

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2022

建設機械施工



Vol.74 No.5 May 2022 (通巻867号)

特集 建設施工における事故 ミス、トラブル防止



トンネル現場における
切羽作業の自動化による安全性向上

巻頭言 建設業における労働災害防止対策

- 技術報文**
- 骨伝導ヘッドセットを利用した安全管理システムの開発
 - トンネル現場における切羽作業の自動化による安全性向上
 - ICTを活用した労働安全衛生の最新動向
 - 予測型CIMを用いた山岳トンネル岩判定の高度化と遠隔臨場の試行
 - 建設機械オペレータ見守りシステムの開発 他

- 行政情報**
- 「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン」の概要
 - 令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進 (厚生労働省)

統計 令和4年度 公共事業関係予算

交流の広場 大容量可搬型蓄電池装置の取組のご紹介

一般社団法人 日本建設機械施工協会

草刈りの事故対策 してますか？



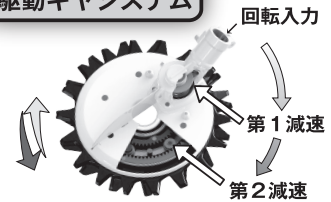
回転ハサミ刈りで事故を未然に防ぐ！



刈払機
アタッチメント **Super カルマー** 編
お手持ちの刈払機に取付可能

ギヤ減速
&
上下逆回転

減速&回転ハサミ
駆動ギヤシステム



上下逆回転だから
低速でも草が刈れる

● 国土交通省 NETIS 過去登録製品 ● 平成 28 年度「日本建設機械施工大賞」受賞製品

IDECH 株式会社 **アイデック**
IDECH CORPORATION
〒675-2302 兵庫県加西市北条町栗田 182
TEL.(0790)42-6688 FAX.(0790)42-6633

アイデック公式ホームページ
<http://www.idech.co.jp> 検索
E-mail. info@idech.co.jp



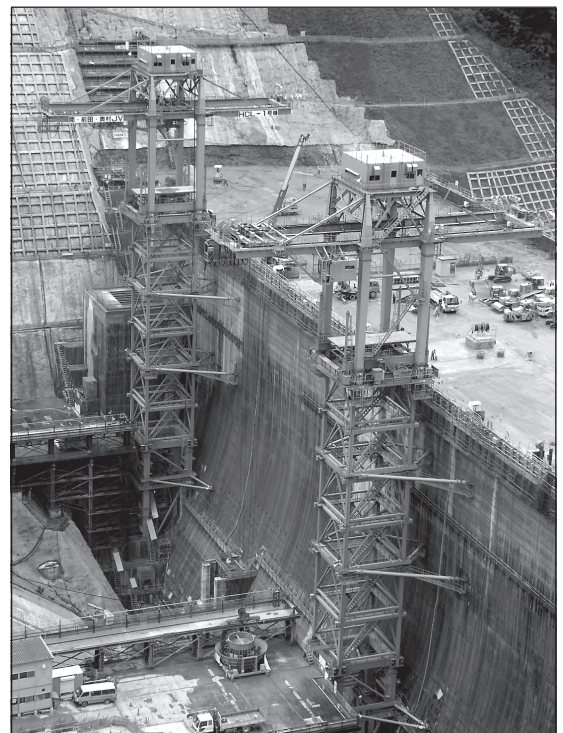
弊社Webサイトにて
導入事例 公開中!

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、構造がシンプルな為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>

橋梁架設工事の積算

令和4年度版

∞∞∞ 改定・発刊のご案内 ∞∞∞

令和4年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。
平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。
さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、令和4年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 令和4年度版」を発刊することと致しました。
また、前年度版同様に橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 令和4年度版」を別冊（セット）で発刊致します。
つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。 敬具

◆内容

令和4年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第1章 積算の体系
- 第2章 鋼橋編
- 第3章 PC橋編
- 第4章 橋梁補修
- 第5章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
- 〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)



◆改訂内容

国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂のほか、令和3年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編
 - ・架設用仮設備機械複合損料の改定
 - ・積算例の改定
2. PC橋編
 - ・架設機械複合損料、支保工賃料の改訂
 - ・滑動防止付きパッド支承歩掛の策定
 - ・変位拘束構造（アンカーバータイプ）歩掛の策定
3. 橋梁補修編
 - ・枠組足場（タイプG）歩掛の改定（損料から賃料へ改定及び橋軸方向複数設置に対応）
 - ・部材荷揚工（裏面吸音板）歩掛の諸雑費率を改定
 - ・ブラスト及び湿式剥離の養生シート工歩掛を改定（損料から全損へ改定及び中段足場用歩掛を策定）
 - ・湿式剥離剤工の施工フローを改定（複数回施工に対応）

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・本編改定内容を反映

● A4判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）
別冊約 200 頁 セット

● 定価
一般価格：11,000 円（本体 10,000 円）
会員価格：9,350 円（本体 8,500 円）

- ※ 別冊のみの販売はいたしません。
- ※ 送料は別途。
- ※ また、複数または他の発刊本と同時に申込みの場合についても送料は別途とさせていただきます。

● 発刊予定 令和4年5月20日

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

令和4年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

令和4年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、令和2年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、令和4年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 令和4年度版」を発刊することと致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。 敬具

◆ 内容

令和4年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲

第2編 工法の概要

第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算

第4編 パーカッション掘削工法の標準積算

第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算

第6編 建設機械等損料表

参考資料

◆ 改訂内容

令和2年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- ・「国土交通省土木工事積算基準」平成4年度版改訂、及び「建設機械等損料表」平成4年度版改訂に伴う修正、並びに各種単価表を構成する設計労務単価、燃料費、材料費等の修正
- ・第2編のダウンザホールハンマーの掘削径、縮径の変更に合わせて修正
- ・第3編の標準積算例の修正、及び各種単価表の修正
- ・参考資料編の「施工実績」として改訂した3工法の実績、「施工条件等に対応した岩盤削孔技術例」には新しく「技術審査証明」を取得した技術を追加紹介

● A4判／約230頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：本体6,600円（本体6,000円）

会員価格：本体5,610円（本体5,100円）

※ 送料は別途

※ また、複数または他の発刊本と同時申込みの場合についても送料は別途とさせていただきます。

● 発刊予定 令和4年5月20日



< 図書紹介 >

令和4年度版 建設機械等損料表

■発売：令和4年4月25日

■体裁：A4判 モノクロ 490ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般 8,000円 会員 6,800円

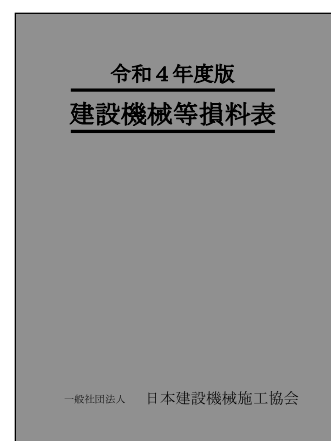
■内容

- ・国土交通省制定「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
- ・損料算定表の構成・用語を解説
- ・機械別燃料・電力消費率表を掲載
- ・損料の算出例を掲載

■参考

本書をより詳しく解説した書籍「よくわかる
建設機械と損料 2022」を近日発売しますので、
併せてご活用ください。

詳細は当協会のホームページ「出版図書」をご覧ください。



書籍の表紙イメージ

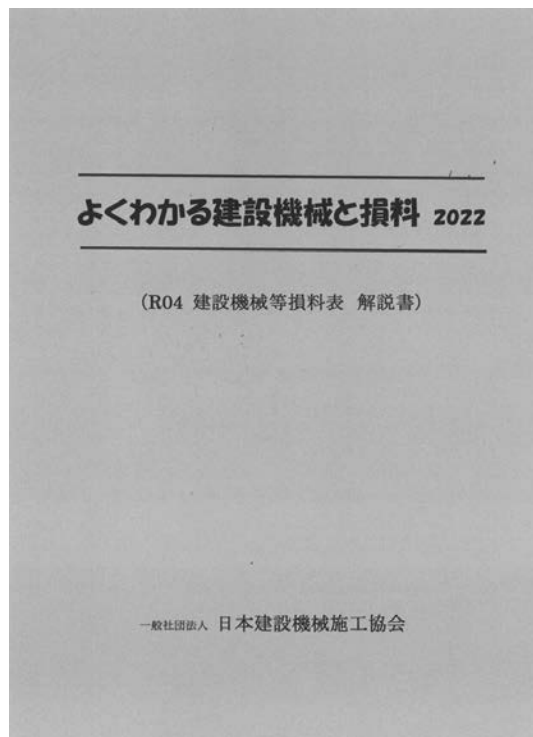
一般社団法人 日本建設機械施工協会

「令和4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 2022」

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長：金井道夫)は、下記の通り書籍「よくわかる建設機械と損料 2022」を発売します。

本書は先に発売した書籍「令和4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、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ので是非ご活用下さい。なお、より詳しい情報は当協会ホームページを御覧下さい。



書籍の表紙イメージ

— 記 —

■発売 : 令和4年5月27日

■体裁 : A4判、一部カラー、320ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般:6,000円 会員:5,100円

■内容・特長

- (1) 損料用語を平易な表現でわかりやすく解説
- (2) 換算値損料や損料補正值の計算例を紹介
- (3) 令和4年度版損料算定表の主な改正点を表にして紹介
- (4) 19件の関連通達・告示類の位置付けと要旨を解説
- (5) 建設機械器具のコード体系を大分類別に図示
- (6) 損料算定表に掲載の大半の機械器具について、その概要・特徴を写真・図を添えて紹介
- (7) 主要な建設機械については、メーカー・型式名を表にして紹介
- (8) 索引でヒットしない機械について、その要因と対処方法を表にして紹介

— 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)

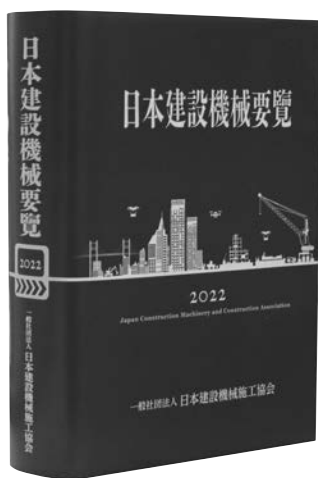
一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

日本建設機械要覧 2022

発売のご案内

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

令和4年3月25日

体裁

・B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特典

「日本建設機械要覧 2022」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年版から2019年版までの全ての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2022年版を含めると1998年から2021年までの建設機械データが活用いただけます。

2022年版 内容

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

今後の予定

好評をいただきました2019年版につづき「日本建設機械要覧 2022」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 2022	冊
---------------	---

上記図書を申込み致します。令和 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする(該当に○) 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） E-mail（本部 tosho-hanbai@jcmanet.or.jp）
- ②民間：（本部へ申込）FAX E-mail（ " " ）
 （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
- ※沖縄の方は本部へ申込

（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 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町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

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/privacy/>）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

日本建設機械要覧2022 電子書籍(PDF)版

近日発売のご案内

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2022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2022 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。	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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	36,300	36,300
		非会員	42,900	42,900
10	利用期間	購入から3年間	購入から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（予定）

2022年5月末 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

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できます。

Webサイト 要覧クラブ

日本建設機械要覧2022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年版から、2019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2022年版を含めると1998年から2021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。



お問合せ：一般社団法人 日本建設機械施工協会 TEL：03-3433-1501

当協会HP（<https://jcmanet.or.jp/books/yoran2022/>）の「要覧2022お問合せフォーム」よりお問い合わせください。

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

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

★個人会員の特典

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

この機会に是非ご入会下さい!!

◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

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

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円(不課税)

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

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

【個人情報の取扱について】

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

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（令和4年5月現在） 消費税10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R 4年 5月	よくわかる建設機械と損料 2022	6,600	5,610	700
2	R 4年 5月	橋梁架設工事の積算 令和4年度版	11,000	9,350	900
3	R 4年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和4年度版	6,600	5,610	700
4	R 4年 4月	令和4年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
5	R 4年 3月	日本建設機械要覧 2022年版	53,900	45,100	900
6	R 3年 9月	道路除雪施工の手引	4,950	3,960	700
7	R 3年 5月	橋梁架設工事の積算 令和3年度版	11,000	9,350	900
8	R 3年 5月	令和3年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
9	R 3年 1月	情報化施工の基礎 ～i-Constructionの普及に向けて～	2,200	1,870	700
10	R 2年 5月	よくわかる建設機械と損料 2020	6,600	5,610	700
11	R 2年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版	6,600	5,610	700
12	R 元年 6月	日本建設機械要覧2019年電子書籍(PDF)版	66,000	55,000	-
13	R 元年 6月	建設機械スペック一覧表2019年電子書籍(PDF)版	60,500	49,500	-
14	H31年 3月	日本建設機械要覧 2019年版	53,900	45,100	900
15	H30年 8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
16	H29年 4月	ICTを活用した建設技術(情報化施工)	1,320	1,100	700
17	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	700
18	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
19	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック(改訂4版)	6,600	5,604	700
20	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300		700
21	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300		250
22	H22年 7月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
23	H21年 11月	情報化施工ガイドブック2009	2,420	2,200	700
24	H20年 6月	写真でたどる建設機械200年	3,080	2,608	700
25	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
26	H18年 2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,933	700
27	H17年 9月	建設機械ポケットブック(除雪機械編)	1,048		250
28	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)【CD-R販売】	5,238		250
29	H15年 7月	道路管理施設等設計指針(案)道路管理施設等設計要領(案)【CD-R販売】	3,520		250
30	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
31	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル(案)	1,980		700
32	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,980		700
33	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
34	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック(第3版)	6,600	6,160	700
35	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル(第2版)	2,724	2,410	700
36	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360		700
37	H11年 5月	建設機械化の50年	4,400		700
38	H11年 4月	建設機械図鑑	2,750		700
39	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル【CD-R販売】	3,960	3,520	250
40	H9年 5月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
41	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
42	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
43	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
44	S 63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック【POD版】	11,000	9,900	700
45	S 60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック【CD-R販売】	6,600		250
46		建設機械履歴簿	419		250
47	毎月 25日	建設機械施工	880	792	700
			定期購読料 年12冊 9,408円(税・送料込)		

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

建設施工における事故，ミス， トラブル防止

特 集

巻頭言

4 建設業における労働災害防止対策

井上 仁 建設業労働災害防止協会 専務理事

特別寄稿

5 建設産業の再生なくして日本の再生なし

足立 敏之 参議院議員

行政情報

8 「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関する ガイドライン」の概要

森戸 義貴 国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長
林 雄一郎 国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室 室長
吉田 公則 国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室 課長補佐

15 令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進 (厚生労働省)

厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課

特集・
技術報文

26 AIを活用した危険予知活動支援システム 「K-SAFE™」の開発

小野 満 鹿島建設(株) 土木管理本部 生産性推進部 生産情報グループ 次長

28 骨伝導ヘッドセットを利用した安全管理システムの開発

飛田 悠樹 丸五ゴム工業(株) 新規事業開発部
宇野 昌利 清水建設(株) 土木技術本部 インノベーション推進部 主査
宮瀬 文裕 清水建設(株) 土木技術本部 設計部 主査

33 遠隔安全管理アプリケーションの開発

組織で築く現場の安全 (T-iDigital Field 機能拡張「KIZUKIAI」)

佐藤 将路 大成建設(株) 土木技術部 ICT推進室 課長

38 トンネル現場における切羽作業の自動化による安全性向上 ドリルジャンボ J32RX-Hi ROBOROCK® の開発

園田 満 古河ロックドリル(株) 営業企画部

42 発注者だけでなく受注者も効率化できる「遠隔臨場」の ためのツール活用 スマートグラス，Web会議システムと専用アプリ SynQ Remote (シンクリモート) の比較分析

下岡純一郎 (株)クアンド 代表取締役
安部 美穂 (株)クアンド 広報

47 ICTを活用した労働安全衛生の最新動向 情報をつなげば「安全」と「生産性向上」は両立できる

浜村 憲 (株)日立ソリューションズ スマート社会ソリューション本部 フィールドソリューション部 主任

52 予測型 CIM を用いた山岳トンネル岩判定の高度化と 遠隔臨場の試行

鈴木 拓也 (株)大林組 生産技術本部 トンネル技術部 主任
藤岡 大輔 (株)大林組 生産技術本部 トンネル技術部 主任
三宅 由洋 (株)大林組 技術研究所 地盤技術研究部 主任

	57	ウェアラブルデバイスと 360 度カメラによる 遠隔臨場の取り組み 北本 優紀 NEC ソリューションイノベータ(株) デジタル基盤事業部 プロフェッショナル 高橋 正仁 NEC ソリューションイノベータ(株) デジタル基盤事業部 プロフェッショナル
	65	移動式画像解析搭載ネットワークカメラ 屋外ですぐに使える AI カメラ MICS-AI 小幡小百合 (株)アシストユウ 代表取締役社長 小幡 祐己 (株)アシストユウ 専務取締役 岡田 広幸 (株)アシストユウ MICS ソリューション課長
	70	建設機械オペレータ見守りシステムの開発 AI を用いた重大災害を未然に防ぐ取り組み 西山 恭平 大成建設(株) 原子力本部原子力部 企画・品質推進室 課長代理 長峰 春夫 大成建設(株) 原子力本部原子力土木技術部 部長 若山 真則 大成建設(株) 土木本部機械部 メカ・ロボティクス推進室 課長
交流のひろば	76	大容量可搬型蓄電池装置の取組のご紹介 原 甲太 サコス(株) 技術部 OSM 開発室
ずいそう	80	城巡りと神話のうんちく 玉記 聡 (株)大林組 安全本部土木安全管理室
	82	駆けあし自分史 矢野 武久 元コマツ
	84	新工法紹介 機関誌編集委員会
	89	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	92	令和 4 年度 公共事業関係予算
	99	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
	100	行事一覧 (2022 年 3 月)
	104	編集後記 (阿部・園田)

◇表紙写真説明◇

トンネル現場における切羽作業の自動化による安全性向上

写真提供：古河ロックドリル(株)

トンネル現場において危険な作業に分類される切羽作業の完全自動化に向けた製品作りにおいて、現段階で自動化されているトンネルジャンボの稼働現場写真。

作業員の安全確保に向けて発破工法の約 6 割を占める穿孔作業の効率化及び高精度化を可能にする為に、最先端技術（ナビゲーションシステム）を取り入れた建設機械である。

巻頭言

建設業における労働災害防止対策

井上 仁



建設業労働災害防止協会（以下、「建災防」という）では、厚生労働省の「第13次労働災害防止計画」に基づき、平成30年度から令和4年度までの5年を期間とする「第8次建設業労働災害防止計画」（以下、「8次計画」という）を策定し、建設業の労働災害撲滅に向けて各種対策を推進しております。

この8次計画期間中に平成から令和へと変わり、世界的に新型コロナウイルスが流行するなど、社会は大きく変化致しました。建設業においては、「労働安全衛生規則」の改正による高所作業における墜落制止用器具の義務化、「石綿障害予防規則」の改正による石綿ばく露防止対策の強化、「粉じん障害防止規則」の改正によるずい道等建設工事における粉じん濃度の管理基準の変更、「特定化学物質障害予防規則」の改正による化学物質の危険有害性に関するリスクアセスメントの実施に基づくばく露防止対策の強化が進められました。

建災防ではこれら法令の改正に係る対応を進めながら、8次計画期間中は8月1日から9月10日を期間とする「墜落・転落災害撲滅キャンペーン」を実施し、全国の会員に向けて墜落・転落災害の撲滅を訴えると共に、厚生労働省から「既存不適合機械等更新支援補助金事業」を受託し、新規格の墜落制止用器具の普及・促進にも努めて参りました。

また、2030年頃には石綿が使用された建築物の解体及び改修がピークを迎えるともみられ、建築物の解体・改修における石綿ばく露対策の強化のため建築等における石綿含有建材調査者の育成が急務であることか

ら、調査者育成のためのテキストを作成し、全国の支部で講座を開催しております。

そのほか、粉じん障害防止のために全国のずい道等建設工事の関係者の方々に活用されていた「ずい道等建設工事における換気技術指針」の改定を行うと共に、ずい道等建設工事に従事する労働者の健康情報や作業従事歴等の一元管理を進めるため「ずい道等労働者健康情報管理システム」への登録を推進しております。

また、建災防独自の活動としまして、建設業に特化した労働安全衛生マネジメントシステムである「建設業労働安全衛生マネジメントシステム」(コスモス)と、その中小規模建設事業場向けである「コンパクトコスモス」の導入の推進、建災防が開発した「建災防方式健康KYと無記名ストレスチェック」の実施に基づく職場環境改善とメンタルヘルス対策の推進、さらに、これらメンタルヘルス対策の実施によって得られた、メンタルヘルスの不調が労働者の不安全行動へとつながっている点に着目し、ヒヤリハットを労働災害が事前に回避された事象として位置づけながら、さらにレジリエンスの発想を導入して、従来の労働災害防止対策であるSafety I（危険を排除することによる対策）とSafety II（危険の存在を前提とした上での対策）の二つの視点を統合させた「新ヒヤリハット報告」を開発し、その推進を図っております。

建設業における多角的かつ実効性のある労働災害防止対策の推進に向けて、今後とも、建災防の活動にご理解ご協力をお願い申し上げます。

特別寄稿

建設産業の再生なくして 日本の再生なし

参議院議員 足立 敏之



我が国は、長年の公共投資の削減に伴い、毎年激甚な災害に見舞われる極めて脆弱な国土となっています。一方、インフラ整備水準についてみても、欧米諸国のみならずお隣の韓国に比べても貧弱な国となっており、賃金レベルも他国よりも低くなってしまっています。今後、脆弱な国土と貧弱なインフラを建て直し、我が国を国際競争力のある、強靱な素晴らしい国に戻していくために、地域の守り手であり、インフラの整備や維持管理の大切な担い手である建設産業の再生が急務と考えます。

1. 我が国の賃金レベル

図-1は日本の賃金レベルをOECD加盟国と比較したものです。日本の平均賃金は、2020年時点でOECD諸国の中で35か国中22位と下位に位置しており、韓国は19位で日本は後塵を拝している状況です。また、図-2は、ここ25年の人口一人当たりのGDPの伸びと平均賃金の伸びの相関を見た資料です。GDPが伸びている国は賃金もアップしていることが明らかです。日本は残念ながらGDPもほとんど伸びておらず、平均賃金も全く伸びていないのが実情です。

2. 建設産業の賃金レベル

そのような我が国の中において、建設産業の賃金について見ますと、図-3に示すように、全産業平均の8割程度と、建設産業の賃金は低い水準にあります。建設産業は地域の守り手であり、インフラ整備、管理の担い手でもあり、地域づくりや町づくりの担い手でもあるという大切な役割を担っていることを考えますと、とても残念です。

ただ、よく見ますと、平成25年の政権交代後には、アベノミクスにより公共事業予算が拡大し、それに伴い建設産業の賃金レベルはアップしている、これが

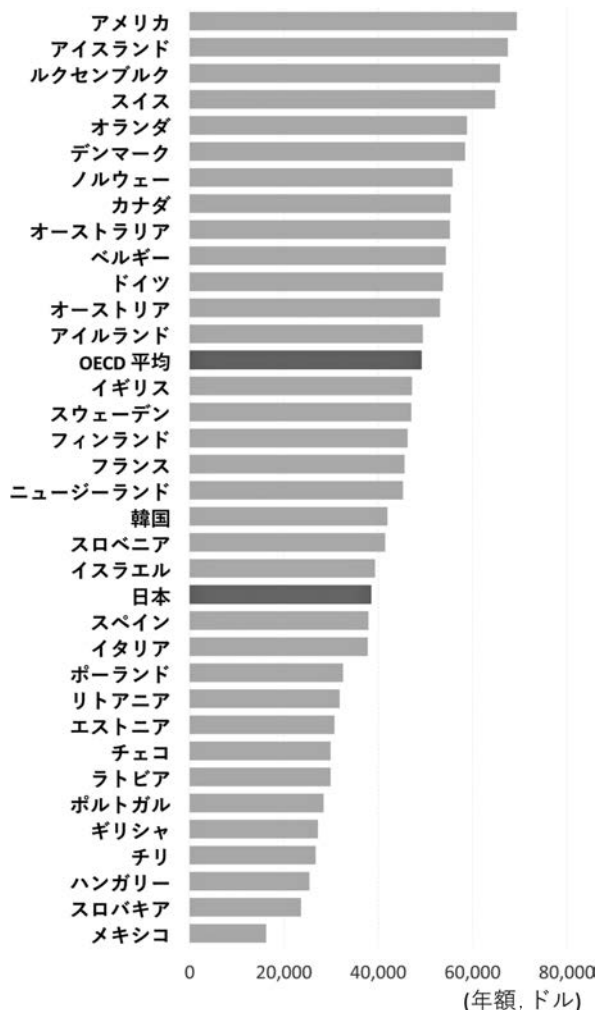
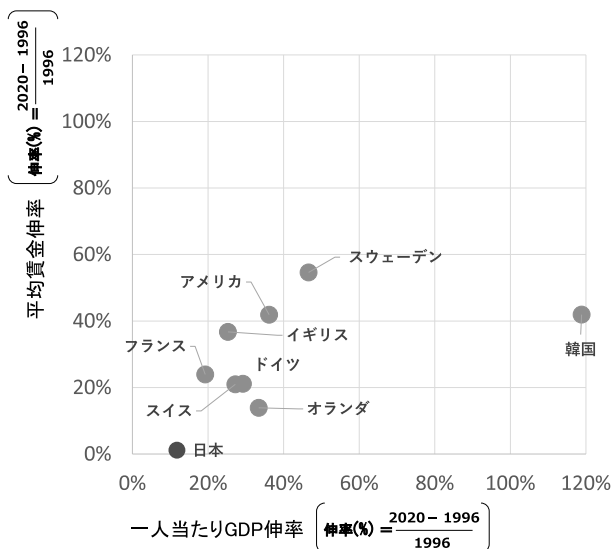


図-1 OECD加盟国の2020年の平均賃金
(OECD資料を基に足立敏之事務所作成)

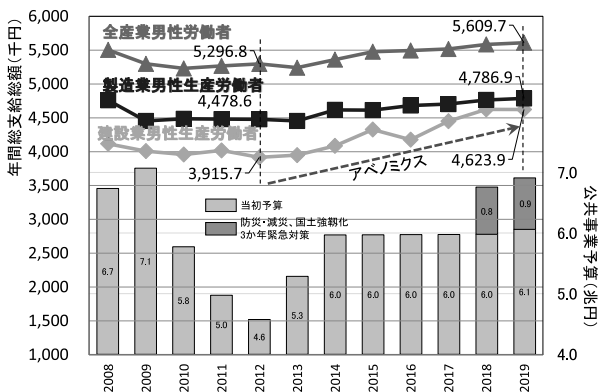
はっきり見てとれます。今後とも建設産業の賃金レベルを他産業並みに引き上げていくためには公共事業予算の拡大が不可欠と考えます。

3. 賃金レベル向上の取り組み

本年3月1日から適用される新たな「公共工事設計労務単価」、「設計業務委託等技術者単価」が2月に国



図一2 諸外国の一人当たりGDPと平均賃金の伸率(対1996年)
(IMF&OECD 資料を基に足立敏之事務所作成)



図一3 建設業と他産業の男性生産労働者賃金の推移
(国土交通省資料を基に足立敏之事務所作成)

国土交通省から発表されました。工事を対象とする設計労務単価は、主要12職種の全国平均で前年度比+3.0%アップ、全職種では、+2.5%のアップ、さらに、調査・設計業務やコンサルタント業務を対象とする技術者単価につきましても、全職種平均で前年度比+3.2%のアップで、いずれも10年連続の引き上げとなりました。これらは建設産業に従事する皆さんの給与に直接つながるもので、大いに期待していただいて結構かと思えます。

また、同じく2月に国土交通省から、工事の一般管理費等率や土木工事・業務の積算基準、低入札価格調査基準等の改定を行うことなどの発表がありました。

そのうち工事の一般管理費等率については率の改定が行われ、例えば、河川工事で直接工事費1億円の工事では一般管理費等率が約1.4%増となるため、工事費が約2.1百万円の増となりました。一般管理費については、総務部門や役員など間接部門の皆さんの給与アップにつながるものですので、大事な取り組みです。

また、皆さんから要望の強かった工事の低入札価格調査基準の計算式の改定も行われ、一般管理費について0.55から0.68に引き上げが行われました。

さらに、少雪時における除雪工事の積算の試行や、大規模災害の被災地の復興係数・復興歩掛の継続、土木工事や測量・地質調査・設計業務等の積算基準の改定など、価格のアップにつながる様々な改定が行われました。大いに歓迎できる内容だと思いますので、国土交通省に感謝したいと思います。

一方、給与アップの取り組みの一環として、賃上げを行う企業から優先的に調達を行う方針とすることとし、特に、賃上げを表明した企業に総合評価落札方式の加点を行うこととする旨の財務大臣通知が12月にありました。

ただし、落札業者に対する実績評価を確認する方法について、建設業者の皆さんから懸念の声が多く聞かれたことから、国土交通省や財務省にその旨を伝えたところ、賃上げ実績を確認するに当たり、加点基準と実質的に同等の賃上げを実施したと認められる場合には、賃上げの目標を達成したのものとして取り扱うこととされ、考え方を整理した通知が再度2月に財務大臣から発出され、事業者の実情に応じて基準を選択することが可能であることを明確化されました。このような柔軟な運用により、多くの方々が安心して賃上げ表明を行うことが可能となったと思います。

4. インフラ整備の必要性

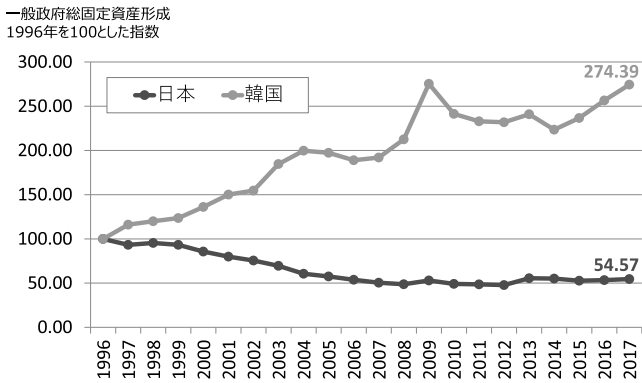
日本の賃金レベルが韓国より低いとなると、インフラの整備水準についても、韓国と比較して日本が劣っているのではないかと懸念されます。図一4に日韓の比較を示しましたが、やはり、高速道路や港湾、空港のいずれの面でもかなり日本が分の悪い状況になっています。

さて、このように日本のインフラが遅れてしまった

		日 本		韓 国	
道路	国土面積当たりの 高速道路延長(km/100km)	2.98(1.85 ※暫定2車線)		4.18	
		8	京浜港	26	釜山港
港湾	主要港湾における 16m以深コンテナバース数	8	京浜港	26	釜山港
空港	主要国際空港の 滑走路本数/合計延長(m)	2/6,500	成田国際空港	3/11,500	仁川国際空港

図一4 日本と韓国のインフラ比較
(国土交通省資料を基に足立敏之事務所作成)

背景にあるのは何かと考えますと、図—5に示すとおり、日本と韓国のインフラ投資の違いにあるのではないかと考えます。日本はこの20年間でインフラ投資を半減させていますが、韓国は2.7倍に増やしてきています。この違いが日本と韓国のインフラの整備水準の違いにつながっていると思います。



図—5 日本と韓国の公共投資の推移
(内閣府及び OECD 資料を基に足立敏之事務所作成)

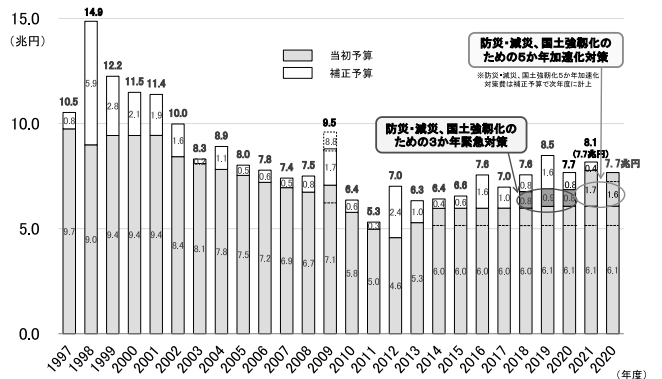
3月28日の参議院決算委員会において、日本経済を立て直すためにも、防災・減災、国土強靱化を進めるためにも、しっかり公共投資を拡大してインフラ整備を進めるべきではないかと岸田総理にお考えを伺ったところ、「道路、空港、港湾、こうした交通、物流、都市インフラは、国民の安全、安心を確保し、社会経済活動を支える基盤であり、我が国の持続的な発展のため、しっかりと整備していくことは重要であると考えます。(中略)中長期的な見通しが大変重要だと思います。こうした見通しの下で、必要な予算を確保しつつ、戦略的、計画的に社会資本整備を進めてまいりたいと考えます。」とのご答弁をいただきました。今後の取り組みに大いに期待をしたいと考えます。

5. 公共事業予算確保の必要性

我が国の公共投資は、平成10年頃約15兆円あった予算が平成24年には最小の4.6兆円まで減少し、多くの建設業が倒産したり廃業したりせざるを得ない状況となりました。絶対に繰り返したくない悲惨な状況

でありました。

その後、政権交代が行われ、アベノミクスで公共事業予算の拡大が行われ、さらには防災・減災、国土強靱化の取り組みが始まり、岸田政権で昨年12月に成立した令和3年度補正予算とあわせて令和4年度当初の公共事業予算は8兆円近くまで回復するところまできています(図—6)。



図—6 公共事業予算の推移
(国土交通省資料を基に足立敏之事務所作成)

しかしながら、コロナ禍で民間の住宅投資、企業の設備投資の冷え込みは著しく、当面は公共事業予算を確保して経済の下支えを行うとともに、民間投資を刺激して建設投資全体の拡大をはかり、経済を回復させていくことが最優先と考えています。

また、建設産業の賃上げの取り組みを行うに当たっては、公共事業予算の増額がなければ実質的に工事が減少することとなるのではないかと懸念の声もあり、賃上げの取り組みをする場合には、公共事業予算の増大が不可欠と考えます。

建設産業を再生していくため、かつての3K、『きつい、きたない、きけん』から『建設産業新3K』として、『給料がよくて、休暇がとれ、希望がもてる』、明るい未来のある産業に再生することが必要です。このため、「建設産業の再生なくして、日本の再生なし」との考えのもと、引き続きしっかり取り組んでいかなければならないと考えています。

行政情報

「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン」の概要

森戸 義貴・林 雄一郎・吉田 公則

シールド工法は多数の施工実績があり、地盤に応じて適切な形式で適切に施工を行えば安全に工事を遂行できる工法であるが、令和2年に地表面に影響を与える陥没事故が発生し、施工の高度化を図る必要があることが指摘された。シールド工法は、今後も様々な事業分野で活用される見込みであることを踏まえ、国土交通省では有識者からなる「シールドトンネル施工技術検討会」を設置し、「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン」をとりまとめて頂いた。本稿では、ガイドラインに記載されているシールドトンネル工事の安全性の向上と周辺地域の安心の確保のために考慮すべき事項のうち、検討会で議論の多かった内容を紹介する。

キーワード：シールド工法，トンネル，リスクの想定，地質，支障物，泥水，添加材，切羽圧力，排土量，裏込め注入，掘進停止，異常の兆候，周辺的生活環境

1. はじめに

シールド工法は、主に都市内の下水道、道路、地下鉄等で多数の施工実績があり、地盤に応じて適切な形式で適切な施工を行えば安全に工事を遂行できる工法である。しかし、令和2年にシールド工法による工事において地表面に影響を与える陥没事故が発生した(写真—1)。原因究明が行われた中で、再発防止対策がまとめられるなど施工の高度化を図る必要があることが指摘された^{1), 2)}。

シールド工法は、今後も様々な事業分野で活用される見込みであることを踏まえ、国土交通省では、シールドトンネル工事の更なる安全性の向上と周辺地域の安心の確保が必要と考え、有識者からなる「シールドトンネル施工技術検討会(以下、「検討会」という)」を設置し、「シールドトンネルの安全・安心な施工のためのガイドライン(以下、「ガイドライン」という)」をとりまとめて頂いた。検討会では、陥没事故とその

対策等のヒアリングや、建設会社へのアンケート及びヒアリングによりトラブルとその対策や工夫について事例収集を行い、最新の技術的知見が総括された。

ガイドラインは「総則」、「調査」、「設計」、「施工」、「周辺的生活環境への配慮」、「その他の配慮事項」から構成(表—1)されており、シールドトンネル構築のための調査・設計・施工において考慮すべき事項をまとめている。

本稿では検討会で議論の多かった内容を中心に、実際の事例も交えながらガイドラインのポイントについて紹介する。なお、ガイドラインは国土交通省のホームページに掲載しているので参照されたい。

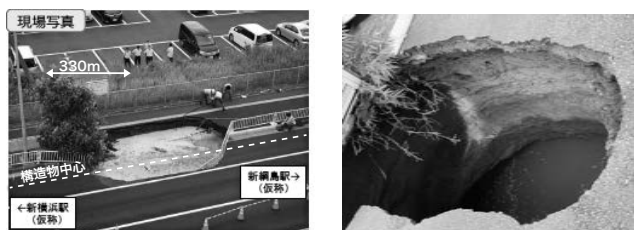
(https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000096.html)

2. 総則

「総則」では、「目的」、「適用範囲」、「用語の定義」に加え、全体にかかる基本的で重要な考え方である「リスクの想定とその対応の考え方」を記載している。

(1) リスクの想定とその対応の考え方

シールド工法により構築される地中のトンネルは、地山内で安定するまでの間に受ける様々な影響を考慮して設計することが必要である。しかし、地盤の状況は事前に完全に把握できるものではなく、シールドトンネル工事の施工中に設計時の想定と異なる事象が発



写真—1 令和2年に発生した陥没事故(左:横浜¹⁾, 右:調布²⁾)

表一 1 ガイドライン目次

1. 総則
1-1 目的
1-2 適用範囲
1-3 用語の定義
1-4 リスクの想定とその対応の考え方
2. 調査
2-1 地質調査
2-2 支障物の調査
3. 設計
3-1 覆工の設計
3-2 シールドの設計
4. 施工
4-1 泥水・添加材の調整と管理
4-2 切羽圧力の管理
4-3 排土量管理
4-4 裏込め注入工
4-5 線形管理
4-6 シールドの姿勢制御
4-7 シールドトンネルの浮上り
4-8 突合せ継手の使用
4-9 セグメントの組立とシールドジャッキ操作
4-10 テールグリスの管理
4-11 掘進停止時の対策
4-12 異常の兆候の早期感知と迅速な対応
4-13 シールドトンネル内の作業従事者の避難
5. 周辺の生活環境への配慮
5-1 周辺の生活環境への影響のモニタリング
5-2 騒音・振動対策
5-3 情報提供
5-4 トラブル時の住民等への対応
6. その他の配慮事項
6-1 記録及びその活用
6-2 新技術の活用
参考資料
I 掘進時の管理フローと想定されるリスクの例
II 掘削土量の計算例
【付録①】 シールドトンネル施工技術検討会の概要
【付録②】 シールドトンネル工事に関する事例集

生する可能性を完全に排除できるわけではない。このため、シールドトンネル工事を安全に周辺環境への影響を最小化して行うためには、発注者が中心となり、調査段階において施工に伴って発生するリスクとその対応を体系的に整理して設計に引き継ぎ、設計段階において必要な配慮を施して施工に引き継ぎ、施工の準備を整えるとの考え方が必要である。また、施工段階においては、リスクを考慮した施工計画を立てることに加え、異常の兆候を早期に把握し、重大なトラブルや事故の回避に努めるとともに、想定される異常やトラブルについて、あらかじめ対応の考え方を整理した上で事象に対応することが必要である。これらを基本としつつ、想定外の異常やトラブルについても発生するおそれがあることを念頭に置き、実際に発生した場合には、直ちにシールドを停止して応急対策を実施するなど関係者が連携して臨機に対応するとの考え方が必要である。

シールドトンネル工事の事故・大きな被害は突然発生するわけではない。異常の兆候を複数の観点から把

握するよう努めていたとしても、様々な観点で異常の兆候を捉えきれない、または異常であると判断できないことにより、必要な対策を講じないまま施工が進められ、異常、トラブル、さらに重大なトラブルへと進展することにより発生するものと考えられる。このため、掘進が順調で周辺環境への影響がないと予断することなく、注意を怠らず、関係する全ての施工管理項目の慎重な監視に努めることが必要である。

なお、ガイドラインに記載する内容は、シールドの寸法や施工延長等を踏まえ工事ごと施工段階ごとによりリスクの想定と対応を整理し実行することとしており、項目の全ての実施を求めているものではない。

3. 調査

(1) 地質調査

地質調査は現地の条件を考慮しながら資料調査から現地調査まで系統的かつ十分に行うことが必要である。特に周囲の地形変化が激しい地域や旧河道も含めた河道等では地質等が急激に変化することが多く施工の難易度が高い場合があるため、古地図や地盤データベース等を活用し十分に調査した上で、ボーリング調査や物理探査等の現地調査を実施することが必要である。

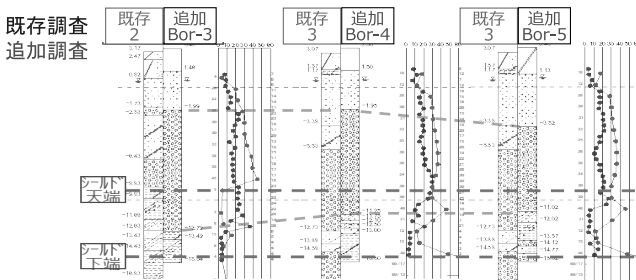
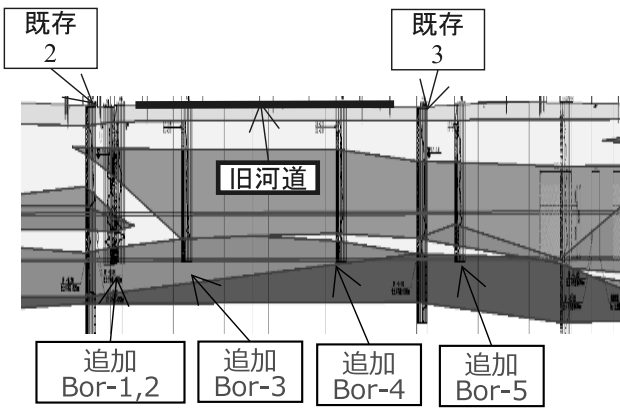
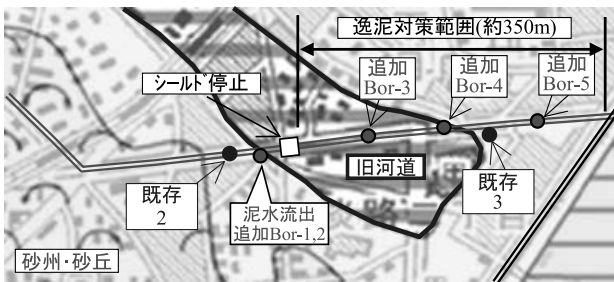
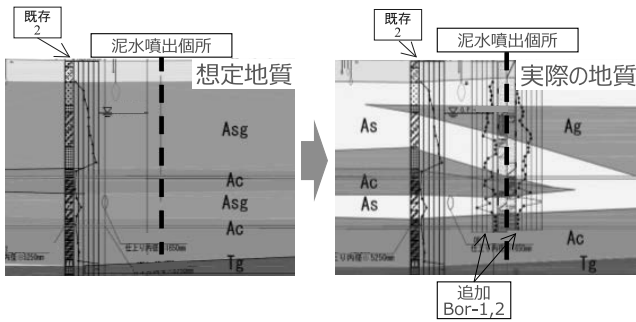
【事例1】 想定外地質によるトラブルとその対策①

泥水式シールドにおいて、想定していた地質と異なり、泥水が地表部に流出するとともに地表面沈下が発生した。トラブル発生後に文献調査を実施したところ旧河道の存在が確認され、追加のボーリング調査の結果、当初の想定よりも緩い地盤であることが判明した(図一1)。トラブル発生以降、泥水品質の改良、裏込め注入の強化、地盤変位の監視強化等により、沈下を管理値以内に抑え掘進を完了した。

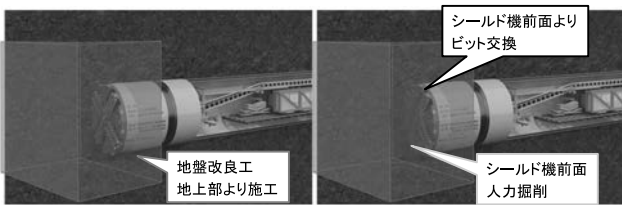
地盤の特性はN値を用いておおよその推定を行うことが一般的であるが、地盤の安定性評価ではN値だけではなく粒度分布等の各種情報を踏まえ判断するなど留意が必要である。例えば、よく締まった砂礫地盤は地質調査の段階ではN値が大きく良好な地盤と評価されても、実際に地下水位下方で掘進する際には応力が解放され安定性が悪くなる場合がある。

【事例2】 想定外地質によるトラブルとその対策②

泥土圧シールドにおいて、ボーリング調査での評価よりも実際の地盤が硬質であったためビットが摩耗し、当初計画していなかったビット交換を2回実施し掘進を完了した(図一2)。風化花崗岩等、地質によってはボーリングのコアサンプリング時に強度が低下し



図一 追加の地質調査結果



図二 ビット交換の概要

地盤を正確に評価できない可能性があるため注意が必要である。

(2) 支障物の調査

建設会社へのアンケート調査では予期せぬ支障物に

関するトラブルが多数報告された。支障物に遭遇すると、一時的に掘進不能になるほか、場合によっては対応困難な地盤変状が生じることも想定されることから、ルート選定に先立ち、掘削断面において支障となる諸物件について入念な事前の調査が必要である。その結果を踏まえ、支障物を極力回避し、回避できない場合は施工前に除去することが望ましい。また、周辺地盤への影響が抑えられる場合はシールドにより直接切削することも可能である。特に規模の大きな土木構造物等がルート近傍に存在する場合、仮設物の存在について可能な範囲で想定し、リスクへの対応を整理する際に留意することが望ましい。また、必要に応じて土地の管理者等から事情を聞いておくことが望ましい。

【事例3】支障物によるトラブルとその対策

外径が10m以上の泥水式シールドにおいて図面にはない仮設物が残置されていたため、排泥管の閉塞を繰り返し、約200回の掘進一時停止を余儀なくされた(図-3)。これに対しバルブの開放操作や地盤変位の監視強化等の工夫により掘進を完了した。

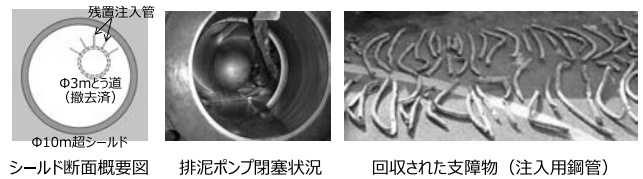


図-3 支障物の接触状況

4. 設計

(1) 覆工の設計

覆工の設計においては、完成時の安全性はもとより施工状況を考慮した設計を行い、構造計算のほか類似工事等の実績も参考に検討することが必要である。

【事例4】ジャッキ引き抜き時のトラブルとその対策

複合曲線区間を施工中にテールクリアランスが不足し、シールドとセグメントの競りが生じていた。この状況でシールドジャッキを引き抜いた時にKセグメントが一部抜出した(写真-2)。これに対し、PC鋼棒設置による抜出し防止、テールクリアランスの監視強化等により対応した。

(2) シールドの設計

シールド形式の選定にあたって最も重要な観点は安全かつ周辺環境への影響を最小化して掘進できることである。ルートの全延長において、地質や地下水の条件に適合し切羽の安定を図ることができ、加えて、断



写真一 2 Kセグメントの抜き出し状況

面形状・寸法，施工延長，土被り，地表の状況や掘削土の処分や利活用等を考慮し経済性等も十分に検討した上で最適な形式を選定することが必要である。

密閉型シールドでは，切羽は隔壁で仕切られており直接目視できず，間接的に切羽の状態の把握を行うこととなるため，泥水式シールドにおける泥膜形成・泥水品質確保と適切な泥水圧管理や，泥土圧シールドにおけるチャンバー内の土砂の塑性流動性・止水性の確保と適切な泥土圧管理，各形式の排土機構等の切羽の安定を確保するための方策と地盤の適合性を十分考慮して，適切な形式を選定することが必要である。

