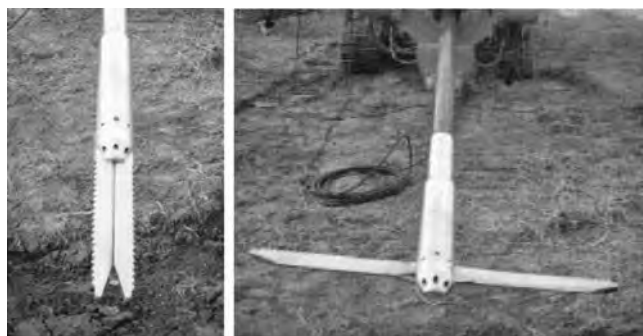
3. 工法の特徴

本工法の特徴を以下に示す。

(1) 開閉可能な攪拌翼

本工法で使用する攪拌翼は開閉機構を設けたことが、最大の特徴である（写真—1）。従来の攪拌翼を使用した機械攪拌工法は、改良径と攪拌翼径が同一であるため、直径1.2 mの改良体を造成する場合、攪拌翼長も1.2 mとなる。そのため、土被り部（未改良部）は貫入・引上げ時に攪拌翼と同等の地盤が乱され、固化材スラリーを貧配合により改良を行う必要がある。本工法の場合は、攪拌翼を縮径し回収することで、削孔用ケーシング径の165 mmのみとなる。

また、地中で攪拌翼を1.2 mまで拡翼し改良を行うことで、地表部分の舗装や既存構造物の取り壊し範囲が削孔径の165 mmと少なく済む特徴も有する。



写真—1 攪拌翼開閉状況

(2) 特殊小型改良機による機械攪拌

本工法で使用する改良機は、改良型のロータリーパーカッションドリル（RPD-150CLF）を標準としている（写真—2）。自走することが可能であり、ガイドセルを鉛直から水平まで任意の方向に傾けることができ、地中埋設物をかわしたり、斜め施工が可能である（図—2、写真—3）。



写真—2 ロータリーパーカッションドリル



図—2 地中埋設物をかわした施工状況



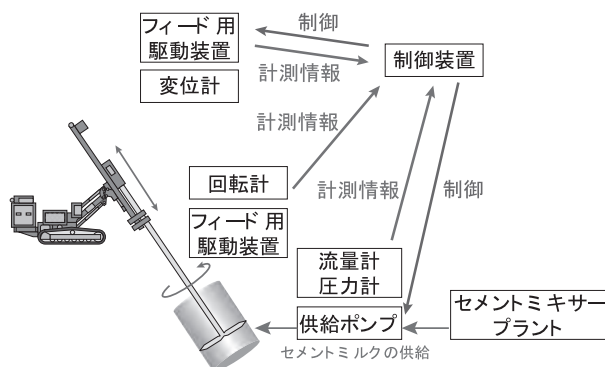
写真—3 斜め施工状況

(3) 自動制御システムによる施工管理

本工法は均質な改良体を造成するべく、自動制御システム（FRP 制御システム）を搭載している。

従来工法では、固化材スラリーの単位時間当たり吐出量は一定であり、硬質地盤により貫入・引抜の速度が一定に保てず伸びた場合、改良対象土への固化材添加量が過大となる。また、改良対象土と固化材の攪拌混合回数（羽切り回数）は、機械攪拌工法の改良体の均一性を左右すると言える。図—3に自動制御システム概要を、写真—4に自動制御システムの操作パネル画面を示す。

自動制御システムは、回転制御装置に設置した回転



図—3 自動制御システム概要

制御システム操作パネル



写真一 4 自動制御システム操作パネル

計により回転速度を測定し、その情報を制御装置に伝達する。次に回転速度をもとに、単位改良長当たりの攪拌混合回数が一定値を保つフィード速度に制御される。さらに、そのフィード速度から単位体積当たりの固化材スラリーが一定に保たれるように、供給ポンプの吐出量が自動制御される。

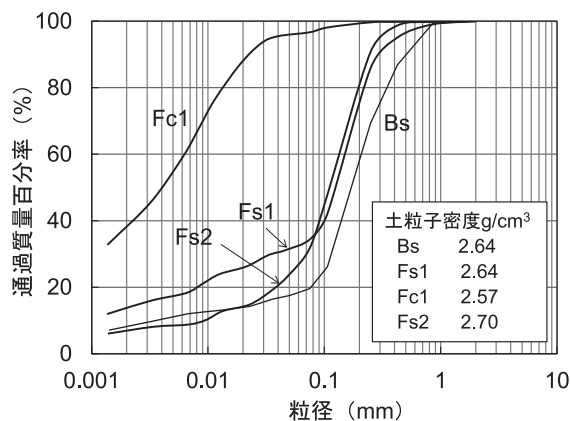
これらの一連の流れにより、地盤の変化により回転速度が変動しても、それに連動しフィード速度および固化材スラリーの供給が自動制御され、攪拌混合回数および固化材スラリーの添加量の最適化を図ることが可能となった。

4. 造成実験

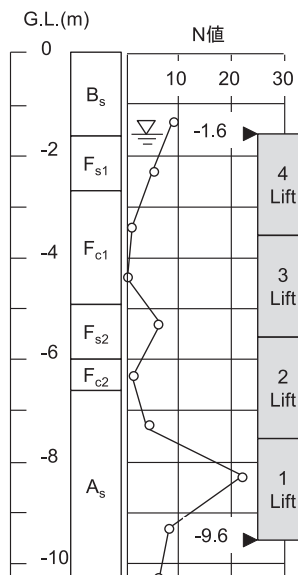
本工法にて浚渫土層、沖積砂層を対象として造成実験を行った内容を報告する¹⁾。

(1) 対象地盤概要

造成実験で対象とした地盤の基本物性、地層構成を図—4、造成位置を図—5に示す。造成長は2.0 m/リフト×4リフトで合計8.0 mである。対象地盤は下層から順に、1リフト目が位置するGL-7 m以深には



図—4 粒度分布・土粒子密度



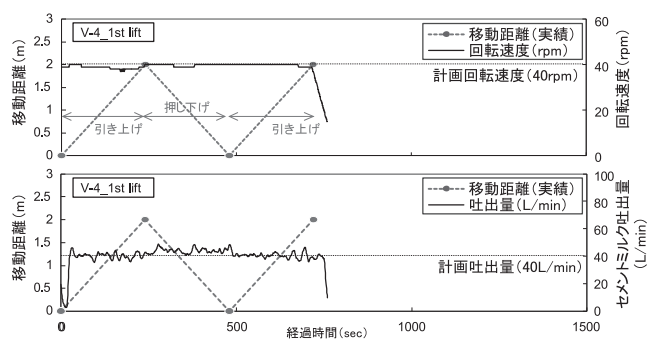
図—5 地層構成と造成位置

自然堆積の沖積層（As）が存在し、2リフト目以浅となる上層は、砂層、粘土層が互層に存在する浚渫土層（Fs1, Fc1, Fs2, Fc2）である。

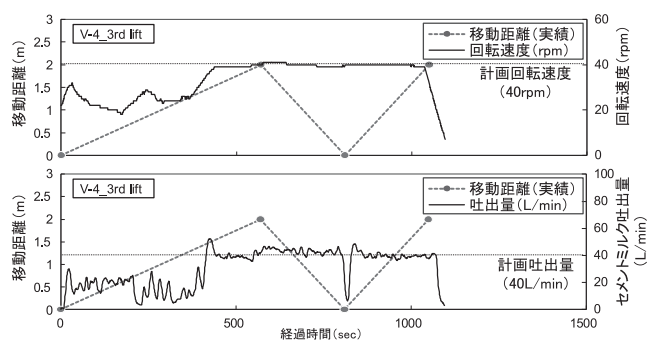
(2) 施工状況

自動制御システムによるモニタリング・制御結果の1リフト目を図—6に、3リフト目を図—7に示す。

左軸の移動距離は、各リフト下端の位置を0.0 mとし2.0 mの引上げ、押し下げ、引上げを行った深度を示し、横軸に経過時間を示す。



図—6 1リフト目自動制御推移



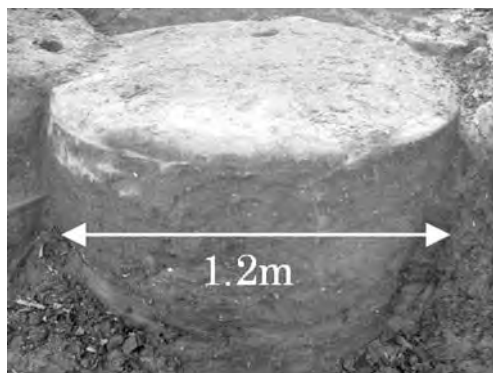
図—7 3リフト目自動制御推移

1 リフト目では、終始計画通りの回転速度が確保され、計画通り固化材スラリーの吐出、引上げ・押し下げ・引上げ速度が確保されている。

3 リフト目では、1 回目の引上げ時に回転速度が低下したため、それに連動し、引上げ速度が低下し、固化材スラリーの吐出量も抑えられていることが見て取れる。そのあとの押し下げ・引上げ時には、計画通りの回転速度が確保され、1 リフト目と同様に安定した動作が確認された。

(3) 事後調査

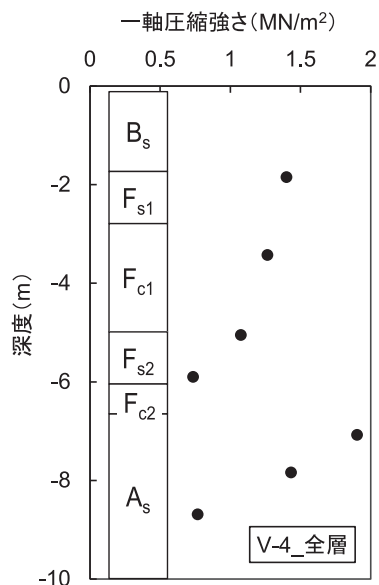
7 日程度養生後、Fs1 層から Fc1 層に係る深度まで掘り起こし、改良体上部 1.0 m ほどを目視確認した(写真—5)。その際、周辺の掘削箇所から木片、植生跡が認められ、3 リフト目の不規則な施工動作の要因であると推測した。



写真—5 改良体上部の状況

その後、造成部分全長にわたりロータリー式スリーブ内蔵サンプラーを使用しコア採取を行い、コア採取率(コアの断面の50%以上が固結したと認められる長さの割合)を確認したところ、全体では89%となり、品質の良否の目安となる90%²⁾程度であることが確認された。ただし、各地層で評価すると、沖積砂層では、全体の100%であったのに対し、浚渫土層では80%を切る箇所がFc1層に生じ、粘性の高い層では品質改善の必要性が認められた。

また、本コアより試料を採取し、一軸圧縮強さを求めた結果を図—8に示す。本結果では特に層区分による著しい強度差は認められず、Fs1層、Fc1層について行った室内配合強度試験との比較により、現場室内強度比は1/3程度であることが確認された。



図—8 一軸圧縮強さの分布

5. おわりに

造成実験から、本工法による地盤中での攪拌翼の開閉を用いた改良体造成の確実性と自動制御システムの有効性が確認できた。新たに開発した工法として、今後施工実績を重ねていくうえで、さまざまな課題が生じていくことが考えられる。それらに対応しつつ、よりよい工法となるように改善を進めていきたい。なお、造成実験は「平成23年度震災対応型液状化対策技術の開発」、「浦安市が管理する施設を利用した液状化対策技術の開発」から得られた成果である。関係各位のご協力に感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 石井裕泰, 藤原斉郁, 小林真貴子, 青木智幸, 立石洋二, 菅浩一, 三上登, 佐藤潤: 地中拡翼型地盤改良工法の開発～浚渫土層、沖積砂層での造成～, 土木学会第68回年次学術講演会 pp591-2013
- 2) 建築工事のための改良地盤の設計及び品質管理指針, 日本建築センター, 2002

【筆者紹介】

高橋 学 (たかはし まなぶ)
日特建設(株)
技術本部設計部



急速ずり処理システム

トンネル掘削施工におけるずり処理の高速化

藤 内 隆

近年建設産業において生産性を向上させることが課題となっている。

山岳トンネル工事においても生産性を向上することで、トンネル掘削工期を短縮し、早期に供用することが求められる。その掘削工期を短縮するには、掘削作業の一連の流れである掘削サイクル（削孔～装薬～発破～ずり出し～一次吹付け～支保工設置～二次吹付け～ロックボルト打設）時間を短縮することが必要である。

今回、掘削サイクルのずり出し作業に着目し、急速ずり処理システムを開発・実用化することでサイクルタイムの短縮を実現した。

本稿ではその技術概要と現場実証結果について報告する。

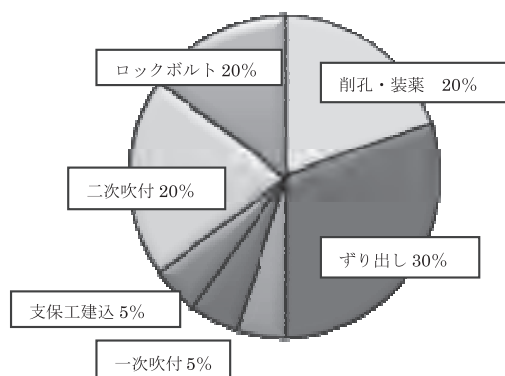
キーワード：急速ずり処理システム，ずり出し，連続ベルトコンベヤ，サイクルタイム，ストック

1. はじめに

長大トンネルなどの施工において、工程の確保は重要な課題となっている。発破を用いるトンネル工事における一連の掘削サイクル（削孔～装薬～発破～ずり出し～一次吹付け～支保工設置～二次吹付け～ロックボルト打設）を短縮することは、工程短縮に対して非常に有効である。

特にずり出し作業は、通常地山では掘削サイクルの約3割をしめるため、ずり出しサイクルタイムの短縮は全体のサイクルタイム短縮に有効である（図－1）。

本開発では、連続ベルトコンベヤによるずり出し方式において、掘削ずりの一部を切羽の後方にストックすることで、掘削サイクルタイムを11%短縮したので、その技術の概要を報告する。

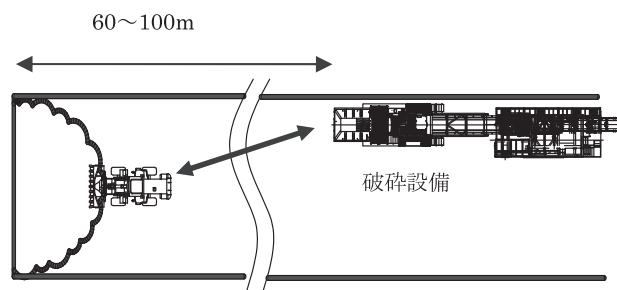


図－1 一般的なサイクルタイム

2. 開発の背景

連続ベルトコンベヤ設備を使用したずり出しでは、発破したずりを細かく破碎してベルトコンベヤ設備に積載できる大きさにする必要がある。その破碎設備から切羽までの距離は発破の退避や他作業の作業性を考慮して、切羽から約60～100mの位置に配置する。

従来のずり出しでは、ホイールローダ1台で切羽から破碎設備までずりを運搬するため、運搬時間がかかりずり出しサイクルタイム短縮の障害となっていた（図－2）。



図－2 従来のずり出し方法

3. 急速ずり処理システムの概要

急速ずり処理システムは、ずりを急速に処理する急速ずり処理システム、その効果を事前に予測する効果事前予測シミュレーション、ずり出し中の安全を確保

する安全管理システムの3つから構成される。以下にその概要を記す。

(1) 急速ずり処理システム

2台のホイールローダを使用して切羽から破碎設備までずりを運搬もしくは一時的に切羽近傍にストックすることで、迅速に切羽のずりを処理することで次工程の作業に早く移行する。ストックしたずりは次工程以降にホイールローダで破碎設備へ運搬して処理する(図-3)。

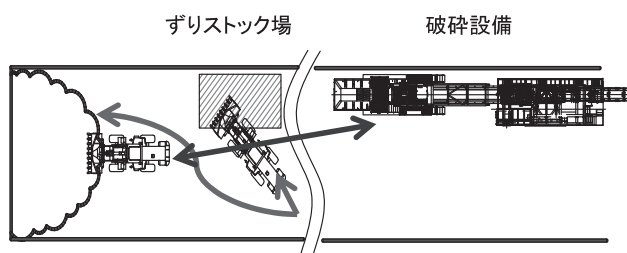


図-3 急速ずり処理システム概要

ずりをストックするずりストック場は、次工程以降の作業に支障がない場所へ配置する。

そしてずりをストックする場合は、破碎設備の処理限界をホイールローダオペレータに合図を送り、予め設定したずりストック場にずりをストックする。

(2) 効果事前予測シミュレーション

切羽のずりを迅速に処理するためにホイールローダ2台で作業を行った場合のサイクルタイムを切羽での積み込み、走行、離合、待機時間を次式により想定し、各作業が円滑にできるか事前に検討を行った(図-4)。

サイドダンプ1台でのずり処理時間

$$T1 = \frac{V}{\frac{S1 \times 60}{t1}}$$

サイドダンプ2台でのずり処理時間

$$T2 = \frac{V}{\alpha \left(\frac{S1 \times 60}{t1} + \frac{S2 \times 60}{t2} \right)}$$

α : 2台による作業効率係数

V : ずり処理量 (m^3)

$S1$: サイドダンプ1台目積み込み量

$S1 = Q1 \div 1.5$ (積み込効率)

$Q1$: サイドダンプ1台目バケット容量 (m^3)

$t1$: サイドダンプ1台目往復運搬時間

$$t1 = tk + ts + tc$$

tk : 往復時間

ts : 切羽でのずり積み込み時間

tc : クラッシャでの積み込み時間

$S2$: サイドダンプ2台目積み込み量

$$S2 = Q2 \div 1.5 \text{ (積み込効率)}$$

$Q2$: サイドダンプ2台目バケット容量 (m^3)

$t2$: サイドダンプ2台目往復運搬時間

$$t2 = tk + ts + tc + tr$$

tk : 往復時間

ts : 切羽でのずり積み込み時間

tc : クラッシャでの積み込み時間

tr : サイドダンプ2台目待機時間

ずり出し時間(分)

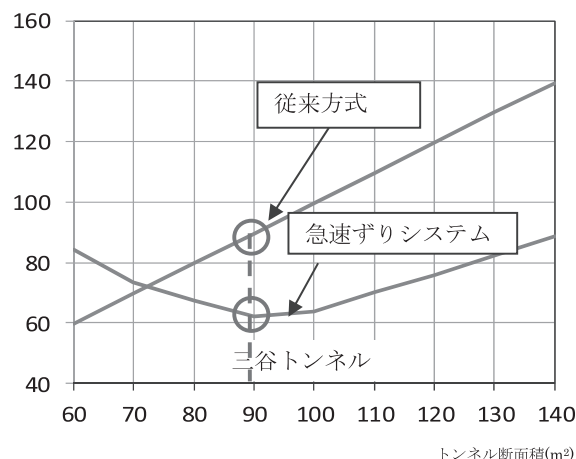


図-4 効果予測シミュレーション

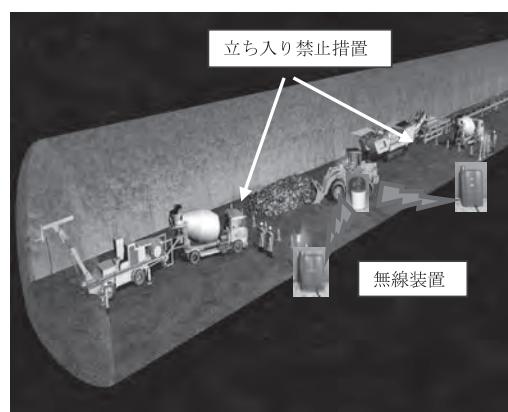
従来のずり出し方法では、トンネル断面積が大きくなればなるほど1回の発破で発生するずり量が多くなるため、ずり出し時間は直線的に長くなる。一方ストックする場合は、小断面図では1台のホイールローダの方がずり出し時間は短い。これは小断面では2台のホイールローダの作業性が低下するためである。 $80 m^2$ を超えると作業性が良くなり、 $90 m^2$ が最もずり出し時間が短くなる。 $100 m^2$ を超えると作業性はよいが1回の発破のずり発生量が多いため、ずり出し時間も長くなる。

この効果事前予測シミュレーションから急速ずり処理システムを導入した三谷トンネル(断面積 $89 m^2$)では、従来方式では90分であり、急速ずり処理システムを導入した場合は60分となり30分の短縮が可能であることが予想された。

(3) 安全管理システム

急速ずり処理システムでは、ストックしたずりを次工程以降にホイールローダで破碎設備に運搬し処理することで切羽作業との重複作業となる。そして切羽作業のため機械や人がずりストック作業場所の横断が生じる。

そこでホイールローダと機械や人との接触災害を防止するため安全管理システムの導入を行い災害リスクの低減を図った（図—5）。



図—5 安全管理システム

4. 実証実験

(1) 実験の概要

現場に本導入する前に2台のホイールローダの作業性とストックしたずりの処理作業と切羽作業の同時作業が可能かを検証するため実証実験を行った（写真—1, 2）。

2現場での実証実験よりホイールローダ2台での作業性と切羽作業とストックずり処理作業の同時作業が可能であることが実証された。

また、ずり出しサイクルタイムも10～20%短縮できることを確認した。



写真—1 実証実験状況（こばやし峠トンネル）



写真—2 実証実験状況（厚賀トンネル）

5. 現場導入

実証実験結果より効果が確認できたため現場導入を行った。

(1) 導入現場概要

現場名：八鹿日高道路 三谷トンネル（南側）工事
発注者：国土交通省 近畿地方整備局

工期：平成25年8月10日～平成28年2月28日

【トンネル概要】

トンネル延長：1515 m

代表内空断面積：80.15 m²

掘削工法：爆破工法（坑口部 機械掘削）

(2) 現場適用状況

平成27年4月6日よりホイールローダを1台増台し、急速ずり処理システムの本導入を行った。

ホイールローダ2台の作業性は問題なく施工可能であることが確認された（写真—3）。また切羽作業とずりストック処理作業の同時作業も可能であることが確認できた（写真—4）。



写真—3 ホイールローダ2台でのずり出し



写真—4 ストックずり処理と切羽作業の同時作業

(3) 適用効果

急速ずり処理システムを導入する前のずり出し時間は90分であったが、導入後は60分となり33%短縮できた。

これは効果予測シミュレーションの予想とほぼ同じ値でありシミュレーションの有効性が確認できた。

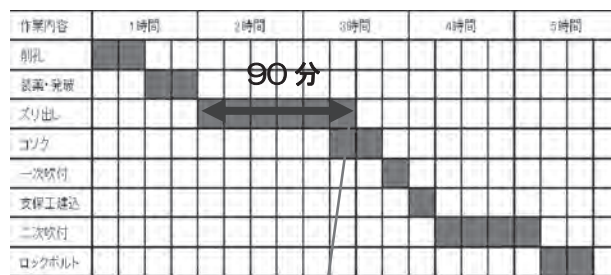
また、削孔・装薬発破～ずり出し～吹付～ロックボルトの一連の作業時間は導入前4.75時間が4.25時間になりサイクルタイムを11%短縮できることが実証された(図—6)。

更に安全管理システムの導入によりストックずり処理作業と切羽作業の同時作業が安全に施工できることが確認された。

6. おわりに

今後は、三谷トンネルでの実施工をもとに問題点を洗い出し、更なる改善を行うことでサイクルタイムの

(導入前)



(導入後)



4.25 時間(11%短縮)

図—6 従来工法との効果比較

短縮を図り、トンネル工事における生産性向上に努めて行く所存である。

J C M A

[筆者紹介]

藤内 隆(とうない たかし)

清水建設㈱

土木技術本部開発機械部

主査



砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤の開発

JS ウォール堰堤工法

飯 塚 幸 司

毎年多くの土砂災害が発生する中、その防止のために砂防堰堤の整備が推進されている。限られた予算の中で砂防堰堤の整備率向上のためにはできるだけ効率的に施設を整備する必要がある。効率化の手段として、砂防堰堤の建設時には建設残土が多量に発生し、この残土の有効利用が考えられ、現地発生土にセメントを混合する砂防ソイルセメントの活用が注目されている。近年では建設工事における現地発生土の利用の観点およびコスト削減効果もあることから施工実績が増えている。

本報では、砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤である JS ウォール堰堤工法（以下「本工法」という）について紹介する。

キーワード：砂防堰堤、現地発生土、砂防ソイルセメント、土石流

1. はじめに

1990 年代に入り、砂防事業へのソイルセメントの活用が進み、各地で砂防ソイルセメント工法による地盤改良や床固工などの砂防施設が建設されてきた¹⁾。これは、現地発生土を活用することであり、現場からの搬出する土砂を少なくできるため、コスト縮減、環境への負荷低減、さらには施工の簡略化、工期の短縮が図れるようになった。その結果、砂防ソイルセメント工法を使用する施工実績が増えてきている。この間に、平成 14 年に「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」、平成 23 年に「砂防ソイルセメント設計・施工便覧」が発刊され、全国各地で砂防ソイルセメント工法がコンクリートに代替えられる材料として砂防施設の一一般的な工法として施工されるようになってきた。

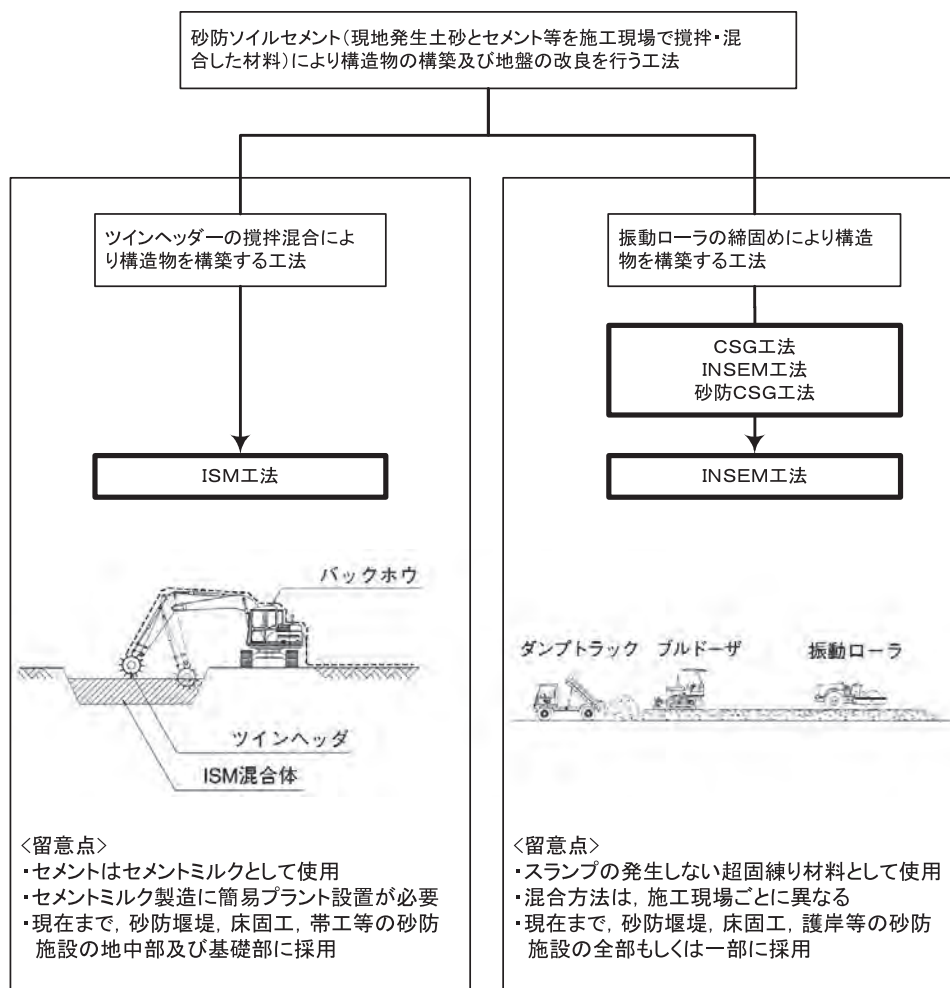
現地発生土を活用する砂防堰堤は鋼矢板を用いたダブルウォール堰堤（二重壁構造）があり、内部材に現地発生土を利用している。しかし、流水があるような溪流では内部材の流出の恐れがあることから同堰堤は現場条件に制限がある。そこで、近年では砂防堰堤にも内部材の流出の恐れのない砂防ソイルセメントが利用され（砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤を砂防ソイルセメント堰堤と呼ぶ）実績を増やしている。その砂防ソイルセメントを使用し、土石流対策用の本工法は既存技術に対して改良を加えることで施工性を向上させ、現地発生土の適用範囲を広げ、さらに新しい砂防ソイルセメント堰堤の構造を提案している。

2. 砂防ソイルセメントの概要

本報では、砂防ソイルセメント堰堤に関連する砂防ソイルセメント工法を中心に記述する。砂防ソイルセメント工法は、施工現場において現地発生土とセメント又はセメントミルクを攪拌混合して製造し、砂防施設などを構築する工法の総称とされている²⁾。現地発生土を有効活用する工法として、「INSEM 工法」、「ISM 工法」が開発されている（図—1）。

INSEM (IN-situ Stabilized Excavated Material) 工法は、現地発生土とセメントをバックホウや自走式土質改良機等で攪拌混合し、振動ローラで締固め、所定の強度を有する混合体を形成する工法で、材料性状は超硬練り状態であり、ゼロスランプである（写真—1）。養生が不要であるため連続施工が可能で、製造機械を複数台設置できる広い施工ヤードが確保できる現場条件では、日施工量 50 ～ 120 m³/日（最大 1100 m³/日）と多い。ただし、狭窄地形の現場では、製造機械の規模が小さくなる傾向があるため、広い施工ヤードに比べて日施工量は多く期待できない。

ISM (In Situ Mixing) 工法は、構造物を構築する現位置において、現地発生土や玉石とセメント・セメントミルクをバックホウに装着したツインヘッドを用いて攪拌混合し、所定の強度を有する混合体を形成する工法で、材料性状は軟練り状態であり、有スランプである。バックホウにツインヘッドを装着するため施工範囲はバックホウの可動範囲であるため、バックホ



図ー１ 砂防ソイルセメントを活用した工法



写真ー１ INSEM 工法の施工状況

ウの設置位置から下側の施工に向いている。養生はコンクリートより短い養生期間を確保するため、日施工量は50～90 m³/日とINSEMより少ない。

3. 砂防ソイルセメント工法の課題

前述の特長に示すように、INSEM 工法はISM 工法と比較してコストや日施工量の優位性が高く、砂防ソイルセメント堰堤の内部材の主流となっている。しか

しながら、近年では砂防ソイルセメント堰堤の普及により、計画・施工される現場条件や現地発生土が多様化し、各現場において試行しているところがある。例えば、INSEM 工法では現地発生土に細粒分が多く含まれる場合は混合体の強度発現が期待できない。また、施工場所が狭い場合は重機による転圧は施工効率が低下することがINSEM 工法の課題である。

ISM 工法は主に堰堤下部の地盤改良などに利用されており、バックホウの設置位置から下側の施工に向いていることから、外部保護材を用いた砂防ソイルセメント堰堤では活用事例がない。つまり、砂防ソイルセメント堰堤に関連した検討がされていない。

このようにINSEM 工法とISM 工法ともに現場条件や現地発生土の多様性に対して検討課題が残っている。

4. 流動化ソイルセメント工法

既存の砂防ソイルセメント堰堤では対応できなかった課題を解決するために流動化ソイルセメント工法に着目した。具体的には、現地発生土に含まれる細粒分

が多く含まれる土砂に対しても適用を可能とすることで現地発生土の適用範囲が広げ、狭い施工空間でも内部材の施工ができるように本工法の外部保護材を改良した。その効果として施工の効率化と新しい砂防ソイルセメント堰堤の構造を提案できるようになった。

この流動化ソイルセメント工法は、ISM工法をベースに汎用建設機械を用いてソイルセメントを製造する方法で、現地発生土とセメント・セメントミルクをバックホウ等（ツインヘッドを使用しない）により攪拌混合し、所定の強度を有する混合体を形成する。材料性状は有スランプである（写真—2）。

流動化ソイルセメント工法は、INSEM工法とほぼ同様の設備で、広い施工ヤードの場合はセメントプラントを設置できる。なお、INSEM工法とは異なり、流動性のあるソイルセメントであるためコンクリートバケットを用いて打設できるなど応用施工が可能である。

流動化ソイルセメント材（流動化ソイルセメント工法にて製造する砂防ソイルセメントを流動化ソイルセメント材と呼ぶ）はフレッシュコンクリートのように流動性のある施工方法であるため、活用する現地発生土の含水比が高い場合においても単位水量・セメント量を調整することにより、所定の強度の確保が可能である。このため、現地発生土が砂防ソイルセメントに活用できる適用範囲が広がる。ただし、既存の外部保護材はこの流動性ソイルセメントに対応できていないため、流動性のある材料は外部保護材から漏れでる可能性がある。



写真—2 流動化ソイルセメントの施工状況

5. 本工法の特長

INSEM材（INSEM工法にて製造する砂防ソイルセメントをINSEM材と呼ぶ）、流動化ソイルセメント材の両方を内部材として活用できる外部保護材とした。

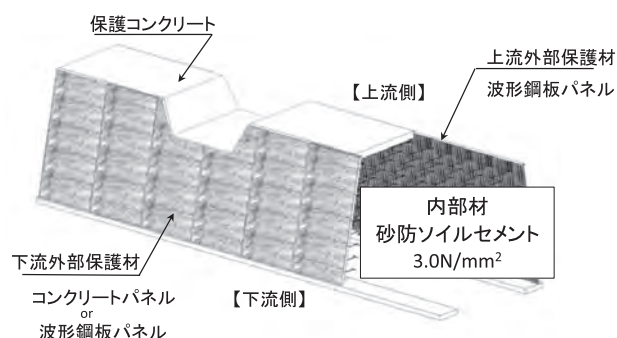
構造の特長を次に示す。上流外部保護材は土石流荷重に対する耐衝撃性と高い被覆性を兼ねた鋼材の波形鋼板パネルとしている（写真—3）。上下流の外面に外部保護材を設け、内部材に砂防ソイルセメントを使用した重力式堰堤である³⁾。概要図を図—2に示す。下流外部保護材は、修景機能を兼ねた模様付コンクリートパネル（鉄筋コンクリート製）とし、内部材は重力式構造物としての重量と堰堤の内部応力に抵抗できる強度として「砂防ソイルセメント設計・施工便覧」（（一財）砂防・地すべり技術センター）が求める目標強度レベルⅢ（ 3.0 N/mm^2 以上）としている。本工法の特長を以下に示す。

（1）2つの砂防ソイルセメントが適用可能

内部材がINSEM材、流動化ソイルセメント材のどちらの場合でも外部保護材は波形鋼板パネルを使用し、流動化ソイルセメントの場合、波形鋼板パネルの上下左右をボルト連結している部分にパッキン材を利用することで、流動性がある材料でも外部保護材からの漏れを防止している。

（2）施工性の向上

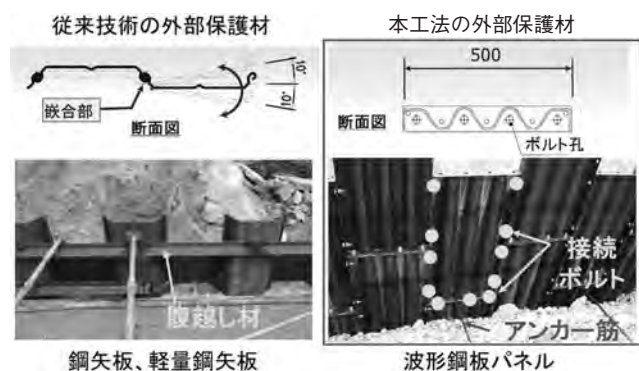
波形鋼板パネルで、上下左右をボルト連結しているため、組立時にパネルの移動・回転がなく、パネルの



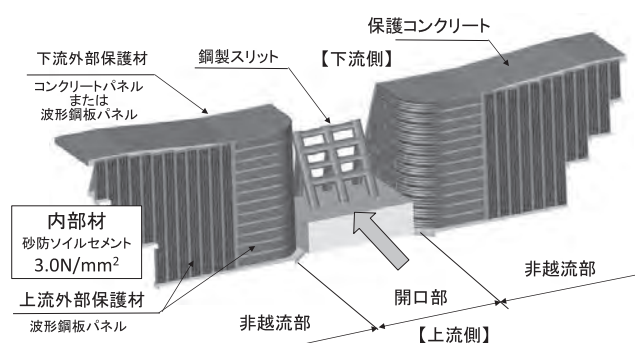
図—2 本工法の概要図



写真—3 波形鋼板パネルの実物大衝撃実験の状況



図一 3 従来技術と本工法の外部保護材



図一 4 透過型砂防堰堤の非越流部に適用した本工法

みで構築が可能である。従来の砂防ソイルセメント堰堤に必要としていた外部保護材を固定する腹越し材が不要であるため、内部材の転圧に障害となる部材が無くなるため、内部材の転圧作業が効率よく行える（図一 3）。

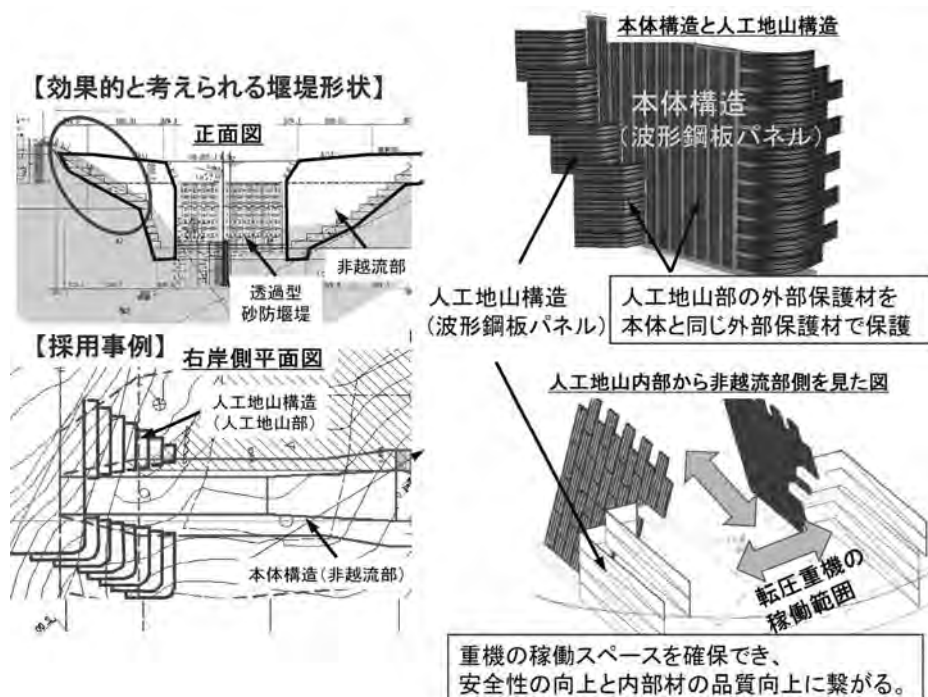
（3）形状の自由が高い外部保護材

波形鋼板パネルは、従来技術と比較して形状の自由度が高いため、透過型砂防堰堤の非越流部や人工地山構造に適用できる。非越流部本体構造では主たる部位でコンクリートを使用しない構造とすることができる。その結果、施工日数の2～3割短縮が図れるようになる（図一 4）。砂防堰堤の地山根入れ部に人工地山構造を適用することで、急斜面の切土に伴う工事の安全性確保や掘削に伴う斜面安定工事は不要となり、自然環境や景観保全が図れるようになる（図一 5）。

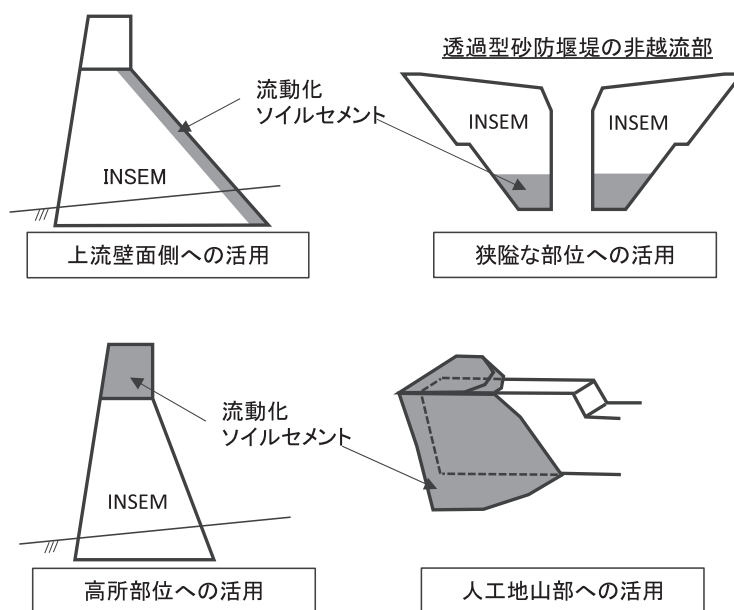
6. 流動性ソイルセメントの活用方法

これまでに現地発生土の質について、現地発生土が多量に存在しかつ細粒土砂の比率が低い場合はINSEM工法が適していることを述べた。砂防ソイルセメント工法のもう一つの重要なポイントは施工条件である。施工場所の広さや砂防堰堤の形状によっても施工効率が大きく影響する。施工場所が広ければ日施工量の多いINSEM工法が優位であり、狭ければ重機転圧が不要で施工効率が低下しにくい流動化ソイルセメント工法が優位となる。

本工法の内部材にINSEM材と流動化ソイルセメント材の両方が適用できるため、施工性を考慮した新しい砂防ソイルセメント堰堤を提供することが可能となる。



図一 5 本工法の人工地山構造



図ー6 流動化ソイルセメントの活用方法

(1) 上流壁面側への活用

必要な支持力が確保できない場合、堰堤の上流勾配を緩くすることで堰堤の支持力が低減できる。しかし、上流壁面材の勾配が緩いと壁面材の近傍では重機による転圧が困難であるため INSEM 工法は適用できない。そこで、上流壁面側に転圧が不要な流動化ソイルセメントを活用することで上流法勾配が緩い堰堤の構築が可能となる（図ー6）。

