

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

2018

建設機械施工 **2**

Vol.70 No.2 February 2018（通巻816号）

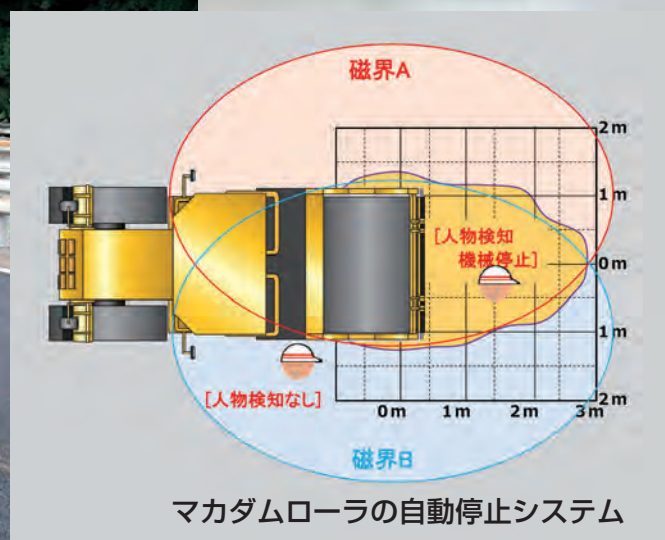
特集 安全対策，労働災害防止



自動停止装置付マカダムローラ



セミアクティブ型ICタグ



巻頭言 土木工事の安全性向上への試み

技術報文

- 油圧ショベルの衝突軽減システム
- 道路建設業における人と機械の協調安全技術の開発
- リスクアセスメントの実施による労働災害の大幅な低減
- 橋梁撤去・架設の3Dシミュレーション技術の開発と現場への適用
- モーションキャプチャによる没入体験を安全教育に活かす 他

行政情報

建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する基本的な計画

交流の広場

建設現場におけるピンポイント気象予測の重要性

部会報告

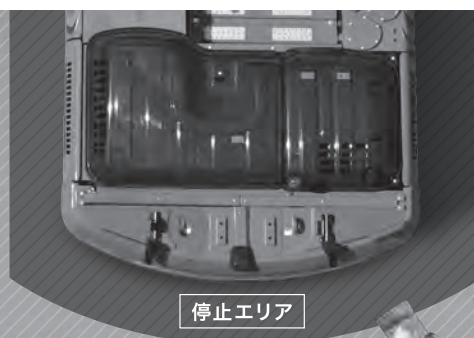
第21回 機電技術者意見交換会報告

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

誰でも働ける現場へ
KOBELCO IoT

事故“ゼロ”を目指して。



コベルコ建機は、いま現場が抱える安全対策を解決するため、
建機業界初となる衝突軽減システム「K-EYE PRO」を開発しました。

人や障害物を検知すると、自動で減速、停止。

最先端のテクノロジーで、働く人を選ばない次世代の現場を、ともに作ります。



衝突軽減システム付バックホウ
NETIS 登録
登録番号: KT-170051-A

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

第64回欧州建設機械施工視察団 団員募集のお知らせ

INTERMAT 2018 (パリ)

本協会では、毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設施工の機械化に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の目的は、フランス・パリで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“INTERMAT 2018”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界3大建機展の一つで、2015年には1,450社／団体が出展をしております。最新の建設機械、部品、サービスなどの技術を一望することができます。また、注目されている工事現場視察や建設機械メーカなどの工場見学も企画しております。関係各位におかれましては、最新の国際的な建設機械の動向とともに、欧州の建設施工を視察することにより、社会基盤整備に携わる建設産業の今後に役立つものと思われまます。多数の方々にご参加賜りたく、ご案内を申し上げます。

皆様のご参加をお待ち致しております。(現場視察や工場見学は、旅行者が確定してからの決定になります。)

【INTERMAT 展示会概要】

【開催地】フランス・パリ

【期 間】2018年4月23日(月)～28日(土)

【周 期】3年毎

【主 催】Comexposium France

【会 場】パリ、ノール ヴィルパント見本市会場

【出展社】1,450社 (2015年実績)

【入場者】183,000人 (2015年実績)

【主要出展内容】

土木・建設機械、建設用車輛、リフティング、ハンドリング機械、コンベヤ、建設機器・工具、モルタル処理・製造、型枠、足場、鉱業用原料抽出機械、原料処理、選鉱、建材用セメント・石灰・石膏製造、コンクリート・コンクリート製品・プレハブ構成材製造機械・システム、アスファルト製造機械・プラント、予混合ドライモルタル・漆喰・スクリード製造機械・プラント、石灰岩、発電所残渣使用建材製造・プラント、石膏・石膏ボード製造機械・システム、建材処理・包装トランスミッション・流体技術、発電ユニット、付属品、摩耗部品、サービス、検査、測定、プロセス制御技術、通信、ナビゲーション、作業安全、土砂運搬、解体、基礎工事、道路、採掘、碎石、ビル建設など

日 程 表					
	2018年 月・日	発着地／滞在地名	発着現地 時刻	交通機関名	摘 要
1 日目	4月22日 (日)	東京(羽田)発 シャルルドゴール着	10:35 16:10	航空機 専用車	8:30集合 日本航空、パリへ 到着後、ホテルへ (パリ泊)
2 日目	4月23日 (月)	パリ滞在	終 日	専用車	◎INTERMAT2018国際見本市視察 (パリ泊)
3 日目	4月24日 (火)	パリ滞在	終 日	専用車	◎INTERMAT2018国際見本市視察 (パリ泊)
4 日目	4月25日 (水)	パリ滞在	終 日	専用車	メトロ拡張計画、EOLE駅建設プロジェクト 見学 または、建機メーカ (EXP:マニトリ、fayat、Haulotte) 見学予定 (パリ泊)
5 日目	4月26日 (木)	パ リ 発 フランクフルト着	AM PM	専用車 航空機	パリ→フランクフルト エールフランス フランクフルト空港第三ターミナル建設プロジェクト見学予定 (フランクフルト泊)
6 日目	4月27日 (金)	フランクフルト発	午 前 16:30 19:20	航空機	自由行動 日本航空、帰国の途へ (機内泊)
7 日目	4月28日 (土)	東京(成田)着	午 後		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

・視察期間 平成30年4月22日(日)～4月28日(土) 5泊7日

・視 察 地 パリ・フランクフルト(2都市)

・催行人員 催行予定人員15名(添乗員同行)

・参 加 費 お一人様*449,500円 (1名1室)

※お申込み人数が15名未満の場合参加費が変わります。
8人未満の時は催行いたしません。

(空港諸税・燃油サーチャージ、INTERMAT2018入場料・登録代行手数料、見学施設入場費用は別途)

・締 切 日 募集締切日は2018年2月19日(月)

●募集パンフレット請求先 ⇒ (株)JTBコーポレートセールス 法人営業横浜支店 担当:佐藤
TEL045(316)2376 FAX045(316)5531

●お問い合わせ先 一般社団法人 日本建設機械施工協会
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階
TEL03(3433)1501 FAX03(3432)0289
担当: 安川

ICTを活用した建設技術 (情報化施工)

2017.3
発行!

国土交通省では、平成28年度より建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとして、i-Construction(アイ・コンストラクション)を進めています。

具体的な取り組みとして、ICT(情報化施工)を建設現場に積極的に取り入れようとする「i-Construction」対応工事(ICT土工)では、①3次元起工測量、②3次元設計データの作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの電子納品の5項目について実施することになっています。

既に建設現場では、ICTを活用した建設技術(情報化施工)として工事が実施されています。

本書は、これから建設分野を目指す学生や初めてICTを活用した建設工事に携わる方々を対象に作成いたしました。

既刊の「情報化施工デジタルガイドブック」と併せてお読み頂ければ、より詳しくICTを活用した建設技術(情報化施工)がご理解頂けるものと思います。

主な内容

- 1 情報化施工のあらし
- 2 従来の設計・施工
- 3 情報化施工の測位
- 4 情報化施工技術
- 5 3次元設計データ
- 6 i-Construction
- 7 情報化施工の効果的活用
- 8 ICTを活用した建設技術の一般的な用語の解説



定 価

※送料別途

一般価格

1,296円(本体1,200円)

会員価格

1,080円(本体1,000円)

学生価格

(学校からの申込みに限る)

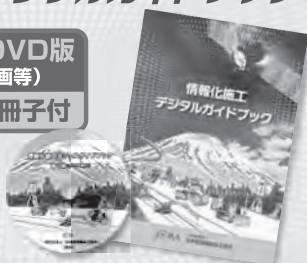
648円(本体600円)

実務者向け!!
情報化施工デジタルガイドブック

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

好評刊行中!



一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

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

JCMA 図書

検 索

ICTを活用した建設技術（情報化施工）

購入申込書

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

ICTを活用した建設技術
（情報化施工）

部



上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
		FAX	
住 所	〒		
必 要 書 類	見積書()通	請求書()通	納品書()通
送料の取扱	()単価に送料を含む ()単価と送料を2段書きにする（該当に○） 【指定用紙がある場合は、申込書とともにご送付下さい】		

●お申込方法

FAXにて、当協会本部または最寄りの各支部あてにお申込み下さい。

（注）沖縄地区は、本部へお申込みください。

●お問合せ及びお申込先

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

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

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

2016年版 内容目次

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

今後の予定

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ

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

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル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 建設クリエイティブビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

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

発売時期

平成28年5月末 HP：http://www.jcmanet.or.jp/

Webサイト 要覧クラブ

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

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータ
にアクセス



今後の予定

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

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

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特 徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様が対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

Windows版

情報化施工デジタルガイドブック

第1版(2014年発行)

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

情報化施工 デジタルガイドブック

JCMA
一般社団法人
日本建設機械施工協会

定 価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

主な内容

1

情報化施工
のあらまし

2

情報化
施工技術の
種類

3

情報化施工
の適用工種

4

情報化施工
の運用手順

5

建設機械・
測量機器リスト

6

情報化
施工データ

7

情報化施工
の導入効果

8

導入事例

9

用語の説明

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書

検 索

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌に掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H29 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 29 年度版	10,800	9,180	600
2	H29 年 4 月	平成 29 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	600
3	H29 年 4 月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,296	1,080	400
4	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	500
5	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	500
6	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	500
7	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	600
8	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	600
9	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
10	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD 版】	2,160	1,944	400
11	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
12	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック (改訂 4 版)	6,480	5,502	600
13	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
14	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷 【CD】	3,240		250
15	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
16	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
17	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
18	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
19	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
20	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)*	1,029		250
21	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)*	5,142		600
22	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
23	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,944		400
24	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
25	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
26	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック (第 3 版)	6,480	6,048	500
27	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル (第 2 版)	2,675	2,366	400
28	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
29	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
30	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
31	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	500
32	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
35	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
36	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD 版】	10,800	9,720	500
37	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		500
38		建設機械履歴簿	411		250
39	毎月 25 日	建設機械施工 【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

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

特 集

安全対策，労働災害防止

巻頭言

- 4 土木工事の安全性向上への試み
～レジリエンスエンジニアリングの考え方～

白木 渡 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構副機構長，特任教授，
土木学会「安全問題研究委員会」委員長

行政情報

- 5 建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する基本的な計画

麓 博史 国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課 専門工事業・建設関連振興室 企画専門官
東 好宣 厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官

特集・
技術報文

- 10 油圧ショベルの衝突軽減システム
接触事故防止を目指した衝突軽減システム K-EYEPRO

樋口 史一 コベルコ建機㈱ グローバルエンジニアリングセンター 開発本部 ショベル開発部
中型ショベル開発グループ グループ長
越智 智彦 コベルコ建機㈱ グローバルエンジニアリングセンター 開発本部 ショベル開発部
中型ショベル開発グループ マネージャー
木下 明 コベルコ建機㈱ グローバルエンジニアリングセンター 開発本部 要素開発部 電機制御系開発グループ

- 14 歩行者の危険を「見える化」するステレオカメラ型視認支援
装置

西 篤史 エウレカ㈱
村瀬 敦啓 日立建機㈱ 顧客ソリューション本部 戦略企画部

- 20 掘削用機械による死亡災害の分析
平成 22 年から平成 26 年に発生した死亡災害

堀 智仁 (株)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 主任研究員

- 25 路面への画像照射による安全喚起装置の改良
新型路面プロジェクタの特徴

新満 伊織 鹿島道路㈱ 生産技術本部機械部 開発設計課

- 28 建設現場の地盤養生に関する実験的検討
敷鉄板を用いた地盤養生

堀 智仁 (株)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ 主任研究員

- 34 道路建設業における人と機械の協調安全技術の開発

駒坂 翼 ㈱ NIPPO 総合技術部 生産機械センター 係長
宮本 多佳 ㈱ NIPPO 総合技術部 生産機械センター 係長
中田 真弥 ㈱ NIPPO 総合技術部 生産機械センター

- 40 IoT の活用による山岳トンネル工事の安全管理と作業環境改善
TUNNEL EYE

白石 雅嗣 ㈱銭高組 技術本部 技術研究所 主任研究員
畠中 健 ㈱イー・アイ・ソル 開発1本部 開発部 副部長
澤目 俊男 ㈱流機エンジニアリング 建設営業部 商品企画営業グループ グループ長

- 46 リスクアセスメントの実施による労働災害の大幅な低減

高比良 聡 東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱ 安全統括部 部長
山田 貴久 東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱ 安全統括部 課長

- 53 橋梁撤去・架設の 3D シミュレーション技術の開発と現場へ
の適用 現地状況やクレーンの動きを忠実に表現

田辺 重男 ㈱安藤・間 土木事業本部 技術第二部 橋梁グループ長
工藤 朗太 ㈱安藤・間 土木事業本部 技術第二部 橋梁グループ
松山 浩一 東電設計㈱ システム企画部 IT イノベーショングループ

	58	モーションキャプチャによる没入体験を安全教育に活かす 「気づき」をもたらす安全教育システム「リアルハット」の開発 蛭原 巖 西武建設㈱ 土木事業部エンジニアリング部 エンジニアリング部長 須長 真介 西武建設㈱ 土木事業部技術設計部 課長補佐 真柄 毅 ㈱岩崎 企画調査部企画開発グループ CIM チーム 課長
	64	IoT を活用した作業員向け安全管理システム 生体センサと環境センサとクラウドを利用したサービス 森川 直洋 ㈱大林組 建築本部本部長室 担当部長
	70	「鉄道工事安全システム」の構築と運用 南本 哲彦 鉄建建設㈱ 建設技術総合センター 研修センター 課長
	77	安全な足場環境の確保 東尾 正 全国仮設安全事業協同組合 専務理事
交流の広場	83	建設現場におけるピンポイント気象予測の重要性 安全建設気象モバイル KIYOMASA で豪雨被害を防ぐ 斎藤 雄一 ㈱ライフビジネスウェザー 気象予報部 気象予報士・防災士
ずいそう	87	世界杭打ち機博物館の開設 北村 精男 ㈱技研製作所 代表取締役社長
	89	誌上 安全講習会（自己反省も含む） 坪井 正博 日本キャタピラー合同会社 販売促進部 地区支援課 課長
部会報告	91	ISO/TC 127(土工機械)活動報告(平成 29 年～平成 30 年 1 月) 標準部会
	99	第 21 回 機電技術者意見交換会報告 建設業部会 機電技術者交流企画 WG
	110	日立建機 ICT デモサイト及びコマツ茨城工場見学会 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会
	112	新工法紹介 機関誌編集委員会
	116	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	120	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
	121	行事一覧 (2017 年 12 月)
	130	編集後記 (加藤・上田)

◇表紙写真説明◇

自動停止装置付マカダムローラ
写真提供：(株)NIPPO

自動停止システムを搭載したマカダムローラです。写真右に示した車体後方の人物検知機械停止エリア（下写真）に、セミアクティブ型 IC タグ（上写真）を持った作業者が侵入した場合、機械側のブレーキが効き自動で停止することで、作業者が轢かれるといった重篤災害防止に役立っています。建設機械の安全装置の多くは、音を用いた警告方式が採用されていますが、「知らせる」から「止める」ことを概念とした安全対策の導入が進められています。

巻頭言

土木工事の安全性向上への試み

～レジリエンスエンジニアリングの考え方～

白 木 渡



レジリエンスエンジニアリング (Resilience Engineering) とは、想定を超える事態に陥った場合において、人や組織が臨機応変な行動による4能力(「対処(responding)」, 「注意・監視 (monitoring)」, 「予見 (anticipating)」, 「学習 (learning)」) を発揮して、最悪の事態に至らないようにマネジメントすることを目指す手法である。ここでは、レジリエンスエンジニアリングの概念を概説し土木工事の安全性向上への一助としたい。

1. レジリエンスの定義

レジリエンス (resilience) とは、外乱によってダメージを受けても、しなやかに素早くもとの状態に回復する能力を意味する。レジリエンスの考え方は様々な分野で使われている。レジリエンスをより広義的かつ本質的に捉えた考え方は、Erik Hollnagel によって定義づけられている^{1), 2)}。レジリエンスを、変化や外乱の前・途中・後でシステムが自らの能力で自己調整し、想定内・想定外どちらの状況に対しても必要な動作を維持できる能力と捉え、ダイナミックでありプロアクティブ(能動的)な性質を有していることを強調している。つまり事象の結果に対する後知恵で測定・評価されるのではなく、ダイナミックに変化するプロセスの対処の仕方によって評価されるべき概念として定義している。

2. 組織としてのレジリエンス

組織において事故を引き起こす要因は、ヒューマンエラーとシステムエラーに分類することができる³⁾。ヒューマンエラーは人間個人のうっかりミス、規則違反等により誘発され、マニュアルの整備や機械の自動化、現場教育等の対策により改善されてきた。またシステムエラーについては、運営していく中で不都合を見出す都度改善していくといった対応がなされている。一方で、事故が発生する以前に目に見えない形で回避されていることもあり得る。つまり、人間の臨機応変な対応によって結果的に事故に至らず工事が進捗している状態が存在するということである。しかしこの状態を評価するのは困難である。なぜなら評価は、

事故が発生した場合にのみ下されるからである。

このような観点からレジリエンスを評価しようとする時、重大な事故や災害が発生した場合の事後のしなやかな回復力とは別に、事前の考え方や対応に注力することも重要である。つまり組織レジリエンスは、事故の発生前、発生直後、発生後の各段階において、工事の発注者、施工者、設計・施工管理者等の関係者や所属する組織が、個人と組織レベル全体にわたりバランスのとれた状態で具備されるべき能力として捉えるべきである。

3. 工事の安全性向上に向けて

わが国では、土木工事での安全性確保の方策として一般的に議論されるのは、工事現場での労働安全・衛生管理である。しかしこれまでに発生している土木工事における事故事例をみると、計画・設計・施工・維持管理および解体の各段階での安全性の確保に関して調整不足が見受けられる。さらに最近、調査・測量から設計・施工・維持管理までのあらゆるプロセスでICT等を活用して建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」の推進が図られている現状もあり、新たな安全問題の検討が必要である。

このような状況における対応策として、これまでわが国が取組んできたボトムアップ型の安全衛生活動であるKY(危険予知)活動、ゼロ災運動、5Sなど、世界中の国で参考にされ他国に比べ進んでいる分野において、ここで紹介した「レジリエンスエンジニアリング」の手法を導入することにより、新たな展開を図ることが重要であると考えている。

《参考文献》

- 1) Erik Hollnagel, David D.Woods, Nancy Leveson 著、北村正晴監訳: レジリエンスエンジニアリング 概念と指針, 日科技連, 2012.11.
- 2) Erik Hollnagel, Jean Paries, David D.Woods, John Wreathall 著、北村正晴、小松原明哲監訳: 実践レジリエンスエンジニアリング社会・技術システムおよび重安全システムへの実装の手引き, 日科技連, 2014.5.
- 3) ジェームズ・リーズン (James Reason) 著、佐相邦英監訳: 組織事故とレジリエンス, 日科技連, 2010.6.

特集>>> 安全対策, 労働災害防止

行政情報

建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する
基本的な計画

麓 博 史・東 好 宣

第192国会において、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。以下「法」という）が全会一致で成立し、平成28年12月16日に公布、平成29年3月16日に施行された。同法第8条では、政府は、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する基本的な計画（以下「基本計画」という）を策定しなければならないとされており、平成29年6月9日に基本計画が閣議決定されたところである。本稿では、基本計画策定までの経緯、基本計画の概要及び都道府県計画の策定に向けた支援について紹介する。

キーワード：建設工事従事者、安全及び健康の確保、安全衛生経費、一人親方、労災保険の特別加入制度

1. 基本計画策定までの経緯

本法律は、国民の日常生活及び社会生活において建設業の果たす役割の重要性、建設業における重大な労働災害の発生状況等を踏まえ、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関し、基本理念を定め、国等の責務

を明らかにし、施策の基本となる事項を定めること等により、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって建設業の健全な発展に資することを目的として制定された。また、国及び都道府県が講ずべき基本的施策として、①建設工事の請負契約における経費の適切かつ明確な積

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12月16日法律第111号）の概要

建設業における重大な労働災害の発生状況等に鑑み、建設工事従事者の安全及び健康の確保を推進するため、公共発注・民間発注を問わず、労災保険料を含む安全衛生経費の確保や一人親方問題への対処等がなされるよう、特別に手厚い対策を国及び都道府県等に求めるもの

<目的、基本理念>

目的、基本理念

<目的>（第1条関係）

- 建設工事従事者の安全及び健康の確保に関し、基本理念を定め、国等の責務を明らかにし、施策の基本となる事項を定めること等により、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって建設業の健全な発展に資する

<基本理念>（第3条関係）

- 建設工事の請負契約において適正な請負代金の額、工期等が定められること
- 建設工事従事者の安全及び健康の確保に必要な措置が、設計、施工等の各段階において適切に講ぜられること
- 建設工事従事者の安全及び健康に関する意識を高めることにより、安全で衛生的な作業の遂行が図られること
- 建設工事従事者の処遇の改善及び地位の向上が図られること

<国等の責務、法制上の措置等>

国等の責務、法制上の措置等

<国等の責務>（第4条から第6条まで関係）

- 国は、基本理念にのっとり、建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する施策を総合的に策定、実施する
- 都道府県は、基本理念にのっとり、国との適切な役割分担を踏まえて、当該区域の実情に応じた施策を策定、実施する
- 建設業者等は、基本理念にのっとり、建設工事従事者の安全及び健康の確保のために必要な措置を講ずる

<法制上の措置等>（第7条関係）

- 政府は、施策を実施するため必要な法制上、財政上又は税制上の措置その他の措置を講じなければならない

<基本計画等、基本的施策>

基本計画等（第8条・第9条関係）

- 政府は、建設工事従事者の安全及び健康に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、基本計画を策定しなければならない
- 都道府県は、基本計画を勘案して、都道府県計画を策定するよう努める

基本的施策（第10条から第14条まで関係）

- ①建設工事の請負契約における経費（労災保険料を含む）の適切かつ明確な積算、明示及び支払の促進 ②責任体制の明確化（下請関係の適正化の促進） ③建設工事の現場における措置の統一の実施（労災保険関係の状況の把握の促進等） ④建設工事の現場の安全性の点検、分析、評価に係る取組の促進 ⑤建設工事従事者の安全に配慮した設計、建設工事の安全な実施に資するとともに省力化・生産性向上にも配慮した材料・資機材・施工方法の開発・普及の促進 ⑥建設工事従事者の安全及び健康に関する意識の啓発

<推進会議の設置>

建設工事従事者安全健康確保推進会議（第15条関係）

関係行政機関相互の調整を行うことにより、建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進を図るため、「建設工事従事者安全健康確保推進会議」及び専門的知識を有する者によって構成する「建設工事従事者安全健康確保推進専門家会議」を設ける

施行：平成29年3月16日

図－1 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の概要

算等，②責任体制の明確化，③建設工事の現場における措置の統一的な実施，④建設工事の現場の安全性の点検等，⑤建設工事従事者の安全及び健康に関する意識啓発，が規定されており，同法第8条では，政府は，建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため，基本計画を策定しなければならないとされている（図—1）。

基本計画の策定にあたっては，平成29年3月28日に関係省庁の副大臣，政務官で構成された建設工事従事者安全健康確保推進会議（議長：末松信介国土交通副大臣（当時））が開催（図—2）され，基本計画の策定に向けた議論が開始された。その後，同年4月10日，5月15日に，有識者からなる建設工事従事者安全健康確保推進専門家会議（委員長：蟹澤宏剛芝浦

工業大学教授）（図—3）において基本計画案等について議論され，同年6月9日に基本計画が閣議決定された。

2. 基本計画の概要

(1) 建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する現状と課題

(a) 建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に必要な環境整備

建設業における労働災害の発生状況は，長期的に減少傾向にある。労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）及び同法に基づく関係政省令による危害防止基準等が年々充実強化されるとともに，建設業者等による長年にわたる自主的な労働災害防止活動が相まって，昭和47年には2,400人にも上っていた建設業における労働災害による死亡者数は，平成28年には294人まで減少した（図—4）。

しかしながら，いわゆる一人親方や自営業主・家族従事者（以下「一人親方等」という。）を含めた建設工事従事者全体では，墜落災害をはじめとする建設工事の現場での災害により，年間約400人もの尊い命が

厚生労働副大臣	橋本 岳
国土交通副大臣	末松 信介（議長）
総務大臣政務官	富樫 博之
経済産業大臣政務官	井原 巧

図—2 建設工事従事者安全健康確保推進会議 構成員名簿（平成29年5月29日時点。敬称略）

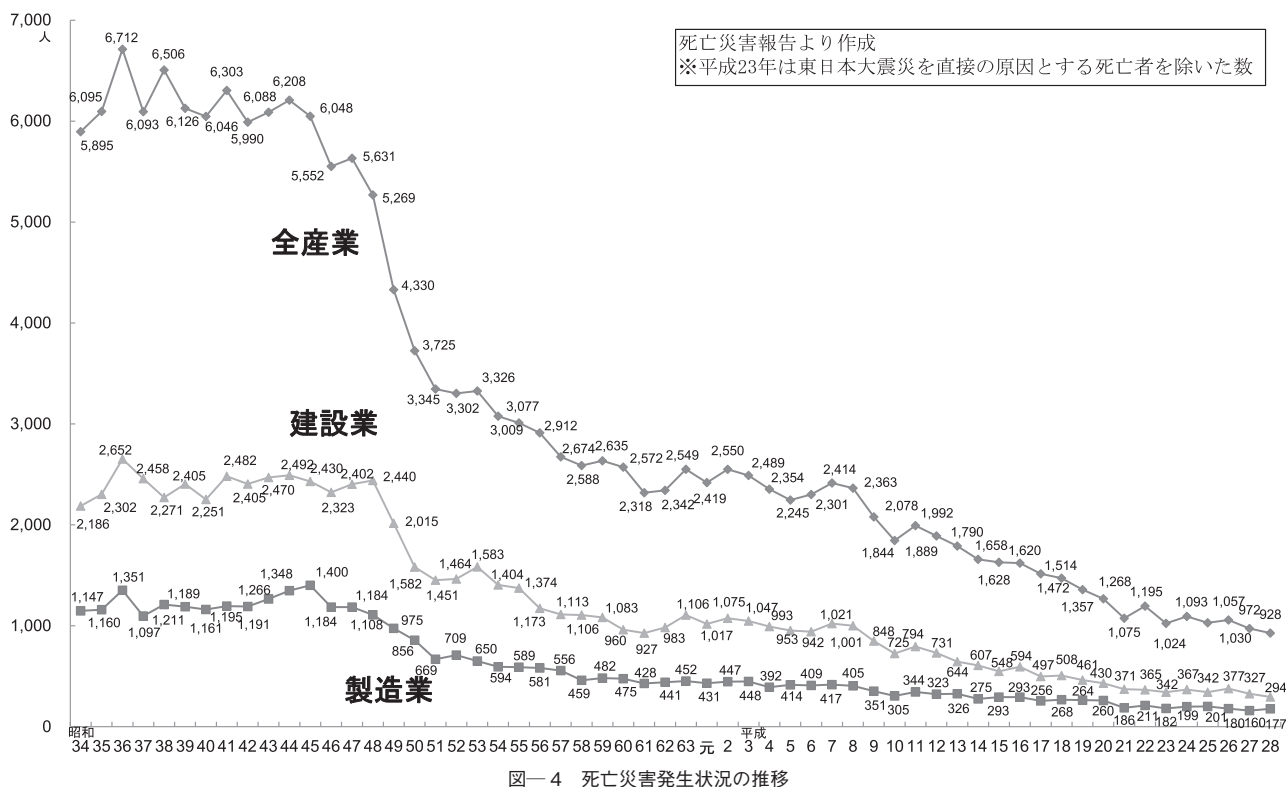
有識者

安全	：大幢 勝利	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所研究推進・国際センター長
健康	：森 晃爾	産業医科大学産業生態科学研究所教授
安全・健康	：益子 邦洋	医療法人社団永生会南多摩病院院長
法律	：内藤 恵	慶應義塾大学法学部教授
経済	：井出多加子	成蹊大学経済学部教授
技能者・建築	：蟹澤 宏剛	芝浦工業大学建築学部建築学科教授（委員長）
土木	：高野 伸栄	北海道大学大学院公共政策学連携研究部教授
建築	：金多 隆	京都大学大学院工学研究科建築学専攻准教授

関係団体

田中 正晴	建設業労働災害防止協会専務理事
土屋 良直	建設労務安全研究会理事長
勝野 圭司	全国建設労働組合総連合書記長
田中 宏幸	日本建設産業職員労働組合協議会議長
谷田海孝男	一般社団法人日本建設業連合会常務執行役
伊藤 淳	一般社団法人全国建設業協会専務理事
豊田 剛	一般社団法人全国中小建設業協会副会長
大木 勇雄	一般社団法人建設産業専門団体連合会
小野 辰雄	全国仮設安全事業協同組合理事長

図—3 建設工事従事者安全健康確保推進専門家会議 委員名簿（平成29年5月15日時点。敬称略）



亡くなっていることを重く受け止め、建設業における災害の撲滅に向けて一層の実効性のある取組を推進する必要がある。

(b) 一人親方等への対処の必要性

一人親方等は、労働安全衛生法上の労働者には当たらないため、同法の直接の保護対象には当たらない。しかしながら、建設工事の現場では、他の関係請負人の労働者と同じような作業に従事しており、厚生労働省の調査によれば、平成28年には75人の一人親方等が業務中の死亡者として把握されており、一人親方等の安全及び健康の確保について、特段の対応が必要である。

(c) 建設工事従事者の処遇の改善等を通じた中長期的な担い手の確保

建設業においては、近年技能労働者の賃金水準は上昇傾向にあるものの、未だ他産業の労働者と比べて低い水準にある。また、他産業では一般的となっている週休二日の確保が十分ではなく、総労働時間が長くなっている。建設工事従事者の高齢化が進行している中、建設業を魅力的な仕事の場とし、処遇の改善や技能・技術の振興を含めた地位の向上を図りつつ、中長期的な担い手の確保を進めていくことが急務である。

(2) 政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策等

以上の建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する現状と課題を踏まえ、主に以下の施策を推進するこ

ととしている（図—5）。なお、本基本計画は策定後2～3年で調査等を行った上で検討を加え、必要があると認めるときには、速やかに変更することとしている。

(a) 安全及び健康の確保に関する経費の適切かつ明確な積算等

安全衛生経費については、建設工事の工種、工事規模、施工場所等により異なるため、関係行政機関等が協力し、その実態を把握するとともに、それを踏まえ、適切かつ明確な積算がなされ下請負人まで確実に支払われるような実効性のある施策を検討し、実施する。

(b) 建設工事従事者の安全及び健康に配慮した工期の設定

週休二日の実現や労働時間の削減に向け、休日等の日数を確保するなど適切な工期が定められるとともに、やむを得ない事由により工期内に工事が終わらない見込みの場合は適切な工期延長が行われる等の環境を整備する。

また、一時期に工事が過度に集中することを避けるため、債務負担行為の積極的な活用等により施工時期を平準化する等、計画的な発注を実施する。

(c) 一人親方等の安全及び健康の確保

一人親方等が業務中に被災した災害を的確に把握するとともに、労働災害との比較等により、一人親方等の災害の特徴を分析し、災害防止対策の基礎資料として活用する。

建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する基本的な計画（平成29年6月9日閣議決定）

はじめに 現状と課題

- ・建設工事の現場での災害により、年間約400名もの尊い命がなくなっていることを重く受け止め、災害撲滅に向けて一層の実効性のある取組を推進する必要がある。
- ・一人親方等は、建設工事の現場では、他の関係請負人の労働者と同じような作業に従事しており、特段の対応が必要である。
- ・建設工事従事者の高齢化が進行している中、中長期的な担い手の確保を進めていくことが急務である。

第1 基本的な方針

1. 適正な請負代金の額、工期等の設定
2. 設計、施工等の各段階における措置
3. 安全及び健康に関する意識の向上
4. 建設工事従事者の処遇の改善及び地位の向上

第2 政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

1. 建設工事の請負契約における経費の適切かつ明確な積算等

- (1) 安全及び健康の確保に関する経費の適切かつ明確な積算等
 - ・安全衛生経費については、実態を把握するとともに、それを踏まえ、適切かつ明確な積算がなされ下請負人まで確実に支払われるような実効性のある施策を検討し、実施する。

(2) 安全及び健康に配慮した工期の設定

- ・休日等の日数を確保するなど適切な工期が定められる等の環境を整備する。
- ・施工時期を平準化する等、計画的な発注を実施する。

2. 責任体制の明確化

3. 建設工事の現場における措置の統一的な実施

- (1) 建設業者間の連携の促進

(2) 一人親方等の安全及び健康の確保

- ・一人親方等が業務中に被災した災害を的確に把握する。
- ・一人親方等に対して、安全衛生に関する知識習得等を支援する。

(3) 特別加入制度への加入促進等の徹底

- ・一人親方で特別加入していない者の実態を把握し、一人親方に対する労災保険の特別加入制度への加入の積極的な促進を徹底する。

4. 建設工事の現場の安全性の点検等

(1) 建設業者等による自主的な取組の促進

(2) 工法や資機材等の開発普及の促進

- ・i-Constructionを推進するとともに、生産性向上にも配慮した安全な工法等の研究開発及び普及を推進する。

5. 安全及び健康に関する意識の啓発

(1) 安全衛生教育の促進

(2) 安全及び健康に関する意識の啓発に係る自主的な取組の促進

第3 総合的かつ計画的に推進するために必要な事項

1. 建設工事従事者の処遇の改善及び地位の向上を図るための施策

(1) 社会保険等の加入の徹底

- ・法定福利費を内訳明示した見積書の活用等による法定福利費の適切な確保及び社会保険等の加入の徹底について実効性のある対策を推進する。

(2) 建設キャリアアップシステムの活用推進

(3) 「働き方改革」の推進

- ・適正な工期設定、週休二日の推進等の休日の確保、適切な賃金水準の確保等、建設業における働き方改革を進める。

2. 墜落・転落災害の防止対策の充実強化

(1) 労働安全衛生法令の遵守徹底等

- ・労働安全衛生規則に基づく措置の遵守徹底を図る。
- ・労働安全衛生規則に併せて実施することが望ましい「より安全な措置」等の一層の普及のため、実効性のある対策を講ずる。

(2) 墜落・転落災害防止対策の充実強化

3. 東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた先進的取組

4. 基本計画の推進体制

(1) 関係者における連携、協力体制の強化

(2) 調査・研究の充実

5. 施策の推進状況の点検と計画の見直し

- ・策定後2～3年で調査等を行った上で、本基本計画に検討を加え、必要があると認めるときには、速やかにこれを変更する。

図—5 基本計画の概要

また、一人親方等に仕事を注文する立場の建設業者による一人親方等の安全及び健康への配慮を促進するとともに、一人親方等に対してその業務の特性や作業の実態を踏まえた安全衛生に関する知識習得等を支援する。

(d) 特別加入制度への加入促進等の徹底

一人親方で、現場において労働者としての実態がある者については、労働者として扱うよう改めて周知・指導を行うとともに、一人親方の安全及び健康の確保とあわせて、関係行政機関等が連携し、元請負人等を通じて一人親方で特別加入していない者の実態を把握し、一人親方に対する労災保険の特別加入制度への加入の積極的な促進を徹底する。

(e) 工法や資機材等の開発の普及の促進

ICT建機やUAVを活用することで重機回りの丁張り作業や法面測量など危険を伴う作業等を減少させるi-Constructionを推進するとともに、生産性向上にも配慮した安全な工法等の研究開発及び普及を推進する。

(f) 社会保険等の加入の徹底

官民の関係者から構成される協議会を通じ、引き続き、法定福利費を内訳明示した見積書の活用等による法定福利費の適切な確保及び建設業者及び建設工事従事者の社会保険等の加入の徹底について実効性のある

対策を推進する。

(g) 「働き方改革」の推進

平成29年3月に働き方改革実現会議で決定された働き方改革実行計画を踏まえ、適正な工期設定、週休二日の推進等の休日確保、適切な賃金水準の確保等、公共工事のみならず全ての建設工事について、建設業における働き方改革を進める。

(h) 墜落・転落災害の防止対策の充実強化（労働安全衛生法令の遵守徹底等）

過去の墜落・転落災害をみると、大多数の災害に労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）の違反が認められる状況にある。このため墜落・転落災害のさらなる減少に向けて、労働安全衛生規則に基づく措置の遵守徹底を図る。

加えて、足場からの墜落・転落災害については、厚生労働省が公表している「足場からの墜落・転落災害防止総合対策推進要綱」に示されている、労働安全衛生規則に併せて実施することが望ましい「より安全な措置」等の一層の普及のため、実効性のある対策を講ずる。

3. 都道府県計画の策定に向けた支援

法律第9条では、都道府県は、基本計画を勘案して、

当該都道府県における建設工事従事者の安全及び健康の確保に関する計画（以下「都道府県計画」という。）を策定するよう努めるものとされている。

これを受け、都道府県計画の策定を促進し、建設工事従事者の安全及び健康の確保を推進するため、全国8つの地方ブロック単位で「地方ブロック建設工事従事者安全健康確保推進会議」を設置し、9月22日から順次開催した。会議では、国土交通省及び厚生労働省から、法律や基本計画の概要、関連施策の内容、都道府県計画の作成に当たっての留意点等について説明し、意見交換を行った。会議後に、各都道府県に対し、都道府県計画策定の意向調査を実施したところ、30の団体が「策定する意向がある」、17の団体が「検討中」と回答した（平成29年11月22日調査時点）。今後、各都道府県の策定状況を共有するなど、都道府県計画の策定を支援して参りたい。

4. おわりに

本法律は、建設業における重大な労働災害の発生状況等に鑑み、建設工事従事者の安全及び健康の確保を

推進するため、公共工事のみならず全ての建設工事について、安全衛生経費の確保や一人親方問題への対処等がなされるよう、特別に手厚い対策を国及び都道府県等に求めるものである。今後、関係者の方々のご意見を踏まえ、本基本計画に記載された施策を進めて参りたい。なお、基本計画及び建設工事従事者安全健康確保推進会議・専門家会議の審議内容等は国土交通省ホームページにおいて公表しているので、ご覧いただきたい。http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk2_000101.html

J C M A

〔筆者紹介〕

麓 博史（ふもと ひろし）

国土交通省

土地・建設産業局 建設市場整備課 専門工事業・建設関連業振興室
企画専門官

東 好宣（ひがし よしのり）

厚生労働省

労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室
技術審査官

油圧ショベルの衝突軽減システム

接触事故防止を目指した衝突軽減システム K-EYEPRO

樋口 史一・越智 智彦・木下 明

建設現場における災害の多くは挟まれ・轢かれ事故である。これまでも警告装置等の安全装置は存在するが、最終的な危険回避はオペレータ自身に委ねられている。オペレータが警報に気付かない場合や認識が遅れた場合は、結果的に事故に繋がることになり変わらない状況である。本稿では、死角となる油圧ショベル後方での接触事故防止を目指した検知技術、制御技術の設定についての取り組みを紹介する。

キーワード：災害、事故、死角、検知技術、制御技術

1. はじめに

我が国日本では、2030年までの20年間、貴重な労働力である生産年齢人口が毎年1%近く減少していくと見込まれている。この状況に対して、建設機械業界では、生産性の向上がこれからの成長のキーワードとなっている。

このような状況を踏まえ、国土交通省では、建設機械業界に於いて、調査・測量から設計・施工・検査・維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスに於いて抜本的に生産性を向上させる「i-Construction」施策を提唱し、以下の姿を目指している。

- ①一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善する。
- ②建設現場に携わる人の賃金水準の向上を図るなど魅力ある建設現場にする。
- ③死亡事故ゼロを目指し、安全性を飛躍的に向上させる。

これらの目的を達成するために、建設現場のプロセス全体の最適化を行う。具体的には、ICT技術の全面的な活用を行い、規格の標準化、施工時期の平準化が実施されている。例えば、ドローンを用いた3次元測量、同3次元測量データによる設計・施工計画策定、建設現場でのIoT活用による施工、検査の省力化、省人化が提案されている。

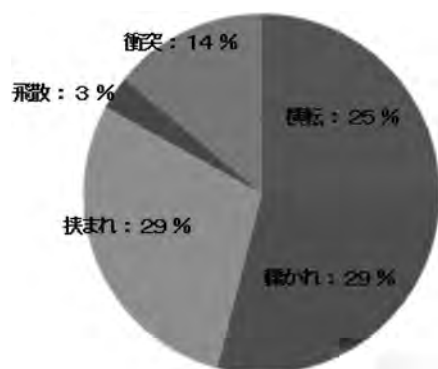
このi-Constructionでは建設現場の死亡事故ゼロ、安全性の飛躍的改善を目指しており、国として建設現場の安全性は重要な課題と認識されている。

実際の建設現場で油圧ショベルの関わる事故の約6割は挟まれ・轢かれ事故で、そのうち旋回、走行時の

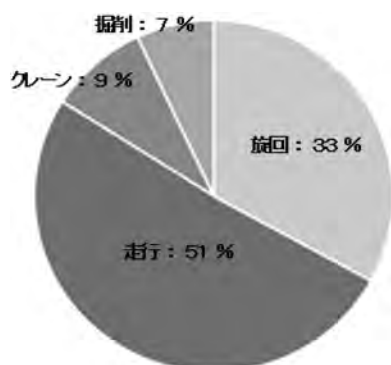
事故が8割以上を占めている。事故のほとんどは機械後方の死角エリアで発生しており、作業者に気付かず操作したことが原因となっている。これまでも、各建機メーカーやレンタル会社等が独自に設定した安全装置が存在したが、多くは警報装置の類であり、最終的な危険回避はオペレータ自身に委ねられていた。そのため、オペレータが警報に気付かない場合や認識が遅れた場合など、結果的に事故に繋がることになり変わりがなかった。このような問題に対し、赤外線センサを応用し死角となる油圧ショベル後方での接触事故防止を目指した衝突軽減システム K-EYEPRO（以下「本システム」という）の設定を進めた。

2. 現場での災害と課題

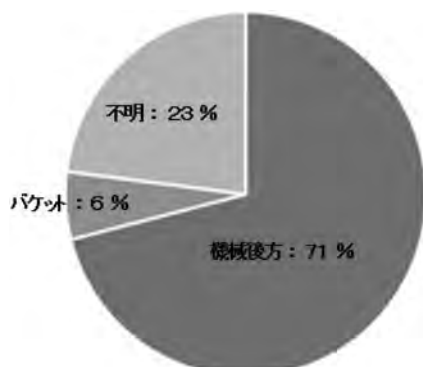
本稿で報告する本システムの設定に当たり、現場の労働災害の内訳について調査を行った。その結果を図1～3に示す。この結果より、現場での災害のうち6割が建設機械による挟まれ・轢かれ事故であり、その内8割は建機の走行中や旋回中に発生している事が明らかとなった。また、それらの事故発生場所の7割以上が機械後方の死角である。そのため、労働災害の低減を実現するには、機械後方の死角領域において、接触を未然に防止するシステム構築が必要であると判断した。これまでもこうした労働災害を低減する為のシステムは存在したが、オペレータに対する警告がメインのシステムであった。例えば、昨今の自動車における自動ブレーキのような機械が自発的に止まるものは殆どなかった。機械が停止するものもあるが、その場合は動作全てが停止してしまい、作業性の



図一 1 事故の内訳



図一 2 事故時の動作

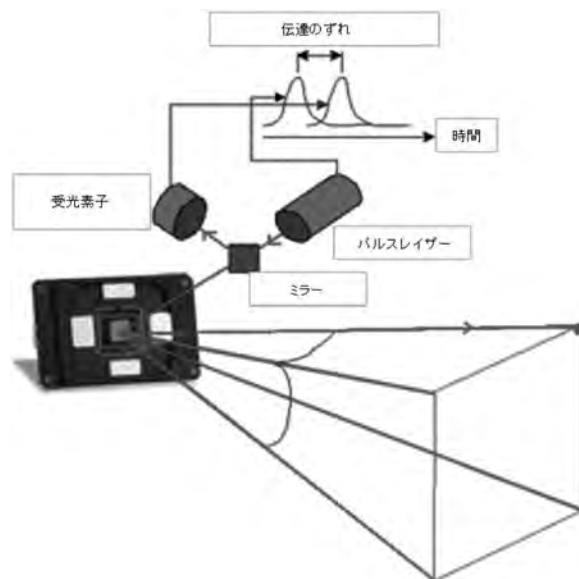


図一 3 接触箇所

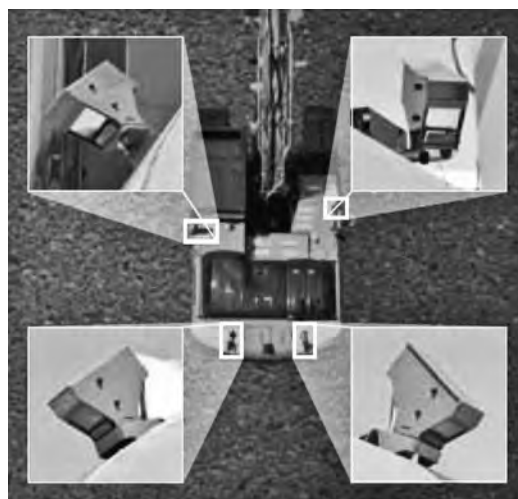
観点から見て使い勝手の良いものでは無かった。今回、本システムのコンセプトとして、安全性に加え、作業性の確保を同時に実現出来るシステムの設定を目指した。

3. 検知技術

現在、世界中で人・対象物検知技術が多岐にわたり開発されているが、それぞれにメリットとデメリットが存在する。本システム検討の初期段階において、あらゆる検知技術の特徴を見極めたうえで、赤外線 TOF センサを採用した。赤外線 TOF センサは、センサ自身が照射した赤外線が対象物に反射し、再度受



図一 4 赤外線 TOF センサの原理



図一 5 赤外線 TOF センサ取付位置

光する時間から対象物との距離を算出するものである(図一 4)。昼夜問わず複雑な形状であっても 3 次元的に高精度に検知出来るメリットがある。

今日まで本方式は、室内・車内等の安定的な環境での使用については実用化が進んでいるが、屋外・車載使用については、外乱による技術的対策が必要なこともあり、一部の採用に留まっている。今回、外的要因である太陽光・雨雪等の外乱に対して、ハードウェア・ソフトウェアによる対策を実施し、その有効性について確認を実施した。本システムでは、図一 5 に示すように、赤外線 TOF センサをショベル 1 台に対し 4 台搭載し、ショベル後方の死角をカバーするレイアウトとした。

通常、赤外線 TOF センサはセンサと対象物の最近距離を出力する。本システムで採用したセンサは、ソフト処理により対象物の位置をショベル座標系に換

算し、その位置をショベル側のコントローラへ送信する。対象物の位置をショベル座標系に換算するにあたり、それぞれの取付位置情報が必要となる。その場合、取付位置に対応した専用のセンサが必要になるのが一般的である。本システムではセンサと建機側コントローラとが連携し、1種類のセンサで全ての取付位置に対応出来るようソフトウェア上の工夫を行った。また、フィールドに出た後にセンサにズレが発生した場合など正確な位置情報が送信できない事態が懸念されるが、万が一取付状態が変化した場合でも、初期取付状態からのズレを検知するソフトウェア処理により、オペレータへの報知が出来るようなシステムを考案した。更に、センサの赤外線照射・受光面が汚れる事により検知不能となった場合においても、上記と同様にソフトウェアの処理により汚れの発生をオペレータに知らせるシステムを設定することで、システム喪失時のフォローも万全となっている。

4. 制御技術

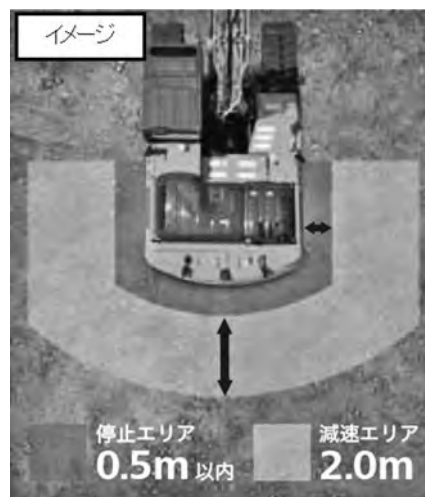
ショベル周辺に人・対象物を検知した場合には、オペレータが走行、あるいは旋回操作を行っていたとしても自動的に機械の動作を減速出来る。更にショベルに近づいた場合には、自動停止させることで挟まれ・轢かれ事故を回避する(図—6, 7)。自動停止後もブー



図—6 旋回時の自動減速／停止



図—7 走行時の自動減速／停止



図—8 自動減速／停止エリア(概略の検知エリア)

ム、アーム、バケットのアタッチメントの操作は可能であり、人・対象物の無い方向への旋回操作も可能である。機械を自動減速・停止させる際の制御は人・対象物との距離が機体から2m以内で行う(図—8)。狭所であっても極力作業に支障をきたすことなく、継続的に作業が可能となるような設定とした。また上下方向の検知範囲も、上部旋回体から上方側の範囲を検知範囲としており、ショベルのクローラ部分を人・対象物として誤検知することは無い。検知高さを十分確保していることから、土面の凹凸などを誤検知すること無く、登坂や積み込み作業にも配慮したエリア設定を行った。

上記の自動減速・自動停止エリアに人・対象物が進入した場合、センサからの位置情報をもとに、運転室のディスプレイに、人・対象物の位置を表示することが出来る(図—9, 10)。その表示作動に加え、警報音によりオペレータに注意喚起することで、オペレータの安全意識の向上にも寄与する。

5. 安全レポートシステム

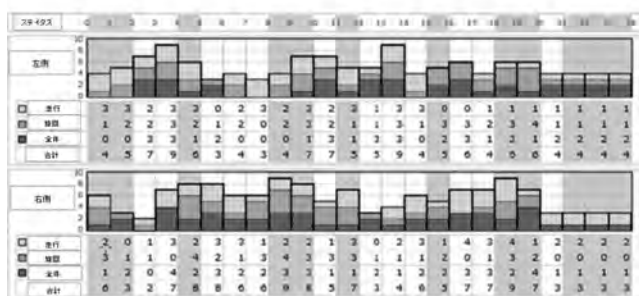
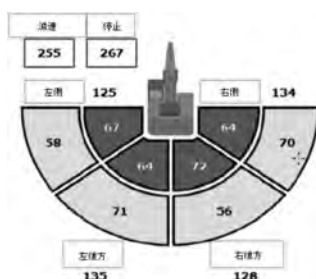
本システム本来の検知・制御技術に付加する形で、作動状態をユーザーにレポートとして発信するシステムを設定した。本システムが作動した際の機体に対する対象物の検知エリアや、時間帯ごとの検知回数のレポートを専用 Web 画面上で確認ができる安全レポートシステムを設けた(図—11)。可視化された現場のヒヤリハット状況を KY 活動に活用することで、建設現場全体で安全意識の向上及び、職場改善に貢献できるシステムである。



図一 9 右側方に人・対象物がある場合



図一 10 右側方の人・対象物がさらに近づいた場合



図一 11 安全レポートシステム

6. おわりに

自動車業界においても運転支援システムが普及してきており、その技術革新は著しい。少子高齢化を背景に、労働人口の減少、熟練オペレータ不足などの課題を抱える建設現場においても建機オペレータに寄り添い、サポートするシステムの進化は必須と考える。今後も継続的に安全性能を向上させ、建設現場のダイバーシティ化に対応した『誰でも働ける現場』の実現に貢献できるソリューションを継続的に提供していく。

J C M A

《参考文献》

- 1) 建設業安全衛生年鑑 2010～2014

【筆者紹介】

樋口 史一（ひぐち ふみかず）

コベルコ建機㈱

グローバルエンジニアリングセンター 開発本部

ショベル開発部 中型ショベル開発グループ

グループ長



越智 智彦（おち ともしこ）

コベルコ建機㈱

グローバルエンジニアリングセンター 開発本部

ショベル開発部 中型ショベル開発グループ

マネージャー



木下 明（きのした あきら）

コベルコ建機㈱

グローバルエンジニアリングセンター 開発本部

要素開発部 電機制御系開発グループ



歩行者の危険を「見える化」する ステレオカメラ型視認支援装置

西 篤 史・村 瀬 敦 啓

災害の見える化は、安全衛生の管理に携わる人々によって長らく追い求められてきたテーマである。約90年前にハインリッヒが見つけた災害損失の科学的法則性は、現代では数多の試算モデルへと発展し、人々に安全衛生管理が企業の将来への投資として認知されるための、大きな助けとなった。災害損失リスクの大きい建設業では、新技術の導入が積極的に進められている。本技術は、歩行者を危険から守り、その危険原を見える化することで、現場未経験者の生産性の向上、熟練者の就労長期化へと貢献することを目指したものである。

キーワード：労働災害、危険、見える化、ステレオカメラ、人検知、歩行者、ヒヤリハット、建設業

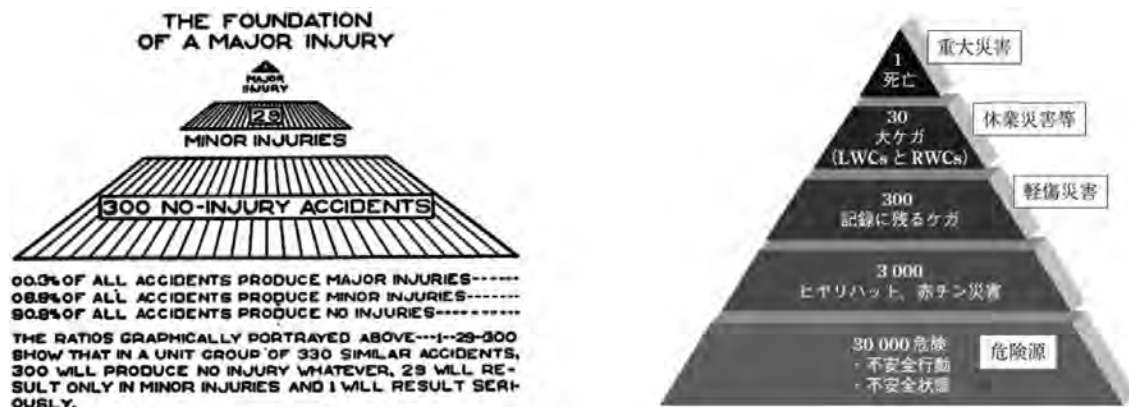
1. はじめに（市場背景）

「300：29：1の法則」と聞けば、多くの方がハインリッヒ（Herbert William Heinrich, 1881-1962）の名を思い浮かべるだろう。彼が所属していたのは、1864年に米国で初めて損害保険を始めた企業トラベラーズ損害保険である。後に「ハインリッヒの法則」と呼ばれる冒頭の法則を説くまでに、複数におよんだ彼の研究論文は、実に約1万件から7万5千件の事故データの分析が基となっている。三上（2011）¹⁾は、彼の1926年から1929年までの3つの論文報告の意義を、「災害の見える化」にあるとした。具体的には、労働災害のコスト、安全対策による効果、災害の規模分布を数値化することで、安全衛生に携わる人たちに活動の費用対効果について、科学的な認知を容易にした。これにより安全衛生活動は、安全担当者以外の現場職員に

とつてもその意義に対する理解が深まることとなり、より実践的な安全向上策へと繋がっていくのである。

先の法則は、別名災害ピラミッドと呼ばれることもある。デュボン(株)の代表取締役会長を務める W. Donald (2008)²⁾ は、図—1にて「300：29：1の法則」をさらに分解した災害ピラミッドを示し、記録に残る災害（重大災害、休業災害等、軽傷災害）は、その下の基礎部となっている危険原（ヒヤリハット、不安全行動、不安全状態）が積み重なった結果であることを指摘している。重大災害1件に対し、3,000件のヒヤリハット、30,000件の不安全状態が発生しており、これらの危険原を見えるようにすることが、現場職員の安全衛生行動の向上に繋がるとした。一層の危険原の見える化にはICT/IoTといった新技術が期待されている。

危険原を見える化し、災害リスクを抑えることは、



図—1 ハインリッヒの法則とデュボンの災害ピラミッド

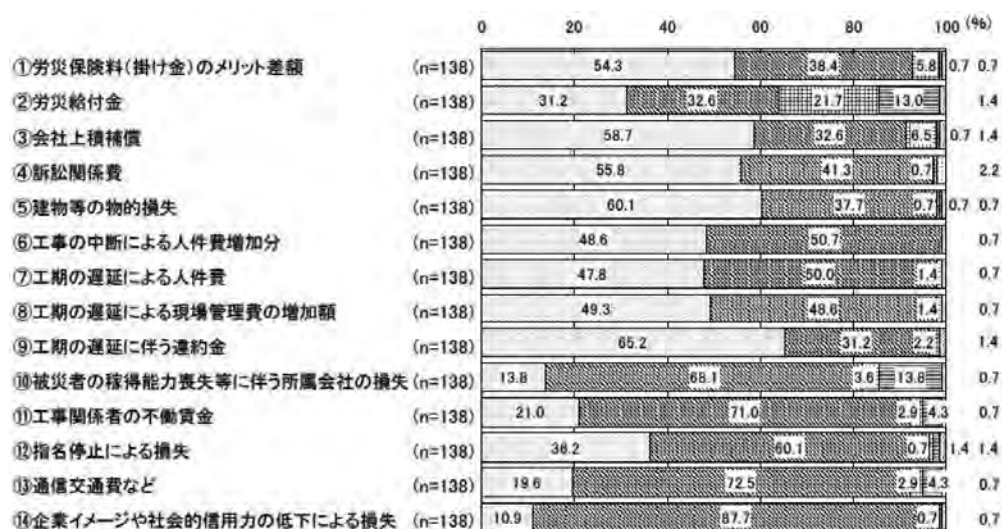
企業の事業継続性の向上に貢献する。ハインリッヒは企業にとって労働災害のコストは、機会コストなどの間接損失費を含めると、被災した労働者への補償額の4倍に相当するとし、「Rule of four」として有名になった。同様に、D. Reese (2015)³⁾は米・労働安全衛生局の調査レポートを引用し、企業が負う直接損失費と間接損失費の比率は1:1～20におよぶとして、間接損失費の影響力が大きいことを強調している。業種別の金額比でみると、米国の建設業における労働災害によるコスト試算の例 (M. Waehrer 他, 2007)⁴⁾では、建設業の平均損失額 (致死、休業、不休災害を含む) は被災者の家計生産性の低下による損失まで含めると約 \$ 27,000、全産業の平均が約 \$ 15,000 と約2倍となっており、建設会社にとって安全衛生の管理は死活問題であるといえる。参考までに、致死災害における建設業の平均損失額は \$ 3,954,669 である。