シールドの設計においては，掘削，切羽安定，推進，セグメント組立，排土の各機構が総合的に機能を発揮するよう適切に管理するため，シールドには十分な計器を事前に装備しておくことが必要である。また，予期せぬ支障物との接触等の異常やトラブル発生時の備えや，騒音・振動等の周辺環境への影響の低減について，シールドの断面形状や寸法等を踏まえた上で，設計の段階でできるだけ検討することが望ましい。

5. 施工

シールドの掘進にあたっては，地盤の条件，トンネルの断面等を考慮し，施工時に事前に定めたリスクへの対応に従って，地盤の安定が確実に保たれるように施工管理等を行うことが必要である。その際，泥水式シールドの泥水品質と泥水圧，泥土圧シールドのチャンバー内の土砂の塑性流動性・止水性と圧力を適切に管理し，排土量と掘削土量をできるだけ正確に計測・分析し，カットトルクやジャッキ推力，裏込め注入圧・注入量や地盤変位量等を把握して，地盤を緩めることがないように施工管理を行うことが必要である。

(1) 泥水・添加材の調整と管理

泥水式シールドでは，品質が確保された泥水をチャンバー内に供給し続ける必要があり，掘進中においても泥水品質の変化を試験により把握するとともに，地盤の性状に合わせ調整していくことが必要である。

泥土圧シールドでは，チャンバー内を泥土化した掘削土で充満させ，塑性流動性と止水性を確保することが重要であり，現地発生土や近隣のボーリング調査結果を基に調整した模擬土による事前配合試験を行い，地盤に適した添加材であるかを確認することが必要である。

シールド掘進中は，泥水品質や排土の性状を監視し，掘削土の所定の性状の確保が不十分であると判断された場合は，安全で周辺環境への影響を最小化し施工を進めることを最優先として，掘削土の処分や利活用の変更も含め，地盤の性状に合わせた泥水・添加材の調整を改めて検討・実施することが必要である。

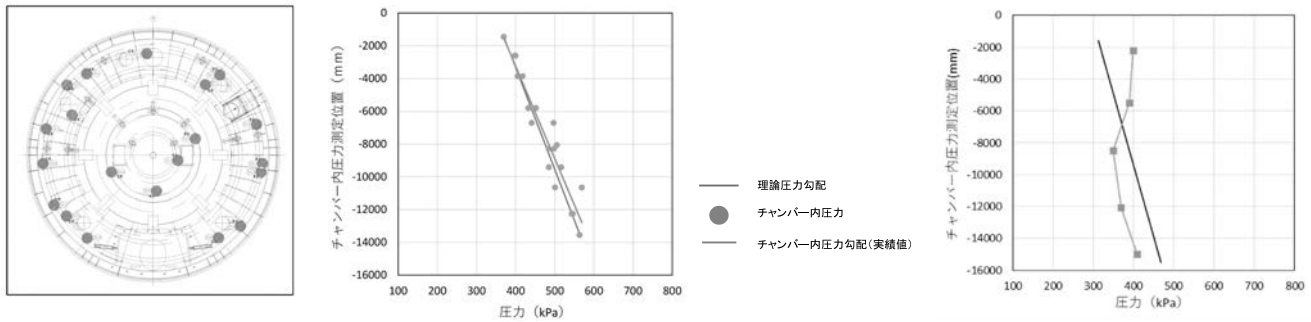
(2) 切羽圧力の管理

切羽のバランスを失うと，切羽近傍の地盤の緩み等が生じ，地表面沈下や隆起等の地盤変位を引き起こすおそれがあるため，切羽圧力は常時計測管理を行い，想定や意図をしない大きな変化があった場合は，ただちに原因を究明し適切な対応を迅速に行うことが必要である。

掘削断面が大きくなれば切羽安定の難易度は上がる傾向にある。特に，大断面のシールドでは，断面内の上下の圧力差が大きく，また，地質構成が複雑となっている可能性が高いため，チャンバー内圧力の鉛直方向の勾配や直線性にも留意する必要がある(図一4)。

(3) 排土量管理

掘削土の過剰な取込みや取込み不足は地表面沈下や隆起等周辺環境への影響につながるおそれがあることから，排土量管理を適切に行う必要がある。このため，各種計測値を注意深く監視しつつ，掘削土の取込み量の算定を適切に行い確認するなど，排土量管理の精度の維持・向上と異常の兆候等の早期把握に努めることが必要である。排土量管理は実際に計測した質量を対象に行うことが多いが，直接的に地盤に影響を及ぼすのは体積であることを意識し，排土量と掘削土量の違いにも留意して，管理する必要がある。具体的には，測定・推定誤差や地盤条件の変化があることを踏まえた上で補完を行い，直前の区間の計測値平均からの変化だけでなく，地山掘削土量と設計地山掘削土量の比率(排土率)をリング毎に確認するなど，精度の維持・



圧力計位置(参考例)

チャンバー内圧力勾配の確認

チャンバー内圧力勾配の直線性の確認

図-4 チャンバー内圧力勾配と直線性確認事例

向上と異常の兆候等の早期把握に努めることが必要である。

シールド径に応じた管理基準値を事前に検討するとともに、超過した場合の対応をあらかじめ定め、特に、大断面のシールドにおいては掘削土量が多いことから慎重に検討することが必要である。なお、泥土圧シールドでは、添加材が地山に漏れ出し、掘削土とともに全量回収されない場合があり、掘削土を添加材が全量回収されると仮定すると実際の掘削土量との乖離が大きくなるため注意が必要である。

【事例5】掘削土量の計算例（泥土圧シールド）

カッター回転不能となる閉塞が発生し、解除するために行った作業に起因して陥没事故が発生した。掘進中に行っていた掘削土量の傾向を確認する方法では異常の兆候を確認できなかった。事故発生後の検証において1リング毎の排土率を算出(図-5, 6)したところ、異常の兆候を早期に感知できる可能性を確認した。さらに、添加材未回収分を考慮した掘削土体積を確認することにより、異常の兆候をより鋭敏に認識し早期に把握できる可能性があることが分かった。

(4) 裏込め注入工

裏込め注入はセグメントが早期に安定するように、テールポイドへの確実な充填を速やかに実施する必要がある。裏込め注入の施工管理は、注入圧と注入量で行い、注入効果及び地上、近接構造物への影響を確認の上、管理基準値を設定する。注入量が想定値を大幅に上回った場合、地山の部分的な崩落や空洞形成等も想定されることから、適切な調査を行い、必要に応じてセグメントからの追加注入等の対応が必要である。

(5) 掘進停止時の対応

切羽の不安定化のおそれがある長時間の掘進停止は、やむを得ない場合を除き極力回避する必要がある。また、停止する場合には掘進再開時も含め切羽の

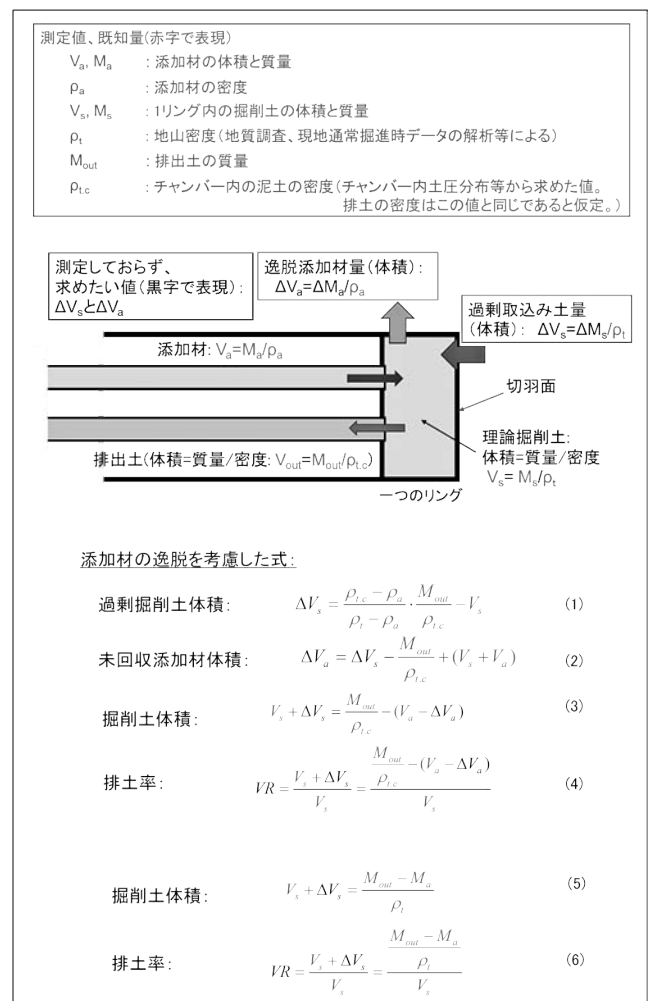
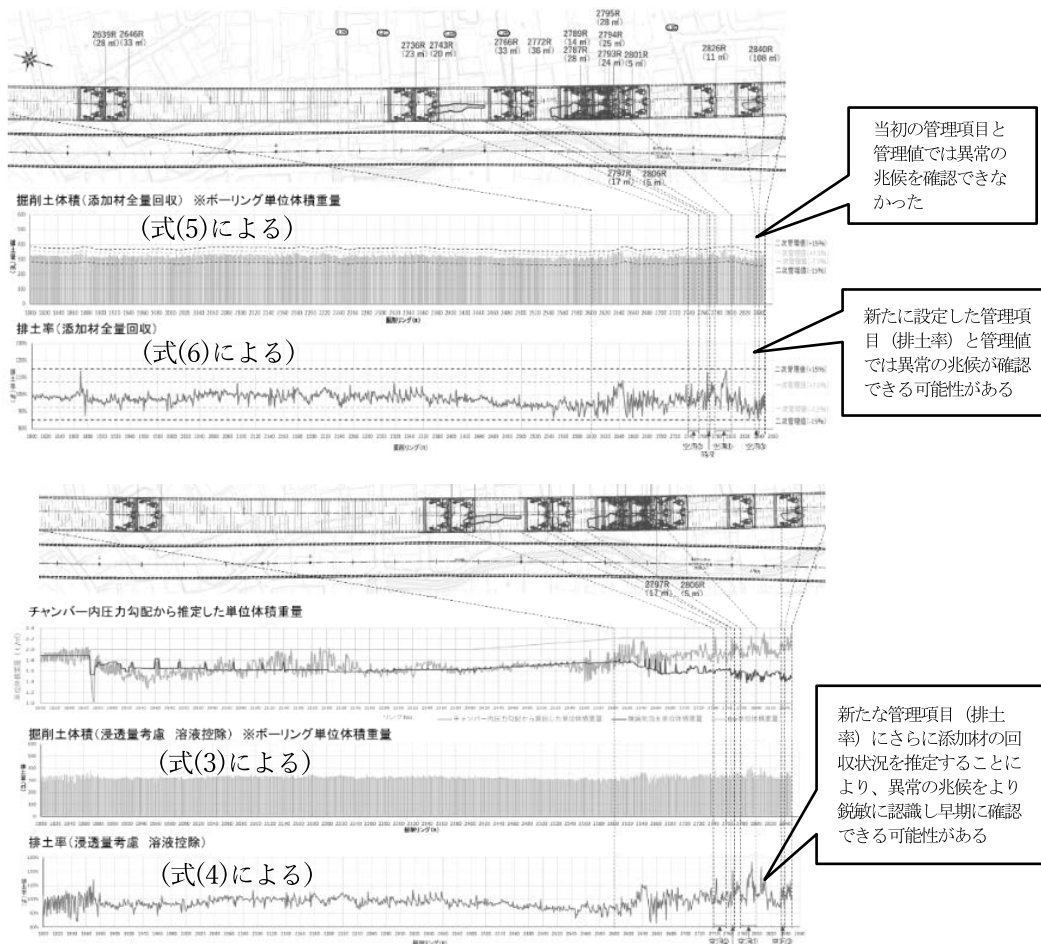


図-5 掘削土量（泥土圧シールド）の算定式

安定を図る必要がある。具体的には、切羽の安定を図る対策として、泥水式シールドにおいては、送排土弁の閉鎖とコントロールバルブの制御により切羽圧力を保持し、泥土圧シールドにおいては、あらかじめ停止期間を想定した添加材試験を行うなど適切な添加材を選定し、切羽圧力を監視・制御して切羽の安定を確保することが必要である。また、泥水式シールドでは良質な泥水の循環の継続、泥土圧シールドではチャンバー内土砂の攪拌が有効な場合があるが、周辺地盤を



図一六 掘削土量（泥土圧シールド）の計算例

緩めるおそれがあるため、必要性の検討も含め、慎重に行うことが必要である。

重大なトラブルや事故発生に伴う長時間の停止時には、シールドの締付け防止のためシールド周囲に滑材を注入することが望ましい。また、停止位置等については、より安全性が高い位置まで掘進し停止することが望ましいが、最優先にすべきは安全と周辺環境への影響であり、影響が想定される場合には直ちに掘進を停止して応急対策を実施することが必要である。

掘進停止時の排土については、切羽周辺の地盤を緩め、場合によっては陥没等の原因となることから、必要性や手順の妥当性を十分に検討するとともに、停止時においても排土量を管理することが必要である。掘進再開時には、継続的な掘進時よりも慎重に排土量管理を行い、停止が長時間に及ぶ場合は機械設備の点検や動作確認、必要に応じて試運転を行うことが必要である。

(6) 異常の兆候の早期感知と迅速な対応

シールドトンネル工事におけるトラブルや事故を未然に防ぐためには、複数の項目を総合的に計測・分析し、異常の兆候の早期感知に努め、確認された場合に

はあらかじめ定めたルールに基づき速やかに関係者間で共有しその解消に努めるとともに、兆候が継続する場合には要因を明らかにした上で検討した対策を講じることが必要である。それでもなお、排泥管やスクリーコンベヤの閉塞、度重なるカッターの回転不能等の重大なトラブルが発生し、作業従事者の安全性や周辺環境への影響が懸念される場合には、直ちにシールドを停止し応急対策を実施することが必要である。その後、各種施工管理データの検証を行い、必要に応じて有識者に意見を求め、追加の調査を行うことにより発生要因を明らかにし、それを踏まえた対策を講じることが必要である。

6. 周辺の生活環境への配慮

住宅地等市街化された地域においては、施工の安全性確保、周辺の生活環境への影響の低減だけではなく、地域の安心を確保するために、地盤変位量、地下水水位、騒音・振動等について定期的にモニタリングすることが必要である。工事の影響を確認できるよう掘進前の段階からモニタリングを行い、地盤変位量につ

いては、シールドの規模等を考慮して平面的にモニタリングすることが必要である。

騒音・振動については極力、低減に努めるとともに、感じ方の個人差が大きく環境基準を満たしていても人によっては不快に感じる場合があるため、計測管理に加え、住民等への情報提供等現場ごとの丁寧な対応が重要である。

モニタリング結果については、無用な不安を与えないよう配慮しつつ、掘進状況と併せ住民等へ適切に情報提供していただくことが望ましい。また、市街化された地域における大断面のシールドトンネル工事においては、事故発生時の速やかな周知や住民等の避難について、関係機関と事前に相談しておくことが望ましい。

重大なトラブルや事故が発生し、住民等への影響が懸念される場合、必要な措置を行い、影響を最小限とするよう努めることが重要である。

7. その他の配慮事項

調査・設計・施工の各段階で得られるデータは、供用後の維持管理段階での活用も見据えて、とりまとめ・保管、情報共有することが重要である。

また、シールドトンネル工事の更なる安全性の向上と周辺地域の安心の確保のため、新技術の開発・活用が重要である。なお、新技術は、必ずしもその確実性が十分に裏付けられていないものも少なくないため、その技術を過信することなく、妥当性を検証したうえで適用することも重要である。

8. おわりに

今回、建設会社や事業者より各種事例を提供いただき、有識者にシールドトンネル工事の安全性の向上と周辺地域の安心の確保のために考慮すべき事項について、現時点における最新の技術的知見をとりまとめで

頂いた。今後、各事業者において、シールドトンネル工事を安全・安心に進めるためには、本ガイドラインを踏まえ、現場状況に応じたリスクを的確に評価し、設計や施工計画に反映した上で、施工においてリスクに対して適切な対応が可能となるよう監視を行い、異常の兆候を速やかに把握して対応を取るなど、適切な施工管理に努めることが重要であると考えている。

なお、シールドトンネル工事の実施に伴う技術的知見の蓄積は、今回のガイドラインで完結するものではなく、今後、新たな事象や課題等が確認されれば、将来的にガイドラインの充実を図っていくことが必要であると考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 神奈川東部方面線新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構東京支社：神奈川東部方面線新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会報告書、令和2年8月
- 2) 東京外環トンネル施工等検討委員会有識者委員会：東京外環トンネル施工等検討委員会有識者委員会報告書、令和3年3月

【筆者紹介】



森戸 義貴 (もりと よしたか)
国土交通省
大臣官房 技術調査課
課長



林 雄一郎 (はやし ゆういちろう)
国土交通省
大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室
室長



吉田 公則 (よしだ きみのり)
国土交通省
大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室
課長補佐

行政情報

令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進 (厚生労働省)

厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課

厚生労働省では、建設業の事業者、関係団体に取り組んでいただきたい安全衛生対策をまとめ、毎年、通知している。令和4年度の安全衛生対策については、令和4年3月30日付けで、建設関係団体等に通知しているところ、本誌では、通知全文を紹介するとともに、特に建設機械に関連する対策について、取り上げて説明する。

キーワード：厚生労働省、労働災害、安全衛生対策、高度安全機械等導入支援補助金

1. はじめに（建設業の労働災害発生状況）

建設業における労働災害発生状況について、長期的には、大きく減少しており、死亡災害については、死亡災害^(注1)が非常に多かった昭和40年代と比較し、半世紀で約9分の1になっている。全産業では、約7分の1であることを踏まえると、製造業と並んで減少率が高い業種であると言える(図-1)。死傷災害^(注2)についても着実に減少しているが、ここ数年は減少率が鈍化している(図-2)。

建設業の短期的な労働災害発生状況について、令和2年までは、死亡災害、死傷災害ともに減少傾向であり、特に死亡災害については、2年連続で過去最少となっていた。しかしながら、令和3年の死亡災害は、令和4年3月の速報時点ではあるが、同期の令和2年の死亡災害と比べ30名増加(11.9%増)している(図-3表)。

建設業の死亡災害では、事故の型が「墜落・転落」によるものが例年高い割合を占めているところである(図-3左下円グラフ)が、令和3年の死亡災害については、「墜落・転落」による死亡災害について大きく増加(16.0%増)した。まだ、速報段階であり、詳細な分析はできていないが、死亡災害報告書を分析したところ、「墜落・転落」の死亡災害の大きな比率を占める「屋根・屋上等の端、開口部から」及び「足場に

関連」の墜落・転落災害については、それぞれ全体の3割、2割と大きな変化は見られなかった。一方で、「足場に関連」のうち、「組立・解体中」の事案に着目すると、ここ数年のみの傾向であるが、減少しているといえる。また、「その他」に含まれる「はしご・脚立」の事案については、増加の傾向がみられる(図-4)。

2. 「令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進に係る留意事項」の概要（建設機械に関連する事項を除く）

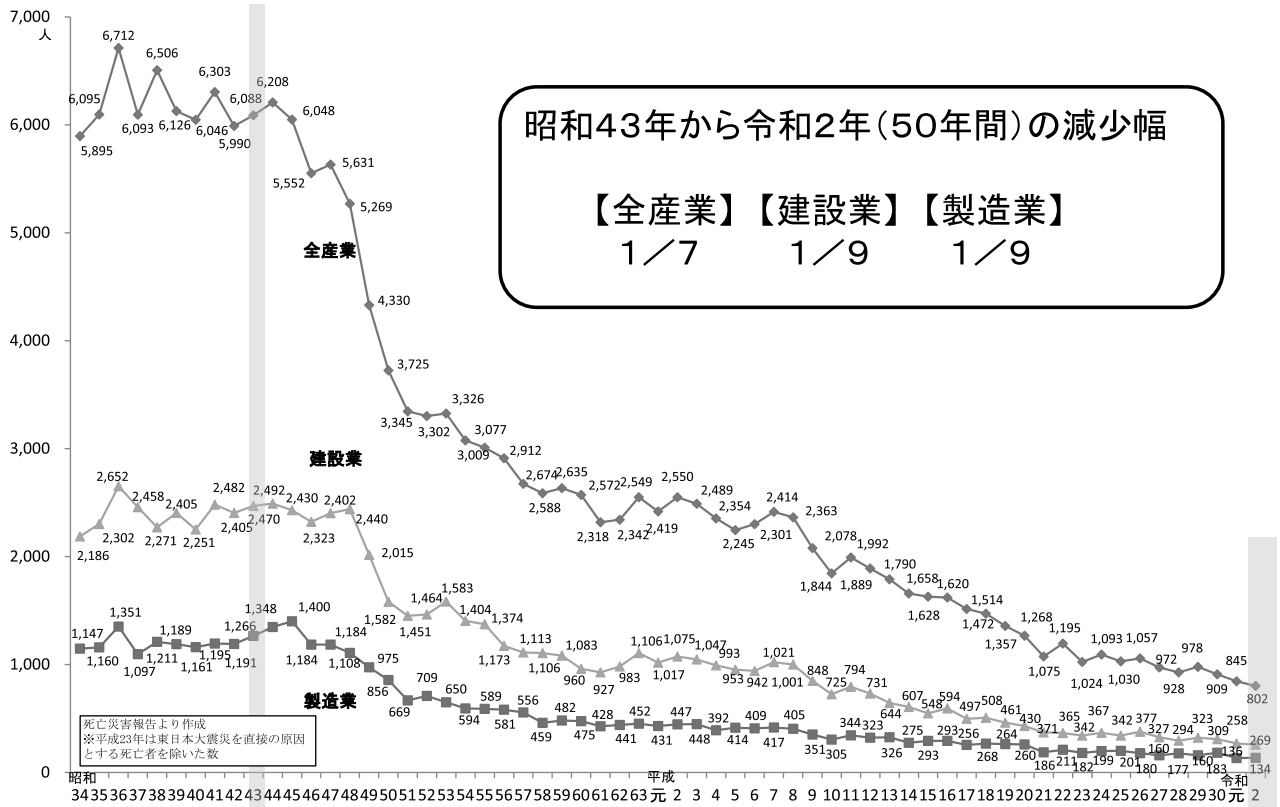
※本項目及び次項目での括弧内の表示は、「令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進に係る留意事項」の記載場所を示している。

令和4年3月30日に発出した「令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進に係る留意事項」では、厚生労働省が実施する安全衛生対策について、周知するとともに、災害発生状況を踏まえた災害防止のための取組、留意すべき事項をまとめ、事業者等に実施を求めた。

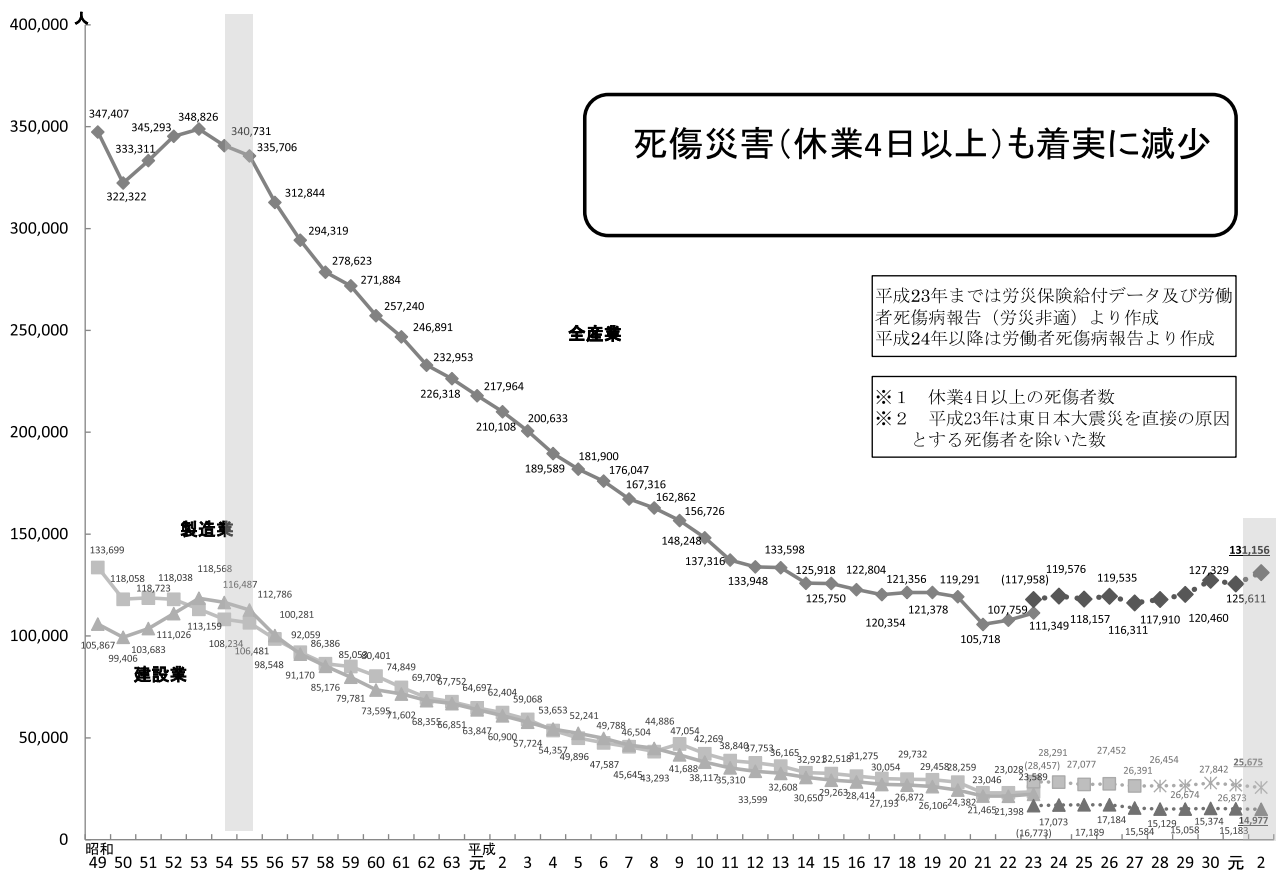
安全対策としては、災害発生の高い割合を占める墜落・転落災害防止対策として、墜落制止用器具の適切な使用(1-(3))、足場からの墜落・防止対策(1-(1))、はしごや脚立からの墜落・防止対策(1-(2))の取組を求めた。また、高齢者(1-(10))、外国人(1-(11))及び一人親方等(1-(13))向けの厚生労働省の取組を周知し、その活用等を求めた。さらに、日本各地で豪雨等の自然災害による被害が頻繁に生じていることから、厚生労働省では令和4年度から、安全衛生専門家による復旧復興工事の巡回指導等の事業について、建設業労働災害防止協会(以下「建災防」という)の

注1 労働者死傷病報告等を契機として、所轄労働基準監督署が調査により死亡労働災害を把握した際に作成する「死亡災害報告」により集計したもの。

注2 事業者から所管の労働基準監督署へ提出された「労働者死傷病報告(労働安全衛生規則様式第23号)」により把握した休業4日以上の死傷者数を集計したもの。



図一 死亡災害発生状況の推移



図二 死傷災害発生状況の推移

建設業における墜落・転落災害防止については、災害防止計画^(注1)の最重点対策として、取り組んでいる。

(注1)労働安全衛生法に基づく「第13次労働災害防止計画」(平成30年度～令和4年度)において、計画の重点事項の一丁目一番地に「建設業における墜落・転落災害等の防止」を位置づけ、死亡者数を平成29年と比較して、令和4年までに15%以上減少させることを目標としている。

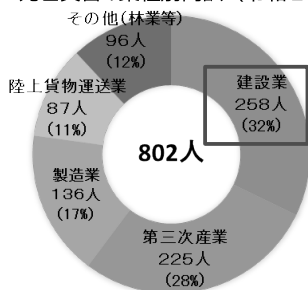
建設業における死亡災害数、そのうち墜落・転落災害による死亡災害数 (資料出所：死亡災害報告(厚生労働省))

	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2	前年比較	令和3年(速報) (令和4年3月)	前年同期比
死亡災害	430	371	365	342	367	342	377	327	294	323	309	269	258	▲11人 4.1%減少	283	△30人 11.9%増加
墜落・転落災害	172	147	159	154	157	160	148	128	134	135	136	110	95	▲15人 13.6%減少	109	▲17人 16.0%増加

建設業における死傷災害数、そのうち墜落・転落災害による死傷災害数 (資料出所：労働者死傷病報告より作成(厚生労働省))

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2	前年比較	令和3年(速報) (令和4年3月)	前年同期比
死傷災害	17,073	17,189	17,184	15,584	15,058	15,129	15,374	15,183	14,977	▲206人 1.4%減少	15,835	△1,107人 7.5%増加
墜落・転落災害	5,892	5,983	5,941	5,377	5,184	5,163	5,154	5,171	4,756	▲415人 8.0%減少	4,799	△108人 2.3%増加

死亡災害の業種別内訳 (令和2年)



建設業の死亡災害の事故の型別内訳 (令和2年)



図一 建設業における労働災害の発生状況

※ 令和元年～3年分については、死亡災害報告書の「起因物」、「災害の概要」から、平成27年、28年分は、災害調査復命書から分析

建設業の墜落・転落による死亡災害のうち、屋根・屋上等の端・開口部からの災害が約3割、足場からの災害が約2割であった。
(木造建設工事における) はり・けた等からの災害、はしご・脚立等からの災害も一定数を占めている

令和3年(令和4年1月末現在)(死亡災害106件)

屋根・屋上等の端・開口部から 35件 (33.3%)	足場に関連 13件 (12.3%)		はり・けた等から 7件 (6.6%)	その他 51件 (48.1%) (はしご・脚立16件、その他建築物・構築物11件、その他24件)
	通常作業中 9件	組立・解体中 4件		

令和元年・令和2年(死亡災害205件)

屋根・屋上等の端・開口部から 70件 (34.1%)	足場に関連 42件 (21.0%)		はり・けた等から 9件 (4.3%)	その他 84件 (41.0%) (はしご・脚立16件、その他建築物・構築物22件、その他46件)
	通常作業中 28件	組立・解体中 14件		

平成27年・28年に発生した建設業の墜落・転落災害(死亡災害262件)の内訳

屋根・屋上等の端・開口部から 87件 (33.2%)	足場に関連 50件 (19.1%)		はり・けた等から 25件 (9.5%)	その他 100件 (38.2%) (はしご・脚立17件、その他建築物・構築物24件、その他59件)
	通常作業中 29件	組立・解体中 21件		

図一 建設業の墜落・転落災害の分析(発生場所等)

補助事業として、開始することを周知した(1-(13))。

衛生対策では、従来からの熱中症対策(2-(2))、職場のメンタルヘルス対策(2-(5))、化学物質(2-(6))、石綿(2-(7))による健康障害防止対策について、引き続き、事業者に対して対策を求めた。また、令和2年からまん延している新型コロナウイルス感染症について、職場における拡大防止対策(2-(1))を求めるとともに、令和4年度に改正予定の騒音障害防止対策についても対策を求めた。併せて、事業者が石綿や化学物質等にばく露するおそれのある危険有害な作業を行う場合に作業を請け負わせる一人親方等や、同じ場所で作業を行う労働者以外の人に対しても、労働者と同等の保護を図る観点から、労働安全衛生規則(昭和47年労働省令第32号。以下「安衛則」という。)を改正する予定であることについて、周知するとともに、円滑な施行に向けた準備を求めた(2-(7))。

その他に労働安全衛生マネジメントシステム(「ニューコスモス」,「中小事業者向けのコンパクトコスモス」(ともに建災防が実施))等の導入を勧める(3-(1))とともに、安全衛生教育の推進を求めた(3-(2))。

3. 建設機械に関連する安全衛生対策

(1) 車両系建設機械等を運転中の墜落・転落防止対策(1-(8))

車両系建設機械等を運転中に機械と一緒に墜落・転落し、運転者が死亡した災害が、令和3年(令和4年8月時点)に8件発生している。機械別では、ローラ(締固め用機械)が3件、ドラグ・ショベルが2件、トラクター・ショベルが2件、(農業用)トラクターが1件であった。墜落・転落場所は、路肩的などところから

の墜落・転落が7件で、残りの1件は、駆体基礎からであった。路肩的などところからの7件についての墜落・転落先は、川(用水路含む)が3件、崖下(斜面含む)が3件、調整池が1件であり、死因については溺死も含まれている。

安衛則では、労働者に車両系建設機械を使用させる場合の事業者の義務として、運行経路等を示した作業計画の策定及びその関係労働者に対する周知、適正な運行速度の設定、(転倒又は転落により労働者に危険が生じるおそれのある場合)誘導者の配置、運航経路の路肩崩壊の防止措置等を定めている。事業者は、上記のような災害が生じていることを踏まえ、安衛則及び現場の状況を踏まえた必要な安全対策を講じていただきたい。

(2) 安全な建設機械の普及(1-(15))

建設機械による災害を防止するためには、近年の技術の進展に伴い開発されている事故防止技術の活用促進が有効である。

厚生労働省では、ドラグ・ショベル等の車両系建設機械について、人を検知し自動で減速、停止する等の最新の安全性能を有する機械に更新するための改修、買換に要する経費の一部を補助する「高度安全機械等導入支援補助金事業」を令和4年度から開始する。なお、同事業の対象は、中小建設事業者等となっており、建災防がその事業を実施する。

補助金の公募は第2四半期に開始することを予定しており、公募の時期や申請方法の詳細は、決定次第、建災防のウェブサイトでお知らせする予定である。

JCMA

令和4年度における建設業の安全衛生対策の推進に係る留意事項

1 労働者の安全確保のための対策

(1) 足場等からの墜落・転落防止対策

建設業における死亡災害のうち、墜落・転落災害が4割以上を占めていることから、事業者は、引き続き、墜落・転落災害防止に係る労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号。以下「安衛則」という。）の遵守徹底を図るとともに、足場からの墜落・転落災害を防止するために「足場からの墜落・転落災害防止総合対策推進要綱」（平成24年2月9日付け基安発0209第2号、平成27年5月20日一部改正）に基づく「より安全な措置」等の措置を適切に講じること。

(2) はしご等からの墜落・転落防止対策

建設業における墜落・転落災害による死傷者数のうち、はしご等からの墜落・転落が約3割と最も多くなっている。事業者は、「リーフレット「はしごを使う前に／脚立を使う前に」を活用した墜落・転落災害防止の徹底について」（令和3年3月17日付け基安安発0317第2号）に基づく措置を適切に講じること。

特に脚立からの墜落・転落については、令和3年に5件の死亡事故が生じており^(※)、そのすべての事案において、被災者は、保護帽（ヘルメット）を未着用もしくは墜落時に脱げた状態であったことから、労働者に脚立を使用させる場合には、適正な保護帽の着用を確認すること。

(※) 令和4年3月速報時点。脚立から脚立を設置する地面に落ちた事案のみ（不安定な高所で脚立を使用し、高所から落ちた事案は含まない）。

(3) 墜落制止用器具の適切な使用

厚生労働省は、事業者に対して、平成31年2月1日に施行された墜落制止用器具に係る改正安衛則等について、リーフレット等を活用して改正内容の周知を図るとともに、令和4年1月1日に経過措置期間が終了した「墜落制止用器具の規格」（平成31年厚生労働省告示第11号）に適合した墜落制止用器具の使用を指導する。

事業者は、フルハーネス型墜落制止用器具の使用について、改正安衛則を踏まえた「墜落制止用器具の安全な使用に関するガイドライン」（平成30年6月22日付け基発0622第2号）に基づく措置を適切に講じるとともに、「墜落制止用器具の規格」に適合した墜落制止用器具の使用を徹底する。

(4) 建設工事の現場等における荷役災害防止対策

荷役作業中の災害を防止するためには、荷主等の立場となる事業者（以下「荷主等」という。）の協力も必要となることから、厚生労働省は、製造業等の荷主等を対象として安全設備の設置等について、「陸上貨物運送事業における荷役作業の安全対策ガイドライン」（平成25年3月25日付け基発0325第1号）に基づく荷主等による取組の必要性を説明し、同取組の促進を図る。

荷主等は、リーフレット「荷役作業の安全確保が急務です！」（令和3年1月18日付け基安安発0118第2号）に示す取組を実施する等により、建設工事の現場等における荷役災害防止対策を適切に講じること。

(5) 転倒災害の防止

転倒災害は業種問わず最も多い災害の型であるため、事業者は、「今後の転倒災害防止対策の推進について」（令和元年6月17日付け基安発0617第1号）に基づき、「STOP！転倒災害プロジェクト」（同通達別添）に定める措置を適切に講じること。特に、転倒災害の特徴として、①高年齢労働者が多く被災する、②降雪地帯で冬季に多く発生するといったことが挙げられることに留意するとともに、降雪が多い地域においては、降雪等が本格化する前に、冬季に向けた転倒災害防止対策について事前に準備を進めること。

また、厚生労働省と消費者庁は、日本転倒予防学会と協力して、10月10日の「転倒予防の日」を契機に、国民に対する転倒予防の呼びかけを行った。上記取組は、転倒災害が多い小売業等に重点的に対象にして実施しているところであるが、建設業の事業場においても上記取組を活用しつつ、転倒予防の取組に努めること。

なお、転倒災害防止用の視聴覚教材を厚生労働省ホームページに公開しているので、事業者は、安全衛生教育

を実施する機会等に活用すること。

(6) 交通労働災害防止対策

事業者は、「交通労働災害防止のためのガイドライン」（平成25年5月28日付け基発0528第2号、平成30年6月1日最終改正）に基づく措置を適切に講じること。

とりわけ、建設資材等の運搬を発注する際は、過積載運行にならないよう実際に荷を運搬する事業者と協力すること。

(7) 建設工事の現場等で交通誘導等に従事する労働者の安全確保

厚生労働省は、建設工事の現場等において、交通誘導等に従事する警備業等の労働者が死傷する労働災害が発生していることを踏まえ、令和元年度に作成した警備業の未熟練労働者への安全衛生教育に活用できるマニュアルについて周知する。

事業者は、建設工事の現場等で交通誘導等に従事する労働者に対する安全衛生教育を実施する場合には、同マニュアルを活用すること。

(8) 車両系建設機械等を運転中の墜落・転落防止対策

車両系建設機械を運転中に機械と一緒に墜落・転落し、運転者が死亡した災害が、令和3年に8件発生している^(※)。すべての災害が不安定の場所から崖下、河川、調整池等に墜落・転落したものであった。

事業者は、労働者に車両系建設機械を使用させる場合は、安衛則に基づき、運行経路等を示した作業計画を定め、関係労働者に周知するとともに、転倒又は転落により労働者に危険が生じるおそれのある場合は、誘導者を配置するなど、必要な安全対策を講じること。

(※) 令和4年3月速報時点。

(9) 専門工事業者等の安全衛生活動支援事業

建設業における労働災害の被災者の約9割は、店社で規模が30人未満のものに所属していることを踏まえ、厚生労働省は、建設業労働災害防止協会（以下「建災防」という。）に対して、中小の建設会社（以下「専門工事業者等」という。）におけるパトロール、視聴覚教材や冊子の作成等の安全衛生活動を支援するための事業への補助を実施する。

専門工事業者等は、上記事業を活用する等により、自主的に安全衛生活動を行うこと。

(10) 高年齢労働者等の労働災害の防止

厚生労働省は、「高年齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン」（令和2年3月16日付け基安発0316第1号）（以下「エイジフレンドリーガイドライン」という。）に基づき事業場を指導する。また、「エイジフレンドリー補助金」により、働く高年齢労働者が安心して安全に働く職場環境の整備に意欲のある中小企業における取組を引き続き、支援する。

事業者は、各事業場における高年齢労働者の就労状況や業務の内容等の各事業場の実情に応じて、エイジフレンドリーガイドラインを参照し、厚生労働省、建災防等による支援も活用して、実施可能なものから積極的に高年齢労働者の労働災害防止対策に取り組み、職場環境の改善を図ること。

(11) 外国人労働者に対する労働災害防止対策

厚生労働省は「外国人労働者の雇用管理の改善等に関して事業主が適切に対処するための指針」（平成19年8月3日厚生労働省告示第276号）、「外国人労働者に対する安全衛生教育の推進等について」（平成31年3月28日付け基発0328第28号）、「外国人の日本語の理解力に配慮した技能講習の実施について」（令和2年3月31日付け基発0330第43号）により、外国人労働者の労働災害防止のための安全衛生教育の実施方法等について示している。

また、厚生労働省は、外国人労働者が教育内容を理解できるよう、外国語教材を作成し、「職場のあんぜんサ

イト」及び厚生労働省ホームページにおいて公表している。

事業者は、外国人労働者に対する安全衛生教育を行う場合には、これらの教材を活用しつつ、外国人労働者がその内容を確実に理解できる方法で実施すること。

また、事業者は、外国人労働者が労働災害に被災した場合に労働者死傷病報告（安衛則様式第23号）を提出する際、被災労働者の国籍・地域及び在留資格を、在留カード等により確認し、記入すること。

(12) 一人親方等の安全衛生対策

厚生労働省は、引き続き、建設業に従事する一人親方等の死亡災害の把握に努めるとともに、令和4年度委託事業により建設業の一人親方に対する安全衛生教育に係る支援として、全国で研修会を開催するとともに、建設現場において、引き続き、一人親方に対し技術指導を行う。

(13) 自然災害の復旧・復興工事における労働災害防止対策

日本各地で地震、豪雨、台風等による大規模な自然災害が発生しているが、復旧・復興工事における労働災害を防止するためには、工事の進捗状況を踏まえて、現場の実態に即した労働災害防止対策を講じることが必要となる。このため、建災防が、厚生労働省補助事業として安全衛生専門家による復旧復興工事の巡回指導等を行う。

自然災害に係る復旧・復興工事では重機による災害や墜落・転落災害等の発生が懸念されることから、事業者は、当該災害に着目した労働災害防止対策を適切に講じること。

(14) 伐木等作業の安全対策

令和2年8月に施行されたチェーンソーによる伐木等作業における特別教育に係る安衛則の一部を改正する省令（平成31年厚生労働省令第11号）及び令和2年1月31日付けで改正した「チェーンソーによる伐木等作業の安全に関するガイドライン」（平成27年12月7日付け基発第1207第3号、令和2年1月31日付け基発0131第1号改正）について、令和4年度も引き続き、委託事業により、安全衛生推進者等を対象に、伐木等作業の安全対策の理解を深めるための安全対策講習会を全国7会場で開催する。

伐木等作業を行う建設事業者においても、集団指導、安全対策講習会等への参加に留意するとともに、伐木作業等における安全対策を適切に講じること。

(15) 安全な建設機械の普及

建設機械による災害を防止するためには、近年の技術の進展に伴い開発されている事故防止技術の活用の促進が重要であることから、厚生労働省は、安全な建設機械の導入を積極的に勧奨する。特に中小建設事業者等に対しては、本年度創設した「高度安全機械等導入支援補助金」の活用等を積極的に周知する。

(16) 建設工事関係者連絡会議の運営等

厚生労働省は、「建設工事関係者連絡会議の設置について」（平成26年4月11日付け基安発0411第1号）により、工事の安全衛生に配慮した発注、安全衛生経費の確保、統括安全衛生管理の徹底のための相互パトロール、安全衛生教育等について、発注者、施工者及び安全衛生行政関係者により協議をし、必要な取組を行う。

(17) 建設職人基本法・基本計画に基づく取組等

厚生労働省は、建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律（平成28年法律第111号）に基づき、都道府県計画を策定する都道府県及び策定された計画に基づき実行する都道府県に対し、他の都道府県の好事例等を紹介するなど、取組を支援する。また、都道府県労働局から管内の労働災害発生状況の分析結果、実施する施策等に係る情報について積極的に提供するなど、都道府県との連携の強化を図る。

2 労働者の健康確保のための対策、化学物質等による労働災害防止対策

(1) 職場における新型コロナウイルス感染症の拡大防止対策

元方事業者はじめ、施工に携わるそれぞれの事業者は、各関係団体において作成された「業種ごとの感染拡大

予防ガイドライン」^(※)等を実践する際に、厚生労働省において作成した「職場における新型コロナウイルス感染症の拡大を防止するためのチェックリスト」(令和3年2月12日最終改正。以下「感染防止チェックリスト」という。)等を活用し、労使協力の下、職場の状況に応じた感染防止対策の徹底を図ること。

なお、感染防止対策の検討に際しては、国土交通省ホームページにおいて建設現場の「3つの密」回避等の取組事例及び新型コロナウイルス感染予防対策に伴う熱中症リスク軽減等のための取組事例等が公開されていることから、これらも参考にすること。

(※) 建設業については、「建設業における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン」(令和2年5月14日国土建第18号(令和3年5月12日改訂))が策定され、建設現場やオフィスにおける感染予防対策の基本的事項が示されている。

(2) 熱中症対策

厚生労働省は、「STOP！熱中症 クールワークキャンペーン」(5月から9月まで、準備期間：4月、重点取組期間：7月)を実施する。また、熱中症に関する資料やオンライン講習動画等を掲載しているポータルサイトを運営する。

事業者は、初期症状の把握から緊急時対応までの体制整備、暑熱順化が不足していると考えられる者の把握、暑熱順化や休憩時間の確保を考慮した作業計画の策定、WBGT値の実測とその結果を踏まえた対策の実施、休憩場所の確保、定期的な水分・塩分の摂取徹底、健康診断結果を用いた就業上の措置、作業開始前の健康状態の確認、作業を管理する者や労働者に対する労働衛生教育、緊急時の早めの搬送等を実施すること。

(3) じん肺予防対策

ア 厚生労働省は、ずい道等建設工事の切羽付近における作業環境等を将来にわたってよりよいものとする観点から、粉じん障害防止規則(昭和54年労働省令第18号)及びずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドラインを改正している。また、これらの改正に伴い、建災防策定の「ずい道等建設工事における換気技術指針」についても改正された。

事業者は粉じん濃度の測定、換気装置等による換気の実施等、また、発注者は必要な経費の積算等、第9次粉じん障害防止総合対策に基づき適切にずい道等建設工事における粉じん対策を講じること。

イ 厚生労働省は、平成30年度から令和4年度を期間とする「第9次粉じん障害防止総合対策」の重点事項として、①屋外における岩石・鉱物の研磨作業又はばり取り作業及び屋外における鉱物等の破碎作業に係る粉じん障害防止対策、②ずい道等建設工事における粉じん障害防止対策、③呼吸用保護具の使用の徹底及び適正な使用の推進、④じん肺健康診断の着実な実施、⑤離職後の健康管理等を掲げている。

事業者は、当該防止総合対策に基づく措置を適切に講じること。また、解体作業等において、法令上必要であるにもかかわらず現場監督など事業者側の判断により防じんマスクを外させることなく、労働者に防じんマスクを確実に使用させること。

ウ ずい道等建設工事を対象として、粉じん作業に従事する労働者のじん肺健康診断等の情報を管理するために建災防が運用している「ずい道等建設労働者健康情報管理システム」について、建災防と労働基準監督署が連携の上、未登録事業場に対する登録依頼を実施する予定であるため、登録依頼を受けた事業場においては、関係労働者に対する承諾手続等を計画的に行うなど、健康情報等の確実かつ円滑な登録に努めること。

(4) 騒音障害防止対策

建設業においては、ずい道工事や土木工事に従事していた労働者などに依然として騒音性難聴の発生がみられることから、7月を目途に「騒音障害防止のためのガイドライン」(平成4年10月1日付け基発第546号)の改正を予定している。事業者は、屋内作業場に限らず、騒音レベルの把握とその結果に応じた騒音ばく露防止対策を講ずること。

(5) 建設業におけるメンタルヘルス対策の推進

建設業においても精神障害が多く発生しており、建設業の事業場におけるメンタルヘルス対策の取組割合が

43.0%と低調であることから、事業者は、ストレスチェック制度の実施を徹底するとともに、労働災害を防止する上でもメンタルヘルス対策が有効との調査結果（建災防実施）もあることから、建災防とも連携して、建設工事の現場等におけるメンタルヘルス対策を適切に講じること。なお、元方事業者は、ストレスチェック実施後の集団分析結果を踏まえ、専門家の指導に基づき、職場環境改善計画を作成し、計画に基づき職場環境の改善を実施した場合に、「職場環境改善計画助成金（建設現場コース）」も活用できるものであること。

(6) 化学物質による健康障害防止対策

ア 厚生労働省は、塗膜の剥離や掻き落とし作業について、鉛等有害物の有無等により工事に要する安全衛生経費・工期は大きく変わることから、発注者に対し、有害物の有無、剥離剤等作業で使用する製剤等に応じた必要な安全衛生経費の積算等、必要な対応を行うよう求める。