(2) 高所部位への活用

砂防堰堤袖部の内部材を INSEM 工法で施工すると、転圧重機の施工は高所のため危険作業となる。これに対して、流動化ソイルセメントの施工方法はクレーン打設となるため、転圧重機の高所作業が無くなり安全性の向上が図れる。

(3) 狭隘な部位への活用

堰堤幅が狭い空間を INSEM 工法で施工すると、転圧重機の作業や移動が困難である。これに対して、流動化ソイルセメントの施工方法はクレーン打設となるため、転圧作業を無くし施工効率を低下せずに堰堤を構築できる。

7. おわりに

本工法 JS ウォール堰堤は、開発から5年が経過し、様々な改良や提案を重ね採用実績を増やしている。2014年にはJSウォール工法研究会を設立し、施工の効率化や砂防ソイルセメントの配合に関する研究を進めている。最近では流動化ソイルセメントの配合研究成果を発表し、流動化ソイルセメントの利用向上に努めている。今後も施工実績や配合試験データを蓄積し、現地発生土の性状や施工条件を考慮した砂防ソイルセメント堰堤を提案し、砂防事業における砂防ソイルセメントの普及に貢献したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 砂防ソイルセメント活用研究会、砂防ソイルセメント活用ガイドライン
- 2) 財砂防・地すべり技術センター、砂防ソイルセメント設計・施工便覧（平成23年度版）2011年
- 3) （一財）砂防・地すべり技術センター、建設技術審査証明（砂防技術）報告書 JSウォール堰堤工法

〔筆者紹介〕

飯塚 幸司（いづか こうじ）
JFE 建材㈱
防災技術部 防災技術室
担当課長



土質に応じてシールドマシンのカッタービットを変更 全地盤対応型「カメレオンカット工法」

西 明 良・佐 藤 琢 磨

シールド工法は、粘性土、砂、玉石混じり砂礫、軟岩に至るまで土質の適用範囲を広げてきた。しかし、これらに対応するカッタービットは掘削する地盤によって異なるため、土質変化が著しい工事においてはカッタービットの交換が不可欠になる。これまで種類の異なるカッタービットの交換はシールド機外で人力により行っており、水圧の高い大深度や可燃性ガスが溶存する地層では危険な作業になる。そこでシールド機内から容易かつ安全にカッタービットの種類と取り付け位置を変更する機械式ビット交換工法「カメレオンカット工法」（以下「本工法」という）を開発した。

本稿では、基本技術である「トレール工法」（以下「本基本工法」という）を交え、本技術の概要について述べる。

キーワード：シールド機、機械式カッタービット交換、土質変化、ローラーカッター、カッタービットの種類と位置変更、トレール工法、カメレオンカット工法

1. はじめに

シールド工法は、外殻で覆われたシールド機を推進させて地山を掘削し、推進した空間に分割したセグメントをリング状に組み立て、トンネルを構築する工法であり、都市部の崩壊性地山における有効な非開削工法として広く採用されている。近年、機械の性能向上等により粘性土、砂、巨石混じり砂礫、軟岩に至るまで適用土質を拡大しているが、掘削対象の土質が変化する工事においては、土質に適した種類のカッタービットに取り替えて対応せざるを得ない。

これまでカッタービットの種類の変更はシールド機の外に作業空間を設け人力により行っていたため、立坑構築や地盤改良など周辺環境に与える影響が大きいばかりでなく、水圧の高い大深度や可燃性ガスが溶存する地層では非常に危険な作業であった。

そのため、シールド機内から安全かつ迅速にカッタービットの種類を変更する機械式の交換技術が求められた。

2. スライド式カッタービット交換工法「トレール工法」

(1) 開発の背景

シールド工法は、環境保全、コスト縮減等の社会的

要求や、過密化による作業用地不足を背景に長距離工事のニーズが高まっていた。長距離工事では、シールド機の耐久性が問題となり、特に地山を掘削するカッタービットの摩耗が限界に達すると掘進不能に陥るため、事前のビット交換が必要である。従来のビット交換工法は、前述したように環境保全、安全性において問題が生じるため、それらを解決する機械式ビット交換工法が求められた。

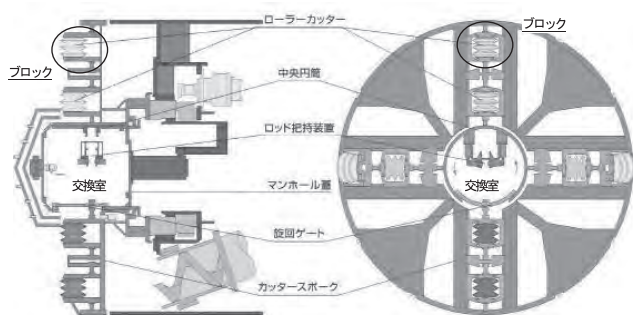
そこで、①最外周を交換できる、②何回でも交換できる、③高水圧に対応できる、④掘進性能に影響を与えないを目標にスライド式ビット交換工法本基本工法を開発した。連結したカッタービットを牽引しながら機内に引き込む方式より「トレール（引きずる）工法」と命名した。なお、本技術は本工法のスポーク部の交換に採用している。

(2) 概要

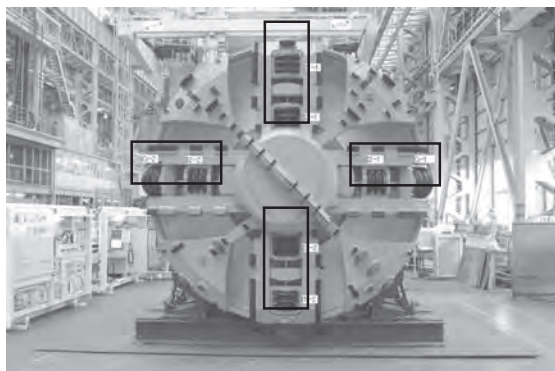
ローラーカッターの交換を例に、本基本工法の概要図と実施したシールド機を図—1、写真—1に示す。

カッタースポーク上に配置されたローラーカッターをブロックごと中央の交換室に引き込み、機内で交換する。

交換室は円筒の二重構造になっており、内筒側を回転させることで交換対象のカッタースポークを任意に選択できる。これにより全てのカッタースポークに配



図ー1 本基本工法の概要図



写真ー1 実施したシールド機

置されたローラーカッターの交換が可能である。ロッド把持装置は、ロッドで連結されたローラーカッターのブロックを交換室に引き込む装置である。ブロックの背面には土砂抜き開口があり、ローラーカッターの目詰まりを防止するとともに掘削性能を確保している。

また、ブロックごとに交換する方式としているため、ビットの種類をティースビットや先行ビットに変更することが可能である。

(3) 特長

- ・カッタースポーク上に配置されたすべてのカッタービットを何回でも交換できる。
- ・土質の変化に合わせて、カッタービットの種類を変更できる。
- ・構造が単純であるためカッター装置が肥大化せず、掘削性能に影響を及ぼさない。
- ・1.0 MPaの高水圧まで対応できる。

3. カッタービットの種類と交換の必要性

図ー2にシールド機のカッタービットの種類を示す。

カッタービットには、掘削した土砂を取り込むティースビット、先行して地山をほぐす先行ビット、巨石や粗石を破碎するローラーカッターがある。粘性



図ー2 カッタービットの種類

土から砂、砂礫層までの比較的軟らかい地山（以下土砂山と呼ぶ）では、ティースビットと先行ビットを装備し、巨石や粗石が多く混入する地山（以下硬質地山と呼ぶ）では、ローラーカッターを装備する。ローラーカッターは、回転する刃先を連続的に押しつけて巨石や粗石を破碎するもので、ローラーが回転しない土砂山では切削効果が得られず逆に抵抗になるため不要である。

図ー3に土質に適合しないカッタービットを装備したことによるトラブル事例を示す。カッタービットの摩耗、欠損、脱落が起こり、シールド機の面板が破損するなどの重大なトラブルに至る場合もある。



図ー3 不適合ビットによるトラブル事例

4. カメレオンカット工法

(1) 開発の目的

土質が変化する地山において、土質に適合したカッタービットに掘削断面すべての位置で変更できれば全地盤対応型のシールドが実現する。そこでカッタービットの種類と取り付け位置を変更する機械式カッ

タービット交換工法を開発した。

なお、本工法は、土質に合わせてカッターを交換する様を、環境によって体色を変化させるカメレオンにちなんで命名した。

(2) 従来の課題

本基本工法により、カッタースポーク上に配置されたティースビット、先行ビット、ローラーカッターの相互交換は可能になった。しかし、カッタービットを外周部から中心部に向かって機内に引き込む方式のため、中央部に配置されたカッタービットについては交換の対象外である。

また、引き込み機構の物理的な制約から、カッタービットのブロックを小型化せざるを得ず、カッタービットの取り付け位置は固定されたものであった。

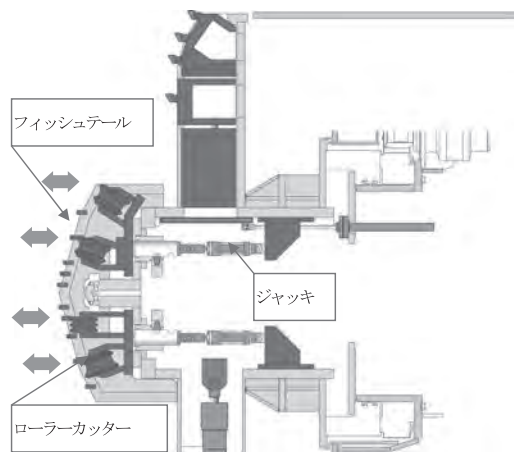
そこで中央部の交換機構と取り付け位置を自由に変更できる機構について検討した。

(3) 中央部の交換機構

カッターの中央部は、カッタースポーク上に配置されたカッタービットの交換室になっているため、それと干渉しないように交換機構を装備する必要がある。カッター中央部の問題点は、破碎できない巨石や粗石によって摩耗が進行するフィッシュテールであり、その区間にローラーカッターを装備することができれば解決する。中央部はカッタースポーク上のカッタービットに比べて摺動距離が短く摩耗量が小さいため、複数回の交換は不要と考え、フィッシュテールとローラーカッターを適時切り替えられる機構とした。

図—4 にカッター中央部の交換機構を示す。

カッターの本体中央にフィッシュテール（土砂山掘削用の大型のカッタービット）を設置し、それと干渉しない位置に、進行方向に前後するローラーカッター



図—4 中央部の交換機構

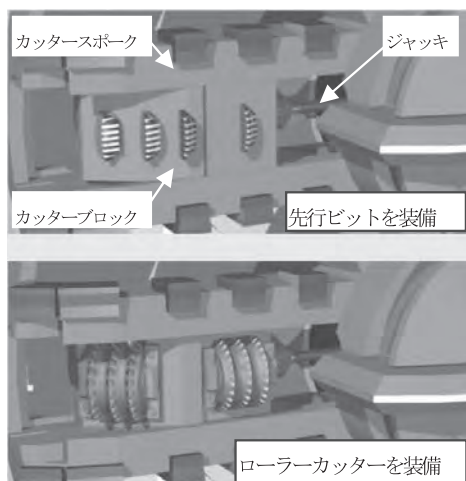
を併設する。ローラーカッターはジャッキにより切削高さを変更できる機構になっている。

土質が土砂山の場合はフィッシュテールで掘削し、硬質地山になるとフィッシュテールの後方に位置するローラーカッターをジャッキにより突き出し、フィッシュテールの切削高さより高くして掘削する。その突き出し量は、シールド機のカッター回転速度と掘進速度によって異なるが、フィッシュテールを完全に保護できる量とする。掘削する土質が再び土砂山に戻った場合は、ローラーカッターを下げ、フィッシュテールで掘削する。

これにより掘削対象の土質に合わせて最適なカッターを装備することが可能になる。なお、後述するカッタースポーク部の交換機構を確保するため突き出し用のジャッキは脱着方式としている。

(4) カッタースポーク部の交換機構

図—5 にカッタースポーク部の交換機構を示す。



図—5 スポーク部の交換機構

複数のカッタービットを装着した大型のカッターブロックを各カッタースポークに配置し、それぞれ対角側にジャッキを装備して中央の交換室に引き込む機構である。

カッターブロック上にカッタービットを自由に取り付けられるため、種類ごとの適切な配置が可能である。

図—6 に本工法のカッターヘッドを示す。土質が土砂山から硬質地山に変わった場合のカッタービットの交換例を示している。

中央部のセンターカッターをフィッシュテールからローラーカッターに切り替え、カッタースポーク部の強化先行ビット（シェルビット）をローラーカッターに交換し、掘削断面のすべての位置に配置されたカッ

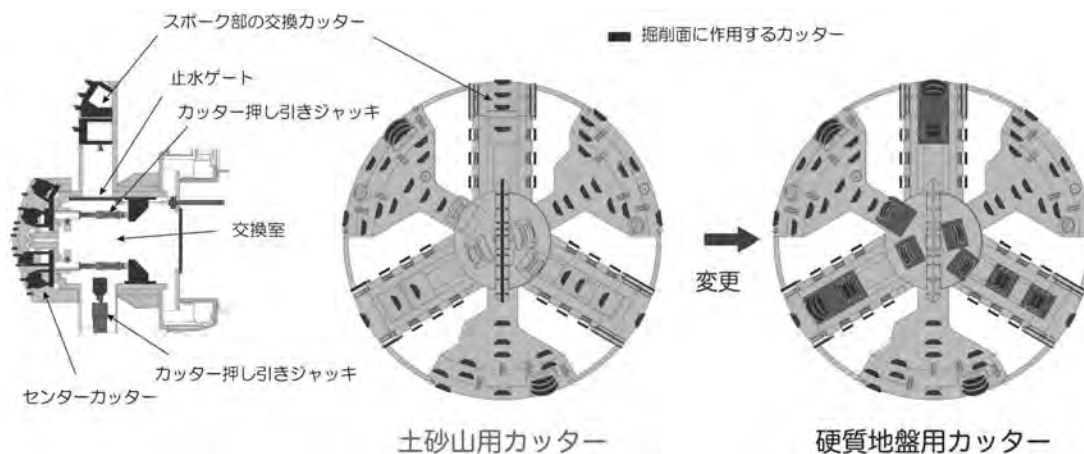


図-6 本工法のカッターヘッド

タービットをローラーカッターに変更する。

土砂山では、中央部にフィッシュテール、カッタースポーク部にシェルビットを配置した土砂山型カッターとなり、硬質地山では全面にローラーカッターを配置した硬質地山型カッターとなる。

(5) 交換手順

【中央部の交換手順】

図-7 に中央部の交換手順を示す。

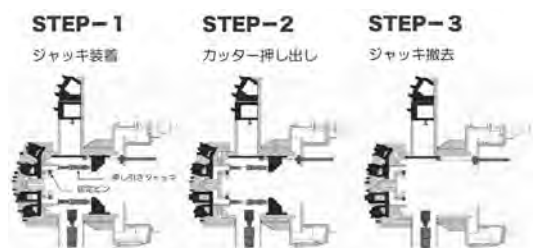


図-7 中央部の交換手順

STEP-1：ジャッキの装着

交換室内にジャッキと反力板を取り付け、ローラーカッターの固定ピンを取り外す。

STEP-2：ローラーカッターの突き出し

ジャッキでローラーカッターを前方に突き出す。

STEP-3：ジャッキ撤去

固定ピンを取り付けてローラーカッターを固定し、ジャッキと反力板を撤去する。

【カッタースポーク部の交換手順】

図-8 にカッタースポーク部の交換手順を示す。

STEP-1：注水、加圧

交換室に機内扉を設置し、注水により室内を切羽の土水圧と同等以上に加圧する。

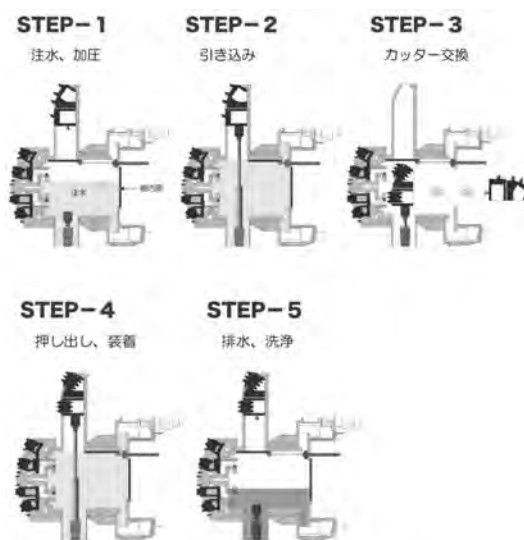


図-8 スポーク部の交換手順

STEP-2：引き込み

ゲートを開け、ジャッキによりカッターブロックを把持し、交換室に引き込む。ゲートを閉めて排水する。

STEP-3：カッター交換

機内扉を撤去し、カッターブロックを機内に取り出して交換する。

STEP-4：押し出し、装着

機内扉を設置し、交換室内を注水加圧後、ゲートを開けてジャッキでカッターブロックを押し出す。

STEP-5：排水、洗浄

ゲートを閉め、交換室内の水を排水後、機内扉を取り外し、交換室内を洗浄する。

(6) 本工法の特長

- ・ビット交換のための作業用立坑や地盤改良が不要なため経済的であり、用地確保や環境汚染の問題も生じない。
- ・シールド機の外に人が出ないため高水圧下や可燃性

ガスが溶存する地層でも安全に作業できる。

- ・ 交換作業を短時間でできるため工程短縮が図れる。
- ・ 構造がコンパクトなため掘削性能に影響を及ぼさない。
- ・ 複数種のビットの交換がいつでも、どこでも、何回でも可能である。
- ・ 全掘削断面で、交換するビットごとに適切な配置が可能である。

(7) 適用範囲

シールド形式：泥水式，泥土圧式

カッター支持方式：中央支持，中間支持

掘削外径：φ 3.2 m 以上

適用耐水压：1.0 MPa 以下

対象土質：粘土，シルト，砂，砂礫，軟岩

5. おわりに

強度を増した先行ビットの普及，高低差配置方式の定着等によりカッタービットの耐久性が大幅に向上し，途中での交換を不要とする長距離掘進が可能になった。そのため，土質変化のない長距離工事では機械式交換工法のニーズは減少している。しかし，土質変化が著しい場合や，寿命の短いローラーカッターの

装備を必要とする硬質地山ではカッタービットを交換せざるを得ず，機械式交換工法は重要な役割を果たす。土質に応じたビットに変更できる本工法カメレオンカッター工法は，そのような用途に対応する唯一の機械式カッタービット交換工法である。

今後は，本工法の特長である多様性，環境保全，安全性を活かし，土木技術の発展に努めていく所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 西明良他：機械式ローラーカッター交換「トレール工法」による巨礫を含んだ砂礫層（L=3,400m）の長距離掘進，第52回「シールドトンネル工法施工技術」講習会テキスト，pp56-64, 2008.7

【筆者紹介】

西 明良（にし あきら）
飛鳥建設㈱
土木事業本部 土木統括部 機電 G
課長



佐藤 琢磨（さとう たくま）
飛鳥建設㈱
土木事業本部 土木統括部 機電 G
主任



建設工事における 自然由来セレン含有排水の処理方法

武 藤 文 夫・前 田 全 規・浦 矢 英 雄

トンネル工事などの土木工事を行う際、地質によって自然由来の重金属が出現する場合がある。これらの物質は湧水や排水に溶け込んで河川や地下水に流出し、健康被害を及ぼす懸念から流出防止対策が求められている。今回は自然由来の重金属の中でも除去が困難とされてきたセレンの処理について、新型薬剤「AX」「BX」（以下「本A剤、B剤」という）を開発、実証試験を行い環境法の環境基準値以下まで低減することを確認できたため報告する。

キーワード：自然由来セレン化合物、セレン用処理薬剤、エトリンナイト（＝エトリンジャイト）、重金属、濁水処理設備

1. はじめに

我が国には、ヒ素や鉛など重金属等を含む岩石や土壌が広く分布していることより、建設現場でもこのような岩石や土壌に遭遇する機会を避けえない。平成14年に制定された「土壤汚染対策法」（平成十四年法律第五十三号）では、「自然的原因により有害物質が含まれる土壌」については法の対象外とされたが、平成22年4月1日より、自然由来の重金属等を含む「土

壤」についても土壤汚染対策法の対象となった。そのため、建設発生土等からの有害な重金属等の漏出を防止するための適切な対応が求められている（表—1）。

重金属の発生源としては山岳トンネルなどの土工事により掘削された地山および排出された残土に含有し、湧水や雨水により溶出された状態で工事用排水とともに排出される。特に湧水に含有する場合には水量も多く連続的に排出されるため、連続処理に対応した処理が必要とされる。

重金属の中でもセレンについては除去することが困難とされており、これまでもさまざまな処理方法が提案されてきたが、実用的な処理方法は未だに確立されていないのが実情である（表—2）。

表—1 重金属の種類と人体への影響

重金属の種類	人体への影響
カドミウム及びその化合物	慢性毒性（腎臓障害など）、呼吸困難、発がん性
六価クロム化合物	腎・肝臓、造血系、中枢神経系の障害、発がん性
シアン化合物	細胞呼吸困難
水銀及びその化合物	胃腸器官と中枢神経に障害、その他精神症状、先天性疾患
セレン及びその化合物	（過度の摂取による）全身倦怠、脱毛、爪の変色・脱落、発がん性
鉛及びその化合物	四肢の麻痺、嘔吐、下痢、血便、脈類、腎障害を起こし1～2日で死亡
ヒ素及びその化合物	あらゆる経路で強い毒性を示し、中毒症状を起こす（嘔吐、下痢、脳梗塞など）
フッ素及びその化合物	皮膚、眼、粘膜への刺激
ほう素及びその化合物	下痢、嘔吐、（慢性的な）眼の刺激症状、咳

表—2 セレン処理方法

分類	項目
物理化学的処理法	・イオン交換法 ・膜分離法
化学的処理法	・水酸化鉄による吸着、共沈法 ・酸化鉄や鉄粉による還元法 ・有機試薬含浸樹脂による反応 ・複合金属還元体による還元法 ・酸化チタンによる光化学反応 など

この度、セレン含有の工事排水を処理すべく新型の薬剤、処理設備を開発し、現場実証試験にて連続的かつ高精度でセレンを除去できることが確認できたため以下に報告する。

2. セレンの基準値

平成4年12月に環境基準が改正されセレンが環境基準項目に追加された。環境省や厚生労働省は、セレンの指定値の設定根拠として、ヒト臨床生化学的徴候をもとに人に対するNOAEL（最大無作用量）を0.004 mg/Lと定め、水の寄与率10%、体重50 kgの人が一日2リットル飲むと仮定して得られた値をセレンの水質環境基準値としている。さらに、平成5年12月には水質汚濁防止法の排水基準が改正されて排水基準項目（有害物質）に追加された。表—3にセレンの環境基準値と排水基準値を示す。

表—3 セレンの基準値

基準	項目
環境基準（年平均値）	0.01 mg/L
排水基準	0.1 mg/L

3. 排水中のセレン形態

溶存するセレン形態のうち4価セレン：Se(IV)は水酸化鉄による吸着・共沈処理が比較的容易であるが、6価セレン：Se(VI)は水溶性の安定な状態であるため処理が困難であることが分かっている。

今回試験した工事用排水中に溶存しているセレンの形態は、4価セレンおよび6価セレンの両方がある割合で含有していると推察される。更に、当初弱アルカリ性を示していた試料水が長時間保管する間に中性化する現象が見られた。これは、溶存中に4価セレンが6価セレンへ酸化したことに起因するものと考えられる。

つまり、工事用排水に溶存するセレンの形態は同一現場であっても排水経路や保存状態によって逐次変化するため4価セレンおよび6価セレンのいずれの状態においても対応できる処理方法が求められる。

4. セレンの処理方法

水溶液からのセレン除去を行うに当たり以下2方式を検討したが、いずれも現実的ではないと結論付けた。

① 6価セレン→4価セレン還元法

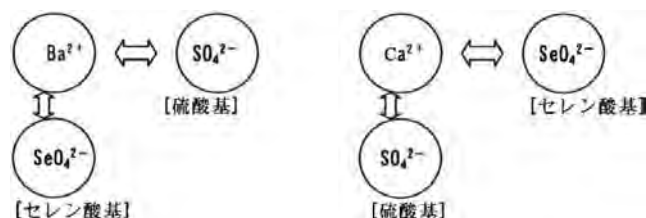
：6価セレン： Se(VI)O_4^{2-} は除去が難しいため、除去が容易な4価セレン： Se(IV)O_3^{2-} に還元する。
（不適理由）

6価セレンと4価セレン間の酸化還元過程は未だ十分に解明されていない。

② セレン塩共沈法

：バリウム：Ba、カルシウム：Ca等と反応した塩を析出させた上で濁水処理を行い沈殿させる。
（不適理由）

溶液中に硫酸イオン： SO_4^{2-} が存在する場合には競合するため効率が著しく低下することが避けられない（図—1）。

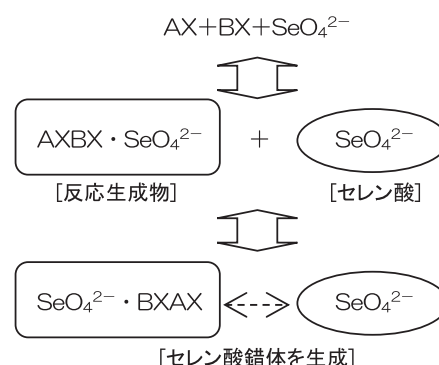


図—1 セレン塩基及び硫酸塩基の競合

そこで、筆者らは新たなセレン除去方式として2方式を開発し、併用することを試みた。

(1) 新型セレン処理薬剤による不溶性内圏型錯体生成

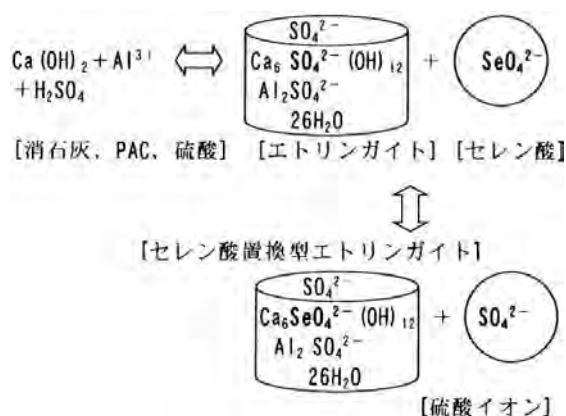
本処理方法は、新型セレン処理薬剤の本A剤および本B剤による不溶性内圏型錯体を生成することにより水溶液中のセレンを析出させ、濁水処理設備による凝集沈殿にて取り除く方式である。生成した化合物は他の溶解セレン酸イオンを吸着し外圏型錯体となり効率的なセレン除去が期待できる（図—2）。



図—2 新型セレン用処理薬本A、B剤による不溶性錯体生成

(2) エトリンサイトによる置換反応

天然鉱物およびセメント固体の中で形成される結晶性化合物であるエトリンサイト： $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$ は化合物中の硫酸イオン： SO_4^{2-} が6価セレン： Se(VI)O_4^{2-} と置換反応にてセレン酸置換型エトリンサイトとなる。この反応は、6価セレン：Se(VI)を4価セレン：Se(IV)に還元することなく不溶性のセレン酸化合物を生成させるものである。これにより、排水中に

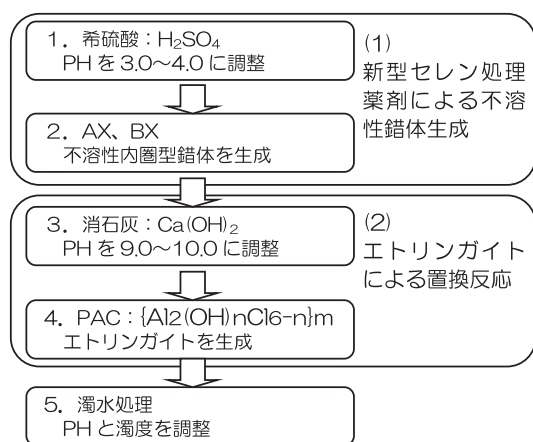


図—3 セレン酸置換型エトリンガイト生成

溶存しているセレンを析出させ、濁水処理設備による凝集沈殿により取り除くことが可能となる（図—3）。

5. セレン処理室内試験

これまで検討した本 A、B 剤を用いたセレン処理方法を検証するために実際のセレン含有水を用いて室内実証試験を行った。試験のフローは図—4 のとおりである。



図—4 セレン処理フロー図

表—4 セレン処理室内試験結果

	①	②	③	④	⑤	⑥
原水セレン濃度 (mg/L)	0.18					
本 A 剤 (mg/L)	5.5					55.0
本 B 剤 (mg/L)	4,500	4,000	3,500		3,000	
PAC (mg/L)	1,836			3,672	1,836	
処理水セレン濃度 (mg/L)	0.005 未満	0.005 未満	0.008	0.005	0.056	0.059
環境基準合否	合				否	

室内試験結果を表—4 に示す。

室内試験の結果より以下の知見を得た。

- ・排水基準の2倍近いセレン含有水を環境基準以下まで処理することができた
- ・本 B 剤の添加量が多いほど処理能力が増加する
- ・本 A 剤は一定量以上添加しても効果はない
- ・PAC の添加量を増やすとわずかながら処理能力が増加する

6. 現場実証セレン処理システム

これまでに検証した結果を基に、実際の現場排水に対応すべく処理システムの構築を試みた。処理の条件は表—5 のとおりである。

表—5 処理システムの設定能力値

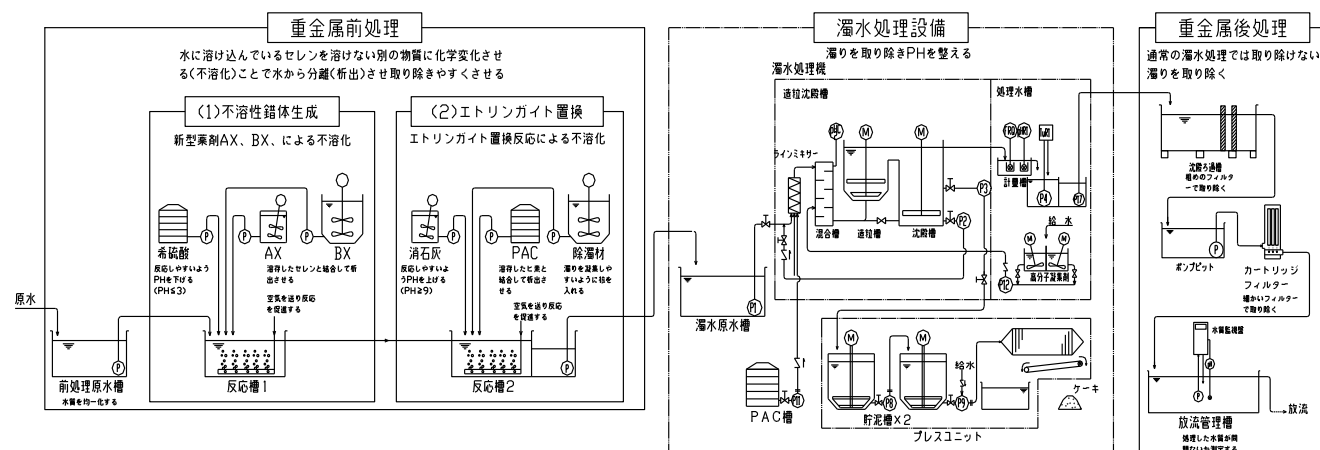
処理量	30 m ³ /hr
原水セレン濃度	0.2 mg/L
処理水セレン濃度	0.01 mg/L 以下（環境基準以下）

この条件を満たすべく今回開発したセレン処理システムは前処理工程、濁水処理工程、後処理工程の3工程からなる。それぞれの内容は図—5 のとおりである。

- ①前処理工程：溶存しているセレンを（1）不溶性錯体生成（2）エトリンガイト置換により析出させる
- ②濁水処理工程：析出したセレン化合物を凝集沈殿させ取り除く
- ③後処理工程：前工程で沈殿しきれなかった細かな不溶性セレン化合物を回収する

システムの構築において留意した点は以下のとおりである。

- ・反応槽による反応時間確保：前処理工程においては（1）不溶性錯体生成と（2）エトリンガイト反応によるそれぞれの処理に反応槽を設けて30分間の滞留による反応時間を確保した。
- ・エアブローア：反応槽での効率向上の目的でエアブローアにより液中に空気を送り込むシステムとした。
- ・除濁剤：不溶化したセレン化合物は非常に軽く濁水の凝集剤では十分に沈降できない可能性があったため、凝集沈殿を容易にする目的で除濁剤を加える設備とした。
- ・カートリッジフィルタ：通常のフィルターで取り除けない細かな凝固物を回収するため目の細かいフィルターを組み入れた。



図－５ 現場実証セレン処理システムフロー図

7. 現場実証セレン処理結果

現場実証試験の条件は表－６のとおりである。

試験のためのセレン含有水は 10 m^3 であったが、システムの設定能力値 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ を再現すべく各反応槽での滞留時間を設計どおりの 30 分とした。また、各薬品の添加量は室内試験にて環境基準をクリアした組合せのうち最も効率良く処理したケース③(表－４参照)の値を採用した(写真－１)。

現場実証試験の結果は表－７のとおりである。
実証試験より以下の知見を得た。

表－６ 実証試験条件

項目	値
原水セレン濃度	0.15 mg/L
原水 PH	8.8
原水温度	20℃
硫酸添加量	PH が 3.0 以下に調整
本 A 剤添加量	5.5 mg/L
本 B 剤添加量	3,500 mg/L
消石灰添加量	PH が 9.0 ～ 10.0 に調整
PAC	1,836 mg/L
シルト (除濁剤)	500 mg/L



写真－１ 現場実証試験状況

表－７ 実証試験結果

工程	セレン濃度
原水	0.150 mg/L
前処理後	0.072 mg/L
汚水処理後	0.001 mg/L
後処理後	0.001 mg/L 未満

- ・排水基準の 1.5 倍のセレン含有水を環境基準の 1/10 以下まで処理することができた
- ・想定した滞留時間においても十分な効果が発揮出来たことより想定処理量 $30 \text{ m}^3/\text{hr}$ においても効果があると推測できる

8. おわりに

建設工事に伴って発生する自然由来の重金属は周辺河川や地下水などの水系に流出することによりさまざまな健康被害への懸念が生じる。環境省は健康被害を防止するべく排水に基準値を設けて管理を強化する一方で、基準を満足する処理方法が確立されていない金属も存在し、本質的な対策がとれない場合があった。セレン化合物がその中の一種であった。

本システムでは、排水基準以上のセレン含有水を現場実証試験レベルで環境基準の 1/10 以下まで処理することが確認できた。また、現場排水を想定した連続処理にも対応できると考えられ、本システムが建設現場の重金属含有水処理として有効であると考えられる。

これにより、建設工事における自然由来のセレン含有水発生に対して本質的な対策を講じることが可能となる。今後は、本システムのブラッシュアップを図るとともに現場への展開を含めて環境技術の普及に貢献したいと考える。

《参考文献》

- 1) 島田允亮, 自然由来重金属と環境汚染, 愛智出版.
- 2) 秦良介, 西村忠久, 梅津良昭, セレン含有物および水溶液からのセレン除去法, 1996
- 3) 平賀由起, 重本直也, 横田晃, 溝口善則, 脱硫排水中のほう素およびセレンの低減薬剤の開発, 平成 25 年度火力原子力発電大会論文集・「火力原子力発電」別冊, 2014

【筆者紹介】

武藤 文夫 (むとう ふみお)
清水建設㈱
関東支店 土木部
工事長



前田 全規 (まえだ まさき)
清水建設㈱
関西支店 土木部
工事長



浦矢 英雄 (うらや ひでお)
サンエー工業㈱



振動低減型舗装の開発

特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発

山 本 富 業・高 謙

道路交通振動対策としては、従来から路床改良や路盤強化などにより舗装構造を強化する方法が実施されてきた。しかしながら、これらの対策は大規模な工事となり、工期が長く工事費も増大するという課題があった。そこで、低コストかつ短期間で施工可能な道路交通振動対策として、表層の直下に振動減衰性能の高い特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」（以下「本開発品」という）層を施工するだけで道路交通振動の低減が可能な振動低減型舗装を開発した。

本稿は、本開発品の性状および振動減衰性能、開発した振動低減型舗装の実路における振動低減効果の検証結果などについて報告するものである。

キーワード：舗装、振動低減型舗装、道路交通振動、特殊改質アスファルト混合物、特殊改質バインダ

1. はじめに

幹線道路などでは、沿道住民の環境に対する意識の向上により、道路交通振動の低減が一層求められている。そこで、筆者らは、低コストかつ短期間で施工可能な表層・基層の切削オーバーレイ工法で道路交通振動を低減させるため、基層に適用するアスファルト混合物のバインダに着目し、振動減衰性能の向上について検討を行った。その結果、特殊改質バインダを用いたアスファルト混合物の高い振動減衰性能が確認できた。

本稿は、本開発品の室内性状および本開発品を基層に適用した振動低減型舗装の実路での振動低減効果について報告するものである。

2. 本開発品の性状

特殊改質バインダは、ポリマー改質アスファルトに鉱油系の特殊添加材を20%（wt%）添加して、柔らかさとたわみ性を向上させたものである。表—1に特殊改質バインダおよび一般的に使用されているストレートアスファルト60～80（以下、St.60/80）の物理性状例を示す。特殊改質バインダは、St.60/80に比べて、針入度が高いにもかかわらず高い軟化点を保持しているという特長を有している。

また、表—2は特殊改質バインダを用いた粗骨材最大粒径13mmおよび5mmの碎石マッシュ混合物（以下、SMA（13）およびSMA（5））、St.60/80

を用いたSMA（13）の性状例を示したものである。

なお、SMA（13）およびSMA（5）の骨材合成粒度は、表—3に示すとおりであり、バインダ量は混合物の空隙率が2.5%となるように設定した。

特殊改質バインダを用いたSMA（13）およびSMA（5）は、一般的なバインダであるSt.60/80を用いたSMA（13）に比べて、動的安定度が高く、曲げ破断ひずみが大いことから、流動抵抗性およびたわみ性に優れていることがわかる。

表—1 特殊改質バインダおよびSt.60/80の物理性状例

項 目	特殊改質バインダ	St.60/80
針入度 25℃（1/10 mm）	279	68
軟化点（℃）	87.5	47.0

表—2 特殊改質バインダとSt.60/80を用いたSMAの性状例

項 目	特殊改質バインダ		St.60/80
	SMA（13）	SMA（5）	SMA（13）
動的安定度（回/mm）	2,000	1,200	570
曲げ破断ひずみ （-10℃）（ $\times 10^{-3}$ ）	20.7	18.9	5.1

表—3 SMA（13）およびSMA（5）の骨材合成粒度

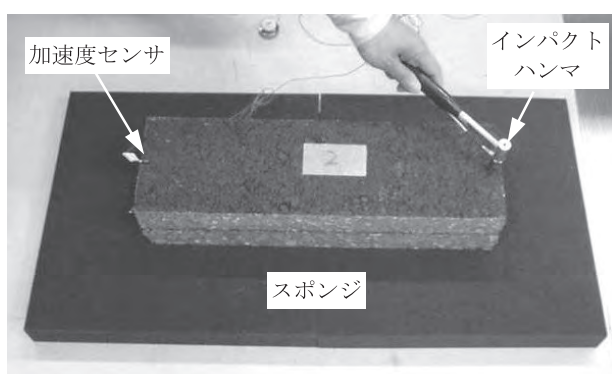
混合物の種類	通過質量百分率（%）					
	ふるい目の開き（mm）					
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.30	0.075
SMA（13）	100	98.3	41.0	29.9	16.9	10.5
SMA（5）	100	100	94.1	42.7	20.2	10.8

3. 本開発品の振動減衰性能

本開発品の振動減衰性能は、損失係数および衝撃吸収性により評価を行った。

(1) 損失係数による評価

損失係数は、既往の文献^{1), 2)}と「JIS G 0602 制振鋼板の振動減衰特性試験方法」を参考に、写真—1に示すようにスポンジ上に設置した供試体の端部をインパクトハンマで打撃加振して、もう一方の端部に設置した加速度センサでその応答を計測し、半値幅法により求めた。

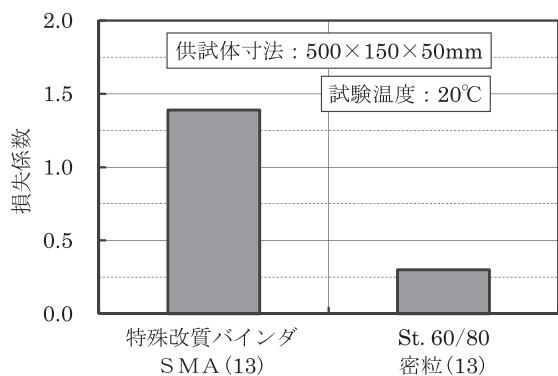


写真—1 損失係数の測定状況

なお、一般に損失係数が大きいものほど、高い振動減衰性能が期待できる。

図—1は特殊改質バインダを用いたSMA (13)と一般的な混合物であるSt.60/80を用いた密粒度アスファルト混合物 (13) (以下、密粒 (13)) の損失係数の測定結果を示したものである。特殊改質バインダを用いたSMA (13)は、St.60/80を用いた密粒 (13)に比べて、損失係数が4倍以上大きく、高い振動減衰性能が期待できる。

