

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2015

建設機械施工



Vol.67 No.5 May 2015 (通巻783号)

特集 安全対策・労働災害防止



保安帽の進化

巻頭言 労働災害防止対策の進歩と今後の方向

行政情報 ● 建設業の労働災害発生状況と建設機械災害の防止対策
● 移動用発電設備の取扱いと維持管理

技術報文 ● 産業用ヘルメットの進化
● 粉じんによる疾病を防ぐ呼吸用保護具の進化
● クレーン仕様バックホーの安全対策
● トラック搭載型クレーン開発史
● シンガポールの労働安全に対する取組み 他

JCMA報告 平成26年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その3)

● 優秀論文賞 66時間型枠存置が可能な新型テレスコピック
セントルの開発
● 論文賞 傷んだアスファルト舗装を簡易に補修する工法機械の開発

部会報告 除雪機械の変遷 (その7) 除雪トラック (3)

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工専用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

MIWA K-40N KIRUNA K-40N トンネルズリ運搬車

オフロード法
2014年

排出ガス基準
適合エンジン
搭載車



▶ 最新型コンテナ式運搬車

特徴

- 1 工期短縮
- 2 運搬車両台数の削減
- 3 坑内作業環境の向上
- 4 ズリ搬出制約の対応
- 5 多目的使用

流れすみやかに! トランスポート・イノベーション ミワ・システム車両



三輪運輸工業株式会社

<http://www.miwa-gr.co.jp> >>

本社: 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町 2-1-16
TEL: 078-251-5001 FAX: 078-251-4525

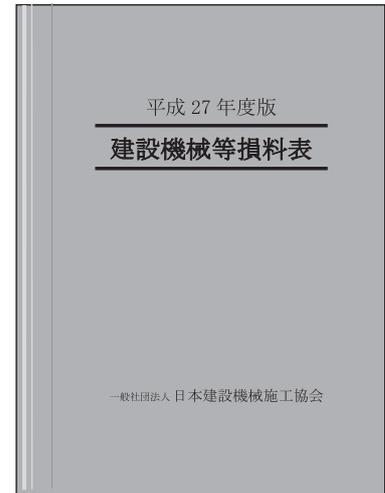
プロダクトカンパニー: 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島 39
TEL: 079-435-5115 FAX: 079-435-1565

平成27年度版 建設機械等損料表

- 発刊：平成27年5月9日
- 体裁：B5版 モノクロ 約620ページ
- 価格(送料別) 一般：7,920円(本体 7,334円)
会員：6,787円(本体 6,285円)

■平成26年度版に対する変更点

- ・損料算定表の諸元欄の記載要領・表現を変更し読み易さを改善
- ・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加



* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会 (TEL:098-879-2097) にお申込み下さい。

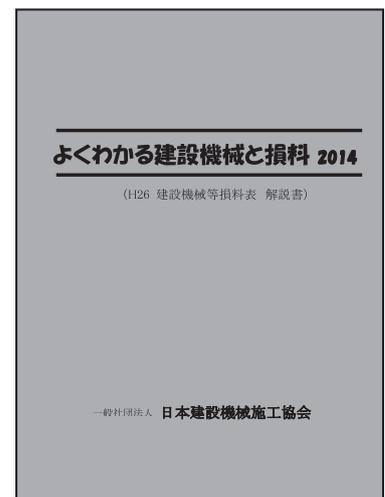
よくわかる建設機械と損料 2014

本書は平成26年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したのですが、平成27年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。

- 発刊：平成26年6月
- 体裁：B5版、一部カラー、約400ページ
- 価格(送料別) 一般：5,616円(本体:5,200円)
会員：4,752円(本体:4,400円)

■特長

- ★ 損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説
- ★ 各通達・告示類の要旨を解説
- ★ 各建設機械の分類コードの体系を図示
- ★ 各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介
- ★ 主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介
- ★ 機械の俗称からも掲載ページ検索が可能



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を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

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

主な内容

1	2	3	4	5	6	7	8	9
情報化施工のあらし	情報化施工技術の種類	情報化施工の適用工種	情報化施工の運用手順	建設機械・測量機器リスト	情報化施工データ	情報化施工の導入効果	導入事例	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



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

Windows版

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

橋梁架設工事の積算

平成26年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成26年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成26年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成26年度版」を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成26年度版」を別冊(セット)で発刊致しております。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆内容

平成26年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改訂内容

平成25年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・送出し架設 留意項目の追加
- ・橋梁補修 (掲載歩掛一覧表、塗替塗装用足場工、仮設ブラケットの設置・撤去、素地調整 (ブラスト工法、コンクリート補修歩掛) の追加
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・工事用エレベーター運転費の電力設備に発動発電機を追加
- ・外ケーブル工予備孔の設置歩掛りを追加
- ・外ケーブルPE管グラウトタイプ PCケーブル工歩掛の変更
- ・重量型伸縮継手装置の設置歩掛りを追加
- ・検査孔蓋の設置歩掛りを追加
- ・複合損料の改定
- ・積算例題の見直し

- B5判 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

●価格

- 一般価格 : 8,640 円 (本体 8,000 円)
- 会員価格 : 7,344 円 (本体 6,800 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 610 円 (但し県内に限る)

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成26年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成26年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

本協会では、平成24年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成24年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成26年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成26年度版」を発刊致しました。

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

◆ 内 容

平成26年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲

第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算

第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算

第2編 工法の概要

第4編 パーカッション掘削工法の標準積算

第6編 建設機械等損料表

◆ 改定内容

平成24年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法の施工機械を最新情報に改定
- ・工法写真、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例を追加
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改定

● A4版／約250頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：6,048円（本体5,600円）

会員価格：5,142円（本体4,762円）

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 500円

沖縄県 350円（但し県内に限る）

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

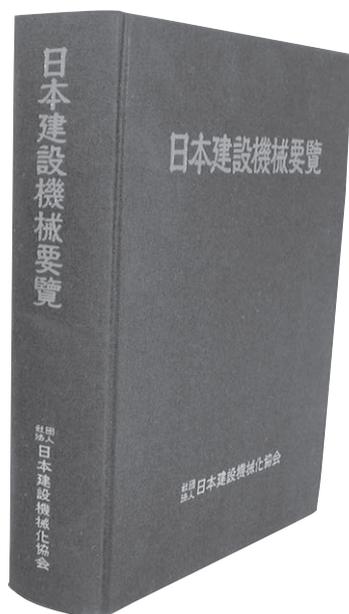


2013年版 日本建設機械要覧

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。



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

価格は次の通りです（消費税8%含む）

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円となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

2013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年版及び2010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2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版 内容目次

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

◆ 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 2013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	①	TEL	
	②	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
- ※沖縄の方は本部へ申込

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

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）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

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

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

◇主な内容

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

◇掲載工種

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

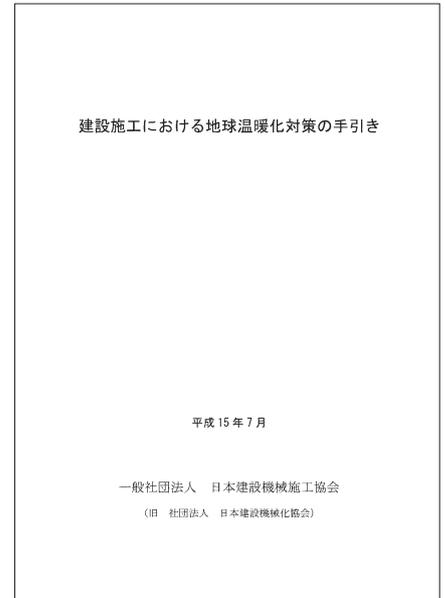
◇体裁・定価

A4判，85頁

価格 一般価格 1,620円（本体1,500円）

会員価格 1,512円（本体1,400円）

送料は一般，会員とも400円



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

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

◇主な内容

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

◇体裁・定価

B5判，50頁

価格 一般価格・会員価格共 540円（本体500円），送料250円



◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		大正 昭和 平成 年 月 日
機関誌の送付先	A. 勤務先 B. 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。) ※「勤務先」に送付の場合は下記(A)の項目に、「自宅」に送付の場合は下記(B)の項目にご記入下さい。	
(A) 勤務先名		
(A) 所属部課名		
(A) 勤務先住所	〒 _____ TEL _____ E-mail _____	
(B) 自宅住所	〒 _____ TEL _____ E-mail _____	
その他 連絡事項		
	平成 年 月より入会	

【会費について】 年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱いについて】

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	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
2	H27 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 27 年度版	9,720	8,262	600
3	H27 年 5 月	平成 27 年度版 建設機械等損料表	7,920	6,787	600
4	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 26 年度版	6,048	5,142	500
5	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
6	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
7	H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	52,920	44,280	900
8	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック (改訂 4 版)	6,480	5,502	600
9	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
11	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
12	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
13	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
14	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
15	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
16	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
17	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,029		250
18	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)	5,142		600
19	H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針(案) 道路管理施設等設計要領(案)	3,456		500
20	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
21	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
22	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
23	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
24	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
25	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
26	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
27	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
28	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
29	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
30	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
31	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
32	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
33	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
34	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
35	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
36		建設機械履歴簿	411		250
37	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

目次

安全対策・労働災害防止 特集

3	巻頭言	労働災害防止対策の進歩と今後の方向	伊藤 正人
4	行政情報	建設業の労働災害発生状況と建設機械災害の防止対策	建設業労働災害防止協会
8	行政情報	移動用発電設備の取扱いと維持管理	小林 公雄
15		山岳トンネルの切羽崩落予測システム 切羽ウォッチャー	小泉 悠・伊達 健介・横田 泰宏
19		3D クレーンブーム位置監視システムの実用化 近接工事における立体的なクレーン作業範囲の監視	三上 博・千葉 史隆・伊達 峰司
24		法面吹付工の機械施工システムの開発 吹付けロボット「Robo-Shot」	庭田 和之
29		安全性と施工性が両立したシステム吊足場 先行床施工式フロア型システム吊足場「クイックデッキ」	鈴木 正人・大久保 工・吉田 一将
35		産業用ヘルメットの進化 ヘルメット規格の変遷とともに	谷澤 直人
40		粉じんによる疾病を防ぐ呼吸用保護具の進化	石川 健彦
46		モノのインターネットによる建設現場の施工支援 建設 IoT (Internet of Things =モノのインターネット) システム	國塚 篤郎
50		工事用車両の衝突防止支援システムの開発 工事用車両と一般車両の車間距離判定を用いたシステムの紹介	加瀬 太郎・千田 翔互・宮崎 吉弘
54		クレーン仕様バックホーの安全対策	二木 正宣・戸張 貴彦
59		トラック搭載型クレーン開発史 ユニッククレーン	植野由梨佳
63		650 tクレーン架設におけるアウトリガー養生	鈴木 教之
69		シンガポールの労働安全に対する取組み	関本 昇・久保田祥一
74		ずいそう 再びインドにて	石見 博之
75		ずいそう 龍馬と江藤新平	光石 正幸
76	JCMA 報告	平成 26 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 3) 66 時間型枠存置が可能な新型テレスコピックセントルの開発	重永 晃洋・西岡 和則・手塚 康成
82		傷んだアスファルト舗装を簡易に補修する工法機械の開発	越村 聡介・平野 晃・田中 純
88	部会報告	除雪機械の変遷 (その 7) 除雪トラック (3)	除雪機械技術委員会
95	部会報告	ISO/TC 127/SC 1/WG 10 (ISO 8643 土工機械—油圧ショベル及び バックホウローダの (作業装置) 降下制御装置—性能基準及び試験方法) 2014 年 9 月イタリア国ボローニャ市国際作業グループ会議報告	標準部会
98	部会報告	ISO/TC 127/SC 3/WG 7 (ISO 10906 土工機械—外部への警報装置— 室内試験手順及び要求事項) 2014 年 9 月英国ロンドン近郊サウスダレンス村 国際作業グループ会議報告	標準部会
100	部会報告	新名神高速道路箕面トンネル東工事 現場見学会	建設業部会
102	新工法紹介	機関誌編集委員会	111 行事一覧 (2015 年 3 月)
104	新機種紹介	機関誌編集委員会	114 編集後記
110	統計	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会	京免・太田

◇表紙写真説明◇

保安帽の進化

写真提供：(株)谷沢製作所

谷澤営業所が 1934 年 2 月に実用新案特許を認められたカップ型ヘルメットです。パルカナイズドファイバー

(木繊維を固めたもの) を使用し漆で仕上げたヘルメットで、剣道の防具をイメージすると近いようです。着体がハンモック式で、衝撃吸収性能を備えていたことから、それまでのアルミ製ヘルメットに比べ、電気絶縁性、耐磨耗性、耐衝撃性、通気性に優れ、かつ安価でした。現代のヘルメットの原型といえるでしょう。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長:植木睦央 鹿島建設株式会社東京建築支店機材部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるように被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談に答えていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成 27 年度建設機械施工技術検定試験

— 1・2 級建設機械施工技士 —

平成 27 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る知識や技術力を検定します(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください)。

1. 申込み方法

所定の受検申込用紙に必要事項を記

載し、添付書類とともに郵送。

平成 27 年 2 月 2 日(月)～4 月 6 日(月)まで、受検申込み用紙を含む「受検の手引」を当協会等で販売します。

2. 申込み受付

平成 27 年 3 月 6 日(金)～4 月 6 日(月); 終了

3. 試験日

学科試験:平成 27 年 6 月 21 日(日)

実地試験:平成 27 年 8 月下旬から 9 月中旬

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 試験部

TEL: 03-3433-1575

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

第 27 回 日本建設機械施工大賞 ご案内

1. 表彰の目的

大賞部門は、建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等により顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰します。地域賞部門は、地域に根ざした独自の視点に基づき、従来の施工方法・技術の改良、地域普及などの取り組みを通じ、地域へ貢献している業績を表彰します。いずれも国土の利用、開発、保全並びに経済・産業の発展に

寄与することを目的とします。

2. 表彰対象

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

3. 表彰の種類

最優秀賞、優秀賞、地域貢献賞、選考委員会賞

4. 応募

1 月 30 日(金); 終了

5. 選考

本協会が設置した「日本建設機械施工大賞選考委員会」で選考致します。

6. 表彰式

本協会第 4 回通常総会(5 月 28 日(木))終了後に行います。

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 本部 阿部

TEL 03-3433-1501

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

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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

会費:年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

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

○協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。

○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の動向にふれることができる協会行事をご案内するととも

に、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先

※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください

一般社団法人日本建設機械施工協会 個人会員係

TEL: (03) 3433-1501

FAX: (03) 3432-0289

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

巻頭言

労働災害防止対策の進歩と 今後の方向

伊藤 正人



わが国の労働災害は、建設労働災害を含め、昭和36年にピークに達し、その後は長期にわたり減少傾向を続けてきた。しかし、東日本大震災が発生した頃を境に増加傾向で推移しており、さらに建設投資の拡大とともに増加することのないよう、建設産業の安全衛生水準の一層の向上を図る必要がある。そこで、これまで安全衛生水準が向上してきた要因について考察するとともに、今後さらに取り組むべき対策について考えてみたい。

安全衛生水準向上の第1の要因は、悲惨な労働災害を経験し、あるいはまのあたりにした、作業者をはじめとする関係者の「労働災害はあってはならない」との痛切な思いと安全意識によって、活発な安全活動が展開されたことである。近年目につく災害発生要因は、「魔が差した」としか思えない人的ミスであり、安全意識の高揚を図ることが一層重要となっている。そのための具体的な手立てとしては、教育研修、安全衛生大会や安全祈願祭の開催、大会冒頭での犠牲者に対する黙祷、垂れ幕やポスターの掲示、標語の募集、表彰などが考えられる。これらの取組の中には、効果の有無が不明瞭であり、陳腐なものとして軽視されがちなものもあるが、いずれも長年にわたって広く支持されてきた優れた対策と受け止めたい。

第2の要因は、国による安全衛生基準の設定とその順守の徹底、および労働保険特別会計労災勘定による財政支援措置である。労働安全衛生関係法令は、災害発生状況や社会・経済情勢の変化に応じて改正がなされてきたが、罰則付きの義務規定は、最低基準に止まらざるを得ない性格のものであり、努力義務としてより好ましい基準を示す必要がある。一方、労災勘定による財政支援措置については、中小建設工事業者や専門工事業者の安全衛生水準を向上させるための事業が実施された結果、死亡災害の減少だけでも数十倍の費用対効果が得られたとのデータがある。安全衛生水準の一層の向上を図るためには、国がより好ましい基準

を指針やガイドラインで示すとともに、労災勘定を用いたモデル事業を実施するなどして、その基準の普及促進を図ることが効果的と考えられる。

第3の要因は、企業の自主的安全衛生活動である。労働災害を発生させれば、事業者が責任を問われるのをはじめ、経済的損失、人的損失、信用の失墜、指名停止等を招くことになる。このため、各企業においては「安全第一」のスローガンの下に熱心な安全活動が展開されてきたが、近年、安全衛生管理について豊富な知識と経験を有する人材が不足を来し、長年にわたって培ってきた安全衛生管理ノウハウの継承が困難となっている。また、「災害ゼロから危険ゼロへ」をスローガンに、容認できないレベルの危険有害要因を未然に除去するためのリスクアセスメントを実施することが時代の潮流となっている。こうした状況を受けて、経営トップのリーダーシップの下に、全社員が一体となってリスクアセスメントをはじめとする安全衛生活動を、計画的かつ継続的に進める労働安全衛生マネジメントシステムを構築し、運用する事業場が増加している。労働安全衛生マネジメントシステムは、長年にわたって進歩してきた労働災害防止対策の集大成ともいえるもので、各企業における取組の進展が今後の安全衛生水準向上の鍵になると考えられる。

以上、安全衛生水準が向上してきた三つの要因と今後の方向について考えてみたが、これらの要因は深く関係し合っており、これらの要因の当事者である建設従事者、行政、企業の三者が連携・協働すれば、大きなシナジー効果が期待できる。国の第12次の労働災害防止計画には、「行政、労働災害防止団体、業界団体等の連携・協働」が重点施策として掲げられているところであり、建設業労働災害防止協会は、三者の連携・協働の核となることが期待されている。

行政情報

建設業の労働災害発生状況と 建設機械災害の防止対策

建設業労働災害防止協会

建設業は典型的な屋外産業であり、日々作業場所の諸条件が変化するとともに、気象条件の影響も受けやすく、台風や降雨後等の土砂崩壊、夏季に多発する熱中症などの労働災害の発生も跡を絶たない状況である。

東日本大震災が発生した平成23年以降、休業4日以上死傷災害は3年連続で増加するという極めて憂慮すべき状況にあったが、平成26年は前年を下回りそうな状況となっている。

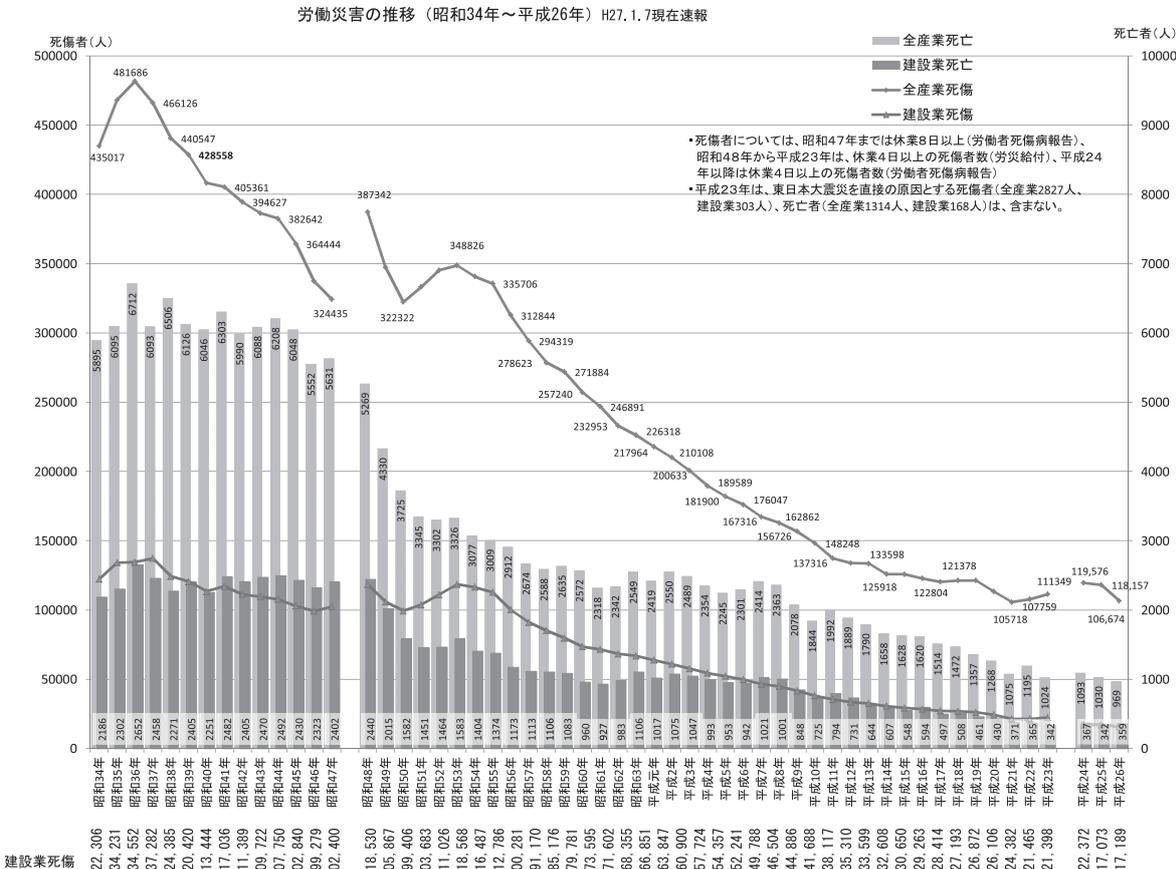
一方、死亡者数は、平成23年及び25年と過去最少を記録したものの、増減を繰り返している状況にある。国の第12次労働災害防止計画を受けて策定した第7次建設業労働災害防止5カ年計画の目標を達成するためには、今後一層の労働災害防止活動への取り組みが重要となってくる。

キーワード：三大災害、建設機械等災害、リスクアセスメント、安全衛生教育

1. 平成26年の建設労働災害の発生状況

建設業における労働災害の発生は、関係者のたゆまぬ努力によって着実に減少してきたが、東日本大震災

が発生した平成23年の休業4日以上死傷災害が増加に転じ、平成25年まで3年連続で増加するという極めて憂慮すべき状況にあった。平成26年では対前年を若干上回るものの、ほぼ横ばいの状況にある。



図一 労働災害発生状況（昭和34年～平成26年）

さらに、死亡災害は、平成23年、25年と過去最少の342人となったものの、24年及び26年は対前年比で増加し、増減を繰り返している状況となっている。

平成26年の建設業における休業4日以上死傷者数は、平成27年1月7日現在の速報値では、平成25年に比べて30人（約0.2%）増の15,792人で、全産業に占める割合は14.8%となっている。また、死亡者数については、過去最少に並んだ平成25年より35人（10.8%）増加し、359人となり、全産業に占める割合も37.0%と依然として高い比率となっている。

一方、休業4日以上死傷災害で年々増加傾向にあるのが転倒災害で、全産業では22%を超える状況にあり、建設業においては10%に満たない状況であるものの、増加率は他業種に群を抜いている状況にある。特に高年齢者が被災した場合には、その程度が重くなる傾向があり、就業者の高年齢化が進む中、転倒災害防止対策の徹底が求められている。

2. 災害の種類別・工事の種類別の死亡災害の発生状況

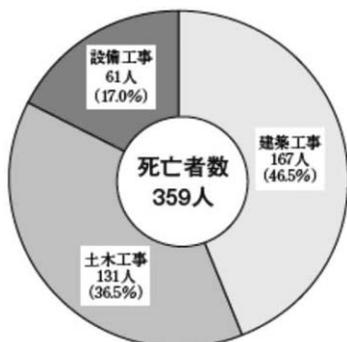
平成26年（平成27年1月7日現在速報値）の死亡者数を災害の種類別、工事の別にみると、次のとおりである。

(1) 災害の種類別の発生状況

墜落・転落によるものが147人（40.9%）、建設機械・クレーン等によるものが51人（14.2%）、自動車等によるものが47人（13.1%）、倒壊・崩壊によるものが29人（8.1%）の順に多く発生している。

(2) 工事の種類別及び災害の種類別の発生状況

工事の種類別では、土木工事が131人（36.5%）、建築工事が167人（46.5%）、設備工事が61人（17.0%）となっている。



図一 平成26年 建設業における死亡災害発生状況（工事の種類・災害の種類）（平成27年1月7日現在速報）

災害の種類では、“墜落・転落災害”が、土木工事・建築工事・設備工事それぞれにおいて最も多く、土木工事では131人のうち25人（19.1%）、建築工事では167人のうち104人（62.3%）、設備工事では61人のうち18人（29.5%）となった。

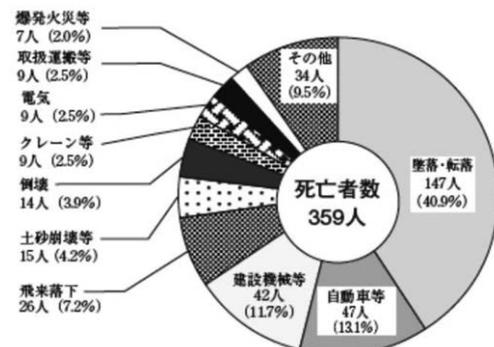
また、土木工事では“建設機械等災害”が25人（19.1%）で、“墜落・転落災害”と同数の発生となっている。

3. 墜落・転落災害等の三大災害の発生状況

平成26年に発生した死亡災害のうち「墜落・転落災害」、「建設機械・クレーン等災害」、「倒壊・崩壊災害」のいわゆる“三大災害”による死亡者数が依然として多く、建設業全体の63%を占めている。

墜落・転落によるものが147人（40.9%）、建設機械・クレーン等によるものが51人（14.2%）、倒壊・崩壊によるものが29人（8.1%）となっており、三大災害が227人で全体の63.2%と高い比率を占めている。

墜落・転落災害は、足場からが最も多く、次いでスレート・波板等の踏み抜き、屋根・屋上、窓・階段・開口部・床の端からのものが79人で、墜落・転落全体の53.7%を占めている。また、ガケ・斜面からが11人、7.5%となっている。



図一 平成26年 建設業における死亡災害発生状況（災害の種類別）（平成27年1月7日現在速報）

建設機械・クレーン等災害では、パワーショベル（ドラグショベル等）等によるものが16人で建設機械等全体の31.4%、移動式クレーンによるもの、車両系建設機械に類する機械によるものが、それぞれ5人（9.8%）となっている。

倒壊・崩壊災害では、土砂崩壊によるものが13人で倒壊・崩壊全体の44.8%、コンクリート擁壁・レンガ等の崩壊建物・橋梁等の倒壊によるものが4人（13.8%）となっている。

4. 車両系建設機械による死亡災害の発生状況

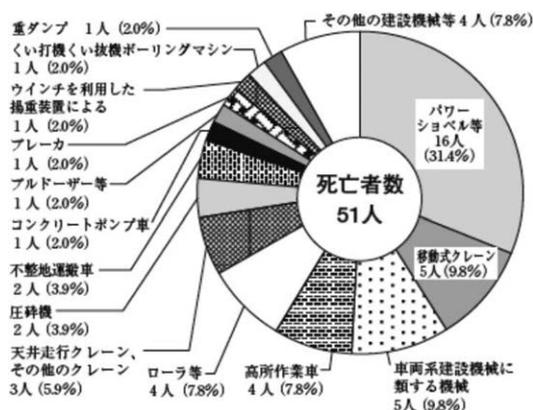
平成 26 年に発生した死亡災害のうち、車両系建設機械に起因するものが 42 人であり、その発生状況等については、次のとおりである。

はじめに、事故の型別でみると、「はさまれ・巻き込まれ」が 22 人で全体の 52.6% と圧倒的に高い割合を占めている。次いで「激突され」が 9 人 (21.4%)、「転倒」の 5 人 (11.9%) となっている。

次に、機械の種類別にみると、「掘削用機械」、特に、ドラグショベル (バックホウ) によるものが 16 人で、車両系建設機械を起因とする死亡者全体の 38.1% という状況にある。さらに、解体用つかみ機などが分類される建設機械に類する機械によるものが 5 人 (11.9%)、ローラーなどの締固め用機械、高所作業車によるものが、それぞれ 4 人 (9.5%) という状況となっている。

また、車両系建設機械を起因とする死亡者数の 70% 近くを占めるこれらの災害を事故の型別でみると、掘削用機械では、「はさまれ・巻き込まれ」、「激突され」がそれぞれ 7 人で掘削用機械の 43.8% となっている。

解体用機械及び締固め用機械では、「はさまれ・巻き込まれ」がそれぞれ 3 人 (75.0%)、高所作業車では「はさまれ・巻き込まれ」が 4 人 (100%) となっている。



図一 平成 26 年 建設機械・クレーン等による死亡災害発生状況 (平成 27 年 1 月 7 日現在速報)

5. 建設機械災害の防止対策等

(1) 調査及び記録

車両系建設機械を用いて作業を行う場合は、あらかじめ、作業場所の地形、地質、含水、埋設物、架空電線、既設道路、既設建設物の状況を調査してその結果

を記録する。

(2) 作業計画

調査の結果に基づき、作業の方法、車両系建設機械の種類、能力、運行経路、運転者及び誘導者の配置、立入禁止措置、標識の設置等を盛り込んだ作業計画を定め、それにより作業を行わなければならない。

なお、作業計画の作成にあたっては、リスクアセスメントを実施し、決定したリスク低減措置を作業計画に織り込む必要がある。

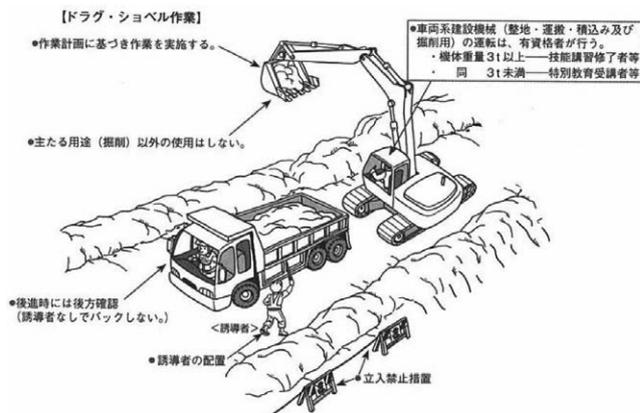
(3) 運転者の指名等

車両系建設機械を運転する場合には、運転する車両系建設機械の種類及び能力等に応じて、あらかじめ法令で定める資格を有する者の中から運転者を指名し、運転させる。なお、運転者の氏名を車両系建設機械に掲示する。

特に、これまで特別の資格を要しなかった「鉄骨切断機・コンクリート圧砕機・解体用つかみ機」の運転は、平成 25 年の労働安全衛生規則の一部改正により、解体用機械技能講習の修了が必要と規制されている。

(4) 立入禁止・誘導者の指名等

過去 3 カ年の死亡災害の事故の型で最も多い「はさまれ・巻き込まれ」、また、「激突され」や「転倒」の発生概要からすると、立入禁止措置や誘導者を配置してその合図があれば防げた事例がほとんどであることから、運転者以外の者の立入を禁止し、また、誘導者の配置及び一定の合図の方法を定め、その徹底を図る。



図一 5 災害の防止対策例

(5) 防護措置

車両系建設機械による危険を防止するため、以下に掲げる措置を講ずることが必要である。

① 岩石の落下の危険のおそれのある場合や飛来・落下

物により運転者に危険が生ずるおそれのある場合は、車両系建設機械に堅固なヘッドガードを備える。

- ②路肩、傾斜地等で車両系建設機械を用いて作業を行う場合で、車両系建設機械の転倒または転落による危険のおそれのあるときは、誘導者を配置するとともに、転倒時保護構造 (ROPS) を有し、運転者はシートベルトを使用する。
- ③車両系建設機械に、後退時において、周辺の作業者に注意を喚起するための警報装置を設ける。
- ④トレーラー等に積卸しを行う場合は、平坦で堅固な場所で行うとともに、道板のかけ渡し角度は15度以下とする。
- ⑤軟弱地盤や凍結場所で、車両系建設機械が転倒または転落のおそれのあるときは、地盤整備を行い、敷板・敷角等を用いる。

(6) 安全衛生教育の実施

労働災害防止に効果があるといわれているのは安全衛生教育で、現場で働く作業員一人ひとりに安全ルールの順守を徹底させ、安全衛生意識を高めることが労働災害防止に必要不可欠なことである。

作業員の不安全行動 (ヒューマンエラー) による労働災害を防止するため、事業者が行う安全衛生対策と

併せて、厚生労働省・国土交通省が推奨する「建設工事に従事する労働者に対する安全衛生教育『建設従事者教育』」を積極的に実施し、安全施工サイクル運動の必要性、現場のルールや合図の再確認、また、立入ってはならない区域等を体験するなど、感受性を高めることが必要である。

また、オペレータに対する教育としては、危険有害業務従事者に対する安全衛生教育 (能力向上教育) があるが、これは運転に必要な資格を取得して概ね5年を経過した者に対して実施するもので、その後定期的に行うこととして、厚生労働省から指針が示されている。

危険を感知するセンサーなどの装置を装着することも必要であるが、オペレータに対しては、装置を過信することなく、周囲に注意を払いながら作業をする必要性を理解してもらうための教育が重要である。

ここに示したものは災害防止対策の一部である。着工前の計画段階、作業計画作成段階、日々の作業開始前において、リスクアセスメントを確実に実施し、進捗状況に応じた安全対策を講じ、無災害で竣工することを期待するものである。

JICMA



行政情報

移動用発電設備の取扱いと維持管理

小林 公雄

発電設備には、電力会社等が電気を供給するために設置した事業用発電設備、工場・事業場などに需要家が設置した常用又は非常用の自家用発電設備、あるいは仮設の電源として建設工事現場等で短期間使用される移動用発電設備がある。

このうち、移動用発電設備は建設工事現場の外に、東日本大震災においては災害現場等の仮設電源として使用されるなど、その重要性はますます大きくなっている。

ここでは、この移動用発電設備の取扱いと維持・管理における関係法令等による保安規制及び環境規制並びに施設上の留意点等の概要について紹介する。

キーワード：電気事業法、労安法、公共工事、安全対策、感電事故防止、使用マニュアル

1. はじめに

移動用発電設備の保安規制として、電気事業法上、出力 10 kW 以上の発電設備は事業用電気工作物としての適用を受けることから、使用者である建設業者等には、設備の保安確保を図る義務が課せられる。また、労働安全衛生法においては、労働災害の一つである電気事故を防止するため、事業者に対して講じなければならない安全措置が定められている。

一方、環境規制、特に排出ガス規制では、公共工事で使用される移動用発電設備には、国土交通省が定めた「排出ガス対策型建設機械指定制度」による排出ガス基準値への適合が義務付けられている。

これらの保安規制及び環境規制への遵守とともに、実際に移動用発電設備を使用する際には、使用マニュアルに十分留意し、運転することが必要である。

2. 移動用発電設備の保安規制

(1) 電気事業法による保安規制

電気事業法上、出力 10 kW 以上の移動用発電設備を使用する建設業者等には、「技術基準への適合維持」、「保安規程の作成、届出及び遵守」及び「主任技術者の選任及び届出」の義務が課せられる。

(a) 技術基準への適合維持

出力 10 kW 以上の移動用発電設備を使用する建設業者等には、経済産業省令で定める技術基準に適合す

るよう設備を維持する義務が課せられ、関係する主な技術基準の内容を表—1 に示す。

(b) 保安規程の作成、届出及び遵守

出力 10 kW 以上の移動用発電設備を使用する建設業者等には、経済産業省令で定めるところにより、設備の保安を確保するため保安規程を定め、設備の使用の開始前に経済産業大臣に届け出ることが義務付けられている。

移動用発電設備の維持管理は、この保安規程の中で定められた基準、規則等に基づき行うことになる。

(c) 主任技術者の選任及び届出

出力 10 kW 以上の移動用発電設備を使用する建設業者等には、経済産業省令で定めるところにより、設備の保安の監督をさせるため主任技術者を選任し、経済産業大臣に届け出ることが義務付けられている。選任された主任技術者は、保安規程に基づき設備の保安について、監督者としての業務を行うことになる。

なお、移動用発電設備を使用する際に選任する主任技術者は、電気主任技術者である。

①電気主任技術者の選任方法

建設工事現場等における電気主任技術者の選任は、主に次の方法で行われる。

ア 有資格者を選任する方法

自社（建設業者等）の従業員の中から、電気主任技術者免状の交付を受けている者（有資格者）を選任する。

イ 有資格者以外の者を選任する方法

表一 主な技術基準の内容

事 項	内 容											
計測装置 (※ 1)	内燃機関には、設備の損傷を防止するため、運転状態 (回転速度、冷却水温度、潤滑油圧力及び潤滑油温度) を計測する装置を設けること。											
非常停止装置 (※ 1)	内燃機関には、運転中の過回転及び冷却水温度上昇・供給停止等が発生した場合に、燃料の流入を遮断する装置を設けること。											
発電機保護装置 (※ 3)	発電機には、過電流等が生じた場合、発電機を電路から自動的に遮断する装置を設けること。											
絶縁性能 (※ 2)	電気使用場所における絶縁抵抗値は、下表の値以上であること。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">電路の使用電圧の区分</th> <th>抵抗値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">300 V 以下</td> <td>対地電圧が 150 V 以下の場合</td> <td>0.1 MΩ</td> </tr> <tr> <td>その他の場合</td> <td>0.2 MΩ</td> </tr> <tr> <td colspan="2">300 V を超えるもの</td> <td>0.4 MΩ</td> </tr> </tbody> </table>	電路の使用電圧の区分		抵抗値	300 V 以下	対地電圧が 150 V 以下の場合	0.1 MΩ	その他の場合	0.2 MΩ	300 V を超えるもの		0.4 MΩ
電路の使用電圧の区分		抵抗値										
300 V 以下	対地電圧が 150 V 以下の場合	0.1 MΩ										
	その他の場合	0.2 MΩ										
300 V を超えるもの		0.4 MΩ										
接地工事の種類及び接地方法 (※ 3)	接地工事の種類には A 種、B 種、C 種、D 種があり、低圧用の C 種、D 種の接地抵抗値は、下表の値以下であること。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>電気工作物</th> <th>抵抗値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C 種</td> <td>300 V を超える低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱等</td> <td>10Ω</td> </tr> <tr> <td>D 種</td> <td>300 V 以下の低圧用機械器具の金属製外箱等</td> <td>100Ω</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、電路に動作時間 0.5 秒以内の漏電遮断装置を施設するときは 500 Ω 以下。</p>	種類	電気工作物	抵抗値	C 種	300 V を超える低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱等	10Ω	D 種	300 V 以下の低圧用機械器具の金属製外箱等	100Ω		
種類	電気工作物	抵抗値										
C 種	300 V を超える低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱等	10Ω										
D 種	300 V 以下の低圧用機械器具の金属製外箱等	100Ω										
常時監視をしない発電所の施設 (※ 3)	常時監視をしない発電所のうち、工事現場等に施設する移動用発電設備 (貨物自動車等に設置されるもの又は貨物自動車等で移設して使用することを目的とする発電設備をいう。) であって、随時巡回方式により施設するものは、次の各号によること。 <ol style="list-style-type: none"> 一 発電機及び原動機並びに附属装置を 1 の筐体に収めたものであること。 二 原動機は、ディーゼル機関であること。 三 発電設備の定格出力は、880 kW 以下であること。 四 発電設備の発電電圧は、低圧であること。 五 原動機及び発電機には、自動出力調整装置又は出力制限装置を施設すること。 六 一般電気事業者が運用する電力系統と電氣的に接続しないこと。 七 取扱者以外の者が容易に触れられないように施設すること。 八 原動機の燃料を発電設備の外部から連続供給しないように施設すること。 九 次に掲げる場合に、原動機を自動的に停止する装置を施設すること。 <ol style="list-style-type: none"> イ 原動機制御用油圧、電源電圧が著しく低下した場合 ロ 原動機の回転速度が著しく上昇した場合 ハ 定格出力が 500kW 以上の原動機に接続する発電機の軸受の温度が著しく上昇した場合 (発電機の軸受が転がり軸受である場合を除く。) ニ 原動機の冷却水の温度が著しく上昇した場合 ホ 原動機の潤滑油の圧力が著しく低下した場合 ヘ 発電設備に火災が生じた場合 十 次に掲げる場合に、発電機を電路から自動的に遮断する装置を施設すること。 <ol style="list-style-type: none"> イ 発電機に過電流が発生した場合 ロ 発電機を複数台並列して運転するときは、原動機が停止した場合 											

※ 1 発電用火力設備に関する技術基準の解釈による。

※ 2 電気設備に関する技術基準による。

※ 3 電気設備に関する技術基準の解釈による。

注. 上表左欄の「常時監視をしない発電所の施設」について

電気設備に関する技術基準では、「異常の状態に応じた制御が必要となる発電所」や「異常を早期に発見する必要のある発電所」は、技術員 (発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者) に発電所の運転状態を常時監視することを義務づけている。

電気事業法上、「発電所」として取扱われる移動用発電設備のうち、工事現場等で使用されるものに対するこの技術基準の適用について、上表右欄の一～十の各号の要件を満たすことにより、常時監視をしない発電所として、随時巡回方式 (技術員が適当な間隔で発電所を巡回し、運転状態を監視する。) による施設 (運転) が認められている。

自社（建設業者等）の従業員の中に有資格者がいない場合、経済産業大臣の許可を受け、有資格者以外の者（自社の従業員）を選任する。

この場合、許可の要件として、対象となる発電設備は出力 500 kW 未満のもので、かつ、許可を受けようとする者の条件（学歴、実務経験等）も定められている。

前記ア又はイによる電気主任技術者の選任は、建設工事現場等で移動用発電設備を実際に使用する建設業者等に義務付けられており、たとえ元請会社が請負・監督する建設工事現場等でも、下請会社が発電設備を使用する場合は下請会社が行う。

②電気主任技術者を選任する場所

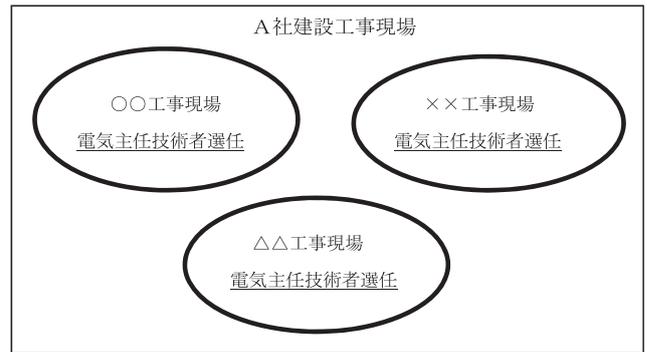
建築物等に設置される定置形の発電設備とは異なり、移動用発電設備は様々な建設工事現場等で、かつ、短期間使用されるケースがほとんどである。このようなことから、経済産業省通達「移動用電気工作物の取扱いについて」により、移動用発電設備に関する電気主任技術者の選任は、「使用する場所又はこれを直接統括する事業場」に選任することとされている。

ア 発電設備を使用する場所（建設工事現場等）に選任

図一 1 に示すとおり、発電設備を使用する場所（建設工事現場等）に、電気主任技術者を選任する。

イ 発電設備を使用する場所（建設工事現場等）を直接統括する事業場に選任

図一 2 に示すとおり、発電設備を使用する場所（建



図一 1 発電設備を使用する場所（建設工事現場等）に選任

設工事現場等）を直接統括する事業場（本支社、営業所等）に、電気主任技術者を選任する。

(d) 保安規程及び主任技術者の選任等の届出先

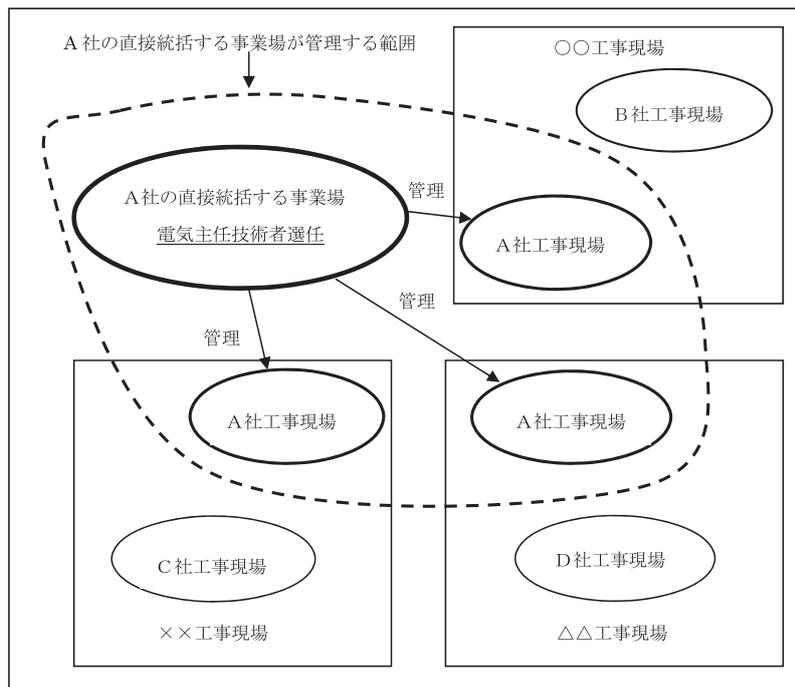
保安規程及び主任技術者の選任等の届出は、経済産業大臣から届出等に係る権限が委任された所轄の経済産業省産業保安監督部長に行う。

なお、産業保安監督部は全国 10 か所に置かれ、その名称、所在地及び管轄区域を表一 2 に示す。

(2) 労働安全衛生法による保安規制

労働安全衛生法は、職場における労働者の安全と環境を守り、労働災害を防止することを目的とし、これを達成するために様々な労働災害を防止する保安規制を設けている。

ここでは、発電設備に係る電気事故防止の保安規制について紹介する。



図一 2 発電設備を使用する場所（建設工事現場等）を直接統括する事業場に選任

表一 2 産業保安監督部の名称、所在地及び管轄区域

名 称	所在地	管 轄 区 域
北海道産業保安監督部	北海道札幌市	北海道電力(株)の電力供給区域
関東東北産業保安監督部東北支部	宮城県仙台市	東北電力(株)の電力供給区域
関東東北産業保安監督部	埼玉県大宮市	東京電力(株)の電力供給区域
中部近畿産業保安監督部	愛知県名古屋市	中部電力(株)の電力供給区域
中部近畿産業保安監督部北陸産業保安監督署	富山県富山市	北陸電力(株)の電力供給区域
中部近畿産業保安監督部近畿支部	大阪府大阪市	関西電力(株)の電力供給区域
中国四国産業保安監督部	広島県広島市	中国電力(株)の電力供給区域
中国四国産業保安監督部四国支部	香川県高松市	四国電力(株)の電力供給区域
九州産業保安監督部	福岡県福岡市	九州電力(株)の電力供給区域
那覇産業保安監督事務所	沖縄県那覇市	沖縄電力(株)の電力供給区域

(a) 事業者及び労働者の義務

労働安全衛生法は、労働災害の防止措置の一つとして「電気、熱その他のエネルギーによる危険」を防止するため、事業者に対して必要な措置を講じることを義務付けている。

この規定に基づき定められた労働安全衛生規則において、電気による危険を防止するために事業者が講じなければならない具体的措置が定められ、労働者に対してもこの措置への遵守を義務付けている。

(b) 電気による危険を防止するための措置

労働安全衛生規則により、電気による危険を防止するために事業者が講じなければならない措置で、発電設備に係るものを表一 3 に示す。

3. 移動用発電設備の環境規制

移動用発電設備の環境規制として、ここでは排出ガス規制について紹介する。

(1) 大気汚染物質の発生源に応じた発電設備の排出ガス規制

大気汚染物質を発生する施設には、汚染物質の発生位置が固定しているもの（固定発生源）と自動車又は自動車により発生位置が移動するもの（移動発生源）とがある。

発電設備に対する排出ガス規制も、この発生源（固定発生源又は移動発生源）の違いにより表一 4 に示

表一 3 電気による危険を防止するための措置

措 置	内 容
電気機械器具の囲い等	電気機械器具の充電部分で感電の危険があるものは、感電防止の囲い又は絶縁覆いを設けること。
漏電による感電の防止	移動・可搬式の電動機械器具で、対地電圧が150Vを超えるもの又は湿潤している場所や導電性の高い場所で使用されるものは、電路に漏電遮断装置を接続すること。これが困難なときは、接地して使用すること。
電気機械器具の操作部分の照度	電気機械器具の操作の際に、感電の危険等を防止するため、操作部分について必要な照度を保持すること。
配線等の絶縁被覆	絶縁被覆を有する配線・移動電線は、絶縁被覆の損傷、老化による感電の危険を防止する措置を講じること。
移動電線等の被覆又は外装	導電性の高い湿潤している場所で使用する移動電線等は、導電性の高い液体に対して絶縁効力を有するものであること。
仮設の配線等	仮設の配線・移動電線は、原則として通路面で使用しないこと。
工作物の建設等の作業を行う場合の感電の防止	事業者は、労働者が作業中又は通行の際に、充電電路に身体等が接触すること等により感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次のいずれかの措置を講じること。 ・当該充電電路を移設すること。 ・感電の危険を防止するための囲いを設けること。 ・当該充電電路に絶縁用防具を装着すること。 ・上記の措置が困難なときは、監視人を置き、作業を監視させること。
電気機械器具等の使用前点検等	電気機械器具等を使用するときは、使用開始前に点検し、異常を認めるときは直ちに補修し、又は取り替えること。

表一 4 大気汚染物質の発生源に応じた発電設備の排出ガス規制

発生源	発電設備	排出ガス規制
固定発生源	定置形発電設備(※)	大気汚染防止法
移動発生源	移動用発電設備	排出ガス対策型建設機械指定制度

※ビル、工場及び事業場等に設置される定置形の発電設備

すものとなる。

(2) 排出ガス対策型建設機械指定制度による移動用発電設備の排出ガス規制

国土交通省では、平成3年度より排出ガス基準値を満たした建設機械（移動用発電設備を含む。）を「排出ガス対策型建設機械」として指定する制度を設け、平成8年度からは直轄工事における使用の原則化を図っている。

現在、この指定制度による排出ガス規制は、国土交通省の直轄工事以外にもほぼ全ての国及び地方自治体の公共工事において使用される建設機械にも適用され、現在の第3次排出ガス基準値を満たす移動用発電設備（原動機が8kW以上560kW未満のもの）には、**図一3**に示す表示ラベルが貼付される。



図一3 表示ラベル

4. 移動用発電設備の使用上の留意点

移動用発電設備を建設工事現場等で使用する場合、運転前と運転場所において次の事項について留意する必要がある。

(1) 運転前の留意事項

①冷却水の点検

ラジエータの水量を確認する。

②燃料の点検

燃料タンクに運転継続に必要な燃料が入っているかを確認する。

③バッテリーの点検

バッテリーの液量が規定の範囲内であるか、バッテリー

ターミナルが確実に接続されているかを確認する。

④エンジンオイルのレベル点検

油面がオイルレベルゲージの Full 刻線の近くまであるかを確認する。

⑤その他

- ・発電機遮断器が「OFF」になっているかを確認する。
- ・ファンベルトの張り、電気系統の結線ゆるみ、断線の点検、冷却水漏れ、エンジンオイル漏れ、ボルト・ナット等のゆるみがないかを確認する。