事業者は、鉛、六価クロム、PCB等の有害物は上塗りから下塗りまでの塗膜に含有しうることにも留意し、有害物の含有状況や作業内容に応じて適切なばく露防止対策（剥離剤等作業で使用する製剤に対する対策も含む）を講じること。

また、事業者は、研磨材の吹き付け（ブラスト）や研磨材を用いた手持ち式動力工具（ディスクサンダー）による鋼構造物の研磨等においては、塗膜中の有害物の有無にかかわらず、粉じん障害防止規則に基づき、労働者に対して、呼吸用保護具（送気マスク等）を使用させる等の措置を講じること。

イ 建設業においても、塗装や作業に使用する製剤など多くの化学物質を用いていることから、厚生労働省は、特定化学物質障害予防規則や有機溶剤中毒予防規則の徹底を図るとともに、使用前にラベル・SDSを確認し、その情報に基づいて化学物質を用いる作業に応じたリスクアセスメント及び当該結果に基づく措置等を実施するよう周知・指導する。

事業者は、作業員に対して、ラベル等により作業に用いる化学物質の危険性・有害性や適切な保護具の使用について周知するようにすること。

ウ 厚生労働省は、金属アーク溶接等作業で発生する溶接ヒュームにばく露することによる神経障害等の健康障害を防止するため、特定化学物質障害予防規則の改正内容について周知・指導する。

(7) 石綿健康障害予防対策

ア 厚生労働省は、石綿障害予防規則等の一部を改正する省令（令和2年7月1日厚生労働省令第134号）を公布しており、一部の規定を除き令和3年4月1日から施行されていることから、改正後の石綿障害予防規則に基づく措置等を実施するよう地方公共団体とも連携して周知・指導を行う。また、建築物の解体・改修工事について、適切に対象選定を行い、遵法意識の確保のための予告なしの立入りを行う。

イ 厚生労働省は、建築物の解体・改修作業の発注者への対応について、改正後の石綿障害予防規則に規定する発注者の責務等について、必要な周知啓発を図り、解体・改修工事の契約締結後に事前調査を行う場合において当該調査結果に応じた費用・工期の変更を認めないような適切でない契約の排除を図る。

ウ 事業者は、改正後の石綿障害予防規則に基づき、解体・改修工事前の石綿含有の有無の事前調査、石綿事前調査結果報告システムを用いた事前調査結果等の報告、写真等による作業の実施状況の記録の作成及び保存などの措置を徹底するとともに、令和5年10月1日から施行される建築物の事前調査を実施するために必要な知識を有する者を確保するため、建築物石綿含有建材調査者講習の受講を計画的に行うこと。

(8) 危険有害な作業を行う場合の請け負わせる一人親方等への措置

厚生労働省は、事業者が危険有害な作業を行う場合に作業を請け負わせる一人親方等や、同じ場所で作業を行う労働者以外の人に対しても、労働者と同等の保護を図る観点から、安衛則等を改正する予定である。同改正については、令和5年4月から施行する予定であり、改正内容をまとめたリーフレット等を作成し、関係者に対する周知をする。

事業者は、改正内容について、理解を進めるとともに同改正で義務付けられる請け負わせる一人親方等への周知の方法等について、あらかじめ検討し、円滑な施行に向け準備をすること。

3 その他の安全衛生に係る対策

(1) 労働安全衛生マネジメントシステムの普及と活用

厚生労働省は、労働安全衛生マネジメントシステムに関する国際規格（ISO45001）、日本産業規格（JIS Q 45001 及び JIS Q 45100）を踏まえて改正した「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針」（平成 11 年労働省告示第 53 号、令和元年 7 月 1 日最終改正）について周知を図る。

また、同指針に準拠した建設業労働安全衛生マネジメントシステムを導入した企業の労働災害の減少幅は大きく、労働災害防止に効果があることから、事業者は、建設工事現場の実態を踏まえたシステムである「ニューコスモス」、「中小事業者向けのコンパクトコスモス」の導入・活用に留意すること。

(2) 建設業における安全衛生教育の推進

ア 職長等及び安全衛生責任者の能力向上教育に準じた教育の推進

事業者は、「建設業における職長等及び安全衛生責任者の能力向上教育に準じた教育について」（平成 29 年 2 月 20 日付け基発 0220 第 3 号）に基づき、建設業における職長等及び安全衛生責任者を対象に、概ね 5 年ごとに及び機械設備等に大幅な変更のあった場合に、労働災害の防止に係る当該教育を受講させること。

イ 建設従事者教育の推進

事業者は、「建設工事に従事する労働者に対する安全衛生教育について」（平成 15 年 3 月 25 日付け基安発第 0325001 号）に基づき、建設工事に従事する労働者を対象に、建設現場で働く労働者が守らなければならない労働安全衛生法令の遵守事項等の基本的事項について教育を受講させること。

(3) 各種ガイドライン等に基づく安全衛生対策の推進

厚生労働省は、建設業の安全衛生対策を推進するために、各種のガイドライン等を発出していることから、現場での活用のための周知等を通じて、ガイドライン等に基づく安全衛生対策を推進する。

事業者は、当該ガイドライン等に基づく安全衛生対策を適切に措置すること。

(参考) 車両系建設機械等の運転に係る労働安全衛生規則 抜粋

(調査及び記録)

第 154 条 事業者は、車両系建設機械を用いて作業を行なうときは、当該車両系建設機械の転落、地山の崩壊等による労働者の危険を防止するため、あらかじめ、当該作業に係る場所について地形、地質の状態等を調査し、その結果を記録しておかなければならない。

(作業計画)

第 155 条 事業者は、車両系建設機械を用いて作業を行なうときは、あらかじめ、前条の規定による調査により知り得たところに適応する作業計画を定め、かつ、当該作業計画により作業を行なわなければならない。

前項の作業計画は、次の事項が示されているものでなければならない。

- 一 使用する車両系建設機械の種類及び能力
- 二 車両系建設機械の運行経路
- 三 車両系建設機械による作業の方法

3 事業者は、第一項の作業計画を定めたときは、前項第二号及び第三号の事項について関係労働者に周知させなければならない。

(制限速度)

第 156 条 事業者は、車両系建設機械（最高速度が毎時十キロメートル以下のものを除く。）を用いて作業を行なうときは、あらかじめ、当該作業に係る場所の地形、地質の状態等に応じた車両系建設機械の適正な制限速度を定め、それにより作業を行なわなければならない。

2 前項の車両系建設機械の運転者は、同項の制限速度をこえて車両系建設機械を運転してはならない。

(転落等の防止等)

第 157 条 事業者は、車両系建設機械を用いて作業を行うときは、車両系建設機械の転倒又は転落による労働者の危険を防止するため、当該車両系建設機械の運行経路について路肩の崩壊を防止すること、地盤の不同沈下を防止すること、必要な幅員を保持すること等必要な措置を講じなければならない。

2 事業者は、路肩、傾斜地等で車両系建設機械を用いて作業を行う場合において、当該車両系建設機械の転倒又は転落により労働者に危険が生ずるおそれのあるときは、誘導者を配置し、その者に当該車両系建設機械を誘導させなければならない。

3 前項の車両系建設機械の運転者は、同項の誘導者が行う誘導に従わなければならない。

第 157 条の 2 事業者は、路肩、傾斜地等であって、車両系建設機械の転倒又は転落により運転者に危険が生ずるおそれのある場所においては、転倒時保護構造を有し、かつ、シートベルトを備えたもの以外の車両系建設機械を使用しないように努めるとともに、運転者にシートベルトを使用させるように努めなければならない。

AI を活用した危険予知活動支援システム 「K-SAFE™」の開発

小 野 満

当社は、厚生労働省が運営する「職場のあんぜんサイト」に掲載されている災害事例（約 64,000 件）を AI により解析し、類似作業の災害傾向を多面的に見える化することにより、工事現場の危険予知活動を支援するシステム「K-SAFE™」（以下、本システムという）を開発した（図—1）。

キーワード：災害事例、AI、自然言語処理、危険予知

1. 開発の背景

建設現場では作業着手前に、起こり得る災害を予測し対策を立案する「危険予知活動」を行う。この活動は、作業担当者の経験・知識・感覚を基に行っていることが多く、安全担当者が該当作業に関連する過去の災害事例を数多く参照できれば、危険予知の精度が向上するが、膨大な事例の中から該当事例を自ら選定することは多くの手間と時間がかかる。また、災害事例に記載された作業内容、災害原因、災害状況は「自然言語（自由に記述された文章）」のため、どのような作業においてどのような原因で災害が起こったのかという「災害傾向」の把握には、災害事例をすべて読み解く必要があり、日々の危険予知活動における災害事例データの効果的な活用の障害となっていた。

そこで今回、AI 技術を活用し、災害事例を作業内容に応じて事故の原因別や事故の状況別にグラフ化し災害傾向が見える化することにした。このことにより、膨大な災害事例文をすべて読み解かず類似作業の災害傾向を素早く把握できるようになった。

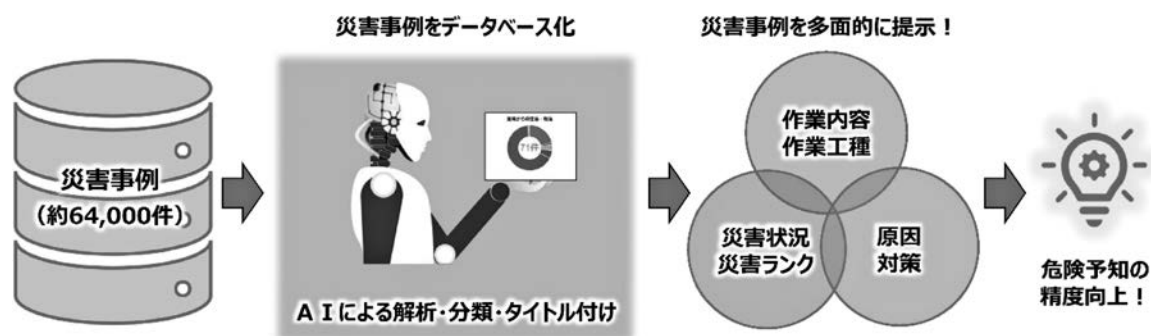
2. 本システムの特長と機能

本システムの特長は以下のとおりである（図—2、写真—1）。

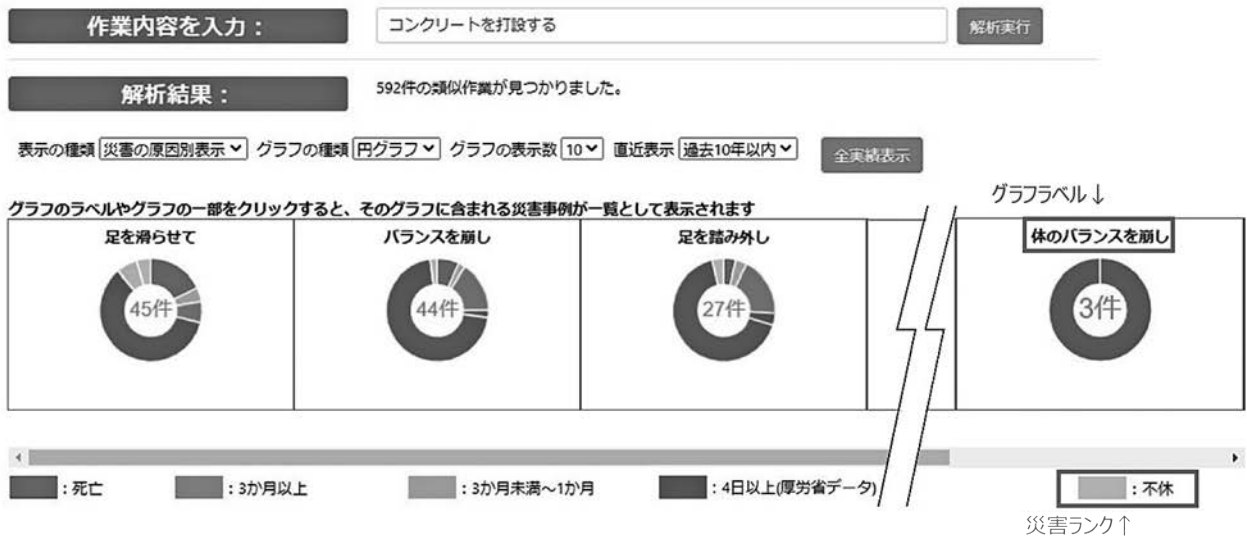
- (1) 災害事例を形態素解析などの自然言語処理技術により解析し、災害原因や災害状況が記載された文章を抽出
- (2) 災害原因や災害状況を AI 技術によりクラスタリング（分類）し、代表的キーワードでラベリング（タイトル付け）
- (3) システム上で文章入力した作業内容を災害事例データと照合し、類似作業の災害傾向をグラフ表示
- (4) グラフは災害の原因や状況別に切り替え表示ができ、それぞれの件数を一目で把握可能

また、本システムの機能は以下のとおりである。

- (1) 作業内容の入力は単語（キーワード）入力に加え、文章での入力も可能
- (2) 類似作業の災害事例を、災害の原因別や状況別、時系列（年ごと）でグラフ表示可能
- (3) 災害事例の詳細が一覧表示され、CSV 出力が可能



図—1 危険予知活動の流れ



図一 2 災害の原因別に円グラフ表示



写真一 1 危険予知活動で災害傾向を共有

が出る場合もあり、クラスタリングとラベリングの継続的な更新が必要である。

4. 今後の展開

本システムを作業関係者との調整会議で使用する会議システムに取り込むなど、当社の他システムと連携することで活用の幅を広げ、安全管理のさらなる向上に取り組んでいく。また、本システムに組み込んだデータ解析手法は汎用性があるため、建設業以外の産業における災害事例の解析にも適用できると考える。今後、適用分野の拡大も視野に入れつつ、日進月歩で進化する AI を活用し、危険予知の精度向上を図る。

JCMA

- (4) グラフは災害ランク（死亡災害や休業4日以上など）ごとに色別で表示

3. 運用効果

2021年5月より運用を開始し、現在140現場で活用されているが、ユーザーからは「未経験の作業についての災害傾向が素早く確認できる」「自分では思いつかなかった危険を気づかせてくれた」などの声をもらっている。一方で作業内容と関連性の低い解析結果

【筆者紹介】

小野 満 (おの みつる)
 鹿島建設株式会社
 土木管理本部 生産性推進部 生産情報グループ
 次長



骨伝導ヘッドセットを利用した 安全管理システムの開発

飛田 悠樹・宇野 昌利・宮瀬 文裕

筆者らが開発した安全支援システム「セーフティリマインダー」は、スマートフォンを所有した作業者が、ビーコンを設置した地点に接近すると、スマートフォンから安全指示事項を読み上げる工事現場向けのシステムである。しかし、作業騒音の大きな現場や耳栓を使用するトンネル現場などの場合、周囲の騒音で安全指示事項を伝達することが困難であった。

近年、骨伝導ヘッドセットが軽量・安価になり、高性能化している。そこで、骨伝導ヘッドセットを現場向けに改良し試験導入したところ、スマートフォンのスピーカー出力では聞きとれなかった安全指示事項を明確に確認できた。

本稿では、「セーフティリマインダー」の概要と、骨伝導技術の適用について紹介する。

キーワード：ICT、骨伝導、ビーコン、安全管理、アナウンス

1. はじめに

建設業における労働災害、死亡災害発生数は、工事現場で実施される様々な安全対策の効果もあり、年々減少傾向にある（図-1¹⁾）。しかしながら、労働災害がなくなることはなく、近年では転倒、無理な動作、動作の反動などを原因とする労働災害については増加傾向が見られており、さらなる安全対策が求められている。

筆者らは、見落としや思い込みなどのヒューマンエラーに起因する労働災害の防止を目的として、現場で「再度」安全指示事項のアナウンスをスマートフォン

から聞くことができる安全支援システム「セーフティリマインダー」（以下、本システム）の開発を進めてきた²⁾。安全指示事項を伝達したい箇所にビーコンを設置しておき、作業者がビーコンに接近した際、その場所に設定された安全指示事項を、スマートフォンから音声と画像で伝達し、作業者に気づきを与えてヒューマンエラーを防止する。

一方で、作業騒音の大きな現場や、トンネル坑内で耳栓や防塵マスクを使用する場合、本システムを用いて安全指示事項を伝達することが困難であることが課題であった。そこで、骨伝導ヘッドセットを組み合わせ、作業者に対して、どのような場面においても、確



図-1 建設業における死亡災害発生数

実な情報伝達を実現した。

本稿では、本システムの概要³⁾と、骨伝導技術の適用、現場での運用事例について紹介する。

2. 本システムについて

(1) 本システム概要

本システムは、安全指示事項を入力するPC（Webアプリケーション）、作業者が所有するスマートフォン、危険箇所などに設置するビーコンで構成される（図-2）。

現場では、PCから、作業箇所に関する安全指示事項を、テキストと画像で事前に設定しておく。作業者のスマートフォンが、危険箇所に設置したビーコンの信号を受信した際、事前に設定しておいた安全指示事項が、スマートフォンから音声と画像で伝達される。これにより、現地の危険箇所で、安全指示事項を再度伝達することが可能となる。

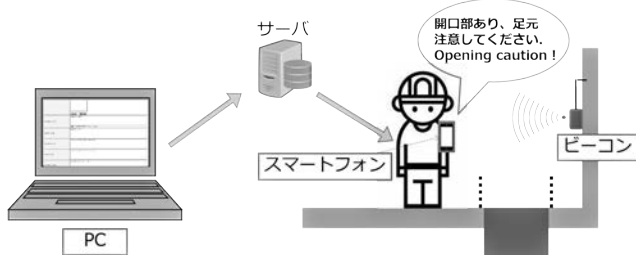


図-2 システム概要図

(2) 本システムの特徴

(a) アナウンス内容が簡単に変更可能

本システムは合成音声を採用しているため、アナウンス内容を変更する際は、PCにてテキストを入力するのみで、現地のスマートフォンからは設定した文章が合成音声で読み上げられる。そのため、アナウンスの内容を変更する際に、音声を録音しなおすなどの手間が必要ない。

また、サーバーを通じて、どこからでも内容の変更が可能である。PCにてコンテンツを設定し、スマートフォンにてコンテンツをダウンロードすれば、すぐに変更が適用される。そのため、その日の朝礼広場での安全指示事項を、その日の現場ですぐに聞くことも可能である。

また、PCでのアナウンス内容変更作業は、Webアプリケーションを用いて行う。そのため、ブラウザがあれば、どの端末からでも、コンテンツの設定を行うことが可能である（図-3）。



図-3 コンテンツ設定とスマートフォン画面の例

(b) 多言語化、翻訳機能

近年、外国人労働者の方が増加しており、多言語対応が当たり前の世の中になってきている。しかしながら、録音した音声を再生する音声看板などでは、その言語を理解し、話すことのできる人がいなければ、設定変更が難しい状況であった。また、文章の翻訳についても、インターネット上で簡単に、精度よく行うことが可能になりつつあるが、対応言語が増えれば、その数だけ翻訳を行う手間が必要であった。

本システムでは、日本語の文章を入力するのみで、多言語に一齐に翻訳することが可能である。現在は、英語や中国語、ベトナム語、インドネシア語などを含めた14言語に対応している。

また、スマートフォン用のアプリでは、再生するアナウンスの言語は、スマートフォンに設定中の言語に合わせて自動選択される。そのため、アプリを利用する人が手動で言語を選ぶ必要はない。例えば、スマートフォンの本体設定が日本語に設定されていれば日本語のコンテンツが、英語に設定されていれば英語のコンテンツが表示・再生される。

(c) スマートフォン、ビーコン

本システムでは、安全指示事項をアナウンスする危険箇所に接近したことを、Apple社のiBeacon技術を利用して検知する。Bluetooth Low Energyを活用した技術であり、通常のBluetoothと同様に2.4GHzの電波帯を使用するため、現在のほとんどのスマートフォンにおいて利用が可能となっている。

また、本システムのスマートフォンアプリは、Android、iOSの両OSに対応しており、それぞれ対応するストアから、作業員個人のスマートフォンにアプリをダウンロードすることで、多くの作業員が本システムを利用可能である（図-4）。

本システムのビーコンは、車の搭乗者にも電波を届けられるような、強い電波を発信する設定にした場合でも、約1年間動作し続けることを目指し、現在は大



図-4 スマートフォンアプリ画面例

容量バッテリーを搭載可能なビーコンを採用している。これにより、コンセントなどの外部電源を必要とせず、ユーザ側で簡単に設置、移設を行うことが可能である。

3. 骨伝導技術の適用

特に土木工事において、トンネル坑内の切羽付近や、大型機材のエンジン音など、作業騒音の大きな現場が存在する。こうした現場では90～95 dBの大きな騒音が発生することもあり、作業者は難聴防止のため、耳栓を常時着用して作業を行っている。また、粉塵による塵肺防止のため、電動ファン付きの呼吸用保護具である防塵マスクを装着している現場もあり、コミュニケーションの妨げとなることがある。このような保護具を装着した場合、作業者は音声での安全指示を受けることが難しいという課題があった。本システムでは、画像とメッセージを画面に表示する機能もあるが、それだけではアナウンスに気づき、内容を把握することが困難であった。

そこで筆者らは、騒音環境下においても、安全指示事項の伝達を可能にするため、骨伝導技術を適用することとした。

(1) 骨伝導技術の概要

通常、音を聞くとき、耳は空気の振動をとらえている。このような空気を振動させて伝わる音は気導音と呼ばれる。これに対して、骨を振動して伝わる音は、骨導音と呼ばれている。骨伝導は、この骨導音を聞く技術である。

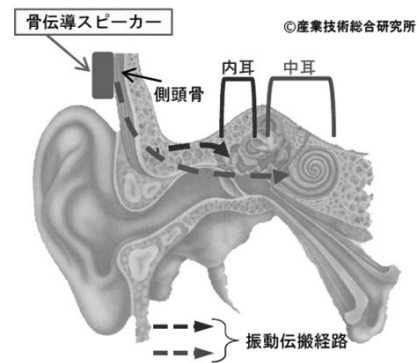


図-5 骨伝導の音声伝搬の仕組み

骨伝導ヘッドセットは、音声の振動を、側頭骨から中耳と内耳の聴覚神経へと伝達する。この伝達方式により、鼓膜へと音声を伝達する必要がなく、周囲の騒音が大きい環境や、耳栓や防塵マスクなどの保護具を着用していても、音声を聞くことが可能である(図-5)。

(2) 開発した骨伝導ヘッドセット

図-6に現場向けに開発した骨伝導ヘッドセットの概要図、図-7に骨伝導ヘッドセットの装着状況を示す。作業者がヘルメット、防塵マスクを装着した状態でも、容易に装着できるように耳にかけて装着する形状となっている。軽量・小型化が特徴となっており、骨伝導マイクと骨伝導スピーカー、バッテリーなどを搭載し、約120gを実現している。

また、トンネル内部の湿度は、一年を通して60%～90%と高い。このような多湿環境においても使用

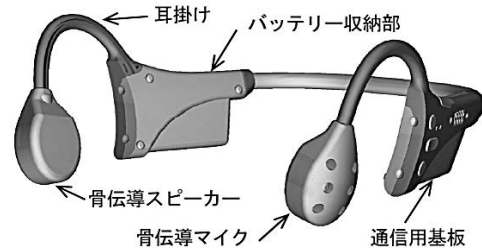


図-6 骨伝導ヘッドセットの概要図



図-7 骨伝導ヘッドセットの装着状況

可能とするため、IPX5以上（防水規格：JIS 保護等級）の防水性能を確保した⁴⁾。

4. 現場での運用

(1) 中間貯蔵施設での運用事例

本システムを中間貯蔵施設に導入し、骨伝導ヘッドセットを用いた際のアナウンスの聞こえ方などを確認した。

中間貯蔵施設は、騒音の大きい現場でありながら、来客者・見学者が多い。そのため、現場案内する際には、騒音の中で工程説明などを行う状況であった。そこで、現場内の各説明ポイントにビーコンを設置し、来客者向けの説明を本システムにて行った。

図-8、9に、中間貯蔵施設内のビーコン設置状況を示す。現場見学者用通路の3か所に設置し、その箇所における現場説明をWebアプリケーションから入力しておき、骨伝導ヘッドセットを着用した状態でビーコンに接近した。その結果、作業の騒音下においても、アナウンスをはっきりと聞くことができた。

また、本システムは多言語に対応しているため、外国人見学者の方への説明も容易となる。

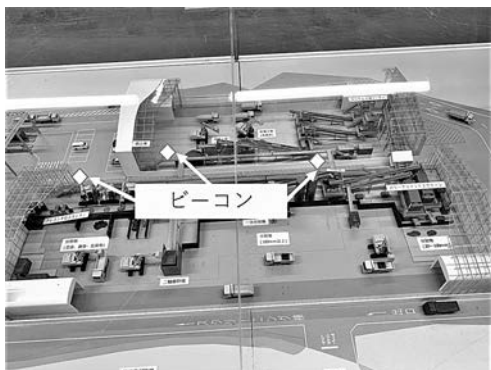


図-8 中間貯蔵施設（模型）ビーコン設置箇所



図-9 ビーコン設置の様子

(2) 都市土木現場への展開

中間貯蔵施設にて骨伝導技術が有効であることを確認した際、騒音の小さな環境においても聞こえやすさが向上していることがわかった。そこで、本システムを導入中の都市土木工事の現場において、市販の骨伝導スピーカーを導入し、現場作業者に確認してもらおうと、安全指示事項の聞き取りやすさが向上し、明確に聞こえるようになり、その有効性が確認された。また、耳をふさがないため、作業者間のコミュニケーションの妨げとなることもなかった（図-10）。



図-10 都市土木工事現場での使用例

5. おわりに

セーフティリマインダーは、現地の危険箇所などで、スマートフォンから現場を見ながらの注意喚起を行うことで、安全支援を行うシステムである。アナウンスの内容はどこからでもすばやく容易に変更でき、多言語への一斉翻訳機能により、外国人労働者の方へも情報伝達が可能である。

また、骨伝導技術を適用することで、騒音環境下でも使用が可能となった。骨伝導ヘッドセットは、作業者がヘルメット、耳栓、防塵マスクを装着した状態でも装着が可能である。また、骨伝導ヘッドセットは耳をふさがないため、作業者間のコミュニケーションの妨げとなることはなく、明確にアナウンスを聞くことができるようになることで、騒音の小さい環境においても、骨伝導技術の有効性が確認された。骨伝導技術による確実な注意喚起を行うことで、現場の安全確保に寄与できると考える。

謝 辞

骨伝導ヘッドセットの開発にあたり多大なるご協力をいただいた京セラ(株) 研究開発本部 メディカル開発センターの皆様、現場運用をさせていただいた中間貯蔵施設の作業所の皆様、清水・奥村・佐藤特定建設

工事共同企業体 駒栄工区開削トンネル工事の作業所の皆様に、厚く御礼申し上げます。



《参考文献》

- 1) 建設業労働災害防止協会：労働災害統計
https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/statistics/index.html
- 2) 飛田悠樹, 宇野昌利, 西川祐矢：ビーコンを活用した安全な施工管理
 セーフティリマインダー, 建設機械施工, Vol.73 No.12, pp81-85,
 2021.12
- 3) 新技術情報提供システム (NETIS)：クラウド型安全支援システム
 (セーフティリマインダー)
<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=QS-200030%20>
- 4) 宮瀬文裕, 谷川将規, 宇野昌利, 三原泰司：AI 機能を活用したトンネル現場内用の骨伝導通話システム, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学実講演会, VI-1004, (2020)

【筆者紹介】

飛田 悠樹 (とびた ゆうき)
 丸五ゴム工業㈱
 新規事業開発部



宇野 昌利 (うの まさとし)
 清水建設㈱
 土木技術本部 イノベーション推進部
 主査



宮瀬 文裕 (みやせ ふみひろ)
 清水建設㈱
 土木技術本部 設計部
 主査



遠隔安全管理アプリケーションの開発

組織で築く現場の安全（T-iDigital Field 機能拡張「KIZUKIAI」）

佐藤 将路

建設現場で発生した警報は、「その場に遭遇した人に知らせる」という一時的な機能のみであり、当該者がその事象（警報の状況やヒヤリ・ハットなど）を報告しない限り、周囲へ共有されることはなかった。遠隔安全管理アプリ「KIZUKIAI」（以下、本アプリという）のアプリケーションを利用することで、事務所や外出先などの場所を選ばず、いつ・どこで・どのような警報が発生したのかを瞬時に確認できるとともに、記録されたデータをもとに事後の検証をすることで、現場に改善指示のフィードバックが可能となる。

キーワード：DX、ICT、安全管理、遠隔管理、警報、ヒヤリ・ハット、心理的安全性

1. はじめに

安全に関する経験則として、有名なハインリッヒの法則がある。

ハインリッヒの法則とは、「330件の事故のうち、1件の重大事故の裏には29件の軽微な事故と300件のケガに至らない事故がある」というものである。重大事故の背後には一定数の軽微な事故やヒヤリ・ハットがあることを示しており、ヒヤリ・ハットの件数を減らすことが、軽微な事故、さらには重大事故を撲滅することに効果的であると言われている。ヒヤリ・ハットを減らすためには、いつ・どこで・どのようなことが発生したのかをすぐに報告し、共有・展開、そして

改善することが大切であり、これは現場で発生する警報についても同様であると考えられる。

安全は工事を実施する上で最も重要な要素であることから、現在、建設現場では様々な安全対策が講じられている。しかしながら、危険な状態を知らせる多種多様な警報装置が設置されているものの、現場で発生した危険な状況を知らせるための警報音や警告灯は、「その場に遭遇した人に知らせる」という一時的な機能でしかなく、当該者がその事象を報告しない限り、周囲へ共有されることはなかった。これは、「今回は事なきを得たからいいだろう（個々の判定基準）」「報告するのが面倒だ（報告書作成の手間）」「やってしまった…怒られる（心理的な問題）」などが考えられる。



図-1 遠隔安全管理アプリ KIZUKIAI の概念図

そのため、安全に関わる情報を工事関係者間で共有し、現場内での安全性の確認・改善を図るような仕組みの構築が求められていた。

そこで、クラウドを利用した本アプリ（図—1）を開発し、デジタル技術を利用することで、個々による判定基準に寄らず、報告書作成の手間を省き、心理的な問題を回避しながら、警報の共有が可能となる仕組みを構築した。これにより、事務所や外出先などの場所を選ぶことなく、いつ・どこで・どのような警報が発生したのかをリアルタイムに確認できるとともに、記録されたデータをもとに事後の検証をすることで、現場に改善指示のフィードバックが可能となった。

なお、本アプリは、施工中に得られる膨大なデジタルデータを活用して工事関係者間で情報共有し、効率的な施工および安全管理を支援する現場管理システム「T-iDigital Field」（以下、本現場管理システムという）の機能を拡張したものである。

2. 本現場管理システム

本現場管理システムは、工事現場に点在するヒト・モノ・コトのあらゆる情報をデジタル技術により、取得・分析・連携させるプラットフォームとして開発され、現在、全現場実装に向けて様々な工種の現場で試行・検証・改良をしている。

情報の連携によって発生するシナジー効果により、工事関係者は施工管理の複雑さから解放され、建設作業は遠隔操作や自動化が効果的に機能することで、今まで多くの人たちが感じていた建設業に対する常識を変革する。また、既開発を含む様々な技術を追加・導入していくことで、新しい価値を創造し、希望ある建

設業の未来を構築していく。

本現場管理システムは、図—2に示すCPS^{*}の概念に基づくシステム開発手法を用いて、各現場で多様な判断をする「ヒト」、重機・地盤・構造物などの「モノ」、安全・品質・工程などに関する「コト」の情報をクラウドに集積・統合し、デジタルツインを形成する。この技術により、建設に関する様々な問題をあらかじめ発見し、解決あるいは回避するための支援をすることで、ミス・ロス・無駄を防ぎ、生産性を向上させる。

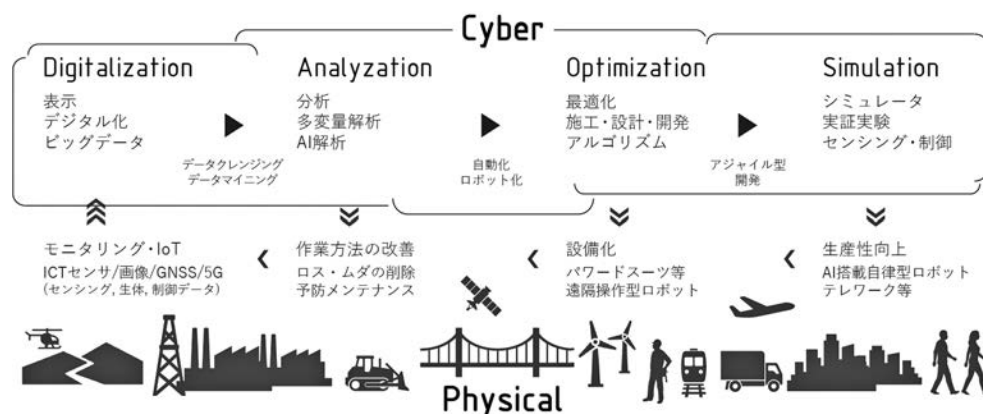
(1) システム構造

本現場管理システムのアーキテクチャ（構造）は図—3に示すような階層状となっており、下層は現実空間における建設現場の生データに相当する部分となる。カメラやセンサーなどのデバイスにて各データを取得、ネットワークを介してクラウド上に集積し、上層のアプリ群でデータを工事関係者が判断できる情報に加工・統合し、可視化する。さらにデータを蓄積・分析し、フィードバックを繰り返して最適化を図っていく。これらのアプリ群がサイバー空間上のデジタル現場であり、リアル現場と人間を繋ぐデジタルツインを構築する。

(2) 多種多様なアプリケーション

現在、本現場管理システムには今回開発した本アプリの他に、「カメラビュー」、「コミュニケーション」という映像やチャット機能を有する基本的なアプリを筆頭に、コンクリートの「打設支援」という工程管理アプリ、「クレーン衝突防止」、「重機位置管理」、「作業員見守り」という安全管理アプリなどがある。

これらのアプリは施工の管理項目である QCDSE



図—2 CPS 概念図

※ CPS (Cyber-Physical System) とは、現実 (Physical) 空間の各種データを仮想 (Cyber) 空間に収集し、分析・解析を行い、その結果を現実空間にフィードバックすることで、産業システムの全過程を効率化するものである。



図-3 T-iDigital Field 概念図

(品質・コスト・工程・安全・環境)を補助する機能があり、これらの情報はスマートフォン、タブレット端末や個人PC等を使って、どこでも閲覧可能である。各アプリのユーザーインターフェースは人が接する部分であるため、シンプルでかつ使いやすいものとなるよう、今後も継続して進化させていく。

3. 本アプリ

本アプリの主な特徴を以下に示す。

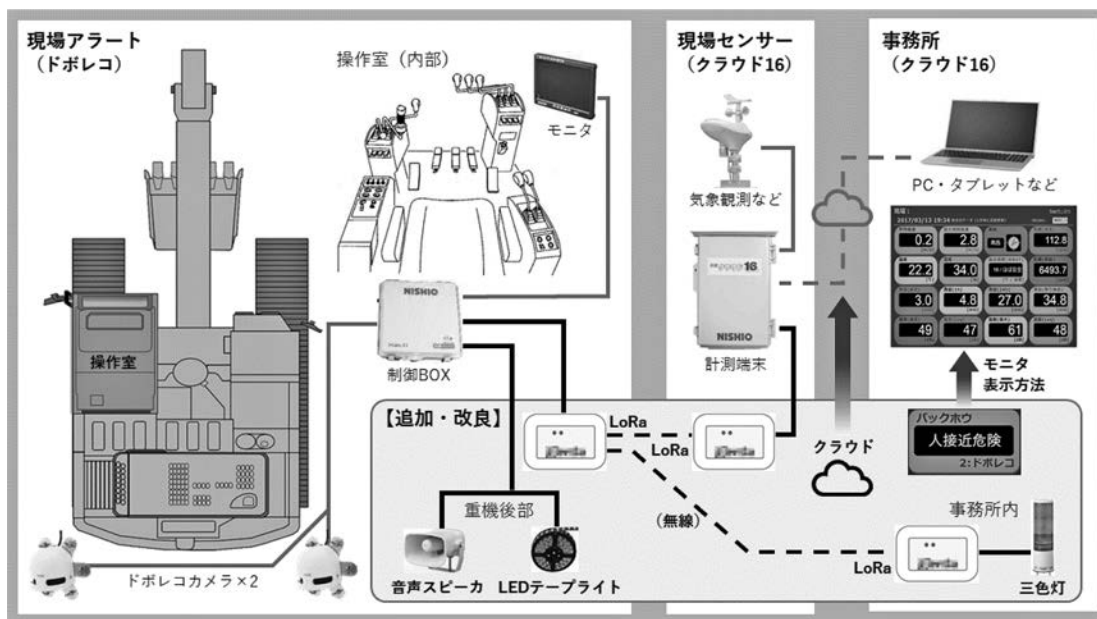
- ・建設現場で発生したあらゆるアラート(建設機械への近接等)を、事務所や外出先でもリアルタイムに確認(気づき)できる。
- ・警報の発生時刻や状況を記録できるため、事後の確認・検証・改善指示(気づき)を現場へフィードバックにより現場の安全性が向上する。

本アプリは、建設現場の各警報システムにおいて、アラート発信時の電気信号を取得することで作動する

ため、あらゆるアラートに適用でき、無線通信やインターネットを介して、事務所まで届けることができる。そのため、次の例で示す「建設機械への近接」だけでなく、「クレーンの吊荷状況」や「立入禁止エリアへの侵入」のほか、「仮設備等の異常」などにも対応が可能となる。

「建設機械への近接」を例として、本アプリのシステム構成図を図-4に示す。

図-4の左側には、AIによる人検知システム(以下、ドボレコと称す(既往システム))を搭載した油圧ショベルを示している。一方、右側には、気象観測データなどのリアルタイム表示システム(以下、クラウド16と称す(既往システム))を示している。これらは別々のシステムであり、このままでは現場で発生したアラートは事務所で確認することができないが、LoRaという無線通信方式(LPWA(Low Power Wide Area)の一種)を追加のシステムとして導入し、ドボレコの「制御BOX」とクラウド16の「計測端末」



図一4 遠隔安全管理アプリ KIZUKIAI のシステム構成図

を接続することによって、現場アラートを事務所で確認することを可能にした。

また、クラウド16本来のモニターには、気象観測による気温・湿度・雨量・風速に加え、騒音・振動・粉じんなどの数値データをリアルタイムに表示することができるが（各配色はカテゴリを分類するためのもの）、クラウドのシステム改良によって、警報機器の位置情報の登録機能を付与し、状況に応じた文字表記をデータベース化し、また、3色表示を可能にすることで、事務所などの離れた場所でも、重機の稼働状況や、いつ・どこで・どのような警報が発生したのかを瞬時に確認できる。さらに、記録されたデータをもとに事後の検証をすることで、現場に改善指示のフィードバックが可能となった。

加えて、現場の安全性をより一層高めるために、油圧ショベルの後部には音声スピーカとLEDテープライト（接近時：赤）を設置し、「光」と「音」で近づいた人に危険を知らせることとした。そして、事務所には三色灯（別途LoRaにて接続）を設置することで、常時モニターを確認していなくても気づきやすい環境を構築した（写真一1右）。

【参考】利用した既往システム

A) ドボレコJK（NETIS番号：KK-210060-A、写真一1左）

2台のカメラで後方や側方を広範囲に撮影することができ、死角となる場所にいる人物をAIで検知してオペレータに警告し、安全性を向上させる。ドライブレコーダーの機能を有し、重機駆動中の周辺情報を記

録する。保存期間は30日を基本にオプションで設定可能。

B) クラウド16（NETIS番号：KT-180043-VE、写真一1中央）

様々な計測機器のデータをクラウドで一括管理するシステムで、最大16台の計測機器を接続できる（風速、風向、気温、湿度、WBGT、雨量、騒音、振動、粉じん等）。最新データだけでなく、過去データを保存しておくことができる。数値データは全期間保存。

4. 現場の心理的安全性

前節まではシステムについて記述してきたが、現場の安全性を高めるためには、システムの信頼性や性能面からだけでなく、働く人たちの心理的安全性が重要となる。心理的安全性とは、気兼ねなく意見を述べることのできる雰囲気のことであり、例えば、「こんなことを言ったら否定されるかもしれない」「批判されるかもしれない」といった不安や遠慮を感じることなく発言できる状況を示す。

重大事故を撲滅していくには、様々な警報に対する検証・改善を行うことが効果的であり、そのために様々な警報を気兼ねなく共有できる雰囲気、つまり組織全体の心理的安全性が必要となる。また、建設現場によっては、毎日のように新規入場者が存在するなど、組織に関与する期間が短い人も多いことから、組織の心理的安全性を確立することは容易なことではない。

本アプリは、様々な警報を自動的かつリアルタイムに「見える化」して報告するシステムであることから、

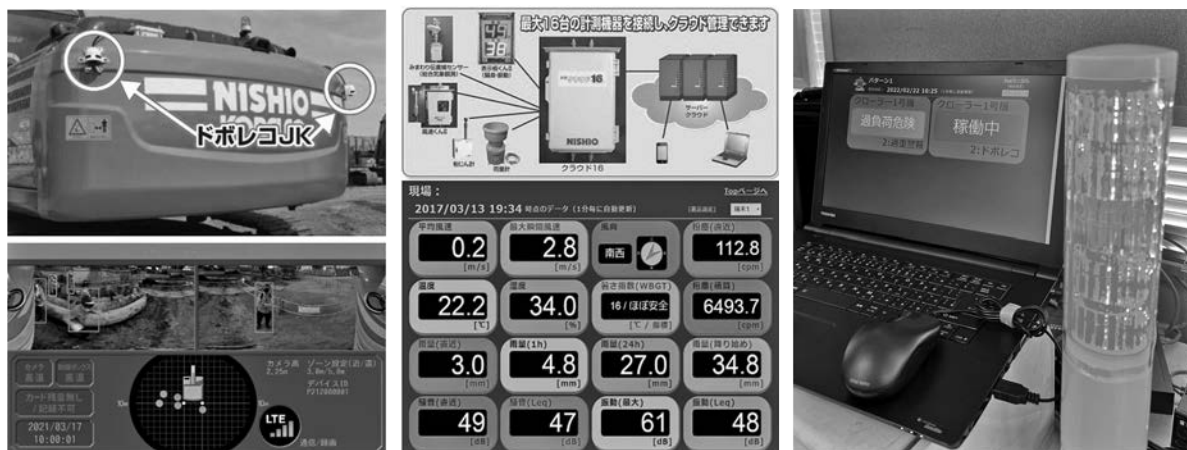


写真-1 ドボレコ (左) /クラウド16 (中央) /モニタ画面および三色灯 (右)

組織の心理的安全性の有無に関わらず、発生した事象を伝達することが可能となる。また、警報の発生時刻や状況を記録できることから、常時モニタを監視している必要がなく、各事象を確実に把握することができる。とともに、複数の視点で客観的に、事後の確認・検証・改善指示などフィードバックができるため、問題解決や再発防止が効果的なものとなる。さらに、記録したデータは、同類の工事を行っている建設現場にも適用できるため、組織全体として活用することも可能となる。

5. おわりに

「KIZUKIAI」は誰が警報を鳴らしたのか、という犯人捜しが目的ではない。

個々による判定基準に寄らず、報告書作成の手間を省き、心理的な問題を回避するなど、人間が不得意なことを機械（システム）を活用することで、ヒヤリ・ハットなどの軽微な危険をできるだけ排除し、さらには重大事故を撲滅することが目的である。

また、「KIZUKIAI」のシステムによる情報共有は組織の心理的安全性に関わらず実施できるが、言うまでもなく、建設現場としては心理的安全性がある方が

望まれる。そのためには、各警報に対して「何をやっているんだ！」ではなく、「ヒヤリ・ハットで済んでよかったね！」と言え、直接報告してもらえた時には「ありがとう！」と言える関係性を築くことが必要不可欠であり、その結果として建設現場の安全性を向上させることができる。

建設現場において警報が発生しても、その場限りとしてしまうのは勿体なく、この気づきを価値に変換するのが「KIZUKIAI」である。つまり、その場限りの「個別最適」だけでなく、情報共有による「全体最適」も可能にする。建設現場から離れた事務所に警報を、事務所から建設現場に改善対策を、それぞれ気づき合い、建設現場と事務所の新たな関係を築き合い、そして心理的安全性が高い関係を気づき合うことで、将来的にあらゆる危険から解放できると何よりである。

JICMA

【筆者紹介】

佐藤 将路 (さとう まさみち)
大成建設
土木技術部 ICT 推進室
課長



トンネル現場における切羽作業の自動化による 安全性向上

ドリルジャンボ J32RX-Hi ROBOROCK[®] の開発

園 田 満

1977年に国産初の油圧ドリルジャンボを開発して以来、モデルチェンジを行い同時にシリーズ化も図り、国内・海外で幅広く活躍し高い評価を得てきた。本稿ではトンネル工事における切羽穿孔作業での安全性を向上した全自動ドリルジャンボを開発したので紹介する。

キーワード：ドリルジャンボ、切羽、全自動、穿孔、ドリル Net、ナビゲーション、油圧ドリフタ

1. はじめに

ドリルジャンボは、岩石を破碎する鉱山やトンネル土木工事の発破工法の主要機械として使用されており、近年、山岳トンネル施工現場では、①作業員の安全性確保のための掘削作業の自動化、②発破工法の約6割を占める穿孔作業の効率化・高精度化による生産性向上、③熟練作業員確保の困窮等が課題となっている。特に、ドリルジャンボにおいては、手動で行うブーム操作・穿孔操作が複雑で、経験豊富な熟練作業員の勘に頼るところがあり、自動化技術の推進と生産性向上が求められてきた。

このような市場の要望に応えるべく、2016年からセンシング技術を駆使したコンピュータ制御システムの開発を続けてきたが、このたび、熟練作業員でなくても一人で高精度穿孔ができる全自動ドリルジャンボ『J32RX-Hi ROBOROCK[®]』（以下、本機種という）を完成させた。

主な特徴としては、穿孔計画（ドリルプラン）に沿ってガイダンスするナビゲーション機能に加え、ロボット工学では一般的な逆運動学を使用した穿孔ブームの自動位置合わせ機能を追加することで、3基あるブームがケージを含め互いに干渉することなく、予め設定した穿孔位置・角度に最短ルートで自動ポジショニングするコンピュータ制御を可能にした。また、岩盤の変化に対応して穿孔操作の肝となるフィード・回転・打撃の3要素を自動調整することで、スムーズな全自動穿孔を実現した。

これにより格段に穿孔作業を効率化・高精度化し、生産性向上による工期短縮に大きく寄与するとともに、作業員の安全性を確保した。さらに、補助ベンチ

付全断面掘削工法^{*1}に対応した“スライド格納式大型チャージングケージ”を2基搭載し、補助ベンチ長約4.5mまで作業可能な“3段伸縮式チャージングブーム”を採用したことで、補助工法や付帯作業の生産性向上も実現した。

外観を写真—1、図—1に、主な仕様を表—1に示す。



写真—1 本機種外観

J32RX-Hi
ROBOROCK



図—1 本機種

*1 切羽の安定性と安全性を目的として、切羽の上段と下段で2.0m程度の前後差をつけ全断面を同時に掘削する工法

表一 主な仕様

モデル名称	本機種
質量	52,000 kg
油圧ドリフタ ガイドシェル ブーム スライド式チャージング ケージ	HD250×3 GH833-IV×3 JE331L-DN×3 720L×2
エンジン	VOLVO TAD572VE (オフロード法2014年基準適合) 160 kW/2,300 min ⁻¹
穿孔用油圧パック電動モータ コンプレッサ用電動モータ 水ポンプ用電動モータ	75 kW×3 11 kW 7.5 kW
水平穿孔範囲 さし角3°穿孔範囲 チャージングケージ作動範囲	幅 16,000 mm×高 10,460 mm 幅 16,400 mm×高 10,660 mm 幅 17,000 mm×高 9,950 mm (ヨークスライド長 3,570 mm)
穿孔径	Φ45~76 mm (Φ102)

2. 主な特徴

(1) オートドリリング制御

岩質の変化に応じた最適な穿孔状態にコンピュータが自動制御する。予め設定した穿孔計画（ドリルプラン）を選択し、岩盤変化による油圧ドリフタ回転圧異常、ビット目詰まりを検知して、自動的にフィード・回転・打撃の3要素をバランスさせたスムーズな穿孔が可能である。メイン操作画面を図-2、せん孔線図を図-3に示す。