また、本開発品を基層に適用した場合の振動減衰性能を評価するため、表—4に示す2層構造供試体を



図—1 損失係数の測定結果

表—4 2層構造供試体の種類

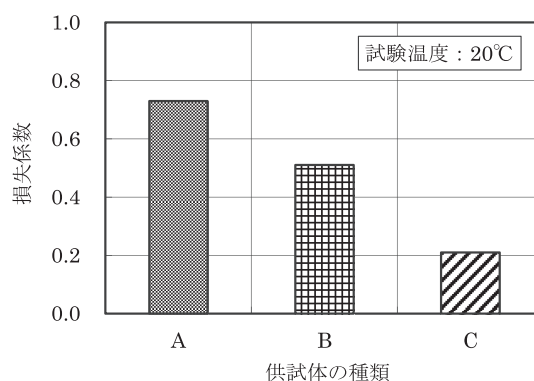
供試体	A	B	C
表 層	密粒 (13) 改質Ⅱ型 厚さ 50 mm		
基 層	特殊改質バインダ		St.60/80
	SMA (13) 厚さ 50 mm	SMA (5) 厚さ 30 mm	粗粒 (20) 厚さ 50 mm

注) 供試体寸法：長さ 500 mm, 幅 150 mm

用いて、損失係数を測定した。

なお、2層構造供試体の表層には、ポリマー改質アスファルトⅡ型 (以下、改質Ⅱ型)を用いた密粒 (13)を使用した。

図—2は2層構造供試体の損失係数の測定結果を示したものである。本開発品を基層に適用した場合には、一般的に基層に使用されているSt.60/80を用いた粗粒度アスファルト混合物 (20) (以下、粗粒 (20))を基層に適用した場合に比べて、損失係数が大きいことから、高い振動減衰性能が期待できる。



図—2 2層構造供試体の損失係数の測定結果

(2) 衝撃吸収性による評価

衝撃吸収性は、「ASTM F-1292-99」に従いHIC試験によって評価した。HIC試験は、遊具の下や周囲の床の衝撃吸収性を評価するために用いられており、写真—2に示すように5 kgの金属製の半球状重錘を自由落下させたときに発生する衝撃を測定するものである。

表—5は特殊改質バインダを用いたSMA (13)と一般的に基層に使用されているSt.60/80を用いた粗粒 (20)のHIC試験結果を示したものである。なお、半球状重錘の落下高さは300 mm、試験温度は20℃、供試体寸法は300×300×50 mmとした。

Gmaxは衝撃の最大減速度、HICは衝撃強さの尺度であり、ともに値が小さいほど衝撃吸収性が高いことを示している。

特殊改質バインダを用いたSMA (13)は、St.60/80を用いた粗粒 (20)に比べて、GmaxおよびHICが



写真一2 HIC 試験状況

表一5 HIC 試験結果

項 目	特殊改質バインダ SMA (13)	St.60/80 粗粒 (20)
Gmax	305	450
HIC	796	1,560

ともに小さいことから、衝撃吸収性が高く、振動減衰性能が期待できる。

4. 実路における振動低減効果の検証

実路において、基層に本開発品を適用した振動低減型舗装を施工し、振動低減効果を検証した事例を以下に示す。

(1) 事例 A

(a) 施工概要

茨城県土浦市の片側 1 車線の市道において、車道部 1 車線(幅員 3.2 m)の既設舗装を厚さ 170 mm 撤去し、通常舗装と振動低減型舗装に打換えを行った。

図一3 に施工断面を示す。振動低減型舗装は、基層に特殊改質バインダを用いた SMA (5) を施工(厚さ 30 mm)している。なお、通常舗装は、基層に一般的な再生粗粒 (20) を施工(厚さ 50 mm)している。

特殊改質バインダを用いた SMA (5) の敷きならし状況を写真一3、転圧状況を写真一4 に示す。敷きならしには通常のアスファルトフィニッシャ、転圧には通常のマカダムローラおよびタイヤローラを用いた。

通常舗装		振動低減型舗装	
再生密粒 (13) t=40mm		再生密粒 (13) t=60mm	
再生粗粒 (20) t=50mm		本開発品 SMA (5) t=30mm	
再生アスファルト安定処理 (20) t=80mm			
既設粒状路盤			

図一3 事例 A の施工断面



写真一3 敷きならし状況



写真一4 転圧状況

(b) 振動低減効果

振動低減効果の検証は、各工区の道路境界(車道外側線から 5.4 m の位置)に振動レベル計のピックアップを設置し、総重量 20 t のダンプトラックを 40 km/h の一定速度で走行させたときの振動レベルを測定する方法により行った。

図一4 は供用年数と振動レベルのピーク値の関係を示したものである。振動低減型舗装の振動レベルのピーク値は、通常舗装に比べて、施工直後から供用 2 年後において 5 dB 以上低いことがわかる。

このことから、振動低減型舗装は、供用 2 年後にお

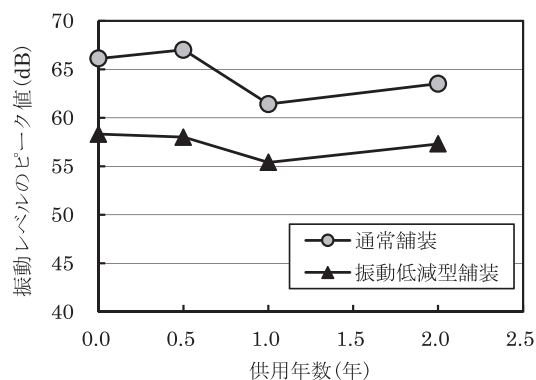


図-4 供用年数と振動レベルのピーク値

いても振動低減効果が持続することが確認できた。

(c) 供用性

図-5は供用年数と路面の平たん性の関係、図-6は供用年数とわだち掘れ量の関係を示したものである。

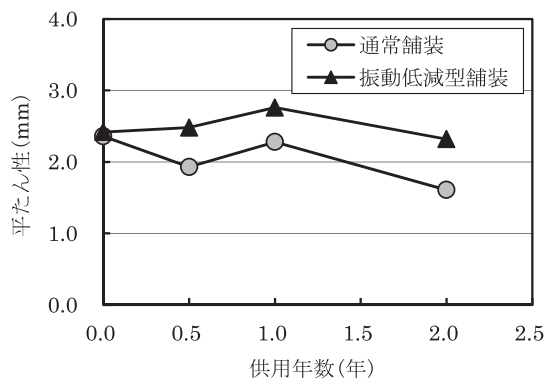


図-5 供用年数と平たん性

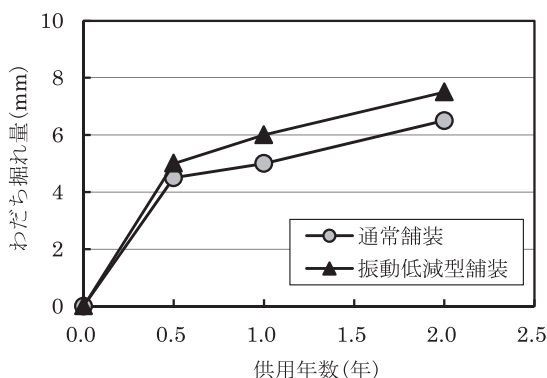


図-6 供用年数とわだち掘れ量

振動低減型舗装は、平たん性が施工直後と供用2年後で大差なく、わだち掘れ量が通常舗装と同等であることがわかる。また、振動低減型舗装および通常舗装は、ともに供用2年後において、ひび割れの発生が見られなかった。

これらのことから、振動低減型舗装の供用性は、通常舗装と同等であると考えられる。

(2) 事例B

(a) 施工概要

神奈川県横浜市青葉区の片側1車線（幅員3.8m）の市道において、既設舗装の表層とアスファルト安定処理路盤の一部を切削し、通常舗装（厚さ100mm）と振動低減型舗装（厚さ90mm）に打換えを行った。

図-7に施工断面を示す。振動低減型舗装は、基層に特殊改質バインダを用いたSMA(13)を施工（厚さ40mm）している。

通常舗装	振動低減型舗装
密粒(13) 改質II型 t=50mm	密粒(13) 改質II型 t=50mm
再生粗粒(20) t=50mm	本開発品 SMA(13) t=40mm
既設アスファルト安定 処理路盤 t=50mm	既設アスファルト安定 処理路盤 t=60mm
既設粒状路盤	

図-7 事例Bの施工断面

(b) 振動低減効果

振動低減効果の検証は、各工区の道路境界（車道外側線から2.5mの位置）に振動レベル計のピックアップを設置し、総重量20tのダンプトラックを40km/hの一定速度で走行させたときの振動レベルを測定する方法により行った。

図-8は施工後に総重量20tのダンプトラックを一定速度（40km/h）で走行させたときの各工区の振動レベルのピーク値を示したものである。振動低減型舗装は、通常舗装に比べて、振動レベルのピーク値が約7dB低いことがわかる。

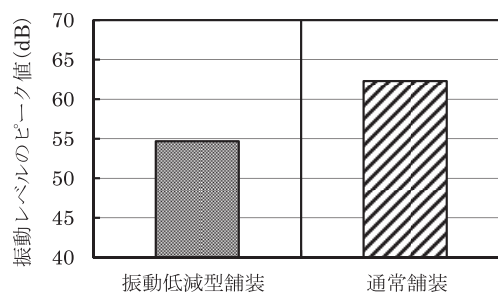
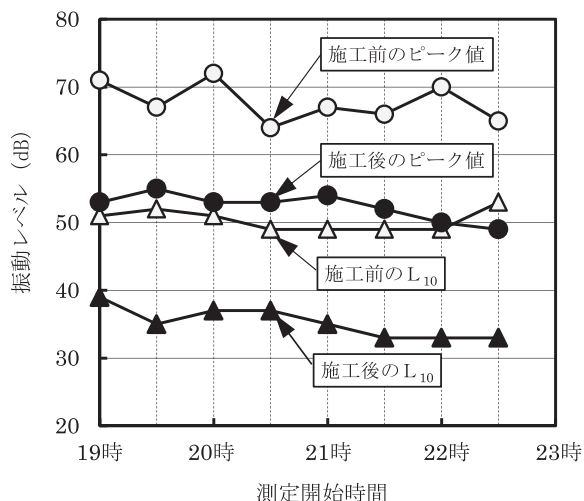


図-8 振動レベルのピーク値

また、振動低減型舗装については、施工前後に道路境界において、振動規制法施行規則による振動調査（一般車両通行時の振動測定）も行った。なお、振動測定はサンプリング時間間隔0.1秒とし、19時から23時まで30分に1回、1回につき10分間行った。



図一 9 施工前後における振動レベル測定結果

図一 9 は振動低減型舗装の施工前後における振動レベル L_{10} (80%レンジの上端値) と振動レベルのピーク値を示したものである。施工後の振動レベル L_{10} は、施工前に比べて 12 ~ 20 dB 低く、施工後の振動レベルのピーク値は、施工前に比べて 11 ~ 20 dB 低いことがわかる。

なお、各振動測定時間 10 分間の交通量の平均値は、施工前で 48 台、施工後で 50 台であった。

以上のことから、振動低減型舗装は、高い振動低減効果を有することが確認できた。

5. おわりに

実路における振動低減効果の検証結果から、本開発品特殊改質アスファルト混合物を基層へ適用した振動低減型舗装は、高い振動低減効果を有することが確認できた。また、振動低減型舗装の供用性は、通常舗装と同等であることも確認できた。

今後は、長期的に振動低減効果の持続性および供用性について検証していくとともに、適用条件などについて検討を行う予定である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 尾本志展, 澤正, 吉田武, “アスファルト混合物の振動減衰特性に関する検討”, 土木学会第 57 回年次学術講演会, V-003, pp.5-6, 2002.9
- 2) 岩永真和, 林信也, 加藤寛道, 村上昌之, “舗装材料の振動低減効果に関する一検討”, 土木学会第 62 回年次学術講演会, 5-112, pp.223-224, 2007.9

〔筆者紹介〕

山本 富業 (やまもと とみなり)
前田道路㈱
技術本部 技術研究所
所長



高 謙 (こう けん)
前田道路㈱
技術本部 技術研究所 技術課



穴開き帯状鋼板を用いた 覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現場適用

ハイグリップ・メタルバンド

山 田 勉・関 根 一 郎・田 中 徹・尾 花 敬 治

山岳トンネルの覆工コンクリートに生じるひび割れ抑制技術のひとつとして、防食被覆を施した鋼板に円孔を配置した穴開き帯状鋼板（ハイグリップ・メタルバンド）（以下「本製品」という）を開発した。本技術は、ひび割れが発生しやすい部位に穴開き帯状鋼板を多段配置することで容易にひび割れの発生を抑制できるとともに、施工性が良好で経済性にも優れることを特長としている。本稿では、穴開き帯状鋼板を用いたひび割れ抑制技術の覆工コンクリート工事への適用結果等について報告する。

キーワード：ひび割れ抑制、山岳トンネル、覆工コンクリート、穴開き帯状鋼板、ハイグリップ・メタルバンド

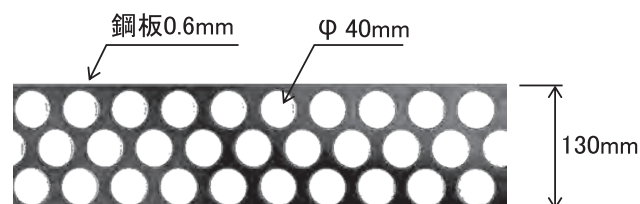
1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートでは、コンクリートの水和熱や気温変化に起因する温度収縮ならびに乾燥収縮による変形がインバートとの打継目や背面の凹凸形状に拘束されてひび割れが生じやすい。このうち、覆工コンクリートがインバートコンクリートとの打継目に拘束されて生じるひび割れは、打継目からトンネル軸直角方向に伸びるように規則的間隔で発生することが多い¹⁾。このひび割れは、必ずしも覆工コンクリートの機能を著しく損なうものではないが、覆工コンクリート断面を貫通して発生することがあるため、耐久性等の観点からひび割れ発生の抑制または発生した場合のひび割れ幅の制御が必要となる場合がある。

ひび割れ抑制対策としては、①材料（水和熱の少ないセメント、膨張材、乾燥収縮低減剤等の使用）、②配合（単位セメント量、単位水量が少ない配合の選定）、③背面平滑化（FILM工法の適用、吹付け面の平滑仕上げ等）、④ひび割れ誘発目地、⑤補強材（短繊維の混入、補強鉄筋や繊維系補強材の設置等）が考えられるが、高価となる場合や工程に影響を及ぼす場合がある等の課題が残されている。そこで、安価かつ施工性に優れる補強材として、穴開き帯状鋼板を用いたひび割れ抑制技術（本製品）を開発した。

2. 技術の概要

本製品は、防食被覆を施した鋼板（幅130mm、厚さ0.6mm、長さ2m）にφ40mmの円孔を3列で千鳥配置に加工したものである（写真—1）。特長を以下にまとめる。



写真—1 本製品の仕様

- ・φ40mmの円孔を3列に千鳥配置した鋼板を多段に設置することで、コンクリートとの一体性を確保したうえでコンクリートに作用する引張応力を分散・負担し、ひび割れを抑制する。
- ・軽量（260g/m）で設置が容易、かつ安価な材料のため、施工性と経済性に優れる。
- ・適度な剛性を有するため、コンクリート打設時の押出しや変形が小さく、充填・締固め時に特別な配慮が不要である。

覆工コンクリートにおいては、インバートコンクリートとの打継目からトンネル軸直角方向に伸びるひび割れに対して、打継目付近に本製品をトンネル軸方向に多段に設置することで効率的にひび割れを抑制する。

3. 性能確認試験

開発に当たっては、様々な室内試験によってその形状を最適化し、各性能を確認した。この章では主なものとして、曲げ性能、乾燥収縮、引張強度、および付着強度に関する試験結果を報告する。

(1) 曲げ性能に関する試験

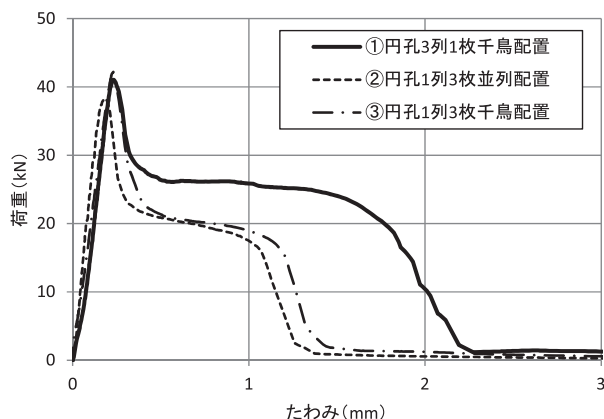
本製品の特徴である円孔の配置や部材幅等を最適化するため、JSCE-G552-2007 に準拠して曲げタフネス試験を行い、曲げじん性係数を測定した。供試体は JIS A 1132:2014 に準拠して 150 mm × 150 mm × 530 mm の角柱体とした。表—1 に供試体作製に用いたコンクリートの配合を示す。

表—1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				AE 減水剤 (C × %)
		W	C	S	G	
50	50	170	340	875	896	1.7

本製品は供試体下面から 20 mm の位置に、①円孔 3 列 1 枚千鳥配置 (幅 130 mm × 1)、②円孔 1 列 3 枚並列配置 (幅 50 mm × 3)、③円孔 1 列 3 枚千鳥配置 (幅 50 mm × 3) の 3 通りの方法で設置した。ここで用いた本製品の厚さは相対的に比較が容易になるよう考慮して比較的厚い 1.0 mm とし、円孔の大きさは φ 40 mm とした。

図—1 に曲げタフネス試験結果を示す。曲げじん性係数は上記①の条件で最も高くなり、曲げ性能に優れる結果となった。以下、乾燥収縮に関する試験を除き、円孔 3 列 1 枚千鳥配置 (幅 130 mm × 1、円孔 φ 40 mm) のものを使用することとした。



図—1 曲げタフネス試験結果

(2) 乾燥収縮に関する試験

本製品の乾燥収縮ひび割れに対する抵抗性を確認するため、JIS A 1151:2011 に準拠して外部拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ発生日数を測定した。ここでは、拘束器具の寸法上、幅 50 mm、円孔 1 列の本製品 (厚さ 0.6 mm) を 2 枚ずつ並列に、供試体の上下面から 20 mm の位置に配置した (表—2、写真—2, 3)。

表—2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				AE 減水剤 (C × %)
		W	C	S	G	
50	50	170	340	875	896	1.7



写真—2 拘束器具

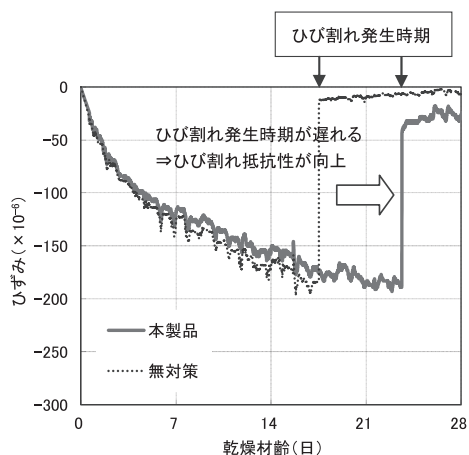


写真—3 試験状況

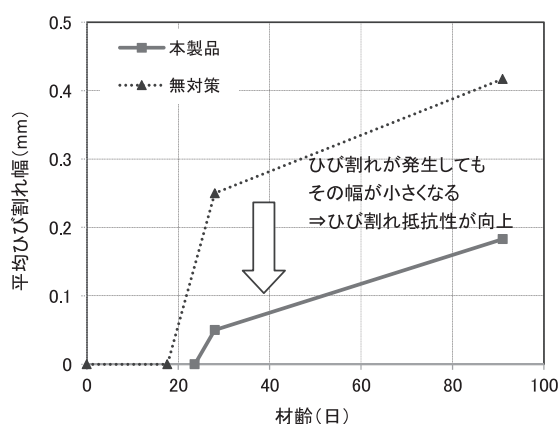
図—2 に拘束収縮ひずみの測定結果を示す。本製品を設置した供試体のひび割れ発生日数は、設置しない供試体より 34% 程度増大した。また、本製品を設置した供試体では、ひび割れ発生後も拘束収縮ひずみの増大が抑制されている。28 日後のひび割れ幅は、本製品を設置した場合で 0.05 mm に止まっているのに対して、設置なしで 0.25 mm となり、ひび割れ幅の低減効果があることも確認された (図—3)。

(3) 引張強度に関する試験

本製品によるコンクリートの引張強度への影響を確認するため、JIS A 1113:2006 に準拠して割裂引張強



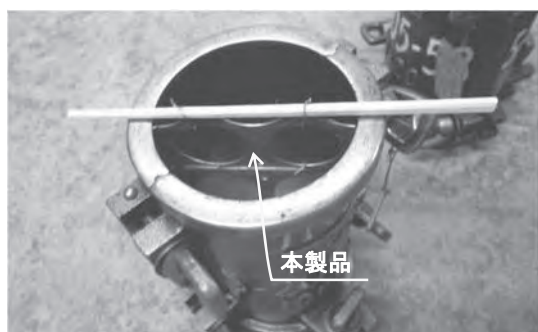
図—2 拘束収縮ひずみの経時変化



図—3 ひび割れ幅の経時変化

表—3 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
69	48	178	258	901	1003



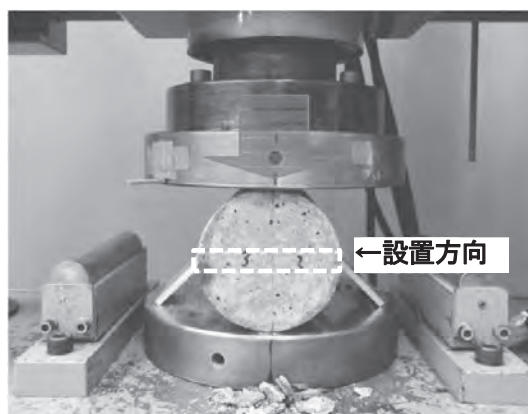
写真—4 供試体作成状況

度試験を行い、コンクリートの引張強度を測定した。供試体は JIS A 1132:2014 に準拠して $\phi 100 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ の円柱体とし、本製品（厚さ 0.6 mm）を供試体軸方向中央の全断面に配置した（表—3、写真—4）。

表—4 に材齢 7 日の割裂引張強度試験結果を示す。

表—4 割裂引張強度試験（材齢 7 日）

材料	番号	引張強度 (N/mm ²)	平均引張強度の比
本製品設置あり	1	2.67	
	2	2.58	
	3	2.68	
	平均	2.64	1.29
本製品設置なし	1	2.13	
	2	1.96	
	3	2.04	
	平均	2.04	1.00



写真—5 割裂引張強度試験状況

供試体への载荷方向は写真—5 に示すように本製品と直交する方向とした。本製品を設置したことにより、コンクリートの引張強度は 29% 増大した。コンクリートの収縮変形が拘束されて生じる引張力への抵抗性が向上することから、ひび割れ抑制効果も高まると考えられる。

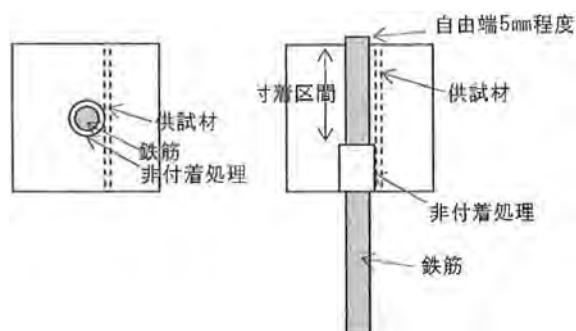
(4) 付着強度に関する試験

本製品は鉄筋に添えて設置されることから、鉄筋とコンクリートとの付着強度への影響を確認するため、JSTM C 2101:1999（引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法）に準拠して付着強度を測定した。供試体は JIS A 1132 および JSCE-G 503-2013 に準拠して $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ の立方体とし、中央に鉄筋（D25、長さ 800 mm）と本製品（厚さ 0.6 mm）を配置した（表—5、図—4）。

写真—6 と表—6 に試験結果を示す。本製品の有無で付着強度にほとんど差がないことから、本製品を

表—5 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
69	48	178	258	901	1003



図—4 供試体の概要



写真—6 付着強度試験後の破壊状況

表—6 付着強度の結果

材料	番号	付着応力度 (N/mm ²)	
		すべり量 0.002D (0.05 mm) 時	最大 (付着強度)
本製品設置あり	1	6.42	12.7
	2	4.95	11.8
	3	5.00	11.1
	平均	5.46	11.9
本製品設置なし	1	5.26	9.93
	2	4.71	13.1
	3	5.09	12.3
	平均	5.02	11.8

配置した場合においても鉄筋とコンクリートとの付着強度に影響は及ぼさないと考えられる。

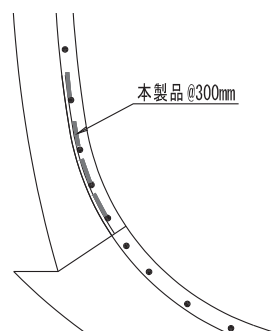
4. 山岳トンネルの覆工コンクリートへの適用例

長野県上高地トンネルの覆工コンクリートにおいて、インバートコンクリートとの打継目の拘束によりひび割れが生じやすい覆工コンクリート下端に本製品を設置することとした。

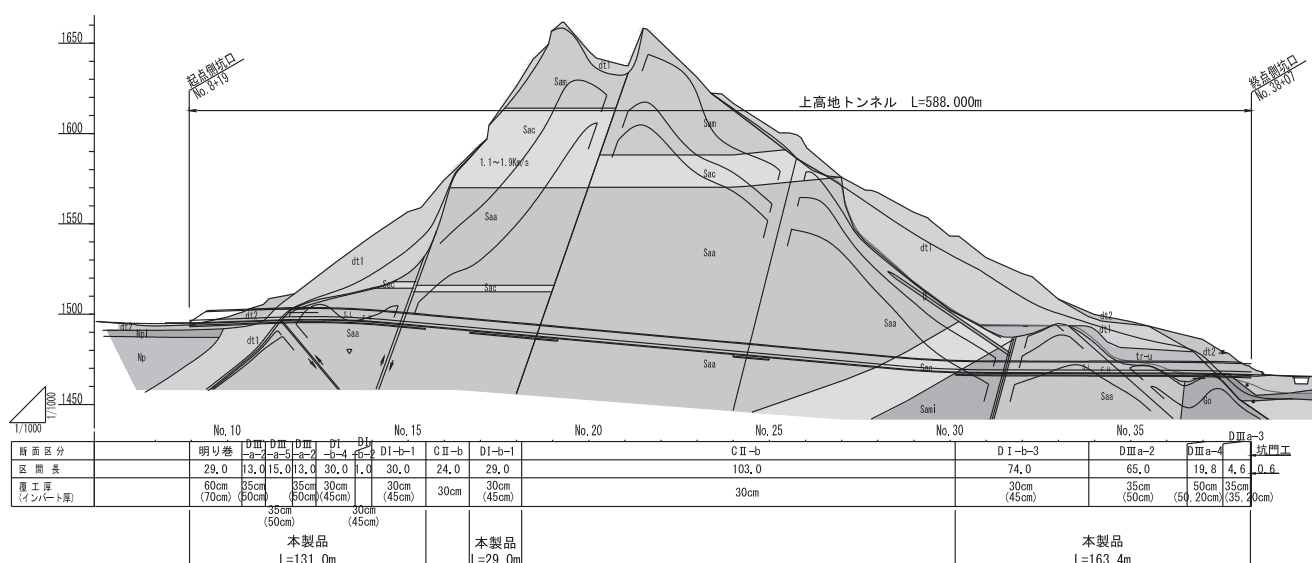
(1) 設置位置・方法

図—5 に設置位置図を示す。適用区間は D 区間および明かり巻区間とした。

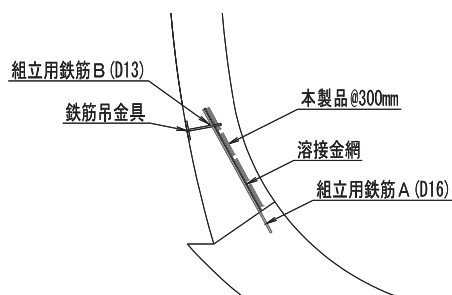
図—6, 7 に設置計画断面図を示す。覆工コンクリート下端に本製品を 300 mm 程度の間隔で 4 段設置した。有筋区間ではトンネル軸直角方向の鉄筋に結束線で固定した。無筋区間ではインバートコンクリート打設直後に組立用鉄筋 A (D16) を 2 m 程度の間隔で差し込み、鉄筋吊金具とトンネル軸方向の組立用鉄筋 B



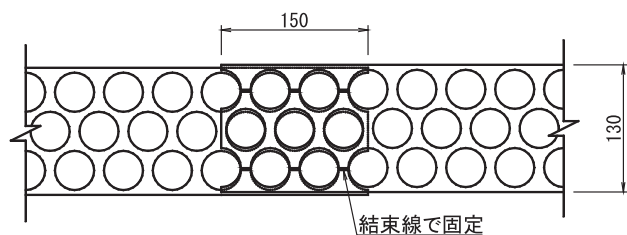
図—6 設置計画断面図 (有筋区間の例)



図—5 設置位置図



図一七 設置計画断面図（無筋区間の例）



図一八 接続方法

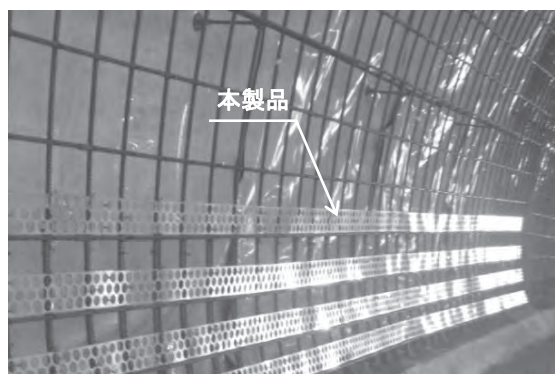
(D13) で構成される組立架台を設置する。そこにあらかじめ本製品を取り付けた溶接金網（線径 ϕ 6 mm、網目 150 mm $\times$ 150 mm、寸法 1.2 m $\times$ 2 m）を敷設し、結束線で固定した。

図一八に本製品の接続方法を示す。重ね継手長さは、150 mm（部材幅の1倍以上を確保）とし、円孔の位置を合わせて上下3箇所ずつ結束線で固定した。

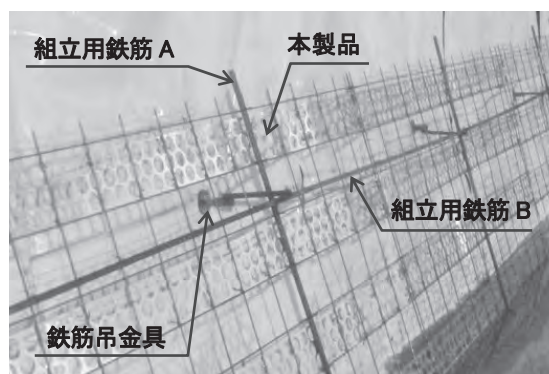
(2) 効果

有筋区間では、鉄筋に固定するため事前の段取り作業もなく、本製品が適度な剛性を有するため、組立時に取扱いが容易で施工性に優れることを確認した（写真一七）。無筋区間については、インバートコンクリート打設時に組立用鉄筋の差込み等の組立架台の設置が必要となり、有筋区間と比較して作業が増えるが、あらかじめ溶接金網に本製品を取り付けてユニット化しておくことで組立作業の効率化を図った（写真一八）。

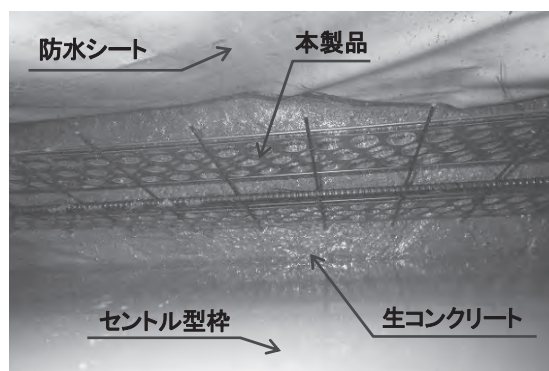
写真一九に無筋区間におけるコンクリート打設状



写真一七 設置状況（有筋区間）



写真一八 設置状況（無筋区間）



写真一九 コンクリート打設状況（無筋区間）

況を示す。コンクリートの打込みおよびバイブレータによる締固め時においても本製品が側方に押し出されないことを目視確認した。また、円孔内にコンクリートが回り込み、充填されていることも目視確認した。

覆工コンクリートの施工から約4カ月後において、インバートコンクリートの拘束が原因と考えられるひび割れの発生は認められていない。これは本製品のひび割れ抑制効果によるものと考えられる。

5. おわりに

山岳トンネルの覆工コンクリート等に生じるひび割れの抑制対策として、本製品ハイグリッパ・メタルバンドを開発し、その性能を室内試験で確認するとともに実際の現場に適用し施工性と効果を確認した。今後は覆工コンクリートへの適用を増やして、さらなる施工性向上やひび割れ抑制に効果的な配置方法等について検証していく予定である。

また、JISを満たすレディーミクストコンクリートを用いたにも拘らず、コンクリート構造物に過大な収縮ひび割れを生じ、想定外のたわみが生じた事例が報告されており、土木学会等でコンクリート構造物の収縮ひび割れの取扱いが大きく見直され²⁾、その制御の重要度が高まっている。このような背景のもと、本製

品を覆工コンクリート以外のコンクリート構造物に対しても可能な範囲で適用を検討し、多くのコンクリート構造物の耐久性向上に寄与したいと考える。

謝 辞

山岳トンネルの覆工コンクリートへ本製品を適用するにあたり、貴重な機会を与えてくださった長野県の関係各位に対して、この場を借りて深く御礼申し上げます。



《参考文献》

- 1) 土木学会：トンネルコンクリート施工指針（案），pp.127-134，2001
- 2) 日本コンクリート工学会：コンクリートの収縮問題検討委員会報告書，pp.1-4，2010

【筆者紹介】

山田 勉（やまだ つとむ）

戸田建設㈱

本社 土木技術営業部 技術2課
課長



関根 一郎（せきね いちろう）

戸田建設㈱

本社 アーバンルネッサンス部
部長



田中 徹（たなか とおる）

戸田建設㈱

本社 技術開発センター 社会基盤ユニット交通・ライフラインチーム
主管



尾花 敬治（おばな けいじ）

戸田建設㈱

名古屋支店 土木工事部 工事課
作業所長



超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設

鋼材を一切用いない「Dura-Bridge」の実現

緒 方 辰 男・大 城 壮 司・永 元 直 樹

将来の維持管理の負荷を低減するため、鉄筋やPC鋼材などの腐食による劣化の原因となる鋼材を一切使用しないプレストレストコンクリート橋を開発した。本橋梁構造は、高強度繊維補強コンクリートによって製作したプレキャストセグメントを、アラミドFRPロッドによるプレストレスで補強したものである。本橋の耐疲労性を検証するため、輪荷重走行試験を実施した。また、せん断耐荷性能を検証するため、せん断耐力実験を実施した。さらに、これらの成果を踏まえ、本構造の全体的な安全性や設計・施工の妥当性を検証するため、実証橋を建設し載荷実験を実施した。その後、工事用道路として供用しながら常時モニタリングを行い、安全性を確認している。

キーワード：維持管理性、超高耐久橋梁、高強度繊維補強コンクリート、FRPロッド、輪荷重走行試験

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造の発明以降、世界各国で鉄筋コンクリート構造の橋梁をはじめとする様々な構造物が建設されてきた。また、プレストレストコンクリートの発明以降は、コンクリート橋の適用支間が飛躍的に大きくなり、急速に普及し社会基盤の整備に貢献してきている。プレストレストコンクリート橋をはじめとするコンクリート構造物は、一般的に耐久性が高い構造といわれてきたが、近年、塩害や中性化などにより、鉄筋やPC鋼材が腐食し、構造的な性能の低下が発生したり、鉄筋の腐食膨張によりコンクリート片が剥落し、第三者へ影響する事態が発生したりしている事例が報告されている。すなわち、コンクリート構造物もメンテナンスフリーではなく、適切な維持管理が必要であることが指摘されてきている。

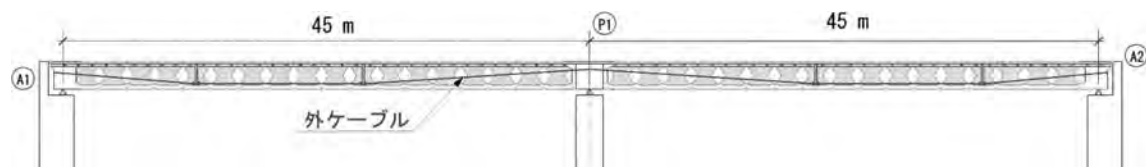
世界各地で多くの社会インフラが存在し、これから新興国を中心にますます社会インフラの整備が進みストック量が増大していくと考えられる。これに伴い、維持管理の負担は増大し、将来においてこの維持管理が負担になることが予測される。実際に、日本では、高度経済成長期以降に急速に整備した社会インフラは高齢化が進み、補修・補強などの維持管理費や更新費が増大しており、現在のままでは2035年以降は維持管理費・更新費の必要額が投資総額を上回ることが予想されている¹⁾。このため、現存する社会インフラの効率的・戦略的な維持管理が必要であると共に、

これから整備しなければならない社会インフラにおいても耐久性に富んだ構造とし、将来における負担を極力低減することが重要である。

このような社会的な背景を鑑み、著者らは鉄筋やPC鋼材などの腐食による劣化の原因となる鋼材を使用しないプレストレストコンクリート橋、「Dura-Bridge」（以下「本構造」という）を開発した。さらに、本構造の実構造物への適用の前に、全体的な安全性や設計・施工の妥当性を検証するため、実証橋を建設した。本稿では、その開発と実証橋建設の概要を概説する。

2. 超高耐久橋梁（Dura-Bridge）

本構造は設計基準強度 80 N/mm^2 の高強度繊維補強コンクリートを用いたコンクリート構造である。曲げモーメントや軸引張力によって発生する引張応力に対しては、アラミドFRPロッドを緊張材として用いることで補強し、PC鋼材及び鉄筋の使用を一切排除している。また、用いるコンクリートには短繊維を混入することにより、せん断強度の向上を図っている。これにより、通常のコンクリート橋に配置されているせん断補強鉄筋を排除している。さらに、桁形式の橋梁にはウェブに蝶型のコンクリートパネルを用いたバタフライウェブ構造^{2), 3)}の適用を前提とし、軽量化とせん断補強の合理化を図っている。なお、提案橋梁の施工は二次製品工場で作成したプレキャストセグメントを現場に搬入し、接合することによって高品質化と



図—2 本構造の概要図



図—1 セグメント概要図

現場作業の省力化を図ることを前提としている。

提案構造の概要を図—1, 2に示す。



写真—1 輪荷重走行試験状況

3. 上床版の疲労耐久性の検討

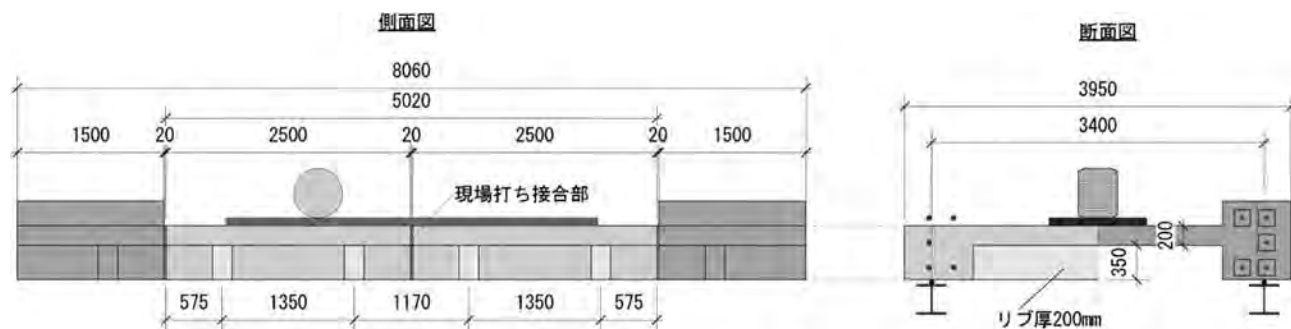
(1) 実験概要

道路橋の上床版は、重交通による疲労損傷が顕在化する可能性が高い部位である。提案橋梁の上床版構造は通常のコンクリート床版に使用されている補強鉄筋やPC鋼材を一切配置せず、高強度繊維補強コンクリート製のリブ付き床版をFRPロッドによる緊張力により補強する構造である。また、前述のようにプレキャストセグメントを現場にて接合する構造であり、通常のコンクリート床版と大きく構造が異なる。そこで、このリブ付き床版構造を対象とし、リブ付き床版自体およびプレキャスト部材間の接合部に着目した実物大の輪荷重走行試験により、疲労耐久性を検討した(写真—1)。

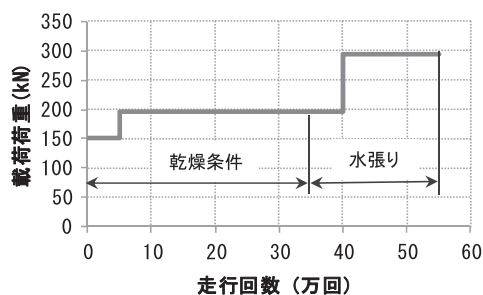
実験供試体は上床版のみを切り出した形状とし、セグメント中央とセグメント間の接合部双方に着目できるように、2セグメント分をモデル化し、その両方の外側にプレストレス伝達用のセグメントを設置した

(図—3)。実験供試体は全てプレキャストセグメントで製作し、接合目地20mmを確保して設置した。その後、接合目地部にセグメントと同じ設計圧縮強度を有する無収縮モルタルを流し込み、硬化後に橋軸方向にプレストレスを導入した。なお、橋軸方向のプレストレス量は図—2に示す提案橋梁の設計結果より、負曲げモーメントが最も大きい中間支点部に着目し、その位置における設計荷重時の上床版応力度を再現する値とした。

荷重方法は鉄輪による1軸荷重とし、床版支間の中央を橋軸方向に3.0mの往復走行をさせた。鉛直荷重は図—4のように段階的に増加させた。なお、日本で最も重交通な高速道路の路線である東名高速道路の交通量調査をもとに、供用年数100年に相当する本試験の繰り返し荷重回数を算出すると35万回になる。そこで、35万回以降はさらに厳しい条件として床版上に水を張った状態で輪荷重走行を続けた。また、40万回以降は、さらなる対疲労性を検証するため、荷重