(2) 運転場所での留意事項

①湿気

雨中、湿った場所又は濡れた場所などで使用する際は、特に感電の危険に注意し、発電設備本体及び負荷側の外箱接地を忘れずに行うこと。

②設置場所

地盤が凹凸していたり、軟弱である場所で使用するときは、動いたり、傾いたりしないよう水平に設置して使用すること。

③換気

排ガス中には有害物質が含まれているので、トンネルや屋内での使用には、十分換気を行い、また、路上などで使用する際は、排ガスが人家などに入らないよう注意すること。

④電気機器のケーブル

ケーブルの損傷は感電や漏電の原因となるので、すぐに修理または交換すること。

⑤過負荷での使用

過負荷で使用すると発電設備に取り付けてある遮断器（過負荷保護用）が働くため、遮断器が働いた場合は負荷を減じてから使うこと。

⑥出力端子

運転中は絶対に出力端子には触れないこと。結線等で触れるときには必ず運転を停止してから行うこと。

⑦雨の中の保管、搬送

一般に発電設備は防滴構造ではあるが防雨構造ではないため、保管や輸送のときはカバー等をして雨のかからないようにすること。

⑧機械の洗浄

操作盤、吸排気口等に水がかかると内部機器の故障の原因となるため、水がかからないようにすること。

⑨火気

燃料、エンジンオイル、不凍液（原液）は引火性が強いので取り扱いには十分注意し、タバコ、マッチなどの火を近づけないこと。また、火気を使用する近く

には設置，保管しないこと。

⑩接続

接続ネジの締め付けが不十分だと感電の原因ともなるので確実に締め付けること。

5. 発電設備，電動機器の安全対策等

発電設備等は絶縁構造になっているが，使用環境（雨中，湿った場所等）や機器自体の絶縁不良等により漏電し，感電事故を招くことがある。

そのため，発電設備には漏電遮断装置の取付けと接地工事の施工が義務付けられている。また，使用ケーブルの選定についても十分考慮する必要がある。

(1) 漏電遮断装置の取付け

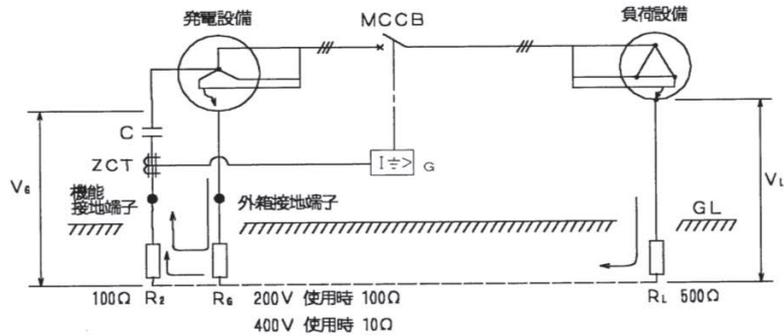
①漏電遮断装置の役割

感電事故の多くは，漏電を起こしている電気機械器具から電流が人体を通過して地面に流れることにより起こる。

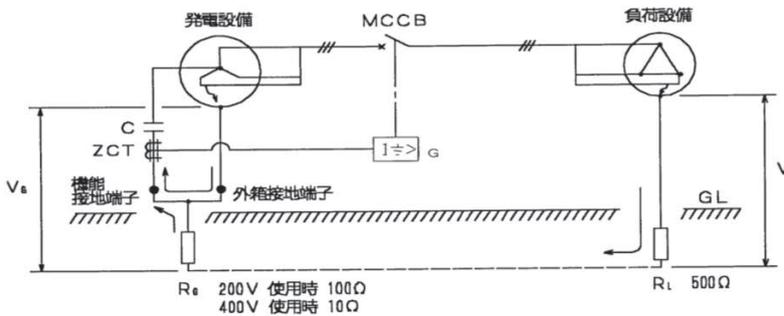
漏電遮断装置はこの漏電を検知して0.1秒以内に電源を遮断し，感電事故を未然に防止するもので，漏電電流に対して30mAで作動するものが標準とされている。

②機能接地端子の接続

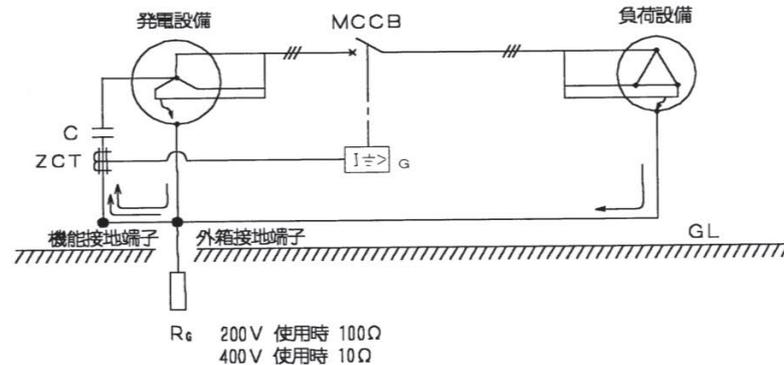
漏電遮断装置を正常に作動させるには，機能接地端子（漏電リレー用接地端子）へアース線を接続し，接地を施さなければならない。



独立接地の例



共用接地の例1



共用接地の例2

図一 接地の例（建設五社電気研究会「移動用発電設備に関する地絡保護指針」による。）

(2) 接地工事の施工

① 接地の役割

通常、発電設備及び電気機械器具等の絶縁が正常であれば、これらの外郭（人が触れる金属部）に電圧は加わらないが、絶縁の劣化や巻線の焼損等があれば外箱に漏電して電圧が発生する。大地に立っている人がこの漏電部分に触れると、電流が人体を通り大地に流れ感電事故が起こる。

そこで、外郭と大地との間を電気抵抗の小さい電線で接続、すなわち、接地することにより電流は直接大地に流れ電圧が低くなるので、電気抵抗の大きい人体側へ電流は流れず安全が確保される。

② 接地の方法

ア 発電設備側

発電設備の出力端子台付近に設けられている外箱接地端子にアース線を接続し、アース棒を地中に埋める。

発電設備によっては、外箱接地と機能接地を共用するものもあり、図—4に接地の例を示す。

イ 負荷側

発電設備に接続する負荷側の電気機械器具も接地する。

③ 接地工事の種類

表—1の「電気設備に関する技術基準」で示すように、使用電圧が300V以下の発電設備の外箱にはD種接地工事（接地抵抗値は100Ω以下）を、300Vを超える場合にはC種接地工事（接地抵抗値は10Ω以下）を施さなければならない。ただし、発電設備に動作時間0.5秒以内の漏電遮断装置が取り付けられているものは、接地抵抗値を500Ω以下にすることができる。

また、機能接地における抵抗値については、おおむね100Ω以下とする。

(3) 使用ケーブルの選定

使用するケーブルは、ケーブルの許容電流と発電設備と負荷側の電動機械器具までの距離を十分考慮して選定する必要がある。

① 許容電流

発電設備と負荷側（電気機械器具）を接続するケーブルは、その太さによって流すことができる電流の限度が決められている。

この限度を許容電流といい、電気機械器具に流れる

電流が接続されたケーブルの許容範囲を超えると、過熱によりケーブルが焼損することにもなるので、許容電流を超えない太さのケーブルを選定しなければならない。

② 電圧降下

発電設備と負荷側（電気機械器具）を接続するケーブルが長くなると、ケーブル自体の電気抵抗により電圧降下を引き起こし、負荷側の出力が低下して電動機械器具が正常に動作しないことがある。このような場合は発電設備を負荷側の近くに移動し、ケーブルを短くするなどの配慮が必要となる。

電圧降下が5%以内から7%以内になるように、ケーブルの長さや太さを選定する必要がある。

6. おわりに

建設工事現場等で電源が必要な場合、仮設電源として移動用発電設備が使用されるケースが非常に多い。建設工事業者の中には、直接工事に使用する電動機械器具の取扱い等に関しては十分な知識を有しているが、これらの動力源として電気を供給する発電設備、特に電気に関係する設備の取扱いや維持管理上の規則等については、必ずしも十分な知識を持ち合わせているとは限らないと思われる。

このような問題意識から、今回、移動用発電設備に対する法令等による保安規制、環境規制とともに施設上の留意点及び取扱上の安全対策等について概要を紹介した。

建設工事業者の方が、移動用発電設備を使用する際の安全管理、事故防止等を図る上での参考として、お読みいただければ幸いです。

JCMMA

《参考文献》

- 1) 自家用（可搬形）発電設備専門技術者資格更新講習テキスト 一般社団法人日本内燃力発電設備協会
- 2) 移動用発電設備に関する地絡保護指針 建設五社電気研究会

【筆者紹介】

小林 公雄（こばやし きみお）
一般社団法人 日本内燃力発電設備協会
技術部
担当部長



山岳トンネルの切羽崩落予測システム

切羽ウォッチャー

小泉 悠・伊達 健介・横田 泰宏

「切羽ウォッチャー」(以下「本システム」という)とは、トンネルの切羽の変状を多点で高精度に計測し、切羽崩落を事前に予測して警報を発することで、トンネル現場の安全性向上に寄与するシステムである。本報告では、本システムの概要について述べ、本システムの適用により、切羽崩落の発生を未然に回避した事例を紹介する。さらに、3方向レーザ変位計及び再帰性反射塗料を本システムに導入することで、計測可能距離の長距離化・計測の高精度化を達成できたので、このシステム改良の成果について報告する。
キーワード：トンネル、切羽、崩落、押出し変位、レーザ変位計、再帰性反射塗料

1. はじめに

山岳トンネル工事において、特に地質不良部における掘削直後の切羽は、崩落の危険性が高く、安全管理の観点から、切羽面の挙動を常時監視することが重要である。本システムは、トンネルの切羽の変状を多点で高精度に計測し、崩落を事前に予測して警報を発することで、トンネル現場の安全性向上に寄与するシステムである。警報を受けて、切羽の崩落を防ぐ対策を講じたり、作業員を切羽から退避させたりすることが可能となる。本報告では、本システムの適用事例を紹介するとともに、今般、3方向レーザ変位計と再帰性反射塗料を新規導入し、計測可能距離の長距離化・計測の高精度化を達成したので、このシステム改良の成果について報告する。

2. 切羽崩落予測システムの概要

本システムでは、トンネルの切羽後方に取り付けたレーザ変位計により、切羽の押出し変位を連続的に計測する(図-1)。計測データから、変位速度(1分当たりの変位量)や崩落に至るまでの予測時間等の二次データが算出される。累積変位や変位速度が事前に設定した管理基準値を超過すると、パトライトが点滅し、トンネル坑内で警報が発される。これらの計測データ、二次データ、警報は、現場詰所や事務所、工事担当者の携帯電話に伝送することも可能である。

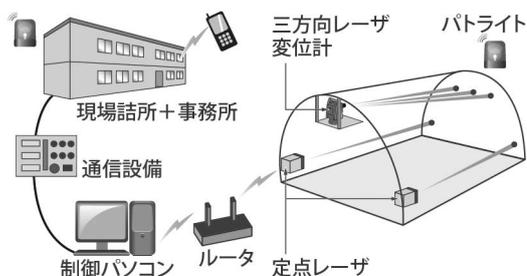
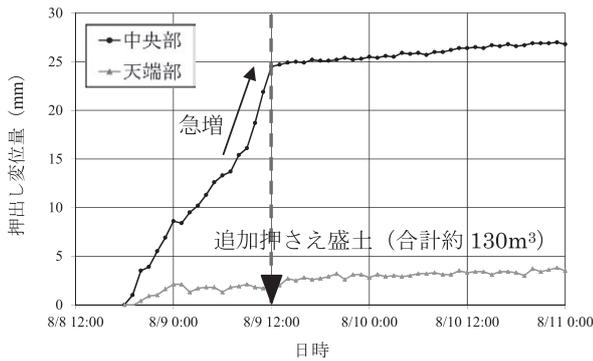


図-1 切羽崩落予測システムの構成

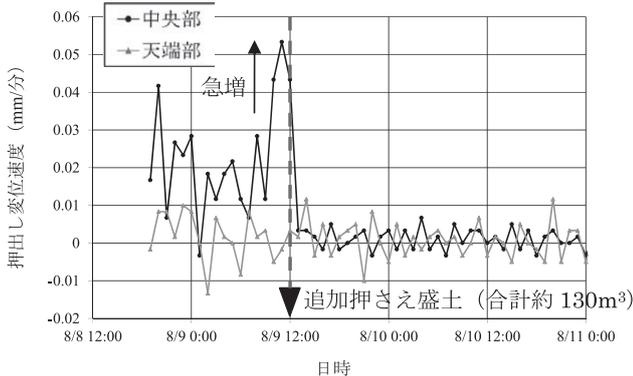
3. 切羽崩落予測システムの適用事例

2013年8月以来、本システムを北の峰トンネル(北海道富良野市、工事名：旭川十勝道路 富良野市 北の峰トンネル(仮称)工事)の起終点の両切羽を対象に適用中である。起点側の地質は、主として一軸圧縮強度2.5 MPa以下の軟質な泥岩である。一方の終点側の地質は、一軸圧縮強度10～20 MPa程度の溶結凝灰岩と未固結な扇状地堆積物(土砂)が主体である。本現場では、切羽の天端部1ヶ所、中央部1ヶ所の計2ヶ所を対象に、押出し変位を連続的に計測し、切羽崩落の予測を実施してきた。

終点側坑口から959mの位置で、2014年8月8日から8月10日にかけて、本システムにより計測された切羽の押出し変位データを図-2に示す。また、変位速度(1分当たりの変位量)のデータを図-3に示す。このとき現場では、切羽全面に扇状地堆積物の土砂層が観察され、切羽の不安定化が懸念されていた。そこで、長尺鋼管鏡ボルト(長さ12.5m、24本、シリカレジン注入)、鏡増し吹き付けコンクリート

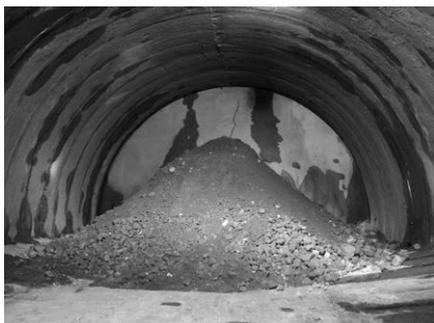


図一 2 押出し変位量の経時変化



図一 3 押出し変位速度の経時変化

(100 mm), 押さえ盛土 (約 65 m³) を施工した上で、夏季休暇に入るところであった。しかし、8月9日の早朝、事務所に居た職員が、本システムの表示画面上で切羽中央部での変位が急増し変位速度が著しく大きくなっていることを確認した。その旨を現場に居た職員に伝え、切羽を点検したところ、鏡吹き付けコンクリートにクラックが発生していた。そこで、同日の正午頃、追加の押さえ盛土 (約 65 m³, 合計約 130 m³) を施工 (写真一 1) することで、押出し変位の増大を抑制した。押さえ盛土を施工する直前の3時間で、変位速度は急増しており、無対策であった場合、切羽崩落が発生する可能性があったと考えられる。なお、現場職員は、スマートデバイスやノート PC 等からイン



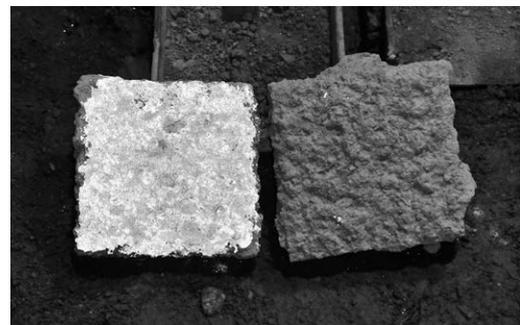
写真一 1 追加押さえ盛土 (合計約 130 m³) の施工後状況

ターネットを介して本システムにアクセスすることで、押出し変位が急増しないことを、休暇中も常時監視した。以上のように、本システムにより切羽監視を行うことで、切羽崩落の予兆を的確に捉え、崩落に至る前に必要な対策を講じることができる。

4. 切羽崩落予測システムの改良と精度検証試験の結果

本システムの課題として、掘削に伴って切羽が進行し、切羽～レーザ変位計間の距離が伸びることで、押出し変位が計測不能となり、計測精度が低下することが挙げられる。そのため、測定に際しては、切羽の進行に応じて定期的にシステムを切羽付近へ移設する「盛り替え作業」を実施する必要がある。この盛り替え作業の回数を低減すべく、計測可能距離の長距離化が求められていた。そこで、より光量の強い3方向レーザ変位計と、切羽に照射されるレーザ光の反射を促進させる再帰性反射塗料を本システムに導入し、精度の向上を図ることとした。以下、3方向レーザ変位計と再帰性反射塗料を導入した本システムを「本システム (改良版)」という。

再帰性反射塗料による本システムの精度向上の効果を評価するために、トンネル坑内で精度検証試験を実施した。写真一 2 に示すように、再帰性反射塗料を塗布した吹き付けコンクリート供試体、塗布しない供試体を準備し、新たに導入した3方向レーザ変位計と供試体との距離を 30 m から 10 m ずつ、最終的に 180 m まで離しながら、各距離で 30 個の距離データを取得した。

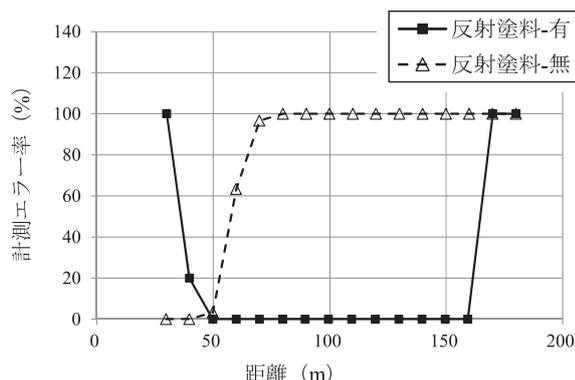


写真一 2 再帰性反射塗料を塗布した供試体 (左) と塗布しない供試体 (右)

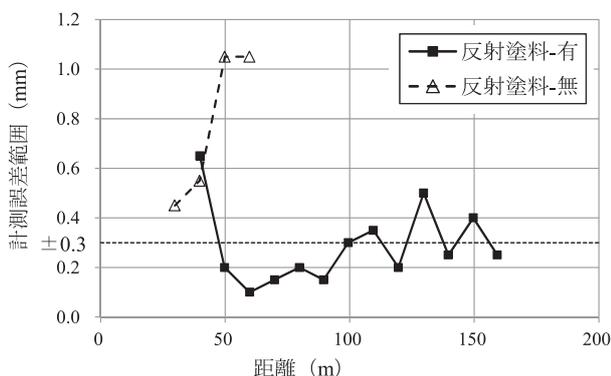
計測エラー率 (30 データのうち、距離計測が正しく行われなかった割合) と、計測距離の関係を図一 4 に示す。反射塗料を塗布しない場合、距離 60 m から計測エラー率が上昇し、距離 80 m 以上で計測エラー率 100% となった。これに対し、反射塗料を塗布した

供試体では、距離 160 m まで計測可能であった。なお、距離 30 ~ 40 m では、反射塗料によってレーザ光の反射が強くなり過ぎ、計測不能となることも分かった。

次に、計測誤差範囲 ((距離最大値 - 距離最小値) / 2) と、計測距離の関係を図一 5 に示す。データは若干不規則な動きを示すものの、反射塗料を塗布することで計測誤差範囲が距離 100 m 程度まで ±0.3 mm 以下に抑制されることが分かった。



図一 4 計測エラー率と距離の関係



図一 5 計測誤差範囲と距離の関係

以上、±0.3 mm 以下での計測可能距離が 2 倍以上 (40 m から 100 m) となることで、高精度な計測を行うために必要な盛り替え作業の回数が半分以下に低減できる。また、計測可能距離が伸びることで、システムが発破の飛び石によって破損することも回避できる。

5. 改良版 切羽崩落予測システムの適用事例

本システム (改良版) を、三田坂トンネル (三重県伊賀市、工事名：一般国道 422 号三田坂バイパス道路改良 (三田坂トンネル (仮称)) 工事) の貫通 100 m 手前の坑口部で適用した。2014 年 7 月末、切羽から 40 m 後方に、新規導入した 3 方向レーザ変位計 (写真一 3) を含む計測システムを据え付け (写真一 4)、

監視を維持した。先述した北の峰トンネルで生じたような顕著な押し出し変位は生じることなく、2014 年 9 月 12 日、無事貫通を迎えた。なお、反射塗料の塗布に際しては、長さ 2 m の棒を用い、切羽から離れて安全に塗布できるように工夫した (写真一 5)。また、システム据え付けから切羽が 50 m 進行した時点で、盛り替え作業 1 回を行った。



写真一 3 3 方向レーザ変位計



写真一 4 切羽ウォッチャーの据え付け状況



写真一 5 再帰性反射塗料の切羽への塗布状況

6. おわりに

本報告では、トンネルの切羽の変状を多点で計測し、切羽崩落を予測する本システムの概要を述べ、切羽崩落を未然に回避した北の峰トンネルでの適用事例を紹介した。さらに、本システムに 3 方向レーザ変位計と再帰性反射塗料を導入することで、計測可能距離

の長距離化・計測の高精度化を図り、トンネル坑内で実施した試験により、その有効性を検証した。その結果、 ± 0.3 mm 以下での計測可能距離が2倍以上（40 m から 100 m）となることが確認でき、本システム（改良版）を適用した三田坂トンネルでは、課題としていた盛り替え作業の回数を半分以下に低減することができた。今後、本システムを全国の山岳トンネル現場で積極的に活用し、山岳トンネル工事の安全性向上に努める所存である。

謝 辞

本システムに新たに導入した3方向レーザ変位計は、明治コンサルタント(株)、(株)レクザムと共同で開発したものです。再帰性反射塗料は、(公財)鉄道総合技術研究所、(株)小松プロセスと共同で開発したものです。関係各社の皆様に心より感謝申し上げます。

J C M A

[筆者紹介]

小泉 悠 (こいずみ ゆう)

鹿島建設(株) 技術研究所 岩盤・地下水グループ
研究員



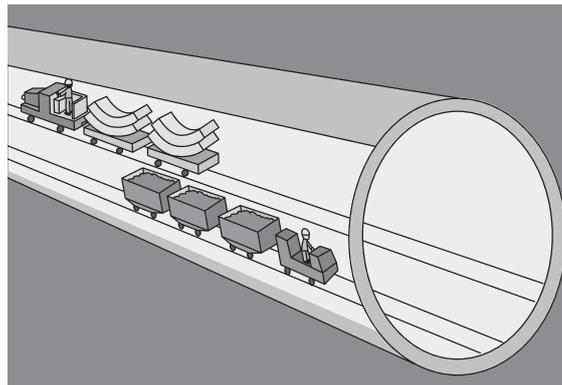
伊達 健介 (だて けんすけ)

鹿島建設(株) 技術研究所 岩盤・地下水グループ
上席研究員



横田 泰宏 (よこた やすひろ)

鹿島建設(株) 技術研究所 岩盤・地下水グループ
主任研究員



3D クレーンブーム位置監視システムの実用化

近接工事における立体的なクレーン作業範囲の監視

三 上 博・千葉 史 隆・伊 達 峰 司

既存構造物、道路、鉄道や高圧送電線に近接する建設工事の安全対策として、衛星測位（GNSS）を応用したクレーンブーム位置監視システムを新たに開発した。監視範囲を複雑な3次元空間として定義することが可能であり、作業領域の有効活用と安全性向上の両面で効果的である。さらに、視覚性を向上する3次元バーチャル空間でのリアルタイム表示機能を付加した。本報告では、システムの概要を示すとともに、営業線近接工事および送電線近接工事の二つの適用事例を紹介する。

キーワード：GNSS、近接施工、送電線、鉄道、報知機、タブレット端末、3次元、橋梁工事

1. はじめに

建設工事におけるクレーン作業では、作業範囲に関する制限を伴う事例が多くなっている。工事区域に近接して、鉄道や道路などの供用中の路線がある場合などは、厳しい接近制限が設けられる。また、作業区域の上空に高圧送電線が横断する場合には、電圧に応じて離隔距離が設定される。従来、作業の安全対策として様々な手法が講じられてきた。建設工事における安全対策の基本は“人間の眼”による確かな判断であることは従来より変わらない。しかしながら、そこには常にヒューマンエラーのリスクが存在する。そこで、筆者らはICT（情報通信技術）を活用することにより、人間の判断を補う技術の研究開発に取り組んでいる。本報告で取り上げる3Dクレーンブーム位置監視システムは、GNSS（全地球測位システム）と通信技術を建設工事の安全対策に活用したものである。以下に、技術の概要と適用事例を報告する。

2. 技術の概要

(1) 技術の背景

建設工事においては、施工の過程で、周辺環境に応じた様々な安全対策が求められる。クレーン作業においては、制限区域への侵入防止が極めて重要であり、この対策が不十分であると、大きな事故に繋がる危険性がある。制限区域の例としては、工事区域に隣接した道路、鉄道や住宅・商業施設など多岐にわたっている。さらに、工事区域の上空にある送電線への安全離

隔を求められる事例も多く、平面的な制限だけでなく、高さ方向を含めた制限が設定されるケースがある。

従来より、様々なクレーン作業の安全対策が行われており、安全監視員の配置や、注意喚起標識設置など、人間の目視による確認手法が多く用いられている。さらに、クレーン本体に作業範囲制限装置を設置して、ブームの旋回角度や高さの上限を設定する仕組みもある。また、レーザースキャナー等を用いて、制限範囲との境界にバリアを設定し、クレーンのブームや吊荷などが侵入した場合に警報を行うシステムなども用いられている。

しかしながら、実際の制限範囲の境界は、単純な直線や平面で設定されるものだけではなく、道路や鉄道などでは、カーブ区間も多く、これに伴って制限範囲の境界も曲面で設定されることが望ましいケースがある（図-1）。また、送電線への近接では、鉄塔間での電線の自重によるたわみによって、地上からの離隔距離は、位置によって異なる。さらには、側面からの

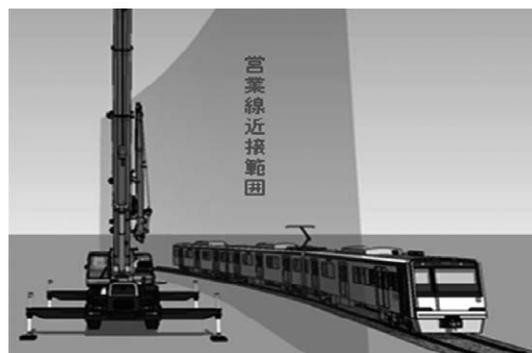
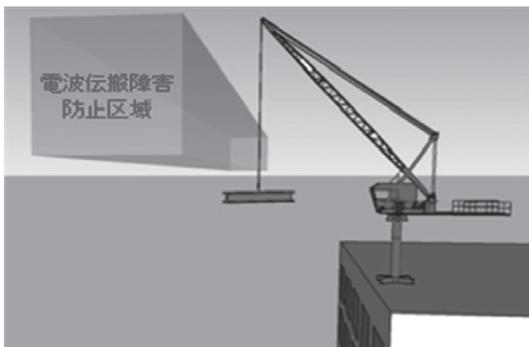


図-1 営業線近接工事の例

送電線への接近に対する警戒も同時に必要である（図一2）。高層ビルの工事においては、工事区域に近接して、マイクロ波通信に対する電波伝搬障害防止区域が設定される場合がある（図一3）。目に見えない高所空間への侵入制限となり、このような範囲への警戒は従来技術では容易ではない。



図一2 送電線近接工事例



図一3 電波伝搬障害防止を必要とする例

3D クレーンブーム位置監視システムは、警戒範囲を様々な形状の3次元の空間として設定できることを特徴としており、従来設定が容易でなかった複雑な領域の設定を可能とするものである。これにより、実状に沿った綿密な制限範囲を設定して、有効な作業範囲確保と安全性確保を向上することを目指している。

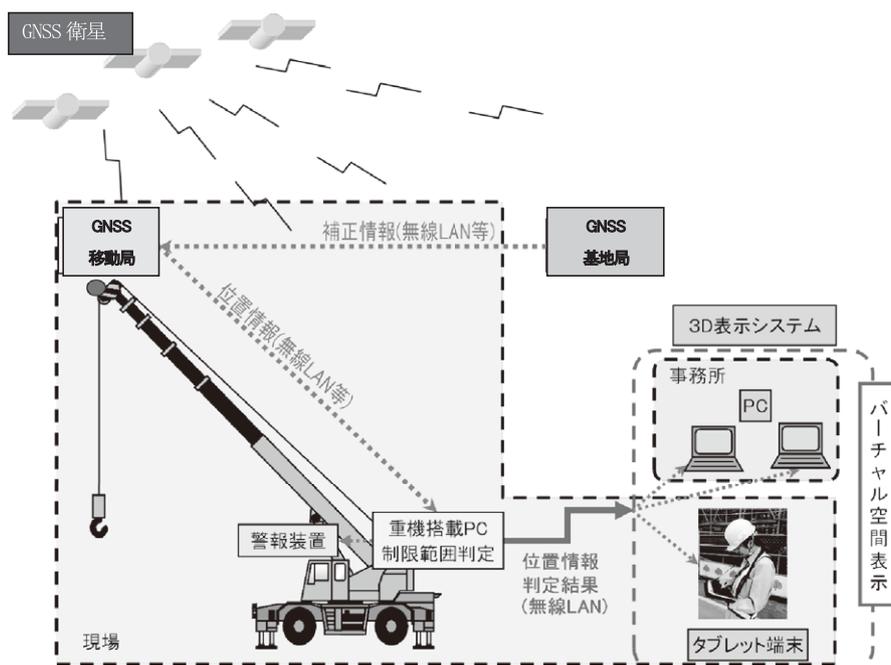
(2) システムの原理と構成

本システムは、クレーンブームトップにGNSS受信機のアンテナを設置して、常にその位置を即時的に監視することを基本としたものである。あらかじめ設定した警戒範囲に、クレーントップが侵入すると警戒を行う。

システムの基本構成を図一4に示す。GNSS基地局は、衛星測位の精度を向上する目的で、現場毎に設置する。あらかじめ座標が正確にわかる既知点に1台のGNSS受信機を設置し、無線（無線LAN、デジタル簡易無線等）を介して補正データを、クレーン側のGNSS受信機（移動局）に送信する。

クレーントップ位置のGNSS測位データは、運転席のパソコンに無線LAN等で転送され、あらかじめ設定した制限範囲との位置関係が直ちに計算される。制限範囲への侵入が判定された場合には、運転席の表示灯や、スピーカーによって報知を行うものである。さらに同時に3D表示システムにおいて同時に監視が可能である。

使用するGNSS機器は、使用目的や要求精度に応じて、RTK-GPS方式（cm級精度）およびDGPS方式（1m級精度）を使い分けている。



図一4 システムの基本構成

(3) 警報判定と報知の仕組み

警戒監視を行う制限範囲は、直方体や六面体の3次元空間として定義する。GNSS アンテナ位置 (x, y, z) と定義を行った空間の位置関係を、常にパソコンの解析プログラムで計算し、毎秒1回の頻度で警報あるいは非警報の判定を行っている。制限範囲は、世界測地系、日本測地系、ローカル座標など任意の測地系座標で設定が可能である。

制限範囲の設定においては、複数の空間を同時に組み合わせることが可能であり、これによって複雑な形状の定義も容易に行える。また、使用するGNSS受信機の精度に伴う測位誤差や、安全余裕しるを考慮して、監視するクレーントップ位置を一定の大きさを持った仮想球体として扱う機能を有している。この機能を用いると、実際に制限範囲内にブームトップが入る直前の接近状態（仮想球半径距離）において警報を作動させることができる。

警報は、パソコンに接続された三色のLED積層信号灯を用いる。ブーム位置が安全領域にある場合「青」、要注意範囲にある場合「黄色」、制限範囲に入った場合に「赤色」の表示を行う（図-5）。GNSSによる測位が良好に行えないなど、システムが正常に作動していない場合には、LEDの点滅によって注意喚起を行う。

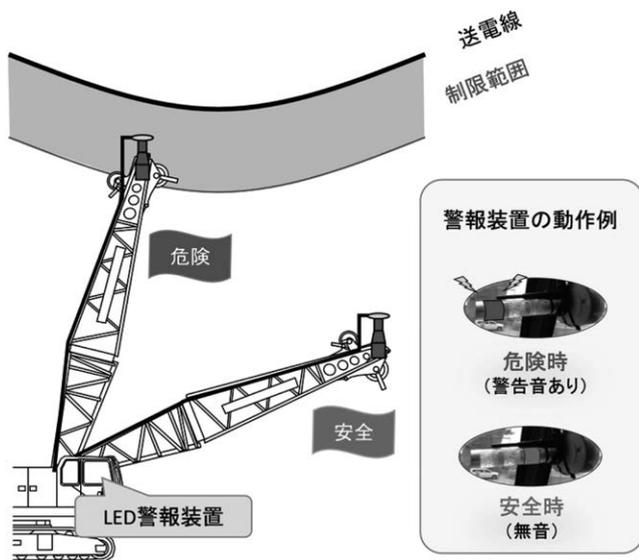


図-5 警報判定と報知のしくみ

(4) 機器のクレーンへの設置

本システムのクレーンへの設置については、電源の供給方法およびブームに沿った配線の有無等により、有線方式と無線方式の2種の方式を使い分けている。

有線方式は、クレーンブーム長が固定された、クローラークレーンやタワークレーンなどで用いる。GNSS

アンテナのみをクレーントップに設置して、GNSS受信機本体およびパソコンなどは運転席内などに設置する。クレーンブームに沿っては、アンテナ同軸ケーブルの配線を行う。本方式では、ブームに沿った配線の手間がかかるが、機器電源が全て運転席内で常時供給されるため、メンテナンスフリーとなる利点がある。ただし、ブームの伸縮への対応は難しい問題がある。

無線方式は、トラッククレーンなどのブームが伸縮するクレーンなどで用いる。クレーンブームトップにはGNSSアンテナ、GNSS受信機本体、デジタル簡易無線、無線LAN装置およびバッテリーが設置される。機器は防水ボックスに収められ、治具によりクレーンに設置される。GNSS受信機による測位データは、無線LANにより、運転席等の地上のパソコンに送られる。本方式は、ブームに沿った配線作業が全く必要ないため、有線方式に比べて極めて短時間での設置が可能である。ただし、バッテリーの交換・充電などの日々のメンテナンスが必要となる。

GNSS他の機器材は、有線式および無線式ともに、専用の治具を用いてクレーンブームに設置する。設置治具には、クレーンブームへの傾斜角度に応じて、自由に回転する機構を有しており、GNSSアンテナが常に天頂を向くような仕組みとなっている（写真-1, 2）。



写真-1 トラッククレーンへの機器設置

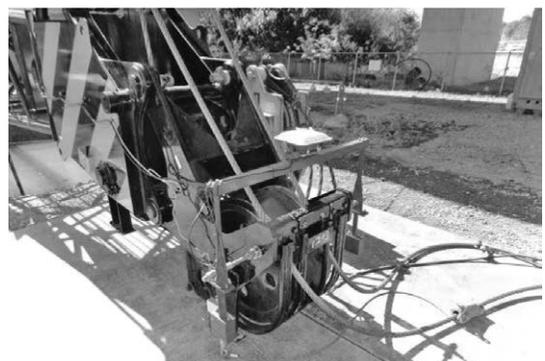


写真-2 クローラークレーンへのGNSSアンテナ設置

(5) 3次元バーチャル空間でのリアルタイム表示

システムの付加機能として、建設現場内の既存構造物や近接構造物等（送電線、道路等）および制限範囲を3次元モデル化し、クレーントップ位置との位置関係をバーチャルな空間上でリアルタイム表示するシステムを構築した。

現場職員が携帯するタブレットパソコンや現場事務所のパソコンに表示システムを導入しておき、クレーンブームトップ位置のGNSS測位結果および、警報判定結果を現場内無線LANを用いて転送した。クレーントップ位置と近接物および制限範囲の関係が、3次元的にリアルタイムに表示される。画面表示の視点位置を任意に設定・変更することが可能であるため、近接監視対象物とクレーンブームトップの位置関係を視覚的に容易に判断できる利点がある（図-6）。例えば、高所の送電線へのクレーンブームへの接近監視の事例では、地上から見上げる人間の視点では、両者の位置関係の把握が難しい問題がある。本機能を用いると、高所の送電線位置からの視点で、接近状況を表示できるため、視覚的な状況判断が容易となる。本表示システムは、現場内で共用できるため、作業場近傍だけでなく、遠隔地の事務所においても、クレーンの作業状況を同時にモニタリングすることができる。



図-6 バーチャル空間でのリアルタイム表示例

3. 建設工事での適用事例

GNSSを用いたクレーンブーム位置監視システムは、2次元監視版を含め、これまで国内7現場での適用事例がある。以下に、最新の二つの事例を紹介する。

(1) 営業線近接工事への適用事例

本事例では、既設の営業線に近接した狭隘な作業空間において、極めて精度の高いクレーンの安全対策が求められた。本技術を各種のクレーンにて活用した。

工事名：つくばエクスプレス線、車両基地入出庫線複線化工事

発注者：鉄道建設・運輸施設整備支援機構 東京支社

工事場所：茨城県守谷市

施工者：三井住友・名工・佐田特定建設工事共同企業体

実施期間：2013年12月～2014年10月

本工事は、営業中のつくばエクスプレス線本線と車両基地入出庫線（いずれも高架橋）の間に、新たな車両基地入出庫線の高架橋を構築するものである。新設される高架橋の基礎工事の際に、クレーンの営業線への接近警報を目的として、本システムを導入した（写真-3）。



写真-3 営業線に近接工事したクレーン作業

監視対象区間の高架橋は、カーブ区間であり、従来式の監視技術では、制限範囲の設定が容易ではなかった。3Dクレーンブーム位置監視システムでは、高架橋のカーブ線形の座標に基づいて、精細にモデル化した3次元の制限範囲を設定し、工事の安全管理に用いた。基礎工事の進捗に応じて、クレーンが移動した場合でも、制限範囲は工事区域全体の座標に基づいて設定されているため、日々の再設定は不要である。極めて限られた作業空間を有効に活用するため、GNSS受信機は、二周波RTK-GPS方式を用いて、cm級精度での管理を行った。工事の最盛期においては、最大5台のクレーン監視を同時に行った。

クレーン作業の安全面で極めて慎重を要する工事であったが、本システムの活用により、作業範囲の有効活用と安全管理を効果的に実施し、当該近接工事を無事に完了した。

(2) 高圧送電線近接工事への適用事例

3次元バーチャル空間でのリアルタイム表示を含めた、最新機能のシステムを、下記の工事において初適

用を行った。

工事名：平成 25 年度 東海環状上切高架橋 PC 上部
工事

発注者：国土交通省 中部地方整備局

工事場所：岐阜県関市

施工者：三井住友建設㈱

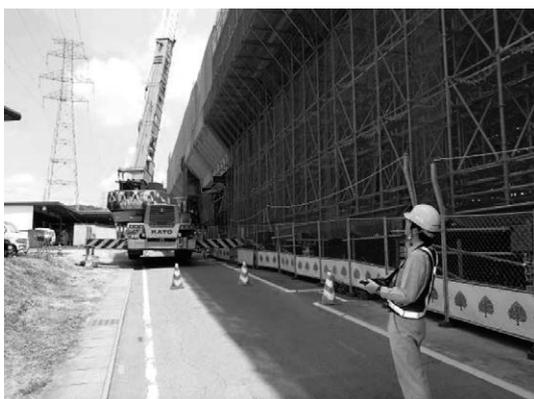
実施期間：2014 年 5 月～ 2015 年 1 月

本工事は、現在供用中の一期線の高架橋と並行して、二期線の高架橋を構築する橋梁工事である。工事区域内に近接して高圧送電線が存在し、施工位置に応じた離隔距離確保が求められた。

対象重機は、トラッククレーンを主としたが、コンクリート打設時に用いるコンクリートポンプ車にも適用を行った。ポンプ車への機材設置においては、マグネット式の取付治具を新たに開発し、極めて短時間での機材着脱を可能とした。

現場内および現場事務所間に無線 LAN を構築し、前述の 3 次元バーチャル空間でのリアルタイム表示システムを、タブレットパソコンおよび現場事務所内のパソコンで利用した（写真—4,5）。GNSS 受信機は、二周波 RTK-GPS 方式を使用し、cm 級の精度を確保した。

高圧送電線下において、作業安全性の確保が極めて重要な工事であったが、本技術の導入により、安全の見える化を促進し、確実に円滑な管理を行うことができた。



写真—4 タブレットパソコンによる監視状況



写真—5 事務所での監視状況

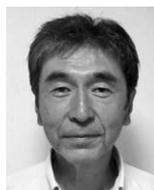
4. おわりに

現在、建設分野においては、施工管理への ICT 活用とともに、設計から施工段階を含めた、BIM/CIM などの推進により地形や構造物の 3D モデリングが積極的に進められるようになってきている。これらの 3 次元データと本報で紹介した 3D クレーンブーム位置監視システムは、親和性の高いものである。今後、これらのシステムの連携により、3D モデルの有効利用が可能となるものと考えられる。さらなる技術の開発・改善を行い、建設工事の安全性向上に引き続き取り組んで行く所存である。

JICMA

【筆者紹介】

三上 博（みかみ ひろし）
三井住友建設㈱
技術本部 第三技術部
情報ソリューショングループ



千葉 史隆（ちば ふみたか）
三井住友建設㈱
技術本部 第三技術部
情報ソリューショングループ



伊達 峰司（だて たかし）
三井住友建設㈱
土木本部 土木技術部 基礎地盤・環境技術グループ
課長



法面吹付工の機械施工システムの開発

吹付けロボット「Robo-Shot」

庭田 和之

最近多発する土砂災害は大型化・先鋭化する傾向にあり、危険を伴う応急復旧作業の要請が増加している。通常の吹付け工は人力主体のため効率性が低く、作業員の熟練度に品質や安全が左右されるなどの課題があった。そのため崩壊危険箇所においても作業員の安全を確保し、効率の高い施工ができる機械施工システムの開発が求められていた。今回開発した「Robo-Shot」（以下「本工法」という）は、ロボットアームを搭載した吹付けロボットと大容量搬送装置を使用し、通常工法の5倍の吐出量で急速施工ができる吹付けシステムで、安全に効率性の高い施工が行える。

キーワード：のり面、吹付け工、ロボット、ノズルマン、安全性向上、作業効率向上

1. はじめに

平地が少なく、急峻な山々が多い地形の日本において、建設工事ではのり面保護工事を伴うことは多い。また、地球規模での異常気象は日本においても大型台風や集中豪雨でのり面崩壊を引き起こし、毎年のように甚大な被害が生じており、現在のり面保護工事は防災工事としての側面も大きくなってきている。

応急復旧作業では迅速な対応が求められるが、通常の吹付け工は施工能力が人力に依存するため、効率の低い施工となるばかりか、二次災害に巻き込まれる危険性をはらんでいた。また、昨今の建設労働者不足はのり面業界においても深刻な問題となっている。特に吹き付け作業では、ノズルマンと呼ばれる経験豊富な熟練工を必要とするが、作業員の高齢化も重なり安定的な作業員の確保が困難を極め、のり面業界においても早急に解決しなければならない課題であった。

吹付け工が日本へ導入され50年以上経過するが、のり面吹付け工に関する機械開発はほとんど行われてこなかった。その理由として、定められた断面内で作業するトンネル吹付けと異なりのり面吹付けは、施工する面積が広いこと、のり面の勾配や凹凸、施工高さが変化することなど様々に変化する諸条件が機械開発の妨げとなっていた。また、モルタル吹付け工は、面積が広く厚さが薄い構造で、効率性を求めて大量吐出すると所定の平滑性、厚さの確保がむずかしかったことなどがあげられる。これらの技術的課題を解決し、のり面吹付け工の抱える諸問題を解消するために本工

法の開発をおこなった。

2. 本工法の特徴

本工法は、ベースマシンにロボットアーム（写真-1）を搭載した吹付けロボットによりモルタル吹付けを行う機械施工システム（図-1）で以下の特徴を持つ。



写真-1 ロボットアーム

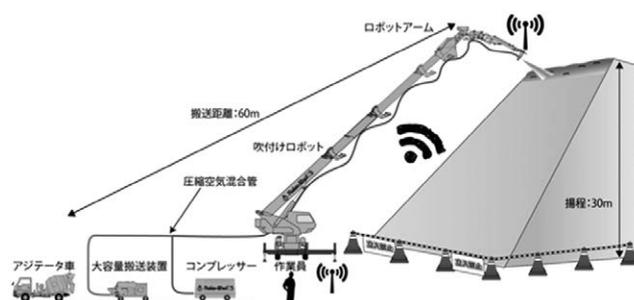


図-1 本工法の吹付けシステム

(1) 大量吹付けシステム

吹付け方式は、通常用いられている空気圧送方式と比較して軟練り材料の圧送が可能で、圧送時の材料分離が少ないポンプ併用空気圧送方式を採用している。1時間に35m³の圧送能力を持つ大容量搬送装置（エンジン式ピストンポンプ）で圧送し、先端ノズル40m手前で圧縮空気と合流させ、ロボットアームにより吹き付けを行う（図-2）。

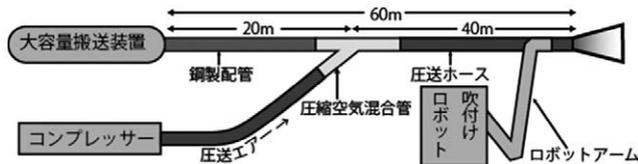


図-2 圧送システム

圧送時の脈動（断続的な圧送状態）は吹付けモルタルの品質変動を増加させ、管内閉塞の原因になる。そこで、吐出量に合わせて圧縮空気混合管より混入する空気圧力と空気流量を最適に調整することで、連続的な圧送を実現している。本工法では、通常よりも軟練り材料を適切な圧力でのり面へ吹き付けるため、大量吐出時も跳ね返り材料が少なく地山への付着性もよい。標準的な配合条件、施工条件を表-1、2に示す。

表-1 配合条件

	本工法	通常工法
設計基準強度	18 N/mm ² 以上	15 N/mm ² 以上
単位セメント量	420 kg 以上	400 kg 以上
水セメント比	60% 以下	60% 以下
練混ぜスランプ	10 ± 2.5 cm	0 cm

表-2 施工条件

圧送距離	60 m	
施工高さ	30 m	
吐出量	空気流量	空気圧力
10 m ³ /h	15 m ³ /min	0.7 MPa
15 m ³ /h		
20 m ³ /h		

(2) ノズルマンの動作を再現したロボットアーム

通常施工はノズルマンの経験と感覚でノズルをのり面に対して直角に向け、1m程度地山から離して作業する。人の手が届く範囲（1×5m = 5m²）で腕を伸縮させ、複数回吹き重ねて所定の厚さと平滑性を確保する。図-3にノズルマン2名による施工範囲を示す。

本工法のロボットアームは、所定の吹付け厚さと平滑性を確保するために人間の腕と同じ4つの関節を持

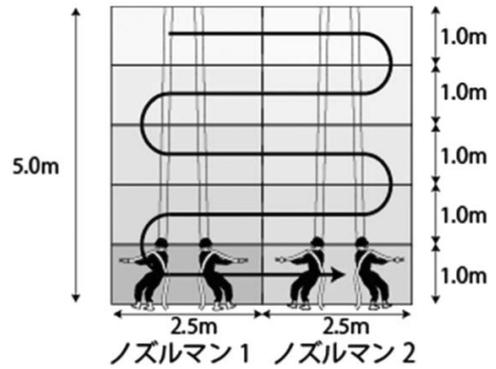


図-3 ノズルマンの動作

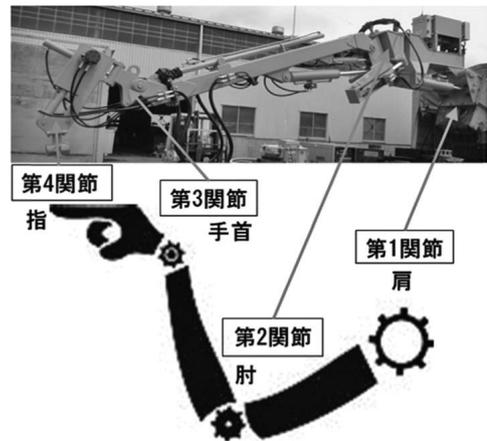


図-4 ロボットアーム

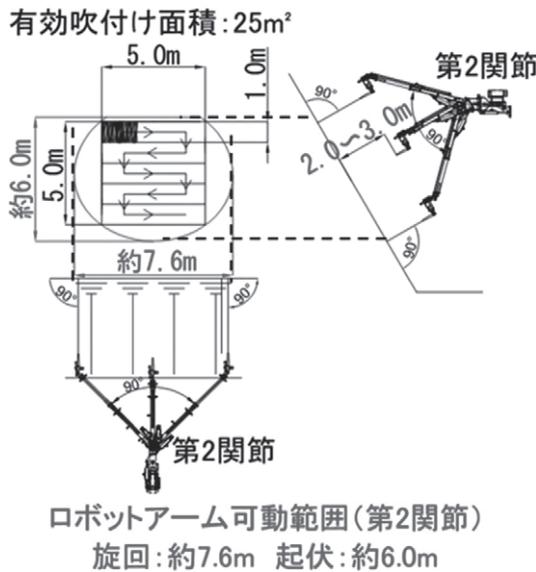
表-3 各関節の機能と可動範囲

関節	Robo-Shot 関節	機能	可動領域	動作数
肩	第1関節	ロボットアームをのり面に対して法線方向に向け、25m ² を1度に吹くための基本姿勢を保持するための関節。ベースマシンのアームとロボットアームの角度を調整する役割。	旋回、起伏 90°	2
			基本姿勢からロボットアームを旋回、起伏させ5×5mの面積を一度に吹き付けるための関節。	旋回、起伏 90°
肘	第2関節	ロボットアームを伸縮させ、のり面とノズルの距離を一定に保持する機能。	伸縮 1.7m	1
			不陸の大きい吹付け面においてノズルの向きを自由に調節するための関節。	旋回、起伏 90°
手首	第3関節	第2関節の旋回、起伏動作と連動してノズルを常にのり面の法線方向に向ける機能。	連動による旋回、起伏 90°	2
指	第4関節	ノズルを上下方向に揺動させるための関節。	上下 90°	2

ち、11の動作ができる仕様としている（図-4、表-3）。

吹き付け作業は、第2関節によるロボットアームの左右旋回と連動し、のり面に対して直角方向にノズルが向くよう自動制御された第3関節を併用してのり面との適切な離隔（2～3m）を保持しながら行う。ノズルマンの動作を再現した可動領域の大きいロボットアームを使用することで、ベースマシンを移動することなく25m²（5×5m）の範囲（有効吹付け面積）を1度に吹き付けることが可能となった（図-5）。

吹付け工は5～15cmと比較的薄い構造のため、



図一五 ロボットアームの可動範囲

大量吐出時の厚さ管理が課題であった。吹付け作業は前述の通り、ロボットアームの第2関節を旋回させて行うが、所定の厚さに仕上げるためにロボットアームの旋回動作は速度を変えて往復させている。往路は遅い速度で一定の厚さを確保し、復路は速い速度で表面を平滑に仕上げる。例えば、吹付け厚さ10cmを平滑に仕上げる場合の最適な巡回速度と往復回数の組み合わせは、表一四の通りである。本工法では、この組み合わせを基本に現場ごとにキャリブレーションを行い実施巡回速度と往復回数を定めている。

ノズル部を含めロボットアームのすべての動作は遠隔操作により制御できる。ロボットアームの旋回やノ

表一四 吐出量の違いによる巡回速度

吐出量	巡回速度		往復回数
	往路	復路	
10 m ³ /h	0.13 m/s	0.26 m/s	2回
15 m ³ /h	0.19 m/s	0.26 m/s	2回

ズルの揺動などの繰り返し動作は自動化されているため、作業員が行う操作は少なく操縦には熟練工を必要としない。

施工に用いるベースマシンは、現場条件に応じて汎用の機械より選定できる。0.8 m³バックホウおよび35 tラフテレーンクレーンを使用した場合の吹付け手順と適用範囲を図一六に示す。

(3) 品質・出来形

試験施工により品質・出来形を確認した。施工仕様を表一五に示す。吐出量は通常施工の約5倍、時間当たり10 m³の大量吐出により試験を実施した。

表一五 施工仕様

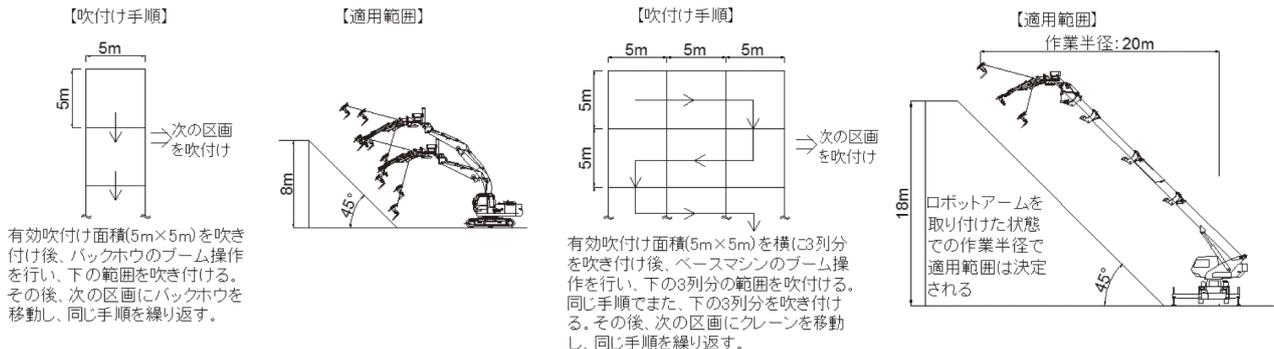
ベースマシン	0.8 m ³ バックホウ
吐出量	10 m ³ /h
空気圧力・空気流量	0.7 MPa 15 m ³ /min
ノズル距離・ノズル角度	3.0 m のり面と直角
ノズル揺動角度	± 15°