(2) オートブーム作動制御

穿孔計画（ドリルプラン）に沿ってガイダンスするナビゲーション機能に加え、穿孔ブームの自動位置合わせ機能を追加することで、自動穿孔、自動ポジショニングが可能となり、予め設定した穿孔ポイントを自動穿孔することが可能である。また、比例切換弁の採用により作動油の流量調節ができ、スムーズかつス

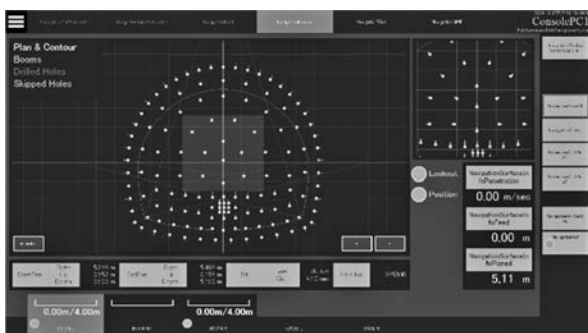


図-2 メイン操作画面

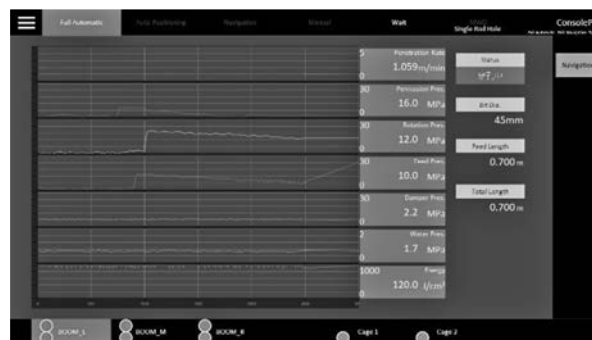


図-3 せん孔線図

ピーディな複合動作で生産性を向上させる。

(3) 先進的な制御システム

自動化を構成する全ての機器類と電子制御ユニット (ECU) は、CAN 通信でメインコンピューター (MPC) に接続されている。キャビン内のモニタリングシステムにより機器の異常を素早く察知することができ、メンテナンス時間の短縮が可能である。

(4) 稼働サポートシステム (ドリル Net)

現場のドリルジャンボで収集した各種データを、オンラインで現場事務所、本社・支店、あるいはサービス拠点において情報収集することができる。収集した各種データをオンラインでリアルタイムに共有し、付属のパソコンで結果を記録・分析する。切羽最前線にあるドリルジャンボはネットワークを通じ外部からアシストすることで、切羽変化にスピーディな対応が可能である。ドリルプラン作成画面（事務所側 PC）を図-4に示す。

(5) 大孔径対応の高出力型油圧ドリフタ「HD250」を搭載

打撃時の衝撃エネルギーを緩和し推力を維持するデュアルダンパ機構の採用と、エネルギー伝達効率を

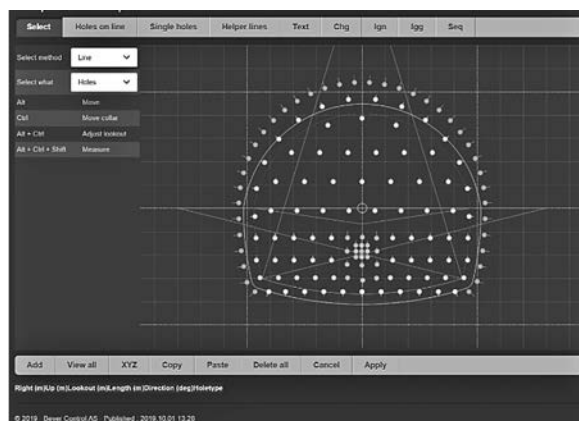


図-4 ドリルプラン作成画面（事務所側 PC）

極めたくさび型のピストン及び新ピストン作動機構により、異なる岩質に幅広く素早く対応します。負荷に応じた最適な制御をすることで、高い破碎効率を実現した。複雑な操作もなく、ムダのないパワーで安定した快適な穿孔ができる。HD250を写真-2に示す。



写真-2 HD250

(6) オフロード法 2014 年基準適合クリーンエンジン搭載

先進の排気ガス浄化技術「尿素 SCR システム」を採用した、オフロード法 2014 年基準に適合したクリーンエンジンは、コモンレール式燃料噴射装置、排ガス処理装置、排ガス再循環装置等を装備しており、環境有害物質の PM（粒子化合物）・NOx（窒素酸化物）ともに低減した、最高レベルの低排出ガス成分を実現する。パワーユニットを写真-3に示す。

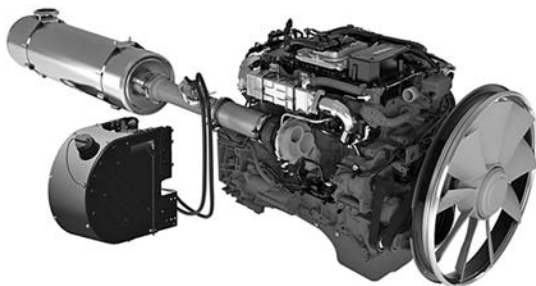


写真-3 パワーユニット

(7) 運転環境

キャabinは、リフトアップ機構により上昇し全方向に広々とした視界を確保。また、室内環境を保つクーラーを標準装備。気密性が高く、多様な稼働条件のもとでも快適な作業ができる。キャabin内を写真-4,5,キャabin内（せん孔運転席）を写真-6, キャabin内（走行運転席）写真-7に示す。

(8) 高精度な MWD (Measurement While Drilling) 機能

穿孔中の作動油圧、穿孔速度等の各種データを記録、分析した結果を岩盤性状の変化として事務所のパソコンに表示することができる。表示指標は、単位体積当たりの岩石を破碎することに使用した打撃エネルギーのほかに、Hardness（岩盤の硬さ）、Fracturing（岩盤の亀裂）、Water（岩盤の浸水性や湧水）などがある。MWD(Measurement While Drilling)を図-5に示す。



写真-4 キャabin



写真-5 キャabin

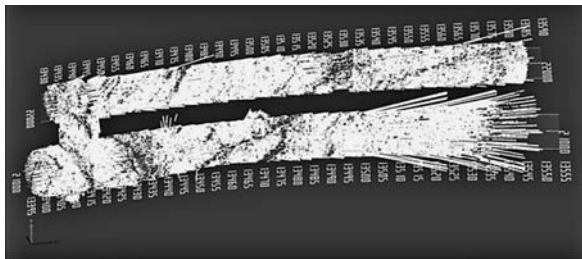


写真-6 キャabin内（せん孔運転席）

図-5に示す。



写真一七 キャビン内（走行運転席）



図一五 MWD（Measurement While Drilling）

3. おわりに

ドリルジャンボの自動化目的は「手動で行うブーム操作・穿孔操作を経験豊富な熟練作業員に頼らず、一人で高精度穿孔作業が出来る事」及び「切羽作業における安全性を考慮」した機械の開発である。今後も、引き続き顧客との関係を強化し、山岳トンネル施工現場での ICT 化や無人化等の課題解決に取り組んで行く。

謝 辞

最後に、今回の開発に際し、現場を提供して頂き、多くの貴重なアドバイスを頂いた皆様に誌面を借りて心より御礼申し上げます。

JCMIA

【筆者紹介】

園田 満（そのだ みつる）
古河ロックドリル(株)
営業企画部



発注者だけでなく受注者も効率化できる「遠隔臨場」のためのツール活用

スマートグラス、Web 会議システムと専用アプリ SynQ Remote (シンクリモート) の比較分析

下 岡 純一郎・安 部 美 穂

国土交通省によって2020年より試行が開始されている「遠隔臨場」の取り組みは、発注者と受注者間を遠隔システムで結び、映像を介して段階確認・材料確認又は立会を行うというものである。対象工事も増え続け、公共工事以外にもこの試みは普及しつつある。遠隔臨場は工事成績に加点があるほか、ノウハウの蓄積や移動時間の削減につながる一方で、それぞれの会社や現場に即したツールを選ばなければ、そもそも導入に至らなかったり、導入しても一時的な導入に終わってしまったりする。スマートグラスやWeb 会議システムとの比較を通して、現場向けビデオ通話アプリ SynQ Remote (シンクリモート) (以下、本アプリという) について紹介する。

キーワード：遠隔臨場，遠隔作業支援，アプリ，SaaS，ICT，施工管理

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大により Web 会議システムを活用した商談や打合せが一般的になりつつある。また、一部の先進的な企業では、単なる会議のオンライン化だけでなく、アイデア出しやワークショップの実施など、これまで人が集まり対面で行っていた様々な仕事をオンラインで実施できるようになっている。

一方、建設現場はこれまで「対面」「目視」が重要視される業界であり、オンラインでのコミュニケーションが最も普及しにくい業界であったが、コロナ感染拡大防止の観点から、人の接触機会や移動を削減するため様々な施策が行われており、今回本稿にて解説する「遠隔臨場」もその一施策である。規制緩和による追い風もあり、普及が加速しているこの領域について、今回は遠隔臨場の現状とそのツール選定のポイントについて詳しく説明する。

2. 遠隔臨場の現状と課題

(1) 遠隔臨場の開始背景

内閣府は2021年3月に「第5期科学技術基本計画」を策定し、次なる社会の形を「Society 5.0」と定義した。この中で「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中

心の社会」と示し、デジタルを活用した大きな社会変革・産業変革（DX）に本気で取り組んでいる。

建設業に焦点をあててみれば、この20年で約30%もの就業者が減っており、2030年には10万人の人口が不足すると予想されている。また人を採用しようにも、有効求人倍率は5.72と介護職の1.5倍もあり、採用しようにも人がいない状況である。このような人手不足や労働生産性の向上といった課題に対応するため、国土交通省は建設業全体のデジタル化を目指す「i-Construction」を掲げ、ドローンやAIなど最初の技術を活用しながら、業界全体の仕事の在り方そのものを変えていこうとしている。

遠隔臨場はその取り組みの一部であり、2020年4月に積極的な遠隔臨場の試行を促す「令和2年度における遠隔臨場の試行について」の通達が全国の地方整備局へ出されたことから始まっている。

その後、新型コロナウイルスの拡大が起き、感染拡大予防の観点からも人同士の接触機会や移動を減らす目的で遠隔臨場が推奨された。建設業はこれまでデジタル化が比較的遅れていた業界であったが、社会課題、業界課題、技術進歩、パンデミックの発生などがすべて重なった結果として、数十年動きのなかった建設業のデジタル化がここ数年で大きく動き始めている。

(2) 遠隔臨場の対象工事

遠隔臨場については国土交通省の「建設現場の遠隔

臨場に関する試行要領」に定められているものをベースに、各地方整備局等の判断により、積極的に試行するものとされている。2022年3月現在、それらの工事の内、「段階確認・材料確認又は立会を、映像確認できる工種」及び「本試行を実施可能な通信環境を確保できる現場」に限定して遠隔臨場を施行することができる。特に以下のような工事で遠隔臨場の実施が推奨されている。

- ① 施工現場が遠隔地等であり、立会等を実施するにあたり、発注者が施工現場との往復に多くの時間を要する工事
- ② 構造物等の立会頻度が多い工事
- ③ 段階確認一覧表に記載のある工種の内、令和2年度の試行調査により試行件数が少ない工種や確認できなかった工種（パーティカルドレーン工、締固め改良工、トンネル掘削工、鋼板巻立て工、ダム工）
- ④ 施工時に新型コロナウイルス感染対策として、人と人との接触を減らすように求められる工事
- ⑤ その他、遠隔臨場の効果が期待できる工事

このように、遠隔臨場は強制的なものではなく、施行を推奨されているものであり、特定条件下において、発注者・受注者双方が合意したときのみ実施されるものである。試行件数も定めておらず、各地方整備局等の判断で試行するものとされている。

(3) 遠隔臨場の流れ

図-1は遠隔臨場実施の流れを図式化したものである。

遠隔臨場を実施する場合には、施工計画書に基づいて受発注者間でどのような工事にて実施するのか、どのような機器を利用するのかなど、双方で共通認識を持つ必要がある。発注者が実施する工事を指定する「発注者指定型」と、受注者が自ら実施を依頼する「受注

者希望型」の2種類がある。

国土交通省が決めている実施の流れ以外にも、各地方整備局等が独自に定めているルールや流れがあるので、詳細は管轄する地方整備局等に実際に確認する必要がある。

(4) 遠隔臨場実施のメリットと課題

これまで対面によって行っていた現場の確認作業を、デジタルツールを使って遠隔から行うことには抵抗ある人もいるだろう。しかし、デジタルツールの活用は、単なる効率化だけではなく、現場データの蓄積やナレッジの共有、新人の教育など、複数のメリットがあり、それらのメリットを享受するためにもデジタルを活用していくことは非常に重要である。以下では、遠隔臨場を実施することによるメリットと課題について述べていく。

(a) 遠隔臨場のメリット

① 工事評価での加点

多くの公共工事では、遠隔臨場を実施すると「創意工夫」や「ICT活用」として加点される。週休2日やASP（情報共有システム）の導入など実施コストが高い他項目に比べて、ツールの導入だけで加点される遠隔臨場は非常に有効である。（実施例：福岡市は「創意工夫」で1点加点、愛知県は「ICT（情報通信技術）を活用した情報化施工を取り入れた工事」として2点の加点）

② データやナレッジの蓄積

現場でのコミュニケーションは口頭でのやり取りが多く、記録を残しづらい環境であったため、「言った／言わない」のような問題が起きやすい傾向にあった。遠隔臨場ではデジタルデータとしてやりとりの記録が残るため、そのような問題が起きない。また、そのやり取りを新人に見せたり、教育コンテンツとして

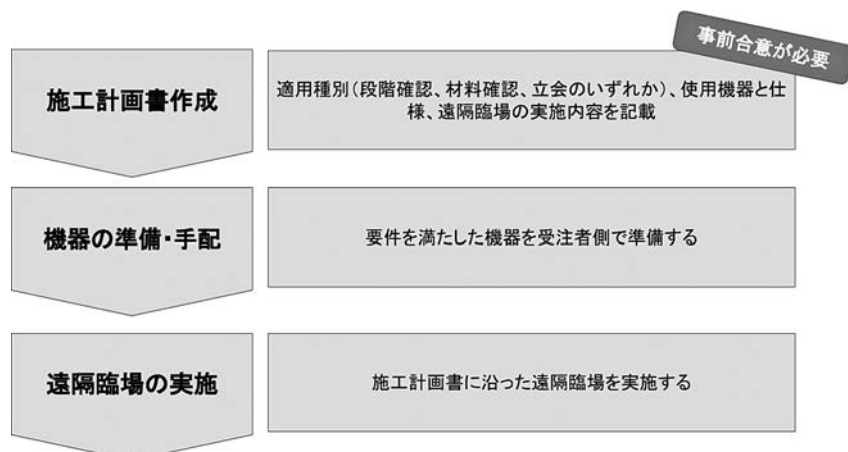


図-1

再利用したりすることで、ナレッジの共有にも繋がる。

③移動時間の削減

現場への臨場には定期的な立ち会い検査だけではなく、突発的なトラブル対応など様々な種類がある。受発注者間での遠隔臨場は段階確認・材料確認又は立会と用途が定められているが、社内での遠隔臨場の活用によって、現場までの移動時間をなくすことができる。付加価値を生まない移動の時間を減らすことで、本来、技術者がみずからの技術を発揮できる他業務に時間を割ける。

(b) 遠隔臨場の課題

一方、遠隔臨場にも課題はある。九州地方整備局の行ったアンケートによると遠隔臨場を導入しなかった理由として「なにを採用したらいいかわからない」「経費と手間が増えそう」という回答が多かった(図-2)。特に普段デジタルツールに慣れていない人にとっては、ツールの選定だけでなく、導入後の操作説明やトラブル発生時の対応なども重要だと思われる。また、使い慣れていない人にとっては、実際に現場まで行った方が早いとなる場合も多い。次項より、実際のツールを選定する際のポイントなどについて解説する。

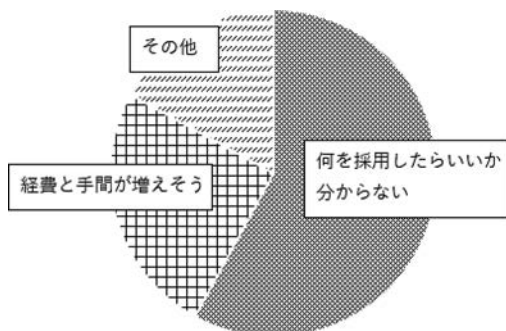


図-2

3. ツール選定のポイント

遠隔臨場を行う際の機器の選定や導入は、国土交通省の「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領」に基づいて、受注者側が自身の責任で行う必要がある。以下ではツール選定の際に考慮すべきポイントを挙げている。

(1) 機器・システムの構成と仕様

現場(受注者側)と遠隔の事務所など(発注者側)が利用する機器・デバイスと、そのデバイス間を繋ぐWeb通話システムなどのサービス、そのサービスを利用するための通信環境の3つで構成される(図-3)。

カメラや通話システムに関しては以下の仕様を満たす必要がある(図-4、5)。



図-3

対象	項目	仕様
動画撮影用カメラ	映像	画素数:640×480 以上 フレームレート:15fps 以上
	音声	マイク:モノラル(1チャンネル)以上
		スピーカー:モノラル(1チャンネル)以上
TV電話やWeb会議システム	通信回線速度	下り最大 50Mbps、上り最大 5Mbps 以上
	映像・音声	転送レート(VBR):平均 1 Mbps 以上

図-4

画質	画素数	最低限必要な通信速度
360p	640×360	530kbps
480p	720×480	800kbps
720p	1280×720	1.8Mbps
1080p	1920×1080	3.0Mbps
2160p	4096×2160	20.0Mbps

図-5

(2) 費用負担

費用に関しては以下のように受注者・発注者どちらが起点になるかによって異なる。

発注者指定型：試行にかかる費用の全額を技術管理費に積上げ計上する

受注者希望型：試行にかかる費用の全額を受注者の負担とする

(3) 各種ツールの比較

スマートグラス、Web会議システム、本アプリの3つを比較した表が図-6である。

スマートグラスは作業をしながら指示を受ける場合には非常に適しているツールであるが、操作性としては最も難しく、使いこなすにはかなりのITリテラシーが必要である。また大きく、重く、常に充電しておかなければならないので、現場で定常的に使うには負担

	スマートグラス	WEB会議システム	本アプリ
提供方法	専門ハード/ソフトウェア	WEB/アプリ	WEB/アプリ
費用	非常に高い	安い	安い
操作性	難しい	簡単	簡単
遠隔からの指示	可能	不可能	可能
利用に適した業務	ハンズフリーで作業を行いながら指示を受ける必要がある業務	単に現場の映像を遠隔に配信し、確認したい場合は最も簡単な方法	視覚的に遠隔からコミュニケーションできるので、現場の人に思い通りに動いて欲しい業務に向いている
利用に適さない業務	ハンズフリーが必要ない場合には重くて大きいので邪魔になる。また多人数が使う場合は費用が高くなる。	現場に指示を出したり、視覚的に「ここ」などの誘導を行いながらコミュニケーションを取る業務	ハンズフリーで手をあけながら指示を受ける業務には不向き

図-6

が大きい。

Web 会議システムは最も簡単に使えるツールである。しかし、オフィスでのオンライン会議を基本に作られているため、現場の指示や確認に使おうとすると機能が不十分で、現場の遠隔現場には向いていない。

本アプリは安く、簡単に導入でき、現場に特化した機能を有しているため、遠隔現場には最適なツールである。しかし、ハンズフリーではないため、現場で作業しながら指示を受けるには適しておらず、スマートグラスとの併用もしくは使い分けが必要である。

4. 本アプリの紹介

(1) 概要

本アプリは現場と遠隔地をスマホひとつで繋ぎ、「あれ、それ、これ」を簡単に伝えるビデオ通話ツールである。国土交通省の「建設現場の遠隔現場に関する試

行要領」に準拠し、特別な端末を用意することなく本アプリのインストールだけで簡単に導入できる。遠隔現場対象工事での発注者—受注者間のやりとりをはじめ、社内や協力会社との連絡・確認ツールとして多くの建設会社に導入されている。2022年3月時点の契約ユーザ数は471アカウントで、製造業やメンテナンス業、建築業など、現場を抱えるあらゆる業種で活用されている。

(2) 機能と特徴

(a) 双方向のポインタ機能

現場で指差し確認しながら話さなければならないような会話も、遠隔から簡単に正確に伝えることができる。双方向からのポインタ表示機能は他アプリにほとんどなく、類似する部品の特定や言語化しにくい方向や程度の指示など、Web 会議システムでは伝わりにくい細かな指示が可能になっている（図-7 参照）。



図-7

(b) 本アプリをインストールするだけ、始めやすい料金設定

スマートグラスやウェアラブルカメラなど特別な端末を用意することなく、手持ちのスマートフォンやタブレット、パソコンに本アプリをインストールするだけで手軽に利用できる。月々の利用料も一人当たり1,400円～2,000円程度と手軽で、高額な初期設備投資が不要となっている。

(c) 音声テキスト化

騒音環境下ではテキストメッセージを送信し、視覚的に情報を伝達することが可能。また音声文字変換して送信することも可能(図-7参照)。

(d) 遠隔撮影

管理者が遠隔から任意のタイミングで現場の映像を撮影することが可能。撮影した写真は保存され、通話中も通話終了後にも双方から確認することができる(図-7参照)。

(e) 現場に寄り添ったUI・UX

離れていてもその場にいるかのように現場を確認できるという思想の元、常に画面が連動しお互いの画面に同じものが写っているため、見ているものが違うということがない。本アプリの操作もわかりやすく、ITツールに不慣れな方でも直感的に操作ができる。

(3) 導入事例

(a) 材料確認での利用

自治体の発注する工業団地の造成工事において、自治体の監督職員と受注業者の材料確認に活用。水路や側溝などに使うコンクリートの二次製品が発注通りに現場に届いているかを本アプリを使って確認する。工事の進捗に合わせて新しい材料が入ってくるため、従来はその都度監督職員が現場に向かっていたが、導入後は受け取り検査のうち約半数は現場に行かずにオンラインで完結することが可能になった。

(b) 段階確認での利用

土砂崩れを防ぐ補強工事において、セメントミルクの状態確認に利用。画質の良さからWeb会議システムよりも細かな確認が行える。複数人で確認や検査に

赴くところを、人数を減らして実施できるため、感染対策や移動時間の削減に寄与。操作が簡単で、いつでも発着信ができることから、一刻を争うセメントの工事においても利用しやすい。

5. おわりに

本稿では建設業における「遠隔臨場」についての解説と、ツール選びのポイントを考察した。「遠隔臨場」だけではなく、BIM/CIM導入や残業時間の上限規制、建設キャリアアップシステムなど、目まぐるしい変化に現場は対応を迫られている。必要に迫られてのツール導入であっても、最終的に現場の従業員の働きやすさや環境改善につながる選定を行うことが重要である。今後、本アプリ SynQ Remote(シンクリモート)をはじめとする現場のコミュニケーションツールが普及し、多くの現場が「知」と繋がり合えるよう、邁進していきたい。

JICMA

《参考文献》

- ・九州地方整備局「簡単！現場に根付く遠隔臨場」
(http://www.qsr.mlit.go.jp/site_files/file/n-shiryo/r3kenkyu/5_16.pdf)
- ・厚生労働省、一般職業紹介状況(令和4年1月分)参考統計表
(<https://www.mhlw.go.jp/content/11602000/000901510.pdf>)
- ・国土交通省、建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)令和3年3月
(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001397221.pdf>)

【筆者紹介】

下岡 純一郎(しもおか じゅんいちろう)
株式会社クアンド
代表取締役



安部 美穂(あべ みほ)
株式会社クアンド
広報



ICT を活用した労働安全衛生の最新動向

情報をつなげば「安全」と「生産性向上」は両立できる

浜 村 憲

労働災害防止の取り組みで大切なのは労働安全衛生マネジメントのPDCAサイクルを回す事だが、それを効率良く回すためには人・モノ・環境が今どういう状態にあるのかをICTを活用して“見える化”する事が効果的だ。ところが、ICTを導入する事によって余計な作業が発生しては現場で活用されなくなるため、ICT導入では「安全」と「生産性向上」を両立させる事が重要なポイントとなる。本稿ではIoT・AIなどのICTを活用した労働安全衛生の最新動向を紹介する。

キーワード：労働安全衛生マネジメント、IoT、AI、バイタルセンサ、画像判定、安全衛生DX

1. はじめに

厚生労働省が公表した労働災害発生状況速報値¹⁾によれば令和3年の労働災害者数は13万人を超えており、増加傾向にある。建設業においても例外ではなく令和2年と比較して増加している。建設業の死亡災害の型は墜落・転落、建設機械・クレーン災害、倒壊・崩壊災害が3大災害であり、この傾向はこの半世紀の間で全く変わっていない。対策としてフルハーネス安全帯の着用義務化などの法改正はあるものの基本的な対策が大きく変わるものではない。そもそも労働災害は「不安全な状態」に「不安全な行動」が重なったときに発生するため、「不安全な行動」をなくす、もしくはいち早く「不安全な状態」を見つけて是正する事が出来れば災害は減少する。それをIoT・AIなどのICTを活用して実現する事がより現実的になってきている。ICTを活用した対策としては「労働安全衛生マネジメントのデジタル化」と「カメラやセンサーによる危険検知」の大きく2つに分かれると考えており、この2つの対策の歯車がきちんと組み合った対応が重要となる。本稿では前者から1つ、後者から2つのソリューションに関して開発経緯なども含めてご紹介する。

2. 労働安全衛生マネジメントシステムのPDCAサイクルを効率化する仕組みづくり

厚生労働省の労働安全衛生マネジメントシステム(OSHMS)の指針に基づき、各企業は安全衛生業務

を行っている。OSHMSが効果的に運用されれば、安全衛生目標の達成を通じて事業場全体の安全衛生水準がスパイラル状に向上するわけだが、実際には効率的にPDCAを回せていないという課題を持っている企業は多いのではないだろうか。管理部門と現場部門が情報連携したPDCAを回す事が出来ていないと同じ災害が繰り返される。実際に近年の災害では類似災害の割合が非常に高いと言われている。災害の再発防止に向けてまずやるべきは過去の災害事例を適切に管理して、それを作業員が学習して理解する事が重要と考える。このテーマで様々なお客様と会話したところ「管理」と「学習」に問題が多い事が分かった。

「管理」においては災害報告書をエクセルで作成してファイルサーバで保管している企業が多く重要な情報を活用できていないのが現状だ。「学習」においては集合教育での座学が多いが、座学で学んだことは忘れてしまいがちという受講者の意見をよく耳にする。この問題を解決するためには日々の危険予知活動(KY活動)の中で災害事例を学習する事が望ましいという結論に至った。KY活動においてICTをどう活用するのか。その一部をご紹介したい。実際の利用シーンとしてはKY活動においてスマートフォンで、今から実施する作業名で検索するとその作業における災害事例及びリスクと対策がすぐに参照できる(図1)。この情報をグループのメンバーと共有する事が実践的な学習となり注意すべき事が記憶として定着する。この他にも「事故の型」や「起因物」などの条件で検索する事も可能だ。検索対象データは建設業労働災害防止協会の災害事例に加えて導入企業の災害事例



図一 KY 活動における ICT 活用のイメージ

を登録する事になる。このサービスは災害事例検索だけでなく、災害発生時やヒヤリハット発生時の報告を効率的に行う事もできる。特にヒヤリハット報告書の作成は作業員にとって「面倒なもの」となりがちだがスマートフォンでなるべく選択式でデータ入力を行い、必要な項目だけを文字入力する事で報告が完了すれば、ヒヤリハット情報は量・質ともに向上が期待できる。継続的に利用されるためにも、現場がスマートフォンで簡単に安全に関する情報を閲覧・入力できる仕組みである事は極めて重要だ。収集したデータは棒グラフや円グラフなどで可視化・分析して再発防止策の検討にも活用できる。実際に導入いただいたお客様は、今まで集計・分析レポート作成に2週間かかっていた作業が効率化できたと喜ばれた。少し話は変わるが、自然言語処理AIの活用についても触れておこう。建設業においては施工計画書や業務改善計画書にリスクや対策が記載されているケースもあり、これらを検索対象にしたいとの要望がある。一般的に言えば検索できるようにするために基となるデータベースは手間をかけて作る必要があるが、安全書類AI検索においてはこれらの書類をそのまま取り込むだけで活用できる。さらに紙の帳票を対象にしたい場合はスキャンしてOCR（光学文字認識）処理する事で過去の情報資産も有効活用する事ができる。情報が多くなるとポイントになるのが「検索」だ。検索条件が複雑で設定しづらくなることや検索キーワードが思いつかないこともあるだろうが、そんな時にはこの安全書類AI検索を活用して自然言語で検索するとAIが文書の中から適切と思われる箇所を探し出して回答してくれる。例えば「足場組立作業時のリスクは？」と自然言語で入力すると「開口部からの転落です」「他には足場材の落下などがあります」などと回答してくれるチャットボットのようなイメージだ（図一2）。検索結果に対



図二 安全文書検索AIのイメージ

しては肯定・否定のフィードバックを与える事でAIがより賢くなっていく。社内の情報資産を有効活用し、管理部門と現場部門が情報を密に連携すれば、KY活動のレベルアップや、安全衛生計画の改善に繋がるうえに、労働安全衛生活動のPDCAサイクルを効率的に回すことができるようになると考えている。

3. カメラ画像を活用した作業員安全確保

自動車の安全運転支援ソフトウェアの開発で長年培った画像認識AI技術を活用し、人の目視作業を効率化・自動化するためのソリューションがお客様からの反響が大きい。その多くは製造業の検査工程において生産物に汚れや外観上の傷、異物を発見するためのものだが、ここ数年では作業員の不安全行動監視、安全装備の装着確認に適用できないかとお客様からご相談いただき、実証実験の機会が増えている。画像認識AI技術を活用した安全対策のメリットはいくつかある。1つ目は事故を未然に防止できるという事だ。監視カメラ映像を使って安全ルールが守られているかを自動的にチェックし、重大事故に繋がりがねない状態を検知した際はアラートをあげて注意すれば事故を未然に防ぐ事が可能となる。2つ目は監督作業の省力化だ。建設業においては慢性的な人材不足の背景もあり監視カメラ映像を常時監視するのは現実的に不可能である。監視カメラ映像のデータをリアルタイム転送し

て画像解析する事で監視の自動化や遠隔監視が可能となる。監視業務を軽減すれば、現場監督者は本来の現場業務に集中できるので生産性向上にも繋がるうえに、昨今のウィズコロナ・ポストコロナ時代であることも鑑みると遠隔監視のメリットはさらに大きくなる。3つ目は教育コンテンツとしての活用だ。不安全行動を検知した際のリアルタイムアラート発報がすべてではなく、不安全行動を検知したときの動画を切り出して確認するなどのドライブレコーダーのような活用方法で、管理者がより具体的な指導ができる上に、作業員にとって理解しやすい教育コンテンツにも活用できる。初めに画像認識 AI を導入するメリットを述べたが検討の際に注意すべき点が2つある。1つ目は AI が万能ではないという事だ。Deep learning（深層学習）を活用した AI は汎用性が高く、人の感覚値に似た判定が可能となるが、一方で人と同様に 100% 正解ではないという事を理解する必要がある。そのため、最大限に効果を発揮する条件の検討や最終的には人が判断するなどの対処が必要となる。2つ目は AI 学習には大量のデータが必要だという事だ。特定の現場、特定の検知対象の映像データを覚えさせたとしても、特定条件下でしか動作しない AI が出来てしまう。学習データの大量収集や AI モデルをゼロから開発するとなると導入までの期間が長期化し、それに伴うお客様の費用負担が大きくなってしまいう傾向にある。そこで、複数社との取り組みで得られた大量のデータを活かして幅広い現場に適用できる学習済みの AI モデルを提供する事とした。これによりデータ収集の手間やコストを大幅に短縮できる。ただし、先ほど申し上げたように AI は万能でないので、ベースとなる AI モデルは「安全装備チェック」と「安全行動チェック」に限定している。「安全装備チェック」においては、ヘルメット・フルハーネス型安全帯・防塵マスク・手袋・ゴーグルの5点は学習済みの状態であり、スムーズな導入ができる（図-3）。ここで気になるのは検知率だが、手袋の着用確認で現場検証した実績をご紹介しますと製造業 A 社様では実施期間1カ月で90%程度、運輸業 B 社様では実施期間3か月で95%程度の正解率で検知できている。「作業員安全行動チェック」においては、ポケットに手を入れたままの歩行や、歩きスマホなど歩行中の不安全行動や危険エリアへの侵入を検知対象としている（図-4）。その他の安全装備や危険行動に関するお客様固有のご要望に対しても AI モデル構築は可能なので是非ご相談いただきたい。個別でご相談頂いている中でも建設業のお客様からはフックの掛かり検知のご要望が非常に多い。フル



図-3 安全装備チェックのイメージ



図-4 安全行動チェックのイメージ

ハーネスは着用していてもフックを正しく使っていないければ災害防止にはならないとのご意見だ。これを検知するためにはカメラの画角調整や解像度を上げるなども含めてハードルは高いが、現在は複数社のお客様と実証実験を進めている状況である。

4. センサーデバイスを活用した作業員の安全管理支援

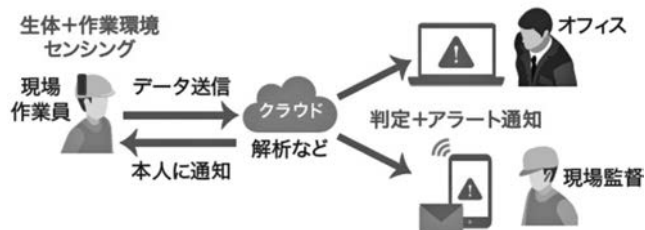
厚生労働省が公表した令和3年の職場における熱中症による死傷災害の発生状況（令和4年1月14日時点速報値）²⁾は死傷者数547名、死亡者数20名となっており、過去3年間の状況と比較すると最も少なかった。しかしながら死亡者数を業種別で見ると建設業が11名で最も多く、全体の半数以上を占めている状況だ。月別では5月から増加し始めて8月が最も多いことから、今年の夏も「STOP！熱中症 クールワークキャンペーン」が実施³⁾されるが、その実施要項には下記3点の対策を徹底する事が重要と記されている。

- ① 初期症状の把握から緊急時の対応までの体制整備を図ること
- ② 暑熱順化が不足していると考えられる者をあらかじめ把握し、きめ細やかな対応をすること
- ③ WBGT 値を把握してそれに応じた適切な対策を講じること

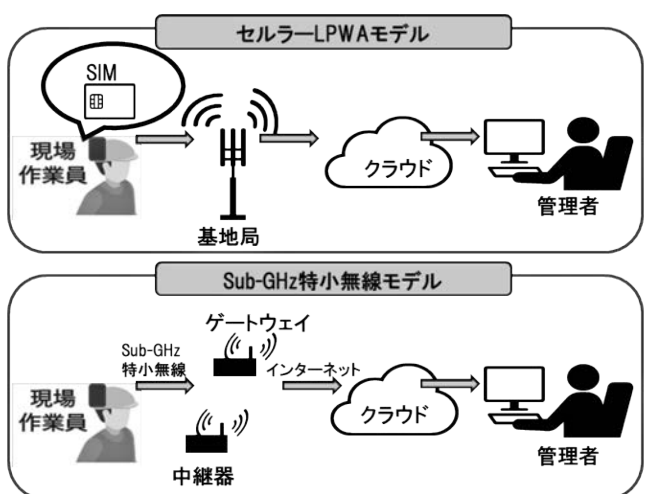
これらの対策についてはセンサーデバイスを活用す

る事で対策支援が出来ると考えているのでご紹介したい。これは、既存のヘルメットに装着可能なセンサーデバイスを用いて、作業員の状況を可視化し、健康や安全を見守るサービスだ。センサーデバイスから脈拍やヘルメット内の温度、活動量などの生体情報と、温度や湿度などの環境情報を収集してクラウド上へデータを送信・解析し、アラートが発生している際には、事務所の管理者や現場監督に、通知するという流れになる(図一5)。熱中症の場合には気がつかないうちに発症してしまうことがあるが、熱ストレスを数値化して基準値を超えた場合には休憩や水分補給する事で熱中症は未然に防止できる。通知するアラートとしては、熱ストレスアラート以外にも、転倒、落下、緊急通報などがある。センサーデバイスで取得したデータをクラウドに送信する方法はセルラー LPWA モデルと、Sub-GHz 特小無線モデルの2種類あり選択可能となっている(図一6)。セルラーモデルでは、センサーデバイスにSIMカードを挿入し、センサーからクラウドへ直接データをアップロードする。Sub-G 特小無線モデルでは、センサーから特小無線経由で一度ゲートウェイにデータを収集し、インターネットを経由してデータをクラウド上にあげる仕組みだ。現場が日々変更となる建設業においてはセルラー LPWA モデルを選択するお客様が多い。世の中にはセンサーデバイ

スを活用した熱中症対策製品が存在するが、スマートフォンと Bluetooth で接続するタイプが多く、スマートフォンが必須となってしまう。現場の作業員にとってこれらのデバイスはできるだけ少なく軽い方が好まれる。作業員に継続的に使っていただくためには2つのポイントがある。それは「邪魔にならない」と「使うメリット」だ。「邪魔にならない」については一般的なヘルメット向けヘッドライトの電池ボックスと同等のサイズであり、重さは105gと軽い。建設現場の作業員が必ず身に着けるヘルメットに装着するので付け忘れも少ない。「使うメリット」については熱中症対策である事はもちろんだが、人やモノの位置を把握する事も可能だ。現場に設置した位置タグと資材タグのビーコンをヘルメットデバイスで感知することで、資材と作業員の位置を検出することができる。例えば電動ドリルや高所作業車に資材タグを取り付けておけば、作業員が歩くことで、WEB管理画面でそれらのモノの位置を確認することが可能となる。これによりヒト・モノを探す手間が軽減される。作業員の体調をリアルタイムに検知する事も重要だが、労働安全衛生のPDCAサイクルを回すためには、センサーデバイスのデータを可視化・分析し、再発防止策を検討する事も必要だ。例えば、蓄積したデータから作業員の体調を継続的にモニタリングしたり、現場ごとのアラート発生時の状況を把握し傾向を分析する。一般的に、センサー側ではデータを大量に保持することが難しいが、クラウド上のサーバで長期に渡り保持し、傾向分析した結果は再発防止策の検討で大いに役立つ。建設業における熱中症による死傷災害の防止に向けてお客様と一緒に取り組んでいきたいと考えている。



図一5 センサーデバイスを活用した安全管理のイメージ



図一6 2種類の通信方式

5. おわりに

リスクアセスメントにおける労働災害リスクの低減対策の優先順位としては①本質的対策、②工学的対策、③管理的対策、④個人用保護使用の順となる。本質的対策とは危険な作業の廃止・変更や、より安全な施行方法への変更などであり、そもそものリスクを無くしてしまえば災害は起こらない。建設業界においては国土交通省や建設会社及び研究機関が協力して建設DXを検討している中で、建設機械の自律施工や遠隔操作などが一般的に実用化されれば、それは本質的対策になるものと考えられる。ICT活用は本質的対策にもなり得るし、管理的対策や個人用保護使用の対策にもなり得るので、リスクアセスメントを行った上でのリスク低減対策を検討する際はICTによる対策も含め

て検討していただきたい。ここ数年でICT活用による安全衛生対策を検討している企業が増えており、問い合わせ件数も急増している。導入実績も増えているのでその導入事例をセミナーなどで情報発信している。また、中央労働災害防止協会や日本経済団体連合会なども最新ICT技術を活用した労働災害防止対策の事例集を公表しており、企業内はもちろん企業間でも成功事例の情報共有を活発化させて全国の労働災害が減少傾向に向かう事を願う。

J C M A

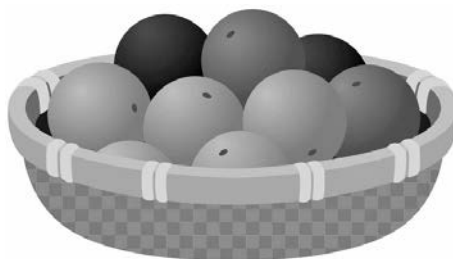


[筆者紹介]

浜村 憲 (はまむら けん)
株式会社ソリューションズ
スマート社会ソリューション本部
フィールドソリューション部
主任

《参考文献》

- 1) 令和3年における労働災害発生状況について
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/>
- 2) 令和3年 職場における熱中症による死傷災害の発生状況(令和4年1月14日時点速報値)
<https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/000900487.pdf>
- 3) 令和4年「STOP!熱中症クールワークキャンペーン」実施要綱
<https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/000900483.pdf>



予測型 CIM を用いた山岳トンネル岩判定の高度化と遠隔臨場の試行

鈴木拓也・藤岡大輔・三宅由洋

山岳トンネルの掘削は、地質状況により経験的な判断を求められることが多い。近年は技術者の減少に伴い、現場に経験豊富な人材を確保できなくなりつつある。そこで、筆者らは各種の地山探査情報を3D-CAD展開し、CIM（Construction Information Modeling）へ取り込み、トンネル前方地山の地質状況の明確化や意思決定の迅速化を目的としたシステム「予測 CIM」の現場適用を進めてきた^{1)・2)}。今回、あらたな展開として予測型 CIM をクラウド展開し、WEB上で情報共有することで利用の拡大を図り、岩判定会議への応用を試みた。トンネル掘削時に遭遇する地質的な解釈や対策工の選定が困難な局面において判断の誤りによる地質リスクを回避するため、WEB会議システムや各種通信機器を活用した遠隔臨場により、現場技術者不足を外部から補う仕組みを構築し、現場試行した。

キーワード：山岳トンネル、CIM、クラウド、WEB会議システム、遠隔臨場

1. はじめに

山岳トンネル工事における労働災害の発生状況は、近年の公共工事の減少や施工技術の発展により減少傾向にある。しかしながら、建設業はその他業種と比較して死亡災害につながる重大な事故の割合が依然として高い状況にある。その中でも山岳トンネルの掘削は地山が露出した環境下での作業となるため、崩落・落盤等に起因する災害が多いことが特徴であり、そのための安全対策は欠かせないものである。また、掘削時の地山状況に応じて、トンネルの内空を保持する支保構造の修正や、その他の対策工を選定していくことも大きな特徴であり、山岳トンネルの施工を安全に進める上で極めて重要となる。そのため、想定した地質と異なる地山が現れた場合などは都度、受発注者や第三者機関などの関係者が掘削箇所に集合し、地山を評価することで上記対策の妥当性を検討するための岩判定会議を行う。そこで筆者らは、最適な支保構造や対策工の選定への寄与を目的に CIM や各種 ICT 端末を利用した岩判定会議の高度化を試みた。本試行は、国土交通省近畿地方整備局発注の冠山峠道路第2号トンネルを対象にしたものであり、本稿ではその内容と成果を報告する。

2. 岩判定の概要と課題

トンネルの支保構造は経験則に基づき支保部材の組合せや諸元があらかじめパターン化されており、その中から地山状況に適したパターンを選定することで決定される。岩判定会議は判定マニュアルに基づき、掘削箇所の地山を点数評価し、その他施工データの結果等を基に関係者間で総合的な判断のもと、支保パターン等を決定する会議である。現状の岩判定会議では以下の課題が挙げられる。

- ①観察可能な地山は掘削作業箇所のみであり、以深の地山を目視確認できない状況において支保パターンを選定する必要がある。
- ②我が国の地質は変化に富む複雑なものであり、三次元的な地質構造や性状を把握するには高い専門的知識が求められる。しかしながら、必ずしもそのような人材を岩判定会議の場に確保できるとは限らない。

3. 岩判定の課題解決策

先述した課題を解決するために下記の解決策を試みた。

- ①トンネル前方地山の地質特性を詳細に把握できるよう、三次元のトンネルモデルに各種の前方探査情報を統合した「予測型 CIM」を構築した。加えて地

質的解釈を補助するための帳票を作成し、これらを会議に活用した。

- ② 予測型 CIM 及びその他会議資料をクラウド上で関係者が情報共有できるプラットフォームを構築した。
 - ③ WEB 会議システムやタブレット端末等を活用し、現場に臨場した場合と同等の情報をどこでも共有可能とすることで岩判定会議に経験豊富な有識者らが遠隔から参加できるようにした。
- 以上を加えた岩判定会議の形式を図-1に示す。



図-1 遠隔臨場型岩判定会議の形式

4. 予測型 CIM の構築と帳票の作成

本章では解決策として用いた予測型 CIM とそれを活用した帳票の概要について述べる。

(1) 予測型 CIM の概要

山岳トンネルでは、掘削面より前方の地質状況を事前に把握しておくことが重要である。そのため、施工時にトンネル坑内から物理検層や物理探査等の各種の調査を行う。今回の試行では、冠山峠道路第2号トンネルにおいて実施していたノンコア削孔検層・水平コアボーリング・坑内弾性波探査を対象として結果を三次元モデル化し、CIMへと統合することで前方地山の三次元的な性状が把握可能な予測型 CIM を構築した。

(2) 各種調査結果の三次元モデル化

本節では各前方探査の概要と三次元モデルとしての描画方法について述べる。

(a) ノンコア削孔検層

ノンコア削孔検層とは、トンネル施工の汎用機であるドリルジャンボを利用して得られる削孔速度などのデータから前方地山の地質特性を定量的に評価するものである。本試行では掘削断面から前方に三本 (L=50 m) の調査を行った。ノンコア削孔検層の結果を三次元描画する工夫として、それぞれの削孔データから円柱状の三次元モデルを作成した。また、3本のボーリング情報から、統計学的手法により周辺の地山情報を空間的に補間し、地質特性の分布を三次元的に視覚化したモデルを作成した (図-2)。

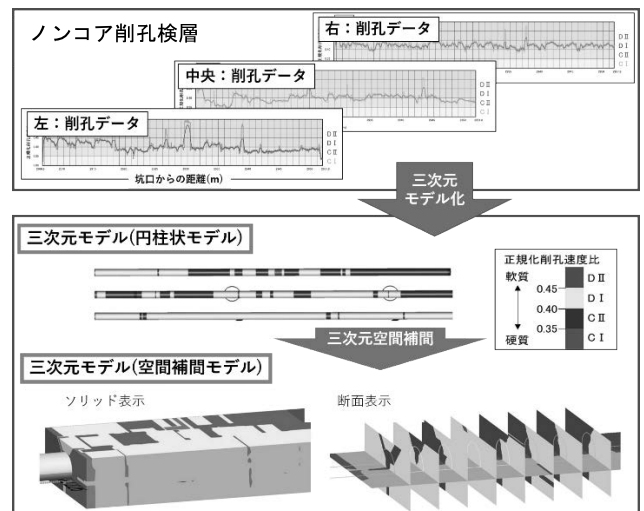


図-2 ノンコア削孔検層の三次元モデル

(b) コアボーリング

コアボーリングは PS-WL 工法 (パーカッションワイヤラインサンプリング工法) を用いて、掘削断面の中央部から一本 (L=100 m) 実施した。採取したサンプル試料から岩種や性状を判断し、それぞれを色分けして円柱状のモデルとして表示した (図-3)。

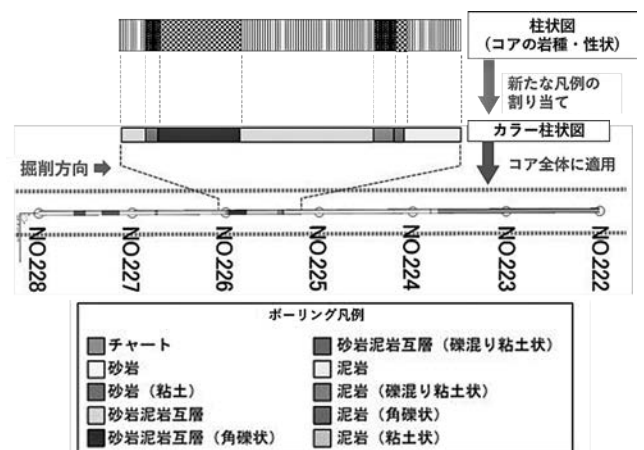


図-3 コアボーリング結果の三次元モデル

(c) 坑内弾性波探査

坑内弾性波探査は、坑内で小規模な発破を連続的に
行いながら、弾性波をトンネル前方へ伝搬させ、弾性
波が物性の異なる境界面で反射される現象を利用する
技術である。反射した弾性波を解析することで、切羽
前方の断層・破碎帯・地層境界面の位置や方向、弾性
波速度 (P 波, S 波速度) などを広範囲に把握できる。
三次元モデル化は、空間的な弾性波速度の分布を可視
化するために、P 波の三次元速度分布解析におけるト
ンネル水平断面と縦断面の結果を使用した (図-4)。