一方で、高木、嘉納 (2008)⁵⁾は、我が国の建設業における労働災害損失額に関する研究 (2008) において、図一2で示す通り、建設会社の多くが労働災害損失項目⑩から⑭といった間接損失費を把握できていない現状を指摘している。

企業の経営に与えるインパクトが斯くも大きく、しかもそのリスクの根っことなる部分の殆どが見えていない現状に対し、安全衛生管理を励行する企業は、会社の将来性への投資を続けているといっても過言ではない。特に建設業の場合、工事現場で労働災害が発生すると、複数の協力業者、周辺住民や近隣施設、道路

といった社会インフラや生活に、少なからぬ影響が発生する。建設業は地元のインフラを支える地域密着型の事業であることが多く、労働災害を抑えることで、企業価値の向上に繋がるといえる。米・National Safety Council (2014)⁶⁾は、労働災害と安全対策の効果に関する複数の事例に触れ、安全対策が死傷率を減らした結果を災害件数 (あるいは被災者数) に換算し、その直接/間接損失費と投資費用を比較したところ、安全衛生への \$ 1 の投資が、約 \$ 2～6 の効果があったと報告した。この傾向は、災害損失費用の内、間接損失費比率の高い建設業や、安全衛生投資が不十分な企業などで大きくなるとも指摘している。

では、建設業においてはどのような安全支援装置が望ましいと言えるだろうか。日本建設機械施工協会の建設機械事故調査WG (2017)⁷⁾が157件の事故・災害事例をまとめた報告書によれば、現場における人と重機の分離を安全管理の基本とし徹底を進める一方で、現状は建設機械が単独で施工することはまれであり、人力による付帯作業と並行しての施工が多い実態を指摘している。事故・災害の発生要因の多くは、不用意な施工機械への接近や不安全な操作といった“人の行動”にあると分析した。さらに、人と施工機械との接触防止対策として、施工機械への①作業半径内 (後方) に作業員を感知すると機械が停止する装置、の取付けや、⑦安全装置等は容易にオペレータが切り替えできない構造、を付加することを提言している。



- ☐ 企業の損失ととらえており、災害発生後にその金額や時間数、人工数などの数量を把握している
☐ 企業の損失と考えられるが、金額や時間数、人工数などの数量までは、特に把握していない
☐ 企業の損失とは考えられないが、金額や時間数、人工数などの数量は把握している
☐ 企業の損失ととらえておらず、金額や時間数、人工数などの数量も把握していない
☐ 不明

図一2 労働災害損失項目の認識と把握の状況

2. 現場の課題と安全支援技術

上記の提言に対し、従来の安全支援技術と、本論にて説明する新技術を比較し、新技術を導入するに至った背景を説明する。比較を行う前に、先の提言を振り返ることで要点を整理したい。災害・事故事例をまとめた報告書によれば、事故・災害の発生要因の多くが“人”と施工機械の接近といった状況の上に存在している。建設現場の現状を推し量るに、施工機械は常に新機能を搭載した最新鋭機ばかりで施工されるわけではなく、施工業者が保有する機械や、レンタルで調達した従来機械により作業が行われることが主流と言える。加えて、施工機械に標準で搭載されるバックカメラ等には、録画機能は含まれない。これは、安全衛生管理の進んだ建設現場において、その管理を更に進める上で必要となる危険原（ヒヤリハット、不安全行動、不安全状態）の検知やその後の分析には、従来技術の貢献は限定的であると考えられる。以上の3点を、建設現場が直面している課題の要点とした場合、新技術に必要な要件は以下の3点と考える。

- I. 歩行者を検知し、歩行者および施工機械の運転者に知らせる（場合によっては機械を止める）機能
- II. 施工機械の種類を問わず、システムの後付けを可能とする機能
- III. 危険な状況が発生した場合に、その状況を記録する機能

上記3つの観点を用いて、3つの従来技術と1つの新技術の比較を行う。

(1) 標準的なカメラ

一般的に、運転時の可視領域を拡大するために用いられる。後付けが容易で、ドライブレコーダーなど上位モデルでは状況の記録が可能となっているが、歩行者に対する警報は困難となっている。

(2) レーダー、超音波センサなど

全ての障害物を検知でき、多くの実績を持つ。一方で、歩行者と障害物の判別や記録には高度なプロセッサが必要となり、車両向けには一般的でない。せまい環境では警報が鳴り続けることがある。

(3) 無線通信式（電磁式、電波：タグ式）

壁に隠れている作業員も検知が可能で、不特定多数が出入りしない建設現場などに向く。システムの後付けも容易だが、結果を映像で確認できないことと、発信器を持たない危険原は捉えられない。

(4) 新技術・ステレオカメラ型視認支援装置（ブラクステール）

仏・原子力・代替エネルギー庁が開発した技術を

用い、対象物を立体的に捉え判断する。2015年より国内導入が始まり、歩行者の検知、システムの後付け、状況の記録に対応する。

ステレオカメラは、近年普及の著しい i-Construction において一般的になりつつある Photogrammetry（写真測量）の技術を用いており、視差情報を解析して被写体の寸法・形状・距離を求めることが可能な点から、上記の結果が得られた。技術の内容や効果については後述するものとし、改めて建設現場の課題とその解決策について振り返りたい。

3. 解決策

様々な状況で施工機械が使用される建設現場において、業務上の安全を確保するために解決されなければならない課題は前出の通りであるが、それらを解決するための機器類は、同時に以下のような制約をクリアするものが望ましいと言える。

- ・ 外的環境の影響を受けることなく、周辺機器に与える影響も少ないこと
- ・ 検知エリアや警報タイミングを細かく調整することで、状況に応じたリスクの許容範囲を変更し得ること
- ・ 簡単に使用できて管理しやすいもの

これらの要求を満たすことで誤報や低リスク警報を低減し、過剰な警報を避けることで、使用者にとって安全支援装置は有用なものとなり得る。本技術の特徴の一つが、過警報を避けることによる実用性の向上にある。

本技術は建設・土木現場に存在する資材や構造物などと作業員・歩行者を瞬時に判別し検知・警報のタイミングを任意に変更できることで、オペレータの感覚や実際のリスクと乖離した頻繁な警報を減らすことが可能である。このことは、オペレータの「警報への慣れ」や「思い込みによる判断」を低減する上でも非常に効果的である。オペレータにとって違和感が少ないことで、精度の低い警報が頻繁に鳴ることに対応する工数やストレスがなくなり作業効率の向上にも寄与する。

オペレータが置かれた環境や、経験年数の如何を問わず、その感覚に寄り添う形で効果を発揮することを目指す本技術は、「働き方改革」が推進される中において未経験者の早期戦力化、熟練者の就労長期化へ貢献する新たなテクノロジーの一翼となることが期待される。

4. 技術概要

ブラクステールは、高精度なステレオカメラを使用して取得した映像情報から、画像ピクセル毎の距離情報を取得することにより、対象物までの距離の他、対象物の立体形状・サイズを瞬時に把握することを動作原理としている。

フランス政府機関であるCEA（原子力・代替エネルギー庁）によって開発された映像認識アルゴリズムを使用して「立体形状」のみで「ヒト」の判別が可能であり、動作・衣服の色・体温などの情報は必要としない。このことにより、様々な現場で作業者の着衣や動作から受ける影響を低減し、気温などの作業環境からの影響を回避することで「ヒト」と「モノ」を分類することを可能にしている。

シンプルな機器構成かつ通信などを必要としない仕様を採用することで、スタンドアロンでの動作を実現しており、現場での管理が簡便であることと、確実な運用がなされることを設計の前提としている。

使用する情報が映像のみであることがTOFカメラなどと異なっており、対象物に対して光線や電波などを発射する必要がなく、極めて高速なりスク情報の取得が可能となっている。尚、基本的な機器構成について図—3にて、仕様については表—1にて示す。図—4は一般的な油圧ショベルにブラクステールを搭載した場合の検知範囲を図示化したものである。

本技術は様々な場所へ設置されることが想定されたことから、その構成機器は、ステレオカメラ、映像認識・解析を行うプロセッシング・ユニットを含むいずれの機器も防塵・防水仕様となっている。

高感度カメラは20ルクスでの動作が保障されてお

り、土木学会・トンネル標準示方書（切羽作業70ルクス以上、通路の最暗部20ルクス程度）に基づくような暗い現場環境下でも動作する。

録画機能を保有し、検知範囲AまたはBにおける検知イベントを通じて、警報が発生した状況の動画を外部へ出力することが可能となっている。この機能により、使用者または安全担当者はいつ、どこで、どの

①ブザー付モニター



②プロセッシング・ユニット



③ステレオカメラ



図—3 1カメラ、1モニターによる機器構成

表—1 仕様

検知方式	ステレオカメラによる3D画像認識技術
電源電圧	DC12～24V
最大検知距離	奥行き：0.3～6m、横幅：4m
使用照度	標準センサ：100（推奨300）～80,000 Lux 高感度センサ（オプション）：20～80,000 Lux
検知角度	120（H）×90°（V）
センサーヘッド （ステレオカメラ）	使用温度：－40～75℃ 保護等級：IP69K 耐衝撃・耐振動性能：50G 寸法：262（W）×122（D）×133（H）mm（フード含む） 質量：3.7kg（フード含む）
プロセッシング・ユニット	使用温度：－10～40℃ 保護等級：IP67 寸法：221（W）×260（D）×37（H）mm 質量：3.7kg
ブザー付モニター（7インチ）	使用温度：－20～70℃ 保護等級：IP52（IP67オプション）



写真一 1 検知範囲を増設した例



写真二 2 夜間工事向けに高感度センサを採用した例

程度の頻度で歩行者と施工機械が接近したかを、振り返ることができる。

本技術は取付け対象の車両を選ばないが、①大型機械や旋回する機械など特に広い検知範囲を必要とする機械や、②前後進ともにステレオカメラによる警戒を必要とする道路機械などに特に適合させるために、ステレオカメラやプロセッシング・ユニットを増設したバリエーションも存在する（写真一 1, 2）。

5. 効果

開発国であるフランス労働局の統計によると、年間 1,000 件以上の歩行者と建機との接触事故が発生しているとされ、うち 150 件が重傷事故、10 件が死亡事故であるが、歩行者を検知できていれば防げたはずの事故が、事故全体の約 61% を占める（2012 年 CNAM による）。事故発生時の処理コストも高騰していることから、高額な事故処理を避け、工事中断による機会損失を防止するための投資として本技術の導入が進んでいる。

フランスで開発された本技術が我が国へ導入されてから 3 年が経過し、現在では月間 100 台以上が出荷されており、人身事故発生現場へ再発防止策として導入されることも少なくないが、本技術を装着した車両による人身事故の報告は日本導入以来 0 件であり、本技術の導入が人身事故発生の抑制に少なからず貢献していると考えたい。

6. おわりに

労働災害の多くにはヒューマンエラーの影響が少なからず存在している。様々な状況が起こり得る建設現場であるからこそ、人の判断や知覚を支援するテクノロジーは、今後その活躍の場を広げていくものと思われる。こと安全衛生に関していえば、テクノロジーは人の判断を代替するものを常に是とすべきとは限らないだろう。W.Donald (2008) 曰く、デュポン社 200 年の安全ノウハウにおけるリスクマネジメントモデルは、「何か問題が起こったとき（事故が起こるとか、誰かがケガをしたとき）だけではなく、継続的に積極的な形でリーダーシップが存在しなければならない」と説いている。人類の災害リスクとの戦いには、「目に見える」ほどのリーダーシップが常にそばに在った事実を慮ると、テクノロジーはその意思や感覚をこそ拡張させるものが、求められているのかもしれない。

《参考文献》

- 1) 三上喜貴. 2011. 「ハインリッヒの「産業災害防止論」」『安全安心社会研究』長岡技術科大学, 88-90 頁
- 2) W.Donald Johnson. 2008. 「デュボン社 200 年の安全ノウハウに基づくリーダーシップ」『安全工学』, 69-70 頁
- 3) Charles D. Reese. 2015 「Ch.10 Injury and Death Cost」『Occupational Health and Safety Management』CRC Press, 136-137 頁
- 4) Greetha M. Waehrer 他. 2008. 「4 Discussion」『Costs of Occupational Injuries in Construction in the United States』
- 5) 高木元也・嘉納成男. 2008 「6 労働災害損失額計測手法のニーズ」『建設業における中小企業の安全意識向上に資する労働災害損失額の計測手法の構築に関する研究』労働安全衛生研究, Vol. 1, No. 1, 9-16 頁
- 6) National Safety Council. 2014 「Injury Facts 2014 Book」
- 7) 建設機械事故調査 WG 「4. まとめ」『建設機械（クレーン以外）の事故・災害事例分析報告書』日本建設機械施工協会, 10-11 頁

【筆者紹介】

西 篤史（にし あつし）
エウレカ㈱

村瀬 敦啓（むらせ のぶひろ）
日立建機㈱
顧客ソリューション本部 戦略企画部



掘削用機械による死亡災害の分析

平成 22 年から平成 26 年に発生した死亡災害

堀 智 仁

掘削用機械は、他の建設機械に比べて建設現場における稼働時間が長く、稼働台数も多い建設機械である。そのため、当該建設機械による労働災害が多く発生している。また、近年ではクレーン機能を備えた機種が広く普及し、クレーン作業に伴う労働災害も少なからず発生している。本稿では、平成 22 年から平成 26 年の 5 年間に発生したドラグ・ショベルの死亡災害（179 人）について分析を行った結果について報告する。

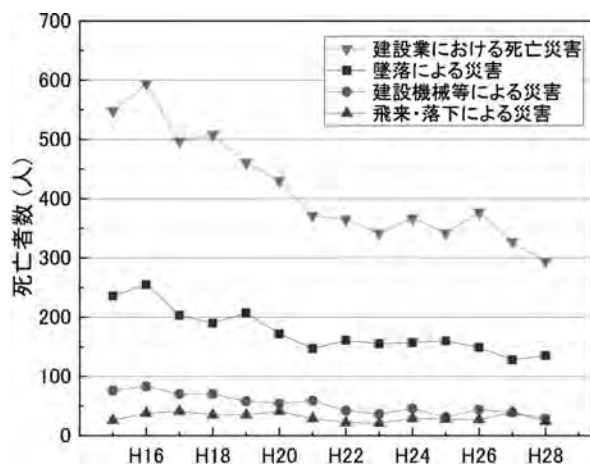
キーワード：労働災害、死亡災害、掘削用機械

1. はじめに

建設業では施工の機械化に伴い、ほぼ全ての建設現場においてドラグ・ショベルやクレーン等の建設機械が稼働している。これらの建設機械の導入は、工期短縮や災害防止効果等、建設工事に大きなメリットをもたらしている反面、狭隘な建設現場では建設機械と労働者が輻輳して作業を行わざるを得ない場合があり、労働災害が発生する危険性を有している。また、近年ではドラグ・ショベルにクレーン機能が備わった機械が開発され、その利便性から多くの建設現場で使用されている。この機械は車両系建設機械構造規格と移動式クレーン構造規格を満足するものであり、掘削作業とクレーン作業の両方を行うことが認められている。しかしながら、近年、当該機械によるクレーン作業中の災害が多発している。そこで本稿では、厚生労働省「職場のあんぜんサイト」に掲載されている死亡災害データベースから掘削用機械に起因する災害を抽出して分析を行った。分析したデータは直近 5 年（平成 22 年～平成 26 年）である¹⁾。

2. 建設機械による労働災害

建設業における労働災害は、長期的には減少傾向にあるものの、近年では災害の減少が鈍化し収束傾向も見られる。図—1 に建設業における死亡災害の推移を示す²⁾。建設業の死亡災害は、平成 16 年では 594 人であったが、平成 29 年では過去最少の 294 人であり、平成 16 年に比べ半減している。



図—1 建設業における「墜落」、「建設機械等」、「飛来・落下」災害の推移

平成 28 年度に発生した災害を種類別に見ると、「墜落」による災害が 135 人と最も多く、全体の約 45% を占める。次いで「建設機械等」による災害（29 人）、「飛来・落下」による災害（24 人）と続く²⁾。

「墜落」による災害（135 人）の内訳は、屋根、梁等から墜落した災害が 37 人、足場から墜落した災害が 19 人、崖、斜面等からの墜落が 19 人であった。

「建設機械等」による災害（29 人）の内訳を見ると、ドラグ・ショベルによる災害（12 人）に加え、ベアスマシンがドラグ・ショベルと同等である、圧碎機による災害（2 人）およびブレーカによる災害（1 人）を合わせると、ドラグ・ショベル等による災害は建設機械等による災害の半数を占めている。

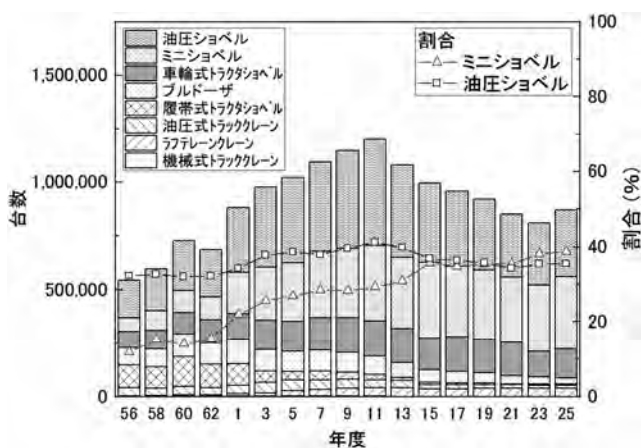
「飛来・落下」による災害（24 人）は、クレーン等で運搬中の物が落下する災害（10 人）が最も多く発生していた。

以上をまとめると、建設業における死亡災害のうち、「建設機械等」による災害は2番目に多い災害であり、中でもドラグ・ショベル等による災害はその半数を占めている。

3. 掘削用機械による死亡災害

(1) 主要建設機械の推定保有台数

経済産業省と国土交通省は建設業等の建設機械の保有状況を把握することを目的として、建設機械動向調査を実施している³⁾。同調査の調査対象機械は、履带式ブルドーザ、油圧式ショベル系掘削機、履带式トラクタショベル、車輪式トラクタショベル、油圧式トラッククレーン、機械式トラッククレーン、ホイールクレーンである。図—2に調査結果を示す。図中にはミニショベルと油圧ショベルの占める割合も示した。この結果から、油圧ショベルの割合は概ね40%弱で推移している。それに対して、ミニショベルの割合は年々増加しており、平成21年度以降では油圧ショベルを逆転している。これは、都市部を中心とした狭隘な建設現場におけるニーズの増加によるものと推察される。同時にこの傾向は、狭隘な建設現場における機械と作業者の輻輳作業の増加を示唆している。



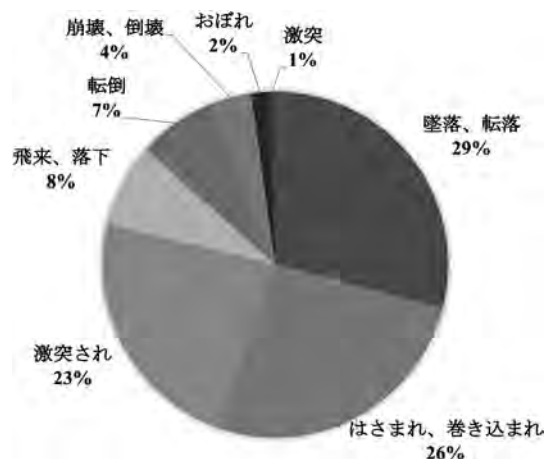
図—2 主要建設機械の推定保有台数³⁾ (一部加筆)

(2) 掘削用機械による死亡災害

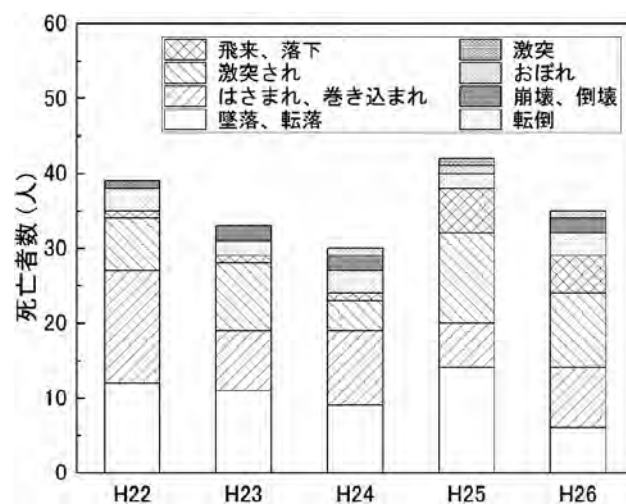
厚生労働省の「職場のあんぜんサイト」では、平成3年から平成26年までに発生した死亡災害の個別事例の全数を掲載しており、このデータベースには、各事例の発生した災害の状況や発生時間、事業場の規模、業種、起因物、事故の型等の情報が記載されている¹⁾。ここで、起因物とは、災害をもたらすもととなった機械、装置もしくはその他の物または環境である。また、事故の型とは、傷病を受けるもととなった起因

物が関係した現象をいう。

平成22年から平成26年の5年間に発生したドラグ・ショベルの死亡災害を調査した結果、死亡災害は179人であった。図—3に「事故の型」別の災害発生割合を示し、図—4に「事故の型」別の災害発生状況を年別に示す。



図—3 「事故の型」別の災害発生割合



図—4 「事故の型」別の災害発生状況

「事故の型」別の災害発生割合を見ると、「墜落、転落」が29%と最も多い。次いで、「はさまれ、巻き込まれ」が26%、「激突され」が23%と続く。これら3つの事故の型で全体の約8割を占めている。年別に示した結果(図—4)からも、前述した3つの事故の型が大部分を占めていることがわかる。

「事故の型」から各災害の詳細を知ることは困難であるため、本稿では災害の発生状況から類似災害をまとめ、その概要を例示した(図—5)。以下に、事故の型別の災害を述べる。

(a) 「墜落、転落」(52人)

「墜落、転落」は、斜面や掘削残土の上から機械と



図ー5 掘削用機械の死亡災害の概要

ともに転落した災害（20人）や、クレーン作業中に機械が転倒して運転席から転落して被災した事例（10人）、機械を積み込む作業や積み下ろし作業中に転落した災害（8人）が主な災害であった。各災害の内訳は以下の通りである。斜面等から転落した災害（20人）は、路肩から機械が転落した事例が12人、斜面上を走行中に機械が転倒した事例が5人等であった。クレーン作業による災害（10人）では、旋回中に転倒した事例が5人と災害の半数を占めていた。その他、玉掛けしていたワイヤーが外れた事例や、過荷重による機械の転落、つり荷走行中に機械が転倒して運転者が墜落した事例などが見受けられた。機械の積み込み・積み下ろし中作業中の災害（8人）のうち、積み下ろし作業中の事例は6人であった。登坂用具が運搬用トレーラーの荷台から外れて機械とともに転落した事例や、登坂用具を使用していない状態で発生した事例であった。

(b)「はさまれ、巻き込まれ」（47人）

「はさまれ、巻き込まれ」では、機械周辺で作業していた作業者が機械に轢かれた災害（25人）や、機械とその他の構造物の間に挟まれた災害（12人）、機械の誤操作によって機械等に挟まれた災害（6人）が主な事例であった。機械に轢かれた災害（25人）では、機械の後退中に轢かれた事例が18人であった。機械とその他に挟まれた事例（12人）では、機械が旋回中に機械と構造物の間に労働者が挟まれた事例が5人、運転者が運転席から身を乗り出しながら機械を操作中にブーム等の間に挟まれた事例が3人であった。機械の誤操作による災害（6人）は、運転者の雨具や安全チョッキ、安全帯等が機械の操作レバーに引っかかり機械が誤作動して、機械の周辺で作業していた労働者が被災したものであった。いずれの災害も運転者の不注意に起因した災害である。

(c)「激突され」（42人）

「激突され」では、クレーン作業中につり荷に激突された災害（12人）や、機械に轢かれた災害（12人）、バケットに激突された災害（6人）であった。クレーン作業中につり荷に激突された災害（12人）では、つり荷を吊った状態で旋回した際に、つり荷が作業者に当たり被災した事例（3人）などであった。中には、過荷重により突然上部旋回体が旋回してつり荷に激突されて被災した事例（2人）や、クレーンモードへ切り替えずに作業を行い、つり荷に激突された事例（1人）が見受けられた。

(d)「飛来、落下」（14人）

「飛来、落下」では、クレーン作業中につり荷が落

下して被災した災害（8人）が主な災害であった。当該災害は全てがつり荷が落下した災害であるが、ワイヤーロープがフックから外れてつり荷が落下した事例が3人、玉掛け用つりクランプがつり荷から外れてつり荷が落下した事例が2人であった。また、つり荷の多くがコンクリート製の集水枘や地盤養生用の敷鉄板などの重量物であった。

(3) 災害の種類別の発生状況

種類別の災害発生状況をまとめたものを表—1に示す。この結果から、「機械に轢かれた」事例（37人）およびクレーン作業中に発生した事例（37人）が最も多く、次いで、斜面等を移動中に転落した事例（29人）、機械の旋回中などに機械とその他の構造物との間に挟まれた事例（19人）、地山の崩壊に伴い転落した事例（12人）および積み込み・積み下ろし作業中の災害（12人）の順となっている。

表—1 種類別の災害発生状況（平成22年～平成26年）

災害の種類	死亡者数 (人)	割合 (%)
機械に轢かれた	37	20.7
クレーン作業中の災害	37	20.7
斜面等から転落	29	16.2
機械とその他に挟まれた	19	10.6
地山の崩壊に伴い転落	12	6.7
積み込み・積み下ろし作業中の災害	12	6.7
機械の誤操作	10	5.6
バケットに激突された	6	3.4
機械が転倒した	5	2.8
その他	12	6.7
合計	179	100.0

既往の分析結果⁴⁾から、機械の後退中に作業者が轢かれる事例が多いことは明らかであったが、今回の分析結果から、クレーン作業による災害も非常に多く発生していることがわかった。また、当該災害のうち、ドラグ・ショベル特有の災害は、つり荷を吊った状態で移動中に転倒した事例や、クレーンモードへの切替忘れにより、過荷重を検知しなかった事例および旋回スピードが速くつり荷が作業者に激突した事例などであった。

4. おわりに

平成22年から平成26年の5年間に発生した掘削用機械による死亡災害（179人）について分析した結果、

「事故の型」別の災害発生割合を見ると、「墜落、転落」が29%と最も多い。次いで、「はさまれ、巻き込まれ」が26%、「激突され」が23%の順となっており、これら3つの事故の型で全体の約8割を占めていた。また、災害を種類別に分けて分析した結果、「機械に轢かれた」事例（37人）や「クレーン作業中」に被災した事例（37人）、「斜面等から転落」した事例（29人）、「機械とその他に挟まれた」事例（19人）などが多いことがわかった。特に「クレーン作業中の災害」が非常に多く、クレーン機能付きドラグ・ショベル特有の災害（つり荷走行中の転倒、クレーンモードへの切替忘れ等）も発生していた。

今後は、クレーン作業時に発生した災害の詳細分析を行い、当該建設機械の労働災害防止に資する情報を提供したいと考えている。

J C M A

《参考文献》

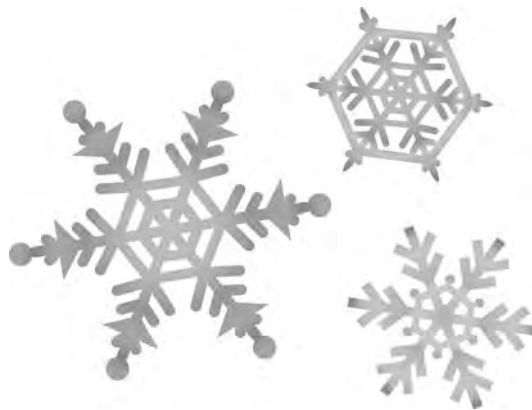
- 1) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト，<http://anzeninfo.mhlw.go.jp>
- 2) 建設業労働災害防止協会：平成29年度版 建設業安全衛生年鑑，pp.73-98，2017.
- 3) 国土交通省：建設機械動向調査，http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000013.html
- 4) 吉川直孝，伊藤和也，堀智仁，清水尚憲，濱島京子，梅崎重夫，豊澤康男：ドラグ・ショベルに係る死亡災害の詳細分析と再発防止対策の検討，土木学会論文集 F6（安全問題），vol.70，No.2，I_107-I_115，2014.

【筆者紹介】

堀 智仁（ほり ともひと）

（独）労働者健康安全機構

労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ
主任研究員



路面への画像照射による安全喚起装置の改良

新型路面プロジェクタの特徴

新 満 伊 織

施工現場における安全確保はすべての工事の基本であり、特に施工現場付近を通行する方の安全確保は第三者被害を未然に防ぐ観点から、何よりも最重要視される事柄である。

そのため、夜間に道路工事中である事や段差がある事等を表現した文字や図柄を路面に投射し、第三者に注意を促す安全喚起装置を開発している。今回は放電灯だった光源を LED 化し、省エネルギー・長寿命化を図るとともに、本体を軽量化して設置を容易にする事で、さらに使い易く改良を施したので本稿で紹介する。

キーワード：安全確保、第三者への注意喚起、照明装置、路面プロジェクタ

1. はじめに

道路工事のみならず、道路に収容されているガス、電気、通信、水道等のライフラインの新設、修繕をする際には路上工事が伴ってくる。その際に施工現場付近を通行する第三者の安全確保が重要であり、誘導員の配置、歩行者用通路の確保はもちろんの事、カラーコーンや看板等目に見える注意喚起、安全対策が必要不可欠となってくる。しかし明るい昼間であればその看板を認識出来るが、夜間ではそのための照明装置を必要としている。最近は注意喚起を促す看板等も工夫を凝らし、第三者の目に留まりやすいデザインがなされているが、夜間における第三者への有効性には不安が残る、カラーコーンや看板等はかえって夜間の通行の妨げになる可能性が考えられる。又、夜間の場合だと発光する表示物を使用する事で注意喚起効果がより高まる為、第三者の通行を妨げる事なく、夜間での注意喚起効果を高める為の安全喚起装置が必要であると考ええる。

2. 開発の経緯

夜間での道路工事箇所、特に歩道工事では発光機器を使用した第三者に対して分かりやすい工事看板が設置され、安全喚起が図られている。例としては、カラーコーンや看板自体が発光する物や、高照度夜間照明を使用している物が挙げられる。いずれの物にしても、設置に場所を取る事になってしまう為、狭い現場では、

改善の必要が考えられる。そこで、文字や図柄を路面に投射する事で、機材や物を置く事無く、それらと同様な注意喚起効果を有する機器を開発した。

3. 旧路面プロジェクタ

同じ目的で、以前に道路工事中である事や段差がある事等を表現した文字や図柄を路面に投射する事で、歩行者に注意を促す安全喚起装置（以下：旧路面プロジェクタ）を開発している（写真—1）。旧路面プロジェクタの機器仕様を表—1に示す。使用電源は AC100 V で、消費電力は 85 W である。

電球は高輝度放電ランプ（セラメタ）の放電灯を使用し、色温度は 3,000 ケルビンで、定格寿命は 12,000 時間程度である。旧路面プロジェクタは、夜間作業エリアの表示に有効で、写真—2のように文字や図柄



写真—1 旧路面プロジェクタ

を路面に投射する方式により、看板のように場所を取らず通路を狭める事が無く、視認性が高く第三者への注意喚起を促す効果が高まり、安全性の向上が見込まれる。また、スポットライトで投射する為、投射対象を選ばず、現場の要望により投射デザインを変更出来る。投射デザインは単色ではあるが、カラー化に対応する事も可能である。取り付けは専用クランプ（写真—3）使用によりφ60～φ180mmの円柱に取り付ける事が可能となる。使用した現場の反応としては、

表—1 旧路面プロジェクタ機器仕様

定格電圧・消費電力	AC100V 50/60Hz 85W
適合電球	セラメタ CDM-T70W830 (3,000K)
定格寿命	12,000時間
冷却方法	自然冷却
安定器	電子安定器 50/60Hz 共有 高力率
光学仕様	投射原版径φ50mm 左右9°まで傾けられる
レンズ	2枚構成 f=95mm
重量	5.5kg
本体材質・仕上げ	ステンレス薄鋼板（アクリル樹脂焼付 塗装 ライトシルバー）



写真—2 投射状況



写真—3 専用クランプ

非常に良好であり、歩行者が立ち止まって観察する等、注意喚起効果としては高いものであった。しかし、使用している間に様々な課題が挙がった。まずは、点灯時間の遅さが挙げられる。放電灯を使用している為、完全に点灯するまでは10分程度掛かってしまい、一度電源を切ってしまうと、再度使用するまでに時間を要してしまう為、点滅や人感センサーを用いて人を感知した時のみ点灯させる事は出来なかった。又、本体重量が5.5kgという事で若干の重量は感じており、軽量化が望まれていた。

4. 新型路面プロジェクタ

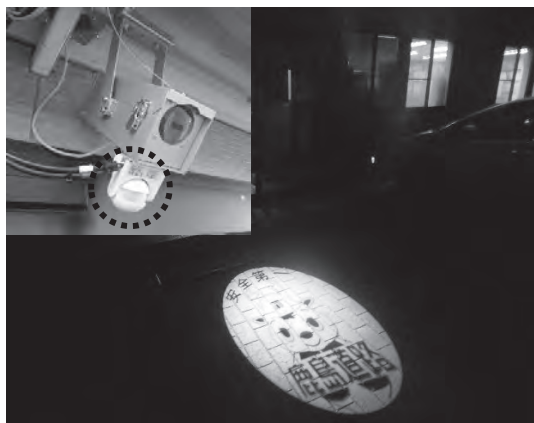
旧路面プロジェクタを使用した際に挙がった課題の改善や、その他にも改良を加えた新型路面プロジェクタ（写真—4）を開発したので紹介する。新型路面プロジェクタの機器仕様を表—2に示す。旧型同様にAC100Vの電源が必要であるが、使用する光源は白色LEDで4,000ケルビンを有している。定格寿命は35,000時間となっており、消費電力は35Wである。



写真—4 新型路面プロジェクタ

表—2 新型路面プロジェクタ機器仕様

定格電圧・消費電力	AC100V 50/60Hz 35W
適合電球	白色LED (4,000K)
定格寿命	35,000時間
冷却方法	自然冷却
安定器	LED 電子安定器
光学仕様	投射原版径φ40mm 左右9°まで傾けられる
レンズ	LED 光学レンズ 3枚構成 f=80mm
重量	3.0kg
本体材質・仕上げ	ステンレス薄鋼板（アクリル樹脂焼付 塗装 ライトシルバー）



写真—5 取付，作動状況

旧型よりも 1,000 ケルビン高くなり更に白色に発光するようになった。消費電力も旧型と比べると約 50 W も低減している。定格寿命も約 23,000 時間延び，省エネルギーかつ長寿命化を図れた。又，旧型は放電灯を使用していたが，新型では LED を採用した事で，一度電源を切っても再度点灯するまでに時間を要する事が無いので，点滅をさせる事や，人感センサーを付け人を感知した時のみ点灯させる事も可能になった（写真—5）。又，重量も旧型は 5.5 kg あったが新型に関しては 3 kg と 2.5 kg 軽量化し，容易に取り付ける事が可能になった。

5. おわりに

本稿では，路面へ画像を投射し注意喚起効果を高める安全喚起装置を改良した新型路面プロジェクタについて紹介した。新型路面プロジェクタについては，まだ現場での導入実績が少ない為，今後多くの現場で使用してもらい，その結果から改良点を洗い出し，更に第三者への注意喚起効果を高めるような安全喚起装置として今後も改良を進めていきたい。

J C M A

【筆者紹介】

新満 伊織（しんみつ いおり）

鹿島道路㈱

生産技術本部機械部 開発設計課



建設現場の地盤養生に関する実験的検討

敷鉄板を用いた地盤養生

堀 智 仁

基礎工事用機械（以下、くい打機という）のような大型建設機械の転倒災害を調査すると、機械が移動中、敷鉄板の端部に履帯が位置した際に転倒した事例が多く見受けられる。くい打機を設置する際、敷鉄板の中央付近に履帯が設置された条件で安定性の検討がなされているが、機械は施工時に現場内を移動するため、敷鉄板の端部に履帯が位置した場合、敷鉄板の荷重分散効果が小さくなり、想定よりも大きな接地圧が地盤に作用する。機械の移動を想定した適切な敷鉄板の敷設方法については十分な知見がない。そこで本研究では、敷鉄板の敷設方法について分類し、それぞれの荷重分散効果について模型実験による検討を行った。さらに、小型のくい打機模型を作製し、遠心場走行実験を行い、敷鉄板の敷設方法と走行挙動の関連性を調べた。

キーワード：地盤養生、敷鉄板、大型建設機械、転倒防止

1. はじめに

くい打機のような大型建設機械の転倒災害は、建設現場内で作業している労働者のみならず、付近の民家等を損壊し、第三者をも巻きこむ災害に発展する危険性がある。過去に発生した転倒災害を調査すると、くい打機が現場内を移動中、履帯が敷鉄板の端部に位置した際に転倒した事例や、敷鉄板による地盤養生が不十分であったことが原因で転倒に至った事例が多く見受けられた。

労働安全衛生規則第173条¹⁾では、くい打機の転倒を防止するため、履帯の沈下防止措置として敷板、敷角等の使用を義務付けている。しかし、現在の規則やマニュアル等^{2), 3)}では敷鉄板の定量的な設置基準は述べられていない。また、くい打機の安定設置に関する現行の検討方法では、地盤上に敷鉄板を設置する場合、敷鉄板の荷重分散効果を考慮して地盤に作用する接地圧を求めている。その際、敷鉄板の中央付近に履帯が位置した状態を想定している。筆者らのこれまでの研究から、敷鉄板模型に対して載荷位置を変えて支持力実験を行った結果、敷鉄板中央部に載荷した場合に比べ、敷鉄板端部では荷重分散効果が著しく低下することを確認している⁴⁾。

本研究では、敷鉄板の重ね敷きの敷設方法について分類し、それぞれの敷設効果について実験的に検討を行った。さらに、小型のくい打機模型を作製して、遠心場走行実験を行った。敷鉄板の敷設方法と走行中に

発生する揺動の大きさについて調べ、敷鉄板の適切な地盤養生方法について検討した。

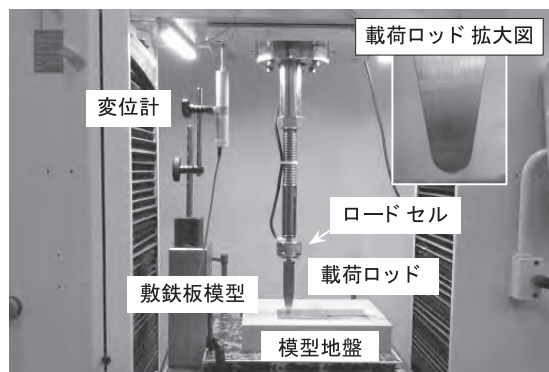
2. 実験の概要

(1) 敷鉄板模型を用いた載荷実験

敷鉄板模型は一般的に使用されている敷鉄板（1.5 m×6 m×25 mm）の1/25スケール（60 mm×120 mm×1 mm）で作製した。ただし、長さについては実験装置の都合上1/50とした。

模型地盤は、ウレタンフォーム（ $\rho = 28 \text{ kg/m}^3$ ）を用いて作製した。この材料は均質な材料であり、実験の再現性を確保する目的で用いた。一般的な地盤材料と異なる点は、引張強度を有していることである。載荷実験において沈下量の増加とともに引張強度の影響が大きくなり、支持力を高めに示す傾向がある。この点は粒状体である地盤材料と性質が異なる。そのため本研究では引張強度の影響が小さい弾性域付近の値により評価を行った。なお、模型地盤の寸法は360 mm×360 mm×100 mmである。

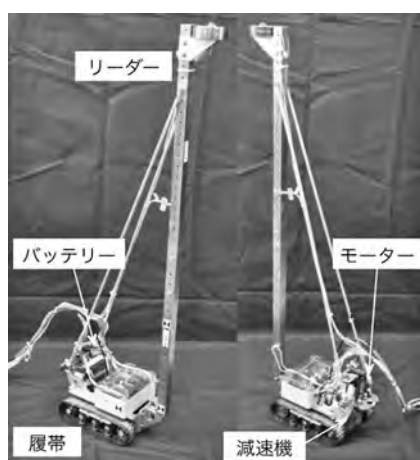
本研究で用いた載荷装置は、島津製作所製の精密万能載荷試験装置 AG-100kNIS（Autograph）である。この装置は高精度の低速変位制御により最大負荷容量100 kNまで載荷することが可能である。載荷荷重はくい打機のフロント荷重を模擬した載荷ロードを介して線荷重を与えた。図—1に載荷実験の様子を示す。



図一 1 载荷実験の様子

(2) くい打機模型を用いた遠心模型実験

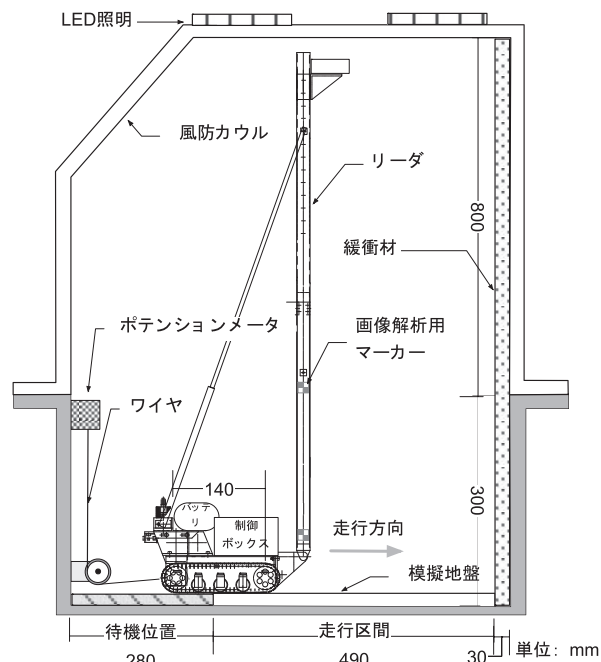
くい打機の模型を遠心場で走行させて機体に生じる揺動を解析した。作製した小型模型を図一 2 に示す。実機を 1/25 スケールで再現した遠心場で遠隔操作が可能な実験装置である。モーター等の部品は重心位置が実機と等しくなるように配置されている。模型に遠心加速度 (n) を与えることにより、実機と同レベルの接地圧力を再現し、模型を実大と同じ速度で走行させることによって、動的な相似則は満足され、実大の $1/n$ 時間で現象は再現される⁵⁾。



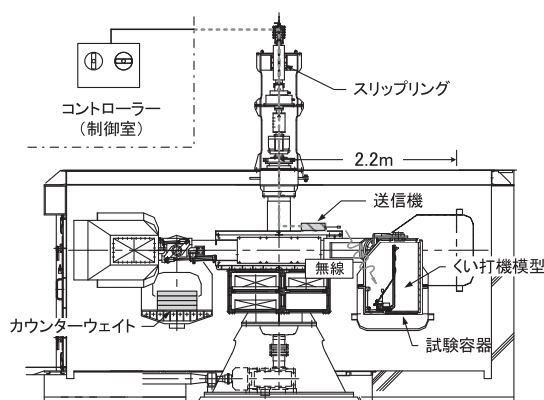
図一 2 くい打機模型

実験に用いた容器の寸法は幅 250 mm、長さ 800 mm、高さ 300 mm である。容器上部には遠心装置の回転に伴う影響を排除する為に風防カウルを設置し、模型全体を覆っている。

走行時の移動距離はワイヤー変位計で測定した。実験容器内を走行する模型の概念図を図一 3 に示す。図一 4 には、遠心実験装置に搭載した試験容器と制御イメージを示す。機体の前方の安定度 (θ_u) は 6.2 度とし、実大の走行速度は 1.2 km/h とした。ここで安定度とは、機械が最も不利となる状態での限界傾斜角を意味し、前後左右の方向に対して満足しなければ



図一 3 実験容器内における模型の走行



図一 4 遠心模型実験装置に搭載した試験容器

ならない値である。なお、実験条件の詳細については後述することにする。

3. 実験条件

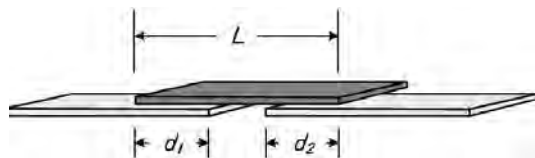
(1) 敷鉄板の敷設に関する分類

敷鉄板を重ねて敷設した場合、荷重が作用する有効面積が大きくなり、地盤に作用する圧力が小さくなることが期待される。敷鉄板を敷設する際には、種々の条件が考えられる。本研究では、敷鉄板を 2 次元的にモデル化し、敷鉄板の長さを L 、両端における下部敷鉄板との重複長さを d_1 および d_2 と定義した。図一 5 にその概要を示す。

表一 1 に敷鉄板敷設方法の分類を示す。大分類として、「一枚敷き」と「二枚敷き」に分類した。次に、中分類として二枚敷きに関して、「部分重複」と「全

表—1 敷鉄板の敷設方法の分類

大分類	中分類	小分類
・一枚敷き $\frac{d_1 + d_2}{L} = 0$		
・二枚敷き $\frac{d_1 + d_2}{L} > 0$	・部分重複 $0 < \frac{d_1 + d_2}{L} < 1$	・反面交互 $d_1 = d_2$
	・全体重複 $\frac{d_1 + d_2}{L} = 1$	・偏心交互 $d_1 \neq d_2$
		・完全重複 $d_1 = 0, d_2 = L$



図—5 敷鉄板の重複方法

$$R_L = \frac{d_1 + d_2}{L} \quad (1)$$

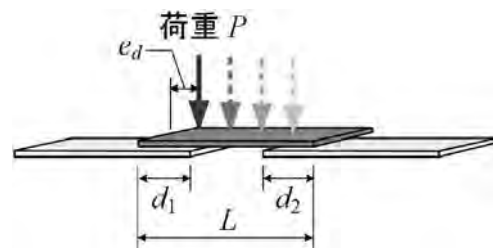
(b) 偏心度

偏心度 (R_E) の関係式を式 (2) に示す。偏心度の値が増加することにより、上部敷鉄板が偏心して設置される。

$$R_E = \frac{d_2 - d_1}{L} \quad (2)$$

(3) 载荷条件

敷鉄板模型を種々の敷設方法で設置し、载荷実験を行った。その際、敷鉄板の重複度 R_L 、偏心度 R_E および荷重 P の载荷位置 (e_d) を変数とした。载荷試験は上部敷鉄板端部から $L/8$ ($=15 \text{ mm}$) ずつ e_d を増加させた全7地点において行った。これは、機械の移動を模擬したものである。図—7に概要を示す。表—2に载荷位置を示す。载荷荷重はウレタンフォーム地盤の弾性範囲内である 100 N まで与えた。表—3に実験名称と実験条件を示す。実験ケースは R_L と R_E を変えた全9ケースである。なお、荷重は変位制御 (载荷速度 0.5 mm/min) で与えた。



図—7 荷重の载荷位置

表—2 敷鉄板の载荷位置

変数	载荷位置						
e_d/L	0.125	0.25	0.375	0.5	0.625	0.75	0.875

体重複」を定義した。部分重複は $(d_1 + d_2)/L < 1$ であり、全体重複は $(d_1 + d_2)/L = 1$ である。すなわち、部分重複は下部敷鉄板に隙間があるのに対して、全体重複は隙間がない状態である。小分類として、全体重複に関して、 d_1 と d_2 の値の違いにより、「半面交互」、「偏心交互」、「完全重複」とそれぞれ定義した。その概要を図—6に示す。

(2) 敷設の状態を示す指標

敷鉄板の重複設置を行うにあたり、敷設の状態を示す2つの指標を定義した。1つは重複度であり、もう1つは、偏心度である。

(a) 重複度

重複度 (R_L) の関係式を式 (1) に示す。重複度の値が増加することにより、連続する下部敷鉄板の隙間が小さくなる。

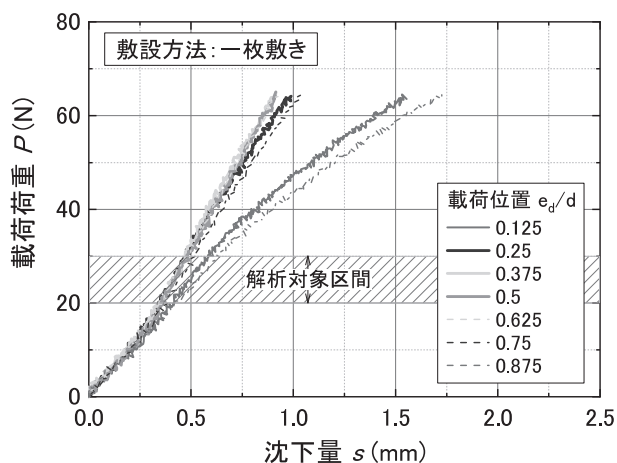
表一3 実験名称と敷鉄板の敷設条件

実験名	重複度 R_L	偏心量 R_E	敷設状況
Cs1	0	0	一枚敷き
Cs2	1/4		部分重複
Cs3	2/4		
Cs4	3/4		
Cs5	4/4	0	半面交互
Cs6		1/4	偏心交互
Cs7		2/4	
Cs8		3/4	
Cs9		4/4	完全重複

4. 実験結果

(1) 解析対象データ

一枚敷きの敷鉄板に対して、載荷位置を変えて行った実験結果を図一8に示す。図中のデータは荷重 (P) - 沈下 (s) 関係が直線関係を示す弾性域付近のデータである。なお、ここでの沈下量とは、各載荷地点での値である。載荷位置の違いにかかわらず、 $P=20 \sim 30 \text{ N}$ では、荷重 P と沈下量 s に直線関係が見られる。本研究では、この載荷荷重の範囲を解析対象データとした。

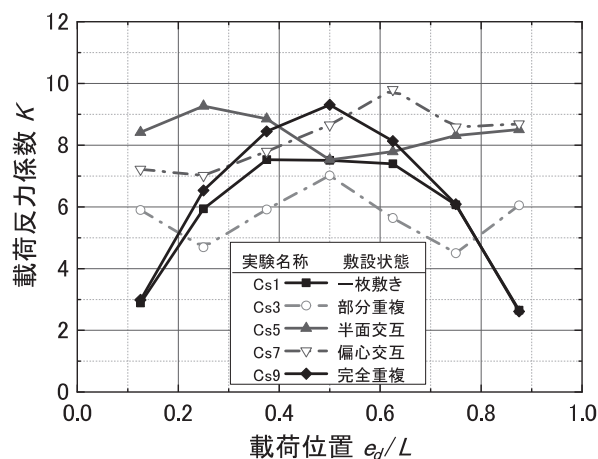


図一8 解析対象データ

(2) 載荷反力係数と載荷位置の関係

図一9に各載荷条件での載荷反力係数 (K) と載荷位置 (e_d/L) の関係を示す。ここで、 K とは支持力実験における弾性域での荷重 - 沈下関係から求めた傾きである。図中に示したデータは直線関係を示した範囲 ($20 \text{ N} < P < 30 \text{ N}$) から求めた値である。同一荷重に対して発生する沈下量 (s) を比較した場合、 K の増加は s を減少させる。したがって、 K の値が大きいほど地盤の養生効果が高いことを意味する。

一枚敷きの条件 (Cs1) では、曲線が上に凸の形状



図一9 載荷反力係数と載荷位置の関係

を示す。中央載荷 ($e_d/L=0.5$) で K は最大値を示すが、鉄板の両端に載荷した条件では K が小さい。したがって、敷板の両端付近では地盤の養生効果が小さいことがわかる。

二枚敷きで半面交互させた Cs5 では、 K はほぼ一定の値を示し、載荷位置の違いによる K の差は小さい。すなわち、半面交互では載荷位置の違いにかかわらず一定の地盤養生効果が得られている。

二枚敷きで完全重複させた Cs9 では曲線が上に凸の形状を示し、Cs1 と類似した結果である。中央載荷 ($e_d/L=0.5$) に対する K の値を比較すると Cs1 のそれに比べて大きい。これは敷鉄板を重ね敷きにより、鉄板の厚さが2倍になり曲げ剛性が増加したためと考えられる。それに対して、両端付近では K の増加は見られず、一枚敷きの結果とほぼ同じ値であった。この原因として、二枚敷きによる荷重分散の影響に比べ、荷重の偏心に伴う有効載荷面積の減少による影響が大きく、両端付近の載荷反力係数 K の増加がみられなかったことが考えられる。

部分重複を与えた Cs3 では、Cs1 に比べて曲線がやや平坦になっており、安定した分散効果が得られているが、Cs5 (半面交互) に比べて K の値は全体的に小さい。また、全体重複で偏心交互させた Cs7 では全体的に K の値は大きくなっているものの、その変動は Cs5 に比べて大きい。

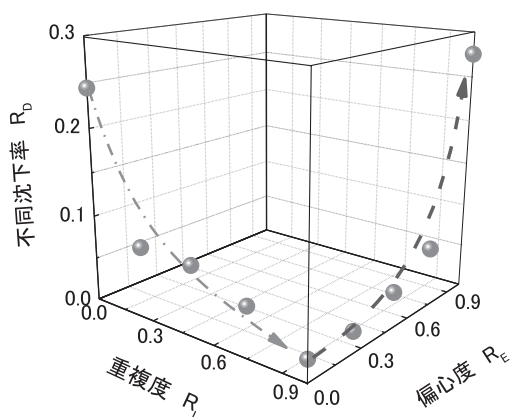
敷鉄板上を通過する移動荷重により生じた沈下量の最大値と最小値の差を不同沈下量 (Δs) とし、単位荷重増分 (ΔP) に対する Δs の割合を不同沈下率 (R_D) と定義した。式 (3) にその関係式を示す。 R_D が増加すると機体に生じる傾斜は大きくなり、転倒の危険が高くなることを意味する。

$$R_D = \frac{\Delta s}{\Delta P} \quad (3)$$

図—10に R_L および R_E と R_D の関係を示す。 $R_E=0$ すなわち対称に設置され、かつ偏心が無い場合は、 R_L の増加に伴って R_D は減少している。そして $R_L=1.0$ の半面交互条件では、 R_D が最小となっている。すなわち、敷鉄板の隙間を小さくすることで、生じる沈下量が減少することを意味する。

一方、 $R_L=1.0$ では R_E の増加に伴い R_D も大きくなり、完全重複($R_E=1.0$)で、 R_L は最大となっている。

以上の結果から、敷鉄板の敷設方法により敷設効果が異なることが明らかになり、重複度が大きく、かつ偏心度が小さい条件では、最も敷設効果が大きいことがわかった。また、重ね敷きであっても、完全重複条件では一枚敷きと同等の敷設効果しか得られないことが明らかになった。



図—10 不同沈下率 R_D に与える重複度 R_L と偏心度 R_E の関係

(3) 遠心模型実験による揺動解析

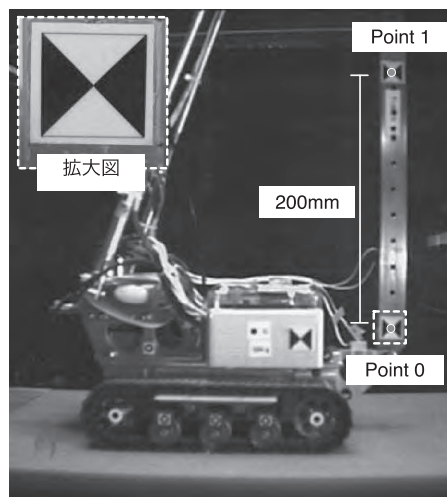
(a) 実験条件

遠心模型実験の条件を表—4に示す。敷鉄板の敷設条件は、一枚敷き(CMT1)、半面交互(CMT2)および完全重複(CMT3)の3ケースである。遠心加速度は、支持力の安全率が0.8となるよう設定した。すなわち、敷鉄板を設置しない場合、くい打機模型が転倒することを意味する。

走行実験の様子は図—11に示すように、側方より高速度カメラを用いて走行挙動を記録した。動画は

表—4 実験条件

実験名称	遠心加速度	支持力安全率	機体の安定度	重複度 R_L	偏心度 R_E	敷設条件
CMT1	15G	0.8	6.2	0	0	一枚敷き
CMT2				1	0	半面交互
CMT3				1	1	完全重複



図—11 高速度カメラによる揺動解析

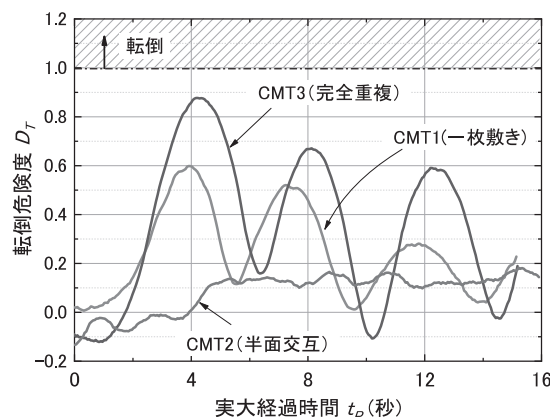
500 fpsで撮影し、1 pixelの精度は約0.8 mmである。模型リーダー部の上下に測定点を設けて、それぞれをPoint0、Point1とし、Point0とPoint1を結んだ測線の傾斜角を画像解析により算出した。本研究では、走行中に発生する傾斜角を揺動傾斜角(θ_s)と呼び、模型の安定度(θ_u)に対する θ_s の比を転倒危険度(D_T)と定義した。式(4)にその関係式を示す。

$$D_T = \frac{\theta_s}{\theta_u} \quad (4)$$

(b) 実験結果

図—12に実大スケールに換算した経過時間(t_p)と D_T の関係を示す。CMT1(一枚敷き)とCMT3(完全重複)では t_p の増加に対して D_T が大きく変動している。これは、自走中の機体に大きな揺れが生じていることを示す。一方、CMT2(半面交互)では僅かな変動が見られるものの、その値は小さくほぼ一定と見なされる。このことから、敷鉄板の敷設の仕方によって転倒の危険性は左右されることが分かる。

表—5は遠心場走行実験による D_T の比較を示す。CMT3の最大 D_T は0.9と最も大きく、次いでCMT1



図—12 転倒危険度と経過時間の関係

表—5 遠心場走行実験の結果

実験名称	敷設条件	最大 D_T	最小 D_T	ΔD_T	危険度
CMT1	一枚敷き	0.621	0.007	0.614	大
CMT2	半面交互	0.179	-0.116	0.295	小
CMT3	完全重複	0.899	-0.104	1.003	大

が0.6, CMT2が0.2である。したがって、自走中の転倒危険性はCMT3が最も高かった。この結果は、図—10に示した载荷試験の結果においても、敷鉄板を完全重複させたCs3では R_D が最大となっており、遠心模型実験の結果は载荷実験の結果と一致するものである。

以上のことから、重ね敷きの条件において完全重複条件では、一枚敷きに比べ機体に発生する揺動が大きくなる可能性があることが実験より明らかになった。また、敷鉄板を用いて地盤養生をする際には、下部敷鉄板の隙間が小さくなるように配置し、二枚の下部敷鉄板を架橋するように上部敷鉄板を設置する方法が最良と考えられる。

5. おわりに

敷鉄板模型を作製し、敷鉄板の敷設方法と地盤の養生効果について模型実験により検証を行った。その結果、敷鉄板の敷設方法の違いにより、地盤の養生効果に大きな差が認められた。具体的には、重複度 (R_L) が大きく、かつ偏心度 (R_E) が小さい場合、最も地盤養生効果が大きいことがわかった。一方、重ね敷きであっても、「完全重複」条件では一枚敷きと同等の

地盤養生効果しか得られないことが明らかとなった。

くい打機模型を作製し、敷鉄板の敷設方法と機械の揺動の関係を遠心模型実験により調査した。その結果、敷鉄板の敷設方法の違いにより揺動に差が見られた。一枚敷きと完全重複では大きな揺動が現れ、転倒の危険性は大きく現れた。それに対して、半面交互では、模型の揺動は僅かであり、転倒の危険性は非常に小さいことがわかった。

敷鉄板模型による载荷実験およびくい打機模型による遠心場走行実験の結果から、敷鉄板の敷設方法を工夫することにより、安全性が大きく向上することが実験により明らかになった。

J C M A

《参考文献》

- 1) 労働調査会：安衛法便覧I，労働安全衛生規則第173条，P.967, 20071.
- 2) 指針改定委員会ワーキンググループ：改訂 移動式クレーン・基礎工事用機械の転倒防止指針，P.27, 1993.
- 3) (社)日本建設機械化協会：移動式クレーン，杭打機等の指示地盤養生マニュアル，pp.33-40, 1994.
- 4) 堀智仁，玉手聡，吉川直孝，伊藤和也：敷鉄板模型による接地圧分散に関する基礎的研究，安全工学シンポジウム2010講演予稿集，pp.450-453, 2010.
- 5) 堀智仁，玉手聡，末政直見：くい打機の自走実験による揺れと履帯接地圧力の計測，土木学会論文集C，Vol.66, No.2, 2010.