吹付け面よりコア採取した供試体で吹付けモルタルの圧縮強度を確認したところ、材令28日における設計基準強度18 N/mm²に対して平均圧縮強度31 N/mm²、品質のばらつきを表す変動係数は12%となった。のり面吹付け工では、跳ね返り材料の混入が品質変動の大きな要因となるため、一般的に圧縮強度の変動係数は25%程度となることが多い¹⁾。本工法では独自の施工方法により吹き付け時の跳ね返り材料を抑えることで圧縮強度のばらつきを50%以上低減し、通常より品質の安定した吹付け構造物を構築することができる(図一七)。

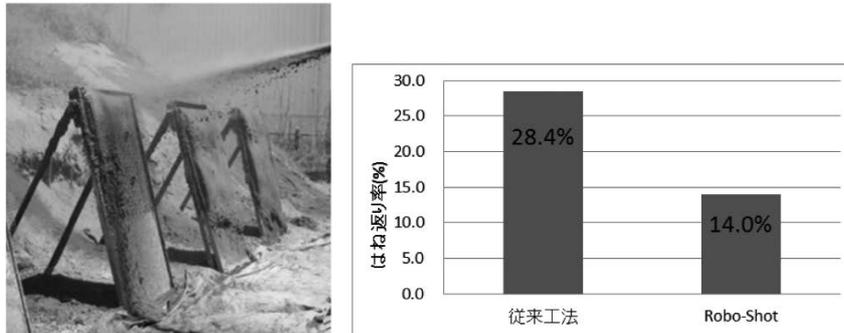
吹付け厚さ10 cmに対して出来形測定を行った結果、規格値 t ≥ 5 cm - 20 mm (200 m²当たり1箇所)に対して10.5 cmとなり規格値を満足した。吹

バックホウ(バケット容量0.8m³)ベースの場合

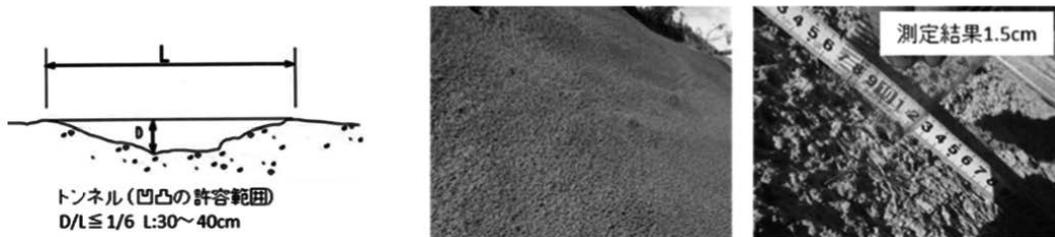
35tラフテレーンクレーンベースの場合



図一六 本工法の適用範囲と吹付け手順



図一七 跳ね返り率の測定結果



図一八 平滑性

付け面は、図一八に示すようにのり面になじみよく仕上がっている。のり面吹付け工は地山の凹凸に沿って施工するため平滑度は出来形管理項目には含まれていないが、参考に「吹付けコンクリート指針(案)トンネル編」にある方法²⁾で平滑度を確認したところ、平滑性の目安1/6以下に対して1/20となり一定の平滑性を確保できることが確認できている(図一八)。

3. 適用の効果

(1) 工期短縮

通常施工の5倍以上の吐出量を得られる本工法は、大幅な工期短縮を達成している。

例えば、モルタル吹付け工(t = 10 cm) 2,000 m²当たりの施工期間で比較した場合、通常工法では施工期間が約40日かかるのに対して、本工法では18日と50%以上吹付け期間を短縮することができる。施工規模によって工費は同等もしくは若干高くなる場合もあるが、のり面崩壊による道路交通、物流が遮断された場合の経済的損失を考慮すれば、大幅に工期を短縮できる本工法の経済的効果は大きい。

(2) 安全性の向上

のり面上で人力作業する通常施工(写真一2)では、のり面崩壊による二次災害に巻き込まれる可能性があった。ノズルマンの動作を再現できる遠隔操作可能な吹付けロボットの開発により、人力による作業が危険なのり面上やのり面直下に立ち入らずに施工が可能



写真一2 通常施工

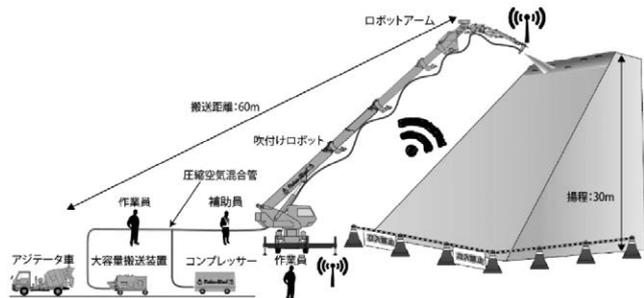


図一九 本工法による安全施工のイメージ図

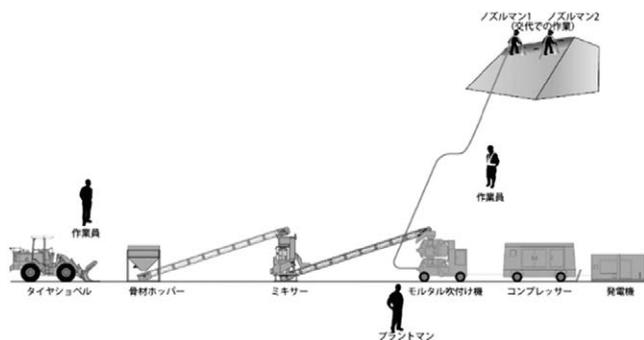
となり、作業員に対する安全性が向上した(図一九)。緊急性を求められる応急復旧作業においても活用の効果が期待できる。

(3) 省人化

使用材料，圧送システムを変更したことでプラント人員を削減，ロボットアームを使用することでノズルマン（熟練工）が不要となり通常施工に対して作業人員を2名程度省人化できる（図— 10, 11）。のり面上での苦渋作業が不要で操作が容易な機械施工システムの開発により，他工種の労働者や，経験の浅い若年層による作業も可能となった。のり面業界における新規雇用開拓が可能となり労働力不足解消に貢献できる。



図— 10 本工法の人員配置 (3名)



図— 11 通常施工の人員配置 (5名)

(4) 安定した品質

独自の吹付けシステムとロボットアームの最適制御技術により，通常施工よりはね返り材料の混入が少なく品質が安定した耐久性の高い構造物を構築することが可能となった。跳ね返り材料の低減は，品質だけでなく施工能率の向上，産業廃棄物減少による環境負荷の低減にも効果が高い。

4. おわりに

専業土木分野，特にのり面分野においては施工の機械化が遅れていた。本工法の開発は単に吹付け工の機械化にとどまらず，のり面对策工全般の機械化を飛躍的に牽引する可能性がある。今回開発したロボットアームは吹付け作業のほか，地山削孔作業や斜面掘削作業などへも応用が可能である。様々な工種への適用を検討し，のり面对策工の安全性向上・高効率化へ貢献していきたい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 土木学会 吹付けコンクリート指針（案）のり面編 P39 2005年7月
- 2) 土木学会 吹付けコンクリート指針（案）トンネル編 P66 2005年7月

【筆者紹介】

庭田 和之（にわた かずゆき）
 ライト工業(株)
 開発企画室
 室長



安全性と施工性が両立したシステム吊足場

先行床施工式フロア型システム吊足場「クイックデッキ」

鈴木 正 人・大久保 工・吉 田 一 将

本技術は従来型のパイプ式吊足場をシステム化する事により①熟練工でなくても容易に吊足場が建築可能。②高強度材の使用により強固なフレーム構造と高強度チェーンの採用により、従来の吊足場のチェーンピッチ 0.9 m に対して最大吊チェーンピッチ 5 m × 5 m を実現。③最大 100 m² 程度の 4 点ユニット吊りにより工期と高所作業の削減が可能となり、安全な吊足場を架設することができる。

キーワード：吊足場，橋梁，建築，メンテナンス，天井，作業フロア，耐震補強

1. はじめに

近年の日本のインフラ市場は、既存のものをいかにして延命させるか、つまり長寿命化の流れにあり、換言すれば、フローからストックへ大きく転換しつつある。一方、平成 24 年に発生した中央自動車道笹子トンネル事故が起きてからはインフラの老朽化がメディアでも大きく取り上げられ、それからは、加速度的に制度の整備や新技術の発掘が進んでいる。しかし、実際にメンテナンス、建て替えをしなくてはならないインフラは数が多く、早急に行なっていく必要があると言われている。本製品は高い安全性を保ちつつ工期の短縮も図れるシステム式の吊足場であり、橋梁のメンテナンスを始め、工場や体育館など大空間建造物の天井耐震補強工事やビルの吹き抜け部分の天井工事などあらゆる現場で使用できる技術である。下記に概要を紹介する。



写真-1 駅舎の大庇新築工事

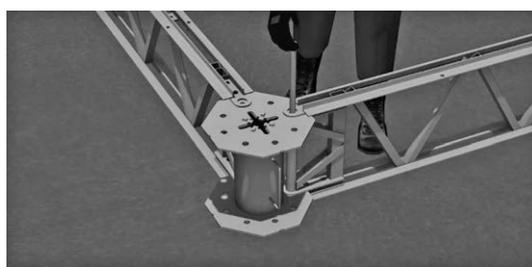


図-1 差し込みピンで結合

2. 特徴

本技術は 2003 年アメリカで開発され、これまでに数々の建築、土木、橋梁、造船、プラント工事の新設・メンテナンス工事で採用されるなど幅広い実績がある（写真-1）。

主な特徴は次の通りである。

(1) 簡易な組立

基本構成部材は全てシステム化されており、各部材の組立て作業には、差し込み・はめ込み・差し込みピンによる結合など、専用工具を必要とすることがなく

人力で組み立てることができる（図-1）。また各部材は最も重量のあるもので約 30 kg と作業員 2 人で持ち運べる重さであり組立作業も繰り返しが多く単純である（組立手順は第 4 章に記載）。

(2) 高いシステム強度

足場の主梁となる部材(ジョイスト)はトラスフレーム構造を採用し高い強度と軽量化を実現した。吊りチェーンも従来の吊足場用の 10 倍以上の強度を持つ専用のチェーンを採用しており、これらの組み合わせにより最積載荷重 350 kg/m²、最大吊チェーンピッチ

1 スパン 5 m × 5 m が可能である。

(3) 今までの困難な足場架設を安全にスピーディーに高い部材剛性と水平旋回式の組立方法により、吊点からの跳ね出し最大 5m の先行床施工で作業床を高所での危険作業なしで安全に設置することが可能となる(写真—2)。



写真—2 跳ね出し最大 5m

(4) 快適な作業空間の提供

広い吊チェーン間隔とたわみが少なく段差や開口の無い快適な作業空間をつくることのできるため、組立て後の作業がとても快適に行うことができる(写真—3)。



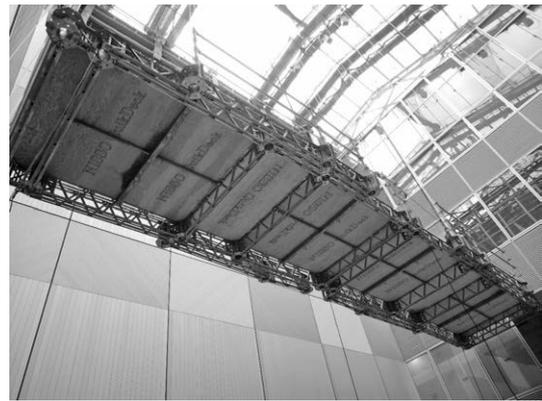
写真—3 広いチェーンピッチの快適空間

(5) ユニット吊り込みにより高所作業を激減

最大 12.5 m × 7.5 m の床ユニットを 4 点で吊り上げ可能となる(写真—4)。同様に組み上げた床ユニットを立て吊りにして落とし込みが可能。地上での地組み作業を最大限にすることにより高所作業を最小限にし、安全性を向上させながら工期の短縮が図れる。

(6) 多彩なオプションによりさまざまな施工障害をクリア

ジョイスト(主梁)の様々な箇所からチェーンでの



写真—4 4点吊りの様子



写真—5 障害物まわりも隙間なしでクリア

吊り下げが可能なので、吊元に制約される事もなく構造物の限定された吊元からも吊り下げが可能。途中で柱や障害物がある場合や円形に組む場合も専用部材を使用したり組み立て手順を変えることにより対応できる仕様となっている(写真—5)。

3. 日本の安全基準に対応

日本国内で本技術を採用にするにあたり、当社の安全基準や厚生労働省の労働安全衛生規則に照らし合わせ十分な安全性を確保するために下記システムを新たに開発し採用した。この章ではアメリカでの組み方を従来の工法とし、日本版との違いを解説する。

(1) 手すり・幅木(写真—6)

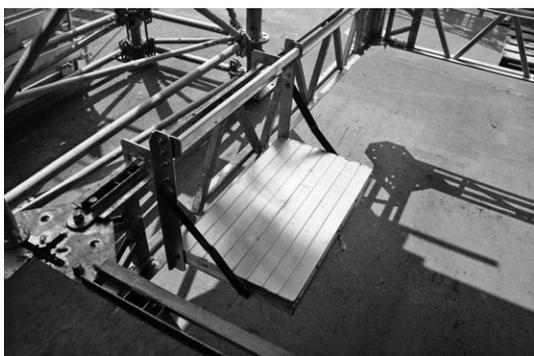
従来では手摺を取り付ける際に、支柱を立ててそこに被覆ワイヤーか単管を通して手摺としていたが、この方法では労働安全衛生規則に適合せず、また設置の際にも取り付けに手間がかかるため当社の製品であるクサビ緊結式足場「3S システム オクタゴンシリーズ」の部材を改良してワンタッチで手摺が取り付けられるようにした。幅木の高さも従来では 8 cm しかなかったが、新たに高さ 15 cm の L 型専用幅木を製作した。



写真一六 専用手摺とL型幅木

(2) チビック (簡易組立用足場) (写真一七)

高所で足場を延伸していく際、デッキサポート (子梁) を取り付けるときに従来は取り付けられたジョイスト (主梁) に作業員がまたがって作業をしていた。そこでこのジョイストに引っ掛けるかたちで設置ができ、架設の作業床になる「チビック」を開発し、部材にまたがったり、床がないところに乗り出しての作業がなないようにした。



写真一七 ジョイストに掛けたチビック

(3) サポートビーム (孫梁) (写真一八)

作業床を構成していく際は、主梁4本で構成した枠の中に子梁を架けそこにデッキパネル (床材) を2枚敷くかたちが通常であった。デッキパネルは木製のた



写真一八 サポートビーム取り付けの様子

め重量がかかると中心部分が少したわむ。強度上の問題は無いが、作業中に足元が不安定だと作業の品質にも関わるといふ日本のゼネコンや作業員の高い仕事意識に応えるかたちで、ジョイストとデッキサポート間に架ける孫梁「サポートビーム」を開発した。デッキパネルのたわみを抑制することで、デッキ材自体の経年劣化も軽減することができる。また、サポートビームを架けることでデッキ材設置の際の落下のリスクも軽減する。

(4) アルミデッキパネル (写真一九)

通常のデッキパネル (床材) は木製であるが、製鉄所や石油化学プラントなどで使用する際に木製の足場を禁止しているところが多く、それに対応する形で開発した。また、寒冷地で使用する際には、木製のデッキパネルは含有水分が凍結して割れを起こす可能性があるため、それに対応することができる。さらに、日本はアメリカに比べて、交差点など橋の下に道路や線路がある場合の高さが低い。また、建築工事でも下に機械装置などのものがある場合、クイックデッキの作業床から天井までの高さが1m以下になることもあり、作業する人がしゃがみながら作業することがあるが、そういった条件で通常1,220 × 2,440 mm、重量29 kgのデッキパネルを運んで設置するのは大変な作業である。アルミデッキパネルは600 × 2,440 mmと木製の半分の大きさで重量も12.5 kgと軽量のため、このような現場でも容易に取り扱いが可能である。



写真一九 アルミデッキパネル

4. 採用現場実績例

- ① 橋梁補修工事 (写真一十)
- ② ショッピングモール新築工事の吹き抜け部天井工事 (写真一十一)
- ③ 精密機械工場の天井耐震補強工事
- ④ 鉄道高架橋の耐震補強工事 (写真一五)



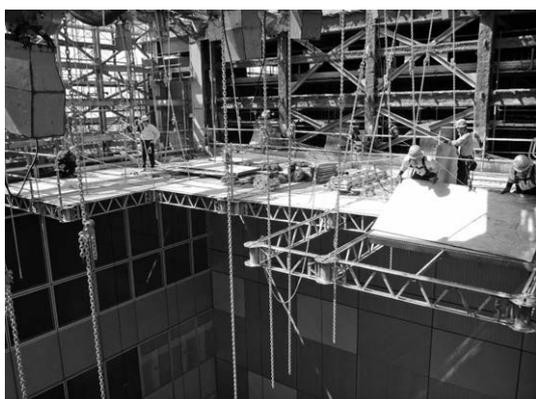
写真一 10 橋梁補修工事



写真一 11 ショッピングモール吹き抜け工事



写真一 12 連絡通路メンテナンス工事



写真一 13 ビル吹き抜け工事

- ⑤ 駅舎の大庇新築工事 (写真一 1)
- ⑥ 連絡通路メンテナンス工事 (写真一 12)
- ⑦ 新築高層ビル吹き抜け部天井工事 (写真一 13)
- ⑧ 市民プール天井仕上げ工事 (写真一 9)
- ⑨ 体育施設新築天井仕上げ工事
- ⑩ 津波非難タワー新設工事

5. 適用範囲

(1) 適用可能な範囲

積載荷重が許容積載荷重以内であること (吊りチェーン間隔 $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ の場合 $2,187\text{ kg/ スパン}$, 吊りチェーン間隔 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ の場合 437 kg/ スパン (1 スパンは $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m} = 6.25\text{ m}^2$))。

(2) 特に効果の高い適用範囲

- ① 橋梁補修補強工用吊り足場の主体足場 (足場組立完了後, コンパネとシートで床養生が必要となる橋梁のプラスト塗装工事ではこの作業が簡略化出来る為, 特に有効である)
- ② 地上高の高さが 30 m を超える高所作業車が届かない場所や, オーバーハング車や台船が必要とされる現場, 交通規制がかけられない現場では床跳ね出し先行型が非常に有効である (河川上や海上にある橋梁など)
- ③ 建築工事の高さ 10 m 以上の吹き抜け部分の天井仕上げ用足場
- ④ 製造ラインが稼働中の工場天井メンテナンスや, 下部で一般人が行き来するエントランス部の改修工事など

(3) 適用できない範囲

- ① 積載荷重が許容積載荷重を超える場合 (積載荷重が 350 kg/m^2 を超える場合)
- ② コンクリート桁の場合は足場インサートを取り付けることが不可能である場合。または躯体が引き抜き強度に耐えきれない場合
- ③ 鋼桁の場合は鉄骨クランプを取り付けられるフランジまたは吊りピース等のない構造である場合

6. 適用条件

(1) 自然条件

従来技術と同等。

(2) 現場条件

- ・吊りチェーンの取り付け元を設置することが可能な場所であること
- ・取り付け元のピッチが最大5 m までの範囲でとれること
- ・架設面積 1000 m² 分の資材置き場として約 15 ~ 20 m² を要す

7. 組立手順

本製品は従来の吊足場と異なる仕様であるため、最後に基本的な組み立て手順を説明する。現場の状況により、この手順を変更して対応するケースもある。

- ①地上で連結ノード・ジョイスト(主梁)・デッキサポート(子梁)・サポートビーム(孫梁)・デッキパネル(床材)を組み、スタートプラットフォームを構築する(図-2)

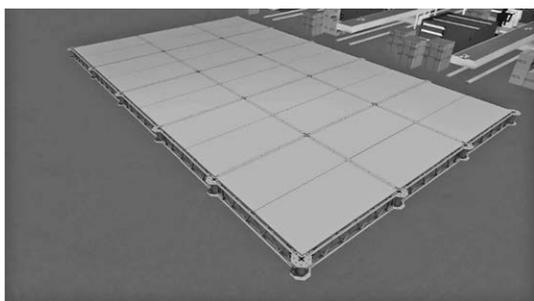


図-2 スタートプラットフォーム完成

- ②スタートプラットフォームを吊り上げ、その上からジョイスト2本を連結ノードにピンで固定
 ③②で取り付けしたジョイストの先端に連結ノード2個をピンで固定
 ④③で取り付けしたノード間にジョイストをはめ込みピンを刺して固定
 ⑤④で畳まれている状態のジョイスト・連結ノードをパイプやロープを使って水平に180度水平旋回(図-3, 4)

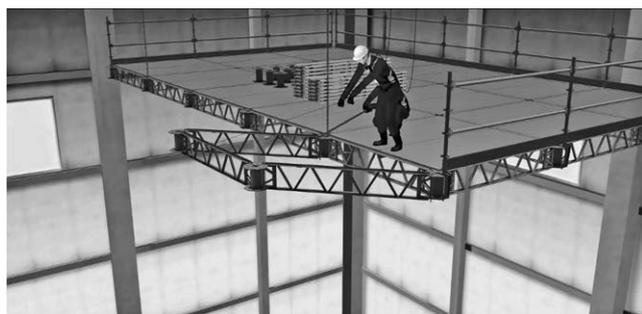


図-3 180度旋回



図-4 180度旋回②

- ⑥②~④を繰り返し必要なスパンを組み上げる
 ⑦組上がったフレーム全体を⑤で扱げた方向から90度水平旋回させて戻し、ピンを刺して正面に固定(図-5)

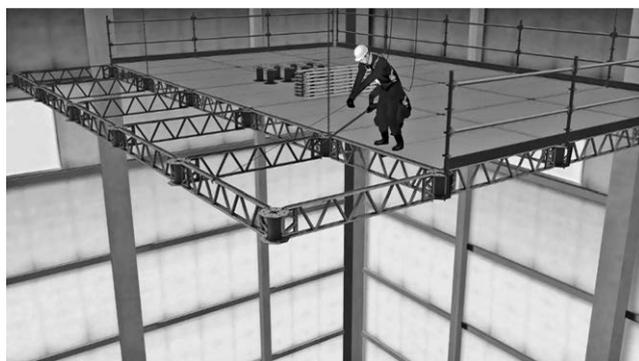


図-5 展開して正面で固定

- ⑧簡易組立足場「チビック」を用いてデッキサポートを取り付け、サポートビームも設置(図-6)

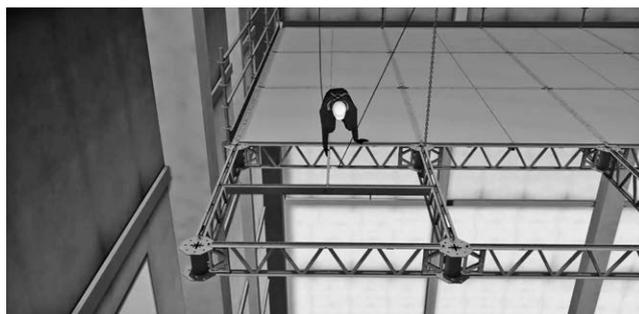
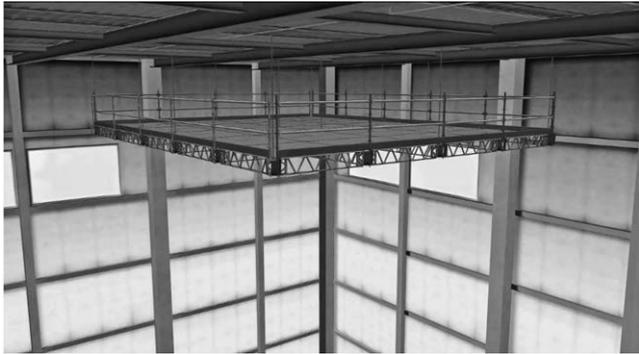


図-6 子梁・孫梁を設置

- ⑨作業員2名でデッキパネルをジョイストに沿わせスライドさせてはめ込む(図-7)
 ⑩⑨で設置したデッキパネルの上からサポートビームとデッキパネルをはめ込む
 ⑪デッキパネルにデッキ固定プレートを被せてボルトで固定し外周面に手摺・幅木を設置(図-8)
 *以後②~⑪を繰り返す



図一七 床材を設置



図一八 完成

8. おわりに

近年、橋梁やプラント、造船、大空間建築物等におけるメンテナンス市場が拡大しており、さらに東京オリンピックの開催やリニア新幹線の新設、都心部での大規模再開発などもあり工事件数も増加してきている。しかし工事件数が増えれば事故の数も増える傾向にある。この安全性、施工性、効率性に優れた本技術が将来的には仮設機材のスタンダードとなり、建設労働災害の減少と工期の短縮に貢献できれば幸いである。

JCMA

【筆者紹介】



鈴木 正人 (すずき まさと)
日綜産業㈱
事業本部
執行取締役
クイックデッキ事業部長



大久保 工 (おおくぼ たくみ)
日綜産業㈱
事業本部
広報室長



吉田 一将 (よしだ かずまさ)
日綜産業㈱
事業本部 広報室

産業用ヘルメットの進化

ヘルメット規格の変遷とともに

谷澤直人

我が国に国産製品が登場して八十余年、産業用ヘルメットは働く人の大切な頭部を守ってきた。初めて産業用ヘルメットに関する日本工業規格（JIS）ができたのは1951年のことであるが、以来、数次にわたるJIS改正、1975年の「保護帽の規格」制定およびその改正を通じて、性能に関する要求水準は段階的に上がっていった。

本稿では産業用ヘルメットに係る規格の、主な内容の変遷を辿るとともに、製品の進化を追う。

キーワード：ヘルメット、保護帽、安全帽、保安帽、飛来・落下物用、墜落時保護用

1. はじめに

我が国で産業用ヘルメットが使われ始めたのは、昭和初期である。(株)谷沢製作所の前身、谷澤営業所(1932(昭和7)年創業)がファイバー製の国産ヘルメットの販売を開始した1933年ごろは、炭坑や鉱山で使われていた帽子のほとんどが布製で、ごく偶にアルミ製が使われていた。

ヘルメットが広く全産業に普及したのは、太平洋戦争終了後である。戦後の復興とともにヘルメットの生産も再開されたものの、当初はかなり粗悪な製品も流通したが、1951年に日本工業規格（JIS）が定められ、製品に一定の性能が求められるようになった。それ以降、製品の進化とともに行われた規格改正により、産業用ヘルメットの性能水準は着実に向上していった。

なお、産業用ヘルメットはこれまで「保安帽」「安全帽」「保護帽」と三通りで呼ばれてきたが、本稿ではそれを区別せずに、単に「ヘルメット」と記すことにする。

2. 規格以前の産業用ヘルメット

志賀四郎の「保安帽の二十年史」（日本保安用品協会「セイフティダイジェスト14巻12号」1968年）には、1932年頃に安全福利社の上野歳夫がアルミ製ヘルメットを作り始めたとある。これが国産ヘルメットの第一号である。

また、日本鉱山協会が昭和9年度事業で、国内にある13か所の鉱山に、アルミ製の「上野式安全帽子1

号型」を配布して試用させたという記録がある（日本鉱山協会「安全帽子の試用成績」1936年）。ここには、ヘルメット着用により災害を軽減できた例が多数書かれているが、それとともに、重い、換気不良等の不満の声も記録されている。また、アルミ製ならではの欠点として、2か月ほどで顎紐の取り付け部分が汗のために腐食した、酸性水溶液の発生する坑道では3、4か月の使用で穴が開いた、こぶし大の落石でへこみ、第一線の作業者のものは1年間ですっかり形が変わった、などと報告されている。当時のアルミ製帽体は旋盤によるへら絞りで作られており、堅牢さを欠いていた。

一方、谷澤営業所が1934年2月に実用新案特許を認められたヘルメットは、バルカナイズドファイバーに漆を三度塗りして仕上げたもので、カップ型と呼ばれる独特の形状をしていた（写真-1）。この素材は電気絶縁性、耐摩耗性、耐衝撃性に優れ、軽くて通気性が良く、アルミ製よりも安価だった。着装体が現在と同じハンモック式であることから、相応の衝撃吸収性能も備えていたが、使用しているうちに帽体断



写真-1 ファイバー製カップ型保安帽

面から水を吸い、次第に柔らかくなってしまおうという大きな弱点があった。また、耐側圧性能はゼロに等しかったので、坑内で時々発生していた挟まれ事故には無力だった。

戦時中も軍事用に石炭が増産されたため、ヘルメットの需要は続いたが、アルミ帽は早々に原料入手が困難となり、もっぱらこのファイバー製のヘルメットが供給された。

終戦後、あらゆる資材が払底し、暫く生産できない期間が続いたが、進駐軍の憲兵隊（MP）が鉄帽の下に被っていたフェノール樹脂（ベークライト）製の内帽（インナー）の大量払い下げがあり、それを苛性ソーダで洗浄し、再塗装した上で内装体を取り付けて販売したところ、人気商品となった。これが現在まで続く、MP型ヘルメットの源流である。

3. ヘルメットに関する JIS 規格の制定

(1) 「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」

1947（昭和22）年4月、労働基準法が制定され、戦前に炭鉱や工場に対して出された安全に関する諸規定が労働安全衛生規則としてまとめられた。その後、1951年に我が国初のヘルメットに関する規格として、「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」が制定された。当時、炭鉱や鉱山で落石による頭部の事故が続出したことから、特に鉱山で使用される保安帽に適用されたものである。

この JIS 規格はまことに簡素なもので、耐電圧性と強さ（帽体強度）により、4形式に分かれていた（表—1）。強さ試験では、製品の堅牢さと耐貫通性が求められた。堅牢さの試験では、表—1に示された質量の鉄球を、定められた高さから帽体頂部に落下させ、帽体の破碎や亀裂、大きくくぼみができないことが要求された。今日求められている衝撃吸収性能は、規格の項目に入っていない。

耐貫通性試験は、表—1に示された質量の鉄錐を、定められた高さから帽体頂部に落下させ、頂部に10ミリ以上のくぼみができないこと、また、帽体に突き

刺さった場合でも、先端が帽体頂部から10ミリ以上出ないことが求められた。現行の「保護帽の規格」の墜落時保護用の試験では、帽体に1.8kgの円錐形ストライカを0.6mから自由落下させた時のくぼみが15ミリ以下であるから、落下エネルギーで比較すると、当時のA-1、B-1形の方が寧ろ厳しかったことになる。

耐電圧性試験は形式A-1、A-2の保安帽に対して行われたが、保安帽に霧状の水を2分間散水した後、帽体頂部とハンモックの内側の任意の点との間に2,000Vの電圧を1分間加え、これに耐えることが要求された。これは、坑内電車に用いる裸線の架空線接触による感電防止を念頭に置いたもので、直流低電流に対する性能であった。

戦前からのファイバー製ヘルメットは、この規格の「堅牢さの試験」に合格するために、従来よりも傘の部分が高く改良せざるを得なくなったが、これは狭い坑内で働く作業者の評判を落とし、その後、1960年代前半にはすっかり姿を消した。

機械的強度に劣っていたアルミ製だが、素材メーカーと共同で型押しによる成形技術と新素材の研究が進み、航空機に用いられた通称17S（ジュラルミン）と呼ばれるAl-Cu合金製の製品が作られた。これは従来品に比べて遥かに頑丈だったが、耐食性に劣ったため、数年で製造が打ち切れ、52Sと呼ばれるAl-Mg合金に切り替った。また、耐食性対策のアルマイト加工や、感電事故対策の絶縁塗装といった工夫がなされた。現在販売されているアルミ合金製は、わずか1形式のみである。

さて、国産のプラスチック製ヘルメットが発売されたのは、フェノール樹脂製が1950年、FRP（繊維強化プラスチック）製が1953年である。フェノール樹脂の帽体は、樹脂を含浸させた布を数枚積層し、それを金型で加熱加圧して成形する。その特性は機械的な強度が強いほか、軽量で電気絶縁性、耐水性、耐熱性にも優れていた。一方、FRPの帽体は一般に、母材にポリエステル樹脂、強化材にガラス繊維を用い、金型で加熱加圧して成形する。その特性として衝撃吸収性、対候性、耐熱性、耐薬品性などに優れており、その後、産業用ヘルメットの材質の主流となった。

フェノール樹脂はFRPに優るとも劣らない帽体材質であったが、成形時に樹脂の着色ができず、仕上げに塗装が不可欠なことが製造上の重大な欠点となり、次第に姿を消していった。

(2) 「JIS M 7608-1955（保安帽）」

1952（昭和27）年、「労働安全衛生規則」が改正され、

表—1 「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」の形式区分

形式	耐電圧性	強さ試験	
		堅牢さの試験	耐貫通性試験
A-1	○	3,600 g/1.5 m	450 g/3 m
A-2	○	2,300 g/1.0 m	300 g/2 m
B-1	×	3,600 g/1.5 m	450 g/3 m
B-2	×	2,300 g/1.0 m	300 g/2 m

『ずい道の掘削工事，岩石の切取作業，又は船台の付近若しくは高層建築場等で物体の落下する危険の多い場所における作業』で，「保護帽」の着用が義務化された（129条の2）。これにより，産業用ヘルメットが広範囲の産業に普及し始めた。

このため，1955年に「JIS M 7608」が改正され，名称が「鉱山用保安帽」から「保安帽」に変更された。また，全産業に向けての規格であることを意図して，冒頭で適用範囲を，『鉱山・工場その他物体の落下，飛来または倒壊の危険の多い事業場において使用する保安帽』と規定された。

種類は帽体の強さにより1形，2形に分かれ（従来規格のAとB），さらに耐食性と耐電圧性の有無の組み合わせで12種類に分けられた。この細分化は帽体材質の多様化に対応したものである。

新たに加えられた「帽体の耐電圧性の試験」では，水槽内で帽体につばから13ミリのところまで食塩水を満たし，2,000Vの電圧に1分間耐え，さらに漏洩電流が3mA以下であることと定められた。

この頃，我が国の化学工業は急速に発展し，高密度ポリエチレン樹脂（HDPE），ABS樹脂，ポリカーボネート樹脂（PC）などが工業化された。それに伴い，ヘルメット各社でも最新の樹脂を用いた帽体の開発が始まり，1958年にHDPE製が，さらに1960年前後にABS製とPC製が製品化された。

この中でPCは，FRPとともに帽体材質の主流となった。また，ABSは当初，耐候性などに問題があったが，近年，樹脂の改良が進み，製品の品質も上がった。成形がしやすいという製造上の利点もあり，現在では最も多く使われている材質である。

(3) 「JIS M 7608-1962（保安帽）」と「JIS M 7608-1966（保安帽）」

1961（昭和36）年に安全衛生規則が改正され，転倒や墜落の危険の多い港湾荷役と林業関係も，保護帽着用が義務化されたが，それに続いて，翌1962年にはJIS規格も改正された。ここでは保安帽の適用範囲が『鉱山，工場，土木，建築，造船，林業，その他物体の落下，飛来または倒壊する危険の多い事業場において，頭部を保護するために使用する』と規定され，形式は整理されて3種類になった（表一2）。

この改正では初めて，耐衝撃性と帽体の強さを計量値で判定できるように，具体的な数値が規定された。耐衝撃性は，質量3.6kgの鉄球を1.5mの高さから自由落下させた時，帽体の変形量と着装体の伸びの合計が40mm以下，かつ著しい亀裂が生じないこととさ

表一2 「JIS M 7608-1962（保安帽）」の形式区分

記号	帽体材質	耐電圧性
PE	合成樹脂製	○
P		×
M	金属製	×

れた。帽体の強さでは，1.8kgの円錐形ストライカを0.6mの高さから帽体頂部に自由落下させた時，帽体内部に取り付けた粘土にできたクボミの深さが15mm以下と定められた。

また，外観についての要求項目が新たに加わり，『帽体表面は，明るくあざやかな色彩のものであること』とされた。

その後，1966年に改正があり，耐熱と耐寒に関する試験の評価方法が明確化された。

4. 荷役用安全帽と電気用安全帽のJIS規格

1970（昭和45）年，新たに荷役用安全帽と電気用安全帽のJIS規格が制定された。

(1) 「JIS T 8134-1970（荷役用安全帽）」

荷役用安全帽とは，積みおろし作業，「はいつけ」または「はいくずし」などの荷役作業において，主として墜落による頭部の障害を軽減するために着用するヘルメットである。乗車用安全帽と同様，衝撃吸収ライナーを内装しており，今日に続く墜落時保護用ヘルメットの嚆矢となった。

この規格では衝撃吸収性試験において，初めて電気的機器を用いた計測方法が規定された。示された3通りの方法のうち，荷重計を用いた方法では，前頭部と後頭部に4.5kgの木製平面ストライカを1.5mの高さから自由落下させ，衝撃荷重が1,800kgfを超えないこととされた。また，様々な使用環境を想定して，試料となる製品に，高温，低温，浸せきの前処理が加えられることになった。

一方，耐貫通性試験では，1.8kgの円錐形ストライカを前頭部と後頭部に0.6mの高さから自由落下させた時，ストライカの先端が10mm以上突き抜けないことが規定された。

(2) 「JIS T 8135-1970（電気用安全帽）」

電気用安全帽とは，作業中における高圧以下の頭部感電事故を防止するとともに，これに関連して落下物から頭部を保護するために使用するヘルメットである。耐電圧試験では，水槽内で帽体につばから30ミ

りのところまで清水を満たし、20kVの電圧に1分間耐え、充電電流が10mA(60Hz)以下とされた。耐衝撃性試験は「JIS M 7608-1966(保安帽)」と、耐貫通性試験は「JIS T 8134-1970(荷役用安全帽)」と概ね同じ内容である。

なお、規格検討に当たっては、電力会社、電気工事会社、鉄道会社より、乗車用安全帽と兼用できる製品の規格制定が強く求められたが、最終的には乗車用とは別立てで規格化された。

5. 「保護帽の規格」制定とJIS規格の統合

(1) 「保護帽の規格」

1972(昭和47)年6月、労働安全衛生法が制定された。その後、1975年1月に、譲渡等の制限等を定めた第42条に「保護帽」が追加され、同年12月に「保護帽の規格」公布、1977年より国家検定が開始された。これ以降、検定に合格しないと「保護帽」として販売できないことになった。

規格の区分は製品の目的により、飛来・落下物用と墜落時保護用に分かれた(表-3)。

表-3 「保護帽の規格」の区分

区分	構造
飛来・落下物用	帽体、装着体、あごひもを有す
墜落時保護用	帽体、衝撃吸収ライナー、あごひもを有す

従来のJIS規格からの構造上の大きな変更箇所はまず、帽体の強度低下を防ぐため、プラスチック製の帽体では通気孔が許されなくなったことである。また、JIS規格では、装着体のハンモックの上端を結束していた「環ヒモ」と呼ばれる部品により、頭頂部と帽体内頂面との隙間を自由に調整できることが規定されていたが、「保護帽の規格」では逆に、環の大きさを調節できないこととなった。これに関連して、装着体の取り付けを通し紐で行うことが多かったFRP製のヘルメットでは、それを緩めたり、長い紐に替えたりすることにより、不安全な状況で使用される可能性があったため、これ以降、プラスチック製の連結鉤または金属製リベットが用いられるようになった。

耐貫通性能の試験はJIS規格同様、1.8kgの鋼製ストライカを帽体に0.6mの高さから自由落下させ、飛来・落下物用では帽体内部に取り付けた粘土にできるクボミが10mm以下、墜落用ではクボミが15mm以下とされた(落下箇所はJIS規格と同じ前頭部、後頭部に両側頭部が加わった)。

衝撃吸収性能の試験は高温、低温、浸せきの前処理を行った上で、飛来・落下物用では5kgの平面ストライカを1mの高さから頭頂部に落下させ、墜落時保護用では同じストライカを1mの高さから前頭部、後頭部に落下させ、①衝撃荷重は1,000kgf以下であること、②750kgf以上の衝撃荷重が1,000分の3秒以上継続しないこと、③500kgf以上の衝撃荷重が1,000分の4.5秒以上継続しないこと、④保護帽に著しい損傷が生じないこと、とされた。

電気用のヘルメットに関しては、1972年に「絶縁用保護具等の規格」が制定された後、1975年に労働安全衛生法施行令の一部が改正され、絶縁用保護具としてのヘルメットが型式検定の対象となった(1977年より実施)。

(2) 「JIS T 8131-1977(安全帽)」

強制法規である「保護帽の規格」との整合性をとるため、新たなJIS規格が制定された。この規格は従来の3規格(保安帽、荷役用安全帽、電気用安全帽)を統合したものである(表-4)。

表-4 「JIS T 8131-1977(安全帽)」の形式区分

種類	使用区分
A	飛来・落下物用
B	墜落時保護用
AB	飛来・落下物用 / 墜落時保護用
AE	飛来落下 / 電気用(使用電圧7,000V以下)
ABE	飛来落下 / 墜落 / 電気(使用電圧7,000V以下)

これ以降、JIS規格は「保護帽の規格」に対して、『法律上の運用を補完するものとして位置付けられる』ことになった(日本工業標準調査会 標準部会 労働安全用具技術専門委員会「『労働安全用具技術分野』における標準化戦略」2001年)。

6. 国際規格との整合性を踏まえた規格改正

(1) 「保護帽の規格」の改正

1991(平成3)年8月、イギリス、アメリカ、ドイツ各国の規格を勘案しながら、「ISO規格3873」を極力取り入れて、「保護帽の規格」が改正された。

飛来・落下物用の耐貫通性能試験では、3kgの円錐形ストライカを製品(従来は帽体)に対して、1mの高さから自由落下させた時、その先端が人頭模型に接触しないこと、衝撃吸収性能試験では高温、低温、浸せきの前処理を行った上、5kgの半球形ストライカ(従来は平面型ストライカ)を1mの高さから自

由落下させた時に衝撃荷重が500 kgf以下と、厳しくなる方向で変更になった。

一方、墜落時保護用の規定はISO規格にはない、我が国独自の内容だったが、墜落災害における効果が大きいことから規格に残り、試験方法等も従来どおりとなった。

また、従来、設置が許されていなかった通気孔が、ISO規格にならない、国内規格でも認められた。これを受けて、検定代行機関である社団法人産業安全技術協会が「保護帽の検定における通気孔の指針」を定めたため、それに基づいた製品が作られるようになった。

その後、1999年に規格内の計量単位が国際単位系(SI単位)に改められた。

(2) 「JIS T 8131-1990 (産業用安全帽)」と「JIS T 8131-2000 (産業用安全帽)」

1990(平成2)年12月、「保護帽の規格」よりも一足早く、「JIS T 8131-1990 (産業用安全帽)」が改正された。改正内容は新「保護帽の規格」とほぼ同じだが、耐水性試験と難燃性試験は独自の規定である。また、「絶縁用保護具等の規格」では耐電圧試験により、20kVの電圧に1分間耐える性能を有することとなっているが、加えて、漏洩電流が10 mA (60Hz)以下であることが規定された。

2000年3月、構成をISO規格に準じるとともに、欧州規格EN397を参考に改正された。主要な改正点として、ISO規格に準じた人頭模型を試験に用いることになった他、耐貫通試験において、新たに高温と低温の前処理が必要になった。また、任意試験として超低温試験と耐側圧性試験が加わったが、これらは全て「保護帽の規格」には無い、より厳しい試験である。このため、検定を取得して販売中の製品でも、JIS規格には合格できないことがある。なお、表4の「墜落時保護用」が「転倒・転落時保護用」に、「電気用」が「高電圧電気絶縁用」に名称を変えた。

7. おわりに

以上のように、我が国の産業用ヘルメットはこの80余年間、規格の整備と競うように進化を遂げてきた。その前半の進化は、新たに取り入れた帽体材質の特性に負うところが大きかったが、近年、それは大きな技術革新によって為されている。

FRP製の帽体では、母材と強化材の双方に新素材を試すと同時に、その組み合わせを試行錯誤することにより、高性能でより軽量の製品が生まれてきたが、今後も更なる軽量化が期待できる。また、新たな帽体成形方法により、これまで不可能だった内装取り付けブラケットを成形し、耐電性能をもつFRP帽体の製品化に成功した。これも今後の大きな進化につながる可能性がある。

一方、ABS、PCといった熱可塑性樹脂では、三次元CADの活用と金型流動解析の精度向上により、従来よりも複雑な構造の帽体や装着体を、比較的小さなリスクで成形できるようになった。例を挙げれば、透明なひさし、スムーズな動きの内蔵シールド面、大きな開口部をもたらす二層構造帽体などが製品化され、ヘッドバンドやハンモックのかぶり心地や機能向上なども図られている。

今後も新しい素材や技術を用いて、より快適なかぶり心地の、安全性の高い、革新的なヘルメットを世に出していくことが、メーカーとしての使命と考えている。

JCMA

【筆者紹介】

谷澤 直人 (たにざわ なおと)
 ㈱谷沢製作所
 取締役副社長 営業部長



粉じんによる疾病を防ぐ呼吸用保護具の進化

石川 健彦

粉じんによる疾病を防ぐための一つ的手段に防じんマスクがある。防じんマスクは作業内容に合わせて機能が進化してきた。しかし適切な使用法がなされなければ効果が発揮できないため近年は防じんマスクの正しい使用の啓発に力が注がれている。また、安全性の高い呼吸用保護具として電動ファン付き呼吸用保護具の粉じん作業への普及が進んでいる。防じんマスクと電動ファン付き呼吸用保護具の進化と現状を併せて紹介する。

キーワード：防じんマスク，電動ファン付き呼吸用保護具，プレスレスポンズ方式

1. はじめに

事業所，建設作業場等で原材料，製品，建造物を作る，または解体する等の作業時に粉じんが発生する。粉じんの種類や粒径は様々であるが，長期間粉じんを吸い続けることによってじん肺等の疾病を発症することがある。作業上発生する有害物を吸わないためのマスク類を呼吸用保護具という。その中で，粉じんを吸わないためのマスクに防じんマスクと電動ファン付き呼吸用保護具がある。

粉じんによる疾病は長期間，繰り返し粉じんを吸引することによって起こるとされている。

また，一度疾病を発症すると病院等での治療によっても元の状態に完治することはないため，予防が最も重要だと言われている。

2. 防じんマスクとは

(1) 防じんマスクの種類と規制法規

防じんマスクの種類は取替え式と使い捨て式の2種類がある。作業環境等に応じて使い分ける必要がある(写真—1, 2)。

防じんマスクはその性能，構造，使用しなければいけない作業等が労働安全衛生法，労働安全衛生法施行令，及び各規則で定められている。作業場で発生する粉じんの種類，作業内容等によって選定すべき防じんマスクの性能が異なる。また，防じんマスクは適切な使用をしないと効果を発揮できないことがある。この詳細は厚生労働省より基発第0207006号(平成17年



写真—1 取替え式防じんマスク



写真—2 使い捨て式防じんマスク

2月7日付け)「防じんマスクの選択・使用等について」で示されている。

防じんマスクの規格，性能，留意点について以下の項目にて説明する。

(2) 防じんマスクの規格

厚生労働省が示している防じんマスクの性能・構造の規格のことを国家検定規格という。防じんマスクを製造するメーカーは製品を厚生労働省から国家検定規

試験粒子	種類	NaCl 粒子 (塩化ナトリウム)		DOP 粒子 (フタル酸ジオクチル)	
	粒径	0.06 μm 以上 0.1 μm 以下		0.15 μm 以上 0.25 μm 以下	
	濃度	50mg/m ³ 以下		100mg/m ³ 以下	
試験流量		85 ℓ /min		85 ℓ /min	
粒子捕集効率 連続的に測定し、右欄の値であること	取替え式	試験粒子が NaCl の場合 100mg 供給まで		試験粒子が DOP の場合 200mg 供給まで	
		RS1	80.0%以上	RL1	80.0%以上
		RS2	95.0%以上	RL2	95.0%以上
	使い捨て式	RS3	99.9%以上	RL3	99.9%以上
		DS1	80.0%以上	DL1	80.0%以上
		DS2	95.0%以上	DL2	95.0%以上
	DS3	99.9%以上	DL3	99.9%以上	
吸気抵抗 (試験流量 40 ℓ /min)	取替え式		使い捨て式		
	RS1 RL1	70Pa 以下	DS1 DL1	60Pa 以下 (45Pa 以下)	
	RS2 RL2	80Pa 以下	DS2 DL2	70Pa 以下 (50Pa 以下)	
	RS3 RL3	160Pa 以下	DS3 DL3	150Pa 以下 (100Pa 以下)	
排気抵抗 (試験流量 40 ℓ /min)	取替え式		使い捨て式		
	RS1 RL1	70Pa 以下	DS1 DL1	60Pa 以下 (45Pa 以下)	
	RS2 RL2	70Pa 以下	DS2 DL2	70Pa 以下 (50Pa 以下)	
	RS3 RL3	80Pa 以下	DS3 DL3	80Pa 以下 (100Pa 以下)	

() は排気弁を有さないもの

排気弁の気密	排気弁の作動気密試験	●空気を吸引した場合に直ちに内部が減圧すること ●内部の圧力が常圧に戻るまでの時間が 15 秒以上であること
二酸化炭素濃度上昇値	試験用人頭で、人工肺により二酸化炭素含有空気を吸・排気させ、マスク使用時とマスク未使用時の、吸気における二酸化炭素濃度の差が 1.0% 以下	
死積	(二酸化炭素濃度上昇値試験) より算定した値	

吸気抵抗 上昇値	試験粒子	NaCl (塩化ナトリウム)
	試験流量	85 ℓ /min で試験粉じんを堆積後、40 ℓ /min で測定
	防じんマスクへの堆積量	100mg

図一 1 防じんマスクの国家検定規格

格の検査を委託されている機関に提出し、製品が国家検定規格以上の性能を有しているかの試験を受け、合格した製品を市場に販売する。

国家検定規格は労働安全衛生法（昭和 47 年法律第 57 号）第 42 条の規定に基づき定められた。その後改正があり性能、構造の規格は平成 12 年 9 月 11 日厚生労働省（当時労働省）告示第 88 号にて示されたものが現在運用されている（図一 1）。

国家検定規格値は主に作業場で発生する細かい粒子を捕捉するフィルタの粒子捕集性能、作業者の呼吸に対する性能、マスクを顔に固定するしめひもの強度に対して設けてある。

フィルタの捕集性能の試験である粒子捕集効率試験は塩化ナトリウム粒子（粒径 0.06 μm 以上 0.1 μm 以下）、DOP 粒子（粒径 0.15 μm 以上 0.25 μm 以下）のいずれかを使用する。本試験の方法は上述の粉じんを含んだ空気を 85 ℓ /分の流量でフィルタを通過させ、フィルタの下流側への漏れ率を測定する。試験粒子が小さいこと、試験流量が大きいことから厳しい試験となっている。また、フィルタを作る上で高い捕集効率を求めると息を吸った時の息苦しさが増す傾向にある。国家検定規格では息を吸った時の息苦しさを吸

気抵抗として上限値を定めている。大雑把に解釈すると微粒子に対し高い捕集効率を備え、且つ、呼吸が苦しくなり過ぎないフィルタを備えたマスクの規格ということができる。

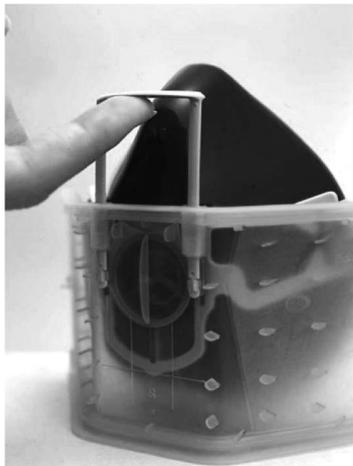
(3) 防じんマスクの留意点

国家検定規格にて厳格な性能の上で作られている防じんマスクであるが、適切な使用がなされないと性能を発揮できないことがある。いくつかの要因はあるが、主要因は着用者の顔面と防じんマスクの接顔部が密着していないことによる漏れである。漏れは個人差があり、我々の作業場での測定経験から、同じ種類の防じんマスクを使用しても粉じんがほとんど漏れていない作業員もいれば、大量の漏れを生じたまま作業をしている作業員もいることを確認している。漏れは防じんマスクを着用する時にしめひもをきちんと締めないこと、着用者の顔と防じんマスクが合わないことなどから起こる。