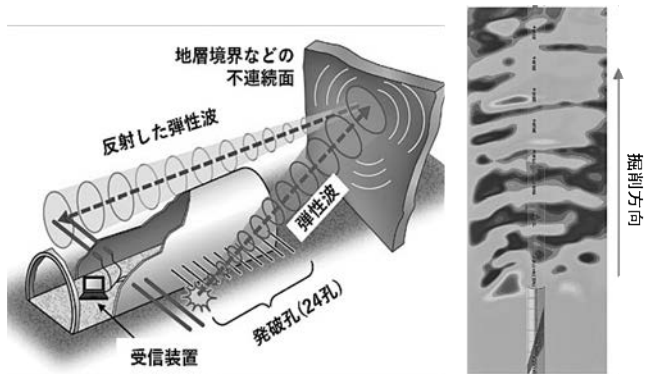


図-4 坑内弾性波探査の概要と水平断面分布結果

(3) 予測型 CIM の帳票化

本試行では、三次元モデルで統合した予測型 CIM
の情報をを用いて図-5のような岩判定用の帳票を作
成した。帳票には、距離程 (TD) や凡例といった補
足情報を加えて、必要な区間に限定して1枚に集約す
ることで、前方地山の地質的な解釈を促すことに特化
させた。それぞれの情報を同時に確認することで、地
質構造の特徴や地質の変化を把握しやすくなり、合理
的かつ的確な判断が下せるようになることが期待でき
る。また、三次元モデルの取扱いが不慣れでも帳票上
で地質情報を確認できるので、参加者全員が情報共有
しやすくなることも利点である。

5. クラウドの活用と ICT 端末を利用した遠隔臨場

岩判定会議は掘削の進捗に伴って定期開催される
他、地山の性状が変わった際などは突発的に開催する
ことになる。しかしながら、山岳トンネルの現場はほ
んどが郊外から離れた山間部に位置するため、現場
技術者だけでは地質的解釈や対策工の判断が難しい場
合に地質技術者やその他有識者らがその会議に参加す
ることは容易でない。そこで岩判定会議に遠隔から参
加を可能とするために会議資料のクラウド化および

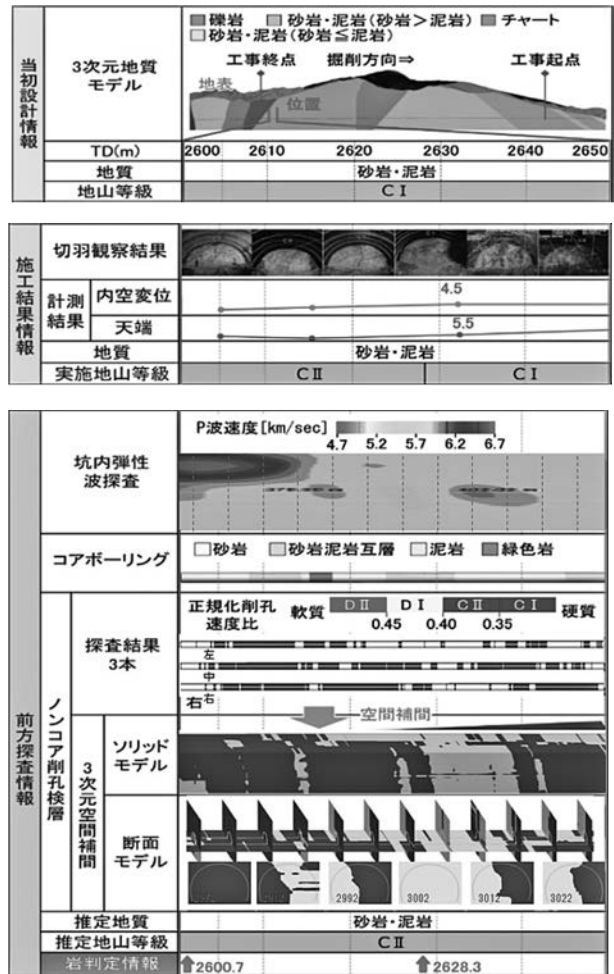


図-5 予測型 CIM を用いた岩判定帳票

WEB 会議システムや ICT 端末を利用した遠隔臨場を
試行した。本章では岩判定会議の遠隔臨場における遠
隔地との情報共有の方法や通信方法およびそれらの工
夫について述べる。

(1) 予測型 CIM やその他会議資料のクラウド共有

従来の岩判定は紙ベースの資料を用いて会議を行う
ことが主流であったが、今回、WEB 上から参加を可
能とするために資料は全てクラウド上にアップロード
し、関係者がどこからでも情報の閲覧・更新が可能な
形式とした。本試行では WEB ブラウザ上で情報共有
するためのプラットフォームとして CIM-LINK を使用
した。また、WEB 上で CIM を操作・閲覧可能と
するために WEB サービス API として「Autodesk
Forge」を利用し、CIM の専用ソフトが導入されてい
ないパソコンや、タブレット等のモバイルデバイス上
でも操作・閲覧を可能とした。

(2) WEB 会議システムと通信機器の導入と情報伝達方法の工夫

現地と遠隔地との WEB 会議を可能するために表-1 に示す各種機器を用いた。現地では、遠隔地から指示された箇所地山の状況をスマートフォンで撮影し、その映像を WEB 会議システムにより遠隔地に配信した (図-6)。遠隔地や現場事務所側では、PC を大型ディスプレイに繋いで参加者間で画面共有した。この際、岩盤の強度や劣化程度を遠隔地に伝達するために岩塊をロックピックハンマーで打撃する様子や尖頭部でこそぐ様子を伝達した (図-7)。また、遠隔地との会話を円滑にし、その内容を参加者全員が音声を取り取れるようにするため、マイクやスピーカー、イヤフォンを利用した。加えて、坑内で撮影した掘削箇所の鮮明な写真をリアルタイムにクラウドへアップロードし、映像では確認できない地山の詳細な性状を遠隔地の参加者と情報共有した。

表-1 使用機器

【遠隔地、現場事務所】	【現場切羽】
・PC ・ディスプレイ ・マイク、スピーカー	・スマートフォン ・イヤフォン ・マイク、スピーカー



図-6 WEB 会議システムを用いた岩判定の様子



図-7 ハンマーの打撃状況

6. 遠隔臨場の試行成果

本試行の成果を下記に示す。

(1) 予測型 CIM の試行成果

- ・WEB サービス API「Autodesk Forge」を利用したことで WEB ブラウザ上でも大容量の三次元データファイルを問題なく動作させることができ、予測型 CIM を岩判定会議に活用できた。
- ・予測型 CIM および帳票を関係者全員に情報共有したことで、前方地山の性状をより詳細に把握して適切な支保や対策工を検討することができた。

(2) 遠隔臨場の試行成果

WEB 会議システムと通信機器の導入により、岩判定会議への参加が困難であった現場外部の人員が参加可能となった。今回の試行では施工者側の本社及び技術研究所の技術部門から計 10 回程度会議へ参加し、発注者側についても管轄する河川国道事務所の職員等が交互に遠隔参加することが可能であった。これにより今後は地質的な解釈や対策工の判断が困難な局面においても、受発注や検討委員会等から適切な人員が容易に参加可能となり、地質に起因する施工トラブルのリスクを低減することが期待できる。

また、今回の試行現場は携帯電話等の通信電波の届かない山岳地に位置しており、通信環境を確保するためにあたって衛星電話回線を用意していたため、坑内の通信速度は下り 4 Mbps / 上り 2 Mbps 程度となっていた。そのため、岩判定の遠隔臨場時に通信不具合等が生じることや地山状況の鮮明な情報が映像で伝達できないこともあった。今回の試行では鮮明な地山状況の画像データをあらかじめクラウド共有しておくことで対策を取ったが、通信環境の影響を受けずに WEB 会

議を進めるためには通信速度下り 20~30 Mbps 程度の環境が構築できる通信設備を用意する必要があると考える。

(3) 遠隔地参加者の地山評価結果

遠隔地と現地で地山の評価や判断に差異が生じないかを確認するために、3人の評価者が、遠隔地（トンネル坑外の事務所）と現地で同一の掘削地山に対してそれぞれ岩判定会議を行い、評価点の差異を確認した。評価は、発注者側2名、施工者側1名の計3名で行った。岩判定の評価はトンネル掘削断面を天端部・左肩部・右肩部に三分割し、各項目に応じた岩盤の性状に応じてそれぞれ1~5点で採点している。表一2に、遠隔地と現場での切羽評価結果を示す。遠隔地と切羽の採点結果を比較すると、(A)~(G)の各項目の差は±1点差があるものの、どちらか一方に偏る傾向はなく、重み付き評価点の加重平均は0.1の差に収まり、選定する支保パターンに違いが生じるような差は生じなかった。ただし、先述した通信環境の理由等から試行後のアンケートでは現地と遠隔地では地山性状の印象が異なり、遠隔地の方が良好な性状と判断したという意見も挙がった。今後も試行を繰り返し、正確な情報伝達の方法を検討していく必要がある。

表一2 切羽評価結果(遠隔地と現地の比較)

評価区分(掘削地点の地山の性状と挙動)	遠隔地での評価			切羽での評価		
	評価者 A	B	C	A	B	C
(A) 切羽の状態	222	211	222	221	111	221
(B) 素掘面の状態	221	111	222	221	211	221
(C) 圧縮強度	332	222	222	222	222	222
(D) 風化変質	221	222	222	222	222	221
(E) 割れ目の頻度	332	322	233	332	332	332
(F) 割れ目の状態	332	222	222	222	222	221
(G) 割れ目の携帯	331	333	333	333	332	333
(H) 湧水	112	112	112	112	112	112
(I) 水による劣化	221	111	222	222	111	221
重み付き評価点加重平均値	2.2	1.8	2.2	2.1	1.8	2.1

※3桁入力：100位左肩、10位天端、1位右肩
太数字：同一評定者による差異のある切羽評価点

7. おわりに

今回の試行により、予測型 CIM をクラウド展開したことで岩判定会議へ有効活用できることが確認できた。また、WEB 会議システムによる遠隔臨場についても受発注者から多くの人員が遠隔参加することができ、現場技術者の不足を外部から補う仕組みとして十分な可能性を見出せた。通信環境については課題が残る結果となったが、坑内での WEB 会議を前提とした通信環境の整備をあらかじめ行うこと十分対応可能と考える。また、遠隔地においても臨場感のある情報伝達の方法については引き続き検討の余地があることが確認できた。今後も試行を続け、予測型 CIM を活用した岩判定会議の遠隔臨場の実用化を推進していきたいと考えている。

JICMA

【参考文献】

- 1) 畑浩二, 中岡健一, 藤岡大輔: 山岳トンネルにおける施工型 CIM から予測型 CIM への転換, トンネル工学報告集, 第 26 巻, I-9, 2016.11
- 2) 鈴木拓也, 志渡澤義孝, 西野俊論, 畑浩二: 東九州自動車道における CIM の活用事例, 月刊基礎工, 第 542 巻, 9 月号, pp.63-65, 2018.9

【筆者紹介】



鈴木 拓也 (すずき たくや)
 (株)大林組
 生産技術本部 トンネル技術部
 主任



藤岡 大輔 (ふじおか だいすけ)
 (株)大林組
 生産技術本部 トンネル技術部
 主任



三宅 由洋 (みやけ よしひろ)
 (株)大林組
 技術研究所 地盤技術研究部
 主任

ウェアラブルデバイスと360度カメラによる遠隔臨場の取り組み

北本 優紀・高橋 正仁

近年、5G等のネットワーク技術の発展・普及や、カメラ等の機材の低価格化により、「低遅延での会話」や「高精細画像の伝送」といった遠隔コミュニケーションを実現する技術的な素地が整い始めている。遠隔コミュニケーションについては、会議やプレゼンといったデスクワークでは、活用の取組が先行しており、実現する手法は概ね定まり、普及し始めている。

一方、建設・土木業界を中心としたフィールドワークでは、機器・ソリューションを様々に組み合わせ、最適な手法を見極める取り組みが盛んに行われている。

本稿では、筆者らが取り組む、ふたつのソリューションの特徴、実績、今後の展開を通して、建設・土木業界における遠隔臨場の現状を報告する。

キーワード：建設、土木、遠隔臨場、スマートグラス、360度カメラ

1. はじめに

建設・土木業界では、人手不足の解消が大きな課題である。高齢化とともに若手の入職者の少なさが問題となっている。また、休日取得の少なさも問題視されている。これらの背景を踏まえ、ICT技術を活用したDX化の促進、その一例として遠隔臨場に対する期待は大きい。

筆者らは、遠隔臨場を実現するふたつのソリューションの開発・普及に取り組んでいる。ひとつは、メガネ型のカメラ（スマートグラス）を用いて、現場の作業者が見ている視界を遠隔地に共有するソリューション。もうひとつは、カメラを中心とした360度全

方位の映像を遠隔地に共有する360度カメラを用いるソリューションである。

以降では、ふたつのソリューションの特徴、検証の結果見えてきた利点や課題、および今後の展開を示す。

2. スマートグラス活用ソリューション

(1) ソリューションの特徴と活用方法

(a) 特徴

・構成

本ソリューションは、「スマートグラス」「映像配信システム」「映像閲覧用端末」から構成される。構成図を図1に示す。

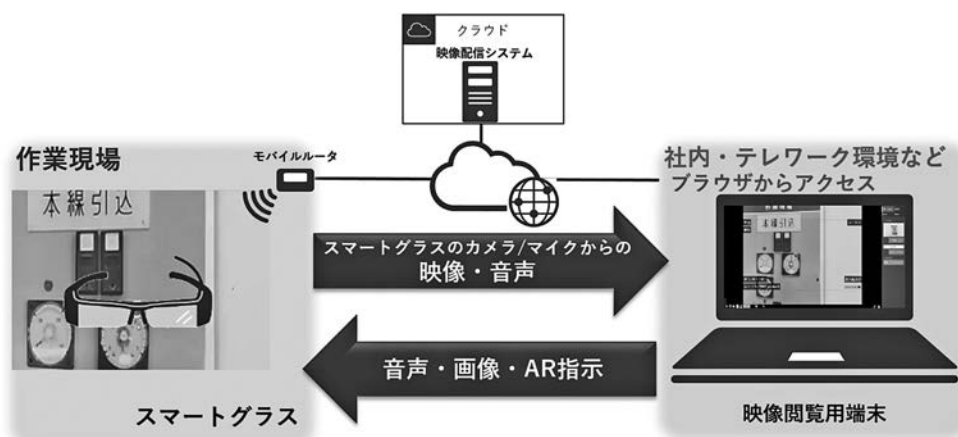


図1 スマートグラス活用ソリューションの構成図

スマートグラスは、撮影した現場の映像や音声を、ネットワークを介して、映像配信システムに伝送する。映像配信システムは、閲覧用端末のログイン状態を管理しており、スマートグラスから伝送された映像・音声を、映像閲覧用端末に伝送する。映像閲覧用端末は、受信した映像・音声を表示する。以上によって、遠隔地の閲覧者は、現場の映像を閲覧できる。

①スマートグラス

スマートグラスとは、カメラ・小型ディスプレイ・マイク・スピーカーを備えた体に装着できるウェアラブルデバイスの一種で、頭部に装着することで両手を作業に使える状態（ハンズフリー状態）になり、そのまま撮影や通話を行うことができる。

スマートグラスの映像は、装着した人が見ている視界の映像になるため、人の動きに合わせた映像の撮影に適している。例えば、作業者が用いる場合は、作業対象の機材やその機材を用いて行った作業自体を、作業者の目線で撮影することができる。

スマートグラスの外観を写真—1に示す。

スマートグラスは160～400グラム程度の重さで、専用ケースに入れて持ち運びする。専用ケースの大きさはB5～A4サイズ・厚み5～7cm程度で、予備のバッテリーを携行する場合は別ケースも必要となる。バッテリーによる駆動時間は2～7時間で、バッテリーのフル充電には1～2時間程度を要する。

スマートグラスはWi-Fi通信機能を備えていることから、ポケットWi-Fiを利用する、または現場にWi-Fiアクセスポイントがある場合、それを利用することで、即時、映像送信を開始することができる。

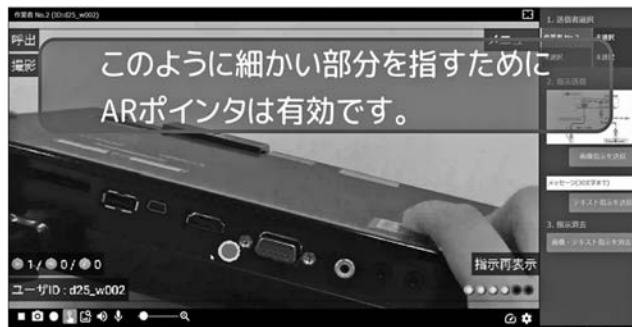
②映像配信システム

スマートグラスで撮影した映像は、インターネット上に配置された映像配信システムに伝送される。映像配信システムは、このシステムに接続している閲覧者全員に対して、受信した映像を中継する。スマートグラスから直接閲覧者に対して映像を伝送するのではなく、一旦映像配信システムを介することで、スマートグラスの映像配信処理の負荷を軽減している。また、映像配信システムでは、映像を保存しておくことも可

能である。保存した映像は、別途、確認することができる。

③映像閲覧用端末

映像閲覧用端末として、PC、スマートフォン、タブレットが利用できる。映像の閲覧は、一般的なWebブラウザで行う。Webブラウザに所定のURLを入力し、映像配信システムにログインすることで、現場の映像を閲覧することができる。写真—2は閲覧者画面に表示される映像である。



写真—2 スマートグラスで撮影された閲覧者画面に表示される映像

・機能

本ソリューションには、映像の閲覧に加えて、遠隔臨場を補助する機能を実装している。

①複数者の同時閲覧

複数の閲覧者が同時に映像を閲覧することができる。なお、閲覧者は各々が好きな場所から映像を閲覧可能である。閲覧者Aは本社から、閲覧者Bは自宅から現場の映像を閲覧するといったことが可能である。

②複数作業者の映像の閲覧

閲覧者は、複数のスマートグラスの映像を閲覧することができる。例えば、A作業員、B作業員それぞれにスマートグラスを装着した人を配置し、それぞれ映像を配信しているとする。閲覧者は、映像配信システムにログイン後、閲覧する映像を選択することができ、A作業員の映像、B作業員の映像を切り替えて閲覧することができる。または、A地点、B地点の映像を同時に閲覧することができる。



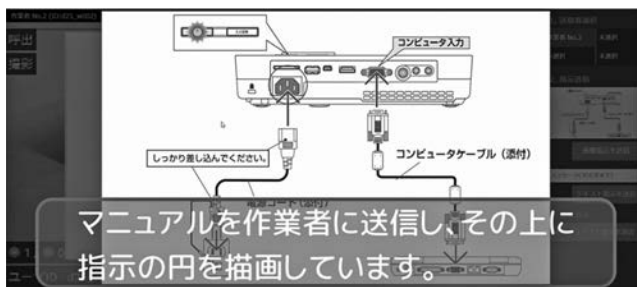
写真—1 スマートグラスの外観（左から RealWear 社, Vuzix 社, EPSON 社のスマートグラス）

③会話

映像を見ながら会話ができる。「現場でスマートグラスを装着した作業者と遠隔地の閲覧者」の会話、「閲覧者同士の会話」が共に可能である。なお、スマートグラスにはマイクが搭載されており、現場の作業者はスマートグラスに対して話しかけ、またスマートグラスから出力される閲覧者の発話内容を聞く事となる。現場がうるさく、スマートグラスからの音声聞き取りづらい場合は、ヘッドセットを接続することで対処する。

④コミュニケーション補助機能

会話以外にもコミュニケーションを補助する機能がある。スマートグラスの小型ディスプレイ上に、AR (Augmented Reality の略称、和訳は拡張現実) 技術を用いて、遠隔地の閲覧者から現場の作業者に伝えたい情報をポインタや図、テキストメッセージで表示することができる (写真—3)。



写真—3 AR技術を用いてスマートグラスの小型ディスプレイに表示するイメージ

(b) 活用方法

ここまで本ソリューションの特徴として、構成と機能の観点から以下を説明した。

- ・スマートグラス映像の閲覧、録画
- ・複数カメラ映像の切替、同時閲覧
- ・複数者による同時閲覧
- ・映像を閲覧しながらの会話
- ・コミュニケーション補助機能

これらの特徴を踏まえると、本ソリューションは「現場作業の支援」や「現場の施工管理 (品質確認や進捗確認)」といった現場作業者を管理・監督する管理者の業務改善に効果を発揮する。

高度な知識や資格を保有する管理者が、現場の作業者からの映像を見て、専門的な観点で適切な助言を行い、その後の作業を見守ることができる。また、現場の作業者からの映像から工事の品質確認や進捗確認、安全対策確認等を行うことができる。

(2) 活用実績

本ソリューションの活用実績から、良い点、改善点を紹介する。

(a) 良い点

・両手を作業に使える点
ハンズフリーで利用できるため、両手を作業に使うことができた。撮影機材を手を持つことになると、片手が作業に使えなくなるため、作業効率が落ちてしまう。

・短時間で意思疎通ができる点

説明だけでは伝わりづらい事柄も、作業者が見ている映像を基に、ARによる指示やイメージ共有が行われるため、支援者の意図を理解しやすかった。また、音声通話が困難な現場では、支援者からテキストメッセージで指示を受けることができるため、そのメッセージを見ながら作業を行うことができた。

・作業記録を自動的に格納できる点

撮影した映像が自動的にサーバに保管されるので作業が終わってから格納する手間がなく、その分の作業時間を減らすことができた。

(b) 改善すべき点

・通信環境の変化への耐性

ネットワークの帯域が細い現場や電波の届きが悪い現場では映像が乱れることや音声が途切れることがあった。電波環境が悪い場合、通信ができなくなることは仕方がないが、電波環境が復旧した後、通信が復旧しないことがあった。移動しながら利用することが前提のソリューションなので、電波環境復が復旧したら、通信も復旧することが望ましい。

・支援に用いたAR情報の記録

ARを用いて閲覧者が支援した情報が記録として残らない点も改善が必要である。支援者が話した内容は映像と一緒に記録されるが、ARを使って閲覧者が何を作業者に伝えたのか、分かることが望ましい。

3. 360度カメラ活用ソリューション

「360度カメラ活用ソリューション」は、遠隔地にいる管理者が、現場に配置した360度カメラの映像をリアルタイムに確認しながら、現場とコミュニケーションを取ることができるソリューションである。配信される映像は360度全方位の映像であるため、管理者は、自らが見たい方向を手元の操作のみで見ることができる。

前章で説明したスマートグラス活用ソリューションとの違いは「作業者と管理者のどちらを主体とするか」

である。スマートグラス活用ソリューションの主体は作業者である。作業者が見る視界を遠隔にいる管理者に共有することができる。

一方、360度カメラ活用ソリューションの主体は管理者である。遠隔にいる管理者が見たい箇所を見ることができる。どちらを主体とするかで使い分けることを想定している。

360度カメラ活用ソリューションについて、その特徴と現場での検証結果を説明する。

(1) ソリューションの特徴と活用方法

(a) 特徴

・構成

本ソリューションは、「360度カメラ」「映像配信システム」「映像閲覧用端末」から構成される。構成図を図-2に示す。

360度カメラは、撮影した現場の映像や音声を、ネットワークを介して、映像配信システムに伝送する。映像配信システムは、閲覧用端末のログイン状態を管理しており、360度カメラから伝送された映像・音声を、映像閲覧用端末に伝送する。映像閲覧用端末は、受信した映像・音声を表示する。以上によって、遠隔地の閲覧者は、現場の映像を閲覧できる。

① 360度カメラ

現場に配置するのは360度カメラである。360度カメラとは、上下左右の全方位を一度に撮影できるカメラである。通常、360度のパノラマ映像は、ある一点から撮影された全方位の写真を合成して作成されるが、360度カメラは、カメラにある複数のレンズで撮影した映像をつなぎ合わせることで、一度の撮影でパノラマ映像を作成することができる。本ソリューションでは、レンズをカメラの前後にふたつ配置するカメラを用いた。

360度カメラの外観を写真-4、主要な諸元を表-1に示す。

360度カメラはサイズが小さく軽いため、持ち運びが容易である。また、専用の三脚を用いることで任意の場所に配置することもできる（写真-5）。



写真-4 360度カメラの外観

表-1 360度カメラの諸元

項目	仕様
サイズ	48(幅) x 132.5(高さ) x 29.7(奥行き)(mm)
質量	約182g
動画解像度/フレームレート/ビットレート	4K, H264:3840×1920/29.97fps/56Mbps
ライブストリーミング解像度	4K, H264:3840×1920/29.97fps/120Mbps
無線標準規格	IEEE802.11 a/b/g/n/ac(2.4GHz/5GHz)*1 IEEE802.11 b/g/n(2.4GHzのみ) Bluetooth 4.2
使用温度範囲	0℃~40℃
使用湿度範囲	90%以下



写真-5 360度カメラの外観（三脚取り付け時）

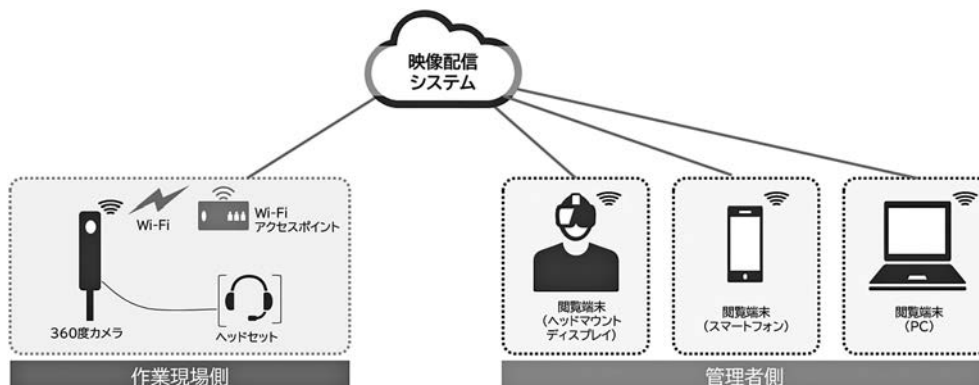


図-2 360度カメラ活用ソリューションの構成図

なお、360度カメラ自体が通信機能を備えていることから、設置工事等が不要という点で、導入が容易である。現場に360度カメラのみ持ち込めば、ポケットWi-Fiを利用する、または現場にWi-Fiアクセスポイントがある場合、それを利用することで、即時、映像配信を開始することができる。

②映像配信システム

360度カメラで撮影した映像は、インターネット上に配置された映像配信システムに伝送される。映像配信システムは、このシステムに接続している閲覧者全員に対して、受信した360度映像を配信する。360度カメラから直接閲覧者に対して映像を伝送するのではなく、一旦映像配信システムを介することで、360度カメラの映像配信処理の負荷を軽減している。

また、映像配信システムでは、360度映像を保存しておくことも可能である。保存した映像は、別途、確認することができる。保存した映像も全方位の映像であるため、撮影時に意図していなかった、または撮影し忘れた箇所を改めて確認する事ができる。

③映像閲覧用端末

映像閲覧用端末として、PC、スマートフォン、ヘッドマウントディスプレイが利用できる。映像の閲覧は、一般的なWebブラウザで行う。Webブラウザに所定のURLを入力し、映像配信システムにログインすることで、現場の映像を閲覧することができる。

Webブラウザを開いた際に閲覧できる映像は、一般的なカメラ（360度カメラではない、視野角が限定されているカメラ）で撮影された映像と変わりはない。PCの場合、ブラウザでマウスやキーを操作することで、自らが見たい方向に視点を変えることができる。写真一六は始めに表示される映像、写真一七はPCを操作することで視点を左に変化させた映像である。

スマートフォンで閲覧する場合、スマートフォンのジャイロセンサを有効にしておくことで、見たい方向にスマートフォンを傾げるだけで、その方向の映像を閲覧することができる。明示的に画面操作をする必要がなく、PCに比べ、より直感的に映像を閲覧できる。

ヘッドマウントディスプレイで閲覧する場合、見たい方向に首を傾げるだけで視点を変更できるため、あたかも現場にいるかのように、より強い臨場感を感じることができる。

・機能

本ソリューションには、360度映像の閲覧に加えて、遠隔臨場を補助する機能を実装している。



写真一六 表示される映像



写真一七 操作により視点変更された映像

①複数者の同時閲覧

複数の閲覧者が同時に映像を閲覧することができる。閲覧者は、他の閲覧者が閲覧している映像に影響されることなく、各々が自らの視点で現場の映像を閲覧することができる。例えば、閲覧者Aが現場にある建設機器の映像を確認すると同時に、閲覧者Bは現場にいる作業者の表情を確認するといった使い方が可能となる。

なお、閲覧者は各々が好きな場所から映像を閲覧可能である。閲覧者Aは本社から、閲覧者Bは自宅から現場の映像を閲覧するといったことが可能である。

②複数個所の映像の閲覧

閲覧者は、複数の360度カメラの映像を閲覧することができる。例えば、A地点、B地点それぞれに360度カメラを配置し、それぞれ映像を配信しているとす。閲覧者は、映像配信システムにログイン後、閲覧する映像を選択することができ、A地点の映像、B地点の映像を切り替えて閲覧することができる。

または、ふたつのブラウザを立ち上げることで、A地点、B地点の映像を同時に閲覧することができる。

③会話

360度映像を見ながら会話ができる。「現場で360度カメラを持つ作業者と遠隔地の閲覧者」の会話、「閲覧者同士の会話」が共に可能である。なお、360度カメラにはマイクが搭載されており、現場の作業者は360度カメラに対して話しかけ、また360度カメラから出力される閲覧者の発話内容を聞く事となる。

現場がうるさく、360度カメラからの音声聞き取りづらい場合は、ヘッドセットを接続することで対処

する。

④コミュニケーション補助機能

会話以外にもコミュニケーションを補助する機能がある。これらは、ブラウザを用いて実現されるため、閲覧者同士の意思疎通を助ける。360度カメラでは実現できないため、現場の作業者も含めて意思疎通を行う場合、現場の作業者は、360度カメラに加えて、スマートフォンを持つ等で対処する。

一つはチャット機能である。ブラウザを操作することでチャット用のウィンドウが開く。文字を打ち込み、文字情報を閲覧者同士で共有することができる。

もう一つはファイル共有機能である。PCまたはスマートフォン内にあるファイルを選択して、閲覧者同士で共有することができる。

(b) 活用方法

ここまで本ソリューションの特徴として、構成と機能の観点から以下を説明した。

- ・360度映像の閲覧、録画
- ・複数カメラ映像の切替、同時閲覧
- ・複数者による同時閲覧
- ・映像を閲覧しながらの会話
- ・コミュニケーション補助機能
- ・小さなカメラによる高い可搬性
- ・工事不要の導入の容易さ

これらの特徴を踏まえると、本ソリューションは「現場の安全確認・ルール順守の確認や指導」や「現場の施工管理（品質確認や進捗確認）」といった現場作業者を管理・指導する管理者の業務改善に効果を発揮すると考えている。

360度の映像が閲覧できることで、閲覧者は自らの操作のみで現場を確認することができ、現場への指示は不要となる。これにより、現場の作業者の作業に対する集中を妨げることなく、作業者が気付き辛い箇所や、作業に集中することで注意散漫になりがちな箇所（後方等）を確認することができる。これは作業者の周囲の安全や、作業ルールが徹底されているかを確認する上で効果を持つ。万一作業者に危険が迫っている場合等は、会話機能を用いて作業者に呼び掛けることも可能である。

また、高度な知識や資格を保有する管理者が、専門的な観点で現場をチェックするといった場合にも有効である。現場にいる作業者が専門的な知識を持たず、確認すべき箇所を的確に撮影できない場合や、現場がうるさく遠隔からの指示が届き辛い場合でも、都度指示を行う必要がなく、スムーズに確認することができる。

高い可搬性や導入の容易さにより、複数の現場で手

軽に利用することができることから高いスキルや資格を持つ管理者の生産性向上・人手不足解消に効果があるソリューションだと考えている。

(2) 検証結果

ここまで(1)にて本ソリューションの特徴と活用方法について述べた。著者らとはある企業様のご協力を得て、本ソリューションを実際の現場作業にご利用いただき効果を検証いただいている。

本節では検証の結果分かった本ソリューションの良い点、改善点を紹介する。なお、検証は開始してから間もない途中段階のものであり、今後も継続して検証の予定である。

検証いただいたのは、とあるインフラ設備の導入・保守を行う企業様である。この企業様では、広範囲に点在するインフラ設備を定期的に点検している。設備の点検作業は危険を伴うため、作業にあたっては安全に作業するためのルールが課されており、管理者は、作業ルールが順守されているかを確認する。

検証は管理者の確認作業を、本ソリューションを使って遠隔から行うことで実施した。なお、360度カメラは、検査対象設備から数メートル離れた場所に、三脚を利用して配置した。

(a) 良い点

・映像の品質
配信される360度映像は、作業者の作業状況の確認にあたり、十分鮮明であった。作業者の作業状況の確認という目的を十分満たすことができていた。

・視野角の広さ

作業者が作業している箇所とは別の箇所を遠隔にいる管理者の操作で確認することができ、視野角の広さの効果を実感できた。

・カメラを固定配置できることで、手振れがない

360度カメラを固定配置できることで、安定した映像が配信できる。例えばウェアラブルカメラを利用するソリューションの場合、手振れによるカメラ酔いが起きたり、カメラの重量によってはカメラが傾いてしまい見づらくなる場合がある。

(b) 改善すべき点

・連続稼働時間

検証では、本ソリューションは、15時間程度連続して稼働していたが、作業状況によっては不足する。これに対しては、360度カメラにモバイルバッテリーを接続することで対処するよう検証を継続すると共に、より長時間稼働する別の360度カメラを選定することも考慮していく。

・360度カメラの外的損傷や雨天等水気への対処

カメラを固定して配置することで映像が安定する一方、作業者の往来が激しい場所にカメラがあることでカメラにぶつかって倒してしまう事への不安を感じる。また、降雨や降雪があった場合にカメラに影響を与えないかという不安がある。これに対しても、カメラのアクセサリとして、三脚安定のための重りや防水カバー、ハードカバーがある。これらを用いて対処可能か継続して検証する。

・360度カメラの操作性

初回配信開始時には、360度カメラに対してネットワーク接続設定が必要であるが、この接続設定の方法が分かりづらい。一度慣れてしまうと容易に設定できるが、初めて使う人にとっては手間取る可能性がある。これに対しては、数回の操作でネットワーク接続設定を簡単に行う設定機能の追加を検討中である。

4. ふたつのソリューションの今後の展開

今後、より高度な遠隔臨場を行う目的で、以下の検討を進める。

(1) 複数の現場をまとめて臨場

複数の現場をまとめて遠隔で臨場するには、閲覧者をサポートするソリューションが必要で、現場映像を解析するAIがその候補と考える。具体的には、撮影画像を解析するAIを整え、写っている人・物の情報を文字・数値等のデータに自動変換する。それらのデータを時系列にデータベースに記録して分析できるようにして、人・物の動きを把握する。そのデータの活用ケースとしては、作業計画との差分確認や原因分析、今後策定する作業計画の精度向上に繋げていくことや、不審行為の検出と予防対策の検討・先手執行に繋げていくこと等が考えられる。現場で撮影できる映像の種類を以下に記す。

スマートグラス：作業者目線の映像

360度カメラ：撮影・設置場所の映像

固定カメラ：設置場所の映像

ドローンカメラ：ドローンカメラの映像

実現の鍵となるのは、画像を解析するAIの精度である。撮影に用いるカメラの仕様によって、画像の色合いや歪み等が変わるため、カメラの選定と絞り込みもAIを整えるコストに影響する重要な要素である。

(2) AR技術の高度な活用

遠隔臨場は閲覧者（監査・監督業務担当者）の観点

で語られる傾向だが、現場の作業者の観点でもメリットがあることが望ましい。作業者は遠隔臨場用の機材を持つことになるため、その機材が作業者の業務に役立つものであれば、作業者観のメリットになる。

AR技術を活用した作業計画の参照と作業実績の登録を行うソリューションは、作業者の業務に役立つものとする。作業者は、当日の作業計画をスマートグラスにダウンロードし、スマートグラスの小型ディスプレイにAR技術で表示する。計画を確認しながら作業を行うため、作業漏れや順番誤りの人為的なミスを減らす効果が期待できる。作業完了後は音声で作業実績を登録する。自動的に作業日報が生成されるため、作業日報を作成する工数の削減が期待できる。

作業実績をリアルタイムで記録するにより、そのデータから作業計画の精度を評価できるようになる。また、蓄積したデータをAIに学習させて、AIに作業計画を自動生成させることも期待できる。

AR技術で作業者に表示する情報の種類を以下に記す。

物件情報：物件の設計情報等

作業進捗情報：当日作業の進捗情報

作業者の位置情報：現場にいる作業者の位置情報

(3) 撮影映像の活用

撮影した現場映像にタグを付けて検索できるようにし、工事実績の確認や従業員の研修、技能伝承に活用する。実現の鍵になるのは、タグ付けの自動化である。タグ付けは、物件情報や作業計画と関連付けて自動的に行う方法と、映像解析するAIで自動判別して行う方法が考えられる。

現場映像が収集できる環境が整うと、その映像データは膨大な量になると見込まれる。人手でタグ付けする行為は非効率であるため、上述のような自動化ソリューションが必要と考える。

5. おわりに

今回機会をいただいて、ウェアラブルデバイスと360度カメラについての筆者らの取り組みを紹介した。現時点では遠隔臨場に用いる機材が市場に出始めた段階で、それらは進化の途上にある。今後、遠隔臨場に役立つ機能が追加され、遠隔臨場の運用を変えていく可能性があると感じている。

鍵になるのは、業務アプリケーションとの連携である。機材から取得した映像や音声、位置情報等を業務アプリケーションで活用し、業務アプリケーションの

情報（設計書等の物件情報）を機材で活用する、といった相互活用ができるようになると、遠隔臨場（働き方）の変革に繋がっていくと考える。

技術の進化や構成品の低価格化に伴い、その実現性が高まっているので、業務アプリケーションと連携させる取り組みは今後加速していく見込みである。機材メーカー・ソフトウェア会社のパートナーと連携して、現場に役立つソリューションの開発と展開を図っていく所存である。

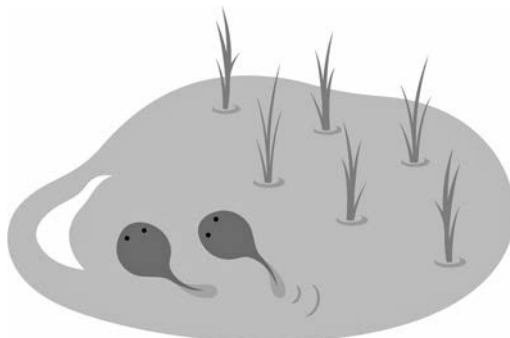
J|C|M|A

【筆者紹介】

北本 優紀（きたもと ゆうき）
NEC ソリューションイノベータ(株)
デジタル基盤事業部
プロフェッショナル



高橋 正仁（たかはし まさひと）
NEC ソリューションイノベータ(株)
デジタル基盤事業部
プロフェッショナル



移動式画像解析搭載ネットワークカメラ

屋外ですぐに使える AI カメラ MICS-AI

小 幡 小百合・小 幡 祐 己・岡 田 広 幸

一般的な監視カメラは、有線接続での使用を前提としており、有線接続が難しい屋外での利用は想定されていない。そのため、工事現場向けに屋外利用を前提として、LTE 接続を用いる工事現場向けのカメラが広く普及してきた。更に現場での専門職者や管理などで人員が確保できなくなっている状態もあり、必要な情報をカメラに覚えさせることで人手不足の解消に繋がるとして現場で使えるカメラの構築に取り組んでいる。

本研究では、AI 処理をカメラと独立した環境で行うシステムと比較し、工事現場向けのカメラに AI 処理機能を搭載する場合に考慮すべき事項を整理した。

キーワード：土木・建築，ICT，i-Construction，施工，安全管理，人材不足，遠隔操作

1. はじめに

国土交通省が、2016 年 4 月に建設現場の生産性向上を目的に掲げ、i-Construction¹⁾（以下、アイ・コンストラクション）の取り組みをスタートさせて、6 年が経過した。ICT を駆使して、建設業界の生産性を向上させようという取り組みである。大規模な建設機械は、GPS アンテナを搭載し、制御用 PC 等のシステムが整備され、経験が少ないオペレーターでも操作が可能となっている。場合によっては遠隔操作も可能となっており、大幅な安全性の向上が図られている。大規模な現場、先進的な現場では ICT の有効活用を図り、生産性の向上が図られている一方で、人手不足は解消されておらず、工事現場にできない作業員が配置されることも多くなり、専門の監視員を配置することが難しくなっている。そのため、効率的な現場確認と専門の監視員の代わりとなる建設現場向けカメラのニーズが多くなってきている。

当社は平成 6 年に創業し、平成 20 年度経済産業新連携認定を得て、移動式ネットワークカメラの製造販売に着手した。研究開発には、中小機構新連携採択を頂き、自社独自の機構を搭載した移動式ネットワークカメラの実用化に成功し、平成 29 年、国土交通省 NETIS-VE 認定を取得し、全国の建設現場用モニタリングカメラとして販売を開始した。

さらに開発を進めて、単なる監視員の補完的な機能しか持たない移動式ネットワークカメラに AI 処理機

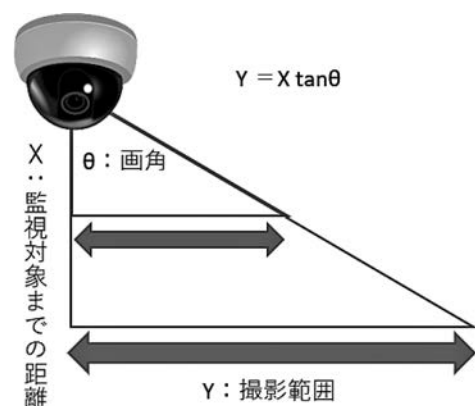
能を追加した、真に監視員の代わりとなりうる AI 機能搭載型移動式ネットワークカメラを、令和 3 年度に NETIS 登録するとともに販売を開始した。

本論文では、移動式ネットワークカメラの開発の経緯を主に、工事現場カメラに求められる機能を論じていく。

2. 現場カメラに求められる機能

(1) 一般的な固定式の監視カメラとの違い

工事現場で利用する監視カメラは、工期の間のみ利用できればよく、常設の固定式の監視カメラを設置するほどの費用をかけられない場合が多い。また、一般的な防犯目的の監視カメラは、監視対象となる入口や駐車場等の一定の範囲を前提としており、撮影範囲が



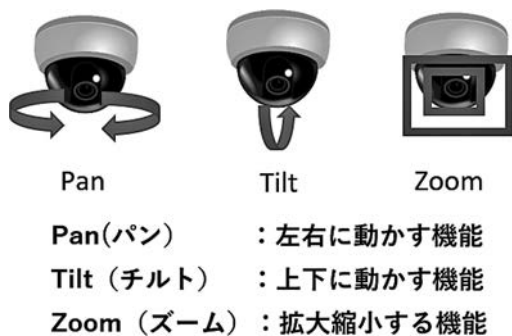
図一 撮影範囲と画角の関係

固定で、調整が難しい場合が多い。撮影範囲は、いわゆる画素数とは関係なく、対象までの距離とカメラの画角で変わってくる（図—1）。

カメラの設置の高さを4m、画角が56°の場合式1から、地上で5.9mの範囲を撮影できる。

$$Y = X \tan \theta \quad (1)$$

そのため、工事進捗に従って監視対象範囲が変化する工事現場での利用する場合は、PTZの機能が必須となる。PTZとは、それぞれ、パン（左右の動き）・チルト（上下の動き）・ズーム（拡大縮小）を意味する（図—2）。



図—2 PTZとは

PTZの機能が搭載されていれば、通常時は拡大なしの映像で広範囲を録画して置き、注意が必要な工事を行う場合には、PTZの機能を駆使して、より鮮明な画像を記録することが可能となる。

当社のモニタリングミックスを代表とする屋外利用を前提とした移動式カメラの場合、無線通信機能を内蔵しており、電源が確保できれば、設置してすぐに利用可能となる。また、撮影範囲についても、当社のモニタリングミックスの場合、PTZタイプのカメラを採用しており、見渡せる範囲であれば、設置後に必要な向きに向けることができるため、工事の進捗に合わせて設置場所を順次移動させることで、常に良好な撮影範囲、撮影方向を実現することができる。また、クラウドに一定時間で撮影した画像を保存するため、レコーダーの設置が不要となる。

保存条件が連続動画でなければならない場合、カメラにレコーダー機能を収めたタイプも提供可能となっている。

当社のモニタリングミックスは、クラウド上の専用サイトからカメラを操作することができ、現場にいなくても進捗確認が可能である。

ただし、現状の主な通信手段となるLTE通信方式では、固定式監視カメラ等で主流となっている有線接

続とは違い、24時間最高画質で動画を流しっぱなしにできるような環境とはなっていない。次節で、現状の通信環境について、整理する。

(2) 現状の通信環境について

移動式カメラの通信契約の条件として検討が必要なのは、スムーズに画像を見ることができるかということ、どの程度の時間利用可能かという2点となる。

(a) 通信速度と画像サイズの関係

最初に通信環境における通信速度と画素数との関係について考察しておく。

現在、一般的に利用可能な無線通信方式としては、3G、LTE、5Gの3種類が一般的で、5Gの普及が始まったところだ。3G回線については、KDDIが2022年3月²⁾から、ソフトバンクが2024年1月³⁾、NTTドコモが2026年3月⁴⁾にサービス終了する。そのため、全国どこでも利用可能な通信環境としては、LTEのみとなる。

LTEの実際の速度を測定した結果が、NTTドコモをはじめとするいわゆる3大キャリアから発表されており、NTTドコモの場合、上り最小2Mbps～最大62Mbpsとなっている。この場合の上りとは、カメラからクラウドサーバーの方向もしくはカメラから監視端末への方向を意味する（図—3）。

上りの通信速度に着目するのは、カメラからクラウドサーバー（もしくは閲覧端末）への通信量が圧倒的に多く、逆にクラウドサーバー側から各カメラへの通信が少ないという、個人の携帯端末の使い方とは逆の通信特性となっているためである。個人の携帯端末の場合、クラウドサーバー側から携帯端末への通信多い。そのため、個人向け契約のSIMでは、工事現場向けカメラには向いていない。

カメラの画像サイズと通信速度の関係としては、監視範囲の動きの有無により増減するので、一般的な数値は上げられないが、参考値として、Panasonicのシ



図—3 通信内容の非対称性

表一 1 Panasonic のシステムデザインツールによる推奨映像帯域

カメラタイプ	圧縮方式	解像度	映像帯域(kbps)
標準タイプ (S082, R082, AI082) 搭載カメラ	H.264(1)	VGA(640x480)	768
		SVGA(800x600)	1536
		VGA(640x480)	512
高解像度タイプ (S130, R130) 搭載カメラ	H.264(1)	SVGA(800x600)	1024
		SXVGA(1280x960)	1024
		HD(1280x720)	1024
		FHD(1920x1080)	2048
		4K UHD(3840x2160)	10240
参考 4Kカメラ	H.264(1)	4K UHD(3840x2160)	10240
	H.265(1)	4K UHD(3840x2160)	7168

システムデザインツール⁵⁾の映像帯域の推奨の数値を上げておく(表一1)。

理論値としては、VGA 画像の場合、画像サイズがVGAの場合、

$$(640 \times 480) \times 10 \text{ fps} = 3,072 \text{ kbps}$$

となる。10 fps を採用した理由は、カメラ側で 30 fps の設定をしても、実測すると、10 fps~15 fps の値となっている場合が多いためである。上記設定値は、理論値を大幅に下回るので、H.264 方式により大幅に映像帯域が抑えられていることがわかる。

当社の標準タイプのカメラの場合、画像サイズがSVGA (800×600) で、推奨設定値が1,024 kbpsとしており、LTE 通信の最小値 2 Mbps を上回ることがない設定となっている。

現実的には、通信帯域が確保されていても、通信エラーでの再送等が起こり、実効的に使える帯域は設定値の約半分ほどになることが多い。

モニタリングミックスが使用される通信環境は、山奥の工事現場や、高速道路脇の通信が常に混雑している場所等が多く、実測の最小値 2 Mbps を下回る通信速度の場合でも対応できるように標準の画像サイズをVGA (640×480) としている。

(b) 通信量の上限と画像サイズの関係

次に実際の通信環境で、一般的な LTE 契約の場合にどのくらい利用可能かを検討する。

現場に設置したカメラを携帯端末から確認する場合、カメラ→インターネット→携帯端末と映像が届く。インターネット上の通信環境は想定しづらいため、実測した結果を示す(表一2)。