図—3 輪荷重走行試験の概要図



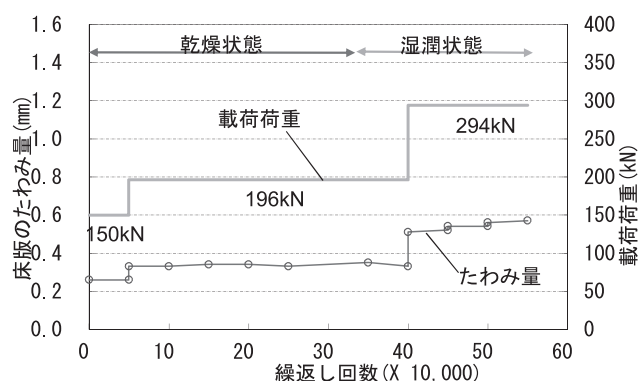
図—4 輪荷重走行試験載荷ステップ

荷重を日本における設計輪荷重の3.0倍まで荷重を増加させ、15万回の繰り返し載荷を実施した。その際、さらに厳しい条件となるように、5万回毎に橋軸方向のプレストレス応力を設計値の1.0倍、0.25倍、0.125倍と減少させた。

(2) 実験結果

載荷荷重と床版中央部の鉛直たわみ量との関係を図—5に示す。これより、40万回までは繰り返し回数の増加に伴う鉛直変位の増加は認められない。荷重を3倍に増加した40万回以降も鉛直変位量の増加はわずかである。また、50万回までは載荷によるひび割れや接合部の目開き等は確認されなかった。橋軸方向のプレストレス量を0.125倍とした50万回以降に接合部に0.05 mm程度の目開きが認められたが、荷重を除荷すると目開きは閉じた。55万回の載荷終了後に目視確認したところ、ひび割れ等の変状は一切確認できなかった。

この結果、東名高速道路の交通量調査に基づいた供用年数100年に相当する繰り返し載荷後も特に変状は見られず、その後の繰り返し載荷においても健全性を確保していたといえる。これらの結果は、同様の輪荷重走行試験を実施した通常のPC床版の試験結果と比べても同等以上であり、本構造は十分な疲労耐久性を有しているといえる。

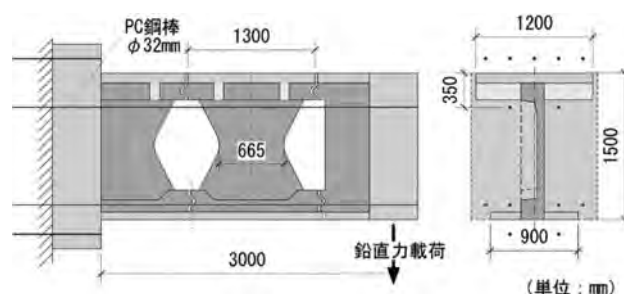


図—5 繰返し載荷回数と鉛直変位の関係

4. 提案構造のせん断耐力に関する検討

(1) 実験概要

提案構造は橋軸方向の曲げモーメントに対してはアラミドFRP ロッドによるプレストレスによって補強しており、通常の橋梁とほぼ同等の設計が可能である。一方、せん断については、バタフライパネルとコンクリート自体で抵抗する構造である。特に、施工はプレキャストセグメント構造で建設することを前提としており、その接合部は上下床版のみが連続する構造であり、応力が集中すると考えられる。そこで、図—6に示す片持ち梁形式の実験供試体によってせん断挙動を検討した。



図—6 セグメントのせん断耐力実験概要図

実験供試体は対象橋梁の片ウェブのみに着目し、載荷設備の関係から縮尺1/2のI桁の実験供試体とした。また、せん断破壊が先行するように曲げ破壊耐力を確保することとし、上床版の幅を1.2 m、下床版の幅を0.9 mとするとともに、橋軸方向に合計で3640 kNのプレストレスを導入した。セグメント間の接合部はコンクリートの斜引張破壊強度のみで抵抗するとし、ウェブ上下端の増厚部の形状を設定した。

提案橋梁はプレキャストセグメント工法で架設することを前提としており、このせん断実験はセグメント間の接合部に着目している。よって、製作方法の違い



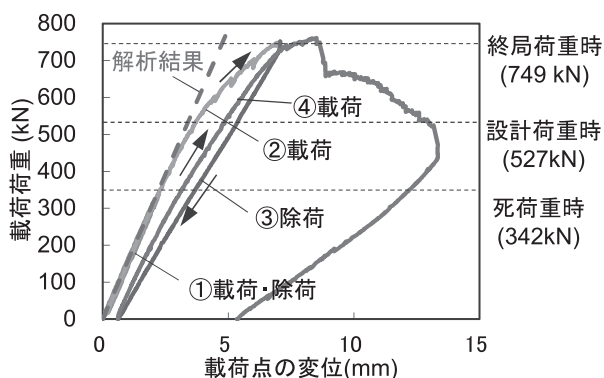
写真—2 せん断耐力実験状況

が接合部の耐荷性能に影響を及ぼす可能性があるため、実験供試体は、実際の提案橋梁のセグメント製作手順と同じ手順で製作した。

なお、荷重は実験供試体にねじり変形が生じないように、端部の横桁に2点荷重することとし、両方のジャッキの変位を同期させながら荷重した(写真—2)。鉛直荷重は、死荷重時相当の荷重まで荷重したあと一度ゼロまで除荷した。その後荷重を再開し、終局荷重に相当する値に達したところで、再び除荷した。その後、再び実験供試体が破壊するまで漸増荷重した。

(2) 実験結果

図—7に荷重荷重と変位の関係を示す。死荷重時相当までは弾性的な挙動を示し、除荷後も原点に戻っている。その後の荷重で、設計荷重時相当の荷重状態で実験供試体に曲げひび割れが発生した。そのまま荷重を増加すると、曲げひび割れの進展に伴い鉛直変位量が徐々に増加した。また、その際、セグメント間の接合部にせん断力による斜めひび割れが進展していった。



図—7 セン断実験の荷重と変位の関係

荷重荷重が終局荷重時相当に達したところでいったん除荷したが、除荷時の勾配は弾性変形時の勾配と遜色ない程度であり、曲げひび割れおよび斜引張りひび割れが発生したものの、その損傷度合いは大きくなく、健全性が保たれていることがうかがえる。

荷重を0まで除荷した後に再度破壊まで荷重したところ、終局荷重時相当まではほぼ除荷曲線と同じ経路で戻り、その後セグメント間の接合部に斜めひび割れがさらに進展したと共に上床版とウェブとの接合部にもひび割れが進展し、荷重が低下していった(写真—3)。

以上の結果より、セグメント間の接合部は、今回開発した高強度繊維補強コンクリートのみで抵抗することとして設計することが妥当であるといえ、今回設定した形状で所定の耐力が確保できているといえる。



写真—3 上床版の接合部の破壊状況

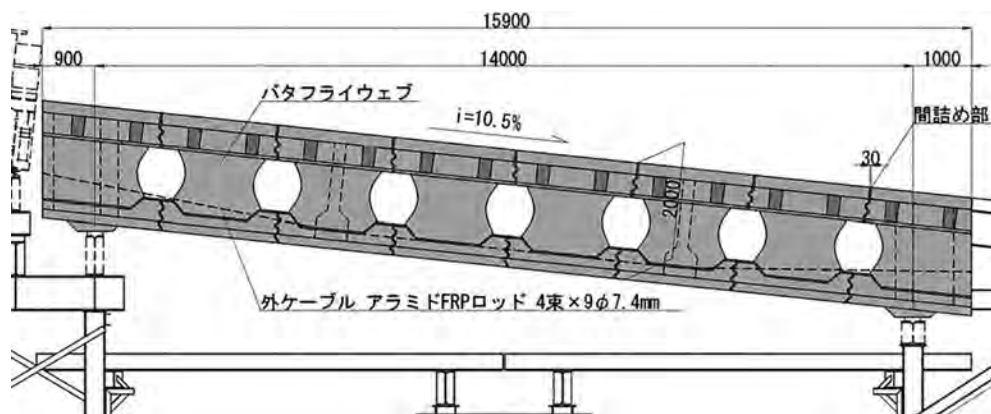
5. 実証橋の建設

(1) 橋梁概要

前述のように、今回開発した超高耐久橋梁に対しては、材料の開発に始まり、床版の耐疲労性およびセグメントのせん断耐力特性など種々の検討を進めてきた⁴⁾。今後、実構造物へ展開するにあたり、構造物全体の安全性や設計、施工の妥当性を包括的に検証するため、実証橋を建設して実際に使用することとした。対象の橋梁は長崎自動車道のⅡ期線工事における工事用道路の仮橋の一部である。橋梁概要を以下に示す。

- ・架設位置：長崎県長崎市平間町地内
- ・支間長：14.0 m (橋長：15.9 m)
- ・総幅員：6.0 m
- ・構造形式：単純桁橋
- ・架設方法：固定式支保工架設

対象橋梁は8基のプレキャストセグメントとして2次製品工場において製作し、公道を輸送した。使用したコンクリートは、今回開発した設計基準強度 80 N/mm^2 の高強度繊維補強コンクリートである。架設位置においては、220 t 吊りのトラッククレーンにおいてセグメントを吊り上げ、固定支保工上に 30 mm の隙間をあけて設置した(写真—4)。全セグメントを設置後、セグメント間を設計基準強度 80 N/mm^2 の高強度無収縮モルタルによって間詰めした。なお、端部セグメントにおいては、クレーンによる架設時のセグメント重量を低減するため、端支点横桁部を中空として製作し架設した後に中詰めコンクリートを打設した。無収縮モルタルと端支点横桁の中詰めコンクリートの強度発現を確認後、アラミド FRP 製の外ケーブルを挿入、緊張して全長にわたり一体化して支保工を下げて橋梁を自立させた。



図ー8 実証橋概要図



写真ー4 セグメント架設状況

(2) 載荷実験

橋梁本体が完成後に橋梁の安全性と設計の妥当性を検証するため、静的載荷実験を行った（写真ー5）。載荷は重量が既知である50tラフタークレーンを用い、橋軸方向に移動させながら各種ひずみや変位などを計測した。その結果、各位置での鉛直たわみは解析値とほぼ同等であることが確認された。また、セグメント間の継ぎ目に目開き等は見られず上下床版のひずみも解析値とほぼ同等の値を示していたことから、設計の妥当性が確認されたと考えられる。



写真ー5 載荷実験状況

(3) 使用時のモニタリング

載荷実験によって橋梁の安全性を確認した後、2015年9月15日より工事用道路として供用を開始した。供用中は土運搬通路として使用されるとともに、橋梁の上下部工を施工するため、生コン車やトレーラー、クレーン等が通過する。そこで、供用中の桁において上下床版のひずみやセグメントの目開き、および外ケーブルの張力などを各種計測装置によって常時モニタリングしている。また、変形については可視光通信を用いた3次元位置計測システム⁵⁾により常時計測しており、これらにより橋梁の安全性や挙動を把握している。

6. おわりに

今回提案した橋梁は、橋梁に鉄筋やPC鋼材、鋼板などの鋼部材を一切使用せず、耐久性を向上させることによって将来のメンテナンス費用や労力を縮減することを可能とする構造であり、近い将来に到来する社会基盤の大量維持管理時代の負担を低減するのに有効な構造である。主要材料である高強度繊維補強コンクリートの開発から構造の提案、実験による力学的な挙動の評価、交通荷重による床版の疲労耐久性の確認などを行ってきた。本研究で得られた成果は以下の通りである。

- (1) 設計基準強度 80 N/mm^2 の高強度繊維補強コンクリートにFRP緊張材でプレストレスを与えた非鉄製の床版について、実物大の上床版模型によって輪荷重走行試験を実施した。その結果、日本における重交通路線の交通量についても100年相当の耐疲労性を有していることが確認できた。
- (2) セグメント間の接合部は、今回開発した高強度繊維補強コンクリートのみでせん断に抵抗することが可能であり、その設計手法は斜引張破壊に対す

る通常の手法が適用可能である。

- (3) 橋梁全体の安全性や設計・施工の妥当性を検証するため、実証橋を建設した。プレキャストセグメントで施工された本橋は問題なく設計・施工され、静的載荷実験および供用中のモニタリングで安全性が確認されている。

今回開発した本構造「Dura-Bridge」は、錆びる材料を使用しないことにより耐久性の大幅な向上を目指した構造であり、将来のメンテナンスに関する負荷低減に大きく貢献する構造と考えられる。今後わが国では少子高齢化が急速に進展し、労働人口の減少に対応しながら現在の生活水準を維持・向上していくためには建設時点から将来の負荷低減を考慮していくことが重要である。本構造のような耐久性を高め、将来の負荷低減に資する技術開発とともに効率的な維持管理手法の開発も我が国が持続可能な発展を続けるために期待される場所である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省：国土交通白書 2012 平成 23 年度年次報告, 2012.7
- 2) 永元直樹, 片 健一, 浅井 洋, 春日昭夫：超高強度繊維補強コンクリートを用いた新しいウェブ構造を有する箱桁橋に関する研究, 土木学会論文集 E, Vol.66, No.2, 2010.4
- 3) Kasuga, A., Kata, K., Nakatsumi, K. and Takaki, Y. "New Concept of

Composite Bridges", Proceedings of 2nd fib Congress, June 2006.

- 4) Ohshiro, T., Matsui, T., Kasuga, A. and Nagamoto, N.: Development of Non-Metal Bridge, Proceedings of fib congress 2014, Feb. 2014.
- 5) 永元直樹, 春山真一郎, 内山 英昭, 掛橋 孝夫：可視光通信技術を用いた 3 次元位置計測システムの開発と PC 橋施工への適用, 第 19 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム, pp.137-140, 2010.10

【筆者紹介】

緒方 辰男（おがた たつお）
西日本高速道路㈱ 技術本部 技術環境部
構造技術課長



大城 壮司（おおしろ たけし）
西日本高速道路㈱ 技術本部 技術環境部
構造技術課
課長代理



永元 直樹（ながもと なおき）
三井住友建設㈱ 技術本部
第一技術部長



電磁波レーダを活用した RC 床版上面の非破壊調査システムの開発 床版キャッチャー

永塚 竜也

現在我が国の道路橋は、全国に約 70 万橋あり、その多くは高度経済成長期に集中して建設されたものである。10 年後には、その 4 割以上が建設後 50 年を経過¹⁾することより、修繕を含めた維持管理の重要性は一層増してきている。特に床版は、舗装をとおして交通荷重を直接支持する重要な部材である。床版上面の損傷は、舗装の破損に繋がり交通事故など第三者被害を招きかねない。そこで橋梁の床版、特に RC 床版上面の状態を非破壊で把握できる調査システムを開発した。本稿では、同システムと実橋梁での調査事例について紹介する。

キーワード：RC 床版、砂利化、土砂化、非破壊、電磁波レーダ、長寿命化

1. はじめに

RC 床版は、舗装をとおして交通荷重を直接支持する重要な部材である。橋梁の架替に関する調査²⁾によれば、RC 床版の破損は、上部構造の損傷による架替理由の上位であることなどから、RC 床版の劣化・損傷を早期に把握して長寿命化を図ることが望まれている。しかし、RC 床版の上面に発生する劣化・損傷は、舗装で覆われていることから目視で発見することが困難であり、舗装の異常として顕在化した時点では、打ち替えなど大掛かりな補修が必要となる場合がある。それらを解決するためには、舗装を剥ぎ取ることなく、RC 床版上面の状態を把握することが望ましい。そこで、電磁波技術を活用し RC 床版上面の状態を非破壊で調査可能な「床版キャッチャー」（以下「本システム」という）を開発した。以降に、本システムと調査事例を述べる。

2. 装置

(1) 概要

本システムの外観を写真—1に示す。本システムは、車両後方に設置したレーダ装置から橋面に電磁波を発信し、RC 床版上面や内部の鉄筋等の反射波を受信し解析することで、RC 床版上面の状態を把握する技術である。本システムによる調査は、一般の車両と同等の速度で調査が可能であることより、車線規制することなく RC 床版上面の状態を把握することができる。

ラインセンサカメラ



レーダ装置

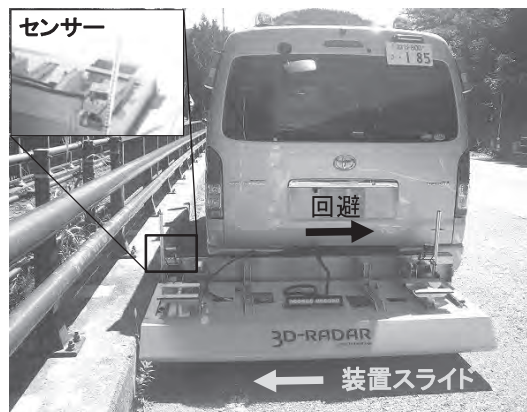
写真—1 本システム 床版キャッチャー

また、車両前方にはラインセンサカメラを設置し、電磁波データとともに路面の画像を撮影する。このラインセンサカメラは、路面性状自動測定装置^{*}と同等の性能を有しており、撮影された路面画像から幅 1 mm 以上のひび割れを識別できる。これにより、路面の状態と RC 床版上面の状態を合わせた評価が可能となる。
※路面性状自動測定装置の性能確認試験（一般財団法人土木研究センター）に合格した装置

(2) レーダ装置のスライド機構

RC 床版上面に生じる損傷は、疲労に加えて凍害や塩害、ASR 等に起因する損傷³⁾が確認されており、いずれも水の存在が損傷を顕在化する引き金となっている。特に塩害や ASR 等に起因する損傷は、輪荷重が作用しない路肩部でも損傷が生じているケースが確認されている⁴⁾。RC 床版の路肩は、その構造より水が溜まりやすく損傷のリスクが高い。このことから、

本システムは、車道部と同時に路肩のデータを取得し、RC床版全面の状態を把握する。しかし、路肩のデータ取得は、車線規制の中でハンディタイプのレーダによりデータを補完する必要がある。そのため車線規制を伴う調査は、非破壊調査の利点である機動性を損なうことがあった。これらの課題を解決するために、路肩のデータまでもれなく取得できるレーダ装置のスライド機構を開発した（写真—2）。この装置により、車線規制をすることなく、路肩のデータ取得が可能となった。また路肩は、高欄から構造物が突起している場合が想定され、それらにレーダ装置が接触し構造物を破損する恐れがあった。これに対し、レーダ装置にセンサーを設置することで、レーダ装置が瞬時に構造物を回避する仕組みを装備した（写真—2）。なお、路肩測定時の走行速度は低速となるため、車両後方に後備警戒車を配置する。

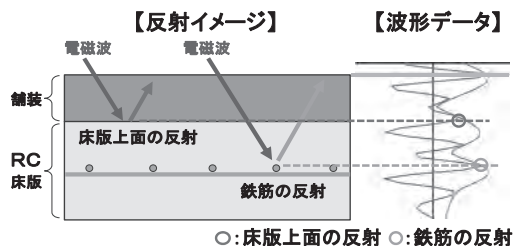


写真—2 レーダ装置のスライド機構

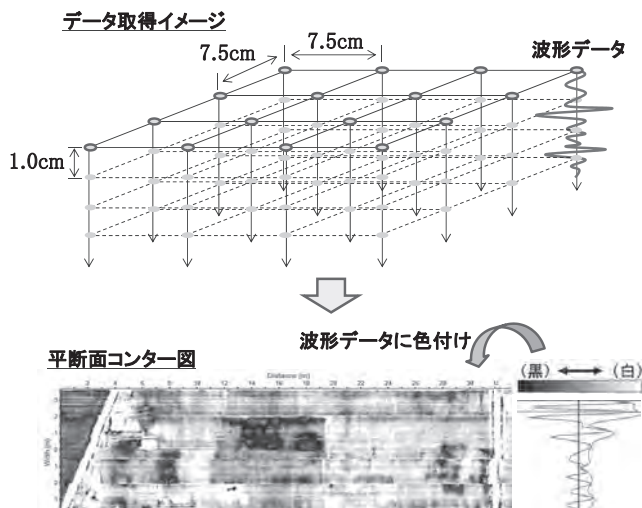
3. 取得データと解析方法

(1) 電磁波の特性

電磁波は、物体に発信すると材質（比誘電率）の異なる境界面で反射する特性を持つ。橋梁に電磁波を発信した場合は、舗装とRC床版上面の境界面や、RC床版内部の鉄筋で電磁波は反射する。これらの反射の特性は、波形データから確認できる（図—1）。波形データは、横断方向 7.5 cm、縦断方向 7.5 cm 間隔で面的



図—1 電磁波の反射と波形データ例

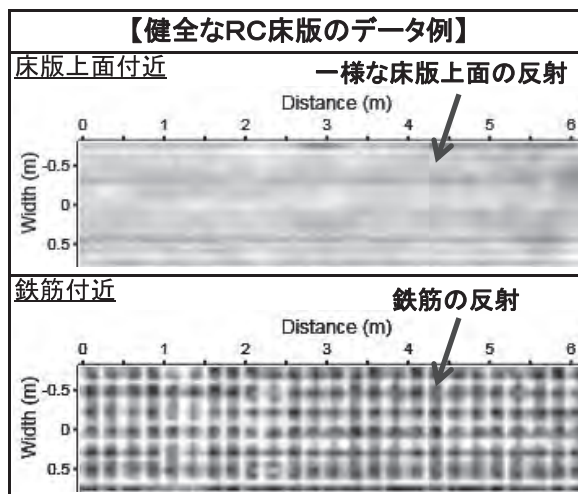


図—2 データイメージ

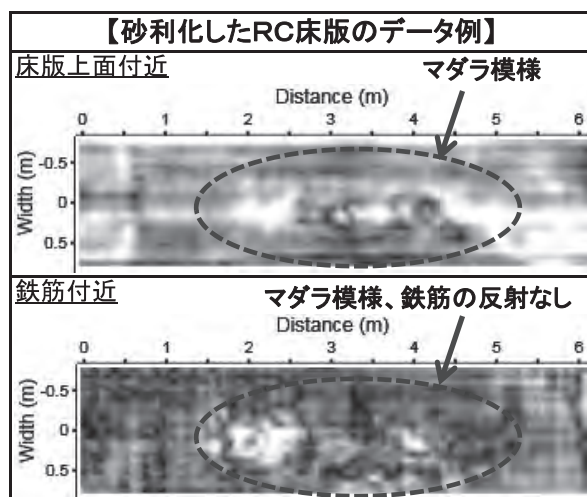
に取得されるが、RC床版全面の波形データをすべて確認することは現実的ではない。このことから実際の解析では、この波形データの振幅に応じて白から黒色の濃淡で色付けした平断面と縦横断のコンター図を用いて解析を行う（図—2）。

(2) 解析の仕組み

図—3、4に健全なRC床版と砂利化したRC床版のデータ例を示す。健全なRC床版は、RC床版上面で色の変化のない様な反射が取得され、その下方にある鉄筋の反射も明瞭に確認される。一方、RC床版上面が砂利化など重篤な損傷がある場合は、RC床版上面の反射は不均一に取得されることより、平断面コンター図ではマダラ模様が確認される。また、かぶりコンクリートの砂利化層により、鉄筋まで透過しようとする電磁波が遮られ鉄筋の反射は不明瞭となる。この特性を利用し、RC床版上面に損傷の疑いがある範囲を特定する。



図—3 健全なRC床版の平断面コンター図例



図—4 砂利化した RC 床版の平断面コンター図例

4. 調査事例

(1) RC 床版

(a) 解析

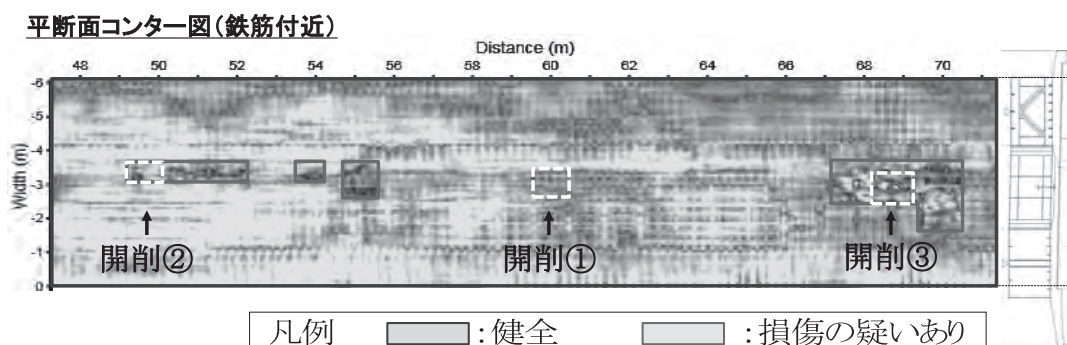
RC 床版（昭和 49 年建設）の調査事例を紹介する。取得データより、RC 床版上面の反射が一様に取得され、鉄筋の反射が明瞭な範囲を特定した（図—5）。この範囲が、“健全”と推定される範囲である。それ以外の範囲は、RC 床版上面の反射が不均一に取得され、平断面コンター図でマダラ模様が確認されることより、RC 床版上面の“損傷の疑いがある範囲”である（図—5）。

(b) 開削調査による状態の確認

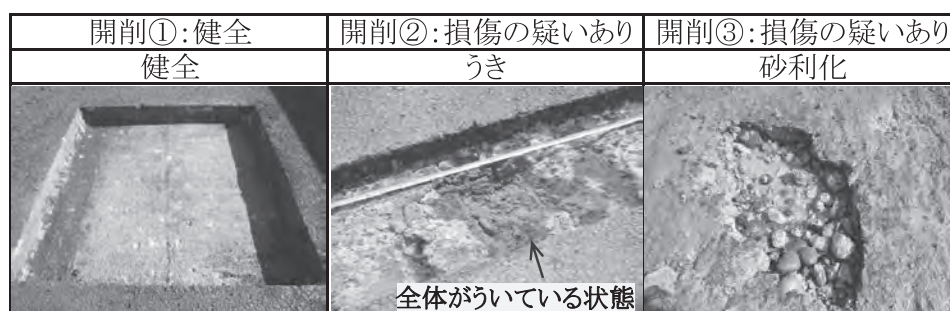
(a) で特定した範囲について、実際の RC 床版の状態を確認するため図—5 に示す位置で開削調査を行った。開削結果を図—6 に示す。健全と判定された開削①の RC 床版上面の状態は、舗装と RC 床版は密着しており、健全な状態であることが確認された。RC 床版の損傷が疑われる範囲の開削②は、かぶりコンクリートのうきが確認され、開削③では、RC 床版上面の砂利化が認められた。以上の結果より、本調査結果と実態が整合していることを確認できた。

(2) 中空床版（ボイド管の浮上がり）

中空床版は、円筒型枠（以下、ボイド管）により桁内部の空洞化を図ることで、自重を低減し経済性に優れた構造となっている。昨今、このボイド管が施工時に浮上がり、かぶり厚が設計値を満たしていないことが要因で、床版上面が損傷し抜け落ちに至るケースが報告されている。そこで、本調査システムにより、ボイド管の浮上がり調査を行った。図—7 に取得データ例を示す。健全なボイド管は、一様な深度にボイド管上面の反射が確認される。一方、ボイド管の浮上がりが疑われる範囲では、ボイド管上面の反射が極端に浅い位置で確認される。これより、当該範囲は、設計かぶり厚を満たしておらず、ボイド管の浮上がりの疑いがあると判断した。なお、当該橋梁は、本調査結果を詳細調査の基礎資料とした。



図—5 平断面コンター図と判定結果



図—6 開削調査結果

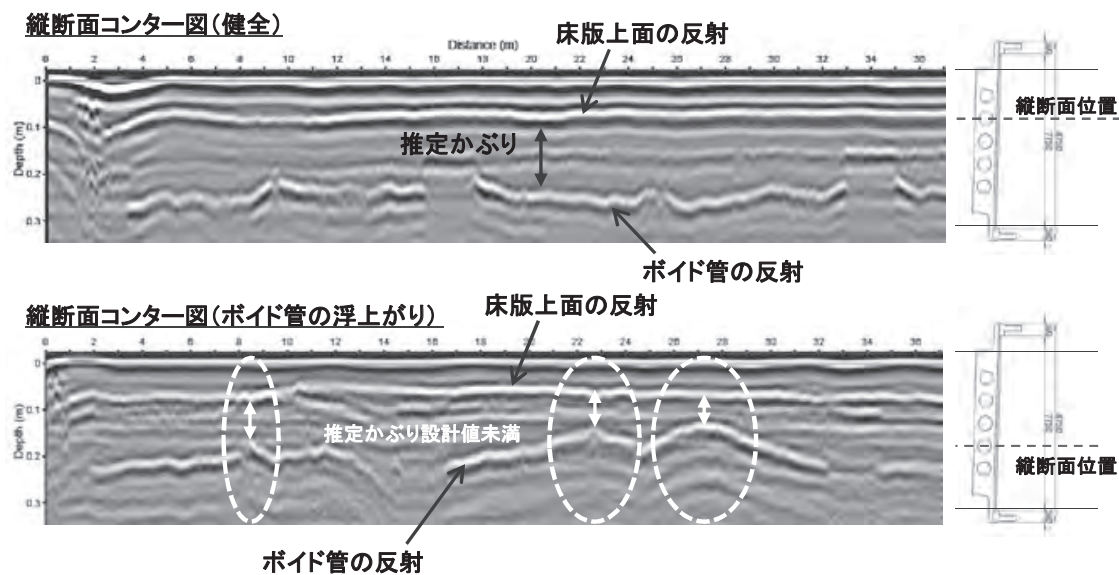


図-7 縦断面コンター図 (ボイド管の反射)

5. おわりに

電磁波レーダを活用した調査は、交通規制することなく一般の交通の流れに乗って非破壊で調査が可能であり、効率的なRC床版の調査を実現する。このことから本システム床版キャッチャーは、今後一斉に老朽化する橋梁に対して注意すべき橋梁を効率的にスクリーニングでき、橋梁の長寿命化に対して一層の寄与ができるものと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言(平成26年4月)国土交通省
- 2) 橋梁の架替に関する調査結果(Ⅳ)国土技術政策総合研究所資料 NO.444
- 3) 鉄筋コンクリート構造の疲労破壊—破壊機構と性能評価の将来像を探る—土木学会コンクリート技術シリーズ
- 4) RC床版上面の損傷と路面のひび割れ 平成27年度土木学会 第70回年次学術講演会

【筆者紹介】

永塚 竜也 (ながつか たつや)
ニチレキ(株)
道路エンジニアリング部



強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発

歌 川 紀 之・黒 田 千 歳・杉 本 恒 美

トンネルや橋梁の点検の際、目視点検や叩き点検が実施される。これらの点検を実施するためには、高所作業車や足場が必要となることや交通規制も必要となる場合もある。また、叩き点検の評価は検査者の主観に頼られることが多かった。音響探査技術を用いることにより叩き点検を離れた場所から実施可能となり、道路トンネルで路面上からトンネル天端の調査が可能となる。さらに、評価ではデジタルデータが用いられ、客観的に欠陥位置の判別がなされるというメリットがある。

キーワード：非破壊検査法、浮き・はく離、トンネル覆工、叩き点検、打音法

1. はじめに

叩き点検を離れた位置から非接触で実施できる「音響探査法」に着目し、開発を進めてきた。本報告ではこれまで用いてきた音源（LRAD：Long Range Acoustic Device）に比較し、指向性が強い強力超音波音源（UNAS：Ultrasonic Nonlinear Acoustic Speaker）を開発し、それを音響探査法へ適用した結果を示す。UNASは、LRADに比較し、探査時の騒音が小さくなること、斜めからの測定、例えば、壁・柱構造の上部を地上から測定する場合の探査範囲が広がることなどのメリットがある。

音響探査法による橋梁桁下面のはく離探査の状況を写真－1に示す。桁下面を地上部にあるスピーカーLRADで発生させた音波により加振し、その振動分布をレーザードプラ振動計SLDVにより測定分析することにより、地上部からコンクリートの浮きや空洞を探査する。一方、従来の叩き点検では、高所作業車に乗った点検員が桁下面をハンマーにより打撃し、発生した振動音を検査者が音で聴き、コンクリートの浮きや空洞位置を調べる。音響探査法が開発されれば、地上部からの探査が可能となるため、高所作業車からの上向きの作業は解消される。また、客観的な評価が可能となり、定量的な探査結果が得られる。本技術開発は、国土交通省の平成22～25年度の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発 <http://www.mlitt.go.jp/road/tech/jigo.html>」の支援を受け、桐蔭横浜大学、明篤技研、当社の3者で実施されてきた。

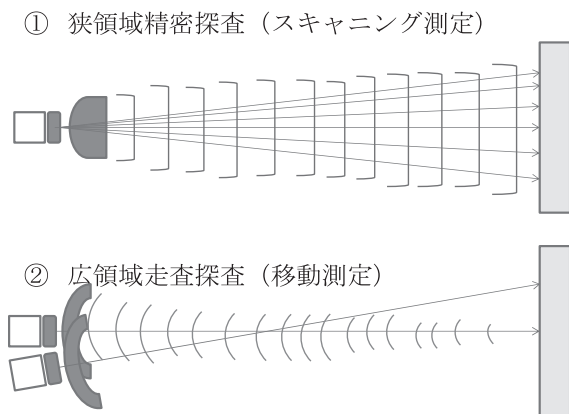
これまで、探査性能（探査距離（探査面と測定機の



写真－1 音響探査法を用いた橋梁桁下面のはく離調査
N2Uブリッジ（名古屋大学）

距離）、探査角度（探査面と測定機のなす角度）、探査可能な欠陥（欠陥までの深さ、広さ、はく離の幅など）を調べるとともに、探査性能の影響を与えるノイズの抑制技術、欠陥評価技術の開発を進めており、現地の橋りょう床版やボックスカルバート、トンネル覆工の探査への適用性を調べてきた^{1)～5)}。その結果、従来の叩き点検と同様な探査性能を有し、5m以上離れた位置からの探査が可能であることが分かり、現在は、ここで示す強力超音波音源の開発、自動化・高速化の検討や適用範囲の拡大などを検討している。

本報告では、新しい強力超音波音源 UNAS の開発



図一 音響探索システム

とそれを利用した探査について報告する。図一 1 に示すように、これまで

- ①距離音響発生装置 LRAD とスキャニングレーザー Doppler 振動計 SLDV からなるシステム（狭領域精密探査）

を用いて、面的な探査を実施してきた。

現地における測定を考えると、広い範囲を粗い測定点で探査するニーズがあり、SLDV を用いると測定点の密度を細かくすることは可能であるが、探査領域を広くすることは難しく、LRAD や SLDV の向きや配置を変更することで対応してきた。そこで、レーザーのスキャニングに頼らない、

②強力超音波音源 UNAS とシングルレーザー Doppler 振動計 LDV からシステム（広領域走査探査）の開発に着手した。開発したシステムでは音源と LDV を同時に移動させて、広い領域の測定を行う。UNAS のメリットは、(1) 音波を測定点に集束させるため、周辺への影響が小さくなること、(2) 平面波でないため、平面波が持つ斜め入射に起因する干渉による、加力の面的なむらが生じないことである。その結果、後述するように、垂直の壁構造でも高い範囲の測定が可能となる。

2. 強力超音波音源 UNAS を用いた音響探査法

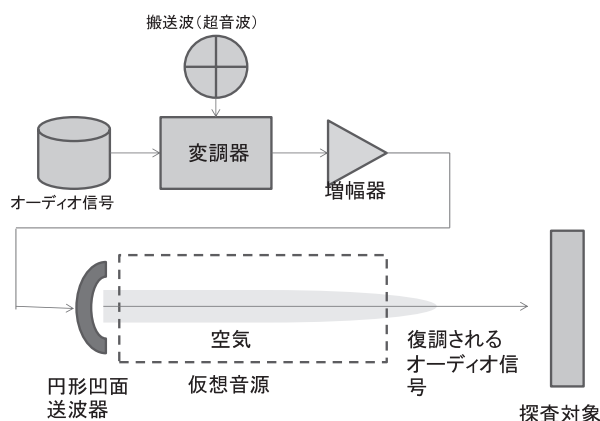
本章では、UNAS の原理、本音源を用い形成された音場、斜め入射の影響、測定システムの概要を示す。

(1) UNAS の原理

UNAS は、超指向性スピーカ⁷⁾（パラメトリックスピーカ）と呼ばれるもので、3,200 個の超音波素子からなる円形凹面送波器（直径 60 cm、焦点距離（曲率半径）5 m）である。ここで作成した UNAS を写真一 2 に示し、原理を図一 2 に示す。20 kHz 以上の高い



写真一 2 UNAS と LDV からなるシステム



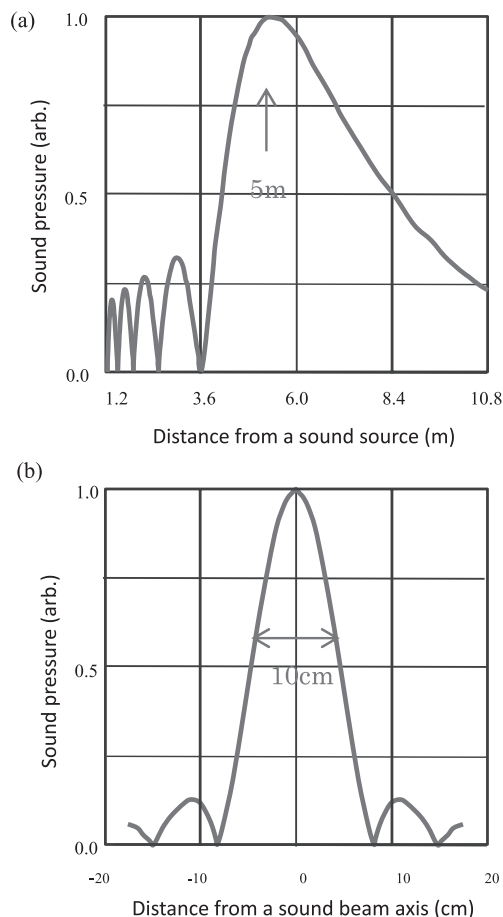
図二 強力超音波音源 UNAS の原理

周波数で人間が音として知覚できない超音波を搬送波とし、オーディオ振動で振幅変調された変調波を非線形性が生じる大きな振幅で空気中に放射する。変調波が空気中を伝搬する過程で空気の非線形性により 2 次歪みを生じる。2 次歪みが波長の短い変調波の音場に沿って生じ、仮想的な音源となって指向性が高い音場が形成できる。超音波帯域の音は人間の聴覚特性により聞き取ることはできず、2 次歪みの中に含まれる可聴帯域のオーディオ信号のみが復調され聞き取ることができる。本システムでは、この可聴音域のオーディオ信号で加力し、発生した振動をレーザー Doppler 振動計で測定する。

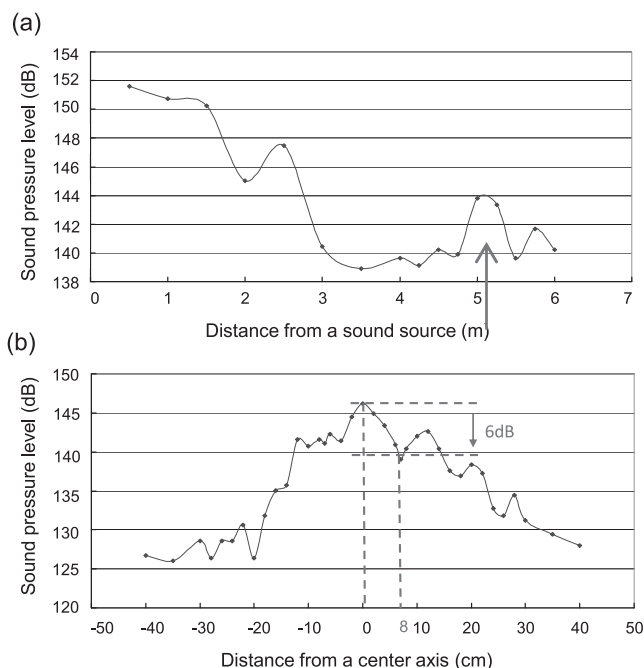
(2) 形成される音場

本送波器により、波長 8 mm の超音波（約 40 kHz）を送波する場合に形成される音圧分布の理論値を図一 3 に示す。図一 3 (a) より、軸上音圧は焦点距離（曲率半径）に対応する距離 5 m 近傍で最大となる。図一 3 (b) の焦点面上の音圧分布から、中心から約 5 cm の位置で 0 となり半値幅（超音波のビーム幅）は約 10 cm となる。

実際に、搬送波である 40.35 kHz の音圧分布を超音



図—3 音圧分布の理論値

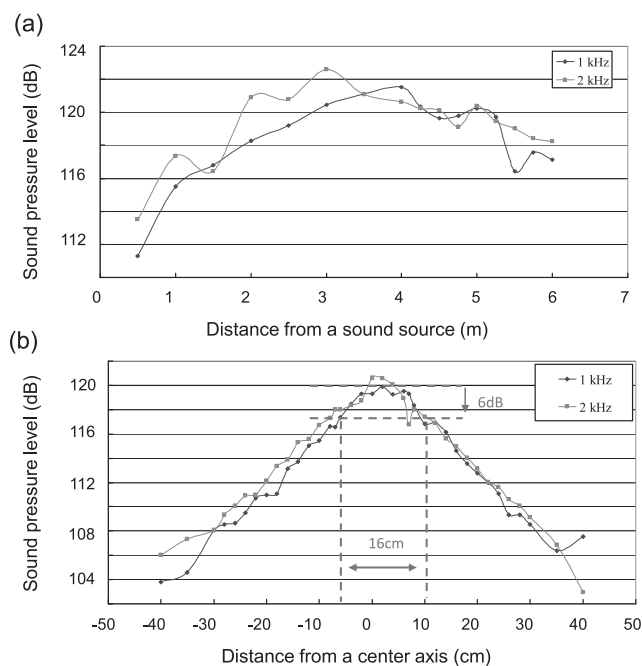


図—4 搬送波の音圧分布

波も測定可能なマイクロフォン（100 kHz まで感度を持つ）を用い計測した結果を図—4 に示す。図—4(a) に示すように軸上では音源近傍で音圧が特に大きく、5 m 付近で再度ピークが見られる。5 m 位置における