防じんマスクを着用する際にはフィットチェックが重要である。フィットチェックとは漏れを防ぐために着用者と防じんマスクの接顔部が密着しているかを確認する方法のことである。取替え式防じんマスクは構



写真一3 専用のゴム栓を使用したフィットチェック



写真一4 フィットチェック機能付き防じんマスク

造上、フィルタの吸気口を塞ぐと息を吸うことができない。息を吸うことができなければ着用者と防じんマスクの接顔部が密着していることの確認になる。逆に息を吸うことができれば漏れが生じていることが確認できるため、着用方法等を見直し、安全な状態で作業に臨むことができる。フィットチェックは簡便に実施できるがフィルタの吸気口を手で押さえる方法は防じんマスクを顔に押し付けてしまう恐れがあるので漏れを正しく判断できないことがある。専用のゴム栓（写真一3）を使用するか、フィットチェック機能付き防じんマスク（写真一4）を使用することが望ましい。

使い捨て式防じんマスクは構造上簡便にフィットチェックを行うことができない。フィットチェックを行う方法は専用のフードをかぶり、甘い味のついたミストを専用のスプレーでフード内に噴霧し、マスク着用者が甘い味を感じたら漏れがあるという定性的な判断により行われる（写真一5）。ただし、忙しい作業場においてこの方法を随時実施することは非現実的であり作業場の粉じんの濃度や種類を測定し、疾病のリスクが高いようであれば取替え式防じんマスクを選択することが適切である。



写真一5 使い捨て式防じんマスクのフィットチェック

また、簡便にフィットチェックができないという理由から使い捨てマスクを選定する際も作業者の顔にフィットする形状のものを選ぶことも必要である。

3. 防じんマスクの進化と正しい使用方法の啓発方法の進歩

(1) 製品の進化

防じんマスクは作業の実情に合わせ進化している。取替え式防じんマスクにおいては、昔は接顔部のゴム素材が天然ゴム等で、肌荒れを起こす着用者が多く見られた。また、ゴムの経時変化により素材自体が硬くなり、着用者から顔が痛いという意見が多く聞かれた。今は素材が改良されシリコンゴム等を使うことにより、肌荒れも減少し、経時変化しにくい製品が多くなった。その他、作業場の要求に合わせ、マスクの重量が軽いもの、呼吸が楽なもの、伝声器という会話がし易い機能、及び先に紹介したフィットチェック機能付きマスクも増えてきた。使い捨て式防じんマスクにおいてもフィット性の向上を図るために、しめひもの調整機能がついているだけでなく、接顔部をフィットしやすい曲線に成形した製品が開発された。今後も作業者が使いやすく、フィット性のような国家検定規格ではフォローできない部分の安全性を向上させた製品開発を模索して行く。

(2) ‘漏れ’の測定

先に述べたように防じんマスクは適切な使用をしないと性能を発揮できないことがある。漏れの危険性について、いくら口頭で説明しても作業者が危険と思わなければ作業場でのフィットチェックの定着が進まず、防じんマスクに期待される性能を発揮しない状態

での使用が続くこととなり疾病のリスクとなってしまう恐れがある。

防じんマスクの適切な使用を訴える方法としてマスクの漏れ測定装置がある。これは作業者のマスク内に粉じんがどれだけ漏れこんでいるかをカウントし漏れ率 (%) として表示できる測定装置である。測定は数十秒で終了するため作業者1名1名測定し、作業者の防じんマスクの運用が適切か否かを可視化して見せることができる。漏れが数値で見えることによる作業者の意識改革の効果は口頭で説明するより遥かに大きいことをその反響から経験している。本装置は昔からあったが、作業場に手軽に持ち運べるような大きさではなかったことが課題であった。近年は測定装置が小型化されたために作業場に携え訪問できるようになった。

当社は2006年より、このマスクの漏れ測定装置を用い作業場に訪問し、防じんマスクの漏れ測定を実施するサービスを開始し、作業者に隙間漏れを認識させ、適切な使用方法を啓発している。近年は同活動を実施する業者も増え、業界として作業場の啓発活動に取り組んでいる。非常に地道な活動であるが防じんマスクの適切な使用により作業場での粉じんによる疾病が少しでも減少するよう今後も継続的に取り組んでいく(写真-6)。



写真-6 防じんマスクの漏れ測定装置を用いた‘漏れ’測定

4. 進化した防じんマスク ブレスレスポンズ方式電動ファン付き呼吸用保護具

(1) 電動ファン付き呼吸用保護具とは

防じんマスクの他に、作業場で発生する粉じんばく露防止のための呼吸用保護具による手段として電動ファン付き呼吸用保護具がある。フィルタで粉じんをろ過し清浄化された空気を呼吸する構造は防じんマスクと同様であるが、防じんマスクが人間の肺力で空気を吸い込むのに対し、電動ファン付き呼吸用保護具は

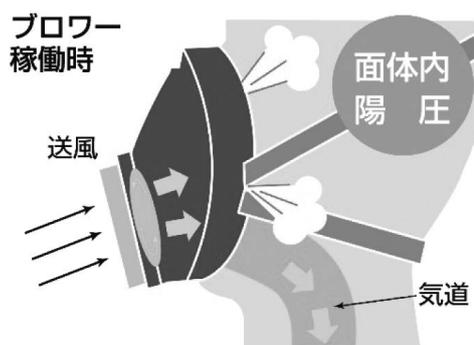


図-2 電動ファン付き呼吸用保護具の陽圧構造

電動のファンモーターの動力でマスク内に空気を送り込んでくれる。そのため防じんマスクと比較し息苦しさがほとんどない、及び、マスクの中が陽圧となり防じんマスクの不適切な使用で起こる漏れが生じ難い(図-2)。防じんマスクの漏れの大小は前述の通り作業者毎に異なるが、電動ファン付き呼吸用保護具はマスク内が陽圧となるため、どの作業者が使用しても概ね同一の高い防護性能を発揮できる。

実は電動ファン付き呼吸用保護具は昔から製品化されていたが、用途が限定的であり大きなメリットを有しながらも普及しているとは言えない状態であった。昔の電動ファン付き呼吸用保護具の弱点は非常に高価であったこと、バッテリーが大きいために全体的に大きく重かったこと、ファンモーターで連続的に空気を送り込むためフィルタへの粉じんの堆積が防じんマスクよりも早くフィルタが粉じんの詰まりにより持ちが悪い、更にフィルタの目詰りによる通気抵抗の上昇でファンモーターへの負荷が高くなり電力消費が激しくバッテリー切れが早いといったものであった(写真-7)。



写真-7 1990年代に販売されていた電動ファン付き呼吸用保護具

(2) ブレスレスポンス方式とは

現在の製品に多く見られる送風方式であるブレスレスポンス方式とは着用者の常に変化する呼吸（空気を吸う，吐く）に合わせてマスク内に送風する方式である。仕組みは呼吸によって変化するマスクの内の圧力をセンサーで感知し，呼吸に応じてファンモーターを動かし送風する。この方式は着用者が息を吐いた時にファンモーターが低回転になるためモーターの稼働を大幅に減らすことができ電力消費量が小さくなるばかりでなく，過送風による粉じんのフィルタへの目詰まりも減らすことができフィルタを長持ちさせる。電力消費量が小さくなればバッテリー容量も小さなもので運用できるため製品自体も小型軽量化することができた。この技術が確立されたことにより電動ファン付き呼吸用保護具は大きく普及することとなった。

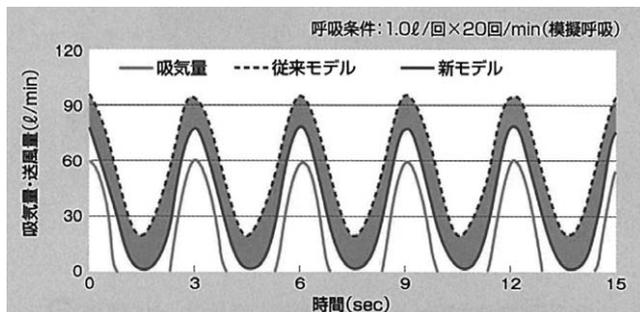
その後，さらに過送風によるフィルタへの詰まり，電力消費量の低下を図るために作業者の呼吸に緊密に追随し送風する機構の性能を向上させた（図—3）。これに伴い小型化されたバッテリーを更に小さくすることができ（写真—8），電動ファン付き呼吸用保護具の課題である重量のさらなる軽量化を図ることができた（写真—9）。

ブレスレスポンス方式は開発当初は呼吸追随型という名前で販売されていた。呼吸追随型ができた当時は



写真—9 軽量小型化された電動ファン付き呼吸用保護具

新技術のため JIS 規格にこの仕組みが該当しなかった。その後平成 21 年の JIS T 8157 の改正に合わせて本技術が追加された。さらに平成 26 年 6 月に労働安全衛生法の一部を改正する法律（平成 26 年法律第 82 号）により，電動ファン付き呼吸用保護具が譲渡等制限及び型式検定（国家検定）の対象とされたことを受け，電動ファン付き呼吸用保護具の規格（平成 26 年厚生労働省告示第 455 号）が平成 26 年 11 月 28 日に公布された。このために電動ファン付き呼吸用保護具は平成 26 年 12 月 1 日より，防じんマスクと同様，国家検定規格により製造されることとなった。



図—3 ブレスレスポンス方式の送風波形。従来モデルと比較し呼吸への追随性が向上した

(3) 電動ファン付き呼吸用保護具の使用

電動ファン付き呼吸用保護具は現在様々な粉じん作業で使用されている。既に隔離作業場内で行われる石綿の除去作業，インジウム・スズ酸化物等の取扱い作業の一部，トンネル建設工事の粉じん則で規制された作業等といった粉じん作業で電動ファン付き呼吸用保護具の使用が義務化されている。また，じん肺の発生率の多い溶接作業においては使用の義務化はなされていないが，厚生労働省より第 8 次粉じん障害防止総合



写真—8 ブレスレスポンス方式とさらなる呼吸追随性向上によるバッテリーの小型化

対策により電動ファン付き呼吸用保護具が勧奨されている。電動ファン付き呼吸用保護具は安全性が高いことから発がん性が疑われる粉じん作業、発生する粉じん濃度が高い作業等、粉じんの吸引による疾病のリスクが高い作業に普及が進んでいる。

(4) 電動ファン付き呼吸用保護具の留意点

電動ファン付き呼吸用保護具の安全性はマスク内が陽圧であるからである。だからバッテリーの電圧が低下すると送風量が低下しマスク内の陽圧を保てなくなる。また、フィルタが一定以上詰まった時はフィルタの通気抵抗が上昇し、やはり送風量が低下するためマスク内の陽圧が保てなくなる。特にルーズフィット形という種類の電動ファン付き呼吸用保護具は注意が必要である。マスクにあたる部分がフェイスシールドやフード状になっており、着用者の顔が密着していない構造となっているため、フェイスシールドやフードの中が送風量低下により陰圧になった時点で大きな漏れ込みが発生する。

電動ファン付き呼吸用保護具を安全に使用するための主要な留意点はバッテリーを満充電にして使用することとフィルタを適切に交換することである。作業環境や作業強度が高い作業では、必要に応じて予備のバッテリーとフィルタを用意して交換できるようにしておくことが必要である。

5. おわりに

粉じんによる疾病の防止に使用する呼吸用保護具である防じんマスクと電動ファン付き呼吸用保護具は粉じんにはばく露されないように作業自体の改善、作業環境の改善を実施した上での‘最後の砦’というのが基本的な位置づけである。しかしながら建設業のように作業場が1回毎に異なる作業も少なくないことから、呼吸用保護具による粉じんの個人ばく露防止対策が主体となる場合も往々にしてある。防じんマスクも電動ファン付き呼吸用保護具もただ着用すれば必ず効果があるものではなく、正しい使用方法がなされて初めて効果を発揮する。これからも呼吸用保護具の適切な使用法を伝える努力を継続的に実施していく。

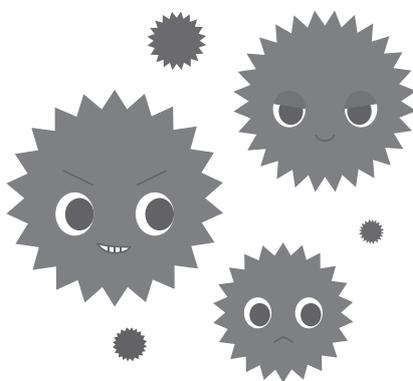
JCMA

【筆者紹介】

石川 健彦 (いしかわ たけひこ)

興研㈱

安全衛生ディビジョン 販売企画セクション
セクションリーダー



モノのインターネットによる建設現場の施工支援

建設 IoT (Internet of Things =モノのインターネット) システム

國塚 篤 郎

土木建設業界の人材不足を背景として、工期の遅れや、建築・建設にかかるコストの上昇が多くの事業者を悩ませている。

本稿では、現場で利用する計測機器や撮像装置をインターネットに接続することで、そうした現場の人材難を緩和し、現場管理者や作業員がより高度で本質的な仕事に安心して集中できるよう様々な角度から支援を行う、建設現場の IoT (Internet of Things =モノのインターネット) 化に関する取り組みを紹介する。

キーワード：モノのインターネット、見える化、安全対策、コスト削減

1. はじめに

近年、国内の土木建設業界は慢性的な人手不足に陥っていると言われている。2020年の東京オリンピック招致が決定したことなどにより、土木建設工事の件数は増加しているにもかかわらず、建設技術者や現場管理者の人材不足は深刻化する一方であり、円安による建設資材の高騰も影響したことで、全国的に入札不調が頻発する事態を招いている。

この人手不足の背景には、多重下請け構造や現場の労働条件、若年者が土木建設業界に抱くイメージなど、複合的要因が考えられることから、その解決も容易ではない。建設各社はこれらの問題を少しでも軽減するよう、様々な施策を行って人材の誘致・育成に力を入れるのと同時に、工期やコスト圧縮に繋がる工法の開発や導入を積極的に行っている。

また問題の存在を認識した国も、国土交通省や厚生労働省が連携して当面の対応を行うことを発表するなど、官民一体となった対策を推進しているものの、未だ根本的な解決には至っていないのが現状である。

本稿では、そうした人材不足問題への対策の一つとして、計測機器や撮像装置（カメラ）にネットワーク接続性を付与することにより、遠隔地から現場の様々な情報をリアルタイムに収集し、現地に担当者がいるのと同様の、場合によってはそれ以上の精度で品質管理や安全管理を可能とするシステムのメリットや事例、今後の展望などについて紹介する。

なお本稿においては以降、このような機能を持つ施

工支援システムを建設 IoT (Internet of Things =モノのインターネット) システムと呼称する。

IoT とは、日常生活における身の回りのあらゆるモノがインターネットへの接続能力を有することにより、接続されたデバイスやセンサが自動的に収集するデータの利用が社会的に大きな役割を果たすようになるとする概念である。この考え方自体は目新しいものではなく、1990年代には「ユビキタスコンピューティング」、2010年代前半には「M2M (Machine to Machine)」などと呼ばれ、機械同士の自律的な制御や連携を表す世界観として、一般的には「見える化」という表現で認知されてきた概念である。

2. 建設 IoT システムの基本的な仕組み

建設 IoT システムはその用途によって複数のバリエーションが存在するが、多くは以下の6要素を中心として構成される。

- (1) センサ・計測機器
- (2) 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末
- (3) 電源供給装置
- (4) ネットワーク
- (5) クラウドサーバ
- (6) アプリケーション

以下に各要素の詳細を示す。

(1) センサ・計測機器

現地環境データや映像を測定することのできる広

義でのセンサがこれにあたる。

温度の計測には温度センサ，雨量の計測には雨量センサといったように，用途に合わせてセンサ部分を切り替えて利用し，電気信号として捉えることのできる事象であれば，その多くを見える化することが可能である。

画像や映像は撮像素子が捉えた光を電気信号に変換するものであることから，各種撮像装置も本要素に含まれるものである。

建設現場で利用されることの多いセンサには，風向，風速，雨量，水位，濁度，粉塵，騒音，振動，温度，湿度，伸縮，傾斜，衝撃，電圧，動体検知，静止画（カメラ），動画（カメラ）などがあげられ，実に多種多様である。

(2) 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末

前項センサ・計測機器が捉えた電気信号を，ネットワーク送出に適した形式に変換する処理能力と，ネットワークへの接続インターフェースを備えた端末である。



写真一 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末



写真二 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末

これら端末は，屋外である建設現場に設置されることを想定して，防水・防塵などの耐環境性を備えたボックスの中に組み込まれる（写真一，2）。

(3) 電源供給装置

本装置は主にソーラーバッテリーを利用する。ソーラーバッテリーは鉛蓄電池（ディープサイクルバッテリー）とソーラーパネル，チャージコントローラーなどから構成され，日照のある昼間はソーラーパネルからバッテリーに給電を行い，夜間に放電するというサイクルを繰り返すことで，別途電源を必要としないシステム単独での長期間運用を可能とする（写真一3）。



写真一3 電源供給装置

(4) ネットワーク

前項ゲートウェイ端末が内蔵する通信モジュールで接続し，セキュアな閉域網を経由してデータをクラウドサーバまで安全に無線伝送する経路である。これは携帯電話が使用する800MHz帯の電波などを利用するため，通信の安定性ならびにカバレッジは通信キャリアのそれに準ずるものである。

(5) クラウドサーバ

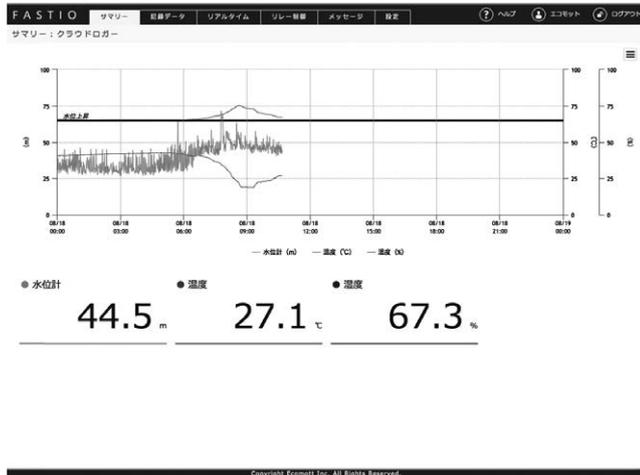
データベースやゲートウェイ，APIなどの各種サーバから構成され，(1)センサ・計測機器が測定したデータの収集・保存などを行う他，サーバプログラムによって様々な演算処理を行う。

(6) アプリケーション

前項クラウドサーバで処理した結果を，スマートフォンやタブレット，PCなどの電子デバイス上で実行されるwebブラウザにGUIとして表示されるインターフェースを指す。利用者は付与されたアカウントでこれらアプリケーションにログインし，各種データ

の閲覧や操作を行うものである。

このように、見える化のシステムは複雑な機能、機構の組み合わせで構成されているが、実際の利用においては機器を現地に設置後、電源を投入するだけでデータの収集が開始され、各種機能の利用が可能となることから、利用者がその扱いの習熟に必要とする時間はわずかである（写真—4）。



写真—4 ログデータ監視アプリケーション

3. 代表的な建設 IoT システム

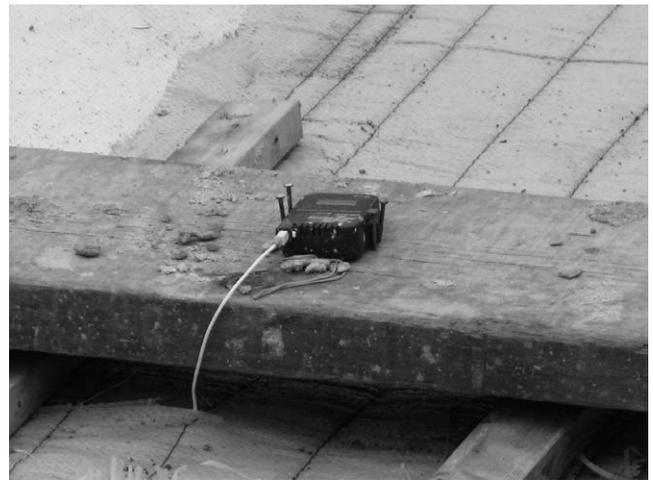
ここで標準的な IoT システムとして、既に様々な現場での利用実績を持つものを紹介する。

(1) コンクリート養生温度管理システム

コンクリート打設の際に一定の品質を保つためには養生温度の管理が不可欠となるが、日本列島における夏季の高温、冬季の低温下で最適な養生温度を保つためには多くの人手や工夫が必要となり、管理コストの上昇を招いている。

このシステムは熱電対型温度センサによってコンクリート温度、囲い内温度、外気温の温度計測を同時に行い、設定した上限温度・下限温度を超えた値を検出した場合に、システムが自動的にメールや警報灯による発報を行う。

このシステムの導入で作業員による定期的な温度計測が不要となり、異常時にも遠隔地の担当者にはメールで、現地の作業員には警報灯などで同時に発報を行うことで、異常に対して迅速な対応が可能となる。温度計測用の無線センサ子機は小型軽量で、打設部分周辺の足場や囲いなどの構造物に容易に設置が可能であり施工性も高い（写真—5）。



写真—5 無線センサ子機

(2) 風向風速監視システム

建設現場では、労働安全衛生法によって10分間の平均風速が10 mを超える場合に、高所作業やクレーンを使う作業の中止を義務付けている。また瞬間的な突風によって仮設足場の倒壊や重機の転倒などが発生する危険性もあり、安全対策のために風速の監視が必須となっている。

風向風速監視システムは、現地での瞬間的な風速値の上昇に対して警報で注意を促すとともに、現場が稼働している間継続して収集したデータを履歴としてサーバ上に保存している。このため万が一事故が発生した際に安全対策に問題がなかったかどうかの状況証拠として提示することも可能となる（写真—6）。



写真—6 風向風速監視システム

4. 応用的なシステム事例

ここでは現場の課題に合わせて設計された建設 IoT システムの応用事例として、「伸縮計・ポンプ連動警報システム」を紹介する。

宮城県石巻市の北上川の石井閘門は、国内に現存する稼働可能な閘門としては最古のものとして、重要文化財に指定されている。

2011年3月11日の東日本大震災による影響により外観が一部崩壊したため、被害状況の確認や補修のための詳細調査を行う際に同システムが利用された。

閘門自体が運河の水圧によって構造を維持している可能性があることから、調査のための水抜きによって崩壊が進行する可能性が指摘されたため、伸縮計を4箇所を設置し、警戒値として設定した値を超えた際に現地のパトランプを鳴動、同時に担当者にメールを送信し、接点制御によって水抜きに使用しているポンプの電磁開閉弁を操作し、発電装置ならびにポンプでの排水を停止するシステムを構築した（写真一7）。



写真一7 伸縮計・ポンプ運動警報システム

5. 見える化のメリット

建設IoTシステムを利用し、建設現場の見える化を行うことには大きく二つのメリットがある。

- (1) 工期・コストの圧縮
- (2) 技術評価点および工事成績評定点の向上

建設IoTシステムは基本的に屋外で24時間稼働し、従来人間が現場に赴いて行う必要のあったデータ収集業務や、作業進捗の確認などを代替、あるいは補助するものである。このことはそれら業務に費やされてきた職人の時間を、施工に関わる本質的な業務に割り当てることが可能となることを意味し、システムを利用することによって工期の短縮や人材コストの削減効果が確認されている。

また、多くの建設IoTシステムは国土交通省の新技术情報提供システム（NETIS）に登録されていることから、これを活用することによって総合評価落札方式における技術提案や、工事成績評定における加点が期待されるものである。

6. おわりに

建設IoTシステムは、現在では全国3000以上の現場に採用され実績を重ねることにより、開発当初に比べ安定した運用や精度の向上を実現した。

近年は現場での製品理解が進んだことに伴い、システムに対するニーズも高度化する傾向にあることから、それらニーズに応えた製品改良を続けながら、建設IoTシステムによって建設現場における様々な課題を新たな視点から解決し、もって我が国の土木建設業界の発展の一助となるべく注力をする所存である。

JICMA

【筆者紹介】

國塚 篤郎（くにづか あつろう）
エコモット(株)
営業部 営業企画課
課長



工事用車両の衝突防止支援システムの開発

工事用車両と一般車両の車間距離判定を用いたシステムの紹介

加瀬 太郎・千田 翔互・宮崎 吉弘

建設現場における工事用車両の交通安全対策の一環として、一般車両との車間距離判定他の機能を有する衝突防止補助システムと、運行管理システムを融合させた衝突防止支援システムを開発し、実現場に適用した。本稿では、システムの概要と適用事例、期待される効果等について紹介する。

キーワード：衝突防止、車間距離、運行管理、動態管理、音声ガイダンス、情報化施工

1. はじめに

現在、国内における建設現場では、国土交通省主導の下、すでに情報化施工が浸透しており多くの現場で活用されている。情報化施工では、ブルドーザや油圧ショベル、転圧ローラといった建設機械に特化されがちであるが、法令遵守、安全・安心に注目度が高まる昨今、ダンプトラック、アジテータトラック（ミキサ車）、大型トレーラといった現場内で稼動する汎用大型車両（工事用車両）についても、管理の重要性が認識されるようになってきている。

運行管理が重要視される要因としては、

- ①効率的な車両運行：適正車両数の把握
- ②環境への配慮：騒音、振動の低減、省エネ（低炭素）
- ③安全対策：第三者被害の防止

などが主たる目的であるが、工事を効率的に進める上ですべての項目が重要となる。多数の工事用車両が一般道を走行する場合や、住宅地等を走行せざるを得ない工事では、工事の特記仕様書等で車両運行管理の適用を明記するケースが増えている。

昨今、乗用車については、車両メーカー各社が自動ブレーキシステム等、安全に特化した様々なシステムを装着した車両を製造し、全体的に普及しつつあるが、工事用車両については、現状そういった機能を有した車両は製造されていない。こうした背景より、今回新たに、『工事用車両衝突防止支援システム』を開発した。

2. システム概要・構成

工事用車両衝突防止支援システムは、運行管理システムと衝突防止補助システムから構成される。各シス

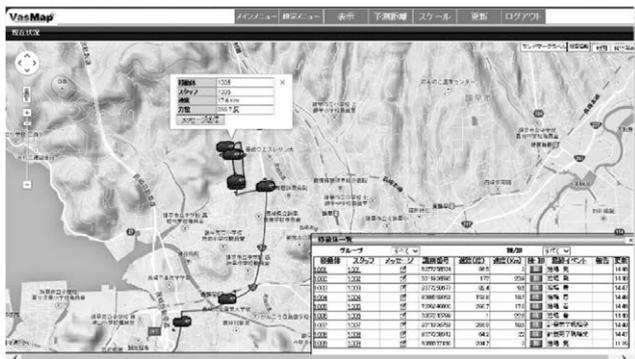
テムの概要を以下に示す。

(1) 運行管理システム概要

工事用車両専用の運行管理システムは、GPS 機能付きスマートフォンを利用したリアルタイム位置管理／安全運行支援システムである。ダンプトラック等業務用車両のダッシュボードにスマートフォンを設置（写真—1）し、主にGPSから位置、速度といった車両情報を取得し、運転手へ音声にて注意喚起・警報を出力する。事務所側では車両位置情報を地図上に表示しリアルタイムに運行状況を把握できる（図—1）。現場や現場周辺ルートでの安全管理・法令遵守のエビデンスとして、稼動車両の効率的運用、日報・報告の自動化など、業務に特化した機能で建設現場の車両運行を支援する。またサーバアプリケーションである為、ユーザーは地図ソフト等の専用ソフトが不要で、インターネットへの接続環境があれば、どこからでも運行状況の確認が可能である。主要機能について表—1に示す。



写真—1 スマートフォン設置状況



図一 事務所側管理用アプリケーション

表一 運行管理システムの主要機能

機能	内容
動態管理機能	車両の位置をGPSで取得し、サーバへ自動送信（毎分）する。
音声ガイダンス機能	事前に登録した地点を通過する際に、音声にて注意喚起を行う。また速度超過等、違反時にも警報を発生する。
監視機能	速度超過、急加速・減速、アイドリング、指定ルート逸脱などの監視を行い、各種警報の出力を行う。
履歴確認機能	車両毎の日時運行データを再現する。
帳票出力	日時、月次の約10種類の帳票出力が可能。
外部機器連動	トラックスケール、LED掲示板他、様々な機器と連動することが可能。

活用分野としては、土木工事、とりわけトンネル工事、明かり工事等の残土運搬時の安全管理に採用される事例が多数を占めるが、最新の事例では、安全運行のみならず、アジテータトラックへ運行管理システムを適用した生コン打設時の品質管理や、長尺トレイラの長距離運搬時の経路誘導など、その採用分野に広がりを見せている。

(2) 衝突防止補助システム

本システムは、Mobileye社（本社：イスラエル）が独自に開発した、車両に後付が可能な専用車載装置（図一2）で、高度な画像処理を行い、車両や歩行者、走行車線等を検知することが可能である。

車両から取得する情報は、速度、ブレーキ、左右方向指示器、ワイパー、ハイビームの5種類で、これらのデータは、最近の車種に適用されているCAN（Controller Area Network）と呼ばれる自動車用の通信規格で、全て取得できることもあるが、全てアナログ信号、またはアナログとCANとの併用で取得する場合もある。カメラ視野角は、設置箇所より左右幅約38度、上下幅約30度で、最大検知距離は約80mで



図一 衝突防止支援装置外観



図三 解析画像サンプル

表二 衝突防止支援装置の主要機能

機能	内容
前方車両衝突警報	前方車両との衝突を警告する。
歩行者検知	歩行者を検知し、接触の可能性を警告する。
車線逸脱警報	方向指示器を出さずに車線を跨ぐと警告する。ふらつき運転防止。
前方車間距離警報	前方車両との車間距離が設定値より近づくと警告する。
低速時前方車両警報	信号待ちや渋滞時などの低速状態で前方車両に接近すると警告する。

ある。画像解析のイメージを図一3に示す。検知された対象物までの距離を高度・高速演算処理により計測し、事故予防の為に警報を発生する。自動ブレーキ機能はなく、警報を運転手へ通知し、あくまで安全運行の支援を目的としている。5種類の警報機能を有しており、それぞれの機能を表一2に示す。

(3) システム全体

システム全体の構成であるが、工事車両に運行管理用スマートフォンと衝突防止補助システムを搭載する。衝突防止補助システムは、警報に関するデータのログ記録、転送等の機能は有していないため、各々の機材は、Bluetoothにより通信を行い、衝突防止補助システムから取得された警報情報を、スマートフォンの3G通信を利用して、専用サーバへ送信する。機器間通信を無線化しているため、ケーブルレスな運用が

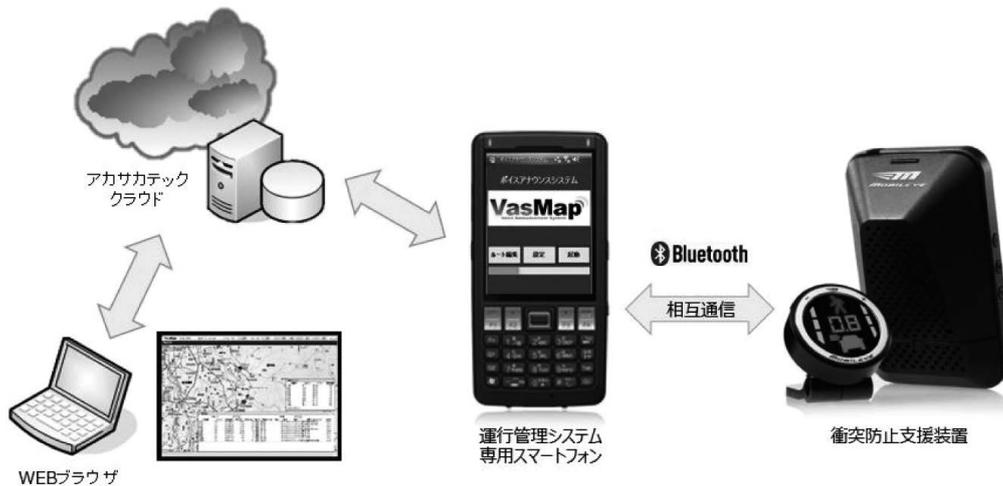


図-4 システム概要図

可能である。また警報情報送信の際は、スマートフォンで取得しているGPS位置情報を付加して送信する。この為、衝突防止装置側に持たない、位置情報取得、時刻情報取得、ログの記録といった機能を補完することが可能である。WEBアプリケーション側では、端末より送信された警報記録をリアルタイムに表示、同時に地図上に描画される。また、データ再現機能により、指定した時間帯の警報発生状況や、それらを帳票で出力することなどが可能である。図-4に本システムの概要図を示す。

(4) 事前検証

一般道（国道1号線及び16号線、その他市街地）、高速道路（東名高速及び新東名高速）においてテスト走行し、事前検証を実施した。この検証で、衝突防止支援システムより得られた警報データの内、主だった3つの警報について表-3に示す。また、各々の警報内容について以下に分析する。

(a) 車間距離警報

各種警報の内、車間距離警報が最も多く発生した。特に高速道では、車間距離を保持し、安全に運転していても、他車が車線変更で流入することにより、警報が発生している。また、自車両の車線変更時も同じく警報が出やすい傾向で、ドライバーの意図しない警報であることが判明した。一般道の車間距離警報については、車両の往来の多い国道ほど多く、信号が変わり停車するまでに出力されている。停車時に適正な減速

がされていないという判断と想定される。

(b) 車線逸脱警報

高速道、一般道ともに、方向指示器の操作遅れが主だった要因で、回数としては少なかった。

(c) 歩行者検知

歩行者検知は、その警報の性質上、決定的に危険である状況以外でも、カメラフレームの中に人と判断される映像が検知された場合、警報される。その為、一般道特に市街地などを走行すると多く検出される。歩行者の多いエリアの特定には大変効果的である。高速道での検知は、サービスエリアにて検知したものであった。

3. 適用事例

本システムを、国道115号玉野トンネル工事（国土交通省 東北地方整備局）において、ダンプトラック3台に搭載し現場適用した。本現場の運搬経路は相馬市を横断する国道115号線を主要経路とした約30kmで、山間部では急カーブや急勾配が連続した区間が見受けられるのが特徴である。また、土捨て場が沿岸部のため相馬市の市街地付近も経路となる。

これまでの適用実績では、衝突防止支援装置から出力される5種類の警報のうち、『前方車間距離警報』、『車線逸脱警報』、『歩行者検知』の3つが検知される頻度が高く、日々の運行において、これらの警報ログが逐次蓄積されている。表-4に実際のデータの抜粋を示す。

表-4のデータより、車両、運転手、警報種別、住所（緯度・経度）の確認が可能である。また、これらデータを地図上に表示し、視覚的にわかりやすいようソフトウェアにて表現している。ソフトウェアは、リ

表-3 試験データ

道路種別	前方車間距離	車線逸脱警報	歩行者検知	合計
一般道	21回	6回	15回	42回
高速道	27回	3回	1回	31回

表-4 警報ログ データ例

コード	移動体	ID	スタッフ	イベント	緯度	経度	速度	住所 (ランドマーク)
5154	き 51-〇	5154	1002	ログイン				
5154	き 51-〇	5154	1002	車間距離	37.7905	140.9442	35.4	福島県相馬市大曲大毛内
5154	き 51-〇	5154	1002	車両衝突	37.76807	140.982	40.2	福島県相馬市磯部山信田
5154	き 51-〇	5154	1002	受入地 着	37.77814	140.9835	28.9	福島県相馬市磯部大洲 29
5154	き 51-〇	5154	1002	受入地 発	37.77785	140.983	19.6	福島県相馬市磯部大洲 29

移動体	スタッフ	メッセージ	識別番号	進路(度)	速度(Km)	積・卸	最終イベント	報告	更新
101-67	1001		8022137188	164.3	0	積	受入地 着		1751
き51-54	1002		8078484504	15.3	6.1	積	歩行者衝突		1751
き56-16	1003		8022892801	296.4	18.3	卸	受入地 発		1804

図-5 リアルタイム警報閲覧ウィンドウ



図-6 履歴再現ウィンドウ

リアルタイムでの警報履歴 (図-5) と、一日の運行状況を再現する履歴確認 (図-6) が表示できる。

4. 期待される効果

現行の運行管理システムでも、速度超過、急加速・減速、アイドリング等といった危険もしくは周辺環境に悪影響となる要素は収集することが出来た。しかし、これらの要素はあくまで自車両から得られる限定的なデータで、一般車両、歩行者、バイク、自転車といった第三者情報の取得には至っていない。本システムでは、今まで取得が困難であった情報を取得し、かつリアルタイムで転送することで、運搬経路上に存在する、これまで表面化しなかった潜在的危険要素を可視化することが可能となった。当然、日々のデータから運転手への直接的指導を行うといった従来の手法も利用用途の一つだが、データを中長期的に収集することにより、より明確なKY (危険予知) マップの作成や、運行経路の見直しといった安全確保への取り組みが可能となる。

5. おわりに

以上の結果より、工事用車両運行経路上に潜在的に存在する、危険要素を把握するためのシステムとして『衝突防止支援システム』の有効性は確認された。今後は、収集したデータをより有効活用する為、車両毎の分析にとどまらず、現場毎での分析や、日時気象条件等の諸条件と複合的な高度分析についても検討する予定である。GIS (地図情報システム) 等の利用を想定すると、更にシステムの有用性は高まると考える。

また、このようなシステムが市場に浸透し、より多くの車両からデータを取得できれば、一つのビッグデータが作成でき、交通災害の減少に大きく貢献できると考える。一企業、一団体では限界があるので、行政を含めた大きな取り組みが待たれる。

謝 辞

本稿寄稿にあたり、Mobileye マスターディストリビューター、ジャパン・トゥエンティワン(株)はじめ、関係者の皆様に、システム開発時に技術的支援など多大なるご支援を頂いた。この場を借りて謝辞を申し上げる。

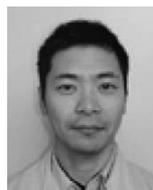
JICMA

【筆者紹介】

加瀬 太郎 (かせ たろう)
 (株)アカサカテック
 取締役営業本部長



千田 翔互 (せんだ しょうご)
 西松建設(株)
 玉野トンネル出張所
 工事主任



宮崎 吉弘 (みやざき よしひろ)
 西松建設(株)
 平塚製作所



クレーン仕様バックホーの安全対策

二木正宣・戸張貴彦

バックホーは、工事現場で掘削作業を行う専用重機であるが、整地作業を行えるように排土板を装備したり、クレーン作業を行えるように荷吊りフックを装備する仕様が現れた。これまでは、バケットに荷吊りフックを溶接して使用していたが、用途外使用として安全面で問題があり、対策としてクレーン仕様バックホーが開発された。しかし、クレーンモードにしていなくても、荷吊りフック格納場所から開放して使用できることから、定格荷重を超える吊り荷作業や強引な横引き作業による転倒事故、未格納での掘削作業によりスイベル損傷による吊り荷の落下事故など、災害につながる危険な使用方法が散見される。これを改善するべく対策を講じた。

キーワード：クレーン仕様、吊り荷作業、クレーン作業モード、近接スイッチ

1. はじめに

バックホーは建設土木工事に欠かせない非常に便利な重機である。掘削作業以外にも排土板を使った均し作業やバケットにフックを溶接した吊り荷作業、運搬作業等に使用されてきた。しかし、時代の変遷と共に安全な作業に重点が置かれ、クレーン構造規格に準拠したクレーン機能を装備したクレーン仕様バックホーが誕生した。平成12年労働省労働基準局から、当時の各労働基準局あてに「クレーン機能を備えた車両系建設機械の取り扱いについて」という事務連絡がなされ、クレーン機能を備えた油圧ショベルが認知された。しかしながら、13年経過した現在でも、吊り荷作業に関わる事故は未習熟者の誤操作などにより後を絶たない。

多くの使用者と永年接してきた弊社だからこそ、クレーン仕様バックホーの盲点を見出すことができた。その盲点に着目し、使用者の安全確保と安全管理者の不安を解消すべく本システムを開発・提案した。

2. クレーン機能付きバックホーの特徴

①掘削作業と吊り荷作業が一台で可能

バックホーとクレーンの2台が配置できない狭い場所でも一台で作業ができる。

②吊り荷作業時は自動的に作業速度を遅くすることで荷振れや転倒を防止

過負荷制限装置のクレーン作業モードを選択することにより、エンジン回転数や作業速度が自動的に遅くなり、安全に作業できる。

③吊り荷走行機能を装備したことによる吊り荷走行の安全性が向上

従来、吊り荷走行はできなかったが、やむを得ない場合に限り一定条件下での吊り荷走行が可能になった。一定条件とは、吊り荷が定格荷重の50%以下、作業半径が最大作業半径の70%以下、走行速度が0.84 m/s以下、吊り荷下面高さ地上0.3 m以下等である。

(1) 基本構造

クレーン機能付きバックホーは、標準のバックホーに荷重検出装置、過負荷防止装置、外部表示灯および安全弁等のクレーン関連装備品を付加し、クレーン構造規格に準拠している。標準的な装備品を図-1に示す。

(2) 過負荷制限装置

バックホーのバケットリンク部に装着したフックを用いて吊り荷作業を行う際に、吊り荷重と作業半径を自動的に検出、演算を行い、本体のもつ定格荷重の100%を超える前に運転者に警報を発することにより、機械の過負荷を防止し、転倒防止を図る。

基本的なシステムを図-2に示す。

(3) 主な安全装置

①外れ止め付きフック・格納装置

クレーン作業を行うときは、リンク内に格納された「外れ止め付きフック」を引き出して使用し、掘削作業で使用するときには、フックが邪魔にならないようにリンク内に格納固定する。

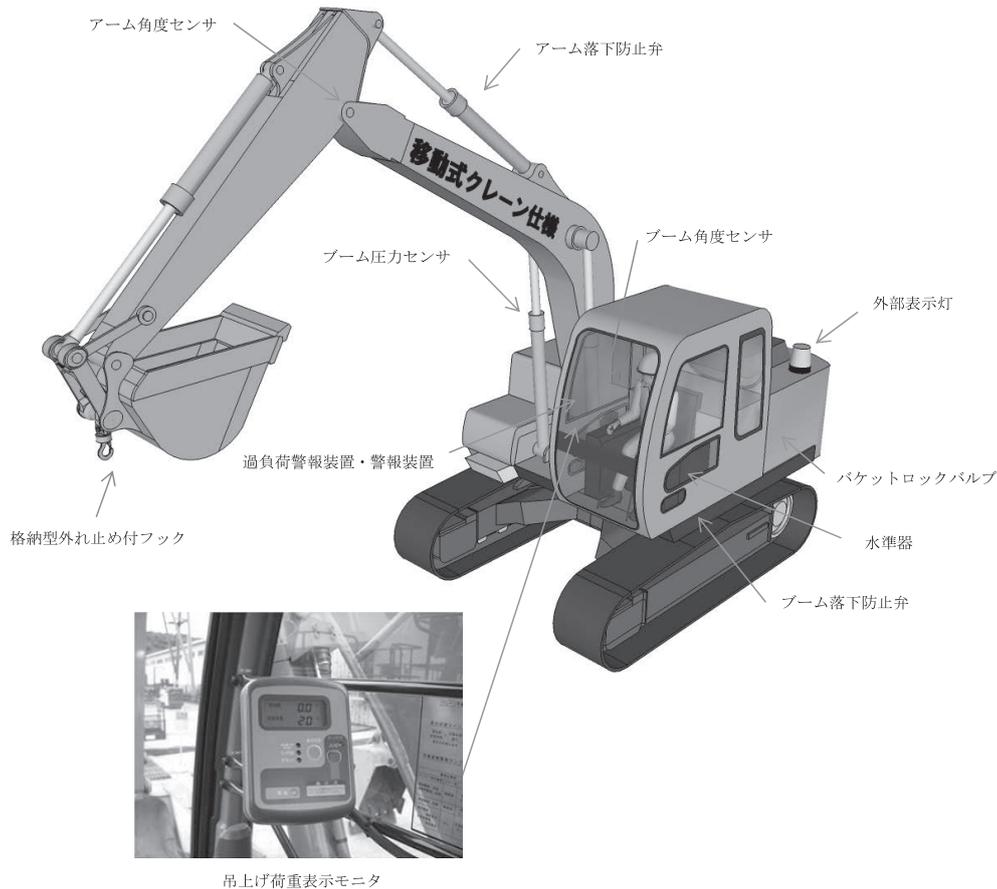
②クレーン作業モード表示灯

本体が「クレーン作業モード」に切り替えられてい

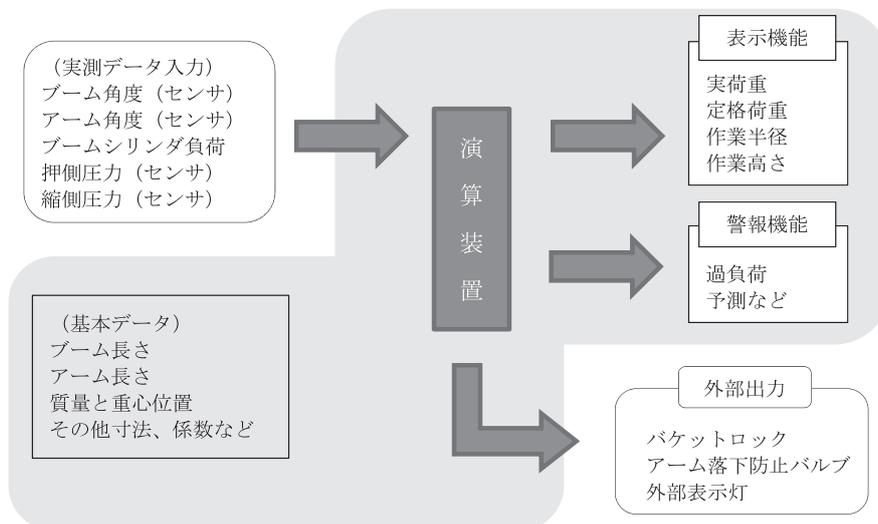
ることを外部作業員に表示灯により知らせる。運転席の「表示モニタ」を「クレーンモード」にすると、自動的にパトライトが点灯する。

③バケットロックバルブ

クレーン作業時は、バケットシリンダを最大限に伸ばした状態で、シリンダが動かないようにロックされる。通常は、「クレーン作業モード」に切り替える前にバケットシリンダを最大に伸ばしてからモードを切



図一 クレーン機能付きバックホーの装備品



図二 基本システム図 (例)

り替えることにより、自動的に本体の内部の「バケットロックバルブ」が作動してロックが掛かる。

④シリンダ落下防止弁

クレーン作業中に、ブームシリンダまたはアームシリンダの油圧ホースが作業中に破損しても、ブームやアームが落下しないように安全弁を装備する。

3. 安全対策

各現場において安全で安心して使用できる機械を、必要なときに必要な数量をスピーディーに提供することをモットーに、日々、取り組んでいる。全国各地に専門整備工場を抱え、特に点検および、整備に力を注いでいる。

そんな中、返却されたクレーン仕様のバックホーに不可解な傷のついたバケットが散見された。調査の結果、下記の二つの要因が考えられる。

- ①フックを格納せずに掘削作業を行った
- ②クレーン作業モードに切り替えずにクレーン作業を行った

過負荷制限装置が働かない状態下では、定格荷重以上での吊り荷作業や横引き、斜引き作業または引抜き作業が可能となり、故障の原因となるばかりか、重大事故につながるおそれが高い。また、フック未格納に

よる掘削作業を続けるとスイベルが損耗し、最悪の場合フックが抜け落ち重大事故を引き起こす。

その原因の1つに「クレーン作業モード」にしてクレーン作業を行っていないことにあると特定し、格納フックを引き出したら必ずクレーン作業モードに切り替えを促すシステムを開発した。

4. システム説明

フックが格納状態にあるか否かを判断できるように、バケットリンク部のフック格納場所にフック格納センサ(近接スイッチ)を設置し(図-3, 写真-1,2), 運転席内には警報装置を備えた。

フックを引出すと同時に格納センサが働き、運転席内の警報ブザーが鳴り出す。警報ブザーは「クレーン作業モード」に切り替えるまで鳴り続ける。システムは特許 5429789 号「フック付き油圧ショベル」として登録されており、警報ブザー発報後に注意喚起を無視して作業を続けると、自動的に機械が停止する。システムのフローを図-4 に示す。また、フックと近接スイッチのインチングによる誤作動を改良し、5秒間以上フックが近接スイッチから離れていなければ、フックが取り出されたことにはならないことを検知する仕様とした。

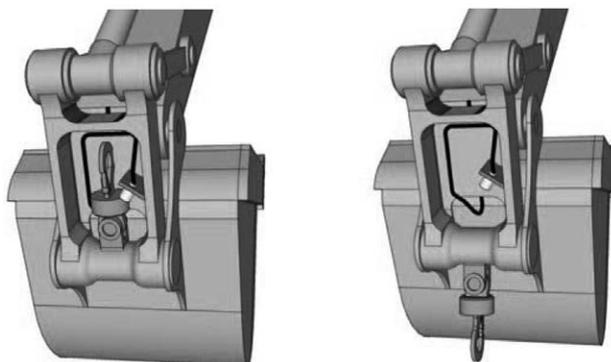


図-3 近接スイッチ設置状況



写真-1 フック格納



写真-2 フック取り出し

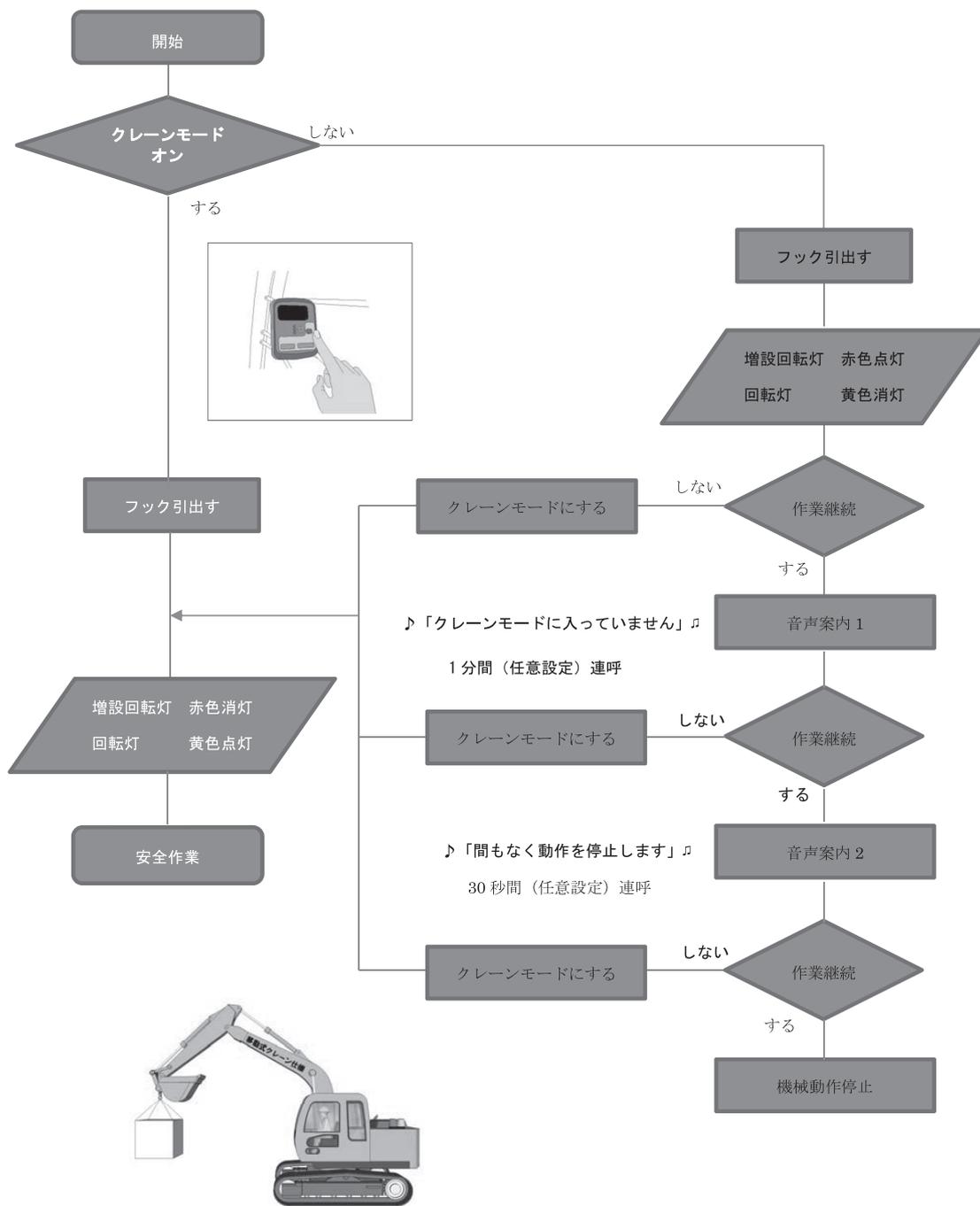


図-4 システムフロー図

5. バックホーによる吊り荷作業中の事故発生状況

近年、バックホーを使った、吊り荷作業中に発生した死亡災害状況を図-5に示す。クレーン仕様バックホーを使用せずに、吊り荷作業を行って死亡災害が発生した事例は後を絶たない。そのうち、クレーン仕様バックホーを使用していたがクレーンモードになっていなかった災害事例も発生している（「建設業安全衛生年鑑」死亡災害より）。