〔筆者紹介〕

堀 智仁 (ほり ともひと)

(独)労働者健康安全機構

労働安全衛生総合研究所 建設安全研究グループ

主任研究員



道路建設業における人と機械の協調安全技術の開発

駒 坂 翼・宮 本 多 佳・中 田 真 弥

「重機災害」「熱中症」「装置への巻き込まれ」などを原因とした、建設業界における労働死亡災害は依然として増加傾向にある。改善に向けた様々な取組みが行われてきたが、従来の安全対策による成果も下げ止まりの様相を呈している。

こうした状況を踏まえ、本文では今般開発した、建設機械と従事者が生産性を落とさずに安全な環境で働くことの出来る、ICT や IoT を活用した「協調安全」技術を紹介する。

キーワード：マカダムローラ、小型ホイールローダ、合材工場、舗装現場、自動停止システム、見守りシステム

1. はじめに

平成 29 年の労働死亡災害は 9 月公表時点で前年同様に比べ 9.6% 増加し、厚生労働省は職場における死亡災害撲滅に向けた緊急要請を建災防に行った。建設業においては、前年比 20% 増となっており、昨年まで同様、全産業内で最も多い。

死亡災害発生状況としては、「墜落・転落」、「重機災害」、「倒壊・崩落」といった三大労働災害が 6 割程度を占めている。

舗装業においては、建設機械の後退時に作業者が轢かれる、あるいは夏場の舗装現場での熱中症や合材工場での装置に巻き込まれた事故などが身近に起きている死亡災害発生状況である。

本文では、こうした状況を踏まえ、重篤災害撲滅を目指し、道路建設業における新しい安全技術開発の取り組みについて紹介する。

2. 建設機械の自動停止システム

(1) 建設機械の安全対策の課題

舗装現場で動く建設機械の安全装置の多くは、音を用いた警告方式が採用されている。しかしながら、この方式には下記のような課題が確認されている。

- ① 近隣住民からの苦情対策として、安全装置を停止してしまう
- ② 長期的に使用すると、慣れが生じてしまう
- ③ 警告音を聞いてから行動するまでにタイムラグが発生してしまう

生してしまう

- ④ 振動体ベースの警告装置もあるが、頻繁な充電が必要など手間がかかる

(2) 自動停止システムの展開

先に挙げた課題を解決するため、「知らせるより見える」「見えるより止める」を概念とし、2014 年に RFID 方式によるタイヤローラ自動停止システム、2016 年にステレオカメラ方式による 3m³ クラスの大型ホイールローダ自動停止システムを開発した。

今般、現場からの要望が多かったマカダムローラと小型ホイールローダに自動停止システムを追加導入した。以下に概要を紹介する。

(3) マカダムローラの自動停止システム

(a) 人物の検知方法

マカダムローラの自動停止システムには、既出のタイヤローラ同様、磁界を利用した固体識別方式である RFID (Radio Frequency Identifier) 方式を採用している。

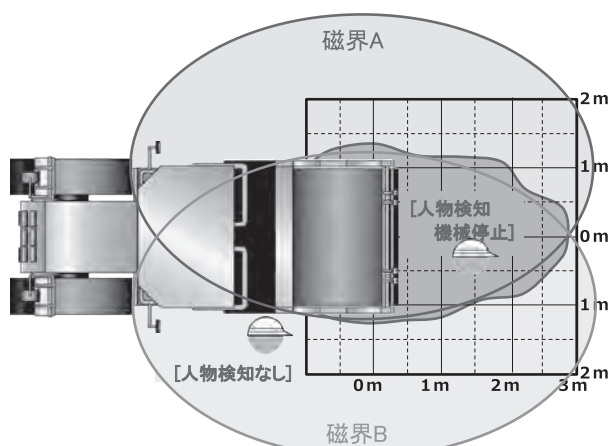
マカダムローラに取り付けた 2 台の磁界発生装置により形成された磁界エリアが重なるエリア内に、特定の磁界内に侵入した時のみ送受信可能なセミアクティブ型の IC タグ (写真 1) を持った作業者が侵入することで自動停止機能が働くシステムである。これにより、ローラ後方動線以外にいる作業者には反応することがなく、過剰に作業を止めることのないようなシステムとなっている (図 1)。



写真一 セミアクティブ型 IC タグ



写真二 キー回転装置



図一 人物検知エリア

(b) 停止方法

タイヤローラと違い、全てが鉄輪であるマカダムローラが安全かつ素早く停止できるか、制動試験を行った。その結果、タイヤローラと同じく走行中にエンジンを止めることで3m程度の制動距離となり、安全に停止することを確認した。エンジンを停止することで作動するネガティブブレーキを利用する考えである。この方法は、ローラのキーシリンダ部にスターターキーを強制的に回転させる装置（写真二）を取り付けることにより実現している。後付け可能な装置なので、リース機械等にも取り付けることができる。

(c) 導入事例

本年10月、高速道路補修工事の安全対策技術として、5台稼働した（写真三）。開発後4ヶ月経過し（平成29年12月現在）、多くの高速道路の補修工事において当システムを導入している。

(4) 小型ホイールローダの自動停止システム

大型ホイールローダの自動停止システムは、ステレオカメラ方式（写真四）による人物検知とパワーシリンダでブレーキを引っ張る停止方法を採用してい



写真三 自動停止装置付マカダムローラ



写真四 ステレオカメラ搭載状況

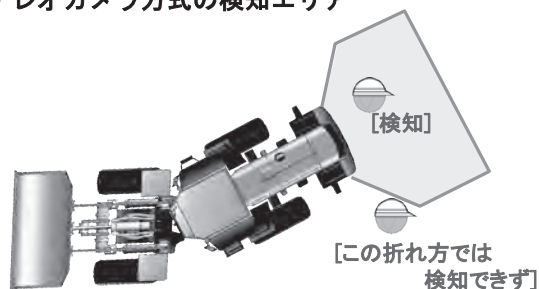
る。ステレオカメラ方式は、2台のレンズに映った対象物が人物か障害物かを認識し、対象物までの距離を算出する方式である。

(a) 人物の検知方法

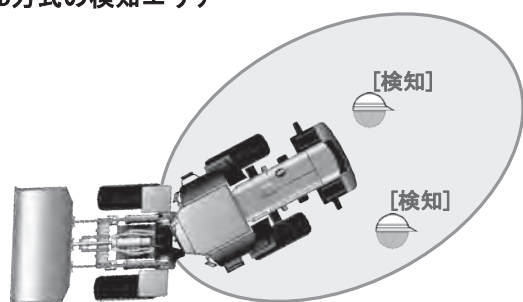
小型ホイールローダにおいては、まず大型ホイールローダ同様、ステレオカメラによる人物検知を検討した。しかし、小型ホイールローダの利点である小回りの良さを活かした動きに対しては、折れ方によって検知できないエリアができるため、ステレオカメラは不

向きであった。どんな折れ方でも検知できるようマカダムローラ同様、RFID方式による自動停止システムを採用した（図—2）。

①ステレオカメラ方式の検知エリア



②RFID方式の検知エリア



図—2 方式別の人物検知エリア

(b) 停止方法

材料をバケットに載せた状態で走行することが多いホイールローダは、エンジン停止のような急制動をかけると車体への反動やオペレータへの衝撃が大きかった。これは車体の大きさにかかわらず言えることである。

そのため、大型ホイールローダの自動停止システム同様に、フットブレーキをパワーシリンダにて引っ張る方式を採用した（写真—5）。



写真—5 自動ブレーキ装置

これにより、オペレータへの衝撃を抑えつつ止まることが可能となった。また、パワーシリンダの調整により制動距離が変えられるため、用途に応じた使い方が可能である。

(c) 導入事例

マカダムローラと同時期に開発しており、開発後4ヶ月経過した（平成29年12月現在）。小型ホイールローダ（写真—6）は空港工事などにおいて多く使われており、今回の自動停止システムも安全対策の一環として導入している。



写真—6 自動停止装置付小型ホイールローダ

3. 合材工場の従事者見守りシステム

(1) 合材工場稼働時の課題

舗装材料を製造する合材工場においては、安全管理や稼働管理のために設置している監視カメラや無線機を利用して作業者の居場所を確認している。しかしながら、監視カメラだけでは位置が確認できない。また、装置の稼働音が大きい場合、無線が聞こえないなどの課題が確認されている。

(2) システムの概要

先に挙げた課題を解決するため、合材工場における従事者見守りシステムを開発した。

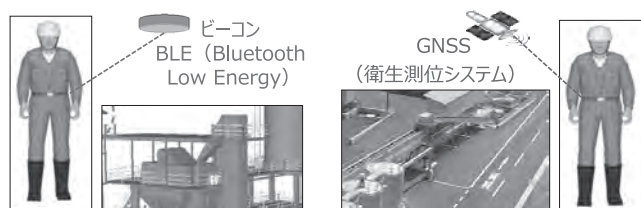
(a) 人物の検知方法

合材工場は、屋内と屋外が複雑に混在し、多くの装置が置かれている。そのため、死角が多く存在しステレオカメラ方式による人物検知は不向きであった。また、RFID方式においても検討を行ったが、広い敷地面積をもつ合材工場をカバーするためには多くの磁界発生装置が必要となり、設置手間やコスト面から不向きであった。

これらの問題を解決すべく、GNSS（衛星測位システム）を利用した屋外の位置検知機能とビーコン（Bluetooth Low Energy を使用した信号発信機）を利用した屋内の位置検知機能を合わせ持った、ハイブリット型ICタグ（以下、ICタグ）を採用した（写真—7、図—3）。



写真一 7 IC タグ



図一 3 IC タグの人物検知イメージ

また、IC タグには2つの付加機能が存在する。一つは、内蔵された加速度計と気圧計で測定した数値の変化を元に作業者が転倒したことを検出する機能である。もう一つは、IC タグ表面のSOS ボタンを押すことにより、緊急時を管理者に伝えることの出来る機能である。

IC タグにより検知された位置情報は、操作室に設置されているモニタにリアルタイムで表示され、オペレータが確認できる仕様である。

(b) 導入事例

「知らせるより見える」の段階ではあるが、新設合材工場において、システムを導入し位置検知精度を確認した。

合材工場内に5～10m 間隔でビーコンを設置し、対象となる作業には個別のIC タグとスマートフォンを携行させた。

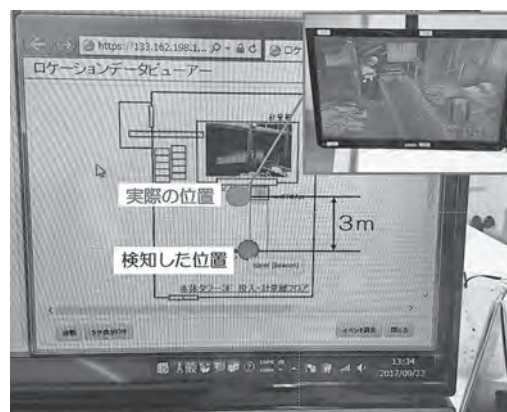
位置検知の精度確認は工場内各所で行い、実際にいる位置とモニタに表示された位置でどの程度の誤差があるか確認を行った。

測定値の誤差の平均は、屋内（ビーコン検知）で3m, 屋外（GNSS 検知）で5m であった（写真一 8）。

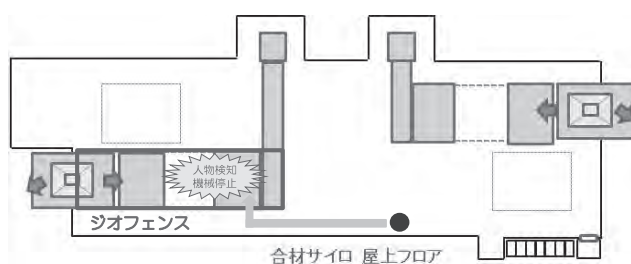
(c) 今後の展開

今後の普及に向けて、位置検知システムにジオフェンスを組み合わせたものを検討している。ジオフェンスとは、ネットワークやシステム上で設定する現実には存在しない仮想的な境界線のことであり、立入り禁止箇所や事故の起こる可能性が高い箇所において、位置検知システム上でジオフェンスを設定し、IC タグを持っている作業者がジオフェンスエリアに近づいた際に警告、侵入した際に装置の稼働部を自動停止する

システムである（図一 4）。そのために、更なる位置検出精度の向上に努めていきたい。



写真一 8 位置検知誤差の一例（屋内）



図一 4 ジオフェンス利用イメージ

4. 舗装現場の従事者見守りシステム

(1) 舗装現場における安全対策の課題

舗装現場においては、熱中症などの労働災害防止や日常の体調管理として、朝礼時の体調確認、休憩所の環境整備（冷暖房完備など）、気象情報の掲示による注意喚起などが行われてきた。

しかしながら、これらの方法には下記のような課題が確認されている。

- ① 確認時の瞬間的な管理しかできない
- ② 客観的な指標や数値に基づいた管理ができない
- ③ どう利用するかどう行動するかは、作業者次第になってしまう

(2) システム概要

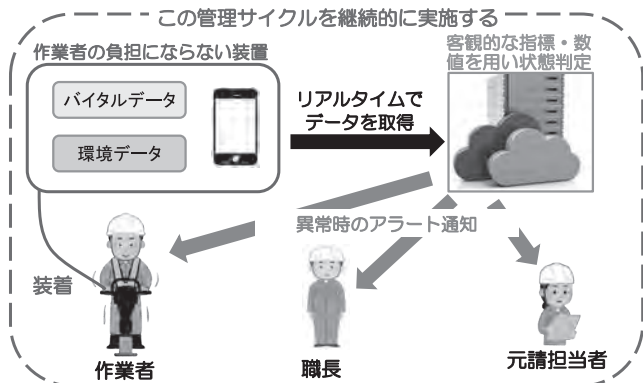
先に挙げた課題を解決するため、バイタルセンシング技術を活用した舗装現場における従事者見守りシステムを開発した。

(a) バイタルセンシング技術

バイタルセンシング技術とは、「意識」「血圧」「脈拍」「呼吸」「体温」などの人間の健康状態を表すバイタルデータを各種センサーにより測定する技術である。

(b) システムイメージ

見守りシステムは、図—5のイメージを元に開発した。データ取得から異常時のアラート通知までを一つのサイクルとして、継続的に実施するシステムである。



図—5 見守りシステムイメージ

(c) データ取得用端末

作業員の健康状態を示すバイタルデータと健康状態に影響のある環境データを取得するための端末は、複数の作業員に数種類の端末を装着、評価してもらい選定した。

評価の結果、バイタルデータ取得には腕時計式端末、環境データ取得にはキーホルダー型端末を選定した。この2つの端末を付け（写真—9）、データの取得を行っている。



写真—9 測定端末携帯状況

(d) 状態判定システム

異常状態を判定するための閾値を設定するうえで、様々な状況下のデータを取得し、健康状態に影響のある要因を洗い出した。大きな要因の一つとして、「熱環境負荷」が挙げられる。

同じ作業員の季節ごとのデータを比較した際、夏場のような高温多湿環境においてバイタルデータが大きい

く変化する傾向が確認できた。

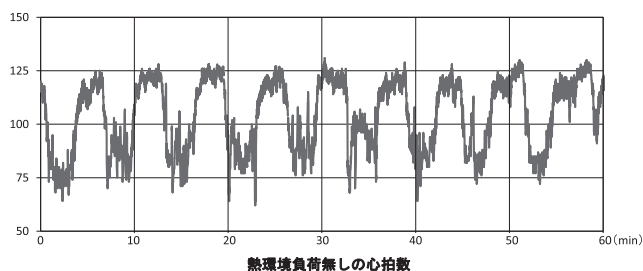
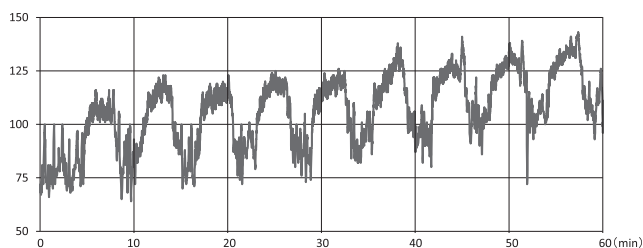
この傾向をより正確に確認するべく環境シミュレータを用いた補足実験を行った。環境シミュレータにて作成した下記2種類の擬似環境内で、同じ作業員に繰り返し作業を行ってもらい、バイタルデータの変化を確認した。作業員と作業内容を固定することにより、「熱環境負荷」の影響を正確に確認することが目的であった。

〔作成擬似環境〕

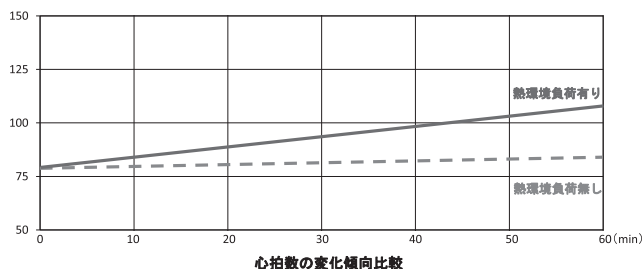
- ①熱環境負荷有り 温度37℃ 湿度50%
- ②熱環境負荷無し 温度20℃ 湿度50%

補足実験の結果、グラフのような心拍数の変化が確認できた（図—6）。波形の谷部分は繰り返し作業間の休憩時を表しており、各回を直線で結び比較すると、心拍数の上がり方（傾き）に大きな差が見られた（図—7）。熱環境負荷が有る場合に、心拍数の上がり方が大きいことから熱環境負荷が作業員の健康状態に影響を及ぼしているといえる。

今回開発したシステムの異常状態を判定する閾値には、熱環境負荷を考慮した判定式を用いている。



図—6 熱環境負荷毎の心拍数変化



図—7 休憩時心拍数の比較

(e) 導入事例

開発した見守りシステムを大型の高速道路建設現場にて導入した。扱っている材料の温度が高い「アスファルト舗装工」「防水工」、日射の照り返し強い「コンクリート舗装」「コンクリート構造物工」など、熱環境負荷が大きい工種を対象とした。

対象となった管理者や作業員には、一定の導入期間を経て、アンケートおよびヒアリングを行い、見守りシステムを評価した（図—8）。

コスト面やスマートフォンの利用については改善が必要だが、データ取得やアラート通知などの機能的な部分は十分な評価を得られた。

チェック項目	評価 (/100点)	評価理由
作業の邪魔にならないか	30	スマートフォンが2台持ちとなり邪魔
装着時のストレスはないか	60	着脱は容易だが、縫付けがきつい
リアルタイムでデータを取得できるか	85	取得できるが、不感地帯対策は必要
取得データを常時確認できるか	40	スマートフォンの画面で確認は不便
客観的な判定がされているか	90	自覚できていない異常も検知している
アラート通知はできているか	80	管理者・作業員ともにアラート通知は良好
コストパフォーマンスは良いか	20	現機能のみでは高価
作業環境に変化はあったか	70	健康に対する意識向上

図—8 見守りシステムの評価

5. おわりに

建設機械と現場従事者が、生産性を落とさずに安全な環境で作業を行う「協調安全」は、ICTやIoTの活用により、様々な形で実現可能となってきた。

今回紹介した各システムは、あくまでも人と機械の安全性向上を目的としたサポートツールである。システムを過信するのではなく、導入することにより使い手の安全意識がより向上するよう指導し、展開を図って行きたい。このような取り組みの先に、重篤災害が1つでも削減できれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

駒坂 翼（こまさか つばさ）
（株）NIPPO
総合技術部 生産機械センター
係長



宮本 多佳（みやもと たか）
（株）NIPPO
総合技術部 生産機械センター
係長



中田 真弥（なかだ しんや）
（株）NIPPO
総合技術部 生産機械センター



IoT の活用による山岳トンネル工事の安全管理と作業環境改善

TUNNEL EYE

白石 雅嗣・畠 中 健・澤 目 俊 男

山岳トンネル工事では、施工機械や工事照明、換気ファンなどの多くの電気機器を用いるため、省エネルギー化が求められる。そこで、トンネル現場内にIoTのネットワークを構築して、入坑者位置や作業環境濃度を常時監視するとともに、作業状態を把握できるように施工機械の電力量などの情報を計測・分析し、安全性の向上を図ったうえで、坑内の電気機器を自動で省エネ制御するエネルギーマネジメントシステム「TUNNEL EYE」（以下「本システム」という）（NETIS登録番号：KT-160070-A）を開発した。

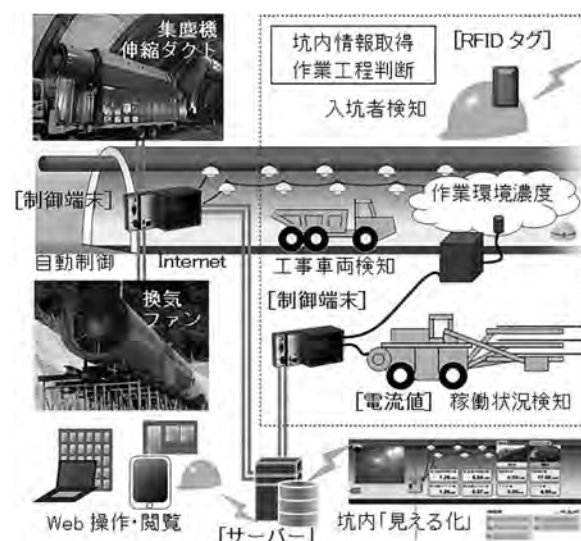
本稿では、システムの機能の中で、安全管理に関する取り組み事例や、伸縮ダクトと換気装置（換気ファンと集塵機）の自動制御により作業環境改善に役立てた内容について報告する。

キーワード：山岳トンネル，IoT，安全，作業環境，換気ファン，集塵機，伸縮ダクト

1. はじめに

本システムは、山岳トンネル工事現場の施工機械や電気機器、坑内情報をモニタリングするセンサーをインターネットにつなぎ、保存、分析や自動制御を行い、トンネル坑内の安全、作業環境の向上と、省エネルギー化による環境負荷削減（CO₂削減）に寄与するシステムである。

本稿では、本システムを奈川渡2号トンネル（その1）工事に導入し、安全管理と作業環境改善に役立てた内容として、RFIDタグによる入坑管理や、換気装置の中で伸縮ダクトの自動伸縮および、集塵機と換気ファン（以下、換気装置）運転の自動制御により作業環境を改善した事例について報告する。



図—1 本システム概略図

2. 技術の概要

本システムは、トンネル内に複数の組込型制御端末（以下、制御端末）を配置して、入坑者と工事車両の位置や、作業環境濃度、施工機械の電流値などの情報をセンシングし、インターネット経由で、遠隔地域のサーバーで保存、分析して、安全の「見える化」や、坑内の電気機器を作業工程に応じて省エネ制御するものである（図—1 参照）。本システムは、開発以来、バージョンアップを重ねており、奈川渡2号トンネル（その1）工事においては、表—1の機能を備えている。

表—1 本システム機能一覧

分類	項目	内容
安全管理	入坑管理	RFIDタグによる入坑・位置情報把握
	作業環境管理	作業環境濃度のリアルタイム計測・ 閾値を超過時にバトライトやメール通知
省エネ	自動制御	換気ファン、集塵機等の自動制御
	使用電力量の監視	主要電気機器の使用電力を個別に計測
	デマンド監視	デマンド超過予測時、警告メール通知
	遠隔制御	電気機器をタブレット等で手動制御
作業環境改善	作業工程での換気	作業工程毎に、換気装置を自動制御
	伸縮ダクト自動化	作業工程毎に、伸縮ダクトを自動伸縮
その他	施工管理情報通信	約50m毎にWiFiを設置
	Webカメラ	仮設ヤード、坑内等をWebカメラで監視

■ 新機能（奈川渡2号トンネル（その1）工事で初適用）

3. 導入現場の工事概要

工 事 名：奈川渡2号トンネル（その1）工事
 工事場所：長野県松本市安曇地先
 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
 トンネル：NATM 工法（発破）延長 $L = 797 \text{ m}$
 断面積 $A = 81 \text{ m}^2$

4. 安全管理

本システムでは、工事関係者が坑内の安全を「見える化」できるようにしている。導入現場では、坑口にモニターを設置しており、モニターにはメイン画面（図一2）を表示させ、リアルタイムの入坑情報や作業環境情報および、施工機械の稼働状態を閲覧できるようにしている。また、遠隔地のパソコン等でも確認できる。

入坑情報とは、入坑者全員が、RFID タグを携帯し、坑内に設置してあるリーダーで検知されることで、入坑の有無や位置および行動履歴を把握するものである。また、坑内に出入りする主要な工事車両（ダンプトラックや生コン車、モルタルポンプ車など）にも設

置して、運行状況を把握できる。

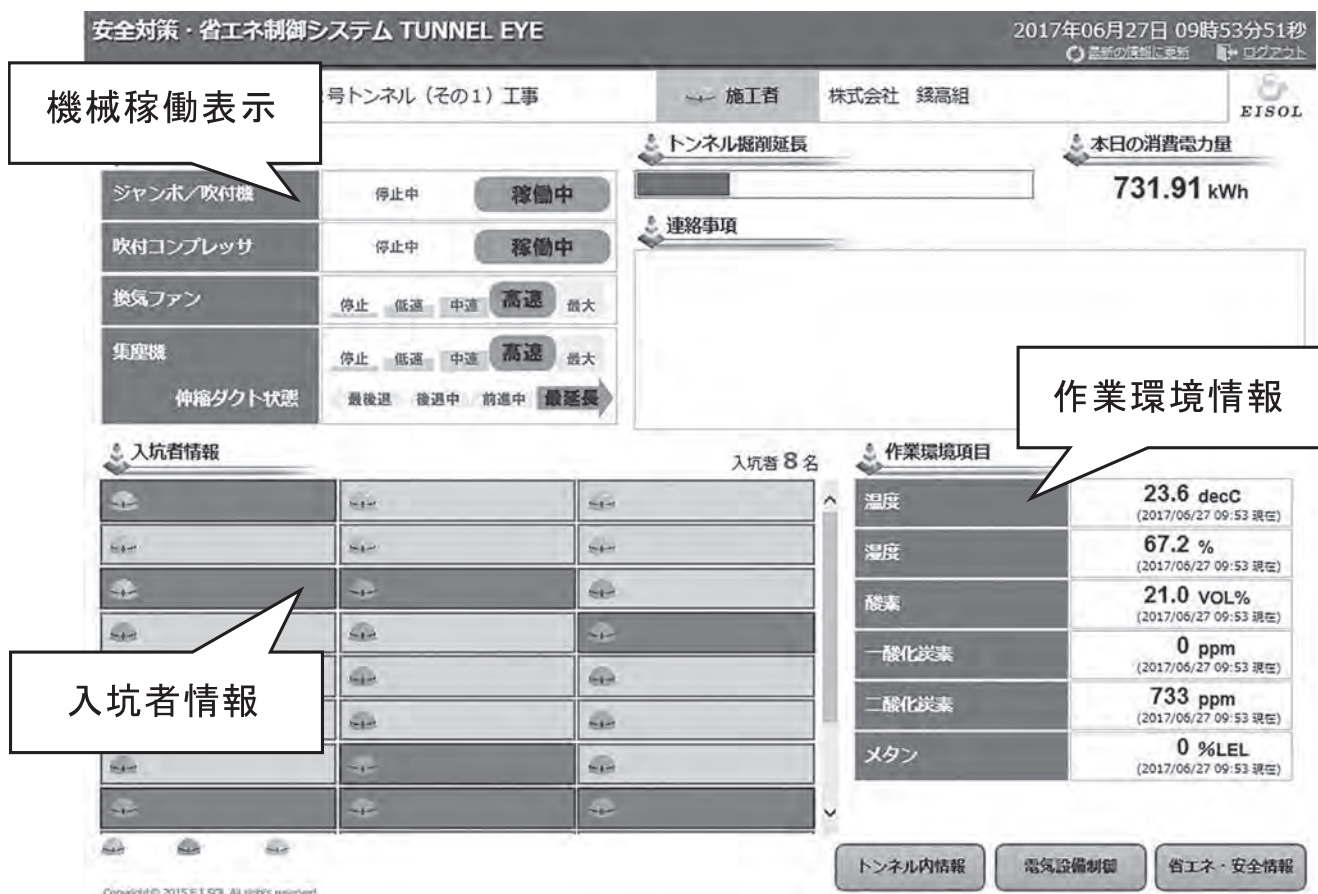
作業環境情報の計測は、定置式濃度計を用いてリアルタイムの測定を行っている。測定項目は温度、湿度、 CO_2 、 CO 、 O_2 、 CH_4 、粉塵、風速の8項目を選定している。測定位置は、伸縮ダクト先端において粉塵量を測定し、その他の項目は、集塵機後方の電源台車において測定している。また、定められた作業環境の管理値を超えた場合、職員のパソコンや、携帯に警報メールを送信し、工事関係者にはパトライトで周知できるようにしている。

5. 伸縮ダクトと換気装置の自動制御

(1) 作業工程の判断

伸縮ダクトと換気装置の自動制御は、作業工程を自動判断して、その作業工程に応じて行う仕組みである。自動判断は、サーバーで、RFID タグによる入坑位置とID情報、施工機械の電流値（ドリルジャンボ／吹付機、吹付用コンプレッサ）、発破センサー（風圧検知）の情報に基づき行う。

作業工程の判断条件の例を表一2に示す。表中のRFID タグ検知では、切羽で作業を行う入坑者を



図一2 本システムメイン画面

表一 2 作業工程の判断条件（例）

CASE	作業工程	RFID タグ検知		電流値		発破 センサー
		入坑者	重ダンプ 生コン車	ジャンボ / 吹付機 稼働	吹付用 コンプレッサー稼働	
1	穿孔	●		●		
2	装薬	●		●		●
3	ロックボルト	●	●	●		
4	支保工建込	●	●	●		●
5			●	●		
6			●	●		●
7				●		
8				●		●
9	発破					●
10	検知後、所定時間				●	●
11		●				●
12		●			●	●
13		●	●			●
14		●	●		●	●
15	ずり出し・吹付準備	●	●			
16		●	●		●	
17			●		●	
18			●		●	●
19	吹付コンクリート	●	●	●	●	
20		●	●	●	●	●
21			●	●	●	
22			●	●	●	●
23				●	●	
24				●	●	●
25		●		●	●	
26		●		●	●	●
27	作業準備					
28	中断				●	
29	場内整備他	●				
30		●			●	
31			●			
32			●			●

●：検知／稼働

RFID タグの ID で特定できるようにしている。電流値の情報においては、一例として吹付用コンプレッサーは、待機状態（約 100 kWh）は非稼働と判断し、実際に吹付作業を開始する 140 kWh 以上で稼働していると判断している。なお、表一 2 の判断条件は一例であり、実際の現場状況を確認しながら、作業工程を正確に判断できるように条件の組合せ等を適宜見直す必要がある。以上の各種設定は、サーバーで管理者が設定できるようにしている。

データ取得や自動制御等に用いる制御端末は、制御する電気機器の近傍や、坑内に 100 ～ 200 m 毎および、電源台車に設置している。制御端末はドリルジャンボなどの電流値や、入坑情報などの作業条件判断に必要なデータおよび、作業環境濃度の計測値を収集している。また、データの一時保存や送信する時間間隔の設定などを行うものである。さらに、データをサーバーへ送信し、サーバーで作成した制御プログラムによる作業工程判断に基づき、その命令信号を受け、対象の電気機器（伸縮ダクトと換気装置等）に送信することで自動制御を行う。

(2) 自動制御による作業環境改善

集塵機の伸縮ダクトは、通常、手動のリモコン操作により、粉塵が発生しない場合には、作業に支障が出ないように、または破損させないように切羽後方まで後退させ、粉塵が発生する作業の場合は、粉塵吸引のために切羽まで前進させる。同時に、粉塵が発生する作業の場合は、集塵機の吸引量を高め、換気ファンは吸引量よりも低い風量で送風し、切羽後方への粉塵の充満を抑制する風量調整を行う必要がある。なお、これらの調整は作業が変わる都度行う必要があり、伸縮ダクトの操作時期や、換気装置の運転調整のタイミングが遅れると、粉塵などが切羽後方のトンネル坑内へ充満することがある。また、発破直後は粉塵・後ガスが充満することや、見通しが悪いため、伸縮ダクトのリモコン操作を直ぐに行うことができない等の課題がある。

そこで、上述の作業工程判断に応じて、伸縮ダクトを含む換気装置を全自動で最適な状態に制御できる仕組みを構築した。作業工程に応じた自動制御パターンを表一 3 に示す。なお、各種濃度計・センサーによる風量調整機能も加えており、定置式濃度計等を用い

表—3 制御パターン (例)

CASE	作業工程	換気ファン	集塵機	伸縮ダクト
1	穿孔 装薬 ロックボルト 支保工建込	中速	低速	後退
2		中速	低速	後退
3		中速	低速	後退
4		中速	低速	後退
5		中速	低速	後退
6		中速	低速	後退
7		中速	低速	後退
8		中速	低速	後退
9	発破 検知後、所定時間	低速	高速	前進
10		低速	高速	前進
11		低速	高速	前進
12		低速	高速	前進
13		低速	高速	前進
14		低速	高速	前進
15	ずり出し・吹付準備	高速	中速	後退
16		高速	中速	後退
17		高速	中速	後退
18		高速	中速	後退
19	吹付コンクリート	中速	高速	前進
20		中速	高速	前進
21		中速	高速	前進
22		中速	高速	前進
23		中速	高速	前進
24		中速	高速	前進
25		中速	高速	前進
26		中速	高速	前進
27	作業準備 中断 場内整備他	低速	停止	後退
28		低速	停止	後退
29		低速	停止	後退
30		低速	停止	後退
31		低速	停止	後退
32		低速	停止	後退

て、作業環境管理の閾値以上の濃度となった場合（表—4）に伸縮ダクトを前進させることや、換気装置の風量や吸引量を強める自動制御も加えており、換気機能の確実性を高めている。

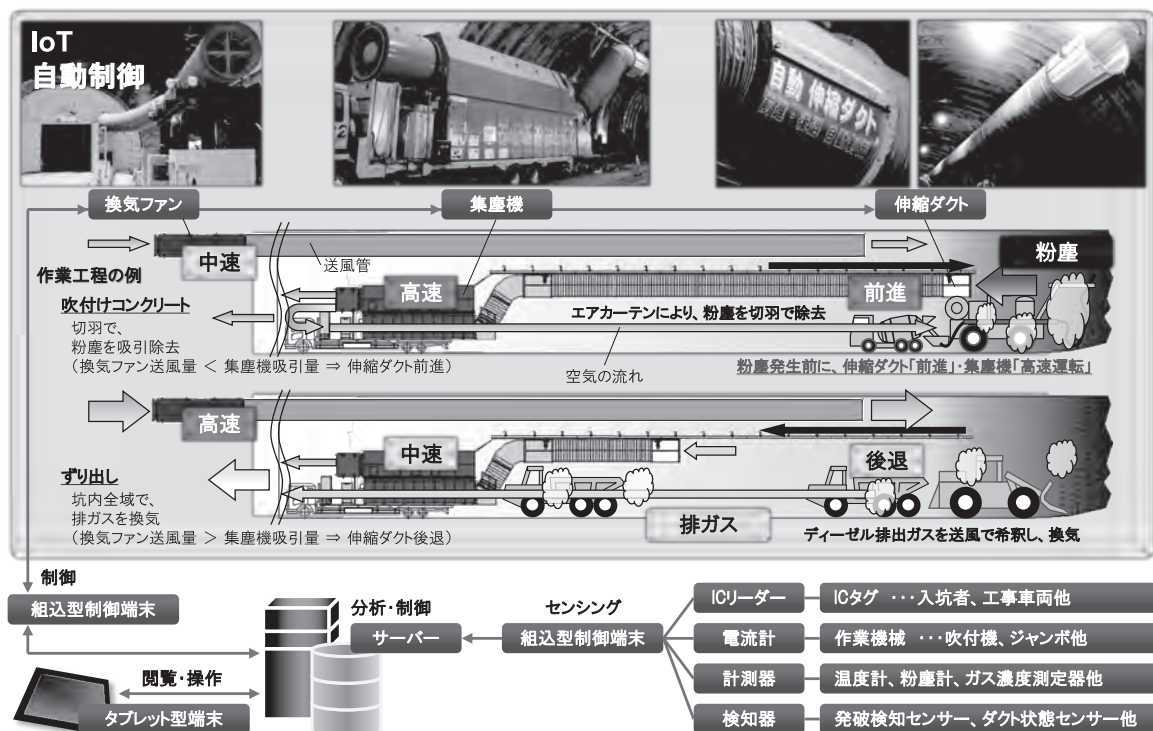
実施例として、作業開始前に換気ファンの運転ボタンを押した後、換気装置と伸縮ダクト全ての自動制御が開始される。そして、発破センサーが発破を検知すると、自動で伸縮ダクトが切羽まで前進し、集塵機が高速運転で発破粉塵の吸引を開始する。その際、粉塵を吸引しやすいように、換気ファンは自動で適した風量（集塵機の吸引量よりも少ない風量）で運転する。次に、発破後の所定時間経過後の粉塵濃度が下がった時期に、自動で集塵機が停止し、伸縮ダクトが後退する。同時に、発破で破碎したずりを搬出する作業工程を判断し、坑内全域の排出ガスなどを換気できる風量を送風するために換気ファンは自動で高速運転を開始する。その他、吹付けコンクリート作業中も含め、図一3に伸縮ダクトと換気装置の自動制御概略図を示す。

作業環境の改善効果としては、これまで、粉塵計の濃度測定値が高くなると集塵機の吸引量を高めるなどの制御が行われていたが、本システムでは、「粉塵濃度が高くなる作業工程」を判断して制御するため、粉塵濃度が高まる前に集塵機の吸引量を高め、伸縮ダクトを前進させておくことができる。また、操作を無人で自動化することで、人為的な操作ミスや、操作遅れによる作業環境悪化を防ぐことができる。

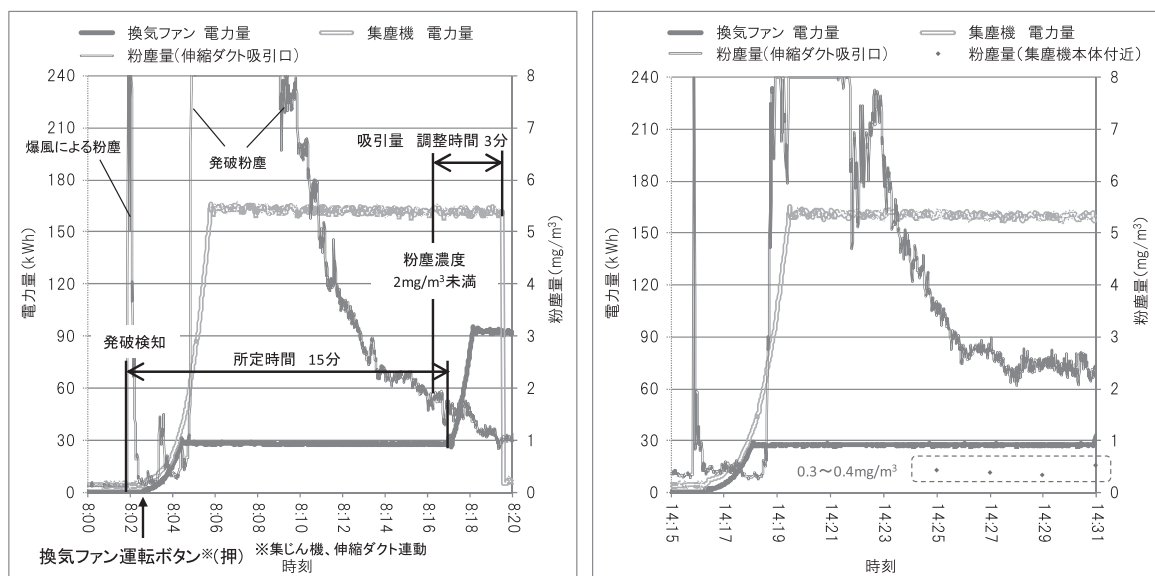
作業環境の改善に関する具体例として、図—4に

表—4 作業環境管理の閾値の制御パターン（例）

■換気ファン									
作業 管理	CO ₂ ppm	CO ppm	O ₂ VOL%	CH ₄ VOL%	粉塵 mg/m ³	制御 パターン		設定風量 m ³ /min	
管理 閾値	5,000 以上	50.0 以上	18.0 未満	1.0	－	最大		2,000	
	5,000 未満 3,000 以上	50.0 未満 30.0 以上	18.0 以上 19.0 未満	－		高速		1,900	
	3,000 未満 2,000 以上	30.0 未満 20.0 以上	19.0 以上 20.0 未満	－		中速		1,500	
	2,000 未満	20.0 未満	20.0 以上	－		低速		1,100	
■集塵機・伸縮ダクト									
作業 管理	－	－	－	－	粉塵 mg/m ³	－	制御パターン		設定風量 m ³ /min
							集塵機	伸縮ダクト	
管理 閾値	－	－	－	－	3.0 以上	－	最大	伸	2,300
					3.0 未満 2.0 以上		高速	伸	2,200
					2.0 未満 0.5 以上		中速	縮	1,600
					0.5 未満 0.25 以上		低速	縮	800
					0.25 未満		停止	縮	－



図—3 本システム概略図



図—4 発破直後の換気装置の電力量と粉塵量の関係

発破直後の換気装置の電力量と粉塵量の関係を示す。図—4の左図においては、時刻8:02直前に発破が行われ、発破センサーが発破を検知し、サーバーで発破状態を記録している。その後、坑外の換気ファンの操作盤で、換気ファンの運転ボタンを押すことで、換気ファンが自動で低速運転、集塵機が高速運転を開始している。この際、グラフには表示されていないが、連動して伸縮ダクトが自動で切羽付近へ前進している。また、サーバーで発破状態が記録されているため、所定時間15分(設定変更可)は発破による粉塵を吸引

除去する工程として、換気ファンの風量と集塵機の吸引量の状態を維持している。所定時間経過後は、換気ファンはその時点の作業工程である「ずり出し中」を判断し、高速運転を開始し、集塵機は粉塵濃度が 2 mg/m^3 (設定変更可)以下になった時点をサーバーで記録し、直ぐに吸引量を低下させず(粉塵が再び上昇しないように)、調整時間3分間を経過した時点で吸引量を低下させている(この際に、伸縮ダクトも自動で後退する)。図—4の右図は、異なる時刻の発破直後における換気・集じんを行った際に、集塵機本体

付近で手動により粉塵量を測定した値（４点）を記したものである。粉塵量は、 $0.3 \sim 0.5 \text{ mg/m}^3$ を示しているため、切羽における高濃度の発破粉塵が、集塵機本体付近まで充満していないことが分かる。

次の具体例として、吹付けコンクリート施工時の作業機械と集塵機の電力量および粉塵量の関係を図—５に示す。ここで、図中の粉塵量は１分間の平均値を表示している。最初に、時刻 14:05 を過ぎた頃に粉塵量が 0.5 mg/m^3 を上回ったため、集塵機が中速運転を開始している。次に、14:09 に吹付用コンプレッサー稼働（生コン車等も検知）したため、吹付けコンクリートの施工が始まったとして、集塵機が高速運転を開始（伸縮ダクトも切羽に前進）している。ここで、粉塵量は伸縮ダクト先端で 14:10 頃から徐々に上昇しているが、既に集塵機は高速運転し、伸縮ダクトも前進しているため、集じんの遅れを防ぐことができています。さらに、その後、集塵機は伸縮ダクト先端で粉塵量が 2.0 mg/m^3 や 3.0 mg/m^3 を上回った場合は、それぞれ高速運転、最大運転と追従して変化することや、吸引量を維持するため、作業工程が変化しても適した吸引量となっている。その結果、集塵機本体付近で計測し

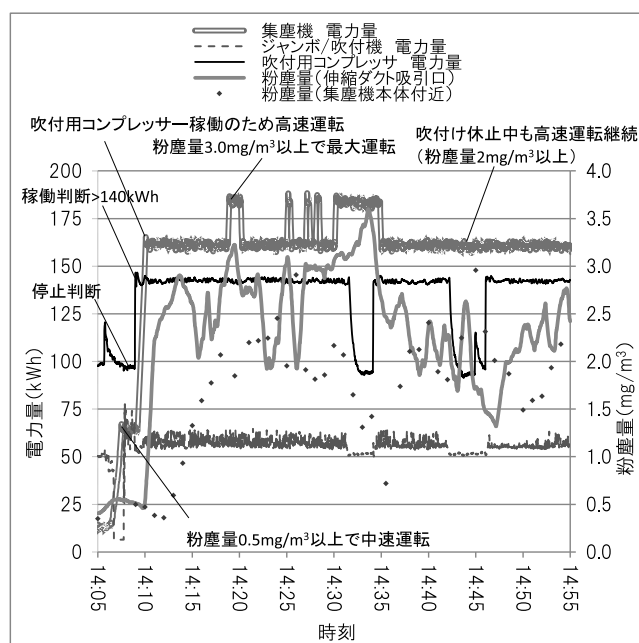
ている粉塵量（１分間測定）は、一部例外があるものの、高い濃度でも $2.0 \sim 2.5 \text{ mg/m}^3$ ($< 3.0 \text{ mg/m}^3$) となり、切羽後方への粉塵の充満が抑制できる結果となっている。

6. おわりに

本システム TUNNEL EYE の導入により、これまで手動で行っていた入坑管理や作業環境濃度測定、伸縮ダクトや換気装置の操作等が自動で行うことが可能になった。入坑管理や作業環境濃度測定については、安全確保のために、従来の手動による管理と併用して実施しており、本システム導入の成果では、24 時間の時系列で、入坑者や作業環境の状態をリアルタイムに管理できる利点が得られている。また、伸縮ダクトと換気装置の操作では、手動操作での課題であった操作遅れなどによる作業環境悪化を防ぐことが可能になった。

今後も、山岳トンネル工事での活用を通じて、機能の拡充も視野に入れながら、安全管理の充実を図っていく。

J C M A



図—５ 作業機械と集塵機の電力量および粉塵量の関係

【筆者紹介】

白石 雅嗣（しらいし まさつぐ）
（株）高組
技術本部 技術研究所
主任研究員



畠中 健（はたなか たけし）
（株）イー・アイ・ソル
開発1本部 開発部
副部長



澤目 俊男（さわめ としお）
（株）流機エンジニアリング
建設営業部 商品企画営業グループ
グループ長



リスクアセスメントの実施による 労働災害の大幅な低減

高比良 聡・山田 貴久

重大な労働災害を契機に構築した安全衛生マネジメントシステムにより、きめ細かなPDCA管理に基づく安全活動の継続的な改善に努めてきた結果、安全成績の格段の向上が図られ、災害発生件数を大幅に低減することにつながった。その改善の基盤となった同システムの概要と、そこに多様に組み込んだ独自の方策や運用等を紹介するとともに、同システムの中核に据えるリスクアセスメントについて、その実施内容を高度化するための工夫や実施にあたり取り組んだ教育等の内容を報告する。

キーワード：労働災害、安全衛生マネジメントシステム、PDCA、リスクアセスメント、リスク低減率

1. はじめに

東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株) (以下、「当社」という。)は、エネルギーを「作る」「送る」「使う」という様々なシーンにおいて、エンジニアリングとサービスを提供する会社である。東京ガス(株)を母体に設立された当社は、同社のその長い歴史の中で蓄積してきた「ユーザーズ・ノウハウ」に基づき、お客さまのニーズに応えるべく「エンジニアリングソリューション」を提供している。自らがユーザーとして蓄積してきた知見やノウハウをベースに、社会・産業インフラやサービスを多岐にわたって提供する事業を行っているため、「発注者」、「元請受注者」あるいは「下請受注者」という様々な立場で建設工事等に取り組んでいることが大きな特徴として掲げられる(図1)。

当社は、自社の社員のみならず、現場で働く協力会社も含めた全ての人の労働災害防止に取り組むとい

う基本認識の下、何れの立場においてもリスクアセスメントが実施できる安全衛生マネジメントシステムを早くから構築し、きめ細かなPDCA管理に基づいて安全活動の継続的な改善に努めてきた。

本稿では、独自に構築した当社の安全衛生マネジメントシステムの概要と、その中核に据えるリスクアセスメントの実施事例及びその成果について紹介する。

2. 安全衛生マネジメントシステム構築の経緯

2000年代に入り、当社の業務量が徐々に増えるにつれて、労働災害が頻発するようになった。2010年には死亡災害を経験し、安全衛生水準の向上と労働災害の低減が急務となったことから、この打ち手として安全衛生マネジメントシステムを構築し、「安全と健康の確保が会社業務全てにおいて最優先される文化」の醸成に向けて基盤整備を図るものとした。

3. 当社の安全衛生マネジメントシステムの特徴

(1) 安全文化向上のための仕組み

当社は、行動指針のトップに「安全第一」を掲げ、全社一丸となってゼロ災害を目指すとともに、安全文化を着実に向上していく仕組みとして、安全衛生マネジメントシステムを位置付けている。本質安全化への取り組みとしては、リスクアセスメントの実施による危険性・有害性の低減努力を積み重ねることによって安全衛生水準の向上を図り、労働災害のより一層の低

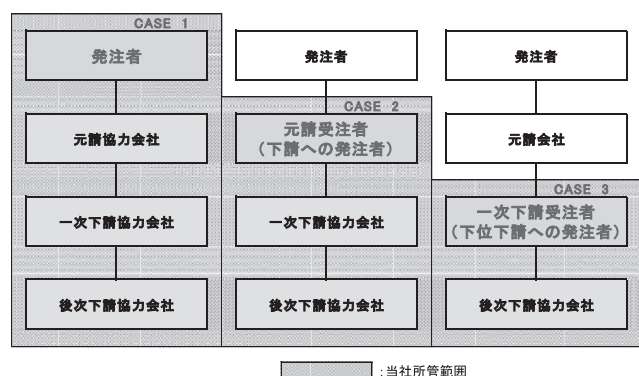
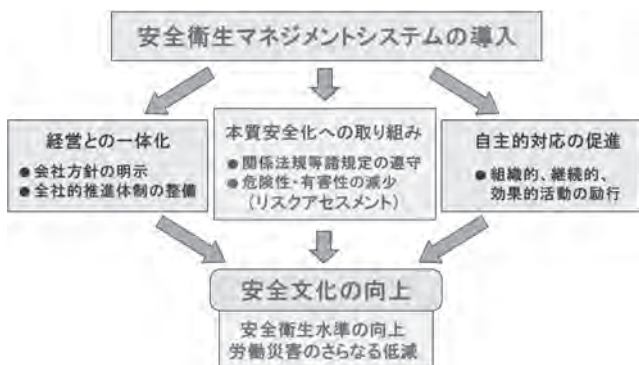


図1 当社における契約形態

減を目指している。

システムの構築にあたっては、現場と経営との一体化に配慮し、経営トップの熱い思いが伝わるとともに、管理者が背中を見せて率先垂範し、全員参加型により安全衛生活動の向上が目指せるシステムとなるよう工夫した（図—2）。



図—2 安全文化向上のための仕組み

(2) 安全衛生管理会議体の構成

安全衛生管理に関する会議体として、安全衛生マネジメントに関する主要事項を審議するための「安全衛生マネジメント委員会」については、社長以下、本社バックヤードの業務を担う部長を含めた幹部40名以上の全員参加をもって構成している。また、安全衛生活動の中心的組織となる「安全衛生委員会」については、点在する事業所間との横串を通すため、本社の委員会にそれらの事業所安全衛生委員会の代表もオブザーバー参加するものとし、運営の一体化を図っている。さらには、マネジメントシステムの中核に据えたリスクアセスメントの促進策等について審議する会議

体として「リスクアセスメント推進会議」を安全衛生委員会の下に設置している。それらの会議体を運営するための事務局機能を、社長直下の安全統括部に集約している（図—3）。

なお、各部所の年度業務実施計画には、工事所管部所のみならず、バックヤードの部所を含めた全部所が、自部所で取り組む安全衛生活動の目標及び計画を明示することをマネジメントシステムで規定しており、全社での取り組みとしての一体感の醸成を図っている。

(3) 安全衛生マネジメントシステムの構成

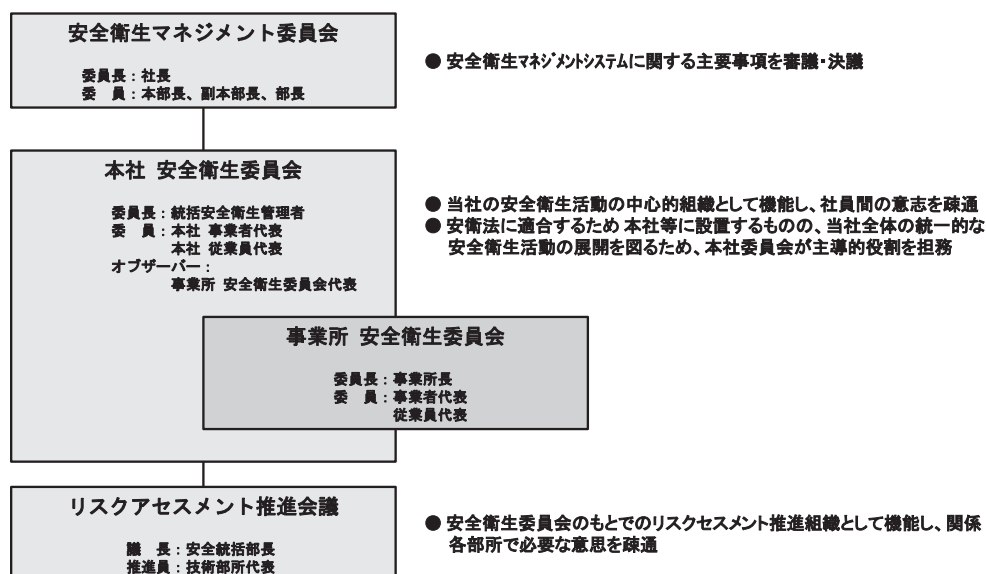
当社の安全衛生マネジメントシステムの大きな特徴は、

- ①担う事業内容に照らし合わせ、全社を統括するシステム、社内各部所で推進するシステム、各工事現場等で推進するシステムの3層で構成してあること
- ②マネジメントシステムがカバーする対象部所は、本社の営業部門やスタッフ部門も含めた全部所とし、各部所はそれぞれの安全衛生への関わり度合に応じた活動を行うものとしていること

にある。また、当システムの中核には前述の通りリスクアセスメントを据え、建設工事等に当たっての当該アセスメントの実施を社内規定として義務化している（図—4）。

(4) 継続的な改善の仕組み

安全衛生マネジメントシステムのPDCAサイクルを着実に回していくために、年に2回、各部所の内部監査を実施し、マネジメントシステムが適切かつ効果的に運営されているかを点検・確認している。この監



図—3 安全衛生管理会議体の構成

令の改正情報等の提供、事故・災害原因分析手法や災害発生予防策の解説等、多岐にわたるもので、単なる講義スタイルに止めず、ケーススタディーやロールプレイ等を含めて、実効あるものとしている。

また、当社では、このフォローアップ教育とは別に、法定の特別教育、安全衛生法令基礎講座等の労働安全衛生法に関わるものに加えて、建設業法基礎講座等の建設業法に関わる教育等についても年間計画を策定して実施するなど、多角的な方面からの教育を通じて安全衛生管理能力の向上を支援している。

4. リスクアセスメントへの取り組み

当社が実施するリスクアセスメントは、主として以下の2つに区別される。

- ①工事の流れに沿って3段階で実施する物件毎のリスクアセスメントシート作成
 - ②物件毎のリスクアセスメントを効率的に推進するための標準リスクアセスメントシート作成
- これらの概念を以下に示す（図－6）。

リスクアセスメントの実施を円滑に推進するために、事務局は、リスクアセスメントを実施する上でベースとなる標準リスクアセスメントシートの作成、リスクアセスメントデータの蓄積及び災害低減への活用に関する教育等を通じて、全社のリスクアセスメントの推進を支援していく総括的な業務を実施する。これにより「工事物件毎のリスクアセスメント」の充実につなげている。

(1) 工事物件毎のリスクアセスメントシートの作成 実施する時期に応じて「①設計段階でのリスクア

セスメント、②施工計画段階でのリスクアセスメント、③協力会社の所掌となる工事施工前段階でのリスクアセスメント」の3段階に分けて実施する。

①設計段階でのリスクアセスメント

設計図書等の作成時に設計段階でのリスクアセスメントを実施することは、工事全体の安全性向上への効果や影響が大きく、本質安全対策や工学的安全対策につなげることができる。リスクアセスメントを実施することによりリスク低減措置を決定し、予め各設備の構造及び工事計画に反映させることを目的とするもので、許容できないリスクが残る場合は、構造や工法を変更するなどの措置を講ずることで対応する。