計測条件は、弊社のデモ機映像を弊社内の端末のブラウザで表示し、カメラと端末の間で通信されたすべてのデータ量を約3分間実測した。

サンプル1は、社内に設置したカメラで、ほぼ動きがない場合。サンプル2は、一般道路に設置したカメラで、トラックの出入りがある場合。サンプル3は高速道路脇に設置したカメラで、交通量が多い箇所のカメラとなる。

サンプル1の動きがない映像の場合、1秒間に約

表一 2 通信量の実測値

サンプル 1. 社内設置 (動きなし)

	計測時間 (sec)	総バイト数 (byte)	1秒当たりの通信量 (byte/sec)
1回目	179.925587	14267199	79294.99766
2回目	179.863287	14889157	82780.41199
3回目	180.995761	14929333	82484.43454
平均			81519.94806

サンプル 2. 一般道路

	計測時間 (sec)	総バイト数 (byte)	1秒当たりの通信量 (byte/sec)
1回目	181.072721	22951556	126753.2507
2回目	181.015396	32530911	179713.5035
3回目	180.919561	25420989	140509.8977
平均			148992.2173

サンプル 3. 高速道路

	計測時間 (sec)	総バイト数 (byte)	1秒当たりの通信量 (byte/sec)
1回目	181.138111	45899949	253397.5249
2回目	181.021759	41158579	227368.1309
3回目	181.248772	47955999	264586.6147
平均			248450.7569

80 kbyte のデータ量となり、24時間表示しっぱなしで、

$$81 \text{ kbyte} \times 60 \times 60 \times 24 \approx 7 \text{ Gbyte} \quad (2)$$

のデータ通信量を消費する。サンプル2の一般道路の場合、1秒間に約149 kbyte、サンプル3の高速道路の場合、1秒間に約248 kbyte のデータ量となり、それぞれ24時間のデータ通信量は、サンプル2で、12.9 Gbyte、サンプル3で、21.4 Gbyteとなる。

一方で、一般的に契約可能なデータ通信契約であるNTT Docomo ギガホプレミア⁶⁾の場合、月60 GByteまでしか使えないため、ほとんど動きがないサンプル1の場合でも

$$60 \text{ GByte} \div 7 \text{ GByte} \approx 8.57 \text{ 日} \quad (3)$$

で使い切る。

一般的に可能なLTE契約で24時間接続し続けることは現実的ではない。よって、工事現場向けカメラを利用する場合は、必要な時に画像で確認するような使い方をすることを推奨する。

(3) 将来の通信環境について

5G回線の商用サービスが始まった⁷⁾。ただし、現

状は5Gが利用可能な地域は限られる。現時点では速度の速いミリ波ではなく、sub6と呼ばれるLTEの上の帯域を利用しており、20Mbps程度されており、通信状態が良い時のLTEと大差ない状態である⁸⁾。

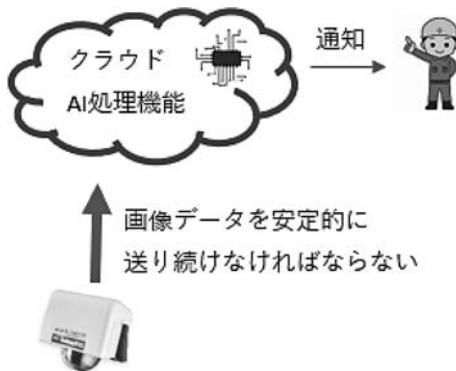
将来的に5G回線の商用サービスが一般的になれば、4K映像でも対応できるようになるものと思われる。

通信容量についても、5G回線契約の場合、「5Gギガホプレミア⁹⁾」のように無制限との表記がみられるが、実際は、下り（インターネットから端末の方向）が無制限となっており、上りが無制限に使えるわけではないようだ。

3. 現場カメラにAI処理機能を搭載する場合に求められる機能

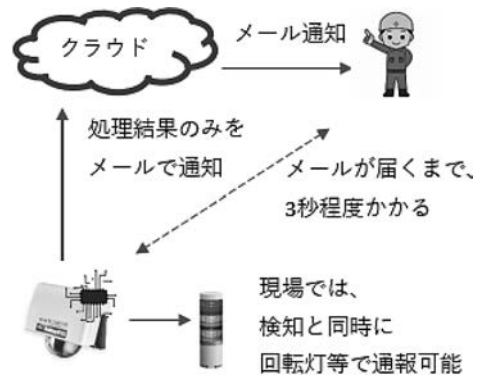
(1) AI処理の手法

人物検知等の映像を処理するAI機能の実現方法は、高速なGPUを必要とする。そのため、高速GPU搭載PCで画像処理を行う必要がある。その手法としては、カメラ画像そのものを送り、クラウド上のAI処理サービスを利用する方法（AWSのAmazon Rekognitionサービス、Google Cloud Vision API、Microsoft Azure Cognitive Servicesなど）と、カメラ自体にAI処理機能を持たせる方法がある。



図一四 クラウドでAI処理を行う場合

カメラ画像をクラウドで処理する場合、カメラ映像を、検出が必要な期間中ずっと送り続ける必要がある（図一四）。LTE回線を前提とした場合、24時間の通信は現実的ではない。また、通信回線の問題で、カメラ画像の再送等が起こると、検知期間のトビが発生してしまう。また、カメラ映像がスムーズにクラウドに送られて結果を返すまでにどうしてもタイムラグが起きる。そのため、安定した通信帯域を確保するため、画像サイズを小さくする等の工夫が必要となる。



図一五 カメラでAI処理を行う場合

カメラで、AI処理を行う場合、画像データのやり取りはカメラ内で完結でき、インターネットへの画像データの送信は原則必要としない。そのため、通信量は通知メールのサイズのみで済む。また、カメラ側で検知をするため、カメラのI/Oを対応した回転灯等に接続することで、タイムラグ無しに検知結果の通知が可能となる（図一五）。

固定式監視カメラのような有線接続で通信環境を一定レベルに調整できる場合であれば、安定して通信ができる範囲にAI処理機能を搭載したPCを用意し、そちらでAI処理を行うことで検知することも考えられる。カメラとAI処理用PCを分離することで、カメラ内の空間的な制約に縛られることなく、必要なGPUを搭載することが可能となる。無線接続が前提の移動式カメラの場合、ローカル5Gの普及が進めば可能となる組み合わせだ。

(2) エッジでのAI処理を可能とした手法

当社のAI機能は、広く普及しているLTE通信を前提とし、通信環境が安定していない場合でも対応できるように、カメラ内に処理用のミニPCを搭載したエッジAI処理タイプとなっている。

さらに、ミニPCでAI処理することを前提として、GPUを使うAIモデルの調整を行い、CPUだけで検知できるレベルとして、検知精度を80%程度に抑えた。現状利用可能なLTEの通信環境では、クラウド上で処理する場合でも、他のAI処理用PCに画像を送るにしても通信量が大きすぎるため、エッジAI処理を行うことで、通信量を極力抑える方式としているためだ。

また、当社の人物検知機能の特徴として、モニタリングミックスをある程度の高さの場所に設置することを考慮し、見下ろす形での検知率を優先させた。これにより、足元が見えているほうが、検知率が高くなっている。これは、傘を差した場合でも人として検知す

るようにするためだ。

当社のAI用カメラは、ミニPCで動くAIモデルや、AIソリューションであれば、他社のソリューションであっても比較的容易に搭載することが可能である。実際に当社オリジナルの人物検知ソリューション以外にも複数のAIソリューションを搭載して使っている事例がある。

4. おわりに

工事現場向けカメラの前提条件として求められる機能について論じた。

工事現場の特徴として、比較的短期間に監視対象範囲が移動していく。そのような場合、一般的な固定式の監視カメラソリューションはなじまない。

現在広く一般的に普及しているLTE通信環境を前提とした場合、画素数よりもPTZの機能を優先すべき理由として、撮影範囲と画角の関係を上げた。

現実問題として、当社の所在地である宮崎の山間部等100万画素でギリギリ通信可能な領域が広がっており、残念ながら200万画素カメラで安定的な工事現場向け通信は難しい。今後、5Gの通信エリアの広がりに応じて、画素数を上げていくことは十分可能と思われるが、その場合でも、都会の工事現場で利用するのか、それとも5G通信がまだできていないエリアで利用するのかで、工事現場向けカメラを使い分ける必要がある。

当社が今回NETIS登録したMICS-AIについては、現状のLTE通信環境を前提に、ミニPCをカメラに搭載したうえで、そのミニPCの処理能力を前提とした製品となっている。搭載PCの能力を引き上げてより高精度な検知を可能とすることも計画中である。

また、今後、ローカル5Gが普及すれば、クラウド経由のAI処理ではなく、ローカル5G内でのAI処理をできるようになる。ローカル5Gを前提としたミ

ニサーバークラスで処理できるAI処理機能の開発に着手しており、今期中には発表できる予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省 (2016) i-Construction (<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> 2022年3月14日検索)
- 2) KDDI (2018) 「CDMA 1X WIN」サービスの終了について (<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2018/11/16/3428.html>) (2022年3月14日)
- 3) ソフトバンク (2019) 「3Gサービスの終了について」 (https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20191206_03/) (2022年3月14日)
- 4) NTTドコモ (2019) 「FOMA」および「iモード」のサービス終了について<2019年10月29日> (https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2019/10/29_00.html) (2022年3月14日)
- 5) Panasonic 「システムデザインツール」 (https://biz.panasonic.com/jp-ja/products-services_security_tools_sdt) (2022年3月14日)
- 6) NTTドコモ 「ギガホプレミア」 (<https://www.docomo.ne.jp/charge/gigaho-premier/>) (2022年3月14日)
- 7) 総務省 (2020). 令和2年版「情報白書」第1章、第2節、第3項(1) 我が国における5Gサービスの開始 (<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd112310.html>) (2022年3月14日)
- 8) Wireless One (2019) 「5G first field results」 (<http://wirelessone.news/10-r/1385-5g-first-field-results-72-909-mhz>, 2022年3月14日検索)
- 9) NTTドコモ 「5Gギガホプレミア」 (<https://www.docomo.ne.jp/charge/5g-gigaho-premier/>) (2022年3月14日)

【筆者紹介】

小幡 小百合 (おばた さゆり)
 (株)アシストユウ
 代表取締役社長



小幡 祐己 (おばた ゆうき)
 (株)アシストユウ
 専務取締役



岡田 広幸 (おかだ ひろゆき)
 (株)アシストユウ
 MICSソリューション課長

建設機械オペレータ見守りシステムの開発

AIを用いた重大災害を未然に防ぐ取組み

西山 恭平・長峰 春夫・若山 真則

日々の安全対策が功を奏し建設現場の死亡災害は、ここ20年で約3分の1に減少した。しかしながら、未だに死亡災害は年間約200件以上発生しており撲滅するまでには至っていない。なかでも建設機械に起因する災害は、重大災害の主要な原因となる。現在、建設機械と周囲の作業員との接触を防止する技術は多数開発・実用化され、その効果を上げている。しかし、それらの技術では建設機械のオペレータのヒューマンエラーや不安全行動に起因する災害は防ぐことができない。そこで、重大災害を未然に防ぐため、建設機械のオペレータの行動をAIで分析し、見守りシステムを開発・実証した。今後は、従来のシステムと合わせて運用することで更なる効果が期待できる。本稿では、建設機械オペレータ見守りシステムの開発背景から、システムの構成、実証試験について述べる。

キーワード：建設機械、AI、作業安全、物体検知、骨格検知

1. はじめに

厚生労働省の令和2年の労働災害発生状況によると、令和2年1月から12月までの労働災害による死亡者数は802人であり、このうち建設業の死亡災害は258件と全産業の32.2%を占めている。3年連続で過去最少となっているものの、産業別にみると、建設業は他業種に比べ死亡者数の多い傾向が続いている。また、建設業の死亡災害を起因別に調べると、搭乗型の動力機械が67件で建設業の死亡災害の26%を占めており、建設業の重大な課題である。

この課題を解決するために、建設機械との接触を物理的に防止する器具の実用や、センサーを用いた周囲の作業員の接近警報装置など様々な技術が開発・実用化され一定の効果を上げている。このような安全対策の基本的な考え方は、作業中の建設機械と周囲の作業員との離隔距離の確保である。しかしながら、そのような技術では、建設機械のオペレータ（以下：オペレータ）のヒューマンエラーに起因する災害や、不安全行動による災害は防ぐことが出来ない。

そこで、筆者らはオペレータの行動に着目し、カメラとAIを用いて行動を検知する、「建設機械オペレータ見守りシステム（以下：本システム）」を開発した。本システムは、汎用的にどのような建設機械にも後付けできるように、小型・軽量化しており、建設機械のシガーソケットからの電源で動作可能な特徴がある。

建設機械との接触防止安全対策に加え、本システムを併用することにより、重大災害を未然に防ぐために更なる効果が期待できると考える。

2. AIを用いた安全監視・統計解析プラットフォーム

筆者らは建設現場の安全をカメラとAIにて監視・統計解析するプラットフォームを開発した（図1参照）。ここでいうAIとは、①物体検知によりカメラ画像内のどの場所に何が写っているかを推定するもの（以下：物体検知AI）、②骨格検知によりカメラ画像内の人物がどのような姿勢をとっているかを推定するもの（以下：骨格検知AI）である。これらのAIでの推定結果を分析し、作業安全上の違反があるかないかを判定するアルゴリズムを搭載し、判定結果をスピーカからの音声または、回転灯等の発光により発報を行う機能を有している。また、その判定結果をクラウド上にアップロードし、自動的に統計解析されグラフ化することが可能である。このプラットフォームを利用した最初の取組みとして、建設現場への入場時の作業員の安全装備確認システムを開発した。この安全装備確認システムは、高速・高精度な安全装備の確認が可能であり、不備がある場合にはリアルタイムで警告できる。実際に建設現場にて運用しており、安全装備着用不備の低減効果が認められた。

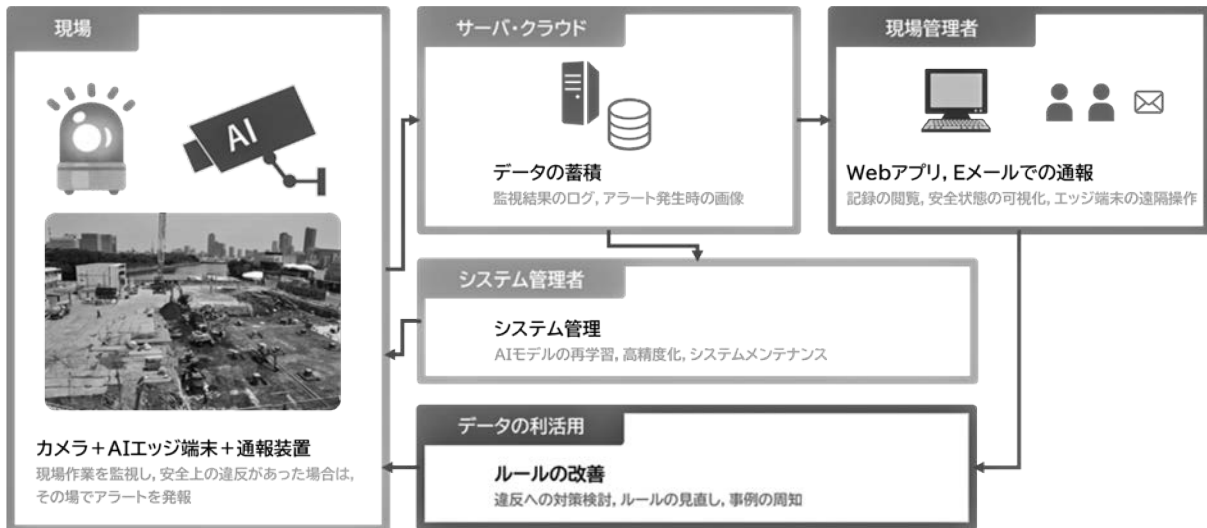


図-1 プラットフォームの構成

3. 建設機械オペレータ見守りシステム

本システムは、前述のプラットフォーム上にオペレータの行動と作業状況を検知する機能を追加する構成で開発した。本システムが有する特徴は以下となる。

(1) 小型・軽量であり様々な建設機械に後付け可能
建設機械には種類や大きさ等様々な機種が存在する。広い範囲の建設機械に設置対応するために、デバイスはできる限り小型・軽量なものを目指した。また、後付けで対応可能とするために、建設機械に搭載されているシガーソケットからの給電を基本とした。本システムに使用する機器は、以下の通りである。

- ① AI エッジコンピュータ
- ② シガーソケットからの電源ケーブル
- ③ 小型広角カメラ（吸盤で設置可能）
- ④ 警報装置（回転灯・スピーカ）
- ⑤ 確認用モニタ

(2) AI でオペレータの行動と作業状況を検知可能
現状における、本システムがAIで検知可能なオペレータの行動と作業状況は以下の通りである。

- ① 建設機械の扉・窓からの身の乗出し行為
- ② シートベルトの着用状況
- ③ 安全ベスト（トラチョッキ）の着用状況
- ④ 建設機械の扉の開閉状況
- ⑤ 安全ロックの適正使用状況

(3) 上記検知結果に応じてオペレータに音声で警告可能

本システムが上記のオペレータの行動と作業状況を

分析し、危険と判断した場合は、車載したスピーカから違反状況に応じた音声を用いた警告が可能である。（例：シートベルトを着用してください）また、複数の現場で実証・追加学習することで、警告（危険の判断）の精度の向上が可能である。

(4) 検知結果のクラウド保存と統計解析, AI の追加学習が可能

本システムが危険と判断した状況は、自動的にクラウド上にアップロードされ、統計解析後にグラフ化される。誤検知した場合には、その状況をAIに学習させることで、継続的なAIの検知率と再現率の向上が可能である。また、新たな行動を検知する場合は、その行動を模擬的に実行し、その行動の特徴をAIに学習させることで可能である。統計解析結果は自動的にグラフ化されるため、その結果を関係者に周知し、再発防止や安全教育に活用が可能である。

(5) 建設機械キャビン内の状況を録画可能

万が一、事故が発生した時の状況分析を行うため、違反の有無にかかわらず8時間分の建設機械キャビン内の状況を録画・保存可能である。

4. 実証試験

本システムを、実際の建設機械に搭載しオペレータの行動が検知可能か述べ約14か月間実証試験を行った（図-2, 3参照）。本実証試験は、住之江下水処理場雨水滞水池並びに住吉川耐震護岸（2工区）築造工事（発注者：大阪市建設局）、及び福岡市地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事（発注者：福岡市交



図-2 搭載の状況



写真-1 使用建設機械 1



図-3 搭載した機材



写真-2 使用建設機械 2

通局), 他にて実施した。

(1) 使用建設機械

- ① 4.9 tクローラクレーン (写真-1)
- ② 0.25 m³級バックホウ (ショートリーチ) (写真-2)
- ③ 0.25 m³級バックホウ
- ④ 0.45 m³級バックホウ

(2) 検知する不安全行動

(a) 建設機械の扉・窓からの身の乗出し行為

建設機械の窓・扉部を乗り出し検知エリアとして初期設定を行う。骨格検知 AI で得られたオペレータの骨格座標のうち頭部・腕部等の座標データ, あるいは物体検知 AI で得られた頭部等の座標データが, 当該

エリア内に進入した場合に本システムがオペレータの身の乗出し行為として警告を実施した (図-4)。

(b) シートベルトの着用状況

骨格検知 AI で得られたオペレータの骨格座標のうち, オペレータの腹部付近に物体検知 AI で得られたシートベルトの座標データがあるかを本システムが検知し, 無い場合はシートベルト未着用として警告を実



図-4 建設機械の扉・窓からの身の乗出し行為検知 (左: 正常, 右: 不安全行動)

施した（図—5）。

(c) 安全ベストの着用状況

オペレータが安全ベストを着用して操作する場合、ベストの端部がレバーに引っかかることでご操作が発生する懸念がある。そこで、骨格検知 AI で得られたオペレータの骨格座標のうち、オペレータの胸部付近に物体検知 AI で得られた安全ベストの座標データが

あるかを本システムが検知し、ある場合は安全ベスト着用として警告を実施した（図—6）。

(d) 建設機械の扉の開閉状況

物体検知 AI で得られたロックレバーの座標が、建設機械のロックがかかっていない位置にあり、かつ物体検知 AI で閉まった状態の扉を検知しない場合は、扉を開けた状態での建設機械使用と見なして警告を実



図—5 シートベルトの着用状況検知（左：正常，右：不安全行動）



図—6 安全ベストの着用状況検知（左：正常，右：不安全行動）



図—7 建設機械の扉の開閉状況検知（左：閉じた状況のドアの検知）

施した（図一7）。

(e) 安全ロックの適正使用状況

物体検知 AI で得られたロックレバーの座標が、建設機械のロックがかかっていない位置にあり、かつ骨格検知 AI で得られたオペレータの骨格座標が動かない場合（姿勢が変わらない状態）、ロックレバーを解除した状態での休憩と見なして警告を実施した（図一8）。

(3) 実証結果

本システムを用いた実証の結果、オペレータの行動と作業状況は概ね検知可能という知見を得た。また本システムを構成する機器の構成についても実用化が可能であった。クラウド上にアップロードされた、統計解析結果とグラフ化されたデータを用いた安全教育では、実際の不安全行動を写真で見ながら検証・指導が可能であった（図一9 参照）。実証の結果判明した課

題と対策について以下に纏める。

- ①シートベルトと作業着の色が近い場合は、画像からシートベルトの検知が困難
暗い色の作業着を着用している場合、明るい色のシートベルトカバーをシートベルトに装着することで、検知精度を上げることが可能と判明した。
- ②シガーソケットから直接、AI エッジコンピュータに給電した場合、電力が不安定であり起動しない場合がある
電源安定化装置を間にいれることで、安定的に起動が可能であった。
- ③暗所において、画像認識 AI の精度が落ちる場合がある
赤外線カメラを試行したところ、可視光カメラと同じ AI モデルでもある程度の検知が可能であることが判明した。今後、赤外線カメラ用の学習を進めることで暗所においても高精度に検知が可能であると



図一8 オペレータの休憩状況検知（左：正常、右：不安全行動）



図一9 統計解析結果とグラフ化されたデータ

考える。

(a) 実証試験中に頂いた意見

実証試験において、現場で実際に対象となったオペレータからの意見を以下に纏める。

- ①監視カメラのようだが、直接人が見ているわけではないので、嫌な感じはしない
 - ②録画されているということで、背筋が伸びる（安全意識が向上する）
 - ③こういうシステムがあると心強い
 - ④シートベルトが作業着と同じ色で検知できないときに同じ警告が流れ続けるのが不快
- また、現場管理者からの意見を以下に纏める。

- ①筐体は防塵・防水仕様の方が、壊れなくてよい
- ②安全教育資料が自動的に作成されるため、現場の負担が少ないのがよい

5. 今後の開発に向けて

実証試験の結果得られた課題の解決と、実証試験中に頂いた意見を参考に、今後は以下のような開発を実施する予定である。

- ①防塵・防水筐体の作成と構成機器のブラッシュアップ
- ②新たな検知項目の追加
- ③赤外線カメラでのデータ取得と AI の学習による暗所での検知精度向上
- ④画像認識 AI 以外でのシートベルト検知をシステムに統合

6. おわりに

本稿では、建設業の重大災害の主要因である機械関連災害に焦点を当て、特に搭乗型の動力機械に起因する災害を防止するための技術として「建設機械オペレータの見守りシステムの開発」について報告した。作業中の建設機械と周囲の作業員の接触防止の取組みに加え本システムを使用することで、オペレータの

ヒューマンエラーに起因する災害や不安全行動による災害を防ぐことが可能となる。

実証試験により、本システムを用いてオペレータの行動と作業状況の把握が可能であることを確認できた。また、シートベルトカバーの使用や赤外線カメラの使用により検知精度が向上するという有益な知見を得ることができた。この結果を用いて更なる精度の向上や、新たな不安全行動の検知を行いたい。

また様々な現場で実証を継続することでデータの収集・AIの追加学習を行いながらシステムの汎用化・安定化を図り、建設現場での重大災害の防止に寄与したいと考える。

謝 辞

最後に住之江下水処理場雨水滞水池並びに住吉川耐震護岸（2工区）築造工事の発注者である大阪市建設局様と福岡市地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事の発注者である福岡市交通局様、及びご協力頂いた作業所の皆様に誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

JICMA

【筆者紹介】

西山 恭平（にしやま きょうへい）
大成建設㈱
原子力本部原子力部 企画・品質推進室
課長代理



長峰 春夫（ながみね はるお）
大成建設㈱
原子力本部原子力土木技術部
部長



若山 真則（わかやま まさのり）
大成建設㈱
土木本部機械部 メカ・ロボティクス推進室
課長





大容量可搬型蓄電池装置の取組の ご紹介

原 甲 太

充放電を繰り返すことができる二次電池（蓄電池、充電電池）に関しては、古くから自動車用に普及してきた鉛電池、携帯電話など小型機器、家庭などでの非常用予備電源、EV車から太陽光、風力発電の再生可能エネルギーの出力変動に対する出力変動緩和装置の大型まで幅広い用途で使用されているリチウムイオン電池（以下、「LiB」）、系統出力の平滑化によるピークカットなどでの高エネルギー密度のNAS電池、サイクル寿命が非常に長いレドックスフロー電池、将来的にはLiBに代わるとされていて電解液を用いないことから安全性が高いとされる全固体電池と多種多様がある。

昨年、英国で開催された国連の気候変動対策の会議COP26では、EVや燃料電池車への移行が進められた共に、ここ数年、大型地震、温暖化した気候による台風、豪雨などの自然災害により長期に亘る停電が発生していることから、非常用電源への期待も高まっている。

以上の背景から、汎用的に普及しているLiBを搭載した大容量可搬型蓄電池装置の取組について紹介する。

キーワード：蓄電池装置、可搬型、非常用電源、無騒音・無排気、IoT、EV化

1. はじめに

蓄電池の技術の進歩は目を見張る状況にある中で、建設業を始めとした仮設電源を使用する業界では、電力会社から供給される電源（以下、「商用電源」）が整備されていない場所では、可搬型発電機による電源供給が通常である。

そのような状況下、昨今、環境面、運用面から発電機に代わる電源としての可搬型蓄電池装置が期待されている。

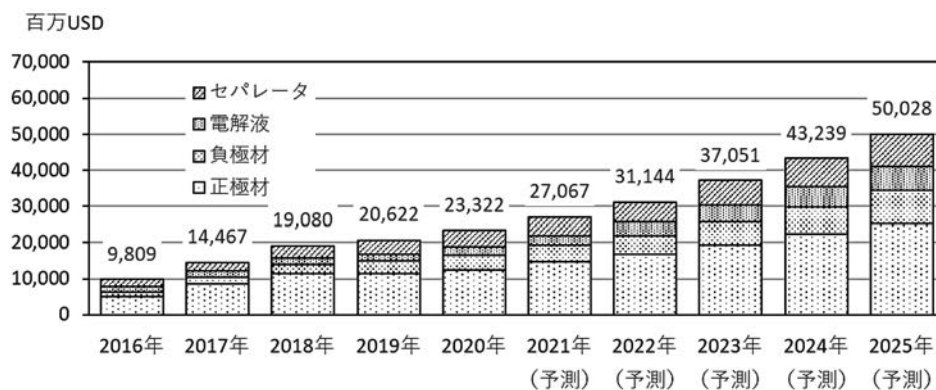
2. 可搬型蓄電池装置の現状

まず、今後のLiBの市場調査を確認してみた。

㈱矢野経済研究所様のLiB主要4部材世界市場に関する調査によると今後も成長が続き、2025年予想は2020年実績に対して2倍以上の増とされている(図-1)。

新たな蓄電池技術も進んでいるが、今しばらくはLiBの活用が継続するものと見込まれる。

次に、国内で運用されているLiB可搬型蓄電池装



出典：㈱矢野経済研究所

図-1 LiB主要4部材の世界市場の推移と予想

置の状況は、EV 車用を除いて大きいものでも蓄電池容量 7 kWh, 出力 3 kW 程度であり, 用途にもよるが, 数時間程度の運転時間となる。

急を要する市街地での夜間工事などでは、騒音など環境の観点から発電機も使用することは出来ないことから、長時間の運転時間に耐えられる電源装置が望まれる。

そこで、長時間の運転、かつ可搬型の大容量蓄電池装置を検討することとした。

国内製品では前述した通りであったが、海外製品の国内で販売されていた蓄電池装置の情報から仕様について確認したところ、目的に合った製品であることから採用し、運用を開始した。

3. 採用製品の概要と仕様

(1) 製品概要

- (a) 国内最大級の可搬型蓄電池装置
- (b) 国産 EV 車と同一の蓄電池を採用
- (c) ジョイスティック操作による自走移動が可能
- (e) 電池容量 80 kWh (一般家庭で使用する電力の 1 週間分相当)
- (f) 連続出力 12 kW (最大出力 20 kW), 出力電圧 AC100 V/200 V
- (g) EV 普通充電対応 (最大出力 6 kW)
- (h) 充放電同時が可能
- (i) スマートフォンアプリ, ウェブブラウザで蓄電池情報の確認可能

(2) 仕様

表-1

電池容量	80 kWh	40 kWh
寸法	W820 × L1,330 × H1,060 mm	
重量	860 kg	660 kg
エネルギー密度	93 Wh/kg	60 Wh/kg
蓄電池種類	LiMn204	
連続出力	12 kW(最大 20kW)	
出力電圧	単相三線式 100 V/200 V	
入力電圧	単相三線式 100 V/200 V	
入力電流	最大 32 A	
充電時間	200 V : 13 時間	200 V : 6.5 時間
	100 V : 80 時間	100 V : 40 時間
防水防塵等級	IP24	
その他	ジョイスティック操作による自走式	
	遠隔で入出力・残量・位置情報が確認可能	

(3) 姿図

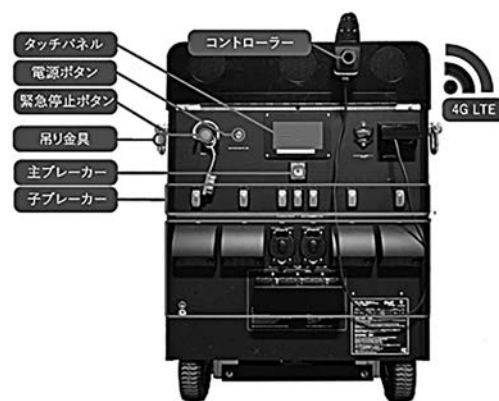


図-2 全体姿図と操作面

(4) IOT 遠隔監視ツール

入出力情報や履歴, 電池残量, GPS による位置情報など, スマートフォン, PC での確認状況。



図-3 スマートフォン, PC による遠隔監視

4. 使用用途

(1) 市街での夜間工事

夜間工事では、昼間と異なり騒音、振動が伴う発電機の使用は適さないことから、市街での近隣周辺への状況を鑑みた無騒音、無振動の電源として使用。

(2) イベント

イベント開催など使用期間が短期での電源供給は発電機によることとなるが、集客に対して無騒音などは勿論であるが、無臭のクリーンな電源として使用。

(3) リニューアル工事

病院、データセンターなどのリニューアル工事では、工事用電気機器を起因とした既設電源の遮断は大惨事に成り兼ねないことから、別電源として使用。

(4) 連続の使用

商用電源がなく軽負荷設備などの長期に亘る昼夜、休日などに無人で連続して使用する場合での安全な電源として使用。

(5) 非常用電源

災害時などの停電時に長期対応できる非常用電源として使用。

(6) EV化に伴う充電電源

今後、急速に進められるEV化に伴う電欠時の緊急対応充電電源として使用。

5. 課題と今後の対応

当該機の採用に伴うお客様の声などを整理する。

(1) 小型・軽量化

水平移動はジョイスティックにより可能だが、垂直移動となるとエレベータなどの使用、また床面での積載荷重を鑑みた場合の重量が課題である。

(2) 脱炭素化

蓄電池の使用は脱炭素化に繋がると思われがちだが、充電に伴う電力ではCO₂が排出される。

商用電源による蓄電池充電と放電では、充電電力量÷放電電力量であることからCO₂の排出量は商用電源による電源供給と変わらないこととなる。

一方、発電機による充電では、発電機容量にもよるが短時間急速充電による発電機効率からして、発電機による電源供給よりもCO₂の排出量は抑えられるが、大きな効果は期待できない。

更に、蓄電池生産過程、蓄電池の充電に伴う消費電力は、今後の脱炭素化、並びに国内の電源構成の課題となっている。

ただ、EV車とエンジン車の生産過程を含めた走行当りのCO₂排出量は、EV車はエンジン車に比べ格段に少ない報告もあることを触れておく。

については、CO₂排出量の削減からして充電電力を太陽光発電などの再生可能エネルギーによることが望ましい。

(3) 運転状況の検証

遠隔監視ツール以外に、クラウド上の蓄電池設備の詳細な運転状況を確認、外気温、システム温度、インバータ出力など蓄電池装置との相関関係を検証し、今後の改善に繋げている(図-4)。

(4) これら、望ましいとされる点をメーカーとも協議して改善したい。

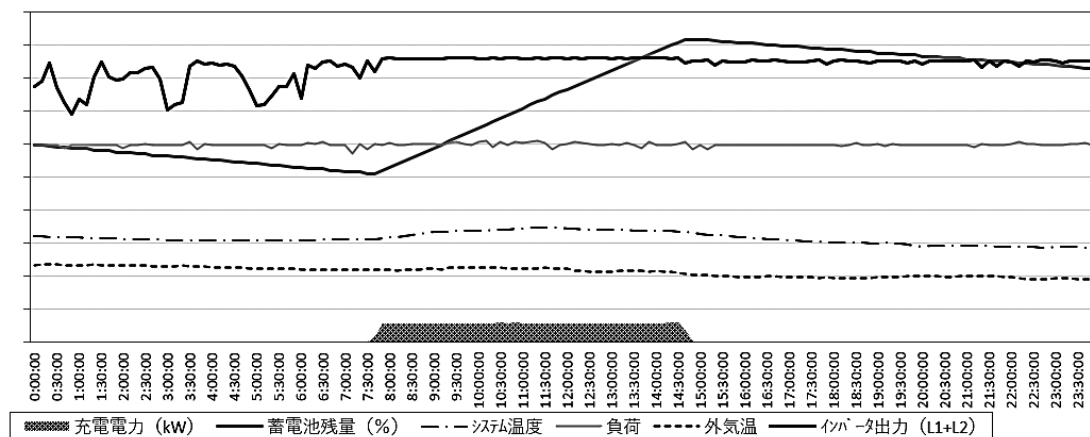


図-4 稼働状況の検証 (計測項目を抜粋)

6. おわりに

本来、投稿内容は技術的な観点からのものとされ、この度の内容は異なる点があるものと思われるが、可搬型大容量蓄電池設備の現状と課題を報告させて頂くこととした。

今後の課題を解決して新たな製品が開発され、建設業界などで展開されることを期待する。

J|C|M|A



[筆者紹介]

原 甲太 (はら こうた)
サコス株
技術部 OSM 開発室



ずいそう

城巡りと神話のうんちく

玉記 聡



ここ数年、私は日本史が好きな性格も手伝って、カメラを片手に「城巡り」にあちこち出掛けています。

歴史好きとはいっても、私の興味は中世から近現代の大きなイベントの経緯や背景、歴史上の人物やその生い立ちが主で、どちらかといえば建築物の類に大した興味はありませんでした。

新型コロナウイルスの流行以前は第2次とも第3次とも言われるお城ブームで、日本100名城や続日本100名城のスタンプラリーやSNSへの投稿など、城巡りは今もなお幅広い層に人気があり、加えて最近では「御城印（写真—1）」の収集もブームです。

御城印は、神社や寺でいただく「御朱印」を模してそう呼びますが、これは城や城址を訪れた記念証であって、元々の意味は似て非なるものです（今では、寺社の御朱印も参詣の証となっているようです）。

話は逸れますが、私は神社や寺の御朱印も集めています。訪れる前の予習で神社の祭神について知るとうんちくの勉強にもなり案外面白いです。一つご紹介します。



写真—1 御城印

国譲りの神話について古事記では、高原天を治めていた天照大神が、葦原中国（いまの日本）を統一した大国主神に、国の支配権を自分の子に譲るよう交渉するため建御雷神を使者として出雲の地に送ります。

大国主神は「息子たちに聞いてくれ」と言い、息子の事代主神は即座に要求を受入れますが、もう一人の息子の建御名方神は反対し、建御雷神に力比べを挑み（これが相撲の起源とされます）ますが敗れ逃亡しま

す。建御名方神はやがて信濃国の諏訪湖で降伏し、国譲りに同意したうえ、この地で余生を全うすることを誓い許されます。

大国主神は息子たちの意思を踏まえ国を譲ることにしますが、その見返りとして出雲の地に宮殿の提供を求め、それが出雲大社につながります。

息子たちについては、事代主神は建御雷神との交渉のとき、出雲国の地蔵崎で漁をしていたことから美保関にある美保神社の祭神として祀られ、諏訪湖で余生を全うした建御名方神は諏訪大社の祭神として祀られています。

国譲りの交渉を成功させた建御雷神は高天原へ帰ります。後年、神武天皇が東国征討で窮地に陥った際、天照大神は再び建御雷神を遣わそうとしますが、建御雷神は自らが行く代わりに、自身が持つ剣を投げ降ろすことで窮地を救いました。これに感謝した神武天皇は、即位した年（皇紀元年）に常陸国の鹿島に勅使を派遣。それが鹿島神宮の創建とされています。

ちなみに、神武天皇の妃（皇后）は事代主神の娘と伝えられています。

話を戻しましょう。御城印は城や城址のどこにでもあられるわけではありませんが、今ではマニアや観光客の誘致目的でかなり広まってきました。また、季節や歴史の節目などに期間や枚数を限定したレアな御城印が現れると、それがフリマアプリに出品されるくらい人気を集めるアイテムにもなっています。

さて、新型コロナウイルスの感染拡大防止から外出も思うようにならない中、2021年（令和3年）に節目を迎えた城がありました。熊本城と大阪城です。

いずれも昭和期に、私が所属する会社が天守閣を再建し、以降の改修工事も繰り返し手掛けました。

熊本城天守閣（大天守・小天守）は、1877年（明治10年）の西南戦争で焼失してしまいました。その後、1960年（昭和35年）に83年ぶりに鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造）で外観復元¹されましたが、2016年の熊本地震で大きく被災してしまいました。

1 外観復元天守：文献や絵図、写真を基に外観を復元したものの

2021年6月に5年に及ぶ修復を終え、リニューアル公開されました（8月、9月はまん延防止等重点措置のため中止）。

まだ、城のいたるところで地震の生々しい爪痕も残っており、すべての修復には今後15年がかかるといわれます。そんな中、いち早く耐震化され制振装置を備えた城のシンボルの復活はうれしい限りです。

一方、大阪城天守閣は熊本城より遡ること29年。1931年（昭和6年）に266年の時を経て、徳川時代の遺構となっていた天守台に、豊臣時代の天守閣を目指してSRC造で復興²されました。ちなみに、SRC造での復興天守は大阪城が最古です（ちなみに、SRC造による外観復元天守の第1号は名古屋城）。

この大阪城の復興天守は、幸運なことに1945年（昭和20年）の大阪大空襲の被害も軽微で、その後の度重なる改修を経て今日に至っており、2021年に復興90周年を迎えました。

2か所とも、往時から現存するものではありませんが、復元であれ復興であれ、現代の建築技術でよみがえった天守閣は、何より地元市民の心の拠り所、誇りとどまらず、これからも日本を代表する観光スポットであり続けてほしいと思います。

城（天守や櫓）を撮影する際に考えるのは、取りたい構図に適した天候と時間帯のチェックです。これらの建物は凹凸が多く、日が当たる向きやタイミングが変わると陰影が付いてしまい納得度が得られません（曇りや雨ではその心配は不要です）。

可能な限り天守閣の外壁に陽が当たる時間に合わせますが、熊本城の場合は本丸広場から撮ろうとすると



写真—2 熊本城（2021年10月撮影）



写真—3 大阪城（2021年4月撮影）

東側からになるので朝方がおすすめです（写真—2）。撮影時は天気も快晴だったのでなおさらでした。また大阪城では、石垣のスケール感も出したかったので、北外堀を挟んだ北西側から夕方の撮影がいい感じになります（写真—3）。

私の趣味についてあれこれ思いのままに綴りました。コロナ禍で3年目の春を迎え、一向に収束の気配も見えませんが、これからも健康に留意しながら趣味を楽しみたいと思います。

2 復興天守：過去に存在した場所に、参考または想像して建てられたもの

ずいそう

駆けあし自分史

矢野 武久



健康第一、生涯青春のつもりだけど、いつの間にか歳を重ねた老兵の自分史…中国から引き揚げ～子供の頃～現役の頃～定年～定年後～山くずし

1. 大連市立小学校入学、日本へ引き揚げ

昭和21年大連市立小学校へ入学。敗戦国の小国民は「ひもじい」を通り越し飢餓状態。「絶対に行くな」と言われても中国市場へ足が向く。決して豊かではない中国の人が哀れな日本の子供に恵んでくれる。やがて小学校閉鎖。

昭和22年2月中国から引き揚げ（今の難民と同じ様な事）母の実家へ。1年生は殆ど通学してないので校長先生「君は4月から1年生で…」（当時引き揚げの子供は1年下からやり直した）「1年生なのに…？」返事をしない私を見て母へ「このまま行きましょう」1年生をやり直していたら(株)コマツ入社は無かったし全く別の人生を歩いていたと思う。

2. 子供の頃ブルドーザーを見た

引き揚げた日本は貧乏のどん底食糧難。農家のみかんを盗んだり山の樅の蜜を吸ったり。運動靴など無い、下駄、わら草履、体操は裸足。先生「鉛筆の配給がありました」54人のクラスに5本。野球は竹バット、藪にボールを打ち込んだら見つけないと野球は永久に中止、ボールは1ヶしか無い、お店にも無い。

敗戦とは戦闘機、軍艦、戦力が無くなるだけでなく衣、食、住、生活物資、ボール何もかも無くなる事。

大人達「これからはミカンじゃ」ミカン苗を植えるため見た事もない機械が山を削る。「ブルドーザーっち言うんじゃ」「乗っちみてえのう」いつの間にか国語は苦手、数学理科好きな中学生になり昭和30年高校へ。戦後10年、日本は様々な物が無いから有るに脱皮。

3. 数学理科好きは工学部機械科へ。

階段がギシギシなる木造校舎、やきそば35円、ラーメン50円、授業は真面目に出席、将棋、麻雀、屋台

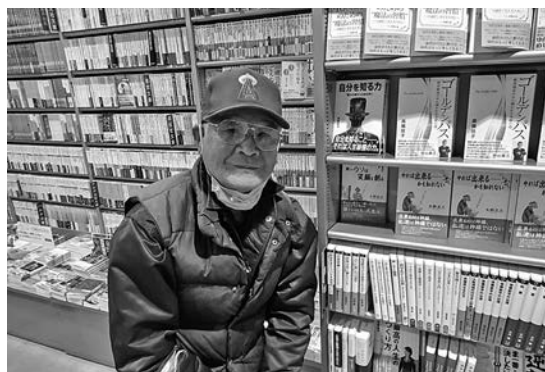
の焼酎。学費は奨学金、アルバイト、母の仕送りの三本立て。昨今のようにお金持ちの子が大学へ行くではない、同級生に裕福な子は居なかった、日本中貧乏だったから。「ん？」借金（国債）〇兆円、子供、孫、曾孫代々払い続けなければならない今の方が当時より貧しいのではないかなあ？

4. 昭和37年(株)コマツ入社

大阪工場設計に配属され残業休日出勤当たり前。「早く出社して掃除せよ」「コピーして来い」「何だこのコピーは！」「？」「コピー、教えて下さい」「大学で授業料を払っていただろ」「はい」「給料貰っている今はプロだ、自分で考えろ」と先輩。手取り足とり教えて貰っていたら今の自分は無かった。

5. 川崎工場へ転勤、そうして結婚

ブルドーザーの品質は各段に向上、ユーザーの支持を得て一安心する暇もなくコマツはタイヤ式建設機械事業に着手。開発設計要員として仲間と共に川崎工場へ転勤、スモッグに驚く。夏休み帰省「明日お見合いです」「えっ！」やがて「結婚式の日取りが決まった」残業休日出勤生活など田舎の母の想像外。住宅難の頃の事とにかく部屋を探さなければ、6帖一間に台所の木造アパートを確保。やがて身ごもる。倍率が高く当たらない住宅公団の募集に応募、幸運にも当選、長距離通勤なんのその、長男誕生。



写真—1

6. 開発余談

コマツ超大型ダンプのご先祖様は当時川崎工場が開発した32トン積HD320。様々な現地実用試験を実施、満を持して市場へ。ところが大村（現長崎）空港建設現場で油圧パイプが日本刀のようにペチャンコになる。同期入社で設計主任はその都度現地へ。実用試験で大岩もテストしたが大村では「超」大岩が排出の際ベッセルの端をドンと蹴飛ばす事が原因。クレームは品質向上のネタ、ユーザーの方々と共に様々な経験をj得て大型ダンプはシリーズ化。

7. 転勤・出向そうして定年

次男が2歳の頃、埼玉へ転勤。広場にブランコなど遊戯具のある社宅、同じ年頃の子供達も居て子育てに申し分ない環境。50歳、グループ会社へ出向、設計一筋の私はカタログ作りやユーザー対応など営業のお手伝いを経験後コマツグループ外の(株)日本濾過器へ出向して考えた事もない福祉車を開発して定年。

建設機械メーカー世界一のCAT社と日本一の三菱重工が技術提携した直後に入社「君達は未だ新卒で通用する。コマツは潰れる、早くいい会社を見つけて変われ」と言われた弱小コマツは、開発した製品がユーザーの皆さんに可愛がられ世の中のお役に立ち定年退職時は世界企業、老兵は嬉しい限り、幸せな事。

8. 定年後

車椅子のまま乗車し手だけで運転出来る福祉車開発で御世話になった東京大学教授へ定年退職の挨拶へ「福祉車開発の経緯を本にして残せ」と。国語は苦手、理科・数学好き中学生は工学部機械科出身、サラリーマンの殆どを建設機械開発設計で卒業「本ですか？ご冗談を」とにかく書いて御世話になった先生のお話、無視と言う訳にはいかない。やれば出来る…かも知れない。何と原稿用紙約140枚書けた。文章は書けないと思ひ込んで書かなかったんだ50年も。知らなかったなあ、何でもやってみるものだ。

原稿を出版社へ郵送。社長直筆で「費用はわが社で負担します、出版させて頂きたい。新聞、雑誌に広告も掲載します。但し原稿料・印税はご勘弁を」初版2千部完売と。本を出すなど考えた事もなかった、と思っていたら…

「ピンポーン」出版が切っ掛けで特集号に寄稿した地元日刊紙の記者、手に瓶を下げて「今日は何？」「論説委員をお願いに伺いました」「何だって！」「特集号

だけでなく朝日新聞「天声人語」に相当するコラム「火の見やぐら」をお願いします」「その瓶なに？」「地元の焼酎です」「有り難う」「焼酎は置いてきました。論説委員は断られましたでは会社へ帰れません」「話は判ったけど毎日は書けないよ」「毎日ではなく気が向いた時でいいんです」「判った」

論説委員の名刺を持つ事になるとは！焼酎に釣られて我ながら信じられない。亡妻「お父さん大丈夫なの？」「さあどうかな？やってみなきゃ判らない」結果オーライ大丈夫だった。

建設機械開発設計から福祉車開発、出版、論説委員、今は年に数回大分県の田舎へ帰省し実家や親戚の庭木剪定など。時の流れに身を任せドンブラコ。6月にピカピカの83歳、老兵はどこへ流れて行くやら今から楽しみ。

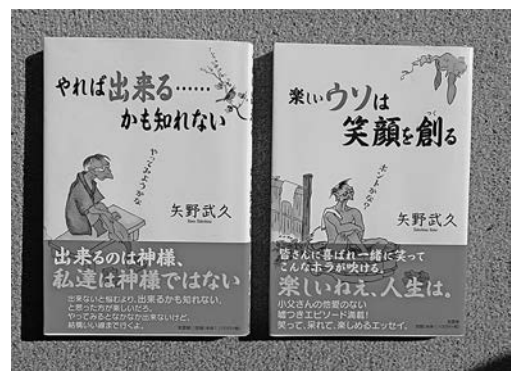
9. 山くずし

書店に平積み、全国紙に広告など我ながら信じられない事が起こった拙著（写真）の説明を最後にさせて頂きます。

「やれば出来る…かも知れない」（株文芸社刊）総務一筋から営業へ異業種間配置転換され途方にくれた田舎の甥へ、建設機械設計一筋から出向し営業をした経験を事例に出来ないと言いつつ、出来るかも…やってみると結構いい線まで行くことを記した。