6. おわりに

昨今の死亡災害事例状況ならびに現場からの安全対策要望の現状を鑑みると、本システムが今後広く活用されることが望まれる。前述のとおり、本仕様はほとんどすべてのクレーン仕様バックホーに取付けできる構造とするため、近接スイッチと警報ブザーを組み合わせた簡素なものであり、メーカーおよび型式を問わず後付け加工が可能である。既存の機種については、早期にこの装置を活用いただき、事故防止の一助とな

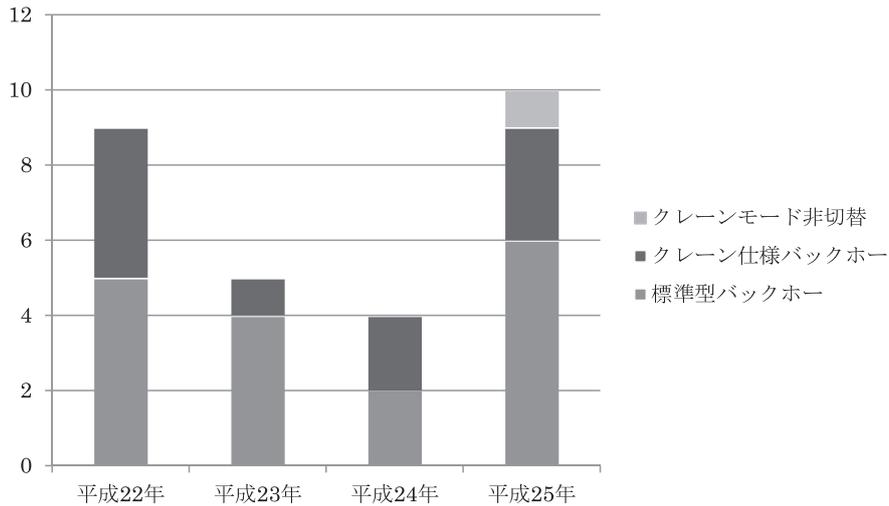


図-5 バックホーを使った吊り荷作業中に発生した死亡災害件数

ることを望む。

一方、他メーカーにおいては、クレーンフック取り外し状態において自動的にクレーンモードに切替わる構造とするなどの製造時の対策ができるものと思われる。

なお、何れの対策を講じていても作業者に対しては、クレーン付きバックホーの安全作業に対する周知徹底や習熟が必須である。また、クレーン機能付バックホーならば、転倒事故等への対策が万全だと誤解している方がいる。過負荷を知らせる機能は装備されているが、機械を停止させる等の防止装置はついていないことを周知することも必要である。

これらのことから、クレーン仕様バックホーの吊り荷作業の災害防止のためには、建設機械業界全体が協力していかなければならない。弊社も RENSULTING® を通じて積極的に関わっていきたい。

J|C|M|A

《参考文献》

・建設業労働災害防止協会「クレーン機能付きドラグ・ショベルの安産作業」

【筆者紹介】

二木 正宜 (ふたぎ まさのぶ)
 (株)アクティオ
 東北支店 業務部 部長



戸張 貴彦 (とばり たかひこ)
 (株)アクティオ
 本社技術部 企画計画課 課長



トラック搭載型クレーン開発史

ユニッククレーン

植野 由梨佳

戦後の復興期に誕生して以降、ユニッククレーン（トラック搭載型クレーン）（以下「本クレーン」という）は日本の荷役かつ運搬手段として重要な役割を担ってきた。小型移動式クレーン（吊上げ荷重5トン未満）の中でも、特に吊上げ荷重3トン未満のトラック搭載型クレーンの占める割合は高い。高度経済成長期や建設高騰期を経て、現在もなお支持され続けるのは、吊る・積む・運ぶ・作業するという1台で何役もこなせる多様性に依拠するところが大きい。本稿では、インフラ整備の現場から物流まで、幅広く活躍する本クレーンの変遷について紹介する。

キーワード：荷役、物流、クレーン、小型移動式クレーン、積載型クレーン

1. はじめに

戦後、日本の荷役作業が人力から機械化へと大きくシフトしていく中で、国産初のクレーン専用機『MC-5』を開発。その後、視察に訪れた欧州では、荷台付きトラックに取り付けられたクレーンが、荷物の積み込みから運搬まで1台2役以上をこなす優れた作業性を有する省力化機械として、非常に効率的に作業を行うことを知る。これに刺激を受け、海外製の機械を手本に、トラック搭載型クレーンの独自開発に着手。そうして1961年、日本初のトラック搭載型クレーン『UNIC100』（写真-1）を発売するに至った。その後、ユニッククレーンは大阪万博（写真-2）での活躍により、一躍その名が知れ渡るようになった。



写真-1 『UNIC100』



写真-2 大阪万博にて『UNIC200』

本クレーンはクレーン機能とトラック機能の両方を有するために、クレーン能力と積載量をいかにバランスよく両立するかという点が重要になる。また荷台を有し運搬も出来る移動式クレーンという性格から、スピーディな荷の積み降ろしができる操作性や利便性、さらに、こんにちでは環境性能も求められるなど開発のテーマも多様化してきた。

2. 多段ブーム

本クレーンは移動式クレーンに含まれ、不特定の場所に移動してクレーン作業を行えること、またトラックの荷台に荷物を積載・運搬できることが大きな特徴であることはすでに述べたところである。そのため、走行時に有利なコンパクトな格納姿勢とクレーン作業時に必要な広大な作業エリア（高揚程と広い作業範囲）を併せ持つことが出来る箱型構造多段ブームの開発が

重要となる。

また、本クレーンは運搬用トラックという側面もあり、積載量の確保のためにはブーム（クレーン）の軽量化も必要であり、そのために多くの伸縮方式や高剛性で自動求心性に優れた六角形断面ブームなどが開発されてきた。

現在、トラック搭載型クレーンでは7段ブームが最多段ブームとなる。

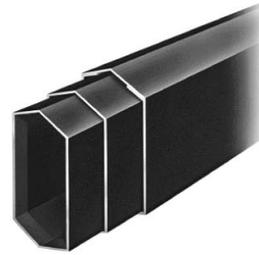
◆ブーム段数の変遷

《4角形ブーム》

- 1961年 4段ブーム（手動引出し式）
- 1963年 4段ブーム（油圧伸縮式+手動引出し式）
- 1966年 2段ブーム（油圧伸縮式）（写真—3）
- 1977年 3段ブーム（油圧+機械伸縮式）
- 1980年 4段ブーム（油圧+機械伸縮式）
- 1983年 4段ブーム（油圧+ワイヤロープ伸縮式）
- 1984年 5段ブーム（油圧+ワイヤロープ伸縮式）（写真—4）

《6角形ブーム》（写真—5）

- 1987年 6段ブーム（油圧+ワイヤロープ伸縮式）
- 2009年 7段ブーム（油圧+ワイヤロープ伸縮式）（写真—6）



写真—5 六角形ブーム



写真—6 2009年 油圧7段ブーム『UR-U507N』



写真—3 1966年 油圧2段ブーム『U-300F』

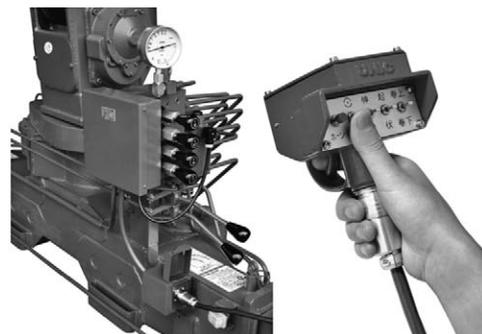


写真—4 1984年 油圧5段ブーム『UR-30VA』

3. ラジコン装置

遠隔操作装置は、「吊り荷の近くで微妙で細やかな作業をしたい」という要望がきっかけだった。1979年リモコン装置（有線式）が開発（写真—7）されると、クレーン本体から離れ、荷物の動きを間近で見ながら、慎重な作業が出来るようになった。そして同時に、それまでのクレーンオペレータと玉掛作業者の2人体制に変革をもたらし、本クレーンのワンマンオペレーションを可能にした。

1985年、業界初の無線式ラジコンの開発は、リモコン（有線式）の課題だった重いケーブルの取り回しの問題を一気に解消した。同時に、ワンマンオペレー



写真—7 初代リモコン『RC-30』



写真一8 初代ラジコン「RC-30R」

ション化がバブル期の人手不足による省力化の要求にも応えた（写真一8）。

90年代に入ると、電子機器の普及に伴い、電波障害が顕在化してきたため、1993年、強力電波の特定小電力ラジコンを開発。さらに1996年には、双方向通信によりクレーンの負荷状態が見えるモーメントリミッタ付きラジコンを開発（写真一9）。クレーン作業の余裕度が、手に取るようにわかるようになった。

ワンハンド型ラジコンの操作性向上を求め、2002年に連動ラジコン（スイッチ式）を、2007年にはジョイスティック式連動ラジコン（写真一10）を開発すると、思い通りで、より直感的なクレーン操作が出来るようになった。ラジコンの開発から30年。その利



写真一9 モーメントリミッタ付きラジコン「RCM-300」



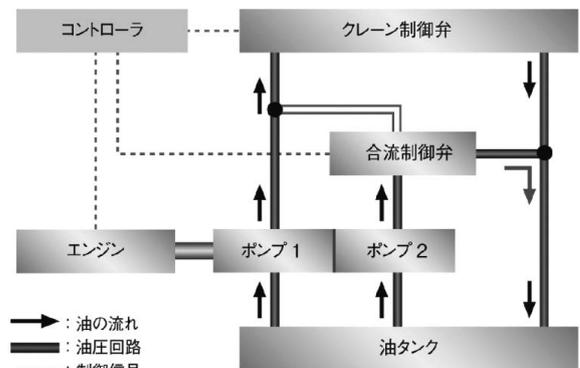
写真一10 ジョイスティック式連動ラジコン「RC-500HJ」

便性から、現在では、本クレーンの約8割にラジコン装置が装着されている。

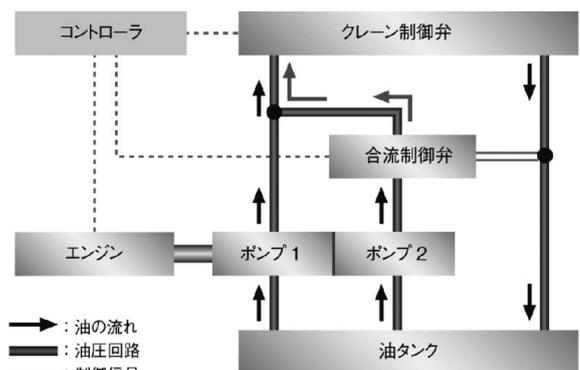
4. 環境性能

近年、環境性の観点から、低燃費化・低騒音化というニーズが高まっている。それに答えるべく、2006年に『U-can ECOシリーズ』を開発し、業界初の省エネ大賞・省エネルギーセンター会長賞（平成19年度・経済産業省主催）を受賞した。通常の本クレーンは、トラックのエンジンを動力源に、1つのポンプで駆動される。そのため、クレーンを高速で動かそうとすると、エンジン回転も高速になり、不必要に消費燃料を増加させ、騒音発生の原因ともなっていた。

そこで2つのポンプを搭載して、クレーン速度が遅い時は、1つのポンプのみを、クレーン速度が速くなると、2つのポンプを使用する機構を開発（図一1,2）。これによって、従来のクレーン速度を維持しつつ、エンジン回転数や消費燃料、騒音の低減が可能になった。この新たな機構により、クレーン作業時の燃費を最大約40%削減、クレーン作業時の排出ガスを最大約40%削減、クレーン作業時の最大騒音値を約4dB低減した（すべて中型トラック用本クレーンの従来機との比較）（図一3）。



図一1 低回転時の油の流れ（ポンプ1のみ使用）



図一2 回転上昇時の油の流れ（ポンプ1, 2両方使用）

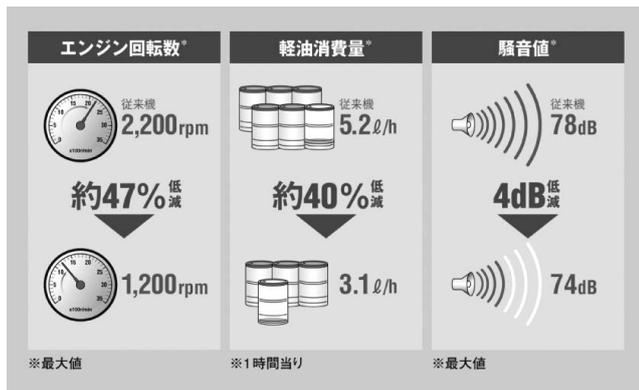


図-3 省エネ効果, クリーン効果, サイレント効果

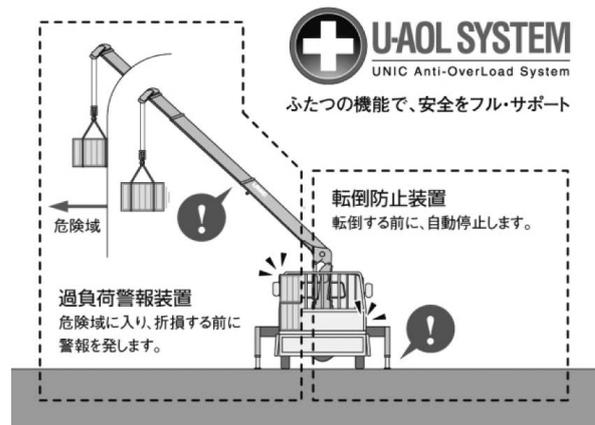


図-4 「U-AOL システム」

5. 安全性能

(1) フック格納装置

現在, ほぼ全ての本クレーンに装着されている装置にフック自動格納装置がある。本来, 走行中のフック揺動を防ぐため, 所定の場所にフックを固定する必要があるが, その固定作業は荷台への上り降りが必要で, 非常に手間であった。そこで, 1991年にフック自動格納装置を開発(写真-11)。これにより作業後の面倒なフック掛け作業が省略され, レバー1つでスムーズかつ確実な固定作業が可能になった。



写真-11 「フック自動格納装置」

(2) 過負荷対策装置

クレーン事故のうち, 多い事例として, 折損事故と転倒事故がある。これらは本来のクレーン性能以上の作業を行う(過負荷)ことが原因で, 引き起こされる。その背景には, トラック搭載型クレーンの中でも特に多く普及している吊上げ荷重3トン未満のクレーンには, 過負荷防止装置の装着義務がないことや, 積荷の量によって安定度が変化し, 性能を誤認しやすいトラック搭載型クレーンの特性に依るところが大きい。

そこでクレーン側でこれらを補完するための装置として, 2000年, U-AOL システムを開発(図-4)。本装置は, クレーン強度(過負荷警報)とクレーン安定度(転倒防止)という2つの要素に分けて, 過負荷対策をすることで, 効率的な事故予防を可能にした。過負荷警報装置は, 作業範囲の変化に伴う吊上げ荷重の変化を検知し, 危険域に達するとオペレーターに通知し, 注意を促すものである。また転倒防止装置は, アウトリガに掛かる反力を検出することで, 転倒を防止するものである。

6. おわりに

今回の寄稿に際し, 改めてユニッククレーンのあゆみを振り返る中で, いつの時代もユーザー目線を貫く技術者や営業マンたちの姿が見えてきた。「ユニック」という愛称は, 広く親しまれるようにと命名されたもので, 『ユニバーサルクレーン』(すべての人々にとってのクレーン)でありたいという願いと, 力強い『ユニコーン』(その形が似ている伝説の一角獣)のイメージを込めて作られた造語である。

これからもユーザーにとってより心地よく, さらに安心して使えるクレーンへと進化し続けると信じて, 前進していければと思う。

JICMA

【筆者紹介】
植野 由梨佳(うの ゆりか)
古河ユニック(株)
営業本部販売促進課



650 t クレーン架設におけるアウトリガー養生

鈴木 教之

本工事である歩道橋架替工事は、新設桁の架設および既設桁の撤去を大型クレーン（650 t）で計画されている。施工計画にあたり、設置箇所の諸条件（地質、埋設敷設状況、交通事情等）により事業主から、アウトリガー養生方法の再検討を強く要望された。本文は、新たな養生方法決定までの経緯と結果を紹介するものである。

キーワード：大型クレーン架設、アウトリガー養生、軟弱地盤

1. はじめに

品川区が保有管理する百反歩道橋は、西品川三丁目地区と大崎一丁目地区を結ぶ跨線橋であり、地域の重要な歩行者動線の役割を果たしている。

本工事は本橋の老朽化に伴う、新設歩道橋の架け替え工事で、斜路付き階段による自転車動線の確保と、エレベータ設置によるバリアフリー整備を目的としている。

今回は、新設歩道橋桁架設時に使用する大型クレーンのアウトリガー部養生方法に関する問題点、検討内容、現地確認方法について紹介する。図-1に完成イメージ図を示す。



図-1 完成イメージ図

2. 新設桁架設計画

本橋は、最大支間長が33.5 m、桁長が63.0 mで、湘南新宿ライン2線、りんかい線2線、山手引上2線と立体交差し、横須賀線上下線、東海道新幹線上下線

と近接して並行している。

新設桁の架設は4ブロックに分割し、4日間で架設を行った(図-2)。

西側から3ブロック(①, ②, ③ブロック)は、西側区道部交差点を夜間通行止め規制し、650 t大型クレーンを使用して架設した。

各ブロックの架設は、それぞれ関係する路線の営業が終了した後、始発列車が運行開始するまでの間合いで、線路閉鎖およびき電停止手続きを行い施工した。

クレーン能力上、最も厳しい条件となるのは③ブロックで、作業半径38.0 m、定格総荷重39.5 tに対して、吊荷重量は29.3 t、74.2%能力での施工となり、この際のアウトリガー最大反力は128 tとなることが想定された。

3. 問題点

発注時の当初計画は、各アウトリガー設置位置に4本のH鋼杭を打設し、これを支持杭としたコンクリート床版を設けるものであった(図-3)。

しかし、受注後、本工事の事業主より、当該交差点が区内の重要な幹線道路の交差点であること、重要な他企業埋設物が輻輳していることから、交差点内に支持杭を施工しない計画の立案を強く求められた(図-4)。

支持杭を施工しない場合、当該箇所の土質条件がN値0~2の軟弱なシルト層のため、本計画のアウトリガー反力に耐えうることが出来るかが最大の問題点であった(図-5)。

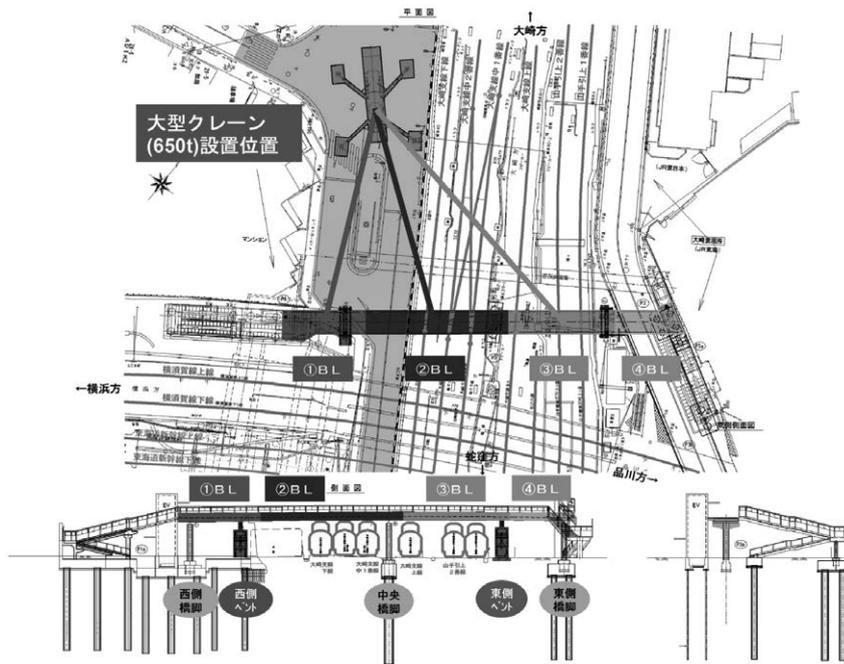
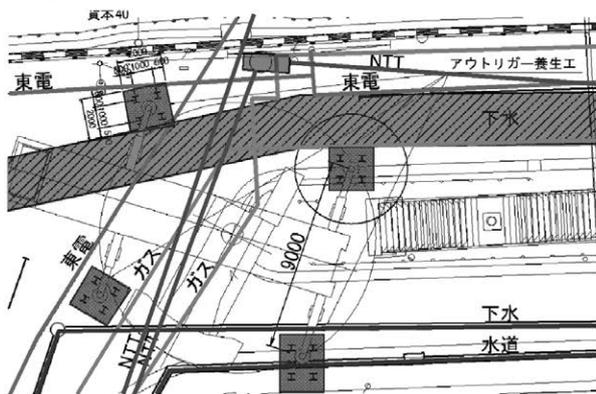
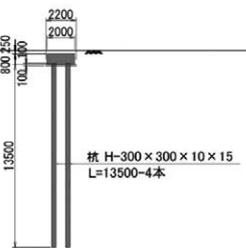


図-2 架設計画概要図

アウトリガー養生工平面図 S = 1/200



アウトリガー養生工断面図 S = 1/200



基礎掘削仮設平面図 S = 1/100

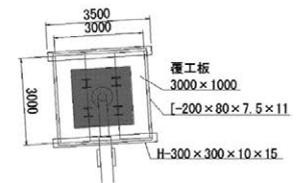


図-3 アウトリガー養生当初計画



図-4 埋設現況図

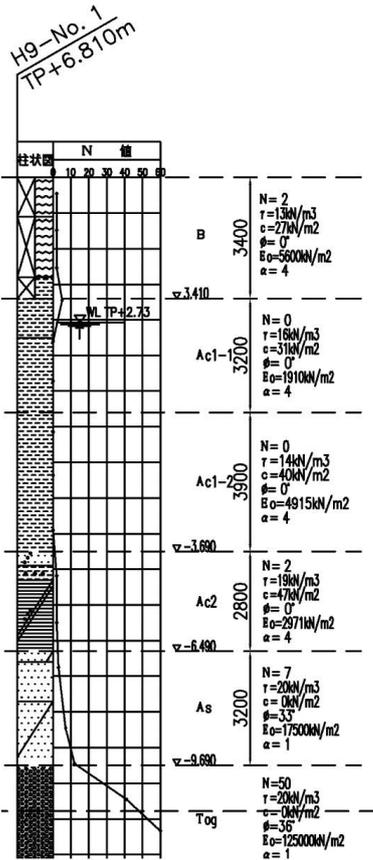


図-5 土質柱状図

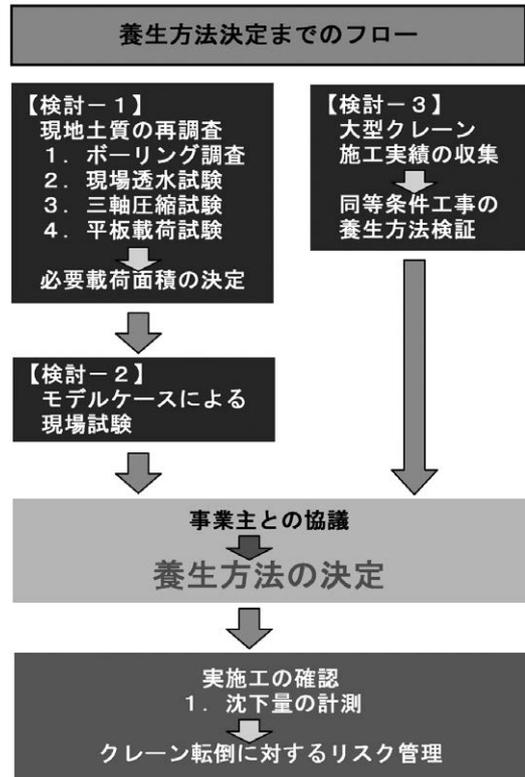


図-6 養生方法決定までのフロー

4. 検討策

以上の問題点を解決すべく、図-6に示す「養生方法決定までのフロー」に基づき、養生方法の検討を行った。

(1) 検討1. 現地土質の再調査

まずはじめに、現地地盤がアウトリガー反力に対して耐え得る強度を有しているか、また、地盤が有する強度がアウトリガー反力に対して耐え得るためには、載荷面積がどれ程必要か検討するため、改めて現地土質の再調査を実施することとした。

(2) 検討2. モデルケースによる現場試験

検討1の結果から必要載荷面積を決定したが、平板載荷試験で地山が耐え得た荷重(10kN)は、実際のアウトリガー反力(1281kN)に対し、絶対値として値が小さいため、現地に600kNのカウンターウェイトを載荷し、舗装沈下量を実測することとした。

(3) 検討3. 大型クレーン施工実績の収集

検討1および検討2と並行して、大型クレーンの施工実績および養生方法の調査を実施し、同等条件で施

5. 検討結果

各検討項目に関する検討結果と考察を以下に示す。

(1) 検討1に関する試験結果

平板載荷試験より、地山とみられる軟弱地盤層の許容支持応力度は66.7kN/m²という結果が得られ、これを満足する荷重載荷面積は16.2m²以上必要であることを確認した。ただし、試験結果から、舗装路盤下の軟弱層については、載荷重が一定の状態でも沈下が進行する傾向があること、急激な載荷重に対して脆弱性を示す懸念のある地層であることが確認された(写真-1)。

(2) 検討2に関する試験結果

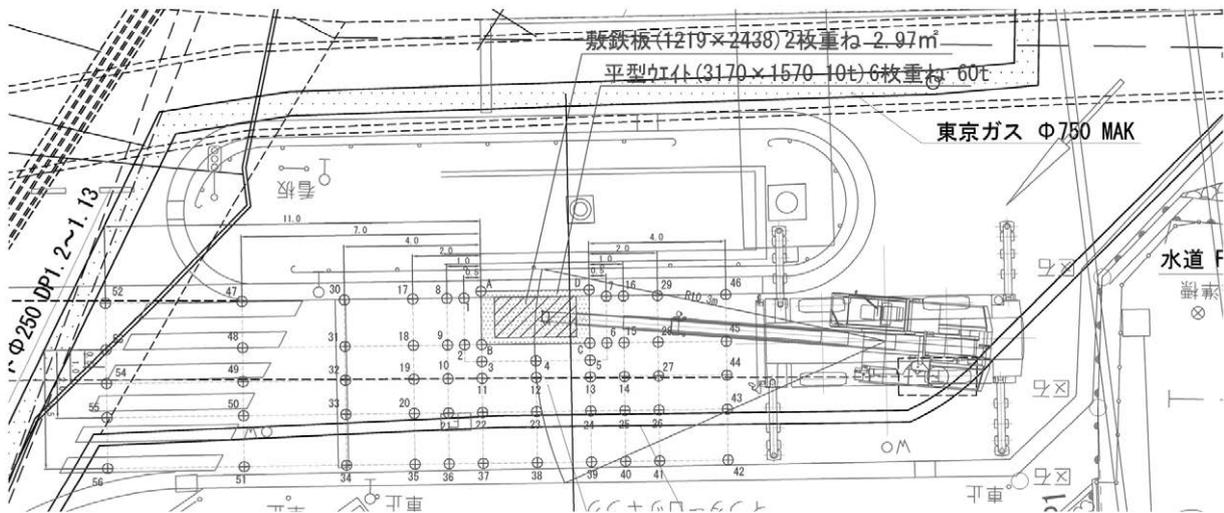
モデルケースによる試験は既設舗装上(厚さ20cm)で、載荷重600kNを面積2.97m²に載荷し(検討1試験結果で得られた応力の約3倍)、載荷後、周辺の舗装沈下量を5時間継続して計測した。

図-7にカウンターウェイト配置位置と沈下量計測位置のイメージ図を示す。試験の結果、載荷による沈下の影響は載荷位置から離隔2mの範囲で見られ、最大で14mm(離隔0.5m)という結果を得た。

工された工事の養生方法を検証することとした。



写真—1 平板載荷試験状況



図—7 カウンターウエイト配置位置と沈下量計測位置のイメージ図



写真—2 沈下量計測状況

また、除荷後、沈下量は戻る傾向が見られ舗装の弾性範囲内の沈下であることも確認した（写真—2）。

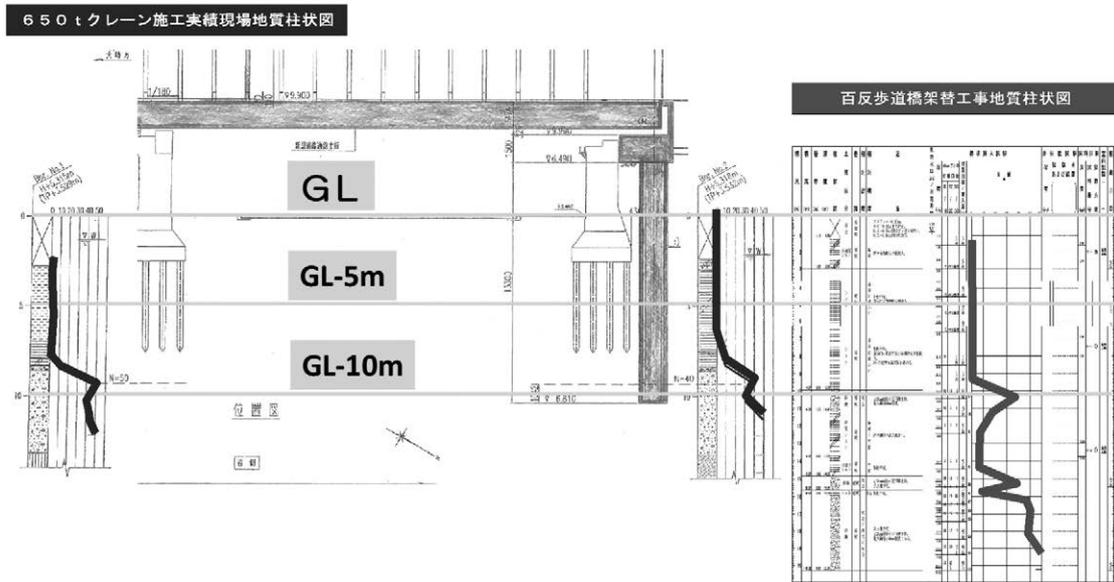
(3) 検討3に関する結果

200 tから 650 tの大型クレーンの施工実績とアウトリガー養生方法について調査を実施した。

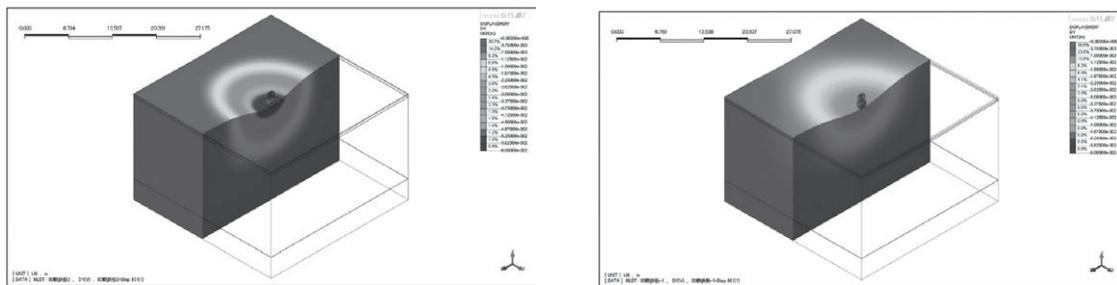
調査した 10 件の工事实績のうち 9 件は、支持杭施工によるアウトリガー養生もしくはコンクリート耐圧

盤によるアウトリガー養生を実施していたが、内 1 件については、本工事と類似した地質条件で、同じ 650 tクレーンを使用して、支持杭なしでの施工実績があることを確認した（図—8）。

養生方法に関する相違点としては、既設舗装厚が、本工事では 10 cm であるのに対して、実績工事においては 35 cm であることであった。



図一八 地質柱状図比較図



CASE-1 舗装厚 10cm モデル

CASE-2 舗装厚 35cm モデル

図一九 FEM 解析結果

(4) 考察

検討結果をもとに舗装構成の影響のみに着目し、舗装下に一様に軟弱地盤があるモデルを仮定し、舗装厚が荷重の分散効果に与える影響を3次元FEM解析により比較確認した(図一9)。

鉛直変位を比較すると舗装厚 35 cm のケースの方が広範囲に、沈下範囲が分散していることが解る。

沈下量についても舗装厚 35 cm のケースの方が半減しており、舗装の剛性が荷重分散および、沈下抑制に寄与することが確認できた。

しかし、現地盤は地質が均一でないため、応力が集中したり、超軟弱で支持機構が不確実であるなど、不確定要素を含む。過大な沈下は、クレーンの安定や埋設物および周辺施設物へ影響を及ぼすことが想定される。当工事では営業線上空で施工することによる安全性を重要視し、荷重分散が期待でき、荷重支持の安全性向上が図れる舗装厚 35 cm の舗装打替を、アウトリガー養生案として事業主へ提案し、変更することとした(図一10)。

6. おわりに

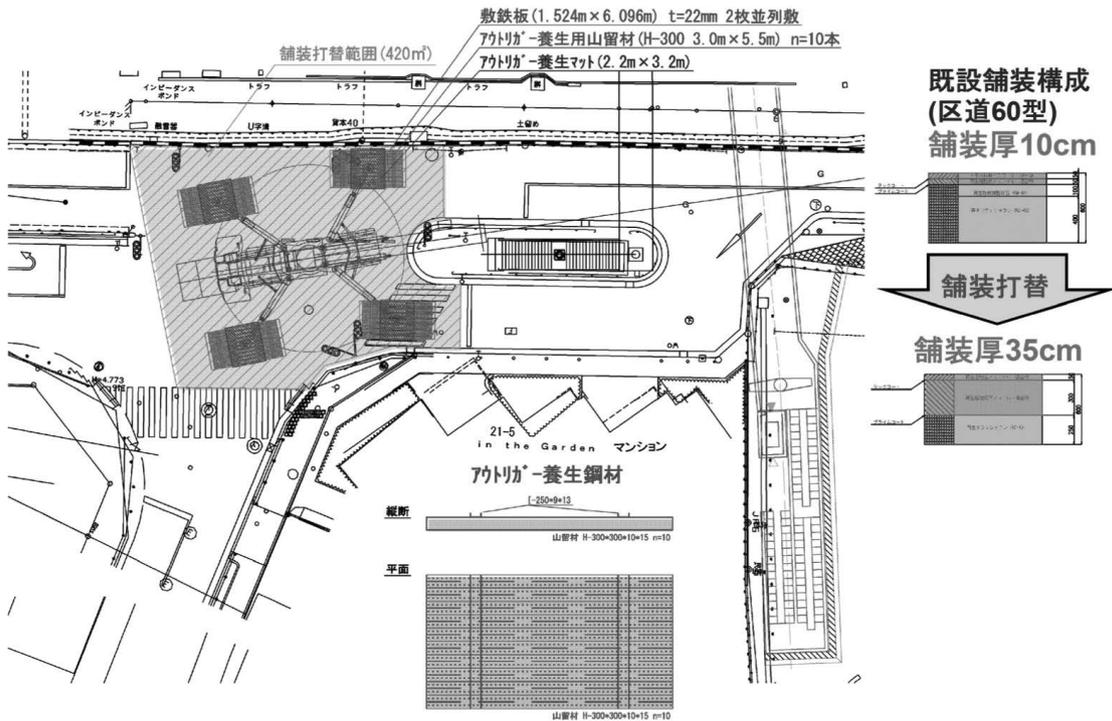
モデルケースの試験においては載荷重が静止状態であったが、実施工においてはアウトリガー反力が能動的であることと、載荷重絶対値がさらに大きいことから、施工中においても、クレーン組立から桁架設、クレーン解体までの間、養生箇所周辺の沈下量を継続的に計測した。

施工中の沈下量限界値は「社団法人日本建設機械化協会 移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル」から 50 mm として、中止値、警戒値をそれぞれ設定し管理した。

架設中の沈下量は3日間をとおして、最大 23 mm で、除荷後は 0 ~ 5 mm まで戻ることを確認した。

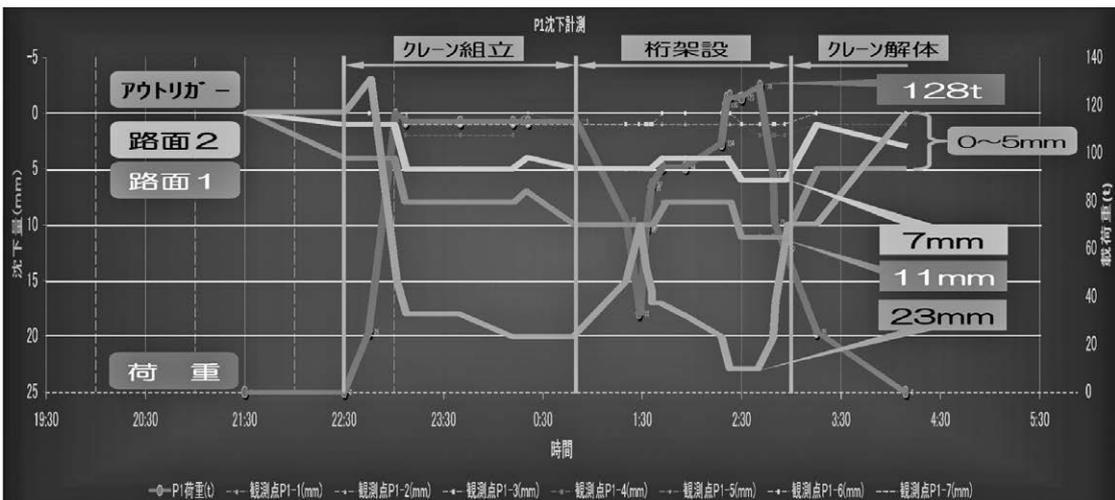
桁架設は想定内の沈下量で、かつ舗装剛性の弾性範囲内で収束し、沈下が舗装剛性の弾性範囲内で安全に桁架設を終えることが出来た(図一11)。

本工事は、新設桁架設を無事終えた後、既設歩道橋桁撤去においても、架設時同様、650t大型クレーンを使用しての施工となった。既設桁撤去時に最大とな



作業日毎、設置・撤去

図一 10 アウトリガー養生変更計画



図一 11 実施工時沈下量計測結果 (参考)

るアウトリガー反力は新設桁架設時を上回る 149t であったが、架設時と同様の施工管理を実施し、舗装剛性の弾性範囲内で安全に桁撤去を終えることが出来た。

J C M A



[筆者紹介]
鈴木 教之 (すずき のりゆき)
佐藤工業(株)
東京支店 JR 大崎作業所
監理技術者

シンガポールの労働安全に対する取組み

関本 昇・久保田 祥一

シンガポールでは、国際的にも高水準な労働安全環境を目指し、様々な労働安全衛生に関する制度がある。施工会社のリスクマネジメントや教育プログラムに対する資金援助制度、安全成績に対する報償制度等、日本では馴染みのないシステムもある。また、作業所内での工事許可申請制度や、非常に責任の大きな技術士制度など、シンガポールの工事にたずさわった日本人が、まず最初に戸惑う制度等もある。本稿では、こういった制度の紹介と海外シールド施工での安全に関する創意工夫について報告する。

キーワード：海外工事、シンガポール、リスクマネジメント、研修制度、PE制度、シールド工事

1. はじめに

シンガポールにおける建設投資は、リーマンショック以降堅調に増加しており、その額は毎年\$200～\$280億SGDの需要が見込まれている。一方で、その建設投資を具現化する主要リソースである労働力のほぼ100%がアジア地域を中心とした多様な国々によってまかなわれている。そのような日本とは異なる建設労働環境のもとで、シンガポール政府は、国際的にも高水準な労働安全環境を目指し、日本にはない労働安全衛生に関する制度がある。本稿では、そのような制度を紹介するとともに、筆者が経験したトンネル工事に関する安全面での工夫や事例を記載する。

2. 労働安全環境を向上させるための法整備

2006年に日本でいう労働安全衛生法（Workplace Safety and Health Act 2006）が改正された。その主旨は、関係者があらかじめリスクを排除・軽減するリスクマネジメントを実施することで労働安全環境を向上させることである。そのなかで、リスクアセスメントによる安全衛生管理システムの運用を義務付けている。その方針のもとに定められたいくつかの制度を以下に記す。

(1) リスク管理支援基金（RMAF：Risk Management Assistance Found）

シンガポール政府は、中小企業のリスク管理能力向上を目的とし、リスク管理支援基金（RMAF）を設

置している。この基金を利用することで、中小企業がリスク管理マネジメントシステムを構築する際に必要となった外部コンサルタントへの負担を軽減することができる。具体的には、申請した企業を審査し、その成果が認められた場合に、それに要した外部コンサルタント費用の90%まで、最高\$6,000SGDの支援が受けられる。

(2) ビズセーフ（bizSAFE）

ビズセーフ（bizSAFE）とは、企業がリスクマネジメントシステムを習得するためのプログラムである。これは、2007年4月に労働安全衛生諮問委員会（WSHC：Workplace Safety and Health Council）が、人材開発省（MOM：Ministry of Manpower）の支援の下で進めている。このプログラムには、習得すべき項目が五段階に分かれており、最終プログラムが終了した際には、国際規格に適合していることが認証される。これに参加している期間は、外部コンサルタントや職員研修等に対する資金援助を受けることができる。

(3) 建設業生産性向上プロジェクト

建築建設庁（BCA：Building and Construction Authority）により、進められているこのプロジェクトは、建設業の労働人口増加が期待できないので、建築物の設計や建設時に工夫することで省人化を推進するものである。建設時の機械化やプレハブ材の適用、省人化に適する施工方法や材料を採用した場合、それらにかかる追加費用に対して援助が得られる。例え

ば、高所作業車やフォークリフト等建設機械の購入費やそのリース代、省人化のため高流動コンクリート等材料に対して適用される。

(4) 労働安全環境に対する報酬制度 (ESS : Environmental, Safety and Security Considerations)

LTA (Land Transport Authority) では、独自の安全評価基準により各作業所の労働安全環境を毎月点数化し安全成績を評価している。この評価点 (満点 100 点) は、対象作業所の度数率や強度率、安全パトロールの結果、作業所の安全衛生活動の状況等から自動的に算出される。この評価点により月毎の報酬額が決まり、その総額 (工事終了までの合計金額) は最大で請負金の 0.5% あるいは \$ 1.25 百万 SGD の少ない方を上限としている。この制度は、作業所の労働安全環境を客観的な手法で点数化するだけでなく、それに応じた報酬という成果主義を組み込むことで、継続的に作業所の労働安全環境の向上促進を意図したものである。この ESS 制度による報酬は、固定部分と変動部分からなっている。変動部分は、毎月の評価点により最大で変動部分の 0.5% 増額、最少で 0.5% 減額となる。

3. 作業所で実施する労働安全衛生活動

建設業労働安全衛生規則 (The Workplace Safety and Health (Construction) Regulations) で定められた制度のなかから、その特徴的なものを以下に記す。

(1) 許可申請工事制度 (Permit-to-work System)

解体・取壊し工事、掘削工事 (深さ 1.5 m 以上)、クレーン作業、杭打ち工事、トンネル工事、足場作業 (高さ 2 m 以上)、狭隘空間での作業が、この制度に該当する。これらの作業は、建設工事の中での危険作業という位置づけである。日本でいう「工事計画届」や「機械等設置届」のように行政 (労基署) に提出するのではなく、作業所内での許可申請工事制度である。該当する工事の専門会社は、その工事における役割を明確にした組織図、施行手順、安全管理計画、リスクアセスメント等の書類を元請に事前に申請する。それらを安全管理者が安全性を審査し、現場代理人が作業許可する制度である。現場代理人は、実作業時に作業状況が危険であると判断した場合は、直ちに作業許可を取り消すことができる。この制度に違反した場合は、罰則金 (最大 \$ 20,000 SGD) となる。

(2) 技術士制度 (PE : Professional Engineer)

PE とは、シンガポール技術者に与えられる資格のひとつで、その資格要件や資格取得の審査内容は PE 法により規定されている。労働安全衛生規則では、多くの分野で PE による仮設設計やその検査が義務付けられている。例えば、杭や山留め材 (掘削深さ 4 m 以上)、型枠支保工等の仮設構造物の設計と仮設材設置後の安全性を確認する検査は、PE が行う。PE の責任下で安全性を保障する制度であり、PE の役割と責任は大きい。それ故に、時には過大と思われる設計になることもある。

(3) 建設業のデング熱感染防止対策

日本においてもデング熱に感染する事例が増加しているが、シンガポールではデング熱感染防止の法律を整備し、撲滅するべく国家的に取り組んでいる。作業所においては、基地内は水溜りを極力作らないように排水施設の整備と舗装基盤により不陸をなくすとともに、定期的な殺虫剤の散布、降雨後には水溜りの除去等を実施し、感染源である蚊の発生を防止している。作業所には、環境庁 (NEA : National Environment Agency) の立入検査が事前通告なしで実施され、水溜り等から蚊の幼虫が検出された場合は、罰金が科せられる (違反初回 : \$ 1,000 SGD, 2 回目 : \$ 2,000 SGD, それ以上 : \$ 10,000 SGD 以下または 6 か月以下禁固刑)。

4. シールド工事に関連する建設機械の安全管理

シンガポールのシールドトンネル工事で使用する機械、電気関連設備の安全対策やそれに関連する制度について以下に記す。

(1) クレーン等揚重設備

シールドトンネル工事で使用する以下のようなクレーン等揚重設備を使用する。

- ・門型クレーン
- ・移動式クレーン (ラフター・クローラ・ユニック等)
- ・TBM エレクター
- ・電動ホイスト
- ・チェーンブロック・レバーブロック etc.