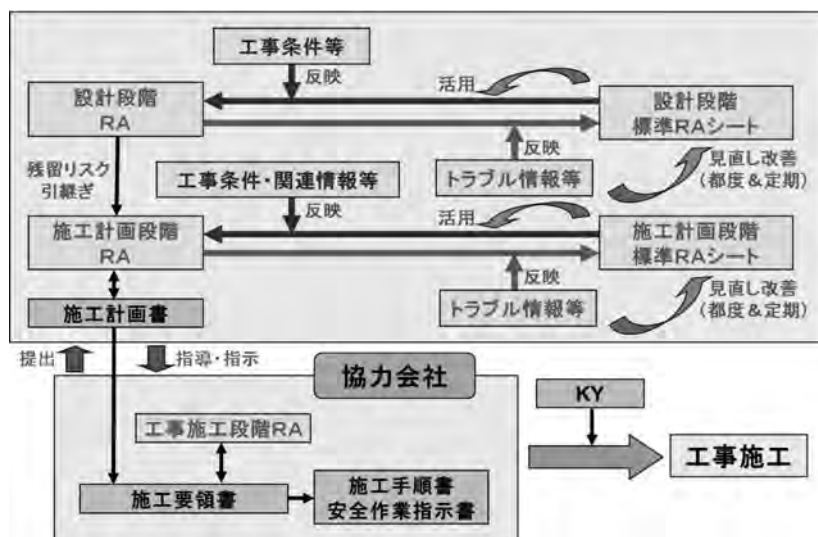
②施工計画段階でのリスクアセスメント

工事方法を計画する段階のリスクアセスメントであり、設計段階での残留リスクへの対応を検討するとともに、詳細な現場確認を行うことで、設計段階では潜在化していたリスクの顕在化を図ることを目的として実施している。この時点では、具体的な作業手順までは把握できないため、工事全体の施工要領を見通して、工種毎にどのような危険性又は有害性があるかを洗い出し、これに基づくリスク低減措置を施工計画書に反映する。

当社としては、上記①、②の2段階でのリスクアセスメントを実施することで、施工協力会社に対してリスクの情報伝達を行い、下記③の詳細な施工要領書等の策定段階で実施するリスクアセスメントに反映し、最終的な工事の安全化につなげている。

③工事施工前段階でのリスクアセスメント

当社では、協力会社が各請負範囲に応じた具体的な施工要領書、作業手順書を作成するに当たり、施工前段階のリスクアセスメントの実施を義務化し、その結



図－6 3段階のリスクアセスメント実施概念

果を現場工事に確実に反映することで、当社及び協力会社が一体となって無災害を目指すPDCAサイクルを回している。

このため、当社では、工事発注仕様書にリスクアセスメントの実施を明文化し、リスクアセスメントを実施していないと施工要領書等の確認作業に入れない仕組みとしており、リスクアセスメントが実施されていない場合は、該当する店社上位責任者への是正要請を行うこととしている。

なお、協力会社によるリスクアセスメントシートの作成に際し、当社の支援が必要であると工事施工担当部所が判断した場合は、当社が保有する標準リスクアセスメントシートの参考提示や、状況に応じてリスクアセスメントシート作成に向けた当該協力会社への直接教育等も実施している。

元請受注の場合を例に、工事の流れと当社（元請）及び協力会社（下請）のリスクアセスメント実施の区分を以下に示す（表一1）。

(2) 標準リスクアセスメントシートの作成

各部所は、工事毎のリスクアセスメントの効率的な実施と全社的な活用を目的として、個別作業工程毎の標準リスクアセスメントシートを計画的に作成し蓄積していくものとしている。

5. リスクアセスメントにおけるリスク低減措置への工夫

リスク低減の措置については、「本質的措置」→「工学的措置」→「管理的措置」→「人的措置」という4段階で、上位から検討することになるが、当社ではそれぞれの措置内容に応じて独自のリスク低減率を定めている（表一2）。

しかし、当社のように多岐にわたる事業を実施している場合には本表に定めた概念通りに当てはまらないケースも多々出てくるため、特に「管理的措置」や「人的措置」のリスク低減率については、原則的な考え方

表一1 リスクアセスメント実施の区分（元請受注の場合）

(RA:リスクアセスメント)					
工事の流れ と RA実施の区分		当社			協力会社
		設計 担当部所	工事 担当部所	建設現場	建設現場
当社	設計段階	・設計時、実行計画書等に留意点他を明示して工事担当部所に引継ぎ			
	施工計画段階	・施工計画作成時、設計段階RAを踏まえてRAを実施し、重要リスクとそのリスク低減措置や残留リスクを協力会社に周知			
協力会社	工事施工段階	・購入仕様書での協力会社へのRA実施を指示 ・RA実施における協力会社指導および作成シートのチェック		・RA実施における指導および作成シートのチェック	・施工要領書や作業手順書作成時におけるRAの実施

表一2 リスク低減措置に対応したリスク低減率の概念

措置内容	考え方	リスク低減率
①本質的措置(リスクの除去) 作業の廃止・変更、より危険性の低い材料への変更などの本質安全化を講ずる	危険性・有害性を除去・低減するとともに、リスクの除去、危害の重篤度の低減も図る	■危害の重篤度 50%～80% ■発生の可能性 50%～80%
②工学的措置(リスクの隔離) 防護柵、光線式安全装置、局所排気装置の設置などの安全防護措置を講ずる	作業者が危険性・有害性に接触できないよう(危険状態が生じないよう)にする	■危害の重篤度 20%～50% ■発生の可能性 20%～50%
③管理的措置(リスクの回避) マニュアル整備、立入禁止措置、警報運用、2人作業採用、教育訓練などの管理的な対応を講ずる	災害が発生する可能性を軽減する (措置内容によっては危害の重篤度を低減できることもある)	■危害の重篤度 原則として 低減不可 ■発生の可能性 5%～20%
④人的措置(リスクの回避) 保護具の着用等に代表される個人的な対応を講ずる	危害の重篤度を軽減する	■危害の重篤度 5%～20% ■発生の可能性 低減不可

注1) 各措置段階までのトータルリスク低減率は、上位段階それぞれの低減率の加算で算定する。

注2) ①～③の検討をせずに④の人的措置のみに頼るのは認めない。

から大きく逸脱しない範囲で柔軟に判断して対応することになっている。

また、リスクアセスメントへの取り組みについては、リスクアセスメントの一連の検討手順を定着させるための工夫として、リスク低減対策がいずれの措置に相当するかを確認できるように、リスクアセスメントシート of リスク低減対策欄に、「本、工、管、個」（本：本質的措置、工：工学的措置、管：管理的措置、個：人的措置）というチェック欄を設け、理解を促進するためのツールとして活用した（図－7）。

6. リスクアセスメントの実施内容をより高度化するための工夫

「安全衛生委員会」の下にリスクアセスメントを推進する組織として設置した「リスクアセスメント推進

会議」では、リスクアセスメントの実施内容をより高度化するために、リスクアセスメントの実施及び維持に関する情報を関係部所間で共有するとともに、各部所で実施したリスクアセスメント内容の評価や、各部所で管理する標準リスクアセスメントへ発生したトラブル情報を水平的に反映するための見直しを行う等の活動を実施している。さらに、リスクアセスメントの推進に関わる課題や対応策、推進に関わる教育等について協議・決定を行っている。

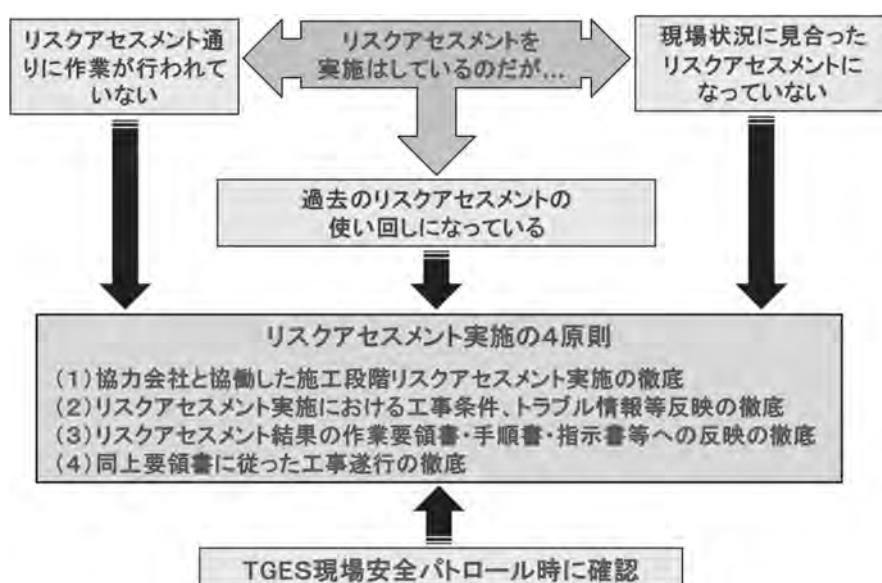
7. リスクアセスメント実施の形骸化・マンネリ化の防止

労働災害を防止するためには、リスクアセスメントを形式的に実施するのではなく、一件毎の工事内容や条件に応じ、真に実効あるものとしていくことが重要

No.	項 目	考えられるリスク又は現場の状況	対 策 前			対 策	対 策 後				備考				
			重要度	可能性	見逃し		重要度	可能性	見逃し	優先度					
							本	工	管	防					

本質的措置、工学的措置、管理的措置、人的措置のうち、どの方法によるものが明確にするためにチェックを入れる。

図一7 リスクアセスメントシート



図—8 リスクアセスメントの形骸化・マンネリ化の防止策

となる。この観点から、当社では、リスクアセスメントを繰り返し実施する間に形骸化、マンネリ化が生じないように、その対策として、以下に示すリスクアセスメント実施の4原則を定めている（図—8）。

- ①協力会社と協働した施工段階におけるリスクアセスメントの実施を徹底すること
- ②リスクアセスメントの実施における工事条件、トラブル情報等の反映を徹底すること
- ③リスクアセスメント実施結果の作業要領書・手順書・指示書等への反映を徹底すること
- ④要領書等に従った工事遂行を徹底すること

これらの実施状況については、現場安全巡視点検パトロール時の点検項目として明確化し、確認を行っている。

8. リスクアセスメント教育の実施

当社では、これまでに述べてきたリスクアセスメントを実効あるものとすべく、リスクアセスメントの意義や具体的な実施手順を示した「リスクアセスメント実施の手引き」を作成し、各物件における実施の促進を図っている。また、これらを各現場の最前線まで浸透させるための教育についても充実化を図っている。

この教育の目的は、「リスクアセスメント実施の手引き」についての解説等を通じて、具体的な実施手法の理解や内容深耕スキルの向上を図るもので、当社所管現場における工事事例や災害発生の実例に基づいたケーススタディーをグループ討議形式で実施して発表を行うなど、実践形式を織り込んだ教育としている。

なお、これらのリスクアセスメント教育についても、前述の年間計画に落とし込み、他の教育とも合わせて相乗効果が図れるものとしている。

9. 取り組みの成果

当社では、下請の協力会社を含めた災害防止策として、所管現場で2010年に発生した重大災害を教訓に、安全衛生マネジメントシステムの構築を図り、その中核をなすリスクアセスメントの実施に鋭意取り組んできた。その結果、安全成績の格段の向上が図られ、災害発生件数をこの7年で1/3程度まで大幅に低減させることができ、大きな成果につながっている。

10. おわりに

リスクアセスメントの実施については、一歩ずつではあるものの着実に全社員の安全に関する意識を変え、行動を変えていく取り組みとして定着しつつある。その取り組みが社員の意識・習慣を変え、会社全体としての安全文化の醸成につながることを確信するものである。まだまだやるべきことはあるが、着実に改善につながるよう、引き続き継続的なスパイラルアップを図りながら、労働災害ゼロを目指した日々の安全衛生活動に取り組んでいく所存である。

本稿が、建設会社をはじめとした業界の方々がリスクアセスメントを実施する上での良き参考事例となり、安全活動の継続的な改善の一助となれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

高比良 聡（たかひら さとし）
東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)
安全統括部
部長



山田 貴久（やまだ たかひさ）
東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)
安全統括部
課長



橋梁撤去・架設の 3D シミュレーション技術の開発と現場への適用

現地状況やクレーンの動きを忠実に表現

田 辺 重 男・工 藤 朗 太・松 山 浩 一

道路の通行止めや鉄道の線路閉鎖を伴う橋梁の撤去・架設工事は、厳しい時間的制約の下で行われ、トラブルや手回りの発生は許されない。これに対応するため、特に架設事例が多いクレーンによる橋梁撤去・架設工事を忠実に表現できる 3D シミュレーション技術を開発した。本技術は 3D レーザースキャナーで取得する現地状況の点群データと実際のクレーンの動きを表現するクレーンシミュレーションソフトから構成される。本技術を実橋の架設に適用し、事前に架設手順を精査・修正した。これにより、トラブル、手戻り無く予定通り所定の時間内に作業を終了した。

キーワード：橋梁、クレーン、架設、3D、点群データ、施工シミュレーション、三次元モデル

1. はじめに

国土交通省における CIM 導入、推進の動きを受け、建設現場における三次元モデルのいろいろな利用方法が試されている。なかでも施工状況を三次元的に事前確認でき、実作業の課題、問題をあぶり出すことができる施工シミュレーションは、広く行われるようになってきた。特に、実作業における手戻り、失敗が大きな安全問題、社会問題を引き起こす可能性のある工事において、施工シミュレーションは必要不可欠である。鉄道上空、道路上空での橋梁撤去・架設工事は、まさにこの要件にあてはまるものである。線路閉鎖、道路通行止めを実施した上で、限られた時間内に確実に作業を終わらせる必要があり、線路、道路の開放が遅れた場合、社会に及ぼす影響は非常に大きなものになる。

このような観点から、特に工事事例の多いクレーンによる橋梁の撤去・架設に着目し、3D シミュレーション技術を開発した。また、それを実工事に適用し、その効果を検証した。

2. 橋梁撤去・架設の 3D シミュレーション技術の開発

開発にあたって、以下の要件を設定した。

- ①橋台、橋脚だけでなく、地形、周辺構造物、架空線、電柱など現地状況をすべて実配置、実形状で再現できること。

- ②クレーンのすべての動きをコマ送りではなく、連続的に表現できること。また、クレーンの動作中にクレーンおよび吊荷の干渉チェックを行えること。

- ③シミュレーションしたクレーンのすべての動きは保存され、修正できること。

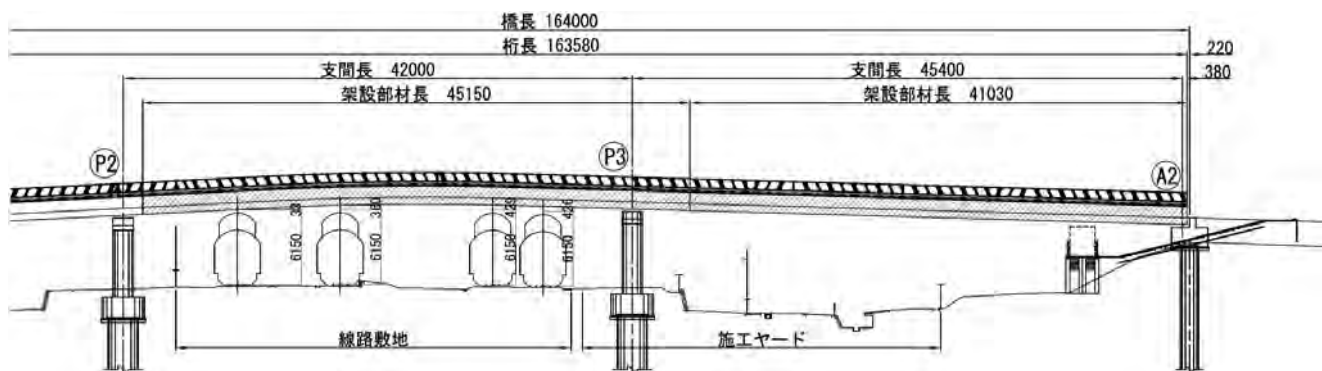
上記の①については、現地状況を 3D レーザースキャナーにより点群データ化することにより実現した。②、③については、モニタ上のクレーンの移動、アウトリガーの張り出し、アッパー部の旋回、ブームの伸縮・角度変更、フックの昇降および視点移動を手元のゲーム用コントローラで操作でき、また、これらすべての動きを数値データとして保存し、修正できるクレーンシミュレーションソフトを開発した。

これらを三次元 CAD ソフト上にアドオンすることで橋梁撤去・架設シミュレーションを可能にした。次章において、実工事への適用事例を通して本技術の詳細を説明する。

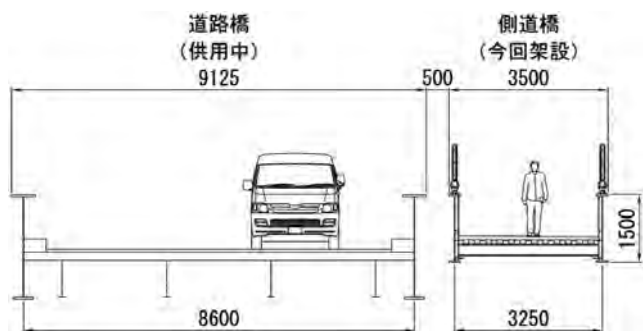
3. 実工事への適用

(1) 適用する工事の概要

JR 筑豊本線を跨ぐ国道 201 号立岩大橋には歩道がないため、新たに歩行者専用側道橋（以下、側道橋と略す）が道路橋に隣接して架設されることとなった。側道橋は鋼 4 径間連続デッキ床版鈹桁橋であり、そのうち、P2 橋脚から A2 橋台の 2 径間分の架設に本技術を適用した（図—1, 2 参照）。



図—1 側道橋側面図

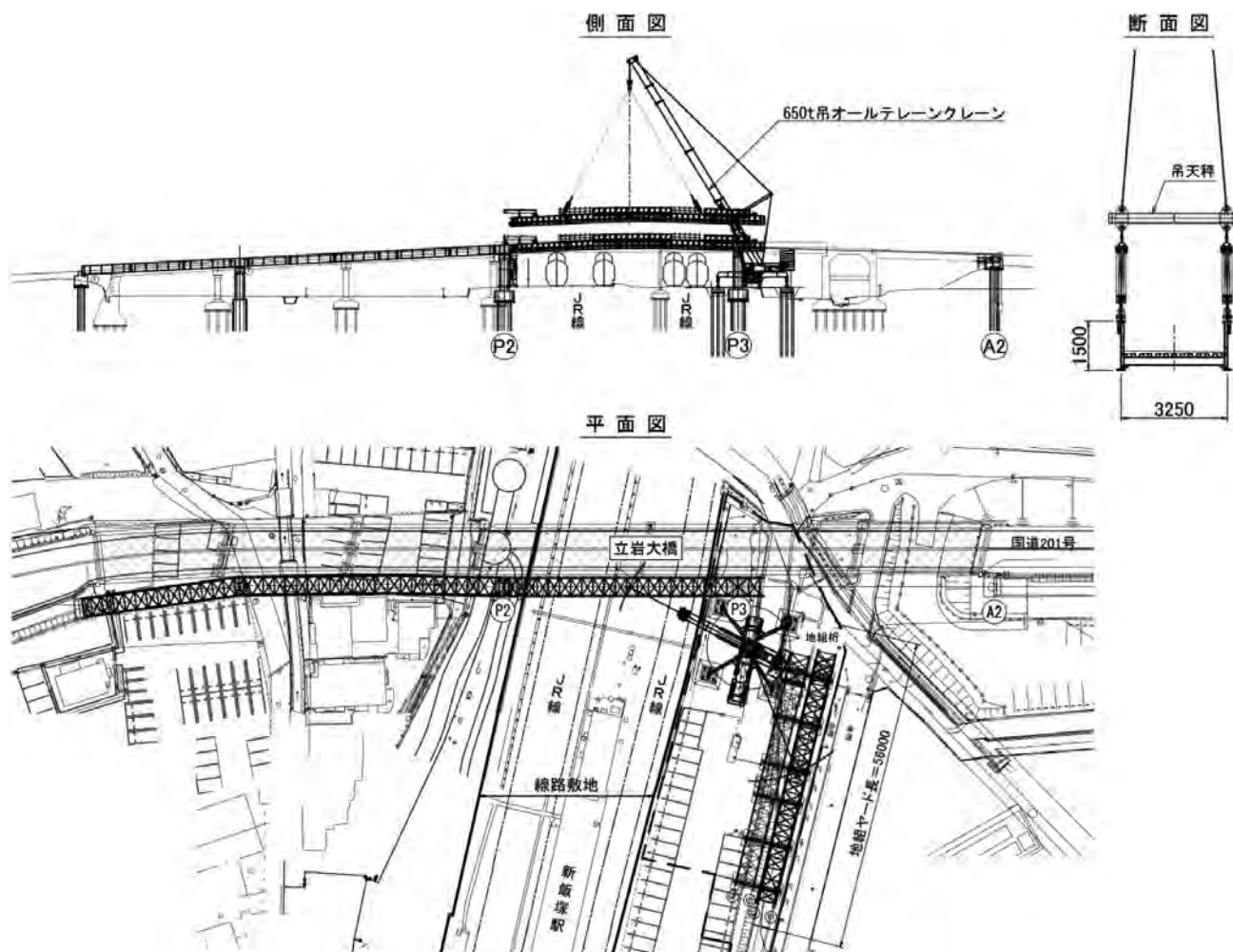


図—2 道路橋と側道橋の断面図

架設方法は、650t吊りオールテレーンクレーンを
用いたクレーン架設である。また、JRの営業線を跨
ぐことから、夜間の線路閉鎖時間内に各径間分をそれ
ぞれ一括架設し、計2夜間で架設を行う(図—3参照)。

(2) 3Dシミュレーションの必要性

鋼桁の架設は、夜間の線路閉鎖時間内に行う必要が
あり、また、国道の通行規制を伴うことから、トラブ
ルの発生は許されないものであった。したがって、事



図—3 架設要領図 (P2—P3間)

前に綿密なシミュレーションを実施して作業手順を確認することが重要であった。従来のシミュレーションは、想定されるクレーンの動きを平面図、側面図などの二次元の図面上に描画し、周辺との干渉をチェックすることで行ってきた。しかしながら、二次元図面での検討では、現地状況を細部にわたって正確に把握することや、クレーンの動きを開始から終了まで全て連続的に確認することは困難である。このため、本技術を適用し、実際の作業における想定外の干渉などトラブルの発生要因について精査する必要があった。

(3) 架設シミュレーション

(a) 現地状況の再現

現地状況を詳細に再現するため、およそ 300 m 四方の範囲を、3D レーザースキャナーを使用して 8 箇所からスキャンした。スキャンに要した時間は半日程度である。点群データを図—4 に示す。

線路敷地内での 3D レーザースキャナーの使用は許可されないため、線路敷地内の地表面付近の現地状況の再現は十分ではないが、架設シミュレーションにおいて影響はなかった。



図—4 点群データによる現地状況の再現

(b) クレーンおよび鋼桁の CAD データの作成

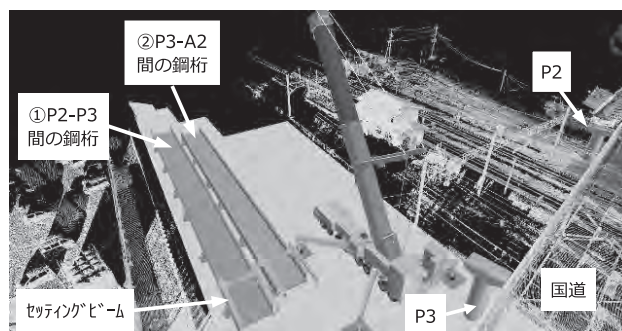
クレーンシミュレーションソフトにおいて、汎用的なクレーンのデータはライブラリとして準備されている。しかしながら、本工事に使用する 650 t クレーンはライブラリに準備されていないため、あらたに 3D データを作成した。また、架設対象の鋼桁も 3D データとして作成した。

(c) 架設シミュレーションと手順変更

架設シミュレーションは、三次元 CAD ソフト上に現地状況の点群データおよび架設対象の鋼桁の 3D データを読み込み、そこに 650 t クレーンデータを配置して実施した(図—5 参照)。最初にクレーンオペレータ、作業員の意見を基に現場で作成した架設手順案をシミュレーションし、全員で確認した。その結果、クレーン動作に干渉のないことを確認できた。しかしながら、作業員等から安全性をより一層高めるための活発な意見が出され、それをもとに以下に示す作業手順の改善をおこなった。作業手順の改善は数値データの修正により行った(表—1 参照)。

① 旋回開始時期の変更

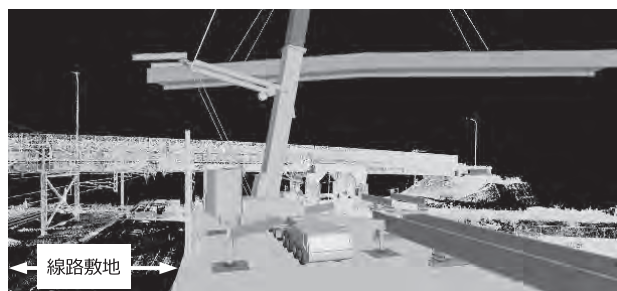
最初の架設計画では、線路閉鎖前に鋼桁を吊り上げ、線路敷地外の上空で旋回する予定であった。これ



図—5 クレーンおよび鋼桁の 3D データ

表—1 クレーンの動きの数値データ

3D 建機ナビアニメーション											
新規 開く 保存 最初 再生 停止 最後 現在のフレーム ステップ 1 干渉チェック 録画											
追加 削除											
No	フレーム	位置(X)	位置(Y)	位置(Z)	車体	回転台	ブーム	アック	ワイヤ長さ	ブーム長さ	アタッチ
1	50	-28294.9	71627.7	18	165.7	0	0	0	0	15.3	FALSE
2	50	-28294.9	71627.7	18	165.7	0	45	0	0	15.3	FALSE
3	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	0	45	0	0	50.3	FALSE
4	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	32	57.4	0	0	50.3	FALSE
5	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	32	57.4	0	18.5	50.3	FALSE
6	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	32	57.4	0	18.5	50.3	TRUE
7	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	32	57.4	0	12	50.3	TRUE
8	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	32	70	0	12	50.3	TRUE
9	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	170	70	0	12	50.3	TRUE
10	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	170	70	-34.3	12	50.3	TRUE
11	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	254.2	70	-118.5	12	50.3	TRUE
12	40	-28294.9	71627.7	18	165.7	254.2	61.5	-118.5	12	50.3	TRUE
13	10	-28294.9	71627.7	18	165.7	254.2	61.5	-118.5	15.3	50.3	TRUE

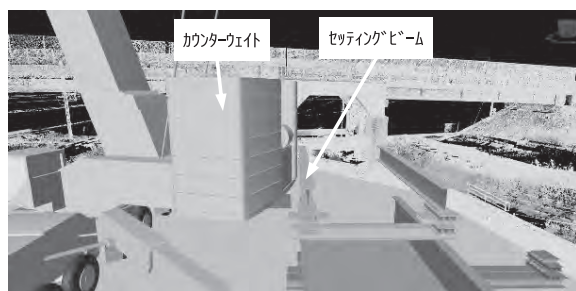


図—6 線路敷地内に侵入する鋼桁

は、少しでも時間に余裕を持たせることを目的としたものであった。シミュレーションの結果では、鋼桁の旋回により、鋼桁の一部が線路敷地内の上空を侵すことが判明した（図—6 参照）。このため、鋼桁の旋回は線路閉鎖後に開始することとした。

②地組み済み鋼桁の事前移動

鋼桁 2 径間分を同時に地組みするため、地組みした桁とクレーンとの離隔は狭い。地組みした鋼桁は、後から架設する P3-A2 間の鋼桁のほうがクレーン側にある。このため、最初に P2-P3 間を架設する際、クレーンのカウンターウェイトが、P3-A2 間の鋼桁上のセッティングビームに接近する。二次元図面上で、離隔 8 cm 程度を確保でき干渉がないことは確認済みであったが、3D シミュレーションで再確認した。3D シミュレーションでも干渉は見られなかったものの、極めて接近する状況が実感をもって確認された（図—



図—7 カウンターウェイトとセッティングビームの接近



写真—1 実工事でのカウンターウェイトとセッティングビーム

7 参照)。そのため、より安全に旋回中の干渉を回避することを目的として、クレーンの設置後、P3-A2 間の鋼桁を移動させ、離隔を 15 cm 程度まで広げた。結果として、実際の架設において干渉することはなかった（写真—1 参照）。

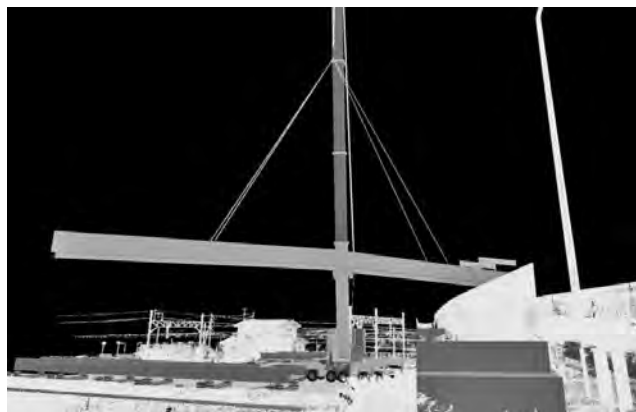
(4) 実架設との比較検証

当日の架設は、図—8 のタイムスケジュールに示した通りトラブルなく進捗し、所定の時間内に作業を終了することができた。同一視点でのシミュレーション画面と写真を、それぞれ図—9 と写真—2 に示す。両者の比較からシミュレーションが忠実に実施状況を表現できていることがわかる。

作業工程	所要時間	0:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	5:00
線路閉鎖	200		1:00						4:20
キ電停止	213		0:54						4:27
国道規制	20 15		1:15 1:10	1:35 1:25					
市道規制	30 15		0:50 1:00	1:20 1:15					
準備工	15 30		0:15 0:30						
玉掛けセット、 重心確認	35 30		0:40 1:00						
クレーン旋回 (市道上)	25 15		1:15 1:15						
クレーン旋回 (線路上)	20 10		1:35 1:25						
仕口桁調整	40 15		2:15 1:40						
仕口仮添接・ 本締	55 70		3:10 2:50						
玉掛け撤去	40 30		3:50 3:20						
クレーン 旋回戻し	10 10		3:30 3:30			4:00			
後片付け	10 10		3:40 3:40			4:10			

[凡例]
 --- : 予定
 — : 実施
 ▼ : 作業中断判断

図—8 タイムスケジュール



図—9 シミュレーションでの架設状況



写真—2 実工事での架設状況

4. おわりに

橋梁撤去・架設の3Dシミュレーション技術を開発し、実工事に適用した。現地状況を忠実に再現できるため、これまでは見過ごされてきた架設手順の細部にまで目を届かすことができ、細かな干渉などトラブルの芽を事前に摘み取ることができた。また、クレーンのすべての動きを、あたかもクレーンオペレータの感覚で連続的に表現でき、それをあらゆる視点から確認できることは、クレーンオペレータ、作業員にとっても新鮮な体験であり、彼らの積極的な意見を引き出し、安全な作業手順を考える強力なツールにもなった。今後の発展形として、シミュレーションで得た数値データを基に実際のクレーンを作動させる仕組みを

構築すれば、クレーン動作の自動化も考えられる。

われわれ建設会社が、CIM導入を考える場合、忘れてならないのはそれを現場でいかに生かすかである。現場で働く人々の作業性向上、安全性向上に寄与し、彼らから支持される技術であることが重要である。

なお、本文に示した三次元CADソフトはAutodesk Navisworksであり、また、クレーンシミュレーションソフトは既存ソフトである3D建機ナビ（東電設計）を改良したものであることを付しておく。

J C M A

〔筆者紹介〕

田辺 重男（たなべ しげお）
 ㈱安藤・間
 土木事業本部 技術第二部
 橋梁グループ長



工藤 朗太（くどう ろうた）
 ㈱安藤・間
 土木事業本部 技術第二部
 橋梁グループ



松山 浩一（まつやま こういち）
 東電設計㈱
 システム企画部 ITイノベーショングループ



モーションキャプチャによる没入体験を 安全教育に活かす

「気づき」をもたらす安全教育システム「リアルハット」の開発

蛸 原 巖・須 長 真 介・真 柄 毅

労働災害の主要因である「不安全行動」を抑止するためには、作業に携わる関係者自らが「作業に潜む危険」に気づき、自主的に安全対策を講じる必要がある。従来型の安全教育が抱える課題を改善し、関係者の「気づく力」を鍛える新しい安全教育システムを開発した。本システムは、モーションキャプチャを活用することで安全教育受講者を仮想労働災害現場に没入体験をさせる。さらに受講者に「気づき」をもたらす教材となるようにVRデータ製作時にシナリオを工夫し、「気づき」に至らせるプロセスをシラバスとして整理している。加えて本稿では安全教育の実施例も紹介している。

キーワード：バーチャルリアリティ、安全教育、気づき、モーションキャプチャ、没入体験、シナリオ、シラバス

1. はじめに

建設産業の労働災害は、長年にわたる業界の懸命な努力により死傷者数、死亡者数とも緩やかな減少傾向を示しているものの、2016年も1年間で15,000名を超える死傷者が発生している。これら労働災害の原因要素分析を行うと、その多くは複数の原因が重なり合って発生している傾向にあり、しかも原因には必ず当該作業関係者の不安全行動が含まれている。この不安全行動の防止こそが労働災害を減少させるカギであることから、建設現場では「人間のエラー」を前提とした様々な取り組みを実施しているものの、依然として「安全対策の不備」や「想定外のエラー」の発生は否めない。しかし、当該作業関係者の「作業に潜む危険」への「気づき」があれば、「安全対策の不備」や「想定外のエラー」を補完でき、労働災害の発生を大幅に減少させられる。この「気づき」は、知識や体験から生まれるものであり、その根源は、現場における「ヒヤリハット」である場合も多い。この「ヒヤリハット」を安全にかつ数多く体験し、「気づく力」を身に着ける仕組みとして「モーションキャプチャを活用した没入型安全教育システム」を開発した。本稿では、この安全教育システムについて報告する。

2. 従来型安全教育の抱える課題

かねてより安全教育は、定期開催に加えて、雇い入

れ時、送り出し時、新規入場時などさまざまな局面で実施されている。その安全教育の形態は、“講師一人が多数の受講者に対して講義を行う一方通行型教育”と“数人ずつのグループに課題を与えグループ内で討議する相互通行型教育”の2つがある。一方通行型教育は、当該現場に相応する過去の災害事例や映像を用いて、労働災害を防止させるための知識を与える教育方法であり、現在の主流となっている。一方通行型教育は、多数の受講者を同時に教育するため、受講者側は受け身となっていることが多く、その理解度は講義に臨むモチベーションや知識・体験量など個人差の影響を受ける。一方、相互通行型教育は、“講師と受講者”、“受講者と受講者”が意見を交わしながら答えを導く方法であるが、“講師の技量”や“教育に費やす時間”などによりその学習効果は異なる。また、グループ内の誰かが解答すれば他の参加者は何もすることなく済む場合が多く、結果として限られた参加者のみが学習しているにすぎない。また2つの教育方法において、理解度を測り学習効果の検証を実施していないのが一般的である。これらの現象の背景には、教材として用いる災害事例への受講者の「当事者感の欠落」や受講者のモチベーションを向上させない「教育方法のマンネリ化」などが考えられる。これらに対し、いかに受講者の集中力を高め、学習効果を得るかが課題である。本開発は、安全教育の教材にバーチャルリアリティ（VR）に関する技術を導入し、安全教育受講者が労働災害の当事者として体験することで従来型安全

教育の課題を解決することを目的としている。

3. マンネリ化した従来型安全教育からの脱却

(1) モーションキャプチャを活用した新しい教材

モーションキャプチャとは、現実の人物や物体の動きをデジタル的に記録する VR 技術である。このモーションキャプチャを活用することで、VR 被験者の行動を仮想空間内で瞬時に再現できるようになる（写真—1）。これにより人間の脳は、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）で展開される仮想空間内の出来事を現実として捉え、VR 被験者自身がその仮想空間内にあるように錯覚する。その際、VR 被験者は仮想空間内で再現される映像や音に集中し、その世界に浸った感覚となっている（写真—2）。この体験を「没入体験」という。この「没入体験」を伴う「新しい教材」により、VR 被験者すなわち安全教育受講者たちが高い集中力を維持しながら、学習教材に取り組む環境を整えた。



写真—1 「リアルハット」の体験状況



写真—2 驚く VR 被験者

(2) 効果的な「気づき」をもたらすための VR シナリオとシラバス

「気づき」は、自分を取り囲む環境内でそれまで意識しなかった事柄に注意が向き、その事柄を問題として認識することである。人間は、この「気づき」を得た後、認識した問題（気づいた事柄）に自分なりの価値観を設定（評価）し、その価値観に基づく行動を起こす。よって、教育には「気づき」をもたらすことが重要であり、より多くの「気づき」をもたらす教材であれば、その学習効果は大いに期待ができる。そこで、本安全教育システムの開発と履修に当たっては、効果的に「気づき」が得られるよう内省・洞察できる仕掛け（イベント）を盛り込んだ。これは、気づかせたい項目、その根拠となる法規、気づかせるまでの手順（シナリオ）などをシラバスとして整理し、このシラバスに沿った VR データの製作を行った。さらに仮想空間内でおきる出来事の要所において、講師は VR 被験者に対して声をかけ、「気づき」へと誘導する。そこで得た「気づき」を仮想空間内で実践することにより、仮想空間内の労働災害を発生させずに VR 体験を終了することもできる。本システムの VR データは、労働災害を疑似体験することを主目的とせず、仮想空間の中で労働災害が発生した原因を見出させることを主目的とした。そこで、本システムで構築した仮想空間には、実際に発生した災害事例を忠実に再現し、様々な労働災害の要因を内在させている。これは労働災害の発生状況にリアリティを持たせ、多くの「気づき」を誘発させるためである。またこの試みにより、風化させたくない労働災害を新鮮な形で記録するという副産物も生み出した。

(3) 仮想空間内の立場を変えて再体験できる機能

本システムでは、仮想空間の中で VR 被験者が労働災害の被災者となって労働災害を体験できることに加えて、労働災害発生時の関係者に立場を変えて被災状況を第三者的に見ることもできる機能を持たせている。被災者から関係者へと立場を変えて複数回体験することで、VR 被験者は、労働災害の発生状況を俯瞰的に感じつつ、「被災者の私は、相手側にこう見えるのであれば、こう配慮しよう」「関係者の私は、このようなところにも気をつけながら作業の進捗を監視しよう」などと多くの「気づき」を得ることができる。さまざまな視点から何度でも繰り返し体験することで「気づく力」が鍛えられる。

(4) 「気づき」「学び」「成長」のスパイラル方式

VR 体験は、VR 被験者にとって最初の体験が最も新鮮かつ衝撃的である。同 VR シナリオを複数回体験することで、その新鮮さや衝撃度は急速に失われ、「気づき」を得ることは難しくなる。こうしたシステムでは、頻繁な VR シナリオの更新や追加が必要とされるため、開発費が膨大に膨らむことが予想され、長く使用できる教材としての価値を失うこととなる。そこで、これらの課題に対し、VR シナリオに階層性を設けた「スパイラル方式」を導入した（図—1）。「スパイラル方式」は、①作業員を対象とした「危険を基本的に理解できるレベル」、②現場管理者を対象とした「安全の法規を含めて理解できるレベル」、③事業者を対象とした「総合的な安全対策を理解できるレベル」の複数段階に設定しており、ひとつの VR シナリオにおいて、「作業員個人が安全対策を行える」、「職長クラスが安全対策を指導できる」、「元請会社が安全パトロールできる状況」に対応させている。



図—1 スパイラル方式の概念

4. 「モーションキャプチャを活用した没入型安全教育システム」の実施例

本システムは、装着した機器の操作によって体験したいコンテンツを選択できる仕組みとなっている（図—2）。



図—2 「リアルハット」のコンテンツ

(1) バックホウ編

重機災害のバックホウ編は、仮想空間内の労働災害が発生する前に講師がVR 被験者に対し「ここを安全に通行するには何をしたらよいか？」と声をかける（写真—3）。するとVR 被験者は、さまざまな行動を試し被災を繰り返しながらも、最終的に「安全に通行する」ために必ずしなければいけない事柄に気づく。仮想空間の中で、その「気づき」を実践すると労働災害を回避し、無事に終了する（図—3）。



写真—3 講師の声掛けにて「気づき」を誘導する



図—3 バックホウ編の仮想空間全景

(2) クレーン編

重機災害のクレーン編は、労働災害の概要説明を行った後、VR 被験者に対し「被災者のあなたは、周囲を見て労働災害が発生した理由に気づかないか？」（写真—4、図—4）などの問いを与える。これに対しVR 被験者は、キョロキョロと周囲を見渡したり、自らが仮想空間の中を移動して（図—5）「死角の存在」「合図員の立哨位置」など複数の労働災害発生要因に気づく。さらに講師は「ではこの労働災害は、どうすれば回避できたのだろうか？」とさらに声をかけ、VR 被験者に具体的な対策を考えさせ、深い「気づき」に至らせる。



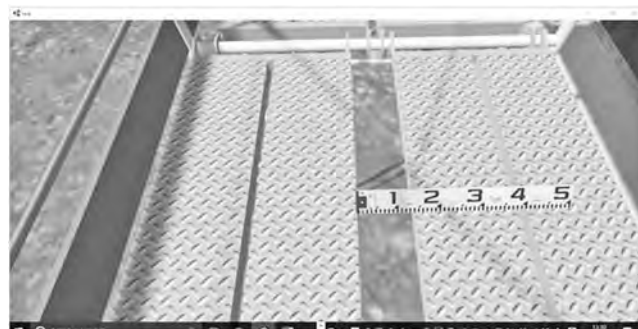
写真—4 更なる声掛けにて「深い気づき」へ



図—6 仮想空間内で安全対策違反を探す



図—4 被災場所付近から仮想空間内全景を望む



図—7 法規上定められた寸法を計測確認する



図—5 仮想空間内を自由に移動して災害要因を探す



写真—5 レスキュー体験型教材の実施状況

(3) 足場点検編

墜落・転落災害に対応する足場点検編は、仮想空間に設置された足場をVR被験者が点検するシチュエーションとなっている。点検する足場には異なる難易度のイベント（安全対策違反）が多数設定されており、VR被験者は実際の安全点検と同様に仮想空間内をウロウロしながら、隠されたイベントを探す（図—6, 7）。VRシナリオの中に、異なる難易度のイベントを構築することにより、VR被験者の能力に応じた「気づき」を得ることができる上に、反復体験することで新たな「気づき」を得、「学び」「成長」へとスパイラルアップすることができる。特に難易度の異なるイベントは、階層ごとに解答集としてまとめているため、学習効果の確認も容易にできる。さらに、墜落・

転落（足場）編では、体験型教材も製作した。この体験型教材は、安全帯（胴ベルト・ハーネス）で宙づりになったという設定で、救助者が到着するまでの間、自分でできるレスキュー訓練を行うものである。不幸にも宙づりとなってしまった場合、宙づり時間が長くなると安全帯によって締め付けられた体は、呼吸困難、血栓障害等を発症する。これら体の異常を緩和する為のレスキュー動作を、体験することができる（写真—5）。

(4) 使用するシステム機器の構成

本システムでは、立体映像処理と3次元インターフェース等を用いることで、従来よりもリアル感を体験できるVRを実現するシステムを構築している。

表―1 動作環境 PC スペック一覧表

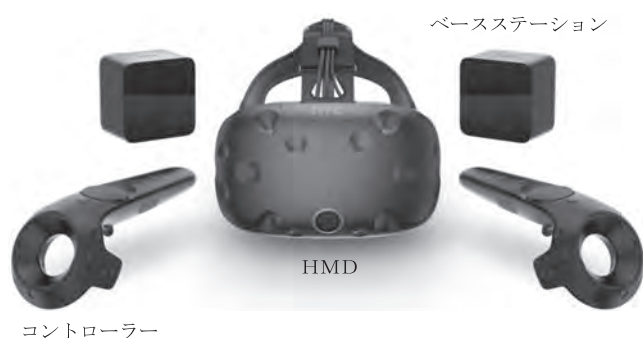
OS	Windows [®] 7 SP1, Windows [®] 8.1 以降, Windows [®] 10
CPU	Intel [®] Core™ i5-4590, AMD FX™ 8350 または同等クラスの CPU 以上
メモリ	8 GB 以上 (Windows [®] 10 環境下でなければ 4 GB 以上)
GPU	NVIDIA [®] GeForce [®] GTX 1060, AMD Radeon™ RX 480 または同等クラスの GPU 以上 (ただし, VR Ready 対応機種)
出力	1 箇所以上の HDMI 1.4 ポートまたは DisplayPort 1.2 以上
USB	1 箇所以上の USB 2.0 ポート

(a) ワークステーションの構築

ワークステーションは、下記の仕様によるシステムで構築している。通常の PC では動作性が乏しくなるため、使用する PC には必要最低限のスペックが設定される (表―1)。

(b) ヘッドマウントセットの選定 (図―8)

現在、ヘッドマウントセットは数種類販売されているが、プログラム映像への没入感や仮想空間における自由度を重視し、「HTC VIVE (以下、「VIVE」)」を選定した。VIVE は、ヘッドマウントディスプレイ (HMD)・コントローラー・ベースステーションにより構成されている。



図―8 ヘッドマウントセットの構成

① HMD

VIVE の HMD は非透過型であり、外部の視覚情報を遮断し、HMD 特有の高解像度グラフィックスで見ることで、一瞬にして“没入する体験”が可能である。タイムレスかつ自分の意思で 360 度周囲を見渡すことができる。

② コントローラー

コントローラーはワイヤレスであり、VR 用に特別に設計されていることから、リアルな触覚フィードバックが可能となる。

③ ベースステーション

2 つのベースステーションを設置することにより、体験者を 360 度動作追跡し、優れた没入感が得られる。また、ベースステーションの設置範囲を設定する

ことで、シャペロンガイダンスシステム (プレイエリア外に出そうになると警告される) により、設定された範囲内で安全に教育を受講することができる。

5. おわりに

「モーションキャプチャを活用した没入型安全教育システム」は、安全教育受講者の集中力を高め、「気づき」をもたらすことで従来型安全教育が抱える課題解決に寄与できたと考える。しかしその一方で、VR 技術を活用するがゆえの新たな課題が顕在化した。安全教育を実施する場合、工事現場の作業を一時中断させ、教育会場に大人数を集めて実施する方法が一般的である。これは、安全教育に要するコストや工程上の影響を最小限とするためであり、本システムもこれらの実施方法にも対応する必要がある。しかし、現在の VR 技術では、ひとつの仮想空間内で複数の被験者が同時に体験することは難しい。VR 技術を活用した教育手法の学習効果がいかに高くとも、大人数の受講者を効率よくさばくことができなければ、その価値は高まらない。よって今後は、複数の被験者が同時に仮想空間の中で労働災害を体験できるソフトやデータ、教育手法の開発が必要である。また、土木建築工事において多く発生しやすい労働災害をモデルとした教材や専門工事向けの教材製作も必要である。さらに、本システムでは、「気づき」を引き出す講師の存在が極めて重要である。この「気づき」を引き出す講師育成を行うため、シラバスの充実、運用 DVD の作成、VR 被験者ひとりで完結できる仕組みなどを進めなければならない。

謝 辞

本システムが単なる労働災害の体験に留まらず、安全教育教材としての体を成せたのは、ひとえにシラバス作成によるものである。このシラバス作成に豊富な経験と知識を提供して頂いた日本大学理工学部土木工学科 教授 関 文夫先生、みなとみらい労働法務事務所

所長 菊一 功氏, 西武建設(株) 村木康成氏, 吉田和成氏
に深謝する。



[筆者紹介]

蛸原 巖 (えびはら いわお)
西武建設(株)
土木事業部エンジニアリング部
エンジニアリング部長



須長 真介 (すなが しんすけ)
西武建設(株)
土木事業部技術設計部
課長補佐



真柄 毅 (まがら たけし)
(株)岩崎
企画調査部企画開発グループ CIM チーム
課長



IoT を活用した作業員向け安全管理システム

生体センサと環境センサとクラウドを利用したサービス

森 川 直 洋

作業員向け安全管理システムは、建設現場や工場などで働く作業員の健康状態と作業場所の環境状況を一元的に管理し、作業員の安全管理を行う。作業員の心拍数をウェアラブル型のバイタルセンサで、各作業場所の WBGT（暑さ指数）を計測し、これらをリアルタイムに IoT クラウド上で共有、分析することで、作業員の体調を管理し、安全な労働環境を提供する。

キーワード：上位語：IoT、クラウド、体調管理、生体センサ、ウェアラブルセンサ、環境センサ

中位語：心電位、心拍数、WGBT

1. はじめに

温暖化による気温上昇が進む中、2017年6月に厚生労働省により発表された「職場における熱中症による死傷災害の発生状況」¹⁾によれば、2010年の熱中症による死傷者数（死亡者数および4日以上の上業務上疾病者数）は656人にのぼり、その後も400～500人で推移していることから「依然として高止まりの状態にある」としている。特に建設業は業種別において最も多く、2012年～2016年の合計において全体の30%を占めている。

建設業では等しく作業員の熱中症対策として、簡易測定器などを用いて WBGT を計測管理し予防に活用しているが、個々の作業員の体力・体調の違い、作業場所ごとの環境の違いなどから事故の根絶は難しい状況である。

一方、日本建設業連合会によれば、2025年に向けて建設市場の見通しはほぼ横ばいの傾向にあるのに対し、建設技能労働者は、2014年度343万であったものが2025年には216万人と大きく減少するとしている²⁾。これは同時に平均年齢が確実に高くなることを予想している。

我々は、熱中症対策など高齢化する作業員の体調管理に着目、2014年に社内研究開発チームを立ち上げ、近年開発の進展が著しいIoT技術を利用してこの問題を解決することを目指した。

研究開発チームでは、まず、作業員の体調の変化を捉える手段として心拍数の変動を利用することを検討、作業場所の環境は、既に工事現場で用いられてい

る WBGT の情報を利用することにした。作業員一人一人の心拍数と作業場所ごとの WBGT を管理者がリアルタイムに把握することが可能になれば、事前の警報の発信などにより熱中症のリスクを大きく低減させることができると仮定し、安全管理システムを開発した。

2. 安全管理システム

(1) ウェアラブル型バイタルセンサ

作業員の体調の変化を見るために利用する心拍数は、ISO（国際標準化機構）においても、作業中止の上限として、最高心拍数や、持続心拍数を規定している³⁾。我々はこのことに着目し作業員の心拍データを取得できるデバイスの選定を行った。我々が研究を開始した2014年は、ウェアラブルセンサ元年と言われ、デバイスの選定にはこのウェアラブルをキーワードとした。市場には心拍や脈波が取得できるウェアラブルタイプのバイタルセンサが数多く出回っており、大きくリストバンド型とシャツ型に分類することができる。データ取得方法は、リストバンド型は脈波波形、シャツ型は心電波形が基本となっている。リストバンド型はその手軽さからコンシューマー向けに出回っているものの、目的を体調管理としていることから、より応用が可能なシャツ型を選択した（写真—1）。採用したシャツ型デバイスは以下のような特徴を持つ。

- ① センサ部と皮膚との接触面積が広く、安定した生体情報の取得が可能
- ② 金属製の繊維を含まないため肌に優しい



写真一 1 シャツ型ウェアラブルセンサ



写真一 2 トランスミッタ

③親水性が高く、汗や湿気に強い（洗濯可能）

④電解質ペースト（ジェル）が不要

更にシャツ型のバイタルセンサでは、データ取得のためにトランスミッタ（写真一 2）を使用するがこのトランスミッタにはバイタルデータを取得して送信する以外に 3 軸加速度センサを内蔵していることから作業員の姿勢を知ることが出来る。

(2) 環境センサ

環境の指標としては、作業現場の熱中症対策として用いられる WBGT を採用した。WBGT は、労働環境において作業員が受ける暑熱環境による熱ストレスの評価を行う指標である。暑熱環境を評価する場合には、気温に加え、湿度、風速、輻射（放射）熱を考慮して総合的に評価する必要がある、WBGT はこれらの基本的温熱諸要素を総合したものとなっている⁴⁾。

我々が採用した WBGT 計測システム（写真一 3）の特徴は以下の通りとなる。

① WBGT を連続的に測定、一括管理

②作業強度、着衣量、暑さへの慣れなどを考慮した



写真一 3 WBGT 計測システム

WBGT 基準値を設定することが可能

③独自の無線ネットワークによって最大 200 台まで設置可能

(3) 安全管理システム

安全管理システムは、シャツ型ウェアラブルセンサで取得したバイタルデータと WBGT 計測システムで取得した WBGT をクラウド上で一元管理し、作業員個々の状態を独自に設定した基準を用いて注意喚起する（図一 1）。システムは、以下の主な機能を整備している。

①ウェアラブルセンサを利用した心拍数などの取得

②トランスミッタを利用した作業姿勢データの取得

③ WBGT 計測システムを利用した WBGT の取得

④クラウドを用いたデータの一元管理

⑤各種取得データの可視化

⑥各作業員のバイタルデータ・環境データが、個別に設定したしきい値を超えた場合のアラート発信

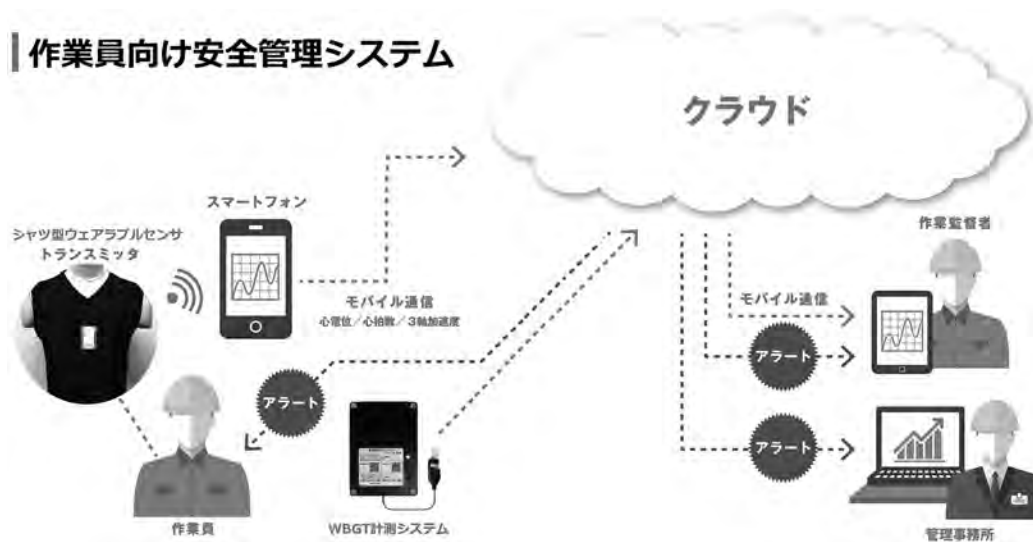
(a) クラウドを用いたデータの一元管理

クラウドを用いることで工事現場の管理者は現場事務所内で作業員の状況を管理できる。さらに店社の管理者は複数の作業場所の状況を一度に管理できる（図一 2）。

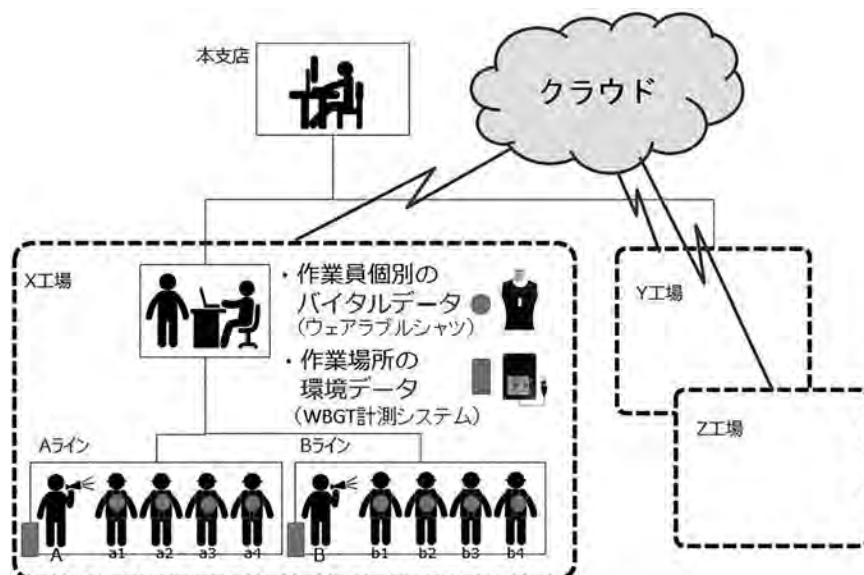
(b) 各種データの可視化

システムは、作業員が利用するスマートフォンアプリと管理者が利用する管理システムとから構成される。スマートフォンアプリは、作業員のバイタルデータをクラウドに転送する以外に、自身の状態を可視化する機能を提供している（図一 3, 4）。作業員自らが自身の体調をリアルタイムにまた過去の経緯を見ることが自己の体調に関する意識の向上に役立つと考えている。管理者が利用するシステムは、管理者のレベル（作業場所の管理者、本支店の管理者）によって最適な体調管理画面（図一 5）を提供する。また、過去デー

作業員向け安全管理システム



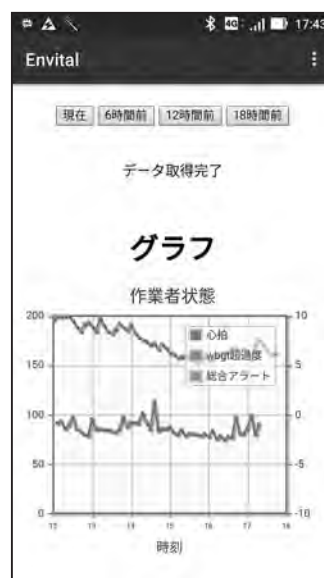
図一 安全管理システム概念図



図二 安全管理システム管理階層図



図三 バイタルデータ測定画面



図四 状態表示画面 (心拍 + WBGT 超過度)



図-5 体調管理一覧画面



図-6 レポート機能-8月ひと月のSさん(WBGT超過度+総合アラート)の比較

タを連続的に表示させるレポート機能も備えバイタルデータと環境データの相関性のチェックが可能となる。レポート機能は、たとえば同じ環境条件であっても熱順化している場合としていない場合に熱中症の発症率が異なるといった状況を確認することが出来、対策に繋げることが期待出来る(図-6)。

(c) アラート機能

作業員の体調の変化を即時に管理者に伝達する機能が必要である。本システムでは作業員のバイタルデータと作業場所の環境データを基に独自にカスタマイズしたしきい値を用い、作業員の体調の変化に応じて直属の上司や現場の管理者の携帯端末にアラートメールを送る機能を提供している(図-7)。これにより本人が意識しなくても体調の変化を管理者へ即時に知らせ、休憩や給水、塩分摂取を促すといった声掛けを適切なタイミングで行うことが可能となる。