「楽しいウソは…笑顔を創る」（株文芸社刊）田舎の幼馴染「定年後向こうで何をしているのか？」「シニアモデルをしている」「えっ！」「チョコレートチョコと言うだろ、略してチョコじゃないよ、本当は…」他愛ないウソつきエピソード満載のエッセイ。

表紙の河童さんは60年来の親友の作品。なお、両書は株文芸社に未だ山が少々有ります。アマゾン、楽天、書店を通して山くずしなど楽しいと思ひますが如何でしょうか？



写真一2

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-142	マスコンクリートの パイプクーリング工法 (冷却水の流量・流方向を自動化)	奥村組, アクティオ
--------	---	---------------

概要

マスコンクリートの施工においては、構造物の性能および機能を確保するために、セメントの水和熱による温度ひび割れへの効果的な対策を講じる必要がある。

パイプクーリングは、コンクリート内部に配置したパイプに冷却水を一定期間に一定量流すことによりコンクリートを冷却するもので、ひび割れ対策として広く用いられている工法である。しかし、コンクリート温度の変化に対応していないことや、配置する1系統あたりのパイプ延長が長いとコンクリートの水和熱によりパイプ内の冷却水の温度が上昇し、パイプ出口側では冷却効果が低下することから、十分な効果が発揮できない場合がある。

奥村組とアクティオは、マスコンクリートの温度ひび割れを抑制する工法の一つであるパイプクーリングについて、コンクリート温度を管理目標値に漸近するように冷却水の流量・流方向を自動で制御するシステム（以下、本システム）を開発した。本システムの概要を図-1、2に示す。

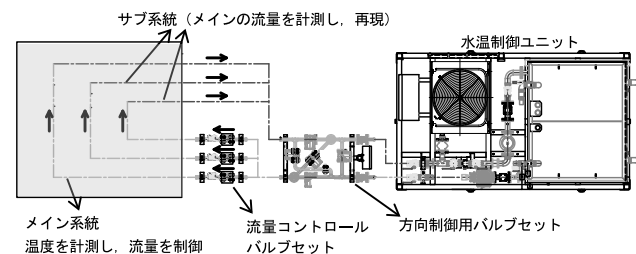


図-1 クーリング制御システム概要

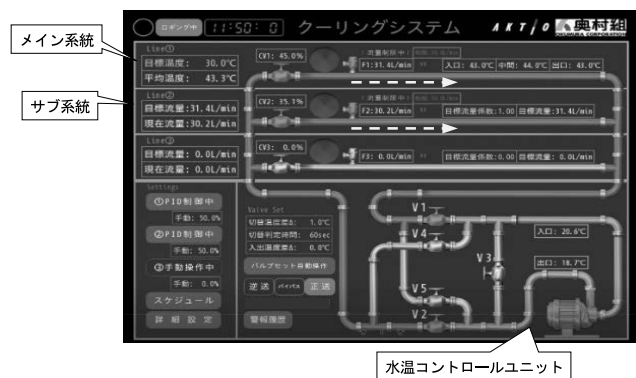


図-2 操作システム画面

特徴

① PID 制御による冷却水の流量の自動制御

あらかじめ、FEM 温度応力解析により算出したコンクリートの温度履歴を基に、管理目標値を設定する。パイプクーリング実施中は、パイプ近傍においてコンクリート温度をリアルタイムでモニタリングしながら、管理目標値に漸近するように PID 制御で冷却水の流量を自動調整し、コンクリート温度を管理する（写真-1）。パイプクーリングを複数の系統で行う場合は、モニタリングを行うメイン系統の流量をサブ系統に再現するように制御する。

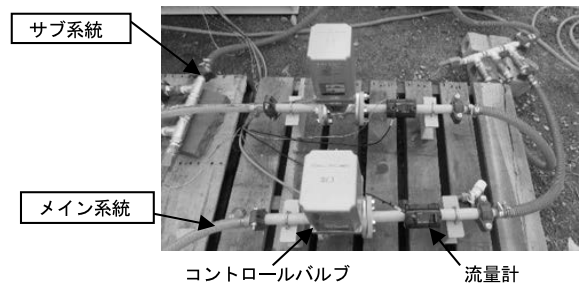


写真-1 流量コントロールバルブセット

② 流方向変更機構

冷却水によるコンクリートの冷却を効果的・効率的に行うため、クーリングパイプの入口側と出口側のコンクリート温度差が所定値以上になると、冷却水の流方向を自動で変更（正送もしくは逆送に切り替え）してコンクリート温度を管理する（写真-2）。



写真-2 方向制御用バルブセット

用途

・マスコンクリートの温度ひび割れ対策

実績

・道路橋橋脚築造工事（千葉県習志野市）

問合せ先

（株）奥村組 技術研究所

〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387

TEL：029-865-1751

04-434	トンネル覆工打設作業の省力化と品質向上を実現する「スマートセントル®」	飛鳥建設 北斗工業 大栄工機
--------	-------------------------------------	----------------------

▶ 概 要

山岳トンネルの覆工コンクリートでは、供用中に剥離・剥落が発生すると第三者災害を引き起こす原因となる。そのため、施工中は打設時の締固めや充填、打設後の養生を行うことで、剥離・剥落の原因となる空隙やひび割れを排除し、品質を確保することが重要となる。

しかしながら、昨今の建設作業員の高齢化により熟練の覆工作業員が減っていること、また、セントル内は狭隘で作業性が悪いことなどから、覆工コンクリートの品質を確実に確保することが課題となっている。

そこで、覆工コンクリートの施工において、締固めや充填、打設後から脱型までの養生作業を ICT によりサポートし、覆工作業員の熟練度によらず、初期不良のない安定した品質の覆工コンクリート構築が可能な「スマートセントル®」を開発、実用化した（図-1）。

▶ 特 徴

以下にスマートセントルを構成する5つの技術について解説する。

①スパイダー打設システムⅡ（改良技術）

スムーズな配管切替と左右同時水平打設が可能な自動配管切替装置であり、配管切替作業の自動化により省力化を実現する。また、左右同時水平打設によりコールドジョイントの発生を防止できる。従来型は、配管切替部を手動リモコン操作で動かしていたが、改良型はリニアエンコーダを利用して、ボタン1つで切替可能となった。

②型枠バイブレータ集中制御システムⅡ（改良技術）

複数の型枠バイブレータの稼働を中央制御盤で一元管理でき

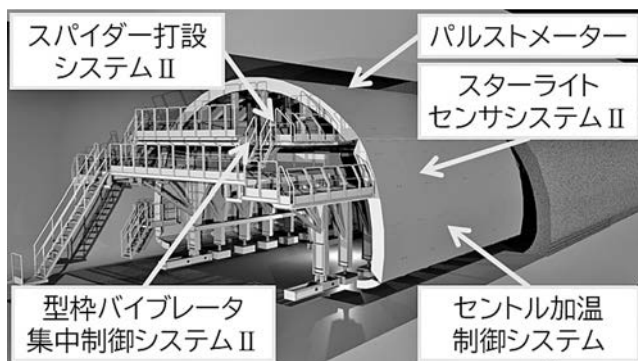


図-1 スマートセントル概要

る。改良型は、③から出力される打設高さ情報により締固め動作をタイマー制御で自動化できる。

③スターライトセンサシステムⅡ（改良技術）

セントル型枠表面の照度センサと LED 照明を使い、打設空間内の照度の変化によってコンクリートの打設高さを視覚化できる。打設高さをリアルタイムに視覚化し、コンクリートの打ち重ね時間を管理することで、コールドジョイントの発生を防止できる。また、LED 照明によって打設空間内の視認性が良くなり、作業員の作業効率が向上する（図-2）。従来型は熱による LED 照明の故障が発生することが課題であったが、改良型は冷却機構を追加して耐久性を向上させた。



図-2 LED 照明によって明るく照らされた打設空間

④セントル加温制御システム（新規技術）

電熱線と温度計を用いた加温制御機能により、コンクリート温度をブロック毎に制御して脱型まで養生できる。打設開始から、温度が低下して剥離が発生しやすい側壁部の下側を 20℃ 以上に加温することで、セントル型枠による養生温度を均一化して脱型時のコンクリートの剥離を防止できる。

⑤パルストレータ（新規技術）

超音波方式によりコンクリートの硬化状態の変化から直接的に圧縮強度を推定できる。脱型に必要な圧縮強度の到達をリアルタイムに確認できるので、脱型時の強度不足によるひび割れの発生を防止できる。

▶ 用 途

・覆工コンクリートの打設作業の省力化と品質向上

▶ 実 績

・「北海道新幹線、ニセコトンネル他」工事

▶ 問 合 せ 先

飛鳥建設(株) 土木事業本部

〒108-0075 東京都港区港南 1-8-15 Wビル 4F

TEL：03-6455-8325（代表）

新工法紹介

04-435	覆工コンクリートの 帯状接触検知センサ 「セッテンミエルカ」	戸田建設 ムネカタインダ ストリアルマシ ナリー
--------	--------------------------------------	-----------------------------------

概要

山岳トンネルにおける覆工コンクリートの打設では、セントル（覆工コンクリート打設用の移動式鋼製型枠）を若材齢^{※1}の既打設覆工コンクリート^{※2}端部にラップさせてセットする。このため、セントルセット、打設、脱型に至る過程において、目測の誤り、ジャッキ操作ミス、セントルの移動等を原因として、ラップ部のコンクリートに、過度な押し付けによるひび割れや角欠けを生じることがある（図-1 (a) 参照）。

これを防止するため、従来はセントルの4箇所程度に接触を検知するセンサを設置して監視しているが、センサ未設置箇所が生じた接触を検知できない等の問題があった。

そこで、検知できない箇所の無い帯状の接触検知センサ「セッテンミエルカ」を開発した。本センサは、全周にわたってセントルと既打設覆工コンクリートとの接触を監視することが可能である。これにより、セントルの接触を見逃すことがなく、過度な押し付けによるひび割れや角欠けを防止できる（図-1 (b)、写真-1 参照）。

※1：コンクリートがまだ十分硬化していない期間

※2：既に打設した覆工コンクリート（前のスパン）

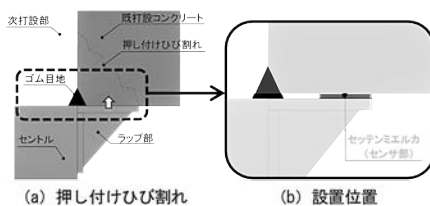


図-1 押し付けひび割れとセッテンミエルカ設置位置



写真-1 セッテンミエルカ設置状況

特徴

①センサ部全長に検知機能を区分けして配置

- ・センサ部は、全長約 20 m^{※3}、厚さ約 4.5 mm、幅約 50 mm、ゴム製の帯状でセントル全周の曲線形状に追従して設置可能。
- ・導電式の接触検知部（長さ約 1.0 m^{※3}）をセンサ部全長に配置し、20 箇所^{※3}に区分け（図-2 参照）。

※3：センサ部の全長、接触検知部の長さおよび箇所数（20 箇所以内）は任意に変更することも可能。

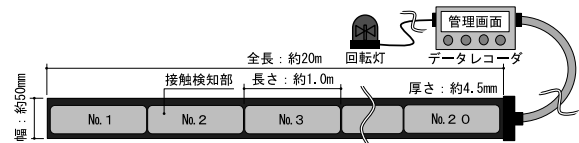


図-2 センサ部概略平面図

②接触箇所の見える化

- ・接触を検知した際は、写真-2 のデータレコーダの管理画面上に表示している各検知部の状態を表す色が緑から赤に変化し、さらに図-2 の回転灯とアラームによって周知する。これにより接触箇所の見逃しがなく、適切にセントル位置を調整することで、過剰な押し付けを防止できる。
- ・接触した検知部と接触時刻をデータレコーダに記録する。記録は USB メモリに出力しパソコン上で確認することで、次の打設に活用できる。

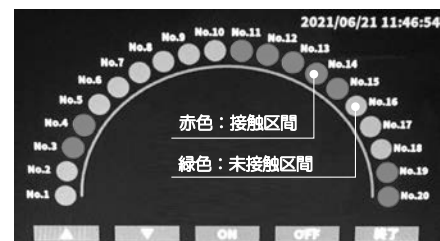


写真-2 データレコーダの管理画面

▶ 今後の展開

現在、自社の山岳トンネル工事へ適用し耐久性を確認している。耐久性を確保できた後に新技術情報提供システム (NETIS) へ登録し、社外への提供を開始する計画である。

▶ 用途

・山岳トンネル工事

▶ 実績

・福島県発注 博士トンネル工事（昭和村側工区）

▶ 問合せ先

戸田建設(株) 名古屋支店 土木技術営業課 二宮

〒461-0001 愛知県名古屋市東区泉 1-22-22

TEL：052-951-8594

04-436	シミズ・基礎躯体 クールカット工法	清水建設
--------	----------------------	------

▶ 概 要

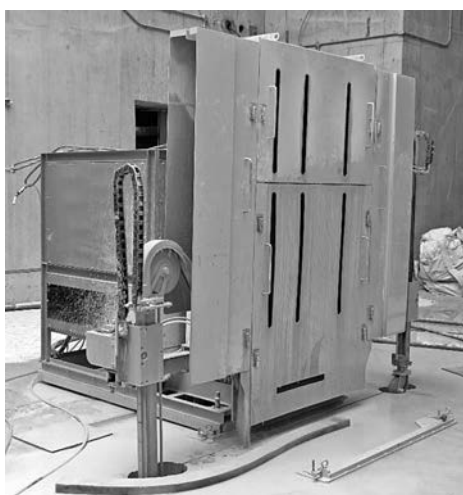
建物の基礎梁やマットスラブなどの基礎躯体解体は、ジャイアントブレイカや大型破砕機を使用するケースが多く、大きな騒音や振動を伴う作業として、環境負荷の低減が喫緊の課題となっている。この課題への対応として、コア削孔の多用や現地でワイヤーソーを組み立て、切断してブロック解体する方法も行われているが作業効率が低く、費用も嵩む課題があった。

このような課題に対応するため、環境性能と施工性、及び作業安全性を兼ね備えた基礎躯体切断解体工法として、「シミズ・基礎躯体クールカット工法」を開発した。

本工法の核となる切断装置「基礎躯体クールカット」(写真一)は、部材を縦方向に切断する押し切りと、部材下面を水平切断する引き切りの両機能を持つワイヤーソー切断機構を備える。

その両側には垂直方向に伸縮するガイドフレームを装備し、ガイドフレーム下端に取り付けたガイドブリーの上下位置を調整して、ワイヤーソーの作動位置を調整する。その他、駆動・制御ユニットを一体化した構造で有り、外観寸法は、L×W×H=約2.1m×約2.3m×約2.4m、また重量は1.6tである。

適用においては、例えばマットスラブから部材を切り出す場合、切り出し外周線四隅のコア削孔を行った後、基礎躯体クールカットを用いて、外周線3辺について各辺とも2回垂直切断を行い、垂直切断線間の板状部材を取り出すことにより、ワイヤーソーを落とし込み、配置するためのミゾを構築する。



写真一 基礎躯体クールカット

次に図一のように、基礎躯体クールカットを溝の無い面側に配置して、構築した溝の中にワイヤーソーを落とし込み、水平引き切りを開始して、マットスラブ下面側を切断し、水平切断後、垂直方向に切り上げて、部材全体の切断が終了する。

この場合、一度に切り出せる最大部材寸法は、縦4m・横2.4m・高さ1mである。

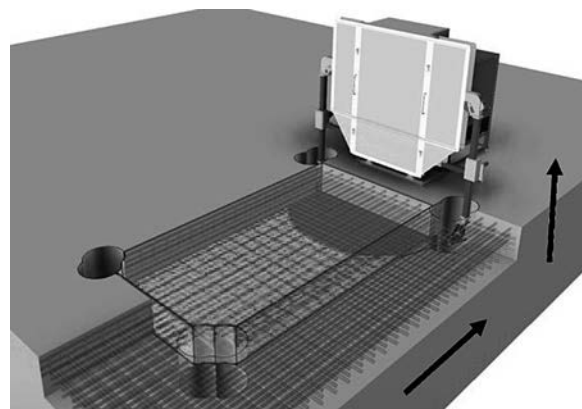
▶ 特 徴

①本工法による環境性能として、粉じんの発生量はジャイアントブレイカによる破砕解体に比べ、約90%減少し、騒音は約40%減少し周辺の交通騒音と同等以下、また振動は無感知レベルに抑制される。

②作業時間も、コア削孔など多用する従来の切断解体工法に比べ、約40%以上縮減出来る。

③基礎躯体クールカットの垂直切り機能と水平切り機能は自在に切り替え可能であり、切断中のワイヤーソー駆動調整も遠隔操作により、安全に早く行うことが出来る。

④切断機構により駆動されるワイヤーソーは、ガイドフレーム内を通過するなど、作業中も外部に見えない構造としており、作業安全性確保やノロ飛散による作業場所の汚れ削減を行うことが可能である。



図一 マットスラブ切り出し概要図

▶ 用 途

- ・建築土木を問わない、各種解体工事
- ・リニューアル工事

▶ 実 績

- ・東京都内 2作業所

▶ 問 合 せ 先

清水建設(株) 生産技術本部ロボット・ICT開発センター
〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1
TEL: 03-3561-1111 (代表)

新工法紹介

11-122	多人数同時参加型 VR を活用した 高度な遠隔現場管理	鹿島建設 リコー
--------	--------------------------------	-------------

▶ 概要

建設工事では、複数の関係者が同じ場所に集い、現物を確認の上、コミュニケーションを取りながら意思決定を行う場面が数多く発生する。一方、近年は、IoTの進展とともに、生産性の向上や新型コロナウイルスの感染対策などを目的に、建設現場においても遠隔臨場やリモートワーク等の新しい働き方が求められている。そうした中、様々な資料を用いて関係者全員が建設プロセスやイメージを共有することは一層難しくなり、合意形成に時間を要する場合があった。

そこで、鹿島とリコーは、国土交通省北陸地方整備局発注の大河津分水路新第二床固改築Ⅰ期工事（新潟県長岡市）において、リコーが開発した「リコーバーチャルワークプレイス（以下、VWP）」を導入し、新たな現場遠隔管理手法を構築した。

VWPは、ネットワークにつながったパソコンとVRゴーグル、専用アプリケーションを使い、遠隔から多人数が同時に同じVR空間に入り、各人が自由な視点でコミュニケーションできるシステムである（図-1）。BIM/CIMモデルや点群データに加え、現場カメラのライブ配信映像もVR空間内で共有することで、仮想空間と現実空間が融合され、遠隔地からでも、あたかも建設現場にいるような感覚で、同じ情報を共有しながらコミュニケーションや意思決定を行うことができる（図-2）。

▶ 特徴

①多人数同時参加による質の高いVR体験

VR空間内に、BIM/CIMモデル、360°写真、3Dスキャナで計測した点群データ等を反映し、高精細なグラフィック、優れた目線の追従性、直感的な操作等により長時間利用しても酔わない、質の高いVR体験ができる。遠隔地から複数人が同時に

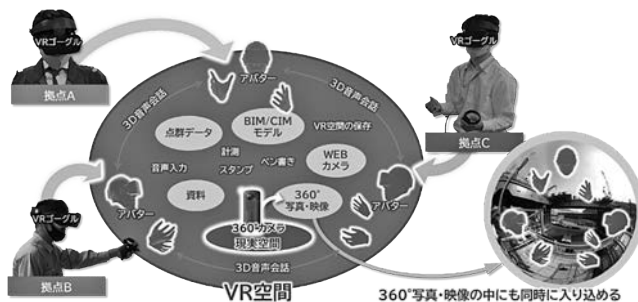


図-1 システムの概要

VR空間に参加し、各自が自由な目線で現地に立っているような臨場感のある現場確認ができる。

②豊富なコミュニケーションツール

VR空間では、発話者の位置が分かる3D音声会話、音声入力による付箋メモ、資料・WEB閲覧、ペン書き、レーザーポインタ、計測等、豊富なツールでコミュニケーションができ、円滑かつ迅速な合意形成が促進される。

③仮想と現実の融合

現場Webカメラのライブ配信映像をVR空間で共有することに加え、360°カメラのライブ映像内にも遠隔から複数人で同時に入り込んでコミュニケーションすることができる。仮想空間の情報に加え、リアルタイムの現実空間の情報を共有できるため、遠隔立会や出来高確認等が可能となる。

④VR空間の全てを保存・復元

VR空間内の画像、動画、計測記録、BIM/CIMモデル、点群データ等を全て丸ごと保存、復元できる。時空間情報をそのままデータとして保存・管理することで、検査状況をいつでも再現可能となり、後々のあらゆるニーズに対応できる。

▶ 用途

- ・建設現場における合意形成
- ・建設現場の遠隔臨場、立会、パトロール、現場見学等

▶ 実績

- ・大河津分水路新第二床固改築Ⅰ期工事

▶ 問合せ先

鹿島建設(株) 土木管理本部 生産性推進部

〒107-8477 東京都港区元赤坂1-3-8

TEL: 080-8821-7033

(株)リコー TRIBUS推進室

〒224-0035 神奈川県横浜市都筑区新栄町16-1

TEL: 050-3817-4410

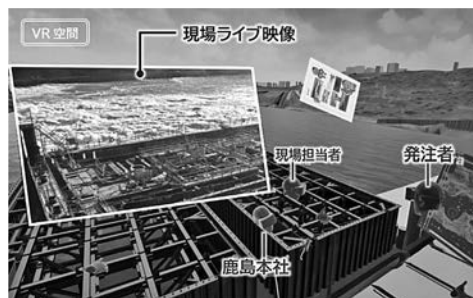


図-2 VR空間内で「BIM/CIMモデル」と「現場ライブ映像」を同時に見ながら施工状況・進捗を確認

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

21-〈02〉-15	ヤンマー建機 ミニショベル ViO17-1	'21.09 発売 新機種
------------	---------------------------------	------------------

燃費低減やヒートバランス、整備性の向上を図った1.7tクラス後方超小旋回ミニショベルである。

エンジンの最大回転数を抑える「エコモード」により、従来機と比べて作業時間当たりの燃料消費量を約23%削減している。また、ロックレバーを上げるとエンジン回転数がローアイドル状態に変化する「カットオフデセル機能」と組み合わせることで、より経済的に作業が可能である。

オイルクーラーの搭載により作動油温度を低下させている。ブーム背面に分割シリンダーホース構造を採用することで、万が一破損した場合にもホースの交換を容易にしている。

その他、LED作業灯やアキュムレーターも装備している。

表-1 ViO17-1の主な仕様

機械質量	(t)	1.66
エンジン出力	(kW/min ⁻¹)	10.1/2,200
標準バケット容量	(m ³)	0.04
標準バケット幅 (サイドカッタ含む)	(m)	0.45
輸送時寸法		
全長	(m)	3.46
全幅 (縮小時)	(m)	1.28 (0.95)
全高	(m)	2.37
後端旋回半径	(m)	0.64
クローラ幅	(m)	0.23
価格	(百万円)	3.5



写真-1 ヤンマー建機 ViO17-1 ミニショベル

21-〈02〉-17	日立建機 油圧ショベル ZX120-7, ZX135US-7	'22.4 発売 新機種
------------	--	-----------------

ZX120-7とZX135US-7はオフロード法2014年基準に適合した新型の油圧ショベルである。

油圧システムは、新規のカット弁を採用した「HIOS-V (ハイオスファイブ)」である。「HIOS-V」を搭載することで、ハーフレバー操作時にタンクに戻っていた余分な圧油を大幅に低減し、ポンプはアクチュエータに必要な圧油のみを出すことができる。これにより複合操作や重作業時の操作性を維持しつつ、油圧の効率化向上と、燃費低減を実現している。PWRモードで比較して従来機に対して6%の燃費を低減する^{*1}。

エンジンは、自動車やハイブリッド油圧ショベルZH120-6で実績のある尿素水不要のエンジンである。尿素水不要のエンジンを採用し、尿素水の管理や補充の手間を省き、お客さまのライフサイクルコスト低減に寄与することができる。

運転席 (キャブ) は、居住空間を拡大した新設計の運転席 (キャブ) である。ロックレバーやマルチモーター、各種スイッチなどのレイアウトを改善することで、オペレータの居住性と操作性を向上している。また、キャブ内のモニターで機体周辺の俯瞰映像を確認できる周囲環境視認装置「AERIAL ANGLE[®]」を標準搭載し、安全性を向上している。

OTA (Over The Air/無線経由) を活用した「ConSite[®] Air (コンサイト エア)」により、遠隔で油圧ショベルのエラーコード表示やセンサーデータなどの機械状態を確認することができ、その情報から一次判定を行い、その判定結果に基づき、機械の復旧の効率化やオペレータへの支援につなげることが可能である。また、遠隔からコントローラと通信端末のソフトウェアを更新することで、更新作業の効率を大幅に向上する。これまでサービス員が現場に向いて、1台ずつ対応していた機械の状態診断とソフトウェアの更新作業が従来と比較し短時間で実施することが可能である。

以上のようにZX120-7とZX135US-7は、お客さまの課題である「安全性向上」「生産性向上」「ライフサイクルコスト低減」に貢献する新型の油圧ショベルである。

*1 燃費データは自社内実測比較結果による。作業条件により変わる。

新機種紹介

表—2 ZX120-7/ZX135US-7 の主な仕様

項目	ZX120-7	ZX135US-7
標準バケット容量 (m ³)	0.52	0.52
運転質量 (t)	12.9	14.1
エンジン定格出力 (kW/min ⁻¹)	73	73
最大掘削半径 (mm)	8,300	8,380
最大掘削深さ (mm)	5,540	5,490
最大掘削高さ* (mm)	8,600	9,290
最大ダンプ高さ* (mm)	6,190	6,830
最大掘削力 (kN)	104	104
旋回速度 (min ⁻¹)	13.3	13.3
走行速度 (km/h)	5.5/3.3	5.5/3.3
全長 (輸送時) (mm)	7,700	7,370
全幅 (輸送時) (mm)	2,490	2,490
全高 (輸送時) (mm)	2,870	2,930
後端旋回半径 (mm)	2,190	1,490
最低地上高さ* (mm)	410	410
標準小売価格 (万円)	1,520	1,720

*印はシューラゲ高さを含まず。



写真—2 日立建機 ZX135US-7 油圧ショベル

問合せ先：日立建機(株)ブランド・コミュニケーション本部
 広報・IR部 広報グループ
 〒110-0015 東京都台東区東上野2丁目16番1号

21-(02)-19	日立建機 油圧ショベル ZX200-7, ZX330-7	22.4 発売 新機種
------------	------------------------------------	----------------

ZX200-7 と ZX330-7 はオフロード法 2014 年基準に適合した新型の油圧ショベルである。

油圧システムは、従来機 ZAXIS-6 シリーズより改良を加えた最新の油圧システム「TRIAS III (トライアス スリー)」である。「TRIAS

III」を搭載することで、作業負荷の状況とレバー操作量に応じて 3 つのポンプそれぞれの流量を最適に制御し、フロントの動作を左右する油圧バルブのスプール特性のさらなるチューニングにより、繊細かつ機敏に動かすことができる。また、微操作時や軽負荷の油圧ロスを低減することで、作業量は従来機と同等のまま、大幅な燃費低減を実現している。PWR モードで比較して従来機に対して 10%^{※1} の燃費を低減する。

運転席 (キャブ) は、居住空間を拡大した新設計のキャブである。ロックレバーやマルチモニタ、各種スイッチなどのレイアウトを改善することで、オペレータの居住性と操作性を向上している。また、キャブ内のモニターで機体周辺の俯瞰映像を確認できる周囲環境視認装置「AERIAL ANGLE[®]」を標準搭載し、安全性を向上している。

積込作業をしながらダンプトラックに積み込んだ荷重を把握できる荷重判定装置「ペイロードチェッカー」や、2D または 3D マシンガイダンス機能をオプション搭載することで、さらなる生産性の向上に貢献する。

以上のように ZX200-7 と ZX330-7 は、お客さまの課題である「安全性向上」「生産性向上」「ライフサイクルコスト低減」に貢献する新型の油圧ショベルである。

※1 燃費データは自社内実測比較結果による。作業条件により変わる。

表—3 ZX200-7/ZX330-7 の主な仕様

項目	ZX200-7	ZX330-7
標準バケット容量 (m ³)	0.8	1.4
運転質量 (t)	20.5	32.8
エンジン定格出力 (kW/min ⁻¹)	122	202
最大掘削半径 (mm)	9,920	11,100
最大掘削深さ (mm)	6,670	7,380
最大掘削高さ* (mm)	10,040	10,350
最大ダンプ高さ* (mm)	7,180	7,240
最大掘削力** (kN)	158	246
旋回速度 (min ⁻¹)	11.4	9.7
走行速度 (km/h)	5.5/3.5	5.0/3.2
全長 (輸送時) (mm)	9,670	11,220
全幅 (輸送時) (mm)	2,840	3,190
全高 (輸送時) (mm)	3,030	3,310
後端旋回半径 (mm)	2,910	3,600
最低地上高さ* (mm)	450	500
標準小売価格 (万円)	2,354	3,989

*印はシューラゲ高さを含まず。

**印は昇圧時。

新機種紹介



写真-3 日立建機 ZX200-7 油圧ショベル

問合せ先：日立建機(株) ブランド・コミュニケーション本部
 広報・IR部 広報グループ
 〒110-0015 東京都台東区東上野2丁目16番1号

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

21-〈05〉-09	コベルコ建機 テレスコピッククローラクレーン CK230SR-5	'21.11 発売 新機種
------------	--	------------------

最大つり上げ能力10tのテレスコピッククローラクレーンである。油圧ショベルをベースとした本体に伸縮式ブームを搭載することで、後方超小旋回性とつり上げ能力を両立させ、再開発現場や高架下など、作業スペースに制限のある工事現場において効率的に作業を行うことができる。

ブーム長さは最短5.1m～最長21.2mの箱型6段式とし、重量物のつり上げから高揚程の作業まで多用途に使用できる。ブーム上面に巻上ウインチ（ワイヤ径φ10mm×120m）を搭載しており、基礎作業向けに雑用ウインチと油圧源をオプション設定している。

旋回系統を他の油圧系統から独立させることで、複合操作時に起こる油圧干渉を回避し、滑らかな旋回操作性を実現している。

安全装備として機械の周囲約270°を俯瞰的に見ることができる『イーグルアイビュー』をオプション設定しており、画像は運転席内のモニタに表示される。またブームや起伏シリンダで死角になる右前を映す右前監視カメラと、ブーム上面に配置された巻上ウインチのワイヤ巻取り状態を確認するドラム監視カメラもオプション設定している。

オフロード法2014年基準に適合しており、排ガス後処理装置「DPF」と「尿素SCR」によりPM（粒子状物質）、NOx（窒素化合物）の排出量を削減し、また、超低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。

表-4 CK230SR-5の主な仕様

最大定格総荷重×作業半径	(t × m)	10.0 × 3.0 (8本掛)
ブーム長さ	(m)	5.1 ~ 21.2
ロープ速度	主巻 標準/高速	(m/min) 87/129 (1層目)
	雑用	(m/min) 87 (1層目)
旋回速度	(min ⁻¹)	2.4
走行速度	(km/h)	2.2
作業時質量 (標準仕様+10tフック)	(t)	23.0
エンジン	名称	日野 J05E-UM
	定格出力	(kW/min) ディーゼルエンジン 119/2,000
価格 (税抜き)	(百万円)	42



写真-4 コベルコ建機 CK230SR-5 テレスコピッククローラクレーン

問合せ先：コベルコ建機(株) マーケティング事業本部
 クレーン営業本部 クレーン商品企画部
 〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号
 (大崎ブライトコア5F)

令和4年度 公共事業関係予算

まえがき

令和4年度国土交通省公共事業関係予算については、災害に屈しない強靱な国土づくりのための防災・減災、国土強靱化の推進、インフラ老朽化対策等による持続可能なインフラメンテナンスの実現、ストック効果を重視した社会資本整備の推進、地域経済を支える観光の存続と本格的な復興の実現など我が国が直面する喫緊の課題のほか、2050年カーボンニュートラル等グリーン社会の実現に向けた施策の展開、国土交通分野のデジタルトランスフォーメーション（DX）や技術開発、働き方改革等の推進、コンパクト・プラス・ネットワーク、スマートシティ・次世代モビリティの推進等による持続可能な地域活性化や分散型の国づくりなどの新たな時代の課題に取り組むため、「国民の安全・安心の確保」、「社会経済活動の確実な回復と経済好循環の加速・拡大」、「豊かで活力ある地方創りと分散型の国づくり」を3本柱として計上している。以下に概要を紹介する。

1. 令和4年度予算の基本方針

（基本的な考え方）

我が国は、新型コロナウイルス感染症との厳しい戦いの最中にあり、依然として続く感染拡大による交通・観光需要の減少等に伴い、関係事業者は未曾有の危機に直面している。また、気候変動の影響により豪雨や大雪等の自然災害も年々激甚化・頻発化している。一方で、世界や我が国の急速かつ大きな変化を受けた、2050年カーボンニュートラルの実現に向けたグリーン投資の加速、デジタル技術の積極的な活用、新たなライフスタイルを見据えた分散型の国づくり等の新たな時代の課題にも適切に対応しなければならない。

こうした現下の状況の中、国民の命と暮らしを守り抜き、未曾有の危機を克服するとともに、デジタル田園都市国家構想の実現等によりポストコロナの新しい資本主義を起動させることが急務であり、令和4年度予算では次の3点を柱に、令和3年度補正予算と合わせて切れ目なく取組を進め、施策効果の早期発現を図る。

1.1 国民の安全・安心の確保

東日本大震災や大規模自然災害からの復旧・復興を図るとともに、「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」を計画的に進める。具体的には、軽石の除去対策、「流域治水」の本格的展開、総合的な土砂災害対策の加速化・強化、地震、豪雨、豪雪等災害時における人流・物流の確保のための交通ネットワーク整備、盛土による災害防止、線状降水帯等の観測・予測体制の強化、インフラ老朽化対策等による持続可能なインフラメンテナンスの実現等に取り

組み、防災・減災が主流となる安全・安心な社会を構築する。加えて、通学路等の交通安全対策や戦略的海上保安体制の構築等を図る。

1.2 社会経済活動の確実な回復と経済好循環の加速・拡大

危機に瀕する交通・観光の確保・維持に万全を期しつつ、ポストコロナを見据え、公共交通の活性化、地域経済を支える観光の本格的な復興の実現等に取り組むとともに、産業の競争力強化等に資する社会資本の重点整備、住宅・建築物の省エネ対策や木材利用の促進、自動車の電動化等の促進等のグリーン化施策、国土交通分野のデジタルトランスフォーメーション、インフラシステム海外展開などを積極的に進める。

1.3 豊かで活力ある地方創りと分散型の国づくり

共生社会実現に向けたバリアフリー社会の形成、二拠点居住やワーケーションなど住生活環境の充実、条件不利地域の振興、スマートシティ・次世代モビリティやコンパクトでゆとりとにぎわいのあるまちづくり、孤独・孤立対策の推進等を進める。

（公共事業の適確な推進）

社会資本整備は未来への投資であり、将来にわたり「真の豊かさ」を実感できる社会の構築に向けて、「総力」を挙げたストック効果の最大化や「インフラ経営」の視点に立った既存施設の計画的な維持管理・更新・利活用を図る。

波及効果の大きなプロジェクト等の戦略的かつ計画的な展開が不可欠であり、中長期的な見通しの下、必要かつ十分な公共事業予算の安定的・持続的な確保を図る。

公共事業の効率性かつ円滑な実施、順調な執行のため、新・担い手3法も踏まえ、施工時期等の平準化や適正価格・工期での契約、国庫債務負担行為の積極的な活用等、地域企業の活用に配慮した適正規模での発注等を推進する。また、新技術の導入やi-Constructionの推進、建設キャリアアップシステムの普及、技能者の賃金引上げ、週休2日の実現、外国人技能労働者の受入・育成等、生産性向上や働き方改革等に取り組む。加えて、災害等に備え、防災体制等の拡充・強化を図る。

2. 令和4年度国土交通省関係予算（国費）

事業毎の予算を表1に示す。

統 計

表一 令和4年度国土交通省関係予算国費総括表

(単位：百万円)

事 項	国 費			備 考
	令和4年度 (A)	対前年度倍率 (A/B)	前年度 (B)	
治 山 治 水	880,636	1.03	857,836	1. 本表は、内閣府計上の沖縄振興予算のうち、国土交通省関係分を含み、国土交通省計上の北海道開発予算、離島振興予算、奄美群島振興開発予算等のうち、他省庁関係分を含まない国土交通省関係予算の総括表である。 2. 本表から内閣府計上の国土交通省関係分を除き、国土交通省計上の他省庁関係分等を加えた国土交通省所管の予算額は、6兆307億円である。 3. 推進費等の内訳は、 防災・減災対策等強化事業推進費 19,971百万円 官民連携基盤整備推進調査費 331百万円 北海道特定特別総合開発事業推進費 4,325百万円 社会資本整備円滑化地籍整備事業費 550百万円 である。 4. 行政経費には、一般会計から自動車安全特別会計への繰戻し5,400百万円を含む。 5. 前年度予算額は、公共事業関係費から行政経費へデジタル庁一括計上分12,854百万円を組替えている。なお、組替え前の公共事業関係計は、5,258,698百万円である。 6. 本表のほか、デジタル庁一括計上分として26,237百万円があり、これを含めた場合、その他施設43,040百万円(対前年度倍率1.06倍)、行政経費585,960百万円(同0.96倍)、合計5,877,045百万円(同1.00倍)である。 7. 本表のほか、委託者の負担に基づいて行う附帯・受託工事費97,911百万円がある。 8. 本表のほか、東日本大震災復興特別会計(復旧・復興)37,948百万円がある。 9. 公共工事等の実施の時期の平準化等を図るため、2か年以上の国債(国庫債務負担行為)668,210百万円及びゼロ国債306,359百万円を設定している。 10. 防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策に基づく事業等について計画的かつ円滑な事業執行を図るため、事業加速円滑化国債116,605百万円を設定している。 11. 計数は、整理の結果異動することがある。
治 水	848,413	1.02	830,843	
海 岸	32,223	1.19	26,993	
道 路 整 備	1,665,986	1.00	1,657,698	
港 湾 空 港 鉄 道 等	398,783	1.01	396,505	
港 湾	243,903	1.01	240,802	
空 港	32,826	0.88	37,279	
都 市 ・ 幹 線 鉄 道	23,822	1.00	23,822	
新 幹 線	80,372	1.00	80,372	
船舶交通安全基盤	17,860	1.26	14,230	
住 宅 都 市 環 境 整 備	729,932	1.06	686,456	
住 宅 対 策	157,963	1.00	157,963	
都 市 環 境 整 備	571,969	1.08	528,493	
市 街 地 整 備	102,141	1.00	102,141	
道 路 環 境 整 備	444,954	1.11	401,478	
都 市 水 環 境 整 備	24,874	1.00	24,874	
公 園 水 道 廃 棄 物 処 理 等	93,330	1.29	72,630	
下 水 道	61,359	1.41	43,659	
国 営 公 園 等	31,971	1.10	28,971	
社 会 資 本 総 合 整 備	1,397,301	0.94	1,485,112	
社会資本整備総合交付金	581,731	0.92	631,128	
防災・安全交付金	815,570	0.96	853,984	
小 計	5,165,968	1.00	5,156,237	
推 進 費 等	25,177	0.75	33,607	
一 般 公 共 事 業 計	5,191,145	1.00	5,189,844	
災 害 復 旧 等	56,900	1.02	56,000	
公 共 事 業 関 係 計	5,248,045	1.00	5,245,844	
そ の 他 施 設	43,039	1.06	40,638	
行 政 経 費	559,724	0.92	611,656	
合 計	5,850,808	0.99	5,898,138	

／ 統 計

3. 予算の概要

3.1 国民の安全・安心の確保

(1) 東日本大震災や相次ぐ大規模自然災害からの復旧・復興

(a) 東日本大震災からの復興・再生…………… [379 億円]

(注) 復興庁一括計上

「第2期復興・創生期間」における東日本大震災の被災地の住まいの再建や復興まちづくり、インフラの整備を着実に推進するとともに、福島県における被災者の暮らしを支える被災地の地域公共交通や、福島県の震災復興に資する観光関連事業等に対する支援を引き続き実施する。

(b) 大規模自然災害からの復旧・復興

令和2年7月豪雨、令和2年末から令和3年初にかけての大雪、令和3年7月1日からの大雨等の近年相次ぐ大規模自然災害からの復旧・復興に向けて、道路、河川、砂防、港湾、下水道、公園、鉄道等のインフラの整備や被災地の住宅再建・宅地の復旧等に対する支援を着実に推進する。

(2) 災害に屈しない強靱な国土づくりのための防災・減災、国土強靱化の強力な推進

(a) あらゆる関係者により流域全体で行う「流域治水」の本格的展開…………… [5,204 億円 (1.03)]

※上記の他、令和3年度補正予算2,038億円。合計7,243億円(1.43)

気候変動による水災害リスクの増大に備えるために、令和3年5月に公布された流域治水関連法も踏まえた「流域治水」の考えに基づき、堤防整備、ダム建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、自助・共助・公助の観点に立って、国・都道府県・市町村、企業・住民など流域のあらゆる関係者で水災害対策を強力に推進する。

(b) 集中豪雨や火山噴火等に対応した総合的な土砂災害対策の加速化・強化…………… [997 億円 (1.05)]

※上記の他、令和3年度補正予算558億円。合計1,555億円(1.64)

集中豪雨や火山噴火等による土砂災害に対して、事前防災等を重視し、ハード・ソフト一体となった総合的な対策を強力に推進する。

(c) 南海トラフ巨大地震、首都直下地震、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震対策等の推進…………… [1,732 億円 (1.04)]

※上記の他、令和3年度補正予算800億円。合計2,531億円(1.52)

切迫する南海トラフ巨大地震、首都直下地震、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震などの大規模地震に備え、想定される被害特性に合わせた実効性のある対策を総合的に推進する。

(d) 密集市街地対策や住宅・建築物の耐震化の促進

…………… [52 億円 (1.00)]

※上記の他、令和3年度補正予算10億円。合計61億円(1.18)

大規模地震や大規模火災の発生時における人的・経済的被害の軽減を図るため、密集市街地の改善、住宅・建築物の耐震化や防火対策等を推進する。

(e) 災害対応能力の強化に向けた線状降水帯等に関する防災情報等の高度化の推進…………… [79 億円 (1.10)]

※上記の他、令和3年度補正予算290億円。合計369億円(5.15)
非接触・リモート型の新技術の活用や共有体制の構築により、線状降水帯等の気象情報や災害発生状況などの防災情報の適確な把握・提供を図り、行政や住民の災害対応能力を強化する。

(f) 災害時における人流・物流の確保…………… [4,682 億円 (1.01)]

※上記の他、令和3年度補正予算2,187億円。合計6,869億円(1.48)
災害発生時であっても輸送ルートが確保されるよう、啓開体制を構築するとともに、地震、豪雨、豪雪等を想定した防災対策を推進する。

(g) 盛土による災害防止に向けた総点検を踏まえた対応

…………… [8,156 億円の内数]

※上記の他、令和3年度補正予算17億円。

盛土による災害防止に向けた総点検を踏まえ、安全性把握のための詳細調査及び盛土の撤去や擁壁設置等の対策を推進する。

(3) インフラ老朽化対策等による持続可能なインフラメンテナンスの実現

…………… [7,204 億円 (1.04)]

※上記の他、令和3年度補正予算1,104億円。合計8,308億円(1.20)

国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）に基づき、将来にわたって必要なインフラの機能を発揮し続けるため、インフラ老朽化対策等による持続可能なインフラメンテナンスの実現に向けた取組を推進する。

(4) 地域における総合的な防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援（防災・安全交付金）

…………… [8,156 億円 (0.96)]

※上記の他、令和3年度補正予算3,733億円。合計1兆1,889億円(1.39)

激甚化・頻発化する風水害・土砂災害や大規模地震・津波に対する防災・減災対策、予防保全に向けた老朽化対策など、地方公共団体等の取組を集中的に支援する。

(5) 交通の安全・安心の確保

(a) 通学路の合同点検等を踏まえた交通安全対策の推進

…………… [2,331 億円 (1.27)]

※上記の他、令和3年度補正予算500億円。合計2,831億円(1.55)
交通安全確保のため、生活道路対策や踏切対策、無電柱化等の道路交通安全環境の整備等を推進する。

(b) 公共交通等における安全・安心の確保 …… [85 億円 (0.92)]

※上記の他、令和3年度補正予算35億円。合計119億円(1.29)
鉄道、自動車、航空などの公共交通等における安全・安心の確保を図る取組を推進する。

(6) 戦略的海上保安体制の構築等の推進

..... [2,196 億円 (1.00)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 382 億円。合計 2,578 億円 (1.17)
一層厳しさを増す我が国周辺海域の情勢を踏まえ、「海上保安体制強化に関する方針」に基づく体制の強化や海洋状況把握の能力強化に向けた取組など, 戦略的海上保安体制の構築等を着実に推進する。

3.2 社会経済活動の確実な回復と経済好循環の加速・拡大

(1) ストック効果を重視した社会資本整備の戦略的かつ計画的な推進

(a) 効率的な物流ネットワークの強化..... [3,585 億円 (1.00)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 640 億円。合計 4,225 億円 (1.18)
大都市圏環状道路等の整備やピンポイント渋滞対策等を併せて推進し, 交通渋滞の緩和等による迅速・円滑で競争力の高い物流ネットワークの実現を図る。

(b) 都市の国際競争力の強化 [130 億円 (1.01)]
ポストコロナの経済社会に対応しつつ, 都市の国際競争力を強化するため, 大規模都市開発プロジェクトや広域連携等を推進する。

(c) 航空ネットワークの充実..... [125 億円 (1.00)]
ポストコロナの経済社会を見据え, 国際競争力の強化や訪日外国人旅行者の受入対応等に資する航空ネットワークを維持するための空港の機能強化等を計画的に推進する。

(d) 整備新幹線の着実な整備 [804 億円 (1.00)]
我が国の基幹的な高速輸送体系を形成する整備新幹線について, 着実に整備を進める。

(e) 鉄道ネットワークの充実..... [188 億円 (1.00)]
※上記の他, 令和3年度補正予算 51 億円。合計 240 億円 (1.26)
大都市圏における地下高速鉄道ネットワーク等の都市鉄道整備や技術開発等を進めるとともに, 東京圏における今後の都市鉄道のあり方や幹線鉄道ネットワークのあり方に関する調査を行う。

(f) 国際コンテナ戦略港湾等の機能強化 [541 億円 (1.04)]
※上記の他, 令和3年度補正予算 26 億円。合計 567 億円 (1.09)
経済安全保障の確保の観点も踏まえ, サプライチェーンの多元化・強靱化を進めるためのコンテナ船の基幹航路の維持・拡大や資源・エネルギー・食糧の輸入等の拠点形成の促進を図る。

(g) 成長の基盤となる社会資本整備の総合的支援 (社会資本整備総合交付金) [5,817 億円 (0.92)]
※上記の他, 令和3年度補正予算 547 億円。合計 6,365 億円 (1.01)
将来の成長の基盤となる民間投資・需要を喚起する道路整備や PPP/PFI を活用した下水道事業など, 地方公共団体等の取組を総合的に支援する。

(2) 2050 年カーボンニュートラル等グリーン社会の実現に向けた施策の展開

(a) ZEH・ZEB の普及や木材活用, ストックの省エネ化など住宅・

建築物の省エネ対策等の強化..... [1,113 億円 (1.09)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 577 億円。合計 1,691 億円 (1.66)
我が国の CO₂ 排出量の約 3 割を占める民生部門における省エネ, 再エネ利用等を推進するため, カーボンニュートラルの実現に向けた住宅・建築物の省エネ化や地域材の安定的な活用促進等を含む木材利用の促進等の対策を強化する。

(b) グリーンインフラ等のインフラ・まちづくり分野におけるグリーン化の推進 [119 億円 (2.21)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 10 億円。合計 129 億円 (2.40)
CO₂ 吸収源対策にとどまらないグリーンインフラ等のインフラの活用推進を図るとともに, 脱炭素化にも資するまちづくりを推進する。

(c) 自動車の電動化等の促進..... [4 億円 (0.87)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 10 億円。合計 15 億円 (3.07)
自動車の電動化等の促進に向けた支援策を強化するとともに, 自動車の電動化等に対応した道路インフラの社会実装に向けた検討を行う。