およそ物を吊上げる道具は全て、現場で使用するには、PE の計算書及び証明書 (Certificate) が必要である。移動式クレーンの場合、クレーン業者の持ち込み書類でその能力を証明することが出来るが、門型ク

レーン、エレクター、電動ホイストは荷重試験を要求され、地盤耐力、吊治具強度についてはPEによる計算書や証明書が必要である。

クレーン作業において必要な PE Certificate を以下に記す。

- ・クレーン本体（能力）
- ・クレーン設置地盤耐力
- ・吊治具強度（ワイヤー・ベルト・シャックル等）

シールド機組立計画では、設計者から重量物であるシールド機投入時に発生するクレーン反力が、既に掘削が終了している立坑の土留め支保工に影響しないような計画を求められた。設計者、シールド機メーカー、PE と打合せを重ねた結果、投入に使用する 500t のオールテレーンクレーンのアウトリガー位置に杭基礎を施工した。その構造は PE の設計によるもので、アウトリガー 1 ヶ所について 3 本の RC 杭 (250 × 250 mm) とそれらに支持された厚み 1.1 m のベースコンクリートからなるものである (図-1 参照)。また、クレーン基礎を設置する際には、地下埋設物の種類や位置情報を事前に確認することも重要である。

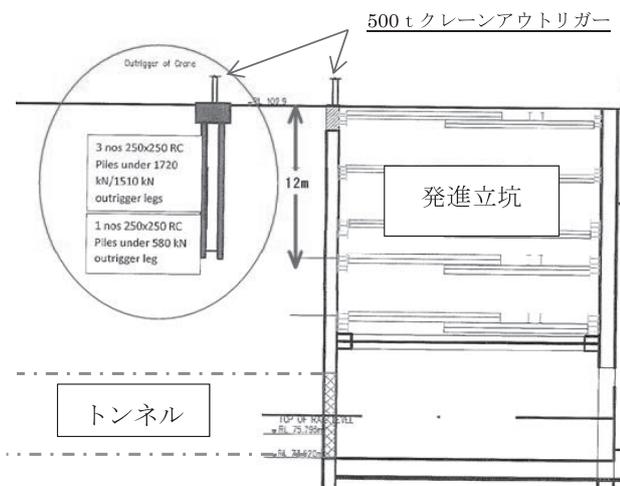


図-1 クレーンアウトリガー地盤補強用杭基礎構造図

(2) 軌道車両及び軌道装置

軌道車両及び軌道装置計画では、以下のような安全対策を求められる。

- ・軌道車両（機関車、ズリ鋼車及びセグメント台車）のフェールセーフブレーキシステム設置
- ・マンチェスターゲート（逸走防止用ゲート）による逸走防止装置の設置
- ・前方確認のための CCTV カメラの設置

フェールセーフブレーキシステムとして、坑内軌道車両の全てにエアブレーキを設置した。ここで述べるエアブレーキとは機関車に搭載したコンプレッ

サーによる圧縮空気を用いたディスクブレーキの事で、停止時に常時ブレーキがかかるシステムである。つまりエアブレーキは軌道車両移動時のみ解除され、停止すると同時に自動的に全ての台車の車輪をロックし、逸走を防止するシステムである。

このシステムは、機関車に搭載したコンプレッサーからの圧力が各車両の制動部に作用している間はブレーキが解除され、減圧されることでブレーキが作動する仕組みである。したがって、圧縮空気を全ての制動部に作用させるため、全ての台車間には、エアホースで接続される。立坑等で車両の切り離しや切り回しの際に支障とならない様、各台車間のホースにバルブやワンタッチジョイント等を設け、作業性を工夫する必要がある (図-2 参照)。

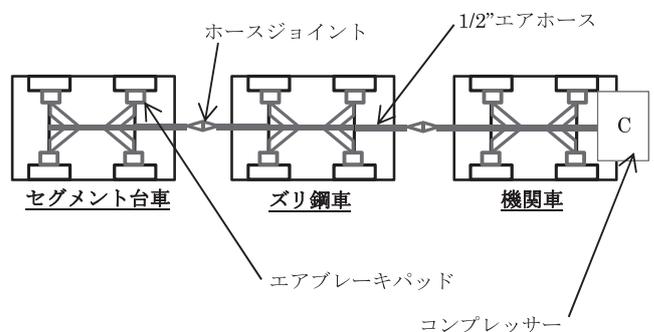


図-2 エアブレーキシステム概要図

また、軌道車両の逸走による災害を防止するため、マンチェスターゲートを後続台車の前後両端と立坑坑口付近に設置した。これは、切羽付近と立坑下で作業員が軌道車両との接触災害を防止するための安全設備である。マンチェスターゲートは常時閉めておき、軌道車両通過時のみゲートを開ける。実施した工事では、このゲートの設置が仕様書に明記されている。マンチェスターゲートは、軌道車両通過時には専任ゲートオペレーターがゲートの開閉を行った (写真-1 参照)。

次に、機関車は切羽に向かって軌道車両の最後方に位置していた為、掘削土やセグメント運搬の際、オペレーターは機関車の前方（切羽側）を視認することが出来ない。その為、軌道車両先端部に CCTV カメラを、機関車運転席にモニターを設け、オペレーターは前方の状況をモニターにて確認しながら運転を行う。

CCTV カメラの配線もエアブレーキホースの設置と同様に立坑部での台車切り回しを考慮し、ワンタッチジョイント等簡易に取り外しができる工夫をする必要がある (図-3 参照)。



写真一1 マンチェスターゲート（坑口部・台車部）



写真一2 Sub-Station

⑧現場内低圧配線，分電盤（DB-Box）設置

⑨負荷設備接続，使用開始

電気設備の計画において留意する点は，安全上及び景観保護の点から高圧線の地上配線ができない。その為 Power-Grid の高圧配線は全て地下埋設となるので，計画・工事ともに時間を要する。

一般的に設計から実際に Sub-Station に通電するまで1年かかるとされており，電気設備の計画・手配は何よりも先んじて行わねばならない。また，22 kV という高圧電力を取り扱う為，LEW による検査は非常に厳しく，受電許可に時間を要する原因でもある。

配電方式は日本と異なり三相4線式（中性線接地方式）である。その為各相のバランスが崩れるような負荷の配線接続を行うと中性線に設置されたりレーが漏電と感知し，開閉器を遮断（高圧側も含めて）することがある。この際も LEW はその原因が判明し，完全に改善されるまで電力の再通電を許可しない。以上の点から現場での急な停電に対する安全対策として発電機を併用使用するのが一般的である。

地上部の低圧配線では，感電防止の観点から金属部材と電線の接触を禁止している。例えば単管柵に沿って電気配線をする際には，プラスチック製もしくはゴムコーティングされた配線ラックを用いて配線しなければならない。地下埋設の際の電線管も金属管は用いず塩ビ管で行うのが一般的である。トンネル内配線も金属製の配線ラックにゴムホースのカバーをかけて行う。

また， Dengue 熱の感染を防止するため，Switch-Room 及びコンテナの屋根部に雨水が溜らないような屋根を設置することが義務付けられている。

5. おわりに

シンガポールでは急速な少子化が進む中，増加する外国人の受入れを減らす政策へと転換した。一方で，

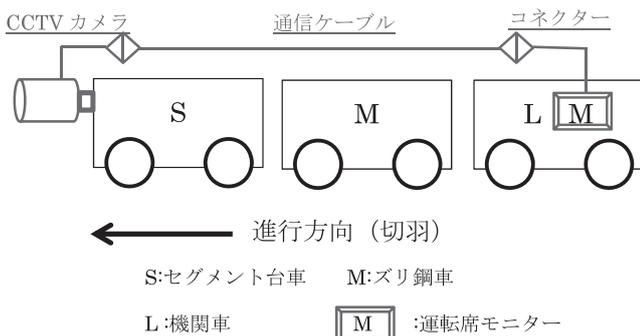


図-3 CCTV システム概要図

(3) 電気関連設備

受電設備は Sub-Station と呼ばれる建物とコンテナの複合構造物によって設置される（写真一2 参照）。

工用電力受給の流れを以下に記す。

- ①受変電設備（現場内電気設備）デザイン
- ②電力会社（Power-Grid）と契約
- ③現場内 Sub-Station 建屋（Switch-Room）設置
- ④電力会社（Power-Grid）が Sub-Station Switch-Room まで高圧線（22 kV）配線・接続
- ⑤変電設備コンテナ（トランス，低圧主幹盤）設置，Switch-Room と配線接続，アース設備設置（接地抵抗値 1Ω 以下），避雷装置（Lightning-Protection）設置
- ⑥ LEW（電気関係の PE）による電気設備使用前検査
- ⑦ Power-Grid による通電

今後とも高い経済活力を維持するためには、限られた労働力の生産性と安全性の向上が求められており、日本にはない安全に関する制度や工夫・取組みがある。少子高齢化社会を迎えた日本においても、労働力とその質の低下が予想され、シンガポールと同様の課題に直面しているといえる。本稿で紹介した事例が、日本国内および海外で活動している企業の労働安全向上に対して参考になれば幸甚である。

J C M A



[筆者紹介]
関本 昇 (せきもと のぼる)
佐藤工業㈱
シンガポール支店



久保田 祥一 (くぼた しょういち)
佐藤工業㈱
シンガポール支店



ずいそう



再びインドにて

石見博之



32年ぶりに再びインドで仕事をする事になり1年余りたったころ、ふと訪れた旅先で歩いていると一人の少女が近寄ってきた。黒い瞳がきらきらして“My photo please!”という。僕はとまどいながらもその笑顔をファインダーに収めシャッターを切る。彼女はモニターを覗き込み、自分の姿がそこにあるのを見ると、嬉しそうに“Thank you!”と走り去って行った。傍らで母親がにこやかに見ていた。

僕にとって初めての外国インドに来た当時は社会主義経済時代で、仕事の相手は国営企業。お役人がたびたび登場した。通信・交通の整備は遅れていて、日本へ電話するときは1日以上待った。車は殆どが国産車で、モデルチェンジのたびに品質が悪くなるとインド人自身が自虐的に言う如く、故障は日常事。映画は、愛、アクション、笑い、涙、そして踊りというすべての要素が3時間の映像に詰め込まれた大衆娯楽の王であった。大人も子供も屈託なく人懐こく写真好きだった。何をするにも時間と忍耐が求められたが、人々の時間はガンジスのようにゆったりと流れていた。

今ここで目にするのは、購買力を持った中産階級の勃興とそれに伴う街の変化。外資導入に伴い広い分野でビジネスが成長し、人々はその恩恵を手に入れている。その代表格が、羨望と軽い嫉妬をこめてスーパーホワイトカラーと呼ばれる先進国並みの消費生活を楽しむトップIT技術者たち、そして外資系や国内一流企業のホワイトカラーとそれを支える人々。そこに手ごろな価格の乗用車の登場でモータリゼーションが爆発。追うようにハイウェイが伸び、あちこちで巨大なショッピングモールや住居用の高層ビルの建設が進む。通りには地元料理店の隣に西洋式のカフェやレストラン、高級店街には欧米の有名ブランドが並び、美しいサリーなどに交じってジーンズやスカート姿の若者や家族連れが歩き回る。12億超の人口から輩出される有能な人々が世界を舞台に、ITのみならず、企業経営、芸術、学問など多分野で活躍する。そのパワーを活用するべく千人単位のオフィスをいわゆるITキャンパスに構える欧米企業。どこかの一党独裁国と異なり「民主主義」による合意形成のために離陸に手間取っていた経済も今年は8%成長を見込むという。

一方、社会制度やインフラ整備が追いつかず、空は排気ガス、地はプラスチックごみにまみれ、道路は大小様々の2輪、3輪、4輪が警笛を鳴らしてひしめき、時に人と牛と羊たちが参入する。英植民地時代に敷設された鉄道は今や世界遺産級に老朽化。新首相は経済

活性化と共に“Clean India”を唱えているが、夢の実現はいつのことか。建機の現場を見ると、先進国並みに安全管理された鉱山もあれば、ゴム草履にハンドドリルで石割りをする採石場もある。そんな多様な現場を見回っている間にも、我々の想定外の使い方や整備が行われ、果ては不可解な不具合が発生する。

身の周りは、気候環境、習慣の違いはもとより、規律や清潔という面では日本の対極にあるような社会。欧米企業の如く人材の果実を得ようとするも、我々モノカルチャー人種は多様な価値観に手こずる。邦人のインドへの第一関門の食と言えば、普通にあるのはインド食が中心。スパイスの芸術と讃えられるその美味を舌で理解はするが、これが数日続くと内臓はモウアカンと言出す。

かくして心身が疲労限に近づくと、週末は気晴らしに旅行に出かけてみるが、実はそこもインド世界。かつて旺盛だった好奇心も寄る年波には勝てず…ツカレル。その時に会ったのが冒頭の少女である。無垢な笑顔に再会したような和やかな気持ちになり「ええ日や」と呟いた。

休日明け、元気を回復して相も変らぬ喧騒の日常に戻る。今インド建機業界では規制・規格の制定作業が進行中で、建機工業会の技術委員会が頻繁に開催され、国際規格などを元にインドの実情を考慮しながら検討が行われている。政府は建機現場の安全性改善のために、欧米が長年かけて築いてきたレベルに一刻も早く追いつこうと野心的な目標を設定し、それに対して国産メーカ、外資メーカ双方が、市場や個々の実情を語り、侃々諤々の議論が続く。時に、全建機一律に車体から15m地点で85dBという驚くべき騒音規制案が出たりする。ある程度の技術知識があれば大型機には問題と察知できようが、その気配もない。油断していると高シェアを握るメーカのエゴが顔を出す。そろりと口をはさむ。自分の立ち位置を見極め、世界の規制・規格の状況、インドの実情を考え併せ、時には本社やISOの支援も得て妥当な方向に誘導を試みる。インドのガラパゴス規格ができぬように。

いい日も悪い日もあるが、ここはインド、人様の土地と肝に銘じ、多様と混沌の中を辛抱強い心と柔軟な頭で一步一步進んでいくしかない。古から変わらぬ大地と人々とその歴史に、そして変わりゆくものに敬意を払いつつ。インドの一日は暑く長い。

ずいそう



龍馬と江藤新平

光石正幸



歴史好きの私はNHKの大河ドラマをよく見る。今年の「花燃ゆ」は吉田松陰の妹を通して幕末・明治維新の青春群像を描くという。出だしの視聴率が低迷していると週刊誌などであれやこれや言われているが、私は萩の松陰神社に現存する塾の家屋を見学したこともあるので結構楽しんで見ている。

ところで幕末・明治維新に活躍した人物で、日本人が一番好きな人物を挙げるなら吉田松陰よりも坂本龍馬であることはほぼ異論はなからう。2010年の大河「龍馬伝」はよくできていて面白かった。近年視聴率が低調気味の中で平均で18.7%と健闘した。主演の福山雅治の人気も影響したかもしれないが、龍馬だけでなく、武市半平太、岩崎弥太郎、岡田以蔵等、他の登場人物も魅力的に描かれていた。その年は龍馬ブームが起き、書店の歴史物の棚には龍馬に関する本が山積みされた。龍馬ゆかりの場所は観光客ラッシュになった。

坂本龍馬に対する現代人が抱くイメージは司馬遼太郎の「竜馬がゆく」が作り上げたといわれるが、このイメージを否定するような有力な説はないそうだ。その龍馬のイメージとは「無私」「先見性」「行動力」「天性の明るさ」、そして「悲劇性」である。日本人はこれらの要素を好む。これにミステリーが加わるとベストだ。無類の交渉力で、薩長同盟を実現し、大政奉還から明治維新に至る大変革の道筋をつけ、維新直前の12月、何者かに暗殺された、この若き革命家はかくして伝説になり日本人の理想像になった。

しかし……私は、明治維新といえ、わが郷土の異才、江藤新平に想いを馳せる。龍馬が明治維新の光り輝く存在であるとすれば、その対極の存在に思える江藤新平は肥前、現在の佐賀県鍋島町に生まれた。私の故郷の隣町である。坂本龍馬は1836年1月に生まれ1867年12月に逝った。享年31歳である。江藤新平は龍馬より2年早い1834年3月に生まれ1873年4月に39歳で刑死している。二人はほぼ同時期に生きたがその人生が交差することはなかった。龍馬が明治維新までの筋道をつけたのに対し、維新以降、江藤は初代司法卿として天才的な能力を發揮し司法・立法・警察・教育と近代日本の骨格を築いた。ある意味では龍馬以上の功績を上げたと言ってよい。しかし龍馬ほど

現代人には親しまれていない。

私が幕末・明治維新の立役者で悲劇的な最期を遂げた人物を三人挙げるなら龍馬、西郷、江藤だ。しかし江藤の知名度は龍馬、西郷の足元にも及ばない。そもそも江藤の代わりに吉田松陰の名を挙げるべきかもしれない。ただ近年、毛利敏彦氏の著書「江藤新平—急進的改革者の悲劇」「明治六年政変」（両方とも中公新書）をきっかけに、長く歴史に埋もれていた江藤の業績が再評価され、世の中に広がりつつあることは同郷人としてはうれしいことだ。

江藤のイメージと龍馬のそれを比較すれば決定的に違うのが、江藤の持つ、暗いイメージである。これはどこから来るのか。赤貧の少年時代、学問を唯一の武器として成り上がった経歴、佐賀人特有の妥協を許さない性格、その性格ゆえ藩閥政治の実力者山縣有朋や井上馨の不正に対し一切妥協せず追及し、やがて政府内で孤立、最後は政敵大久保利通の姦計に陥り下野し、反逆者として処刑される。そのあまりの無残さか。残されている写真をみると、おおらかな風貌の龍馬に対し、江藤は現代的で理知的な顔立ちをしており、土方歳三にも似た好男子である。ただし土方ほどの甘いマスクではなくどこか暗い影を宿している。

幕末・浪漫の時代に革命家、思想家として活躍した坂本龍馬から遅れて表舞台に登場した江藤新平は、明治・実務の時代において近代最初のテクノラートとして天才的な腕をふるい、国の基礎を作り上げた。「明治維新の現場に江藤が居合わせたのは奇跡だった」と毛利氏は書いている。

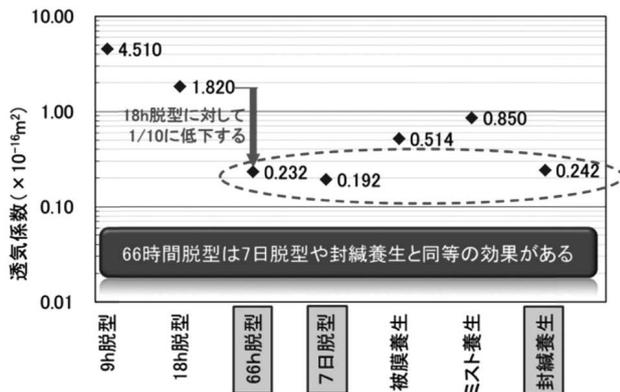
しかし、同郷の大隈重信のように清濁併せ呑む器用さも持ち合わせず、最後は自ら作った司法制度によって革命家として死んだ。後の時代の日本人に親しまれるエピソードもあまり残さず、あっという間に歴史の舞台から退場した。

龍馬を国民的英雄にした司馬遼は、しかし、小説「歳月」でこの不器用だが無私で一途な心を持った理想主義者に対しても優しいまなざしをそそいでいるかのようだ。

週後の透気係数を比較することにより検証した¹⁾。

図一2にその結果を示す。従来の18時間後脱型では約 $2.0 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ に対して、66時間後脱型では約 $0.2 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ とほぼ1/10に低下しており、7日間型枠を存置して養生した場合と概ね同等の効果が得られることがわかった。

つまり、新型テレスコピックセントルによって66時間型枠を存置することで、材齢初期の型枠養生効果が十分に発揮されることが確認できた。



図一2 透気試験結果 (模擬試験)

3. 新型テレスコピックセントルの開発

3.1 設計における課題と解決策

一般的なセントルは、剛性の高いアーチフォームとジャッキ、ガントリーによって打設時及び養生時の荷重を受ける構造となっている。また、アーチフォームとガントリーは複数のジャッキとターンバックルによって接合されており、施工中にこれらを完全に切り離すことはない。

一方で、テレスコピック構造の新型セントルを開発するにあたっては、以下の課題を解決する必要がある。

- ① 存置されたアーチフォームの内部をもう一方のアーチフォームがくぐり抜けられること。また、セントル内に重機走行や仮設備 (風管, 連続バルコン等) のスペースが適切に配置できること。
- ② アーチフォームとガントリーの接合・切り離し作業が容易で、打設のサイクルタイムに影響を与えないこと。
- ③ 存置するアーチフォームが自立できること。

これらに対して、従来のセントル構造を適用すると、特に①②について、

- ・ 剛性の高い厚みのあるアーチフォームでは、存置されたアーチフォーム内をくぐり抜ける十分なクリアランスが確保できず、加えて仮設備の配置が困難となる。
- ・ 多くのジャッキやターンバックルを都度脱着しなければならず、作業効率が著しく低下する。

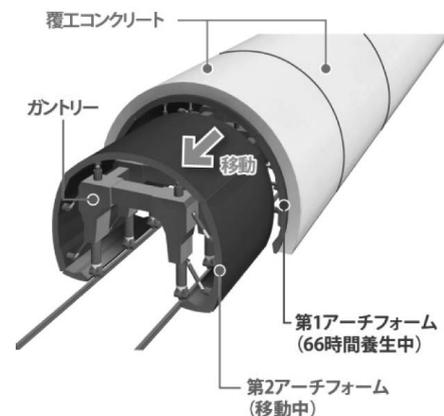
等の課題が生ずるため、新たな発想で設計する必要があった。

これらの課題を解決するため、次に示すような構造の新

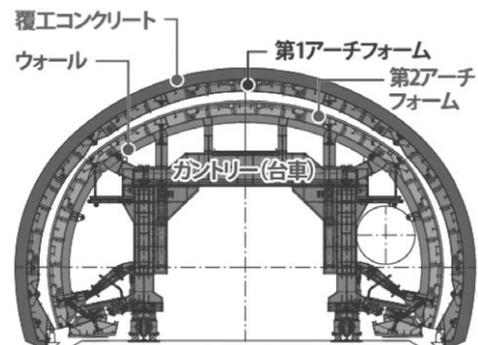
型セントルを設計した。

- ① 存置するアーチフォームの厚みを抑えながらも、打設時とコンクリートの強度が発現するまでの初期養生時に受ける荷重を十分に支持できるように、アーチフォームを受けるガントリー側の接合部を、剛性の高いウォール構造とする。
- ② ウォール全体によってアーチフォームを受ける構造とすることで、ジャッキやターンバックルの脱着箇所を必要最小限とする。
- ③ 存置させるアーチフォームは、単体で自立できる構造とする。

今回開発した新型セントルの概念図を図一3に、構造図を図一4に、全景を写真一1に示す。



図一3 新型セントル施工概念図

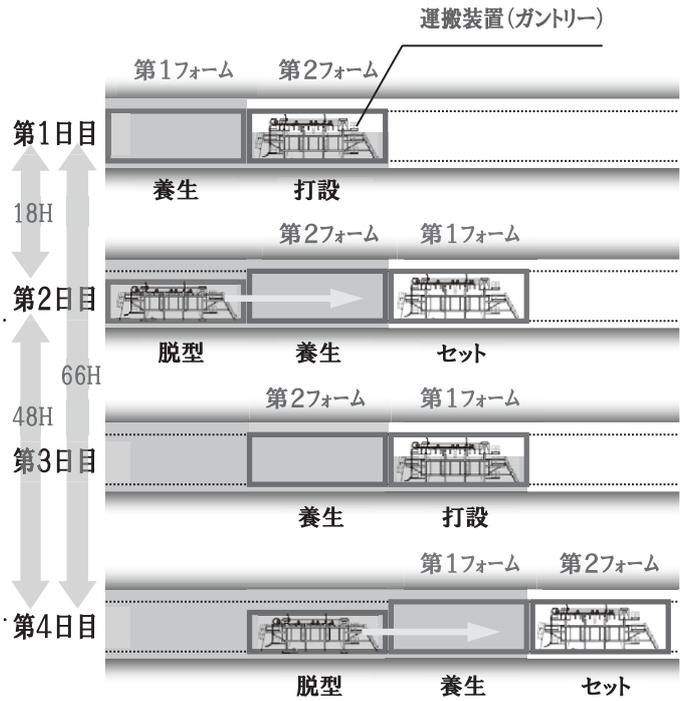


図一4 新型セントル構造図



写真一1 新型セントル全景

- 【第1日目】
第1フォームは養生中。
第2フォームを使用してコンクリートを打設する。
- 【第2日目】
第2フォームと運搬装置（ガントリー）を分離し、
第2フォームはそのままの状態に養生する。
第1フォームをガントリーに接合して縮径し、第2
フォームの下をくぐり抜け、次の打設位置まで前進する。
- 【第3日目】
第2フォームは養生中。
第1フォームを使用してコンクリートを打設する。
- 【第4日目】
第1フォームと運搬装置（ガントリー）を分離し、
第1フォームはそのままの状態に養生する。
第2フォームをガントリーに接合して縮径し、第1
フォームの下をくぐり抜け、次の打設位置まで前進する。



図—5 施工手順

3.2 施工手順

新型セントルを適用した場合の施工手順を図—5に示す。同図のように、1台のガントリーが2台のアーチフォーム間を往來することで、交互に連続した打設が可能となる。また、養生完了部のアーチフォームは、ガントリーと接合後に縮径し、存置されたアーチフォームの内側をくぐり抜ける構造になっている。

4. 現場での施工事例

4.1 岩古谷トンネル（新型セントル1号機）の適用例（普通コンクリート）²⁾

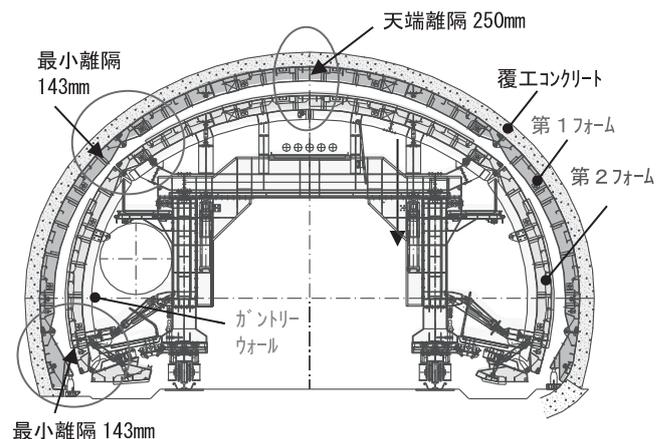
岩古谷トンネルは2車線道路トンネルで、トンネル延長1,287 mの全線に亘って新型セントルを適用した。なお、使用したコンクリートは21-15-40BB（無筋区間）である（写真—2）。

新型セントルの重要な工程となる、くぐり抜けについては、計画上は離隔を確保しているものの、実際の現場にお

ける不確定要素があるなかでスムーズに移動することができるか懸念されていた。

しかし、レールの芯出しを正確に行い、セントル間のクリアランスを確認しながら慎重に行えば、計画どおり問題なく移動することができた。

図—6に計画上でのくぐり抜け時のフォーム離隔を示す。また、移動は打設サイクルに影響を及ぼすことなく、2日に1回の打設サイクルで66時間後脱型を実施することができた。



図—6 計画上のくぐり抜け状況（岩古谷トンネル）



写真—2 施工状況（岩古谷トンネル）

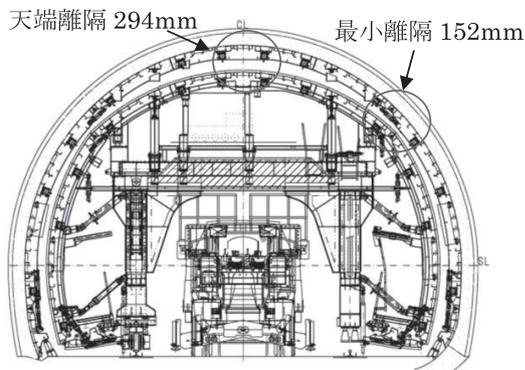
4.2 徳定トンネル（新型セントル2号機）の適用例（中流動コンクリート）³⁾

徳定トンネルは新東名高速道路トンネルで、トンネル延長1,172 m（上り線582 m，下り線590 m）の全線に亘って新型セントルを適用した。使用したコンクリートは単位

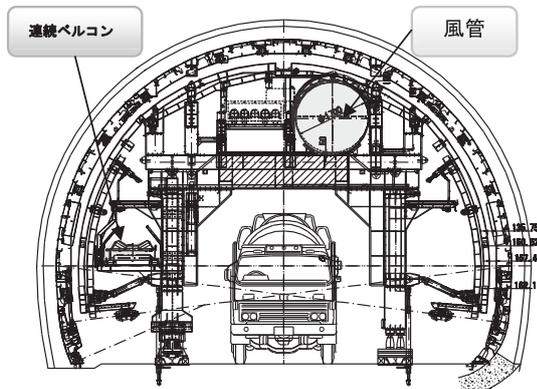
セメント量が 350 kg/m^3 の特殊混和材系中流動コンクリートである。

中流動コンクリートに2号機を適用するにあたり、1号機の普通コンクリートに比べて、側圧が増加することによって各部材が厚くなるのが予想されたため、アーチフォームのくぐり抜け時のクリアランスを十分に確保すべく、1号機の実績を反映した構造の一部変更と、設計条件の精査による部材厚の低減を図った。アーチフォーム移動時の断面を図一7に示すが、この改造によって、側圧が増加しても天端部で約 300 mm、肩部で約 150 mm の離隔が確保できた。

さらに、大口径の風管や連続ベルコンなど仮設備の通過スペースを容易に確保できる設計が可能となった(図一8参照)。



図一7 計画時のくぐり抜け状況(徳定トンネル)



図一8 仮設備配置例

部材厚の低減にあたっては、施工時に各種計測器をセントルに設置して、コンクリートの側圧やフォーム応力および支持ジャッキの軸力を測定した。その結果、フォームに作用した側圧は設計荷重以下に収まっており、中流動コンクリートに対しても、構造上問題がないことを確認した。

表一1に標準的な施工サイクルを示すが、従来と同人数の施工体制で、確実に2日に1回の打設サイクルで66時間後脱型を実施できた。

表一1 標準施工サイクル

セット日	打設日
朝礼・KYK	朝礼・KYK
機型枠解体・ジャッキ解体	ポンプ車セット・配管
ガントリーダウン・移動	コンクリート打設 CIバターン 10.52m/BL 100m ³
フォームキャッチ・ダウン・移動	
ケレン	
セット	
屋組み	
ジャッキ固定 機型枠・差板組立	先行均しCON打設
	打設片付け
	レール移動
片付け	片付け

5. 適用効果の検証

岩古谷トンネル、徳定トンネルでは、適用効果を検証するために様々なデータを取得した。以下にその結果例を示す。

5.1 覆工コンクリートの収縮ひずみ測定結果²⁾

岩古谷トンネルで、天端部のコンクリート内部に、ひずみ計を覆工表面から 10 cm の位置(内側)と 20 cm (外側)の位置 2ヶ所に埋設し、養生時間の差によって生じる覆工内部のひずみの変化量を測定した。図一9に従来の方法により 18 時間で脱型した場合と、新型セントルにより 18 時間でガントリーを外し、66 時間で脱型した場合のひずみの変化量を示す。これによると、18 時間で脱型した場合は、脱型直後に発生した収縮ひずみは外側で約 44μ 、内側で約 51μ 、ひずみが収束に至るまでに外側で約 96μ 、内側で約 133μ の収縮ひずみが発生した。一方で、66 時間で脱型した場合、ガントリーダウン時で両側に約 15μ 、フォームダウン時で約 20μ 、収束時に外側で約 41μ 、内側で約 53μ の収縮ひずみが発生した。

両者を比較した場合、66 時間で脱型した場合のトータルのひずみ量は、18 時間で脱型した場合の約 40% に止まっており、今回開発した新型セントルは、脱型による覆工内部の収縮ひずみを抑制していることが確認できた。特に 18 時間で脱型した場合、自重によるひずみに表面からの水分の蒸発による乾燥収縮ひずみに加わり、内側が漸増傾向を示しているものと推察されるが、66 時間で脱型した場合は、この傾向が見受けられない。すなわち、66 時間型枠を存置することにより、自重の他、温度変化や乾燥に伴う覆工表面の収縮ひずみの発生も抑制されている。

5.2 覆工表面の透気係数測定結果(表層品質改良効果)³⁾

徳定トンネルでは、図一10に示すように断面方向ではアーチ天端とアーチ肩の上部・下部と S.L. 部の 4 箇所、トンネル軸方向では既設側部・中間部・後側部の 3 箇所の計 12 箇所について、18 時間脱型ブロックと、同時期打設の 66 時間脱型ブロックでトレント法により透気係数を測

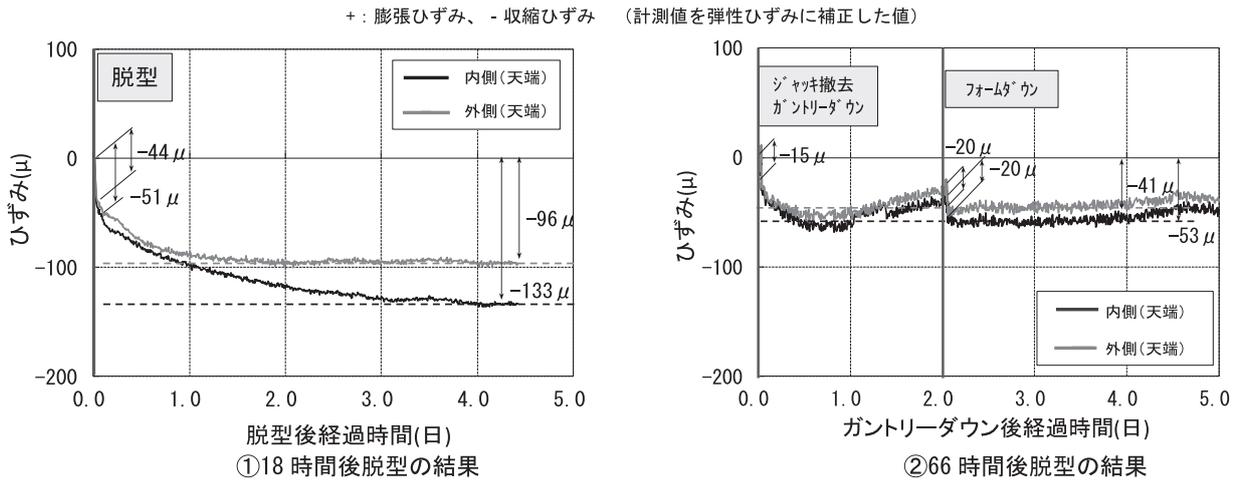


図-9 天端部におけるひずみ増分の測定結果

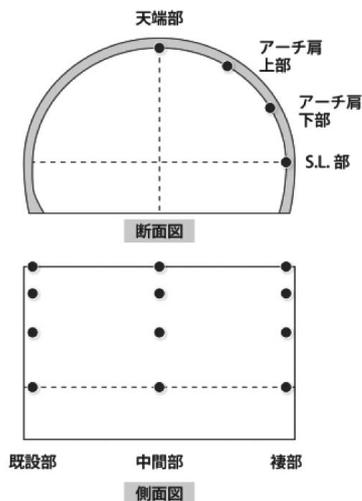


図-10 透気係数測定位置

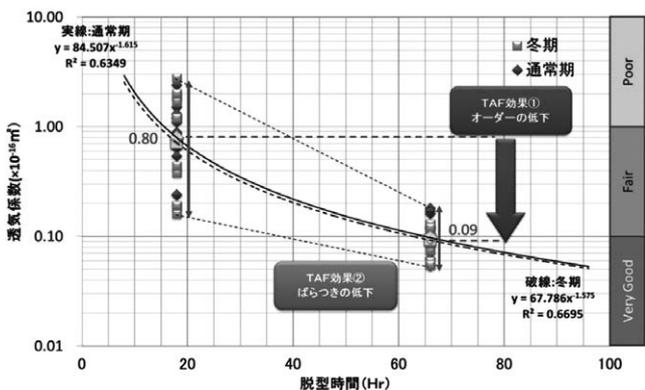


図-11 透気係数測定結果 (徳定トンネル: 打設4週間後)

定し比較した。その結果を図-11に示すが、打設時期にかかわらず、18時間脱型ブロックの透気係数は $0.10 \sim 3.00 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ とばらつきが大きく、対数平均値が $0.80 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ 程度になっている。一方、66時間脱型ブロックは、 $0.05 \sim 0.20 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ とばらつきが小さく、対数平均値は $0.09 \times 10^{-16} \text{ m}^2$ 程度となった。

また、岩古谷トンネルでも同様の測定結果が得られてお

り、普通コンクリート、中流動コンクリートのいずれにおいても、従来の工法により18時間で脱型した場合に対して、新型セントルにより66時間型枠を存置して脱型した場合、透気係数は1オーダー小さい値になり、ばらつきも小さくなることから、覆工表面全体が均等に緻密化されることが確認できた⁴⁾。

5.3 ひび割れ低減効果

表-2および図-12に弊社施工の既往のトンネルとのひび割れ発生率の比較を示す。これによると、従来工法による場合は、竣工時に施工ブロック全体の20~35%に亘ってひび割れが発生しているが、岩古谷トンネルや徳定トンネルでは2~6%に止まっており、新型セントルによるひ

表-2 ひび割れ発生率の比較

トンネル名	竣工時期	施工BL数	ひび割れ発生BL数	発生率 (%)
Sトンネル (従来)	2007.03	134	48	36
Tトンネル (従来)	2011.03	120	25	21
岩古谷トンネル	2014.03	126	7	6
徳定トンネル	施工中	53	1	2

※徳定トンネルのインバート拘束ひび割れは除く

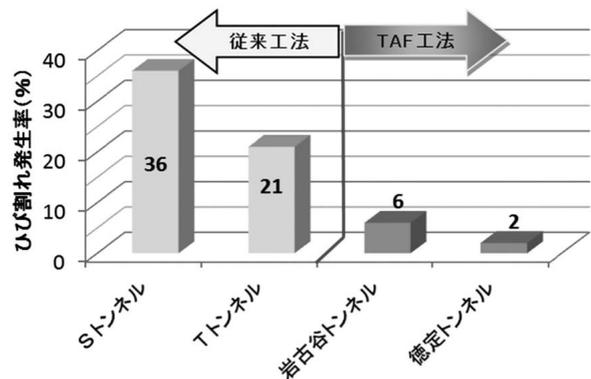


図-12 ひび割れ発生率の比較図

び割れ低減効果が明確に表れている⁵⁾。

5.4 新型テレスコピックセントルの効果

これまでに新型セントルが適用された2工事での施工実績の一部を上記に述べたが、得られた知見から適用効果をまとめると以下のとおりである。

水和反応のピークが過ぎた後まで型枠による養生期間が確保できることにより、

- ①材齢初期の収縮ひずみ量が40%程度に抑制される。
- ②使用するコンクリートの種別にかかわらず覆工表面の緻密化が図れる。
- ③初期のひび割れ発生率は1/5～1/10程度まで低減される。

これらによって覆工コンクリートの長期耐久性が向上する。

6. 今後の展開

今回開発した新型テレスコピックセントルの施工実績を検証した結果、従来と同人数の施工体制と2日に1回の打設サイクルを変えることなく、66時間型枠を存置して養生時間を確保することにより、覆工コンクリートの品質が格段に向上することが確認された。

今後、岩古谷トンネル及び徳定トンネルでのひび割れの追跡調査と併せて、徳定トンネルにおけるひずみ測定結果に基づき解析的な検討も実施し、ひび割れ低減効果と長期耐久性向上効果の検証を継続して実施していく予定であ

る。

なお、新型テレスコピックセントルの3号機と4号機を本年度中に次工事に導入する予定である。連続バルコンとの組み合わせとなる初めての現場として作業性、施工性についても検証を行い、より適用性を拡大していく所存である。さらに、今後、適用現場が増加するに伴って、コスト低減が可能となるため、積極的に展開を図っていきたいと考える。

《参考文献》

- 1) 近藤啓二・西岡和則・坂井吾郎・安齋勝：土木学会 第68回年次学術講演会, VI-424, 土木学会, 2013
- 2) 竹市篤史・日野博之・西岡和則・手塚康成：JTA 第73回施工体験発表会(山岳), 2014
- 3) 間井博行・橋爪智・居川圭太・金子恵一：トンネルと地下 9月 土木工学社, 2014
- 4) 金子恵一・川崎雄太・坂井吾郎・佐藤崇洋：土木学会 第69回年次学術講演会, VI-065, 土木学会, 2014
- 5) 西岡和則・手塚康成：臨床トンネル工学 平成26年度最新トンネル技術講演会 NPO法人臨床トンネル工学研究所, 2014

重永 晃洋

鹿島建設(株)機械部

西岡 和則

鹿島建設(株)土木管理本部

手塚 康成

鹿島建設(株)土木管理本部

お断り

このJCMA報告は、建設施工と建設機械シンポジウムにて論文賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。



傷んだアスファルト舗装を簡易に補修する工法機械の開発

越村 聡介・平野 晃・田中 純

1. はじめに

近年、建設業界は、公共事業の復調や2020年の東京五輪を見据えたインフラ整備等に伴い、政府の建設投資額は増加傾向にあり、回復基調を示しているが、その一方で、労務費や資材費の高騰が業界の懸念材料となっている。そのような状況の中で、道路建設工事においては、工事コスト縮減や、地球環境への配慮等、社会的要求事項への対応も求められている。

このような状況下において、今後、将来的には新設道路の建設は減少し、維持修繕工事が増加することが予測されることから、効果的かつ効率的な維持修繕技術が求められている。

大成ロテック(株)では、その解決策として、従来の路上表層再生技術(サーフェイスリサイクリング工法)を更に簡素化し、既設舗装路面を再生する低コスト路面維持工法である『ヒートリフレッシュ工法』を提案し、専用の施工機械を開発した。本稿では、ヒートリフレッシュ工法の概要および専用機の特徴を示すと共に、その導入事例について報告する。

2. ヒートリフレッシュ工法の概要

ヒートリフレッシュ工法は、パッチングや段差、老朽化で傷んだアスファルト舗装面を簡易的に修繕する工法で、専用施工機を使用し、既設舗装路面を加熱、深さ10mm程度掻きほぐし、厚さ20mm程度の新規アスファルト混合物を路面表層部にリペーパーする薄層オーバーレイ工法である。施工イメージを図-1に示す。

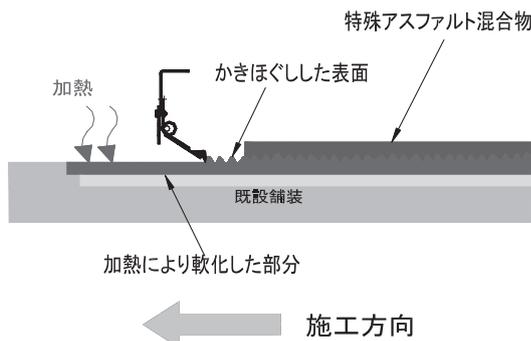


図-1 施工イメージ

ヒートリフレッシュ工法の特徴を下記に示す。

1) 品質の確保

加熱して掻きほぐした既設路面と新規混合物を一体化させることで、接着剤(タックコート)を使用せずに切削オーバーレイ工法と同等以上の接着強度を持った舗装路面を再生することが可能である。

図-2に引張り強度、図-3にせん断強度試験の結果例を示す。

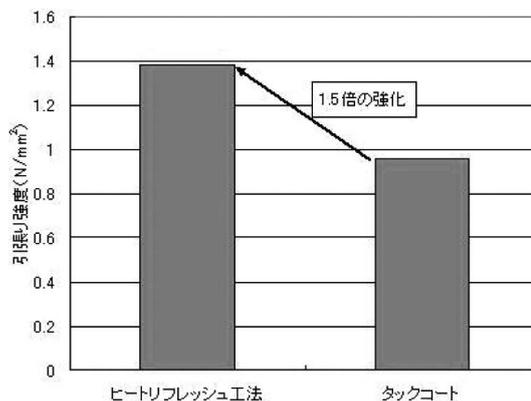


図-2 引張り強度試験結果例(当社比)

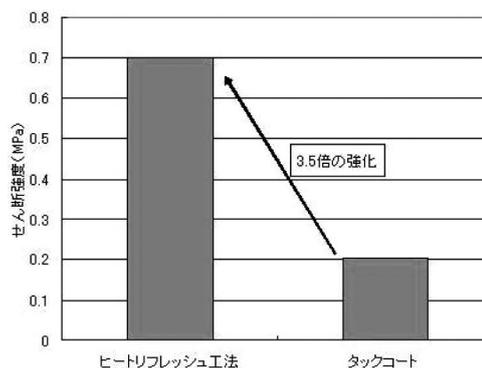


図-3 せん断強度試験結果例(当社比)

2) 工期短縮

接着剤散布工等の作業工程が省略され、工期の短縮及び、早期交通開放が期待できる。

3) 機械編成の簡素化

切削オーバーレイ工法及び、ヒートリフレッシュ工法の施工機械編成比較を図-4に示す。専用施工機を使用することで、①既設路面の加熱、②掻きほぐし、③アスファ

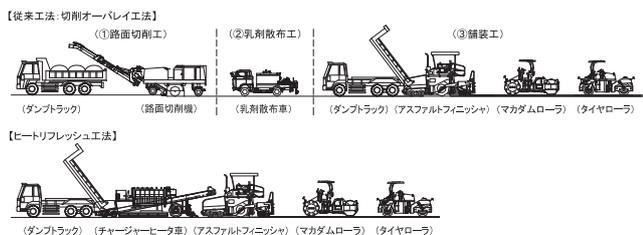


図-4 機械施工編成図比較

ルトフィニッシャーへの新規合材の供給を1台で行うことで、切削オーバーレイ工法と比較して、施工機械編成の簡素化できる。

4) 施工コスト縮減

施工コストの試算結果を図-5に示す。施工コストは、施工場所を関東とし、1日のみの施工で、日施工量を2,000 m²として試算した。前述した作業工程の短縮や機械編成の簡素化による燃料費、回送費等がコストダウンされ、施工コストは、従来の30 mmの切削オーバーレイとの比で約30%、40 mmの切削オーバーレイでは、約45%縮減できる(当社比)。

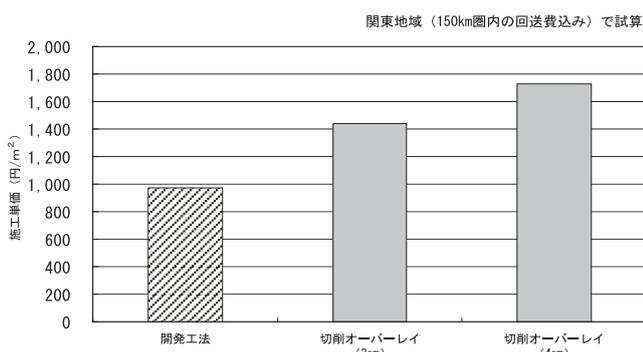


図-5 施工コストの試算結果(当社比)

5) 環境負荷低減効果

当該工法では、切削機による路面切削を伴わないため、切削廃材が発生しない。また、路面切削に伴う廃材運搬車両から排出されるCO₂も削減される。

CO₂排出量の試算結果を図-6に示す。試算条件は、幅員3.25 m、2車線、延長200 m、面積1,300 m²で、結果は、100 m²あたりのCO₂排出量とした。当該工法のCO₂排出量は、従来の30 mmの切削オーバーレイとの比で約20%、40 mmの切削オーバーレイでは、約35%の低減効果が見込まれる(当社比)。

3. 専用機の開発

3.1 機械概要

ヒートリフレッシュ工法の専用施工機として、従来、路上表層再生工法で使用していたチャージャーヒータ車をベースマシンとして開発を行った。

チャージャーヒータ車は、『ダンプトラックから表層用ア

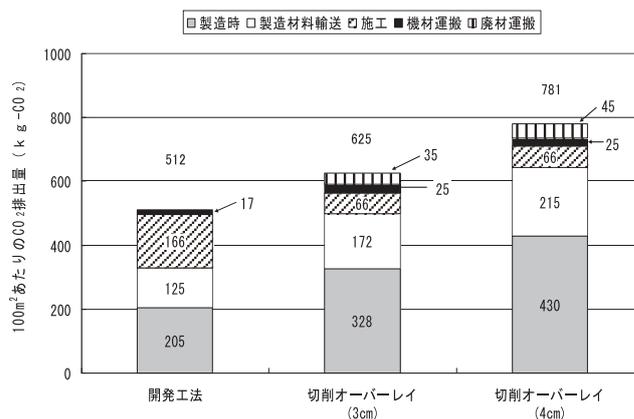


図-6 CO₂排出量試算結果(当社比)

スファルト混合物を受け、後方のアスファルトフィニッシャーに供給する機能』と『路面を加熱する機能』および『加熱路面を掻きほぐす機能』の3つの機能を有する機械である。機械の主要諸元を表-1に、機械全景を写真-1に示す。

表-1 主要諸元

寸法	全長	10,449 mm
	全幅	2,480 ~ 4,000 mm
	全高	2,648 mm
車両重量	21,790 kg	
施工幅員	2,480 ~ 4,000 mm	
加熱装置	加熱方式	赤外線輻射方式
	加熱能力	5,986 MJ/h
	加熱燃料	LPG

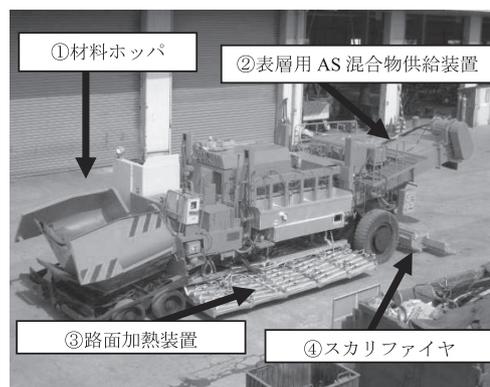


写真-1 チャージャーヒータ車全景

1) 表層用アスファルト混合物供給装置

ダンプトラックで運搬された混合物を、専用施工機の材料ホッパーで受け、後方に配置したアスファルトフィニッシャーに材料供給する。

2) 路面加熱装置

LPG式赤外線ヒータをパネル状に配列し、最大約6,000 MJ/hの加熱能力を有する。ヒータパネルの昇降機能及び、燃焼制御によって、最適な路面加熱を確保する。又、ヒータパネルの増設により、最大幅員4.0 mまで対応可能である。

3) 掻きほぐし装置 (スカリファイヤ)

切削機用超硬ビットを水平方向に 50 mm 等間隔で配列し、各々のビットがスプリングの反発機能によって独立して路面に作用する。スプリングの反発力によって、ビットを路面に食い込ませることで、路面形状に追従して一定の掻きほぐしが確保され、また、路面の既設マンホール等も、ビットが跳ねのけることで、ビットを損傷させること無く、連続的掻きほぐしが実施可能である。スカリファイヤの施工状況を写真一2に、マンホール部の施工状況を写真一3に示す。



写真一2 スカリファイヤ施工状況



写真一3 マンホール部施工状況

表一2 工事概要

場所	静岡県湖西市 (国道)
施工月	平成 23 年 6 月
規模	400 m ² (幅員 3.3 m × 延長 60 m × 2 車線)
上層混合物	5 mm Top 改質 II 型混合物 (t = 20 mm)
交通量区分	N5 交通

表一3 既設舗装の路面状況

	平坦性 (mm)	わだち掘れ量 最大 (mm)	FWD による D ₀ たわみ量 最大 (μm)	ひび割れ率 (%)
上り車線	3.99	23	414	20.3
下り車線	2.14	14	392	1.1



写真一4 路面状況



写真一5 施工状況

3.2 施工事例

平成 23 年度から、現場にて供用を開始し、当該機による総施工面積は、約 8,000 m² である。

下記に、施工事例を紹介する。

3.2.1 工事概要

工事概要を表一2に示す。

既設舗装の路面状況を表一3に、路面状況の一例を写真一4に示す。

工事対象となる路面の FWD による調査結果は、D₀ たわみ量 = max414 (μm)、わだち掘れ量 = max23 (mm)。また、ひび割れ率 = 20.3 (%) であった。

3.2.2 施工

施工は、当該機で、路面加熱・掻きほぐしを行い、アス

ファルトフィニッシャーにて新規アスファルト混合物を 20 mm 敷き均し後、マカダムローラ及びタイヤローラにより転圧を行った。施工状況を写真一5に示す。

3.2.3 施工結果

施工前後の路面状況を写真一6に示す。

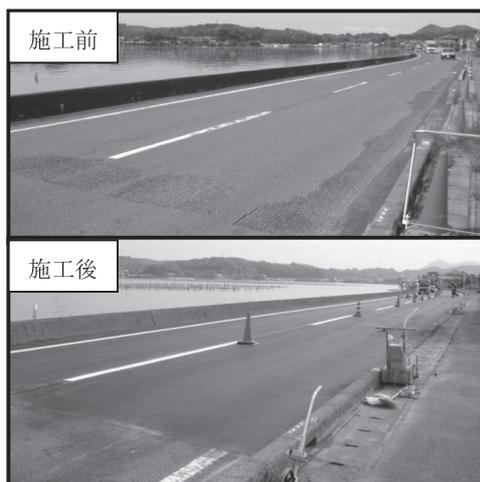
表一4に、修繕後の路面性状結果を示す。

既設舗装は、経年劣化による路面の荒れや、ひび割れ及び、わだち掘れが発生していたが、施工後の平坦性は、σ = 1.5 (mm)、わだち掘れ量は、1.8 (mm) に修復され、舗装体として機能復元及び、走行性の回復を図ることができた。

4. 新型専用施工機の開発

4.1 開発経緯

3 項までに記述した様に、ヒートリフレッシュ工法は、



写真—6 施工前後の路面比較

表—4 修繕後の路面性状結果

平坦性 (mm)	わだち掘れ量 最大 (mm)	すべり抵抗 (BPN)
1.48	1.6	62
1.54	1.9	64

加熱掻きほぐした既設路面に、逸早く新規アスファルト混合物をオーバーレイすることが、新旧の材料接合性を強靱とし、品質確保の上で、重要な要素となる。特に冬季施工や寒冷地での施工に際しては、路面の加熱掻きほぐし後にタイムラグ無く、直近で新規アスファルト混合物を敷き均すことがより理想的な施工法となる。この点に着目し、初期型の専用施工機にアスファルト混合物の敷均し機能（以下、スクリード装置と記す）を装備した新型専用施工機（2号機）の開発製作を実施した。

4.2 機械概要

新型機の開発コンセプトは、不稼働機械を流用し、開発に関わる初期投資額を抑え、機械使用料を安価とすることで施工コストに反映することを目的とした。また、路面の加熱・掻きほぐし～アスファルト混合物の敷均しまでの作業工程を一台の機械にオールイン化することで、施工に関わる機械経費を低減させた。

新型機は、路上表層再生工法で使用していたリミキサ車をベースマシンとして開発を実施した。

当該機は、①材料ホッパ、②材料搬送装置、③路面加熱用ヒータ装置、④路面掻きほぐし装置（スカリファイヤ）、⑤材料敷均し装置（スクリード）を備える。当該機の主要諸元を表—5に、新型専用施工機の全景を写真—7に示す。

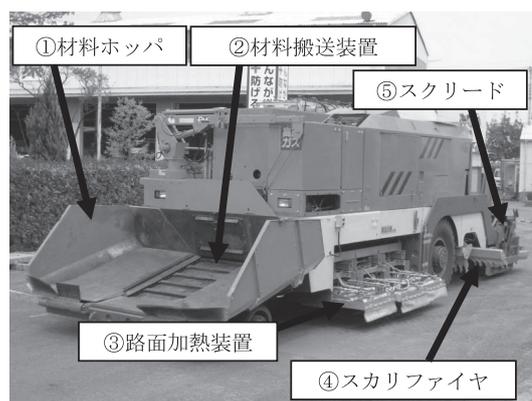
4.3 機械装置概要（特徴）

1) 路面加熱用ヒータ装置

ハイカロリータイプのLPG式赤外線ヒータ（従来比の2倍相当の熱量）を採用して、装置の収納スペースをコンパクト化すると共に、加熱性能を向上させた。また、火気

表—5 主要諸元

寸法	全長	9,781 mm
	全幅	2,490 ~ 3,990 mm
	全高	2,807 mm
車両重量	21,800 kg	
施工幅員	2,500 ~ 4,000 mm	
加熱装置	加熱方式	近赤外線輻射方式
	加熱能力	5,567 MJ/h
	加熱燃料	LPG



写真—7 新型専用施工機の全景

取扱の安全確保及び、操作性向上を目的として、小型無線リモコンでの遠隔操作による自動ヒータ制御方式（自動着火・燃焼量制御）を採用した。

2) スカリファイヤ

初期型機と同様の、加圧スプリング式掻きほぐし装置を採用した。

3) スクリード装置

汎用のアスファルトフィニッシャーで実績のある伸縮式のタンパ・バイブレータ型スクリード（伸縮式TVスクリード）を採用し、舗装幅員W=2.5~4.0mの舗装が可能である。

4.4 新型専用施工機械の導入効果

新型専用施工機の現場導入効果を下記に示す。

1) 安全性の向上

新型機の導入により、『新規混合物の受入れ搬送・路面の加熱掻きほぐし・新規混合物の敷均し』の一連作業が、1台で完了するので、更に機械編成が簡素化され、重機同士及び、作業員との接触事故（挟まれ）等の危険リスクが大幅に低減し、安全性の向上が期待できる。

2) 品質の確保

当該機を使用した掻きほぐし及び、敷均し状況を写真—8に示す。路面の加熱掻きほぐし及び、材料敷均しまでの作業工程を一元化することで、路面の加熱掻きほぐし後、車両が停止しない限り、1分間程度で材料敷均し（転圧作業を除く）が完了する。このため、温度低下を最小限に止