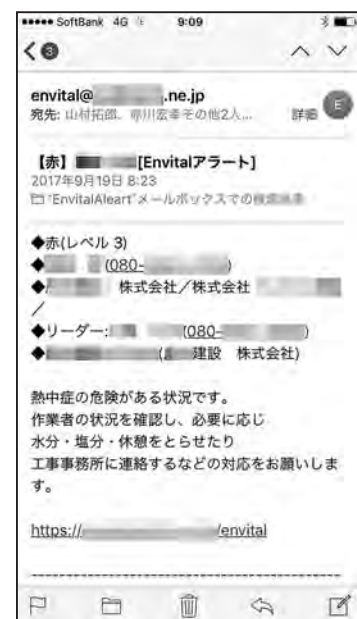


図-7 アラート通知画面

3. 商用化までの実証ステップ

2014年に研究をスタートさせ、紹介した安全管理システムを開発したが、そのステップを示すと共にシステムの課題について整理する。

(1) ステップ1 (2015年2月)

目的：バイタルデータの長時間継続取得の検証。

建設現場の作業員にウェアラブルシャツを着用してもらい、建設作業の中で、実際の労働時間である8時間以上にわたり、心拍数などのバイタルデータを継続して取得できるかのモニタリングを実施。

結果：長時間のバイタルデータのモニタリングに成功し、ウェアラブルデバイスを利用して作業員のバイタルデータをリアルタイムで取得可能であることを実証した。

(2) ステップ2 (2015年6月～8月)

目的：複数の作業員に対するバイタルデータの同時モニタリングおよび、取得したバイタルデータを解析し、その結果に応じてリアルタイムに警告を通知するシステムの検証。

結果：ステップ1で利用したシステムを利用し複数作業員のバイタルデータの取得、警告メールの動作確認を行い、システムに必要な要件を整理した。

(3) ステップ3 (2016年6月～9月)

目的：商用化に向けた更なる課題の洗い出しと商用化を見据えた運用面での検証。

結果：建設業、製造業の現場において、延べ300人を超える作業員を対象とした大規模実証実験を実施した。条件の異なる複数の建設現場(土工事中の露天の現場、内装工事中の現場、既設工場内の高温の現場、製造工場など)を選定し、それぞれ1週間のサイクルで実験を行い(写真—4、5)、システム面並びに運用面での課題を抽出した。

洗い出した課題は以下の通り。

(a) システム上の課題

- ①科学的根拠に基づいた「しきい値」の設定
- ②大規模現場において数百人規模の作業員を管理するシステム
- ③地下等でネットワーク接続が切れた際の対応方法
- ④しきい値を超えた場合の利用者への警告方法



写真—4 実証実験説明会



写真—5 実証実験での健康状態チェック

⑤建物内での作業員の位置情報の測位

(b) 運用上の課題

- ⑥短期間で現場を移動する作業員への対応(バイタルデバイス等の供給方法)
- ⑦バイタルデバイスの運用・管理方法
 - ・機器の充電問題(一人あたり2つ(トランスミッタとスマートフォンの機器の充電を誰がするか。)
 - ・作業員とトランスミッタ、スマートフォンとのマッチング

(4) ステップ4 (2017年7月～9月)

目的：商用ベースのシステムの展開

ステップ3で洗い出した課題を基に商用ベースのシステムを開発。運用体制を整えて展開。

結果：国内建設現場22並びに社外への展開を実施。システム課題のうち②、④については前述の通り。

③は、ステップ3の段階でシステムを継続利用する際の大きな課題であったが、ネットワークが切断されても一定時間内であれば自動で再接続されるようにシステムを変更することで解決した。運用上の課題としてあげた作業員とトランスミッタのマッチングについては、作業員がスマートフォンシステムにログインする

際にマッチングを行う仕組みとし、管理が大幅に軽減されスムーズな運用が行えた。一方スマートフォンを利用する際、電力の消費が想定以上に大きいという新たな課題も明らかになった。

4. おわりに

2014年に始めた本プロジェクトは、前述のステップを経て漸く実用ステップのスタート地点に立てた。しかしながら解決すべき課題はまだまだ存在することも事実である。例えば、アラート基準となる「しきい値」の設定は、現システムでは作業員の年齢を核にロジックが組まれている。同一作業を行う年齢の異なる作業員の心拍データ（図—8）を比較すると、必ずしも年齢が若い人ほど作業時に高い心拍数を示す傾向に

あるとは言えないことがわかる。年齢だけでなく個人の体力の違いなど、心拍の変動は様々な要因に起因する為、本来の「しきい値」は個々の作業員によって異なると考えられる。今後の運用を通して、作業員一人ひとりのバイタルデータや環境データを蓄積し、分析していくことで、より詳細な、その人に合った「しきい値」を設定できるようになれば、システム本来が目指す総合的な体調管理を可能とするシステムになり得ると考えている。

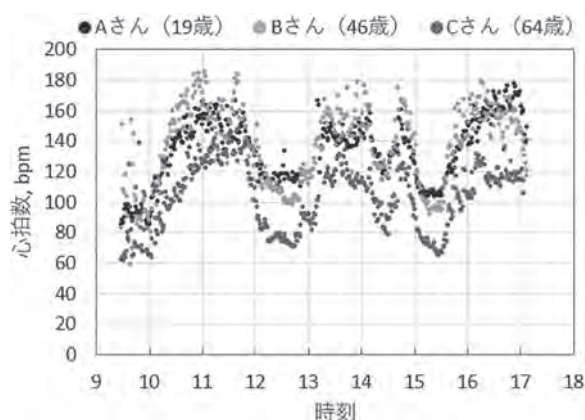
J C M A

《参考文献》

- 1) 厚生労働省「職場における熱中症による死傷災害の発生状況」2017年6月1日
http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11303000-Roudoukijunkyokuanzeniseibu-Roudouiseika/hasseijoukyou_1.pdf
- 2) 一般社団法人 日本建設業連合会「再生と進化に向けて—建設業の長期部ビジョン—」2015年3月
http://www.nikkenren.com/sougou/vision2015/vision_pdf.html
- 3) ISO 9886: Evaluation of thermal strain by physiological measurements, 2004
- 4) 厚生労働省「熱中症の予防対策における WBGT の活用について」2005年7月29日
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei05/index.html>

【筆者紹介】

森川 直洋（もりかわ なおひろ）
（株）大林組
建築本部本部長室
担当部長



図—8 作業員の一日の心拍数の変化（一例）

「鉄道工事安全システム」の構築と運用

南 本 哲 彦

平成 17 年、運輸に関する事故・トラブルが国内で多発した。これを契機に国土交通省は平成 18 年より「運輸安全マネジメント制度」を導入、運輸事業者自らが安全管理体制を構築・改善することにより輸送の安全性を向上させることとした。

これを受けて、鉄道工事を多く抱える当社は、鉄道工事の安全性の向上と鉄道工事事故防止のため安全管理上遂行すべき施策を立て、確実に実施するために「鉄道工事安全システム」を鉄道工事に関する「安全マネジメント」として、多くの取り組みを行っている。

キーワード：鉄道工事安全システム、線路閉鎖、建設技術総合センター、列車防護、不正落下

1. はじめに

平成 17 年に入ってヒューマンエラーが原因と見られる鉄道、自動車、海運、航空の事故が多発したことにより、国土交通省が平成 18 年より「運輸安全マネジメント制度」を導入した。

・平成 17 年の主な大きな鉄道事故

東武伊勢崎線踏切障害事故（死者 2 名、負傷者 2 名）

JR 西日本福知山線列車脱線事故（死者 107 名、負傷者 562 名）

この制度が導入されたことにより、経営トップから現場一丸となって PDCA を回しながら、事故だけではなく事故の芽となる「ヒヤリハット情報」をベースとした事故の「未然防止活動」を運輸事業者が自律的に行うことが必要となった。

当社では、鉄道事業者の高い安全レベルに応えていく必要があることから、鉄道工事に関する「安全マネジメント」として鉄道工事の安全性向上の PDCA サイクルを展開している。

本稿では、これらの取り組みについて、報告する。

2. 鉄道工事の特殊性

鉄道工事は列車が運転されている線路内や線路に近接して行われる工事、駅構内で行われる工事等がある。鉄道工事を施工するにあたっては、その特殊性を十分把握、理解した上で事故防止対策や安全対策をたてなければならない。その特殊性について、以下に記す。

(1) 列車はまわり道をしてくれない。

列車の運行に支障をきたすほど近接した工事や線路内工事を行う場合、列車の間合いで作業しなければならないので、線路上でのミスや不注意が重大事故につながる可能性がある。

(2) 列車はすぐに止まらない。

列車は 1 秒間に 25～36 m 走るの、近くに見えてから退避しても間に合わない。

非常ブレーキをかけても、すぐには停車しない（時速 130 km/h の特急列車で制動距離は約 600 m）。

(3) 線路閉鎖工事

線路内に立ち入って工事を行う場合は、最終列車が通過後、初列車通過前までに「線路閉鎖（線閉）」と呼ばれる工事施工区間に列車を進入させない措置を講じて施工する。この措置を講ずることにより列車の脱線事故や作業員等の触車災害を防止する。

(4) き電停止作業

線路閉鎖工事において、き電線（架空電車線に電力を供給するために、主に架空電車線と並行して設けられる電力線）や架空電車線に最低離隔距離内に近づいて作業を行う場合、き電停止の手続きをとり、き電線と架空電車線に流れている電気を止めたあとに施工することで作業員等の感電災害を防止する措置である。

(5) 駅構内の改良工事などでは、一般多数の乗降客が近傍にいる。

以上のように、工事条件・決められたルール等がほかにも多数あり、それらの基本事項を工事従事者が理解していないと事故を発生させることとなる。なお、

各鉄道事業者によって、ルール等に違いがあるので、工事を行う上で事前に確認する必要がある。

大量輸送機関である鉄道工事で発生する事故は、人命に関わることもあり、社会的に大きな影響並びに損害を与える可能性があり、一旦重大事故が発生すれば、刑事・民事等の大きな責任が発生し、社会的制裁を受けることや信用を失墜するリスクを常に背負っていることを、すべての関係者がよく理解しておかなければならない。

3. 鉄道工事安全システムの構築

当社は、「運輸安全マネジメント制度」の方針をふまえ「鉄道工事安全システム」を構築し、会社を上げて鉄道工事事故ゼロを目指す取り組みをおこなっている。

以下、同システムについて、詳述する。

(1) 「鉄道工事安全方針」

鉄建は「全社一丸・安全優先」との理念に基づき鉄道工事安全システムを推進し安全文化を向上させ『鉄道工事事故ゼロ』を目指す！！

(2) 「鉄道工事安全システム」

鉄道工事安全システム概念として、「直接的に『事故の芽』を摘む活動」と「安全管理を支える『風土づくり』」とし、具体的な「鉄道工事安全重点施策」を設定している（図—1 参照）。



図—1 安全マネジメントの体制図

(3) 「鉄道工事安全重点施策」

(a) PKY の再構築（P（Planning）：計画段階，K：危険，Y：予知）

工事計画段階での危険予知活動と作業への反映を行う。

- ・工事着手前にリスクを特定する。
- ・施工検討会，施工会議等におけるリスク低減対策を明確化する。
- ・計画内容を作業段階で作業員全員に周知し実行する。
- ・作業等に変更が生じた場合，施工計画書を再検討し，適正な保安体制を再確認する。
- ・保安打合せ票等に記された保安体制や列車間合い時間等を確実に引継ぎ実行する。

(b) 安全技術の向上に努める。

安全性向上技術の開発とリスク対応

- ・線路の安全性を向上するため，軌道直下のアンダーパス工事における掘進工法等の技術開発をさらに進めていく。

(c) 安全インフラ

①鉄建 24 時間情報センターの活用

- ・迅速に情報を発信（「何かあったらまず一報」）し，全社員に水平展開する。
- ・第一報に呼応した迅速な初動体制，支援体制を構築する。

②建設技術総合センター（図—2 参照）の活用

- ・屋外体験型施設を活用し鉄道工事従事者のレベルアップを図る。
- ・事故の展示館における過去の事故を風化させないようにする。

(d) 安全風土

①繰返し型事故防止への取り組み

- ・「自現場への置き換え」キャンペーン，「列車防護訓練」キャンペーン，「感電事故防止」キャンペーンを実施する。
- ・過去の重大事故等を振り返り，風化を防止する。
- ・安全性向上のPDCA（実態把握，改善策策定，指示，改善）を強化する。

②必要な事項の確実な伝達

- ・「確認会話」による指示・報告を確実に伝達する。
- ・必要な事項をもれなく伝える点呼を実施する。
- ・指揮命令系統を明確にし，各工事従事者が「任務カード」を活用し厳正に任務を遂行する（図—3，4 参照）。
- ・夜間パトロールにより現場の実態を幹部が把握する。

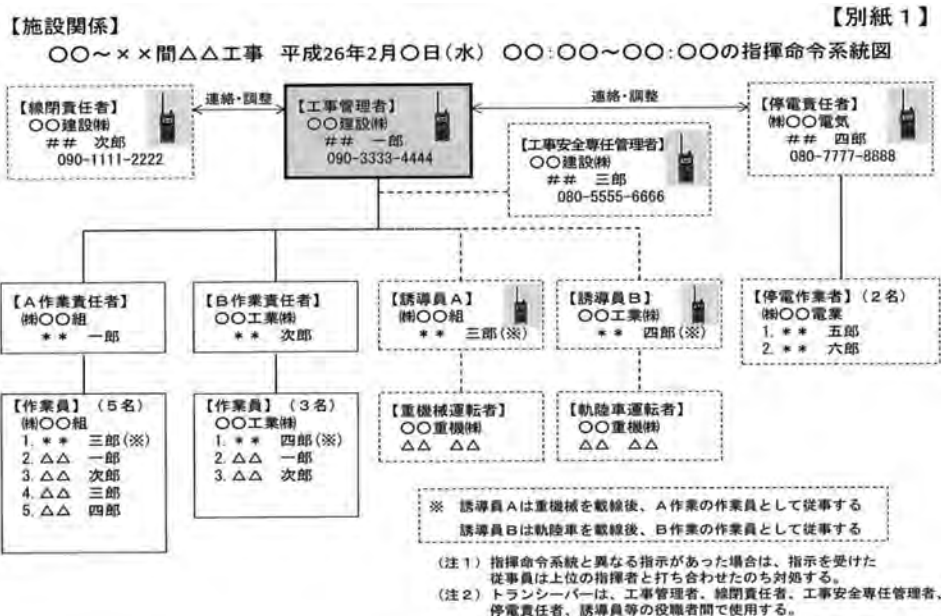
③安全品質環境推進幹事会^{*1}，鉄道工事安全管理委員会^{*2}のパトロール

- ・現場の安全管理体制と設備を随時見直し，安全活動のマナー化防止とレベル向上の確認をおこなう。

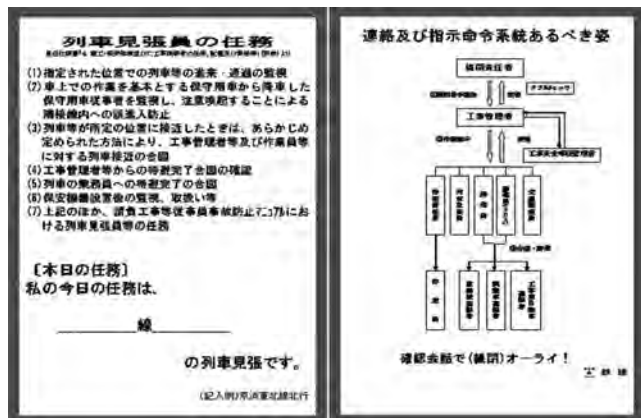


研修施設の中核となる屋外研修フィールドは、全長 150 m の複線軌道を中心に駅と踏切、工事桁（簡易橋梁）などを設置、鉄道工事に係る安全研修が可能となっている。

図一 建設技術総合センター研修施設



図一 指揮命令系統図



図一 任務カードの例

・「営業線工事現場パトロール確認表」を用いて点検をおこなう（表一参照）。

- ※1 「安全品質環境推進幹事会」は、労働災害や工事事故の防止対策および環境管理上の対策に必要な事項を審議するために設置したもの。
- ※2 「鉄道工事安全管理委員会」は、鉄道工事の安全性の向上と鉄道工事事故防止のため、安全管理上遂行すべき施策を立て、確実に実施することを目的として設置したもの。

④工事事故対応訓練の実施

・現場のリスクに応じた工事事故対応訓練を実施

表－1 営業線工事現場パトロール確認表

【鉄道営業線工事 現場パトロール確認表】		平成 年 月 日	作業所 駐 所
点検者		当日確認 項目	実 施 状 況
1. 打合せ内容の伝達			
(1) 毎日の打合せは元請、協力会社とも関係者が出席して行われ、MS日誌に記録されているか			
(2) MS日誌に関係者のサインがされているか			
(3) 監視記録、指示事項、更正確認等が実施されMS日誌に記録されているか			
(4) 保安打合せ票とMS日誌、KY活動記録の作業内容、安全指示が一致しているか			
(5) 新規入場者教育はDVDを使用し確実に実施されているか		(DVD)	
(6) 教育終了者はヘルシットシールを貼っているか		(シール)	
2. 指揮指示系統の周知			
(1) 指揮指示系統図を作成し、周知しているか			
(2) 工事管理者や作業責任者は各工事従事者それぞれの役割分担の任務を理解しているか。また任務カードを作成し確認しているか			
(3) 監督員と重機運転者とは作業内容、安全指示事項、合図の方法等について互いに確認しあっているか			
(4) 各工事従事者は自分がいつ誰から指示(報告)を受け、誰に報告(指示)するのかを熟知しているか			
(5) 各工事従事者は指示や報告を正確(度合)しているか			
3. 作業手順周知、作業状況			
(1) 作業手順書は施工計画書やPKY(TPKY)に沿った内容になっているか			
(2) 各工事作業手順周知会を実施し、配属が整っているか			
(3) 作業方法変更時には作業手順の見直し、再周知がされているか			
(4) 要注意の箇所、作業、時間等を関係者間で共通認識しているか			
(5) 重機・移動式クレーン作業計画書に確認サインはよいか			
(6) 要注意の作業等に取りかかる場合、一時停止して安全確認しているか			
4. 列車防護業務の遂行			
(1) 「急な」と思った列車を止める」要領が工事従事者に浸透しているか(点呼時、安全大会時の周知は良いか)			
(2) 列車防護の方法が決められ、関係者に周知と訓練が実施されているか(日班毎の列車防護方法は全員が理解しているか)			
5. 発生事故内容の周知			
(1) 川崎駅管内列車脱線事故について周知されているか			
(2) 「自衛準備(急ぎ)運動」を行い、事故防止対策が実施されているか			
6. 線路閉鎖(停電)工事			
(1) 工事管理者は線路閉鎖責任者との打合せを現場点呼前に実施したか			
(2) 工事管理者は工事従事者に対し、点呼時に運転状況、作業当該箇所の作業場所、線路・線路ごとの施工位置、保安体制、番手時刻、線路閉鎖電号、駐合作業内容等必要な事項を具体的に指示したか			
(3) 点呼は点呼マニュアルに則り実施され、工事従事者全員が参加しているか(点呼マニュアルの内容に抜けがないか)			
(4) 工事管理者は線路の線路内立入り予定時刻、退出予定時刻を工事従事者全員に周知させているか			
(5) 線路閉鎖責任者は線路閉鎖手続の進捗内容を現場で行ったか(ATOS・ハンディ端末・紙媒体・紙媒体等への問い合わせ)			
(6) (紙媒体の場合) 線路閉鎖責任者は当該駅長等への進捗確認、番手要求の際、定められた項目について確認し確認書を行ったか(ATOSの場合) 線路閉鎖責任者はハンディ端末により線路の作業番号・交番番号を確認して支障設定を行ったか(ATOS: 更新線路閉鎖システム)			
(7) (紙媒体の場合) 線路閉鎖責任者は復旧した後、線路閉鎖等へ記入したか(ATOSの場合) 線路閉鎖責任者は当該支障番号の線路閉鎖予定時刻左側に「*」マークが付いたことを確認し、番手時刻をATOS作業履歴手帳へ記入したか			
(8) 線路閉鎖責任者は線路閉鎖手続確認後、工事管理者と現場(確認)を行い、線路閉鎖等へ実施場所を記入したか			
(9) 作業所長は線路閉鎖等へ実施場所を通知し、MS日誌にサインをしているか			
(10) 工事管理者は線路閉鎖手続の確認後、二重安全措置を計画通り行っているか			
(11) 工事従事者は「線路閉鎖手続、立入りヨシ」を全員で確認し、一時停止してから線路内立ち入りしたか			
(12) 停電工事手続停電責任者と工事管理者は、ダブルチェック、復帰を行っているか			
(13) 工事管理者からの停電作業開始の連絡後、関係者全員による「停電確認ヨシ」の確認後に停電作業手続しているか			
(14) 作業関係者全員による「停電工事終了ヨシ」の確認を行っているか			
(15) 作業終了後、工事管理者は線路閉鎖を解除し、二重安全措置を解除して線路閉鎖解除へ記入したか			
(16) 作業終了後、線路閉鎖責任者は線路閉鎖範囲内の支障がないことを確認し、線路閉鎖解除へ記入したか			
(17) 工事管理者は線路閉鎖結果を線路閉鎖責任者に伝え、線路閉鎖責任者はその内容を復旧し、相互に線路閉鎖解除へ確認時刻を記入したか			
(18) (紙媒体の場合) 線路閉鎖責任者は、当該駅長等へ定められた項目および工事の名称、氏名、時刻を現場へ記入したか			
(19) (ATOSの場合) ハンディ端末により支障確認を行い、当該支障番号の線路閉鎖予定時刻左右両側に「*」マークが付いたことを確認し、終了時刻をATOS作業履歴手帳へ記入したか			
(20) 線路閉鎖責任者は線路閉鎖手続終了の確認後、工事管理者とダブルチェックを行ったか			
(21) 重機、軌道車を使用する工事で、線路閉鎖手続手続の境界には立入禁止線、安全ロープ等立入禁止設備があるか			

し、緊急時対応体制を検証する。

(e) 人材育成

①決められた教育の着実な実施と継続的管理

- ・現場での工事管理者、誘導員等に対する教育資料を作成・整備し、教育を実施する。
- ・停電責任者等の責務の認識を高める教育状況を確認する。
- ・線閉責任者等の職務遂行状況を確認する。
- ・二重安全措置^{※3}の種類や設置位置の教育をおこなう。

※3 二重安全措置とはJR東日本のルールで、線路閉鎖工事等の手続きを行なった上で、列車と作業の安全を確保することを目的としてさらに講じる補助的な措置をいう。

- ・工事従事者ごとの教育実施状況を継続的に確認する。
- ・運転保安に関する教育資料の見直しと作成をおこなう。
- ・現場で実施する運転保安等に関する教育への資料を提供する。

②異常時に直ちに列車を止める行動が出来るための訓練等の充実

- ・いざというときに行動の取れる列車防護訓練を実施する。

「3つの安全行動^{※4}」と「鉄道従事者の心得^{※5}」の意識付け(点呼時に全員唱和して、周知している)。

※4 「3つの安全行動」

何かあったらまず一報
安全を確認してから、線閉解除
危ないと思ったら、列車を止める！

※5 「鉄道従事者の心得」

私達は、鉄道利用のお客さまにご迷惑をかけません

私達は、線路の内、上空で作業していることを忘れません

私達は、基本動作とルールを守り、予定外の作業はしません

- ・列車運行や旅客の安全確保の意識向上のための鉄道工事従事者教育を実施する(事故の再現DVD等の活用)。
- ・社外展示保存施設を利用し、鉄道事故等の状況を体感する。
- ・列車を止めるには現場のどのボタンを押すのか等具体的な教育を実施する。
- ・点呼時や安全大会等で模擬ボタン等を使用した訓練を実施する。

③元請と協力会社が一丸となった安全レベル向上への取り組み

- ・元請および協力会社における新規入場者教育の確認・実施・管理の強化
- ・各協力会社による自社作業の安全管理を促進する。

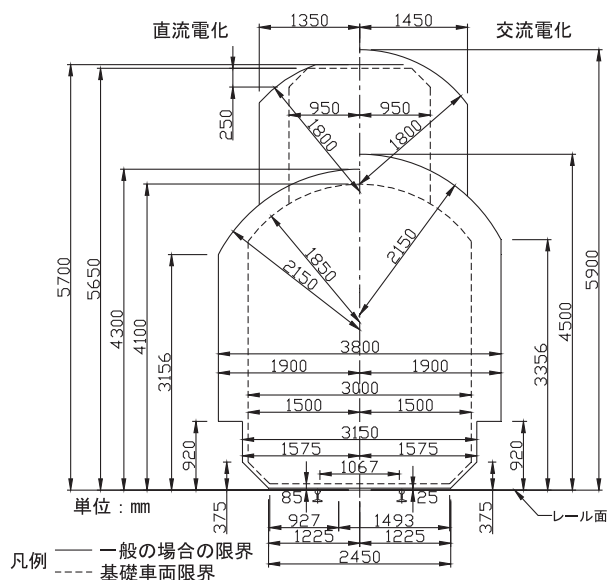
4. 建設技術総合センターでの研修実施状況

前述の鉄道工事安全システムを鉄道工事にかかわる社員と協力業者の全員に根付かせるため、建設技術総合センターの研修施設において、研修を実施している。以下、その取り組みの一部を紹介する。



写真一 目で見てわかる建築限界*6 パネルによる建築限界確認の研修

※6 建築限界とは、列車を通すための一定の空間である（図一5 参照）。



※7 架空電車線（パンタグラフを通して電車に電力を供給するトロリー線等）の最低離隔距離とは、それ以上架空電車線に近づくと感電する恐れがあるという距離である。



写真二 目で見てわかる架空電車線*7 への最低離隔距離（直流区間）

- ・直流区間：1.2 m（直流 1,500 V）、交流区間：2.0 m（交流 20,000 V）、新幹線区間：2.0 m（交流 25,000 V）



写真三 列車防護*8, 9 訓練（携帯用特殊信号発光器）

※8 列車防護とは、事故等で列車運行に支障する場合、いち早く関係列車を停止させるための行動である。

※9 列車防護の方法

- ・工事用列車停止装置（写真一4）の押しボタンを押して、工事用の異常信号発光器（赤色点滅）にて運転士に異常を知らせる。
- ・ホーム上では、列車非常停止警報装置（写真一5）の押しボタンを押す。
- ・踏切付近では踏切支障報知装置（PB）（写真一6）の押しボタンを押す。

上記のように各種装置を用いて列車に知らせるとともに、なおかつ列車の進来してくる方向に600 m以上走って、列車に向かって信号炎管、携



写真—4 列車防護訓練（工事用列車停止装置）



写真—5 列車防護訓練（列車非常停止警報装置）



写真—6 列車防護訓練（踏切支障報知装置）

帯用特殊信号発光器（赤色 LED 点滅）等を明示する。以上の措置を講じて、いち早く関係列車を停止させることを最優先にする。

- ※10 軌道は線路内や線路に近接して工事等の影響を受けることにより変位するおそれがある。この変位が大きくなると列車の乗り心地が悪



写真—7 軌道※10 検測体験研修（軌間寸法※11の確認）

くなることはもちろんのこと、さらにこれが大きくなると脱線事故を起こすことになる。工事等により軌道に影響を及ぼすと考えられる場合には軌道検測をおこない、不良な箇所は機を失することなく整備等を実施する。

- ※11 軌間寸法とは左右レール頭部の内寸をいい、在来線は1,067mm（狭軌）である。

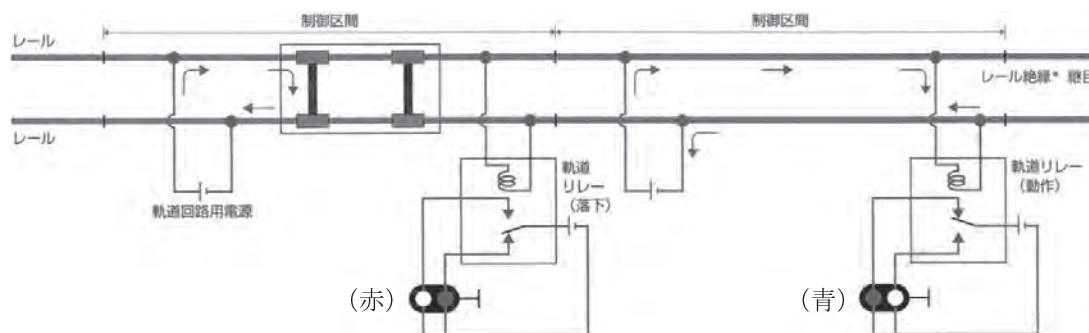


図—6 軌間



写真—8 単管パイプによる不正落下（短絡）※12 体験研修

- ※12 不正落下とは、左右レールに流れている信号電流の正規の流れを電気を通す物質でレールに当てることにより、信号機の現示を青信号から赤信号に変えてしまう事象である（短絡、地絡、矯絡）（図—7 参照）。



図一七 軌道回路の構成

- ・不正落下の短絡とは、右のレールと左のレールに金物（伝導体）を置いてしまうと、信号の現示が赤色になってしまう事象をいう。
- ・不正落下の地絡とは、レールから金物をアースされている仮設物（金属）等に繋いでしまうと、信号の現示が赤色になってしまう事象をいう。
- ・不正落下の矯絡とは、制御区間と制御区間の間のレールの継ぎ目に絶縁材を挟んであるが、その絶縁継目部を跨いで金物を置いてしまうと電気が流れ、信号の現示が赤色になってしまう事象をいう。

なお、踏切が近いところで、不正落下を起こすと、踏切が鳴動する可能性があり、踏切によっては遮断機が下りてしまうので、復旧するまで緊急車輛等が通行できなくなる恐れがあるので十分気を付けなければならない。



写真一九 軌陸車※13 脱出訓練研修

※13 「軌陸車」とは、線路等の工事または作業に使用する機械で軌道及び一般道路を走行できる

もの〔左右の鉄輪間が絶縁されているもの（短絡しない）を使用する〕

軌陸車使用時に軌道内で脱輪事故等を起こすことも考えられるので、軌陸車の脱出訓練等を実施することが大切である。

5. おわりに

『鉄道は安全で正確な乗り物である』

ゆえに公共性の高い鉄道工事において事故・災害等を起こすことは作業員等に影響を及ぼすのみならず、列車に乗っている多くのお客さまや乗務員、ましてや社会に多大な影響を及ぼすおそれがある。よって、「鉄道工事安全システム」、「鉄道工事に関する安全マネジメント」を運用し、鉄道工事の事故防止対策の取組みを行なうとともに、鉄道工事に携わる一人一人が基本ルール、基本動作を愚直に守り実行していくことが大変重要である。

本文中で紹介した建設技術総合センターでは、実体験型の研修・訓練により徹底的に安全を学ぶことを目的に当社の鉄道工事従事者のみならず、鉄道事業者、他社ゼネコン、協力業者等の方にも研修を実施、鉄道工事の安全性向上に寄与している。また、最近では、海外からの研修・視察見学や視覚障害者の方にも施設を提供し、鉄道の安全に貢献している。

J C M A

【筆者紹介】

南本 哲彦（みなもと てつひこ）
鉄建建設㈱
建設技術総合センター 研修センター
課長



安全な足場環境の確保

東 尾 正

戦後、日本は驚異的な復興を遂げたが、その裏には労働災害の激増という負の面もあった。労働災害は、昭和 36 年にピークを迎え、以後安全対策の強化、職場環境の整備を背景に減少の一途をたどったが、その中で建設労働災害は、全業種中、常にトップで 40% 前後を占めている。

建設労働災害もやはり減少傾向にあるとはいえ、そのペースは他産業に比べ鈍く、中でも現場からの墜転落災害が群を抜いて多い。現在でも、労働者、一人親方等を合わせ、その死者数は 400 人近くで、1 日に 1 人は確実に死亡している状況にある。これは先進国の中で最悪ともいわれ、足場等仮設物の安全対策が不十分であることが主因である。全国仮設安全事業協同組合はこのような状況下、平成 12 年から活動を起こし、わが国では唯一、仮設物に絞った安全対策、なかなずく足場からの墜転落防止等の提唱を行ってきた機関である。

ここでは、本組合のこれまでの活動と主張について紹介するとともに、安全な足場環境の確保のための制度及び今後の展望を概説する。

キーワード：労働安全衛生法及び規則、建設業法、全国仮設安全事業協同組合、手すり先行工法に関するガイドライン、「より安全な措置」等、「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」（建設職人基本法）、足場からの墜落・転落災害防止総合対策推進要綱

1. 建設現場における事故数の推移

まず、戦後の建設死亡災害はどのような推移を辿ったかを振り返ってみることにする。

(1) 戦後の建設死亡災害の推移

昭和 28 年以降の建設業を含む全産業の労働死亡災害の推移については、昭和 28 年から昭和 34 年までは 5,000 人台で推移していたが、昭和 35 年に至り 6,000 人台に突入し、昭和 36 年に 6,712 人でピークを迎えた。以降、昭和 45 年まではほぼ 6,000 人台が続く、昭和 46 年から 48 年までは再度 5,000 人台となり、昭和 49 年には 4,000 人台、昭和 50 年から 55 年までは 3,000 人台、昭和 56 年から平成 9 年までは 2,000 人台となり、平成 10 年以降は平成 26 年まで 1,000 人台で推移したが、平成 27 年に 1,000 人を切り、平成 28 年は 928 人（ピーク時の 13.8%）となっている。

次に、建設業の労働死亡災害の推移を見てみよう。昭和 28 年から昭和 33 年までは 1,000 人台で推移していたが、昭和 34 年に至り 2,000 人台に突入し、昭和 36 年に 2,652 人でピークを迎えた。以降、昭和 49 年までは一貫して 2,000 人台で推移したが、昭和 50 年

に再び 1,000 人台に突入してからは平成 8 年まではほぼ 1,000 人台が続く、その後、平成 9 年に 1,000 人を切った後は若干の凹凸を示しながら逡巡し続け、平成 28 年は 294 人（ピーク時の 11.0%）となっている。

次に、全産業労働死亡災害に占める建設業死亡災害の割合の推移を見てみよう。昭和 28 年から 41 年までは概ね 30% 台で推移し、昭和 42 年以降 40% 台となり、昭和 53 年に 47.6% でピークを迎え、その後は平成 9 年まで概ね 40% 台の前半で推移し、平成 10 年に再度 30% 台に突入してからは平成 16 年までは概ね 30% の後半で推移し、平成 17 年以降は平成 28 年まで概ね 30% 台の前半で推移している。因みに、本組合が発足した平成 12 年時点を見ると、全産業労働死亡災害 1,889 人、うち建設業死亡災害 731 人であり、建設業の占める割合は 38.7% であった。

(2) 建設死亡災害における墜落死亡災害の推移

建設業死亡災害のうち、墜落死亡災害について昭和 63 年以降の推移を見てみると、昭和 63 年から平成 8 年まではほぼ 400 人台、平成 9 年から 12 年までは 300 人台、平成 13 年から 19 年まではほぼ 200 人台と推移し、平成 20 年に 100 人台に突入したが、以降、

凹凸を繰り返し、未だ100人を切れないでおり、平成28年は134人となっている。

次に、建設業死亡災害に占める墜落死亡災害の割合の推移を見てみる。昭和63年以降、ほぼ一貫して40%台を示していることが分かる。因みに、本組合が発足した平成12年時点を見ると、建設業死亡災害731人、うち墜落死亡災害301人であり、墜落死亡災害の占める割合は41.1%であった。

ただし、これらの統計には「一人親方等」は含まれていないという問題がある。労働災害統計は、賃金の支払いを受けて雇用される「労働者」のみを対象としているからである。しかし、労働者とともに働く一人親方等を除外して、建設現場の実態を語ることはできない。厚生労働省もこのことを踏まえて、平成25年の後半分から一人親方等の死亡災害発生状況を発表し出した。それによると、平成26年:64名、平成27年:81名、平成28年:75名となっており、労働者と合計すると、平成26年:441名、平成27年:408名、平成28年:369名となっており、毎日1名以上の建設職人が建設現場で亡くなっていることが明らかとなった。

2. 足場の安全環境確保への取り組み～全国仮設安全事業協同組合設立と運営の経緯～

(1) 全国仮設安全事業協同組合の設立の背景と足場安全対策の端緒

全国仮設安全事業協同組合（以下「本組合」。）の設立総会は、平成12年6月8日に開催され、その後、同年7月3日に通商産業大臣及び建設大臣の認可を得、所要の登記を終えた同年7月19日に本組合は正式に発足した。「建設職人の安全の確保」に取り組むために本組合が設立されたのである。

一方、「民」である本組合の設立に先んじて、「官」にも仮設に係る組織が設立されていた。「官」の組織は仮設工事の安全確保に係る労働、建設、通産、運輸、農水、自治（いずれも当時）の6省によって設置された「仮設安全対策関係省庁連絡協議会」（事務局：労働省労働基準局建設安全対策室）である。早速、自治省（当時）を除く5省は活動を開始した。まず、労働省（当時）と公共工事関係3省は平成12年に2つの検討会をスタートさせた。すなわち、平成12年9月に労働省によって設置された「足場等の安全対策検討会」と10月に建設・運輸・農水省（当時）によって設置された「足場安全対策検討委員会」である。また、通産省（当時）は足場機材産業の実態を把握するため、平成13年10月に400社を対象に委託アンケート調査

を実施した。平成14年3月にまとめられた同省の『仮設事業の実態把握調査報告書』では、「安全を確保するための仕組みの整備」、「重層下請け構造の改善」及び「産業としての確立、位置付けの明確化」について提言を行った。

このように、本組合が設立された平成12年には、仮設に起因する労働災害の撲滅を「国家的事業」と位置づけ、「官」と「民」、さらには「政」も含め一体となって取り組む体制が整っていたことは忘れてはならない事実である。

(2) 本組合の事業と使命

本組合の事業は、定款第1条に規定する本組合の「目的」を達成するために行うものとされている。その目的は3つ、①仮設に起因する労働災害撲滅を目指すこと、②共同して事業を行うこと、③経済的地位の向上を図ること、である。これら3つの目的のうち、特に重点を置いてきたのが①である。すなわち、仮設に起因する労働災害、就中、死亡災害は「墜落・転落」がその主たる原因であることから、本組合は発足以来、墜落災害の撲滅を目指して活動を展開してきた。そして、墜落災害撲滅のための対策として、ハード面では「手すり先行工法による二段手すりと幅木の設置」を、ソフト面では「十分な知識・経験を有する当該足場を組み立てた者以外の者によるチェックリストに基づく足場の安全点検」を絶対的な「決め手」と位置づけ、○イ 墜落死亡災害撲滅の「決め手」の制度化、○ロ 本組合独自の足場安全点検資格者制度である「仮設安全監理者」の養成、○ハ 仮設安全監理者によるチェックリストに基づく足場安全点検の実施に取り組んできた。

(3) 足場の安全環境を確保するための視点

(a) 平成12年設置の「足場等の安全対策検討会」及び「足場安全対策検討委員会」における議論と成果

「仮設安全対策関係省庁連絡協議会」は、仮設に起因する労働災害の撲滅を「国家的事業」と位置づけ、「政」「官」「民」が一体となって取り組むことを目標としていた。この目標を受け、労働、建設、通産、運輸、農水及び自治（いずれも当時）の6省によって組織されたのが連絡協議会である（前項参照）。連絡協議会の一員として、労働省（当時）は平成12年9月に「足場等の安全対策検討会」を、公共工事を所管する建設・運輸・農水（いずれも当時）の3省は10月に「足場安全対策検討委員会」をスタートさせた（前項参照）。本組合の理事長はそれぞれに委員として加わった。

「足場等の安全対策検討会」は足場等からの事故災害を防止するため、安全基準の見直しを含め足場等の安全対策のあり方を検討することを目的として、平成12年9月から平成15年3月まで8回にわたって開催された。第2回の検討会では、本組合は「建設工事における仮設に起因する労働災害撲滅のための提言」を行い、労働安全衛生法令を見直すべき事項として、①安全監理の責任体制、②計画の届出、③飛来・落下の防止、④墜落・転落の防止を挙げた。しかし、検討会は労働安全衛生規則の改正は見送り、最終的には「手すり先行工法に関するガイドライン」についてのあり方」の報告取りまとめにとどまった。「手すり先行工法」は、足場を組み立てるに当たって先行して足場の最上層に手すりを設置する工法であり、先行して設置された手すりはそのまま各層に存置されることから、組立時だけでなく、使用時においても極めて有効な墜落防止対策となる。厚生労働省はこの報告を受け、「手すり先行工法」を第10次労働災害防止計画（平成15年度～19年度）に位置づけるとともに、平成15年4月1日に労働基準局長名の通達「手すり先行工法に関するガイドライン」を発出した。

他方、「足場安全対策検討委員会」は平成12年10月から平成17年3月まで6回に亘って開催されたが、その検討対象はあくまでも公共工事の事故の中で最も多い「足場からの墜落事故」に限ることとした。上述したように、建設省（当時）はこの足場安全対策検討委員会とは別に、平成12年2月に「建設工事事務事故対策検討委員会」を設置していた。したがって、公共工事における「足場からの墜落事故」については2つの検討委員会が並立していたわけである。第3回の足場安全対策検討委員会では、本組合は足場安全に関する国際比較を踏まえ、「足場に起因する労働災害撲滅を目指す為の提言」として、①「二段手すり」と幅木の設置」の義務化、②有資格者による足場安全点検とチェックシートによる記録の義務化、③仮設計画届出義務（88申請）対象の拡大を訴えた。

「足場安全対策検討委員会」は平成13年3月に「建設現場における墜落事故防止重点対策」を初めて策定し、墜落事故防止に重点を置く観点から、①組立解体時における安全な足場の使用推進、②足場施工計画の充実、③チェックリスト等による足場点検の強化、④表彰制度・ペナルティー制度の導入を決めた。これを受け、国土交通、農林水産両省は、平成13年度の直轄工事で「手すり先行足場」を使用した100件余のモデル工事を実施し、平成14年度の直轄工事ではそれに加え「つま先板」の設置も推進するとともに260現

場でモデル工事を実施した。そして当該モデル工事については現場代理人や職長等を対象にアンケート調査を行い、「安心して設置作業ができた」との肯定的な回答が70%以上を占め、改めて手すり先行工法が墜落事故防止に効果的であることが分かった。この結果、平成15年度の直轄工事から「手すり先行工法に関するガイドライン」が適用されることとなった。

(b) 平成19年設置の「足場からの墜落防止措置に関する調査研究会」における議論と成果

平成19年3月、本組合理事長は内閣総理大臣に直接面会して、現状打開を要望、総理は直ちに厚生労働省に対し、検討会の設置を指示し、労働安全衛生総合研究所内に当委員会が設置された。

調査研究会の審議項目は次の3項目とされた。

- ①墜落防止措置の強化対策について（手すりの高さ、中さん、メッシュシート、幅木等）
- ②足場組立工法のあり方について（手すり先行工法の普及方策）
- ③足場安全点検について（結果の記録・保存、実施者及びその教育等）

調査研究会は平成19年5月30日から同年12月25日までに9回開催し、その後一旦中断し、約10か月後の平成20年10月16日に第10回目を開催して終了した。審議の過程で多くの項目について意見調整が難航したが、その1つとしてメッシュシートに墜落防止機能があるか否かが争点となった。そこで、検証するため平成19年10月に実験が行われた。さらに平成20年3月に至り、厚生労働省から本組合に対し両者間で調整協議したい旨の意向が示された。厚生労働省からは、「足場からの墜落防止措置の充実の考え方（A）」、「足場組立工法のあり方についての考え方（B）」及び「足場の安全点検を充実する考え方（C）」の3つの項目が示され、「A」について、「二段手すり」と「幅木」をセットにして設置することは「より安全な措置」である旨の通達を出すことが了解された。また、「B」と「C」については、見直しは「3年後を目途に」ということになった。こうして断続的に行われた厚生労働省と本組合との調整の結果、8月に至って交渉が調い、同年10月16日に調査研究会において、最終報告書の作成に至った。

この報告書を受け、平成21年3月、厚生労働省は作業床に係る第563条と点検に係る第567条を中心として労働安全衛生規則の一部改正を行った。すなわち、墜落防止関係については「手すり」の高さを「75cm以上」→「85cm以上」に改めるとともに、枠組足場にあつては昭和43年来の「交叉筋交い」を「手すり」

とみなす行政実例をそのまま生かした上で、「交叉筋交い」に加え「下さん」又は「幅木（15 cm 以上）」の設置を義務付け、単管足場にあつては「手すり」と「中さん」の設置を義務付けた。物の飛来落下防止関係については、「幅木（10 cm 以上）」、「防網」、又は「メッシュシート」等の設置を義務付けた。点検関係については、その日の作業開始前点検を義務付けるとともに、点検の記録と保存を義務付けた。

規則改正は以上のとおりであるが、これに加え、同年4月、「より安全な措置」等4項目を盛り込んだ安全衛生部長通達「足場等からの墜落等に係る労働災害防止対策の徹底について（要請）」が発出された。通達の冒頭には「改正省令の施行後3年を目途に、改正省令等の措置の効果の把握を行い、必要があると認められるときは、その結果に基づき所要の措置を講ずる」旨、明記された。部長通達に盛り込まれた「より安全な措置」等4項目とは、①改正規則の確実な履行、②足場からの墜落災害防止に関する「より安全な措置」（枠組足場にあつては「上さん」の設置あるいは「手すり先行専用型足場」の設置、枠組足場以外の足場にあつては「幅木」の設置）、③手すり先行工法及び働きやすい安心感のある足場の採用、④足場等の安全点検の確実な実施（「十分な知識・経験を有する者」の指名と足場の種類・機材に応じたチェックリストの使用）、である。④に関連して、本組合の運営の資格である「仮設安全監理者」が「十分な知識・経験を有する者」に該当することについては、平成24年4月、厚生労働省建設安全対策室長通知によって明文化された。

この安全衛生部長通達の意義について、厚生労働省から、「労働基準監督署の上に立つ機関から事業者を指導する「指導通達」の性格を有するものであるとの見解が示されたが、本組合が遵守状況を把握するために平成21年9月に全国3,400の建設現場を対象に実施した実態調査の結果、「より安全な措置」は殆ど遵守されていないことが明らかとなった。

このことは厚生労働省が発表した墜落災害統計の平成22年9月7日現在の速報値でも明らかであり、墜落死亡災害は前年同期比で20人も増加した。一方、同年10月12日開催の衆議院予算委員会において、「手すり先行工法」によって足場を組んだ国土交通省の発注工事における墜落災害の実態について、「墜落死亡事故は発生していない」という答弁があった。墜落死亡災害における官民格差も明らかとなったのである。

さらに、作業床に係る規則改正が行われたにも拘らず、その適用を避けんがために「一側足場」を選択する例が増嵩した。労働安全衛生規則第563条は足場に

おける作業床に一定の規制を加えているが、本条について「一側足場」は適用除外とされていることから、一側足場には全く規制がかからない仕組みになっている。本来、一側足場は本足場が組み立てられない狭隘な場所など限定的に使用されるべきであり、何ら規制されないのをいいことにこれを奇貨として放置されていることは大きな問題であるとの状況判断が喚起されたのである。

一方、「手すり先行工法に関するガイドライン」（（3）（a）参照）については、本組合の要望に応えた改正が行われた。従来のガイドラインでは「軒の高さ10 m未満の木造家屋等低層住宅建築工事」は適用外であったが、当該工事において圧倒的に墜落事故が発生している実態を踏まえ、足場の設置を必要とする建設工事の全てについて適用されることとなった。

ちなみに、昭和22年に労働安全衛生規則が制定されて以来、この平成21年の労働安全衛生規則の改正は、足場に関しての初めての改正であった。つまり、足場に関する限り、当該規則（法令）は半世紀以上も全く改正されて来なかったのである。

（c）平成22年設置の「足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会」における議論と成果

この検討会は、上記の約束に従って、平成21年3月の改正規則に基づく墜落防止措置と通達で示された「より安全な措置」等の効果を検証するために、平成22年8月に厚生労働省内に設置された。平成26年11月まで約4年間、14回に亘って開催された。

検討会は平成25年9月に開催された第7回から本格的な審議を始め、当組合理事長も委員となったが、検討会に臨むに当たって、検討会に「『国家の社会問題』としての建設現場における墜落災害撲滅に関する制度改正について（提言）」と題する提言書を提出した。提言の内容は以下の3点である。

①「墜落災害ゼロを目指す3つの絶対的対策」を制度化し、官民格差をなくすこと。

〈3つの絶対的対策〉

- ・2 m 以上の高所作業には「安全帯ありき」ではなく、足場の設置
- ・手すり先行工法による二段手すりと幅木の設置
- ・「十分な知識・経験を有する第三者」によるチェックリストに基づく点検の実施

②発注者において安全衛生経費を別枠計上し、元請において下請に的確に反映し、災害補償は一人親方も労働者扱いし、元請の一括責任を制度化すること。

③監督体制を強化し、罰則及び行政処分を厳格に適

用すべきこと。

以上の提言を補強するための資料として、本組合から「事業場規模別建設死亡災害発生状況」(30人未満が全体の約90%を占め、300人以上は0人)や「建設業法第19条の3の解釈」(不当に低い請負代金を禁止する当該規定の「建設工事を施工するために通常必要と認められる原価」には安全衛生経費が含まれると解釈されている。)等を提出した。併せて、墜落災害撲滅に関し次の3点も重要課題として提言した。

- ・労働安全衛生規則第518条第2項の例外は「技術的に困難な場合」に限定すべき。
- ・足場の高さ規制は高さを統一すべき(第518条は2m以上、第564条は5m以上)。
- ・一側足場の使用規制を制度化すべき。

検討会は平成26年11月までに14回も開催されたものの、提言①の3つの絶対的対策の制度化はことごとく見送られ、提言②の「安全衛生経費」と「一人親方労災」については、建設業を所管する国土交通省等と連携して取り組むこととされ、結局、規則改正に盛り込まれたのは主に次の3点に過ぎなかった(改正27年2月)。

- ・第564条関係：足場の組立時等の規制の対象を2m以上の足場とし、安全帯取付設備の設置を義務化
- ・第655条関係：注文者の足場の組立時等の点検を義務化
- ・第36条関係：労働者に足場の組立等の作業に就かせるに当たっての特別教育を義務化

ただし、検討会の審議の過程で厚生労働省から注目すべき発言があった。労働安全衛生規則第519条に係る公権解釈が示されたのだ。すなわち、「手すり先行工法がなかった時代は、足場の組立てにおいては第1項の作業床の端への手すりの設置義務は適用されず、第2項の安全帯の使用義務が適用されていた」との解釈である。これは逆に言えば、手すり先行工法が定着した今日は、第519条第1項が諸に適用され、足場の組立ての際には作業床の端に先行的に手すりを設置しなければならないということになる。この解釈に立てば、足場の組立て時を規制する第564条は早急に改正し、手すり先行工法を明確に規定すべきであると考えられる。

3. 建設職人基本法と基本計画制定の沿革

平成28年12月9日、「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」(建設職人基本法)

が第192回臨時国会において超党派の議員立法によって全会一致で成立した。

また、建設職人基本法第8条に基づいて政府に策定が義務付けられた基本計画も第193回通常国会の会期末に近い平成29年6月9日に閣議決定された。安全衛生経費の適切かつ明確な積算及び下請までの確実な支払い並びに墜落災害防止対策の充実強化について「実効性のある対策」が明記され、当該対策については参議院国土交通委員会での質疑応答もふまえ、計画策定の3年後に制度化されることが明らかとなった。

(1) 足場議連の発足

設立趣意書に賛同する自由民主党の有志の国会議員によって平成25年5月22日に設立されたのが、建設職人の「安全」と「地位」と「名誉」と「所得」の保障を目的とする「建設現場における墜落災害撲滅・安全足場設置推進議員連盟」(通称:「足場議連」)。会員数:当初75名)である(その後、公明党が参加)。「安全」の確保を第一としつつも、それにとどまらず、「地位」と「名誉」と「所得」の保障を掲げた。それらの保障がなければ建設職人の明日はないと考えたのである。また、国の公共工事において、その足場からは墜落死亡災害は皆無であったのに対し、民間工事においては安全対策の決め手が制度化されていないため墜落死亡災害が後を絶たず、甚だしい官民格差が生じている。同じ従事者が、たまたま現場が公共工事であるか民間工事であるかによって、安全に大きな差があるということは到底許されることではなかった。「墜落災害の撲滅」と「官民格差の解消」は「国家の社会問題」であるというのが足場議連の一致したスタンスであった。

(2) 労働安全基本法(仮称)の提唱

2の(3)(c)で記述したように、厚生労働省の検討会(平成22～26年)においては4年にわたる議論にもかかわらず、足場の安全確保を担保するには程遠い結論であったところから、平成26年11月、足場議連は第4回総会において画期的な決議を行った。我が国が既に少子・高齢社会による労働力人口の減少時代を迎えている現状と、全産業において死亡災害が増加している状況を踏まえ、「人の生命と健康はかけがえないもの」であり、労働によって生命が失われたり、健康が損なわれるようなことは本来あってはならない」との考えに立ち、足場議連としては今後働く人全ての労働災害の撲滅や安全水準の向上を目指すことが重要であると考え、議員立法による「労働安全基本法(仮称)」の制定を決議した。

(3) 建設職人基本法案の作成

その後、法制当局より、現在の労働法体系において、労働安全衛生法が安全衛生分野での基本法としての内容を具備しており、これの上位に立つ「基本法」を更に創設するのは困難との見解が示された。これにより、労働安全基本法という名称は用いないこととなった。

平成 27 年 2 月 24 日開催の第 5 回総会において、足場関連の名称は「日本建設職人社会振興議員連盟」と改称。併せて、議員立法原案を担当するワーキングチーム（WT）の設置を決定した。

その後、与党内において、国土交通部会及び厚生労働部会の上承、政調審議会及び総務会の上承、自由民主党と公明党による与党協議会の上承といった一連の手続きを経て、成立法の原型となる自民・公明案について、与党としての法案提出を承認した。議員立法は全党一致を原則とすることから、この案をもとに野党協議が始められたが、6 月 22 日公示 7 月 10 日投開票の第 24 回参議院議員通常選挙が間近に迫っていたことから、結局、野党との協議は不調に終わり、第 190 回通常国会では提案に至らなかった。

(4) 建設職人基本法の国会通過

平成 27 年 10 月、「民進党 建設職人の安全・地位向上推進議員連盟」が設立された。加えて、民進党には他の野党との調整を一手に引き受ける体制が整えられた。こうして与野党協議の土台ができ、精力的な調整の結果、自民・公明案にかなりの修正が加えられた成案を見、法案が国会に提出される運びとなったのである。すなわち、12 月 6 日に参議院先議で国土交通委員会に委員長提案され、可決。翌 12 月 7 日に参議院本会議に上程、可決後、衆議院に送付。12 月 9 日に国土交通委員会に委員長提案され、可決し、直ちに衆議院本会議に緊急上程され、同日午後、全会一致で可決となり、閉会日直前に画期的な成立を見たわけである。

(5) 基本計画の閣議決定

建設職人基本法の施行（平成 29 年 3 月 16 日）後、政府が直ちに取り組まなければならない課題は基本法第 8 条に基づく基本計画の策定であった。また、この計画をはじめ法案の実施のためには超党派の国会議員の支援は今後とも必要との認識から、平成 29 年 2 月、「建設職人基本法超党派国会議員フォローアップ推進会議」が発足した。フォローアップ推進会議が基本計画に職人の生の声を反映させるためにアンケート調査を実施する一方、政府として基本計画策定に向け 4 省副大臣・政務官による「推進会議」（1 回）、建設関係団

体等による「専門家会議」（2 回）の実施をしたことに加え、パブリックコメントを行い、最終的に 6 月 9 日に閣議決定された。基本計画の策定は普通であれば少なくとも 1 年間は要するところを、建設職人基本法の施行から僅か 3 か月で決定したことになる。

4. 今後の展望～さらなる法制化

本組合が設立され、足場等仮設物に起因する事故撲滅が誓われてから 17 年、ようやく国政の正面に法律とその法律に基づく基本計画が確立された。しかし、これらは今後策定されなければならない「実効ある対策」等（基本計画第 2 及び第 3 章）のプログラムに過ぎない。この法律等に入魂し、足場をはじめとする仮設に起因する事故の撲滅を達成することが依然として「国家的事業」であることには変わりはない。最近においては、平成 29 年 12 月に開催されたフォローアップ会議において厚生労働省及び国土交通省は平成 30 年度事業として次の 2 つの検討会を開催することを表明した。

【国土交通省】

- ・民間工事における安全衛生経費に関する実態把握（本格調査）
- ・安全衛生経費の定義付けの検討
- ・下請まで適切に支払われる施策の検討

【厚生労働省】

- ・災害事例の分析及び建設業関係団体等からのヒアリング
- ・墜落・転落災害防止対策の充実強化に関する検討会
- ・過去の検討会及び基本計画の策定過程で挙げられた課題や、現在行っている災害分析、関係者へのヒアリング等を踏まえ設定（一側足場の使用基準等）。

この 2 つの検討会の結論は、基本計画がその目標達成のための見直し期間として「2～3 年」を設定しているところから、遅くとも 30 年度末の 3 月ごろまでに出さなければならない。「国家的事業」の実効規範としてのさらなる法制度の整備が基本計画期間内として残された 31 年度に成し遂げられなくてはならないからである。

J C M A

【筆者紹介】

東尾 正（ひがしお ただし）
全国仮設安全事業協同組合
専務理事





建設現場におけるピンポイント気象予測の重要性 安全建設気象モバイル KIYOMASA で豪雨被害を防ぐ

斉 藤 雄 一

昨年の夏、九州北部地方では線状に連なる活発な雨雲、いわゆる線状降水帯による大雨災害が発生した。ライフラインの寸断や農林業への影響にとどまらず、死者・行方不明者合わせて41人という甚大な被害に見舞われた。また、平成27年には、関東・東北地方で記録的な雨が降り、鬼怒川が氾濫。さらにその前年には、広島県で大雨に伴う大規模な土砂災害が発生し、多くの人命が奪われ、家屋の全壊は100棟を超えた。このように、最近では毎年のように局地的な豪雨被害が発生し、今後も大雨災害の増加が示唆されている。本報では、特に建設現場において、どのように大雨の危険と向き合い被害を抑えることができるのか、その取り組みについて紹介する。

キーワード：天気予報，豪雨，安全管理，河川工事，アラートメール

1. はじめに

天気予報と聞いて初めに思い浮かべるのは、あすの天気や最高気温・最低気温などではないだろうか。もちろん、こういった情報は重要であるが、単なる天気の予想だけではなく、気象条件の変化が何にどう影響するのかを分析することで、例えば、商品の需要を予測したり、健康アドバイスの提供を行ったりするなど、天気予報の活用の幅は実に多岐にわたっている。

これを建設向けに特化させたサービスが「建設気象」で、建設工事現場における安全管理はもとより、コンクリート打設などの工程・品質管理にも重要となる気象情報を、現場ごとにピンポイントで提供している。これにより、空模様が怪しくなってきた際の現場それぞれの作業可否判断や、風の強さを予測した上で、強まる時間帯を避けて高所作業を行なうなど、工程の工夫に活かすことが可能となる。ひいては作業の効率化やコストの削減にもつなげることができる。

2. 気象予報の歴史

そもそも、日本で最初の天気予報が発表されたのは、今から130年ほど前の明治17年のことである。その後、海洋気象観測や航空気象業務など、新たな取り組みが次々と始まったが、革新的な進化を遂げたのは、昭和34年の科学計算用大型コンピュータを用いた数値予報の導入がきっかけである。この数値予報は、現在で