軸直角方向の分布（図—4 (b)）から、+8 cm でおおよそ 6 dB (1/2) 程度低下していることから、発生した超音波のビーム幅は約 16 cm 程度であることが分かる。また、ビーム幅の大きさや軸上の 5 m までの挙動も理論値と異なっている。これは室内計測による反射波および残響波による影響と、円形凹面送波器の製作精度による影響と考えられる。

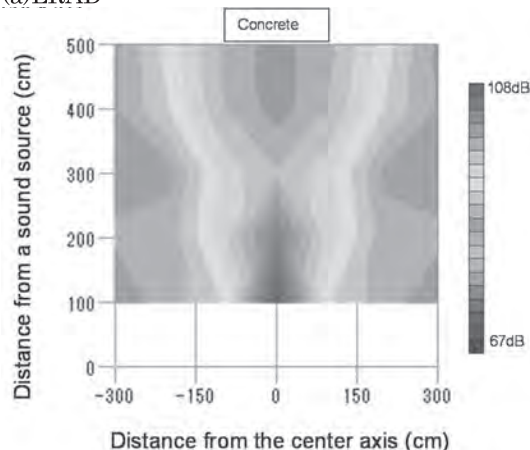
次に、可聴帯域の音圧分布を 1 kHz と 2 kHz について計測した結果を図—5 に示す。図—5 (a) に示すように 1 kHz では音源から 4 m 地点、2 kHz では音源から 3 m 地点とそれぞれ異なった位置で最大ピークが見られる。また、焦点距離である 5 m 位置での方位方向音圧分布（図—5 (b)）から、おおよそ 6 dB (1/2) 低下している可聴音のビーム幅は約 16 cm 程度であることが分かる。この結果から、可聴音域については周波数に依存せずに、音源から 5 m の位置で最大値 120 dB (SPLre 20 μ Pa) の駆動音圧が形成されていることが分かる。



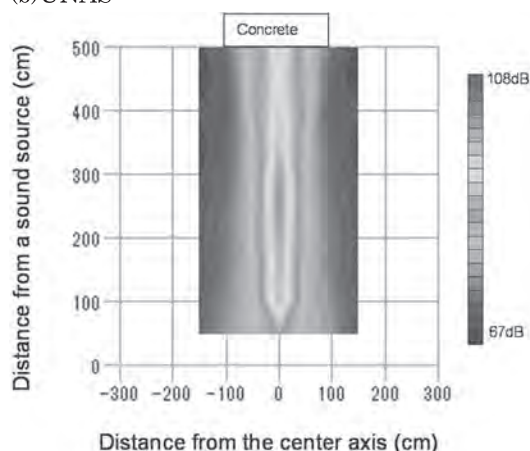
図—5 可聴音の音圧分布

最後に、実際の測定時を想定し、音源から 5 m 離れた位置にコンクリート試験体（2 × 1.5 × 0.3 m³）を正対させた場合の音圧分布を精密騒音計により計測した（高さ 1.5 m で 10 秒間の最大音圧値を測定）。送信音波として 1 kHz の正弦波 9 波（9 msec）をインターバル 100 msec でバースト駆動したものを用いた。また、音圧はコンクリート表面上で 100 dB 程度になるように調整した。図—6 に、従来音源（LRAD）の結果と強力超音波音源の結果を示す。従来音源では、中

(a)LRAD



(b)UNAS



図一六 探査時の音圧分布

心軸から3m離れても80dB程度の音圧が発生しているが、UNASでは1.5m離れで、70dB以下まで低下していることが分かる。

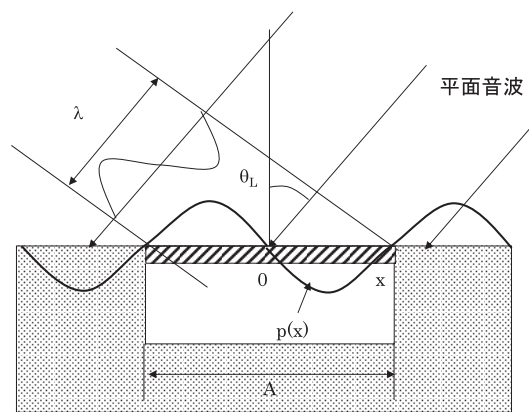
(3) 斜め入射の影響

コンクリート面に対し、角度を持って、従来音源LRADで平面波を入射させた場合と、強力超音波音源UNASでビーム波を入射させた場合の駆動音圧へ与える影響を、理論的に検討した。

(a) LRAD の場合

LRADでは、5m以上の離隔になると1m以上の広いビーム幅となり、欠陥部の大きさに比較し大きいいため、一様な平面波が入射されると考える。入射音波の励振効果は、対象面に関する入射音圧の面積に比例するため、斜め入射により対象面で1周期の位相差が生じると相殺され、駆動しにくくなる。図一七に示すように斜め入射により1周期の位相差が生じ、相殺され駆動しにくくなる許容入射角度 θ_L は

$$\theta_L = \sin^{-1} \frac{A}{\lambda}$$



図一七 音波の入射と駆動力 (LRAD)

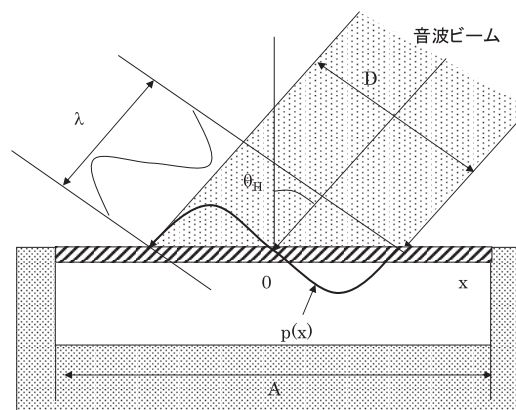
となり、許容入射角度は、欠陥径（平面的規模） A と波長 λ の関数となる。本式から、欠陥径が大きいケースでは、許容入射角 θ_L が小さくなることが分かる。

(b) UNAS の場合

UNASの場合は、集束することにより、ビーム幅 D を極端に小さくすることが可能となる。したがって、図一八に示すようにビーム幅 D が欠陥径 A よりも小さい場合を仮定する。この場合、許容入射角度 θ_H は

$$\theta_H = \tan^{-1} \frac{D}{\lambda}$$

となり、ビーム幅 D と波長 λ の関数となって、欠陥径 A とは無関係となる。

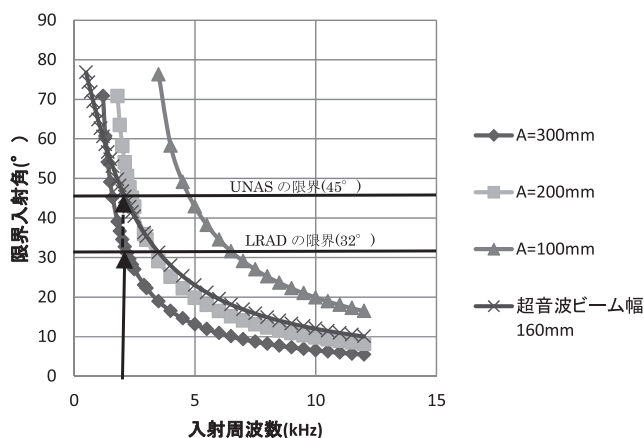


図一八 音波の入射と駆動力 (UNAS)

(c) 許容入射角の比較

LRADについて、欠陥径を変化させ、入射波の周波数と許容入射角度の関係を図一九に示す。これらの曲線の下側で探査が可能となる。例えば、 $\phi 300$ mm 深さ60 mmの欠陥では一次の固有周波数（円形板曲げ振動）が2.1 kHzであり、 32° が許容入射角度になる。深さが大きくなると一次の固有周波数が大きくなり、許容入射角度が小さくなることが分かる。

一方、UNASでは、ビーム幅が決まれば、欠陥径



図一9 欠陥の大きさ、入射周波数と限界入射角の関係

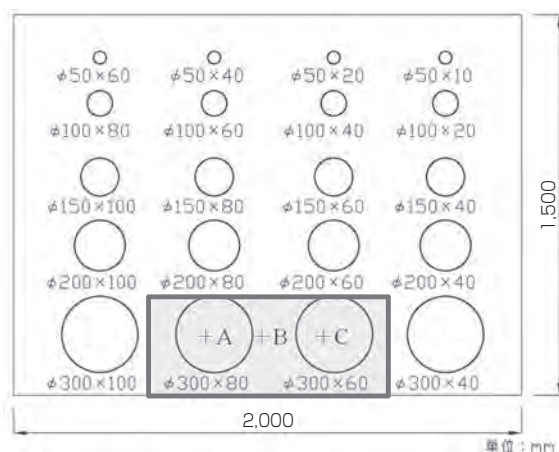
と関係なく、入射波の周波数と許容入射角度の関係が決まる。ビーム幅を 16 cm として計算すると、2.1 kHz では 45° まで許容入射角度が大きくなる。したがって、LRAD に比較し、10° 許容入射角度が大きくなり、例えば壁面を 10 m 離れた位置から測定する場合、LRAD では高さ 6.4 m 程度までだが、UNAS では高さ 10 m まで測定が可能となることが分かる。

(4) UNAS と LDV からなるシステム

UNAS とシングルポイントレーザドプラー振動計 (LDV) を組み合わせたシステムを製作した。写真一 2 に示すように、音源中心部に振動測定のためのレーザを通過させる穴 (20 mm) を開けた。音源の後ろには LDV を載せる架台を設け、焦点の位置と LDV による振動測定点を一致させるように工夫した。LDV は防振ケースで覆っている。

3. 円形空洞欠陥試験体の測定結果

欠陥径と設置深さを变化させた円形空洞欠陥試験体



図一10 円形空洞を模擬した試験体

を用い、UNAS と LRAD の 2 種類のシステムを用いた探査結果を比較し、UNAS の基本性能および斜め入射性能を検討した。

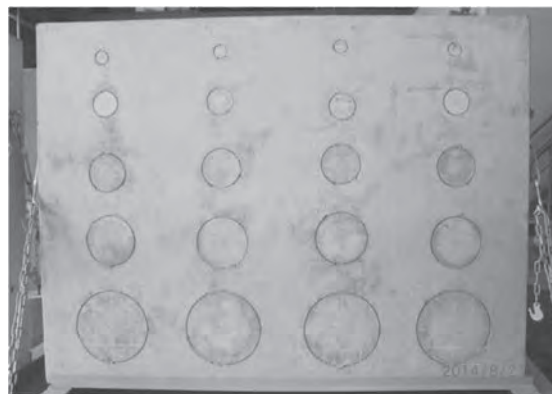
(1) 使用した試験体

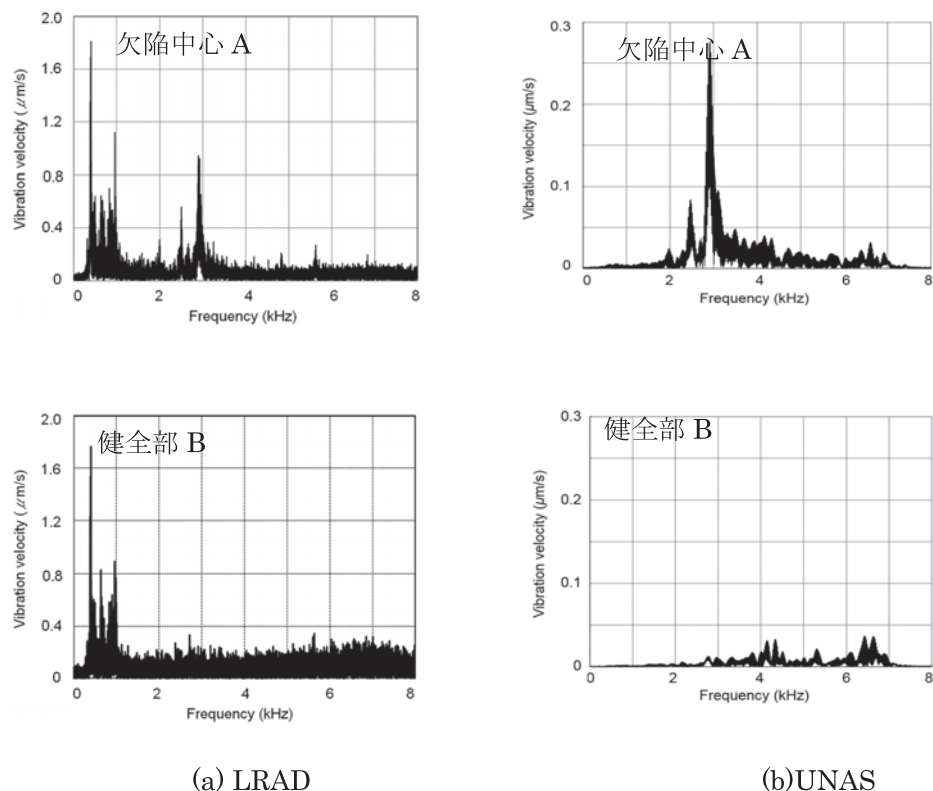
異なる大きさと深さ (表面から空洞までの距離) を有する円形空洞試験体を用いた。円形空洞は、厚さ 25 mm の発泡スチロールで模擬した。円形空洞の直径は 50, 100, 150, 200, 300 mm, 深さは 10, 20, 40, 60, 80, 100 mm で、20 個の円形空洞欠陥を 2,000 mm × 1,500 mm × 300 mm の直方体の試験体内に設置した。

(2) UNAS の基本性能の確認

2 種類の音源を用い ϕ 300 深さ 80 mm の空洞欠陥の探査を行った。測定は、試験体から 5 m 離れた位置 (試験体に正対) に従来システム及び強力超音波システムを配置して、音源からは 500 ~ 7,000 Hz のトーンバースト波を発生させた。音圧は試験体前面で 100 dB である。図一 10 に示す ϕ 300 深さ 80 mm の空洞欠陥における欠陥中心と健全部の 2 点について 2 種類の音源を用いた音響探査法を実施し、FFT 分析結果で比較し、図一 11 に示す。これらの結果から、

- ・ どちらの音源でも、欠陥中心部で一次の固有振動 (2,900 Hz) が発生している。
- ・ 発生する振動速度は、UNAS (点加振) は LRAD (面加振) に比較し、1/10 程度である。ただし、UNAS のノイズフロアが低いいため、欠陥における共振が観測されている。
- ・ 健全部におけるノイズでも、LRAD の結果に比較し、UNAS では小さい。
- ・ LRAD を使用した場合、LDV では 1 kHz 以下に特有の共振が発生するが、UNAS では音圧が低いた





図—11 φ 300-80 離隔 5 m 直角入射

め、この共振は見られない。

(3) 斜め入射性能の検討

斜め入射性能を検討するため、2種類のシステムを用いφ 300深さ60 mmの空洞欠陥の探査をコンクリート面とシステムのなす角度（試験体を回転させる場合は、試験体の法線方向とシステム・試験体を結ぶ線のなす角度）を変化させ、斜め入射性能を検討した。欠陥中心点（図—10 C点）における固有周波数の振動速度を0°（正対）の結果で基準化し、整理した。入射波はLRADについては500～7,000 Hzのトーンバースト波、強力超音波音源については2,100 Hz9波のバースト波（持続時間3 ms、インターバル100 ms）を用

いた。音圧はコンクリート表面で100 dBになるように調整した。角度は0°, 15°, 30°, 45°, 60°に変化させた。

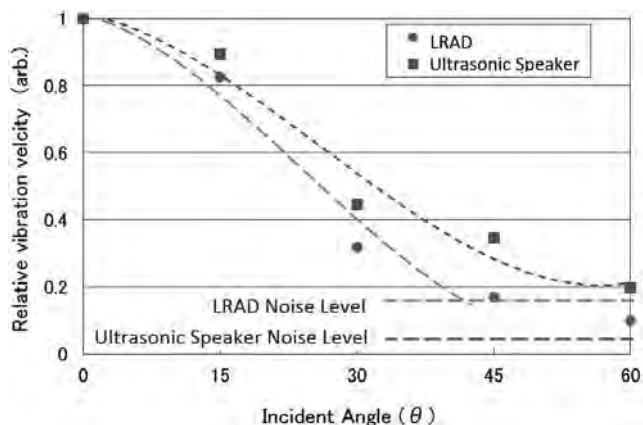
その結果、以下の結果が得られた。

- ・強力超音波音源では、60°の斜め入射においても固有振動の確認ができたが、従来音源LRADでは30°以上では固有振動がノイズレベル以下となり、確認できなかった。
- ・これは、2章で説明したLRADの許容入射角度の理論値32°と良好に一致している。

4. おわりに

強力超音波音源UNASを開発し、基本性能を調べ、それを用い音響探査を実施した。それらの結果、以下のことが分かった。

- ・5 m離隔で音響探査法が可能な強力超音波音源UNASを実現することができた。
- ・強力超音波音源UNASは、従来音源LRADに比較し測定時に周辺環境へ及ぼす影響を低く抑えることができる。
- ・強力超音波音源UNASは、従来音源LRADに比較し、平面波による干渉効果が小さいため、斜め入射による測定可能範囲をより広げることができる。



図—12 φ 300-60 離隔 5 m 斜め入射の結果

《参考文献》

- 1) 歌川紀之, 北川真也, 杉本恒美: トンネル点検に対する弾性波法非破壊検査技術 — 打音法, 音響探査法の紹介 —, 建設機械施工 Vol.66 No.11, 2014.
- 2) 歌川紀之, 赤松亮, 杉本恒美: 音響探査法を用いたコンクリート構造物の健全性評価, 佐藤工業技術研究所報, No.36, pp.15-20, 2011.
- 3) 歌川紀之, 片倉景義, 赤松亮, 杉本恒美: 音響探査法を用いたコンクリート構造物の健全性評価 (2), 佐藤工業技術研究所報, No.37, pp.13-18, 2012.
- 4) 歌川紀之, 片倉景義, 赤松亮, 杉本恒美: 音響探査法を用いたコンクリート構造物の健全性評価 (3) — トーンバースト波とタイムゲートを用いた S/N 比の改善 —, 佐藤工業技術研究所報, No.38, pp.15-22, 2013.
- 5) 歌川紀之, 片倉景義, 赤松亮, 杉本恒美: 音響探査法を用いたコンクリート構造物の健全性評価 (4) — 現地構造物への適用 —, 佐藤工業技術研究所報, No.39, pp.7-12, 2014.
- 6) 杉本恒美, 赤松亮, 歌川紀之, 片倉景義: コンクリート非破壊検査のために遠距離非接触音響探査法, コンクリート工学年次論文集 vol.36, No.1, pp.2062-2067, 2014.
- 7) 歌川紀之, 赤松亮, 杉本恒美, 片倉景義: 音響探査法における欠陥の探査アルゴリズムの検討, コンクリート工学年次論文集, vol.36, No.1, pp.2068-2073, 2014.
- 8) 中島悠輔, 吉村健, 仲信彦, 大矢智之: 携帯型指向性スピーカーの試作, NTT DoCoMo テクニカルジャーナル, Vol.14, No.1, pp.25-31, 2006.

[筆者紹介]

歌川 紀之 (うたがわ のりゆき)
佐藤工業㈱ 技術研究所
首席研究員



黒田 千歳 (くろだ ちとせ)
佐藤工業㈱ 技術研究所
主席研究員



杉本 恒美 (すぎもと つねよし)
桐蔭横浜大学大学院・工学研究科
教授





宇宙応用を目指した 先端材料宇宙曝露実験

渕 田 安 浩

将来の構造物を目指した先端材料であるカーボンナノチューブ（CNT）について、国際宇宙ステーションにて曝露実験を実施中である。CNT を利用した先端材料は、高引張強度・軽量・高電導性・低熱伝導率であることから、航空宇宙材料としての応用だけでなく、建設用・自動車用・電線用などの地上向けの材料としても有用である。帰還後の曝露試験体は、力学特性、電気特性、宇宙空間での劣化耐久性などを分析予定である。

キーワード：カーボンナノチューブ、国際宇宙ステーション、宇宙曝露実験、力学特性、きぼう

1. 実験の目的

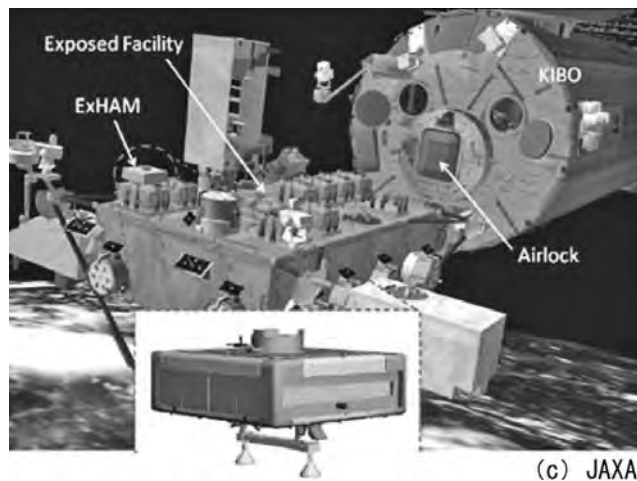
本実験は、カーボンナノチューブ（CNT）の宇宙曝露環境における耐久性を検証することを目的としている。CNT から構成する標準試験体と、他の炭素材料から構成する比較試験体を用いて耐久性の差異、曝露の期間および位置による劣化の差異を把握する。

CNT は、軽量（アルミニウムの約半分の比重）、高機械強度（鉄鋼の約 20 倍の引張強度）、高弾性、高電流密度（銅の 100 倍以上）、高熱伝導性（銅の 5 倍以上）などの優れた特性を持っており、将来、地上用あるいは宇宙用の構造材料としての用途が期待されている。供用に当たり、CNT の材料としてのさまざまな環境における耐久性のデータが必要である。

ところが、CNT の宇宙環境曝露下の劣化傾向はほとんど知られておらず、原子状酸素（AO）、放射線、紫外線（UV）、熱サイクル等の劣化傾向が懸念されている。それぞれ個別の影響評価は地上対照実験でも可能であるが、宇宙環境を模擬した複合環境実験は地上施設では不可能である。実際の宇宙環境下の実験は、実験試料が回収可能な日本宇宙実験棟「きぼう」（写真—1 参照）を用いた実験で実現可能である。また、耐 UV 特性、耐温度ストレス特性を把握することにより、将来的には地上の構造物への用途も期待できる²⁾。

2. 実験の概要

実験のスケジュールを表—1 に示す。本実験は、ExHAM（Exposed Experiment Handrail Attachment



写真—1 「きぼう」と ExHAM¹⁾

表—1 実験のスケジュール

年月	項目
2014 年 3 月	ExHAM 利用テーマ募集への応募
2014 年 11 月	フライト準備移行審査
2014 年 11 月 ～2015 年 2 月	適合性確認試験・フィットチェック
2015 年 1 月～2 月	安全検証試験
2015 年 2 月	安全審査・認定試験度審査・出荷前審査
2015 年 4 月	第一次試験体サンプル打上げ
2015 年 5 月	船内で搭載サンプル取付け・船外へ ExHAM 取付け・曝露実験開始
2015 年 8 月	第二次試験体サンプル打上げ
2015 年 11 月	第二次試験体サンプル曝露実験開始
2016 年 6 月予定	第一次試験体船内取込み
2016 年 8 月予定	第一次試験体回収
2016 年 11 月以降	第二次試験体船内取込み

Mechanism) 利用テーマのひとつとして、宇宙航空研究開発機構との共同研究として実施中である。実施主体は、大林組、静岡大学、有人宇宙システムである。実施主体のそれぞれの分担を表―2に示す。

表―2 実施分担

大林組	・とりまとめ ・計画 ・試験体台製作 ・評価
静岡大学	・試験体製作 ・試験実施 ・分析 ・評価
有人宇宙システム	・試験体製作支援

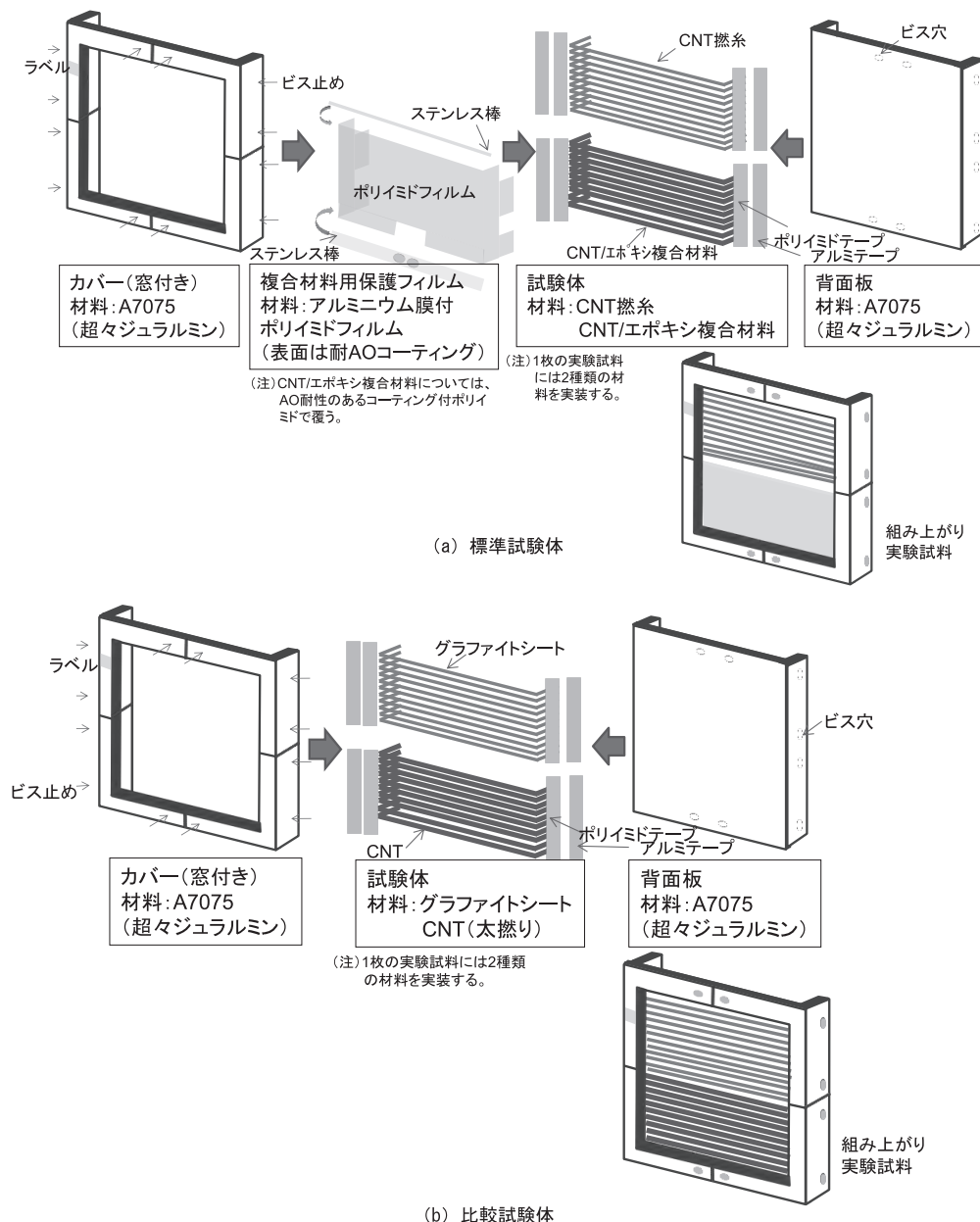
(1) 実験試料

実験試料としては、標準試料として、CNT 撚糸と CNT / エポキシ複合材料とする。標準試料は、静岡大学井上翼研究室で作製したものである。比較試料として、グラファイトシート (パナソニック製 PGS) とする。

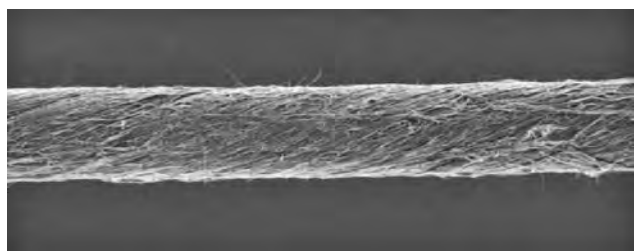
〈標準試料〉

① CNT 撚糸 (写真―2 参照) ^{3), 4)}

- ・最短 10 cm (引張試験可能最短長さ)
- ・多層カーボンナノチューブ (直径約 20 nm) を撚ったもの (普通撚り・太撚りの 2 種)
- ・カーボンナノチューブ短繊維は同一仕様
- ・本数 (複数)
- ・2 枚のプレートで圧着することにより固定



図―1 実験試料組み込み形状



写真—2 CNT 燃糸（普通燃り）の電子顕微鏡像

② CNT／エポキシ複合材料⁵⁾

- ・カーボンナノチューブシートをエポキシ樹脂で成形したもの（厚み約 50 μ m）
- ・本数（複数）
- ・2枚のプレートで圧着することにより固定
- ・表面は、AO 耐性のあるコーティング付きポリイミドフィルムで覆う

〈比較試料〉

- ### ① グラファイトシート（PGS）・市販品，高分子フィルムを高温熱分解によりグラファイト化して得られた高配向性黒鉛

(2) 実験試験体の組み込み形状

実験試料の組み込み形状を図—1に示す。標準試験体として、CNT 燃糸と CNT／エポキシ複合材料を同一の試験体に搭載した。比較試験体として、グラファイトシートを用いるが、半分のスペースには、CNT の太燃り試料を同一試験体に搭載した。写真—3および写真—4に試験体の外観を示す。

(3) 試験体の曝露条件

標準試験体は計3体，比較試験体は1体とした。それぞれの試験体には、2015-1～2015-4までの通し番号を付けた。試験体の曝露条件とスケジュールを表—3に示す。

(4) 試験体の評価

宇宙曝露後の試料は地上で評価試験を行う。また、同じ実験試料を用いた地上対照試験試料にも同様の試験を行い、評価する。評価項目を表—4に示す。

3. 今後の展開

本実験では、カーボンナノチューブの宇宙曝露環境での耐久性の検証を目的とした。カーボンナノチューブは、構造材料として、地上用・宇宙用で広い用途に活用が期待される材料である⁶⁾。この実験を通してその強靱性、寿命などを検証していきたい。また、その



写真—3 標準試験体（2015-1）



写真—4 比較試験体（2015-2）

表—3 試験体の曝露条件とスケジュール

番号	2015-1	2015-2	2015-3	2015-4
ExHAM 号機	1	1	1	2
進行方向 搭載位置	背面	背面	背面	前面
試験体	標準	比較	標準	標準
曝露実験 開始	2015 年 5 月	2015 年 5 月	2015 年 5 月	2015 年 11 月
曝露期間	約 2 年	約 1 年	約 1 年	約 1 年

表—4 評価項目

目的	項目	内容
機械的特性調査	質量	試験前後のマクロ変化
	引張強度 (ヤング率)	強度の変化
電気的特性調査	電気伝導率	電気伝導率の変化
外観調査	SEM	ミクロスケール観察
	TEM	ナノスケール観察
欠陥の変化	ラマン分光	分子レベルの構造変化
原子修飾変化	XAFS	酸化状態測定

影響の定性・定量的な解析から、将来的には、劣化の保護方法、修復方法なども検討したい。引き続き、材料の広範囲な応用、用途の拡大を図っていきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) <http://iss.jaxa.jp/kiboexp/equipment/ef/exham/>
- 2) 大林組, 季刊大林 N0.53 「タワー」, 宇宙エレベーター建設構想, 2012年2月.
- 3) Inoue, Y. et. al., Anisotropic carbon nanotube papers fabricated from multiwalled carbon nanotube webs, CARBON, 49 (2011), pp. 2437-2443.
- 4) 井上翼: 連続乾式によるカーボンナノチューブ紡績糸, 日本画像学会誌, 第53巻, 第1号, 71-76, 2014.

- 5) 小笠原俊夫, 他: 配向カーボンナノチューブ/エポキシ複合材料の力学特性, 日本複合材料学会誌, 39, 6 (2013), 240247.
- 6) 石川洋二, 他: 2F14 宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験テーマについて, 第59回宇宙科学技術連合講演会講演集, JSASS-2015-4317, 2015.10.7-9.

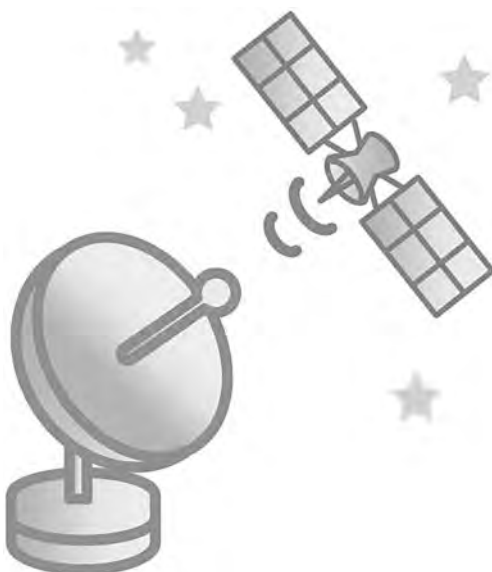
〔筆者紹介〕

潤田 安浩 (ふちた やすひろ)

㈱大林組

技術本部 技術研究所 技術ソリューション部

主任研究員



ずいそう

我が家のメンテナンス

佐藤 弘 史



1. はじめに

長い間茨城県に住んでおりましたが、4年ほど前から大阪で働くようになり、夫婦で大阪に引っ越してきました。茨城県には自宅があり、ここ数年は家だけが残っている状況です。ひと月に1度程度東京に出張する機会があり、その折に家に寄り、空気の入れ替えなどをしていますが、メンテナンスとしては十分ではありません。いろいろなものの調子が悪くなるという、新たな発見があります。視点を変えると、我が家のメンテナンスに関し、頻度の影響を検討できる貴重な機会が与えられた、と捉えることもできますので、そのいくつかをご紹介しますと思います。なお、「我が家」の家屋本体についてはまだ大きな損傷が認められていませんので、ここでは家に付属する耐久性消費財に関する記述が中心になります。

2. 自動車

大阪では交通の便が良い所に住んでいるため、自動車は必ずしも必要でなく、むしろ茨城の方で自動車が必要だろうということで、車を家に置いておきました。家に帰った時に、車を運転していましたが、1年たった頃でしょうか、バッテリーが上がり、エンジンが動かなくなりました。このため、自動車を手放すこととしました。毎日家に住んで適度に運転していれば、当然のことながら、このようなことは起こらなかったと思います。

3. ガス給湯器

大阪に移って最初の冬に、茨城の家の外に置いてあるガス給湯器から、水が漏れていることに気が付きました。修理をお願いしたところ、給湯器の中の水が凍り、壊れて水が漏れた、とのことでした。給湯器そのものは2、3年前に更新していますので、老朽化というより凍害が原因だと思います。それ以来、冬に茨城の家を出るときには、給湯器の水を抜くことにしており、このような被害を防いでいます。これなども、毎日ガ

ス給湯器を使っていれば給湯器の中の水の温度も高く、凍害の発生する確率は低くなったものと思われる。

4. アンテナ

大阪に移って1年経過したころに、テレビ用アンテナが折れているのに気が付き、すぐに撤去してもらいました。このアンテナは、設置から15年程度経過していましたので、疲労などによるものと思われます。毎日住んでいても壊れる時期は変わらなかったと思いますが、異常にはすぐに気付くと思います。今回はたまたま屋根から落ちる前に気づき対処したため、ご近所にご迷惑をかけずに済みましたが、タイミングが悪かったり、点検間隔が長かったりすると、適切な対応が取れず、より大きな被害に発展する可能性があったものと思われます。

5. 庭

自宅に住み始めた頃は、庭にいろいろな草花を植えていましたが、そのうちローズマリー等ハーブの旺盛な生命力に圧倒されるようになり、専門家に頼みこれらの草花を撤去してもらい、シンプルな芝生の庭にしました。今度こそ手入れをしようと、手動の芝刈り機を購入しましたが、間もなく大阪に引っ越すことになりました。毎日自宅にいても十分な手入れができない私ですので、月に1回の手入れになると、2、3年で庭が雑草だらけになりました。このため、先ごろ再度専門家に依頼し、雑草を除去してもらいました。毎日点検・メンテナンスができる状況であっても、必ずしも良好な状態を保てるとは限りませんが、1月1回よりはいくらかましな状態にできたのではないかと思います。

6. 車庫の伸縮扉

先日、車庫の伸縮扉の部材を繋ぐビスが外れていることに気が付きました。それも1か所ではなく、数か

所外れていました。応急処置としてビニールの紐で部材を結びましたが、新しい伸縮扉に交換することとしました。この扉は設置してから20年近く経過しており、強風などによる疲労によって損傷したものと考えられます。車を置いていた時には、車により扉への風の影響が多少緩和されていましたが、自動車を処分してからは強風が直接作用し、損傷を早めたものと思われます。今回は道路側に吹き飛ばされる前に気づき、ご近所にご迷惑をかけずに済みましたが、タイミングが悪かったり、点検間隔が長かったりすると、適切な対応が取れず、より大きな被害に発展する可能性があったものと思われます。

7. おわりに

家を点検したりメンテナンスしたりする頻度が、

月に一度になった場合、家にある耐久消費財がどのように損傷・劣化していくかを、私の体験をもとに記しました。自動車とかガス湯沸かし器のように運転する機器は、運転頻度が下がるにつれ調子が悪くなるように思われます。庭のように手入れが必要なものも、手入れの機会が少なくなるにつれ、状況が悪くなるように思われます。アンテナとか伸縮扉のようなものは、劣化の進み方は変わらないと思いますが、損傷を発見し2次的な被害を防ぐ点に関しては、毎日の点検が有効と思われます。

家屋本体に及ぼす影響についてはまだわかりませんが、毎日家に住むということが、家に関わる耐久性消費財を良好な状態で維持したり、2次被害を防いだりするうえで有効であることを、再確認しています。

——さとう ひろし (株)IHI インフラシステム 技術顧問——



ずいそう

地方は都会の設備投資

花 原 俊



今年の夏を迎えますと私 70 歳と成ります。

鳥取で生まれ、鳥取で育ち、今まで大きな病気、入院、ケガもせずここまでこられた事を大変喜んでいます。

地域の方々、会社とここまで取引して頂き、付き合っ
て頂いた関係者の方々、何よりも一緒に働き努力をし
てくれた職員に感謝する次第です。

“鳥取”は本当に良い所です。でもその鳥取に今変
化が生まれています。ここ 2～3 年地方ではいずこも
同じだと思いますが、求人を出し、人を募集しても、
就職希望者がこないのです。何年か前までは就職時期
を迎えますと、毎日の様に学校から連絡があり、泣く
様に担任の先生から面接の御願いが有りました。

しかし今では一度も誰一人、募集しても来ないので
す。

聞くとところによると、就職率 95%、実業高校でも
大学進学率 65%との事で、これが実体、無理もあり
ません。

考えてみますと、全国地方の子供を持つ親は、毎日
毎日一生懸命働き、都会に出た学生に仕送りをし、4
年間支援をしています。

しかし、いざ卒業しても地元には帰らず、都会に就
職を求めて定住します。

自県に帰ってくる人は何と 20.7%との事です。

これではまさに、地方が都会を支え、地方が都会の
為の「設備投資」なのです。

会合の時に私はよく口にする事があります。

地方は都会への設備投資、これは大きな意味がある
のです。若者は地方に帰らず都会に根を下ろします。
設備した金は返るどころか、税も消費も全くないので
す。それどころか、町から若者がいなくなり高齢者ば
かりに成ります。国全体も人口は一年に 100 万人近い
数で減っています。他人事ではなく、特に地方にお住
まいの方々、自分の事と受け止め、真摯に取り組む時
と考えます。地方は良い所が沢山あります。地方があ
ってこそ都会があるのです。一人でも流出を防ぐ、そし
て地方の時代を作っていく事を皆で努力しようではあ
りませんか。

当社では鳥取の地で 53 年間、大手建設機械メーカ
ーの販売及びサービス（修理）の代理店を続けています。

建設工事関係の機械メーカーは、次々と新機種の発
表、モデルチェンジに加え、人と地球に優しいエンジ
ンの開発に努力し、いち早く市場に導入してきます。
我々サービス工場は日々勉強会の中で対応しなくては
有事対応出来ません。人を育てる技術を身に付けてこ
そ、お客様に迷惑をかけぬ様しっかりとしなければ成
らないのです。これからの時代、立派な技術者を作り、
サービス工場の確立、維持が問われてきます。

一人でも県外流出を止め、都会の設備投資を続ける
事なく、努力していく、そして地方から、物造り、直
せる物は直して再使用するその技術を作り上げていか
なくてははいけません。壊れた物は捨てる、新しい物を
買えばいい、そんな時代は終わりにきています。物を
大切にするその心は幼少期の時から教え物を大切にす
る心を教えていく必要があります。