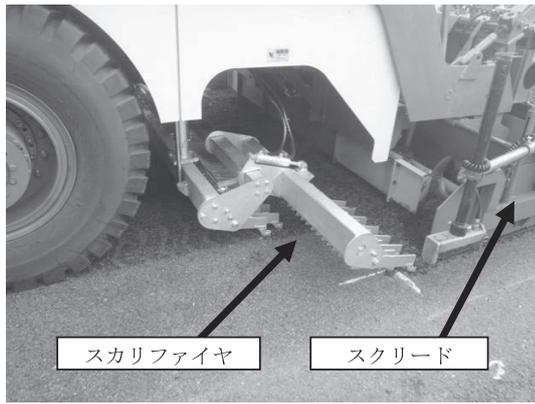


写真-8 掻きほぐし・敷均し状況

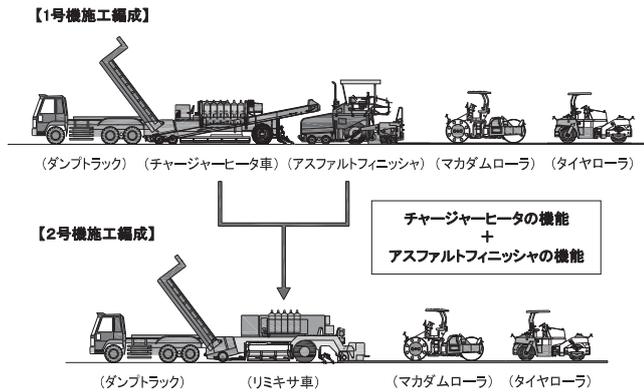


図-7 機械編成図

めた状態での材料接合が可能となり、熱放出が速い薄層舗装体であっても、既設舗装体との一体化が確保される。

3) 機械編成の簡素化

図-7に施工機械編成図を示す。

4) 更なる施工コスト削減

施工コストは、アスファルトフィニッシャーに関わる輸送費、燃料費、機械使用料が削減され、低施工コストでの工事を提供できる。

4.5 施工事例

埼玉県鴻巣市の市道において、新型機による道路修繕工事を実施した。以下に施工事例を示す。

4.5.1 工事概要

工事概要を表-6に示す。

既設舗装の路面状況を表-7に、路面状況の一例を写真-9に示す。平坦性は乗り心地を評価するIRIで測定を行った。既設舗装は亀甲状ひび割れの他、度重なる部分補修(パッチング)、複数のポットホールもあり、舗装表層部の損傷が著しく進行している路線であった。

4.5.2 施工

当該施工では、冬季施工であったことや、バス路線のため交通規制に大幅な制約があったことから、施工時間の短縮及び機械編成のコンパクト化を図るため、新型施工機を選定し、施工を実施した。施工状況を写真-10に示す。

表-6 工事概要

場所	埼玉県鴻巣市(市道)
施工月	平成25年11月
規模	1,250 m ² (幅員2.6m × 延長240m × 2車線)
上層混合物	5mmTop改質II型混合物 (t = 20mm)

表-7 既設舗装の路面状況

	平坦性 (mm/m)	わだち掘れ量 平均 (mm)	ひび割れ率 (%)
上り車線	2.73	6.7	45.5
下り車線	3.90	11.9	24.6



写真-9 路面状況(修繕前)



写真-10 施工状況写真

4.5.3 施工結果

修繕後の舗装路面性状を表-8に、施工後の状況を写真-11に示す。

修繕後の平坦性測定結果 (IRI) $\sigma = 1.6$ (mm/m)、わだち掘れ量 = 2.6 (mm) に修繕され、舗装体として機能復元及び、走行性の回復を図ることができた。

その後の追跡調査の結果として、現在に至るまで、ひび割れ等の発生もなく健全な道路として供用している。

5. まとめ

本稿では、簡易な舗装修繕工法として、ヒートリフレッシュ工法を提言し、専用施工機の開発及び、現場導入並びに施工結果に至るまでを報告した。実績として得られた結

表一八 修繕後の路面性状結果

	平坦性 (mm)	わだち掘れ量 最大 (mm)
上り車線	1.68	2.6
下り車線	1.62	2.7



写真一十一 路面状況（修繕後）

果を以下にまとめる。

- ①ヒートリフレッシュ工法の適用により、加熱して掻きほぐした既設路面と新規混合物を一体化させることで、接着剤（タックコート）を使用せずに切削オーバーレイ工法と同等以上の接着強度を持った舗装路面を再生することが可能である。また、新型機を使用した場合、路面加熱と新規混合物の敷き均しまでの間隔が短くなることで、加熱部の温度低下が減少し、更に確実な付着強度を確保することが可能となった。
- ②施工コストの試算結果として、関東地域での施工1日を想定した工事において、従来の切削オーバーレイ工（厚さ30mm）との比較で約30%、切削オーバーレイ工（厚さ40mm）では、約45%の施工コスト縮減が期待できる。また、新型機を導入した場合には、更に10%の施工コスト縮減が可能となる（当社比）。
- ③CO₂排出量の試算結果として、従来の切削オーバーレイ工（厚さ30mm）との比較で約20%、切削オーバーレイ工（厚さ40mm）では、約35%の低減効果が期待できる。また、新型機を導入した場合には、更に約20%削減が可能となる（当社比）。
- ④ヒートリフレッシュ工法を適用することで、低コストで、傷んだ道路の舗装機能の復元及び、走行性の回復を図ることが可能となる。また、道路の損傷程度が軽い時期に当該

工法を適用することで、高コストな大規模維持修繕工事を適用せずとも予防保全に寄与し、道路延命が期待される。

- ⑤新型施工機の開発導入により、当該工法に適用する施工機械が省力化され、それに伴う、機械経費（使用料・回送費・燃料費等）・運転員の人件費が削減となり、更なる施工コストの低減が期待できる。

6. 今後の課題

今後の課題を以下に示す。

1) 施工データの蓄積

特に新型機に関しては、導入事例が少なく、今後も積極的な現場への導入を図り、施工データの蓄積が必要である。

2) 冬期施工時の施工方法の確立

冬期の施工時は、路面加熱後の著しい温度低下が予想される。施工規模やコストを勘案し、予備加熱の実施等の施工方法を検討する必要がある。

3) 機械の大型化による安全対策

複数の機構を装備したため、機械が大型化した。そのため、死角となる部分が多く、作業の安全性を確保するための対策が必要である。

7. おわりに

傷んだアスファルト舗装を簡易に補修するヒートリフレッシュ工法は、廉価でCO₂排出量も少なく、切削による廃材等の発生もない、環境に優しい工法である。

当該工法が、今後の維持修繕等、道路管理業務の一助となるよう、普及活動に努めていくと共に、今後も、地球環境へ配慮した技術・機械の開発に注力していく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 紺野 路登・水野 孝浩・中塚 将志・関口 峰：簡易な路上再生機を用いた補修工法の開発と効果の検証、第17回舗装に関する懸賞論文、pp.50～56、2011

越村 聡介

大成ロテック(株) 事業本部 機械部

平野 晃

大成ロテック(株) 東北支社 工事部 機械担当

田中 純

大成ロテック(株) 事業本部 機械部

お断り

このJICMA報告は、建設施工と建設機械シンポジウムにて論文賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。

部 会 報 告

除雪機械の変遷（その7） 除雪トラック（3）

機械部会 除雪機械技術委員会

3-4-4 昭和60年代

昭和60年, (株)協和機械製作所において, 除雪トラック用Uプラウが開発された。これは, 交差点などの除雪に便利なようプラウの両端部が前方に折れ曲がる機能を有したプラウである。



写真 3-69 除雪トラック用Uプラウ 昭和60年

昭和59年から60年, 東京航空局の依頼により, (株)協和機械製作所において, 除雪の高速化を図るため空港滑走路用大型プラウの試作・試験が実施された。

昭和61年, (株)協和機械製作所において, 除雪幅4.5mの空港用ワンウェイプラウが開発され東京航空局に納入された。これは, 全幅60mの滑走路を8列雁行状態で往復直進除雪が可能で, 旋回除雪時には除雪幅維持のため車両のステアリング角度に連動して推進角度が可変するものであった。



写真 3-70 空港用ワンウェイプラウ 昭和61年

同年, 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所と岩崎工業(株)により進行角可変プラウが開発され, ワンウェイプラウ除雪効率とアングリングプラウの汎用性を兼ね備えた性能により, 除雪作業の効率化に大きく寄与した。

昭和63年から平成2年に, 北海道開発局の指導の下, (株)協和機械製作所において, 効率的な除雪を図るため, 曲面可変軟体プラウが開発された。プラウの曲面形状

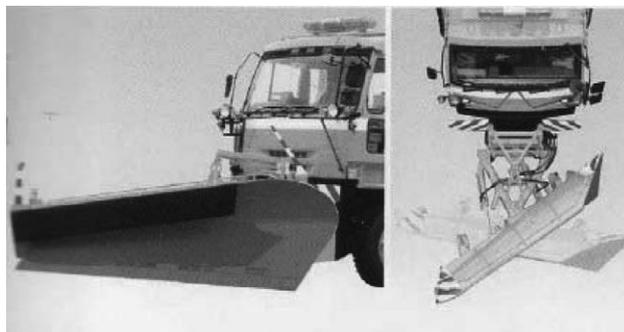


写真 3-71 進行角可変プラウ 昭和61年

を自由自在に変形させることにより, 除雪速度を落とさずに投雪方向, 投雪距離, 投雪高さをコントロールし, 作業効率を高めるものであった。

昭和62年, 北海道開発局の依頼により, (株)協和機械製作所において, 10t級6×6B・B-D型除雪トラックに架装する路面整正兼用センタ形プラウが開発された。これは, 新雪除雪と路面整正の2工程の作業を1装置1工程で行うことができ除雪装置の効率化を高めるものである。

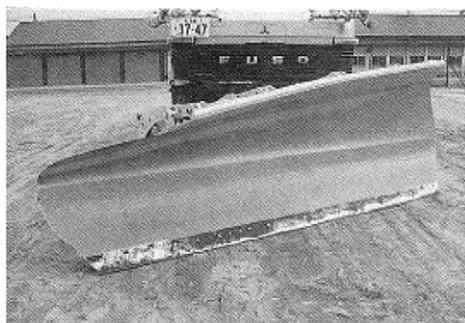


写真 3-72 曲面可変軟体プラウ（試作3号機）平成2年⁹⁾

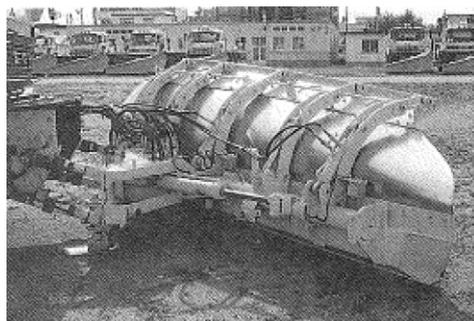


写真 3-73 曲面可変軟体プラウ（試作3号機）の後面⁹⁾

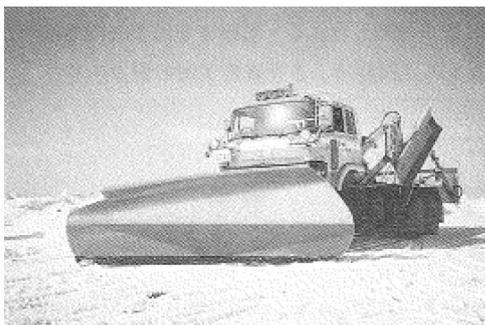


写真 3-74 曲面可変軟体ブラウ（左排雪ワンウェイ形）⁹⁾

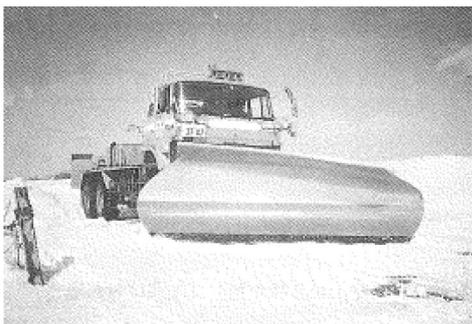


写真 3-75 曲面可変軟体ブラウ（右排雪ワンウェイ形）⁹⁾



写真 3-76 曲面可変軟体ブラウ（左排雪アングリング形）⁹⁾



写真 3-77 曲面可変軟体ブラウ（右排雪アングリング形）⁹⁾

3-4-5 平成年間（平成元年～19年）

平成元年、北海道開発局の依頼により、(株)協和機械製作所において、10t級6×6B・B-D型除雪トラックに架装する路面整正兼用フロント形ブラウが開発された。

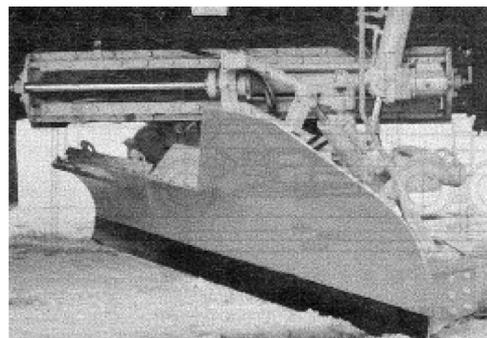


写真 3-78 路面整正兼用センタ形ブラウ 昭和62年¹¹⁾

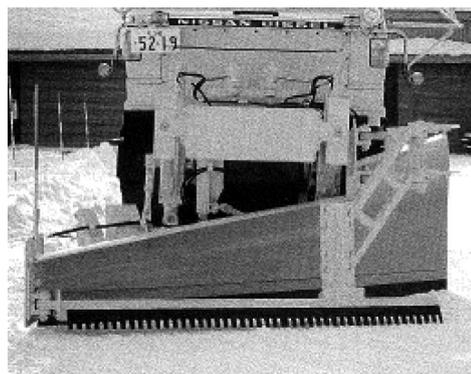


写真 3-79 路面整正兼用フロント形ブラウ（正面）平成元年⁸⁾

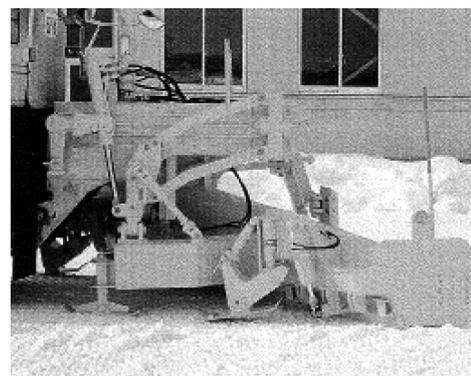


写真 3-80 路面整正兼用フロント形ブラウ（側面）平成元年⁸⁾

昭和62年から北海道開発局において、新雪除雪・路面整正同時施工装置の開発・調査試験が実施された。昭和62年の路面整正兼用センタ形ブラウは、投雪翼により投雪距離の調整が可能であったが、試験の結果、投雪性能的に不利で、B・B-D車両の特性を活かしきれないとの結論となった。

平成元年の路面整正兼用フロント形ブラウは、エッジ反転式切削角調整機能を備えており、投雪性能を損ねることなく切削角調整が可能で、櫛刃付アタッチメント、食い込み防止用シューや振動防止用アキュムレータにより作業の安定性向上が図られていたが、除雪作業時の振動が懸案となり、実用化には至らなかった。

平成2年、北海道開発局の依頼により、(株)協和機械製作所において、アングリングブラウ用シャープピンレ

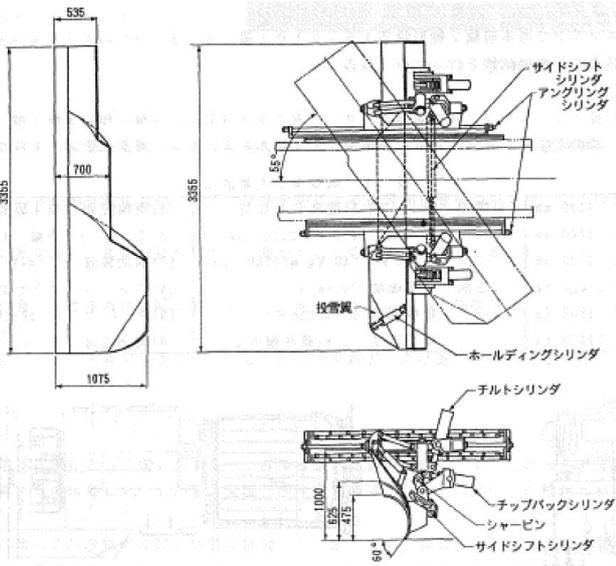


図 3-1 路面整正兼用センタ形ブラウ 昭和 62 年¹¹⁾

ス安全装置が開発された。

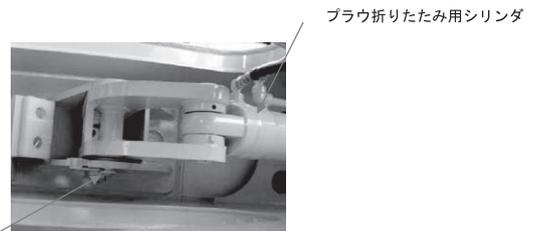
同年、日本道路公団の依頼により、(株)協和機械製作所において、薬剤散布除雪車用ワンウェイブラウ及びブラウワンタッチ着脱装置が開発された。

平成 3 年、日本道路公団の依頼により、(株)協和機械製作所において、回送幅狭小化機能付の除雪幅 4.2 m ワンウェイブラウが開発された。

平成 3 年、日本道路公団の依頼により、(株)協和機械製作所において開発された、回送幅狭小化機能付の除雪幅 4.2 m ワンウェイブラウの安全装置は、シャーピンが切断すると右折りたたみブラウが後方に旋回する方式であった。



写真 3-81 回送幅狭小化機能付ワンウェイブラウ 平成 3 年



シャーピン

写真 3-82 回送幅狭小化機能付ワンウェイブラウのシャーピン式安全装置 平成 3 年

平成 9 年、北海道開発局の依頼により、(株)協和機械製作所において、暫定一車線区間の除雪に対応するため除雪幅 3.2 ~ 4.5 m 連続可変形ワンウェイブラウが開発された。これは、2 枚のブラウを油圧シリンダでスライドさせて除雪幅を変えるものであった。

平成 11 年、(株)協和機械製作所において、最小除雪幅及び回送幅が 2.5 m で通行時間の制約なしに回送及び日中除雪作業が可能な、2 ステージ形マルチブラウ

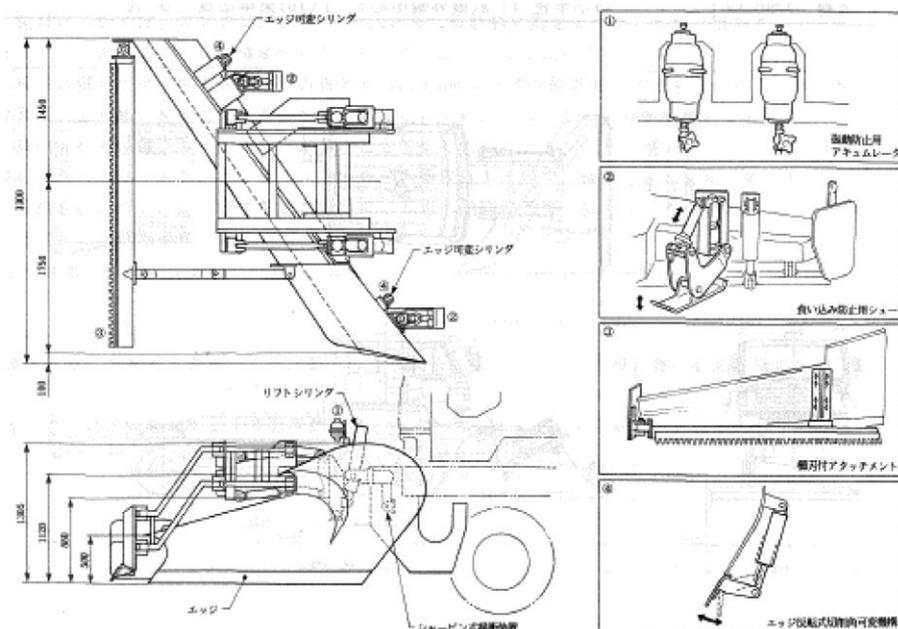


図 3-2 路面整正兼用フロント形ブラウ 平成元年⁸⁾



写真 3-83 除雪幅連続可変形ワンウェイプラウ 平成 9 年

が開発された。これは、ワンウェイプラウと同等の投雪性能を持ち、左右両プラウをサイドシフトすることにより最大除雪幅を 3.2m まで広げることができ、左プラウを前側にフォールディング（抱え込み）することにより投雪距離の調節や、交差点など排雪できない箇所での前送り抱え込み作業が可能であった。

平成 15 年、東京航空局の依頼により、(株)協和機械製作所において、全幅 60m の滑走路を 10 列雁行状態で一方向除雪が可能な、除雪幅 6.5m (回送幅 3.95m) の空港用高性能プラウが開発された。



写真 3-84 2 ステージ形マルチプラウ 平成 11 年

平成 19 年に、(株)協和機械製作所において、プラウ折りたたみ部のシャープレス安全装置が開発され、3 分割折りたたみ式回送時プラウ幅狭小化アングリングプラウに採用し、東日本高速道路(株)に納入された。



写真 3-85 空港用高性能プラウ 平成 15 年

シャープレス安全装置

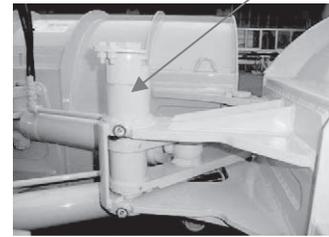


写真 3-86 プラウ折り畳み部のシャープレス安全装置 平成 19 年

3-5 トラックグレーダの変遷（昭和 39 年～平成 17 年）

トラックグレーダは、圧雪除去を除雪トラックで行うために最初北海道開発局によって開発された。その後、幾多の試験調査により改良され、今日（平成 25 年現在）では、除雪トラックの標準装備となるほどに普及している。除雪グレーダと異なり、オペレータは、除雪状況を直接目視できないが、押し付け力の自動制御装置が開発され、操作の見える化、高度化が図られている。以下に、トラックグレーダの変遷を年代順に述べる。

昭和 39 年、北海道開発局指導の下、協和製作所^(注14)においてトラックグレーダ試作 1 号機が製作され、10t ダンプトラック日野 Z C 43 型に架装された（油圧ホイスト直動昇降、手動アングリング式でブレードの切削角は固定式であった）。

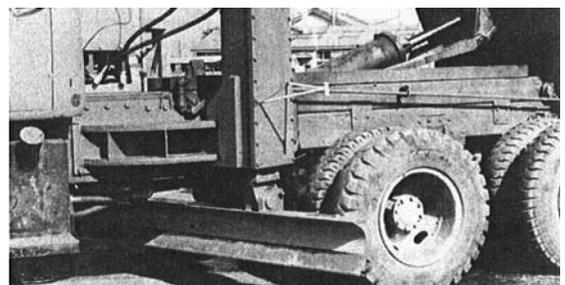


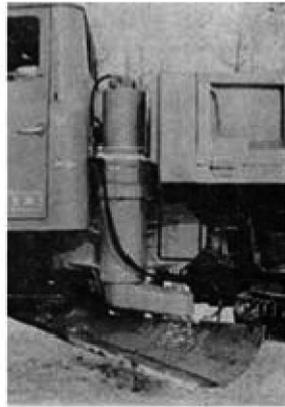
写真 3-87 除雪トラック用路面整正装置第 1 号機 北海道開発局 昭和 39 年¹⁾

昭和 40 年、北海道開発局指導の下、協和製作所^(注14)においてトラックグレーダ試作 2 号機が 2 台製作され、V プラウ試作機とともに 7t ダンプトラック日野 Z H 12 型に架装された（このトラックグレーダは、油圧ホイスト直動昇降、回送時ブレード前方反転式、油圧アングリング式だが荷台と運転台の間隙を利用して設置されているので、動作が限定された）。

昭和 41 年、北海道開発局指導の下、協和製作所^(注14)において、トラックグレーダ試作 3 号機が 2 台製作され、7t ダンプトラック日野 Z H 12 型に架装された。これは、平行リンク式、油圧シリンダ昇降、油圧アン



作業姿勢



回送姿勢

写真 3-88 除雪トラック用路面整正装置第 2 号機 北海道開発局
昭和 40 年¹⁾

写真 3-89 平行リンク式、油圧アングリング式 北海道開発局 昭和 41 年

グリング式、回送時ブレード前方反転式であった。平行リンク式としたことで、装置がコンパクトになり、支持機構全体がフレームの補強を兼ねる構造となっている。

昭和 42 年、(株)協和機械製作所（旧協和製作所から改組）において、トラックグレーダ 3 号機の構成部品の形状・材質などを一部変更した量産機が 7 台製作され、7t ダンプトラックに架装され、北海道開発局に納入された（平行リンク式、油圧シリンダ昇降、油圧アングリング式で現在のアングリング式トラックグレーダの標準懸架機構である）。

昭和 43 年、(株)協和機械製作所において、排雪方向が、固定されている固定式（以下固定式と表記）トラックグレーダが開発され、7t ダンプトラック、10t ダンプトラックに架装され、北海道開発局に納入された（平行リンク式、油圧シリンダ昇降、排雪方向固定式で現在の固定式トラックグレーダの標準懸架機構である）。トラックグレーダは郊外の直線道路の路面整正に重点をおいて使用されるため、固定式が標準となっている。

昭和 49 年に(株)協和機械製作所において、高速道路用大型ブレードアングリング式トラックグレーダが開発された。

昭和 51 年に(株)協和機械製作所において、作業幅大・回送幅狭小を目的としたブレード左端折りたたみ・



写真 3-90 平行リンク式、排雪方向固定式 協和機械製作所 昭和 43 年

写真 3-91 高速道路用大型ブレードアングリング式トラックグレーダ
昭和 49 年写真 3-92 ブレード左端折りたたみ・アングリング式トラックグレーダ
昭和 51 年

アングリング式トラックグレーダが開発された。

同年に(株)協和機械製作所において、切削角調整が可能な後方反転式アングリング式トラックグレーダが開発された。

昭和 52 年、(株)協和機械製作所において後方反転式固定式トラックグレーダが開発された。シャープン切断による後方反転式安全装置を備えていて、シャープン切断に至るブレード刃先荷重は、約 5000 kg であった。

同年に、(株)協和機械製作所において路面整正用シャッターが試作された。安全装置はシャープン切断によるシャッター本体の上方反転式であった。

昭和 53 年から 55 年、北海道開発局において、昭和 53 年に導入したキャブオーバ形除雪トラック 7t 級 4 × 4 を使用して、除雪トラックの安全性に関する調査試験が実施され、トラックフレームとトラックグレーダの構造と強度の適正化、安全性の向上について調査が行われ、圧雪除去時のフレーム応力が衝撃負荷作用時にも許容範囲以下であることが確認され、それ以降

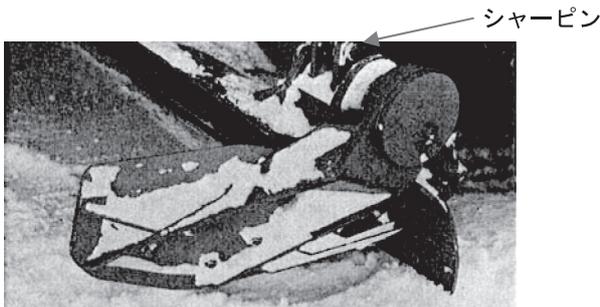


写真 3-93 シャッターを下ろした状態 北海道開発局 昭和 52 年¹⁾



写真 3-94 シャッターを上げている状態 北海道開発局 昭和 52 年¹⁾

のトラックグレーダ安全装置作動荷重はブレード刃先荷重で約 5000 kg が標準となった。

昭和 53 年、北海道開発局において後方反転式トラックグレーダが採用され、上記の調査試験の結果から以降現在までこれが、トラックグレーダの標準となっている。

同年、(株)協和機械製作所において、回送時ブレード両端折りたたみ狭小形後方反転式アングリング式トラックグレーダが開発され、日本道路公団に納入された。ブレード左端折りたたみ部にはシャープピン切断安



写真 3-95 後方反転式トラックグレーダ 昭和 53 年



写真 3-96 ブレード折りたたみ部シャープピン式安全装置 昭和 53 年

全装置を備えていた。

昭和 54 年、(株)協和機械製作所において、トラックグレーダのブレード状態確認装置が開発された。これは、ブレードの路面への押し付け力と切削角度を表示するものである。

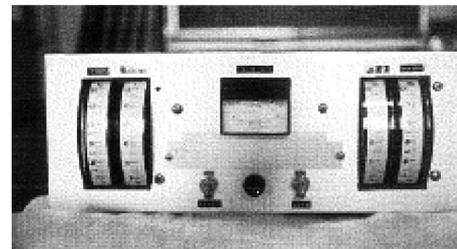


写真 3-97 ブレード状態確認装置 昭和 54 年

昭和 55 年、(株)協和機械製作所において、トラックグレーダのブレード状態確認装置の改良型 2 号機が開発され、北海道開発局に納入された。

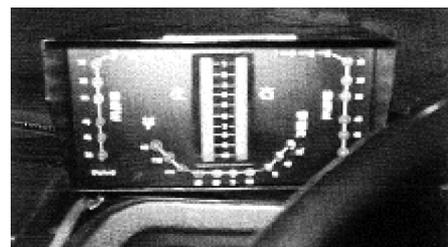
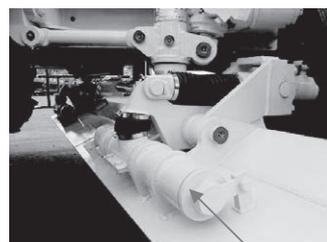


写真 3-98 ブレード状態確認装置 (2 号機) 昭和 55 年

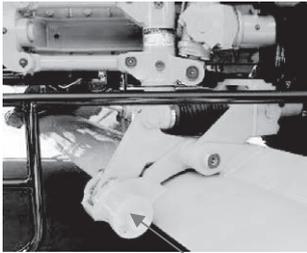
同年 旧建設省北陸地方建設局にてトラックグレーダが採用され、性能確認調査が行われた。

昭和 56 年から 59 年、北海道開発局の指導の下、(株)協和機械製作所において、トラックグレーダ用回転カムロック式シャープピンレス安全装置が試作され、試験改良を重ねられた。これは、トラックグレーダに大きな衝撃力が作用すると、ブレードの切削角度を保持している円板カムが皿バネの反力に抗して回転し、フリーになったブレードが後方に回転して衝撃を緩和する装置であり、シャープピンが不要であった。昭和 60 年に製品化され、北海道開発局に納入された。



回転カムロック式シャープピンレス安全装置

写真 3-99 回転カムロック式シャープピンレス安全装置 昭和 59 年



直動カムロック式シャーペンレス安全装置
写真 3-100 直動カムロック式シャーペンレス安全装置 昭和 60 年

昭和 56 年から 60 年、(株)協和機械製作所において、トラックグレーダ用直動カムロック式シャーペンレス安全装置が試作され、試験改良が重ねられた。これは、トラックグレーダに大きな衝撃力が作用すると、一对の凹凸形状のカム構造部でかみ合わせ部が凹形状のカム軸が皿バネの反力に抗して直動しかみ合わせが外れると、フリーになったブレードが後方に回転して衝撃を緩和する装置であり、シャーペンが不要であった。昭和 61 年、製品化され日本道路公団、北海道、各市町村に納入された。

昭和 59 年、(株)協和機械製作所において、さらに直感的に分かりやすい表示とするため、トラックグレーダのブレード状態確認装置の改良型 3 号機が開発され、北海道開発局に納入された。

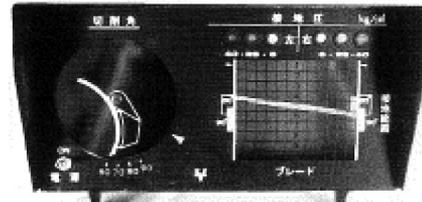


写真 3-101 ブレード状態確認装置 (3 号機) 昭和 59 年

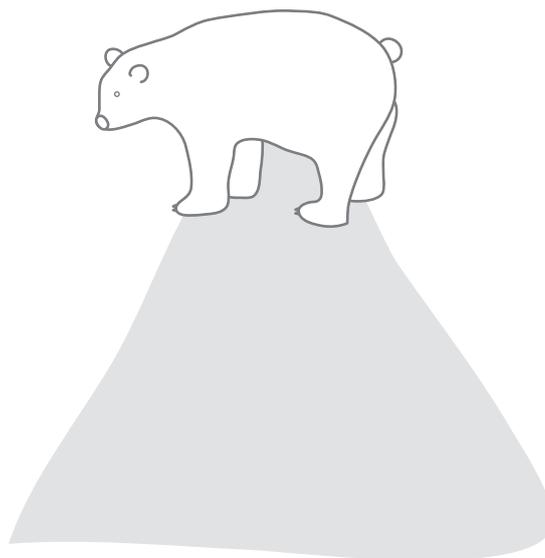
昭和 62 年 岩崎工業(株)において、皿バネ式自動復帰形安全装置を装備したトラックグレーダが製品化された。これは、大きな衝撃力が作用すると皿バネがはずれて、一時的にグレーダが回転するが、自動的に皿バネが元の位置に復帰するものであった。

J C M A

注 14：現(株)協和機械製作所

《参考文献》

- 1) 北海道開発局における除雪機械の変遷 昭和 55 年 3 月 編集発行 北海道開発局建設機械工作所
- 8) 建機技報 1990 No.68 平成 2 年 10 月 北海道開発局建設機械工作所
- 9) 建機技報 1991 No.69 平成 3 年 10 月 北海道開発局建設機械工作所
- 11) 第 33 回(平成元年度) 北海道開発局技術研究発表会 講演概要集(1) 平成 2 年 2 月 (財)北海道開発協会



部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 1/WG 10 (ISO 8643 土工機械—油圧シヨベル及びバックホウローダの(作業装置)降下制御装置—性能基準及び試験方法) 2014年9月イタリア国ボローニャ市国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

富山 誠剛 (コマツ)

2014年9月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 1/WG 10 (ISO 8643 土工機械—外部への警報装置—室内試験手順及び要求事項) 会議がイタリア国ボローニャ市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席の富山氏の報告を紹介する。

1. **会議名** : ISO/TC 127/SC 1/WG 10 国際作業グループ会議
2. **開催日** : 平成 26 年 9 月 29 日 (月) ~ 30 日 (火)
3. **開催地** : イタリア国ボローニャ市 Valie Aldo Moro 64 Torre (Tower) 1, 8 階 (イタリア土工機械工業会 COMAMOTER が所属するイタリア農業機械工業会連合 FEDERUNACOMA のボローニャ事務所が所在, コンビナーの Paoluzzi 博士の所属の CNR-IMAMOTER イタリア学術会議 - 農業機械建設機械研究所のある FERRARA から近い)
4. **出席者** : イタリア UNI (イタリア規格協会) 4 名 : Dr. Roberto Paoluzzi, Mr. Antonino Bonanno (CNR-IMAMOTER), Mr. Lorenzo Rossignolo (CUNA イタリア自動車技術会), Mr. Giorgio Garofani (CNH Industrial), 米国 ANSI 2 名 : Mr. Charles Crowell (CATERPILLAR), Mr. Steve Neva (斗山 Bobcat), 英国 BSI 2 名 : Mr. Dale Camsell (JCB), Mr. Ian Tate (KOMATSU UK), ドイツ国 DIN 2 名 : Mr. Matthias Groer (DIN KOMATSU Hanomag), Mr. Werner Ruf (Liebherr), 日本 JISC 2 名 : 田中健三氏, 富山誠剛氏 (KOMATSU), 計 12 名
- ・ ISO 8643 改正 PL プロジェクトリーダー兼 ISO/TC 127/SC 1/WG 10 コンビナー (主査) : 前記 Roberto Paoluzzi 博士
- ・ 幹事 : 前記 Lorenzo Rossignolo 氏

概要 : ISO 8643=JIS A 8321 現行版は油圧回路に破損などが生じた場合に落下速度を制御するブーム降下制御装置の要求基準などを規定しているが, アームにも適用範囲を拡大する改正を検討, 平成 26 年 3 月の投票で照会原案 ISO/DIS 8643 が一度承認されたが, 案文に誤りが多く技術的指摘も多数有り, 一気に最終国際規格案 FDIS へ進めるのは見送られ第二次 DIS へと移行することとなり, 国際作業グループ ISO/TC 127/SC 1/WG 10 を招集することとなり, 第一次 ISO/DIS 8643 に対する各国意見について議論。

5. **審議内容** : 重要点のみ抜粋。1), 2) についてはプレゼンテーションを通じて主張を行った。

1) 試験負荷について (細分箇条 5.1 試験用機材)

現行の ISO 8643:1997 と比べ試験負荷重量・試験時モーメントの条件が下記の通り変更になったため, 元に戻すよう提案した。

- ・ 試験負荷質量 : (現行) 定格吊り能力の $50 \pm 10\%$ \Rightarrow (改訂案) $55 \pm 5\%$
- ・ 試験時モーメント : (現行) 定格吊り能力が発生するモーメントの $50 \pm 10\%$ \Rightarrow (改訂案) $60 \pm 10\%$

日本からの提案

- ・ 試験負荷を重くする理由が明示されていなかったため, 理由の明確化を要求。
- ・ 負荷重量とモーメント条件が異なっていると条件が紛らわしいため, 両条件統一, かつ現行標準と同一値の $50 \pm 10\%$ 設定を提案。

議論結果

- ・ 公差 $\pm 10\%$ は試験者毎に荷重条件が大きく異なってしまうために許容できず, $\pm 5\%$ 規定。
- ・ 負荷重量・試験時モーメントを現行と上限は変わらない $55 \pm 5\%$ で統一。

2) 吊荷落下変位置・落下速度計測要機材について (細分箇条 5.1 試験用機材)

改訂案ではストップウォッチとスケール (定規) の

使用可の記載が削除され、これまでは可能であったストップウォッチ・スケール法（規定高さを落下する秒数を計測し、吊荷落下速度を計算して求める方法）が用いることができなくなった。

使用可能な計測器具

- ・（現行）ストップウォッチ & スケール
⇒（改訂案）鉛直方向変位を時間に対してサンプリング周波数 10 Hz 以上・500 mm/s ± 5% 精度で計測できる器具

日本からの提案

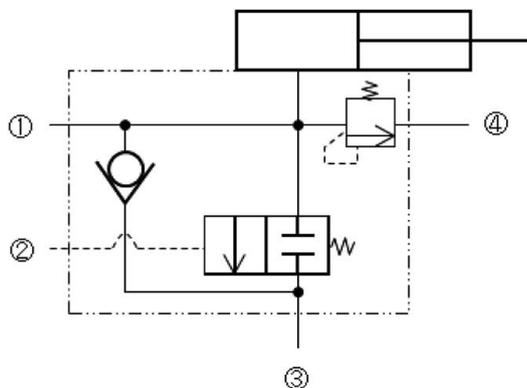
- ・ストップウォッチ・スケール使用可の再記載を要望。
議論結果

- ・ISO9248（1992）で規定される精度を満足する限りストップウォッチとスケールの使用を許可する文言を注記に追加。
- ・サンプリング周波数 10 Hz 要求は削除。

3) 信号回路 signal line の定義を明確化（箇条 3 用語及び定義（への新規追加））

信号回路の定義が不明確と指摘があり、下記の通りに定義された。

- ・信号回路とは、車体モニタリングセンサ（圧力センサ）などに通じる回路を意味する（図—1—①）。
- ・信号回路と呼称すると混同し易いが、パイロット回路（図—1—②）とは異なるので注意が必要。



- ①信号回路：車体モニタリングセンサ（圧力センサ等）に通じる回路
- ②パイロット回路
- ③作業機操作弁へ通じる回路
- ④セフティバルブからタンクへ通じる回路

図—1 落下防止弁 概略図

信号回路が存在する場合は、シリンダ間の同期回路又は信号回路の試験（改正案の細分箇条 5.3.6，現行版の細分箇条 5.7）に従い破損シミュレート試験が必要。

4) 破損シミュレーション装置の内部リーク試験の追加（改正案の細分箇条 5.3.2(現行版とは番号付け替え)）

- ・破損シミュレーション装置自体の内部漏れ量確認試

験が追加された。

- ・試験条件は機械にシミュレーション装置を装着し、吊荷状態で装置を開放せずに油リーク量が 10 l/min を超えないかを調べる。
- 5) 作業機姿勢の明確化（改正案の細分箇条 5.3.3 ~ 5.3.5（現行版とは番号付け替え））
- ・保持位置，上げ動作，下げ動作間の試験時の作業機姿勢についてブーム・アームを最大リーチになる姿勢で試験実施するよう規定された。
- 6) シリンダ間の同期回路又の要求基準見直し検討（改正案の細分箇条 5.3.6（現行版とは番号付け替え））
- ・現行標準の要求基準が機械サイズに関わらず一律、シリンダ当たりの油リーク量が 10 l/min 以下と規定されているが，全ての機械サイズでこの判定基準を満足するのは難しいという意見有り。
 - ・また，要求基準を油のリーク量で規定するのではなく，吊り位置の鉛直方向の降下速度で規定すべきではないのかという意見もでた。
- ここで

1. 機械サイズ毎に要求基準を変えること
 2. 要求基準を油リーク量だけでなく吊り位置降下速度で規定すること
- を考慮し，次に示す宿題事項が出された。

6. 宿題事項：平成 26 年 11 月 28 日までに下記内容を調査し，コンビナーに送付すること。

- ・（改正案の細分箇条 4.1.8, 5.3.5.4 の）同期回路の試験をブームシリンダについて実施した上で機械サイズ毎の要求基準を提案すること。アームシリンダ同期回路については，ブームシリンダ同期回路について調査した後に，検討する。

注意点：現行 ISO 8643:1997 と改正案とでは下記のように試験方法が異なる。現行規格でなく，改正案に従い試験を実施するよう注意すること。

- ・変更点：コントロールバルブの位置が（現行）上げ保持⇒（改正案）中立に変更されている。
- ・提案基準：下記の 2 方法で提案すること。機械サイズも併記すること。
 - ・油リーク量で規定 例）シリンダ当たりの油リーク量は 10 l/min 以下。
 - ・吊り位置の降下速度で規定 例）吊り位置の鉛直方向の全降下量が 10 秒間で 100 mm を超えてはならない。

7. 所感：初めて ISO の WG ミーティングに参加し 12 人と少ない人数で規格が決まっていくことに驚き

を覚えた。また、プレゼンテーションは意見を伝えるのに非常に有用であると感じた。事前準備を行い、言葉だけでなくデータを添えて説明することができたため、主張が受け入れられやすかったと思われる。今回議会の早い段階でプレゼンテーションをすることができたことも有利に働いたのではないだろうか。具体的

な理由と共に意見を主張すれば受け入れられるため、規格ができる前から日本の意見をしっかりと述べて規格に反映させることが重要だと感じた。

8. 次回開催：未定

JCM A



部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 3/WG 7 (ISO 10906 土工機械—外部への警報装置— 室内試験手順及び要求事項) 2014 年 9 月英国ロンドン近郊 サウスダレンス村国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

東山 哲治 (コマツ)

2014 年 9 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 3/WG 7 (ISO 10906 土工機械—外部への警報装置—室内試験手順及び要求事項) 会議が英国ロンドン近郊で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席の東山氏の報告を紹介する。

会議：ISO/TC 127/SC 3/WG 7 国際作業グループ会議

1. 開催日：平成 26 年 9 月 2 日 (火)～3 日 (水)
2. 開催地：英国ロンドン近郊サウスダレンス村 BRIGADE House (BRIGADE 社は警報装置、危険検知装置などを扱う英国の機器開発販売業者)
3. 出席者 (敬称略)：下記 6 名

名前	(国名) 会社名	所属
Kerry M. Cone, Mr.	(米国) DEERE	Staff Engineer ISG-Global Operator Station Functional Engineering
Michael A. Lindstrom, Mr.	(米国) ECCO Group Americas	Sr. Vice President & Chief Technology Officer
Richard Nadin, Mr.	ECCO	Engineering Manager
Henry Morgan, Mr.	(英国) BRIGADE	Sales development manager
Mark T. Coward, Mr.	(米国) Triton Signal USA	President
東山哲治	コマツ	開発本部 ICT 開発センタ

◆プロジェクトリーダー兼 ISO/TC 127/SC 3/WG 7 コンビナー (主査)：上記 CONE 氏

4. 特記事項：

・各機器メーカーは現状参考規格である SAE J 994 との乖離は避けたい意向であり、試験条件や判定基準は現行量産品の仕様値をベースに提案している。一方、母機メーカー側はシステム成立条件として音圧公差の縮小を要求しているが、議論するたびに機器

メーカーの提案も変わり収束しない。引き続き公差縮小の要求は行っていくが、参加者が機器メーカー中心であり、かつ、対象が機器単体での評価方法ということも考慮するとある程度機器メーカーで議論が進むのはある程度許容せざるを得ないのかもしれない。
・現在協議中であり WG 内でも合意に至ってはいないが、主な公差を以下に記す。“Rated value” (基準値) と “Base line (定格) data” の違いにより実際の公差が変わるため、再整理して引き続き協議する。

表-1 主要公差

	SAE J 994	ISO/WD 10906 (Low/Middle duty 条件)
Baseline 基準値	±4dB (基準値公差)	±3dB of rated sound level of alarm
Extreme voltage	±8dB of baseline	±3dB of baseline
Low/High temperature, nominal system voltage	±8dB of baseline	±6dB of rated sound level of alarm
Low/High temperature, system voltage extreme	±8dB of baseline	規定なし

5. ISO 10906 第 2 次作業原案 2014 年 9 月 2 日付案文詳細：

下記議論を織り込んだアップデートは別途コンビナーより配布。

5.1 “Definition” (定義)

- ・“Reverse warning alarm” 後退時警報音発生装置の作動条件として “Automatically activated” と定義している表現があったが、自動作動かどうかはアプリケーションおよび車体設計に依存するため、“Automatically activated” という制約は除外した。
- ・“Sample alarms” (評価用供試品) に関して、供試品は全ての試験に同じものを使用するため、供試品に対する試験負荷を考慮して試験順序を定義する必要がある。また試験は 1) 基本信頼性を確認する Preliminary テストと 2) 実力 (Confidence level) を確認する Secondary test, とを定義する。
- ・“Predominant frequency” は最も dBA レベルが大

きいものであり、ブラケットの共振などで Fundamental frequency と異なる場合があるため、両周波数は必ずしも一致しないことを明記している。

5.2 “Alarm and microphone location”（警報音とマイクロホンの位置）

- ・ Self-adjusting alarm では Sound source を + 4 dBA で設定することになっているが、公差の規定が無いため別途協議する。

5.3 “Sound measurements”（音響測定）

- ・ “Nominal System Voltage” での Sound pressure level measurement での音圧許容範囲は以前 ± 4 dB で議論したが再度協議することになり、機器メーカーより「 ± 3 dB は可能かもしれない」という提案があった。しかし協議を続けていくと「Heavy Duty 仕様品はそれより大きくしたい」という案があり、現時点で Heavy Duty 仕様品の定義は明確では無いが、温度範囲の拡張（105°C や -40°C）などがその対象となりうる。 ± 3 dB からの縮小に関して、機器メーカーは ± 2 dB は難しいと主張。量産製品は小型チャンバを用いるなど生産性を重視しており、その測定精度も考慮する必要があるという見解。

5.4 “Sound pressure change with voltage”（電圧による音圧変動）

- ・ 前回 WG では ± 2 dB from the baseline data で議論したが ± 2 dB はマージンが無く ± 3 dB にしたい、という主張が機器メーカーよりあった。このみ “from the baseline data” になっており Nominal voltage からの値からの変化量として定義される。Rated value（仕様値）に対する Nominal voltage 測定値公差 ± 3 dB を考慮すると、常温では仕様値に対して ± 6 dB の公差という計算になるが詳細を協議しきれていないため引き続き継続して協議する（SAE では常温のみで ± 12 dB という計算になる）。

5.5 “Low temperature, nominal system voltage” 及び “High temperature, nominal system voltage”

- ・ SAE では ± 8 dB from the baseline data と定義されているが、サプライヤの実際は ± 8 dB of rated sound level of alarm（仕様定格値に対して ± 8 dB）と認識していた。 ± 8 dB からの縮小はシステム要求をベースに主張し ± 6 dB で協議している。
- ・ 温度変動が大きいのは 0°C 以下の部分であり 0°C 以上と限定すれば公差を小さくすることは可能、というコメントがあった。

5.6 “Rain test”

- ・ 米国市場では単なる Pass/Fail の表現しかないが、EU 市場では IP 等級（IP67）などでの定義が好まれるため、その定義も検討する。

5.7 その他環境試験

- ・ 対環境性能は類似の定義をしている SAE J1455（特にセクション 5）の引用を検討すると同時に類似の ISO が無いかを調査する。
- ・ テストシーケンスを定義したテストマトリクスを作成中。Heavy Duty 仕様など使用環境に応じた試験条件、判定条件を定義中。

5.8 温度条件

- ・ ECCO, BRIGADE などサプライヤは 85°C で大部分はカバーできているという認識である一方、JOHN DEERE では 85°C 品で問題が発生したため温度範囲をもう少し広げたいという主張。よって、温度範囲、温度特性に関する見解を各社整理することになった。

6. アクションアイテム：詳細は別途コンビナーより配布。各社温度範囲、温度特性に関する見解を整理。

付記 会議時点では今後 Web 会議、対面会議など実施とされていたが、以降の会議開催実績は無く、今後の予定も未定である。

JCMMA

部 会 報 告

新名神高速道路箕面トンネル東工事 現場見学会

建設業部会

1. はじめに

建設業部会では、平成26年度冬季現場見学会を2015年3月16日、大阪府茨木市に位置する新名神高速道路箕面トンネル東工事において実施したので本誌に紹介する。

参加者は事務局を含め17名であった。

2. 工事概要

新名神高速道路（近畿自動車道 名古屋神戸線）は、名古屋市を起点として神戸市に至る延長174kmの高速道路である。名神高速道路、中国自動車道など周辺の高速道路等とともに、近畿圏と中部圏を結ぶ高速道路のネットワークの多重化を形成する。

これにより、円滑な交通を確保し（名神高速道路等の混雑解消）、災害や事故、大規模改修工事の際には、名神高速道路等と相互に代替機能を発揮して的確に交通処理を行う事を目的としている。

当工事では、高槻第一JCT～神戸JCT間でトンネル、土工事（盛土）、橋台工事の施工を行っている。

工事場所：（自）大阪府茨木市大字佐保
（至）大阪府箕面市粟生間谷

発注者：西日本高速道路(株)

施工者：大成建設(株)

工事延長：総延長2,530m
（土工延長443m、トンネル延長2,087m）

当現場は、坑口部約300mまでは箕面断層の不良地山であり機械掘削を採用している。300m以降は岩も硬くなり発破掘削での施工となっている。

勝尾寺川周辺では、土被りも小さく、高透水性の断層破碎帯が密集していることから周辺水環境を保全する目的で非排水構造（WT：ウォータータイト）を採用している。

大量湧水の可能性が考えられることから、トンネル切羽前方の水理地質情報を得るために1,000m程度を速やかに削孔できるコントロールボーリング（超長尺

先進ボーリング）を採用している。

3. 現場見学

現場見学は、事務所において工事概要等の説明を受けた後、現場へ移動し行われた（写真-1、2）。



写真-1 工事概要説明状況



写真-2 現場見学状況

当現場では、上下線のトンネルが2,000mを超える長距離施工である為、ダンプトラックによるズリ出しとせず、「連続ベルトコンベアシステム」（写真-3）が使用されていた。ダンプトラックを使用しないので、交通量減少による安全性の向上、路盤損傷の軽減、排



写真-3 連続ベルトコンベアシステム



写真-5 濁水処理設備



写真-4 送気・吸引捕集方式（集塵機）

気ガス・粉塵低減による坑内環境の向上等のメリットがある。

トンネル掘削では、切羽での機械掘削粉塵、発破粉塵及び、吹付けコンクリートに伴う粉塵等の高濃度の粉塵が発生する。「送気・吸引捕集方式」（写真-4）

により、切羽付近に粉塵を封じ込め、先進的であり効果的な粉塵対策を行っていた。

濁水処理工としては、処理能力 150 t/hr、重金属対応型（写真-5）が使用されていた。坑内路盤は良く整備されており、現場の隅々まで整然とされていた。

他、安全面においては坑外クレーン作業時に風速 10 m/sec を超えたら 5 分間赤色のパトライトが点灯し作業を中止させるシステムの設置、夏場の熱中症対策としてトンネルクーラーの設置を行う等、坑内環境の改善に努めている。