も天気予報の根幹をなしている。

数値予報とは、物理学の方程式に基づき、風や気温などの時間変化をコンピュータで計算して、将来の大気の状態を予測する方法である。図1のように、規則正しく並んだ格子で大気を細かく覆い、そのひとつひとつの格子点の気圧、気温、風などの値を世界中から送られてくる観測データを使って求め、それをもとに未来の気象状況の推移をコンピュータで計算するやり方である。そして、最終的にはこの数値予報のデータを基礎として、気象予報士や予報官による修正が加えられて、天気予報が出来上がるのである。

数値予報の計算に用いられるプログラムは数値予報モデルと呼ばれ、予報する範囲や期間、格子間隔の違いでいくつかの種類に分類されている。

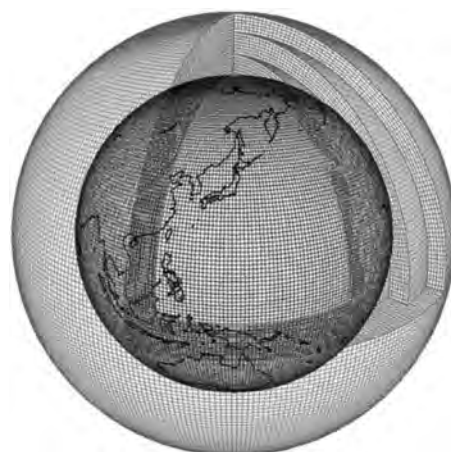


図1 全球の大気を格子で区切ったイメージ図

主なものとしては、地球全体を予報領域としている全球モデル（Global Spectral Model：GSM）、日本及びその近海の大気を対象としたメソモデル（Meso-Scale Model：MSM）、日本領域の大気を対象とした局地モデル（Local Forecast Model：LFM）が挙げられる。

一般に、格子間隔が20 kmの全球モデルでは、図一2に示すように、高・低気圧や台風、梅雨前線など水平規模が100 km以上の現象を予測することができる。格子間隔が5 kmのメソモデルは、局地的な低気圧や集中豪雨をもたらす組織化された積乱雲など水平規模が数10 km以上の現象を、格子間隔が2 kmの局地モデルでは、水平規模が10数 km程度の現象までが予測可能となる。ただし、まだ個々の積乱雲の動きを表現できる程には至っていないのが現状である。



図一2 気象庁の数値予報モデルが対象とする気象現象の水平及び時間スケール

また、数値予報による改革が進む一方で、観測技術も大幅な進歩を遂げている。昭和49年に地域気象観測システム（AMeDAS）の運用が開始され、昭和53年には初の静止気象衛星（ひまわり）による観測が始まった。現在、気象衛星ひまわりは8号が運用されているが、日本付近の気象衛星の観測は、初代ひまわりの3時間ごとから、ひまわり8号の2.5分ごとへと、70倍以上の頻度に大きく向上している。

この観測技術の向上は、もちろん予報の分野にも大きな恩恵をもたらした。例えば、高解像度降水ナウキャストや雷ナウキャストなど、目先の天気をより詳細に行なう予報では、正確な実況データを入手できるようになったことで、その精度が大幅に向上し、局地的な集中豪雨の危険などをより早く察知することが可能となった。

数値予報以外にも、平成5年の気象業務法の改正、いわゆる天気予報の自由化が気象業界の大きなターニ

ングポイントに挙げられるだろう。この法改正に伴って、民間の気象会社は独自の予報を行なうことができるようになった。ある会社では地域を絞り込んだ局地的な予報を発表し、またある会社では海や山など、特定の環境下での気象予報に活路を見出したりもした。

また、技術の発展による気象予報への影響も大きい。昔はデータの膨大さゆえに計算負荷が大きく、なかなか実用的な時間内での計算が難しかった気象データだが、データをリアルタイムで収集したり解析したりということが可能になってきた。例えば、数値予報のデータに対して、実況値を用いた補正を行なったり、他のモデルによる計算結果を組み合わせたりという処理もできるようになった。

まだ比較的歴史の浅い天気予報という分野ではあるものの、利用者のニーズはすでに「きょう・あすの天気」といった予報ではとても満足できるものではなくなっている。そして、その声に応えるようにして誕生したのが、安全建設気象モバイル KIYOMASA（以下「KIYOMASA」という）である。

3. KIYOMASA 開発のきっかけと特徴

平成19年頃、まだ現在のような詳細なデータが数少ない中、食品スーパーや小売店の店舗ごとにより細かい気象情報を提供すべく、のちのKIYOMASAの初期バージョンとなる「1 km メッシュのピンポイント気象予測」を開発していた。

そんな中、平成20年8月5日に東京都豊島区で、下水道管内で作業員5人が現場及び現場の上流で発生した集中豪雨による急な増水で流され、亡くなってしまったという痛ましい事故が発生した。

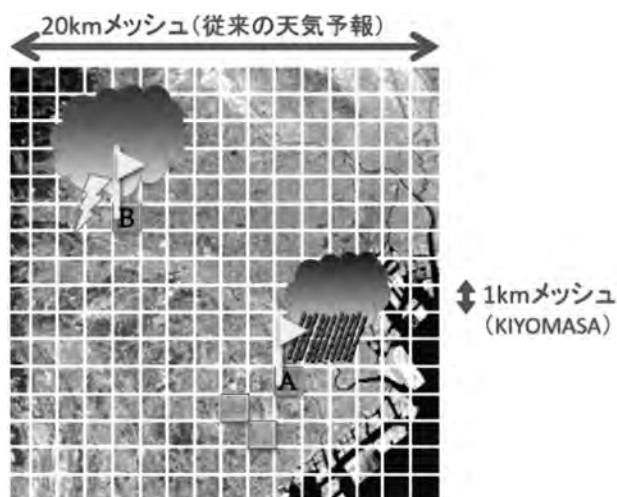
当時の気象状況を少し振り返ってみると、事故当日、関東地方には前線が停滞し、雨雲・雷雲が発達しやすい状態だった。朝には雷注意報が発表されていたものの、まだ大雨警報は発表されていなかった。昼前になると、これまでにないほど急速に雨雲が発達し、局地的な集中豪雨が発生した。現場では、雨の降り出しから僅か十数分で、1時間80 mmに達する程の猛烈な強さの雨が観測されたが、当時の20 km メッシュの天気予報では、このような局地的な豪雨は十分に表現することはできなかった。

この事故を受け、建設現場の安全・工程管理などにも、1 km メッシュという高精細の気象予測が役立つのではないかと考えた。そこで、建設現場のニーズ調査を行ない、平成21年3月、KIYOMASAのリリースに至ったのである。

当初 KIYOMASA は降水に特化した予測コンテンツの提供をしていた。その後、徐々に利用現場が増えていく中で、橋梁や建築現場から風速予測に対するニーズも多く寄せられ、1時間ごとの平均風速予測や、最大風速・最大瞬間風速予測、地上だけでなく高所の風速予測を搭載したバージョンをリリースすることになった。現在では、雷予測や地震・水位観測アラートメールなど、様々なコンテンツを提供している。

従来の天気予報と KIYOMASA には、メッシュの細かさと高精度でリアルタイムの予測を行なっているという、大きく二つの点で違いがある。

まず一つ目の違いは、空間解像度、すなわちメッシュの細かさである。KIYOMASA の開発時点では、前述した 2 km メッシュの局地モデルは提供されておらず、従来の天気予報は 20 km メッシュの全球モデルが基本だった。20 km メッシュという空間解像度は比較的粗いため、データが平均化されてしまい、数 km スケールの急激な天気の変化を捉えることができなかった。図—3 を例に見てみると、図の右下に位置する A 地点で雨が降り、左上の B 地点は雷雨となっているが、そのほかの大多数の地点では晴れやくもりの天気になっている。これを 20 km メッシュの予報とする場合には、すべての天気が平均化されてしまい、局地的には雨や雷雨となっているのに、予報としては晴れやくもりとなってしまうことがある。



図—3 メッシュとは

このため、KIYOMASA では、独自の解析・予測技術によって 1 km メッシュという小さな空間解像度の降水予測を行なっている。具体的には、降った雨や雪の量を実際に観測しているアメダスデータ、気象レーダーによる雨や雪の強さの観測データ、衛星からの映像などを組み合わせて、1 km メッシュのピンポイント

で現场上空の予報を作成した。1 km メッシュの気象予測であれば、局地的な豪雨を捕捉することができ、現場ごとの詳細な雨量を予測することが可能である。特に 10 mm 以下の降水量については 1 mm 単位で判別し、コンクリート打設の可否判断などに活用しやすいようにしている。また、山間部から沿岸部まで、全国各地およそ 40 万地点において、局地降水予測を行なっているため、日本全国どのような現場であっても対応が可能である。

二つ目の違いは、更新頻度が高く、時間解像度の高い高精度リアルタイム予測である。局地的な豪雨など、天気は僅かな間に急変することが多くある。KIYOMASA では、降水予測を 1 日に 288 回更新しており、10 数分程度で急激に発達する豪雨についても捕捉することが可能となっている。

また、KIYOMASA では風の予測にも力を入れており、高度 600 m までの平均風速、最大風速、最大瞬間風速を 10 m 毎に予測することが可能である。さらに、竜巻やダウンバーストなど局地的な突風の予測や、台風の暴風域に入る確率などの情報も提供しているため、中止基準に基づいた作業の可否判断やクレーンなどの機材転倒対策に役立てることができる。加えて、KIYOMASA の高精細な風の予測データを用いた粉じんの飛散予測といった、単なる気象予測ではない発展系の予測も行なっている。

4. KIYOMASA 活用実績

KIYOMASA は、雨が降ることによって水位の上昇などの影響を直接的に受ける河川に関連する工事で最も多く活用されてきた。

KIYOMASA の降水予測には、1 時間先までを対象とした 10 分単位の降水予測（図—4 左）と、24 時間先までを対象とした 1 時間単位の降水予測（図—4 右）の 2 種類があるが、特に河川工事では、より詳細な雨を予測できる 10 分単位の降水予測がよく利用されている。

加えて、KIYOMASA では、雨の危険を知らせるアラートメールを配信している。これは、あらかじめ設定した閾値以上の降水が予測されると、自動配信メールが瞬時に現場へ通知されるというものである。この閾値の設定対象地点は、集水地点や河川の合流地点など、現場を含めて 5 地点を指定することができる。現場以外の地点を複数指定することにより、図—5 のように、たとえ現場で雨が降っていなくても、上流や中流の雨の状況を把握することができ、迅速な作業可



図ー4 10分単位の降水予測画面(左)
1時間単位の降水予測画面(右)



図ー5 アラートメールのイメージ図

否判断が可能となる。

2番目に活用実績の多い橋梁工事も、河川での工事が多く発注されることもあって降水予測への関心が高い。直近の豪雨への対策は前述した通りだが、24時間先までの予測も1kmメッシュで1日48回更新されており、常に最新の降水予測が取得できるため、翌日の工事計画や当日のスケジュール管理、コンクリート打設の可否判断などに有効な情報といえる。

また、雨だけでなく、雷も十分に注意しなければならない気象要素のひとつである。周辺に高い建物の少ない山岳部や沿岸部はもちろん、都市部においても注

意が必要で、玉掛けした資材を降ろす際にクレーンに落雷し、作業員が感電したという実際の例がある。

こういった被害を防ぐために、KIYOMASAでは、落雷の危険がある場合にアラートメールを送信する雷予測アラート機能が搭載されている。また、それだけではなく、最大24時間先までの発雷危険度を確認できる雷危険度予測、さらに、実際に落雷を観測した場合にメールが飛び、差し迫った危険を知らせる雷の観測アラートといった3種類の情報が取得できる。

5. おわりに

気象予報は、歴史が浅く、まだ発展途上の分野ではあるが、技術は年々飛躍的に進歩し、その活用の幅は確実に広がってきている。だが、技術の発展に伴って、得られる情報の種類や量は膨大なものとなり、必要な情報の取捨選択が難しくなっているという側面もある。

このような膨大な気象データの中から、必要なものだけを選び出し、実際の生活やビジネスの中で、利用する人にとってどれだけ使いやすく価値の高い気象情報を作り上げられるのかが、私たち気象会社にとっての今後の課題といえるだろう。

その一つとして開発したKIYOMASAは、これまで様々な工種で広く利用されてきたが、潜在的なものも含めて、まだ全てのニーズには応えられていない。

出来る限り多くの建設現場において、気象の影響を回避した工程管理を可能にする有益な情報の発信や、気象に起因する労働災害を減らせるようなより良いサービスを今後も模索していきたいと考えている。

JICMA

《参考文献》

- ・気象庁ウェブサイト
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/gyomu/index2.html>)
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/1-3-1.html>)
(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitep/1-3-4.html>)

【筆者紹介】

斉藤 雄一 (さいとう ゆういち)
(株)ライフビジネスウェザー
気象予報部
気象予報士・防災士



ずいそう

世界杭打ち機博物館の開設

北村 精 男



当社が創業した1967（昭和42）年、日本は高度経済成長の真っ只中で、日本中でビル建設や住宅地の開発、道路・下水・空港・港湾施設などのインフラ整備が始まっていた。建設の槌音が凄まじい勢いで全国津々浦々に鳴り響き、猛スピードで先進工業国へと躍進が始まった時期である。

しかし建設的で明るいイメージをもつこの「建設の槌音」は一方で、「建設公害」として大きな社会問題となりつつあった。特に激しい振動と騒音を出す杭打ち工事は公害の元凶とされるようになっていた。創業当時、当社はまさにこの杭打ち工事を主業務としていたのである。

杭打ち機が公害の元凶といわれるのは、杭を地球に打ち込むために必要なエネルギーそのものが振動や騒音を出す原理を内包しているためである。杭の頭を大きなハンマーで叩いたり、杭を掴んで激しく振動させることで杭にエネルギーを伝えて地球に打ち込んでいるのであるから当然のことなのだ。木材に無振動・無騒音で釘を打つことさえなかなか難しい作業である。ましてや地球に大きなコンクリートや鋼鉄製の杭を打つとなれば必要なエネルギーも大きく、その解決は至難の業であり、世界中でそのような杭打ち機は実用化されていなかった。

公害の元凶といわれる杭打ち業界に籍を置いていた私は、若気の至りか正義感か、不可能に近いこの問題を自ら解決するべく無謀にも立ち上がった。新しい機械には、原理的に音も振動も出さないまったく新しい機構が求められ、私はその原理を「圧入」に求めた。圧入とは「静荷重」によって杭を地中に貫入することで、100トンで貫入できる地盤であれば100トン以上のウエイトが必要である。しかし、そのような大きなウエイトを準備して、現場で杭を一本打つごとに移動させるとするのは不可能に近く、無振動・無騒音は実現できても実用工法にはならない。そこで着想したのが、「既に打ち込んだ杭を数本掴んでその引抜抵抗力（引抜かれまいとする力）を利用して次の杭を押し込む」というアイデアである。機械が既に打ち込んだ杭を掴むことで「地球を掴んだ」ことになり、その地球の大きな力を利用すれば振動・騒音を出さない静粛な



写真—1 サイレントパイラー 1号機

杭圧入機を造れるのではないかと考えたのだ。垣内商店（現・㈱垣内）の社長である垣内保夫氏の協力を仰ぎ、この原理（のちに「圧入原理」と命名）を実用化して、1975（昭和50）年、無公害杭打ち機「サイレントパイラー」（写真—1）が誕生した。

杭打ちの歴史は古くは紀元前からの人力による打ち込みから、蒸気機関、ディーゼル機関を用いた打撃式、上下方向に振動を発生させ自沈させる振動式、そしてサイレントパイラーによる「圧入」へと発展していった。

「世界杭打ち機博物館」はこうした世界の杭打ち機の歴史と施工原理の変遷を各国から集めた実機の展示によって辿ることのできる博物館である。

当社がヨーロッパに初めて進出した30年近く前に、イギリスかオランダかドイツに杭打ち博物館が必ずあるはずだと各地を探したが見つからなかった。それなら圧入機を発明した当社が発祥の地、高知に造ろうと早くから準備を進めていた。当社では高知を「圧入のメッカ」と位置づけ、国内外からの来客に対して、圧

入原理の優位性を可視化した「現物」を見せることでよりわかりやすく伝える施設整備を進めている。そして昨年、当社が創業 50 周年を迎えたのに合わせ、これまで私が集めてきた世界各国の杭打ち機や、かつて私が仕事で実際に使用していた機械を整備し直し、高知本社工場内の一角に「世界杭打ち機博物館」(写真—2)として開設するに至った。

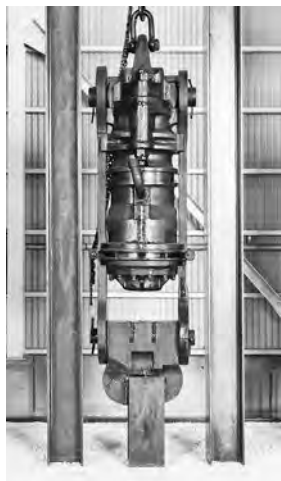
展示機の一部を紹介すると、レオナルド・ダ・ヴィンチの描いたデッサンを基に実物大で再現した土質調査機(写真—3)、オランダ製の蒸気機関を用いたドロップハンマ式杭打ち機、19 世紀後半にアメリカで開発されたスチームハンマ、圧縮空気によってシリンダ内のラムを上方に動かし杭を引抜くパイルエクストラクター(写真—4)、ドイツ DELMAG 社製のディーゼルハンマ、旧ソ連製のパイプロハンマ(写真—5)や、私が創業時に実際に使用していたトーマンパイプロや日平パイプロも展示している。またイギリスの TAILORWOODROW 社が開発した圧入式のパイルマ



写真—2 世界杭打ち機博物館



写真—3 レオナルド・ダ・ヴィンチの土質調査機



写真—4 パイルエクストラクター



写真—5 旧ソ連製のパイプロハンマ



写真—6 パイルマスター

スター(写真—6)も歴史的な機械として展示している。

そして杭打ちの原理に革命をもたらした 1975 年のサイレントパイラー 1 号機(KGK-100A 型)から、軽量化を図り実用機として初めて販売した 4 号機(KGK-100D 型)、最初の量産機となった記念碑的名機 KGK-100H 型、自走によるコーナー施工を実現した KGK-80C4 型、回転切削圧入機ジャイロパイラーの祖となった試作機など、50 年の歴史を彩ってきたサイレントパイラーの進化の過程がわかる展示としている(写真—7)。



写真—7 歴代の代表的なサイレントパイラー

このように杭打ち機の歴史と原理の変遷を通し、ものづくりという観点からも過去を学び、現在を知り、新しい未来を創造するきっかけとなるよう願っている。

世界杭打ち機博物館は定期的に一般公開も行っているため、高知にお越しの際はぜひご覧いただきたい。

——きたむら あきお (株)技研製作所 代表取締役社長——



誌上 安全講習会（自己反省も含む）

坪 井 正 博



「ご安全に！」

弊社内でも浸透している挨拶だが、昔、ドイツの炭坑夫の間で使われていた「Giucauf（ご無事で）」という挨拶が由来とされている。日本では昭和28年に住友金属工業で従業員への安全啓発策として「ご安全に」が挨拶として提唱され、鉄鋼業界を中心に日本全国へ広まっていった。

当時、常に危険と隣り合わせの環境下で作業をしていたドイツ炭坑夫が、お互いの安全を気づかいあうとても温かい言葉と理解している。

仕事柄、お客様の安全講習会（安全大会）講師を依頼される機会が多い。受講者数は現場単位の十名前後からホール等を貸切って百名超など規模は様々。時間は約1時間、お客様・受講生に如何に興味を持って受講して頂けるかを常に心掛けて臨んでいるが、何回実施しても未だ準備には頭を悩ます。

「誌上 安全講習会」を自己反省を踏まえて開催したい。

自宅トイレでの災難

「東京都内のマンションで女性が8日間にわたり自宅トイレに閉じ込められ、窮地のところ無事救出された事故」は身近に潜む危険として活用させて頂く事故事例である。

事故経緯を簡単に纏めると下記の通りである。

【1日目 午前1時】

就寝前に自宅トイレに入ってドアを閉めたところ、突然「ボタン」と大きな音がした。驚いてドアを開けようとしたが、びくともしなかった。

【6日目】

入院中の母親が毎日お見舞いに来ていた娘が来ないことを心配し、看護師に「連絡して欲しい」と訴える。

【8日目朝】

病院事務局を通じ、女性宅に何度も連絡をしたが応答がなかったため、警察に通報。

【8日目午後3時】

女性救出。脱水症状で母親が入院する病院で点滴治療を受ける。

【事故発生原因】

トイレのドア前廊下に立て掛けていた「こたつセットの入った段ボール」がトイレドアに向かって倒れて、つかえ棒のようになってしまいトイレのドアが開けなくなった。

【事故発生要因】

- ①整理整頓の不備～整理整頓がされている自宅ではなかった（整理整頓が苦手？）
- ②危険予知の不備～ドアの前に立て掛けて「もし倒れたら…」を想定していなかった。

誰もが寛げる場所の身近な家庭内でも事故発生のリスクがある事を説明し、自分自身の部屋／机が整理整頓されていない事を棚にあげつつ「整理整頓」の重要性の説明に移るのだが、その前に、

あなたはいくつ「YES」と言えますか？

- ①外出時や退社時に自分の机の上は片付けられている。
- ②回覧物は、すぐに目を通して次の人に回し半日以上滞留することはない。
- ③出欠を求められるFAXやハガキが届いたら締切前に必ず返事を出す。
- ④マニュアルなど事務所で共有している資料は使用後即座に所定の場所に戻している。
- ⑤会社に提出する帳票類が引き出しに入ったままになっていることはない。
- ⑥書類は「ファイリングシステム」の要領に従って保存している。
- ⑦ハサミ・ホチキスなど1個あれば十分な文具は、机の引き出しに1個ずつしか入っていない。
- ⑧上司から保管してある資料の提出を求められた場合、1分以内に取り出すことができる。

皆さんのYESの数は？

6個以上：合格、4～5個：普通、4個以下：苦手。

ここで自分自身が「4個以下：苦手＝ずばら」である事を再認識しつつ、「ずばら」な講師が整理整頓について説明するのである。

整理整頓とは

ここで言葉の意味を再確認する。

【整理】必要な物と不要な物を区別し、不要な物は処分すること。

【整頓】必要な物がすぐに取り出せるように、置き場所・置き方・並べ方を決め、使いやすく・分かりやすく、整えておくこと。

日常において「整理整頓」と1つの言葉として捉えがちだが、「整理」と「整頓」なのである。しかも、各々に意味があり、「いらないものを捨てて、ものを整える」ことが出来てはじめて「整理整頓」なのである。

皆さんの職場では如何だろうか。

「整理整頓が出来ていない工場に、素晴らしい職人はいない」フォード社創業者：ヘンリー・フォードの言葉である。

では、整理・整頓が出来ていないと、どのようなデメリット【⇔メリット】があるのか。

- ①不安全要素が存在し事故の原因となる【⇔安全に作業が出来るようになる】
- ②仕事の効率が悪くなる／スピードが遅い【⇔効率が無理なく向上する】
- ③無駄なお金を使う（経費増大）【⇔無駄な部品・備品等を購入しなくても済む】
- ④良い発想や仕事が出来ず、お客様からの印象が悪い【⇔心に余裕ができ、お客様からの印象も良くなる】

不安全な環境下であることは勿論だが、「作業効率の低下」「経費増大」と負のスパイラルに陥ることは、意外と認識していない場合が多い。自分自身に当てはめてみれば一目瞭然である。資料や道具を探す余計な時間、道具を見つけられず再購入するお金…自己嫌悪である。皆さんも身に覚えがあるかと思う。

整理・整頓が苦手な人（自分も含む）は、整理整頓しなくとも処理できる程度の仕事しかしていない。

裏を返せば、もっと仕事の効率／スピードが上がるはず…言葉で書く（言う）のは簡単だが。

「まずは机中の古い資料の処分から始めよう」

誌上をお借りして決意するのである。

——つばい まさひろ

日本キャタピラー合同会社 販売促進部 地区支援課 課長——

部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) 活動報告 (平成 29 年～平成 30 年 1 月)

標準部会

当協会（一般社団法人日本建設機械施工協会）は、工業標準化法に基づいて経済産業省に設置された審議会である日本工業標準調査会（JISC）の委任のもとに「建設機械分野」に関する国際標準化機構 ISO の三つの専門委員会 TC について、国内審議団体として、標準部会の下に国内対応委員会を組織して、当該分野における ISO の国際標準化について審議検討させていただいているが、このうち ISO/TC 127 (Earth-moving machinery, 土工機械) の平成 29 年 1 月から平成 30 年 1 月に至る活動について報告する。

この TC 127 には傘下に SC 1 安全・性能性試験方法、SC 2 安全性・人間工学・通則、SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全、SC 4 用語・商用名称・分類・格付けの四つの分科委員会 SC が設定されていて、大部分の規格は SC で審議されている。

日本としては、国際委員会の P（積極参加）メンバーとして ISO 規格作成に参画するだけでなく、傘下の分科委員会 TC 127/SC 3 については、出浦氏が国際議長職を務め平成 29 年の広島国際会議を運営したが、同氏のコマツ環境管理部長就任に伴い同社正田氏を後任に指名して親 TC 127 での委員会内投票で承認され、引き続き日本として国際議長職を担当している。また、幹事国業務を実施して国際分科委員会を運営し、SC 3 での円滑な規格審議・作成・促進を図っている。更に、ISO 15143 シリーズ（施工現場情報交換）にデータ項目の定義などを追加する拡張のための MA（メンテナンス機関）を幹事国として運営することとなっているなど、ISO の国際委員会の運営面でも国際貢献を諮っている。

特に、昨年平成 29 年には、21 年ぶりに ISO/TC 127 の総会を招請し、広島国際会議場で付帯会議も含めると 6 月 11 日から 16 日まで 14 カ国及び ISO 中央事務局から延べ 78 名（随行者なども含めると延べ 84 名）が出席して開催、各案件について各国意見を調整するなどしている。

これに加えて、国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 4 (ISO 15818 つり上げ及び固縛箇所、コベルコ建機植田氏がコンビナー（主査）兼担当プロジェクトリーダー PL)、TC 127/SC 3/WG 5 (ISO 15143 施工現

場情報交換、コマツ山本氏と米国 Deere 社 Montgomery 氏との共同コンビナー)、TC 127/SC 4/WG 3 (締固め機械用語及び仕様項目 ISO 8811 改正)、TC 127/SC 1/WG 13 (危険検知装置及び視覚補助 ISO 16001 改正、コマツ間宮氏がコンビナー（主査）兼担当 PL)、TC 127/SC 2/WG 28 (ISO 21815 衝突認知及び回避、コマツ岡氏がコンビナー（主査）、同社石見氏が第 1 部の担当 PL) で規格作成に取り組んでいる。

これに伴い、前記広島での TC 総会のほかに、傘下の WG 国際会議についても、平成 29 年 6 月及び平成 30 年 1 月に東京で、国際作業グループ会議をホストとして運営している。

なお、建設機械には、トンネル・鉱山など坑内で使用されるものもあるが、ISO/TC 82 (鉱業) が、どちらかという建設機械・鉱山機械メーカ主導で再開され、TC 127 及び TC 195 とともに連携関係にあり、坑内で使用する機械などの ISO 規格制定が進行しているので、どのような対応が可能か、検討を図っているところである。

1. 現在審議中の規格及び平成 29 年に改正又は制定発行された規格（付記：規格名称で、EMM は Earth-moving machinery の略）

1) ISO/WD 3449 (現行版=JIS A 8920) EMM—Falling-object protective structures—Laboratory tests and performance requirements 土工機械—落下物保護構造—台上試験及び性能要求事項：当初各機種の落下物保護構造 FOPS の規格 ISO 3449 と油圧ショベルの OPG 運転員の保護ガードの規格 ISO 10262 との統合を図る改正として提案されていたが事情によって一旦取り下げとし、イタリア国 IMAMOTER（農業機械建設機械研究所）の Bonano 博士をコンビナーとする特設グループで転倒時保護構造 ROPS 及びたわみ限界領域 DLV 含め保護構造の各規格の整合を検討することとなっていたが同博士の内部異動によって継続困難となり、平成 29 年の広島総会で斗山ボブキャット社の米国 Neva 氏を後任として再開することとされ、各国専門家を再度招集することとなっているが今のところ進展がない。

2) ISO 5006 (従来版=JIS A 8311) EMM—Operator's field of view—Test method and performance criteria **土工機械—運転員の視野—試験方法及び性能基準**：土工機械の視界性についての規格で、土工機械では視界性の改善をはかる必要性が高いとして前回 2006 年版発行時点から改正を TC 127/SC 1/WG 5 で検討してきたが、その後、欧州での人身事故に際して機械の視界性に問題があるとして、EU 機械（安全）指令に対応する土工機械に関する欧州整合化規格 EN 474 の ISO 5006 引用箇所が、EU 機械指令の附属書 I に規定する必須の安全衛生要求に不適合との判断がされて EU 官報にその旨の警告が公示され欧州で政治問題化したため、その決定の撤回を求めるために ISO 5006 を急ぎ改正することとなり、当該 WG も一時はフランス労働・雇用・労使対話省の労働総局 DGT 及びフランス国立安全研究所 INRS（ちなみに INRS の主要施設はナンシー市にあるが、パリ市にも（管理本部的な）施設があり、今回改正の大筋が決まった 2015 年 9 月末の同所での会合に出席のコベルコ建機及びコマツの専門家の方は、近傍のバタ克蘭・カフェで各国専門家とともにランチを会食とのことであるが、その際に、フランスの専門家から建物の通りに面するのはカフェだが奥側は劇場と教えられたのが、その約 1 ヶ月半後のパリ同時多発テロ事件で最大の死傷者の発生したバタ克蘭劇場とのことである）などで開催されるなどし、日本に不都合な方向とならないよう WG にも参画を図り、日本の小旋回形ショベルに多い機械後方の補助ミラーが適正に評価されない点に不満はあるものの、前記の如く政治問題化している事情もあって担当の SC 1/WG 5 コンビナー（主査）兼 PL（担当）で親 TC 国際議長のキャタピラー社 Crowell 氏ですら「ここでは我々（製造業側）は（欧州の規制当局主体の多数派に対して）少数派である」とロネビーでの TC 総会で発言するなどの状況から、欧州市場での機械展開のためには欧州側主導の改正はやむを得ないと判断せざるを得ず、また、平成 29 年 4 月に改正版発行後も、油圧ショベル右側の鏡などの評価の際の作業機の動作についての表記が適切かとの問題があったが、これも平成 29 年 6 月の広島国際会議でやはり欧州規制当局側の方針に沿った訂正を実施することに同意せざるをえないこととなって、7 月に訂正版発行に至っている。また、今後もある程度時間をかけて全般的な改善を図ることとなっていて、従来、油圧ショベルだけは前方に対して 270° 以内の補助ミラーを視覚補助用として評価されていたものが、他機種同様機械前方 180° 以内とする方向の動きがあるなど予断を許

さない状況であり、そのため、WG 会議にも継続的に参画している。

3) ISO/CD 5010.2 (現行版=JIS A 8314) EMM—Rubber-tyred machines—Steering requirements **土工機械—ゴムタイヤ式機械—かじ取り装置要求事項**：かじ取り装置に対する要求事項及び試験方法を規定する ISO 5010 は、従来、ゴムタイヤ式だけ対象だったが、鉄輪ローラも対象に含め、また、従来対象外の 20 km/h 以下も対象として、改正作業を開始していた。日本としては、マカダムローラなどの複ハンドル式かじ取り、また、車体屈折用シリンダが 1 本だけのミニローダではかじ取り操作に対する機械のかじ取りの操作に対する反応を左折と右折で完全に同一とすることが困難な点の反映を求める必要があることから、SC 2/WG 21 に参画して意見主張を図ってきている。なお、コンビナー兼 PL のダイナパック社 Samuelsson 氏が社内異動により退任、いったん幹事のスウェーデン規格協会 Leufstadius 氏が WG を取り仕切って各国意見を調整し、第 2 回 CD 投票に進め、広島国際会議でディーア社の米国 Kittle 氏を後任として人選、第 2 次 CD 投票には反対は無かったが、各国から多数の意見が提出され、平成 30 年 1 月 31 日～2 月 1 日のロンドン BSI (英国規格協会) での SC 2/WG 21 国際 WG 会議で調整することとして日本からは工藤氏（コマツ）が出席した。

4) ISO 6405-1 (従来版=JIS A 8310-1) 並びに ISO 6405-2 (従来版=JIS A 8310-2) EMM—Symbols for operator controls and other displays - Part 1: Common symbols 並びに Part 2: Specific symbols for machines, equipment and accessories **土工機械—操縦装置及び表示用識別記号—第 1 部：共通識別記号 並びに 第 2 部：特定機種、作業装置及び附属品識別記号**：操縦装置や機器の表示に用いる絵文字シンボルで機種共通のものを規定する第 1 部並びに特定の機種・装置に関する第 2 部について、GNSS, Wifi など多くの図記号追加、様式を最新の規定に基づくものにするなどの改正で、平成 29 年 2 月に発行された。なお、更に図記号制定の要望があるが、図記号を分野横断的に扱う ISO 7000 に未登録の案件は、改正版発行後に取り組むこととなっていたので、広島総会翌日平成 29 年 6 月 16 日の WG 会議で検討し、今後、ISO 7000 登録へ向けて作業を進めることとして検討中である。

5) ISO/CD 6750-1 (現行版=JIS A 8334) EMM—Operator's manual—Content and format **土工機械—運転取扱説明書—内容及び様式**：運転取扱説明書の内容などに関するスウェーデン提案の改正案で、ISO/TC 127/SC 3/

WG 13 で検討、数回開催された WG には日本からも参画、CD 6750-1 は承認されたが、一部反対もあり、賛成大多数には達していないので、平成 29 年 1 月 26 日、27 日にフランクフルト・アム・マイン市の VDMA ドイツ機械工業連盟で SC 3/WG 13 国際 WG 会議で意見調整して第 2 次 CD 投票に進め、これに対しては案文の不備が多々あるとして日本などは反対したが各国投票の結果承認され、平成 30 年 1 月 29 日、30 日にロンドンの BSI 英国規格協会では WG 会合を開催して投票時の各国意見を調整した。また、取扱説明書を参照する規格のリストを記述する第 2 部を技術報告書 ISO/TR として作成することが、ISO/TC 127/SC 3 で承認されている。

6) ISO/AWI 7096 (現行版=JIS A 8304) EMM—Laboratory evaluation of operator seat vibration 土工機械—運転員の座席の振動評価試験：(各種の機械について、運転員の座席の振動伝達特性に関するベンチ試験方法及び許容基準を規定する規格の EU フィジカルエージェント (人体振動) 指令改正に伴う? 改正案) 座席メーカーの Grammer 社の Stahl 氏が当該作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 23 のコンビナー (主査) に就任、日本の母機メーカーの多くは参画の利益が見込めないとして 1 社しかデータを提出しておらず、平成 29 年 1 月 23 日にはフランクフルトで WG 開催 (日本からは WebEx で参加)、一部機種については入力パワースペクトル密度を (機械の大形化を反映して) 低周波数側に尖頭をずらす方向となっているが、その後、いったん 9 月に予定された WG 会議も開催されておらず停滞している。なお、データの提出先は、秘匿性を考慮して、前記座席メーカーのコンビナーではなく、中立機関である IFA (ドイツ法的損害保険 DGUV の労働安全研究機関) の研究者 Rissler 博士宛となっている。

7) ISO 7131: 2009/ Amd 1: 平成 29 (以前の版=JIS A 8421-1) EMM—Loaders—Terminology and commercial specifications AMENDMENT 1 土工機械—ローダー用語及び仕様項目 (追補 1) : ISO 7131 に履带式スキッドステアなどの用語を追加する追補で、特段の問題なく日本含む各国賛成で承認され、平成 29 年 8 月に追補発行された。

8) ISO 7132:2003/DAMD 1 (現行版=JIS A 8422-1) EMM—Dumpers—Terminology and commercial specifications 土工機械—ダンパー用語及び仕様項目 (追補 1) : 日本担当 (日立建機 高山 氏) で、ダンパ (重ダンプトラック及び不整地運搬車) の用語及び仕様項目の規格 ISO 7132 に不整地運搬車の図の修正などの追補案、DAM は満票で承認されたので、今後、直接

発行と思われるが、現時点では幹事国のイタリアからの連絡待ちである。

9) ISO 7135:2009/DAMd 1 (以前の版≈JIS A 8403-1) EMM—Hydraulic excavators—Terminology and commercial specifications 土工機械—油圧ショベル—用語及び仕様項目 (追補) : 日本担当 (日立建機 高山 氏) で、油圧ショベルの用語及び仕様項目の規格 ISO 7135 に日本のミニ～小形油圧ショベルに多い (ミニでは大半) 後方超小旋回形の定義追加であるが、各国の十分な理解を得られず、いったん取り下げた後、2015 年 9 月の TC 127 ラハイナ総会で再開の方向で説明、その後、新業務提案承認されて、CD 段階から再開、DIS 投票の結果承認されたが、一部意見を反映して FDAM 案文を幹事国のイタリアに提出すべく準備中である。

10) ISO 8643 (旧版=JIS A 8321) EMM—Hydraulic excavator and backhoe loader lowering control device—Requirements and tests 土工機械—油圧ショベル又はバックホウローダの降下制御装置—要求事項及び試験：油圧ショベルなどによる荷扱いの際に、万一油圧配管に損傷が生じた場合などでも作業機の急激な降下を防止するブーム降下制御装置の要求事項及び試験方法を、アームも対象とする改正で、当該 ISO/TC 127/SC 1/WG 10 (コンビナー兼 PL の Paolucci 博士は 2015 年に急逝された) で検討、国内的にはクレーン仕様のショベルが対象であるため、専門家を派遣して、日本に不都合な方向とならないよう参画を図り、最終的に 2016 年 12 月 18 日期限で FDIS 投票に付され、日本は一部問題ありとして反対も、賛成大多数で承認され、平成 29 年 2 月に改正版発行された。

11) ISO/DIS 10968 (現行版≈JIS A 8919) EMM—Operator's controls 土工機械—操縦装置：運転員の搭乗する機械の主要操縦装置の要求事項を規定する ISO 10968 に対して、スウェーデンのアタッチメントメーカーの希望によるチルトロータータ操作追加などの改正提案で、ISO/TC 127/SC 2/WG 26 にて検討、日本としてもショベルのブームスイング、オフセット操作作用横置きペダルなどの反映を提案、DIS に進められたが、日本としては、各種操作装置の定義が十分明確とされていない点、特に機械の操縦以外に用いられる操作装置を適用範囲外とすべき点、ジョイスティック式レバー上部のノブの指操作の考慮、ローラの複式かじ取り操舵輪の考慮その他の各種事項について意見を付して反対投票したが、各国投票の結果承認され、平成 30 年 2 月 13 日、14 日に SC 2/WG 26 国際 WG 会議をロンドンの英国規格協会 BSI で開催して調整することとなっ

ている。

12) ISO 10987-2 及び ISO 10987-3, EMM—Sustainability—Part 2: Remanufacturing 土工機械—持続可能性—第2部：中古品再生及び Part 3: Used machines 第3部：中古機械：第2部は、中古品再生に関する中国の標準化提案、日本としては従来から部品再生の枠を超えるものは反対で、FDIS投票に際しても、用語の定義などに懸念を示して反対も、各国の支持で平成29年8月に制定発行された。また、第3部は、中古機械に関する中国の標準化提案、日本としてはFDIS投票に際して各種規定への適合について（部品取り用の取引もありうるから）必ずしも現実的でないとして反対も、米国（日本と類似意見）を除く各国の支持で平成29年8月に制定発行された。

13) ISO/WD 12509, EMM—Lighting, signalling and marking lights, and reflex-reflector devices 土工機械—照明、信号、車幅などの灯火及び反射器：（路上及び路外で必要となる灯火類の取付及び性能要求事項を規定）する規格に対して点滅灯など考慮の改正提案、国内法令との齟齬を回避のため、（一社）日本産業車両協会の意見も求め対応してきたが、PL兼コンビナーのTerex社Merfeld氏が社内異動で退任、ISO/TC 127/SC 3委員会内投票で後任に米国Vermeere社Uhrich氏を選任、平成29年5月に米国アイオワ州ダビューク市のDeere社施設でSC 3/WG 11会議を開催、なお、広島国際会議では、テレハンドラーなどを扱うTC 110/SC 4に共同作業の継続に関して意向を確認し、参画意向なので今後その方向で進めることとなった。

14) ISO 12511:1997/AWi Amd 1（現行版≈JIS A 8111）EMM - Hour meters 土工機械—アワメータ：アワメータの表示の信頼性確保のため、取り外し不可などを求めるイランからの提案で、日本としては技術的困難を指摘して反対も各国支持により承認、米国Crowell氏をコンビナー、PLはイランのMohajerdoost氏としてISO/TC 127/SC 3/WG 14設立し、広島国際会議にはMohajerdoost氏はビザの手配が間に合わず欠席したが、各国意見を考慮して修正案文を提出したので、今後検討することとなっているものの、今のところ進展なし。

15) ISO/AWi 13649, EMM—Fire prevention 土工機械—火災予防：当初は土工機械の火災に対する消火装置などについての標準化提案だったが、いったん取り下げてSC 2/WG 15で検討、日本は参加を見送っていたが、新業務提案承認され、Deere社West氏をPL兼ISO/TC 127/SC 2/WG 15コンビナーとして機械

の火災予防に関して検討することとなったので、今のところ動きが無いものの、今後、どの程度対応するか要検討である。

16) ISO 13766-1 及び ISO 13766-2, EMM—Electromagnetic compatibility—Part 1: Functional EMC requirements under typical EMC environmental conditions 土工機械—電磁両立性—第1部：典型的な電磁両立性環境における電磁両立性機能要求事項及び Part 2: EMC requirements under the aspect of functional safety 機能安全の見地からの電磁両立性要求事項（現行版ISO 13766, EMM—Electromagnetic compatibility = JIS A 8316 土工機械—電磁両立性）：機械の発生する電磁波の外部環境への影響と、外部環境内の電磁波に対する機械の耐性（イミュニティ）を規定するISO 13766の改正で、イミュニティ要求レベルがCENのEN 13309（自動車同様レベル）とISO 13766（より高い要求レベル）とでは不整合なのをSC 2/WG 16で調整、周波数帯域の拡大、電界強度の妥当性など、日本としての懸念を指摘する方向で、当該ISO/TC 127/SC 2/WG 16に専門家を派遣して、日本に不都合な方向とならないよう参画を図ったが、FDIS投票の結果、第1部、第2部とも承認された。今回改正では、イミュニティ試験の周波数帯域が拡大され、高周波帯域では、それより低周波側では認められていたBCI法など代替方法が認められず、RF法などで実施する必要がある、オープンサイトで実施するのは電波法に抵触し、屋内試験とすると、国内では大形の建設機械の試験可能な電波暗室のあるのは一社だけという問題があるため、国内の既存の公的な電波暗室を利用可能なように改造できないか、或いは電波法の適用除外の特区申請を行ってオープンサイトで実施できないかなど、対応について検討を行っているところである。なお、FDIS承認済みではあるものの、欧州の電磁両立性指令に対応する欧州整合化規格としての発行には問題があって改正版の発行は遅れ、未発行であったが、問題解決したもようで近日中に発行見込みである。

17) ISO 14397-1:2007/CD Amd 1（以前の版のDIS = JIS A 8421-5）EMM—Loaders and backhoe loaders—Part 1: Calculation of rated operating capacity and test method for verifying calculated tipping load 土工機械—ローダ及びバックホウローダ—第1部：定格積載質量の計算及び転倒荷重計算値の検証試験方法（追補1）：ローダの定格積載質量を決定するための必要条件並びにその計算方法及び計算を実証するための試験手順を規定する規格の安定度に関する基準にスキッドステアローダに関する基準を追加するなどの追補提

案で、CD 投票の結果、反対なく、今後、各国意見を考慮して DAM 投票に進むものと思われる。

18) ISO/AWI 15143-4, EMM and mobile road construction machinery—Worksite data exchange—Part 4: Worksite topographical data **土工機械及び走行式道路工事機械—第 4 部：施工現場地形データ**：もともと日本主導で情報化施工や機械管理データ交換のためのデータの定義を標準化したのであるが、その後、情報化施工などで必要となるデータ項目を追加することとなっていたのを、国内事情もあって滞っていたところ、米国が RTK-GNSS などから得られる地形データによる情報化施工に関して、ファイル形式など、より実装に近い部分までの標準化を第 4 部として提案、従来、メーカ各社がそれぞれ施工データのネットを通じての配信に取り組んでいる方向なのに対して、この米国提案ではオープンシステムで扱う方向で、ISO/TS 技術仕様書として早急な発行を目指すこととなっており、新業務提案承認されたので、日本は山本氏（コマツ）、提案元の米国は Montgomery 氏（Deere 社）が共同コンビナー兼共同 PL として作業することとなり、平成 30 年 3 月 13 日～15 日に東京で SC 3/WG 5 国際 WG 会議開催して検討することとなっている。

19) ISO 15818, EMM—Lifting and tying-down attachment points—Performance requirements **土工機械—つり上げ及び固縛箇所—性能要求事項**：土工機械を輸送するために、機械をつり上げたり、機械を荷台に固縛するための機械側のアイの強度などを規定、参考として方法についても記述する規格案で、日本担当（何代かコンビナー兼 PL が交代したが、最終的にはコベルコ建機の植田氏が担当）、ドイツのチェーンメーカ・職業保険組合の要求で規定を安全側としてきたが、固縛に用いる器具の安全率の差異・トレーラの荷台形状の差異などの問題があるため、インフラ含め日米では対応に問題あり以前の FDIS は不承認、いったん DIS に戻して最終的に第 2 次 FDIS 投票で承認され平成 29 年 3 月に制定発行され、現在 JIS 化を準備中である。

20) ISO 16001（従来版＝JIS A 8338）EMM—Object detection systems and visual aids—Performance requirements and tests **土工機械—障害物検知装置及び視覚補助—性能要求事項及び試験**：土工機械では、作業装置などにより運転員の視野が阻害されることがあることから、安全対策として、超音波など危険検知装置及びカメラ・モニタシステムなど各種機器についての個別的な規定を標準化する規格であるが、カメラ・モニタシステムなどが普及するなどこの分野での技術進歩が急速に進んでいることなどを反映させるべく、

日本から ISO 16001 改正を提案、PL 兼 ISO/TC 127/SC 2/WG 25 のコンビナー（主査）兼 PL として当初はコマツ 出浦 氏を選任して検討開始し、その後、同社 間宮 氏を後任として選任、その間、画像処理による鳥瞰画像システム、移動体の画像認識による危険検知システム、フランス提案の複眼カメラを用いた形態認識技術による視覚的危険検知装置などを対象に含め、また、案件及び WG を SC 2 から SC 1 に移管し、最終的に FDIS 承認され、平成 29 年 11 月に改正版発行された。

21) ISO/AWI 16417-1, EMM—Hydraulic Breakers—Part 1: Terminology and commercial specifications **土工機械—油圧ブレーカー—第 1 部：用語及び仕様項目**：油圧ブレーカの用語並びに仕様項目及び関連した要求事項を規定するもので、PL は韓国、自動廃案を防ぐため、いったん取り下げて、ISO/TC 127/SC 4/WG 4（コンビナー：米国 Neva 氏）で Web 会議を通じて検討していたが、再度の新業務提案承認され、米国担当で再開することとなり、規格案名称も修正された。

22) ISO 17757, EMM and mining—Autonomous and semi-autonomous machine system safety **土工機械及び鉱山—自律式及び準自律式機械システムの安全**：鉱山など大規模現場などでの（遠隔操縦ではない）自律式機械の運用が増加していることから、自律式機械の安全に関する標準化を検討、鉱山での重ダンプトラックの自動運転などを主要対象として、日本も参画、現状の技術では、自動車の自動運転とは異なり、大形の重ダンプトラックなどを自動運転させる現場には他の人や車両などを立ち入りさせない前提であることもあって、機械の使用者を巻き込んだ検討となったため、機械を使用するシステム含む規格案となり、TC 82 鉱山との合同 ISO/TC 127/SC 2/WG 22 で検討、それに伴い規格案名称も修正、DIS 承認され、その際の各国意見を平成 29 年 2 月 27 日～28 日に米国サンディエゴで国際 WG 開催して検討、その結果に基づく FDIS 承認され、平成 29 年 9 月に制定発行された。しかし、この分野は、技術進歩が急速に進んでいることから、発行前から更に次の段階を検討する必要があるとして、平成 29 年 7 月 27 日及び 28 日にはブリスベンで、同年 10 月 19 日、20 日にはフランクフルト・アム・マインで、平成 30 年 1 月 25 日、26 日には東京で SC 2/WG 22 開催して検討を続けている。

23) ISO/DIS 18758-1 並びに ISO/DIS 18758-2, Mining and earth-moving machinery—Rock drill rigs and rock reinforcement rigs—Part 1: Terminology **鉱山及び土工機械—ロックドリルリグ及び岩盤補強エリグー—第 1**

部：用語並びに Part 2: Safety requirements 第2部：安全要求事項：ロックドリルリグに関する国際標準化で、DIS 承認され、今後 FDIS 乃至直接発行に向かうと思われるが、日本としての積極参加に制約がある状況である。

24) ISO/FDIS 19014-1 並びに ISO/AWI 19014-2 並びに ISO/FDIS 19014-3 並びに ISO/AWI 19014-4 並びに ISO/pWiTR 19014-5, EMM—Safety—Part 1: Methodology to determine safety-related parts of the control system and performance requirements 土工機械—安全—第1部：制御装置の安全関連部品の決定方法及び性能要求事項並びに Part 2: Design and Evaluation of Safety-Related Machine Control Systems 第2部：安全関連機械制御系の設計及び評価並びに Part 3: Environmental performance and test requirements of electronic and electrical components used in safety-related parts of the control system 第3部：制御系の安全関連部品に使用される電子及び電気構成部品の環境性能及び試験要求事項並びに Part 4: Design and evaluation of software and transmission for safety related parts of the control system 第4部：ソフトウェアの設計及び評価並びに制御系の安全関連部品への交信並びに第5部：各種のリスク評価に関する技術報告書:ISO 13849-1 (JIS B 9705-1) に基づき、(電子式以外も含む) 機械の制御系の安全関連部に関してリスク分析及びリスクの評価並びにパフォーマンスレベルの決定に関する標準化であるが、元になる ISO 13849-1 と IEC 61508 でリスクレベルの評価の差異の問題があり、パート制とすることが了承され、制御系の構成部品の環境性能及び試験要求事項に関する第3部は FDIS に進められたが、FDIS 19014-3 不承認で再調整中、全般的な性能要求事項などに関する第1部はいったん DIS 不承認であったが調整の結果 FDIS 19014-1 に進めることとなり、また、制御系の設計及び評価に関する第2部は、電子式を主体に検討していたが、油圧式なども適正に扱う必要があり、案文準備に時間を要するためいったん取り下げて再検討の上で再開となって再度の新業務提案承認され WD 19014-2 検討中であるが、日本としては油圧ショベルなどに関する油圧式機械制御について適切な扱いの文書化を担当すべきと考えられ、また、ソフトウェアに関する第4部を作成するため新業務投票承認して検討、また、新業務提案は今後となるが各種のリスク評価についての第5部を技術報告書として作成する方向など、膨大な内容のため、各国専門家が集中的に取り組んでいるものの、難航している状況である。

国際 WG 会議も、平成 29 年 1 月 30 日～2 月 3 日までドイツ国マンハイム市の Deere 社施設で第1部 DIS 19014-1 投票時各国意見・第2部に関連する各種のリスク評価に関する技術報告書作成を目指す第5部について検討、同年 3 月 27 日～31 日の米国ペオリア市 (Caterpillar 社本拠地であるが同社施設ではなくホテル) での SC 2.WG 24 会議では ISO 19014 開発全般・第1部の各国意見検討の続き・CD 19014-2 第2部検討及び機械式及び油圧式制御系を第2部から分離の可能性含む検討・第5部の検討、同年 5 月 9 日～11 日のストックホルム市のスウェーデン規格協会 SIS での会議では第5部についてホイールローダのリスク評価に関して検討、同年 6 月 5 日～9 日の東京 (機械振興会館) での会議では同じくショベル系掘削機のリスク評価に関して検討、同年 7 月 11 日～13 日のパリ市 FICIME (電子・機械関連業界団体と思われる) での会議では第2部などに関して引き続き検討、同年 9 月 4 日～8 日のロンドンの英国規格協会 BSI での会合では第1部 DIS 19014-1 の各国意見対応・第4部 Awi 19014-4 の各国意見対応その他を検討、同年 11 月 6 日～9 日のマイアミ近郊ドル市の Deere 社施設での会議では、第5部についてバックホウローダのリスク評価・第2部 (電子制御主体に検討しているが、機械式及び油圧式機械制御の扱いが依然として問題である) を検討、平成 30 年 1 月 15 日～18 日のメルボルン近郊の Caterpillar 社施設での会合では第5部についてダンパ (重ダンプトラック) のリスク評価について検討している。

なお、日本からは、これまで専門家のコマツ田中 (昌也) 氏が一貫して出席してきたが、平成 29 年のロンドンでの会合以降は日立建機石井氏も出席、東京での WG 会合では国内専門家が多数出席、平成 30 年 1 月 15 日～のメルボルン近郊での SC 2/WG 24 会議には、石井氏のほかダンプトラックの専門家及び正田委員長が出席して日本意見の反映を図っているところである。

また、規格名称の主要部については、適切な名称を投票に付すこととなっている。

25) ISO 19296, Mining—Mobile machines working underground—Machine Safety 鉱山機械—坑内走行機械—機械安全：鉱山及びトンネルなど地下で走行作業するロードホウルダンプ、坑内用ダンプなどの坑内走行機械の安全規格で ISO/TC 82 (鉱山) で検討、日本で手がけているロードホウルダンプ、坑内用ダンプなどが関係するほか、重ダンプトラック、ローダなどを坑内・トンネルで使用する場合も対象に含まれる可能性があるが、FDIS 承認され、近日中に発行見込み

である。途中から、TC 82 専管となったので、資源・素材学会に協力して対応しているものの、O-メンバのため、意見提出、専門家の追加指名などに制約があった。

26) ISO 20474-1 及び ISO 20474-2 ~ -13 (一部は JIS A 8340 規格群に対応) Earth-moving machinery—Safety—Part 1: General requirements 土工機械—安全—第 1 部：一般要求事項及び Part 2: Requirements for dozers 第 2 部：ブルドーザの要求事項及び Part 3: Requirements for loaders 第 3 部：ローダの要求事項及び Part 4: Requirements for backhoe loaders 第 4 部：バックホウローダの要求事項及び Part 5: Requirements for hydraulic excavators 第 5 部：油圧ショベルの要求事項及び Part 6: Requirements for dumpers 第 6 部：ダンパ (重ダンプトラック及び不整地運搬車) の要求事項及び Part 7: Requirements for scrapers スクレーパの要求事項及び Part 8: Requirements for graders グレーダの要求事項及び Part 9: Requirements for pipelayers パイプレーヤの要求事項及び Part 10: Requirements for trenchers トレンチャの要求事項及び Part 11: Requirements for landfill compactors ランドフィルコンパクタの要求事項及び Part 12: Requirements for cable excavators 機械式ショベルの要求事項及び Part 13: Requirements for rollers ローラの要求事項：もともと EU 機械指令に対応する欧州整合化規格 EN 474 規格群に基づいて ISO 化されたもので、第 1 部では土工機械共通の安全要求事項を規定し、第 2 部～第 13 部では機種別の安全要求事項を規定するものであるが、EU 機械指令の最新版との整合を目指し、また、各国規制との不整合を避ける表記とする方向で改正作業が行われ、日本としても国際 ISO/TC 127/SC 2/WG 9 に参画、FDIS 承認され平成 29 年 7 月に ISO 20474-1 ~ -13 改正版発行済みとなったが、各国規制との不整合を避ける表記は削除となったので、それによって対応を見直す必要が出ている。

27) ISO/DIS 20474-15, EMM—Safety—Part 15: Requirements for compact tool carrier 土工機械—安全—第 15 部：コンパクトツールキャリアの要求事項：コンパクトツールキャリア (立ち乗り式又はハンドガイド式でローダバケットのほか各種アタッチメントを装着可能なミニ機械) の安全要求事項であるが、日本には少ないため、投票棄権せざるを得なかった。

28) ISO/AWI 21815, EMM—Collision awareness and avoidance 土工機械—衝突気付き及び回避：自動車分野では自動ブレーキ装置の普及が進んでいることもあり、海外大手鉱山会社主体の重機安全関係者の集まりである EMESRT の要請により、土工機械の衝突回避

の標準化に関して、日本担当 (コマツ 岡 博士がコンビナー) で検討開始、現在、第 1 部：性能要求事項及び試験 は、日本担当 (コマツ 石見 氏、今後は鈴木氏に引継ぎ予定)、第 2 部：交信インターフェース は、オーストラリア担当 (Doran 博士)、第 3 部：露天掘り鉱山で使用する機械の性能要求事項 は、米国担当 (Roley 博士) で作成することとし、平成 29 年 3 月 1 日～3 日に米国サンディエゴで、同年 7 月 24 日～26 日にオーストラリア国ブリスベンで、同年 10 月 16 日～18 日にドイツ国フランクフルト・アム・マイン市で、平成 30 年 1 月 22 日～24 日には東京で SC 2/JWG 28 国際 WG 開催して検討を進めている。ただし、現時点では、鉱山関係の重ダンプトラック用のシステムに関する技術及び海外での規制が進展していることから、第 3 部を先行して検討すべきとの意見が海外勢から出ており、他方、国内でも、建設工事などで使用する土工機械に対する機能限定的な衝突回避システムが商品化されていることから、どのように対応すべきかという問題が生じている状況である。

29) ISO/NP 24410, EMM—Coupling of attachments to skid steer loaders 土工機械—スキッドステアローダーアタッチメントブラケット：スキッドステアローダーのアタッチメントを容易に交換可能なようにする取り付け部の標準化で、従来からメス側を標準化していたが、今回改正提案ではオス側の標準化を目論んでいるので、国内のスキッドステアローダー関係者の関与を求めていく方向である。

30) ISO/pWi 8811, EMM—Rollers and compactors—Terminology and commercial specifications 土工機械—締固め機械—用語及び仕様項目：日本担当、DIS 二次案文作成に時間を要しいったんキャンセル、日本のメーカーの履帯 (駆動) 式ローラ、振動タイヤローラ、海外メーカーの多角形ローラなどの形式追加を図っており、再開の方向で検討中

31) ISO/pWi 11152, EMM—Energy use test method 土工機械—エネルギー消費試験方法：日本は JCMAS H 020 ~ 022 でエネルギー消費試験方法を標準化していることから、JCMAS に基づいて英文化をはかるなどして担当の米国に協力しているが、米国側では長期にわたり進展無く、日本への担当移管を米国から申し出も、日本側も以前 JCMAS ご担当の方が代替わりとなっているため人選に苦慮しているところである。

2. 海外国際会議への出席及び日本での国際会議開催：平成 29 年～平成 30 年 1 月にかけて、次の ISO/TC 127 国際会議が開催され、日本からの出席のあったも