その為にもどんな部門でも直す技術は必要となりま
す。若者が一人でも多く技術者の道に進むことを毎日
願うばかりです。

売るだけではなく、末長く保守点検をし、愛車とし
て使って頂く事、それらを守らせて頂く仕事を末長く
続けていく考えは変わりません。

県や市、商工会も色々と対策を考えている様ですが、
未だに人材不足に効く良薬は無い様です。我が社でも
サービス（修理）マンの育成に頭が痛い事です。

これから人は減少し、職人と言われる、“物造り、
物を直す仕事”に就く人はいるのだろうかと思うと心
が痛みます。

若い技術者が町からいなくなる、修理すれば再生可
能な物まで置き去りにしてしまう、そんな時代が来る
のではと思う毎日です。

今年も同様 3 名の募集をしていますが、はたして来
てくれる学生はいるのか今から心配でなりません。今
後この地に“人”の設備投資は生まれるのでしょうか。

県民上げて考える時ではないかと思っています。

私の机の上には、30年程前に某機械メーカーの鳥取支店社長が鳥取を離れる時残して頂いた、お釈迦さまの言葉があります。

この筆を読んで頂いた方、この言葉に一度目を通して頂き、老若男女、今からでも遅くはありません。

私は、何事についても向かっていく事を忘れず「現状打破」に挑戦し、迷い考えこむ時はいつもこの言葉に目を通しています。

原点に返って自分を一度見直してみてもいいでしょうか。

私はこの言葉が大好きです。

『現状打破』

お釈迦様は

「もろもろの現象はうつりゆく、怠らず努力するのが良い」

と言っておられます。

これは世の中は万物流転どんどん変わっていくのだ、だからこれでいいと言う事は「絶対」にないのだといっているのです。

我々の仕事においても常に原点に返って出直すことがつまり「現状打破」が必要でありそれだけ進歩につながるのです。

現状はある意味で非常に「居心地」のよい世界ですから、これを打破する勇気がいるのです。

しかしそれをしなければ負けてしまうのです。

——はなばら たかし 三洋重機㈱ 取締役社長——



平成 28 年度

第 28 回 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 1）

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

平成 28 年度は、大賞部門には 12 件、地域賞部門には 3 件の応募があり、その中から日本建設機械施工大賞選考委員会（委員長：深川良一 立命館大学教授）において厳正な審査を行った結果、下記のとおり、大賞部門で 4 件、地域賞部門で 2 件が選考され、去る 5 月 27 日に開催された当協会通常総会後、表彰されましたのでご紹介致します。

なお、誌面の都合上、一部表記を原文とは異なる表現とさせていただいておりますことをお断りします。

受賞業績及び受賞者

■大賞部門

最優秀賞

- ・ ICT 技術を活用した CIM による次世代無人化施工システム

(株)熊谷組、共栄機械工事(株)、(有) E-MEC

IoT を活用した大規模無人化施工の長期実施事例であり、将来性を感じる。

i-Construction を推進する上で有益な技術であるなどと、多くの選考委員より高く評価された。

最優秀賞

- ・ シャフト式遠隔操縦水中作業機（T-iROBO UW）の開発

大成建設(株)、(株)アクティオ、極東建設(株)

水中作業用の機械開発に関する技術で、水中無人化施工のシステムとして、将来性を感じる。遠隔操作による水中施工を実用化しており将来性もあるなど、多くの選考委員より高く評価された。

優秀賞

- ・ 山岳トンネル施工の大幅な坑内環境向上に貢献する「新換気システム」の開発と実用化

清水建設(株)、流機エンジニアリング(株)、(株)エムシーエム

坑内環境向上に大いに貢献する技術であり、安全性向上が期待できる。労働環境改善も図れる新たな換気システムを実験検討も含め開発しているところがよいとして評価された。

優秀賞

- ・ 小型施工機械を用いた砂圧入式静的締固め工法「SAVE-SP 工法」の開発

(株)不動テトラ

経済性や周辺環境への影響などの面で優れており、実績も多くあることから信頼性も高い。着実な実施が求められる液状化対策の推進に有用であるとして評価された。

■地域賞部門

地域貢献賞

- ・ 降灰対策型路面清掃車の開発

豊和工業(株)

近年、火山災害が多いことから、更なる改良などが期待される。地域賞部門に相応しい技術であると判断されるなどとして、高く評価された。

地域貢献賞

- ・ 刈払機の事故対策ツール「スーパーカルマー」

(株)アイデック

現場の課題を反映しており、適用範囲も広いことから、今後全国的な展開が期待される。身近な機械の安全性向上に寄与している。石跳ねを無くしたことは評価できる。専門業者以外も一般に広く行われる除草作業の作業性を損わず安全性を高めたなどとして高評価を得た。

平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績

最優秀賞

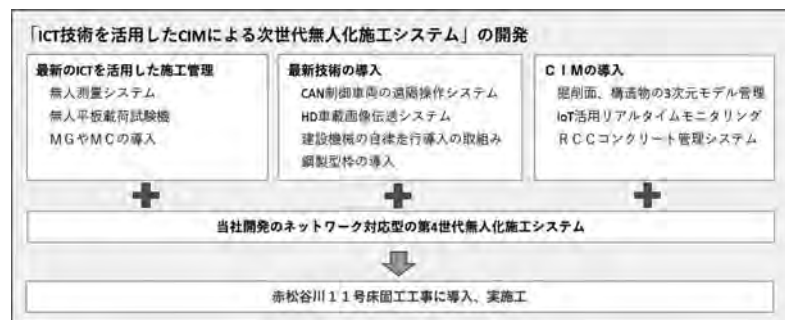
ICT 技術を活用した CIM による次世代無人化施工システム

(株)熊谷組、共栄機械工事(株)、(有)E-MEC

業績の概要

当社の開発したネットワーク対応型の第4世代無人化施工システムをベースに、最新の ICT を活用した施工管理、最新技術、CIM を導入した「ICT 技術を活用した CIM による次世代無人化施工システム」を開発した。このシステ

ムを国土交通省九州地方整備局発注、赤松谷川 11 号床固工工事へ導入して、トレーサビリティの明確化、業務の省力化、書類の削減等の成果があった。本技術は無人化施工システムだけでなく、i-Construction を目指した 1 つの事例でもある。



業績の特徴

主な新技術の導入

※②は(株)IHI、IHI 建機(株)との共同開発

③は青木あすなろ建設(株)、(株)大本組、西松建設(株)、(株)フジタ、(一財)先端建設技術センター共同開発

①鋼製型枠の使用



これまで難しかった無人化施工による鋼製型枠や設置作業を無人化施工で実施した。多彩な施工の可能性を示した。

②CAN制御車両遠隔操作システムの導入



建設機械に装備されたCANを使用して、通常の遠隔操縦用制御装置を使うことなく、操作レバーや車両情報を無線LANで伝送して操作することに成功。

③低容量型デジタル高精細画像伝送システムの導入



従来操作には難しかった高精細動画(1920×1080)30fpsを3.0Mbpsの低容量、70msec以下の低遅延でデジタル伝送が可能となった。

④建設機械の自律運転導入の取り組み



遠隔操作におけるオペレータの負荷を軽減、技術者不足の改善、品質・出来形の均一化等の効果のある、建設機械の自律走行導入の取り組みをして成功した。

CIM の導入

①着工前

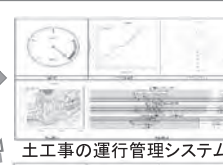


航空測量から現況地表面の3次元モデル、設計図面から掘削面や構造物の3次元モデルを作成した。3次元モデルは情報化施工の施工図面として展開した。

②施工中



モニタリングシステムのイメージ
各建設機械に加速度計、GNSS受信機、ICタグを搭載して情報の取得し、施工過程をリアルタイムで可視化し、情報の共有・活用を可能にするシステムを構築した。



土工事の運行管理システム
RCCコンクリート打設管理システム

③完了時



既存ソフトにより、構造物3次元モデルに品質・出来形・写真等の施工データをリンクさせる一元管理を行った。施工管理記録を瞬時に表示でき、工事データ維持管理を容易にできる。



最優秀賞



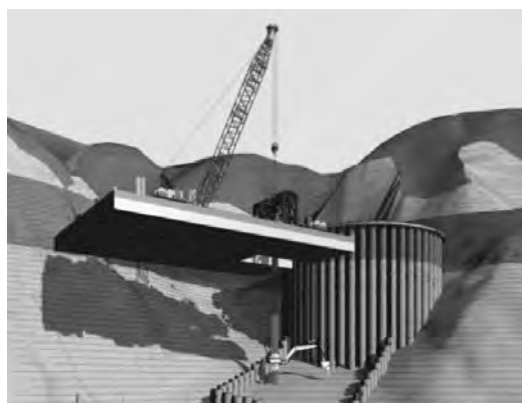
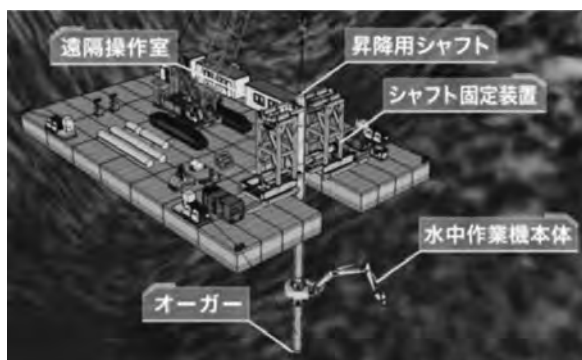
シャフト式遠隔操縦水中作業機（T-iROBO UW）の開発

大成建設(株), (株)アクティオ, 極東建設(株)

業績の概要

ダム湖内で行われる再開発工事では、多くの場合ダム機能を維持した状態での水中岩盤掘削を伴う。これまでは、大規模な栈橋を設置して、目視できない水中の岩盤を栈橋上から全周回転掘削機等により掘削し、細かな作業は潜水作業を併用して行われているが、工期の長期化、精度の低下、安全性に課題があった。

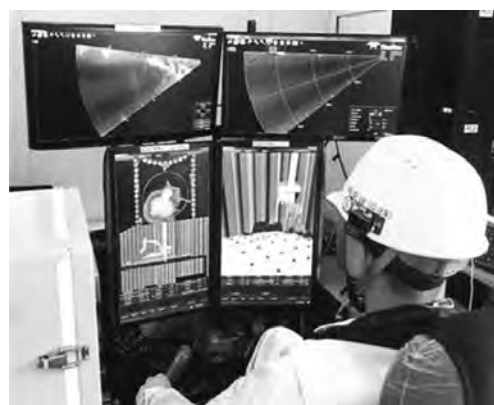
そこで、シャフトに油圧ショベルタイプ的水中作業機を取り付け、遠隔操作により施工する「シャフト式遠隔操縦水中作業機（T-iROBO UW）」を開発し、京都府宇治市の天ヶ瀬ダム再開発工事に適用した。



業績の特徴

「T-iROBO UW」は、水上の台船から湖底地盤へ下したシャフトに油圧ショベルタイプ的水中作業機を取り付けたものである。削岩、掘削、集積などの水中作業を遠隔操作でき、下記に示す特徴を有する。

- ・ 水中作業機本体をシャフトに取り付けたことにより、目視できない水中での作業機の位置座標を特定でき、細かい作業を行うことができる。また、急傾斜地でも固定、反力の確保が容易で、安定した姿勢で施工可能である。
- ・ 特殊な資格は必要なく、一般のオペレータで操作ができる。
- ・ 可視化技術としてマルチファンビーム（ソナー）による3D地形表示、作業機のアニメーション表示、超音波カメラによる水中映像に加え、水中マイクによる音声受信装置を搭載しており、大水深で視界不良の場所でも、地形の凹凸や作業音をオペレータが把握でき、臨場感のある作業環境での遠隔操作を可能にした。
- ・ 仮設栈橋が不要で、直接水中を確認しながら施工でき、潜水士が不要となるため、工期の短縮、工事費の削減、安全性の向上が図れる。
- ・ 水中作業機のアタッチメントは作業用途に応じて取り替えることができるため、さまざまな工事に適用できる。





優秀賞



山岳トンネル施工の大幅な坑内環境向上に貢献する 「新換気システム」の開発と実用化

清水建設(株), (株)流機エンジニアリング, (株)エムシーエム

業績の概要

大型自由断面掘削機による2車線道路トンネルの掘削粉じん対策を目的としたトンネル新換気システムを開発し、切羽で発生した高濃度の粉じんを切羽直近にて大幅に削減し作業環境の改善を実現した。

【導入効果】

①作業環境改善

粉じん除去率：99.8 %

②視界確保による安全性向上

③集じん機消費電力削減 ▲17 %

④掘削サイクルタイム削減 ▲14 %

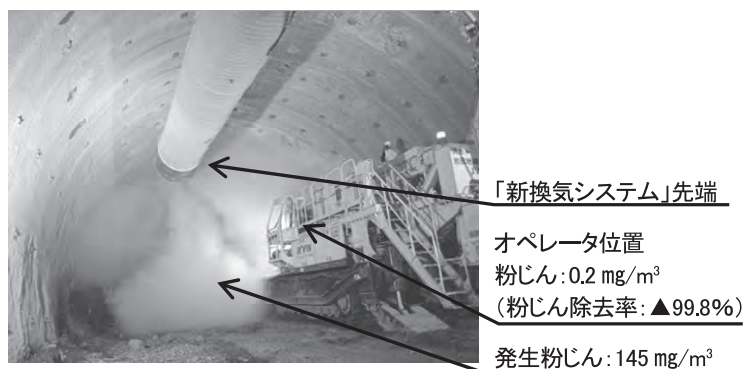
業績の特徴

複数の要素技術を用いてトンネル切羽直近に空気の壁を作り出し、汚れた空気を封じ込めることを実現した。これにより粉じん除去の効率を大幅に改善した。

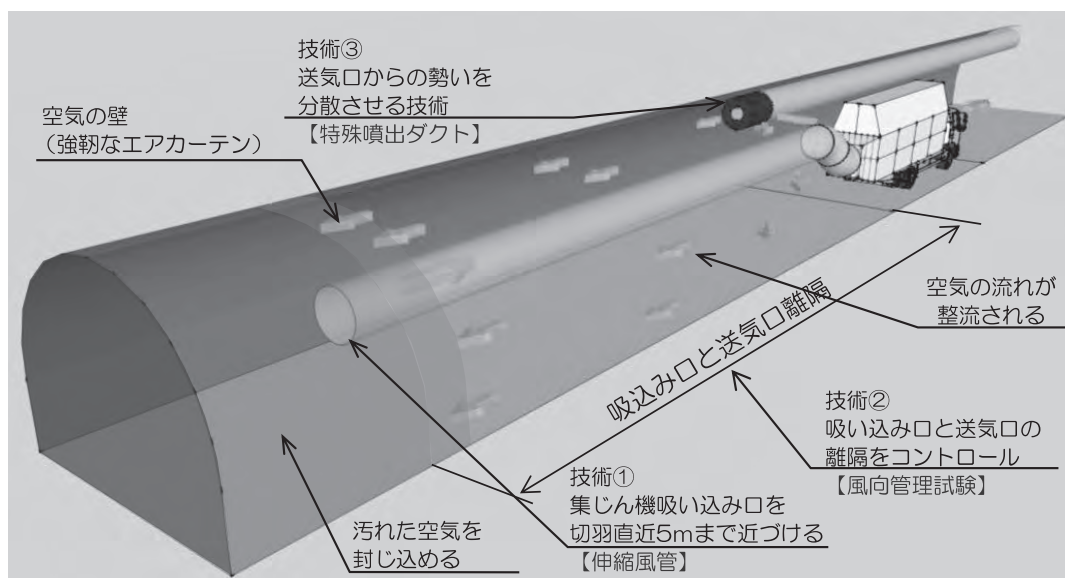
技術① 伸縮風管：集じん機の吸い込み口を常時最適な位置（切羽直近5m）に調整。

技術② 集じん機：粉じん濃度に応じて風量を調整することで経済的な運転可。

技術③ 特殊噴出ダクト：送気流の乱流を防止し、切羽への均一な送気を形成。



写真—1 実施工状況



図—1 新換気システムレイアウト図

優秀賞

小型施工機械を用いた砂圧入式静的締固め工法 「SAVE-SP 工法」の開発

(株)不動テトラ

業績の概要

地震時の液状化対策の必要性はますます高まり、代表的な締固め工法であるサンドコンパクションパイル工法(SCP)等は、確実かつ経済的な液状化対策工法として広く適用されている。

近年では、狭隘地や構造物直下など、より厳しい施工条件でも適用可能な液状化対策工法が求められており、従来の大型施工機械を用いる工法は狭隘な現場では適用困難で、小型施工機械を用いる薬液注入系の固化工法も締固め工法に比べてコストが高いという課題がある。

新たに開発した SAVE-SP 工法は、流動性を付与しポンプで圧送可能にした砂を、小径ロッドを通して地盤内に圧入して締固めを行う工法である。これによって、小型施工機械を用いて狭隘地や既設構造物を対象とした液状化対策を可能とした。



既設河川堤防上における施工状況

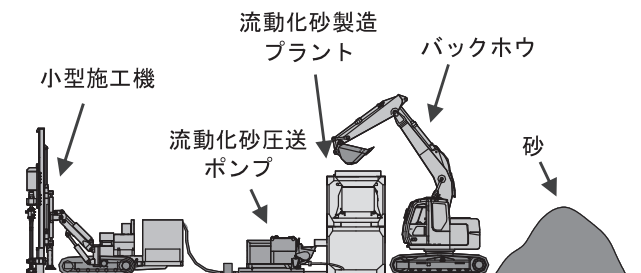
あり、同じ設計手法で設計を行うことができる。

- ・ 自然材料(砂)を母材とし、使用する添加剤も中性で、各種安全基準を満たす材料である。セメント系材料に比べて pH 値の上昇などの環境問題が無く、地下水流を阻害することも無い。

また、跡地利用の際の障害にもならない。



流動性を付与し圧送可能にした砂

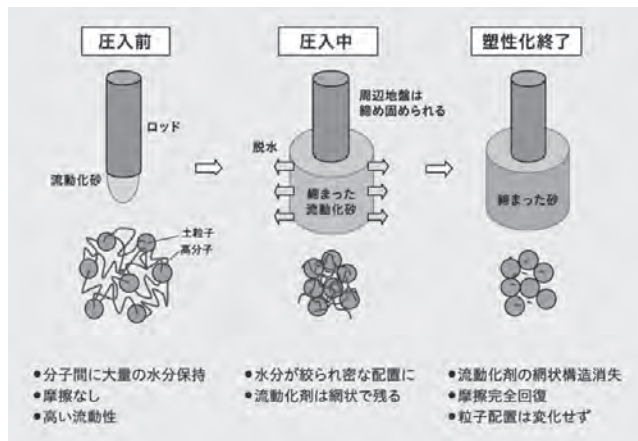


SAVE-SP 工法の施工機械の構成例

業績の特徴

SAVE-SP 工法の特徴は、以下のようである。

- ・ 小型の施工機械を用いるので、狭隘地や栈橋上からの施工が可能である。
- ・ 斜め施工や硬質障害物層等の貫入にも対応でき、既設構造物直下の改良が可能である。
- ・ 無振動、低騒音工法である。
- ・ 流動化砂を製造するプラントから施工機械までは最大で 100 m の圧送が可能であり、施工機の周囲に材料供給の重機が不要であり、施工上の自由度が高い。
- ・ 締固めの改良効果は、従来の静的締固め砂杭と同程度で



流動化砂の状態変化

地域貢献賞

降灰対策型路面清掃車の開発

豊和工業(株)

業績の概要

弊社では、1979年に発生した鹿児島県桜島の噴火を契機に、道路上の火山灰除去を目的として、旧建設省九州地方建設局と共同で降灰対策型ブラシ式路面清掃車の研究に取り掛かり、6年後の1985年に降灰対策型ブラシ式路面清掃車 HF95H (S) 形として、旧建設省九州地方建設局へ1号機を納入した。

また、その後も降灰の続く鹿児島エリアからの要望を取り入れ、新機種 HF80H (S) 形の開発や HF95H (S) 形の改良を重ねてきた。

業績の特徴

業績の特徴は、従来型のブラシ式道路清掃では想定されていなかった火山灰の回収を効果的に行えるよう、いくつかの改良を施した点にある。

ひとつめの改良点は、下表のように大量の火山灰を効率よく回収するため、主ブラシ及び、コンベアの回転数をアップさせたことである。

作業装置はすべて油圧駆動なので、主ブラシ及びコンベアの回転数をアップさせようとする側ブラシと補助側ブ

ラシの回転数も同時に上昇してしまい激しい埃立ちを誘発してしまう。

これを防ぐために、側ブラシと補助側ブラシの油圧モータを変更し、回転数を上げないよう配慮した。

ふたつめの改良点は、乾燥すると激しく砂埃を立てる火山灰に対応するため、散水量を増加させた点である。

一見すると簡単に聞こえるが、埃立ちを抑えるための散水は、ただ闇雲に水量を増加させるわけではなく、水を吸いすぎるとコンクリートのように固まる火山灰の特性や、水タンク容量を考慮し検討する必要があった。

最も効率的な追加散水ノズルの配置について試行錯誤した結果、側ブラシから発生する埃を目掛けて散水するノズルを追加することが最適であるという結論に至った。

通常、側ブラシで清掃する前に撒く水の量を増やしたほうが効率よく埃立ちを抑えることができるが、火山灰では先述した水を吸うと固まる特性上、火山灰が塊となって回収困難となる。

このようなノウハウは、多くの失敗と苦労を積み重ねたからこそ、得られたものである。



HF95H (S) 形 1号機



道路上に堆積する火山灰



散水テストの様子

項 目	HF95H(S)形 降灰対策型	HF95H形 (標準車)
作業用エンジン定格出力	34.6kw (2,600rpm)	29.7kw (2,200rpm)
主ブラシ回転速度	197rpm (作業用エンジン2,600rpm)	167rpm (作業用エンジン2,200rpm)
側ブラシ回転速度	180rpm (作業用エンジン2,600rpm)	180rpm (作業用エンジン2,200rpm)
補助側ブラシ回転速度	127rpm (作業用エンジン2,600rpm)	161rpm (作業用エンジン2,200rpm)
コンベヤ回転速度	208rpm (作業用エンジン2,600rpm)	176rpm (作業用エンジン2,200rpm)
散水ポンプ個数	2個	1個
散水ノズル個数	32個	20個

地域貢献賞

刈払機の事故対策ツール 「スーパーカルマー」

(株)アイデック

業績の概要

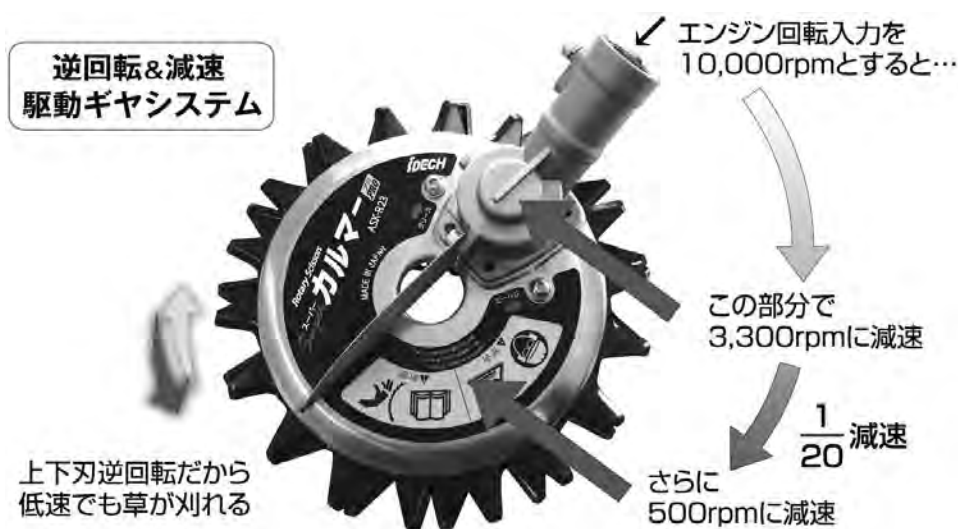
除草作業における代表的な機械のひとつである刈払機は、作業中の「飛び石」や「キックバック」による人身および物損事故につながる危険性がある。「スーパーカルマー」は市販のエンジン刈払機に取り付けるアタッチメント。作業中の「飛び石」や「キックバック」を抑制し、除草作業における安全性を向上させ、労災事故を未然に防ぐことが可能。また、従来の飛散防止対策が縮小できるため、人件費や対策に要する時間の削減にもつながる。

業績の特徴

安全領域な低速回転での除草を実現するために独自の減速機構を開発。エンジン回転数を20分の1まで減速させ、回転トルクは20倍に増幅。刈り取り方式が「上下刃逆回転ハサミ刈り方式」なので、従来のような高速回転で雑草を刈り払うのではなく、低速で力強いトルク力でハサミ刈るシステム。これにより、安全性を高めつつ作業性も損なわない技術になっている。



「スーパーカルマー」を使った作業例（左：道路周辺 右：駐車場）



部 会 報 告

除雪機械の変遷（その 19） 小形除雪車（1）

機械部会 除雪機械技術委員会

はじめに

ここでは、小形除雪機も含めた小形除雪車の変遷について述べている。これらは、主に歩道除雪用として開発されたものである。

小形除雪車は、構造的には、ロータリ除雪車と全く同じものであり、ロータリ除雪車のメーカーが製作している。小形除雪機については、家庭用除雪など幅広いユーザの需要があるため様々なメーカーが製作している。

歩道除雪作業には、歩行者が事故に遭う恐れもあり、また、ハンドガイドの場合は、オペレータ自身も危険にさらされるので、小形除雪車には、安全面での十分な配慮が必要とされる。

主に年代順に各メーカーの製作機の特徴等について述べている。これらが、小形除雪車の関係者にとって、有意義なものとなれば幸いである。

小形除雪機の平成に入ってから歴史については、関係メーカーのご協力により作成しました。ここに深く感謝いたします。

7-1 黎明期（歩道除雪のはじまり昭和 40 年代）

昭和 40 年代になってから歩道除雪の実施のため小形除雪機、小形除雪車の開発が始まった。昭和 43 年、北海道開発局において、パイルハック社のロモート（40 PS）と農業用トラクタ 20 PS 改造機によりロータリ



写真 7-1 ブレード系小型除雪車 ボンパディア（カナダ製）
昭和 46 年 北海道開発局¹⁾

系小型除雪車を試験的に導入した。昭和 46 年には、ブレード系小型除雪車ボンパディア（カナダ製）を導入した。ゴム製履帯で、35～40 km/h の高い走行性能を持っていた。昭和 42 年、旧建設省北陸地方建設局および東北地方整備局において、ロールバ社の小型除雪機 R-60 が導入され、歩道除雪への取り組みが始まった。まだ、出力不足により十分な除雪能力がなかったため、その後も改良が続けられた。昭和 53 年から旧建設省において、直轄国道における歩道除雪の試験的施工が始まった。

7-2 戦後の変遷（小型除雪機含む、ブレードタイプ）

7-2-1 小型除雪機

(1) 昭和 30～40 年代

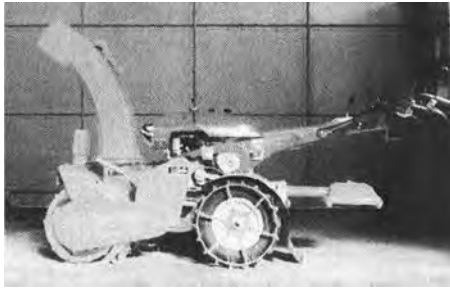
当初の小型除雪機は、輸入機、または、農耕機を改造したものであった。

輸入機としては、昭和 42 年、旧建設省東北地方建設局において、スイス・ロールバ社製小型除雪機（通称スノーベビー）を導入した。

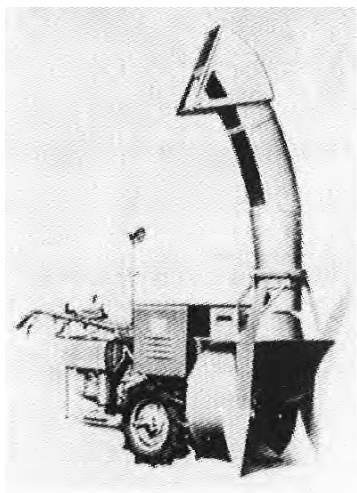


写真 7-2 小型除雪機 ロールバ R-60 東北地方建設局 昭和 42 年²⁾

昭和 37 年、(株)日本除雪機製作所が 2 輪タイヤ式の小型除雪機 SC-4、SC-6 を製作した。「SC 形」とは、愛称であるスノークリーナー「Snow Cleaner」の、頭文字である S と C をとったもので、販売先は、商店、学校、倉庫、工場、林業、団地、駐車場、公共施設等々であり、街並みの整備拡充に伴い需要拡大を予測しターゲットとした。SC4 形は、オーガ形ワンステージ、5PS クラスであった。SC6 形は、リボンスクリュー式オーガと 1 プロウのツーステージ、10PS クラスであった。

写真 7-3 小型除雪機 SC-4 (株)日本除雪機製作所 昭和 37 年³⁾写真 7-4 小型除雪機 SC-6 (株)日本除雪機製作所 昭和 37 年³⁾

昭和 37 年(株)新潟鐵工所^(注3)は、国鉄(JR)の依頼により、ヤードおよびホームで除雪用としてNBR-2の開発試験を行い、翌年、改良型プロワ形ワンステージ NBR-3の販売を開始した。

写真 7-5 小型除雪機 NBR-2 (株)新潟鐵工所^(注3) 昭和 38 年写真 7-6 小形除雪機 NBR-3 (株)新潟鐵工所^(注3) 昭和 38 年³⁾

昭和 30 年代後半には、川崎車輛(株)が耕運機(6~8 PS)のアタッチメント KE-S を製作し、また東京フレキ工業(株)が、道路、プラットフォームの除雪用として、小型除雪機 SR-100 を製作した。

写真 7-7 小型除雪機 KE-S 川崎車輛(株) 昭和 30 年代後半³⁾写真 7-8 小型除雪機 SR-100 東京フレキ工業(株) 昭和 30 年代後半³⁾

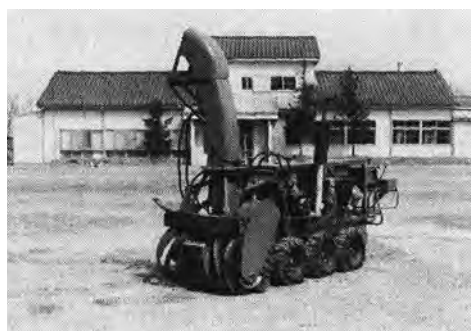
昭和 40 年、和同産業(株)が耕運機 F190 のアタッチメントタイプの小型除雪機を、昭和 41 年、(株)日本除雪機製作所が、SC-7 を製作した。

昭和 43 年、旧建設省東北地方建設局において、(株)日本除雪機製作所の小型除雪機(ハンドガイド式、10 PS)を導入した。また、昭和 44 年に、1 ステージ、鋼製クロウの小型除雪機 SC-3 (25 PS, 空冷エンジン)を、昭和 48 年に、小型除雪機 SC-3C (25 PS, 空冷エンジン)を開発した。

写真 7-9 ハンドガイド式 10 PS
建設省東北地方建設局(株)日本除雪機製作所 昭和 43 年²⁾

写真 7-10 小型除雪機 SC-3 形 仙台技術事務所 昭和 44 年²⁾写真 7-11 小型除雪機 SC-3C 東北技術事務所 昭和 48 年²⁾

昭和 47 年、藤井農機製造(株)が FSR110 を製作した。
昭和 49 年、旧建設省北陸地方建設局は、高出力の
小型除雪機 HR-40 を開発した。1 ステージで 6 輪タイ
ヤであった。

写真 7-12 小形除雪機 HR-40 北陸地方建設局 昭和 49 年³⁾

(2) 昭和 50 ～ 60 年代

昭和 50 年、旧建設省北陸地方建設局は、雪の少な
いところで歩道の雪を踏み固めるために、搭乗式、15
PS、タイヤ走行方式の踏み固め除雪機を開発した。

昭和 50 年、日本フレキ工業(株)が小型除雪機 SRC-
H1 を、昭和 53 年に SRC-H4 を製作した。

昭和 54 年、旧建設省東北地方建設局は、小型除雪
機 SC-4 (ゴム製エンドレスベルト) を、昭和 56 年、
小型除雪機 SC-06 (除雪幅 0.6 m、2 ステージ、リボ

写真 7-13 踏み固め除雪機 北陸地方建設局 昭和 50 年³⁾写真 7-14 小型除雪機 SCR-H4 日本フレキ工業(株) 昭和 53 年²⁾写真 7-15 小型除雪機 SC-4 東北地方建設局 昭和 54 年³⁾写真 7-16 小型除雪機 SC-6 東北地方建設局 昭和 56 年³⁾

ンスクリュータイプ) を開発した。

昭和 54 年、白石工機(株)が、小型除雪機 SD60U を
製作した。

昭和 54 年、石狩造機(株)が家庭用の AC 100V を電
源とする小型除雪機 Y40E を製作した。足回りはソリ
と車輪の併用式であった。



写真 7-17 小型除雪機 SD60U 白石工機(株) 20 PS 昭和 54 年²⁾

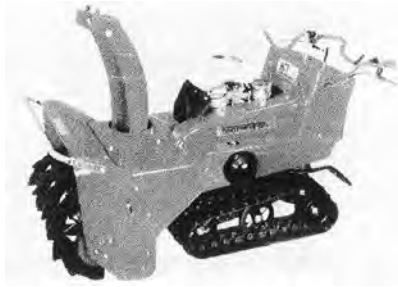


写真 7-18 小型除雪機 S70 本田技研工業(株) 昭和 54 年³⁾

昭和 54 年、本田技研工業(株)が小型除雪機 S70 ～ S100 の 4 機種を製作した。

昭和 56 年、小橋工業(株)がゴム履帯式の小型除雪機 ST-18, ST-20 を製作した。

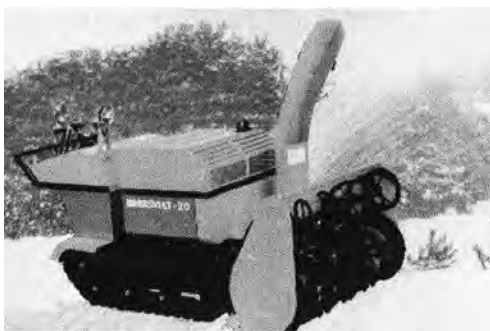


写真 7-19 小型除雪機 ST-20 小橋工業(株) 昭和 56 年³⁾

昭和 59 年、大島農機(株)が 2 ステージの SP240, SP350 の 2 機種を製作した。

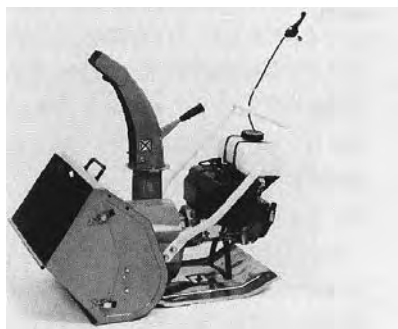


写真 7-20 SP 350 小型除雪機 大島農機(株) 昭和 59 年³⁾

(3) 平成年間

平成 9 年、和同産業(株)は、HST を装備した SS317DH, SS317ADH をはじめとする 7 シリーズ、平成 12 年に、SE901, SE101, SE101D, SE101DH などの 9 ～ 10PS 帯の小型除雪機のラインナップをそろえた SE シリーズを製作した。

平成 14 年、和同産業(株)は、業界初のループ式デッドマンクラッチを搭載した、SE161 を製作した。これ以降、ループ式デッドマンクラッチは同社除雪機のスタンダードとなった。



写真 7-21 小形除雪機 SE161 和同産業(株) 平成 14 年

平成 15 年、和同産業(株)は、HST レバーにデッドマンクラッチを装備した SE271D, SE311D, SE341AD, SE381AD といった、27 ～ 38PS 帯大型除雪機 SE シリーズを製作、27PS 以上の除雪機における HST デッドマンは同社の標準装備となった。



写真 7-22 小形除雪機 SE341AD 和同産業(株) 平成 15 年

平成 20 年、和同産業(株)は、オフロード排ガス規制に対応する SW2712A, SW2712A-S, SW3312, SW3312A-S, SW3512A, SW3512A-S, SW4412A, SW4412A-S をはじめとする 27PS 以上の大型除雪機 SW シリーズを製作した。同年、和同産業(株)は、国土交通省仕様の HGR-08 を製作した。これは、シュートの伸縮、2HST (2 ポンプ、2 モータ) ミッション搭載により超信地旋回が可能であり、黄色回転灯、除雪幅 800 mm、作業中の歩行者巻き込み防止のためオーガ安全カバーを装



写真 7-23 小形除雪機 HGR-08 和同産業(株) 平成 20 年



写真 7-24 小形除雪機 SX1792 和同産業(株) 平成 14 年

JCM A

備している（特許取得）。

平成 23 年，和同産業(株)は，小型空冷ディーゼルエンジンを搭載した小型除雪機（除雪幅 920 mm）SX1092, SX1092H をはじめとするガソリン 10 ～ 24PS, ディーゼル 9 ～ 22PS 帯除雪機 SX シリーズを製作した。

平成 25 年，和同産業(株)は，業界初，オーガへの巻き込まれ事故被害を軽減する，オーガガードを標準装備した SX1792 を製作した。

注 3：現新潟トランス(株)

《参考文献》

- 1) 北海道開発局における除雪機の変遷 昭和 55 年 3 月 編集発行 北海道開発局建設機械工作所
- 2) 道路除雪 30 年史 平成 3 年 3 月 30 日 編集 建設省東北地方建設局 道路部道路管理課・機械課 発行 社団法人東北建設協会
- 3) 除雪機械の歴史 平成 3 年 3 月 監修 建設省北陸地方建設局 発行 社団法人日本建設機械化協会北陸支部

建設技術審査証明事業

竹本 憲充

一般社団法人 日本建設機械施工協会（JCMA）が行う「建設技術審査証明事業」は、これまで建設大臣告示に基づいて建設大臣から認定（昭和 62 年 11 月 26 日建設省告示第 1992 号）を受けて実施してきた「民間開発建設技術の技術審査・証明事業」の実績を踏まえた事業で、民間で自主的に開発された新しい建設技術の内容について審査・証明を行うことにより、民間における技術開発の促進と新技術の建設事業への適正かつ迅速な導入を図り、建設技術水準の向上に寄与することを目的として実施するものである。

キーワード：新技術，地盤改良，落石防護工，審査証明

1. はじめに

建設技術審査証明事業は、新しい建設技術の活用促進に寄与することを目的として、民間において自主的に研究・開発された新技術について、各会員が、依頼者の申請に基づき新技術の技術内容を学識経験者等により技術審査し、その内容を客観的に証明し、普及活動に努める事業である。平成 13 年 1 月 5 日まで、建設大臣告示に基づいて建設大臣から認定を受けて 14 の法人が「民間開発建設技術の技術審査・証明事業」を行ってきたが、この実績を踏まえて、平成 13 年 1 月 10 日に新たに建設技術審査証明協議会が創設され、以降、各法人が、それぞれが担当する技術分野について、下記の建設技術審査証明事業を行っている。

1) 技術審査

当該新技術について、権威ある学識経験者等による委員会等を設置し、国土交通省並びに関係公共機関のニーズ及び国等が定める技術指針等に照らし、公平かつ公正に審査する。

2) 証明

技術審査の結果について、これを証した審査証明書及びその技術内容を取りまとめた報告書等を作成する。

3) 普及活動

実施機関から審査証明書を交付された開発者が行うもののほかに、実施機関においても当該新技術の公共事業への活用促進に寄与することを目的として各種普及活動を行う。

2. JCMA が実施する建設技術審査証明事業の紹介

当協会は、前掲した建設技術審査証明協議会の会員として、「河川，道路，海岸等に係わる建設技術」を対象とする「建設技術審査証明事業（建設機械施工技術）」の審査証明を実施している。

具体的には、下記に掲げる技術を審査証明の対象としている。

- ・建設機械の自動化技術
- ・情報化施工，無人化施工機械・システムに係わる開発技術
- ・トンネル，基礎等の掘削技術，探査・検知技術等に係わる開発技術
- ・鋼・コンクリート構造物の補修・補強に係わる開発技術
- ・建設機械の振動制御機構，排ガス浄化装置等に係わる開発技術
- ・その他の新しい機械，機構，装置に係わる開発技術

3. 審査証明証交付技術の紹介

当協会でも過去に技術審査を経て審査証明証を交付した技術の例を以下に紹介する。

(1) ツイン・ブレードミキシング工法

（スラリー系機械攪拌式中層混合処理工法）

【申請者】小野田ケミコ(株)

【技術概要】

本工法は、軟弱地盤中に攪拌装置を貫入し、固化材スラリーを吐出しながら攪拌混合して改良体を造成す

るスラリー系機械攪拌工法の一つで、深度 10 m 程度までの中層領域を適用範囲とする中層混合処理工法として位置付けられる。

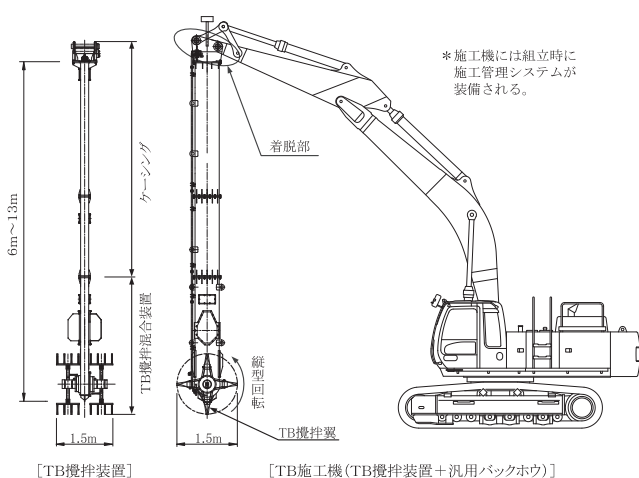
本工法は、汎用バックホウへ専用攪拌装置を装着した施工機（以下、TB 施工機と略記）により、改良深度 13 m 程度までの中層域に矩形状の改良体を効率的に造成でき、杭式改良、改良率 100 % の全面改良および格子状改良形式に対応可能である。

専用攪拌装置（以下、TB 攪拌装置と略記）は、バックホウに簡単に着脱でき、先端部に縦型回転する直径 $\phi 1.5 \text{ m}$ × 幅 1.5 m の大径攪拌翼（以下、TB 攪拌翼と略記）を標準装備し、最大 1.5 m × 1.5 m の正方形断面改良体を経済的に造成できる。また、TB 攪拌翼の幅（1.0 ～ 1.5 m）を目的に応じて選択することにより、1.5 m × 1.5 m の正方形から 1.5 m × 1.0 m の長方形までの改良体造成が可能である。