4. おわりに

最後に、年度末で大変お忙しい中、今回の見学会にご協力頂きました大成建設㈱の関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

J C M A

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-355	スネークベルコン	鹿島建設, 日本コンベヤ
--------	----------	-----------------

▶ 概要

シールドトンネルの立坑等での土砂の垂直搬送では、水平ベルコンから運ばれた土砂を特殊な箱型形状のベルトコンベヤに入れて搬送する箱型ベルコンを採用することが一般的であるが、箱型ベルコンは国内の実績では搬送能力が1時間あたり600t程度、搬送可能な高低差は40m余りが限度であり、またその複雑な形状から土砂が付着しやすく清掃に非常に手間がかかるなどメンテナンス面でも課題があった。

鹿島建設と日本コンベヤは、搬送能力、高低差、メンテナンス性の課題を解決するため、海外の鉱山などで鉱石運搬の実績があるスネーク式コンベヤに着目し、シールド工事適用に向けた技術開発を行った。

はじめに日本におけるシールドトンネル工事特有の多種多様な性状を持った土砂搬送に適用させるため、ローラーの配置やスネーク形状の最適化など装置構造に改良を加えた上で、模型試験や静的試験でシールド掘削土砂の挟み込みが可能なことを確認した。次に東京都内のトンネル工事における実験により、直径12m級のシールドトンネル工事において必要とされる土砂搬送が十分可能であることを実証した。さらに日本コンベヤ姫路工場に再度実験装置を設置し、連続運転性能、メンテナンス性能、各種土砂性状の搬送性などの実験を行い、シールドトンネル工事に適用可能であることを確認した(写真-1)。



写真-1 スネークベルコン実証実験（日本コンベヤ姫路工場）

▶ 特徴 (図-1)

- ・搬送能力は箱型ベルコンが1基あたり600t/h程度に対し、スネークベルコンは1000t/h以上
- ・搬送高さは箱型ベルコンが40m程度に対し、スネークベルコンでは100m程度まで可能
- ・汎用の平ベルトを使用するため、ベルト付着物の清掃が容易でメンテナンス性に優れる
- ・垂直搬送のみでなく斜め方向への搬送も可能なため、複雑な立坑形状にも適用可能
- ・任意の高低差に対応可能
- ・特殊部品がなく、汎用的なローラーと平ベルトにより構成されるため、故障時の修繕が容易

▶ 用途

- ・更なる大深度化・長距離化によってより多量の土砂搬出が見込まれる都市部のシールドトンネル工事
- ・搬送条件の厳しい山岳トンネルやダムなどの土木工事
- ・建築工事における地下大規模掘削工事

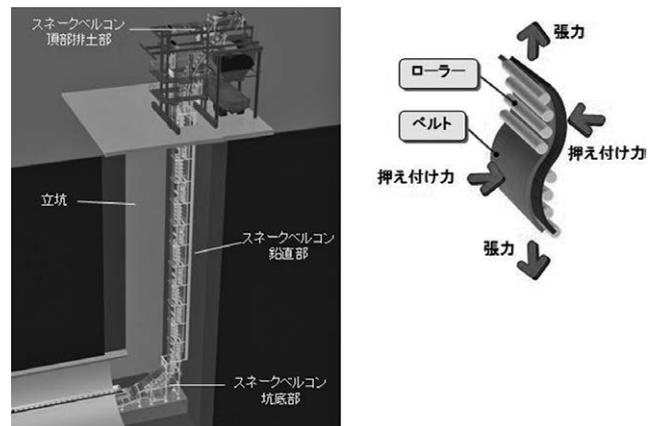


図-1 スネークベルコン概念図と土砂搬送原理

▶ 実績

- ・東京都内トンネル工事

▶ 問合せ先

鹿島建設(株) 土木管理本部 土木技術部
〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11
TEL: 03-5544-0499

04-353	インバート支保工設置 ロボット	清水建設
--------	--------------------	------

▶ 概 要

山岳トンネルにおけるインバート鋼製支保工の設置を早期に行うことは、トンネルの地山の安定に寄与する。従来のインバート支保工の設置は、左右2分割した支保工を揚重し、中央で接合するのが一般的な施工方法となっていた。この作業では、切羽近傍で深く掘削したインバート底部に人が立ち入り、接合作業を行うため、安全性の向上が課題となっていた。また、揚重した支保工を人力で接合するため、人手がかかりかつ施工に時間を要しており、省力化、省人化が求められていた。そこで、インバート底部に人が立ち入ることなく、揚重作業を必要としないインバート支保工設置ロボットを開発した。

▶ 特 徴

本技術は、従来の2ブームエレクターに真ん中のブームを追加した3ブームで構成される。左右の2ブームは2分割したインバート支保工を地上で組立て一括化する（写真-1）。



写真-1 インバート支保工の一括化

この一括化したインバート支保工を真ん中のブームに把持替えすることで、インバート底部に設置する。そして、真ん中のブームでインバート支保工をインバート底部に設置した後、インバート支保工と下半支保工の接合を行う。

そのため、垂直に伸縮する機構を真ん中のブームに装備し、深く掘削したインバート底部まで到達できるようにした（図-1）。

また、左右のブームには上下半支保工の把持機構にインバート支保工の把持機構を加えた。その他、設置および接合時の作業性を確保するため、リモコン操作ができるようにした。

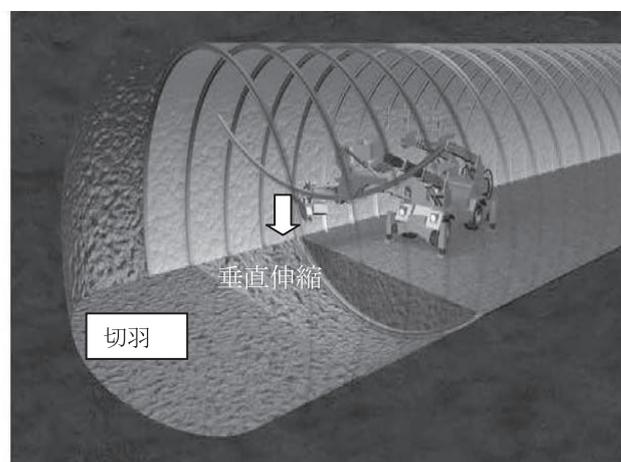


図-1 垂直伸縮によるインバート支保工設置

▶ 用 途

・押し出し性地山の山岳トンネル

▶ 実 績

・山岳トンネル 1現場

▶ 問 合 せ 先

清水建設(株) 土木技術本部機械技術部

〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1

TEL: 03-3561-3880

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

14-〈02〉-15	コマツ 油圧ショベル PC200i-10	'14.10 発売 新機種
------------	--------------------------------	------------------

GNSS (GPS+GLONASS)^{*1}アンテナと基準局から得られるバケット刃先の位置情報を施工設計データに照合しながら、設計面を傷つけないように作業機（ブーム、アーム、バケット）操作を制御する、世界初^{*2}の「インテリジェントマシンコントロール」を実現した油圧ショベルであり、昨年(2014年)導入のICTブルドーザーに続き、施工の自動化を目指した「ICT建機」である。

第1の特長は、バケットの刃先が設計面に達すると作業機が自動的に停止、また、アシスト機能で刃先が設計面に沿って動くため、オペレーターは掘り過ぎを気にせずに掘削作業が行えることである。従来施工と比べて丁張りや検測などの作業工程を大幅に削減でき、ユーザの施工効率と、機械周辺で作業補助する人員の削減により現場の安全性向上を図っている。

第2の特長として、KOMTRAX（機械稼働管理システム）と施工管理システムを統合して施工の「見える化」を図っていることである。コマツでは近い将来、Webサービスを通じて、現場における建設機械の稼働情報ならびに作業の進捗状況・運土量などの施工

表一 PC200i-10の主な仕様

機械質量	(t)	19.6
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) [kW/min ⁻¹ (PS/rpm)]		118/2000 (160/2000)
標準バケット容量 (新JIS/旧JIS)	(m ³)	0.8/0.7
標準バケット幅 (サイドカッター含む)	(m)	1.045/(1.170)
全長	(m)	9.425
全幅	(m)	2.8
全高	(m)	3.135
後端旋回半径	(m)	2.75



写真一 コマツ PC200i-10 油圧ショベル (一部オプションが含まれる)

情報の効率的な一元管理を実現している。

情報化施工特有のGNSS測量技術 (GPS, GLONASS等) やICT機器管理のノウハウを持つグループレンタル各社から導入を開始し、一般ユーザにはレンタル車として提供される。情報化施工の普及に向け、同社の情報化施工のノウハウを活用し、ユーザ各社の現場へのスムーズな導入をサポートしていくとしている。

- ※1 Global Navigation Satellite System (グローバル衛星測位システム)
- ※2 コマツ調べ。市販ベースのクローラー式油圧ショベル、ホイール式油圧ショベルにおいて。

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6

14-〈02〉-16	ヤンマー建機 後方超小旋回型ミニショベル ViO25-6	'14.09 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

機械質量2.5tの後方超小旋回ミニショベルである。キャビン・鉄クローラ仕様でクイックヒッチを装着しても3t以下のコンパクトサイズとし、3t積トラックでの輸送を可能としている。

エンジンルームの限られたスペース内に、ラジエータとオイルクーラを並列配置し、フィンの清掃性と冷却性能の向上を図ると共に、超低騒音型建設機械の基準に適合している。

2本支柱でTOPS (横転時乗員保護構造)、ヘッドガード (労働安全衛生法ヘッドガード基準) に対応し、また、クレーン仕様においては、吊り荷走行モードおよび高さ制限機能を搭載し、吊り荷作業等における安全性の向上を図っている。

LEDバックライト付き大型液晶モニターにより、異常時などに必要な情報を見やすく表示すると共に、稼働時間を最大3ヶ月表示して、モニターの利便性を向上させている。

表二 ViO25-6の主な仕様

バケット容量 (山積)	(m ³)	0.08
最大掘削深さ	(m)	2.54
最大掘削半径	(m)	4.40
最大掘削高さ	(m)	4.46
機械質量	(t)	2.50
定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)		15.2 (20.7)/2,500
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.5/2.8
登坂能力	% (度)	58 (30)
接地圧	(kPa)	29.0
最低地上高	(m)	0.32
クローラ中心距離	(m)	1.25
クローラ全幅 (シュー幅)	(m)	1.50 (0.25)
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	4.11 × 1.50 × 2.47
価格 (税抜き)	(百万円)	4.27

※仕様は、キャノピ、標準ゴムクローラ

新機種紹介



写真一2 ヤンマー建機 VIO25-6 ミニショベル（後方超小旋回型）

問合せ先：ヤンマー建機㈱ 開発部
福岡県筑後市熊野 1717-1

14-〈02〉-18	日立建機 油圧ショベル （後方超小旋回型／超小旋回型） ZX75US-5B / ZX75UR-5B	'14.12 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

オフロード法 2014 年基準に適合した油圧ショベルであり、NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機と比較して削減し、日本・欧州（EU Stage III B）・北米（EPA Final Tier4）の排出ガス規制に対応しているほか、低騒音型建設機械の指定を受けている。

コモンレール式燃料噴射システム、クールド EGR、マフラフィルタを装備した新型エンジンにより、作業環境に応じたエンジン回転数の制御を行い、さらに油圧システムの改良により燃費効率を向上させている。新 ECO モードは、従来機の P モードと比べ同等の作業量において ZX75US-5B では約 15%、ZX75UR-5B では約 20% 燃費を低減しており、低燃費と作業性能を両立させている。また、機械を操作しない状態が続くと、自動的にエンジンが停止するオートアイドルストップ機能を新たに装備し、アイドル時の燃料消費を低減するとともに、排出ガスを抑制するなど環境にも配慮している。

キャブは足元空間を ZX75US-5B で 45 mm 拡大させたことで、2 モデル共に快適な運転空間としている。その他、キャブ内モニタに 7 インチの大画面カラーマルチモニタの採用や、スイッチ類を右操作レバー近くに集中配置するなど、キャブ内の操作性を向上させている。

安全面では、油圧ショベル転倒時にオペレータを保護する ISO 規格の ROPS（Roll-Over Protective Structures）に適合したキャ

ブを採用している。後方監視カメラは取付け箇所をエンジンカバー内部へ変更し、接触による破損の防止とカウンタウエイト直近の視界を向上させている。作業灯にはエンジン停止後 60 秒間点灯するディレイ機能を付け、夜間の安全性を向上させている。また、ZX75UR-5B はオートマルチチノシステム（干渉防止機能）に新型の角度センサを採用し、干渉防止機能の信頼性及び耐久性を向上させている。

メンテナンス面では、各フィルタ類を集中配置し、地上から点検・整備を容易に行えるようにしている。特にエンジンオイルの交換はドレンプラグにオイルドレンカバーを標準装備し、ドレン作業を簡素化している。また、熱交換器の目詰まりを防止する防塵ネットは一番外側に設置し、地上から容易に脱着できるようにしている。

すでに発売している ZAXIS-5 シリーズと同様に新車保障・メンテナンスプログラムを用意し、パワートレイン及びエンジン付属機器について延長保証するサービスや、各種無償メンテナンスサービス^{*1}を提供している。

※1 メンテナンスサービスは、レンタル会社への販売時には付帯されない。

表一3 ZX75US-5B/ZX75UR-5B の主な仕様

		ZX75US-5B	ZX75UR-5B
標準バケット容量	(m ³)	0.28	0.28
運転質量	(t)	7.2	8.49
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	41.8/2,000	41.8/2,000
最大掘削半径	(mm)	6,430	6,440
最大掘削深さ	(mm)	4,110	4,260
最大掘削高さ	(mm)	7,210	7,350
最大ダンプ高さ	(mm)	5,120	5,260
最大掘削力	(kN)	55	55
旋回速	(min ⁻¹)	10.5	11
走行速度	(km/h)	3.1/5.0	3.1/5.0
全長	(mm)	5,880	5,980
全幅	(mm)	2,320	2,320
全高	(mm)	2,690	2,660
後端旋回半径	(mm)	1,290	1,290
最低地上高さ	(mm)	360	360
標準小売価格	(万円)	870	1,130

注) 価格は工場裸渡し、消費税別



写真一3 日立建機 ZX75US-5B 油圧ショベル（後方超小旋回型）

新機種紹介



写真-4 日立建機 ZX75UR-5B 油圧ショベル（超小旋回型）

問合せ先：日立建機株 経営管理本部 広報戦略室 広報グループ
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

▶ 〈03〉 積込機械

14-〈03〉-10	キャタピラージャパン ホイールローダ Cat 988K	'14.09 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

砕石・鉱山や土木などの積み込み作業に使用される大型ホイールローダである。

エンジンは、従来機より高出力であり、アフタートリートメント技術および尿素 SCR システムにより、オフロード法少数特例 2014 年基準同等に適合している。

ステアリングを使用しない時にステアリングポンプから作業機に油を回すことで、低いエンジン回転数でも作業機の油量を確保する油圧システムや、作業量の低下を最小限に抑えながら燃費を低減するエコノミーモードを装備している。また、APECS (Advanced Productivity Electronic Control Strategy) 制御方式のトランスミッションコントロールにより、加速性能や走行性能を高めるとともに、燃費の低減を図っている。

ROPS (転倒時運転者保護構造) / FOPS (落下物保護構造) 規格に対応する 4 ポストキャブにより、オペレータの安全を、標準装備のリアビューカメラ・モニタにより、後方視界を確保している。

時間当たり燃料消費量などの作業データを取得、管理できる VIMS (バイタルインフォメーションマネジメントシステム)、跳ね上げ式のレバーコンソールおよび大きな傾斜角度のアクセス階段などによりサービスの向上を図っている。

表-4 Cat 988K の主な仕様

		Cat 988K
運転質量	(kg)	53,100
標準バケット容量 (山積)	m ³	7.0
全長	(mm)	12,205
全幅 (車体)	(mm)	6,545
全高 (キャブ上端まで)	(mm)	4,260
最高走行速度	(km/h)	34.7 (39.3 [*])
エンジン名称		Cat C18 ACERT
エンジン総行程容積	(ℓ)	18.1
定格出力/回転数	(kW/rpm)	403/1,700
ダンピングリーチ (45 度ダンブ時)	(mm)	2,075
ダンピングクリアランス	(mm)	3,480
価格	(百万円, 税別)	99.53

※ロックアップクラッチ時



※掲載写真は国内標準仕様と一部異なります。
写真-5 キャタピラージャパン Cat 988K ホイールローダ

問合せ先：キャタピラージャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈04〉 運搬機械

14-〈04〉-02	キャタピラージャパン ダンプトラック Cat 770G / Cat 772G	'14.09 発売 新機種
------------	--	------------------

採石・鉱山における原石運搬のほか、土木工事などで活躍するダンプトラックである。

エンジンは、従来機より高出力であり、排出ガス低減技術に加え、尿素 SCR システムにより、オフロード法 2014 年基準に適合している。

2 種類のエコノミーモード (標準エコノミーモード・アダプティブエコノミーモード) により稼働現場や車両の状況に応じた省燃費運転が可能である。また、APECS (Advanced Productivity Electronic Control Strategy) 制御方式のトランスミッションコントロールにより、スムーズなシフトチェンジを、またソフトウェアのアップデートにより、乗り心地や走行性能の向上と燃料消費の削

新機種紹介

減を図っている。

ベッセルは、底板の厚さを従来の 10 mm から 16 mm に上げ、また、箱型断面構造のフレームは、負荷の高い部分へ鋳鋼を使用、また、ロボット溶接箇所を増加することにより耐久性の向上を図っている。このほか、室内幅を拡大し居住性を高めたキャブ内に、車両・稼働状況の確認・各種設定が行えるアドバイザーディスプレイや

オートエアコン、パワーウィンドウ（左窓）、フットレストを装備している。

問合せ先：キャタピラー・ジャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

表一5 Cat 770G/Cat 772G の主な仕様

	Cat 770G	Cat 772G
最大積載量 (t)	35.3	43.7
運転質量 (kg)	35,950	38,350
最高速度 (km/h)	73.7	79.2
全長 (mm)	8,795	8,810
全幅 (タイヤ外幅) (mm)	3,695	3,930
全高 (キャノピ上端) (mm)	4,115	4,165
エンジン名称	Cat C15 ACERT	Cat C18 ACERT
総行程容積 (ℓ)	15.2	18.1
定格出力/回転数 (kW/rpm)	356/1,700	410/1,700
速度段 (前進/後進)		7段/1段
ベッセル容量 (山積/平積) (m ³)	25.2/17.6	31.2/23.9
価格 (百万円, 税別)	70.12	80.04

14-〈07〉-01	キャタピラー・ジャパン 油圧ブレーカ H110Es / H115Es / H120Es / H130Es / H140Es / H160Es / H180Es	'14.07 発売 新機種
------------	--	------------------

11 トンから 76 トンクラスの油圧ショベル向けの油圧ブレーカである。

油圧源となる油圧ショベルとのマッチングで打撃力を発揮し、さまざまな岩石などを破碎する。また、トップマウントのブラケット^{*1}によりブレーカの持つ打撃性能を最大限発揮している。

ハウジング^{*2}は独自の対称構造を採用しており、ロックエッジ^{*3} 摩耗時には 180 度ハウジングを回転可能で、反対側のロックエッジを使用することで、摩耗の集中を防いでいる。また、亀裂を発生し難い一体構造のサイドプレート、負荷の集中を防ぐ曲面形状の前後面、および岩石などが破碎されると自動的に打撃を停止する空打防止機構を装備している。

動力部分をハウジング内部に収納するほか、油圧ブレーカ下部に緩衝装置を設けることで、作業時の騒音・振動を低減し、オペレータの疲労を軽減。また、チゼル^{*4}などのツール交換は、特殊な工具を使わずとも交換ができる。

※1 トップマウントのブラケット：ブラケットは油圧ショベルとブレーカを接合する装置。ブラケットによってブレーカの上部を油圧ショベルに装着することから、トップマウント（縦型）と言う。トップマウントに対し、ブレーカの横に張り出した



写真一6 キャタピラー・ジャパン Cat 770G ダンプトラック

表一6 H110Es / H115Es / H120Es / H130Es / H140Es / H160Es / H180Es の主な仕様

	H110Es	H115Es	H120Es	H130Es	H140Es	H160Es	H180Es
適用車両質量 (t)	11-18	12-20	16-27	18-36	24-42	32-55	42-76
運転質量 (含むブラケット) (kg)	950-1,080	1,070-1,460	1,480-1,860	1,750-2,140	2,410-2,660	3,230-3,530	3,990-4,340
打撃数 (回/分)	450-1,000	370-800	350-620	320-600	325-540	400-505	275-450
エネルギー (J)	2,712	4,067	4,745	6,101	8,135	11,524	16,270
作動油流量 (L/分)	60-120	70-130	100-170	120-220	120-220	220-300	220-300
作動圧 (kPa)	16,000	15,000	15,000	15,000	15,000	16,000	16,000
前後長さ (mm)	552	553	594	624	585	730	730
幅 (mm)	585	586	585	585	670	736	758
高さ (mm)	1,568	1,683	1,839	1,958	2,167	2,414	2,556
ツール径 (mm)	99.5	109.5	119.5	129.5	139.5	159.5	179.5
ツール突出長さ (mm)	496	549	598	647	652	753	760.5
価格 (百万円, 税別)	2.8	3.0	4.0	5.2	6.8	12.2	13.3

新機種紹介

ブラケットによって装着するタイプはサイドマウント（横型）と言われる。

※2ハウジング：ブレーカ内部の動力ユニットを覆うカバー。

※3ロックエッジ：ブレーカ本体部分の摩耗を防止するためにブレーカ本体の先端に装着されたガード。

※4チゼル：ブレーカの先端に装備される破碎ツールの一種。先端形状・名称の異なる3種類のツールを準備。



写真一七 キャタピラー・ジャパン Eシリーズ 油圧ブレーカ

問合せ先：キャタピラー・ジャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈11〉 コンクリート機械

15-〈11〉-01	極東開発工業 定置式コンクリートポンプ スクイズクリート PQ30-22MT	'14.11 発売 新機種
------------	---	------------------

地盤改良工事（注）向けの定置式コンクリートポンプである。ポンピングチューブには圧力脈動を緩和するために開発したテーパチューブを採用し、このことにより薬液注入量管理の精度を向上し、作業効率の向上を図っている。

ポンプ制御にはインバータを使用し、最適な吐出量調整が可能である。異常時の過負荷を検出し自動で減速運転や強制停止させる安全機能を搭載している。電動モータの動力を、プーリー・ベルトを介してポンプに伝達するシンプルな構造となっており、メンテナンス性の向上を図っている。チューブが破損した際にポンプの運転を自動停止するパンクセンサ、ドラム内部を真空状態に保つ真空ポンプの自動運転機能、理論吐出量計を搭載している。

（注）地盤改良工事はセメント系硬化剤などの薬液を地盤に注入し、建築基礎地盤の強度を確保する工法である。主要工法として地盤をドリルで掘削して軟弱地盤を薬液と混合して強化する方法などがある。一般的な地盤改良工事において薬液注入に使用される定置式ポンプには、薬液の注入量を管理する目的で圧送の脈動を緩和することが求められる。

表一七 PQ30-22MT の主な仕様

最大吐出量	(m ³ /h)	30
常用最高吐出圧力	(MPa)	2.0
瞬間最高吐出圧力 ^(※)	(MPa)	2.5
ポンピングチューブ		4.75B-4B テーパー
電源		三相交流 200 V
電動機出力	(kW)	30
電動機の制御		インバータ
全長×全幅×全高	(m)	約 2.665 × 1.340 × 1.835
重量	(t)	約 2.4
価格（税抜き）	(百万円)	10.23

（※）瞬間最高吐出圧力：短時間のみ吐出可能な吐出圧力



写真一八 極東開発工業 スクイズクリート PQ30-22MT 定置式コンクリートポンプ

問合せ先：極東開発工業 三木工場 第三設計課
〒673-0443 兵庫県三木市別所町巴2番地

新機種紹介

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

15-〈14〉-01	ウエルツ 油圧ショベル用小型表面切削アタッチメント (フルコントルスディオ) FTDUO15/FTDUO25	'14.10 発売 新機種
------------	---	------------------

道路の小規模補修や護岸、水路等の表面切削で使用される、ブレーカー配管を装着した油圧ショベル用の小型表面切削アタッチメントである。油圧ショベルの位置を変えずにさまざまな方向の切削が可能である。油圧で駆動する切削部分と車載バッテリーで駆動する旋回部分（付属配線キットで簡単に接続できる）とを連動させながらマンホール周り等の曲線部分を容易に切削できる。

切削深さの調整は、深さ調整シムを交換することで行う。深さ調整シムは大きく分けてコンクリート用シムとアスファルト用シムの2種類があり、工事用途によって使い分けられる（2種類以外の深さ調整シムは特注となる）。

コンクリート用シムを装着した場合は、1パス1cmの切削深さで（1パスは1回の切削操作）、コンクリートの表面を目視しながら数パス作業しながら少しずつ切削する。コンクリート柱の切削等では鉄筋を露出するまで切削できる。そのため橋の床版出し作業等では鉄筋やジョイントを避けて切削できる。また道路橋の床版出し工事におけるアスファルトの不陸箇所の剥離作業では、少しずつアスファルトを切削して効率よくコンクリート床版を露出させることができる。

コンクリート構造物の補修において、新旧コンクリートの打ち継ぎ目の処理では、人力施工では一定のはつり深さの維持が困難であり、マイクロクラックの発生により水分が侵入し、耐久性が落ちることもある。本機では、一定のはつり深さとマイクロクラックの少ない仕上がり面が得られ、かつ鉄筋を切らず粗骨材を傷めず、埋め戻しコンクリートが少なく済む。特に壁面切削の場合、高所足場が不要なため、安全でかつ作業時間を短縮できる。

アスファルト用シムを装着した場合は、1パス2.5cmの切削深さである。道路の小規模補修や、マンホール周りの切削では状況を確認しながら切削できる。さらに深く切削する場合は、同じ箇所を数パス作業する。2.5cmよりも浅く切削する場合は機体を切削方向に傾けると切削深さが浅くなる。

アスファルト道路の補修、特にポットホールや段差等の部分補修の場合、従来は、カッターでアスファルト層を広範囲に切断し、ブレーカーで破碎し、油圧ショベルで剥離除去後パッチング材を応急的に充填していた。本機では、アスファルト層の上面だけを部分的に切削除去するので、充填するパッチング材を少なくでき、かつ舗

装の強度低下を予防している。既設舗装の全層を打ち替えずに済むため、道路を早期解放できる。

「FTDU015」は3tクラス小型油圧ショベルに搭載して、4tトラックで搬送ができ、かつ道路占有幅が狭いので片側交通で作業可能である。ブレーカーや引き剥がし作業時に比べ振動や騒音が少なく周辺環境の改善を図っている。

表一 8 FTDU015/FTDU025の主な仕様

名称	フルコントルスディオ 15	フルコントルスディオ 25
型式	FTDU015	FTDU025
自重 (kgf)	300	550
高×長×幅 (mm)	1300 × 520 × 390	1450 × 560 × 480
旋回電圧 (V)	12	24
切削幅 (mm)	200	300
切削深さ (mm)	10・25	10・25
価格 (百万円)	4.45	4.80

(NETIS 番号「KT-140079-A」)



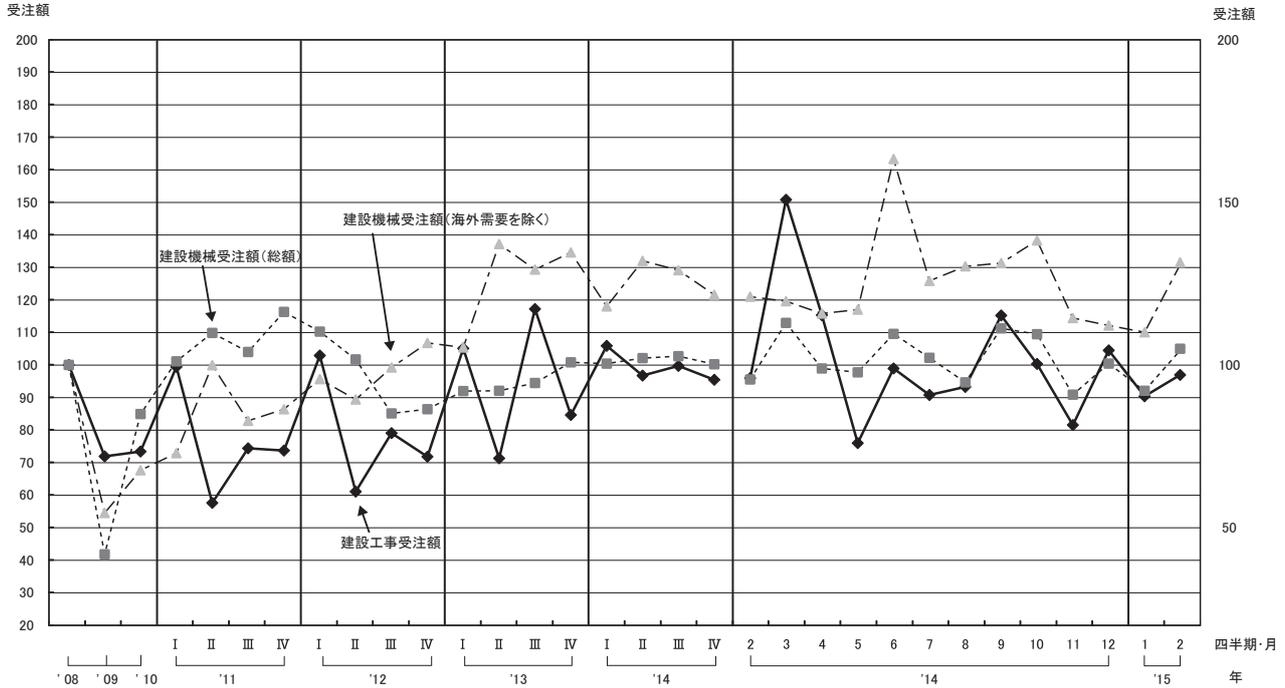
写真一 9 ウエルツ FTDU015 油圧ショベル用小型表面切削アタッチメント (フルコントルスディオ)

問合せ先：ウエルツ(株) 本社

〒143-0012 東京都大田区大森東 4-24-2

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 2008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 2008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							
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2014年 2月	11,197	5,220	1,233	3,987	3,777	390	1,810	7,264	3,933	129,390	9,523
3月	17,633	9,106	1,680	7,426	6,849	580	1,098	8,844	8,789	129,364	17,517
4月	13,465	6,581	1,403	5,179	6,417	376	91	6,208	7,256	134,351	7,979
5月	8,849	5,100	1,158	3,942	2,700	345	705	5,540	3,309	135,057	8,332
6月	11,538	7,114	1,385	5,729	3,782	361	281	7,615	3,922	135,239	11,171
7月	10,588	6,435	1,187	5,247	2,864	373	916	6,605	3,983	138,035	7,882
8月	10,877	5,546	1,194	4,352	3,247	336	1,749	7,446	3,431	138,708	9,176
9月	13,461	9,484	1,926	7,557	2,855	466	657	9,250	4,211	139,433	13,045
10月	11,711	7,083	1,417	5,666	2,927	471	1,231	7,219	4,492	140,773	8,915
11月	9,504	6,319	1,225	5,095	2,449	385	350	6,602	2,902	139,657	10,204
12月	12,199	7,249	1,334	5,915	3,290	386	1,274	8,117	4,082	138,286	14,320
2015年 1月	10,538	7,525	1,502	6,023	2,490	360	164	7,817	2,721	147,814	10,220
2月	11,306	7,809	1,174	6,635	2,910	438	148	7,788	3,517	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	08年	09年	10年	11年	12年	13年	14年	14年 2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	15年 1月	2月
総 額	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	1,441	1,705	1,492	1,473	1,653	1,541	1,427	1,679	1,652	1,370	1,514	1,388	1,584
海 外 需 要	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	926	1,196	999	975	1,005	957	872	1,120	1,063	883	1,037	920	1,024
海外需要を除く	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	515	509	493	498	696	536	555	559	589	487	477	468	560

(注) 2008～2010年は年平均で、2011～2014年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2014年2月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覽

(2015年3月1日～31日)

機械部会



■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：3月10日(火)

出席者：赤坂茂委員長ほか10名

議題：①平成27年度の委員長選任について ②次回委員会(3/25)に向けた平成27年度の分科会編成とその進め方についての意見交換 ③その他

■ダンプトラック技術委員会および日機協技術委員会との意見交換会

月日：3月11日(水)

出席者：田中哲委員長ほか19名

議題：Ⅰ.ダンプトラック技術委員会 ①2/16開催の機械部会幹事会の内容報告・平成27年度活動計画の具体的な進め方について ②品質確保・人材育成のテーマについての討議 ③ISO16001視界性確保の動きについての状況報告 ④その他 Ⅱ.日本機械土工協会(日機協)殿との安全についての意見交換会 ①「不整地運搬車・ダンプトラック関係安全作業ガイド」の紹介説明と意見交換 ②その他意見交換

■基礎工事用機械技術委員会 工場見学会

月日：3月13日(金)

見学先：(株)前田製作所 本社工場(長野市)

参加者：山下高俊委員長ほか16名

内容：トンネル用重ダンプ(MDT30-4i)、カニクレーン等の機械製造ラインの見学

■除雪機械技術委員会 幹事会

月日：3月17日(火)

出席者：江本平委員長ほか12名

議題：①ホームページの作成について ②ロータリ除雪車の安全対策について ③除雪機械の変遷について ④除雪機械技術ハンドブックの見直しについて(ロータリ除雪車、除雪グレーダ、除雪ドーザ) ⑤その他

■ショベル技術委員会

月日：3月18日(水)

出席者：尾上裕委員長ほか8名

議題：①2/16開催の機械部会 幹事会の報告について、平成26年度活動報告と平成27年度活動計画について、6/12(金)開催予定の機械部会、製造業部会 合同技術連絡会について ②現状バケットクラスベースとエンジン出力ベースでのトップランナー・燃

費バラ付きの分析について ③EN474-1, EN474-5, JIS A8340-1, JIS A8340-4における運転者保護構造についての確認について ④その他

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月日：3月24日(火)

出席者：行川恒弘委員長ほか31名

議題：①平成26年度活動結果と平成27年度活動計画について、平成26年度活動結果報告、平成27年度の委員会の体制について 新執行部の紹介、平成27年度活動計画発表 ②技術発表、石油代替エネルギーの利用動向について、3.1mモータグレーダ(独NOBAS社製)の紹介、情報化機器の新着情報、情報化機器保有数調査結果の報告 ③その他事務連絡等

■トンネル機械技術委員会

月日：3月25日(水)

出席者：赤坂茂委員長ほか23名

議題：①3/10開催の技術委員会 幹事会の報告と委員会としての確認、平成27年度の委員長・分科会長の選任について、平成27年度の2分科会での活動テーマと構成メンバーについて ②排出ガス基準別トンネル機械保有台数、現状の課題、今後の方向性に関する調査アンケートの成果物取り纏めについて ③3/10開催の合同部会の報告について ④現場見学その他について、4月に予定の千代田区永田町H&V(縦2連分岐型)泥水式シールド工事

■情報化機器技術委員会

月日：3月27日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか5名

議題：①2月16日開催の機械部会幹事会の報告、平成26年度活動報告と平成27年度活動計画について ②3/10開催の合同部会の報告、「社会インフラ用ロボット」について、「次世代無人化施工技術研究組合 UC-Tec」の概要について、「高効率油圧作動油の紹介」について ③3/17開催の除雪機械技術委員会への「除雪機械支援システム関連情報」提供結果について、1人乗り除雪グレーダの安全性に関する検討について ④機械整備技術委員会からの「エンジン整備情報開示共通化の検討」についての意見交換 ⑤ISO/TC127 SC3/WG5におけるISO15143-2施工現場での交換稼働データ辞書への追加検討 ⑥その他情報交換

■マテリアルハンドリングWG 代表打合せ

月日：3月30日(月)

出席者：内海光博主査ほか3名

議題：平成25年6月30日以前に生産手配した既納機についてのアタッチメント装着可能質量に関する考え方の整理

建設業部会



■合同部会

月日：3月10日(火)

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか95名

講演：①「社会インフラ用ロボット」について ②「次世代無人化施工技術研究組合 UC-Tec」の概要について ③「高効率油圧作動油の紹介」について ④質疑応答、意見交換

■クレーン安全情報WG

月日：3月11日(水)

出席者：坂下誠主査ほか8名

議題：①2/27建設業部会(平成27年度事業計画)の報告 ②4/17建設業部会(平成26年度事業報告)について ③平成27年度の活動について ④その他

■冬季現場見学会

月日：3月16日(月)

参加者：鈴木嘉昌部会長ほか17名

見学先：新名神高速道路 箕面トンネル 東工事

発注者：西日本高速道路(株)関西支社新名 神大阪西事務所

受注者：大成建設(株)

内容：総延長2,530m(土工延長443m, トンネル延長2,087m) トンネル工：上り線2,081m, 下り線2,087m, 掘削389,561m³, 発破掘削(立口より300mは機械掘削), 連続バルコンによるズリ搬出, 超長尺先進ボーリングと排水構造(ウォータータイト)を採用

■機電交流企画WG

月日：3月19日(木)

出席者：渋谷光男主査ほか7名

議題：①2/27建設業部会(次年度計画)報告 ②4/17建設業部会(平成26年度活動報告)について ③今年度の活動計画・方針について ④その他

■建設機械事故調査WG

月日：3月24日(火)

出席者：松藤敏夫主査ほか5名

議題：①2/27建設業部会(次年度計画)について ②4/17建設業部会(平成26年度活動報告)について ③提出アンケート結果の検討 ④その他

レンタル業部会



■レンタル業部会

月 日：3月5日(木)
出席者：中島嘉幸委員ほか11名
議 題：①平成27年度事業計画について ②平成26年度事業報告(案)について ③分科会活動状況の報告 ④各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ⑤その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：3月4日(水)
出席者：田中康順委員長ほか18名
議 題：①平成27年6月号(第784号)の計画の審議・検討 ②平成27年7月号(第785号)の素案の審議・検討 ③平成27年8月号(第786号)の編集方針の審議・検討 ④平成27年3～平成27年5月号(第781～783号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：3月11日(水)
出席者：江本平分科会長ほか2名
議 題：①「外国人技能労働者受入状況について」の原稿状況について ②その他

■新工法調査分科会

月 日：3月18日(水)
出席者：高橋浩史分科会長ほか2名
議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月 日：3月24日(火)
出席者：江本平分科会長ほか2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



■広報部会

月 日：3月3日(火)
場 所：(一社)日本建設機械施工協会 北海道支部
出席者：杉岡博史広報部会長ほか9名
内 容：①平成26年度の事業報告について、支部だよりNo.109号の発行について ②平成27年度の事業計画について、支部講演会について、建設工事等見学会について ③その他

■調査部会

月 日：3月4日(水)
場 所：(一社)日本建設機械施工協会 北海道支部
出席者：渡辺総悦調査部会長ほか8名
内 容：①平成26年度の事業報告について ②平成27年度の事業計画について ③その他、平成27年度国土交通省土木標準歩掛の改定概要について、施工パッケージ型積算方式について

■技術部会

月 日：3月5日(木)
場 所：(一社)日本建設機械施工協会 北海道支部
出席者：服部健作技術部会長ほか18名
内 容：①平成26年度の事業報告について ②平成27年度の事業計画について ③その他、除雪機械技術講習会の取組について

東北支部



■第3回運営委員会(企画部会)

月 日：3月5日(木)
場 所：KKR ホテル仙台
出席者：高橋弘支部長ほか20名
議 題：①平成27年度事業計画(案)について ②平成27年度事業予算(案)について ③その他

■施工部会(情報化施工技術委員会)

月 日：3月6日(金)
場 所：支部会議室
出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか20名
議 題：①情報化施工技術委員会アンケート結果 ②平成27年度活動計画について ③TOPセミナーについて ④その他

■施工部会(情報化施工技術委員会)

月 日：3月17日(火)
場 所：支部会議室
出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか5名
議 題：①平成27年度情報化施工セミナーについて ②TOPセミナーについて ③東北技術事務所との協力について ④その他

北陸支部



■平成26年度北陸 ICT 戦略推進委員会

月 日：3月11日(水)
場 所：新潟国道事務所会議室
出席者：藤田明施工技術部会長(委員：代理穂苅正昭企画部会長)

議 題：①平成25・26年度取り組み状況 ②平成27年度取り組み計画(案)

■企画部会

月 日：3月13日(金)
場 所：新潟県建設会館会議室
出席者：穂苅正昭企画部会長ほか13名
議 題：①平成26年度事業報告(中間) ②平成26年度決算報告(見込み) ③平成27年度事業計画(案) ④平成27年度予算(案) ⑤その他

■運営委員会

月 日：3月13日(金)
場 所：新潟県建設会館会議室
出席者：丸山暉彦支部長ほか16名
議 題：①平成26年度事業報告(中間)及び決算報告(見込み) ②平成27年度事業計画(案)及び予算(案) ③その他

中部支部



■路面清掃車製作工場見学会

月 日：3月4日(水)
場 所：豊和工業(株)本社工場(清須市)
出席者：32名
内 容：路面清掃車の製造工程等の見学後、意見交換

■第2回部会長・副部会長会議

月 日：3月5日(木)
出席者：三宅豊企画部会長ほか10名
議 題：①平成26年度事業報告(案) ②平成26年度決算報告(概算) ③平成27年度事業計画(案) ④平成27年度収支予算(案)等

■第3回運営委員会

月 日：3月12日(木)
場 所：桜華会館(名古屋市)
参加者：小川敏治支部長ほか22名
議 題：①平成26年度事業報告(案) ②平成26年度決算報告(概算) ③平成27年度事業計画(案) ④平成27年度収支予算(案) ⑤支部長交代に関する件等

■企画部会

月 日：3月17日(火)
出席者：三宅企画部会長ほか6名
議 題：平成27年度総会についての打合せ

■「建設技術フェア2014 in 中部」幹事会

月 日：3月18日(水)
出席者：安江運営委員
内 容：次年度の計画について

関西支部



■企画部会

月 日：3月4日(水)
場 所：関西支部 会議室
出席者：溝田寿企画部会長以下7名
議 題：①平成27年度事業計画(案)、平成27年度予算(案)について
②会員入退会について ③優良建設機械運転員等表彰について ④その他

■運営委員会

月 日：3月5日(木)
場 所：大阪キャッスルホテル 6F 会議室
出席者：深川良一支部長以下29名
議 題：①平成27年度事業計画(案)
②平成27年度予算(案) ③その他

■平成24年度 施工技術報告会 幹事会

月 日：3月11日(水)
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下6名
議 題：①平成26年度施工技術報告会実績報告 ②運営要領の確認 ③告公文

■建設用電気設備特別専門委員会(第407回)

月 日：3月18日(水)
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR236 建設工事用400V級電気設備施工指針の審議 ③その他

中国支部



■第5回部会長会議

月 日：3月6日(金)
場 所：広島YMCA 会議室

出席者：鷺田治通企画部会長ほか5名
議 題：①運営委員会(3月期)について ②意見交換会及び同WGの実施結果について ③その他懸案事項

■第5回開発普及部会

月 日：3月11日(水)
場 所：中国支部事務所
出席者：飯國卓夫部会長ほか4名
議 題：①平成27年度部会事業計画(案)について ②第36回新技術・新工法発表会について ③第66回新技術活用現場研修会について ④平成27年度土木機械設備維持管理研究会について ⑤その他懸案事項

■3月期運営委員会

月 日：3月17日(火)
場 所：広島YMCA 会議室
出席者：河原能久支部長ほか25名
議 事：①平成27年度事業計画(案)に関する件 ②平成27年度収支予算(案)に関する件 ③支部監査役の推薦に関する件 ④その他懸案事項

四国支部



■四国地方整備局とJCMA四国支部との技術交流会

月 日：3月4日(水)
場 所：高松サンポート合同庁舎
参加者：国交省側…近藤秀樹技術調整管理官ほか5名
JCMA側…島弘支部長ほか15名
内 容：①四国地方整備局からの情報提供 ②情報化施工に関するJCMA会員各社の取組状況 ③情報化施工に関するJCMA会員各社からの意見・要望について ④情報化施工に関する官民の意見交換

■部会長等会議

月 日：3月5日(木)
場 所：建設クリエイティブビル第二会議室(高松市)
参加者：小松修夫企画部会長ほか5名
内 容：①平成26年度四国支部事業実績について ②平成27年度四国支部事業計画(案)について ③四国支部設立40周年記念事業について

■平成26年度第3回運営委員会

月 日：3月18日(水)
場 所：ホテルマリンパレスさぬき(高松市)
参加者：島弘支部長ほか26名
内 容：①平成27年度事業計画(案)について ②平成27年度予算書(案)について ③四国支部設立40周年記念事業について

九州支部



■第11回企画委員会

月 日：3月13日(金)
出席者：久保田正春企画委員長ほか7名
場 所：博多グリーンホテル
議 題：①第3回運営委員会について ②本部及び支部の総会等について ③本部長表彰者推薦について ④総会時の講演について

■第3回運営委員会

月 日：3月13日(金)
出席者：江崎哲郎支部長ほか24名
場 所：博多グリーンホテル
議 題：①平成27年度事業計画書(案)に関する件 ②平成27年度収支予算書(案)に関する件

編集後記

先日、建築工事現場の電気設備撤去電力立ち合いに行ってきました。立ち合いそのものは特に問題なく終了し、その後電力会社の協力会社の方が、電柱に登って供給電線を撤去する工事をする手筈となります。この工事そのものは当社側には関係ないのですが、近辺道路で行う事もあり、少し段取りを見ていました。電気工事屋さんが3名と交通誘導員の方が1名です。まず、工事打ち合わせ、KY活動を始めるにあたって、リーダーの方が何やら胸ポケットから小型の機械を出して操作し始めました。いわゆるボイスレコーダのようです。そして、打ち合わせとKY活動の内容を録音していました。自分と各自の発言は確実に録っている様子でした。横で見ていた私は、衝撃を受けた次第です。「安全活動はここまで来たんだ！」と。確かに非常に有効です。全員参加で打ち合わせ、KY活動をしっかりやる、という事と、言った言わない、聞いた聞かないを排除するという点において絶大な効果があると思われまます。「さすがに大企業となるとやる事が違う」「というより、他の業種では当たり前なのだろうか」「まさか、当社だけが遅れてるの？」などなど、結構な衝撃でした。それとともに「確かに有効だが、なんだかなあ」という違和感が湧いてきたのも確かです。

「安全は管理である」目的は「安全」なのか「企業防衛」なのか？ 筆者は現場経験が長いので、小さなものからとんでもない大事故まで様々な災害を見てきました。特に昨今は、特別教育講師や職員研修で安全に携わる事も多いので、かなり考えさせられる出来事でした。大事故の悲惨さを思い起こすと、「自己防衛」の為にも必要なのかもしれない。会社の安全担当とも話してみようかと考えています。

さて、本来の編集後記なのですが、今回の特集は「安全」です。安全に関する事例は、基本的には地道なものも多く、なかなか報文を集めるのも難しいかと思いましたが、いつもお世話になっている「ヘルメット」や「マスク」といった安全アイテムに焦点を当ててみました。各社さんのこれまでの努力がにじみ出ていて、非常に興味深い内容となっています。また、こういった安全の歴史に、最近は「情報」といったキーワードがプラスされてきているのは世の流れかと思われまます。

建設業界は人材不足という荒波と今後戦っていかなくてはなりません。この荒波は「安全」に対してかなりの攻撃力を持っているのは明白です。こちらも、今まで以上に安全力を高め業界全体で戦わなければならないでしょう。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆いただきました皆様には深く御礼申し上げます。

(京免・太田)

6月号「都市環境向上、都市基盤整備、まちづくり特集」予告

・都市再生特別措置法に基づく立地適正化計画制度 ・御茶ノ水駅付近耐震補強工事 (JR 東日本)
・相鉄 JR 直通線羽沢駅工事 ・さがみ縦貫相模原インターチェンジランプ橋上部工事 ・築地大橋の施工 ・357号線東京港トンネル ・武蔵水路改築工事 (水資源) ・五反田川放水水路トンネル工事 ・浜松市防潮堤工事 MY-BOXによるCSG防潮堤施工 ・新橋駅改良工事における柱リフトアップと大屋根スライド工法 ・明治神宮ほかグラウンド整備工事 ・東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興まちづくり事業 CM方式 ・宮古スマートシティ

【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)

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	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

編集委員

吉田 潔	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
早矢仕 明	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
岩野 健	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
太田 順子	コマツ
大塚 清伸	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
竹本 憲充	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

第67巻第5号 (2015年5月号) (通巻783号)

Vol.67 No.5 May 2015

2015 (平成27年) 5月20日印刷

2015 (平成27年) 5月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 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 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1 電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 電話 (092) 436-3322

本誌上への
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

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

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低燃費社会の実現へ

新しいニッポンをつくろう。

いまよりも安全で、心地よく、便利な街へ、ニッポンが変わろうとしています。
コベルコは、その期待に応えて、街の現場で活躍するミニのラインアップを一新。
精緻な油圧技術で、どの機械もこまかい作業を器用に正確にこなします。
これから生まれ変わる全国の街々を、コベルコが応援します。

多才な機械で、街に未来を。



さまざまな作業幅に対応できる **8** 機種

SK10SR **SK17SR** **SK20SR** **SK28SR**
SK30SR **SK35SR** **SK45SR** **SK55SR**

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

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

■ 本社・相模原事業所

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

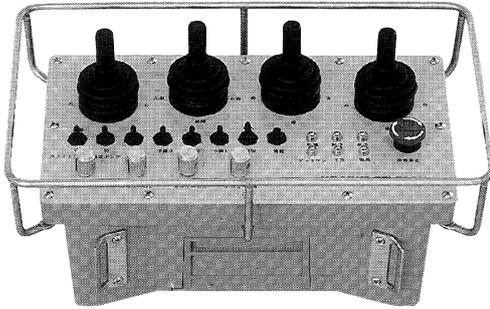
■ 東京工場

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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

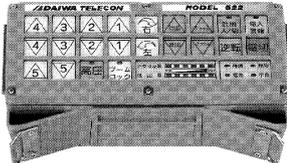
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36個**の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- 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

建設機械施工 広告掲載のご案内

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

■職業別 購読者

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

■掲載広告種目

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

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

Santana **サンタナ** **アートワークス**
ART WORKS

広告営業部: 田中 san-mich@zam.att.ne.jp

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

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

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

お名前: 所属:

所属:

会社名(校名):

資料送付先:

電話: FAX:

E-mail:

広告掲載 メーカー名	製品名

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



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



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

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイプロコンパクター
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



高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL:06-6541-9631	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:090-7440-0404
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	

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を實踐中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテレタ リンナー
無線操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
交換を優先
しました

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

セットで
15万円
(税別価格)

8操作標準型
RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

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リレーまで対応可能

セットで
22万円
(税別価格)

モデルチェンジ！ 内部設計を一新！
全ての交換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

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

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

裏面スイッチ

特殊スイッチ
オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティ サテレタ N/U/Gシリーズ (またはアロが最大6項目と入出力信号26点以下)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円
(税別価格)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円
(税別価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

RC-7233UAN

RC-7215U

RC-7215U

ジョイスティック
3ノッチ
RC-7233UAN

ジョイスティック
2本装着オーダー例

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)

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!

受信機は既設のみ取替も可

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます!

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

ケーブルレスミニ ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

N/Rシリーズ

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能
- 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税別価格)

特許! テルハには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ/だっこの金具*で
取付簡単!! (*オプション)

リンナー
無線操作 N/U/Gシリーズ

標準型
RC-2512N

セットで
22万円
(税別価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

価格もサイズも
ハンディー並み!

データケーブルレス 工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

N/R/U/G
シリーズ

送信機 (外部接点入力型)

- 7100型
- 6300型
- 5700型
- 3200型

受信機

● 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)

写真は
Uシリーズ

MAX サテレタ Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応も可)

セットで
95万円
(税別価格)

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

無線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

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

● 長距離伝送
到達距離約 2km ~ (6km)

● 受信機から
電話回線接続機能

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡 (受信側)

● 大音量警鳴音発生
110dB/m

ER-2000R (受信機) ET-2000R (送信機)

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おりますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

常に半歩、先を走る

AO 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/

本カタログの価格は、全て税別表示となっております。

進化した、 本物の ハイブリッド。

2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。

NEW

- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



- 燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

雑誌 03435-5



4910034350551
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)