のについて次に示す。なお、ここでは記述していないが、WebExによって参画している場合もある。

- 1) ISO/TC 127/SC 3/WG 13 (ISO 6750 運転取扱説明書 改正)：平成 29 年 1 月 26 日、27 日、ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市にて、コマツ木谷氏が出席
- 2) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 1 月 30 日～31 日、ドイツ国マンハイム市（ディーア社施設）にて、コマツ田中氏が出席
- 3) ISO/TC 127/SC 2/WG 26 (ISO 10968 操縦装置 改正)：平成 29 年 2 月 6 日～7 日、ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市にて、コマツ間宮氏が出席
- 4) ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 自律式機械の安全)：平成 29 年 2 月 27 日～28 日、米国サンディエゴ市にて、コマツ岡博士、石見氏、大場氏、竹田氏出席
- 5) ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 (ISO21815 衝突気付き及び回避)：平成 29 年 3 月 1 日～3 日、米国サンディエゴ市にて、コンビナーの岡博士、石見氏、竹田氏（いずれもコマツ）及び協会小倉次長が出席
- 6) ISO/TC 127/SC 1/WG 5 (ISO 5006 運転員の視野長期的改正)：平成 29 年 3 月 9 日、10 日、米国ラスベガス市にて、コマツ新宅氏、キャタピラー石田氏、コベルコ建機大本氏が出席
- 7) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 3 月 27 日～31 日、米国ペオリア市にて開催、コマツ田中氏が出席
- 8) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 5 月 9 日～11 日、スウェーデン王国ストックホルム市にて開催、コマツ田中氏が出席
- 9) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全) 東京国際会議：平成 29 年 6 月 5 日～9 日、東京にて、海外から 4 名、日本から延べ 12 名出席して、油圧ショベルのリスクアセスメントについて検討した。
- 10) ISO/TC 127 広島総会：ISO/TC 127/CAG（議長諮問グループ）、TC 127（親 TC 127 専門委員会）総会、SC 1～SC 4 分科委員会各国際会議、TC 127/SC 3/WG 12（図記号）国際会議：平成 29 年 6 月 11 日～16 日、日本国広島市にて開催、日本からは延べ 29 名出席、海外からは 14 カ国及び ISO 中央事務局から随

行者含め延べ 55 名出席

- 11) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 7 月 11 日～13 日、フランス国パリ市にて開催、コマツ田中氏が出席
- 12) ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 (ISO21815 衝突気付き及び回避)：平成 29 年 7 月 24 日～26 日、オーストラリア連邦ブリスベン市にて、コンビナーの岡博士、石見氏、大場氏（いずれもコマツ）及び日立建機石井氏、藤田氏、石本氏並びに協会西脇が出席
- 13) ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 自律式機械の安全)：平成 29 年 7 月 27 日～28 日、オーストラリア連邦ブリスベン市にて、コマツ岡博士、石見氏、大場氏及び日立建機石井氏、藤田氏、石本氏が出席
- 14) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 9 月 4 日～8 日、英国ロンドン市にて開催、コマツ田中氏及び日立建機石井氏が出席
- 15) ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 (ISO21815 衝突気付き及び回避)：平成 29 年 10 月 16 日～18 日、ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市にて開催、コンビナーの岡博士、石見氏、大場氏（いずれもコマツ）及び日立建機石井氏、藤田氏が出席 5 名出席
- 16) ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 自律式機械の安全)：平成 29 年 10 月 19 日～20 日、ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市にて開催、コマツ岡博士、石見氏、大場氏及び日立建機石井氏、藤田氏が出席
- 17) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 29 年 11 月 6 日～9 日、米国マイアミ近郊ドル市にて開催、コマツ田中氏及び日立建機石井氏が出席
- 18) ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 機械制御系の機能安全)：平成 30 年 1 月 15 日～17 日、メルボルン近郊で開催、正田委員長外日本から計 4 名出席
- 19) ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 (ISO21815 衝突気付き及び回避)：平成 30 年 1 月 22 日～24 日、東京で開催、コンビナーの岡博士はじめ日本から計延べ 17 名、海外から計延べ 12 名出席
- 20) ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (ISO 17757 自律式機械の安全)：平成 30 年 1 月 25 日～26 日、東京で開催、日本から計延べ 11 名、海外から計延べ 9 名出席

部 会 報 告

第 21 回 機電技術者意見交換会報告

建設業部会 機電技術者交流企画 WG

1. はじめに

当協会の業種別部会に属する建設業部会（建設業 54 社の会員会社で構成）は、会員相互の共通課題をテーマに取り上げ、事業活動を行っている。

これまで、時代の要求や業界の状況を反映し、様々な事業活動が実施されてきたが、特に建設の生産性向上と品質確保および環境保全といった業界普遍のテーマに取り組むための『人づくり』『場づくり』の企画は当部会の大きな柱となっている。

機電技術者意見交換会は、平成 9 年より昨年まで 20 回開催されてきているが、第 16 回（平成 24 年）からは、当部会の中に「機電技術者交流企画 WG」を設置し、開催意義を再検討するとともに、機電技術者のさらなる育成交流に資する活動として、討議テーマ、グループ編成、講演内容および PR 活動等の検討を行っている。

今年度は第 21 回目となり、昨年の反省を踏まえるとともに、新たな取組を盛り込み、開催された。（※詳細報告は協会ホームページ内：建設業部会の中に過去分を含め、報告書として掲載されているので確認していただきたい。）

2. 第 21 回機電技術者意見交換会

(1) 概 要

①機電技術者意見交換会参加者の選出基準

30～40 歳前後の機電技術者（グループ会社も含む）

②開催日時

平成 29 年 10 月 16 日（月）～17 日（火）

③場所

国立オリンピック記念青少年総合センター

④討議テーマ

「将来を見据え、生産性向上をはかるために機電技術者として何を開発するか」

⑤講演

演題：スマートインフラマネジメントシステム
『i-DREAMs』

講師：首都高速道路(株)保全交通部

保全企画課課長：永田佳文 様

⑥スケジュール

1 日目（10 月 16 日）

10：30～11：00 参加者受付

11：00～11：30 オリエンテーション

12：30～13：45 自己紹介（自己アピール PPT 使用）

14：00～15：30 グループ討議（班編成：工種）

15：30～17：00 グループ討議（班編成：平均年齢）

17：30～ 懇親会

2 日目（10 月 17 日）

8：30～ 9：30 グループ討議（班編成：同世代）

9：30～12：00 グループ討議（班編成：工種）
討議成果のまとめおよび発表準備

13：10～15：15 グループ討議成果発表会

15：30～16：15 講演

16：15～17：00 講評

17：00 閉会

(2) 参加者および班編成

参加者はゼネコン、海洋系、道路系、会員のグループ会社から 25 社 25 名であった。

班編成は、一昨年から実施している班編成メンバーを 2 回入れ替えるシャッフル方式が好評であったことから、それを継続実行した。工種別を基本班として、1 日目は平均年齢が各班同一となるような構成、2 日目は年齢が同世代となるような構成にシャッフルした。なお、いずれも工種が重ならないように配慮した。基本班の班編成を表 1 に示す。

表 1 班編成（基本班）

	班編成	人数	平均年齢
1 班	技術開発系	5	34
2 班	土木系	5	34
3 班	土木系	5	33
4 班	道路・土木系	5	33
5 班	海洋・建築系	5	34

(3) グループ討議および成果発表

「将来を見据え、生産性向上をはかるために機電技術者として何を開発するか」という討議テーマのもとに、前述の班編成で討議を行った（写真—1）。

各班とも建設業界で問題となっている「安全」「生産性向上」「担い手確保」をテーマに掲げ、ICT、AIを活用した解決策を討議していた。ドローンを使ったユニークなアイデアもあり、活発な討議が行われていた。各班の成果発表シートを図—1～5に示す。



写真—1 グループ討議

第21回機電技術者意見交換会

テーマ：「将来を見据え、生産性向上をはかるために、
機電技術者として何を開発するか」

成果発表 【第1班】

平成29年10月16日（月）～17日（火）

場所：（独）オリンピック記念青少年総合センター

主催：（一社）日本建設機械施工協会 建設業部会

第1班 討議メンバー

No	氏名	所属会社	所属部署
1	早川佳吾	オリエンタル白石㈱	本社技術本部技術部機電チーム
2	井上大輔	東急建設㈱	技術研究所メカトログループ
3	上原広行	㈱フジタ	建設本部土木エンジニアリングセンター機械部
4	桑田直人	鹿島道路㈱	生産技術本部ICT施工推進室
5	西田吉宏	鹿島建設㈱	機械部技術1グループ

1班で設定したテーマ 安全×生産性向上

||

工事を止めない 人命を大切に

現場の危険項目

問題点	解決策
崩落	切羽周辺の無人化
接触	自動運転
巻き込まれ	センサによる機械停止
酸欠	センサによる自動通報
熱中症	空調服、バイタルセンシング、日傘ドローン
転落・墜落	ドローンで親綱張り、点検、墜落防止ネット
転倒	カウンターウェイトの自動制御
物損	吊り荷の振れ制御
感電	クレーンのワイヤー絶縁

熱中症対策：日傘ドローン 個人用



危ない？
→ プロベラガード

熱中症対策：日傘ドローン

風にあおられる？
→ 網にする



図—1a 成果発表（1班）

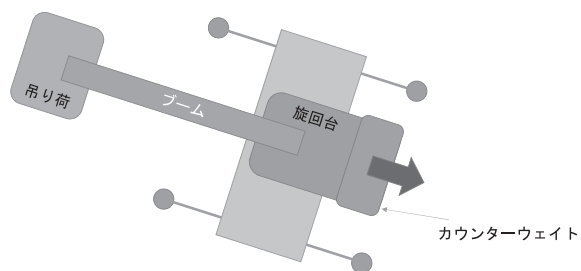
墜落対策：ドローンで親綱



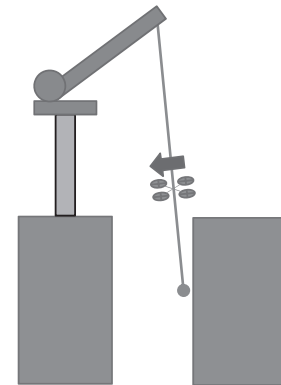
墜落対策：ドローン水平ネット



クレーン転倒対策：ウェイトが移動



荷ぶれによる物損対策：ドローン？



まとめと課題

- 安全対策と作業効率のバランス
 - 安全装置を無効化してしまう
 - ✓ 無効化できないようにする
 - ✓ 無効化を通報
- 費用対効果
 - 国からの補助を期待

安全第一

最後に

安全への投資は、1社だけでは
やりきれません

協会のご支援をお願いします！

第21回機電技術者意見交換会

テーマ:「将来を見据え、生産向上をはかるために、
機電技術者として何を開発するか」

成果発表

【第2班】

平成29年10月16日(月)～17日(火)
場所: (独)オリンピック記念青少年総合センター
主催: (一社)日本建設機械施工協会 建設業部会

第2班 討議メンバー

氏名	所属	所属	所属
1 千野 雅紀	株式会社 橋安・間	土木事業本部 先端技術開発室	
2 中村 亮太	佐藤工業株式会社	九州幹線平山第1トンネル作業所	
3 古川 瞬	大豊建設株式会社	中央機材センター 機電部	
4 鈴木 幸英	西松建設株式会社	関東土木支社南巨摩出張所	
5 平田 健	新潟池組	機材センター 機電課	

土木系
シールド・トンネル

自己紹介でのテーマについて話したい内容

- 手軽にできる配線
 - データ通信の無線化
 - トラブルの見える化
 - 中央での監視
- 建設機械の耐久性向上、修理のしやすさ
 - ニューマチックケーソン(圧気環境)
 - 交換を前提とするなら計画の段階
 - 強固にして巨大化すると作業場に下ろせない
 - 建設機械のAI化(異常箇所の自動検知)
 - 壊れにくい、修理しやすい建設機械
 - 機械に負荷をかけない構造・システム(出力の制限・制御)
 - 遠隔操作の負荷感覚のオペへの伝達
 - 自動化施工に対応した人材育成

自己紹介でのテーマについて話したい内容

- 高所作業のない現場
 - 構造物のPC化
- 重機の自動化
 - 吹き付けの自動化(数値管理、施工と材料管理、AIとの連携)
- 作業員の負担減
 - AIの利用、遠隔操作、自動化、耐久性向上

テーマ:「将来を見据え、生産向上をはかるために、 機電技術者として何を開発するか」

- 問題点
 - 熟練者数の減少
 - 品質の低下
 - 若手人材の育成不足
 - 若手の経験不足
 - 経験不足による事故の増加
 - 機械・材料の破損・故障
 - 機械作業の効率の低下

人が少なくなる中で同じ品質を保つ

- 人力部分を補助する機械(パワードスーツなど)
- 経験をデータ化して機械に教える
- 誰でもできる施工方法
- 仕様・材料の標準化
- 現場での作業を少なくする

↓

経験不足を補う機械・システム

経験不足を補う機械・システムの開発

- 操作を補助する重機の自動化
 - ドリルジャンボのロッドのトルク管理、装束の機械化
 - 吹き付け機のトンネルパターンによる吹き付け量・急結材・吹き付け厚の管理
 - 支保工の自動建て込みシステム
- 経験のデータ化(作業員の経験に基づく判断)
 - 吹き付け量
 - 地山パターン(前方探査データも含む)
 - 削孔パターン

人が少なくなる中で同じ品質を保つ

- 自動化すると職員負担が大きくなるのでは
- 人力部分を補助する機械(パワードスーツなど)
- 暗黙知をデータ化して機械に教える
- 誰でもできる施工方法
- 仕様・材料の標準化
- 現場での作業を少なくする
- 坑門のPC化
- 働き方を考える
- 多能工ではなく専門職を兼ねるよう体制を変える
- 業務をしない拘束時間が長い(付き合い残業による生産性の低下)
- 移動手段が限られ、全員が一緒に帰らざるをえない
- 業務時間外の連絡の禁止をルール化する
- 書類のデータ化、電子納品可能なシステム

図-2 成果発表(2班)

テンプレート

第21回機電技術者意見交換会

テーマ：「将来を見据え、生産向上をはかるために、
機電技術者として何を開発するか」

成果発表

【第3班】 濁水処理の自動化

平成29年10月16日（月）～17日（火）

場所：（独）オリンピック記念青少年総合センター

主催：（一社）日本建設機械施工協会 建設業部会

第3班 討議メンバー

No	氏名	所属会社	所属部署
①	小川 陽	鉄建建設(株)	札幌支店 昆布トンネル作業所
②	三田 隆義	大成建設(株)	土木本部 機械部 機械設計
③	坪田 裕之	(株)大本組	土木本部 機械課
④	古田 哲郎	前田建設(株)	東北支店
⑤	富塚 真行	SMCテック(株)	土木本部事業部

問題点

- 1、配管内にスケールが溜まり、排水に不具合
（現場ストップ）
→清掃作業が大変
- 2、フィルターの清掃作業が大変
→フィルタープレスは自動だが、清掃は自動ではない

- 3、異常時間わず、機電屋が対応
→労働時間
→現場ストップ
- 4、添加量調整は自動ではない
→経験による対応
常時、原水性状が変化し、対応が困難

現地での異常発覚

濁水処理の自動化

- 1、仮設備
→配管内のスケール自動撤去（セメント分）
→フィルタープレス（ろ布、洗浄機能の自動化）
- 2、異常時の対応
→警報システム
- 3、薬品の添加量調整
→吐出量調整の自動化

自動化するには

- 1、仮設備
 - ・配管内部玉送り機能
 - ・配管超音波洗浄機能
 - ・配管内部「つまり」の見える化（例、配管の透明化）
 - ・フィルタープレスろ布自動高圧洗浄化
 - ・フィルタープレス超音波洗浄化

図一 3a 成果発表（3班）

2、異常時の対応

- ・携帯等に警報を送信
- 濁度、pH、薬品残量管理
- ・異常時自動リターン機能

3、薬品の添加量調整

- ・ポンプ吐出量の原水性状とリンクした数値制御機能
- ・リターンに対するポンプ吐出量の数値制御機能

まとめ

- 1、自動化にすることにより省力化
→管理職員が不要
- 2、トラブルによる工程へのリスクが減少
- 3、全ての作業が標準化により誰でも管理可能
- 4、自動日報,月報管理システムにより
職員の負担が軽減

今後、業者とタイアップして進めていくべき！



図一 3b 成果発表（3班）

テンプレート

第21回機電技術者意見交換会

テーマ:「将来を見据え、生産向上をはかるために、
機電技術者として何を開発するか」

成果発表

【第4班】

平成29年10月16日(月)～17日(火)

場所: (独)オリンピック記念青少年総合センター

主催: (一社)日本建設機械施工協会 建設業部会

第4班 討議メンバー

No	氏名	所属会社	所属部署
16	池田 恭平	大林道路(株)	機械部 機械課
17	一ノ瀬 裕介	日本国土開発(株)	土木事業本部機電部
18	白崎 耕平	清水建設(株)	ハッ橋ダム本体建設工事
19	内本 隆介	(株)奥村組	西日本支社土木事業担当 阪神掘田工事所
20	石山 廣司	(株)NIPPO	北海道支店 舗装事業部 工事G

4班討議内容

・施工管理
・品質・環境・安全

問題点、目標

技術開発

①施工管理について

<問題点>

- ・労働時間が長い
⇒機電技術者は、現場運営＋機械点検・メンテナンス
- ・人手不足
⇒機電技術者の人数が、土木・建築に比べて少ない

①施工管理について

<今後の目標>

- ・自動化の推進
⇒全て自動化にすることはトラブルが多く、負担も大きくなる

⇒段階を踏んで自動化する
機械化⇒省人化⇒無人化⇒自立化(但し、新しい技術者が育たなくなる新たな問題点も...)

②品質・環境・安全等管理について

<問題点>

- ・作業員によって機械を運転する技量にバラつきがある(品質)
⇒舗装作業において経験、感覚による作業が多い
- ・重機の重大災害が多い(安全)
⇒建設機械周辺に手元となる作業員が多い

②品質・環境・安全等管理について

<今後の目標>

- ・技量を数値化する⇒自動化(品質)
- ・安全装置の導入(生産性が下がるというデメリットも... (安全))

③技術開発について

- ・機械化による人力作業(重量作業、危険作業)の軽減
- ・新技術に対する啓蒙活動
- ・生産性とコストのバランスを考慮した開発(今の現場状況、受け入れ体制に見合ったもの)

図-4 成果発表(4班)

将来を見据え、生産性向上をはかるために、
機電技術者として何を開発するか？

5班
五洋建設㈱ 森 雅宏
㈱大林組 池田 伸幸
東洋建設㈱ 瀬頭 孝太
東亜建設工業㈱ 那須野 陽平
㈱竹中工務店 長谷川 祐

将来を見据え、生産性向上をはかるために、機電技術者として何を開発するか？

・10年後

①土木作業員 → 減少

②技術開発の進展(思いもよらない技術が出る?)

③都市集中

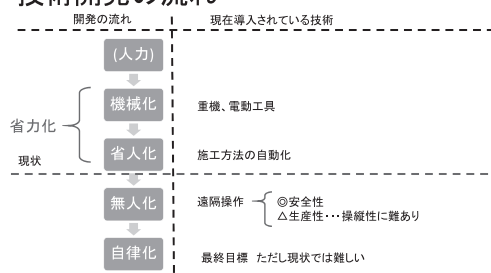
→ 高層化、リニューアル工事の増加

④海外(中東アジア、アフリカ)

→ 大型案件

生産性向上 → 省力化に焦点

技術開発の流れ



参考

パワーアシストツール



<http://www.yuasa.co.jp/assistsuit/>
UPR株式会社

無人化施工



<https://mainichi.jp/articles/20170129/ddm/008/020/119000c>
毎日新聞デジタル

省力化に向けて

現場

- ・パワーアシストツール → 作業員補助
- ・計測システム → 作業効率向上

管理

- ・計測記録等の簡易入力システム、共有化システム
→ 事務作業の時間削減

今後機電技術者として必要なこと

- ・土木技術のノウハウ&技術導入の背景を理解する
- ・機械、電気の知識を勉強、習得する
- ・最新技術の情報収集を行う

図—5 成果発表 (5 班)

成果発表は、班メンバーが壇上に整列した後、代表者から成果を発表する方法で進めた。その後、2年前から実施している参加者全員が発言するという機電技術者交流企画 WG の基本方針に基づき、参加者一人ひとりに討議内容および意見交換会へ参加した感想等について発表してもらう時間を設けた (写真—2)。

(4) 講評

成果発表後、各社の上司の方々から全体を通した講評を頂いたので、抜粋を以下に示す。

- ・各班、真剣に討議していただき、確実な成果を得られたと感じます。特に討議成果を短時間で図示して



写真—2 成果発表

内容を解りやすくし、質問を受けやすくした方法はとても良く感じた。

- ・内容も多彩で将来的に実現しそうなアイデアもたくさんあった。各人、実用化に向け努力して欲しい。
- ・発想がすばらしく、機電職の将来も安泰と感じました。特許が取れそうなアイデアもあり、持ち帰って業務に生かして欲しい。
- ・みなさん非常に恵まれた時代にいると思う。i-ConstructionやICT等まさに機電職の出番が来たという時期にいるのではないのでしょうか。
- ・発表の中で生産性向上だけでなく安全性も考えているのは非常に良いことだと思う。メーカーは利益にならない部分はなかなか開発してくれない。やはり、ユーザーが開発しなくてはならない。その意味でも建設会社の中に機電系技術者が必要と考える。
- ・機電技術者の立場も土木系や建築系があるが、少数精鋭でやっていくためには発信し続けることが重要。その発信方法としては、特許を出す、論文を書く、あるいは新聞発表をする、講演会をする等いろいろある。自身の部署をアピールすることが必要になるかと思う。この会については建設業界3紙に明日掲載される。本日、みなさんをお願いしたいことは、その記事のコピーを付けて、この様な会があるということを社内展開していただきたいということです。

(5) 参加者アンケート解析結果

当部会では、意見交換会の反省や次年度への検討課題の把握等を目的として参加者へのアンケートを毎回実施している。以下に解析結果の概要を示すとともに、集計結果抜粋を表—2～6に示す。

(a) テーマ、進め方、発表方法、交流について

テーマについては「不満・改善を要す」という回答が12%あったことから、やや話しづらい内容であったかもしれない。アンケートからは、「テーマが広く、討議が限定されないので議論に広がりが出る」という意見がある一方、「興味深いテーマではあるが漠然としている」という意見もあり、二分化の状態である。次年度は複数のテーマ設定等も踏まえ、検討していきたい。

シャッフルについては、「多業種の人間と意見交換が出来、有意義であった」「他職種および年代別での討議は新鮮であった」等、好評であり、今後も継続していきたい。

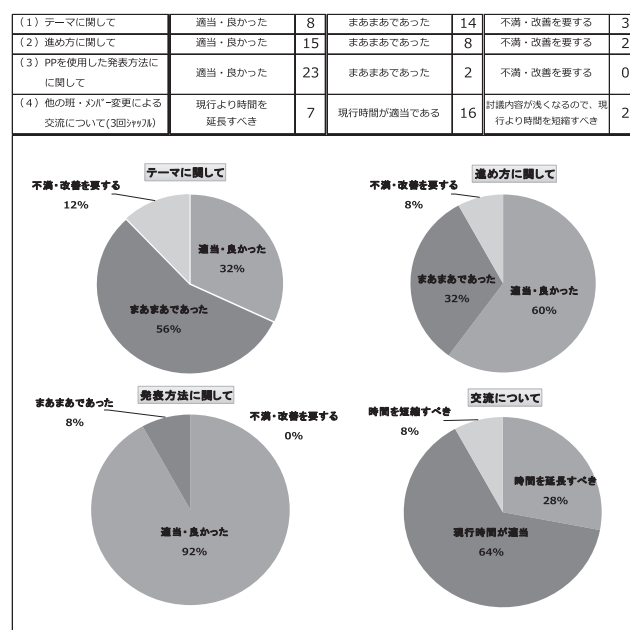
進め方については「不満・改善を要す」という回答が8%あったが、特に大きな問題はなかったと考える。

ただ、「討議時間が少なかった」「グループ討議のスムーズな進行のために、リーダー役および発表者の事前決定をすべきだ」等の意見があり、次年度の参考とした。

発表方法については、昨年度のアンケート結果を踏まえ、パワーポイントを再採用したが、討議に影響が出ることは無く、今後も継続使用したい。ただ、パワーポイントの不得意の班もあり、ホワイトボードの写真撮影との併用使用も検討すべきと考える。

本会の主目的でもある機電技術者の交流については、シャッフルの時間について時間延長を希望する意見が多かった。現状、2日間での討議時間6.5時間の内、2.5時間をシャッフルの時間に割り当てているが、配分については来年度の課題としたい。

表—2 テーマ、進め方、発表方法、交流について



(b) 参加者、場所、期間について

参加者に関しては「不満・改善を要す」という回答は無かったが、「道路会社を増やして欲しい」との意見があり、今回は道路系、海洋系の参加者が少なかったことから、来年度は案内時期の前倒し等で職種系統のバランスを図りたい。

場所に関しても「不満・改善を要す」という回答は無かったが、遠方からの参加者からは「前泊が必要となる場合の対応を案内して欲しい」という意見もあり、来年度は宿泊施設(D棟)への前泊予約も検討したい。

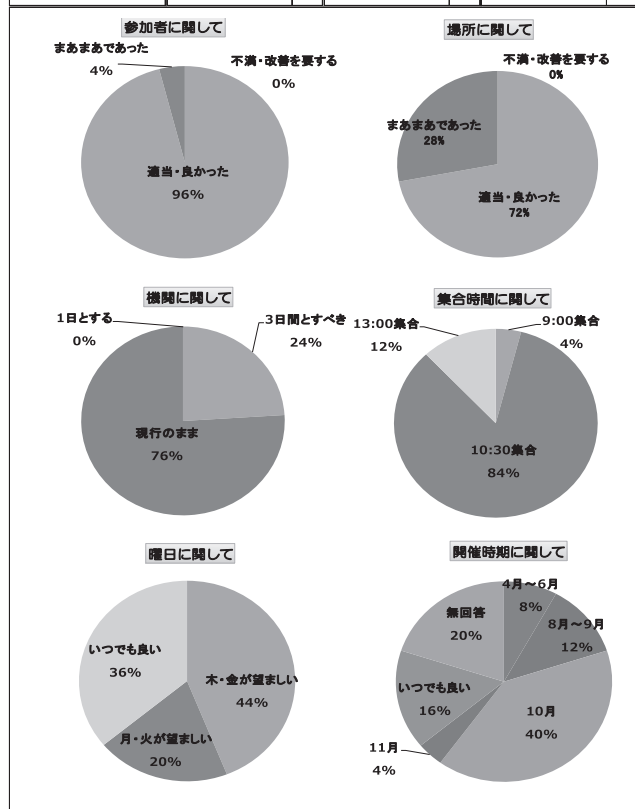
期間、集合時刻については概ね適当という回答であったが、「3日間」を希望する方が24%いることから、現場見学と併せた長期の研修等も検討すべきかと思われる。

開催時期に関しては、概ね現状で良いようだが、5月の連休明けおよび夏季休暇明けを望む声もある。曜日に関しては「月・火が望ましい：20%」に対し、「木・金が望ましい：44%」と週末を希望する意見が多い。施設予約の関係から今年は「月・火」開催としたが、出来れば週末開催となるように施設予約時に調整したい。

業務上の支障については、ほとんどが事前調整でき、支障はなかったという意見ではあるが、「現場での業務調整が大変であった」という意見もあることから、通知時期の更なる早期化等を検討したい。

表—3 参加者、場所、期間、集合時刻について

(1) 参加者に関して	適当・良かった	24	まあまあであった	1	不満・改善を要する	0
(2) 場所に関して	適当・良かった	18	まあまあであった	7	不満・改善を要する	0
(3) 期間に関して	3日間とすべき	6	現行のままとする	19	1日とし宿泊をなくす	0
(4) 集合時間に関して	9:00集合	1	10:30集合	21	13:00集合	3
(5) 曜日にに関して	木・金曜日	11	月・火曜日	5	いつでも良い	9
(6) 時期に関して	開催時期					



(c) 参加した感想

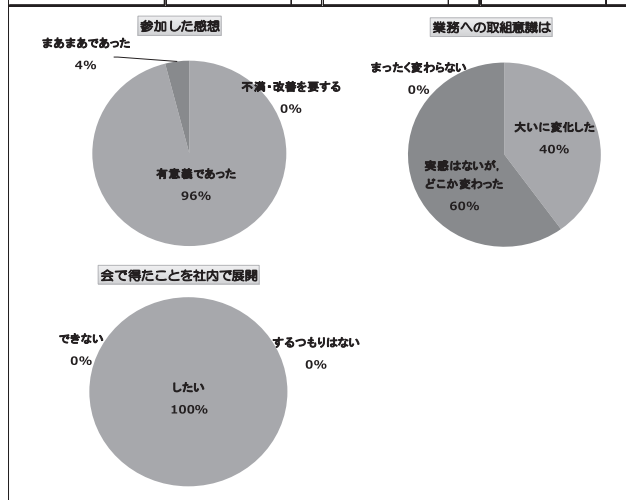
感想欄の回答からは「有意義であった：96%」「まあまあであった：4%」「不満・改善を要す：0%」という回答を得たことから交流会は成功と考えたい。

特に、「会で得たことを社内で展開するか」という問いに対しては、100%の方が「展開したい」と回答してくれたことは本WGの本望でもあり、非常にうれしい限りである。

主な意見として、「将来へ向けて意見を述べることで業務において意欲が湧いてきた」「自分の経験した

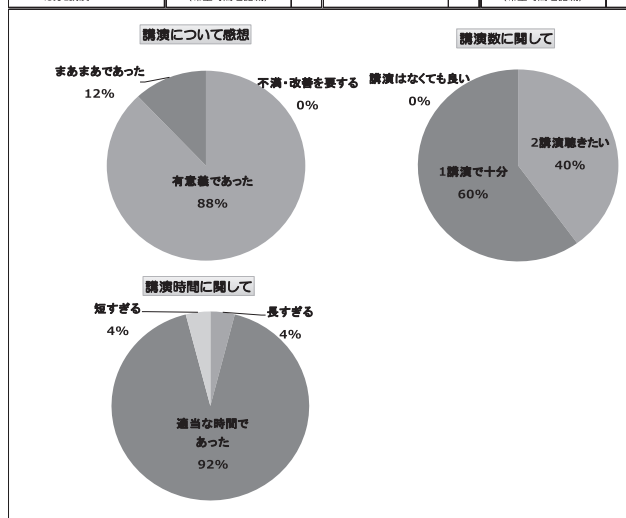
表—4 参加した感想

(1) 感想	有意義であった	24	まあまあであった	1	不満・改善を要する	0
(2) 参加前後で、業務への取組意識は変化したか	大いに変化した	10	実感はないが、どこか変わった	15	まったく変わらない	0
(3) この会で得たことを社内で展開するか	したい	25	するつもりはない	0	できない	0



表—5 講演について

(1) 感想・希望等	有意義であった	22	まあまあであった	3	不満・改善を要する	0
(2) 公演数に関して	2講演（以上）聞きたい	10	1講演で十分であった	15	講演はなくても良い	0
(3) 講演時間に関して	長すぎる（希望時間を記載）	1	適当な時間であった	23	短すぎる（希望時間を記載）	1



ことの無い分野の方と話すことで、広い視野を持つ事が出来た」「新しい繋がりができ、今後の業務に活かせる。若手にも勧めたい有意義な場であった」等があり、今後も意見交換会を継続する必要があることを再認識した。

(d) 講演について

講演に関しては機電技術者として興味の湧く講演内容であったと考える。時間的にも「適当な時間であった」という方が92%であり、今後も1時間弱の講演時間を確保して進めたい。ただ、2講演を望む方も40%いることから、時間調整が可能な工程を組める際は検討課題としたい。

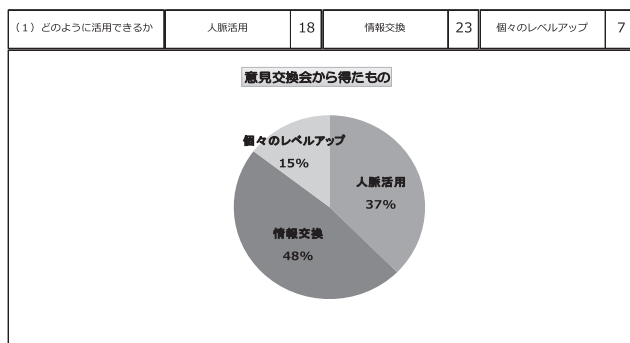
今後も、機電技術者が興味を持つ話題を提供したい。

(e) 今回の意見交換会から得たもの

今回の経験をどのように活用して行くかという問いに対しては、「人脈活用:37%」「情報交換:48%」「個々のレベルアップ 15%」という回答を得ており、各人それぞれ刺激を受け、良い経験となったようだ。

その他の意見としても「経験から固定観念が強くなってくるが、色々な意見、考え方を聞く事ができ、新たな発想が湧いてくる気がする」「技術的な話題もすべてが新鮮で今後の自分に良い刺激になった」等の意見があり、精神的にも有意義な場を提供できたと言える。

表一六 意見交換会から得たもの



(6) 今年度の成果および次年度への課題

意見交換会へ参加しての感想は、「有意義であった:96%」「まあまあであった:4%」「不満・改善を要す:0%」ということで開催内容について大きな問題は無く、意見交換会の目的である「機電技術者の交流・育成に資する場づくり」を達成したと考える。

各人の感想も「刺激になった」「新たな発想が湧いてくる気がする」等、意見交換会が有意義だったという意見を多くもらった。特にシャッフルについては、「討議が活性化され、議論が深まった」「他業種の人間と新鮮な討議ができた」等の高評価の意見が多く、今後も継続するとともに、時間延長を希望する意見が多いことから時間配分について再検討していきたい。

なお、今年度は講演時間の都合で講演を成果発表の後に実施した。昨年までは講演の後に成果発表を行うスケジュールであり、「講演をゆっくりと聴けない」という意見もあったことから、この順序については継続していきたい。

「業務への取組意識が変化したか」という問いに対して、「大いに変化した」という回答は40%と、あまり高くない数値であった。昨年度も41%であったこ

とから、現状内容の見直しを検討する時期かもしれない。

意見交換会、講演会の他に新たな内容を追加検討することを考慮したい。

討議テーマについては、「テーマが広い方が色々な意見が出やすい」という意見と「漠然としていて内容を絞りにくい」という意見があり、二分化の状態である。次年度はテーマ内容を再検討するほか複数のテーマ設定等も踏まえ、検討したい。

発表方法については昨年度のアンケート結果を踏まえ、パワーポイントを再採用したが、討議に影響が出ることは無く、今後も継続使用したい。ただ、パワーポイントの不得意の班もあり、ホワイトボードの写真撮影との併用使用も検討すべきと考える。また、「データ移行用のUSBメモリーを用意して欲しかった」という意見があったことから、来年度は対応したい。

参加者に関しては、今年は道路系、海洋系の参加者が少なかったことから、来年度は案内時期の前倒し等で職種系統のバランスを図りたい。

開催曜日に関しては施設予約の関係から今年は「月・火」開催としたが、週末を望む声が多いことから、出来れば週末開催となるように施設予約時に調整したいが、予約する施設数が多いことから難しい面もある。

講演に関しては、内容についての不満は聞かれず、また、1時間弱の時間配分についても適当であったという意見が多かった。ただ、2講演を望む方も40%いることから、来年度は全体の時間配分を再考慮して、可能であれば2講演を実施したい。

新聞掲載については、昨年同様、業界紙3社に取材依頼をし、掲載していただいた。今後も取材依頼は継続するとともに、「記事にしやすい内容、方策」を検討し、協会の活動をアピールして行きたい。

3. おわりに

機電技術者交流企画WGでは3ヶ年毎に計画の達成度を確認するとともに活動内容の評価を行い、継続性を協議することとなっている。今年度は見直しの時期にあたり、活動総括を行うが、機電技術者意見交換会については、『人づくり』『場づくり』に寄与していることは明らかであり、是非とも今後も継続させたい。

(文責 機電技術者交流企画WG)

部 会 報 告

日立建機 ICT デモサイト及びコマツ茨城工場見学会

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会の路盤・舗装機械技術委員会では、年間行事として現場見学会、工場見学会を毎年実施しています。今年度は日立建機 ICT デモサイトとコマツ茨城工場を見学しました。参加者は当委員会、JCMA を含めて総勢 20 名でした。

2. 日立建機 ICT デモサイト見学

国土交通省が推進する建設現場の生産性革命を掲げた i-Construction への理解と情報化施工を実感できることを目的として設置された施設が「日立建機 ICT デモサイト」です。茨城県ひたちなか市の日立建機常陸那珂工場敷地内に 2016 年 10 月に開設されました。敷地面積は約 14,000 m² です。まずは、研修棟にて日立建機の歴史や工場、生産機種を紹介を受けてから ICT についての説明を受けました。ICT デモサイト開設の大きな目的は「実際に乗って体感してもらう」とことと「ICT を活用する顧客を協創する」ためとのことでした。

ICT デモサイトで体験できる内容は UAV（無人航空機）やレーザースキャナによる測量、点群処理・3D データの作成、油圧ショベルのマシンコントロー

ル・マシンガイダンス、ブルドーザのマシンコントロール、ローラ締固め転圧管理、視認支援装置（ブラクステール）作動実演、加重判定装置（LOADRITE）の作動実演などがあり多岐にわたっていました。非常に限られた時間内の見学であったため、今回は盛土を整形する際のショベルのマシンコントロール、現場内における建機への接触災害防止を目的とした視認支援装置ブラクステール、油圧ショベルの積み込み量を計測して積み込み量を最適化できる LOADRITE に絞って体験することができました。

ショベルのマシンコントロールでは、熟練のオペレータが細心の注意を払って行うような施工がレバー 1 本を動かすだけで盛土整形が行われるのを目の当たりにして、確立された技術を実感できました。デモサイトには日立建機が開発した双腕作業機アスタコ（写真—2）の体験デモもありました。私は幸運にも体験操縦の機会をいただき、双腕の作業用途の幅広い可能性を感じると共に思うように操縦できない（私はショベルの操縦経験がまったくなかった）情けなさと、マシンコントロールがもたらす ICT の効果を同時に実感できた体験・見学でした。今年の 10 月時点で 2017 年度の来場者は 2,200 名を超えているとのこと。i-Construction の推進に呼応して、建設業界の関心も非常に高いことがうかがえると思います。



写真—1



写真—2

3. コマツ茨城工場を見学

引き続き隣接しているコマツ茨城工場へ移動しました。コマツ茨城工場は茨城港に隣接するひたちなか市にあります。約35万m²の敷地を擁しており、溶接棟・組立棟・試作棟・開発棟・試験センタ・人材育成棟・管理棟・厚生棟から成り、商品開発機能を有するマザー工場です。生産機種は大型のリジットフレーム式ダンプトラック、アーティキュレート式ダンプトラック、ホイールロードを生産しています。

隣接する茨城港へ自走可能なインフラが整備されており、効率的に世界各国に輸出するシステムが構築されていました。生産能力は最大250台/月とのことで、訪問した月は210台ほどの生産予定でした。今年度になってから急激に需要が伸びて生産ラインは多忙な日々を送っているとのことでした。実に生産の95%が輸出であり、港に隣接する立地条件を余すところ無く活用されていると感じました。見学は組立工場棟で大型ダンプトラック、アーティキュレートダンプトラックの、主にメインアセンブリー工程の見学となりました。総重量150tのダンプトラックのフレームの移送や自分の身長を優に超えるタイヤに圧倒されました。組立工員の中には女性も見かけられ、重厚な重機の組立現場に明りが灯っているようでした。ダイバーシティが提唱される中、しっかりと取り組まれていると感じました。需要の急増に人員の確保も大変とのことですが、人材育成にも力を入れており、2～3ヶ月のトレーニングで現場対応ができるとのことでした。このような大型建設機械でも納期は6ヶ月以内とのことでした。



写真—3

4. おわりに

日立建機 ICT デモサイトとコマツ茨城工場の皆様には当委員会を快く受け入れて頂き、最先端のi-Construction 関連技術紹介や最先端の大型建機工場を見学させて頂きましたことに心より感謝し、厚く御礼申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】
林 俊和 (はやし としかず)
酒井重工業(株)
技術開発部開発第3グループマネージャー

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-387	水平スライドクレーン 「Exter（エクスター）」	清水建設
--------	------------------------------	------

▶ 概 要

建設業の技能労働者の減少が予想される中、工事現場での生産性向上は大きな課題である。新たに構築した次世代型生産システム「シミズスマートサイト」は、建築工事現場の生産性向上、苦渋・反復作業の軽減、検査・管理業務の効率化を目的に、BIMを核とする情報化施工により、建物の頂部をすっぽりと覆う全天候カバー内で、最先端技術を搭載した自立型ロボットと人がコラボしながら工事を進める次世代型生産システムである。

エクスター（写真—1）は、「シミズスマートサイト」の一翼を担う、水平方向に伸縮する新開発のブームを備えたタワークレーンで、全天候カバー内で効率よく稼働できる。全天候カバーは風雨や直射日光を遮る役割を果たすことから、作業環境の改善や生産性向上に寄与する。

これまででも全天候カバーで覆う新築・解体工法はあったが、揚重機として採用する天井クレーンは、クレーンのレイアウトを建物の平面形状に合わせたり、クレーンの荷重を受ける建物の構造体を補強しなければならず、コストがかさんで普及のネックとなっていた。

エクスターを使えば、従来のタワークレーンと同様に建物規模、平面形状に合わせ1台～複数台設置するだけで対応できる。資材の揚重作業時には、ブームを伸ばして全天候カバー側面に設けた開口部からブームを外に突き出し、地上部から資材を揚重してはブームを縮めてカバーの中に資材を取り込むことが可能となる。カバー内では、ブームを伸縮・旋回させて所定の位置に吊荷を降ろすことができる。

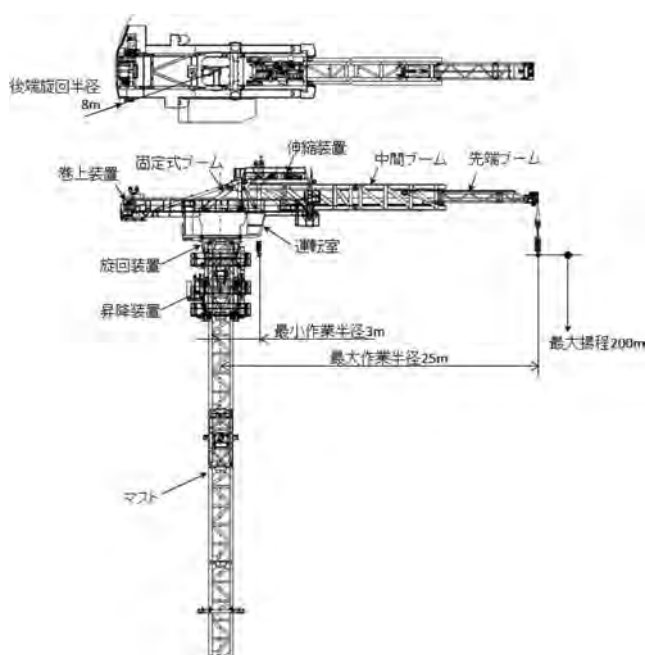


写真—1 エクスター全景写真

▶ 特 徴

水平方向に伸縮するブームは、3つに分割される。根本に位置する最大外寸のブームは固定式で、その中に中間と先端のブーム2本を納める構造となっている。ブームの伸縮時には、先端のブームから順に送り出すようになっている（図—1）。

作業半径は3～25mで調整でき、従来のタワークレーンのようにブームを起伏する必要がなく、先端部の到達点は20～25mほど低く迎えられる。最大つり上げ能力（定格荷重）は12t、最大揚程（揚重高さ）は200mである。



図—1 エクスター全体図

エクスターと全天候カバーは、超高層ビルの解体工事にも適用できる。カバーが騒音の伝搬や粉じんの飛散を防止するため、周辺環境の負荷が大幅に減少する。また、航空制限域での工事や建物頭上をマイクロウェーブが通過する場所での工事にも有効である。

▶ 用 途

- ・全天候カバーを用いたビル新築および解体工事
- ・航空制限下でのビル新築および解体工事

▶ 実 績

- ・関西の某高層ビル建設工事（H30年採用予定）

▶ 問合せ先

清水建設(株) 建築総本部 生産技術本部 機械技術部

〒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

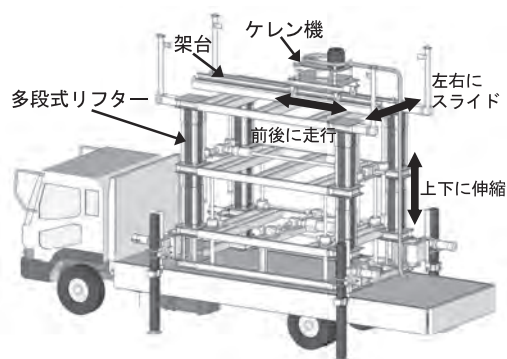
04-388	天井用車載型乾式研掃装置	奥村組
--------	--------------	-----

▶ 概 要

供用中の道路トンネルや地下鉄などを対象とした補修・補強工事では、夜間の限られた時間内で作業を完了させる必要がある。そのうち、天井コンクリート表面の目あらしや塗膜除去を行う研掃作業は、高所作業台車上で重い吸引式ディスクサンダーを用いた上向き姿勢での人力作業となることから、作業の効率化、仕上がり面の品質と安全性の向上などの改善が求められている。

「天井用車載型乾式研掃装置」は、従来人力で行ってきた研掃作業を、地上からの操作で全ての作業が行えるように機械化したもので、装置本体、集塵機、発電機、コンプレッサーから構成されている。本装置を適用することにより、作業の効率化、粉塵の飛散防止、仕上がり面の品質と安全性の向上を図ることができる。

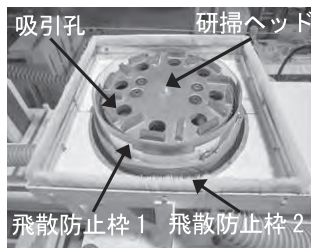
装置本体は、研掃を行うケレン機、ケレン機を前後左右に移動させる架台および昇降させる多段式リフターなどで構成されている（図—1）。ケレン機は、鋼製ビットを配した円盤状の研掃ヘッドとその周囲に設けた二重の飛散防止枠からなり、研掃ヘッドを天井面に押付けながら高速回転させ、架台の上を走行させて研掃作業を行う。同時に、飛散防止枠内に発生した粉塵を、研掃ヘッド内に設けた孔より集塵機で吸引させて飛散を防止する（写真—1、2）。



図—1 装置本体の概要



写真—1 ケレン機



写真—2 研掃ヘッド

▶ 適用事例

地下鉄駅構内の本線ホーム天井面の研掃作業に適用した。本装置の移動は、2台のトロ台車に搭載し、モーターカーで牽引させた（写真—3、4）。本装置の適用により、作業効率および仕上がり面の品質を向上させることができた。



写真—3 施工状況



写真—4 研掃装置の移動状況

▶ 特 徴

- ①天井面研掃作業の機械化
 - ・作業の効率化および省力化
 - ・処理面品質が均一化され付着強度の向上
 - ・高所での作業がなくなり安全性の向上
- ②粉塵の飛散抑止装置
 - ・粉塵が確実に吸引され作業環境の改善
- ③研掃装置の車載
 - ・作業の準備・撤去時間の短縮

▶ 用 途

- ・トンネルの補修・補強工事

▶ 実 績

- ・都市高速道路トンネル剥落防止対策工事 天井面の塗膜除去
- ・市営地下鉄駅構築補修工事 天井面の塗膜除去

▶ 問 合 せ 先

(株)奥村組 土木本部 土木部

〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2

TEL：06-6625-3902

新工法紹介

04-389	ICECRETE 工法 (アイスクリート工法)	ケミカル グラウト
--------	----------------------------	--------------

▶ 概 要

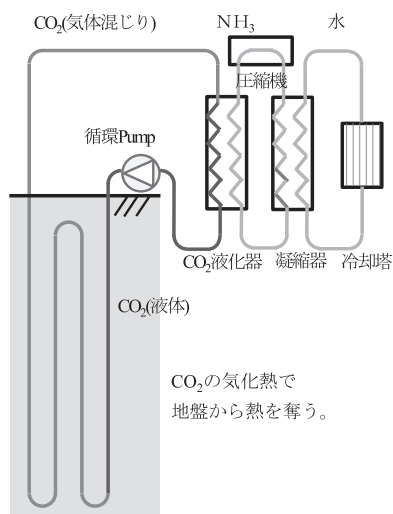
地盤凍結工法は間隙水を凍らせるだけで強固な改良体を造成でき、解凍して地中に何も残さないことから環境に優しい工法と言われている。高い止水性と強度を有する工法であるが、プラント設備が大きいことや凍結管を設置する作業に時間とコストが掛かることが課題とされていた。また冷凍機で使用するフロン系冷媒は、地球温暖化緩和の観点から長期的な削減目標が設定されている（表—1）。

前述の背景から、自然冷媒であるアンモニアと液化炭酸ガス（CO₂）を冷媒に用いる凍結工法を開発した（図—1）。自然冷媒により、地中だけでなく大気環境にも優しい工法である。凍結プラントはコンパクトとなり、シールドトンネル内にも設置可能な規模となる。CO₂は粘性が低く長距離の圧送にも有利である。さらに気化潜熱を利用することで採熱効率が低い。曲げ伸ばしが容易な熱交換部材を凍結管に用いることで、長尺のロール状にすることが可能となり、現場溶接作業が少なくなる。

表—1 地球温暖化係数（GWP）

分類	代表例	GWP	使用制限
CFC（フロン）	R-12	10,900	2009年廃止
HCFC（フロン）	R-22	1,810	2020年廃止
HFC（代替フロン）	R-404A	3,920	検討中
自然冷媒（NH ₃ ）	R-717	< 1	
自然冷媒（CO ₂ ）	R-744	1	

GWP：CO₂を基準とした温暖化する能力を示す値



図—1 システムフロー

▶ 特 徴

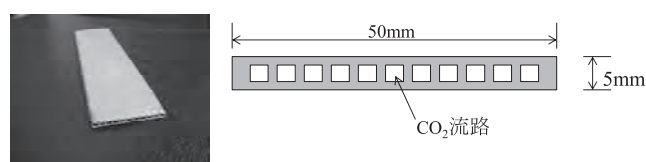
表—2に従来のシステムとの比較を示す。

- ① 自然冷媒を使用することから地球温暖化緩和へ寄与する。
- ② 従来のブラインでは-30℃までとされていた冷却温度が-45℃まで設定可能となる。
- ③ CO₂の気化潜熱により単位流量当たりの採熱量が増加して、流量が従来のブラインの1/10程度となる。ポンプ負荷低減等から全体システムの消費電力が従来の6割程度となる。
- ④ CO₂を用いることで、凍結管、配管のサイズダウンが可能となり、設置スペースがコンパクト化される。
- ⑤ 軽量で曲げ伸ばしが容易な偏平多孔管を凍結管として使用ができ、設置作業が効率化される（図—2）。
- ⑥ 上記④、⑤から、全体工程の短縮を図ることができる。

表—2 システム比較

	従来型	ICECRETE 工法
一次冷媒（保有量）	R-22（250 kg）	NH ₃ （25 kg）
二次冷媒（流量）	塩化カルシウムブライン（20～30 L/min）	CO ₂ （2 L/min）
冷却温度	-30℃	-45℃
冷凍能力	110 kW	103.4 kW
軸動力	75 kW（400 V）	45 kW（400 V）
COP	1.63	2.55
乾燥重量	6.3 t	3.4 t
ポンプ動力	5.5～11 kW（200 V）	1.1 kW（200 V）
メイン配管	φ 80～100 mm	φ 25～50 mm

COP：冷凍能力を軸動力で除したエネルギー効率を示す値



図—2 偏平多孔管

▶ 用 途

- ・ シールド発進到達防護
- ・ トンネル間接続防護
- ・ トンネル間拡幅防護

▶ 実 績

- ・ 石狩湾新港発電所1号機新設工事のうち土木本工事（第3工区）放水路トンネル到達防護

▶ 問 合 せ 先

ケミカルグラウト(株)総務部広報課

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-5 共同通信会館

TEL：03-5575-0463

新工法紹介

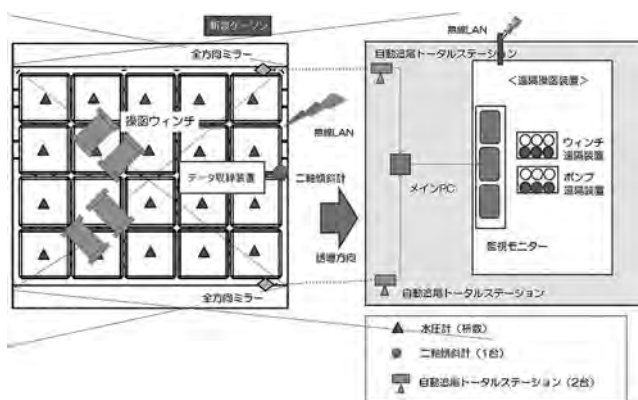
08-52	ケーソン自動制御据付システム (函ナビ-Auto)	東洋建設
-------	------------------------------	------

▶ 概 要

国土交通省では i-Construction が推進され、3次元データを活用した施工の省力化・機械化等が図られている。しかし、海上施工においては、作業員の経験や熟練度に依存した従来の工法がいまだ主流である。そこで当社ではケーソン据付において、注水、誘導、ウィンチ操作を自動化したシステムを開発した。本システムは、ケーソンの位置情報とケーソンの注水状況を計測し、PC画面上に表示する「ケーソンリアルタイム計測システム（図—1）」と、それらの情報をもとに注水作業とケーソンの引き寄せウィンチ操作を自動化する「注水自動化、ウィンチ操作自動化システム」から構成される。

ケーソン位置計測は、自動追尾型トータルステーション2台と2軸傾斜計により行われ、計測値は、PCにより3次元位置情報に演算処理される。また注水計測は、全てのケーソン隔室に設置した水位計により行われ、各マスの水位と、隔壁間の水位差の情報に処理される。

注水自動化システムは、水位差によるポンプの停止・再稼働とケーソンを水平に保持する2つの機能を持ち、ウィンチ操作自動化システムは、ケーソンの位置情報からケーソン上に配置された4台の操函ウィンチを制御し、ケーソンの引き寄せ、回転の制御を行うものである。

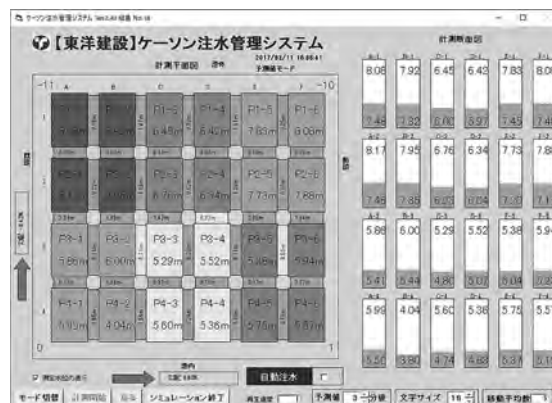


図—1 ケーソンリアルタイム計測システム

▶ 特 徴

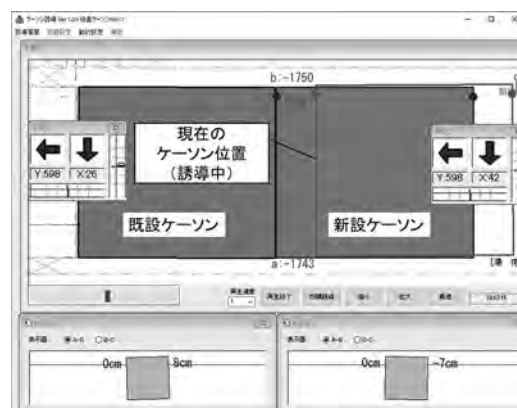
- ・ポンプの運転とウィンチ操作を自動処理する仕組みにより、据付作業は作業指揮者の経験や熟練に依存することなく行うことが可能となる。

- ・注水自動化システムは、隔壁の強度から、隣り合うマスの水位差が規格値以下となるように管理し、また、2軸傾斜計の計測値からケーソンの傾斜が管理値を超えたときにポンプを自動で運転・停止し、水平を保持する機能を持つ（図—2）。



図—2 注水自動化システム

- ・ウィンチ操作自動化システムは、ケーソンの位置情報から4台の操函ウィンチを制御し、各機の巻き込み、繰り出しの組み合わせによって、ケーソンの引き寄せ、回転操作をケーソンの注水段階と絡めて自動的に行う（図—3）。



図—3 ウィンチ操作自動化システム

- ・計測や自動制御を既設ケーソン上から行うことによって、据付ケーソン上を無人化することが可能となり、作業員の安全が確保される。

▶ 実 績

平成28年度細島港（外港地区）防波堤（南沖）築造工事

▶ 問合せ先

東洋建設(株) 土木事業本部 技術営業部

〒135-0064

東京都江東区青海2丁目4番地24号 青海フロンティアビル

TEL：03-6361-5463

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

17-(02)-10	日立建機 油圧ショベル ZX120-6/ZX135US-6/ZX160LC-6	'17.09 発売 新機種
------------	---	------------------

オフロード法 2014 年基準に適合した油圧ショベルである。「尿素 SCR システム」により、後処理装置内で高温の排気ガス中に尿素有水を噴射することでアンモニアを生成し、これを NO_x と触媒反応させ、無害な窒素と水に分解している。

また、レバー操作量およびフロントにかかる負荷に応じて積極的にポンプ流量を制御する油圧システム「HIOS IV」により、3 機種ともに、作業量は従来機と同等のまま、燃費を 7～8% 低減している（※1）。

エンジンでは、耐久性を向上させた燃料噴射装置とピストンを採用し、足回り部品では、上下ローラのシールハウジング部の形状を変更、さらに油圧機器では、高温に強いシールを採用し油漏れのリスクを低減して、長期間性能を維持できるように信頼性の向上を図っている。

車体建屋上に標準装備した手すりにより、車体建屋上でのメンテナンス作業時の安全性を、また、バッテリーディスコネクトスイッチにより供給電源の遮断を容易にして、電気回路整備時の安全性の向上を図っている。

※1 従来機との比較（日立建機テスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表一 ZX120-6/ZX135US-6/ZX160LC-6 の主な仕様

	ZX120-6	ZX135US-6	ZX160LC-6
標準バケット容量 (m ³)	0.5	0.5	0.6
運転質量 (t)	12.7	13.7	17.2
エンジン定格出力 (kW/min ⁻¹)	74.9/2,000	74.9/2,000	82.3/2,200
最大掘削半径 (mm)	8,300	8,390	8,870
最大掘削深さ (mm)	5,540	5,490	5,980
最大掘削高さ (mm)	8,600	9,290	8,890
最大ダンプ高さ (mm)	6,190	6,830	6,160
最大掘削力 (昇圧時) (kN)	104	104	112
旋回速度 (min ⁻¹)	13.3	13.3	13.3
走行速度 高/低 (km/h)	5.5/3.3	5.5/3.3	5.1/3.3
全長 (mm)	7,700	7,370	8,620
全幅 (mm)	2,490	2,490	2,500
全高 (mm)	2,870	2,870	3,030
後端旋回半径 (mm)	2,190	1,490	2,550
最低地上高さ (mm)	410	410	470
標準小売価格 (百万円)	13.4	15.2	16.3