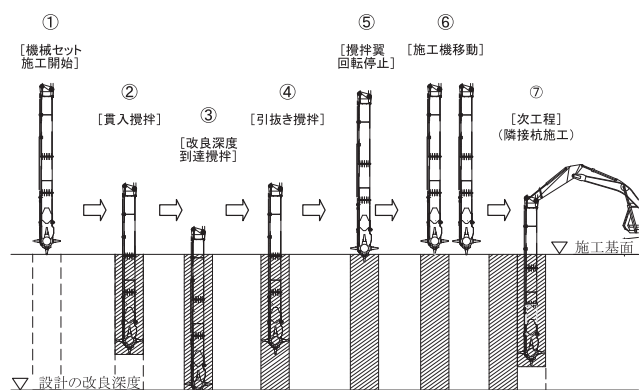
TB 施工機の構成を図—1 に示し、本工法の施工手順を図—2 に示す。

本工法の特徴は次のとおりである。

- ①適用深度に応じた 4 種類の TB 攪拌装置があり、最大深度 13 m までの施工が可能である。

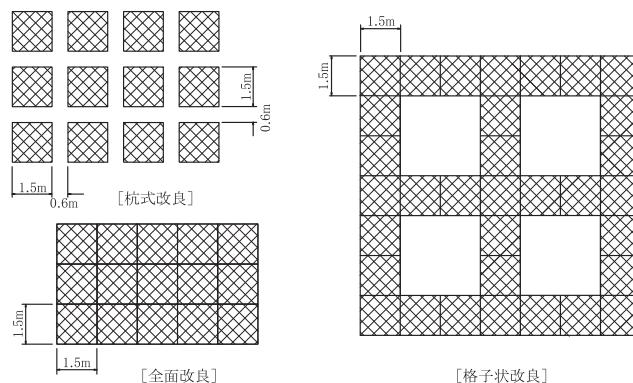


図—1 TB 施工機の構成



図—2 本工法の施工手順

- ②標準装備の TB 攪拌翼により、大断面積（ $\square 1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$, $A = 2.25 \text{ m}^2$ ）の改良体が造成でき、単位時間当たりの改良処理能力が大きく、経済性が高い。
- ③ TB 攪拌装置により、矩形状の改良体が造成できるため、杭式改良、改良率 100 % の全面改良および格子状改良の形式が可能である。改良形式の例を図—3 に示す。



図—3 本工法による改良形式の例

- ④縦型に回転攪拌する TB 攪拌翼により、改良対象土と固化材スラリーを複数の攪拌ブレードで細かく攪拌混合するため、改良強度のばらつきの少ない改良が可能である。
- ⑤専用の管理装置により、改良深度、固化材スラリー吐出量、攪拌翼回転数および TB 攪拌装置の傾斜角（運転席から見て前後方向の傾斜）の計測管理がリアルタイムにできる。

(2) ハイジュールネット

（高エネルギー吸収型落石防止柵）

【申請者】神鋼建材工業(株)

ライト工業(株)

【技術概要】

ハイジュールネットは、スイス国のイソフェール社が ISO-STOP として開発した技術を基本としており、その適用範囲を日本国内向けに拡張した落石対策工の一つである。

落石対策工には、発生源対策としての落石予防工と、発生した落石による被害を軽減するための落石防護工がある。

ハイジュールネットは、発生源から落下終端に至る中間地帯（斜面途中）に設けるもので落石防護工に分類され、一般の落石防止柵に比べて大きな落石エネルギーを対象にした高エネルギー吸収型の落石防止柵で、落石エネルギーの大小に応じ、防止柵の最大吸収エネルギーとして 250 kJ, 500 kJ, 1000 kJ, 1500 kJ,

2000 kJ, 3000 kJ に対応する 6 種類の型式がある。

ハイジュールネットは、基部がピン構造の鋼製支柱と支柱を支える保持ケーブル、支柱の上下部に張られた二重平行ケーブル（上下部ケーブル）、ブレーキエレメント（衝撃緩衝装置）、さらに上下部ケーブル間に設置する格子状のロープ（ケーブルネット）等より構成されたシステム全体で落石による衝撃を吸収する。また、ケーブルネットの網目より小さな落石は金網で捕捉する。

ハイジュールネットの概要図を図-4に示す。

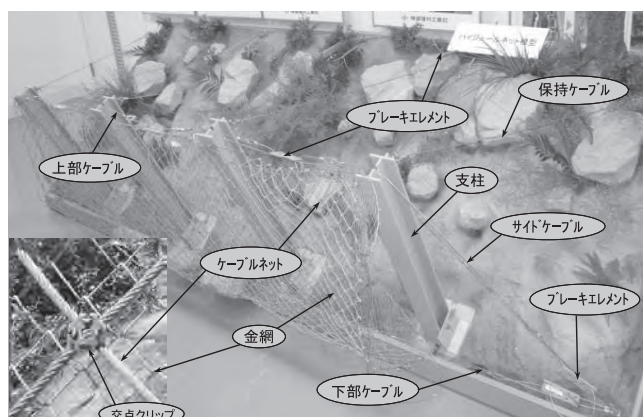


図-4 ハイジュールネットの概要図

本技術の特徴は次のとおりである。

- ①ハイジュールネットは、落石捕捉性能、変形性能が ISO-STOP 標準仕様と同等の高エネルギー吸収型落石防止柵である。
- ②日本国内の地形に適合した仕様で、適切な柵高、支

柱間隔を選ぶことができる。

- ③落石を受けてネットの一部が破断した場合、現地に於て簡易な補修で機能を回復でき、維持補修にかかるコストが軽減できる。
- ④部材が軽量のため、斜面上の施工が可能である。
- ⑤従来工法の落石防護用壁と比較して工事費が安価である。

(3) スクリュープレス工法（新しい掘削方法を用いた環境負荷の少ない地盤改良工法）

【申請者】(株)グランテック

【技術概要】

本工法は、軟弱な地盤上に戸建て住宅等の小規模構造物を構築する際に、沈下を抑止し不同沈下による事故を防止する為の地盤補強を行うものであり、螺旋状に接合された羽根を周囲にもつ円筒状で、且つ先細り形状の胴体のスクリー・ドリルを直立させて回転を与えながら地面に突き刺し、羽根の推進力で所定の深さまで地盤を削孔し、出来た孔に碎石を充填・転圧して碎石パイルを構築、あるいは間伐材等の木杭を圧入打設することにより、地盤支持力を向上させる。図-5に本工法の施工手順を示す。

本工法の特徴は下記のとおりである。

- ①自走式の専用機械であり、搬入・搬出が容易で施工区域プラス 0.5 m ～ 2 m 程度の、敷地の狭い場所でも施工が可能である。
- ②専用スクリードリルによる削孔時および引き上げ時にドリル先端部より空気を送り込むことで地下水

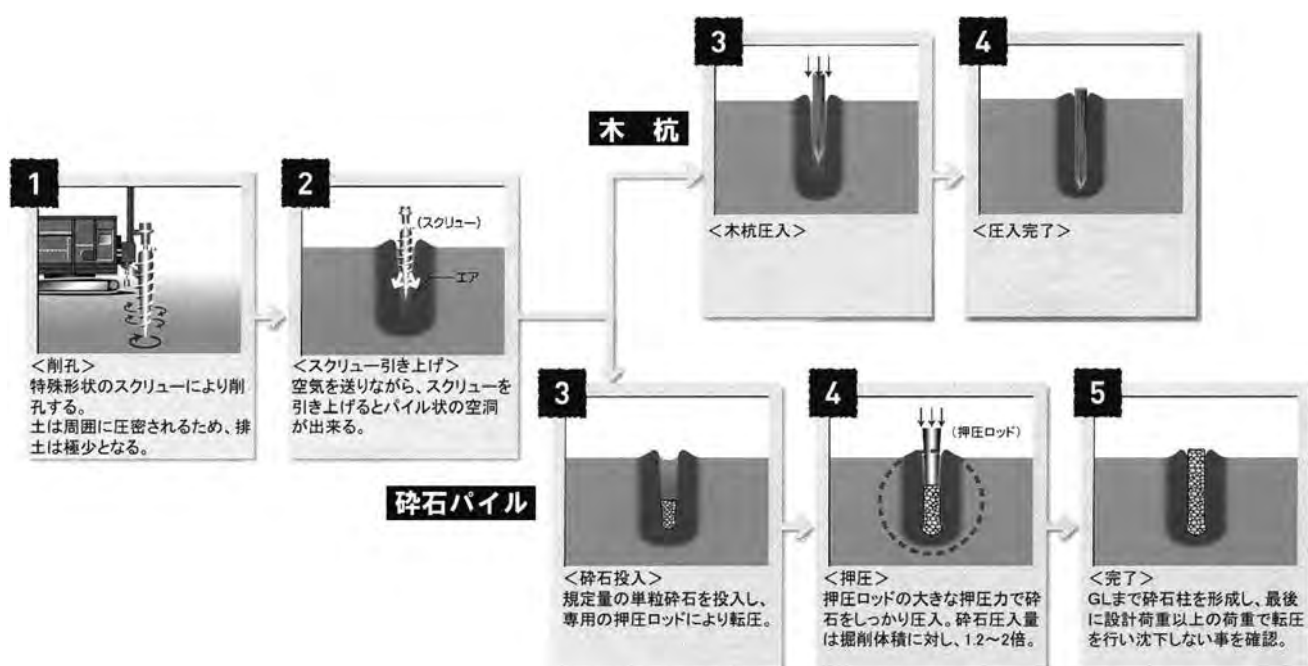
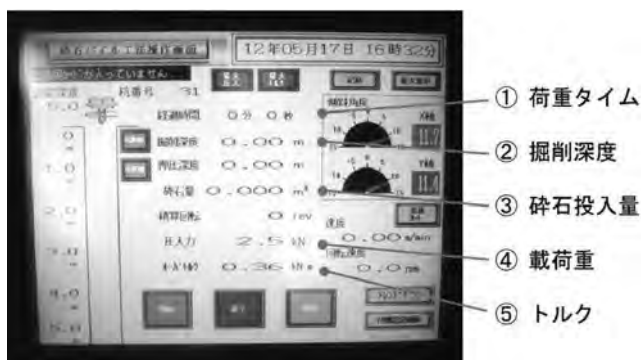


図-5 スクリュープレス工法の施工手順

を排除、また、周囲土の圧縮により孔壁の変形や崩壊を防止し、スクリードリル外形と同形状の孔を地中に形成することができる。

- ③削孔時、スクリー胴体が地中に貫入する際に、排土せずに胴体体積分の土を周囲地盤に圧密することにより孔を形成するため、排土の発生が極小であり、また、周辺地盤も圧密強化される。
- ④形成した孔に碎石を充填・転圧することにより、碎石パイルを、間伐材等を圧入することにより木杭を構築することができる。
- ⑤φ 400 mm、深さ 4 m の碎石パイルの場合、一孔あたりの削孔時間は約 2 分、碎石充填・転圧時間は約 8 分、合計時間約 10 分である。また、木杭の場合は、一孔あたりの削孔時間は約 40 秒～60 秒、木杭建て込み・圧入時間は約 3 分、合計時間約 4 分と施工効率が低い（写真—1）。
- ⑥削孔・碎石充填・転圧または木杭の圧入作業は、碎石の補給や木杭の配置といった補助作業を除けば、作業員 1 名で可能であり労務コストが安い。
- ⑦スクリードリルによる削孔および碎石の充填・転圧、または木杭の圧入をリモコン操作で行い、作動結果を管理装置に記録することで、施工管理が可能である（写真—2）。



写真—1 碎石パイル 操作画面



写真—2 木杭 操作画面

4. おわりに

当協会としては、今後も国土交通省における技術的施策との連携をとりながら、高い現場適用性を持ちながら建設現場への普及が進展していない優良技術の技術審査・証明・普及活動を実施し、直轄工事等における建設技術水準および生産性の向上に寄与していく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

竹本 憲充（たけもと のりみつ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部 主席研究員

新工法紹介 機関誌編集委員会

06-16	切削材積込管理装置	鹿島道路
-------	-----------	------

▶ 概 要

ダンプトラック（以下、ダンプ）への過積載は車両の破損、事故につながるだけでなく、道路路面や道路構造に損傷を与え、周辺に騒音や振動による交通公害を及ぼす。そのため、近年では特に工事現場における過積載防止のための管理が厳しく求められている。

そのような流れを受け「過積載防止ガイダンス」と「積載ロス低減による工事原価の削減」を目的とし、切削オーバーレイ工法による道路舗装の補修工事で発生する切削材を適量、ダンプに積み込むことができる「切削材積込管理装置」を開発した。

従来の過積載対策では目標積載量になるように、切削前あらかじめダンプ1台毎の切削範囲のマーキングを行う管理方法が一般的である。大型ダンプはメーカーや車種によって車両重量が異なるため、最大積載量はダンプ毎に7.0～11.0t程度とバラツキがある。そのため、ダンプ取り違いによる過積載を防止するため、最も積載量の少ないダンプに合わせてマーキングを行う場合も多く、ダンプ台数の増大を招いていた。

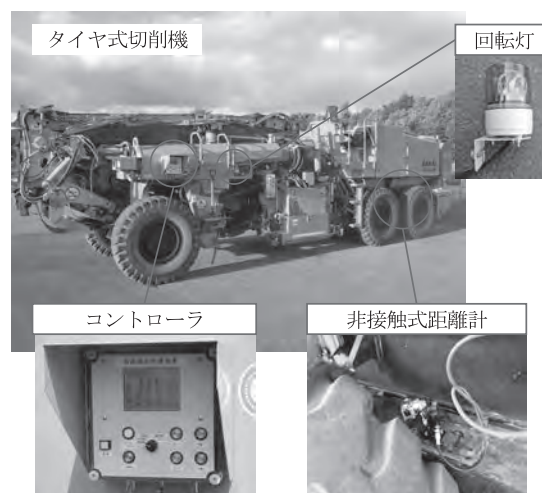
開発したシステムは「コントロールボックス」、「非接触式距離計」、「回転灯」、「ブザー」で構成されている。コントローラ設定値として「切削幅員、切削深さ、舗装密度、目標積載量」を入力し、切削機に取付けた距離計で計測した切削距離データから演算装置を介して積載量を演算し、目標積載量に到達した時点で回転灯やブザーでオペレータに知らせる。目標積載量の通知を受けたオペレータは切削機を止め、ダンプの入れ替えを促す。ダンプ毎に簡単に目標積載量の設定ができ、最大積載量付近まで効率的に積み込みができるため、ダンプ台数を削減し作業の円滑化につながる。

距離計は非接触式で切削機の車輪の回転数を測ることで切削距離を割り出す。タイヤ式と履帯式の双方に対応する。また、距離計とコントロールボックスは磁石などによる簡易な外付け方式を採用しているため、各メーカーの切削機に後付けすることができる。さらに、電源は切削機本体のバッテリーから直接取っている。その際に電源の切り忘れを防止するため「電源タイマー設定」があり、何も操作しない状態が一定時間以上続くと自動的に電源がOFFとなる。

システムは既に国土交通省工事2件、NEXCO工事1件の計3件の現場で導入実績があり、発注者及び切削機のオペレータから好評価を得ている。



写真—1 切削作業風景



写真—2 タイヤ式切削機への取付け

▶ 特 徴

- ・簡単な操作で、過積載防止ガイダンス。
- ・過小な積み込みによるダンプ台数の増大を抑制し、工事コストの縮減。
- ・簡易な外付け方式を採用しており、各メーカーの切削機に後付けすることが可能。タイヤ式と履帯式の双方に対応。

▶ 用 途

- ・切削作業におけるダンプの過積載対策。

▶ 実 績

- ・高速道路舗装修繕工事（NEXCO 東日本）
- ・空港滑走路改修工事（国土交通省）
- ・国道舗装修繕工事（国土交通省）

▶ 問 合 せ 先

鹿島道路㈱ 生産技術本部機械部開発・設計課
 〒112-8566 東京都文京区後楽 1-7-27
 TEL：03-5802-8015

新工法紹介

08-49	浚渫グラブバケットの 余水排水装置	若築建設
-------	----------------------	------

▶ 概 要

浚渫グラブバケットの余水排水装置は、グラブ式浚渫の薄層浚渫時においてグラブバケット内へ土砂と共に取込む水(余水)を減らす装置である。

グラブバケットで浚渫する場合、グラブバケット内に土砂と共に水を取込む。

特に薄層で浚渫する場合はグラブバケット内に取込む水量が増え、そのまま土運船に積込むと相対的に土砂の量が少なくなり、水を多く運ぶことになり効率が低下する。

土運船に積込む前に汚濁防止枠内で水抜きをすることもあるが、施工のサイクルタイムが長くなり、非効率となる。

土砂処分場等の容量に余裕がないときなどは、土運船内に余水が多い場合、余水処理が必要になることもある。

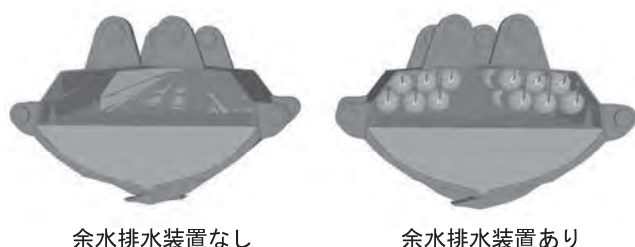
浚渫土厚が厚い場合でも一層で浚渫ができないため複数の層に分けて浚渫することになり、最終仕上げの層は薄層になってしまうことが多く、グラブバケットを土砂で満たすことができずに多くの水を取込むことになる。

グラブ浚渫では、グラブバケット内に余水を取込まず、できるだけ土砂を取込むことがもっとも効率がよい。

本装置をグラブバケット内側上部に装着し、余水を本装置と置換える、すなわち排除することで余水を減らすことが可能になる。

図—1 にグラブバケットで土砂を掴んだイメージを示す。

左図が余水排水装置を装着していないもので、右図が余水排水装置を装着したものである。



図—1 グラブバケットで水底土砂を掴んだイメージ

右図のグラブバケットの上部に二段で描いている丸いものが余水排水装置である。左図に比べて、余水排水装置と置換わる分の余水が減少する。

▶ 特 徴

①袋体で中空：

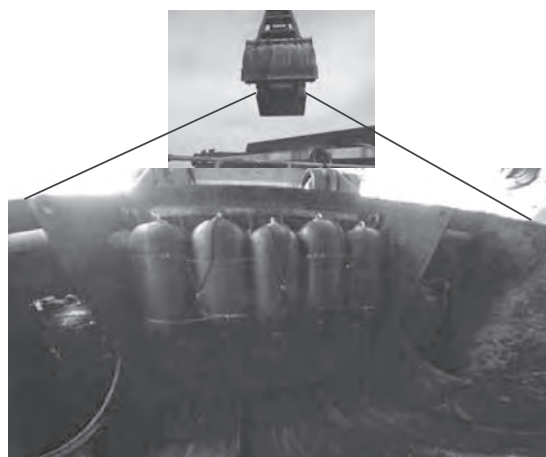
余水排水装置本体は袋体で、袋体内に空気や液体を注入でき、注入量によって袋体の体積を変えることが可能なため、浚渫土厚によって任意に体積の調整ができる。

②比較的軽い質量：

袋体1基の質量は比較的軽量であるためグラブバケット内への着脱が容易である。

③グラブバケットを選ばない：

装置を装着するピースをグラブバケット内に溶接するだけで、どのようなグラブバケットへも装着可能である。



写真—1 グラブバケット内に装着した当該装置

▶ 用 途

・グラブ浚渫工事における薄層浚渫時の余水排水

▶ 実 績

・神戸港六甲アイランド地区航路・泊地(−16 m)浚渫工事(三工区)

▶ 問 合 せ 先

若築建設(株) 建設事業部門 技術設計部 技術課

〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18

TEL：03-3492-0495 (技術設計部直通)

新工法紹介

08-50	DEEP CRAWLER	東亜建設工業
-------	--------------	--------

4軸のクローラ装置によって走行し、機体に4軸のマニピュレータを搭載した水中作業ロボット。各フリッパーの開閉によって様々な地形・地盤での走行も実現できる。さらに、マニピュレータの先端に作業ハンドやコアリング装置等を取り付けることにより各種作業に対応できる。波浪や潮流の影響を受けやすい橋脚下部、岸壁の調査・補修もできる。また、潜水土による作業が困難な現場や従来の水中バックホウによる作業が不可能な狭隘な現場でも使用できる。

DEEP CRAWLERのクローラユニット及びマニピュレータには耐水圧構造の回転アクチュエータを搭載しており、水深3,000m（水圧30MPa）にも対応できる。また、クローラユニットはメンテナンスを容易にするためにユニット単位で取外しを可能としている。

DEEP CRAWLERは光通信による遠隔操縦を行う。操作画面には機体やマニピュレータの状態の3D表示がリアルタイムで可能である。また、機体が大きく傾いた時に動作を停止させることで転倒防止を行う。操作は2つのコントローラによって行う。

軽量かつコンパクトな設計でユニックによる積込運搬が可能である。また、道路が整備されていない場所へはヘリコプタによる運搬も可能である。

表—1 主な仕様

寸法 (m) × (m) × (m)	2.25 × 1.65 × 2.2
気中重量 (ton)	1.0
水中重量 (ton)	0.8
最高走行速度 (km/h)	0.35
適応水深 (m)	3,000
供給電源	AC200V 40A 程度
クローラ出力 (W)	750 × 4 台
価格（基礎価格）（百万円）	100



写真—1 東亜建設工業 DEEP CRAWLER

▶ 問合せ先

東亜建設工業 土木事業本部機電部

〒163-1031 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー 31F

TEL：03-6757-3843

新機種紹介

機関誌編集委員会

▶ 〈02〉掘削機械

15-〈02〉-11	キャタピラージャパン 後方超小旋回型ミニショベル Cat 303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR	'15.09 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

バケット容量 $0.11 \text{ m}^3 \sim 0.16 \text{ m}^3$ の後方超小旋回型ミニショベルである。303.5E2 CR はオフロード法対象外の 19 kW 未満のエンジン定格出力とし、国土交通省第 3 次基準に適合している。304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR は DOC (ディーゼル酸化触媒) および DPF (ディーゼルパーティキュレートフィルター) により、オフロード法 2014 年基準に適合している。また国土交通省超低騒音型建設機械の指定を受けている。

303.5E2 CR では、エンジンパワーを最大限に油圧に変換する「スマートテクノロジー」を、304E2 CR, 305E2 CR, 305.5E2 CR では、作業機と走行のそれぞれの動作に最適なエンジン回転数を得られるよう制御する「パワーオンデマンド」を採用している。なお、燃料消費量を 303.5E2 CR, 304E2 CR, 305E2 CR は従来機比で約 12%, 305.5E2 CR は約 21% 低減している (当自社テストによる)。

2 種類の操作方式をモニタ上で切り替え可能な 2way コントロールパターンクイックチェンジャおよびジョイスティックレバー上にスライド式ホイールスイッチにより、ブームスイング(左)、オプションの共用配管(右)の操作を可能とすることにより操作性の向上を図っている。

板厚をアップした強化型アームを、ブレードのカutting エッジには、交換が可能なボルトオンタイプを採用し作業性能の強化を図っている。

ROPS キャノピ/キャブ、油圧ロック時にしかエンジンが始動しないエンジンニュートラルスタート、巻き込み式シートベルト等により安全性の向上を図っている。

表—1 303.5E2 CR/304E2 CR の主な仕様

	303.5E2 CR	304E2 CR
機械質量 (キャノピ標準仕様) (kg)	3,605	3,865
標準バケット容量 (m^3)	0.11	0.13
最大掘削力 (アーム) (kN (kgf))	18.5 (1,890)	21.1 (2,160)
最大掘削力 (バケット) (kN (kgf))	31.0 (3,160)	35.6 (3,630)
全長 (輸送時) (mm)	4,730	4,820
全幅 (輸送時) (mm)	1,780	1,950
全高 (輸送時) (mm)	2,500	2,500
後端旋回半径 (mm)	890	975
登坂能力 (度)	25	25
接地圧 ($\text{kPa (kgf/cm}^2\text{)}$)	31.3 (0.32)	28.7 (0.29)
総行程容積 (ℓ)	1.7	2.4
定格出力/回転数 ($\text{kW (PS)/min}^{-1}(\text{rpm})$)	17.7 (24.1) / 2,200 (2,200)	29.8 (40.5) / 2,200 (2,200)
標準販売価格 (千円)	5,308	6,165

表—2 305E2 CR/305.5E2 CR の主な仕様

	305E2 CR	305.5E2 CR
機械質量 (キャノピ標準仕様) (kg)	4,755	4,995
標準バケット容量 (m^3)	0.16	0.16
最大掘削力 (アーム) (kN (kgf))	23.3 (2,380)	27.5 (2,800)
最大掘削力 (バケット) (kN (kgf))	38.6 (3,940)	43.9 (4,480)
全長 (輸送時) (mm)	5,450	5,670
全幅 (輸送時) (mm)	1,980	1,980
全高 (輸送時) (mm)	2,550	2,550
後端旋回半径 (mm)	990	1,010
登坂能力 (度)	25	25
接地圧 ($\text{kPa (kgf/cm}^2\text{)}$)	26.3 (0.27)	27.7 (0.28)
総行程容積 (ℓ)	2.4	2.4
定格出力/回転数 ($\text{kW (PS)/min}^{-1}(\text{rpm})$)	30.0 (40.8) / 2,200 (2,200)	32.9 (44.7) / 2,200 (2,200)
標準販売価格 (千円)	6,509	6,867



写真—1 キャタピラージャパン
305E2 CR 後方超小旋回型ミニショベル

問合せ先: キャタピラージャパン(株) 小型製品販売促進グループ
〒158-8530 東京都世田谷区用賀四丁目 10-1

▶ 〈03〉積込機械

16-〈03〉-02	日立建機 ホイールローダ ZW40-5B, ZW50-5B	'16.03 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

主に除雪、農畜産、産廃、土木工事等で使用されるホイールローダのモデルチェンジである。

排ガス後処理装置は酸化触媒 (DOC) のみであり、特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準に適合している。国土交通省超低騒音指定機 (申請中) であり、夜間の市街地の除雪等に適している (エアコン仕様車、増速ファン装着車は低騒音指定機申請中)。

運転席へのアクセスルートには左右にグラブハンドルと大型ステップを設け、また、運転席は作業機レバーや前後進レバーの誤操作を防止するレバーロック、シートベルト (未装着警告付き)、エンジンオフ時に自動的に作動するパーキングブレーキ、ROPS/FOPS 構造のキャブとし、安全性の向上を図っている。盗難防止の

新機種紹介

ため、車両対応の専用キー以外ではエンジンが始動しないNSキーを標準装備し、オプションとしてICチップによる認証を行う電子キーロックもある。

パワートレインにはHST（ハイドロ・スタティック・トランスミッション）システム、アクスルを採用し、信頼性と耐久性の向上を図っている。

除雪向けにはブラウヤスノーバケット、スノータイヤ、ヒータを、農畜産向けには大きなゴミを捕捉するラジエタダストスクリーン、防錆対策、ロールグラブやフォークアタッチメント、産廃向けにはノーバンクタイヤ、ハイリフトアーム等のオプションを設定している。

ブラウヤフォーク、バケットなどのフロントアタッチメントは、旧型機（LX30/40-3の一部、LX30/40-7、ZW40/50）と互換性を持たせている。

表—3 ZW40/50-5B（キャノピ仕様）の主な仕様

		ZW40-5B	ZW50-5B
標準バケット容量	(m ³)	0.5	0.6
運転質量	(t)	3.340	3.670
最大出力	(kW/min ⁻¹)	30.1/2,200	30.1/2,200
定格荷重	(t)	0.86	0.98
全長（バケット地上時）	(m)	4.435	4.655
全幅（バケット）	(m)	1.690	1.690
全高（バケット地上時）	(m)	2.495	2.495
ホイールベース	(m)	1.850	1.850
トレッド	(m)	1.260	1.260
ダンピングクリアランス	(m)	2.445	2.500
ダンピングリーチ	(m)	0.800	0.870
最高走行速度（前進／後進）	(km/h)	15／15	15／15
標準小売価格（税抜）	(百万円)	6.90	7.55

注）価格は工場裸渡し。



写真—2 日立建機 ZW40-5B ホイールローダ

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

16-(03)-03	日立建機 ハイブリッドホイールローダ ZW220HYB-5B	'16.4 発売 新機種
------------	--------------------------------------	-----------------

一般荷役作業、土木作業、農畜産業、産廃業などで使用されるハイブリッドホイールローダを新規開発したものである。

ハイブリッドシステムは、発電機、キャパシタ、走行電動モータ、インバータなどから構成されており、ブレーキ操作やアクセルオフによる減速時の回生エネルギーをキャパシタに蓄電し、加速時に走行電動モータへ供給することで、標準機（ZW220-5B）比で最大20%の実用燃費の低減を図っている。

クラス初の国土交通省超低騒音指定機（3.2 m³以上クラス、2016年3月現在）であり環境に配慮している。

標準機では作業時に操作レバーとアクセル、インチングペダルを組み合わせた操作が必要となるが、操作レバーとアクセルのみでコントロール可能であり、また、走行電動モータによる無段階変速により、変速操作が不要で、オペレータの負担軽減を図っている。

キャブはROPS/FOPS構造とし、前後左右とも視認しやすいビラーレイアウトによりオペレータや周囲への安全性の向上を図っている。また、最適なドライビングポジションが得られるチルト&テレスコピック機構付きステアリングと前後調整可能な右コンソール、シートヒータ付きエアサスペンションシート、フルオートエアコン、ホット&クールボックス、外部入力端子付きラジオなどにより、居住性の向上を図っている。

荷こぼれの防止やオペレータの疲労低減に寄与するライドコントロールシステムは、車速によって自動的に作動する車速感応型とし、作業内容によるON/OFF操作を不要としている。

一定時間ごとに逆回転しラジエタに付着した埃を清掃する自動逆転クーリングファン、防塵性を向上させたエアコンユニット、フィルタ類の集中配置、リモート給脂配管などにより、メンテナンスコストの低減を図っている。

携帯電話通信網により、車両稼働位置情報、サービス履歴、メン

表—4 ZW220HYB-5Bの主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	3.4
運転質量	(t)	18.18
最大出力	(kW/min ⁻¹)	147/2,100
定格荷重	(t)	5.44
全長（バケット地上時）	(m)	8.200
全幅（バケット）	(m)	2.910
全高（バケット地上時）	(m)	3.405
ホイールベース	(m)	3.300
トレッド	(m)	2.160
ダンピングクリアランス	(m)	2.880
ダンピングリーチ	(m)	1.150
最高走行速度（前進／後進）	(km/h)	34／34
標準小売価格（税抜）	(百万円)	45.217

注）価格は工場裸渡し。

新機種紹介



写真-3 日立建機 ZW220HYB-5B ハイブリッドホイールローダ

テナンス時期・実施状況、稼働状況の確認など、車両のメンテナンス計画に必要な情報を得ることができる。

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

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

16-〈16〉-03	アイチコーポレーション 自走式高所作業車 WM04CNS, RM04CNS	'16.02 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

建築、設備メンテナンス等の現場で使用するホイール式およびクローラ式の自走式高所作業車である。

メンテナンスフリーバッテリーと独自の充電プロフィール設定の充電器により、同社従来機種と比較してバッテリーサイクル寿命の大幅な向上を図っている。さらにバッテリー変更により、現場での補水作業を不要としたこと、および、抱き合せシリンダによる昇降方式を採用し、構成部品を削減したことにより、メンテナンス性の向上を図っている。手摺からのマスト飛び出し量を最小限に抑えるとともに、従来下部操作装置にあったバッテリー残量計、キースイッチ、アワメータを上部操作装置に移設することにより、作業中でもバッテリーの残量が確認できる等、作業性の向上を図っている。

作業床への出入り口の開閉式ハーフ扉により作業床への乗降性を、また、フォーク差込み位置の設置により車両運搬時の積み込み性の向上を図っている。

表-5 WM04CNS, RM04CNS の主な仕様

	WM04CNS	RM04CNS
走行方式	ホイール	クローラ
作業床最大積載荷重 (kg)	200	200
作業床最大地上高 (m)	3.8	3.8
全長×全幅×全高 (m)	1.28 × 0.75 × 1.60	1.25 × 0.77 × 1.62
車両重量 (kg)	580	580
標準価格 (消費税込) (千円)	3,348	3,510



写真-4 アイチコーポレーション RM04CNS 自走式高所作業車



写真-5 アイチコーポレーション WM04CNS 自走式高所作業車

問合せ先：(株)アイチコーポレーション

〒362-8550 埼玉県上尾市大字領家字山下1152番地の10

主要建設資材価格の動向

1. はじめに

最近の建設資材の価格動向について、一般財団法人経済調査会発行の「月刊積算資料」で発表している実勢価格調査の結果を用いて考察した。

表一1は、主要建設資材25品目の直近6ヶ月間の東京地区の価格推移である。4月価格を半年前の11月価格と比較すると、25品目のうち13品目に動きがみられた。そのうち上昇した品目は鉄屑の1品目に止まり、これ以外の12品目の灯油、ストレートアスファルトの石油製品や異形棒鋼、H型鋼、普通鋼板の鋼材類、電線などの国際市況商品が、原材料の下落等による影響で下落がみられるなど、概ね低調な商品市況となった。

2. 主要建設資材価格の動向

この主要25品目の中から、特に重要と思われる10品目について一般財団法人経済調査会調査部門による2016年4月調査時点の東京地区の市況判断を要約すると以下の通りとなる。

(1) H型鋼

原料となる鉄屑相場が3月中旬以降、反発基調を強めたことで販売筋への値下げ要求は影をひそめ、じり安の展開に歯止めがかかった。需要者側は、材料手配を急ぐ手持ち案件が少ないことから、引き続き当用買いに徹している。メーカー側は製造コスト増となった製品価格の引き上げ意向を示しているものの、市中の荷動きは精彩を欠いており、市況は現行水準を横ばいで推移している。

表一1 主要建設資材価格推移（東京地区）

〔価格＝東京：円〕〔消費税抜き〕

資 材 名	規 格	単位	平成 27 年		平成 28 年				変動額(円) (4月-11月)
			11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	
灯油	民生用 スタンド 18ℓ缶	缶	1,440	1,404	1,314	1,206	1,206	1,206	- 234
A 重油	(一般) ローリー	kL	50,500	50,500	44,500	40,500	40,000	42,500	- 8,000
ガソリン(ガソリン税込)	レギュラー スタンド	L	124	120	113	106	105	108	- 16
軽油(軽油引取税込)	ローリー	kL	86,000	87,000	81,000	75,000	73,500	75,500	- 10,500
異形棒鋼	SD295A・D16 ②	kg	51	49	48	47	46	46	- 5
H 形鋼(構造用細幅)	200 × 100 × 5.5 × 8 mm (SS400) ②	kg	74	73	73	72	70	70	- 4
普通鋼板(厚板)	無規格 16 ~ 25 914 × 1829 mm ②	kg	74	73	73	72	71	71	- 3
セメント	普通ポルトランド バラ	t	10,300	10,300	10,300	10,300	10,300	10,300	0
コンクリート用碎石	20 ~ 5 mm (東京 17 区)	m ³	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	0
砂	荒目洗い (東京 17 区)	m ³	4,850	4,850	4,850	4,850	4,850	4,850	0
クラッシャラン	40 ~ 0 mm (東京 17 区)	m ³	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	0
生コンクリート	強度 21 スランプ 18cm 20 (25) mm (東京 17 区)	m ³	13,300	13,300	13,300	13,300	13,300	13,300	0
アスファルト混合物	再生密粒度 13mm (東京都区内)	t	9,900	9,900	9,900	9,900	9,400	9,400	- 500
ストレートアスファルト	針入度 60 ~ 80	t	76,000	71,000	71,000	71,000	57,000	57,000	- 19,000
PHC パイル A 種	350 mm × 60 mm × 10 m	本	29,600	29,600	29,600	29,600	29,600	29,600	0
ヒューム管	外圧管 1 種 B 形 呼び径 300 mm	本	9,510	9,510	9,510	9,510	9,510	9,510	0
鉄筋コンクリート U 形	300B 300 × 300 × 600 mm	個	1,410	1,410	1,410	1,410	1,410	1,410	0
コンクリート積みブロック	250 × 400 × 350 mm	個	580	580	580	580	580	580	0
杉正角	3 m × 10.5 × 10.5 cm 特 1 等	m ³	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000	0
ミツガ正角	3 m × 10.5 × 10.5 cm 特 1 等	m ³	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	0
コンクリート型枠用合板	12 × 900 × 1800 mm ②	枚	1,420	1,400	1,390	1,350	1,320	1,290	- 130
電線 CV	600V ビニル 3 心 38 mm ²	m	1,082	975	975	975	975	939	- 143
鉄屑	H2	t	7,000	7,000	8,000	7,500	8,500	12,500	5,500
ガス管	白管ねじなし 25A	本	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	0
塩ビ管	一般管 VP 50 mm	本	1,240	1,240	1,240	1,200	1,200	1,200	- 40

(出典) (一財) 経済調査会「月刊積算資料」

(注記) 調査日は原則として前月 20 日～当月 6 日調べ。

統計

鉄屑相場は引き続き強含みで推移する見通しで、メーカー側は採算悪化を懸念しているが、大型事務所ビルをはじめとする鉄骨製作案件の材料手配がずれ込んでいるため、需給がタイト感を強めるには時間を要する見込み。先行き、横ばいで推移しよう。

(2) 異形棒鋼

原料の鉄屑価格が大幅に上伸しているため、採算が悪化した電炉メーカー側は、販価の引き上げを目指し強気の販売姿勢に転じている。一方、製品価格の底値とみた需要者側は、駆け込みで当面の手持ち案件の材料手配に動いたが、流通側は安値での折り合いを避けるべく売り腰を引き締めており、足元の棒鋼価格は横ばいながらも下値が切り上がった展開となっている。

マンション建設や再開発工事向けを中心にした市中の荷動きが活発化するにはまだ時間を要するとの見方が支配的だが、長らく下落基調が続いたことで、製販ともに採算を重視する姿勢が強まっている。先行き、強含みで推移する見通し。

(3) セメント

セメント協会調べによる平成 28 年 2 月期の東京地区セメント販売量は 25 万 4,145 t と前年同月比 4.2 % 減となった。都内 4 協組の 2 月の生コン出荷量も前年同月比 13.0 % 減と落ち込んでおり、セメント需要の伸び悩みを裏付けている。

首都圏の都市再開発工事向け生コンの新規契約が増加していることから、秋口以降、セメント需要も増加するとの見方が大勢。また、同協会では平成 28 年度の国内需要を前年度並みの 4,300 万 t 程度を想定していることから、民需に関しては緩やかな回復傾向にあると予測している。販売筋では下期以降の需要に期待しつつ、比較的好調な輸出向けの販売量を伸ばすことで価格維持に注力する構え。先行き、横ばい。

(4) 生コンクリート

東京地区生コン協組調べによる平成 27 年度の出荷量は 324 万 5,462 m³ で前年度比 2.1 % 増であった。27 年度は、上半期に豊洲新市場向け、下半期は都市再開発事業向けの出荷を中心に、前年度の数量を上回る出荷実績となった。

今後、都心部を中心に再開発事業が多く見込まれることから、同協組では平成 28 年度の出荷見通しを前年度比 3.1 % 増の 330 万 m³ 程度と想定している。

都市再開発事業の本格化を前に、同協組では新年度の契約案件については秋口にかけて出荷が本格化するものと見込んでおり、今後、需要動向を注視しつつ売り腰を強めたいとしている。目先、横ばいで推移しよう。

(5) アスファルト混合物

平成 27 年 4 月～平成 28 年 2 月期の都内向けアスファルト混合物製造数量は、186 万 6,128 t で前年同期比 0.7 % の微増（東京アスファルト合材協会調べ）。

昨年度は東京地区における道路改良等の舗装工事発注が低調だったが、都心部を中心にライフライン関係の工事が続いたことで、出荷数量はほぼ横ばいの水準となった。

原材料であるスト・アス価格が昨年来続落した結果、需要者は混合物価格の値下げ要求を断続的に繰り返し 3 月上旬には 500 円の下落。現状では、平成 27 年度からの繰り越し工事が少ないうえ、新年度工事も発注前で閑散としているため、価格交渉は需給双方ともに模様ながめの状態。目先、横ばいの公算が大きい。

(6) コンクリート用碎石

都心部の都市開発工事向け生コン需要は堅調に推移しているが、神奈川、千葉等周辺の生コン需要は低迷しており、コンクリート用碎石の荷動きは総じて低調に推移している。販売側は今後の大口需要に対する輸送力の増強を理由に値上げを求めているものの、需要に盛り上がりを見せつつある中では、需要者側の購買姿勢は厳しく、現行価格の維持が精いっぱい状況となっている。

東京オリンピック・パラリンピック関連等の大規模工事の本格化は、秋口以降との見方が大勢となっており、しばらくは需要者主導の商いが続くものとみられるだけに、価格は横ばいで推移する公算が大きい。

(7) ガス管

メーカーは生産調整を継続しているが、長引く需要低迷により需給にタイト感はみられない。価格は、需要者の厳しい指し値に対して、足元の受注確保を優先したい流通筋が、一部の大型工事において安値で折り合う場面がみられる。需要回復の兆しは乏しく、先行き、弱含みの見通し。

(8) コンクリート型枠用合板

円高を背景とした先安観から、相場は依然として安値寄り推移しており、昨年 11 月対比で約 10 % の下落。一方、産地側による受注抑制や値上げを受け、市場には底打ちを探る動きがみられ始めている。決算期を区切りとして、販売側による安値折り合いも終息しており、先行き、横ばいの見通し。

(9) 軽油

原油価格の上昇による調達コスト増による元売卸価格の引き上げにより、販売業者が売り腰を強めたことから、市況は上昇に転じた。原油相場の先行きが不透明なため需要者との価格交渉は難航するとみられるが、元売会社の多くは採算重視の姿勢を崩しておらず、販売業者も追随する公算が大きい。先行き、強含み。

(10) 電線ケーブル

日本電線工業会が発表した電線受注出荷速報によると、主要部門である電気事業者・販売業者向けの平成 28 年 2 月推定出荷量は、約 2 万 8,300 t と前年同期比約 2.2 % の増加。首都圏の再開発工事が底堅い動きをみせているものの、他地域では大型工事に乏しく、依