(d) 持続可能な航空燃料 (SAF) の導入促進や空港の再エネ拠点化等の航空分野における脱炭素化の推進

..... [18 億円 (1.00)]
航空分野における脱炭素化の実現に向けて, 航空機の運航及び空港における脱炭素化の取組を推進する。

(e) カーボンニュートラルポート等の港湾・海事分野におけるグリーン化の推進..... [331 億円 (0.86)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 99 億円。合計 430 億円 (1.12)
脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等を通じて「カーボンニュートラルポート (CNP)」の形成を推進するとともに, 炭素排出の少ない LNG 燃料船の普及促進, 温室効果ガス (GHG) 排出ゼロの実現に向けた国際戦略の推進等による船舶の低・脱炭素化や洋上風力発電の導入等を推進する。

(3) 国土交通分野のデジタルトランスフォーメーション (DX) や技術開発, 働き方改革等の推進

(a) デジタルトランスフォーメーションの推進 < 51 億円 (1.72) >

※上記の他, 令和3年度補正予算 114 億円。合計 166 億円 (5.56)
ポストコロナの新たな経済社会の実現に向けて, デジタルトランスフォーメーションの加速化を図る。

(b) オープンデータ・イノベーション等による i-Construction の推進 < 10 億円 (1.02) >

※上記の他, 令和3年度補正予算 4 億円。合計 14 億円 (1.37)
官民の保有する 3 次元データや新技術の活用拡大, 現場導入, 地方公共団体への普及等により, 生産性向上等を目的とした i-Construction を推進する。

(c) 海運・造船の国際競争力強化や海洋開発等の推進 [141 億円 (1.07)]

※上記の他, 令和3年度補正予算 28 億円。合計 169 億円 (1.28)

統 計

海運・造船の国際競争力強化・生産性向上、海洋資源・エネルギー等の開発・利用、海洋権益の保全・確保に関する取組等を推進する。

(d) 建設業、運輸業、海運・造船業、宿泊・観光業における人材確保・育成 …… [35 億円 (0.95)]

※上記の他、令和3年度補正予算2億円。合計36億円(1.00)

現場を支える技能人材の確保・育成や生産性の向上のため、適切な賃金設定等の処遇改善、教育訓練の充実、外国人の活躍促進等の働き方改革等を官民一体で推進する。

(4) 危機に瀕する地域公共交通の確保・維持と新技術の活用等による地域のくらしや移動ニーズに応じた交通サービスの活性化 …… < 208 億円 (1.01) >

※上記の他、令和3年度補正予算285億円。合計493億円(2.39)

地域の生活や経済活動を支えるエッセンシャルサービスとしての公共交通を守り抜くため、持続可能な地域公共交通の確保・維持を図るとともに、ポストコロナにおける地域のくらしや移動ニーズに応じた交通サービスの活性化に向けた取組を推進する。

(5) 航空会社・空港会社に対する支援

過去に例を見ない規模で航空需要の大幅な減少が継続していることを踏まえ、航空会社の支払う着陸料等や航空機燃料税の減免を引き続き実施するとともに、空港会社等に対しても資金繰りや空港の機能強化について、無利子貸付、財政投融资等を活用した支援を実施する。

(6) 地域経済を支える観光の存続と本格的な復興の実現

(a) 「新たなGoToトラベル事業」の実施 …… [1兆3,239億円]

※上記内訳として、令和3年度補正予算2,685億円、既存予算の活用1兆553億円。

我が国の地域経済を支える観光の需要喚起を図るため、地域観光事業支援による県民割の対象地域を段階的に拡大した上で、ワクチン接種証明や検査の活用による安全・安心の確保を前提とした仕組みに見直すとともに、平日への旅行需要の分散化策等を講じつつ、「新たなGoToトラベル事業」を実施する。

(b) 地域経済を支える観光の継続的支援と本格的な観光の復興に向けた施策の推進 …… [1,431億円]

※上記内訳として、令和4年度当初予算222億円、令和3年度補正予算108億円、既存予算の活用1,101億円。

地域経済を支える観光の存続のため、観光産業への継続的支援を行うとともに、本格的な観光の復興に向けて、国内観光需要の回復、インバウンドの段階的復活を見据えた取組を推進する。

(c) 社会資本の整備・利活用を通じた観光振興

観光資源としての既存ストックの公開・開放などの社会資本の利活用や、観光客の移動円滑化等にも資する社会資本の整備を通じて、地域の観光振興に貢献する。

(7) 民間投資やビジネス機会の拡大

(a) ビジネスでの利活用に向けたデータ基盤や提供環境の整備 …… [102 億円 (1.00)]

※上記の他、令和3年度補正予算30億円。合計132億円(1.29)
新型コロナウイルス感染症の社会経済や国民生活等への影響も踏まえてビジネスの活性化を図るため、土地の適正価格の把握や社会資本整備の基盤となる地籍整備等を通じ、不動産投資市場の活性化等のビジネスの機会拡大・効率化や新ビジネスの創出に向けた環境整備を推進する。

(b) PPP/PFIの推進 …… [418 億円 (0.95)]

民間の資金・ノウハウを活用した多様なPPP/PFIを通じて、低廉かつ良質な公共サービスを提供するとともに、民間の事業機会を創出し、経済成長の加速化を図る。

(c) インフラシステム海外展開の戦略的拡大 …… [29 億円 (1.00)]

※上記の他、令和3年度補正予算6億円。合計35億円(1.23)
デジタル変革、カーボンニュートラルへの対応等を通じ、世界のインフラ需要を取り込んでいくため、「インフラシステム海外展開戦略2025」及び「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画」等を踏まえ、我が国の強みである質の高いインフラの海外展開に向けた取組を官民一体で推進する。

(8) 大阪・関西万博や国際園芸博覧会等に向けた対応

3.3 豊かで活力ある地方創りと分散型の国づくり

(1) 共生社会実現に向けたバリアフリー社会の形成と活力ある地方創り

(a) 地域公共交通や観光地・宿泊施設等のバリアフリー化の推進 …… [283 億円の内数]

※上記の他、令和3年度補正予算428億円の内数。合計711億円の内数。

誰もが安心して暮らし、快適に移動できる環境を整備するため、鉄道駅における移動等円滑化や地域公共交通、観光地・宿泊施設等のバリアフリー化を推進する。

(b) 全ての人に優しいユニバーサルデザインのまちづくりの実現

全ての人に優しいユニバーサルデザインのまちづくりを実現するため、幅広い世代が利用する駅前広場や公園施設等のバリアフリー化を推進する。

(c) 空き家対策、所有者不明土地等対策及び適正な土地利用等の促進 …… [52 億円 (1.00)]

空き家・空き地、所有者不明土地等の適正かつ効果的な活用により地域の生活環境の維持・向上を図り、魅力・活力のある地域の形成を推進する。

(d) 離島、奄美群島、小笠原諸島、半島、豪雪地帯等の条件不利地域の振興支援 …… [50 億円 (1.01)]

※上記の他、令和3年度補正予算33億円。合計84億円(1.67)
離島、奄美群島、小笠原諸島、半島、豪雪地帯等の条件不利地域
について、地域資源や地域の特性、創意工夫等を活かした取組に対
する支援を行う。

(e) 民族共生象徴空間(ウポポイ)を通じたアイヌ文化の復興・
創造等の促進……………[18億円(0.99)]

※上記の他、令和3年度補正予算10億円。合計28億円(1.55)
令和2年7月に開業した「民族共生象徴空間(ウポポイ)」への
年間来場者数100万人を目指し、広報活動やコンテンツ充実等を図
り、アイヌ文化の復興・創造等を促進する。

(f) 首里城の復元に向けた取組の推進……………[47億円の内数]

※上記の他、令和3年度補正予算3億円の内数。合計50億円の内
内数。

首里城復元のための関係関係会議で策定された「首里城正殿等の
復元に向けた工程表」に基づき、令和4年中に首里城正殿の本体工
事に着工する。

(2) コンパクト・プラス・ネットワーク、スマートシティ・次
世代モビリティの推進等による持続可能な地域活性化や分
散型の国づくり

(a) コンパクトでゆとりとにぎわいのあるまちづくりの推進
……………[780億円(1.00)]

※上記の他、令和3年度補正予算72億円。合計852億円(1.09)
地域の生活機能の誘導・集約や防災指針を軸とした防災・減災を
推進するとともに、多様な働き方・暮らし方を実現するコンパクト
でゆとりとにぎわいのあるまちづくりを行う。

(b) 個性ある多様な地域生活圏の形成……………[230億円(1.09)]

※上記の他、令和3年度補正予算44億円。合計274億円(1.30)
二拠点居住やワーケーションにも対応した新たな国土づくりの推
進とともに、多様な公園緑地の整備や、固有の歴史・景観資源の活
用等により、安全で魅力ある地域づくりを進める。

(c) スマートシティの社会実装の加速……………[15億円(4.98)]

※うち令和3年度補正予算21億円。合計36億円(12.08)
デジタル田園都市国家構想の実現等に向けて、新技術や官民デー
タを活用して地域の課題解決、新たな価値の創出を図るスマートシ
ティの実装の加速化を図るとともに、その基盤となる3D都市モデ
ルの整備等を推進する。

(d) 次世代モビリティの普及促進……………[4億円(0.98)]

※上記の他、令和3年度補正予算4億円。合計8億円(1.98)
ポストコロナにおけるヒト・モノの移動ニーズの変化に対応する
ため、AI・IoT等の新技術を活用した次世代モビリティの普及等
を促進する。

(e) 地域・拠点の連携を促す道路ネットワークの整備
……………[4,298億円(1.00)]

分散型の国づくりへの転換を図るため、地域・拠点をつなぐ道路
ネットワークを整備する。

(f) 地域の基幹産業の競争力強化のための港湾整備

……………[164億円(1.01)]

※上記の他、令和3年度補正予算24億円。合計187億円(1.15)
経済安全保障の観点を踏まえた、リスク分散を念頭に置いたサブ
ライチェーンの多元化・強靱化、分散型の国づくりに向け、地域経
済を支える製造業・農林水産業等の立地・輸出拡大のための港湾整
備を推進する。

(3) 安心して暮らせる住まいの確保と魅力ある住生活環境の整
備

(a) 既存住宅流通・リフォーム市場の活性化
……………[237億円(1.05)]

既存住宅流通・リフォーム市場の環境整備や既存ストックの質の
向上、住宅・建築産業のリモート化を推進する。

(b) 多様な世帯が安心して暮らすことができる住宅セーフティ
ネット機能の強化……………[1,275億円(1.13)]

※上記の他、令和3年度補正予算3億円。合計1,278億円(1.13)
新型コロナウイルス感染症の影響により、住まいの確保に困難を
抱えている世帯や深刻化する社会的な孤独・孤立の問題を抱える世
帯をはじめとして、子育て世帯、高齢者世帯など、誰もが安心して
暮らせる多様な住まいの確保を図る。

(4) 豊かな暮らしを支える社会資本整備の総合的支援(社会資
本整備総合交付金)【再掲】

……………[5,817億円(0.92)]

※上記の他、令和3年度補正予算547億円。合計6,365億円(1.01)
コンパクト・プラス・ネットワークの推進や歩いて暮らせるゆと
りとにぎわいのあるまちづくりなど、地方公共団体等の取組を総合
的に支援する。

(注) デジタル庁一括計上 [262億円]

国土交通省が所管する政府情報システムに係る予算については、
デジタル庁に一括計上した上で、国土交通省において執行する。

(一括計上されたシステム)

- ・国土交通本省行政情報ネットワークシステム
- ・次世代河川情報システム
- ・特殊車両通行許可システム
- ・地方整備局等行政情報システム
- ・地震活動等総合監視システム

等

あとがき

令和4年度予算は、通常分の予算が微減となったものの、「新型
コロナウイルス感染症の拡大防止」、「ウイズコロナ」下での社会
経済活動の再開と次なる危機への備え」、「未来社会を切り拓く“新
しい資本主義”の起動」、「防災・減災、国土強靱化の推進など安全・
安心の確保」の四つの柱について、令和3年度補正予算が計上され
た。そのため、令和3年度予算に比べて減少しているものの高水準
を維持している。

／ 統 計

民需の落ち込みが予想される中で、景気を支えるために公共工事の8割程度を占める国土交通省予算(令和3年度補正予算を含めた)の早期執行が望まれる。

令和4年2月24日、ロシアによるウクライナ侵攻が開始され、世界および日本の社会経済活動への大きな影響が予測されております。

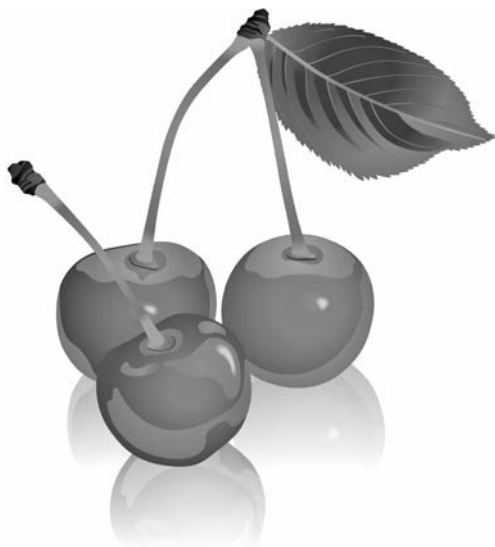
また、3年目に入った新型コロナウイルスの影響も終息のみとう

しがついておりません。

このような中で、世界および日本の社会経済活動が落ち着きを取り戻し、国土交通省の各施策の推進によって魅力ある建設現場が実現することが期待されます。

本文は、令和4年1月に国土交通省が発表した「令和4年度国土交通省関係予算の概要」によって作成したものです。

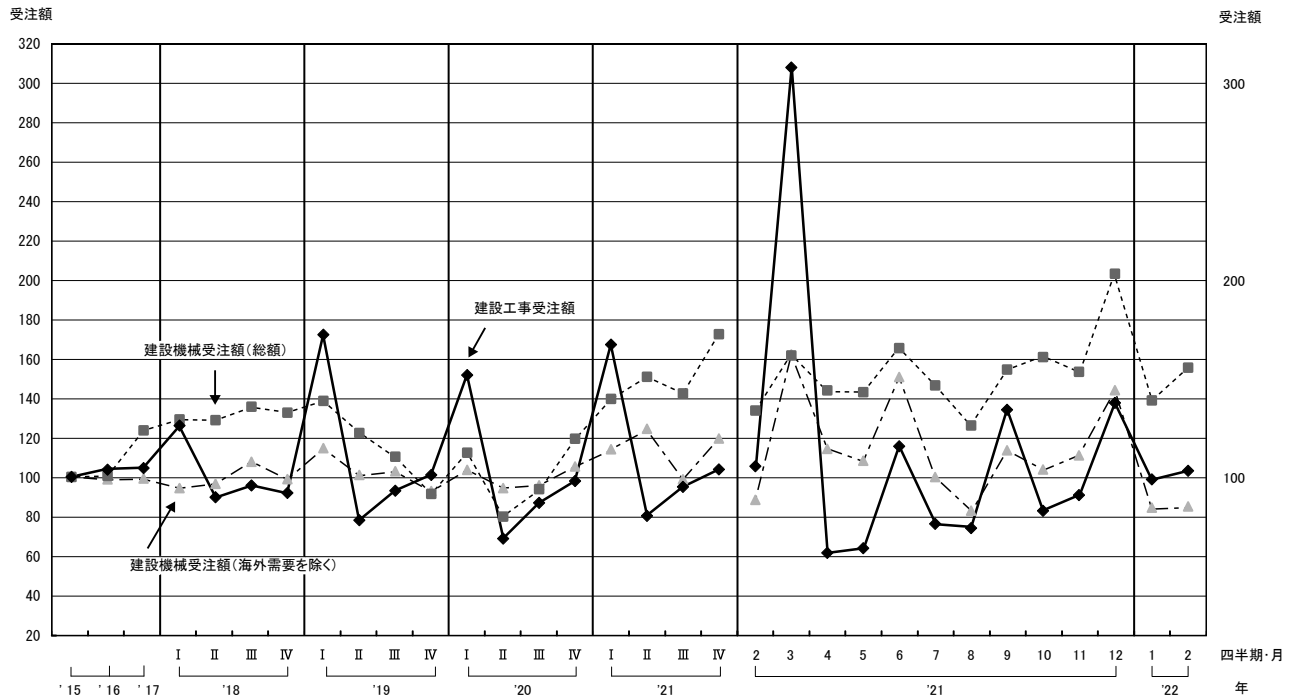
[文責：小笠原]



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 2015年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2015年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2021年 2月	12,435	8,190	1,257	6,932	3,293	431	521	7,719	4,716	174,626	10,895
3月	36,395	26,029	3,932	22,097	8,640	499	1,226	24,517	11,879	191,713	18,787
4月	7,252	4,965	1,141	3,824	1,711	396	181	4,239	3,014	188,230	8,931
5月	7,470	4,666	940	3,726	2,440	332	33	4,576	2,894	186,346	8,999
6月	13,631	9,020	1,807	7,213	3,611	500	501	9,074	4,557	187,713	12,869
7月	8,925	6,244	2,042	4,202	2,324	305	51	6,069	2,855	188,502	8,489
8月	8,766	6,304	2,156	4,149	2,059	370	32	6,285	2,481	187,177	10,180
9月	15,826	12,449	1,698	10,750	2,780	419	179	11,984	3,842	188,820	14,729
10月	9,753	7,135	2,003	5,132	2,202	360	57	6,806	2,947	190,874	8,975
11月	10,676	7,495	2,213	5,282	2,269	351	561	6,782	3,894	191,232	10,790
12月	16,208	12,569	2,335	10,235	2,841	371	427	12,316	3,892	192,900	15,433
2022年 1月	11,656	7,955	1,408	6,547	2,892	322	487	8,014	3,641	194,534	9,787
2月	12,152	9,464	2,400	7,065	2,280	365	43	8,766	3,387	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	21年 2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	22年 1月	2月
総 額	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	26,393	1,940	2,351	2,089	2,080	2,405	2,132	1,833	2,245	2,341	2,229	2,955	2,017	2,263
海外需要	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	18,737	1,444	1,444	1,450	1,477	1,562	1,574	1,371	1,611	1,762	1,609	2,150	1,546	1,789
海外需要を除く	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	7,656	492	907	639	603	843	558	462	634	579	620	805	471	474

(注) 2015～2017年は年平均で、2017～2020年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2021年2月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2022年3月1日～31日)

機械部会



■油脂技術委員会

月日：3月4日(金) (会議室, web 並行開催)

出席者：豊岡司委員長ほか27名

議題：①燃料エンジン油関係…カーボンニュートラル燃料の動向について ②高粘度指数油関係…「高粘度指数作動油規格」の書面審議での質問、意見についての議論 ③規格普及促進関係…マイクロクラッチ摩擦代替材の検討, JCMAS オンファイル状況の報告 ④JCMAS の改正について…改正内容の紹介と進め方について議論 ⑤その他…油脂技術委員会の運営体制と役割分担について (ホームページの見直しについて, 令和4年度事業計画について, 委員長交代について)

■基礎工専用機械技術委員会

月日：3月9日(水) (会議室での対面開催)

出席者：梶沢淳一委員長ほか21名

議題：①各社トピックス…オリエンタル白石(株)「ニューマチックケーソンによる放射性廃棄物の中間保管施設および使用済燃料の貯蔵施設」の紹介 ②今後のスケジュールについて ③ジャパンパイル(株)の技術プレゼン…会社・事業紹介, 杭基礎の基礎知識, 工法紹介 (場所打ち杭)

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：3月15日(火) (会議室, web 並行開催)

出席者：丸山修委員長ほか10名

議題：①令和4年度委員会活動についての討議…調査活動の内容について, 見学会候補地について ②令和4年度総会 (4月開催) の内容について討議 ③トンネル工事で使用する機械の国内排出ガス規制の件

■コンクリート機械技術委員会

月日：3月16日(水) (web 会議で開催)

出席者：角南大輔委員長ほか11名

議題：①前回の議事録確認 ②技術発表…(株)フジタ「ドローン技術について, ドローン空撮画像処理による施工管理方法や活用事例の紹介」 ③R3年度の活動実績のまとめ ④現場見学会の計画について討議

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月日：3月18日(金) (会議室, web 並行開催)

出席者：山口達也委員長ほか会場参加者25名, web 接続：58回線

議題：①委員長挨拶 ②令和3年度活動報告, 令和4年度活動計画発表 ③i-Construction 施工の普及拡大に関する発表 (5件) ④環境保全, 地球温暖化への対応に関する発表 (3件) ⑤JCMA 近藤技師長から…i-Construction に関する情報提供

■原動機技術委員会

月日：3月24日(木) (web 会議で開催)

出席者：工藤陸也委員長ほか17名

議題：①前回の議事録確認 ②国内次期規制についての情報交換…環境省自動車排出ガス専門委員会等のスケジュールについて ③海外排出ガス規制の動向に関する情報交換…チリNRMM 規制, インド発電機4次排ガス規制 ④カーボンニュートラルに関する情報交換…燃料の動向について, 他

■情報化機器技術委員会

月日：3月25日(金) (web 会議で開催)

出席者：白塚敬三委員長ほか8名

議題：①三次元測量技術の調査, まとめに関する議論 ②合同部会 (2/24開催) の発表概要の共有 ③安全施工WG (3/23開催) の概要報告 ④規制・規格の最新情報の共有 ⑤今年度活動内容のまとめ

■除雪機械技術委員会

月日：3月29日(火) (会議室, web 並行開催)

出席者：坂井幸尚委員長ほか20名

議題：①国交省から除雪に関する状況報告…除雪現場の効率化に向けたi-Snow の実証実験に関する紹介 ②ロータリ除雪車安全装置進捗状況報告…製品搭載までのスケジュールと進捗状況の説明 ③ダイナミックマップ基盤(株)による技術プレゼン…除雪支援システム及び実証実験結果について ④除雪機械の勉強会 (散布車)

標準部会



■ISO/TC 195/SC 3/WG 1 穿孔及び基礎工専用機械—用語及び定義 国際バーチャルWG会議

月日：3月1日(火) 夜

出席者：小倉公彦 (JCMA 標準部) ほか15名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①WD 11886 穿孔及び基礎工専用機械—土壌及び土壌/岩石の穿孔並びに基礎工専用機械—語彙及び商業仕様 Online Standard Drafting による案文検討 ②NP 投票コメント審議 ③次回の予定 (4月6日(水), 5月16日(月), 18日(水))

■令和3年度下期標準化会議

月日：3月2日(水)

出席者：正田明平 (コマツ) 部長ほか14名

場所：Web上 (Zoom)

議題：①ISO/TC 127 土工機械委員会 ②ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会 ③ISO/TC 214 昇降式作業台委員会 ④国内標準委員会 ①～④各委員会活動報告 ⑤令和3年度標準部会事業報告 ⑥令和4年度標準部会事業計画 ⑦部会長交代の連絡

■ISO/TC 127/SC 2/WG 30 シートベルト及び取付部 国際バーチャルWG会議

月日：3月2日(水) 夜

出席者：イタリアのINAIL 国立労働災害保険協会のVita コンビナー・英・米・独・スウェーデンなど海外から11名, 日本から日立建機片桐頭委員ほか2名部分出席 (同時時間帯の別会議と重複のため)

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①PWI 24262 多点式シートベルト案文に対する各国意見検討 ②次の段階：改訂案文を付してSC 2 幹事に送付し新業務提案に進める

■ISO/TC 127/SC 3/JWG 16 セキュアな高速移動体通信関連の高速インターフェース産業間協力会議

月日：3月2日(水) 夜

出席者：米国Deere社KITTLE コンビナー・ISO 中央事務局・ISO 関係委員会代表など海外から12名, 日本からコマツ間宮崇幸 ISO/TC 127/SC 3 国際議長ほか2名出席

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①国際農業電子財団 AEF (The Agricultural Industry Electronics Foundation) との連携関係設立

②他のISO委員会との協業及び他の外部機関との連携可能性 ③次回会合

■ISO/TC 127/SC 4/WG 5 ISO 6165 基本機種 改正 国際バーチャルWG会議

月日：3月3日(木) 夜

出席者：イタリアのCNH社Garofani コンビナー兼プロジェクトリーダー・フランス・スウェーデン・米国などから海外7名, 日本からコマツ小塚大輔委員ほか2名出席

- 場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：DIS 投票時各国意見対応検討
- ISO/TC 127/SC 3/JWG 11 ISO/DIS 12509 土工機械及び不整地トラック (通称テレハンドラー) - 照明・信号・車幅等の灯火及び反射器 国際バーチャル WG 会議
月 日：3月7日 (月) 深夜
出席者：米国 Deere 社 JOHNSON コンビナー・同 Vermeer 社嘱託 MOSS 幹事・インド・フランス・スウェーデンなど海外から 11 名, 日本からコマツ小塚大輔委員ほか 3 名
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① DIS 投票コメント審議(続き)
② 次回の予定 (3月29日 (火))
- ISO/TC 127/SC 3/WG 5 ISO/DTS 15143-4 作業結果データ特設チーム国際バーチャル会議
月 日：3月8日 (火) 午後
出席者：Leica Geosystems 社 HJORT チームリーダー (デンマーク)・オーストラリア・ニュージーランド・英国・フィンランドなど海外から 7 名, 日本から事務局 1 名
場 所：Web 上 (MS/Teams)
議 題：① 作業結果データの Streaks などの扱い検討
- ISO/TC 82/SC 8/JWG 3 ISO/PWI 3502 高度自動・自律運転の参照枠組み及び構成 国際バーチャル JWG 会議
月 日：3月8日 (火) 夜・15日 (火) 夜
出席者：3月8日：オーストラリアの Doran プロジェクトリーダー・チリ・カナダ・米国など海外から 10 名, 日本からコマツ岡ゆかり委員ほか 3 名出席, 15日：チリから Carlos Carmona Acosta 後任コンビナー・オーストラリア・カナダ・米国など海外から 10 名, 日本からコマツ岡ゆかり委員ほか 3 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① ISO/PWI 3502 作業原案の内容検討及び ISO/TR (技術報告書) としての扱いについて ② その他 (適用範囲についての論議, ユースケースなど)
- ISO/TC 195/WG 9 自走式道路建設用機械-安全要求 国際バーチャル WG 会議
月 日：3月8日 (火) 夜~10日 (木) 夜
出席者：小倉公彦 (JCMA 標準部) ほか 12 名
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① ISO/DIS 20500-3, -4, -5, -6, -7 CEN コンサルタントコメント審議
② 次回の予定 (5月10日 (火)) ~ 12

- 日 (木))
- ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械) 委員会
月 日：3月16日 (水)
出席者：川上晃一 (日工株) 委員長ほか 14 名 (Web 参加)
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① SC 1/WG 4 CD 19711-2 トラックミキサー-第 2 部：安全要求 CD 投票結果対応協議 ② ISO 18651-1 内部振動機-用語及び商業仕様 定期見直し投票結果対応協議 ③ CIB (3 件) 投票結果対応協議 ④ TC 195 親委員会・標準化会議 報告 ⑤ ISO 事務総長レター・ISO 中央事務局からの通知文書
- ISO/TC 127/SC 4/WG 6 - ISO 7334 自動運転の分類 国際バーチャル WG 会議
月 日：3月16日 (水) 昼, 30日 (水) 昼・31日 (木) 昼
出席者：3月16日：米国 Deere 社 TAHA コンビナーなど米国から 6 名, 日本から国土交通省新田恭士委員ほか 9 名出席, 30日：米国 Deere 社 TAHA コンビナーなど米国から 8 名, 日本から日立建機片桐顕委員長ほか 8 名出席, 31日：米国 Deere 社 TAHA コンビナーなど米国から 8 名, 日本から日立建機片桐顕委員長ほか 9 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① ISO Guide 78 に基づく必要性の有無 (結論は安全規格ではないので否定的) ② 参照規格 (ISO 6165 参照要) ③ 規格案作成作業 (案文は Google Drive に保管) ④ 各用語及び定義検討 ⑤ 次回会合 (4月19日~5月4日)
- ISO/TC 127/SC 3/WG 5 ISO/DTS 15143-4 (施工現場地形データ) 案文統合特設チーム会議
月 日：3月18日 (金) 昼
出席者：米国 Deere 社 Bollweg チームリーダー・フィンランド・オーストラリア・デンマークなど海外から 10 名, 日本から山本茂コンビナーほか 4 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① 要処置事項の状況確認
② DXF ファイルの扱い ③ 今後の対面会合の可能性
- ISO/TC 127/SC 3/WG 5 ISO/DTS 15143-4 (施工現場地形データ) DTM 特設チーム国際バーチャル会議
月 日：3月21日 (月) 夜
出席者：米国 Deere 社 Bollweg チームリーダー・フィンランドなど海外から 5

- 名, 日本から事務局 1 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① LandXML サブセット, なお, 他に論議予定の概念実証は担当不在で見送り
- ISO/TC 127/SC 3/WG 5 ISO/DTS 15143-4 国際バーチャル全体 WG 会議
月 日：3月23日 (水) 午後・25日 (金) 午後
出席者：日本からコマツ山本茂コンビナーほか延べ 11 名, 米国 Deere 社 BOLLWEG プロジェクトリーダー・フィンランド・英国・韓国・オーストラリア・ニュージーランド・スイスなど海外から延べ 21 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① 前回議事録確認及び前回からの要処置事項論議 ② 米国機器製造業者協会 AEM 理事会での本件の検討について ③ 案文に対する意見検討
④ 認証及び概念実証について ⑤ メンテナンス機関に関して ⑥ 次回会合など (今後の対面会合可能性含め)
- ISO/TC 127/SC 1/WG 6 ISO 11152 エネルギー使用試験方法 国際バーチャル WG 会議
月 日：3月23日 (水) 夜・24日 (木) 夜
出席者：米国 Caterpillar 社 Crowell コンビナー・ドイツ・フランスなど海外から 8 名, 日本からコマツ正田明平プロジェクトリーダーほか 8 名出席
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① 前回議事録確認 ② 特設会議での検討結果報告 (規格の構成案・実掘削条件の検討など) 及び結論とまとめ ③ 次回会合 (5月23日, 25日予定)
- ISO/TC 127/SC 3/JWG 11 ISO/DIS 12509 土工機械及び不整地トラック-照明・信号・車幅等の灯火及び反射器 国際バーチャル WG 会議
月 日：3月29日 (火) 深夜
出席者：米国 Deere 社 JOHNSON コンビナー・同 Vermeer 社嘱託 MOSS 幹事・インド・フランス・スウェーデンなど海外から 11 名, 日本からコマツ小塚大輔委員ほか 2 名
場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① DIS 投票コメント審議(続き)
② 今後の予定 (FDIS 用文書チェック)

建設業部会

- 三役会
月 日：3月22日 (火)
参加者：鈴木博士部会長ほか 7 名 (内 web 参加者 4 名)

議 題：① R4 年度各 WG の活動計画確認…a) 機電交流企画 WG・就活パンフレットの見直し・若手機電技術者意見交換会代替企画（講演会・見学会）について、b) クレーン安全情報 WG・ラフタークレーンのモーメントリミッター設置に絡む活動見直し・その他新規活動の方向性について、c) 建設業 ICT 安全 WG（予定報告 3/23i-Con 推進 WG 安全施工 WG 紹介）② 部会としての見学会について ③ JCMA 事業報告書案について（5/9 メ切）④ その他

出席者：川崎博巳広報部会長ほか
内 容：① 令和 3 年度の事業報告について ② 令和 4 年度の事業計画について ③ その他…支部だより No.123 号の発行について、支部講演会、建設工事等見学会について

■調査部会

場 所：書面開催
出席者：小松正明調査部会長ほか
内 容：① 令和 3 年度の事業報告について ② 令和 4 年度の事業計画について ③ その他…土木工事標準歩掛の改訂概要等について

北 陸 支 部 

■外国人技能評価試験（3 月期）

月 日：3 月 3 日（木）
場 所：CAT 北陸教習センター
出席者：堤事務局長ほか 2 名
受検者：
初級 掘削 学科のみ 2 名(再試験)
専門級 押土・整地 学科のみ 2 名(再試験)
掘削 学科及び実技 4 名
実地のみ 1 名
締固め 学科及び実技 4 名

レンタル業部会 

■レンタル業部会

月 日：3 月 10 日（木）（web 会議併用）
出席者：平部会長ほか 13 名
議 題：① 部会長挨拶 ② コンプライアンス分科会活動報告（レンタル業としてのトラック輸送業における運賃について）③ R3 年度合同部会報告 ④ R3 年度活動実績 ⑤ R4 年度活動計画 ⑥ 各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ⑦ その他：安全施工 WG の進め方について

東 北 支 部 

■ ICT サポーター認定制度に係る JCMA 東北支部規約制定打合せ

月 日：3 月 1 日（火）
参加者：鈴木勇治情報化施工技術委員会委員長ほか 2 名
内 容：規約の制定について

■令和 3 年度 東北土木技術人材育成協議会（Web 会議）

月 日：3 月 2 日（水）
出 席：東北地方整備局 角湯克典企画部長ほか 37 名
議 題：① 東北土木技術人材育成協議会紹介 ② 令和 3 年度の活動報告 ③ 令和 4 年度の活動方針（案）

■第 3 回 企画部会（Web 会議）

月 日：3 月 9 日（水）
参加者：木村信悦企画部会長ほか 5 名
議 題：① 令和 4 年度事業計画（案）について ② 令和 4 年度事業予算（案）について ③ 令和 4 年度表彰候補者（案）について ④ その他

■情報化施工技術委員会 幹事会（対面＋Web 会議）

月 日：3 月 14 日（月）
場 所：仙台市 太陽生命仙台北町ビル 6 階会議室
出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員会委員長ほか 11 名
議 題：① R3 年度の「活動メンバーのエントリー制」について ② R3 年度活動報告について ③ R4 年度活動計画について

■第 3 回 支部運営委員会


月 日：3 月 16 日（水）
場 所：仙台市 仙台ガーデンパレス
参加者：高橋弘支部長ほか 28 名
議 題：① 令和 4 年度事業計画（案）について ② 令和 4 年度事業予算（案）について ③ 令和 4 年度表彰候補者（案）について ④ その他

■令和 3 年度 第 3 回企画部会

月 日：3 月 15 日（火）
場 所：新潟県建設会館 402 号室
出席者：穂苅正昭企画部会長ほか 17 名
議 題：① 令和 3 年度事業報告（見込み）及び決算報告（見込み）について ② 令和 4 年度事業計画（案）及び収支予算（案）について ③ 令和 4 年度優良建設機械運転員・整備員表彰（案）について ④ 北陸支部第 11 回通常総会に向けての計画について ⑤ あかしや通信 No.40 の発行について


■令和 3 年度 第 2 回運営委員会

月 日：3 月 17 日（木）
場 所：新潟東映ホテル 2F「朱鷺の間」
出席者：丸山暉彦北陸支部長ほか運営委員 17 名、支部監査役 2 名、事務局 4 名
議 題：① 令和 4 年度事業計画（案）及び収支予算（案）について ② 令和 4 年度優良建設機械運転員・整備員表彰（案）について ③ 北陸支部第 11 回通常総会に向けての計画について ④ あかしや通信 No.40 の発行について

各種委員会等 

■機関誌編集委員会

月 日：3 月 2 日（水）
出席者：中野正則委員長ほか 30 名
議 題：① 令和 4 年 6 月号（第 868 号）計画の審議・検討 ② 令和 4 年 7 月号（第 869 号）素案の審議・検討 ③ 令和 4 年 8 月号（第 870 号）編集方針の審議・検討 ④ 令和 4 年 3 月号～令和 4 年 5 月号（第 865～867 号）進捗状況報告・確認 ※通常委員会及び Zoom にて実施

中 部 支 部 


■第 2 回部会長・副部会長会議

月 日：3 月 9 日（水）
出席者：川西光照企画部会長ほか 8 名
場 所：イトザキビル 7 階中部建友会会議室
議 題：① 令和 3 年度事業報告（案） ② 令和 3 年度決算報告（概算） ③ 令和 4 年度事業計画（案） ④ 令和 4 年度収支予算（案） ⑤ 令和 4・5 年度部会員（案）等

■第 3 回運営委員会

月 日：3 月 18 日（金）
場 所：ナカトウ丸の内ビル 2 階第 1 会議室
参加者：所輝雄支部長ほか 21 名

支部行事一覧

北海道支部 

■技術部会

場 所：書面開催
出席者：服部健作技術部会長ほか
内 容：① 令和 3 年度の事業報告について ② 令和 4 年度の事業計画について ③ その他…除雪機械技術講習会の取組について

■広報部会

場 所：書面開催

議 題：①令和3年度事業報告（案）
②令和3年度決算報告（概算）③令和4年度事業計画（案）④令和4年度収支予算（案）⑤令和4・5年度役員選任に関する件（案）等

■企画部会

月 日：3月22日（火）
出席者：川西光照企画部会長ほか3名
場 所：イトザキビル7階中部建友会会議室
議 題：令和4年度総会についての打合せ等

関 西 支 部



■企画部会

月 日：3月10日（木）
場 所：関西支部
出席者：村中浩昭企画部会員以下3名
議 題：①令和4年度事業計画（案）及び収支予算（案）②会員の推移③優良建設機械運転員等表彰規定の改定について④今後の予定

■運営委員会

月 日：3月16日（水）
場 所：大阪キャッスルホテル
出席者：深川良一支部長以下22名
議 題：①令和3年度事業計画（案）及び収支予算（案）②今後の予定

■建設用電気設備特別専門委員会（第474回）

月 日：3月3日（木）
場 所：中央電気倶楽部会議室
議 題：①「JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検補修のチェックリスト」審議②見直し規格の意向調査結果の確認・審議

■建設用電気設備特別専門委員会（第475回）

月 日：3月22日（火）

場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①「JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検補修のチェックリスト」審議②その他

中 国 支 部



■3月期運営委員会

月 日：3月30日（水）
場 所：書面会議
参加者：河合研至支部長ほか34名
議 事：①令和4年度事業計画（案）について②令和4年度収支予算（案）について

四 国 支 部



■協賛事業「四国建設広報協議会」

月 日：3月7日（月）
場 所：Web会議
出席者：協議会を構成する27の団体・組織のうち25団体・組織から28名が参加。JCMA 四国支部からは事務局長が参加
内 容：①令和4年度協議会役員（案）について②令和3年度収支報告③建設フェア四国2021 in 徳島開催報告④建設フェア四国2023の開催について⑤その他

■令和3年度2級建設機械施工管理技術一次検定【第2回】試験合格発表

月 日：3月9日（水）
場 所：支部事務局
対象者：試験地【高松市】分のみ

■共催事業「ドローン操作訓練」

月 日：3月15日（火）
場 所：国営讃岐まんのう公園（多目的広場）
共催者：（一社）建設コンサルタンツ協会 四国支部，（一社）四国クリエイト

協会，（一社）日本建設機械施工協会 四国支部，（一社）日本補償コンサルタント協会 四国支部，（株）建設マネジメント四国

参加者：共催団体から7社27名，ドローン8機，支部からは事務局長が参加
内 容：公園休園日を利用して，災害発生時に迅速に対応するため，各社所有のドローンを用いて訓練を実施

■R3第3回運営委員会

月 日：3月23日（水）
場 所：書面による会議
参加者：岡村未対支部長ほか31名
議 題：①R4年度事業計画（案）について②R4年度予算書（案）について③R4年度表彰予定者について④人事異動等に伴う役員等の変更について

九 州 支 部



■企画委員会

月 日：3月16日（水）
場 所：九州支部会議室
出席者：原尻克己企画委員長ほか19名
議 題：①第3回運営委員会について②災害協定について③第4回「i-Construction 施工による九州支部生産性向上推進会議」委員会・幹事会開催について④R4総会・第1回運営委員会の開催計画について⑤その他

■第3回運営委員会

月 日：3月16日（水）
場 所：九州支部会議室
出席者：松嶋支部長ほか5名（縮小開催）
議 題：①令和4年度事業計画書（案）について②令和4年度収支予算書（案）について③その他

編集後記

本号が発刊される頃には桜の季節も過ぎ、街中を歩くには最適な時期(梅雨前)となっていることと思います。

この季節になると体が勝手に動き出し、気持ちだけ若く体は思うように動きませんが、日中汗を流して夕方のビールを楽しむことが日課になる次第です。コロナ感染症の状況については素人では想像もつきませんが、薄着で街中を歩いていることを切に願います。

皆様のご協力により2022年5月号の編集が進み発行までたどり着くことが出来ました。編集事務を前担当者から引継ぎすることになり、要領がわからずやみくもにメールを発信し、電話連絡を取り、なんとか技術報文11件の文書が掲載に至りました。

5月号の特集は事故・ミス・トラブル防止に関する事柄の為、個別案件の報告をベースにした内容が考えられましたが、本誌の目的である技術報文とは離れてしまいますので、主にネット情報を基本に題材探しを行い、一時は執筆依頼数が少なく額に汗が出てきましたが、委員長及び事務局の協力により無事に目標ペー

ジ数にたどり着きました。

今回編集担当となり、改めて本誌のバックナンバーを読み返してみると、その時々に沿った題材を基に、施工に関する技術的な事柄を整理し、また新しい技術を盛り込んだ工法が沢山の報文として掲載されていることに感心いたしました。

5月号の特集記事探しの為、仕事の傍らネットサーフィン同様に日夜情報を追い続け、世の中には色々な正誤情報が飛び交い、データ・写真・文書等驚くほど多彩に発信されていることに改めて気づきました。20代の頃は携帯電話もまだ本格的に普及する前で毎朝の新聞と夕方のテレビで世の中の情報を見聞きする世代の為、現代とは雲泥の差を感じます。Z世代(2000年前後生まれ)は物心がついた時には既にスマホ・iPadは当たり前……、私たちとは考え方がまるで違うと聞きます。

時代が変わっても人々はより良い生活を目指して日夜技術の進歩に進んでいると考えますが、本誌もその一翼を担っていますので、今後も誌面がより充実しますように、心から願っております。

最後になりましたが、ご多忙中の中、今回執筆頂いた方々及び各社関係者様には多大なるご協力を頂き誠に感謝いたします。(阿部・園田)

6月号「河川・ダム治水対策、維持管理、点検補修特集」予告

・国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)第2次計画を策定 ・流域治水の推進 ・マスプロダクト型排水ポンプの実証試験とその結果 ・千葉県一宮川の事例からみる流域治水の取組と展開 ・TRD工法の河川堤防と都市部雨水貯留対策での適用事例 ・堤防DM補強工法 ・マルチビームソナーを活用した河床掘削におけるリアルタイム水中可視化技術 ・千五沢ダム再開発事業 ・画像解析技術を活用した「土石流検知アラートシステム」の紹介 ・再堆積しにくい河道掘削形状の設計にあたっての留意点 ・「群馬県リアルタイム水害リスク情報システム」の開発 ・自然エネルギーを活用したダム堆砂対策技術 ・ダム堆砂分別吸引アタッチメントの開発 ・ダム貯水池掘削・浚渫土の下水土砂還元や有効利用を促進するダム堆砂分級工法の開発 ・手取川流域農業水利事業白山頭首工建設工事 施工報告 ・架設物を上下部工の構築に利用した河川内橋梁架け替え工法の開発 ・水中構造物のメンテナンス

【年間定期購読ご希望の方】

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

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

中野 正則 日本ファブテック(株)

編集委員

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

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

建設機械施工

第74巻第5号(2022年5月号)(通巻867号)

Vol.74 No.5 May 2022

2022(令和4)年5月20日印刷

2022(令和4)年5月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫


印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

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

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

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

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

掘削サイクル
タイムアップ

↑
8%

従来機とのHモードでの比較



新型13t特設サイト

Performance **X** Design

それは未来に挑むための 次世代のパフォーマンス。

サイクルタイムを8%向上させた掘削性やNETISに新規登録された先進技術。
快適性、操作性を高めたインテリアデザイン。
数々の技術を磨き上げ、進化を遂げたSK135SRの誕生です。

NETIS登録

省工本技術搭載型バックホウ
登録番号:KT-200147-A

イーグルアイビュシステム
登録番号:KT-200085-A

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



SK135SR

SK125SR SK130SR+

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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

ダイワテレコン872

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

取付改造実績

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

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



ハンディータイプ
使いやすさを極めた高機能・高性能
ダイワテレコン810

用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

建設機械施工 広告掲載のご案内

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

■職業別購読者

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

■掲載広告種目

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

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

Santana **サンタナアートワークス**
ART WORKS

広告営業部: 田中 san-mich@zam.att.ne.jp

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

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、
資料の請求はメール、FAXでお送りください。

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

お名前: _____ 所属: _____

所属: _____

会社名(校名): _____

資料送付先: _____

電話: _____

FAX: _____

E-mail: _____

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX
送付先

サンタナアートワークス
建設機械施工係

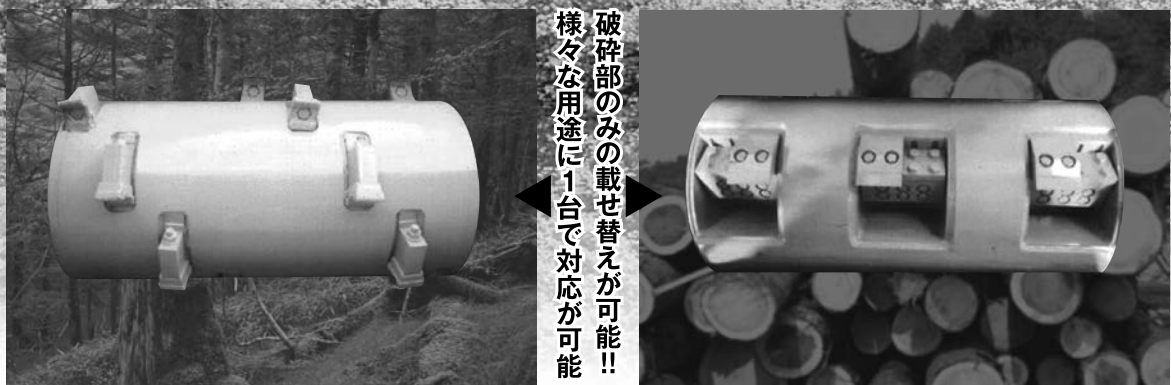
F
A
X

03-3664-0138

マルマテクニカのホリゾントラインダー



1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくするため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。

 **マルマテクニカ株式会社**

URL <http://www.maruma.co.jp/>

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

Mikasa

http://www.mikasas.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

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

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

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

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328

FA機器の 最適無線化提案

クレーン, 搬送台車, 建設機械, 特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

Ⓝ微弱電波 Ⓧ429MHz帯特定小電力 Ⓞ1.2GHz帯特定小電力
Ⓜ315MHz帯特定小電力 Ⓟ920MHz帯特定小電力

スリムケーブルレス 5000型

緊急停止スイッチの オプション対応スタート!

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

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



充電台に置いて充電

ご希望の多かったクレードルタイプを
オプションにてご用意!

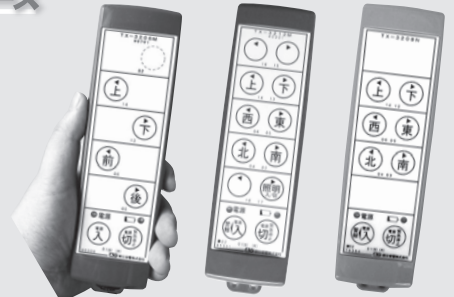


ハンディタイプ シリーズ

タフケーブルレス 《RC-8600N/U/G》



チップケーブルレス 《RC-3205M・3212M・3208N》



マイコンケーブルレス 《RC-6000N/U/G》

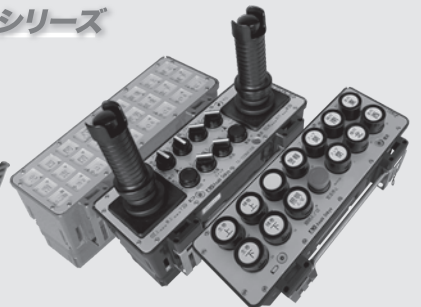


ケーブルレスミニ 《RC-4400N》



ショルダータイプ シリーズ

MAXサテレータ 《RC-9300U/G》



マイティサテレータ 《RC-7100・7200N/U/G》



RC-5800U/G 2段押3組 準標準型 好評発売中!

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

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

429MHz、1216MHzが
同価格!!

データケーブルレス シリーズ

双方向データケーブルレス 《TC-1000808S》



データケーブルレス 《TC-1300・1400N/U/G》



常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

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

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

朝日音響 検索



KOMATSU

建設現場のデジタルトランス フォーメーション実現を加速。



SMART CONSTRUCTION Retrofit

スマートコンストラクション・レトロフィット

既存の従来型建機に、3D-マシンガイダンス機能や
ペイロード機能 (オプション) などのICT機能を提供する
後付けキットをご用意しました。



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

コマツカスタマーサポート(株)

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

雑誌 03435-5



4910034350520
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)