写真一 日立建機 ZX135US-6 油圧ショベル

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

17-(02)-11	日立建機 油圧ショベル ZX200-6/ZX225US-6/ZX225USR-6	'17.09 発売 新機種
------------	--	------------------

オフロード法 2014 年基準に適合した油圧ショベルである。「尿素 SCR システム」により、後処理装置内で高温の排気ガス中に尿素有水を噴射することでアンモニアを生成し、これを NO_x と触媒反応させ、無害な窒素と水に分解している。

また、レバー操作量およびフロントにかかる負荷に応じて積極的にポンプ流量を制御する油圧システム「TRIAS II」により、3 機種ともに、作業量は従来機と同等のまま、燃費を 7～8% 低減している（※1）。

エンジンでは、エア抜け性の良い燃料回路や耐久性を向上させた燃料噴射装置とピストンを採用し、足回り部品では、上下ローラのシールハウジング部の形状を変更、さらに油圧機器では、高温に強いシールを採用し油漏れのリスクを低減して、長期間性能を維持できるように信頼性の向上を図っている。

車体建屋上に標準装備した手すりにより、車体建屋上でのメンテナンス作業時の安全性を、また、バッテリーディスコネクトスイッチにより供給電源の遮断を容易にして、電気回路整備時の安全性の向上を図っている。

※1 従来機との比較（日立建機テスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

新機種紹介

表-2 ZX200-6/ZX225US-6/ZX225USR-6 の主な仕様

	ZX200-6	ZX225US-6	ZX225USR-6
標準バケット容量 (m ³)	0.8	0.8	0.8
運転質量 (t)	20.4	24.1	23.7
エンジン定格出力 (kW/min ⁻¹)	122/2,000	122/2,000	122/2,000
最大掘削半径 (mm)	9,920	10,110	10,110
最大掘削深さ (mm)	6,670	6,620	6,620
最大掘削高さ (mm)	10,040	11,230	11,230
最大ダンプ高さ (mm)	7,180	8,290	8,290
最大掘削力 (昇圧時) (kN)	158	158	158
旋回速度 (min ⁻¹)	11.8	11.8	11.8
走行速度 高/低 (km/h)	5.5/3.5	5.5/3.5	5.5/3.5
全長 (mm)	9,660	8,970	8,970
全幅 (mm)	2,860	2,910	2,910
全高 (mm)	3,020	3,030	3,030
後端旋回半径 (mm)	2,890	1,680	2,000
最低地上高さ (mm)	450	450	450
標準小売価格 (百万円)	20.8	22.9	22.0



写真-2 日立建機 ZX200-6 油圧ショベル

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

▶ 〈03〉 積込機械

17-〈03〉-03	日立建機 ホイールローダ ZW370-6	'17.09 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------	----------------------

碎石現場、港湾、製鉄所などの荷役作業に使用されるオフロード法 2014 年基準に適合したホイールローダのモデルチェンジである。

排ガス後処理装置は、DPF (Diesel Particular Filter) が不要な尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) システムである。

フロント作業機の油圧負荷やけん引力などから、発進加速、掘削、高速走行、登坂走行の運転状態を判断し、最適なアクセルワークとなるようオペレータをサポートするエンジン回転数自動制御を標準装備している。高回転域においてエンジンとトランスミッションの接続を直結することでトルク伝達効率を最大とするロックアップトルクコンバータにより、従来機と比べ作業量燃費を約 7% 低減している。

掘削時の荷こぼれを約 20% 低減するバケットや、リフトアームとバケットを同時に動かす「パラレルタンデム機能」によるスムーズな複合動作、掘削時のけん引力アップにより生産性の向上を図っている。

ダブル Z パーリンケージや、ローマウントリフトアームシリンダ、ボックス断面構造のリアフレームにより、大型ホイールローダ特有の原石積込などの重掘削や偏荷重の高負荷下における車体の耐久性の向上を図っている。

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

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

一定時間ごとに逆回転することでラジエータに付着した埃を清掃する自動逆転クーリングファンおよび尿素給水回数を低減する大容量尿素タンクによりメンテナンスコストの低減を図っている。

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

新機種紹介

表一 3 ZW370-6 の主な仕様

標準バケット容量	(m³)	5.6
運転質量	(t)	32.43
最大出力 (グロス)	(kW/min ⁻¹)	290/1,800
定格荷重	(t)	9.520
全長 (バケット地上時)	(m)	9.750
全幅 (バケット)	(m)	3.450
全高 (バケット地上時)	(m)	3.730
ホイールベース	(m)	3.600
トレッド	(m)	2.440
ダンピングクリアランス	(m)	3.260
ダンピングリーチ	(m)	1.480
最高走行速度 (前進/後進)	(km/h)	37.0/23.4
標準小売価格 (税抜)	(百万円)	76.0



写真一 3 日立建機 ZW370-6 ホイールローダ

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

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

17-〈05〉-11	タダノ ラフテレーンクレーン GR-130F	'17.09 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------------	----------------------

住宅建設で使用するリーチタワー式ラフテレーンクレーンであり、平成 26 年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制に適合している。都市部における狭隘地への進入や建設現場での電線、建設物などの障害物の乗り越えに加え、近接作業、高架下やビル屋上への送り込み作業が可能である。

4 段のメインブームと、水平に伸縮可能な 6 段のジブにより広い作業領域を実現しており、ジブの装着・格納は、全てキャビン内で操作し、車体の範囲内で作業可能である。

運転席からは確認しづらい車両左前方の歩行者や自転車などに乗った人物を検知し、ブザーで警告する人物検知警報装置「ヒューマンアラートシステム (注)」および、後方映像表示装置「バックモニター」により、周囲の状況把握や安全確認をサポートしている。

クレーンの作業時や走行時の燃料消費情報を常に表示する『燃料消費モニタ』や、作業中のクレーンのエンジン回転数を制御する『エコ・モード』、そして作業中の油圧ポンプ吐出量の最適制御を行う『ポジティブ・コントロール』等により、低燃費化を図っている。携帯通信によるクレーンの稼働状況の把握と、GPS による位置情報確認、また保守管理のための情報をウェブサイトでサポートするテレマティクス Web 情報サービス『HELLO-NET』を装備している。

(注) ヒューマンアラートシステムは、運転者の安全な走行をアシストする運転支援システム。悪天候下や夜間等、外部環境によって十分機能しないケースもある。



写真一 4 タダノ GR-130F ラフテレーンクレーン (作業姿勢)



写真一 5 タダノ GR-130F ラフテレーンクレーン (回送姿勢)

新機種紹介

表ー4 GR-130Fの主な仕様

最大クレーン容量	主巻作業 (t × °)	4.9 × 82
	補巻作業 (t × °)	1.8 × 70
最大地上揚程	主巻 (m)	19.0
	補巻 (m)	30.7
最大作業半径	主巻 (m)	13.0
	補巻 (m)	23.0
ブーム長さ	(m)	5.5 ~ 15.0
ジブ長さ	(m)	4.1 ~ 15.9
ブーム起伏角度	(°)	-3 ~ 82
ジブチルト角度	(°)	7 ~ 75
エンジン名称		日野 J05E
エンジン最大出力	(kW (PS)/min ⁻¹)	129 (175)/2,500
エンジン最大トルク	(N (kgf)・m/min ⁻¹)	540 (55.0)/1,600
全長	(m)	7.590
全幅	(m)	2.000
全高	(m)	2.815
標準仕様価格 (税抜)	(百万円)	43.0

問合せ先：(株)タダノ マーケティング部
〒130-0014 東京都墨田区亀沢2丁目4-12

▶ 〈12〉モータグレーダ、ロードスタビライザ、締固め機械およびソイルプラント

17-〈12〉-04	日立建機 タイヤローラ	’17.09 発売 モデルチェンジ
	ZC220P-6	

道路工事などの転圧作業に使用される、オフロード法 2014 年基準に適合し、国土交通省の超低騒音型建設機械指定を受けたタイヤローラのモデルチェンジである。

尿素 SCR システムレス、マフラフィルタ (PM 除去フィルタ) レス方式のエンジンにより、定期的な尿素水の補充や、マフラフィルタの清掃・交換をなくし、長期的な管理費用の低減を図っている。また、車体モニタのインターバルワーニング機能により、燃料フィルタやエンジンオイルフィルタといった各フィルタ類のメンテナンス時期の把握や、計画的なメンテナンスを可能としているほか、機械の稼働位置情報やメンテナンス情報をインターネットで確認できる「Global e-Service」により、機械の予防保全と管理をサポートしている。

新型エンジンと油圧ポンプのセッティングの見直しにより、従来機と比べ約 7.6% (※1) 燃費を低減しているほか、任意に設定した時間でエンジンが停止する「オートアイドルストップ機能」により、燃料消費の抑制を図っている。

奥行きが深い階段式のヒューマンステップにより、乗降性と運転席左側の視認性の向上を、車体後方に設置された赤外線式の障害物検知装置「後方ガードセンサ」により、人物や障害物の接近を運転

者や周囲の作業員へ知らせるなど、現場の安全性の向上を図っている。

走行負荷から作業状況を瞬時に判断し、HST (Hydro Static Transmission) ポンプやモータを最も効率の良い状態に自動制御する『アクティブモータコントロール』、車速に応じて適量の水を散水する『散水量制御機能』およびスイッチ一つでタイヤ 1 回転分の液剤を噴霧する『液剤噴霧制御機能』により作業性の向上を図っている。

※1 日立建機テスト基準による。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表ー5 ZC220P-6の主な仕様

運転質量	(t)	12.855
機械質量	(t)	8.88
水バラスト質量	(t)	3.9
走行速度 高速/低速	(km/h)	24/10
最少回転半径	(m)	6.2
登坂能力	(% (度))	47 (25)
締固め幅	(m)	2.275
エンジン定格出力	(kW (PS)/min ⁻¹)	54.6 (74.2)/2,200
動力伝達		静油圧変速式 2 段
タイヤ 本数		前軸 3/ 後軸 4
サイズ		14/70-20-12PR (OR)
タンク容量 燃料タンク	(L)	105
散水タンク	(L)	3,900
標準小売価格 (税抜)	(百万円)	12.56

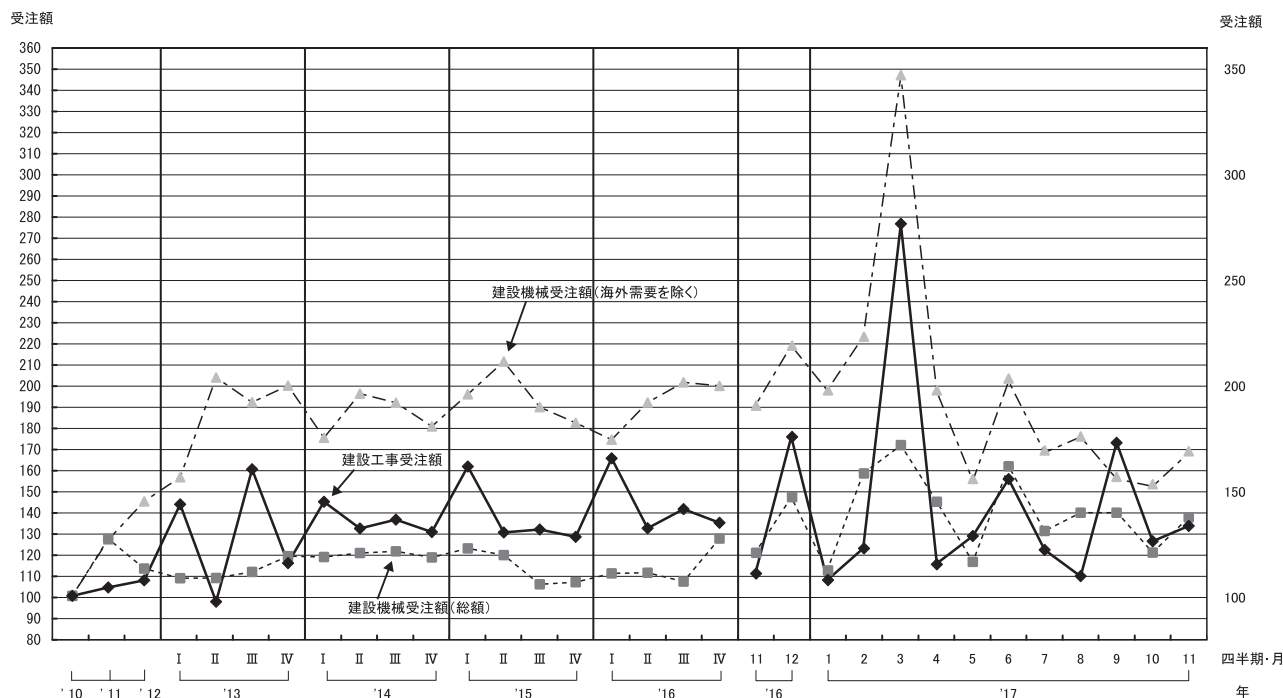


写真ー6 日立建機 ZC220P-6 タイヤローラ

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

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額: 建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2010年平均=100)
建設機械受注額: 建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2010年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位: 億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016 年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	10,310
2016 年 11 月	9,445	7,227	1,581	5,646	1,654	394	171	6,838	2,608	151,269	10,310
12 月	15,004	10,262	1,835	8,427	3,609	423	710	10,751	4,253	153,050	13,787
2017 年 1 月	9,177	6,865	1,181	5,683	1,727	391	194	6,526	2,651	152,200	9,298
2 月	10,468	6,785	1,638	5,147	3,044	396	243	6,717	3,750	152,452	10,560
3 月	23,672	15,598	2,562	13,036	6,815	500	759	15,074	8,598	156,805	17,212
4 月	9,819	6,468	1,375	5,092	2,442	405	505	6,586	3,233	157,721	8,111
5 月	10,970	7,014	1,613	5,401	3,075	364	517	6,896	4,074	158,899	9,766
6 月	13,289	8,796	1,424	7,371	3,779	510	205	8,527	4,761	159,386	12,772
7 月	10,407	7,374	1,477	5,898	2,471	402	160	7,487	2,920	161,416	9,378
8 月	9,339	6,346	1,566	4,780	2,543	341	110	6,715	2,624	161,441	10,088
9 月	14,762	10,547	1,941	8,606	2,752	640	823	10,104	4,658	161,902	13,482
10 月	10,757	6,941	1,246	5,695	2,719	815	282	6,898	3,859	163,724	9,897
11 月	11,379	8,357	1,883	6,474	2,018	423	582	7,580	3,800	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	16 年	16 年 11 月	12 月	17 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
総 額	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	1,541	1,880	1,433	2,024	2,196	1,851	1,485	2,067	1,674	1,785	1,785	1,542	1,757
海 外 需 要	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	995	1,252	866	1,384	1,199	1,284	1,039	1,484	1,189	1,281	1,336	1,103	1,273
海外需要を除く	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	546	628	567	640	997	567	446	583	485	504	449	439	484

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

2016 年 11 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

(2017年12月1日～31日)

機械部会



■情報化機器技術委員会

月 日：12月1日（金）

出席者：白塚敬三委員長ほか7名

議 題：①障害物センシングの活動のまとめ方について ②規制・規格の最新情報の共有（欧州 RE 指令等） ③その他情報交換（電波暗室の件ほか）

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：12月5日（火）

出席者：岩野健委員長ほか7名

議 題：①10.25 委員会総会の反省、改善点、今後に向けての対応について ②下期後半の委員会活動について ③2月の工場見学会について詳細検討 ④その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：12月7日（木）

出席者：野中祥品委員長ほか6名

議 題：①前回委員会の議事の確認 ②コンクリート舗装機械トラブルについて ③コンクリート機械関連の事故例やその原因について議論 ④協会ホームページの見直しについて

■ダンプトラック技術委員会

月 日：12月8日（金）

出席者：田中哲委員長ほか6名

議 題：①トピックス1（来年度の林業展についての紹介） ②トピックス2（トロリーダンプについての紹介） ③不整地運搬車についての説明と掲載について議論 ④委員会テーマについて議論

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：12月13日（水）

出席者：関徹也委員長ほか15名

議 題：①委員会メンバーの交代について ②次期委員長について ③各社トピックスについて2件の発表

■機械整備技術委員会 工場見学会

月 日：12月15日（金）

出席者：森三朗委員長ほか8名

議 題：①マルマテクニカ相模原事業所の見学…1) クリーンルームにて燃料噴射ポンプ、インジェクターの修理状況について 2) エンジン、油圧機器等のオーバーホール状況について ②委員会：尿素 SCR の取扱いについての各社の記載状況等

■ショベル技術委員会

月 日：12月18日（月）

出席者：小澤学委員長ほか8名

議 題：①運転、衝突防止支援装置についてのまとめ方の議論 ②ショベル最新情報の共有（1社の製品紹介） ③各社の CAD データの供給状況について ④その他

標準部会



■ISO/TC 127 土工機械委員会国内総会

月 日：12月12日（火）

出席者：正田明平委員長（コマツ）ほか（各分科会委員長含む）22名

場 所：協会会議室

議 題：①親 TC 127 土工機械委員会活動計画及び進捗状況 ②SC 1 分科会活動計画及び進捗状況 ③SC 2 分科会活動計画及び進捗状況 ④SC 3 分科会活動計画及び進捗状況 ⑤SC 4 分科会活動計画及び進捗状況 ⑥ISO 規格の JIS 化について

■ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 有志特設会合

月 日：12月14日（木）

出席者：岡ゆかり主査（コマツ）ほか8名

場 所：協会会議室

議 題：ISO/WDTs 21815 第1部と第3部との調整

■ISO/TC 195/SC 1 有志特設会合

月 日：12月21日（木）

場 所：協会B会議室

出席者：川上晃一 SC 1 議長ほか3名

議 題：① TC 195 国際会議（2017/11/7～10@米国オースティン）結果まとめ報告/宿題事項検討-SC 1/WG 4 DIS 19711-1.2 トラックミキサ-Part 1 FDIS 準備状況他 ② TC 297 国内委員会（2017/12/8@環境省）出席報告 ③今後の活動方針検討-2018年 TC 195 国際会議 @ ドイツ、-2019年 TC 195 国際会議 @ 日本

建設業部会



■三役会

月 日：12月6日（水）

出席者：植木睦央部会長ほか3名

議 題：①各 WG 報告 ②第2回若手現場見学会『首都高速東品川大規模更新工事（臨海）』について ③ヒューマンエラーに関する講演会実施について ④新 WG（仮）「機電 i-Construction 現場 WG」について ⑤その他

■クレーン安全情報 WG

月 日：12月7日（木）

出席者：久松栄一主査ほか9名

議 題：①クレーン休業姿勢 アンケート結果報告書の骨子検討 ②災害事例精査 ③ホームページ UP 用災害事例の検討進捗状況 ④クレーン安全衛生教育の視察について ⑤その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：12月5日（火）

出席者：平清二郎幹事長ほか6名

議 題：①当年度分科会活動計画について ②その他

■レンタル業部会

月 日：12月7日（木）

出席者：渡部純部会長ほか15名

議 題：①分科会活動状況報告 ②秋季現場見学会 ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：12月6日（水）

出席者：見波潔委員長ほか21名

議 題：①平成30年3月号（第817号）の計画の審議・検討 ②平成30年4月号（第818号）の素案の審議・検討 ③平成30年5月号（第819号）の編集方針の審議・検討 ④平成29年12月号～平成30年2月号（第814～816号）の進捗状況報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：12月20日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか6名

議 題：①建設技能実習制度について取りまとめ方針を決める ②その他

■新機種調査分科会

月 日：12月25日（月）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■北海道支部親睦会

月 日：12月1日（金）

場 所：センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか68名

■平成 29 年度第 4 回除雪機械技術講習会の打合せ

月 日：12 月 12 日（火）

場 所：北海道支部会議室

出席者：伊藤正樹技術委員会委員長ほか 11 名

議 題：①平成 29 年度実施結果 ②平成 30 年度実施計画 ③平成 31 年度向けテキスト全面改定について

東 北 支 部



■企画部会

月 日：12 月 1 日（金）

場 所：東北支部 事務局会議室

出席者：木村信悦企画部会長ほか 5 名

議 題：第 2 回支部運営委員会について
①平成 29 年度上半期事業報告について
②平成 29 年度上半期事業決算状況について
③「ゆきみらい 2018 in 富山」について

■ICT 活用工事検査講習会 山形県会場

主 催：東北地方整備局

月 日：12 月 5 日（火）

場 所：東北地方整備局 山形河川国道事務所 山形防災ステーション

内 容：①座学（i-Construction 概要）
②座学（検査の留意事項） ③座学（ICT 活用工事の検査） ④座学（3 次元データ（点群、設計データ）） ⑤実習（TS 計測） ⑥実習（GNSS ローバー計測）

講 師：東北支部 情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか

受講者：東北地方整備局職員 24 名、山形県職員 3 名

■第 2 回支部運営委員会

月 日：12 月 6 日（水）

場 所：仙台市 パレス宮城野

出席者：高橋弘支部長ほか 23 名

議 題：第 2 回支部運営委員会について
…①平成 29 年度上半期事業報告について ②平成 29 年度上半期事業決算状況について ③「ゆきみらい 2018 in 富山」について

■東北 i-Construction プラットホーム—各県 ICT 施工に関する実務者意見交換会（宮城県）—

月 日：12 月 19 日（火）

場 所：東北地方整備局会議室

出席者：永井浩泰東北地方整備局技術調整管理官ほか 55 名

内 容：①今までの ICT 活用工事の施工に向けての課題 ②今後の活用推進のために何が必要か

■第 4 回 情報化施工技術委員会

月 日：12 月 20 日（水）

場 所：東北地方整備局会議室

出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか 38 名

内 容：①平成 29 年度の活動報告について ②平成 30 年度のセミナー計画について ③D アカデミー東北との共催活動の提案について

■東北土木技術人材育成協議会 第 3 回幹事会

月 日：12 月 21 日（木）

場 所：東北地方整備局 東北技術事務所 会議室

出席者：稲葉護東北技術事務所長ほか 21 名

内 容：①平成 29 年度第 2 回基礎技術講習会（土木）の開催結果について
②平成 29 年度基礎技術講習会（ICT, UAV, 遠隔 BH）の開催結果について
③今後の基礎技術講習会の意見交換について

北 陸 支 部



■新潟市中央区小形除雪機械安全操作研修会

月 日：12 月 12 日（火）

場 所：新潟市役所

出席者：穂苅正昭企画部会長を講師派遣
受講者：約 20 名

■平成 29 年度第 1 回雪氷部会

月 日：12 月 19 日（火）

場 所：新潟県建設会館

出席者：山崎吉晴雪氷部会長ほか 13 名

議 題：①道路除雪オペレータ調査報告について ②除雪ハンドブックについて

■新潟県村上地域振興局地域整備部除雪作業降雪期前安全講習会

月 日：12 月 20 日（水）

場 所：新潟県村上地域振興局

出席者：穂苅正昭企画部会長を講師派遣
受講者：約 40 名

■「けんせつフェア北陸 in 新潟 2017」第 3 回実行委員会・幹事会 合同会議

月 日：12 月 26 日（火）

場 所：北陸地方整備局

出席者：宮村兵衛幹事

議 題：①開催結果報告 ②収支決算報告（案） ③次回開催について

中 部 支 部



■中部圏インフラロボットコンソーシアム 現場見学会

月 日：12 月 5 日（火）

場 所：丸山ダム

参加者：事務局長 永江豊（全体参加者 約 40 名）

内 容：水中ロボットの現地見学等

■清流の国ぎふ ICT モデル工事支援協議会 現場見学会

月 日：12 月 12 日（火）

場 所：扶桑各務原線道路改良工事現場 各務原市鵜沼大伊木町地内

参加者：事務局長 永江豊（全体参加者 約 40 名）

内 容：ICT を活用した建設施工現場見学会等

■「高校生・大学生のための ICT 講座」

月 日：12 月 22 日（金）

場 所：名城大学

参加者：理工学部社会基盤デザイン工学科 101 名

講 師：国土交通省中部地方整備局企画部機械施工管理官 谷口孝司氏、施工企画課施工係長 出口大治氏、サイテックジャパン(株) 鈴木勇治氏

内 容：最新の建設 ICT 技術等の紹介

関 西 支 部



■近畿地方整備局との意見交換会

月 日：12 月 4 日（月）

場 所：大阪キャッスルホテル

参加者：松本克英事務局長以下 17 名

内 容：1. 話題提供…①近畿地方整備局における取組について ②土木機械設備工事で試行する入札契約制度について 2. 意見交換…①土木機械設備の特性について ②施工体制の課題 ③要望事項

■建設業部会幹事会

月 日：12 月 13 日（水）

場 所：関西支部 会議室

出席者：滝崎治行建設業部会長ほか 3 名

内 容：合同討論会の開催について

■平成 29 年度施工技術報告会第 3 回幹事会

月 日：12 月 20 日（水）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長以下 11 名

議 題：①発表原稿 ②査読担当 ③原稿執筆要領 ④作成見本 ⑤「会告文」について ⑥「まえがき」について ⑦当日役割分担 ⑧今後のスケジュール

中 国 支 部



■平成 29 年度土木機械設備関係意見交換会

月 日：12 月 1 日（金）

場 所：中国地方整備局会議室

出席者：玉田中国地方整備局企画部機械
施工管理官ほか 24 名
内 容：①アンケート結果に基づく意見
交換 ②意見・要望等

■中国地方整備局と（一社）日本建設機械 施工協会中国支部との意見交換会

月 日：12 月 22 日（金）

場 所：中国地方整備局会議室

出席者：中国地方整備局 吉田敏晴企画
部長・河原能久中国支部長ほか 25 名

議 題：〈公共工事の品質の確保につい
て〉① i-Construction に関する事項
②入札・契約手続きに関する事項
③機械設備工事（業務）に関する諸課
題について〈その他の事項〉① H29
新技術活用等現場研修会について（報
告）② H29 除雪機械の運転技術講習
会について（報告）

四 国 支 部



■協賛事業「四国建設広報協議会 WG」

月 日：12 月 6 日（水）

場 所：高松サンポート合同庁舎南 103
中会議室（高松市）

出席者：協議会を構成する 27 の団体・
組織のうち 21 団体・組織から 25 名が
出席。JCMA 四国支部からは山下事
務局長が出席

内 容：①平成 29 年度収支及び監査報
告 ②平成 30 年度協議会役員（案）
について ③前回建設フェア要旨
④次回建設フェアについて ⑤その他

■国交省との共催事業「H29 遠隔操縦式 バックホウ等操作訓練（四技）」

月 日：12 月 20 日（水）～ 21 日（木）

場 所：国土交通省四国技術事務所構内
（高松市牟礼町）

受講者：支部会員会社等からの応募者
29 名

訓練評価者：山下安一事務局長ほか 2 名

内 容：① 1.0 m³ 級バックホウをカメ
ラ映像のみにより遠隔操縦する訓練
（訓練経験者）② 1.0 m³ 級バックホ

ウを目視及びカメラ映像により遠隔操
縦する訓練（訓練未経験者）③ 0.45
m³ 級バックホウを目視により遠隔操
縦する訓練 ④バックホウ遠隔操縦訓
練に関し、訓練前後の技量変化を評価
⑤講習修了証の交付

九 州 支 部



■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 4 日（月）

場 所：別府国際コンベンションセン
ター ビーコンプラザ 3F 31 会議室

受講者：32 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
への取り組み ② ICT 工事の概要
③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■建設行政講演会

月 日：12 月 11 日（月）

出席者：88 名

議 題：①道路を取り巻く最近の話題…
九州地方整備局 前佛和秀道路部長
②河川行政の現状とこれからについて
…九州地方整備局 竹島陸河川部長
③国土交通行政に関する最近の話題…
九州地方整備局 藤巻浩之企画部長

■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 12 日（火）

場 所：火の国ハイツ 1F 秋桜

受講者：82 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
への取り組み ② ICT 工事の概要
③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 15 日（金）

場 所：福岡市健康づくりサポートセン
ター 10F 講堂

受講者：76 名

内 容：①国土交通省の i-Construction

への取り組み ② ICT 工事の概要

③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 18 日（月）

場 所：JA・AZM ホール 別館 302

受講者：53 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
への取り組み ② ICT 工事の概要
③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 19 日（火）

場 所：サンメッセ鳥栖 4F ホール

受講者：49 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
への取り組み ② ICT 工事の概要
③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■ i-Construction（ICT 活用工事）技術講 習会

月 日：12 月 4 日（月）

場 所：諫早商工会議所 3F 会議室

受講者：46 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
への取り組み ② ICT 工事の概要
③情報化施工の概要 ④情報化施工の
測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■ i-Construction 実機体験技術講習会

月 日：12 月 21 日（木）

場 所：コマツ IOT 九州センタ

受講者：20 名

内 容：① ICT 建機体験 ②計測器体
験

■企画委員会

月 日：12 月 22 日（金）

出席者：原尻企画委員長ほか 11 名

議 題：①建設行政講演会の結果につい
て ② i-Construction 技術講習会の結
果について ③平成 30 年度 1・2 級建
設機械施工技術検定試験について
④その他

“建設機械施工” バックナンバー紹介（抜粋）

平成 28 年 7 月号（第 797 号）



コンクリート工事、コンクリート構造 特集

- ◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上
- ◆技術報文
 - ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
 - ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 涼徳橋上部工連続化工事
 - ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
 - ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
 - ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法、ND-WALL 工法の事例
 - ・設計基準強度 300 N/mm² の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
 - ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
 - ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
 - ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
 - ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上
- ◆投稿論文
 - ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発
- ◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 20） 小形除雪車（2）
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号（第 798 号）



i-Construction 特集

- ◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命
- ◆行政情報
 - ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介
- ◆技術報文
 - ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
 - ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
 - ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
 - ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用

- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム
- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレスタイプ MC システム 3D-MC^{MAX}
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用
- ◆投稿論文
 - ・無人化施工による破碎・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～
- ◆交流の広場
 - ・ICT を活用した精密農業の取り組み 農業における IoT を実現する新たな取り組み
- ◆CMI 報告
 - ・情報化施工研修会の取り組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 21） 小形除雪車（3）

平成 28 年 9 月号（第 799 号）



道路 特集

- ◆巻頭言 道路事業の今後と課題
- ◆行政情報
 - ・「凸部、狹窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
 - ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化
- ◆技術報文
 - ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
 - ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
 - ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
 - ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
 - ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
 - ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
 - ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
 - ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
 - ・グレーダ開発の変遷史
 - ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み
 - ・除雪作業の安全性向上に関する検討
 - ・ベイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保
- ◆交流の広場
 - ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点
- ◆JCMA 報告
 - ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷（その 1）黎明期～昭和 12 年
- ◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験
- ◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



800 号記念、維持管理・リニューアル 特集

◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌 表紙の変遷
- ・「建設機械施工 (旧誌名: 建設の機械化)」誌創刊第 2 号, 第 3 号

◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画と ICRT の積極的な活用
～地方の道をだれがいかんかに守っていくか～

◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工工事

◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要, インフラ老朽化対策の主な取り組み等

◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数 100 年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事
高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介
舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械
定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

◆CMI 報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 2) 昭和 13 年～31 年

平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



土工 特集

- ◆巻頭言 ICT 導入による建設施工の生産性向上に向けて

◆行政情報

- ・CM 方式を活用した震災復興事業の現状報告

◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Construction を含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solution の提案

- ・i-Construction における重機 ICT コミュニケーション
ライカ アイコン テレマティックス
- ・加速度応答システムの適用性評価
- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発
ICT 油圧ショベル「ZX200X-5B」
- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベル
の開発 施工効率向上を実現する Cat[®] グレードアシスト
- ・UAV 搭載レーザ計測システムの開発
- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦
無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介
- ・大分川ダム建設工事
- ・大規模土工における ICT 施工と CIM 化への対応
陸前高田市震災復興事業での取り組み
- ・シェル型浸透固化処理工法 新しい注入形態
- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策
剛壁面補強土工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策
- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング
- ◆交流の広場
- ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介
- ◆CMI 報告
- ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介
- ◆部会報告
- ・アスファルトプラントの変遷 (その 3) 昭和 32 年～36 年
- ◆統計 平成 28 年度 主要建設資材需要見通し

平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入
取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成
凍結管の削孔・建て込み, 凍結設備の設置工事
- ・工事を支える二つの『見える化』
山田宮古道路—山田北道路改良工事
- ・早期復興に應えるために取り組んだ現場運営の紹介
国道 45 号吉浜道路工事の事例
- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強
- ・締固めによる木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介
砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法)
- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車
両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステム ASAM

◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

◆JCMA 報告

- ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 3)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 4) 昭和 37 年～42 年

◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向
- ・平成 28 年 建設業の業況

平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
 - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
 - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
 - ・最新型ホイールローダ 950MZ
 - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
 - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
 - ・ガソリン / LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ~ 3.5 トン
 - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
 - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
 - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
 - ・全回転チュービング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
 - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
 - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
 - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
 - ・鉄道クレーン車 KRC810N
 - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
 - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
 - ・安全の責任について考える ~ 技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚 ~
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年 ~ 50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

平成 29 年 2 月号 (第 804 号)



大深度地下、地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
 - ・地下鉄建設技術と工事用機械 90 年の歴史を概観する
 - ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
 - ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法

- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム !! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING® 工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越 ~ 東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発 トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機械の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
 - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年 ~ 58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



地球温暖化対策、環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
 - ・二酸化炭素 (CO₂) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO₂ ミニマム)セメント・コンクリートシステム
 - ・CO₂ 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
 - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
 - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
 - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
 - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
 - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
 - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
 - ・凝集効果が長期間持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
 - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
 - ・高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取組み
 - ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置 サイレンスチューブ
 - ・おもりをを用いた工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法 GMD 工法
- ◆交流の広場
 - ・VR による BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その7）

平成 29 年 4 月号（第 806 号）



建設業の海外展開，海外における建設施工 特集

◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開

◆行政情報

- ・建設業の海外展開と ODA

◆技術報文

- ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事
ベトナム国内最大の海上橋
- ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工
シンガポール地下鉄トムソン線マリーナベイ新駅
- ・シンガポール MRT
トムソン－イーストコーストライン T207 工区
- ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績
台湾・大安電力シールド工事
- ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバランダム建設工事
JICA Loan IP-534
- ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事
JICA Loan Agreement No. KE-P25
- ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立工事
大型自航式ポンプ浚渫船〈CASSIOPEIA V〉による埋立浚渫工事
- ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
- ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事

◆交流の広場

- ・日本企業による水ビジネスの海外展開

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その8）

平成 29 年 5 月号（第 807 号）



解体とリサイクル，廃棄物処理 特集

◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望

◆技術報文

- ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用
シミズ・クールカット工法
- ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
- ・各種技術を駆使したダム撤去工事
- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化
ガラダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・施工

- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム
- ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」
- ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T
- ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策
- ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的施工技術
T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用
- ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め
1F 港湾内海底土被覆工事の概要
- ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討

◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その9）

◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号（第 808 号）



都市環境，都市基盤整備，自然再生等 特集

◆グラビア 時代の建層（ときのけんそう）

◆巻頭言 育てる

◆技術報文

- ・整備新幹線の軌道・電気工事用機械
- ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
- ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
- ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
- ・礫間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄化事例
- ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」の開発
- ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発
ハイブリッド雨水貯留システム
- ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
- ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェクト
- ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況
都市域における生物多様性向上を目指して
- ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
- ・樹木対応型壁面緑化システムの開発
パーティカルフォレスト®
- ・時代の建層（ときのけんそう）
建設残土を利用した，時代を積み重ねる都市更新の提案

◆交流の広場

- ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイクル技術

◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その10）

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 29 年 7 月号 (第 809 号)



基礎工、地盤改良 特集

- ◆巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて
- ◆技術報文
 - ・高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発
ハイブリッド防潮堤の開発施工事例
 - ・ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事
 - ・狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例
超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18
 - ・地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法
 - ・都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工
阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介
 - ・空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発
ST マイクロパイル工法
 - ・地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例
富山新港火力発電所 LNG1 号機新設工事
 - ・廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例
リフューズプレス工法
 - ・大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS・S・MIX 工法
 - ・地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム
 - ・大口径掘削杭工法対応のアースドリル開発 SDX612
 - ・三点式杭打機フェニックスシリーズ「DH758-160M」の紹介
 - ・低空頭、狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発
MPD-TMX 工法
 - ・地盤改良工事を全自動で施工管理
ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK
 - ・木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 1)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 8 月号 (第 810 号)



歴史的遺産・建造物の修復 特集

- ◆グラビア
 - ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ◆巻頭言 歴史遺産感動の 3 要素
- ◆技術報文
 - ・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理
近代ニッポンを支えた世界遺産 旧富岡製糸場
 - ・伝統建築における設計施工一貫 BIM
薬師寺食堂(じきどう)復興事業
 - ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える
飯田丸五階櫓倒壊防止緊急対策工事
 - ・経年が 100 年を超える鉄道土木構造物の維持管理

- ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化
- ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み
大河津可動堰改築ゲート設備工事
- ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存
- ・狭山池の改修とその技術の変遷
- ・歴史的鋼橋の補修補強工事
土木遺産である晩翠橋の補修補強工事の紹介
- ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事
- ・消えた建設機械遺産群 わが国の建設機械の始祖

◆交流の広場 博物館明治村

◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 2)

◆CMI 報告 放置車両等を移動する道路啓開機材の開発検討

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷(その 11)
- ・ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

◆統計 建設企業の海外展開

平成 29 年 9 月号 (第 811 号)



維持管理・老朽化対策・リニューアル 特集

- ◆巻頭言 社会インフラの老朽化、これは JAPAN IN RUINS ですか
- ◆行政情報
 - ・ダム再生 既設ダムの有効活用
 - ・道路の老朽化対策の取り組み
- ◆技術報文
 - ・車線供用下での東名高速道路リニューアル事業の施工
用宗高架橋(下り線)の床版取替え工事
 - ・PC ゲルバー橋の連続化 首都高速 1 号羽田線 勝島地区橋梁
 - ・短工期を実現した天井板撤去の取組み
神戸長田トンネル天井板撤去工事
 - ・走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール)
画像・レーザー・レーダー技術による点検・調査・診断支援技術
 - ・武蔵水路「安全・安心な施設へのリニューアル」
水路改築工事におけるプレキャスト工法の施工実績
 - ・福岡空港における高強度 PRC 版による老朽化対策
 - ・港湾構造物の維持管理への ICT の活用
無線操作式ボートを用いた港湾構造物の点検・診断システム
 - ・鉄道構造物の維持管理と検査・診断技術
 - ・鉄道構造物の延命化・リニューアル技術
 - ・高強度かつ高耐久性のセメント系繊維補強材料
タフショットクリート®
 - ・産業遺産である老朽化した水力発電所の改修と立坑掘削時における地山の変位と対策
 - ・歴史的建造物(レンガ建屋)の曳家工法による保存
蔵上浄水場第 1 高区配水池改良工事
 - ・船場センタービル外壁改修工事
大規模商業施設における外壁改修
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 3)
- ◆CMI 報告
 - ・構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究
鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の紹介
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷(その 12)
- ◆統計 平成 29 年度 建設投資見通し

平成 29 年 10 月号 (第 812 号)



建築 特集

◆巻頭言 人工技能研究のすすめ

◆行政情報

- ・「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ
- ・建築物省エネ法の概要

◆技術報文

- ・ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事
- ・既存建物の不快な床振動を低減する制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor
- ・VR 技術を活用した教育システムの開発と運用 施工技術者向け VR 教育システム
- ・地上躯体に適用可能な中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化
- ・外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開 完全外部施工方法の開発
- ・杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合工法 TO-SPCap 工法の開発
- ・スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発 「KOC Co チェックシステム」アプリケーションの紹介
- ・ロボット溶接による建築現場溶接施工法の開発と適用
- ・自律型清掃ロボットを開発 T-iROBO® Cleaner
- ・建物の安全性即時診断システム 1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断
- ・ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発

◆交流の広場

- ・デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用

◆JCMA 報告

- ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)

◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 11 月号 (第 813 号)



防災、安全／安心を確保する社会基盤整備 特集

◆巻頭言 社会資本整備を考える

◆行政情報

- ・Lアラート：防災情報共有システムの現状

◆技術報文

- ・平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用
- ・国内初大型ニューマチックケーソン 2 函同時設け施工
- ・サイフォンと水中ポンプの機能を併用した排水システムの開発 ハイブリッド・山辰サイフォン排水システム
- ・熱赤外線サーモグラフィによる斜面調査

- ・地下鉄トンネル覆工のはく離・浮きの可視化による検出システムの検討

- ・無排泥粘土遮水壁工法の開発 エコクレイウォールⅡ工法

- ・老朽化した狭小導水路トンネルリニューアルの機械化施工

- ・超音波振動を併用した薬液注入工法 UVG 工法

- ・石積み擁壁耐震補強工事における鉄道営業線近接施工

◆交流の広場

- ・非常食の循環システム付き宅配ロッカー「イーバルボックス」ソリューションによる、ローリングストック実現にむけて

◆JCMA 報告

- ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 5)

◆部会報告

- ・ISO/TC 127 土工機械広島総会及び ISO/TC 127/SC 3/WG 12ISO 6405 土工機械—操縦装置などの識別記号 国際 WG 会議報告

◆統計 平成 29 年 建設業の業況

平成 29 年 12 月号 (第 814 号)



先進建設技術 特集

◆巻頭言

- ・建設産業がけん引する「第 4 次産業革命」 具体化への期待

◆行政情報

- ・i-Construction 推進の取組み状況 普及促進事業の進捗
- ・国土交通省における CIM の導入・推進

◆技術報文

- ・ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジにおける災害対応建設ロボット
- ・総合的な i-Construction による緊急災害対応 阿蘇大橋地区斜面防災対策工事における無人化施工
- ・油圧ショベル用遠隔操縦装置の開発 災害現場への適応性を向上させた新型簡易遠隔操縦装置ロボ QS
- ・自律移動ロボットによる盛土締固め度及び水分量測定の自動化
- ・次世代建設生産システムの現場適用と生産性向上への展望 ロックフィルダムへの適用紹介とインフラ無線システム
- ・大水深対応型水中作業ロボットの開発 DEEP CRAWLER
- ・ドリル NAVI における新機能の開発
- ・AI を活用したコンクリート表層品質評価システムの開発
- ・建設機械の改造が不要で着脱可能な装置による無人化施工技術の開発 熊本城崩落石撤去へ汎用遠隔操縦装置「サロゲート」の適用事例
- ・次世代型ビーコンを利用した屋内作業員の可視化による現場管理システムの開発 EXBeacon プラットフォーム現場管理システム
- ・IoT を活用した建設機械用アタッチメントの稼働管理システム (TO-MS) の開発 AI で故障予知・稼働監視を実現、未来型アフターサービスの提供によるランニングコストの低減
- ・移動体多点計測技術 (MMS) を用いた出来形管理に向けた基礎的研究

◆交流の広場

- ・パワーアシストスーツを活用した作業者の負担軽減

◆部会報告

- ・ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 国際ジョイント作業グループ会議報告

編集後記

この原稿を書いている1月末、今年の冬は北極から降りてくるとても低温の寒気が南下して、さらに南岸低気圧の微妙なコース取りの結果、日本各地および1月としては東京に64年ぶりの大雪を降らせました。

東京に通勤しているため、降雪の当日雪が降り始めたのは昼過ぎごろでしたが、この日は異例の社内一斉放送が流れて、「業務に支障がない場合は早退してください……」交通の乱れを予想して三々五々に帰り支度をして帰路に就く社員が増えて、就業時間近くには9割近くが退社しました。私も窓外の積雪具合を見ると自分の住んでいる埼玉県北部はかなりの積雪が予想されたため16時ごろには退社しましたが、時すでに遅く、地下鉄は超満員で朝の通勤ラッシュ以上に混雑していました。やっとの思いで自宅にたどり着いたのはいつもより1時間近く多く掛かってしまいました。連日の積雪予報が出ていたにも関わらず、当日まで早退の判断が遅く大混乱になってしまったのは日本の会社、学校など

の判断が遅いことが原因です。海外では雪の予報が前日までにでていて交通機関に影響がある場合は、その時点で会社や学校を休みにするなど対処するため日本のような混乱が起きないような国々もあると聞いています。

今月号は「安全対策・労働災害防止」特集です。日頃の安全活動の一つに危険予知が定着しています。事前に積雪を想定して対策を立てることが重要なのだと改めて感慨をめぐらせました。

建設業は依然、災害で亡くなる人が全産業で一番多い業種です。高齢者が多くなりまた比較的経験の浅い作業者の安全に対する感性（危険予知能力）が低下しているように感じられます。今月号の特集にはVRを用いた安全教育に関する報文や、ICT技術を応用した安全装置付きの重機など、安全教育や安全対策策定の参考にしていただける内容を取り上げています。是非ご自分の仕事に生かしていただければ幸いです。

最後になりましたが、お忙しいなか快くご寄稿いただきました執筆者や関係者の皆様に、心から御礼申し上げます。（加藤・上田）

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

編集委員

山口 武志	国土交通省
山口 康広	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
鈴木 貴博	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラージャパン
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
安藤 正紀	(株)加藤製作所
森田 育男	古河ロックドリル(株)
山下純一郎	(株)前田製作所
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

3月号「自然再生、自然景観、都市景観特集」予告

・自然再生の現状と今後の推進 ・ポーラスコンクリートによる珊瑚礁の再生 ・UR都市機構の生物多様性ネットワーク構築への取り組み ・八幡湿原自然再生事業 ・生態系保全のため夜間照明にLED照明を全面採用 ・エコロジカル・ランドスケープ概論 ・日立市の河原子海水浴場付近での侵食と今後の方策 ・養浜による海岸再生 ・宮中取水ダム魚道構造改善事例 ・植生基盤材料を目指した牡蠣殻ポーラスコンクリートの開発 ・建設工事における代償ビオトープの創出 ・川が川の形をつくる ・踏まれても枯れにくい駐車場緑化技術の開発

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。 ②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。
…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX
年間購読料（12冊） 9,252円（税・送料込）

建設機械施工

第70巻第2号（2018年2月号）（通巻816号）

Vol. 70 No. 2 February 2018

2018（平成30）年2月20日印刷

2018（平成30）年2月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 田崎 忠行

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

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

E-mail：san-mich@zam.att.ne.jp 担当：田中

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテル-タ リーザー
離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押し
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在／最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N
●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機
セットで
15万円
(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N
●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用
セットで
17万円
(税別価格)

16ボタン
モデル
16操作標準型
RC-5816N
●16操作16リレー
●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型
RC-6016N
●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税別価格)



防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N
●16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
22万円
(税別価格)



新 モデルチェンジ！内部設計を一新！
全ての互換を優先しました。
N/U/Gシリーズ
頑強 ケーブルレス
堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上
優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当
ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能
特殊スイッチ
オーダー対応例
裏面
スイッチ

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテル-タ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
RC-7126N
セットで
45万円～
(税別価格)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)
3ノッチジョイスティック型
RC-7132N
セットで
90万円～
(税別価格)
ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル
新型ジョイスティック
3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN
スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス Nシリーズ

微弱電波モデル
対応
標準型
RC-3208N
●8操作
8リレー
セットで
12万円
(税別価格)



片手で握り替えずに
正逆操作が行えます！
ボタン部の突起
ボタン間の仕切り一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

コンパクトという選択肢!!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化
トコト機能を絞って
コストダウン
アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上
高い防水性能
送信機はIP65
従来の機と
信号互換あり！
受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能
特許！
ケーブルには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ/だっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)



ポケットサイズの本格派!

N/Rシリーズ
標準型
RC-4303N/R
セットで
10万円
(税別価格)



リーザー 離操作 N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
標準型
RC-2512N
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税別価格)

価格もサイズも
ハンディー並み!



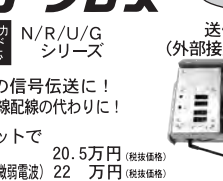
軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
N/R/U/G
シリーズ

●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税別価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)



工夫次第で用途は無限!

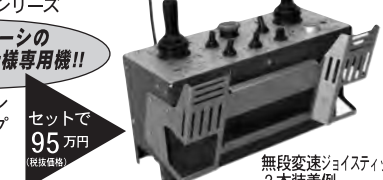
送信機 (外部接点入力型)
7100型
6300型
5700型
3200型
受信機
写真は
Uシリーズ

MAXサテル-タ Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力
専用モデル
ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U
●多機能多操作
(比例制御対応も可)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!
全押しボタン
装着タイプ
セットで
95万円
(税別価格)



無段階変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R
●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
●受信機から
電話回線接続機能
●高信頼性
異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
●大音量警鳴音発生
110dB/m



標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)
ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)
2km～(6km)

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

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



常に半歩、先を走る
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX:088-694-5544(代) TEL:088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

www.denyo.co.jp

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



DCA-25MZ

GAW-155ES

DIS-80LBE



東京支店 03(6861)1122
横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231

大阪支店 06(6448)7131
 広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700



吸塵式乾式カッター

MCD-RY14HS

NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2

MLP-1212A



高周波バイブレーター

FX-40G/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー

MT-55L-SGK

NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター

MVC-F40S

NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー

MRH-601DS

低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL: 06-6745-9631	北関東営業所 TEL: 0276-74-6452	中国営業所 TEL: 082-875-8561	沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328
札幌営業所 TEL: 011-892-6920	長野出張所 TEL: 080-1013-9542	四国出張所 TEL: 087-868-5111	
仙台営業所 TEL: 022-238-1521	中部営業所 TEL: 052-451-7191	九州営業所 TEL: 092-431-5523	
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661	金沢出張所 TEL: 080-1013-9374	南九州出張所 TEL: 080-1013-9558	

建設機械施工

広告掲載のご案内

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

■職業別 購読者

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

■掲載広告種目

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

広告掲載・広告原稿デザイン ― お問い合わせ・お申し込み

サントナアートワークス

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

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

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

建設機械施工 カタログ資料請求票

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

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

お 名 前： 所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： F A X：

E-mail：

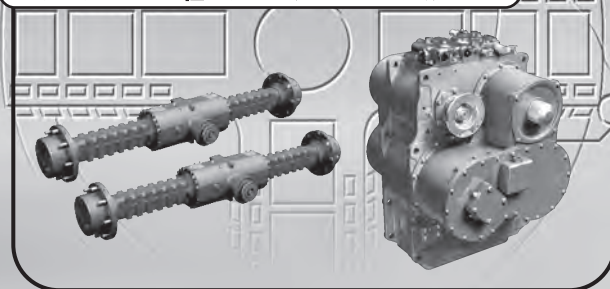
	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先：サントナ アートワークス 建設機械施工 係 FAX:03-3664-0138

MARUMA

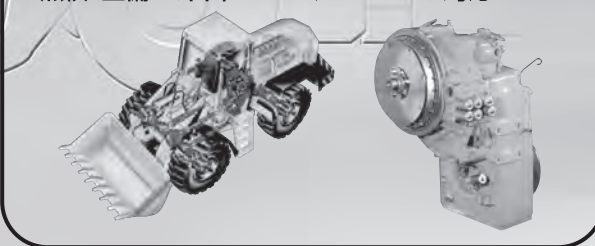
あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

イタリアDANA社のアクスルトランスミッション



建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



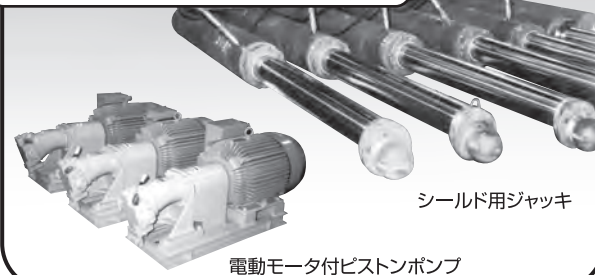
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

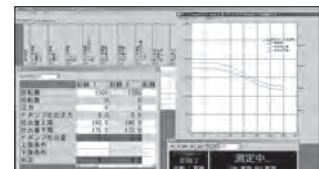
電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性の由縁です。



MH-R220は従来の油圧ドライブ型油圧機器試験機に比べ、インバータ制御電動モーター駆動、及びエネルギー回生回路の採用により大幅な消費電力量の削減を実現しました。大型油圧ポンプの試験も可能です。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京工場 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp/>

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

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



吉永機械株式会社

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

「もう、こんな時間」を。
「まだ、こんな時間」に変えませんか?

まかせてください!



お気軽に
ご相談ください。

NPC
Communication
Power

会社案内・カタログ・社史・社内報・マニュアル・電子書籍

などの制作で、お困りのご担当者様はいらっしゃいませんか。ご担当

者様のお仕事は多岐にわたり、何かとご多忙のこととお察しいたします。

そんな方には、ぜひNPC日本印刷をご紹介します。私たちのご提供できるサービスは、版下づくり、印刷・製本ばかりではありません。膨大な資料の整理、講演のテープ起こし、インタビューをもとにした原稿づくりほか、企画から仕上げまで、トータルにお手伝いさせていただいております。もちろん、コストダウンに関するご提案も承ります。どうぞ、お気軽にお声をおかけください。

月刊誌

会社案内
カタログ

社史

社内報

マニュアル

電子書籍

etc. ▶

企画、原稿づくりから
仕上げまで、トータルに
お手伝いします。

NPC 日本印刷株式会社 ☎ **(03)5911-8667** (担当:海坂)

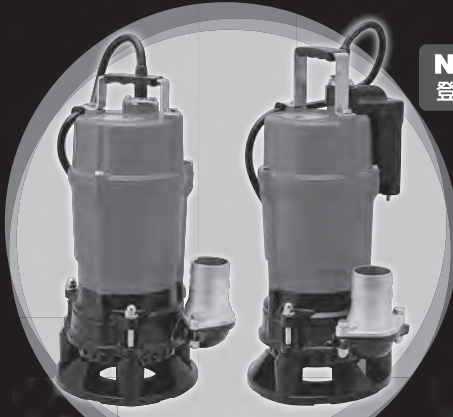
〒170-0013 東京都豊島区東池袋4-41-24 東池袋センタービル
TEL: (03) 5911-8660(代) FAX: (03) 3971-1212

URL: <http://www.npc-tyo.co.jp/>



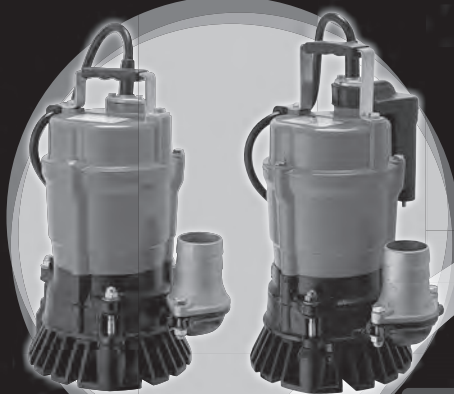
工事排水向け小形水中ポンプに求められる 様々な用途や使用条件に対応できる バリエーションをラインナップ。

攪拌羽根付泥水タイプ



NETIS
登録商品

横吐出し口の ベーシックタイプ



非自動形

自動運転形

NETIS
登録商品

スパイラルケーシングの
ベーシックポンプ

HS型 HSE型

吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
吐出し量：0.1m³/min
全揚程：8m

低水位排水タイプ



最低水位1mmまで
排水できるポンプ

HSR型

吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
吐出し量：MAX. 0.12m³/min
全揚程：MAX. 12m

通過径 重視タイプ

気中連続運転も可能な
大異物通過径 (30mm) ポンプ

HSU型

吐出し口径：50mm
出力：0.55kW
吐出し量：MAX. 0.28m³/min
全揚程：MAX. 9.5m



軟弱異物 対応タイプ

枯葉などの異物が
つまりにくいポンプ

HSN型

吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
吐出し量：0.13m³/min
全揚程：6m



株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

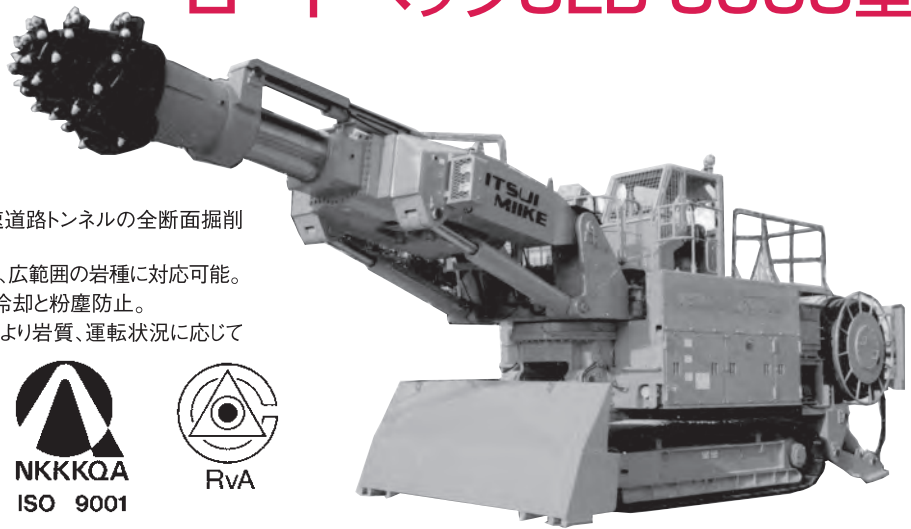
TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス

 株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

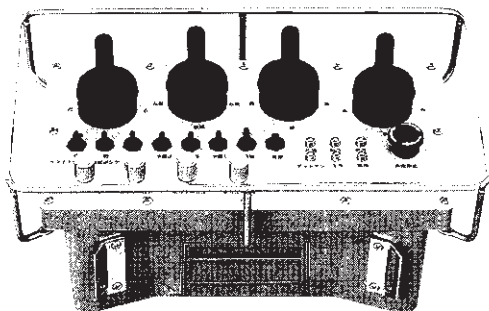
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

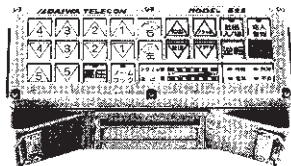
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

i-Constructionを ワールドワイドで支援 サイテックジャパン



情報化施工に関する Trimble ソリューションの販売・サポートの専門企業として、全世界で 100 社を超えるサービスを展開する SITECH(サイテック)。この度、国内の i-Construction 活性化に伴い 2017 年 9 月 ニコン・トリンブルのグループ会社として、**サイテックジャパン株式会社**をスタートさせました。情報化施工に関わる **ICT・IoT・センサー・通信機器・位置情報機器・3D スキャナ・ドローン・各種ソフトウェア・クラウド、施工計画管理**等に関する様々な「ソリューション」&「サポート」を豊富な実績で幅広くご提供して参ります。

最新マシン・コントロール / ガイダンス
Trimble Earthworks



サイテックジャパン株式会社

〒144-0035 東京都大田区南蒲田 2-16-2
テクノポート三井生命ビル
TEL : (03) 5710-2594

SITECH-JAPAN.COM

YOUR CONSTRUCTION TECHNOLOGY PROVIDER

雑誌 03435-2



4910034350285
00800

「建設機械施工」

定価 本体 800 円 (税別)