統 計

然として足元の需要は停滞感が拭えない。

一方、流通側は、主原料である銅価の下落を受け、販売価格の引き下げを実施。さらに荷動きが精彩を欠く中、数量確保を重視する動きも散見された。今後も銅価の値動きに左右される傾向が続くとみられ、目先、横ばいで推移する見通し。

3. 主要資材の都市別価格動向

表一2は主要25品目のうち、価格変動が頻繁に生じやすくさらに地域性の強い資材として3品目を抽出して主要10都市毎に過去2015年4月と2016年4月時点と比較したものである。

まず、異形棒鋼については、2016年4月の価格を2015年4月と比較すると、全地区においてkg当たり9円～15円と10%以上の大幅な下落となっている。要因が原材料である鉄屑相場の影響であるため、全国的な下落状況となっている。ただ、ここにきて海外の

鉄屑相場が上向いてきていることから、今後国内の異形棒鋼の相場は、反転し上昇局面に変化すると思われる。

次に生コンクリートであるが、この資材は個別の地区事情に影響されて価格相場が形成されているため、それぞれの特色が出ている。2016年4月を見ると、最も高値が広島の高松の14,950円であるが、一方安値は高松の8,400円となっており、その差は6,450円と大幅な価格格差が生じている。またここ1年の動きをみると、名古屋、広島、那覇の3地区が、500円～800円の幅で上昇したが、それ以外の地区は1年間変動なく推移しているため、概ね全国の生コン相場は、安定した動きとなっている。

最後にアスファルト混合物は、原油価格の下落の影響を受けストレートアスファルトが下落。この影響でアスファルト混合物も広島を除く全地区で、200円～800円の幅で下落した。原油価格も下げ止まっていることから、下げ傾向もストップするとみられる。

表一2 主要建設資材の価格推移（主要10都市）

価格：円（消費税抜き）

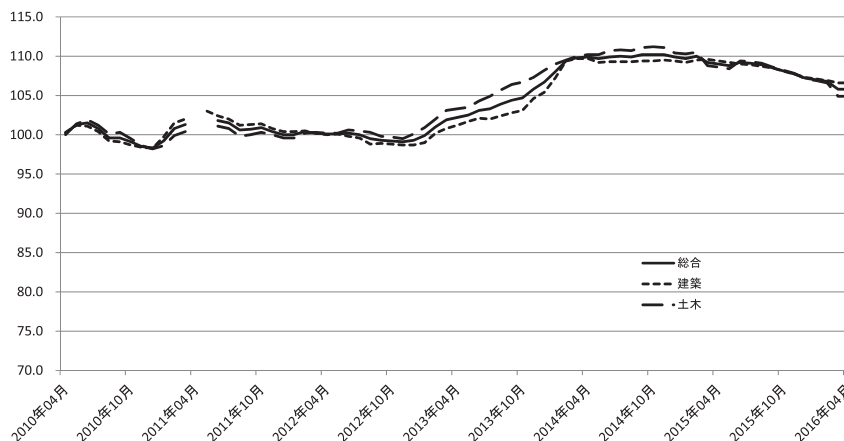
資材名	異 形 棒 鋼				生コンクリート				アスファルト混合物			
	SD295A・D16				21-18-20 (25)				再生密粒度 13 (注記 2 参照)			
地区	単位	2015 年 4 月	2016 年 4 月	変動額(円)	単位	2015 年 4 月	2016 年 4 月	変動額(円)	単位	2015 年 4 月	2016 年 4 月	変動額(円)
札 幌	kg	66.0	57.0	－9	m ³	12,500	12,500	0	t	12,500	12,050	－450
仙 台	〃	61.0	48.0	－13	〃	14,000	14,000	0	〃	10,500	10,300	－200
東 京	〃	58.0	46.0	－12	〃	13,300	13,300	0	〃	10,200	9,400	－800
新 潟	〃	58.0	46.0	－12	〃	12,500	12,500	0	〃	11,400	11,000	－400
名古屋	〃	58.0	44.0	－14	〃	10,800	11,300	500	〃	10,300	10,100	－200
大 阪	〃	55.0	42.0	－13	〃	12,200	12,200	0	〃	9,900	9,400	－500
広 島	〃	57.0	44.0	－13	〃	14,150	14,950	800	〃	9,800	9,800	0
高 松	〃	59.0	44.0	－15	〃	8,400	8,400	0	〃	12,800	12,600	－200
福 岡	〃	58.0	45.0	－13	〃	10,950	10,950	0	〃	10,000	9,700	－300
那 覇	〃	71.0	58.0	－13	〃	13,200	13,700	500	〃	13,300	13,000	－300

（出典）（一財）経済調査会「月刊積算資料」

（注記1）調査日は原則として前月20日～当月6日調べ。

（注記2）生コンクリートの東京は東京17区価格。アスファルト混合物の東京は東京23区価格。

（注記3）アスファルト混合物の札幌は再生細粒度ギャップ13Fが対象。



一般財団法人経済調査会「建築・土木総合指数」より作成。2010年度4月＝100とした指数
東日本大震災の影響により、2011年4月～5月データの一部に欠損が発生したため、全国のグラフも欠損データとなっている

図一1 建設資材価格指数（全国：総合）

4. おわりに

図—1の建設資材価格指数（全国：総合）は、2010年4月からの建設資材価格の動きを指数化したグラフであるが、2012年10月を底に右肩上がりで大幅に上昇してきたが、2015年4月以降は下落の傾向に変化してきている。

2012年以降に、円安や原油の値上がりによる原材料の値上がりによる建設資材の値上げラッシュがあり、旺盛な建設投資による資

材需要の高まりが後押しとなって、市場では資材価格が高騰した。これも2015年4月以降の原油価格の急激な下落や国際的な鉄相場の落ち込みによって、建設資材市況は軟化傾向となった。

しかしながら、2020年の東京オリンピックに向けた事業および東日本大震災の復興事業などが、当面建設投資をけん引する主因であることから、安定した建設投資を背景に建設資材市況も高水準での値動きが展開されよう。

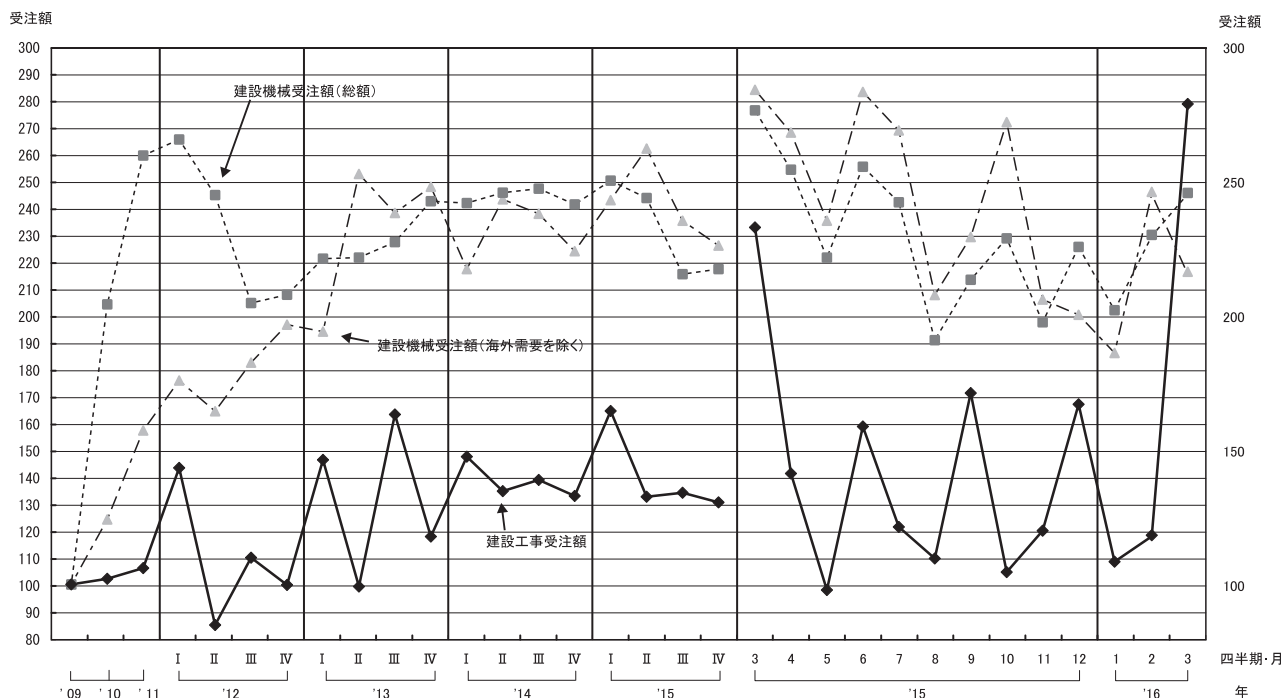
（文責：荒川）



統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 2009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 2009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							
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2015 年 3 月	19,543	12,683	1,855	10,828	6,342	407	112	11,622	7,921	140,330	19,823
4 月	11,836	8,791	2,135	6,656	2,383	557	105	8,489	3,347	145,449	9,296
5 月	8,193	5,622	1,131	4,491	1,958	353	260	5,284	2,908	145,260	9,626
6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	146,253	12,424
7 月	10,167	7,221	2,122	5,099	2,454	372	120	7,202	2,965	146,731	8,728
8 月	9,178	5,975	1,867	4,108	2,455	370	378	5,928	3,251	142,165	10,141
9 月	14,360	10,758	1,572	9,187	2,877	450	274	10,831	3,529	143,650	14,223
10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	140,930	11,339
12 月	14,004	9,426	1,855	7,572	3,210	390	977	10,085	3,919	141,461	13,853
2016 年 1 月	9,081	5,789	1,017	4,772	2,189	344	758	6,103	2,978	144,221	9,496
2 月	9,906	6,887	1,360	5,527	2,394	443	183	6,520	3,386	142,223	10,642
3 月	23,414	15,234	1,823	13,411	7,211	557	411	15,157	8,257	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	15 年 3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	16 年 1 月	2 月	3 月
総 額	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	1,732	1,593	1,388	1,600	1,517	1,195	1,336	1,433	1,237	1,413	1,265	1,441	1,539
海 外 需 要	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	1,075	973	844	945	895	715	806	804	761	950	835	872	1,039
海外需要を除く	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	657	620	544	655	622	480	530	629	476	463	430	569	500

（注）2009～2011年は年平均で、2012～2015年は四半期ごとの平均値で図示した。

2015年3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

(2016年4月1日～30日)

機械部会



■コンクリート機械技術委員会

月 日：4月7日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか9名

議 題：①前回（2/5）委員会の議事録内容の確認 ②ISOトラックミキサ用語と仕様のドラフトについての審議 ③平成28年度の活動計画について・活動テーマとその具体的な進め方 ④2月15日開催の合同部会の報告について ⑤2月22日開催の機械部会 幹事会の報告について ⑥その他（ISO定期見直し他）

■油脂技術委員会及び各分科会

月 日：4月11日（月）

出席者：豊岡司委員長ほか18名

議 題：①高効率作動油分科会・高効率作動油の規格化に向け、以下再調査結果取り纏めの紹介…作動油性状、せん断安定性の試験条件・効率評価方法、各社の評価方法について供試油と試験結果の具体例 ②規格普及促進分科会・日本語PR資料の紹介およびホームページ掲載案 ③油脂技術委員会・ホームページ改訂の素案提示と討議・規格、運用マニュアル修正報告・28年度活動計画説明 ④その他…2月15日に開催した合同部会の報告、2月22日に開催した機械部会 幹事会の報告

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：4月13日（水）

出席者：関徹也委員長ほか17名

議 題：①基礎工事用機械の分類とそのアタッチメントの委員長整理（案）について ②大深度（市街地）立坑の施工技術調査について ③平成28年度活動の具体的な進め方について ④見学会について・博物館「地球の宝石箱」（鉱研工業㈱保有）他 ⑤その他・2月15日に開催した合同部会の報告

■トンネル機械技術委員会・総会

月 日：4月20日（水）

出席者：藤内隆委員長ほか23名

議 題：①委員長挨拶 ②27年度の活動報告・環境保全分科会の活動結果・建設生産システム変革分科会の活動結果 ③平成28年度の活動計画・各社の省エネ対策、省資源対策、地球温暖化防止策活動について ④講演・

NPO 法人臨床トンネル工学研究所 10周年記念講演（海外シールド・TBM技術事情 VTR 無し版） ⑤全体的質疑応答・意見交換

■原動機技術委員会

月 日：4月22日（金）

出席者：工藤睦也委員長ほか22名

議 題：①委員長の交代について ②前回（2月19日（金））議事録の確認について ③オフロード法2014年排出ガス規制の各実施要領等についての情報交換 ④海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ⑤国土交通省平成27年度地球温暖化対策検討分科会3月開催の延期について ⑥2月22日開催の機械部会 幹事会の報告について、国交省 i-Construction のその後の動きについて、環境省 L2-Tech 認証制度について ⑦平成28年度の活動計画の具体的な進め方について ⑧その他

■トラクタ技術委員会

月 日：4月25日（月）

出席者：高松伸匡委員長ほか9名

議 題：①各社のトビックス ②平成28年度活動計画の具体的な進め方について ③建設車両用タイヤの選定・仕様・整備・基準の改訂について ④国交省の i-Construction（建設の生産性向上）その後の動きについて ⑤環境省の L2-Tech 認証制度について ⑥国土交通省平成27年度地球温暖化対策検討分科会3月開催の延期について ⑦その他

■機械整備技術委員会

月 日：4月27日（水）

出席者：森三朗委員長ほか7名

議 題：①委員の交代について ②2011年排出ガス規制対応車の「DPF 再生の仕組み、洗浄、廃液処理等」についての教宣資料の取りまとめについて ③エンジン診断装置の共通化要望についての情報交換と問題点の整理についての各社報告 ④平成28年度の活動計画と具体的な推進について ⑤「整備の基本」と「ハイブリッド建機・電動建機の安全整備・点検のためのガイドライン」のホームページ掲載についての確認 ⑥2月15日開催の合同部会及び2月22日開催の機械部会 幹事会の報告 ⑦その他

■トンネル機械技術委員会 代表者・国交省・環境省 意見交換

月 日：4月28日（木）

出席者：坂下誠分科会長ほか6名

議 題：トンネル工事排出ガス対策型建

設機械・現状の課題と今後の対応検討

建設業部会



■クレーン安全情報 WG

月 日：4月11日（月）

出席者：久保隆道主査ほか11名

議 題：①建設業部会での報告 ②移動式クレーン実態アンケート ③事故事例 ④積み上げのクレーン版のデータの精査

■三役会

月 日：4月28日（木）

出席者：中田晴久部会長ほか4名

議 題：①各 WG 報告 ②平成27年度事業報告原稿の最終確認 ③その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：4月5日（火）

出席者：岩佐広文分科会長ほか5名

議 題：①当年度分科会活動計画について ②その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：4月6日（水）

出席者：田中康順委員長ほか24名

議 題：①平成28年7月号（第797号）の計画の審議・検討 ②平成28年8月号（第798号）の素案の審議・検討 ③平成28年9月号（第799号）の編集方針の審議・検討 ④平成28年4月号～平成28年6月号（第794～796号）の進捗状況の報告・確認

■新工法調査分科会

月 日：4月13日（水）

出席者：戸崎雅之分科会長ほか3名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■建設経済調査分科会

月 日：4月20日（水）

出席者：山名至考分科会長ほか3名

議 題：①「H28 公共事業関係予算」の進捗原稿検討（小笠原委員） ②「H28 主要建設資材価格の動向」原稿に関する確認（荒川委員） ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■第1回広報部会広報委員会

月 日：4月13日（水）

場 所：北海道支部会議室

出席者：峰友博広報委員長ほか3名

内 容：平成28年度建設機械優良運転員・整備員の被表彰候補者の選定等

■第1回企画部会

月 日：4月20日（水）

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：川村和幸企画部会長ほか11名

内 容：①平成27年度事業報告（案）
②平成27年度決算報告（案） ③平成28年度事業計画 ④平成28年度収支予算 ⑤その他、第1回運営委員会及び第5回総会関係

■第1回調査委員会

月 日：4月21日（木）

場 所：さつげんビル6階会議室

出席者：小宮山北海道開発局事業振興部機械課調査係長ほか17名

議 題：平成28年度建設機械等損料の改定について

■支部会計監査

月 日：4月25日（月）

場 所：北海道支部会議室

出席者：熊谷一男支部監査役ほか2名

議 題：平成27年度支部事業及び決算書の監査

■平成28年度除雪機械技術講習会第1回打合せ

月 日：4月26日（火）

場 所：北海道開発局10階会議室

出席者：伊藤正樹技術委員会委員長ほか16名

内 容：①平成28年度除雪機械技術講習会実施計画 ②平成27年度実施結果

■第1回運営委員会

月 日：4月28日（木）

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか17名

内 容：①平成27年度事業報告（案）承認の件について ②平成27年度決算報告（案）承認の件について ③平成28年度事業計画に関する件について ④平成28年度収支予算に関する件について ⑤その他、第2回運営委員会及び第5回総会関係

東 北 支 部



■広報部会

月 日：4月7日（木）

場 所：東北支部会議室

出席者：浅野公隆部会長ほか7名

内 容：①「支部たより171号」の編集計画について ②「支部たより171号」の原稿執筆依頼について ③「建設機械施工10月号」ずいそう原稿執筆者の推せん ④広報部会役員の交代等について ⑤その他

■情報化施工に関する整備局との打合せ

月 日：4月7日（木）

場 所：東北地方整備局会議室

出席者：山尾昭施工企画課長、鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか3名

内 容：①平成28年度の情報化施工セミナー計画について ②その他

■施工部会

月 日：4月14日（木）

場 所：東北支部会議室

出席者：稲村正弘施工部会長ほか14名

内 容：①平成28年度施工部会事業計画について ②平成28年度除雪講習会計画（案）について ③平成28年度除雪講習会資料作成成分担について ④その他

■平成28年度第1回 情報化施工技術委員会

月 日：4月15日（金）

場 所：東北支部会議室

出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか17名

内 容：①平成28年度i-Construction（ICT）セミナーの開催計画について ②工業高等学校向けセミナーの開催計画について ③東北地方整備局の国交省職員研修への対応について ④今後のスケジュール ⑤その他

■支部監査

月 日：4月25日（月）

場 所：東北支部会議室

出席者：浅野博之支部監査役ほか2名

内 容：平成27年度の事業及び決算の監査全般

■建設部会

月 日：4月26日（火）

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか6名

内 容：①委員の交代について ②部会長、副部会長の選任について ③平成28年度活動計画（案）について ④「支部たより」安全コーナーについて ⑤特殊工事現場研修について

■EE東北'16第3回作業部会

月 日：4月26日（火）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

出席者：狩野武志東北技術事務所副所長ほか25名

内 容：①EE東北'16実施方針（案） ②EE東北'16広報（案） ③EE東北'16予算（修正案） ④今後の予定

北 陸 支 部



■第1回広報委員会

月 日：4月13日（水）

場 所：北陸支部事務局

出席者：上杉修二広報委員長ほか4名

議 題：機関誌「あかしや通信」の発行について

■「オペレータの手引き」改訂WG

月 日：4月14日（木）

場 所：新潟県建設会館

出席者：青木鉄朗雪氷部会委員ほか12名

議 題：「オペレータの手引き」改訂案の検討

中 部 支 部



■支部会計監査

月 日：4月25日（月）

監査役：近藤正征氏、高原和彦氏

内 容：業務及び財産監査

■i-construction 中部ブロック推進本部「愛知県部会」

月 日：4月25日（月）

出席者：永江豊事務局長、鈴木勇治情報化施工ガイドブック作成委員

内 容：ICT土工の活用に向けた3次元データを活用する基準類の説明

関 西 支 部



■支部監査

月 日：4月19日（火）

場 所：関西支部 会議室

出席者：太田義己支部監査役、神谷敏孝支部監査役

内 容：平成27年度決算報告および関係書類にもとづく監査の実施

■建設部会

月 日：4月20日（水）

場 所：エル・おおさか 5F 研修室3

出席者：寺口勝久建設部会長以下19名

議 題：①新旧部会長挨拶 ②平成27年度活動報告 ③平成28年度事業計画（案）説明 ④その他

■企画部会

月 日：4月25日（月）

場 所：関西支部 会議室

出席者：溝田寿企画部会長以下6名

議 題：①運営委員会に提出する議題関連 ②その他

■運営委員会

月 日：4月27日（水）

場 所：大阪キャッスルホテル 会議室

出席者：深川良一支部長以下18名

議 題：①平成27年度事業報告（案）及び決算報告（案）の件 ②平成28・29年度運営委員選任について ③優良建設機械運転員等表彰の件 ④会長表彰について ⑤講演会について ⑥その他

中国支部

■第38回「新技術・新工法」発表会

月 日：4月12日（火）

場 所：広島市まちづくり市民交流プラザ
ザマルチメディアスタジオ

参加者：116名

発表課題：（講話）①国土交通行政の最近の状況について…中国地方整備局企画部技術管理課長 井上和久氏 ②建設現場の生産性向上「i-Construction」について…中国地方整備局企画部機械施工管理官 錦織豊氏

技術発表：①CIMへの取り組みについて…復建調査設計㈱ 亀田雄二氏 ②PC構造における新技術・新工法について…（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会中国支部 田中寛規氏 ③規格（サイズ）の標準化と施工の効率化について…ランダス㈱ 細谷多慶氏 ④移動測量システム（MMS・UAV）によるデータ取得とその利活用について…㈱荒谷建設コンサルタント 南免羅裕治氏、北野幸宏氏

■第1回部会長会議

月 日：4月13日（水）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：鷺田治通企画部会長ほか10名

議 題：①運営委員会（春季）について ②第5回支部通常総会について ③その他懸案事項

■i-Construction セミナー～CIM 情報化施工 本格化の時代へ～

月 日：4月19日（火）

場 所：広島県民文化センター

参加者：534名

内 容：①（基調講演）これからの建設施工とi-Construction…立命館大学理工学部教授 建山和由氏 ②中国地方整備局に於ける「i-Construction」の進捗状況…中国地方整備局企画部機械施工管理官 錦織豊氏 ③測量への無人航空機（UAV）導入に向けた取組について…国立地理院中国地方測量部次長 高橋英尚氏 ④（事例紹介）CIMへの取り組みについて…復建調査設計㈱事業推進本部 CIM 推進室長 亀田雄二氏 ⑤（事例紹介）3D データの活用～現場での見える化への取組～…カナツ技建㈱土木部 木村善信氏

■春季運営委員会

月 日：4月20日（水）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：河原能久支部長ほか23名

議 題：①平成27年度事業報告（案）に関する件 ②平成27年度経理状況（案）に関する件 ③平成27年度支部監査に関する件 ④平成28年度建設の機械化施工優良技術者表彰について ⑤その他懸案事項

四国支部

■平成28年度第1回（企画・施工・技術）合同部会幹事会

月 日：4月15日（金）

場 所：サン・イレブン高松（高松市）

出席者：小松修夫企画部会長ほか20名

内 容：①平成27年度事業報告（案）について ②平成27年度決算報告（暫定版）について ③平成27年度事業計画について ④平成27年度予算書について ⑤平成28年度団体会員、優良建設機械運転員・整備員表彰者（案）について ⑥平成28～29年度役員等候補者（案）について ⑦その他

■平成27年度四国支部会計及び業務監査

月 日：4月22日（金）

場 所：支部事務局

監査者：河瀬久支部監査役及び堀具王支部監査役

内 容：1. 会計監査…①経理事務全般 ②資産・負債・財産・収入及び支出の適正処理について ③財務諸表・財産目録等の適正管理について 2. 業務監査…①会員の入退会処理について ②運営委員会・総会等の適正処理について ③事業計画・事業報告・予算決算の適正処理について ④その他、職員の法定福利等関係書類の整理について

九州支部

■企画委員会

月 日：4月13日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか10名

議題：①総会・運営委員会の運営について ②支部役員の交代について ③本部会長表彰・支部長表彰について ④i-Construction（情報化施工）技術講習会について ⑤平成28年度災害協定支援体制について ⑥その他

編集後記

読者の皆様お元気でしょうか。

今これを執筆しているのは2月で寒気厳しいところですが、皆様が読まれる頃は、すでに初夏といったところでしょうか。

今回は、新しい建設材料、新技術の特集になります。

毎年、同様の特集がでておりますが、次々と新しいものが出てきて、題材が不足しないのはありがたいことです。それだけ、活発に建設技術が進歩しているということになります。

巻頭言は魚本様にお願いしました。3年前にも執筆いただいておりありがとうございました。

材料にける期待というのは高いものがあります。長寿命化や、維持管理の容易化にも貢献します。橋や道路が半永久的に、もしくは100年もてば、大変ありがたいことです。

テレビでマコというのを見ました。考古学で使われる道具で、土器の形を写し取るものです。日本人が優れた道具を作りそれが海外でも愛用されているのを紹介する番組でし

た。薄い竹の板を多数重ねて作られております。金属性のマコが外国にあるのですが、日本製のものは、軽くて丈夫で手放せないとのこと。今、日本の食材、料理、自動車などが海外で人気がありますが、建設技術もやがてそういう時代が来るのではないかという気がします。日本の建設技術のよさが海外で認められ、普及していく姿です。

行政情報は新技術関連でNETISの海外展開や土木研究所における技術の普及について書いていただきました。

報文は、新技術がシールド・トンネル、道路、橋、地盤改良、探査などです。材料は、メタルバンド、超高耐久橋、CNTなどです。CNTは、宇宙を見据えた建設技術で、建設産業の未来を象徴している気がします。以上は主に最近1～2年で発表された技術です。できるだけ新しい情報を選定するよう心掛けました。皆さんの参考になれば幸いです。

最後に、忙しい中執筆いただいた執筆者の方々に深く感謝いたします。

(加藤・江本)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
田中 忠重	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
岩野 健	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
戸田 修実	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
中川 明	コマツ
大塚 清伸	キャタピラージャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

7月号「コンクリート工事、コンクリート構造特集」予告

・九州地区における土木コンクリート構造物設計・施工指針(案)手引書(案)・公共事業コスト改善プログラム(平成23年度公表資料)中“プレキャスト化を促進”・場所打ちUFCによるPC道路橋・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計・施工・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法・場所打ち函渠における品質確保の取組み・設計基準強度300N/mm²の超高強度プレキャストRC長柱の開発と適用・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法・大規模LNG地下式貯槽工事における31,500m³の底版コンクリートの一括施工・電子制御式コンクリートミキサ車(eミキサ)・中性子遮蔽コンクリートの技術改良

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料(12冊) 9,252円(税・送料込)

建設機械施工

第68巻第6号(2016年6月号)(通巻796号)

Vol.68 No.6 June 2016

2016(平成28)年6月20日印刷

2016(平成28)年6月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

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

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテレタ リンサー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押し・特殊
スイッチ装着可能
自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点
優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当
自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能
パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N
●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機
セットで
15万円
(税抜価格)

12操作標準型
RC-5812N
●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用
セットで
17万円
(税抜価格)

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N
●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能
セットで
20万円
(税抜価格)
防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

新 モデルチェンジ！ 内部設計を一新!!
全ての交換を優先しました。
N/U/Gシリーズ
標準型
RC-8616N
●16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能
セットで
22万円
(税抜価格)
堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上
優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当
ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能
特殊スイッチ
オーダー対応例
裏面スイッチ
防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテレタ N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応
防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)
3ノッチジョイスティック型
RC-7132N
セットで
90万円～
(税抜価格)
全押しボタン
RC-7126N
セットで
45万円～
(税抜価格)
ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル
RC-7233UAN
●3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN
スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス Nシリーズ

コンパクトという選択肢!!

ケーブルレスミニ ポケットサイズの本格派!

微弱電波モデル
対応
標準型
RC-3208N
●8操作
8リレー
セットで
12万円
(税抜価格)
片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!
ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上
チップ部品採用で
ポケットサイズ化
トコト機能を絞って
コストダウン
アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上
高い防水性能
送信機はIP65
従来の機と
信号互換あり!
受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ N/Rシリーズ
微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応
●微弱Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び!
●2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)
●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能
標準型
RC-4303N/R
セットで
10万円
(税抜価格)
特許! ケーブルには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ/だっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)
取付例

データケーブルレス
微弱電波・特定小電力
両モデル対応
N/R/U/G
シリーズ
送信機
(外部接続入力型)
7100型
6300型
5700型
3200型
受信機
写真は
Uシリーズ

リンスー離操作 N/U/Gシリーズ

価格もサイズも ハンディー並み!

データケーブルレス 工夫次第で用途は無限!

標準型
RC-2512N
セットで
22万円
(税抜価格)
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなったLED電池残量告知ランプ付
軽量コンパクト
ショルダータイプ

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R
標準付属品付
セットで
40万円
(税抜価格)
●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
●受信機から
電話回線接続機能
●高信頼性
異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
●大音量警鳴音発生
110dB/m

MAXサテレタ Uシリーズ
Gシリーズ
特定小電力
専用モデル
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能
RC-9300U
●多機能多操作
(比例制御対応可)
全押しボタン
装着タイプ
セットで
95万円
(税抜価格)
金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!
無段変速ジョイスティック
2本装着例

MAXサテレタ Uシリーズ Gシリーズ

無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R

無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R

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

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

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

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



朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/



マシンケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL: 048-555-2881 FAX: 048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質 — 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー
舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
最新アスファルトフィニッシャーをお届けします

VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT www.volvoce.com



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23

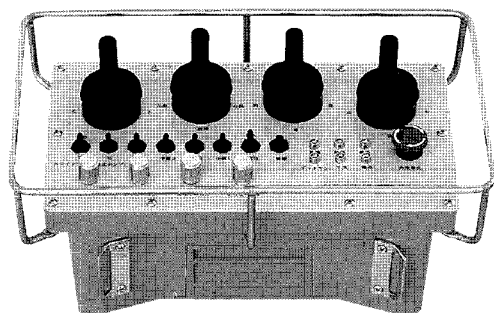
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

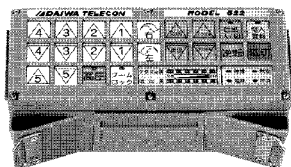
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

HITACHI

Reliable solutions

Reliable solutions powered by ICT

日立建機は、施工の効率化や品質向上、労働力不足といったお客様の課題に向き合い、情報化施工に対応する建設機械をはじめ、ICTを活用したソリューションを提供。お客様の多様なニーズにお応えしていきます。

お客様の多様なニーズに応える、日立のICT建機。

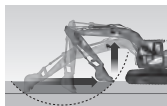
マシンコントロール

目標面の施工に対して必要なフロント操作の一部を、リアルタイムで半自動制御。施工現場に応じて、3D設計データ又は2D設計データに対応できます。

ベテランオペレータのような施工ができる機能

● 掘り過ぎ防止機能

フロント作業を半自動制御することで、施工目標面に対する掘り過ぎを防止。効率的な掘削が可能になり、生産性・品質が向上します。



● バケット角度保持モード

バケット操作を気にすることなく、角度を一定に保つことができ、アームとブームの操作のみで法面などを仕上げることができます。



マシンガイダンス

目標面の施工に対して必要な操作を、モニタや音によりオペレータに分かりやすくナビゲートします。

施工目標面を見える化する機能

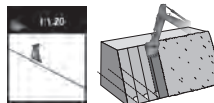
● 3Dマシンガイダンス用モニタ

機械の位置・姿勢情報と3D設計データに基づいて、施工目標面とバケット爪先の距離をモニタで見やすくナビゲートします。



● 目標設定ダイレクトモード

バケットを接地し、スイッチを押すだけで、施工目標面を設定することができ、数値入力の手間と時間を省きます。



ICT油圧ショベル
ZX200X-5B



日立建機株式会社 日立建機日本株式会社

www.hitachi-kenki.co.jp/ レンタル機をご用命の際は、最寄りの日立建機日本の営業所へお問合せください。



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14
NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2
MLP-1212A



高周波バイブレーター
FX-40G/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
低騒音指定番号5097

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)

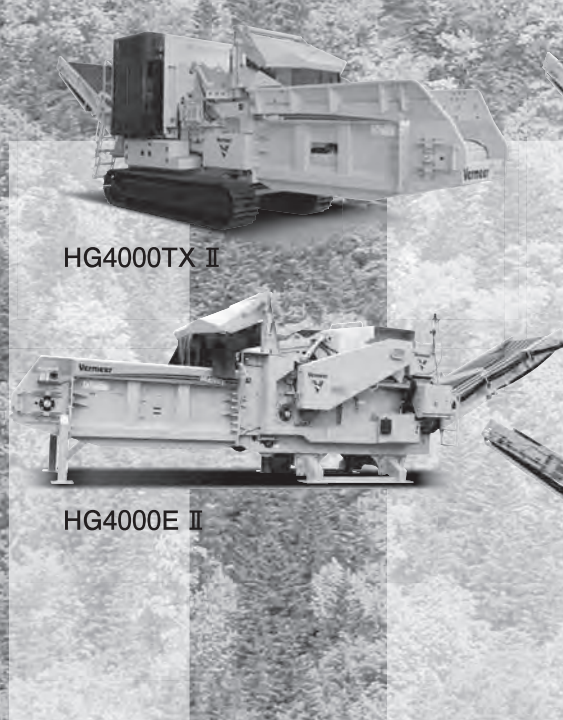
大阪支店 TEL: 06-6745-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

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: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9374

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: 080-1013-9558

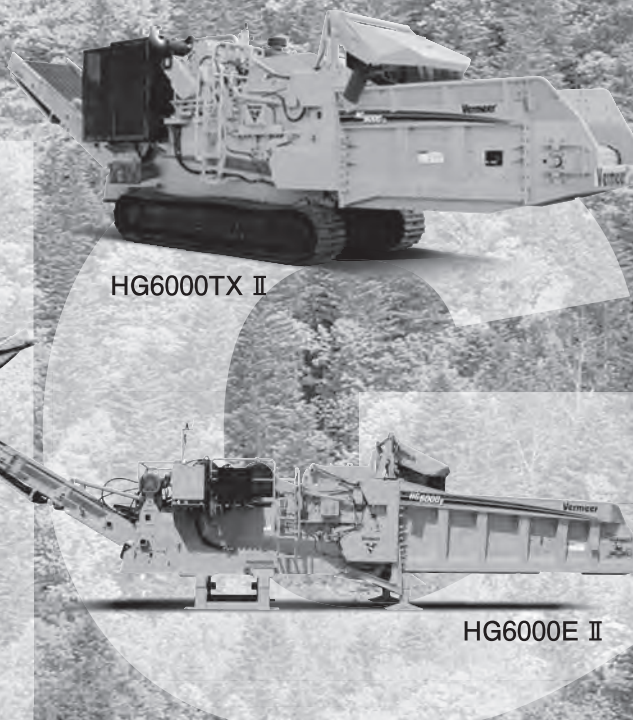
沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

マルマテクニカのホリゾンタルグライNDER



HG4000TX II

HG4000E II



HG6000TX II

HG6000E II

1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



破碎部のみの載せ替えが可能!!
様々な用途に1台で対応が可能



特長

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



マルマテクニカ株式会社

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

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



NETIS登録商品とは

〈New Technology Information System〉
公共事業等における新技術活用を促す
国土交通省の新技術情報提供システムです。



電極式自動運転ポンプ (NETIS登録番号 CG-110036-VE)

工事 排水用

LBA型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 40・50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.25・0.48kW
全揚程: 6・8m
吐出し量: 0.1・0.12m³/min

HSE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.4kW
全揚程: 8m
吐出し量: 0.1m³/min

HSDE型

水中泥水ポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.55kW
全揚程: 9m
吐出し量: 0.1m³/min

KTVE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50~100mm
相・電圧: 三相200V
出力: 0.75~5.5kW
全揚程: 10~22m
吐出し量: 0.18~0.6m³/min

低水位 排水用

LSCE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 25mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.48kW
最高排出揚程: 11m (50Hz)
12m (60Hz)

LSRE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.48kW
全揚程: 8m
吐出し量: 0.12m³/min

残水 吸排水用

LSPE型

スリーブポンプ

口径: 25×25mm (吸込×吐出し)
相・電圧: 単相100V 出力: 0.48kW
最大吐出し揚程: 6.9m (50Hz) / 7.8m (60Hz)
最大吐出し水量: 50ℓ/min (50Hz)
55ℓ/min (60Hz)

自動アイドリングストップ機能付き エンジン式高圧洗浄機

(NETIS登録番号 CG-140002-A)



「HPJ-5ESMA型」の
ご紹介動画をご覧ください。

高圧 洗浄機

HPJ-5ESMA型

〈アイドリングストップ仕様〉
連続定格出力: 3.7kW [5.0PS] / 1800min⁻¹
圧力: 7.8MPa [80kgf/cm²]
吐出し量: 21.2ℓ/min

株式会社 鶴見製作所

大阪本店: 〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社: 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店: TEL.(011)787-8385
東北支店: TEL.(022)284-4107

東京支店: TEL.(03)3833-0331
北関東支店: TEL.(027)310-1122

中部支店: TEL.(052)481-8181
北陸支店: TEL.(076)268-2761

近畿支店: TEL.(06)6911-2311
中国支店: TEL.(082)923-5171

四国支店: TEL.(087)815-3535
九州支店: TEL.(092)452-5001

www.denyo.co.jp

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
設計・技術・施工
登録番号KT-100042-VE

三相・DCA

三相・単相同時出力機
DCA-60LSIE-D

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
自動アイドリングストップ機能付エンジン燃費改善装置
登録番号 KT-100112

GAW-190ES

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録・公開製品
可変圧・可変容積エンジンコンプレッサ
登録番号 HR-110004

可変圧・可変容量型
DIS-200VPS-D
ドライエア仕様



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本 社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182
ホームページ：<http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

横浜営業所 045(774)0321
 静岡営業所 054(261)3259
 名古屋営業所 052(856)7222
 金沢営業所 076(269)1231
 大阪営業所 06(6448)7131

広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

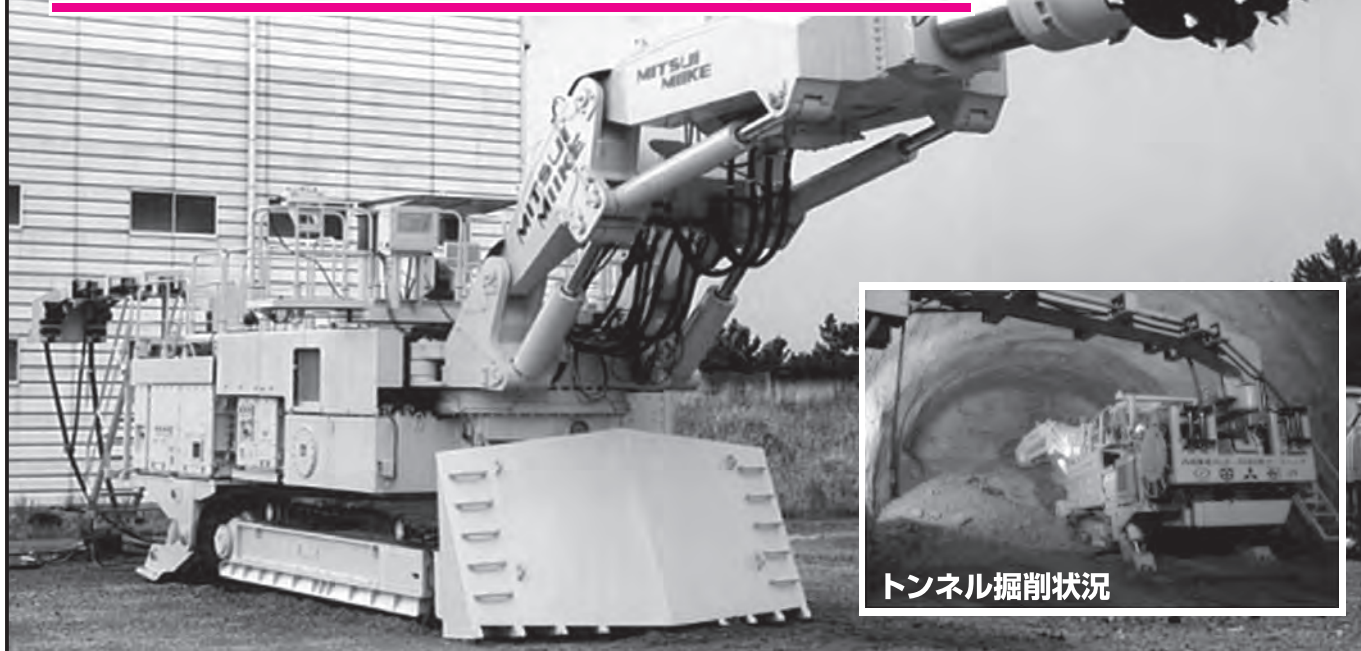
本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。
よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店／〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館

TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsuimiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsuimiike.co.jp



VÖGELE Dash 3

フェーゲル ダッシュ



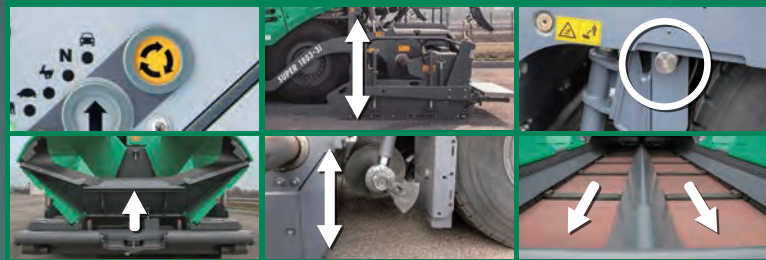
燃費低減エコプラス
パッケージ



新型エルゴプラス 3
カラーディスプレイコンソール



オートセット ワンタッチセッティング



www.wirtgen.co.jp



WIRTGEN JAPAN

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社

東京都千代田区神田神保町 2-20-6
TEL : 03-5276-5201 FAX : 03-5276-5202
✉ mail@wirtgen.co.jp

排出ガス 2011 年
基準 少数生産車



超低騒音型
建設機械



雑誌 03435-6



4910034350667
00800

「建設機械施工」

定価 本体 800 円 (税別)